



2023 한국환경생물학회 춘계 학술대회



침입외래종의 환경영향 (Environmental Impacts of Invasive Alien Species)

일자_ 2023년 4월 19일(수) ~ 21일(금)

장소_ 솔비치 양양



주최
후원



2023 한국환경생물학회 춘계 학술대회

침입외래종의 환경영향
(Environmental Impacts of Invasive Alien Species)

일자_ 2023년 4월 19일(수) ~ 21일(금)

장소_ 쏘비치 양양

주최 한국환경생물학회

후원 호주CSIRO, 국립환경대학교, 에스지바이오, 동성제약,
삼육대학교, 국립낙동강생물자원관,
고려대학교 오정리질리언스연구원, 한국해양과학기술원,
제주대학교 자율운영중점연구소

This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) Grant funded by the Korean Government.

Opening remarks



존경하는 한국환경생물학회 회원 여러분께

2023년 한국환경생물학회 춘계학술대회에 회원 여러분을 초대합니다.

봄기운이 완연하여 초여름 기운을 느끼게 하는 4월에 “2023년 한국환경생물학회 춘계학술대회”를 2023년 4월 19일(수) ~ 21일(금) 3일간 아름다운 동해가 보이는 강원도 양양 솔비치에서 개최하게 됨을 매우 기쁘게 생각합니다.

우리 학회의 ‘학술발표대회’는 다양한 환경에 존재하는 다양한 생물군의 역할과 기능에 대한 새로운 지식과 정보교류를 통해 건강한 생태계와 지속 가능한 사회 건설 방향을 제시하는 의미가 깊은 학술 행사입니다. 우리는 이번 학술대회를 통해 환경생물관련 최신 연구 동향 및 연구 방향을 파악하고, 심도 있는 토론들이 이뤄지는 자리가 될 것입니다.

이번 춘계학술대회의 대주제는 “침입외래종의 환경영향”입니다. 침입외래종은 국내 생태계 및 국가기간시설에 큰 피해를 일으킬 수 있는 심각한 생물학적 요인으로 국제교역의 증대와 기후변화로 그 위험성 및 위해성이 날로 증가하고 있습니다. 이번 학술대회를 통해 침입외래종의 환경영향과 관리방안에 대한 새로운 패러다임을 우리 학회가 주도적으로 제시할 수 있다고 확신합니다. 침입외래종 분야 국제 연구협력을 위해 참석해 주신 8분의 호주 CSIRO 연구자분들께 깊은 감사를 드리며 특히 기조 강연을 허락해 주신 CSIRO의 Andy Sheppard 박사님께도 감사드립니다.

이번 학술대회에 9개의 특별세션을 준비하여 다양한 환경생물 연구분야를 학회회원분들께 소개하고 연구자간 학술 정보교류 및 지식 확장 기회를 제공하겠습니다. 또한, 신진연구자와 대학원생의 구두 발표 기회를 대폭 확대하여 젊은 연구자의 연구역량 강화에 힘쓰도록 하겠습니다. 특히 환경생물학 분야에서 가장 권위가 있는 “구양환경생물학상”을 제정해 주신 김주필 교수님의 학회 참석을 환영합니다.

이번 학술대회 개최를 위해 수고해 주신 한국환경생물학회 임원과 모든 회원님 그리고 협찬사에 진심으로 감사드립니다. 이번 춘계학술대회를 통하여 우리 학회가 환경과 생물 연구를 선도하는 학회가 되기를 기대하며, 특히 이번 춘계학술대회가 학술과 연구의 축제의 장이 되도록 최선의 노력을 다하겠습니다.

존경하는 학회회원 및 참석자 여러분! 함께 모여 협동하고 지식을 공유하는 것이 환경생물 연구의 새로운 시작이 될 것입니다. 모두의 건강과 행복을 기원하며 양양 솔비치에서 뵙기를 기원합니다.

2023년 4월

한국환경생물학 회장 조기중

2023년 한국환경생물학회 춘계학술대회 프로그램(안)

Date/Time		Day 1		Day 2				Day 3				
		4월 19일 (수)		4월 20일 (목)				4월 21일 (금)				
		그랜드볼룸	P	그랜드볼룸	루비 I	루비 II	P	그랜드볼룸	루비 I	루비 II	P	
9	00-10			등록					등록			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
10	00-10			세션 3	세션 4	학생 구두발표1	포스터	세션 7	세션 8	세션 9	포스터	
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
11	00-10			세션 3	세션 4	학생 구두발표1	포스터	세션 7	세션 8	세션 9	포스터	
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
12	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
13	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
14	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
15	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
16	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
17	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											
18	00-10			Lunch					시상식 및 폐회식 (경품이벤트)			
	10-20											
	20-30											
	30-40											
	40-50											
	50-60											

Program Table

Title	2023년도 한국환경생물학회 춘계학술대회 (2023 Spring Conference of the Korean Society of Environmental Biology)
Date	Apr. 19(Wed) ~ 21(Fri), 2023
Venue	솔비치 양양 (Sol Beach Yangyang, Gangwondo, South Korea)
Theme	침입외래종의 환경영향 (Environmental Impacts of Invasive Alien Species)

Apr. 19 (Wed)	
Time	Program
12:00~	Registration
12:50~13:00	Welcoming Ceremony (Grand Ballroom) Welcome speech: Kijong Cho (President of KOSEB)
13:00~15:20	Special Session 1 (Grand Ballroom) "Horizon scanning to predict and prioritize invasive alien species & monitoring"
15:20~15:40	Coffee Break
15:40~17:50	Special Session 2 (Grand Ballroom) "Invasive species management strategy"
17:50~18:00	Coffee Break
18:10~18:40	종합 토론 (Grand Ballroom) ESG 연구회 (로비 카페)

Poster

Apr. 20 (Thu)				
Time	Program			
09:00~	Registration			
10:00~12:00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Special Session 3 (Grand Ballroom) "Pathogens: opportunity and threat"</td> <td style="width: 33%;">Special Session 4 (Ruby I) 산림생태계 보전·복원을 위한 종자 발아와 휴면</td> <td style="width: 33%;">Student Oral Presentation 1 (Ruby II)</td> </tr> </table>	Special Session 3 (Grand Ballroom) "Pathogens: opportunity and threat"	Special Session 4 (Ruby I) 산림생태계 보전·복원을 위한 종자 발아와 휴면	Student Oral Presentation 1 (Ruby II)
Special Session 3 (Grand Ballroom) "Pathogens: opportunity and threat"	Special Session 4 (Ruby I) 산림생태계 보전·복원을 위한 종자 발아와 휴면	Student Oral Presentation 1 (Ruby II)		
12:00~13:00	Lunch			
13:00~13:20	Opening Ceremony & Group Photo (Grand Ballroom) Opening address: Kijong Cho (President of KOSEB)			
13:20~13:50	Plenary Lecture (Grand Ballroom) Andy Sheppard (CSIRO, Australia) "Australian advances in the use of technology and data systems for the management of biosecurity threats and invasive alien species"			
13:50~14:00	Coffee Break			
14:00~16:00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Special Session 5-1 (Grand Ballroom) "정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제"</td> <td style="width: 33%;">Special Session 6 (Ruby I) "기후변화에 따른 동해연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발"</td> <td style="width: 33%;">Young Scientist Oral Presentation (Ruby II)</td> </tr> </table>	Special Session 5-1 (Grand Ballroom) "정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제"	Special Session 6 (Ruby I) "기후변화에 따른 동해연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발"	Young Scientist Oral Presentation (Ruby II)
Special Session 5-1 (Grand Ballroom) "정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제"	Special Session 6 (Ruby I) "기후변화에 따른 동해연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발"	Young Scientist Oral Presentation (Ruby II)		
16:00~16:10	Coffee Break			
16:10~17:30	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Special Session 5-2 (Grand Ballroom) "정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제"</td> <td style="width: 33%;">Student Oral Presentation 2 (Ruby I)</td> <td style="width: 33%;">Student Oral Presentation 3 (Ruby II)</td> </tr> </table>	Special Session 5-2 (Grand Ballroom) "정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제"	Student Oral Presentation 2 (Ruby I)	Student Oral Presentation 3 (Ruby II)
Special Session 5-2 (Grand Ballroom) "정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제"	Student Oral Presentation 2 (Ruby I)	Student Oral Presentation 3 (Ruby II)		
17:30~17:50	Coffee Break / Poster Presentation			
17:50~18:10	Extraordinary General Assembly Meeting (Ruby II)			
18:10~	Banquet & MOU 체결 (Grand Ballroom)			

Poster

Apr. 21 (Fri)				
Time	Program			
09:00~	Registration			
09:30~11:30	Special Session 7 (Grand Ballroom) “Basic science for ecosystem material cycles in response to climate and environment crises”	Special Session 8 (Ruby I) “Impact of environmental climate changes on various biological species”	Special Session 9 (Ruby II) “SMEs and environmental organisms”	Poster
11:30~11:50	Coffee Break			
12:00~12:20	Closing Ceremony & Awards (Grand Ballroom)			

Contents

- 모시는 글
- Schedule
- 기조강연 1
 - ↳ Australian advances in the use of technology and data systems for the management of biosecurity threats and invasive alien species
- 특별세션 1 7
 - ↳ Horizon scanning to predict and prioritize invasive alien species & monitoring
- 특별세션 2 23
 - ↳ Invasive species management strategy
- 특별세션 3 35
 - ↳ Pathogens: opportunity and threat
- 특별세션 4 43
 - ↳ 산림생태계 보전·복원을 위한 종자 발아와 휴면
- 특별세션 5-A, 5-B 49
 - ↳ 정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제
- 특별세션 6 59
 - ↳ 기후변화에 따른 동해연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발
- 특별세션 7 69
 - ↳ Basic science for ecosystem material cycles in response to climate and environment crises

■ 특별세션 8	81
↳ Impact of environmental climate changes on various biological species	
■ 특별세션 9	87
↳ SMEs and environmental organisms	
■ 구두 발표	97
↳ 신진연구자 구두 발표 / 99	
↳ 학생 구두 발표 1 / 111	
↳ 학생 구두 발표 2 / 121	
↳ 학생 구두 발표 3 / 131	
■ 포스터 발표	141
↳ 1. 유해생물 / 149	
↳ 2. 바이오에너지	
↳ 3. 동물생태·분류·유전 / 160	
↳ 4. 식물생태·분류·유전 / 163	
↳ 5. 미생물생태·분류·유전 / 165	
↳ 6. 생물다양성 및 생물모니터링 / 169	
↳ 7. 생태독성 및 환경호르몬 / 199	
↳ 8. 재난분석과학	
↳ 9. 기타 / 203	



2023 한국환경생물학회 춘계학술대회

기초강연

일 시: 2023년 4월 20일(목) 13:20 - 13:50

장 소: 그랜드볼룸 (Grand Ballroom)

좌장: 이두형/가천대학교

13:20 - 13:50	PL-1	Australian advances in the use of technology and data systems for the management of biosecurity threats and invasive alien species Andy Sheppard (CSIRO, Australia)
---------------	------	---



PL-1

Australian advances in the use of technology and data systems for the management of biosecurity threats and invasive alien species

Sheppard A^{pc}

CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

This talk will present the management options for effective control and mitigation of invasive alien species and their impacts that are being used and under development in Australia. Invasive alien species are the major direct driver of agricultural biodiversity loss in Australia. Management is built around decision support tools, prevention and preparedness planning and actions, species-led eradication, containment and control, and site- and ecosystem-based management and restoration. Australian research has shown curbing the rising number of invasive alien species and reducing their impacts can be achieved. There are many approaches and decision frameworks to support management of invasive alien species at all stages of the biological invasion process. While prevention and preparedness are the most cost-effective options for managing biological threats, eradication, containment and control are also effective approaches in specific contexts. Eradication has been successful for small and slow-spreading populations of invasive alien species in isolated ecosystems. Biological control, in its various forms, has now been a reliable approach for managing weeds, invertebrate and vertebrate pests for well over 100 years and has delivered the most cost effective and sustained benefits to agricultural production, the environment and human wellbeing of any control technology. There are an increasing number of data sources and novel approaches and tools becoming available to support pathway to ecosystem management and from surveillance to impact reduction. For example, new gene-tech options could potentially allow us to eradicate even widespread sexually reproducing pests. Effective management of biological invasions, however, always requires effective engagement with local stakeholders.

Corresponding author E-mail: andy.sheppard@csiro.au



2023 한국환경생물학회 춘계학술대회

특별세션



특별세션 1

Horizon scanning to predict and prioritize invasive alien species & monitoring

일 시: 2023년 4월 19일(수) 13:00 - 15:20

장 소: 그랜드볼룸 (Grand Ballroom)

좌장: 홍선희/국립한경대학교

13:00 - 13:20	S1-1	Intergovernmental platform on biodiversity and ecosystem services (IPBES) - Global assessment on invasive alien species - an update Andy Sheppard (CSIRO, Australia)
13:20 - 13:30	S1-2	외래생물의 확산·변화 예측 및 과학적 위해성 평가를 위한 통합플랫폼구축 변종봉 (메타로직컨설팅)
13:30 - 13:40	S1-3	Development of integrative risk assessment for invasive mammals according to dispersal processes and expert surveys 전태수 (부산대학교)
13:40 - 13:50	S1-4	외래무척추동물 확산·변화 예측 및 위해성평가 기술 개발 김효중 (군산대학교)
13:50 - 14:00	S1-5	자연생태계내 외래 담수어류 확산 및 변화예측 기술 개발 안광국 (충남대학교)
14:00 - 14:10	S1-6	심층학습 및 경제적 손실 DB 기반 외래 어류 위해성 평가 도구 개발 기서진 (경상국립대학교)
14:10 - 14:20	S1-7	외래 양서류·파충류 확산·변화 예측 및 위해성평가 기술 개발 성하철 (전남대학교)
14:20 - 14:30	S1-8	Development of biometric-based risk assessment technology for invasive alien plants 이용호 (국립한경대학교)
14:30 - 14:40	S1-9	외래생물 맞춤형 실시간 웹 기반 위치정보 추적 시스템 개발 및 IT·ET·BT 융합 유입 외래생물 분포·확산 탐지모델 개발 연구 송영근 (서울대학교)
14:40 - 14:50	S1-10	IT·ET·BT 융합 기반의 외래생물 분포·확산 모니터링 기술개발 강완모 (국민대학교)
14:50 - 15:00	S1-11	Development of a platform for automatic image identification of alien animals and ecosystem monitoring by combining deep learning and data operation technology 임종윤 ((주)실리콘큐브)
15:00 - 15:10	S1-12	야생동물 소리를 통한 외래동물 모니터링을 위한 인공지능 중동정 시스템 고한석 (고려대학교)
15:10 - 15:20	S1-13	Evaluating invasive potential of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) population in South Korea: international port inspection for overwintering individuals and seasonal abundance survey 고정욱 (가천대학교)

S1-1

Intergovernmental platform on biodiversity and ecosystem services (IPBES) - Global assessment on invasive alien species - an update

Sheppard A^{DC}

CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

The IPBES Thematic Assessment of invasive alien species and their control critically evaluates evidence on trends, drivers, and impacts of biological invasions and outlines key responses and policy options for effective control and mitigation of invasive alien species and their impacts to safeguard nature, nature's contributions to people, and good quality of life. This talk summarizes approach and progress on the Assessment to date with process and timelines to launch expected later in 2023. Biological invasions describe the processes of intentional or unintentional transport of species into non-native regions by human activities. Invasive alien species represent a subset of all alien species – animals, plants and other organisms – that cause negative impacts. Invasive alien species are recognized as one of the five major direct drivers of biodiversity loss globally, alongside land- and sea-use change, direct exploitation of organisms, climate change, and pollution. This assessment considers how biological invasions are facilitated by all these direct anthropogenic drivers, noting that biological invasions may also be facilitated by interactions amongst invasive alien species. The assessment further considers how biological invasions can be facilitated by indirect drivers, identified in the IPBES Global Assessment of Biodiversity and Ecosystem Services as societal values and behaviours, including production and consumption patterns, human population dynamics and trends, trade, technological innovations, and local-through-global governance. The Assessment's incorporates the IPBES Conceptual Framework which considers impact on “nature”, “nature's benefit's to people” and “good quality of life”.

Corresponding author E-mail: andy.sheppard@csiro.au

S1-2

외래생물의 확산·변화 예측 및 과학적 위해성 평가를 위한 통합플랫폼 구축

변종봉^a, 유경민^c

(주)메타로직컨설팅

본 연구에서는 ‘외래생물 확산·변화 예측 및 위해성평가 기술개발 결과’를 반영하여 외래생물 위해도의 과학적 평가 체계 및 도입, 정착, 확산, 영향에 이르는 전주기 관리체계를 마련하기 위한 통합플랫폼을 설계 및 구현하였다. 통합플랫폼의 주요 사용자는 외래생물 관리 정책을 수립·실행하는 환경부 및 지자체, 위해성 평가를 수행하는 유역·지방환경청 및 국립생태원, 외래생물 정보 수요가 있는 대국민 및 관련 연구자 등으로 설정하였으며 각 사용자의 요구사항을 고려하여 플랫폼의 응용 아키텍처를 설계 및 구현하였다. 플랫폼에서 제공할 서비스의 설계·구현을 위한 기초자료로서 국립생태원의 외래생물 서식실태조사 결과, 외래생물 분류군(포유류, 어류, 양서류·충류, 무척추동물, 식물)의 특성을 고려한 위해성 평가도구 및 확산예측 모델링 결과를 수집하였다. 외래생물의 종 정보, 국내 분포위치, 확산예측 모델링 결과 등을 데이터베이스(Database)화 하고, 이를 통합적으로 제공·관리할 수 있는 채널을 마련하였다. 또한 GIS(Geographic Information System)을 활용하여 지도를 통해 사용자가 직관적으로 정보를 조회하고, 각종 통계 분석 대시보드를 제공함으로써 국가 외래생물 정보에 대한 접근성을 높였다. 국가 외래생물에 대한 종 특성정보, 분류군별 특성을 고려한 확산예측 분포 모델링 결과 등의 정보를 바탕으로 데이터 기반의 과학적 위해성 평가 기반을 마련하였다. 플랫폼을 통한 위해성 평가 및 외래생물 관리 업무를 통해 체계적 데이터 축적이 가능해지며, 향후 국가 외래생물 관리 정책 의사결정에 활용할 수 있는 수단으로서 지속적 가치 상향을 기대할 수 있다.

교신저자 E-mail: kmyu@metallogic.co.kr

S1-3

Development of integrative risk assessment for invasive mammals according to dispersal processes and expert surveys

Tae-Soo Chon^{pc1,2}, Do-Hun Lee³, Myunghoon Lee⁴, Yong-Hyeok Jang²,
June-Ho Lee⁵, KyoungEun Lee³, Baek-Jun Kim³, and Hae Ryong Song³

¹Research Institute of Computer, Information and Communication, Pusan National Univ.,
Busan 46241 Republic of Korea

²Ecology and Future Research Institute, Busan 46228 Republic of Korea

³National Institute of Ecology, Seocheon 33657 Republic of Korea

⁴Dept. of Economics (Prof. Emer.), Korea Univ., Seoul 02841 Republic of Korea

⁵Dept. of Mathematics, Pusan National Univ., Busan 46241 Republic of Korea

Due to climate change and rapid industrial development, biodiversity is at stake, especially by alien invasive species. Numerous biological and environmental factors are involved in immigration and dispersal processes of invasive species in a highly complex manner. Moreover, data are not sufficiently available, since most species have not been immigrated into the Korean Peninsula yet. An integrative risk assessment method is devised according to mechanical invasive processes and collective intelligence of experts in mammal ecology. Simulation models including individual based models and spatially structured models are developed to prognose spatio-temporal dispersal of invading species under various scenarios. Subsequently surveys were performed to specialists in mammal ecology to inquire about important events relating to invasion and social events. The questions were lined up according to dispersal (infiltration, escaping, establishment, proliferation, etc.) and management (e.g., eradication, administrative activities, research, etc.) processes. Hierarchical levels of ecological systems (gene, individual, population, community, etc.) were incorporated into each process so that the questions are arranged in an organized manner according to the scale. The Latent symentic analysis (LSA) was conducted to identify the important events for population dispersal and management. The results were compared with the questions used for the conventional risk assessment. Future application of integrative risk assessment is discussed for recognizing importance of species invasion and management in the social aspect.

Corresponding author E-mail: tschon.chon@gmail.com

S1-4

외래무척추동물 확산·변화 예측 및 위해성평가 기술 개발

남궁혜반^P, 김효중^C

국립군산대학교 생명과학과

본 연구에서는 2018년부터 현재까지 외래무척추동물 확산·변화 예측을 위한 모델링 및 위해성평가 기술 개발을 진행하였다. 주요 외래무척추 연구 대상 종으로 붉은불개미, 등검은말벌, 아르헨티나개미, 빗살무늬미주메뚜기, 미국가재 등이 포함되었다. 외래무척추확산예측변화 모델링 분야 주요 연구로는, 외래 침입확산종에 대해 앙상블 모델을 통한 기후적합성(CLIMEX) 및 분포가능성(MaxEnt) 확산예측, 외래무척추동물 연구 대상종의 생물학적 정보 및 환경변수 자료 구축, 생태계교란종 사육을 통한 국내개체군생태변수 확보 및 모델 DB 구축이 수행되었다. 외래무척추정량적 위해성평가 기술 개발 주요 연구로는, 일관성 지수 확인을 통한 평가에 대한 델파이분석을 통한 통계 검증, 매트릭스 기반의 외래무척추동물 위해성 평가표 재구성 및 정량화 평가기법 개발, 확산예측 분포결과에 대한 정량적 위해성 판단 시뮬레이션 연구, INVACOST 경제적 피해에 대한 정량적 위해성 판단 시뮬레이션 연구 등이 수행되었다. 또한, 외래생물 통합플랫폼 구축을 위해 무척추동물 위해성평가 및 확산변화예측모델 DB 확보도 진행하였다. 본 발표에서는 외래무척추동물 확산·변화 예측을 모델링과 위해성 평가에 대한 연구 및 향후 연구 방향에 대해 소개하고자 한다.

교신저자 E-mail: hkim@kunsan.ac.kr

S1-5

자연생태계내 외래 담수어류 확산 및 변화예측 기술 개발

안광국^{pc1}, 정진호², 기서진³, 배대열⁴, 김지윤¹, 김종현², 서상익³, MD Mamun¹,

Namsrai Jargal¹, 진상현¹, 조민재¹, 최혜지¹

¹충남대학교 생물학과, ²고려대학교 환경생태공학부,

³국립경상대학교 환경공학과, ⁴(주)한국생태네트워크

본 연구는 국가의 외래 담수어류(Freshwater fish)가 유입/확산되며, 생태계 피해, 경제 피해를 동시에 가져오며 국가 생물 종 다양성 보존에 악영향을 주고 있어 이를 저감하고 효율적으로 관리하기 연구가 수행되었다. 본 연구는 2018-2023까지 6년 기간에 걸쳐 환경산업기술원에서 발주한 R&D 연구로서 향후 외래어류의 국가 측면의 효율적 관리를 위해 심도있는 연구를 착수하였다. 본 연구에서는 외래어류의 자연생태계 확산 및 변화 분석, 이를 기반으로 외래어류 위해성 예측모델을 개발하고, 어류 위해성을 GIS에 접목하여 외래어류 위해성 평가를 실시하였다. 어류 위해성에 영향을 주는 핵심변수를 추출하여 위해성 평가 알고리즘 개발 및 소프트웨어(S/W)를 구축하였다. 현재 우리나라에는 수생태계의 악영향을 주어 집중관리 대상 어종으로서 기존에 이미 유입되어 생태교란어종으로 지정된 어종 및 현재 우리나라에는 유입되지 않았으나 향후 유입될 경우 위해우려종 등에 대한 다양한 외래어류 연구를 위해 외래어류 현황분포 DB구축, 외래어류 확산모델 개발 및 확산 예측평가, 외래어류의 생태계 영향 및 위해성 평가 예측모델 및 알고리즘 기반의 S/W 개발에 성공하였다. 이를 위해 [1단계]에서는 외래어류의 분포현황 파악, 국내 존재하는 외래종 및 도입 우려종의 DB구축(변수: 생태 특성, 생리적 특성, 산란, 수질 및 서식지 특성, 어종별 내성도 등등)하여 확산모델 검토 및 최적모델을 구축하였다. [2단계]에서는 이런 확산모델 및 위해성 평가 모델의 현장 검증을 위한 4대강 대권역 모든 수계에 대한 평가를 실시하였고, 이를 기반으로 모델 보정이 이루어졌다. [3단계]에서는 수계의 예측 해상도를 최적화하기 위해 전 세계 위해 후보 어류 DB와 국내의 어류분포, 어류 서식지(기후, 고도, 수질 지표)를 결합하여 통합 예측모델시스템을 구축하였다. 향후 본 연구는 국가에서 외래생물의 분포현황 분석, 확산 예측, 외래어류 위해성 평가에 활용되어 국가의 생물 종 다양성 보존에 기여할 것으로 사료된다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협외래생물관리 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2018002270003).

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

S1-6

심층학습 및 경제적 손실 DB 기반 외래 어류 위해성 평가 도구 개발

서상익¹, 장진욱¹, 안광국³, 김지윤⁴, 정진호⁵, 김종현⁵, 기서진^{pc1,2}

¹경상국립대학교 에너지시스템공학과

²경상국립대학교 환경공학과

³충남대학교 생물학과

⁴충남대학교 생명공학과

⁵고려대학교 환경생태공학부

본 연구는 심층학습을 사용하여 외래 어류의 출현 확률을 예측하고 경제적 손실 DB와 연계하여 어종별 위해성을 평가하는 도구를 개발하기 위하여 수행되었다. 외래 어류의 출현 확률을 예측하기 위한 입력 자료로는 글로벌 수준의 유역 기반 환경자료(하천 지형, 수온 등)가 사용되었으며, 경제적 손실 DB로는 생물 침입에 따른 경제적 피해를 다양한 공간 해상도로 산정한 공개 데이터베이스가 활용되었다. 또한, 1) 심층학습 모델로 다층 퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron)이 적용되었고, 2) 심층학습 모델의 성능을 향상하기 위하여 초매개변수 최적화를 진행하였으며, 3) 예측 편향을 최소화하기 위하여 평가 대상종이 출현하지 않았던 국가 또는 유역들의 환경자료를 포함하여 모델 개발이 진행되었다. 3종의 외래 어류(*Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata* 및 *Clarias gariepinus*)를 대상으로 국내 수체의 출현 확률을 예측한 결과 서식환경 적합성에 따라 지역(유역)별 종별 출현 확률은 크게 상이한 것으로 조사되었다. 또한, 단일 평가 대상 종(*Clarias gariepinus*)을 기반으로 3개 국가(한국, 일본 및 호주) 간 출현 확률과 위해성을 예측한 결과 유역 환경 조건에 따라 출현 확률 및 위해성 수준의 차이가 크게 발생함을 확인하였으며, 이에 따라 단일 평가도구를 통해 국가별 위해성 비교가 가능함을 확인하였다. 이외에 초매개변수 최적화를 통해 모델의 예측 성능은 최대 30% 내외로 향상할 수 있음을 확인하였다. 본 연구결과는 향후 세부적인 현장 모니터링 자료가 보강될 경우 예측 정확도는 보다 향상될 수 있을 것으로 판단되며, 분류군에 적합한 입력 자료가 추가적으로 구축될 경우 어류 이외의 다양한 외래생물의 위해성 평가에도 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: seojinki@gnu.ac.kr

S1-7

외래 양서·파충류 확산·변화 예측 및 위해성평가 기술 개발

성하철^{pc1}, 이준기², 황효정³, 박승민⁴, 박혜린⁴, 천승주⁴

¹전남대학교 생물학과

²전북대학교 과학교육학부 생물교육전공

³전북대학교 과학교육학과

⁴전남대학교 생물과학·생명기술학과

2000년대 이후 국제교류가 급증하면서 외래생물의 도입 가능성이 증가함에 따라 외래생물로 인한 생태·경제·사회적 피해 역시 증가하고 있다. 그러나 외래 양서·파충류의 정착 및 확산력과 생태계에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 있는 기술이 부족한 실정이다. 이에 따라 본 연구진은 외래 양서·파충류의 생태적 특성을 반영한 DB, 확산·변화 예측 모델, 위해성평가 기술을 개발하였다. 생태계교란 생물을 포함한 외래 양서·파충류 104종을 대상으로 자체 개발한 항목에 맞추어 DB를 수집한 후, 법정관리 외래생물은 확산·변화 예측 모델을 생산하였다. 종분포모델(Species Distribution Model; SDM)을 이용하여 대상 종의 국내 서식 가능성을 확인하였으며, CA (Cellular Automata)를 통하여 종들의 확산 경향을 확인하였다. 또한, 해당 종의 국내 분포 변화를 시뮬레이션하기 위해 IBM (Individual Based Model)을 활용하였다. 위해성평가는 ‘침입 가능성’과 ‘생태 영향성’ 두 가지 측면으로 나누어 각 10개 문항, 총 20개 문항을 개발하였다. 대상 종의 DB와 모델 결과를 통해 평가자가 ‘YES’, ‘NO’, ‘No Data’ 중 하나를 선택하며, 평가 결과는 확인된 위해성과 잠재된 위해성을 직관적으로 확인할 수 있도록 도식 및 등급 형태로 제시된다. 또한, 국내 야생에서 발견된 외래 양서·파충류를 대상으로 종 동정과 신고를 돕는 현장 활용 애플리케이션을 제작하고 있다. 기초 DB와 외형 특징이 드러난 세밀화, 국내 유사 종과의 비교를 제공하며, 신고 기관을 안내하도록 구성하였다. 지자체, 관계 기관, 시민단체 등에 배포하여 현장 활용과 홍보에 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 이처럼 외래생물의 분류군 특성 기반 기술을 개발하고 활용함으로써 효과적인 외래 양서·파충류 관리에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

교신저자 E-mail: shcol2002@chonnam.ac.kr

S1-8

Development of biometric-based risk assessment technology for invasive alien plants

Yong Ho Lee^{p1,2}, Young Ju Oh³, Tae Wan Kim¹, Sang In Shim⁴, Song Mun Kim⁵,
Se Jin Park⁵, Sang Eun Oh⁵, and Sun Hee Hong^{c1}

¹Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

²OJeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

³Institute for Future Environmental Ecology Co., Ltd, Jeonju 54883, Korea

⁴Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Invasive alien plants can threaten native biodiversity, alter the structure and function of ecosystems, disrupt natural and agricultural landscapes, and result in large-scale economic losses. Alien plant risk assessment is conducted to decide candidates for ‘ecosystem disturbance species’ and select management priorities. The goal of this research project is to development of risk assessment technology for invasive alien plants. Biometric-based risk assessment consists of various module included Establishment-Spread, Impact, Entry assessment based on uncertainty, Management grading using risk space, Estimation of potential distribution using GIS-based modeling, Estimation of life strategies using CSR index, Experimental evaluation of environment tolerances, toxicity for human and animal, allelopathy, effects on soil microbes. Each module will be combined and operated differently according to the purpose of evaluation, the introduction situation of alien plants, and the preparation state of the plant sample. This novel risk assessment technology could be valuable tools for establishing quarantine and management strategies for alien plants. This research was supported by a grant (2018002270001) from Ministry of Environment.

Corresponding author E-mail: shhong@hknu.ac.kr

S1-9

외래생물 맞춤형 실시간 웹 기반 위치정보 추적 시스템 개발 및 IT·ET·BT 융합 유입 외래생물 분포·확산 탐지모델 개발 연구

이승현^{p1}, 송영근^{c1}, 강완모²

¹서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학, 스마트시티 글로벌 융합 전공

²국민대학교 산림환경시스템학과

본 두 건의 연구개발과제는 국내 유입된 6종의 외래생물 (외래거북류 3종, 대만꽃사슴, 뉴트리아, 라쿤)을 대상으로, 총괄과 협동 과제로 연계하여 2021년부터 연구개발을 진행해왔다. 총괄 연구개발과제의 목표는 “초소형 고효율 위치정보 추적장치 개발”, “실시간 웹기반 플랫폼 구축”, “대상 외래종별 매뉴얼 개발”의 세 가지이며, 협동 과제는 “유입 외래생물 정착·확산 예찰 및 방제 의사결정 지원 고도화”를 목표로 한다. 본 연계과제는, 1차 연도부터, 국내 5곳의 대상지에서 30마리 이상의 대상종 추적데이터를 수집하였다. 또한, 저전력·장거리 통신이 가능한 LoRa 통신망과 듀얼밴드 GNSS 센서를 적용하여, 기존 제품보다 높은 통신효율과 위치정확도를 갖는 시제품을 개발하였으며, 꾸준한 고도화 단계에 있다. 시제품은 지상 및 수상 테스트 결과 99%의 송신 성공률을 보였으며, 실제 외래거북에 부착하여 실험한 결과, 기존 제품에 비해 수중에서 상대적으로 높은 성능을 보였다. 시제품 개발과 함께, 센서와 케이스에 최적화된 안테나 설계, 전파 음영지역 도출 및 이를 극복할 수 있는 다중홉(HOP) 통신 네트워크 시스템을 함께 개발하였다. 서울대학교 교내에서 실험한 다중홉 네트워크는 정보 손실율 0%의 성능을 나타냈다. 위치추적 정보를 활용할 수 있는 웹플랫폼은 수집한 외래생물 위치정보를 업로드하여 꾸준한 개발을 이어왔으며, 사용자 수준 및 분석 tool에 따라 기능을 다양화하였다. 외래생물 탐지 및 위치추적센서 활용 매뉴얼은 각 분야 및 종별 전문가의 자문을 받아 완성하였으며, 3차 연도에는 유튜브 등 다양한 방법을 통해 배포할 계획이다. 수집된 외래생물 종별 추적 데이터는 외래생물 이동특성 변수화를 위한 기반 자료로 활용되었으며, 이를 통해 외래생물의 이동패턴과 행동권을 분석하였고, 종별 방제전략 등에 활용할 계획이다. 각 대상지에서 함께 진행한 eDNA 샘플링은 외래생물의 출현 여부를 확인하는데 활용되었으며, 더욱 정확한 출현 확인을 위하여 대상종에 맞는 종 특이적 프라이머를 구축하였다. 또한, 공간 명시적 개체군 동태모델을 활용한 2052년 대만꽃사슴의 공간적 분포, 앙상블 종분포 모델을 통한 낙동강 유역 뉴트리아 서식 확률 지도 등을 도출한 바 있다. 이처럼 고도화된 국내 유입 외래생물 분포자료는 미래의 종별 외래생물 확산 및 방제에 대한 시나리오와 전략을 제시할 수 있는 근거자료로 활용 가능하다.

교신저자 E-mail: songkoon@gmail.com

S1-10

IT·ET·BT 융합 기반의 외래생물 분포·확산 모니터링 기술개발

강완모^{pc1}, 고동욱¹, 박용수², 송영근³, 송원경⁴, 임신재⁵, 조원희⁶¹국민대학교 과학기술대학 산림환경시스템학과²국립생태원 멸종위기종복원센터³서울대학교 환경대학원 환경설계학과⁴단국대학교 생명공학대학 환경원예조경학부⁵중앙대학교 생명공학대학 생명자원공학부⁶국민대학교 산학협력단

세계 각국의 생태계에 외래생물이 침입하여 생태·경제·사회적으로 큰 손실을 끼치고 있다. 국내에서는 2018년 기준으로 총 2,160종(식물 334종, 동물 1,826종)의 유입 외래생물이 확인되었다. 이들 외래생물 중 위해성이 높은 침입 외래종은 토착종의 서식지를 위협하고 먹이그물을 교란시켜 생물다양성을 감소시키고 있다. 침입 외래종으로 인한 전 세계적인 경제적·사회적 손실은 1조 유로 이상으로 추정된다. 이에 유입 외래생물에 대한 모니터링 및 관리기술에 대한 수요와 중요성은 더욱 높아지고 있다. 생태계 영향을 최소화하는 가운데 고효율, 고신뢰성의 외래생물 모니터링 기술개발이 요구되며, 이를 위해 다양한 첨단기술 분야의 융합과 활용이 필수적이다. 이 연구는 IT·ET·BT 분야의 융합을 통해 외래생물 분포·확산 모니터링 기술개발의 선진화를 목표로 수행 중이다. IT 기반의 최신의 원격탐사(위성영상, 항공·드론영상)를 통해 다차원 공간정보를 구축하여 외래생물의 분포특성과 환경인자 간의 관계를 구명하고 있다. 또한, 무인센서카메라 네트워크와 함께 위치추적기를 활용하여 외래생물의 개체밀도와 행동반경 등의 생리·생태·행동특성을 정보화하고 있다. BT 연계 부문에서는 환경시료를 통해 생물종 정보를 얻는 eDNA 기술을 통해 생태계 교란을 최소화하는 모니터링 기술을 체계화하고, 그 활용성을 강화하는 연구를 수행하고 있다. 나아가 ET를 플랫폼으로 하고 IT·BT를 통해 수집한 데이터로 종분포 모델링과 공간명시적 개체군 동태 모델링, 서식지 연결망 모델링 등 외래생물의 분포 및 확산 예측모델의 고도화를 진행하고 있다. 기술 간 교차·융합 연구를 통해 생태계 교란을 최소화하는 가운데 실효적이고 효율적인 외래생물 모니터링 및 방제전략 수립을 위한 과학적 근거를 제시하고자 한다.

교신저자 E-mail: kangwm@kookmin.ac.kr

S1-11

Development of a platform for automatic image identification of alien animals and ecosystem monitoring by combining deep learning and data operation technology

Jong Yoon Im^{p1}, Sung-yong Han^{c2}, Kyo Soung Koo^{c3}

¹SiliconCube

²Korean Otter Research Center

³Ewha Womans University

In this study, we developed a platform for automatic image discrimination of egrets and a platform for ecosystem monitoring. Even if more than 10,000 cameras are connected at the same time and upload image and video data, it is built with the goal of real-time processing. The camera is configured to stand by for more than one year in a low-power state, and it is implemented in a global shutter method so that it can be captured without distortion or jello phenomenon even when shooting a moving object moving at high speed. In addition, infrared lighting was used to obtain stable images during night shooting, but a system was implemented so that lighting can be used by dividing the dark stage to conserve power. In the cloud, AI is used to analyze the captured video in real time. The built AI engine did not use a single recognition module, but trained three engines to operate appropriately in each situation so that they could produce optimal performance in different situations. And, by collecting the recognition results of each engine and selecting the result with the highest probability, the overall recognition rate could be increased. Recently, it has been newly updated with a more advanced recognition AI engine to enhance recognition performance. The screen was configured so that the current state of the ecological environment can be viewed in real time by combining the result of recognition with the location and time of the photograph, etc., and general users can also inquire information about the captured creature, so that many people can easily view the natural environment. We have built a solution that can induce interest in. In the future, by finding and arranging improvement points suitable for stabilization of the entire system and actual application, it will be built as a platform for real-time monitoring of the ecological environment as well as foreign organisms.

Corresponding author E-mail: hsy5034@hanmail.net, flqpfj@hanmail.net

S1-12

야생동물 소리를 통한 외래동물 모니터링을 위한 인공지능 종동정 시스템

고한석^{PC1}, 황인준¹, 최병진²¹고려대학교 전기전자공학과²신화엔지니어링

최근 기후변화 등의 이유로 외래생물이 국내 정착에 유리한 환경이 조성되고 있다. 이러한 외래생물의 국내 유입과 정착에 대한 모니터링은 우리나라의 생물다양성을 지키는데 있어서 매우 중요하다. 그러나 이러한 외래생물들은 지속적이고 주기적인 모니터링이 필요하지만, 외래생물을 모니터링 할 수 있는 전문가 수는 제한적일 뿐만 아니라 전문가의 주관적인 분석에 따라 상이한 결과를 내는 한계가 있다. 본 과제에서는 이러한 한계를 극복하고자 외래생물 울음소리 DB구축, 음향 수집 장치, 원격송수신 장치, 인공지능 기반 종동정 알고리즘, 종동정 플랫폼으로 구성된 인공지능 종동정 시스템을 제안한다. 첫 번째로, DB구축은 유입주의대상 56종과 고유종 6종을 비롯하여 총 62종에 대한 메타 데이터 확보를 목표로 한다. 두 번째로, 음향 녹음 장치는 초음파 주파수 384kHz까지 녹음 가능하고 Solar Panel로 충전 가능한 IP54 방수방진 음향 녹음 장치 개발을 목표로 한다. 세 번째로, 원격송수신 장치는 이동통신 기반으로 무선 원격 전송하며, GPS를 통하여 위치 정보를 포함한다. 다음으로, 인공지능 기능 종동정 알고리즘은 크게 GAN 기반 데이터 생성, 전처리, 종동정 알고리즘으로 나뉘게 된다. GAN 기반 데이터 생성은 기존 딥러닝에서 문제가 되는 데이터 불균형을 해결하기 위해 학습에 부족한 데이터를 생성하게 된다. 전처리에서는 입력되는 데이터의 잡음을 제거하는 알고리즘과 중복된 소리를 분리하는 Source Separation이 적용된다. 분리된 소리는 최종적으로 수집된 데이터와 생성된 데이터를 바탕으로 학습된 종동정 알고리즘을 통해 최종적으로 종동정을 수행하게 된다. 종동정 알고리즘은 프레임들 사이의 상관관계를 고려할 수 있는 Transformer를 기반으로 구성된다. 최종 결과가 기준치를 넘지 못할 경우 Unknown으로 판별하게 되고, 그 외 경우에는 해당하는 종으로 판별하게 된다. 종동정 성능은 목표종에 대해 90% 이상을 목표로 수행하게 된다. 종동정 알고리즘을 통해 나온 결과는 마지막으로 종동정 플랫폼을 통해 사용자가 결과를 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 오동정 항목을 수정할 수 있도록 한다. 본 과제를 통해서 개발된 야생동물 소리를 통한 외래동물 모니터링을 위한 인공지능 종동정 시스템을 통해 지속적이고 주기적인 모니터링이 가능할 뿐만 아니라, 과학적이고 객관적인 생태계 현황 분석 및 예측이 가능하게 된다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협 외래생물관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2021002280004).

교신저자 E-mail: hsko@korea.ac.kr

S1-13

Evaluating invasive potential of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) population in South Korea: international port inspection for overwintering individuals and seasonal abundance survey

Jung-Wook Kho^P, Minhyung Jung, Joo-Young Kim, Do-Hun Gook,
Hyeonjoong Kim, Soowan Kim, and Doo-Hyung Lee^C

Department Life Sciences Gachon University South Korea

Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae), the brown marmorated stinkbug, is an agricultural pest that is native to East Asia including South Korea, China, and Japan. However, since the mid-1990's, the pest has spread globally, invading multiple continents including North America, South America, and Europe by hitchhiking cargo vessels in international ports with its overwintering behavior. To prevent the entry of the pest to uninvaded areas including Australia and New Zealand, invasive potential of *H. halys* population needs to be assessed in the native regions especially near and within the international ports. In our study, we aimed to evaluate the invasive potential of *H. halys* populations in regions near two major international ports, Pyeongtaek port and Ulsan port in South Korea from 2019 to 2021. First, to survey overwintering populations in Pyeongtaek and Ulsan regions, we a) visually inspected vehicles and artificial structures and deployed overwintering traps in the two ports and b) sampled dead trees in wooded areas within 30 km from each port in the winter of 2019-2020 and 2020-2021. Overall, four overwintering *H. halys* individuals were found from artificial structures in Pyeongtaek port in the first year of survey, and one dead *H. halys* was detected from the wooded area in Pyeongtaek region in the second year of survey. Furthermore, we monitored the seasonal abundance of active *H. halys* populations using pheromone traps from four different monitoring sites for each of the two international ports from April to November in 2020 and 2021. The monitoring sites consisted of a wooded area located within 2 km of each port and three different agricultural landscapes located between 10 and 50 km away from each port. As the result, we collected a total of 2,395 adults and 259 nymphs. In 2020, generally, multiple peaks were observed in Pyeongtaek region, whereas one large peak was observed in mid-July in Ulsan region. In 2021, one large peak between mid-September and early October was observed in Pyeongtaek region. However, population size was maintained at low level throughout 2021 in Ulsan region. Our study on overwintering population provides fundamental information for assessing invasion risk of *H. halys* near port areas. Furthermore, seasonal abundance observed from our study may allow us to develop an effective management strategy against the pest.

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

특별세션 2

Invasive species management strategy

일 시: 2023년 4월 19일(수) 15:40 - 18:40

장 소: 그랜드볼룸 (Grand Ballroom)

좌장: 박익주/경북대학교

15:40 - 15:50	S2-1	외래 포유동물 제거 및 확산방지 기술개발 김한나 (대구대학교)
15:50 - 16:00	S2-2	외래어류 방제기술 및 전략 강준구 (건설기술연구원)
16:00 - 16:10	S2-3	Development of behavioral ecological methods for population regulation of invasive amphibians and reptiles 장이권 (이화여자대학교)
16:10 - 16:20	S2-4	외래식물 물리적 방제기술 및 전략 홍선희 (국립환경대학교)
16:20 - 16:35	S2-5	Biological control pipeline strategies for sustainable control of rabbits in Australia Andy Sheppard (CSIRO, Australia)
16:35 - 16:50	S2-6	Biological Control of weeds and host specificity testing Matt Purcell (USDA ARS/CSIRO, Australia)
16:50 - 17:05	S2-7	Lessons from the spread of the fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i>? Tek Tay (CSIRO, Australia)
17:05 - 17:20	S2-8	Molecular tools, biological control research and emerging control technologies Dean Brookes (USDA ARS/CSIRO, Australia)
17:20 - 17:35	S2-9	Designing safer biopesticides for invasive pest species Rahul Rane (CSIRO, Australia)
17:35 - 17:50	S2-10	Towards integrated viral and genetic biocontrol for aquatic invasive species Agus Sunarto (CSIRO, Australia)
Coffee Break		
18:00~18:40	토론	환경부와의 종합토론

S2-1

외래 포유동물 제거 및 확산방지 기술개발

김한나^a, 조영석^c

대구대학교 생물교육과

1985년 도입 이후 낙동강 하류를 중심으로 정착하여 확산하고 있는 뉴트리아는 환경부지정 생태계 교란 생물로 지정되어 활발한 포획 활동이 진행되고 있으나, 개체군의 크기와 분포는 줄어들지 않고 있다. 유럽뿐만 아니라 일본에 도입 후 자연생태계에 정착하여 문제를 일으키고 있고, 우리나라에도 애완동물로 수입된 라쿤은 아직 자연생태계에 정착하진 않았으나 탈출하여 자연에서 포획된 사례가 빈번하게 일어나고 있다. 현재는 거의 붕괴되었지만 아직 몇몇 농장의 가동으로 인해 잠재적 위험성을 가진 사향쥐 역시 자연생태계 유입 이전에 차단할 대책이 시급히 요구된다. 이에 본 연구에서는 잠재적인 위험성을 가진 라쿤과 사향쥐의 현황과 악과 더불어 이미 자연생태계에 정착한 외래종 뉴트리아에 집중하여 효과적인 제거방법과 확산 방지 기술개발을 수행하고자 한다. 낙동강 본류를 포함하여 지류에 분포하고 있는 뉴트리아 개체군의 유전체를 이용하여 유효개체군을 파악하고 Source-Sink 이론을 적용한 메타개체군 이론에 기초하여 구제 기법을 제안한다. 외래종 포획 시 토종 야생동물과의 혼획 가능성을 배제하기 위하여 AI와 머신러닝을 통하여 종 특이적 작동 포획법을 개발하고, 무선추적과 드론 운용을 통해 숨은 개체군을 찾아 박멸한다. 연구기간 동안 확보된 데이터를 통해 외래종 제거 방법 및 기술 성공 내용을 정책에 바로 활용할 수 있는 핸드북과 지침서로 작성하고 관련 기관 및 지자체에 배포하여 누구나 쉽게 외래종 제거 및 방지에 접근할 수 있도록 하고자 한다.

교신저자 E-mail: biostan@daegu.ac.kr

외래어류 방재기술 및 전략

강준구^{PC}

한국건설기술연구원 수자원하천연구본부 연구위원

본 연구는 외래어종 방재기술로 “생태계교란 어류에 의한 호수·하천별 교란 정도 진단” 및 “제거 효과 평가기술 개발”을 목표로 수행하고 있다. 본 연구에서 주요내용은 소리를 이용한 외래어종 퇴치방법을 개발하는 것이다. 소리는 자연의 일부로 사람과 생태에 매우 밀접한 관계에 있는 주요 물리량이다. 인간에게 듣기 좋은 소리에 대한 연구는 사운드 스페이스(sound scape, 음환경) 관점에서 주로 연구가 활발히 진행되고 있으며 생물의 경우 다양한 종에 대한 연구가 이루어지는 실정이다. 하천에 서식하는 어종에 대한 연구는 최근에 들어 일부 회유성 어종에 대해 연구가 이루어지고 있으며 국내에서도 일부 연구가 보고되고 있다. 소리는 앞서 언급한 바와 같이 항상 일상생활과 자연에 존재한다. 이러한 소리에 대한 반응은 인간의 경우 호불호에 의해 결정되지만 어류와 같은 생물에게는 유인 또는 차단할 수 있는 소리가 될 것이다. 이를 이용해 본 연구는 외래어종을 퇴치하기 위한 기술로의 개발을 수행하고 있으며, 특히 실험적인 연구를 통해 소리에 대한 외래어종(배스, 블루길) 반응을 분석하였다. 소리에 대한 회피 실험은 수로내에 대상어종을 넣고 상류로 전진할 때 음향을 발생 시켜 전진하는 어류를 막는 형식으로 진행하였다. 어류반응 점검하기 위한 수조 제작은 양방향에서 시간을 두고 각각 소리를 발생 시켜 어류가 양방향으로 움직임을 검토하였다. 대상어종은 배스, 블루길 반응으로 실험수조는 어류를 투입한 상태에서 음향에 대한 반응실험을 위해서 제작, 두께 10 mm의 강화유리와 강화수지로 만들어진 유리수조(규격: W×D×H, 1×1×1 m)를 개조하여 수조 안쪽 옆면에 흡음 스폰지로 마감하였다. 수조 내에서 음파발생 시 소리를 흡수하여 수조 내에 음원이 균질하도록 흡음 스폰지 처리 후 알루미늄 앵글로 제작한 수중스피커 거치대(수중스피커 일체형)를 설치하였다. 주파수의 방성시간은 10초 이내로 하여 방성 후 순간적인 반응을 관찰하였으며 10분이상의 휴식시간을 주어 이전 방성주파수에 대한 영향을 확인하였다. 배스는 100Hz ~ 150Hz 까지 그리고 1,000Hz 음원발생 시 반응을 보였으며 대체적으로 회피하는 반응이나 1,000Hz 에서는 스피커 주위로 근접하는 경향을 나타냈다. 블루길은 50Hz ~ 250Hz 까지 음원발생 시 반응을 보였으며 대체적으로 회피하는 반응이 나타났다. 추가적인 수로 실험은 어류가 상류로 수상하는 움직임을 고려한 실험으로 음향발생 스크린을 이용하여 소상의 차단을 분석하였다. 배스와 블루길 모두에서 주파수 발생이 없는 경우(대조조건) 배스는 수직방향으로 설치되어있는 스피커에 별다른 장애없이 상류쪽으로 소상하였다. 실험음원을 방성하였을 경우 상류쪽으로 소상하다가 일정 거리에서 다시 회유하여 하류방향으로 회피하는 모습을 관찰하였다. Signal Generator에서 발생 가능한 6가지 Waveform(Sine, Squar, Ramp, Pulse, Triangle, Noise)에 대해서 각각 그 차단횟수가 다르게 나타났으며 Noise에서 차단횟수가 가장 높게 나타났다. 이와 같은 소리의 실험결과를 이용해 본 연구는 음향을 이용해 외래어종의 방재기술 개발에 적용하는 연구를 수행중이다.

교신저자 E-mail: jgkang02@kict.re.kr

S2-3

Development of behavioral ecological methods for population regulation of invasive amphibians and reptiles

Yikweon Jang^{PC}

Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, South Korea

American Bullfrogs and Red-Eared Sliders, recognized as among the 100 of the world's worst invasive alien species, occur in Republic of Korea. These two species are competitively dominant in their respective habitats, sometimes threatening endangered species such as *Pelophylax chosonicus* and *Dryophytes suweonensis*. To control and manage the threats posed by these invasive species in Korean ecosystems, we have been developing traps for physical removal. For the American Bullfrog trap, we use acoustic lures in combinations with a circular net. For invasive turtle traps, we have developed a series of traps that take advantage of basking behaviors. In addition to traps, we monitor calling activity of the American Bullfrogs and basking behaviors of the invasive turtles in representative sites across Korea to be used for trap deployment. Field manuals detailing species recognition, timing and locality for trap installment, and related regulations are included for those who have no field experience in amphibians and reptiles.

** This research was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI 2021002270001).

Corresponding author E-mail: jangy@ewha.ac.kr

S2-4

외래식물 물리적 방제기술 및 전략

홍선희^{PC}

국립한경대학교 식물자원조경학부

본 발표는 국내 대발생 생태계교란외래생물 중 식물에 대한 물리적인 방제기술 현황 및 적용에 대한 연구 결과이다. 현재 국내에서는 법적인 문제로 자연생태계에 대한 화학적 방제기술의 적용이 거의 불가능하며, 생물적 방제기술의 개발 및 적용된 사례가 거의 전무하다시피 하여, 현실적으로 물리적 방제기술에 의존하여 제거사업이 진행되고 있다. 그러나 물리적 방제기술의 경우에도 기술적인 진보가 이루어진 사례는 거의 없이 손으로 뽑거나 낫, 동력예초기 등을 이용한 인력제초, 또는 포크레인 부착식 mower 등의 활용이 대부분이다. 외래생물의 방제에 있어 기존 농업의 잡초방제와 다른점은 반드시 선택을 가진 기술이 적용되어야 한다는 점이다. 기존 농경지에 적용되는 잡초방제의 개념은 원하는 식물(작물)을 제외한 모든 식물(잡초)의 제거를 목적으로 기술개발되어 왔으나, 외래식물의 경우 원하는 식물(외래식물)만 제거하고 원치않는 식물(자생종)에는 영향이 없어야 한다. 그러나 대부분의 물리적 방제기술은 선택성이 없어 자생종에 대한 피해가 극심하게 나타나는 경우가 대부분이다. 본 기술은 물리적 방제에 있어 선택성을 가지는 효과적인 방법에 대한 기술 및 전략에 대한 연구를 포함하여, 특히 종 특이적 기술개발의 중요성을 보여준다. 국내에서 가장 큰 문제를 일으키는 가시박의 경우 덩굴성 일년생 식물로 기존의 물리적 방제로 방제에 한계를 보이고 있는 실정이다. 일년생 식물로 매토종자의 관리 및 덩굴성 식물에 선택적인 제거 기술의 적용이 전략의 핵심이다. 본 연구진은 가시박에 선택적이며, 매토종자를 관리할 수 있는 전략을 개발하였으며, 기존 인력에 의한 제거에 비해 5배 이상의 처리속도 및 5분의 1 이하의 비용 절감 효과를 보이며, 이를 통해 기존 예산으로 10배 이상의 면적에 대하여 비표적에 대한 영향 없이 처리 가능함을 확인하였다.

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

S2-5

Biological control pipeline strategies for sustainable control of rabbits in Australia

Strive T and Sheppard A^{PC}

CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

European rabbits remain one of the most damaging environmental and agricultural pests in Australia. Self-disseminating viral biocontrol agents have proven to be the only effective means of continental-scale rabbit control. The two rabbit specific pathogens myxoma virus (MYXV) and the calicivirus rabbit haemorrhagic disease virus (RHDV) were deployed as biological control tools in the 1950s and 1990s, respectively, resulting in savings exceeding \$70 billion AUD to the agricultural industries over 70 years. In addition, the sustained landscape-scale reduction of rabbit numbers and impacts has allowed many fragile ecosystems to partially recover from the devastating impact of rabbits. Despite these successes, biological control is never a silver bullet, as building population immunity and ongoing host-pathogen co-evolution will eventually reduce their effectiveness, and a pipeline of tools and strategies is needed to be rolled out in intervals, to maintain the valuable gains made. A novel variant of RHDV (RHDV-K5) was nationwide released in 2017 to boost biocontrol effectiveness. Its release was overshadowed by the arrival of the emerging RHDV Type 2 (RHDV2), which rapidly replaced endemic strains and led to an overall reduction of wild rabbit populations by ~ 60%. Current recommendations for the rabbit biocontrol pipeline strategy going forward include developing strategies to better integrate existing biocontrol tools with conventional controls, accelerated natural selection of new RHDV variants, searches for novel rabbit pathogens and, in the longer term, investigating genetic biocontrol approaches for rabbits

Corresponding author E-mail: andy.sheppard@csiro.au

S2-6

Biological Control of weeds and host specificity testing

M. Purcell M^{PC}¹, Morin L², and Sathyamurthy R¹

¹CSIRO Health and Biosecurity, 41 Boggo Road, Dutton Park, Qld 4031 Australia

²CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

Classical biological control of invasive weeds involves the introduction of specialist natural enemies that are sourced from the plants native range. The aim is to reduce and then maintain the density of the weed at a level that is acceptable. Biological control is also considered to be an ecologically sound and cost-effective method for maintaining invasive plants. It's used extensively globally and has an excellent track record of success. In Australia, biological control of weeds has been utilized for over 100 years with no serious negative impacts. Host specificity testing is widely used in weed biological control to assess the field host range and potential non-target effects of candidate agents. A phylogenetic approach is used to select non-target species for host-specificity testing and is based on robust science. The aim of these comprehensive studies is to ensure that released biological control agents do not damage desirable plants. Post release of agents, successful control programs can take more than ten years to yield successful results subject to many variables, but the benefits are self-perpetuating.

Corresponding author E-mail: matthew.purcell@csiro.au

S2-7

Lessons from the spread of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*?

Rane RV¹, Walsh TK², Hogarty T², Cho D², Gordon KHJ², Kim J³,
Watson A⁴, and Tay WT^{pc2}

¹CSIRO, 343 Royal Parade, Parkville, Victoria 3052, Australia

²CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

³College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University,
Chuncheon, Republic of Korea

⁴CSIRO Health & Biosecurity, 25 Napier Road, Singapore 258507

Biosecurity preparedness is critical to reducing risks of accidental introductions and spread of invasive species, and is imperative to protecting the environment, farmers' livelihoods, and agriculture productivity. With increasing global trade activities, the global biosecurity community faces complex challenges to reduce accidental introductions of both exotic pests and undesirable new genetic material. Whole genome sequencing (WGS) analysis of the pest allows rapid and thorough understanding of its population structure to enable differentiation between natural vs. human-assisted spread, which in turn helps improve biosecurity preparedness. The invasive fall armyworm (FAW) has successfully established populations in Africa, Asia, and Oceania. Through WGS, we showed that multiple independent introductions and Asia/Southeast Asia regional movements contributed to the FAW's perceived rapid spread from west Africa. Gene flow analysis identified independent arrivals of the pest into Australia, potentially with new insecticide resistance alleles. With more transboundary plant pests (TPPs) on the move, improving biosecurity preparedness especially for the Indo-Pacific region is critical and should incorporate population-wide WGS. The need for a bioprotection centre to prepare and build regional farmers' resilience against emerging TPPs and diseases is highlighted.

Corresponding author E-mail: weetek.tay@csiro.au

S2-8

Molecular tools, biological control research and emerging control technologies

Brookes DR^{PC}

CSIRO Health and Biosecurity, 41 Boggo Road, Dutton Park, Qld 4031 Australia

Classical biological control is an approach in which target organisms are controlled through the introduction of host-specific agents that damage them. However, the success of this approach depends on the functional match between the target organism and the agent, and so limitations in the effectiveness of agents arise due to a range of problems. The use of molecular tools has simplified and enhanced the discovery and evaluation of agents. However, widespread integration of these techniques will drive further advances and provide avenues for the development and use of emerging control approaches such as RNAi and gene drives. I will discuss these points using the fern *Lygodium microphyllum* (Schizaeales: Lygodiaceae), invasive to the USA, and the agents release to control it, as a case study.

Corresponding author E-mail: dean.brookes@csiro.au

S2-9

Designing safer biopesticides for invasive pest species

Rane RV^{pc1}, Yeap HLY¹, Walsh TK², Hogarty T², Cho D², Strive T²,
Edwards OE³, and Tay WT²

¹CSIRO, 343 Royal Parade, Parkville, Victoria 3052, Australia

²CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

³CSIRO Health & Biosecurity, 25 Napier Road, Singapore 258507

⁴CSIRO, 147 Underwood Ave, Floreat, WA 6014, Australia

Resilient invasive animals such as fall armyworm, feral mice and rabbits are proving hard to control using conventional control mechanisms globally. Furthermore, conventional insecticide or poison-based control mechanisms have a significant environmental cost. Biopesticides such as RNAi, gene drives and endemic viruses offer a safer and cutting-edge alternative to this dilemma. There is however a need to enable safer biopesticides to prevent off-target effects as well as improve the efficacy of integrated pest management efforts. We also need risk assessments for regulatory bodies as well as scientists to enable better wholistic development of biopesticide technologies and strategies. In this talk, I will discuss ongoing work on invasive biocontrol in CSIRO, that aims to develop genomics guided decision-making platforms which will both enable scientists to create safer biopesticides, but also give regulators the tools to assess the risk and monitor their deployment. I will also discuss the frameworks being developed in CSIRO for application of these technologies to multiple invasive animals and weeds, rapidly.

Corresponding author E-mail: rahul.rane@csiro.au

S2-10

Towards integrated viral and genetic biocontrol for aquatic invasive species

Sunarto A^{pc1}, Peter Durr², Kiran Krishnankutty Nair¹, Jessica Grimm³, Paul Hick⁴,
Chandran Pfitzner⁵, Ellen Ariel³, Peter Kirkland⁴, Maciej Maselko⁵,
Mark Tizard¹, and Tanja Strive⁶

¹CSIRO Health and Biosecurity, Geelong, VIC 3220, Australia

²CSIRO Australian Animal Health Laboratory, Geelong, VIC 3220, Australia

³James Cook University, Townsville, QLD 4811, Australia

⁴NSW Department of Primary Industries, Elizabeth Macarthur Agricultural Institute, Menangle, NSW 2568, Australia

⁵Macquarie University, Sydney, NSW 2109, Australia

⁶CSIRO Health and Biosecurity, Canberra, ACT 2601, Australia

Common carp (*Cyprinus carpio*) and Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) are important aquaculture species in over 100 countries. In contrast, both species are also listed in the top 100 of the world's worst invasive alien species. In Australia, carp and tilapia have been documented to have severe impacts on freshwater ecosystems primarily through displacement of native species and habitat alteration. Eradication attempts using a combination of electrofishing and piscicide poisons, are rarely successful in open waterways, and are often unsuccessful for carp and tilapia given their invasive nature. There is a lack of demonstrated broad-scale effective control mechanism for invasive fishes in general. Australia is currently investing in research to investigate these broadly applicable technologies for managing invasive fish species. Modelling suggests that combined viral and genetic biocontrol would be a better approach for effective control and possible long-term eradication of aquatic invasive species. Cyprinid herpesvirus 3 (CyHV-3) and tilapia lake virus (TiLV) are being investigated as potential biocontrol agents for carp and tilapia, respectively. Genetic biocontrol such as self-stocking incompatible-male system (SSIMS) has been considered as a broad-scale control measure to complement the viral biocontrol. We propose a systematic approach for investigating the use of viral biocontrol agents and genetic technologies, which could be combined as a broad-scale effective control measure for carp and tilapia in Australia.

Corresponding author E-mail: agus.Sunarto@csiro.au

특별세션 3

Pathogens: opportunity and threat

일 시: 2023년 4월 20일(목) 10:00 - 12:00

장 소: 그랜드볼룸 (Grand Ballroom)

좌장: 박익주/경북대학교

10:00 - 10:05	세션소개	박익주 (경북대학교)
10:05 - 10:25	S3-1	식물병원성 균핵형성진균 <i>Sclerotium rolfsii</i> 을 이용한 가시박의 관리방안 김달수 ((주)목우연구소)
10:25 - 10:45	S3-2	Prevention is better than cure: biosecurity preparedness for invasive plant pathogens in Australia Sharon Van Brunschot (CSIRO, Australia)
10:45 - 11:05	S3-3	Epidemiological analysis of fire blight disease using genetic markers in Korea 이성진 (농림축산검역본부)
11:05 - 11:25	S3-4	Control and response options for invasive plant pathogens in Australia Gavin Hunter (CSIRO, Australia)
11:25 - 11:45	S3-5	To be or not to be: combat between plants and pathogens 박용순 (공주대학교)
11:45 - 12:00	Q&A	질의응답

S3-1

식물병원성 균핵형성진균 *Sclerotium rolfsii*을 이용한 가시박의 관리방안김달수^{pc1}, 장휘서¹, 채대한¹, 김영수¹, 홍선희²¹(주)목우연구소 바이오사업본부²국립한경대학교 식물자원조경학부

가시박(bur cucumber, *Sicyos angulatus*)은 국내에서 대표적인 생태계교란생물의 하나로써, 강·호수 등 수변지역에서 우점하면서 생물다양성을 감소시키는 문제를 일으키고 있다. 가시박의 실효적인 관리를 위해 식물병원성 균핵형성진균(sclerotia-forming fungus) *Sclerotium rolfsii*를 이용하는 방안을 제시하고자 한다. *S. rolfsii*는 우리나라를 포함한 거의 전세계적으로 국가에 분포하는 대표적인 식물병원성 진균(곰팡이)이고, 어린 쌍자엽 초본식물을 중심으로 넓은 기주범위(broad host range)를 가지고 있다. *S. rolfsii*는 일반적인 진균과는 달리 분생포자(conidia)를 형성하지 않고 균핵(sclerotia)을 형성한다. 균핵은 불리한 환경조건에서 생존하기 위해 형성되는 영양구조체인데, 바람에 의한 비산이 거의 없다. *S. rolfsii* BWC98-105 균주의 균핵으로 제조된 균핵입제(M-1461 GR)는 실내외 평가에서 가시박을 억제하는 효과가 높았고, 주변의 비표적(non-target) 식물에 대한 영향은 제한적이었다. 비표적 식물에 대한 제한적 영향은 생물학적 및 생태학적 적응력(biological and ecological fitness)이 높지 않기 때문인 것으로 추정하고 있다. 균핵입제는 균핵의 특성 때문에 안정적인 약효발현, 탄력적인 살포시기 및 살포횟수, 드론을 이용한 수변지역 접근성, 낮은 전파성 등 가시박의 관리방안으로 실효적인 장점을 가지고 있다. 그러나 기주범위가 넓고 장기간 생존할 수 있는 구조적 특징 때문에 비표적 식물에 대한 우려도 있다. *S. rolfsii*에 의한 식물병은 주로 농경지에서 발생하는데, 전세계적인 분포에도 불구하고 우려와는 달리 국내외에서 반복적으로 대규모로 발생한 심각한 사례에 대한 보고가 없다. 따라서 균핵입제는 실효적인 친환경 관리방안을 제공하는 기회와 함께 비표적 식물에 대한 영향력의 불확실성을 갖고 있다고 볼 수 있다. 현재 균핵형성진균인 *S. rolfsii* BWC98-105의 분자생물학적 검출방법을 연구개발하고 있고, 향후 종합적인 시간적·공간적인 생물학적 모니터링 연구를 수행하고자 한다.

** 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 핵심농자재국산화기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(321056)

교신저자 E-mail: dalsoo.kim@moghu.com

S3-2

Prevention is better than cure: biosecurity preparedness for invasive plant pathogens in Australia

van Brunschot SL^{pc1}, Manawaduge CG², Steinrucken TV¹, and Hunter GC²

¹CSIRO Health & Biosecurity, Ecosciences Precinct, Dutton Park, QLD 4102, Australia

²CSIRO Health & Biosecurity, Black Mountain Laboratories, ACT 2601, Australia

Australia's biosecurity system is crucial in safeguarding the country's unique biodiversity, agricultural industries, and way of life. It is a complex and multilayered system, with prevention, management and response activities undertaken by stakeholders offshore, at our borders and onshore within Australia. Our biosecurity system, combined with our geographic location and world-class research, have helped to protect Australia's agricultural industries and environment from the introduction and establishment of many of the world's most serious plant diseases. However, biosecurity risks are growing in number and complexity, requiring innovative science to drive improvements in risk assessment, surveillance, emergency preparedness and response planning and education and awareness activities. This presentation will provide an overview of emerging invasive plant disease threats, preparedness strategies including lessons learned from successes and failures, and insights into novel technologies and approaches for managing biosecurity risks.

Corresponding author E-mail: sharon.vanbrunschot@csiro.au

S3-3

Epidemiological analysis of fire blight disease using genetic markers in Korea

Seong-Jin Lee^{pc1}, Su-Hyun Lee¹, Ju Yeon Song², Moon Nam³, and Seong Hwan Kim⁴

¹Animal and Plant Quarantine Agency

²Yeonsei Univ.

³Genomic Base Co.

⁴Dankook Univ.

Fire blight is a destructive disease resulting in serious economic loss in apple and pear production. The symptoms of fire blight were first recognized in the late 1700s in the Hudson Valley in New York, USA. In the late 1800s, the causative agent of fire blight was revealed, now called *Erwinia amylovora*. The disease was considered to be endemic to only North America until it was detected in New Zealand in 1919. To date, the disease has been reported in dozens of countries around the world, including those of Central Asia, Africa and Oceania. In 2015, *E. amylovora* was firstly identified in pear and apple orchards of Anseong and Cheonan cities, Korea. Thereafter, fire blight was reported in several other areas. A few kinds of genetic tools, such as genome sequences, clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR) sequences, variable number of tandem repeats (VNTR) sequences, etc. were introduced to verify the origin of *E. amylovora* in Korea. It could be assumed that the Korean *E. amylovora* isolates had been introduced from North America by one event and spreaded from one clone, considering the results of three genetic analysis. More resolute genetic tool using genome-wise SNP has been developing for tracing the spreading routes of *E. amylovora*. Additionally, the epidemiology of *E. amylovora* in Korea and new diagnostic tools were introduced here.

Corresponding author E-mail: mycomania21@korea.kr

S3-4

Control and response options for invasive plant pathogens in Australia

Hunter GC^{PC}

CSIRO Black Mountain Laboratories, Clunies Ross Street, ACT 2601, Australia

Australia has a coastline of approximately 34 000 kilometres and is home to a great number of unique native flora and fauna. Along with Australia's eight ecoregions are a number of important agricultural industries that employ approximately 280 000 people and contribute \$86 billion to the Australian economy while the many plant-based agricultural industries contribute over \$30 billion to the economy each year. Due to its geography and location however, Australia is susceptible to invasive plant pests and pathogens (inc. fungi, bacteria, viruses) that could cause significant damage to Australia's plant industries. Many national priority and high priority pests and pathogens of plant commodities have been identified and in order to combat these pathogens Australia relies on its well-developed biosecurity system to prevent the introduction of exotic pests and pathogens. Inevitably however incursions do occur and following an incursion there are a range of best practice control and response options that are instituted through a coordinated and collaborative framework following established Australian legislation. This talk will serve to provide an informative overview of control and response methods and technologies used in and Australian context and highlight these by focussing on specific examples while also examining future technologies that may show promise for use in controlling invasive plant pathogens.

Corresponding author E-mail: gavin.hunter@csiro.au

S3-5

To be or not to be: combat between plants and pathogens

Yong-Soon Park^{PC}

Department of Plant Resources, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

It is well known that a microbiome is the community of microorganisms that can usually be found living together in any given habitat. Recently, the microbiome-related researches have been dramatically highlighted in a variety of fields, among which plant association with microorganisms elicits dramatic effects on the local phytobiome and often causes systemic and transgenerational modulation on plant immunity against insect pests and microbial pathogens. In this talk, I will introduce the concept of the plant social networking system (pSNS) to highlight the active involvement of plants in the recruitment of potentially beneficial microbiota upon exposure to insects and pathogens. Microbial association stimulates the physiological responses of plants and induces the development of their immune mechanisms while interacting with multiple enemies. Thus, beneficial microbes serve as important mediators of interactions among multiple members of the multitrophic, microscopic and macroscopic communities. In addition, I classify the steps of pSNS such as elicitation, signaling, secreting root exudates, and plant protection; summarize, with evidence, how plants and beneficial microbes communicate with each other; and also discuss how the molecular mechanisms underlying this communication are induced in plants exposed to natural enemies. Collectively, the pSNS modulates robustness of plant physiology and immunity and promotes survival potential by helping plants to overcome the environmental and biological challenges.

Corresponding author E-mail: yspark2005@kongju.ac.kr

특별세션 4

산림생태계 보전·복원을 위한 종자 발아와 휴면

일 시: 2023년 4월 20일(목) 10:00 - 12:00

장 소: 루비 I (Ruby I)

좌장: 이창석/서울여자대학교

10:00 - 10:10	세션소개	이창석 (서울여자대학교)
10:10 - 10:30	S4-1	시드뱅크의 역할 확장과 종자 관리 나채선 (국립백두대간수목원)
10:30 - 10:50	S4-2	초임계 이산화탄소를 활용한 친환경 종자 소독 기술 이용호 (국립한경대학교)
10:50 - 11:20	S4-3	자생식물의 보존 및 복원을 위한 생태생리 정보기반 종자번식 이승연 (국립안동대학교)
11:20 - 11:50	S4-4	산림복원용 소재공급을 위한 종자생산 및 재배기술 이재선 (국립백두대간수목원)
11:50 - 12:00	토론	현장 토론

S4-1

시드뱅크의 역할 확장과 종자 관리

나채선^{PC}, 신운섭, 정인지, 김혜경

국립백두대간수목원 야생식물종자연구실

기후위기와 무분별한 산지 개발, 산불 등으로 지속적으로 생물다양성이 위협받고 있는 가운데, 시드뱅크의 역할에 대하여 많은 연구자들이 관심을 기울이고 있다. 최초로, 시드뱅크가 등장하였을 때는 단지 농작물 육종연구를 위한 소재 보관시설이었다. 그러나 점차적으로 유전다양성 보전을 위한 연구 및 현지의보전 시설로 그 역할을 넓혀갔으며, 최근에는 복원용 시드뱅크(restoration seedbank) 라는 새로운 용어가 떠오르기 시작하였다. 보전과 연구를 넘어 복원을 위한 유전자원을 저장하고 공급할 수 있는 시설로 그 역할이 확장되어 가야 한다는 것이다. 생태적 복원이라면, 최근 UN의 권고, 법적 고시 등을 통해 알 수 있듯이 그 지역의 자생식물을 활용하여야 한다. 그렇기 때문에 같은 종이라도 지역 별로 유전자원을 보유하고 있어야 하며, 이제 종자저장은 종(species) 뿐만 아니라 지역별, 시기별 차이가 있는 점(accession) 단위를 동시에 고려해야 한다. 또한 종자의 지속적 활용과 공급을 위하여 수집과 저장에서 멈추는 것이 아니라 저장종자의 이력과 활력에 대한 부분이 함께 보장되어야 한다. 국립백두대간수목원 야생식물종자은행은 2018년부터 운영을 시작하였으며, 현재까지 1,945종 13,105점을 저장하고 있다. 이 중 우리나라 자생식물은 1,421종 8,242점으로, 1종당 평균 5~6점을 저장하고 있으며, 종자검사를 통해 1,400점의 활력정보를 보유하고 있다. 가장 많은 활력정보를 보유하고 있는 과는 국화과로 193점이며, 그 중 91점의 충실율이 80% 이상이었고, 발아율도 80% 이상을 보인 것은 25점이었다. 이러한 저장종자의 수집과 저장 이력, 활력정보는 ‘산림생물자원관리시스템’으로 안전하게 관리되고 있다. 앞으로 국립백두대간수목원 야생식물종자은행은 기존의 역할인 연구와 보전 뿐만 아니라 복원용 시드뱅크라는 새로운 역할도 함께 수행하고자 한다. 미확보 자생식물종자를 수집하는 동시에 지역 단위로도 종자를 수집하기 시작하였다. 특히, 법적으로 고시된 복원용 식물종에 대해서는 매년 1종당 평균 10점 이상의 종자를 확보하며, 활력을 확인하고 있다. 이렇게 관리되는 종자는 증식·재배를 통해 재생산되며, 복원용 소재 공급을 위한 원재료로 이용될 것이다.

** 본 연구는 산림청 임업진흥원의 지원을 받아 ‘다부처 국가생명연구자원 선진화사업 (과제번호 : FTIS 2021399B10-2325-CA02)’의 일환으로 수행하였습니다.

교신저자 E-mail: chaesun.na@koagi.or.kr

S4-2

초임계 이산화탄소를 활용한 친환경 종자 소독 기술

이용호^{pc1,2}, 홍선희¹, 나채선³, 박형석⁴, 김경현⁴, 김욱⁴¹국립한경대학교 식물자원조경학부²고려대학교 오정리질리언스연구소³국립백두대간수목원 야생식물종자연구실⁴고려대학교 생명과학대학

야생에서 수집된 자원식물 종자들은 수확시기와 환경을 통제하기 어렵기 때문에 쉽게 병원균 등에 오염되며 이는 보존 및 이용에서 여러 가지 문제를 일으킬 수 있다. 종자 소독은 병의 확산방지, 종자 부패, 유묘 피해 방지, 발아율의 향상, 저장 곤충 피해 방지, 토양 곤충의 조절 등의 다양한 이점을 지니고 있다. 관행적으로 화학적으로 제조된 살균, 살충제가 활용되나, 최근 유기농업에서 활용가능한 다양한 친환경적인 종자 소독기술들이 연구 개발되고 있다. 본 연구에서는 친환경적이고, 재활용이 가능하며, 독성과 잔류가 없어 의약품, 천연물질, 식품, 화장품 소재들의 추출에 다양하게 활용되고 있는 초임계 이산화탄소를 활용하여, 종자에 대한 소독을 시험하였다. 그 결과 *Penicillium oxalicum*의 Box-Behnken 설계를 통한 spore 저감화 반응을 반응 표면 분석한 결과 최적화 조건은 200bar, 50°C, 10분이 산출되었다. 본 조건을 식량, 원예, 녹비 작물들 총 10종에 처리한 결과 7 종에서 발아율, 평균발아일수, 발아균일도의 유의적 감소가 나타나지 않았다. 이에 밀, 콩, 배추, 고추, 토마토, 오이, 자운영은 초임계를 이용한 곰팡이 사멸 처리에 적합한 것으로 판단 되었다. 또한 벼, 수박, 양파는 초임계 처리 후 종자의 품질이 상당부분 감소하였다. 다양한 조건의 초임계 이산화탄소에 의한 식물종별 종자 발아율 시험 결과 종에 따라 상이한 발아율 감소 경향이 나타났으며, 이는 종피의 존재여부가 중요한 영향을 미친 것으로 보인다. 향 후 종자 전처리, 조용매 첨가 등 다양한 처리 변동을 통하여 처리 효과 향상에 대한 연구가 필요하다.

교신저자 E-mail: yongho@korea.ac.kr

S4-3

자생식물의 보존 및 복원을 위한 생태생리 정보기반 종자번식

이승연^{pc1,2}

¹국립안동대학교 대학원 원예육종학과

²국립안동대학교 스마트원예과학과

식물자원의 보존과 복원은 매우 중요한 국제적 이슈로 다루어지고 있는데, 특히 종자를 활용한 보존 및 복원이 중요하다. 최근 보존 및 복원 관련 종자연구는 ‘초기 생활사 특성 기반 연구(early life history traits-based studies)’가 많이 이루어지고 있으며, 주요 주제는 탈리(dispersal mode), 종자 휴면유형 분류(seed dormancy classification), 후숙(dry after-ripening), 토양 종자 은행(soil seed bank), 모계 효과(maternal effects), seed heteromorphism, dormancy cycling 등이지만 국내 자생종에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 종자 휴면은 다섯 가지 유형으로 분류할 수 있다. PD(physiological dormancy), MD(morphological dormancy), MPD(morphophysiological dormancy), PY(physical dormancy), 조합 휴면(PY + PD) 등이 있다. 그 중 PD는 온대지방에서 가장 흔한 유형으로 휴면타과 요건에 따라 3가지 유형(non-deep, medium, deep)으로 분류한다. MPD는 생리적휴면과 형태적휴면이 조합된 유형으로 9가지 수준으로 분류한다; 1) non-deep simple, 2) non-deep simple epicotyl, 3) intermediate simple, 4) deep simple, 5) deep simple epicotyl, 6) deep simple double, 7) non-deep complex, 8) intermediate complex, and 9) deep complex. 국내 자생종인 *Jeffersonia dubia*, *Adonis amurensis* 등의 종자에서 MD와 MPD 유형이 분류되었다. PY는 water gap complex의 형태와 열리는 방식에 따라 세 가지 유형(Type-I, II, III)으로 분류되는데, 국내 자생종에서는 구체적으로 연구된 바가 없다. 종자 생태생리학 연구는 자생종의 생리학, 번식, 재배, 보존 및 복원에 대한 귀중한 정보를 제공할 수 있다. 따라서 한국 자생식물 종자의 초기 생활사를 이해하기 위한 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

** 본 연구는 'KIST ORP program(금강초롱 혁신 프로젝트)'과 '국립수목원 산림유용자원 증식기술개발 연구과제'의 지원에 의해 수행되었음.

교신저자 E-mail: mrbig99@anu.ac.kr

S4-4

산림복원용 소재공급을 위한 종자생산 및 재배기술

이재선^{PC}

한국수목원정원관리원 국립백두대간수목원

최근 많은 지역에서 대형 산불로 인한 산불 피해가 많이 발생하였으며, 피해지 복원의 경우 이전의 단순조림을 통한 복원보다는 자연회복력을 기반으로 산불 이전의 상태와 가깝게 산림생태계의 구조와 기능을 회복시키는 방법으로 복원의 방향이 바뀌어가고 있다. 특히 피해지 중 산림유전자원의 보전가치가 높은 지역의 생태적 복원은 산림의 공익가치를 높이는 데 매우 중요하므로 다양한 생태적 복원방법이 강구되고 있다. 특히 산림의 생태적 복원을 위해서는 산림복원용 소재의 확보 및 안정적 공급이 매우 중요하며, 산림용 복원소재를 공급하기 위하여 산림내 자생식물의 재배기술이 확보가 선행되어야 한다. 복원소재는 복원용 종자와 복원용 묘목으로 구분되며, 초본의 경우에는 대부분 종자로 생산·공급되어 복원을 진행하고, 목본의 경우에는 묘목으로 공급되어 식재된다. 종자의 경우에는 종자 생산을 위한 생육특성, 개화 및 결실 특성, 수확 후 처리, 종자 저장 등 다양한 기반연구가 선행되어야 한다. 해외에서 사용되고 있거나 해외에서 수입되는 복원용 종자의 경우 다양한 연구를 통하여 초본식물이 초기에 빠르게 정착 될 있는 식물종을 선정하거나 복원을 파종기술 또는 식재기술이 확보되어 있다. 목본식물의 경우 복원대상종을 피해지에 바로 식재해야 하므로 식재가능 묘령, 식재시기, 식재방법 등이 선행적으로 연구되어야 한다. 안정적 복원을 위해서는 종자수집, 채종시기, 발아특성, 형태적 특성, 종자 단기저장 및 중·장기저장, 이력관리 등 종자특성 뿐만아니라 대상종의 생산효율을 정확히 알아야 적정량의 종자 및 묘목을 파종하거나 생산할 수 있다. 안정적인 산림생태복원을 위해서는 대상종의 소재가 안정적으로 확보되어야 하며, 확보된 소재가 잘 정착할 수 있어야 한다.

교신저자 E-mail: aerides@koagi.or.kr

특별세션 5-A, 5-B

정수장 소형생물 제어 및 이산화염소수를 활용한 환경생물학적 방제

일 시: 2023년 4월 20일(목) 14:00 - 17:30

장 소: 그랜드볼룸 (Grand Ballroom)

좌장: 김동건/삼육대학교

14:00 - 14:10	세션소개	김동건 (삼육대학교)
14:10 - 14:30	S5-1	깔따구류 종판별 사례 및 분류·생태 특성 박선재 (국립생물자원관)
14:30 - 14:50	S5-2	정수장 유충발생 현황 및 대응사례 김선주 (한국수자원공사)
14:50 - 15:10	S5-3	수돗물 안전관리에 대한 국가수도계획 한승철 (한국수자원공사)
15:10 - 15:30	S5-4	이산화염소수의 특성 및 적용 분야 최창호 (경상국립대학교)
15:30 - 15:50	S5-5	이산화염소수의 화학적 안정성 연구 조철웅 (전남대학교)
Coffee Break		
16:10 - 16:30	S5-6	산화제별 깔따구 유충의 불활성화 특성 평가 채선하 (한국수자원공사)
16:30 - 16:50	S5-7	이산화염소수를 활용한 정수장내 소형생물 제어 윤태중 (삼육대학교)
16:50 - 17:10	S5-8	친환경 이산화염소수를 이용한 농업분야 연구 사례 권혁 (고려대학교)
17:10 - 17:30	토의	종합 토의

S5-1

갈따구류 종판별 사례 및 분류·생태 특성

박선재^{PC}, 백민정, 강태민

국립생물자원관 기후·환경생물연구과

본 연구에서는 수돗물에서 발견된 생물을 대상으로 국립생물자원관에서 형태 및 유전자 분석을 통해 종판별한 결과와 갈따구류의 생태 특성에 대해 보고한다. 2020년 7월 인천 수돗물에서 갈따구가 발견된 이래로 수돗물 발견 생물에 대한 국민들의 관심이 높아지고 있다. 이를 위해 환경부에서는 “수돗물 수질민원 대응 매뉴얼”을 마련하여 수돗물에서 생물이 발견되면 국립생물자원관을 통해 정확한 종판별을 받도록 규정하고 있다. 국립생물자원관은 2020년부터 2022년까지 전국 수돗물 관리 기관에서 의뢰한 수돗물 발견 생물 총 649건 1,573개 시료에 대해 형태 및 유전자 정보(CO1) 분석을 통해 증명과 이들에 대한 분류·생태 정보를 제공하였다. 종판별 결과 갈따구류가 477시료(30.3%)로 가장 많이 확인되었고, 나방파리류가 240시료(15.3%)로 두 번째로 많이 발견되었다. 나방파리류는 습하고 유기물이 많은 서식환경을 선호하여 화장실이나 주방의 싱크대 등에서 주로 발견되기 때문에 수돗물 생산 시설이 아닌 민원가에서 발생된 개체들이 발견된 것으로 확인되었다. 다음으로는 지렁이류가 97시료(6.2%), 모기류가 35시료(2.2%), 지네류가 23시료(1.5%) 순으로 조사되었다. 생물이 아닌 이물질이 226시료(14.4%)로 많은 종판별 의뢰가 있었다. 이 외에도 많은 수서 및 육상 곤충류, 요각류, 응애류 등 다양한 절지동물들이 확인되었다. 갈따구류는 물이 있는 환경이면 어디든지 서식이 가능한 곤충이다. 국립생물자원관은 갈따구류의 종판별 지원뿐만 아니라 전국적으로 주요 취수원을 대상으로 분포현황 조사, 사육을 통한 생활사 연구, 정수처리 과정에서 이용되는 소독제 내성 실험 등을 통해 효율적인 관리방안 마련을 위한 자료를 구축하고 있다.

교신저자 E-mail: sun1763@korea.kr

S5-2

정수장 유충발생 현황 및 대응사례

김선주

K-water 한강유역본부 한강수도지원센터

본 연구에서는 최근 전국 정수장에서 잇따라 깔따구 유충이 발견됨에 따라 매년 한강유역 환경청 등 7개 유역환경청, 유역수도지원센터, 외부전문가로 구성된 정수장 위생점검을 실시하고 있다. 전국 정수장 현장을 방문해 원수, 정수처리과정, 정수처리공정 이후의 정수 등 모든 과정에서의 유충 발생 여부를 집중적으로 점검하였으며, 일부 정수장의 원수나 침전수, 여과수, 활성탄 유출수 등에서도 유충이 발견되기도 하였다. 여과지와 활성탄지에서 유충이 발견된 정수장에는 정수처리공정 강화, 정수지 유입부 미세차단망 설치 등 긴급조치를 통해 정수장 밖으로 깔따구 유충이 유출되지 않도록 차단했다. 유충 발생원인으로는 여러 가지가 있겠지만 대표적으로 정수시설의 방충설비 미비로 건물내부로 깔따구 성충이 유입되어 발생하거나 집중호우 시 원수에서 깔따구 유충이 유입된 것으로 판단하고 있다. 이에 따라 환경부는 정수장에서 깔따구 유충 감시를 강화하고 가정으로 유출되는 것을 막기 위한 대책도 추진할 예정이며, 유충이 정수장 내에서 발생하더라도 가정으로 유출되지 않도록 가장 마지막 정수단계에 정밀여과장치와 같은 유충 유출 차단장치를 도입하는 등 추가적인 위생관리 조치도 강화할 계획이다. 또한, 전문기관을 통한 기술 진단도 지속적으로 실시해 정수장이 최적으로 운영·관리될 수 있도록 노력하고 있다. 본 연구는 합동으로 실시한 정수장 위생점검 결과 등을 바탕으로 한강유역 정수장의 유충발생 현황과 대응사례 등을 소개함으로써 실질적인 정수장의 위생관리 개선을 위한 자료로 활용되길 바란다.

교신저자 E-mail: seonjoo@kwater.or.kr

S5-3

수돗물 안전관리에 대한 국가수도계획

한승철^{PC}

한국수자원공사 수도관리처

2018년 국토부에서 환경부로 물관리가 일원화됨에 따라, 통합 물관리 실현을 위한 광역·지방상수도 통합·연계 강화 등 수도사업 전반에 걸쳐 변화와 혁신이 요구되었다. 이에 국가 물관리 정책 방향에 부합하는 새로운 국가 수도정책 방향 설정이 필요하였다. 기존 수도 정책을 진단·평가하고 변화된 사회·환경 등 여건을 반영하여 합리적으로 수도 서비스를 개선하고 지속 가능한 상수도 발전 방안 제시가 필요하였다. “국가수도기본계획”은 과거 “전국수도종합계획”과 “광역·공업수도정비기본계획”으로 나뉘어 있던 계획을 통합하는 최상위 계획으로 위상이 정립되었으며, 향후 “국가수도기본계획”을 바탕으로 각 지자체의 수도정비기본계획을 수립하도록 하여, 국가 수도 정책의 강력한 실행력을 확보하게 되었다. 국가 수도정책 추진방향은 크게 네가지 방향으로 정책이 수립되었다. 첫째, 물관리일원화 기본 원칙 및 국가 물관리 정책 방향에 부합하는 “유역 수요관리 기반 용수 확보 및 통합 물관리 체계로의 전환”이다. 이를 통해 수도사업의 통합과 연계를 강화하고, 유역기반으로 생활용수와 공업용수를 합리적으로 수요를 관리하며, 대체 수자원 등 취수원 다변화를 통해 우리나라 물 공급체계를 최적화할 계획이다. 둘째, 국민 모두가 안심하고 누리는 “국민 중심의 수도 서비스 혁신”이다. 이는 수돗물 생산과 공급 전과정에서 수질관리와 위생 관리를 강화하여 안전한 물 공급을 실현하고, 급수취약지역에 대한 물 복지를 실현함은 물론 수도 정책과 계획에 대하여 국민 참여를 확대한다는 계획이다. 셋째, 수도사업 경쟁력 강화를 위한 “관리체계 혁신 및 운영관리 전문화”이다. 세부 내용으로는 국가 상수도를 스마트하게 개선함으로써 저탄소·친환경 수돗물 공급시스템을 구축하고, 수도시설에 대한 전문화된 운영관리를 통해 수돗물 안전관리를 강화하고 더불어 국민 서비스 향상을 목표로 한다. 넷째 수도사업 구조를 개편하고, 합리적 재정 운영과 함께 투자 평가체계 구축 등을 통해 수도서비스 경쟁력 강화하는 “지속가능한 사업체제로 전환”을 계획하고 있다. 국가수도기본계획 수립을 통해 달성하고자 비전은 “언제 어디서나 국민 모두가 신뢰하는 수도서비스 제공”이다.

교신저자 E-mail: waterian@kwater.or.kr

S5-4

이산화염소수의 특성 및 적용 분야

최창호^{pc1}, 김동건²¹경상국립대학교 화학공학과²삼육대학교 스미스학부 대학

염소수에서 유독성 화학물질이 발견 후 그에 따른 규제로 인해 물 처리 과정에서 용해된 염소를 대체할 수 있는 대안 소독제에 관한 관심이 증대되어왔다. 주요 대안으로 이산화염소와 오존이 거론되고 있으며, 지난 30-40년 동안 이러한 소독제들의 화학적 특성과 다양한 미생물에 미치는 영향을 이해하기 위한 연구가 많이 수행되었다. 이산화염소는 실온에서 노란색을 띤 가스로 존재하며 안정적인 자유라디칼이 존재하여 반응성이 매우 높은 물질이지만 일반적으로 이성질체 반응이 일어나지 않는 특징이 있다. 물에 쉽게 용해되는 이산화염소의 특성을 이용하여 이산화염소수를 제조할 수 있지만, 휘발성이 매우 강하기 때문에 저장 시 용액의 산성도 조절 및 저장 조건을 최적화하면 장기간 안정적으로 보관할 수 있다. 이러한 장점으로 이산화염소수는 생물막 제거, 폐수처리, 표백제 및 식품, 농업, 양식업 등 여러 분야에 활용되고 있다. 본 발표에서는 염소와 비교하여 이산화염소의 특징을 기술하고, 생산법 및 응용 분야에 대해서 전반적으로 논의하고자 한다.

교신저자 E-mail: ch_choi@gnu.ac.kr

S5-5

이산화염소수의 화학적 안정성 연구

이관용¹, 진세라², 조철웅^{pc1,2}

¹전남대학교 바이오에너지공학과

²전남대학교 융합식품바이오공학과

이산화염소(ClO_2)는 살균, 살충 및 탈취 역할을 할 수 있는 물질로, 정수처리, 식품가공, 원예, 의료 및 가정에서 소독, 살균제로 많이 사용되고 있다. 이산화염소는 라디칼을 포함하는 화학구조이기 때문에 반응성이 아주 크며 가스형태의 물질이기 때문에 환경요소에 따라 안정성이 달라질 수 있다. 따라서 이산화염소의 적용가능성을 확인하기 위해서는 특정 환경에서 안정성을 평가하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 정수처리 환경에서 이산화염소수의 안정성에 대한 평가를 진행하였다. 연구를 위해 이산화염소의 분석 조건을 확립하였고, 환경요소 (빛, 온도, 수처리제 등)에 의한 이산화염소의 안정성을 분석하는 연구를 진행하였다. 실험 결과, 빛, 온도가 이산화염소의 안정성에 큰 영향을 주는 것으로 분석되었고, 수처리용 활성탄과 자연계 수질 속에 많이 함유되어 있는 humic acid에 의해서도 이산화염소의 안정성에 큰 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과들은 이산화염소를 정수처리에 활용하는데 기본적인 정보를 제공하고 적절한 활용방안을 모색하는데 기초자료가 될 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: choicejoe@jnu.ac.kr

S5-6

산화제별 깔따구 유충의 불활성화 특성 평가

채선하^{pc1}, 전민정¹, 윤정화², 조경덕³¹한국수자원공사 K-water연구원²한국수자원공사 영·섬유역관리처³서울대학교 보건환경학과

깔따구(Chironomids)는 국내 하천 수생태계 내 높은 우점도를 보이는 저서성 대형 무척추 동물로 수층과 저서층의 에너지 순환 및 어류와 조류 등 수계 동물의 주된 먹이원으로서의 역할을 하며, 하천, 호수, 해양에 이르기까지 광범위한 서식처를 나타낸다(Allgeier *et al.*, 2019, Kwak *et al.*, 2020). 최근 정수장에 유입된 깔따구 유충이 정수처리공정에서 처리되지 않고 수돗물에서 발견되는 사례가 발생하여 본 연구에서는 도꾸나가 조각깔따구 (*Glyptotendipe tokunagai*) 유충을 이용하여 정수처리공정에서 산화제 종류별(염소, 오존, 과산화수소)로 산화제 주입 농도에 따른 염소공정, 오존공정, 고도산화공정(AOP; O₃+H₂O₂, UV+H₂O₂)에서의 깔따구 유충과 알의 불활성화의 특성을 평가하였다. 염소공정은 정수장에서 주입되는 염소(차아염소산나트륨; NaOCl 11.2%)농도 수준인 10ppm(CT 100;농도×접촉시간 100)에서는 깔따구 유충의 활동성에 전혀 영향을 미치지 못하였고, 극한의 조건에서의 평가를 위해 고농도인 1,000ppm을 주입 시, 18시간 접촉 후에 사멸하였다. 오존 단독공정에서는 주입농도 0.5~3.0 ppm에서 15분 접촉시간으로 반응시켰을 때 유충은 사멸하지 않았으나, 3.0ppm에서 극한의 접촉시간까지 반응시킨 22시간 경과 후에 유충은 사멸하였음을 확인하였다. UV-H₂O₂ (AOP)공정은 과산화수소수 주입농도(1~10 ppm) 및 접촉시간(10~60 분)에서 깔따구 유충(2~3령)의 활동성 및 형태의 변화가 없었다. 본 연구는 정수장에서 사용 중인 산화공정 별로 깔따구 유충의 사멸 가능성을 평가한 것으로 정수장에 유입 가능성이 있는 깔따구 유충과 같은 소형생물의 제어 특성을 평가하기 위한 좋은 기초 자료가 될 것이다.

교신저자 E-mail: shchae@kwater.or.kr

S5-7

이산화염소수를 활용한 정수장내 소형생물 제어

윤태중¹, 이장호², 홍승비¹, 김동건³¹삼육대학교 환경생태연구소²삼육대학교 융합과학과³삼육대학교 스미스학부대학 융합학문학부

정수장에서는 주로 음용으로 공급되는 수돗물의 안전성 확보를 목적으로 바이러스 등의 병원성 미생물과 깔따구류와 같은 소형 생물을 소독하기 위하여 화학적 또는 물리적인 방법이 활용되고 있다. 화학적 방법으로는 액화염소(Cl_2), 차아염소산나트륨(NaOCl), 오존(O_3) 등을 활용하며, 물리적 방법으로는 여과 등의 방법을 이용한다. 그러나 최근 수돗물에서 깔따구류 등이 발견되면서 수돗물의 안전성 즉, 위생 문제가 대두되고 정수장에서의 소독 효율성에 대한 논란이 커지고 있다. 깔따구류의 제어를 위해 기존에 정수장에서 주로 사용하는 소독제들은 높은 농도 또는 오랜 노출 기간이 필요하며, 이는 염소계 화합물의 부작용, 즉 부산물의 증가를 초래할 수 있다. 이에 반하여 이산화염소수(ClO_2)는 낮은 농도 및 짧은 노출 기간에도 효과적이며 부산물을 생성하지 않으나 끓는점이 낮은 불안정한 화합물로 알려져 있다. 본 연구에서는 깔따구류(Chironomids)를 대상으로 이산화염소수의 소독제로써의 이용 가능성을 평가하고 기존 소독제의 대안으로써의 활용 가능성에 대하여 알아보고자 한다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

S5-8

친환경 이산화염소를 이용한 농업분야 연구 사례

권혁¹, 김옥²¹고려대학교 생명자원연구소²고려대학교 생명공학부

이산화염소(Chlorine Dioxide, ClO₂)는 1944년 미국 나이아가라 폭포 정수 처리장에서 정수처리에 적용되어 소독제 또는 산화제로 처음 사용되었다. 이후 이산화염소가 박테리아, 곰팡이, 바이러스 소독에 효과가 있는 것으로 알려지면서 다양한 분야에서 살균, 살충, 저장성 증진 등에 사용되어지고 있다. 토마토와 딸기에 처리하여 저장기간을 연장시키는데 사용되어지고, 축산에서는 닭, 돼지 축사에서 이산화염소를 이용하여 바이러스 살균과 축사 내 악취제거에 사용되어지고 있다. 이산화염소를 이용한 연구는 메틸브로마이드(Methyl bromide, CH₃Br)의 중단과 에피흠(Aluminium Phosphide, AIP)의 대체 훈증제 개발을 위해 진행되었으며, 대표적으로 벼의 저장성을 높이기 위해 주요 저장해충을 방제하기 위해 연구하였다. 그리고 밀의 저장해충 방제를 위한 연구도 진행 중에 있다. 주요 해충에는 화랑곡나방과 바구미를 이용하였으며, 화랑곡나방의 경우 알, 유충, 번데기, 성충에 이르기까지 살충 효과가 있음을 입증하였다. 그리고 이산화염소가 페로몬을 분해하는 효과가 있음을 입증하였으며, 이에 대한 특허를 출원하였다. 배추, 오이, 수박 등의 피해를 주는 박테리아 살균을 이산화염소를 이용하여 처리하였으며, 종자처리의 효과를 확인하였다. 또한, 이산화염소 가스처리를 이용하여 고구마의 큐어링 효과를 증가시켜 고구마 저장성 증가에 대한 연구가 진행되었다. 그리고 이산화염소를 통하여 고구마에 관련된 곰팡이 살균에도 효과가 있음을 확인하였다. 이처럼 이산화염소는 친환경 소독제로 추후 연구들을 통해 다양한 농업분야에서 이산화염소가 사용될 것으로 예상되어진다.

교신저자 E-mail: kwook@korea.ac.kr

특별세션 6

기후변화에 따른 동해연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발

일 시: 2023년 4월 20일(목) 14:00 - 16:00

장 소: 루비 I (Ruby I)

좌장: 백승호, 노현수/한국해양과학기술원

14:00 - 14:05	세션소개	백승호 (한국해양과학기술원)
14:05 - 14:20	S6-1	기후변화에 따른 동해 연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발 노현수 (한국해양과학기술원)
14:20 - 14:35	S6-2	해조숲 분포 맵핑 연구 최순영 (한국해양과학기술원)
14:35 - 14:50	S6-3	동근성게(<i>Mesocentrotus nudus</i>)와 소라(<i>Turbo sazae</i>)의 섭식률 비교 (실내실험) 서재환 (한국해양과학기술원)
14:50 - 15:05	S6-4	동해 갯녹음 유발 주요 환경인자/원인생물 영향 평가 백승호 (한국해양과학기술원)
15:05 - 15:20	S6-5	Marine deforestation leads to widespread loss of ecosystem function 김주형 (군산대학교)
15:20 - 15:35	S6-6	Trophic niche and food resource for herbivorous benthic invertebrates using stable isotopes 강민구 (한국해양과학기술원)
15:35 - 15:50	S6-7	한반도 제주도 연안 아열대성 돌산호류 확장에 따른 서식지 변동 김태훈 (한국해양과학기술원)
15:50 - 16:00	Q&A	질의응답

S6-1

기후변화에 따른 동해 연안 갯녹음 유발요인 검증 원천기술 개발

노현수^{PC}, 박주면, 이희갑

한국해양과학기술원 동해연구소

해양의 갯녹음은 수온 상승, 과도한 연안개발 등으로 수중암반에 서식하는 대형 해조류가 점차적으로 사라지고 석회질성의 무절산호조류가 수중암반의 표면을 뒤덮은 이후 그 상태가 장기간 지속되는 현상으로서 해조숲의 기능이 상실되어 바다사막화라고도 불린다. 국내 연안에서의 갯녹음 현상은 다양한 원인에 의해 발생한다고 알려져 있으나, 그 정확한 원인이 규명되지 않았고, 명확한 원인규명이 수반되지 않은 상태에서 국가 정부 차원에서의 대규모 해조숲 복원 사업이 수행되고 있는 실정이다. 본 연구사업은 국내 연안의 갯녹음 유발에 관여하는 단일요인 및 다중요인 검증을 위한 원천기술을 개발하고 해조숲 조성에 의한 탄소중립 이행을 평가하며, 갯녹음 진단/평가 및 서식지 복원을 위한 가이드라인 제시를 목표로 설정하고 있다. 이를 달성하기 위해서 다음의 세부 성과목표를 기반으로 연구를 진행하고 있다. 1. 갯녹음 유발요인 탐색 및 검증(갯녹음 유발요인 도출 및 검증 시스템 구축, 갯녹음 유발요인 검증을 위한 실내 인공생태계 실험 시스템 구축), 2. 갯녹음 유형별 실험역 검증 기술 개발(갯녹음 및 해조숲 분포 모니터링 기술 개발, 갯녹음 및 해조숲 분포 맵핑 기술 및 ICT 기반 모니터링 기술 개발, 갯녹음 실험역 검증 실험 및 유형 분류기준 제시, 해조숲에 의한 순탄소 고정량 측정 및 검증), 3. 갯녹음 유형별 진단 및 평가 기술 개발(갯녹음 진단/평가 지표 분석 및 진단/평가 지표(안) 제시, 실증기반 해조숲 조성 개선방안 및 해조숲 대체 복원 기획(안) 제시). 최종적으로는 기후변화에 따른 동해 연안 갯녹음 유발요인 규명과 유용 생물자원 서식지 보존 및 탄소중립 이행을 위한 원천기술을 개발하고자 한다.

교신저자 E-mail: hsrho@kiost.ac.kr

S6-2

해조숲 분포 맵핑 연구

최순영^{1,2}, 김창환¹, 도종대¹, 정의영¹, 이창욱², 김원혁¹, 이병길¹, 박찬홍¹

¹한국해양과학기술원

²강원대학교 과학교육학과

본 연구에서는 갯녹음 및 해조숲 분포 지역 감시 기술 개발을 위해 해조숲 분포에 대한 맵핑 연구를 수행하였다. 연구지역은 동해 후정 해변에 위치한 해중전망대 인근 지역 20 m 이하의 천해역 수심대로서 주변 수중암반들로 인해 해조류들이 서식 가능한 환경인 모니터링 지역으로 선정하였다. 해조숲 분포 파악을 위해 각각 고해상도 위성 영상 자료, 멀티빔 음향 자료, 드론사진 및 수중영상 자료를 이용하여 획득자료에 대한 분석을 실시하였다. 고해상도 위성 영상을 이용한 맵핑 연구는 위성 이미지의 해조류 분광 특성을 통해 다양한 분류 알고리즘으로 해조숲 분류를 효과적으로 분류하고자 하였다. 위성이미지는 Geoeye-1 (50cm 급 해상도) 위성영상을 사용하였으며 최적의 파장대에 대한 연구를 위해 서포트벡터머신 분류 기법을 이용한 결과, 관심영역 및 매개 변수에 따른 과적합으로 인해 오분류가 발생함으로써 다른 방법인 최대우도법 분류 기법을 사용하였다. 분류 결과, 4개의 밴드(NIR, Red, Green, Blue)를 모두 사용한 결과가 가장 정확도가 높게 나타났으며 연구지역의 범위에 따라 약식으로 Blue, NIR 또는 Blue, Green, NIR 밴드 조합이 적절할 것으로 예상된다. 드론사진 및 수중영상을 이용한 맵핑 연구는 정사영상(RGB)과 CTD와 수중카메라가 장착된 장비를 통한 수중영상을 결합한 영상 기반의 해조숲 분포를 파악하고자 하였다. RGB 영상의 경우 연구지역의 전반적인 해조숲 분포 파악이 가능하였다. 수중영상의 경우 균등한 격자 분포로 촬영한 해저면 사진을 캡처하여 맵핑함으로써 연구지역의 전체적인 해저면 상태를 파악하였다. 멀티빔 음향을 이용한 맵핑 연구는 멀티빔의 정밀 해저 지형 수심과 수주(watercolumn) 자료 특성을 이용해 해조류 분포 위치를 파악하고자 하였다. 연구지역에서는 수중방파제를 기점으로 북동쪽과 동쪽에 해당하는 지역에 수중암반 지대가 집중되어 있다. 정밀 해저 지형의 수심과 수주를 함께 비교한 결과, 연구지역의 식생하는 해조류는 주로 조사지역 서쪽과 남쪽 해역인 수중암반이 존재하는 지대에 나타났다. 해조류가 나타나는 수심대는 대부분 수심 15 m 이내 돌출된 암반 지대에 붙어서 식생하고 해조류 길이는 약 2~4 m로서 전체적으로 모자반처럼 길이가 긴 해조류가 식생하는 것으로 예상된다. 실제 수중영상으로 해조류 유무 위치를 확인한 결과 멀티빔으로 파악된 식생 유무 예상 위치와 잘 일치하였다. 계절 변화에 해조류 식생 양상을 위해 4월과 9월 자료를 비교한 결과, 4월 자료에서는 해조류가 잘 번식하는 반면, 9월 자료는 해조류 번식 거의 없는 것으로 확인되었다.

교신저자 E-mail: kimch@kiost.ac.kr

S6-3

등근성게(*Mesocentrotus nudus*)와 소라(*Turbo sazae*)의 섭식을 비교 (실내실험)

서재환¹, 구본주^{1,2}

¹한국해양과학기술원 동해환경연구센터

²과학기술연합대학원대학교 한국해양과학기술원 스쿨

갯녹음은 연안 암반 지역에서 해조군락이 소멸되고 석회조류가 번무하여 바위표면이 백색으로 변하는 현상으로 물리적, 화학적, 생물학적 요인 등의 다양한 요인에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다. 갯녹음 유발 요인 중 조식동물의 섭식에 의한 해조류 사멸이 갯녹음 발생의 주요 원인으로 알려져 있으나 갯녹음 발생 지역의 특성에 따라 그 요인이 각기 다른 것으로 보고되고 있다. 최근 기후변화에 의한 수온상승에 의해 동해 연안 갯녹음 지역의 확산과 함께 남해 연안 주요 우점종인 소라(*Turbo sazae*)의 서식지 북상 및 동해 연안 주요 우점종인 등근성게(*Mesocentrotus nudus*)의 서식지 감소가 보고되고 있다. 하지만, 동해 연안 갯녹음 유발 요인 탐색 및 검증 연구는 부족하며 동해 연안 주요 조식동물의 해조류 섭식이 갯녹음 발생에 미치는 영향 연구는 제한적인 상황이다. 본 연구는 조식동물의 해조류 섭식이 동해 연안 갯녹음에 미치는 영향 검증 연구의 일환으로 mesocosm system을 이용해 동해 연안 조식동물의 주요 우점종인 등근성게와 소라의 수온에 따른 섭식률 변화를 분석하였다. 등근성게 실험개체는 실험 전 먹이공급 없이 각각의 실험수온(5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C)에서 5일간 순치 후 섭식률 분석 실험에 사용하였다. 각각의 실험수온에 등근성게 3개체를 독립된 실험수조에 1개체씩 투입 후 다시마(*Saccharina japonica*) 10g을 먹이로 공급한 후 24시간마다 다시마의 습중량 차이를 통해 섭식률을 산출하였다. 24시간마다 기존에 공급된 다시마를 제거하고 새로운 다시마를 공급하였으며 총 5일간 섭식률 변화를 분석하였다. 소라의 섭식률 분석은 등근성게와 동일한 방법으로 수행하였다. 등근성게의 섭식률은 수온이 상승함에 따라 증가하여 15°C와 20°C에서 0.01g/g/day로 가장 높았으며 25°C에서 실험개체의 폐사발생과 함께 가장 낮은 섭식률을 보였다. 소라의 섭식률은 수온이 상승함에 따라 증가하였고 25°C에서 0.087g/g/day로 가장 높은 섭식률을 보였으며 5°C에서 가장 낮은 섭식률을 나타냈다. 모든 실험수온에서 등근성게에 비해 소라의 섭식률이 높았으며 수온이 상승함에 따라 그 차이는 증가하여 25°C에서 가장 큰 섭식률 차이를 나타냈다. 본 연구는 동해 연안에서 소라의 서식지 확장 및 서식밀도 증가를 고려할 때 등근성게에 비해 소라의 섭식이 해조류 사멸에 더 큰 영향을 미칠 수 있음을 나타냈으며 특히 수온이 상승할수록 그 영향은 더욱 커질 수 있음을 시사한다.

교신저자 E-mail: bjkoo@kiost.ac.kr

S6-4

동해 갯녹음 유발 주요 환경인자/원인생물 영향 평가

백승호¹, 현봉길¹, 강준수¹, 윤성진²

¹한국해양과학기술원 남해연구소

²한국해양과학기술원 울릉도·독도해양연구기지

본 연구에서는 동해 연안 갯녹음 유발 주요 환경 인자와 원인생물 영향을 평가하고자 하였다. 먼저 갯녹음 유발 주요 환경 인자 영향을 평가하기 위해 2010년부터 2021년까지의 해양환경관측망(해양환경정보포털, KOEM) 자료 중 동해로 구분된(생태구 구분) 경북 포항 구룡포연안부터 강원도 속초연안과 거진연안까지 52개 정점 총 44회 분기별 자료(2월, 5월, 8월, 11월)를 분석하였고, 분석항목은 수온, 염분, pH, 용존산소, 영양염(DIN, DIP, DSi), 엽록소-a 와 수질환경지수(Water Quality Index, WQI)이다. 그리고 갯녹음 유발 원인생물인 말뚝성게 초기생활사에 수소이온 및 부유물질 농도가 미치는 영향을 파악하기 위해 다양한 농도 구배의 실험구를 조성하였다. 부유물질 실험구는 직접 채취한 토사를 80℃에서 48시간 건조시킨 후 10 µm 채로 걸러 1,000 mg/L로 농도를 조제한 다음 순차적으로 희석시켜서 500, 250, 125, 62.5, 0 mg/L(대조구) 농도 구간으로 구분하였고, 수소이온농도 실험구는 8.0(대조구), 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0, 4.5 농도 구간으로 구분해서 실험구를 조성하였다. 갯녹음 유발 주요환경인자 분석 결과를 보면, 표층 해수온 상승과 낮은 질산염 농도가 유용해조류의 번성 및 확산에 부정적인 영향을 미쳤을 것으로 분석되었으며, 집중 강우가 발생한 시기에는 연안역의 담수화 또한 갯녹음 확산의 주요 인자가 될 수 있는 것으로 확인되었다. 반대로 동해 연안역에서 산성화(pH), 용존산소농도, 투명도등이 영향은 미미한 것으로 분석됐다. 갯녹음 원인생물인 말뚝성게의 수정률은 pH 6.0 이하에서 급격히 감소하였으며, 부유물질에 노출되었을 경우 250 mg/L 이상에서 조금 감소하였으나 대조구와의 뚜렷한 차이는 확인되지 않았다. 말뚝성게의 유생 발생률은 pH 6.5 이하에서 급격하게 감소하였으며, 500 mg/L 이상 부유물질농도에서 발생률 기울기는 급격히 감소하였다. 요약하면, 갯녹음 발생 원인은 매우 다양해서 하나 혹은 두 개의 환경 인자 변화로 발생했다고 단정 지을 수 없지만, 동해 연안해역의 유용해조류 감소 및 갯녹음 확산에는 표층 해수온 상승과 질산염 부족이 중요 핵심 인자로 되었고, 동해권 연안 수소이온 및 부유물질 농도가 말뚝성게의 초기생활사에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: sjyon@kiost.ac.kr

S6-5

Marine deforestation leads to widespread loss of ecosystem function

Ju-Hyoung Kim¹, Matthew Edward^{c2}, Brenda Konar³, Scott Gabara²,
Genoa Sullaway², Tristin McHugh², Michael Spector², and Sadie Small²

¹Department of Aquaculture and Aquatic Science, Kunsan National University

²Department of Biology, San Diego State University

³College of Fisheries and Ocean Sciences, University of Alaska Fairbanks

Trophic interactions can result in changes to the abundance and distribution of habitat-forming species that dramatically reduce ecosystem functioning. In the coastal zone of the Aleutian Archipelago, overgrazing by herbivorous sea urchins that began in the 1990s resulted in widespread deforestation of the region's kelp forests, which led to lower macroalgal abundances and higher benthic irradiances. We examined how this deforestation impacted ecosystem function by comparing patterns of net ecosystem production (NEP), gross primary production (GPP), ecosystem respiration (Re), and the range between GPP and Re in remnant kelp forests, urchin barrens, and habitats that were in transition between the two habitat types at nine islands that spanned more than 1000 kilometers of the archipelago. Our results show that deforestation, on average, resulted in a 24% reduction in GPP, a 26% reduction in Re, and a 24% reduction in the range between GPP and Re. Further, the transition habitats were intermediate to the kelp forests and urchin barrens for these metrics. These opposing metabolic processes remained in balance; however, which resulted in little-to-no changes to NEP. These effects of deforestation on ecosystem productivity, however, were highly variable between years and among the study islands. In light of the worldwide declines in kelp forests observed in recent decades, our findings suggest that marine deforestation profoundly affects how coastal ecosystems function.

Corresponding author E-mail: medwards@sdsu.edu

S6-6

Trophic niche and food resource for herbivorous benthic invertebrates using stable isotopes

Min Gu Kang^{P1}, Jong Hun Kim¹, Dae Won Lee², Hyun Soo Rho¹, and Joo Myun Park^{C1}

¹East Sea Research Institute, Korea Institute of Ocean Science & Technology

²Marine Biotechnology & Bioresource Research Department, Korea Institute of Ocean Science & Technology

This study aimed to identify seasonal and latitudinal differences in benthic food web structures along with southern and eastern coast of Korean peninsular using carbon and nitrogen stable isotope analyses. Benthic invertebrate and macroalgal samples, and surface seawater sample were collected from two regions (Tongyeong and Uljin) during the cold (May) and warm season (July-August). Muscle tissues of benthic invertebrate, plant tissue and particulate organic matter (POM) which was filtered from seawater were dried for 48h at 60°C, and then analyzed stable isotope ratio using IRMS. Common herbivorous benthic invertebrates in Uljin were *Turbo cornutus* and *Mesocentrotus nudus*, while *T. cornutus*, *Hemicentrotus pulcherrimus*, and *M. nudus* were the abundant herbivores in Tongyeong. In both regions, benthic invertebrates showed much higher stable isotope values (both carbon and nitrogen) than macroalgae and/or POM, indicating that the macroalgae and POM were the important food sources for herbivorous benthic invertebrates. According to isotopic mixing model, the proportion of macroalgae in the diet of *T. cornutus* and *M. nudus* was higher in the warm than in the cold seasons, and higher in Uljin than in Tongyeong. While POM were not direct food sources for *T. cornutus* and *M. nudus*, but contributed slightly to the diets of the two species. Further studies such as gut contents analyses of benthic herbivorous invertebrates combined with the stable isotope analysis can enhance our abilities to evaluate impact of grazing by benthic herbivores on benthic macroalgal abundance in Korean waters.

Corresponding author E-mail: joomyun.park@kiost.ac.kr

S6-7

한반도 제주도 연안 아열대성 돌산호류 확장에 따른 서식지 변동

김태훈^{PC}, 양현성, 김태호, 이경태, Garance P.M. Perrois,
Léonard M.T. Pons, and Anna B. Jöst

한국해양과학기술원 제주연구소 열대·아열대 연구센터

지난 수십년간 한반도 남단 제주도 연안 생태계는 기후변화와 지역적으로 발생하는 환경변화에 의해 대형 해조류 중심의 서식지에서 아열대성 돌산호류 서식지로 변해가고 있다. 특히, 공생성 돌산호류의 아시아-태평양 지역 고위도 북방한계선은 제주도로 알려져 있다. 그 중에 거품돌산호(*Alveopora japonica*)는 이미 제주도 남부 서귀포 연안에 자생하는 감태(*Eklonia cava*)와 경쟁에서 우위를 차지하는 것으로 보고 되었다. 뿐만 아니라 최근에는 빛단풍돌산호(*Montipora millepora*) 분포가 급격히 증가하여 해양보호구역에 우점하는 연산호 군락을 점차 감소시키는 것으로 나타났다. 영양학적인 관점에서 산호는 환경에 따라 종속영양성 섭식전략을 가진 종이 독립영양성 보다 환경변화에 적응이 강한 것으로 알려져 있다. 이번 연구에서는 수중 이미지 조사를 통해 제주 서귀포 연안 서식지 분포 패턴을 파악하고, 돌산호 시료의 탄소와 질소 안정동위원소 값을 분석하여 제주 연안에 최근 증가하고 있는 돌산호류의 섭식전략을 파악하였다. 그 결과, 제주 서귀포 보목 지역의 돌산호류 분포가 78.5% (거품돌산호 74.9%, 빛단풍돌산호 2.2%), 해조류 분포가 15.4%로 돌산호류가 우점하는 것으로 나타났다. 안정동위원소 값을 이용한 SIBER (Stable Isotope Bayesian Ellipses in R) 통계분석 결과, 거품돌산호는 독립영양성으로 나타났으며, 빛단풍돌산호는 혼합영양성 섭식전략을 갖는 것으로 확인되었다. 본 연구 결과는 제주연안 해양생태계에서 발생하고 있는 환경변화와 돌산호류 분포 확장, 종간 경쟁, 생물다양성 변화, 서식지 변동과의 연관성을 파악하는 중요한 자료가 될 것으로 예상된다.

교신저자 E-mail: tk2020@kiost.ac.kr

특별세션 7

Basic science for ecosystem material cycles in response to climate and environment crises

일 시: 2023년 4월 21일(금) 09:30 - 11:30

장 소: 그랜드볼룸 (Grand Ballroom)

좌장: 박훈/고려대학교 오정리질리언스연구원

09:30 - 09:42	S7-1	기후변화와 생태계 물질순환 박훈 (고려대학교 오정리질리언스연구원)
09:42 - 09:54	S7-2	Eco-friendly control strategy of harmful algal species using aminated adsorbents 김석 (고려대학교 오정리질리언스연구원)
09:54 - 10:06	S7-3	기후변화에 의한 토양 유기물 분해 특성 규명: 시간에 따른 분획 및 무기화 황원재 (고려대학교 오정리질리언스연구원)
10:06 - 10:18	S7-4	토양 산성화가 농경지 토양의 생물·화학적 특성에 미치는 영향 박민석 (고려대학교 오정리질리언스연구원)
10:18 - 10:30	S7-5	산불토양에서 국내 자생 혼합종자의 파종이 양분의 저장, 유출, 순환에 미치는 영향 민현기 (고려대학교 오정리질리언스연구원)
10:30 - 10:42	S7-6	실외 인위적 극한 기상 현상 모의를 통한 소나무 종자의 발아 및 묘목의 생리 반응 김광중 (고려대학교)
10:42 - 10:54	S7-7	제주도 황근(<i>Hibiscus hamabo</i>)의 순광합성률과 토양호흡 및 지하부 탄소저장량 최유진 (고려대학교)
10:54 - 11:06	S7-8	간이평가법을 이용한 한반도 서해안 습지생태계 평가: 한강하구를 중심으로 최현아 (고려대학교)
11:06 - 11:18	S7-9	BGC-MAN 과정기반 모형의 남북한 산림 적용 및 개선 방안 송철호 (고려대학교 오정리질리언스연구원)
11:18 - 11:30	S7-10	생태계 시스템 모델링 기초기술 연구: Fuzzy logic과 system dynamics model의 연계 기법 김용은 (고려대학교 오정리질리언스연구원)

S7-1

기후변화와 생태계 물질순환

박훈^{PC}

고려대학교 오정리질리언스연구원

이 연구는 기후변화가 생태계 물질순환에 미치는 영향을 분석한다. 우선 기후환경 위기와 생태계 물질순환 사이의 연관성과 모델 기초 이론에 대해 논의한다. 기후변화의 원인, 현황 및 전망을 조사하며, 기후시스템 변화, 부문별 및 지역별 영향, 그리고 국내 기후변화 피해 현황 등을 분석한다. 또한 IPCC RCPs/SSPs 시나리오를 바탕으로 한 기후변화 전망을 검토한다. 물질순환 현황은 탄소, 메탄, 물, 질소, 인, 황, 플라스틱 등 주요 물질을 대상으로 하여 위치별 저장량, 이동 및 화학적 변화를 조사한다. 육상, 해양, 대기 물질순환 평가 모델을 소개하고, 모델별 입력 및 출력 인자를 요약 평가한다. 그리고 기후 및 환경 위기 해결을 위한 물질순환 시스템 연구 방향을 모색한다. 기후위기 관련 연구 방향(IPCC, CMIP7 등)과 물질순환 연구 방향을 논의하며, 한국형 모델 접근에 대해 논한다. 한국형 모형 검토에서는 MESSAGEix-GIR, GCAM-KAIST 등의 모형을 검토하고, 기후 및 환경 위기와 한국 물질순환 시스템의 변화 전망을 제시한다.

교신저자 E-mail: ecology@korea.ac.kr

S7-2

Eco-friendly control strategy of harmful algal species using aminated adsorbents

Sok Kim^{1,2}, Yoon Hwan Park², and Yoon-E Choi^{c2}

¹OJeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

²Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

Harmful algal blooms (HABs) derived from an overgrowth of cyanobacterial species, such as *Microcystis aeruginosa*, in a precious water resource became a critical environmental problem because they can negatively impact the water environment and human health by discharging toxic substances. Various water treatments have been applied to remove harmful cyanobacterial species from water resources for sustainable management of safety in water resource use. In the present study, adsorption technology, recognized as a promising, eco-friendly, and feasible water treatment method, was applied to remove the harmful cyanobacterial species *M. aeruginosa* from the aqueous phases. We hypothesized that the *M. aeruginosa* cells could be adsorbed to the positively charged functional groups on the adsorbent by electrostatic attraction since it can be negatively charged in aqueous phases. To confirm our hypothesis, various aminated adsorbents were prepared through the composite or surface modification using amine-rich ionic polymer polyethylenimine (PEI) and applied. The aminated adsorbents could directly and effectively remove at least 80% of *M. aeruginosa* cells without cell lysis or destruction during treatment. The cyanotoxin (microcystins) released from the *M. aeruginosa* cells could be simultaneously removed by applied adsorbents. In addition, to confirm the environmental safety in the application of developed adsorbents for HABs control, the factors for water quality, including chemical oxygen demand (COD), total phosphorus concentration, and other discharging materials from the applied adsorbents were evaluated during the cell removal process. Based on the results, the adsorption strategy is an eco-friendly and feasible way to manage water resources from the threat of HABs.

Corresponding author E-mail: yechoi@korea.ac.kr

S7-3

기후변화에 의한 토양 유기물 분해 특성 규명: 시간에 따른 분획 및 무기화

황원재¹, 현승훈²¹고려대학교 오정리질리언스연구원²고려대학교 환경생태공학과

본 연구에서는 국내 농경지에서 사용되는 세 가지 유기물(볏짚, 쌀겨, 퇴비)이 분해 과정에서 기후변화(온도변화)에 의한 탄소분획의 이동 또는 무기화 정도의 변화를 장·단기적으로 평가함으로써 탄소 순환을 설명할 수 있는 수학적 모형을 제시하였다. 유기물은 토양 무게 기준 1.25%를 각 포트에 처리하고 3개월, 6개월의 aging 후 토양 시료를 채취하였다. 유기물의 분획 이동을 평가하기 위해 탄소의 산화 정도를 네 가지 분획(very labile(F1), labile(F2), less labile(F3), non labile(F4))으로 구분하여 정량하였다. 유기물의 무기화 정도는 폐쇄형 챔버에 토양을 400g 처리하고 14일간 15, 25, 35°C 조건에서 CO₂ flux를 측정하였다. 탄소분획의 변화를 측정된 결과, 쌀겨와 볏짚 처리구는 6개월의 aging 기간 중 분획의 차이가 나타나지 않았다. 퇴비 처리구의 경우 3개월 후 F1과 F2가 처리 직후보다 각각 76.5%, 42.1% 감소했으며, F3은 28.5% 증가하였다. 탄소의 무기화 정도는 대조군, 쌀겨, 볏짚 처리구에서 온도 상승(15, 25, 35°C)에 따라 토양 100g당 탄소가 8-40mg 분해되었고, 퇴비 처리구는 온도 상승에 따라 21-90mg으로 두 배 이상 분해량이 많았다. 시간에 따른 유기물의 분해 속도(10^{-2} day^{-1})를 exponential model에 대입하여 계산한 결과 35°C 조건에서 퇴비(1.95-8.53) > 쌀겨(1.53-2.45) ≈ 볏짚(1.56-2.38) 순으로 높았다. 특히 퇴비는 무처리구(1.46-1.59)에 비해 약 5배 이상 분해 속도가 높았다. 반면 쌀겨, 볏짚 처리구는 6개월 aging 기간 중 분해 속도의 차이가 나타나지 않았다. 6개월의 aging 기간 중 분해 속도의 차이가 나타나는 이유는, 탄소분획의 변화를 바탕으로 계산한 carbon management index(CMI, 탄소의 분해 가능성을 정량화한 수치)로 설명할 수 있었다. 퇴비 처리구의 CMI는 처리 직후 157에서 6개월 차에 115로 감소하는데, 이는 높은 분해 속도를 갖는 퇴비의 특성으로 해당 기간 내에서 분해 가능성이 감소한 것으로 사료된다. 반면 6개월간 분해 속도의 차이가 없었던 쌀겨와 볏짚의 CMI는 변화가 없다. 따라서 향후 12개월 이상 aging 후 채취한 시료를 바탕으로 추가 연구가 필요할 것이다.

교신저자 E-mail: soilhyun@korea.ac.kr

S7-4

토양 산성화가 농경지 토양의 생물·화학적 특성에 미치는 영향

박민석¹, 현승훈²¹고려대학교 오정리질리언스연구원²고려대학교 환경생태공학과

농경지 토양의 산성화는 자연적·인위적인 요인에 의해 가속화되고 있다. 특히, 과도한 화학 비료의 사용 또는 화학사고 등을 통한 외부로부터의 산성 물질의 유입으로 인한 인위적 토양 산성화는 농경지 토양 시스템의 급격한 산성화를 유발하여 작물을 포함한 토양 생물과 토양 화학성에 유의한 피해를 미칠 수 있다. 본 연구에서는 논 생태계를 모사하는 육상 메조코즘 시스템에 5 수준(예측무영향농도(PNEC), PNEC의 50배, 100배, 200배, 500배)의 염산 수용액을 가한 후, 메조코즘 시스템 내 토양 pH와 벼의 엽록소 함량을 주기적으로 모니터링 하였다. 노출 5주 후 벼를 수확하여 벼의 고사율, 벼의 생장 및 낱알의 생산 특성에 미치는 영향을 평가하였다. 또한 메조코즘 시스템의 미세동물 활성을 평가하기 위해 bait-lamina 실험을 수행하였다. 또한, 염산 수용액의 노출 전과 후의 토양 중 주요 양분 함량을 측정하여 토양 산성화에 의한 토양 화학성 변화를 평가하였다. 토양 pH는 노출 직후에 급격히 감소한 후, 시간이 지남에 따라 pH가 다시 회복되어 평형에 도달하는 경향을 보였다. 하지만 100×PNEC, 200×PNEC와 500×PNEC에 노출된 토양의 평형 pH는 대조구보다 유의하게 낮게 평가되었으며, 200×PNEC와 500×PNEC 농도는 생물체가 서식하기 어려운 pH 4 이하로 측정되었다. 염산 노출 직후 벼의 엽록소 함량은 200×PNEC와 500×PNEC 농도에서 대조구보다 유의하게 측정되었으며, 이후에도 계속하여 유의하게 높은 엽록소 함량을 보였다. 500×PNEC에 노출된 벼는 노출 후 1주만에 모든 개체가 고사하였으며, 200×PNEC 농도의 염산 수용액에 노출된 벼 개체의 약 25%는 심하게 갈변되어 마름 현상을 보였다. 벼로부터 생성된 낱알의 생산량은 PNEC의 50 - 200배 농도에서 대조구에 비하여 증가하였지만(287 - 388%), filled grain 비율은 오히려 감소하여(55 - 73%) 낱알의 질적 생산성이 감소하는 것을 보였다. Bait-lamina를 이용한 토양 미세동물의 활성은 PNEC의 100 - 500배에서 대조구에 비하여 유의하게 감소하였다(24 - 33%). 본 연구 결과는 향후 급격하게 산성화된 농경지 토양의 피해를 평가하고, 농경지 토양의 적절한 관리 방안 구축을 위한 기초 자료가 될 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: soilhyun@korea.ac.kr

S7-5

산불토양에서 국내 자생 혼합종자의 파종이 양분의 저장, 유출, 순환에 미치는 영향

민현기¹, 김정규²¹고려대학교 오정리질리언스연구원²고려대학교대학교 환경생태공학과

다양한 인간 활동, 급격한 기후화 환경 변화 등에 의하여 수많은 생태계가 교란 및 훼손되고 이러한 생태계 복원의 첫단계로 식생의 복원이 이루어진다. 혼합종자 파종에 따른 식생의 복원은 모종을 식재하는 방식보다 저렴하고 넓은 범위에 이루어질 수 있는 식생 복원 방법으로 많은 복원지에서 활용되고 있는 기법이다. 본 연구에서는 우리나라에서 식생의 복원을 필요로 하는 대표 훼손지인 산불 피해지의 토양을 대상으로 산림청에서 지정한 20개의 초본 식물 중 상업적 구매가 가능한 7종과 1년생 콩과식물이 차풀, 1년생 야새화인 과꽃을 포함한 혼합종자를 파종함에 따라 질소와 인의 저장, 유출, 순환에 미치는 영향을 16주간의 재배를 통하여 연구하였다. 혼합종자의 처리는 지상부의 biomass와 식물 다양성을 상승시켰으나 토양의 유기물, 질소, 인의 총량에는 큰 영향을 미치지 못하였다. 반면 혼합종자의 처리는 양분의 순환의 지표가 되는 토양 내 효소 활성에서는 urease activity, phosphomonoesterase activity 및 ecoplate를 통한 종합 효소 활성 모두에서 혼합종자 비처리구 대비로 상승함을 확인하였고, 특히 차풀을 포함한 혼합종자 처리구에서 높은 효과를 보였다. 질소와 인의 용출은 4주에 1회 토양 유출수를 분석하여 진행하였으며 8, 12 주차에는 모든 혼합종자 처리구가 비처리구 대비로 질소의 유출이 감소하였으며 16주 차에는 1년생 식물 종자가 포함되지 않은 혼합종자 처리구에서만 유의한 감소를 보였다. 비처리구 대비 가장 질소의 유출 차이가 컸던 8주차에서 비처리구의 질소 유출량은 35.6 mg pot^{-1} 인데 반하여 혼합종자 처리구의 질소 유출량은 $4.0\text{-}6.7 \text{ mg pot}^{-1}$ 으로 혼합종자의 파종이 질소 유출을 방지함을 알 수 있었다. 인의 용출은 8, 12, 16주차에서 모두 1년생 혼합종자가 포함되지 않은 혼합종자 처리구에서는 유의한 변화를 보이지 않았고 1년생 혼합종자가 포함된 처리구에서는 유의한 유출의 감소를 보였다. 인의 유출 차이가 가장 컸던 16주 차에서 비처리구의 인 유출량은 0.18 mg pot^{-1} 이었던데 반하여 1년생을 포함한 혼합종자 처리구의 인 유출량은 $0.047\text{-}0.056 \text{ mg pot}^{-1}$ 으로 1년생을 포함한 혼합종자의 처리가 인의 유출을 방지함을 알 수 있었다. 본 연구는 우리나라의 자생종을 기반으로 하는 식생의 복원 연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

교신저자 E-mail: lemonkim@korea.ac.kr

S7-6

실외 인위적 극한 기상 현상 모의를 통한 소나무 종자의 발아 및 묘목의 생리 반응

김광중¹, 조민석², 노남진³, 한승현⁴, 조희재¹, 김진서¹, 손요환¹¹고려대학교 환경생태공학과²국립산림과학원 연구기획과³강원대학교 산림과학부⁴국립산림과학원 산림기술경영연구소

본 연구는 봄철 및 여름철 극한 고온, 가뭄 그리고 폭우에 따른 소나무 종자의 발아 및 묘목의 생리 반응을 구명하고자 수행되었다. 이를 위해 실외에 3개의 온도 조절(대조, 3°C 증가, 6°C 증가) × 3개의 강수 조절(대조, 가뭄, 폭우) × 3개 반복의 실험구(1.5 m × 1.0 m)를 조성하고 2021년 4월부터 8월까지 극한 기상 현상을 모의하였다. 2021년 4월에 각 실험구에 30.2 g의 소나무 종자를 파종하고 더 이상 발아가 진행되지 않을 때까지 이들에 한 번 종자 발아 개수를 조사하여 평균발아일수, 발아율을 계산하였다. 이후 2021년 9월에 실험구 내 묘목을 조사하여 발아립당 생존율을 계산하고 묘목의 생리 반응(기공전도도, 증산속도, 순광합성률, 총 엽록소 함량)을 측정하였다. 토양 표면 온도 및 토양 수분 함량이 증가함에 따라 평균발아일수(일, 평균 ± 표준 오차)가 유의하게 감소하였는데, 6°C 증가+폭우 처리구(25.7 ± 0.4)에서 가장 낮고, 온도 대조+가뭄 처리구(38.3 ± 0.6)으로 가장 높았다. 발아율은 온도 대조구에 비해 3°C 및 6°C 증가구에서 각각 약 0.9%, 1.2% 감소하였고, 강수 대조구에 비해 가뭄 처리구에서 약 21.6% 감소하였다. 발아립당 생존율(%)은 온도 대조+폭우 처리구(98.2 ± 1.8)에서 가장 높았으며, 6°C 증가+강수 대조구(25.5 ± 2.6)에서 가장 낮았다. 묘목의 생리 반응은 강수 처리에 의해서만 유의한 차이를 보였는데, 기공전도도, 증산속도, 순광합성률, 총 엽록소 함량은 강수 대조구에 비해 가뭄 처리구에서 각각 약 13.9%, 10.1%, 5.9%, 9.3% 증가하였다. 지속적인 고온 스트레스는 종자의 발아율을 감소시킬 수 있으며, 특히 높은 습도를 동반한 고온 스트레스는 잎의 생화학 반응을 저하시켜 생존율의 감소를 초래할 수 있다. 토양 수분 결핍 조건에서 식물은 광합성 기관을 보호하기 위해 엽록소 함량을 증가시키며, 그 결과 광합성 활성이 증가할 수 있다. 본 연구 결과는 극한 기상 현상이 식물의 발아 및 생리 반응에 미치는 영향을 추정하고 그에 따른 생태계 물질순환의 예측 및 모형 개발에 적절하게 활용될 것으로 판단된다.

** 본 연구는 한국연구재단의 기초연구사업 자율운영형 중점연구소 고려대학교 오정리 질리언스연구원(OJERI) 및 산림청(2020181A00-2222-BB01)의 지원으로 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: yson@korea.ac.kr

S7-7

제주도 황근(*Hibiscus hamabo*)의 순광합성률과 토양호흡 및 지하부 탄소저장량최유진¹, 김광중¹, 이정민¹, 김형섭², 손요환¹¹고려대학교 환경생태공학과²고려대학교 생명자원연구소

맹그로브는 주요 탄소저장고 중 하나이며, 기후변화에 따라 맹그로브의 분포 면적이 증가할 것으로 예측된다. 그러나 국내에 자생하는 맹그로브 관련 수종의 탄소 순환에 관한 연구는 진행된 바가 없다. 본 연구는 준맹그로브 수종인 황근(*Hibiscus hamabo*)의 제주도 자생지 4곳(김녕, 하도, 성산, 위미)에서 광합성과 토양호흡 그리고 낙엽층과 토양에 저장된 탄소량을 측정하였다. 2022년 5월부터 9월까지 월별 1회씩 순광합성률을 측정하였고, 4월부터 10월까지 토양호흡을 측정하였다. 그리고 0-10cm 깊이의 토양 시료와 낙엽층 시료를 채취하고 분석하였다. 연구 결과, 평균 순광합성률($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 평균±표준오차)은 김녕, 하도, 성산, 위미에서 각각 5.46 ± 0.5 , 6.68 ± 0.5 , 7.61 ± 0.4 , 5.91 ± 0.5 등으로 나타났으며, 월별로 대상지 간 유의한 차이는 없었다. 평균 토양호흡($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)은 하도, 성산, 위미에서 각각 1.65 ± 0.2 , 3.32 ± 0.3 , 3.58 ± 0.5 등으로 하도에서 유의하게 작은 것으로 나타났다. 또한 토양 탄소저장량(ton C ha^{-1})은 하도에서 30.1 ± 10.4 , 성산에서 29.8 ± 3.4 등이었고, 낙엽층 탄소저장량(ton C ha^{-1})은 김녕, 하도, 성산, 위미에서 각각 3.2 ± 0.5 , 3.0 ± 0.4 , 5.7 ± 1.1 , 2.9 ± 1.5 등으로 나타났다. 황근의 순광합성률은 보다 높은 염분 농도 조건(> 35‰)에서 서식하는 *H. tiliaceus*의 순광합성률(3.74)보다 높게 나타났는데, 이는 준맹그로브의 순광합성률이 염분 농도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타낸 다른 연구 결과와 같은 것이다. 황근의 토양호흡은 아열대 맹그로브인 *Kandelia candel*의 토양호흡(1.72)보다 높고, 황근의 낙엽층 탄소저장량은 *K. candel*의 낙엽층 탄소저장량(1.44)보다 높게 나타났다. 이는 본 연구 대상지가 침수되는 경우가 거의 없었고, 그로 인해 진정맹그로브림에 비하여 낙엽층이 쉽게 축적되었기 때문으로 추정된다. 본 연구는 국내 준맹그로브의 탄소 동태를 파악하고, 맹그로브가 기후변화와 물질순환 사이의 상호작용에 미치는 영향을 구명하는 데에 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

** 본 연구는 한국연구재단의 기초연구사업 자율운영형 중점연구소 고려대학교 오정리 질리언스연구원(OJERI)의 지원으로 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: yson@korea.ac.kr

S7-8

간이평가법을 이용한 한반도 서해안 습지생태계 평가: 한강하구를 중심으로

최현아^{pc1,2}, 한동욱³, 이우균⁴¹고려대학교 오정리질리언스연구원²한스자이델재단 한국사무소³(사)에코코리아 PGA생태연구소⁴고려대학교 환경생태공학부

습지 생태계가 제공하는 서비스에 대한 평가는 조절서비스와 관련하여 염습지, 갯벌 및 염생식물 등의 탄소저장 능력에 대한 연구가 진행되었다. 기후변화 대응, 생물다양성 증진 등 습지 생태계의 중요성이 강조되고 있으며, 습지 생태계가 가지고 있는 기능과 가치를 종합적으로 평가하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 습지 생태계 서비스 간이평가법(Rapid Assessment Wetland Ecosystem Services)을 이용하여 한강하구 습지보호지역이면서 람사르 습지인 장항습지와 람사르 습지로서 지정이 필요한 시암리습지를 대상으로 습지 생태계가 제공하는 서비스를 종합적으로 평가하였다. 습지 생태계가 제공하는 다양한 서비스를 생태적 특성에 따라 구분하여 평가하였으며, 이때 평가 척도는 5점 척도로서, 매우 긍정적 이익(++: 5점), 긍정적 이익(+: 4점), 보통(0: 3점), 이익이 미미함(-: 2점), 이익이 없거나 때로 불이익(--: 1점), 평가 어려움(0점) 등으로 설정하였다. 본 연구에서는 장항습지와 시암리습지를 대상으로 시범평가를 수행하였으며, 장항습지와 시암리습지가 제공하는 서비스를 질적으로 평가하였다. 한강하구는 범정보호종인 큰기러기, 개리, 재두루미, 저어새 등이 서식하고 있으며, 본 연구 결과는 장항습지와 시암리습지를 이용하는 이동성 조류 서식지 보전을 위한 기초자료로서 활용 가능할 것으로 판단된다.

** 본 연구는 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2021R1A6A1A10045235)이다.

교신저자 E-mail: sosobut.choi@gmail.com

S7-9

BGC-MAN 과정기반 모형의 남북한 산림 적용 및 개선 방안

송철호^{pc1}, Stepha A. Pietsch², 김지원¹, 이우균³¹고려대학교 오정리질리언스연구원²국제응용시스템분석연구소³고려대학교 환경생태공학부

본 연구에서는 생지화학모형 중 하나인 Biome-BGC(Biogeochemistry) 모형을 국제응용시스템분석연구소(International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA)에서 개선한 BGC-MAN(Management) 모형을 남북한에 적용하여 생태계 순일차생산성(Net Primary Productivity, NPP)을 평가하였다. 이에 모형의 입력자료인 기상자료, 식생 특성 정보, 생물리적 정보, 관리 요인 등에 대한 정보를 우선 구축하고 평가가 이루어졌다. 기상자료의 경우에는 ISI-MIP 자료와 우리나라 기상청 기후정보포털의 실측 및 시나리오 자료(RCP 8.5)를 병행하여 활용하였다. 식생 특성 정보로 남한의 경우에는 광릉 및 설마천 유역의 소나무(*Pinus densiflora*) 및 참나무(*Quercus* spp.) 임분의 계수를 확보하였고, 북한의 경우에는 양묘장이 있는 것으로 알려져 있는 14개 지역을 대상으로 소나무 및 참나무 임분 외에도 고로쇠나무(*Acer mono*)와 분비나무(*Abies nephrolepis*) 등에 대한 계수 작성이 이루어졌다. 생물리적 정보 중 경위도, 고도, 사면 방향 등의 지형정보는 SRTM(Shuttle Radar Topography Mission)의 수치표고모형을 활용하였으며, 토양정보 등의 경우에는 HWSD(Harmonized World Soil Database)의 정보를 활용하였다. 관리 요인의 경우에는 우리나라의 경우 70년대부터의 조림 내역을 고려하였으며, 북한의 경우에는 90년대부터 이어진 산림 황폐화 등의 요인을 고려하였다. 분석 결과 NPP의 경우에는 2020년을 기준으로 3.879-7.169 Mg C ha⁻¹로 도출되었으며, 2100년에는 4.774-9.594 Mg C ha⁻¹로 도출되었다. 모형을 기반으로 한 NPP 계산 사례와 위성영상을 기반으로 한 분석 사례의 범위와 모형의 결과는 유사한 것으로 나타났다. 이는 BGC-MAN 모형도 적합한 계수 및 입력자료 변환을 통해 한반도에 적합하게 적용이 가능함을 시사한다. 다만, 지형적 특성을 비롯하여 공간해상도의 차이 등을 개선하여 향후 모형의 예측 정확성을 높여나갈 필요가 있다.

교신저자 E-mail: cholhosong@korea.ac.kr

S7-10

생태계 시스템 모델링 기초기술 연구: Fuzzy logic과 system dynamics model의 연계 기법

김용은¹, 위준¹, 홍진솔¹, 조기종²

¹고려대학교 오정리질리언스연구원

²고려대학교 환경생태공학과

본 연구는 기후·환경위기 해결을 위한 물질순환 기초과학 연구의 일부로써, 생태계를 모사할 수 있는 시스템 모델을 구축하는 데 필요한 기법을 개발하기 위해 수행되었다. 시스템 다이내믹스 모델(System dynamics model, SDM)은 시스템 내의 복잡한 상호작용과 피드백 영향을 효과적으로 나타낼 수 있지만, 시스템 구성 요소들에 대한 정확한 자료를 수집하기 어렵다는 한계가 있다. 이를 해결하기 위해, 본 연구에서는 퍼지 논리(Fuzzy logic)와 SDM의 연계 기법을 개발했으며, 개발된 기법을 국내 농업 시스템의 쌀 생산성에 대한 모델에 적용했다. 새롭게 개발된 연계 기법의 핵심 내용은 집합 변수(array variable)를 이용하여, 퍼지 논리의 결과 부분(consequent part)을 SDM 내에서 구현하는 것이다. 이 접근법은 시간 외의 변수를 통합하기 어려운 SDM의 한계를 극복할 수 있도록 하며, 다양한 역퍼지화(defuzzification) 방법들을 SDM 모델 내에 구현할 수 있게 했다. 2004년~2019년의 국내 쌀 생산성을 대상으로 한 사례 연구 결과, SDM에서 구현된 퍼지 논리는 실제 쌀 생산성을 잘 예측했으며 개발된 기법이 유용하게 활용될 수 있음을 나타냈다. 개발된 기법은 향후 물질순환이 포함된 복잡한 생태계를 모사하는 모델을 구축하는 데 주요한 방법론으로 이용될 수 있을 것이다.

교신저자 E-mail: kjcho@korea.ac.kr

특별세션 8

Impact of environmental climate changes on various biological species

일 시: 2023년 4월 21일(금) 09:30 - 11:30

장 소: 루비 I (Ruby I)

좌장: 정만영/제주대학교

09:30 - 10:00	S8-1	New application of ulva pertusa as a bio-active dietary carbohydrate to control appetite through the GLP-1 secretion 임종빈 (제주대학교)
10:00 - 10:30	S8-2	제주 생물권 보전지역 해조류 종다양성과 군집상태의 공간적 특성 강정찬 (제주대학교)
10:30 - 11:00	S8-3	The endocrine disrupting effects of nine disinfection byproduct on human and zebrafish estrogen receptor alpha 이상아 (국립호남권생물자원관)
11:00 - 11:30	S8-4	Relationship between nitrification and methane oxidation on copper toxicity in the environmental system 정만영 (제주대학교)

S8-1

New application of *ulva pertusa* as a bio-active dietary carbohydrate to control appetite through the GLP-1 secretion

Seonghyeon Nam¹, Rosa L. Rivera², Bruce R. Hamaker², and Jongbin Lim^{PC1}

¹Department of Food Bioengineering, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

²Whistler Center for Carbohydrate Research and Department of Food Science, Purdue University, IN 47907, USA

Nowadays, dietary carbohydrate-based foods have a negative consumer connotation and low carbohydrate diets have become a popular way to control weight gain. But what if dietary carbohydrate could be identified in whole foods and designed in processed foods that lead to weight reduction and maintenance, while providing necessary healthy levels of carbohydrates? Here, this presentation shows how *ulva pertusa* can be used as a bio-active dietary carbohydrate to manage food intake and weight gain via the secretion of glucagon-like peptide-1 (GLP-1) hormone from the enteroendocrine L-cell in the distal small intestine, which has an important role in the control of appetite. This has multiple implications for the industry and public health in the design of functional foods and ingredients to manage metabolic diseases such as obesity and diabetes, and provide insight into how to resolve ecological problems from green tides by the massive blooms from *ulva pertusa* in Jeju island.

Corresponding author E-mail: jongbinlim@jejunu.ac.kr

S8-2

제주 생물권 보전지역 해조류 종다양성과 군집상태의 공간적 특성

강정찬^{p1}, 김명숙^{c1,2}¹제주대학교 기초과학연구소²제주대학교 생물학과

이 연구에서 2022년 제주 연안의 성산읍 성산일출봉(동), 대정읍 송악산(서), 서귀포시 보목동(남) 및 제주시 도두동(북) 등 4개 연안의 조하대를 대상으로 수심 1 m부터 수심 20 m까지 가상의 transect-line과 방형구를 이용하여 해조류 종에 따른 피도를 계절별로 측정하였다. 또한, 해조류 군락조사와 병행하여 매 5 m 수심마다 수중에서 저층에서 해수를 채취 후 염분, pH, 총질소(TN), 총인(TP) 등 해수환경요인을 측정하였다. 방형구 내 출현한 해조류 종은 서식 양상 및 기능형에 따라 Perennial canopy form (CNP), Annual canopy form (ANP), Tuft form (TF), Jointed calcareous form (JC), Melobesioidean algae (MB), 및 Other algae (OT) 등 6개의 기능형 군으로 구분하여 분석하였다. 산출된 자료를 기반으로 각 조사지역의 수심에 따른 해수환경적 특성, 해조류 종다양성 및 해조류 군락 안정성을 비교하였다. 조사 결과 녹조류 16종, 갈조류 27종 및 홍조류 87종을 포함한 총 130종이 방형구에 출현하였다. 조사 지역별 출현 해조류 종 수는 성산일출봉에서 77종이 출현하여 가장 높은 해조류 종다양성을 기록하였고, 송악산(70종), 도두동(65종), 보목동(55) 순으로 나타났다. 해조류 피도에 의한 생물량 또한 성산일출봉에서 103.8%로 가장 높았고, 송악산(88.9%), 도두동(87.2%) 및 보목동(72.8%) 순으로 산출되었다. 해조류 기능형군에 의한 조사지역의 해조류 군락안정성 역시 해조류 종다양성 및 해조류 생물량과 동일한 양상으로 평가되었다. 수심에 따른 해조류 군집안정성은 성산일출봉과 송악산 연안에서는 수심이 깊어질수록 감소하는 양상을 보였으나, 보목동 및 도두동에는 수심이 깊어질수록 상승하는 정반대 양상이 나타났다. 이 연구는 제주도 연안의 동, 서, 남, 북 연안을 대상으로 조하대 해조류 군집과 해양환경적 요인을 종합적으로 조사하여 비교·분석한 최초의 연구이다. 따라서 이 연구는 제주 생물권 보전지역 해조류 군집의 장기적인 변화 양상과 함께 인간사회의 영향에 의한 해조류 군락 상태 변화를 종합적으로 통찰하기 위한 기초적인 자료와 방법론을 제공한다.

교신저자 E-mail: myungskim@jejunu.ac.kr

S8-3

The endocrine disrupting effects of nine disinfection byproduct on human and zebrafish estrogen receptor alpha

이상아^a, 박남진, 최경민^c

국립호남권생물자원관

Disinfection byproducts (DBPs) cause endocrine disruption via estrogenic or anti-estrogenic effects on estrogen receptors. However, most studies have focused on human systems, with little experimental data being presented on aquatic biota. This study aimed to compare the effects of nine DBPs on zebrafish and human estrogen receptor alpha (zER α and hER α). In vitro enzyme response-based tests, including cytotoxicity and reporter gene assays, were performed. Additionally, statistical analysis and molecular docking studies were employed to compare ER α responses. Iodoacetic acid (IAA), chloroacetonitrile (CAN), and bromoacetonitrile (BAN) showed robust estrogenic activity on hER α (maximal induction ratios of 108.7%, 50.3%, and 54.7%, respectively), while IAA strongly inhibited the estrogenic activity induced by 17 β -estradiol (E2) in zER α (59.8% induction at the maximum concentration). Chloroacetamide (CAM) and bromoacetamide (BAM) also showed robust anti-estrogen effects in zER α (48.1% and 50.8% induction at the maximum concentration, respectively). These dissimilar endocrine disruption patterns were thoroughly assessed using Pearson correlation and distance-based analyses. Clear differences between the estrogenic responses of the two ER α s were observed, whereas no pattern of anti-estrogenic activities could be established. Some DBPs strongly induced estrogenic endocrine disruption as agonists of hER α , while others inhibited estrogenic activity as antagonists of zER α . Principal coordinate analysis (PCoA) showed similar correlation coefficients for estrogenic and anti-estrogenic responses. Reproducible results were obtained from computational analysis and the reporter gene assay. Overall, the effects of DBPs on both human and zebrafish highlight the importance of controlling their differences in responsiveness for estrogenic activities including the water quality monitoring and endocrine disruption, as DBPs have species-specific ligand-receptor binding activities.

교신저자 E-mail: kyungmc0111@hnibr.re.kr

S8-4

Relationship between nitrification and methane oxidation on copper toxicity in the environmental system

Min-Ju Kang¹, Miye Kwon², and Man-Young Jung^{pc1,3}

¹Interdisciplinary Graduate Program in Advance Convergence Technology and Science, Jeju National University,

²Biodiversity Research Institute, Jeju Technopark

³Department of Biology Education, Jeju National University

Enzymatic pathways of ammonia and methane oxidation are needed copper as an essential element because ammonia monooxygenase (AMO) in ammonia-oxidizing microbes (AOM; AOA, AOB, and comammox) and particulate methane monooxygenase (pMMO) in methanotrophs are Cu-dependent enzymes, and they are evolutionarily close and functionally similar. Therefore, copper acquisition is critical for the complete enzyme maturation of monooxygenase and metabolic function. However, bioavailable copper is extremely limited in the environment, and the concentration of copper above the appropriate level acts toxic to cells. Here, we observe the effects of the growth of ammonia and methane oxidizer on the elevation of copper concentration. Methanobactin, a powerful chelating agent produced and released by methanotrophs, is placed in a copper-deficient environment, and the methanobactin is reabsorbed in a state combined with copper and used for pMMO. Therefore, in this study, the ammonia oxidation activity affected by methanobactin, is also identified using extracted methanobactin and co-culture with methanotrophs. *In situ* experiments, we also identified recovered nitrification activity by enhancing methanotrophs activity. This study has important implications for exploring the association between methane and ammonia oxidation, critical reactions in the global biochemical cycle. Furthermore, it can lead to practical research, such as controlling the nitrification reaction of various ecosystems using copper and methanotrophs.

Corresponding author E-mail: myjung@jejunu.ac.kr

특별세션 9

SME's and environmental organisms

일 시: 2023년 4월 21일(금) 09:30 - 11:30

장 소: 루비 II (Ruby II)

좌장: 김백호/한양대학교

09:30 - 09:35	세션소개	김백호 (한양대학교)
09:35 - 09:50	S9-1	생태독성 자료를 이용한 하천 퇴적물 환경기준 도출 문성대 ((주)네오엔비즈)
09:50 - 10:05	S9-2	A study on countermeasure of the aquaculture with social and environmental responsibilities 최환석 ((주)해양수산정책기술연구소)
10:05 - 10:20	S9-3	미소 서식지 분류를 위한 UAV 기반 세분류 토지피복지도 평가 임태양 ((주)아세아항측)
10:20 - 10:35	S9-4	Science & Technology shown from recent SME's environmental business : implications for freshwater & marine research community 원남일 ((주)지오시스템리서치)
10:35 - 10:50	S9-5	좋은 수질은 성공적인 어류양식의 조건 한승엽 ((주)우리바다연어)
10:50 - 11:05	S9-6	A study of algae forecasting system based on real-time AIoT platform using hyperspectral sensor 이경진 (동문이엔티(주))
11:05 - 11:20	S9-7	기상환경 데이터를 활용한 최적 식물 성장환경 조성 전숙례 ((주)에이비씨랩스)
11:20 - 11:35	S9-8	Effect of light reduction on the cyanobacterial community in a mesocosm experiment at the Nakdonggang River 이창수 (국립낙동강생물자원관)

S9-1

생태독성 자료를 이용한 하천 퇴적물 환경기준 도출

문성대^{PC}, 이정석

(주)네오엔비즈 환경바이오연구센터

수계로 유입되는 여러 오염물질에 대한 평가로 수질 및 퇴적물에 대한 화학적 평가가 이루어지고 있다. 특히 퇴적물은 오염물질이 축적되어 수질 및 저서생물에 여러 영향을 미치게 된다. 화학적 평가만으로 퇴적물의 오염을 평가하기 위해서는 생태위해성이 반영된 환경기준이 필요하다. 본 연구에서는 하천 퇴적물에 대한 생태독성 자료를 이용하여 환경기준을 도출한 사례를 제공하고자 한다. 오염된 퇴적물의 저서 생태계 영향요인은 주로 암모니아, 황화수소, 금속류 등이 있다. 암모니아의 경우 pH에 따라 독성의 정도가 다르며, 황화수소는 산소와 접촉하지 않은 상태에서의 환경농도 측정이 중요하다. 또한 퇴적물에 포함된 금속류는 혼합된 형태로 존재하기 때문에 배경농도를 고려하여야 한다. 단일항목 금속류만 오염되었거나, 여러 물질이 동시에 오염된 경우도 있기 때문에 적절한 자료선별 과정이 필요하다. 생태독성 자료를 이용한 퇴적물 금속류 환경기준 도출 방법은 AET, ERM, PEL 등 다양하다. 각 방법별 환경기준을 도출하고 신뢰도 평가를 통해 생태위해성이 반영된 환경기준을 제시하였다. 생태독성 자료를 이용한 환경기준을 도출하기 위해서는 생물이용도, 물질특성, 혼합물질의 독성, 퇴적물과 결합된 형태 등 다양한 항목이 고려되어야 한다. 현재 국내 퇴적물 환경기준은 금속류와 일부 유기물에 대한 기준만 고시되었지만, 향후 여러 오염물질에 대한 기준이 추가되어 화학적 평가만으로 수생태 위해성이 정확히 예측될 수 있기를 기대한다.

교신저자 E-mail: neosdm@gmail.com

S9-2

A study on countermeasure of the aquaculture with social and environmental responsibilities

최환석^{PC}

(주)해양수산정책기술연구소, RICO F

우리나라의 국민 1인당 연간 수산물 소비량은 2019년 FAO 통계 58.4kg으로 세계 1위 지위를 유지하고 있다. 2000년대에 이르러 기후변화, 환경오염 심화와 수산자원의 감소 등이 두드러지면서 수산물에 있어 양식생산이 어획량을 추월한 이후, 양식 산업은 양적 성장을 지속하면서 국내외적으로 수산물 생산의 핵심 역할을 공고히 하고 있다. 그러나, 양적 성장 이면에 환경수용력을 고려하지 않은 무분별한 어장 개발과 이용, 과도한 사료 급이와 병원체에 대한 무차별적 화학적 방제 등으로 양식 어장과 주변 환경이 자정능력을 상실할 정도의 심각한 오염을 유발하여 개선 요구가 급증하는 것도 주지의 사실이다. 이에 따라 지속가능하고 책임감 있는 수산물 생산과 소비의 필요성이 소비자들과 글로벌 유통기업 사이에서 확산되고 있다. 특히, MSC(Marine Stewardship Council)는 수산자원을 보호하고 불법어획을 근절하여 생태계에 미치는 영향을 최소화하는 방식으로, ASC(Aquaculture Stewardship Council)는 양식이 환경에 미치는 영향을 줄이고, 생물다양성과 수산자원을 보전하는 책임 있는 양식 환경을 인증하는 등의 제도들이 각국과 기업의 차별적 경쟁력에 영향을 미치고 있다. 여전히 우리나라를 비롯한 세계 각국은 글로벌 기후변화와 파리협약에 따른 탄소중립 실현 부담, 포스트 코로나 등으로 팽창된 불확실성의 위기를 극복해야 하는 과제를 안고 있다. 따라서, 우리나라에서 국가적인 전략산업으로 성장하는 양식 산업도 수산물을 생산, 공급함에 있어 사회적, 환경적 책무를 강화하라는 요구에 직면하고 있기 때문에, 책임감 있고 지속가능한 대응 방안을 자구적으로 구축해야 글로벌 트렌드에 편승하고 도태되지 않을 것이라 기대한다.

교신저자 E-mail: choihs1014@naver.com

S9-3

미소 서식지 분류를 위한 UAV 기반 세분류 토지피복지도 평가

임태양^b, 임태강^c, 최호준^c, 임은성^c

(주)아세아향측 연구소

국내 토지피복지도는 토지의 현황을 파악하고자 항공사진 기반 제작되어 제공되고 있다. 기존 토지피복지도는 분류군에 있어 낮은 해상도를 제공하는 것에 단점이 존재하며 소규모의 대상지를 설명하는 과정 또한 한계가 존재한다. 소규모 대상지 내 서식종의 환경 생태학적 평가 진행 시 토지피복지도는 중요한 요소로 작용하며 낮은 해상도 및 분류 오차는 계절적 설명이 필요한 개체에 대한 서식지 예측 및 서식지 이용성 평가의 단점으로 작용할 여지가 존재한다. 최근 기술의 발전으로 활용되는 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)는 고해상도 영상 취득 및 원하는 시기 촬영이 가능함에 따라 많은 연구에 활용되고 있다. 또한, 카메라, 분광, 라이다, 열적외선 등 여러 센서 적용이 가능함에 따라 대상종 및 대상지 설명에 효과적으로 활용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 UAV 기반 여러 센서를 활용해 미소서식지의 세밀한 분류를 통해 토지피복지도 제작 및 분류 방법을 평가하고자 한다. UAV 데이터 취득 시 같은 날 촬영한 고해상도 정사, 다중분광, 초분광 영상을 활용하여 토지 피복 분류의 가능성을 확인해보고자 하였다. 또한, 감독·무감독 분류 방법을 적용하여 분류 시 가장 효과적인 센서, 방법론을 확인하고자 하였다. 영상 검증 시 실제 현장조사를 토대로 작성한 피복지도와 비교 검증을 통해 평가하고자 하였다. 따라서 본연구는 UAV를 활용해 고해상도 정사, 다중분광, 초분광 영상을 활용하여 효과적인 분류 방법을 찾고자 하였으며 이를 통해 미소서식지 내 환경 모니터링 연구에 기초 연구로 기여하고자 한다.

교신저자 E-mail: dlaxodid00@gmail.com

S9-4

Science & Technology shown from recent SME's environmental business : implications for freshwater & marine research community

Namil Won^{PC}

GeoSystem Research Corporation, Gunpo, Gyeonggi-do 15807, Korea

The role of private sectors in implementing many mitigation and adaptation strategies against the present environmental issues such as climate changes is going to be more and more important. In the various aquatic environments of river and ocean, living organisms are closely affected by the physicochemical characteristics of water bodies, and they respond to long-term environmental changes in complex and various ways. Not only do the changing environments determine the habitat and distribution of the living organisms, but the differentiation of habitats according to both inter- and intra-specific interactions such as species diversities and life histories shape the ecosystem. Subsequently, the elucidation of the ecological impacts through mutual understanding of the physicochemical changes and biological effects of environmental changes becomes more important and essential to provide crucial insights for adapting to climate change. Meanwhile, environmental assessments to interpret these environmental changes and biological reactions have been performed with various strategies based on recent technological advances. In these context, there are many rapidly developing science and technologies that SMEs are struggling to make those achievements new business chances; long-term monitoring systems, unmanned monitoring platforms, AI-based monitoring & analyses, integrated numerical monitoring, etc.. Therefore, in order to monitor and identify environmental changes in the habitats, the continuous and long-term investigation and analysis as well as research-focused works have been often required, strongly promoting the private sector's roles for environmental research. As one of the leading SMEs in the environmental engineering services, GeoSystem Research Corporation has been striving to monitor the aquatic environments, to analyze environmental and ecological impacts, and to provide useful information to the citizens through various public projects. From our recent business experiences, I will describe the latest technologies and tools tested and practically utilized in the fields, providing a quick overview of the technology and scientific implications of this recent business. I hope this presentation could be an opportunity for useful discussion and cooperation on the role of science and technology in SMEs with young scientists and students as well as leading researchers.

Corresponding author E-mail: niwon@geosr.com

S9-5

좋은 수질은 성공적인 어류양식의 조건

한승엽^{PC}

어업회사법인 (주)우리바다연어

양식업은 지난 20년 동안 가장 빠르게 성장한 식량 생산 부문이었고 세계 수산물 무역은 지난 7년 동안 기록적인 성장을 보였다. 미국, 한국, 일본, 프랑스, 스페인 등의 국가가 소비 선도국이며 2018년 매출은 2017년 대비 7% 증가한 1,500억 달러를 기록하였다. 양식 어획량은 향후 10년 동안 매년 5%씩 성장할 것으로 예상된다. 세계 최대 연어 생산업체인 마린 하베스트부터 소규모 기업으로부터 창업기업까지 다양한 업체들이 수요를 공급하고 있다. 이 속도로의 성장은 예외적인 이익을 창출할 수 있지만, 그것은 또한 많은 문제를 가져올 수 있다. 육지 동물들과 마찬가지로, 양식장이 붐빌 때, 이것은 질병이 퍼지기 매우 쉽게 만든다. 바이러스 감염은 특히 위험한데, 감염에서 살아남은 물고기가 감염되지 않은 물고기에 보균자가 되어 바이러스를 전염시킬 수 있기 때문이다. 게다가, 물고기는 종종 더 빨리 자라게 하지만 어류 건강 문제를 일으킬 수 있는 사료를 먹기도 한다. 지질 내장 변성은 많은 물고기가 고생하는 질환으로 지방과 탄수화물의 밀도가 높은 다른 어류와 갑각류와 같은 제품을 먹인 결과이다. 이러한 질병들 중 많은 것들이 항생제와 다른 약품이나 화학물질로 치료될 수 있지만, 가장 좋은 해결책은 수인성 병원균의 잠재적인 노출과 확산을 제한하는 수질 프로그램이다. 양식 시설에서 재순환 양식 시스템(RAS)을 사용하든 우수식 시스템을 사용하든 오염물질의 유입을 통제해야 합니다. 양적으로나 질적으로나 충분한 물의 공급은 성공적인 양식 작전에 필수적이다. 깊은 우물에서 얻은 지하수는 어류 양식에서 가장 좋은 물 공급원이다. 일반적으로 오염물질이 없고 경도 수준이 상대적으로 높아 어떤 상황에서는 유리하다. 염소, 불소 및 기타 화학 물질을 제거한 후 수도물 공급에도 사용할 수 있다. 특히 하천, 강, 못, 호수 등의 다른 수원은 어류 양식에는 권장되지 않는다. 지표수는 물고기 질병, 기생충, 살충제, 그리고 물고기의 성장을 죽이거나 늦출 수 있는 다른 오염물질을 포함할 수 있다. 이용 가능한 물 공급의 양과 질을 시험하는 것은 예비 양식업자가 취해야 할 첫 번째 단계 중 하나이다. 수질 매개변수가 달성되도록 하려면 일반적으로 여과, 오존 또는 자외선 소독, 또는 이들 세 가지 조합을 사용해야 합니다. 오존은 전통적으로 이 응용 프로그램 내에서 사용되었지만, 오존을 올바르게 작동시키기 위해 필요한 높은 수준의 기술 훈련이 필요하며, UV 시스템의 가장 큰 장점 중 하나는 부산물이 형성되지 않고 물에 잔류물이 남지 않는다는 것입니다. 이것은 물고기가 계속 보호되고 해로운 화학물질의 영향을 받지 않도록 보장합니다. 자외선은 박테리아, 바이러스, 원생동물, 낭종, 포자, 원치 않는 조류 및 기타 미생물을 파괴하는 데 중요한 역할을 한다. 그러므로 양식을 성공적으로 수행하기 위해서 좋은 수질을 만들기 위한 수질정화 기술과 질병이 없는 물의 소독관리가 잘 이루어져야 할 것이다.

교신저자 E-mail: tiger216@hanmail.net

S9-6

A study of algae forecasting system based on real-time AIoT platform using hyperspectral sensor

Kyoung Jin Lee^{PC}, Min Seok Song, and Chul Woo Park

Engineering Business Division, DONGMOONENT Co., Ltd Seoul 08377, Korea

Green algae measurements of major drinking water sources are made by sample collection and analyses in the laboratory or water quality monitoring station in the field. When using hyperspectral imaging methods, it is possible to measure the surface of the water section and has the advantage of monitoring the whole water segment. To apply hyperspectral imaging data to algae monitoring, a comparison analysis of algae measurement of the field points should be performed for qualitative validation. Currently, monitoring applications using hyperspectral imaging sensors are mainly in conjunction with aircraft and drones. This study is intended to improve the accuracy of the surface unit measurement by fixed location operating in a continuous area. In recent years, the development of IoT, ICT, and AI technology has been increasing in real-time monitoring systems. Thus, it is possible to monitor green algae for a wide range of points through hyperspectral imaging sensors with the algae measurement of the real-time water quality measurement system. And advanced green algae management systems are available through the AIoT platform using short-term predictions. Also, it can be applied to solving other environmental issues by securing the analytical/prediction technology using hyperspectral imaging data. It is expected to accomplish a rapid response mechanism for the protection of the environment and prediction of algae(green algae and red algae) using hyperspectral image data.

** This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government(MSIT). (No. 1711152970. Development of alage forecasting system based on real-time AIoT platform using hyperspectral sensor)

Corresponding author E-mail: kjlee@dongmoonent.co.kr

S9-7

기상환경 데이터를 활용한 최적 식물 성장환경 조성

전숙례¹, 이진흥¹, 송수빈¹, 김성억², 박정환¹

¹(주)에이비씨랩스

²농업회사법인팜팜(주)

농업 분야에서도 기후변화와 노령화, 인구감소에 따른 IT 및 데이터 기반의 농업 연구가 활발해지고 있다. 본 연구에서는 기상환경 데이터를 활용하여 연구대상 시설농가의 주생산품인 완숙토마토의 생장에 필요한 최적 광환경을 산정하고자 하였다. 연구대상 시설농가의 온실이 위치한 충남 논산의 2022년 기상 환경 데이터를 수집, 분석하였으며, 기상 데이터 중 온도, 일사량을 기반으로 식물 생육에 필요한 광합성유효광량을 산출하였다. 가지과 토마토의 생장에 필요한 최저한계온도는 5℃, 생육적온은 20~25℃, 최고한계온도는 35℃이며, 적정 광합성유효광량(PPFD)은 발아시 150~350 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 성장시 350~800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 적정 일누적광합성유효광량(DLI)은 22~30 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 이다. 연구 대상지의 온실 내부 광합성유효광량은 평균 381 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났으며, 일누적광합성유효광량도 평균 22 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 로 나타나 토마토 생육환경에 적합한 것으로 확인되었다. 그러나 8월에는 최대 일누적광합성유효광량이 56 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 로 나타나 광호흡과 열사 피해를 막기 위해 내부 차광이 필요한 것을 알 수 있었으며, 반대로 최저 일누적광합성유효광량이 11 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 로 나타나는 1월에는 인공광을 이용한 보광이 필요한 것을 알 수 있었다. 이를 통해 실측 기상장비를 갖추기 어려운 농가에서 기상 데이터를 활용함으로써 재배 식물의 생육 최적 광합성유효광량 산출이 가능하며, 이를 활용한 효율적인 재배 식물 성장환경 조성이 가능한 것으로 분석되었다.

교신저자 E-mail: jeyhpark@abclabs.co.kr

S9-8

Effect of light reduction on the cyanobacterial community in a mesocosm experiment at the Nakdonggang River

Mirye Park, Suk Min Yun, Daeryul Kwon, and Chang Soo Lee^{PC}

Microbial Research Department, Nakdonggang National Institute of Biological Resources,
Sangju-si 37242, Korea

In order to identify the effect of light intensity on the microbial community structure of cyanobacteria, a mesocosm experiment was conducted from August to October in the Nakdonggang River under the different light condition. Light-blocking films were used to cover acrylic containers as a experimental group in the mesocosm, while acrylic containers without light-blocking films were used as a control group in the mesocosm. Various environmental conditions were recorded using a multi-parameter water quality meter. Samples were immediately transported to the laboratory and filtered using a membrane filter with a pore size of 0.2 μm . Microorganisms were filtered through the membrane filter and subjected to microbial community analysis through NGS analysis. As a result, water temperature was maintained in the range of 23.0°C~31.8°C in August. Water temperature was gradually decreased in September and finally maintained around 20°C in October. During the entire experimental period, the pH was ranged from 7.9 to 11.8, indicating a slightly alkaline environment. On cloudy or rainy days, dissolved oxygen and specific conductivity were different compared to sunny days. In a mesocosm experiment at Nakdonggang River, reducing the light to a certain level had the effect of inhibiting the growth of Cyanobacteria. Microbial community analysis indicated that a total of 36 genera belonging to Cyanobacteria were detected in the control samples. Among the cyanobacteria, the genus *Cyanobium* were most frequently and abundantly detected. The genus *Microcystis* were detected frequently but the ratio of *Microcystis* in the microbial community was less than 2.69%. On the other hand, the appearance rate of Cyanobacteria was less frequently found in the experimental group where the light was blocked.

Corresponding author E-mail: cslee@nnibr.re.kr



2023 한국환경생물학회 춘계학술대회

구두 발표



신진연구자 구두 발표

일 시: 2023년 4월 20일(목) 14:00 - 16:00

장 소: 루비 II (Ruby II)

좌장: 박범수/한양대학교

14:00 - 14:12	YS-01	Effect of in-water hull cleaning wastewater on indigenous microalgal communities 임영균 (한국해양과학기술원)
14:12 - 14:24	YS-02	Cytotoxic effects of graphene oxide on microalgae: understanding the mechanisms and influential factors 김지영 (고려대학교)
14:24 - 14:36	YS-03	Study of the generation of odor compounds (geosmin and 2-methylisoborneol) in the Han River system, the drinking water source 변정환 (국립환경과학원)
14:36 - 14:48	YS-04	2022년 춘계와 하계 제주 표선 해변에 출현한 저서 와편모조류 군집 연구 강수민 (제주대학교)
14:48 - 15:00	YS-05	Quantification of algal chlorophyll, water clarity and suspended solids across Korea using sentinel-2 MSI and Landsat-8 OLI Imagery with machine learning algorithms Md Mamun (충남대학교)
15:00 - 15:12	YS-06	Taxonomy and phylogeny of Korean Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae) 임창섭 (고려대학교)
15:12 - 15:24	YS-07	기후 및 서식지 특성에 따른 모기 발생 예측 모델 개발 나수미 (삼육대학교)
15:24 - 15:36	YS-08	Effective control of cyanobacterial blooms by a novel compound Paucibactin A: a microcosm study Ve Van Le (한국생명공학연구원)
15:36 - 15:48	YS-09	Effect of environmentally transmitted gut symbiont on life history parameters of the host insect, Riptortus pedestris (Hemiptera: Alydidae) 정민형 (가천대학교)
15:48 - 16:00	YS-10	A sustainable approach using recyclable iron oxyhydroxide crystallization for arsenic immobilization in soil 이윤식 (부산대학교)

YS-01

Effect of in-water hull cleaning wastewater on indigenous microalgal communities

Young Kyun Lim^{p1}, Moonkoo Kim^{1,2}, Kyoungsoon Shin¹, and Seung Ho Baek^{c1,2}

¹Ecological Risk Research Department, KIOST

(Korea Institute of Ocean Science and Technology), Geoje 53201, Korea

²Department of Ocean Science, University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea.

Wastewater from the in-water cleaning of ship hulls (hull cleaning wastewater, HCW) can negatively impact marine ecosystems. Using microcosm experiments, we investigated the effects of HCWs containing heavy metals and biocides on the growth of unattached microalgae from water and of microalgae attached to plastic plates. HCW samples were obtained using four different treatments: 5% or 10% HCW obtained by a soft sponge cleaning, and 5% or 10% HCW obtained by a hard brush cleaning. In the control, unattached microalgae grew rapidly on day 2 (maximum chlorophyll *a* (Chl. *a*), $34.1 \pm 0.8 \mu\text{g L}^{-1}$). For the soft and hard cleaning groups, however, the maximum Chl. *a* was $12.6 \pm 4.3 \mu\text{g L}^{-1}$, indicating a negative effect of HCW on growth of unattached microalgae in water. Conversely, the Chl. *a* concentration on plastic plates in the HCW groups was up to 50-fold higher than that in the control (maximum $73.6 \pm 5.9 \mu\text{g mm}^{-2}$ from 10% HCW in hard cleaning), indicating the reattachment and growth of potentially fouling microalgae. In addition, the biomass of attached microalgae increased with increasing HCW level from 5% to 10% ($p < 0.01$), although cleaning intensity had no impact. The highest concentration of dissolved Cu (an inhibitor of microalgal growth) was $130.9 \pm 28.2 \mu\text{g L}^{-1}$. Our findings suggest that HCW can negatively impact marine micro-ecosystems, with this effect differing between unattached and attached microalgal communities. Therefore, the management of HCW runoff is an important consideration when performing the in-water cleaning of ship hulls.

Corresponding author E-mail: baeksh@kiost.ac.kr

YS-02

Cytotoxic effects of graphene oxide on microalgae: understanding the mechanisms and influential factors

Jee Young Kim^{P1}, Ka Young Kim¹, and Yoon-E Choi^{c2}

¹Institute of Life Science and Natural Resources, Korea University, Seoul 02841, Korea

²Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University,
Seoul 02841, Korea

Graphene oxide (GO) is an emerging aquatic contaminant with potential cytotoxic effects on microalgae, which are important primary producers in aquatic ecosystems. The mechanisms and influential factors of GO cytotoxicity on microalgae remain unclear. In this study, we investigated the cytotoxic effects of nano- and micro-sized GO on two different microalgal species, *Euglena gracilis* and *Chlamydomonas reinhardtii*. We found that different sizes of GO showed different cytotoxic mechanisms and that microalgal characteristics, such as the presence/absence of cell walls and flagella, also affected the GO cytotoxicity. These findings highlight the importance of considering trophic mode, GO size, and microalgal characteristics when assessing the cytotoxic effects of GO on microalgae. Overall, a comprehensive understanding of the cytotoxic mechanisms and influential factors of GO on microalgae is crucial for evaluating the environmental impacts of GO and developing effective pollution control measures.

Corresponding author E-mail: yechoi@korea.ac.kr

YS-03

Study of the generation of odor compounds (geosmin and 2-methylisoborneol) in the Han River system, the drinking water source

Byun Jeong Hwan^{1,2}, Hun Nyun Kim¹, Seon Hee Kim¹,
Tae Gu Kang¹, and Sang-Hoon Kim^{c1}

¹Han River Environment Research Center, National Institute of Environmental Research,
Gyeonggi 427-100, Korea

²Department of Life Science, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Paldang Lake in the Han River system is an important source for supplying drinking water. Recently, the occurrence of odor compounds geosmin and 2-methylisoborneol, in Lake Paldang have adversely affected the drinking water supply. The causative organisms of odor compounds have not been identified. Thus, this study analyzed the correlation between odor compounds and microorganisms and identified the odor-producing microorganisms in the Han River system. Odor compounds were primarily detected in the Bukhan River system but not in the Namhan River system. Geosmin was detected at high concentrations in summer, whereas 2-MIB was detected at high concentrations in summer and autumn. Microorganisms that appeared at the time of geosmin occurrence were actinobacteria (0.317, $p < 0.01$) and *Dolichospermum* (0.326, $p < 0.01$) among cyanobacteria, and the correlation was significant. The occurrence of 2-MIB mainly coincided with actinobacteria (0.745, $p < 0.01$) and *Pseudanabaena* (0.321, $p < 0.01$) among cyanobacteria, and the correlation was significant. Therefore, to manage the odor compounds in Lake Paldang, which is a drinking water source, it is important to control the appearance of actinobacteria and cyanobacteria in the Bukhan River system.

Corresponding author E-mail: tigerk@hanyang.ac.kr and haemy@korea.kr

YS-04

2022년 춘계와 하계 제주 표선 해변에 출현한 저서 와편모조류 군집 연구

강수민¹, 장지연², 정도윤¹, 왕욱¹, 주재형³, 김진호^{1,2}

¹제주대학교 지구해양학과

²제주대학교 지구해양융합학부 지구해양전공

³국립호남권생물자원관 환경소재연구부

저서 와편모조류는 저서 생태계의 1차 생산을 담당하는 중요 분류군 중 하나이다. 이들 중 일부는 매우 심각한 독성종들로 대부분 열대 및 아열대 해역에서 보고되었으나, 최근 지구온난화의 영향으로 이들의 서식 범위가 점차 온대 해역으로 확대되고 있다. 제주도는 한반도 최남단에 위치한 섬으로 기후변화의 영향을 전 세계에서 가장 크게 받는 지역 중 하나로 이곳에서의 해당 생물들의 모니터링 및 생태적, 보건적 피해에 대한 대비가 시급하다. 본 연구는 2022년 춘계에서 하계동안 제주도 표선 해변 사질조간대에 서식하는 저서 와편모조류의 군집 분포와 종다양성을 조사했다. 조사 기간 인근 해역의 표층 해수온도와 염분은 각각 13.7 - 26.9°C, 30.9 - 34.8 psu의 범위를 보였다. 질산염 및 아질산염의 범위는 2.7 - 8.4 μM , 암모늄은 0.02 - 1.08 μM , 규산염은 5.77 - 26.14 μM , 인산염은 0.15 - 0.46 μM 로 측정되었다. 조사 기간 중 출현한 저서 와편모조류는 총 23속 48종으로 그 중 잠재적 독성종 4종(*Amphidinium carterae*, *A. operculatum*, *Prorocentrum concavum*, *P. rathymum*), 국내 미기록종 8종(*Amphidiniopsis hexagona*, *Ankistrodinium semilunatum*, *Carinadinium stratum*, *Herdmania litoralis*, *Planodinium stratum*, *Sinophysis grandis*, *S. microcephala*, *Psammodinium inclinatum*), 미동정 저서 와편모조류 17종이 포함되었다. 주요 출현 속은 *Amphidinium*, *Prorocentrum*, *Heterocapsa*, *Sinophysis* 등 이었다. 잠재적 독성종들은 주로 여름철에 출현하였다. 총 저서 미세조류의 월평균 현존량은 30 - 50 cells/cm³의 범위로 나타났으며, 이 중 저서 와편모조류의 월별 평균 현존량은 4-10 cells/cm³으로 6월에 23%로 가장 높은 점유율을 보였다. 저서 미세조류의 총 개체수는 수온과 강한 양의 관계를 보였다. 저서 와편모조류의 정점별 출현종수는 2-13종으로, Shannon의 다양성지수는 0.25-2.31의 범위를 보였다. 조간대 상부, 중부, 하부의 평균 다양성 지수는 8월을 제외하고 상부보다 하부가 높았으나, 평균 개체수의 경우 상부가 하부보다 높게 나타났다. 본 연구를 통해 제주 사질 조간대에 분포하는 저서 와편모조류의 계절별 종 다양성 및 잠재적 독성종의 출현을 확인하였다. 장기적 모니터링을 통해 기후변화에 따른 저서생태계의 영향 및 변화 그리고 저서 생태계의 구조 및 기능에 관한 연구를 위한 과학적 데이터 및 근거를 제공하고자 한다.

교신저자 E-mail: kimj@jejunu.ac.kr, joo@hnibr.re.kr

YS-05

Quantification of algal chlorophyll, water clarity and suspended solids across Korea using sentinel-2 MSI and Landsat-8 OLI Imagery with machine learning algorithms

Md Mamun^P and Kwang-Guk An^C

Department of Bioscience and Biotechnology, Chungnam National University,
Daejeon 34134, Korea

Reservoir eutrophication, caused by human activities and climate change, has emerged as a critical environmental concern, drawing attention from the government and the public. However, accurately measuring water quality parameters such as chlorophyll-a (CHL-a), water clarity (SD), and suspended solids (TSS) in inland waters is a daunting task due to the optical complexity of individual water bodies, making it challenging to optimize conventional bio-optical algorithms. This study aimed to demonstrate the applicability of harmonizing Sentinel-2 Multi-Spectral Imager (MSI) and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) satellite imagery surface reflectance products to enable the monitoring of inland reservoir CHL-a, SD, and TSS using Google Earth Engine (GEE) platform and machine learning algorithms. Machine learning models were trained using Landsat-8 OLI and Sentinel-2 MSI surface reflectance products to identify significant bands and combinations for predicting CHL-a, SD, and TSS. The random forest model outperformed the xgboost model for all three parameters in both Landsat-8 OLI and Sentinel-2 MSI datasets. In Landsat-8 OLI, the red/blue band (655/482nm) was most important for CHL-a and TSS, while the blue band (482nm) performed best for SD. In contrast, the xgboost model found that the red band (655nm) was most important for all three parameters. For Sentinel-2 MSI, the red edge 2 (740nm), red edge 1 (705nm), and red band (664nm) showed the best predictive performance for CHL-a, SD, and TSS. Overall, this study suggests that Landsat-8 OLI and Sentinel-2 MSI surface reflectance products can effectively estimate and monitor water quality parameters in reservoirs using machine learning algorithms.

** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute (KEITI) through the Exotic Invasive Species Management Program, funded by the Korea Ministry of Environment (MOE) (2018002270003).

Corresponding author E-mail: kgan@cnu.ac.kr

YS-06

Taxonomy and phylogeny of Korean Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae)

Changseob Lim^{p1,2} and Yeon Jae Bae^{c2}

¹OJeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

²Department of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

Aphodiinae Leach comprises over 300 genera with approximately 3,500 species worldwide. Members of the group specialize in feeding on a wide variety of detritus, especially animal dung, and therefore could be a model taxon to elucidate the evolution of coprophagous beetles. However, Korean Aphodiinae have not been thoroughly understood in terms of their species diversity and evolutionary history. In this study, taxonomy of Korean Aphodiinae and molecular phylogeny of Aphodiinae group were conducted. A new species, *Koreoxyomus jirisanensis* sp. nov., is described from South Korea, along with three species that are new to Korean Peninsula: *Agrilinus hasegawai* (Nomura & Nakane), *Rhyssemus inscitus* (Walker) and *Rhyparus helophoroides* Fairmaire. Two misrecorded species, *Teuchestes analis* (Fabricius) and *Gillentianus nigrovirgatus* (A. Schmidt) were removed from the Korean fauna. These results increase the number of Known Korean Aphodiinae to 39 genera with 60 species. Molecular phylogeny using multi-genes (COI, 16S, 28S and 18S) supported (i) monophyly of Aphodiinae group and Aegialiinae, (ii) tribal status of Aegialiinae and (iii) polyphyly of Aphodiini and Euparini, as well as paraphyly of Psammodiini. Ancestral state reconstruction of coprophagous tribe Aphodiini indicated that the stem group of Aphodiini were largely non-nesters with transitions to other nesting behavior types independently derived in generic or specific level. These findings improve to our understanding of the taxonomy and phylogeny of Aphodiinae.

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

YS-07

기후 및 서식지 특성에 따른 모기 발생 예측 모델 개발

나수미¹, 이창석², 김동건^{1,3}¹삼육대학교 환경생태연구소²서울여자대학교 생명환경공학과³삼육대학교 스미스학부대학

본 연구는 모기 개체수 데이터와 기상자료 및 공간자료를 활용하여 서울시 일일 모기 발생 예측 모델 개발을 목적으로 수행되었다. 연구를 위해 서울시 25개의 자치구에 각 2대씩 총 50대의 Digital mosquito monitoring system(DMS)를 설치하여 2015년부터 2021년의 5월 1일부터 10월 31일까지의 일일 모기 개체수를 측정하였으며, 종속변수로 활용하였다. 독립변수로는 서울시 내 기상청 Automated Synoptic Observing System(ASOS) 기상요인 데이터와 DMS가 설치된 지점의 고도, DMS 반경 100 m의 대분류 토지피복도를 공간정보요인 데이터로 수집하였다. 독립변수와 모기개체수의 선형회귀분석결과 공간정보요인 중 산림지역이 $r^2=0.571$, $p<0.05$ 로 나타나 가장 상관성이 높은 것으로 나타났으며, 기상요인은 기온, 강수량, 습도와 관련된 12개의 변수가 모기 발생과 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 공간정보요인 분석을 통해 서울시의 세부 경관 요인을 수변부, 주거지, 공원으로 분류하였으며, 수변부는 습지 및 수역, 주거지는 시가화·건조지역 그리고 공원의 경우 산림지역과 초지가 높은 비율로 나타나 토지피복 비율의 뚜렷한 차이를 확인하였다. 본 연구를 통해 개발된 모델의 2021년 예측값과 DMS로 채집된 모기 개체수의 단순회귀분석 결과 수변부는 $r^2=0.66$, $91.01\pm 3.55\%$, 주거지는 $r^2=0.556$, $73.98\pm 2.19\%$, 공원은 $r^2=0.671$, $86.38\pm 4.33\%$ 로 나타났으며, 서울시 전체의 경우 $r^2=0.756$, $91.42\pm 6.02\%$ 로 나타나 높은 정확도를 나타냈다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

YS-08

Effective control of cyanobacterial blooms by a novel compound Paucibactin A: a microcosm study

Ve Van Le^{p1,2}, So-Ra Ko¹, Mingyeong Kang^{1,2}, Seonah Jeong¹,
Hee-Mock Oh^{1,2}, and Chi-Yong Ahn^{c1,2}

¹Cell Factory Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 34141, Korea

²Department of Environmental Biotechnology, KRIBB School of Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Korea

Due to global warming and eutrophication, cyanobacterial blooms are increasing globally, leading to declining water quality. For controlling cyanobacterial blooms, cyanocides produced by bacteria have attracted much attention because of their eco-friendliness. Their application, however, is still in the early stages, highlighting the need for exploring new cyanocides. Herein, we isolated and purified a novel macrocyclic tambjamine produced by *Paucibacter aquatile* DH15, named paucibactin A. The response of free-living and particle-attached bacterial communities following treatment with Paucibactin A in an outdoor microcosm setting was investigated using a high-throughput sequencing approach. The algicidal activity of Paucibactin A (1 µg/l) against *Microcystis* (10⁶ cells/ml) was 86% within 24 h of exposure. Paucibactin A killed *Microcystis* by destroying cellular morphology, the photosynthetic and antioxidant systems, and macromolecules. Results obtained from the microcosm study showed that Paucibactin A exhibited cyanobactericidal activity against *Microcystis*, *Dolichospermum*, *Pseudanabaena*, and *Cyanobium*. After 24 h of inoculation, 87.4% of Paucibactin A (1 µg/l) was degraded by photolysis, leaving no secondary pollution. During the cyanobactericidal processes, the physicochemical parameters of water quality remained safe for other aquatic organisms. Terminating cyanobacterial blooms by Paucibactin A accelerated turnover rates, decreased stability, and altered the functional profile of both free-living and particle-attached bacterial communities. Intriguingly, cyanobactericidal processes promoted the growth of eukaryotic microalgae (i.e., *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Coelastrum*, and *Monoraphidium*). Overall, our findings suggest that Paucibactin A could be an effective cyanobactericidal compound for controlling outbreaks of cyanobacterial blooms.

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

YS-09

Effect of environmentally transmitted gut symbiont on life history parameters of the host insect, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae)

Minhyung Jung^P, Jung-Wook Kho, Joo-Young Kim, Do-Hun Gook,
Hyeonjoong Kim, Soowan Kim, and Doo-Hyung Lee^C

Department Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea

Symbiotic microorganisms affect and determine the physiological conditions of host insects, which can subsequently alter survival and reproduction of host insects at population level. The bean bug, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae), is a polyphagous insect pest, which forms mutualistic insect-microbe symbiosis with genus *Caballeronia* bacteria in the posterior midgut regions. Previous studies have shown that the *Caballeronia* symbiont enhances the fitness of host *R. pedestris*, by shortening nymphal development and increasing female fecundity, indicating the potential role of the symbiont in the population growth rate of host insects. Therefore, in this study, we examined the effect of *Caballeronia* symbiont on life history traits of host *R. pedestris* by comparing life history parameters between symbiotic and apo-symbiotic insect groups under laboratory conditions. We separately placed newly hatched symbiotic and apo-symbiotic *R. pedestris* nymphs on insect breeding dish provided with soybean and 0.05% ascorbic acid dissolved distilled water. Then, we recorded nymphal development, adult longevity, and female fecundity of symbiotic and apo-symbiotic insects daily, until the death of the last individual of each cohort. Collected parameters were analyzed by using age-stage, two-sex life table analysis. Over the evaluation, *Caballeronia* symbiont significantly shorten the nymphal periods and daily fecundity of female adult as previously reported ($P < 0.05$). However, by contrast, longevity of female adults were negatively affected by the *Caballeronia* symbiont, resulting in no significant difference in the life time fecundity between symbiotic and apo-symbiotic *R. pedestris*. Indeed, life table analysis indicated that *Caballeronia* symbiont did not significantly affect the net reproductive rate (R_0) of host *R. pedestris*. Nevertheless, life table parameters of symbiotic *R. pedestris* were significantly enhanced, including intrinsic rate of increase (r), the finite rate of increase (λ) and mean generation time (T) compared to apo-symbiotic individuals ($P < 0.001$). Therefore, our results provides revealed that the *Caballeronia* symbiont provides adaptive traits in the life history parameters of host *R. pedestris*.

**This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (2021R1A2C1010679).

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

YS-10

A sustainable approach using recyclable iron oxyhydroxide crystallization for arsenic immobilization in soil

Yun-Sik Lee^{P1}, Bum Chul Park², Dae Beom Lee^{3,4}, June Wee⁵, Eunji Chae⁵,
Youngeun Kim⁵, Jeong-Gyu Kim⁶, Young Keun Kim^{C3,4}, and Kijong Cho^{C6}

¹Department of Biology Education, Pusan National University, Busan, 46241, Korea

²Biointerfaces Institute, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 48109, USA

³Department of Materials Science and Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

⁴Brain Korea Center for Smart Materials and Devices, Korea University, Seoul 02841, Korea

⁵Ojeong Eco-Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

⁶Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

Arsenic (As)-contaminated soil inevitably exists in nature and has become a global challenge for a sustainable future. Current processes for As immobilization using natural and structurally engineered nanomaterials are neither scientifically nor economically viable. Here, we established a feasible strategy to enhance As-immobilization efficiency and ecosystem health by structurally reorganizing iron oxyhydroxide, a natural As stabilizer. We propose crystallization for the reorganization of FeOOH-acetate nanoplatelets (r-FAN), which is universal for either scalable chemical synthesis or reproduction from natural iron oxyhydroxide phases. The r-FAN with wide interlayer spacing immobilizes As species through a synergistic mechanism of electrostatic intercalation and surface chemisorption. The r-FAN rehabilitates the ecological fitness of As-contaminated artificial and mine soils, as manifested by the integrated bioassay results of collembolan and plants. Our findings will serve as a cornerstone for crystallization-based material engineering for sustainable environmental applications and for understanding the interactions between soil, nanoparticles, and contaminants.

Corresponding author E-mail: kjcho@korea.ac.kr, ykim97@korea.ac.kr

학생 구두 발표 1

일 시: 2023년 4월 20일(목) 10:00 - 12:00

장 소: 루비 II (Ruby II)

좌장: 김용은/고려대학교

10:00 - 10:10	ST-01	Multiple origins, temporal genetic variability, and hitchhiking macrofauna species diversity of the 'golden tide' <i>Sargassum</i> blooms in northwestern Pacific 변서연 (상지대학교)
10:10 - 10:20	ST-02	해양 외편모조류 <i>Alexandrium</i> 의 삭시독신 합성 유전자 (<i>sxt</i>) 및 패류독소 분석을 통한 환경 유해성 연구 김한솔 (상명대학교)
10:20 - 10:30	ST-03	Environmentally-transmitted bacterial composition in <i>Riptortus pedestris</i> (Hemiptera: Alydidae) in relation to environmental variations 국도훈 (가천대학교)
10:30 - 10:40	ST-04	Density and pattern analysis of <i>Bemisia tabaci</i> using machine learning algorithms in tomato greenhouses 박태철 (경상대학교)
10:40 - 10:50	ST-05	Population dynamics of phytoplankton and periphyton following nutrients addition in mesocosm 윤지남 (한국해양과학기술원)
10:50 - 11:00	ST-06	생태계교란식물 양미역취(<i>Solidago altissima</i> L.) 종자의 온도처리에 따른 발아특성 김가은 (국립환경대학교)
11:00 - 11:10	ST-07	저서성 대형무척추동물을 활용한 습지 건강성 평가지수 개발 변진석 (삼육대학교)
11:10 - 11:20	ST-08	Molecular characterization of SIFamide receptor in the Asian longhorned tick, <i>Haemaphysalis longicornis</i> 이가령 (경북대학교)

ST-01

Multiple origins, temporal genetic variability, and hitchhiking
macrofauna species diversity of the 'golden tide'
Sargassum blooms in northwestern Pacific

Seo Yeon Byeon^{p1}, Sangil Kim², Sang Rul Park³, and Hyuk Je Lee^{c1}

¹Molecular Ecology and Evolution Laboratory, Department of Biological Science, Sangji University, Wonju, 26339, Korea

²Oceanic Climate and Ecology Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan, 46083, Korea

³Estuarine and Coastal Ecology Laboratory, Department of Marine Life Sciences, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea

Macroalgal blooming (seaweed tide) has severe harmful effects on coastal ecosystem and local economy. Golden tide caused by genus *Sargassum*, brown macroalgae, is now becoming a global issue because of its serious threats to regional biodiversity. In northwestern Pacific, enormous floating *Sargassum horneri* patches in the East China Sea (ECS) and the Yellow Sea routinely inflow into the southern coasts of Korea under the oceanic current. The *Sargassum* patches may therefore serve as invasion routes for hitchhiking epifaunal species inhabiting there. In this study, by using mitochondrial (mt) DNA and seven microsatellite markers, we determined the genetic characteristics and traced geographic origin(s) of the golden tides of floating *S. horneri* populations in northwestern Pacific during 2017-2022. The hitchhiking macrofauna species diversity in floating *Sargassum* patches from the East China Sea (ECS) and Jeju Island was analyzed. The results of mtDNA and microsatellite analyses revealed the co-occurrence of two genetic lineages (sources) in the ECS, but individuals of a particular lineage dominated in the introduced populations to Korean coast. The floating and introduced populations in 2022 winter had mtDNA haplotypes that only found in northern China, suggesting that these region is likely to be origins for the golden tides in 2022. In addition, seven fish species were identified based on DNA barcodes and 13 macroinvertebrate species on morphology, of which five species were genetically confirmed. The observed phylogeographic concurrence of a hitchhiker *Amphithoe lacertosa* with the haplotype distributed on eastern China could provide evidence supporting the previous hypothesis that eastern China is the origin of golden tides. We here first show that floating *S. horneri* populations may have originated from multiple sources and they harbor several vertebrate and invertebrate species, which may potentially become invasive in novel environments.

Corresponding author E-mail: lhjk622@gmail.com

ST-02

해양 와편모조류 *Alexandrium*의 삭시톡신 합성 유전자 (*sxt*) 및 패류독소 분석을 통한 환경 유해성 연구

김한솔^p, 부이티뉴꾸인, 기장서^c

상명대학교 생명과학과

해양 와편모조류 *Alexandrium*은 전세계 연안에 출현하며, 일부 종은 마비성 패류 식중독(paralytic shellfish poisoning; PSP)을 유발하는 패류독소 삭시톡신(STX)을 생성할 수 있다. 국내 연안에서 출현하는 *Alexandrium* 종으로는 대표적으로 *A. catenella*, *A. pacificum*, *A. affine*가 있으며, 각 종은 최적 수온에 따라 봄에서 여름 사이에 증식한다. 패류독소는 수온이 5~7°C에 남해안을 중심으로 발생해 동·서해안까지 확산하고, 15~17°C에서 피해가 가장 크다. 국내에서 발생하는 패류독소의 주요 원인이 되는 종은 *A. catenella*과 *A. pacificum*로 알려져 있으며, *A. affine*는 유해 적조(red tide)를 발생시키는 반면 STX 생산 여부는 아직까지 논란이 되고 있다. 본 연구에서 국내 연안에서 분리한 *Alexandrium* 세 종의 전사체 분석으로 삭시톡신 합성 유전자(*sxt*)를 대량으로 발굴하여 이들의 STX 생산 잠재성을 파악하였다. 그리고 해양 환경에서 패류독소 발생과 높은 상관성을 보이는 수온 변화를 세 종의 *Alexandrium*에게 제공하고, 다양한 수온 조건에서의 STX 독성과 *sxt* 유전자 발현율을 대상으로 주성분 분석을 수행하였다. 세 종의 전사체 라이브러리에서 보존된 *sxtA4* 및 *sxtG* 유전자를 발굴하였고 계통학적으로 매우 가까웠다. 하지만, *A. affine*의 *sxtA4* FPKM(Fragments Per Kilobase of transcript per Million) 수준은 유의하게 낮았으며, 이는 *A. affine*에서 *sxtA4* 유전자의 발현 저해 또는 낮은 복제수가 STX 생산능력을 저해함을 유추할 수 있다. 독 분석결과, *A. catenella*와 *A. pacificum*은 최적 성장 온도(16°C) 및 저온 스트레스 조건에서 고농도의 STX을 생산하는 반면, *A. affine*는 0.8 STXeq fmol/cell 이하의 독이 검출되었다. 이는 *A. affine*이 저농도의 STX을 생산할 수 있으나, 해당 종의 대규모 발생이 PSP을 발생시킬 가능성이 낮음을 시사한다. 또한, 최적 성장을 보이는 수온이 STX 대사에 유의한 영향을 미치며, 전사체 분석을 기반으로 수온 변화가 생물학적 대사에 미치는 영향을 추가적으로 조사할 필요가 있다.

교신저자 E-mail: kijos@smu.ac.kr

ST-03

Environmentally-transmitted bacterial composition in *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) in relation to environmental variations

Do-Hun Gook^P, Minhyung Jung, Jung-Wook Kho, Soowan Kim, Joo-Young Kim, Hyeonjoong Kim, and Doo-Hyung Lee^C

Department of Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea

Riptortus pedestris (Hemiptera: Alydidae) is a multivoltine insect that acquires symbiotic bacteria at every generation from soil. As *R. pedestris* is exposed to a wide range of microbial species in soil, including both mutualistic and pathogenic bacteria, variations in environment across different seasons and regions are expected to affect the bacterial composition of the insect. To better understand the evolutionary and ecological interactions between the insect and its microbiota, it is essential to characterize the bacterial composition in relation to environmental variations. In this study, we collected overwintering, overwintered, first and second generations of *R. pedestris*, along with overwintering generation of the following year, from six different locations and investigated their bacterial composition. Bacteria were cultured and isolated from M4 of field populations and identified based on 16S rRNA. Our results showed that most field-collected *R. pedestris* individuals harbored only one bacterial genus, except for the first-generation. In all generations, *Caballeronia* was dominantly found among the 29 bacterial genera detected, while *Yokenella* was detected at a comparable rate to *Caballeronia* in the first-generation. Across all sampling sites, *Caballeronia* was frequently found, whereas *Ralstonia* and *Agrobacterium* were only detected from Jeju Island. Our study highlights the seasonal and geographical differences in the bacterial genus composition of *R. pedestris* and provides a baseline information for further research into the interactions between *R. pedestris* and its microbiota.

** This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (2021R1A2C1010679).

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

ST-04

Density and pattern analysis of *Bemisia tabaci* using machine learning algorithms in tomato greenhouses

Taechul Park^{p1}, SoEun Eom¹, Kimoon Son¹, Ji-won Jeong¹, and Jung-Joon Park^{c1,2}

¹Department of Plant Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Recently, research on smart farms that can remotely manage the site beyond the limit of real-time management and supervision of crops in agriculture has been actively conducted. Among smart farms, the smart greenhouse sensors measure environmental factors such as temperature, humidity, co2 concentration, soil pH, and soil EC in a greenhouse and make up an environment suitable for crops. Environmental factors were used to analyze the density of insect pests in smart greenhouses, focusing on the relationship between crops and insect pests. There are machine learning analyses to analyze insect pest density with environmental factors. Machine learning makes a model by learning patterns by the computer itself based on the input data. In this study, to analyze the density of *B. tabaci*, environmental factors, and density were measured in tomato greenhouses. As for environmental factors, atmosphere factors (temperature and RH), soil factors (temperature, moisture, and EC), and host factors (photosynthesis potential, photosynthesis rate, and NDVI) were measured. This study aims to analyze *B. tabaci* density by sampling environmental factors and applying them to the machine learning model.

Corresponding author E-mail: jungpark@gnu.ac.kr

ST-05

Population dynamics of phytoplankton and periphyton following nutrients addition in mesocosm

Ji Nam Yoon^{p1,2}, Young Kyun Lim¹, and Seung Ho Baek^{c1,2}

¹Ecological Risk Research Department, KIOST (Korea Institute of Ocean Science and Technology)

²Ddepartment of Ocean Science. University of Science and Technology

A large amount of nutrients and anthropogenic pollutants including plastics, introduced particularly in rainy seasons to coastal waters through river discharge. Plastics may have negative effects on marine organisms including microalgae. The combined effects on microalgal communities of plastic debris and nutrients introduced into coastal waters are poorly documented. In this study we used mesocosms to investigate a water column phytoplankton bloom and periphyton communities on polypropylene (PP) attachment plates, emulating marine plastic debris (MPD), under three nutrient scenarios: natural seawater as a control; low nutrient (LN) conditions and high nutrient (HN) conditions. Our mesocosm experiment has provided insights into the effect of nutrient loading on phytoplankton and periphyton in the ecosystem. Our findings suggest that enhanced nutrient loading in coastal waters leads to the early development of large diatom species including *Chaetoceros* spp.. Regenerated ammonium may have had an important role in the growth of *Pseudo-nitzschia* spp. in the HN treatment. The dominance of large species at the initial stage of the experiment was replaced by small diatoms under low nutrient conditions in the middle and end of the experiment, implying that nutrients are the most crucial factors in determining species-specific diatom successions. Furthermore, periphyton on the MPD plates was also likely to increase, dependent on the nutrient levels. Among periphyton, the abundance of *C. closterium* was greatly enhanced in the HN treatment at the end of the experimental period, implying that they may have attached rapidly to MPD after two weeks in coastal waters, particularly in the summer rainy season and with significant nutrient loading.

Corresponding author E-mail: Baeksh@kiost.ac.kr

ST-06

생태계교란식물 양미역취(*Solidago altissima* L.) 종자의 온도처리에 따른 발아특성

김가은¹, 이용호^{1,2}, 최수현¹, 윤지연¹, 이가은¹, 김승환¹, 이인용¹, 프라딧 아디카리¹,
포우델 아닐¹, 나채선³, 신운섭³, 이다현³, 홍선희¹

¹국립한경대학교 식물자원조경학부

²고려대학교 오정리질리언스연구소

³국립백두대간수목원 야생식물종자연구실

생태계교란식물 양미역취(*Solidago altissima* L.)는 북아메리카 원산의 여러해살이풀이다. 길가나 빈터에 자라며, 남부지방 등 전국에 분포한다. 강한 번식력으로 인해 침입한 지역에서 빠른 속도로 확산되며, 다른 식물의 생육을 방해한다. 현재는 환경부의 생태계교란식물로 지정(2009년)되어 관리되고 있다. 본 연구는 온도에 따른 양미역취의 발아특성을 조사하여 방제 연구에 대한 기초 자료로 활용하기 위하여 수행되었다. 2022년 부산의 대저생태공원에서 수집한 종자를 사용하였다. 25립의 종자를 1% agar배지에 4반복으로 치상하였으며, 30일 동안 발아를 체크하였다. 양미역취의 최적발아온도를 확인하기 위해 10, 15, 20, 25, 30°C의 항온조건과 15/6, 20/10, 25/15, 30/15, 35/20°C의 변온조건으로 실험하였다. 광조건은 12h/12h(명/암)과 암조건이었다. 발아율은 명조건의 경우, 모든 처리구에서 90% 이상으로 높게 나타났고, 30/15°C에서 $98.6 \pm 1.39\%$ 로 가장 높은 발아율을 보였다. 반면, 암조건은 변온조건에서 70% 이상의 발아율을 보였다. 명조건에서 평균발아일수와 평균 발아속도를 고려하였을 때 35/20°C에서 각각 5.23 ± 0.11 일, 3.94 ± 0.19 일로 가장 빨랐지만, 이는 30/15°C 조건과 유의적 차이는 나타나지 않았다. 저온조건에서는 최대 17일(10°C)까지 소요되었다. 최종적으로 발아율과 평균발아일수를 고려하였을 때 양미역취의 최적발아온도는 30/15°C인 것으로 판단된다.

** 본 연구는 환경부(과제번호:2021002270004)의 지원에 의해 수행되었으며, 국립백두대간수목원 공동기기센터 기기를 이용하였습니다.

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

ST-07

저서성 대형무척추동물을 활용한 습지 건강성 평가지수 개발

변진석^{p1,3}, 김민경^{3,4}, 손성욱^{1,3}, 이장호^{1,3}, 김동건^{c2,3}¹삼육대학교 융합과학과²삼육대학교 스미스학부대학³삼육대학교 환경생태연구소⁴서울여자대학교 생명환경공학과

저서성 대형무척추동물은 담수생태계를 구성하는 주요 분류군 중 하나이며, 서식 환경에 따라 다양한 적응양상을 보이는 분류군이다. 이러한 특성을 바탕으로 저서성 대형무척추동물 군집 활용한 수생태계의 건강성 평가 방법 연구는 현재 범국가적으로 수행 중에 있으며, 주로 유수(lotic) 생태계인 하천, 하구를 대상으로 수행되고 있다. 하지만 수생태계는 흐름에 의한 영향으로 수질, 먹이원, 미소 서식처 등 환경 요인의 변화가 크게 나타나기 때문에 다른 흐름 유형을 가지는 정수(lentic) 생태계의 건강성을 평가하기 위해서는 정수 환경에 특화된 지수의 개발이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 저서성 대형무척추동물을 활용한 습지 건강성 평가지수 개발 연구를 수행하였다. 지표 선정은 국내·외의 건강성 평가 방법을 대상으로 예비 지표를 선정하였으며, 최종 지표는 수질 현황과의 상관성, 국내 적용 가능성, 지표 간 중복성, 호소 특성 반영도 등을 기준으로 선정하였다. 각 지표의 검증은 총 37개 습지의 저서성 대형무척추동물 군집 데이터를 기반으로 수행하였으며, 수질 데이터는 2018년부터 2022년까지 각 호소의 수질 평가 자료를 수집하였다. 평가점수는 누적분포함수를 기반으로 지표별 데이터 분포를 반영하여 점수 구간을 산정하였다. 최종 지표는 Number of taxa, Total individual density, Number of OCH (Odonata, Coleoptera, Hemiptera) taxa & individual density(%), Non insecta taxa(%), Chironomidae spp. individual density(%), Functional feeding groups (FFGs), Habitat oriented groups (HOGs)로 총 8개 지표가 선정되었으며, 평가 등급산정 결과 상위 2개 등급과 하위 2개 등급에 각각 14개(37.8%)의 습지가 분포하는 것으로 확인되었다. 본 연구 결과는 지금까지 명확한 평가 기준이 제시되지 않았던 국내 습지 생태계에 평가 방법을 제안함으로써 습지 보호 및 보전에 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

ST-08

Molecular characterization of SIFamide receptor in the Asian longhorned tick, *Haemaphysalis longicornis*

Garyoung Lee^p and Donghun Kim^c

Department of Vector Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Rep. of Korea

The Asian longhorned tick, *Haemaphysalis longicornis*, has been known as the major vector of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome virus (SFTSV), however there is still no vaccine or treatment for SFTS. Pathogens are transmitted via salivary secretion, which is regulated by peptidergic innervation such as SIFamide, originated from the synganglion. SIFamide and SIFamide receptor (SIFa-R) were characterized their localization and expression profile from salivary glands and synganglion of *Ixodes scapularis*, but their physiological function during salivary secretion is uncertain. To investigate the physiological function of SIFa-R in tick salivation, the open reading frame (ORF) of SIFa-R was cloned and sequenced from the synganglion of partially engorged *H. longicornis*, which has been known to work well RNA interference (RNAi) in previous studies. SIFa-R was 1275 nucleotides (425 amino acids) in length and has the seven transmembrane domains. In future study, the physiological function of SIFa-R in *H. longicornis* will be characterized by profiling the transcriptome of SIFa-R from different tissues and developmental stages and knocking down of SIFa-R expression using RNAi.

Corresponding author E-mail: dklome2018@knu.ac.kr

학생 구두 발표 2

일 시: 2023년 4월 20일(목) 16:10 - 17:30

장 소: 루비 I (Ruby I)

좌장: 서종복/한국기초과학지원연구원

16:10 - 16:20	ST-09	Differential responses of two novel superoxide dismutase genes (<i>CuZn/MnSOD</i>) in the dinoflagellate <i>Alexandrium pacificum</i> Quynh Thi Nhu Bui (상명대학교)
16:20 - 16:30	ST-10	학교교육에 도입되는 외래생물에 대한 생태 전문가 및 중·고등학교 생물교사의 태도 황효정 (전북대학교)
16:30 - 16:40	ST-11	침입외래생물 탐지를 위한 환경 DNA 조사 방법론 적용 방향 강유진 (서울대학교)
16:40 - 16:50	ST-12	Metabarcoding analysis of the stomach contents of the introduced voracious predator fish (Cyprinidae: <i>Erythroculter erythropterus</i>) in the Nakdong River from Korea 최희규 (상지대학교)
16:50 - 17:00	ST-13	육상풍력발전 운영에 따른 생태영향 모니터링 시스템 구축 연구 장문정 (국립생태원)
17:00 - 17:10	ST-14	SSP 기후변화 시나리오에 기반한 내한성 구역 지도를 활용한 동백나무(<i>Camellia japonica</i>), 서양금혼초(<i>Hypochaeris radicata</i>), 자운영(<i>Astragalus sinicus</i>)의 분포한계 변동예측 최수현 (국립환경대학교)
17:10 - 17:20	ST-15	Competitive inhibition on the ammonia oxidation of different ammonia-oxidizing microorganisms 김성욱 (제주대학교)

ST-09

Differential responses of two novel superoxide dismutase genes (*CuZn/MnSOD*) in the dinoflagellate *Alexandrium pacificum*

Quynh Thi Nhu Bui^P and Jang-Seu Ki^C

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

Superoxide dismutase (SOD) is an important antioxidant enzyme that is involved in the first line of defense against reactive oxygen species (ROS) within cells. The present study determined two novel *CuZnSOD* and *MnSOD* genes from the marine dinoflagellate *Alexandrium pacificum* (designated as *ApCuZnSOD* and *ApMnSOD*), characterized their structural features and phylogenetic affiliations. In addition, we examined the relative genes expression and ROS levels following exposure to six heavy metals. *ApCuZnSOD* encoded 358 amino acids (aa) with two CuZnSOD-conserved domains. *ApMnSOD* encoded 203 aa that contained a mitochondrial-targeting signal and a MnSOD signature motif but missed an N-terminal domain. Phylogenetic trees showed that *ApCuZnSOD* clustered with other dinoflagellates, whereas *ApMnSOD* formed a clade with green algae and plants. Based on the 72-h median effective concentration (EC_{50}), *A. pacificum* showed toxic responses in the order of Cu, Ni, Cr, Zn, Cd, and Pb. *SOD* expression levels dramatically increased after 6 h of Pb (≥ 6.5 times) and 48 h of Cu treatment (≥ 3.9 times). These results are consistent with the significant increase in ROS production in the *A. pacificum* exposed to Pb and Cu. These suggest that the two *ApSODs* are involved in the antioxidant defense system but respond differentially to individual metals.

Corresponding author E-mail: kijis@smu.ac.kr

ST-10

학교교육에 도입되는 외래생물에 대한 생태 전문가 및 중·고등학교 생물교사의 태도

황효정¹, 성하철², 이준기¹

¹전북대학교 과학교육학부 생물교육전공

²전남대학교 생물학과

본 연구는 한국의 학교현장에 교육 목적으로 도입되는 외래 생물에 대한 생태전문가들과 중·고등학교 생물교사들의 태도에서 나타나는 특징을 확인하고 교육 이후 외래 생물 처리에 대한 의견이 어떠한지 탐색해보았다. 이를 위해 한국의 생태전문가 16인과 현직 중·고등학교 생물교사 20인이 연구에 참여하였으며 외래 토끼 및 파충류를 사례로 한 개방형 설문지를 구성해 제시하였다. 수집된 질적 데이터는 반복적 비교분석을 통해 분석되었다. 연구결과, 학교현장에 교육 목적으로 외래 생물이 도입되는 것에 대하여 생태전문가들은 비교적 긍정적 인식이 많았으나 이와 반대로 생물교사들에게서는 비교적 부정적 인식이 많이 나타났다. 또한 사후 조치에 대하여 생태전문가들은 전문 기관을 통한 안락사 처리에 대한 의견이 두드러지게 나타났으나 생물교사들에게서는 교육행정 또는 생물 관련 기관에 개체를 이양하거나 개인에게 분양하겠다는 의견이 두드러지게 나타났다. 학교현장에 교육 목적으로 외래생물 도입이 활발해지고 있으나 제도적으로도 가이드라인이 마련되어있지 않아 혼란이 지속되고 있다. 또한 이에 대한 태도와 사후처리 방안에 대한 의견이 생태전문가와 생물교사 간에 상이하여 교육현장에서의 혼란도 예상된다. 이에 생태전문가들의 의견을 토대로 학교현장에서의 외래생물 관리를 위한 법·제도적 관리시스템 마련 및 교사들을 위한 생태교육이 필요하다.

교신저자 E-mail: junki@jbnu.ac.kr

ST-11

침입외래생물 탐지를 위한 환경 DNA 조사 방법론 적용 방향

강유진¹, 원수연¹, 전정은², 한승우¹, 박지윤², 송영근^{c2}¹서울대학교 협동과정조경학²서울대학교 환경조경학과

국내 생태계로의 외래생물 유입 및 정착 사례는 지속적으로 증가하고 있으며 이에 따라 생태계교란종 지정 종 수 또한 증가하고 있다. 국내 생태계에 정착한 외래생물은 토착 생물과의 서식 경쟁, 포식, 전염성 질병 전파 등 사회·경제적 피해를 초래하기 때문에 신속한 확산 여부 평가와 지속적인 모니터링을 기반으로 한 관리가 요구된다. 환경 DNA는 생물에서 방출된 유전물질을 통해 종 서식 여부를 평가하는 조사 방법론으로 미량의 시료를 통해 생물을 검출할 수 있어 도입 초기의 낮은 서식 밀도에서 생물 조사를 진행하기에 유리하다. 본 연구에서는 환경 DNA 메타바코딩 및 표적 PCR을 통한 외래생물 검출 가능성을 평가하고 종 출현 데이터로써 시계열적 모니터링 및 종 분포 모델링(SDM, species distribution model)에 적용하여 외래생물의 분포 및 분포 예측을 진행하였다. 메타바코딩을 통한 외래생물 분포 확인은 4개의 범용프라이머(MiFish, MiMammal, MiBird, Amp16S)를 활용하여 큰입배스(*M.salmoide*), 대만꽃사슴(*C.nippon*), 붉은귀거북(*T.scripta*), 황소개구리(*R.catesbeiana*)를 대상으로 진행되었고 각각 3개 지점(3/9 지점), 7개 지점(7/15 지점), 5개 지점(5/19 지점), 3개 지점(3/14 지점)에서 검출이 확인되었다. 또한 안양천 내 31개 지점에서의 메타바코딩 결과 도출된 큰입배스의 검출 위치를 기반으로 MaxEnt 종 분포 모델링을 통해 여름철(89.1%, 12,110,675m²)에 비해 가을철(99.3%, 13,625,525m²)에 잠재적인 서식 가능 면적이 확장되는 것을 확인하였다. 표적 PCR을 통한 외래생물 검출 가능성 평가는 안산갈대습지 26개 지점에서 리버쿠터(*P.concinna*)를 대상으로 진행되었다. 종 특이적 프라이머를 활용한 리버쿠터의 검출 가능성 평가 및 시계열적 분포를 파악하기 위해 5월, 8월과 10월 3회에 걸쳐 환경 DNA 샘플링 및 분석이 진행되었다. 26개 지점 중 5월 4개 지점, 8월 18개 지점, 10월 17개 지점으로 5월에 비해 8월과 10월 리버쿠터가 높은 검출률을 나타내며 하절기 이후 서식 면적이 확장되는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 빠르게 증가하는 외래생물에 대한 선제적 대응을 위해 환경 DNA 조사의 잠재성을 확인하고 활용방안을 제시하는데 기초 자료로써 활용될 수 있을 것이다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성 위협 외래생물 관리 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다.(2021002280001).

교신저자 E-mail: songyoung@snu.ac.kr

ST-12

Metabarcoding analysis of the stomach contents of the introduced voracious predator fish (Cyprinidae: *Erythroculter erythropterus*) in the Nakdong River from Korea

Hee-kyu Choi^{P1}, Ji-Woong Choi², Kwang-Guk An³, and Hyuk Je Lee^{C1}

¹Molecular Ecology and Evolution Laboratory, Department of Biological Science, Sangji University, 26339, Wonju, Republic of Korea

²DAONECO Corporation, 30081, Sejong, Republic of Korea

³Department of Bioscience and Biotechnology, Chungnam National University, 34134, Daejeon, Republic of Korea

The introduced species often negatively affects native populations, which can lead to cascading changes in ecological communities and whole ecosystems. In particular, the artificial introduction of new predator fishes in freshwater ecosystems might drive unintended competition with native predators, resulting in the decrease in the community-level species diversity as well as within-species genetic diversity. *Erythroculter erythropterus* (Cyprinidae) is a large carnivorous fish, originally distributed in the Geum River and Han River basins in Korea, but was introduced into the Nakdong River during early 2000s. This species is known to be highly migratory and predatory, and is currently disturbing the entire food web dynamics as a top predator by expanding its distribution throughout the whole Nakdong River basins. However, its primary prey species and feeding ecology remain largely unknown. In this study, we investigated the stomach contents of *E. erythropterus* by using NGS (next generation sequencing)-based metabarcoding analysis (stomach samples: N=31) at nine sites in the Nakdong River between June and October 2021. A total of 17 fish species were identified as prey and relative frequencies of DNA reads were 28.31%, 16.06%, 15.36%, 5.76% for *Opsariichthys uncirostris*, *Hemibarbus spp.*, *Squalidus spp.*, and *Lepomis macrochirus*, respectively. The results of metabarcoding analysis were largely consistent with those of the fish community survey by traditional sampling methods. This study will help to advance our understanding of the feeding ecology of the introduced species of *E. erythropterus* and thus inform on effective management of native fish populations or community in the Nakdong River.

Corresponding author E-mail: hyukjelee@sangji.ac.kr

ST-13

육상풍력발전 운영에 따른 생태영향 모니터링 시스템 구축 연구

장문정^{1,2}, 권용성¹, 이도훈¹

¹국립생태원 환경영향평가팀

²강원대학교 조경학과

지속가능한 발전을 위한 탄소중립 목표 달성을 위해 전 지구적인 차원의 노력이 강조되는 시점에서 경제적인 수요와 기후문제의 동시 해결을 위한 신재생에너지로의 전환이 가속화되고 있다. 정부에서는 2030년까지 20%, 2040년까지 30% 이상 신재생에너지로의 전환을 정책적 목표로 설정하고 있으며 2050년까지 재생에너지로의 전환을 계획하고 있다. 이러한 재생에너지 전환의 일환으로 산림 능선부에 설치되는 산지 육상풍력발전의 경우 산림과 지형의 훼손, 생태계의 교란과 야생동물의 서식지 파편화, 조류 및 박쥐 충돌과 폐사, 야생동물의 행동 및 생리 측면의 영향 등에 대한 명확한 영향 규명이 요구된다. 이에 본 연구에서는 육상풍력의 다양한 영향 중 직접적인 영향에 해당하는 조류 충돌 현황을 명확히 파악하고자 2023년 3월 경북 영덕에 위치하여 7기의 발전기가 운영되고 있는 풍력발전단지를 대상으로 조류 충돌 모니터링 시스템을 구축하였다. 시스템은 각 발전기당 3대의 카메라를 비롯해 총 21대의 카메라를 설치하여 블레이드 전면부와 후면부, 측면부의 상시 관찰이 가능하도록 구성하여 조류 충돌 현황을 파악할 수 있도록 했다. 아울러, 각 발전기에 기온, 습도, 풍향, 풍속, 소음 센서를 설치하여 환경정보의 상시 수집이 가능하도록 하였고 센서 네트워크 기반 자료수집시스템을 구축하여 실시간 자료수집 기능을 구현하였다. 실시간 모니터링은 연간 상시 운영될 예정이며, 조류 충돌 현황 파악에 추가하여 육상 포유류 영향을 파악하기 위한 센서 네트워크 시스템, 박쥐 모니터링을 위한 초음파 측정기 및 라이더 센서, 조류 이동 경로 파악을 위한 레이더 등을 병행 운용하며 풍력발전단지 조성 및 운영에 따른 생태 영향을 파악하고자 한다. 본 연구는 산지 육상풍력발전단지 조성에 따른 생태 영향 중 직접적인 영향에 부분에 초점을 두고 진행하였다. 이를 통해 조류 및 박쥐류 충돌 등의 직관적인 영향 파악과 조류 충돌 및 회피 모델링을 위한 자료구축, 소음 등에 따른 행동 및 생리적 영향 파악, 야생동물의 행동 및 군집 변화 연구, 서식지 경쟁 연구 등에 대한 기초적인 자료를 수집하여 생태 영향을 저감을 위한 기술개발에 기여하고자 한다. 우리의 연구는 육상풍력발전단지 조성에 따른 직접적인 영향권에 초점을 두고 진행하였으나, 계속되는 연구에서는 전체 영향권을 대상으로 연구 범위를 확장하여 육상풍력발전단지 조성에 따른 영향을 정밀하게 파악할 필요가 있다.

교신저자 E-mail: eco0407@nie.re.kr

ST-14

SSP 기후변화 시나리오에 기반한 내한성 구역 지도를 활용한 동백나무
(*Camellia japonica*), 서양금혼초(*Hypochaeris radicata*),
자운영(*Astragalus sinicus*)의 분포한계 변동예측

최수현¹, 이용호^{1,2}, 김가은¹, 윤지연¹, 김승환¹, 이인용¹, 프라딧 아디카리¹,
포우델 아닐¹, 이가은¹, 홍선희¹

¹국립환경대학교 식물생태화학연구소

²고려대학교 오정리질리언스연구원

식물의 내한성은 식물이 저온에서 견디는 정도를 뜻한다. 식물이 생존할 수 있는 최저 온도의 범위를 지리학적으로 나타낸 것을 내한성 구역(Hardiness zones)이며, RHS(Royal Horticultural Society)의 Hardiness zones은 가장 추운달의 최저 온도를 기준으로 내한성 구역을 설정한다. 내한성 구역을 활용하여 식물의 북방 분포 한계선 또는 재배 한계선을 예측할 수 있다. 본 연구는 SSP(공통사회경제경로) 시나리오에 기반한 한국의 내한성 구역 지도를 활용하여 동백나무, 서양금혼초, 자운영의 현재와 2080-100년 분포 한계 면적을 비교해 보았다. 한국의 내한성 구역 지도는 기상청의 남한 상세 월별 최저기온 지도를 활용하여 제작하였다. 각 식물종의 내한성 한계는 분포 지점에 기반하여 설정하였다. 그 결과 식물 종별 서식 가능 내한성 구역은 동백나무 H2, H3, H4, 서양금혼초 H2, H3, 자운영 H3, H4이었다. 기후 변화에 따른 미래의 식물 종별 분포한계 변동 예측 결과, 동백나무의 서식가능 면적은 현재 대한민국의 26.41%로 예측되었으나, SSP5의 2080-100년에는 67.10%로 증가하였다. 분포 지역은 현재 제주도와 전라남도, 경상남도 해안선 부근에서 강원도와 경상북도 산간지역을 제외한 중부지방까지 확장되는 것으로 예측되었다. 서양금혼초는 현재 대한민국 면적의 16.76%에서 SSP5 2080-100년 58.26%로 증가하였다. 자운영은 현재 서식 가능한 대한민국 면적은 53.12%, SSP5 2080-100년은 51.72%로 변동은 미미하나, 서식가능지역이 현재는 전라도, 경상남도, 충청도 일부 지역, SSP5 2080-100년에는 경상북도와 강원도를 제외한 중부 지방 일대에 서식 가능할 것으로 예측된다. 이는 대한민국을 구성하는 내한성 구역들이 각 면적과 분포가 상이하게 변동되는 것에 기인한다. 본 연구는 추후 다양한 2년생, 다년생 식물의 분포한계 또는 재배한계를 예측하는데 활용 가능 할 것으로 예측된다.

** 본 연구는 환경부 (과제번호 :2018002270001)의 지원에 의해 수행되었음.

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

ST-15

Competitive inhibition on the ammonia oxidation of different ammonia-oxidizing microorganisms

Seongwook Kim^{P1} and Man-Young Jung^{c1,2}

¹Interdisciplinary Graduate Program in Advance Convergence Technology and Science, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

²Department of Biology Education, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Nitrification, the conversion of ammonia (NH_3) to nitrate (NO_3^-) via nitrite (NO_2^-) by soil ammonia-oxidizing microorganisms [AOMs; ammonia-oxidizing archaea (AOA), bacteria (AOB), and complete ammonia oxidizers(Comammox)] and nitrite-oxidizing bacteria, is an essential process in the global nitrogen (N) cycle. In environmental systems, AOA, AOB, and Comammox compete with each other for ammonia, which they utilize as their sole energy and nitrogen source. In this study, we verified a high-affinity type of AOA strain (*Nitrosarchaeum koreense* MY1) has responded to their growth under lower ammonia conditions, whereas the low-affinity type of AOB (*Nitrosomonas europaea* ATCC25978) and AOA strain (*Nitrosocosmicus oleophilus* MY3) responded under eutrophic conditions with high ammonia concentrations. Interestingly, when AOA and AOB strains were co-existent in a system as a co-culture, the total ammonia oxidation rate is decreased by each other. These findings indicate that previously reported substrate oxidation affinity and activity in the environment system is because of inhibition effect during competition between different strains for the same substrate. Therefore, it could be an important report that could change the established theory of microbial ecology.

Corresponding author E-mail: myjung@jejunu.ac.kr

학생 구두 발표 3

일 시: 2023년 4월 20일(목) 16:10 - 17:30

장 소: 루비 II (Ruby II)

좌장: 이혁제/상지대학교

16:10 - 16:20	ST-16	Molecular functions of two distinct dopamine receptors, dopamine receptor (D1) and invertebrate specific D1-like dopamine receptor (InvD1L) in the salivary secretion of the Asian longhorned tick, <i>Haemaphysalis longicornis</i> 황서울 (경북대학교)
16:20 - 16:30	ST-17	환경 DNA 조사자료를 활용한 대만꽃사슴(<i>Cervus nippon taiouanus</i>)의 공간분포 추정 원수연 (서울대학교)
16:30 - 16:40	ST-18	Influence of dissolved organic carbon on microbial ecosystem from mass cultivation of <i>Tetraselmis striata</i> , a candidate for biodiesel production 김세희 (한양대학교)
16:40 - 16:50	ST-19	한강 출현 담수외편모조류의 형태학적 종 다양성 및 적조 양상 김태희 (상명대학교)
16:50 - 17:00	ST-20	Exploration on the usefulness of <i>Hypochoeris radicata</i> , invasive harmful weed in Jeju island 장소희 (제주대학교)
17:00 - 17:10	ST-21	Changes of vertical distribution of <i>Folsomia quadrioculata</i> (collembola) during the winter 김태우 (고려대학교)
17:10 - 17:20	ST-22	SSP 기후변화 시나리오 기반 대한민국 연 누적 유효적산온도 지도를 활용한 감자, 감귤, 귀리의 재배한계 변동 예측 윤지연 (국립환경대학교)

ST-16

Molecular functions of two distinct dopamine receptors,
dopamine receptor (D1) and invertebrate specific D1-like
dopamine receptor (InvD1L) in the salivary secretion of the Asian
longhorned tick, *Haemaphysalis longicornis*

Seoyul Hwang^p and Donghun Kim^c

Department of Vector Entomology, Kyungpook National University

Tick blood-feeding is completed by salivary secretion, which includes excessive water, ions, and various bioactive components suppressing the host immune system. Dopamine, a neurotransmitter, is a potent molecule to induce tick salivation through interaction with two dopamine receptors, dopamine receptor (D1) and invertebrate-specific D1-like dopamine receptor (InvD1L), localized and expressed in tick salivary glands. Both dopamine receptors play critical roles in tick salivary secretion. The orthologues of two dopamine receptors (D1 and InvD1L) of *Ixodes scapularis* were identified as 1278 bp (426 aa) and 1368 bp (456 aa) in length from the salivary glands of *Haemaphysalis longicornis*. The two dopamine receptors were functionally analyzed through Ca^{2+} and cAMP assay using heterologous expression systems. The transcripts of D1 and InvD1L were profiled from different developmental stages, including larvae, nymphs, and adults. In addition, transcripts of both dopamine receptors were profiled from synganglion, salivary glands, and ovary collected from unfed, 3, 18, 60, and 96 post-blood-fed females. Further studies using RNA interference (RNAi) will expand our knowledge about the physiological functions of two distinct dopamine receptors in dopamine-mediated salivary secretion.

Corresponding author E-mail: dklome2018@knu.ac.kr

ST-17

환경 DNA 조사자료를 활용한 대만꽃사슴(*Cervus nippon taiouanus*)의 공간분포 추정

원수연¹, 강유진², 한승우², 박지윤³, 전정은³, 임신재⁴, 송영근^{1,2,3}

¹서울대학교 협동과정조경학·스마트글로벌융합전공

²서울대학교 협동과정조경학

³서울대학교 환경대학원 환경조경학

⁴중앙대학교 생명자원공학부

국내에서 대만꽃사슴은 인위적인 도입 및 방생을 통해 외래종으로 지정되었다. 현재 굴업도에서 대만꽃사슴은 농가의 소득증대를 목적으로 도입하였지만 야생화된 이후 개체수가 급격하게 증가하여 별도의 관리가 필요한 상황이다. 환경 DNA는 환경 시료로부터의 종의 유전 물질을 통해 종의 분포 및 개체 밀도를 파악하는데 활용하고 있다. 본 연구에서는 환경 DNA를 활용하여 2021년~2022년 굴업도에 서식하는 대만꽃사슴의 분포 및 밀도를 파악하였다. 시료는 2021년 8월 28일과 2022년 8월 28일에 실제 출현지점의 주변 실개천과 설치한 수조 등의 20개의 물 환경에서 채취하였으며, 각 지점별 3번 반복하여 총 900ml 이상을 채취하였다. 환경 DNA에 대한 대만꽃사슴의 출현은 Next Generation Sequencing 분석과 제작한 ND4 프라이머를 활용하여 정량적 분석을(qPCR) 통해 확인하였다. 또한, 환경 DNA의 검증을 위해 2021년 5월~2022년 8월에 촬영한 카메라 자료를 활용하여 비교하였다. 본 연구에서는 2021년 8월과 2022년 8월의 출현 개체수를 정리하여 활용하였다. 본 연구 결과, 제작한 ND4 프라이머를 통해 20개 샘플 중 18개의 샘플에서 증폭한 것을 확인함으로써 프라이머의 활용성을 검증하였다. 대만꽃사슴은 카메라 트래핑 지점과 비교 시 총 16지점 중 5곳이 공동으로 출현하였으며 하천이 흐르는 주변 지점에서 Total reads가 2,221로 가장 높게 나타난 것을 확인했다. 대만꽃사슴의 탐지율은 조사된 지점과 날짜에 75%의 탐지율을 보였는데 이러한 결과는 주변의 산림 면적에 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 연구는 외래종의 관리가 필요한 굴업도에 존재하는 대만꽃사슴의 출현 분포를 비교 및 분석한 것으로 향후 대만꽃사슴의 서식환경을 고려한 모니터링·관리 방안을 제시하기 위한 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

** 이 연구는 환경부의 재원으로 “한국환경산업기술원의 생물다양성 위협 외래생물 관리 기술 개발사업(RE202101120)”과 “국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업”의 지원으로 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: songyoung@snu.ac.kr

ST-18

Influence of dissolved organic carbon on microbial ecosystem from mass cultivation of *Tetraselmis striata*, a candidate for biodiesel production

Sae-Hee Kim¹, Jin Ho Kim², Myung-Soo Han¹, Jae-Hyoung Joo^{c3}, and Bum Soo Park^{c1}

¹Department of Life Science, College of Natural Sciences, Hanyang University

²College of Ocean Sciences, Jeju National University

³Division of Environmental Materials, Honam National Institute of Biological Resources

For the commercialization of biodiesel production, mass cultivation of microalgae is being actively developed. In Korea, for economic reasons, a mass cultivation system for microalgae was piloted in Incheon coastal water by using *Tetraselmis striata*, a candidate for biodiesel production. The running of microalgae mass cultivation plant in coastal water can have an impact on the ambient microbial ecosystem, such as the release of high concentration of dissolved organic carbon(DOC), but there are no clear studies have been conducted. Semi-permeable ponds were utilized for high-density cultivation of *T. striata*, but the pore size of the membrane is 0.6 μm , so the possibility of DOC leaching into the marine microbial ecosystem. The DOC concentration in the microalgal mass cultivation pond was high(428.7 mg/L) on 3rd day, in the ambient seawater increased from 2.2 mg/L to 24.7 mg/L. However, the previous study did not reveal the effect of the increased DOC on the microecosystem. Therefore, in this study, to evaluate the effect of the increase in DOC on the microbial ecosystem during mass culture of *T. striata*, *T. striata* photobioreactors modeled at 1-fold(3.2 L) and 10 folds(32 L) were installed in 8tons semi-permeable pond to analyze changes of microbial ecosystem. As a result, the DOC in the 1-and 10-fold photobioreactors reached maximum concentration on 5th day(369 mg/L) and 9th day(727 mg/L), respectively. In phytoplankton composition, *Dactyosolen* sp. showed an extreme dominance(>95%) in the 10-fold pond after the 7th day. In addition, as the composition of the prey source (phytoplankton) was simplified, the zooplankton showed a dominance of more than 84.1% in the 10-fold experimental pond after the 7th day, with the genus *Oithona* which feeding on *Dactyosolen*. The results of the mesocosm showed that the larger the photoreactor of *T. striata*, the more severe the species simplification in phytoplankton, and the higher the species simplification in zooplankton, confirming the possibility of negative effects on the ecosystem.

Corresponding author E-mail: joo@hnibr.re.kr, parkbs@hanyang.ac.kr

ST-19

한강 출현 담수와편모조류의 형태학적 종 다양성 및 적조 양상

김태희^a, 부하리 라완 무함마드, 이하은, 기장서^c

상명대학교 생명과학과

와편모조류는 담수 및 해양에 서식하는 미세조류 분류군으로 기초생산자 역할을 한다. 그러나 일부 종은 대발생 시 독을 생성하거나 무산소 상태를 유발하는 등 생태계에 악영향을 준다. 때문에, 국내 연구는 해양 유해 와편모조류 관리를 목적으로 실시되어, 담수에서는 매우 제한적이다. 본 연구에서는 한강에 출현하는 담수와편모조류의 다양성과 적조 현상을 규명하고자 하였다. 2012년과 2019년 월별로 한강 팔당댐 및 하류에서 시료를 채집하였고, 형태학 그리고 분자생물학적 방법으로 분석하였다. 그 결과, 환경요소는 연구 기간에 유사한 변화를 보였으나, 엽록소-*a*와 미세조류 세포 수는 2019년이 2012년보다 높았다. 한강에 출현한 와편모조류는 형태학적으로 총 10종이 확인되었으며, 이들은 서로 상이한 계절별 출현양상을 보였다. 특히 가을에는 와편모조류 적조 현상이 관찰되어 사계절 중 최우점하였다. 이러한 적조현상은 한강 팔당댐에서 관측되었으나, 하류에서는 발생하지 않았다. 18S 및 28S rDNA 분석결과, *Unruhdinium* 속이 가을철 적조 현상 시 와편모조류 내에서 우점하였다. *U. penardii* var. *robustum*과 *U. kevei* 28S rDNA 복제본 수를 qPCR로 정량한 결과 *U. penardii* var. *robustum*이 주요 적조 발생원인종으로 분석되었다. 정준상관분석 결과 형태학적, 분자생물학적 방법의 결과는 서로 양의 상관관계를 보여 통계적으로 유의한 것으로 파악되었다. 또한 와편모조류의 가을철 적조 현상이 변동량이 적은 영양염류 및 용존산소량의 상승과 같은 이화학적 요소에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 생물학적 요소인 남조류 세포 수의 증가는 와편모조류 적조 현상을 저해하는 것으로 해석되었다. 본 연구를 통해 한강 담수와편모조류의 다양성 및 계절별 천이 양상 그리고 가을철 적조 현상이 규명되었으며 한강 생태계의 이해 및 수질관리에 활용될 수 있다.

교신저자 E-mail: kijs@smu.ac.kr

ST-20

Exploration on the usefulness of *Hypochaeris radicata*, invasive harmful weed in Jeju island

So-Hee Jang^{P1}, Ji-Yeon Lee¹, and Ji-Yeong Bae^{c1,2}

¹Interdisciplinary Graduate Program in Advanced Convergence Technology & Science,

²College of Pharmacy and Jeju Research Institute of Pharmaceutical Sciences,
Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Hypochaeris radicata is a naturalized plant native to Europe and is a perennial plant that grows in pastures. In Korea, it was mixed with grass seeds in the early 1980s and spread throughout Jeju island, and it is known as an invasive plant. *H. radicata*, which is spread throughout Korea, especially in Jeju, encroaches on Jeju's native plant habitat, causing ecosystem disturbance, with a strong self-sustaining power and fast reproductivity. The purpose of this study is to find out the utility of *H. radicata*, which is often similar to dandelion. The two plants were compared in morphological and phytochemical aspects and the antioxidant activity also be conducted. The samples were collected in flowering season and the chemical profiles of *H. radicata* and *T. officinale* were compared by liquid chromatography-mass spectrometry. The chlorogenic acid content of *H. radicata* and *T. officinale* was also quantified. *H. radicata* showed higher anti-oxidant activity than *T. officinale*. Through this study, the possibility to utilize *H. radicata* can be suggested, based on its main phenolic compounds with anti-oxidant activity.

** This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2021R1F1A1063352 and 2022R1C1C1010312).

Corresponding author E-mail: jybae@jejunu.ac.kr

ST-21

Changes of vertical distribution of *Folsomia quadriculata* (collembola) during the winter

Taewoo Kim^{p1}, Yuchan Won¹, Yun-sik Lee², June Wee³, and Kijong Cho^{c1}

¹Department of Environmental Science & Ecological Engineering,
Korea University, Seoul 02841, Korea

²Department of Biology Education, College of Education,
Pusan National University, Busan 46241, Korea

³O-Jeong Eco-Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

The soil ecosystem is formed through the interactions of various organisms. Among these organisms, springtails play important roles that not only consume microorganisms and decompose organic matter as decomposers but also serve as prey for various predators. Research on springtail ecology is essential for understanding soil ecosystems. However, The winter ecology of collembola is still largely unknown. In this study, we investigated the vertical distribution changes of *Folsomia quadriculata* during the winter to understand their overwintering strategy. We sampled soil according to depth and measured the abundance and body length of *F. quadriculata*. In addition, we measured the temperature of the atmosphere, soil surface, and soil below and calculated porosity using soil bulk density. *F. quadriculata* showed a tendency to move into deeper soil as the temperature decreased. Furthermore, there was a positive correlation between the porosity and body length of *F. quadriculata*. Our results demonstrated that *F. quadriculata* copes with low temperatures through vertical distribution changes during overwintering and contribute to understanding the winter ecology of springtails.

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

ST-22

SSP 기후변화 시나리오 기반 대한민국 연 누적 유효적산온도 지도를 활용한 감자, 감귤, 귀리의 재배한계 변동 예측

윤지연¹, 이용호^{1,2}, 최수현¹, 김가은¹, 이가은¹, 김승환¹, 이인용¹, 프라딕 아디카리¹,
포우텔 아닐¹, 홍선희¹

¹국립환경대학교 식물자원조경학부

²고려대학교 오정리질리언스연구소

유효적산온도는 작물의 생육에 필요한 열량을 나타내며 생육 일수의 유효일평균기온을 적산한 것을 나타낸다. 일반적으로 유효적산온도를 이용하여 작물, 식물의 재배, 분포 한계를 예측할 수 있다. 본 연구는 기상청에서 제공하는 SSP(공통사회경제경로) 시나리오 중 화석연료 사용이 줄어들고 친환경적으로 지속 가능한 경제성장을 이룰 것으로 가정하는 SSP1과, 화석연료 사용이 높고 무분별한 개발이 확대될 것으로 가정하는 SSP5를 사용하여 현재와 2080~100년 남한의 유효적산온도(10°C)를 비교하고, 이에 기반하여 감자, 감귤, 귀리의 재배한계 변동을 예측하였다. 그 결과 남한의 유효적산온도 평균값은 현재 1890°C에서, SSP1 80~100년 2394°C, SSP5 80~100년 3446°C로 각각 1.2배, 1.8배 증가하였다. 2,200°C로 감자의 재배 한계 최대 온도로 가정하여 예측한 재배 가능 면적은 현재 남한 면적의 82% 대비 SSP1 80~100년에서 26%, SSP5 80~100년에서 1%로 면적이 감소할 것으로 예측되었다. 감귤과 귀리는 현재 재배지를 기준으로 유효적산온도 한계를 추정하여 재배한계를 예측하였다. 감귤은 SSP1 80~100년에서 현재 대비 30배 이상, SSP5 80~100년에서 90배 이상 면적이 증가할 것으로 예측되었다. 귀리의 현재 재배 가능 지역은 제주도, 전라남도 남부, 경상남도 남부 지역이나, SSP1 80~100년에서 강원도와 경상북도를 제외한 전국으로 증가하며, SSP5 80~100년에서 강원도 평창과 인제를 제외한 전국으로 증가할 것으로 예측되었다. 본 재배한계 변동 예측 모형은 향후 작물의 주산지 지정 및 공동경영체 육성 지원 등에 활용 가능할 것으로 판단된다.

** 본 연구는 환경부(과제번호:2021002270004)의 지원에 의해 수행되었음.

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr



2023 한국환경생물학회 춘계학술대회

포스터 발표



포스터발표

1. 유해생물

- P1-01 **Transcriptome and saxitoxins (STX) profiling of the marine dinoflagellate *Alexandrium affine* and STX-producing potential**
Han-Sol Kim, Taehee Kim, and Jang-Seu Ki (Sangmyung University)
- P1-02 **Regulation of photosynthesis and antioxidant genes in marine dinoflagellate *Alexandrium pacificum* under salinity stress**
Quynh Thi Nhu Bui, Han-Sol Kim, and Jang-Seu Ki (Sangmyung University)
- P1-03 **국내 외래어류 유입주의 생물 지정 현황**
조운정, 박수곤, 김지희, 박정훈, 김백준, 조아람 (국립생태원)
- P1-04 **국내 외래식물 유입주의 생물 지정을 위한 후보목록 및 지정 현황**
박정훈, 박수곤, 김지희, 조운정, 김백준, 조아람 (국립생태원)
- P1-05 **유입주의 생물의 지정 현황**
김지희, 조아람, 박수곤, 박정훈, 조운정, 김백준 (국립생태원)
- P1-06 **국내외 위해 외래생물 통합 데이터베이스 현황**
조아람, 김지희, 박정훈, 조운정, 박수곤, 송해룡, 김기동, 김백준 (국립생태원)
- P1-07 **The metabarcoding of bacteria and parasites of domestic pigeons in Seoul, Korea**
Singeun Oh, Myung-hee Yi, Sohyeon Yun, Dongjun Kang, In-Yong Lee, Tai-Soon Yong, and Ju Yeong Kim (Yonsei University)
- P1-08 **Metabarcoding of bacteria, fungi, and parasites in the feces of *Apodemus agrarius***
Soo Lim Kim, Tai-Soon Yong, and Ju Yeong Kim (Yonsei University)
- P1-09 **Metabarcoding of helminths, and protozoa in feces of leopard cats, raccoon dogs, water deers, and wild boars in Korea**
Jun Ho Choi, Myungjun Kim, Yun Soo Jang, Ju Yeong Kim, and Tai-Soon Yong (Yonsei University)
- P1-10 **Bacterium *Alteromonas abrolhosensis* enhances the growth and toxicity of *Centrodinium punctatum* (Dinophyceae)**
Kyong Ha Han, Bum Soo Park, Ji Hoon Lee, A-Young Shin, Eunjung Byun, Won Cheol Lee, and Hyeon Ho Shin (Korea Institute of Ocean Science & Technology)
- P1-11 **Exploration on the usefulness of *Hypochoeris radicata*, invasive harmful weed in Jeju island**
So-Hee Jang, Ji-Yeon Lee, and Ji-Yeong Bae (Jeju National University)

2. 바이오에너지

3. 동물생태·분류·유전

- P3-01 **Interspecific amplexus behaviour between invasive and native anuran species: Risk of reproductive interference**
Eunsol Kim, Sera Kwon, Gimin Woo, and Yikweon Jang (Ewha Womans University)
- P3-02 **Potential for food competition between invasive *Trachemys scripta elegans* and native *Mauremys reevesii* in South Korea**
Hakyung Kang, Kyo Soung Koo, and Yikweon Jang (Ewha Womans University)
- P3-03 **Analyzing habitat types and species distribution modeling of seven *Hynobius* sp. species in Korea**
Tae Eun Um, Desiree Andersen, Kyo Soung Koo, and Yikweon Jang (Ewha Womans University)

4. 식물생태·분류·유전

- P4-01 **SSP 기후변화 시나리오에 따른 외래식물 애기땅빈대의 변화 예측**
오영주, 김동혁, 이용호, 홍선희, 나채선, 김명현, 안난희 ((주)미래환경생태연구소)
- P4-02 **구절초(*Dendranthema zawadskii*) 대량생산을 위한 기내생육 조건 구명**
임현정, 송기선, 이동준, 김상근, 김양수, 김근식, 이재선 (국립백두대간수목원)

5. 미생물생태·분류·유전

- P5-01 **Cultivation of "unculturable" microbes: Microfluidic system approach**
Mingyeong Kang, Byeolnim Oh, So-Ra Ko, Hyun Soo Kim, and Chi-Yong Ahn
(Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology)
- P5-02 **Inducing cyanobactericidal response of *Myriophyllum spicatum* to *Microcystis aeruginosa* KW and accompanying microbial community change**
Seonah Jeong, Mingyeong Kang, Ve Van Le, So-Ra Ko, and Chi-Yong Ahn
(Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology)
- P5-03 **Genomic characterization of the genus *Curvibacter* and the description of *Curvibacter microcystis* sp. nov. and *Curvibacter cyanobacteriorum* sp. nov., isolated from a eutrophic reservoir**
So-Ra Ko, Ve Van Le, Mingyeong Kang, Min-Seong Kim, Hee-Mock Oh, and Chi-Yong Ahn
(Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology)
- P5-04 **Environmental factors affecting akinete germination and resting cell awakening of two cyanobacteria**
Daeryul Kwon, Keonhee Kim, Sang Deuk Lee, Suk Min Yun, and Chaehong Park
(Nakdonggang National Institute of Biological Resources)

6. 생물다양성 및 생물모니터링

- P6-01 **2022년 춘계에서 하계 제주 연안 식물플랑크톤 출현 변동**
장지연, 정도윤, 강수민, 왕 옥, 김진호 (제주대학교)
- P6-02 **A description of unrecorded species, *Fragilaria saxoplanctonica* (Bacillariophyceae) from Paldang Reservoir in Korea**
Ha-Eun Lee, Taehee Kim, Sang Deuk Lee, and Jang-Seu Ki (Sangmyung University)
- P6-03 **국내 수계 출현 미세조류 모니터링을 위한 DNA 바코딩 분석**
김태희, 이하은, 김한솔, 박재영, 기장서 (상명대학교)
- P6-04 **법정관리종 지정이 외래 양서파충류 유기에 미치는 영향**
설희정, 박수정, 장이권, 구교성 (이화여자대학교)
- P6-05 **토종 및 외래거북류의 미소환경 유형 및 재질 선택**
강하경, 오정민, 정유정, 신민영, 구교성, 장이권 (이화여자대학교)
- P6-06 **녹조류 자원의 중장기 보존을 위한 배양조건 탐색 연구**
진덕현, 사공진, 권현진, 홍동경, 남승원 (국립낙동강생물자원관)
- P6-07 **메조코즘에서 염분 농도 구배에 따른 부착미세조류 군집의 변화양상**
윤지남, 임영균, 이충현, 백승호 (한국해양과학기술원)
- P6-08 **전라남도 인공저수지 내 외래거북 분포 및 포획률**
최재혁, 나한웅, 성하철 (전남대학교)
- P6-09 **환경DNA를 활용한 우포늪 뉴트리아(*Myocastor coypus*) 분포 추정**
박지윤, 강유진, 원수연, 송영근 (서울대학교)
- P6-10 **Vertical structure of understory vegetation in *Quercus mongolica* and *Pinus densiflora* forests of Mt. Seorak**
Do-Hun Lee and Ki Hwan Cho (National Institute of Ecology)
- P6-11 **외래거북 포획장치의 먹이 유인 효과**
오정민, 구교성, 장이권 (이화여자대학교)
- P6-12 **관행 논과 유기재배 논 의 식생 유형에 따른 토양 종자은행과 육상곤충 분포 변화**
방정환, 이영미, 오성남, 이동규, 박미정, 이슬기, 박상구, 홍성준 (국립농업과학원)
- P6-13 **왕우렁이 투입 농경지 주변 생태계의 생물상 실태조사**
홍성준, 신이찬, 방정환, 이영미, 윤현조, 박상구 (국립농업과학원)
- P6-14 **Distribution characteristics of microalgal communities in the upper and lower reaches of the Nakdonggang River**
Suk Min Yun, Daeryul Kwon, Chang Soo Lee, Mirye Park and Sang Deuk Lee (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
- P6-15 **The modification of nutrients-chlorophyll relations depending on the flow regime of flood and drought year**
Geofrey Mnyagatwa and Kwang-Guk An (Chungnam National University)
- P6-16 **하천 다중형 돌말지수 개발 및 국내 하천의 온전성 평가**
한병훈, 조인환, 김영효, 김하경, 황은아, 김용재, 김백호 (한양대학교)

- P6-17 **Development of ecological endpoints for site-specific soil ecological risk assessment**
June Wee, Taewoo Kim, Yong Ho Lee, Sun Hee Hong, Yun-Sik Lee, Yongeun Kim, and Kijong Cho (Korea University)
- P6-18 **Long-term chlorophyll-a dynamics in relation to the intensity of monsoon rain, nutrients and flow regime in a large dam reservoir**
Thet Thet Khaing, Ji Yoon Kim, Min Jae Cho, Hyeji Choi, Sang-Hyeon Jin, Md Mamun, Namsrai Jargal, and Kwang-Guk An (Chungnam National University)
- P6-19 **국내 농업용 저수지의 화학적 부영양화 지표(N, P, N:P비, 클로로필 a) 및 어류 생태 특성 조사**
진상현, 김지윤, 조민재, 최혜지, Md Mamun, Namsrai Jargal, 안광국 (충남대학교)
- P6-20 **수변관광자원화 사업이 검토된 달창지(호소)의 유역오염원, 수질오염 및 수생태 모니터링**
최혜지, 김지윤, 진상현, 조민재, Md Mamun, Namsrai Jargal, 안광국 (충남대학교)
- P6-21 **How can test the functional diversity of river fish in relation to water chemistry and biotic index?**
Namsrai Jargal, Hyeji Choi, Ji-Yoon Kim, Sang-Hyeon Jin, Min-Jae Choi, Md Mamun, and Kwang-Guk An (Chungnam National University)
- P6-22 **수생태계 건전성 확보를 위한 이화학적 수질, 어류기반의 생태건강성 평가 및 구조물 기반의 종적연결성 평가(탄천 사례)**
조민재, 김지윤, 진상현, 최혜지, Md Mamun, Namsrai Jargal, 안광국 (충남대학교)
- P6-23 **Modifications of trophic state based on total phosphorus, Secchi depth, and chlorophyll in the three zones in response to the monsoon rainfall**
Bilguun Ariunbold, Hyeji Choi, Ji Yoon Kim, Sang-Hyeon Jin, Min Jae Cho, Md Mamun, Namsrai Jargal, and Kwang-Guk An (Chungnam National University)
- P6-24 **어류기반 수생태 연속성 확보 및 인공구조물 기능-경제성 평가를 위한 개선 우선순위 다변수 메트릭 모델 적용**
김지윤, MD Mamun, Namsrai Jargal, 진상현, 조민재, 최혜지, Thetthet Khaing, Geofray Mnyatwa, Bilguun Ariunbold, 안광국 (충남대학교)
- P6-25 **트랜스포머를 기반으로 한 외래동물 음향 판별 모델**
김용민, 고경득, 최철원, 고한석 (고려대학교)
- P6-26 **침입종의 관측 데이터 부족 상황에 적합한 지식 증류 기반 종 분포 예측 기법**
김은빈, 문재욱, 심종화, 황인준 (고려대학교)
- P6-27 **Evaluating dung beetle species candidates for restoring Taeon Sinduri Coastal Dune ecosystem using an individual-based model**
Jung-Wook Kho, Minhyung Jung, Joo-Young Kim, Do-Hun Gook, Hyeonjoong Kim, Soowan Kim, and Doo-Hyung Lee (Gachon University)
- P6-28 **한국에 유입된 외래거북류 관리를 위한 3가지 모니터링 방법 비교**
윤가영, 구교성, 장이권 (이화여자대학교)
- P6-29 **Community recovery of benthic macroinvertebrates in a stream influenced by mining activity: Importance of microhabitat monitoring**
Mi-Jung Bae, Eui-Jin Kim, Sun-Yu Kim, Yong Hwang, and Kyung-In Seo (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
- P6-30 **Model-Agnostic Meta-Learning 기반의 동물 소리 분류 기법**
문재욱, 김은빈, 이재승, 황인준 (고려대학교)

7. 생태독성 및 환경호르몬

- P7-01 **넙미역(*Undariopsis peterseniana*) 포자의 발아에 미치는 염분 및 시멘트 추출물의 영향 평가**
윤성진, 성기철 (한국해양과학기술원)
- P7-02 **Is biodegradable plastic truly an environmental savior? investigating its full impact compared to non-biodegradable plastics on *Microcystis aeruginosa***
Ka Young Kim, Jee Young Kim, Jaewon Park, and Yoon-E Choi (Korea University)
- P7-03 **Assessment of arsenic toxicity using environmental DNA analysis, *Allonychiurus kimii*(Collembola)**
Yuchan Won, Yun-sik Lee, June Wee, Taewoo Kim, and Kijong Cho (Korea University)
- P7-04 **Selection and characterization of microcystin-LR aptamer through Capture-SELEX**
Jihye Lee, Jaewon Park, Jee Young Kim, Hyun Soo Kim, Byeolnim Oh, Jino Son, and Yoon-E Choi (Korea University)

8. 재난분석과학

9. 기타

- P9-01 **감마선 조사에 의한 원전 유기제염폐액 분해 특성 연구**
임승주, 최병선, 서범경 (한국원자력연구원)
- P9-02 **해양환경관측망 자료 분석 및 마이크로코즘 연구를 통한 동해 갯녹음 유발 주요 환경인자 파악**
강준수, 현봉길 (한국해양과학기술원)
- P9-03 **Potential of 3D scanners in biological research**
Younji Kim, Byung Kwon Jung, and Yikweon Jang (Ewha Womans University)
- P9-04 **해양식물플랑크톤자원 기탁등록보존기관**
윤주연, 광경윤, 한경하, 김지연, 전지원, 신현호 (한국해양과학기술원)
- P9-05 **Enhancing growth and astaxanthin synthesis in *haematococcus pluvialis* through ultrasound stimulation**
Juyeon Lee, Jaewon Park, and Yoon-E Choi (Korea University)

P1-01

Transcriptome and saxitoxins (STX) profiling of the marine dinoflagellate *Alexandrium affine* and STX-producing potential

Han-Sol Kim^P, Taehee Kim, and Jang-Seu Ki^C

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

The marine dinoflagellate *Alexandrium* occurs widely in coastal waters, and some of them can produce saxitoxins (STXs) that cause paralytic shellfish poisoning (PSP). Off the coast of Asia, *Alexandrium affine* frequently cause harmful algal bloom (HAB), while its ability to produce STXs has been controversial. Herein, we detected STXs in *A. affine* Alex02 isolated from the southern coast of Korea. The total STXs equivalent (STXs eq) and profiles of Alex02 varied depending on the tested environmental conditions, including nitrate concentrations and temperatures. Their STXs toxicity levels were significantly lower (<0.8 STXs eq fmol/cell) than those of toxic *A. catenella* Alex03 and *A. pacificum* Alex05. On a genetic basis, we identified the STXs biosynthesis *sxt* genes in *A. affine* through large-scale transcriptome analysis. Interestingly, the two enzymes of *sxtA* and *sxtG* were similar in their sequences and domains to those of other toxic dinoflagellates and cyanobacteria. On the other hand, transcript levels of the genes identified from *A. affine* were extremely low. These results suggest that *A. affine* has the potential to produce STXs, however, the toxicity is much lower or negligible, making it less likely to cause PSP incidents in marine environments.

Corresponding author E-mail: kijs@smu.ac.kr

P1-02

Regulation of photosynthesis and antioxidant genes in marine dinoflagellate *Alexandrium pacificum* under salinity stress

Quynh Thi Nhu Bui^P, Han-Sol Kim, and Jang-Seu Ki^C

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

Salinity is an important factor in the physiological regulation of algae; however, its influence on the genomic responses in toxic dinoflagellates is insufficiently understood. The present evaluated the effect of salinity stress on the physiology, photosynthesis, and molecular responses of the marine dinoflagellate *Alexandrium pacificum*. When exposed cells to different salinities of 20 - 40 psu, we detected the lowest cell density (3.25×10^3 cells/mL) and highest cell size (30.6 μm) at 20 psu. Photosynthesis efficiency considerably decreased at 20 and 40 psu compared to the control (33 psu). Quantitative real-time polymerase chain reaction revealed that *psbA*, *psbD*, and *atpC* expression levels were significantly downregulated under conditions of salinity stress for 72 h. In contrast, the expression levels of antioxidant genes *MnSOD* and *GPx* were greatly up-regulated at 20 psu (13.2- and 15.2-fold changes at 6 h; 8.8- and 8.3-fold changes at 24 h, respectively). The expression levels of other antioxidant genes, *CuZnSOD*, *GST*, and *APx*, increased steadily over time under salinity stress. Such conditions increased the relative levels of reactive oxygen species by 2.2-fold in 6 h and 2.4-fold in 24 h at 20 psu. These results suggest that low salinity may cause cellular oxidative stress, leading to a decrease in photosynthesis and affecting specific antioxidant systems in marine dinoflagellates.

Corresponding author E-mail: kijs@smu.ac.kr

P1-03

국내 외래어류 유입주의 생물 지정 현황

조윤정^p, 박수곤, 김지희, 박정훈, 김백준, 조아람^c

국립생태원 생태안전연구실 외래생물팀

지난 수십 년간 기후변화의 가속화와 국제교류의 증가로 인해 의도적 또는 비의도적으로 외래생물이 국내로의 유입이 증가하고 있다. 이러한 외래생물의 급격한 유입으로 국내 생태계의 피해가 우려되고 있다. 환경부는 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에 따라 외래생물의 사전 관리 목적으로 유입주의 생물을 지정·고시하고 있다. 2019년부터 지정된 유입주의 생물은 2022년 현재 총 557종으로 어류는 그중 118종(21.2%)이다. 유입주의 생물로 지정된 어류는 2019년 55종(27.5%), 2020년 26종(26.0%), 2021년 16종(15.7%), 2022년 21종(13.1%)로, 조금씩 감소하는 것으로 나타났다. 유입주의 생물에 지정된 어류 목(Order)은 총 17목으로 잉어목(Cypriniformes)이 33.1%로 가장 우세하였으며, 그 다음으로 농어목(Perciformes, 24.6%), 메기목(Siluriformes, 12.7%), 연어목(Salmoniformes, 6.8%)순이었다. 유입주의 생물에 지정된 어류는 모두 담수어류로 확인되었다. 전 세계 담수어류 중 잉어목은 총 1,933종으로 가장 많은 종수가 포함되어 있으며, 농어목(1,826종), 메기목(1,800종) 순으로 종수가 분포하고 있는 결과와 유사한 경향을 보였다. 담수어류는 지리적 격리로 인한 종분화가 발생하여 다른 수계 또는 다른 나라의 담수어류가 유입될 경우 생태적 교란(예, 포식 및 경쟁)뿐만 아니라 유전적 교란(예, 이종교배)이 발생할 수 있다. 따라서, 국내에 서식하고 있는 담수어류와의 잡종화가 발생할 수 있는 동일 속에 속한 종 또는 유사한 환경으로 인해 국내에 정착할 수 있는 종 등을 발굴하여 유입주의로 지정하는 것이 중요한 역할을 할 것이라고 판단된다.

교신저자 E-mail: joaram@nie.re.kr

P1-04

국내 외래식물 유입주의 생물 지정을 위한 후보목록 및 지정 현황

박정훈^p, 박수곤, 김지희, 조윤정, 김백준, 조아람^c

국립생태원 생태안전연구실 외래생물팀

현재, 환경부는 [생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률]에 따라 국내에 유입될 경우 생물다양성에 부정적인 영향을 나타낼 우려가 있는 외래생물을 지정·고시하여 관리하고 있다. 국립생태원에서는 2019년부터 2022년까지 외래식물의 사전 관리 및 법정관리종 지정을 위해서 국내외 다양한 외래식물 종 목록을 바탕으로 외래식물에 대한 유입주의 생물 후보를 목록화하여 총 590종을 선별하였다. 그 중, 210종을 유입주의 식물로 지정·고시하였고, 17종의 생태계교란식물로 지정·고시하였다. 현재까지 지정된 유입주의 식물의 과(family)를 분석해 본 결과, 국화과(Asteraceae) 22.9%, 벼과(Poaceae) 21%, 콩과(Fabaceae) 9.3% 순서로 가장 높은 비중을 차지하였고, 이 외에도 45개 과(family)에 해당하는 식물들이 유입주의 식물로 지정·고시되어 관리하고 있다. 또한 유입주의 식물의 위해성과 피해사례를 분석해 본 결과, 자생종과의 경쟁, 생물다양성 감소, 경제적인 피해, 밀집된 군락 형성과 확산력에 의한 생태계 내 침입, 독성이나 병원체 전파 및 알레르기 유발 등의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 향후, 유입된 외래식물로 인한 피해를 최소화하기 위해서 보다 많은 국내 유입주의 후보 식물을 사전에 선별하여 목록화하여 활용한다면 국내 생물다양성 보전에 기여할 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: joaram@nie.re.kr

P1-05

유입주의 생물의 지정 현황

김지희^P, 조아람, 박수곤, 박정훈, 조윤정, 김백준^C

국립생태원 생태안전연구실 외래생물팀

최근 국가 간 교역의 증가 및 국외여행의 활성화 등으로 인해 많은 외래생물종이 다양한 경로로 국내에 유입되면서 그 수가 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 외래생물에 의한 생물다양성의 감소 및 사회·경제적 손실 등의 사회적 문제가 대두되고 있다. 현재 환경부는 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에 따라 국내에 유입될 경우 생태계에 위해를 미칠 우려가 있는 생물에 대해 국내에 유입되기 전 유입주의 생물로 지정·고시하여 생태계 피해를 사전 예방하고 있다. 2019년부터 2022년까지 포유류 46종, 조류 21종, 어류 118종, 양서류 44종, 파충류 41종, 연체동물 18종, 절지동물 9종, 거미 48종, 곤충 2종, 식물 210종, 총 557종이 유입주의 생물로 지정되었다. 식물이 37.7%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 곤충이 0.4%로 가장 낮은 비율을 보였다. 현재의 지정 기준이 정립된 2020년 이후 지정된 유입주의 생물 총 362종 중, 51.4%의 대표 지정 기준이 ‘국제적으로 위해성이 확인된 생물종’이었으며, 그 다음으로 ‘사회적 또는 생태적 피해를 야기한 사례가 있는 생물종’이 21.8%를 차지하였다. 2020년에 지정된 유입주의 생물의 75.0%와 2021년 지정 유입주의 생물의 75.5%는 ‘국제적으로 위해성이 확인된 생물종’이었다. 2022년에 지정된 유입주의 생물 중 ‘사회적 또는 생태적 피해를 야기한 사례가 있는 생물종’이 35.6%를 차지하며, 가장 높은 비율을 보였다. 분류군별 지정 기준 비율의 경우, 포유류, 어류, 양서류, 파충류, 연체동물, 절지동물, 식물 분류군에서 ‘국제적으로 위해성이 확인된 생물종’이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 조류, 거미, 곤충 분류군에서는 ‘사회적 또는 생태적 피해를 야기한 사례가 있는 생물종’이 가장 높은 비율을 차지하였다. 이러한 유입주의 생물의 지정은 사전에 외래생물의 급격한 침입에 따른 생태적 피해를 방지하고 자생종을 보호하며, 사회·경제적 손실을 방지하는 역할을 할 것으로 기대한다.

교신저자 E-mail: naturalist71@nie.re.kr

P1-06

국내외 위해 외래생물 통합 데이터베이스 현황

조아람^{p1}, 김지희¹, 박정훈¹, 조윤정¹, 박수곤¹, 송해룡², 김기동¹, 김백준^{c1}

¹국립생태원 생태안전연구실 외래생물팀

²국립생태원 생태조사연구실

국제적으로 교류, 무역이 활발해지면서 생물의 국가 간 경계가 점차 사라지고 있다. 본래의 서식지를 벗어난 외래생물의 증가로 인해 농림축산업 피해, 제거 및 방제 비용 등을 포함한 경제적 손실은 전 세계적으로 1970년부터 2017년까지 최소 1조 288억에 달하는 것으로 나타났다. 이러한 피해를 막기 위해 국가나 국제기구를 통해 외래생물에 대한 종, 분포, 지역 등의 다양한 자료가 데이터베이스로 구축되고 있다. 본 연구에서 구축된 통합 데이터베이스에 포함된 생물종은 총 5,868종으로 포유류 233종, 조류 239종, 양서류 127종, 파충류 204종, 어류 412종, 연체동물 151종, 절지동물 97종, 곤충류 1,099종, 거미류 81종, 식물 3,225종이 포함되어 있다. 또한, IUCN 선정 100대 악성침입외래생물, EU 침입외래종 목록, 일본, 미국 등을 포함해 총 28개 국가 및 기구에서 관리하는 외래생물 데이터가 포함되어 있다. 데이터베이스를 구축하기 위해 활용한 자료출처는 총 50여 개이다. 이 데이터베이스에서 생물종 분류, 법정관리종 여부, 타국가 외래생물 포함 여부 등을 확인할 수 있다. 향후 각 외래생물종에 대한 위해성, 관리 현황 등이 포함되면 보다 효과적으로 위해 외래생물에 대한 선제적 대응 및 통합적인 관리에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

교신저자 E-mail: naturalist71@nie.re.kr

P1-07

The metabarcoding of bacteria and parasites of domestic pigeons in Seoul, Korea

Singeun Oh^P, Myung-hee Yi, Sohyeon Yun, Dongjun Kang, In-Yong Lee,
Tai-Soon Yong, and Ju Yeong Kim^C

Department of Tropical medicine, Institute of Tropical Medicine, and Arthropods of
Medical Importance Resource Bank, Yonsei University College of Medicine

In Korea, feral pigeons pose significant public health risks because they carry various zoonotic pathogens; however, few studies have examined the status of pathological processes associated with pigeons in South Korea. Therefore, this study used 16S and 18S rRNA amplicon sequencing to detect possible bacterial and parasitic pathogens to assess the current risk of zoonosis in Seoul, South Korea. Pigeon faecal samples (n = 210) obtained from 24 public sites in and near Seoul were collected and their DNAs were extracted for the amplicon sequencing. The most predominant bacteria at the genus level was *Lactobacillus* spp., with an average relative abundance of 55.2%. Potentially pathogenic bacteria were also detected in the faecal samples; *Campylobacter* was found in 19 samples from 13 regions, *Listeriaceae* was found in seven samples, and *Chlamydia* was found in three samples from two regions. Protozoa and helminths were also detected; The most predominant protozoa at the genus level was *Eimeria*, that was found in 100 samples. *Isospora* was found in 54 samples. The helminths detected at the genus level were *Echinostoma*, *Synhimantus*, *Onchocercidae*, *Echinochasmus* and *Raillietina*. Principal coordinate analysis and permutational multivariate analysis of variance revealed a significant difference in bacteria and parasites composition between the regions with and without the homeless individuals. Linear discriminant analysis effect size showed that *Streptococcus*, *Pseudomonas* and *Cyclospora* were significantly abundant in the regions with homeless people. Overall, this study identified various potentially pathogenic bacteria and parasites in pigeon faeces at public sites in South Korea. This study provides important information for public health strategic planning and disease control.

Corresponding author E-mail: JYKIM0802@yuhs.ac

P1-08

Metabarcoding of bacteria, fungi, and parasites in the feces of *Apodemus agrarius*

Soo Lim Kim^P, Tai-Soon Yong, and Ju Yeong Kim^C

Department of Tropical medicine, Institute of Tropical Medicine, and Arthropods of Medical Importance Resource Bank, Yonsei University College of Medicine

The striped field mouse *Apodemus agrarius* is a wild rodent commonly found in fields in Korea. It is a known carrier of various pathogens. Amplicon-based next-generation sequencing (NGS) targeting the 16S ribosomal RNA (rRNA) gene is the most common technique used to analyze the bacterial microbiome. Although many bacterial microbiome analyses have been attempted using feces of wild animals, only a few studies have used NGS to screen for parasites. This study aimed to rapidly detect bacterial, fungal and parasitic pathogens in the guts of *A. agrarius* using NGS-based metabarcoding analysis. We conducted 18S/16S rDNA-targeted high-throughput sequencing on cecal samples collected from *A. agrarius* (n = 48) trapped in May and October 2017. Taxa of protozoa, fungi, helminths and bacteria in the cecal content were then identified. Among the protozoa identified, the most prevalent was *Tritrichomonas* sp., found in all of the cecal samples, followed by *Monocercomonas* sp. (95.8% prevalence; in 46/48 samples) and *Giardia* sp. (75% prevalence; in 36/48 samples). For helminths, *Heligmosomoides* sp. was the most common, found in 85.4% (41/48) of samples, followed by *Hymenolepis* sp. (10.4%; 5/48) and *Syphacia* sp. (25%; 12/48). The 16S rRNA gene analysis showed that the microbial composition of the cecal samples changed by season (P = 0.005), with the linear discriminant analysis effect size showing that in the spring *Escherichia coli* and *Lactobacillus murinus* were more abundant and *Helicobacter rodentium* was less abundant. *Helicobacter japonicus* was more abundant and *Prevotella_uc* was less abundant in males. The microbial composition changed based on the *Heligmosomoides* sp. infection status (P = 0.019); specifically, *Lactobacillus gasseri* and *Lactobacillus intestinalis* were more abundant in the *Heligmosomoides* sp.-positive group than in the *Heligmosomoides* sp.-negative group. This study demonstrated that bacterial abundance changed based on the season and specific parasitic infection status of the trapped mice. These results highlight the advantages of NGS technology in monitoring zoonotic disease reservoirs.

Corresponding author E-mail: JYKIM0802@yuhs.ac

P1-09

Metabarcoding of helminths, and protozoa in feces of leopard cats, raccoon dogs, water deers, and wild boars in Korea

Jun Ho Choi^P, Myungjun Kim, Yun Soo Jang, Ju Yeong Kim, and Tai-Soon Yong^C

Department of Tropical medicine, Institute of Tropical Medicine, and Arthropods of Medical Importance Resource Bank, Yonsei University College of Medicine

Four species of wild animals, namely, *Prionailurus bengalensis euptilurus*, *Nyctereutes procyonoides koreensis*, *Hydropotes inermis argyropus*, and *Sus scrofa coreanus* are important hosts of infectious pathogens, such as helminths and protozoa. Therefore, it is necessary to analyze the infectious agents present in them that aid the spread of these pathogens. In this study, fecal samples from 54 wild animals were collected from the mountains of Yangpyeong in Gyeonggi Province and Hoengseong in Gangwon Province and Cheongyang in Chungcheongnam Province, South Korea. 18S rRNA analysis was conducted to identify the species of parasites that infected these wild animals. Upon investigation, we identified nematodes such as *Metastrongylus* sp., *Strongyloides* sp., *Ancylostoma* sp., *Oesophagostomum* sp., *Toxocara* sp., *Oscheius* sp., *Panagrellus* sp., and *Trichostrongylus* sp. in the four wild animal species. In addition, we also found Platyhelminthes like *Spirometra* sp., *Echinochasmus* sp., *Alaria* sp., *Neodiplostomum* sp., *Clonorchis* sp. *Entamoeba* sp., *Blastocystis* sp., *Sappinia* sp., *Isospora* sp., *Giardia* sp., *Tritrichomonas* sp., *Pentatrichomonas* sp., and *Cryptosporidium* sp., which are protozoan parasites. Hence, continuous monitoring of intestinal parasites and protozoa is important for controlling the spread of parasites via these wild animal species.

Corresponding author E-mail: tsyong212@yuhs.ac

P1-10

Bacterium *Alteromonas abrolhosensis* enhances the growth and toxicity of *Centrodinium punctatum* (Dinophyceae)

Kyong Ha Han^{P1,2}, Bum Soo Park², Ji Hoon Lee³, A-Young Shin³, Eunjung Byun³,
Won Cheol Lee², and Hyeon Ho Shin^{c1}

¹Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science & Technology,
Geoje 53201, Korea

²Department of Environmental Science, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

³Marine Biotechnology Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology,
Busan 49111, Korea

Centrodinium punctatum is known to produce paralytic shellfish toxin (PST), however grow slowly. *Gymnodinium catenatum* is also the PST-producing dinoflagellate however has a higher growth rate. To elevate the growth and toxicity of *C. punctatum*, bacterial community associated with *C. punctatum* was investigated, and a bacterium *Alteromonas abrolhosensis*, which is not involved in a culture of *C. punctatum*, was isolated from a culture of *G. catenatum* and co-cultured with *C. punctatum* for 50 days. In the co-culture, *C. punctatum* grew slowly until day 26, and then the rapid growth was observed for days 28-42. The maximum cell density in the co-culture was 5,045 cells ml⁻¹, and higher than that in the control (3,633 cells ml⁻¹). Several PST analogs, STX, neoSTX, GTX2, GTX3 and dcNEO, were detected in both the co-culture and control, and the total toxin contents were 302 fmol cell⁻¹(192 STXeq cell⁻¹) in the co-culture and 173 fmol cell⁻¹(103 STXeq cell⁻¹) in the control, respectively. These results indicate that the bacterium *A. abrolhosensis* has positive effects on the growth and toxin production of *C. punctatum*. However, the further studies are necessary to clarify the role of the bacterium in the co-culture.

Corresponding author E-mail: shh961121@kiost.ac.kr

P1-11

Exploration on the usefulness of *Hypochaeris radicata*, invasive harmful weed in Jeju island

So-Hee Jang^{P1}, Ji-Yeon Lee¹, and Ji-Yeong Bae^{C1,2}

¹Interdisciplinary Graduate Program in Advanced Convergence Technology & Science,

²College of Pharmacy and Jeju Research Institute of Pharmaceutical Sciences,

Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Hypochaeris radicata is a naturalized plant native to Europe and is a perennial plant that grows in pastures. In Korea, it was mixed with grass seeds in the early 1980s and spread throughout Jeju island, and it is known as an invasive plant. *H. radicata*, which is spread throughout Korea, especially in Jeju, encroaches on Jeju's native plant habitat, causing ecosystem disturbance, with a strong self-sustaining power and fast reproductivity. The purpose of this study is to find out the utility of *H. radicata*, which is often similar to dandelion. The two plants were compared in morphological and phytochemical aspects and the antioxidant activity also be conducted. The samples were collected in flowering season and the chemical profiles of *H. radicata* and *T. officinale* were compared by liquid chromatography-mass spectrometry. The chlorogenic acid content of *H. radicata* and *T. officinale* was also quantified. *H. radicata* showed higher anti-oxidant activity than *T. officinale*. Through this study, the possibility to utilize *H. radicata* can be suggested, based on its main phenolic compounds with anti-oxidant activity.

** This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2021R1F1A1063352 and 2022R1C1C1010312).

Corresponding author E-mail: jybae@jejunu.ac.kr

P3-01

Interspecific amplexus behaviour between invasive and native anuran species: Risk of reproductive interference

Eunsol Kim^{P1}, Sera Kwon², Gimin Woo³, and Yikweon Jang^{c1}

¹Department of Life Sciences and Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, South Korea

²Interdisciplinary Program of EcoCreative, Ewha Womans University, Seoul 03760, South Korea

³Department of Sustainable Systems Engineering Division of Environmental Science and Engineering, Ewha Womans University, Seoul 03760, South Korea

Amplexus is a widely recognized mating behaviour in amphibians, in which males grasp the female's dorsal side. However, this behaviour does not always result in the desired mate attraction. In particular, when an interspecific amplexus occurs between invasive and native species, it can cause a waste of reproductive resources and even interspecific hybridization for native species. In this study, we report 2 cases of interspecific amplexus behaviour between the American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) and the Huanren Brown Frog (*Rana huanrenensis*) in South Korea. Additionally, we analyzed the records about 3 species, including "100 of the World's Worst Invasive Alien Species" listed in the 2000 IUCN Invasive Species Specialist Group (ISSG) report, to determine the factors that contribute to interspecific amplexus behaviour. 2 cases of interspecific amplexus between *L. catesbeianus* and *R. huanrenensis* were observed in Haenam-gun, Jeollanam-do, with one case recorded on January 6th, and the other on February 8th. Both cases occurred between a juvenile *L. catesbeianus* individual and a male *R. huanrenensis* individual. Also, the records showed that 26 cases were reported in the American Bullfrog, while Cane Toad (*Rhinella marina*) and Common Coqui (*Eleutherodactylus coqui*) had fewer (4 cases) or no reported cases. Furthermore, the highest number (15 cases) of cases involved invasive females exhibiting interspecific amplexus with native males (6 cases). Although interspecific amplexus behavior may not directly affect mating, it can lead to reproductive interference. Therefore, it is important to consistently report this behaviour and consider it as one of the effects of invasive species.

** This work was financially supported by a grant (KEITI 2021002270001) of the Korea Environmental Industry & Technology Institute.

Corresponding author E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P3-02

Potential for food competition between invasive *Trachemys scripta elegans* and native *Mauremys reevesii* in South Korea

Hakyung Kang^{P1}, Kyo Soung Koo², and Yikweon Jang^{C1}

¹Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, South Korea

²Research Institute of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, South Korea

Invasive species negatively impact native species through interactions such as competition, especially when essential resources are limited. *Mauremys reevesii*, an endangered species in South Korea, is expected to have ecological niche overlap for food and spatial resources with the invasive *Trachemys scripta elegans*. However, there is a lack of studies examining the direct impact of this interaction. To compare food response performance of *M. reevesii* and *T. s. elegans*, we conducted consecutive experiments by recording the time for each species to obtain food. We tested each individual separately, then one individual of each species together to check the time to reach and bite the food. As a result, native *M. reevesii* took an average time of 10.1 ± 1.0 sec ($n=22$) to obtain the food while *T. s. elegans* took 26.0 ± 5.4 sec ($n=20$) when tested individually. When tested together, *M. reevesii* and *T. s. elegans* exhibited an average time of 16.9 ± 2.4 sec ($n=15$) and 23.7 ± 4.3 sec ($n=10$) respectively. *M. reevesii* slowed down significantly in the presence of *T. s. elegans* ($p < 0.05$) while *T. s. elegans* became faster. This may be due to the relatively higher activeness and aggressiveness of *T. s. elegans* which might have affected the activity performance of *M. reevesii*. In conclusion, our experiment shows evidence of the negative impact invasive species have on native *M. reevesii* through competition for resources.

** This research was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI 2021002270001).

Corresponding author E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P3-03

Analyzing habitat types and species distribution modeling of seven *Hynobius* sp. species in Korea

Tae Eun Um^{P1}, Desiree Andersen², Kyo Soung Koo², and Yikweon Jang^{C1}

¹Department of Life Sciences and Division of Ecoscience, Ewha Woman's University, Seoul 03760, South Korea

²EcoScience Research Center, Ewha Woman's University, Seoul 03760, South Korea

The objective of this research was to analyze the habitat and ecological characteristics of recently discovered *Hynobius* sp. species in Korea, using habitat type analysis and species distribution modeling. The study focused on seven species of *Hynobius* sp., including *Hynobius leechii*, *Hynobius geojeensis*, *Hynobius unisacculus*, *Hynobius notialis*, *Hynobius perplicatus*, *Hynobius quelpaertensis*, and *Hynobius yangi*. Of these, *H. geojeensis*, *H. notialis*, and *H. perplicatus* were discovered in 2020, and there is limited information available about them. The research utilized species distribution data collected by iNaturalist and analyzed the data using Arcmap program provided by Arcgis and MaxEnt. The findings can be useful for species protection and ecosystem conservation by comparing habitat types among species and identifying their distribution. Given that species in the *Hynobius* genus are difficult to distinguish visually, conducting basic research on these species is essential. *H. yangi* is listed as a class II endangered wildlife, adding further significance to this research.

** This research was supported by the Rural Development Agency (RDA PJ0150712023).

Corresponding author E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P4-01

SSP 기후변화 시나리오에 따른 외래식물 애기땅빈대의 변화 예측

오영주^{PC1}, 김동혁¹, 이용호^{2,3}, 홍선희², 나채선⁴, 김명현⁵, 안난희⁵¹(주)미래환경생태연구소²국립환경대학교 식물자원조경학부³고려대학교 오정리질리언스연구소⁴국립백두대간수목원 야생식물종자연구소⁵농촌진흥청 국립농업과학원

기후변화는 국내 유입되어 분포하고 있는 외래식물의 확산을 유도하고 농업, 하천, 공원 등의 관리에 많은 사회적 비용을 지출하게 된다. 애기땅빈대(*Euphorbia maculata* L.)는 북아메리카 원산으로 유럽, 일본, 한국, 호주, 뉴질랜드 등으로 도입되어 분포하고 있다. 이 종은 전국의 하천변, 고수부지, 공원, 농경지, 잔디밭, 도로변 등의 풀밭에서 자라는 한해살이 식물이다. 거의 모든 유형의 토양에서 잘 자라고 접촉하면 피부나 눈에 자극을 일으킬 수 있으며 가축이 섭취하면 구토, 설사 등 소화기계통에 문제를 유발한다. 따라서 온도 상승에 의한 외래식물 확산에 관련하여 분포 양상을 확인하고 예측과 대응이 필요한 시점이다. 본 연구는 외래식물 애기땅빈대에 대해 MaxEnt 모델을 사용하여 잠재적인 분포 범위와 기후시나리오(SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5)에 따른 2040년, 2060년, 2080년, 2100년의 서식지를 예측하였다. 기후요소는 worldclim에서 제공하는 bio1, bio3, bio7, bio12, bio13, bio14를 사용하였다. 애기땅빈대는 현재 제주도와 중서부에 주로 분포하고 있는 것으로 분석되었고 기후변화 시나리오 SSP2-4.5에 의한 미래 예측에서는 2040년부터 중서부지역을 중심으로 2100년에는 전라남도 일부지역과 동해안 일대로 확산되는 것이 예측되었다. SSP3-7.0에서는 2040년부터 중서부지역을 중심으로 2100년에는 서해안, 중서부 및 동해안 일대로 확산되는 것으로 예측되었고, SSP5-8.5에서는 2040년부터 중서부지역과 동해안 해안지역 일부에서 2100년에는 서해안, 중서부 및 동해안으로 분포하고 남부지역 및 전국적으로 분포면적이 점차 확산되는 것으로 예측되었다. MaxEnt 모델의 정확도를 알려주는 AUC는 0.9079이었고 주요 기후요소는 bio 1인 평균온도가 모델에 가장 크게 영향을 미쳤다. 애기땅빈대는 포복성 식물로 주로 공원의 잔디밭 등에 낮게 분포하고 있어 관리가 어려운 종이다. 기후변화에 의해 지속적으로 확산되는 것으로 예측되어 좀 더 신속한 관리가 필요한 종으로 판단되었다.

** 본 연구는 농촌진흥청(과제번호 : PJ0148082023)의 지원에 의해 수행되었음

교신저자 E-mail: cave50joo@gmail.com

P4-02

구절초(*Dendranthema zawadskii*) 대량생산을 위한 기내생육 조건 구명임현정^a, 송기선, 이동준, 김상근, 김양수, 김근식, 이재선^c

한국수목원정원관리원 국립백두대간수목원

구절초(*Dendranthema zawadskii*)는 우리나라에 흔히 자라는 초본 식물로 내건성이 강하며, 꽃이 아름다워 화단 경관용 식물 또는 도로변에 식재하여 복원용 식물로 이용된다. 또한, 희소당은 자연계에 극소량으로 존재하는 당류로, 최근 이를 활용한 생물류 생육 억제에 대한 보고가 일부 있다. 그러나 기내식물체 생육과 관련한 보고는 전무하다. 따라서 본 연구는 생육 조절이 자유로운 기내배양 기술을 이용하여 구절초 당 처리에 따른 기내배양 조건을 구명하고자 수행하였다. 구절초의 기내배양 조건은 MS 기본배지에 3% Sucrose를 넣고 pH 5.8로 조정한 후 0.4% Gelrite를 첨가하여 배양하였다. 실험 조건은 배지에 당을 첨가하지 않은 대조구와 0.05%, 0.075%, 0.1%, 0.125%, 0.15% 농도로 당을 첨가하여 6주간 관찰하였다. 구절초의 기내 생육은 대조구에 비하여 당 농도에 따라 차이가 조사되었다. 신초의 길이는 대조구에 비하여 0.075% 처리에서 50.8mm로 가장 길었고, 0.15% 처리에서 32.0mm로 가장 짧았다. 분화된 신초의 개수는 대조구에 비하여 0.15% 처리에서 4.0개로 가장 많이 형성되었으나, 크기와 형태가 일정하지 않으며 생육 형태가 불량하였다. 특히, 뿌리의 생육은 0.1% 처리에서 30.6개로 가장 많았고, 0.15% 처리에서 19.4개로 가장 적어, 처리 농도가 높을수록 뿌리 분화율이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 따라서 종합적으로 구절초의 기내배양 시 0.05%~0.1%로 배지 내 당을 첨가하는 것은 초장 생육과 뿌리 분화에 효과가 있을 것으로 판단된다. 또한, 0.15% 이상으로 배지 내 당을 첨가할 경우 신초 형성과 뿌리 분화가 저해되는 현상이 관찰되어, 추후 다양한 당 농도 처리 별 기내배양 식물체의 생육 특성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 본 연구는 우리나라 자생식물 소재 구절초 생육 조절을 통한 대량증식 및 우량묘 생산 등에 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

** 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2021400B10-2325-CA02)의 지원에 의하여 수행 되어진 연구입니다.

교신저자 E-mail: aerides@koagi.or.kr

P5-01

Cultivation of “Unculturable” microbes: Microfluidic system approach

Mingyeong Kang^{p1,2}, Byeolnim Oh³, So-Ra Ko¹, Hyun Soo Kim³, and Chi-Yong Ahn^{c1,2}

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

²Department of Environmental Biotechnology, KRIBB School of Biotechnology - Korea University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Republic of Korea

³Department of Electronic Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01897, Republic of Korea

On earth, there are over 10^{30} bacterial cells. Unfortunately, the majority of bacterial species still cannot be easily isolated and cultivated in the laboratory. Here, we applied the microfluidic system to cultivate more diverse bacterial species that defy isolation by conventional cultivation methods. We generated about 20,000 microfluidic droplets with a diameter of 200 μm , which contained 0.5, 1, and 2 bacterial cells on average in each droplet. Each droplet included Alamar blue stain dye to detect fully grown bacteria droplets, and sorting was performed every weeks until fourth week. To identify the grown bacteria in the sorted droplets, all the collected droplets in each week were investigated through high-throughput sequencing. The grown bacterial species differed, depending on cultivation time from 1 to 4 weeks. We hypothesize that more novel bacteria (i.e. unassigned bacteria) would be isolated with longer cultivation time, because such difficult-to-culture bacteria usually grows slowly at lower cell density. In 0.5 bacterial cell-containing droplets, the hypothesis was proven by the higher abundance of “not assignment” and “unknown” bacteria in longer cultivated droplets. By developing more efficient cultivation system, these unculturable bacteria will help us better understand the microbial community, physiology, and functions in various ecosystems.

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

P5-02

Inducing cyanobactericidal response of *Myriophyllum spicatum* to *Microcystis aeruginosa* KW and accompanying microbial community change

Seonah Jeong^P, Mingyeong Kang, Ve Van Le, So-Ra Ko, and Chi-Yong Ahn^C

Cell Factory Research Center, Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology (KRIBB)

Various methods have been developed to control cyanobacterial harmful algal blooms (cyanoHABs). A submerged macrophyte *Myriophyllum spicatum* (Eurasian watermilfoil) is known for its allelopathic inhibition effects on bloom-forming cyanobacteria such as *Microcystis aeruginosa*. Until now, research has been carried out to identify allelochemical compounds of *M. spicatum* that inhibit the growth of *M. aeruginosa*. The present study established that *M. aeruginosa* KW induces allelopathic response of *M. spicatum* and the accompanying microbiome changes were investigated. The watermilfoil plants were collected from Yudeung-cheon in Daejeon and 5cm shoots were used after washing. The induction process was compared between the three groups; Group I in which only BG11 medium was added to the plant, Group II in which *M. aeruginosa* KW culture solution (filtered through 0.8- μ m PC membrane filter, BG11 10%) was added, and Group III in which *M. aeruginosa* KW culture (8.7×10^5 cells/ml) was added. After 7 days, *M. spicatum* exposed to the three different environments were inoculated with fresh *M. aeruginosa* KW (7.3×10^5 cells/ml). Group III showed *Microcystis*-inhibitory response after 24 hours, whereas group I and II responded slowly from the 3rd day to the 7th day. Ten Alphaproteobacteria, *Pirellula* sp., *Desulfuromonadia*, *Snowella* sp., *Rhodococcus* sp., and some other strains showed the top 20 of high VIP scores of OPLS-DA when the microbial communities of samples with and without inhibitory responses were examined. Our findings suggest that *M. aeruginosa* KW induces cyanobactericidal response of *M. spicatum*, and such responses also led to changes in the microbial community of the samples in which the inhibitory reaction occurred.

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

P5-03

Genomic characterization of the genus *Curvibacter* and the description of *Curvibacter microcysteis* sp. nov. and *Curvibacter cyanobacteriorum* sp. nov., isolated from a eutrophic reservoir

So-Ra Ko¹, Ve Van Le¹, Mingyeong Kang^{1,2}, Min-Seong Kim^{1,2},
Hee-Mock Oh^{1,2}, and Chi-Yong Ahn^{c1,2}

¹Cell factory Research Centre, Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology,
Daejeon 34141, Republic of Korea

²Department of Environmental Biotechnology, KRIBB School of Biotechnology,
University of Science and Technology, Daejeon 34113, Republic of Korea

The three Gram-negative, catalase- and oxidase-positive bacterial strains RS43^T, HBC28, and HBC61^T, were isolated from a freshwater reservoir during the *Microcystis* bloom period. Their taxonomic positions were determined by using polyphasic approaches. Comparison of 16S rRNA gene sequence indicated that strains RS43^T, HBC28, and HBC61^T, were most closely related to *Curvibacter gracilis* 7-1^T with 98.14%, 98.21%, and 98.76% sequence similarity, respectively. Phylogenetic analysis based on genome sequences placed all strains within the genus *Curvibacter*. The average nucleotide identity (ANI) and digital DNA-DNA hybridization (dDDH) values between the three strains and related type strains supported their recognition as two different novel genospecies in the genus *Curvibacter*. Comparative genomic analysis revealed that the important central metabolic pathways of *Curvibacter* species are highly conserved. Additionally, the genus possessed an open pangenome. Based on the results of polyphasic analysis, two novel species are proposed, *Curvibacter microcysteis* sp. nov. and *Curvibacter cyanobacteriorum* sp. nov. with the type strain RS43^T (=KCTC92793^T=LMG32714^T) and HBC61^T(=KCTC92794^T=LMG32713^T), relatively.

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

P5-04

Environmental factors affecting akinete germination and resting cell awakening of two cyanobacteria

Daeryul Kwon^{P1}, Keonhee Kim², Sang Deuk Lee¹, Suk Min Yun¹, and Chaehong Park^{C2}

¹Protist Research Team, Microbial Research Department, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si 37242, Korea

²Human and Eco-Care Center, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

Globally, cyanobacteria frequently cause blooms that outcompete other species in the waterbody, affecting the diversity, decreasing water exchange rates, and promoting eutrophication that leads to excessive algal growth. Here, *Dolichospermum circinale* (akinetes) and *Microcystic aeruginosa* (resting cells), were isolated from the sediment in the Uiam Dam in the North Han River and near Ugok Bridge in the Nakdong River, respectively. The morphology, germination process and rates, and growth was evaluated in different environmental conditions. *D. cercinalis* germination began on day two of culturing, with maximum cell growth observed on day ten. In contrast, *M. aeruginosa* exhibited daily increase in cell density and colony size, with notable density increase on day six. Next, different environmental conditions were assessed. Akinetes exhibited high germination rates at low light intensity ($5 \sim 30 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), whereas resting cells exhibited high growth rates at high light intensity ($50 \sim 100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Furthermore, both cell types exhibited optimum germination and growth in media containing N and P at $20 \sim 30^\circ\text{C}$ at a pH of $7 \sim 9$. Our study reveals the optimum conditions for the germination and growth of cyanobacterial akinetes and resting cells isolated from river sediment, respectively, and will assist in predicting cyanobacterial blooms for appropriate management.

Corresponding author E-mail: qkrcoghd2@gmail.com

P6-01

2022년 춘계에서 하계 제주 연안 식물플랑크톤 출현 변동

장지연¹, 정도윤², 강수민², 왕 옥², 김진호^{1,2}¹제주대학교 지구해양융합학부 지구해양전공²제주대학교 지구해양과학과

최근 기후변화 및 지구온난화의 영향으로 급격한 해양환경 변화가 일어남에 따라 해양생태계 먹이피라미드의 기초생물군 중 주요 분류군인 식물플랑크톤의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 제주 연안은 한반도에서 기후변화의 최전선에 위치하며, 계절에 따라 대마난류, 양자강 유출수 등 다양한 해류, 수괴에 의해 해양 물리 화학적 변화가 나타나는 지역이다. 하지만 해양 환경 변화에 따른 제주 연안 식물플랑크톤 군집구조 및 출현에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 2022년 3월부터 8월까지 제주 연안 12개 정점에서 물리 화학적 환경요인과 식물플랑크톤 출현 변동을 매월 조사하였다. 조사 기간 중 표층 수온은 평균 14.5°C에서 평균 28.0°C까지 점차 증가하였고, 반대로 표층 염분은 평균 34.2 psu에서 평균 30.4 psu로 점차 감소하였다. 특이하게 7월 동서간의 평균 표층 수온 차이는 2.6°C, 염분 차이는 2.4 psu로 나타났으며, 가장 염분이 낮았던 곳은 서쪽 고산 정점으로 29.9 psu 값을 보였다. 8월에는 제주 전역에서 뚜렷한 성층화 현상이 관찰되며 염분약층과 수온약층은 수심 15 - 25 m 부근에서 관찰되었다. 영양염 분석 결과, 인산염은 평균 0.02 - 0.31 μM , 질산염과 아질산염의 합은 1.3 - 6.7 μM 의 범위로 측정되었으며, 조사 기간 내내 지속적으로 감소하는 경향이 나타났다. 규산염의 농도는 특별한 경향 없이 6.8 - 9.8 μM 의 범위를 유지하였다. 조사 기간 중 우점종은 규조류이나 여름철 아우점종으로 와편모조류가 관찰되었고, 주요 우점종들은 *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros curvisetus*, *Skeletonema costatum*였으며, 아우점한 와편모조류는 *Prorocentrum* sp., *Heterocapsa* spp.이었다. 분석 결과, 제주 연안은 7월부터 중국 양자강의 저염분수 영향을 강하게 받는 것으로 추정되며, 성층이 형성되는 여름철까지도 규조류의 우점이 이어지나 인과 질소의 영양염이 고갈되고 성층화가 나타나는 시점에 와편모조류가 출현 가능한 것으로 사료된다. 기후변화에 따른 보다 면밀한 제주해역의 해양생태계 변화를 파악하기 위해서는 장기적인 모니터링 조사가 필요하다.

교신저자 E-mail: kimj@jejunu.ac.kr

P6-02

A description of unrecorded species, *Fragilaria saxoplanctonica* (Bacillariophyceae) from Paldang Reservoir in Korea

Ha-Eun Lee^{p1}, Taehee Kim¹, Sang Deuk Lee², and Jang-Seu Ki^{c1}

¹Department of Life Science, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

²Nakdonggang National Institute of Biological Resources (NNIBR), Korea

Paldang Reservoir is one of the major reservoirs and the largest drinking water source in South Korea. In the present study, we described an unrecorded species *Fragilaria saxoplanctonica* (Bacillariophyceae) for the first time collected from Paldang Reservoir on 4th April 2022. The outline of valve shaped needle and narrowly rectangular, and the ends were rounded. The valve length was 67.2~70.2 μm , width was 1.4~2.9 μm . The ratio of width-to-length was 1:23.2~50.1 and there were no spines on the outline of their valves. The pattern of striation was alternate or opposite and the number of striae in 10 μm was 24-26. Molecular comparisons of the 18S rDNA and *rbcL* sequences showed that our species was belonging to the genus *Fragilaria*. The morphological characteristics and phylogenetic results confirmed that our species was *F. saxoplanctonica*, and it was the first record in Korea.

Corresponding author E-mail: kijs@smu.ac.kr

P6-03

국내 수계 출현 미세조류 모니터링을 위한 DNA 바코딩 분석

김태희^a, 이하은, 김한솔, 박재영, 기장서^c

상명대학교 생명과학과

미세조류는 단세포성 진핵생물과 원핵생물을 포함하며 담수, 기수 그리고 해양에 이르는 수계에 널리 분포한다. 이들은 수계에서 기초생산자 역할을 하여 생태계 유지에 중요한 역할을 하나, 대발생 시 독을 생성하거나 무산소 상태를 유발, 이취미를 발생시키는 등 수생태계 및 인류의 활동에 악영향을 미친다. 때문에 미세조류 군집에 대한 정기적인 모니터링이 요구된다. 현미경 모니터링은 많은 노동력 및 시간이 소요되며 형태학적으로 비슷한 종에는 제한적으로 적용되는 단점을 가진다. 이에 반해 DNA 바코드 기법은 특정 분자마커를 이용해 짧은 염기서열만을 분석하기 때문에 분석 비용을 절감할 수 있으며 형태학적으로 유사한 종을 빠르게 분석할 수 있다. 본 연구에서는 국내 수계에 주로 출현하는 미세조류를 모니터링하기 위한 분자마커를 선별하고 DNA 바코딩 분석을 하였다. 연구를 위해 국내 서식지에 자생하는 미세조류 분류군을 단일 분리하여 배양하고, 형태 및 분자 동정을 실시하였다. 그 결과, 와편모조류 5과 5속 8종 및 규조류 8과 9속 12종의 DNA 바코드가 분석되었다. 와편모조류의 경우 분류군간 유전자 거리의 평균이 28S rDNA(0.345)가 18S rDNA(0.086)보다 약 4배 높은 것으로 분석되었다. 규조류는 rbcL(0.091)이 18S rDNA(0.054)보다 약 1.6배 높았다. 이들 바코드 영역 간 유전자 거리의 범위를 분석한 결과, 종간 및 속간 유전적 거리가 겹치지 않아 분류군 간 뚜렷한 바코드 갭을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 국내 수계에 출현하는 와편모조류 및 규조류에 적용할 수 있는 DNA 바코드가 개발 및 평가되었으며, 국내 미세조류 표준 DNA 바코드 데이터베이스를 구축하는데 활용될 수 있을 것이다.

교신저자 E-mail: kijs@smu.ac.kr

P6-04

법정관리종 지정이 외래 양서파충류 유기에 미치는 영향

설희정¹, 박수정², 장이권³, 구교성⁴

¹이화여자대학교 과학교육과

²연세대학교 언더우드학부

³이화여자대학교 에코과학부

⁴이화여자대학교 에코과학연구소

외래종의 수입 그리고 유기에 따른 생태계 교란 문제는 한국을 포함하여 세계적인 문제로 떠오르고 있다. 이에 따라 환경부는 1998년부터 토종 생태계를 훼손할 가능성이 있는 외래 생물을 생태계교란종으로 지정하여 관리하고 있으며, 2022년까지 약 36종이 지정되었다. 하지만, 외래 생물의 법적 지정에 따라 발생할 수 있는 유기와 같은 부작용은 거의 연구된 바가 거의 없다. 따라서, 본 연구는 생태계교란종 지정이 생물 유기에 미치는 영향을 분석하기 위하여 2001년부터 2022년까지 생태계교란종으로 지정된 외래거북 6종을 대상으로 야생에서 발견되는 빈도 변화를 분석하였다. 본 연구에서는 2019년부터 2022년까지 생태계 모니터링 플랫폼인 “네이처링”에서 시민 과학자들이 업로드한 외래거북류 발견 자료를 활용하였다. 연구 결과 총 944건이 업로드되었으며, 그 중 리버쿠터가 47.4%로 가장 많았고, 붉은귀거북 30.6%, 페닌슐라쿠터 10.1%, 중국줄무늬목거북 7.7%, 플로리다레드벨리쿠터 4.2% 순이었다. 반면, 같은 기간 악어거북과 늑대거북은 관찰되지 않았다. 2020년 생태계교란종으로 지정된 외래종은 다음 해인 2021년에는 평균 $395.5 \pm 212.3\%$ 증가했지만, 2년 후 2022년에는 평균 $13.9 \pm 21.3\%$ 감소했다. 6개월의 사육 관련 유예 허가 기간이 있음에도 지정 다음 해 외래 거북의 발견 빈도가 크게 증가한 것으로 보아 단순한 유예 기간 제도만으로는 외래종의 유기를 막는 데에 효과적이지 않다고 판단된다. 게다가, 생태계뿐만 아니라 인간에게도 큰 피해를 입힐 수 있는 늑대거북이 2022년 생태계교란종으로 지정되었기 때문에, 유예 기간 이후인 2023년에 유기되는 빈도가 증가할 것으로 예상된다. 외래종에 대한 법적 지정 그리고 그에 따른 부작용을 줄이기 위하여, 보완책이 될 수 있는 화이트(혹은 블랙)리스트 작성, 허가제와 등록제, 시민 모니터링이 시급하며, 외래종에 관한 시민 의식 함양 캠페인 등이 포함된 종합적인 대책이 마련되어야 할 것이다.

** 본 연구는 한국환경산업기술원의 지원(KEITI 2021002270001)을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: flqpfj@hanmail.net

P6-05

토종 및 외래거북류의 미소환경 유형 및 재질 선택

강하경¹, 오정민¹, 정유정², 신민영³, 구교성², 장이권^{c1}¹이화여자대학교 에코과학부²이화여자대학교 에코과학연구소³원광대학교 반려동물산업학과

무역 거래 및 애완동물 산업의 발달로 국가 간 생물의 이동이 증가하면서 외래종의 유입에 따른 문제가 점점 커지고 있다. 국내 또한 야생에서의 외래종 발견 및 생태계 교란 사례가 증가하고 있지만, 관리대책을 마련하기 위한 생태적인 연구는 미흡한 상황이다. 본 연구는 국내 야생에서 발견된 토착거북과 외래거북들의 생태적 특성을 기반한 미소환경의 선호도 차이를 통해 효과적인 관리 방안을 도출하고자 하였다. 2020년부터 2022년까지 생태계교란 생물 모니터링을 수행하고 있는 12개 지역에서 촬영된 거북류의 사진을 사용하였다. 거북류가 관찰된 미소환경은 자연유형과 인공유형으로 분류하였고, 미소환경의 재질에 따라 총 10가지 항목으로 세분화하여 분석하였다. 관찰된 종은 총 7종, 967건으로, 붉은귀거북, 리버쿠터, 남생이, 중국줄무늬목거북, 노란배거북, 페닌슐라쿠터, 플로리다붉은배거북이 확인되었다. 분석 결과, 자연유형(61.9%)을 선호하는 비율이 인공유형(38.1%)에 비해 뚜렷하게 높았다($p < 0.001$). 세부적으로 자연유형에서는 수생식물(43.4%)이 가장 많았으며, 인공유형에서는 스티로폼(48.1%)을 가장 선호했다($p < 0.001$). 종별 미소환경 선호도의 경우, 남생이와 리버쿠터는 자연유형을 선호하는 것으로 나타났지만($p < 0.001$), 그 외 거북에서는 뚜렷한 선호도가 확인되지 않았다($p > 0.001$). 또한 남생이와 리버쿠터는 자연유형 중 수생식물을, 붉은귀거북은 인공유형인 스티로폼을 가장 선호했다($p < 0.001$). 연구 결과, 토착종과 외래거북의 미소환경 선호도에서는 큰 차이를 보이지 않았으며, 이는 미소환경에 대한 잠재적인 경쟁이 있을 가능성을 보여준다. 더욱이 리버쿠터와 같이 특정 유형과 재질을 선호하는 경향도 확인되었기 때문에 포획 장비에 적용했을 경우, 포획률 상승 효과도 기대해 볼 수 있을 것이다.

** 본 연구는 한국환경산업기술원 ‘행동생태를 이용한 외래양서파충류 개체군 감소 기술 개발(2단계)’ (KEITI 2021002270001)의 지원으로 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P6-06

녹조류 자원의 증장기 보존을 위한 배양조건 탐색 연구

진덕현^P, 사공진, 권현진, 홍동경, 남승원^C

국립낙동강생물자원관 담수생물소재선진화연구단

미세조류의 보존은 일반적으로 계대배양을 통해 보존되므로 다른 생물에 의한 오염에 노출되기 쉽고 자원의 소모가 커, 안정성 및 효율성이 낮아 이들을 증장기간 보존하기 위한 기술개발이 필수적이다. 본 연구는 산업적으로 많이 활용되고 있는 녹조류의 증장기 보존을 위해, 녹조류 18종, 66배양주를 선정하여 일정 광조건 ($65 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$, 12h : 12h)하에서 온도(4°C, 10°C, 20°C) 및 배지형태(액체 및 고체사면배지)에 따른 장기보존 가능한 조건을 탐색하고자 하였다. 각 조건별로 1개월마다 세포계수 및 육안검사를 통해 생존여부를 판단하였다. 액체배지 배양시, 20°C에서 모든 종의 세포 수가 급격히 증가하였으나, 2개월 후부터 세포 수가 감소하는 경향을 보였다. 10°C의 경우, 1개월내 사멸한 4종을 제외한 14종이 3개월간 세포수가 증가하였다. 4°C의 경우, 16종이 접종 후 1-2개월 이내에 사멸하였고, 나머지 2종만이 4개월 동안 지속적으로 성장하였다. 고체 사면배지 보존의 경우, 10°C에서 모든 배양주가 3개월 이상 보존되었으며, 이 중 63개 배양주가 6개월까지 생존하였다. 4°C의 경우, 10°C 대비 보존기간이, 평균 24.7% 감소하였으며 특히, 저온에 취약하였던 9종은 평균 53.4% 감소하였다. 이 중 특히, *Coelastroidae* 아과에 속한 종들은 다른 종들에 비해 저온 조건에서 조기에 사멸하였다. 녹조류의 증장기 보존을 위한 최적 배지형태는 액체배지보다 고체사면배지 형태가 적합하며, 최장기간 보존이 가능한 온도는 10°C가 적합하였다.

교신저자 E-mail: seungwon10@nnibr.re.kr

P6-07

메조코즘에서 염분 농도 구배에 따른 부착미세조류 군집의 변화양상

윤지남^{1,2}, 임영균¹, 이충현¹, 백승호^{1,2}¹한국해양과학기술원 생태위해성연구부²과학기술연합대학원대학교

본 연구는 육지에서 해양으로 유입되는 플라스틱이 겪는 염분 변화를 모사하여 메조코즘을 통해 하구역(ES), 연안역(CS), 외해역(OP)의 실험군을 두어 30일간 부착미세조류 군집의 변화를 파악하였다. 수중의 엽록소-a농도는 CS와 ES 실험군에서 각각 10일, 20일 차에 최대치인 $10.42 \mu\text{g L}^{-1}$, $9.89 \mu\text{g L}^{-1}$ 를 보였으며, OP실험군은 뚜렷한 변동 없이 평균 $1.0 \pm 0.2 \mu\text{g L}^{-1}$ 의 농도를 유지했다. 플라스틱에서 엽록소-a농도는 시간이 지남에 따라 모든 실험구에서 지속적으로 증가했으며, OP실험구는 실험 종료시점에 $130.6 \mu\text{g L}^{-1}$ 로 ES ($21.7 \mu\text{g L}^{-1}$)와 CS ($43.9 \mu\text{g L}^{-1}$)에 비해 높은 값을 보였다. ES실험군에서 부착미세조류의 초기(10일) 현존량은 $7.60 \times 10^5 \text{ cells cm}^{-2}$ 이었고, 이후 점진적으로 증가하여 실험 종료시점에는 최대치인 $70.40 \times 10^5 \text{ cells cm}^{-2}$ 를 보였다. CS 실험군에서 부착미세조류 현존량은 25일까지 평균 $14.25 \times 10^5 \text{ cells cm}^{-2}$ 였으며, 실험 종료시점에 급격히 증가하여 $89.03 \times 10^5 \text{ cells cm}^{-2}$ 의 값을 보인 반면, OP실험군에 부착 미세조류의 현존량은 실험 초기(10일)부터 25일차까지 급격하게 증가하여 $94.08 \times 10^5 \text{ cells cm}^{-2}$ 의 값으로 실험군중 가장 높은 값을 보였다. 부착 미세조류 군집은 ES실험군에서 10일차 *Fragilaria sp.*가 78%로 극우점했으며, 시간이 지남에 따라 *Navicula sp.*이 평균 50%로 우점하는 경향을 보였다. CS실험군에서는 10일차 우점종은 *Pseudo-nitzschia spp.* (29%)와 *Cylindrotheca closterium* (27%)이었고, 실험 초기(10일)부터 25일차까지 *Navicula sp.*의 비율이 19%에서 62%로 급격히 증가했다. 실험 종료시점에는 *C. closterium* (76%)이 극우점했다. OP실험군에서 부착미세조류 군집은 실험 초기(10일)부터 *Navicula sp.*가 47%로 우점했으며, 시간의 경과에 따라 *Navicula sp.*가 지속적으로 증가하여 실험 종료 시점까지 90%이상의 비율로 극우점했다. 결과적으로 부착미세조류 군집구조의 변화는 염분 농도에 따라 상이했고, 염분 농도가 증가함에 따라 부착미세조류의 최대 현존량과 성장속도가 증가함을 확인하였다. 이와 같은 결과는 플라스틱이 육지에서부터 해양으로 유입되는 과정에서 염분 농도에 따라 상이한 부착미세조류를 확산시킬수 있음을 시사한다.

교신저자 E-mail: baeksh@kiost.ac.kr

P6-08

전라남도 인공저수지 내 외래거북 분포 및 포획률

최재혁^{P1}, 나한웅², 성하철^{C2}

¹전남대학교 생물과학생명기술학과

²전남대학교 생물학과

외래생물은 운송 수단의 발달로 인해 전 세계적으로 유입이 증가하고 있다. 야생에 유입된 외래생물은 토착 생태계에 정착한 후 확산하며 생태계, 사회 경제에 부정적인 영향을 끼치고 있다. 외래생물의 관리는 유입 초기 단계에 진행해야 하며, 특히 확산 단계의 경우 완벽한 제거가 불가능하며, 확산을 저지하는 것이 최선이다. 현재 대한민국 내 외래생물의 유입은 지속해서 증가하고 있으나, 외래생물 관리에 관한 연구가 부족한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 외래거북 관리를 위해 외래거북의 분포 및 포획률을 확인하고자 2022년 광주 및 전라남도에서 외래거북 포획연구를 진행하였다. 포획은 2022년 5월부터 11월까지 총 20개의 인공저수지에서 저수지별 2회 진행하였다. 포획된 개체는 등갑 길이, 배갑 길이, 무게, 성별을 측정하였으며, 포획률은 (포획된 개체/설치된 통발 수)를 통해 계산하였다. 조사 결과 총 4과 6속 10종 239개체가 포획됐다. 확인된 거북은 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*), 노란배거북(*T. scripta scripta*), 리버쿠터(*Pseudemys concinna*), 플로리다붉은배거북(*P. nelsoni*), 북부붉은배거북(*P. rubriventris*), 페닌슐라쿠터(*P. peninsularis*), 남부비단거북(*Chrysemys picta bellii*), 레이저 백머스크터틀(*Sternotherus carinatus*), 중국줄무늬목거북(*Mauremys sinensis*), 늑대거북(*Chelydra serpentina*)으로 나타났으며, 이 중 붉은귀거북이 239개체 중 183개체를 차지해 76.6%의 비율로 가장 높게 나타났다. 잡힌 개체들의 암수 비율은 99:79로 암컷이 더 많이 발견됐으며, 미성숙 개체는 50개체가 발견됐다. 월별 포획률은 7월에 4.7로 가장 높게 나타났으며, 0.375로 9월에 가장 낮게 나타났다. 해당 결과는 외래거북이 주로 수중에서 일광욕을 하기 때문에 포획률이 7월에 가장 높게 나타난 것으로 판단된다. 따라서 전라남도 인공저수지에 서식하는 외래거북 관리를 위해선 포획률이 높은 7월에 포획하는 것이 효율적으로 판단된다. 본 연구는 전라남도 내 서식하는 외래거북의 종과 개체수, 포획률을 확인한 것으로, 향후 도심지역 내 외래거북 관리를 이해하기 위한 기초 자료가 될 것이다.

교신저자 E-mail: sch2002@jnu.ac.kr

P6-09

환경DNA를 활용한 우포늪 뉴트리아(Myocastor coypus) 분포 추정

박지윤¹, 강유진², 원수연², 송영근¹

¹서울대학교 환경대학원 환경조경학과

²서울대학교 협동과정 조경학

1980년대 후반 국내에 도입된 이후 2006년 자연 서식이 보고된 뉴트리아(Myocastor coypus)는 낙동강을 중심으로 서식하며 국내의 주요 침입외래종으로 정의되었다. 지속적인 방제 노력으로 인하여 뉴트리아의 개체수는 감소하는 추세를 나타내고 있으나 습지를 중심으로 비교적 높은 개체 밀도를 보이고 있어 서식 현황 파악 및 지속적인 모니터링이 요구되고 있다. 본 연구는 국내 최대의 자연습지이자 람사르 습지로 지정된 우포늪을 대상으로 뉴트리아의 분포를 확인하기 위하여 환경DNA(environmental DNA) 방법론의 적용 가능성을 확인하였다. 환경DNA는 물, 토양 등의 환경 시료를 이용하여 자연으로 방출된 생물의 유전체 분석을 통해 생물종을 검출하는 방법이다. 환경DNA를 이용하여 뉴트리아를 탐지하기 위하여 뉴트리아와 가장 유사한 것으로 알려진 Echimyidae의 4종과 국내 설치류 6종의 유전 정보를 활용하여 CO1 영역의 종 특이적 프라이머를 개발하였다. 조직 샘플과 실험환경 샘플을 이용한 PCR을 통하여 개발한 프라이머 3종의 적합성을 확인하였다. 우포늪에 서식하는 뉴트리아의 분포를 확인하기 위하여 2022년 7월 우포늪을 대상으로 총 13개 지점에서 샘플링을 진행한 결과 9개의 지점에서 뉴트리아가 검출되었다. 외래생물 정밀조사 및 시민과학 결과와의 비교를 통하여 뉴트리아가 서식하는 것으로 확인되는 지점에서 71%의 탐지율을 보였다. 본 연구에서는 뉴트리아 탐지를 위하여 종 특이적 프라이머를 제작하였으며 자연환경에서의 적용을 통하여 이용 가능성을 확인하였다. 환경DNA 방법은 침입외래종의 서식 현황 파악을 위한 효과적인 방법론으로 활용할 수 있으며 공간적 분포를 통하여 적절한 관리방안 수립에 이용될 수 있다.

교신저자 E-mail: songyoung@snu.ac.kr

P6-10

Vertical structure of understory vegetation in *Quercus mongolica* and *Pinus densiflora* forests of Mt. Seorak

Do-Hun Lee¹ and Ki Hwan Cho^{c2}

¹National Institute of Ecology, Seoecheon-gun, Korea

²Institute of Natural Science, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

The vertical structure of understory vegetation were analyzed using Global Ecosystem Dynamics Investigation lidar data. To compare forests with similar conditions, forests located between 500 and 1000 m above sea level and older than 50 years were analyzed. Lidar data obtained in May and October were analyzed. For forests with a canopy layer height of 30 m or more, the lower layer was divided into four height sections, 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m, and 15-20 m in vertical height, and the average plant area volume density (PAVD) of each section was calculated. In the case of pine forests, dominated by *Pinus densiflora*, in May, the average PAVD for each height section was measured to be 0.149, 0.176, 0.187, and 0.154, showing the highest density in the 10-15m section. In the case of the oak forest, dominated by *Quercus mongolica*, the average density was higher than that of the pine forest in the 0-10m section, but it was lower in the 10-20m section. The average PAVD for each height section of pine trees in October was 0.140, 0.166, 0.181, and 0.154, respectively, the same as or lower than that of May. The values of oak forests was 0.153, 0.189, 0.209, and 0.168, showing higher values than that of oak forests in May and pine forests in October. The results show that the vertical structure of understory vegetation differs by forest type and also by season. This study can provide case study for related studies.

Corresponding author E-mail: khcho@ynu.ac.kr

P6-11

외래거북 포획장치의 먹이 유인 효과

오정민¹, 구교성², 장이권¹

¹이화여자대학교 에코과학부

²이화여자대학교 에코과학연구소

외래생물은 토종 생태계에 직간접적인 영향을 미치며 생태계의 균형을 깨트리며 지속적인 문제를 일으킬 수 있다. 따라서, 외래종을 포획하는 것은 생태계를 보호하고 유지하기 위해 중요한 역할을 한다. 이화여자대학교에서 개발한 "부유식 모듈형"을 이용하여 먹이 유인 효과를 확인해보고자 하였다. 부유식 모듈형은 일광욕 후 옆으로 떨어져 물로 돌아가는 행동적 특성과 물속에서 먹이를 찾는 행동을 이용하여 먹이원을 이용하여 개체를 포획한다. 2022년도 4월 12일부터 10월 27일까지 경남 진주시 금호지에 두가지 포획장치를 설치하고 매주 방문하여 포획장치를 확인하였다. 먹이원의 경우에는 본 실험실에서 진행한 외래거북의 먹이원 선호실험을 참고하여 돼지고기를 사용하였다. 총 29주 동안 총 5종, 570개체를 포획하였다. 부유식 모듈형(n=4)에서는 붉은귀거북 80, 리버쿠터 5 남생이 116개체로 총 201개체를 포획했다. 2021년도에 부유식 모듈형 포획장치를 사용하여 4월에서 6월까지 총 9주 동안 먹이원 없이 부유식 모듈형 포획장치만을 설치하여 진행하였으며, 붉은귀거북 12, 남생이 6개체로 총 18개체가 포획되었다. 2022년 포획결과를 동일기간 동안 비교한 경우에 붉은귀거북 55, 리버쿠터 4, 남생이 32개체가 포획되었다. 총 포획 개체가 91개체로 전년도와 비교하면 약 5배 증가하였다. 따라서 외래거북의 포획을 효과적으로 하기 위해서는 포획장치에 먹이원을 이용하는 것이 가장 효과적일 것이라고 판단된다.

** 본 연구는 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행되었습니다(KEITI 20210022 70001).

교신저자 E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P6-12

관행 논과 유기재배 논 의 식생 유형에 따른 토양 종자은행과 육상곤충 분포 변화

방정환^a, 이영미, 오성남, 이동규, 박미정, 이슬기, 박상구, 홍성준^c

국립농업과학원 유기농업과

논생태계의 생물다양성 보전을 위해 식생은 중요한 역할을 수행한다. 그러나 논생태계에서는 식생의 생태학적 중요성과 기능에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 관행 논과 유기재배 논 의 식생 유형이 토양 종자은행과 육상곤충 분포에 어떤 영향을 주는지 검토하고자 한다. 식생조사 결과 관행 논 의 식물의 피도는 약 1%이며, 초고는 6 cm, 지상부 생물량은 1 g으로 식물이 거의 없는 식생 유형이며, 유기재배 논에서는 피도가 약 90%, 초고 50 cm, 지상부 생물량은 62 g으로 바랭이가 우점하는 군집 유형이다. 토양 종자은행 실험 결과 관행 논에서는 4과 11종 34,680 개체(seeds m⁻²)의 유식물이 나타났고, 유기재배 논에서는 12과 24종 208,590 개체 (seeds m⁻²)의 유식물이 출현하였다. 육상곤충 조사 결과 관행 논에서는 6과 8종 27개체가 나타났고, 유기재배 논에서는 17과 19종 169개체가 출현하였다. 따라서 관행 논과 유기재배 논 의 서로 다른 식생 유형은 토양 종자은행과 육상곤충의 분포에 상당한 영향을 주었다. 이러한 결과는 논생태계의 다양한 식생 유형이 논 생물들의 중요한 서식공간이 될 수 있으며 생물다양성 보전 및 생태계서비스 측면에서 중요한 역할을 할 수 있다는 것을 보여준다.

교신저자 E-mail: hongsj7@korea.kr

P6-13

왕우렁이 투입 농경지 주변 생태계의 생물상 실태조사

홍성준^{pc1}, 신이찬², 방정환¹, 이영미¹, 윤현조¹, 박상구¹

¹농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과

²국립공원연구원 생태조사부

전국 7개도 도별 1개 시군을 선정하여 왕우렁이 투입 농경지의 주변 생태계인 농수로와 소하천의 저서성대형무척추동물, 수생식물, 어류 등 생물상을 조사하였다. 조사는 2020년 9월과 10월~11월로 구분해서 실시하였으며 친환경인증 단지에서 실시하였다. 저서성대형무척추동물 조사한 결과, 9월 조사에는 총 4문 7강 15목 39과 61종이 확인되었고, 10~11월에는 총 4문 7강 15목 34과 55종으로 9월에 출현종이 높은 것으로 나타났다. 강원 홍천(9월)과 경기 양평(11월)에서 22종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 전남 진도가 3종(11월)~8종(9월)으로 가장 적게 출현하였다. 우점종 및 아우점종으로는 갈따구류와 연못하루살이, 먹파리류, 입술하루살이, 꼬마물벌레, 새뱅이, 논우렁이, 다슬기 등이었다. 농사로 및 소하천의 수생식물 조사에서는 총 21과 49종이 출현이 확인되었다. 충남 아산에서 9과 15종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 전남 진도 14종, 강원 홍천과 충북 청주 13종, 경기 양평 12종, 전북 군산과 경남 고성 11종 순으로 출현하였다. 우점종으로는 뚱딴지, 갈대(강원 홍천), 갈대, 줄, 고마리, 갯버들(경기 양평), 고마리, 부들, 쇠별꽃(충북 청주), 그렁, 미국가막사리, 칸도꼬마리 갈풀, 여뀌, 노란꽃땅파리, 쯤깨잎나무(충남 아산), 고마리, 환삼덩굴, 도깨비비늘, 미국가막사리, 돌피, 줄, 미나리, 쯤깨잎나무(전북 군산), 고마리, 갈대(전남 진도), 갈대, 고마리(경남 고성)로 확인되었다. 어류 조사에서는 7개 지역의 농수로 및 소하천에서 총 6과 11종이 확인되었다. 전북 군산에서 5과 5종으로 종수가 가장 많았으며, 강원 홍천이 3과 4종, 충북 청주가 3과 3종, 경기 양평과 충남 아산이 2과 2종, 충북 청주와 충남 아산이 1과 1종의 순으로 출현하였다. 채집된 생물 조사자료들을 대상으로 왕우렁이 천적 가능 생물을 구분한 결과 왕잠자리, 말거머리, 된장잠자리, 잔산잠자리 등 4종의 저서성대형무척추동물과 모래무지, 얼룩동사리, 피라미, 참붕어 등 4종의 어류의 출현을 확인하였다.

교신저자 E-mail: hongsj7@korea.kr

P6-14

Distribution characteristics of microalgal communities in the upper and lower reaches of the Nakdonggang River

Suk Min Yun^P, Daeryul Kwon, Chang Soo Lee, Mirye Park and Sang Deuk Lee^C

Microbial Research Department, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si 37242, Korea

Distribution changes of microalgae communities were studied in the Nakdonggang River was studied in two sampling stations (St.1 Gyeongcheongyo Bridge (GB) and St.2 Daedong Wharf (DW)) at monthly intervals from January to November, 2021. Total 83 taxa were 82 species, 1 forma, belong to 49 genera, 32 families, 21 orders and 8 classes. The most important group was Bacillariophyta and Chlorophyta. The species number occurred were ranged from 5 to 24 in GB, from 9 to 21 taxa in DW. The contribution of Bacillariophyta to the total species richness were the highest during the all survey period, and Chlorophyta was counted with the next highest value in study area. The dominant taxa were *Aulacoseira ambigua*, *A. ambigua* f. *japonica*, *Ulnaria acus* in this study. Cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (nMDS) analysis based on Bray-Curtis similarity identified 4 major groups which corresponded to microalgae assemblages and their characteristic species. Correlation was analyzed through CCA analysis. It was found that there was a correlation between the microalgae and environmental factors. It was analyzed that the divided groups were distinguished because of the differences by survey periods. Therefore, seasonal change was judged as a major factor affecting the distribution of microalgae communities.

Corresponding author E-mail: diatom83@nnibr.re.kr

P6-15

The modification of nutrients-chlorophyll relations depending on the flow regime of flood and drought year

Geofrey Mnyagatwa^P and Kwang-Guk An^C

Department of Bioscience and Biotechnology, Chungnam National University,
Daejeon 34134, Korea

Nutrient enrichment due to anthropogenic activities has caused widespread ecological problems in aquatic ecosystems. The main objective of this study was to determine key regulating factors for nutrients- chlorophyll relation. Frequent rain episode changed reservoirs trophic level based on the Total phosphorus(TP), secchi depth(SD) and Chlophyll-a(CHL-a). Flood and drought also influenced the N:P ratios and Chl-a:TP ratios resulting in the modificatios of nutrient(P) in the system.Regression analysis of empirical models showed that CHL had higher linear relation ($R^2=0.59$, $p<0.001$) with total phosphorus than to total nitrogen ($R^2=0.37$, $p<0.001$). Based on flood years nutrient indicators was higher compared to drought years. Algal bloom indicators and transparency such as CHL-a and transparency (SD) was high in flood year compared to drought year.

** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through Aquatic Ecosystem Conservation Research Program, funded by Korea Ministry of Environment(MOE) (2020003050004).

Corresponding author E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-16

하천 다중형 돌말지수 개발 및 국내 하천의 온전성 평가

한병훈¹, 조인환², 김영효³, 김하경⁴, 황은아⁵, 김용재⁶, 김백호^{c1,7}

¹한양대학교 환경과학과

²(주)미강이엔씨

³영산강유역환경청

⁴국립환경과학원

⁵한강물환경연구소

⁶대진대학교 생명과학과

⁷한양대학교 생명과학과

수생태계의 생물학적 온전성을 평가하기 위해 선행 연구를 통해 밝혀진 다수의 메트릭을 이용해 한국형 하천 다중형 돌말지수(SMDI)를 개발하였다. 생물 및 환경 데이터는 2013년에서 2015년까지 국내 하천 596개 지점의 부착돌말, 수질, 토지이용 조사 결과를 사용하였다. 생물학적 온전성 평가를 위해 전체 지점의 0.5%(19개 지점)를 참조하천으로 선정하였다. 다중형 돌말지수 개발을 위해 다음과 같은 검증 절차를 통해 메트릭을 선정하였다. 1)선행 연구를 기반으로 생물학적, 화학적, 물리적, 지리적 메트릭 후보 300개를 선정, 2)효과적인 45개 후보 메트릭을 추렸으며 3)선정된 메트릭의 변이성, 중복성, 환경에 대한 민감도를 검증하여 4)TDI, DAIp, 운동성 돌말 비율, *Achnanthes/Navicula* (*Achnanthes* + *Navicula*) 등 다수의 메트릭으로 구성된 새로운 다중형 돌말지수를 개발하였다. 각 메트릭은 0~10점으로 평가되며 최종 SMDI는 100점 만점, 5개 등급으로 구성된다. 종합적으로 SMDI는 토지이용, 생화학적 산소 수요, 총질소, 전기전도도 등 환경적 요인에 대한 높은 민감도와 설명력을 보였다. 반면, 단일 타입 규모계와 비교하여 동일한 지점에 대한 생물학적 온전성이 다소 높게 평가되었다. 마지막으로, 국내 하천에서 더 많은 데이터 축적과 수용 가능한 돌말지수에 대한 개발의 필요성을 확인하였다.

교신저자 E-mail: tigerk@hanyang.ac.kr

P6-17

Development of ecological endpoints for site-specific soil ecological risk assessment

June Wee^{p1}, Taewoo Kim², Yong Ho Lee^{1,3}, Sun Hee Hong³,
Yun-Sik Lee⁴, Yongeun Kim¹, and Kijong Cho^{c1,2}

¹O-Jeong Eco-Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

²Department of Environmental Science and Ecological Engineering,
Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

³School of Plant Science and Landscape Architecture, Hankyong National University,
Anseong 17579, Republic of Korea

⁴Department of Biology Education, College of Education, Pusan National University,
Busan 46241, Republic of Korea

ISO 19204 provides guidelines for the TRIAD approach, which combines chemical, ecotoxicological, and ecological assessments for site-specific soil ecological risk assessment (SERA). Various endpoints, such as the Bait lamina test (ISO 18311) and C and N mineralization tests (ISO 14238), are proposed for ecological assessment. In this study, we investigated the advantages and disadvantages of multiple ecological endpoints and applied three selected endpoints (Bait lamina test, Collembola abundance, and Community level physiological profiling) to an heavy metal contaminated site. The selected endpoints showed a high correlation with heavy metal concentrations and effectively described the ecological risk of the site. This study can provide basic data for the application of the TRIAD approach and SERA in Korea.

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

P6-18

Long-term chlorophyll-a dynamics in relation to the intensity of monsoon rain, nutrients and flow regime in a large dam reservoir

Thet Thet Khaing^P, Ji Yoon Kim, Min Jae Cho, Hyeji Choi, Sang-Hyeon Jin,
Md Mamun, Namsrai Jargal, and Kwang-Guk An^C

Department of Bioscience and Biotechnology, Chungnam National University,
Daejeon 34134, Korea

This study was conducted in Juam Reservoir which used for drinking water and other purposes from 1993 to 2022. One of the hot issues in the system is the eutrophication, especially frequent phytoplankton blooms, resulting in degradation of water quality. The concentration of the CHL-a increased to 0.73% in the flood years and which is due to the intensity of the monsoon rain, whereas the concentration of CHL-a decreased to 0.24 % in the drought years. Pollutant transport theory suggested that suspended solids (SS) act as a TP carrier. The CHL-a contents were mainly regulated by the phosphorous, which is determined by the flow-regimes. In the flood years, the inorganic suspended solid (SS) increased to 0.72%, whereas in drought years decreased to 0.54%. Likewise, total phosphorous (TP) concentration was largely affected by the intensity of Monsoon rainfall, in flood years the concentration of (TP) increased to 0.78% , whereas in drought years it decreased to 0.59%.

** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute (KEITI) through Aquatic Ecosystem Conservation Research Program, funded by Korea Ministry of Environment (MOE) (2020003050004).

Corresponding author E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-19

국내 농업용 저수지의 화학적 부영양화 지표(N, P, N:P비, 클로로필 a) 및 어류 생태 특성 조사

진상현¹, 김지윤¹, 조민재¹, 최혜지¹, Md Mamun¹, Namsrai Jargal¹, 안광국²

¹충남대학교 생명시스템과학대학 생명과학과

²충남대학교 생명시스템과학대학 생물과학과

본 연구에서는 12개 농업용 저수지에서 이화학적 수질 지표(TN, TP, N:P비, 클로로필 a)와 어류 길드 지표 그리고 생태계교란 생물 분포를 조사하였다. 이화학적 분석 결과 TN은 수룡지, 반산지, 승언2지에서, TP는 수룡지, 승언2지, 부사담수호에서 높게 나타나 수룡지와 승언2지는 과영양 상태로 판단되었다. N:P비 분석에 따르면 대부분의 호소는 인 제한 호소(P-limitation)로 나타났다. 녹조 발생의 지표가 되는 클로로필 a 농도는 수룡지, 복심지, 계룡지에서 높게 나타났다. 어류 조사 결과 총 14과 37종이 출현하였으며 복심지에서 가장 많은 종이 확인되었다(19종). 어류 길드 분석에 따르면 대부분의 호소에서 내성종, 잡식종의 강한 우점 현상을 보였다. 한편, 생태계교란 생물(배스, 블루길)은 복심지를 제외한 11개 호소에서 확인되었으며 배스는 11개 호소에서, 블루길은 2개 호소에서 나타났다. 이중 수룡지는 블루길의 상대풍부도가 44.8%로 매우 높은 우점도를 보였다. 본 연구를 종합하였을 때 조사 호소 중 수룡지에서 영양염류 농도가 높게 나타나는 동시에 녹조 발생이 빈번하였으며 어류 종 조성이 가장 악화되어 있었으며 대책 마련이 시급한 것으로 사료 된다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협외래생물관리 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2018002270003).

교신저자 E-mail: kgan@cun.ac.kr

P6-20

수변관광자원화 사업이 검토된 달창지(호소)의 유역오염원, 수질오염 및 수생태 모니터링

최혜지¹, 김지윤¹, 진상현¹, 조민재¹, Md Mamun¹, Namsrai Jargal¹, 안광국²

¹충남대학교 생명과학과

²충남대학교 생물과학과

달창지는 최근 수변관광자원화(2022) 및 낙동강물 농업용수 공급(2020)을 위한 심도 있는 논의가 있던 호소로서, 수질 및 유역오염원에 대한 연구가 중요할 것으로 판단되었다. 본 연구는 2018-2022년 동안의 수질 오염도, 유역오염원 현황(2022) 및 수생태 특성(수생생물 4분류군, 2022) 분석을 실시하였다. 수질은 BOD, COD, TOC를 기반으로 볼 때 유기물 오염도는 높지 않았으나, 일부 장마 후에 인(P) 농도가 급격히 증가하였으며 이에 의한 호소의 투명도 감소가 목격되었다. 또한 이에 따라 일부 녹조(CHL-a)가 증가하는 것으로 나타났다. 유역오염원 분석에 따르면 토지이용도는 주로 산림(Forest, 78%)으로 나타났으나, 반면 하수 미처리수의 영향이 있는 것으로 나타났다. 네 개 분류군(1차 생산자인 식물성플랑크톤, 1차 소비자인 동물성플랑크톤, 저서성대형무척추동물 및 2-3차 소비자인 어류)의 분석에 따르면, 각각의 종 분류군은 36종, 12종, 28종, 9종으로 나타났다. 본 연구에서 생태교란종은 블루길(최대 53%), 큰입배스(최대 11%)로 나타나 관리가 필요할 것으로 판단된다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협외래생물관리 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2018002270003).

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-21

How can test the functional diversity of river fish in relation to water chemistry and biotic index?

Namsrai Jargal^P, Hyeji Choi, Ji-Yoon Kim, Sang-Hyeon Jin, Min-Jae Choi,
Md Mamun, and Kwang-Guk An^C

Department of Bioscience and Biotechnology, Chungnam National University,
Daejeon 34134, Korea

The functional diversity approach using fish assemblage can provide ecological significance and essential clues to test the energy flow in aquatic ecosystems. Little is, however, known about the functional diversity of fish communities in Korean rivers and its relations with chemical water quality. Therefore, we tested the functional trait-based diversity of freshwater fish concerning water chemistry and the multi-metric index of biological integrity (mIBI) in Mangyeong River. Twelve fish traits related to food acquisition, environmental stability, and habitat preference were used for functional analyses. Water quality degradation due to eutrophication and high organic matter negatively affected the functional structures of fish and ecological health in the river. Furthermore, the decreased functional richness and dispersion influenced ecological river health due to the loss of insectivorous, rheophilic, and sensitive species. In conclusion, the functional diversity of fish was affected by chemical pollution and habitat modifications, resulting in the degradation of ecological river health.

** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute (KEITI) through Aquatic Ecosystem Conservation Research Program, funded by Korea Ministry of Environment (MOE) (2020003050004).

Corresponding author E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-22

수생태계 건전성 확보를 위한 이화학적 수질, 어류기반의 생태건강성 평가 및 구조물 기반의 종적연결성 평가(탄천 사례)

조민재¹, 김지윤¹, 진상현¹, 최혜지¹, Md Mamun¹, Namsrai Jargal¹, 안광국²

¹충남대학교 생명과학과

²충남대학교 생물과학과

수생태계 건정성 확보를 위한 조사연구를 위해 탄천을 선정하였고, 이화학적 수질, 어류기반의 생태건강성 평가 및 구조물 기반의 종적연결성 평가를 실시하였다. 총 조사지점은 16개였고, 본 조사 구간에서 인공구조물인 보(weir)가 9개 존재하였다. 수질 평가를 위해 이용한 TN, TP, TOC, SS 4개의 변수 분석에 따르면, 일부 구간에서 TN 및 TP가 높은 것으로 나타나 부영양화 현상을 보였다. 어류기반의 다변수 생태건강도 평가(Fish-based multi-metric model)에 따르면, 건강도 등급은 5등급 체계에서 "보통"(3등급)으로 나타나, 생태건강성이 일부 악화된 것으로 나타났다. 횡구조물 및 어류기반 상·하류 구간의 종적 연결성 평가에 따르면, 구조물 단위(Structure unit based analysis) 평가에서 훼손 3개, 연속 5개, 단절 1개로 분석되었고, 하천 단위 평가에서는 "연속"으로 평가되었다. 이를 통해 하천에서 인공구조물이 수생태계에 미치는 영향에 대해 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원 수생태계 건강성 확보 기술개발 사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2020003050004).

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-23

Modifications of trophic state based on total phosphorus, Secchi depth, and chlorophyll in the three zones in response to the monsoon rainfall

Bilguun Ariunbold^P, Hyeji Choi, Ji Yoon Kim, Sang-Hyeon Jin, Min Jae Cho,
Md Mamun, Namsrai Jargal, and Kwang-Guk An^C

Department of Bioscience and Biotechnology, Chungnam National University,
Daejeon 34134, Korea

The degradation of water quality is one of the hot issues in drinking-water reservoirs in Korea. Interannual and monsoon-seasonal fluctuations of trophic state were studied at three different longitudinal zones in Juam Reservoir using datasets over 30 years. Our long-term data analysis indicated that trophic state index(TSI) based on total phosphorus(TP) and algal chlorophyll(CHL-a) decreased longitudinally from the riverine zone(Rz) to the lacustrine zone(Lz), whereas the TSI based on Secchi depth(SD) was changed little. Also, values of TSI varied by the monsoon seasonality thus TSI(TP) increased largely during the monsoon. Values of TSI based on TP and SD parameters were higher than the TSI based on the CHL-a, indicating a dominance of particulate phosphorus and/or shorter water residence time. The analysis of trophic state index deviations of TSI(CHL-a) - TSI(TP) and TSI(CHL-a) - TSI(SD) and N:P ratios indicated that phosphorus is a key limiting factor for primary productivity in the reservoir, along with a minor effect of non-algal turbidity and zooplankton grazing.

** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute (KEITI) through Aquatic Ecosystem Conservation Research Program, funded by Korea Ministry of Environment (MOE) (2020003050004).

Corresponding author E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-24

어류기반 수생태 연속성 확보 및 인공구조물 기능·경제성 평가를 위한 개선 우선순위 다변수 메트릭 모델 적용

김지윤^{P1}, MD Mamun¹, Namsrai Jargal¹, 진상현¹, 조민재¹, 최혜지¹, Thetthet Khaing¹,
Geofray Mnyatatwa¹, Bilguun Ariunbold¹, 안광국^{c2}

¹충남대학교 생명과학과

²충남대학교 생물과학과

최근 수생태계의 건전성에 직접적인 영향을 미치는 횡구조물인 댐(Dam)과 보(Weir)의 건설은 서식환경의 변화(유수역→정수역)와 함께 상·하류간 생물의 이동을 단절시키는 결과를 초래해 하천의 종적연결성의 감소를 가져와 큰 이슈가 되고 있다. 즉, 하천의 인공구조물은 물의 흐름을 막아 물리적 수환경의 변화를 초래하고, 변화된 수환경으로 인하여 어류의 종 조성을 변화시키며, 특히 회유성 어류의 이동을 방해하여 상·하류간 단절을 초래하고 있다. 본 연구의 목적은 낙동강 지류 하천에 대한 종적연결성 현황을 진단하고, 수생태계 건강성을 평가하여 수생태계 건전성 확보 방안을 제시하는데 있다. 이를 위해 인공구조물 특성(상·하단 수심, 낙차 등), 수리수문 특성(유속 등) 및 어류 이동 특성(최대유영속도, 점핑 능력 등)을 분석하여 구조물 단위 및 하천 단위 평가를 실시하여 수생태계 연속성을 평가하였다. 최종적으로 하천의 연속성 및 건전성 확보를 위하여 인공구조물의 개선 우선순위를 산정하기 위한 다변량 메트릭 평가 모델을 개발하여 각 구간별로 평가를 실시하였다. 하천별 횡구조물 기능·경제성 평가 및 관리는 종적 연결성 확보를 위한 인공구조물에 대한 철거/존치의 우선순위 결정을 위하여 다변수 평가 모델(안)을 기반으로 선정하였으며, 물리적(보 구조물 안정성 지표, 종적 연결성 지표), 생물적(종적 단절 중요 생물 지표, 수생태 건강성 지표), 기능적 요소(인공구조물의 기능적(용수 이용) 지표)를 대상으로 지표를 설정하여 다변수 메트릭 모델을 구축하였다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원 수생태계 건강성 확보 기술개발 사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2020003050004).

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-25

트랜스포머를 기반으로 한 외래동물 음향 판별 모델

김용민^P, 고경득, 최철원, 고한석^C

고려대학교 전기전자공학과

국제교류 및 수출입의 증대로 인하여 외래종의 유입 기회가 상대적으로 확대되고, 기후변화로 인한 온도상승으로 아열대성 생물의 국내 정착에 유리한 환경이 조성되었다. 또한, 특이한 생물에 대한 마니아층의 증가는 세계 각지에서 다양한 외래생물 종이 국내 유입되는 기회가 점점 증가하고 있다. 외래종의 유입은 먹이사슬 체계를 파괴할 뿐만 아니라, 기존에 서식하고 있는 토속종의 서식지를 파괴하고 멸종시킬 수 있다. 따라서 최근에는 외래 생물 모니터링을 통해 외래종의 유입을 관찰하는 것이 중요해지고 있다. 하지만, 국내에서 이러한 외래종을 감시할 수 있는 전문가의 수는 매우 제한적일 뿐만 아니라, 지속적인 모니터링에는 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 인공지능 기술을 적용하여 외래생물 소리를 검출하는 방법을 소개한다. 인공지능 기반 판별 모델을 비교하기 위하여 과거에 동물을 대상으로 발표된 국내·외 학술자료를 조사한 결과, 합성곱 신경망을 기반으로 한 실험들이 대부분이었다. 합성곱 신경망 같은 경우는 제한된 수용 필드로 인하여 특정 범위 내의 로컬 패턴만 추출하는 단점이 있다. 본질적으로, 시계열이나 텍스트와 같은 순차 데이터를 처리하도록 설계되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 트랜스포머를 기반으로 한 판별 모델을 구축한다. 트랜스포머 기반 구조는 신호의 길이 변화에 강인하게 동작하며, 신경망 구조가 글로벌 특징을 추출할 수 있도록 유도한다. 또한, 우리는 음향 수집 장비를 통해 지속해서 녹음하여 외래생물 음향 추가 확보 및 DB를 구축한다. DB는 외래종인 황소개구리와 사탕수수두꺼비, 그리고 아프리카 발톱 개구리를 포함한 양서류 11종, 조류 5종, 곤충류 2종 그리고 포유류 3종과 78개의 동물 종이 포함된 알 수 없는 클래스, 자연환경에서 발생할 수 있는 배경 소리가 있는 배경 클래스 그리고 마이크 잡음이 있는 잡음 클래스로 총 24 클래스로 구성되어 있다. 수집된 데이터의 80%는 종 판별 학습에 활용되며, 20%는 종 판별 평가에 활용한다. 실험 결과 10dB(데시벨) 기준 Top-1 Accuracy가 합성곱 신경망 기반 모델 보다 약 5% 이상 더 올랐으며 약 89% 정도의 판별 성공률을 보여주고 있다. 본 연구를 통해 제안하는 기술을 통해서 생태 분야의 연구에 크게 활용이 되면 유입 외래생물뿐만 아니라 전체 야생동물에 대한 체계적인 생태정보를 분석할 수 있을 것이다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협 외래생물관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2021002280004).

교신저자 E-mail: hsko@korea.ac.kr

P6-26

침입종의 관측 데이터 부족 상황에 적합한 지식 종류 기반 종 분포 예측 기법

김은빈^P, 문재욱, 심중화, 황인준^C

고려대학교 전기전자공학과

침입종은 대개 뛰어난 적응력과 번식력을 갖고 있어 토착종의 생존을 위협하고 농업 및 산업 분야에 피해를 만드는 등 국제적인 사회 이슈가 되었다. 침입종에 의해 발생할 피해에 미리 대응하려면 침입종의 잠재적인 서식지를 효과적으로 예측할 방법이 필요하다. 이에, 최근에는 전국의 고해상도 기후 환경 정보와 종이 관측된 위치 정보를 토대로 목표 종의 서식지를 예측할 수 있는 종 분포 모델이 주목받고 있다. 종 분포 모델에는 뛰어난 예측력을 갖는 기계학습 기반 모델들이 주로 활용되지만, 기존의 기계학습 모델들은 충분한 양의 학습 데이터 즉, 목표 종의 많은 관측 데이터가 필요하며 이를 충족하지 못하면 모델의 정확도가 떨어진다. 이러한 한계는 국내서 관측 사례가 적은 침입종을 대상으로 더욱 예측하기 어렵게 만든다. 따라서, 본 연구에서는 침입종의 관측 데이터 부족 상황에 적합한 지식 종류 기반의 종 분포 예측 기법을 제안하였다. 지식 종류는 학습 데이터를 통해 사전 학습한 선생 모델의 지식을 다른 학생 모델에 전달하여 모델의 정확도를 향상시키는 방법으로, 본 연구는 학생 모델이 선생 모델의 종 분포 예측 결과를 기 보유한 학습 데이터와 함께 추가로 학습하는 방법을 고안하였다. 실험을 위해 본 연구는 대표적인 침입종인 황소개구리(*Lithobates catesbeianus*)를 목표 종으로 선택했으며, 모델 구축을 위해 황소개구리의 관측 정보와 전국의 고해상도 기후 환경 정보를 수집하였다. 관측 정보는 GBIF에서 총 3660개 출현 데이터를 확보했으며 관측 데이터 부족 상황을 가정하여 무작위 10개를 학습 데이터로, 나머지를 평가 데이터로 활용했다. 기후 환경 정보는 WorldClim에서 제공하는 약 1 km² 해상도의 19개 생물기후 변수를 수집했으며, 모델의 입력 변수로 활용되었다. 제안 기법의 성능을 비교 분석하기 위해 출현 및 비출현 판별 성능 지표인 AUC(Area Under the Curve)와 TSS(True Skill Statistics)를 선택했으며, LDA(Linear Discriminant Analysis), CTA(Classification Tree Analysis), MLP(Multi-Layer Perceptron), RF(Random Forest) 4가지 통계 및 기계학습 모델들을 비교 모델로 사용하였다. 제안 기법은 RF와 MLP를 각각 선생 모델과 학생 모델로 선택했으며, 제안 기법을 통해 학습이 완료된 학생 모델을 최종적으로 사용하였다. 실험 결과, LDA와 CTA는 학습 데이터가 적은 탓에 TSS 측면에서 각각 0.106, 0.194로 낮은 수치를 보인 반면, 제안한 기법은 0.432로 가장 높은 수치를 달성하였다. AUC 측면에서 제안 기법과 RF는 각각 0.779, 0.777로 큰 차이는 없었으나, TSS 부분에서는 제안 기법이 0.047 이상의 더 나은 성능을 보였다. MLP와 비교하였을 때, 제안한 기법과 MLP 사이의 차이는 선생 모델의 존재뿐이지만 제안 기법은 AUC와 TSS에서 각각 0.079, 0.143 이상 더 나은 성능을 가짐을 확인하였다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협 외래생물관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2021002280004).

교신저자 E-mail: ehwang04@korea.ac.kr

P6-27

Evaluating dung beetle species candidates for restoring Taean Sinduri Coastal Dune ecosystem using an individual-based model

Jung-Wook Kho^P, Minhyung Jung, Joo-Young Kim, Do-Hun Gook,
Hyeonjoong Kim, Soowan Kim, and Doo-Hyung Lee^C

Department Life Sciences, Gachon University, South Korea

To restore the ecosystem of Taean Sinduri Coastal Dune, there is an ongoing effort to re-introduce dung beetle species, which plays a key role in the coastal dune ecosystem. However, *Scarabaeus typhon* (Coleoptera: Scarabaeidae), the native dung beetle species in Taean Sinduri Coastal Dune, has been locally extinct in South Korea since 2005. Taxon substitution the introduction of an alternative species to fulfil the ecosystem function of recently extinct species can be a practical strategy for restoring ecosystem of Taean Sinduri Coastal Dune. Currently two different dung beetle species, *Gymnopleurus mopsus* (Coleoptera: Scarabaeidae) and *Copris ochus* (Coleoptera: Scarabaeidae), are being considered as candidate species for taxon substitution. *Gymnopleurus mopsus*, a telecoprid, rolls dung balls away from dung pile and nests, showing behavioral similarity towards the extinct species. On the other hand, *C. ochus*, a paracoprid, burrows under dung pads when nesting unlike *S. typhon*, and is generally known to be more effective in dung removal compared to telecoprid. Because introduction of non-native species may have an unpredictable impact on the native ecosystem, careful evaluation of candidate species must be preceded prior to practice. Therefore, using an individual-based model, we aim to predict the effectiveness of taxon substitution in restoring coastal ecosystem using the two non-native dung beetles species varying with behavioral similarity and ecological functionality. Further, we aim to provide and compare the most optimal restoration strategies for each species in both biological and socioeconomic perspective.

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

P6-28

한국에 유입된 외래거북류 관리를 위한 3가지 모니터링 방법 비교

윤가영¹, 구교성², 장이권^{1,3}

¹이화여자대학교 에코과학부

²이화여자대학교 에코과학연구소

³이화여자대학교 생명과학과

효과적인 외래생물의 관리를 위해서는 생태계에 유입된 현황을 파악하는 것이 가장 중요하다. 본 연구에서는 외래거북류 서식 실태 파악에 가장 효과적인 모니터링 방법을 찾기 위해 육안, time-laps camera (TLC), 그리고 직접 포획을 통한 모니터링 방법을 비교하였다. 2022년 4월부터 8월까지 진주 금호지에 출몰하는 거북류를 대상으로 모니터링을 하였다. 육안 조사는 주 1회 대상 지역을 도보로 이동하며 수행하였다. TLC 조사에서는 외래거북들이 주로 출현하는 지점에 카메라를 설치하여 시간당 1회씩 촬영하도록 설정하였다. 직접 포획의 경우, 대상 지역에 총 7개의 포획 장치를 설치하여, 주 1회 확인하였다. 연구 기간 동안 육안 조사에서 7종, 3,722개체, 포획 조사에서 8종, 469개체 그리고 TLC 조사에서 종 구분 없이 총 693개체가 기록되었다. 조사 결과를 종합하면, 직접 포획 방법은 외래거북의 최대 종수를 파악할 때 효과적일 뿐만 아니라 해당 지역에서 대상종을 제거하는 효과도 있다. 육안 조사는 개체수 및 밀도 파악 그리고 주요 서식 지점 파악에 효과적이며, 비용 및 투입되는 인력이 적다. 반면, TLC 방법은 종 파악이 어렵고 발견되는 개체수는 적었으나 시간대별 외래종의 행동을 파악하는데 효과적이고 운용 비용이 상대적으로 적었다. 이번 연구에서 활용한 3가지 모니터링 방법을 직접적으로 비교하는 것은 제한된다. 하지만 각각의 특징과 장점을 적절하게 활용할 경우, 효과적인 모니터링 결과의 획득이 가능할 것으로 판단된다.

** 본 연구는 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행되었습니다(KEITI 2021002280003).

교신저자 E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P6-29

Community recovery of benthic macroinvertebrates in a stream influenced by mining activity: Importance of microhabitat monitoring

Mi-Jung Bae^{PC}, Eui-Jin Kim, Sun-Yu Kim, Yong Hwang, and Kyung-In Seo

Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si, 37242, Korea

The decrease in freshwater biodiversity owing to anthropogenic disturbances such as mining activity is a global challenge; hence, there is an urgent need for systematic approaches to continuously monitor such disturbances and/or the recovery of biodiversity in freshwater habitats. The Hwangjicheon Stream is the source of South Korea's longest river and has been subjected to runoff from coal mining. We investigated changes in the diversity of the benthic macroinvertebrate community in various microhabitats, including riffle, run, and pool, to monitor the recovery of biodiversity in the stream following the improvement of a mining water treatment plant in 2019. The dataset comprised 111 samples obtained from four types of microhabitats (riffle, run, pool, and riparian) over a four-year period from 2018 to 2021. The mining-affected sites had lower macroinvertebrate community complexities based on Network Analysis, and grouped into the same cluster based on self-organizing map (SOM) analysis. Moreover, 51 taxa selected as indicator species represented each cluster obtained through the SOM analysis. Among them, only *Limnodrilus gotoi* and *Radix (Radix) auricularia* were included as indicator species at the mining-affected sites. However, after 2020, the benthic macroinvertebrate community complexity increased, and some of the microhabitats at the mining-affected sites were included in the same cluster as the reference sites in the SOM analysis, indicating that the recovery of benthic macroinvertebrate communities had initiated in certain microhabitats (e.g., riparian). Further analysis confirmed that the macroinvertebrate community clearly differed according to the survey year, even in different microhabitats at the same sites. This suggests that more acute microhabitat monitoring may be necessary to quickly confirm biodiversity recovery when assessing the recovery of river biodiversity from anthropogenic disturbances through benthic macroinvertebrates.

Corresponding author E-mail: mjbae@nnibr.re.kr

P6-30

Model-Agnostic Meta-Learning 기반의 동물 소리 분류 기법

문재욱^P, 김은빈, 이재승, 황인준^C

고려대학교 전기전자공학과

지난 수십 년 동안, 인간의 과도한 도시 개발은 동물 서식지를 파괴하고 동물의 이주를 방해하는 등 자연 환경에서 야생 동물에게 부정적인 영향을 미쳤다. 이러한 피해를 줄이고 멸종위기동물의 보전정책을 결정하기 위해 전문가들은 야생 동물의 발생 현황을 모니터링한다. 하지만, 전문가가 직접 모니터링하는 것은 많은 시간과 노동력이 필요하여, 음향 센서를 기반으로 한 자동 야생 동물 모니터링이 많은 관심을 받고 있다. 이때, 동물의 울음소리를 통해 종을 분류하는 기법인 ASC (Animal Sound Classification)는 소형, 야행성, 위장동물 등 외모로 식별이 어려운 경우에도 효과적으로 사용할 수 있어, 자동 야생 동물 모니터링에서 필수적인 작업이다. 최근 다른 신호 처리 분야와 마찬가지로 ASC 분야에서도 많은 연구들이 진폭을 나타내는 Waveform을 진폭과 주파수 특징을 모두 갖는 이미지 형태인 Spectrogram으로 변환하여, CNN(Convolutional Neural Network)과 같은 심층학습 기반 모델을 통해 높은 종 분류 성능을 달성하고 있다. 이때, 심층학습 모델이 높은 성능을 내기 위해서는 목표 종에 대한 많은 양의 학습 데이터가 필요하다. 하지만, 희귀종과 같이 관찰하기 어려운 동물의 경우에는 데이터가 부족하여 과적합과 같은 문제로 인해 종 분류 성능이 크게 저하될 수 있다. 최근 여러 다른 과제에서 얻은 공통 지식을 통해 목표 과제에 빠르게 적응하는 학습 기법인 메타학습 중에서, 공통 지식을 심층학습 모델의 파라미터 초깃값에 저장하는 MAML(Model-Agnostic Meta-Learning)을 통해 데이터 부족 상황을 해결하는 연구가 다양한 분야에서 수행되어왔다. 하지만, 소리 분류에서는 적용된 바 없으며, 연구가 미비한 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 희귀 동물 소리 분류에서 발생하는 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 MAML 기반의 동물 소리 분류 기법을 제안한다. 본 연구에서는 BirdVox-14sd 데이터셋 중 소리 데이터 샘플의 개수가 많은 24개의 종을 MAML의 메타학습을 위한 종으로 선정하고, 평가를 위한 목표 종을 데이터 샘플 수가 50개 미만인 7개의 종으로 선정하여 실험을 수행하였다. ASC 모델로는 4개의 convolutional layer로 구성된 4conv를 활용하였다. 평가 지표로는 정확도를 나타내는 Acc를 사용하였고, 비교 모델로는 목표 종의 데이터를 통해서만 학습을 수행한 4conv와, 목표 종이 아닌 다른 종들로도 4conv의 사전 학습을 수행한 전이학습 기법(Transfer-Learning)을 사용하였다. 5-way 1-shot과 5-way 5-shot에서 4conv는 0.2883, 0.3613의 낮은 정확도를 보였고, 전이 학습 모델은 0.3542, 0.4586의 향상된 성능을 보였지만, 제안하는 MAML 기법은 0.4631, 0.5645의 가장 우수한 정확도를 보여, 제안하는 기법의 효과를 입증하였다.

** 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생물다양성위협 외래생물관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2021002280004).

교신저자 E-mail: ehwang04@korea.ac.kr

P7-01

넓미역(*Undariopsis peterseniana*) 포자의 발아에 미치는 염분 및 시멘트 추출물의 영향 평가

윤성진^{PC}, 성기철

한국해양과학기술원 울릉도·독도해양연구기지

갯녹음은 연안 해역에서 바다숲을 형성하는 다양한 유용 해조 자원의 고갈을 유발하는 원인 중 하나로 보고되고 있으나 갯녹음 현상의 원인 및 진단에 관한 명확한 규명이 이루어지지 않은 상황이다. 이와 관련하여 본 연구에서는 해양생태독성평가 기법을 사용하여 갯녹음 유발원인으로 예상되는 염분 및 시멘트 추출물(100%=1g/L)의 농도 변화에 따른 넓미역(*Undariopsis peterseniana*)의 포자 발아율 차이를 규명하고자 하였다. 측정요소(endpoint)는 72시간 포자 발아율로 설정하였으며, 반수영향농도(EC₅₀), 무영향농도(NOEC), 최소영향농도(LOEC)를 비교하였다. 실험결과 염분 노출에 따른 넓미역의 EC₅₀은 48시간과 72시간 동안 각각 11.6psu와 10.9psu로 분석되었다. 또한 NOEC와 LOEC는 48시간과 72시간 실험에서 각각 20.0psu와 15.0psu로 조사되었다. 시멘트 추출물의 경우 EC₅₀은 측정 시간과 상관없이 명확하게 분석되지 않았으나 NOEC와 LOEC는 48시간과 72시간 실험결과 62.5%와 125.0%로 분석되어 미세한 독성 영향이 존재하는 것으로 판단되었다. 본 연구에서 실험 생물로 사용한 넓미역 *U. peterseniana*는 조간대 지역에서 주로 서식하는 미역과는 형태 및 서식처가 상이한 종류이며, 생태적 특성 연구는 미비한 상황이다. 따라서 본 종에 대한 생태 특성 연구, 해수의 성분변화 및 다양한 물질에 대한 *U. peterseniana*의 생태-생리 반응 자료를 확보함으로써 자연에서 넓미역의 생태적 역할을 명확히 규명할 필요가 있다 (PEA0016).

교신저자 E-mail: sjyon@kiost.ac.kr

P7-02

Is biodegradable plastic truly an environmental savior? investigating its full impact compared to non-biodegradable plastics on *Microcystis aeruginosa*

Ka Young Kim^{p1}, Jee Young Kim¹, Jaewon Park², and Yoon-E Choi^{c3}

¹Institute of Life Science and Natural Resources, Korea University, Seoul 02841,
Republic of Korea

²OJeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

³Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841,
Republic of Korea

This study aims to investigate the environmental impact of microplastics by comparing the effects of biodegradable polylactic acid (PLA) and conventional polystyrene (PS) plastics on the growth and survival of the freshwater cyanobacterium, *Microcystis aeruginosa*. As microplastics are known to accumulate in aquatic environments and pose a potential threat to ecosystem health, it is essential to determine whether biodegradable plastics are truly harmless to the environment and whether they have any influence on the occurrence of harmful algal blooms. The study will involve exposing *M. aeruginosa* to varying concentrations of PLA and PS microplastics and monitoring their growth and physiological responses over a period of several weeks. The results of this study will provide valuable insights into the environmental implications of microplastic pollution and the potential benefits of using biodegradable plastics as a sustainable alternative to non-biodegradable plastics.

Corresponding author E-mail: yechoi@korea.ac.kr

P7-03

Assessment of arsenic toxicity using environmental DNA analysis, *Allonychiurus kimi*(Collembola)

Yuchan Won^{P1}, Yun-sik Lee², June Wee³, Taewoo Kim¹, and Kijong Cho^{C1}

¹Department of Environmental Science & Ecological Engineering,
Korea University, Seoul 02841, Korea

²Department of Biology Education, College of Education, Pusan National University,
Busan 46241, Korea

³O-Jeong Eco-Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

Soil contamination by heavy metals is a major concern as it poses a threat to human health. Collembola, which are widely distributed in soil ecosystems, play an important role and are sensitive to environmental changes. Therefore, they have been utilized as a model species to study the effects of heavy metals. However, toxicity assessment using Collembola in soil can be time-consuming and cumbersome. Therefore, we propose the use of environmental DNA (eDNA) analysis to efficiently and quickly analyze contaminated soil. The method with Collembola to determine EC50 using toxicity assessment takes 28 d, whereas using real-time PCR to compare Ct-values obtained through eDNA analysis, these values can be obtained in 14 d. In this experiment, *Allonychiurus kimi* were exposed to soil contaminated with arsenic to investigate whether the 28 d eDNA results show a dose-response. Our findings suggest that eDNA analysis can be a useful tool for efficient toxicity assessment in contaminated soil, and the results could be used for the development of future toxicological assessments.

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

P7-04

Selection and characterization of microcystin-LR aptamer through Capture-SELEX

Jihye Lee^{P1}, Jaewon Park², Jee Young Kim³, Hyun Soo Kim⁴, Byeolnim Oh⁴,
Jino Son⁵, and Yoon-E Choi^{C1}

¹Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Korea

²OJeong Eco-Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

³Institute of Life Science and Natural Resources, Korea University, Seoul 02841, Korea

⁴Department of Electronic Engineering, Kwangwoon University, Seoul 02841, Korea

⁵National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Korea

Microcystin (MC) is a cyanotoxin mainly produced by the *microcystis aeruginosa*, which causes harmful algal blooms. MC is a highly hepatotoxic cyanotoxin, with MC-LR known to be the most toxicant. Currently, HPLC and ELISA are used to quantify MC in water. However, these methods have limitations such as being time-consuming, high price, and making them only practical for use in the laboratory. To overcome these limitations, we conducted a study using aptamers for detection. Aptamers are a type of biosensor composed of short oligonucleotide sequences that can specifically bind to target molecules with structural specificity. The process of selecting aptamers is called the systematic evolution of ligands by exponential enrichment (SELEX). We used a Capture-SELEX method in which a random library was immobilized to improve the efficiency of the selection process. Once the binding rate was saturated, we sequenced the product using HTS. And measured the binding affinity of aptamer candidates using ITC analysis. The K_d values of the candidates, MC-J3 (1.33 μ M) and MC-J8 (3.22 μ M), were lower than that of the previously reported aptamer AN6 (3.27 μ M), indicating a better binding affinity.

Corresponding author E-mail: yechoi@korea.ac.kr

P9-01

감마선 조사에 의한 원전 유기제염폐액 분해 특성 연구

임승주^{PC}, 최병선, 서범경

한국원자력연구원 해체기술개발부

옥살산은 산업체에서 주로 세정제 및 추출을 위한 유기산으로 사용되며, 원자력 산업 분야에서 방사성 핵종을 제거하기 위하여 사용된다. 원전 1차계통에서의 방사능 오염물질은 옥살산을 이용하여 킬레이트를 생성하고 이온교환수지로 최종 제거되는 연구가 완성되어 이미 상용화되고 있다. 본 연구에서는 감마선을 이용하여 옥살산을 분해하고 감마선 흡수선량에 따른 옥살산의 분해특성과 분해 동력학에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구에 사용된 옥살산의 초기농도는 1-10 mM로 유지하였으며, 50 kGy까지의 감마선 흡수선량을 이용하여 옥살산을 분해하였다. 감마선에 의한 옥살산 분해특성 평가를 위하여 HPLC 및 TOC를 이용하여 감마선 조사 후 옥살산 잔류농도를 분석하였다. 감마선 조사에 따른 옥살산의 농도를 측정하기 위하여 HPLC에서 사용된 컬럼은 Rezex ROA-Organic Acid H+ 이었으며 이동상은 황산을 이용하였다. 옥살산 완전산화 특성을 파악하기 위해 TOC를 측정하기 위하여 TOC-VCSN TOC analyzer를 사용하였다. 옥살산의 초기농도 1, 2, 5, 10 mM일 때 감마선에 의한 옥살산 분해는 유사일차반응을 따랐으며, 흡수선량 10 kGy에서의 옥살산 분해속도 상수는 0.8, 0.8, 0.4, 0.2 kGy⁻¹이었다. 초기의 옥살산 함량이 점차 증가될수록 옥살산의 분해성능은 저하되었으며 이를 통하여 옥살산을 제거하기 위하여 보다 많은 감마선이 요구됨을 알 수 있었다. 감마선의 흡수선량이 증가함에 따라 옥살산의 TOC 제거효율도 증가하여 방사선에 의하여 옥살산이 완전산화 될 수 있었으며, 옥살산의 초기농도가 높을수록 우수한 TOC 제거효과를 보였다.

교신저자 E-mail: seungjoolim@kaeri.re.kr

P9-02

해양환경관측망 자료 분석 및 마이크로코즘 연구를 통한 동해 갯녹음 유발 주요 환경인자 파악

강준수^p, 현봉길^c

한국해양과학기술원 남해연구소

동해의 갯녹음 유발 주요 환경인자를 분석하기 위해 2010년부터 2021년까지 해양환경관측망(해양환경정보포털) 자료를 이용해서 경북 포항 구룡포 연안부터 강원도 거진 연안까지 52개 정점에서(44회 분기별 자료) 수온, 염분, pH, 용존산소, 영양염(DIN, DIP, DSi) 항목을 분석했다. 그리고 약 14cm 정도의 감태 우상엽을 떼어 길이/폭/무게를 측정 한 다음 영양염이 첨가된 실험구 EN(*Ecklonia* Nutrients, DIN:DIP:DSi=16:1:15; DIP 1 μ M 기준)와 여과해수로만 채워진 대조구EFS(*Ecklonia* Filter Seawater)에 1 개체씩 주입 후 약 2주간의 마이크로코즘 실험(배양 조건: 수온은 10°C와 15°C, 광주기는 Light 12: Dark 12)을 통해 배양 수온과 영양염 농도에 따른 감태의 성장률도 확인해 보았다. 실험 기간 동안 48시간에서 64시간 이내에 감태의 길이/폭/무게를 측정하였으며, 이때 배양액 교체와 영양염 시료 샘플링도 수행하였다. 먼저 갯녹음 유발 주요 환경인자 분석 결과를 보면, 표층 해수온은 2010년 $14.67 \pm 5.79^\circ\text{C}$ 에서 2021년 $16.44 \pm 6.40^\circ\text{C}$ 로 약 1.77°C 상승하였는데, 이는 1961년부터 2007년까지의 동해 중부연안 수온 상승률($0.01^\circ\text{C} \sim 0.04^\circ\text{C}$)보다 4배 이상 높았다. 유용해조류의 성장 적정 수온은 15°C 이하이기 때문에, 16°C 이상 되는 표층 해수온은 유용해조류의 가입 및 확산을 낮추고 아열대 산호조류의 정착율을 증가시킬 수 있을 것으로 예측된다. DIN 농도는 2010년에서 2021년으로 갈수록 감소($y = -0.2966x + 62.869$)하는 경향을 보였고, 이로 인해 해당 해역은 질산염(N/P ratio= 8.8:1)이 부족한 것으로 확인 되었다. 그리고 집중 강우가 발생한 시기에 동해 영일만과 구룡포연안 정점에서는 <1 psu 이하의 저염분수가 관찰됨에 따라 연안역의 담수화 또한 갯녹음 발생에 영향을 미쳤을 것으로 판단되었다. 마이크로코즘 연구 결과에서도 영양염 첨가 유무에 따라 감태의 성장은 실험구간 유의미한 차이(10°C , $p < 0.01$; 15°C , $p < 0.05$)를 보였다. EN15 실험구에서 감태 성장이 가장 빠른 것으로 확인되었고, 모든 실험구에서 최소 48시간 이내 주입된 DIN와 DIP 대부분을 소모하였다. 연구 결과를 정리하면, 동해 연안해역의 유용해조류 감소 및 갯녹음 확산에는 표층 해수온 상승과 질산염 감소가 주요 인자로 확인되었다. 하지만 갯녹음의 발생 원인은 매우 다양해서 추가적인 연구를 통해 이를 검증할 필요가 있다.

교신저자 E-mail: bghyun@kiost.ac.kr

P9-03

Potential of 3D scanners in biological research

Younji Kim^{P1}, Byung Kwon Jung², and Yikweon Jang^{c3}

¹Division of Mechanical and Biomedical Engineering, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea

²EcoScience Research Center, Ewha Womans University, Seoul 03760 Republic of Korea

³Division of EcoScience and Department of Life Sciences, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea

This research presents a 3D scanner capable of creating three-dimensional model of insects. The design of the scanner is based on a pre-existing scanner known as scAnt, originally developed by Plum and Labonte. By placing an insect specimen within a motorized revolving rig, the scanner can capture images of the specimen from multiple angles. Ultimately, the camera positions form a uniform spherical grid with the specimen placed at the origin. The acquired assembly of images are then stacked and masked, reconstructing a three-dimensional model using a photogrammetry software, 3DF Zephyr. Using the 3D scanner, three-dimensional models of insects are successfully produced, ranging from *Suisha coreana*(Cicada), *Dicranocephalus adamsi Pascoe*(Adam's stag-horned beetle), *Pseudotorynorrhina japonica*(Drone beetle), etc. The scanner also enables the measurement of both two-dimensional and three-dimensional morphological traits, including highly curved profiles and volumes. These traits are difficult to obtain using a two-dimensional image. Furthermore, the accuracy is assessed by scanning a ceramic gauge block(K grade). For a length of 1.1mm, the error was found to be within ± 0.1 mm range. It is foreseen that the 3D scanner could be used in numerous applications, from insect morphology studies, computational fluid dynamics(CFD) to creating virtual museums.

** This research was supported by SL corporation(2021170700101).

Corresponding author E-mail: jangy@ewha.ac.kr

P9-04

해양식물플랑크톤자원 기탁등록보존기관

윤주연¹, 광경윤¹, 한경하^{1,2}, 김지연¹, 전지원¹, 신현호¹

¹한국해양과학기술원 해양시료도서관

²한양대학교 환경과학과

해양 생태계의 기초생산자인 해양식물플랑크톤은 다양한 생리활성 물질을 포함하고 있는 중요한 생물자원으로, 해양생명산업의 많은 분야에 활용되고 있다. 이러한 이유로 국외의 여러 기관에서는 약 40년 전부터 해양식물플랑크톤자원을 확보하여 체계적, 안정적으로 보존/관리하고 있으며, 한국의 경우, 현재 “해양생명자원의 확보, 관리 및 이용 등에 관한 법률”에 의거하여 “해양식물플랑크톤 기탁등록보존기관”을 한국해양과학기술원 해양시료도서관에 구축하여 운영 중에 있다. 현재, 해양식물플랑크톤자원 기탁등록보존기관에는 에너지 자원, 건강식품 등에 활용되는 다양한 식물플랑크톤을 포함하여 약 1,900 배양주가 웹 기반 해양식물플랑크톤 배양주 관리시스템을 통하여 안정적/체계적으로 보존, 관리 되고 있으며, 분양의 활성화를 위하여 관리시스템과 연동된 검색홈페이지 또한 구축되어 운영 중으로 자원 분양을 통해 연구 및 산업 활성화에 기여하고 있다.

교신저자 E-mail: shh961121@kiost.ac.kr

P9-05

Enhancing growth and astaxanthin synthesis in *haematococcus pluvialis* through ultrasound stimulation

Juyeon Lee^{P1}, Jaewon Park², and Yoon-E Choi^{C1}

¹Division of Environmental Science & Ecological Engineering, Korea University,
Seoul 02841, Korea

²Ojeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841, Korea

Haematococcus pluvialis is a microalga that produces astaxanthin, a valuable product with diverse applications. Among all known organisms, *H. pluvialis* has the highest astaxanthin content and can increase production under specific conditions, such as high light intensity. However, the slow growth rate of *H. pluvialis* and the high energy consumption associated with incubation under continuous high light limits astaxanthin productivity. This study aimed to increase the growth rate of *H. pluvialis* and induce astaxanthin synthesis using ultrasound technology. Ultrasound radiation is an eco-friendly method that does not require the addition of chemical reagents. Furthermore, astaxanthin synthesis can be induced by temporary ultrasound stimulation, reducing the need for strong light stimulation and conserving light energy. The study found that low-intensity ultrasound irradiation (20W, 5min, once) increased cell density and chlorophyll content by 43% and 27%, respectively. Additionally, strong ultrasound irradiation (300W, 20min, 6 times every 2 hours) increased the total astaxanthin content and the amount of astaxanthin per cell by 17% and 89%, respectively, within one day.

Corresponding author E-mail: yechoi@korea.ac.kr

LABORATORY EQUIPMENT



FINEPCR[®]

FINEPCR 공식대리점

SGbio^o

에스지바이오

WEB : www.sgbiosystem.com

TEL : 1599-3378 FAX : 02-6919-4025

Email : sgbio@sgbiosystem.com



한국환경생물학회
Korean Society of Environmental Biology

(06132) 서울시 강남구 테헤란로25길 20 역삼현대벤처빌 1514호
TEL: 070-8825-5449 E-mail: koseb@naver.com