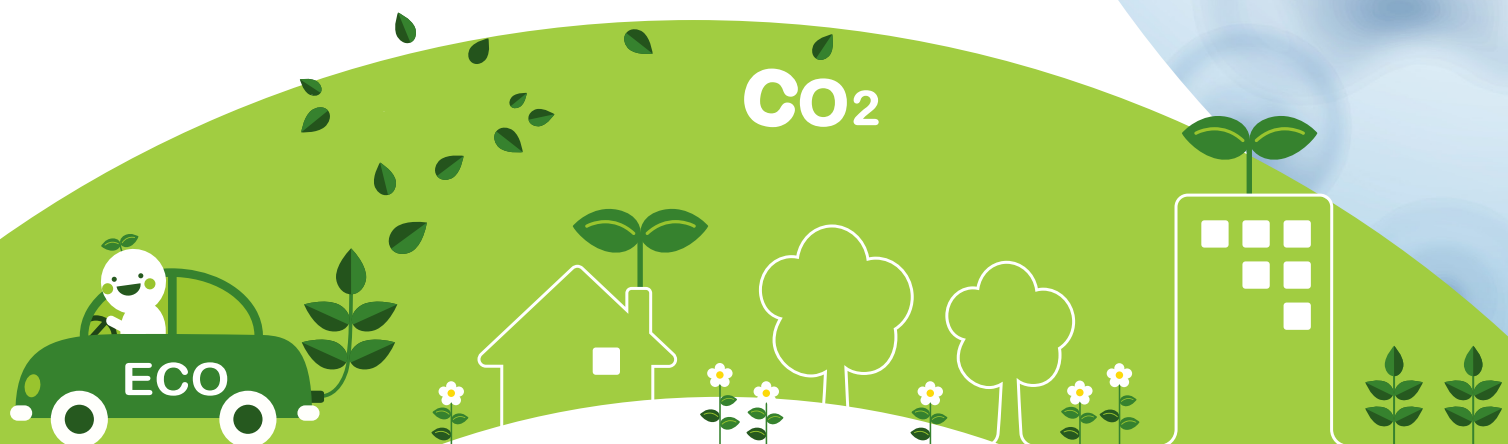


2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

기후변화, 생물다양성, 환경오염에 대한
영향평가 발전방안

2024년 4월 24일(수) ~ 4월 26일(금)

소노벨 경주



주 최



한국환경생물학회
Korean Society of Environmental Biology

후 원



차세대융합기술연구원
ADVANCED INSTITUTE OF CONVERGENCE TECHNOLOGY



한국아쿠오시스
Korea AQUOSYS



동문이엔티(주)
www.dongmoonent.co.kr



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

기후변화, 생물다양성, 환경오염에 대한
영향평가 발전방안

2024년 4월 24일(수) ~ 4월 26일(금)

소노벨 경주

주 최 한국환경생물학회

후 원 한국해양과학기술원, (주)해양환경연구소, (재)차세대융합기술연구원,
상명대학교, (주)한국아쿠오시스, (주)동문이엔티, (주)엔이비

Opening remarks

존경하는 한국환경생물학회 회원여러분!

2024년 봄, 한국환경생물학회 춘계학술대회에 여러분을 모실 수 있게 되어 대단히 기쁩니다.

바쁘신 일정 속에서도 항상 학회에 꾸준히 참석해 주시고 따뜻한 관심을 보내 주셔서 회원여러분 모두에게 진심으로 감사드립니다.

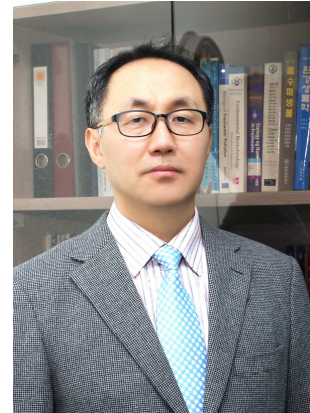
저희 학회는 매년 봄과 가을, 환경생물학에 관심 있는 국내외 전문가들이 모여 서로의 지식과 정보를 나누는 귀중한 만남의 자리를 마련하고 있습니다.

올해 춘계학술대회는 역사 깊은 도시 경주에서 4월 24일부터 26일까지 열릴 예정입니다. ‘기후변화, 생물다양성, 환경오염에 대한 영향평가 발전방안’을 주제로, 봄꽃이 만발한 아름다운 환경 속에서 3일간의 알찬 학술 교류가 펼쳐질 것입니다. 다양한 세션과 기조 강연, 포스터 발표 등을 준비하고 있어, 참가자 모두에게 유익한 시간이 될 것으로 기대하고 있습니다.

이번 학술대회에서 축사를 해 주시는 경주시의회 이진락 위원장님, 기조강연을 하시는 부산대학교 주기재 교수님, 한국환경연구원 전동준 박사님께 깊이 감사드립니다. 학술대회 개최를 위해 애쓰신 임원진과 회원님들, 그리고 후원해 주신 많은 기업과 특별 세션 참가자 여러분께도 진심으로 감사드립니다.

끝으로 우리 학회가 국내 환경생물학 분야에서 선도적인 역할을 할 수 있도록 변함없는 애정과 협조를 해 주신 역대 회장님과 선배님들께도 깊은 존경과 감사의 말씀을 전합니다. 이번 학술대회가 여러분 모두에게 의미 있는 시간이 되시길 진심으로 희망합니다.

건강을 기원하며, 아름다운 경주에서 만나뵙겠습니다.



2024년 4월

한국환경생물학회장 김 백 호

Program Table

일 자	2024년 4월 24일(수) ~ 4월 26일(금)
장 소	소노벨 경주
주 제	기후변화, 생물다양성, 환경오염에 대한 영향평가 발전방안

April 24 (Wed)				
Time	Program			
16:00~18:00	Board Meeting			
April 25 (Thu)				
11:00~	Registration			
11:40~12:40	런천 워크샵 (중식 제공) (그랜드볼룸 I) 민현기 박사(고려대학교) “환경 분야에서의 ChatGPT의 실무적 연구 활용”			
12:40~13:00	Coffee Break			
13:00~14:00	일반 구두발표 (그랜드볼룸 I)	학생구두발표 1 (그랜드볼룸 II)	학생구두발표 2 (에메랄드 I)	Poster
14:00~14:10	Coffee Break			
14:10~14:25	개회식 (그랜드볼룸 I) 사회자: 이두형 총무이사(가천대학교) 개회사: 김백호 회장(한양대학교) 축사: 이진락 위원장(경주시의회)			
14:25~14:30	Group Photo (그랜드볼룸 I)			
14:30~15:00	기조강연 1 (그랜드볼룸 I) 전동준 박사(한국환경연구원) “기후위기 및 사회변화에 따른 환경영향평가의 현재와 미래”			
15:00~15:30	기조강연 2 (그랜드볼룸 I) 주기재 교수(부산대학교) “낙동강의 장기생태 연구 (1992-2024)와 Big Data의 생태학적 활용”			
15:30~15:50	Coffee Break			
15:50~17:30	Special Session 1 (그랜드볼룸 I) “오믹스 기반의 수생태계 건강성 및 유해성 영향평가”	Special Session 2 (그랜드볼룸 II) “환경, 생물 & 분석과학”	신진연구자 구두발표 (에메랄드 I)	
17:30~18:30	수다스런 포스터발표 (Student Mixer)			
18:30~	임시총회 (그랜드볼룸) 간담회(만찬 제공) (그랜드볼룸)			
April 26 (Fri)				
09:00~10:40	Special Session 3-A (그랜드볼룸 I) “해양 미세플라스틱 오염대응 및 관리기술개발; 해양 생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가”	Special Session 4 (그랜드볼룸 II) “해양생태계교란생물과 유해해양생물 지정을 위한 사전 위해성평가”		Poster
10:40~11:00	Coffee Break			
11:00~12:40	Special Session 3-B (그랜드볼룸 I) “해양 미세플라스틱 오염대응 및 관리기술개발; 해양 생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가”	Special Session 5 (그랜드볼룸 II) “환경 보전을 위한 생태독성 및 바이오소제 연구”		
12:40~13:00	시상식 및 폐회식(경품 이벤트)			

Contents

- 모시는 글
- Schedule

■ 기조강연 1	1
↳ 기후위기 및 사회변화에 따른 환경영향평가의 현재와 미래	
■ 기조강연 2	5
↳ 낙동강의 장기생태 연구 (1992-2024)와 Big Data의 생태학적 활용	
■ 런치워크숍	9
↳ 환경 분야에서의 ChatGPT의 실무적 연구활용	
■ 특별세션 1	15
↳ 오믹스 기반의 수생태계 건강성 및 유해성 평가	
■ 특별세션 2	23
↳ 환경, 생물 & 분석과학	
■ 특별세션 3-A, 3-B	31
↳ 해양 미세플라스틱 오염대응 및 관리기술개발, 해양 생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가	
■ 특별세션 4	43
↳ 해양생태계교란생물과 유해해양생물 지정을 위한 사전 위해성평가	
■ 특별세션 5	49
↳ 환경 보전을 위한 생태독성 및 바이오소제 연구	

■ 구두 발표 59

↳ 일반 구두 발표 / 61

↳ 신진연구자 구두발표 / 67

↳ 학생 구두 발표 1 / 75

↳ 학생 구두 발표 2 / 83

■ 포스터 발표 91

↳ 1. 유해생물 / 99

↳ 3. 동물생태·분류·유전 / 104

↳ 4. 식물생태·분류·유전 / 107

↳ 5. 미생물생태·분류·유전 / 114

↳ 6. 생물다양성 및 생물모니터링 / 124

↳ 7. 생태독성 및 환경호르몬 / 154

↳ 9. 기타 / 164



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

기조강연 1 (Plenary Lecture 1)

일 시: 2024년 4월 25일(목) 14:30 - 15:00

장 소: 그랜드볼룸 I (Grand Ballroom I)

좌장: 김동건/삼육대학교

14:30 - 15:00

PL-1

기후위기 및 사회변화에 따른 환경영향평가의 현재와 미래
전동준 (한국환경연구원)



PL-1

기후위기 및 사회변화에 따른 환경영향평가의 현재와 미래

전동준^{PC}

한국환경연구원

국제사회는 기후위기 시대의 지속가능성 확보를 위해 파리기후변화협약에 따라 2050년 탄소중립 목표를 수립·선언한 바 있다. 이에 우리나라도 ‘2050년 탄소중립 비전’을 선언하고 이를 법제화한 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립기본법)」을 제정하였으며, 같은 법 제23조에 의거 탄소중립 이행을 위한 정책 수단으로 국가의 주요 계획 및 개발사업에 대해 기후변화에 미치는 영향이나 기후변화로 받게 되는 영향을 분석하여 평가하는 ‘기후변화영향평가’ 제도를 2022년 9월부터 도입·시행하고 있다. 사업자는 환경영향평가와는 별도로 기후변화영향평가를 통해 온실가스 감축 목표치를 수립하고 이를 달성하기 위한 이행방안을 제시해야 하며, 재해발생 현황, 장래 기후위기 취약성에 대한 평가를 실시하고 이에 대한 적응방안을 제시하여야 한다. 또한 최근 환경영향평가는 다양한 정책환경의 변화(규제개혁, 지방정부로의 협의권 이양, 정보공개 및 투명성·신뢰성 강화 등)에 직면하고 있어 패러다임 전환을 통해 합리적이고 과학적인 환경평가 기법 도입과 더불어 새로운 제도로의 발전과 운영이 요구되고 있다. 특히 환경영향평가서 거짓·부실 작성, 저가대행, 사업(계획) 또는 지역의 환경 특성을 고려하지 않는 획일적인 평가 방식 등 환경영향평가제도 운영에 대한 다양한 문제점이 제기되어 제도적 개선 요구가 증가하고 있다. 환경영향평가제도는 그간 국토의 지속가능한 발전, 우수한 자연환경의 보전 및 국민 생활환경 보호 측면에서 중요한 역할을 담당해 왔다. 최근 당면한 규제개혁, 디지털 전환, 기후위기 문제에 대한 대응과 탄소중립 실현을 위해 환경영향평가제도의 역할이 더욱 중요해지고 있어, 패러다임 전환을 통해 국토환경의 지속가능성을 높이고 국민의 환경권이 더욱 보장될 수 있어야 한다.

교신저자 E-mail: djchun@kei.re.kr



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

기조강연 2 (Plenary Lecture 2)

일 시: 2024년 4월 25일(목) 15:00 - 15:30

장 소: 그랜드볼룸 I (Grand Ballroom I)

좌장: 기장서/상명대학교

15:00 - 15:30

PL-2

낙동강의 장기생태 연구 (1992-2024)와 Big Data의 생태학적
활용
주기재 (부산대학교)



PL-2

낙동강의 장기생태 연구 (1992-2024)와 Big Data의 생태학적 활용

주기재^{PC}

부산대학교

낙동강의 생태를 장기적인 관점에서 연구하고 축적된 자료를 기반으로 인공지능경망 등을 이용하여 수질 및 수생태 관리를 최적화하기 위해 부산대 생명과학과 담수생태학 연구실은 지난 31년 동안 한주도 빠짐없이 매주 물금에서 육수학적 연구 (물리·화학·생물학적 조사)를 실시하였으며, 이주일에 한번씩 낙동강 525Km 중 약 200Km구간 (10개 지점)에서 조사를 하였다. 축적된 자료는 세계 최고 수준의 생태모델 전문가들과 함께 융복합 기법을 적용하여 강 생태계의 현황과 미래를 예측하는데 활용되었다. 특히 부영양화 유발 요인, 생태계 구조변화와 남조 번성을 저감하기 위한 다양한 첨단기법을 적용(인공지능경망, 환경DNA, 생태모델 등)하였으며 낙동강의 동·식물플랑크톤, 어류, 철새, 포유류 등의 동태 파악 및 강 생태계 건강성 진단에 활용되었다. 지난 30여년 연구 중 가장 어처구니 없는 일이 발생한 것은 4대강 공사이다. 강의 정체성을 100% 바꾸어 버렸다. 후학들에게 엄청난 숙제를 남기게 되었고 부끄러움과 자괴감을 남기게 되었다. 영주담과 같이 건설되지 말았어야 하는 담과 보의 절반이 my river (낙동강)에 집중된 점, 지속적으로 강의 최하류에서 원수를 취수하여 식수로 사용하는 것은 “분노조절 장애”를 유발하여 항상 불편하고 마음의 상처로 남아있다. 낙동강 종류의 유해물질 유입 가속 등의 인간교란과 외래유입 동식물에 의한 강생태계의 변화는 대처하기 힘든 수준의 변화를 야기하였고 강의 생태를 파악하는데 장애가 되었다. 연구실의 대학원생들은 독립적으로 2000년 이후 Big data를 생태계 보존에 활용하기 위해 다양한 시도를 하였다. 이후 (2016년) 옥스퍼드대의 유사연구를 시도한 연구팀의 요청으로 Conservation Cultronomics라는 새로운 연구방법론을 공동으로 제시한 바 있다. Big data 관련하여 2000년 이후 매우 혁신적인 다양한 논문을 발표하였다 (예: global warming vs global climate change 의 용어차이가 일반인들에 받아들여지는 정도, 신문자료와 현장조사를 통한 수달의 분포 확산, 보호구역에서의 사람표정 분석을 통한 방문 만족도 평가 등). 가장 최근에는 약 25,000여개의 미국 생태학회가 발간한 논문 초록 모두를 분석하여 미국의 생태학 100년 흐름을 계량화 하기도 했다. 종합적으로 지난 31년간 수행된 낙동강 생태 연구는 크게 조사, 분석, 생태모델완성, 현장적용으로 구분할 수 있다. 특히 연구개발 성과가 집중된 부분은 생태모델 완성이었으며 다양한 분류군의 상호 작용을 밝혀 특정 생물 분류군의 생태로 해석할 수 없었던 새로운 평가 기준을 설정하였다. 인공지능을 이용한 생태모델을 통하여 강 생태계의 수질 및 생태계 변화를 예측할 수 있는 모델을 완성한 것이 가장 의미 있는 시도였다. 과거의 강 생태계에서 입수된 자료를 기반으로 미래의 강이 변해갈 수 있는 요소와 영향력이 있는 생태요인을 발굴하고자 했다. 낙동강의 장기모니터링과 더불어 가장 기억에 남는 연구는 “뉴트리아 분포와 확산 방지, 수달 분포의 진실, 큰빛이끼벌레의 번성” 등이 있었다. 또한 최근 10년간은 1) 낙동강 하굿둑 개방의 효과 (연어, 실뱀장어, 외래종과 이입어종의 생태변화) 2) 몽골과 한국을 오가는 철새의 이동과 서식처 보호 연구에 역량을 집중하고 있다. 많은 수의 석박사가 배출되어 다양한 기관에 근무하고 있으며, 이중 11명이 교수가 되어 후학을 양성하고 있는 점은 간혹 위안이 되지만 아직도 남아있는 “분노” 는 주체 할 수 없을 때가 많아 어떻게 마음을 다스려야 하는 지 많은 동료, 후배, 선배 학자들과 연구자들에게 SOS를 요청한다. 뼈꾸기의 탁란처럼 많은 세계적인 학자들의 도움으로 내용도 완전히 이해 못하면서 플랑크톤부터 철새, 포유류까지 단순한 통계에서 Big Data까지, DNA 부터 군집까지 다양한 생태학 분야의 제자를 양성한 점은 깊이 반성하고 있다. 그러나 분명한 점은 우리나라의 미래 생태학은 국력에 걸맞게 다양한 분야에서 세계적인 학자들이 배출될 수 있도록 지속적인 투자와 토양을 조성해야 할 것이다.

교신저자 E-mail: gjjoo@pusan.ac.kr



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

런천워크샵 (Luncheon Workshop)

일 시: 2024년 4월 25일(목) 11:40 - 12:40

장 소: 그랜드볼룸 I (Grand Ballroom I)

사회: 이두형/가천대학교

11:40 - 12:40 Workshop

환경 분야에서의 ChatGPT의 실무적 연구활용
민현기(고려대학교)



LW

환경 분야에서의 ChatGPT의 실무적 연구 활용

민현기^{pc}

고려대학교 오정리질리언스 연구원

최근 인공지능(AI) 기술의 발전은 연구 환경에 새로운 가능성을 열어주고 있다. 특히, 작년 11월 ChatGPT 4 turbo의 출시와 함께 파일 업로드 및 웹 검색 기능을 가능케 하는 GPTs의 도입으로 큰 변화를 맞이했다. ChatGPT의 활용은 자료 수집, 검토, 정리 등 다양한 작업을 지원함으로써, 복잡적이며 다양한 분야의 융합을 필요로 하는 환경 분야의 연구와 업무에 큰 도움이 될 것이다. 그러나 여전히 많은 이들이 ChatGPT의 활용에 대해 흥미는 있으나, 기본적인 역할, 예를 들어 영문 번역에만 그치는 경우가 많다. 본 발표는 ChatGPT와의 기본적인 상호작용 방법, GPTs의 활용법, 자료 탐색과 정리, 그리고 연구 아이디어의 발전 방법 등을 소개함으로써, 연구 분야에서 ChatGPT 활용을 시작하는 단계에 필요한 기초적인 지식을 연구 사례와 함께 제공한다. 이 발표는 특히 AI 기술, 예를 들어 ChatGPT에 익숙하지 않은 연구자들에게 AI를 활용하는 초기 단계의 지식을 제공하며, 연구 과정에서 이를 어떻게 적용할 수 있는지에 대한 구체적인 예시를 통해, AI 기술의 진입 장벽을 낮추는 데 중점을 둔다.

교신저자 E-mail: daiamin@korea.ac.kr



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

특별세션



특별세션 1 (Special Session 1)

오믹스 기반의 수생태계 건강성 및 유해성 평가

일 시: 2024년 4월 25일(목) 15:50 - 17:30

장 소: 그랜드볼룸 I (Grand Ballroom I)

좌장: 기장서/상명대학교

15:50 - 16:10	S1-1	수생생물 기반 수생태계 건강성평가-군집구조에서 오믹스까지 배대열 ((주)한국생태네트워크)
16:10 - 16:30	S1-2	Integration of <i>Ulva australis</i> bioassay and AiWA model for robust effluent toxicity assessment Hojun Lee (Ghent University Global Campus)
16:30 - 16:50	S1-3	미생물 멀티-메타-오믹스를 이용한 수생태계 건강성 평가 정선아 (한국생명공학연구원)
16:50 - 17:10	S1-4	미세조류 오믹스 기법을 이용한 수생태계 건강성 및 유해성 평가 김한솔 (상명대학교)
17:10 - 17:30	S1-5	Genome resource-based omics approach in aquatic animals for environmental health assessment Sang-Eun Nam (Incheon National University)

S1-1

수생생물 기반 수생태계 건강성평가-군집구조에서 오믹스까지

배대열^{pc1}, 윤영진^{1,2}¹(주)한국생태네트워크²충남대학교 생명과학과

2006년 물환경관리기본계획(2006-2015)에서 “수생태계건강성” 개념을 도입했고, 2016년 “제2차 물환경관리기본계획(2016-2025)에서는 생물측정망 제도를 시행하였다. 또한 2018년 물환경보전법을 공포하여 ”수생태계 건강성“이라는 법적용어를 채택하였으며, 물관리를 환경부 중심으로 일원화하고 통합하는 물관리 체계의 기반을 마련하였다. 이에 발맞춰 2004년부터 2006년까지 수행된 물환경종합평가방법 개발 조사연구(수생태 건강성 조사 및 평가체계 연구)를 시작으로 2008년부터 현재까지 수생태계 건강성평가가 수행되고 있다. 수생태계 건강성평가는 국가 물환경측정망 안에 생물측정망으로 운영되고 있고, 국립환경과학원을 중심으로 하천과 하구, 호소에 대한 평가가 이루어지고 있으며, 총 3,856지점(하천 3,016지점, 하구 660지점, 호소 180지점)으로 구성되어 있다. 이렇게 발전해온 국내의 수생태계 건강성 평가의 평가방법은 어류와 저서생물, 부착조류를 활용하여 군집수준에서의 평가를 기반으로 하며, 이와 더불어 수생생물의 서식환경인 서식수변과 주변환경인 수변식생 분야를 보조적으로 평가하고 있다. 수생생물을 기반으로한 생물평가는 멀리서 수환경이나 군집수준부터 최근 다양한 수준의 Omics를 활용한 방법까지 다양하게 적용할 수 있다. 다차원오믹스를 활용한 수생태계 건강성 평가는 가장 최근에 도입되고 있는 평가기법이며 Genomics-Transcriptomics-Proteomics-Metabolomics 까지 각 오믹스 단계별 건강성과의 관계를 해석함에 따라 평가하는 방법이다. 현행 채집을 통한 군집수준의 건강성 평가에 비하여 인력을 활용하는 비용은 상승하는 반면 기술발전에 따른 분석비의 감소와 분석의 정확도 향상 등의 장점을 지니고 있다. 오믹스를 통한 수생태계 건강성 평가는 국내 서식 생물종을 기반으로 수생태 건강성 악화 원인을 규명하고, 미량 오염물질에 대한 수생태계 유해성 역시 평가할 수 있어 수질 악화, 오염사고 및 수생태 건강성 악화 원인 규명 및 예측에 활용이 가능하다. 또한 수생태 건강성·유해성 평가기술 효율화로 모니터링 수역의 확대를 도모할 수 있으며, “건강성+유해성” 평가를 동시에 함으로써, 조기 경보시스템으로도 활용 가능하다.

교신저자 E-mail: bdy@eco-net.co.kr

S1-2

Integration of *Ulva australis* bioassay and AiWA model for robust effluent toxicity assessment

Hojun Lee^{pc1}, Duc-Viet Nguyen^{2,3}, Di Wu^{2,3}, Taejun Han^{1,4}, and Jihae Park^{c1,2,4}

¹Bio Environmental Science and Technology Lab, Ghent University Global Campus

²Centre for Environmental and Energy Research, Ghent University Global Campus

³Department of Green Chemistry and Technology, Ghent University

⁴Department of Animal Sciences and Aquatic Ecology, Ghent University

Critical assessment of effluent toxicity is of paramount importance to ensure the preservation of aquatic ecosystems. This study presents a low-cost bioassay using *Ulva australis*, known for its exceptional sensitivity to a wide range of contaminants. The sensitivity of the *U. australis* bioassay was tested by exposing *Ulva* to 99 wastewater samples collected from various industrial sectors in South Korea. *U. australis* showed increased sensitivity to elevated concentrations of Cu, Ni and Zn, closely mirroring the contaminant levels found in standard solutions. This highlights the efficacy of the *U. australis* bioassay in detecting harmful heavy metals in complex wastewater matrices. To refine the assessment of wastewater toxicity, we integrated an artificial intelligence-based water quality assessment (AiWA) framework using advanced XGBoost and AdaBoost algorithms. These machine learning models demonstrated superior performance, as evidenced by correlation coefficients (R) above 0.97 and minimum root mean square errors (RMSE) below 0.24 toxic units (TU), illustrating their accuracy in toxicological monitoring. The results of this research highlight *Ulva australis* as an invaluable asset in the toxicological testing of industrial effluents, contributing significantly to the protection of the aquatic environment. In addition, the incorporation of the AiWA model represents a major advance in wastewater management, improving the accuracy and efficiency of ecotoxicological assessments. This innovative approach strengthens the scientific basis for informed decision-making, heralding a significant step forward in optimising wastewater treatment protocols and strengthening efforts to protect the environment.

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

S1-3

미생물 멀티-메타-오믹스를 이용한 수생태계 건강성 평가

정선아¹, 강민경^{1,2}, 르반베¹, 이하영^{1,2}, 김민성^{1,2}, 최원석^{1,2}, 고소라¹, 안치용^{1,2}¹한국생명공학연구원 세포공장연구센터²UST 과학기술연합대학원대학교 환경바이오공학과

국내 물환경보전법에 따라 수생태계 현황조사 및 건강성 평가가 이루어지고 있으며, 하천의 수생생물에 대해서는 부착돌말류(TDI), 저서성대형무척추동물(BMI), 어류(FAI)를 대상으로 조사 및 평가가 이루어진다. 본 연구는 미생물 멀티-메타-오믹스 분석을 이용한 수생태계 건강성 평가 기법을 개발하여 현행 방식을 개선할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 다차원 오믹스를 이용한 수생태계 건강성 평가를 위해서 조사지점으로 선정한 한강수계 30개 지점(2022년) 및 낙동강수계 31개 지점(2023년)에 대해 샘플링을 5월과 9월 2차례씩 수행하였다. 메타유전체 및 메타전사체 분석 결과 한강과 낙동강의 건강성 등급에 따른 미생물 군집이 서로 다른 양상을 보였다. 지표종 분석 결과 높은 건강성(A등급)을 대표하는 1종(*Cytophaga*)과 낮은 건강성(D, E 등급)을 대표하는 3종(*Sulfurimonas*, *Thiothrix*, *Desulforegula*)의 지표 미생물이 도출되었다. 유해성 평가를 위해 마이크로코즘 실험에서 중금속 카드뮴(CdSO_4), 비소(NaAsO_2)를 농도별(1, 10 ppm)로 처리하여 수체 및 퇴적토의 미생물 군집 변화를 분석한 결과, 퇴적토의 각 중금속 농도와 미생물 군집간 유의한 상관성을 보였으며($P < 0.01$) 수체내 미생물 군집 변화가 비교적 크게 나타났다. 메타유전체 분석 결과, 중금속 지표 미생물로 카드뮴에 민감한 박테리아 7종(*Methylophilus*, *Undibacterium*, *Ramlibacter*, *Polynucleobacter*, *Burkholderia-Caballeronia-Paraburkholderia*, *Dinghuibacter*, *Curvibacter*), 비소에 민감한 박테리아 3종(*Rhizorhapis*, *Methylothena*, *Pseudorhodobacter*)을 선정하였다. 현장 조사로 낙동강 상류 석포제련소 인근 하천 14개 지점에서 수체 및 퇴적토의 미생물 군집과 유해물질을 분석하였다. 카드뮴과 비소에 대해 수체에서는 검출한계 미만, 퇴적토에서는 석포제련소 하류에서 고농도로 검출되었으나, 미생물 군집의 특이점은 없었다. 추가실험으로, 카드뮴(1, 5, 10 ppm), 비소(10, 50, 100 ppm), 트리클로산(TCS, 1, 5, 10 ppm)을 처리한 R2A agar 배지에 지표종 균주의 민감성을 테스트하였고, 또한 하천 수체시료를 도말하여 박테리아를 분리한 결과, 트리클로산의 독성이 가장 높게 나타났다. 각 유해물질에 대한 내성종의 관련 유전자 및 기능군을 밝히고 관련 단백질 발현도를 비교하기 위해 멀티 오믹스 분석을 진행할 예정이다. 멀티-메타-오믹스 분석기반 평가기술 개발을 통해 수생태 건강성 및 유해성 평가의 객관성, 경제성, 효율성, 정확성을 향상시킬 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: cyahn@kribb.re.kr

S1-4

미세조류 오믹스 기법을 이용한 수생태계 건강성 및 유해성 평가

김한솔^{p1,2}, 김태희², 신정민², 브이티뉴꾸인², 기장서^{c1,2}¹상명대학교 자연과학연구소²상명대학교 생명과학과

산업 발전으로 산업 폐수의 발생량이 증가하면서 강과 호수로 유입되어 수생태계를 오염시키고 있다. 국내에서는 정기적으로 수생태계 건강성 평가 모니터링을 실시하고 있으며, 부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류 등의 수생생물을 중점으로 조사한다. 미세조류는 환경 변화 및 오염물질에 민감하게 반응하여 생물학적 유해성을 진단하는 좋은 지표생물로 여겨지고 있다. 하지만, 부착돌말류 기반의 건강성 평가는 다양한 한계를 가져 평가를 위한 새로운 지표종의 필요성이 논의되었다. 본 연구에서는 새로운 지표종 발굴을 위해 2022년 5월부터 2023년 9월까지 30개 정점에서 현장시료를 채집하여 낙동강 미세조류의 생물학적 다양성을 파악하였다. 또한, 국내 고유 미세조류 지표종을 대상으로 환경오염물질(카드뮴, 비소, 트리클로산)에 대한 기초독성 평가 및 전사체 분석 기반의 유해성 평가를 실시하였다. 현미경 분석 결과, 낙동강 수계에서 규조류, 녹조류, 와편모조류, 남조류 및 은편모조류, 윤조류, 유글레나류와 같은 기타 조류들이 출현하며, 규조류가 가장 넓은 시공간적 분포를 보였다. 낙동강에 출현한 종들의 계절 선호도, 출현 강도 및 보편성 결과를 기반으로 규조류 *Fragilaria saxoplanctonica*, 와편모조류 *Palatinus apiculatus*, 녹조류 *Closterium acutum*을 건강성 평가를 위한 지표종으로 선정하였다. 이후 지표종을 대상으로 중금속 오염원 카드뮴, 비소 및 유기오염원 트리클로산을 처리하여 성장저해 기반 기초독성평가(반수영향농도 EC₅₀ 산출)를 실시하였다. 그 결과, 세 오염원에 대하여 *F. saxoplanctonica*가 가장 민감하게 반응하고, *P. apiculatus*와 *C. acutum*이 카드뮴(2.55 및 0.47 mg/L)에 민감하게 반응하였다. 산출된 EC₅₀를 기준으로 다양한 농도의 세 오염원을 지표종에 처리하고, *de novo* 전사체 분석을 실시하였다. 이후 오염물질에 민감하게 반응하는 유전자(HSP, SOD, GST, 등)를 선별하여 서열, 구조 및 이들의 발현 특징을 규명하였다. 추후 연구에서, 지표종을 대상으로 단백질체 및 대사체 기반의 유해성을 평가하고, 이들 자료를 통합하여 수생태계 건강성 평가를 위한 다차원 오믹스 통합 체계를 개발하는 것을 목표로 한다.

교신저자 E-mail: kijos@smu.ac.kr

S1-5

Genome resource-based omics approach in aquatic animals for environmental health assessment

Sang-Eun Nam^{p1}, Somyeong Lee¹, Seong Duk Do¹, Dae-Yeul Bae²,
and Jae-Sung Rhee^{c1,3,4}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University, Incheon, 22012, South Korea

²Institute of Korea Eco-Network, Daejeon, 34028, South Korea

³Research Institute of Basic Sciences, Incheon National University, Incheon 22012, South Korea

⁴Yellow Sea Research Institute, Incheon 22012, South Korea

In the field of aquatic ecotoxicology, the analysis of potential hazardous effects and assessment of health status at molecular levels through multi-omics approach have been conducted in model organisms such as zebrafish and water fleas. While transcriptomic analysis has been consistently applied to the model organisms, the application of integrated omic studies has been limited. In general, direct application of molecular and biochemical health assessment to domestic aquatic environments are scarce, as most application has been conducted with model organisms in laboratory rather than native species. In this study, we attempted to use a multi-omics platform employing native species to predict health status by analyzing molecular responses in a native fish and an invertebrate collected from domestic fields. To facilitate omic application, we established genome database for the swamp shrimp *Neocaridina denticulata* and the pale chub *Zacco platypus*. Then, we analyzed several biomarkers that were responsive at the transcriptomic and proteomic levels in response to aquatic pollutants. Finally, we endeavored to integrate three omics dataset, transcriptome, proteome, and metabolome, obtained from the two animals exposed to aquatic pollutants. Through the integration of multi-omics datasets, we discovered several biomarkers with potential application in the assessment of health and further validated their applicability in actual field environments.

Corresponding author E-mail: jsrhee@inu.ac.kr

특별세션 2 (Special Session 2)

환경, 생물 & 분석과학

일 시: 2024년 4월 25일(목) 15:50 - 17:30

장 소: 그랜드볼룸 II (Grand Ballroom II)

좌장: 서종복/한국기초과학지원연구원

15:50 - 16:10	S2-1	콩명나방에서 페로몬 생합성 촉진 신경 펩타이드 수용체의 동정 및 기능 분석 이대원 (경성대학교)
16:10 - 16:30	S2-2	Unveiling aberrant lipid species and pathways in ZnO nanoparticle toxicity through lipidomics analysis Jewon Jung (Kyung Sung University)
16:30 - 16:50	S2-3	The trehalose biosynthetic gene <i>otsA</i> is associated with stress resistance during the early infection stages of gut symbionts Junbeom Lee (Kyung Sung University)
16:50 - 17:10	S2-4	Label-free detection and identification of microplastics in biological and environmental samples with CARS microspectroscopy Hanju Rhee (Korea Basic Science Institute)
17:10 - 17:30	S2-5	Statistical comparison for assessing agreement between two mass spectrometric measurements of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans Yun Gyong Ahn (Korea Basic Science Institute)

S2-1

콩명나방에서 페로몬 생합성 촉진 신경 펩타이드 수용체의 동정 및 기능 분석

차욱현, 김보연, 이대원^{PC}

경성대학교 스마트바이오학과

성페로몬(sex pheromone)은 동종의 곤충 개체 사이에 교미 행동을 유도하는 휘발성 화학 물질이다. 나방에서 성페로몬 생합성 및 분비는 암컷 성충에서 일어나며, 일련의 과정은 식도하 신경절에서 합성된 페로몬 생합성 촉진 신경 펩타이드(pheromone biosynthesis activating neuropeptide, PBAN)가 페로몬샘 상피 세포막에 존재하는 PBAN 수용체(PBAN receptor, PBANR)에 결합함으로써 시작된다. 본 연구에서는 콩명나방(*Maruca vitrata*) PBANR의 기능을 조사하기 위해, 암컷 성충의 페로몬샘에서 두 개의 PBANR isoform인 MviPBANR-B와 MviPBANR-C를 동정하였다. 동정된 두 유전자는 G 단백질 연결 수용체(G protein-coupled receptor GPCR)에 속하며 7-transmembrane과 GPCR signature와 같은 구조적 특징은 동일했으나, C-말단의 서열에 차이가 있었다. MviPBANR-B와 MviPBANR-C는 모든 발달 단계 및 성충의 몸 부위에서 발현되었으며, 특히 MviPBANR-C는 페로몬샘에서 가장 높은 발현 수준을 보였다. HeLa 세포에 MviPBANR-B와 MviPBANR-C를 이형발현 시킨 후 MviPBAN에 대한 반응성을 공초점현미경으로 확인한 결과, MviPBANR-C가 이형발현된 세포만 MviPBAN($\geq 5 \mu\text{M}$ MviPBAN)에 반응하여 Ca_2^+ 유입이 유도되었다. RNA 간섭(RNA interference)으로 MviPBANR-C의 발현을 억제시킨 후, 가스 크로마토그래피와 생물검정을 통해 성페로몬 생합성량과 교미행동의 변화를 확인한 결과, 성페로몬 주성분인 E10E12-16:Ald가 대조군에 비해 정량적으로 감소되었으며, 교미율 또한 감소되었다. 이러한 연구 결과는 MviPBANR-C가 콩명나방의 성페로몬 생합성 신호 전달에 관여할 뿐만 아니라, C-말단의 서열이 PBANR의 기능에 중요한 역할을 한다는 것을 나타낸다.

교신저자 E-mail: daeweonlee@ks.ac.kr

S2-2

Unveiling aberrant lipid species and pathways in ZnO nanoparticle toxicity through lipidomics analysis

Jewon Jung^{pc}

Department of SmartBio, College of Life and Health Science,
Kyungshin University, Busan, Republic of Korea

Zinc Oxide nanoparticles (ZnO NPs) are extensively utilized across a wide spectrum of applications spanning from advanced technology to everyday household items. While numerous studies have investigated the genetic toxicity of ZnO NPs in various tissues, the specific lipid species associated with adverse effects and potential biomarkers remain elusive. This research employs a lipidomic analysis using liquid chromatography-mass spectrometry to pinpoint potential lipid biomarkers in human kidney cells exposed to ZnO NPs. Additionally, we conducted a lipid pathway enrichment analysis (LIPEA) to scrutinize the altered lipid-related signaling pathways. ZnO NPs were found to induce cytotoxicity in renal epithelial cells and bring about changes in lipid species; we identified 64 lipid biomarkers exhibiting a fold change (FC) > 2 and $p < 0.01$ with corrected p -values < 0.05 in HK2 cells following exposure to ZnO NPs. Moreover, the altered lipids between control HK2 cells and those treated with ZnO were linked to pathways involving sphingolipids, autophagy, and glycerophospholipids. This study unveils novel potential lipid biomarkers indicative of ZnO NPs nanotoxicity and represents, to the best of our knowledge, the first comprehensive lipidomic profiling of ZnO NPs in human renal epithelial cells.

Corresponding author E-mail: jewonjung@ks.ac.kr

S2-3

The trehalose biosynthetic gene *otsA* is associated with stress resistance during the early infection stages of gut symbionts

Junbeom Lee^{p1} and Dae-Weon Lee^{c1,2}

¹Metabolomics Research Center for Functional Materials, Kyungsoong University,
Busan 48434, Korea

²Department of SmartBio, Kyungsoong University, Busan 48434, Korea

Gut symbiotic bacteria have to overcome the stressful conditions associated with the harsh intestinal environment of the host. In the bean bug-*Burkholderia* symbiosis, trehalose, known as a stress protector and polysaccharide, was shown to play an important role in establishing the symbiosis. When a mutant strain lacking the *otsA* gene was used, it was shown that trehalose confers competitive advantage to *Burkholderia* during the early infection stages of establishing a symbiotic relationship. Because hemipteran insects, including bean bugs, feed on plant phloem sap, high osmotic pressure is formed in the midgut, and bacterial trehalose has been shown to provide resistance to osmotic stress. Our results indicate that the stress resistance role of *otsA* is important for *Burkholderia* to overcome the osmotic stress present while traversing the midgut region and reaching the commensal organ.

Corresponding author E-mail: wind2000net@ks.ac.kr, daeweonlee@ks.ac.kr

S2-4

Label-free detection and identification of microplastics in biological and environmental samples with CARS microspectroscopy

Hanju Rhee^{pc1}, Hayeong Lee¹, and Seulki Jeong²

¹Metropolitan Seoul Center, Korea Basic Science Institute

²Department of Environmental and Energy, Sejong University

As global plastic production increases, microplastics (MPs), broken down from plastic waste, have become a significant concern due to the increasing potential health risk and disruption of natural ecosystem. Despite the extensive findings in previous MP studies, some limitations of conventional MP analytical methods, such as the detectable size limit and complicated sample pretreatment, have restricted a wider range of applications in the MP research area. Chemical digestion is a necessary pretreatment step to remove residual organic matter from environmental samples. However, such a digestion process is not only cumbersome and time-consuming, but also possibly cause severe chemical damage to the MP itself, often making accurate MP characterization difficult. In this study, we developed a novel technique, broadband coherent anti-Stokes Raman scattering (CARS) microspectroscopy, for MP analysis to show that it is useful for analyzing ultrafine MPs (< 20 nm) collected from natural soil without any chemical digestion process. This nondestructive and label-free CARS technique can also be applied to *in vivo* visualization of MPs for studying the uptake, bioaccumulation and transportation of unlabeled, irregular-shaped environmental MPs in biological samples, such as organisms, tissues and cells. It is anticipated that this label-free CARS approach will be a beneficial tool for investigating the ecological impacts of MPs or nanoplastics (NPs) absorbed by terrestrial life as well as for complementary analysis of MPs subject to chemical degradation by digestion in investigating the environmental contamination of the MPs.

Corresponding author E-mail: hjrhee@kbsi.re.kr

S2-5

Statistical comparison for assessing agreement between two mass spectrometric measurements of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans

Yun Gyong Ahn^{PC}

Metropolitan Seoul Center, Korea Basic Science Institute, Seoul, 03759, South Korea

Dioxins [polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs)] persist in the environment and cause a risk of adverse effects to human health. PCDDs/Fs are derived from many human activities including industrial, burning, or traffic and remain in the environmental media such as air, water, soil, and food. The Stockholm Convention made an agreement to protect human health and environment by prohibiting unintentional releases of PCDD/Fs at the inspection and action level and monitoring their concentrations in various environmental media. There are 75 possible isomers of PCDD, 135 of PCDF, depending on the number and position of chlorine, and a gas chromatography (GC) coupled with high-resolution mass spectrometry (HR/MS) based on magnetic sector instrument as a detection method to selectively and sensitively measure these compounds has long been and, still is, the most often used. However, the disadvantage of using GC-HR/MS instrumentation is not only the high initial investment cost, but also the high cost of operation and maintenance, raising the need for the alternative analytical methods. Although a gas chromatography with triple quadrupole mass spectrometry (GC-QqQ-MS/MS) have been used in a wide variety of sample matrices, showing that they are interchangeable, there has been a lack of comprehensive studies on statistical agreement with GC-HR/MS. In clinical research, the statistical comparison for assessing agreement between a new analytical method and an established one is generally performed. In this study, a sufficient number of samples were obtained and the same pretreated soil samples were measured by two methods at a wide concentration range of PCDDs/Fs. Consecutively, we investigated whether the new quantification method (GC-QqQ-MS/MS) was sufficient to replace the standard one (GC-HR/MS) through comparative analysis using statistical techniques, Passing-Bablok (P&B) regression and Bland-Altman (B&A) analysis used in clinical measurement. Considering the cost-effective advantages of GC-QqQ-MS/MS, these results suggest that there should be a change in routine quantitative analysis of PCDDs/Fs in soil samples in the near future.

Corresponding author E-mail: ygahn@kbsi.re.kr

특별세션 3-A, 3-B (Special Session 3-A, 3-B)

해양 미세플라스틱 오염대응 및 관리기술개발; 해양 생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가

일 시: 2024년 4월 26일(금) 09:00 - 12:40

장 소: 그랜드볼룸 I (Grand Ballroom I)

좌장: 정지현/한국해양과학기술원, 박준우/안전성평가연구소

09:00 - 09:20	S3-1	A comparative study of toxic effects of polyethylene terephthalate microplastics of different shapes and sizes on juvenile black rockfish, <i>Sebastes schlegelii</i> Kwang-Min Choi (Korea Institute of Ocean Science and Technology)
09:20 - 09:40	S3-2	바지락(<i>Venerupis philippinarum</i>)을 이용한 미세플라스틱 독성평가 및 독성기작 규명 최진수 (안전성평가연구소)
09:40 - 10:00	S3-3	Physiological, molecular and biochemical, and multigenerational effect of plastic debris in a mysid model Jae-Sung Rhee (Incheon National University)
10:00 - 10:20	S3-4	Toxicological effects of fragmented microplastics on the copepod <i>Tigriopus japonicus</i> In-Cheol Yeo (Incheon National University)
10:20 - 10:40	S3-5	Alterations of bioaccumulation, histological morphology, and cytotoxicity caused by exposures to microplastics in the Mediterranean mussel (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) Ihn-Sil Kwak (Chonnam National University)
10:40 - 11:00	Coffee Break	
11:00 - 11:20	S3-6	Shape and size dependent toxicity of microplastics on <i>Artemia franciscana</i> in benthic environment Lia Kim (Konkuk University)
11:20 - 11:40	S3-7	Size- and shape-dependent acute and chronic toxicity of microplastics in marine rotifer <i>Brachionus koreanus</i> Young-Mi Lee (Sangmyung University)
11:40 - 12:00	S3-8	미세플라스틱이 성게와 갯지렁이에게 미치는 생물영향 최태섭 ((주)네오엔비즈)
12:00 - 12:20	S3-9	마이크로플라스틱의 해양생물 영향평가: 복족류와 이매패류 성찬경 ((주)오셔닉)
12:20 - 12:40	질의응답 및 종합토론	

S3-1

A comparative study of toxic effects of polyethylene terephthalate microplastics of different shapes and sizes on juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*

Kwang-Min Choi¹, Seong Hee Mun¹, Dongju Shin¹, and Jee-Hyun Jung^{c1,2}

¹Ecological Risk Research Department, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Geoje, 53201, Republic of Korea

²Ocean Science, University of Science and Technology, 217 Gajeong-ro, Daejeon 34113, Republic of Korea

Although the hazards of environmental microplastics (MPs) are well known, the roles of plastic properties themselves as a major factor and influence on MP toxicity is still unclear. We investigated the acute and chronic effects on juvenile black rockfish of fragmented (<20, 40-70, >150 μm) polyethylene terephthalate (PET) and fibrous (200-400, 3000 μm) PET based on their physical properties, including size and shape. Cytotoxicity and oxidative stress indicators changed significantly during 48 hours and 20 days in the acute and chronic phases, and differential toxic effects were confirmed depending on the characteristics of each type. Metabolism, immune response and cellular homeostasis were confirmed in the liver of rockfish exposed to MP through transcriptome analysis, and toxic effects on liver lipid metabolism were confirmed through metabolite analysis. The findings of this study can serve as a benchmark for comparison of future exposure test and can be useful for identifying correlations between toxic effects and physiological functional properties of marine fish after exposure to MPs.

** This research was supported by “Risk assessment to prepare standards for protecting marine ecosystem” of Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(KIMST-20220383)

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

S3-2

바지락 (*Venerupis philippinarum*)을 이용한 미세플라스틱 독성평가 및 독성기작 규명

최진수^{p1}, 송진영¹, 남현지¹, 박준우^{c1,2,3}

¹안전성평가연구소 환경독성영향연구센터

²안전성평가연구소 경남분소

³과학기술연합대학원대학교

미세플라스틱은 많은 유기체가 자연 서식지에서 노출되는 중요한 환경 오염 물질 중 하나로, 다양한 경로를 통해 광범위하게 섭취된다. 생물체 내에 축적된 미세플라스틱이 먹이사슬을 통해 인간에게까지 전달될 수 있어 미세플라스틱 오염에 대한 우려가 심해지고 있는 실정이다. 본 연구에서는 다양한 형태와 크기의 폴리에틸렌 테레프탈레이트 미세플라스틱(파편형: S, M, L; 섬유형: S, L)에 급성(4일) 및 만성(21일) 기간동안 노출된 마닐라 조개, *Venerupis philippinarum*에 대해 생체 내 축적을 포함하여 호흡률, 여과효율, 산화스트레스 및 염증 반응을 분석하였다. 그 결과, 미세플라스틱의 크기에 따라 미세플라스틱의 축적 및 제거에 상당한 차이가 있었고, 미세플라스틱의 형태와 크기 및 농도에 따라 조개의 호흡률과 여과효율에 변화가 있었으며, 산화스트레스와 염증 반응도 유발되었다. 또한, RNAseq 분석을 통해 미세플라스틱의 형태 및 크기별로 노출된 바지락 간체장 조직에서 세포 사멸과 면역, 호흡 조절과 관련된 유전자의 변화와, 대사체 분석을 통해 Tryptophan, Nitrogen 대사, 에너지 및 아미노산의 비정상적인 대사를 유발함을 확인하였다. 본 연구는 미세플라스틱의 형태와 크기에 따라 바지락의 생리학적, 생화학적 독성영향과 함께 분자적 수준 및 대사체의 변화에 차이가 나타남을 규명하였다. 해양생태계 내의 저서성 생물에 대한 환경 미세플라스틱의 형태와 크기에 따른 기본 독성 메커니즘을 제시하여 미세플라스틱이 해양 내 심각한 생태학적 위험성을 일으킬 수 있음을 시사한다.

** 2022년도 정부(해양수산부)의 재원을 해양수산과학기술진흥원-해양생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(KIMST-2022-0383)

교신저자 E-mail: jwpark@kitox.re.kr

S3-3

Physiological, molecular and biochemical, and multigenerational effect of plastic debris in a mysid model

Jae-Sung Rhee^{pc1,2,3}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University, Incheon, 22012, South Korea

²Research Institute of Basic Sciences, Incheon National University, Incheon 22012, South Korea

³Yellow Sea Research Institute, Incheon 22012, South Korea

Plastic debris is a widespread and ubiquitous emerging pollutant of aquatic ecosystems. Because of the characteristics of plastic pollutants (e.g., smaller size, larger surface to volume ratios, and high surface curvature), global distribution and ingestion of plastic debris into organisms have become a major global environmental concern. In this study, different sizes and shapes of plastic debris in the relatively smaller range were chosen to understand their potential effects on a mysid model. The plastic pollutant used in this study clearly induced detrimental effects on physiological health status, molecular and biochemical status, and multigeneration of the mysid, including feeding ability, drowning, reduction of reproductive fitness, transcriptomic and proteomic responses, and high mortality rates in populations. These results contribute to the understanding and management of the environmental impacts of plastic debris in aquatic environments.

****** This research was supported by “Risk assessment to prepare standards for protecting marine ecosystem” of Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(KIMST-20220383)

Corresponding author E-mail: jsrhee@inu.ac.kr

S3-4

Toxicological effects of fragmented microplastics on the copepod *Tigriopus japonicus*

In-Cheol Yeo^P, Kyuhyeong Kim, Kyu-Young Shim, and Chang-Bum Jeong^C

Department of Marine Science, Incheon National University, Incheon 22012, South Korea

Growing experimental data on the adverse effects of microplastic pollution on marine biota indicate that the size of the plastic particles is a key determinant of toxicity. Here, we investigated size-dependent toxicity of polyethylene terephthalate (PET) fragmented microplastics (MPs) at different levels of biological organizations in the marine organisms, from in vivo assessments to transcriptome analysis. Although the mortality was not observed, chronic exposure to MPs decreased reproductive capacity of *T. japonicus*. Furthermore, transcriptomics analysis revealed the highest level of enriched gene ontologies related with fundamental metabolic functions in response to small MPs. An increase in transcripts enriched for genes involved in those GO terms could be significantly associated with energy reallocation toward responses to stress, leading to scarification of reproduction in terms of energy trade-off. Our study provides better understandings on potential impact of MPs on marine biota.

** This research was supported by “Risk assessment to prepare standards for protecting marine ecosystem” of Korea institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(KIMST-20220383)

Corresponding author E-mail: cbjeong@inu.ac.kr

S3-5

Alterations of bioaccumulation, histological morphology, and cytotoxicity caused by exposures to microplastics in the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*)

Ihn-Sil Kwak^{pc1,2}, Won-Seok Kim¹, and Kiyun Park²

¹Department of Ocean Integrated Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

²Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

Plastics enter the ocean through various routes and decompose through physicochemical reactions such as waves, ultraviolet, temperature, and pH. As a result of this reaction, microplastics (MPs) of different sizes and shapes are formed. These MPs can accumulate in the body and cause toxic effects. It is important to note that MPs are a growing concern for the environment and human health. In the study, we investigated the effects of exposures to two types (spherical and fiber) of MPs on Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*). To do this, we observed biological and physiological responses including survival rate, MPs accumulation in the soft body, and histological structures on *M. galloprovincialis* exposed to each MP type at 1, 10, and 100 mg/L. The survival rate decreased on *M. galloprovincialis* exposed to two types of MPs as a dose-time dependent manner. It is a direct toxic effect of MP exposures. The significant decrease of the survival rate was observed on *M. galloprovincialis* exposed to the fiber type of MPs, suggesting that it has more higher toxicity than the spherical type of MPs. As a result of MPs accumulation in the soft body, accumulation of spherical MP decreased until the 7 days, but a sharp increase of the MP particles observed on *M. galloprovincialis* body at 21 days. However, body accumulation of fiber type tended to increase throughout the exposure periods. The exposure to two types of MPs induced alterations of histological morphology including increased width of gill filament in *M. galloprovincialis*. We also observed the cytotoxic signals in gill tissues of all exposed groups as a time-dependent trend using terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling (TUNEL). These results suggest that exposures through two types of MPs induced different accumulation sensitivities on *M. galloprovincialis* body and were directly related to survival changes. Moreover, observation of histological alterations and cytotoxicity in gill tissues is a good tool to assessing risk of MPs pollutions in aquatic environment.

** This research was supported by “Risk assessment to prepare standards for protecting marine ecosystem” of Korea institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(KIMST-20220383)

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

S3-6

Shape and size dependent toxicity of microplastics on *Artemia franciscana* in benthic environment

Lia Kim^p, Haemi Kim, Yubeen Song, and Youn-Joo An^c

Department of Environmental Science Health, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

Marine ecosystems are faced with microplastic (MPs) contamination of plastic waste and some of MPs can sink to the seafloor, affecting benthic organisms. This study investigated the toxicity of fibril and irregular shaped MPs of various length and size on *Artemia franciscana*. Juvenile *A. franciscana* were exposed to MP fibers of two length, short ($< 300 \mu\text{m}$) and long (3 mm), as well as MP fragments of three sizes categories, small ($< 15 \mu\text{m}$), medium (40-70 μm), and large ($> 120 \mu\text{m}$), in a sand-layered system for 2-d and 4-week period of acute and chronic duration, respectively. Among all MPs considered in the study, short MP fibers and small MP fragments exerted severe effects causing growth inhibition, movement alteration, and gut damages. Our results underscore the importance of considering the morphological features of MPs as critical factors in understanding the ecotoxicity of MPs on aquatic receptors.

** This research was supported by “Risk assessment to prepare standards for protecting marine ecosystem” of Korea institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(KIMST-20220383)

Corresponding author E-mail: anyjoo@konkuk.ac.kr

S3-7

Size- and shape-dependent acute and chronic toxicity of microplastics in marine rotifer *Brachionus koreanus*

Je-Won Yoo, Jong-Seok Park, Youn-Ha Lee, Chaerin Park, and Young-Mi Lee^{pc}

Department of Biotechnology, College of Convergence Engineering,
Sangmyung University, Seoul 03016, Republic of Korea

Due to their persistence and high toxicity on biota, microplastics (MPs) are considered the major environmental threats. However, the information on the toxicity of environmentally relevant MPs is still limited. We investigated acute and chronic effects of MPs depending on their size and shape on marine rotifer *Brachionus koreanus* using PP(0.5- and 5- μ m) and PET(15- μ m) fragments, and PE beads (0.7 to 4.9 and 3 to 16- μ m)]. Acute and chronic toxicity tests showed that smaller fragmented 0.5- μ m PP were highly toxic. The transcriptomic and metabolomic analysis showed that the most genes and metabolites were significantly affected by 0.5- μ m PP. The pathways related to the metabolism of carbohydrates, amino acids, lipids, and vitamins were significantly affected. Our findings suggested that fragmented and smaller MPs are more toxic; further suggested that the fragmented MPs can induce metabolic disorder in marine small zooplankton.

** This research was supported by “Risk assessment to prepare standards for protecting marine ecosystem” of Korea institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(KIMST-20220383)

Corresponding author E-mail: ymlee70@smu.ac.kr

S3-8

미세플라스틱이 성게와 갯지렁이에게 미치는 생물영향

최태섭^{PC}, 정봉근, 강신길

(주)네오엔비즈 환경안전연구소

해양환경과 생물에서 검출되는 미세플라스틱(microplastic)은 크기가 5mm 이하의 플라스틱 조각을 말하며, 환경과 인체에 심각한 영향을 미칠 수 있을 것으로 보고되고 있다. 해양 환경매체에서 검출되는 미세플라스틱의 재질은 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리염화비닐(PVC), 폴리에틸렌 테레프타레이트(PET) 등 다양한 석유계 물질이며, 재질의 특성상 주변 환경에 존재하는 유해화학물질, 중금속 등을 흡수·축적하는 특성이 있어 위해 영향이 매우 클 것으로 예측된다. 또한 미세플라스틱이 체내로 유입되는 경우 축적과 함께 물리, 화학적 영향을 포함하여 여러 유형의 독성영향을 발현할 가능성이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 성게와 갯지렁이를 PET 재질의 미세플라스틱에 형태와 크기를 달리하여 노출하고, 생물영향을 살펴보았다. 성게의 수정에 미치는 영향은 섬유형과 비교하여 파편형의 미세플라스틱이 크기가 작을수록 영향이 컸으며, 발생에 미치는 영향은 파편형보다 섬유형이 큰 것으로 나타났다. 성게의 수정에는 미세플라스틱으로 인한 물리적인 영향이, 발생에는 섭식에 의한 독성영향이 발현된 것으로 보인다. 갯지렁이에 대한 영향은 조직에서 세포내 에너지 할당(cellular energy allocation)에 대해 살펴보았으며, 그 결과, 파편형의 크기에 따른 농도구배에서 영향을 확인하였으나, 섬유형에서는 영향이 뚜렷하게 발현되지 않았다. 섬유형이 갯지렁이의 세포내 에너지 할당에 미치는 영향은 노출 7일째에 채취한 조직시료에서는 농도구배에 따른 영향을 확인하였으나, 노출 14일째에 채취한 조직시료에서는 영향이 뚜렷하지 않았다. 해양생물에 미치는 미세플라스틱의 영향에 대한 연구는 아직 기초적인 수준이며, 생태위해성평가를 위한 독성자료, 노출자료, 평가 기법 등에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 본 연구의 결과는 이를 위한 과학적 근거로 활용될 수 있기를 기대한다.

** 2022년도 정부(해양수산부)의 재원을 해양수산과학기술진흥원-해양생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(KIMST-2022-0383)

교신저자 E-mail: tschoi67@gmail.com

S3-9

마이크로플라스틱의 해양생물 영향평가: 복족류와 이매패류

성찬경^{PC}, 박동호, 김선동, 박창욱, 김찬국

(주)오서닉

최근 수십 년 동안 플라스틱 오염의 확산은 전 세계 해양 생태계에 중대한 위협으로 대두되었다. 이러한 오염 중에서 5mm 미만의 작은 플라스틱 입자인 마이크로플라스틱은 널리 퍼져 있고 먹이 사슬의 다양한 수준에서 해양 생7명체 생육을 방해할 가능성이 있기 때문에 특히 주목을 하고 있다. 미세한 플라스틱 입자가 해양생물에 미치는 영향을 이해하는 것은 해양 생태계의 건강을 평가하고 효과적인 보존 전략을 수립하는 데 아주 중요하다. 다양한 이매패류와 복족류를 포함하는 조개류는 해양 서식지의 환경 건전성을 평가하는 데 매우 귀중한 생물 지표 역할을 한다. 성체 뿐만 아니라 유생 시기에도 입자를 걸러 먹는 여과 섭식 생물들은 바닷물에 존재하는 미세한 플라스틱 입자의 섭취에 아주 취약하다. 본 연구에서는 이매패류와 복족류의 초기 생활사를 이용한 마이크로플라스틱의 영향을 평가하는 방법을 개발하여 그 영향을 평가하였다. 마이크로플라스틱은 크기와 형태에 따라 생물에게 미치는 영향의 정도는 달리 나타났다. 복족류인 전복의 유생 발생 과정에 미치는 마이크로플라스틱의 영향은 45-75 μm , 파편형일 때 가장 크게 나타났고 이매패류인 지중해담치의 유생 발생 과정에서도 유사한 결과를 나타내었다. 국내 서식 생물을 포함한 7개 분류군의 13종 생물에 대한 만성 독성자료를 이용한 위해도 평가 결과, 현재 국내 연안 해수 내 마이크로플라스틱의 농도는 생태계에 만성적인 영향을 미치기 시작하는 단계인 것으로 판단되는 바, 마이크로플라스틱의 생태독성 자료를 축적하여 좀 더 정밀한 무영향농도의 예측이 필요하고 마이크로플라스틱의 오염 증가가 전망되는 만큼 플라스틱의 생산, 사용 그리고 폐기의 전 과정 관리 방안의 수립이 필요하다.

** 2022년도 정부(해양수산부)의 재원을 해양수산과학기술진흥원-해양생태계 보호기준 마련을 위한 위해성평가 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(KIMST-2022-0383)

교신저자 E-mail: cgsung@oceaniccnt.com

특별세션 4 (Special Session 4)

해양생태계교란생물과 유해해양생물 지정을 위한 사전 위해성평가

일 시: 2024년 4월 26일(금) 09:00 - 10:40

장 소: 그랜드볼룸 II (Grand Ballroom II)

좌장: 박재연/((재)차세대융합기술연구원)

9:00 - 9:20	S4-1	해양생태계교란생물과 유해해양생물 지정을 위한 위해성평가 절차 박재연 ((재)차세대융합기술연구원)
9:20 - 9:40	S4-2	해양생태계교란 해파리 <i>Blackfordia virginica</i> 와 유해해파리 <i>Cyanea nozaki</i> (유령해파리)의 위해성 채진호 (해양환경연구소)
9:40 - 10:00	S4-3	유해저서동물 거친대추멍게(<i>Ascidella aspersa</i>)와 분홍멍게(<i>Herdmania momus</i>)의 위해성 신 숙 (삼육대학교)
10:00 - 10:20	S4-4	유해플랑크톤 <i>Ostreopsis cf. ovata</i> 와 <i>Gymnodinium</i> <i>catenatum</i> 의 위해성 문승주 ((재)차세대융합기술연구원)
10:20 - 10:40		토의 및 전문가 의견수렴

S4-1

해양생태계교란생물과 유해해양생물 지정을 위한 위해성평가 절차

박재연^{pc1}, 문승주¹, 채진호², 신숙³¹(재)차세대융합기술연구원²해양환경연구소³삼육대학교

해양생태계교란생물과 유해해양생물을 지정하기 위해서는 ‘해양생태계교란생물 및 유해해양생물 지정·관리 등에 관한 고시’에 따라 위해성평가 위원회를 구성하고 이를 통해 평가한 후 지정하도록 하고 있다. 위해성평가 위원회의 구성은 위원장 1명을 포함하여 10인 이내로 구성하고, 위원장은 해양생태과장, 위원은 관련 지방해양수산청 및 지방자치단체 담당공무원, 해양생물 분야 전문가로 구성된다. 즉 10인의 위원 중 전문가는 6-7인 이내가 되기 때문에 여러종의 평가대상종을 평가할 경우 전문가 의견수렴이 매우 부족하여 정확한 지정 및 유보가 어려워 질 수 있다. 또한 현행 ‘해양생태계교란생물 및 유해해양생물 지정·관리 등에 관한 고시’의 평가의 기준은 위해성에 대한 평가에 집중되어 있고 생태계교란에 대하여는 평가가 어려운 점, 위해성 등급이 명확하지 않은 점, 지정해제에 대한 내용이 없는 점 등을 고려하여 개선사항에 대하여 적용 후 개정하고자 한다. 위해성평가에 사용하는 별지의 요약본과 평가자료의 항목개선 등을 통해 지정이 필요한 종들이 올바르게 지정되어 관리되어야 한다 사료된다.

교신저자 E-mail: bada0@snu.ac.kr

S4-2

해양생태계교란 해파리 *Blackfordia virginica*와 유해해파리 *Cyanea nozaki* (유령해파리)의 위해성

채진호^{PC}

해양환경연구소

크기가 작은 히드로충류 해파리 *Blackfordia virginica*는 전 세계 연안, 특히 무역항 인근 기수역에서 발견되는 대표적 침입외래종 해파리이며 밀도가 종종 높아 고유생태계 동물플랑크톤 군집 등에 크게 영향을 미친다. 우리나라에서는 2013년 시화호 안산천 하구에서 처음 이 종의 메두사(유영하는 성체)가 높은 밀도로 발견된 이후 거의 매년 여름철 대발생하고 있다(최대 평균 밀도는 2015년에 800 개체 m^{-3} 이상까지도 기록됨). 안전동위원소비 분석에 따르면 이 해파리는 주변에 가장 우점하는 중형동물플랑크톤인 요각류 *Acartia* sp.와 따개비 유생을 주로 먹이로 이용한다. 이 해파리 메두사가 대발생하는 여름철에는 먹이원인 요각류가 급격히 고갈되며, 먹이가 떨어진 이후에는 해파리 몸의 크기(우산직경, bell diameter)가 줄어드는 현상도 관찰된다. 처음 성체가 발견되기 훨씬 전인 2004년 시화호 형제섬 근처에서 버려진 어망에 뽁뽁이 분포하던 히드로충류 폴립을 우연히 발견하고 동정하지 않은 채 촬영을 해 두었는데 메두사 발견이후, 이 종의 폴립이란 것을 알게 되었다. 따라서 시화호에 이 종이 분포하기 시작한 것은 적어도 2004년 이전으로 보이는데, 이전 안산천 하구 인근에서 채집한 시료나 기록이 없어 추정하기는 어렵다. 시화호 외 다른 하구에서는 *Blackfordia*의 확산이나 새로운 유입 등을 발견하지 못하다가 2021년 섬진강 하구에서 대발생 수준의 *Blackfordia virginica*와 이 보다 낮은 밀도의 *B. polytentaculata*가 함께 분포하는 것을 처음 관찰하였다. 아울러 2023년 정량적이지는 않지만 함평 탄도만, 소래포구 등에서 *Blackfordia*를 새로 발견하거나 제보를 받았다. *Blackfordia* 해파리를 시급히 해양생태계법에서 지정하고 관리해야하는 이유이다. 유령해파리(*Cyanea nozaki*)의 독성을 SDP-PAGE, zymography assay, NIH 3T3 cell의 viability 등을 통해 다른 해파리 독과 비교하면 단백독성과 세포독성 모두에서 노무라입깃해파리 등 다른 종에 비해 독성이 훨씬 강했다. 유령해파리는 남해 연안과 외양역에 넓게 분포하며, 특히 적어도 함평 탄도만에서는 어린 유체들도 상당히 발견되어, 해류에 의해 외양역으로부터 유입되는 개체들 뿐 아니라 번식부터 생활사 전반을 우리나라 연안에서 보내는 개체군도 많은 것으로 추정된다. 이미 유해해양생물로 지정된 노무라입깃해파리보다 독성이 훨씬 강하고 커튼원양해파리 이상으로 밀도가 높아 유해해양생물로 지정하고 연구, 모니터링, 대응관리가 필요한 종이다.

교신저자 E-mail: jinhochoe@gmail.com

S4-3

유해저서동물 거친대추멍게(*Ascidia aspersa*)와 분홍멍게(*Herdmania momus*)의 위해성

신 숙^{pc1,2}, 이택준^{1,2}, 이정희², Michael Dadole Ubagan²

¹삼육대학교 동물자원학과

²해양생명자원연구소

전 세계적인 해양 무역 및 산업의 급격한 발전으로 인해 해양 외래종의 침입 현상이 증가하고 있다. 해양 생물의 침입은 생태계의 기능을 변화시키고 상당한 경제적 피해를 초래하며 생물다양성에 영향을 미치고 있다. 일반적으로 해외에서 침입이 성공적인 외래종은 다른 지역에서도 성공 확률이 높으며 군집 풍부도가 높아 침입이 성공하는 경향이 있다. 그러나 해양 외래종의 성공 침입 과정은 여전히 미지수이고 외래종의 기하급수적인 확산 특성 파악과 채집은 어려움이 있어 분포 및 확산을 파악하는 것이 어렵다. 따라서 침입이 성공한 곳과 침입 가능성이 큰 곳을 사전에 예측하는 것이 중요하다. 국내에서는 18개 주요 항과 주변 항구에서 해양유해저서동물의 분포와 확산을 지속적으로 관찰하기 위해 부착판 모니터링 조사와 분포 및 확산 추이, 잠재적 서식지 및 분포를 예측하기 위한 환경유전자를 이용한 모니터링 연구가 수행되었다. 항만 거치식 부착판 모니터링 조사로, 지역별, 시기별로 출현 종 파악 및 이에 따른 장기적 분포 변화를 추적한 결과, 교란(유령멍게)·유해(관막이끼벌레, 자주빛이끼벌레, 큰다발이끼벌레, 아무르불가사리, 별불가사리)생물 지정 종들의 출현 지역이 최초 유입 지역으로부터 지속적으로 확장되어서 전 해역으로 확산된 것으로 밝혀졌다. 현재는 새로이 유입되는 다양한 해양생태계유해생물종의 분포 및 예측 연구가 진행되고 있다. 특히 외래 저서동물 중 해조류(멍게류)는 암반, 인공 기질, 패각, 해조 및 해양 구조물 등에 부착하며 빠르게 확산하고 양식 대상종과의 경쟁하여 경제적 손실을 초래하고 있는 것으로 알려져 있다. 최근 국내 연안에서 거친대추멍게(*Ascidia aspersa*)와 분홍멍게(*Herdmania momus*)는 빠르게 확산하고 있다. 거친대추멍게는 양식시설에 대량으로 발생하여 양식생물의 성장을 저해시키거나 양식시설에 부착되어 시설의 훼손시켜 경제적인 손실을 발생시키고 있는 것으로 양식장 조사에서 관찰되었다. 분홍멍게는 제주도 남부에서 관찰되기 시작하여 최근에는 제주 북부 해안에서 그 개체수가 많이 증가하고 내륙남부에서도 확산 속도가 빠르게 진행되고 있다. 이들은 주로 항만시설 및 주변 시설에 부착하여 시설들의 정비 비용 증가 등 경제적인 문제를 일으키고 있다. 그래서 거친대추멍게와 분홍멍게를 대상으로 초기 발생 연구 및 수온에 따른 발생 연구 등 다양한 생리생태학적 연구를 하였고, 분홍멍게의 빠른 확산에 대응하기 위해 직접적인 제거 기술의 개발과 효과를 연구가 진행한 바 있다. 이들의 분포 및 확산 추이를 연속적으로 관찰하고 유해성 평가를 통해 신규지정 후보종으로 제안하고 있다. 이와 같이 해양 유해저서동물의 유입과 생태학적 특성을 조사함으로써 침입의 위험성을 명확하게 인식하고, 외래종의 관리 및 대응 방안을 마련하는 데 있어 중요한 정보를 제공할 수 있으며 해양 생물자원의 지속 가능한 이용과 해양생태계의 보전에 기여할 수 있다. 따라서 해양 환경 보전과 지속 가능한 해양 관리에 중요한 역할을 하며, 생태계의 안정성을 유지하는데 필수적인 것으로 파악되는 해양생태계교란·유해생물 연구는 앞으로 더욱 강화되어야 할 것이다.

교신저자 E-mail: shins@syu.ac.kr

S4-4

유해플랑크톤 *Ostreopsis cf. ovata*와 *Gymnodinium catenatum*의 위해성문승주^p, 박재연^c, 형준호, 이한기

(재)차세대융합기술연구원

본 연구는 해양 와편모류 *Ostreopsis cf. ovata*와 *Gymnodinium catenatum*의 생물학적 특성, 피해 현황, 국내외 분포 및 확산 경로, 독성 등으로 위해성을 평가하였다. *O. cf. ovata*는 팔리톡신 계열의 해양 독소를 생성하는 저서성 와편모류로, 주로 산호, 해조류, 맹그로브 등에 부착하여 서식하며, 지중해에서 대량 발생과 관련하여 에어로졸을 통한 흡입 중독 사례가 있었다. 1981년 카리브해에서 최초 발견되었으며, 남태평양에 위치한 호주, 뉴질랜드, 동남아시아 지역인 일본, 말레이시아, 아프리카 서·남부를 포함한 인도양 등에서 출현이 보고되었으며, 2021년 한국에서도 출현이 보고되었다. *O. cf. ovata*는 해수 온도 상승과 쿠로시오 해류를 타고 국내로 확산되었고, 제주도, 남해안, 동해안에서 발견되며, 특히 여름과 가을에 고밀도로 출현한다. *O. cf. ovata*의 팔리톡신은 호흡기 질환을 유발하며, 독화된 패류를 섭취하여 심한 경우 사망한 사례도 있었다. 국내에서 출현종으로부터 최근 신독인 Ostreol A,B가 발견되어 다양한 독소를 생산할 수 있는 것으로 밝혀졌다. *G. catenatum*은 마비성 패독(PSP)을 생성하며, 봄과 가을에 걸쳐 출현하여 적조를 일으킬 가능성이 있는 종이다. 이 종은 주로 이매패류를 통해 인간에게 독성을 전달하여 미국, 일본, 한국에서 중독 사고가 발생하였다. 미국연안 중·남미 온대 해역, 호주, 지중해, 일본 등에서 출현이 보고되었으며, 국내 유입경로로는 주로 남해안 해역에서 출현하며, 휴면포자를 통한 국내에서 발생 및 확산되는 것으로 사료된다. *G. catenatum*은 남해안 전 연안 해역에서 발견되며, 진해만, 광양만, 가막만, 동해 남부 등에서 보인다. *G. catenatum*의 PSP 독소는 GTX계열로 신경계에 영향을 주어 마비 증상을 일으킨다. 현재 한국에서는 *O. cf. ovata*와 *G. catenatum*에 대한 구체적인 모니터링 및 관리 체계가 마련되지 않았다. 이에 따라, 본 연구는 이들 종에 대한 지속적인 모니터링 체계 구축 및 적극적인 대응 전략 수립을 제안합니다.

교신저자 E-mail: bada0@snu.ac.kr

특별세션 5 (Special Session 5)

환경 보전을 위한 생태독성 및 바이오소제 연구

일 시: 2024년 4월 26일(금) 11:00 - 12:40

장 소: 그랜드볼룸 II (Grand Ballroom II)

좌장: 문성대/(주)엔이비

11:00 - 11:15	S5-1	Development of biological toxicity measurement system based on a multispecies sensor Kyoung Jin Lee (Dongmoonent Co., Ltd)
11:15 - 11:30	S5-2	어류 수정란을 이용한 독성 작용 방식별 생체지표 개발 성찬경 ((주)오서닉)
11:30 - 11:45	S5-3	거점소독시설 배출수의 생태독성 특성 및 저감방안 연구 이정운 ((주)엔이비)
11:45 - 12:00	S5-4	리튬, 황산이온에 대한 해양생물 생태위해성평가 박혜민 ((주)엔이비)
12:00 - 12:15	S5-5	Effects and understanding of ecotoxicity in aquaculture Hwan-Seok Choi (Eco Culture Lab Co., Ltd)
12:15 - 12:30	S5-6	Research on the screening and cultivation of freshwater microalgae for Polyhydroxyalkanoate(PHA) production Suk Min Yun (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
12:30 - 12:45	S5-7	농업 환경 개선을 위한 담수 미생물 생물자원의 잠재력 이창수 (국립낙동강생물자원관)

S5-1

Development of biological toxicity measurement system based on a multispecies sensor

Kyoung Jin Lee^{PC}

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

An ecotoxicity management system has been introduced and implemented, utilizing organisms to measure ecological toxicity, addressing the challenges associated with managing unknown toxic substances. Domestically the toxicity of hazardous chemicals is evaluated using the water flea (*Daphnia magna*) as a test organism, assessing acute toxicity Toxic Unit (TU) based on immobilization and mortality rates. However, due to varying sensitivities to different chemicals and salinity among different species, it is challenging to assess the impact on aquatic ecosystems using only one test organism. In this study, we aim to develop a biological toxicity measurement system using four test organisms: water flea (*Daphnia magna*), bioluminescent bacteria (*Aliivibrio fischeri*), algae (*Chlorella vulgaris*), and sulfur-oxidizing bacteria (*Acidithiobacillus caldus*). The objective is to assess the sensitivity of each organism to various hazardous chemicals. Utilizing various standard substances, the sensitivity of each substance was measured, and the reactivity of each test species assessed, enabling the evaluation of water quality. This observation is expected to provide fundamental data for future ecotoxicological research, particularly through further experimentation involving complex toxic substances.

** This work was supported by Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) through Aquatic Ecosystem Conservation research Program, funded by Korea Ministry of Environment (MOE)(2020003030002).

Corresponding author E-mail: wetland72@empas.com

S5-2

어류 수정란을 이용한 독성 작용 방식별 생체지표 개발

성찬경^{PC}, 김선동, 박창욱, 김찬국

(주)오서닉

해양환경의 질 평가 또는 위해성 평가를 위한 자료를 생산할 때, 전통적인 독성시험 방법은 시간과 비용이 많이 소요되고 시험생물도 많이 희생된다. 척추동물의 시험은 동물복지 등 제한이 따른다. 이를 대체하기 위한 시험법의 개발은 항상 요구되어 왔다. 물고기의 어린 개체로 하는 시험은 어류의 전 생애 또는 생태계 전체에 대한 환경오염 물질의 영향을 항상 정확하게 반영하지 못할 수 있다. 바닷물고기를 이용한 생리활성 등과 같은 특정 독성이나 독성작용방식(Toxic Mode of Action, Toxic MoA)을 반영한 시험법의 개발은 미진하다. 본 연구는 유용 수산물인 넙치(*Paralichthys olivaceus*)의 embryonic stage를 이용하여 생체지표를 탐색하고 오염지역의 독성모니터링 및 생태독성을 평가할 수 있는 대체 시험법으로서의 biomarker assay를 개발하고자 하였다. 생체지표는 Toxic MoA의 endpoint로 하였고 중독(narcosis), 기형성, 심혈관계 영향, 대사산물의 영향, CYP1A 관련 영향, 산화적스트레스 영향으로 구분하여 연구하였다. 넙치의 초기 생활사를 이용하여 유기성 오염물질 특이적 생체지표를 개발하였고 그 지표는 narcotic 영향(hatching), 심혈관계 영향(BSD), CYP1A(In ovo EROD) 관련 영향이었다. 부화는 소수성 물질 및 퇴적물 추출물 시료의 독성을 잘 반영하였고, BSD(blue sac disease)는 유기 오염물질의 스크리닝 도구로 적합함을 확인하였다. 그리고 In ovo EROD (ethoxyresorufin-O-deethylase)는 비 파괴적 검정으로, 잠재적 독성 평가에 적합한 지표임을 확인하였다. 어류의 초기 생활사 특성을 독성 지표로 사용하면 독성에 민감한 지표가 될 수 있으며 다양한 오염물질의 영향에 대한 정보를 제공할 수 있다. 또한 어류는 수생 생태계의 중요한 구성원으로 초기 생애 단계에 대한 오염물질의 영향을 평가하면 전 생애에 대한 잠재적 영향의 통찰을 제공할 수 있다. 본 연구에서 개발된 지표의 시험법들은 바닷물고기를 이용한 fish embryo test 기반, multi endpoint testing system으로 대량의 시료 분석(high-throughput)이 가능한 생태독성 대체 시험법으로서의 모니터링(effect based monitoring) 도구로 제안한다.

교신저자 E-mail: cgsung@oceaniccnt.com

S5-3

거점소독시설 배출수의 생태독성 특성 및 저감방안 연구

이정운^{p1}, 문성대^{c1}, 박혜민¹, 이정석¹, 주충남², 최영겸², 김경훈², 박지혜²¹(주)엔이비²(주)한국환경공단 물환경관리처 생태독성관리부

물환경보전법 시행규칙 [별표19]에 따른 기타 수질오염원 분류는 총 7개 시설로 거점소독 시설이 포함되어 있다. 거점소독시설은 면적이 15m² 이상일 때 기타 수질오염원으로 신고하여야 하며, 회수된 소독수를 직접 처리하는 경우에도 배출허용기준을 준수하여야 한다. 국가 가축방역시스템(KAHIS)에서 확인 가능한 거점소독시설에 해당하는 사업장은 227개소이다. 이중 환경부 전국오염원 조사자료에서 확인 가능한 거점소독시설은 53개소이다. 거점소독시설의 폐수배출시설 분류는 81. 운수장비 수선 및 세척 또는 세차시설에 해당된다. 물환경보전법 개정('19.10.17)에 따라 생태독성(TU) 적용대상 업종이 35개 업종에서 82개 업종으로 확대되어 '21년 1월부터 적용되고 있는 시설이다. 거점소독시설은 축산차량을 소독하는 과정에서 사용되는 소독제가 폐수로 발생되며, 세륜 공정을 거치면서 차량 자체, 차량 적재물, 타이어 등에 있는 다양한 오염물질이 처리시설로 유입된다. 폐수의 특성상 흙, 퇴비, 가축 분뇨가 포함되어 있어 질소(N), 인(P), 중금속 등의 농도가 높다. 또한, 차량 소독에 사용되는 소독제 및 소독수 재이용과정에서 차아염소산이 사용되며 잔류염소의 농도가 높은 특징이 있다. 이 연구에서는 거점소독시설 11개 사업장 폐수배출시설에 대해 배출수 이화학분석과 물벼룩 생태독성을 평가하였다. 폐수내 오염물질과 생태독성과의 상관관계를 통해 생태독성의 주요 원인물질을 파악하였다. 생태독성 배출허용기준을 초과한 사업장은 7개소로 생태독성 초과율은 63.6%였다. 이화학 항목 분석결과 현행 수질오염물질 배출허용기준을 초과한 사업장은 없었으나 잔류염소, Al, Cu, Zn 등의 항목이 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀)보다 높은 수준이었다. 생태독성 저감시험은 활성탄 처리를 추가하였으며, 대부분의 거점소독 시설에서 독성이 저감되는 것을 확인하였다. 오염물질과 생태독성과의 상관관계 분석결과 SS와 Cu는 유의확률 0.01 이하 수준으로 상관성이 높았다. 잔류염소와 Al은 유의확률 0.05 수준의 상관성을 보였다. 거점소독시설 폐수배출시설은 대부분 물리·화학적 처리만 이용하기 때문에 폐수에 포함된 잔류염소와 기타 유기화합물질 등은 제거되지 않는다. 이에 따라 폐수배출시설에 활성탄과 같은 고도처리시설이 추가되어야 할 필요가 있다.

교신저자 E-mail: neosdm@gmail.com

S5-4

리튬, 황산이온에 대한 해양생물 생태위해성평가

박혜민^P, 이정운, 김문석, 이정석, 문성대^C

(주)엔이비

전 세계적으로 탄소중립 실천을 위한 재생에너지 및 친환경에너지의 사용이 장려되면서 이차전지 시장이 크게 확대되었다. 국내에서도 정부와 민간 기업에서 이차전지 산업에 적극적으로 투자하고 있으며, 포항, 청주, 울산, 새만금 지역을 대상으로 특화단지 조성을 추진 중이다. 그러나 현재까지 이차전지 산업과 관련된 연구는 순도, 소재, 재활용 등에 대한 기술 개발 연구가 주로 이루어져 왔으며, 제조공정에서 발생하는 폐수의 특성 및 인근 환경에 미치는 영향평가와 관련된 연구는 미흡한 실정이다. 이차전지 생산과정에서 발생하는 폐수는 리튬, 코발트, 망간과 같은 희토류 금속류가 포함되며, 추출과정에서 사용되는 황산으로 인해 고농도의 황산염이 포함된다. 「물환경보전법 시행규칙 별표13」에 제시된 배출허용기준에는 리튬과 황산염이 포함되어 있지 않아 해당 물질의 관리가 필요한 실정이다. 이 연구에서는 리튬, 황산이온에 대해 해양생물 생태독성을 평가하였다. 시험 생물은 해양환경공정시험기준에 등재된 미세조류, 윤충류, 단각류, 성게류 등이 이용되었다. 국외 문헌조사 결과를 추가하여 종민감도분포(SSD, Species Sensitivity Distribution)곡선을 작성하였다. 이를 바탕으로 생태계 내 95%의 생물을 보호할 수 있는 예측무영향농도(PNEC, Predicted No Effect Concentration)를 도출하였다. 이 결과는 산업에서 발생하는 폐수 내 리튬과 황산염 관리를 위한 배출허용기준 설정 및 해양환경 위해성평가 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: neb.sdmoon@gmail.com

S5-5

Effects and understanding of ecotoxicity in aquaculture

Hwan-Seok Choi^{PC}

Eco Culture Lab Co., Ltd., Gwang-ju 62399, Korea

As of 2022, 15,972 inland and land sea farms are in operation in Korea. Aqua-farming is an industry where the input of feed, pharmaceuticals, and auxiliary materials is inevitable to improve productivity and the environment. Organic matter, such as artificial feed and excrement from aquaculture organisms, resulting in excessive accumulation within the farm deposition environment, causing many environmental problems. In environments with high organic load, such as fish farms, organic decomposition is mostly driven by anaerobic microorganisms. The decomposition of organic matter by sulfate reduction causes the accumulation of toxic and reactive hydrogen sulfide (HS⁻), which adversely affects the benthic organism or promotes oxygen consumption, which intensifies the empty oxygenation of the water layer. It is necessary to understand the series of ecotoxic processes occurring in the environment around the farm and evaluate their impact to gain insight into more eco-friendly aquaculture methods

Corresponding author E-mail: choihs1014@naver.com

S5-6

Research on the screening and cultivation of freshwater microalgae for Polyhydroxyalkanoate(PHA) production

Suk Min Yun^P, Daeryul Kwon, Su-Bin Park, and Chang Soo Lee^C

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

This study aims to screen freshwater microalgae for polyhydroxyalkanoate (PHA) production, a material used in eco-friendly biodegradable bioplastics. The goal is to develop high-density cultivation technology for PHA-containing microalgae. To assess PHA production potential, biological information, including microalgae species, cultivation conditions, and collection sites from previous studies, was gathered. Promising microalgae candidates with high PHA production potential were identified and isolated. A quantitative analysis method based on gas chromatography area values and a standard calibration curve was established to confirm PHA production. Results confirmed PHA detection based on dry mass in three cyanobacteria species (*M. aeruginosa* 0.2%, *Oscillatoria* sp. 0.4%, *P. amphigranulata* 0.4%) and three green algae species (*Monoraphidium* sp. 0.1%, *Desmodesmus* sp. 0.1%, *Micractinium* sp. 0.1%). Efforts were made to enhance PHA accumulation rate and biomass productivity. The use of organic carbon sources for growth in *M. aeruginosa*, *Oscillatoria* sp., and *Monoraphidium* sp. was confirmed, leading to increased biomass productivity. Characteristics of PHA accumulation during cell growth stagnation were observed. *Monoraphidium* sp. and *Micractinium* sp. showed increased maximum PHA accumulation by 14.7% and 30.83%, respectively. Different cultivation conditions (light intensity, water temperature, gas supply rate, N:P ratio) were applied, resulting in a nearly twofold increase in biomass productivity compared to the control group. All three species exhibited the highest growth productivity in batch cultivation, with an optimal nitrogen-to-phosphorus ratio determined for cell proliferation, providing essential data for high-density cultivation.

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

S5-7

농업 환경 개선을 위한 담수 미생물 생물자원의 잠재력

이창수^{PC}

국립낙동강생물자원관 생물자원연구실, 균류연구부

세균과 균류는 우리 눈에 보이지 않고 단순한 형태를 가지고 있지만 환경과 생태계를 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 환경 생물학 분야에서 세균과 균류는 효소, 살충제, 식물 성장 촉진제, 환경 세정제의 원료로 널리 사용되고 있다. 담수의 70%가 농업에 사용되는 만큼 담수 세균과 균류를 활용한 농업 환경 개선용 바이오소재 연구의 의미가 크다. 최근까지 화학적 합성 농약의 무분별한 사용은 수질 오염, 토양 산성화, 생태계 오염을 초래했다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 세균과 균류가 생산하는 다양한 농약과 방제제가 떠오르고 있다. 세균과 균류는 유기산을 생산해 금속을 산성화 함으로써 중금속과 유해물질로 오염된 환경을 정화하고 복원하는 데도 활용되고 있다. 세균과 균류는 다양한 생리 활성 물질을 생산하고 오염 물질을 분해하는 능력을 가지고 있으나, 이들의 기능과 생리활성 물질에 대한 정보는 부족한 실정이다. 국립낙동강생물자원관은 국내 다양한 담수에서 확보한 세균과 균류 생물자원의 기능성을 분석하여 생물자원의 가치를 높이는 사업을 진행하고 있다. “담수 생물소재 기능성 정보 구축” 사업을 통해 얻은 담수 세균과 균류의 기능성 정보는 새로운 고부가가치 바이오소재를 개발하려는 환경생물 관련 산업계에 기여할 것이다.

교신저자 E-mail: cslee@nnibr.re.kr



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

구 두 발 표



일반 구두 발표

일 시: 2024년 4월 25일(목) 13:00 - 14:00

장 소: 그랜드볼룸 I (Grand Ballroom I)

좌장: 서종복/한국기초과학지원연구원

13:00 - 13:15	GP-01	다양한 플라스틱 재질에 따른 미세조류의 생물량, 종 조성 및 다양성 지수: 마이크로코즘 실험을 중심으로 평가 이충현 (한국해양과학기술원)
13:15 - 13:30	GP-02	Species distribution model selection for risk assessment of invasive weeds based on species occurrence points in South Korea Pradeep Adhikari (Hankyong National University)
13:30 - 13:45	GP-03	Assessment of attractant combinations for management of red palm weevil (<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>) in the United Arab Emirates Dong Gun Kim (Sahmyook University)
13:45 - 14:00	GP-04	생태 회복력을 위한 시스템 사고 기반의 생물서식환경 관리방안 송기환 (전북대학교)

GP-01

다양한 플라스틱 재질에 따른 미세조류의 생물량, 종 조성 및 다양성 지수: 마이크로코즘 실험을 중심으로 평가

이충현^a, 백승호^c, 임영균

한국해양과학기술원 남해연구소 생태위해성연구부

해양플라스틱쓰레기(Marine plastic debris, MPD)는 아열대 기원의 유독성 미세조류를 운송하는 매개체로서 잠재적 번식체 압력원으로 작용할 수 있다. 본 연구는 다양한 경로를 통해 유입되는 플라스틱 재질에 부착하는 미세조류 군집의 영향을 평가하기 위하여 30L 규모의 마이크로코즘 실험을 수행하였다. 여섯 개의 플라스틱 재질(polypropylene [PP], low-density polyethylene [LDPE], high-density polyethylene [HDPE], polyvinyl chloride [PVC], polyethylene terephthalate [PET], polystyrene [PS])로 제작한 부착판을 마이크로코즘 내에 설치하여 부유성 및 부착성 미세조류 군집의 시계열 변화양상을 관찰하였다. MPD를 통해 이송되는 초기 생물량의 차이에 따라서 특정 유해종의 정착 기작이 다를 것으로 판단하여 현장에서 채집한 MPD 시료에서 탈리시킨 생물량을 조절하여 0%, 0.1%, 1%의 농도구배를 두어 평가하였다. 플라스틱의 재질에 따른 부유성 및 부착성 미세조류의 생물량과 종 조성은 유의미한 차이가 없었다($p > 0.05$; Bray-Curtis similarity = 94%). 영양염류는 실험 5일차에 고갈되었고 이는 영양염 가용성이 높은 작은 규조류 위주로 구성된 부착성 미세조류의 증가를 초래한 반면, 부유성 미세조류 생물량은 감소하였다($p < 0.05$). 다양성 지수(Shannon-Weaver diversity index [H'])는 지속적으로 감소하는 공통된 경향을 보였으며 특히 21일차에 부착성 미세조류의 다양성 지수가 1/5 수준으로 급격하게 감소하였다. 이는 플라스틱 부착판에서 갯벌돌말류인 *Neosynedra provincialis*의 대량 증식으로 인한 결과로 판단된다. 특히 플라스틱 부착판에서 유독성 와편모조류인 *Amphidinium operculatum*과 *Coolia monotis*의 생물량이 지속적으로 증가하였고($p < 0.05$), 초기 유입 생물량 농도를 높게 설정한 1% 실험군에서 *A. operculatum*의 부착판 탈리를 관찰하였다. 이는 유독성 부착와편모조류가 MPD에 부착과 탈리의 과정을 통해 다양한 해역으로 확산될 수 있음을 시사한다. 특히, MPD를 통해 수송된 유독성 부착와편모조류의 전체 생물량에 대한 기여도를 정확히 분석하기 위하여 ASVs, 개체수, 세포체적으로 비교하였다. 흥미롭게도 유독성 와편모조류의 ASVs 기반 생물량은 76%로 세포체적 기반 생물량 67%와 비슷한 수준을 보였으나, 개체수 기반 생물량은 5%로 큰 차이가 있었다. 결과적으로 전체 해역에 MPD가 운반하는 미세조류 군집의 생물량을 정확하게 추정하기 위해서는 현미경을 통한 세포 계수 및 세포 체적과 분자생물학 기술을 종합적으로 평가하는 것이 중요할 것이다.

** 본 연구는 한국해양과학기술원의 지원[PEA0204; 해양생태계에 미치는 플라스틱 쓰레기의 영향평가 기술 개발]과 해양수산부 해양수산과학기술진흥원 ‘해양 미세플라스틱 유입 발생 환경 거동 연구’ 사업(no. 20220357)의 지원을 받아 수행되었다.

교신저자 E-mail: baeksh@kiost.ac.kr

GP-02

Species distribution model selection for risk assessment of invasive weeds based on species occurrence points in South Korea

Pradeep Adhikari^{p1}, Yong Ho Lee^{1,2}, and Sun Hee Hong^{c3}

¹Institute of Humanities and Ecology Consensus Resilience Lab, Hankyong National University, Anseong 17579, South Korea

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

³Department of Plant Resources and Landscape Architecture, College of Agriculture and Life Sciences, Hankyong National University, Anseong 17579, Republic of Korea

Global climate change and environmental changes increase the threats of invasive weeds by creating more favorable conditions for their growth and reproduction. Therefore, predicting the future potential invasion and quantifying the invasion risk by selecting the best model is required for prevention, control, and eradication of invasive weeds. The Maximum Entropy (MaxEnt) model has robust predictive performance, using presence-only data and is widely used in practice. In this study, we designed 36 different models based on nine thresholds of the MaxEnt model and four resolutions (30 seconds, 2.5 minutes, 5 minutes, and 10 minutes) of bioclimatic variables. All these models were evaluated using three accuracy characteristics: entry point accuracy, distribution points accuracy, and distribution area accuracy. Here, entry point accuracy indicates whether or not invasive weeds enter South Korea, distribution point accuracy indicates the total number of distribution points that can be established within the predicted area of South Korea, and distribution area accuracy indicates the estimation of the total distribution area, accounting for the over or underestimation of the model. All these indices were estimated by modeling with global occurrence points obtained from the Global Biodiversity Information Facility, excluding the occurrence points of invasive weeds in South Korea. Altogether, 30 invasive weeds recorded in South Korea were used in modeling, and the estimated average accuracy of all three indices was calculated for each model. Then, the total accuracy index of each model was estimated using the average value of the three indices. Finally, five models, including three thresholds of fixed cumulative value (1 cloglog threshold (T01), minimum training presence cloglog threshold (T04), and balanced training omission, predicted area, and threshold value cloglog threshold (T08)) of 10-minute resolution, and two thresholds of 5-minute resolution (T01 and T08), were selected based on the five highest values of the total accuracy index. Then, these five models were used to predict the introduction of 10 invasive weeds not yet entered in South Korea, revealing that all models showed the introduction of four species (*Carduus acanthoides*, *Carthamus oxyacanthus*, *Echinocystis lobate*, and *Lolium persicum*), and all models showed that *Digitaria velutina* will not enter South Korea. This study provides a new technique for selecting species distribution models, which could be a valuable resource for accurately predicting invasion risk under global climate change.

** This study was supported by National Research Foundation Korea (Project Number RS-2023-00247840).

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

GP-03

Assessment of attractant combinations for management of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) in the United Arab Emirates

Dong Gun Kim^{pc1,3}, Su Mi Na¹, Gue Il Im², and Woon Seok Lee²

¹Institute of Environmental Ecology, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

²IMPROCK CO.LTD, Bucheon 14452, Korea

³Smith College of Liberal Arts, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

This study examined the red palm weevil ecology in the United Arab Emirates, to develop effective attractants, food baits, and eco-friendly trapping methods. The study considered in United Arab Emirates date palm farms and encompassed three phases from June to December 2023. The first two phases, each 15 days long, were conducted in Ras Al Khaimah, whereas the third phases, 18 days long, was conducted in Abu Dhabi. Chemical attractants, such as pheromones and ethyl acetate, and food baits, such as original dates, date paste were used to attract weevils. Multi-funnel traps containing various attractant mixes were tested. The peak activity of red palm weevils was observed from 3 – 6 a.m., with $85.72 \pm 3.39\%$ captured during this period, coinciding with cooler temperatures. When pheromones were added to the food bait, the capture rate increased by 6.95 ± 1.81 times. Combining food bait, white sugar + ethyl acetate, and pheromones improved capture rates by 3.14 ± 0.69 times compared to pheromones alone. The newly synthesized pheromone exhibited 2.69 ± 0.07 times higher capture rates than the commercially available pheromone, confirming its suitability for red palm weevil attractant.

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

GP-04

생태 회복력을 위한 시스템 사고 기반의 생물서식환경 관리방안

송기환^{PC}

전북대학교 생태조경디자인학과

국내에서 수행되고 있는 대부분의 하천정비사업들은 홍수에 대한 대응, 시민들의 이용 활성화, 문화 및 레크리에이션 활동 등 다양한 목적을 두고 있다. 이는 생태계서비스의 범주 중에서 조절, 문화와 같은 일부 서비스에 초점을 두고 있으며, 그에 따라 지지 서비스와 같은 일부 범주에 대한 논의의 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 이는 기존의 하천에서 서식하는 다양한 생물들과 그에 대한 기반 환경이 정비사업으로 인해 변화되고 있기 때문에, 이러한 현상에 대해 생태 회복력의 관점에서 생물서식환경의 관리 방안을 제시할 필요가 있다. 또한 생물서식환경은 환경을 구성하고 있는 생물, 비생물적 요소들의 복합적 관계에 따라 상호작용을 하기 때문에 이를 시스템적으로 인식하고 분석해야 한다. 따라서 본 연구의 목적은 멸종위기종과 같은 생물과, 이들이 서식하는 환경에 대해 회복력의 관점에서 시스템 사고를 활용하여 분석하고 관리방안을 제시하는 것이다. 본 연구에서의 대상지인 전주천의 하천정비사업은 홍수 예방, 시민 문화 공간 조성, 하천유지용수 확보 등의 목표를 가지고 수행되고 있으나, 상대적으로 생물서식환경의 악화 현상으로 인해 갈등이 나타나고 있는 실정이다. 본 연구의 결과로는, 전주천 생물서식환경의 생태 시스템과 하천정비사업을 중심으로 한 사회 시스템에 대해 인과순환지도를 구축하였다. 또한 이러한 인과순환지도의 분석에 대해 생태 회복력 내 적응 주기와 파나키 등의 개념을 활용하여 분석을 수행하여 결과를 도출했다. 이는 향후 전주천의 효과적인 관리방안을 제시하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

교신저자 E-mail: ksong@jbnu.ac.kr

신진연구자 구두발표

일 시: 2024년 4월 25일(목) 15:50 - 17:30

장 소: 에메랄드 I (Emerald I)

좌장: 백승호/한국해양과학기술원

15:50 - 16:05	YS-01	Study on temporal and spatial diversity of sand-dwelling dinoflagellates from Pyoseon Beach in Jeju Island, 2023 Su-Min Kang (Jeju National University)
16:05 - 16:20	YS-02	기후변화 시나리오에 따른 조경수종의 기후 적합지 예측 김동주 (국립생태원)
16:20 - 16:35	YS-03	Evaluating the planting plan of the ecological restoration projects in South Korea: Targeting mini environmental impact assessment Moon-Jeong Jang (National Institute of Ecology)
16:35 - 16:50	YS-04	Modelling dynamic and static interaction of freshwater plankton communities using graph convolutional neural network and long short-term memory Hyo Gyeom Kim (Korea University)
16:50 - 17:05	YS-05	Development of a link extrapolation-based food web model adapted to Korean stream ecosystems and its potential as a biomonitoring tool Minyoung Lee (Ulsan National Institutes of Science and Technology)
17:05 - 17:20	YS-06	Taxonomic study of the genus <i>Poterioochromonas</i> (Chrysophyceae) based on morphological and molecular data Minseok Jeong (Korea Institute of Ocean Science and Technology)

YS-01

Study on temporal and spatial diversity of sand-dwelling dinoflagellates from Pyoseon Beach in Jeju Island, 2023

Su-Min Kang^{p1}, Ji Yeon Jang², Xu Wang², Do Yun Jeong²,
Yun Hyeong Choi², Joon-Baek Lee¹, and Jin Ho Kim^{c1,2}

¹Department of Earth and Marine Sciences, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

²Faculty of Earth and Marine Convergence, Earth and Marine Science Major,
Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Benthic dinoflagellates are important primary producers in benthic ecosystems, with some species possessing toxicity that can lead to harmful algal blooms. Basic investigations, such as time-series monitoring of sand-dwelling dinoflagellates, particularly those inhabiting sand, remain largely understudied, and their diversity remains poorly understood. In this study, environmental factors were measured monthly from January to December 2023 at the intertidal zone of Pyoseon Beach in Jeju Island, South Korea, and the community distribution and species diversity of benthic dinoflagellates were investigated. During the study period, the sea temperature and salinity ranged from 15.2 to 29.4 °C and 31.2 to 34.1 psu, respectively. The sediment temperatures in the upper, middle, and lower intertidal zones ranged from 12.4 to 32.5 °C, 12.5 to 31.6 °C, and 13.2 to 29.5 °C, respectively. Furthermore, the fluctuation in sediment temperature is greater in the upper intertidal zone compared to the lower intertidal zone. The moisture content varied from 20.9% to 100.8%. The monthly average abundance of total benthic microalgae ranged from 34 to 178 cells/cm³, with benthic dinoflagellates exhibiting a monthly average abundance of 3 to 14 cells/cm³, peaking in June. Shannon's species diversity index ranged from 0.58 to 2.21. During the survey period, 24 genera 68 species of benthic dinoflagellates were identified, including four potentially toxic species (*Amphidinium carterae*, *A. operculatum*, *Prorocentrum concavum*, *P. lima*), 14 unrecorded species, and 17 unidentified benthic dinoflagellates. The most abundant genera were *Amphidiniopsis* and *Amphidinium*, each with eight species. According to the redundancy analysis (RDA) the abundance of benthic dinoflagellates showed a positive correlation with sediment moisture content and a negative correlation with both the abundance of diatom and temperature fluctuation of sediment after low tide. Through this study, fundamental information on the community dynamics of benthic dinoflagellates in response to seasonal marine environmental changes has been obtained. This will contribute to further research on the impact and changes in benthic ecosystems due to climate change.

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

YS-02

기후변화 시나리오에 따른 조경수종의 기후 적합지 예측

김동주^b, 권용성^c

국립생태원 환경영향평가팀

인구 증가와 더불어 산업 발전은 인류의 발전과 번영에 필수 불가결한 요소이지만, 지구 환경의 지속 가능한 미래를 구현함에 있어서는 부정적인 영향을 미치고 있으며, 1850년 이후로 전례 없는 속도로 기후변화가 이뤄지고 있다. 토지주택연구원에서는 최근 조경수종 고사에 주된 원인을 기후변화와 식재 지역에 부적합한 조경수종 식재로 보고하였다. 최근 환경부와 국립생물자원관에서는 도시 내 녹지관리 개선 방안을 마련하면서 신규 식재는 자생종을 우선 고려하도록 권고하고 있다. 이에, 자생종이면서 조경수종으로 활용되는 종들의 식재와 관리에 있어 지속가능성을 확보할 수 있는 연구들이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 기후변화 시나리오를 바탕으로 자생종 중에서 조경수종으로 사용되는 3종(*Stewartia koreana*, *Betula ermanii*, and *Taxus cuspidate*)의 현재부터 2090년까지의 기후 적합지의 변화를 예측하였다. 출현 데이터는 전국자연환경조사 4차, 5차와 GBIF를 통해 수집하였고, 환경변수는 SSP-2.45와 SSP-5.85 기반의 생물기후변수(pearson<|0.8|, VIF<10)를 사용하였다. 분포 예측에는 MaxEnt 모델이 사용되었으며, 모형의 과적합을 방지하기 위해서 ENMeval을 활용하여 최종적으로 종마다 환경변수 2세트(SSP2-4.5, SSP5-8.5)와 최적의 MaxEnt 모델을 종별로 구성하였다. 이후, QGIS를 활용하여 존재확률분포를 Jenks natural breaks 방법에 따라 높은 적합지 ($0.6 \leq x \leq 1$), 중간 적합지 ($0.4 \leq x < 0.6$), 낮은 적합지 ($0.2 \leq x < 0.4$), 비적합지 ($x < 0.2$)로 분류하였다. *Stewartia koreana*의 적합지는 북상하는 경향을 보였고, *Betula ermanii*, and *Taxus cuspidate*는 고도가 높은 지역으로 적합지가 축소되었다. 특히, *Betula ermanii*는 2090년대에 와서 기후 적합지를 거의 소실하는 것으로 나타났다. 본 연구는 기후변화에 따른 조경수종의 적합지를 예측하여 자생종이면서 조경수종으로 활용되는 종들의 식재와 관리에 있어 지속가능성을 위한 관리 방안 수립 등 대책 마련에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: wizkys@nie.re.kr

YS-03

Evaluating the planting plan of the ecological restoration projects in South Korea: Targeting mini environmental impact assessment

Moon-Jeong Jang^{P1}, Young Sung Kwon^{C1}, and Yun Eui Choi^{C2}

¹Environmental Impact Assessment Team, National Institute of Ecology,
Seocheon 33657, Korea

²Department of Ecological Landscape Architecture Design, Kangwon National University,
Chuncheon 22431, Korea

Human-centric development has led to extensive environmental damage, spurring worldwide efforts for ecosystem recovery and restoration research. International Ecological Restoration Projects share externally entire process and provide evaluation framework for restoration using quantitative criteria. While South Korea has limited information, there is a lack of studies on the assessment of the projects. The objective of this research is to analyze the status of planting plan for 17 ecological restoration projects that performed Mini Environmental Impact Assessment (EIAs). The quantitatively assessment of planting design was performed by considering the ratio of native species, observed in or near the project area, and their habitat suitability. The ratio of the observed native species was 42.1%. Habitat suitability was evaluated using land cover and the ratio of suitable species among observed native species was 33.2%. The results implied that the planting plan wasn't appropriately planned for those project area and assessment is necessary before the restoration project starts. This case study provided an example of quantitative evaluation methods for ecological plan in restoration projects.

Corresponding author E-mail: wizkys@nie.re.kr, uni313@kangwon.ac.kr

YS-04

Modelling dynamic and static interaction of freshwater plankton communities using graph convolutional neural network and long short-term memory

Hyo Gyeom Kim^{p1}, Eun-Young Jung², Heewon Jeong¹, Heejong Son²,
Sang-Soo Baek³, and Kyung Hwa Cho^{c4}

¹Future and Fusion Lab of Architectural, Civil and Environmental Engineering,
Korea University, Seoul 02841, Korea

²Busan Water Quality Institute, Gyeongsangnam-do, 50804, Korea

³Department of Environmental Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

⁴School of Civil, Environmental, and Architectural Engineering, Korea University,
Seoul 02841, Korea

As freshwater plankton are frequently associated with water-quality degradation, several predictive models have been developed to understand and estimate their dynamics. However, the significance of interactions among and between species and environmental drivers has been overlooked. This study investigated model predictability using deep learning algorithms, specifically graph convolutional networks and long short-term memory networks (GC-LSTM), capable of incorporating interaction terms as graph signals. Temporal graph series, comprising plankton genera and/or environmental drivers for node features, along with their relationships for edge features, from two distinct waterbodies—a reservoir and a river—were utilized to develop these models. To assess predictability, the performance of GC-LSTM models on community dynamics was compared with that of typical LSTM models at various lead times. Additionally, GNNExplainer was utilized to examine the global and local importance of nodes and edges on all predictions and a specific prediction, respectively. Results indicated that GC-LSTM models outperformed LSTM models in predictions, consistently showing superiority at longer lead times. While all models exhibited performance degradation, GC-LSTM models consistently demonstrated better performance in terms of each graph signal as well as each plankton genus. GNNExplainer provided interpretable explanations of important genera and interaction pairs in plankton communities, revealing consistent importance patterns across lead times at both global and local scales. These findings underscore the potential of the proposed modelling approach for forecasting community dynamics, emphasizing the critical role of graph signals with interaction terms in plankton communities.

Corresponding author E-mail: khcho80@korea.ac.kr

YS-05

Development of a link extrapolation-based food web model adapted to Korean stream ecosystems and its potential as a biomonitoring tool

Minyoung Lee^{p1}, Dougu Nam¹, and Kijong Cho^{c2}

¹Department of Biological Sciences, Ulsan National Institutes of Science and Technology (UNIST), Ulsan, 44919, Republic of Korea

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

A food web has received global attention as a next-generation biomonitoring tool; however, it remains challenging because revealing trophic links between species is costly and laborious. A link extrapolation technique based on published trophic link data is cost- and time-efficient, supporting long-term large-scale food web monitoring. However, this may not be feasible given data-poor environments, where the amount of the available data is small or the data do not match the list of species studied, and such is the situation in Korea. We developed a link extrapolation-based food web model adapted to Korean stream ecosystems. Considering the dominance of generalists in aquatic ecosystems, we modified the previous model by applying different taxonomic matching rules for domestic endemic species. Using Korean stream biomonitoring data, 103 food webs were constructed and evaluated against corresponding empirical webs. Results showed that family matching for endemic species had the highest performance for predicting individual links and food web structures. Our findings suggest the potential of food web models in biomonitoring by offering opportunities to address data scarcity issues.

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

YS-06

Taxonomic study of the genus *Poterioochromonas* (Chrysophyceae) based on morphological and molecular data

Minseok Jeong^{p1}, Jong Im Kim², Hyeon Ho Shin¹, and Woongghi Shin^{c2}

¹Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science and Technology,
Geoje 53210, Korea

²Department of Biology, Chungnam National University, Daejeon 34131, Korea

The genus *Poterioochromonas* is characterized by spherical cell having two unequal flagella, a golden plastid and a conical lorica attached to the substratum by a stalk. The key characteristics to distinguish *Poterioochromonas* species from other chrysophyceans are a cup-shaped lorica with a narrow stalk and their mixotrophic nutritional mode. The only three mixotrophic species having plastids have reported up to date: *P. malhamensis*, *P. nutans* and *P. stipitata*. To understand the taxonomy of *Poterioochromonas* species, we performed molecular phylogenetic analysis and observed morphological features. For the phylogenetic analysis, we used a combined dataset from five gene sequences: nuclear SSU, LSU rRNA, ITS, plastid LSU rRNA, and *rbcL*. The phylogeny of the genus *Poterioochromonas* was divided into two major clades; photosynthetic and non-photosynthetic groups. The photosynthetic clade included a new species *P. andersenii* sp. nov., characterized by its colonial lifestyle. The non-photosynthetic clade included a new species *P. sinechrysos* sp. nov., which distinctly lacked a plastid. The species *P. sinechrysos* produced stomatocyst and it had a true complex collar as a diagnostic characteristic. In this study, we report the first discovery of colony-forming mixotrophic *Poterioochromonas* species and non-photosynthetic lineage. Our study provides new insight into the species diversity among the *Poterioochromonas* species with two new species.

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

학생 구두 발표 1

일 시: 2024년 4월 25일(목) 13:00 - 14:00

장 소: 그랜드볼룸 II (Grand Ballroom II)

좌장: 박범수/한양대학교

13:00 - 13:12	ST-01	산림 벌채지 형태가 중대형포유류에 미치는 영향 파악 김미현 (경북대학교)
13:12 - 13:24	ST-02	우리나라 홍조류 산호말속(<i>Corallina</i>) 계통수 구축 및 지역별 <i>C. berteri</i> 종 다양성 비교 유영채 (한국해양과학기술원)
13:24 - 13:36	ST-03	Morphology of <i>Hobagella saltata</i> n. gen. and n. sp. (Syndiniophyceae, Miozoa) infecting the marine dinoflagellate <i>Cucumeridinium coeruleum</i> (Dinophyceae, Miozoa) and its potential onshore advection Jiae Yoo (Pukyong National University)
13:36 - 13:48	ST-04	전사체적 관점의 해수온 상승과 산성화에 대한 Antarctic marbled rockcod (<i>Notothenia rossii</i>)의 길항적 반응 이승연 (극지연구소)
13:48 - 14:00	ST-05	한강수계 팔당댐에 출현하는 외편모조류의 형태적 다양성 및 대발생 양상 김태희 (상명대학교)

ST-01

산림 벌채지 형태가 중·대형포유류에 미치는 영향 파악

김미현¹, 김효겸², Brian D. Fath³, 박중열¹, 홍성원¹

¹경북대학교 축산BT학과

²고려대학교 건축사회환경공학부

³Towson University 생명과학과

다양한 규모로 수행되는 산림 벌채는 서식지의 수평적인 공간 형태(예. 비벌채지의 크기, 벌채지 간 거리 등)와 구조(예. 식생의 피도, 나무의 밀도)를 변화시켜 산림 내 서식하는 중·대형포유류에게 부정적인 영향을 미친다. 변화되는 서식지 요소 중 특히 벌채지의 형태가 야생동물에 미치는 영향을 평가하는 것은 생물 다양성 유지를 위한 지속적인 산림 관리 전략으로서 매우 중요하지만, 이를 수행한 연구는 거의 없다. 본 연구에서는 경관 지수를 기반으로 벌채지 형태지수를 개발하여 야생동물 군집과의 관계를 정량적으로 평가하였다. 2022년 4월부터 10월까지 대한민국의 6개 산림에 총 50대의 무인센서 카메라를 설치하여, 벌채지(24대)와 비벌채지(26대)에 서식하는 중·대형포유류의 다양도 및 출현빈도를 파악하였다. 환경요인과의 관계를 확인하기 위해 카메라 지점으로부터 반경 50m, 500m, 1km 내의 벌채지 형태지수를 포함한 다양한 요인들(인위적인 요인, 지리적인 요인, 식생 현황)을 수집하였다. 선형혼합모델(Linear mixed model, LM) 분석을 통해 각 요인과 다양도 간의 관계를 분석하였으며, 종별로 영향을 미치는 요인의 파악은 자기조직화지도(self-organizing map, SOM)를 이용해 분석하였다. LM 분석결과, 종 다양도는 벌채지의 가장자리 개수를 대변하는 지수값이 낮을수록 높았다(slope = $-0.43 \pm 0.11m$, $p < 0.001$). SOM 분석결과, 대부분의 종이 벌채지 가장자리 개수와 벌채지 개수에 대한 지수값이 낮을수록, 서식지 간의 연결된 정도를 나타내는 지수값이 높을수록 출현빈도가 높아지는 상관관계를 보였다. 주요한 세 가지 요인은 모두 50m 반경의 미소 서식지 범위에서만 포유류 군집에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구 결과에 따라, 벌채지 형태가 벌채 산림 내에서 중·대형포유류의 다양성을 정량적으로 평가하는 데 유용한 지표임을 입증하였다. 벌채지수를 기반으로 산림 내 벌채지의 모양과 범위를 설계하고 적용한다면, 자원을 지속적으로 이용하면서 생물 다양성도 균형 있게 유지할 수 있을 것이다.

교신저자 E-mail: shong@knu.ac.kr

ST-02

우리나라 홍조류 산호말속(*Corallina*) 계통수 구축 및 지역별 *C. berteroi* 종 다양성 비교

유영채^a, 전가영, 양은찬^c

한국해양과학기술원

산호말홍조아강(Corallinophycidae, 5목 15과 13속 965종)는 탄산칼슘(CaCO_3) 세포벽을 갖는 홍조류로 해양생태계 일차생산, 탄소·물질순환 및 서식처 제공 등의 주요한 역할을 한다. 유절산호말홍조류는 산호말목(Corallinales) 중 2과 14속 207종으로 산호말홍조류 전체 종의 약 21.5%를 차지한다. 산호말속(*Corallina*)은 전 세계 33종 알려져 있으며, 우리나라에는 7종이 보고된다. 산호말속은 해양 생태계 건강을 평가하는 기준 중 하나로, 우리나라는 기후변화 생물지표종(CBIS, Climate-sensitive Biological Indicator Species)으로 *Corallina pilulifera*를 지정했다. 그러나 우리나라 산호말속 *C. berteroi* - *C. pilulifera* complex 다양성 연구는 아직 부족하다. 본 연구에서는 1) 우리나라 *Corallina*속 종 다양성을 파악하고, 2) 우리나라 전 연안에 분포하는 *C. berteroi*의 유전적 다양성을 분석한다. 2023년 2월부터 2024년 2월까지 7개의 지역에서 총 1,340개의 유절산호말홍조류 표본을 채집했다. 채집 지역은 강원도(123 개체), 울릉도(163 개체), 경북·포항(239 개체), 부산(280 개체), 남해(117 개체), 서해(114 개체) 그리고 제주도(304 개체)이다. 682개체에 대해 종을 판별을 진행하였으며, 분석에는 산호말속의 유용 분자마커로 알려진 *cox1* (cytochrome oxidase subunit I) 유전자를 사용했다. 다유전자 계통수 구축을 위해 색소체 *psbA*, *rbcL*과 미토콘드리아 *cob*, *nad5*를 추가 분석했다. 계통분석 결과는 우리나라 산호말속 7종 이상(*C. berteroi*, *C. confusa*, *C. declinata*, *C. hakodatensis*, *C. officinalis*, *C. pilulifera*, *C. yendoii*, Unidentified spp.)의 종간 관계를 보여준다. 459개체의 *C. berteroi*를 대상으로 29개의 *cox1*유전자 haplotypes를 결정했다(강원도 9개, 울릉도 5개, 경북·포항 8개, 부산 5개, 남해, 7개, 서해 1개 및 제주도 17개). 제주도에서 가장 많은 haplotypes가 발견되었고, 서해에서는 단 1개의 haplotype이 발견되었다. 본 연구 결과는 우리나라 산호말속의 종 다양성과 종 내 유전적 다양성 정보를 제공한다.

교신저자 E-mail: ecyang@kiost.ac.kr

ST-03

Morphology of *Hobagella saltata* n. gen. and n. sp. (Syndiniophyceae, Miozoa) infecting the marine dinoflagellate *Cucumeridinium coeruleum* (Dinophyceae, Miozoa) and its potential onshore advection

Jiae Yoo^p and Sunju Kim^c

Major of Oceanography, Division of Earth Environmental System Science, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

Syndinean dinoflagellates of the genus *Euduboscquella* infect marine ciliates and dinoflagellates. Morphology, development, and rRNA gene sequences of intracellular parasites infecting heterotrophic dinoflagellates from coastal waters of Busan, Republic of Korea in summer to fall of 2019 - 2021 indicate that *Cucumeridinium coeruleum*, *Gyrodinium* cf. *ochraceum*, and two unidentified species of *Gyrodinium* were each infected by a different *Euduboscquella* species. Morphological features including shield structure, shape and color of the mature trophont, and sporogenic process distinguished each of the four parasites from the 10 previously described species of *Euduboscquella*. Our molecular and phylogenetic analyses showed considerably greater genetic distance of SSU and ITS-LSU rRNA gene regions among *Euduboscquella* species infecting dinoflagellates than among those infecting ciliates. Rather than clustering as a group with *Euduboscquella* species infecting ciliates, SSU rRNA sequences of the four novel parasites spread out across the syndinean Group I phylogeny, occurring in two different clades and a new lineage. Placement of our novel parasites in multiple clades that encompass *Ichthyodinium chabelardi* strongly indicates that the genus *Euduboscquella* is paraphyletic. Based on these finding, we propose to erect new genus, *Hobagella* n. gen. with the type *H. saltata* n. sp. for the novel parasite infecting *C. coeruleum*.

Corresponding author E-mail: sunkim@pknu.ac.kr

ST-04

전사체적 관점의 해수온 상승과 산성화에 대한 Antarctic marbled rockcod (*Notothenia rossii*)의 길항적 반응

이승연^{p1,2}, 신승철¹, 김진형^{c1,2}

¹극지연구소 생명과학연구본부

²UST 과학기술연합대학원대학교, 극지과학

본 연구는 IPCC SSP5-8.5 시나리오(2100년) 하에서 예상되는 미래 해양 환경을 모사한 조건에서 남극 어류인 대리석 무늬 암치 (*Notothenia rossii*)의 면역 반응을 분석하였다. 대조군, 수온 상승, 산성화, 그리고 이 두 스트레스 요인을 결합한 조건에 6일 동안 *N. rossii*를 노출시킨 후 신장 조직을 샘플링하였다. 광범위한 유전자 발현 분석을 위해 RNA-Seq를 사용하였고, 면역 관련 경로에서 유의한 상향 및 하향 조절을 확인했다. 연구 결과는 단일 요인대비 결합된 영향 하에 주로 길항적인 유전자 발현 반응이 나타났음을 보여주며, 이는 항상성 유지를 위한 에너지 분배와 스트레스에 대항하는 면역 체계의 능력 사이의 복잡한 균형을 시사한다. 각 처리 그룹에서, complement and coagulation cascades, intestinal immune network for IgA production, cytosolic DNA-sensing, natural killer cell-mediated cytotoxicity, 그리고 IL-17 signaling pathways에 관련된 유전자들의 복합적인 상호 작용을 관찰하였다. 이는 복합적인 환경 스트레스에 대한 *N. rossii*의 면역 반응의 복잡성을 드러내고, 기후 변화에 직면했을 때 잠재적인 취약성과 탄력성에 대한 가능성을 제안한다. 본 연구는 산성화와 온난화가 남극 해양 생물에 미치는 면역학적 영향에 대한 중요한 통찰력을 제공하며, 관찰되는 변화 기저 메커니즘을 규명하고 변화하는 지구 기후에서 극지 생태계 보전 전략을 수립하는 데 필요한 추가 연구의 중요성을 강조합니다.

교신저자 E-mail: kimjh@kopri.re.kr

ST-05

한강수계 팔당댐에 출현하는 와편모조류의 형태적 다양성 및 대발생 양상

김태희^p, 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 출현 양상을 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

학생 구두 발표 2

일 시: 2024년 4월 25일(목) 13:00 - 14:00

장 소: 에메랄드 I (Emerald I)

좌장: 이강현/(주)마린엑트

13:00 - 13:12	ST-06	A study on optimization of freezing-drying and reactivation procedure for <i>Aliivibrio fischeri</i> Chul Woo Park (Hanyang University)
13:12 - 13:24	ST-07	Effects of bacterial cell addition to xenic culture of <i>Alexandrium catenella</i> (Group I): Growth response and toxin contents Kyong Ha Han (Korea Institute of Ocean Science and Technology)
13:24 - 13:36	ST-08	갈따구류에 대한 이산화염소수 및 차아염소산나트륨의 급성 독성 이장호 (삼육대학교)
13:36 - 13:48	ST-09	수달 개체군에 대한 댐 환경의 부정적 영향을 보호구역 지정을 통해 완화할 수 있을까? 김주성 (경북대학교)
13:48 - 14:00	ST-10	대 도심 내 야생동물 이동로인 생태통로의 중요성 민한봄 (경북대학교)

ST-06

A study on optimization of freezing-drying and reactivation procedure for *Aliivibrio fischeri*

Chul Woo Park^{p1,2}, Jinsu Choi², Hyun Jung Jo², Goeun Yoon², and Baik-Ho Kim^{c1}

¹Department of Environmental Sciences, Hanyang University, Seoul 04763, Republic of Korea

²R&D Center, Dongmoonent Co., Ltd, Seoul 08377, Korea

It is challenging to establish discharge standards for chemicals emitted from industrial sites. To address this issue, the international trend involves incorporating the concept of Environmental Quality Triad into environmental management. This transition diverges from the traditional concentration-based assessment through chemical analysis, emphasizing functional evaluation and management systems based on ecological toxicity assessment. The objective of this study is to establish the optimal freeze-drying conditions by rehydrating bioluminescence through spectrophotometric measurement in *Aliivibrio fischeri*, a bioluminescent bacterium utilized for ecotoxicity assessment, after freeze-drying. *Aliivibrio fischeri* (KCTC NO. 12386) obtained from the Korean Collection for Type Cultures (KCTC) was subjected to inoculation and cultivation procedures accordance with the luminescent bacteria test protocol as defined by the International Organization for Standardization. Initial luminescence measurements were obtained utilizing a Photo Multiplier Tube within the equipment developed for the study. Subsequent verification of *Aliivibrio fischeri* reactivation was achieved through the assessment of luminescence values following diverse freeze-drying parameters. Further investigation is needed to enhance reactivation efficiency through the optimization study of culture media ratio and procedure.

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

ST-07

Effects of bacterial cell addition to xenic culture of *Alexandrium catenella* (Group I): Growth response and toxin contents

Kyong Ha Han^{p1,2}, Bum Soo Park², Zhun Li³, Ji Hoon Lee⁴, and Hyeon Ho Shin^{c1}

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

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

³Biological Resource Center/Korean Collection for Type Culture (KCTC), Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Jeongseup, 56212, Korea

⁴Marine Biotechnology Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Busan 49111, Korea

To identify bacteria affecting on growth and toxin contents of *Alexandrium catenella* (Group I) at a fixed culture condition (20°C, 35 of salinity), the bacteria that were isolated from microalgal cultures and seawaters (two strains of *Alteromonas macleodii*, *Sulfitobacter alexandrii*, *Pseudoalteromonas pscicida*, *Priestia aryabhattai*, *Psychrobacter nivimaris*, *Planococcus citreus* and *Agrococcus lahaulensis*) were added to the xenic cultures of *A. catenella* (Group I). In the experiment, the growths of *A. catenella* (Group I) cultivated with bacterium *Al. macleodii* and *S. alexandrii* were enhanced, compared to the control (the culture without the addition of bacteria) ($p < 0.05$). Toxicity was relatively low in the cultures of *A. catenella* (Group I) cultivated with *Al. macleodii* (13.7 STXeq cell⁻¹) and *S. alexandrii* (18.5 STXeq cell⁻¹), and in the control and cultures of *A. catenella* (Group I) cultivated with other bacteria, the toxicity ranged from 23.2 to 31.3 STXeq cell⁻¹. In the control, *A. catenella* (Group I) produced eight paralytic shellfish toxins (PSTs) consisting of STX, neoSTX, dcNEO, GTX2, GTX3, GTX5, C1 and C2. Interestingly, the GTX6 in the cultures of *A. catenella* (Group I) cultivated with *Al. macleodii* isolated from *A. pacificum* (Group IV) culture was newly detected, however in the culture with addition of *Al. macleodii* isolated from *Gymnodinium catenatum* culture the GTX6 was not detected. This indicates that the bacterial effects on toxin profile of *A. catenella* (Group I) can vary among same bacterial species.

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

ST-08

깔따구류에 대한 이산화염소수 및 차아염소산나트륨의 급성 독성

이장호^{p1,3}, 윤태중³, 손성욱^{1,3}, 이현³, 김동건^{c2,3}¹삼육대학교 대학원 융합과학과²삼육대학교 스미스학부대학³삼육대학교 부설 환경생태연구소

최근, 일부 지역의 수돗물에서 깔따구류를 비롯한 소형 생물이 출현하여 수돗물의 안전성 즉, 위생 문제가 대두되면서 정수장에서의 소독 효율성에 대한 논란이 커지고 있다. 기존에 정수장에서 주로 사용하는 소독제들은 소형 생물을 제어하기 위해 높은 농도 또는 장기간의 노출이 필요하며, 이는 염소계 화합물의 부작용인 부산물의 증가를 초래할 수 있다. 이에 반하여 이산화염소수(ClO_2)는 낮은 농도 및 단기간의 노출에도 효과적이며, 부산물을 적게 생성하고, 끓는점이 낮은 불안정한 화합물로 알려져 있다. 본 연구에서는 깔따구류(Chironomids)를 대상으로 이산화염소수와 정수장에서 대표적으로 사용하는 소독제인 차아염소산나트륨(NaOCl)과의 살충 효과를 비교 평가하였다. 실험에는 왕숙천에서 채집한 야생군집과 실험실에서 누대사육한 도꾸나가조각깔따구(*Glyptotendipes tokunagai*)의 종령 개체(4령)들을 사용하였다. 이산화염소수 3종과 차아염소산나트륨 1종을 사용하여 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ppm의 8개의 실험구와 1차 증류수로 처리한 대조구를 구성하였으며, 5개체씩 투입하였다. 실험은 24시간동안 수행되었으며, 개체의 사망 여부는 0~30분까지는 5분 간격으로, 30~120분은 10분 간격, 120~360분은 30분 간격, 이후에는 12시간, 24시간에 확인하였으며, 6반복으로 수행되었다. Probit 분석을 통해 농도별 반수치사시간(LT_{50})을 추정하였다. 모든 약제에서 농도가 증가함에 따라 LT_{50} 이 감소하는 경향을 보였으며, 동일한 농도에서 이산화염소수의 종류는 사망률에 영향을 미치지 않았다. 실험에 사용한 모든 이산화염소수는 차아염소산나트륨보다 낮은 농도에서 높은 사망률을 보여 깔따구류 및 소형생물의 방제에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

ST-09

수달 개체군에 대한 댐 환경의 부정적 영향을 보호구역 지정을 통해 완화할 수 있을까?

김주성^p, Agus Ariyanto, 강승혁, 홍성원^c

경북대학교 축산BT학과

댐 건설은 토지의 활용성이 다소 낮은 지역을 거대한 저수지로 탈바꿈시켜 홍수 조절, 농업용수 확충 등 인간에게 막대한 이점을 가져다준다. 하지만 유속변화, 어류상 변화와 같은 수환경 변화로 인해 수달의 서식에는 부정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 남강댐 건설을 통해 조성된 호수인 진양호는 2005년에 전국 최초 야생동물 특별보호구역으로 지정되어 법적·행정적으로 야생동물 및 서식지를 보호하고 있다. 수달 서식에 부정적인 것으로 알려진 댐 환경과, 수달 서식에 긍정적일 것으로 예상되는 야생동물 보호구역의 교집합인 진양호 야생동물 보호구역은 수달 서식에 어떤 영향을 주는지 연구해볼 가치가 있다. 진양호 및 안동호를 조사대상지 및 비교대상지로 선정하여 각 호수 및 호수의 지류에서 수달의 분포와 행동특성을 분석 및 비교하고 보호구역의 수달 개체군 보전효과에 대해 고찰하였다. 진양호 유역과 안동호 유역에 26개씩 총 52개의 조사지점을 선정하여 카메라 트랩 조사를 통해 수달을 촬영하고, 출현 시간대를 조사하였다. Random Encounter Model을 활용하여 조사지점별 1 km²당 수달 서식 밀도를 산출하고, 각 댐 내부와 외부로 구분한 후, ANOVA 및 T-test를 통해 각 호수 내외부 및 각 호수 유역간 수달 서식밀도에 통계적 차이가 있는지 분석하였다. 먹이원(어류), 수위, 토지피복도 등 환경변수 수집을 통해 포아송 Generalized Linear Mixed Model을 활용하여 수달 밀도와 환경변수, 보호구역 지정 여부와의 상관관계를 분석하였다. 또한, Multinomial Logistic Regression Model을 통해 수달 출현 시간대와 환경변수, 보호구역 지정 여부와의 상관관계를 분석하였다. Dredge를 통해 분석에 사용한 환경변수의 모든 조합을 바탕으로 AICc값 기준 가중치 0.95를 초과하는 모델을 평균하였고, 유의한 환경변수만을 이용한 최적화된 모델을 구축하였다. 그 결과, ANOVA 및 T-test 분석 결과 지역별로 통계적인 차이는 없었다($F = 0.913$, $p > 0.05$). 수달 서식밀도에는 수위($\beta = -2.41$, $p < 0.001$) 및 수위변화량($\beta = -0.17$, $p < 0.001$), 도로와의 거리($\beta = 1.88$, $p < 0.01$), 어류 개체수($\beta = 0.44$, $p < 0.001$), 어류 다양도($\beta = 0.57$, $p < 0.001$), 어류 총 질량($\beta = -0.30$, $p < 0.001$)이 영향을 주고 있었고, 보호구역 지정 여부는 직접적인 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 하지만 수달의 낮 출현확률에 영향을 미치는 요소를 분석한 결과, 보호구역 지정 여부가 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다($\beta = 3.05$, $p < 0.01$). 보호구역에서는 수달 서식밀도에 부정적인 영향을 주는 요소인 도로, 수위, 수위변화를 법적으로 규제하고 있고, 이를 통해 간접적으로 수달 서식에 긍정적인 영향을 주고 있는 것으로 보인다. 더불어, 수달의 낮 활동은 해당 서식지에 교란이 적고 안정적임을 의미하는데, 보호구역 지정이 그러한 환경을 만들었다는 것을 시사한다. 이러한 결과를 통해 댐 건설 시 전략적으로 야생동물 보호구역을 지정한다면 인간의 수자원 이용 뿐만 아니라 수달의 서식에도 이점을 줄 수 있을 것으로 보인다.

교신저자 E-mail: shong@knu.ac.kr

ST-10

대 도시심 내 야생동물 이동로인 생태통로의 중요성

민한봄^{p1}, 김효겸², 김미현¹, 홍성원^{c1}¹경북대학교 축산BT학과²고려대학교 토목환경건축공학부

생태통로는 파편화된 녹지를 연결하여 야생동물 서식지의 연결성을 높이는데 기여한다. 야생동물이 생태통로를 이용하기 위해서는 연결로 내부 환경이 외부의 서식지 환경과 비슷해야 한다. 하지만, 대도시에 설치된 생태통로는 대부분 야생동물보다는 보행자의 이용을 목적으로 설계되어 있어 내외부의 식생구성이 이질적인 곳이 많다. 식생이 먹이나 둥지자원, 은신요소 등의 이유로 야생동물에게 중요한 자원임에도 불구하고 이러한 생태통로 내외의 식생 구성 차이는 야생동물의 이용을 저감시킬 수 있다. 본 연구에서는 우리나라의 가장 큰 대도시인 서울시 내 생태통로를 대상으로 식생 조성과 포유류 및 조류의 이용 패턴을 파악하였다. 서울시 7개 생태통로에 총 61대의 무인센서카메라를 설치하여, 내부(28지점)와 외부(33지점)의 식생 조성 차이에 따른 포유류 및 조류의 출현현황 및 다양도를 계절별로 확인하였다. 식생은 카메라 지점으로부터 반경 11.28 m의 피복도를 측정하였다. t검정(T-test), 맨-휘트니검정(Mann-Whitney) 분석을 통해 생태통로 내·외부 간의 야생동물 군집 차이를 비교하였고, nMDS 분석으로 내·외부 간 식생 차이에 따른 야생동물종별 출현현황을 평가하였다. 분석 결과, 생태통로 내부와 외부의 포유류 군집은 차이가 없었으나($t=1.76$, $p>0.05$; $z=-1.279$, $p>0.05$), 조류 군집은 차이가 있었다($t=-4.94$, $p<0.01$; $z=-3.13$, $p<0.01$). nMDS 분석 결과에서도 생태통로 내·외부 간 식생 조성 차이에 따른 포유류 종별 이용 현황은 차이가 없었다. 반면, 조류의 경우 외부 산림은 산림 내부종(딱다구리 등)이 관찰되었지만, 교목이 적은 내부에서는 인간 활동에 덜 민감한 종들만(까치, 붉은머리오목눈이 등) 확인되었다. 본 연구 결과에 따라, 대 도시심 내 생태통로를 야생동물이 이용하기는 하지만, 일부 조류종은 제한적으로 이용하는 것을 확인하였다. 산림 내부의 교목이 많고 식생으로 폐쇄적인 환경을 선호하는 조류종의 출현을 높이기 위해서는 초본이나 관목 외의 적절한 교목 식재도 필요하다.

교신저자 E-mail: shong@knu.ac.kr



2024 한국환경생물학회 춘계학술대회

포 스텍 발 표



포스터발표

1. 유해생물 (Harmful organisms)

- P1-01 Potential invasion risk of sweet potato weevil (*Cylas formicarius*) in Korea
Jinsol Hong, Heewon Hong, Sumin Pi, Soohyun Lee, Jae Ha Shin, Yongeun Kim, and Kijong Cho (Korea University)
- P1-02 Mosquito flight behavior observed from wing beat audio recordings in an experimental chamber
HakHyun Kim, Jungyoon Lee, Changseob Lim, Seonguk Son, Dong Gun Kim, Nattawut Sareein, Hee-Il Ree, and Yeon Jae Bae (Korea University)
- P1-03 Two strains of *Akashiwo sanguinea* (K. Hirasaka) Hansen & Moestrup (Dinophyceae) exposed to different temperature and salinity: Growth response and bacterial community
Ji Yeon Kim, Zhun Li, Kyong Ha Han and Hyeon Ho Shin (Korea Institute of Ocean Science and Technology)
- P1-04 Selective algicidal activity of soil-borne bacterium *Arthrobacter* sp. HNIBRBA5316 on *Microcystis* and *Anabaena* under solid and liquid conditions
Nakyeong Lee, Se won Chun, Yun Ji Kim, Seunghui Song, Sung Moon Lee, Sangdon Ryu, Hye Seon Song, Jina Lee, Kira Moon, and Aslan Hwanhwi Lee (Honam National Institute of Biological Resources)
- P1-05 질병매개체 모기의 물리적 방제를 위한 유인제 선호성 평가
손성욱, 김학현, Nattawut Sareein, Woranart Yarangsee, 김동건 (삼육대학교)

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

- P3-01 Alterations in vertical distribution of *Folsomia quadrioculata* (Collembola) as overwintering strategy
Taewoo Kim, Yuchan Won, Yun-Sik Lee, June Wee, and Kijong Cho (Korea University)
- P3-02 A study on food switching time of *Allonychiurus kimi* (Collembola: Onychiuridae): From fungi to bacteria
Jimin Shin, Jeongwon Choi, Dohyeon Jeong, Nakyeong Lee, Yun Ji Kim, Aslan Hwanhwi Lee, and Yun-Sik Lee (Pusan National University)
- P3-03 Seasonal occurrence of two predacious mosquito larvae *Toxorhynchites christophi* and *Lutzia vorax* (Diptera: Culicidae) in forest areas in Korea
Junyoung Lee and Yeon Jae Bae (Korea University)

4. 식물생태·분류·유전 (Plant ecology, classification, genetics)

- P4-01 Estimating changes in tree species distribution in Korean forests using the individual tree data set
Moonil Kim, Jiwon Son, Youngjin Ko, and Mina Hong (Pyeongtaek University)
- P4-02 개구리밥(*Spirodela polyrhiza* L.)의 최적 실내 재배 시스템 개발
허태욱, 김정현, 박준성, 손유진, 이성은 (경북대학교)
- P4-03 생태계교란 생물 마늘냉이(*Alliaria petiolata*)의 엽록소 형광분석을 활용한 차광조건별 광 이용효율 평가
최수현, 이용호, 김승환, 김가은, 윤지연, 전우찬, 구인경, 프라딕 아디카리, 포우델 아닐, 홍선희
(한경국립대학교)
- P4-04 특산식물 섬매발톱나무 종자의 휴면유형 및 발아특성 구명
김도현, 박지윤, 신운섭, 이다현, 추예린, 조민수, 김지은, 김현민, 김준혁, 나채선 (국립백두대간수목원)
- P4-05 Comparing salt tolerance during germination and seedling stage of crop wild relatives and crop seed from *Lactuca species*
Hyeon Min Kim, Jun Hyeok Kim, Ji Yoon Park, and Chae Sun Na (Baekdudaegan National Arboretum)
- P4-06 The complete chloroplast genome of an annual halophyte, *Tripolium pannonicum* (Asteraceae)
Jihyun Lee and Jae-Sung Rhee (Incheon National University)
- P4-07 A new dinoflagellate *Gonyaulax kunsanensis* sp. nov. (Gonyaulacales, Dinophyceae) from Korean coastal waters
Hyeon Ho Shin, Zhun Li, Kenneth Neil Mertens, Yeong Du Yoo, and Haifeng Gu (Korea Institute of Ocean Science and Technology)

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

- P5-01 Effect of apple snail (*Pomacea canaliculata*) on soil bacterial community and putative functions
Jinu Eo, Sang-Min Jun, Soon-Kun Choi, Jong-Mun Lee, and Byung-Mo Lee (National Institute of Agricultural Sciences)
- P5-02 복숭아혹진딧물 장내미생물 군집분석
김병혁, 김정은, 김전환, 한현희, 안정준 (농촌진흥청 국립원예특작과학원)
- P5-03 Taxonomy of the genus *Chlorococcum* and *Pleurastrum* (Chlorophyceae) in Korea based on morphological and molecular evidence
Yu Ho Kim, Seung Won Nam, Bok Yeon Jo, and Jae Hak Lee (Nakdonggang National Institute of Biological Resources)
- P5-04 *Undibacterium cyanobacteriorum* sp. nov., an auxin-producing bacterium isolated from fresh water during cyanobacterial bloom period
So-Ra Ko, Ve Van Le, Loan Thi Thanh Nguyen, Jin-Cheol Kim, Yuna Shin, Kyunghyun Kim, and Chi-Yong Ahn (Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology)
- P5-05 미생물 다차원 오믹스를 이용한 수생태계 건강성 조사 및 평가
정선아, 강민경, 최원석, 르반베, 이하영, 김민성, 고소라, 안치용 (한국생명공학연구원)
- P5-06 Morphology and molecular phylogeny of *Pirsonia catenata* sp. nov. (Pirsonia, Bigyromonada) infecting marine diatoms
Hyewon Kim and Sunju Kim (Pukyong National University)

- P5-07 Morphology and phylogeny of a novel parasitoid of marine diatoms, *Pseudopirsonia chaetoceri* sp. nov. (Imbricatea, Cercozoa)
Kyoungwon Cho and Sunju Kim (Pukyong National University)
- P5-08 Morphology and molecular phylogenetic position of two new epilithic diatom species of Han River from Korea
Liyao Jiang, Weihaan Wang, Byeong-Hun Han, Yuyao Li, and Baik-Ho Kim (Hanyang University)
- P5-09 Matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) and DNA Phylogeny in *Nitzschia* Diatoms: Validating species identification and unveiling a novel taxon
Weihaan Wang and Baikho Kim (Hanyang University)
- P5-10 전장 유전체 분석을 통한 *Pseudo-nitzschia pungens* (Bacillariophyceae)의 유전자형 간 유전자 비교 분석
정도운, 김진호 (제주대학교)

6. 생물다양성 및 생물모니터링 (Biodiversity and Biomonitoring)

- P6-01 계통적 다양성을 이용한 국립공원 수생태계 생물다양성 평가 및 활용
황순영, 강지현, 장지은, 이혁제 (상지대학교)
- P6-02 Impact of typhoon on change in benthic community dominated by Kelp(*Ecklonia cava*) in Jeju Island, Republic of Korea
Seong Bin Ham, Kyeonglim Moon, Hyeong Woo Jeong, Ha Neul Park, Sangil Kim, Yun Hee Kang, and Sang Rul Park (Jeju National University)
- P6-03 어류의 혈액 바이오마커, 바이오인디케이터 및 환경요인 분석을 통한 하천 생태건강도 평가
최혜지, 안광국 (충남대학교)
- P6-04 생태보존습지(우포늪)의 수환경 특성 및 어류 폐사 영향분석
유해찬, 윤영진, 김지윤, 배대열, 안광국 (충남대학교)
- P6-05 어류 서식지, 수질오염 및 수생태 건전성에 대한 인공횡구조물(weir)의 영향
조민재, 김지윤, 최혜지, 안광국 (충남대학교)
- P6-06 Successional and seasonal dynamics of benthos on settlement plates in major harbors of Korea
Michael Dadole Ubagan, Taekjun Lee, and Sook Shin (Sahmyook University)
- P6-07 Emerging threat: New invasive benthic species detected in Korean waters
Jeounghhee Lee, Seongjae Kim, and Sook Shin (Sahmyook University)
- P6-08 Settlement and potential growth rate of solitary ascidian, *Herdmania momus* (Ascidacea: Stolidobranchia: Pyuridae), in Jeju in relation to the rise in water temperature
Seongjae Kim and Sook Shin (Sahmyook University)
- P6-09 도심하천에서 법정보호종 미호종개(*Cobitis choii*) 최적 서식지 특성 분석 및 생태관리 제언
김지윤, 조민재, 최혜지, 안광국 (충남대학교)
- P6-10 New microalgae indicators for an aquatic ecosystem health assessment and toxic assessment
Han-Sol Kim, Taehee Kim, Jeongmin Shin, Quynh Thi Nhu Bui, and Jang Seu Ki (Sangmyung University)
- P6-11 Phytoplankton community structure in the middle-lower stream of the Nakdonggang river
Jae Hak Lee, Seung Won Nam, Bok Yeon Jo, Yu Ho Kim, and Han Soon Kim (Nakdonggang National institute of Biological Resources)

- P6-12 담수생물자원은행(Freshwater Bioresources Culture Collection)
남승원, 박상화, 박영환, 조복연, 서민정, 김혜강, 정유진 (국립낙동강생물자원관)
- P6-13 종자의 판별 모형을 위한 초분광 스펙트럼 적용
오영주, 이용호, 홍선희, 나채선 (미래환경생태연구소)
- P6-14 서울시 취수원수 유입 동물성 플랑크톤 등의 정량적 변화 및 메타지놈 분석
한지선, 이은숙, 차소양, 김새봄, 이지연, 권학선, 백영애, 조석주 (서울물연구원)
- P6-15 Major microorganismal contributors to nitrogen cycle in the northwest pacific
Sung-Ah Kim, Yewon Kim, Tae-Wook Kim, and Jae-Sung Rhee (Incheon National University)
- P6-16 생태하천복원사업에 따른 수질 및 수생태계 군집지수 변화
최미나, 권용성 (국립생태원)
- P6-17 Temporal and spatial variation in the phytoplankton in the Han River water system: Differences in the upper, middle, and lower reaches
Taehee Kim, Ha Eun Lee, Buhari Lawan Muhammad, and Jang-Seu Ki (Sangmyung University)
- P6-18 제주 연안에서 출현하는 *Pseudo-nitzschia* 속의 종다양성 연구
왕욱, 김진호 (제주대학교)
- P6-19 2023년 제주 연안에서 분리한 박테리아의 효소 활성 및 종 다양성 연구
최윤희, 정도윤, 강수민, 문기라, 이성문, 류상돈, 주재형, 김진호 (제주대학교)
- P6-20 동계 한국 연안에서 해양 환경 차이에 따른 식물플랑크톤 군집의 해역별 특색
최하늘, 백승호, 임영균, 이충현 (한국해양과학기술원)
- P6-21 간척습지의 양서·파충류 모니터링
심고은, 남귀숙, 강의태, 표승렬 (한국농어촌공사)
- P6-22 간척습지의 식물상 및 식생 모니터링
심고은, 남귀숙, 박구성, 표승렬 (한국농어촌공사)
- P6-23 상주보 상류의 수층과 퇴적토내 미세조류 분포
권대률, 윤석민, 박채홍 (국립낙동강생물자원관)
- P6-24 Assessing the potential distribution of *Acacia mearnsii*, one of the worst species in Asia continent
Anil Poudel, Adhikari Pradeep, Yong Ho Lee, Seung Hwan Kim, Ga Eun Kim, Ji Yeon Yun, Sue Hyuen Choi, Woo Chan Jeon, In Gyeong Koo, and Sun Hee Hong (Hankyong National University)
- P6-25 부영양 농업용저수지의 조류발생시기 수심별 엽록소 a(Chl-a) 변화
남귀숙, 송주태, 이규상 (한국농어촌공사)
- P6-26 부영양 농업용저수지 GL저수지의 수환경 변화 및 엽록소 a(Chl-a) 분포
남귀숙, 송주태, 이규상 (한국농어촌공사)
- P6-27 무인 자율이동선박을 활용한 농업용저수지 수질관리기법 연구
송주태, 강의태, 남귀숙, 이규상 (한국농어촌공사)
- P6-28 초분광을 활용한 농업용 저수지 조류 발생현황 분석
송주태, 남귀숙, 이규상 (한국농어촌공사)
- P6-29 지리 및 토양특성에 따른 주걱댕강나무 근면, 근권, 토양 내 미생물의 군집연구
배현정, 유영현, 구연봉, 홍지원, 정태용 (한국외국어대학교)

7. 생태독성 및 환경호르몬 (Ecotoxicity and environmental hormones)

- P7-01 Volumetric analysis of microplastics smaller than 10 μ m in fish blood**
Jiwon Park, Abhrajyoti Tarafdar, Dana F.M.S., and Jung-Hwan Kwon (Korea University)
- P7-02 Assessment of heavy metal toxicity in freshwater using microbial community: A microcosm study**
Mingyeong Kang, Seonah Jeong, Hayoung Lee, Won Suk Choi, So-Ra Ko, and Chi-Yong Ahn (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)
- P7-03 Identification of key monitoring endpoints to assess the effects of six herbicides on *Ulva australis***
Hojun Lee, Eunji Lee, Taejun Han, and Jihae Park (Ghent University Global Campus)
- P7-04 A study on the bioluminescence inhibition of *Aliivibrio fischeri* for complex hazardous and noxious substances**
Chul Woo Park, Jinsu Choi, Kyoung Jin Lee, Dong Kwon Lee, Hoon Choi, Young Myung Kim, and Moon Jin Lee (Dongmoonent Co., Ltd)
- P7-05 Hull-cleaning wastewater poses serious acute and chronic toxicity to a marine mysid—a multigenerational study**
Somyeong Lee, Sang-Eun Nam, Jee-Hyun Jung, Moonkoo Kim, and Jae-Sung Rhee (Incheon National University)
- P7-06 Development of surface modified activated carbon for the removal of chlorate(ClO_3^-) and perchlorate(ClO_4^-)**
Kwan-Yong Lee, Se-Ra Jin, and Chul-Woong Cho (Chonnam National University)
- P7-07 Acute and chronic effects of short-chain chlorinated paraffins on physiological and biochemical endpoints of marine zooplanktons**
Seong Duk Do and Jae-Sung Rhee (Incheon National University)
- P7-08 Detrimental effects of hull cleaning wastewater on oxidative status, life cycle parameters, and population growth of the monogonont rotifer *Brachionus manjavacas***
Jaehee Kim, Somyeong Lee, Jee-Hyun Jung, Moonkoo Kim, and Jae-Sung Rhee (Incheon National University)
- P7-09 고농도 염 폐수 관리를 위한 적정 해양생물종 탐색 연구**
김문석, 문성대, 박혜민, 이정석, 노인혜 ((주)엔이비)
- P7-10 Effects of polystyrene microplastics on phytoplankton community dynamics in protected water sources**
Byeong-Hun Han, Seo-UI Moon, and Baik-Ho Kim (Hanyang University)

9. 기타 (Others in Environmental Biology)

- P9-01 Microplastics in urban runoff: implications for aquatic life and ecosystem health**
Hee-Jin Park, In ae Jeon, and Jung-Hwan Kwon (Korea University)
- P9-02 Changes in the sustainability of the Korean rice production system over the past 20 years**
Yongun Kim and Kijong Cho (Korea University)
- P9-03 Assessing three phthalate-induced changes in zebrafish neurodevelopment and circadian rhythms**
Soon Seok Kim, Hang-Suk Chun, and Woo-Keun Kim (Korea Institute of Toxicology)

- P9-04 Human neurotoxicity assessment of pyrethroid biocide exposure based on neuron/astrocyte co-culture model
Seungmin Park and Woo-Keun Kim (Korea Institute of Toxicology)
- P9-05 Predicting human and ecological toxicity of biocides: Zebrafish model approach for neurotoxicity evaluation and integration with toxicity databases
Donggon Yoo, Sangwoo Lee, and Woo-keun Kim (Korea Institute of Toxicology)
- P9-06 Neurotoxicity and the potential molecular mechanisms of dibutyl phthalate and its metabolite mono-n-butyl phthalate in zebrafish
Suyeon Lee, Eghan Kojo, Sangwoo Lee, and Woo-Keun Kim (Korea Institute of Toxicology)
- P9-07 Evaluation of developmental neurotoxicity and toxic mechanisms of the biocide PHMB
Ha-Na Oh and Woo-Keun Kim (Korea Institute of Toxicology)
- P9-08 4대강 사업을 전후한 기간의 수질 데이터 해석을 통한 낙동강 수 생태계의 변화 가능성 조사
양시천 ((주)한국아쿠오시스)
- P9-09 마디풀과(Polygonaceae) 11종 종자 추출물의 항산화 활성
김준혁, 김현민, 박지윤, 김혜경, 남경배, 제상훈, 나채선, 김희진 (국립백두대간수목원)
- P9-10 Isolation of eukaryotic microalgal strains producing poly-3-hydroxybutyrate
Young Hoon Cho, Chang Soo Lee, Su-Bin Park, Suk Min Yun, Daeryul Kwon, and Seung Hwan Lee (Chonnam National University)
- P9-11 유해 미세조류 *Heterosigma akashiwo*에 의한 미세플라스틱 응집 및 침강 특성
임영균, 백승호, 이충현, 홍상희, 이균우 (한국해양과학기술원)
- P9-12 해양식물플랑크톤자원 기탁등록보존기관
윤주연, 한경하, 최다빈, 정새로미, 신현호 (한국해양과학기술원)
- P9-13 실내 모형수조시험을 통한 유류에 의한 지하수 오염범위 산정방법 고찰
용환호, 정찬덕, 이규상, 송성호 (한국농어촌공사)
- P9-14 국내 주요폐사 어종에 대한 물리적 환경 노출 평가
김광덕, 이승윤, 김자현 (한국수자원공사)
- P9-15 생태정보 포털서비스(EcoBank)를 이용한 생태 빅데이터의 공유 및 활용
권용수, 윤성수, 이재호, 이진 (국립생태원)

P1-01

Potential invasion risk of sweet potato weevil (*Cylas formicarius*) in Korea

Jinsol Hong^{P1}, Heewon Hong², Sumin Pi², Soohyun Lee², Jae Ha Shin², Yongeun Kim¹,
and Kijong Cho^{c1,2}

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

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

Sweet Potato Weevil (SPW), *Cylas formicarius*, is one of the most important sweet potato pests. In Korea, SPW is managed as a quarantine pest, and its main hosts are prohibited from importation. Thus, no significant outbreaks have been reported in Korea to date. However, the preemptive identification of the potential SPW distribution is required due to the recent expansion of its invasion range in Asia. In this study, the potential SPW distribution was modeled using the species distribution model, MaxEnt. The MaxEnt model well explained its native range, and both the training and test area under the receiver operating characteristic curves exceeded 0.9. Among the environmental variables, the minimum temperature in the coldest month (BIO06) was the most important variable. The model predicted that the lowland coasts of Jeju Island and the southwestern coasts of Jeollanam-do have the highest probability of distribution under the current climate. Under the shared socioeconomic pathway climate change scenarios, the potential distribution of SPW expanded to the inland coasts as climate change progressed. By applying ‘the 10th percentile minimum training presence’ threshold rule, the potential occurrence area could expand up to 9.5 thousand km² under the most extreme scenario by the 2085s (2071 - 2100). The results of this study suggest that continuous monitoring of sweet potato and alternative host cultivation areas on the coast of Jeju and the southern region is necessary to prevent the establishment of SPW in Korea.

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

P1-02

Mosquito flight behavior observed from wing beat audio recordings in an experimental chamber

HakHyun Kim^{P1}, Jungyoon Lee¹, Changseob Lim², Seonguk Son³,
Dong Gun Kim³, Nattawut Sareein⁴, Hee-Il Ree⁵, and Yeon Jae Bae^{C1}

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

²Ojeong Resilience Institute, Korea University, Seoul 02841

³Institute of Environmental Ecology, Sahmyook University, Seoul 01795

⁴Environmental Science Research Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

⁵Division of Vectors and Parasitic Diseases, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju 28159

Mosquitoes are famous for being vectors of diseases such as malaria, dengue and yellow fever. In recent times, identification of mosquitoes utilizing sound recognition and artificial intelligence (AI) has been discussed and applied extensively. Currently, the task of detecting mosquitoes from the sound of their wing beats is challenging due to the difficulty in collecting and standardizing such recordings in the field. To address this, experiments regarding mosquito flight behaviors within an experimental chamber would aid in improving mosquito monitoring. This study aims to establish the relationship between mosquito flight duration and time period after release based on recordings of mosquitoes in free flight, which would serve as preliminary data for structuring future monitoring methods. For this study, a total of 20 hours of mosquito flight audio recordings have been labeled from seven mosquito species (*Aedes albopictus*, *Ae. togoi*, *Ae. aegypti*, *Culex pipiens*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *Anopheles minimus* and *An. crucians*). The result suggested that flight durations differ greatly between species placed under similar conditions.

** This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.RS-2023-00262750)

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

P1-03

Two strains of *Akashiwo sanguinea* (K. Hirasaka) Hansen & Moestrup (Dinophyceae) exposed to different temperature and salinity: Growth response and bacterial community

Ji Yeon Kim^{p1,4}, Zhun Li², Kyong Ha Han^{3,4}, and Hyeon Ho Shin^{c4}

¹Department of Ocean Science, University of Science and Technology

²Biological Resource Center/Korean Collection for Type Culture (KCTC), Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Jeongeup, 56212, Korea

³Department of Environmental Science, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

⁴Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje 53201, Korea

Growth response of two strains of *Akashiwo sanguinea* exposed to different temperature and salinity, and bacterial community in the cultures were investigated. The optimal temperature was 25°C, however there were differences in growth response of the strains to salinity. This may be a successful adaption to different salinity in specific geographic areas, because the strains was established by isolating the motile cells from different geographical locations (seawaters surrounding Tongyeong and Geoje Island). The bacterial communities in two cultures of *A. sanguinea* were dominated by genera *Alteromonas* and *Marinobacter*, and the relative proportions of the *Alteromonas* species in the cultures decreased with increased salinity. This result indicates that salinity can affect the bacterial community associated with *A. sanguinea*. Further studies are needed to examined the functional characteristics of bacterial community respond to salinity changes.

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

P1-04

Selective algicidal activity of soil-borne bacterium *Arthrobacter* sp. HNIBRBA5316 on *Microcystis* and *Anabaena* under solid and liquid conditions

Nakyeong Lee^{PC}, Se won Chun, Yun Ji Kim, Seunghui Song, Sung Moon Lee, Sangdon Ryu, Hye Seon Song, Jina Lee, Kira Moon, and Aslan Hwanhwi Lee

Division of Environmental Materials, Honam National Institute of Biological Resources(HNIBR), Mokpo 58762, Republic of Korea

Eutrophication arises from the natural dissolution or buildup of organic matter, like the unauthorized discharge of wastewater from industries or agricultural fields, and contaminated soil entering reservoirs and lakes, leading to harmful algae blooms (HABs). Strategies have been developed to manage or prevent HABs, with a growing emphasis on eco-friendly methods utilizing natural enemies or species-specific algicidal bacteria. Herein, *Arthrobacter* sp. HNIBRBA5316 isolated from soil sample exhibits algicidal activity against two strains of *Anabaena* (*Anabaena* sp. HNIBRCY11, *Anabaena* sp. AG10663), and two strains of *Microcystis* (*Microcystis* sp. KW, *Microcystis* sp. AG60752). However, it does not affect harmless algal cells such as *Chlorella* JD1-1. When introduced, the chlorophyll concentration increased to 170 μ /L. *Arthrobacter* sp. HNIBRBA5316 selectively targets harmful algae, indicating its potential as an effective control measure against HABs.

Corresponding author E-mail: lnk@hnibr.re.kr

P1-05

질병매개체 모기의 물리적 방제를 위한 유인제 선호성 평가

손성욱^{p1}, 김학현², Nattawut Sareein³, Woranart Yarangsee⁴, 김동건^{c5}

¹삼육대학교 대학원 융합과학과

²고려대학교 대학원 환경생태공학과

³Environmental Science, Faculty of Science, Chiang Mai University

⁴Environmental Science Research Center Faculty of Science, Chiang Mai University

⁵삼육대학교 스미스학부대학

본 연구는 질병매개체인 모기의 방제기법 중 친환경적인 물리적 방제의 효율을 증진하기 위해 효과적인 유인제를 개발하고자 수행되었다. 연구는 태국의 치앙마이주의 므앙치앙마이군의 주거지역, 수변지역, 산림지역을 대상으로 하였으며, 각 지역별 주요 모기 발생 지점 6 곳을 선정하였다. 연구 기간은 2024년 1월 9일부터 3월 10일까지로 약 2개월간 진행되었다. 연구를 위해 사용된 유인제는 총 5개로, 기존에 개발되어 판매 중인 유인제 두 제품과(A, B) 본 연구를 위해 새로 합성한 유인제 3가지(Type 1 - 3)를 실험군으로 선정하였으며, Control은 유인제를 사용하지 않았다. 각 유인제별로 트랩을 달리하였으며, 채집 트랩으로는 BG-Sentinel trap (BG trap, Biogent)을 사용하였다. 유인제의 모기 유인 효과에 연구 지점의 영향을 배제하기 위하여 24시간 주기로 연구 지역 내 연구 지점을 시계방향으로 이동하며 채집을 진행하였다. 각 연구 지역에서 유인제 별로 6일 동안 모기 채집을 진행하였고, 이를 3회 반복하였다. 연구 기간 동안 채집된 개체는 모기와 기타 종으로 분류하여 전수 계수하였다. 연구 결과 유인제 A의 일 평균 채집률은 $22.01 \pm 1.56\%$ 로 나타나 가장 높은 채집률을 나타내었으며, 그 다음으로 Type 1이 $17.51 \pm 1.66\%$, Type 2가 $16.88 \pm 1.57\%$, 유인제 B가 $15.81 \pm 1.33\%$ 로 확인되었으며, Control은 $14.17 \pm 1.26\%$ 로 나타났다. 반면, Type 3은 Control 보다 낮은 채집률을 보였다. 통계분석 결과, 기존 유인제 A와 신규 합성 유인제 Type 1, 2의 채집률 간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타나 신규 유인제의 높은 유인 효과를 확인하였다. 추후 채집된 모기 종을 전수 동정할 예정이며, 유인제 간의 모기 종의 구성 차이를 도출하고자 한다.

교신저자 E-mail: ecology@syu.ac.kr

P3-01

Alterations in vertical distribution of *Folsomia quadrioculata* (Collembola) as overwintering strategy

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 maintained through the interactions of diverse organisms. Among these organisms, Collembola play important roles in soil environment as consumers of microorganisms and decomposers of organic matter. Hence, Researching Collembola ecology is essential for comprehending soil ecosystems. However, there has been limited investigation about their winter ecology. In this study, we investigated the overwintering strategy of *Folsomia quadrioculata* using vertical soil sampling. Soil samples were collected at different depths, and the abundance, body length, and head capsule of *F. quadrioculata* were measured. Additionally, we examined temperature of the atmosphere, soil surface, and topsoil and calculated soil porosity as factors influencing their distribution. Our findings revealed that as the temperatures dropped, *F. quadrioculata* exhibited a tendency to move into deeper soil. In this case, smaller organisms tend to distribute deeper into the soil due to differences in soil porosity. Our results demonstrated that *F. quadrioculata* employs vertical migration as strategy to adapt lower temperatures during the winter. This study enhances our understanding of the winter ecology of Collembola.

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

P3-02

A study on food switching time of *Allonychiurus kimi* (Collembola: Onychiuridae): From fungi to bacteria

Jimin Shin^{p1}, Jeongwon Choi^{p1}, Dohyeon Jeong¹, Nakyeong Lee²,
Yun Ji Kim², Aslan Hwanhwi Lee², and Yun-Sik Lee^{c1,3}

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

²Division of Environmental Materials, Honam National Institute of Biological Resources(HNIBR), Mokpo 58762, Republic of Korea

³Institute of Future Earth, Pusan National University, Pusan, 46241, Korea

Changes in food conditions in habitat due to environmental alterations lead a specific species to undergo food switching to maintain population density. *Allonychiurus kimi* has been reared in laboratory conditions for approximately 20 years, feeding on the fungus *Saccharomyces cerevisiae*, and this fungus has been employed as food source in various experiments using *A. kimi*. This study investigates the potential of food switching and the switching time from fungus to bacteria in *A. kimi*, a predator of soil microorganisms. A control group was fed with *S. cerevisiae* while the treatment groups were fed three types of bacteria (*Nostoc neudorfense*, *Pseudoaliinostoc* sp., *Nostoc* sp.). The time at which egg production in each treatment group equaled that of the control group statistically was measured. The three types of bacteria exhibited food switching times ranging from 3 to 5 weeks. This result suggests the possibility of *A. kimi*, experimentally fed exclusively on fungi, switching to bacteria as a food source. Furthermore, it indicates that the time required for food switching in environments where microbial diversity diminishes may be a crucial factor in maintaining of Collembola populations.

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

P3-03

Seasonal occurrence of two predacious mosquito larvae *Toxorhynchites christophi* and *Lutzia vorax* (Diptera: Culicidae) in forest areas in Korea

Junyoung Lee^p and Yeon Jae Bae^c

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

Larvae of the mosquito genus *Toxorhynchites* Theobald and *Lutzia* Theobald (Diptera: Culicidae) are voracious predators of other mosquito larvae in container habitats in forest areas. In Korea, three predacious species, *Tx. christophi* (Portschinsky), *L. vorax* Edwards and *L. fuscana* (Wiedemann) have been reported, but their general biology and ecology have been barely studied. We conducted field monitoring in three different deciduous forests (Gangneung, Gangwon-do; Hanam, Gyeonggi-do; Pocheon, Gyeonggi-do) using tire larvae-traps, from May 2023 to September 2023. In this study, distinct seasonal occurrence patterns of two major predator larvae, *Tx. christophi* and *L. vorax* are reported along with their prey community structure.

** This work was supported by Institute for Information & Communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.RS-2023-00262750).

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

P4-01

Estimating changes in tree species distribution in Korean forests using the individual tree data set

Moonil Kim^{pc1,3}, Jiwon Son², Youngjin Ko², and Mina Hong³

¹Division of ICT-Integrated Environment, Pyeongtaek University, Pyeongtaek 17869, Rep. of Korea

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

³Biodiversity and Natural Resources (BNR) Program, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Schlossplatz 1, A-2361 Laxenburg, Austria

The distribution and composition of tree species in forests play a pivotal role in forest ecology, management, and carbon cycling. Consequently, their assessment and prediction are of paramount importance for effective forest management planning and the formulation of climate change adaptation strategies, both at local and national scales. The primary objective of this study was to interpret and forecast patterns of tree species distribution changes observed within Korean forests. To achieve this goal, we utilized data from the 5th to 7th National Forest Inventory to construct basal area data for all tree species within each permanent plot. Subsequently, we conducted a comprehensive analysis of the changing trends exhibited by each tree species. Additionally, we calculated climatic environmental indices highly relevant to tree species distribution using meteorological data provided by the Korea Meteorological Administration. Furthermore, a tree species distribution prediction model was developed by applying the Generalized Additive Model (GAM). Our analysis revealed that prominent tree species with a significant distribution presence in Korean forests included *Pinus densiflora* (36.2%), *Quercus mongolica* (14.6%), *Quercus variabilis* BL (11.0%), *Quercus serrata* Murray (4.3%), *Pinus rigida* (3.6%), *Larix kaempferi* (3.2%), *Quercus acutissima* (2.8%), and *Pinus koraiensis* (2.4%), based on basal area. Notably, *Pinus densiflora*, *Quercus mongolica*, and *Pinus rigida* showed a consistent decline in forest area. Furthermore, the results from the GAM analysis highlighted a substantial correlation between changes in basal area among major tree species and climate indices, including the Warmth Index (WI), Precipitation Effectiveness Index (PEI), and Minimum Temperature of the Coldest Month Index (MTCI). Forest age also emerged as a closely associated factor. The findings of this study hold significant implications, as they enable us to anticipate future alterations in tree species distributions attributable to natural selection and climate change. In addition, this is the first research using the individual tree-level for developing the tree species distribution model in the South Korea.

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

Corresponding author E-mail: futuring.kim@ptu.ac.kr

P4-02

개구리밥(*Spirodela polyrhiza* L.)의 최적 실내 재배 시스템 개발허태욱^{1,2}, 김정현², 박준성², 손유진², 이성은¹¹경북대학교 응용생명과학과²바이루트(주)

본 연구에서 개구리밥의 일종인 *Spirodela polyrhiza* L.의 실내 재배를 위한 최적의 양액재배조건을 구명하고자 하였다. 시료로 사용된 *S. polyrhiza*는 2023년 9월부터 동년 11월까지 경북 경산 압량읍 자인면 삼정지(위도 35.815685373126925, 경도 128.8142392242284). 채집한 시료는 DNA검사를 통해 *S. polyrhiza*의 유전 정보를 확인하였고, 기내에서 10회 이상 증식 후 사용하였다. 본 연구를 위하여 개발한 담액형 수경재배기를 활용하여 실내에서 증식한 *S. polyrhiza*를 각각 100개체씩 재배하였고, 재배 환경으로는 주/야간 온도 25~28℃, 습도 80%, 광조사 시간을 16시간으로 하였다. 실험구는 일일 들어가는 양액을 야마자키 용액(삽엽채용), 물푸레(대유화학), 개구리밥 전용 양액(바이루트), 무처리군 등으로 그룹화하여 각각 3반복 처리 후 시험결과를 확인하였다. 결과로서, 개구리밥 전용양액을 사용한 *S. polyrhiza*가 200개체로 증식하는데 걸리는 시간은 평균 24시간이었고, 야마자키 용액 처리시 평균 40시간, 물푸레 용액 처리시 평균 35시간, 무처리군에서는 평균 41시간인 것으로 확인되어 개구리밥 전용 양액을 처리한 개구리밥이 다른 처리군에 비해 증식속도가 매우 빨랐음을 확인하였다. 이외에도 양액의 처리 후 뿌리의 길이, 잎의 개수, 건조 후 무게 등 다양한 생육기반 결과 및 이들의 영양학적 결과를 토대로, 본 연구에 사용된 양액 조성이 *S. polyrhiza*의 실내 증식 의 주기를 가속화 하였고 영양학적 요소들의 변화를 유도하였다. 본 연구를 통하여, *S. polyrhiza*의 실내 재배를 위한 최적의 조건을 개발하였고 바이오매스 생산량의 극대화를 꾀하여 미래 식량자원으로서의 가능성을 입증할 수 있다고 사료된다.

교신저자 E-mail: selpest@knu.ac.kr

P4-03

생태계교란 생물 마늘냉이(*Alliaria petiolata*)의 엽록소 형광분석을 활용한 차광조건별 광 이용효율 평가

최수현^{p1}, 이용호², 김승환¹, 김가은¹, 윤지연¹, 전우찬¹, 구인경¹,
프라딕 아디카리¹, 포우델 아닐¹, 홍선희^{d1}

¹한경국립대학교 식물자원조경학부

²고려대학교 오정리질리언스연구원

마늘냉이(*Alliaria petiolata*)는 십자화과의 월년생 식물로서 양지부터 음지까지 다양한 광 조건에서 서식한다. 생태계교란 생물인 마늘냉이는 관리를 위하여 생리·생태적 특성 연구가 필요하다. 본 연구는 마늘냉이 서식지 조도에 따른 관리 전략 수립에 필요한 생리적 기초자료 제공을 위해 수행되었다. 경기도 수원시 광교호수공원 인근에서 마늘냉이 유묘를 채집하여 자연광 대비 0% 차광, 35% 차광, 75% 차광조건에서 재배하였다. 차광처리 후 10일 간격으로 5주간 엽록소형광분석기(FP-100, PSI)을 이용해 엽록소 형광반응(OJIP)을 측정하였으며, 이후 엽록소 형광 매개변수 분석(JIP-Test)을 통해 차광조건에 따른 마늘냉이의 광 이용효율을 평가 및 분석하였다. 연구 결과 차광률이 높아질수록 최대 양자수득률(F_v/F_m)은 증가하였다. 건전한 식물의 광계II 암적응 최대 양자수득률(F_v/F_m)은 0.78~0.82이다. 마늘냉이의 0% 처리구 평균 F_v/F_m 은 0.75로 건전 성장하지 못하는 것으로 확인되었다. 반면 35% 차광조건과 75% 차광조건은 각각 0.78과 0.79로 마늘냉이는 35% 차광조건과 75% 차광조건에서 건전 성장할 수 있다고 판단된다. 열에 의한 에너지 손실율(DI_o/RC)은 0% 처리구 0.55, 35% 처리구 0.49, 75% 처리구 0.45로 차광률이 높아질수록 감소하였고, 에너지 이용효율(PI)은 0% 처리구 1.83, 35% 처리구 2.35, 75% 처리구는 2.56으로 차광률이 높아질수록 증가하였다. 0% 처리구는 다른 처리구 대비 DI_o/RC 이 가장 높고, PI는 가장 낮아 광 이용효율이 처리구 중 가장 낮은 것으로 판단되었다. 차광률이 높아짐에 따라서 광계II 전자전달 에너지 플럭스($ET2_o/RC$)는 증가하며, 광계I 전자전달 에너지 플럭스($RE1_o/RC$)는 감소하였는데 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

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

교신저자 E-mail: shhong@hknu.ac.kr

P4-04

특산식물 섬매발톱나무 종자의 휴면유형 및 발아특성 구명

김도현^p, 박지윤, 신운섭, 이다현, 추예린, 조민수, 김지은, 김현민, 김준혁, 나채선^c

국립백두대간수목원 산림생물자원본부 야생식물종자실

미나리아재비목 매자나무과 매자나무속(*Berberis* genus) 식물들은 전 세계적으로 500여종이 분포해 있으며, 유럽 중부, 남부, 미국 북동부, 파키스탄 북부를 포함한 남아시아 대부분 지역에 분포한다. 그 중 섬매발톱나무[*B. amurensis* var. *quelpaertensis* (Nakai) Nakai]는 한국 특산식물로서 제주도에 한정적으로 분포한다. 본 연구에서는 섬매발톱나무 종자의 휴면유형 및 발아특성을 구명하기 위한 목적으로 종자의 수분흡수 실험, 온도 변화실험, 저온·고온습윤처리 실험, GA 호르몬처리 실험을 수행하였다. 수분흡수 실험 결과, 24시간 동안 건중량 대비 120% 무게증가가 이루어져 투수성 종자로 밝혀졌다. 온도 변화실험 결과, 고온을 겪은 종자가 저온을 12주 겪은 후부터 발아하는 것으로 나타났다. 저온·고온습윤처리 실험 결과, 고온(25/15℃)에서 12주 처리한 종자를 저온(5℃)에 배양 시, 33.0±1.91% 발아하였다. GA 호르몬에 대한 발아반응은 관찰되지 않았다. 따라서 섬매발톱나무의 휴면유형은 Intermediate PD 혹은 Deep PD 이며, 효과적인 발아를 위해서는 25/15℃에 12주간 고온습윤처리 후, 5℃ 조건에서 배양해야 하는 것으로 판단된다. 본 연구의 결과는 매자나무속 식물의 증식·재배 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

** 본 연구는 산림청(임업진흥원) 시험연구과제인 ‘산림 내 작물 재래원종 확보 및 활용 지원(과제번호: 2021400B10-2425-CA02)’로 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: chaesun.na@koagi.or.kr

P4-05

Comparing salt tolerance during germination and seedling stage of crop wild relatives and crop seed from *Lactuca* species

Hyeon Min Kim^P, Jun Hyeok Kim, Ji Yoon Park, and Chae Sun Na^C

Division of Wild Plant and Seeds, Baekdudaegan National Arboretum, Bonghwa 36209, Korea

Crop Wild Relatives (CWRs) are plant species genetically related to crops but not cultivated, serving as essential genetic resources for maintaining sustainable agricultural ecosystems. Salt stress is an important constraint to plant development and is expected to increase due to change in global climate. Exploration of beneficial traits through comparison with modern variety should precede for the conservation of agricultural biodiversity. This study aimed to assess the salinity tolerance of *Lactuca* species of CWRs in comparison to lettuce cultivars concerning seed germination and early growth traits. Three CWRs of *Lactuca* species (*Lactuca indica* L., *Lactuca indica* L. var. *laciniata* (Houtt.) H. Hara f. *indivisa* (Maxim.) H. Hara, and *Lactuca triangulata* Maxim) collected from habitats and three commercially available *Lactuca* cultivars (Aram Grand Rapid, Super Caesar Red, and Green Tsimma) were utilized for the experiments. Germination and hydroponic assays were conducted by exposing seeds to NaCl concentrations of 50, 100, 150, and 200 mM, with moistening provided by distilled water compared against a control (0 mM). For the three CWRs, both germination and seedling characteristics were significantly impacted with the increase in NaCl concentration from 100 mM to 200 mM. Furthermore, among the three CWRs, *L. triangulata* was identified to have the lowest salt-tolerant, with a germination stress index (GSI) of 0.13 ± 0.03 at NaCl concentration of 100 mM. However, among the three lettuce cultivars, even under the highest salinity stress condition (200 mM), the seed germination exceeded 80.0%, and there was no statistically significant difference in the GSI compared to the control (0 mM). In terms of early growth characteristics, the CWRs showed negative effects on growth at concentrations exceeding 100 mM, while lettuce cultivars exhibited a significant decrease in biomass at a concentration of 200 mM. The cultivars demonstrated a wider range of salt-tolerant and exhibited superior plant growth characteristics in terms of root morphology compared to CWRs. Based on the findings of this study, it is concluded that although not as high as currently modern variety, the salt-tolerant of *L. indica* and *L. indica* L. var. *laciniata* among the CWRs is higher than that of *L. triangulata*.

** This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. 2021400B10-2425-CA02) provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Promotion Institute).

Corresponding author E-mail: chaesun.na@koagi.or.kr

P4-06

The complete chloroplast genome of an annual halophyte,
Tripolium pannonicum (Asteraceae)

Jihyun Lee^{p1} and Jae-Sung Rhee^{c1,2,3}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University,
Incheon 22012, Republic of Korea

²Research Institute of Basic Sciences, Core Research Institute, Incheon National University,
Incheon 22012, Republic of Korea

³Yellow Sea Research Institute, Incheon 22012, Republic of Korea

Tripolium pannonicum is an annual halophyte that grows in coastal marshes along the southwestern coast of South Korea. In this study, the complete chloroplast genome of *T. pannonicum* was determined using a next-generation sequencing platform. The chloroplast genome of *T. pannonicum* was found to be 153,075 bp in length, with an overall GC content of 37.2%. In total, the chloroplast genome sequence encodes 127 genes, including 29 tRNA genes and 10 rRNA genes. Phylogenomic analysis revealed that the chloroplast genome of *T. pannonicum* is closely related to that of *Diplostephium pulchrum*. These results will provide a basis for species identification and understanding the geographical distribution of *T. pannonicum*.

Corresponding author E-mail: jsrhee@inu.ac.kr

P4-07

**A new dinoflagellate *Gonyaulax kunsanensis* sp. nov.
(Gonyaulacales, Dinophyceae) from Korean coastal waters**

Hyeon Ho Shin^{pc1}, Zhun Li², Kenneth Neil Mertens³, Yeong Du Yoo⁴, and Haifeng Gu⁵

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

²Biological Resource Center/Korean Collection for Type Culture (KCTC), Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Jeongseup, 56212, Korea

³Ifremer, LITTORAL, Place de la Croix, BP40537, 29900 Concarneau CEDEX, France

⁴Department of Oceanography, Kunsan National University, Gunsan 54150, Republic of Korea

⁵Third Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Xiamen 361005, China

Two *Gonyaulax*-like strains were established by isolating cells from Korean coastal waters, and their morphologies and molecular phylogenies based on SSU and LSU rRNA gene sequences were examined. Both strains shared identical morphological features and molecular sequences, and were characterized by a pale-yellowish color, an ovoid shape with a pronounced apex, and two short antapical spines. In addition, a spiniferate resting cyst was produced in culture and had a red body, gonol and intergonol processes, and an antapical flange. Scanning electron microscopy observations revealed that the motile cells display neutral torsion and a plate formula typical for the genus *Gonyaulax* (Po, *4', 6'', 6C, 5S, *6''', 2p and 1'''), and were characterized by a reticulated surface with many small pores, and a marked antapical flange on the boundary between 1''' and 2p or two prominent spines. The reticulate ornamentation was sometimes absent on the plate margin or on the entire plate. Pronounced rows of pores on the margins of precingular, cingular and postcingular plates were observed, and especially a distinct pore was always present on the margin of the anterior sulcal plate contacting with 1''. The molecular phylogeny revealed that the Korean isolates have a close relationship to *Gonyaulax membranacea* and are clearly divergent from other *Gonyaulax* species. The morphology of the Korean isolates was similar to that of *G. membranacea*, and cysts of these species were characterized by similar antapical flange. However, these species can be distinguished by presence or absence of a distinct pore on the margin of anterior sulcal plate in touch with 1'', and difference process type in cyst morphology. Based on these morpho-molecular data, *G. kunsanensis* sp. nov. is proposed.

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

P5-01

Effect of apple snail (*Pomacea canaliculata*) on soil bacterial community and putative functions

Jinu Eo^{PC}, Sang-Min Jun, Soon-Kun Choi, Jong-Mun Lee, and Byung-Mo Lee

Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences

Apple snails are used for agricultural purpose of weed control in paddy fields, and they affect soil ecosystem due to their omnivorous feeding habit. This study aimed to investigate effects of apple snail on community composition and function of soil bacteria. Soil bacterial community was compared between paddy soils with and without apple snail, and the effects of temperature were also analyzed in a laboratory experiment. Community composition of soil bacteria was determined using a pyrosequencing technique, and putative functions were analyzed using FAPROTAX (functional annotation of prokaryotic taxa). In the paddy field experiment, the ratios of Acidobacteria and Firmicutes were altered by apple snails, and bacterial communities were also separated by PCoA analysis. In the laboratory experiment, the influence of apple snail was greater than that of temperature. Acidobacteria and Firmicutes were mainly affected by apple snail, and Chlorobi was affected by temperature. OTU number and Shannon H were decreased with apple snail in rice fields and a similar trend was observed in the laboratory experiment. Putative functions including methanol oxidation, thiosulfate respiration, cellulolysis and nitrate denitrification were influenced by apple snail. These results show that apple snail affect nutrient cycling and material metabolism through changes in community composition of soil bacteria.

** This study was carried out with the support of “Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ01507301)”, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Republic of Korea.

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

P5-02

복숭아혹진딧물 장내미생물 군집분석

김병혁^p, 김정은, 김천환, 한현희, 안정준^c

농촌진흥청 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소

곤충은 지구상에서 매우 다양하고 풍부한 종으로 다양한 기주식물을 이용하여 생존하고 있으며, 곤충의 장내에는 다양한 미생물들이 서식한다. 곤충 장내 공생 미생물은 숙주의 생리대사 조절 및 섭식한 먹이의 소화촉진 등의 중요한 역할을 한다. 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae* Sulzer, Hemiptera: Aphididae)은 채소, 과수 및 화훼작물에 발생하여 경제적 피해를 주는 주요 해충 중 하나다. 이에 본 연구는 복숭아혹진딧물과 장내 미생물 간의 상호작용을 이해하기 위해 장내 미생물 분석을 수행하였다. 복숭아혹진딧물의 장내 우점 미생물을 분석하기 위해 배양적 방법과 비배양적 방법인 16S rRNA 유전자 분석기법인 DG-DGGE를 이용하여 분리하고, 염기서열을 결정하였다. 결정된 염기서열은 BLAST 검색을 통해 동정되었다. 전통적인 미생물 분리 방법을 통해 *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Delftia*, *Microbacterium* 등을 분리·동정하였으며, DG-DGGE 기법을 통해 *Acidovorax*, *Paraburkholderia*, *Pseudomonas*, *Caulobacter*, *Ralstonia*가 우점하는 것을 확인하였다. 본 연구의 결과는 미생물 군집 분석을 통해 복숭아혹진딧물과 장내 미생물 간의 상호작용을 이해하는 데 기초 자료로 제공될 수 있을 것으로 기대된다.

** 본 연구는 농촌진흥청 시험연구과제인 ‘기온 및 이산화탄소 변화에 따른 복숭아혹진딧물과 기생벌 상호작용 영향평가(과제번호: PJ01606001)’로 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: j2ahn33@korea.kr

P5-03

Taxonomy of the genus *Chlorococcum* and *Pleurastrum* (Chlorophyceae) in Korea based on morphological and molecular evidence

Yu Ho Kim^p, Seung Won Nam^c, Bok Yeon Jo, and Jae Hak Lee

Bio-resources Bank Division, Nakdonggang National Institute of Biological Resources,
Sangju, 37242

Genus *Chlorococcum* and *Pleurastrum* is a coccoid green alga that varies in size. This genus inhabits not only aquatic ecosystems but also terrestrial ecosystems. Due to their higher biomass content, this genus has potential as a biological resource. *Chlorococcum* and *Pleurastrum* have been reported 32 species and 9 species worldwide, respectively, whereas only 6 species belonging to *Chlorococcum* have been reported in Korea. This study aimed to perform taxonomic studies based on morphological and molecular data to investigate phylogenetic relationships focusing on taxa within the genus *Chlorococcum* and *Pleurastrum*. We examined morphological characteristics using two microscopy techniques (light and TEM) and analyzed molecular data from the 18S rDNA, *rbcL*, *tufA*, and ITS gene sequences. Based on the analysis results, we revealed unrecorded species candidates and contributed to understanding the level of species diversity of *Chlorococcum* and *Pleurastrum* in Korea.

Corresponding author E-mail: seungwon10@nnibr.re.kr

P5-04

***Undibacterium cyanobacteriorum* sp. nov., an auxin-producing bacterium isolated from fresh water during cyanobacterial bloom period**

So-Ra Ko^{p1}, Ve Van Le¹, Loan Thi Thanh Nguyen², Jin-Cheol Kim², Yuna Shin³,
Kyunghyun Kim³, and Chi-Yong Ahn^{c1}

¹Cell factory Research Centre, Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology, 125 Gwahak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34141, Republic of Korea

²Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmentally Friendly Agriculture, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea.

³Water Quality Assessment Research Division, National Institute of Environmental Research, Incheon 22689, Republic of Korea

A novel Gram-negative, white-pigmented, and auxin-producing strain, 20NA77.5^T, was isolated from fresh water during cyanobacterial bloom period. Pairwise comparison of the 16S rRNA gene sequences showed that strain 20NA77.5^T belonged to the genus *Undibacterium* and exhibited the highest sequence similarity to the type strains of *Undibacterium danionis* (98.00%), *Undibacterium baiyunense* (97.93%), *Undibacterium macrobrachii* (97.92%), and *Undibacterium fentianense* (97.71%). The average nucleotide identity (ANI) and digital DNA - DNA hybridization (dDDH) values between strain 20NA77.5^T and its related type strains were below 79.93 and 23.80%, respectively. The predominant fatty acids (> 10% of the total fatty acids) were C_{16:0} and summed feature 3 (C_{16:1}ω7c and/or C_{16:1}ω6c). Based on the phylogenetic distinctness, chemotaxonomic features, and phenotypic features, strain 20NA77.5^T is considered to represent a novel species of the genus *Undibacterium*, for which the name *Undibacterium cyanobacteriorum* sp. nov is proposed. The type strain is 20NA77.5^T (= KCTC 8005^T= LMG 33136^T).

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

P5-05

미생물 다차원 오믹스를 이용한 수생태계 건강성 조사 및 평가

정선아¹, 강민경^{1,2}, 최원석^{p1,2}, 르반베¹, 이하영^{1,2}, 김민성^{1,2}, 고소라¹, 안치용^{c1,2}¹한국생명공학연구원 세포공장연구센터²과학기술연합대학원대학교(UST), KRIBB School, 환경바이오공학과

본 연구는 미생물 다차원 오믹스(Multi-meta-omics) 분석을 이용한 수생태계 건강성 평가 기법을 개발하여 현행 방식을 개선할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 다차원 오믹스를 이용한 수생태계 건강성 평가를 위해서 조사지점으로 선정한 한강수계 30개 지점(2022년) 및 낙동강수계 31개 지점(2023년)에 대해 샘플링을 5월과 9월 2차례씩 수행하였다. 미생물 DNA와 RNA 추출 및 시퀀싱 후 현행 세 가지 생물군별 건강성 지수 TDI, BMI, FAI를 적용하여 메타유전체(16S rRNA) 및 메타전사체를 비교 분석하였다. 메타유전체는 DADA2 프로그램을 통하여 데이터베이스 Silva v138.1을 기반으로 분석하였고, 메타전사체 분석은 SAMSA2 패키지를 이용하였다. 메타유전체 및 메타전사체 분석 결과 한강과 낙동강의 건강성 등급에 따른 미생물 군집이 서로 다른 양상을 보였다. 한강수계(5, 9월)와 낙동강(5월)의 미생물 군집에서 선정된 46개의 주요 박테리아(ASV수준)만을 이용한 다중회귀분석(MLR) 결과, 저서동물지수(BMI)를 적용시 유의한 수준으로 예측 가능성을 확인하였다($R^2 = 0.74$, $P < 0.0001$). 메타유전체 및 메타전사체 분석을 통해 확인된 지표 미생물 중 공통적으로 도출된 미생물을 정리하여 높은 건강성(A등급)을 대표하는 1종(*Cytophaga*)과 낮은 건강성(D, E 등급)을 대표하는 3종(*Sulfurimonas*, *Thiothrix*, *Desulforegula*)등 총 4종의 지표 미생물을 선정하였다. 메타유전체 분석에서 16S rRNA V3-V4 Amplicon Sequencing 방법의 한계점 보완을 위해 Shotgun Sequencing을 통한 Whole Genome 유전체 정보를 확보하였고, 메타단백체 분석은 세부 단계별로 테스트하여 최적의 프로토콜을 정립해가는 과정이다.

교신저자 E-mail: cyahn@kribb.re.kr

P5-06

Morphology and molecular phylogeny of *Pirsonia catenata* sp. nov. (Pirsonia, Bigyromonada) infecting marine diatoms

Hyewon Kim^p and Sunju Kim^c

Major of Oceanography, Division of Earth Environmental System Science, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

The genus *Pirsonia* is known to infect various marine centric diatoms. Of the six described species in the genus, infections by *P. diadema* have been only reported in Korean coastal waters. Here, we discovered the novel parasitoid *P. catenata* n.sp. infecting the diatoms *Actinocyclus* spp. and *Coscinodiscus radiatus* from Korean coastal waters in November 2020, June and September 2022. Additionally, infections by the unrecorded two species *P. verrucosa* and *P. punctigerae* on *Guinardia delicatula* and *Thalassiosira punctigera* and by the parasitoid *P. diadema* on *C. wailesii* were also observed during this study and established as cultures for applying to compare the genetic distance and host range with other *Pirsonia* species. Developmental and morphological characteristics of *P. catenata* was distinguishable from other *Pirsonia* species in that the novel species formed a long chain of secondary auxosomes with cytoplasmic connection and showed asynchronous maturation of flagellate mother cells. Phylogenetic analyses inferred from SSU rRNA gene sequences revealed that all *Pirsonia* species formed a monophyly and branched as a sister lineage of the clade of Oomycetes. The novel parasitoid was the most closely related to *P. diadema*. ITS2 secondary structures of *Pirsonia* species were predicted. Pairwise comparison of the most similar two species, *P. catenata* and *P. diadema* revealed substantial structural differences in helix III (one CBC and two h-CBC). These results indicate that the novel parasitoid represent new species.

Corresponding author E-mail: sunkim@pknu.ac.kr

P5-07

Morphology and phylogeny of a novel parasitoid of marine diatoms, *Pseudopirsonia chaetoceri* sp. nov. (Imbricatea, Cercozoa)

Kyoungwon Cho^p and Sunju Kim^c

Major of Oceanography, Division of Earth Environmental System Science,
Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

Phytoplankton communities face a multitude of parasitic threats including viruses, chytrids, stramenopiles, and cercozoans. Among these, the cercozoan *Pseudopirsonia* is documented to infect various marine centric diatoms. Currently, only one species, *P. mucosa*, has been characterized in the genus. During routine monitoring at Yongho Bay of Busan in Korea, a novel parasitoid flagellate was discovered to infect the marine diatom *Chaetoceros constrictus*. Two culture strains (MPL01 and MPL02) of the host and parasite systems were established, and their morphological features and molecular phylogeny based on SSU rRNA gene sequences were investigated. Molecular phylogeny indicated that the novel parasitoid was closely related to *P. mucosa* but distantly related to the unidentified *Pseudopirsonia* species (MF615236) isolated from Nokdong harbor in Korea. Microscopic observations revealed significant differences in flagellate morphology and developmental process between *P. mucosa* and the novel parasitoid. These findings suggest that the novel parasitoid infecting *C. constrictus* is a new member of the genus *Pseudopirsonia*, highlighting the need to study the parasite-diatom interactions in marine ecosystems in future.

Corresponding author E-mail: sunkim@pknu.ac.kr

P5-08

Morphology and molecular phylogenetic position of two new epilithic diatom species of Han River from Korea

Liyao Jiang^{P1}, Weihang Wang¹, Byeong-Hun Han¹, Yuyao Li¹, and Baik-Ho Kim^{c1,2}

¹Department of Environmental Science, Hanyang University, Seoul 04763, South Korea

²Department of Life Science, Hanyang University, Seoul, 04763, Republic of Korea

Besides the assessment of the aquatic ecological health survey of the Han River, we collected and isolated epilithic diatoms. Based on morphological and molecular study, two new species were new to Korea, belonging to genus *Fistulifera*, and *Trybelionella*. Morphological characteristics were analyzed using combined light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM), and nuclear small subunit (SSU) rRNA and ribulose-bisphosphate carboxylase (rbcL) gene to study molecular characteristics. Among the two species, *Fistulifera* sp. which found that there are big differences through molecular analysis, and morphological analysis is being compared at present, *Trybelionella* sp. which found the valve surface has a distinctive white grain, and the girdle band has oval areolae like an airplane window. Through morphological and molecular studies, we can recommend these two findings as 2 new species.

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

P5-09

Matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) and DNA Phylogeny in *Nitzschia* Diatoms: Validating species identification and unveiling a novel taxon

Weiham Wang^{p1} and Baikho Kim^{c1,2}

¹Department of Environmental Sciences, Hanyang University, Seoul 04763, Republic of Korea

²Department of Life Science, Hanyang University, Seoul 04763, Republic of Korea

The aim of this study is to assess Matrix-assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) as a rapid, cost-effective method for identifying freshwater diatom species. These microscopic algae serve as crucial indicators of environmental health in freshwater ecosystems. Monitoring diatom species abundance and composition aids in evaluating water body conditions. The widely used diatom index facilitates tracking changes in water quality and ecological conditions. Currently, diatom species identification relies mainly on time-consuming morphological analysis and expensive DNA sequencing, presenting challenges in expertise and cost. MALDI-TOF MS, known for its efficiency and versatility, offers a faster, simpler alternative, potentially reducing time and expenses associated with traditional methods. By comparing MALDI-TOF MS results with DNA sequencing, we aim to validate its efficacy in identifying freshwater diatom species. Integration of MALDI-TOF MS into diatom research could significantly improve efficiency and practicality, with promising implications for ecological and environmental studies. Additionally, a new species of *Nitzschia* was discovered during the experiment, prompting morphological analysis.

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

P5-10

전장 유전체 분석을 통한 *Pseudo-nitzschia pungens* (Bacillariophyceae)의 유전자형 간 유전자 비교 분석

정도윤^{p1}, 김진호^{c1,2}

¹제주대학교 지구해양융합학부 지구해양과학전공

²제주대학교 지구해양과학과

유해 적조(Harmful Algal Blooms; HABs) 발생 원인종이자 전 세계에 분포하는 규조류인 *Pseudo-nitzschia pungens*의 3개의 유전자형 군집(Clade I, Clade II, Clade III) 중 두 개의 유전자형 군집(Clade I, Clade III)이 국내 연안에서 발견되었으며, 주로 동남아시아에서 발견되는 Clade III 군집은 늦여름 국내 연안으로 유입되는 것으로 알려졌다. 사전 연구에서 Clade I (토착종)과 Clade III (외래종) 간의 유전적 차이는 특별한 생리 및 대사 기능을 담당하지 않는 ITS 영역의 유전자에 대해서만 확인되었을 뿐, 생물학적 대사 및 생태적 기능을 수행하는 필수 유전자들에 대해서는 연구된 바 없다. 본 연구는 외래종의 국내 연안 환경으로의 토착화 기작을 설명하기 위한 기반 연구로 토착종과 외래종 간 유성생식을 통한 주요 유전정보의 전달 및 교환 현상을 확인하고자 한다. 이를 위해 우선 *P. pungens*의 Clade I과 Clade III 간 유성생식 실험을 통해 성공적으로 F1 세대의 배양주를 확보하였다. Clade I과 Clade III 유전적 차이 및 유전자의 기능을 확인하기 위해 *Pseudo-nitzschia* 속 중 유일하게 전장 유전체 정보가 밝혀진 *P. multistriata*의 유전체 정보를 Reference genome으로 설정하여 전장 유전체 분석(whole genome sequencing)을 수행하였다. 전장 유전체 분석 결과, 토착종과 외래종 간 81개의 단일 염기 다형성(single nucleotide polymorphism; SNP)을 확인하였다. SNP의 유형은 missense variant (55.6%), synonymous variant (32.1%), 3' UTR variant (4.9%), stop lost (3.7%) 및 upstream gene variant (3.7%) 순으로 나타났다. 이 중 단백질 기능에 대한 영향을 미칠 수 있는 SNP가 59.3%로 분석되었다. SNPs의 유전자 온톨로지(Gene Ontology; GO) 주석을 확인한 결과 biological process에서 TCA cycle과 관련된 유전자가 가장 많았으며, electron transport chain, branched-chain amino acid biosynthetic process 순으로 높은 비율을 보였다. 그 외 일부 유전자는 광합성(광 수확), 탄소 고정, 세포 분열 등과 같은 세포의 생존에 필수적인 과정과 관련이 있는 것으로 나타났다. 향후, 다양한 환경요인의 변화에 따른 이 유전자들의 전사체 발현 양상을 비교하고 F1에서 해당 유전자들의 정보 및 전사체 발현이 어떻게 나타나는지 살펴본다면 본 연구에서 확인된 토착종과 외래종 간의 유전적 차이가 실제 기능적으로 유의미한 것인지, 또한 유성생식을 통한 종의 생태적 적응 전략과 어떠한 연관성이 있을 것인지 추정할 수 있을 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: kimj@jejunu.ac.kr

P6-01

계통적 다양성을 이용한 국립공원 수생태계 생물다양성 평가 및 활용

황순영^{p1}, 강지현², 장지은^{p3}, 이혁제^{c1}¹상지대학교 생명과학과 분자생태및진화학실험실²고려대학교 한국곤충연구소³국립공원연구원 생태연구부

생물종다양성은 특정 서식처 내 얼마나 많은 종이 고르게 분포하는지를 나타내는 분류학적 다양성(taxonomic diversity)의 의미를 내포하며, 종다양성이 높을수록 군집의 안정성(community stability) 및 생태계 기능(ecosystem function)이 온전하게 유지될 가능성이 높다. 계통적 다양성(phylogenetic diversity; PD)은 군집 내 서식하는 생물들의 계통적 거리(phylogenetic distance)를 기반으로 생물다양성을 평가하기 때문에, 군집 내 서식하는 종들의 생태 진화적 분화, 생태적 지위(ecological niche)의 차이를 고려한 평가 방법이다. 본 연구는 설악산국립공원과 오대산국립공원 내 각 3개 지점에서 서식하는 담수어류(총 19종)와 수서곤충(총 49종)[EPT-group; 수생태계 지표로 사용되는 하루살이목(Ephemeroptera), 강도래목(Plecoptera), 날도래목(Trichoptera)]을 대상으로 계통적 다양성 지수를 계산하여 생물다양성을 평가하였다. 담수어류는 미토콘드리아 cytochrome c oxidase subunit I (COI; 624 bp)와 cytochrome b (cyt b; 932 bp), 수서곤충은 미토콘드리아 COI (586 bp)와 16S ribosomal RNA (16S rRNA; 421 bp)를 분자마커로 이용하여 계통적 다양성 수치를 도출하였다. 두 분류군 모두 두 유전자에서 오대산국립공원이 설악산국립공원보다 더 높은 계통적 다양성을 나타내었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 세부지점별 계통적 다양성 분석 결과, 담수어류는 오대2 지점에서 가장 높게 나타났으며, 설악3 지점에서 가장 낮게 확인되었다. 수서곤충은 COI 계통적 다양성은 오대1 지점이 가장 높게 나타났으나, 16S는 설악2 지점에서 가장 높게 확인되었고 설악3 지점에서 두 마커 모두 가장 낮게 나타났다. 계통적 다양성과 종다양성(H'; Shannon Index) 지수 비교 분석 결과, 담수어류는 종다양성, 계통적 다양성 지수 모두 오대2 지점이 가장 높게 나타났으며, 수서곤충은 종다양성과 COI 계통적 다양성 지수가 오대1 지점이 높게 확인되었지만 16S는 설악2지점이 높게 나타났다. 계통적 다양성과 산술적 다양성 지수 상관성 분석 결과, 담수어류와 수서곤충 모두 계통적 다양성 지수가 종다양성 지수보다 종풍부도(RI; Margalef Index) 지수와 더 높은 상관성을 나타냈다. 본 연구는 계통적 다양성을 이용한 국립공원 서식처 생물다양성 평가 표준화 방법 구축을 위한 시범연구로서 향후 연구를 보다 확대하여 국립공원별 생물다양성 등급 체계 구축 및 핵심 보호지역 설정 등 다양한 정책에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

** 본 연구는 국립공원공단 국립공원연구원[NPRI 2023-38]의 ‘국립공원 핵심유전자원 보전 연구’와 한국연구재단[NRF-2020R1I1A2069837]의 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: hyukjeelee@sangji.ac.kr, jieunjang@knps.or.kr

P6-02

Impact of typhoon on change in benthic community dominated by Kelp(*Ecklonia cava*) in Jeju Island, Republic of Korea

Seong Bin Ham^{p1}, Kyeonglim Moon¹, Hyeong Woo Jeong¹, Ha Neul Park¹,
Sangil Kim³, Yun Hee Kang², and Sang Rul Park^{c1,2}

¹Estuarine & Coastal Ecology Laboratory, Department of Marine Life Sciences, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

²Center for Climate Change Response, Jeju National University

³Ocean Climate & Ecology Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

Typhoons are large-scale physical disturbances that have a significant impact on the marine ecosystem, causing serious damage such as changes in fisheries productivity and ecosystem services. Jeju Island is directly affected by the passage of typhoons. Therefore, this study investigated the changes and recovery patterns of benthic communities before and after the typhoon from 2022 to 2023. We installed two transect lines at 10m depths in the coastal area of Hahyo. Along each transect line, twenty photographs (1m²) were taken at 1m intervals with an underwater camera with underwater housing. Quantification and identification of benthic communities were conducted using the PhotoQuad software (version 1.4). Our study indicated that typhoon impact results in a significant loss of *Ecklonia cava*, but *Ecklonia cava* remained dominant within the Hahyo benthic community by 2022. However, in 2023, *Ecklonia cava* hadn't recovered from the Hahyo coastal area. Although the crustose coralline algae species increased as they quickly recruited the space where *Ecklonia cava* decreased after the typhoon. Kelp species along the Jeju coastal area, continuously exposed to typhoons, will gradually decrease, causing simplification of the community. Therefore, ecological research through continuous monitoring is needed to understand the changes in the community of coastal ecosystems caused by typhoons.

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

P6-03

어류의 혈액 바이오마커, 바이오인디케이터 및 환경요인 분석을 통한 하천 생태건강도 평가

최혜지^{p1}, 안광국^{c2}

¹충남대학교 생명과학과

²충남대학교 생물과학과

본 연구에서는 어류 혈액 바이오마커와 바이오인디케이터를 이용하여 점오염원이 하천 환경에 미치는 영향을 파악하기 위해 레퍼런스 하천 및 점오염원(하수종말처리장 배출수, 공장폐수, 축산폐수)의 영향을 받는 하천을 조사지점으로 선정하여 하천 환경을 평가하였다. 수질 분석 결과 레퍼런스 지점(R_f)에서 수질이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 축산폐수의 영향을 받는 지점(T-L_i)에서 TOC, EC, TP, EC, SS의 농도가 높게 나타나 수질이 가장 악화된 것으로 나타났다. 어류 서식지 평가에 따르면, R_f와 공장폐수의 영향을 받는 지점(T-F_a)에서 각각 154점, 142점을 나타내어 좋음 등급의 건강성을 나타내었다. 하수종말처리장의 영향을 받는 지점(T-W_w)은 112점(좋음-보통)으로 나타났으며, T-L_i에서 102점(보통)으로 가장 낮게 나타났다. T-L_i에서의 우점종은 붕어(*Carassius auratus*)로 나타났으며, 그 외 지점에서는 피라미(*Zacco platypus*)가 우점하는 것으로 나타났다. 어류 기반의 생물학적 건강성 평가에 따르면, 5등급 체계에서 R_f는 23점으로 하천 건강성이 가장 좋은 것으로 나타났으나, Poor 등급에 해당되어 모든 지점에서 생태 건강성이 악화된 것으로 나타났다. 붕어(*Carassius auratus*)를 타겟종으로 선정하여 해부학적 건강성을 평가한 결과, R_f에서 0점으로 나타나 건강성이 가장 좋은 것으로 나타났으며, T-L_i에서 230점으로 건강성이 가장 악화된 것으로 나타났다. 붕어의 혈액 분석 결과에 따르면, 다른 지점들에 비해 R_f에서 간 기능 지표인 GPT, T.BIL 수치가 높게 나타났으며 TP 수치는 낮게 나타났다. 신장 기능 지표인 UA, Ca 수치 또한 높게 나타나 손상을 받은 것으로 판단되었다. 바이오인디케이터를 이용한 하천 건강성 평가 결과 R_f에서 건강성이 가장 높은 것으로 나타난 반면, 혈액 바이오마커를 이용한 하천 위해성 평가 결과 R_f에서 어류 세포 손상 정도가 높게 나타났다. 이에 점오염원이 하천 환경에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-04

생태보존습지(우포늪)의 수환경 특성 및 어류 폐사 영향분석

유해찬^{p1,2}, 윤영진^{1,2}, 김지윤¹, 배대열², 안광국^{c3}¹충남대학교 생명과학과²(주)한국생태네트워크³충남대학교 생물과학과

우포늪과 같은 생태보존습지에서의 수환경보전 및 생태건강성은 생태학적으로 매우 중요한 가치를 지니고 있으며, 국제 람사르협약(Ramsar Convention)에서 우포늪을 생태보존구역으로 지정한 바 있다. 우포늪에서는 최근 어류 집단 폐사가 발생하여 이에 대한 원인 규명 및 대책 마련이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우포늪의 기상변화(강우량, 수위변동), 수리·수문학적 특성(유입량, 수위 등), 생물상 변화(어류, 식물성플랑크톤, 수생식물), 수질변화(TN, TP 및 용존산소)를 평가하였고, 어류 질병 감염 현황 조사를 병행하여 이를 기반으로 어류 폐사에 대한 영향 및 원인규명을 실시하였다. 본 연구는 우포늪 일대를 대상으로 2022년 5월부터 2023년 5월까지 약 1년에 걸쳐 진행되었으며, 향후 우포늪의 습지관리에 대한 중요한 자료로 이용될 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-05

어류 서식지, 수질오염 및 수생태 건전성에 대한 인공횡구조물(weir)의 영향

조민재^{p1}, 김지윤¹, 최혜지¹, 안광국^{c2}¹충남대학교 생명과학과²충남대학교 생물과학과

본 연구에서는 어류 서식지, 수질오염, 수생태 건전성에 대한 인공횡구조물(weir)의 영향을 용암천을 대상으로 분석하였다. 보 상류와 하류구간의 하상특성의 비교에 따르면 상류에서 큰 자갈(cobble), 하류에서 작은 자갈(gravel)이 더 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). QHEI 모델에 기반한 물리적 서식지 평가에 따르면, 모든 지점에서 ‘양호’ 등급으로 나타났다. 어류 조사결과, 총 10종, 1,374개체가 채집되었으며, 주요 우점종은 피라미와 버들치로 나타났다. 수질 분석 결과, 부영양도 평가, 이온평가(BOD 제외) 및 일반수질지표에는 모두 양호한 것으로 평가되었다. 생태건강도(FAI)에 대한 수질의 영향을 분석한 결과, 전기전도도가 가장 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다 ($R^2=0.5865$, $N=12$). 어류 생태길드에서는, 충식종 및 민감종은 상류에서 우점하는 것으로 나타난 반면, 잡식종 및 중간종은 하류에서 우점하였다. 구조물 단위 수생태계 종적 연결성 평가결과, 5개의 보가 ‘단절’로 평가되었으며, 하천단위 평가결과 하천연장 대비 50.3%가 확보되어 ‘연속’으로 나타났다. 또한, NMDS 통계 분석 결과, 어류생태길드 및 종 조성은 큰 자갈, 모래(sand), TOC, TN 및 전기전도도의 영향을 받는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 본 연구를 종합해본 결과, 인공보는 하천의 물리적 서식지 및 생태건강도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 향후 인공보의 관리를 통한 하천 생태계 건전성 유지가 필요할 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-06

Successional and seasonal dynamics of benthos on settlement plates in major harbors of Korea

Michael Dadole Ubagan^{p1}, Taekjun Lee^{p1,2}, and Sook Shin^{c1,2}

¹Marine Biological Resource Institute, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

²Department of Animal Resources Science, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

The study investigated the successional and seasonal patterns of benthos on settlement plates from April 2017 to April 2018 in 14 major harbors in the three coastal regions (East Sea, Korea Strait, and Yellow Sea) of Korea. An experiment was designed to investigate the interactions of benthos with different seasons. The experimental design consisted of three sets of attachment plates installed per harbor, exposed to natural environmental conditions, and monitored every three months. Benthos percentage cover was examined in four different sampling periods at each sampling site over one year. The species diversity was assessed using the Shannon-Weiner diversity index, and differences in structure were analyzed using multivariate statistical methods (PERMANOVA, NMDS, and SIMPER). The diversity index results revealed high species richness in the East Sea and lower species richness in the Korea Strait. Statistical analysis showed significant differences in species composition, particularly along the Yellow Sea coast. Seasonal changes in the benthos community were primarily driven by a high influx of ascidians and mollusks, with dominance observed in the autumn, winter, and spring seasons. Moreover, multivariate analysis suggests that environmental factors such as water temperature and salinity play a significant role in the variation of benthos settlement structure over time. This study enhances our understanding of benthos succession in relation to seasonal changes.

Corresponding author E-mail: shins@syu.ac.kr

P6-07

Emerging threat: New invasive benthic species detected in Korean waters

Jeounghee Lee^{P1}, Seongjae Kim^{1,2}, and Sook Shin^{c1,2}

¹Marine Biological Resources Institute, Sahmyook University, Seoul, South Korea

²Department of Animal Biotechnology and Resource, College of Science and Technology, Sahmyook University, Seoul, South Korea

The global scale of biological invasions by marine invasive species is on the rise, posing significant threats to native biodiversity and aquatic ecosystems. Fouling communities on ships and artificial underwater structures are particularly problematic, adversely affecting vessel performance. Among the adherent benthic animals, Arthropod(Barnacles), Mollusk (Bivalves), Annelid(polychaetes; Serpulids), and Bryozoa are predominant. Our ongoing monitoring surveys have targeted 11 species of harmful invasive invertebrates. Recently, however, two new invasive species (1 annelid and 1 bryozoan) not previously targeted have been identified. Initially discovered at Yangpo Port in April 2022, these species were later confirmed at Tongyeong Port. Presently, they are believed to be in the early settlement stage, with no occurrences reported in other areas beyond their discovery sites. Nonetheless, considering their potential to inflict damage and dominate intertidal zones, it is probable that they may spread to nearby and distant areas. Hence, continuous monitoring and research on these species are imperative.

Corresponding author E-mail: shins@syu.ac.kr

P6-08

Settlement and potential growth rate of solitary ascidian, *Herdmania momus* (Ascidacea: Stolidobranchia: Pyuridae), in Jeju in relation to the rise in water temperature

Seongjae Kim^{p1,3} and Sook Shin^{c2,3}

¹Department of Environmental Horticulture, Sahmyook University, Seoul 01795

²Department of Animal Resource Science, Sahmyook University, Seoul 01795

³Marine Biological Resources Institute, Sahmyook University, Seoul 01795

Herdmania momus is also known as an invasive species from Indian- Pacific, Atlantic and Mediterranean Sea, Caribbean Seas, inhabiting tropical and subtropical marine organism. Furthermore, Jeju Island is experiencing a rise in water temperature attributed to global warming, leading to the emergence of previously unobserved tropical and subtropical species. In this study, we analyzed the differences in colony growth rates of *H. momus* along the coast of Jeju in relation to the rise in water temperature. The study showed that the water temperature has risen by 0.11°C over the past 20 years, with an annual increase of 0.0056°C. Additionally, during the survey period (4 years), it was shown that the water temperature increased by 0.31°C in total, with an annual increase of 0.078°C. Notably, the occupied area of *H. momus* was 1.41% in 2020 and a growth rate of 359.0% in 2021 and 148.0% in 2022 and 149.0% in 2023. Based on the study results, with the annual increase in water temperature in the Jeju and the continuous growth rates observed in *H. momus*, it is suggested that there is a correlation between the rise in water temperature and the growth rates of *H. momus*.

Corresponding author E-mail: shins@syu.ac.kr

P6-09

도심하천에서 법정보호종 미호종개(*Cobitis choii*) 최적 서식지 특성 분석 및 생태관리 제언

김지윤^p, 조민재, 최혜지, 안광국^c

충남대학교 생명과학과

본 연구는 금강수계에서 한정적으로 서식하는 법정보호종(천연기념물 제454호)인 미호종개(*Cobitis choii*)의 서식 현황과 서식지 환경 조건을 파악하고, 이에 대한 미호종개의 체계적인 보존 및 관리방안을 마련하기 위해 실시하였다. 갑천 유역은 각종 개발사업으로 인해 불투수 면적이 증가하면서 강우시 비점오염물질 유입으로 인한 수생태계 교란이 빈번히 발생되어 생태계 보존 및 관리가 시급한 실정이다. 본 연구는 2022년 갑천 유역을 대상으로 어류 조사 지점 외에도 법정보호종 조사구간을 설정하여 정밀한 조사를 진행하였으며, 토지 이용도 및 비점오염원, 수질 및 수리수문학적 특성을 분석하였다. 특히, 미호종개 정밀 조사 구간은 전체 약 7.5km 구간을 설정하여, 약 500m 구간으로 세분하여 총 15개 소구간으로 나누었으며, 이 중 하천의 다양한 수심, 유속, 하상기질 특성을 반영할 수 있는 서식환경을 갖춘 6개 지점을 선정하여 정밀조사를 실시하였다. 갑천 유역의 토지이용도 조사 결과, 임지 39%, 농지 36%, 도시 및 주거지 21%, 수계 4%의 순으로 조사되었고, 오염원은 생활계, 축산계, 산업계 등으로 나타났다. 수리수문 결과, 총 강수량은 1188.4mm, 미호종개가 출현한 지점의 상류역 부근의 일유량은 0.6-133.47CMS의 범위를 보였으며, 평균 수위는 182.6(175.9-227.1)cm로 나타나 수위의 변동 폭이 작아 서식 환경에 큰 변화를 주지 않은 것으로 분석되었다. 어류 조사 결과에 따르면, 총 7과 29종 3,946개체로 확인되었으며, 법정보호종은 미호종개가 채집되었으며, 총 49개체가 채집되었다. 미호종개의 생체량은 평균 전장 80.8mm, 평균 체중 1.87g으로 나타났으며, 암컷의 평균 전장이 86.8mm로 수컷의 평균 전장 71.3mm 보다 컸으며, 평균 체중 역시 2배 가량 높은 것으로 나타났다. 미호종개가 채집된 포인트에서 채취한 하상 기질을 표준체(Sieve)로 분석한 결과에 따르면, 1mm 크기의 모래입자의 비율이 약 45%로 나타났으며, 수심 및 유속 등 환경 요인을 분석한 결과, 각각 31-76cm, 0.05-0.2m/s 범위에서 미호종개의 서식이 확인되었다. 미호종개 서식지가 오염/교란될 경우, 대체서식지에 대한 관리방안, 갑천유역 내의 보호지역(Hot spot) 지정 및 법정보호종과 같은 생물종다양성을 보존하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: kgan@cnu.ac.kr

P6-10

New microalgae indicators for an aquatic ecosystem health assessment and toxic assessment

Han-Sol Kim^{P1}, Taehee Kim², Jeongmin Shin², Quynh Thi Nhu Bui²,
and Jang Seu Ki^{c1,2}

¹The Institute of Natural Science, Sangmyung University, Seoul 03016, South Korea

²Department of Life Science, Sangmyung University, Seoul 03016, South Korea

With the development of industry, industrial wastewater flows into rivers and lakes, polluting the water system. In Korea, three main categories of aquatic organisms are monitored for an aquatic ecosystem health assessment: Benthic attached diatoms (BADs), benthic vertebrates, and fish. Microalgae have been considered as good indicators due to their sensitivity to environmental pollutants, the health assessment using BADs has various limitations, thereby, a new indicator species was needed. In the present study, we surveyed the biological diversity of microalgae in the Nakdong River to discover the new indicator species. Field samples were collected from 30 stations from May 2022 to September 2023. Microscopic monitoring revealed that diatom, green algae, cyanobacteria, dinoflagellate, and other algae such as *Euglena* occurred, with diatoms showing the widest spatial and temporal distribution. Based on the seasonal preference and intensity of occurrence, diatom *Fragilaria saxoplanctonica* and *Ulnaria ulna*, dinoflagellate *Palatinus apiculatus*, and green algae *Closterium acutum* and *Scenedesmus acutus* were selected as new indicator species. Then, the five species were used to assess the toxicity of environmental pollutants including heavy metal cadmium, arsenic, and organic compound triclosan based on growth inhibition (effective concentration, EC₅₀). The results showed that *F. saxoplanctonica* was most sensitive to the three pollutants, while *Ulnaria ulna* was not significantly affected by the pollutants. *P. apiculatus* and *S. acutus* were sensitive to triclosan (EC₅₀, 0.1 and 1.9 mg/L), while *C. acutum* was sensitive to cadmium (0.5 mg/L). In further study, we aim to use multi-omics technologies understand the toxic effects of pollutants on the indicator species.

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

P6-11

Phytoplankton community structure in the middle-lower stream of the Nakdonggang river

Jae Hak Lee^{p1}, Seung Won Nam¹, Bok Yeon Jo¹, Yu Ho Kim¹, and Han Soon Kim^{c2}

¹Bio-resources Bank Division, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju, 37242

²Department of Biology, Kyungpook National University, Daegu, 41566

In thg Republic of Korea, 16 new weirs were constructed in four rivers (Hangang, Nakdonggang, Geumgang, Yeongsangang) as part of the Four Major River Restoration Project from 2009 to 2012. The installation of the weirs has altered environmental gradients due to the decreased water flow caused by water impoundment. In particular, hydrological changes and physicochemical characteristics, such as increases in water level and hydraulic retention time (HRT), directly impact the phytoplankton community of the Nakdonggang River. Before the construction of the weirs, many studies were conducted on the phytoplankton community structure in the Nakdong River, but after the construction of the weirs, many studies have yet to be conducted. In this study, the diversity of the phytoplankton community was first investigated in weir sections located in the middle and lower reaches of the Nakdonggang River. Phytoplankton represented 771 species, including 9 phyla, 18 classes, 47 orders, 86 families, 177 genera, 663 species 92 varieties and 16 forms.

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

P6-12

담수생물자원은행(Freshwater Bioresources Culture Collection)

남승원^a, 박상화, 박영환, 조복연, 서민정, 김혜강, 정유진^c

국립낙동강생물자원관 담수생물자원은행

국립낙동강생물자원관 담수생물자원은행(Freshwater Bioresources Culture Collection)은 국내 유일 담수 야생생물소재은행으로 고부가가치 잠재력을 지닌 담수 야생생물 소재의 지속가능한 이용에 기여하기 위해 2016년 설립되었습니다. 담수생물자원은행은 2023년까지 총 24,222개 이상의 소재(미세조류, 세균, 진균, 천연추출물, 유전자원)를 확보하여, 각 소재의 특성에 따라 첨단시설을 갖춘 수장고 및 배양실에 안정적으로 보존·관리하고 있으며, 2024년 3월까지 산·학·연 연구자에게 26,506여개의 소재를 제공하였습니다. 2026년까지 생물자원은행 국제표준 (ISO 20387) 인정을 획득하여 국제적 수준의 품질관리 체계를 구축하고, 소재에 따른 기초유용성 정보(항염, 항당뇨, 항산화, 항균 등) 67,000여건 및 오믹스 정보(유전체, 전사체, 대사체 등) 530건의 연구데이터를 생산하여 국내 바이오 연구·산업 현장에서 수요자가 원하고 신뢰하는 최고 품질의 소재를 공급하고 연구 데이터의 활용 강화 실현에 앞장서겠습니다.

교신저자 E-mail: eujene@nnibr.re.kr

P6-13

종자의 판별 모형을 위한 초분광 스펙트럼 적용

오영주¹, 이용호², 홍선희³, 나채선⁴

¹미래환경생태연구소

²고려대학교 오정리질리언스연구소

³한경국립대학교 식물자원조경학부

⁴국립백두대간수목원 야생식물종자연구실

전국에서 수집된 식물의 종자의 보관 및 관리, 기탁 하는 식물 종자의 검정 등을 위해서는 수집된 식물의 종자를 비파괴로 신속한 판별이 요구되고 있다. 종자의 비파괴 판별을 위해서는 종자에서 반사되는 빛을 이용하는 초분광 영상 기술의 활용이 가능하고 이를 통해 다양한 종자 분류의 연구를 수행할 수 있다. 초분광 스펙트럼은 식물 종자에서 반사되는 빛을 이용하는 기술로 식물을 신속하게 판별하고 이를 통해 종자의 관리에 활용 가능 하기 때문에 스펙트럼 기술을 적용하기 위해서는 다양한 식물의 종자에 대한 분광학적 정보의 라이브러리 구축이 필요하다. 최근 AI기술 중의 하나인 머신러닝 기술은 빅데이터의 라이브러리를 이용하여 종자의 판별 정확도를 향상시킬 수 있다. 본 연구는 자생식물 참취, 냉이, 개똥쑥 등 총 54종 종자의 분광학적 라이브러리를 구축하였고 머신러닝을 이용하여 종 판별을 위해 수행되었다. 분광학적 라이브러리를 구축하기 위해 고성능 Vis-NIR-SWIR 정밀분광복사기 (ASD FieldSpec® 4 Hi-Res)를 사용하여 350~2500nm 영역을 1nm 수준의 정밀도 수집하였다. 연구 결과 자생식물 54종의 스펙트럼 데이터 10,600개의 DB를 구축하였다. 구축된 데이터는 머신러닝의 판별률을 높이기 위하여 전처리를 수행하였다. 전처리는 Savitzky-Golay, Normalization, SNV, Raw를 적용하였고, 전처리된 결과를 머신러닝을 통해 종자의 판별률을 확인하였다. 머신러닝 모델은 Support Vector Machine, Gradient Boosted Trees, Random Forest, Decision Tree를 적용하였다. 머신러닝 분석결과 4가지 전처리 방법 중 SNV 머신러닝 방법이 99.9% 이상의 높은 정확도를 보였다. 전처리 Savitzky-Golay에서는 Gradient Boosted Trees, 그외의 전처리에서는 Support Vector Machine의 머신러닝 기술이 모두 98.4% 이상의 종 판별률을 나타내었다. 결론적으로 초분광 스펙트럼을 사용함으로써 종자 54종의 판별이 가능하였고 이를 확대하면 많은 종에서 적용이 가능할 것으로 판단 되었다.

교신저자 E-mail: yonghoyongho@hanmail.net

P6-14

서울시 취수원수 유입 동물성 플랑크톤 등의 정량적 변화 및 메타지놈 분석

한지선^{pc1}, 이은숙¹, 차소양¹, 김새봄¹, 이지연¹, 권학선², 백영애¹, 조석주¹¹서울물연구원 수질분석부²구의정수센터 정수과

한강은 다양한 생물이 서식하는 수생태계로서 동물성 플랑크톤, 저서성 무척추동물 등의 생물 제어를 위해서는 한강 원수로 유입되는 생물류의 종류, 변화 및 분포 실태를 조사할 필요가 있다. 본 연구에서는 2022년 6월에서 2023년 12월까지 월별로 한강 원수에서 동물성 플랑크톤 및 기타 무척추동물류(약 80 μm 이상)를 실체현미경을 사용하여 생물 종류별 정량적 변화를 조사하였다. 또한 2023년 2월, 5월, 8월에 18S rRNA 차세대염기서열분석을 진행하여 메타지놈 군집분석을 수행하였다. 동물성 플랑크톤 및 기타 무척추동물류 월별 모니터링 결과, 대부분의 기간 동안 지각류가 가장 많은 개체수로 유입되고 있었으며 요각류와 선충류는 3월~4월, 곤충류는 7월~9월 최대 검출되는 것으로 나타났으나 정수처리공정을 거치며 대부분 제거되어 살아있는 생물의 정수 유출은 없었다. 원수 군집분석 결과, Arthropoda의 비율이 평균 32% (28~37%)로 가장 높았으며, Bacillariophyta(2월 6%, 5월 19%), Rotifera(2월 9%, 5월 12%), Ciliophora(2월 13%), Mollusca(8월 41%), Cnidaria(8월 15%) 등이 주요 생물류로 나타났다.

교신저자 E-mail: jshan@seoul.go.kr

P6-15

Major microorganismal contributors to nitrogen cycle in the northwest pacific

Sung-Ah Kim^{p1}, Yewon Kim², Tae-Wook Kim², and Jae-Sung Rhee^{c1,3}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea

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

³Yellow Sea Research Institute, Incheon 22012, Republic of Korea

The nitrogen cycle involves many complicated processes such as nitrogen fixation, nitrification, and denitrification in the marine ecosystem. Each process can occur through a variety of microorganisms by using their gene and protein expressions. Especially, noteworthy is the nitrogen fixation process, which converts dinitrogen to ammonia, making it available for consumption by marine organisms. This crucial process is performed possible by aquatic fixer, known as diazotrophs. Diazotrophs include filamentous, unicellular, diatom symbiotic cyanobacteria, and other marine bacteria, all of which are known to possess the *nifH* gene function in common. To determine which of the diazotrophs could contribute to nitrogen fixation in the oligotrophic ocean, we conducted 16s rRNA-targeted metagenome amplicon sequencing using DNA samples collected from several regions of the Northwest Pacific. The shannon index results showed that the Subsurface Chlorophyll Maximum (SCM) depth had the highest value compared to other depths. In the relative abundance analysis, high abundance in the order Cyanobacteria, Proteobacteria, and Actinobacteria were common in all stations. In particular, Actinobacteria has demonstrated its ability for nitrogen fixation in the ocean, alongside the other two phyla. These monitoring and metagenomic approach results suggest that some crucial diazotrophs are indeed capable of nitrogen fixation in response to the oligotrophic environment.

Corresponding author Email: jsrhee@inu.ac.kr

P6-16

생태하천복원사업에 따른 수질 및 수생태계 군집지수 변화

최미나^{p1,2}, 권용성^{c1,2}¹국립생태원 생태평가연구실 환경영향평가팀²군산대학교 토목환경공학부

하천법이 국내에 도입된 초기의 하천의 수자원 공급 기능에 중점을 둔 하천정비사업이 시행되었으나 하천 수질의 악화와 생물다양성의 저하를 초래했다. 이에 대응하여 생태적 기능을 복원하고 수생태계를 보전하기 위한 생태하천 복원사업이 2000년대 이후 많이 수행되었다. 환경부의 “생태하천 복원 기술지침서(2011)”에 따르면, 생태하천복원이란 인공적인 생태계교란 요인을 제거함으로써, 하천을 자연에 가깝게 복원하고 수생태계 건강성을 관리해 나가는 활동을 뜻한다. 본 연구에서는 생태하천복원사업 시행으로 인한 수질, 어류 및 저서무척추동물 생물다양성의 변화를 분석하였다. 사업의 전, 중, 후의 변화를 파악하기 위해 환경영향평가 대상 사업 중 사후환경영향조사가 끝난 2개의 사업을 선정하였다. 기초 자료는 EIASS에 업로드 된 환경영향평가서 및 사후환경조사결과통보서를 통해 수집하였다. 사업 시행에 따른 수질 변화 분석에는 생물의 호흡과 관련된 생물학적 산소 요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 용존산소(DO), 영양염 및 부영양화와 관련된 총인(T-P), 그리고 기타 부유물질(SS) 자료가 사용되었고 어류 및 저서무척추동물 생물다양성은 군집 지수인 우점도 지수(DI), 다양도 지수(H'), 풍부도 지수(RI) 및 균등도 지수(EI) 자료가 사용되었다. 수질 분석 결과 두 사업 모두에서 계절적 영향이 크게 작용하고 큰 변화가 관찰되지 않았으나, 첫 번째 사업의 SS, BOD 및 TP가 공사 전과 비교하여 공사 중과 후 최댓값과 편차가 줄어드는 경향을 나타냈다. 두 번째 사업은 공사 후에 DO가 증가하는 경향을 보였다. 어류 및 저서무척추동물의 군집 지수는 우점도가 공사 전과 초기에 상대적으로 높고 공사 후기와 공사 이후 낮아지는 경향을 보였다. 다양도와 풍부도는 공사 전과 중에 낮았고, 준공 이후 상승하였다. 마지막으로 균등도는 공사 초기에 급격하게 감소하여 시간이 지남에 따라 회복하는 양상을 보였다. 본 연구에서는 생태하천복원사업 이후 수질 항목의 일부 개선 및 종의 다양성 증가, 우점도 감소 등 수생태계의 긍정적 변화가 확인되었다. 지속적으로 변하는 하천생태계에 대한 조사의 불확실성 등 다양한 변수가 존재하지만, 다양한 생태하천 복원사업 사례 분석과 수질측정망 및 생물측정망 등의 추가적인 검증을 통해 더욱 정확한 사업에 대한 영향을 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

교신저자 E-mail: wizkys@nie.re.kr

P6-17

Temporal and spatial variation in the phytoplankton in the Han River water system: Differences in the upper, middle, and lower reaches

Taehee Kim^p, Ha Eun Lee, Buhari Lawan Muhammad, and Jang-Seu Ki^c

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

This study examined the temporal and spatial distribution of phytoplankton in the Han River by assessing the water quality and planktonic communities across its upper, middle, and lower reaches. Nine sampling sites were established along these three river area, with collections conducted in June and September. Water quality analysis indicated a temperature decrease upstream and an inverse relationship with dissolved oxygen levels. Nutrient analysis showed increasing trends in total nitrogen and phosphorus towards the downstream section, consistently in both June and September. Phytoplankton analysis revealed higher cell occurrences downstream, with diatoms dominating at most sites. Notably, there was an increase in dinoflagellates across all sites from September. Heatmap analysis indicated distinct distribution patterns of various phytoplankton species along the river continuum and between seasons. For example, cryptomonas showed high correlation in downstream from both seasons. Canonical Correspondence Analysis (CCA) suggested that diatoms were less influenced by environmental factors, whereas green algae and dinoflagellates demonstrated correlations with temperature and dissolved oxygen, respectively. These findings provide insight into the complex dynamics governing phytoplankton distribution in relation to water quality gradients in the Han River.

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

P6-18

제주 연안에서 출현하는 *Pseudo-nitzschia* 속의 종다양성 연구왕욱^{p1}, 김진호^{c1,2}¹제주대학교 지구해양융합학부 지구해양과학전공²제주대학교 지구해양과학과

유해적조(Harmful Algal Blooms; HABs)원인 생물이자, 신경 독소인 Domoic Acid(DA)를 생성하는 것으로 알려진 *Pseudo-nitzschia* 속은 해양 표유류 및 조류를 사멸시키는 등 해양생태계를 교란시키는 잠재적 독성 해양 규조류이다. 본 연구는 형태학적 및 분자생물학적 분석을 통해 제주 연안에 출현하는 *Pseudo-nitzschia* 속의 종 다양성을 연구하였다. 다양한 *Pseudo-nitzschia* 배양주를 확보하기 위해 2022년 3월부터 2023년 11월까지 매월 제주도 연안 12개 정점에서 표층 해수를 채집하였고, 단일 세포 분리법을 통해 총 47개의 *Pseudo-nitzschia* 배양주들을 확보하였다. 확보한 배양주들은 광학현미경을 통한 관찰 및 ITS 2 유전자 영역의 염기서열 정보를 통해 종을 확인하였고, 염기서열 정보를 통해 ML 계통 분석을 진행하였다. 분석 결과, 조사 기간 동안 제주도 연안에서 *P. lundholmiae*, *P. delicatissima*, *P. calliantha*, *P. pungens*, *P. multistriata*, *P. brasiliiana*, *P. cuspidata*, *Pseudo-nitzschia* sp. 8종의 출현을 확인하였다. *Pseudo-nitzschia* sp.를 제외한 7종 모두 기존 연구에서 독성이 있는 것으로 알려진 잠재적 독성 종이었으며, *P. lundholmiae*은 국내 미기록종, *Pseudo-nitzschia* sp.는 분자생물학적 계통 분석 결과 신종으로 추정된다. 광학현미경과 주사전자현미경(SEM; Scanning Electron Microscope)을 이용한 형태학적 분석을 결과 국내에서 발견된 *P. lundholmiae*의 미세구조 stria, fibula, poroid 수 등의 형태적 특징은 이전 연구에서 보고된 *P. lundholmiae*의 특징과 일치하였다. 본 연구에서는 국내에서 잘 알려지지 않은 *Pseudo-nitzschia* 종들의 출현 정보를 확인하였고, 향후 이들의 종별 독성 여부 및 추가 형태적 분자생물학적 분석을 통해 신종 기록을 위한 연구를 수행할 예정이다. 기존에 알려지지 않았던 *Pseudo-nitzschia* 종들의 출현이 확인되었기에, 향후 이들에 대한 모니터링을 비롯한 관련 생태학적 연구들이 필요하다고 판단된다.

교신저자 E-mail: kimj@jejunu.ac.kr

P6-19

2023년 제주 연안에서 분리한 박테리아의 효소 활성 및 종 다양성 연구

최윤형^{p1}, 정도윤¹, 강수민², 문기라³, 이성문³, 류상돈³, 주재형³, 김진호^{c1,2}¹제주대학교 지구해양융합학부 지구해양과학전공²제주대학교 지구해양학과³국립호남권생물자원관 환경소재연구부

국내·외적으로 해양 박테리아에서 유래한 효소는 바이오산업에서 널리 활용되고 있으며 산업적 응용을 위한 효소에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 제주 연안은 대마난류, 황해난류 등 다양한 해류와 지하수 유출 등 다양한 수괴의 영향을 받으며 해수온이 비교적 따뜻하여 다양한 해양 박테리아가 발견될 수 있는 최적의 입지를 가지고 있으나, 관련 연구가 부족한 실정이다. 본 연구는 제주 연안에 분포하는 박테리아를 분리·배양하여 가수분해 효소 (protease, amylase, lipase, esterase)의 활성도를 평가하고 산업적 응용 가능성을 탐색하고자 하였다. 해수 시료를 2023년 4월부터 9월까지 제주 연안 12개 정점에서 채집하였으며 3종류의 고체 배지(R2A, LB, MB)에 도말하여 콜로니를 확인한 후, 2차 이상 스트레킹하여 박테리아 균주를 순수 배양 하였다. 확보한 균주는 16s rRNA sequencing을 통해 균주를 동정하였고, 위 4종류의 효소 활성 테스트를 진행하였다. 연구 결과, 23속 30종의 박테리아 분리·배양에 성공하였으며 대부분의 균주는 99% 이상의 높은 16s rRNA 유사성을 보였다. 조사 기간 중 가장 많이 확보된 균주는 *Bacillus altitudinis*, *Psychrobacter pacificensis* 순이었다. 확보된 박테리아 균주 중 지방 분해 효소인 lipase가 38.2%, esterase가 30.9%로 다른 가수분해 효소에 비해 높은 활성도를 보였다. 식품, 제약 및 가죽 공정 산업에 사용되는 protease는 상대적으로 낮은 16.4%의 활성도를 보였으며 맥주, 세제 산업에 사용되는 amylase의 활성도는 10.9%로 가장 낮았다. 본 연구 결과를 통해 제주 연안의 박테리아 종 다양성 정보를 제공하였으며, 확보한 해양 박테리아의 산업적 활용 가능성을 제시하고자 한다.

교신저자 E-mail: Kimj@jejunu.ac.kr

P6-20

동계 한국 연안에서 해양 환경 차이에 따른 식물플랑크톤 군집의 해역별 특색

최하늘^p, 백승호^c, 임영균, 이충현

한국해양과학기술원 남해연구소 생태위해성연구부

한국 연안은 다양한 해류의 영향을 받아 환경요인과 식물플랑크톤 군집은 시시각각으로 변화할 것이지만, 전 해역을 함께 평가한 정보는 부족하다. 따라서, 우리는 2021년 동계에 2월 2일부터 5일까지 동해, 남해, 서해 총 23개의 정점에서 전국 연안의 해양 환경요인 변화와 함께 식물플랑크톤 군집 특성을 분석하였다. 수온은 동해 $10 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$, 남해 $8 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$, 서해 $4 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 순으로 높았으며 (Kruskal-Wallis test; $p < 0.05$), 동해와 남해 수온이 높은 이유는 대마 및 동한 난류의 영향으로 사료된다. 반면, 용존산소는 서해 $11 \pm 1.2 \text{ mg L}^{-1}$, 남해 $10 \pm 1.3 \text{ mg L}^{-1}$, 동해 $9 \pm 1.0 \text{ mg L}^{-1}$ 순으로 높았으며($p < 0.05$), 이는 서해 특유의 조석 간만의 차이로 표층의 수온이 낮아 용존산소의 용해가 빠르게 일어나 높게 유지된 것으로 판단된다. 염분은 동해 34.8 ± 0.4 , 남해 34.1 ± 0.4 , 서해 31.5 ± 0.9 로 순으로 높았고, 특히 서해의 Y2 정점은 내만으로 안성천 영향을 많이 받아 29.6으로 낮게 유지되었다. 염분 농도가 낮은 서해에서는 질산염과 암모늄 농도가 $15.7 \pm 6.62 \text{ } \mu\text{M}$, $8.7 \pm 5.56 \text{ } \mu\text{M}$ 로 높은 특성을 보였고, 염분이 높은 동해에서 인산염($0.7 \pm 0.17 \text{ } \mu\text{M}$)과 규산염($15 \pm 4.45 \text{ } \mu\text{M}$)이 높게 나타났다. 특히 엽록소 *a*는 질산염 농도가 가장 높은 서해에서 $1.16 \pm 1.2 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ 로 가장 높았고, 이는 하천에 의한 영양염류 유입의 영향으로 사료된다. 특이적으로, 서해 Y2 정점에서 규산염이 $1.3 \text{ } \mu\text{M}$ 이하로 가장 낮았으며, 이는 규조류 *Thalassiosira rotula* ($4.40 \times 10^5 \text{ cells L}^{-1}$)의 대량 증식에 의한 것으로 판단된다. 동해, 남해, 서해 해역에서 공통적으로 규조류 *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira* spp. 와 와편모조류 *Prorocentrum minimum*, 침편모조류 *Cryptomonas* spp. 가 일정한 높은 밀도로 출현하였다. 특히 전 해역에서 규조류 82%로 압도적으로 높은 비율을 차지한 것은 동계 수층 혼합에 따른 영양염류의 공급은 영양염 요구도가 높은 규조류 성장에 유리하게 작용하였을 것이다. 출현 식물플랑크톤 종수는 남해 33종, 서해 24종, 동해 15종 순으로 높으며, 본 연구를 통해 대마난류의 영향을 받는 동해에서는 수온은 높으나, 식물플랑크톤 개체 수가 낮게 유지되었고, 조석 간만의 차이가 큰 서해에서는 수온이 낮고 질소 기원의 영양염류가 높아, 규조류를 증식이 빠르게 일어났다. 한편, 남해는 서해와 동해의 중간정도의 영양염류와 식물플랑크톤이 유지되었다. 결과적으로 동계 동해, 서해, 남해의 해역의 특성 차이에 따라서 서식하는 식물플랑크톤 현존량과 군집의 차이가 명확하게 나는 것을 파악하였다.

** 본 연구는 식품의약품안전처 연구개발비(20163MFDS641)로 수행되었다.

교신저자 E-mail: baeksh@kiost.ac.kr

P6-21

간척습지의 양서·파충류 모니터링

심고은^{PC}, 남귀숙, 강의태, 표승렬

한국농어촌공사 농어촌연구원

본 연구에서는 2022년 가을부터 2023년 여름까지의 농어촌연구원 간척습지(안산시 상록구 해안로 870 일원, 약 300,000m² 사동습지)를 대상으로 양서파충류를 조사하고 모니터링 하였다. 양서파충류 조사를 위해 간척습지를 내부통행로에 의해 구획된 Zone1~5의 총 5개 구역으로 나누어 조사를 실시하였다. 조사방법은 채집조사 및 목견을 통해 진행하였고 양서류의 경우 일부 울음소리 청취를 통해 모니터링을 시행하였다. 각 분류에 맞추어 조사를 시행한 결과 2022년부터 2023년까지 2년간 간척습지 일대에서 양서·파충류는 총 5과 8종이 확인되었고, 법정보호종은 금개구리, 맹꽁이 2종과 생태계교란 생물인 붉은귀 거북 1종이 발견되었다. 현행조사시 간척습지 북측 수계를 중심으로 청개구리, 참개구리, 움개구리, 무자치 등이 확인되었고 간척습지 내 초지대에서 유혈목이가 확인되었다. 본 연구는 국내외에서 찾아보기 힘든 간척 후 습지로 장기간 지속적인 모니터링을 수행하고 있다. 이 결과는 생물다양성을 확보하고 습지를 지속적으로 보전하기 위한 기초자료가 될 것이다.

교신저자 E-mail: simgoheun@ekr.or.kr

P6-22

간척습지의 식물상 및 식생 모니터링

심고은^{PC}, 남귀숙, 박구성, 표승렬

한국농어촌공사 농어촌연구원

본 연구에서는 2022년 가을부터 2023년 여름까지의 농어촌연구원 간척습지(안산시 상록구 해안로 870 일원, 약 300,000 m² 사동습지)를 대상으로 식물상 및 식생을 조사하고 모니터링하였다. 농어촌연구원 간척습지는 기존의 내부통행로에 의해 구획된 Zone1~5의 총5개 구역으로 나누어 조사를 실시하였다. 식생 지점은 각 지역에 분포하는 대표 군락을 선정하여 13개 지점에서 방형구 분석과 군집조사 분석을 통한 조사방법으로 시행하였다. 식물상은 식생지점에 서식하는 모든 식물 종을 목록으로 정리하였으며, 식생 지점 이외의 출현종은 별도로 기재하였다. 또한 간척습지의 특색을 나타 낼 수 있는 습지출현빈도에 의한 전체 관속식물의 유형과 습지 선호도 분류 및 수생형에 의한 습지식물 유형도를 분류하여 조사하였다. 식생은 상관을 기준으로 식생형을 구분하여 현존식생도를 작성하였으며, 조사지역에 분포하는 식생형은 식물사회학적방법(Braun-Blanquet, 1964)에 따라 조사하였다. 2022년과 2023년에 이르는 식물상 현행조사결과 70과 194속 241종 4아종 11변종으로 총 256분류군이 확인되었으며, 범정보호종은 확인되지 않았다. 그 중 간척습지의 특색을 띠 수 있는 습지식물의 경우 골풀, 고마리, 한련초, 갈대 등 총 42분류군이 확인되었다. 간척습지내 식생유형별 면적분포는 갈대군락(26.27%)이 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며, 그 다음으로 억새-새군락(16.69%), 갈대-새군락(14.15%), 억새-새군락(11.75%), 아까시나무군락(8.65%)순으로 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 본 연구는 국내외에서 찾아보기 힘든 간척 후 습지로 장기간 지속적인 모니터링을 수행하고 있다. 이 결과는 생물다양성을 확보하고 습지를 지속적으로 보전하기 위한 기초자료가 될 것이다.

교신저자 E-mail: simgoheun@ekr.or.kr

P6-23

상주보 상류의 수층과 퇴적토내 미세조류 분포

권대률^{pc1}, 윤석민¹, 박채홍²¹국립낙동강생물자원관²생태와 조우

본 연구는 최근 낙동강 상류 수계에서 계절적으로 발생하는 미세조류의 출현 패턴이 변함에 따라 2년간의 월별 수층과 퇴적층의 미세조류 출현현황을 조사하였다. 조사 지점은 영강 합류부와 공덕천 합류부 그리고 상주보 상류 지점을 대상으로 진행하였다. 하류 지점으로 갈수록 용존산소와 pH는 높게 나타났으며, 영강의 영향으로 전기전도도는 영강 합류부에서는 높게 나타났으나 하류로 갈수록 감소하였다. 공덕천의 영향으로 공덕천 합류부는 다른 지점에 비해 높은 영양염 농도를 보였으며 이는 결국 상주보 상류까지 영향을 미친 것으로 보여진다. 수온과 영양염의 농도와 남조류의 개체밀도의 증가는 상관성을 보였으며, pH의 증가와 전기전도도의 감소는 돌말류의 개체밀도 증가와 상관성을 보였다. 수층에서 개체밀도는 봄과 가을에 돌말류의 개체밀도가 높게 나타났으며, 여름에는 남조류의 개체밀도가 높은 경향을 보였다. 영강 합류부에서는 주로 사상성 돌말류와 남조류의 출현 비율이 높았으며, 공덕천 합류부에서는 부유성 돌말류와 유해남조류의 출현도 상대적으로 높게 나타났으며 상주보 상류 지점에서는 부유성 돌말류와 유해남조류의 개체밀도와 우점비율도 높게 나타났다. 퇴적성상은 영강 합류부는 주로 모래로 되어 있었기 때문에 개체밀도가 상대적으로 낮았으며, 공덕천 합류부와 상주보 상류 지점은 대부분의 퇴적물이 찰로 되어 있어 높은 개체밀도를 보였다. 수층과 퇴적층의 장기적인 모니터링 조사를 통하여 퇴적층에서 잠재적으로 휴면하고 있는 미세조류를 분석하고 이와 동시에 수층에서도 발생하는 미세조류를 종합적으로 비교 분석하여 대발생을 예측하하는 모니터링 연구가 필요할 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: kdyrevive@nnibr.re.kr

Assessing the potential distribution of *Acacia mearnsii*, one of the worst species in Asia continent

Anil Poudel^{P1}, Adhikari Pradeep¹, Yong Ho Lee², Seung Hwan Kim¹, Ga Eun Kim¹, Ji Yeon Yun¹, Sue Hyuen Choi¹, Woo Chan Jeon¹, In Gyeong Koo¹, and Sun Hee Hong^{C1}

¹School of Plant Science and Landscape Architecture, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

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

Acacia mearnsii, commonly known as black wattle, has drawn significant scientific attention due to its extensive spread and ecological impacts in various regions worldwide, making it one of the world's most notorious species. With global climate change, including increases in temperature and precipitation, there is a risk of further introduction and spread of *A. mearnsii* to new geographical regions. Thus, it is crucial to predict its future potential distribution under climate change scenarios and plan for prevention and management strategies, including control and eradication. To achieve this, we conducted species distribution modeling using the Maximum Entropy approach to predict the potential introduction and spread of *A. mearnsii* in Asia under the climate change scenarios SSP2-4.5 and SSP5-8.5. Our results indicate that currently, 4.35% of Asia is covered by *A. mearnsii* with very high suitability in Bhutan, Cyprus, Lebanon, and Taiwan (95.26%, 100%, 78.84%, and 83.46%, respectively). Habitat suitability is predicted to expand and cover 6.61% and 9.00% (by SSP2-4.5) and 7.01% and 12.83% (by SSP5-8.5) of the total area in Asia by the years 2041-2060 and 2081-2100, respectively. Estimation of mean habitat suitability of *A. mearnsii* across Asia revealed that countries, such as Azerbaijan, Japan, South Korea, Georgia, Laos, Turkey, and Nepal, would transition from unsuitable-moderate suitable categories into moderate-high suitable categories, estimated to cover 39-89% area by 2081-2100 under the SSP5-8.5. Among these countries South Korea faces the highest risk of habitat expansion, starting from a low habitat suitability of 0.16% area, transitioning to moderate suitability covering 52.53% area by SSP2-4.5 in the year 2081-2100, and further escalating to very high suitability covering 87.90% area by SSP5-8.5 in 2081-2100. These findings underscore the necessary early planning to prevent its introduction and implement effective management plans to restrict habitat expansion of *A. mearnsii* on the Asian continent.

** This research supported by Korean Ministry of the Environment (2018002270001)

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

P6-25

부영양 농업용저수지의 조류발생시기 수심별 엽록소 a(Chl-a) 변화

남귀숙^{PC}, 송주태, 이규상

한국농어촌공사 농어촌연구원

본 연구는 경기도 시흥시에 위치한 부영양 농업용 저수지인 GL저수지를 대상으로 조류발생정도가 높았던 강우기 이후 8월말에 조사한 결과로서 주요지점에서 수심별 Chl-a 변화를 나타내었다. 조사지점은 호내 주요 지점으로 호 하류 (GL1) 와 호 중앙 (GL2), 시설위치 인근 호 방류부 (GL6)을 대상으로 선정하였으며, 수심별 수환경 변화와 조류 분포 특성을 살펴보았다. 수심별 조사는 Chl-a센서가 장착된 수질종합측정기 (YSI DS5)를 이용하여 0.5 m 간격으로 분석하였다. 조사당시 수심은 2.9 ~ 4.0 m이었으며, 수온은 25.9 °C (저층) ~ 26.5 °C (표층)로 표층과 저층간에 0.5 ~ 0.6 °C의 차이를 보였고, 수심이 깊어질수록 감소하는 경향을 보였다. pH는 수심별 8.5 ~ 8.9 로 큰 차이가 없었으며, 수온과 같이 수심이 깊어지면서 점차 감소하는 경향을 보였으며, EC는 296.3 ~ 306.7 uS/cm의 범위로 수심이 깊어지면서 다소 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 이 시기 선행강우에 유입된 유역 유래의 오염물질이 저층수에 영향을 주고 있음을 시사한다. DO 포화율은 79.7 % ~ 120.8 %의 범위로 pH와 같이 수심이 깊어지면서 감소하는 경향을 보였으며, Chl-a 는 20.7 ~ 37.7 mg/m³ 으로 수심이 깊어지면서 점차 감소하다 저층부에서 다소 증가하는 경향을 보였으나 그 차이가 미미한 것으로 판단되었다. 최대밀도는 표층 0.5 m 지점으로 나타났다. 호내 전반 지점에 대해 수층별 Chl-a 분포변화를 살펴본 결과 7월 Chl-a 농도는 16.8 ~ 45.7 mg/m³으로 표층인 0.5 m (평균 40.0 mg/m³) 또는 1.0 m (평균 42.0 mg/m³)의 범위에서 높은 값을 보인 후 수심이 깊어지면서 점차 감소하였으며, 고수온기 강한 자외선의 영향으로 오히려 0.5m 보다 1.0m에서 더 높은 Chl-a 농도를 보이고 있었다. 8월 Chl-a 농도는 19.9 ~ 58.8 mg/m³으로 표층인 0.5 m (평균 36.6 mg/m³)에서 가장 높은 값을 보인 후, 수심에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 조류의 수직적 분포를 살펴본 결과, 시기별로 햇빛 유래 광량의 강약에 따라 고밀도 조류의 수직적 분포에 차이가 다소 있으나, 표층과 큰 차이는 보이고 있지 않는 것으로 사료되었다.

교신저자 E-mail: leo612@ekr.or.kr

P6-26

부영양 농업용저수지 GL저수지의 수환경 변화 및 엽록소 a(Chl-a) 분포

남귀숙^{PC}, 송주태, 이규상

한국농어촌공사 농어촌연구원

본 연구는 경기도 시흥시에 위치한 부영양 농업용 저수지인 GL저수지를 대상으로 2022년 5월 ~ 11월 기간 중 수환경과 Chl-a에 대한 시계열 변화를 분석한 결과로서 분석항목은 수온, pH, 전기전도도(EC), 용존산소농도(DO), 투명도(SD), 총유기탄소(TOC), 용존유기탄소(DOC), 부유물질(SS), 총질소(TN), 총인(TP), 엽록소 a(Chl-a)이다. 조사지점은 호내를 10개 지점으로 구분하였으며, 총 8회의 조사결과를 분석하였다. 2022년 5월 ~ 10월의 조사기간 중 수심은 전지점 평균 2.6m(0.9~4.0m)로 나타났으며, 수온은 평균 24.7 °C (20.6~28.7 °C)로 조류성장에 유리한 환경조건을 보이고 있었다. 조사기간 중 EC는 평균 293.0 uS/cm (217.0 ~ 410.0 uS/cm)로 갈수기인 5/11에 가장 높은 값을 보였고, DO는 평균 8.9 mg/L (4.4 ~ 15.8 mg/L), SD는 평균 37.8 cm (25.0 ~ 60.0 cm)로 갈수기 DO가 가장 높게 나타났던 6월에 가장 낮은 값을 보였고, 강우이후 시기인 7월에 가장 높은 SD를 보이고 있으나 그 수준은 부영양 상태를 보이는 전반적으로 낮은 분포를 보이고 있었다. TOC는 평균 4.6 mg/L (2.9 ~ 8.1 mg/L), DOC는 평균 3.6 mg/L (2.6 ~ 5.4 mg/L)로 TOC와 마찬가지로 갈수기인 5월에 가장 높은 값을 보였고, 강우기 이후 비교적 낮은 분포를 보였다. SS는 평균 14.0 mg/L (7.0 ~ 25.0 mg/L)로 강우로 인한 탁수와 조류 발생 등의 영향을 반영하는 것으로 나타났다. TN은 평균 2.805 mg/L (0.706 ~ 4.153 mg/L)로 갈수기에 비교적 낮은 농도를 보였으며, 이후 강우가 집중되면서 호내 TN 농도가 증가한 것으로 보였다. TP는 평균 0.135 mg/L (0.054 ~ 0.297 mg/L)로 강우와 turn-over 영향을 받았을 것으로 사료된다. 조류발생의 간접지표인 Chl-a는 평균 95.7 mg/m³ (41.4 ~ 187.4 mg/m³)로 TOC와 마찬가지로 갈수기에 가장 높은 농도를 보였고, 이후 강우가 집중된 8월 이후 점차 감소하는 경향을 보였으나 10월까지 60 mg/m³ 이상의 비교적 높은 분포를 보이고 있었다. 지점별로는 유입부이면서 상류 만곡부에 해당되는 GL3, 4, 10지점과 GL9, GL7, GL6 지점에서 높은 분포를 보였다.

교신저자 E-mail: leo612@ekr.or.kr

P6-27

무인 자율이동선박을 활용한 농업용저수지 수질관리기법 연구

송주태^{pc}, 강의태, 남귀숙, 이규상

한국농어촌공사 농어촌연구원

본 연구는 기존 저수지 수질관리 용도의 유인 운전에 의한 선박 형태를 탈피하여, 자율 수질관리 시스템 구현이 가능한 자율이동식 수질관리 장비로써 원하는 위치에서, 원하는 시간 동안 무인으로 자율이동 하면서 농업용 저수지나 대규모 담수호의 수질을 정화하고, 설정된 경로를 따라 이동하는 장치이다. 즉, 자동 수질 계측 센서 및 수처리 장치를 탑재하고 지정된 경로를 따라 지정된 시간에 맞추어 이동하면서 자동 계측 및 오염물질 등을 제거하는 수질개선 시스템이다. 2022년부터 경기도 화성시에 위치한 남양호를 대상으로 운행구역을 지정하고, 자율이동선박을 활용하여 실시간 수질모니터링 및 녹조 농도가 높은 지역을 대상으로 수처리제(황산알루미늄, Alum)를 살포하여 인을 불용화시켜 녹조를 저감하는 실증연구를 실시하였다. 약품 살포 횟수는 '21년 5회, '22년 16회 살포하였으며, 매회 약 500kg의 황산알루미늄 살포하여 전후 효과분석을 실시하였다. 효과분석 결과는 대조군(수처리제 살포지점 상류)에서 COD $6.1 \sim 7.9 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, TOC $3.9 \sim 7.5 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, SS $24.2 \sim 48.5 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, T-N $1.5 \sim 3.5 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, T-P $0.063 \sim 0.130 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, Chl-a $13.5 \sim 29.5 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 을 나타내었고, 무인항법자율이동장치 운영지역(수처리 살포지점)은 COD $4.8 \sim 6.3 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, TOC $3.3 \sim 6.1 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, SS $5.0 \sim 18.5 \text{mg/L}$, T-N $1.5 \sim 3.1 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, T-P $0.057 \sim 0.105 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, Chl-a $1.6 \sim 5.8 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 을 나타내었다. 항목별 수질개선효율은 COD 20.1%, TOC 13.2%, SS 69.9%, T-N 7.4%, T-P 24.7%, Chl-a 81.8%로 조사되었다. 본 무인 자율 선박에 대한 연구는 수질 오염 집중 발생지역에 이동하여 수질개선을 하는 장비로써 소형으로 설치비용이 적으며 일부 에너지를 태양광, 풍력 등의 대체에너지로 사용하여 친환경적이다. 현재 본 장치의 활용성은 초보 단계에 있으나 농업용 저수지 및 담수호 등의 부유물질 및 오염물질들을 제거하고, 조류 발생을 제어함으로써 작은 설치비용으로 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: jtsong@ekr.or.kr

P6-28

초분광을 활용한 농업용 저수지 조류 발생현황 분석

송주태^{PC}, 남귀숙, 이규상

한국농어촌공사 농어촌연구원

도시화 및 기후변화로 인해 세계적으로 녹조(algal bloom)의 발생이 증가하고 있으며, 이로 인해 수생태계가 악화되고 조류 독성물질로 인해 건강이 위협받는 등 피해가 발생하고 있다. 현재, 농업용수 녹조 모니터링을 위해 활용되고 있는 현장 채수 방식은 기본적으로 인력, 비용, 그리고 시간 소요가 크다는 물리적인 제약이 있으며, 이로 인해 모니터링이 가능한 지점 수에 제한이 있다. 이와 같은 한계점 및 활용성을 극복하기 위해 넓은 수체를 면(面)단위로 측정가능한 드론 초분광 영상 촬영 및 분석방법이 부각되고 있다. 항공 초분광영상의 활용은 클로로필-a, SS(Suspended Solids)가 주요 모니터링 대상이며 Lab-scale 연구를 통해 산정된 관계식을 적용하거나 현장 자료취득 지점과 동일 지점의 초분광 영상 분광특성을 분석하여 면 단위의 농도정보를 확인 할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 2023년 농업용 저수39개 지점을 드론을 이용해 항공촬영 및 조류 발생현황을 분석하였다. 대상시설은 전남 함평군에 위치한 월천저수지를 대상으로 하였으며, 녹조가 가장 번성하는 8월부터 12월까지 4회 촬영하였다. 드론 초분광 항공촬영은 최대 촬영고도인 150m로 진행하였으며, 촬영시간은 태양고도각 변화를 고려하여 1시간 이내로 촬영이 완료될 수 있게 촬영계획을 설계하여 진행하였다. 초분광 카메라를 영상의 Chlorophyll-a 농도는 저수지 수면에 위치하여 바람의 영향을 받아 저수지 가장자리에서 전반적으로 농도가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한 기후의 영향을 받아 전일 강우가 있을 경우, 전반적으로 클로로필 농도가 낮게 형성된 것을 확인할 수 있다. 월천저수지의 경우, 녹조의 확산을 막기 위해 취수탑 주변에 녹조차단막을 설치하였으며, 차단막을 중심으로 녹조 농도가 낮게 형성되는 것을 확인하였다. 점 단위의 수질 분석방법과 드론 초분광 카메라의 면(面) 단위 모니터링 기법과 융합하면 녹조의 거동 및 변화되는 현상들을 높은 효율성으로 모니터링이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 드론-초분광과 관련된 원격탐지 기술을 활용하여 전국의 저수지 중 녹조가 번성된 지역에 효율적으로 저감시설을 설치하는 의사결정 및 방재활동과 민원처리 등 각종 행정업무에 도움을 줄 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: jtsong@ekr.or.kr

P6-29

지리 및 토양특성에 따른 주걱댕강나무 근면, 근권, 토양 내 미생물의 군집연구

배현정¹, 유영현², 구연봉², 홍지원³, 정태용^{pc1}

¹한국외국어대학교 환경학과

²국립생물자원관

³경북대학교 수소 및 신재생에너지학과

주걱댕강나무는 국내에서는 유일하게 천성산에서 자생하고 있으며, 생물다양성 측면에서 그 가치가 높은 종이다. 본 연구에서는 양산시 하북면 용연리에 자생하고 있는 주걱댕강나무의 근면, 근권, 토양 내 미생물을 세균과 균류 각각 그 군집에 대해 연구하였다. 총 10개 지점에서 시료를 채취하였으며, 토양의 구성, 산도, 유기물, 전질소, 유효인산, 양이온 치환용량 등 토양 특성을 함께 측정하였다. 지리정보와 토양특성 정보는 근면, 근권, 토양에서 각 측정된 미생물 군집과의 상관관계 분석에 활용되었다. 연구결과, 근거리에서 자생하는 주걱댕강나무 끼리의 균류군집 유사도가 높은 것을 볼 수 있었다. 토양 미생물의 경우 근면과 근권 간 유사한 군집이 형성된 것과는 상이한 군집분포가 세균과 균류 모두에서 관찰되었다. 세균의 경우, 2문(Proteobacteria와 Acidobacteriota)이 상대적으로 가장 풍부한 것으로 모든 지점에서 관찰되었으며, 균류의 경우, 9개 문이 10개 지점에서 각각 가장 풍부한 것으로 관찰되어 우점 속의 다양성이 훨씬 큰 것이 관찰되었다. 토양 특성면에서 보면, 세균의 군집분포를 좌우하는 가장 큰 요소는 양이온 치환용량과 유기물 특성으로 나타났다. 반면, 균류의 경우, 토양성분 중 미사의 성분비와 칼슘, 마그네슘 농도가 가장 중요한 요소로 나타났다.

교신저자 E-mail: tyj@hufs.ac.kr

P6-29

지리 및 토양특성에 따른 주걱댕강나무 근면, 근권, 토양 내 미생물의 군집연구

배현정¹, 유영현², 구연봉², 홍지원³, 정태용^{pc1}¹한국외국어대학교 환경학과²국립생물자원관³경북대학교 수소 및 신재생에너지학과

주걱댕강나무는 국내에서는 유일하게 천성산에서 자생하고 있으며, 생물다양성 측면에서 그 가치가 높은 종이다. 본 연구에서는 양산시 하북면 용연리에 자생하고 있는 주걱댕강나무의 근면, 근권, 토양 내 미생물을 세균과 균류 각각 그 군집에 대해 연구하였다. 총 10개 지점에서 시료를 채취하였으며, 토양의 구성, 산도, 유기물, 전질소, 유효인산, 양이온 치환용량 등 토양 특성을 함께 측정하였다. 지리정보와 토양특성 정보는 근면, 근권, 토양에서 각 측정된 미생물 군집과의 상관관계 분석에 활용되었다. 연구결과, 근거리에서 자생하는 주걱댕강나무끼리의 균류군집 유사도가 높은 것을 볼 수 있었다. 토양 미생물의 경우 근면과 근권 간 유사한 군집이 형성된 것과는 상이한 군집분포가 세균과 균류 모두에서 관찰되었다. 세균의 경우, 2문(Proteobacteria와 Acidobacteriota)이 상대적으로 가장 풍부한 것으로 모든 지점에서 관찰되었으며, 균류의 경우, 9개 문이 10개 지점에서 각각 가장 풍부한 것으로 관찰되어 우점 속의 다양성이 훨씬 큰 것이 관찰되었다. 토양 특성면에서 보면, 세균의 군집분포를 좌우하는 가장 큰 요소는 양이온 치환용량과 유기물 특성으로 나타났다. 반면, 균류의 경우, 토양성분 중 미사의 성분비와 칼슘, 마그네슘 농도가 가장 중요한 요소로 나타났다.

교신저자 E-mail: tyj@hufs.ac.kr

P7-01

Volumetric analysis of microplastics smaller than 10 μm in fish blood

Jiwon Park^{P1}, Abhrajyoti Tarafdar², Dana F.M.S.¹, and Jung-Hwan Kwon^{C1}

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

²School of Biosystems and Food Engineering, University College Dublin, Ireland

Environmental pollution due to microplastics (MPs) poses an urgent challenge. Despite the MPs concentration of 20–300 μm in the Korean coastal marine environment currently being considered safe, based on the predicted no-effect concentration (PNEC) of 12 particles/L, projections indicate a potential risk threshold breach post-2100. Consequently, establishing risk assessment standards for the marine environment is imperative. Developing toxicokinetic (TK) models to derive reference values for MPs in coastal environments constitutes a significant approach towards this endeavor. Essential to validating these TK models is the quantification of MPs across biological compartments, including gills, gut, and blood, necessitating a reliable detection methodology for compartment-specific MP quantification. In this study, we focus on fish blood as a critical compartment within the TK model framework. We introduce a method wherein fish blood samples spiked with 3 μm -sized polypropylene (PP) microplastics undergo digestion via potassium hydroxide solution, followed by Nile red staining and Calcofluor white counterstaining for visualization. Volumetric quantification of PP particles in fish blood is achieved through Z-stack confocal microscopy images, analyzed using threshold-based 3D segmentation. This technique enables the determination of MP flow rates in blood, offering potential integration into TK models for comprehensive risk assessment.

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

P7-02

Assessment of heavy metal toxicity in freshwater using microbial community: A microcosm study

Mingyeong Kang^{1,2}, Seonah Jeong¹, Hayoung Lee^{p1,2}, Won Suk Choi^{1,2},
So-Ra Ko¹, 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

The assessment of freshwater ecosystem health and toxicity extends beyond physicochemical parameters to include attached algae, benthic invertebrates, and fish. However, the sampling, identification, and quantification require a considerable amount of time, expense, and skilled personnel. With the advancement in sequencing technology, research on environmental microbiome has been a global surge, making it applicable to assessing aquatic ecosystem toxicity. This study set up 4 L microcosms using water and sediment from the Nakdong River, treating them with cadmium and arsenic at concentrations of 1 ppm and 10 ppm (mg/L) for 6 days. Microbial indicators in both water and sediment were analyzed through 16S rRNA high-throughput sequencing in each treatment group based on the presence or absence of sediment. The microbial community in the water exhibited alterations on day 3 in the sediment-free group, whereas changes were observed on day 6 in the sediment group. Additionally, sediment microbiome exhibited more significant shifts in the cadmium group compared to the arsenic. Through NMDS analysis, distinct patterns in the water were exhibited based on the concentration of heavy metals, with clear cluster shifts in the cadmium group. However, the arsenic group exhibited a similar trend to the control. Indicator analysis identified *Pseudorhodobacter*, *Methylothermobacter*, and *Rhizorhapis* as indicators in the arsenic group, while *Methylophilus*, *Ramlibacter*, and *Curvibacter* were detected in the cadmium group. *Pseudorhodobacter* and *Methylothermobacter* have been observed to increase in arsenic-contaminated water and *Rhizorhapis* has resistance against arsenic, copper, iron, and mercury. *Methylophilus* and *Ramlibacter* have a resistance to heavy metals, and capable of mitigating. Microbial community analysis identified indicator microorganisms for arsenic and cadmium, suggesting their potential for assessing heavy metal contamination and toxicity in aquatic ecosystems.

Corresponding author Email: cyahn@kribb.re.kr

P7-03

Identification of key monitoring endpoints to assess the effects of six herbicides on *Ulva australis*

Hojun Lee^{pc1}, Eunji Lee², Taejun Han^{1,3}, and Jihae Park^{c1,3,4}

¹Bio Environmental Science and Technology Lab, Ghent University Global Campus

²Department of Life Science, Incheon National University

³Department of Animal Sciences and Aquatic Ecology, Ghent University

⁴Centre for Environmental and Energy Research, Ghent University Global Campus

Herbicide contamination in coastal marine ecosystems is widespread and persistent, yet the risks posed by most herbicides to marine macroalgae remain poorly understood. This study aimed to evaluate the short-term (4 d) and long-term (8 d) effects of four PSII inhibitor herbicides (atrazine, diuron, hexazinone, simazine) and two non-PSII inhibitor herbicides (chlorimuron-ethyl and pendimethalin) on *Ulva australis*. EC₅₀ values for these herbicides were determined for several physiological and photosynthetic endpoints, including reproductive rate and *Fv/Fm* for short-term effects, and relative growth rate (RGR) and *Fv/Fm* for long-term effects. The responses of these endpoints varied across herbicides, with diuron consistently emerging as the most toxic regardless of exposure duration (EC₅₀ range = 0.02-0.05 mg L⁻¹). Reproductive rate was the most sensitive and reliable endpoint for atrazine, hexazinone and pendimethalin. Notably, *Fv/Fm* was only effective in detecting toxicity of PSII inhibitor herbicides, whereas reproduction rate and RGR proved reliable for detecting herbicide toxicity at different target sites. Spearman correlation analysis revealed a significant positive relationship between reproduction rate and RGR (Spearman correlation coefficient = 1.0; *p* < 0.05). This study highlights the importance of using appropriate parameters for herbicide toxicity testing on *Ulva*, a dominant primary producer in marine ecosystems, which could assist in the development of water quality guidelines for herbicide pollution management.

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

P7-04

A study on the bioluminescence inhibition of *Aliivibrio fischeri* for complex hazardous and noxious substances

Chul Woo Park^{P1}, Jinsu Choi¹, Kyoung Jin Lee¹, Dong Kwon Lee^{C1},
Hoon Choi², Young Myung Kim², and Moon Jin Lee²

¹R&D Center, Dongmoonent Co., Ltd, Seoul 08377, Korea

²Maritime Safety & Environmental Research Division, Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering (KRISO), Daejeon 34103, Korea

Hazardous and Noxious Substances (HNS) refer to chemical substances defined by conventions such as the MARPOL 73/78 Convention (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) and the 2010 HNS Protocol. When leaked from maritime industrial facilities and other sources, these substances can cause risks to human life, the environment, and property, leading to increased international concern. In this study, the bioluminescence inhibition of the marine environmental toxicity test organism, *Aliivibrio fischeri*, was investigated to monitor Hazardous and Noxious Substances. In previous studies utilizing *Aliivibrio fischeri*, bioluminescence inhibition was assessed for individual HNS. However, given that maritime industrial facilities often discharge complex mixtures of substances, composite standard substances were utilized to consider this complexity, and then evaluated the bioluminescence inhibition of *Aliivibrio fischeri* accordingly. The bioluminescence inhibition was measured for individual substances as well as complex substances containing Zn and Cr⁶⁺. As a result, when the substances were mixed, it was possible to observe toxicity synergism, indicated by a reduction in bioluminescence. In addition to the heavy metals examined in this study, various complex toxicity studies on heavy metals and organic pollutants are expected to aid in the advancement of technology for managing and assessing for the environmental impact of marine industrial facilities.

** This research was supported by Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea (20210660, 'Development of Technology for Impact Assessment and Management of HNS discharged from Marine Industrial Facilities')

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

P7-05

Hull-cleaning wastewater poses serious acute and chronic toxicity to a marine mysid—a multigenerational study

Somyeong Lee^{P1}, Sang-Eun Nam¹, Jee-Hyun Jung^{2,3}, Moonkoo Kim^{2,3}, and
Jae-Sung Rhee^{c1,4,5}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University,
Incheon 22012, Republic of Korea

²Risk Assessment Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Geoje
53201, Republic of Korea

³Department of Ocean Science, Korea University of Science and Technology, Daejeon 34113,
Republic of Korea

⁴Research Institute of Basic Sciences, Core Research Institute, Incheon National University,
Incheon 22012, Republic of Korea

⁵Yellow Sea Research Institute, Incheon 22012, Republic of Korea

We conducted a comprehensive assessment involving acute effects on 96-hour survival and biochemical parameters, as well as chronic effects on growth and reproduction spanning three generations of the marine mysid *Neomysis awatschensis* exposed to filtered wastewater to evaluate the potential impact of ship hull-cleaning wastewater on crustaceans. The analyzed wastewater exhibited elevated concentrations of metals, specifically zinc (Zn) and copper (Cu) and metal-based antifoulants, i.e., Cu pyrithoine (CuPT) and Zn pyrithoine (ZnPT). The results revealed dose-dependent reductions in survival rates, accompanied by a notable increase in oxidative stress, in response to the sublethal values of two wastewater samples: 1) mechanically filtered using the cleaning system (MF) and 2) additionally filtered in the laboratory (LF) for 96 h. Mysids exposed to MF displayed higher mortality than those exposed to LF. In this poster, we show that MF and LF cause inhibited feeding rate, growth retardation, extended intermolt duration, and reduced reproduction compared to controls over three generations.

Corresponding author E-mail: jsrhee@inu.ac.kr

P7-06

Development of surface modified activated carbon for the removal of chlorate(ClO_3^-) and perchlorate(ClO_4^-)

Kwan-Yong Lee^p, Se-Ra Jin, and Chul-Woong Cho^c

Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

Chlorate(ClO_3^-) and perchlorate(ClO_4^-) are included in water quality items required to be monitored due to their potential formation as disinfection byproducts (DBPs). They can be produced during the decomposition process of sodium hypochlorite(NaClO) and chlorine dioxide(ClO_2), commonly used as disinfectants. Chlorate causes methemoglobinemia, lysis of red blood cells, and impairment of renal function, and perchlorate has been known as a harmful substance that lowers thyroid function, according to the Environmental Protection Agency. Therefore, it is necessary to remove these DBPs to secure a safe drinking water resource. However, it has been observed that the removal efficiency of chlorate and perchlorate using granular activated carbon (GAC) currently applied in wastewater treatment plants is low. Therefore, to efficiently remove them, we developed two kinds of activated carbon-based adsorbents. First, polyethylenimine (PEI)-activated carbon was prepared by crosslinking PEI (1~50 wt%) with granular activated carbon at room temperature. Secondly, PEI-alginate-activated carbon was developed by mixing PEI and alginate in water, mixing activated carbon with glutaraldehyde, and subsequently extruding the mixture into an antisolvent to develop fiber form. From the experiments, it was confirmed the developed adsorbents have higher removal rates of DBPs compared to the conventional activated carbon.

Corresponding author E-mail: choicejoe@jnu.ac.kr

P7-07

Acute and chronic effects of short-chain chlorinated paraffins on physiological and biochemical endpoints of marine zooplanktons

Seong Duk Do^{p1} and Jae-Sung Rhee^{c1,2,3}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University, Incheon, 22012, Korea

²Research Institute of Basic Sciences, Incheon National University, Incheon, 22012, Korea

³Yellow Sea Research Institute, Incheon, 22012, Korea

Short-chain chlorinated paraffins (SCCPs), a subcategory of CPs, have been listed in persistent organism pollutants (POPs) of Annex A by the Stockholm Convention in 2017 due to their environmental persistence, bioaccumulation potential, and toxicity to organisms. SCCPs are released into the environment during the production, use, storage, and disposal of CPs, leading to their widespread presence in various environments and organisms worldwide. Given the toxicity and high biomagnification potential of SCCPs to aquatic invertebrates, it is essential to investigate their effects on zooplankton, which play a crucial role in marine ecosystem food webs. The LC50 values for SCCPs were determined to be 132 µg/L (24 h) for rotifers, 74.6 µg/L (24 h) for copepods, 44.5 µg/L (96 h) for juvenile mysids, and 108 µg/L (96 h) for adult mysids, respectively. When exposed to concentrations equivalent to 1/2 LC50 for SCCPs, a significant decrease in acetylcholinesterase (AChE) activity was observed, along with significant increases in oxidative stress parameters including malondialdehyde (MDA), catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), and glutathione S-transferase (GST). The decreased AChE activity, observed consistently across all species, suggests that SCCPs affect nerve transmission and cholinergic function. The consistent increase in MDA, CAT, SOD, and GST levels indicates that SCCPs induce intracellular oxidative stress and trigger antioxidant responses. In the present study, environmentally relevant concentrations of SCCPs were found to induce mortality, neurotoxicity, and oxidative stress in three zooplankton species.

Corresponding author E-mail: jsrhee@inu.ac.kr

P7-08

Detrimental effects of hull cleaning wastewater on oxidative status, life cycle parameters, and population growth of the monogonont rotifer *Brachionus manjavacas*

Jaehee Kim^{p1}, Somyeong Lee¹, Jee-Hyun Jung^{2,3}, Moonkoo Kim^{2,3}, and
Jae-Sung Rhee^{c1,4,5}

¹Department of Marine Science, College of Natural Sciences, Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea

²Risk Assessment Research Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, Geoje 53201, Republic of Korea

³Department of Ocean Science, Korea University of Science and Technology, Daejeon 34113, Republic of Korea

⁴Research Institute of Basic Sciences, Core Research Institute, Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea

⁵Yellow Sea Research Institute, Incheon 22012, Republic of Korea

While wastewater discharged from in-water cleaning process of ship hulls consistently released into aquatic ecosystem, its detrimental effects on non-target animals are largely unclear. In this study, we provide evidence on detrimental effects of hull cleaning wastewater in the monogonont rotifer *Brachionus manjavacas* by analyzing biochemical and physiological parameters in its oxidative status, survival, lifespan, growth, fecundity, and population. The wastewater contained high concentrations of metals (Zn and Cu) and metal-based antifoulants (CuPT and ZnPT). Significant oxidative stress was observed in response to two wastewater samples [1) raw wastewater (RW) and 2) mechanical filtrated in the cleaning system (MF)]. Higher detrimental effects in survival, lifespan, fecundity, and population growth for 10 days were measured in the RW-exposed rotifers than those results analyzed in the MF-exposed rotifers. Two growth parameters, lorica length and width were also significantly modulated by both samples. These results indicate that even filtered hull cleaning wastewater would have deleterious effects on the maintenance of the rotifer population when they exposed constantly.

Corresponding author E-mail: jsrhee@inu.ac.kr

P7-09

고농도 염 폐수 관리를 위한 적정 해양생물종 탐색 연구

김문석¹, 문성대¹, 박혜민¹, 이정석¹, 노인혜²¹(주)엔이비²(주)동남의화학연구원

해수 담수화, 이차전지, 무기화합물제조 시설 등은 고농도의 염 폐수가 발생한다. 이때 염분은 원료 물질 추출, 폐수 중화처리 과정에서 발생하는 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} 등의 이온이 주변 해수에 포함된 이온 성분보다 높기 때문에 적정 관리방안 마련이 필요한 실정이다. 해양으로 직접 배출되는 폐수는 「물환경보전법 시행규칙」 제 34조 별표 13)에 따라 생태독성 배출허용기준 초과 원인이 염일 경우 염에 의한 생태독성 증명을 통해 해양 방류가 가능하다. 하지만 수질오염공정시험기준에 해양 생물에 대한 생태독성 시험법은 발광박테리아 1종뿐이라 시험종 확대가 필요하며, 다양한 생물분류군별 독성자료 확보가 요구된다. 이 연구에서는 해양환경공정시험기준에 등재된 후보 생물 7종에 대해 고염분 폐수 생태독성을 평가하였다. 고염분 폐수는 1) 해수와 이온 성분비가 같지만 염분이 높은 시료, 2) SO_4^{2-} , Ca^{2+} 가 높은 인위적 조제 시료, 3) 특정 이온(SO_4^{2-} , Ca^{2+})이 높은 산업폐수로 구분하였다. 이용된 생물은 *Aliivibrio fischeri*(발광박테리아), *Skeletonema costatum*(규조류), *Brachionus plicatilis*(윤충류), *Monocorophium uenoi*(단각류), *Strongylocentrotus nudus*(극피류), *Saccharina japonica*(해조류-다시마), *Undaria pinnatifida*(해조류-미역)이다. 평가 결과 각 생물분류군별로 특정 시료에 대한 민감도가 다르게 나타났다. 1) 해수와 이온 구성비율이 같은 시료의 경우 *S. nudus*, *S. japonica* 순서로 민감도가 높았고, 2) SO_4^{2-} , Ca^{2+} 가 높은 인위적 조제 시료 및 3) 특정 이온(SO_4^{2-} , Ca^{2+})이 높은 산업폐수에서는 *S. nudus*, *M. uenoi* 순서로 민감도가 높았다. 생물에 따라 고농도 염분에 적응이 가능한 종과 그렇지 않은 종이 있기 때문에 민감도가 다르게 나타난 것으로 판단된다. 각 생물별 민감도 평가 결과와 국외 문헌자료를 이용하여 종민감도 분포 곡선을 작성하였다. 이를 통해 95% 생물을 보호할 수 있는 예측무영향농도(predicted no-effects concentration, PNEC)를 도출하였다. 도출된 예측무영향농도는 고농도 염 폐수에 대한 배출허용기준 도출의 기초자료로 이용 가능하며, 해양으로 배출되는 산업폐수의 위해성 평가에 활용되기를 기대한다.

교신저자 E-mail: neosdm@gmail.com

Effects of polystyrene microplastics on phytoplankton community dynamics in protected water sources

Byeong-Hun Han^{P1}, Seo-UI Moon², and Baik-Ho Kim^{C1,3}

¹Department of Environmental Sciences, Hanyang University, Seoul 04763, Republic of Korea

²Research Institute for Natural Sciences, Hanyang University, Seoul, 04763, Republic of Korea

³Department of Life Science, Hanyang University, Seoul 04763, Republic of Korea

The presence of microplastics in water bodies has been identified as a toxic threat to various algal species. Yet, the broader implications of microplastics on the dynamics of phytoplankton communities in natural water bodies are not fully understood. This study investigates how microplastic pollution, specifically polystyrene particles, alters the composition and dynamics of phytoplankton communities in protected aquatic ecosystems. Field studies were conducted in two designated conservation areas in South Korea, the Hoedong Catchment Basin and the Gyeongancheon Stream. Phytoplankton samples were collected during the winter and early spring (January and March) to establish experimental microcosms. These microcosms were exposed to controlled concentrations of polystyrene microplastics. Observations over a six-day period focused on changes in community composition and chlorophyll concentration, indicative of phytoplankton growth and health. The results indicated that the impact of microplastics on phytoplankton varied significantly across different taxonomic groups, affecting both growth rates and the emergence of dominant species within the communities. This variability underscores the complex interactions between microplastics and phytoplankton, highlighting the potential for significant ecological consequences in affected water bodies.

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

P9-01

Microplastics in urban runoff: implications for aquatic life and ecosystem health

Hee-Jin Park^p, In ae Jeon^p, and Jung-Hwan Kwon^c

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

This study examines the impact of microplastic pollution from urban stormwater runoff on aquatic ecosystems, an issue linked to the extensive use of plastics. We assess how stormwater runoff serves as a pathway for microplastics to enter aquatic environments, focusing on the effects on aquatic life. Our analysis covers various microplastics, including PP, PE, PA6, PET, PS, PTFE, PVC, and PU, using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) and Pyrolysis Gas Chromatography/Mass Spectrometry (Pyr-GC/MS). By comparing mass estimates from FT-IR with actual measurements from Pyr-GC/MS, we reveal the complex nature of microplastic contamination in runoff and its implications for aquatic species. Our findings aim to highlight the scope of microplastic pollution in urban runoff, providing essential data for understanding its ecological impacts. This research underscores the urgent need for strategies to address microplastic pollution ensuring the protection of aquatic ecosystems.

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

P9-02

Changes in the sustainability of the Korean rice production system over the past 20 years

Yongeun Kim^{P1} and Kijong Cho^{c2}

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

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

Over the past few decades, the Korean rice production system has evolved into a resource-intensified system in response to environmental, social, and cultural changes in the country. While this system has clearly improved the efficiency of resources such as water, nutrients, and energy for food production, understanding its sustainability remains insufficient. Therefore, this study analyzed the sustainability changes in the Korean rice production system over the past two decades using the emergy approach. The study examined the composition of emergy sources input into the Korean rice production system, analyzed changes in emergy efficiency for rice production, and assessed the system's sustainability using emergy indices. Based on the emergy analysis, key factors influencing the sustainability of the system were identified. The emergy analysis results point to an ecologically unsustainable shift in the rice production system. These findings will serve as a useful foundation for steering the Korean rice production system towards sustainable intensification.

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

P9-03

Assessing three phthalate-induced changes in zebrafish neurodevelopment and circadian rhythms

Soon Seok Kim^{P1,2}, Hang-Suk Chun^{c1}, and Woo-Keun Kim^{c1,2}

¹Department of predictive toxicology, Korea Institute of Toxicology, Daejeon, Korea

²Human and Environmental Toxicology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

In this study, we investigated neurodevelopment and behavioral changes in zebrafish embryos following exposure to three types of phthalates(PE) DEP, DiBP, and BBzP, which are used as plasticizers to increase the flexibility of various products. To investigate the effects of PE exposure, changes in developmental toxicity and behavior of zebrafish embryos were observed. Using neurodevelopment-related two transgenic models, neurodevelopmental toxicity was evaluated through fluorescence image analysis and ROS were detected. To observe changes in circadian rhythm due to the effects of neurodevelopmental toxicity, behavior was recorded and analyzed for 24 hours of PE exposure. Embryos exposed to DEP, DiBP, and BBzP showed developmental toxicity, with decreased early behavior and reduced embryonic distance at 96 hours after exposure. The fluorescence of Tg embryos exposed to DiBP and BBzP decreased in a concentration-dependent manner, and ROS were significantly increased in the DEP, DiBP, and BBzP exposed groups compared to the control. In the circadian rhythm, the distance moved and moving duration during the second light phase (day 2) increased when compared to the first light phase (day 1) in the DiBP exposure group, and also the dark phase (night) when compared to the control increased as well. These results show that PE exposure caused neurodevelopmental toxicity and behavioral changes in zebrafish embryos, and are expected to serve as good basic data for understanding neurodevelopmental and neurobehavioral changes caused by PE exposure in the future.

** This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) through the Core Technology Development Project for Environmental Diseases Prevention and Management [grant number 2021003310003]; and the Korea Ministry of Environment (MOE).

Corresponding author E-mail: hangsuk.chun@kitox.re.kr, wookkim@kitox.re.kr

P9-04

Human neurotoxicity assessment of pyrethroid biocide exposure based on neuron/astrocyte co-culture model

Seungmin Park^{p1,2} and Woo-Keun Kim^{c1,2}

¹Department of Predictive Toxicology, Korea Institute of Toxicology, Daejeon 34113, Korea

²Human and Environmental Toxicology, University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea

The widespread use of biocides requires comprehensive toxicity assessment of human exposure to ensure safe use. Pyrethroid pesticides are highly toxic to aquatic invertebrates and induce severe toxic mechanisms in the nervous system of insects. However, some pyrethroids, known to cause systemic toxicity and oxidative stress in mammals, lack studies on their neurotoxicity and effects in humans. We established a high-throughput *in vitro* biocide neurotoxicity screening method using a co-culture model of human neuroblastoma SH-SY5Y cells and human iPSC cell-derived astrocytes. In this test model, representative pyrethroid pesticides commonly used as household pesticides were investigated. The reduction of neurites was observed and quantitatively evaluated based on High-Content Screening (HCS) images obtained through immunofluorescence staining using a β -III tubulin antibody targeting neuronal cells. We confirmed that Allethrin and Prallethrin significantly inhibited neurite outgrowth in a human neuron co-culture model. In contrast, other pyrethroids known for their oxidative and neurotoxic effects on insects did not exhibit cytotoxicity or neurotoxicity. These results effectively reflect individual differences in biocide toxicity and the outcomes of existing human safety studies. Our findings provide insight into the potential human neurotoxicity caused by pyrethroid pesticides.

**** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through Technology Development Project for Safety Management of Household Chemical Products Program, funded by Korea Ministry of Environment(MOE)(2022002980005,1485018893)**

Corresponding author E-mail: wookkim@kitox.re.kr

P9-05

Predicting human and ecological toxicity of biocides: Zebrafish model approach for neurotoxicity evaluation and integration with toxicity databases

Donggon Yoo^{P1,2}, Sangwoo Lee^{1,2}, and Woo-keun Kim^{C1,2}

¹Department of Predictive Toxicology, Korea Institute of Toxicology, Daejeon 34114, Korea

²Human & Environmental Toxicology, University of Science & Toxicology, Korea Daejeon 34113, Korea

To address concerns about the neurotoxic effects of chemicals and to comply with biocidal laws, we conducted a study using transgenic zebrafish to analyze the neurotoxicity of 50 frequently used substances in biocide products in Korea. Our findings revealed that exposure to certain substances led to decreased central nervous system (CNS) development, reduced neuronal development, and decreased fluorescence sensitivity compared to the control group. These indicators may serve as important markers for neurological diseases like multiple sclerosis and hereditary myelin diseases. Moving forward, we aim to develop a method that integrates experimental data with existing data to facilitate research on aquatic ecosystems and human health. By connecting and leveraging data from experiments and existing sources, we can gain a deeper understanding of the effects of substances on both aquatic organisms and human health. This integrated approach will enable us to identify potential risks to aquatic ecosystems and human well-being more comprehensively and develop effective prevention strategies.

**** This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through Aquatic Ecosystem Conversation Research Program, funded by Korea Ministry of Environment (MOE)(2021003050001)**

Corresponding author E-mail: wookkim@kitox.re.kr

P9-06

Neurotoxicity and the potential molecular mechanisms of dibutyl phthalate and its metabolite mono-n-butyl phthalate in zebrafish

Suyeon Lee^{p1,2}, Eghan Kojo¹, Sangwoo Lee^{1,2}, and Woo-Keun Kim^{c1,2}

¹Department of Predictive Toxicology, Korea Institute of Toxicology, Daejeon 34113, Korea

²Human and Environmental Toxicology, University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea

Mono-n-butyl phthalate (MBP) is the active metabolite of plasticizer dibutyl phthalate (DBP) which known as an endocrine-disrupting compound and prevalent environmental contaminant. Toxicological studies on MBP are scarce compared to those on DBP. In the present study, we conducted a comprehensive assessment to compare the neurotoxic effects induced by MBP or DBP on zebrafish (*Danio rerio*) larvae. Using zebrafish from both wild-type and transgenic lines (tg(*elavl3:eGFP*) and tg(*mbp:mGFP*)), we exposed them to DBP and MBP from 4 hpf to 120 hpf. Developmental toxicity was assessed through various parameters, including survival rates, hatchability, eye size, malformation, tail coiling, and touch-evoked responses. Locomotor activities were quantified using DanioVision tracking system. Neurotoxic and oxidative stress markers, including related gene transcription was evaluated using an ELISA and qPCR. We found disruptions in neurogenesis and demyelination from the florescence imaging, as well as alterations in zebrafish behavior, including changes in distance move and body contact after exposure to MBP and DBP. Gene transcriptional changes also indicated significant effects on neurodevelopment (*sox2*, *gfap*) and oxidative stress (*cdkn1α*, *gr*), providing further insights into molecular mechanisms of MBP. Interestingly, MBP exhibited greater impact than DBP, particularly at the molecular level. These findings indicate the importance of considering metabolite in terms of toxicity and risk assessments.

** This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) through the Core Technology Development Project for Environmental Diseases Prevention and Management [grant number 2021003310003]; and the Korea Ministry of Environment (MOE).

Corresponding author E-mail: wookkim@kitox.re.kr

P9-07

Evaluation of developmental neurotoxicity and toxic mechanisms of the biocide PHMB

Ha-Na Oh^{p1} and Woo-Keun Kim^{c1,2}

¹Department of Predictive Toxicology, Korea Institute of Toxicology, Daejeon 34114, South Korea

²Human and Environmental Toxicology, University of Science and Technology, Daejeon 34113, South Korea

Polyhexamethylene biguanide hydrochloride (PHMB) is a biocide widely used for its broad-spectrum antibacterial properties in various consumer products. While existing studies primarily focus on PHMB's systemic toxicity and skin irritation potential, its impact on developmental neurotoxicity (DNT) and the underlying mechanisms remain poorly elucidated. In this investigation, we aimed to assess the DNT effects of PHMB using neuronal cells, and zebrafish models. In both cell lines, concentrations of PHMB $\geq 10 \mu\text{M}$ were found to diminish neurite outgrowth, with cytotoxic effects observed at concentrations up to $40 \mu\text{M}$. Moreover, PHMB treatment influenced the expression of neurodevelopmental genes and triggered reactive oxygen species (ROS) production and mitochondrial dysfunction. Notably, the adverse effects of PHMB were mitigated by treatment with N-acetylcysteine. In zebrafish embryos, toxicity tests revealed reduced viability and heart rate, as well as irregular hatching patterns upon exposure to PHMB. Concentrations ranging from 1 to $4 \mu\text{M}$ led to reductions in brain and spinal cord width in transgenic zebrafish, alongside attenuated myelination processes. Furthermore, PHMB exposure modulated the expression of neurodevelopmental genes in zebrafish and induced ROS accumulation. These findings collectively suggest that PHMB induces DNT effects both in vitro and in vivo through a ROS-dependent mechanism, underscoring the potential risks associated with PHMB exposure.

** This work was supported by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) through the Core Technology Development Project for Environmental Diseases Prevention and Management (2021003310003), funded by the Korea Ministry of Environment (MOE).

Corresponding author E-mail: woockim@kitox.re.kr

P9-08

4대강 사업을 전후한 기간의 수질 데이터 해석을 통한 낙동강 수 생태계의 변화 가능성 조사

양시천^{PC}

(주)한국아쿠오시스

지난 2009 ~ 2012년 기간 동안 한국 내에서는 대규모의 하천 공사와 함께 하·폐수 처리 설비의 개선 사업이 진행되었는데(4대강사업), 이에 의한 생태계 변화의 가능성을 파악하고자 4대강사업 공사 기간을 전후한 각 6년 동안의 낙동강 상 강정, 달성, 물금 3개 지점에 대한 환경부 “물환경정보시스템”의 등재 수질분석 데이터 중 일부 주요 항목에 대한 비교 해석을 통한 조사를 수행하였다. 그 결과 공사 기간 전후의 수질의 분석치와 시계열 패턴에서 큰 변화가 나타난 것을 확인할 수 있었는데, 공사 기간 이후 낙동강 물에서는 총인과 총질소 농도의 유의미한 감소가 나타났음에도 불구하고 중,상류 지역의 COD와 BOD가 큰 폭으로 상승하는 예상 밖의 변화가 발생하였다. 물금 지점의 경우 4대강 사업 이후 클로로필a의 대폭적인 감소와 함께 COD 최고점 발생 시기의 역전 현상이 관찰되었고, 총인 농도의 급격한 하락과 동시에 TN/TP 비율의 대폭적인 상승이 나타났다. 이상과 같은 결과들은 인위적인 통제에 의한 영양물질의 산술적인 배출량 저감의 효과만으로는 해석하기 어려우며, 다른 강력한 하천 내 수질 결정 인자가 존재한다는 것과 이것은 적어도 혐기성 분해자 미생물에서부터 광합성 조류에 이르는 미생물 생태계 상의 커다란 변화가 수반된 결과라고 해석할 수 있으므로, 향후에 생태계 변화의 실상과 문제점 여부를 체계적으로 파악하여 건전한 수 생태계의 복원과 함께 이에 따른 수질의 개선 방안을 찾아낼 필요성이 있다.

교신저자 E-mail: scyang65@hanmail.net

P9-09

마디풀과(Polygonaceae) 11종 종자 추출물의 항산화 활성

김준혁^p, 김현민, 박지윤, 김혜경, 남경배, 제상훈, 나채선, 김희진^c

국립백두대간수목원 산림생물자원본부

본 연구에서는 국립백두대간수목원 종자은행에서 분양받은 11종의 마디풀과 식물 종자 추출물의 항산화 활성을 평가하였다. 마디풀과 식물종자는 이삭여뀌(*Persicaria filiformis* (thunb.) Nakai), 흰꽃여뀌(*P. japonica* (Meisn.) Nakai ex Ohki), 흰여뀌(*P. lapathifolia* (L.) Delarbre), 산여뀌(*P. nepalensis* (Meisn.) H. Gross), 미꾸리납시(*P. sagittata* (L.) H. Gross), 호장근(*Reynoutria japonica* Houtt.), 왕호장근(*R. sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai), 수영(*Rumex acetosa* L.), 애기수영(*R. acetosella* L.), 소리쟁이(*R. crispus* L.), 돌소리쟁이(*R. obtusifolius* L.)를 사용하였다. 종자상태를 평가하기 위해 충실 종자 비율 및 발아율을 조사하였으며, 충실률은 89.0% 이상, 발아율은 53.0% 이상으로 나타났다. 추출물을 제조하기 위해 곱게 마쇄한 종자를 75% 메탄올 용매로 2일(48h) 동안 25℃에서 추출하고 감압농축하였다. 항산화 능력을 평가하기 위해, 추출 수율, 총 페놀성 화합물 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH·ABTS 라디칼 소거 활성 및 FRAP 평가를 수행하였다. 평가된 종자 추출물의 항산화 능력을 바탕으로 클러스터 분석을 실시하여 네 그룹으로 분류하였고, 1그룹은 가장 낮은 항산화 활성을, 4그룹은 가장 높은 항산화 활성을 나타냈으며, 수영을 제외한 *Rumex*속이 4그룹에 포함되었다. 결과적으로, 분석된 11종의 마디풀과 식물 종자 중 *R. acetosella*, *R. crispus*, *R. obtusifolius*의 종자 추출물이 가장 높은 항산화 활성을 나타냈다.

** 본 연구는 산림청(임업진흥원) 시험연구과제인 ‘산림 내 작물 재래원종 확보 및 활용 지원(과제번호: 2021400B10-2425-CA02)’로 수행되었습니다.

교신저자 E-mail: hjkim0916@koagi.or.kr

P9-10

Isolation of eukaryotic microalgal strains producing poly-3-hydroxybutyrate

Young Hoon Cho^{P1}, Chang Soo Lee², Su-Bin Park², Suk Min Yun²,
Daeryul Kwon², and Seung Hwan Lee^{C1}

¹Department Biotechnology and Bioengineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²Biological Resources Research Department, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si 37242, Korea

Petroleum-derived plastics commonly employed in numerous industries exhibit extremely limited biodegradability in natural environments, resulting in the proliferation of diverse environmental contaminants, including soil, marine, and microplastic pollution. Poly-3-hydroxybutyrate (PHB) is a biopolymer that is produced by numerous microorganisms. It possesses mechanical qualities that are comparable to petroleum-based plastics, while also exhibiting enhanced biodegradability and biocompatibility. Due to the numerous benefits, the production of PHB employing a wide range of microorganisms, both heterotrophic and photoautotrophic, has been extensively researched. However, there are only a limited number of eukaryotic microalgae that have been reported. In this study, we have reported the finding of four new eukaryotic species that could synthesize PHB using CO₂ as a sole carbon source. These species were selected from a collection of freshwater microorganisms obtained from the Freshwater Bioresources Culture Collection (FBCC) at the Nakdonggang National Institute of Biological Resources (NNIBR). The validation of PHB production was carried out by gas chromatography and Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR). Among the strains, *Monoraphidium* sp. showed the highest PHB concentration of 0.83% (w/w of dry cells), whereas the other strains had very low PHB content. Detailed results will be presented.

Corresponding author E-mail: leesh@chonnam.ac.kr

P9-11

유해 미세조류 *Heterosigma akashiwo*에 의한 미세플라스틱 응집 및 침강 특성임영균^{p1}, 백승호^{c1}, 이충현¹, 홍상희¹, 이균우²¹한국해양과학기술원 생태위해성연구부²한국해양과학기술원 해양생명자원연구부

해양 환경 내 미세플라스틱의 수층 내 수직 분포와 거동은 미세조류에 의한 부착 및 응집에 의해 지대한 영향을 받는다. 본 연구는 내만에서 적조를 일으켜 양식 어류폐사를 유발하는 유해 침편모조류 *Heterosigma akashiwo*에 의한 4가지 미세플라스틱 입자(저/고밀도 polyethylene [PE] 구형 입자와 소/대형 Polypropylene [PP] 파편형 입자)의 응집, 침강 특성을 조사하였다. 미세플라스틱과 *H. akashiwo*의 응집체는 *H. akashiwo* 세포의 부착이 아닌 분비한 세포 외 고분자물질(EPS; extracellular polymeric substance)로 인해 3일 차부터 형성되기 시작하였다. 응집에 의한 부유성 미세플라스틱의 침강비율은 지수함수적으로 증가하여 저밀도 PE 입자는 28%(반포화 시간 9일)로 포화되었다. 반면, 밀도가 $0.91 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 인 PP입자들의 최대 침강비율은 소형($45\text{--}75 \mu\text{m}$) PP 입자가 2%(반포화 시간 24일), 대형($150\text{--}500 \mu\text{m}$) PP입자는 0.1% 이하로 매우 낮았으며, 크기가 작고($10\text{--}20 \mu\text{m}$) 밀도가 높은 PE입자(저밀도: $1.0 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 고밀도: $1.4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)보다 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 이는 부유성 미세플라스틱의 밀도와 크기에 따른 *H. akashiwo*의 응집 및 침강 능력의 한계를 시사한다. 응집체의 침강속도는 저밀도 PE입자가 $0.63 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 로, 고밀도 PE입자($0.81 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$)와 소형 PP 입자($0.74 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$)보다 유의하게 느렸다($p < 0.05$). 반면, 세 미세플라스틱 입자간 응집체 크기는 평균 $0.6 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ 로 유의한 차이가 없었으며, 응집체 내 포함된 미세플라스틱의 개수는 밀도가 낮은 소형 PP입자가 유의하게 낮았으나($p < 0.05$), PE입자의 응집체의 크기와 미세플라스틱 개수는 침강속도와 유의한 상관관계가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 또한, 가라앉은 응집체 내 미세플라스틱 입자수는 냉암조건(10°C)에서 60일 경과 후에도 변화하지 않아, 실제 해저면에서의 응집체의 분해에 의한 미세플라스틱의 재부유 가능성이 높지 않음을 파악하였다. 본 연구결과는 내만에서 빈번한 적조를 일으키는 *H. akashiwo*가 유입되는 다양한 미세플라스틱의 환경거동에 대한 영향을 보고한 최초의 실험적 연구로, 추후 현장 관측자료와 결합하여 실제 해양 환경의 미세플라스틱 분포를 예측하기 위한 모델 연구에 중요한 정보로 활용될 것으로 사료된다.

** 본 연구는 해양수산부 해양수산과학기술진흥원 ‘해양 미세플라스틱 유입 발생 환경 거동 연구’ 사업(no. 20220357)의 지원을 받아 수행되었다.

교신저자 E-mail: baeksh@kiost.ac.kr

P9-12

해양식물플랑크톤자원 기탁등록보존기관

윤주연^{p1}, 한경하^{1,2}, 최다빈¹, 정새로미¹, 신현호^{c1}

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 웹기반 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

P9-13

실내 모형수조시험을 통한 유류에 의한 지하수 오염범위 산정방법 고찰

용환호^{pc1}, 정찬덕², 이규상¹, 송성호¹

¹한국농어촌공사 농어촌연구원

²한국농어촌공사 전남지역본부

산업혁명 이후 각 나라에서 경제발전을 적극적으로 추진하면서 지하수와 토양환경 오염도 지속적으로 늘어가고 있으며, 오염된 곳은 오염정화를 실시하고 있다. 깨끗한 지중환경으로 복원하기 위해 실시하는 오염정화를 위해서는 오염의 범위를 산정해야 하는데 오염이 지중에서 진행되기 때문에 정확한 오염범위 산정이 매우 어려운 실정이다. 지금까지의 지하수토양 오염범위 산정은 오염이 우려되는 지역을 시추하여 심도별로 오염량을 분석하고 지표 탐사를 실시한 후 크리깅(kriging) 기법을 이용하여 오염범위를 개략적으로 추정해왔으나, 땅속의 오염이다 보니 정확히 알 방법이 없어 오염범위 산정결과에 대한 검증에는 소홀하였다. 따라서 이번 연구에서는 실내 모형수조 실험을 통해 미리 정확한 오염량과 오염범위를 측정한 NAPL을 주입하여 오염현장에서 주로 실시하는 지표 전기비저항탐사를 똑같이 실시함으로써 오염범위 산정이 어느 정도 명확하게 확인되는지 실험을 통해 규명하였다. 실내 모형수조는 가로 80 × 세로 60 × 높이 40 cm 규격의 아크릴 재질로 제작하였으며, 내부에는 동일한 매질조건을 구현하기 위해 주문진사(입경 1~2 mm)로 채웠다. 모래 매질은 공극의 불균질성을 저하시키기 위해 물다짐을 이용하여 최대한 단단하게 압착시켰다. 중앙부분에 NAPL을 손으로 직접 모래와 혼합하여 임의로 오염물질이 분포하고 있는 현장과 유사한 모형을 만들었다. 규격은 가로 20 × 세로 5 × 높이 10 cm 체적에 NAPL 주입량 100 ml를 혼합하여 주입량을 특정하였다. NAPL은 Oil-Red O를 이용하여 빨간색으로 염색하여 육안으로 확산범위 등을 확인할 수 있도록 하여 탐사를 진행하였다. 전기비저항탐사는 Dipole-Dipole 전극배열법을 적용하였다. 전기비저항탐사 결과 유류의 확산 범위를 매우 정확히 규명할 수 있는 것으로 파악되었다. 이처럼 실내 모형실험을 통한 전기비저항탐사 결과의 신뢰도가 NAPL 주입 전·후의 주입범위와 확산 경향을 파악할 수 있음을 검증되었다고 볼 수 있다. 따라서 실제 유류오염 현장이나 3차원 매립지의 침출수, 토양오염 지역에서도 오염물질의 유출범위 파악 등 오염범위 산정의 정확도 면에서 오염정화설계에 전기비저항탐사 결과를 유용하게 적용할 수 있을 것이다. 또한 지하수토양 오염을 이해하는 데 좋은 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

교신저자 E-mail: yonghwanho@ekr.or.kr

국내 주요폐사 어종에 대한 물리적 환경 노출 평가

김광덕^a, 이승윤, 김자현^c

한국수자원공사 K-water연구원

국내 어류폐사 연구에 따르면 우리나라에서는 매년 크고 작은 어류폐사가 발생하고 있으며 용존산소 고갈, 독성 화학물질의 유입, 수온 변화 등 다양한 원인이 복합적으로 작용하여 발생한다. 어류폐사는 폐사체가 수면에 떠올라 발견되기까지 상당한 시간이 소요되고 원인 확인을 위한 증거는 빠르게 사라지기 때문에 원인불명의 비율이 높게 나타난다. 따라서 어류폐사의 원인 분석을 위해서는 폐사 발생 직후 신속한 초동대응을 통한 증거수집이 핵심 사항이다. 본 연구에서는 비전문가에 의한 어류폐사 현장 대응 시, 폐사체 또는 현장 어류의 증상 자료를 수집하고 어류폐사의 원인을 스크리닝할 수 있도록 국내 주요 폐사 어종인 붕어, 잉어, 피라미를 대상으로 용존산소 고갈, pH 변화, 수온 변화, 탁수 유입 등 물리적 환경 변화에 따른 어류의 증상을 확인하고 어류폐사 원인 분석을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다. 본 연구 결과, 환경 스트레스에 의한 증상은 모든 어종에서 동일하게 관찰되었으나, 어종 및 개체 크기에 따른 민감도 차이는 다르게 나타났다. 용존산소 고갈(<2.0ppm) 조건에서는 과호흡, 수표면 유영, 입을 벌린 채 사망하는 등의 증상을 보였으며, 민감도는 피라미>잉어>붕어 순으로 나타났다. 수온 감소(<10℃) 조건에서는 호흡 및 유영능력 감소 등의 증상을 보였으며, 민감도는 피라미>잉어>붕어 순으로 나타났고, 수온 증가(> 30℃) 조건에서 과호흡, 수표면 유영 등의 증상을 보였으며, 민감도는 피라미>잉어>붕어 순으로 나타났다. pH 감소(pH<2.0)에 따른 증상은 아가미 출혈 및 부식, 발작, 수체 탈출 등이었으며, 민감도는 피라미>붕어>잉어 순으로 나타났고, pH 증가(pH>12.0) 조건에서는 아가미 출혈 및 점액질 분비, 발작, 수체 탈출 등의 증상을 보였으며, 민감도는 피라미>붕어>잉어 순으로 나타났다. 고농도의 탁수 유입(>1000 NTU) 조건에서는 표피 및 아가미 점액질 분비, 이물질 흡착, 탈색 등의 증상을 보였다. 본 연구에서 관찰된 증상은 어류폐사 발생 시, 현장 어류의 행동 및 증상 관찰을 통한 신속한 어류폐사 증거 수집 및 원인을 스크리닝할 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

교신저자 E-mail: jahkim@kwater.or.kr

P9-15

생태정보 포털서비스(EcoBank)를 이용한 생태 빅데이터의 공유 및 활용

권용수^{PC}, 윤성수, 이재호, 이진

국립생태원 생태정보팀

포스트 코로나 시대로 접어들며 경제·사회 전반에서 D·N·A(Data, Network, AI)에 기반한 디지털 경제로의 전환이 가속화되고 있으며, 국내에서는 모든 데이터가 연결되는 세계 최고의 디지털플랫폼 정부 구현을 목표로 많은 정책을 추진하고 있다. 또한 최근 OpenAI사의 ChatGPT 등 초거대 언어모델(Large Language Model)의 등장으로 인해 인공지능(AI)을 비롯한 빅데이터의 중요성이 더욱 대두되고 있다. 그러나 국내에서는 여전히 생물·생태 관련 일부 자료들만이 단편적으로 제공되고 있을 뿐 생태계 전반에 대한 정보의 공유·활용은 부족한 실정이다. 이에 국립생태원에서는 지난 2019년부터 국내·외 생태정보의 공유 및 활용을 위해 EcoBank(nie-ecobank.kr) 서비스를 실시하고 있다. EcoBank는 사용자 계층별(일반인, 연구자, 정책입안자) 맞춤형 서비스를 통해 국립생태원에서 조사·연구한 생태 빅데이터와 그 외의 국내·외 주요 생태 빅데이터들을 하나의 온라인 공간에서 공유 및 활용할 수 있도록 하는 생태정보 포털서비스이다. 본 연구에서는 다양한 계층의 이해관계자를 대상으로 EcoBank 서비스 기능을 다변화하고, DOI를 적용한 생태 빅데이터의 개방을 비롯한 다양한 방식(OpenAPI, ETL, off-line 등)을 통해 국내외 생태 빅데이터를 구축연계하여 고품질 생태 빅데이터를 확대 개방하고자 하였다. 이를 통하여 생태관련 정책 마련을 위한 과학적 근거를 제시하고 생태 빅데이터 활용성 증대를 위한 데이터에 기반한 정책지원을 강화하는데 기여하고자 한다.

교신저자 E-mail: kwonys@nie.re.kr



한국환경생물학회
Korean Society of Environmental Biology

[06132] Rm. 1514, Yeoksam Hyundai Venturetel 20,
Teheran-ro 25-gil, Kangnam-gu, Seoul, Korea
TEL: 070-8825-5449 E-mail: koseb@naver.com

