

Program

4월 23일 (수)

시 간	구 분		
12:00~	등 록		
13:00~14:00	정기총회		휘닉스볼룸
14:00~14:40	현재선 명예교수 (서울대학교)	곤충의 가해와 생물군집 구조 - 피해식물이 개재된 간접적 상호관계를 중심으로 사회: 이준호 회장	
14:40~15:30	홍성진 박사 (농식품부)	국내 곤충산업 육성 정책방향 사회: 최영철 부회장	
15:30~15:50	Coffee break		
심포지엄 I			
15:50~18:30	S1. 곤충병리학과 그 응용	좌장: 김재수 김우진	루비홀
	S2. 산림곤충 생태와 관리 연구	좌장: 정영진 박영석	에메랄드홀
	S3. Beauty of Micro & Threats of Exotic	좌장: 이승환 배양섭	토파즈 A홀
	S4. 곤충자원	좌장: 안용준	토파즈 B홀
18:30~20:00	간담회		휘닉스볼룸
소모임			
20:00~22:00	지역별 현안 문제해충 정보 교류	좌장: 김광호	에메랄드홀
	노린재 피해 현황과 방제법(2013년 연구중심)	좌장: 배순도 임연택	루비홀



4월 24일 (목)

시 간	구 분		
기조강연 II			
09:00~10:00	이복률 교수 (부산대학교)	사회: 김용균 부회장 톱다리개미허리 노린재 장내 공생균과 숙주와 상호작용 연구	휘닉스볼룸
구두발표			
10:00~12:00	농업곤충 (13~19)	일반곤충분야 (1~6)	농업곤충 (20~26)
	에메랄드홀	루비홀	토파즈 A홀
12:00~14:00	점심식사		
구두발표			
14:00~16:00	농업곤충 (27~33)	일반곤충/산업곤충 (7~12)	농업곤충 (34~40)
	에메랄드홀	루비홀	토파즈 A홀
16:00~17:30	포스터 발표		다이아몬드홀
17:30~19:00	저녁식사		
소모임			
19:00~21:00	천적-해충-작물간 상호작용	좌장: 최병렬	에메랄드홀
	생물안보	좌장: 정철의 최득수	루비홀
	사회곤충과 의사결정	좌장: 장이권	토파즈 A홀

4월 25일 (금)

시 간	구 분		
심포지엄 II			
08:30~11:30	S5. 국내 위생해충 연구의 현황과 전망	좌장: 이시혁 신이현	에메랄드홀
09:00~11:30	S6. 곤충 유전적 변이와 해충학	좌장: 김용균 이시우	휘닉스볼룸
09:00~11:30	S7. 한국 곤충화학생태학- 현재와 전망 II	좌장: 정진교 박정규	토파즈 A홀
08:30~11:30	S8. 식물기생선충 관리	좌장: 조명래 김동근	루비홀
09:00~11:30	S9. Models in applied entomology	좌장: 박정준 이두형	토파즈 B홀
시상 및 폐회식			휘닉스볼룸
- 2013년 추계학술발표회 수상자, 2014년 춘계학술발표회 수상자			

Contents

●●● 기조강연

23일 (수)		좌장 : 이준호 교수
14:00~14:40	곤충의 가해와 생물군집 구조 - 피해식물이 개재된 간접적 상호관계를 중심으로 - 현재선	3
14:40~15:30	국내 곤충산업 육성 정책방향 홍성진, 정재원, 최규일	4

24일 (목)		좌장 : 김용균 교수
09:00~10:00	툽다리개미허리 노린재 장내 공생균과 숙주와 상호 작용 연구 이복률	5

●●● 심포지엄

>> 곤충병리학과 그 응용

23일 (수) 루비홀		좌장 : 김재수
15:50~14:20	A Novel, Highly Effective and Environmentally Friendly Recombinant Baculovirus Insecticide Yeon Ho Je	9
16:20~16:40	Fast and Efficient Expression System Based on Recombinant Baculovirus Jae Young Choi and Yeon Ho Je	10



16:40~17:00	곤충병원성선충의 소비자 중심적 활용법	11
	이동운, 추호렬, 김형환	
17:00~17:20	Distribution and Additional Roles of Entomopathogenic Fungi from Korean Soils	12
	Soo Dong Woo, Tae Young Shin and Sung Min Bae	
17:30~17:40	Strategy of Application of Entomopathogenic Fungi for Control of Pests	13
	Jeong Jun Kim, Ji Hee Han and Sang Yeob Lee	
17:50~18:10	<i>Bacillus thuringiensis</i>: Microbial Pest Control Agent and Genetically Modified Crops	14
	Jae Su Kim, Yeon Ho Je and Jong Yul Roh	
18:10~18:30	Global Markets and International Strategies of Biological Pesticide, 2014	15
	Taek Su Shin and Eul-Jai Myung	

>> **산림곤충 생태와 관리 연구**

23일 (수) 에메랄드

좌장 : 정영진, 박영석

15:50~16:20	한국의 산림해충상 변화와 기후변화	16
	정영진, 고상현	
16:20~16:40	Are Disease-Resistant Elms and Maples Still Bugging You?	17
	Daniel A. Potter, Professor	
16:40~17:00	가리왕산 낙엽송림에서 곤충의 수직분포 특성	18
	정승재, 권태성, 박영규, 이철민, 성주한, 박영석	
17:00~17:20	Preliminary Result of Adult Emergence Monitoring of <i>Luehdorfia puziloi</i> (Erschoff) (Lepidoptera: Papilionidae) in South Korea ...	19
	Il-Kwon Kim, Wonil Choi, Young-Woo Nam, Jong-Su Lim and Jeong-Dal Son	
17:30~17:40	Diversity and Abundance of Butterfly Communities in Urban Green Areas: An Analytical Approach using GIS	20
	Lee Cheol Min, Park Jin Wook, Lee Young Geun, Kim Sung-Soo, Ryu Jae Won, Jung Seung Jae and Lee Sun Kyung	

17:50~18:10	기후변화 대응 외래해충 관리 방안	21
	원대성	
18:10~18:30	광릉긴나무좀의 이동생태	22
	최원일	

>> Beauty of Micro & Threats of Exotic

23일 (수) 토파즈 A

좌장 : 이승환, 배양섭

15:50~16:40	사진은 무조건 RAW파일로 찍어라	23
	강의영	
16:40~17:00	DNA barcode 연구의 최근 동향 및 식물병해충의 외래 유입 차단을 위한 활용	24
	박두상, 오현우	
17:00~17:20	DNA바코드 및 초위성체를 활용한 블루베리혹파리 역학조사 연구	26
	김효중	
17:40~18:00	Taxonomic Status of the <i>Bemisia tabaci</i> Complex (Hemiptera: Aleyrodidae) and Reassessment of the Number of Its Constituent Species	27
	Wonhoon Lee, Seunghwan Lee and Gwan-Seok Lee	
18:00~18:20	Population Genetic Study to Trace Migration routes in <i>Metcalfa pruinosa</i> (Hemiptera: Flatidae)	28
	Deok Ho Kwon, Minyoung Kim, Hyojoong Kim, Yerim Lee, Ki-Jeong Hong, Si Hyeock Lee and Seunghwan Lee	

>> 곤충자원

23일 (수) 토파즈 B

좌장 : 안용준

15:50~16:40	Invasion mechanism and monitoring basis of <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) biotype Q species	29
	Dong Chu	
16:40~17:10	Damage and Distribution of <i>Frankliniella occidentalis</i> and Influence of Temperature Toward Population	30
	Chang-ying Zheng	



- 17:40~18:00** Anti-proliferative Activity of Vomifoliol and Stigmasterol Identified in Silkworm Feces on Human Lung Cancer Cell Lines 31
 Ji Young Yoo, Soon Il Kim, Haribalan Perumalsamy, Myung Jin Jang, Ha Eun Song and Young-Joon Ahn
- 18:00~18:20** Anti-proliferative Activity of Theanine Identified in Cicada Slough on Human Prostate Cancer 32
 Haribalan Perumalsamy, Ha Eun Song, Ji Young Yoo, Jun-Ran Kim, Soon-II Kim, Sang-Guei Lee and Young-Joon Ahn

>> 국내 위생해충 연구의 현황과 전망

25일 (금) 루비

좌장 : 이시혁

- 08:30~09:00** Ticks and Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS) 33
 Jungsang Ryou, Sun-Whan Park, Bong Gu Song, E-Hyun Shin, Seok-Min Yun, Myung-Guk Han, Ye-ji Lee, Mi Yeoun Park and Chan Park
- 09:00~09:20** Tick Surveillance in the Republic of Korea 34
 Heung-Chul Kim, Sung-Tae Chong, Sang-Hoon Han, Joon-Seok Chae and Terry A. Klein
- 09:20~09:40** 국내 일본뇌염 매개모기 연구 35
 신이현
- 10:10~10:30** Tick (Acari: Ixodidae)-borne Pathogens in Korea 36
 Joon-Seok Chae, Heung-Chul Kim and Terry A. Klein
- 10:30~10:50** Molecular Mechanism and Detection of Pyrethroid Resistance in the Common Bed Bug, *Cimex lectularius* 37
 Deok Ho Kwon, Keon Mook Seong, Kyong Sup Yoon, John Marshall Clark and Si Hyeock Lee
- 10:50~11:10** 곤충유전체 연구의 생물정보학적 동향 38
 박준형, 노승재, 정명희, 유승일
- 11:10~11:30** Genomics of Body/Head Lice and Its Application 39
 Si Hyeock Lee, Ju Hyeon Kim, J. Marshall Clark and Barry B. Pittendrigh

>> 곤충 유전적 변이와 해충학

25일 (금) 휘닉스 볼룸

좌장 : 김용균

09:00~09:30	변이의 철학 장이권	40
09:30~09:50	곤충의 유전 변이와 해충학적 의미 이시우, 최병렬, 박창규, 장이권	41
09:50~10:10	유전변이와 곤충 종다양성 김효중	42
10:30~10:50	기후변화와 곤충생리 다양성 김용균	43
10:50~11:10	Molecular Variations of Acetylcholinesterase Allowing Multiple Physiological Functions in Insect Young Ho Kim and Si Hyeock Lee	45
11:10~11:30	Transcriptional Differences Between Scotophase and Photophase in the Pheromone Glands of <i>Plutella xylostella</i> (L.) Dae-Weon Lee and Chung Ryul Jung	46

>> 한국 곤충화학생태학- 현재와 전망 II

25일 (금) 토파즈 A

좌장 : 정진교

09:00~09:30	산림해충과 화학생태학 박일권, 전윤미, 김성웅, 염화정, 이효림, 고상현, 정영진	47
09:30~09:50	Usage and Developmental Strategy of Sex Pheromone Trap for the Major Lepidopteran Pests in Apple Orchards Kyung-Hee Choi, Sun-Young Lee, Changmann Yoon, Yun-Soo Do and Jung-Sup Lee	48
09:50~10:10	국내 교미교란제 연구 개발 및 상용화 현황 정충렬, 김용균, 이대원	49
10:30~10:50	장님노린재류 성페로몬 연구 현황과 전망 양창열, 강택준, 김형환, 김동환, 조명래	50



- 10:50~11:10** Effect of Increased Carbon Dioxide Gas in Atmosphere on the Antennal Response and Sex Pheromone Production of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) 51
 Kyung San Choi, Seung Joon Ann, Soo Bin Kim, Bong Nam Jung, Han Cheol Lim and Dong Soon Kim
- 11:10~11:30** Elicitor(s) in *Sogatella furcifera* (Horváth) Causing the Japanese Rice Plant (*Oryzasativa* L.) to Induce the Ovicidal Substance, Benzyl Benzoate 52
 Jeong-Oh Yang and Chul-Sa Kim

>> 식물기생선충 관리

25일 (금) 에메랄드		좌장 : 조명래, 김동근
08:30~09:00	나무재선충병 발생현황 및 연구동향 53 문일성, 한혜림, 전향미, 최광식, 정영진	
09:00~09:20	소나무재선충속(<i>Bursaphelenchus</i>) 선충의 형태 및 분자생물학적 차이 54 한혜림, 문일성, 전향미, 최광식, 손정아, 이채민, 정영진	
09:20~09:40	고랭지 배추 사탕무씨스트선충(<i>Heterodera schachtii</i>) 발생 및 확산방지 방안 55 이재국, 박병용, 조명래, 고희래, 김세중	
09:40~10:00	사탕무씨스트선충(<i>Heterodera schachtii</i>)의 기주범위 56 김동환, 조명래, 김형환, 양창열, 강택준, 전성욱, 박병용, 이재국, 김성일	
10:20~10:30	콩 씨스트 선충 저항성 연구 57 최인수, 김성윤, 강헌일, 김용철, 한원영, 김동근	
10:30~10:50	<i>Chryseobacterium</i> sp. FBF-7에 의해 생산된 닭우모 단백질 가수분해물의 고구마뿌리혹선충 증식억제 효과 58 김세중, 고희래, 이재국, 황경숙	
10:50~11:10	우리나라 식물검역선충 현황 59 전재용, 김보람, 이나리, 박복리, 허노열	
11:10~11:30	해송 내 소나무재선충의 이동, 증식 및 세포가해양상 60 손정아, 문일성, 한혜림, 전향미, 권태성, 최광식	

>> Models in applied entomology

25일 (금) 토파즈 B

좌장 : 박정준

- 09:00~09:30 The Use of the Dynamic Model to Improve Mechanistic Understanding of Organism Response to Stress: A Case Study on *Daphnia magna* 61
Yongeun Kim, Hyoung-ho Mo, Yun-sik Lee, June Wee and Kijong Cho
- 09:30~09:50 Ensemble Project of Brown Planthopper Overwintering Area under Future Climate Conditions 62
Semi Lee, Kwang Soo Kim
- 09:50~10:10 기후변화에 대한 산림병해충 취약성 평가 63
김문일, 이우균, 모형호
- 10:30~10:50 How Do Hunting and Escape Strategies of Predator and Prey Influence Species Survival? 64
Jung-Hee Cho, Hyuk Kang, Oh Sung Kwon and Sang-Hee Lee
- 10:50~11:10 Dispersal Ecology and Modeling: A Case Study with Brown Marmorated Stink Bug 65
Doo-Hyung Lee and Tracy C. Leskey
- 11:10~11:30 Spatial Association Between Geographical Distributions of Insect and Host Populations, Under Climate Change Scenario in Korea 66
Jung-Joon Park and Kijong Cho

●●● 구두발표

>> 일반곤충/산업곤충 분야

24일 (목) 에멜랄드홀

좌장 : 박종균, 변봉규

- 10:00~10:15 Taxonomic Review of the Genus *Capsus* Fabricius (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Mirinae) from the Korean Peninsula 69
Junggon Kim, Haechul Park and Sunghoon Jung



10:15~10:30 Taxonomic Review of Grape Pest Leafhoppers, the Genus *Arboridia* Zachvatkin (Hemiptera: Auchenorrhynch: Cicadellidae: Typhlocybinae) from KOREA 70
Sumin Oh, Bong Woo LEE and Sunghoon Jung

10:30~10:45 Population Structure, and *Wolbachia* and WO Phage Infection Polymorphism of *Vollenhovia emeryi* (Hymenoptera: Myrmicinae) 71
Pureum Noh, Seungyoon Oh, Soyeon Park, Taesung Kwon, Yonghwan Kim, Jaechun Choe and Gilsang Jeong

11:00~11:15 Taxonomic Study of the Tribe Chlaeniini (Coleoptera: Carabidae) from Korea 72
Ik Je CHOI, Jinyoung PARK, Bong Woo LEE, Shin Young PARK and Jong Kyun PARK

11:15~11:30 Effects of Curcuminoids Identified in Rhizomes of *Curcuma longa* on BACE-1 Inhibitory and Behavioral Activity and Life Span of Alzheimer's Disease *Drosophila* Models 73
Xue Wang, Jun-Ran Kim, Seong-Baek Lee, Young-Joon Kim, Moon Young Jung, Hyung-Wook Kwon and Young-Joon Ahn

11:30~11:45 A New Insight on Phylogenetic Relationships of Elateridae (Coleoptera) Inferred from 12 Multiple Loci 74
Taeman Han, Haechul Park, Youngbo Lee, In Gyun Park, Jongchel Jeong and Seunghwan Lee

24일 (목) 루비홀

좌장 : 장이권, 제연호

14:00~14:15 Phylogeography of *Wolbachia* and Its Lytic Phage Shows Incongruent Infection history in *Vollenhovia emeryi* (Hymenoptera: Myrmicinae) 75
Soyeon Park, Pureum Noh, Jae Chun Choe and Gilsang Jeong

14:15~14:30 Camouflage Through Behavior in Moths: The Role of Background Matching and Disruptive Coloration 76
Changku Kang, Martin Stevens, Jongyeol Moon, Sangim Lee and Piotr G. Jablonski

14:30~14:45 RNA Interference of Integrin Subunit $\beta 1$ Impairs Development and Immune Responses of the Oriental Tobacco Budworm, *Helicoverpa assulta* 77
Youngjin Park and Yonggyun Kim

- 15:00~15:15** Evolutionary Origin and Status of two Insect Acetylcholinesterases and Their Structural Conservation and Differentiation 78
Deok Jea Cha and Si Hyeock Lee
- 15:15~15:30** Acaricidal Activity of *Juniperus oxycedrus* Essential Oil Constituents and Efficacy of Spray Formulations Toward Adult *Dermatophagoides farina* · 79
Haribalan Perumalsamy, Jun-Ran Kim and Young-Joon Ahn
- 15:30~15:45** Development of Native Natural Enemies for the Control of Hard Control Insect Pests Occurring at Pear Orchard 80
Young-su Lee, Eun-hye Ham, Hyun-ju Lee, Myoung-jun Jang, Gu-hyun Jung, Young-cheul Ju and Hee-dong Kim

>> 농업곤충분야 A

24일 (목) 토파즈A

좌장 : 김길하, 이동운

- 10:00~10:15** Effects of Electron Beam Irradiation on Development, Reproduction and DNA Damage in Susceptible and Imidacloprid Resistance Strains of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) 81
Seung-Hwan Yun, Soon-Kyu Lee, Seon-Woo Lee, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
- 10:15~10:30** Antifeedant Activity of Essential Oils and Its Constituents to *Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua* 82
Jun-Ran Kim, Sang-Guei Lee
- 10:30~10:45** Determination of Acaricides Resistance Level Based on Residual Contact Vial Bioassay and Quantitative Sequencing in *Tetranychus urticae* 83
Deok Ho Kwon, Taek Joon Kang, Young Ho Kim and Si Hyeock Lee
- 10:45~11:00** Effect of Different Temperatures and Relative Humidity Regimes on *Frankliniella occidentalis* and *F. intonsa* (Thysanoptera: Thripidae) 84
Mohammad M. H. Bhuyain and Un Taek Lim
- 11:15~11:30** RNAi에 이용하기 위한 담배가루이 cDNA Library Construction 85
고나연, 김정규, 권혜리, 류태희, 강찬영, 정유빈, 김현승, 서미자, 임현섭, 유용만, 윤영남



- 11:30~11:45** X-ray Irradiation Induced Abnormal Development and Reproduction by DNA Damage in *Spodoptera litura* 86
Min-Jun Kim, Seung-Hwan Yun, Seon-Woo Lee, Soon-Kyu Lee, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
- 11:45~12:00** Establishment of Entomopathogenic Fungal Virulence Assay System Against *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae) 87
Sihyeon Kim, Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Sung Duk Seo, Han Wool Cho, Yu-Shin Nai and Jae Su Kim

24일 (목) 에메랄드

좌장 : 조기중, 이대원

- 10:00~10:15** Transcriptome of a Specialized Extra-embryonic Cell, Teratocyte, and Its Host Immunosuppressive Role Revealed by *ex vivo* RNA Interference .. 88
Md. Ramjan Ali and Yonggyun Kim
- 10:15~10:30** Effect of *Nicotiana benthamiana* Extracts on Toxicity and Gene Expression of the Sweetpotato Whitefly *Bemisia tabaci* 89
Sharma Sushant Raj, Jae-Kyoung Shim, Bong-gi Choi, Shafeeq Tahir and Kyeong-Yeoll Lee
- 10:30~10:45** Mutation and Down-regulation of *nAChR* beta 1 Subunit is Associated with Imidacloprid Resistance in the *Aphis gossypii* 90
Ju Il Kim, Deok Jea Cha, Min Kwon, Gil-Hah Kim and Si Hyeock Lee
- 10:45~11:00** Life History Traits of *Tetranychus piercei*, *T. truncatus*, and *T. bambusae* (Acari: Tetranychidae) Collected From Bangladesh 91
Mohammad Shaef Ullah and Un Taek Lim
- 11:15~11:30** 화랑곡나방의 방제를 위한 열과 구조토 혼용처리 상승효과 92
김한나, 구진모, 유연수, 이정열
- 11:30~11:45** Comparative Studies on Three Important Insect Pests by Being Irradiated Via Electron Beam and X-rays 93
Hyun-Ah Kim, Seung-Hwan Yun, Min-Jun Kim, Jun-Won Park, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
- 11:45~12:00** RNA Interference를 이용한 해충방제 기술 94
박영진, 김용균

24일 (목) 루비

좌장 : 김광호, 이종호

- 14:00~14:15 곤충학분야에 농업기상정보서비스(AMIS)의 활용 95
정명표, 심교문, 김용석, 최인태, 소규호
- 14:15~14:30 Functional Analysis of Two *iap* Genes (*iap2* and *iap3*) of *Lymantria xyli* Multiple Nucleopolyhedrovirus (LyxyMNPV) 96
Yu-Shin Nai, Jae Su Kim and Chung-Hsiung Wang
- 14:30~14:45 배추좀나방 월동조건과 유전적분화 97
김은성, 최봉기, 박영진, 차욱현, 이대원, 김강우, 김용균
- 15:00~15:15 Distribution Expansion of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) on Potato Crop in Korea. 98
Rameswor Maharjan and Chuleui Jung
- 15:15~15:30 Coiled-Coil Motif of a Viral Factor, CrV, is Critical for Host Immune Suppression 99
Sunil Kumar and Yonggyun Kim
- 15:30~15:45 면역억제를 이용한 파리 방제용 비티플러스 약제 개발 100
엄성현, 김용균
- 15:45~16:00 파밤나방 인슐린유사펩타이드 유전자 구조와 혈당조절 생리 기능 101
홍유경, 김용균

24일 (목) 토파즈A

좌장 : 김동순, 임언택

- 14:00~14:15 Two Peroxidases of *Spodoptera exigua* Mediates Immune Responses via Prostaglandins 102
Jiyeong Park and Yonggyun Kim
- 14:15~14:30 Effects of X-ray Irradiation on Six Insect Pests According to Their Positions in Export Flower Boxes 103
Seung-Hwan Yun, Hyun-Ah Kim, Min-Jun Kim, Jun-Won Park, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
- 14:30~14:45 감마선 조사가 왕담배나방(*Helicoverpa armigera* (Hübner))의 발육과 생식에 미치는 영향 104
정순오, 김준현, 장신애, 박정규



15:00~15:15 Efficacy of Phosphine and Ethyl Formate Fumigation Using High Oxygen Against *Phthorimaea operculella* (Zeller) 105
Jun-Won Park, Kwang-Soon Choi, Hyun Kyung Kim, Ju-Il Kim, Byung-Ho Lee, Jeong-Oh Yang, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

15:15~15:30 Evaluation of Aggregation Pheromone Trap as A Control Measure of *Riptortus pedestris* (Fabricius) in Soybean Field 106
M. Mahbubur Rahman, Eunmok Kim, Mohammad M. H. Bhuyain, Dongmok Kim and Un Taek Lim

15:30~15:45 Population Dynamics of Rice Stem Borer Under Climate Change 107
Hyo seok Lee, Jong-Kook Jung, Chang-Gyu Park, Man-Young Choi and Joon-Ho Lee

15:45~16:00 Expression of *Bombyx mori* Cecropin A in *Beauveria bassiana* ERL1170 to Enhance Mycotized Mealworms for Use as Animal Feed Additives ... 108
Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Yeon Ho Je and Jae Su Kim

●●● 포스터 발표

>> 농업곤충

좌장 : 황인천, 이영보	
P001	국화에서 파밤나방의 발생, 피해 및 곤충병원성 선충을 이용한 생물적 방제 .. 111 김형환, 김동환, 양창열, 강택준, 조명래, 전성욱, 송진선, 이동운, 박해웅
P004	유아등 보조 트랩이 해충의 유인 및 포획에 미치는 영향 112 김주, 정성수, 최인영, 김주희, 이장호, 심창기
P003	자외선 차단 램프가 해충유인 억제에 미치는 영향 113 김주, 정성수, 최인영, 김주희, 이장호, 심창기
P004	남방계 나방류 2종의 온도별 먹이 섭식량 비교 114 김광호, 이상계, 이관석, 서보운, 홍수진, 김양표

P005	Characterization Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos-methyl Degrading <i>Chryseobacterium</i> sp. Strain KR200 115 Jun-Ran Kim, Sang-Guei Lee and Yong-Joon Ahn
P006	ITS2 DNA 염기서열 정보를 활용한 주요 벼 멸구류 구별법 116 서보운, 정진교, 박창규, 이상계, 이관석, 김황용
P007	EPG를 이용한 미국선녀벌레(<i>Metcalfa pruinosa</i> Say)의 섭식파형 분리와 섭식행동 추정 117 서보운, 정진교, 이준성, 김광호, 김황용
P008	Granulocytes are Master Player of Cellular Immune Responses in Larva of <i>Protaetia brevitarsis seulensis</i> (Kolbe) 118 Hyojung Kwon, Kyeongrin Bang1 , Jiae Lee, Sejung Hwang and Saeyoull Cho
P009	Molecular Cloning and Characterization of a Lysozyme cDNA From the Mole Cricket <i>Gryllotalpa orientalis</i> (Orthoptera: Gryllotalpidae) 119 Kyeongrin Bang, Hyojung Kwon, Minsup Lee, Jiae Lee, Sejung Hwang and Saeyoull Cho
P010	Maize Field Survey to Select Surrogated Species for Risk Assesment on Non-target Arthropods in Korea 120 Sue Yeon Lee, Seung Tae Kim, Jong Kook Jung, Jae Seong Im and Joon-Ho Lee
P011	감귤원에서의 발생세대별 볼록총채벌레 피해증상 구명 121 황록연, 현재욱
P012	<i>Streptomyces atratus</i> YD116 방선균의 소나무재선충에 대한 살선충 활성 .. 122 이채민, 이동운, 임태현, , 이상명, 문일성
좌장 : 최병렬, 박종호	
P013	기피식물 주위재배를 통한 배추 벼룩잎벌레 발생 예방효과 123 한은정, 최재필, 홍성준, 김용기, 박종호, 심창기, 김민정, 윤석한
P014	Longevity and Reproduction of <i>Ostrinia scapularis</i> (Lepidoptera: Crambidae) Adults on Constant Temperatures 124 Jin Kyo Jung and Bo Yoon Seo



P015	Transcriptional Analysis of the Venom Gland in <i>Cotesia plutellae</i> 125 Wook Hyun Cha, Chung Ryl Jung, YounggyunKim and Dae-WeonLee
P016	강원지역 고려엉겅퀴, 참당귀, 곰취의 해충종류 및 발생양상 126 정태성, 문윤기, 이재홍, 이남길, 권순배, 황미란, 김재록
P017	공정육묘장 환경별 발생 주요 해충 종 및 발생생태 127 강택준, 김동환, 김형환, 양창열
P018	RAPD 분석을 이용한 콩 씨스트 선충 저항성 유전자 탐색 128 강현일, 은근, 박혜리, 김동근, 최인수
P019	고추 시설재배지 토양 내 선충 밀도 분석 및 종 분류 129 고영진, 강현일, 은근, 박혜리, 허운정, 김동근, 최인수
P020	<i>Photorhabdus</i> sp. 균주를 이용한 뿌리혹선충 방제효과 130 구경분, 이형철, 김소현, 양병근
P021	경작지 지대에 따른 노지고추의 주요 해충의 발생양상 131 권오훈, 장길수, 전수경, 김찬용, 박소득, 정희영, 권태영
P022	고추 비가림하우스 재배 시 무인방제기를 이용한 총채벌레류 방제효과 132 권오훈, 장길수, 전수경, 황지은, 김찬용, 박소득, 권태영
P023	수출용 딸기재배단지에서의 해충발생 양상 133 권혜리, 류태희, 고나연, 강찬영, 정유빈, 서미자, 유용만, 윤영남
P024	Insulin-like Peptide Plays a Role in Down-regulation of Plasma Trehalose Level in the Diamondback Moth, <i>Plutella xylostella</i> 134 Soyeon keum and Yonggyun Kim

좌장 : 김익수, 양창열

P025	유기과수 병해충 방제현황 및 식물추출물의 주요성분과 꼬마배나무이 방제효과 135 김도익, 고숙주, 최덕수, 마경철, 김현우, 김상수
-------------	---

P026	고추에서 파리허리노린재 [<i>Acanthocoris sordidus</i> Thunberg]의 작물내 분포 [Within-plant Distribution of <i>Acanthocoris sordidus</i> Thunberg in Pepper Plant] 136 김동목, 김은목, 모하마드 뷰야인, 임언택
P027	충북지역 시설포도원에서 이마점애매미충(<i>Arboridia maculifrons</i>)의 발생양상 및 친환경농자재 방제 효과 137 김선국, 이석호, 이윤상, 김승덕, 홍의연, 김길하
P028	화살깍지벌레 암컷의 정착행동이 포식자로부터의 공격회피에 미치는 영향 .. 138 김용근, 장용석, 권순화, 현진아, 오성오, 김상희, 김동순
P029	모선 트래킹 기술을 이용한 화살깍지벌레 부화 약충이 감귤 잎에서의 정착행동 연구 139 김용근, 장용석, 권순화, 현진아, 오성오, 김상희, 김동순
P030	점박이응애의 발육단계에 따른 감마선 감수성 평가 140 김준현, 정순오, 장신애, 박정규
P031	수수 왕담배나방 성충의 발생소장 및 요방제수준 141 김현주, 배순도, 윤영남, Bishwo P Mainali, 오인석, 박정규
P032	참깨 왕담배나방 피해정도 및 요방제수준 142 김현주, 배순도, 윤영남, Bishwo P Mainali, 오인석, 박정규
P033	Preventive Pest Management Using Field Borders and Companion Plants for Organic Farming 143 Minho Lee, Byungmo Lee, Eun Jung Han, Jong-Ho Park, Sang-Beom Lee, Kwang-Lai Park and Jin-Ho Kim
P034	호남지역 시설재배작물 뿌리혹선충 발생현황 144 마경철, 최덕수, 고숙주, 김도익, 김현우, 김상수
P035	감초 노지재배지의 어리발톱잎벌레 피해 보고 145 박현로, 류영현, 김동근, 박소득
P036	국내 저장마늘에서 마늘혹응애 발생현황 146 안기수, 정재현, 김기현, 윤철구, 이상영, 김길하



P037	Comparative Whole Genome Transcriptome Analysis of Rice Stripe Virus Viruliferous and Non Viruliferous Small Brown Planthopper, <i>Laodelphax striatellus</i> 147 Saes Byeol An, Jae Young Choi, Seok Hee Lee, Ying Fang, Jong Hoon Kim, Seung Hee Lee, Shin Sang Woon, Woo Jin Kim and Yeon Ho Je
-------------	---

좌장 : 우두동, 최준열

P038	Identification of the Female-Produced Sex Pheromone of the Plant Bug <i>Apolygus spinolae</i> 148 Chang Yeol Yang, Junheon Kim, Seung-Joon Ahn, Dong-Hwan Kim and Myoung Rae Cho
-------------	---

P039	Comparative Transcriptome Analysis of Queen, Worker, and Larva of Asian Honeybee, <i>Apis cerana</i> 149 Seok Hee Lee, Sang Woon Shin, Saes Byeol An, Fang Ying, Jong Hoon Kim, Seung Hee Lee, Jae Young Choi, Woo Jin Kim and Yeon Ho Je
-------------	--

P040	화성, 안성, 천안지역 시설포도원에서의 응애류 발생 소장 150 이선경, 임재성, 정종국, 손병인, 이효석, 이준호
-------------	---

P041	Detoxification Enzymes Activities to Five Acaricide-resistant Strains of the Two-spotted Spider Mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch 151 Seon-Woo Lee, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
-------------	--

P042	중부지역 과채류 시설재배지의 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충 감염실태와 발생 분포 152 이재국, 고희래, 김세종, 박병용
-------------	---

P043	새만금간척지 옥수수 나방류 해충의 발생 양상 153 이휘중, 최만영, 심형권, 노태환, 송민호, 정진교, 이건휘
-------------	---

P044	Seasonal Occurrence of Three Tortricinae Moths and Co-attraction of <i>Neocalyptis angustilineata</i> to the Sex Pheromone of <i>Homona magnanima</i> in Southern Korea 154 Junheon Kim, Sin Ae Jang, Heung-Su LEE, Bong Kyu Byun and Chung Gyoo Park
-------------	--

P045	호박과실파리(<i>Bactrocera depressa</i>) 월동용 우화 억제 효과 155 전성욱, 김동환, 강택준, 조명래, 김형환, 양창열
-------------	---

P046	성페로몬을 이용한 배 가루깍지벌레 예찰과 교미교란 효과 156 조영식, 송장훈, 임경호, 최진호, 이한찬
P047	맥문동에 발생하는 주요해충에 관한 보고 157 조효려, 최용석, 서정학, 황인수, 남윤규, 정성훈, 최광렬
P048	목화검정진디벌(<i>Ephedrus plagiator</i>)과 진디벌(<i>Aphidus ervi</i>)의 싸리수염진딧물과 완두수염진딧물에서 생물적 특성 비교 158 강은진, 지창우, 최병렬, 김정환, 조점래
P049	파밤나방에 활성있는 <i>Bacillus thuringiensis</i> 균주와 tannic acid와의 혼합처리에 따른 소화효소활성 및 특성조사 159 진나영, 이유경, 김유섭, 전준학, 이보람, 서미자, 윤영남, 유용만
P050	Dominance and Seasonal Occurrence of Hemipteran Pests on Fruit Trees and Evaluation of Insecticidal Activity 160 Kyung-Hee Choi, Changmann Yoon, Sun-Young Lee, Youn-Soo Do, Jung-Sub Lee and Sun-Won Lee
좌장 : 최원일, 최경희	
P051	저항성 벼 품종에서 비래 벼멸구 집단의 생존율 161 최낙중, 정진교, 서보윤, 최준열, 강항원
P052	점날개잎벌레(<i>Nonarthra cyanea</i>)에 의한 배추 피해 및 온도별 발육기간 .. 162 최덕수, 마경철, 고숙주, 김도익, 김현우, 김상수
P053	어리쌀바구미와 보리나방에 대한 CO ₂ 가스의 살충효과 163 최만영, 이휘중, 심형권, 노태환, 이진휘
P054	Asynchronous Emergence Mechanisms of <i>Anatatus orientalis</i> (Hymenoptera: Eupelmidae), an Egg Parasitoid of Lantern-fly <i>Lycorma delicatula</i> (Hemiptera: Fulgoridae) 164 Yang Zhong-qi, Choi Man-Young, Lee Hwi Jong and Byeon Young Woong
P055	토착천적 3종의 저온저장 온도별 생존기간과 저장 후 산란 및 기주 섭식수 · 165 김정환, 최병렬, 조점래, 박창규, 지창우



P056	망초에서 담배가루이의 온도별 발육특성 166 김규상, 최용석, 서정학, 황인수, 김경제, 최수천
P057	거대 역새재배지에서 이화명나방의 피해 보고 167 최진영, 정영학, 유은주, 추호렬
P058	Yellow Sticky Card Offers Composite Attractiveness to Western Flower Thrips and Greenhouse Whitefly 168 Bishwo P Mainali, Soon-Do Bae, Hyun-Ju Kim, Yoon-Young Nam and In-Seok Oh
P059	Oviposition Preference and Development of Adzuki Bean Weevil on Different Leguminous Seeds 169 Soon-Do Bae, Bishwo P Mainali, Hyun-Ju Kim, Yoon-Young Nam and In-Seok Oh
P060	Influence of Temperature and Substrates of Conidia Production on Control Efficacy of Fungal Pathogens Against <i>S. exigua</i> 170 Ji Hee Han, Hyeong Gyeong Kim, Jeong Jun Kim and Sang Yeob Lee
P061	열대관상식물 <i>Acalypha wilkesiana</i> 를 가해하는 점박이용애(<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i>)에 대한 칠레이리응애(<i>Phytoseiulus persimilis</i>)의 적용효과 171 함은혜, 이준석, 이봉우, 안태현, 최영철, 박종균
P062	시설 국화에서 꽃노랑총채벌레방제를 위한 New Banker Plants 적용 효과 172 함은혜, 이준석, 최용석, 최영철, 박종균

>> 산업곤충

좌장 : 이동운, 강택준

P063	A Novel Antifungal Moricin-like Peptide From the Japanese Oak Silkworm, <i>Antheraea yamamai</i> 173 Seong Ryul Kim, Su Jin Lee, Sung Wan Kim, Kwang Ho Choi and Tae Won Goo
P064	Expression of the Blue Fluorescent Protein (AmCyan) in the Fibroin of Transgenic Silkworms 174 Seon Young Kim, Seong Wan Kim, Hye Lim Yeo, Eun Young Yun, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Tae Won Goo and Kwang-Ho Choi

P065	Utilization of the <i>Bombyx mori</i> Heat Shock Protein 70 Promoter for Screening Transgenic Silkworms 175 Seong Wan Kim, Hye Lim Yeo, Seon Young Kim, Eun Young Yun, Kwang-Ho Choi, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Seung Won Park and Tae Won Goo
P066	Expression of BmCecB1 Antimicrobial Peptide in the Body Fluids of Transgenic Silkworm. 176 Hye Lim Yeo, Seong Wan Kim, Seon Young Kim, Eun Young Yun, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Tae Won Goo and Kwang-Ho Choi
P067	농업부산물을 활용한 갈색거저리 유충 먹이 개발 177 김남정, 김선영, 송성호, 이영보, 윤형주, 이경용
P068	애완학습곤충 소비자의 사육경험과 그의 심리적 기대효과 분석 178 김성현, 김소윤, 박인균, 박해철, 박관호, 김남정
P069	곤충을 이용한 체험학습프로그램이 청소년의 자아존중감, 사회성, 스트레스에 미치는 영향 179 김성현, 김소윤, 박인균, 김남정, 박관호, 박해철
P070	방충물질 적용 골판지 포장박스에서의 화랑곡나방과 곡식수시렁이 기피효과 · 180 나자현, 천용식, 여상현, 한재준, 류문일
P071	Insecticidal activity of <i>Curcuma longa</i> L. against <i>Culex pipiens</i> and <i>Aedes albopictus</i> 181 Jun-Won Prak, Dae-Hyun Yoo, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
P072	Enhanced Expression of Recombinant Proteins by the Partial Polyhedrin-fused Expression System in Insect Cells 182 Sung Min Bae, Hee Jung Kim, Tae Young Shin, Jae Bang Choi, Yeon Ho Je, Byung Rae Jin and Soo Dong Woo
P073	Do you like insects? 183 Tae Young Shin, Sung Min Bae, Jae Bang Choi, Won Seok Kwak, Yong Oh Ahn, See Nae Lee, In Hui Kim, Ra Mi Woo, Dong Jun Kim and Soo Dong Woo



좌장 : 서홍렬, 양영철

- P074** Larvicidal and repellent activities of 33 plant extracts against two mosquitoes as *Culex pipiens* and *Aedes albopictus* 184
Dae-Hyun Yoo, Jun-Won Park, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
- P075** Pollinating Activity of *Bombus terrestris* and *Osmia cornifrons* under Different Weather Conditions at Apple Orchard 185
Hyung Joo Yoon and Kyeong Yong Lee
- P076** The Comparative Study of Pollination with Flies and Bumblebee (*Bombus terrestris* L.) in Different Onion Cultivars 186
Kyeong Yong Lee, Eul Tai Lee, In Sik Hwangbo and Hyung Joo Yoon
- P077** Biological characteristics of *Childrena zenobia* (Lepidoptera : Nymphalidae) promising as an industrial insect 187
JinGu Lee, AeGyeong Seo, JingYoung Kim, JeongA Han, ChangSung Kang, YoungSu Lee, SangHyun Lee
- P078** 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis seulensis*)의 장, 먹이 및 배설물에 서식하는 미생물의 분포와 물질 분해능력 확인 188
진준학, 진나영, 이유경, 김유섭, 이보람, 서미자, 윤영남, 유용만
- P079** 집파리를 이용한 돈분 전처리 기술 및 분해효과 189
정태성, 최준근, 김충희, 문윤기, 이재홍, 권순배, 용형준, 황미란, 김재록
- P080** 환경정화곤충인 동애등에 번데기 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향 .. 190
최영철, 박상오, 박관호, 박병성, 남성희, 최지영

>> 일반곤충

좌장 : 홍기정, 이홍식

- P081** 인천도심지 중요 바이오톱의 곤충상에 대한 분석 191
이동준, 손혜진, 홍수정, 배양섭
- P082** A first record of *Gaphara conspersa* (Matsumura, 1931)(Lepidoptera, Tineidae) in Korea 192
Neung-Ho Ahn, Yang-Seop Bae and Euiyoung Kang

P083	Community Structure and Distribution of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Wangpi-cheon area, Korea 193 Jinyoung PARK, Seong-Joon Park, Jong Kook Jung and Jong Kyun Park
P084	경북 운달산 일대의 고도별 기후변화 취약곤충종 모니터링 194 박진영, 김일권, 최익제, 임자량, 박종균
P085	Discover of a male of Okinawa gypsy moth, <i>Lymantria albescens</i> trapped in sex-pheromone trap for AGM, <i>Lymantria dispar</i> 195 Heung-Sik Lee, Tae Hwa Kang and Gwangsu Lee
P086	<i>Drosophila</i> Torsin Proteins in Regulation of Motor-controls and Oxidative Stress 196 Hyo-Min Ahn, Jong-Bok Seo and Young Ho Koh
P087	Cambodian Species of the Arctiinae (Lepidoptera, Noctuoidea, Erebidae): Part III 197 Bayarsaikhan Ulzijargal, Young-Don Ju, Mu jie Qi, Chea Nareth and Yang-Seop Bae
P088	Sequence Divergence of Genus <i>Junonia</i> (Lepidoptera: Nymphalidae) from Myanmar 198 Nan Zarchi Win, Eun Young Choi, Ik Je Choi, Deok-JinJang and Jong Kyun Park
P089	New Record of <i>Stigmaeopsis miscanthi</i> (Acari: Tetranychidae) in Korea .. 199 Tin Moe Khaing, Duck-Oung Jung, Sang-Mok Cha and Kyeong-Yeoll Lee
P090	애반딧불이 유충의 령별 형태적 특징 및 섭식량에 관한 연구 200 권혁영, 서울원, 이종은
P091	New Records of Phoretic Mites (Acari: Mesostigmata) Associated Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Korea 201 Eunsun Keum, Gen Takaku, Kangwon Lee and Chuleui Jung
P092	Lepidoptera Collected from Baengnyeong and Daecheong Islands in the West Sea, Reporting a Subtropical Moths from Korea 202 Minyoung Kim, Young-Mi Park, Heung-Sik Lee, Jong-Ho Lee and Ki-Jeong Hong



좌장 : 이관석, 최득수

P093	Inhibitory effects of a recombinant viral cystatin protein on cysteine protease catalytic activity and development of <i>Plutella xylostella</i> 203 Yeongtae Kim, Seonghyun Eom and Yonggyun Kim
P094	남한강 중하류의 저서성대형무척추동물상에 관한 연구 II 204 김재원, 주영돈, 박보선, 나솔문, 이동준, 배양섭
P095	낙동강수계 10개 호소에 대한 저서성대형무척추동물의 출현양상 및 유사도 비교 분석 205 김재훈, 이경락, 서울원, 이종은
P096	안동댐 및 임하댐 주변의 육상곤충 군집분석 206 김중엽, 서울원, 이종은
P097	Overview of the genus <i>Ypsolopha</i> Latreille, [1796] (Lepidoptera, Ypsolophidae) from Korea 207 Sol-Moon Na, Bo-Sun Park and Yang-Seop Bae
P098	Hazard Rating of Coastal Disaster Prevention Pine Forests for a Black Pine Bast Scale Through Self-Organizing Map (SOM) and Random Forest Approaches 208 Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh, Sung-Jae Jeon, Ho-Joong Youn, Young-Seuk Park and Won Il Choi
P099	Preliminary Study on Altitudinal Community Structure of Ground-beetles and Moths in Mts Ilwol, Jeombong and Baekun 209 Jong Woo NAM, Shin Young PARK, Jong Kyun PARK, Bong Kyu BYUN, Dong Pyo LYU and Il Kwon KIM
P100	Developing New Microsatellite Markers of <i>Sogatella furcifera</i> by using NGS Technology 210 Hwa Yeun Nam, Brad Coates, Kyung Seok Kim, Chris Wright, Marana Park and Joon-Ho Lee
P101	Nutrient-specific Foraging Behavior Buffers the Effects of Macronutrient Imbalance in A Mealworm Beetle 211 Myung Suk Rho and Kwang Pum Lee

P102	잣나무림에서의 소나무재선충병 발생양상 212 문일성, 손정아, 한혜림, 전향미, 최광식
좌장 : 이종은, 이봉우	
P103	캄보디아의 나방류(나비목) 다양성에 관한 연구: Samkos Area 213 박보선, 주영돈, 나솔문, 김재원, 이동준, 배양섭
P104	Development of Mass Capturing Device for <i>Platypus koryoensis</i> , an Insect Vector of Oak Wilt Disease in Korea 214 Yoon-Mi Jeon, Young-Woo Nam, Sungwoong Kim, Hwa-Jeong Yeom, Hyo-Rim Lee, Sang-Hyun Koh and Il-Kwon Park
P105	Phylogenic Analysis of Endosymbiont <i>Wolbachia</i> with <i>Aedes albopictus</i> (Diptera: Culicidae) in Korea 215 Chan Hee Park, HyungWoo Lim, Hyun Woo Kim, Wook Kyo Lee, Jong Yeoul Ro, Mi Yeoun Park and E-Hyun Shin
P106	The Sexuales of <i>Stomaphis betulidahuricae</i> Zhang and Qio (Hemiptera, Aphidoidea: Lachninae) in Korea 216 Hong-Yul Seo, Ki-Gyung Kim and Sun-I Kim
P107	First records of four species of <i>Caloptilia</i> (Lepidoptera: Gracillariidae) from Korea 217 Young Min Shin, Bong Woo Lee, Shin Young Park and Bong-Kyu Byun
P108	The First Record of <i>Conilepia nigricosta</i> (Leech) in Korea with Comparison of Morphologically Similar Species, <i>Lithosia quadra</i> (Linnaeus) (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae) Inferred from Morphological and Molecular Approaches 218 Ga-Eun Lee, Taeman Han and Haechul Park
P109	How Caterpillars Overcome the Early Life Experience of Nutritional Imbalance: The Role of Developmental Plasticity and Dietary Compensation 219 Kwang Pum Lee, Soon-Tak Kwon, Chris Seung-Don Roh, Myung Suk Rho and Taehwan Jang



P110	A taxonomic Review of the Genus <i>Aethina</i> Erichson, 1843 (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) From Korea, with Description of a Newly Recorded Species 220 Mi Jin Lee, Jinyoung Park and Jong Eun Lee
P111	독도의 미기록 나방류 (나비목) 5종 보고 221 이봉우, 임종옥, 임종수, 박신영
P112	Effects of Thinning on Community Diversity of Wood-boring Beetles, Especially <i>Ips</i> spp. (Coleoptera: Scolytidae), in Japanese Larch (<i>Larix kaempferi</i>) Forest 222 Cha Young Lee, Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh and Won Il Choi
좌장 : 안기정, 류동표	
P113	First record of <i>Anoplophora freyi</i> (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) in Korea 223 Ja Lang LIM, Ki Gyoung Kim, Jongok LIM, Ik Je CHOI, Jinyoung Park and Jong Kyun PARK
P114	Epigeic Spiders (Araneae) Under Different Farming Practices in Apple Orchards 224 Jae Seong Im, Seung Tae Kim, Sue Yeon Lee, Jong Kook Jung, Sun Kyung Lee, Byung In Son and Joon-Ho Lee
P115	New Records of Host Plant for <i>Radopholus similis</i> Isolated from <i>Agathis dammara</i> 225 Na-Ri Lee, Dong Woo Kim, Bo-ram Kim, Bok-ri Park and Jae yong Chun
P116	청송 성덕댐 건설 공사 구간의 육상곤충 군집 분석 226 장원석, 서울원, 이종은
P117	The Interactive Effects of Host Plant Quality and Temperature on Life-history Performance in the fall Webworm, <i>Hyphantria cunea</i> (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) 227 Taehwan Jang, Myung Suk Rho, Sang-Hyun Koh and Kwang Pum Lee
P118	Genotype by Nutrient Interactions for Starvation Resistance in <i>Drosophila melanogaster</i> 228 Taehwan Jang and Kwang Pum Lee

P119	Complete Mitochondrial Genome of the Mormon Metalmark Butterfly, <i>Apodemia mormo</i> (Lepidoptera: Riodinidae) 229 Min Jee Kim and Iksoo Kim
P120	The Complete Mitochondrial Genomes of Five Skippers (Lepidoptera: sHesperiidae) and Phylogenetic Reconstruction of Lepidoptera 230 Min Jee Kim, Ah Rha Wang, Jeong Sun Park and Iksoo Kim
P121	Complete Mitochondrial Genome of the Mulberry White Caterpillar <i>Rondotia menciata</i> (Lepidoptera: Bombycidae) 231 Min Jee Kim and Iksoo Kim
P122	Damage Report on Newly Recorded Noctuid Pest <i>Leucapamea askoldis</i> (Oberthür) (Lepidoptera: Noctuidae) from Biofuel Crop, Amur Silver Grass <i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Benth. 232 Young Hak Jung, Eun Ju You, Jong-Woong Ahn, Jung-Joon Park, Dong Woon Lee and Ho Yul Choo
P123	Community Structure and Species Distribution of Ground Beetle Assemblages (Coleoptera: Carabidae) in Yeongwol-gun, Korea 233 Jong-Kook Jung, Sun Kyung Lee, Byung In Son, Seung Tae Kim, Sue Yeon Lee, Jae Seong Im, Hyo Seok Lee and Joon-Ho Lee
좌장 : 이강운, 배순도	
P124	가리왕산 지역의 숲가꾸기 대상지 곤충 모니터링 234 조경연, 이광수, 김태용, 류동표, 김갑태
P125	가리왕산 지역의 고도별 기후변화 취약곤충종 모니터링 235 조경연, 김일권, 이광수, 김태용, 류동표
P126	Molecular Discrimination of Regionally Gene Difference of <i>Coptolabrus jankowskii</i> (Coleoptera: Carabidae) in Korea 236 Eun Young Choi, Deok-Jin Jang, Jinyoung Park, Nan Zarchi Win, Ik Je Choi and Jong Kyun Park
P127	야행성 곤충류 모니터링 장비개발 237 김범수, 박성준, 김도성, 오기석, 박은진, 전준형, 변봉규



P128	국립중앙수목원 조성예정지 주변지역, 전월산의 나비목 곤충상 조사 238 노승진, 이봉우, 신셋별, 손재덕, 전병수, 전준형, 변봉규
P129	DNA Barcoding of the family Noctuidae (Lepidoptera) in Korea 239 Seung-Jin Roh, Seong-Eun Jeong and Bong-Kyu Byun
P130	Descriptions of Three New Species of the Family Psychidae (Lepidoptera) .. 240 Seung-Jin Roh and Bong-Kyu Byun
P131	전북 선각산 일대의 고도별 기후변화 취약곤충종 모니터링 241 신영민, 김일권, 김다솜, 노승진, 전준형, 변봉규
P132	검역상 주요 나방류의 확보 및 DNA barcode 생산 242 전준형, 변봉규
P133	인제군 주요 지역의 인시목 곤충상 조사 243 전준형, 신영민, 노승진, 변봉규
P134	First Record of Caeciliusidae and Stenopsocidae (Psocoptera: Psocomopha) from Korea 244 Ki-Jeong Hong

>> 기타

좌장 : 김기경, 조점래

P135	Estimation of the Genome Sizes of the Two Chigger Mites Based on Quantitative PCR and K-mer Analysis 246 Ju Hyeon Kim, Jong Yul Roh, Deok Ho Kwon, Young Ho Kim, Kyungjae A. Yoon, Seungil Yoo, Seung-Jae Noh, Junhyung Park, E-hyun Shin, Mi-Yeoun Park and Si Hyeock Lee
P136	Effects of Transgenic Cabbage Expressing Cry1Ac1 Protein on the Wolf Spider, <i>Pardosa astrigera</i> L. Koch (Araneae: Lycosidae) 247 Young-Joong Kim, Joon-Ho Lee, Chee Hark Harn and Chang-Gi Kim
P137	Evaluation of Mixture Effect Between Ethyl Formate and Phosphine for Control of Citrus Mealybug (<i>Planococcus citri</i>) 248 Sol Kang, Jeong-OhYang, Bong-SuKim and Byung-HoLee

P138	Dose Response Assessment of Ethyl Formate and Phosphine on Three Aphid Species in Fruit and Vegetable Commodities 249 Myeong-Seob Kim, Jeong-Oh Yang, Bong-Su Kim, Eul-Jai Myung and Byung-Ho Lee
P139	New Record of Host Plant for <i>Radopholus similis</i> Isolated from <i>Staurogyne</i> sp. 250 Bo-Ram Kim, Na Ri Lee, Bok-ri Park and Jae yong Chun
P140	Changes of densities of <i>Chironomus</i> sp. and <i>Limnodrilus</i> sp. to disturbance of flood 251 Mi-Jung Bae, Tae-Soo Chon and Young-Seuk Park
P141	한반도 서식 곤충의 종목록집 발간 252 서홍렬, 안능호, 김기경, 박선재, 전미정
P142	Study on <i>Chordodes japonensis</i> and <i>C. fukuui</i> (Nematomorpha: Chordodidae) Parasitism of <i>Tenodera angustipennis</i> and <i>T. aridifolia</i> (Mantodea: Mantidae) 253 Eun Ju You, Sang Myeong Lee, Young Hak Jung, Jin Young Choi and Ho Yul Choo
P143	복숭아순나방 및 유사 해충 판별용 종 특이적 단일클론항체 개발 254 윤찬석, 김지은, 전민옥, 박두상, 오현우

●●● **소모임**

>> **지역별 현안 문제해충 정보 교류**

23일 (수) 에메랄드	좌장 : 김광호
달맞이꽃을 중심으로 한 총채벌레류의 국내 분포 현황 257 김광호, 이상계, 이관석, 서보윤, 홍수진, 김양표	
최근 경기지역 신문제 해충 발생현황과 방제방안 258 이영수, 이현주, 장명준, 이희아, 정구현	
전북지역 돌발해충 발생 현황 259 김주, 정성수, 이장호	



제주지역 시설딸기에서 총채벌레 발생과 트랩이용 예찰법 260
 송정흡, 이광주, 양영택, 이신찬

전남지역 현안 문제해충 발생현황과 방제 261
 최덕수, 마경철, 고숙주, 김도익, 김현우

충남지역 문제해충과 발생양상 262
 최용석, 서정학, 조효려, 황인수, 정성훈, 최광렬

>> 노린재 피해 현황과 방제법(2013년 연구 중심)

23일 (수) 루비

좌장 : 배순도, 임언택

노린재트랩의 방제 효과 평가결과 보고 263
 임언택, 마흐부버 라만, 김은목, 모하마드 뷰야인, 김동목, 모하마드 올라

농작물포장에서 트랩종류에 따른 노린재류 유인효과 264
 배순도, 김현주, Mainali

단감원에서 집합페로몬을 이용한 단감 노린재류 피해과 조사 265
 정부근, 이흥수

Entomopathogenic Fungal Genetic Resources for Management of Bean Bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae) 266
 Jae Su Kim, Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Si Hyun Kim

감귤원에서 썩덩나무노린재 피해 및 방제전략 267
 김수빈, 권순화, 장용석, 양영택, 현승용, 송정흡, 김동순

Recent Occurrence Status of Stink Bugs and Association Diseases by Climate Change in Peach Orchards 268
 San-Yeong Kim, Hee-Jung Son, Won-Heum Park, Suk-Hee Lee and Yong-Jeong Kwon

Overwintering and Dispersal Ecology of Brown Marmorated Stink Bug: A Study with Invasive Populations in the USA 269
 Doo-Hyung Lee and Tracy C. Leskey

뽕은감에서의 노린재류 피해상황 270
 임양숙, 송인규, 김세종, 이기우, 조지형

>> 천적-해충-작물간 상호작용

24일 (목) 루비 좌장 : 최병렬

기생벌의 중간 상호작용과 기주식물 이용 패턴 이해를 통한 노린재 방제 전략 개발 271
 임언택, 비슈 마이날리, 김은목

Nonconsumptive Predator Effects and their Implications for Biological Control 272
 Doo-Hyung Lee

Intercropping Floral Plants with Cabbages to Attract Parasitic Wasps for the Control of Diamondback Moth in the Field 273
 Min Kwon, Ju Il Kim, Ki Deok Kim, Dong Lim Yu and June Yeol Choi

경기도의 토착천적 연구개발 동향 및 향후 계획 274
 이영수, 이현주, 장명준, 이희아, 정구현

트랩식물과 천적을 이용한 해충 방제 275
 최용석, 서정학, 조효려, 황인수, 정성훈, 최광렬

>> 사회적 곤충과 의사결정

24일 (목) 토파즈 A 좌장 : 장이권

사회성 동물의 의사결정 276
 장이권

사회성 동물의 의사결정 277
 강창구

>> 생물안보

24일 (목) 에메랄드 좌장 : 정철의, 최득수

금지품 수입허가 제도 278
 임원석

금지품에서 제외되는 해충의 허용절차 및 현황 279
 지정연, 이용현, 전영수, 고현관

식물검역학 교재 발간 계획에 따른 산관학 협력방안 모색 280
 최득수, 현익화, 홍기정, 고현관

기조강연

곤충의 가해와 생물군집 구조 - 피해식물이 개재된 간접적 상호관계를 중심으로 -

현재선

서울대학교

어떤 지역 생물들의 집합체를 생물군집이라고 하며, 군집 내 생물들은 서로 영향을 주고받으며 공동체를 이루고 있다. 이와 같은 생물들 간의 상호관계 따라 생물군집의 공간적 범위나 시간적 한계가 정해진다. 따라서 생물군집의 개념에는 생태학적으로 의미가 있는 공간과 시간적 범위(생활사나 천이)가 포함 되어 있다.

자연계에서 식물들은 무생물계의 물질을 도입하고, 광에너지를 이용하여 생물들이 이용할 수 있는 유기물을 합성하여 이용할 수 있게 하고(생산자) 합성된 물질을 먹고 먹히는 식물연쇄관계를 통하여 생물계를 이동하고 생물의 배설물이나 시체는 주로 미생물에 의하여 분해되어(분해자)무생물계로 다시 환원된다. 이와 같은 양양단계를 통한 물질 순환 과정은 자연계의 가장 기본적인 관계로 군집생태학이나 생태계생태학의 주요 연구과제로 많은 연구가 이루어져왔다.

한편 곤충류의 가해를 받은 식물은 생리학적으로나 형태학적으로 여러 가지 반응을 일으키는데, 이와 같은 가해에 대한 식물의 반응은 영양관계 동태와 직접적으로 관계가 있을 뿐 아니라 관련지의 다지화나 관련망의 복잡화 등 간접적으로도 밀접한 관계가 있으며 이런 간접적 관계에 관하여 1980년대 이후 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 곤충의 가해에 대한 식물의 여러 가지 반응이 식물을 중심으로 한 생물군집구조에 간접적으로 미치는 영향을 가해에 대한 식물의 생리학적·형태학적 반응과 그이 천적을 활동에 미치는 영향등과 같은 본질적 문제를 검토하였다. 그리고 곤충류 생활사 특성의 경쟁과 관련성 문제를 검토하여, 서식장소나 활동시기를 달리하여 직접적으로 관계가 없는 곤충류나 분류학적으로 거리가 먼 곤충류가 어떻게 연관되는가를 살펴보고 경쟁이론과의 관계를 검토하였다.

국내 곤충산업 육성 정책방향

홍성진, 정재원, 최규일

농림축산식품부 종자생명산업과

우리나라의 곤충산업 시장규모는 2011년 1,700억원에서 2015년에는 2,980억원으로 커질 것으로 전망되고 있다. 곤충 사육농가 및 종사자 수도 꾸준히 늘어 사육농가는 2010년 265호에서 2013년 384호에 이르렀으며, 종사자 수도 433명에서 622명으로 급격히 확대되었다.

곤충산업은 농업의 범주에 포함되지 않고 있다가 2010년 「곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률」 제정으로 본격적으로 농업정책 대상에 포함되었다. 정부에서는 법률에 따라 2011년 제1차 곤충산업육성 5개년 종합계획(‘11~’15)을 수립하였고 매년 시행계획을 수립하여 정책을 추진하고 있다.

곤충정책은 ‘지역곤충자원 산업화지원센터’ 건립 등 곤충산업 기반 조성과 곤충 식의약사료화를 위한 연구사업을 중심으로 지원되고 있으며, 농촌진흥청 국립농업과학원과 산림청 국립수목원에서 곤충산업에 필요한 연구를 추진하는 형태로 시행되고 있다.

FAO에서는 곤충을 인류식단의 다양화와 식량안보에 기여하는 식품으로 선언한 후 곤충의 식품화에 대한 관심이 높아지고 있다. 정부에서도 올해를 곤충 식품화의 원년으로 삼기 위해 정부 규제개선 과제에 포함하여 식약처, 농진청과 머리를 맞대고 해결방안을 마련하고 있다.

검색어: 곤충산업, 곤충정책, 육성방안

톱다리개미허리 노린재 장내 공생균과 숙주와 상호 작용 연구

이복률

Global Research Laboratory (GRL) 연구실, 부산대학교 약학대학

본 연구진은 최근 장내 공생균과 숙주와의 상호 작용을 이해하기 위하여 장내 공생균으로 *Burkholderia* 균주만을 가지는 톱다리 개미허리 노린재 (*Riptortus pedestris*)를 실험동물 model system으로 사용하여 흡속에 서식하던 *Burkholderia* 균주가 노린재에 들어가 숙주의 중장에서 공생균으로서 서식하는데 유전자를 탐색하기 위하여, 여러 종류의 변이 균주를 제작하여 어떤 유전자가 결손되면 공생균으로 정착하지 못하는가를 규명하는 연구와 숙주곤충이 가진 선천성 면역 반응을 장내 공생균은 어떻게 회피하여 가는지를 분자 수준에 이해하기 위한 기초 연구에 착수하였다. 그 결과 본 연구진은 공생균의 세포벽 성분중의 일부 유전자가 공생균이 장내 서식에 필요한 initiation, persistence, accommodation 단계에 필수적으로 작용하는 유전자임을 증명하는데 성공하였다 [PNAS (2013), AEM (2013), JB (2013), DCI (2014), ISME (2014)]. 나아가 최근에는 장내 서식하는 *Burkholderia* 공생균과 *in vitro* 배양 *Burkholderia* 균 사이에는 어떤 차이점이 존재하는가를 규명하여 어떻게 장내 공생균이 숙주의 체액이나 다른 기관으로 escape 하지 못하도록 조절하는지를 규명하는데 성공하였다.

심포지엄

S1-1

A Novel, Highly Effective and Environmentally Friendly Recombinant Baculovirus Insecticide

Yeon Ho Je

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

A novel recombinant baculovirus, NeuroBactrus, was constructed to develop an improved baculovirus insecticide with additional beneficial properties, such as a higher insecticidal activity and improved recovery, compared to wild-type baculovirus. For the construction of the NeuroBactrus, the *Bacillus thuringiensis cry1-5* crystal protein gene was introduced into the *Autographa californica* nucleopolyhedrovirus (AcMNPV) genome by fusion of *polyhedrin-cry1-5-polyhedrin* under the control of the *polyhedrin* promoter. In the opposite direction, an insect-specific neurotoxin gene, *AaIT*, from *Androctonus australis* was introduced under the control of an early promoter from *Cotesia plutellae* bracovirus by fusion of a partial fragment of *orf603*. The Polyhedrin-Cry1-5-Polyhedrin fusion protein expressed by the NeuroBactrus was not only occluded into the polyhedra, but it was also activated by treatment with trypsin, resulting in an approximately 65-kDa active toxin. In addition, qPCR revealed that the neurotoxin was expressed from the early phase of infection. The NeuroBactrus showed a high level of insecticidal activity against *Plutella xylostella* larvae and a significant reduction in the median lethal time (LT₅₀) against *Spodoptera exigua* larvae compared to those of wild-type AcMNPV. Re-recombinant mutants derived from NeuroBactrus in which *AaIT* and/or *cry1-5* were deleted were generated by serial passages *in vitro*. Expression of the foreign proteins (Bt toxin and AaIT) was continuously reduced during the serial passage of the NeuroBactrus. Moreover, polyhedra collected from *S. exigua* larvae infected with the serially passed NeuroBactrus showed insecticidal activity similar to that of wild-type AcMNPV. These results suggested that the NeuroBactrus could be recovered to wild-type AcMNPV through serial passaging.

Key words: recombinant baculovirus, insecticide, *Bacillus thuringiensis*, AaIT, recovery to wild-type

Fast and Efficient Expression System Based on Recombinant Baculovirus

Jae Young Choi¹ and Yeon Ho Je²

¹Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

A novel recombinant bacmid, bEasyBac, that enables the easy and fast generation of pure recombinant baculovirus without any purification step was constructed. In bEasyBac, *attR* recombination sites were introduced to facilitate the generation of a recombinant viral genome by *in vitro* transposition. Moreover, the extracellular RNase gene from *Bacillus amyloliquefaciens*, barnase, was expressed under the control of the *Cotesia plutellae* bracovirus early promoter to negatively select against the non-recombinant background. The bEasyBac bacmid could only replicate in host insect cells when the barnase gene was replaced with the gene of interest by *in vitro* transposition. When bEasyBac was transposed with pDualBac-EGFP, the resulting recombinant virus, AcEasy-EGFP, showed comparable levels of EGFP expression efficiency to the plaque-purified recombinant virus AcEGFP, which was constructed using the bAcGOZA system. In addition, no non-recombinant backgrounds were detected in unpurified AcEasy-EGFP stocks. Based on these results, a high-throughput system for the generation of multiple recombinant viruses at a time was established.

Key words: baculovirus expression system, EasyBac, *in vitro* transposition, barnase, high-throughput

곤충병원성선충의 소비자 중심적 활용법

이동운¹, 추호렬², 김형환³

¹경북대학교 생태환경관광학부 생물응용전공

²경상대학교 응용생물학과

³원예특작과학원 원예특작환경과

곤충병원성선충은 자외선과 건조에 약한 단점이 있으나 자력으로 기주를 탐색할 수 있는 이동력을 가지고 있고, 단시간에 기주를 치사시킬 수 있는 속효성, 화학적 방제가 곤란한 토양 서식 해충 방제에 활용성이 높은 장점들을 가지고 있어 지속적으로 이용되고 있는 생물적 방제인자의 하나이다. 전 세계 10개국 이상에서 생산되고 있는데 생산방법이나 규모 등은 국가별, 생산기업별로 다양하다. 우리나라에서도 2000년대 초반부터 생산되기 시작하여 농가에 보급되고 있는데 기존의 화학농약에 비하여 현장적용 시 고려할 부분이 많음에도 불구하고, 농가에서는 간과하는 부분들이 많아 충분한 효과를 얻지 못하고 있어 사용방법과 관련된 실용성 증대 연구가 필요한 실정이다. 곤충병원성선충과 같은 생물적 방제제들은 화학농약에 비하여 보존기간과 조건에 제한이 많기 때문에 일시에 많은 양을 생산할 경우 소비가 적을 때에는 수익성을 담보하기가 어려운 점이 많다. 곤충병원성선충은 꿀벌부채명나방과 같은 기주를 이용한 *in vivo* 배양과 대규모 배양기를 이용한 계대배양으로 생산할 수 있는데 경작면적이 적고, 텃밭과 같은 소규모 경작을 하는 친환경 농업에 대한 관심이 높은 소비자의 경우 *in vivo* 배양을 통한 선충 공급이 효과적인 대안이 될 수 있다. 본 발표에서는 우리나라에서 선발된 곤충병원성선충들 중 적용 범위가 가장 넓은 *Steinernema carpocapsae* GSN1 계통의 소비자 자가 생산 방법과 이들의 농업 현장 적응력을 높이기 위한 처리방법별(점적관수, 스프링클러 살포, 고압분사 살포, 관주처리) 효과검토와 경종적 방법을 겸비한 방제 효과에 대해 설명하고자 한다.

검색어: 곤충병원성선충, 경제성, 편리성, 생물적 방제

Distribution and Additional Roles of Entomopathogenic Fungi from Korean Soils

Soo Dong Woo, Tae Young Shin and Sung Min Bae

Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University (sdwoo@cbnu.ac.kr)

Entomopathogenic fungi are natural enemies of insects and contribute to the regulation of their host populations. Numerous fungal species have been isolated from their respective hosts or environmental conditions such as soil and used as pest control agents for a long time in many countries. Recently, the isolation and characterization of native entomopathogenic fungi are essential for gaining insight into the naturally occurring fungal biodiversity of a specific region and to providing a pool of potential biological control agents for pest control purposes. Moreover, exotic strains of entomopathogenic fungi that have been developed for use as pest control agents in a different country could be ineffective due to strain and environmental differences. Therefore, investigating the occurrence and distribution of native entomopathogenic fungi is critical for their use as pest control agents in a given location. Here, we report the isolation, distribution and characterization of entomopathogenic fungi from soils in Korea to establish a pool.

During infection against insects, entomopathogenic fungi produce various enzymes, protein toxins and secondary metabolites to overcome host defenses and ultimately kill the host, and to defend host resources against competing pathogens and saprophytes. These metabolites exhibit a wide variety of insecticidal, antimicrobial, anticancer, antioxidant, and antiviral activities, and they have been suggested as potential candidates for the development of new bioactive agents. Entomopathogenic fungi isolated from Korean soils were also evaluated for these additional roles besides pathogenicity.

Key words: Entomopathogenic fungi, insecticide, distribution, metabolites

S1-5

Strategy of Application of Entomopathogenic Fungi for Control of Pests

Jeong Jun Kim, Ji Hee Han and Sang Yeob Lee

Div. of Agricultural Microbiology, National Academy of Agricultural Science,
RDA, Suwon, Korea

Various insect pests infest crops including vegetables and ornamentals during crop production. Chemical pesticides have generally used until recently to control pests. Many pests are very difficult to control using organic pesticides because of the development of insecticide resistance and their rapid population increase. Entomopathogens are the promising alternative control methods. Entomopathogenic fungi are good candidates to control sucking insects such as aphid, whitefly and mite because the fungi can infect without ingestion. Conidia or blastospores of fungal entomopathogens are sprayed onto target plant and/or insect, adhered on insect surfaces, and penetrated into hemocoel through insect cuticle. Then the fungus utilize insect nutrients and kill the host insect. During this process, fungus was influenced by environmental conditions such as temperature, relative humidity and UV light. These are causing slow mortality and preventing wider application and use of mycopesticide using entomopathogenic fungi. In addition, control efficacy with fungal entomopathogen differed fungal isolate and host insect. Therefore, we need to study selection of high virulence isolate, mass production, formulation and application techniques to develop mycopesticide.

Key words: entomopathogenic fungi, mycopesticide, application technique

***Bacillus thuringiensis*: Microbial Pest Control Agent and Genetically Modified Crops**

Jae Su Kim¹, Yeon Ho Je² and Jong Yul Roh³

¹ Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

² School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³ Division of Medical Entomology, Korea National Institute of Health

Bacillus thuringiensis (Bt) is a Gram-positive and soil-dwelling bacterium and well known for its ability to produce insecticidal parasporal crystalline protein inclusions, which have attracted worldwide interest for effective pest management. A diseased silkworm by Bt was first discovered by Japanese scientist Ishiwata Shigetane in 1901, and in 10 years, it was re-discovered in Germany by Ernst Berliner, who isolated it as the cause of a disease called Schaffsucht in flour moth caterpillars. The first commercial product, *Bt. kurstaki* HD-1 was released to a market in France in 1938. Optimization of mass production for crystal production and cost down enabled the industrialization to be successful, and now many products, such as WP, EC, SC and tablets are used worldwide. In 1976 Robert A. Zakharyan found that plasmids in Bt are involved in the production of crystal proteins and endospores. Pore formation model and signal transduction model were revealed to explain the mode of action of Bt. Works on Bt resistance included a group of receptors of crystal proteins, such as cadherin, APN and ALP. In 1996, a Bt cry gene was integrated to cotton, which successfully reached markets. AtMT technology was used to generate Bt crops. Now the area planted worldwide to genetically engineered Bt crops increased to 66 million hectares. Refuge may be particularly important in slowing the spread of insects resistant to the Bt insecticides. Researchers are trying to increase the insecticidal efficacy of integrated Bt crystal proteins using recent biotechnology.

Key words: *Bacillus thuringiensis* (Bt), crystal protein, plasmid, receptors, genetically engineered Bt crops, resistance

Global Markets and International Strategies of Biological Pesticide, 2014

Taek Su Shin and Eul-Jai Myung

Crop Protection Research Team, Dongbu Farm Hannong Co., Ltd

Biopesticides are pesticide derived from natural materials such as animals, plants, bacteria, and certain minerals. Microorganism such as a bacterium, virus, fungus, or microscopic nematode worms can be used in agricultural practices to control of elimaste pests that can inflict damage to a plant. Agents used as biopesticides include parasites, predators, fungi, bacteria and viruses. They are being recommended and used as components of IPM programs in the production of high-value specialty crops such as fruit, nut, vegetable, vine, ornamental, and turf crops. The global pesticide market is growing at a 15.8% for the period of 2012 to 2017. Synthetic insecticide use is projected to continue to decline, particularly with the increased use of GM seeds. GM crops are competiong with biopesticides due to disease and pest resistance and complementing for production of chemical residue free crops. Biopesticedes represent a strong growth area in the global pesticide market. Low registration cost and time for development of new active ingredient are major growth drives for the biopesticides market. Bacterial biopesticides control over 70% of microbial biopesticides market share. *Bacillus thuringiensis* (Bt) is the most popular bioinsecticide worldwide. The global market for botanical biopesticide is estimated to grow at a CAGR of 14% and semio-chemicals is expected to grow at a CAGR of 16.1% from 2012 to 2017. The global microbial biopesticides market was valued at \$862 million in 2011 and is expected to reach \$2,606 million by 2017. Global biopesticides market is dominated by bioinsecticides with around 46% share in 2011.

Key words: Biopesticide, bioinsecticide, *Bacillus thuringiensis* (Bt)

한국의 산림해충상 변화와 기후변화

정영진, 고상현

국립산림과학원 산림병해충연구과

한국의 산림해충상은 해방이후 급격하게 변화하고 있다. 솔나방은 토착종으로 1950년대, 1960년대 및 1970년대 초반에 밀도가 극히 높았으나 이후 피해가 감소되었다. 1990년대 이후에는 주로 제주도 등 도서지방에서 발견되고 내륙에서는 돌발적으로 발생할 뿐이다. 솔잎혹파리는 1980년대, 1990년대 주요 산림 해충 중의 하나로서 일본에서 유입된 침입종이다. 솔잎혹파리 최초 발생은 일본에서 1901년에 보고되었으며 국내에서는 서울과 목포에서 모두 1929년 최초 발생이 보고되었다. 최근에는 솔잎혹파리 밀도가 안정되는 경향을 보이거나 침입역사가 짧은 지역을 중심으로 밀도가 증가하여 피해를 주고 있다. 소나무재선충병 최초발생은 1988년 부산 금정산에서 최초 보고되었다. 소나무를 고사시키는 병원체는 소나무재선충이나 매개충인 솔수염하늘소 또는 북방수염하늘소가 소나무재선충의 이동과 확산에 관여하고 있다. 참나무시들음병은 2004년 경기 성남에서 최초 발생이 보고된 이후 발생지역과 피해가 증가하고 있다. 직접적인 고사는 *Raffaelea quercus-mongolicae*가 관여하는 것으로 의심되고 있으나 광릉긴나무좀의 공격밀도가 높을수록 참나무 고사 확률이 증가한다. 최근 기후변화로 인하여 상승된 겨울철 온도는 새로운 외래종인 꽃매미 정착을 가능하게 하였다. 갈색날개매미충, 미국선녀벌레 등 새로운 해충들이 발견되었으며 이러한 새로운 해충의 발생은 산림해충상 변화를 가져올 가능성이 높다.

Key words: 산림해충, 솔나방, 솔잎혹파리, 소나무재선충, 참나무시들음병

S2-2

Are Disease-Resistant Elms and Maples Still Bugging You?

Daniel A. Potter, Professor

Dept. of Entomology, University of Kentucky, Lexington, KY 40546, USA; dapotter@uky.edu

The US National Elm Trial is a cooperative effort to evaluate Dutch Elm Disease-resistant, commercially available American and hybrid elms for suitability for urban forest usage across a range of environmental conditions. Field trials were planted in 15 states, including Kentucky. That allowed us to evaluate elms of differing parentage, including American (*Ulmus americana*), Asian (*U. parvifolia*, *U. propinqua*, *U. wilsonia*), and hybrid cultivars, for relative susceptibility or resistance to multiple pests, including scale insects, aphids, weevils, leaf miners, gall makers, and defoliators, over seven years. Marked differences and patterns of resistance to key pests were found. This information can help city foresters, landscapers, and others to select elm varieties requiring minimal inputs for insect control, and help to support successful return of elms to streets and landscapes being impacted by serious invasive pests of other tree species.

Key words: elm, landscape tree, resistance, urban forest

가리왕산 낙엽송림에서 곤충의 수직분포 특성

정승재¹, 권태성², 박영규³, 이철민⁴, 성주한⁴, 박영석¹

¹경희대학교 생물학과

²국립산림과학원 산림병해충연구과

³한국유용곤충연구소

⁴국립산림과학원 산림생태연구과

절지동물은 산림생태계에서 중요한 구조적, 기능적 위치를 차지하고 있으며, 산림생태계 경영에 중요하다. 또한 이들은 서식지 및 환경변화에 민감하게 반응하기 때문에 산림생태계를 평가하기 적합한 특성을 갖고 있다. 본 연구에서는 가리왕산 낙엽송림 및 활엽수림에서 토양, 지표, 지상(식생) 세 부분 나누어 각각 토양코어, 함정트랩, 쓸어잡기 방법을 이용하여 절지동물의 분포 특성을 조사하였다. 조사는 2013년 6월과 9월에 각각 실시하였다. 토양코어 조사에서는 총 20개 목, 1,154개체가 채집되었으며, 그 중 낙엽송림에서는 18목 644개체, 활엽수림에서는 18목, 310개체가 채집되었다. 툫토기목이 우점하였으며, 전체 개체의 39.69%를 나타냈다. 시기적으로는 6월 보다 9월에 2배 이상의 높은 개체수를 보여, 계절적 변동을 잘 나타냈다. 함정트랩 및 쓸어잡기 조사결과 총 14,102개체 중 곤충강이 12,479개체였고, 거미강이 1,362개체였다. 함정트랩에서는 낙엽송림과 활엽수림에서 모두 6월에 높은 개체수를 보였으며, 쓸어잡기에서는 9월에 높은 개체수를 보였다. 낙엽송림과 활엽수림 사이에 개체수의 통계적 차이는 없었다.

검색어: 산림곤충, 절지동물, 토양, 지표, 분포, 군집분석

Preliminary Result of Adult Emergence Monitoring of *Luehdorfia puziloi* (Erschoff) (Lepidoptera: Papilionidae) in South Korea

Il-Kwon Kim¹, Wonil Choi², Young-Woo Nam², Jong-Su Lim³ and Jeong-Dal Son¹

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum, Pocheon, Republic of Korea

²Division of Forest Insect Pests & Diseases, Korea Forest Research Institute, Seoul, Republic of Korea

³Institute of Korean Insect Genetic Resources, Yeongwol, Republic of Korea

Luehdorfia puziloi (Erschoff, 1872) is a monophagous butterfly species that occurs only once during spring in a year and distributed nationwide in Korea. From 2012 to 2013 the adult emergence has been monitored to assess how the species responds to temperature rise in the country. Monitoring sites were located in four different provinces, two in the northern part of the country and the others the southern part. In each site a small emergence cage was set up with 60 to 70 pupae and a HOBO data logger to record the soil temperature of the site from February to April. The earliest record from literatures and specimen collection data was 28th of March in Geojae-gun, one of far south parts of the country, during the late 90's. In 2013, the butterfly started emerging in a southern site, Namhae-gun, from 20th of March, and it was the earliest record so far. The emergence from all of the sites occurred on average 7.75 days faster in 2013 than 2012. The emergence patters during the two years clearly showed that the adult emergence reached to 50% emergence rate faster as the soil temperature rose.

Key words: Lepidoptera, *Luehdorfia puziloi*, emergence, soil temperature

Diversity and Abundance of Butterfly Communities in Urban Green Areas: An Analytical Approach using GIS

Lee Cheol Min¹, Park Jin Wook², Lee Young Geun¹, Kim Sung-Soo³,
Ryu Jae Won⁴, Jung Seung Jae⁵ and Lee Sun Kyung⁶

¹Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, Seoul, Republic of Korea

²Department of Landscape Architecture, Catholic University of Daegu, Daegu, Republic of Korea

³Research Institute for East Asian Environment and Biology, Seoul, Republic of Korea

⁴Ewha Womans University Natural History Museum, Seoul, Republic of Korea

⁵Department of Biology, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea

⁶Entomology program, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

Urbanization is one of the leading causes of habitat loss, habitat degradation, and fragmentation. Urban development negatively affects biodiversity. This study aimed to clarify the change of butterfly communities on effect of urbanization in urban green areas. Butterfly survey was conducted using the line transect methods from April to October in 2012. A total of 59 species and 1,465 individuals of butterflies were observed in four urban green areas: Namsan Park (NS), Ewha Womans University (EW), Bukseoul Dream Forest (BD), and Hongneung Forest (HF), and natural forest: Gwangneung Forest (GF). The category of land use around study site was determined based on GIS data. Species richness and abundance of niche breadth and habitat type in urban green areas differed significantly from those in GF. Estimated species richness and species diversity (H') in four urban green areas were significantly lower than those in GF. Species richness and abundance of forest interior species and specialist were positively correlated with paddy, field, and forest, whereas those of forest interior species and specialist were negatively correlated with urban area and road. Butterfly communities in four urban green area differed from that in GF. The result suggests that the decrease of paddy, field, and forest associated with increase of urban area and road negatively influences species composition and changes butterfly communities.

Key words: Urbanization, biodiversity, butterfly, urban green area, GIS

기후변화 대응 외래해충 관리 방안

원대성

한국기후변화대응연구센터

기후변화에 대한 영향 이전에 이미 국가 간 무역활동 증가에 따른 인적·물적 교류가 확대됨에 따라, 생태계 위해외래해충의 유입으로 인한 생태적 안정성 훼손과 경제적 손실 문제는 전 세계적으로 심화되고 있었다.

여기에 최근 지금까지 경험하지 못한 빠른 속도로 진행되고 있는 기후변화는 생물다양성의 감소, 생물계절 변화 등 생태계에 영향을 줌으로써 외래종의 침입 가능성은 더욱 높아지고 있는 실정이다.

따라서 최근에 외래종의 유입으로 인한 생태계의 교란 및 파괴가 하나의 글로벌 이슈가 되었고, 이러한 문제를 해결하기 위하여 선진국들은 외래종생태계위해성 평가제도(Ecological Impact Analysis of Alien Species)와 통합관리체계의 구축을 통한 사전예방제도와 사후관리 제도를 마련 중이거나 이미 마련한 바 있다. 세계 침입종 프로그램(Global Invasive Species Programme)이나 국제자연보전연맹의 침입종전문가그룹은 글로벌 정보네트워크를 구축하고 대책을 마련하는 연구를 수행하고 있으며 미국, 호주, 뉴질랜드, 일본 등에서도 관련 외래종법들이 마련되어 있다.

이에 우리는 기후변화에 따른 외래해충 관리를 위하여 외래종 유입 최소화를 위한 국민들의 자발적 노력과 정부의 지속적인 정보전달 및 홍보, 그리고 관리를 위한 사전예방제도와 사후관리 강화 등의 통합관리체계가 요구 된다.

※ 본 내용은 저자의 개인적 견해로 연구센터의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

광릉긴나무좀의 이동생태

최원일

국립산림과학원 산림병해충연구과

광릉긴나무좀은 미생물과 공생관계를 가지는 암브로시아 나무좀류이며 최근 문제가 되고 있는 참나무시들음병의 매개충이다. 참나무시들음병에 의한 고사는 병원균에 의한 것으로 의심되고 있으나 참나무 고사확률은 광릉긴나무좀 공격밀도에 비례한다. 참나무시들음병 피해 확산은 광릉긴나무좀 이동생태와 관련되어 있으므로 합리적인 방제전략을 수립하기 위해서는 광릉긴나무좀 이동생태에 대한 구명은 필수적이다. 광릉긴나무좀 성충 활동(비행)은 오전 5시부터 시작되나 최적 활동시기는 오전 9시부터 오후 1시까지로 네 시간동안 하루 비행하는 개체의 77%가 포획되었다. 광릉긴나무좀 비행 방향은 경사와 관련되어 있어, 최적 활동시기 이전에는 경사 위 방향으로, 최적 활동시기에는 주로 경사 아래 방향으로 비행한다. 즉, 참나무시들음병의 피해는 주로 경사 아래 방향으로 진행될 수 있음을 보여주는 것이다. 표지-재포획법에 의해 조사된 임내 광릉긴나무좀 비행 거리는 최대 43.2m, 평균 24.2m였다. 광릉긴나무좀 자력이동에 의한 피해 확산은 50m 이내에서 주로 이루어짐을 의미한다.

Key words: 광릉긴나무좀, 참나무시들음병, 이동생태, 비행, 확산

사진은 무조건 RAW파일로 찍어라

강의명

서울 강남구 삼성동 생태사진가

RAW의 원본 데이터는 크고 보정이 되어 있지 않은 것이므로 사진이 맘에 들지 않을 경우 노출, 화이트밸런스, 샤프 등의 후보정시 깨지지 않는 좋은 질의 사진을 얻을 수 있기 때문에 RAW로 찍어 두는 것이 좋다.

상대적으로 JPEG의 데이터는 용량도 작으므로 사진의 보정폭도 적고 많은 손해를 보게 된다. RAW는 다이아몬드 원석이고, JPEG는 가공된 다이아몬드에 비유할 수 있는데 가공된 다이아몬드가 맘에 들지 않아 새로 가공하여 깎아 내면 다이아몬드는 작아지게 된다.

결론적으로 원석인 상태로 가지고 있다가 필요에 따라 사용하면 더 좋은 사진을 얻을 수 있다.

또한 좋은 사진을 얻기 위해선 상황에 맞는 렌즈의 선택과 플래시의 사용이 중요하다.

근접사진을 찍는 경우 40mm, 60mm, 85mm, 105mm, 180mm 등의 매크로 렌즈가 사용되며 각 종류마다 장단점이 있다.

플래시의 경우 일반플래시, 링플래시 등이 사용되며, 광량이 부족한 경우, 움직이는 피사체를 찍을 경우 더 좋은 사진을 얻을 수 있는 장점이 있다.

검색어: 카메라, RAW, 접사, 렌즈, 플래시, 메모리

DNA barcode 연구의 최근 동향 및 식물병해충의 외래 유입 차단을 위한 활용

박두상, 오현우

한국생명공학연구원 미생물자원센터

전 세계적인 무역자유화 추세에 따른 국가 간 농산물 수출입량의 증대에 따라 외래 유입종의 확산에 의한 생태계의 혼란과 피해에 대한 우려가 증대되고 있는 현실에서 농산물의 수출입 과정에서의 병해충에 대한 검역관리는 외래유입종 차단 of 가장 중요한 수단이다. 농산물의 수출입 과정에서 발견되는 해충은 대부분 egg, 유충 또는 약충기에 있는 경우가 많으며 형태적 방법에 의한 동정에 어려움이 있는 경우가 대부분으로서 통관의 지연이나 거부에 의한 경제적 손실이 크게 발생하는 경우가 많다. 최근 분자생물학적 방법을 통한 해충의 종 동정은 기존의 형태학적 동정을 극복하는 대체수단으로서 각광을 받고 있으며 종 특이적 PCR 진단법이나 DNA barcoding과 같은 특정 DNA 염기서열의 분석을 통한 종의 동정법이 널리 유행하고 있다. 국내에서도 농림축산검역검사본부와 농진청 등의 기관을 중심으로 국내 농산물에서 발생하는 다양한 해충 분류군에 대한 분자생물학적 진단법 개발이 진행되고 있으며 일정부분의 성과를 나타내는 시점에 도달하고 있다. 그러나 농산물의 수출입 과정에서 유입 가능한 해충을 효율적으로 차단하기 위해서는 주요 교역국간의 상호협력에 의한 표준화 된 동정체계 구축이 필요하며 DNA barcoding은 이러한 국제적 요구에 대한 매우 효과적인 표준화 수단이 될 수 있다.

DNA barcoding은 10년이 조금 넘는 비교적 짧은 역사를 가진 연구 분야로서 2003년 캐나다의 연구진을 중심으로 제안이 되었으며 국제적 컨소시엄의 구성과 협력연구 및 각 국가별 주요 생물자원에 대한 DNA barcoding 연구를 통하여 우수한 연구성과를 도출하고 있으며 2013년에는 600편 이상의 연구논문이 발표되었다. 가장 대표적인 DNA barcode database인 BOLD system에는 5만종, 220만개 이상의 DNA barcode 정보가 등록이 되었으며 EU는 최근 3년간의 7th Frame Work Program을 통하여 QBOL을 구성하고 주요 해충에 대한 13,000개의 DNA barcode를 확보하였다. DNA barcode 연구의 최근 경향은 환경시료에 대한 대량분석과 NGS 기법을 이용한 DNA barcoding 경비의 절감을 통한 대중화를 들 수 있으며 2013년 가을 중국 곤명에서 개최된 제 5차 iBOL meeting에서는 다수의 환경시료에 대한 분석 결과와 경제적으로 중요한 분류군에 대한 결과들이 보고되었다. 그러나 DNA barcode 연구에는 아직 여러 가지 어려움이 남아 있으며 그 중 각 분류군에

대한 universal PCR primer 개발문제, 생물종에 대한 명명법의 국제적 표준화 문제 및 정확하게 동정된 표본과 이를 통한 신뢰도 높은 reference library 구축의 시급성 등을 예로 들 수 있다. 특히 식물검역관리를 위한 관리급 해충 및 유사해충에 대한 DNA barcode reference library의 확보는 외래해충의 유입 차단 시스템을 구축하기 위하여 기본적으로 요구되는 단계로서 최근 농림축산검역검사본부는 주요 식물검역 관련 해충에 대한 reference library 구축에 대한 연구를 지원하고 있으며 이를 통하여 식물검역해충의 국내 유입 및 확산에 대한 대비 수단으로 활용하고자 하였다.

검색어: DNA 바코드, 식물검역, 외래유입종, 분자생물학적 진단법

DNA바코드 및 초위성체를 활용한 블루베리혹파리 역학조사 연구

김효중

국립군산대학교 생물학과

분자생물학적 기술을 이용한 블루베리혹파리(*Dasineura oxycoccana*) 역학 조사를 위해 국내 9도, 25지역 32개 집단, 미국 10개 지역에서 군집을 채집하였다. 첫째, DNA바코드 분석을 통해 292개체의 유전자형이 조사되었다. 크랜베리 집단과 블루베리집단은 유전적으로 상이하여 기주에 의한 분화가 일어난 것으로 나타났다. DNA바코드에서 과반수 이상이 동일하게 나온 haplotype으로부터 천안과 봉화에서 발견된 7개체의 유전적 거리가 10.5%로 나타내었으며, 순창과 뉴저지에서 나온 2개체가 16.6%로 나와 이들은 블루베리혹파리가 아닌 동속의 다른 종(*Dasineura* sp. 1&2)일 것으로 판단되었다. 둘째, 집단유전학 분석을 위해 12개의 마이크로새틀라이트 마커가 차세대염기서열분석 방법에 의해 개발되었고 이를 활용하였다. 국내외 샘플 29개 집단 632개의 집단유전학적 분석을 실시한 결과 국내 일부 집단들이 미국 집단과 가까움을 나타내는 것으로 나타났다. 횡성, 제주, 봉화 일부 집단이 F_{st} 0.15~0.24로 국내 다른 개체들과 상당한 유전적 차이를 보였는데, 오히려 미국 미시건 집단과 F_{st} 0.03~0.09로 더 가까운 것으로 나타났다. 이들의 원산지는 각각 미시건과 조지아 남부 인근 지역(플로리다 추정)에서 유래한 것으로 추정되었다. 결과로 볼 때, 국내 발생한 블루베리혹파리는 조사 군집별로 유전적 기원이 전혀 다른 복수의 상이한 집단이 전파된 것으로 보이고, 인위적인 수입루트에 의해 영향을 받은 것으로 추정된다. 이에 대한 상세한 연구내용을 발표하고자 한다.

검색어: 블루베리혹파리, 집단유전학, 초위성체, 침입해충, *Dasineura oxycoccana*

Taxonomic Status of the *Bemisia tabaci* Complex (Hemiptera: Aleyrodidae) and Reassessment of the Number of Its Constituent Species

Wonhoon Lee¹, Seunghwan Lee² and Gwan-Seok Lee³

¹Experiment & Analysis Division, Yeongnam-regional Office, Animal and Plant Quarantine Agency, Busan, Korea

²Insect Biosystematics Laboratory, Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea

³Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Gyeonggi-do, Korea,

Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) is one of the most important insect pests in the world. In the present study, the taxonomic status of *B. tabaci* and the number of species composing the *B. tabaci* complex were determined based on 1,059 *COI* sequences of *B. tabaci* and 509 *COI* sequences of 153 hemipteran species. The genetic divergence within *B. tabaci* was conspicuously higher (on average, 11.1%) than interspecific genetic divergence within the respective genera of the 153 species (on average, 6.5%). This result indicates that *B. tabaci* is composed of multiple species that may belong to different genera or subfamilies. A phylogenetic tree constructed based on 212 *COI* sequences without duplications revealed that the *B. tabaci* complex is composed of a total of 31 putative species, including a new species, *JpL*. However, genetic divergence within six species (*Asia II 1*, *Asia II 7*, *Australia*, *Mediterranean*, *New World*, and *Sub Saharan Africa 1*) was higher than 3.5%, which has been used as a threshold of species boundaries within the *B. tabaci* complex. These results suggest that it is necessary to increase the threshold for species boundaries up to 4% to distinguish the constituent species in the *B. tabaci* complex.

Key words: *Bemisia tabaci*, 4% species genetic boundary, new species *Jpl*, and Korea

Population Genetic Study to Trace Migration routes in *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae)

Deok Ho Kwon¹, Minyoung Kim², Hyojoong Kim³, Yerim Lee²,
Ki-Jeong Hong⁴, Si Hyeock Lee^{1,2} and Seunghwan Lee^{1,2}

¹Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

³Department of Biology, Kunsan National University, Daehangno 558, Gunsan, Jeonbuk 573-701, Republic of Korea

⁴Department of Plant Medical, College of Life Science and Natural Resources, Suncheon National University, 255 Joongang-ro, Suncheon 540-950, Republic of Korea

Metcalfa pruinosa has been spreading in Korea since 2005, which its first report at Gimhae in Gyeongnam province. It has been harmful to grape and major forest crops by direct sucking and indirect transmitting sooty mold disease causing economical loss. It is necessary to study its tracing route and movement conditions for the further efficient population management and prevention of its re-invasion. A total of 23 haplotype were observed in the analysis of nucleotide polymorphisms on mitochondrial cytochrome *c* oxidase I from total 124 voucher specimens among five countries. Only two haplotypes were exist in Korea and HAP1 was accorded with its of some European individuals. Moreover, the analysis of F_{ST} and AMOVA, the Korean population was relatively nearer with Spanish and Italian population than American populations, suggesting the Korean population might be originated from some European countries. Eight microsatellite loci were developed and characterized to facilitate more delegate population genetic analysis from 468 individual in five countries. The average character of each or overall population was revealed 18 average individual number, six alleles and 0.676 heterozygosity. The genetic distance (F_{ST}) was a little bit high among each populations ranged as - 0.010~0.245. In the tracing route analysis, the originating country of Korean population was also shown as migrated from some European countries. The population genetic analysis using genetic markers will be useful to trace the origin of pest and prevent from re-invasion fro efficient pest management.

Key words: Population genetics, *Metcalfa pruinosa*, Migration, Microsatellite

S4-1

Invasion mechanism and monitoring basis of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype Q species

Dong Chu

College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, China

This present study aimed at invasion process, cataleptic mechanism and monitoring basis of *Bemisia tabaci* biotype Q species. The main content are as follows: (1) The introduction of *Bemisia tabaci* biotype Q species into China was discovered for the first time. The fixed-point monitoring for 10 years indicated the invasion, formation, expansion and eruption process of *Bemisia tabaci* biotype Q species in China. (2) The rapid genetic evolution and the basis of ecological adaptability were emphasized from the level of individual/group. The ecological elements and mechanism influencing competitive advantage translocation of the biotype B/Q species were analyzed from the level of the relationship among the species. The synergistic and interactional effect between the biotype Q species and biological factor were also analyzed from the level of the community/system. (3) The quick and new technology to detect and monitor biotype Q species and the damages and variation of population were established, significant damages controlling methods using insecticide agent and RNA interference were also studied.

Key words: *Bemisia tabaci* biotype Q species, invasion mechanism, cataleptic mechanism, monitoring basis

Damage and Distribution of *Frankliniella occidentalis* and Influence of Temperature Toward Population

Chang-ying Zheng

College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, China

Temperature is known to play a crucial role in the population dynamics of insects. Insects have evolved different mechanisms to resist unfavorable temperatures. In recent years, western flower thrips (WFTs), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) have caused serious damage to vegetable crops, so that, a study about the effects of heat stress on the thrips species is warranted. We exposed various developmental stages of WFTs to 41°C, 43°C, or 45°C for 2 h to determine the effects of heat stress on survival rates, the parental reproduction, and its offspring, the activity of acetylcholinesterase and the trehalose level. Prepupae and pupae have the highest level against heat resistance than larvae and adults with higher survival rates after exposure at 41 or 43°C for 2h, but that of adults was higher at 45°C. The survival rates of larvae were lowest. Longevity of female adults and the quantity of larvae and adults in the first generation decreased significantly after exposure to high temperature. Activities of acetylcholinesterase were significant higher after heat stress treated, but the activity of acetylcholinesterase of pupa was significant lower after been exposed to 45°C for 2h. The trehalose levels in different developmental stages were significant lower after heat stress treatment. The activity of acetylcholinesterase and the trehalose level in the first progeny generation changed obviously after exposure the parental individual. These results support the hypothesis that heat stress may be used to control WFTs.

Key words: *Frankliniella occidentalis*, distribution, heat stress, population

S4-3

Anti-proliferative Activity of Vomifoliol and Stigmasterol Identified in Silkworm Feces on Human Lung Cancer Cell Lines

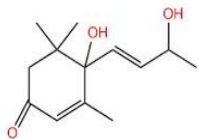
**Ji Young Yoo¹, Soon Il Kim², Haribalan Perumalsamy³, Myung Jin Jang¹,
Ha Eun Song¹ and Young-Joon Ahn¹**

¹ Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

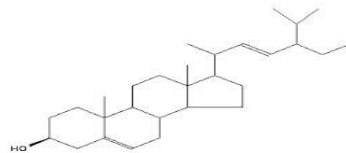
² Nareso Co. Ltd., Bio Venture Valley, Suwon

³ Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University

Lung cancer caused by diverse changes in cells resulted by exposure to carcinogens found in tobacco smoke, the environment, or sequential accumulation of genetic changes to the normal epithelial cells of the lung. An assessment was made of the anti-proliferative activity of constituents from silkworm feces against 11 human cancer cell lines, including A549 and H727 lung cancer cell lines, using a 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide assay. The ethanol extract of silkworm feces was proved to have anti-proliferative activity against all 11 species of human cancer cell lines. The biologically active constituent was characterized as vomifoliol (blumenol A) (1) and stigmasterol (2) by spectroscopic analysis, including MS and NMR. In conclusion, global efforts to reduce the level of anticancer agents justify further studies on the silkworm feces-derived materials containing vomifoliol and stigmasterol as potential anticancer products or lead compounds for the prevention or eradication from human lung cancer.



(1)



(2)

Key words: Natural anticancer agents, Lung cancer, Silkworm feces, Vomifoliol, Stigmasterol.

Anti-proliferative Activity of Theanine Identified in Cicada Slough on Human Prostate Cancer

Haribalan Perumalsamy¹, Ha Eun Song², Ji Young Yoo², Jun-Ran Kim³, Soon-Il Kim⁴, Sang-Guei Lee³ and Young-Joon Ahn²

¹Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science

⁴Nareso Co. Ltd., Bio Venture Valley, Suwon

An assessment is made of the anti-proliferative activity of cicada slough-derived materials against 10 human cancer cell lines, including PC-3 and DU145 prostate cancer cell lines, using a 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) assay. Results were compared with those of the commercially available anticancer agent with broad spectrum cisplatin. The ethanol extract of *Cryptotympana* spp. slough was proved to have anti-proliferative activity against A549 lung, AGS stomach, PC-3 and DU145 prostate, Hela cervix, HT-29 colon, MCF-7 breast, and SK-Hep-1 liver cancer cell lines except for Hep-2 larynx and SK-OV-3 ovary cancer cell lines. The biologically active constituent was characterized as the nonprotein α -amino acid theanine [2-amino-4-(ethylcarbamoyl)butyric acid] by spectroscopic analysis, including EI-MS and NMR. Theanine was isolated from the cicada slough as a new cytotoxic principle. Fifty percent inhibition concentration (IC₅₀) values of the constituent against PC-3 was 6.52 μ g/mL, respectively. The activity of theanine (IC₅₀, 6.52 μ g/mL) did not differ significantly from that of the anticancer agent cisplatin (IC₅₀, 7.39 μ g/mL) toward PC-3. In conclusion, further studies on the cicada slough-derived materials containing theanine as potential anticancer products or a lead molecule for the prevention or eradication from human prostate cancer.

Key words: Prostate cancer, Natural anticancer agents, Cicada slough, Theanine

Ticks and Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS)

Jungsang Ryou¹, Sun-Whan Park¹, Bong Gu Song², E-Hyun Shin²,
Seok-Min Yun¹, Myung-Guk Han¹, Ye-ji Lee¹, Mi Yeoun Park² and Chan Park¹

¹Division of Arboviruses

²Division of Medical Entomology, Center for Immunology and Pathology, National Institute of Health, Korea Centers for Disease Control and Prevention, Korea

Severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) is an emerging disease, causing high fever, thrombocytopenia, leukopenia, gastrointestinal symptoms (vomiting, diarrhea), hemorrhage and multiorgan dysfunction. It was known that *Haemaphysalis longicornis* (*H. longicornis*), a major tick in Korea, is the principal vector for severe fever with thrombocytopenia syndrome virus (SFTSV).

Firstly, to investigate the existence and prevalence of SFTSV in the country, we collected the ticks in 9 provinces in South Korea and detected SFTSV from *H. longicornis* ticks from 2011 to 2012. And we also investigated SFTSV infection in ticks collected from healthy humans without SFTS symptom and their residential areas. From the former study, we collected 13,053 ticks, and *H. longicornis* (90.8%, 11,856/13,053) was the most abundant among them. The minimum infection rate (MIR) of SFTSV in *H. longicornis* was 0.5 % (59 pools). From the later study, totally 422 ticks of 8 species were collected from humans and at their neighborhood throughout the nation from May to October, 2013 and SFTSVs were detected from 12 pools (5.7 % MIR) by RT-PCR. Finally, we diagnosed 35 patients by detecting SFTSV gene with their sera, and isolated 26 SFTSVs among them in 2013.

These findings indicate that SFTSVs are prevalent and SFTS is probably endemic in Korea.

Key words: tick, severe fever with thrombocytopenia, *Haemaphysalis longicornis*, RT-PCR, virus

Tick Surveillance in the Republic of Korea

**Heung-Chul Kim¹, Sung-Tae Chong¹, Sang-Hoon Han²,
Joon-Seok Chae³ and Terry A. Klein⁴**

¹5th Medical Detachment, 168th MMB, 65th MED BDE

²Division of Vertebrates Research, National Institute of Biological Resources

³College of Veterinary Medicine, Seoul National University

⁴Public Health Command Region-Pacific, 65th MED BDE

Vector-borne diseases, including those transmitted by ticks, pose serious public health threats to US military populations, as well as military and civilian populations in the Republic of Korea. (1) From 2004-2010, a total of 54,495 ticks belonging to three genera and eight species [*Haemaphysalis longicornis* (33,242; 61.0%), *H. flava* (18,525; 34.0%), *Ixodes nipponensis* (2,420; 4.4%), *H. phasiana* (216, 0.4%), *H. japonica* (33; <0.1%), *Amblyomma testudinarium* (26; <0.1%), *I. turdus* (17; <0.1%), and *I. persulcatus*(16; <0.1%)] were collected by tick drag. (2) As part of the rodent-borne disease surveillance program, a total of 6,773 ticks belonging to two genera and four species were collected from small mammals at US military installations and training sites in Korea from 2004-2009. (3) In collaboration with Seoul National University, a total of 920 ticks, belonging to two genera and six species were collected from small-large mammals. (4) In addition, a total of 250 ticks belonging to two genera and five species were collected from migratory birds. (5) *I. simplex* and *I. vespertilionis* also were collected from limited numbers of bats. Additional collections from small-large mammals, migratory birds, bats, and other animals are needed to identify the geographical and host range of ticks and the associated pathogens they harbor. Furthermore, these data can be used to provide predictive emergence and distributions of ticks and their associated pathogens.

Key words: Tick, *Haemaphysalis*, *Ixodes*, Republic of Korea

국내 일본뇌염 매개모기 연구

신이현

국립보건연구원 질병매개곤충과

일본뇌염은 모기에 의해 전파되는 대표적인 감염병으로 플라비바이러스속 (*Flavivirus*)의 일본뇌염바이러스가 원인 병원체이다. 국내에서 매개 모기종은 주로 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)로 알려져 있고 동남아시아에서는 본 종외에 *Cx. vishnui*, *Cx. annulirostris* 등을 포함하여 잠재적 매개능력을 지닌 여러 종의 모기들이 보고되고 있다. 지금까지 국내에서 일본뇌염매개종에 대한 연구는 이(1971)에 의해 서울 및 근교에서 여름철 채집된 작은빨간집모기와 금빛숲모기 (*Aedes vexans*) 그리고 월동 중인 빨간집모기(*Cx. pipiens*)로부터 일본뇌염바이러스를 분리한바 있다. 최근 Takhampunya 등 (2011)은 경기도 파주지역에서 채집한 작은빨간집모기와 반점날개집모기(*Cx. bitaeniorhynchus*)에서 일본뇌염바이러스를 검출한바 있다. 과거 국내 일본뇌염 환자의 발생분포는 한반도의 남쪽에 높은 밀도를 보였는데, 이는 인구밀집 지역을 제외하고 매개모기의 발생지역과 대체로 일치하였다. 그러나 최근의 경향은 전국에서 산발적인 형태를 보이며, 매개모기의 분포 양상과 다르게 나타났다. 따라서 저자 등은 일본뇌염 발생의 역학적 규명을 위해 매개모기의 재확인이 필요하다고 판단하여 일본뇌염환자 발생지역과 철새도래지를 중심으로 산, 습지, 축사주변, 주거지역에서 Black light trap, BG sentinel trap, Fay prince trap, Gravid trap을 사용하여 모두 9속 20종의 모기를 채집하였다. 채집된 모기를 분류 동정하여 바이러스 감염 조사를 한 결과 기존의 매개종으로 알려진 작은빨간집모기와 빨간집모기 이외에 동양집모기(*Cx. orientalis*)와 큰검정들모기 (*Armigeres subalbatus*)에서 일본뇌염바이러스가 처음으로 검출되었고, 검출된 바이러스의 genotype은 모두 5형이었다. 결론적으로 국내의 일본뇌염바이러스 전파는 작은빨간집모기 뿐만 아니라 다양한 종류의 모기가 관여하는 것으로 판단되며, 이들 중 사람에게 바이러스를 전파시키는 좋은 바이러스에 대한 감수성이 높은 것과 생태적으로 인체흡혈 기호성이 큰 종이 보다 중요한 역할을 할 것이라고 사료된다. 향후 정확한 일본뇌염바이러스의 전파 경로를 규명하기 위해 매개모기류의 흡혈원 규명, 바이러스의 월동 기전 및 국내 유입 등의 추가적 후속 연구가 필요하다.

검색어: 일본뇌염, 일본뇌염매개종, 작은빨간집모기, 동양집모기, 큰검정들모기

Tick (Acari: Ixodidae)-borne Pathogens in Korea

Joon-Seok Chae^{1*}, Heung-Chul Kim² and Terry A. Klein³

¹College of Veterinary Medicine, Seoul National University

²5th Medical Detachment, 168th MMB, 65th MEDBDE

³Public Health Command Region-Pacific, 65th MEDBDE.

Nature conservation in the Republic of Korea (ROK), in addition the effects of global warming has increasingly changed Korea's weather to a subtropical climate has resulted in increased populations of wild animals in association with their ectoparasites. Increased numbers of animal and bird hosts and warmer climate has resulted in higher populations of members of the Family Ixodidae (hard ticks), in addition to habitat and geographical distributions resulting from reforestation. There are; 6 Genera (*Amblyomma*, *Boophilus*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Ixodes*, *Rhipcephalus*) in the Family Ixodidae, and with 35 species. Studies in the ROK over the past 10 years has resulted in the recognition of 3 Genera of Ixodidae (*Haemaphysalis*, *Ixodes*, *Amblyomma*) and 14 species (*H. longicornis*, *H. flava*, *H. japonica*, *H. phasiana*, *H. ornithophila*, *H. formosensis*, *Ixodes nipponensis*, *I. persulcatus*, *I. turdus*, *I. pomerantzevi*, *I. granulatus*, *I. vespertilionis*, *I. simplex*, *Amblyomma testudinarium*). A number of tick-borne pathogens, including severe fever with thrombocytopenia (SFTS) virus, tick-borne encephalitis (TBE) virus, *Borrelia*, *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Rickettsia*, *Bartonella*, *Theileria* and *Babesia* species, have been detected in ticks collected from the ROK. In addition to detecting these pathogens in zoonotic hosts, they have also been detected from pets, domestic animals, and humans. These pathogens often demonstrate vector and host-specificity, while affecting veterinary and medical health. The analysis of vector and pathogen distributions is crucial for the development of diseased mitigation strategies, requiring additional studies to determine the distributions of animal and bird hosts and vectors and associated pathogens.

Key words: Tick, Ixodidae, tick-borne pathogens

*Corresponding author: jschae@snu.ac.kr

Molecular Mechanism and Detection of Pyrethroid Resistance in the Common Bed Bug, *Cimex lectularius*

**Deok Ho Kwon¹, Keon Mook Seong², Kyong Sup Yoon³,
John Marshall Clark³ and Si Hyeock Lee⁴**

¹Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

³Department of Veterinary and Animal Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003.

⁴Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

The common bed bug, *Cimex lectularius* L. (Hemiptera: Cimicidae), is an ectoparasitic pest that feeds on humans as well as other mammals. We investigate that point mutations on the voltage-sensitive sodium channel are associated with the resistance to pyrethroids. Two point mutations (V419L and L925I) in the voltage-sensitive sodium channel (VSSC) α -subunit gene have been identified in deltamethrin-resistant bed bugs. L925I, located the intracellular loop between IIS4 and IIS5, has been previously found in a highly pyrethroid-resistant populations of whitefly. V419L, located in the IS6 transmembrane segment, is a novel mutation. To establish a population-based genotyping method as a molecular resistance monitoring tool, a quantitative sequencing (QS) protocol was developed. Frequency prediction equations were generated from the plots by linear regression, and the signal ratios were shown to highly correlate with resistance allele frequencies ($r^2 > 0.993$). In addition to QS, the filter contact vial bioassay (FCVB) method was established and used to determine the baseline susceptibility and resistance of bed bugs to pyrethroids. A pyrethroid-resistant strain showed > 9375 - and 6990 -fold resistance to deltamethrin and λ -cyhalothrin, respectively. Resistance allele frequencies in different bed bug populations predicted by QS correlated well with the FCVB results, confirming the roles of the two mutations in pyrethroid resistance. Taken together, employment of QS in conjunction with FCVB method should greatly facilitate the detection and monitoring of pyrethroid resistant bed bugs in the field.

Key words: Bed bug, Pyrethroid, Resistance, Point mutation, Quantitative sequencing

곤충유전체 연구의 생물정보학적 동향

박준형, 노승재, 정명희, 유승일

(주)인실리코젠 Codes 사업본부

NGS(Next Generation Sequencing) 기법이 2007년부터 적용된 이후 약 10년도 되지 않은 짧은 기간 동안 유전체 연구에 상당히 큰 변화가 일어나고 있다. 유전자 중심의 연구에서 유전체를 기반으로 하는 형태로 연구 패러다임이 변화되고 있으며, 컴퓨터 하드웨어의 급속한 성능 증가와 더불어 생물정보의 중요성이 다시 부각되고 있다. 인간 중심의 유전체 연구는 식물과 동물, 미생물로 급격하게 분야가 확장되고 있으며, 한 대의 시퀀싱 머신에서 120Gb의 시퀀싱 데이터가 단 29시간만에 만들어지는 기술적 성과를 확인할 수 있다. 곤충 분야에서는 i5K(The 5,000 Insect Genome Project) 국제 컨소시엄이 시작되었으며, BGI(Beijing Genome Institute)에서도 다양한 곤충의 유전체 시퀀싱 및 분석 사업을 진행하겠다고 제안하고 있다. 국내에서도 차세대바이오그린21사업의 동물유전체육종사업단에서 가축유전체와 더불어 몇 가지의 곤충 유전체 연구가 진행되고 있으며, 금년부터 시작되는 농촌진흥청의 다부처유전체사업에서도 일반작물, 원예작물, 약용작물, 가축과 더불어 곤충분야도 한 부분을 차지하게 되었다. 아직은 다른 분야에 비해서 잘 알려져 있지 않지만, 곤충 분야 연구의 잠재성을 검토해 볼 때 가장 빠르게 유전체 연구를 통해 유용한 결과를 획득할 수 있으리라 생각된다. 하지만, 곤충 분야의 유전체 연구를 위해서는 선행되었던 다른 유전체 연구의 문제점을 파악하여 접근하여야 효율적인 성과를 도출할 수 있을 것이다. 따라서, 곤충 유전체 연구에 대한 동향과 생물정보학적인 기법 등을 제안하고자 한다.

검색어: NGS, 시퀀싱, 유전체, 생물정보

Genomics of Body/Head Lice and Its Application

Si Hyeock Lee¹, Ju Hyeon Kim¹, J. Marshall Clark² and Barry B. Pittendrigh³

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, South Korea

²Department of Veterinary and Animal Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA, USA

³Department of Entomology, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, USA

Both the body louse (*Pediculus humanus humanus*) and the head louse (*P. humanus capitis*) are obligatory human ectoparasites. The body louse is a serious public health threat because it transmits a variety of human diseases whereas the head lice causes one of the most prevalent human infestations, pediculosis. Recent genome analysis revealed that both body and head lice have one of the smallest insect genomes (~108 Mb). Comparison of transcriptional profiles uncovered that almost the same number of genes was annotated both in the head louse (10,770 genes) and the body louse (10,771 genes) among 10,775 protein-coding genes predicted from the body louse genome. Despite their similar genetic background, body and head lice have several differences in their biological features, such as choice of habitat on human host, body size and vector competence. Annotation of major detoxification genes revealed that they are dramatically reduced in human lice compared to other insects except for the honey bee and that, despite the overall reduction in number, human lice retain at least a minimum repertoire of genes known to confer metabolic or toxicokinetic resistance to insecticides, suggesting their high potential for resistance development. Comparison of insecticide target site gene sequences and transcription levels of detoxification genes enabled the identification of toxicodynamic and metabolic factors of insecticide resistance and further allowed the development of molecular markers for resistance detection. Transcriptional profiling during tolerance was used to identify ivermectin-metabolizing detoxification genes, indicating that such an approach may allow proactive resistance management. Comparison of genomes and transcriptomes between body and head lice suggested that vector competence difference is not attributed to the difference in the composition of immune related genes but rather to their transcriptional regulation and/or not-yet-identified epigenetic factors.

변이의 철학

장이권

이화대학교 생명과학/에코과학부

변이는 생물다양성과 더불어 생명의 가장 중요한 특징이다. 그렇지만 변이의 중요성은 커녕, 변이의 존재를 인정하고 과학적인 연구를 시작하게 된 시기는 지난 세기부터이다. 변이의 철학은 플라톤으로 대표되는 고대 그리스 철학과 기독교 사상에 뿌리를 두고 있다. 변이를 두고 가장 극적인 충돌은 다윈의 개체군적인 사고(population thinking)와 마이어의 유형학적인 사고(typological think)에서 발생했다. 다윈의 개체군적인 사고는 ‘자연선택’, 그리고 마이어의 유형학적인 사고는 ‘생물학적 종’이라는 생물학의 굵직한 발견을 하게 된다. 변이에 대한 이해는 생명에 대한 이해의 핵심이다. 그 이유는 변이가 성의 진화와 성선택과 필수불가적으로 연결되어 있기 때문이다. 최근 진화생물학에서 성의 진화가 변이의 창조 및 유지와 직결되어 있다는 증거가 속속 드러나고 있다. 마지막으로 암컷의 성선택과 같이 방향성 선택이 지속되어도 개체군에서 변이가 유지되는 연구를 소개한다.

검색어: 개체군적인 사고, 변이, 성의 진화, 유형학적인 사고,

곤충의 유전 변이와 해충학적 의미

이시우¹, 최병렬², 박창규², 장이권¹

¹이화여대 에코 과학연구소

²국립농업과학원 작물보호과

수많은 생물 종의 개체들은 주위의 다양한 생물체와 함께 생태계를 이루며 함께 어울려 살고 있으나, 이들 중 서로 똑 같은 개체는 존재하지 않는다. 같은 종인 인간들 사이에서도 서로 똑 같은 개체는 존재하지 않는다. 이렇게 같은 종이라도 서로 다르게 태어나는 이유는 생물이 태어나서 환경(물리적, 생물적)에 적응하여 살아가는 생물의 진화라는 맥락에서 이해 될 수 있다. 일찍이 다윈은 생물의 변이와 자연선택을 생물 진화의 요소임을 주장하였다. 생물이 태어나서 서로 다른 모습을 유지함은 유전자를 다음 세대로 전달하는데 필수 불가결한 것으로, 생물은 이런 개체 변이를 유지하기 위하여 죽음을 만들고, 성을 개발해 냈다. 즉 죽음과 성을 통하여 생물체의 다양한 변이를 만들어내고 있으며, 만들어 낸 변이를 유지하고 있는 것이다. 이는 생물체의 개체 변이가 생명(유전자)의 영속을 유지하는 기본 골격임을 말하는 것이다. 생물 군 중 변이가 진화에서 가장 중요하다는 사실을 생물 진화 역사에서 가장 많이 경험한 종이 아마 곤충일 것이다. 역으로 추정해 보면 곤충 종의 다양성이 이를 간접적으로 증명한다고 볼 수 있다. 해충 또한 곤충의 일종으로 인간과 같은 먹이를 놓고 싸우는 종 중 인간에게 패배하지 않은 생물 종의 하나로 이들이 갖고 있는 무기는 오직 유전적 다양성(변이)이다. 따라서 해충 방제의 원리는 이 유전적 다양성을 어떻게 관리하느냐 하는 것으로 개체군 내 개체 변이의 발달을 조절하는데 있다. 해충 개체군내의 변이 관리는 해충의 밀도를 훨씬 쉽게 조절할 수 있게 하며, 원하는 식량을 해충으로부터 안전하게 지킬 수 있는 단 하나의 열쇠가 될 것이다.

검색어: 진화, 유전적 변이, 다양성, 해충, 방제

유전변이와 곤충 종다양성

김효중

국립군산대학교 생물학과

곤충의 종다양성은 그들의 변이로부터 기원했다고 해도 과언이 아니다. 곤충은 환경적응능력이 매우 뛰어난 생물 그룹 중 하나로서 여러 가지 변이 요소를 지니고 있다. 곤충의 서식처는 그들의 먹이와 연관되어 있으며 약 60%의 곤충이 식식자, 나머지 곤충이 대부분 포식자, 기생자, 부식자로 진화하여 다양성을 이루고 있다. 따라서 곤충의 다양성을 이루는 변이의 원동력 중 가장 중요한 요소로 곤충과 식물의 상호작용을 들 수 있다. 곤충이 생리적으로 식물의 이차대사산물에 적응하기 위한 능력이 필요했다면, 형태적으로 식물의 구조에 적응하기 위한 진화가 필수적이 었다. 이번 소모임에서는 주로 기주식물이 다른 근연종 사이에 나타나는 형태적 변이와 유전적 변이(마커유전자)의 변화 속도가 연관이 있는지 몇몇 사례 연구를 통해 조명해보고 이에 대한 논의를 해보고자 한다.

검색어: 공진화, 유전적 변이, 종다양성, 형태적 변이

기후변화와 곤충생리 다양성

김용균

안동대학교 생명자원과학과

지구 온난화와 기후변화는 우리 생활 주변에서 흔하게 이야기되는 과학용어(구글 검색 약 140만건)가 되었다. 기후변화에 따라 해충학 분야에서 주의하는 분야는 돌발해충 또는 남방계 해충의 서식지 확대를 포함하게 된다. 특별히 겨울 기간 평균 온도 상승은 해충의 월동 성공률을 높여 이듬해 대발생을 일으킬 수 있다. 그러나 기후변화와 해충의 발생 시기 및 밀도를 예측하는 데에는 정확한 기후 환경변화에 예측뿐만 아니라 기후 적응력 변화에 대해 곤충이 보이는 생물적 다양성 정보가 필요하다. 본 발표는 아열대 지역에서 발생하여 휴면 기작을 가지고 있지 않은 남방계 해충 가운데 파밤나방(*Spodoptera exigua*)을 대상으로 내한성 및 발육 생리를 토대로 곤충 생리적 다양성을 소개하고자 한다.

특정 곤충의 내한성 양상을 분류하는 데 기준이 되는 체내빙결점(또는 과냉각점, supercooling point: SCP)이 실내 집단의 경우 -26.8°C (알) ~ -10.4°C (5령충)로서 발육시기별로 다양하게 나타난다. 야외집단은 다소 높은 SCP를 보여 환경 가운데 다양한 빙핵형성물질 또는 세균의 존재에 따라 차이를 나타냈다. 그러나 파밤나방은 이 기준 SCP 보다 높은 저온에서 노출기간에 비례하여 사망률이 증가하는 전형적인 동결감수성 곤충으로 판명되었다. 즉, 체내 빙결을 견디지 못하는 파밤나방은 SCP를 낮추어 저온 노출에서 빙핵형성을 억제하는 내한성 기작을 보유하고 있다. 또 다른 내한성 기작으로 파밤나방은 급속내한성유기(rapid cold hardening: RCH) 기작을 전체 발육시기에서 나타내 환경의 점진적 변화에 대해서 대처하는 생리기작을 보유하고 있다. 이 RCH에 관여하는 물질은 글리세롤로서 4°C 조건에서 6시간을 노출시킬 경우 5령 유충은 혈림프 중 글리세롤 농도가 초기 0.7 mM 에서 4.0 mM 로 증가하였다. 내한성유기에 미치는 글리세롤의 영향은 이 물질을 합성하는데 관여하는 효소인 glycerol kinase 발현을 억제할 경우 RCH가 일어나지 않는 데에서 입증되었다.

이상의 파밤나방 내한성 분석은 저온에 대한 이 곤충의 생리적 현상을 밝히고 한계능력을 측정하는 하나의 상대적 척도에 불과하다. 궁극적으로 이 해충이 월동이 가능한 지를 결정하는 데에는 또 다른 요인들이 관여할 수 있다. 이러한 요인 가운데 비교적 높은 저온에서 장기간 노출에 따라 나타나는 간접 비동결피해(indirect nonfreezing injury) 유무가 포함된다. 파밤나방 발육시기별로 0°C ~ 15°C 까지의 비교적 높은 저온에서 3주간 노출실험이 진행되었다. 알의 경우 모든 처리 온도에

서 3주 100% 사망률을 나타냈다. 반면 다음으로 번데기의 경우 다른 온도에서는 100% 사망률을 보인 반면, 15°C에서는 약 60%의 생존율을 나타냈다. 유충은 10°C에서도 생존을 보였다. 즉, 파밤나방 모든 미성숙 발육시기는 간접 비동결피해를 나타냈다. 비교적 낮은 간접 비동결피해를 보였던 유충 시기는 저온 노출에 따라 발현 유기된 Hsp70 열충격단백질의 영향으로 밝혀졌다. 따라서 기후변화에 따라 월동 성공률을 예측하기 위해서는 단기적 내한성 정도를 기반으로 장기적 저온 노출 평가가 수반되어야 하며, 여기에 집단 간 내한성 유기 능력의 변이를 고려해야 한다.

기후변화에 따른 평균온도 상승은 변온동물인 곤충에게는 발육속도에 변화를 주게 된다. 특별히 생태학적 측면에서 곤충의 발생 예측에 기준이 되는 발육영점온도는 이러한 곤충 발육 속도 및 발생 횟수를 가늠하게 하는 기준점이다. 즉, 이론 추정치인 발육영점온도를 통해 알로부터 성충에 이르기까지 발육에 유효한 적산온도 산출로 특정 해충의 연중 세대수 및 발생 최성기를 추정하게 된다. 그러나 이 발육영점온도에 대한 생리 및 생화학적 특징에 대해서는 아직 알려지지 않고 있다. 이를 위해 파밤나방 5령충의 발육영점온도(15°C)를 기반으로 온도 증가(20, 25, 30°C)에 따라 유전자 발현 양상을 비교하였다. 동일한 집단을 25°C에서 사육시키고 얻은 것 탈피한 4령충을 상기의 4 가지 서로 다른 온도로 처리하였다. 이후 발육하여 5령으로 탈피한 유충을 동일 개체수로 임의 선발하여 전체 RNA를 추출하고, 다시 각 온도별로 상이한 염기서열 표지를 말단에 연결하였다. 이후 전체 처리 RNA를 혼합한 시료를 대상으로 Illumina-HiSeq2000으로 염기서열 분석을 실시하였다. 이후 각 말단 표지를 바탕으로 처리 별 전사체를 구분하고 비교 발현 유전자 연구를 실시하였다. 총 분석된 전사체의 염기서열은 각 처리가 유사한 전사체량(9.7 - 11.8 Gb)으로 구성되면서 전체 약 40 Gb의 양으로 분석되었다. 이들을 *de novo* assembly 한 결과 전체적으로 82,642 개의 contig를 얻을 수 있었다. 이 가운데 4 처리 모두에서 발현된 contig는 27,700 개이며, 시료에 따라 RNA 추출량에 대한 보정을 하여 상호 발현 양상을 분석하였다. FPKM (fragments per kilobase of exon per million fragments mapped)으로 유전자 발현량을 표준화하고, 이를 기반으로 유전자별 전체 발현패턴을 군집분석한 결과, 15°C에서 성장된 파밤나방은 다른 발육 온도에서 성장된 파밤나방과 유전체 발현 양상에서 현격하게 구분되었다. 흥미로운 현상은 발육영점온도인 15°C에 비해 성장 허용 온도에서 오히려 발현량이 줄어드는 전사체 종류가 증가하는 전사체 수와 유사하다는 것이다. 이를 기반으로 4 배 이상의 유전자 발현량을 주는 대표적 유전자들을 선발하였다. 발육영점온도에 비해 증가하는 전사체는 라이보솜 관련 단백질이 포함된 반면, 감소하는 전사체는 휴면 특이적 펩타이드와 유충표피층단백질을 포함하였다. 곤충의 발육에 중요한 인슐린신호전달계 유전자들의 발현량이 추가로 분석되고 있다. 이상의 결과는 온도변화에 따라 반응하는 생체내 유전인자의 다양성을 보여 주고 있고, 이들의 역동적 유전체 변화(염기서열 변화 및 발현량 변화)는 기후변화에 따라 곤충의 변이 잠재성을 암시하고 있다.

검색어: 기후변화, 곤충 유전체, 내한성, 발육

Molecular Variations of Acetylcholinesterase Allowing Multiple Physiological Functions in Insect

Young Ho Kim¹ and Si Hyeock Lee^{1,2}

¹Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Acetylcholinesterase (AChE, EC 3.1.1.7) plays a vital role in neurotransmission in both vertebrates and invertebrates. AChE is a key enzyme in the insect nervous system, in which the cholinergic system is essential. In addition to its classical synaptic functions, AChE is recently known to play other non-neuronal roles. In vertebrates, only one AChE has been shown to be involved in both neuronal and non-neuronal functions, whereas two different AChEs have been identified from various insect species, and seem to play respective neuronal and non-neuronal functions. In honey bee, for instance, membrane-anchored AChE2 is reported to be responsible for classical synaptic functions, while soluble AChE1 plays non-neuronal functions. In contrast to most insect species expressing two AChEs, Cyclorrhaphan flies are known to possess only a single *ace* locus. In Cyclorrhapha possessing only one AChE, multiple forms (molecular variation) of *Drosophila melanogaster* AChE (DmAChE) were recently suggested to be generated via alternative splicing. Among various molecular forms, membrane-anchored dimer has high enzyme activity, whereas soluble monomer is abundantly expressed without catalytic activity. Interestingly, expression of the soluble DmAChE was induced by chemical stress. Based on the results, it can be hypothesized that the generation of multiple isoforms of AChE2, particularly the soluble forms, may have provided alternative protein copies for AChE1, replaced the functions of AChE1 and eventually allowed the loss of AChE1 in Cyclorrhaphan flies.

Key words: acetylcholinesterase, molecular variation, neuronal function, non-neuronal function, alternative splicing

Transcriptional Differences Between Scotophase and Photophase in the Pheromone Glands of *Plutella xylostella* (L.)

Dae-Weon Lee¹ and Chung Ryul Jung¹

¹Department of Biology, Kyungshung University

Species-specific sex pheromones play an important role in mediating sexual behavior and pheromone biosynthesis activating neuropeptide (PBAN) stimulates the pheromone production. Previously, we identified PBAN and PBAN receptor gene and reported the functionality of these genes via heterologous expression and RNAi (BBA-general subjects, 2005 and IBMB, 2011). To find the differences in the transcriptional level between scotophase and photophase in the pheromone gland of *P. xylostella*, total RNA was extracted from the adults and transcriptomes of the pheromone glands were analyzed by RNA-seq. The genes related to the pheromone biosynthesis were identified and the putative pathway of pheromone biosynthesis was predicted. Compared to the expression level of pheromone-biosynthesis-related genes between scotophase and photophase, the expression of fatty acid reductase (FAR) exhibited the significant difference in the putative pheromone biosynthesis pathway, suggesting that FAR is the key enzyme regulating the pheromone biosynthesis.

Key words: *Plutella xylostella*, PBAN, RNA interference, transcriptome, fatty acid reductase

산림해충과 화학생태학

박일권¹, 전윤미², 김성웅², 염화정², 이효림², 고상현², 정영진²

¹서울대학교 산림과학부 산림환경학전공

²국립산림과학원 산림병해충연구과

1938년 DDT가 개발된 이후 현재까지 해충 방제를 위하여 유기합성 살충제가 사용되어 왔고 해충방제에 많은 공헌을 한 것은 사실이나, 이러한 살충제의 장기간 및 과다 사용으로 최근에 인축에 대한 독성, 환경오염, 저항성해충의 출현, 잠재해충의 해충화 등 많은 부작용을 낳고 있다. 유기합성농약의 여러 가지 부작용 때문에 선진국에서는 오래전부터 이들을 대체할 환경친화형 방제법을 개발해오고 있다. 국내에서도 유기합성농약을 대체할 생물농약 개발에 많은 인력과 예산을 투자하고 있으며, 국내생물농약시장은 환경친화형 방제제에 대한 수요 증가로 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 하지만 국내에서 수행되고 있는 생물농약 연구는 대부분 농업 혹은 위생 해충에 국한되어 있으며, 산림해충 방제를 위한 생물농약 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 하지만 다양한 생물종이 서식하고 있는 산림에 유기합성농약을 대체할 친환경 방제법 개발은 무엇보다 시급한 실정이다. 본 발표에서는 현재까지 산림해충 방제를 위한 국내산림해충의 화학생태 연구에 대해 소개하고자 한다.

검색어: 산림해충, 화학생태, 방제, 생물농약

Usage and Developmental Strategy of Sex Pheromone Trap for the Major Lepidopteran Pests in Apple Orchards

Kyung-Hee Choi, Sun-Young Lee, Changmann Yoon,
Yun-Soo Do and Jung-Sup Lee

Apple Research Station, National Horticultural & Herbal Science, RDA, Gunwi 716-812,
Republic of Korea

Prior to 1990s, most farmers customarily sprayed the agrochemicals that only just recommended by association or pesticide dealers, regardless of the monitoring for the disease incidences and pest occurrences. In 1993, agrochemicals sprayed in apple orchards a year had been done about 15 ~16 times. As founded the Apple Research Station (ARS) in 1991, a study for the construction of Integrated Pest Managements (IPMs) were actively done during 1990s and the IPM was paved the way to control on apple diseases and pests during the 2000s. The co-work between ARS and Seoul National University during 1996 to 2001 for the monitoring and development of IPM strategies using sex pheromone made easy understanding for IPM and occurrence monitoring results by showing the pests to apple farmers.

Through the 2000s, IPM pilot project for the distribution of IPM technique utilizing sex pheromone trap and mating disrupter to the field has endeavored. Currently, sex pheromone trap plays an important role for monitoring of the major apple pests and the quarantine pest, *C. sasakii* on apple. Moreover, sex pheromone-based mating disrupter has been used almost all organic apple orchards for the control of one of major fruit-infesting pest, *G. molesta* and *C. sasakii*.

Henceforth, the application of sex pheromone trap for monitoring as well as the active expansion and provision of mating disrupter for the control is needed. To this, first of all, it is very important to reduce prices by developing the techniques than other things. Second, reinforced education for monitoring staffs must be done continuously to instruct and to consult the farmers with the monitoring results to give guidance. Third, companies competing in good faith will improve and maintain their product quality.

Key words: Apple, Sex pheromone, mating disrupter

국내 교미교란제 연구 개발 및 상용화 현황

정충렬, 김용균¹, 이대원

경성대학교 이과대학 생물학과

¹안동대학교 자연과학대학 생명자원과학부

살충제 저항성을 줄이고 친환경 방제 수단으로 교미교란제가 널리 사용되고 있는데 이러한 교미교란제에 대한 연구가 농촌진흥청 산하 연구기관과 몇몇 대학을 중심으로 진행되어 왔다. 농촌진흥청 농업기술연구소에서 수도해충인 이화명나방용 교미교란제를 urea-formaldehyde를 이용한 microencapsulation으로 개발한 후 직접살포 및 vial 설치법으로 효과를 평가하기 시작한 후 채소해충인 파밤나방과 배추좀나방을 대상으로 Yotochon-S와 Konagacon을 이용하여 교미교란 효율을 조사하였다. 실내 하우스에서 문제시 되었던 담배거세미나방과 담배나방에 대해서는 고무격막과 polyethylene tube(PE tube)을 사용하여 유인저해율을 조사하였고 고추의 주요해충인 담배나방에 대해서는 controlled-release PVC resin과 PE tube을 사용하여 교미교란 효과를 평가하였다. 사과와 주요해충인 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과굴나방, 잎말이나방류 사과유리나방을 대상으로 confuser-A, 고무격막, paraffin wax 및 PE tube 등 다양한 제형의 교미교란제를 사용하여 방제 효과를 평가하였다. 1994년 파밤나방 교미교란제인 Yotochon-S(상품명: 신호등)가 화학농약으로 처음 등록된 이후 2007년과 2013년에 과수해충용 4종 복합 교미교란제가 농자재로 등록되었다. 상용화의 경우, 2000년부터 과수해충 복합 교미교란제인 confuser-A를 시작으로 confuser-R, Exosect, NO번식, NoMate와 같은 PE tube, paraffin wax 및 electrostatic pheromone 제형의 교미교란제가 판매되었고 현재 2종 및 4종 교미교란제가 판매되고 있다. 이상의 결과는 오랫동안 교미교란제에 대한 연구개발이 진행되어 왔음을 보여주고 있고 상용화 또한 다양한 제형의 제품들이 사용되고 있음을 의미한다.

검색어: 교미교란제, 수도해충, 채소해충, 과수해충, 친환경 농자재

장님노린재류 성페로몬 연구 현황과 전망

양창열, 강택준, 김형환, 김동환, 조명래

농촌진흥청 국립원예특작과학원

장님노린재는 11,000종으로 이루어진 가장 큰 규모의 곤충 과(family) 중의 하나로서 먹는 습성이 식식성, 육식성, 잡식성으로 다양하다. 식물체를 먹고 사는 장님노린재들은 다양한 농작물의 잎과 과실에서 즙액을 빨아먹기 때문에 중요한 농업 해충으로 간주되고 있다. 장님노린재를 효과적으로 방제하기 위해서는 농작물 재배지에서 이 해충의 발생여부와 발생정도를 파악할 수 있는 예찰수단이 필요한데, 성페로몬 트랩은 가장 편리하고 효율적인 예찰수단으로 활용 될 수 있다. 지금까지 세계적으로 15종의 장님노린재들로부터 성페로몬들이 동정되었는데, 그 성분들의 화학적 범주는 acetate esters, carboxylic esters, ketoaldehyde 등으로 다양하다. 그러나 장님노린재의 성페로몬은 분자량이 상대적으로 작고 휘발 속도가 빠른 혼합물로 구성되어 있기 때문에 야외에서 이 성분들을 장기간에 걸쳐 지속적으로 방출할 수 있는 방출 장치가 개발되지 않아 발생예찰에 활용하기가 어려운 실정이었다. 최근 일본과 영국에서는 야외에서 적어도 1개월 정도 장님노린재의 성페로몬 성분을 지속적으로 방출할 수 있는 소재(폴리에틸렌 튜브 등)를 개발하였다. 현재 국내에서는 농작물에 발생하는 노린재류를 친환경적으로 방제하기 위한 노력의 일환으로 다량의 고회발성 페로몬 성분이 담긴 폴리에틸렌 병을 페로몬 트랩의 루어로 이용하고 있다. 앞으로 우리나라에서도 농작물을 가해하는 주요 장님노린재들의 성페로몬 성분을 동정하고, 외국에서 개발된 방출소재를 활용한다면 페로몬 소요량을 대폭 줄이면서도 장기간에 걸쳐 효과적인 발생예찰과 대량유살 방제가 가능할 것으로 예상된다.

검색어: 장님노린재과, 성페로몬, 방출 소재, 예찰, 방제

Effect of Increased Carbon Dioxide Gas in Atmosphere on the Antennal Response and Sex Pheromone Production of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)

Kyung San Choi¹, Seung Joon Ann², Soo Bin Kim, Bong Nam Jung,
Han Cheol Lim and Dong Soon Kim^{3*}

¹Agricultural center for climate change, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Jeju 690-150, Korea

²Department entomology, Max Planck Institute for Chemical Ecology, Hans-Knöll-Straße 8, D-07745 Jena, GERMANY

³Majors in Plant Resource Sciences & Environment, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

The effect of increased carbon dioxide concentration in atmosphere was examined on the pheromone system of *Helicoverpa armigera* reared from egg stage to adult in three room. Two of three room (2×2×2 m) were treated with carbon dioxide gas as 600 ppm and 1,000 ppm, respectively. Mean of carbon dioxide concentration was 429.1 ppm in the control, 603.3 ppm for 600 ppm, and 1011.5 ppm for 1,000 ppm during experiment. Electroantennograph (EAG) test was conducted on 3-d-old male adults with air, hexane, and a series of their sex pheromone component, Z11-16Al, from 0.01 to 100 ng. The result was that male EAG responses of 600 and 1,000 ppm were 30.3% lower than that of control room. Production of Z11-16:Al was examined on about twenty 2-d-old virgin females. Carbon dioxide increases did not show a statistically significant difference. However, higher amount of sex pheromone was produced in females of 600 and 1,000 ppm. So, This experiment was replicated with different population reared again. The amount of the sex pheromone per female was 108.9 and 118.1 ng in control room, 139.8 and 141.8 ng in 600 ppm room, and 124.6 and 125.8 ng in 1,000 ppm room.

Key words: Carbon dioxide, Pheromone, EAG, Climate change, *Helicoverpa armigera*

S7-6

Elicitor(s) in *Sogatella furcifera* (Horváth) Causing the Japanese Rice Plant (*Oryzasativa* L.) to Induce the Ovicidal Substance, Benzyl Benzoate

Jeong-Oh Yang^{1*} and Chul-Sa Kim²

¹Animal Plant Quarantine Agency, Plant Quarantine Technology Center

²Faculty of Agriculture, Kochi University

We elucidate the mechanism for inducing the production of ovicidal benzyl benzoate by Japonica rice varieties to kill eggs of the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* (Horváth), lying in the rice plant. Even when subjected to physical damage by a needle or damage with water, the rice plant produced no benzyl benzoate. However, significant benzyl benzoate was produced when the plant was damaged with a methanol extract or homogenate of *S. furcifera*. The extract of the male did not induce the production of benzyl benzoate, but that of the female did. We concluded from these results that benzyl benzoate was induced by some elicitor(s) in the female of *S. furcifera*.

Key words: *Sogatella frucifera*; benzyl benzoate; elicitor; ovicidal compound; rice plant

소나무재선충병 발생현황 및 연구동향

문일성, 한혜림, 전향미, 최광식, 정영진

국립산림과학원 산림병해충연구과

우리나라에서 소나무재선충병이 1988년 부산에서 최초 발생한 이후 점차적으로 피해가 확산됨에 따라 급기야 2005년에 「소나무재선충병 방제특별법」을 제정·시행하고 범 정부적 노력으로 감소하였으나, 2011년부터 확산 추세를 보여 2014년 현재까지 63개 시·군·구로 확산되었다.

피해고사목의 발생 추이는 '11년 477 → '12년 506 → '13년 1,231천본으로 증가되었다. 소나무재선충병 피해확산 요인으로서는 매개충 우화기 이전에 피해고사목 전량방제 미실행과 여름철 이상고온 및 가뭄으로 매개충(솔수염하늘소, 북방수염하늘소)의 개체수와 활동이 급격히 증가하여 피해가 확산된 것으로 추정된다. 또한 피해 관할 지자체의 관심부족과 전담인력 부재로 피해범위가 확대되고, 소나무류 인위적 이동에 따른 신규발생 지역이 증가하였다. 2013년 신규발생지는 광주 광산구, 울산 동구, 경기 양평·하남·연천·가평·양주·안성, 강원 춘천, 충북 충주, 경북 상주이며, 2014년에는 경기도 의왕, 강원도 정선, 전북 순창, 경북 경산에서 발생하였다. 신규발생지 역학조사를 실시한 결과 울산 동구, 경기 하남, 경북 상주는 자연적 확산, 기타지역은 인위적 확산으로 밝혀졌다. 이러한 인위적인 확산은 어느 지역에서 그 피해가 발생할지 예측할 수 없기 때문에 조기에 예방과 적기방제가 어려워 피해지역이 점점 증가하고 있는 실정이다. 따라서 재선충병 피해현장에서 철저한 방제작업과 우리나라의 경우 소나무의 중요성 때문에 소나무 배제정책이 아닌 소나무 살리기 운동이 정책적으로 이루어진다면 소나무재선충병 방제가 충분히 가능할 것이다.

검색어: 소나무재선충병, 피해상황, 신규발생, 매개충, 역학조사

소나무재선충속(*Bursaphelenchus*) 선충의 형태 및 분자생물학적 차이

한혜림, 문일성, 전향미, 최광식, 손정아, 이채민, 정영진

국립산림과학원 산림병해충연구과

소나무재선충속(*Bursaphelenchus*) 선충은 전 세계적으로 100여종이 기록되어 있으며 대부분 종은 식균성 선충(mycophagous)으로 주로 죽은 식물체나 죽은 목재 조직에서 서식한다. 다만, 소나무재선충(*Bursaphelenchus xylophilus*)과 같이 일부 종의 경우 살아있는 나무와 죽은 나무 모두에서 식물기생성 시기(phytophagous phase)와 식균성 시기(mycophagous phase)를 순환하는 선충도 있다. 소나무재선충속 선충의 분류 방법은 크게 형태적인 특징과 분자생물학적인 특징으로 나눌 수 있으며, 각각의 방법은 다양한 기준과 요소로 세분화되어 진다. 형태적인 특징으로는 ‘수컷의 생식기 형태’를 비롯하여, ‘수컷 미부 돌기의 배열’, ‘암컷 생식기 구조’, ‘암컷 꼬리 모양’, ‘측정치’ 등을 들 수 있다. 독일의 Braasch(2000)는 이에 ‘측선의 수’, ‘수컷 bursa의 모양’ 등을 추가하여 28종의 *Bursaphelenchus*속 선충을 10개의 그룹으로 분류하였다. 한편 Ryss등(2005)은 수컷 생식기에 대한 측정치를 산정함으로써 형태적인 분류를 보다 수치적으로 체계화하는데 성공하였다. 분자생물학적인 분류를 위하여서는 라이보솜 DNA(ITS, D2D3, SSU), 미토콘드리아 DNA 등이 활용되고 있으며, 이들 중 일부는 종 동정을 위한 유전자 마커로 개발되었고 또 일부는 계통 분류학적 근연관계를 파악하기 위한 정보로 이용되고 있다. 소나무재선충속 선충 종에 있어서 유전적 특성과 형태적 특성간의 차이를 조사하고자 한다.

검색어: 소나무재선충, 분류, 동정, 형태, 분자생물학, 계통분류

고랭지 배추 사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*) 발생 및 확산방지 방안

이재국, 박병용¹, 조명래², 고희래, 김세종

국립농업과학원 작물보호과

¹농촌진흥청 기술협력국

²국립원예특작과학원 원예특작환경과

사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*)의 암컷 성충은 성숙하면 껍질이 가죽 같이 딱딱해지면서 갈색으로 변하는데 이것을 씨스트(Cyst)라고 하며 씨스트안에는 평균 200~250개의 알이 있으며 휴면상태로 수년간 토양에서 생존이 가능한 전 세계적으로 중요한 난방제 선충이다. 사탕무씨스트선충에 의해 피해를 받은 배추는 뿌리 발달이 저해되고, 수분과 영양 결핍으로 생육이 불량하며, 기온이 높고 토양 수분이 부족할 경우 시들음 증상을 보인다. 특히 사탕무, 배추, 무 등 십자화과 채소에 피해를 주어 수량과 품질에 손실을 준다.

세계적으로 중요한 국가검역관리 선충인 사탕무씨스트선충(*H. schachtii*)이 2011년 7월에 국내 최초로 강원도 태백시 창죽동 등 12.7 ha의 배추포장에서 발생되었다. 2013년에 삼척시, 정선군, 태백시에서 약 70개 포장 39ha(추정)의 배추포장에서 추가 발생되었다. 2011년과 2013년 발생한 씨스트선충은 rDNA ITS 염기서열 분석 결과 사탕무씨스트선충으로 동정되었다.

2011년에 발생한 사탕무씨스트선충 발생 포장은 휴경을 하면서 훈증성살선충제와 저항성 유인 녹비작물을 처리하여 확산방지를 위해 공적방제를 추진하고 있다.

사탕무씨스트선충은 한번 감염되면 방제가 어려운 선충으로 확산방지를 위해 감염 토양의 외부로 이동을 제한해야 하며 발생포장의 주변포장과 발생 의심포장에 대해 사탕무씨스트선충 발생 예찰을 강화하여야 한다. 또한, 고랭지배추의 고품질 안정적 생산을 위해서는 사탕무씨스트선충의 발생특성 구명과 재배 환경을 고려한 지역 여건에 맞는 비기주 작물을 이용한 윤작 등 경종적, 생물학적, 화학적 방제법 연구를 통한 종합 관리 체계를 확립이 시급하다.

검색어: 사탕무씨스트선충, 고랭지배추

사탕무씨스트선충(*Heterodera schactii*)의 기주범위

김동환, 조명래, 김형환, 양창열, 강택준, 전성욱, 박병용¹, 이재국¹, 김성일²

국립원예특작과학원 원예특작환경과

¹국립농업과학원 작물보호과

²강원도농업기술원 인삼약초시험장

사탕무씨스트선충(*Heterodera schactii*)이 우리나라에서 최초로 발견된 것은 2011년도이며, 고령지에서 재배되고 있는 배추에서 확인되었다. 이 선충은 씨스트를 형성하고 있어서 효과적인 방제가 특히 어렵다는 특성을 가지고 있다. 따라서 사탕무씨스트선충에 대한 비기주 작물을 선정하여 감염지역의 배추를 대체할 작물을 추천하고자 총 17과(科) 276품종의 식물에 대한 사탕무씨스트선충의 감수성 정도를 검정하였다. 사탕무씨스트선충 접종 후 씨스트 발생 정도에 따라 감수성(susceptible), 약감수성(weak susceptible), 비기주(immune)로 품종을 분류한 결과, 감수성 106품종, 약감수성 40품종, 비기주 130품종으로 분류되었다. 씨스트가 전혀 형성되지 않은 작물로는 가지, 토마토, 상추, 들깨, 당근, 셀러리, 수박, 참외, 오이, 호박, 부추, 양파, 파, 도라지, 더덕, 잔대, 콩 등이었으며, 가지과, 국화과, 명아주과, 화본과 작물은 작물 및 품종에 따라 약감수성 또는 비기주에 혼재하여 분포하였다. 본 시험에서 사탕무씨스트선충이 전혀 발생하지 않아 비기주식물로 선정된 130품종 중에서 바이러스검정식물 등 재배작물이 아닌 5품종을 제외한 125품종을 사탕무씨스트선충 감염지의 배추를 대체할 작목으로 추천하여 활용할 예정이다.

검색어: 사탕무씨스트선충, 검역해충, 기주범위, 기주검정, 배추, 감수성

콩 씨스트 선충 저항성 연구

최인수^{1*}, 김성윤¹, 강현일¹, 김용철¹, 한원영², 김동근³

¹부산대학교 식물생명과학과 선충연구센터

²국립식량과학원 기능성작물부

³경상북도농업기술원 유기농업연구소

국내 콩 재배 품종에 대한 선충 저항성 분석 및 국내외 유전자원 수집과 분석을 통하여 콩 씨스트 선충 피해 경감과 씨스트 선충 저항성 품종 육성 자료로 활용하고자 본 연구를 진행하였다. 국내 콩 재배품종인 75개의 자원에 대한 저항성 분석 결과 번식이 가장 적었던 품종은 장엽콩이며, 장엽콩, 새알콩, 밀양콩, 만수콩 등 4품종은 중간저항성을 나타냈으며, 알찬콩 등 33품종은 중간감수성을, 38품종은 감수성을 나타내었다. 기 보고된 콩 씨스트 선충 유전자(rhg1, rhg2, rhg3, Rhg4)를 이용한 분자생물학적 분석을 통하여 국내 품종 10품종과 HG-type에 이용되는 Lee74를 포함한 8가지 품종을 이용한 분석 결과 유전자의 유무차이가 아닌 것으로 나타났으며, sequence분석 결과 SNP차이를 확인하였고 단백질 분석 결과 rhg1 gene의 Leucine Rich Region(LRR) domain 부근에서 감수성과 저항성의 차이가 나타났으며, 콩 씨스트 선충 저항성 유전자인 rhg1의 경우 감수성에서 나타나는 차이가 3가지(H474R, R475K, K476N)가 있으며, rhg2의 경우 감수성에서 나타나는 3가지(I114F, I266N, P277L) 및 저항성에서 다르게 나타나는 2개의 G281S와 S292C 단백질 발견하였다. 본 연구를 통하여 콩 씨스트 선충 저항성 품종과 감수성품종 구분을 위한 marker로 활용 가능한 primer를 작성하였고 콩 씨스트 선충 저항성 품종 육성 자료로 이용될 수 있을 것이다.

검색어: 콩, 씨스트선충, 저항성, 유전자, 단백질, 밀도

*Corresponding author: Tel. 055-350-5504, E-mail. ichoi@pusan.ac.kr

Chryseobacterium sp. FBF-7에 의해 생산된 닭우모 단백질 가수분해물의 고구마뿌리혹선충 증식억제 효과

김세종¹, 고희래¹, 이재국¹, 황경숙²

¹국립농업과학원 작물보호과

²목원대학교 미생물나노소재학과

뿌리혹선충의 화학적 방제를 대체할 수 있는 친환경적 선충방제제 개발을 위해 아미노산의 활용 가능성을 검토하고 케라틴 단백질로 구성된 닭우모 단백질로부터 추출한 가수분해물(chicken feather protein hydrolysate, CPH)의 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)에 대한 증식억제 효과를 검증하였다. 고구마뿌리혹선충 2령 유충을 대상으로 19종의 아미노산을 이용하여 유충 치사력을 실내 검증한 결과, L-asparagine, L-aspartic acid, L-methionine, L-tyrosine 및 L-cysteine은 50 mM 농도에서 50% 이상의 유충 치사율을 나타내었다. 케라틴 단백질 분해세균 *Chryseobacterium* sp. FBF-7 균주는 실험실 규모의 6L 발효조에서 배양 3일 후 75%의 닭우모분을 분해하였으며, CPH에 함유된 17종 아미노산의 총 함량은 1,661 $\mu\text{mol/ml}$ 이었다. CPH의 고구마뿌리혹선충 알 부화 억제율과 2령 유충 치사력을 실내 검증한 결과, 1/100 희석액 처리 시, 24일 후 61%의 알 부화 억제율, 72시간 후 67%의 유충 치사율을 나타내었다. 토마토 포트 재배시험 토양에 CPH 1/100 희석액을 15일 간격으로 4회 처리한 결과, 토양 내 유충밀도 64%, 난낭수가 61% 감소되었다. 수박시설재배지에서 고구마뿌리혹선충에 대한 방제효과 시험을 수행한 결과, CPH 1/100 희석액 처리구에서는 토양 내 유충밀도와 난낭수가 무처리구에 비해 50% 억제되었으며, CPH 1/50 희석액 처리구에서는 토양 내 유충밀도와 난낭수가 60% 억제되었다. 따라서 *Chryseobacterium* sp. FBF-7에 의해 생산된 닭우모 단백질 가수분해물은 작물 생육기간에 사용가능한 고구마뿌리혹선충 방제제로 활용 가능하리라고 판단된다.

검색어: 고구마뿌리혹선충, 닭우모 단백질 가수분해물, 방제, 아미노산

우리나라 식물검역선충 현황

전재용, 김보람, 이나리, 박복리, 허노열

농림축산검역본부 동식물위생연구부 식물검역기술개발센터

검역과정에서 선충검사는 묘목류, 구근류, 화본과 목초종자 및 근채류를 대상으로 하며, 식물검역의 선충검사는 일반적인 연구와 다른 몇가지 특징을 가진다. 첫째, 흙을 대상으로 하지 않는다. 둘째, 검출되는 선충의 밀도보다 규제대상 중 해당 여부가 중요하다. 셋째, 식물체를 대상으로 하는 검사의 특성상 식물체의 즙액 등이 시간이 지나면서 부패하여 물속의 산소를 소모하므로 선충이 사멸되어 선충분리가 되지 않는 경우가 많다. 넷째, 시료의 사용량이 매우 많다. 다섯째, 연중무휴 선충분리검사를 실시한다. 농업현장에서는 선충검사가 농업작기에 따라 진행되지만 식물검역은 연중무휴 이루어지므로 여름철 고온기와 겨울철 저온기의 검사장소의 환경 조성에 유의하여야 한다. 여섯째, 한 속에서 여러 종이 동시에 검출되어 종 동정이 어렵다.

식물검역과정에서 2006년 이후 한국의 식물검역에서 매년 평균 300여회 이상 식물기생선충이 검출되는데, 그중에 7~80% 이상은 뿌리썩이선충과 뿌리혹선충으로 종 동정률이 매우 낮아 분자생물학적인 종 동정법을 모색하고 있다.

검색어: 식물검역, 식물기생선충, 선충분리법

해송 내 소나무재선충의 이동, 증식 및 세포가해양상

손정아, 문일성, 한혜림, 전향미, 권태성, 최광식

국립산림과학원 산림병해충연구과

해송묘목에 있어서 소나무재선충과 어리소나무재선충의 이동, 증식 및 세포파괴의 양상을 조사하기 위하여 다음과 같은 실험을 행하였다. 먼저 해송의 묘목에 소나무재선충과 어리소나무재선충(아시아형 또는 유럽형)을 접종하여 고사율을 측정한 결과 접종 25주 후, 소나무재선충 접종 묘목의 고사율은 90%, 아시아형과 유럽형 어리소나무재선충을 접종한 묘목의 고사율은 증류수를 접종한 대조구와 같이 0%였다. 이 결과로부터 어리소나무재선충은 병원성이 없는 것으로 확인되었다.

이 두 선충 종 사이에 병원성 차이를 가져오는 요인을 알아보기 위해 해송 가지를 20cm 길이로 잘라서 소나무재선충과 어리소나무재선충(아시아형 또는 유럽형)을 인공접종한 후 선충의 가지 내 이동, 증식과 세포가해양상을 조사하였다. 가지 내 수직 이동은 소나무재선충과 어리소나무재선충 사이에 차이가 없었으나 증식률은 소나무재선충이 두 종류의 어리소나무재선충 보다 유의하게 높다는 것을 알았다. 한편, 증류수를 접종한 대조구의 경우 7일 후까지도 해송 가지의 피층수지도 내부에 죽은 상피세포가 거의 존재하지 않았으나, 소나무재선충 접종구의 경우, 접종 7일 후 까지 죽은 상피세포가 피층수지도 내에 산재 분포하였다. 죽은 상피세포의 밀도는 접종 일수가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 또한 소나무재선충 접종구의 세포파괴 정도가 어리소나무재선충의 접종구 보다 심했다. 소나무재선충의 병원성은 소나무재선충의 높은 증식력과 높은 가해력에서 기인한다는 것을 알았다.

검색어: 상피세포, 소나무재선충, 어리소나무재선충, 에반스블루, 해송

The Use of the Dynamic Model to Improve Mechanistic Understanding of Organism Response to Stress: A Case Study on *Daphnia magna*

Yongeun Kim¹, Hyoung-ho Mo¹, Yun-sik Lee¹, June Wee¹ and Kijong Cho^{1*}

¹Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

Environmental risk assessment aims to estimate the impacts of various stressors on populations and communities in the environment. However, most of the exposure tests conducted under the laboratory level. This gap between the controlled condition of the experiments and the complexity of the field situation can lead to irrelevant estimation of stress effects. For this reason, dynamic model approach in ecology that including integrated mechanistic understanding has become important. The dynamic models at the individual level can be used to interpret the individual's response to stress, extrapolate which response to untested conditions, and predict the impacts on the higher ecological level.

The overall objective of this case study was to simulate the chronic toxicity of copper on *Daphnia magna* using dynamic energy budget theory with the improved toxicity module component. The model system was constructed and evaluated, using the Powersim[®] software. The toxicity model system was integrated with toxic effects on allocation of reserve, structure, and maturity energy of *D. magna* into improved toxicity module. The model was calibrated and verified by actual data sets where obtained from a laboratory experiment including growth, maturity and survival measurement of *D. magna* during copper exposure. The simulation results showed that the response of *D. magna* under copper exposure was well estimated by model system.

Key words: Dynamic energy budget theory, Powersim, Copper, Toxicity

***Corresponding author:** E-mail. kjcho@korea.ac.kr

Ensemble Project of Brown Planthopper Overwintering Area under Future Climate Conditions

Semi Lee, Kwang Soo Kim

Interdisciplinary Program in Agricultural and Forest Meteorology, Seoul National University

The brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål), is an important pest in rice paddies. Because BPH cannot survive under low temperature conditions ($<12^{\circ}\text{C}$), its outbreak in temperature areas depends on migration from overwintering areas of BPH. Geospatial distribution of BPH overwintering area would be changed under future climate. The objective of the present study was to assess potential areas for BPH overwintering in Asia under current and future climate conditions. To reduce model uncertainty, we explored an ensemble modeling approach using five species distribution models (SDMs) and climate data from five general circulation models (GCMs). For future projections, outputs from an SDM with five sets of GCM data were averaged into a single map. Then, five maps from individual SDMs were summarized to assess the potential overwintering areas of BPH. Overall, the BPH overwintering areas expanded northward under future climate conditions. The degree of expansion in overwintering areas differed by region. For example, the uppermost boundary of BPH overwintering areas shifted north about 150 Km in southern China by 2050s. In Japan, small areas in the southern Kyushu were projected as potential areas of BPH overwintering. These results indicated that migration of BPH into East Asia including northern China, Korea, as well as Japan would occur early in the growing season, which could result in considerable damages in rice production.

Key words: *N. lugens*, overwintering, SDM, ensemble method, climate change

This study was supported by RDA project No. PJ009860.

기후변화에 대한 산림병해충 취약성 평가

김문일, 이우균, 모형호

고려대학교 환경생태공학과

병해충의 분포와 발생은 기상조건과 밀접한 관련이 있다. 따라서 기후변화에 전략적으로 대응하기 위해 병해충 분야의 취약성 평가를 실시할 필요가 있다. 본 연구에서는 산림병해충의 하나인 꽃매미를 통해 산림병해충 평가를 실시하였다. 꽃매미의 알 폐사율에 직접적으로 영향을 미치는 겨울철 평균기온과 1월 평균 최저기온을 통해 꽃매미 발생확률을 함수화하고, 미래 기후변화 시나리오 중 RCP4.5와 8.5 시나리오를 적용하여 산림병해충 취약성 평가를 실시하였다. 현재는 남부 해안지역과 동해안 지역만 취약성 값이 높았으나, 기후변화의 영향에 따라 강원도 산간지역을 제외한 우리나라 전반에서 취약성 값이 높게 나타났다. 특히 2050년에는 우리나라 전체 산림면적의 약 30.01% (20,688km²)에서 병해충 취약성이 높거나 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 기후변화에 따라 평균 기온이 증가하면서 꽃매미 알의 월동확률이 급격히 높아지기 때문이다. 본 연구는 병해충 분야의 기후변화 취약성 평가 기초자료로 활용될 수 있으며, 지역별 병해충 발생과 산림관리 계획 수립을 지원할 수 있을 것으로 사료된다.

검색어: 꽃매미, 기후변화, 취약성, 폐사율, 기온

사사: 본 연구는 농림축산식품부 생명산업기술개발사업(312028-2)에 의해 이루어진 것임

How Do Hunting and Escape Strategies of Predator and Prey Influence Species Survival?

Jung-Hee Cho, Hyuk Kang, Oh Sung Kwon and Sang-Hee Lee

Division of Mathematical Models, National Institute for Mathematical Sciences

Dynamics of predator-prey systems are strongly affected by the strategic behavior of both predator and prey. Thus, understanding the relationship between the strategic behavior and the species survival is necessary to comprehend the system resilience and stability. In the present study, we constructed a spatially explicit lattice model to simulate integrative predator (wolf)-prey (two rabbit species)-plant relationships. Wolves have only the hunting strategy, while rabbits have the hunting-escaping strategy. When a rabbit simultaneously encounters its predator (wolves) and prey (plant), either hunting or escaping should take priority. Hunting priority is referred to as hunting preferred strategy (*HPS*), while escape priority is referred to as escape preferred strategy (*EPS*). These strategies are associated with some degree of willingness to either hunt (*H*) or escape (*E*). One rabbit species takes *HPS* (*HPS*-rabbit) and the other rabbit species takes *EPS* (*EPS*-rabbit). We investigated the changes in predicted population density for wolves, rabbits, and plant with changes in the value of *H* and *E*. Simulation results indicated that *EPS*-rabbit had a greater chance for survival than *HPS*-rabbit regardless of the initial density of *EPS*-rabbit, and the chance was optimized at the appropriate values of *E* and *H*. In addition, we briefly discussed the development of our model as a tool for understanding behavioral strategies in specific predator-prey interactions.

Key words: Predator and prey, strategic behavior, hunting and escape, lattice model

Dispersal Ecology and Modeling: A Case Study with Brown Marmorated Stink Bug

Doo-Hyung Lee^{1,2} and Tracy C. Leskey²

¹Department of Life Sciences, Gachon University, Seongnam-si, Kyeonggi-do, Korea

²USDA-ARS, Kearneysville, West Virginia, USA

Understanding of dispersal ecology is a critical component to build robust and practical simulation model for insect populations. In this study, we report multifaceted approaches to examine dispersal capacity, behavior and ecology of brown marmorated stink bug (BMSB), *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). We first evaluated the baseline flight capacity of adults using flight mill systems in the laboratory. The results indicates that this species has strong flight capacity: adults were found yielding flight distances of >2 km in 24 hours with a small portion of the BMSB population capable of flight into double digits. In the field, we made direct observations on BMSB flight to examine free flight capacity and diurnal patterns. BMSB made flight when ambient temperature was >15 °C and flew with the speed of 3 m/s under field conditions, yielding its prevailing flight directions away from the sun's position over a day. Dispersal capacity and behavior of nymphal stages (2nd through 5th) were also studied. In the laboratory, video image analysis indicates that all nymphal stages have strong walking capacity comparable to adults. In the field, the walking distance of 3rd and 5th instar nymphs on mowed grass was quantified based on direct observation of individuals. Under these conditions, 5th instars moved nearly two-fold greater distances compared with 3rd instars, but surface temperature affected both nymphal stages similarly. Shorter bouts of movement were common at surface temperatures below 25 °C, whereas individuals showed longer walking distances above 25 °C. These baseline knowledge on BMSB dispersal will be key to building and improving simulation model in order to predict spatiotemporal dynamics of the pest populations.

Key words: *Halyomorpha halys*, dispersal, movement, model, pest management

Spatial Association Between Geographical Distributions of Insect and Host Populations, Under Climate Change Scenario in Korea

Jung-Joon Park¹ and Kijong Cho²

¹Dept. Appl. Biol., Inst. Agric. Life Sci., Gyeongsang National University

²Div. Environ. Sci. Ecol. Eng., Korea University

Based on climate change scenario, local distribution of insect pest population should be changed in near future as well as their host. Even though well defined insect geographical distribution model is developed and projected its potential establishment in Korea under climate change scenario, it has defectiveness without geographical matching of its host. SADIE (spatial analysis with distance indices) allows improved interpretation of the spatial associations between two populations within a given sampling area because it is designed for data that are distributed in discrete areas with relatively well-defined boundaries, and measures the extent of clustering with subsequent testing for spatial patterns in relationships among sample locations.

In this study, we calculated and analyzed the spatial association between the Ecoclimatic Index (EI) of light brown apple moth, *Epiphyas postvittana*, using CLIMEX, and projected farm land suitability of apple trees for the possibility of shift and matching geographical location of insect-host relationship under climate change scenario in Korea.

Key words: light brown apple moth, apple tree farm land suitability, CLIMEX, climate change scenario, geographical spatial association, insect-host relationship

This study was supported by NRF(NRF-2012R1A1A2007061) and RDA (PJ009394032013)

구두 발표

Taxonomic Review of the Genus *Capsus* Fabricius (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Mirinae) from the Korean Peninsula

Junggon Kim¹, Haechul Park² and Sunghoon Jung^{1*}

¹Department of Applied Biology, Chungnam National University

²Applied Entomology Division, Department of Agricultural Biology, NAAS

*Corresponding author. E-mail: jung@cnu.ac.kr

The genus *Capsus* Fabricius (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Mirinae) from the Korean Peninsula is reviewed. Biological information such as host plants and distributions, and important morphological characters for each species are presented. Photographs of the Korean specimens and illustrations of male genitalia, and diagnoses based on main characters with a key to the Palearctic species are provided.

Key words: Heteroptera, Miridae, *Capsus*, plant bug, Korea

Taxonomic Review of Grape Pest Leafhoppers, the Genus *Arboridia* Zachvatkin (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Typhlocybinæ) from KOREA

Sumin Oh¹, Bong Woo LEE² and Sunghoon Jung^{1*}

¹Department of Applied Biology, Chungnam National University

²Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

*Corresponding author. E-mail: jung@cnu.ac.kr

Grapevines are cultivated globally, and are also damaged by a large number of insect pests especially including leafhoppers. Leafhoppers are one of the important insect pests on various crops including grape. Among them, the genus *Arboridia* Zachvatkin (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Typhlocybinæ) was known as insect pests against grape farming. Eighty species were described in the genus in the world, and eight species were recorded in the Korean Peninsula so far, which are: *Arboridia apicalis*, *A. kakogawana*, *A. koreacola*, *A. maculifrons*, *A. nigrigena*, *A. okamotonis*, *A. silvarum*, *A. suzukii*. Among them, *A. apicalis*, *A. kakogawana*, *A. maculifrons*, *A. nigrigena*, *A. suzukii* have been known as important insect pests on grapes. In this talk, we propose a new species from the Korean Peninsula, and confirmed two new records: *A. agrillacea* and *A. lunula*. Additionally we present differential diagnoses of the *Arboridia* species damaging on grapevines for the field of applied biology.

Key words: Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae, leafhopper, grape pest, *Arboridia*.

Population Structure, and *Wolbachia* and WO Phage Infection Polymorphism of *Vollenhovia emeryi* (Hymenoptera: Myrmicinae)

Pureum Noh^{1,2}, Seungyoon Oh³, Soyeon Park², Taesung Kwon⁴,
Yonghwan Kim⁵, Jaechun Choe^{1,2} and Gilsang Jeong²

¹National Institute of Ecology

²Division of EcoScience, Ewha Womans University

³School of Biological Sciences, Seoul National University

⁴Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

⁵Sunchang High School

The ant species, *Vollenhovia emeryi* Wheeler (Hymenoptera: Myrmicinae) is endemic in East Asia and has invaded into North America. In this species, the queen caste shows polymorphism in its wing morphology; long-winged queen and short-winged queen, and two morphs are thought not to coexist in nature. This research is conducted to 1) deduce the phylogeographical structure of the two wing morphs in South Korea and to trace the distribution pattern from East Asia to North America, and 2) investigate the *Wolbachia* and WO phage infection frequency of the species. Either individuals or colonies of *V. emeryi* were collected from 80 locations, encompassing 68 locations in South Korea, 11 in Japan, and one in USA. Among the collected samples in South Korea, the long-winged morph is dominant and considered as the ancestral type, while the short-winged morph is very rare and derived character. The origin of the US population is neither Korea nor Japan at least in this study. However, we do not exclude the possibility that its origin is the other parts of Japan or the other countries. All of the long-winged morph are infected with *Wolbachia*, while the short-winged seems to be geographically partially infected. It suggests the possibility that the short wing trait is linked with the evolution of resistance to *Wolbachia* infection. Bacteriophage WO infection status has no correlation with host insect lineage.

Key words: *Vollenhovia emeryi*, Hymenoptera, Myrmicinae, wing polymorphism, population structure, invasion, *Wolbachia*, WO phage

Taxonomic Study of the Tribe Chlaeniini (Coleoptera: Carabidae) from Korea

Ik Je CHOI¹, Jinyoung PARK², Bong Woo LEE¹,
Shin Young PARK¹ and Jong Kyun PARK^{2*}

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Ecological Science, Kyungpook National University

The present study was carried out to revise the species of Chlaeniini in Carabidae from South Korea, using both classic taxonomy and molecular analysis. Another aim is to decide the taxonomic position of *Chlaenius micans* Fabricius of which subgeneric status in the genus has been in question. As a part of the results, *Chlaenius spathulifer* Bates, 1873 was newly recognized to Korean insect fauna. With this new addition Korean Chlaeniini contains now in total 34 species and two genera. Molecular analyses using CO1 sequences of representative species for six subgenera in *Chlaenius* were conducted to determine the position of *C. micans*. The result of the analyses suggested that *C. micans* did not belong to the subgenus *Achlaenius* where *C. micans* had been doubtfully positioned despite distinct morphological differences from the other four species of the *variicornis*-group (*C. sericimicans*, *C. variicornis*, *C. kurosawai* and *C. ocreatus*) in the subgenus. This study provides a key to species, photos of adult habitus, photos of male genitalia and redescriptions of 28 Korean species in Chlaeniini.

Key words: Carabidae, Chlaeniini, *Chlaenius*, Korea

Effects of Curcuminoids Identified in Rhizomes of *Curcuma longa* on BACE-1 Inhibitory and Behavioral Activity and Life Span of Alzheimer's Disease *Drosophila* Models

Xue Wang¹, Jun-Ran Kim², Seong-Baek Lee², Young-Joon Kim³,
Moon Young Jung², Hyung-Wook Kwon^{2*} and Young-Joon Ahn^{2*}

¹Entomology Major, Department of Agriculture Biotechnology, Seoul National University

²WCU Biomodulation, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³School of Life Sciences, Gwangju Institute of Science and Technology

Alzheimer's disease (AD) is the most common type of presenile and senile dementia. Human β -amyloid precursor cleavage enzyme (BACE-1) is a key enzyme responsible for amyloid plaque production. We assessed anti-BACE-1 and behavioral activities of curcuminoids from *Curcuma longa*, curcumin (CCN), demethoxycurcumin (DMCCN), and bisdemethoxycurcumin (BDMCCN) against AD fly models. Neuro-protective ability of curcuminoids was assessed using fly model system overexpressing BACE-1 and its substrate APP in compound eyes and entire neurons. BDMCCN has the strongest inhibitory activity toward BACE-1 with 17 μ M IC₅₀, which was 20 and 13 times lower than those of CCN and DMCCN respectively. Expression of APP/BACE-1 resulted in the progressive and measurable defects in morphology of eyes and locomotion. Supplementing diet with either 1 mM BDMCCN or CCN rescued APP/BACE1 expressing flies and kept them from developing both morphological and behavioral defects. Structural characteristics and hydrophobicity appear to play a role in determining inhibitory potency of curcuminoids on BACE-1.

Key words: Alzheimer's disease, *Drosophila melanogaster*, *Curcuma longa*, Curcuminoids, BACE-1, Structure-activity relationship

A New Insight on Phylogenetic Relationships of Elateridae (Coleoptera) Inferred from 12 Multiple Loci

**Taeman Han¹, Haechul Park¹, Youngbo Lee¹, In Gyun Park¹,
Jongchel Jeong² and Seunghwan Lee³**

¹Applied Entomology Division, Department of Agricultural Biology, NAAS

²Seodaemun Museum of Natural History

³School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The previous studies for phylogenetic relationships within Elateridae were carried out, but not constructed a reliable evolutionary hypothesis. This study attempted to establish a robust evolutionary hypothesis, focusing on major subfamilies of the family Elateridae *sensu stricto*, using extensively selected 12 genetic markers, COI, 16S rRNA, 18S rRNA, 28S rRNA and 8 nuclear genes. As the results, phylogenetic analyses for 12 multiple genes constructed robust phylogeny with almost very strongly supported nodal values (>90%) and represented that the previously questioned systematic positions of nine subfamilies are fully resolved, excepting the basal lineage split. Especially, three subfamilies, which were recently reduced into tribal rank, Hypnoidinae, Oxynopterinae, and Denticollinae are monophyletic, respectively, and it is supported the traditional taxonomic schemes that had been treated these three taxa in subfamily rank. Whereas, Elaterinae, Hiopinae, and Melanotinae are clustered to a monophyletic group. Two tribes, Denticollini and Ctenicerini in Denticollinae are paraphyletic, respectively and it needs to reclassify their systematic positions. This study recovering of relationships between subfamilies using 12 gene loci resulted that their phylogenetic relationships are sufficiently and successfully resolved with strong supported nodes and provided more possible interpretations from subfamily to tribal levels than the previous studies.

Key words: Coleoptera, Elateridae, Phylogenetic relationship, 12 multiple loci

Phylogeography of *Wolbachia* and Its Lytic Phage Shows Incongruent Infection history in *Vollenhovia emeryi* (Hymenoptera: Myrmicinae)

Soyeon Park¹, Pureum Noh^{1,2}, Jae Chun Choe^{1,2} and Gilsang Jeong¹

¹Division of Ecoscience, Ewha Womans University

²National Institute of Ecology

The phylogenetic analysis the queen polymorphic *Vollenhovia emeryi* ant reveals derivation of the *Wolbachia*- free short-winged from the *Wolbachia*-infected long-winged. However, intriguingly, some Japanese short-winged colonies harbor *Wolbachia*. *Wolbachia* specific bacteriophage (WO) is also detected in more than half of the infected colonies with no clear distribution pattern across the host insect lineage. We hypothesized that 1) the infected Japanese short-winged is in the intermediate stage to complete loss of *Wolbachia* and 2) the phage invaded the host after the host insect diverged. To test the hypotheses, we studied the strain diversity using the multi-locus sequence typing (MLST) of five ant colonies; three long-winged colonies from Korea and one long-winged colony and one short-winged colony from Japan. Both Korean and Japanese *V. emeryi* colonies show unexpectedly high level of *Wolbachia* strain diversity. However, the diversity is not significantly different between the long-winged and the short-winged against our first hypothesis. Phylogenies of *Wolbachia* show Korean strains and Japanese strains are largely monophyletic indicating prior infection before the host divergence. The strain diversity of the phage is also surprisingly high. Phylogenies of *orf2* and *orf7* genes are incongruent to that of *Wolbachia* and geographically distinct. This indicates that the phage is spatially static and the current infection pattern may be the consequence of local repeated gain and loss of the phage.

Key words: *Wolbachia*, WO phage, strain diversity, phylogeography

Camouflage Through Behavior in Moths: The Role of Background Matching and Disruptive Coloration

Changku Kang^{1,2}, Martin Stevens³, Jongyeol Moon¹,
Sangim Lee¹ and Piotr G. Jablonski¹

¹Laboratory of Behavioral Ecology and Evolution, School of Biological Sciences,
Seoul National University

²Laboratory of Animal Communication, Division of EcoScience, Ewha Womans University

³Centre for Ecology and Conservation, University of Exeter, Penryn Campus, Penryn, UK

Camouflage can be attained via mechanisms such as background matching (resembling the general background) and disruptive coloration (hindering the detection of an animal's outline). However, despite much conceptual work with artificial stimuli there have to date been few studies of how such camouflage types work in real animals in their natural environments. Here, using avian vision models and image analysis, we tested which concealing mechanisms operate to provide camouflage during behavioral choice of a resting position in two bark-resting moths, *Hypomecis roboraria* and *Jankowskia fuscaria*. We found that both species reinforced their crypticity in terms of both background matching and disruptive coloration. However the detailed mechanisms (such as achromatic/chromatic matching or pattern direction matching) that each species exploits differed between the two species. Additionally, we found substantial correlation between the degree of background matching and disruptive coloration, which supports previous work suggesting that these two different concealing mechanisms work together to confer camouflage. Our results clearly demonstrate that an appropriate behavioral choice of background is essential to improve camouflaged against natural predators, and highlight the interrelation between different concealing mechanisms in real prey.

Key words: background matching, behavior, camouflage, crypsis, disruptive coloration, predator-prey

RNA Interference of Integrin Subunit $\beta 1$ Impairs Development and Immune Responses of the Oriental Tobacco Budworm, *Helicoverpa assulta*

Youngjin Park and Yonggyun Kim

Department of Bioresource Sciences, Andong National University

Integrin is a cell surface protein that is composed of α and β heterodimer and mediates cell interaction with extracellular matrix or other cells including microbial pathogens. A full length cDNA sequence (2,517 bp) of a integrin subunit $\beta 1$ (*HaITG $\beta 1$*) was cloned from the oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta*. Phylogenetic analysis showed that *HaITG $\beta 1$* was clustered with other insect β integrin subunits with the highest amino acid sequence identity (61%) to $\beta 1$ of other Noctuidae such as *Spodoptera exigua* and *S. litura*. Structural analysis of the *HaITG $\beta 1$* possessed all functional domains known in other insect $\beta 1$ integrins. RT-PCR analysis showed that *HaITG $\beta 1$* was expressed in all developmental stages and all tested tissues of *H. assulta*. Injection of double-stranded *HaITG $\beta 1$* RNA (ds*HaITG $\beta 1$*) into third instar of *H. assulta* suppressed *HaITG $\beta 1$* expression and resulted in significant delay from last larval stage to pupal stage. The ds*HaITG $\beta 1$* injection significantly impaired nodule formation of *H. assulta* in response to bacterial challenge and hemocyte adherence. These results suggest that *HaITG $\beta 1$* plays crucial roles in cellular immune responses as well as development in *H. assulta*.

Key words: *Helicoverpa assulta*, integrin, nodule formation, RNA interference

Evolutionary Origin and Status of two Insect Acetylcholinesterases and Their Structural Conservation and Differentiation

Deok Jea Cha^{1,2} and Si Hyeock Lee²

¹Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, RDA

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Acetylcholinesterase (AChE) plays a pivotal role in the synaptic transmission in the cholinergic nervous system of most animals, including insects. Most insects possess two AChEs (i.e., AChE1 vs. AChE2), which are encoded by two paralogous loci originated from the duplication that occurred before the radiation of insects. The phylogenetic analysis suggested that the last common ancestor of *ace1* and *ace2* shared its origin with those of Platyhelminthes. In addition, *ace1* lineage showed a lower evolutionary rate (*d* and *dN/dS* ratio) compared to *ace2* lineage, suggesting that the *ace1* lineage has maintained relatively more essential functions following duplication. Furthermore, structural modeling of AChEs revealed that consistent structural alteration in their active-site gorge topology was caused by amino acid substitution, likely leads to functional differentiation between two AChEs. The functional transition of *ace* in some hymenopteran insects appears to have occurred by only a few mutations resulting in dramatic alteration of AChE activity. Taken together, our findings provide basic information on when the *ace* duplication occurred and what structural features have been associated with the differentiation of two AChEs during evolution.

Key words: Insect acetylcholinesterase, gene duplication, evolutionary distance, selection pressure, active-site gorge, phylogenetic analysis, three-dimensional modeling

01-11

Acaricidal Activity of *Juniperus oxycedrus* Essential Oil Constituents and Efficacy of Spray Formulations Toward Adult *Dermatophagoides farina*

Haribalan Perumalsamy¹, Jun-Ran Kim² and Young-Joon Ahn³

¹Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University

²Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The toxicity of cade oil (*Juniperus oxycedrus*), its constituents and structurally related compounds toward adult house dust mite *Dermatophagoides farina* was examined. Results were compared with two commercially available acaricides, benzyl benzoate and deet. The cade oil constituents were identified by GC-MS analysis. Citral (LC₅₀, 1.13 μg cm⁻²) and methyleugenol (LC₅₀, 5.78 μg cm⁻²) were the most toxic compounds, followed by eugenol (LC₅₀, 12.52 μg cm⁻²), nerol (LC₅₀, 21.4 μg cm⁻²) and terpinen-4-ol (LC₅₀, 29.55 μg cm⁻²) were shown significant mortality against adult of *D. farina*. Toxicity of citral, methyleugenol were higher than that of benzyl benzoate, and above listed compounds was all more toxic than deet. Given the result of vapour-phase mortality tests that these compounds were more toxic in closed containers than in open ones, we concluded that vapour action plays a great role in their mode of delivery. Cade applied as 3 and 4% experimental sprays provided 96 and 100% mortality against the mites respectively, whereas permethrin (*cis:trans*, 25:75) 2.5 g/l spray treatment resulted in 17% mortality. Cade oil, and its constituents shown their potentials as effective alternatives for harmful synthetic acaricides for the control of *Dermatophagoides* populations as fumigants in contact and therefore illustrated the need for further study of this essential oil.

Key words: *Dermatophagoides farina*, *Juniperus oxycedrus*, benzyl benzoate, deet, natural acaricide, Spray formulation

Development of Native Natural Enemies for the Control of Hard Control Insect Pests Occurring at Pear Orchard

Young-su Lee^{1*}, Eun-hye Ham², Hyun-ju Lee¹, Myoung-jun Jang¹,
Gu-hyun Jung¹, Young-cheul Ju¹ and Hee-dong Kim¹

¹Environmental Agricultural Research Division, Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 445-784, South Korea

²Institute for Bioresources research, Osangkinsect Co., Ltd. South Korea

This study was conducted to develop the biological insect pest control on pear orchard by using the native natural enemy from 2011 to 2013.

We selected the green lacewing, *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto) for useful natural enemy and developed the artificial mass rearing technique, and tested finally in pear orchard located in Anseong city. Nine species of insect pests including *Pseudococcus comstocki* on pear and seven species of natural enemies including *C. nipponensis* were investigated in Gyeonggi area. The optimum developmental temperature, humidity and photoperiod for *C. nipponensis* were 20 ~25°C, 60~70%, and 16L : 8D respectively. One *C. nipponensis* during larval stage could feed about 440 2nd nymphs of *P. comstocki* at 20°C. The more prey density increase, the more feeding amount *C. nipponensis* larva was increased. The eggs of almond moth, *Ephestia cautella* were useful as a substitute diet for natural enemy, *C. nipponensis*. Three commercial insecticides which registered as insecticide on pear shown the low toxicity to natural enemy, *C. nipponensis* will be suitable for integrated pest management (IPM) in pear orchards. *C. nipponensis* shown the about 80% of control value against the *P. comstocki* in field test when had committed from the early May to the early July. Controlling the *P. comstocki* by using of *C. nipponensis*, not only the 30% of yield was increased, but also the quality especially fruit sugar was increased.

Key words: *Chrysoperla nipponensis*, *Pseudococcus comstocki*, Natural enemy, pear orchard, Control

**Effects of Electron Beam Irradiation on Development,
Reproduction and DNA Damage in Susceptible and
Imidacloprid Resistance Strains of *Aphis gossypii*
(Hemiptera: Aphididae)**

**Seung-Hwan Yun, Soon-Kyu Lee, Seon-Woo Lee, Hyun Kyung Kim,
Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim***

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The effect of electron beam irradiation on development and reproduction of susceptible strain (S) and imidacloprid-resistance strain (IMI-R) of *Aphis gossypii* were compared. Nymphs and adults of S and IMI-R strain were irradiated at target doses of 50, 100, 150, and 200 Gy. When nymphs were irradiated, emergence rate was not affected at all target dose, but number of F_1 nymphs was perfectly inhibited at 150 Gy in both strains when irradiated to the adults, longevity slightly decrease at 150 Gy and above. Fecundity was strongly decreased at 100 Gy, but was not completely inhibited even at 200 Gy. Emergence rate of F_1 nymph was decreased at 100 Gy and completely inhibited at 200 Gy. However, there was no significant differences on development and reproduction of S and IMI-R strain. We also conducted the comet assay immediately after irradiation and over the following 7 day periods. In addition, we performed quantitative real-time PCR on several genes.

Key words: Electron beam, *Aphis gossypii*, development, DNA damage

Antifeedant Activity of Essential Oils and Its Constituents to *Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua*

Jun-Ran Kim, Sang-Guei Lee

Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science

The antifeedant activity of 20 plant essential oils, constituents from clove stem oil and related compounds were tested against the third instar larvae from both moth *Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua* by used leaf dipping bioassay. Among the oils tested, clove stem (94%), thyme oil red (85%), and savory oil (80%) were showed high antifeedant activity against both *S. litura* and *S. exigua* third instar larvae. Thyme oil white (91%), geranium (90%), and cinnamon bark oil (85%) were shown high antifeedant activity against only *S. exigua* when compare other oils. The other plant essential oils were showed moderate (40-50%) or low (>20%) antifeedant activity against third instar larvae of both *S. litura* and *S. exigua*. The most active clove stem oil constituents were indentified by GC-MS. The major constituents eugenol (95%), farnesene (81%) and structurally related compounds isoeugenol (96%), nerolidol (80%) were showed significant antifeedant activity against both *S. litura* and *S. exigua*. Global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic insecticides in the agricultural environment justify further studies on the essential oils and their constituents describes as potential insecticides for the control of moth population with antifeedant activity.

Key words: antifeedant activity, *Spodoptera litura*, *Spodoptera exigua*, Clove stem oil, Eugenol

Determination of Acaricides Resistance Level Based on Residual Contact Vial Bioassay and Quantitative Sequencing in *Tetranychus urticae*

Deok Ho Kwon¹, Taek Joon Kang², Young Ho Kim¹ and Si Hyeock Lee^{1,3}

¹Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

²National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Republic of Korea

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

Establishment of rapid resistance level detection system is essential step to adopt the adaptive management for the control of various kinds of resistant pest population. Here, we established acaricides resistance detection methods based on residual contact vial bioassay (RCV) and quantitative sequencing methods (QS), and applied to determine the resistance levels from several populations in two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, which has been considered as major notorious pest in rose cultivation area in worldwide. 12 acaricides were applicable to the RCV among 19 representative acaricides by showing the dose-dependent mortality within 8 hr, suggesting the acaricide suitability for the RCV might be varied by toxicity mechanism in each acaricides. The QS regression was established for 10 point mutations associated with five number of acaricides resistance such as organophosphate, pyrethroid, abamectin, bifentazate and etoxazol. The 95% prediction level was ranged from $10.8 \pm 5.4 \sim 92.2 \pm 3.2\%$. The resistance levels were determined by above two detection methods from a total 12 strains. The laboratory-reared populations were revealed high susceptibility with low resistance allele frequencies to some acaricides, suggesting the several acaricides would be chosen for the control of those populations. However, the field-collected populations were exhibited a severe cross resistance with low susceptibility and high resistance allele frequency to almost tested acaricides, suggesting the current acaricides resistance levels are serious in rose cultivation area in Korea. The RCV and QS methods would be useful for the rapid and accurate collection of valuable information associated with acaricide resistance.

Key words: *Tetranychus urticae*, RCV, QS, Resistance

Effect of Different Temperatures and Relative Humidity Regimes on *Frankliniella occidentalis* and *F. intonsa* (Thysanoptera: Thripidae)

Mohammad M. H. Bhuyain and Un Taek Lim

Department of Bioresource Sciences (BK+), Andong National University, Andong 760-749, Republic of Korea

Frankliniella occidentalis (Pergande) and *F. intonsa* (Trybom) have been shown asymmetrical occurrence pattern in pepper and strawberry fields. To explain this phenomenon, interactive influence of temperatures (20, 25, and 30°C) and relative humidities [Low (50-55%), Medium (70-75%), and High (90-95%)] were assessed on pupal and adult stage of the two thrips species. In pupal stage, mortality of both species decreased as the humidity increased without significant difference between the species. Also, pupal duration of the two thrips decreased as RH increased from low to high in all the temperatures tested, but significantly shorter duration was found in *F. intonsa*. In adult stage, *F. intonsa* survived better than *F. occidentalis* only in high humidity at both 20 and 25°C. *Frankliniella intonsa* survived 2.5 and 2.4 times longer as RH increased from low to high at 20 and 25°C, respectively, whereas *F. occidentalis* survived 1.8 and 1.6 times longer, respectively. In conclusion, both pupae and adults of *F. intonsa* performed better at higher RH condition compared to *F. occidentalis*. Thus, difference in relative susceptibility to changing environmental condition can be one of the underlying mechanisms for the differential occurrence pattern in the fields.

Key words: flower thrips, seasonal occurrence, pupal mortality, development, adult longevity

RNAi에 이용하기 위한 담배가루이 cDNA Library Construction

고나연, 김정규, 권혜리, 류태희, 강찬영, 정유빈, 김현승, 서미자, 임현섭,
유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 외래해충으로 바이러스벡터로 작용하여, 토마토에 토마토황화잎말림병바이러스(TYLCV)를 비롯한 약 100여종의 바이러스를 매개하는 중요한 해충이다. 담배가루이는 화학합성 작물보호제에 대한 저항성 발현이 빨라서 이들의 방제에 어려움을 겪고 있다. 이러한 저항성 문제를 해결하기 위한 방편의 일환으로 RNA interference(RNAi)를 이용한 해충방제가 시도되고 있다. 뿐만 아니라, RNAi를 이용하면 해당 해충의 target 유전자를 연구하는데 도움이 될 수 있다. 본 연구에서는 RNAi를 이용하여 담배가루이 방제를 위한 target 유전자들을 선별하기 위해 gateway system을 이용한 담배가루이 cDNA library 제작을 시도하였다. 그 결과 RNAi에 적절한 약 100~400bp의 insert를 확인하였으며, blast search 및 EST database 비교 분석 결과, 대부분이 담배가루이 관련 유전자임을 확인하였고, 최종적으로 1.75×10^6 titer의 담배가루이 cDNA library를 완성하였다. 이러한 cDNA library는 att site를 가지는 TRV₂(tobacco rattle virus) vector에 LR recombination한 다음 *Agrobacterium tumefaciens* (EHA105)에 transformation 후 토마토에 접종하여 담배가루이가 섭식하여 체내에서도 RNAi의 발현을 유도하면 담배가루이 살충 또는 기피효과를 행동학적 변화로 확인하고, 또한 이와 관련된 target 유전자를 선별하는데 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

검색어: 담배가루이, *Bemisia tabaci*, RNA interference, cDNA library

X-ray Irradiation Induced Abnormal Development and Reproduction by DNA Damage in *Spodoptera litura*

**Min-Jun Kim, Seung-Hwan Yun, Seon-Woo Lee, Soon-Kyu Lee,
Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim***

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The effects of X-ray irradiation on development and reproduction of *Spodoptera litura* were examined. Eggs, larvae, pupae, and adults were irradiated at target doses of 10 - 250 Gy. When eggs were irradiated with 30 Gy, egg hatching was completely inhibited. When irradiated to the larvae, pupation was inhibited at 100 Gy and larval period was delayed. When irradiated to the pupae, emergence was inhibited at over 100 Gy. When irradiated to the adults, longevity and fecundity did not show any differences. However, egg hatching was significantly decreased at 70 Gy and above. Also, X-ray irradiation was not induced the rapid death of *S. litura*. Reciprocal crosses between irradiated and unirradiated moths demonstrated that males were more radiotolerant than females. The levels of DNA damage in *S. litura* adults were evaluated using the alkaline comet assay. Our results indicate that X-ray irradiation increased levels of DNA damage. The recovery of DNA damage in *S. litura* adults increased as time passed. But DNA damage hasn't recovered fully. These results indicate that X-ray irradiation induced abnormal development and reproduction by DNA damage in *S. litura*.

Key words: X-ray, *Spodoptera litura*, Development, DNA damage, DNA recovery

Establishment of Entomopathogenic Fungal Virulence Assay System Against *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae)

Sihyeon Kim, Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Sung Duk Seo, Han Wool Cho, Yu-Shin Nai and Jae Su Kim*

Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

Bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae) causes serious damage to Leguminosae. Herein an entomopathogenic fungal virulence assay system against bean bugs was established to construct a fungal database which can be used in integrated pest management (IPM). First to obtain as many bean bugs as possible at the same stage, host plant-preference and developmental synchronization of bean bugs were investigated. In the preference assay, five pairs of adults were infested in a plastic cage, where a pot of green bean, pea or cowpea was previously placed. The highest fecundity and the fastest development of bean bug was observed in the green bean cage. Secondly, in the synchronization experiment, eggs were collected from the cage of adults in 1, 3, 5 and 7 days after oviposition and transferred to a fresh cage with green beans. From the every 4 days of survey, similar stages of bean bugs were found in the cages with the oviposition for 1 and 3 days, rather than the longer times of oviposition. A fungal bioassay against bean bugs was conducted using the bean bugs from the above insect rearing system. Ten *Beauveria bassiana* isolates were cultured on quarter-strength Sabouraud dextrose agar (¼SDA) for 7 days at 25°C. Ten 4th instar of nymphs were placed on a cultured plate for 1 hour and transferred to a fresh moisturized plate with grains of green bean. ERL836 isolate treatment showed the highest virulence and fungal mycosis was observed on the bean bugs. In conclusion, these results can be useful to establish an entomopathogenic fungal database for IPM.

Key words: *Riptortus clavatus*, host plant-preference, developmental synchronization, *Beauveria bassiana*, virulence

Transcriptome of a Specialized Extra-embryonic Cell, Teratocyte, and Its Host Immunosuppressive Role Revealed by *ex vivo* RNA Interference

Md. Ramjan Ali and Yonggyun Kim

Department of Bioresource Science, Andong National University, Andong 760-749 Korea

Teratocytes (TCs) are the cells derived from the embryonic serosal membrane of some parasitic hymenopteran insects. As a parasitic factor, TCs are multifunctional in host regulation by inducing nutritional, immune, and developmental alterations. However, little is understood about their genetic constituents. This study reveals a comprehensive view of the genes expressed by TCs through a transcriptome analysis based on RNAseq technology. More than 6.29 Gb sequences were used to assemble 34,686 contigs (>200 bp) and annotated into different functional categories. The TC transcriptome profile was clearly distinct from those of hemocytes and the fat body. The TC transcriptome contained components of insulin signaling and biosynthesis of juvenile hormone and 20-hydroxyecdysone. TCs also expressed various groups of digestive enzymes, supporting its nutritional role for the growing parasitoid larvae in parasitism. Furthermore, this transcriptome analysis annotated two kinds of immunosuppressive serine protease inhibitors (serpins) and Rho GTPase-activating proteins (RhoGAPs). To determine the biological functions of these factors, we devised *ex vivo* RNA interference (RNAi) by conducting knockdown of gene expression in *in vitro* cultured TCs followed by injection of the treated TCs to test insects. *Ex vivo* RNAi revealed that some serpins and RhoGAPs expressed in TCs inhibited host cellular immunity. This study reports a transcriptome of the unique TC animal cell, and its immunosuppressive genetic factors using *ex vivo* RNAi technology.

Key words: *Cotesia plutellae*, teratocyte, transcriptome, *Ex vivo* RNA interference

Effect of *Nicotiana benthamiana* Extracts on Toxicity and Gene Expression of the Sweetpotato Whitefly *Bemisia tabaci*

Sharma Sushant Raj¹, Jae-Kyoung Shim¹, Bong-gi Choi¹,
Shafeeq Tahir¹ and Kyeong-Yeoll Lee^{1,2}

¹School of Applied Biosciences, College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Republic of Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Republic of Korea

Bemisia tabaci is a serious pest in various horticultural crops in the world. Due to use of chemical pesticide for their management they develop pesticide resistance and environmental contamination. It is necessary to develop alternative bio-pesticides using natural products from plants and natural enemies. *Nicotiana benthamiana* is a variety of wild tobacco plants and produce acyl sugars from glandular trichomes in the leaves. When adult whiteflies were reared with fresh *N. benthamiana* leaves, they were completely dead within 84 h. Oral feeding of 20% *N. benthamiana* extracts using ethanol and water showed complete mortality of whiteflies within 48 hours. Spray of *N. benthamiana* extracts into the leaves was lethal to eggs but not to nymphs of whiteflies. Further, tomato plants sprayed with *N. benthamiana* extracts were highly repellent to adult whiteflies. Quantitative real-time PCR indicated that the expression of various genes of *B. tabaci* was changed by oral feeding of *N. benthamiana* extract. This study suggests *N. benthamiana* extract is a useful for the control of whiteflies and can be used as an alternative natural pesticide for the whitefly management.

Key words: *Bemisia tabaci*, *Nicotiana benthamiana*, Extract method, Gene expression

Mutation and Down-regulation of *nAChR* beta 1 Subunit is Associated with Imidacloprid Resistance in the *Aphis gossypii*

Ju Il Kim, Deok Jea Cha, Min Kwon, Gil-Hah Kim¹ and Si Hyeock Lee²

Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, RDA

¹Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glover), is one of the main pests in various vegetable crops due to insecticide resistance in Korea. Some insect pests noticed neonicotinoid insecticide resistance such as *Nilaparvata lugens*, *Bemisia tabaci* and *Myzus persicae* etc. and the major player which contributed for developing the resistance was over-expression of P450, particularly CPY6 family. However, *A. gossypii* was a unique case that they developed non-P450 dependent resistant mechanism. Previously we reported that two point mutations (RtoT in nicotinic acetylcholine receptor, nAChR, beta 1 subunit and RtoT with LtoS in a transcript variant) contribute to develop the imidacloprid resistance in *A. gossypii*. Moreover we surveyed the mutation(s) in various local field populations. Based on the 3D modeling, we hypothesize that RtoT mutation can reduce the imidacloprid sensitivity. A stretch of 33 amino acid was deleted in the N-terminal region of original transcript of nAChR beta 1 subunit that contained RtoT with LtoS mutations in resistant strain. Among the two transcripts, only original transcript differently expressed between imidacloprid susceptible and resistant strain (resistant ratio = 3,800). Six alpha subunit (1 ~ 5, 7) transcript levels were not significantly different between two strains. Therefore mutation and down-regulation of nAChR beta 1 subunit is also associated with imidacloprid resistance in the *A. gossypii*.

Key words: *Aphis gossypii*, Imidacloprid, nicotinic acetylcholine receptor

Life History Traits of *Tetranychus piercei*, *T. truncatus*, and *T. bambusae* (Acari: Tetranychidae) Collected From Bangladesh

Mohammad Shaef Ullah^{1,2} and Un Taek Lim²

¹Department of Entomology, Bangladesh Agricultural University (ullahipm@gmail.com)

²School of Bioresource Sciences, Andong National University (utlim@andong.ac.kr)

Tetranychus piercei McGregor, *T. truncatus* Ehara, and *T. bambusae* Wang and Ma are considered as major pests of many agricultural crops in Bangladesh. *T. piercei* and *T. truncatus* has a diverse host plants although *T. bambusae* infest only bamboo leaves. We compared the development, survivorship, and life table parameters of *T. piercei* and *T. truncatus* on bean leaves and *T. bambusae* on bamboo leaves at 25°C, 60-70% RH, and a photoperiod of 16: 8 h (light: dark). The development time from egg to adult female of *T. piercei* and *T. truncatus* was 10.2 and 8.8 days when feeding on bean leaves, respectively, whereas it takes 9.5 days for female *T. bambusae* when feeding on *Bambusa* sp. leaves. Mated females of *T. piercei*, *T. truncatus*, and *T. bambusae* laid on average 186.9, 132.5, and 46.3 eggs for the oviposition period of 22.3, 13.5, and 20.2 days, respectively. The intrinsic rate of increase (r_m) was 0.268 for *T. piercei*, 0.295 for *T. truncatus*, and 0.178 for *T. bambusae*. The finite rate of increase (λ) was 1.31, 1.34, and 1.20 individuals/female/day for *T. piercei*, *T. truncatus*, and *T. bambusae*, respectively. The doubling time (Dt) was lowest in *T. truncatus* (2.4 days) compare to *T. piercei* (2.6 days) and *T. bambusae* (3.9 days). The two polyphagous *Tetranychus* mites collected in Bangladesh are found to have similar life table parameters fall within the parametric range of other *Tetranychus* mites found in various regions irrespective of food sources. This is the first report of life table parameters of monophagous *T. bambusae*.

Key words: *Tetranychus piercei*, *T. truncatus*, *T. bambusae*, Life history traits, Bangladesh

화랑곡나방의 방제를 위한 열과 구조토 혼용처리 상승효과

김한나¹, 구진모¹, 유연수², 이경열¹

¹경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부

²(주)캐처스 기업부설 연구소

화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)은 전 세계적으로 분포하고 있는 저장, 가공 농산물의 해충으로서 심각한 피해를 끼치고 있으며, 기존의 열처리 방법은 50-60°C의 조건에서 48시간 이상 고온처리가 요구된다. 그러나 이 조건은 비용 및 시간이 많이 들므로 개선할 필요가 있다. 본 연구에서는 열처리의 효율을 높이기 위하여 구조토를 복합처리 함으로 기존의 열처리 조건보다 훨씬 더 효과적이고 경제적인 방법을 개발하고자 하였다. 화랑곡나방의 발육단계 중 열 저항성이 가장 큰 방황기 유충을 대상으로 상온(25°C)과 40°C의 조건으로 구조토를 혼용처리 하였다. 실험 결과 방황기 유충은 25°C에서 24시간 후 살충률이 0%, 40°C에서는 28.3%였다. 방황기 유충에 4 mg/L의 구조토를 처리하였을 경우, 25°C에서 0%와 40°C에서 100%의 살충률을 관찰하였다. 즉, 구조토와 함께 열처리를 할 경우 살충 효능이 증가했다. 이 효과는 스트레스 유전자 *shsp*, *hsp70*, *hsp90* 발현 패턴에서도 살충률 실험결과와 같은 패턴으로 관찰 된다. 본 연구를 통하여 열처리 시 구조토를 혼용함으로써 기존의 열처리 조건보다 낮은 온도에서 저장 곡물 해충의 방제효과를 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

검색어: 구조토, 열처리, 저장 곡물 해충, 화랑곡나방, 해충방제

03-13

Comparative Studies on Three Important Insect Pests by Being Irradiated Via Electron Beam and X-rays

Hyun-Ah Kim, Seung-Hwan Yun, Min-Jun Kim, Jun-Won Park,
Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

Three insect pest, *Myzus persicae*, *Tetranychus urticae*, and *Liriomyza trifolii* were irradiated with electron beam (50-250 Gy) or X-ray (10-150 Gy). Longevity, egg hatching, emergence and fecundity of the test insects were measured. When irradiated to the *M. persicae*, emergence of nymphs did not show any differences, but fecundity was inhibited at 100 Gy (electron beam) or 30 Gy (X-ray). When irradiated to the *T. urticae*, egg hatching was completely inhibited at 150 Gy (electron beam) or 50 Gy (X-ray) and egg hatching of F_1 generation was decreased at 150 Gy of electron beam or 50 Gy of X-ray. When irradiated to the *L. trifolii*, egg hatching was completely inhibited at 30 Gy of X-ray, however, electron beam irradiation was not inhibited even at 200 Gy. Egg hatching from irradiated adults was completely inhibited at 150 Gy of electron beam and X-ray. These results indicate that electron beam and X-ray irradiation induced abnormal development and reproduction, however, the dose of irradiation required to inhibit may vary according to the types of insect pests.

Key words: Electron beam, X-ray, insect pest, development, reproduction

RNA Interference를 이용한 해충방제 기술

박영진, 김용균

안동대학교 생명자원과학과

RNA interference (RNAi)는 double stranded RNA (dsRNA)를 이용하여 유전자 발현을 억제함으로써 특정 유전자를 침묵시키는 유전자 조절 기법이다. RNAi에 의한 유전자 발현억제는 생명체 내에 침입한 바이러스와 점핑유전자들이 가지는 위협으로부터 유전자 발현을 조절하여 계놈을 보호한다. 이러한 RNAi에 의한 유전자 발현억제는 크게 세 단계로 구성되어 있으며, (1) dsRNA가 Dicer라는 단백질에 의해 인식되어 siRNA (small interfering RNA)로 만들어지는 단계, (2) 이 siRNA들이 단백질 복합체인 RISC (RNA induced silencing complex)와 결합하는 단계, (3)이렇게 만들어진 복합체가 자연적으로 생성되는 mRNA에 결합하여 그 가닥들을 잘라내고 분해하는 단계를 거침으로써 모 유전자의 발현을 억제시킨다. 따라서 RNAi를 이용한 해충방제 기술은 근본적으로 적용가능한 치사유전자의 선발과 곤충체내로 효과적인 dsRNA 전달체계의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 세계적으로 널리 분포하며 방제가 어려운 해충인 파밤나방 (*Spodoptera exigua*)을 대상으로 곤충의 세포성면역반응과 세포와 세포간 대화에 중요한 단백질인 integrin의 발현에 관여하는 integrin subunit $\beta 1$ (*Seint $\beta 1$*) 유전자를 침묵시킴으로써 살충 효과를 확인할 수 있었다. 이를 토대로 효과적인 dsRNA 전달을 위한 유전자도입 작물의 개발을 목표로 대장균 (*Escherichia coli* HT115)을 이용한 *Seint $\beta 1$* 에 특이적인 dsRNA의 *in vivo* 생산과 파밤나방 3령 유충을 대상으로 한 dsRNA의 섭식실험에서 integrin 유전자의 발현억제가 확인되었다.

검색어: RNA interference, 파밤나방, integrin, 해충방제

곤충학분야에 농업기상정보서비스(AMIS)의 활용

정명표, 심교문, 김용석, 최인태, 소규호

국립농업과학원 기후변화생태과

곤충학 분야에서는 곤충 발생일 예측 등과 같은 phenology 연구에 기상자료를 필수적으로 사용하고 있다. 하지만 부정확한 발육영점온도와 같은 계산상의 문제와 기상관측자료지점과 곤충발생지점과의 차이, 기상관측센서의 설치, 관리, 측정값 오류 등과 같은 관측상의 문제가 예측결과의 정확도에 영향을 미친다. 본 자료에서는 기상관측센서와 관련된 문제점을 보완할 수 있는 방안을 소개하고자 한다. 국립농업과학원에서는 2009년 농업기상정보서비스(AMIS)를 구축하였으며, 현재까지 농업기상관측지점의 과거 및 현재 농업기상자료를 수요자에게 제공하고 있지만 대국민의 인식 부족으로 활용사례는 제한적이다. 국립농업과학원 농업기상정보서비스에 연결된 AWS는 논, 밭, 과수원과 같은 농경지에 2014년 3월 기준으로 147개 지점에 설치되어 있으며, 2014년 160개소, 2017년 200개소로 확대할 계획이다. 관측요소는 온도, 습도, 토양온도, 토양수분, 강수량, 풍향·풍속, 일사량, 이슬지속시간 등 9개의 필수농업기상요소가 측정되고 있으며, 각 기상요소는 매1분 단위로 측정되며, 매10분 단위로 자료 수집기에 저장되어 국립농업과학원 DB 서버에 CDMA방식을 통해서 전달되고 있다. 수집된 농업기상관측자료는 품질관리를 통해서 실시간으로 인터넷망(<http://weather.rda.go.kr>)을 통해 수요자에게 전달되고 있다. 농업기상정보서비스에서는 농업기상관측정보 뿐만 아니라 농업기후지대별 기상기후 비교자료, 응용기상정보(유효적산온도 등) 등을 생산하여 제공하고 있으며, 국지기후상세화, 작황예측 등의 기본 자료로도 활용되고 있다. 또한 고품질의 농업기상정보를 생산하기 위하여 농업기상관측센서를 정기적으로 점검하고 있다. 따라서 국립농업과학원 농업기상정보서비스에서 생산된 기상자료는 기상관측센서와 관련된 관측상의 문제점을 보완할 수 있는 방법으로 판단되며, 향후 곤충 phenology 연구 및 기후변화 영향평가 연구 등에 활용됨으로써 곤충학 연구의 질을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

검색어: 곤충학, phenology, 기후변화, 농업기상정보서비스

Functional Analysis of Two *iap* Genes (*iap2* and *iap3*) of *Lymantria xyli* Multiple Nucleopolyhedrovirus (LyxyMNPV)

Yu-Shin Nai^{1,2}, Jae Su Kim² and Chung-Hsiung Wang^{1,3}

¹Institute of Entomology, National Taiwan University, Taiwan.

²Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University, Korea

³Department of Animal Science, National Ilan University, Taiwan

Baculoviral anti-apoptotic genes, *p35* and *iap* (inhibitor of apoptosis), play important roles in the initiation stage of viral infection. However, some *iap* genes are not involved in the anti-apoptotic activity. To investigate the anti-apoptotic activity of the *iap* genes of *Lymantria xyli* multiple nucleopolyhedrovirus (LyxyMNPV), two *ly-iap* genes (*ly-iap2* and *ly-iap3*) were cloned from LyxyMNPV. From a 5' RACE analysis, a late promoter motif (TAAG) was found in the upstream (-15 bp) of *ly-iap2*, but *ly-iap3* only posited an enhancer-like element (CGTGC) in the upstream (-22 bp) of 5' UTR. Gene expression were detected by RT-PCR; the *ly-iap2* and *ly-iap3* genes began to express in the host cells (IPLB-LD652Y cell line) infected with LyxyMNPV 6 hours post-infection (p.i.) and reached the peak 72 hours p.i., followed by decline 3 to 5 days p.i. Functional assay of the *iap* genes were performed by an over-expression method in Sf9 cells. Full-length domains of LY-IAP2, LY-IAP3 and LY-IAP2-BIR could differently inhibit the apoptosis which induced by *Drosophila* RPR protein (DRPR). Interestingly, LY-IAP2-RZF domain was important for LY-IAP2 to rescue apoptosis, but it might be also involved in the ubiquitin activity leading to the degradation of LY-IAP2 protein. LY-IAP3-RZF might be working as a "helper domain" to inhibit DRPR-induced apoptosis. These results can be used to figure out the roles of the *ly-iap* genes in the apoptosis of host cells.

Key words: *Lymantria xyli* MNPV, *iap2*, *iap3*, *Drosophila* RPR protein, functional analysis

03-17

배추좀나방 월동조건과 유전적분화

김은성¹, 최봉기², 박영진¹, 차욱현³, 이대원³, 김강우⁴, 김용균¹

¹안동대학교 자연과학대학 생명자원과학과

²경북대학교 자연과학대학 생명과학과

³경성대학교 자연과학대학 생물학과

⁴국립농업과학원 작물보호과

휴면을 하지 않는 배추좀나방(*Plutella xylostella*)의 국내 월동가능성에 관한 의구심을 가졌다. 본 연구는 배추좀나방의 월동 환경조건을 결정하고, 국내 월동세대의 지역적 유전 차이를 분석하여 이 해충의 국내 월동 가능성에 대한 검정을 하였다. 배추좀나방의 체내 빙결점은 -24.8°C (알)~ -20.5°C (용)로 나타났다. 그러나 장기간(3주)동안 배추좀나방을 -5°C 로 처리한 결과 뚜렷한 생존력 저하를 보인 것으로 보아 체내 빙결점보다 훨씬 높은 온도에서 저온피해를 받는 것으로 보인다. 실제로 겨울기간 다양한 발육태의 배추좀나방을 야외조건에서 노출시킨 결과 모든 발육태에서 생존력 저하를 나타냈다. 그러나 비가온 실내조건에서 먹이가 공급된 상태에서 배추좀나방의 생존력은 크게 향상되었다. 안동지역에서 2014년도 최초의 성충발생일은 2월 25일이었으며, 서울지역은 2월 26일로 나타났다. 지역간 월동집단의 유전적 거리는 RAPD(Random Amplification of Polymorphic DNA) 분자마커를 이용하여 분석되었다. 안동집단과 서울집단 및 제주지역의 집단은 서로 뚜렷이 구분되는 유전적 거리를 나타냈다. 본 연구는 국내 어느 지역에서든지 배추좀나방 집단은 영하의 온도를 피할 수 있는 시설재배지에서 먹이가 공급된 상태에서는 월동이 가능하다는 것을 제시하고 있다.

검색어: 배추좀나방, 월동집단, RAPD

03-18

Distribution Expansion of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) on Potato Crop in Korea.

Rameswor Maharjan and Chuleui Jung

Department of Bioresources Science, Graduate School, Andong National University,
760-749, Korea

Liriomyza leafminer flies comprise a pest group that causes both considerable economic losses and serious quarantine problems. We reported for the first time of the infestation of field crops by this invasive leafminer *L. huidobrensis* in Korea in 2012. Distribution survey of leafminer flies and other insect pests on potato crops along with associated natural enemies was conducted from 378 farmers' field in most of the potato growing provinces during 2011, 2012 and 2013. Sweeping (10 sweeps/field) and visual inspection were employed within 5 minute-walking distance each field. For damage rate was also calculated for each field. Ten mined leaflets were investigated for parasitoid species identification. Leafminer flies were identified by morphologically and molecular. However, parasitoid species were only morphologically identified. All the leafminer flies collected were identified as *L. huidobrensis*. No leafminer flies infested fields were recorded in Boseong (Jeollanam-do) in 2011. *L. huidobrensis* infested fields with unique crop damage symptoms were found only in Miryang and Goryeong (Gyeongsangnam-do) in 2012. There was significant different in leafminer infested fields among the surveyed locations in 2012 ($f=85.73$, $df=5$, 127 , $P<0.0001$). Higher damaged (100%) potato fields were recorded in Miryang. Similarly, the leafminer infested potato fields were significantly different among the surveyed locations in 2013 ($f=36.77$, $df=19$, 201 , $P<0.0001$). Highest damaged rates (100%) were recorded in all the surveyed locations of Gyeongsangnam-do. Increasing distribution expansion pattern of *L. huidobrensis* was found. Distribution covers from southern parts to northern parts of the country. The study on rate of distribution and factors responsible in rapid distribution of *L. huidobrensis* in Korea are demanded.

Key words: *Liriomyza* Spp., distribution pattern, provinces, damage rate, parasitoid species

03-19

Coiled-Coil Motif of a Viral Factor, CrV1, is Critical for Host Immune Suppression

Sunil Kumar and Yonggyun Kim

Department of Bioresource Sciences,
Andong National University, Andong 760-749, Korea

Polydnavirus are well known to interfere with the host endocrine system, causing immune suppression and other physiological disorders. The *Cotesia rubeculla* polydnavirus gene products, CrV1, are known to be a potent immunosuppressive agent. CrV1 protein express within 12 h after viral infection at oviposition during deposition of parasitoid eggs and are mainly secreted in to host hemocyte, where it functions like phagocytosis and cell spreading. This study identified its homolog in CpBV and analyzed its molecular characteristics motif called “coiled-coil. A point mutation of Alanine to Proline of CpBV-CrV1 could lose the coiled-coil motif from in silico assay. The coiled type CpBV-CrV1 could inhibit host cellular immunity, however, interestingly the mutant CpBV-CrV1 lacking in coiled-coil motif completely lost the immunosuppressive activity. This study suggests that the coiled-coil motif is functional to inhibit host cellular immune responses. RNA interference against CrV1 significantly loses the inhibitory activity and thus further supporting the immunosuppressive activity of CrV1. In this study we also have analyzed the localization of CrV1 by transient transfection in HiFive Cell lines by in situ hybridization.

Key words: CrV1, Immune Suppression, RNA interference, in situ hybridization.

면역억제를 이용한 파리 방제용 비티플러스 약제 개발

엄성현, 김용균

안동대학교 자연과학대학 생명자원과학과

의학해충 및 축산해충으로 일부 파리류는 친환경적으로 방제되어야 한다. 비티농약은 살충 독소단백질을 생성하는 *Bacillus thuringiensis* (Bt)를 기반으로 제조된다. 본 연구는 Bt 균주 가운데 파리류에 대해 살충력이 높은 *Bt israelensis* (Bti)를 이용하여 새로운 비티플러스 농약을 개발하였다. 개발 원리는 Bti 균주에 대한 곤충의 면역 기능을 억제하는 물질을 첨가하여 살충력을 높이는 전략을 세웠다. 모델 곤충으로서 노랑초파리(*Drosophila melanogaster*)를 이용하였다. 사과 껍질을 이용한 침지법으로 노랑초파리 유충의 약제 반응을 분석했다. 노랑초파리 유충은 세균 감염에 따라 세포성 면역 반응인 소낭형성을 보였다. 4×10^4 대장균 주입에 대해서 8 시간 후 최대 32개의 소낭이 형성되었다. 그러나 또 다른 곤충병원세균인 *Photorhabdus temperata temperata* (Ptt)의 배양액 추출물을 주입한 결과 소낭형성 능력이 현저히 감소했다. Bti와 Ptt 배양액 추출물을 혼합한 결과 Bti의 살충력을 뚜렷이 증가되었다. 본 연구는 파리 방제제로서 두 곤충병원세균을 조합하여 제조한 효과적 비티플러스를 개발하였다.

검색어: *Bacillus thuringiensis*, *Photorhabdus temperata temperata*, 노랑초파리, 비티플러스

03-21

파밤나방 인슐린유사펩타이드 유전자 구조와 혈당조절 생리 기능

홍유경, 김용균

안동대학교 자연과학대학 식물외학과 곤충분자생리실

인슐린은 혈당을 낮추는 호르몬으로 영양분이 풍부할 때 신경물질이 뇌를 자극하게 된다. 신호전달물질이 활성화되어 두뇌로부터 인슐린유사펩타이드(Insulin-like peptide: ILP)가 분비되고 혈당을 낮추게 된다. 곤충의 주요한 혈당은 트레할로오스이다. 포도당이 척추동물에서 작용하는 것처럼 트레할로오스는 곤충의 에너지원으로 작용된다. 본 연구는 ILP가 파밤나방(*Spodoptera exigua*)의 혈당에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 파밤나방 섭식활동과 혈당의 관계를 분석하였고, 절식에 따른 혈당변화를 척추동물 인슐린으로 분석했다. *Spodoptera* 전사체 database에서 ILP 서열을 추적하여 유전자 발현 및 기능 연구를 실시했다. *Spodoptera* 전사체 database는 두 개의 ILP 유전자를 보유했다. 이를 각각 SeILP1과 SeILP2라 명명했다. SeILP1과 SeILP2는 알을 제외한 파밤나방의 모든 시기에서 발현되었다. 정상 섭식을 할 때 약 2mM의 농도를 유지하였고, 절식을 할 때 시간이 지남에 따라 혈당이 증가하는 것을 확인했다. 반면, 척추동물의 인슐린을 주입한 결과 파밤나방의 트레할로오스 농도가 낮아졌다. 본 연구는 파밤나방에서 두 개의 ILP 유전자를 동정했고, 인슐린 유전자가 파밤나방 혈당을 조절한다고 제시한다.

검색어: 트레할로오스, 인슐린유사펩타이드, 혈당, 파밤나방

Two Peroxidases of *Spodoptera exigua* Mediates Immune Responses via Prostaglandins

Jiyeong Park and Yonggyun Kim

Department of Agricultural Biology, Andong National University

Prostaglandins (PGs) mediate insect immune responses. However, their biosynthesis in insects is little understood due to lack of cyclooxygenase (COX) ortholog. This study aimed to identify PG-biosynthetic factor(s) in *Spodoptera exigua*, which has been a well-known insect in possessing immune responses mediated via PGs. Peroxidases (POXs) are a sister group of COX genes. Ten putative POXs (POX-A ~POX-J) were expressed in *S. exigua*. Especially, expressions of POX-F and POX-H were inducible to bacterial challenge and expressed in hemocytes and fat body. Individual RNA interference (RNAi) of each of ten POXs was performed by hemocoelic injection of their specific double-stranded RNAs (dsRNAs). Only RNAi of POX-F or POX-H specifically suppressed hemocyte-spreading behavior and nodule formation. Addition of PGE₂ significantly rescued the immunosuppression in either dsRNA treatment of POX-F or POX-H. Structural analysis indicated that both POX-F and POX-H have conserved domain and residues corresponding to peroxinectin of *Drosophila melanogaster*, which mimics COX-like activity. These results suggest that POX-F and POX-H are involved in PG biosynthesis in *S. exigua*.

Key words: prostaglandin, peroxidase, hemocytes spreading, nodulation, *Spodoptera exigua*, peroxinectin

Effects of X-ray Irradiation on Six Insect Pests According to Their Positions in Export Flower Boxes

Seung-Hwan Yun, Hyun-Ah Kim, Min-Jun Kim, Jun-Won Park,
Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

In this study, we investigated the effects of X-ray irradiation to control six important insect pests of floriculture crops: *Liriomyza trifolii*, *Spodoptera litura*, *Myzus persicae*, *Tetranychus urticae*, *Bemisia tabaci*, and *Frankliniella intonsa*. We irradiated on six insect pests that were placed in different positions (top, middle, and bottom) of export flower boxes after filling the boxes with roses and chrysanthemums, respectively. When irradiated with X-ray of 150 Gy, the eggs of *T. urticae*, *B. tabaci*, *F. intonsa*, *L. trifolii*, and *S. litura* were prevented from hatching at every position in the boxes. The pupation and emergence of *L. trifolii* larvae and *S. litura* larvae and *B. tabaci* nymphs and *F. intonsa* nymphs were inhibited at every position in the boxes. However, the emergence of *T. urticae* and *M. persicae* nymphs was not inhibited, even at the top position in the boxes. When pupae were irradiated, the emergence of *L. trifolii* was inhibited at every position in the boxes, while *S. litura* was not inhibited completely, even at the top position in the boxes. When adult *T. urticae*, *S. litura*, and *L. trifolii* were irradiated, the hatching rate of the F_1 generation was not completely inhibited at every position. The insect pests that were not inhibited completely at the dose of 150 Gy showed much higher inhibitory effects at the dose of 250 Gy. Therefore, the dose of X-ray irradiation required to inhibit may vary according to the types of flowers and insect pests and according to their positions within the boxes.

Key words: X-ray irradiation, insect pest, cut flower, quarantine

감마선 조사가 왕담배나방(*Helicoverpa armigera* (Hübner))의 발육과 생식에 미치는 영향

정순오¹, 김준현², 장신애², 박정규^{1,3}

¹경상대학교 응용생명과학부

²경상대학교 농업생명과학연구원

³경상대학교 생명과학연구원

왕담배나방은 파프리카 및 고추에 문제시 되는 해충이다. 농산물 수출입 검역 시 주로 메틸브로마이드(MB)를 훈증제로 사용하고 있으나, MB의 사용이 규제됨에 따라 대체요법이 시급한 실정이다. 국외에서는 방사선조사를 포함한 감마선 조사가 의료, 반도체 산업, 식품 제조업 뿐만 아니라 농산물 검역에 널리 사용되고 있다. 따라서 본 연구는 감마선 선량(0, 50, 100, 200, 300, 400Gy)에 따른 왕담배나방의 발육과 산란에 미치는 영향을 조사하여, 추후 감마선 사용에 대한 가이드 라인을 제시하고자 하였다. 왕담배나방의 알에 감마선 조사를 했을 경우, 산란 후 시간 경과에 따라 방사선 감수성이 달라지며, 감마선 선량이 높아질수록 부화 및 성장이 억제되었다. 산란 후 24시간 이하의 알의 경우, 200Gy이상에서 부화가 완전히 억제되었다. 산란 후 28-48시간인 알의 경우, 400Gy에서 부화가 완전히 억제되었다. 100Gy에서는 부화한 유충의 일부가 번데기로 발육하였지만 전부 기형우화 했다. 유충에 감마선 조사를 했을 경우, 모든 선량에서 번데기로 발육은 진행되지만, 200Gy이상에서 우화가 억제되고 100Gy에서 성충은 전부 기형으로 우화 했다. 번데기에 감마선 조사를 했을 경우, 모든 선량에서 성충으로 우화가 진행되지만, 조사 선량이 증가함에 따라 기형율이 증가하여, 400Gy에서 전부 기형우화를 했으며, 100Gy 이상에서 산란된 알의 부화가 완전히 억제되었다. 성충에 감마선 조사를 했을 경우, 성충 수명과 산란수에는 통계상의 차이는 없었지만 산란된 알의 부화는 300Gy 이상에서 완전 억제되었다.

검색어: 왕담배나방, 감마선, 식물검역, 불임

03-25

Efficacy of Phosphine and Ethyl Formate Fumigation Using High Oxygen Against *Phthorimaea operculella* (Zeller)

**Jun-Won Park, Kwang-Soon Choi, Hyun Kyung Kim, Ju-Il Kim¹,
Byung-Ho Lee², Jeong-Oh Yang³, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim**

Department of Plant medicine, Chungbuk National University

¹Highland Agriculture Research Center, Rural Development Administration

²Dongbu ARI, Dongbu Farm Hannong

³Animal and Plant Quarantine Agency

The fumigant activity of phosphine (PH₃) and ethyl formate (EF) was determined to all stage of *Phthorimaea operculella* (Zeller) under high oxygen concentration (50% and 80%). Oxygenated PH₃ and EF were tested at two different temperatures (20°C and 4°C) during 7 days. Two oxygenated fumigants were treated with LC10, 30 and 50 values of single fumigant against each stage of *P. operculella*. At 10% inhibition of hatchability concentration value, inhibition of hatchability of *P. operculella* eggs was shown 20.3% and 9.2% with 50% and 80% oxygenated PH₃ at 20°C at 1 day after treatment, respectively. The fumigant activity of oxygenated PH₃ was increased at all stage of *P. operculella* except eggs both 20°C and 4°C. However, oxygenated EF was determined low fumigant efficacy to hatchability of eggs and emergence rate of pupae. The insecticidal activities of *P. operculella* larvae and adults were slightly increased mortality rather than single EF.

In this result suggests that oxygenated phosphine is effective method for managing *P. operculella*. But, oxygenated EF is not effective.

Key words: Fumigation, *Phthorimaea operculella*, Phosphine (PH₃), Ethyl formate (EF)

03-26

Evaluation of Aggregation Pheromone Trap as A Control Measure of *Riptortus pedestris* (Fabricius) in Soybean Field

**M. Mahbubur Rahman, Eunmok Kim, Mohammad M. H. Bhuyain,
Dongmok Kim and Un Taek Lim**

Department of Bioresource Sciences (BK+), Andong National University, Andong 760-749,
Republic of Korea

Riptortus pedestris is an important soybean pest in Korea and Japan. Aggregation pheromone traps were evaluated in 12 soybean fields in Andong using three treatments of trap installation, i.e., installation for whole cultivation period, installation up to September, and no installation. The number of *R. pedestris* (in all life stages) were not significantly different among the treatments until October, but its abundance significantly increased at mid October in the fields where traps were installed. Trap catch of *R. pedestris* was relatively higher in August while bug population was low in the fields. However, in fall, *R. pedestris* populations become abundant in the fields while trap catch was low. There was no significant difference in parasitism as well as seed and pod damage among the treatments. In conclusion, aggregation pheromone trap should'nt be used as control measure, but can be used as a monitoring tool of *R. pedestris* population up to August in soybean field.

Key words: *Riptortus pedestris*, aggregation pheromone, soybean, parasitism

03-27

Population Dynamics of Rice Stem Borer Under Climate Change

Hyo seok Lee¹, Jong-Kook Jung¹, Chang-Gyu Park²,
Man-Young Choi³ and Joon-Ho Lee^{1*}

¹Entomology Program, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Academy of
Agricultural Science

³Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA

Rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker is a significant rice insect pest. A newly hatched larva bores a hole into the rice stem and feeding inside. The damage results in drying and white heads of rice. Climate change will affect pest and its host population dynamics variously. In this study, the degree of asynchrony between emergence of rice stem borer and rice transplanting was examined by their phenology models. Also, correlation was examined between winter mortalities of the rice stem borer and relative humidity categorized by daily minimum temperature in 12 sites throughout the country from 1992 to 2013. The degree of asynchrony appears to be increased in future climate condition. And we found a negative correlation between winter mortality and the relative humidity. Winter mortality will be decreased in the future because of increasing winter minimum temperature and snowfall. We hypothesize that the stem borer may increasingly harbor in alternative hosts such as reed in its first generation and move to rice in the second generation. Currently the simulation study is being conducted to verify this hypothesis.

Key words: *Chilo suppressalis*, phenology, asynchrony, winter mortality

Expression of *Bombyx mori* Cecropin A in *Beauveria bassiana* ERL1170 to Enhance Mycotized Mealworms for Use as Animal Feed Additives

Se Jin Lee¹, Jeong Seon Yu¹, Yeon Ho Je² and Jae Su Kim^{1*}

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Antimicrobial peptides (AMPs) can be produced in mealworms. In this work, we integrated *Bombyx mori* (*Bm*) AMP, *cecropin A* to *Beauveria bassiana* ERL1170 by restriction enzyme-mediated integration method, which was confirmed by RT-PCR and an antibacterial activity assay. For the extracellular secretion of *Bm* cecropin A protein, the active domain of the *cecropin A* gene was tailed to the signal sequence of *B. bassiana* chitinase (*Bbs*). To exchange *Bbs-cecropin A* gene with *egfp* gene in pBARKS1-*egfp*, *Bbs-cecropin A* fragment was cut from pGEM-Bbs-*cecropin A* using *Xba*I/blunted and *Bam*HI and ligated with cut pBARKS1-*egfp* using *Nco*I/blunted and *Bam*HI, designated as pBARKS1-Bbs-*cecropin A*. After the transformation, transformants were grown on Czapek's solution agar containing 600 µg ml⁻¹PPT. Expression of *Bm* cecropin A was confirmed by RT-PCR. Strong clear zone was observed in the co-culture of the transformant D-6 and *Bacillus subtilis* on fourth strength Sabouraud dextrose agar 1 day after the culture at 25°C, whereas the wild type had no clear zone. This work suggests that *Bm* cecropin A can be efficiently produced in this mealworm-based fungal expression platform, thereby increasing the value of mealworms in the animal feed additive industry.

Key words: Antimicrobial peptides, *Bombyx mori*, *Beauveria bassiana*, cecropin A, fungal transformation

포스터 발표

P001

국화에서 파밤나방의 발생, 피해 및 곤충병원성 선충을 이용한 생물적 방제

김형환¹, 김동환¹, 양창열¹, 강택준¹, 조명래¹, 전성욱¹, 송진선¹,
이동운², 박해웅³

¹국립원예특작과학원 원예특작환경과

²경북대학교 생태과학과

³세계김치연구소

국화 재배지에서 파밤나방의 발생과 피해를 조사한 결과 파밤나방은 5월 하순부터 발생하기 시작하여 9월 중순에 주 당 유충수가 5.9마리로 가장 높았다. 파밤나방 유충에 의한 국화의 잎과 꽃의 피해율은 각각 9월 중순에 14.6%, 11.3%로 가장 높았다. 포트 실험에서 파밤나방의 유충 령기별에 따른 *S. carpocapsae* GSN1 strain 과 대조약제인 스피네토람 입상수화제의 처리 효과를 조사한 결과 파밤나방의 령기가 어릴수록 살충력은 높았으며, 령기가 노숙화 될수록 살충력은 낮아지는 경향을 나타내었다. 국화가 재배되고 있던 시설 하우스에서 *S. carpocapsae* GSN1 strain을 660m²당 20,000,000마리를 7일 간격으로 3회 살포하거나, 40,000,000마리 농도로 2회와 3회 살포할 경우 처리 후 7일째부터 85.4% 이상의 높은 방제효과를 나타내었다. 또한 *S. carpocapsae* GSN1 strain은 처리 후 28일째까지 방제효과가 지속되었으며 660m² 당 20,000,000마리 농도로 2회와 3회 살포할 경우 90.9% 이상의 높은 방제효과를 나타내었다. *S. carpocapsae* GSN1 strain은 우수한 방제효과와 함께 파밤나방에 의한 국화의 피해도 줄였는데 무처리(9.0~16.0%)와 비교하여 *S. carpocapsae* GSN1 strain을 처리한 국화의 잎과 꽃 피해율은 5.0~15%가 감소하였다.

검색어: 국화, 파밤나방, 곤충병원성 선충, 생물적 방제

P002

유아등 보조 트랩이 해충의 유인 및 포획에 미치는 영향

김주¹, 정성수¹, 최인영¹, 김주희¹, 이장호¹, 심창기²

¹전라북도농업기술원 기후변화대응과

²국립농업과학원 유기농업과

농가에서 사용하는 기존의 유아등은 성충이 유인되어 유아등에 들어올 때 모두 포획망에 포획되지 않고, 유아등 주변에 떨어져 산란을 하고 후에 유아등 주변에 해충의 피해가 오히려 증가하는 경우가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 유아등 외벽에 노란색 끈끈이를 붙여 놓는 외벽을 설치하고, 아랫부분에는 살충성분이 들어있는 약액을 담아 포획망에 포획되지 않고 유아등 주변에 떨어지는 해충을 포획하는 장치를 설치하여 포획정도를 조사하였다. 7일간 채집된 관행유아등에는 담배 거세미나방 성충을 비롯하여 10종 33.5마리가 포획될 때 보조끈끈이트랩 설치 유아등에는 포획망에 왕담배나방 등 11종 24마리, 황색끈끈이트랩에 8종 31.5마리, 총 11종 55.5마리가 채집되어 65.6%의 포획증가 효과가 있었다. 또한 황색점착트랩은 밤에 유아등에 유인될 뿐만 아니라 낮에 활동하는 해충도 유인 포획되는 효과가 있다. 유기농 재배시 유아등으로 해충을 유인 포살할 때에는 유아등 외벽에 황색 점착트랩을 설치하는 것이 해충발생억제에 효과가 있을 것으로 판단되었다.

검색어: 유아등 보조트랩, 포획효과

자외선 차단 램프가 해충유인 억제에 미치는 영향

김주¹, 정성수¹, 최인영¹, 김주희¹, 이장호¹, 심창기²

¹전라북도농업기술원 기후변화대응과

²국립농업과학원 유기농업과

농가에서는 개화 촉진 또는 억제를 위하여 광중단효과를 유발하기 위한 전조용으로 조명을 하는 경우가 있다. 이때 조명용으로 불을 켜게 될 때 해충이 유인되어 농작물에 피해를 줄 수 있다. 그래서 해충의 유인을 억제하는 자외선 차단램프의 해충 유인 억제효과를 알아보기 위하여 일반 전구인 삼파장램프, 해충유인용으로 사용되는 블랙라이트와 자외선차단램프의 해충유인효과를 비교 조사하였다. 해충 포살유인용으로 사용되는 블랙라이트는 명나방 등을 비롯하여 15일간 유아등 트랩당 채집된 해충의 수가 154.7마리, 삼파장은 65.7마리일 때 자외선차단램프는 36.0마리로 삼파장 대비 45.2%, 블랙라이트 대비 76.7%의 해충유인 억제효과가 있었다. 향후 포장에서 자외선 차단램프를 이용한 업체소 추대억제효과 및 해충유인 억제효과 등에 대한 연구가 필요 할 것으로 생각된다.

검색어: 자외선 차단램프, 유인효과

남방계 나방류 2종의 온도별 먹이 섭식량 비교

김광호, 이상계, 이관석, 서보윤, 홍수진, 김양표

국립농업과학원 작물보호과

최근 온난화의 여파로 외국에서 들어오는 농작물 해충류의 수 <○농산물 검역 건수:(’00)306천건→(’09)3,949→(’12)4,217 ○병해충 발견건수:(’00)6,233건→(’09)11,031→(’12)9,824>가 급증하고 있다. 농산물 교역을 통한 병해충의 이출입은 검역을 통해 예방을 하고 있지만, 기류 등을 타고 오는 해충의 경우에는 상시적인 모니터링과 집중 예찰을 통해 확인할 수 밖에 없는 실정이다. 이러한 해충들 중 남방계 해충인 배추좀나방(*Plutella xylostella* Linnaeus)과 담배거세미나방(*Spodoptera litura* Fabricius)의 경우 특히 채소류나 과채류에 큰 피해를 끼치고 있는 해충이다.

따라서 본 연구에서는 지구온난화로 향후 한반도의 기온이 더 상승한다는 전제 하에 이들 해충들의 섭식량 변화에 따른 농작물의 피해를 예측하기 위해 온도별 섭식량을 조사하였다. 15.0℃부터 32.5℃까지 2.5℃ 간격으로 배추좀나방과 담배거세미나방의 24시간 동안의 먹이 섭식량을 조사한 결과 배추좀나방의 경우에는 온도가 증가함에 따라 섭식량이 꾸준히 증가하였으며, 32.5℃까지는 섭식량 감소현상은 나타나지 않았으며, 더 높은 온도까지 섭식량은 증가할 것으로 판단되었다. 담배거세미나방의 경우에는 27.5~30.0℃에서 먹이 섭식량이 최고에 도달하였으며 32.5℃에서는 일별 먹이섭식량이 감소하는 것을 보여 주었다. 이러한 온도별 먹이섭식 반응은 곤충의 온도의존적 발육률과 상당히 밀접한 연관성을 보여주는 것으로서, 이는 고온에서는 식식성 해충의 먹이 섭식행동이 둔화되거나 정상적 범위에서는 그 섭식량이 크게 증대하여 지구온난화가 지속될 경우 향후 농작물 해충 관리에 또 다른 전략을 수립해야 할 것으로 판단되었다.

검색어: 배추좀나방, 담배거세미나방, 먹이섭식량, 피해량, 온도의존적 발육

P005

Characterization Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos-methyl Degrading *Chryseobacterium* sp. Strain KR200

Jun-Ran Kim¹, Sang-Guei Lee² and Yong-Joon Ahn¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science

A rod-shaped, Gram-negative chlorpyrifos-methyl (CM) degrading bacterium (designated strain KR200) was isolated from a Korean rice paddy soil and was further tested for its substrate specificity against 11 insecticides and its sensitivity against eight commercial antibiotics. Based on morphological, biochemical, and molecular characteristics, this bacterium showed greatest similarity to members of the order Flavobacteriales and was shown to be most closely related to members of the *Chryseobacterium proteolyticum* group. Strain KR200 hydrolyzed CM to 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP) but could not degrade TCP further. The isolate was also able to degrade chlorpyrifos, dicrotophos, monocrotophos, and carbaryl at 300 $\mu\text{g mL}^{-1}$ but diazinon, dimethoate, and furathiocarb at 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$. The ability to degrade CM was found to be encoded on the chromosome. Genes encoding resistance to amphotericin B, polymixin B sulfate, and tetracycline were also located on the chromosome. This bacterium merits further study as a potential biological agent for the remediation of soil, water, or crop contaminated with organophosphorus (OP) compounds because of its greater biodegradation activity and its broad specificity against a range of OP insecticides.

Key words: *Chryseobacterium proteolyticum*, Organophosphorus insecticide, Chlorpyrifos-methyl, Insecticide degrading bacteria, Bioremediation

P006

ITS2 DNA 염기서열 정보를 활용한 주요 벼 멸구류 구별법

서보윤¹, 정진교², 박창규¹, 이상계¹, 이관석¹, 김황용¹

¹국립농업과학원 농산물안전성부

²국립식량과학원 작물환경과

ITS2(Internal Transcribed Sequence 2) DNA 영역은 핵내 5.8S와 28S 리보솜 RNA 사이에 존재하는데 종간 변이가 크고 적은 양으로도 PCR 증폭이 잘 되기 때문에 곰팡이나 벌목 분류에 자주 사용되고 있다. 본 연구에서는 공중포충망과 유아 등에 포획된 벼 멸구류들로부터 간편하게 DNA를 추출하고, 형태적 구별이 어려운 유사 벼 멸구류들을 구별하는데 ITS2 DNA 영역을 활용할 수 있는지 검토하였다. 그 결과 벼 멸구류의 ITS2영역은 전체길이가 551~700bp였으며 그중 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구가 각각 694bp, 601bp, 551bp로 종간 DNA 염기서열 길이 차이가 있었다. 또한 DNA 염기서열을 배열하여 비교 후, 유전적 거리 추정방법과 추론된 분자계통도를 통해 종간 차이를 구별할 수 있었다.

검색어: 벼 멸구류, ITS2, 종간 변이, 유전적 거리, 분자계통도

P007

EPG를 이용한 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa* Say)의 섭식파형 분리와 섭식행동 추정

서보윤¹, 정진교², 이준성¹, 김광호¹, 김황용¹

¹국립농업과학원 농산물안전성부

²국립식량과학원 작물환경과

Electrical Penetration Graph(EPG)는 기주식물과 곤충을 전기적 회로에 연결하여 곤충의 섭식활동으로 나타나는 전기적 신호를 실시간 기록하고 특정 섭식관련 파형에 대해 정량적 분석이 가능한 시스템이다. 미국선녀벌레는 기주범위가 넓고 군서하기 때문에 농작물에 섭식을 통한 직접 피해와 왁스물질과 감로분비를 통한 2차 피해를 줄 가능성이 큰 흡즙성 외래 해충이다. 본 연구에서는 미국선녀벌레의 섭식 특성을 이해하고 피해작물을 예측하기 위한 기초연구로서 EPG를 이용하여 기주식물로 알려진 무궁화를 섭식하는 동안 나타나는 전형적인 섭식파형을 분리하였다(np, Mp1, Mp2, Mp4 Mp4-H, Mp5, Mp5-1, Mp7). np는 구침을 찌르지 않는 상태로 전압수준이 “0”에 가까우며, Mp1은 구침을 식물에 찌름과 동시에 전압이 급격하게 상승되어 섭식활동을 시작하는 파형으로 분리하였다. Mp2는 Mp1 이후 3~5.8V의 전압수준에서 나타나는 불규칙성의 wave 모양의 파형으로 분리하였다. Mp4는 전압수준이 “0”이하로 가장 낮고 진폭이 0.1V 이하의 반복적인 peak가 약 4~5Hz 주기적으로 나오는 특징을 보였다. 특히 Mp4가 진행 중인 가운데 감로를 분비하기 위해 배 끝을 빠르게 여러 번 움직이는 행동을 보이는데 이때 약 0.6V 진폭의 peak 파형을 Mp4-H로 분리하였다. Mp5와 Mp5-1은 전압수준이 약 3V로 높고 아래로 뾰족한 peak가 약 4~6Hz 주기적으로 나타나는데 각각을 진폭의 상대적 크기로 구분하였다. Mp7은 전압수준이 2.5~5V로 높으면서 Mp2와 유사하지만 진폭이 더 낮고 약 0.03Hz 주기로 반복되는 특징을 보였다. 한편, Mp5와 구침의 식물조직 내 위치 관계를 추적한 결과 물관부 섭식활동과 관련이 있을 것으로 추정되었다.

검색어: 미국선녀벌레, EPG, 섭식파형, 구침, 섭식행동

P008

Granulocytes are Master Player of Cellular Immune Responses in Larva of *Protaetia brevitarsis seulensis* (Kolbe)

Hyojung Kwon¹, Kyeongrin Bang¹, Jiae Lee¹, Sejung Hwang¹ and Saeyoull Cho¹

¹Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Science, Environment Friendly Agriculture Center, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

Hemocytes are key players in the immune response against pathogens in insects. However, the hemocyte types and their functions in the white-spotted flower chafers, *Protaetia brevitarsis seulensis* (Kolbe), are not known. In this study, we used various microscopes, molecular probes, and flow cytometric analyses to characterize the hemocytes in *Protaetia brevitarsis seulensis*. we identified the professional phagocytes, granulocytes (GRs), which mediate encapsulation and phagocytosis of pathogens. The GRs were immunologically or morphologically activated and phagocytosed potentially hazardous substances in vivo.

Key words: *Protaetia brevitarsis seulensis*, Granulocytes (GRs), Phagocytosis

P009

Molecular Cloning and Characterization of a Lysozyme cDNA From the Mole Cricket *Gryllotalpa orientalis* (Orthoptera: Gryllotalpidae)

Kyeongrin Bang¹, Hyojung Kwon¹, Minsup Lee¹, Jiae Lee¹,
Sejung Hwang¹ and Saeyoull Cho¹

¹Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Science, Environment Friendly Agriculture Center, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

A full-length lysozyme cDNA from *Gryllotalpa orientalis* was cloned and sequenced. The deduced amino acid sequence of the lysozyme protein was 143 amino acids in length, with a calculated molecular mass of 15.84 kDa and an isoelectric point of 4.74. Sequence motifs, together with alignment and phylogenetic results, confirmed that *G. orientalis* lysozyme belongs to the C (chicken)-type lysozyme family of proteins. The protein sequence of lysozyme from *G. orientalis* showed high identity to that of *Drosophila melanogaster* (51.7%); however, in contrast to *D. melanogaster* lysozyme, *G. orientalis* lysozyme was immune inducible and expressed in a wide range of tissues. Expression of *G. orientalis* lysozyme mRNA was highest at 8 h post-infection and subsequently decreased with time after bacterial infection. We also expressed *G. orientalis* lysozyme protein *in vitro* using the pET expression system. Compared with the negative control, over-expressed *G. orientalis* lysozyme showed antimicrobial activity against Gram-negative bacteria *Escherichia coli* and Gram-positive bacteria *Bacillus subtilis* by radial diffusion assay, with MIC values of 30.3 μ M and 7.55 μ M respectively. These results indicate that *G. orientalis* lysozyme may have stronger antimicrobial activity than other lysozymes against a broad range of microorganisms.

Key words: *Gryllotalpa orientalis*, Lysozyme, Immune, Antimicrobial activity

P010

Maize Field Survey to Select Surrogated Species for Risk Assessment on Non-target Arthropods in Korea

Sue Yeon Lee¹, Seung Tae Kim¹, Jong Kook Jung²,
Jae Seong Im² and Joon-Ho Lee^{1,2}

¹Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

²Entomology program, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Selecting surrogated species is the first step for environmental risk assessment of GM crop on non-target arthropods. To select surrogated species considering the domestic environment, we surveyed the arthropod fauna in five main localities (Changnyeong-gun in Gyeongsangnam-do, Goesan-gun in Chungcheongbuk-do, Gokseong-gun in Jeollanam-do, Hongcheon-gun in Gangwon-do and Hwaseong-si in Gyeonggi-do) in which maize was cultivated with large scale. Maize is one of the main imported GM crop in Korea. Arthropods were surveyed with yellow sticky traps and pitfall traps from May to August with a week interval considering the crop growing season in 2012 and 2013. A total of 135 species of 51 families in 13 orders were identified from the 17,470 arthropods. Six orders (Coleoptera, Araneae, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera and Lepidoptera) were dominant in species richness and three orders (Collembola, Thysanoptera and Diptera) in abundance, representing 84% and 86% of the total, respectively. In the composition of functional guilds, herbivore group was the most dominant followed by predator group occupying 40% and 37% of the total abundance.

Key words: maize, arthropod, community

P011

감귤원에서의 발생세대별 볼록총채벌레 피해증상 구명

황록연, 현재욱

농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장

제주도 감귤원에서 문제가 되고 있는 볼록총채벌레의 세대별 피해증상을 구명하고자 볼록총채벌레 피해가 매해 심각한 수준으로 나타나는 과원을 선정하였다. 감귤꽃이 피기전인 4월부터 감귤 수확기 직전인 11월 상순까지 감귤원에서 월 2회, 무작위로 감귤나무 2주를 선발하여 볼록총채벌레가 통과할수 없는 망사케이지를 씌웠다. 망사케이지를 씌운 과원과 인접한 과원에 황색끈끈이트랩을 설치하고 볼록총채벌레 발생추이를 관찰하였다. 그 결과, 월동세대를 제외한 7세대의 발생최성기를 관찰 할 수 있었으며, 발생최성기의 시기에 따라 각 피해증상 또한 뚜렷한 차이를 나타내었다. 월동세대 경과 후인 2013년 5월 1일에 망사케이지를 씌운 과실의 경우 과경부와 과정부를 중심으로 회백색의 원모양의 식흔이 생기기 시작하였다. 1세대 경과 후인 6월 25일에 망사케이지를 씌운 과실의 경우 회백색의 원모양 식흔이 좀 더 커진 것을 관찰할 수 있었다. 3세대 경과 후인 7월 16일에 망사케이지를 씌운 과실의 경우는 회백색의 원모양 식흔이 갈라지고 그 색 또한 때가 탄 것처럼 선명하지 못했다. 이때부터 회백색의 식흔이 갈색으로 변해가는 것을 관찰 할 수 있었으며 그 주변도 무정형의 갈색 식흔이 생겨 과피상의 피해면적이 커졌다. 또한 회백색의 식흔에 갈색의 반투명한 막을 덮은듯한 피해증상이 나타나기 시작하였다. 4세대와 5세대 경과 후의 피해증상은 3세대와 다른 증상은 나타나지 않았다. 6세대 경과 후인 9월 16일에 망사케이지를 씌운 과실의 경우 갈색의 식흔이 부분적으로 갈라지는 피해증상이 나타났다. 7세대 경과 후인 10월 2일 이후에 망사케이지를 씌운 과실의 경우 갈색의 식흔이 과경부 주변 전체적으로 갈라지며 주변 부분도 말라가는 피해 증상을 나타내었다.

검색어: 볼록총채벌레, 감귤, 피해증상, 세대

P012

Streptomyces atratus YD116 방선균의 소나무재선충에 대한 살선충 활성

이채민¹, 이동운², 임태현^{2,3}, 이상명², 문일성¹

¹국립산림과학원 산림병해충과

²경북대학교 생태환경관광학부

³(주) 삼호유비 농생명과학연구소

소나무재선충에 대하여 살선충 활성을 가지는 친환경 물질을 탐색하기 위하여 생리활성물질 분리율이 높은 방선균을 이용하였다. 방선균은 충북 영동, 충남 태안도, 경북 문경과 상주의 산림에서 채집한 토양으로부터 분리, 배양하여 실험에 이용하였다. 분리한 방선균은 모두 32개이며 방선균 배양여액을 소나무재선충에 직접 노출시켜 48시간 후 소나무재선충의 치사 여부를 조사하였고 방선균이 소나무재선충의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위하여 직접 노출 후 잣빛곰팡이병균 (*Botrytis cinerea*)이 충분히 자란 PDA(potato dextrose agar)에 접종한 후 배양기에서 15일에서 30일 동안 보관 후 소나무재선충의 증식 밀도를 조사하였다. 방선균에 직접 노출시켜 살선충 활성을 알아본 결과 상주 갑장산 지역에서 분리한 5개 방선균 균주의 보정사충률이 100%를 나타내었으며 32개의 방선균 중 21개가 보정사충률이 90% 이상이었다. 증식에 미치는 영향을 알아본 결과 소나무재선충의 증식률이 AM210, SG16, YD116, YD315 균주에서 10% 미만으로 나타났다. 그 중 YD116 균주를 형태적, 분자적으로 동정한 결과 *Streptomyces atratus* YD116이었으며 *S. atratus*에서 분리된 물질들 중 hydrazidomycin과 유사한 hydrazine hydrate 로 실험한 결과 1000ppm에서 97.8%의 보정사충률을 나타내었다.

검색어: 소나무재선충, 방선균, 살선충, *Streptomyces atratus* YD116, hydrazine hydrate

P013

기피식물 주위재배를 통한 배추 벼룩잎벌레 발생 예방효과

한은정¹, 최재필¹, 홍성준¹, 김용기¹, 박종호¹, 심창기¹, 김민정¹, 윤석한²

¹국립농업과학원 유기농업과,

²익산농업기술센터

배추 벼룩잎벌레는 유기배추 재배초기부터 발생하여 잎을 집중적으로 가해하는 해충으로 유기농가에 큰 피해를 주고 있으나 배추 벼룩잎벌레의 친환경적 방제 기술이 부족한 실정이다. 본 연구에서는 벼룩잎벌레 선호 및 기피식물을 배추 주위에 재배하면서 배추 주요해충인 배추좀나방, 벼룩잎벌레, 배추흰나비의 발생밀도를 비교하였다. 선호식물인 얼청갓, 적겨자, 겨자채 재배구와 기피식물인 바질, 레몬밤 재배구를 배추단작구인 대조구와 비교하였다. 2013년 9월 2일 배추와 주위작물 정식 후 9월 16일부터 10월 14일까지 일주일 간격으로 5회에 걸쳐 배추좀나방(성충), 배추벼룩잎벌레(성충), 배추흰나비(유충)의 밀도를 조사한 결과 배추좀나방과 배추흰나비는 처리간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 벼룩잎벌레의 경우, 선호식물인 겨자채, 얼청갓 처리가 배추 단작처리와 유사한 밀도를 보인 반면 적겨자 주위재배 처리는 9월 30일에 배추 단작처리에 비해 2배 이상 많이 발생하였다. 한편 기피식물 주위재배 시에는 배추에서 벼룩잎벌레가 전 작기에 걸쳐 거의 발생하지 않았다. 이는 기피식물을 배추 주위에 재배하는 것이 벼룩잎벌레의 예방효과를 가져올 수 있음을 보여주며, 유기농 배추 재배에서 중요한 기술이 될 것으로 생각된다.

검색어: 레몬밤, 바질, 배추, 배추좀나방, 주위재배

P014

Longevity and Reproduction of *Ostrinia scapularis* (Lepidoptera: Crambidae) Adults on Constant Temperatures

Jin Kyo Jung¹ and Bo Yoon Seo²

¹National Institute of Crop Science, RDA

²National Academy of Agricultural Science, RDA

Several properties related to longevity and reproduction of *O. scapularis* adults were investigated on nine constant temperatures (13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 and 36°C). Thirty mating pairs on each temperature were separately prepared on the emerged days of adults, supplied with distilled water and 10% sucrose solution in small plastic cages, and observed every day. The adults could not produce fertile eggs on 13 and 36°C. The highest mating rate (ca. 47%) was observed on 19°C, and the lowest mating rate (3.3%) on 34°C. The mean longevity of mated female was observed in the range from ca. 9 to 52 days, while that of male was in the range from 10 to 31 days. The mean pre-oviposition period was longest (ca. 16 days) on 16°C and shortest (ca. 3 days) on 31°C. The oviposition period was longest (ca. 16 days) on 19°C and shortest (ca. 3 days) on 34°C. The low fecundity (ca. 22~25 eggs/pair) was observed on 16 and 34°C, while 147~416 eggs per pair were produced in other temperatures. The production pattern of fertile eggs on each temperature was analyzed. Fifty percent of production of fertile eggs was observed most rapidly on 3-day-old female at 28°C. In this study, a few properties of the mated adults were compared to those of the unmated one. Finally a few models were adopted to generalize some properties.

Key words: *Ostrinia scapularis*, adult, constant temperature, longevity, reproduction

P015

Transcriptional Analysis of the Venom Gland in *Cotesia plutellae*

Wook Hyun Cha¹, Chung Ryul Jung¹, YounggyunKim² and Dae-WeonLee¹

¹Department of Biology, Kyungshung University

²Department of Bioresource Science, Andong National University

Cotesia plutellae as an endoparasitoid wasp is the natural enemy against the diamondback moth, *Plutella xylostella*. For successful parasitism of the offspring, the female parasitoid always injects venom with other parasitic factors such as polydnavirus, teratocytes and ovary proteins. These venom products prevent their eggs from host immune system as well as modulate their host. To identify of constituents of venom in relation of host-parasitoid interaction, total RNA of the venom gland were extracted and analyzed with RNA-seq. RNA-seq reveals that 5.5 Gbp were read and approximately 3322 transcripts were identified. The transcripts related to the biological process, cellular components and molecular functions occupied about 20%, 15% and 18%, respectively. Among these transcripts, 301 genes were related to the immune activities such as calreticulin, defensin, phosphatases and serpin etc. These results suggest that some proteins exhibiting biological function related to the immune response can be contribute to the development of wasp in the host.

Key words: *Cotesia plutellae*, venom gland, transcriptome, *Plutella xylostella*

P016

강원지역 고려엉겅퀴, 참당귀, 곰취의 해충종류 및 발생양상

정태성, 문윤기, 이재홍, 이남길, 권순배, 황미란, 김재록

강원도농업기술원 환경농업연구과

고려엉겅퀴, 참당귀, 곰취 등은 재배면적 1,000ha 미만으로 재배되고 있는 소면적 재배작물로 분류되고 있고 강원지역에서는 이러한 소면적 산채 및 약용작물들이 고소득 작물로 농가의 중요한 수입원을 차지하고 있는 경제작물이기도 하다. 그러나 이러한 다양한 산채 및 약용작물들은 농가 집단재배가 이루어지면서 병해충 발생이 증가되고 있어 안전한 농산물을 생산하는 과정에 항상 걸림돌이 되고 있으며, 이 문제를 해결하기 위해선 병해충 발생의 정확한 정보와 피해상황 조사가 필요하다. 따라서 이번 조사는 2013년 강원지역 산채 및 약용작물의 주요 생산지인 평창, 영월, 양구군을 중심으로 고려엉겅퀴 등 3작물에 대한 발생해충의 종류와 발생시기 등에 관하여 조사를 실시하였다.

조사결과, 고려엉겅퀴는 작은멋쟁이나비 등 9종의 해충이 발생되었으며 그 중 우영수염진딧물, 메뚜기류, 명주달팽이의 발생이 많았고 우영수염진딧물은 5월과 9월에 주로 발생되었다. 참당귀는 산호랑나비 등 6종의 해충이 발생되었으며 그 중 애기잎말이나방과 차응애의 발생이 많았고 애기잎말이나방은 7월에 약 15%의 발생주율을 보였으며 화경에는 홍줄노린재, 참콩풍뎅이와 산호랑나비의 유충이 가해하는 것을 볼 수 있었다. 곰취에서는 차응애 등 4종의 해충이 발생되었으며 차응애와 곰취수염진딧물이 6월경에 많이 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

검색어: 소면적작물, 고려엉겅퀴, 참당귀, 곰취, 해충

P017

공정육묘장 환경별 발생 주요 해충 종 및 발생생태

강택준, 김동환, 김형환, 양창열

국립원예특작과학원 원예특작환경과

최근 국내 공정육묘(플러그묘) 보급 확산으로 전용 육묘시설 면적의 급속 증가하고 있고, 이에 따라 재배 면적 및 환경이 다양하여지고 있다. 종자에서부터 육묘 단계까지 병해충 관리체계의 기반 구축을 위한 공정육묘장의 품질평가 기준 설정을 위한 병해충 관리 종합 매뉴얼 개발 필요하다. 이번 조사는 공정육묘장 관리를 위한 병해충 분야 법적체계 기반 조성 및 관련 자료 제공을 위한 기초 조사와 공정육묘 산업 활성을 위한 육묘장의 병해충의 진단 및 방제기술의 개발을 위해서 수행되었다. 2012년부터 논산, 안성, 평택, 밀양 등에 위치한 주요 공정육묘장을 대상으로 육묘장내 재배 환경 및 해충 종류 및 발생 현황을 조사하였다. 육묘장내 발생하는 주요 해충으로는 가루이류, 진딧물류, 총채벌레류, 나방류 등이 주요 해충으로 육묘장내 재배 작물, 주변 식생 및 관리 형태에 따라 많은 차이를 보이고 있었다.

검색어: 공정육묘장, 공정묘(플러그묘), 해충

P018

RAPD 분석을 이용한 콩 씨스트 선충 저항성 유전자 탐색

강현일¹, 은근¹, 박혜리¹, 김동근², 최인수^{1*}

¹부산대학교 식물생명과학과 선충연구센터

²경상북도농업기술원 유기농업연구소

최근 콩 재배지에서 선충 피해가 지속적으로 나타나고 있으며 이는 수량감소와 작·간접적으로 연결되어 있으나 국내 콩 재배품종에서는 씨스트 선충 저항성 품종이 전무한 실정이다. 콩 씨스트선충 저항성 유전자는 양적형질로 알려져 있으며 기 보고된 유전자 외의 씨스트선충 저항성 유전자를 탐색함으로써 콩 씨스트 선충 저항성 품종 구별을 위한 마커개발과 씨스트선충 저항성 콩 품종 육성에 기여하고자 본 연구를 진행하였다. 유전적 다양성 집단의 HG-type 분류를 위하여 사용되는 Lee74를 포함한 지표 8품종을 실험재료로 RAPD 분석을 통하여 저항성 기대 유전자를 선발 분석하였다. 520개의 Operon사의 random primer를 이용하여 다형성을 확인하고 저항성 기대 유전자를 선발하였다. 전체 520개의 primer를 이용하여 2327개의 band를 확인하였고 74(3.1%)개의 다형성 band를 나타내었으며, 콩 씨스트선충 저항성에 기대되는 다형성 band를 16(0.7%)개 선발하여 sequence 분석과 유전자 기능을 탐색하였다. 선발된 band 분석 결과 serine-threonine kinase domain 과 연관된 것으로 나타났으며, 이는 선충 관련 저항성 후보 유전자와 관련된 단백질 구조를 가지고 있어 콩 선충 저항성 유전자로 기대된다.

검색어: 콩, 씨스트선충, 저항성, RAPD, 유전자

*Corresponding author: Tel. 055-350-5504, E-mail. ichoi@pusan.ac.kr

P019

고추 시설재배지 토양 내 선충 밀도 분석 및 종 분류

고영진¹, 강현일¹, 은근¹, 박혜리¹, 허윤정¹, 김동근², 최인수^{1*}

¹부산대학교 식물생명과학과 선충연구센터

²경상북도농업기술원 유기농업연구소

경상남도 밀양시 3개 면 10개 리 71동의 고추 시설재배지에서 토양을 채집, 선충을 분리하여 토양 내 선충의 밀도 분석 및 종 분류를 실시하여 비교하였다. 밀양 지역의 고추 시설재배지는 연작 기간이 짧게는 2년에서 길게는 20년 고추 재배만을 실시한 지역으로 평균 토양 300cm³당 뿌리혹 선충이 48마리로 경제적 피해 수준이 낮은 선충의 경우 심각한 수준이었으며, 검출율은 56%로 기 보고된 타 작물재배지의 검출율보다 높게 나타났다. 지역별 식물기생선충의 밀도는 무안면 중산리, 부북면 덕곡리, 무안면 모로리, 무안면 무안리, 무안면 사포리, 무안면 고라리, 상남면 오산리, 무안면 연상리, 무안면 내진리, 무안면 정곡리 순으로 나타났다. 이 중 1개의 시설재배지 토양에서 토양 300cm³ 당 426마리가 검출되었다. 무안면 고라리 시설재배지에서는 참선충의 밀도가 높게 나타났으며, 무안면 모로리에서는 위축선충류가 발견되었다. 토양의 채취는 1-3월 중 채취한 것으로 생육발달도와 토양온도가 높아지는 6월 중 밀도가 더욱 높아질 것으로 보이며, 식물기생선충에 대한 고추 저항성 품종 개발 및 방제가 시급하다.

검색어: 선충, 시설재배지, 고추, 밀양, 밀도

*Corresponding author: Tel. 055-350-5504, E-mail. ichoi@pusan.ac.kr

Photorhabdus sp. 균주를 이용한 뿌리혹선충 방제효과

구경본¹, 이형철¹, 김소현¹, 양병근²

¹(주) 에코원 기업부설 연구소

²(주) 흙살림 기업부설 연구소

뿌리혹선충(*Meloidogyne* spp.)은 전세계 농업지대에 널리 분포하며 경제적 피해를 끼치는 선충 집단이다. 약 60여종의 뿌리혹선충 중에서 농업상 중요한 종은 *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*와 *M. javanica* 등 4종이다. 식물의 뿌리에 침입한 유충은 생리활성물질을 방출하여 거대세포를 형성하며, 기주의 양분 및 수분 흡수기능을 저하시킨다. 우리나라에서는 땅콩, 들깨, 딸기, 토마토, 작약 등의 채소 작물, 약용작물 및 기타 주요 경제적 작물들이 피해를 받고 있다. 시설하우스에서 재배되는 채소 및 화훼작물 또한 그 피해가 심하지만, 연용 시 높은 독성 및 토양 잔류성, 지하수 오염 등의 문제를 가지는 기존의 살선충제 외에 적절한 방제법이 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 환경에 안전하면서도 효과적인 뿌리혹선충의 방제법 개발에 목적을 두고, 토양으로부터 *Photorhabdus* sp.를 분리·이용하여 식물기생선충에 대한 방제효과를 검증하였다. *Photorhabdus* sp.를 뿌리혹선충, 뿌리썩이선충, 나선선충, 시스트 선충에 처리한 결과 약 90%의 살선충효과를 나타내었다. 실제 뿌리혹선충이 발생한 경북 예천군, 고령군 등의 시설재배 농가에 *Photorhabdus* sp.를 처리한 결과 약 95%의 밀도 감소효과를 나타내었고 뿌리혹 및 난낭 수축 등의 변화가 관찰되었다. 이는 *photorhabdus* sp.를 이용하여 식물기생선충, 혹의 형성, 난 부화율 감소 및 식물의 생리작용 활성화, 각종 토양 장애를 최소화하는 선충 방제제 개발 가능성을 제시한다.

검색어: 뿌리혹선충(*Meloidogyne* spp.), 식물기생선충, *Photorhabdus* sp., 난낭, 살선충효과

P021

경작지 지대에 따른 노지고추의 주요 해충의 발생양상

권오훈^{1,3}, 장길수¹, 전수경¹, 김찬용¹, 박소득², 정희영³, 권태영¹

¹경북농업기술원 영양고추시험장

²경북농업기술원

³경북대학교 농업생명과학대학

최근, 노지재배 고추에서의 담배나방, 총채벌레류, 진딧물류 등 해충에 의한 피해가 점차 증가하고 있다. 하지만, 경작지 지대에 따른 해충 발생소장에 대한 자료가 없어 지대별 해충 방제시기 선정이 어렵고 실제로 농가마다 살충제 처리시기가 제각각인 경우가 대부분이다. 본 연구는 고추 주산지인 경북 영양군 지역에서 해밭이 서로 다른 3개소에 위치한 노지고추 경작지 내의 주요 해충의 발생소장을 조사하여 적합한 방제시기 결정을 위한 자료로 활용하고자 수행하였다. 해충 발생소장 조사는 영양군 영양읍(해밭 250m), 청기면(해밭 350m), 수비면(해밭 450m)에 위치한 노지고추포장에서 2012~2013년에 걸쳐 고추 정식기인 5월부터 9월까지 7일 간격으로 연속 조사하였다. 담배나방은 콘트랩에 유인된 수컷성충의 유살수를 조사하였고, 총채벌레류는 시험포장 내 10m 간격으로 9곳에 설치한 황색평판트랩에 점착된 유살수를 조사하였다. 진딧물류는 시험포장 내에 임의로 25주를 선정한 후, 각 주마다 상위 5엽에 발생한 진딧물류를 조사하였다. 그 결과, 담배나방은 5월 하순경에 최초 발생하여 해밭 250m와 350m 지대에서는 6월 하순, 7월 하순~8월 상순, 8월 하순~9월 상순에, 450m 지대에서는 6월 하순, 8월 상순, 8월 하순~9월 상순에 발생최성기를 나타내어 모두 연중 3차례의 발생최성기를 보였다. 또한, 콘트랩에 유살된 담배나방 성충수는 해밭이 높아질수록 감소하는 경향이였다. 총채벌레류의 경우, 해밭 250m에서는 6월 하순, 7월 하순, 8월 중순~8월 하순에, 350m, 450m에서는 6월 하순, 7월 하순~8월 상순, 8월 하순에 발생최성기를 나타내었다. 진딧물류는 해밭 250m와 350m에서는 6월 하순과 8월 하순~9월 상순, 450m에서는 6월 하순~7월 상순, 8월 하순~9월 상순으로 2차례의 발생최성기를 나타내었다. 이처럼, 해충 발생양상은 경작지 해밭에 따라 다소 차이를 나타냈다. 향후, 해충 방제 실증시험을 통해, 노지고추 경작지 지대에 따른 구체적인 방제처리 적기를 제시하고자 한다.

검색어: 노지고추, 경작지 해밭, 해충, 발생소장

고추 비가림하우스 재배 시 무인방제기를 이용한 총채벌레류 방제효과

권오훈¹, 장길수¹, 전수경¹, 황지은¹, 김찬용¹, 박소득², 권태영¹

¹경북농업기술원 영양고추시험장

²경북농업기술원

최근 고추의 수량을 안정적으로 확보하기 위하여 비가림하우스 재배가 증가하고 있는 추세이다. 하지만, 비가림하우스 재배에서는 노지고추에 비해 해충의 발생 밀도가 높아, 이를 방제하기 위한 노동력 및 방제비용이 많이 들어 재배상의 어려움이 많다. 이에 본 연구에서는 무인방제기(삼영바이오(주), HD-400)를 이용하여 비가림하우스에서 발생하는 총채벌레류의 방제효과를 조사하기 위해 수행하였다. 공시품종은 ‘슈퍼비가림(신젠타 코리아)’으로 하여 영양고추시험장에 위치한 약 375m²(7.5m×50m) 면적의 비가림하우스 3동에서 무인방제기, 동력분무기, 무처리로 나누어 방제효과를 검정하였다. 처리 간 약제부착 효과를 조사하기 위하여 감수지를 비가림하우스 좌측, 중앙, 우측 골의 20m와 40m 지점에 고추의 상위엽과 하위엽에 부착하여, 6월 24일과 7월 24일 두 차례 살포하였다. 또한 방제효과를 조사하기 위하여 약제 살포 후 1, 5, 7일 차에 처리별로 총채벌레류의 발생밀도를 조사하였다. 총채벌레류 방제약제의 살포량은 동력분무기에서 약 120 L 가 소요되었지만 무인방제기는 약 5~10 L 가 소요되었다. 동력분무기의 감수지 부착지수(1~10)는 5~10으로 약제 부착이 불균일하였지만, 무인방제기는 9.5~10으로 동력분무기에 비해 균일하고 높은 부착효과를 보였다. 그리고 무인방제기의 총채벌레류 방제가는 96.6~99.1%로 94%인 동력분무기 보다 방제가가 높게 나타났다. 이런 결과로 무인방제기는 비가림하우스에서 발생하는 총채벌레류의 방제에 효과적인 것으로 판단된다.

검색어: 고추, 비가림하우스, 무인방제기, 총채벌레류, 방제효과

P023

수출용 딸기재배단지에서의 해충발생 양상

권혜리, 류태희, 고나연, 강찬영, 정유빈, 서미자, 유용만, 운영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

딸기수출량이 지속적으로 증가하는 추세에 따라 딸기수출재배단지에서 발생하는 해충의 분포를 파악하여 방제에 활용하고자 조사를 수행하였다. 2012년부터 2013년에 걸쳐 2년 동안, 경상남도 진주시 수곡면에 위치한 딸기수출재배단지 내의 20농가(토경재배 15농가, 양액재배 5농가)와 육묘장 2농가를 선정하여 딸기 재배기간 동안 매 2주 간격으로 점박이응애, 진딧물류, 작은뿌리파리 등의 발생양상을 조사하였다. 재배방법에 따른 해충발생의 차이는 뚜렷하지 않았고, 육묘장에서 작은뿌리파리가 비교적 많이 발생하였다. 2012년에는 점박이응애, 2013년에는 작은뿌리파리가 주요 해충으로 대두되었다. 작은뿌리파리는 blue sticky trap보다 yellow sticky trap에서 더 많이 채집되었다. 진딧물류 중에서는 목화진딧물이 우점종으로 나타났고, 총채벌레는 거의 관찰되지 않았다. 따라서 딸기수출재배단지에서는 점박이응애, 진딧물류는 천적을 활용하고, 작은뿌리파리는 yellow sticky trap을 이용한 친환경적방제법을 적용하는 것이 효율적일 것이라 사료된다.

검색어: 딸기수출재배단지, 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch),
진딧물류(Aphids), 작은뿌리파리(*Bradysia difformis*)

P024

Insulin-like Peptide Plays a Role in Down-regulation of Plasma Trehalose Level in the Diamondback Moth, *Plutella xylostella*

Soyeon keum and Yonggyun Kim *

Department of Plant Medicals, College of Natural Sciences, Andong National University,
Andong 760-749, Republic of Korea

Insulin in vertebrates plays a crucial role in maintaining homeostasis of blood sugar level. Insulin-like peptide (ILP) has been identified in insects, such as *Drosophila melanogaster* and *Aedes aegypti*. Plasma sugars and polyols of the diamondback moth, *Plutella xylostella* were separated by a Bio-LC. Among seven peaks, trehalose was the most predominant blood sugar and maintained at approximately 3.5 mM in the larval plasma. However, the feeding activity affected the plasma trehalose level, in which starvation significantly up-regulated the trehalose level. Analysis of ILP expression upon feeding indicated that feeding stimulated the gene expression of ILP. Interestingly, an injection of a vertebrate insulin significantly suppressed the hypertrehalosemia induced by starvation. These results suggest that ILP is an endocrine signal to down-regulate the plasma trehalose level in *P. xylostella*.

Key words: insulin, trehalose, *Plutella xylostella*

P025

유기과수 병해충 방제현황 및 식물추출물의 주요성분과 꼬마배나무이 방제효과

김도익, 고숙주, 최덕수, 마경철, 김현우, 김상수¹

전라남도농업기술원 친환경연구소
¹순천대학교 생명산업과학대학 식물 의학과

식물추출물 민간 및 유기재배농가 활용 사례 조사 결과, 배 유기재배지에서 병해충 방제는 13~20회 정도 이루어 졌으며 초기에는 기계유유제, 후기 나방 방제는 페로몬과 식물추출물, 시판자재, 병해 방제는 황을 이용하였고 지역에 따라 발생하는 해충이 달랐으나 풍뎅이, 방패벌레등의 방제가 필요로 하였다. 유기 단감은 석회황과 유아등, 식물추출물을 이용하고 있으며 탄저병과 감꼭지나방의 방제가 필요하였다. 포도에는 갈색무늬병과 흰가루병, 애매미충이 문제가 되었으며 경북지역은 포도유리나방, 호랑하늘소, 박각시나방 방제가 필요하였다.

병 방제를 위한 식물은 개오동, 필발, 편백, 뱀도랏 등이며, 나방은 고비, 무화과, 페루파리, 페튜니나, 진딧물은 월계수, 명아주, 란타나, 응애는 치자, 피라칸다, 투구꽃 등으로 나타났다.

배 과수원의 꼬마배나무이에 대한 방제효과를 확인한 결과 5일 간격으로 3회 살포시 은행, 때죽, 마늘, 할미꽃뿌리, 규산+토착미생물의 처리가 80.6%로 밀도를 억제할 수 있었다.

검색어: 유기과수, 식물추출물, 식물추출 성분, 꼬마배나무이

P026

고추에서 파리허리노린재
[*Acanthocoris sordidus* Thunberg]의 작물내 분포
[Within-plant Distribution of *Acanthocoris sordidus*
Thunberg in Pepper Plant]

김동목, 김은목, 모하마드 뷰야인, 임언택

(Dongmok Kim, Eunmok Kim, Mohammad M.H. Bhuyain and Un Taek Lim)
안동대학교 생명자원과학과(BK21⁺)

파리허리노린재[*Acanthocoris sordidus* Thunberg (Hemiptera: Coreidae)]는 대만, 일본, 한국에 분포하며 고추, 가지 등의 가지과 식물의 주요 해충이다. 고추에서 파리허리노린재에 의한 주요 피해 부위를 알기 위해 작물내 분포를 조사하였다. 두 개의 무방제 시험포장에서 각각 8, 9월에 작물의 높이를 상부, 중부, 하부로 나누어 육안 조사한 결과 작물의 상부에서 노린재(알, 약충, 성충)의 76~89%가 분포하였다. 고추 작물의 부위별 분포는 줄기에서 71~85%로 가장 높았다. 발육단계별로는 알의 100%가 잎에서, 성충의 88%가 줄기에서 발견 되어 파리허리노린재 성충은 고추의 상단부 줄기에서 가장 많이 분포하고, 고추 과실에서는 거의 발견되지 않았다.

검색어: 허리노린재과, 공간분포, 가지과

P027

충북지역 시설포도원에서 이마점애매미충(*Arboridia maculifrons*)의 발생양상 및 친환경농자재 방제 효과

김선국¹, 이석호¹, 이윤상¹, 김승덕¹, 홍의연¹, 김길하²

¹충청북도농업기술원 포도연구소

²충북대학교 식물외학과

이마점애매미충(*Arboridia maculifrons*)은 포도 신초가 성장하는 초기부터 엽육을 흡즙하여 광합성 효율을 크게 저하시켜 포도의 당·산도 축적 불량, 착색지연, 조기낙엽, 배설물에 의한 그을음병 유발 및 동해저항성을 악화시키는 등 시설 포도원에서 문제가 되고 있는 대표적 미소해충 중의 하나이다. 보통 포도잎의 광합성은 $10.5 \pm 0.46 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도를 보이거나 엽당 25~30마리 발생 시 14일차에 $5.0 \pm 1.60 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 무처리 대비 50% 이하로 광합성량이 떨어지는 경향을 보여 발생밀도에 따른 방제시기 설정이 필요한 해충이며 친환경포도원에서 주요 관리대상이 되고 있다.

충북지역 무가온 시설포도원에서 이마점애매미충은 5월상·중순부터 10월 중·하순까지 4~5회 발생하며 6월중하순과 7월하순~8월상순 및 9월하순 발생 피크를 보였으며, 주로 시설에서는 잡초와 낙엽, 부직포 속에서 성충으로 월동한다. 이마점애매미충 대한 실내 살충효과와 포장 방제효과를 조사하였다. 식물추출물이 주로 포함된 17종 친환경농자재를 이용하여 약충과 성충에 대한 살충효과를 조사한 결과 고삼+멸구슬+양명아주를 혼합한 식물추출물 등 6종에서 24시간 이내에 100% 살충효과를 보였으며, 포장 방제효과에서도 7일차까지 90% 이상 방제효과를 보여 우수한 효과를 나타내었다.

검색어: 이마점애매미충, 포도, 피해, 광합성, 방제효과

화살까지벌레 암컷의 정착행동이 포식자로부터의 공격회피에 미치는 영향

김용근, 장용석, 권순화, 현진아, 오성오, 김상희, 김동순*

제주대학교 생명자원과학대학

화살까지벌레(*Unaspis Yanonensis* (Kuwana))는 노린재목 깍지벌레과(Diaspididae)에 속하는 곤충으로 감귤의 중요한 해충으로 알려져 있다. 본 연구는 화살까지벌레 암컷의 정착행동이 포식자로부터 공격회피에 미치는 영향을 구명하기 위하여 감귤원에서 성충을 채집 후 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 자연 포장상태에서의 암컷 성충의 중복정착 정도를 조사한 결과 독립정착율은 92.1%, 중복 정착율은 7.9%를 나타냈으며, 중복정착의 형성은 잎 내 암수의 밀도와 큰 관계가 없었다. 자연 포장상태에서 애홍점무당벌레의 공격을 당한 화살까지벌레 암컷 성충은 평균 4.95%이었으며, 중복정착 암컷 성충이 단독 정착한 암컷 성충들보다 포식을 당하는 비율이 평균 11.96%로 유의하게 높았다. 또한, 화살까지벌레 수컷의 군집내부에 정착한 암컷 성충은 애홍점무당벌레로부터 공격을 받은 비율이 0.7%로 수컷 군집외부에 정착한 암컷 성충의 4.3% 보다 유의하게 낮았다. 종합하여 판단할 때 화살까지벌레 수컷의 군집형성 정착행동은 천적으로부터 암컷 성충을 보호하여 종속보존을 위한 생태적 기작과 관련된 것으로 판단되었다. (* Corresponding Author : dongsoonkim@jejunu.ac.kr)

검색어: 화살까지벌레, 감귤, 정착행동, 공격회피

P029

모션 트래킹 기술을 이용한 화살까지벌레 부화 약충이 감귤 잎에서의 정착행동 연구

김용근, 장용석, 권순화, 현진아, 오성오, 김상희, 김동순*

제주대학교 생명자원과학대학

화살까지벌레(*Unaspis Yanonensis* (Kuwana))는 노린재목 깍지벌레과(Diaspididae)에 속하는 곤충으로 감귤의 중요한 해충으로 알려져 있다. 본 연구는 화살까지벌레 부화 약충이 감귤 잎에서의 정착행동을 구명하기 위하여 모션트래킹 기술을 이용하였고 다음과 같은 결과를 얻었다. 화살까지벌레 수컷 약충은 정착 군집내에서 일정한 방향성을 보였는데 좌우 30° 범위 내에서 86.1 %의 약충이 정착하였다. T-제곱표본조사법을 이용하여 수컷 정착군집분 내 개체들의 분포양식을 분석하였다. 수컷 약충의 최인접 개체와의 평균거리는 0.45 mm 이었다. 공간분포양상을 나타내는 C-지수값(Index of spatial pattern)은 0.58을 보였고, C=0.5와 같다는 귀무가설의 통계검정 결과 유의성이 인정되어 집중분포로 나타났다. 분산지수 I-지수값(Distance index of dispersion)은 2.29를 보였고, 2.0과 같은지 통계 검정한 결과 임의분포(random)로 나타났다. 모션 경로 추적 기술(Motion tracking technology)을 이용한 약충의 이동경로를 분석하였다. 수컷 약충의 이동경로는 암컷 성충과 기존 정착 약충 근처에서 좁게 움직이며 회전하는 특성을 보였고, 암컷 약충은 잎 경계면의 영향을 받으며 직선적인 이동경로를 나타냈다. 수컷은 암컷보다 90° 이상 회전 각도 및 기정착된 부화 약충과의 접촉횟수가 훨씬 많았으며, 이미 정착된 수컷 약충이 2마리 이하일 때 새로 나온 부화 약충의 정착까지의 시간이 유의하게 증가하였다. 암컷 어미성충에서 새로 나온 수컷 부화 약충이 정착 직전 최후로 접촉한 약충 개체를 기준으로 했을 때 새로 정착한 약충의 정착각도는 평균 11.4°로 정착각도의 방향성이 일치했다.

검색어: 화살까지벌레, 감귤, 정착행동, 모션트래킹

*Corresponding Author: dongsoonkim@jejunu.ac.kr

점박이응애의 발육단계에 따른 감마선 감수성 평가

김준현¹, 정순오¹, 장신애², 박정규¹

¹경상대학교 응용생명과학부(BK21+)

²경상대학교 농업생명과학연구원

점박이응애는 배를 비롯한 과실, 채소류 및 화훼류등에 문제시 되는 주요 해충 중의 하나이다. 배 및 채소류의 수출입 검역시 주로 메틸브로마이드 (MeBr)를 이용하여 훈증하고 있으나, MeBr의 사용이 규제됨에 따라 이를 대체할 살충 개발이 필요하다. 이에, 본 실험에서는 MeBr를 대체할 살충 기법으로 감마선을 이용하여 점박이응애의 발육 정도와 생식 활성에 미치는 영향을 조사하여, 추후 감마선 사용에 대한 가이드라인을 제시하고자 본 연구를 수행하였다. 조사된 감마선 선량은 50, 100, 200, 300, 400 Gy이었으며, 점박이응애의 산란 후 24 h, 48 h, 72 h, 98 h이 내의 알의 부화율 및 성충의 감마선 조사후 생존율, 평균 산란수, F₁의 부화율을 조사하였다. 그 결과, 24 h, 48 h, 72 h, 98 h이내의 알의 부화율을 99% 저해하는 선량 (ED₉₉)은 각각 117.7, 93.3, 313.4, 2161.8 Gy로 산란후 일수가 경과함에 따라 증가하였다. 성충에 감마선을 조사하였을 때, 감마선 조사 1일 후 사충율은 3-6%이었으며, 평균 일일 산란수는 4.4-5.1개로 감마선 선량에 의한 영향은 없었다. 그러나 F₁의 부화율은 선량이 증가함에 따라 감소하여 400 Gy에서 부화는 완전 억제되었고, ED₉₉값은 161.7 Gy였다.

검색어: 점박이응애, 감마선, ED₉₉, 메틸브로마이드

수수 왕담배나방 성충의 발생소장 및 요방제수준

김현주¹, 배순도¹, 윤영남¹, Bishwo P Mainali¹, 오인석¹, 박정규²

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부 잡곡과

²국립경상대학교 대학원 응용생명과학부

2010년부터 2013년까지 제주, 밀양, 원주의 잡곡포장에 왕담배나방 성페로몬트랩을 설치하여 4월부터 10월까지 유인량을 조사하였다. 지역간 왕담배나방의 평균 발생량은 제주에서 총 329마리로 밀양 및 원주보다 각각 0.5배 및 4.7배 많았다. 왕담배나방의 발생최성기는 지역별 차이가 매우 심하였는데, 제주는 7월 상순~9월 상순, 밀양은 7월 하순~9월 중순, 원주는 8월 중순~9월 중순까지로 나타났다. 유효적산온도에 따른 성충의 연간 발생 세대수는 제주 및 밀양이 4세대, 원주가 3세대였다. 1세대 초발생시기는 제주, 밀양, 원주가 각각 5월 3일, 5월 9일, 5월 12일로 제주에서 가장 빨랐다. 반면 2세대는 제주, 밀양, 원주가 각각 7월 11일, 7월 8일, 7월 11일로 밀양에서 가장 빨랐고, 3세대도 제주, 밀양, 원주에서 각각 8월 21일, 8월 18일, 8월 22일로 밀양에서 가장 빨랐다. 4세대는 제주 및 밀양에서 각각 10월 14일, 10월 9일이었다. 왕담배나방 유충의 수수종실 섭식량은 3령, 4령, 5령, 6령에서 각각 5.4개, 12.7개, 31.9개 및 54.2개로 령기가 증가할수록 섭식량도 증가하였다. 왕담배나방 2~3령 유충에 의한 수수 이삭의 피해율은 출수기가 이삭당 유충 1마리 발생시 32.5%, 2마리 62.2%, 3마리 80.8%, 4마리 91.8% 이었고, 개화기는 1마리 21.7%, 2마리 39.8%, 3마리 61.5%, 4마리 80.4% 이었다. 그리고 등숙기는 1마리 10.9%, 2마리 18.6%, 3마리 29.3%, 4마리 46.4% 이었다. 수수 생육단계와 왕담배나방 유충의 발생밀도에 따른 수수의 수량 감소율과의 관계식은 출수기 $Y = 23.278X + 6.744$, $R^2 = 0.9636$, 개화기 $Y = 20.197X - 0.0712$, $R^2 = 0.999$, 등숙기 $Y = 11.343X - 1.1201$, $R^2 = 0.9807$ 이었다. 이 관계식을 이용하여 수수포장의 왕담배나방 유충에 대한 요방제 밀도 (5% 수량감소율)를 산출한 결과, 20이삭당 출수기는 1.4마리, 개화기는 5.0마리, 등숙기는 10.8마리였다.

검색어: 수수, 왕담배나방, 발생, 요방제

참깨 왕담배나방 피해정도 및 요방제수준

김현주¹, 배순도¹, 윤영남¹, Bishwo P Mainali¹, 오인석¹, 박정규²

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부 잡곡과

²국립경상대학교 대학원 응용생명과학부

왕담배나방 유충은 참깨의 꼬투리를 직접 갉아 먹거나 줄기를 부러뜨려 신초생장을 억제함으로써 수량을 감소시킬 뿐 아니라 종실의 품질도 떨어뜨린다. 2013년에 밀양, 의령, 안동의 노지 및 시설참깨 포장에서 왕담배나방에 의한 참깨의 피해율을 조사한 결과, 밀양, 의령, 안동에서 참깨 꼬투리의 피해율은 각각 노지재배에서 6.2, 11.7, 7.2%였고, 시설재배에서 14.2, 11.9, 4.6%였다. 노지참깨 포장에서 왕담배나방에 대한 요방제 수준을 설정하기 위하여 참깨 줄기의 하부 10~12마디에 꼬투리가 맺히는 시기와 하부 20~22마디에 꼬투리가 맺히는 시기에 왕담배나방 3령 유충을 주당 0, 1, 2, 3, 4마리씩 20일간 접종하여 왕담배나방에 의한 수량 감소율과 수량감소율 관련 관계식을 산출하였고, 이 산출식을 이용하여 5%의 수량감소율을 기준으로 요방제 수준을 설정하였다. 줄기하부 10~12마디에 꼬투리가 맺히는 시기에 왕담배나방의 유충밀도가 주당 1, 2, 3, 4마리일 때 수량감소율은 각각 13.5, 23.0, 33.8, 40.2%였다. 그리고 줄기하부 20~22마디에 꼬투리가 맺히는 시기에는 각각 4.1, 10.7, 19.5, 29.5%였다. 참깨 생육단계와 왕담배나방의 유충밀도에 따른 수량 감소율과의 관계식은 하부 10~12마디에 꼬투리가 맺히는 시기가 $Y = 10.07x + 1.96$, $R^2 = 0.9867$, 하부 20~22마디에 꼬투리가 맺히는 시기가 $Y = 7.44X - 2.12$, $R^2 = 0.975$ 이었다. 이 관계식을 이용하여 참깨포장에서 왕담배나방 유충의 요방제 밀도 (5% 수량감소율 기준)를 산출한 결과, 하부 10~12마디에 꼬투리가 맺히는 시기에는 10주당 3마리, 하부 20~22마디에 꼬투리가 맺히는 시기는 10주당 10마리였다.

검색어: 참깨, 왕담배나방, 피해, 요방제

P033

Preventive Pest Management Using Field Borders and Companion Plants for Organic Farming

Minho Lee, Byungmo Lee, Eun Jung Han, Jong-Ho Park, Sang-Beom Lee, Kwang-Lai Park and Jin-Ho Kim

Organic Agriculture Division, National Academy of Agricultural Science (NAAS), RDA, Korea

Materials are limited for pest control and chemical pesticides are prohibited in organic farming. Thus, the concept of pest control may not be effective for pest management in organic farm. As an alternative approach, landscape management is potentially effective and useful approach for preventing pathogen and insect pests in organic farm. It is needed to develop best practices utilizing functional biodiversity for pest management through landscape management. For this purpose, we investigated the effect of companion plants on species richness of insect pests and natural enemies in the field border area and in the crop plants (rice and soybean). In rice paddy fields, *Lysimachiae foenum-graecum*, *Saururus chinensis* were selected as effective companion plants on the paddy field levee for conserving Arachnidae as natural enemy and density suppression of insect pest such as *Lissorhophotrus oryzophilus*, *Riptortus clavatus*. As a result, damage rate of rice plant by insect pests was significantly lower (2.5 %) and yield rate of healthy grains was significantly higher (8.7%) than control. In soybean fields, Marigold plants such as *Tagetes patula*, *T. officinalis*, increased Arthropod species richness and ratio of natural enemy group, and decreased ratio of insect pest group. As a result, yield (weight of 100 seeds) of healthy soybean was significantly increased (2.5%) than control. The 2nd infection rate from damage by *R. clavatus* was significantly lower in the treated plot than that in control. Thus, yield rates of healthy soybean in the control and the companion plant-treated plot were 79.0% and 84.3%, respectively, compared to conventional farming using chemical pesticides. Therefore, use of companion plants on field border was an effective practices for preventing pest insects and increasing yield in organic farming.

Key words: Preventive pest management, Organic farming, Functional biodiversity, Companion plant, Field border

P034

호남지역 시설재배작물 뿌리혹선충 발생현황

마경철, 최덕수, 고숙주, 김도익, 김현우, 김상수¹

전라남도농업기술원 연구개발국
¹순천대학교 생명산업과학대학 식물의학과

국내 시설과채류재배는 박과와 가지과를 중심으로 꾸준히 증가하고 있으나 재배연한이 경과함에 따라 연작장해 발생 등 어려움을 겪고 있다. 연작장해 요인 중 하나인 뿌리혹선충은 작물의 수량감소와 품질을 저하시키는 세계적인 문제 해충으로 방제가 매우 어렵고 특히 시설재배에서 심각한 피해를 입히고 있다.

현재 참외 등 국내 시설과채류재배에서 뿌리혹선충의 피해가 확산되고 있어 발생분포지역의 정밀조사와 방제대책수립이 시급하다. 따라서 지역별·작물별 발생분포를 D/B화하여 윤작작물, 저항성품종선발 등 방제자료로 활용하고자 2013년 3월부터 10월까지 전라남북도 주요 시설재배지에서 박과 5종 207점, 가지과 3종 82점, 장미과 1종 6점, 뽕나무과 1종 9점, 아열대작물 10종 30점, 기타작물 13점 등 총 347점을 조사하였다. 조사결과 전체적으로 37.5% 포장에 뿌리혹선충에 감염되었는데, 박과 30.4%, 가지과 42.7%, 뽕나무과 55.6%, 아열대작물 60.0%, 기타작물 46.2%가 감염되었다. 또한 PCR을 이용하여 종을 동정한 결과 4종의 뿌리혹선충이 조사되었고 *M. incognita* > *M. arenaria* > *M. hapla* 순이었다. *M. javanica*는 열대시금치 1개 포장에서만 검출되었고 유충밀도가 4,536마리/100cm³로 매우 높아 식물체가 고사하였으며 앞으로 추가적인 조사가 진행될 예정이다.

검색어: 뿌리혹선충, 시설재배작물, PCR

P035

감초 노지재배지의 어리발톱잎벌레 피해 보고

박현로, 류영현, 김동근, 박소득

경상북도농업기술원

경북 의성 유기농업연구소 감초시험포장에서 값아 먹힌 감초 잎의 식흔 주변이 갈변하여 낙엽화 되는 원인을 알아본 결과 어리발톱잎벌레(*Monolepta shirozui* Kimoto)에 의한 피해로 구명되었다. 일반적으로 어리발톱잎벌레는 때죽나무 잎을 가해하는 산림해충으로 알려져 있으나 이번 조사에서 층층나무를 가해하는 것으로 확인되었으며, 또한 감초를 가해하는 잠재 농업해충으로 처음 밝혀졌다. 2012년 8월 상순경에 10a의 감초포장에서 발생한 어리발톱잎벌레는 9월 중하순 이후까지 피해를 끼치는 것으로 조사되었다. 특히 8월 하순경에는 10엽당 8.6마리 발생으로 최성기 밀도를 보였으며, 피해엽율은 전체 포장의 70%정도를 차지하여 감초 생산량에 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 감초포장의 피해 원인은 어리발톱잎벌레가 태풍의 영향으로 새로운 대체 기주식물인 감초 포장에 대량 유입되었기 때문으로 생각되며, 이러한 피해상황을 고려할 때 어리발톱잎벌레가 감초의 돌발해충으로 추정된다.

검색어: 감초, 어리발톱잎벌레, 농업해충, 피해엽율, 돌발해충

P036

국내 저장마늘에서 마늘혹응애 발생현황

안기수¹, 정재현¹, 김기현¹, 윤철구¹, 이상영¹, 김길하²

¹충청북도농업기술원 마늘연구소

²충북대학교

마늘혹응애(*Aceria tulipae* (Keifer))(Acari: Eriophyidae)는 마늘의 인편을 가해하는 해충으로 몸길이가 250 μ m, 체폭은 45 μ m로 크기가 매우 작아 피해를 확인하기가 매우 어렵다. 최근 친환경농업의 확산으로 마늘혹응애의 피해는 더욱 증가하는 경향을 보여, 마늘 주산단지를 중심으로 마늘혹응애 발생밀도를 조사하였다. 마늘 주산단지인 충북의 단양, 증평, 경북의 영천, 의성, 군위, 경남의 합천, 그리고 전남의 해남, 고흥지역에서 5농가 이상씩 총 56농가의 마늘을 조사한 결과, 마늘혹응애 발생농가는 39농가로 69.6%의 발생을 보였다. 토양별 발생비율은 밭토양에서 생산된 마늘은 97.1%, 논토양에서 생산된 마늘은 27.3%의 발생을 보였다. 생태형별 마늘혹응애 발생조사에서 난지형마늘이 50.0%, 한지형마늘이 71.4%의 발생을 보였는데, 이는 생태형에 따른 차이보다는 난지형마늘에서 논 재배를 많이 한 차이로 보인다. “마늘에 가장 크게 피해를 주는 병해충이 무엇인가”라는 설문조사에서는 마늘혹응애라고 답한 농가가 3.8%를 보였다. 마늘혹응애에 대한 농민들의 피해에 대한 인식은 매우 낮은 것으로 나타났다.

검색어: 마늘, 마늘혹응애, *Aceria tulipae*, 발생

P037

Comparative Whole Genome Transcriptome Analysis of Rice Stripe Virus Viruliferous and Non Viruliferous Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus*

Saes Byeol An¹, Jae Young Choi², Seok Hee Lee¹, Ying Fang¹, Jong Hoon Kim¹,
Seung Hee Lee¹, Shin Sang Woon², Woo Jin Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Rice stripe virus (RSV) is one of the serious plant pathogenic viruses for rice and mediated by small brown planthopper, *Laodelphax striatellus*. So far, the studies have been mainly focused on the interaction between the host plant and the virus. In this study, for better comprehension of the interactions among Rice stripe virus, rice and small brown planthopper, transcriptomes of the RSV-viruliferous (RVLS) and non-viruliferous *L. striatellus* (NVLS) were comparatively analysed. For this, non-viruliferous *L. striatellus* were collected from non-infected rice field and fed RSV-infected rice for 5 days. With the RNAs prepared from the RSV-viruliferous and the non-viruliferous small brown planthoppers, we conducted Illumina RNA sequencing (Hiseq 2000) and then two transcriptome databases were generated from RVLS and NVLS, respectively. The transcriptome of RVLS and NVLS were compared to figure out how the gene expression of the insects affected by Rice Stripe Virus. RSV-dependently regulated genes analysed from this study may have important functions in the transmission and replication of RSV.

Key words: Rice stripe virus (RSV), Small brown planthopper (*Laodelphax striatellus*), transcriptome analysis

P038

Identification of the Female-Produced Sex Pheromone of the Plant Bug *Apolygus spinolae*

Chang Yeol Yang¹, Junheon Kim², Seung-Joon Ahn¹,
Dong-Hwan Kim¹ and Myoung Rae Cho¹

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration

²Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University

Apolygus spinolae (Meyer-Dür) (Heteroptera: Miridae) is an important pest of fruit and tea trees in Korea and Japan. Analyses of extracts of metathoracic scent glands revealed that those of female bugs contained hexyl butyrate, (*E*)-2-hexenyl butyrate, and (*E*)-4-oxo-2-hexenal in a ratio of 20:100:7. The glands of males contained the same three compounds, but the ratio of the components was quite different, with hexyl butyrate being the most abundant. Field trapping tests with various blends of the synthetic compounds dispensed from high-density polyethylene tubes showed that (*E*)-2-hexenyl butyrate and (*E*)-4-oxo-2-hexenal were essential for attraction of male *A. spinolae*, and catches with a wide range of ratios of these two compounds did not differ significantly. However, adding hexyl butyrate at 50 % or more of the (*E*)-2-hexenyl butyrate to the binary blend strongly inhibited attraction of males. Trap catches increased with increasing amounts of a 10:1 blend of (*E*)-2-hexenyl butyrate and (*E*)-4-oxo-2-hexenal from 0.011 to 11 mg loaded into the tube. Catches of males in traps baited with lures containing 1.1 mg of the binary blend were not significantly different from catches in traps baited with live virgin females.

Key words: *Apolygus spinolae*, Miridae, sex pheromone, (*E*)-2-hexenyl butyrate, (*E*)-4-oxo-2-hexenal, Heteroptera

P039

Comparative Transcriptome Analysis of Queen, Worker, and Larva of Asian Honeybee, *Apis cerana*

Seok Hee Lee¹, Sang Woon Shin¹, Saes Byeol An¹, Fang Ying¹, Jong Hoon Kim¹,
Seung Hee Lee¹, Jae Young Choi², Woo Jin Kim¹ and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

The Asian honeybee, *Apis cerana*, is a native honeybee species in Korea which is important in agriculture for pollination and honey production. For better understanding of the physiology of *A. cerana*, high-throughput Illumina transcriptome sequencing was performed to analyze the gene expression profiles of queen, worker and larva. A total of 219,799,682 clean reads corresponding to 22.2Gb of nucleotide sequences was obtained from the whole body total RNA samples. The *Apis mellifera* reference mRNA sequence database was used to measure the gene expression level with Bowtie2 and eXpress software and the Illumina short reads were mapped to 11,459 out of 11,736 *A. mellifera* reference genes. Total of 9,221 genes with FPKM value greater than 5 of each sample group were subjected to evolutionary genealogy of genes: Non-supervised Orthologous Groups (eggNOG) with BLASTX for gene ontology analysis. The differential gene expression between queen and worker, and worker and larva were analyzed to screen the overexpressed genes in each sample group. In the queen and worker sample group, total of 1,766 genes were differentially expressed with 887 and 879 genes overexpressed over two folds in queen and worker, respectively. In the worker and larva sample group, total of 1,410 genes were differentially expressed with 1,009 and 401 genes overexpressed over two folds in worker and larva, respectively.

Key words: *Apis cerana*, Caste, Developmental stage, Illumina, Transcriptome

P040

화성, 안성, 천안지역 시설포도원에서의 응애류 발생 소장

이선경, 임재성, 정종국, 손병인, 이효석, 이준호

서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

포도의 시설재배가 증가함에 따라 강우 등 물리적 사망 요인의 차단으로 인해 응애류나 총채벌레류와 같은 미소해충의 발생이 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 본 연구는 시설포도원 응애류의 발생 소장 조사를 통해 해충 종합관리 체계 구축에 필요한 정보를 제공하기 위하여 수행하였다. 화성, 안성, 천안 지역 18농가를 대상으로 2013년 4월~9월 동안 2주 간격으로 총 11회 조사를 실시하였다. 각 농가 당 15잎을 무작위로 채취하여 연구실로 운반 후, washing & seiving 방법을 이용하여 잎에서 응애류를 분리한 후, 종 동정 및 각 종의 개체수를 계수하였다. 그 결과 총 10종 22,208개체의 응애류를 확인하였다. 종 구성은 지역 간, 시설종류에 따른 차이는 없었으며, 잎응애류인 포도녹응애(*Calepitrimerus vitis*)와 점박이응애(*Tetranychus urticae*), 그리고 포식성응애류인 긴꼬리이리응애(*Neoseiulus efarai*)가 우점종으로 나타났다. 발생밀도는 화성지역이 안성과 천안지역보다 약 30배 높아 지역 간 차이를 보였는데, 이는 포도녹응애가 화성지역에서 높은 밀도로 나타났기 때문인 것으로 생각된다. 우점 응애류의 월별 발생밀도 분석 결과, 포도녹응애는 농가별 차이는 있었지만 4월~6월까지 낮은 밀도를 유지하다 7월 중순 이후 증가하였고 9월 이후부터 감소하는 추세를 보였다. 점박이응애는 몇몇 농가에서 수확시기 이후(8월말~9월) 밀도 증가를 보였으나 월별 발생 밀도의 변동은 농가별로 달랐으며, 긴꼬리이리응애는 대부분의 농가에서 후반기로 갈수록 밀도가 증가하는 경향성을 보였다.

검색어: 미소해충, 포도녹응애, 점박이응애, 긴꼬리이리응애, 해충종합관리

P041

Detoxification Enzymes Activities to Five Acaricide-resistant Strains of the Two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch

Seon-Woo Lee, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant medicine, Chungbuk National University

The detoxification enzymes activities were investigated to *Tetranychus urticae* Koch using five acaricide-resistant strains. Activities of detoxification enzymes which are glutathione S-transferase (GST), general esterases (α -naphthyl acetate and β -naphthyl acetate), and cytochrome C oxidase were determined to each resistant strain mite. Acequinocyl-resistant strain and bifenthrin-resistant strain of *T. urticae* were showed 2.1 folds and 1.6 folds higher relative activity (RA) level of GST than susceptible strain. Other three resistant strain mites were not significant different to susceptible strain mite. General esterases and cytochrome C oxidase were not significant to all the strain of *T. urticae*. Acaricidal activities of acequinocyl-resistant strain and bifenthrin-resistant strain of *T. urticae* showed cross-resistant both acequinocyl and bifenthrin. However, other strain mites were showed susceptible acaricidal activities to two acaricides.

In this result suggests that resistance of two acaricides (acequinocyl and bifenthrin) might be influenced by glutathione S-transferase activity.

Key words: *Tetranychus urticae*, resistant, acaricide, enzyme activity

P042

중부지역 과채류 시설재배지의 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충 감염실태와 발생 분포

이재국, 고희래, 김세종, 박병용¹

국립농업과학원 작물보호과

¹농촌진흥청 기술협력국

중부지역(강원도, 경기도, 충청도) 오이, 토마토, 딸기 등 시설재배지 주산단지에서 2013년에 120점의 토양을 채집하여 식물기생선충의 감염 실태를 조사한 결과 뿌리혹선충(*Meloidogyne* spp.)은 53%의 높은 검출율을 보였으며, 뿌리썩이선충(*Pratylenchus* spp.)은 21%의 검출율을 보였다.

주요 작물별 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충의 발생실태는 오이재배지 41점의 토양에서 뿌리혹선충은 56%, 뿌리썩이선충은 5%의 검출율을 보였으며, 토마토재배지 40점의 토양에서 뿌리혹선충은 58%, 뿌리썩이선충은 30%의 검출율을 보였으며, 딸기재배지 27점의 토양에서 뿌리혹선충은 44%, 뿌리썩이선충은 41%의 검출율을 보였다.

조사 지역별로 뿌리혹선충의 검출율은 8~100%, 뿌리썩이선충은 0~54%로 차이를 보였으나, 시설재배지중 장기연장 재배하는 작물(딸기)과 봄재배에 이어 가을재배를 하는 작물(오이, 토마토)을 10년 이상 이어짓기하는 지역에서 검출율과 발생밀도가 높게 나타났다.

발생 지역별로 채취한 14점의 뿌리혹선충을 PCR-RFLP 분석을 통해 종 동정을 실시한 결과 *M. incognita*가 87%, *M. arenaria*가 13% 분포하였다.

검색어: 시설재배지, 뿌리혹선충, 뿌리썩이선충, 오이, 토마토, 딸기

새만금간척지 옥수수 나방류 해충의 발생 양상

이휘중¹, 최만영¹, 심형권¹, 노태환¹, 송민호¹, 정진교², 이견휘¹

¹국립식량과학원 간척지농업과

²국립식량과학원 작물환경과

새만금간척지에서 옥수수 나방류 해충인 조명나방(*Ostrinia furnacalis*), 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*), 멸강나방(*Pseudaletia separata*)의 발생 양상을 2012년과 2013년에 걸쳐 조사하였다. 2012년 조명나방 1차 성충은 5월 하순 11.11마리로 최고발생밀도를 보였고, 2차 성충은 9월 상순 6.68마리의 밀도를 보여 의외로 1차 성충보다 2차 성충이 낮은 밀도를 보였다. 왕담배나방은 1차 성충이 8월 상순 28.33마리로 최고발생밀도를 보였으며, 5월 중순에 17.19마리로 두 번째로 밀도가 높았다. 또한 9월 하순까지 6차례나 발생했다. 멸강나방은 5월과 9월에 발생하였으나 밀도는 0.21마리, 0.19마리로 매우 낮았다. 2013년 조명나방은 1차 성충이 8월 하순부터 9월 중순까지 4.04마리에서 2.46마리로 최고발생밀도를 보였고, 2차 성충은 6월 상순 2.00마리의 밀도를 보였다. 왕담배나방은 1차 성충이 5월 중순에서 하순까지 15.76마리에서 13.62마리로 최고발생밀도를 보였으며, 이후에 발생 밀도는 낮았다. 멸강나방은 5월과 9월까지 간헐적으로 발생하였으나 0.06마리, 0.05마리로 밀도가 현저히 낮았다. 2012년에 비해 2013년 조명나방은 그 발생 밀도가 전년에 비해 30% 정도로 크게 낮았으며, 1차 성충 발생밀도에 비해 2차 성충 발생밀도가 더 높았다. 왕담배나방 역시 전년에 비해 그 밀도가 현저히 낮았으며, 5월 중순에서 하순에 한차례 밀도가 높았고 이후 낮은 밀도를 유지했다. 멸강나방은 두 해 모두 매우 낮은 밀도 보였다.

검색어: 옥수수, 해충, 간척지, 나방, 발생소장

Seasonal Occurrence of Three Tortricinae Moths and Co-attraction of *Neocalyptis angustilineata* to the Sex Pheromone of *Homona magnanima* in Southern Korea

Junheon Kim, Sin Ae Jang, Heung-Su LEE¹,
Bong Kyu Byun² and Chung Gyoo Park^{*}

Division of Appl. Life Sci. (BK21⁺ Program), Gyeongsang Nat^l Univ.,

¹Div. of Plant Environ., Gyeongnam Agric. Res. and Extn. Serv.,

²Dept of Biol. Sci. and Biotech., Hannam Univ.

The seasonal occurrence of two Tortricinae species, *Adoxophyes honmai* (Yasuda) and *Homona magnanima* Diakonoff, was monitored at persimmon orchard in Changwon city, Gyeongnam, using sex attractant traps in 2012 and 2013. During the monitoring, a number of *Neocalyptis angustilineata* (Walsingham) was attracted to sex pheromone traps of *H. magnanima*. For *A. honmai*, a blend of Z9-14Ac, Z11-14Ac, E11-14Ac, 10me-12Ac with the ration of 314, 623, 55, and 9 μg respectively, was used. A blend of Z11-14Ac and Z9-12Ac in the ratio of 900+100 μg was used for *H. magnanima*. A 1:1 blend of Z11-14Ac and Z9-12Ac (500+500 μg) was also used for *N. angustilineata*. The two-years' monitoring revealed that *A. honmai* and *H. magnanima* occurred four times a year, and *N. angustilineata* did three times. The peak occurrence of each generation for *A. honmai* was the 2nd or 3rd week of May, the 1st to 2nd week of July, and 5th week of July to 1st week of August, and 2nd to 4th week of September for the 1st, 2nd, 3rd, and 4th generation, respectively. The peak occurrence of each generation for *H. magnanima* was the 3rd to 4th week of May, the 2nd to 3rd week of July, and 4th week of August to 1st week of September, and 4th week of September to 3rd week of October for the 1st, 2nd, 3rd, and 4th generation, respectively. *N. angustilineata* showed clear three peaks of the 5th week of May to 1st week of June, from 4th to 5th week of July, and 1st to 3rd week of September for the 1st, 2nd, and 3rd generation, respectively.

A significantly higher number of *N. angustilineata* was attracted to sex pheromone traps of *H. magnanima* for the two years than *H. magnanima* was. *H. magnanima* was attracted only to the 9:1 blending ratio. However, *N. angustilineata* was attracted equally to both of the blending ratios.

Key words: Tortricinae, seasonal occurrence, pheromone, *Neocalyptis angustilineata*

P045

호박과실파리(*Bactrocera depressa*) 월동용 우화 억제 효과

전성욱, 김동환, 강택준, 조명래, 김형환, 양창열

국립원예특작과학원 원예환경과

호박과실파리(*Bactrocera depressa*)는 한국, 일본 및 대만에 분포하는 해충으로 우리나라에서는 야생기주인 하늘타리에 자생하며, 일부지역에서는 박과작물인 맷돌호박과 단호박 등에서 피해가 보고되어 있다. 최근 들어 박과류 생산 증가에 따라 강원도 홍천을 중심으로 단호박 재배지에서 호박과실파리 피해가 매년 증가하고 있으나, 방제에 관한 연구는 미약한 실정이다. 호박과실파리의 피해 특징으로는 짝짓기한 성충이 산란관을 이용하여 단호박 어린 과실 내에 산란하고, 알에서 부화한 유충은 과육을 가해하며 성장한다. 다 자란 유충은 토양 내에서 용 상태로 월동하고 이듬해 성충으로 우화한다. 호박과실파리 성충 및 유충에 대한 방제가 어렵기 때문에 본 실험에서는 호박 재배지 내 토양에서 월동하는 월동용에 대한 살충 방법을 모색하였다. 호박과실파리 월동용은 단호박 재배지 토양 8cm 이내의 깊이에서 월동하고 있었으며, 지상으로부터 약 3cm 이내에서 대부분 분포하였다. 월동용의 우화억제 효과를 조사하기 위해 실내 약제 선발 결과 7종의 약제 중 카두사포스·카보선판, 카두사포스, 다이아지논 입제에서 약 90% 이상의 방제효과를 보였다. 또한 90% 이상의 방제효과를 보인 3종 약제를 실제 포장에 적용한 결과 카두사포스·카보선판입제가 약 79.6%의 방제효과를 보여 호박과실파리 월동용 방제가 가능할 것으로 판단되었다.

검색어: 호박과실파리, *Bactrocera depressa*, 단호박, 월동용, 방제

P046

성페로몬을 이용한 배 가루깍지벌레 예찰과 교미교란 효과

조영식, 송장훈, 임경호, 최진호, 이한찬

국립원예특작과학원 배시험장

배나무에서 가루깍지벌레의 합성 성페로몬을 이용하여 수컷 성충의 발생 양상과 교미교란 효과 검토를 통해 효과적인 방제 정보를 제공하고자 본 시험을 수행하였다. 가루깍지벌레 성페로몬이 3mg과 1.5mg씩 고무 캡에 침착한 미끼로 수컷 유인수 조사시 총포획수는 각각 1,431과 1,021마리로 3mg을 침착시킨 미끼에 유의성이 있게 더 많이 유인되었다. 황색과 백색의 트랩 색에 의한 포획량의 차이는 황색트랩에 평균 포획수가 약간 더 많았지만 유의성은 없었다. 가루깍지벌레의 발생 소장은 2012년에 6월 중순에 가장 많은 수가 포획되었고, 8월 상순, 9월 하순~10월 상순에 발생 peak를 보였다. 2013년에는 5월 초부터 조사하였는데, 6월 중순에 급격한 발생 최성기를 보였고, 7월 하순에는 낮은 발생 peak를 보였고, 9월 상순부터 다시 포획수가 증가하면서 9월 하순에 발생 최성기를 보였다. 가루깍지벌레에 대해 성페로몬을 이용한 교미교란제는 10a당 450, 900, 및 1,350mg이 되게 설치시 8월까지의 무처리구에 비해 현저한 차이로 적게 포획되어 교미교란 효과가 컸으나 9월 이후에는 교미교란 효과가 불분명하였다. 이는 5월 1일 설치한 교미교란제가 여름철 고온 등 기상요인에 의해 페로몬 성분의 휘발이 일찍 이루어졌기 때문으로 생각되며, 10a당 900mg의 성페로몬 성분이 설치될 때 65% 이상의 교미저해를 할 것으로 판단된다. 교미교란제 처리량에 따른 피해과율 조사에서도 교미저해율과 비슷한 결과를 보였다.

검색어: 배, 가루깍지벌레, 성페로몬, 방제시기, 교미교란

P047

맥문동에 발생하는 주요해충에 관한 보고

조효려^{1*}, 최용석¹, 서정학¹, 황인수¹, 남윤규¹, 정성훈², 최광렬²

¹충청남도농업기술원 농업환경연구과

²충남대학교 농생물학과

충남지역 맥문동의 재배면적은 청양 30ha, 부여 27ha 로 전국의 60% 이상을 차지하고 있다. 맥문동은 자양강장, 당뇨, 인후염, 폐결핵 등에 효능이 있어 한방제로도 활용될 뿐만 아니라 가래기침이나 갈증 해소 등으로 차와 식재료로도 활용되고 있으며 겨우내 푸르름과 늦여름 꽃의 아름다움 때문에 조경용으로도 활용도가 높은 작물이다. 따라서 맥문동 재배시 발생하는 주요해충에 대하여 조사하였다. 충남 청양의 연작 재배지에서 해충종류를 조사한 결과, 뿌리를 가해하는 주요해충으로는 뿌리응애와 풍뎅이 유충이었으며 지상부의 증상은 잎이 황백화 되면서 심할 경우 고사하였다. 특히 뿌리응애는 주뿌리(주근)을 가해하여 갈변시키고 주근의 내부까지 푸석하게 썩게 만든다. 지상부를 가해하는 해충으로는 잎의 경우 무궁화어리충채벌레의 발생량이 가장 많았으며 변색장님노린재에 의한 반점형성과 붉은잡초노린재에 의한 가로줄 형태의 피해를 받아 심할 경우 잎이 부러지기도 한다. 굴파리류는 잎에 큰 굴을 파고 피해를 주었으며, 일부 메뚜기목에 의한 식흔도 관찰되었다. 꽃의 경우 꽃노랑총채벌레, 무궁화어리충채벌레, 실베장이류의 발생이 많았고 조경수로 활용시 피해가 있을 것으로 판단되었다. 추후 발생한 해충들에 대하여 수량감소 등의 경제적 손실 여부를 조사하고 주요해충을 분리하여 맥문동 재배관리 시 방제가 필요한 해충에 대하여는 농약등록을 위한 기초자료를 확보할 계획이다.

검색어: 맥문동, 해충, 피해

P048

목화검정진디벌(*Ephedrus plagiator*)과 진디벌(*Aphidus ervi*)의 싸리수염진딧물과 완두수염진딧물에서 생물적 특성 비교

강은진¹, 지창우¹, 최병렬¹, 김정환¹, 조점래²

¹국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

²농촌진흥청 연구운영과

수염진딧물류 기생성 천적으로 국내에서 선발한 목화검정진디벌과 외국에서 판매되고 있는 진디벌의 발육, 산란, 수명 등에 대한 우열성을 싸리수염진딧물과 완두수염진딧물을 대상으로 온도 15, 20, 25, 30°C와 광주기 16(L) : 8(D)의 조건에서 비교하였다. 싸리수염진딧물에서 알부터 번데기까지의 발육기간은 진디벌이 최하 1.8일에서 최대 6.0일로 목화검정진디벌에 비해 빠른 것으로 나타났다. 성충 우화율 20, 25°C에서 목화검정진디벌이 각각 87.8, 73.9%로 진디벌 보다 각각 4.9, 15.6% 높게 나타났다. 그러나 30°C에서 목화검정진디벌이 발육하지 못하는 약점이 나타났다. 완두수염진딧물에서 알부터 번데기까지 발육기간도 진디벌이 목화검정진디벌에 비해 최소 3.3일에서 최대 8.7일 짧았고, 우화율은 진디벌이 최소 13.1%에서 최대 36.8%로 모든 온도에서 높게 나타났다. 싸리수염진딧물에서 목화검정진디벌과 진디벌의 산란수는 목화검정진디벌이 15, 20, 25, 30°C에서 각각 71.5, 41.0, 15.7, 7.7개로 진디벌에 비해 최소 7.3개에서 최대 49.4개 많이 산란하는 것으로 나타났다. 성충수명은 15°C에서 목화검정진디벌이 5.9일로 진디벌 3.6일에 비해 2.3일 길었다. 완두수염진딧물에서 목화검정진디벌과 진디벌의 산란수는 진디벌이 15, 20, 25, 30°C에서 각각 93.4, 71.2, 34.8, 14.5개로 목화검정진디벌에 비해 최소 0.5개에서 최대 23.1개 많이 산란하는 것으로 나타났고, 성충수명은 두 종이 유사하였다. 두 종의 비교결과, 싸리수염진딧물에서는 목화검정진디벌이, 완두수염진딧물에서는 진디벌이 우수한 것으로 조사되었다.

검색어: 목화검정진디벌, 싸리수염진딧물, 완두수염진딧물, 토착 천적

P049

파밤나방에 활성있는 *Bacillus thuringiensis* 균주와 tannic acid와의 혼합처리에 따른 소화효소활성 및 특성조사

진나영, 이유경, 김유섭, 전준학, 이보람, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

파밤나방에 활성있는 *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* KB100균주에 protease inhibitor인 tannic acid을 혼합처리 했을 때 상승효과를 나타냈다. 본 연구에서는 tannins이 proteases의 활성을 떨어뜨려 나비목 유충의 성장을 억제한다 라는 가설을 토대로 실험을 진행하였다. *B. thuringiensis*균주와 중장액의 배양시간에 따른 독소의 분해정도를 확인하기 위해 SDS-PAGE를 수행하였다. KB100 toxin을 중장액으로 소화 시켜 시간대별로 단백질 밴드패턴을 확인 한 결과 60kDa의 활성독소가 시간이 지날수록 없어지는 것을 확인한 반면 tannic acid를 첨가 했을 때는 60kDa의 살충활성 밴드가 계속해서 유지됨을 확인하였다. Trypsin에 의한 *B. thuringiensis*의 분해능을 SDS-PAGE로 분석한 결과 약 60kDa과 70kDa의 밴드를 나타냈고 tannic acid에 의해서 억제됨을 확인하였다. 파밤나방 중장액에 40mM tannic acid를 처리한 후 각각의 기질에 활성을 측정 한 결과 trypsin의 기질인 BApNA, BPVApNA는 각각 $62.2 \pm 0.3\%$, $54.5 \pm 1.1\%$ 의 활성을 나타냈다. 40mM tannic acid의 기질에 대한 단백질 분해 활성 억제정도를 비교한 결과 trypsin 각각의 기질에 대한 활성은 40mM tannic acid를 처리 했을 때 약 30~40% 활성을 억제 하는 것을 확인 하였다. Tannic acid는 serine 계열의 proteases 중에서 trypsin의 활성을 효과적으로 억제하는 것을 예상할 수 있었다. 이와 같은 결과를 토대로 파밤나방 중장 proteases중 trypsin의 서열을 밝히기 위해 5'RACE PCR법을 이용하여 실험을 수행하고 있다.

검색어: *Bacillus thuringiensis*, tannic acid, *spodoptera exigua*, trypsin

P050

Dominance and Seasonal Occurrence of Hemipteran Pests on Fruit Trees and Evaluation of Insecticidal Activity

Kyung-Hee Choi, Changmann Yoon, Sun-Young Lee, Youn-Soo Do, Jung-Sub Lee and Sun-Won Lee

Apple Research Station, National Institute of Herbal and Horticultural Science, Gunwi 716-812, South Korea

In the midst of environments with crop-mixing, there were more preferred the fruit trees by brown-winged green (*Plautia stali* (Scott)), and yellow-brown stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål)) and vegetables by Far eastern green stink bug (*Nezara antennata* Scott) and Bean bug (*Riptortus pedestris* (Thurnberg)). The major dominant species was identified as *P. stali*, infesting fruit trees over 99.4% among tested insects. It is severely damaged on peach of middle and late ripening, crab apple, pear and wild fruit of *Actinidia arguta*. In an investigation for the seasonal occurrence using aggregation pheromone trap, *P. stali* was peaked with three times at late-May ~ early-June, mid- and late-July, and mid-Sept. ~ Oct. And *H. halys* slightly peaked at mid-June, and mid- and late-July and increased the occurrence at mid-Sept. ~ mid-Oct. Using seven insecticides - dinotefuran WP, flonicamid WP, etofenprox WP, chlorpyrifos WP, cabaryl WP, chlothianidin SC, and bifenthrin WP - registered on apple, contact and residual toxicity was tested on both male and female of *P. stali* and *H. halys*. Contact toxicity of dinotefuran WP was excellent on *P. stali* but the others had low effect. While all insecticides except flonicamid, residual toxicity were all effective on *P. stali*. Dinotefuran have a excellent contact toxicity and chlorpyrifos and bifenthrin have good residual toxicity against both male and female of *H. halys*.

Key words: Apple, *Plautia stali*, *Halyomorpha halys*, control effect

P051

저항성 벼 품종에서 비래 벼멸구 집단의 생존율

최낙중, 정진교, 서보윤¹, 최준열, 강항원

국립식량과학원 작물환경과

¹국립농업과학원 작물보호과

벼멸구(*Nilaparvata lugens* Stål)는 한국, 일본, 중국 등 동아시아 여러 국가에서 벼 생산에 막대한 지장을 주는 해충이며, 이를 방제하기 위한 대책의 하나로 저항성 벼 품종을 육성·이용해 오고 있다. 본 연구에서는 벼멸구 개체군의 생존율을 이용하여 저항성 벼 품종에 대한 벼멸구의 가해능력 변화를 알아보고자 하였다. 벼멸구에 감수성인 일품벼와 저항성 유전자를 가진 삼강벼(*Bph1*), Mudgo(*Bph1*), M63(*Bph2*), ASD7(*Bph2*), 가야벼(*Bph1+α*) 등 6개 품종을 대상으로 국립식량과학원에서 유지하고 있는 벼멸구 5개 개체군(1980년대, 2005년, 2007년, 2012년, 2013년 채집)에서 각각 10개체씩 접종한 뒤 벼멸구의 생존율을 조사하였다. 조사 결과, 1980년대에 비래한 벼멸구 개체군의 생존율이 가장 낮았고, 대체적으로 최근 비래한 개체군일수록 생존율이 높아지는 경향을 나타냈다. 1980년대 개체군과 2013년 개체군을 비교했을 때, 생존율의 차이는 최소 6%(Mudgo)에서 최대 70%(삼강벼)에 이르렀다. 이러한 결과로 볼 때, 최근 비래하는 벼멸구 개체군은 저항성 품종에 적응하여 과거의 벼멸구 개체군에 비해 기존의 저항성 벼 품종들을 가해할 수 있는 능력이 높아진 것으로 판단되므로 앞으로 대발생에 대한 주의가 필요할 것으로 생각된다.

검색어: 벼멸구, 생존율, 저항성 품종, 저항성 유전자, 가해능력

P052

점날개잎벌레(*Nonarthra cyanea*)에 의한 배추 피해 및 온도별 발육기간

최덕수, 마경철, 고숙주, 김도익, 김현우, 김상수¹

전라남도농업기술원 연구개발국

¹순천대학교 생명산업과학대학 식물외과

딱정벌레목 잎벌레과 점날개잎벌레(*Nonarthra cyanea*)는 몸길이가 3.2~4mm 내외의 소형 곤충으로 4월에서 11월 상순까지 민들레 등 각종 꽃에서 볼 수 있는 흔한 곤충이다. 전남지역에서 배추는 4월 상순경에 정식하여 6월에 수확하고, 9월에 정식하여 12월 상순에 수확하는 재배작형을 유지한다. 남부지역에서 배추에 피해가 심한 해충은 배추벼룩잎벌레, 배추좀나방, 배추흰나비이었으나 최근에 점날개잎벌레의 피해가 점차 증가하고 있다. 점날개잎벌레는 유충과 성충이 배추의 엽육을 갉아먹어 구멍을 만드는 피해를 주는데 발생량이 많을 경우에는 배추 한포기에 30여마리가 집단적으로 섭식하여 상품성을 크게 하락시키는 피해를 준다.

점날개잎벌레의 섭식량을 조사하기 위하여 아크릴 케이지에 육묘한 배추를 넣고 성충을 각각 5마리, 10마리, 15마리씩 접종하여 기간별 형성된 피해구멍을 조사하여 피해량을 산출하였다.

점날개잎벌레의 알에서 성충까지 온도별 발육기간은 18°C, 21°C, 24°C, 27°C, 30°C에서 각각 30일, 24일, 20일, 18일, 16일이 소요되어 온도가 높을수록 발육기간은 짧아졌다. 알에서 부화한 애벌레는 3회 탈피하여 성충이 되는데 24°C에서 알, 1령 유충, 2령 유충, 3령 유충, 번데기 기간이 각각 5일, 2일, 2일, 8일, 3일로 총 20일이 소요된다. 점날개잎벌레는 배추 이외에도 무, 상치 등 쌈채소의 주요 해충이 될 수 있으므로 발생생태 및 방제방법까지 깊은 연구가 이루어져야 될 것이다.

검색어: 점날개잎벌레, 배추, 피해, 발육기간

P053

어리쌀바구미와 보리나방에 대한 CO₂가스의 살충효과

최만영, 이휘종, 심형권, 노태환, 이건휘

국립식량과학원 간척지농업과

어리쌀바구미 성충 20마리를 밀 200g과 함께 봉지(1 L 지퍼백)에 넣고, 봉지 내부 공기를 진공펌프로 제거한 뒤에 CO₂ 가스 및 N₂ 가스로 채운다음 경과 시간별로 생존하는 비율을 5반복 시험을 통해 관찰한 결과, CO₂가스에서는 1일이 지난 뒤에 13.5%만 생존하였고, 2일 후에는 모두가 치사하였다. 반면에 N₂가스에서는 5일이 지난 시점에서 71.5%가 생존하는 것으로 나타났다. 보리나방 성충의 경우 CO₂ 가스에서는 5시간에 경과한 시점에서 70%가 생존하였으나 1일이 되는 시점에서는 모두 치사하였다. 반면에 N₂가스에서는 5시간이 경과한 시점에서 CO₂ 가스에서보다 높은 치사율을 보였으나 5일이 지난 시점에서 30%가 생존하는 것으로 나타났다. 보리나방 1령 유충은 CO₂가스에서는 4시간에 경과한 시점에서 75%가 생존하였으나 1일이 되는 시점에서는 모두 치사하였다. 반면에 N₂가스에서는 3시간이 경과한 시점에서 CO₂ 가스에서보다 높은 50%의 치사율을 보였으나 5일이 지난 시점에서 65%가 생존하는 것으로 나타났다.

검색어: 밀, 저곡해충, 어리쌀바구미, 보리나방, CO₂

P054

Asynchronous Emergence Mechanisms of *Anatatus orientalis* (Hymenoptera: Eupelmidae), an Egg Parasitoid of Lantern-fly *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae)

Yang Zhong-qi¹, Choi Man-Young², Lee Hwi Jong² and Byeon Young Woong³

¹Key Laboratory of Forest Protection SFA; Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

²National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Republic of Korea

³National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea

Anatatus orientalis is an important natural enemy parasitizing eggs of lantern-fly *Lycorma delicatula* White. In order to effectively utilize this parasitoid, the parasitism rates of lantern-fly and emergence of its parasitoid were surveyed in different areas. Results showed that the emergences of wasp *Anatatus orientalis* from different areas had significant differences. Those parasitoids emerged from lantern-fly eggs collected from Yangling of Shaanxi province, Qinhuangdao of Hebei province, and Dagang District of Tianjin City came out focus on May only, while wasps from Yantai of Shandong province showed 2 obvious emergence peaks in May and September respectively. Wasp populations with emergence asynchrony in Yantai area were analyzed by different periods. Results revealed that the emergence percentages in spring (May) were significantly lower than that in fall (September), but the sex ratios did not differ significantly between the two seasons. The emergence asynchrony of parasitoid may be induced by the diapause of species, which is a long-term coevolutional outcome of parasitoid with host for maintaining its population. These findings provided some scientific bases for the rational utilization of this parasitoid in practice.

Key words: *Lycorma delicatula*; *Anatatus orientalis*; emergence asynchrony; diapause; parasitoid-host relations

P055

토착천적 3종의 저온저장 온도별 생존기간과 저장 후 산란 및 기주 섭식수

김정환¹, 최병렬¹, 조점래², 박창규¹, 지창우¹

¹국립농업과학원 작물보호과

²농촌진흥청 연구운영과

참딱부리긴노린재(*Geocoris pallidipennis*) 성충의 저온저장 온도에 따른 50% 생존기간은 5, 10, 15°C에서 각각 36, 24, 18일로 5°C가 가장 오래 생존하였다. 5°C에 저장기간별 산란수는 1, 2, 3, 4, 5주 저장에서 20일 동안 각각 28.0, 22.9, 21.1, 15.4, 11.6개로 저장기간이 길어질수록 산란수는 감소하였다. 저온저장 후 담배가루이 약충(4~5령)에 대한 1일 포식수는 저장기간 1, 2, 3, 4, 5주 저장에서 각각 22.5, 5.6, 4.8, 1.1, 1.0마리로 2주 저장부터 포식수는 급격히 감소하였다.

갈고리뱀잠자리붙이(*Micromus angulatus*) 성충의 저온저장 온도별 50% 생존기간은 5, 10°C에서 각각 140, 112일로 5°C가 오래 생존하였다. 5°C에 저온저장기간별 산란수는 1, 3, 5, 7, 9, 11주 저장에서 20일 동안 산란수는 각각 488.2, 256.2, 220.1, 234.2, 217.4, 156.8개였다. 저온저장 후 목화진딧물에 대한 1일 포식수는 저장기간 1, 3, 5, 7, 9, 11주에서 각각 133.0, 113.7, 105.5, 84.2, 68.6, 62.6마리였다. 저장기간이 길어질수록 산란수와 포식수는 점차 감소하였다.

예쁜가는배고치벌(*Meteorus pulchricornis*) 번데기의 저온저장 온도별 50% 우화율은 5, 7.5°C에서 각각 14, 42일이고, 10°C는 저장 28일에 80%이상 우화하여 저장의 의미가 없었으며, 7.5°C가 적합한 온도로 판단된다. 7.5°C 저온저장기간별 산란수는 1, 2, 3주 저장에서 각각 13.7, 21.6, 3.5개로 3주 이상 저장시 산란수는 급격히 감소한다.

검색어: 천적, 저온저장, 참딱부리긴노린재, 갈고리뱀잠자리붙이, 예쁜가는배고치벌

P056

망초에서 담배가루이의 온도별 발육특성

김규상^{1*}, 최용석¹, 서정학¹, 황인수¹, 김경제², 최수천³

¹충청남도농업기술원 농업환경연구과

²충청남도농업기술원 부여토마토시험장

³공주대학교 산업과학대학 원예학과

담배가루이는 시설원예작물에 심각한 피해를 주는 해충으로 토마토의 경우 TYLCV를 매개하기 까지 한다. 이러한 담배가루이 방제를 위하여 잦은 화학약제의 사용에도 불구하고 지속적으로 피해를 야기하여 화학약제의 한계를 보여준다. 따라서 우리는 담배가루이 유인식물인 트랩식물로써 망초의 활용도를 조사하기 위하여 망초에서 담배가루이 유충의 발육특성을 조사하였다. 망초를 포함하여 몇 가지 농작물과의 4-choice Olfactometer test를 통하여 담배가루이 성충의 행동반응을 조사하였다. 담배가루이 유충은 다른 몇가지 농작물 보다 망초에서 약 1일 빠르게 성충이 출현하는 것으로 보아 망초에서 발육기간이 짧음을 알 수 있었다. 후각계를 이용한 실험에서 분당 300cc의 공기를 주입하고 망초, 가지, 오이, 토마토를 대상으로 조사한 결과, 가지와 망초에서 유인력이 가장 좋음을 알 수 있었다. 따라서, 망초는 담배가루이를 유인할 수 있는 트랩식물로써 활용가치가 있을 것으로 판단되었으며, 추후 담배가루이 트랩식물로 이용하여 포장에 적용했을 때 담배가루이의 유인력을 검정하고 천적과 동시에 활용했을 때 담배가루이 방제효과를 조사할 계획이다.

검색어: 담배가루이, 망초, 트랩식물, 후각계, 행동반응

거대 억새재배지에서 이화명나방의 피해 보고

최진영¹, 정영학¹, 유은주², 추호렬³

¹경상대학교 응용생명과학부(BK21 Plus)

²에스엠바이오비전

³경상대학교 응용생물학과

억새는 국내에서 흔히 자생하는 다년생 C4 식물로써 바이오에탄올 작물이다. 최근 4대강 주변에 많이 식재 되고 있으며 세계적으로는 친환경 에너지 자원으로 주목 받고 있다. 그럼에도 불구하고 억새를 가해하는 해충에 관한 정보가 미비하여 억새를 가해하는 해충을 조사 하던 중 이화명나방에 의한 피해가 확인 되어 경남 산청, 전북 익산, 전남 화순 지역의 거대억새 재배지에서 이화명나방의 월동 유충 밀도, 우화시기, 피해율, 피해 부위를 각각 조사 하였다.

이화명나방 유충에 의한 거대억새의 뿌리 피해율은 화순지역에서 18.9%로 가장 높게 나타났으며, 유충 밀도는 3.7 마리/m² 였다. 익산지역에서는 이화명나방 유충이 발견되지 않았으며 산청지역에서는 1마리가 발견되었다. 이화명나방의 우화시기는 모든 지역에서 5월 초순부터 성충이 발견되었고, 1화기와 2화기의 피해율을 조사한 결과 유충의 밀도가 높았던 화순 지역에서 각각 26.9%, 11.9%로 나타났으며, 익산과 산청 지역은 모두 1% 미만의 낮은 피해율을 보였다. 억새의 높이에 따른 이화명나방의 침입공 위치는 대부분 0~20 cm 사이에 발견되었고, 위쪽 보다는 아래쪽에서 더 많은 침입공이 발견 되었다.

검색어: 거대억새, 이화명나방, 피해율

P058

Yellow Sticky Card Offers Composite Attractiveness to Western Flower Thrips and Greenhouse Whitefly

Bishwo P Mainali, Soon-Do Bae, Hyun-Ju Kim, Yoon-Young Nam and In-Seok Oh

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang, Korea

Studies have reported differential attractiveness of yellow, white or blue sticky cards to greenhouse pests, especially to *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) and *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Alyderodidae). The main aim of this study was to determine whether yellow or blue sticky card offers a better option in monitoring or mass trapping these sympatric greenhouse pests. Laboratory study that included a multiple choice and no-choice tests to observe the attractiveness of blue, yellow, white or green sticky card to *F. occidentalis* and *T. vaporariorum* was conducted. Also, a glasshouse study was conducted to determine better composite attractiveness of yellow or blue sticky card. *F. occidentalis* showed higher preference to blue and yellow sticky cards in laboratory study and blue captured the highest number of *F. occidentalis* in glasshouse followed by the yellow. However, while the blue sticky card captured few *T. vaporariorum*, the yellow sticky card captured the highest number of *T. vaporariorum* in both laboratory and glasshouse tests. Since yellow sticky card received composite affinity of both *F. occidentalis* and *T. vaporariorum*, placement of yellow sticky card for the greenhouse pests, rather than blue or yellow targeted to individual species, is recommended for economical and optimal monitoring and/or mass trapping success of the tested greenhouse pests.

Key words: *Frankliniella occidentalis*, *Trialeurodes vaporariorum*, visual attraction, monitoring, mass trapping, sticky cards

P059

Oviposition Preference and Development of Adzuki Bean Weevil on Different Leguminous Seeds

Soon-Do Bae, Bishwo P Mainali, Hyun-Ju Kim, Yoon-Young Nam and In-Seok Oh

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang, Korea

This study was conducted to determine the oviposition preference and development of adzuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) on five different leguminous seeds a) cowpea, b) white kidney bean c) soybean cultivar Daepung d) mung bean and e) azuki bean. A multiple choice test and a no-choice test were conducted to record the number of eggs laid, total developmental time, number of adults emerged, and adult longevity of *C. chinensis* on the five different leguminous seeds. Both choice and no-choice tests revealed cowpea seed as the most preferred oviposition substrate. Total developmental time from egg to adult stage ranged from 28 to 31 days; shortest of that on the cowpea followed by adzuki and mung bean seeds. Successful development of *C. chinensis* was not witnessed on soybean or on kidney bean. Rate of adult emergence was higher on adzuki and mung bean seeds with longer adult longevity of those emerged from adzuki bean and cowpea. Higher egg laying preference and shorter developmental time with longer adult longevity of the beetle on cowpea probably signifies importance of physical as well as chemical attributes of the seed as an oviposition substrate other than evolutionary history of the insect. Cowpea seeds can possibly be used as a pull stimulus either as a trap crop or as a stimulant in the mechanical traps against *C. chinensis* where other leguminous host crops are grown as main crops.

Key words: Legumes, developmental time, oviposition substrate, adult emergence, longevity

P060

Influence of Temperature and Substrates of Conidia Production on Control Efficacy of Fungal Pathogens Against *S. exigua*

Ji Hee Han, Hyeong Gyeong Kim, Jeong Jun Kim and Sang Yeob Lee

Agricultural Microbiology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Republic of Korea.

Beet armyworm, *Spodoptera exigua* is difficult to control using chemical insecticides because of the development of insecticide resistance. Various control agents may use for eco-friendly beet armyworm managements, Entomopathogenic fungus is one of the promising control agents as an alternative to chemical control agent. At previous study we isolated a number of entomopathogenic fungi from soil samples and selected three entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* FT83, *Paecilomyces fumosoroseus* FG340 and *Metarhizium anisopliae* FG344 which had high virulence against larva of beet armyworm. To select an isolate having high virulence at high temperature against *S. exigua*, thermophilic pest, we conducted bioassay at five different temperatures(15, 20, 25, 30, 35°C). These three isolates showed the high mortality and low LT₅₀ at 30°C. To select substrate for mass production these isolates were inoculated(5×10^4 /ml, 20ml) at barley, unpolished rice, wheat bran and rice bran and incubated for 14 days at 25°C. Wheat bran showed highest conidia production of *M. anisopliae* FT83 and *P. fumosoroseus* FG340 and barley was suitable for *M. anisopliae* FG344.

Key words: beetarmy worm, entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus*, mass production.

P061

열대관상식물 *Acalypha wilkesiana*를 가해하는 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)의 적용효과

함은혜¹, 이준석², 이봉우³, 안태현³, 최영철⁴, 박종균¹

¹경북대학교 생태과학과

²오상킨섹트 생물자원연구소

³국립수목원

⁴국립농업과학원 곤충산업과

국립수목원 열대식물자원연구센터내에서 생육중인 열대관상 식물인 *Acalypha wilkesiana*에 발생하여 피해를 주고 있는 점박이응애(*Tetranychus urticae*)의 생물학적 방제를 위해서 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)를 방사한 후 8주간 매 1주일 간격으로 점박이응애의 밀도변화를 조사하였다. 칠레이리응애는 점박이응애 발생 지점에 300개체/m²의 밀도로 방사하였다. 방사 후 1주차에는 점박이응애의 상대밀도가 다소 증가하였으나 2주차에는 최초 밀도대비 64%수준으로 4주차에는 16%수준으로 5주차 이후에는 2%수준으로 줄어들었다. 식물원의 특성상 해충 발생지점이 구획화 되어있기 때문에 점박이응애의 조기발견 후 천적 투입량의 밀도를 조절할 경우 2주차 정도의 시간이면 방제효과의 가시적인 관찰이 가능한 것으로 나타났다.

검색어: *Acalypha wilkesiana*, 점박이응애, 칠레이리응애, 생물적방제, 열대식물

P062

시설 국화에서 꽃노랑총채벌레방제를 위한 New Banker Plants 적용 효과

함은혜¹, 이준석², 최용석³, 최영철⁴, 박종균¹

¹경북대학교 생태과학과

²오상킨섹트 생물자원연구소

³충청남도농업기술원 농업환경연구과

⁴국립농업과학원 곤충산업과

국화재배시 총채벌레 방제를 위하여 주 1회 적용약제를 살포하고 있어 막대한 노동력과 방제비용이 투입되고 있으며 웰빙에 대한 관심이 고조되면서 식용-약용 국화에 대한 안전성 문제가 대두되고 있어 이에 대한 친환경 방제 전략이 필요한 실정이다. 시설국화에서 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)의 친환경 방제를 위해 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)가 산란을 위해 선호하는 채송화(*Portulaca grandiflora*)를 banker플랜트로 선정 및 적용하여 7주 동안 천적의 분포 및 해충의 밀도변동을 조사 하였다. banker플랜트에 산란된 천적의 알이 부화되어 약충기간동안 적용한 곳 부근에서 활동하다가 3주째 5m, 4주째 10m, 5주째 15m까지 방사지점에서 떨어져 활동영역을 확대해 나간 것을 확인할 수 있었다. 천적의 알이 산란된 banker플랜트와 천적을 동시 적용했을 때 85.7%의 방제가를 보였으며 친환경자재 처리구에 비해 5.8배, banker플랜트 단독 처리구에 비해 2.8배의 해충방제 효과가 있음이 입증되어 시설재배 국화에서 banker플랜트 적용의 꽃노랑총채벌레 방제 가능성을 확인하였다.

검색어: 꽃노랑총채벌레, banker플랜트, 미끌애꽃노린재, 시설국화, 천적

P063

A Novel Antifungal Moricin-like Peptide From the Japanese Oak Silkworm, *Antheraea yamamai*

Seong Ryul Kim, Su Jin Lee, Sung Wan Kim, Kwang Ho Choi and Tae Won Goo

Department of Agricultural Biology, NAAS, RDA,

Screening for antimicrobial peptide genes in the immune-induced *Antheraea yamamai* larvae led to the identification of a novel antifungal moricin-like peptide (MLP10) gene. The complete MLP10 cDNA is comprised of 403 bp with 174 bp open reading frame encoding a 58 amino acid precursor that contains a putative 23-residue signal peptide, a 2-residue propeptide and a 33-residue mature peptide. The deduced amino acid sequence of MLP10 has 26~52% identity to those of moricin-related peptides from lepidopteran insects. The MLP10 was highly expressed in *E. coli* BL21(DE3) by fusing with ketosteroid isomerase (KSI) to avoid the cell death during induction. The resulting expressed KSI-MLP10 fusion protein was in a insoluble form. Recombinant MLP10 was released by cleavage of the fusion protein with cyanogen bromide (CNBr). Subsequently, we purified pure active MLP10 by FPLC chromatography, and 5.2mg of MLP10 was obtained from 1L culture medium. The purified MLP10 was prevented the growth of *candida albicans* at 6.25 uM, and was also active against gram negative and gram positive bacteria. This potent antimicrobial activity suggests that MLP10 may play a role in the immune response of *A. yamamai*.

Key words: *Antheraea yamamai*, moricin-like peptide, MLP10, antifungal activity, *candida albicans*

P064

Expression of the Blue Fluorescent Protein (AmCyan) in the Fibroin of Transgenic Silkworms

Seon Young Kim, Seong Wan Kim, Hye Lim Yeo, Eun Young Yun, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Tae Won Goo and Kwang-Ho Choi*

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA

To product the blue fluorescent protein (AmCyan) expressed cocoon, we were fused AmCyan cDNA to the heavy chain gene and injected the gene into a silkworm. AmCyan was one of the existing violet fluorochromes and originally derived from the fluorescent protein amFP486. AmFP486 was cloned from the sea anemone *Anemonia majano* (GenBank accession number AF168421), and belongs to the family of fluorescent proteins (FPs) isolated from coral reef organisms. The AmCyan fusion protein, each with N- and C- terminal sequences or the fibroin H-chain, were designed to be secreted into the lumen of the posterior silk glands. The expression of the AmCyan/H-chain fusion gene was regulated by the fibroin H-chain promoter. The use of the 3xP3 EGFP as a marker allowed us to rapidly distinguish transgenic silkworm. Mixtures of the donor and helper vectors were micro-injected into 300 eggs of bivoltine silkworms (Baegokjam). EGFP fluorescence was observed in 3 broods of transgenic silkworms under a fluorescence stereomicroscope. The cocoon was displayed strong blue fluorescence, proving that the fusion protein was present in the cocoon. Accordingly, we suggest that the AmCyan gene expressed cocoon will be enable the production of the novel biomaterials based on the transgenic silk.

Key words: fluorescent silk, *Bombyx mori*, Transgenic silkworm, fluorescent cocoon, silkworm

Utilization of the *Bombyx mori* Heat Shock Protein 70 Promoter for Screening Transgenic Silkworms

**Seong Wan Kim¹, Hye Lim Yeo¹, Seon Young Kim¹, Eun Young Yun¹,
Kwang-Ho Choi¹, Seong Ryul Kim¹, Seok Woo Kang¹,
Seung Won Park² and Tae Won Goo^{1*}**

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA

²Department of Biotechnology, Catholic University of Daegu

Silkworm transgenesis is now a routine method leading to a satisfactory yield of transformed animals and the reliable expression of transgenes during multiple successive generations. However, the screening of G1 transgenic individuals from numerous progeny has proved to be difficult and time-consuming work. Previously, we characterized the promoter of heat shock protein 70 from *Bombyx mori* (bHsp70), which is ubiquitously expressed in all tissues and developmental stages. To investigate the utilization of the bHsp70 promoter to screen transgenic individuals, the EGFP marker gene was inserted into the *piggyBac* vector under the control of the bHsp70 promoter. Mixtures of the donor and helper vectors were micro-injected into 3,060 eggs of bivoltine silkworms (Keomokjam). EGFP fluorescence was observed in 17 broods of transgenic silkworms under a fluorescence stereomicroscope. Interestingly, this fluorescent marker protein was detected not only in parts of the embryo segments on the seventh day of the G1 embryonic developmental stage but it was also detected in a part of the body of G1 hatched larvae, in the middle silk gland of G1 fifth instar larvae, and in the wings of seven-day-old G1 pupae and G1 moths. Therefore, we suggest that the bHsp70 promoter can be used for the rapid and simple screening of transgenic silkworms.

P066

Expression of BmCecB1 Antimicrobial Peptide in the Body Fluids of Transgenic Silkworm.

Hye Lim Yeo, Seong Wan Kim, Seon Young Kim, Eun Young Yun, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Tae Won Goo and Kwang-Ho Choi*

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA

BmCecB1 are antimicrobial peptides from *Bombyx mori* and belongs to cecropin family. Antimicrobial peptides are important components of the innate immune systems in all living organism. This peptide has antibacterial activity against several Gram-positive and Gram-negative bacteria. To produce the BmCecB1 antimicrobial peptide, we constructed transgenic silkworm that expressed BmCecB1 gene under the control BmA3 promoter using *piggyBac* vector. The use of the 3xP3-driven EGFP cDNA as a marker allowed us to rapidly distinguish transgenic silkworm. Mixtures of the donor vector and helper vector were micro-injected into 600 eggs of bivoltin silkworms, Baegokjam. In total, 49 larvae (G0) were hatched and allowed to develop into moths. The resulting G1 generation consisted of 22 broods, and we selected 2 broods containing at least 1 EGFP-positive embryo. The rate of successful transgenesis for the G1 broods was 11%. We identified 9 EGFP-positive G1 moths and these were backcrossed with wild-type moths. With the aim of identifying a BmCecB1 as antimicrobial peptide, we investigated the Radical diffusion Assay (RDA) and then demonstrated that BmCecB1 possesses high antibacterial activities against Gram-negative bacteria.

Key words: CecropinB1, *Bombyx mori*, Transgenic silkworm, antimicrobial peptide, silkworm

P067

농업부산물을 활용한 갈색거저리 유충 먹이 개발

김남정, 김선영, 송성호, 이영보, 윤행주, 이경용

국립농업과학원 농업생물부 곤충산업과

본 연구는 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 사료 내 과일 및 채소 부산물, 버섯폐배지를 첨가하여 양질의 저렴한 사료를 개발하고자 수행되었다. 갈색거저리 사료인 밀기울을 대조군으로 사용하였고, 나머지 실험군은 밀기울과 열풍건조시킨 굴껍질, 배추, 새송이버섯 및 팽이버섯 폐배지의 첨가비율을 달리하여 먹이로 공급한 후, 유충의 발육특성을 비교 관찰하였다. 굴껍질을 20% 첨가한 군에서는 유충의 생존율, 유충 무게, 유충의 발육기간이 밀기울 대조군과 비슷한 수치를 나타냈으며, 용무게는 대조군보다 약1.2배 증가되었다. 배추를 첨가한 모든 군(배추 20%, 40%, 60% 첨가군)의 유충의 생존율과 유충 무게는 대조군에 비해 현저히 낮은 수준을 나타냈고, 배추를 60% 첨가한 군에서는 유충이 전혀 용화되지 않았다. 새송이버섯 폐배지를 첨가한 모든 군(새송이버섯 폐배지 20%, 30%, 40%, 50% 첨가군)에서 유충의 생존율은 밀기울 대조군과 비슷하였으나 유충의 무게는 새송이버섯 폐배지의 함량에 따라 약 60~70%까지 감소하였다. 팽이버섯 폐배지를 첨가한 모든 군(팽이버섯 폐배지 20%, 30%, 40%, 50% 첨가군)에서 유충 및 용무게는 밀기울 대조군과 거의 차이가 없었다. 용화율은 팽이버섯 폐배지 40% 첨가군에서 밀기울 대조군과 동일한 수치를 나타냈고, 50% 첨가군에서 대조군보다 약3% 증가가 나타났다. 모든 조건을 고려했을 때, 팽이버섯 폐배지를 40%, 50% 첨가한 조건에서 기존의 밀기울 사육법과 비슷한 높은 효율성을 나타내기 때문에 팽이버섯 폐배지는 갈색거저리 유충의 대체사료로서 적합하다고 추찰된다.

검색어: 갈색거저리, 발육, 농업부산물

애완학습곤충 소비자의 사육경험과 그의 심리적 기대효과 분석

김성현, 김소윤, 박인균, 박해철, 박관호, 김남정

국립농업과학원 곤충산업과

인간은 수렵과 채취의 습성을 통해 동식물과의 관계를 이어왔으며, 농경사회로 정착 후에는 많은 동식물을 애완화하거나 관상화시키면서 동식물과의 관계를 율타리 안으로 옮겨왔다. 또한 우리 문화 속에서도 곤충을 애완요소로 즐겼던 역사를 기록을 통해 확인할 수 있기도 하다. 1990년대 초반부터 자연환경보전 정책, 체험 학습 중심의 제7차교육과정 등은, 곤충사육에 대한 관심을 갖게 하였고, 이에 따라서 곤충전문판매점이 생겨나 대형할인마트에서도 곤충을 판매하기 시작하였다. 이처럼 애완학습용으로 곤충 이용이 정착되었지만, 이 같은 곤충의 사육경험이 소비자들에게 실제로는 어느 정도의 심리적 효과를 가져 올 수 있는지에 대한 연구는 아직 없는 실정이다. 이에 따라 곤충사육경험을 통한 소비자의 심리적 효과를 측정하기 위한 기초자료로 2013년 5월 곤충 전시회 방문객을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 내용분석 결과, 응답자의 48.3%가 곤충을 사육한 경험이 있으며, 키워본 곤충은 장수풍뎅이가 52.9%이고, 사슴벌레가 24.1%로 대부분을 차지하였다. 또한, 현재는 곤충사육을 하지 않는다는 응답이 83.1%로 나타나 곤충사육경험이 1회성에 그치는 것을 알 수 있었다. 아울러 곤충 사육 경험에 대한 소비자들의 심리적 기대효과로 정서적 요인이 55.3%로 인지적 요인의 41.8% 보다 높게 나타났으며, 성별에 따라서 볼 때, 남성에서는 인지적 요인에 대한 기대효과가, 여성에서는 정서적 요인에 대한 기대효과가 높은 비율로 나타났다. 따라서 향후, 애완곤충을 1회성이 아닌 애호적인 대상으로 이끌기 위하여 단순사육보다는 돌보기 측면으로 표준화된 매뉴얼의 개발을 통하여 애완학습곤충을 접할 수 있는 방향 정립과 성별이나 연령대의 눈높이에 맞는 프로그램의 개발이 필요할 것으로 판단되었다.

검색어: 애완학습곤충, 곤충사육경험, 심리적 기대효과

P069

곤충을 이용한 체험학습프로그램이 청소년의 자아존중감, 사회성, 스트레스에 미치는 영향

김성현, 김소윤, 박인균, 김남정, 박관호, 박해철

국립농업과학원 곤충산업과

현대의 많은 청소년들은 입시 위주의 교육과 지나친 경쟁 지향적 사회풍토, 가족 기능의 약화와 해체현상의 가속화, 스마트폰과 인터넷 중독 등으로 인해 성장발달에 위협을 받고 있다. 이러한 청소년 시기에 받는 심리적 스트레스는 개인의 육체적 건강과도 연관이 있기 때문에 청소년들의 사회성을 향상시키고 스트레스를 감소시킬 수 있는 방안의 모색이 요구되어 왔다. 이에 이번 연구에서는 곤충을 이용한 체험학습프로그램이 청소년들의 자아존중감, 사회성, 일상적 스트레스에 미치는 심리치유 효과에 대해 확인하고자 하였다. 연구의 대상은 초등학교 4학년과 6학년에 재학 중인 학생이며, 정규수업시간을 이용하여 총 3회에 걸쳐 곤충을 이용한 체험학습이 실시되었다. 분석결과, 곤충과의 상호교감 및 관계적 체험은 자아존중감과 사회성의 변화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만 일상적 스트레스는 체험활동의 차수에 따라 편차가 있었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 향후 지식전달 위주의 학습에서 벗어나 놀이형태의 다양하면서도 학년과 성별에 따른 능력을 고려한 체계적인 곤충체험 프로그램 개발이 장기적으로 필요한 것으로 평가되었다. 아울러 청소년들은 정서적 안정과 치유 등 인성발달에 곤충체험 프로그램이 긍정적인 효과를 기대할 수 있으며, 곤충산업 측면에서는 곤충의 가치를 높이고 수요를 확대할 수 있는 기회가 될 것으로 판단되었다.

검색어: 곤충, 자아존중감, 사회성, 일상적 스트레스, 심리치유

P070

방충물질 적용 골판지 포장박스에서의 화랑곡나방과 곡식수시령이 기피효과

나자현^{1,2}, 천용식¹, 여상현², 한재준³, 류문일^{2,3}

¹고려대학교 생명자원연구소

²(주)하이포스 R&C

³고려대학교 생명과학대학

화랑곡나방(*Plodia interpunctella* H.)과 곡식수시령이(*Trogoderma granarium* E.)는 식품제조 관련기업들의 곤충 이물관련 클레임의 상당부분을 차지하는 주요 저장해충 종으로, 기업들은 제품으로의 해충 접근을 방지하기 위하여 많은 연구와 노력을 하고 있다. 특히 제품의 외포장에 주로 사용하는 골판지박스의 경우 박스의 골 사이 틈새와 접힌 부분의 틈새를 통해 외부로부터의 해충 유입에 취약하며 최근 온라인, 택배 시스템을 이용한 유통이 증가됨에 따라 다양한 종류의 해충이 유입되는 빈도가 급격히 증가하고 있다. 본 연구는 식품공전 상에 등재된 한약재 배합물에서 추출한 기피물질을 10% 농도로 희석하여 골판지박스 내부에 분무 처리한 후 먹이(씨리얼)를 투입하고 박스를 밀봉한 후 실험장에 화랑곡나방과 곡식수시령이 4령 유충을 각각 투입하고 골판지박스 내부로의 침입 개체수를 조사하였다.

화랑곡나방의 경우 박스내부 개체수에서 무처리 2.88, 처리 1.38마리, 골판지 골 사이에서 무처리 14.88, 처리 9.38마리로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며(박스내부; $df=14, t=2.17, P<0.05$, 골판지틈새; $df=14, t=2.65, P<0.05$), 곡식수시령이 처리에서도 박스내부는 무처리 5.5, 처리 2.23마리, 골판지틈새에서는 무처리 17.88, 처리 11.25마리로 유의한 차이를 나타냈다(박스내부; $df=14, t=3.61, P<0.05$, 골판지틈새; $df=14, t=7.62, P<0.05$).

식품포장 박스에 방충물질을 도포하였을 경우 제품으로 화랑곡나방과 곡식수시령이 유충의 접근을 억제 할 수 있는 것으로 판단되었다.

검색어: 방충물질, 골판지박스, 저장해충, 화랑곡나방, 곡식수시령이

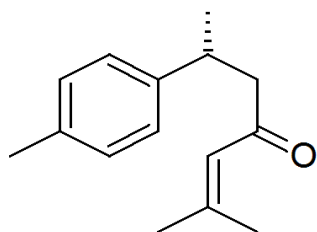
P071

Insecticidal activity of *Curcuma longa* L. against *Culex pipiens* and *Aedes albopictus*

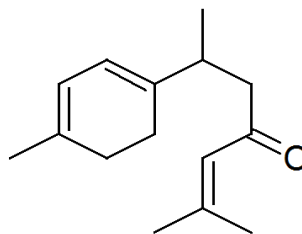
Jun-Won Prak, Dae-Hyun Yoo, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant medicine, Chungbuk National University

The insecticidal activities of materials derived from the rhizomes of turmeric, *Curcuma longa* L., against third instar larva of *Culex pipiens* and *Aedes albopictus* were evaluated using a direct contact mortality bioassay. *Curcuma longa* L. hexane extraction showed 100% larvicidal activity both two mosquitoes species at 1,000 ppm after treated 24 h. Purification of the biologically active constituents from the hexane extraction with larvicidal activity was done using silica gel column chromatography. H1 fraction gave 100% mortality to *C. pipiens* and *A. albopictus* at 100 ppm. H12 fraction was determined 100% and 87.8% larvicidal activity to *C. pipiens* and *A. albopictus* at 50 ppm, respectively. H12 fraction was analyzed as the sesquiterpene, ar-turmerone ($C_{15}H_{20}O$) and turmerone ($C_{15}H_{22}O$) by GC and GC-MS.



ar-Turmerone



Turmerone

Key words: *Curcuma longa* L., *Culex pipiens*, *Aedes albopictus*, ar-turmerone, turmerone

P072

Enhanced Expression of Recombinant Proteins by the Partial Polyhedrin-fused Expression System in Insect Cells

**Sung Min Bae¹, Hee Jung Kim¹, Tae Young Shin¹, Jae Bang Choi¹, Yeon Ho Je²,
Byung Rae Jin³ and Soo Dong Woo¹**

¹Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University (sdwoo@cbnu.ac.kr)

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

³College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

Polyhedrin is the major component of the nuclear viral occlusions produced during replication of the baculovirus *Autographa californica* multicapsid nucleopolyhedrovirus (AcMNPV). To enhance the production efficiency of foreign protein in baculovirus expression system, the effects of various polyhedrin fragments were investigated by fusion expressing them with the enhanced green fluorescent protein (EGFP). Recombinant viruses were generated to express EGFP fused with polyhedrin fragments based on the previously reported minimal region for self-assembly and the KRKK nuclear localization signal (NLS). The marked increase of EGFP by these fusion expressions was confirmed through protein and fluorescence intensity analyses. Among the fusion-expressed protein in nucleus and cytoplasm, the most hyper-expression was observed in the fusion of amino acids 19 to 110 and 32 to 59 of polyhedrin. Also these fragments, some degradation of only the fused polyhedrin was observed in the fusion of amino acids 19 to 85 and 32 to 85. The production of E2 protein, which is a major antigen of classical swine fever virus, was dramatically increased by fusion expression with polyhedrin amino acids 19 to 110, and its preliminary immunogenicity was verified using experimental guinea pigs. The production of luciferase was approximately two folds increased by fusion expression with polyhedrin amino acids 32 to 59, and its activity was measured using Luminometer. This study suggests a new option for higher expression of useful foreign recombinant protein using the partial polyhedrin fusion expression in baculovirus.

Key words: Baculovirus, Polyhedrin, Fusion expression, Foreign recombinant proteins

P073

Do you like insects?

Tae Young Shin, Sung Min Bae, Jae Bang Choi, Won Seok Kwak, Yong Oh Ahn, See Nae Lee, In Hui Kim, Ra Mi Woo, Dong Jun Kim and Soo Dong Woo

Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University (sdwoo@cbnu.ac.kr)

Insect constitute the largest and most diverse group of animals on world and also serve as the hosts or nutrient sources. In addition, several insects have a strong influence on people's emotion. To utilize the preference and interest of insects in the field of mental healthcare, a survey study was conducted with individual living in Korea. As results, the most people had a high preference and interest of insect, but some were disagreeable to the insect itself. The preference and interest of insect were high on male, adult and practician experienced insect-related events than female, student and non-practician, respectively. The most favored insects were familiar or pet insects such as *Papilio xuthus*, *Lucanus maculifemoratus*, *Allomyrina dichotoma* and *Lampyridae*. These results may be useful to develop a healing program for mental healthcare using insects. Further research is needed to determine the effects of these insect in the mental therapy for this purpose.

Key words: Insect, Preference, Survey, Mental healthcare

P074

Larvicidal and repellent activities of 33 plant extracts against two mosquitoes as *Culex pipiens* and *Aedes albopictus*

Dae-Hyun Yoo, Jun-Won Park, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The larvicidal and repellent activities of 33 plant extracts against two mosquitoes as *Culex pipiens* and *Aedes albopictus* were examined using direct contact application for larva and a patch test for adult. *Chrysanthemum zawadskii* var. *alpinum*, *Cnidium officinale*, *Ginkgo biloba*, *Magnolia kobus*, and *Magnolia denudate* at 1,000 ppm caused 100% mortality to *Cx. pipiens* larva within 24 hr. *Ailanthus altissima*, *Dryopteris crassirhizoma*, *Houttuynia cordata*, *Mentha arvensis*, *Phyllostachys nigra*, and *Parthenocissus tricuspidata* showed over 90% mortality to *Cx. pipiens*. *C. zawadskii* var. *alpinum*, *C. officinale*, *G. biloba*, *M. kobus*, *M. denudate*, and *P. nigra* gave 100% mortality at 1,000 ppm to *Ae. albopictus*. *Acorus gramineus*, *Campanula takesimana*, and *D. crassirhizoma*, showed 97.8%, 94.5%, and 94.4% mortality to *Ae. albopictus* at 24 hr, respectively. Five plant extracts (*C. zawadskii* var. *alpinum*, *C. officinale*, *G. biloba*, *M. kobus*, and *M. denudate*) showed 100% mortality both *Cx. pipiens* and *Ae. albopictus*. However, *A. altissima* gave 90% larvicidal activity to *Cx. pipiens*, whereas 7.8% mortality to *Ae. albopictus*. Several plant extracts which have highly larvicidal activities, were determined repellency against two mosquitoes species.

Key words: *Culex pipiens*, *Aedes albopictus*, plant extract, larvicide, repellent

P075

Pollinating Activity of *Bombus terrestris* and *Osmia cornifrons* under Different Weather Conditions at Apple Orchard

Hyung Joo Yoon and Kyeong Yong Lee

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA

Bumblebee, *Bombus terrestris* is widely used to pollinate various crops, especially tomato, in greenhouses. Mason bee, *Osmia cornifrons*, which is using as apple pollinator. Here we investigated characteristics on pollinating activity of *B. terrestris* and *O. conifrons* at different weather conditions in apple orchard. The foraging activity of *O. conifrons* was more sensitive than that of *B. terrestris* at weather conditions including temperature, illumination intensity and wind velocity. The pollinating activity of *O. conifrons* was very low than that of *B. terrestris* at a low temperature, cloudy, rainy and windy weather. Therefore, Our results indicated that *B. terrestris* was suitable for apple pollinator than *O. conifrons*, especially in low temperature and bad weather.

Key words: Apple, Weather, Pollinating activity, Bumblebee, *Bombus terrestris*, Mason bee, *Osmia cornifrons*

The Comparative Study of Pollination with Flies and Bumblebee(*Bombus terrestris* L.) in Different Onion Cultivars

Kyeong Yong Lee¹, Eul Tai Lee², In Sik Hwangbo³ and Hyung Joo Yoon^{1*}

¹Department of Agricultural Biology, The National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-100, Republic of Korea

²Bioenergy Crop Research Center, The National Institute of Crop Science, RDA, Muan 534-833, Republic of Korea

³Haenam Agricultural Technology Center, Haenam, 536-800, Republic of Korea

Recently, the flies are used to pollinate onion for seed production in Korea. However, the use of flies for pollination has caused complaints by local residents in onion seed production owing to sanitation issues and smell. Therefore, we studied the effects of pollination with bumblebee (*Bombus terrestris*) and flies(e.g., houseflies, flesh flies, blue bottle flies and blowflies) at small net(1.8m×2.3m×1.8m) in the greenhouse(66m²) for onion seed production. Although the number of flies was about 70 times than number of bumblebee workers, flies and bumblebees showed equivalent pollination efficiency. Therefore, pollination by *B. terrestris* can be used as an alternative approach in seed production of onion. An analysis of the most appropriate colony of *B. terrestris* for seed production of onion in small net showed that colony composed of fifty to eighty workers per small net was the most efficient level. When early maturing onion cultivars ‘Salad-5’ and ‘Yeonsinwhang’, and mid-late maturing onion cultivar ‘Colossus’ were pollinated by *B. terrestris* and flies in small net, *B. terrestris* showed rather efficient pollination efficiency than flies or was equivalent to flies. In addition, difference among onion cultivars was affecting pollination effect by flies but was not affecting pollination effect by *B.terrestris*.

Key words: Onion, Pollination, Bumblebee, Fly, Seed Production

P077

Biological characteristics of *Childrena zenobia* (Lepidoptera : Nymphalidae) promising as an industrial insect

JinGu Lee¹, AeGyeong Seo¹, JingYoung Kim¹, JeongA Han¹, ChangSung Kang¹, YoungSu Lee¹, SangHyun Lee²

¹Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services

²Sunyou. Co. Ltd.

Childrena zenobia is very hopeful as an industrial insect for its beautiful color and long life span. This study was conducted to establish the mass rearing methods of *C. zenobia* to develop it as an industrial insect.

C. zenobia appeared in the high mountains of about 1,000m above sea level at Pocheon and Gapyoung during high temperature season from July to August, and in the low mountains of about 400m above sea level at Yeoncheon on September. The first oviposition time after mating took 27.8 ± 9.0 days and the number of eggs per female was 180. The life span of adult was 39.3 ± 20.2 days in male and 59.0 ± 18.7 days in female. The hatchability of F1 generation showed high rate over 80% at $20 \sim 30^\circ\text{C}$, while the rate of F5 generation was very low under 5%. The proper food for rearing the larva was *Viola papilionacea*. The developmental period from 1st larva to adult was 63.6 ± 5.1 days and the hatching time was 8.7 ± 0.9 days at 20°C and 48.0 ± 3.3 days and the hatching time was 8.1 ± 1.2 days at 25°C .

These results seemed to be very suggestive that *C. zenobia* could be massively reared in the condition of indoor rearing room resulting in the utilization of it as an industrial insect for various regional festivals.

Key words: *Childrena zenobia*, industrial insect, butterfly

P078

흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis seulensis*)의 장, 먹이 및 배설물에 서식하는 미생물의 분포와 물질 분해능력 확인

전준학, 진나영, 이유경, 김유섭, 이보람, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

곤충의 장내에 공생하는 미생물은 곤충의 소화, 발육, 생존, 번식, 필수성분의 합성 등의 특수한 역할에 영향을 미치는 것으로 밝혀져 있다. 최근에 여러 물질을 분해하는 미생물을 이용하여 환경적, 산업적 등 다양한 분야에서 유용하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 여러 꽃무지과의 곤충 중에서 약용 곤충으로 알려진 흰점박이꽃무지의 3령 유충을 대상으로 공급한 먹이와 배설물, 그리고 장내의 미생물을 분리·동정하여 각각의 미생물의 분포를 알아보고자 하였다. 특히나 절지류들은 그들의 장속에서 먹이를 분해할 수 있는 효소를 분비하는 미생물이 서식하는 것으로 잘 알려져 있는데, 본 연구에 이용된 흰점박이꽃무지의 먹이 및 장내 서식하는 미생물들의 cellulose, skim-milk, starch, lignin의 분해 능력을 확인하여 특정 물질에 대해 우수한 분해 능력을 가진 미생물을 선발하고자 하였다.

흰점박이꽃무지의 3령 유충의 소화기관을 채취하여 마쇄한 것과 부엽토, 배설물을 각각 NA배지에 배양한 후 장내세균을 분리 및 동정한 결과, 장에서는 *Citrobacter rodentium* 균주를 포함해 총 7균주, 먹이에서는 *Bacillus toyonensis* 균주를 포함해 총 12균주, 배설물에서 *Klebsiella oxytoca* 균주를 포함해 총 12균주가 확인하였다. 각각에서 분리한 균주들의 물질에 대한 분해 능력을 확인하였는데 cellulose 배지는 *Klebsiella oxytoca* 균주 외 7균주, skim-milk배지는 *Bacillus toyonensis* 균주 외 5균주, starch배지는 *Bacillus toyonensis* 균주 외 4균주, lignin배지는 *Citrobacter rodentium* 균주 외 2균주에서 분해 능력을 확인하였다.

검색어: 흰점박이꽃무지, 장내미생물

P079

집파리를 이용한 돈분 전처리 기술 및 분해효과

정태성, 최준근, 김충희, 문윤기, 이재홍, 권순배, 용형준, 황미란, 김재록

강원도농업기술원 환경농업연구과

집파리를 이용한 축산분뇨의 처리는 기존의 처리방법 보다 단기간에 분해가 가능하며, 분해시 악취발생을 저감할 수 있고 온실가스 발생량을 줄일 수 있다. 또한 분해 후에는 고급 유기질퇴비와 기능성 사료로 이용할 수 있는 집파리의 유충이나 번데기를 더불어 얻을 수 있어 효율적인 자원순환형 처리방법이다. 본 시험에서는 집파리 유충에 의한 돈분의 전처리 기술과 분해효과 검정을 위해 환경조절이 가능한 컨테이너(6.0×3.0×2.5m)를 제작하였으며 실내온도 25℃, 습도 60~80%로 유지하였고 광조건은 12시간 조명과 12시간 암흑의 조건으로 조절하였다. 또한 돈분을 담아 집파리 유충이 돈분을 분해하고 용이하게 이탈할 수 있도록 소형(48×25×3.0~5.5cm)과 대형(120×80×10~35cm) 크기의 용기도 제작하여 사용하였으며, 소형분해용기는 1kg 정도의 돈분을 분해 할 수 있었고 대형분해용기는 30kg까지 돈분 분해가 가능하였다.

집파리에 의한 돈분 분해는 분해용기 내에 돈분의 수분이 80%로 보정된 상태에서 가장 분해효율이 좋았다. 소형분해상자를 이용하여 1kg의 돈분을 분해한 경우 집파리 알을 0.5g/kg투입 하였을 때 분해기간이 약 5~7일로 가장 효과가 좋았으며, 잔존 유기물인 퇴비량은 약 38%이었다. 또한 돈분과 우분을 1:1로 섞었을 경우 분해율은 80%로 높아지고, 잔존 퇴비량도 31.2%로 효율이 증가하였다. 그러나 돈분과 계분을 1:1로 섞었을 경우 오히려 분해율은 40%로 낮아지고, 잔존 퇴비량은 52.5%로 많이 떨어짐을 확인 하였다. 실용화를 위해 대형분해상자를 이용한 20kg의 대량 분해시험에서는 알의 투입량을 0.3g/kg으로 적게 투입하여도 분해효과가 있었다.

검색어: 집파리, 축산분뇨, 돈분, 자연순환, 퇴비

P080

환경정화곤충인 동애등에 번데기 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향

최영철¹, 박상오², 박관호¹, 박병성², 남성희¹, 최지영¹

¹농촌진흥청 국립농업과학원

²강원대학교 동물생명공학과

최근 유가 상승에 따른 산업 전반적인 비용 상승과 기상이변에 의해 농작물 수확량 감소로 인하여 사료의 가격이 급증하고 있다. 동애등에를 사육하기 위해서는 음식물쓰레기 등의 유기성폐기물을 톱밥과 일정한 비율로 혼합한 후 먹이로 공급해주며, 동애등에 유충이 음식물쓰레기를 먹고 배설한 분변토 밖으로 나와서 번데기로 탈피하기 좋은 건조한 환경 조건을 찾아서 이동하게 된다. 유충의 약 80%가 밖으로 나올 때 일시에 유충을 분리, 수거하며 생산된 유충은 높은 온도(60℃)의 열을 이용하여 열풍건조 시킨 후에 보관하였다가 사료로서 활용할 수 있다.

본 연구는 산란계 사료 내 동애등에 번데기의 첨가수준에 따른 산란율, 계란품질, 맹장 미생물을 조사하였다. 산란계 120수를 4처리구(BSFP 0,5,7,10%) 3반복으로 완전임의배치 하였다. 대조군과 비교하였을 때 동애등에 번데기(BSFP) 첨가군에서 호우유닛, 난중무게 및 난각두께는 유의하게 높았다($p < 0.05$). 산란계 혈액 HDL-C과 면역물질 IgG는 대조군에 비해 BSFP 첨가군에서 유의하게 높았다($p < 0.05$). 산란계의 분변미생물 가운데 유익한 미생물 *Lactobacillus*는 대조군과 비교할 때 BSFP첨가군이 유의하게 높았으며 첨가군사이의 통계적 유의성이 나타났다($p < 0.05$). 본 연구결과는 산란계 사료 내 동애등에 번데기 5% 수준을 첨가하면 계란생산성 및 품질향상에 도움이 될 수 있음을 시사해준다.

검색어: 동애등에, 음식물쓰레기, 산란계, 산란율, 계란품질

P081

인천도심지 중요 비오톱의 곤충상에 대한 분석 Analysis of Insect Fauna of Main Biotope in Incheon City

이동준, 손혜진, 홍수정, 배양섭

인천대학교 생명과학과

인천지역은 우리 국토의 중서부에 위치하고 있으며 서해에 접하고 있고 마니산과 계양산을 제외하면 해발 200m내외의 구릉성 산지이며 큰 하천의 발달 또한 없다. 한강으로 유입되는 하천은 굴포천, 청천천, 계산천 등이 있으며 서해로 유입하는 하천은 시천천, 공촌천, 승기천, 만수천 등이 있고 굴포천을 제외하면 대부분 유로가 10km 미만이다. 공업이 발달 하였으며 항구를 통해 많은 수의 화물차가 화물을 실어 나르는 지역이라는 특성상 환경오염이 심각한 수준이었으나 최근에 들어서 환경복원에 관심을 가지고 지속적으로 환경 친화적 녹색도시 조성을 위한 정책을 펼치고 있다.

조사를 위해 인천지역의 비오톱 11개 지역을 선정하여 2013년 7월~10월중에 각각 1~4회에 걸쳐서 조사를 실시하였다. 그 결과로 12목 76과 206종이 조사되었고 노린재목이 13과 50종으로 가장 다양성이 높게 나타났으며 뒤이어서 파리목이 19과 38종으로 조사되었다.

각 지역별 군집 분석결과 우점도는 0.269~0.621, 다양도 지수 1.96~2.56으로 특점 종의 우점이 높으면서 다양도가 비교적 낮은 것으로 나타났다. 특정종의 우점도가 높으면서 종 다양성 지수가 낮다는 것은 해당 지역이 일부 종에게만 크게 유리하면서 종 다양성이 낮다는 의미이므로 건강한 생태계라고는 볼 수 없다고 판단된다.

검색어: 곤충상, 비오톱, 군집분석, 인천

A first record of *Gaphara conspersa* (Matsumura, 1931)(Lepidoptera, Tineidae) in Korea

Neung-Ho Ahn¹, Yang-Seop Bae² and Euiyoung Kang³

¹National Institute of Biological Resources, Hwangyeong-ro 42, Seo-gu, Incheon, Korea

²Department of Biology, University of Incheon, Korea

³Samseong-dong, Kangnam-gu, Seoul, Korea

A tineid moth, *Gaphara conspersa* (Matsumura, 1931) is newly reported in Korea.

Gaphara conspersa is myrmecophilous, associated with some species of ants such as *Lasius* (*Lasius*) *japonicus*, *L. (Dendrolasius)* spp., *Polyrhachis* spp., *Camponotus* spp., *Pristomyrmex punctatus* was known in Japan. The larva lives in a 8-shaped or gourd-shaped flat case are made of soil and sand. Larva scavenges food, dead ants and shed skins of ant larvae that are carried out by ants. Females lays eggs around the nests (Maruyama et al., 2013).

In this study, *Gaphara conspersa* (Matsumura, 1931) was found for the first time from Korea. The larvae were collected in the ant nests at Mt. Cheonggye, Geumto-dong, Seongnam City, in 22. May 2013 and 16. June 2013.

The larval cases have three level sizes (small, middle and large) were found at the same time. Figures of the adults, larvae and pupae, are given in this study.

Key words: *Gaphara conspersa*, Tineidae, myrmecophilous, first record, Korea

P083

Community Structure and Distribution of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Wangpi-cheon area, Korea

Jinyoung PARK¹, Seong-Joon Park², Jong Kook Jung³ and Jong Kyun Park⁴

¹Department of Conservation Ecology, National Institute of Ecology

²Department of Ecological Monitoring and Assessment, National Institute of Ecology

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

⁴Department of Applied Biology, Kyungpook National University

This study to figure out the diversity patterns, community structures, and seasonality of ground beetle assemblages in ecosystem and landscape conservation areas around the Wangpi-cheon area, Korea. A total of 38 species belonging to 20 genera of 8 subfamilies were identified from 2,486 collected ground beetles. Species richness was high in Pterostichinae (16 species, 42.11%), Carabinae (8 species, 21.05%), Harpalinae (5 species, 13.16%), Callistinae (3 species, 7.89%), Nebriinae (3 species, 7.89%) and others (1 species, 2.63%). The dominant species were *Synuchus cycloderus* (41.2%) and *Aulonocarabus seishinensis seishinensis* (13.4%) and their seasonal activities according to the sites were different. According to non-metric multidimensional scaling (NMDS), ground beetles and ecological grades could be divided into two distinct groups: St. 1, St. 2, St. 3 group and St. 4 group. Some species such as *Pterostichus orientalis*, *P. vicinus* and *P. bellator bellator* were particularly abundant at St. 4. Also, *Acoptolabrus mirabilissimus* ssp. 1 is discovered in the Wangpi-cheon area for the first time.

Key words: Carabidae, diversity, Wangpi-cheon area, Korea, inventory, monitoring

P084

경북 운달산 일대의 고도별 기후변화 취약곤충종 모니터링

박진영¹, 김일권², 최익제², 임자량³, 박종균³

¹국립생태원 생태보전연구실 위해생물연구팀

²국립수목원 산림생물조사과

³경북대학교 생물응용학과

본 연구는 우리나라 중부지방의 운달산 일대를 중심으로 산림생태계내 기후변화에 따른 곤충종의 분포에 대한 모니터링을 위해 고도별 곤충류 군집조사를 실시하였다. 중부지역의 운달산을 대상으로 해발 500, 700, 900m에 각 조사지점을 선정하고 버킷식유아등트랩과 함정트랩을 이용하여 정량채집을 실시하였다. 조사기간은 2013년 6월~9월까지 2개월 간격으로 총 3회 실시하였다. 고도별 현지조사 결과 총 166종 12,967개체가 조사되었다. 딱정벌레과 총 11속 18종 359개체, 나비목(나방)에서는 13과 135종 1,316개체, 개미과에서는 12속 12종 11,292개체가 확인되었다.

본 조사결과 국립수목원(2011)에서 지정한 기후변화취약곤충류 중 갈색발왕개미의 남방계 곤충 1종과 금띠물결자나방 등 북방계 곤충 13종의 분포가 확인되었다. 본 연구를 통한 기초자료는 이후 기후변화에 따른 곤충상의 변화양상을 파악할 수 있는 중요한 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

검색어: 기후변화, 취약곤충종, 고도, 분포상, 남방계곤충, 북방계곤충

P085

Discover of a male of Okinawa gypsy moth, *Lymantria albescens* trapped in sex-pheromone trap for AGM, *Lymantria dispar*

Heung-Sik Lee¹, Tae Hwa Kang² and Gwangsu Lee³

¹Yeongnam regional office, QIA

²Plant Quarantine Technology Center, QIA

³Department of Forest Science, Sangji University

A male specimen of *Lymantria albescens* (called as Okinawa gypsy moth) was captured in Busan, by sex-pheromone trap for Asian Gypsy Moth (AGM) (7R,8S)-cis-7,8-epoxy-2-methyloctadecane [(+)-disparlure]. Up to now, this species is distributed only in Ryukyu Islands of Japan including Ishigaki and Okinawa. The male of Okinawa gypsy moth might be attracted to AGM pheromone trap. If *L. albescens* is occurred in Korea, more many male individuals must be captured in pheromone trap. Therefore, we considered that the individual might be imported from Japan by inanimate pathway. Although it is high probability that *L. albescens* might be imported from Okinawa, it is important to a survey on an invasive pathway of the species in a view point of quarantine inspection. Through this presentation, we provided a detection method on *Lymantria* species using DNA barcoding. On the basis of this study, we will conduct on an invasive pathway and inhabitation possibility.

Key words: *Lymantria albescens*, Asian gypsy moth, *Lymantria dispar asitica*, pheromone trap

P086

Drosophila Torsin Proteins in Regulation of Motor-controls and Oxidative Stress

Hyo-Min Ahn¹, Jong-Bok Seo² and Young Ho Koh¹

¹Ilson Institute of Life Science, Hallym University, Anyang, 431-060, Korea

²New Metabolomics Team, Korea Basic Research Institute, Seoul, Korea

Early onset torsion dystonia is caused by mutations in DYT1 gene in humans. Two deletion mutations and one missense mutation were found from patients with this devastating disorder. The molecular and cellular etiology underlying this disorder is not still understood yet. Because vertebrates have more than 4 homologs in their genomes, it is very hard to elucidate the exact *in vivo* functions of Torsin1A. Instead, *Drosophila* has only one homolog named Torsin. To investigate the *in vivo* functions of Torsin, we generated and characterized transgenic flies expressing coding regions of Torsin mRNA or double stranded inhibitory DNA constructs (RNAi). The specific antibodies for *Drosophila* Torsin (DTor) also were generated. The transgenic expression of DTor cDNA or RNAi in all tissue induced significant changes in DTor proteins levels. Even though expression of DTor cDNA in neuronal system increased the amount of DTor proteins, expression of DTor RNAi did not significantly altered the amount of DTor. Consistent with this result, the numbers of flies with motor-activity were not discernible among neuronal expression lines. However, flies expressing DTor cDNA or RNAi on muscles showed significantly altered locomotor ability, suggesting that DTor plays important roles in regulating motor-activity at the post-synaptic terminals of motor neurons. In addition, DTor over-expressing flies showed increased resistance to H₂O₂. In the future study, we will found how those phenotypes were accomplished by performing various experiments. (NRF-2012R1A1A4A01011674; HRF-S-201.-6)

Key words: Early onset torsion dystonia, *Drosophila*, Torsin, motor-activity

P087

Cambodian Species of the Arctiinae (Lepidoptera, Noctuoidea, Erebidae): Part III

**Bayarsaikhan Ulziijargal, Young-Don Ju, Mu jie Qi,
Chea Nareth¹ and Yang-Seop Bae**

Division of Life Sciences, College of Life Sciences and Bioengineering, Incheon National
University, Incheon, Korea

¹Wildlife Protection Office, Cambodia

The family Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea) is one of four quadrifid noctuid families recently redefined by Zahiri *et al.* (2011) and Zaspel *et al.* (2012). Fibiger and Lafontaine (2005) verified the monophyly of Erebidae in terms of morphology but retained Arctiidae and Lymantriidae as separate families. These two groups were readjusted as erebid subfamilies in the latest phylogeny of Noctuoidea (Zahiri *et al.*, 2011), and by van Nieukerken *et al.* (2011). Erebidae, as currently defined comprises 1760 genera and 24,569 species (van Nieukerken *et al.*, 2011), representing the largest family of the Lepidoptera. The quadrifid Noctuoidea describes taxa in which forewing vein M2 arises closer to the origin of M3 than M1, in the lower part of the discal cell, so that the cubital vein appears to be four-branched; M2 in the hindwing is present giving vein Cu a four-branched appearance.

Taxonomic study of the Arctiidae in Cambodia has been done by a few foreign entomologists. As the results of this study, about 98 species of 45 genera belonging to Arctiidae were recorded from Cambodia, most of them are recorded for the first time in Cambodia.

Key words: Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae, Cambodia, Taxonomic

P088

Sequence Divergence of Genus *Junonia* (Lepidoptera: Nymphalidae) from Myanmar

Nan Zarchi Win¹, Eun Young Choi¹, Ik Je Choi²,
Deok-Jin Jang¹ and Jong Kyun Park¹

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University

²Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

Pansies butterflies belong to the genus *Junonia* are widely distributed throughout Myanmar and 6 species of *Junonia* have been reported in Myanmar. Molecular comparison of the cytochrome c oxidase subunit I (COI) nucleotide sequences among the species of *Junonia* was conducted. The nucleotides divergence of COI sequences between species were 2.9 to 7.9% and sequences identity was 92.5-97.7%. The phylogenetic trees were constructed by using Neighbour-joining (NJ) and Maximum likelihood (ML) methods. In both methods, phylogenetic trees were showed identical and were revealed that all sequences of *Junonia* species from Myanmar were in the same cluster with those of the same species from other countries.

Key words: COI, sequence divergence, phylogeny, *Junonia*, Myanmar

P089

New Record of *Stigmaeopsis miscanthi* (Acari: Tetranychidae) in Korea

Tin Moe Khaing¹, Duck-Oung Jung¹, Sang-Mok Cha¹ and Kyeong-Yeoll Lee^{1,2}

¹School of Applied Biosciences, College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Republic of Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Republic of Korea

We provide the first report on *Stigmaeopsis miscanthi* Saito, which was identified from Chinese silver grass *Miscanthus sinensis* on Ulleung Island in Korea. This species is one of the *S. celarius* complex, which involves several cryptic species. *S. miscanthi* has longer second dorsal propodosomal setae (P2), which is an important characteristic for species identification in the genus *Stigmaeopsis*. We determined nucleotide sequences of the internal transcribed spacer 2 (ITS2) and cytochrome c oxidase subunit I (COI) of *S. miscanthi*. The COI sequence differed by 0.6% between Korean and Japanese strains. The comparison between *S. miscanthi* and *S. celarius* showed that ITS2 and COI differed by 7.2% and 7.9%, respectively. In addition, species-specific primer sets of both species were designed to show the species classification within the genus.

Key words: COI, ITS2, Mites, Molecular diagnosis, Phylogeny

P090

애반딧불이 유충의 령별 형태적 특징 및 섭식량에 관한 연구

권혁영¹, 서울원², 이종은²

¹안동대학교 환경연구소

²안동대학교 생명과학과

애반딧불이 유충의 주요 먹이원 중 논 서식지와 하천 서식지에서 주요 먹이원으로 이용되는 원돌이물달팽이와 다슬기 2종을 이용하여 각 령별 형태적 특징 및 섭식량에 관한 연구를 실시하였다. 각각의 령기별 유충은 앞가슴 등판과 배마디의 점각, 가슴 등판과 배마디의 반문, 큰턱 강모의 수, 뒷다리 강모의 수 등에서 차이를 보였다. 섭식량은 먹이원 2종 패각의 각경과 무게에 대한 회귀식을 이용하여 추정하였다. 먹이원 2종을 이용한 각 령별 섭식량은 1령 유충까지 평균 $0.014 \pm 0.001\text{g}$, 2령 유충까지 평균 $0.048 \pm 0.021\text{g}$, 3령 유충까지 평균 $0.369 \pm 0.047\text{g}$, 4령 유충까지 섭식량은 평균 $1.391 \pm 0.158\text{g}$, 용화직전의 종령 유충까지 섭식량은 평균 $1.902 \pm 0.307\text{g}$ 으로 조사되었다. 다슬기를 공급하였을 경우 용화직전의 종령 유충까지 섭식량은 평균 $2.056 \pm 0.236\text{g}$, 원돌이물달팽이를 공급하였을 경우 섭식량은 평균 $1.620 \pm 0.204\text{g}$ 으로 다슬기를 공급하였을 경우 더 많은 양을 섭식하였다. 먹이원 종류에 따른 발육기간은 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다.

검색어: 애반딧불이, 형태, 섭식량, 발육기간

P091

New Records of Phoretic Mites (Acari: Mesostigmata) Associated Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaelidae) in Korea

Eunsun Keum¹, Gen Takaku², Kangwon Lee³ and Chuleui Jung¹

¹School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Republic of Korea

²Biological Laboratory, Hokkaido University of Education, Sapporo, 5-3-1 Ainosato, Kita-ku,
Sapporo 002-8502, Japan

³Holoce Ecosystem Conservation Research Institution, 594, Hadae-ri, Gapcheon-myeon,
Hoengseong-gun, Gangwon, Republic of Korea

Phoretic mites were collected from *Copris ochus* and *C. tripartitus* (Coleoptera: Scarabaelidae). These beetles were collected from Holoce Ecosystem Conservation Research Institution, Gangwon-do. Five unrecorded species of *Eviphis hastatellus* Berlese, 1910 (Eviphididae), *Holostaspella scatophila* Takaku, 1994 (Macrochelidae), *Macrocheles japonicus* Evans & Hyatt, 1963 (Macrochelidae), *Pachylaelaps siculus* Berlese, 1921 (Pachylaelapidae) and *Parasitus consanguineus* Oudemans & Voigts, 1904 (Parasitidae) were recorded from Korea for the first time. However, *Parasitus consanguineus* Oudemans & Voigts (Parasitidae) was already recorded by Oudemans & Voigts in 1904 but since then no one has recorded. We have rerecorded this species in Korea.

Key words: Mesostigmata, Phoretic mite, Eviphididae, Macrochelidae, Pachylaelapidae, Parasitidae

P092

Lepidoptera Collected from Baengnyeong and Daecheong Islands in the West Sea, Reporting a Subtropical Moths from Korea

Minyoung Kim¹, Young-Mi Park¹, Heung-Sik Lee¹, Jong-Ho Lee¹ and Ki-Jeong Hong²

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

²Department of Plant Medicine, College of Life Science and Natural Resources, Suncheon National University, Korea

Surveillance for subtropical moths through the inanimate pathway in the Korean Peninsula was investigated during the past seven years using the light trap in Baengnyeong and Daecheong islands, located near the Northern Limit Line (NLL) in the West Sea. Each record typically includes the taxonomic identify, its country of origin, and information related to inanimate pathway. A total of 2,201 individuals were detected, comprising 25 families, 441 species of Lepidoptera. The most dominant species was *Chionarctia nivea* (Noctuidae) with 44 individuals, followed by a crambid moth, *Ostrinia furnacalis* with 37 individuals. Among them, two species of subtropical moths, including *Ischyja manlia* Cramer and *Spirama* sp. belonging to the family Noctuidae, and they are mostly distributed in the subtropical area from the southern part of China to Borneo or Java. Interestingly, the other three species, *Acronicta pruinosa* (Guenée), *Marumba spectabilis* (Butler), and *Spodoptera pecten* Guenée were distributed in the southern regions, however, due to the effects of global warming, biotic province is now considered that may be certified moving northwards. Thus, it is very important to our weather conditions and further study on the surveillance of subtropical or/and southern species is needed, considering its possible status as a pest insect.

Key words: Is. Baengnyeong, Is. Daecheong, moths, Inanimate pathway, Korea

P093

Inhibitory effects of a recombinant viral cystatin protein on cysteine protease catalytic activity and development of *Plutella xylostella*

Yeongtae Kim, Seonghyun Eom and Yonggyun Kim

Department of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Cystatins (CSTs) are reversible and competitive inhibitors of C1A cysteine proteases, corresponding to papain-like cathepsins in plants and animals. A viral CST (CpBV-CST1) was identified from a polydnavirus, *Cotesia plutellae* bracovirus. Our previous study indicated that overexpression of CpBV-CST1 interfered with immune response and development of *Plutella xylostella* larvae. This study produced a recombinant CpBV-CST1 protein (rCpBV-CST1) using bacterial expression system to analyze its inhibitory activity against cysteine protease and physiological role in the parasitism of an endoparasitoid wasp, *Cotesia plutellae*. The open reading frame (ORF) of CpBV-CST1 encodes a polypeptide of 138 amino acids (15 kDa). rCpBV-cystatin protein in BL21 STAR (DE3) competent cells containing a recombinant pGEX4T-3:CpBV-CST1 was overexpressed by 0.5 mM IPTG for 4 h. In biological activity assay, partially purified GST-fused rCpBV-CST1 showed inhibitory activity against papain. It also inhibited larval development of *P. xylostella* in a dose-dependent manner. These results suggest that CpBV-CST1 plays a role in retardation of larval development of *P. xylostella* during parasitism.

P094

남한강 중하류의 저서성대형무척추동물상에 관한 연구 II Faunal Study of Benthic Micro-Invertebrates in Mid-Lower Reaches of Namhangang River II

김재원, 주영돈, 박보선, 나솔문, 이동준, 배양섭

인천대학교 생명과학기술대학 생명과학과

남한강은 서울을 비롯한 수도권 지역의 수원지로서 수질과 환경에 대한 관심이 높은 지역이다. 최근 국가사업으로 수행된 4대강 공사는 하천구조에 많은 변화를 가져왔고 이에 대해 생태환경적으로 많은 의견과 우려를 낳고 있기도 하다. 따라서 수환경의 지표생물로 가치가 높은 저서성대형무척추동물상의 조사를 통해 서식 양상과 변화를 확인한다면 현재 남한강 지역의 생태환경 분석에 간접적인 지표가 될 것이라 판단하여 본 조사를 수행하였다.

경기도 여주부터 북한강과 만나는 지점까지 남한강 구간에 총 12개의 조사지점을 선정하고 2013년 분기별로 1회씩 조사를 수행하였다. 조사방법으로는 Surber-net(30cm×30cm), scoop-net 등의 Collector를 이용하여 정성채집을 실시한 다음, 1mm 체로 선별된 시료는 현장에서 70% 알콜 용액에 고정하였다.

조사결과 총 3문 7목 51과 95종이 확인되었다. 조사시기별로는 1/4분기 36과 50종이 조사되었고, 2/4분기 34과 58종, 3/4분기 37과 55종, 4/4분기 29과 43종이 확인되었다.

분류군별 출현종은 비곤충류에서 18종(18.9%)이 출현하였고, 수서곤충은 하루살이목 20종(21.1%)으로 가장 많은 종수를 나타냈으며, 파리목 15종(15.8%), 잠자리목 14종(14.7%), 날도래목 13종(13.7%), 노린재목, 딱정벌레목이 각 7종(7.4%), 강도래목 1종(1.1%) 순으로 나타났다.

검색어: 남한강, 저서성대형무척추동물, 종다양성

P095

낙동강수계 10개 호소에 대한 저서성대형무척추동물의 출현양상 및 유사도 비교 분석

김재훈¹, 이경락², 서울원¹, 이종은¹

¹안동대학교 생명과학과

²국립환경과학원 낙동강물환경연구소

낙동강수계 10개 호소(안동호, 임하호, 용연지, 안계호, 사연호, 대암호, 선암제, 회야호, 우포늪, 주남저수지)에 대하여 2013년 4월과 8월, 2회에 걸쳐 각 호소내의 저서성대형무척추동물 조사를 수행하였다.

10개의 호소 중 우포늪에서 56종으로 가장 많은 종이 출현 하였으며, 사연호에서 10종으로 가장 적은 종이 출현하였다. 전 호소에서 공통적으로 출현한 분류군(order)은 Basommatophora, Archiologochaeta, Decapoda, Ephemeroptera 으로 나타났다. 섭식기능군(FFG)은 임하호를 제외한 전 지점에서 GC의 개체수비율(75.75%~99.74%)이 가장 높게 나타났다. 군집지수 분석결과, 다양도지수(H')와 풍부도지수(R')는 우포늪에서 각각 2.273과 4.062로 가장 높았으며, 우점도지수(DI)는 안동호(0.934), 균등도지수(E')는 회야호(0.773)에서 가장 높게 나타났다. 군집안정성 분석결과, 전 호소에서 저항력과 회복력이 높은 I 구역에서 높은 종수의 비율(66.67%~88.24%)을 나타냈다. 각 호소별 유사도 분석을 실시한 결과, 우포늪과 주남저수지가 제 I 유사군으로, 용연지, 안계호, 대암호, 선암제가 제 II 유사군으로, 안동호, 사연호, 회야호가 III 유사군으로 분류되었고, 각각의 유사군에 대하여 낮은 유사성을 보인 임하호는 I 유사군과 27.1%, II 유사군과 32.3%, III 유사군과 35.4%의 유사성을 보였다.

검색어: 저서성대형무척추동물, 낙동강, 호소, 군집안정성, 유사도

안동댐 및 임하댐 주변의 육상곤충 군집분석

김중엽, 서울원, 이종은

안동대학교 생명과학과

안동댐과 임하댐의 최상류 유역부터 최하류 유역 구간 총 12개 지점에 대하여 2012년 8월과 10월, 2013년 6월, 총 3회에 걸쳐 육상곤충상 조사를 실시하였다.

조사 기간 중 채집된 곤충은 총 13목 106과 379종 4,199개체이며, 분류군별 출현 현황을 분석한 결과, 딱정벌레목이 162종(42.7%)로 가장 높은 종수 비율을 차지하였으며, 노린재목 86종(22.7%), 파리목 38종(10.0%), 매미목 32종(8.4%), 메뚜기목 19종(5.0%)의 순으로 출현하였으며, 국외반출승인대상종은 1종, 특정종 34종, 한국 고유종 16종으로 나타났다.

주요 우점종은, 안동댐 유역에서는 애긴노린재(*Nysius plebejus*), 벼메뚜기(*Oxya japonica*), 검정배줄벼룩잎벌레(*Psylliodes punctifrons*)등이 출현하였으며, 임하댐 유역에서는 섬서구메뚜기(*Atractomorpha lata*), 애긴노린재 등으로 조사되었다.

출현한 곤충 종을 대상으로 군집분석을 실시한 결과, 평균 우점도지수(DI) 0.33, 다양도지수(H') 4.24, 풍부도지수(R1) 7.34, 균등도지수(J') 0.84의 값을 나타냈다. 안동댐 유역의 평균 군집지수는 우점도 0.34, 다양도 4.17, 풍부도 7.03, 균등도 0.84로 나타났으며, 임하댐 유역은 우점도 0.32, 다양도 4.31, 풍부도 7.64, 균등도 0.84로 나타나, 임하댐 유역의 다양도와 풍부도가 상대적으로 높은 것으로 조사되었다.

검색어: 안동댐, 육상곤충, 군집분석

Overview of the genus *Ypsolopha* Latreille, [1796] (Lepidoptera, Ypsolophidae) from Korea

Sol-Moon Na¹, Bo-Sun Park¹ and Yang-Seop Bae¹

¹Department of Life Sciences, Incheon National University

The genus *Ypsolopha* is the most largest group belonging to Ypsolophidae which consist of over 140 described species worldwide. About 110 species are distributed in the Palearctic and Oriental Regions, 30 species in the Nearctic Region, the rest are scattered in other regions. This genus can be distinguished easily by apparent characters. *Ypsolopha* species has difference of morphological characters: wing venation, labial palpi and genitalia. However, because of their genital similarity between each species, this genus is monophyletic taxon(Moriuti, 1964). In 1964, S. Moriuti suggested that 4 groups of Japanese *Ypsolopha* can be subdivided into 4 groups: *vittellus*-, *paranthesellus*-, *strigosus*- and *acuminatus*-group. But he reorganized *Ypsolopha* in the Fauna Japonica, Yponomeutidae S. LAT (1977) and intergrate *paranthesellus*- group into *vittellus*-group. In the present study, we overviewed some morphological characteristics of *Ypsolopha*.

Key words: Lepidoptera, Ypsolophidae, *Ypsolopha*

Hazard Rating of Coastal Disaster Prevention Pine Forests for a Black Pine Bast Scale Through Self-Organizing Map (SOM) and Random Forest Approaches

Youngwoo Nam¹, Sang-Hyun Koh¹, Sung-Jae Jeon¹, Ho-Joong Youn²,
Young-Seuk Park³ and Won Il Choi¹

¹Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute

²Division of Forest Disaster Management, Korea Forest Research Institute

³Department of Biology, Kyung Hee University

This study examined the effects of environmental factors on the abundance of black pine bast scale (BPBS), *Matsucoccus thunbergianae* Miller and Park, in coastal disaster prevention forest stands composed mostly of Japanese black pine. Geographical factors, soil conditions and forest stand conditions were measured to evaluate the hazard rating for the occurrence of BPBS from 35 plots in the coastal forest stands. To assess the hazard rating, a combination of a self-organizing map (SOM), which classified the samples according to their characteristics, and a random forest model, which predicted the probability of the occurrence of BPBS from SOM results, was used in this study. Our results showed that major factors determining the abundance of BPBS were climate, tree size, and tree health. BPBS was more common in low latitude coastal forests, suggesting that warmer conditions were favorable to BPBS population buildup. Tree size also influenced the abundance of BPBS, which was higher in forests composed of larger trees (greater DBH). Finally, BPBS was also more abundant in areas with high soil salinity and clay-loam soil, and north-facing slopes where tree vigor was lower.

Key words: Black pine bast scale, Coastal disaster prevention forest, Hazard rating, Self-organizing map, Random forest

Preliminary Study on Altitudinal Community Structure of Ground-beetles and Moths in Mts Ilwol, Jeombong and Baekun

**Jong Woo NAM¹, Shin Young PARK¹, Jong Kyun PARK², Bong Kyu BYUN³,
Dong Pyo LYU⁴ and Il Kwon KIM¹**

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Ecological Science, Kyungpook National University

³Department of Biological Science and Biotechnology, Hannam University

⁴Department of Forest Sciences, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University

A long term monitoring was carried out to compare altitudinal effects on insect community structures on high mountains and evaluate responses the monitoring and changed of insect communities induced by the climate change. These mountains were choose for Mt. Jeombong for northern part, Mt. Ilwol for middle and Mt. Beakun for southern. Each mountain was divided into three altitudinal gradients. They were collected three times a season from spring to autumn, using pitfall traps for ground beetles and UV light trap for moths. The present study presents preliminary results of analysis for the first year monitoring. In total 41beetle species and 326 moths were collected from the monitoring sites in 2012. abundance of ground beetles and moths were the highest in Mt. Baekun followed by Mt. Ilwol and lowest in Mt. Jeombong. Analysis of variance (ANOVA) results showed statistically significant differences among sampling area, species evenness and Shannon's diversity index with altitude in species abundance as a response variable. Also we found statistically significant differences to three species of ground beetle and six species of moths with altitude. Although we expected a distinct cluster with the difference of altitude at each study site. one of ordination analysis, nonmetric multidimensional scaling (NMS), showed distinct clusters with the ground beetles assemblage at some altitude and moths assemblage at sampling date.

Key words: Community structure, Altitudinal study, Ground beetle, Moths, Multivariate analysis.

P100

Developing New Microsatellite Markers of *Sogatella furcifera* by using NGS Technology

**Hwa Yeun Nam¹, Brad Coates², Kyung Seok Kim², Chris Wright³,
Marana Park¹ and Joon-Ho Lee¹**

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²USDA-ARS, CICGRU, Genetics Laboratory, Iowa State University

³W.M. Keck Center, University of Illinois at Urbana-Champaign

White-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath) (Hemiptera: Delphacidae), has been a serious migratory pest in Korea. It is important to figure out the migration route and gene flow of *S. furcifera*. Microsatellite marker (SSR) shows high efficiency as molecular markers. Unfortunately, various microsatellite marker of *S. furcifera* has not been developed to see genetic diversity. *S. furcifera* samples were collected from Vietnam, Laos and three different sites of Bangladesh in 2012. We extracted DNA by using QIAamp DNA Mini Kit and ran next generation DNA sequencer (NGS) Roche 454 to develop a new microsatellite marker. Roughly, about 18 singleton primers and 14 contigs primers were found. We will test these primers with *S. furcifera* DNA samples, and figure out the accurate new microsatellite marker.

Key words: *Sogatella furcifera*, white-backed planthopper, next generation sequence (NGS), microsatellite, genetic diversity

P101

Nutrient-specific Foraging Behavior Buffers the Effects of Macronutrient Imbalance in A Mealworm Beetle

Myung Suk Rho and Kwang Pum Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul

Protein and carbohydrate are the two most important macronutrients that have profound consequences for the fitness of insects. Many insects are capable of balancing the intake of multiple nutrients to minimize the fitness costs associated with ingesting diets that are imbalanced with respect to protein and carbohydrate. It has been hypothesized that insects will redress the imbalance of their nutrient state through increasing the appetite for specific nutrients that are ingested in deficit. We tested this possibility using a mealworm beetle, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Newly emerged beetles were confined to one of two nutritionally imbalanced foods that contained only protein or carbohydrate (P:C ratio = 0:42 and 42:0, expressed as % dry mass) for 16 days, after which they were given an opportunity to choose between two nutritionally imbalanced diets (0:42 versus 42:0). Over the first few days of the food choice, beetles that had previously experienced protein-limitation preferred protein to carbohydrate while the reverse was true for those that had experienced carbohydrate-shortage. Such contrasting patterns of diet preference observed between the two groups of beetles diminished subsequently as the insects recovered from nutrient imbalance. Our results provide strong support for the long-standing idea that attaining the right balance of nutrients is the main motive for foraging in insects.

Key words: nutrient selection, protein:carbohydrate balance, foraging, mealworm beetle, compensatory feeding

잣나무림에서의 소나무재선충병 발생양상

문일성, 손정아, 한혜림, 전향미, 최광식

국립산림과학원 산림병해충연구과

잣나무림에서의 재선충병 발병양상을 분석하기 위하여 재선충병 피해지인 성남지역에 고정조사구를 선정(면적 1ha)하여 매월 주기적으로 감염목 발생상황을 조사하였다. 감염목의 시기별 고사율을 조사한 결과, 감염당해연도인 11월에 42.5%로 가장 높았으며, 7월에는 19.4%가 고사, 이듬해 5월에 2.4%로 가장 낮았다.

2013년 3월 중순, 재선충병 감염목의 고사시기에 따른 부위별 선충밀도 및 분포 상황을 분석한 결과, 감염 당해 연도인 7월부터 11월에 고사한 잣나무에서는 전부위에서 소나무재선충이 검출되었다. 그러나 이듬해인 1~3월에 고사한 잣나무의 경우 수간하부에서는 거의 검출되지 않았으며 9m이상의 상부에서만 분포하였다.

고사시기별 매개충의 분포 양상을 조사한 결과, 9월 이전에 고사한 잣나무에서만 산란하였으며, 그 이후에 병징이 나타나는 감염목에는 산란하지 못한 것으로 조사되었다.

피해지 내 건전목의 하부고사가지에서의 매개충 산란 및 재선충 분포여부를 조사한 결과, 하부고사지 중 매개충이 산란 및 서식하는 가지는 전체 조사 가지 중 약 3.3%였다. 또한 매개충의 서식가지에서 소나무재선충을 분리한 결과 20%이상에서 소나무재선충이 검출되었다. 이 결과를 토대로 잣나무림에서의 소나무재선충병 방제 시 건전목의 하부 자연 고사지까지 완전히 제거하여야만 완벽한 방제효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

검색어: 고사시기, 북방수염하늘소, 소나무재선충 분포, 하부고사지

캄보디아의 나방류(나비목) 다양성에 관한 연구: Samkos Area

박보선, 주영돈, 나솔문, 김재원, 이동준, 배양섭

인천대학교 생명과학기술대학 생명과학과

캄보디아는 동양구에 위치한 국가로 북동쪽으로 라오스, 동쪽과 남동쪽으로 베트남, 북쪽과 서쪽으로 태국과 접하고 있다. Samkos지역은 캄보디아 서쪽에 위치한 산림지역으로 1997년 유네스코 생물권 보호구역으로 지정된 바 있다. Samkos산은 1750m 높이로, 산림이 우거지며 야생동물이 다양하게 서식하는 지역이다. Samkos지역은 지속적인 화전과 산림훼손 등으로 인해 급격하게 환경이 파괴되고 있다. 본 연구는 2012년 7월 12일~7월 23일, 2013년 2월 13일~2월 18일, 2013년 2월 16일~2월 18일까지 캄보디아 서부지역에 위치한 Samkos산에서 실시하였다. 연구방법은 Sweeping, Light trap, Bucket trap 등 다양한 방법을 이용하여 나비목의 다양성을 조사한 결과, 12년까지 7과 81속 98종이 채집되었으며, 13년도에 추가로 2과 50속 69종 채집되어, 현재까지 총 9과 131속 167종을 확인하였다.

검색어: Samkos, 캄보디아, 나비목, 나방, 생물권보호구역

P104

Development of Mass Capturing Device for *Platypus koryoensis*, an Insect Vector of Oak Wilt Disease in Korea

Yoon-Mi Jeon¹, Young-Woo Nam¹, Sungwoong Kim¹, Hwa-Jeong Yeom¹,
Hyo-Rim Lee¹, Sang-Hyun Koh¹ and Il-Kwon Park²

¹Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute

²Department of Forest Science, College of Agricultural and Food Chemistry, Seoul National University

Oak wilt disease caused by *Raffaelea quercus-mongolicae* was firstly reported at Sungnam city, Gyeonggi province, Korea, in 2004, and spread to several area of Korean peninsula. *Raffaelea quercus-mongolicae* was transferred by ambrosia beetle, *Platypus koryoensis*, and caused oak wilt disease. Because oak wilt disease is mediated by ambrosia beetle, *Platypus koryoensis*, control of this disease concentrates on managing the ambrosia beetle population. Until now, several control methods such as felling and fumigation of dead oak trees with metham sodium, sticky-roll trap for catching emerged or attacking beetles, and oak tree logs for attraction of ambrosia beetle have been mainly used to control oak wilt disease in Korea. Although effective, current control methods have many side effects. Felling of oak tree is very difficult and dangerous to workers. To reduce the side effects of conventional control methods, new and safe types of control method for managing the ambrosia beetle populations are essential.

In this study, we investigated the number of caught beetles, effect of height and direction of collection bottles by using newly developed mass capturing device for *P. koryoensis* to evaluate the effectiveness of this device as practical use in field.

Key words: oak wilt disease, ambrosia beetle, control, mass capturing device

Phylogenic Analysis of Endosymbiont *Wolbachia* with *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Korea

**Chan Hee Park, HyungWoo Lim, Hyun Woo Kim, Wook Kyo Lee,
Jong Yeoul Ro, Mi Yeoun Park and E-Hyun Shin**

Division of Medical Entomology, Center for Immunology and Pathology, Korea National
Institute of Health

The intracellular endosymbiont bacterium *Wolbachia* is currently considered the most abundant in arthropods and has also been isolated from nematodes, amphipods, isopods, mites and spiders. Recently, *Wolbachia*-based research was focused on the control of disease vector-population, such as several mosquitoes such as genus *Aedes* and *Anopheles* which cause dengue fever and malaria, respectively. For the analysis of regional difference between vector mosquito *Aedes albopictus* and *Wolbachia*, we selected different regions and collected *Ae. albopictus* which were distinguished with mountain chain and waterway. Whole genomic DNA were extracted from collected specimens with 9 regions. PCR analysis and sequencing were accomplished in each specimen for *Wolbachia* detection and identification using WSP gene. As a results, almost mosquitoes were infected with two strain of *Wolbachia* both *wAlbA* and *wAlbB*. However, regional separation of vector mosquitoes, *wAlbA* strain of *Wolbachia* were showed more than 98% sequence similarity. In this study, we first reported that *Wolbachia* infection and type of *Wolbachia* in Korea and endosymbiont *Wolbachia* was showed highly sequence homologies.

Key words: *Aedes albopictus*, *Wolbachia*, Vector mosquito, phylogenic analysis

P106

The Sexuales of *Stomaphis betulidahuricae* Zhang and Qio (Hemiptera, Aphidoidea: Lachninae) in Korea

Hong-Yul Seo, Ki-Gyung Kim and Sun-I Kim

National Institute of Biological Resources

The oviparous female and male of *Stomaphis betulidahuricae* Zhang and Qio, 1999 (Aphidoidea: Lachninae) are described and illustrated in detail for the first time. Notes on distribution, biology and host plants are presented. Also, the morphology of the male genitalia are illustrated.

Key words: Aphidoidea, Lachninae, *Stomaphis betulidahuricae*, sexuales

First records of four species of *Caloptilia* (Lepidoptera: Gracillariidae) from Korea

Young Min Shin¹, Bong Woo Lee¹, Shin Young Park¹ and Bong-Kyu Byun²

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Biological Science & Biotechnology, Hannam University

Caloptilia Hübner, 1825 is one of the largest group in Gracillariidae. 314 species have been known around the world. To date, 15 species were known from Korea. In the present study, four species of *Caloptilia* are newly recognized from Korean insect fauna: *C. fidella* (Reutti), *C. hidakensis* Kumata, *C. illicii* Kumata, and *C. pulverea* Kumata. All of 19 Korean species, including four newly recognized species, are redescribed with illustrations of adults and genitalic structures.

Key words: *Caloptilia*, First record, Korea, Lepidoptera, Gracillariidae

P108

The First Record of *Conilepia nigricosta* (Leech) in Korea with Comparison of Morphologically Similar Species, *Lithosia quadra* (Linnaeus) (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae) Inferred from Morphological and Molecular Approaches

Ga-Eun Lee, Taeman Han and Haechul Park*

Applied Entomology Division, Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

We report *Conilepia nigricosta* (Leech, 1988) in Korea for the first time. The female of *C. nigricosta* is nearly identical to the female of *Lithosia quadra*, and it has caused confusion in the generic classification. Therefore, we reexamined their morphology and also performed to analyze DNA barcode region compared with species of other related genera. As the results, the significant diagnoses between the two species were reconfirmed and provided in the adult appearances, wing venations, and genital structures in both sexes. The DNA barcoding results also showed a large genetic distance ranging from 6.21% to 7.16% between the two species. In phylogenetic relationship for these two species as well as 28 related species of Lithosiina, *C. nigricosta* was clustered as a sister to *L. quadra* and they formed a strong monophyletic group. It supports a possibility that these two genera may be a single genus, but more detailed molecular analysis using additional genetic markers and samples is needed to resolve reliable phylogenetic relationships between the taxa examined in this study.

Key words: Arctiinae, *Conilepia nigricosta*, DNA barcodes, *Lithosia quadra*, phylogenetic relationship, Taxonomy

P109

How Caterpillars Overcome the Early Life Experience of Nutritional Imbalance: The Role of Developmental Plasticity and Dietary Compensation

**Kwang Pum Lee, Soon-Tak Kwon, Chris Seung-Don Roh,
Myung Suk Rho and Taehwan Jang**

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul

Nutritional conditions experienced during early growth have important implications for the lifetime fitness of herbivores. We investigated how the early life effects of imbalanced nutrient intake can be overcome in a generalist caterpillar, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Over the fifth larval instar, caterpillars were pretreated on one of three diets that varied in protein: carbohydrate balance (p35:c7, p21:c21 or p7:c35). After molting to the sixth instar, they were transferred to one of three no-choice diets (p35:c7, p21:c21 or p7:c35) or a food choice where they received two nutritionally complementary diets (p35:c7 versus p7:c35). Approximately 80% of caterpillars that had been protein-deprived (p7:c35) during the fifth instar molted to the seventh instar. The threshold body mass for pupal metamorphosis was 144 mg at the start of the sixth instar. When given a choice, caterpillars pretreated on the low-protein diet (p7:c35) selected significantly more protein than those from other diets (p35:c7, p21:c21). Our results suggest that caterpillars are not only capable of switching their developmental program to reduce the deleterious effects of a nearly deficiency of protein, but also flexible at adjusting nutrient preference to address specific nutritional imbalances experienced early in life.

Key words: protein, carbohydrate, developmental plasticity, compensatory feeding, caterpillar

A taxonomic Review of the Genus *Aethina* Erichson, 1843 (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) From Korea, with Description of a Newly Recorded Species

Mi Jin Lee¹, Jinyoung Park² and Jong Eun Lee¹

¹Department of Biological Science, Andong National University

²Ecological Safety Research Team, Department of Conservation Ecology, National Institute of Ecology

Nitidulid beetles of the genus *Aethina* Erichson, 1843 are a well-known group as harmful to agricultural and apicultural industry, especially including *A. tumida*, an American small hive beetle, which is a beekeeping pest.

The world-widespread genus *Aethina*, within subfamily Nitidulinae and family Nitidulidae, is presented 5 subgenera and 28 species in Palaearctic region. Until now, 2 subgenera, *Aethina* s. str. and *Aethina* (*Circopes*), and 3 species, *A. (A.) flavicollis*, *A. (A.) inconspicua* and *A. (C.) suturallis*, have been recorded in Korea, and we added one more species, *A. (A.) maculicollis* as a newly recorded species. The larvae of *A. (A.) maculicollis* have been reported as pests of mulberry fruits in Japan.

In this study, we report the taxonomic key to the genus *Aethina* of Korea, and morphological description of *A. (A.) maculicollis*.

Key words: Nitidulidae, Nitidulinae, *Aethina maculicollis*

독도의 미기록 나방류 (나비목) 5종 보고

이봉우¹, 임종욱¹, 임종수², 박신영¹

¹산림청 국립수목원 산림생물조사과

²영월군 영월곤충육성센터

독도는 울릉도에서 216.8Km 떨어져 있는 우리나라 최동단에 위치한 섬으로, 2개의 큰 섬인 동도와 서도, 그리고 주변의 89개 부속도서로 구성되어 있는 총면적 187,554m²로 섬 일대는 천연보호구역(천연기념물 제336호)으로 지정되어 있다. 독도는 화산 폭발로 형성된 화산섬으로 대부분은 가파른 절벽으로 이루어져 있어 생물이 살기 어려운 환경을 하고 있다.

이러한 지형적 특성으로 상륙이 어려워 과거에는 독도 생물에 대한 조사가 많이 이루어지지 않았으나, 2000년대부터 많은 조사가 이루어지고 있다. 곤충의 경우 Jolivet(1974)가 독도잎벌레를 신종보고한 것이 최초이며, 이후 자연보존협회, 해양수산부, 환경부, 대학, 연구소 등에서 조사를 실시하여 독도의 곤충을 보고하였다. 가장 최근에는 오 등(2012), 강 등(2013), 유 등(2013)이 보고하여 지금까지 140종의 곤충이 보고되었다.

본 연구는 국립수목원과 국립중앙과학관 등 생물다양성기관연합 주관으로 실시한 생물상 조사결과로, 2012년부터 2013년까지 총 5회의 독도 조사를 실시한 결과 딱정벌레목, 파리목, 나비목 등 총 7목 32과 51종의 곤충이 확인되었다. 그 중 나비목에 속하는 세미창날개뿔나방 (*Labdia semicoccinea* (Stainton)), 순무좁나방 (*Leuoperna sera* (Meyrick)) 등 5종의 분포가 새롭게 확인되었기에 보고한다.

검색어: 나비목, 세미창날개뿔나방, 순무좁나방, 독도

P112

Effects of Thinning on Community Diversity of Wood-boring Beetles, Especially *Ips* spp. (Coleoptera: Scolytidae), in Japanese Larch (*Larix kaempferi*) Forest

Cha Young Lee, Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh and Won Il Choi

Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute

The effects of thinning on community diversity of wood-boring beetles were examined in Japanese Larch (*Larix kaempferi*) forest in In-je, South Korea in 2013. Three study sites were selected and thinning in the plots was conducted in 2010, spring 2012, and autumn 2012, respectively. Wood-boring beetles were collected every week using the 12-unit Lindgren multi-funnel traps with pheromone lure (Ipsdienol +50/-50 40mg, Ipsenol +50/-50 40mg) from mid-April to early November. Total 5 families (Cerambycidae, Curculionidae, Dryophthoridae, Scolytidae, Platypodidae), 62 species, and 26,638 individuals were collected. Diversity indices were 2.08, 2.02 and 0.76, and evenness indices were 0.55, 0.49 and 0.19 in 2010, spring 2012 and autumn 2012 thinning area, respectively. Among wood-boring beetles, the number of species of bark and ambrosia beetles were accounted for 44.4, 41.9 and 46.3% in 2010, spring 2012 and autumn 2012 thinning area, respectively. The number of individuals of bark and ambrosia beetles were accounted for 86.9, 82.2 and 98.4% in 2010, spring 2012 and autumn 2012 thinning area, respectively. Our results showed that the density of wood-boring beetles was the highest in the most recent thinning area, suggesting that thinning timing can influenced on the abundance of bark and ambrosia beetles. Among them, *Ips subelongatus*, *I. acuminatus*, and *I. sexdentatus* are species that mainly attack Japanese Larch. *Ips subelongatus* emerged faster than others and was the most dominant species.

Key words: thinning effect, bubble cap lures, *Ips subelongatus*, *Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*

P113

First record of *Anoplophora freyi* (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) in Korea

**Ja Lang LIM¹, Ki Gyoung Kim², Jongok LIM³, Ik Je CHOI¹,
Jinyoung Park⁴ and Jong Kyun PARK¹**

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University

²National Institute of Biological Resource

³Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

⁴Ecological Safety Research Team, Department of Conservation Ecology, National Institute of Ecology

Generally, Cerambycidae inhabites in tropical and subtropical zones, and they are large family among Coleoptera and distributed over 20,000 species worldwide. They typically characterized by extremely long antennae, which are often as long as or longer than the beetle's body. Order Cerambycidae are divided into 11 subfamilies in the world, among them, there are 304 species of the 159 genera in 7 subfamilies from Korea up to date. The genus *Anoplophora* is belonging to the tribe Agniini in the subfamily Lamiinae. Most species of *Anoplophora* are showed their beautiful colors on the elytra, pronotum, antennae and ventral parts etc. These colors superficially seems like mere patterns of the integument. Usually, colored pubescent patches of the elytra in *Anoplophora* are arranged in round spots, in others they are arranged in transverse bands. And also, the species of this genus have very long antennae (about 1.3-1.6 times the body length in males, 1.0-1.5 times the body length in females of most species) then others and mostly body size are large, some species is over 50mm. In this paper *Anoplophora freyi* is newly recorded in Korea. Consequently, a total of three species of the genus *Anoplophora* are recorded in Korea.

Key words: *Anoplophora*, Cerambycidae, Agniini, Long-horned beetles, Korea.

P114

Epigeic Spiders (Araneae) Under Different Farming Practices in Apple Orchards

Jae Seong Im¹, Seung Tae Kim², Sue Yeon Lee², Jong Kook Jung¹, Sun Kyung Lee¹, Byung In Son¹ and Joon-Ho Lee^{1,2}

¹Entomology program, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Epigeic spiders (Araneae) were surveyed in apple orchards under different farming practices (organic and conventional) in Muju-gun, Jeollabuk-do, Korea. The study was conducted from April to October in 2013 with 2 weeks interval using pitfall traps. Collected spiders were identified as 20 species of 6 families from 819 individuals in organic orchard I, 19 species of 10 families from 759 individuals in orchard II and 16 species of 8 families from 209 individuals in conventional orchard for from 1,787 captured spiders. Biodiversity was analyzed with species richness, abundance and Shannon diversity index (H'). Species richness was statistically higher in organic orchard than in conventional orchard. Organic orchard II comprised the greatest abundance followed by organic orchard and conventional. But species diversity was the highest in organic orchard II, intermediate in conventional orchard and the lowest in orchard I. Lycosidae was the most dominant family in all orchards regardless farming practices. However, Linyphiidae dominated in organic orchards only. The most dominant species were *Erigone koshiensis* (Linyphiidae) in organic I, *Pardosa laura* (Lycosidae) in organic II and *Arctosa pungcheunensis* (Lycosidae) in conventional orchard.

Key words: Epigeic spider, farming practices, apple orchard, biodiversity

P115

New Records of Host Plant for *Radopholus similis* Isolated from *Agathis dammara*

Na-Ri Lee, Dong Woo Kim, Bo-ram Kim, Bok-ri Park and Jae yong Chun*

Plant Quarantine Technology Center, Animal and Plant Quarantine Agency, Suwon 443-440,
Republic of Korea

The aim of the study is to report *Radopholus similis* detected from *Agathis dammara* in Thailand as new host plant. Existing host of *R. similis* was known as coffee, pepper, sugarcane and banana etc. This nematode in this study was observed morphologic character using Carl Zeiss Axioimager M2 and Axiovision Rel. 4.8 program. The result shows that a and b of the female was distorted toward maximum value of original description of species, and b', c and stylet length was distorted toward minimum value of original description of species. This nematode was morphologically distinguished from originally detected *R. similis*, but measured value was similar in range of original description of species. For more information, molecular assay was also confirmed the *R. similis* with 98% homology with the sequence of the internal transcribed spacer region (ITS) of ribosomal DNA. We provided PCR-amplified ITS nucleotide sequence.

Key words: *Radopholus similis*, *Agathis dammara*, ITS region.

P116

청송 성덕댐 건설 공사 구간의 육상곤충 군집 분석

장원석, 서울원, 이종은

안동대학교 생명과학과

성덕댐 건설 과정 중에 육상곤충의 군집 변동을 파악하기 위하여 성덕댐 건설공사 구간의 5개 지점에서 2010년부터 2013년까지 연 4회씩 총 16회에 걸쳐 육상 곤충상 조사를 실시하였다.

조사결과, 총 16목 111과 453종 8,360개체가 채집되었으며, 한국 고유종 25종, 국외반출승인대상종 31종이 출현하였다. 분류군별 종수 비율은 딱정벌레목(175종, 38.63%), 노린재목(101종, 22.30%), 매미목(41종, 9.05%)의 순으로 나타났으며, 개체수는 매미목(2,615개체, 31.28%), 딱정벌레목(2,393개체, 28.62%), 노린재목(1,881개체, 22.50%)의 순으로 높은 비율을 차지하였다. 군집분석 결과, 평균 우점도(DI)는 0.439, 다양도(H')는 3.277, 균등도(E')는 0.758, 풍부도(R')는 4.958로 나타났다. 주요 우점종은 돼지풀잎벌레(*Ophraella communa*), 일본멸구(*Stenocranus matsumurai*), 애긴노린재(*Nysius plebejus*) 등으로 조사되었다.

지점별 군집분석 결과, St.3, St. 4지점에서 연차에 따라 우점도가 증가하고 균등도, 다양도, 풍부도가 감소하여 군집의 안정성이 떨어지는 경향을 보였는데, 이는 지속적인 공사로 인한 환경교란이 가장 큰 요인으로 분석된다.

검색어: 성덕댐, 육상곤충, 군집분석

P117

The Interactive Effects of Host Plant Quality and Temperature on Life-history Performance in the fall Webworm, *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae)

Taehwan Jang¹, Myung Suk Rho¹, Sang-Hyun Koh² and Kwang Pum Lee¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul

²Division of Forest Insect Pests & Diseases, Korea Forest Research Institute, Seoul

The nutritional quality of host plant is critically important for insect herbivores to maximize their fitness, but it is relatively unexplored whether the ingestion of a specific host plant will have the same effects on insects under different thermal conditions. We have used a multi-factorial experimental design to investigate how the nutritional quality of host plant and temperature interact to affect life-history traits in a generalist caterpillar *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) feeding on five different host plants. Caterpillars raised on *Platanus occidentalis*, *Sophora japonica* and *Prunus x yedoensis* exhibited substantially higher survival, faster growth and heavier mass at pupation than those on *Cornus kousa* and *Betula platyphylla*. Caterpillars developed more quickly and attained a smaller final body mass at higher temperatures, but the way that these traits responded to temperature differed by host plant. Caterpillars on *P.occidentalis* displayed a monotonic decrease in development time with increasing temperature, but the development time of those on *P. x yedoensis* declined with temperature in a biphasic manner. Furthermore, the rate at which pupal mass increased with decreasing temperature was much greater for caterpillars on *P.occidentalis* than those on *P. x yedoensis*.

Key words: host plant, temperature, fall webworm, life-history performance, thermal reaction norm

P118

Genotype by Nutrient Interactions for Starvation Resistance in *Drosophila melanogaster*

Taehwan Jang and Kwang Pum Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul

Starvation resistance is an important fitness trait that is controlled by both environmental and heritable factors. The main objective of this study is to explore the genotype-by-nutrient interactions for starvation resistance and its correlating physiological traits in *Drosophila melanogaster*. In this study, we conducted a split-family quantitative genetic experiment, in which female adults of *Drosophila* from 19 isofemale genetic lines were allowed to ingest one of two synthetic diets that differed in protein-to-carbohydrate ratio (P:C = 4:1 or 1:16 with the P+C concentration of 120 g L⁻¹) before they were assayed for starvation time and lipid storage. In all genetic lines, *Drosophila* flies that had fed carbohydrate-rich diet (P:C=1:16) resisted starvation better and stored more lipids than did those that had fed protein-rich diet (4:1). Importantly, the extent to which both starvation resistance and lipid reserves were affected by dietary P:C ratio varied greatly among different genetic lines of *Drosophila*, as indicated by significant genotype-by-nutrient interactions for these two traits. When the patterns of the bivariate reaction norm for body lipid and starvation resistance were compared across the genotypes, we found strong evidence for genetic variations in the pattern of energy storage and usage associated with maintaining survival under starvation in *Drosophila*.

Key words: starvation, physiology, nutrition, genotype-by-nutrient interaction, protein:carbohydrate balance, *Drosophila*

Complete Mitochondrial Genome of the Mormon Metalmark Butterfly, *Apodemia mormo* (Lepidoptera: Riodinidae)

Min Jee Kim¹ and Iksoo Kim¹

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University

We report the complete mitochondrial genome (mitogenome) of *Apodemia mormo*, which belongs to the lepidopteran family Riodinidae. The 15,262-bp long complete genome is comprised of 13 protein-coding genes, two rRNA genes, 22 tRNA genes, and one major non-coding A+T-rich region, with the arrangement typically found in majority of Lepidoptera. The genes of *A. mormo* are interleaved with a total of 168 bp, which are spread over 16 regions and overlap in a total of 58 bp at eight locations. All tRNAs of the *A. mormo* mitogenome formed typical cloverleaf structure, except for tRNA^{Ser(AGN)}, which formed the truncated dihydrouridine arm. COI gene started with CGA, instead of canonical ATN as seen in other Lepidoptera. The 349-bp long A+T-rich region harbored the conserved sequence blocks, such as ATAGA motif, poly-T stretch, the conserved ATTTA sequence, and microsatellite A/T repeat that are typically found in Lepidoptera, but absent for tRNA-like pseudogene.

Key words: Mitochondrial genome, *Apodemia mormo*, A+T-rich region

The Complete Mitochondrial Genomes of Five Skippers (Lepidoptera: Hesperiiidae) and Phylogenetic Reconstruction of Lepidoptera

Min Jee Kim^{1†}, Ah Rha Wang^{1†}, Jeong Sun Park¹ and Iksoo Kim¹

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University

We newly sequenced mitogenomes of five skippers belonging to Lepidoptera to obtain further insight into characteristics of butterfly mitogenomes and performed phylogenetic reconstruction using all available gene sequences (PCGs, rRNAs, and tRNAs) from 85 species in 19 families in eight superfamilies. The general genomic features found in the butterflies also were found in the five skippers: a high A/T composition (79.3% - 80.9%), dominant usage of TAA stop codon, similar skewness pattern in various levels, consistently long intergenic spacer sequence between tRNA^{Gln} - ND2 (64-87 bp), the ATACTAA motif between RNA^{Ser}(UCN) and ND1, and characteristic features of the A+T-rich region (the motif ATAGA, varying length of poly-T stretch, and poly-A stretch). The start codon for COI was CGA in four skippers as typical, but *Lobocla bifasciatus* evidently possessed canonical ATG as start codon. Phylogenetic analyses mainly yielded the consensus superfamilial relationships ((((((Bombycoidea + Noctuoidea + Geometroidea) + Pyraloidea) + Papilionoidea) + Tortricoidea) + Yponomeutoidea) + Hepialoidea) with a high support for most nodes, confirming the validity of Macroheterocera and its sister relationship to Pyraloidea. Within Rhopalocera the familial relationships (Papilionidae + (Hesperiiidae + (Pieridae + ((Lycaenidae + Riodinidae) + Nymphalidae))) were strongly supported, confirming invalidity of the superfamily Hesperioidea. On the other hand, superfamilial relationships among Noctuoidea, Geometroidea, and Bombycoidea and the familial relationships among Saturniidae, Sphingidae, and Bombycidae were dubious, requiring further representative taxon sampling.

Key words: Complete mitochondrial genome, Hesperiiidae, Lepidopteran phylogeny

[†]These authors contributed equally to this paper.

Complete Mitochondrial Genome of the Mulberry White Caterpillar *Rondotia menciiana* (Lepidoptera: Bombycidae)

Min Jee Kim¹ and Iksoo Kim¹

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University

The mulberry white caterpillar, *Rondotia menciiana*, belongs to the lepidopteran family Bombycidae, in which the domestic silkworm, *Bombyx mori* is included. In this study, we describe the complete mitochondrial genome (mitogenome) sequences of the species in terms of general genomic features and characteristic features found in the A+T-rich region. The 15,364-bp long genome consisted of a typical set of genes (13 protein-coding genes, two rRNA genes and 22 tRNA genes) and one major non-coding A+T-rich region, with the typical arrangement found in Lepidoptera. Twelve of the 13 PCGs start with typical ATN codons, except for the COI, which begins with CGA. Twelve of the 13 PCGs have complete stop codon, except for COII, which ends up with a single T. The 360-bp long A+T-rich region harbored the conserved sequence blocks that are typically found in lepidopteran insects. Additionally, the A+T-rich region of *R. menciiana* contained one tRNA^{Met}-like structure, which has a proper anticodon and secondary structure.

Key words: Mitochondrial genome, *Rondotia menciiana*, A+T-rich region

Damage Report on Newly Recorded Noctuid Pest *Leucapamea askoldis* (Oberthür) (Lepidoptera: Noctuidae) from Biofuel Crop, Amur Silver Grass *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Benth.

**Young Hak Jung¹, Eun Ju You², Jong-Woong Ahn³, Jung-Joon Park²,
Dong Woon Lee⁴ and Ho Yul Choo²**

¹Division of Applied Life Science (BK21 Program), Gyeongsang National University

²Department of Applied Biology, Gyeongsang National University

³Bioenergy Crop Center, NICS, RDA, Muan, Jeonnam

⁴Major of Applied Biology, Kyungpook National University

Amur silver grass, *Miscanthus sacchariflorus* is one of the promising biofuel crops. A damage of noctuid pest, *Leucapamea askoldis* was firstly observed from Amur silver grass in Hwasun silver grass plantation during the survey of insect pests of Amur silver grass in Iksan, Hwasun, and Sancheong plantation areas in Korea. The host of *L. askoldis* was not known yet in Korea. Thus, *M. sacchariflorus* was the first known host in Korea. The *L. askoldis* damage was observed as larval feeding on newly grown shoots of *M. sacchariflorus* close to soil surface from early April to early May in 2013. Investigated larval density was 1.6 ± 1.1 per m^2 on April 4 and damage rate of shoots was $0.8 \% \pm 0.4$ per hundred plants on May 4, 2013. The larvae bore into shoots of *M. sacchariflorus* and then feed inside of plant. The damaged shoots are easily pulled out and distinguished by the boring hole on the shoots.

Key words: Amur silver grass, *Miscanthus sacchariflorus*, biofuel, noctuid, *Leucapamea askoldis*

Community Structure and Species Distribution of Ground Beetle Assemblages (Coleoptera: Carabidae) in Yeongwol-gun, Korea

Jong-Kook Jung¹, Sun Kyung Lee¹, Byung In Son¹, Seung Tae Kim², Sue Yeon Lee², Jae Seong Im¹, Hyo Seok Lee¹ and Joon-Ho Lee^{1,2}

¹Department of Agricultural and Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Seoul National University

This study was conducted to investigate the community structure and species distribution of ground beetle assemblages in western part of Yeongwol-gun, Korea. Ground beetles were collected by pitfall traps from 9 study sites during July to October in 2013. A total of 30 species were identified from 4,439 collected ground beetles. Two dominant species, *Synuchus nitidus* (1,916 individuals) and *Synuchus cycloderus* (1,900 individuals) were occupied 85.8% of total. Interestingly, *Pterostichus orientalis orientalis* and *Synuchus melantho* were only collected in relative high altitude above 350 m, such as Beopheung-ri, Unhak-ri, and Yongseok-ri. Large-sized beetles, such as *Damaster*, *Leptocarabus*, and *Carabus* species, were generally more collected from Suju-myeon (Beopheung-ri and Unhak-ri) and Jucheon-myeon (Docheon-ri and Yongseok-ri) as well-conserved area, but not occurred in Yeongwol-eup and Hanbando-myeon, which forests may have lower habitat quality for these species. These differences also lead to increasing of dissimilarity among study sites, which were diverged into 3 groups at 53.0% of similarity. In particular, species composition of Samok-ri was significantly different at 8.2% of similarity because of difference in habitat characteristics as river side. This study has an important value to provide the fundamental information of inventory and monitoring in Yeongwol-gun. For detail mapping of species distribution in Yeongwol-gun, however, further studies are necessary, especially eastern parts of Yeongwol-gun.

Key words: diversity, carabids, inventory, monitoring, conservation

가리왕산 지역의 숲가꾸기 대상지 곤충 모니터링

조경연, 이광수, 김태용, 류동표, 김갑태

상지대학교 산림과학과

본 연구대상지는 강원도 평창군 대화면과 진부면에 걸쳐 있는 가리왕산과 중앙산 일대의 국유림으로 천연활엽수림으로 남아있는 123(5소반)임반과 124(2·3소반)임반 지역 5ha를 구획하였다. 숲 가꾸기 작업 전·후를 분석하기 위해 벌채 전에 곤충모니터링을 2013년 6월~9월까지 말레이즈 트랩(Malaise trap)과 비틀 트랩(Japanese beetle trap)을 4개의 조사구에 각 지점에 설치하여 곤충 모니터링을 실시하였다. 채집결과 딱정벌레목 229개체, 메뚜기목 222개체, 집게벌레목 87개체 순으로 채집되었다. 6월에 가장 적은 개체 97개체, 채집되었으며, 7월에 가장 많은 292개체, 9월이 213개체, 총 731개체가 채집되었다.

비틀 트랩은 딱정벌레 250개체로 가장 많았으며, 메뚜기목 127개체, 나비목 74개체 순으로 채집되었다. 6월에 가장 적은 101개체수가 채집되었으며, 7월이 가장 많은 173개체, 8월 103개체, 9월에 162개체가 채집되었다.

검색어: 산림곤충, 숲가꾸기, 모니터링, 가리왕산

가리왕산 지역의 고도별 기후변화 취약곤충종 모니터링

조경연¹, 김일권², 이광수¹, 김태용¹, 류동표¹

¹상지대학교 산림과학과

²국립수목원 산림생물조사과

본 연구는 강원도 정선군과 평창군에 걸쳐 있는 가리왕산 일대를 중심으로 산림 생태계 내에서 기후변화에 따른 곤충종의 분포해 대한 모니터링을 실시하였다. 대상 곤충 종은 개미류, 딱정벌레류, 나방류 대상으로 조사를 실시하였다.

곤충상의 조사는 2013년 6월부터 9월까지 총 3회에 걸쳐 혼효림 지역에서 고도별 700m, 900m, 1,100m에 조사지점을 선정하고 핏폴트랩(Pitfall trap)은 대상지 10m×10m의 3개의 지점을 설정하여 한 지점에 9개씩 총 27개 설치하여 조사하였다. 버킷식유아등트랩(Bucket trap)을 고도별로 한 개씩 설치하였고, 타이머를 부착하여 PM 08:00-AM 02:00로 유아등 점등시간을 동일하게 설정하여 조사하였다. 조사결과 핏폴 트랩을 사용한 개미류 조사는 11속 14종 15,466개체가 채집되었다. 딱정벌레류는 4과 20속 26종 732개체가 채집되었으며, 버킷식유아등 트랩을 이용한 나비류의 조사는 19과 187속 232종 2,884개체가 채집되었다. 이번 기후변화취약곤충류는 남방계곤충 전체 284종에서 벌목 1과 70종, 딱정벌레목 22과 106종, 나비목 22과 77종 총 253종과 북방계곤충 전체 463종에서 벌목 1과 162종, 딱정벌레 19과 77종, 나비목 22과 161종에 대한 400종을 대상으로 조사하였다.

검색어: 고도, 기후변화, 취약곤충종, 가리왕산

Molecular Discrimination of Regionally Gene Difference of *Coptolabrus jankowskii* (Coleoptera: Carabidae) in Korea

Eun Young Choi¹, Deok-Jin Jang¹, Jinyoung Park², Nan Zarchi Win¹,
Ik Je Choi³ and Jong Kyun Park¹

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University

²Ecological Safety Research Team, Department of Conservation Ecology,
National Institute of Ecology

³Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

This study was carried out to know some regional gene difference in carabid beetle, *Coptolabrus jankowskii*. There are eight subspecies in this species from Korea and it was too difficult to identify by morphological similarity.

The mitochondrial ND5 (NADH dehydrogenase subunit 5) gene of *Coptolabrus jankowskii* from four regions of (Sangju, Daegu, Mt. Jumbong and Jeju island) was compared. The results showed the differences of the base sequence of total 57 sites and the amino acid variation of the 25 sites. The Neighbor-joining tree and Maximum parsimony tree were established based on sequence data of the ND5. In NJ tree, the Jeju area except Songdangri, and Mt. Jeombong region showed close relationship group. In the case of Maximum parsimony tree, the result divided to three separated group, the first connected group was Jeju Songdangri area and the other the Korean peninsula region except Mt. Jeombong. Others were Jeju area except Songdangri, and Mt. Jeombong region.

Key words: Coleoptera, Carabidae, *Coptolabrus jankowskii*, Korea

야행성 곤충류 모니터링 장비개발

김범수^{1,5}, 박성준², 김도성³, 오기석⁴, 박은진¹, 전준형¹, 변봉규¹

¹한남대학교 생명시스템학과

²국립생태원

³생물보전연구소

⁴(주) 한국유용곤충연구소

⁵(주) 오상킨섹트

금번 연구는 정량채집 장비인 버킷식 유아등 트랩에 대한 단점을 보완하고 채집에 효율적인 장비를 개발하기 위해 수행하였다. 기존 장비의 경우 대부분 마취제(클로로포름)의 사용으로 인해 DNA손상의 우려가 있으며 여러 구간에 설치할 경우 구간마다 마취지속시간의 편차가 크다는 문제점이 있어왔다. 또한 기존장비의 경우 휴대성이 비효율적이며 가장 큰 문제는 하계 조사시 많은양의 개체가 채집되면 트랩 안에서 밀집하여 표본이 많이 손상되는 어려움이 지적되어 왔다. 따라서 이러한 단점을 보완하고 장비를 개선함으로써 정략적 생태조사를 위한 장비개발에 초점을 맞추고 효율적인 모니터링을 가능케 하는 장비를 개발코자 수행하였다. 본 연구를 통해 개발된 개선장비는 향후 야외조사를 통한 데이터 분석으로 기존 제품 대비 효율성을 추가적으로 검토할 계획이다.

검색어: 버킷식 유아등, 마취제, 클로로포름, 모니터링

국립중앙수목원 조성예정지 주변지역, 전월산의 나비목 곤충상 조사

노승진¹, 이봉우², 신셋별¹, 손재덕¹, 전병수¹, 전준형¹, 변봉규¹

¹한남대학교 생명시스템학과

²국립수목원 산림생물조사과

국립중앙수목원 조성예정지인 세종시의 주변지역인 전월산 곤충상을 조사하고 이들에 대한 증거표본을 확보하여 향후 이 지역에서의 곤충상변화 연구를 위한 기초자료를 확보하고, 산림곤충자원의 확보차원에 수행되었다. 특히 금번 조사 지역은 생물다양성 연구 및 보전측면에서 매우 중요한 지역이며 향후 기후변화와 관련한 취약종의 조사 및 분포역의 변화 등과 같은 관련연구를 위해 기초자료가 절실히 요구되는 지역이라 할 수 있다.

이와 같은 연구목적을 달성하기 위해 국립중앙수목원 조성지 주변지역인 전월산을 중심으로 2013년 5~9월간 조사를 실시하였고 이에 따른 곤충표본을 수집하여 표본을 제작하고 분류동정하였다. 조사를 통해 총 나비목은 11과 150종 975개체를 확보하였다. 이들을 분류군 별로 살펴보면 밤나방과가 58종 439개체로 가장 많은 분류군이 조사되었고, 다음으로 자나방과가 40종 213개체로 조사되어 두 번째로 많은 분류군이 조사되었다. 이 외에도 명나방과, 독나방과, 갈고리나방과, 재주나방과 등의 순으로 채집조사되었다. 이들 조사결과는 향후 당해지역의 곤충변화상 연구를 위한 비교자료 뿐만 아니라 국립중앙수목원 조성이후 전시교육을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

검색어: 산림곤충, 곤충상, 우점종, 표본수집

DNA Barcoding of the family Noctuidae (Lepidoptera) in Korea

Seung-Jin Roh, Seong-Eun Jeong and Bong-Kyu Byun

Department of Biological Science and Biotechnology, Hannam University

This study was carried out to provide accurate identification of Noctuidae, using the DNA barcode. In total, 2,040 adult specimens of 443 species were collected from 13 forest areas in Korea. In this study, we conducted the correct identification using external morphology and genitalic characters. In addition, we observed and compared the voucher specimens, preserved in the major entomological collections in Korea, including Hannam university Natural History Museum (102 species), Korea Forest Research Institute (8 species) and the National Science Museum (27 species) for correct identification. For extracting DNA sequences of the mitochondrial gene COI, the hind legs were detached and sampled with tweezers, providing about 25 mg of tissue sample. We amplified and sequenced the standard DNA barcode fragment of 648 basepairs. As a result, we have complete DNA barcodes for all 331 species. These results will be presented in Forest Pests Information Data Sheets for Noctuidae, containing DNA Barcode information, external morphology, ecological characteristics and phenology.

Key words: Forest pests, identification, Lepidoptera, DNA barcode, Noctuidae

P130

Descriptions of Three New Species of the Family Psychidae (Lepidoptera)

Seung-Jin Roh and Bong-Kyu Byun

Department of Biological Science and Biotechnology, Hannam University

This study was conducted to review the Korean Psychidae. In the present study, a total of 10 species belonging to seven genera were recognized from Korea. Among them, three species, *Eumeta tamraensis* sp. nov., *Proutia unhongae* sp. nov., and *Psyche yeongwolensis* sp. nov. are described as new to sciences. All known species were described with illustrations of external and genital characters including ecological characteristics, distributional ranges, and host plants.

Key words: new species, Psychidae, Lepidoptera, Korea

전북 선각산 일대의 고도별 기후변화 취약곤충종 모니터링

신영민^{1,2}, 김일권², 김다솜¹, 노승진¹, 전준형¹, 변봉규¹

¹한남대학교 생명시스템학과

²국립수목원 산림생물조사과

본 연구는 우리나라 남부지방의 선각산 일대를 중심으로 산림생태계내에서 기후변화에 따른 곤충종의 분포상 모니터링을 위해 고도별 곤충류 군집조사를 실시하였다. 이를 위해 선각산의 300, 600 및 900m고도에서 조사지점을 선정하고 버킷식유아등트랩과 핏폴트랩을 이용하여 정량채집을 실시하였다. 조사기간은 곤충류가 출현하기 시작하는 2013년 5월~9월까지 2개월 간격으로 총 3회의 채집조사를 수행하였다. 채집조사결과, 버킷식유아등트랩으로 조사된 곤충류는 대부분 야행성인 나방류였으며 18과 310종에 이르는 비교적 다양한 분류군으로 확인되었다. 또한 핏폴트랩을 이용한 보행성 딱정벌레류의 조사결과는 28종 200개체였으며, 고도별 개미류 조사결과는 14종 11,276개체가 확인되었다. 금번 조사결과 국립수목원(2011)에서 지정한 기후변화취약곤충류 중 썩은잎가이나방을 비롯하여 나방류와 개미류에서 19종의 북방계 곤충과 4종의 남방계열의 분포가 확인되었다. 이번연구를 통해 수립되는 기초정보들은 향후 당해지역의 기후변화에 따른 곤충상의 변화양상을 파악 할 수 있는 중요한 자료로 활용될 것으로 사료된다.

검색어: 기후변화, 취약곤충종, 고도, 분포상, 남방계곤충, 북방계곤충

검역상 주요 나방류의 확보 및 DNA barcode 생산

전준형, 변봉규

한남대학교 생명시스템학과

최근 무역자유화에 따른 농산물의 국제교역량 증대에 따라 외래해충의 유입 및 확산의 위험성이 증대하고 있으며 최근 농산물의 수출과정에서 발견되는 해충에 대한 분자생물학적 동정법에 대한 특정 분류군별로 연구가 진행되고 있는 반면 해외에서 유입되는 해충에 대한 정보는 매우 제한적인 상황이다. 현재 우리나라에서 지정되어 있는 검역해충은 1,375종으로 알려져 있고 이중 나비목의 경우 나비류 6종을 포함하여 228종이 규제병해충으로 지정되어 있으며, 이들의 생태특성상 국내로 유입될 경우 대발생하여 해충이 될 가능성이 매우 크다. 따라서 본 연구에서는 검역해충 목록을 토대로 외래해충종 및 국내 근연분류군을 중심으로 총 31종의 나방류를 DNA barcode 분석을 실시하였다. 이들 연구결과는 검역현장에서 활용될 수 있도록 정리될 예정이다.

검색어: 검역해충, DNA barcode, 나비목, 유입차단

인제군 주요 지역의 인시목 곤충상 조사

전준형¹, 신영민^{1,2}, 노승진¹, 변봉규¹

¹한남대학교 생명시스템학과

²국립수목원 산림생물조사과

금번 연구는 우리나라에서 비교적 북쪽지역에 위치하고 있는 인제지역의 생물 조사의 일환으로 수행되었다. 본 연구를 위해 인제군의 주요 지역에서 2013년 5월부터 11월까지 설악산국립공원, 대암산, 방태산, 명당산, 조침령 등 총 6회 18개소에서 포충망과 육안을 이용한 나비조사와 나방조사를 위해 유아등, 버킷트랩을 이용하여 채집조사를 실시하였다. 조사결과 총 3과 344종 1,004개체가 조사되었다. 이 중 나비류는 5과 40종 170개체가 조사되었고 나방류는 25과 304종 834개체가 확인되었다. 이를 월별로 살펴보면 나비류의 경우 6월에 3과 14종, 7월에 13종, 8월에 15종 9월에 23종으로 나타났고 분류군별 조사결과 네발나비과가 27종으로 나비류중 가장 많은 종이 출현한 것으로 확인되었다. 금번조사에서 나방류의 경우 5월에 31종, 6월에 114종, 7월에 104종, 8월에 85종, 9월에 54종 11월에 4종으로 확인되어 주로 7-8월에 많은 종수가 출현한 것으로 조사되었다. 또한 이를 과별로 조사된 종수로는 밤나방과, 자나방과의 순으로 많은 종들이 조사된 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 다른 지역의 곤충상 조사결과와 비슷한 경향으로 곤충류의 활동이 활발히 이루어지는 6월부터 8월에 이르기까지 많은 종들이 출현한 것으로 나타났다.

검색어: 인제군, 인시목, 나비류, 나방류, 버킷트랩, 유아등

First Record of Caeciliusidae and Stenopsocidae (Psocoptera: Psocomorpha) from Korea

Ki-Jeong Hong

Department of Plant Medicine, Sunchon National University

Members of the order Psocoptera are known as psocids (commonly called booklice or bark lice). They are about 1 to 10mm in length and characterized by well-developed postclypeus, long antennae, pick-like lacinia, reduced prothorax, well-developed pterothorax, etc. There are more than 5,500 species in 41 families in three suborders.

The suborder Psocomorpha is the largest suborder in Psocoptera, containing 25 of the 41 psocopteran families. Psocomorphan families are classified into four groups: Epipsocetae, Caeciliusetae, Homilopsocidea and Psocetae.

Families Caeciliusidae and Stenopsocidae belong to the group Caeciliusetae. The family Caeciliusidae is the largest family of Psocomorpha, and is widely distributed in all zoogeographical regions. Monophyly was not supported by any autapomorphy (Yoshizawa, 2002). The Stenopsocidae is distributed in the Afrotropical, Palearctic, Oriental, and Australian regions. Monophyly is well supported by the presence of the R_1 - R_{2+3} crossvein, M-CuA₁ crossvein, and lateral pouch of the spermathecal sac (Yoshizawa, 2002).

These families, Caeciliusidae and Stenopsocidae consist of about 676 described species in 32 genera and about 188 described species in 4 genera, respectively. In Asia, there were reported 337 species belonging to 11 genera and 154 species belonging to 4 genera from China (Li, 2000) and 22 species belonging to 6 genera and 7 species belonging to 2 genera from Japan (Yoshizawa, 2004), respectively, but there have not been known from Korea until now.

This study is the first work to make the checklist of the Korean Psocoptera. Through this study, I have reported 2 species of families Caeciliusidae and Stenopsocidae new to Korea, respectively.

Suborder Psocomorpha

Infraorder Caeciliusetae

Family Caeciliusidae

Caecilius fuscopterus (Latreille, 1799)

Paracaecilius japonicus (Enderlein, 1906)

Family Stenopsocidae

Graphopsocus cruciatus (Linnaeus, 1768)

Stenopsocus immaculatus (Stephens, 1836)

Key words: Caeciliusidae, Stenopsocidae, Psocoptera, Korea.

Estimation of the Genome Sizes of the Two Chigger Mites Based on Quantitative PCR and K-mer Analysis

Ju Hyeon Kim¹, Jong Yul Roh², Deok Ho Kwon³, Young Ho Kim³,
Kyungjae A. Yoon¹, Seungil Yoo⁴, Seung-Jae Noh⁴, Junhyung Park⁴,
E-hyun Shin², Mi-Yeoun Park² and Si Hyeock Lee^{1,3}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Division of Medical Entomology, National Institute of Health

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

⁴Department of Research, Codes Division, Insilicogen, Inc.

Leptotrombidium pallidum and *Leptotrombidium scutellare* are the major vector mites for *Orientia tsutsugamushi*, the causative agent of scrub typhus. Before these organisms can be subjected to whole-genome sequencing, the genome sizes of *L. pallidum* and *L. scutellare* were estimated by a method based on quantitative real-time PCR. In addition, k-mer analysis of the genome sequences obtained from Illumina sequencing was conducted to verify the mutual compatibility and reliability of results. The genome sizes estimated by qPCR were 191.3 ± 7 Mb for *L. pallidum* and 262.1 ± 13 Mb for *L. scutellare*. The estimated genome sizes based on k-mer analysis-based were 175.5 Mb for *L. pallidum* and 286.6 Mb for *L. scutellare*. The estimates from two independent methods were mutually complementary and in a similar range to those of other cariform mites. The relatively small genome size would facilitate genome analysis, which could contribute to understanding Arachnida genome evolution and mite vector competence and provide key information for scrub typhus prevention.

Key words: *Leptotrombidium pallidum*, *Leptotrombidium scutellare*, genome size, scrub typhus, Rickettsiosis

Effects of Transgenic Cabbage Expressing Cry1Ac1 Protein on the Wolf Spider, *Pardosa astrigera* L. Koch (Araneae: Lycosidae)

Young-Joong Kim^{1,2}, Joon-Ho Lee², Chee Hark Ham³ and Chang-Gi Kim¹

¹Bio-Evaluation Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³R&D Headquarter, Nongwoo Bio Co.

Transgenic lines of insect resistant cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) expressing Cry1Ac1 protein has been developed to control diamondback moth (*Plutella xylostella*). The potential adverse effects of *Bt* crops on non-target arthropod herbivores and predators are major concerns. We conducted a tritrophic bioassay to study the ecological impacts of insecticidal transgenic cabbage on the wolf spider (*Pardosa astrigera*), a non-target generalist predator. First, we measured the levels of Cry1Ac1 proteins in fruit flies that were fed with the transgenic cabbage as well as those levels in the wolf spiders preying on the *Bt* cabbage-fed fruit flies using enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). Cry1Ac1 proteins were detected in the *Bt* cabbage fed fruit flies and also in the wolf spiders after preying on *Bt* cabbage-fed fruit flies. Second, we compared the life history characteristics of the wolf spiders preying on the *Bt* or non-*Bt* cabbage. Growth, development time and survival of the wolf spiders were not significantly different between *Bt* and non-*Bt* cabbage. Although the wolf spiders were exposed to Cry1Ac1 protein via feeding on the preys containing Cry1Ac1 proteins, their growth and survival was not significantly affected.

Key words: Cry1Ac1 protein, *Drosophila melanogaster*, non-target arthropod, *Pardosa astrigera*, tritrophic bioassay

Evaluation of Mixture Effect Between Ethyl Formate and Phosphine for Control of Citrus Mealybug (*Planococcus citri*)

Sol Kang¹, Jeong-OhYang¹, Bong-SuKim² and Byung-HoLee^{2*}

¹Animal Plant Quarantine Agency, Plant Quarantine Technology Center

²Dongbu ARI, Dongbu Farm Hannong Co. Ltd

Methyl bromide (MB), as a fumigant for Quarantine and Pre-shipment (QPS) could offer eradication of target pests within shorter fumigation period and without phytotoxicity. Therefore, unlike MB alternatives for soil fumigation, there is no ideally MB alternative fumigant for QPS purpose, particularly for perishable commodities. It is critically important that within shorter fumigation time requires killing all target insect pests and without effect of quality and deliver treated fruit and vegetables to the final consumer.

The citrus mealybug(*Planococcus citri*), problem quarantine pest, was tested with different exposure times(2and4-hours) and concentrations(EF(0-200 g/m³) and PH₃(10-50 g/m³)) in small desiccators for mixture tests. On sensitivity test with small desiccator, the egg stage showed 100% mortality with 200/25(EF/PH₃) g/m³ and the nymph and adult stage showed 100% mortality with 10/10(EF/PH₃) g/m³ on 2h. Also, the egg stage showed 100% mortality with 150/25(EF/PH₃) g/m³ on 4h.

Key words: Fumigation, Ethyl formate(EF), Phosphine(PH₃),Mixtureeffect

Dose Response Assessment of Ethyl Formate and Phosphine on Three Aphid Species in Fruit and Vegetable Commodities

Myeong-Seob Kim¹, Jeong-Oh Yang¹, Bong-Su Kim²,
Eul-Jai Myung² and Byung-Ho Lee^{2*}

¹Animal Plant Quarantine Agency, Plant Quarantine Technology Center

²Dongbu ARI, Dongbu Farm Hannong Co. Ltd

Aphids are common pests frequently found in imported and exported fruits and vegetables. Methyl bromide(MB), a quarantine and preshipment(QPS) fumigant, could offer eradication of aphids within short period. However, MB is limited in use because of poor gas evaporation at low temperature (<5°C) and there is phytotoxic effect or damage on quality in post-harvest vegetables and fruits even at >5°C. Two candidates of MB alternative, ethyl formate(EF) and phosphine gas (PH₃), are used and being investigated at various fruits and vegetables fumigation to replace MB. Aphids are known as quarantine pest that are hard to control when conduct short period fumigation with PH₃ and low dosage of EF. In this paper, dose response assessment of EF and PH₃ gas are presented for three different aphid species : cotton aphid(*Aphisgossypii*), green peach aphid(*Myzus persicae*) and turnip aphid(*Lipaphis erysimi*). The LC_{t99%} values of EF at room temp. and low temp.(5°C) were 4.42 and 4.45 g·h·m⁻³ for cotton aphid, 3.23 and 5.58g·h·m⁻³ for turnip aphid, 3.23 and 5.58g·h·m⁻³ for green peach aphid when 2hours fumigation. PH₃ showed 0% efficacy on all species when 2hours fumigation.

Key words: Methyl bromide alternatives, Phosphine gas, Ethyl formate, Aphids, CT product

P139

New Record of Host Plant for *Radopholus similis* Isolated from *Staurogyne* sp.

Bo-Ram Kim, Na Ri Lee, Bok-ri Park and Jae yong Chun*

Plant Quarantine Technology Center, Animal and Plant Quarantine Agency, Suwon 443-440,
Republic of Korea

Radopholus similis belong to the plant parasitic nematode family, Pratylenchidae and was recognized that injure the plant. *R. similis* was generally identified from bananas and plantain in the tropics. However, the occurrence of infection of *R. similis* on new host plant was confirmed recently. The aim of this study was to report the determination of new host plant for *R. similis* on *Staurogyne* sp. The species identification was evaluated the morphological and molecular characteristics of nine *R. similis*. Molecular assay was designed from the internal transcribed spacer region (ITS) of ribosomal DNA to distinguish species. Nematodes from *Staurogyne* sp. showed almost similar morphological and morphometric characteristics in general *R. similis*, but some variation in tail shape was confirmed. Also, male was not detectable. Molecular assay showed a high level (97%) of similarity in the TW81-AB28 and 18S-28S sequences (ITS region) with corresponding NCBI sequence. The quarantine should be more intensely to detect the prohibited nematode.

Key words: *Radopholus similis*, *Staurogyne* sp, ITS regions

Changes of densities of *Chironomus* sp. and *Limnodrilus* sp. to disturbance of flood

Mi-Jung Bae¹, Tae-Soo Chon² and Young-Seuk Park^{1,3}

¹Department of Biology, Kyung Hee University

²Department of Biological Sciences, Pusan National University

³Department of Life and Nanopharmaceutical Sciences, Kyung Hee University

Distribution of aquatic organisms is governed by various environmental factors. Hydromorphological characteristics which are heavily affected by heavy rains in stream are one of the fundamental factors to influence the distribution of aquatic organisms. In this study we evaluated the difference response of two aquatic species *Chironomus yoshimatisui* and *Limnodrilus hoffmesteri* habiting to changes of discharge due to heavy rains. We compared the differences in their resilience and recover to disturbances. Our results showed that after a heavy rain during the sampling periods, the proportion of macrosubstrate highly increased and was not recovered into the previous states. Nonmetric Multi-dimensional scaling based on Chironomidae and Oligochaeta biota well represented annual and seasonal differences with heavy rain effects. Random forest model showed that the abundance of *C. yoshimatisui* were mainly influenced by microsubstrate, precipitation and Reynolds number, whereas stream roughness, mesosubstrate and macrosubstrate much more influenced the abundance of *L. hoffmesteri*.

Key words: Disturbance, heavy rain, stability, ordination, prediction, random forest

한반도 서식 곤충의 종목록집 발간

서흥렬, 안능호, 김기경, 박선재, 전미정

국립생물자원관 동물자원과

생물다양성협약(CBD)은, 2010년 생물자원의 접근과 이익 공유에 관한 나고야 의정서(ABS)를 채택하고, 생물자원의 이용에 관한 국제적 규범을 만들어 발효를 추진하고 있다. 따라서, 향후 나고야의정서 발효에 대비하고, 다양한 분야에서 이용되는 생물자원에 대한 권리 확보를 위해서는 무엇보다 생물종에 대한 정보 구축이 시급한 문제가 되었다. 환경부는 이에 대응하여 2013년 2월부터 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」을 시행하면서 범 국가적인 국가 생물종 목록 구축과 목록집 발간을 추진해 왔다. 학자들은, 한반도 자생 생물종 수가 약 10만 여종이고, 이 중 곤충은 약 3만 여종으로 추정하고 있다. 한반도 곤충 종목록 연구는 1848년에 Adams가 제주도 일대의 딱정벌레 등을 최초 보고한 이래, 한국동물학회, 한국식물보존학회 등에서 간헐적으로 진행하다가, 종합정리는 1994년에 한국응용곤충학회와 한국곤충학회가 30목 10,991종을 정리한 ‘한국곤충명집’을 발간한 것이 최초였다. 그 후 1996년에 자연보호중앙협의회에서 일부를 추가하여 30목 11,853종을 다시 정리하였다. 하지만, 발간된 기존의 종목록은 분류 계급별로 학명 및 국명만 간단하게 제시하였고, 각 개별 종에 대한 자세한 분류학적 이력이나, 국내 자료에 대한 정보 등은 없어 각종 관련 연구에 상당히 불편하였다. 이 점의 해소를 위해 환경부 국립생물자원관은 2008년부터 국가 곤충 종목록 구축 사업을 시작하여 개별 곤충 종의 학명 및 국명뿐만 아니라 원기재 정보, 동종이명 등의 변경 이력, 국내 관련 보고 논문 정보 등을 계속해서 정리하였다. 2014년 4월 현재, 최근의 분류학적 정보를 반영하여 총 30목 15,651종의 곤충 종목록을 구축하였고, 이 결과를 종합 정리하여 국가 곤충 종목록집 7권(노린재목 I, 파리목I, 딱정벌레목 I, 나비목 I, 수서곤충, 벌목 I, 북한지역 곤충)을 발간하였다. 아직 미발간된 나머지 곤충 분류군들은 2014년 12월까지 발간할 계획이다. 지금까지 발간한 국가 곤충 종목록집은 우리 곤충에 대한 권리를 지킬 수 있는 국제적 규범의 근거자료가 될 뿐만 아니라, 향후 국가 곤충 산업 발전의 중요한 토대가 될 것으로 기대 된다.

검색어: 생물주권, 곤충, 곤충 종목록, 국가 곤충 종목록집 발간.

Study on *Chordodes japonensis* and *C. fukuii* (Nematomorpha: Chordodidae) Parasitism of *Tenodera angustipennis* and *T. aridifolia* (Mantodea: Mantidae)

**Eun Ju You¹, Sang Myeong Lee¹, Young Hak Jung²,
Jin Young Choi² and Ho Yul Choo³**

¹SM biovision™, Jinju

²Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University

³Department of Applied Biology, Gyeongsang National University

Horsehair worm parasitism of mantids was investigated for two years, 2012 and 2013. The mantids were collected from forty-nine sites from August to November. Mantids collected from twenty-one sites (42.9%) including Amur silver grass plantation at Samjang-myeon in Sancheong, Gyeongnam province were parasitized by horsehair worms.

C. japonensis was recorded from *T. angustipennis* and *T. aridifolia* and *C. fukuii*, a newly recorded species in Korea, was isolated from *T. aridifolia*.

C. japonensis was found from *T. angustipennis* and *T. aridifolia* collected from Gyeongnam province (Jinju, Sancheong, Sacheon, Uiryeong, Hapcheon, and Goseong) and Sangju, Gyeongbuk province. *C. fukuii* was isolated from *T. aridifolia* collected from Gunwi, Gyeongbuk province and Yangpyeong, Gyeonggi province.

The *C. japonensis* parasitism of *T. angustipennis* and *T. aridifolia* was 27.0% and 10.7%, respectively. The number of *C. japonensis* in a host was from one to nine, but most was one from a host. The body length of *C. japonensis* showed tendency to decrease with number of parasites, but not significantly different. Horsehair worms did not affect body and abdomen length and digestive system of host. However, egg possession of host was different, that is, unparasitized *T. angustipennis* and *T. aridifolia* had more eggs (63.7%) than parasitized ones (2.6%).

Key words: Horsehair worm, *C. japonensis*, *C. fukuii*, mantids parasitic rate.

P143

복숭아순나방 및 유사 해충 판별용 종 특이적 단일클론항체 개발

윤찬석¹, 김지은^{1,2}, 전민옥¹, 박두상¹, 오현우¹

¹한국생명공학연구원

²경성대학교 생물학과

세계화로 인한 농림산물의 수출입 증가로 새로운 병해충의 유입이 증가되면서 검역의 중요성 또한 증가되고 있다. 최근 다양한 분자생물학적 방법을 활용한 해충의 종 동정법이 널리 알려져 있으나 시료로부터 DNA의 추출과 PCR 증폭, DNA sequencing 등의 과정이 필요한 경우가 대부분으로서 검역현장에서 즉시 활용하는 데는 어려움이 있다.

본 연구에서는 복숭아순나방 유충과 형태적으로 유사하여 육안으로 구분할 수 없는 해충을 면역학적 방법을 활용하여 신속하고 간편하게 구분할 수 있는 방법을 확립하고 향후 간이진단키트 개발을 통하여 검역현장에서 편리하게 사용될 수 있는 진단법을 개발하고자 하였다.

복숭아순나방 유충의 혈림프 단백질 중 종별로 높은 다양성을 나타내는 타겟을 발굴하였으며 설정된 타겟에 대한 다수의 단일클론항체 생산 hybridoma cell을 확보하였다. 확보된 단일클론항체를 western blot과 ELISA 방법으로 복숭아순나방 유충과 형태적으로 유사한 복숭아심식나방 유충에 대한 결합 여부를 비교분석하였고 그 결과 확보된 단일클론항체가 복숭아심식나방 유충에서 반응하지 않고 복숭아순나방 유충에서만 특이적으로 반응을 하는 것을 확인하였다.

검색어: 복숭아순나방, 식물검역, 단일클론항체, 해충동정

소모임

달맞이꽃을 중심으로 한 총채벌레류의 국내 분포 현황

김광호, 이상계, 이관석, 서보윤, 홍수진, 김양표

국립농업과학원 작물보호과

기후변화에 따라 난대성 총채벌레류의 국내 월동한계선이 북상하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 서식하고 있는 총채벌레류의 분포북방한계선을 알아보기 위해 국내 총 2개 광역시, 7개도 41개시군을 대상으로 총 29,146개체의 총채벌레를 달맞이꽃(*Oenothera odorata*)에서 채집하여 지역별로 우점종을 중심으로 군집구조를 살펴 보았다.

모든 지역의 달맞이꽃에서 가장 우점하는 총채벌레는 대만총채벌레(*Frankliniella intonsa*) 였으며, 차우점종은 좀머리총채벌레(*Microcephalothrips abdominalis*), 차차우점종은 파총채벌레(*Thrips tabacci*) 순으로 나타났다. 기타 오이총채벌레(*Thrips palmi*)와 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*) 가 낮은 밀도로 채집되었다.

지역별로는 대만총채벌레의 경우 부산(99%) > 인천(97%) > 경남(95%) > 전남(94%) > 충북(88%) > 경북(85%) > 강원(81%) > 경기(70%) > 충남(47%) 의 순으로 우점하는 것으로 나타났다.

차우점종인 좀머리총채벌레의 경우 강원도 > 충청북도 > 경상북도 > 경기도 > ... 순으로 나타났으며 나머지는 거의 채집되지 않았다.

이번 조사에서는 강원도가 종풍부도가 가장 높아 생태계가 가장 잘 보존되고 있는 것으로 나타났다.

농작물에서는 파총채벌레, 꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레 등이 주로 문제가 되는데 우리는 채집대상식물을 농작물이 아닌 달맞이꽃으로 정하였기에 농경지에서 주로 우점하는 종과는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

검색어: 달맞이꽃, 대만총채벌레, 우점종, 종풍부도, 파총채벌레

최근 경기지역 신문제 해충 발생현황과 방제방안

이영수, 이현주, 장명준, 이희아, 정구현

경기도농업기술원 환경농업연구과

최근 경기지역 주요 작물에 피해를 주거나 피해가 우려되는 해충 발생을 조사하였다. 돌발해충으로 금년도 월동 꽃매미 난괴의 부화율은 68.9%로 전년도와 유사하나 월동난괴수가 급격히 감소하였다. 발생밀도 또한 경기남부 일부 포도농가에서 낮은 밀도로 급격히 감소하였다. 미국선녀벌레와 갈색날개매미충은 가장 피해가 우려되는 해충이다. 2010년 경기도 수원에 처음 유입된 미국선녀벌레는 경기북부 등 9개 시군으로 피해지역이 확산되고 있으며, 인삼 재배지 등에 큰 피해가 우려된다. 갈색날개매미충의 발생지역은 전년도(고양, 양주)와 같지만 발생량이 증가하였으며 금년도 월동난괴의 부화율은 68.4% 수준이었다.

2013년에는 지금까지 문제시 되지 않았던 귀뚜라미가 고온다습한 환경에서 연천, 포천 등의 인삼 농가에 피해를 주기도 했다. 또한 블루베리혹파리, 국화잎혹파리, 양란혹파리, 민들레혹파리(가칭) 등 혹파리들의 피해가 원예작물 중심으로 발생하고 있다.

향후 해충의 지속적이며 돌발적인 발생에 대비하여 첨단장비를 이용해 실시간으로 현장과 소통할 수 있는 예찰시스템 등 방제대책을 제시하였다.

검색어: 경기, 해충, 매미충, 혹파리, 방제

전북지역 돌발해충 발생 현황

김주¹, 정성수¹, 이장호¹

¹전라북도농업기술원 기후변화대응과

전북지역의 돌발해충의 발생현황 조사한 결과, 콩과작물에 피해를 주는 톱다리개미허리노린재는 4월 하순과 9월 하순에 발생피크를 보였고, 평야부보다 산간부에서 발생이 많았으며, 콩꼬투리혹파리는 8월 중순부터 발생되어 8월 하순에 발생피크를 보였고, 다시 9월 중순에 작은 발생피크를 보였다. 멸강나방은 4월 중순부터 비래가 시작되어 4월 하순에 비래가 가장 많았고 5월 하순 이후에는 비래가 되지 않았다. 애멸구 성충은 6월 상순부터 포장에서 발생되기 시작하여 7월 중순에 발생피크를 보였고, 이후로 감소하는 경향이였으며, 약충 또한 7월 중순에 20주당 50마리 수준으로 발생피크를 보였다. 수박담배가루이는 5월 하순부터 발생되어 온도가 올라감에 따라 발생이 증가하였으나 농가 포장에 따른 차이가 컸다. 수박 파밤나방은 5월 중순부터 발생이 시작되어 생육이 진행됨에 따라 발생량이 증가하였고, 발생 지역에 따른 차이가 컸다. 수박 점박이응애는 6월 중순부터 발생이 증가하다가 7월 상순에 발생피크를 보였는데 농가포장에서 발생은 적었다. 딸기점박이응애는 연중 지속적 발생을 보였는데 방제를 반복함에 따라 발생 주기가 W자형을 보였다. 꽃매미의 발생은 연차 간 발생이 감소하였고, 2010년 최초 발견된 갈색날개매미충은 2014년 현재 전북 13개 시군에서 발생되었고, 발생지역과 발생밀도는 더욱 확산되는 경향을 보이고 있다.

검색어: 전북지역, 돌발해충, 발생현황

제주지역 시설딸기에서 총채벌레 발생과 트랩이용 예찰법

송정흡, 이광주, 양영택, 이신찬

제주특별자치도농업기술원 친환경연구과

제주지역 시설딸기에 발생하는 총채벌레 종류와 시기별 발생특성을 2013년 3월부터 2014년 3월까지 조사한 결과 딸기 꽃에 발생하는 총채벌레는 꽃노랑총채벌레, 파총채벌레, 대만총채벌레, 하와이총채벌레 4종이었다. 재배지역과 조사포장에 따라 총채벌레의 종류와 발생 시기에 차이가 있었으며, 피해가 많은 총채벌레 종은 꽃노랑총채벌레와 파총채벌레 2종이었다. 총채벌레의 발생은 정식 후 개화와 함께 발생이 시작되었으며, 특히 재배기간 중 온도조절을 위해 환기구를 개폐와 발생밀도가 증가와는 관련성이 높은 경향을 보였다. 딸기에서 총채벌레 피해는 주로 꽃받침에 발생하였으며, 발생밀도가 높아지면 꽃잎과 과육에도 피해가 나타났다. 총채벌레는 꽃과 잎에 발생하지만, 주로 꽃에 발생되고 있었다. 총채벌레 예찰을 위해 꽃을 직접 조사하는 방법도 있으나 황색끈끈이트랩을 이용하는 것이 더 효율적이었다. 황색끈끈이트랩을 이용하여 시설 내의 꽃노랑총채벌레 분포 특성을 일반적으로 이용하고 있는 Taylor's power law와 Iwao's patchness regression 분석을 실시한 결과 두 회귀식의 기울기 값이 모두 "1"보다 커 집중분포를 하고 있었다. 두 회귀식 중 Taylor's power law가 꽃노랑총채벌레의 분포특성을 더 잘 설명하였다. 이 회귀식의 상수를 이용하여 포장당 필요한 트랩수를 추정한 결과 10개 내외였으며, 조사를 중지할 수 있는 표본추출중지선을 정확도 0.20과 0.25, 0.30에 대하여 산출하였다.

검색어: 시설딸기, 총채벌레, 꽃노랑총채벌레, 발생특성, 예찰방법

전남지역 현안 문제해충 발생현황과 방제

최덕수, 마경철, 고숙주, 김도익, 김현우

전라남도농업기술원 연구개발국

친환경농업을 점차 확대해가는 전남지역의 현안 문제해충은 벼에서 벼멸구, 멸강나방, 먹노린재, 벼물바구미의 피해가 심하였다. 벼멸구는 '13년 7월에 비래하여 서남해안지대에 많은 Hopperburn 피해가 다수 발생하였고, 멸강나방은 피해도 국지적으로 발생하였다. 친환경 벼 재배지역을 중심으로 먹노린재와 벼물바구미의 피해도 점차 확산되는 경향이다.

원예작물에서 현안 해충은 갈색날개매미충, 복숭아씨살이좀벌, 꽃매미, 작은뿌리파리, 뿌리혹선충, 점날개잎벌레, 톱다리개미허리노린재 등이다. 갈색날개매미충은 2011년 전남 구례의 산수유에서 처음 발생하기 시작하여 '13년에는 인근의 순천, 곡성지역까지 범위가 확대되었다. 갈색날개매미충 기주식물은 목본류 32종, 초본류 19종을 포함한 51종이었으며, 산란 선호식물은 산수유, 감나무, 밤나무, 두충나무, 때죽나무이다. 연 1세대 발생하며 알로 월동하여 부화시기는 5월 중순~6월 상순, 약충시기는 5월 중순~8월 중순, 성충은 7월 중순~11월 중순이며 알은 8월 중순부터 산란한다. 복숭아씨살이좀벌은 작년에 처음으로 피해를 확인하였는데, 순천, 광양, 보성 등 매실주산지 34농가의 피해실태 조사결과 24농가에서 피해가 발생하여 70%의 발생필지율을 보였고, 낙과율은 20~90%로 평균 69.8%의 낙과피해를 주고 있었다. 꽃매미 발생량은 현저하게 감소하는 경향이고, 미국선녀벌레는 전남지역에 현재까지 발생하지 않았다. 그 외 딸기, 파프리카 등 시설원예작물에 작은뿌리파리, 뿌리혹선충의 피해가 점차 많아지며, 채소작물에 점날개잎벌레, 과수와 두과작물에 노린재류의 피해가 점차 증가하는 경향이다.

검색어: 벼멸구, 갈색날개매미충, 복숭아씨살이좀벌, 작은뿌리파리

충남지역 문제해충과 발생양상

최용석, 서정학, 조효려, 황인수, 정성훈, 최광렬

충청남도농업기술원 농업환경연구과

자유무역협정 등에 의한 세계 농산물 시장의 개방과 지구 온난화 문제로 발생하는 생물상의 변화가 심화되면서 충남지역에서도 돌발해충의 밀도가 급증하고 있으며 주요해충의 발생양상도 변하고 있다. 특히 사과과원에 발생한 갈색날개매미충은 기주범위가 넓고 야산 대부분의 수목에 산란하여 피해를 주기 때문에 농경지 방제에도 불구하고 지속적인 피해를 주고 있으며 2009년 급격히 밀도가 낮아진 꽃매미는 2012년부터 다시 밀도가 증가하는 추세에 있다. 2011년부터 발생한 미국선녀벌레는 충남의 태안, 당진, 예산에서 발생하였으나 현재는 주변으로의 확산이 확인되지는 않고 있다. 사과류인 블루베리의 면적이 확산되면서 국내 미기록종의 과실파리가 발생하였고 시설재배 작물인 토마토에서는 충남전역에서 녹응애의 발생이 확인되었고 오이 시설재배지에서는 초촉성과 촉성재배에서 차면지응애에 의한 피해가 빈번히 발생하고 있다. 또한 딸기 주산단지인 논산에서는 작은뿌리파리에 의한 유묘기 피해가 확산되고 있다. 백합의 주산단지이니 충남 태안의 경우 연작피해를 줄일 수 있는 상토이용 베드재배가 늘어나면서 작은뿌리파리의 발생이 심각해 졌을 뿐만 아니라 마늘, 맥문동에서는 뿌리응애에 의한 피해가 확산되고 있다. 이들 해충들에 대한 정확한 발생생태와 방제방법에 관한 연구는 시급한 실정이다.

검색어: 충남, 갈색날개매미충, 갈색여치, 미국선녀벌레, 녹응애, 차면지응애, 뿌리응애, 작은뿌리파리

노린재트랩의 방제 효과 평가결과 보고 (Research report on the evaluation of bug trap as a control method)

임언택, 마흐부버 라만, 김은목, 모하마드 뷰야인, 김동목, 모하마드 올라

(Un Taek Lim, M. Mahbubur Rahman, Eunmok Kim, Mohammad M.H. Bhuyain,
Dongmok Kim and Mohammad Shaef Ullah)

안동대학교 생명자원과학과(BK21+)

톱다리개미허리노린재[*Riptortus pedestris* (Fabricius) (Hemiptera: Alydidae)]의 방제를 위해서 집합페로몬트랩이 일부 사용되고 있으나 실제 방제 효과가 있는지에 대한 연구는 드문 편이다. 2013년 안동지역 콩 경작지에서 집합페로몬트랩의 설치시기에 따른 노린재 방제 효과에 대한 연구 중 트랩설치가 콩의 재배 후반부에 톱다리개미허리노린재 밀도를 오히려 상승시키는 것을 발견하고, 이를 실험적으로 확인하기 위해 안동대학교 시험포에서 추가 연구를 수행하였다. 본 발표에서는 그 결과를 보고하고 토론하고자 한다.

검색어: 집합페로몬, 콩, 해충종합관리, 계절적 발생, 톱다리개미허리노린재

농작물포장에서 트랩종류에 따른 노린재류 유인효과

배순도, 김현주, Mainali

농촌진흥청 국립식량과학원 잡곡과

전 세계적으로 집합페로몬 등의 유인제를 이용하여 과수원 및 두류포장에서 발생하는 노린재류의 밀도를 효과적으로 관리하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 두류작물, 화본과작물 및 과수작물 등 농작물의 꼬투리와 종실을 흡즙하여 피해를 주는 식식성 노린재의 종류는 수십종으로 보고되어 있다. 하지만 농작물의 품질과 수량에 심한 피해를 주는 노린재류는 톱다리개미허리노린재 등의 호리허리노린재과(Alydidae)와 썩덩나무노린재 및 갈색노린재 등의 노린재과(Pentatomidae)로 대별할 수 있다. 이들 2가지 과별 노린재류는 행태적 및 행동적 측면에서 매우 상이하여 유인제를 이용하여 이들 노린재류를 효과적으로 포획하기 위해 다양한 트랩이 이용되고 있다. 즉, 톱다리개미허리노린재의 포획에는 통발트랩과 편넬트랩 등이 주로 이용되고 있으며, 썩덩나무노린재 및 갈색날개노린재에는 일본에서 개발한 피리미드트랩과 미국에서 개발한 노린재트랩이 있지만, 가격적인 부담으로 매우 제한적으로 이용되고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 1종류의 트랩으로 호리허리노린재과와 노린재과의 노린재류 모두에 적용할 수 있는 로켓트트랩을 2013년에 개발하였다. 본 트랩은 톱다리개미허리노린재의 유인효과도 통발트랩과 비슷하게 높으며, 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재의 유인효과도 매우 높을 것으로 기대된다.

농작물포장에서 노린재류의 유인효과는 재배작물에 따라 큰 영향을 받는다. 즉, 단감, 사과 등 과수원에서 집합페로몬에 의한 노린재류의 유인효과는 매우 높으나, 두류포장에서 톱다리개미허리노린재의 유인효과는 높으나, 노린재과 노린재류의 유인효과는 매우 낮다. 이러한 이유는 노린재류의 기주선호성과 관련된 것으로 앞으로 이들 노린재류의 유인효과를 제고하기 위한 다양한 보조유인제(물)의 개발과 이용전략이 요구되는 바이다.

검색어: 노린재류, 트랩종류, 집합페로몬, 유인제, 유인효과

단감원에서 집합페로몬을 이용한 단감 노린재류 피해과 조사

정부근, 이홍수

경상남도농업기술원 친환경연구과

단감원 외곽에 집합페로몬트랩을 설치하여 이동성인 노린재류의 방제 효과를 구명하고자 2012년부터 2년간 실시하였다. 2012년에는 시판중인 변형 통발트랩을 사천, 산청, 창원 등 3지역의 단감원 외곽과 중심에 설치하고 노린재 피해과를 조사하였다. 2013년에는 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재는 피라미드트랩을 이용하였고, 톱다리개미허리노린재는 변형 통발트랩 이용하여 김해, 사천, 진주, 창원, 하동 등 5개 지역의 단감원 외곽에 4-5m 간격으로 교호로 설치한 후 10월 하순에 노린재류로 인한 특징적인 피해과를 조사하였다. 2012년 조사결과 중심에 설치한 트랩에 톱다리개미허리노린재가 포획된 결과로 보아 외곽에 설치한 트랩이 외부나 내부에서 발생하는 톱다리개미허리노린재의 발생을 저지하는 효과는 없는 것으로 나타났다. 2013년 노린재류로 인한 단감 과실의 피해과율은 가장 바깥쪽에 심어진 단감나무에서 유의성 있게 높은 피해과율을 나타내었다. 비록 유의성은 없었지만 과수원 내부로 이동할수록 피해과율이 경감되는 경향을 나타내었다. 이것은 페로몬트랩을 설치할 경우 과수원 영역을 벗어난 곳에 설치되어야 할 것을 의미한다.

검색어: 단감, 썩덩나무노린재, 톱다리개미허리노린재, 페로몬, 방제, 피해과

Entomopathogenic Fungal Genetic Resources for Management of Bean Bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae)

Jae Su Kim, Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Si Hyun Kim

Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

The legume family (Fabaceae) is the third largest family of flowering plants worldwide and often damaged by stink bugs, particularly *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). This insect selectively feeds and oviposits on these plants, resulting in >50% of damage to soybeans harvested in autumn. The most common control methods for this insect are periodic application of chemical pesticides, pheromone traps, and bait crops, but still they encounters residual problem, insect resistance or low control efficacy. The current management system needs alternative control methods, which possibly combined with the present methods. Some entomopathogenic fungi have high virulence against the nymphs and adults of *R. clavatus* in a favorable conditions, reaching ~80% mortality with mycosis in 3~5 days. The genera of *Beauveria* and *Metarhizium* are possible control agents for effective and safe management of the serious pest. Fungal infection in *R. clavatus* was observed using an egfp-expressing fungal transformant. Thermotolerant entomopathogenic fungal conidia can be produced in cereal substrates, which enables conidia to be stable for long times. Our considerations need to be given to the combinations with other control methods, such as chemical pesticides or pheromone trap.

Key words: *Riptortus clavatus*, entomopathogenic fungi, *Beauveria*, *Metarhizium*, combinations

감귤원에서 썩덩나무노린재 피해 및 방제전략

김수빈, 권순화¹, 장용석¹, 양영택², 현승용¹, 송정흡², 김동순^{1*}

온난화대응농업연구센터

¹제주대학교 생명자원과학대학

²제주특별자치도농업기술원

썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* Stål)는 한국, 중국, 일본 등 동아시아 지역이 원산지로서, 콩, 사과, 감, 감귤과 같은 다양한 작물과 수목을 가해하는 광식성 해충으로 알려져 있다. 노지 감귤원에서는 그 동안 갈색날개노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재 등이 수확기 피해를 유발하는 것으로 보고되었으나, 최근에는 한라봉 등 비가림하우스 친환경재배 만감류에서 피해가 증가하고 있다. 특히 직접적인 낙과를 유발하기 때문에 경제적 피해가 크다. 썩덩나무노린재 흡즙시기에 따른 감귤 낙과율은 차이가 있었으며 착색 이전에는 심한 낙과가 유발되었으나, 착색이 진행된 후에는 거의 낙과를 유발하지 않았다. 썩덩나무노린재 흡즙은 저장 중 감귤의 부패율과는 관련이 없었다. 한라봉 부분 가온 시설재배원에서 썩덩나무노린재 성충은 7월 중순과 10월 하순 등 연 2세대의 발생을 보였다. 성충은 9월 이후에는 대부분 과실에서 발견되었고, 과실에 낙과 피해를 유발하기 시작하였다. 알과 1령 약충은 6월 중순과 8월 중순경에 나타났다. 썩덩나무노린재 약충과 성충에 대한 친환경 자재의 살충효과를 조사한 결과, 성충에 대한 방제가는 제충국이 40~70%의 효과를 보였고, 님과 데리스(로테논)는 10% 이하로 낮았다. 약충에 대한 친환경 자재별 방제가는 전체적으로 낮았다. 썩덩나무노린재 1, 2, 4령 약충을 대상으로 기계유유제(100배)의 살충효과를 검토한 결과 1령 약충의 살충률은 20%, 2령과 4령은 10% 내외를 보였다. 기타 친환경재배 감귤에서 썩덩나무노린재 관리전략을 고찰하고, 분화식물 페페(*Peperomia* spp.)를 기반으로 한 간편한 썩덩나무노린재 실내 개체군 수립방법에 대하여 소개한다.

검색어: 썩덩나무노린재, 발생소장, 낙과유발, 살충효과, 실내사육

***Corresponding Author:** dongsoonkim@jejunu.ac.kr

Recent Occurrence Status of Stink Bugs and Association Diseases by Climate Change in Peach Orchards

San-Yeong Kim¹, Hee-Jung Son¹, Won-Heum Park¹,
Suk-Hee Lee¹ and Yong-Jeong Kwon²

¹Cheongdo peach Experiment station, Geongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services

²College of Agriculture and Life sciences, Kyungpook National University

Recently, peach orchards *Plautia stali*, *Halyomorpha halys*, *Apolygus spinolae*, etc. several species of stink bugs continually damaged. This study using an aggregation pheromone were *Riptortus clavatus* forecasting investigated at cheongdo, Gyeongsan, Youngchun, etc. gyeongbuk province. As a result, emergence time and population density differences, respectively. The population density of *R. pedestris* the first time that occur was in mid-April in 2011 and 2012. In March 2013, under the influence of high temperatures in the first occur early April after a temporary increase in the first occur, due to low temperature occur in the early or mid May. Stink bugs leaf damage late April until mid-May increased, while the decrease rainy season increased again in the early August. fruit is severe damaged from mid-May to mid-June and early or mid August. Time period pesticide applications to examine the control effect of stink bugs from 7 a.m. to 7 p.m. separated by four kinds of insecticides treatment. when spray insecticides 7 a.m. the control effect was higher in the treatment group. These results suggest that, stink bugs of the peach fruit through the feeding area, young fruit stage *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* and maturation stage *Monilia fruticola* secondary increased a cause of disease damage.

Key words: stink bugs, *Riptortus clavatus*, peach, pesticide, control

Overwintering and Dispersal Ecology of Brown Marmorated Stink Bug: A Study with Invasive Populations in the USA

Doo-Hyung Lee¹ and Tracy C. Leskey²

¹Department of Life Sciences, College of Bio-Nano Technology, Gachon University, 1342 Sunghnamdaero, Sujeong-gu, Seongnam-si, Kyeonggi-do, Korea

²USDA-ARS, Appalachian Fruit Research Station, 2217 Wiltshire Rd. Kearneysville, WV 25430, USA

Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) is an invasive species from Asia causing major economic losses in agricultural production in the United States. *H. halys* is also well known for nuisance problems as massive numbers of adults often invade human-made structures to overwinter inside protected environments. However, overwintering ecology of *H. halys* in natural landscapes is virtually unknown. We explored forested landscapes in the mid-Atlantic region to locate and characterize natural overwintering structures used by this invasive species. We also confirmed the identified overwintering structures by training and using detector canines in the natural landscapes. Overwintering *H. halys* were recovered from dry crevices in dead, standing trees with thick bark, particularly oak (*Quercus* spp.) and locust (*Robinia* spp.); these characteristics were shared by 11.8% of all dead trees in surveyed landscapes. Dispersal ecology of *H. halys* were evaluated in the laboratory and field to understand how this pest disperses among its overwintering sites, cultivated crops and wild hosts. In the laboratory, we evaluated the baseline flight capacity of *H. halys* using flight mill systems. Both foraging and overwintering populations flew on average 2.5 km over a day with some exceptional individuals flying >20 km. In the field, direction observations indicate that *H. halys* are not likely to initiate flight when temperatures are below 17°C. In addition, *H. halys* did not initiate flight even under very mild wind (2.4 m/s). We also evaluated the potential of using a portable harmonic radar system to individually track *H. halys* movements in the field. Our study demonstrates that a portable harmonic radar can be used to track adult *H. halys* without affecting its survival, walking mobility or flight capacity. In diverse semi-field settings, the success rates of locating radar-tagged *H. halys* were >85%. The knowledge of overwintering and dispersal ecology reported here would serve as baseline to develop and enhance the management programs of *H. halys* at landscape levels.

Key words: overwintering, dispersal, movement, flight mill, harmonic radar, pest management

뚝은감에서의 노린재류 피해상황

임양숙, 송인규, 김세종, 이기우, 조지형

경상북도농업기술원 상주감시험장

경북 상주, 청도지역의 뚝은감 과원에서 감 생육기중 과실에 피해를 주는 노린재류에 대한 피해증상 및 발생상황을 조사한 결과 노린재류에 의한 피해과 증상은 7월상순부터 유과를 흡즙하며 흡즙된 부위에서 즙액이 유출되고 그 후 낙과되었으며 7월하순부터는 피해과 수가 급격히 늘어났다. 8월 성과기에는 낙과되지 않고 조직이 함몰되고, 스폰지화된 상태로 수확된다. 꽃감 제조시, 과피를 깎아 건조시키면 식흔이 흰색의 둥근 반점이 남는 꽃감이 되어 상품성이 떨어진다. 뚝은감 과원에서 발생상황은 톱다리개미허리노린재와 갈색날개노린재, 썩덩나무노린재 등이 발생하였으며 가장 발생이 가장 많은 종은 톱다리개미허리노린재였다. 2012부터 2년간 상주, 문경, 청도지역의 뚝은감 과원에서 발생소장을 조사에서 톱다리개미허리노린재 1대 성충은 4월하순에 처음 유살되어 5월중순~6월상순에 유살량이 가장 많았으며 2세대 성충은 8월상순에 점차 밀도가 증가하기 시작하여 9월상순~9월하순에 밀도가 가장 높았다. 약충은 8월상순부터 10월중순까지 계속 유살되었다. 톱다리개미허리노린재의 유효적산온도 조사에서 2013년 1,246°C-days로 2012년에 비해 147°C-days 더 높아 2.9회 정도 발생되었다. 노린재류에 의한 뚝은감 피해과 발생상황은 8월중순부터 발생하여 10월중순에 피해과율 9.2%를 나타내었으므로 방제적기는 8상순~9상순에 10간격으로 2~3회 방제가 필요하리라 생각된다. 반면에, 갈색날개노린재, 썩덩나무노린재의 발생은 적었다. 재배지형에 따른 노린재류 피해 상황은 산지과원이 평지과원에 비해 피해과율 4.9% 높았다. 방제시 산지의 뚝은감 과원은 좀 더 철저한 방제가 필요할 것이다.

검색어: 뚝은감, 노린재류, 피해증상, 발생상황

기생벌의 종간 상호작용과 기주식물 이용 패턴 이해를 통한
노린재 방제 전략 개발
(Development of bean bug management tactics based on
interspecific parasitoid interaction and host plant exploitation
pattern)

임언택¹, 비슈 마이날리², 김은목¹

(Un Taek Lim¹, Bishwo P. Mainali² and Eunmok Kim¹)

¹안동대학교 생명자원과학과(BK21+)

²농촌진흥청 국립식량과학원

톱다리개미허리노린재 [*Riptortus pedestris* (Fabricius) (Hemiptera: Alydidae)]
는 콩에서 중요한 난방제 해충이다. 톱다리개미허리노린재와 두 종의 알기생벌의
계절적 발생 패턴을 기주 식물과 연관하여 고찰하였다. 또한 천적 상호간의 상대적
발생 패턴의 차이와 이유를 분석하고 톱다리개미허리노린재의 기주 식물에 대한
적합도 검증 결과를 바탕으로 톱다리개미허리노린재의 관리 전략을 제시하였다.
톱다리개미허리노린재의 효과적인 관리를 위해서 저항성품종의 사용, 과수의 경
우 주변 작물에서 콩을 배제하는 것, 기주알 공급을 통한 보존적 생물적 방제, 살충
제 사용 시기의 조절 등이 고려되어야 한다.

검색어: 콩, 계절적 발생, 생물적방제, IPM, 기주알

Nonconsumptive Predator Effects and their Implications for Biological Control

Doo-Hyung Lee

Department of Life Sciences, College of Bio-Nano Technology, Gachon University, 1342
Sungnamdaero, Sujeong-gu, Seongnam-si, Kyeonggi-do, Korea

Recently, it has been demonstrated in several predator-prey interactions that predators influence prey population dynamics by inducing behavioral changes in prey as well as by feeding on prey. Accumulating evidence supports that prey change habit use patterns and activity levels in repose to predation risks. In the studies reported here, we examined the resource use patterns by adult whitefly, *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) in response to its natural enemies. The first study examined whether, in the context of a trap crop system, differential predation risks among plants influence host choice patterns of adult whiteflies. We investigated whether whiteflies avoid natural enemies inhabiting a cash crop (poinsettia) and whether this behavior can be used to increase the movement of whiteflies to a trap crop (cucumber). Three natural enemies were tested: two predators, *Amblyseius swirskii* and *Delphastus catalinae* and a parasitoid *Encarsia formosa*. The presence of *D. catalinae* on cash crop induced significantly more whiteflies to disperse to predator-free trap crop, compared with cash crop with no predator. *A. swirskii* and *E. formosa* did not result in a significant increase. The second study examined habitat choice patterns by adult whiteflies in response to *D. catalinae* at different spatial scales. When female whiteflies were confined in small leaf-disc arenas, whiteflies significantly delayed settling on leaf-discs with predators compared those with no predators. The presence of *D. catalinae* altered the vertical distribution of whiteflies on cucumber plants. Whiteflies moved upward faster over time within the plant canopy when predator were present at lower canopy compared with plants with no predator. However, *D. catalinae* did not result in elevated between-plant movement of whiteflies in the greenhouse, compared with that with no predator. Predator avoidance behavior by adult whiteflies should be considered in the development of biological control programs.

Key words: *Bemisia tabaci*, dispersal, behavior, pest management, nonlethal interaction

Intercropping Floral Plants with Cabbages to Attract Parasitic Wasps for the Control of Diamondback Moth in the Field

Min Kwon, Ju Il Kim, Ki Deok Kim, Dong Lim Yu and June Yeol Choi

Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, RDA, Korea

Conservation biological control (CBC) is one of the pest management tactics based on protecting and maintaining natural enemies that already exist in the crop environment. Among many appropriate practices to control pests, CBC has been considered as a sustainable means and a less expensive alternatives to chemicals. It contains an introduction of non-crop plants as shelter habitat for providing natural enemies with food sources, overwintering or refuges shelters. As a small scale experiment of CBC, we tried to intercrop six kinds of floral plants (buckwheat, red clover, *Agastache rugosa*, *Chrysanthemum indicum*, *Allium tuberosum*, *Lythrum anceps*) with napa cabbage in order to attract some natural enemies, especially parasitic wasps that could be fed on them in the cabbage fields, which is a novel way for conservation of natural enemies, but none showed significant result. For the development of integrated pest management system by harmonizing biological and chemical control, we carried out evaluating toxicity of 30 pesticides to parasitoids and investigating effectiveness of traps. With leaf dipping method for adult and body dipping method for cocoons, 12 pesticides showed under 30% of toxicity being selected as safer by IOBC. Using sex-pheromone traps for attracting lepidopteran pests showed that DBM, CAW and CL occurred less than untreated fields; 67.5%, 70.6% and 44.0%, respectively. Also, yellow sticky traps could reduce some pests; 52% for flea beetle, 62% for cabbage sawfly and 41% for *Phaedon brassicae*. These results are expected to give basic information to develop conservation biological control of DBM with indigenous parasitoids in the cabbage fields on a large scale in the future. Before developing and distributing a promising pest control method, we should consider whether it can be compatible with other agricultural practices or various situations around fields.

Key words: Conservation biological control, intercrop, DBM, cabbage

경기도의 토착천적 연구개발 동향 및 향후 계획

이영수, 이현주, 장명준, 이희아, 정구현

경기도농업기술원 환경농업연구과

천적곤충산업은 네델란드, 벨기에 등 유럽을 중심으로 최고의 기술을 보유하고 있으며, 일본과 미국 등에서도 천적이용 기술 연구가 활발히 진행되고 있다. 반면 우리나라의 경우 천적곤충의 개발 수준은 선진외국과 비교했을 때 상당한 수준에도 달해 있지만, 일부 친환경 시설재배지 중심으로 정부보조의 형태로 이용 되어왔다.

경기도는 2007년부터 토착천적곤충 개발연구를 수행해 왔으며, 시설재배지가 아닌 노지의 난방제 해충 방제 등 연구를 확대하고 있다. 지금까지 개발한 천적곤충으로는 총 4종으로 시설원에 진딧물 방제용 천적 꼬마남생이무당벌레, 국내최초 흰가루병 방제용 천적인 노랑무당벌레, 배과원 깍지벌레 방제용 천적 어리줄풀잡자리와 포도원 하늘소류 천적 개미침벌이다.

2012년 농림부 공모사업으로 “천적곤충산업화진원센터” 운영을 앞두고 있어 앞으로 활발한 토착천적 개발 및 보급, 홍보사업이 이루어질 것으로 보고 있다. 세부적으로는 농경지 병해충 방제용 천적 개발을 포함해 위생해충 방제용, 신문제(돌발해충) 방제용 토착천적 개발 사업을 진행할 것이며, 천적곤충과 이를 이용한 친환경 농산물의 차세대 소비자인 학생들이 교과과정으로 체험할 수 있는 다양한 체험학습프로그램을 개발해 나갈 것이다.

검색어: 경기, 토착천적, 개발, 계획

트랩식물과 천적을 이용한 해충 방제

최용석, 서정학, 조효려, 황인수, 정성훈, 최광렬

충청남도농업기술원 농업환경연구과

친환경 농산물 생산을 위한 해충관리 전략으로 천적의 이용은 필수적이다. 하지만 단순한 농생태계를 구성하는 시설재배지에서는 해충 발생초기에 천적을 단독으로 이용하는 것은 방제효율이 낮을 수밖에 없다. 따라서 이미 외국에서는 재배를 목적으로 하는 작물보다 더 잘 해충을 유인할 수 있는 식물을 투입하여 해충의 밀도를 한곳으로 집중시켜 방제수단 동원시 방제 효율을 높일 수 있는 방법에 관한 연구가 추진되어 왔고 실용화되어 왔다. 우리는 꽃노랑총채벌레의 트랩식물로서 황색 개화국화와 담배가루이의 트랩식물로서 망초의 이용가치를 조사하였다. 시설국화에서 꽃노랑총채벌레는 꽃을 직접적으로 가해하여 경제적인 손실이 큰 해충이며 시설토마토에서 담배가루이는 화학약제의 지속적인 사용에도 불구하고 방제가 쉽지 않은 해충이다. 황색개화국화는 시설재배 국화에서 10m 지점에 발생한 꽃노랑총채벌레를 최대 75.6% 유인하였고, 천적과 동시활용시 87.9%의 방제효과를 보였다. 망초는 다른 농작물인 오이, 가지, 토마토 보다 담배가루이의 성충을 더 잘 유인하였으며 이러한 망초를 트랩식물을 천적과 동시에 활용시 천적을 단독으로 방사했을 때보다 더 방제효과를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

검색어: 국화, 토마토, 꽃노랑총채벌레, 담배가루이, 황색국화, 망초, 트랩식물, 천적

사회성 동물의 의사결정

장이권

이화대학교 생명과학/에코과학부

개인이 내리는 의사결정보다는 집단이 내리는 합의 의사결정(consensus decision)이 종종 옳은 경우가 많다. 만약 개인이 가지고 있는 정보가 부분적이고, 이러한 개인들이 많이 모일수록 보다 완벽한 정보를 얻을 수 있다. 그러면 집단의 크기가 클수록 올바른 의사결정을 내릴 수 있다. 그러나 집단의 의사결정은 의사결정의 주체, 의사결정에 도달하는 방법, 속도와 정확성간의 타협과 같은 문제가 있다. 사회성 동물에서는 중앙에서 보다는 정보가 모아지는 현장에서 의사결정을 내리는 분산 의사결정이 특징이다. 의사결정을 내리기 전에 사회성 동물의 개체들은 정보를 공유한다. 사회성 동물들이 정보를 공유하지 않으면 의사결정을 내리지 못한다. 이와 반대로 공유한 정보를 검정하지 않고 맹목적으로 따를 경우 틀린 결정을 내릴 수 있다. 집단 의사결정의 정확성은 정보의 공유를 통한 상호의존과 정보의 검정을 통한 독립성에 달려있다. 의사결정이 신속하게 내려질 경우 의사결정을 존중하는 개체의 수가 한정되어 있다. 올바른 의사결정을 내리는 것도 중요하지만 내려진 의사결정이 수행되지 않을 경우 쓸모가 없다. 그러므로 집단의 많은 개체들이 의사결정을 수행하기 위해서는 이들을 설득하기 위한 충분한 시간이 필요하다.

검색어: 사회성 동물, 의사결정, 합의 의사결정

사회성 동물의 의사결정

강창구

이화대학교 생명과학/에코과학부

사회적 동물들의 행동은 의사결정과정을 통해 이루어지며, 한 집단의 통일된 행동들은 각 개체들의 독립된 의사결정과정과 정보의 공유를 통해 이루어진다. 복잡하게 보이는 집단행동들은 실제로는 단순한 규칙들을 따르는 경우가 많으며, 동물들은 활용 가능한 다양한 감각정보를 사용하여 의사결정을 내린다. 본 소모임에서는 다양한 사회성 동물들의 의사결정 시에 쓰이는 감각정보 및 규칙들에 대한 연구 결과를 리뷰하며 개체들의 의사결정 정보가 어떻게 다른 개체에게 전달되어 복잡한 집단행동을 형성하는지에 대해 다룰 예정이다.

검색어: 사회성 동물, 의사결정, 합의 의사결정, 정보 전달

금지품 수입허가 제도

임원석

농림축산검역본부 식물검역부 식물검역과

식물검역은 공항만으로 수입되는 모든 식물류 및 병해충에 대한 검역을 통해 외국에서 식물에 해를 끼치는 병해충의 국내유입을 차단하는 것을 목적으로 한다. 우리나라는 식물방역법을 통해 위험도가 높은 식물, 병해충 및 흙 등을 수입금지하고 있으며, 검출 시 해당 화물에 대하여 폐기·반송조치하게 된다. 특히 살아있는 병해충 자체를 수입할 경우에는 국내에 분포하는 종이라도 수입을 금지하고 있어 연구자들이 외국에서 연구재료를 국내에 반입하는 경우 각별한 주의가 필요하다.

이에 농림축산검역본부에서는 연구 및 유전자원 확보 등을 지원하기 위하여 시험연구용, 농업유전자원용, 국제박람회용에 한하여 금지품 수입을 허가하는 제도를 운영하고 있다. 금지품을 수입하고자 하는 경우 수입 전 미리 수입허가를 받아야 하며, 신청 시 농림축산검역본부에서 시설·장비·인력 및 안전관리계획서를 검토 후 관리능력이 인정되는 경우 수입허가증명서를 발행한다. 수입 후에는 금지품이 환경에 유출되지 않도록 정기적으로 점검하고 있으며, 동시에 연구자들의 세심한 관리가 요구된다.

검색어: 식물검역, 농림축산검역본부, 수입허가, 수입금지, 시험연구, 유전자원

금지품에서 제외되는 해충의 허용절차 및 현황

지정연, 이용현, 전영수, 고현관

농림축산검역본부 식물검역부 위험관리과

시설재배 과채류 화분 매개충의 수요가 꾸준히 증가하고 무농약 재배에 의한 농업환경 개선 등 친환경 농업의 중요성 부각되었다. 농업 선진국을 중심으로 천적을 활용한 작물재배가 국제적인 추세였으며, 정부의 친환경농업정책 일환으로 농약 사용량을 현재보다 줄이는 방안을 강구하고 있었다. 또한 과학기술의 발달과 함께 연구용 병해충의 수요가 증가했다. 따라서 '02년 최초로 “생물학적 방제용” 등 농림부장관이 정하는 목적으로 수입하는 병해충의 수입을 가능하게 하였으며, '04년 천적관련 규정 보완 및 애완용 및 연구용 곤충 수입허용 규정 신설하여 운영하고 있다. '14년 현재까지 화분매개용, 생물적 방제용, 연구용 등 금지품에서 제외되는 해충 38종이 수입 허용되었다. 수입허용과정은 수입하고자 하는 자가 농림축산검역본부 고시 별지 1호서식과 함께 수입허용 요청 해충의 자료를 제출하면 관련절차에 따라 2개월 이내에 위험분석을 실시하여 수입허용 여부를 결정한다. 앞으로 친환경농법, 생물적 방제, 연구용, 애완용 등의 수요증가로 수입 허용요청이 증가할 것으로 예상된다. 이번 소모임을 통해 금지품에서 제외되는 해충 수입허용 절차 및 과정, 수입허용된 종들에 대해 소개함으로써 관련 분야 연구자들의 이해를 돕고자 한다.

검색어: 금지품, 위험분석, 해충, 천적, 고시

식물검역학 교재 발간 계획에 따른 산관학 협력방안 모색

최득수¹, 현익화², 홍기정³, 고현관¹

¹농림축산검역본부 식물검역부 위험관리과

²농림축산검역본부 동식물위생연구부 식물검역기술개발센터

³국립순천대학교 생명산업과학대학 식물외과과

세계화 및 경제성장에 따른 국제교역의 확대로 수입검역건수는 매년 증가하고, 침입외래종(Invasive Alien Species, IAS)의 의도적 또는 비의도적 침입 위험은 증대되고 있다. 이러한 위험을 전략적·종합적으로 분석하고 관리하기 위해서는 우수한 인재양성을 위한 체계적인 접근이 필요하다. 이를 위해서 우선적으로 대학 내 관련 교과목의 개설 및 전문교재의 출판 등 학문후속세대 양성을 위한 노력이 필요하다. 현재 국내에는 약 10여개의 대학이 식물검역 관련 강좌를 개설 또는 희망하고 있으며, 관련 교재 및 전문 강사 확보 등의 요구가 높아지고 있다. 식물검역 분야는 실무적인 측면이 강한 전문분야로 교재의 출판도 해당업무를 담당하고 있는 기관이 중심이 되어 추진하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 이에 따라 농림축산검역본부에서는 「식물검역학 교재 편집 소위원회」를 구성하고 세부 주제 및 집필진 선정 작업을 진행하고 있다. 본 소모임을 통하여 그동안의 진행상황 및 추진계획을 소개하고 학계의 적극적 참여를 요청하고자 한다. 관련 전문분야 연구자들의 조언과 관심은 교재의 전문성 향상 및 커리큘럼 개발에 큰 도움이 될 것으로 기대한다.

검색어: 식물검역학, 교재, 대학 강좌, 커리큘럼