



# 2026 한국환경생물학회 춘계학술대회

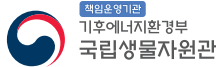
기후변화에 따른 대발생 문제 해결을 위한 환경생물학의 역할  
The Role of Environmental Biology in Addressing Climate Change-Induced Outbreaks

2026년 4월 15일(수)~17일(금)

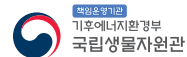
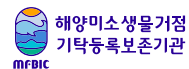
네스트호텔



주최



후원





# 2026 한국환경생물학회 춘계학술대회

기후변화에 따른 대발생 문제 해결을 위한 환경생물학의 역할

The Role of Environmental Biology in Addressing Climate Change-Induced Outbreaks

2026년 4월 15일(수)~17일(금)

네스트호텔



QR코드 스캔후, 초록집 다운로드 가능합니다.

2026년 한국환경생물학회 춘계학술대회 초록집

**주최 :** 한국환경생물학회, 국립생물자원관

**후원 :** 삼육대학교 부설 환경생태연구소, 엑스텍바이오(주), (주)베스트텍 코리아, (주)인바이러스테크, 해양미소생물자원 기탁등록보존기관, 국립낙동강생물자원관, (사)한국방역협회, 한국생명공학연구원 생물자원센터, 고려대학교 한국바이오차연구센터, 한경국립대학교, 국립생물자원관, Asian Society for Hydrobiology



# Opening remarks

존경하는 한국환경생물학회 회원 여러분, 안녕하십니까.

만물이 생동하는 희망찬 봄을 맞이하여, 오는 4월 15일부터 17일까지 아름다운 서해의 풍광을 품은 인천 네스트호텔에서 회원 여러분을 모시고 춘계학술대회를 개최하게 된 것을 매우 기쁘게 생각합니다. 바쁘신 연구 일정 중에도 귀한 성과를 모아 이번 학술대회에 참여해 주신 모든 회원님께 깊은 감사의 인사를 드립니다.



올해 춘계학술대회는 “기후변화에 따른 대발생 문제 해결을 위한 환경생물학의 역할”이라는 매우 시의적절하고 중대한 주제로 준비되었습니다. 최근 전 지구적인 기후변화는 단순히 기온 상승을 넘어 생태계 전반의 균형을 위협하고 있습니다. 특히 기후 불균형으로 인해 빈번해지는 특정 생물종의 대발생과 외래 유입종의 확산은 우리의 자연환경뿐만 아니라 사회·경제적 측면에서도 심각한 영향을 미치고 있습니다.

이러한 위기 상황 속에서, 생태계의 복잡한 상호작용을 규명하고 생물종의 기원과 이동 경로를 추적하여 선제적인 대응 방안을 모색하는 것은 우리 환경생물학자들에게 주어진 시대적 사명일 것입니다. 이번 학술대회는 이러한 현안에 대해 심도 있게 논의하고, 현장에서 도출된 최신 연구 동향과 기술을 교류하며 실질적인 해결책을 모색하는 지혜의 장이 될 것입니다.

우리는 언제나 당면한 환경 문제에 대해 학술적 기반을 바탕으로 과학적 해답을 제시해 왔습니다. 이번 학술대회에서도 세대를 아우르는 연구자들의 활발한 토론과 학제 간 융합을 통해, 기후위기 대응을 위한 환경생물학의 지평을 한 단계 더 넓힐 수 있기를 기대합니다.

끝으로, 훌륭한 학술대회를 준비하기 위해 물심양면으로 헌신해 주신 운영위원회와 이사진 여러분, 그리고 초록집이 발간되기까지 수고해 주신 모든 관계자분들께 진심으로 감사드립니다.

2박 3일간의 짧은 일정이지만, 이곳 인천에서 학문적 성취와 더불어 회원 상호 간의 따뜻한 우의를 다지는 뜻깊고 유익한 시간이 되시기를 바랍니다. 회원 여러분의 가정과 연구실에 늘 건강과 발전이 함께하기를 기원합니다.

감사합니다.

2026년 4월

한국환경생물학회 회장 **서종복** 올림

# 축 사

존경하는 한국환경생물학회 관계자 여러분, 그리고 춘계학술대회에 함께해 주신 국내·외 연구자 및 내빈 여러분, 반갑습니다.

먼저 “기후변화에 따른 대발생 문제 해결을 위한 환경생물학의 역할”이라는 중요한 주제로 춘계학술대회를 개최해 주신 서종복 한국환경생물학회장님을 비롯한 모든 관계자 분들에게 진심으로 축하의 말씀을 드립니다. 아울러 이렇게 뜻깊은 학술대회를 저희 국립생물자원관과 한국환경생물학회가 공동으로 개최하게 되어 매우 기쁘게 생각합니다. 오늘 행사 준비를 위해 노력해 주신 모든 분들에게 감사의 마음을 전합니다.



다들 아시다시피 최근 기후변화에 의한 지구 온난화로 인해 전 세계적으로 폭염, 가뭄, 홍수 등 이상 기후현상이 나타나고 있습니다. 우리나라도 2024년에 전국 평균기온이 14.5℃로 역대 최고를 기록하며, 기후위기의 심각성을 실감하고 있습니다.

이런 기후 및 환경 변화로 인해 곤충을 비롯한 특정 생물의 대발생 현상이 점점 더 빈번해지고 있으며, 이는 단순한 생태계 문제를 넘어 국민 생활과 산업 전반에 영향을 미치는 중요한 사회적 이슈로 자리 잡고 있습니다. 이러한 상황에서 대발생의 원인을 과학적으로 규명하고, 효과적인 대응 방안을 마련하는 것은 그 어느 때보다 중요한 과제가 되었습니다. 특히, 현장 경험과 연구 성과가 함께 공유되는 학술대회는 매우 의미 있는 자리라고 생각합니다.

앞으로는 단순한 사후 대응을 넘어, 사전 예측과 체계적인 관리, 그리고 친환경적 대응 전략이 더욱 중요해질 것입니다. 이를 위해서는 학계와 연구기관, 정책 현장이 긴밀히 협력하는 것이 무엇보다 필요합니다. 저희 국립생물자원관 또한 이러한 흐름에 발맞추어 과학적 근거에 기반한 대응 체계를 강화하고, 현장과 정책을 연결하는 역할을 적극적으로 수행해 나가겠습니다.

오늘 학술대회는 단순히 문제를 공유하는 자리가 아닙니다. 이번 행사를 통해 연구자들이 경험과 데이터를 공유하고, 최신 관리 기술과 대응 방안을 논의함으로써, 우리 모두가 직면한 도전 과제를 함께 해결할 수 있기를 기대합니다.

마지막으로, 이번 학술대회가 활발한 토론과 창의적인 아이디어 교류의 장이 되기를 바라며, 참석해 주신 모든 분들의 건승과 건강을 기원합니다.

감사합니다.

2026년 4월 16일  
국립생물자원관장 유 호

# 2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회 프로그램

<b>일 자</b>	2026년 4월 15일(수) ~ 4월 17일(금)
<b>장 소</b>	인천 네스트호텔
<b>주 제</b>	기후변화에 따른 대발생 문제 해결을 위한 환경생물학의 역할

4월 15일(수)	
시 간	프 로 그 램
09:00	집합장소: 경인여자대학교 후문 계양공원 주차장
09:00~12:00	계양산 등산 및 하산
12:00~14:00	점심 식사
14:00~17:00	국립생물자원관 방문 - 표본 확인 및 전시관 투어
17:00~	숙소 복귀 및 저녁 식사
17:00~18:00	등록

4월 16일(목)				
09:00~	등록 및 포스터 게시			
09:50~11:20	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">학생 구두발표 1 (스테인AB)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">학생구두발표 2 (스테인CD)</td> </tr> </table>	학생 구두발표 1 (스테인AB)	학생구두발표 2 (스테인CD)	
학생 구두발표 1 (스테인AB)	학생구두발표 2 (스테인CD)			
11:20~11:30	Coffee Break			
11:30~12:30	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;"> <b>Lunch / 런천 워크샵 (바움)</b>                      이준혁 ((주)노트스퀘어)                      “AI가 다 해준다면? 그럼 난 뭐 하지?”                 </td> <td style="width: 40%; text-align: center;">                     대발생 생물 대응을 위한                      전국 예찰 및 협력체계                      구축 회의 (스테인CD)                 </td> </tr> </table>	<b>Lunch / 런천 워크샵 (바움)</b> 이준혁 ((주)노트스퀘어) “AI가 다 해준다면? 그럼 난 뭐 하지?”	대발생 생물 대응을 위한 전국 예찰 및 협력체계 구축 회의 (스테인CD)	
<b>Lunch / 런천 워크샵 (바움)</b> 이준혁 ((주)노트스퀘어) “AI가 다 해준다면? 그럼 난 뭐 하지?”	대발생 생물 대응을 위한 전국 예찰 및 협력체계 구축 회의 (스테인CD)			
12:30~13:00	Coffee Break			
13:00~13:15	<b>개회식 (바움)</b> 사회: 김동건 총무이사(삼육대학교) 개회사: 서종복 회장(한국기초과학지원연구원) 축사: 유호 관장(국립생물자원관)			
13:15~13:20	단체사진 촬영 (바움)			
13:20~13:50	<b>기조강연 1 (바움)</b> 모형호 (농림축산검역본부) “국경에서 시작되는 생물대발생 대응: 기후변화 시대 검역자료 기반 위험도 평가와 환경생물학의 역할”			
13:50~14:20	<b>기조강연 2 (바움)</b> 송영근 (서울대학교) “환경유전자(eDNA)와 공간정보 융합을 통한 생물다양성 평가 및 환경계획 활용”			
14:20~14:30	Coffee Break			
14:30~16:30	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;"> <b>국제 심포지엄 (바움)</b>                      “생활주변 대발생 곤충의                      효율적인 관리방안”                 </td> <td style="width: 35%; text-align: center;"> <b>특별세션 1 (스테인AB)</b>                      “미세조류, 환경 그리고                      자원”                 </td> <td style="width: 35%; text-align: center;"> <b>국제 특별세션 2                      (스테인CD)</b>                      “International                      Perspectives in                      Environmental Biology”                 </td> </tr> </table>	<b>국제 심포지엄 (바움)</b> “생활주변 대발생 곤충의 효율적인 관리방안”	<b>특별세션 1 (스테인AB)</b> “미세조류, 환경 그리고 자원”	<b>국제 특별세션 2                      (스테인CD)</b> “International Perspectives in Environmental Biology”
<b>국제 심포지엄 (바움)</b> “생활주변 대발생 곤충의 효율적인 관리방안”	<b>특별세션 1 (스테인AB)</b> “미세조류, 환경 그리고 자원”	<b>국제 특별세션 2                      (스테인CD)</b> “International Perspectives in Environmental Biology”		
16:30~16:50	Coffee Break			
16:50~17:50	수다스런 포스터발표 (바움홀 로비)			
17:50~18:10	임시 총회 (바움)			
18:10~	(사)한국방역협회&한국환경생물학회 MOU 체결식 간담회 (바움)			

Poster & Exhibition

4월 17일(금)					
09:00~		등록			
09:30~11:30	특별세션 3 (바움) “기후변화에 따른 대발생 생물 관리 전략”	특별세션 4 (스테인AB) “자연기반해법을 위한 생태복원용 종자강화기술”	신진연구자 & 일반 구두발표 (스테인CD)		Poster & Exhibition
11:30~11:40		Coffee Break			
11:40~11:50					
11:50~12:10	<b>시상식 및 폐회식 (경품 이벤트) (바움)</b> 사회: 김동건 총무이사(삼육대학교) 폐회사: 서종복 회장(한국기초과학지원연구원)				

본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥 기금으로 추진되어 사회적 가치 실현과 국가 과학기술 발전에 기여합니다.

# Contents

■ 모시는 글 .....	i
■ 축 사 .....	ii
■ Schedule .....	iii
▣ 기초강연 1 .....	1
↳ 국경에서 시작되는 생물대발생 대응: 기후변화 시대 검역자료 기반 위험도 평가와 환경생물학의 역할	
▣ 기초강연 2 .....	5
↳ 환경유전자(eDNA)와 공간정보 융합을 통한 생물다양성 평가 및 환경계획 활용	
▣ 런천워크숍 .....	9
↳ 시가 다 해준다며? 그럼 난 뭐 하지?	
▣ 국제 심포지엄 .....	15
↳ Efficient Management Strategies for Mass-Emerging Insects in Anthropogenic Environments	
▣ 특별세션 1 .....	25
↳ 미세조류, 환경 그리고 자원	
▣ 국제 특별세션 2 .....	33
↳ International Perspectives in Environmental Biology	
▣ 특별세션 3 .....	39
↳ 기후변화에 따른 대발생 생물 관리 전략	
▣ 특별세션 4 .....	49
↳ 자연기반해법을 위한 생태복원용 종자강화기술	

■ 구두 발표 .....	57
↳ 신진연구자 & 일반 구두발표 / 59	
↳ 학생 구두 발표 1 / 67	
↳ 학생 구두 발표 2 / 75	
■ 포스터 발표 .....	83
↳ 1. 유해생물 / 89	
↳ 2. 바이오에너지 / 97	
↳ 3. 동물생태 · 분류 · 유전 / 99	
↳ 5. 미생물생태 · 분류 · 유전 / 105	
↳ 6. 생물다양성 및 생물모니터링 / 107	
↳ 7. 생태독성 및 환경호르몬 / 133	
↳ 9. 기타 / 140	





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

## 기조강연 1 (Plenary Lecture 1)

일 시: 2026년 4월 16일(목) 13:20 - 13:50

장 소: 바움 (BAUM)

좌장: 홍선희/한경국립대학교

13:20 - 13:50

PL-1

국경에서 시작되는 생물대발생 대응: 기후변화 시대 검역자료  
기반 위험도 평가와 환경생물학의 역할  
모형호 (농림축산검역본부)





PL-1

## 국경에서 시작되는 생물대발생 대응: 기후변화 시대 검역자료 기반 위험도 평가와 환경생물학의 역할

모형호<sup>PC</sup>

농림축산검역본부 중부지역본부 시험분석과

기후변화 시대의 생물대발생은 단지 국내 환경조건의 변화만으로 설명되지 않으며, 외래생물의 침입·정착·확산이 이를 증폭시키는 핵심 요인으로 작용한다. 특히 국제 교역의 확대와 더불어 해외여행객의 지속적 증가는 공항을 통한 휴대식물 및 식물성 물품 반입 가능성을 높이고, 이에 따라 외래 병해충의 국내 유입 위험 또한 증가시키고 있다. 우리나라의 겨울철 저온은 오랫동안 외래 침입생물의 정착을 억제하는 중요한 환경 장벽으로 작용해 왔지만, 겨울 평균기온의 상승은 그 장벽이 약화될 수 있음을 보여준다. 이런 점에서 국경은 단순한 행정 경계가 아니라, 생물대발생의 시작을 가장 먼저 감지할 수 있는 생태학적 경보 지점이다. 따라서 본 연구는 국경 단계에서 축적된 검역자료를 활용하여 병해충 침입 위험을 정량적으로 평가하고, 생물대발생 문제를 사후 방제 중심이 아닌 사전 예방 중심으로 전환하기 위한 과학적 근거를 마련하고자 수행되었다. 분석자료는 2017년 1월부터 2020년 9월까지 7개의 국제공항을 통해 입국자들이 휴대한 식물류 22만건에 대한 해충 검사자료이다. 단순한 평균 비교나 정확도 중심 평가보다, 제한된 검역 역량 하에서 실제로 고위험 품목과 루트를 우선적으로 선별할 수 있는 위험기반 접근에 초점을 두었다. 본 연구의 의의는 생물대발생 대응의 출발점을 국내 발생 이후가 아니라 국경 이전과 유입 초기 단계로 이동시켰다는 데 있다. 또한 침입생물 문제를 단순한 검역 행정의 대상이 아니라, 이동 경로, 숙주 연관성, 생활사 특성, 정착 가능성 등을 함께 고려해야 하는 환경생물학적 문제로 재정의하였다는 점에서도 중요하다. 환경생물학은 이 과정에서 정확한 종 동정과 자료 표준화를 통해 데이터의 신뢰성을 확보하고, 생활사·숙주범위·월동특성 등 생물학적 기작을 바탕으로 위험신호를 해석하며, 이를 검역·예찰·현장대응으로 연결하는 핵심적인 학문적 기반이 된다. 따라서 본 연구는 기후변화 시대 생물대발생 대응에 있어 환경생물학이 현상을 설명하는 학문에 머무르지 않고, 조기경보와 위험평가, 그리고 예방적 관리전략 수립을 연결하는 실천적 학문으로 확장 및 기능할 수 있음을 제시한다.

교신저자 E-mail: era1995@korea.kr





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

## 기조강연 2 (Plenary Lecture 2)

일 시: 2026년 4월 16일(목) 13:50 - 14:20

장 소: 바움 (BAUM)

좌장: 홍선희/한경국립대학교

13:50 - 14:20

PL-2

환경유전자(eDNA)와 공간정보 융합을 통한 생물다양성 평가 및  
환경계획 활용  
송영근 (서울대학교)





PL-2

## 환경유전자(eDNA)와 공간정보 융합을 통한 생물다양성 평가 및 환경계획 활용

송영근<sup>PC</sup>

서울대학교 환경대학원

생물다양성 모니터링을 위해 드론, 항공기, 위성 기반 원격탐사, 분광정보, 라이다 기반 3차원 구조 분석 등 공간환경 정보를 정밀하게 구축하는 기술이 빠르게 발전하고 있다. 그러나 이러한 고해상도 공간자료와 정합되는 생물분포 자료를 효율적으로 확보하는 데에는 여전히 한계가 존재한다. 기존의 카메라 트래핑이나 위치추적 센서 기반 방법은 유용하지만, 촘촘한 공간해상도의 생물상 데이터를 확보하기에는 제약이 있다. 이러한 맥락에서 환경유전자(eDNA)는 공간환경 변수와 정합 가능한 생물다양성 자료를 효율적으로 수집할 수 있는 대안적 접근으로 주목받고 있다. 본 연구는 공간적 이질성이 높은 도시생태계를 대상으로, eDNA 기술을 활용한 생물다양성 평가 사례를 정리하고 이를 공간정보와 융합하는 가능성을 탐색한다. 도시하천, 습지, 공원 등 다양한 수공간에서 지표종 및 외래종 검출, 어류·양서파충류·조류·포유류 등 다양한 분류군의 출현 확인, 계절성과 환경조건에 따른 검출 정확도 변동 등을 분석하였다. 이를 위해 메타바코딩 기반 종 조성 및 다양도 분석과 qPCR 기반 타겟 종 검출 신호의 정량화를 수행하였으며, 종 분포 모델링을 통해 환경 변수와 생물 출현 간의 관계를 정량적으로 분석하고 잠재적 서식지 이용 패턴을 평가하였다. 연구 결과, eDNA는 기존 조사에서 확인된 생물 종의 약 67% 이상을 검출하였으며, 특히 어류(66%), 양서류(80%), 포유류(73%)에서 높은 일치율을 보였다. 이러한 검출 성능을 바탕으로 수행한 계절별 모니터링과 0.5-1 km 간격의 고밀도 샘플링 설계는 검출 종 구성에 유의한 차이를 밝혔다. 또한, 외래종(큰입배스, 블루길)과 고유종(얼룩동사리)을 대상으로 한 종 분포 모델링 결과는 종별 서식지 이용 패턴을 밝히며 eDNA 기반 생물 정보와 고해상도 공간 환경 변수 간의 연계 가능성을 나타냈다. 검출 결과는 토지이용 및 수체 특성에 따른 서식지 유형별로 유의한 차이를 나타냈으며, 이를 통해 종의 서식지 이용 특성과 환경요인의 영향을 정량적으로 확인할 수 있었다. 예를 들어, 원앙의 상대 풍부도는 습지에서 산림 대비 높게 나타났으며, 고라니는 산림에서 더 높은 풍부도를 보였다. 또한, 어류 군집의 경우 종 풍부도 및 다양도 지수는 시가화 지역과 숲·초지 비율이 증가할수록 증가하는 경향을 보인 반면, 농지 비율의 증가는 해당 지표들의 감소와 연관되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 eDNA 기반 모니터링이 공간적·환경적 이질성을 반영한 생물다양성 패턴과 서식지-종 관계를 정량적으로 평가할 수 있음을 보여주며, 고해상도 공간환경 데이터와의 결합을 통해 도시생태계의 정밀한 생물다양성 평가 및 공간계획 수립에 기여할 수 있음을 시사한다.

교신저자 E-mail: songyoung@snu.ac.kr





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

## 런천워크샵 (Luncheon Workshop)

일 시: 2026년 4월 16일(목) 11:30 - 12:30

장 소: 바움 (BAUM)

좌장: 이두형/가천대학교

11:30 - 12:30 Workshop

AI가 다 해준다며? 그럼 난 뭐 하지?  
이준혁 ((주)노트스퀘어)





SL-1

## AI가 다 해준다면? 그럼 난 뭐 하지?

이준혁<sup>PC</sup>

주식회사 노트스퀘어

본 런천 강연은 생성형 AI가 '정답을 빠르게 만들어주는 시대'에 이공계 대학생이 어떤 역량을 쌓아야 하는지, 그리고 AI를 대체자가 아닌 '사고의 증폭기'로 활용하기 위한 문제 해결 습관을 제안한다. 강연자는 학부 시절 겪은 다수의 실패와, 당장 성과로 보이지 않았지만 훗날 기회로 연결된 경험을 사례로 공유하며, 이를 통해 문제를 정의하는 능력이 왜 지금 더 중요한지를 논증한다. 강연은 유머와 자카풍자를 통해 부담을 낮추되, 이공계 대학 생활에서 반복되는 과제·디버깅·연구·취업 준비의 현실 문제를 정면으로 다룬다. 내용은 세 축으로 구성된다. 첫째, 문제를 '푸는 능력'보다 '정의하는 능력'이 왜 더 중요해졌는지 설명한다. AI가 답안을 생성해줄수록 차별점은 정답의 문장력이 아니라 목표·제약·평가 기준을 세우는 질문 설계로 이동한다. 둘째, AI에게 사고를 외주 줄 때 발생하는 네 가지 착시—그럴듯함, 근거 부재, 반례 미검토, 이해의 공백—를 강연자가 직접 분류한 프레임으로 제시하고, 실제 코딩·디버깅·논문 요약 상황에 대입해 점검한다. 셋째, AI를 적극 활용하면서도 실력이 남는 루틴을 제시한다. 강연은 'AI가 만든 문장'을 소비하는 상태에서 '내가 설계한 질문으로 AI를 움직이는 상태'로 전환하는 실천적 체험을 제공하는 것으로 마무리된다.

교신저자 E-mail: [jlee@notesquare.co.kr](mailto:jlee@notesquare.co.kr)





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

## 국제심포지엄





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

## 국제 심포지엄 (International Symposium) (국립생물자원관 - 한국환경생물학회 공동)

일 시: 2026년 4월 16일(목) 14:30 - 17:50

장 소: 바움 (BAUM)

### Efficient Management Strategies for Mass-Emerging Insects in Anthropogenic Environments

PART I Chair: Jong-Seok Park/Chungbuk National University

PART II Chair: Hyun Jong Kil/National Institute of Biological Resources

		Opening Ceremony	
		14:30 - 14:35	Moderator: Sun-Jae Park (National Institute of Biological Resources)
PART I		14:35 - 15:05	IS1-1 Biology and management of the lovebug, <i>Plecia nearctica</i> , in Florida Norman C. Leppla (University of Florida, USA)
		15:05 - 15:35	IS1-2 Revision of the Genus <i>Plecia</i> (Diptera: Bibionidae) in China, with descriptions of two new species Zhu Li (Natural History Museum of China, China)
		15:35 - 16:05	IS1-3 A review of several decades of studies on the mayfly <i>Ephoron shigae</i> : Synchronized mass emergence, the origin of its geographic parthenogenesis and changes Koji Tojo (Shinshu University, Japan)
		16:05 - 16:25	IS1-4 Current status and management strategies for mass occurrences of insects in Korea Sun-Jae Park (National Institute of Biological Resources, Korea)
		16:25 - 16:45	IS1-5 Management strategies and field test of mass-emerging insects in urban environments: Focus on <i>Ephemera orientalis</i> and <i>Plecia longiforceps</i> Dong Gun Kim (Sahmyook University, Korea)
		16:45 - 16:55	Coffee Break
PART II		<b>&lt;Panel Member&gt;</b> Norman C. Leppla (University of Florida, USA) Zhu Li (Natural History Museum of China, China) Koji Tojo (Shinshu University, Japan) Sun-Jae Park (National Institute of Biological Resources, Korea) Hyung-ho Mo (Animal and Plant Quarantine Agency, Korea) Dong Gun Kim (Sahmyook University, Korea)	
	16:55 - 17:40	Panel Discussion & Q & A	
		17:40 - 17:50	Closing Ceremony & Group Photo





## Biology and management of the lovebug, *Plecia nearctica*, in Florida

Norman Carey Leppla<sup>PC</sup>

Entomology and Nematology Department, University of Florida, Gainesville 32611, USA

The “lovebug”, *Plecia nearctica* Hardy (Diptera: Bibionidae), is a small fly related phylogenetically to gnats and mosquitoes. The males are about 6.4 mm and females 7.6 mm long, both entirely black except for a red dorsal thorax. The lovebug invaded Florida from Mexico in about 1950 and became established throughout the state by the mid-1970s, creating massive swarms every May and September. The swarming lovebugs coated vehicle windshields and became a hazard to driving, accumulated in filthy piles around buildings, and frightened people who were afraid they might bite, sting or transmit a pathogen. Lovebugs are a problematic nuisance pest rather than a dangerous disease vector. Lovebugs can be managed by avoidance and informing the public about their behavior. They are weak fliers so can be kept out of a building by creating positive pressure with an air-conditioning fan. If lovebugs enter, a vacuum cleaner can be used to remove them. Screens can be added to windows and doors, particularly on the windward side of a building, and placed over decks and swimming pools. A fan can be used outside near work or recreational areas to keep lovebugs away. Due to their abundance and mobility, lovebugs cannot be controlled effectively with insecticides or repellents. More adults emerge and rapidly replace the ones that are killed and there would be unacceptable nontarget effects. However, habitat management can reduce the number of larvae because they require a specific range of moisture and die if it is too wet or dry. For unknown reasons, lovebug populations began to decline in about the year 2000 and are no longer abundant throughout most of Florida.

**Corresponding author E-mail:** [ncleppla@ufl.edu](mailto:ncleppla@ufl.edu)

IS-2

## Revision of the Genus *Plecia* (Diptera: Bibionidae) in China, with descriptions of two new species

Zhu Li<sup>p1</sup> and Ding Yang<sup>c2</sup>

<sup>1</sup>Department Life Science, Natural History Museum of China, Beijing 100050, China

<sup>2</sup>State Key Laboratory of Agricultural and Forestry Biosecurity, MARA Key Lab of Surveillance and Management for Plant Quarantine Pests, College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China

The genus *Plecia* Wiedemann (Diptera: Bibionidae) from China is revised. Two new species, *Plecia kunmingensis* sp. nov. and *Plecia parahardy* sp. nov., are described as new to science. *Plecia pullata* Hardy, 1949 and *Plecia impostor* Brunetti, 1912 are newly recorded from China. The following new synonymies are proposed: *Plecia bifoliolata* Yang et Luo, 1988 and *Plecia furcaura* Yang et Cheng, 2002 are synonymized under *Plecia gressitti* Hardy; *Plecia angularis* Luo & Yang, 1988, *Plecia rufangularis* Luo & Yang, 1988, and *Plecia jianfengana* Yang & Cheng, 2002 are synonymized under *Plecia pullata* Hardy, 1949; *Plecia stysa* Yang & Cheng, 1995, *Plecia longifolia* Yang & Luo, 1989, and *Plecia mandibuliformis* Yang & Luo, 1988 are synonymized under *Plecia longiforceps* Duda, 1933; *plecia acutirostris* Luo & Yang, 1988 is synonymized under *Plecia septentrionalis* Hardy, 1953. Up to now, 26 species of the genus *Plecia* are known from China. A revised checklist and key to an identification Chinese species of *Plecia* are presented.

**Corresponding author E-mail:** dyangcau@126.com

## A review of several decades of studies on the mayfly *Ephoron shigae*: Synchronized mass emergence, the origin of its geographic parthenogenesis and changes in the sex ratio of many populations

Koji Tojo<sup>pc1</sup> and Kazuki Sekine<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biology Department, Faculty of Science, Shinshu University, Matsumoto 390-8621, Japan

<sup>2</sup>Faculty of Geo-Environmental Science, Risho University, Kumagaya 360-0194, Japan

An aquatic insect, *Ephoron shigae* that inhabits East Asian regions such as wide areas of the Japanese Archipelago and the Korean Peninsula, Northeastern China, and the Russian Primorsky region, is frequently observed having occurrence of mass emergence. This mayfly has goes through one reproductive cycle per year (i.e., univoltine), and adults emerge every autumn (early to mid-September). The timing of adult emergence is strongly synchronized within each population and occurs on a large scale over a few days. Such mass emergence in this species is thought to be an adaptation to avoid predation by birds, bats and other predators. In the Japanese Archipelago, large-scale mass emergences occurred throughout the country in the 1980s, and the masses of carcasses of adult insects that had swarmed along rivers and on bridge lights caused a series of car accidents, so becoming a social problem. During this era, there was active discussion regarding links between the mass emergences to eutrophication of rivers in a similar period of time. As a measure to prevent car accidents, although the Japanese government has taken measures to collect the large numbers of mayflies that appear in powerful mercury lamps settled under bridges, the current situation is that no fundamental measures have been taken to prevent the outbreak itself. In addition, our previous studies revealed that local populations composed only of females exist in various parts of the Japanese Archipelago, and that these populations are maintained through parthenogenesis. Furthermore, our studies using molecular markers revealed that *E. shigae* in the Japanese Archipelago diverged from a continental lineage (the Korean Peninsula) in ancient times, and that even within the Japanese Archipelago, there is genetic differentiation between Eastern and Western Japan. Moreover, it was also revealed that the parthenogenetic lineage is monophyletic, having become established only once in Western Japan. We have now completed decoding the entire genome of this mayfly and are currently in the process of annotating it. We are also conducting comparative analysis (RNA-seq subtraction) of early gene expression in the fertilized eggs of bisexual reproductive lineages with those of parthenogenetic eggs, and are pursuing identification of the causative genes resulting in parthenogenetic reproduction. Regarding parthenogenesis, to date, the causative genes have not been identified even in *Drosophila* and other model animals, so we anticipate that research into *E. shigae* may lead to a major breakthrough.

**Corresponding author E-mail:** [ktojo@shinshu-u.ac.jp](mailto:ktojo@shinshu-u.ac.jp)

IS-4

## Current status and management strategies for mass occurrences of insects in Korea

Sun-Jae Park<sup>PC</sup>

Climate Change and Environmental Biology Research Division,  
National Institute of Biological Resources, Incheon, 22689, Korea

In recent years, mass occurrences of nuisance insects have increasingly been reported in urban areas of the Seoul metropolitan region, causing considerable public inconvenience. To address this issue, the National Institute of Biological Resources (NIBR) established a database of insect species associated with mass occurrences in residential environments. Since 2021, the database has compiled taxonomic, ecological and distributional information for approximately 180 insect species that have either caused or may potentially cause mass outbreaks in Korea. Among these, the lovebug (*Plecia longiforceps*) and the oriental mayfly (*Ephemera orientalis*) are recognized as major species responsible for large-scale outbreaks. The lovebug was first recorded in Korea in 2022 following large-scale outbreaks in northwestern Seoul. Since then, additional occurrences have been observed, including a significant outbreak at the summit of Gyeyangsan Mountain in Incheon in 2025. Population genetic analyses comparing Korean specimens with those from China, Taiwan, and Japan indicate that the Korean population is closely related to populations from China's Shandong Peninsula. To mitigate the impact of this species, eco-friendly control strategies were explored, including a light-based trapping system for capturing adults. In addition, microbial control agents targeting larval stages are currently being evaluated as a potential biological control strategy. The oriental mayfly frequently emerges along the Han River. Field surveys have revealed high emergence densities particularly in the middle of the river. Based on these findings, a boat-mounted lighting system has been developed to attract and collect adult mayflies over the river surface. These technologies have been patented and are undergoing further field testing to improve their effectiveness. Through continuous monitoring and ecological research, NIBR aims to improve the understanding of insect mass occurrences and to develop eco-friendly management strategies that minimize both ecological impacts and public inconvenience.

**Corresponding author E-mail:** sun1763@korea.kr

IS-5

## Management strategies and field test of mass-emerging insects in urban environments: Focus on *Ephemera orientalis* and *Plecia longiforceps*

Dong Gun Kim<sup>PC</sup>

Faculty of General Education, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

Climate change and rapid urbanization have altered insect phenology and distribution, leading to frequent mass emergence events in urban environments. *Ephemera orientalis* and *Plecia longiforceps* are representative nuisance species that cause substantial public discomfort and complaints, despite not being disease vectors. Conventional reactive control measures remain insufficient for managing these outbreaks effectively. This study presents management strategies and field-based demonstration cases for mass-emerging insects in urban areas. We analyzed the ecological characteristics of target species and their environmental drivers, particularly the interaction between aquatic habitats and urban infrastructure, to develop strategies that reduce human exposure. Field applications evaluated environmentally friendly techniques, including light control, physical trapping, and habitat management. Results indicate that artificial lighting and riverine conditions are key factors for *E. orientalis*, whereas temporal concentration and spatial spread are critical for *P. longiforceps*. These findings emphasize the need for species-specific, ecologically based management approaches. Future research should focus on developing data-driven predictive and monitoring systems to support proactive urban insect management.

**Corresponding author E-mail:** ecology@syu.ac.kr





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

## 특별세션





## 특별세션 1 (Special Session 1)

### 미세조류, 환경 그리고 자원

일 시: 2026년 4월 16일(목) 14:30 - 16:30

장 소: 스테인 AB (STEIN AB)

좌장: 신현호/부경대학교

14:30 - 14:54	S1-1	해양 생물다양성의 발굴과 보전: 국립해양생물자원관의 역할 양영익 (국립해양생물자원관)
14:54 - 15:18	S1-2	Role of bacteria in the bloom formation of harmful algae Bum Soo Park (Hanyang University)
15:18 - 15:42	S1-3	Adaptation to heat stress and survival strategies of microalgae from the perspective of carbon metabolism Minjae Kim (Korea Institute of Ocean Science and Technology)
15:42 - 16:06	S1-4	Development of a biosilica-based drug delivery biomaterial utilizing the porous ultrastructure of freshwater diatoms Suk Min Yun (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
16:06 - 16:30	S1-5	From taxonomy to toxicity: Developmental and microbial regulation of paralytic shellfish toxin biosynthesis in marine dinoflagellates Zhun Li (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)



S1-1

## 해양 생물다양성의 발굴과 보전: 국립해양생물자원관의 역할

양영익<sup>PC</sup>

국립해양생물자원관

국립해양생물자원관(MABIK)은 2015년 서천 지역의 성장과 생태 보전을 촉진하기 위한 국가 전략 사업으로 설립되었으며, 현재는 국가 해양 생물자원 분야의 핵심 기관으로 자리매김하였다. 본 발표에서는 지난 10년간 MABIK이 구축해 온 성과와 2035 비전을 소개한다. 첫째, 해양 생물다양성 ‘발굴(Uncovering)’을 위한 다층적 전략을 제시한다. 이는 MABIK 내부 연구 역량을 기반으로, 국내 19개 기탁기관 네트워크 및 해외 거점을 연계하여 시너지를 창출하는 방식이다. 진도와 우도 등 국내 생물다양성 핵심 지역에서의 공동 현장조사 사례를 비롯해, 베트남·말레이시아·칠레의 국제 협력기관과의 파트너십, 그리고 이탈리아 CNR과의 신규 공동연구 등을 주요 사례로 다룬다. 둘째, MABIK의 ‘큐레이션(Curating)’ 역량을 정의하고, 13개 첨단 수장시설을 기반으로 60만 점 이상의 표본을 체계적으로 관리·보존하는 체계를 소개한다. 특히 해양생물자원정보시스템(MBRIS)을 통한 자산의 디지털 전환과 디지털 표본 아카이브 구축을 강조한다. 마지막으로, 해양 바이오뱅크를 통해 고부가가치 생물소재를 제공함으로써 연구와 산업을 연결하는 ‘가치 창출(Value Creation)’ 전략과, SeaQrium을 통한 대국민 인식 제고 활동을 논의한다. 결론에서는 복원 연구, 추가 수장시설 확충, 블루카본 센터 등 특화 연구·인프라 확대를 포함한 MABIK의 향후 로드맵을 제시한다

교신저자 E-mail: [yiy@mabik.re.kr](mailto:yiy@mabik.re.kr)

S1-2

## Role of bacteria in the bloom formation of harmful algae

Bum Soo Park<sup>PC</sup>

Department of Life Science, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

Phytoplankton species that produce toxins may occasionally proliferate to form red tides, also known as harmful algal blooms (HABs), causing serious problems in marine ecosystems, such as mortality in fish, marine mammals and other marine life. Blooms usually occur as a response to changing physicochemical factors in the tides, winds, or available nutrients, and extensive studies on effect of physicochemical factors on bloom dynamics (from formation to termination) have been conducted. However, despite of these efforts, there is still an unsolved mystery regarding bloom mechanisms. For example, physicochemical factors have different timescales of variability, and thus most algal blooms can be short-term episodic events, recurrent seasonal phenomena, or rare events associated with exceptional climatic or hydrologic conditions. Among the species causing HABs, several can maintain bloom status over the long term even though environmental conditions have changed, making the characterization of the mechanisms causing HABs complicated. To resolve this complexity, the role of biological factors in bloom dynamics has newly studied using molecular techniques which are the most powerful tool for elucidation of interaction between biological factors (e.g. harmful algae and bacteria). Here, throughout previous studies, I have examined effect of various biological factors (e.g. intraspecific genetic differentiation and bacteria) on the formation of HABs, and then I suggest new scenario regarding HAB formation by biological factors.

**Corresponding author E-mail:** parkbs@hanyang.ac.kr

S1-3

## Adaptation to heat stress and survival strategies of microalgae from the perspective of carbon metabolism

Minjae Kim<sup>PC</sup>

Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science and Technology,  
53201 Geoje, Republic of Korea

Climate change threatens marine ecosystems through rising water temperatures and increasingly frequent extreme environmental conditions, particularly having a severe impact on the survival of microalgae, which are primary producers. In this study, we aimed to evaluate the heat resilience of the model diatom *Phaeodactylum tricornutum* through various combinations of high-temperature (30°C) treatments. The experimental group, which underwent a recovery period at 20°C following a short 30°C treatment, tended to adapt easily to subsequent high-temperature treatments. This suggests that the heat adaptation of microalgae involves not merely passive stress tolerance but active metabolic reconfiguration. In particular, this highlights the potential for carbon flow splitting at the isocitrate branch between the glyoxylate cycle and the TCA cycle to contribute to stress adaptation by regulating the balance between energy production, carbon conservation, and biosynthetic requirements. Based on these findings, we propose strategies to prepare for marine heatwaves in the aquaculture industry that requires microalgae as feed organisms.

**Corresponding author Email:** sciencekor89@kiost.ac.kr

S1-4

## Development of a biosilica-based drug delivery biomaterial utilizing the porous ultrastructure of freshwater diatoms

Suk Min Yun<sup>PC1</sup>, Daeryul Kwon<sup>2</sup>, Taek Lee<sup>3</sup>, Yoseph Seo<sup>3</sup>, Wonhwa Lee<sup>4</sup>,  
Chung Hyeon Choi<sup>5</sup>, Z-Hun Kim<sup>6</sup>, and Chang Soo Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biological Resources Research Department, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si 37242, Korea

<sup>2</sup>Biological Resources Research Division, National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Korea

<sup>3</sup>Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

<sup>4</sup>Department of Chemistry, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Republic of Korea

<sup>5</sup>Ocean Environment Research, Kunsan-si, Jeollabuk-do, 54133, Korea

<sup>6</sup>Biotech R&D Center, Hu evergreen Pharm Inc., Incheon 21447, Korea

This study engineers and validates a drug delivery platform derived from freshwater diatom biosilica, exploiting its highly ordered porous ultrastructure and intrinsic biocompatibility. The amorphous micro/nanoporous architecture enables enhanced biodegradability and sustained drug release compared with conventional synthetic silica systems. Freshwater diatoms were isolated and cultured under optimized conditions, and scalable pretreatment and purification processes were established to obtain high-purity biosilica. Species-specific strategies resolved mucilage interference and improved recovery efficiency, while Modified FDMed medium enhanced growth performance and biosilica yield. The purified biosilica was hybridized with nano-structured lipid carrier(NLC) via electrostatic interactions to fabricate a diatom biosilica-nanolipid carrier (DBNC), and its structural and physicochemical properties were systematically characterized. In vitro evaluations confirmed low cytotoxicity and improved intracellular retention of anticancer and anti-inflammatory drugs relative to free drugs. In vivo fluorescence imaging demonstrated prolonged circulation and pulmonary accumulation depending on administration route. Drug release analysis revealed high encapsulation efficiency and pH-responsive sustained release with reduced burst effects, highlighting its translational potential as a sustainable alternative to synthetic silica-based drug delivery systems.

**Corresponding author E-mail:** horriwar@nnibr.re.kr

S1-5

## From taxonomy to toxicity: Developmental and microbial regulation of paralytic shellfish toxin biosynthesis in marine dinoflagellates

Zhun Li<sup>pc1,2</sup>

<sup>1</sup>Biological Resource Center/Korean Collection for Type Cultures (KCTC), Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Jeongseup 56212, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Bioresource and Environmental Engineering, KRIBB School of Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Republic of Korea

Understanding harmful algal blooms (HABs) caused by toxic dinoflagellates requires the integration of taxonomy, life cycle ecology, and toxin regulation. While environmental drivers of paralytic shellfish toxins (PSTs) are well documented, the intrinsic cellular mechanisms and microbial interactions governing toxin biosynthesis remain poorly understood. This study investigates the complex regulatory networks of PST production by examining *Alexandrium* and phylogenetically related dinoflagellates. First, taxonomic and morphological evidence highlights the diversity of *Alexandrium* in Korean coastal waters, emphasizing the value of thecal plate tabulation and cyst-motile stage relationships for species identification. Second, co-cultivation experiments demonstrate that the cyst formation-promoting bacterium significantly alters the metabolic pathways of *Alexandrium pacificum*. Bacterial presence up regulates core PST synthesis genes and down regulates sulfotransferase (sxtN), shifting the dinoflagellate toward a more toxic PST profile with increased high-toxicity components during the late stationary phase. Third, time-resolved analyses of *Centrodinium punctatum* reveal a three-stage developmental program in which morphological differentiation is coupled to toxin diversification. The transition to mature, enlarged cells coincides with a five-fold increase in total cellular toxin content and the emergence of high-toxicity analogs (GTX1 and GTX2), strongly correlating with stage-specific activation of toxin biosynthesis genes. Together, these findings support a unified framework in which bloom risk depends on species identity, cyst dynamics, microbial interactions, and developmental stage. The preferential production of high-toxicity analogs during specific developmental stages and in response to bacterial associations underscores that environmental risk assessments based solely on vegetative cell density may significantly underestimate actual toxicological hazards. Effective HAB monitoring should therefore integrate taxonomy, life cycle markers, and toxin/gene profiles.

**Corresponding author E-mail:** lizhun@kribb.re.kr



## 국제 특별세션 2 (International Special Session 2)

### International Perspectives in Environmental Biology

일 시: 2026년 4월 16일(목) 14:30 - 15:30

장 소: 스테인 CD (STEIN CD)

좌장: 옥용식/고려대학교

---

14:30 - 14:50	S2-1	<b>Green hydrogen and chemical production in food biorefinery</b> Daniel C.W. Tsang (The Hong Kong University of Science and Technology)
14:50 - 15:10	S2-2	<b>Enhancing methane production from waste activated sludge via voltage-regulated microbial interactions in a MEC-AD system</b> Xue-Ting Wang (Harbin Institute of Technology)
15:10 - 15:30	S2-3	<b>Governing AI-empowered life cycle assessment for decision intelligence</b> Bin Cao (Korea University)

---



S2-1

## Green hydrogen and chemical production in food biorefinery

Daniel C.W. Tsang<sup>pc1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong, China

<sup>2</sup>Research Center on Decarbonization Technology, The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong, China

Pyrogenic carbon is considered an enhancer of hydrogen yield in dark fermentation (DF), but little is known about how it regulates extracellular electron transfer (EET) and influences transmembrane respiratory chains and intracellular metabolisms. This study addressed these knowledge gaps and demonstrated that wood waste pyrogenic carbon (biochar) could significantly improve the DF performance, e.g., addition of pyrogenic carbon produced by pyrolysis at 800 °C (PC800) increased hydrogen yield by 369.7%. Biochemical quantification, electrochemical analysis, and electron respiratory chain inhibition tests revealed that PC800 promoted the extracellular flavin-based electron transfer process and further activated the acceleration of the transmembrane electron transfer. Comparative metagenome/metatranscriptome analyses indicated that the flavin-containing Rnf complex was the potential transmembrane respiratory enzyme associated with PC800-mediated EET. Based on NADH/NAD<sup>+</sup> circulation, the promoted Rnf complex could stimulate the functions of the electron bifurcating Etf/Bcd complex and startup of glycolysis. The promoted Etf/Bcd could further contribute to balance the NADH/NAD<sup>+</sup> level for glycolytic reactions and meanwhile provide reduced ferredoxin for group A1 [FeFe]-hydrogenases. This proton-energy-linked mechanism could achieve coupling production of ATP and hydrogen. This study verified the important roles of pyrogenic carbon in mediating EET and transmembrane/intracellular pathways and revealed the crucial roles of electron bifurcation in DF for hydrogen production.

**Corresponding author Email:** [cedan@ust.hk](mailto:cedan@ust.hk)

S2-2

## Enhancing methane production from waste activated sludge via voltage-regulated microbial interactions in a MEC-AD system

Xue-Ting Wang<sup>PC</sup>

State Key Laboratory of Urban-rural Water Resource and Environment, School of Environment, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang Province 150090, China

Anaerobic digestion (AD) is an important technology for achieving resource utilization and energy recovery from waste activated sludge (WAS). However, its efficiency is constrained by hydrolysis limitations and insufficient coordination among functional microorganisms. In this study, a microbial electrolysis cell - anaerobic digestion (MEC-AD) system was employed to enhance methane production via external voltage regulation. Two reactors treating raw WAS (rWAS) and heat-pretreated WAS (hWAS) were operated under stepwise voltages (0-0.6-0.8-0.6-0 V). At 0.8 V, methane productivity of rWAS and hWAS reached 14.7 and 7.9 mL gVSS<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively, representing 7.8- and 2.1-fold increases over open-circuit conditions. After returning to 0 V, methane productivity of rWAS remained 6.2 times higher than the initial stage. Total nitrogen increased with applied voltage, and protein hydrolysis in rWAS was 12-fold higher than in the initial stage after voltage removal. The highest cumulative acetate and propionate concentrations occurred at 0.8 V, indicating stronger effects on fermentation and acetification than on methanogenesis. Enrichment of fermentative bacteria, acetogens, and hydrogenotrophic methanogens was observed, with increased abundances of *Desulfomicrobium*, *Desulfobulbus*, and *Rhodobacter* at the anode and *Methanobacterium* at the cathode. Methane production was enhanced through direct and mediated interspecies electron transfer (DIET and MIET), and MEC-AD improved performance without continuous voltage application.

**Corresponding author Email:** [xuetw@hit.edu.cn](mailto:xuetw@hit.edu.cn)

S2-3

## Governing AI-empowered life cycle assessment for decision intelligence

Bin Cao<sup>1,2,3</sup>, Samhita Ankareddy<sup>1,2</sup>, Xiaomeng Hu<sup>4</sup>, Jörg Rinklebe<sup>5</sup>,  
Shauhrat S. Chopra<sup>4</sup>, Xiangzhou Yuan<sup>6,7</sup>, Daniel C.W. Tsang<sup>c8</sup>, and Yong Sik Ok<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Biochar Research Center, Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

<sup>2</sup>International ESG Association (IESGA), Seoul 06621, Korea

<sup>3</sup>Institute of Convergence Science, Korea University, Seoul 02841, Korea

<sup>4</sup>School of Energy and Environment, City University of Hong Kong, Kowloon, Hong Kong, China

<sup>5</sup>School of Architecture and Civil Engineering, University of Wuppertal, Wuppertal 42285, Germany

<sup>6</sup>Key Laboratory of Energy Thermal Conversion and Control of Ministry of Education, School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing 210096, China

<sup>7</sup>Key Laboratory of Functional Polymers for Sustainability of Jiangsu, School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing 210096, China

<sup>8</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong, China

Artificial intelligence (AI) applications in life cycle assessment (LCA) remain fragmented, hindering coherent and context-aware integration. This limits LCA's evolution from static accounting to a dynamic decision-support framework. We contend that AI-empowered LCA should advance toward an integrated system, wherein static accounting is reframed from a standalone reporting tool into an automated mass- and energy-balance validation layer anchoring higher-order AI functions. To this end, we propose a three-layer dependency architecture including a standardized data foundation, a hybrid modeling layer coupling AI with physical processes, and human-accountable decision applications. Furthermore, we establish trust gates—the structured criteria for auditability, robustness, and accountability—to govern responsible scaling toward high-stakes deployment, while addressing data equity and AI's environmental footprint.

**Corresponding author Email:** Yong Sik Ok (yongsikok@korea.ac.kr), Daniel C.W. Tsang (cedan@ust.hk), Xiangzhou Yuan (yuanxz@seu.edu.cn)

The first two authors contributed equally: Bin Cao, Samhita Ankareddy.



## 특별세션 3 (Special Session 3)

### 기후변화에 따른 대발생 생물 관리 전략

일 시: 2026년 4월 17일(금) 09:00 - 11:40

장 소: 바움 (BAUM)

좌장: 김동건/삼육대학교

	09:00 - 09:15	S3-1	도시 생활권 대발생 곤충의 발생 예측과 관리 전략 김동건 (삼육대학교)
PART I	09:15 - 09:30	S3-2	Larbal abundance survey of <i>Plecia longiforceps</i> (Diptera: Bibionidae) at Mt. Gyeyang (Gyeyang-gu, Incheon) Jong-Seok Park (Chungbuk National University)
	09:30 - 09:45	S3-3	Instar determination and morphological growth patterns of <i>Plecia longiforceps</i> larvae June Wee (Chungnam National University)
	09:45 - 10:00	S3-4	대발생 외래생물(식물) 관리 국제 동향 홍선희 (한경국립대학교)
	10:00 - 10:10		Coffee Break
PART II	10:10 - 10:25	S3-5	환경유전자(eDNA)를 이용한 토양 내 붉은등우단털파리( <i>Plecia longiforceps</i> ) 유충 조기 예찰 연구 이혁제 (상지대학교)
	10:25 - 10:40	S3-6	대발생곤충 발생 특성 분석과 친환경 관리체계 구축 연구 - 충청남도를 대상으로 - 이정아 (고려대학교)
	10:40 - 10:55	S3-7	딤러닝 기반 금강 유역 갈따구 개체밀도 시계열 예측 이상철 (고려대학교)
	10:55 - 11:40		종합 토론



S3-1

## 도시 생활권 대발생 곤충의 발생 예측과 관리 전략

김동건<sup>pc</sup>

삼육대학교 교양교육원

최근 기후변화와 도시화의 가속화는 곤충의 발생 시기와 공간적 분포, 개체군 동태에 변화를 초래하며 특정 지역에서의 대발생 현상(mass emergence)을 빈번하게 유발하고 있다. 특히 도시 생활권 인접 하천과 녹지에서 발생하는 동양하루살이(*Ephemera orientalis*)와 러브버그(*Plecia longiforceps*)는 대량 출현 시 시민 생활 불편과 민원 증가를 초래하는 대표적인 사례로 보고되고 있다. 이러한 곤충들은 감염병 매개체는 아니지만 도시 환경에서 반복적으로 대량 출현하여 사회적·환경적 문제로 인식되고 있으며, 기존 관리 방식은 발생 이후의 단기적 방제에 의존하는 한계를 지니고 있다. 본 연구에서는 동양하루살이와 러브버그를 중심으로 대발생 곤충의 발생 메커니즘을 이해하고 효과적인 관리 전략을 제시하기 위한 연구 방향을 제안한다. 먼저 기후, 수환경, 토지 이용, 과거 발생 이력 등을 통합한 대발생 예측 연구를 통해 곤충 발생 패턴과 환경 요인 간의 관계를 분석하고 AI 기반 발생 예측 모델 구축 가능성을 탐색한다. 또한 자동화 트랩과 환경 센서를 활용한 IoT 기반 예찰 시스템을 통해 발생 시기와 개체군 동태를 실시간으로 모니터링하는 기술 개발 방향을 제시한다. 나아가 화학적 방제에 의존하지 않는 종 특이적 친환경 관리 전략을 제안하며, 광원 유인, 물리적 포집, 서식지 관리 등 생태적 특성을 고려한 통합 관리 접근을 논의한다. 이러한 연구는 대발생 곤충 관리 체계를 사후 대응 중심에서 예측-예찰-관리 기반의 선제적 관리 체계로 전환하는 데 기여할 수 있으며, 도시 생태계 관리와 기후변화 대응을 위한 과학적 기반을 제공할 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

S3-2

## Larval abundance survey of *Plecia longiforceps* (Diptera: Bibionidae) at Mt. Gyeyang (Gyeyang-gu, Incheon).

Jong-Seok Park<sup>PC1</sup>, Ui-Joung Byeon<sup>1,2</sup>, and Song-Ju Ha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk National University, Department of Biological Sciences and Biotechnology

<sup>2</sup>Seoul National University, Institute for Data Innovation in Science

Global climate change and ecosystem disturbances driven by human activities and the introduction of invasive species have increasingly contributed to insect outbreaks. Such outbreaks may indicate that ecological food webs are already destabilized or at high risk of disruption. This study investigated the relationship between the larval abundance of *Plecia longiforceps* Duda, 1933 (Diptera: Bibionidae), which experienced a massive outbreak at Mt. Gyeyang (Gyeyang-gu, Incheon) in 2025, and various environmental factors as well as predator groups. Field surveys were conducted monthly from September 2025. Samplings were performed across four aspects (East, West, South, and North) and four elevations (100 m, 200 m, 300 m, and 390 m) with five replicates for per site using a sifting method. A total of 80 soil samples were collected during each survey. Larval abundance was significantly lower in December and January compared to other months. East- and South-facing slopes showed higher larval abundance than West and North slopes. Additionally, the lowest elevation (100 m) exhibited significantly lower abundance compared to higher elevations. The abundance of predator groups showed a weak negative correlation with larval abundance.

**Corresponding author E-mail:** jpark16@chungbuk.ac.kr

S3-3

## Instar determination and morphological growth patterns of *Plecia longiforceps* larvae

June Wee<sup>pc1,2</sup>, Seong Hyeon Yeo<sup>1</sup>, Young Min Park<sup>2</sup>, and Yun Sang Jeong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied biology, Chungnam National University, Daejeon 34143, Korea

<sup>2</sup>Department of Agricultural biology, Chungnam National University, Daejeon 34143, Korea

Massive outbreaks of *Plecia longiforceps* Duda, 1934 (Diptera: Bibionidae) cause significant public nuisance through synchronous emergence. Effective management requires understanding larval trajectories that dictate emergence timing. We investigated spatiotemporal growth along altitudinal (100–400 m) and aspect (E, W, S, N) gradients from September 2025 to March 2026. A Gaussian mixture model of head capsule widths identified three instars (L1, L2, L3) with mean widths of 0.40, 0.50, and 0.65 mm. Larval growth followed Dyar's Law with a similar ratio (1.23–1.32), showing stable progression toward overwintering. By December, L3 became the dominant stage (> 75%), identifying it as the critical overwintering instar. However, development was significantly delayed at high altitudes (400 m) and on North-facing slopes, where larvae exhibited reduced body sizes relative to those in warmer microclimates. These findings demonstrate that topographical microclimates are key determinants of larval growth rates and population synchronization. This study provides essential baseline data for predictive models to manage and mitigate the nuisance risks posed by *P. longiforceps* outbreaks.

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

S3-4

## 대발생 외래생물(식물) 관리 국제 동향

홍선희<sup>PC</sup>

한경국립대학교 식물자원조경학부

기후변화와 교역·여행의 증가로 외래식물의 대발생(대확산) 사례가 전 세계적으로 빈번해지고 있으며, 이에 따른 생태계 교란·농업·공공보건 및 경제적 피해가 심각해지고 있다. 본 발표는 최근 10년간 주요 국가 및 국제기구(예: IUCN, CBD, IPBES, GBF, CABI 등)의 보고서와 학술 문헌, 정책문서를 종합적으로 검토하여 대발생 외래식물 관리의 국제적 동향을 분석하였다. 검토 결과, 주요 경향은 다음과 같다. 첫째, 예방(prevention)과 조기경보(early detection & rapid response, EDRR)에 대한 투자가 우선시되며, 위해도 기반의 위험평가와 생물안전성 규제 강화가 확대되고 있다. 둘째, 모니터링과 탐지기술이 원격탐사(위성·드론), 환경DNA(eDNA), 시민과학을 결합하는 형태로 고도화되고 있다. 셋째, 방제전략은 화학적·물리적·생물학적 수단의 통합적 적용을 강조하는 통합관리(IPM)로 전환되고 있으며, 특히 생물학적 방제의 안전성 평가 및 장기 효과 모니터링이 강화되고 있다. 넷째, 법·제도적 측면에서는 국경간 협력체계, 조기경보 정보공유 플랫폼, 이해관계자 참여 기반의 거버넌스 모델이 확산되고 있다. 마지막으로, 사회적 수용성 제고를 위한 커뮤니케이션 전략과 피해비용·편익 분석을 통한 비용효율적 의사결정 도구가 중요하게 다뤄지고 있다. 결론적으로, 국내 관리체계는 국제 동향을 반영하여 예방 중심의 정책 전환, 첨단 모니터링 기술 도입, 통합적 방제 실행 및 다자간 협력 강화가 필요하다. 본 발표는 정책적 실행 우선순위와 현장 적용 가능한 관리방안을 제안하여 대발생 외래식물에 대한 대응역량을 제고하는 데 기여하고자 한다.

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

## S3-5

## 환경유전자(eDNA)를 이용한 토양 내 붉은등우단털파리(*Plecia longiforceps*) 유충 조기 예찰 연구

최희규<sup>1</sup>, 김영래<sup>1</sup>, 김대호<sup>1</sup>, 김유림<sup>1</sup>, 황순영<sup>1</sup>, 김동건<sup>2,3</sup>, 이혁제<sup>pc1</sup>

<sup>1</sup>상지대학교 생명과학과 분자생태및진화학실험실

<sup>2</sup>삼육대학교 스미스학부대학

<sup>3</sup>삼육대학교 환경생태연구소

최근 기후변화로 인해 생물의 공간 분포가 빠르게 변화하고 있으며, 특히 곤충의 경우 생태적 특이성과 맞물려 개체군의 크기가 폭발적으로 증가하는 대발생 현상이 빈번하게 일어나고 있다. 곤충 대발생은 주변 생태계 구조에 부정적 영향을 미칠 뿐만 아니라 대량 발생 시 농업·산림, 위생·안전, 시설물 오염, 여가활동 저해 등 생태계 서비스 측면에서도 복합적인 악영향을 미친다고 알려져 있다. 최근 2022년 이후 국내 서울·경기 등 도심 생활권에서 일명 “러브버그”라 불리는 붉은등우단털파리(*Plecia longiforceps*)의 곤충 대발생 현상이 반복적으로 보고되고 있다. 붉은등우단털파리는 사람을 물거나 질병을 전파하지 않고 유충 시기 생태계 내 유기물을 분해하는 역할로 익충으로 알려져 있다. 그러나 독특한 외형과 대량 출현으로 시민들의 심리적 불쾌감을 유발하는 등 사회적 문제가 되고 있다. 해당 종에 대한 민원 건수는 2022-2025년 동안 매년 약 4,000-9,000건을 기록하고 발생 지역 또한 매년 확대되는 추세이다. 이러한 현상은 다양한 사회·경제적 피해로 이어질 가능성이 있어 대발생을 저감하기 위한 선제적이고 효율적인 방제 및 관리 시스템 구축이 중요하다. 본 연구진은 환경유전자(environmental DNA; eDNA) 기법을 활용하여 털파리 유충 탐지 가능성을 검증하기 위해 2025년 11월 30일 인천 계양산에서 채취한 16개 토양 시료로부터 total genomic DNA를 추출하였다(50.38-522.26 ng/uL). 분석에 이용된 시료는 세 가지 유형으로 구분하였다(sample 1: *Placia* sp. 1 검출, sample 2: *Placia* spp., 검출, sample 3: 유충 미검출 시료). 이 시료들을 대상으로 미토콘드리아 COI region의 기존 metazoan universal primer (mlCOLintF, jgHCO2198; fragment length: 313 bp)와 자체 제작한 털파리 종 특이적 primer (657Fw, 657Rv; 약 500 bp)를 이용하여 NGS 기반 metabarcoding 분석중에 있다. 향후 생물정보학 분석을 통해 토양 시료 내 육상곤충 분류군 구성과 군집구조를 파악하고, 군집 내 붉은등우단털파리의 상대빈도를 분석할 예정이다. 이를 통해 환경유전자 기법을 활용한 토양 내 붉은등우단털파리 유충 탐지를 위한 표준화된 조사, 실험 및 분석 방법을 구축하고자 한다.

\*\* 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생물자원관(NIBR202610201), 한국연구재단(과제번호: RS-2024-00452652, 과제명: “동반멸종” 위협이 있는 민물조개-어류 공생관계를 이용한 하천생태계 생물 다양성 보전 연구, 2025년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2025-02304432, 아열대 해양환경 적응 시나리오 개발, 대응책 및 활용체계 구축)

교신저자 E-mail: lhjk622@gmail.com

S3-6

## 대발생곤충 발생 특성 분석과 친환경 관리체계 구축 연구 - 충청남도를 대상으로 -

이정아<sup>pc1</sup>, 이주호<sup>2</sup>, 조대희<sup>2</sup>, 위준<sup>3</sup>, 김동건<sup>4</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 환경생태공학부

<sup>2</sup>고려대학교 환경생태공학과

<sup>3</sup>충남대학교 응용생물학과

<sup>4</sup>삼육대학교 교양교육원

최근 기후변화와 도시화의 영향으로 곤충의 발생 시기와 분포 패턴이 변화하면서 생활권 내 대발생 곤충으로 인한 생활환경 피해가 증가하고 있다. 특히 동양하루살이(*Ephemera orientalis*), 붉은등우단털파리(*Plecia longiforceps*), 깔따구류(*Chironomidae spp.*) 등은 수변 및 도시 인접 지역에서 대량 발생하여 주민 불편과 위생 문제를 유발하고 있으며, 관련 민원 또한 지속적으로 증가하는 추세이다. 그러나 현재 국내의 대발생 곤충 관리 체계는 대부분 발생 이후 대응 중심으로 이루어지고 있어 사전 예측과 체계적 관리 측면에서 한계를 보이고 있다. 본 연구의 목적은 충청남도를 대상으로 대발생 곤충의 발생 특성과 공간적·환경적 분포를 분석하여 취약 위험지역을 도출하고, 이를 기반으로 지역 여건에 적합한 친환경 관리체계를 제시하는 데 있다. 이를 위해 민원 자료와 종 출현 정보를 기반으로 GIS 공간분석을 수행하여 발생 핫스팟과 주요 영향 요인을 도출하였다. 또한 MaxEnt 종분포모형을 활용하여 토지피복 유형, 수계 분포, 기후 변수 등 환경 요인과의 관계를 분석하고, 대상 종의 생애주기와 계절적 발생 특성을 고려하여 서식지 발생 패턴을 종합적으로 검토하였다. 분석 결과, 대발생 곤충은 하천 및 수계 인접 지역과 도시 생활권 경계 지역에서 집중되는 경향을 보였으며, 종별 생태 특성과 주변 환경 조건에 따라 발생 시기와 분포 양상이 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 핫스팟 중심 관리, 생애주기 기반 예찰 강화, 친환경 방제 전략을 포함한 지역 맞춤형 관리체계를 제안하였다. 향후에는 실제 민원 발생 지역 데이터를 추가 구축하고 머신러닝 기반의 발생 예측지도를 개발함으로써 사전 대응 및 예방적 방제가 가능한 관리 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구는 대발생 곤충 발생 특성을 공간적으로 체계화하고 관리 전략을 제시함으로써 지방자치단체의 선제적 대응과 효율적인 방제 정책 수립을 위한 기초자료를 제공한다는 점에서 의의를 가진다.

\*\* 본 연구는 충청남도 녹색환경지원센터의 「충청남도 대발생곤충 실태 조사 및 관리체계 방안 마련」 용역과제(26-CN-02)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: archjung@korea.ac.kr

S3-7

## 딥러닝 기반 금강 유역 깔따구 개체밀도 시계열 예측

이상철<sup>pc1</sup>, 정혜민<sup>1</sup>, 이윤노<sup>1</sup>, 한승호<sup>1</sup>, 김동건<sup>2</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 생명과학대학 환경생태공학과

<sup>2</sup>삼육대학교 교양교육원 융합교양부

깔따구(Chironomidae)는 수온 및 유량 변화와 같은 환경 요인에 따라 개체군 변동이 크게 나타나는 수생 곤충이다. 그러나 깔따구 개체밀도 자료는 생물측정망에서 연 2회 조사되는 경우가 대부분으로, 자료의 시간적 해상도에 제약이 있다. 이에 본 연구에서는 일 단위 입력 자료 기반 시계열 데이터를 구축하고 딥러닝 모델을 이용하여 깔따구 개체밀도의 장기 변동성을 예측하고자 하였다. 입력 자료는 금강 유역을 대상으로 2010-2023년 동안 생물측정망에서 관측된 깔따구 개체밀도 자료와 인근 서식환경, 기상 및 유량 요인을 반영한 환경 변수로 구성하였다. 서식환경 변수로는 하폭, 수폭, 평균 수심, 평균 유속 및 수온을 사용하였으며, 하폭과 수폭은 계획 하폭 자료와 일 단위 유량 자료를 활용하여 추정값으로 보완하였다. 기상 변수로는 평균·최고·최저 기온, 일강수량 및 누적강수량을 포함하였다. 유량 변수는 당일 및 전일 유량 자료를 활용하였다. 예측 모델로 최근 제안된 TabPFN 딥러닝 모델을 적용하였다. 분석 결과, 딥러닝 기반 예측 모델은 깔따구 개체밀도의 장기 변동 경향을 효과적으로 재현하는 것으로 나타났으며, 이를 통해 깔따구 개체군 변동의 생태적 특성을 이해하는 데 활용될 수 있음을 확인하였다. 이러한 접근은 제한적인 생물 관측 자료의 시간 해상도를 보완하고, 향후 깔따구 대발생 시기와 변동 패턴을 사전에 파악하기 위한 분석 방법으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: slee2024@korea.ac.kr



## 특별세션 4 (Special Session 4)

### 자연기반해법을 위한 생태복원용 종자강화기술

일 시: 2026년 4월 17일(금) 09:30 - 11:30

장 소: 스테인 AB (STEIN AB)

좌장: 이용호/한경국립대학교

09:30 - 09:50	S4-1	지속가능한 생태복원을 위한 종자은행의 가치와 기능성 혼합종자 개발 전략 나채선 (국립백두대간수목원)
09:50 - 10:10	S4-2	복원용 종자의 안전 저장을 위한 종자 소독 기술 권혁 (고려대학교)
10:10 - 10:30	S4-3	<i>Carex</i> 속 식물 3종 종자의 온도에 따른 발아반응 김가은 (국립백두대간수목원)
10:30 - 10:50	S4-4	국내 종자산업 고도화를 위한 친환경 종자 프라이밍 기술 동향과 발전 방향 김보환 (고려대학교)
10:50 - 11:10	S4-5	자생식물 혼합종자를 활용한 생태복원 기술 이용호 (한경국립대학교)
11:10 - 11:30		종합 토론 (산림 복원용 종자 강화 방안)



## S4-1

## 지속가능한 생태복원을 위한 종자은행의 가치와 기능성 혼합종자 개발 전략

나채선<sup>PC</sup>

국립백두대간수목원 산림생물자원본부 야생식물종자실

전 세계적으로 기후위기와 생태계 황폐화가 심화됨에 따라 종자은행의 역할이 현지의보전을 넘어 복원용 종자를 안정적으로 공급하는 ‘복원용 종자은행’이자 공급망(Supply Chain)의 핵심 허브로 그 기능이 확대되고 있다. 미국의 ‘국가 종자 전략(National Seed Strategy)’과 독일의 ‘지역 적응형 복원(Regiosaatgut)’ 사례는 자생종자의 적합성을 고려하여 적재적소에 공급하기 위한 글로벌 표준을 제시한다. 본 발표는 이러한 국제 동향을 바탕으로 한국의 생태복원 종자 공급 시스템의 현황을 진단하고, 향후 나아가야 할 정책적·기술적 방향을 제안하고자 한다. 현재 국내 산림 생태복원은 산림청 ‘자생식물 공급센터’의 대량 증식 인프라를 중심으로 이루어지고 있으나, 이제는 ‘시드뱅크’의 광범위한 유전자원 및 정밀 데이터를 연계하는 전략적 전환이 필요하다. ‘자생식물 공급센터’와 ‘시드뱅크’의 협력은 복원 현장의 종 다양성을 확보하고 생태계 기능을 회복하는 핵심적인 역할을 한다. 일례로, 국립백두대간수목원 시드뱅크가 대학교와 협력하여 2025년 12월 구축한 ‘시드존(Seed Zone)’은 미국과 독일의 체계를 한국형으로 최적화한 것으로, 복원용 종자의 유전적 적합성을 고려한 배치를 가능케 하여 공급센터의 공급 기준을 명확히 하고, 생태적 건전성을 높이는데 기여한다. 나아가 지속가능한 복원을 위해 식물의 기능적 형질에 기반한 ‘기능성 혼합종자(Functional Seed Mixture)’ 개발이 전 세계적으로 강조되고 있다. 국립백두대간수목원 시드뱅크가 2025년 8월 런칭한 종자정보플랫폼 ‘씨앗피디아(seedpedia.koagi.or.kr)’의 종자 활력, 발아특성 등 데이터를 기반으로 초기 정착종, 심근성 식물 등을 전략적으로 배합함으로써 토양 수분 보유능을 증진하고 식생 천이를 가속화하는 기술적 토대를 마련할 수 있다. 이는 단순한 식생 도입을 넘어 복원 초기 생태계 기능을 조기에 안정화하는 핵심 기술이 된다. 결론적으로, 국가 종자 공급망 내에서 시드뱅크는 유전자원과 고도화된 연구데이터를 적시에 공급하는 복원 종자 허브로서 기능하며, 공급센터와의 시너지를 통해 기후 적응형 생태복원 모델을 완성해 나가야 한다.

교신저자 E-mail: chaesun.na@koagi.or.kr

S4-2

## 복원용 종자의 안전 저장을 위한 종자소독 기술

권혁<sup>1</sup>, 김욱<sup>2</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 생명자원연구소

<sup>2</sup>고려대학교 생명공학부

생태계 복원 및 생물다양성 보존을 위해 채집된 '복원용 종자'의 장기적이고 안전한 저장을 위해서는, 종자 고유의 발아 활력을 유지하면서 종자 매개 병원균만을 선택적으로 제어하는 고도화된 종자소독 기술이 필수적이다. 과거 식물검역 및 저곡해충 방제에 널리 사용되던 메틸브로마이드(MB)와 같은 화학적 훈증제는 오존층 파괴와 인축 독성 문제로 국제적 사용이 엄격히 규제되고 있다. 이에 따라 환경 부하가 적으면서도 방제 효율이 높은 친환경 대체 기술의 수요가 급증하고 있으나, 기존의 소독법들은 종자 활력을 떨어뜨리거나 살균 효율이 낮아 새로운 기술 적용법의 확립이 시급한 실정이다. 본 연구에서는 종자의 안전한 보존을 위해 강력한 선택적 산화제인 이산화염소(Chlorine Dioxide, ClO<sub>2</sub>) 가스를 활용한 소독 기술의 효능을 분석하였다. 수박의 과일썩음병(BFB)균을 비롯해 오이, 배추 등의 병원균에 인위적으로 감염된 종자를 대상으로 ClO<sub>2</sub> 가스 처리 농도 및 시간, 열처리 병행, 세척(Wash) 유무에 따른 살균 효과와 발아율을 비교하였다. 연구 결과, 종자에 수분을 부여하는 사전 세척(20분) 후 고농도(500ppm)의 ClO<sub>2</sub> 가스에 30분간 노출시켰을 때 대조군 대비 103 CFU/ml 수준의 뚜렷한 병원균 감소 효과를 확인하였다. 또한, 고농도 가스 처리 전후로 물리적 열처리(55°C 또는 65°C)를 복합 적용한 결과, 병원균 제어 효과가 상승함과 동시에 종자의 우수한 발아력이 안정적으로 유지되었다. 최근 종자 소독 분야에서는 저온 플라즈마 활성수(PAW)나 미세 가압 기술을 융합하여 살균제의 침투력을 극대화하고 약제 사용량을 최소화하는 융복합 공정 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서 규명한 ClO<sub>2</sub> 가스와 물리적 열처리의 복합 제어 방식 역시 이러한 최신 비가열·친환경 살균 기술의 발전 방향과 부합하며, 정밀 농도 제어 시스템과 결합할 경우 대규모 복원용 종자 처리에서도 높은 경제성과 효율성을 보일 것으로 기대된다. 결론적으로, 이산화염소(ClO<sub>2</sub>) 가스를 활용한 융합 소독 기술은 종자 발아력을 보존하는 동시에 병원균을 효과적으로 제어할 수 있는 유망한 대안이다. 이는 기존의 고독성 화학물질을 대체하는 친환경 종자 처리 기술로서, 향후 복원용 종자의 안전한 장기 저장 시스템 구축에 기여할 수 있을 것으로 사료되어진다.

교신저자 E-mail: kwook@korea.ac.kr

## S4-3

**Carex속 식물 3종 종자의 온도에 따른 발아반응**김가은<sup>p</sup>, 신운섭, 나채선<sup>c</sup>

국립백두대간수목원 야생식물종자실

사초과(Cyperaceae) 사초속(*Carex*) 식물은 전 세계적으로 약 2,000여 종이 분포하며, 국내에는 약 214종이 자생한다. 이들은 습지, 초지 및 산림 생태계에서 중요한 구성종으로 기능하지만, 일부 종을 제외하면 종자 발아 및 휴면 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 사초속 3종(청사초, 비늘사초, 반들사초)을 대상으로 처리조건에 따른 발아반응을 분석하고 휴면 유형을 분류하고자 수행하였다. 실험에는 2023년 채집되어 국립백두대간수목원 시드뱅크(-20°C, 40%eRH)에 저장된 종자를 사용하였다. 발아반응 규명을 위해 항온(10, 15, 20, 25°C) 및 변온(15/6, 20/10, 25/15, 30/15°C) 조건에서 광주기 12/12h(명/암)조건으로 설정하여 60일간 발아검정을 실시하였다. 또한, 휴면 유형 분류를 위해 최적온도 조건에서 저온층적 처리(0, 4, 8주)와 GA<sub>3</sub> 처리(0, 10, 100, 1000 ppm)를 수행하였다. 그 결과, 청사초(*C. breviculmis* R.Br.)는 저온 조건(10, 15°C 및 15/6°C)을 제외한 처리구에서 80% 이상의 발아율을 나타냈으며, 특히 변온 25/15°C에서 97.04%의 높은 발아율을 나타내어 비휴면(Non-dormant) 종자로 판단되었다. 비늘사초(*C. phacota* Spreng.)는 변온 25/15°C에서 94.65%의 높은 발아율을 기록했으나, 그 외 온도 조건에서는 75% 이하에 머물렀다. 특히 10~15°C 항온 조건에서는 발아가 전혀 유도되지 않아, 특정 환경 조건에서만 발아 반응이 나타나는 조건부휴면(Conditionally dormant) 상태인 것으로 판단된다. 반면, 반들사초(*C. tristachya* Thunb.)는 모든 온도 조건에서 40~60%의 제한된 발아율을 보였으며, GA<sub>3</sub> 처리 시에도 50% 이하에 머물렀다. 저온층적 기간이 증가함에 따라 발아율이 감소하는 경향(4주 51.21%, 8주 26.39%)을 보여, 발아 증진을 위한 추가적인 연구가 필요한 것으로 나타났다. 본 연구 결과 사초속 식물은 종에 따라 서로 다른 종자 휴면 유형과 발아 전략을 보이는 것으로 확인되었으며, 이는 사초속 식물의 번식 생태 이해와 향후 종자 증식 및 보전 연구를 위한 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

\*\* 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 연구과제(사업번호: RS-2021-KF001795)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: chaesun.na@koagi.or.kr

## S4-4

## 국내 종자산업 고도화를 위한 친환경 종자 프라이밍 기술 동향과 발전 방향

김보환<sup>1</sup>, 권혁<sup>1</sup>, 김현철<sup>2</sup>, 양준열<sup>3</sup>, 신동호<sup>4</sup>, 홍선희<sup>5</sup>, 김욱<sup>c2</sup><sup>1</sup>고려대학교 생명자원연구소<sup>2</sup>고려대학교 식물생명공학과<sup>3</sup>(주) 코레곤<sup>4</sup>(주) 신농<sup>5</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부

세계 인구 증가와 식량 수요 확대에 따라 고품질 종자의 안정적 생산을 위한 종자 처리기술의 중요성이 지속적으로 커지고 있다. 종자산업은 농업 생산성 향상의 출발점이자 고부가가치 산업으로 자리 잡고 있으며, 최근에는 가공처리 종자의 생산과 유통이 확대되면서 기존 프라이밍 기술의 고도화와 친환경 대체기술의 개발이 중요한 과제로 대두되고 있다. 현재 종자 프라이밍은 발아율, 발아세, 균일성 및 초기 생육 향상에 효과적인 기술로 널리 활용되고 있으나, 화학물질을 활용하는 기존 프라이밍은 환경적 부담과 지속가능성 측면에서 한계를 가진다. 이에 본 발표에서는 친환경 종자 처리기술로 주목받고 있는 나노 프라이밍과 콜드 플라즈마 프라이밍의 작용 원리, 효과, 산업적 활용 가능성 및 품질평가 기술과의 연계 방향을 종합적으로 고찰하였다. 나노 프라이밍은 은, 구리산화물, 탄소나노튜브 등의 나노입자를 활용하여 종자의 수분 흡수, 효소 활성화, 대사 촉진 및 스트레스 저항성을 향상시키는 기술이며, 소량 처리만으로도 높은 효과를 기대할 수 있다는 장점이 있다. 콜드 플라즈마 프라이밍은 플라즈마 처리 과정에서 생성되는 반응성 산소종(ROS) 및 반응성 질소종(RNS)과 종자 표면 개질 효과를 통해 종자의 친수성 증가, 수분 흡수 촉진, 발아 관련 반응 활성화 및 병원균 저감 효과를 유도하는 기술이다. 또한 X-ray, Micro-CT, Vis-NIR 분광 분석과 같은 비파괴 품질평가 기술은 프라이밍 처리에 따른 종자의 내부 구조와 표면 특성 변화를 정밀하게 분석할 수 있어 향후 처리 효과 검증과 산업화 연구에 유용할 것으로 판단된다. 따라서 나노 프라이밍과 콜드 플라즈마 프라이밍은 국내 종자산업의 경쟁력 강화와 지속가능한 농업 실현에 기여할 것으로 기대된다.

\*\* 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단정밀육종활용고부가산업화기술개발 사업의 지원을 받아 연구되었음(RS-2025-02304278).

교신저자 E-mail: kwook@korea.ac.kr

## S4-5

## 자생식물 혼합종자를 활용한 생태복원 기술

이용호<sup>p1</sup>, 홍선희<sup>2</sup>, 위준<sup>3</sup>, 나채선<sup>4</sup>, 민현기<sup>c5</sup><sup>1</sup>한경국립대학교 인문생태융합리질리언스연구실<sup>2</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부<sup>3</sup>충남대학교 응용생물학과<sup>4</sup>국립백두대간수목원 야생식물종자실<sup>5</sup>부산대학교 미래지구환경연구소

기후 위기와 생물다양성 손실에 대응하기 위한 생태계 복원은 UN Decade on Ecosystem Restoration과 함께 전지구적인 과제가 되었다. 최근 국제적 복원 기술로 묘목 식재보다 경제적으로 효율적이고 대규모 적용이 가능한 자생식물 종자 기반 복원(Seed-based Restoration)이 대두되고 있다. 2015년 부터 국가 전략을 통해 산불, 가뭄, 침입종 등으로 훼손된 토지를 복원하기 위한 자생식물 종자의 종자 공급망을 구축한 미국은 이미 종자 수집, 생산, 유통, 저장 등에 대한 인프라와 함께 자생식물 종자 시장도 구축되어 활발히 복원사업에 활용하고 있다. 자생식물 종자 품질관리에 대한 International Standards for Native Seeds와 같은 국제 표준도 구축되어 운영되고 있다. 혼합종자(Seed Mixes)는 복원 대상지의 생태적 특성을 고려하여 여러 자생식물 종자를 과학적인 비율로 섞어 만든 복원용 소재이다. 최근 브라질 아마존의 ‘무부카(Muvuca)’ 공법과 같은 자생식물 혼합종자 직파 기술은 생태적 복원력뿐만 아니라 지역 공동체의 경제적 자립을 돕는 통합적 모델을 제시하였으며, 복원 대상지의 기능적 그룹을 고려하여 혼합종자를 과학적으로 설계하고 파종량을 균등하게 배분하는 것이 복원 실패의 리스크를 수학적으로 제어하는 핵심 기술에 대한 연구도 발표되었다. 그러나 현재 대한민국은 자생식물 종자의 체계적인 생산 체계와 과학적 혼합종자 제조 기술에 대한 기반이 거의 없는 상황이다. 본 연구는 국립백두대간수목원에서 분양받아 구축한 자생식물 종자를 활용하여 자생벼과혼합종자, 자생광엽혼합종자, 관행벼과혼합종자, 관행광엽혼합종자를 시험포장에 파종하여 비교하였다. 그 결과 1년차에는 관행광엽이 가장 피복률이 높았으나 2년차에는 자생광엽혼합종자와 관행벼과혼합종자가 높은 지속력을 보였다. 이는 향후 자생식물 기반 혼합종자를 제조, 연구하기 위한 기초자료로 활용 가능하다.

교신저자 E-mail: daiamin@pusan.ac.kr





2026년도 한국환경생물학회 춘계학술대회

구 두 발표





## 신진연구자 & 일반 구두발표

일 시: 2026년 4월 17일(금) 09:30 - 11:30

장 소: 스테인 CD (STEIN CD)

좌장: 기장서/상명대학교

09:30 - 09:50	YS-01	Core bacteria promote species-specific growth in the benthic toxic dinoflagellate <i>Prorocentrum lima</i> Joo-Hwan Kim (Hanyang University)
09:50 - 10:10	YS-02	환경 DNA 기반 냉수성 어종 분포와 하천 서식지 유형화 강유진 (서울대학교)
10:10 - 10:30	GP-01	A global framework integrating habitat suitability, socioeconomics, and infrastructure for invasion risk assessment under climate change Jinsol Hong (Korea University)
10:30 - 10:50	GP-02	Ground-dwelling beetles across maize phenological stages: responses to contrasting fertilization treatments Ji-Won Kang (National Institute of Agricultural Sciences)
10:50 - 11:10	GP-03	Arsenic toxicity in Collembola: regulation by forest soil physicochemical properties and life stage-dependent responses Hyun-Gi Min (Pusan National University)
11:10 - 11:30	GP-04	기후변화에 따른 담수 플랑크톤 간 계절적 출현 특성 변화와 먹이망 상호작용의 재편 김효겸 (한국환경연구원)



YS-01

## Core bacteria promote species-specific growth in the benthic toxic dinoflagellate *Prorocentrum lima*

Joo-Hwan Kim<sup>P1</sup>, Eui Seong Kim<sup>1</sup>, Jeongwon Hailey Kim<sup>1</sup>, Byung Don Joo<sup>1</sup>,  
Ro Young Park<sup>1</sup>, Naeun Yun<sup>1</sup>, Jaeseong Kim<sup>2</sup>, Tae-Gyu Park<sup>3</sup>,  
Seok Hyun Youn<sup>3</sup>, and Bum Soo Park<sup>C1</sup>

<sup>1</sup>Department of Life Science, College of Natural Sciences, Hanyang University,  
Seoul 04763, Republic of Korea

<sup>2</sup>Water & Eco-Bio. Co. Ltd., Gunsan 54156, Republic of Korea

<sup>3</sup>Oceanic Climate & Ecology Research Division, National Institute of Fisheries Science,  
Busan 46083, Republic of Korea

Harmful algal blooms (HABs) pose increasing threats to marine ecosystems under climate change, yet the microbial mechanisms underlying bloom-forming phytoplankton growth remain inadequately characterized. While host-microbiota interactions have been documented across various algal taxa, experimental evidence for growth-promoting effects in toxic benthic dinoflagellates remains limited. Here, we characterized the bacterial microbiota of six geographically distinct strains of the harmful benthic dinoflagellate *Prorocentrum lima* and identified conserved core bacterial taxa. Microbiota transplantation experiments into an axenic *P. lima* strain demonstrated that donor bacterial consortia significantly enhanced early-phase growth, with specific growth rates increasing by 51.1% relative to axenic controls. Co-culture experiments with *Marinobacter adhaerens*, a core taxon isolated from *P. lima*, revealed pronounced growth enhancement—up to 164.1% higher specific growth rates than axenic controls—with apparent species specificity, as no such enhancement was observed in other tested microalgal species. Nutrient limitation assays showed that growth promotion occurred specifically under trace metal-limited conditions, suggesting bacterial facilitation of metal bioavailability. Chrome Azurol S assays and genomic analyses of *M. adhaerens* revealed iron-chelating activity and extensive ferric iron uptake systems, supporting a role in trace metal mobilization for the host. These results provide experimental evidence that core bacterial lineages can promote toxic dinoflagellate proliferation through metal bioavailability mechanisms in a species-specific manner.

**Corresponding author E-mail:** parkbs@hanyang.ac.kr

YS-02

## 환경 DNA 기반 냉수성 어종 분포와 하천 서식지 유형화

강유진<sup>p1</sup>, 이지아<sup>2</sup>, 송영근<sup>c2</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 환경계획연구소

<sup>2</sup>서울대학교 환경대학원

하천 생태계는 다양한 생태계 서비스를 제공하나 최근 기후변화와 도시화의 영향으로 열 스트레스에 대한 노출이 증가하고 있다. 어류의 분포와 군집 구조는 수온을 포함한 이화학적 환경 조건에 크게 영향을 받으며, 이러한 특성으로 인해 어류를 하천 서식지 구조와 환경 구배를 반영하는 생물 지표로 활용할 수 있다. 본 연구는 인제군 하천을 대상으로 환경 DNA 메타바코딩을 통해 수온을 중심으로 환경요인과 냉수성 어류 출현 간 관계를 분석하고 하천 서식지 유형을 분류하여 환경 조건과 어류 군집 간의 공간적 대응 관계를 평가하였다. 연구 대상지에서는 총 8종의 냉수성 어류가 확인되었으며 주로 하천 상류 구간에 분포하는 경향을 보였다. 또한 정수역에 서식하는 빙어를 제외한 냉수성 어류의 출현과 풍부도는 수온과는 강한 음의 상관관계를 보인 반면, 용존산소, 유속, 고도와는 양의 상관관계를 나타냈다. 하천 내 열 환경의 공간적 이질성은 하천 너비와 식생 등 국지적인 환경요인 간 상호작용으로 형성되는 것으로 나타났다. k-means 군집 분석 결과, 환경 변수만을 이용한 서식지 유형 분류 결과보다 어류 정보를 포함하였을 때 공간 유형을 세부적으로 구분하였다. 특히 냉수성 어종 수는 공간 유형을 구분하는 주요 요인으로 나타났으며, 군집 유사도 분석에서도 환경 변수 기반 유형과 낮은 일치도를 보여 어류 기반 정보가 하천 공간 구조를 구분하는 추가적인 환경 축을 반영함을 확인하였다 (ARI = 0.08, NMI = 0.29). 이러한 결과는 냉수성 어류가 하천의 공간 구조와 열 교란을 종합적으로 반영하는 생태 지표로 활용될 수 있음을 보여주며, 환경 DNA 기반 접근법이 기후변화에 따른 하천 생태계 변화 평가와 효과적인 하천 관리 전략 수립에 기여할 수 있음을 시사한다.

교신저자 E-mail: songyoung@snu.ac.kr

GP-01

## A global framework integrating habitat suitability, socioeconomics, and infrastructure for invasion risk assessment under climate change

Jinsol Hong<sup>p1</sup> and Kijong Cho<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Ojeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

<sup>2</sup>Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

Invasion risk of pest species is the comprehensive concept including probability of pest entry, establishment, and spread with the damage magnitude of potential negative impacts. However, identifying this arbitrary idea is remains challenging. In this study, we developed a composite national-scale risk index using robust normalization and entropy-based objective weights. The striped rice stem borer (RSB, *Chilo suppressalis*) was chosen as a model species to evaluate global invasion risk, and how it changes under Shared Socioeconomic Pathway (SSP) scenarios. The framework integrated trade volume, transportation networks, cropland and irrigation extent, rice harvest area, and the Ecoclimate Index (EI) from CLIMEX, to estimate likelihood and magnitude criteria. The overall invasion risk (Risk) was defined as their product. Results indicated extensive suitable areas ( $EI > 0$ ) in Africa (60.7%), South America (85.6%), and North America (36.1%). Current risk was highest in South America (0.21), followed by Africa (0.18), North America (0.17), and Europe (0.08). Invasion risks in South America increased across all SSPs, while Europe showed marked growth under SSP585. In contrast, risk declined in North America, and Africa exhibited a modest mid-century rise before decreasing. These findings demonstrate that RSB poses a significant global food security threat and highlight the necessity of proactive, region-specific biosecurity strategies.

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

GP-02

## Ground-dwelling beetles across maize phenological stages: responses to contrasting fertilization treatments

Ji-Won Kang<sup>PC1</sup>, Ui-Joung Byeon<sup>2</sup>, Seung-Il Lee<sup>3</sup>, Min-Jae Kong<sup>1</sup>,  
Yeon-Ho Kim<sup>1</sup>, and Hyun-Young Hwang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Agricultural Sciences, Regenerative Organic Agriculture Division

<sup>2</sup>Seoul National University, Institute for Data Innovation in Science

<sup>3</sup>Lakehead University, Faculty of Natural Resources Management

While fertilization effects on productivity and microbes are well documented, their indirect effects on ground-dwelling beetle community have received limited knowledge. We examined catches, diversity, and community composition under five fertilization treatments in a long-term maize field in Korea: unfertilized, chemical, compost, no-tillage green manure, and tilled green manure. Beetles were sampled with X-guidance pitfall traps at four maize phenological stages. A total of 1,060 individuals representing 73 species, 16 families were collected. Fertilized plots produced 2.9 to 4.6-fold greater maize biomass than the control. Also, ground-dwelling beetle catches were lower in the control than in fertilized plots. Community composition was structured primarily by phenology, whereas fertilization alone showed little independent effect. However, the treatment × phenology interaction was significant at later stage. These results suggest that fertilization practices may influence beetle community primarily through maize phenology-dependent changes in habitat and microclimate.

\*\* This study was supported by Rural Development Administration of the Republic of Korea (Project No.: PJ01728305).

**Corresponding author E-mail:** supk@korea.kr

GP-03

## Arsenic toxicity in Collembola: regulation by forest soil physicochemical properties and life stage-dependent responses

Hyun-Gi Min<sup>1</sup>, Han Soo Kim<sup>2</sup>, Jeongwon Choi<sup>2</sup>, Lee-Hyeon Jeon<sup>2</sup>,  
and Yun-Sik Lee<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Future Earth, Pusan National University, Busan 46241, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Biology Education, Pusan National University, Busan 46241, Republic of Korea

Arsenic (As) contamination from abandoned gold mines threatens adjacent ecosystems through leaching and erosion. This study investigated how soil physicochemical properties regulate As binding forms and associated ecotoxicological effects on soil invertebrates upon initial contamination. Four forest soils were spiked with 20, 50, and 100 mg kg<sup>-1</sup> As, and sequential extraction fractionated soil-bound As into five fractions (F1-F5) with varying binding affinities. Toxicity tests using the collembolan *Allonychiurus kimi* demonstrated distinct life stage-specific differences in As uptake pathways. Correlation analysis and partial least squares path modeling (PLS-PM) revealed that juvenile reduction strongly correlated with highly mobile fractions (F1, F2), with As effects varying according to soil physicochemical properties. In contrast, adult survival and As accumulation responded most strongly to the F3 fraction and were influenced by total As concentration rather than soil properties in PLS-PM. These findings advance understanding of life stage-specific As toxicity mechanisms in forest soils and provide a framework for targeted remediation strategies.

**Corresponding author E-mail:** yunsiklee@pusan.ac.kr

GP-04

## 기후변화에 따른 담수 플랑크톤 간 계절적 출현 특성 변화와 먹이망 상호작용의 재편

김효겸<sup>pc1</sup>, 주기재<sup>2</sup>, 김현우<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국환경연구원 환경평가본부

<sup>2</sup>부산대학교 생명과학과

<sup>3</sup>순천대학교 환경교육과

기후변화가 생태계에 미치는 영향에 대한 큰 불확실성 중 하나는 종 간 상호작용의 변화 양상을 이해하는 데 있다. 특히, 서로 다른 종이 온도 변화에 대해 상이한 반응을 보일 경우, 생태계 내 에너지 흐름과 먹이망 구조는 예상치 못한 방식으로 재편될 수 있다. 본 연구에서는 장기 모니터링 자료를 기반으로 담수 생태계에서 식물플랑크톤과 동물플랑크톤 간의 계절적 동조 (phenological synchrony)와 그 변동성을 정량적으로 평가하였다. 이를 위해 연속적인 시계열 자료로부터 생물학적으로 의미 있는 시점(발생, 최대, 종료)을 추출하기 위해 윈도우 기반 Weibull 모델링 접근법을 적용하였으며, 식물플랑크톤과 동물플랑크톤 간의 시간적 위상 차이를 산정하여 먹이단계 간 상호작용의 정합성을 정량화하였다. 또한, 이러한 시기적 차이가 환경 요인, 특히 기온과 어떻게 연계되는지를 분석함으로써 기후 구동 요인이 생태 리듬에 미치는 영향을 평가하였다. 추가로 모수적 분포 가정에 기반한 기존 phenology 모델의 한계를 보완하기 위해 연속적 생태 동역학을 학습할 수 있는 neural ordinary differential equation (Neural ODE)을 추가로 적용하여, 사전 정의된 분포 형태 없이도 플랑크톤 군집의 시계열 변화와 주요 계절적 시점을 추정하여 비교하였다. 본 연구는 담수생태계에서 기후변화에 따른 계절 리듬의 재편과 먹이망 상호작용의 변화를 이해하기 위한 정량적 접근을 제시하며, 장기 생태자료와 과정 기반 모델을 통합한 분석들의 가능성을 제시한다.

교신저자 E-mail: kimhg@kei.re.kr

## 학생 구두 발표 1

일 시: 2026년 4월 16일(목) 09:50 - 11:20

장 소: 스테인 AB (STEIN AB)

좌장: 박종석/충북대학교

09:50 - 10:05	ST-01	Interactions between aquatic plant microbiomes and <i>Microcystis</i> : Functional shifts during bloom suppression Hayoung Lee, Seonah Jeong, Min-Seong Kim, So-Ra Ko, and Chi-Yong Ahn (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)
10:05 - 10:20	ST-02	환경 DNA 기반 수서 척추동물 군집 분석을 통한 서천 장항습지 내 생태유형 구분 이지아, 손희정, 김용환, 강유진, 송영근 (서울대학교)
10:20 - 10:35	ST-03	붉은등우단털파리 서식특성 기반 도시 취약지역 분석 - MaxEnt 종분포모형을 활용한 서울시 사례 연구 - 이주호, 김서현, 김동건, 이정아 (고려대학교)
10:35 - 10:50	ST-04	환경 DNA 메타바코딩과 공간 환경변수를 활용한 양서류 서식지 선호도 분석: 경기도 목논습지를 중심으로 전정은, 김재연, 송영근 (서울대학교)
10:50 - 11:05	ST-05	Successional changes in vegetation composition and structure shape bird communities following logging and thinning practice Joong Yeol Park, Mihyeon Kim, Gwangyeon Kim, Sanghyeon Oh, and Sungwon Hong (Kyungpook National University)
11:05 - 11:20	ST-06	Population density and dynamics of Eurasian otters ( <i>Lutra lutra</i> ) in urban and rural areas using non-invasive genetic sampling and open-population spatial capture-recapture Boyoung Lee, Yunho Cha, Agus Ariyanto, and Sungwon Hong (Kyungpook National University)



ST-01

## Interactions between aquatic plant microbiomes and *Microcystis*: Functional shifts during bloom suppression

Hayoung Lee<sup>p1,2</sup>, Seonah Jeong<sup>1</sup>, Min-Seong Kim<sup>1,2</sup>,  
So-Ra Ko<sup>1</sup>, and Chi-Yong Ahn<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Cell Factory Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 34141, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Bioresource & Environmental Engineering, KRIBB School of Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Republic of Korea

Harmful algal blooms (HABs) caused by *Microcystis* threaten aquatic ecosystems and human health, making their control essential for ecosystem management. Interactions between aquatic plant-associated bacterial communities and *Microcystis* during suppression remain poorly understood. In this study, *Microcystis* growth inhibition was examined in co-culture with four aquatic plants. Bacterial community composition and predicted functions were analyzed using 16S rRNA gene sequencing and PICRUSt2. *Microcystis* growth was suppressed by all plant species. Bacterial community composition differed among plant species, whereas functional profiles converged during *Microcystis* suppression. Functions related to competition and defense were predominant during early co-culture, while nutrient uptake pathways became dominant after *Microcystis* suppression. Moreover, the bacterial communities tended to return to the functional state typically observed in their original environment, indicating a restoration of their original ecological roles. These results suggest that plant-associated bacterial communities play an important role in *Microcystis* suppression and highlight the potential of aquatic plant - microbiome interactions for sustainable bloom management.

**Corresponding author Email:** cyahn@kribb.re.kr

ST-02

## 환경 DNA 기반 수서 척추동물 군집 분석을 통한 서천 장항습지 내 생태유형 구분

이지아<sup>p1</sup>, 손희정<sup>2</sup>, 김용환<sup>1</sup>, 강유진<sup>3</sup>, 송영근<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 환경대학원

<sup>2</sup>서울대학교 지속가능발전연구소

<sup>3</sup>서울대학교 환경계획연구소

충청남도 서천군에 위치한 장항습지는 약 60만 m<sup>2</sup> 규모의 습지로, 2023년 자연환경복원사업 1호 대상지로 선정되어 국가습지 복원사업이 추진되고 있다. 이러한 대규모 습지 복원의 생태적 효과를 평가할 때 생물종 출현과 군집 정보는 생태계 구조와 생물다양성 특성을 나타내는 핵심 지표이므로 함께 고려할 필요가 있다. 이에 본 연구는 장항습지를 대상으로 환경 DNA 기반 수서 척추동물 군집 조성을 분석하고, 이를 바탕으로 습지 내 생태유형을 도출하고자 하였다. 환경 DNA 조사는 2024년 7월 17일과 11월 14일에 실시하였으며, 15개 지점에서 총 90개 시료를 확보하여 양서류와 어류를 대상으로 메타바코딩 분석을 수행하였다. 종 출현 자료를 이용하여 군집 구조를 분석하였고, 도출된 유형 간 환경 특성을 비교하기 위해 수질 자료(수온, 용존산소 포화도(DO), 염도(SAL))와 드론 기반 공간자료(정규화 식생지수(NDVI), 수관 높이 모델(CHM), 수관 피복도)를 환경변수로 사용하였다. 분석 결과, 전체 지점은 총 4개의 생태유형으로 구분되었으며 유형 간 군집 조성 차이는 유의하게 나타났다(PERMANOVA,  $F = 6.60$ ,  $R^2 = 0.365$ ,  $p = 0.001$ ). 유형 1-3은 어류 중심 군집, 유형 4는 양서류 우세 군집으로 나타났다. 또한 환경요인 분석에서는 NDVI가 군집 구조와 유의하게 연관되었으며, 유형 간 비교에서는 CHM과 SAL에서 유의한 차이가 확인되었다. 이러한 결과는 생물종 정보를 반영한 생태유형 구분이 환경지표 기반 평가를 보완할 수 있는 접근 방법임을 시사하며, 장항 국가습지 복원사업의 생태적 효과 평가와 장기 모니터링을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

\*\* 본 논문은 기후에너지환경부 한국환경산업기술원의 생태계 기반 탄소흡수원 조성·관리 기술개발사업(RS-2023-00218245)의 지원을 받아 작성되었습니다.

교신저자 E-mail: songyoung@snu.ac.kr

ST-03

## 붉은등우단털파리 서식특성 기반 도시 취약지역 분석 - MaxEnt 종분포모형을 활용한 서울시 사례 연구 -

이주호<sup>p1</sup>, 김서현<sup>1</sup>, 김동건<sup>2</sup>, 이정아<sup>c3</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 환경생태공학과

<sup>2</sup>삼육대학교 교양교육원

<sup>3</sup>고려대학교 환경생태공학부

기후변화와 도시화는 도시 생활권에서 발생하는 곤충의 발생 시기와 공간 분포를 변화시키며 시민 생활환경에 대한 영향을 확대하고 있다. 특히 붉은등우단털파리(*Plecia longiforceps*)는 대량 발생 시 시민 불편과 민원을 유발하는 대표적인 대발생 곤충으로 도시 생활환경 관리 측면에서 중요한 관리 대상이다. 그러나 현재 도시 위생해충 관리는 민원 발생 이후 현장 방제 중심으로 이루어지는 경향이 강하며, 발생 자료와 환경 정보를 활용한 사전 예측 기반 관리 체계는 충분히 구축되지 못한 실정이다. 본 연구의 목적은 붉은등우단털파리의 서식 특성에 기반한 도시 취약지역을 분석하고 위생해충 발생 관리에 활용 가능한 공간 기반 분석 체계를 마련하는 데 있다. 이를 위해 서울시를 대상으로 2021-2025년 민원 자료와 시민 관측 자료를 활용하여 발생 지점을 좌표화하고 공간 분석 데이터베이스를 구축하였다. 이후 GIS 기반 공간 분석을 통해 반복 발생 지역을 도출하고 기후, 수계, 토지피복, 녹지, 지형 등 환경 변수와 결합한 MaxEnt 종분포 모형을 적용하여 잠재 서식처 적합도와 발생 위험도를 분석하였다. 분석 결과 붉은등우단털파리의 발생은 특정 도시 환경 조건에서 반복되는 경향을 보였으며, 환경 조건에 따라 발생 시기와 공간적 분포가 상이하게 나타났다. 이를 바탕으로 도시 내 발생 위험도를 고려한 우선 관리지역을 도출하였다. 본 연구는 붉은등우단털파리 발생의 환경적·공간적 특성을 규명하고 예측 기반의 선제적 관리 체계 구축을 위한 과학적 근거를 제공한다는 점에서 의의가 있다.

\*\* 본 연구는 서울특별시의 「2026년 대발생 곤충 감시 및 예방관리」 용역과제(R26KB05 948352)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: archjung@korea.ac.kr

ST-04

## 환경 DNA 메타바코딩과 공간 환경변수를 활용한 양서류 서식지 선호도 분석: 경기도 목논습지를 중심으로

전정은<sup>p1</sup>, 김재연<sup>1</sup>, 송영근<sup>c2</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학

<sup>2</sup>서울대학교 환경대학원 환경설계학과

최근 농업인구 감소와 신도시 개발로 인해 도시화가 진행되는 농경지가 증가하면서 서식지 파편화 문제가 발생하고 있다. 특히 도시 외곽에 위치한 목논습지는 양서류를 포함한 야생생물의 대체서식지 역할을 하여 생태적 가치가 높게 평가되고 있다. 본 연구에서는 경기도 내 목논습지를 대상으로 환경 DNA 메타바코딩 분석과 목논습지의 지형 및 경관 요인을 활용하여 양서류의 생물다양성을 결정하는 환경변수를 도출하고자 하였다. 경기도 목논습지 8개소를 대상으로 환경 DNA를 수집하였으며, 양서류 범용 프라이머(Amph16S)를 적용한 메타바코딩 분석을 수행하였다. 검출된 양서류 종과 환경변수 간의 RDA와 Spearman 상관관계 분석을 위해 지형 요인은 대상지 면적 및 지형습윤지수(TWI) 등을 사용하였으며, 경관 요인으로는 경기도 도시생태현황지도를 활용해 대상지 반경 500m 내의 비오톱 유형별 면적 비율을 도출하여 사용하였다. 환경 DNA 분석 결과, 멸종위기야생생물 II급 맹꽁이(*Kaloula borealis*)를 포함한 총 4과 7종의 양서류가 검출되었다. 통계 분석 결과, 목논습지 면적과 양서류 종 풍부도는 유의한 양의 상관관계( $\rho=0.81$ ,  $p<0.05$ )를 나타내어 습지 규모가 다양성의 결정 요인으로 판단되었다. 특히 무당개구리(*Bombina orientalis*)는 습지 주변 산림 비율과 유의한 양의 상관관계( $\rho=0.73$ ,  $p<0.05$ )를 보였으며, 청개구리(*Dryophytes japonicus*)는 농업지역 비율과 유의한 양의 상관관계( $\rho=0.77$ ,  $p<0.05$ )가 나타났으나, 인위적으로 조성된 식재산림 비율과는 높은 음의 상관관계( $\rho=-0.85$ ,  $p<0.01$ )를 보여, 단순 조림보다는 기존의 습지와 농경지 환경 유지의 중요성을 시사하였다. 본 연구는 목논습지 복원의 단일화보다 대상종의 생태적 특성을 고려한 복원이 필요함을 시사하며, 향후 목논습지의 체계적인 관리 및 복원 가이드라인 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

\*\* 본 결과물은 기후환경에너지부의 재원으로 한국환경산업기술원의 탄소축적 목논습지 조성 복원 관리기술 사업(5차년도)의 지원을 받아 연구 되었습니다(2022003630004).

교신저자 Email: songyoung@snu.ac.kr

ST-05

## Successional changes in vegetation composition and structure shape bird communities following logging and thinning practice

Joong Yeol Park<sup>P1</sup>, Mihyeon Kim<sup>1</sup>, Gwangyeon Kim<sup>1</sup>, Sanghyeon Oh<sup>1</sup>,  
and Sungwon Hong<sup>C1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University,  
Sangju 37224, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Horse/Companion, and Wild Animal Science, Kyungpook  
National University, Sangju 37224, Republic of Korea

This study examined how logging and thinning shape vegetation succession and bird communities. Birds were surveyed at 34 sites across three regions in South Korea from August 2022 to April 2025. Sites were classified as one and ten years after logging (L1, L10) or thinning (T1, T10). Vegetation variables were summarized using Factor Analysis of Mixed Data, and plant and bird species were grouped into guilds. Generalized linear mixed models, mixed-effects models, and occupancy models were used to evaluate changes in vegetation, bird guild composition, diversity, and species responses. FAMD showed clear successional separation among forest types, from L1 to T1, T10, and L10. Early stages had higher richness of ruderal plants and bird guilds associated with edge habitats and ground foraging, whereas mid- to late-successional stages were associated with hole-nesting, canopy-nesting, and habitat-specialist guilds. Bird diversity declined along Plant2, a mid-successional gradient. These results indicate that logging and thinning create distinct successional pathways that shape bird community composition and diversity.

**Corresponding author E-mail:** shong@knu.ac.kr

ST-06

## Population density and dynamics of Eurasian otters (*Lutra lutra*) in urban and rural areas using non-invasive genetic sampling and open-population spatial capture-recapture

Boyoung Lee<sup>p1</sup>, Yunho Cha<sup>1</sup>, Agus Ariyanto<sup>2</sup>, and Sungwon Hong<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju 37224, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Ecology and Environmental System, Kyungpook National University, Sangju 37224, Republic of Korea

Urbanization alters river ecosystems and may affect Eurasian otter (*Lutra lutra*) density and movement. We compared otter populations between an urban area (Daegu) and a rural area (Yeongyang, Gyeongsangbuk-do), South Korea. Spraint samples were collected from 22 sites in Daegu and 28 in Yeongyang over four survey occasions, and individuals were identified using microsatellite markers. Density, apparent survival, and recruitment were estimated using an open-population spatial capture-recapture model. Environmental effects on density were evaluated with closed-population models including distance to roads, urban area, elevation, and forest area. Yeongyang showed higher density (0.04 vs. 0.02 individuals/ha), apparent survival (0.99 vs. 0.88), and recruitment (0.37 vs. 0.09 per capita) than Daegu. Elevation was the only supported covariate, suggesting preference for upstream areas with lower disturbance. Otters persisted in urban rivers, but urban populations showed lower demographic performance under stronger human disturbance.

**Corresponding author Email:** shong@knu.ac.kr

## 학생 구두 발표 2

일 시: 2026년 4월 16일(목) 09:50 - 11:20

장 소: 스테인 CD (STEIN CD)

좌장: 이윤식/부산대학교

09:50 - 10:05	ST-07	<b>The digital disconnect in conservation: How agricultural pragmatism and public attention diverge on YouTube in human-wildlife conflict mitigation</b> Seunghyeok Kang, Shahab Ud Din, Woro Laras, Minju Kim, and Sungwon Hong (Kyungpook National University)
10:05 - 10:20	ST-08	<b>한강의 동양하루살이 (<i>Ephemera orientalis</i>) 생활사 및 이차생산량 추정</b> 이현, 윤태중, 김동건 (삼육대학교)
10:20 - 10:35	ST-09	<b>Characterization of symbiont acquisition timing and its effects on performance of host insect, <i>Riptortus pedestris</i> (Hemiptera: Alydidae)</b> Joo-Young Kim, Jung-Wook Kho, and Doo-Hyung Lee (Gachon University)
10:35 - 10:50	ST-10	<b>Effects of rearing environment on separation call frequency in Japanese quail (<i>Coturnix coturnix japonica</i>): A comparison of free-range breeding and cage-rearing systems</b> Goun Park, ChungHyun Kim, Seeun Park, and Taeung Jung (Hoseo University)
10:50 - 11:05	ST-11	<b>오스모프라이밍 처리로 인한 호박 대목 종자 '신토좌'의 발아특성과 형태적 변화분석</b> 전우찬, 이용호, 구인경, 유남곤, 공시은, 허예진, 김현길, 이동욱, 홍선희 (한경국립대학교)
11:05 - 11:20	ST-12	<b>Evaluation of two novel superoxide dismutases (SODs) from the freshwater diatom <i>Fragilaria saxoplanctonica</i> and their specific responses to environmental contaminants</b> Hee-Jin Kang and Jang-Seu Ki (Sangmyung University)



ST-07

## The digital disconnect in conservation: How agricultural pragmatism and public attention diverge on YouTube in human-wildlife conflict mitigation

Seunghyeok Kang<sup>p1</sup>, Shahab Ud Din<sup>1</sup>, Woro Laras<sup>1</sup>, Minju Kim<sup>1</sup>,  
and Sungwon Hong<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook National University,  
Sangju 37224, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Horse/Companion, and Wild Animal Science, Kyungpook National  
University, Sangju 37224, Republic of Korea

Social media shapes environmental knowledge production and consumption, and YouTube is a key arena where information moves between uploaders and viewers. Yet it remains unclear how mitigation knowledge is organised and whether producers and audiences follow the same logic. We compiled 1,001 YouTube videos uploaded in South Korea (2012-2024) and classified them into five mitigation methods and five conflict-species groups. We analysed upload counts, view counts, time-lagged links between damage events and video production, and keyword-comment networks. Upload frequency was best explained by the interaction between method and species, whereas view counts were driven mainly by channel-level heterogeneity. Video production increased 1-2 years after damage events for water deer and in the pooled series. Uploader keywords emphasised damage, mitigation methods, and rural life, whereas the integrated keyword-comment network highlighted positive interaction, commercial interest, and tool-centred attention. These findings show how management knowledge is reshaped in digital arenas and highlight the need to address both technical effectiveness and public attention in human-wildlife conflict.

**Corresponding author E-mail:** shong@knu.ac.kr

ST-08

한강의 동양하루살이(*Ephemera orientalis*) 생활사 및 이차생산량 추정이현<sup>1</sup>, 윤태중<sup>2</sup>, 김동건<sup>2,3</sup><sup>1</sup>삼육대학교 융합과학과<sup>2</sup>삼육대학교 환경생태연구소<sup>3</sup>삼육대학교 교양교육원

동양하루살이는(*Ephemera orientalis* McLachlan, 1875) 한국을 포함한 온대 동아시아 전역에 분포하는 하루살이이다. 동양하루살이의 생활사(life history) 및 동시출생집단(cohort) 구조에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 기존 연구들은 봄철 산란된 개체중 일부는 빠르게 성장하여 그해 가을철에 우화하는 F cohort가 존재한다고 알려져있다. 가을시기 우화하는 성충에는 F cohort의 개체들이 혼재되어 성충 크기의 감소를 유발한다고 주장하였으나, 그 생리학적 메커니즘은 명확히 규명되지 않았다. 본 연구는 2025년 3월부터 2026년 3월까지 약 1년간 미사대교 주변 한강 중앙부 개체군을 대상으로 cohort별 이차생산량과 유충의 체장 빈도 분포를 정밀 분석하여 기존 생활사 가설들을 검증하고, 성충 크기의 계절적 변화 원인을 규명하고자 하였다. KDE(Kernel Density Estimation)를 이용한 유충의 체장 분포 분리결과, 봄에 우화하는 cohort와 가을에 우화하는 cohort 두 개의 1년 1세대(univoltine)의 cohort가 존재하는 것으로 판단된다. 또한 5월부터 10월까지 우화한 성충의 체장을 분석한 결과, 전 조사 시기에 걸쳐 체장의 분포 양상이 단봉형(unimodal)을 나타냈으며 시간이 지남에 따라 성충의 크기가 연속적이고 점진적으로 감소하는 뚜렷한 경향을 보였다. 이는 가을철 우화 집단이 서로 다른 cohort의 혼합이라는 기존의 가설을 반박하며, 복수의 cohort가 섞이지 않은 단일 cohort로만 구성되어 있음을 나타낸다. 나아가 성충 크기의 연속적 감소 현상은 F cohort의 부재와 무관하게, 우화 시기가 늦어질수록 발육기에 경험하는 수온이 높아져 성체의 최종 크기가 작아지는 보편적 생리 기작인 온도-크기 규칙(Temperature-Size Rule, TSR)에 의한 표현형 가소성(phenotypic plasticity)의 결과로 판단된다. 결론적으로 한강 동양하루살이 개체군은 1년 1세대의 2개의 cohort로만 구성되며, 성충의 계절적 크기 변이는 cohort 분리가 아닌 TSR 메커니즘에서 기인함을 나타냈다.

\*\* 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행하였습니다(NIBR2025 10201).

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

ST-09

## Characterization of symbiont acquisition timing and its effects on performance of host insect, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae)

Joo-Young Kim<sup>p</sup>, Jung-Wook Kho, and Doo-Hyung Lee<sup>c</sup>

Department of Life Sciences, Gachon University, South Korea

Symbiotic associations with bacteria are widespread in insects and enhance host fitness through functions such as nutrient provisioning and detoxification. In general, to maintain these benefits, insects vertically transmit symbionts from parents to offspring. In contrast, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) is known to acquire their symbiotic bacteria from soil environments without parental assistance. Because *R. pedestris* must locate and acquire its symbionts from soil, variation in the likelihood and timing of symbiont acquisition is inevitable. This variability would consequently affect the magnitude and duration of symbiotic benefits in host insects such as life-history traits. Nevertheless, the flexible nature of environmental acquisition and its ecological impacts remain poorly understood. In this study, we characterized the flexibility in the timing of symbiont acquisition and its subsequent effects on host performance in the environmental acquisition system. For this, we characterized the fundamental time window during which *R. pedestris* is physiologically competent for symbiont acquisition and colonization. Second, we characterized the realized time window of symbiont acquisition by *R. pedestris*, which is mediated by prerequisite behaviors. Finally, we evaluated the effects of the timing of symbiont acquisition on the performance of host insects. The results of this study will address the flexibility in symbiont acquisition timing and its subsequent ecological implications in the environmental acquisition system.

**Corresponding author E-mail:** dl343@gachon.ac.kr

ST-10

## Effects of rearing environment on separation call frequency in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*): A comparison of free-range breeding and cage-rearing systems

Goun Park<sup>PC</sup>, ChungHyun Kim, Seeun Park, and Taeung Jung

Department of Animal Health and Welfare, Hoseo University, Asan, Korea

Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) rely on vocal communication, particularly separation calls, to maintain group cohesion and respond to environmental threats. This study examined how rearing environment (free-range vs. cage-reared) influences separation calling frequency under simulated predator exposure. Eight sexually mature quail ( $n = 4$  per group) were tested under controlled conditions using projected silhouettes of two predator types (cat and hawk). Call frequency was recorded during and after exposure by two independent observers. Free-range quail produced significantly higher total call frequencies than cage-reared individuals (50.9 vs. 31.1 calls;  $p = 0.04$ ), approximately 64% greater output. Across both groups, quail called significantly less during predator exposure than after (21.5 vs. 60.5 calls;  $p = 0.001$ ), indicating adaptive call suppression during immediate threat. Both groups independently showed significant increases in calling after exposure ( $p = 0.026$  and  $p = 0.023$ ). Predator type did not significantly affect calling patterns. These findings indicate that rearing environment profoundly shapes social vocal behavior, with free-range conditions promoting stronger communicative responses. Intensive cage systems may impair behavioral development and social communication competence, with notable welfare implications. Future research using acoustic analysis to distinguish call types would further clarify how rearing conditions affect call quality and diversity.

**Corresponding author E-mail:** 20202879@vision.hoseo.edu

ST-11

## 오스모프라이밍 처리로 인한 호박 대목 종자 ‘신토좌’의 발아특성과 형태적 변화분석

전우찬<sup>1,2</sup>, 이용호<sup>2</sup>, 구인경<sup>1,2</sup>, 유남곤<sup>2,3</sup>, 공시은<sup>1,2</sup>, 허예진<sup>2,3</sup>, 김현길<sup>1,2</sup>,  
이동욱<sup>2</sup>, 홍선희<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부

<sup>2</sup>인문생태융합리질리언스연구실

<sup>3</sup>한경국립대학교 탄소중립바이오시스템융합학과

종자 프라이밍(seed priming)은 대표적인 종자 증진 기술이다. 발아 속도와 균일성을 향상시키고 초기 유묘 활력과 환경 스트레스 대응능력 등을 개선할 수 있다. 그중 오스모프라이밍(Osmopriming)은 polyethylene glycol(PEG) 같은 시약을 사용해 만든 삼투 용액으로 낮은 수분 퍼텐셜 환경을 조성함으로써, 종자의 수분 흡수를 조절하여 발아율 향상과 균일한 발아를 유도하는 종자 처리 기술이다. 그러나 기존 연구에서는 주로 발아 성능, 생리 및 대사 반응 평가에 집중되어 있어, 처리에 따른 종자의 형태적 변화에 대한 정량적 분석은 상대적으로 부족하다. 이에 본 연구에서는 Micro-CT를 활용하여 다수 종자를 비파괴적으로 정량 분석할 수 있는 대량 분석 기법을 구축하고, 호박 대목 종자 ‘신토좌’를 대상으로 오스모프라이밍의 최적 처리 조건 탐색과 형태 변화분석을 하였다. PEG 6000을 이용하여 10, 20, 30% (w/v) 농도와 12 h 및 24 h 처리 시간을 조합한 6개 처리구와 무처리 대조구를 설정하였으며, 세 가지 발아 특성(최종 발아율, 발아세, 평균 발아시간)을 조사하였다. 또한 처리구당 12립씩 Micro-CT로 촬영한 뒤 CTslice 기반 단면 측정을 통해 종자와 배의 길이, 너비, 두께를 정량 분석하였다. 그 결과 무처리 대조구 대비 처리구(10% × 12 h)의 최종 발아율, 발아세가 유의하게 증가하였고, 평균 발아 시간은 유의하게 감소하였다. 형태 변화 또한 무처리 대조구 대비 처리구(20% × 24 h 및 30% × 24 h)에 따라 종자의 너비와 배의 너비에서의 유의한 변화가 있었다. 처리구 간 차이의 통계 분석은 ANOVA와 Duncan’s multiple range test ( $\alpha = 0.05$ )로 검정하였다. 발아 특성과 형태적 특성 간의 상관관계에서는 최종 발아율이 높을수록 배의 두께가 작아지는 음의 상관을 보였다. 배 두께가 발아 성공률에 영향을 줄 수 있는 잠재적 구조 지표임을 시사하였다. 발아 특성과 형태 형질 간의 관계는 Pearson 상관분석으로 평가하였다.

\*\* 본 연구는 농림식품기술기획평가원(RS-2025-02304278)의 지원으로 수행되었다.

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

ST-12

## Evaluation of two novel superoxide dismutases (SODs) from the freshwater diatom *Fragilaria saxoplanctonica* and their specific responses to environmental contaminants

Hee-Jin Kang<sup>p</sup> and Jang-Seu Ki<sup>c</sup>

Department of Life Science, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

Superoxide dismutase (SOD) plays a primary defense system against reactive oxygen species (ROS). This study identified two new *SOD* genes, *FsMnSOD* and *FsCuZnSOD*, in the freshwater diatom *Fragilaria saxoplanctonica*. We investigated their sequences, structures, evolutionary origins, and transcriptional responses to six heavy metals and pesticides. Structural analysis revealed that *FsMnSOD* maintains standard metal-binding residues, however, those in *FsCuZnSOD* exhibit high conservation specifically within the diatom lineage. Phylogenetic data suggest a bacterial origin for both genes and a close evolutionary affinity with dinoflagellates. Transcriptional profiling showed significant upregulation in response to arsenic (5.8-fold), zinc (4.8-fold), and metolachlor (3.0-fold). These results suggest the crucial role of *FsSODs* in the defense system against oxidative stress and highlight their potential as sensitive molecular biomarkers for monitoring As, Zn, and MOC toxicity in freshwater ecosystems.

**Corresponding author E-mail:** [kijs@smu.ac.kr](mailto:kijs@smu.ac.kr)



2026 한국환경생물학회 춘계학술대회

**포스터 발표**





## 포스터발표

### 1. 유해생물 (Harmful organisms)

- P1-01 Seawater-based habitat control to prevent invasive ants from establishing in port areas  
Ho Jin Youn, Dong Yeop Lee, Seol Lee, Hogi Lee, Soo-Jung Suh, Sangkoo Park, Hyoung-Ho Mo, and Min-Hyuk Oh (Animal and Plant Quarantine Agency)
- P1-02 머신러닝 기반 서울시 모기 발생 조기경보시스템(ML-EWS) 개발  
정세운, 정혜민, 이윤노, 손성욱, 김동건, 이상철 (고려대학교)
- P1-03 방사선 유도 산화 스트레스 하에서 *Microcystis aeruginosa*의 불활성화와 마이크로시스틴 방출 사이의 단계적 지연 현상 분석  
이찬주, 최윤이 (고려대학교)
- P1-04 수도시설 내 유충 발생 현황과 대응 기술 및 관리방안  
강효정, 김동건 (삼육대학교)
- P1-05 아랍에미리트 Dihan North 지역의 모기 개체수 및 모기매개 질병 위험성 평가  
김학현, 강효정, 김동건 (삼육대학교)
- P1-06 서울시(양천구, 강서구)의 말라리아 매개모기(*Anopheles* spp.) 발생 현황  
손성욱, 김학현, 강효정, 윤태중, 김동건 (삼육대학교)
- P1-07 Physiological responses of the green tide alga *Ulva ohnoi* to temperature and nutrient enrichment  
Hyun Woo Jeong, Ji Hwan Oh, Yun Hee Kang, and Sang Rul Park (Jeju National University)
- P1-08 해양 독성 및 비독성 와편모조류 *Gymnodinium* 종의 독소 생성 및 삭시톡신 유전자 클러스터의 연관성 분석  
김한솔, 부하리하완무함마드, 김태희, 홍진주, 기장서

### 2. 바이오에너지 (Bioenergy)

- P2-01 Outdoor semi-continuous cultivation of *Chlorella* sp. HS2 using soy sauce wastewater: sustained biomass productivity across seasons  
So-Ra Ko, Won-Suk Choi, Dae-Hyun Cho, Hee-Sik Kim, and Chi-Yong Ahn (Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology)
- P2-02 Comparative evaluation of culture media for growth and fatty acid content in a Korean isolate of *Chlorella vulgaris*  
Seong Hwi Lee, Kyong Ha Han, Minseok Jeong, and Hyeon Ho Shin (Pukyong National University)

### 3. 동물생태·분류·유전 (Animal ecology, classification, genetics)

- P3-01 황해 저층냉수대 및 주변 해역 중형저서동물 군집 구조의 시공간적 변동과 환경 결정 요인  
오제혁, 전무겸, 신아영, 김동성 (한국해양과학기술원)
- P3-02 A taxonomic study of the genus *Bambara Vuillet* (Coleoptera: Ptiliidae) in Korea, with two new species  
Taeyoung Jang and Jong-Seok Park (Chungbuk National University)

- P3-03 Vertical movement of *Folsomia quadrioculata* (Collembola) during overwintering  
Taewoo Kim, Yun-Sik Lee, June Wee, Yongeun Kim, and Kijong Cho (Korea University)
- P3-04 Multiplex MS 마커를 활용한 강원권 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 개체 식별 및 유전적 다양성 분석  
한윤하, 박다솜, 문정찬, 우동걸 (국립생태원)
- P3-05 Variation in collembolan community structure across habitat layers in Korean pine forests  
Jaejun Song, Do Hwan Yoon, Taewoo Kim, Yun-Sik Lee, June Wee, Seongchan Lee, Wonil Choi, and Kijong Cho (Korea University)
- P3-06 Immediate resilience and heterogeneity of mammal communities following the 2025 Gyeongbuk megafire  
Jinhwi Kim, Jonghoon Jeon, Yunha Han, Seulgi Koo, Seongsu Noh, Areum Kim, and Donggul Woo (National Institute of Ecology)

## 5. 미생물생태·분류·유전 (Microbial ecology, classification, genetics)

- P5-01 First report of five *Desmodesmus* species in Korean freshwater based on morphological and molecular evidence  
Yu Ho Kim, Minseok Jeong, Bok Yeon Jo, Jae Hak Lee, and Seung Won Nam (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
- P5-02 Taxonomic characteristics and chitin degradation potential of two novel species isolated from a freshwater agricultural pond, *Chitinimonas fontana* sp. nov. and *Roseateles fontanus* sp. nov.  
Jae-Young Lee and Mi-Kyung Lee (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)

## 6. 생물다양성 및 생물모니터링 (Biodiversity and Biomonitoring)

- P6-01 동해 천해역 무절석회조류에 서식하는 중형저서동물 군집 특성  
전무겸, 오제혁, 신아영, 오철웅, 민원기, 김동성 (한국해양과학기술원)
- P6-02 Head capsule variation of *Plecia longiforceps* larvae on Gyeongyang Mountain, Incheon  
Seong Hyeon Yeo, Young Min Park, Yun Sang Jeong, and June Wee (Chungnam National University)
- P6-03 원주시 주요 하천에 서식하는 어류의 장기 생태 연구: 원주천, 서곡천, 삼산천을 대상으로  
왕주현, 고민섭, 권재현, 이황구 (상지대학교)
- P6-04 제주 동백동산습지의 저서성 대형무척추동물 군집구조 및 물장군(*Lethocerus deyrolli*) 서식처 특성 분석  
권재현, 왕주현, 고민섭, 이황구 (상지대학교)
- P6-05 동강 어류 군집의 장기 생태 변화 연구: 생태·경관보전지역을 중심으로  
고민섭, 왕주현, 권재현, 이황구 (상지대학교)
- P6-06 갯벌 염생식물 식생 장기 모니터링을 통한 블루카본 생태계 특성 연구-서해갯벌보전축을 중심으로-  
김민주, 김봉석, 이정민, 김현수, 임다운, 조경미, 이승준, 박여빈, 박지원, 유영한 (국립공주대학교)
- P6-07 흑산도 병해충 피해 곰솔림의 천이과정 및 군집 동태 변화  
김봉석, 김민주, 유영한 (국립공주대학교)
- P6-08 제주도 생태·자연도 1등급 권역의 산림식생 구조 특성 및 보전방안  
김봉석, 김민주, 유영한 (국립공주대학교)
- P6-09 Morphological and molecular characterization of *Apatococcus echinosporus* sp. nov. (Trebouxiophyceae), a green alga isolated from rainwater  
Minseok Jeong, Kyong Ha Han, and Hyeon Ho Shin (Pukyong National University)

- P6-10 Diversity of microalgae isolated from rain water in Korea: first survey based on morphological and molecular analyses  
Min Jun Seong, Minseok Jeong, and Hyeon Ho Shin (Pukyong National University)
- P6-11 폐쇄생태계 기반 실험을 이용한 갯녹음 유발 다중 환경요인 반응 평가  
강준수, 현봉길 (한국해양과학기술원)
- P6-12 국립백두대간수목원 종자은행 2024년 저장종자의 활력 특성  
신운섭, 김가은, 이미현, 이종숙, 이태훈, 나채선 (국립백두대간수목원)
- P6-13 The first report of the genus *Oosternum* Sharp (Coleoptera: Hydrophilidae: Sphaeridiinae) from Korea  
Song-Ju Ha and Jong-Seok Park (Chungbuk National University)
- P6-14 국내 도입 도마뱀부치류 4종 현황 및 미디어 노출에 따른 영향 분석  
박은진, 윤태현, 전인정, 김유진, 구교성 (이화여자대학교)
- P6-15 A nationwide survey of insecticide resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) in South Korea  
Taehyun Yoo, Jung-Wook Kho, Joo-Young Kim, and Doo-Hyung Lee (Gachon University)
- P6-16 하천 생태계에서 저서 무척추동물의 중금속 생물축적 및 퇴적물 오염 지표종 선정  
홍철, 신강인, 강주연, 곽인실 (전남대학교)
- P6-17 여름철 강우 전후 환경요인 변화에 따른 섬진강의 저서성 대형무척추동물 군집 특성  
신강인, 홍철, 김지훈, 곽인실 (전남대학교)
- P6-18 시민참여 「한국 생물다양성 관측 네트워크」를 통한 변산반도국립공원 일대의 생물다양성 조사  
현지연, 당지희, 차인태, 도민석, 강릉생명의숲, 강원숲사랑, 경남생태지킴이, 경남식물관찰회, 고사리사랑, 곤충을사랑하는사람들, 네이처링, 들꽃사랑꽃다지, 산드레, 산사랑, 생명그물, 생태공감, 서울의새, 에코코리아, 우리식물연구회, 울산생명의숲, 천송이, 한국나비모니터링연합회, 한국물새네트워크, 한국민물고기보존협회, 한국양서파충류보존네트워크, 한국자원식물연구회, 한국잠자리연구회, 한반도야생식물연구소, 한반도해조류기후변화연구회, 헤파티카, 남기흠 (국립생물자원관)
- P6-19 국내 유입종 북경도마뱀부치(*Gekko swinhonis*)의 식이 메타바코딩 분석  
이수연, 송영근, 강유진, 유예림, 구교성 (서울대학교)
- P6-20 붉은등우단털파리(*Plecia longiforceps*) 대발생 지역인 계양산의 식생 조사  
공시은, 이용호, 구인경, 전우찬, 유남곤, 허예진, 김현길, 이동욱, 홍선희 (한경국립대학교)
- P6-21 기후변화 시나리오 기반 졸참나무(*Quercus serrata*)의 국내 잠재서식지 변동과 생태적 지위 예측  
허예진, 이용호, 전우찬, 구인경, 공시은, 유남곤, 김현길, 프라딕 아디카리, 포우델 아닐, 프라뵈 아디카리, 이동욱, 홍선희 (한경국립대학교)
- P6-22 Assessment of susceptibility of particle board products to wood-associated insect pests under field exposure  
Junyoung Lee, Seongbin Mok, Jeong Mi Hwang, Seung Hun Shin, and Yeon Jae Bae (Korea University)
- P6-23 Climate-driven declines in morphological traits and productivity of *Zostera marina* meadows  
Jun Hyun Lim, Su Hyeon Kim, Kyung Jung Chung, Yun Hee Kang, and Sang Rul Park (Jeju National University)
- P6-24 Aquatic biodiversity influenced by habitat structural heterogeneity in farmland ponds  
Yeon Ju Lee, So-Jin Yeob, Sang-Min Jun, Bu-Yeong Oh, Byung-Mo Lee, Jong-Mun Lee, Yerin Yang, Wook-Jae Lee, and Jinu Eo (National Institute of Agricultural Sciences)
- P6-25 Deep learning-based approach for automated management of *Pochazia shantungensis*  
Jae-In Shin, Jong-Won Baek, Hyung-eun An, Min-Ho Mun, and Chang-Bae Kim (Sangmyung University)

- P6-26 해양생명자원 기탁등록보존기관 5년의 운영 성과('21~'25)  
유철, 임병진, 원정혜, 곽민석, 강유리, 구도희, 양영익 (국립해양생물자원관)

## 7. 생태독성 및 환경호르몬 (Ecotoxicity and environmental hormones)

- P7-01 미세먼지 노출에 따른 상추 캘러스의 생장 억제: 세포 내 축적과 연계된 세포 손상 메커니즘 규명  
김강희, 권정민, 박창범 (국가독성과학연구소)
- P7-02 Exposure toxicity of Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in immune- and apoptosis-related gene expressions in crab tissues and human cells  
Kiyun Park, Ji-Hoon Kim, and Ihn-Sil Kwak (Chonnam National University)
- P7-03 Assessing potential effects of residual trunk-injected pine wilt disease control insecticides on soil invertebrates  
Do Hwan Yoon, June Wee, Taewoo Kim, Jaejun Song, Jinsol Hong, Sungchan Lee, Wonil Choi, and Kijong Cho (Korea University)
- P7-04 A 30-minute bioassay for detecting silver toxicity using the freshwater microalga *Mychonastes afer*  
Hojun Lee, Soyeon Choi, Taejun Han, and Jihae Park (Ghent University Global Campus)
- P7-05 Interpretable QSAR modeling of phenolic toxicity toward *Ulva australis*  
Hojun Lee, Jaehyun Kim, Taejun Han, and Jihae Park (Ghent University Global Campus)
- P7-06 신종 오염물질의 혼합 노출이 *Microcystis aeruginosa*의 생리 및 광합성 반응에 미치는 영향  
김주석, 박윤환, 최윤이 (고려대학교)
- P7-07 A multi-endpoint framework for chronic toxicity assessment in *Daphnia magna*  
Hojun Lee, Alfredo Mayorga Villalobos, Soyeon Choi, Eui Seong Kim, Taejun Han, and Jihae Park (Ghent University Global Campus)

## 9. 기타 (Others in Environmental Biology)

- P9-01 Engineering of diatom-derived mesoporous biosilica: Leveraging ultrastructural architecture for targeted drug delivery platforms  
Suk Min Yun, Daeryul Kwon, Taek Lee, Yoseph Seo, Wonhwa Lee, Chung Hyeon Choi, Z-Hun Kim, and Chang Soo Lee (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
- P9-02 *Tetrademus*속 3종에 대한 동결보존 조건 최적화  
박예진, 이재학, 김유호, 남승원 (국립낙동강생물자원관)
- P9-03 인공지능 기반 금강 유역 갈따구 개체밀도 예측 모델 개발  
한승호, 정혜민, 이윤노, 김동건, 이상철 (고려대학교)
- P9-04 Fungal colonization of particleboards using fungi associated with *Asynapta groverae* (Diptera: Cecidomyiidae)  
Minseo Cho, Seung Hun Shin, Yeon Jae Bae, and Jae-Jin Kim (Korea University)
- P9-05 Evaluation of lipid and fatty acid composition in *Amphidinium* and *Prorocentrum* and their environmental roles  
Suhwa Lee and Jang-Seu Ki (Sangmyung University)
- P9-06 Fungal mycelium enables rapid crude oil degradation  
Yong Guan and Mi-Kyung Lee (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)

P1-01

## Seawater-based habitat control to prevent invasive ants from establishing in port areas

Ho Jin Youn<sup>1†</sup>, Dong Yeop Lee<sup>1</sup>, Seol Lee<sup>2</sup>, Hogi Lee<sup>3</sup>, Soo-Jung Suh<sup>4</sup>,  
Sangkoo Park<sup>5</sup>, Hyoung-Ho Moc<sup>6</sup>, and Min-Hyuk Oh<sup>c1†</sup>

<sup>1</sup>Yeongnam Regional Office, Animal and Plant Quarantine Agency, Busan, 48751 Korea

<sup>2</sup>Gwangyang District Office, Animal and Plant Quarantine Agency, Gwangyang, 57772, Korea

<sup>3</sup>International Plant-quarantine Accreditation Board, Busan, 48400, Korea

<sup>4</sup>Plant Quarantine Technology Center, Animal and Plant Quarantine Agency,  
Gimcheon, 39660 Korea

<sup>5</sup>Seoul Regional Office, Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, 07978 Korea

<sup>6</sup>Jungbu Regional Office, Animal and Plant Quarantine Agency, Incheon, 22133 Korea

Recently, the detection of invasive pests, such as *Paratrechina longicornis*, has been steadily observed in port areas in Korea. Ports are particularly vulnerable environments for the invasion and establishment of ant species, as foreign pests continuously enter through containers, wooden pallets, vehicles, and soil cargo. Conventional pest control methods rely heavily on chemical treatments, which increase control costs and raise concerns about environmental issues. However, seawater is easily accessible in port areas, and the saline stress it creates can inhibit ant colony formation. This study aims to evaluate the effectiveness of seawater-based pest control techniques to manage the habitat of invasive ants. In this study, 54 tons of seawater were sprayed on a 34,000 m<sup>2</sup> container yard within the 60,000 m<sup>2</sup> Pier 2 at Busan Port's Sin-Gamman dock. Ant monitoring was conducted after the treatment. Before spraying, *Paratrechina longicornis* was detected at all docks between 2021 and 2024, with the highest detection rates at Pier 1 (48.6%) and Pier 2 (42.3%). After the seawater spray, the detection rates were 51.61% at Pier 1, 18.51% at Pier 2, and 29.9% at Pier 3. Notably, the detection rate at Pier 2 decreased sharply to below 10% between weeks 11–12 but began to rise again after weeks 13–14. In fact, when 45 liters of seawater were directly applied to a point where *Paratrechina longicornis* was detected, no ants were found at the site up to day 13. These results suggest that seawater spraying is effective in removing the habitat of *Paratrechina longicornis*. Seawater-based pest control can reduce pesticide use, lower economic costs, and provide an environmentally friendly solution that aligns with port characteristics.

†These authors contributed equally to this work

**Corresponding author E-mail:** minhoh@daum.net (Min-Hyuk Oh), era95@naver.com (Hyoung-Ho Mo)

P1-02

## 머신러닝 기반 서울시 모기 발생 조기경보시스템(ML-EWS) 개발

정세운<sup>1</sup>, 정혜민<sup>2</sup>, 이윤노<sup>2</sup>, 손성욱<sup>3</sup>, 김동건<sup>4</sup>, 이상철<sup>1</sup><sup>1</sup>고려대학교 생명과학대학 환경생태공학부<sup>2</sup>고려대학교 일반대학원 환경생태공학과<sup>3</sup>삼육대학교 일반대학원 융합과학과<sup>4</sup>삼육대학교 교양교육원 융합과학과

모기는 다양한 감염병의 주요 매개체로, 최근 서식 범위와 발생시기의 변화로 인해 모기 발생에 대응하기 위한 조기경보 시스템의 필요성이 증가하고 있다. 이에 본 연구는 단기 기상 예보 데이터를 활용한 머신러닝 기반 모기 조기경보시스템(ML-EWS)을 개발하고, 단기 예보 기반 모델과 기상 관측 기반 모델을 구축하여 모델 신뢰성을 평가하였다. 데이터는 2015-2024년(4-10월)의 모기 개체수 자료, 기상 관측 및 단기 기상 예보 자료, 서식 환경 및 생태 자료를 활용하였다. 모델 입력 자료는 경관 요소에 따라 전체 지역, 수변부, 거주지, 공원 등 4개의 데이터셋으로 구성하였다. 데이터 전처리 과정에서는 사분위법을 이용한 이상치 제거와 최소-최대 정규화를 수행하였다. 이후 2015-2023년을 학습 데이터, 2024년을 검증 데이터로 구분하고 K-fold 교차검증(K=3)을 적용하였다. 분석에는 Random Forest(RF), Gradient Boosting(GB), Light Gradient Boosting(LGB), eXtreme Gradient Boosting(XGB) 모델을 사용하였으며, 베이지안 최적화를 통해 각 모델의 최적 하이퍼파라미터를 탐색하였다. 모델 성능은 결정계수( $R^2$ )와 평균 제곱근오차(RMSE)로 평가하였고, 모기 개체수 예측에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하기 위해 SHapley Additive exPlanations(SHAP)을 적용하였다. 경관 요소별 모델 성능 비교 결과, 수변부-전체 지역-거주지-공원 순으로 높은 예측 성능을 보였으며, 머신러닝 모델 중에서는 RF와 XGB가 GB와 LGB보다 우수하였다. 단기 기상 예보 기반 모델은 기상 관측 기반 모델보다  $R^2$ 가 약 0.03 낮았지만, 서울시에서 운영 중인 다중선형회귀 모델보다  $R^2$  기준 0.20-0.51 높은 성능을 보였다. SHAP 분석에서는 전일 모기 개체수와 최고기온이 주요 영향 요인으로 나타났으며, 단기 예보 기반 모델은 기상 예보의 불확실성에도 불구하고 관측 기반 모델과 유사한 성능을 보여 모기 발생 조기경보 및 방역 의사결정 지원 도구로 활용 가능성을 시사한다.

교신저자 E-mail: slee2024@korea.ac.kr

P1-03

## 방사선 유도 산화 스트레스 하에서 *Microcystis aeruginosa*의 불활성화와 마이크로시스틴 방출 사이의 단계적 지연 현상 분석

이찬주<sup>p</sup>, 최윤이<sup>c</sup>

고려대학교 환경생태공학과

기후 변화로 인한 녹조의 확산은 수계 생태계 보호와 안전한 수자원 확보에 큰 걸림돌이 되고 있다. 본 연구는 감마선 조사에 의해 유도된 산화 스트레스 환경에서 마이크로시스틴스 에루기노사(*Microcystis aeruginosa*)와 마이크로시스틴(Microcystin)의 변화 양상을 조사하였다. 감마선 조사 과정에서 생성된 하이드록실 라디칼은 세포의 광합성 색소와 단백질 복합체를 우선적으로 공격하여 대사 저해와 세포 붕괴를 유도하였다. 실험 결과, *M.aeruginosa* 세포 내 활성산소가 급격히 축적되었으며 이에 대응하는 SOD 및 CAT 항산화 효소 활성이 현저히 증가한 것으로 나타났다. 세포 외 용출물 분석에서는 단백질 위주의 용출 패턴과 증가된 P/C(단백질/탄수화물) 비율이 관찰되었는데, 이는 세포가 물리적으로 파열되기 전 단계에서 세포 내 거대 분자들의 점진적인 산화적 변형과 가용화가 진행되었음을 의미한다. 특히 주목할 만한 결과로, 뚜렷한 대사 장애가 발생했음에도 불구하고 조사 직후 독소 농도는 안정적으로 유지되었다. 이는 *M.aeruginosa*의 기능적 불활성화와 세포 내 독소의 대량 유출 사이에 시간적인 차이가 존재함을 입증하는 것이며, 기존 화학 처리 방식의 한계인 급격한 독소 방출 문제를 보완할 수 있는 근거가 된다. 또한 마이크로시스틴 변이체 중 MC-LR이 MC-RR보다 라디칼 공격에 더 높은 분해 효율을 보였는데, 이는 두 변이체 간의 전하 분포와 수화권 보호 능력의 구조적 차이에서 기인한다. 본 연구는 방사선 유도 산화 공정이 단순히 세포를 제거하는 것을 넘어 독소의 분해 기작을 순차적으로 조절하는 체계임을 규명하였으며, 수계 환경 내 오염 물질 변환 및 독소 변화 양상을 이해하기 위한 틀을 확립하였다.

교신저자 E-mail: yechoi@korea.ac.kr

P1-04

## 수도시설 내 유충 발생 현황과 대응 기술 및 관리방안

강효정<sup>P1</sup>, 김동건<sup>C1,2</sup><sup>1</sup>삼육대학교 환경생태연구소<sup>2</sup>삼육대학교 교양교육원

2020년 국내 정수처리시설에서 깔따구 유충(Chironomidae larvae)이 발견된 사건 이후, 정수 시설 내 유충 발생 문제는 수돗물 안전성과 직결되는 주요 사회·환경적 이슈로 부상하였다. 본 연구는 깔따구과(Chironomidae)의 생태적 특성과 생활사를 바탕으로 국내 정수장 내 유충 발생 사례와 발생 요인을 종합적으로 분석하고, 효과적인 모니터링 및 대응 전략을 검토하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 국내 정수처리시설에서 보고된 유충 발생 사례와 운영 조건을 문헌 및 사례 분석을 통해 정리하고, 발생 공정과 환경 요인을 중심으로 원인을 평가하였다. 분석 결과, 깔따구 유충 발생은 주로 활성탄 여과지 및 여과 공정을 중심으로 보고되었으며, 개방형 시설 구조, 생물막 및 조류의 축적, 여재 노후화, 역세척 효율 저하, 수온 상승 및 유기물 증가 등 구조적·환경적·운영 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 나타났다. 또한 기존의 물리적·구조적 관리 조치만으로는 유충 발생을 완전히 억제하는 데 한계가 있으며, 화학적 방제를 포함한 통합적 관리 전략의 필요성이 확인되었다. 특히 기존 염소계 소독 중심의 정수 처리 체계와 함께 이산화염소(CIO<sub>2</sub>)와 같은 대체 소독제를 보조적으로 활용하는 관리 방안이 검토될 수 있다. 본 연구는 정수시설 내 깔따구 유충 발생 문제를 효과적으로 관리하기 위해 생물학적 모니터링 기반의 조기 진단, 시설 구조 및 공정 개선을 통한 산란 및 유입 차단, 그리고 기존 수처리제와 대체 소독제를 포함한 화학적 방제를 결합한 통합적 해충관리(IPM) 체계 구축이 필요함을 제시하였다. 이러한 관리 전략은 정수장 운영 안정성을 높이고 수돗물 안전성 확보에 기여할 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

P1-05

## 아랍에미리트 Dihan North 지역의 모기 개체수 및 모기매개 질병 위험성 평가

김학현<sup>P1</sup>, 강효정<sup>P1</sup>, 김동건<sup>C1,2</sup><sup>1</sup>삼육대학교 환경생태연구소<sup>2</sup>삼육대학교 교양교육원

아랍에미리트(UAE)는 최근 급격한 도시화와 환경 변화가 진행되면서 모기 서식 환경이 변화하고 있으며, 이에 따른 모기 매개 감염병 발생 위험 증가가 우려되고 있다. 따라서 모기 종 분포와 병원체 순환 가능성을 파악하기 위한 지속적인 모기 감시가 필요하다. 본 연구는 UAE 아부다비에서 농경지 구획으로 지정된 Dihan North 지역에서 최초로 수행된 모기 조사 연구로서 향후 UAE 지역 모기 생태 및 감염병 감시 연구를 위한 기초 자료를 제공하고자 수행되었다. 모기 채집은 2025년 1월 6일부터 1월 8일까지 BG-Sentinel 트랩을 이용하여 수행하였으며, 채집된 모기는 형태학적 동정 후 *mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I* (COI) 유전자 염기서열 분석을 통해 종 동정을 확인하였다. 또한, *Culex pipiens* complex의 경우 형태학적 및 분자적 구분이 어려운 한계가 있어 *ACE2* primer를 이용한 추가적인 분자 동정을 수행하였다. 조사 지역 내 주요 발생원은 대추야자 재배지용 저수조인 것으로 확인되었으며, 채집된 모기는 형태학적으로 총 2속 3종 155개체(암컷 130개체, 수컷 25개체)였고, 그중 열대집모기가 가장 높은 우점도를 나타냈다. 특히 열대집모기는 최근 국내 제주도에서도 발견되어 큰 관심을 받고 있는 종이다. 분자 분석은 현재 진행 중이며, 현재까지 분석이 완료된 개체들로서 *Culex quinquefasciatus*, *Culex pipiens*, 그리고 그 둘의 교잡종으로 확인되었다. 채집된 암컷 모기의 Flavivirus 감염 여부를 확인하기 위해 질병관리청의 RNA 추출 및 RT-PCR 분석 방법으로 실험을 수행하였으나, 모두 음성으로 확인되었다. 이러한 연구 결과들은 UAE 농업 지역에서의 모기 발생 특성에 대한 기초 자료를 제공하며, 향후 모기매개 질병 위험성 평가를 위한 지속적인 감시와 분자생물학적 병원체 분석의 필요성을 시사한다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

P1-06

서울시(양천구, 강서구)의 말라리아 매개모기(*Anopheles* spp.) 발생 현황손성욱<sup>1</sup>, 김학현<sup>1,2</sup>, 강효정<sup>1</sup>, 윤태중<sup>1</sup>, 김동건<sup>1,3</sup><sup>1</sup>삼육대학교 환경생태연구소<sup>2</sup>고려대학교 환경생태공학과<sup>3</sup>삼육대학교 교양교육원

모기과 얼룩날개모기속(Genus *Anopheles*)은 국내 8종이 기록되어 있으며, 이 중 *An. koreicus*를 제외한 7종이 말라리아 매개체로 알려져 있다. 서울시는 2024년 말라리아 위험지역으로 처음 지정되었으며, 이중 발생 빈도가 높은 자치구를 중심으로 감시체계를 집중 운영할 계획이며, 환자 중심 감시에서 나아가 매개모기와 병원체까지 포함한 통합적인 감시체계로 확대를 추진 중이다. 이를 위해 모기 종별 분포 및 주요 서식지에 대한 자료확보가 필수적이나 매개 모기 분포에 대한 기초 자료가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 서울특별시 도심 환경에서의 말라리아 매개 모기 발생 현황을 파악하기 위해 말라리아 환자 발생 신고수가 많았던 양천구와 강서구를 중심으로 17개 지점을 선정하고 2025년 5월부터 10월까지 격주로 성충 모기에 대한 모니터링과 월 1회 유충 조사를 수행하였다. 그 결과 총 7속 20종 11,649개체가 채집되었고 13개 지점에서 3종 (*An. pullus*, *An. lesteri*, *An. sinensis*) 206개체의 얼룩날개모기류가 확인되었다. 유충 서식지 조사에서는 집모기류(*Culex* spp.)와 숲모기류(*Aedes* spp.) 유충이 확인되었고 얼룩날개모기류 유충은 확인되지 않았다. 레스터얼룩날개모기(*An. lesteri*)와 잿빛얼룩날개모기(*An. pullus*)는 분자생물학적 분석을 통해 서울시에서 처음 기록되었으며, 두 종은 북한의 주요 말라리아 매개체로서 중국얼룩날개모기(*An. sinensis*)보다 높은 말라리아 전파 능력을 가지는 것으로 보고되어 있다. 따라서 서울시 도심 내에서 확인된 매개 모기의 분포는 향후 말라리아 위험도 평가와 방역 정책 수립에 있어 중요한 기초 자료가 될 것으로 판단되며, 발생지 추적 및 유충 서식처에 대한 정밀한 추가 조사와 지속적인 모니터링이 필수적이다.

\*\* 본 연구는 서울시(R25TA00344805-00)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

P1-07

## Physiological responses of the green tide alga *Ulva ohnoi* to temperature and nutrient enrichment

Hyun Woo Jeong<sup>p1</sup>, Ji Hwan Oh<sup>1</sup>, Yun Hee Kang<sup>2</sup>, and Sang Rul Park<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>Estuarine & Coastal Ecology Laboratory, Department of Marine Life Science, Jeju National University, Jeju, 63243, Republic of Korea

<sup>2</sup>Center for Climate Change Response, Jeju National University, Jeju, 63243, Republic of Korea

This study investigates the physiological and photosynthetic responses of the green tide-forming alga *Ulva ohnoi* under varying temperature (12 to 33°C) and nutrient conditions ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , and  $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ ). While daily growth rate (DGR) was highest at 27.5°C, measurable growth was still observed even at 33°C, although at a reduced rate compared to the thermal optimum. Nutrient enrichment, particularly the combination of nitrogen and phosphorus (NHNO), consistently enhanced both weight and area growth across most temperatures, indicating that nutrient availability mitigates thermal stress. Across all temperature regimes, the photosynthetic performance of *U. ohnoi* in nutrient-enriched treatments (NH, NO and NHNO) was consistently maintained at higher levels compared to the control group. These findings suggest that the synergistic interaction between warming (near 27.5°C) and eutrophication accelerates the expansion of *U. ohnoi*, providing critical insights for predicting green tide dynamics in temperate ecosystems.

**Corresponding author E-mail:** srpark@jejunu.ac.kr

P1-08

## 해양 독성 및 비독성 와편모조류 *Gymnodinium* 종의 독소 생성 및 삭시톡신 유전자 클러스터의 연관성 분석

김한솔<sup>p1,2</sup>, 부하리하완무함마드<sup>1</sup>, 김태희<sup>1</sup>, 홍진주<sup>1</sup>, 기장서<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>상명대학교 생명과학과

<sup>2</sup>상명대학교 자연과학연구소

삭시톡신(STX)은 독성 해양 와편모조류가 생성하는 매우 강력한 신경독소로, 생태계 안정과 인간 건강 모두를 위협한다. 와편모조류 속인 *Gymnodinium* 속 내에서 *G. catenatum*을 제외한 모든 종은 STX를 생성하지 않는 것으로 알려져 있으며, *G. catenatum*은 STX를 생성하고 마비성 조개 독소(PST)를 유발한다. 그러나 이 속 내에서 독성의 유전적 근거는 아직 밝혀지지 않았다. 본 연구에서는 독소 프로파일링과 전사체 시퀀싱을 이용하여 STX를 생성하지 않는 *G. impudicum*과 STX를 생성하지 않는 *G. smaydae*, 그리고 STX를 생성하는 *G. catenatum*의 삭시톡신 생합성 유전자(*sxt*)를 비교 분석했다. 독소 분석 결과, *G. impudicum*에서는 PST가 검출되지 않았다. 전사체 분석 결과, *G. impudicum*, *G. smaydae*, *G. catenatum*에서 각각 288개, 323개, 368개의 *sxt* 관련 유전자가 확인되었다. 흥미롭게도 *G. impudicum*은 핵심 유전자인 *sxtA*와 *sxtG*가 결여된 반면, *G. smaydae*는 *G. catenatum*과 유사하게 완전한 *sxt* 유전자 세트를 보유하고 있었다. 모든 *Gymnodinium* 종에서 *sxtB*가 결여되어 속 특이적인 유전자 소실이 나타났다. 계통 발생 분석 결과, *G. smaydae*와 *G. catenatum*은 대부분의 *sxt* 유전자에서 동일한 그룹에 속했으며, *G. impudicum*은 별도의 그룹에 속했다. 이러한 결과는 *G. impudicum*의 비독성이 핵심 *sxt* 유전자의 소실 때문일 수 있음을 시사하는 반면, *G. smaydae*는 *sxt* 유전자 레퍼토리를 유지하고 있으므로 유전자 존재 여부 외에도 다른 조절 인자가 STX 생성에 영향을 미칠 가능성이 있음을 나타낸다. 본 연구 결과는 와편모충류의 STX 생합성에 대한 이해를 심화시키며, 독성 및 비독성 *Gymnodinium* 종 간의 *sxt* 유전자 구성 차이를 밝혀냈다.

교신저자 E-mail: kijos@smu.ac.kr

P2-01

## Outdoor semi-continuous cultivation of *Chlorella* sp. HS2 using soy sauce wastewater: sustained biomass productivity across seasons

So-Ra Ko<sup>P1</sup>, Won-Suk Choi<sup>1,2</sup>, Dae-Hyun Cho<sup>1</sup>, Hee-Sik Kim<sup>1,2</sup>, and Chi-Yong Ahn<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Cell factory Research Centre, Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology, Daejeon 34141, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Bioresource & Environmental Engineering, KRIBB School of Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Republic of Korea

Outdoor microalgae cultivation using industrial wastewater is a promising strategy for simultaneous nutrient removal and biomass production. In this study, we evaluated the outdoor semi-continuous cultivation of *Chlorella* sp. HS2 conducted from March to October using diluted soy sauce wastewater as the sole nutrient supply. Biomass productivity ranged from 0.80 to 1.40 g L<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Regarding nutrient removal, the system achieved high efficiency: 65-67% for total dissolved nitrogen (TDN), 82-93% for total dissolved phosphorus (TDP), and 50-68% for total organic carbon (TOC). These results demonstrate that outdoor semi-continuous cultivation of *Chlorella* sp. HS2 using soy sauce wastewater can achieve stable biomass production together with efficient nutrient removal, highlighting its potential as a sustainable strategy for wastewater-based microalgal cultivation under outdoor conditions.

**Corresponding author E-mail:** cyahn@kribb.re.kr

P2-02

## Comparative evaluation of culture media for growth and fatty acid content in a Korean isolate of *Chlorella vulgaris*

Seong Hwi Lee<sup>P1</sup>, Kyong Ha Han<sup>2</sup>, Minseok Jeong<sup>3</sup>, and Hyeon Ho Shin<sup>C1</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries Biology, Pukyong National University, Busan 48574, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental Sciences, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

<sup>3</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan 46041, Korea

*Chlorella vulgaris* has been recognized for its high utility in bio-resource production, including health foods and cosmetics. In this study, five different culture media (JM, BG-11, AF-6, SP and Zarrouk medium) were compared to evaluate their effects on the growth and fatty acid content of *C. vulgaris* (LIMS-PS-0175). All media were prepared according to their original formulations, except that NaCl was omitted from Zarrouk medium and SP media to allow cultivation under freshwater condition. The experiment was conducted at 20°C and 100  $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  cool-white Fluorescent lamps under a 12L:12D photo-cycle. Significant growth of *C. vulgaris* was observed in Zarrouk medium, BG-11, and JM media, whereas growth with relatively low density was observed in AF-6 and SP media. *C. vulgaris* cultured in Zarrouk medium exhibited the highest biomass, with a maximum cell density of  $101.91 \pm 1.16 \times 10^5$  cells  $\text{mL}^{-1}$  and a dry cell weight of  $335.63 \pm 0.02$  mg  $\text{L}^{-1}$ . No significant difference were observed in the fatty acid composition in *C. vulgaris* cultured in Zarrouk medium, BG-11, and JM. In particular, the proportion of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), including alpha-linolenic acid (ALA), was highest in Zarrouk medium ( $35.98 \pm 0.69$  mg  $\text{g}^{-1}$ ), followed by JM and BG-11 media. These results indicate that Zarrouk medium is most suitable medium for the cultivation of *C. vulgaris*, and provide baseline data for establishing optimal conditions for LIMS-PS-0175 of *C. vulgaris*.

**Corresponding author E-mail:** shh961121@pknu.ac.kr

P3-01

## 황해 저층냉수대 및 주변 해역 중형저서동물 군집 구조의 시공간적 변동과 환경 결정 요인

오제혁<sup>1</sup>, 전무겸<sup>1</sup>, 신아영<sup>1</sup>, 김동성<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국해양과학기술원 기후대응·생태연구부

<sup>2</sup>한국해양과학기술원 제주연구소

본 연구는 황해 저층냉수대 및 주변 해역을 대상으로 지난 5년간(2021~2025년) 중형저서동물 군집 구조의 시공간적 변동 양상을 파악하고, 이에 관여하는 주요 환경 결정 요인을 규명하고자 수행되었다. 북위 32°~37° 사이 6개 라인의 정점에서 총 9회에 걸쳐 채취된 계절별 퇴적물 시료를 분석한 결과, 중형저서동물의 서식밀도는 전 계절에 걸쳐 위도 35°를 기점으로 남측은 중국 인접 해역에서, 북측은 한국 연안에서 높은 독특한 공간분포 패턴을 보였으며, 이는 우점 분류군인 선충류(Nematodes)의 분포와 일치하였다. Bray-Curtis 유사도 및 Simprof 검정, nMDS 분석 결과 전체 군집은 유의미한 7개 그룹으로 구분되었으며, 특히 냉수대와 비냉수대 지역의 뚜렷한 군집 차이가 확인되었다. 이러한 양상은 주성분 분석(PCA)에서도 동일하게 나타나 냉수대 존재 유무가 군집 구조를 결정짓는 주요 요인임을 시사하였다. 환경 요인과의 상관관계에서 저서유공충류(Benthic foraminiferans)는 저층 수온과 유의한 음의 상관관계를 보여 냉수대 환경의 잠재적 지표 분류군(Indicator taxa)으로서 가능성을 제시하였다. 특히적으로 조사 해역 내 TOC(총유기탄소)는 중형저서동물 군집 특성과 강한 음의 상관관계를 보였으며, 거리 기반 중복분석(dbRDA) 결과 단일 환경 요인 중 군집 변동에 가장 큰 영향력을 미치는 핵심 인자로 파악되었다.

교신저자 Email: dskim@kiost.ac.kr

P3-02

## A taxonomic study of the genus *Bambara* Vuillet (Coleoptera: Ptiliidae) in Korea, with two new species

Taeyoung Jang<sup>p</sup> and Jong-Seok Park<sup>c</sup>

Department of Biological Sciences and Biotechnology, Chungbuk National University, Chungbuk 28644, Korea

The genus *Bambara* Vuillet is the seventh most speciose group within the family Ptiliidae Erichson, with 33 valid species recognized worldwide. Members of this genus are characterized by the shape of the mesosternal collar and the presence of contiguous, large metacoxal laminae. Since many *Bambara* species are known only from female specimens and are considered parthenogenetic, the spermatheca serves as a critical diagnostic character to identify them. However, the spermathecae are prone to shrinking during handling, which makes them difficult to examine; consequently, many *Bambara* species remain undescribed. In this study, we report the genus *Bambara* for the first time in South Korea, including the descriptions of two new species. Detailed illustrations of diagnostic characters, along with a distribution map of the collection localities, are also provided.

**Corresponding author E-mail:** [jpark16@cbnu.ac.kr](mailto:jpark16@cbnu.ac.kr)

P3-03

## Vertical movement of *Folsomia quadrioculata* (Collembola) during overwintering

Taewoo Kim<sup>P1</sup>, Yun-Sik Lee<sup>2</sup>, June Wee<sup>3</sup>, Yongeun Kim<sup>4</sup>, and Kijong Cho<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

<sup>2</sup>Department of Biology Education, College of Education, Pusan National University, Busan 46241, Korea

<sup>3</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

<sup>4</sup>O-Jeong Eco-Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

Collembola are among the most abundant soil invertebrates, playing key roles in decomposition and nutrient cycling. Given their sensitivity to environmental conditions, they may be affected by climate change, leading to shifts in seasonal dynamics. Despite the importance of overwintering in shaping these dynamics, it remains poorly understood. In this study, we investigated the overwintering strategy of *Folsomia quadrioculata* using vertical soil sampling across three overwintering periods (December 2022-February 2023, January-March 2024, and December 2024-March 2025). Samples were collected from litter, humus, and topsoil (0-4, 4-8, and 8-12 cm), and head capsule width and soil pore size were measured. *F. quadrioculata* shifted to deeper, relatively warmer soil layers when temperatures were lowest. Head capsule width was positively correlated with soil pore size, with smaller individuals occurring in deeper layers with smaller pores. These results suggest that vertical movement serves as an adaptive strategy to cope with low winter temperatures and may be influenced by soil pore size. This study provides insights into the winter ecology of Collembola and their potential responses to climate change.

\*\* This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through Climate Change R&D Project for New Climate Regime, funded by Korea Ministry of Environment(MOE)(RS-2022-KE002294)

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

P3-04

## Multiplex MS 마커를 활용한 강원권 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 개체 식별 및 유전적 다양성 분석

한윤하<sup>p1,2</sup>, 박다솜<sup>1</sup>, 문정찬<sup>1</sup>, 우동걸<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실

<sup>2</sup>서울대학교 협동과정 조경학

본 연구에서는 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 효율적인 개체 식별을 위한 multiplex MS 마커 세트를 개발하고 이를 활용하여 강원권 산양의 유전적 다양성을 분석하였다. 기존의 산양 특이적 MS(microsatellite) 마커 중 성판별 마커 1개와 개체 식별 마커 8개를 선정하여 2개의 multiplex 세트를 구성하였다(Set 1: XY, SY58, SY12A, SY12B, SY84B; Set 2: SY48, SY76, SY3A, SY71). 유전 분석에는 2023년 12월부터 2024년 3월까지 강원도 양구, 화천, 고성, 삼척에서 수집한 산양 폐사체 45개의 조직 시료를 사용하였다. 개발된 마커 세트를 활용한 2회의 PCR 과정만으로 9개 loci를 모두 증폭하였으며, 단일 마커 분석 대비 시간과 시료 사용량을 75% 이상 감축시켰다. 8개의 개체 식별 마커를 분석한 결과 45개체의 산양을 모두 구분하였으며, 평균 대립유전자 개수( $A$ )는 4.6(2-6), 평균 기대 이형접합도( $H_e$ )는 0.651(0.481-0.799), 평균 관측 이형접합도( $H_o$ )는 0.606(0.244-0.756)으로 나타났다. 멸종위기종임에도 불구하고 강원권 산양은 0.6 이상의  $H_e$ 로 비교적 양호한 유전적 다양성을 가진다고 판단할 수 있다. 평균 다형정보지수(PIC)는 0.58(0.36-0.76)로 본 마커 세트가 산양 개체 식별에 매우 유용함을 확인하였다. 또한 양구(N=20), 화천(N=17), 고성(N=4), 삼척(N=4) 지역 산양 집단 간의 유전적 분화도를 분석한 결과, 지역 쌍별 고정지수(Pairwise  $F_{ST}$ )는 모두 0에 가까워(양구-화천 -0.0038, 양구-고성 0.0090, 양구-삼척 0.0283, 화천-고성 0.02018, 화천-삼척 0.0406, 고성-삼척 0.0326) 집단 간 분화가 거의 없는 것으로 나타났다. 유전적 변이의 정량화를 위한 AMOVA 분석에서도 지역 간 변이가 1.2%에 불과했으며, 집단 간 유전적 차이는 통계적으로 유의하지 않아( $P > 0.05$ ) 강원권 산양의 유전자 흐름이 원활함을 확인하였다. 이러한 결과는 본 연구에서 개발한 multiplex MS 마커가 산양 유전 분석의 효율성을 제고할 수 있음을 입증하며, 이를 활용하여 확인된 강원권 산양의 높은 유전적 다양성과 지역 간 유전자 흐름은 향후 우리나라 산양 복원과 개체군 관리에 중요한 기초 자료가 될 것이다.

교신저자 E-mail: martes@nie.re.kr

P3-05

## Variation in collembolan community structure across habitat layers in Korean pine forests

Jaejun Song<sup>p1</sup>, Do Hwan Yoon<sup>2</sup>, Taewoo Kim<sup>2</sup>, Yun-Sik Lee<sup>3</sup>, June Wee<sup>4</sup>,  
Seongchan Lee<sup>5</sup>, Wonil Choi<sup>5</sup>, and Kijong Cho<sup>c2</sup>

<sup>1</sup>OJEong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

<sup>2</sup>Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,  
Seoul 02841, Korea

<sup>3</sup>Department of Biology Education, Pusan National University, Busan 46241, Korea

<sup>4</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

<sup>5</sup>Forest Entomology and Pathology Division, National Institute of Forest Science,  
Seoul 02455, Korea

Although habitat layers strongly influence the life forms and trophic niches of Collembola, vertical variation in collembolan community structure remains poorly understood in Korean forests. In this study, collembolan abundance and community composition in litter and soil layers were assessed using samples collected from three *Pinus densiflora* and three *P. koraiensis* forests in Korea and extracted with Berlese funnels. Estimated species richness and diversity indices were consistently higher in the litter layer than in the soil layer at all sites. In contrast, collembolan density tended to be higher in the soil layer at five of six sites, and the pooled mean density was also higher in the soil layer (2,810 individuals/m<sup>2</sup>) than in the litter layer (1,981 individuals/m<sup>2</sup>), although the difference was not statistically significant ( $p = 0.182$ ). Patterns of community composition varied with taxonomic resolution: regional heterogeneity was more pronounced at the species level, whereas separation between habitat layers was clearer at the family level. These findings highlight the role of habitat layer as a major driver of collembolan functional diversity in forest soil ecosystems, suggesting it should be incorporated into forest soil monitoring.

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

P3-06

## Immediate resilience and heterogeneity of mammal communities following the 2025 Gyeongbuk megafire

Jinhwi Kim<sup>P</sup>, Jonghoon Jeon, Yunha Han, Seulgi Koo, Seongsu Noh,  
Areum Kim, and Donggul Woo<sup>C</sup>

Mammal Restoration Team, Research Center for Endangered Species, National Institute of Ecology, Yeongyang, Gyeongbuk Province 36531, Republic of Korea

The 2025 Gyeongbuk megafire was a catastrophic disturbance that incinerated approximately 99,490 ha of forest in South Korea, raising urgent concerns regarding its immediate impact on regional biodiversity. To quantify immediate post-fire mammal responses across burn severities and assess the influence of environmental and topographic variables on relative abundance, we conducted a rapid camera trap survey across unburned, surface-stem fire, and crown-fire sites. In total, we recorded 1,849 detection events over a 7-month monitoring period. Relative abundance indices differed among burn classes, with the highest detection rates observed in crown-fire sites. The mammal community exhibited high overall resilience, with detection rates maintained or increased in burned habitats. Widespread generalists including Asian badger (*Meles leucurus*), roe deer (*Capreolus pygargus*), and raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) showed high relative abundance in fire-affected zones, supporting the “fire magnet” hypotheses. In contrast, endangered specialists such as the long-tailed goral (*Naemorhedus caudatus*), leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), and yellow-throated marten (*Martes flaviula*) were rarely detected and primarily observed in unburned areas. Burn severity, forest type, and spectral indices showed weak effects on detection rates during this immediate post-fire window. These results provide baseline information on the short-term persistence of generalist mammals while highlighting the potential vulnerability of habitat specialists, informing post-fire monitoring priorities and management planning.

**Corresponding author E-mail:** [martes@nie.re.kr](mailto:martes@nie.re.kr)

P5-01

## First report of five *Desmodesmus* species in Korean freshwater based on morphological and molecular evidence

Yu Ho Kim<sup>P1</sup>, Minseok Jeong<sup>2</sup>, Bok Yeon Jo<sup>1</sup>, Jae Hak Lee<sup>1</sup>, and Seung Won Nam<sup>C1</sup>

<sup>1</sup>Freshwater Bioresources Culture Collection (FBCC), Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju, 37242, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan, 46041, Republic of Korea

*Desmodesmus* (Scenedesmaceae) is a freshwater green algal genus that generally forms four-celled coenobia characterized by distinct spines and diverse ultrastructural features such as ribs, warts, and rosettes. Due to morphological similarities among species, molecular approaches are essential for accurate identification. To improve our understanding of species diversity, we conducted a taxonomic review of Korean freshwater *Desmodesmus* species based on light and electron microscopy, together with molecular phylogenetic analysis. As a result, we report five unrecorded *Desmodesmus* species in Korea. Their taxonomic classification is as follows: Order Sphaeropleales Luerssen 1877 - Family Scenedesmaceae Oltmanns 1904 - Genus *Desmodesmus* An, Friedl and Hegewald, 1999 - *D. pseudoperforatus* Hegedüs and Dragos 2024; *D. dohacommunis* Demura 2022; *D. pseudocommunis* Hegewald 2017; *D. lamellatus* Demura 2024; *D. perdux* Fawley, Fawley and Hegewald 2011.

**Corresponding author E-mail:** seungwon10@nmibr.re.kr

P5-02

Taxonomic characteristics and chitin degradation potential of two novel species isolated from a freshwater agricultural pond, *Chitinimonas fontana* sp. nov. and *Roseateles fontanus* sp. nov.

Jae-Young Lee<sup>p1,2</sup> and Mi-Kyung Lee<sup>c1,3</sup>

<sup>1</sup>Biological Resource Center, Korean Collection for Type Cultures (KCTC), Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Jeongseup 56212, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Environmental Biotechnology, KRIBB School of Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Republic of Korea

Chitin is one of the most abundant nitrogen-containing biomolecules in aquatic environments and plays a key role in the material cycle of aquatic ecosystems. In this study, two strains (BJYL2<sup>T</sup> and BJYL3<sup>T</sup>) were isolated from freshwater samples from an agricultural reservoir and identified as *Chitinimonas fontana* sp. nov. and *Roseateles fontanus* sp. nov., respectively, through multiphase taxonomic analysis and comparative genomic analysis (ANI, dDDH). Both strains are Gram-negative, rod-shaped, and motile via unipolar flagella, and belong to the order *Burkholderiales*. Genome annotation analysis (eggNOG) revealed that genes related to COG E (amino acid transport and metabolism) and COG G (carbohydrate transport and metabolism) were significantly abundant, reflecting physiological potential specialized for the metabolism of N-acetylglucosamine (GlcNAc), a chitin degradation product. Both strains possess a diverse family of glycoside hydrolases (GHs); in particular, BJYL3<sup>T</sup> possesses both GH18, which is common in bacteria, and GH19 chitinase, which is mainly reported in plants and actinomycetes, thereby enabling expanded substrate specificity and diversification of chitin chain cleavage methods. Additionally, a modular enzyme structure including a carbohydrate-binding module (CBM5/12), PKD and FN3 auxiliary domains, and TAT secretion signal sequences was identified, suggesting an extracellular degradation mechanism for insoluble chitin. A direct hydrolysis pathway via GH18/GH19 chitinases and GH3  $\beta$ -N-acetylglucosaminidase, and a deacetylation pathway via CE4 deacetylases (two in BJYL2<sup>T</sup> and five in BJYL3<sup>T</sup>) operate in parallel, demonstrating metabolic flexibility capable of efficiently utilizing structurally diverse chitin substrates.

**Corresponding author E-mail:** miklee1010@kribb.re.kr

## P6-01

## 동해 천해역 무절석회조류에 서식하는 중형저서동물 군집 특성

전무겸<sup>p1,2</sup>, 오제혁<sup>1</sup>, 신아영<sup>1,2</sup>, 오철웅<sup>2</sup>, 민원기<sup>c3</sup>, 김동성<sup>c4</sup><sup>1</sup>한국해양과학기술원 기후대응·생태연구부<sup>2</sup>부경대학교 해양생물학과<sup>3</sup>한국해양과학기술원 동해환경연구센터<sup>4</sup>한국해양과학기술원 제주연구소

무절석회조류는 석회질 홍조류의 한 종류로 한국 연안에서 갯녹음 현상이 심화됨에 따라 우점률이 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이러한 현상은 국내 연안 중 동해에서 가장 두드러지게 나타나는 것으로 알려져 있다. 높은 구조적 복잡성과 생물막 형성에 유리한 표면 특성으로 인해 무절석회조류는 다양한 저서생물의 서식처로 기능할 수 있으나, 이에 서식하는 중형저서동물에 대한 연구는 아직 제한적인 실정이다. 중형저서동물은 32  $\mu\text{m}$ 에서 1 mm사이 크기의 매우 작은 저서무척추동물로 대부분 해양 환경에서 서식 가능하며, 환경 변화에 민감하고 세대 기간이 짧아 저서 생태계의 변화를 파악하기 유용한 생물지표 중 하나로 여겨진다. 본 연구는 동해 천해역 무절석회조류에 서식하는 중형저서동물 군집의 분포 특성과 지역 간 차이를 규명하고자 하였다. 조사는 한반도 연안의 후정 해변, 연안에서 약 20km 이격된 왕돌초, 그리고 울릉도 인근 해역에서 수행되었으며, SCUBA를 이용해 바위에 활착된 무절석회조류 위에 10 × 10 cm 방형구를 설치한 뒤 밀칼로 긁어 채집 및 분석하였다. 조사 지역의 평균 수심은 약 12 m였다. 조사 결과, 한반도 연안 해역에 비해 울릉도 인근 해역에서 중형저서동물의 서식밀도가 더 높게 나타났다. 지역별 및 시기별 분류군로 중형저서동물 분류군 조성은 큰 차이를 보이지 않았으며, 모든 지역에서 주로 선충류가 가장 우점하는 분류군으로 나타났다. 이외에도 저서성 요각류, 갑각류 유생, 다모류, 저서유공충류 등이 순서대로 우점하는 양상을 나타내었다. 후정 해변과 울릉도 인근 해역에 서식하는 중형저서동물의 군집 특성은 서로 확실히 구분되었으며, 왕돌초 인근 해역의 경우 두 지역의 중간적 특성을 보였다. 본 연구는 무절석회조류에 서식하는 중형저서동물 군집에 대한 기초 자료를 제공하며, 향후 관련 연구의 기반 정보를 제시한다.

교신저자 Email: wgmin@kisot.ac.kr; dskim@kiost.ac.kr

P6-02

## Head capsule variation of *Plecia longiforceps* larvae on Gyeyang Mountain, Incheon

Seong Hyeon Yeo<sup>P1</sup>, Young Min Park<sup>2</sup>, Yun Sang Jeong<sup>2</sup>, and June Wee<sup>c1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied biology, Chungnam National University, Daejeon 34143, Korea

<sup>2</sup>Department of Agricultural biology, Chungnam National University, Daejeon 34143, Korea

*Plecia longiforceps* Duda, 1934(Diptera: Bibionidae) has been increasingly reported in Korea since 2022, and a large outbreak in June 2025 raised major social concern. However, ecological information essential for management, including habitat characteristics, seasonal occurrence, overwintering strategy, and larval ecology in soil, remains limited. This study examined the distribution and head capsule width of *P. longiforceps* larvae collected from Gyeyang Mountain, Incheon, a major outbreak site in 2025. From September 2025 to March 2026, soil samples were collected from four slope aspects (east, west, south, and north) at four elevations (100–370 m). Larvae were extracted using Berlese funnels, counted, and measured for head capsule width. Head capsule width significantly differed between September and October, whereas values in November were similar to those in October. Head capsule width also varied with elevation, with the largest values recorded at 370 m, followed by 100 m, 200 m, and 300 m during the sampling period from September to November. These results suggest that the larval instar of *P. longiforceps* changes from September to October, while little change occurs from October to November. In addition, differences in head capsule width among elevations may be associated with environmental conditions at each elevation. The observed developmental patterns suggest that the larval growth of *P. longiforceps* is concentrated in early autumn, followed by an overwintering phase. These results offer valuable insights for predicting seasonal occurrence and developing site-specific management strategies for this emerging pest.

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

## P6-03

## 원주시 주요 하천에 서식하는 어류의 장기 생태 연구: 원주천, 서곡천, 삼산천을 대상으로

왕주현<sup>P</sup>, 고민섭, 권재현, 이황구<sup>C</sup>

상지대학교 생명과학과

본 연구는 강원특별자치도 원주시의 주요 하천인 원주천, 서곡천, 삼산천을 대상으로 15년간 (2011~2025년) 축적된 장기 모니터링 자료를 이용하여 수질 환경과 어류군집 구조의 장기 변동 특성을 비교·분석하고 하천 생태계 변화 양상을 평가하기 위해 수행되었다. 수질 환경은 물환경 정보시스템의 BOD, COD, TOC 자료를 활용하였으며, 어류 군집은 각 하천별 선정된 정점에서 채집된 자료를 바탕으로 군집지수, 내성도 길드, Rarefaction curve 및 어류평가지수(FAI)를 산출하였다. 분석 결과, 도심을 관통하는 원주천은 서곡천 및 삼산천에 비해 BOD, COD, TOC 농도가 유의미하게 높았으며, 이는 생태하천 복원 사업, 도심 지표 유출 및 비점오염원 유입 등 복합적인 영향 때문인 것으로 판단된다. 출현 종수는 서곡천(40종), 삼산천(34종), 원주천(30종) 순으로 나타났다. 원주천의 경우 기존 서식이 보고되지 않은 멸종위기 야생생물 II급 묵납자루 (*Acheilognathus signifer*)가 새롭게 확인되어 정착 여부 판별을 위한 정밀 모니터링이 필요할 것으로 판단된다. 군집구조 및 내성도 길드 분석 결과, 원주천은 특정 시기에 유기물 증가로 군집 안정성이 일시적으로 저하되었으나 이후 점진적으로 회복되는 경향을 보였다. 서곡천은 양호한 수질 조건과 달리 민감종의 비율이 낮고 중간종이 우점하는 군집 특성을 보였고, 삼산천은 상대적으로 가장 안정적인 군집 구조를 형성하고 있었다. 또한 희소곡선과 FAI 분석에서도 삼산천이 세 하천 중 가장 높은 잠재적 종다양성과 양호한 하천건강성을 유지하고 있는 것으로 분석되었다. 종합적으로 원주시 주요 하천의 수질 환경과 어류 군집 구조는 하천별 토지이용 특성과 물리적 서식환경에 따라 서로 다른 장기적 변화 양상을 보이는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 단순한 수질 관리에 그치지 않고 하천 서식처 구조 개선과 물리적 안정성 확보를 포함한 통합적 하천 관리 전략의 필요성을 뒷받침한다. 따라서, 본 연구 결과는 향후 원주 지역 하천의 생물다양성 보전과 수생태계 복원 정책 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: morningdew@sangji.ac.kr

P6-04

## 제주 동백동산습지의 저서성 대형무척추동물 군집구조 및 물장군(*Lethocerus deyrolli*) 서식처 특성 분석

권재현<sup>P</sup>, 왕주현, 고민섭, 이황구<sup>C</sup>

상지대학교 생명과학과

본 연구는 2011년 램사르습지로 등재된 제주 동백동산습지의 저서성 대형무척추동물 군집 구조를 파악하고 생태적 안정성을 평가하고자 수행되었다. 현지조사는 2023년 4월부터 8월까지 총 3회 수행되었다. 조사 결과, 총 3문 3강 11목 24과 47종 2,840개체가 확인되었다. 잠자리목과 딱정벌레목에서 각 14종으로 가장 높은 종 다양성을 보였으며, 파리목에서 900개체로 최다 개체수를 기록하였다. 특히 정수생태계 지표군인 OHC-group이 1,127개체(39.68%)로 높게 나타났으며, 법정보호종인 멸종위기야생생물 II급 물장군과 물방개의 서식이 확인되었다. 우점종은 깔따구류(Chironomidae spp., 27.7%), 아우점종은 연못하루살이(*Cloeon dipterum*, 16.7%)로 나타났다. 시기별 군집지수 분석 결과, 6월(2차)에 우점도지수가 가장 낮고 다양도와 풍부도가 높았는데, 이는 강우에 의한 유량 증가 및 서식처 확대가 군집구조에 긍정적인 영향을 미친 결과로 판단된다. 서식기능군 분석 결과, 굴파는무리(Burrowers)의 우점종인 깔따구류는 생활사의 영향으로 조사 후기로 갈수록 비율이 감소했지만, 기는무리(Sprawlers)는 수위 상승에 따른 미소서식처의 공간적 확장과 연동되어 점진적으로 증가하는 경향을 보였다. 섭식기능군은 습지 환경을 선호하는 연못하루살이의 영향으로 주워먹는무리(Gathering-Collectors)가 모든 시기에서 우세하였다. 군집 안정성 분석 결과, 저항력과 회복력이 모두 높은 Group I에 속하는 종이 39종(79.1%)으로 가장 높았는데, 제주 동백동산습지가 외부 교란에 대해 강한 복원력을 가진 안정적인 생태계를 유지하고 있는 것으로 판단된다. 또한 물장군의 행동반경(3km) 내 토지이용 분석 결과, 농업지역 비율(29.9%)이 제주시에 위치한 타 램사르습지와 비교하여 높은 것으로 분석되어 최적의 산란 및 먹이활동 환경을 갖춘 것으로 확인되었다. 제주 동백동산습지는 인근 농업지역과 연계되어 물장군, 물방개 등 법정보호종의 독보적인 생태 거점 역할을 수행하고 있으나, 높은 탐방 접근성에 따른 서식처 간섭 위험에 상시 노출되어 있는 실정이다. 따라서 멸종위기야생생물 보호를 위해 산란기 내 탐방객 동선 조정 및 서식처 간섭 요인 최소화와 생태적 저감 시설 정비 등 실효적인 보전 전략 마련이 필요할 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: morningdew@sangji.ac.kr

## P6-05

## 동강 어류 군집의 장기 생태 변화 연구: 생태·경관보전지역을 중심으로

고민섭<sup>P</sup>, 왕주현, 권재현, 이황구<sup>C</sup>

상지대학교 생명과학과

본 연구는 2002년 ‘생태·경관보전지역’으로 지정된 동강(평창·정선·영월)을 대상으로, 2001년부터 2023년까지 총 23년간(2007, 2013년 제외) 축적된 장기 모니터링 데이터를 이용하여 어류 군집의 시공간적 변화 양상을 파악하고, 장기 변동 특성 및 생태적 건강성을 종합적으로 평가하고자 수행되었다. 조사는 동강 상·중·하류를 대표하는 3개 지점에서 수행되었으며, 채집된 어류를 대상으로 종조성, 군집지수, 내성도 및 섭식 길드 분석과 더불어 Rarefaction curve 및 Fish Community Change and Statistical Analysis를 실시하였다. 어류는 총 12과 45종 19,377개체가 채집되었으며, 우점종은 참갈겨니(*Zacco koreanus*), 아우점종은 피라미(*Zacco platypus*)로 확인되었다. 법정보호종은 8종(17.8%), 한국고유종은 22종(48.9%)이 출현하여 높은 고유성을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. 군집분석 결과 우점도지수는 감소하고, 다양도 및 균등도지수는 증가하는 경향을 보여, 장기적으로 어류 군집의 안정성이 향상되는 양상이 나타났다. 또한 내성도 및 섭식 길드 분석 결과 민감종과 충식종의 비율이 높게 나타나 동강의 수생태계 건강성과 자연성이 전반적으로 양호한 것으로 확인되었다. Rarefaction curve 분석 결과 동일 표본 크기 기준 기대 종수 역시 장기적으로 증가하는 경향성을 보였다. Fish Community Change and Statistical Analysis 결과 3개의 그룹으로 분류되었고, Group 1은 No change ( $p>0.05$ ), Group 2는 Increasing ( $p<0.05$ ), Group 3은 Random ( $p<0.05$ )으로 확인되었다. 다변량 상관성 분석(Pearson correlation analysis) 결과, 시간 경과에 따라 용존산소(DO)와 pH가 상승하고, 부유물질(SS)이 감소하는 등 수질 환경이 유의미하게 개선되었으며, 이와 연동하여 다양도지수(H')와 한국고유종의 출현 빈도 역시 양의 상관관계를 보이며 증가하는 추세를 나타냈다. 이러한 결과는 2002년 생태·경관보전지역 지정 이후 지속적인 보전 관리를 통해 수환경이 안정화되고, 어류 군집의 구조적 건강성이 향상되었음을 시사한다. 본 연구는 장기 생태 모니터링 자료를 바탕으로 보호지역 내 하천 생태계의 복원력과 변화 양상을 규명한 사례로서, 향후 하천 관리 및 보전 정책 수립을 위한 자료로 활용될 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: morningdew@sangji.ac.kr

P6-06

## 갯벌 염생식물 식생 장기 모니터링을 통한 블루카본 생태계 특성 연구 - 서해갯벌보전축을 중심으로 -

김민주<sup>p1</sup>, 김봉석<sup>1</sup>, 이정민<sup>2</sup>, 김현수<sup>1</sup>, 임다윤<sup>1</sup>, 조경미<sup>1</sup>, 이승준<sup>1</sup>, 박여빈<sup>1</sup>, 박지원<sup>1</sup>, 유영한<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>국립공주대학교 일반대학원 생명과학과

<sup>2</sup>국립산림과학원 생활권도시숲연구센터

갯벌 염생식물은 조간대 상부와 염습지 지역에서 군락을 형성하며 연안 블루카본 생태계를 구성하는 중요한 식생 요소이다. 본 연구는 국가해양생태계종합조사의 일환으로 수행된 갯벌 생태조사 자료를 활용하여 국내 갯벌 염생식물의 식물상과 식생 분포 특성을 분석하고, 장기 모니터링을 통해 블루카본 생태계의 식생 기반 특성을 파악하고자 하였다. 연구 자료는 2015년부터 2025년까지 2년 간격으로 수행된 갯벌 생태조사 결과를 기반으로 하였으며, 특히 서해갯벌보전축인 4개 권역(인천·경기, 충남, 전북, 전남)을 중심으로 염생식물의 종 조성과 군락 분포 특성을 분석하였다. 식물상 조사 결과, 국내 갯벌에서는 총 96종의 염생식물이 확인되었으며, 지역별로는 경기·인천 권역에서 77종으로 가장 많은 종이 출현하였다. 서해갯벌보전축의 군락 면적 상위 10개 군락을 분석한 결과, 칠면초군락(5,452,121m<sup>2</sup>), 갈대군락(5,235,531m<sup>2</sup>), 모새달군락(437,461m<sup>2</sup>), 해홍나물군락(401,767m<sup>2</sup>), 갯잔디군락(317,187m<sup>2</sup>), 갯그령군락(111,137m<sup>2</sup>), 천일사초군락(100,779m<sup>2</sup>), 기수초군락(84,263m<sup>2</sup>), 지채군락(79,243m<sup>2</sup>), 쯤보리사초군락(50,292m<sup>2</sup>) 순으로 나타났다. 권역별로는 인천·경기와 전북에서 칠면초군락이 각각 1,505,409m<sup>2</sup>와 1,891,203m<sup>2</sup>로 우세하게 나타났으며, 이는 해당 권역 전체 군락 면적의 29.0%와 49.0%를 차지하였다. 전남에서는 갈대군락이 4,813,363m<sup>2</sup>로 가장 넓은 분포면적을 보였으며 전체 군락 면적의 35.5%를 차지하였다. 충남에서는 칠면초군락(195,710m<sup>2</sup>, 18.2%), 갈대군락(111,358m<sup>2</sup>, 10.3%), 갯그령군락(105,128m<sup>2</sup>, 9.8%) 등이 함께 분포하는 혼합형 식생 구조가 확인되었다. 이러한 결과는 서해갯벌보전축 갯벌 식생이 조간대의 칠면초군락과 상부 염습지의 갈대군락을 중심으로 형성되는 식생대(zonation) 구조를 나타냄을 보여준다. 본 연구는 국내 갯벌 염생식물 식생의 장기적 분포 특성과 권역별 식생 구조를 제시함으로써 연안 블루카본 생태계 이해를 위한 기초자료를 제공하며, 향후 갯벌 생태계 보전 및 관리 전략 수립에 활용될 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: youeco21@kongju.ac.kr

P6-07

## 흑산도 병해충 피해 곰솔림의 천이과정 및 군집 동태 변화

김봉석<sup>P</sup>, 김민주, 유영한<sup>C</sup>

국립공주대학교 일반대학원 생명과학과

본 연구는 흑산도 일대에서 병해충 피해를 겪은 곰솔림을 대상으로 2014년, 2016년, 2019년, 2023년의 식생조사 자료를 비교하여 교란 이후 군집 구조 변화와 천이 방향을 해석하고자 수행되었다. 조사는 연도별로 독립적으로 설정된 방형구에서 실시되었으며, 층위별 출현종의 피도와 상층식생의 흉고직경(DBH)을 측정하였다. 확보된 자료를 바탕으로 군락별 종조성, 평균상대우점치(MIP), 종다양성 및 식생유형별 면적 변화를 비교하였다. 분석 결과, 2014년에는 조사구의 대부분이 곰솔군락으로 분류되어 곰솔의 우점 경향이 뚜렷하였으나, 2016년 이후 동백나무-사스레피나무군락과 구실잣밤나무군락의 비중이 증가하였다. 2019년과 2023년에는 동백나무, 사스레피나무, 후박나무, 구실잣밤나무 등 난대성 상록활엽수 요소를 포함한 군락이 보다 다양하게 출현하였다. 또한 MIP 분석 결과, 곰솔의 상대적 우점도는 점차 감소한 반면, 동백나무, 사스레피나무, 구실잣밤나무, 후박나무, 참식나무 등 상록활엽수 및 후계수종의 기여도는 증가하는 경향을 보였다. 특히 교목층 중심의 곰솔 우세 구조가 약화되고 아교목층과 관목층에서 상록활엽수종의 출현 빈도와 피도가 높아져 수직적 군집 구조의 재편이 진행되고 있음을 확인하였다. 이러한 변화는 병해충 피해에 따른 상층 임관 쇠퇴와 광환경 변화가 하층식생 발달과 수종 교체를 촉진한 결과로 해석된다. 이는 기존 곰솔림이 흑산도의 기후 및 입지 조건에 적합한 난대성 상록활엽수림 중심의 군집으로 전환되는 천이 과정에 있음을 시사한다. 본 연구는 도서 산림에서 생물적 교란 이후 나타나는 자연회복과 군집 재조직화 양상을 장기 시계열 자료로 제시하였다는 점에서 의의가 있으며, 향후 도서지역 산림 훼손지의 보전·복원 및 적응적 관리 전략 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

교신저자 E-mail: youeco21@kongju.ac.kr

P6-08

## 제주도 생태·자연도 1등급 권역의 산림식생 구조 특성 및 보전방안

김봉석<sup>P</sup>, 김민주, 유영한<sup>C</sup>

국립공주대학교 일반대학원 생명과학과

본 연구는 제5차 전국자연환경조사 자료를 활용해 제주도 생태·자연도 1등급 권역의 산림식생 구조를 정량적으로 분석하고, 환경변수와의 상관관계를 규명하여 생태보전 전략을 수립하고자 수행되었다. 총 191개소의 식생조사표를 수집하여 단일 출현종(Singleton)을 배제한 후, 현장 상관식생 분류(24개 유형)를 기준으로 평균상대우점치(MIP)를 산출하였다. 아울러 이원지표종분석(TWINSPAN)과 비계량적 다차원척도법(NMDS)을 병행하여 군락 구조를 다각도로 분석하였다. 분석 결과, 상관식생 24개 유형과 TWINSPAN 분류 간 세부적인 구조 차이는 있었으나, 거시적으로는 온대 낙엽활엽수림(지표종: 때죽나무, 팔배나무, 사람주나무)과 난대 상록활엽수림(지표종: 동백나무, 개서어나무)으로 대별되며 수직적 분포 경향과 대체로 일치하였다. 군락별 MIP 분석 결과, 고지대에서는 개서어나무와 졸참나무가, 저지대에서는 구실잣밤나무, 붉가시나무 등 상록활엽수종이 우점하였으며, 일부 교란지에서는 곰솔림과 삼나무 식재림이 2차림과 혼재하는 양상이 나타났다. NMDS 분석(3D solution, Final Stress=18.506,  $p<0.01$ ) 및 Joint plot 검증 결과, 해발고도는 식생군락의 공간적 배열과 밀접한 관련을 보이는 핵심 환경인자로 해석되었다. 특히, 해발 400~700m 지대에서 낙엽수와 상록수가 교차하는 광범위한 식생 접이지대(Ecotone)가 확인되었으며, 이는 기후 온난화에 따른 난대 수종의 고도 상향 이동 및 천이 동태를 시사한다. 따라서 접이지대 중심의 장기 모니터링, 한 대오름 일대 산지습지 등 보전가치가 높은 지역의 인위적 간섭 최소화, 식재림의 자생종 중심 적응적 관리가 필요하다. 본 연구는 향후 제주도 생태·자연도 1등급 권역 산림 관리의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: youeco21@kongju.ac.kr

P6-09

Morphological and molecular characterization of *Apatococcus echinosporus* sp. nov. (Trebouxiophyceae), a green alga isolated from rainwater

Minseok Jeong<sup>P1</sup>, Kyong Ha Han<sup>2</sup>, and Hyeon Ho Shin<sup>C3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental Sciences, Hanyang University, Seoul, Republic of Korea

<sup>3</sup>Division of Fisheries Science, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

This study describes a new species, *Apatococcus echinosporus* sp. nov., collected from rainwater representing atmospheric wet deposition. *A. echinosporus* was characterized by spherical vegetative cells with thick cell walls and shallowly lobed, parietal chloroplasts lacking pyrenoids, distinguishing it from other *Apatococcus* species. Autospores were covered with numerous blunt spines distributed over approximately half of the spore surface. Molecular phylogenetic analyses revealed that *A. echinosporus* forms a well-supported monophyletic clade including isolates from rainwater, the surface of a polyethylene waste container, and house dust. The occurrence of this species across these diverse environments is consistent with the capacity of aerophytic microalgae to undergo atmospheric dispersal via wet deposition. This finding also provides observational support for the role of rainwater in the colonization of terrestrial surfaces by aeroterrestrial algae.

**Corresponding author E-mail:** shh961121@pknu.ac.kr

P6-10

## Diversity of microalgae isolated from rain water in Korea: first survey based on morphological and molecular analyses

Min Jun Seong<sup>p1</sup>, Minseok Jeong<sup>2</sup>, and Hyeon Ho Shin<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>Division of Fisheries Life Science, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

The atmosphere contains a diverse range of microorganisms dispersed through rainfall. However, the diversity of microalgae introduced via rainfall remains poorly understood. In this study, sterile samplers were deployed on the rooftop immediately before rainfall events to collect rainwater. The samplers were retrieved after the rainfall stopped. Microalgae were isolated from the collected rainwater and 11 green algal strains were successfully established. The isolates were identified based on morphological characteristics and molecular phylogenetic analyses using combined small subunit (SSU) rDNA and internal transcribed spacer (ITS) sequences. The isolated strains included genera commonly reported from terrestrial (*Coelastrrella oocystiformis*, *Diplosphaera chodatii*, *Eremochloris sphaerica*, *Jaagichlorella africana*, and *Tetratostichococcus* sp.), freshwater (*Desmodesmus multivariabilis* and *Ettlia* sp.), and both terrestrial and freshwater (*Chloroidium saccharophilum*, *Coelastrrella* sp., *Coelastrrella thermophila*, and *Klebsormidium flaccidum*) environments. In particular, the two genera *Eremochloris* and *Diplosphaera* have not previously been described from Korea. In addition, *Coelastrrella* sp., *Ettlia* sp., and *Tetratostichococcus* sp. formed distinct lineages in phylogenetic tree, suggesting potential species diversity within atmospheric microalgal communities. These results indicate that previously unrecorded microalgal in Korea may be introduced through rainfall, highlighting the need for further studies on the diversity of atmospheric microalgae.

**Corresponding author E-mail:** shh961121@pknu.ac.kr

## P6-11

## 폐쇄생태계 기반 실험을 이용한 갯녹음 유발 다중 환경요인 반응 평가

강준수<sup>p</sup>, 현봉길<sup>c</sup>

한국해양과학기술원 선박평형수연구센터

해조류는 연안 생태계의 주요 1차 생산자로서, 환경 변화에 따른 성장 및 사멸 특성의 이해는 해양 생태계 관리와 갯녹음 대응을 위해 필수적이다. 본 연구는 폐쇄생태계 기반 실험을 통해 고프(*Ecklonia stolonifera*), 왕진두발(*Grateloupia elliptica*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*)를 대상으로 수온, 염분, 이산화탄소 농도 등 다중 환경요인의 영향을 검증하고자 수행되었다. 1차 수온-염분 다중요인 검증 실험에서는 고프를 대상으로 수온(10, 15, 20, 25°C)과 염분(Control ≒ 32 psu, 20 psu, 10 psu, 5 psu) 조건에서 실내 배양 실험을 수행하였다. 2·3차 수온-이산화탄소 농도 다중요인 검증 실험에서는 왕진두발을 대상으로 상온(25°C)에서 이산화탄소 농도(Air, 1,000 ppm, 2,000 ppm) 조건과 잎꼬시래기를 대상으로 수온(15°C, 25°C), 이산화탄소 농도(Air, 2,000 ppm) 조건에서 검증 실험을 수행하였다. 1차 수온-염분 실험 결과, Control 조건에서는 대부분 건강한 엽체가 유지되었으나 25°C 조건에서 실험 6일 이후 엽체 끝녹음이 관찰되었다. 염분 5 psu 조건에서는 20°C와 25°C의 고수온에서 엽체 사멸이 나타났으며, 10 psu 조건에서도 25°C에서 엽체 탈락이 관찰되었다. 반면 20 psu 조건에서는 대부분의 수온 조건에서 엽체가 유지되었으나 일부 끝녹음이 발생하였다. 왕진두발의 수온-이산화탄소 농도 실험 결과, 실험 기간 동안 모든 실험구에서 생체량이 전반적으로 감소하는 경향을 보였으며 이산화탄소 농도 증가에 따른 뚜렷한 성장 차이는 나타나지 않았다. 잎꼬시래기 실험 결과에서는 15°C 조건에서 생체량이 안정적으로 유지된 반면, 25°C 조건에서는 이산화탄소 농도와 관계없이 생체량 감소가 관찰되었다. 또한 광합성 반응 분석 결과 고수온 조건에서 광합성 효율 증가가 일시적으로 나타났으며 이는 스트레스 초기 반응으로 해석되었다. 종합적으로 고프는 저염분 및 고수온 조건에서 생리적 스트레스가 증가하여 사멸 가능성이 높아지는 것으로 나타났으며, 왕진두발은 예상되는 해양산성화 수준에서 성장 변화가 제한적인 것으로 확인되었다. 반면 잎꼬시래기의 경우 고수온 조건에서 생체량 감소가 뚜렷하게 나타나 해수온 상승이 해조류 성장과 생존에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 향후 미세조류 군집 분석 결과를 통합하여 해조류 생리 반응과 환경요인 간 상호작용을 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: bghyun@kiost.ac.kr

P6-12

## 국립백두대간수목원 종자은행 2024년 저장종자의 활력 특성

신운섭<sup>p</sup>, 김가은, 이미현, 이종숙, 이태훈, 나채선<sup>c</sup>

국립백두대간수목원 산림생물자원본부 야생식물종자실

국립백두대간수목원은 2018년부터 야생식물종자은행을 운영하고 있으며, 매년 자생지에서 직접 종자를 수집하여 저장하고 있다. 해마다 1,500여 점(accession) 내외로 저장하고 있으며, 이 중에서 수량이 1,000립 이상 되는 종자에 대하여 활력을 검사한다. 활력검사를 통해 종자가 얼마나 살아있는지 확인한다. 1단계는 X선 촬영장치(X-eye 5100F, SEC)로 종자의 충실률을 검사하여 80% 이상인 대상에 대해서 다음 단계로 진행한다. 종자의 내부가 흰색으로 보이면 속이 짙았다고 판단한다. 2단계는 선행연구를 참고한 발아조건을 기반으로 발아검정을 실시한다. 종에 따라서 무처리구, GA<sub>3</sub> 100 ppm, 저온층적12주로 구분하여 처리한다. 마지막으로 미발아 종자에 대해서 TZ(tetrazolium 1%) test를 실시하여 최종적으로 종자가 살아있는지 확인한다. Tetrazolium을 처리하고 24시간이 지난 후에 종자의 배가 붉게 염색되어 있으면 호흡의 결과로 보고 활력이 있다고 판단한다. 충실률이 80% 이상인 53과 172속 241종 275점에 대하여 발아검정을 실시하였다. 275점 중 국화과 39점, 사초과 35점, 벼과 34점으로 53과 전체의 약 40%를 차지했다. 발아검정 결과, 최종발아율이 80% 이상인 점은 72점(26.2%)이었고, 50~79%는 44점(16.0%)이었다. 일부 같은 종에서 다른 결과를 보이기도 했다. 가막사리의 경우 수집 시기는 비슷하지만 수집지 간 50% 이상의 발아율 차이를 보였고, 붉은서나물은 수집지 뿐 아니라 수집시기 간 발아율 차이가 60% 이상 났다. 활력율(발아검정+TZ test)이 80% 이상인 점은 118점(42.9%)이었고, 50~79%는 50점(18.2%)이었다. 종합해 보면, 총 275점 중에 168점(61.1%)이 50% 이상의 활력이 있었다. 본 연구는 시드뱅크 저장종자의 5년 주기 활력 모니터링의 기초 데이터가 될 것이다.

\*\* 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 연구과제(사업번호: RS-2021-KF001795)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: chaesun.na@koagi.or.kr

P6-13

## The first report of the genus *Oosternum* Sharp (Coleoptera: Hydrophilidae: Sphaeridiinae) from Korea

Song-Ju Ha<sup>p</sup> and Jong-Seok Park<sup>c</sup>

Department of Biological Sciences and Biotechnology, Chungbuk National University,  
Chungbuk 28644, Korea

The genus *Oosternum* Sharp inhabits decaying organic matter such as leaf litter. This genus belongs to the subfamily Sphaeridiinae, a group of terrestrial hydrophilids. Globally, 36 species of *Oosternum* have been recorded. In 2009, Fikáček divided the genus into seven species groups. The specimens examined in this study belong to the *O. soricoides* group, which is distributed in East and South Asia. Species in the *O. soricoides* group are distinguished from other groups of *Oosternum* by the elytron with 10 punctural series and the prosternum with wide, distinctly elevated median portion, which is sharply demarcated from the lateral portion. In this study, we report the genus *Oosternum* for the first time in Korea, along with images of its diagnostic characters and a distribution map.

**Corresponding author E-mail:** [jpark16@chungbuk.ac.kr](mailto:jpark16@chungbuk.ac.kr)

P6-14

## 국내 도입 도마뱀부치류 4종 현황 및 미디어 노출에 따른 영향 분석

박은진<sup>1</sup>, 윤태현<sup>1,2</sup>, 전인정<sup>3</sup>, 김유진<sup>4</sup>, 구교성<sup>5</sup>

<sup>1</sup>이화여자대학교 에코과학부

<sup>2</sup>중앙대학교 생명자원공학부

<sup>3</sup>대구대학교 생명과학과

<sup>4</sup>UC San Diego School of Biological Science

<sup>5</sup>한국환경지리연구소

최근 도마뱀부치류(Gecko species) 4종이 비의도적으로 도입되었으며, 이미 우리나라 야생에서 개체군을 형성하는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 국내 도입 도마뱀부치류의 관찰 및 포획 사례와 미디어 노출이 외래종 포획 및 이동에 미치는 영향을 분석하였다. 자료는 유튜브, 네이버, iNaturalist, Naturing 등 온라인 플랫폼을 대상으로 2012년부터 2026년 1월까지 관련 검색어를 통해 수집하였다. 총 134건의 사례가 확인되었으며, 종별로 북경도마뱀부치(*Gekko swinhonis*) 58건, 도마뱀부치(*G. japonicus*) 39건, 지중해도마뱀부치(*Hemidactylus turcicus*) 25건, 집도마뱀부치(*H. frenatus*) 3건, 미확인 9건이었다. 확인된 사례 중 포획 유형이 88건(65.7%)으로 가장 많았으며, 이 중 65.5%(n=57)는 타 지역으로 이동이 확인되었다. 이동 후 방생된 사례는 5건이었으며, 3건에서 개인 간 금전적 거래로 이어졌다. 의도적 이동 사례를 기준으로 산출한 지점 간 직선거리의 평균은 북경도마뱀부치 30.9±3.7 km, 지중해도마뱀부치 50.1±14.1 km, 도마뱀부치 318.4±19.0 km로 나타났다. 집도마뱀부치의 경우 비의도적 이동 사례 1건만 확인되었으며, 약 320 km를 이동하였다. 자료 게시자 중 일반인의 비율은 85.8%(n=115)로 다른 유형에 비해 압도적으로 많았다. 미디어 노출을 통한 홍보 이후에 포획 사례가 증가하는 경향이 관찰되었다. 도마뱀부치(2회: 2024.9, 2025.10)는 이후 월평균 0.19건에서 2.63건으로(약 14배), 지중해도마뱀부치(1회: 2024.9)는 0.06건에서 0.81건으로(약 13배) 크게 증가하였으며, 노출 전후 4개월 비교에서도 유사한 증가 경향을 보였다. 본 연구를 통해 국내 도입 도마뱀부치류 4종의 포획, 의도적 이동 및 거래 현황을 정량적으로 제시하였다. 더욱이 미디어 노출은 도마뱀부치의 포획과 이동에 직접적으로 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 이러한 의도적 이동은 외래종 확산을 가속해 관리의 어려움을 초래할 수 있다. 따라서, 외래종의 확산을 방지하기 위해서는 생태계 위해 여부를 판단하기에 앞서 ① 포획금지종 지정, ② 미디어 노출 자제, ③ 개인 간 거래 규제를 시행하여 관리가 필요하다. 또한, 일반인의 관심 및 참여가 높은 점을 고려하여 시민 대상의 생태적·윤리적 인식 제고 필요성을 시사한다.

\*\* 본 연구는 농촌진흥청(RS-2024-00397542)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: flqpfj@hanmail.net

P6-15

## A nationwide survey of insecticide resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) in South Korea

Taehyun Yoo<sup>p</sup>, Jung-Wook Kho, Joo-Young Kim, and Doo-Hyung Lee<sup>c</sup>

Department of Life Sciences, Gachon University, South Korea

The green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), is a highly polyphagous agricultural pest that can rapidly develop insecticide resistance. In this study, we conducted a nationwide survey of insecticide resistance in field populations of *M. persicae* collected from 15 kimchi cabbage fields across South Korea between 2022 and 2024. In addition, a laboratory-reared population obtained from the Rural Development Administration was used as a reference to estimate relative resistance levels in field populations. Leaf-dip bioassays were conducted under controlled laboratory conditions, and lethality at recommended rates and resistance ratio (RR) lethal concentration 50 (LC<sub>50</sub>) of field population / LC<sub>50</sub> of lab-reared population) were evaluated. Among the eight insecticides tested, *M. persicae* populations showed highest resistance against deltamethrin, where mean lethality of 20.4% was observed across the field populations. On the other hand, sulfoxaflor, cyantraniliprole, spirotetramat, thiacloprid, and imidacloprid resulted in mean lethality > 80%, suggesting their effectiveness management of aphid. However, although sulfoxaflor resulted in 100% lethality across the field populations, RR > 10 was observed from four field populations, suggesting local development of insecticide resistance. In addition, substantial variation in lethality (41.7-100%) and RR (0.2-510.7) was observed for imidacloprid, indicating considerable spatial heterogeneity in both efficacy and resistance levels. These results suggest that insecticide performance and resistance development vary markedly among local populations, highlighting the need for more cautious and region-specific application strategies. Our study provides fundamental information for designing effective management programs for *M. persicae*.

**Corresponding author E-mail:** dl343@gachon.ac.kr

## P6-16

## 하천 생태계에서 저서 무척추동물의 중금속 생물축적 및 퇴적물 오염 지표종 선정

홍철<sup>1</sup>, 신강인<sup>2</sup>, 강주연<sup>2</sup>, 곽인실<sup>1,2</sup><sup>1</sup>전남대학교 수산과학연구소<sup>2</sup>전남대학교 해양융합과학과

본 연구에서는 2025년 4월과 9월에 16개 하천 지점에서 채집한 저서성 대형무척추동물을 대상으로 중금속 생물축적 특성을 조사하였다. 조사 결과, 총 4문 7강 20목 48과에 속하는 75개 분류군이 확인되었고, 평균 밀도는 3,680개체/m<sup>3</sup>로 나타났다. 퇴적물 내 중금속 농도는 지점별로 차이를 보였으며, 전체 조사기간 동안의 평균 농도는 아연 107.84 mg/kg, 크롬 38.92 mg/kg, 납 21.99 mg/kg, 니켈 25.03 mg/kg, 구리 17.53 mg/kg, 비소 5.27 mg/kg, 카드뮴 0.21 mg/kg, 수은 25.51 µg/kg으로 나타났다. 중금속 생물축적은 분류군 간 차이를 보였으며, 특히 빈모류와 복족류에서 높은 축적이 확인되었다. 4월에 갑천에서 채집된 빈모류에서는 아연 694.59 mg/kg과 크롬 84.36 mg/kg이 검출되어 높은 축적 특성을 나타냈다. 또한 9월에 동홍천에서 채집된 복족류(다슬기류)는 아연 10.03, 구리 27.95, 카드뮴 44.4의 BSAF (Biota-sediment accumulation factor) 값을 나타내어 매우 높은 생물축적성을 보였다. 더불어 깔따구류(Chironomidae)는 조사 기간 동안 대부분의 지점에서 일관되게 높은 BSAF 값을 보여 퇴적물 중금속과의 연관성이 높은 것으로 확인되었다. 상관분석 결과, 대부분의 중금속은 clay 및 silt와 양의 상관관계를, sand 및 gravel과는 음의 상관관계를 나타냈다. 또한 중금속과 환경 변수 간에도 유의한 관계가 확인되었으며, Cr과 Hg는 pH와 음의 상관관계를, Pb는 수온과 양의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 빈모류, 복족류 및 깔따구류가 퇴적물 내 중금속 오염을 반영하는 효과적인 지표종으로 나타났다. 또한 Zn, Cu, Cd는 다른 금속에 비해 높은 생물축적 경향을 보였으며, 하천 생태계에서 중금속의 축적 가능성은 퇴적물 입자 크기에 의해 크게 영향을 받는 것으로 판단된다.

교신저자 Email: iskwak@chonnam.ac.kr

## P6-17

## 여름철 강우 전후 환경요인 변화에 따른 섬진강의 저서성 대형무척추동물 군집 특성

신강인<sup>1</sup>, 홍철<sup>2</sup>, 김지훈<sup>1</sup>, 곽인실<sup>1,2</sup><sup>1</sup>전남대학교 환경해양학과<sup>2</sup>전남대학교 수산과학연구소

본 연구는 여름철 집중 강우가 하천 생태계에 미치는 영향을 파악하고자 섬진강 74 개 지점을 대상으로 강우 전(2024년 9월)과 후(9월)의 환경요인 및 저서성 대형무척추동물 군집 변화를 분석하였다. 환경요인 분석 결과, 누적 강우량은 강우 전  $116.6 \pm 40.0$  mm에서 강우 후  $257.7 \pm 96.2$  mm로 증가하였으며, 특히 하류 지점은  $111 \pm 22.7$  mm에서  $376 \pm 49.8$  mm로 증가하였다. 수온은  $14.6 \pm 2.0$  °C에서  $26.9 \pm 2.6$  °C로 상승하고 용존산소는  $8.3 \pm 0.8$  mg/L에서  $8.0 \pm 0.6$  mg/L로 소폭 감소하였으며, 전기전도도는  $96.8 \pm 33.0$   $\mu$ S/cm에서  $134.4 \pm 43.2$   $\mu$ S/cm로 증가하였다. 또한 강우 이후 gravel과 large gravel 비율이 증가하여 조립화되는 경향을 보였고, 유속은  $32.6 \pm 14.4$  cm/s에서  $33.9 \pm 14.6$  cm/s로 증가하였다. 저서성 대형무척추동물 군집 분석 결과, 총 개체밀도는 강우 전  $48,508$  no/m<sup>2</sup>에서 강우 후  $21,260$  no/m<sup>2</sup>로 약 43.8% 감소하였다. 강우 전에는 깔따구류가 43.2%로 가장 우점하였고 실지렁이가 15.6%로 뒤를 이었다. 반면 강우 이후에는 정수성 종의 비율이 감소하고 유수성 종의 비율이 증가하였으며, 동양하루살이의 우점 비율이 10.0%로 증가하였다. 생물지수 분석에서는 강우 이후 개체밀도 감소에도 불구하고 우점도지수는  $0.72 \pm 0.18$ 에서  $0.65 \pm 0.17$ 로, 풍부도지수는  $2.09 \pm 1.06$ 에서  $2.04 \pm 1.01$ 로 감소하였고, 다양도지수는  $2.01 \pm 0.83$ 에서  $2.24 \pm 0.79$ 로, 균등도지수는  $0.62 \pm 0.20$ 에서  $0.73 \pm 0.17$ 로 증가하는 경향을 보였으며, EPT 비율도 24.1%에서 31.4%로 증가하였다. 환경요인과 우점종 간 상관분석 결과 강우 전에는 하상구성과 유속이 군집 구조를 결정하는 주요 요인이었으나, 강우 후에는 기온 등 외적 요인의 영향력이 확장되는 경향을 보였다. nMDS 분석에서는 강우 전과 후로 군집이 구분되었으며, 강우 후 군집이 상대적으로 밀집된 분포를 보여 서식처 교란에 따른 군집 유사성 증가 경향이 확인되었다. 이러한 결과는 여름철 집중 강우가 하천 서식환경 변화를 유발하고 저서성 대형무척추동물 군집 구조에 영향을 미치는 주요 교란 요인임을 시사한다.

교신저자 Email: iskwak@chonnam.ac.kr

P6-18

## 시민참여 「한국 생물다양성 관측 네트워크」를 통한 변산반도국립공원 일대의 생물다양성 조사

현지연<sup>1</sup>, 당지희<sup>1</sup>, 차인태<sup>1</sup>, 도민석<sup>1</sup>, 강릉생명의숲<sup>2</sup>, 강원숲사랑<sup>2</sup>, 경남생태지킴이<sup>2</sup>,  
 경남식물관찰회<sup>2</sup>, 고사리사랑<sup>2</sup>, 곤충을사랑하는사람들<sup>2</sup>, 네이처링<sup>2</sup>, 들꽃사랑꽃다지<sup>2</sup>, 산드레<sup>2</sup>,  
 산사랑<sup>2</sup>, 생명그물<sup>2</sup>, 생태공감<sup>2</sup>, 서울의새<sup>2</sup>, 에코코리아<sup>2</sup>, 우리식물연구회<sup>2</sup>, 울산생명의숲<sup>2</sup>, 천송이<sup>2</sup>,  
 한국나비모니터링연합회<sup>2</sup>, 한국물새네트워크<sup>2</sup>, 한국민물고기보존협회<sup>2</sup>,  
 한국양서파충류보존네트워크<sup>2</sup>, 한국자원식물연구회<sup>2</sup>, 한국잠자리연구회<sup>2</sup>,  
 한반도야생식물연구소<sup>2</sup>, 한반도해조류기후변화연구회<sup>2</sup>, 헤파티카<sup>2</sup>, 남기흠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립생물자원관 생물다양성연구부

<sup>2</sup>한국 생물다양성 관측 네트워크(K-BON)

국립생물자원관은 ‘시민참여 「한국 생물다양성 관측 네트워크(Korea Biodiversity Observation Network, K-BON)」’를 통해 전국의 시민과학자와 함께 한반도의 생물다양성 변화를 관측하고 있으며, 2021년부터 매년 특정지역의 생물다양성 합동조사를 수행하고 있다. 2025년 8월에는 총 104명의 시민과학자와 전문가가 전라북도 부안군 변산반도국립공원 일대에서 합동조사를 수행하였으며, 온라인 플랫폼 ‘네이처링’을 활용하여 생물종을 관찰기록하였다. 조사 결과, 변산반도 국립공원 일대에서 총 919종 4,070건을 관찰기록하였다. 분류군별로 보면 포유류 2종(4건), 조류 42종(166건), 양서·파충류 10종(45건), 어류 18종(117건), 무척추동물 39종(93건, 곤충 제외), 곤충 352종(1,554건), 관속식물 396종(1,962건), 균류 60종(129건)으로 나타났다. 주요 관찰기록으로는 제비, 남방노랑나비, 큰산개구리 등 기후변화 생물지표종 26종과 백운산원추리, 태백무늬나방, 부안종개 등 한국고유종 30종을 확인하였으며, 멸종위기야생동물 및 천연기념물인 저어새, 검은머리물떼새, 노랑부리백로 등이 확인되었다. 또한 갈색날개매미충, 서양금혼초, 환삼덩굴 등의 생태계교란생물이 관찰되었다. 시민과학 모니터링을 통해 수집된 관찰기록에는 사진과 종명, 시간, 위치 등의 정보를 포함하며, 이는 변산반도국립공원 일대의 생물다양성 보전 및 관리를 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

\*\* 본 연구는 기후부 국립생물자원관 “시민참여 「한국 생물다양성 관측 네트워크(K-BON)」 운영(NIBR202625101)”의 지원으로 수행하였습니다.

교신저자 E-mail: namgih@korea.kr

P6-19

## 국내 유입종 북경도마뱀부치(*Gekko swinhonis*)의 식이 메타바코딩 분석

이수연<sup>p1</sup>, 송영근<sup>2</sup>, 강유진<sup>3</sup>, 유예림<sup>4</sup>, 구교성<sup>c5</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 협동과정 조경학

<sup>2</sup>서울대학교 환경대학원 환경설계학과

<sup>3</sup>서울대학교 환경계획연구소

<sup>4</sup>서울대학교 협동과정 환경교육전공

<sup>5</sup>한국지리환경연구소

외래생물이란 인간 활동 또는 자연적 요인에 의해 원서식지를 벗어나 새로운 지역에 유입되어 정착하거나 일시적으로 출현하는 생물을 의미한다. 국내에서는 현재까지 10여 종 이상의 외래 양서·파충류가 야생에서 확인되었으며, 그 발생 빈도는 반려동물 거래의 증가, 방생 행위, 국제 교역 및 물류 확대에 의해 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히 도마뱀부치류(Gekkonidae)는 선박이나 화물 운송 과정에서 비의도적으로 유입되는 사례가 전 세계적으로 보고되고 있다. 국내에서는 도마뱀부치(*Gekko japonicus*), 집도마뱀부치(*Hemidactylus frenatus*), 북경도마뱀부치(*G. swinhonis*), 지중해도마뱀부치(*H. turcicus*) 4종이 야생에서 개체군을 형성하는 것이 확인되었으나, 이들 종의 국내 생태계에 대한 잠재적 영향은 아직 체계적으로 평가되지 않았다. 본 연구에서는 국내로 유입된 북경도마뱀부치의 먹이원 분석을 통해 토착 생태계에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 2025년 9월 23일 충청남도 금산군에서 채집된 5개체의 분변을 대상으로 메타바코딩 분석을 수행한 결과, 총 13개의 먹이원이 검출되었다. 먹이원 구성은 나비목 7개, 딱정벌레목 1개, 벌목 1개, 등각목 1개, 진드기류 3개로 확인되었으며, 비행성 및 육상성 곤충을 포함한 다양한 절지동물을 섭식하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 최근 유입된 북경도마뱀부치가 국내 환경에서 폭넓은 먹이원을 활용하고 있음을 보여주며, 정착 및 확산이 이루어질 경우 토착 생물에 대한 생태적 영향이 확대될 가능성을 시사한다. 특히 기존에 알려진 것과 달리 주행성 곤충까지 포함하는 먹이 스펙트럼은 해당 종의 높은 생태적 적응성을 입증하며, 이는 토착 포식자와의 먹이 경쟁 및 토착 생물에 대한 섭식 압력 증가로 이어질 가능성이 있다.

\*\* 본 연구는 기후에너지환경부 한국환경산업기술원의 지원을 받음(RS-2023-00218245, 생태계 기반 탄소흡수원 조성·관리 기술개발사업).

교신저자 E-mail: flqpfj@hanmail.net

P6-20

## 붉은등우단털파리(*Plecia longiforceps*) 대발생 지역인 계양산의 식생 조사

공시은<sup>1,2</sup>, 이용호<sup>2</sup>, 구인경<sup>1,2</sup>, 전우찬<sup>1,2</sup>, 유남곤<sup>1,2</sup>, 허예진<sup>2,3</sup>, 김현길<sup>1,2</sup>, 이동욱<sup>2</sup>, 홍선희<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부

<sup>2</sup>인문생태융합리질리언스연구실

<sup>3</sup>한경국립대학교 탄소중립바이오시스템융합학과

최근 인천 계양산에서 대발생한 붉은등우단털파리(*Plecia amplipennis*)로 인한 피해가 증가하고 있다. 붉은등우단털파리의 주요 서식처인 계양산에서 발생 실태에 대한 기초자료를 구축하기 위해 식생 조사를 수행하였다. 이를 위해 2025년 9월 계양산의 동·서·남·북 사면을 따라 고도 100m, 200m, 300m 및 정상부(370m)를 포함한 총 16개 지점을 대상으로 발생 식물과 피도를 조사하였다. 조사 결과, 계양산의 발생 식물은 42과 64속 78종 5변종 2품종으로 총 85분류군이 확인되었다. 과별 종 풍부도는 국화과가 10종(11.9%)으로 가장 높았으며, 벼과 8종(9.5%), 백합과가 5종(5.9%) 순으로 나타났다. 지점별 군락 특성 분석 결과, 조사 방위와 고도에 따라 우점하는 종의 구성 차이가 나타났다. 동쪽 고도 100m 지점에서는 상수리나무와 측백나무가 각각 31.4%의 상대 피도를 보였으나, 정상부(370m)에서는 떡갈나무의 상대 피도가 67.9%를 기록하며 떡갈나무 군집이 조성되어 있었다. 서쪽과 남쪽 방향의 경우에도 고도 100m 지점에서 상수리나무 상대 피도가 각각 59.3%, 57.2%에 달하였고, 정상부 역시 각각 79.1%, 48.6%로 떡갈나무 중심의 식생 구성을 보였다. 북쪽 방향의 경우 떡갈나무 상대 피도가 고도 200m 지점에서 48.0%, 300m 지점에서 45.1%, 정상부(370m)에서 32.9%를 기록하며 떡갈나무가 우점하는 경향을 보였다. 전반적으로 참나무과 수종이 높은 상대 피도를 유지하며 우점하였으나, 일부 지점에서 소나무와 때죽나무, 국수나무 등이 혼재된 양상을 보였다. 본 연구에서 구축된 고도 및 방위별 식생 자료는 향후 붉은등우단털파리의 발생 지점 예측 및 관리 전략 수립을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.

\*\* 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행하였습니다(NIBR2026 10201).

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

## P6-21

## 기후변화 시나리오 기반 졸참나무(*Quercus serrata*)의 국내 잠재서식지 변동과 생태적 지위 예측

허예진<sup>1,3</sup>, 이용호<sup>2</sup>, 전우찬<sup>2,3</sup>, 구인경<sup>2,3</sup>, 공시은<sup>2,3</sup>, 유남곤<sup>1,3</sup>, 김현길<sup>2,3</sup>,  
프라딕 아디카리<sup>3</sup>, 포우델 아닐<sup>3</sup>, 프라밧 아디카리<sup>3</sup>, 이동욱<sup>3</sup>, 홍선희<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>한경국립대학교 탄소중립바이오시스템융합학과

<sup>2</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부

<sup>3</sup>한경국립대학교 인문생태융합리질리언스연구소

졸참나무(*Quercus serrata*)는 우리나라 산지의 우점종으로 낙엽성 참나무류이다. 기후변화에 따라 우점종의 변동은 기반종의 변화로 인한 생태계의 영향을 초래할 수 있다. 본 연구는 MaxEnt 모델을 활용하여 졸참나무의 전 세계 출현 자료를 기반으로, 미래 기후변화 시나리오(중탄소: SSP2-4.5, 고탄소: SSP5-8.5, 2050s)를 적용하여 국내의 현재와 미래 잠재서식지 적합도를 예측하고 기후 데이터에서 임계치를 추출하여 생태적 지위를 예측하였다. 전 세계 출현 자료는 GBIF(Global Biodiversity Information Facility)에서 수집하였으며, 공간적 편향을 줄이기 위해 10 km 간격의 희소화를 수행하였다. 또한 다중공선성을 고려하여 연평균 기온(Bio01), 연간 기온 범위(Bio07), 일교차(Bio02), 등온성(Bio03) 및 연간 강수량(Bio12)을 주요 인자로 선정하여 모델을 구축하였다. 모델의 AUC 값은 0.92로 나타났다. 현재 국내 평균 서식지 적합도(0.70)는 중탄소 및 고탄소 시나리오에서 각각 0.74, 0.73으로 나타났다. 고탄소 시나리오에서 부산 지역이 현재의 평균값보다 낮게 나타났으며, 이를 통해 고탄소 시나리오에서 국내 졸참나무의 잠재 서식 범위가 축소될 가능성이 확인되었다. 기후변화에 따른 생태적 지위를 파악하기 위해 졸참나무의 현재 분포 지점을 활용하여 기후 값을 추출 후 상·하한 임계치를 도출하였다. 분석 결과, 연평균 기온의 전 세계 분포 범위는 1.16~22.24°C, 국내 분포 범위는 6.35~16.62°C로 나타났다. 현재 국내 연평균 기온의 범위는 0.00~17.45°C이고 미래 중탄소와 고탄소 시나리오에서는 각각 2.90~20.30°C, 3.70~21.00°C로 변화하는 것이 확인되었다. 본 연구는 졸참나무의 현재와 미래 잠재서식지 변동과 생태적 지위 예측을 통한 우점종의 변동 가능성 평가 방법론을 제시함으로써, 향후 기후변화에 대응한 보전 및 활용을 위한 관리 지표 수립에 기초자료를 제공한다.

\*\* 본 연구는 한국임업 진흥원(RS-2025-02253003), 농림식품기술기획평가원의 농식품과학기술 융합형 연구인력양성사업(RS-2024-00400922)의 지원에 의해 수행되었음

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

P6-22

## Assessment of susceptibility of particle board products to wood-associated insect pests under field exposure

Junyoung Lee<sup>p1</sup>, Seongbin Mok<sup>1</sup>, Jeong Mi Hwang<sup>2</sup>, Seung Hun Shin<sup>3</sup>, and  
Yeon Jae Bae<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Sciences and Ecological Engineering, Korea University,  
Seoul 02841

<sup>2</sup>Korean Entomological Institute, Korea University, Seoul 02841

<sup>3</sup>Korea Wood Panel Association, Seoul 07236

Increasing international trade has accelerated biological invasions. Wood-based products are recognized as major invasion pathways for various pest, yet processed wood products such as wood panels have receive less attention than raw materials. One notable example of pests associated with processed products is *Asynapta groverae* Jiang and Bu, a species likely introduced through particle boards, about 70 % of which are imported into Korea. Here, we evaluated the susceptibility of domestic and imported particle boards to wood-associated insect pests. On May 2025, board samples (15 cm × 15 cm) from multiple companies (two domestic, two Thai, and two Chinese) were hydrated for two hours and stacked at an outdoor experiment station at the Gapyeong Ecological Research Center. After three month of colonization, insects and fungal growth were recorded. Imported boards showed greater fungal growth and higher insect abundance and diversity, with colonization by wood-associated insect pest such as *Placonotus testaceus* (Laemophloeidae) and *Sericoderus lateralis* (Corylophidae). This suggest the potential risk of pest introduction and the need for quarantine inspection.

\*\* This work was supported by a grant from the Korea Wood Panel Association.

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

P6-23

## Climate-driven declines in morphological traits and productivity of *Zostera marina* meadows

Jun Hyun Lim<sup>P1</sup>, Su Hyeon Kim<sup>1</sup>, Kyung Jung Chung<sup>1</sup>, Yun Hee Kang<sup>2</sup>,  
and Sang Rul Park<sup>C1</sup>

<sup>1</sup>Estuarine & Coastal Ecology Laboratory, Department of Marine Life Sciences, Jeju National University, Jeju, 63243, Republic of Korea

<sup>2</sup>Center for Climate Change Response, Jeju National University, Jeju, 63243, Republic of Korea

This study examined the ecological responses of eelgrass (*Z. marina*) meadows to multiple climate change-associated stressors, with particular emphasis on morphological degradation and declines in ecosystem productivity. Using a multi year dataset (2013-2025), we quantified seasonal and interannual variability in water temperature, underwater irradiance, and nutrient concentrations ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) in both the water column and sediment pore water. Our results demonstrate that elevated water temperatures and reduced light availability were significantly associated with declines in key morphological parameters, including shoot height, blade width, sheath length, leaf number per shoot, and photosynthetic pigment content (chlorophyll and carotenoids). Furthermore, the combined effects of thermal stress and light limitation corresponded with marked reductions in shoot density and areal productivity. These findings indicate that accelerating climate change is compromising the physical integrity and carbon sequestration capacity of seagrass ecosystems, highlighting the urgent need for targeted conservation strategies to mitigate productivity loss in these vital blue carbon sinks.

**Corresponding author E-mail:** srpark@jejunu.ac.k

P6-24

## Aquatic biodiversity influenced by habitat structural heterogeneity in farmland ponds

Yeon Ju Lee<sup>P</sup>, So-Jin Yeob, Sang-Min Jun, Bu-Yeong Oh, Byung-Mo Lee,  
Jong-Mun Lee, Yerin Yang, Wook-Jae Lee, and Jinu Eo<sup>C</sup>

Climate Change Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA,  
Wanju 55365, Korea

Farmland ponds are critical habitats for aquatic organisms within paddy ecosystems and possess significant value for biodiversity conservation. This study analyzed variations in aquatic species diversity according to the morphological characteristics of nine farmland ponds in Sangju, Boryeong, and Suncheon, South Korea. Across these sites, a total of 3,212 individuals representing 53 species, 31 families, and 15 orders were identified. Regarding water depth, organism abundance and diversity (Shannon and Chao1 indices) decreased sharply as depth diminished, confirming that a minimum water threshold is essential for optimal species diversity. In terms of vegetation, biodiversity in general-type ponds declined with reduced coverage, while channel-type ponds exhibited the highest richness in high-density aquatic macrophyte environments. However, no aquatic organisms were found in environments lacking sufficient water volume, such as dried-up moderate-density channel-type ponds. In conclusion, enhancing the biodiversity of farmland ponds requires systematic management that prioritizes maintaining sufficient water volume as a fundamental requirement, alongside the preservation of aquatic macrophyte communities.

\*\* This study was carried out with the support of “Research Program for Agricultural Science & Technology Development (RS-202400397542), National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Republic of Korea”.

**Corresponding author E-mail:** [ejiny@korea.kr](mailto:ejiny@korea.kr)

P6-25

## Deep learning-based approach for automated management of *Pochazia shantungensis*

Jae-In Shin<sup>P</sup>, Jong-Won Baek, Hyung-eun An, Min-Ho Mun, and Chang-Bae Kim<sup>C</sup>

Biotechnology Major, Sangmyung University, Seoul 03016, Republic of Korea

An outbreak is defined as a rapid increase in the population of a particular species over a short period, and insect outbreaks have recently increased with rising temperatures driven by climate change. Particularly, *Pochazia shantungensis* is a pest that hatches in late April and shows a rapid increase in population size in early August, causing substantial damage to agriculture and forests. Therefore, to minimize such damage, it is effective to manage this species through monitoring from the nymphal stage to the adult stage. However, conventional monitoring methods based on field surveys require considerable time and labor. Therefore, an efficient method is needed to rapidly detect and count large numbers of pests. Recently, deep learning-based object detection models have been successfully applied to the detection and classification of organisms, and their ability to integrate counting functions makes them useful for real-time monitoring. Therefore, this study developed an object detection model capable of rapidly and accurately detecting *P. shantungensis* from the nymphal to adult stages and integrated a counting function into the model.

**Corresponding author E-mail:** [evodevo@smu.ac.kr](mailto:evodevo@smu.ac.kr)

P6-26

## 해양생명자원 기탁등록보존기관 5년의 운영 성과('21~'25)

유철, 임병진<sup>P</sup>, 원정혜, 곽민석, 강유리, 구도희, 양영익<sup>C</sup>

국립해양생물자원관

해양수산생명자원 기탁등록보존기관은 「해양수산생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률」에 따라 해양수산생명자원의 수탁 및 관리를 위해 지정·운영되고 있는 기관이다. 국립해양생물자원관(이하 자원관)은 해양생명자원 책임기관으로 ‘해양생명자원 기탁등록보존기관(이하 기탁기관) 운영’ 사업을 수행하고 있다. 우리나라 전 해역에서 해양생물자원을 확보하고, 형태·분자적 방법으로 종 수준까지 동정, 표준화를 거쳐 표본·배양체 등 자원으로 보존·관리하고 있다. '21년부터 '25년까지 5년동안 신종 195종과 미기록종 254종, 총 449종의 해양생물을 발굴하였고, 자원관, 국립수산물과학원, 기탁기관에 없던 미보유자원 782종을 확보하였다. 해양생명자원에 대한 연구 결과를 303편의 논문으로 출판하였고, 민간 기업·연구소·대학 등 교육기관에 378건의 자원을 분양하여 연구 및 바이오산업을 지원하였다. '25년에는 극지와 공해 해양생물을 담당하는 기탁기관 2개소를 신규 지정하여 기존 관할해역 내 해양생명자원에서 관할해역 너머로 자원 확보 영역을 확장하였고, 국가관할권 이원지역 해양생물다양성 보전 및 지속가능이용(BBNJ) 협정 등 생명자원 관련 국제협약에 대한 대응을 강화하였다.

\*\* 본 연구는 국립해양생물자원관 ‘해양생명자원 기탁등록보존기관 운영(2026)’의 지원을 받아 수행된 연구임.

교신저자 E-mail: yiy@mabik.re.kr

P7-01

## 미세먼지 노출에 따른 상추 캘러스의 생장 억제: 세포 내 축적과 연계된 세포 손상 메커니즘 규명

김강희<sup>1</sup>, 권정민<sup>1</sup>, 박창범<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>국가독성과학연구소(KIT) 경남상생협력연구센터

<sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교(UST) 인체 및 환경독성학

대기 미세먼지(particulate matter, PM) 오염은 식물의 생리적 건강에 심각한 위협이 되지만, 기존의 전체 식물(whole-plant) 기반 독성 테스트는 긴 노출 기간과 다양한 외부 환경 변수로 인해 신속하고 정밀한 메커니즘 규명에 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 상추(*Lactuca sativa*)의 원형질체-캘러스 시스템을 도입하여, 표준 디젤 배출 입자(diesel exhaust particles, DEP)를 62.5 mg/L(저농도) 및 250 mg/L(고농도) 수준으로 노출시켜 세포 수준의 독성 발현 경로를 상세히 평가하였다. 라만 미세분광법(Raman microspectroscopy) 분석 결과, 고농도 노출 그룹의 세포질 내에서 미세먼지 입자의 직접적인 침투와 축적을 나타내는 특이적 D-band 및 G-band 피크를 명확히 확인하였으며, 생물 투과 전자 현미경(Bio-TEM) 이미징을 통해 엽록체 무결성 파괴 및 세포막 파열 등의 심각한 구조적 손상을 입증하였다. PM 노출은 농도 의존적으로 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 농도를 유의미하게 증가시켜 강한 산화 스트레스를 유발하였으며, 이로 인해 당 함량이 대조군(6.5 degrees Brix, °Bx) 대비 각각 5.0°Bx 및 3.8°Bx로 감소하고 광합성 색소가 파괴되는 대사 교란이 나타났다. 또한 옥신(indole-3-acetic acid, IAA) 수준이 대조군 대비 각각 77.5% 및 70.9%까지 감소하는 호르몬 불균형이 관찰되었으며, 엽록소 분해 효소 유전자인 CLH1과 조직 재생 및 분화에 관여하는 ARF5/MP, AIL6/PLT3 유전자의 발현이 손상에 대한 보상적 반응으로 상향 조절되었다. 이러한 결과는 PM 독성이 세포 내 침투 및 축적, 산화적 손상, 그리고 호르몬 항상성 파괴를 통해 초기 생장을 저해함을 시사한다. 본 연구는 식물 세포 기반 분석법의 신속성과 정밀성을 입증하였으며, 향후 실제 상추와의 상관성을 더욱 공고히 하기 위해 종자 발아 시점부터 21일간 PM에 노출시킨 개체를 대상으로 세포와 동일한 독성 종말점 분석을 수행할 예정이다. 이를 통해 세포 수준의 미세한 반응이 식물 개체 전체의 생태학적 생장 저해를 어느 수준까지 정밀하게 예측할 수 있는지 비교 검증함으로써, 원형질체 기반 시스템을 환경 오염 모니터링 및 식물 독성 예측을 위한 표준화된 고속 스크리닝 도구로 확립하고자 한다.

\*\* 본 연구는 국가독성과학연구소(KK-2510\_2710086916) 및 국가과학기술연구회(NST) 과제(No. CAP25041-00)의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: changbeom.park@kitox.re.kr

P7-02

## Exposure toxicity of Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in immune- and apoptosis-related gene expressions in crab tissues and human cells

Kiyun Park<sup>P1</sup>, Ji-Hoon Kim<sup>2</sup>, and Ihn-Sil Kwak<sup>c,1,2</sup>

<sup>1</sup>Fisheries Science Institute, Chonnam National University

<sup>2</sup>Department of Ocean Integrated Science, Chonnam National University

The immune defense system in a broad sense is a mechanism that allows a living organism to discriminate environmental health. Apoptosis is widely known as programmed cell death eliciting no inflammatory responses. It is also a coordinated energy dependent process that involves the activation of a group of cysteine proteases called caspases. Di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), a ubiquitous plasticizer in consumer and medical products, readily leaches into the environment. In the study, we investigated the transcriptional expressions of immune- and apoptosis-related genes in *Macrophthalmus japonicus* crab tissues exposed to DEHP. In addition, apoptotic signals were observed on human cell lines (HCT116 and HEK293T) after DEHP exposures. DEHP exposure induced down-regulations of the multifunctional immunocomplement component 1q gene in the gills and hepatopancreas of *M. japonicus* after exposure to DEHP. Expressions of antioxidant genes (CAT, SOD, GST) were up-regulated by DEHP exposures in crab tissues. Moreover, exposure to DEHP induced up-regulations of apoptosis-related genes (DAP1, TGF $\beta$ -ITF, PUMA, DAPK1, BAX, TNF R1, p53, ASPP2) including apoptotic caspases (caspase 3, caspase 8, caspase 9) in *M. japonicus* crab tissues. Anti-apoptotic Bcl-2 gene was also down-regulated by DEHP exposure. However, in human cells, DEHP did not induce changes of cell proliferation and apoptotic responses. These results suggest that environmental toxicity of DEHP exposure triggered different responses on immune- and apoptosis-related defense system depending on the cell or tissue type.

**Corresponding author E-mail:** iskwak@chonnam.ac.kr

P7-03

## Assessing potential effects of residual trunk-injected pine wilt disease control insecticides on soil invertebrates

Do Hwan Yoon<sup>P1</sup>, June Wee<sup>2</sup>, Taewoo Kim<sup>1</sup>, Jaejun Song<sup>1</sup>, Jinsol Hong<sup>1</sup>,  
Sungchan Lee<sup>3</sup>, Wonil Choi<sup>3</sup>, and Kijong Cho<sup>C1</sup>

<sup>1</sup>Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University,  
Seoul 02841, Korea

<sup>2</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

<sup>3</sup>Forest Entomology and Pathology Department, National Institute of Forest Science, Seoul  
02455, Korea

Pine wilt disease (PWD), caused by the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), disrupts water transport and causes rapid tree mortality, threatening pine forests worldwide. In South Korea, trunk injection of insecticides is widely used to prevent PWD. Despite its effectiveness, it remains unclear whether residual pesticide concentrations affect non-target soil invertebrates. This study examined temporal changes in residual concentrations of trunk-injected acetamiprid and emamectin benzoate in leaves and soil layers of *Pinus koraiensis* forests in Pyeongchang and *Pinus densiflora* forests in Miryang. Residual concentrations were compared with the hazardous concentration for 5% of species (HC<sub>5</sub>) derived from a soil invertebrate species sensitivity distribution (SSD). At both sites, residues were higher in leaves and litter than in humus and topsoil regardless of application type. The HC<sub>5</sub> value for acetamiprid was 0.015 mg kg<sup>-1</sup>, and residual concentrations in leaves and litter reached levels with potential effects on non-target soil invertebrates. These results suggest low risk to deeper soil organisms, but possible effects on organisms in upper layers require further study.

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

P7-04

## A 30-minute bioassay for detecting silver toxicity using the freshwater microalga *Mychonastes afer*

Hojun Lee<sup>pc1,2,3</sup>, Soyeon Choi<sup>2</sup>, Taejun Han<sup>1,2,3</sup>, and Jihae Park<sup>c1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Marine@UGent Korea, Ghent University Global Campus, 119-5, Songdomunhwa-ro, Incheon 21985, Republic of Korea

<sup>2</sup>Bio Environmental Science and Technology (BEST) Lab, Ghent University Global Campus, 119-5, Songdomunhwa-ro, Incheon 21985, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Sciences and Aquatic Ecology, Ghent University, Coupure Links 653-Block F, B-9000 Gent, Belgium

<sup>4</sup>Center for Green Chemistry and Environmental Biotechnology, Ghent University Global Campus, 119-5 Songdomunhwa-Ro, Yeonsu-Gu, Incheon 21985, Republic of Korea

Microalgae-based ecotoxicity assays typically require 48–72 h exposure and rely on delayed metabolic endpoints, limiting their applicability for rapid environmental assessment and obscuring early cellular responses to toxicants. Here, we establish a rapid ecotoxicity assessment framework using the freshwater primary producer *Mychonastes afer*, enabling detection of silver (Ag) toxicity within 30 minutes. By optimizing environmental conditions, we identified conditions that maximize early oxidative stress responses, which are quantified via intracellular reactive oxygen species (ROS) fluorescence. The method yielded an EC<sub>50</sub> of 0.02 mg/L for Ag within 30 minutes, with high reproducibility (CV = 3.3%), compared to 0.03–0.06 mg/L from conventional 24 h assays. This demonstrates that resolving early ROS dynamics enables not only substantial time reduction but also enhanced sensitivity relative to traditional endpoints, including lipid accumulation, photosynthetic efficiency, and growth. These findings show that sensitive ecotoxicity detection does not require prolonged exposure, but can instead be achieved by targeting early cellular responses. This establishes a shift from delayed metabolic endpoints to rapid response-based indicators, enabling near real-time toxicity detection in aquatic environments.

**Corresponding author E-mail:** Hojun.Lee@ugent.be

P7-05

## Interpretable QSAR modeling of phenolic toxicity toward *Ulva australis*

Hojun Lee<sup>pc1,2,3</sup>, Jaehyun Kim<sup>4</sup>, Taejun Han<sup>1,2,3</sup>, and Jihae Park<sup>c1,2,3,5</sup>

<sup>1</sup>Marine@UGent Korea, Ghent University Global Campus, 119-5, Songdomunhwa-ro, Incheon 21985, Republic of Korea

<sup>2</sup>Bio Environmental Science and Technology (BEST) Lab, Ghent University Global Campus, 119-5, Songdomunhwa-ro, Incheon 21985, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Sciences and Aquatic Ecology, Ghent University, Coupure Links 653-Block F, B-9000 Gent, Belgium

<sup>4</sup>Department of Functional Food Science, Hanyang University, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 04763, Republic of Korea

<sup>5</sup>Center for Green Chemistry and Environmental Biotechnology, Ghent University Global Campus, 119-5 Songdomunhwa-Ro, Yeonsu-Gu, Incheon 21985, Republic of Korea

Phenolic compounds are ubiquitous aquatic contaminants that impair primary producers through redox-mediated and electrophilic mechanisms, yet their species-specific toxicity remains difficult to predict using existing regulatory models. Current QSAR approaches often lack both predictive accuracy for non-standard species and mechanistic interpretability, limiting their application in environmental hazard assessment. Here, we develop an interpretable quantitative structure–activity relationship (QSAR) framework to predict phenolic toxicity toward the marine macroalga *Ulva australis*, expressed as  $-\log EC_{50}$  values. A genetic algorithm–multiple linear regression (GA-MLR) model incorporating four descriptors (Egap, XLogP3, TPSA, and HOMO energy) achieved robust predictive performance ( $R^2_{\text{train}} = 0.91$ ,  $Q^2_{\text{LOO}} = 0.85$ ,  $R^2_{\text{ext}} = 0.78$ ; MAE = 0.16), with all compounds falling within the defined applicability domain. Independent validation confirmed reliable external predictivity. Benchmarking against widely used regulatory tools (ECOSAR and VEGA) showed that the GA-MLR model substantially improved prediction accuracy, with 92% of estimates within  $\pm 0.5 \log EC_{50}$ . Although a nonlinear support vector regression (SVR) model achieved higher numerical accuracy, it lacked mechanistic transparency. Together, these results demonstrate that interpretable QSAR models can outperform conventional regulatory tools while retaining mechanistic insight, providing a species-specific and transparent framework for improving hazard assessment and prioritization of phenolic contaminants in marine systems.

**Corresponding author E-mail:** Hojun.Lee@ugent.be

P7-06

## 신종 오염물질의 혼합 노출이 *Microcystis aeruginosa*의 생리 및 광합성 반응에 미치는 영향

김주석<sup>a</sup>, 박윤환, 최윤이<sup>c</sup>

고려대학교 환경생태공학부

유해 조류 발생은 수질 악화와 수생 생태계의 구조적 및 기능성을 저해하는 주요 요인 중 하나입니다. 최근 기존의 발생 원인으로 꼽히던 기후 변화와 영양염류 부하 증가와 더불어, 신종 오염 물질에 대한 주목이 높아지고 있습니다. 신종 오염 물질은 기존에 존재했지만 발견하지 못했던 물질들로 분석 기술의 발달에 의해 주목 받는 오염 물질들입니다. 본 연구에서는 인간 활동에서 많이 사용되고, 수계에서 빈번하게 검출되면서 낮은 농도로도 치명적인 영향을 줄 수 있는 5종의 신종 오염 물질 (테스토스테론, 이부프로펜, 옥시테트라사이클린, 설파메톡사졸, 시프로플록사신)을 선정하였습니다. 선정된 신종 오염 물질들을 이용해 믹스처를 제조한 뒤 대표적 남조류인 *Microcystis aeruginosa*에 미치는 혼합 효과를 평가하였습니다. 노출 농도는 총 3가지로 성장 저해 유도 농도(MIX 1), Hormesis 유도 농도(MIX 2), 실제 자연계 검출 농도(MIX 3)로 설정하여 남조류의 생리적 반응을 분석하였습니다. 실험 결과, Hormesis 농도군인 MIX 2에서 신종 오염 물질에 노출 이후 chlorophyll-a 수치가 대조군 대비 증가하는 지연 성장 양상이 관찰되었습니다. 이는 특정 농도의 복합 오염 물질 노출이 남조류의 생리적 활성을 뒤늦게 자극할 수 있음을 시사합니다. 다만, 현재 일부 실험군에서 개체 간 편차가 크게 나타나고 있어 경향성의 명확한 규명을 위한 추가적인 실험과 보완 연구가 진행 중입니다. 본 연구 결과는 신종 오염 물질이 복합적으로 존재하는 환경에서 유해 조류 발생의 기작을 이해하고 관리 전략을 수립하는 데 중요한 기초 자료를 제공할 것으로 기대됩니다.

교신저자 E-mail: yechoi@korea.ac.kr

P7-07

## A multi-endpoint framework for chronic toxicity assessment in *Daphnia magna*

Hojun Lee<sup>pc1,2,3</sup>, Alfredo Mayorga Villalobos<sup>2</sup>, Soyeon Choi<sup>2</sup>, Eui Seong Kim<sup>2</sup>,  
Taejun Han<sup>1,2,3</sup>, and Jihae Park<sup>c1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Marine@UGent Korea, Ghent University Global Campus, 119-5, Songdomunhwa-ro, Incheon 21985, Republic of Korea

<sup>2</sup>Bio Environmental Science and Technology (BEST) Lab, Ghent University Global Campus, 119-5, Songdomunhwa-ro, Incheon 21985, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Sciences and Aquatic Ecology, Ghent University, Coupure Links 653-Block F, B-9000 Gent, Belgium

<sup>4</sup>Center for Green Chemistry and Environmental Biotechnology, Ghent University Global Campus, 119-5 Songdomunhwa-Ro, Yeonsu-Gu, Incheon 21985, Republic of Korea

Chronic ecotoxicity assessments in aquatic systems commonly rely on a limited set of endpoints, constraining the resolution of toxic responses across biological levels. A prevailing yet insufficiently examined assumption is that sublethal responses precede lethal effects in a predictable hierarchy. Here, we revisit this assumption by resolving toxicity across multiple biological levels. We developed a standardized multi-endpoint framework using *Daphnia magna*, integrating mortality, growth inhibition, morphological deformities, cardiac disturbance index (CDI), and heart rate within a single experimental design. Using Arsenic as a model toxicant, endpoint sensitivity did not conform to a fixed hierarchy under chronic exposure. Mortality was the most sensitive endpoint ( $EC_{50} = 0.0009$  mg/L), occurring at concentrations comparable to or lower than morphological deformities ( $EC_{50} = 0.00093\text{--}0.00188$  mg/L) and growth inhibition ( $EC_{50} = 0.00175$  mg/L), whereas CDI showed lower sensitivity ( $EC_{50} = 0.00334$  mg/L) and heart rate did not reach a 50% effect within the tested range ( $>0.01$  mg/L). These results indicate that endpoints do not represent a linear progression of toxicity but reflect distinct mechanistic layers of biological disruption. By resolving toxicity as a multi-dimensional response, this framework shifts how chronic toxicity is interpreted and supports the development of standardized multi-endpoint test systems.

**Corresponding author E-mail:** Hojun.Lee@ugent.be, Jihae.Park@ghent.ac.kr

P9-01

## Engineering of diatom-derived mesoporous biosilica: Leveraging ultrastructural architecture for targeted drug delivery platforms

Suk Min Yun<sup>pc1</sup>, Daeryul Kwon<sup>2</sup>, Taek Lee<sup>3</sup>, Yoseph Seo<sup>3</sup>, Wonhwa Lee<sup>4</sup>,  
Chung Hyeon Choi<sup>5</sup>, Z-Hun Kim<sup>6</sup>, and Chang Soo Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biological Resources Research Department, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si 37242, Korea

<sup>2</sup>Biological Resources Research Division, National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Korea

<sup>3</sup>Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

<sup>4</sup>Department of Chemistry, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Republic of Korea

<sup>5</sup>Ocean Environment Research, Kunsan-si, Jeollabuk-do, 54133, Korea

<sup>6</sup>Biotech R&D Center, Hu evergreen Pharm Inc., Incheon 21447, Korea

This study presents the rational design of a high-performance drug delivery platform leveraging the hierarchical nano-architecture of freshwater diatom biosilica. By exploiting its species-specific porous ultrastructure, we engineered a biogenic carrier that surpasses conventional synthetic silica in structural complexity and intrinsic biodegradability. To ensure scalability, an optimized upstream-to-downstream process was established, integrating a modified FDMed medium to maximize biosilica yield and a precision purification protocol to maintain structural integrity. The system was functionalized by hybridizing purified biosilica with nano-structured lipid carriers(NLC) via interfacial electrostatic assembly, forming a robust Diatom Biosilica-Nanolipid Carrier(DBNC) complex. Physicochemical characterization confirmed a stable hybrid matrix with tunable pore loading capacity. In vitro assays demonstrated superior intracellular retention and minimal cytotoxicity for hydrophobic anticancer and anti-inflammatory payloads. In vivo imaging revealed route-dependent pulmonary accumulation and prolonged systemic circulation. Dynamic release analysis quantified a pH-responsive kinetic with minimized burst effects and high encapsulation efficiency. These results underscore the potential of diatom-based nano-architectures as a sustainable, precision-engineered alternative for advanced therapeutic delivery.

**Corresponding author E-mail:** horriwar@nnibr.re.kr

P9-02

## *Tetradesmus*속 3종에 대한 동결보존 조건 최적화

박예진<sup>p1,2</sup>, 이재학<sup>1</sup>, 김유호<sup>1</sup>, 남승원<sup>c1</sup>

<sup>1</sup>국립낙동강생물자원관 담수생물자원은행

<sup>2</sup>충남대학교 생명과학과

미세조류의 안정적 보존은 바이오연료, 식품, 화장품, 의약품 등 다양한 산업적 활용과 생물자원 관리 측면에서 핵심적인 과제이다. 이에 따라 종 특성에 부합하는 최적의 동결보존 절차 확립이 요구된다. 본 연구에서는 국립낙동강생물자원관 담수생물자원은행에서 분양받은 *Tetradesmus obliquus*, *T. lancea*, *T. reginae* 3종을 대상으로, 동결 시 세포 농도, 해동 후 24시간 암배양 여부, 냉각 방법, 저장 온도, 동결보호제의 종류 및 농도에 따른 해동 후 생존율 및 재생률을 비교·평가하여 종별 최적 동결보존 조건을 규명하고자 하였다. 세포 농도 및 해동 후 24시간 암배양 조건 실험에서 *T. obliquus*와 *T. lancea*는  $10^7$  cells/mL 및 해동 후 24시간 암배양 조건에서 가장 높은 생존율과 재생률을 보였다. 반면, *T. reginae*는  $10^6$  cells/mL, 암배양 조건에서 생존율이 가장 높았으나, 재생률은  $10^7$  cells/mL 및 암배양 미적용 조건에서 가장 높게 나타났다. 냉각 방법 및 저장 온도 실험에서는 균주와 조건에 따라 생존율 및 재생률의 차이가 나타났다. *T. obliquus*는 2단계 제어동결 후 극저온(-155°C) 보존에서 생존율이 가장 높았으나, 재생률은 3단계 제어동결 후 초저온(-80°C) 보존에서 가장 우수했다. *T. lancea*은 3단계 제어동결 후 극저온 보존에서 생존율과 재생률이 모두 우수하였다. *T. reginae*의 경우, 생존율과 재생률 모두 2단계 제어동결이 적합한 것으로 나타났으나, 초저온 보존에서 생존율이, 극저온 보존에서 재생률이 더 높게 나타났다. 동결보호제 최적화 실험에서는 *T. obliquus*의 경우 5% DMSO와 5% 글리세롤에서 각각 생존율과 재생률이 가장 높았고, *T. lancea*는 5% 글리세롤과 10% 글리세롤에서, *T. reginae*는 10% DMSO와 동결보호제 무처리군에서 각각 생존율, 재생률이 가장 높게 나타났다. 본 연구 결과, 3종의 배양주는 세포 농도, 해동 후 암배양 여부, 냉각 방식, 저장 온도 및 동결보호제 조건에 따라 생존율과 재생률이 종별로 상이하게 나타났다. 이는 담수 미세조류의 장기간 안정적 보존과 활용 기반 마련을 위해 종 맞춤형 동결보존 절차 확립이 필요함을 시사한다. 또한, 본 연구 결과는 산업적 활용 가능성이 높은 *Tetradesmus* 속 미세조류의 맞춤형 장기보존 절차 확립을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: seungwon10@nnibr.re.kr

P9-03

## 인공지능 기반 금강 유역 깔따구 개체밀도 예측 모델 개발

한승호<sup>1</sup>, 정혜민<sup>1</sup>, 이윤노<sup>1</sup>, 김동건<sup>2</sup>, 이상철<sup>1</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 생명과학대학 환경생태공학과

<sup>2</sup>삼육대학교 교양교육원 융합교양부

깔따구류는 저서성 대형무척추동물에 속하는 수서곤충으로, 유기오염 및 저산소 환경에 대한 높은 내성을 지니는 특성으로 인해 개체군이 급격히 증가하는 대발생 현상이 보고되고 있다. 이는 특정 종의 우점에 따른 하천 생태계 교란뿐 아니라 도시 지역에서 정수처리 시설 유충 발생과 같은 생활환경 문제를 유발할 수 있다. 이에 본 연구에서는 기상과 유량을 포함한 환경 요인을 고려하여 깔따구 개체밀도를 예측하기 위한 인공지능 기반 모델을 구축하고자 하였다. 입력 자료는 금강 유역에 대하여 2010-2023년 생물측정망에서 관측된 깔따구 개체밀도 자료와 서식 환경, 기상 및 유량 자료로 구성하였다. 서식환경 자료는 하폭, 수폭, 평균 수심, 평균 유속 및 수온을 사용하였으며, 기상 자료는 평균·최고·최저 기온, 일강수량 및 관측일 이전 1-3일 누적강수량을 포함하였다. 유량 자료는 관측일 기준 당일, 전일 및 두 시점의 평균 유량을 활용하였다. 각 자료는 생물측정망 지점과 가장 인접한 기상 및 유량 관측소의 자료와 공간적으로 연계하여 구축하였다. 단기간 결측치는 선형 보간, 장기간 결측치는 칼만 필터로 보완하였다. 깔따구 개체밀도 자료는 일부 고밀도 관측값으로 인해 오른쪽으로 치우친 분포 왜도를 완화하기 위해 로그 변환을 적용하였으며, 전체 데이터는 7:3 비율로 Train 및 Test 데이터로 분할하였다. 모델은 Random Forest, Gradient Boosting Machine, XGBoost 및 TabPFN을 활용하였다. TabPFN을 제외한 모델에는 Grid search 및 5-fold 교차검증을 통해 최적 하이퍼파라미터를 선정하였다. 모델의 예측 성능은  $R^2$ , MAE 및 RMSE를 이용하여 평가하였으며, 모델 예측에 대한 주요 영향 변수를 파악하기 위해 SHAP 분석을 수행하였다. 분석 결과, TabPFN이 Test 세트에 대하여  $R^2$  0.52로 가장 높은 개체밀도 예측 성능을 보였다. 해당 모델에서 주요 영향 변수로 수폭, 평균 수심 및 최저 기온이 확인되었다. 본 연구 결과는 기상과 유량과 같은 환경 요인을 복합적으로 고려한 정량적 모델링에 기반하여, 향후 깔따구 대발생 예·경보 체계 수립을 위한 의사결정 지원 도구로 활용될 수 있다.

교신저자 E-mail: slee2024@korea.ac.kr

P9-04

## Fungal colonization of particleboards using fungi associated with *Asynapta groverae* (Diptera: Cecidomyiidae)

Minseo Cho<sup>P1</sup>, Seung Hun Shin<sup>2</sup>, Yeon Jae Bae<sup>1</sup>, and Jae-Jin Kim<sup>C1</sup>

<sup>1</sup>Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University,  
Seoul 02841, Korea

<sup>2</sup>Korea Wood Panel Association, Seoul 07236, Korea

Fungal colonization on particleboards (PB) causes material deterioration and is associated with infestations of *Asynapta groverae*. In this study, fungi were isolated from *A. groverae*-infested PB and identified as *Nothophoma pruni* and *Aspergillus* sp. based on ITS and nLSU sequences. Colonization rates were evaluated on PB from different countries, including Dongwha (Korea), Sunway and Jinmu (China), Metro (Thailand), and Janang (Indonesia). Fungal strains were inoculated onto sterilized PB and incubated at 25°C for four weeks. Colony radius and air-dry moisture content (AMC) were measured. The highest colonization rate was observed on Sunway, 40.7 mm for *N. pruni* and 52.3 mm for *Aspergillus* sp. Donghwa PB showed lower rate than imported PB, with 19.7 mm (Donghwa) and 28.35 mm (imported) for *N. pruni*, and 33 mm (Donghwa) and 36.43 mm (imported) for *Aspergillus* sp. The *N. pruni* treated PB showed higher AMC than *Aspergillus* sp. despite lower growth. The highest AMC was observed in Metro (48.13%) for *N. pruni*, and Jinmu (41.75%) for *Aspergillus* sp. Overall, Dongwha PB showed lower AMC than imported PB. These results indicate that imported PB are more vulnerable to fungal contamination.

**Corresponding author E-mail:** [jae-jinkim@korea.ac.kr](mailto:jae-jinkim@korea.ac.kr)

P9-05

## Evaluation of lipid and fatty acid composition in *Amphidinium* and *Prorocentrum* and their environmental roles

Suhwa Lee<sup>P</sup> and Jang-Seu Ki<sup>C</sup>

Department of Life Science, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

Marine dinoflagellates have attracted increasing attention as alternative sources of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs). In this study, we compared the fatty acid profiles of *Amphidinium carterae* and *Prorocentrum minimum* to evaluate interspecific differences in omega-3 production potential. Fluorescence-based lipid staining showed that *A. carterae* exhibited a progressive increase in intracellular neutral lipid accumulation during cultivation. Fatty acid methyl ester analysis revealed that the total fatty acid content of *A. carterae* reached 67.6 mg/g dry weight, which was markedly higher than that of *P. minimum* (18.1 mg/g dry weight). In addition, PUFAs accounted for 45.3% of the total fatty acids in *A. carterae*, with EPA and DHA representing 16.8% and 26.7% of total fatty acid methyl esters, respectively. In contrast, *P. minimum* showed a lower total fatty acid content, and its EPA and DHA proportions were 3.3% and 13.1%, respectively, indicating clear interspecific differences in both fatty acid accumulation characteristics and omega-3 production capacity. These findings suggest that the two dinoflagellates employ distinct lipid metabolic strategies and differ significantly in their ability to accumulate omega-3 fatty acids. Overall, this study provides a basis for the selection of promising strains for omega-3 production and highlights *A. carterae* as a valuable resource for studies on fatty acid metabolism and biotechnological applications.

**Corresponding author E-mail:** [kijis@smu.ac.kr](mailto:kijis@smu.ac.kr)

P9-06

## Fungal mycelium enables rapid crude oil degradation

Yong Guan<sup>P1,2</sup> and Mi-Kyung Lee<sup>C1,3</sup>

<sup>1</sup>Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Biological Resource Center, Korean Collection for Type Cultures (KCTC)

<sup>2</sup>Chonnam National University, Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology

<sup>3</sup>Department of Environmental Biotechnology, KRIBB School of Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon, 34113, Republic of Korea

Efficient remediation of crude oil contamination remains a major environmental challenge. Metagenomic analysis revealed microbial community shifts associated with hydrocarbon degradation, guiding the selection of functional strains. Here, we present a fungal-based strategy achieving up to 99% crude oil removal within 7 days. The fungal system exhibited significant biomass increase, indicating active utilization of hydrocarbons as a carbon source. Enzymatic profiling identified key oxidoreductases and hydrolases involved in alkane oxidation, aromatic degradation, and ester hydrolysis. GC-MS analysis confirmed the transformation of complex hydrocarbons into smaller compounds, demonstrating that removal was driven by biodegradation rather than adsorption.

**Corresponding author E-mail:** miklee1010@kribb.re.krr

## 전시 부스(Exhibition)

### ■ Exhibition

일 자 : 2026. 4. 16.(목) ~ 4. 17.(금)

장 소 : 인천 네스트호텔 바움홀 앞 로비

### ■ Booth Layout



### ■ Booth No. Exhibitors

Booth No.	Exhibitors
1	국립낙동강생물자원관 담수생물자원은행
2	해양미소생물거점 기탁등록보존기관
3	(주)인바이러스테크
4	(주)베스텍 코리아
5	엑스텍바이오(주)
6	사단법인 한국방역협회
7	Asian Society for Hydrobiology

# VALUE FOR A BETTER LIFE

생물다양성의 전략적 보전과  
생물자원의 新가치 창출

MISSION

과학기반 생물다양성  
정책을 선도하는  
글로벌 생물자원 허브

VISION



LOCATION

인천광역시  
서구 환경로 42  
국립생물자원관

우리나라 생물다양성의 가치를 찾는

## 국립생물자원관

2007년 개관한 국립생물자원관은 기후에너지환경부 소속 기관으로, 국가 생물자원의 발굴·확보·소장·연구 등을 통해 생물주권 확립에 기여하고 있습니다. 또한 녹색 산업인 생물산업(BT)을 지원하며, 전시·교육을 통해 생물다양성 보전과 이용에 대한 대국민 인식을 증진하고 전문인력을 양성합니다.

1

국가생물자원 발굴,  
인벤토리 구축을 통한  
생물자원 주권 확립

2

국가생물자원의 지속가능한  
이용 기반 구축을 통한  
생물산업 지원

3

국가생물자원 정보시스템 구축 및  
생물다양성 정책지원

4

생물다양성 인식 제고 및  
인력 양성



### 국가생물다양성센터

2026년 개소한 국가생물다양성센터는 생물다양성의 체계적인 보전·관리 및 생물자원의 지속가능한 이용을 위해 설립되었으며, 국가생물다양성 정보공유체계의 구축·운영, 국내·외 생물자원 관련 기관 및 국제기구 등과의 협력체계를 구축하고 있습니다.



### 생물자원증식연구센터

2019년 경남 밀양에 개소한 생물자원증식연구센터는 자생생물의 보전을 위해 고유종과 멸종위기종의 복원 및 보급 사업을 추진하고 있습니다. 또한 산학연 협동으로 자생생물의 서식지와 특성을 연구합니다.

# ※ 화학물질안전원 살생물질 승인유예 제품



BTi 미생물유충구제제

## 베가비티입제

BTi CRG(Controlled Release Granule)

## 베가비티씨알지



BTi 미생물제제 베가비티입제는 선진국에서 가장 많이 사용되며 가격이 저렴하고 내성이 없으며 적은 양으로 빠른 속효성을 나타냅니다.



드론을 활용한  
모기유충 방제  
베가비티입제 살포

**선택성**  
모기와 갈따구 유충만  
선택적으로  
치사시킵니다.

**속효성**  
빠른 속효성이  
나타납니다.

**안정성**  
인축에 전혀  
독성효과가  
없습니다.

**경제성**  
다른 유충구제제  
대비 가격이  
저렴합니다.



**한국환경생물학회**  
Korean Society of Environmental Biology