

2024

The 4th Research Center of Ecomimetics Symposium

제 4회 생태모방연구센터 심포지엄

일시 | 2024. 1. 17.(수) 장소 | 자연과학대학 1호관 Science Hall

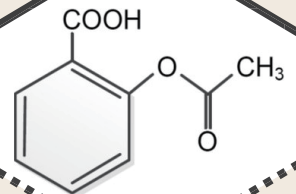
주최 | 전남대학교 생물학과 생태모방연구센터 (Research Center of Ecomimetics)

“생태모방의 오늘과 내일” Ecomimetics Today and Tomorrow”

주최 |  생물학과
전남대학교


생태모방연구센터
RESEARCH CENTER OF ECOMIMETICS

후원 | 전남대학교 산학협력단
전남대학교 대학원 G-ACE 사업



인사말

먼저, 센터 소속 교수들을 대신하여 여러 일정 가운데서 심포지움 발표를 수락해 주신 연사분들과 참석해 주신 교내외 연구자들에 감사드립니다.

2024년 새해 시작과 함께 생태모방연구센터의 제 4회 심포지움을 개최하게 되었습니다. 인류가 지구에 등장한 이후 지금까지 우리는 끊임없이 생물과 무생물의 존재를 탐구하고 활용해왔습니다. 특히, 오늘날은 인간의 활동으로 인해 생물 다양성과 생태계가 위협 받고 있고, 그로 인해 우리의 생존도 영향을 받는다는 것을 실감하고 있습니다. 이러한 시기에 우리는 생태계 생물들의 특성(폐기물을 자원으로 활용, 최대화하기보다는 최적화 선호, 보금자리를 오염시키지 않고 정보를 공유 등)을 물질, 구조, 기능 및 프로세스 관점에서 모방하고 응용함으로써 생태계를 보존하면서 보다 혁신적이고 지속적인 발전을 도모하고자 여러 분야에서 생태모방에 주목하고 있습니다. 이번 심포지움의 주제인 “생태모방의 오늘과 내일”에 맞추어 총 9분의 연사분들을 모셨습니다. 이 심포지움이 생태모방을 위한 새로운 질문들을 찾고 협력연구의 토대를 구축하는 장이 되길 바랍니다.

감사합니다.

전남대학교 생태모방연구센터 센터장 김응삼

행사 일정표

| 시간 | 발표제목 | 발표자(소속) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 09:20 ~ 09:30 | 인사말 | 김응삼 교수 (RCE, 전남대) |
| 09:30 ~ 10:10 | 폐 오가노이드 기반 실시간 독성평가 시스템 개발 | 김은미 박사 (안전성평가연구소) |
| 10:10 ~ 10:50 | 미생물을 이용한 수소생산기술 개발 | 전용원 대표 (㈜이엔) |
| 10:50 ~ 11:30 | 생태모방 중 Biologize 의 숙제 – 생태모방 설계와 생물정보학 융합의 기회 | 김선중 대표 (㈜호모미미쿠스) |
| 11:30 ~ 12:10 | 기후위기와 탄소중립 대응을 위한 이끼농업, 녹화사업 | 신길호 연구소장, 김한상 차장 (파쿠바이오앤그린㈜) |
| 12:10 ~ 13:25 | 사진 촬영 및 점심 식사 | |
| 13:30 ~ 14:10 | Evolution, Physiology, and Genome of A Green Algal Bacterivore | 김은수 교수 (이화여자대학교) |
| 14:10 ~ 14:50 | 산림 미기상 관리를 통한 산림생태계에 대한 기후변화 영향 완화 전략 | 김한규 교수 (경희대학교) |
| 14:50 ~ 15:30 | 생물다양성의 기후변화 영향 완화 기작을 응용한 생태계 관리 | 정민수 박사 (서울대학교) |
| 15:30 ~ 16:10 | 선택식물의 유용성 | 박승진 박사 (국립호남권생물자원관) |
| 16:10 ~ 16:50 | 우산이끼 고염스트레스 저항성 연구 | 서동혜 박사 (연세대학교) |
| 16:50 ~ 17:00 | 맺음말 | 박희진 교수 (RCE, 전남대) |

Abstract

Development of a real-time toxicity assessment system based on lung organoid model

폐 오가노이드 기반 실시간 독성 평가 시스템 개발

김은미

안전성평가연구소

eunmi.kim@kitox.re.kr/gsbkem@gmail.com

The usage of sanitizers, spray disinfectants, and household chemicals has increased since the COVID-19 pandemic. However, their toxicity evaluation using human system has not been well studied. Therefore, the need for rapid and accurate toxicity evaluation of these chemical substances using human cells has been greatly emphasized. Recently, stress granules (SGs) have been reported that RNA-binding proteins (RBPs), including Ras GTPase-activating protein-binding protein 1 (G3BP1) aggregate and form stress granule complexes under various cellular stress conditions, such as exposure to toxic chemicals. Today, I will introduce our novel G3BP1-GFP reporter human lung organoid model system that allows monitoring SG dynamics in real time. We suggest that this is a very useful model to assessing the lung toxicity of various chemicals *in vitro*.

미생물을 이용한 수소생산기술 개발

전용원

주식회사 이엔

jokakk@naver.com

미생물연료전지와 미생물전기분해전지는 전극 표면 위에 형성된 미생물피막을 생물촉매로 이용해 유기물을 재생에너지로 변환하는 생물전기화학반응기이다. 본 발표의 주요 내용은 전기생산을 하는 미생물연료전지와 수소생산을 하는 미생물전기분해전지의 원리와 연구 과정이며 빛에너지를 이용하는 식물의 반응을 모방하여 수소생산 과정에 적용한 것이다. 미생물연료전지와 미생물전기분해전지의 실용화를 목표로 생물촉매로 사용된 미생물의 선정, 유기물로서의 실제 폐수의 선정과 처리, 반응기의 크기 확장, 전극 재료의 선정, 효율적인 전기와 수소 생산을 위한 방법을 찾아온 과정과 식물의 광합성에서 빛에너지를 받은 광계 (photosystem)가 전자를 여기하는 원리와 유사한 반도체를 전극으로 사용하여 고효율의 수소를 생산한 과정을 소개한다. 또한 연구 과정에서 겪은 어려움과 그로 인해 연구 방향을 전환하였던 점과 실험실에서 실용화에 근접한 결과를 얻고 이를 상용화하기 위해 창업을 하고 실제 폐수처리장에 적용시키기 위한 제품 개발의 과정 등을 짧게 소개하도록 할 것이다.

생태모방 중 Biologize의 숙제-생태모방 설계와 생물정보학 융합의 기회

김선중

(주)호모미미쿠스

sun@mimic.us

우리 주변에 존재하는 수많은 생물체 및 자연 사물들은 선사시대 이래로 공학자, 예술가, 인문사회학자들에게 창의적 영감의 원천으로 활용되었다. 최근에는 이를 자연모방, 생태모방, 생체모방 설계 방법론이라는 이름으로 구조화하여 공학자들의 창의적 융합설계를 돕는 설계 방법론으로 다시 조명받고 있다. 생태모방 설계 방법론은 자연물(A)과 설계 대상(B)을 대응 관계(A : B)에 놓는 유비추론(Analogical Reasoning)에 이론적 바탕을 둔다. 이 유비추론을 이용해 설계자가 기존에 생각해내지 못했던 창의적 영감을 얻을 수 있게 해준다. 이때 설계자들은, 자연의 7백만 종 이상의 생물들이 진화 과정 중에 얻어낸 지식을 공학적으로 전환하여 공학적 문제를 해결할 수 있다. 최근 기후변화 위기가 심화되고 친환경 소재 및 공정 개발이 기업의 ESG 가치 향상에 기여할 수 있는 바가 커지면서 국내 대기업을 필두로 국내외 관심이 커지고 있다.

(A : B :: C : D)

Decontamination of contaminated soil → Remove leads

Collecting lead ions → Thale Cress' lead isolation mech.

Thale Cress → Isolating leads → Reducing lead contamination of soil

생태모방 창의적 공학 설계 과정에서의 유비추론 사례

그러나 생물학 혹은 생태학적 지식이 결여된 많은 설계자들은 생태모방을 위한 유비추론 구조를 완성하는데 큰 어려움을 겪는다. 보통 자연물(A)과 공학적 문제(B) 혹은 제품(B)을 유비추론 대응 관계(A : B)에 연결하는 과정에서 좌절을 겪는다. 설계자의 기억 공간에는 자연물들에 대한 솔루션 공간(Solution Space)이 애초에 너무나도 작기 때문에, 문제에 대응시킬 만한 지식 파편조차 인지적으로 탐색해내기가 어렵다. 따라서 이 인지적 탐색을 가능하게 하는 여러 방법론들 및 툴이 제안되고 있으며, 이 과정 자체를 가리켜 'Biologize Process'라고 통칭하기도 한다(공학적 문제를 생물학적으로 전환해서 탐색한다는 의미에서).

이 프로세스는 생태모방의 진입장벽이 되기 때문에, 국내외의 많은 기업(제조기업 및 컨설팅 에이전시 등)에서 해결방안을 찾고자 부단히 노력해왔다. 요약하면, 생물학 및 생태학에서 축적된 지식을 이종(異種) 분야인 공학에서 활용할 수 있게끔 하려는 노력이다. 이 시간에는, 이종 분야의 바이어스가 생태모방이라는 형태의 학문적 융합을 어렵게 했던 배경을 살펴보고, 이를 해소하기 위해 제안된 솔루션들을 따져봄으로써 다가오는 뉴 노멀 시대에 대응할만한 융합 방안을 고찰해보는 기회를 가져보고자 한다.

기후위기 대응과 탄소중립 실천을 위한 이끼농업, 녹화사업

김한상

파코바이오앤그린(주) 이끼연구소

khs@parkor.co.kr

- 기후위기와 지구온난화문제
- 국가, 국제적인 기후위기 대응 방향
- 자연기반 녹화를 통한 기후위기대응 탄소중립 실천 소개
 - 해외, 국내 도시녹화 사례
- 파코탄소꽃이끼(늦은서리이끼)를 중심으로 이끼에 대한 소개
 - 이끼의 특징, 생육
 - 이끼의 효과성
 - 탄소저감원으로서의 가능성
- 이끼를 적용한 사업화사례, 방향
 - 이끼의 활용방법
 - 사업화 추진 현황
 - 사업소개

Evolution, physiology, and genome of a green algal bacterivore

김은수

이화여자대학교 에코과학부

eunsookim@ewha.ac.kr

Together with land plants, green algae constitute the Chloroplastida (also known as Viridiplantae), which are responsible for more than half of the global primary production in the modern world. While the vast majority of green algae and their land plant descendents lack the ability to derive nutrition from phagotrophy, a growing number of studies support the notion that several early diverging green algae, including *Cymbomonas tetramitiformis*, still retain the ancient nutritional mode of eating other cells whilst simultaneously conducting photosynthesis. Quantitative feeding assay using flow cytometry suggests that green algal phagocytosis is facilitated under limited nutrient conditions. Reflecting its versatile nutritional mode, the marine tetraflagellate *C. tetramitiformis* contains a set of genes that are typical of photoautotrophs and also a set of genes that are typical of phagoheterotrophs. When the *C. tetramitiformis* genome was assembled and analyzed using a combination of the Oxford nanopore long read and the Illumina short read data, a surprisingly large number of endogenous viral elements of at least five distinct origins were identified. This suggests that the marine phago-mixotroph *C. tetramitiformis* associated (and perhaps still associates) with multiple different viruses, but the physiological and cellular nature of the endogenous viral elements in the alga remains largely unknown.

Forest microclimate and composition mediate long-term trends of breeding bird populations

김한규, Brenda C. McComb, Sarah J. K. Frey, David M. Bell, Matthew G. Betts

경희대학교 생물학과

kimhk@khu.ac.kr

기후변화로 인해 멸종과 생물다양성의 재배치가 빠르게 이루어지고 있는 가운데, 토지이용에 인한 생물의 서식지의 구성과 미기상 변화는 기후변화로 인한 생태계 영향을 악화하거나 완화하는 중요한 조절 기작이 될 수 있다. 이러한 미기상의 공간적 변화는 감소하는 개체군의 기후변화 도피처(Climatic Refugia)로 생물다양성 보전을 위해 중요하게 작용할 수 있다. 연구 대상지인 오레곤 주에서는 목재를 생산하는 임업을 위한 숲 생태계 이용이 활발한데, 역사적으로 교란받은 기록이 없는 노령림 (500-600년 수령의 나무로 구성)을 수확하고, 효율적인 목재 생산을 위해 잘 자라는 나무 한 종으로 빠르게 심는 종류의 생태계 관리가 주로 이루어져 왔다. 노령림은 30-40여년 된 단일 종으로 구성된 조림지보다 숲 속 온도를 낮춰 주는 효과가 있으며, 생물다양성이 더 높다. 이 연구는 산림이 조절하는 숲속 미기상이 숲 속에서 번식하는 조류 개체군의 변화상을 얼마나 잘 설명하는지 알아보고, 생물다양성 보충 가설에 의해 미기상 온도변화의 영향이 생물다양성에 의해 어떻게 조절되는지 알아보기 위해 수행되었다. 이 가설들을 검증하기 위해, 11년간 수집한 장기생태 조류, 미기상 자료와, LiDAR 를 이용한 숲속 식생의 구조, 현장 식물상 조사를 통해 파악한 식물 종 다양성 자료와 불완전한 관찰확률을 보정할 수 있는 개체군 모형 (dynamic N-mixture model)을 이용하여, 산림에서 번식하는 조류의 개체군의 변화율이 미기상과 식물상의 상호작용으로 설명되는지 분석하였다. 연구 결과, 20종 중 6종에서 미기상이 상대적으로 시원한 곳에서 개체수가 더 천천히 감소하거나 증가 추세로 바뀌는 것을 확인하여, 미기상 완충 효과 가설을 지지함을 확인하였으며, 2종에서 식물군집의 복잡성이 미기상이 더워질 때 개체수가 감소하는 것을 완화하는 생물다양성 보충효과 가설을 지지함을 확인하였다. 본 연구는 최초로 산림의 미기상 완충효과가 번식하는 조류의 개체군 감소를 완화할 수 있음을 보여주었으며, 야외에서 자유롭게 서식하는 야생 생물 개체군을 대상으로 생물다양성 보충효과를 처음으로 보여준 연구이다. 이러한 결과를 고려한다면, 앞으로 가속화되는 기후변화로 인한 지구 온난화 상황에서 생물다양성과 그 기능을 보전하기 위한 자연기반 해법의 일환으로 구조가 복잡하고 구성이 다양한 산림을 보호하고 이러한 산림을 조성할 수 있도록 경영하는 정책을 고려할 필요가 있다.

생물다양성의 기후변화 영향 완화 기작을 응용한 생태계 관리

정민수

서울대학교 농업생명과학연구원

jungms819@snu.ac.kr

기후변화로 인한 봄철 기온의 상승은 산림성 조류의 번식시기와 곤충 먹이원의 가용시기를 앞당기고 있다. 또한 기온변화에 대한 조류와 곤충 간 생물계절성 변화 속도 차이로 인해 생물계절성의 불일치가 발생하고 있으며, 이는 유조를 위한 먹이원 가용도를 감소시켜 조류의 번식결과에 부정적인 영향을 끼치고 있다. 그러나 먹이원 가용기간의 증가는 조류 번식에 대한 생물계절성 불일치의 영향을 완화할 수 있을 것이다. 또한 산림 내 교목 다양성의 증가는 조류의 번식기 주요 먹이원인 나비목 유충에게 보다 오랜기간동안 다양한 먹이자원(어린잎)을 이용할 수 있게 하여, 나비목 유충의 가용기간을 증가시킬 수 있을 것이다. 본 연구에서는 곤줄박이(*Sittiparus varius*)를 대상으로 나비목 유충의 가용기간에 따라 생물계절성 불일치가 유조의 먹이원과 번식결과에 미치는 영향에 차이가 있는지 분석하였다. 이를 위해 전라남도 광양시 백운산의 혼합활엽수림에서 고도에 따라 5개의 조사구를 설치하였으며, 2년 동안 나비목 유충의 가용도, 곤줄박이 번식시기, 유조 혈액의 탄소 및 질소 안정성 동위원소비, 유조의 이소전 건강도를 조사하였다. 또한 조사구별 교목의 다양도와 나비목 유충 가용기간의 관계를 분석하였다. 유조 혈액의 안정성 동위원소비 분석결과, 생물계절성 불일치 정도가 증가할수록 유조의 먹이원 중 나비목 유충의 비율이 감소하지만, 감소 정도는 나비목 유충의 가용기간에 뚜렷한 차이가 없음을 확인하였다. 반면 유조의 이소전 건강도는 생물계절성 불일치가 증가할수록 감소하며, 먹이원의 가용기간이 짧을수록 감소 정도가 증가하는 것으로 확인되었다. 또한 나비목 유충의 가용기간은 조사구 내 교목 다양도가 높을수록 증가하였다. 본 연구는 나비목 유충 가용기간의 증가할수록 산림성 조류의 번식에 대한 생물계절성 불일치의 영향이 완화될 수 있음을 보여주며, 온대활엽수림 내 교목 다양성의 증가를 통해 나비목 유충의 가용기간을 연장할 수 있다는 가능성을 제시한다. 이러한 결과는 산림생태계 관리에 있어 기후변화로 인한 교란 저감을 위한 자연기반해법으로 이용될 수 있을 것이다.

선태식물의 유용성

박승진

국립호남권생물자원관

moss89@hnibr.re.kr

선태식물은 관속식물과 달리 배우체 세대가 우세하고 세대교번이 빈번한 생활사를 지니며, 진정한 의미의 관속조직이 발달하지 않는 식물이다. 선태식물은 배우체와 포자체의 특성에 따라 선류식물문, 태류식물문, 각태류식물문으로 구분한다. 선태식물은 전 세계 여러 지역 식생의 중요한 구성요소 중 하나이며, 습지, 열대우림, 툰드라 지역 생태계의 생물다양성 유지에 중요한 역할을 맡고 있다. 툰드라 지역의 이탄습지는 열대우림보다 2-3배 많은 양의 탄소를 저장하며, 탄소 저장고로서 매우 중요하다. 물이끼류는 이탄습지 표면의 대부분을 뒤덮고 있으며, 이탄습지의 형성과 유지에 매우 중요한 역할을 한다. 열대우림 지역에서 선태식물은 조류와 양서류의 둥지 재료로 사용되며, 극지방의 선태식물은 겨울철에 순록, 카리부, 사향소와 같은 초식동물의 주요 먹이원이다. 선태식물은 생태적인 유용성 이외에도 다양한 분야에서 활용된 사례들이 있다. 환경오염 연구 분야에서는 대기 오염도나 대기 중 중금속 여부를 측정하기 위한 지표식물로 선태식물을 활용하였으며, 물이끼류를 활용하여 물속의 오염물질을 제거하는 연구를 진행한 예도 있다. 일본은 오래전부터 선태식물을 조경 자재로 사용해 왔으며, 인도나 중국은 선태식물을 약재로 활용하기도 하였다.

The liverwort MpPUB9 plays a crucial role as a positive regulator under high salinity in *M. polymorpha*

서동혜, 김우택

연세대학교 시스템생물학과

es1106@yonsei.ac.kr

Marchantia polymorpha, occupying a basal position in the monophyletic group of land plants, displays a significant expansion of plant U-box proteins compared with those in animals. Here, we elucidated the biological roles of the liverwort MpPUB9 in regulating salt-stress tolerance in *M. polymorpha*. *MpPUB9* expression was rapidly induced by high salinity and dehydration. MpPUB9 possessed an intact U-box domain in the N-terminus. MpPUB9-Citrine localized to punctate structures and was peripherally associated with microsomal membranes. Phenotypic analyses demonstrate that the hyponastic and epinastic thallus growth phenotypes, which were induced by the overexpression and suppression of MpPUB9, may provoke salt stress-resistant and -susceptible phenotypes, respectively. MpPUB9 was also found to directly interact with the exocyst protein MpEXO70 α , leading to its ubiquitination and degradation via the 26S proteasome in *M. polymorpha*. Though the stability of MpPUB9 was dramatically increased, MpEXO70 α showed slightly faster turnover rates under high salinity conditions. Transcriptome analyses showed that salt treatment and the overexpression of *MpPUB9* co-up-regulated the genes related to the modulation of H₂O₂ and cell wall organization. Overall, our results suggest that MpPUB9 plays a crucial role in the positive regulation of salt-stress tolerance, resulting from its interaction with MpEXO70 α and modulating turnover of the protein under high-salt conditions.

2024

The 4th Research Center of Ecomimetics Symposium

제 4회 생태모방연구센터 심 포 지 엄

일시 | 2024. 1. 17.(수) 장소 | 자연과학대학 1호관 Science Hall
주최 | 전남대학교 생물학과 생태모방연구센터 (Research Center of Ecomimetics)

“생태모방의 오늘과 내일
Ecomimetics Today and Tomorrow”

