


# At The Moment

# 연세대학교 대기과학과

# 뉴스레터

2024학년도 1학기 제6호

 <https://atmos.yonsei.ac.kr/>

 03722  
서울특별시 서대문구 연세로 50  
연세대학교 이과대학(과학관) 528A

 +82-2-2123-8150

발행일 2024.03.06

발행인 김현미

발행처 연세대학교 대기과학과

편집자 장세연(20) 이효영(20) 신지은(21)  
이주은(21) 이준경(22)

기사 제보 [saeegg911@yonsei.ac.kr](mailto:saeegg911@yonsei.ac.kr)  
및 문의 010-7106-5748

# Contents

## 01

당선사례	· 제27대 대기과학과 학생회 <산들> 당선사례	3
------	----------------------------	---

## 02

대기과학 사람들을 만나다	· See You Again: 졸업생과의 인터뷰 세계기상기구(WMO) 임은하 박사님	4
------------------	---	---

## 03

함께하는 대기과학과	· 제26대 대기과학과 학생회 <기상> 퇴임사	14
	· 대기과학과의 교류반, 고려대학교 한국사학과와 함께 하는 2023년 교류 행사 토크아보기	16

## 04

대기과학과 연구실 소개	· ‘대기모형 연구실(박상훈 교수님)’ 소개 - 이민재 연구원님과 인터뷰	21
-----------------	--	----

## 05

알쏭달쏭 대기과학	· 지구의 선택과 인간의 선택 - 생물권과 대기권의 상호작용	29
--------------	-----------------------------------	----

## 06

연구 소식	· 2023년 BK21 연세대학교 지구·대기·천문 교육연구단 연구 성과	35
	· 홍진규 교수팀, 동아시아 극한 폭염 조절 요인 규명	
	· 대기예측성 및 자료동화연구실 서민경 연구원, 2023년 한국기상학회 가을학술대회 '우수논문발표상' 수상	36
	· 홍진규 교수팀, 지형적 특성 고려한 풍력 발전 예측 기술 개발	37

## 07

학과 소식	· 졸업을 축하합니다!	39
	· 신임 대기과학과 학과장에 김현미 교수 부임	
	· 2023년 기상기후기술오픈세미나 개최	
	· 대기과학과 밴드 동아리 <247> 공연 성황리에 마쳐	40
	· 대기과학과 학술 동아리 <기상천외> 활동 돌아보기	

# 제27대 대기과학과 학생회 <산들> 당선사례

안녕하세요,

연세대학교 제27대 대기과학과 학생회 '산들'입니다. 학우 여러분의 많은 관심과 응원 덕분에 대기과학과 학생회로 선출될 수 있었습니다.

진심으로 감사의 말씀을 올립니다.

작년, 제26대 학생회 '기상'의 학생회장 이준경, 부학생회장 이진우, 류상연 님께서 학과를 대표해 많은 일을 하셨습니다. 다양한 행사와 회의를 기획하고 주재하여 학생들에게 즐거운 추억을 선사했습니다. 학생회 '기상'에게 감사의 말씀을 전하고, '산들'은 그 뜻을 이어 학과에 봉사하는 학생회가 되겠습니다.

2024년, '산들'은 대기과학과가 하나 되는 대학공동체를 만들기 위해 노력할 것입니다. 우리 학생들이 나이, 학번 차별 없이 행복한 학교생활을 할 수 있도록 최선을 다하겠습니다. 지금과 같은 많은 관심과 응원을 부탁드립니다.

감사합니다.

연세대학교 제27대 대기과학과 학생회

시원하고 가볍게 부는 기분 좋은 바람, <산들>

학생회장 권민재, 부학생회장 김성준, 박연진 올림



# 대기과학과 사람들을 만나다

See You Again: 졸업생과의 인터뷰  
세계기상기구(WMO) 임은하 박사님



사진 1 스위스 제네바(WMO 본부)에 계신 임은하 박사님과의 만남 - 온라인 미팅

각국의 세계 시민들이 ‘국제기구’에서 함께 환경, 질병, 전쟁 문제 등에 대해 함께 논의하는 장면을 뉴스 등에서 본 적이 있는가? 각 국가를 대표하여 세계를 위해 나서는 모습은 참으로 존경스럽다. 세계가 발맞춰 함께 더 나은 미래를 향하도록 돕는 한 걸음에 ‘나도 한 번’ 동참해보고 싶은 생각도 들었을 것이다. 하지만 국제기구에 대한 생생한 정보를 주위에서 얻기 어렵고, 온라인상으로만 국제기구를 접하기 때문에 마치 ‘신비스러운’, 현실과 동떨어진 느낌마저 든다. 그래서 이번엔 국제기구 분야에서 직접 근무하시는 선배님을 찾아뵈어 ‘현실감 있는’ 국제기구의 이야기를 담았다. 그중 대기과학과와 연관이 가장 깊은 ‘세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)’에서 근무하시는 임은하 박사님을 인터뷰했다. 이곳은 대기과학과와 연관이 가장 깊은 국제기구이며, 1950년에 기상 관측을 위한 세계의 협력을 목적으로 설립된 기상학 전문 기구<sup>1)</sup>이다.

임은하 박사님께서서는 우리 학과를 졸업하시고 이곳에서 석박사 과정도 거치셨다. 이후 기상청, 미국 국립대기과학 연구소(The US National Center for Atmospheric Research, NCAR)에서 커리어를 쌓으신 후 WMO로 근무지를 옮기셔서 현재 7년째 근무 중이시다. 그럼 지금부터 WMO가 어떤 일을 하는 곳인지, 사무국에서는 WMO를 돕기 위해 어떤 일을 수행하고, 국제기구의 근무 환경은 어떠한지 등 박사님께서 들려주신 이야기들을 들으러 가보자!

1) 출처: 위키백과 (<https://ko.wikipedia.org/wiki/세계기상기구>)

**안녕하세요! 이번 대기과학과 뉴스레터 인터뷰에 선뜻 참여해주셔서 정말 감사합니다. 앞으로 이 글을 읽을 대기과학과 독자 분들에게 간단한 자기소개 및 WMO에 대한 소개 부탁드립니다!**

안녕하세요. 저는 현재 WMO 사무국에서 근무하고 있는 임은하라고 합니다. 세계기상기구는 이름에서도 보시다시피 기상부터 기후까지, 현재는 해양과 대기 오염에 대한 환경 예측까지 포함해서 대기 분야를 전반적으로 다루고 있어요. 예전에는 과학 기술과 계산을 담당할 컴퓨터 자원이 부족해서 각각 날씨, 기후, 해양 예측과 같이 파트별로 나눠서 예측을 해왔어요. 그런데 각 파트는 결국 서로 연결이 되어 있으니까 이제는 지구계 전체를 하나로 통합해서 날씨를 예측하는 수치 예보 모델인 ‘Earth-system modeling’을 이용하는 방향으로 가고 있어요. WMO와 사무국의 자세한 구조와 업무에 관해서는 다른 질문에서 추가적으로 설명드리도록 하겠습니다.

**1. (기상청에 계시다가 WMO에 오신 것으로 알고 있는데) 기상청/기상연구소에서 하시던 일과, 어떤 계기로 WMO에서 일하게 되셨는지 설명해주실 수 있을까요?**

제가 93년도에 기상청에 처음 입사했는데요. 기상청 안에 현업과 연구 두 조직 중 ‘연구’ 조직에서 관측을 담당하는 곳에 있었어요. 관측 업무를 몇 년 정도 하고, 본청으로 옮긴 후 주로 수치예보 모델을 이식하고 (implementation) 개발하는 업무를 했어요. 수치예보모델은 전지구(global) 모델로부터 시작해서 지역(regional) 모델, 국지(local) 모델 순으로 예보 영역을 좁혀가며 예측하는 시스템이에요.

수치 모델이란 날씨를 지배하는 방정식들의 모임을 컴퓨터 코딩으로 만들어서 슈퍼 컴퓨터에서 이를 계산할 수 있도록 하는 거예요. 우리가 편미분 방정식을 풀 때 ‘초기 조건(initial condition)’이 있어야 시간이 지나서 값이 얼마가 될지 예측을 하잖아요. 그 초기 조건을 생성할 때 관측 자료를 이용해요. 예측을 잘하려면 다양한 관측 자료들을 잘 넣어주어야 하는데, 저는 국지적(local) 수치 모델에 ‘레이더 자료’를 어떻게 하면 모델에 잘 넣어줄 수 있을지 연구하는 역할을 맡았어요.

기상청은 WMO와 MOU(Memorandum Of Understanding, 업무 협약)를 맺고 있어서 3년마다 한 번씩 직원 한 명을 WMO 사무국으로 보내는 프로그램이 있어요. WMO에서는 기상청에 했던 일과 다른 일을 할 수 있고, 전 세계의 기상청과 관련된 일을 하니깐 언젠가 이곳에서 일을 해보고 싶었어요. 만약 이 프로그램에 참여한다면 저는 WMO에서 3년 동안 일하고 다시 복직하도록 되어 있었어요. WMO에 배정된 업무는 저의 전문 분야와는 조금 달라서 고민하고 있었는데, 마침 WMO에서 저의 전문 분야와 잘 맞는 자리가 모집 공고가 난 거예요. 그 모집 공고에 응시해서 합격을 해서 기상청을 그만두고 WMO 직원이 되었어요.

## 2. WMO의 역할 구성 및 업무에 대해 소개 부탁드립니다.

WMO 자체는 기상청을 운영하고 있는 국가 혹은 영토들의 집합이에요. 현재 가입해있는 193개의 회원국들이 기상, 기후, 수문, 환경 예측을 더 잘할 수 있도록 논의하고 그 기준을 만들며, 적용할 수 있는 가이드라인을 권고하는 플랫폼인 거예요. 날씨를 예측하려면 관측자료를 이용해서 만들어진 초기 자료가 필요하다고 말씀드렸잖아요. 결국 전 세계의 관측 자료가 필요한 것이죠. 그래서 기상 기술이 제일 발달한 선진국 나라가 아무리 좋은 기술과 좋은 수치 예보 모델을 가지고 있어도 관측 자료가 없으면 초기 자료가 없으니까 그 결과가 좋을 수가 없어요. WMO는 옛날부터 이런 협업이 매우 중요하다는 걸 서로 잘 알고 있어서 협업이 잘 되는 구조예요. 그리고 모델 결과를 잘 사용하려면 어떻게 하면 될지, 관측은 엄밀하게 어떤 식으로 해야 할지 등에 대해서도 논의해요. 관측 오차가 많아지면 수치 모델 결과도 안 좋아지니까, 관측 환경 및 방식을 어떠한 기준 아래 놓아야 할지 해당 분야 전문가들이 모여 논의해서 기준을 정의하고, 이 내용은 모든 회원국들이 참여하는 총회 혹은 이사회에서 승인돼요.

WMO의 조직 구성을 말씀드리면, 기본적으로 전 세계의 모든 기상청이랑 비슷하게 WMO 자체도 큰 조직 아래 수많은 지부(branch)로 이루어져 있어요. 193개의 회원국들이 모두 참여하는 총회(World Meteorological Congress), 그 중 선발전 37명의 회원들로 구성된 이사회(Executive Council), 관측, 예측, 정보 전달을 담당하는 위원회(Commission for Observation, Infrastructure and Information Systems), 기상·기후·수문·환경 예보 서비스와 응용을 담당하는 위원회(Commission for Weather, Climate, Hydrological, Marine and Related Environmental Services and Applications), 그리고 연구를 담당하는 'Research Board'가 있어요. 각각의 조직 아래 많은 전문가 그룹들이 있어요. 이 조직의 구성원들은 회원국의 전문가들이에요. WMO 사무국 직원들이 아니고요. 많은 분들이 혼동하고 있고 처음에 저도 그랬어요. 사무국을 쉽게 비유하면, 연세대학교 행정실이에요. 이곳에서 학생들과 교수님들을 지원하기 위해 관련 모든 행정 업무를 처리하잖아요. 학생들이 WMO 회원국, 교수님들은 위원회로 비유할 수 있겠네요. 이처럼 사무국도 WMO의 다양한 지부 활동들을 지원하는 역할을 해요. 위에 기술한 두 개의 위원회와 'Research Board'를 지원하기 위해 사무국도 세 개의 부서(department)와 회원국들의 다양한 활동을 돕는 부서로 구성되어 있어요.

## 3. 그렇다면 사무국의 역할을 개괄적으로, 간단히 설명 부탁드립니다!

*"WMO의 활동 조정 및 지원"*

제가 속한 부서는 실제로 예측 자료를 생산하거나 활용하진 않아요. 다른 부서의 멤버들이 그런 자료를 생산할 수 있게 저희가 조정(coordinating)을 하죠. 제가 속한 현업 부서에는 3개의 분야(branch), 즉 '관측', '예측', 관측과 예측 자료들을 전 세계에 공유하는 분야가 있어요.



아까 각 분야별로 전문가 팀들이 매우 많다고 했잖아요. 그 팀들은 회원국에 있는 전문가분들이 자원을 해서 구성되는 시스템이에요. 이분들은 각자 본인의 업무가 따로 다 있음에도 불구하고 여분의 시간을 들여 WMO 전문가 팀으로 봉사하시는 거예요. 예를 들어 고해상도 수치예보 모델 자료를 개발도상국에서 어떻게 사용하면 제일 좋을지에 대해 회원국들과 공유하기 위해, 가이드라인 작성이 필요하다고 가정해봅시다. 이때 전문가 팀이 하나 필요하다고 판단하면 사무국에서는 그 팀에 함께할 전문가를 찾으려고 조사를 하죠. 만약 찾게 되면 우선 본인에게 일을 같이 해줄 수 있는지 여쭙보고, 해당 국가의 대표인 기상청장에게도 허가를 받아요. 기상청장님이 보통 WMO 내에서 회원국의 대표를 맡고 계시거든요. 모두 허가를 받게 되면 이제 그분들은 전문가 팀에 속하게 돼요.

사무국은 팀원들과 함께 가이드라인의 구성 및 각 부분 작성 담당자를 함께 논의하고, 관련된 미팅을 계획하고 실행하죠. 미팅 후 회의 보고서는 필수이고요. 작성이 늦어지는 팀원에게는 빨리 쓰시라고 재촉도 해요. 한마디로 출판물 하나가 만들어질 때까지 꾸준히 지원을 하는 방식이에요. 만약 제가 기상에 대한 아무런 지식이 없으면, 그 전체 과정을 조정(coordination)하는 게 어렵잖아요. 그래서 사무국도 전문성을 가진 사람을 뽑는 이유가, 사무국은 전문가들과 함께 일을 하기 때문에 그 분야에 아무 지식이 없으면 그 팀을 코디네이션 하는 일 자체가 어렵기 때문이에요. 사무국은 대부분 출판물을 작성하진 않아요. 만약 전문가 분들이 각자 쓴 글을 합쳤을 때 출판물에서 흐름이 잘 안 맞거나 뚝 끊기는 듯한 부분이 있으면 사무국에서 '이 부분은 다시 써야 되겠다' 라는 식의 피드백을 제공해요. 가이드라인의 경우, 정말 'coordination'하는 게 저희의 메인 업무예요.

#### 4. 'Infrastructure Department'에서 근무하신다고 하셨는데, 그곳에서의 부서와 역할 등에 대해 조금 더 설명해주실 수 있을까요?

"전 세계 관측 및 예측 센터 관리"

다시 한 번 말씀드리자면 WMO의 업무는 크게 관측 및 예측, 이들 자료의 전달, 그리고 활용(서비스) 이렇게 세 분야로 나뉘어요. 예를 들면 아프리카에서 관측한 자료들을, 우리나라에서 예측하는 전 지구 모델까지 전달하는 공식적인 경로(route)가 있어야 하잖아요. WMO는 그 경로인 전 세계적인 관측망<sup>2)</sup>을 갖고 있어요. 그래서 그 플랫폼에 들어가면 회원국은 누구나 전 세계 관측 자료를 볼 수 있는 거죠.

제가 하는 일은 '예측'과 관련된 거예요. 많은 나라들이 자체의 수치 모델을 이용해서 예측할 수 있는 역량이 없기 때문에 WMO가 지정한 140개의 센터들<sup>2)</sup>이 있어요. 예를 들어서 모래 및 먼지 폭풍 예측, 태풍 예측 센터 등이 있는 것이죠. 그 센터들은 회원국이 운영하고 있으며 사무국은 센터 지정 등과 관련된 업무를 수행합니다.

2) 관측 센터들의 종류와 자료들을 볼 수 있는 포털 사이트: <https://community.wmo.int/en/wipps-web-portal>

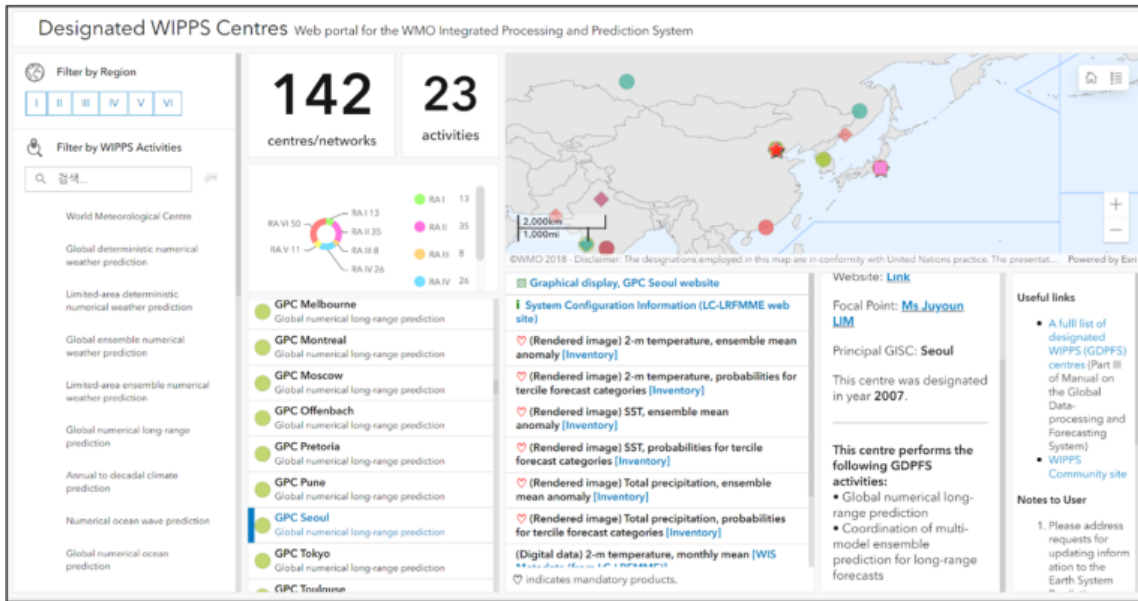


그림 1 WIPPS Web Portal 스크린샷. 사무국에서 관리하고 있는 수많은 WMO 지정 센터들의 목록 및 서울 기상청의 예시

그림 1(전세계 관측망 플랫폼)을 보시면, 수많은 현업 센터들의 종류가 나와있어요. 여기 목록에 나온 나라들은 센터가 위치해 있어서 각 나라의 예측 자료를 올리거든요. 기상 범주로 보면 실시간 예보(nowcasting), 단기 예보, 중기 예보, ‘sub-seasonal’, ‘seasonal’, ‘annual to decadal (1년에서 10년)’ 까지 다양한 예측 자료들이 있어요. 예보 시간이 길어질수록 불확실성이 높기 때문에 보통 그런 경우는 하나의 모델로 예측하지 않고 서로 다른 예보 모델들의 예측 결과를 모아서 확률 예측을 해요. 한국 기상청도 ‘계절별(seasonal) 예보’와 확률 예측 방식의 ‘멀티 모델 앙상블(Coordination of multi-model ensemble prediction for long-range forecasts)’을 담당하고 있어요. 멀티 모델 앙상블은 여러 나라의 모델 예측 자료를 받아서 확률 예측을 하는 거예요. 컴퓨터 자원이 아주 많은 일부 나라들이 이것을 수행하고, 나머지 나라들은 그 결과를 공유받음으로써 수혜를 받아요. 이 일들은 전부 회원국들이 하는 거예요. 우리 부서는 이 센터들이 잘 유지되고 있는지 살피고, 혹시 센터로 지정되고 싶은 나라가 있으면 이 나라가 총회에서 승인을 받을 수 있도록 도와주기도 해요.

이 플랫폼에는 아직 ‘climate projection’은 들어가 있지 않고, ‘prediction’까지만 들어 있어요. ‘prediction’은 아까 얘기한 대로 현재 상태를 초기 값으로 대입해서, 즉 ‘현재’를 기반해서 예측하는 것을 의미해요. 반면에 ‘projection’은 현재의 관측 사실을 바탕으로 예측하는 게 아니라, ‘시나리오’를 기반으로 예측하는 걸 의미해요. 예를 들어 향후 몇십 년 동안 CO2가 2배가 되면 어떻게 될지를 예측하는 거예요. 다양한 시나리오를 생성하는 팀이 ‘현재까지의 모든 자료들을 바탕으로 객관적으로 분석했을 때 앞으로 이렇게 될 거다’라는 시나리오를 주면, 수치 모델을 운영하는 사람들이 그 시나리오를 받아서 수치 모델을 돌리고 예측하는 거죠.



5. 현재 부서가 현업 예보에 관련된 WMO 회원국들의 업무 향상과 관련된 내용들을 ‘coordination’ 한다고 하셨는데, 구체적인 예를 들어 주시면 이해가 더 쉬울 것 같습니다.

*"Nuclear Emergency"*

핵 사고가 났을 때 총괄하는 기구로 IAEA(International Atomic Energy Agency, 국제 원자력 기구)가 있어요. 그리고 방출된 핵 물질들의 이동 경로, 식량 및 사람의 건강에는 어떤 영향을 미칠지 등과 관련해서 WMO, IAEA를 포함한 17개의 국제기구의 협력체가 있어요. 이 협력체와 핵사고가 났다고 가정한 어떤 나라와 주변 국가들은 4년에 한 번씩 실제상황처럼 대규모로 훈련(exercise)을 하거든요. 2025년도에 훈련이 예정되어 있고, 저의 팀과 관련 센터들은 핵 물질들의 이동경로와 농도, 침적 예측장을 제공할 거예요.

아까 보여드린 포털<sup>2)</sup>에서 ‘nuclear’를 검색하면 10개의 센터들이 있고, WMO의 전문가 팀 중에서는 ‘emergency response activity’라는 팀이 있어요. 그 전문가 팀과 이 센터들이 핵 관련된 사고가 일어났을 때 향후 방출된 방사능 물질이 어디로 갈 건지, 농도는 얼마나 될지를 예측해요. 모든 예측 자료에는 불확실성이 있잖아요. 그래서 회의할 때 이 예측 자료를 어떻게 잘 해석할 수 있는지, 이 자료가 어떤 의미를 가지는지 설명하는 역할을 하고 있어요. 그럼 그 예측 자료를 이용해서 IAEA에서는 사람들이 어디로 대피해야 하는지 분석해서 그 결과를 회원국들과 공유해요. 이 업무는 비상사태가 있을 때, 다른 나라 및 국제기구들과 협업하는 특별한 경우여서 소개해드렸어요.

6. 그 동안 기상청/기상연구소에서 하신 일들이 현재 업무를 수행하는 데에 어떤 도움이 되었나요?

기상청에서 했던 일이 모델 개발, 자료 동화 등의 일이었고, 그때는 제가 실제 개발자였다면 지금은 개발 업무를 조정(coordination)하는 역할을 하는 거잖아요. 그래서 당시의 모든 경험들이 지금의 역할을 수행하는 데에 많은 도움이 되죠. 예를 들어서 전문가들을 모아서 함께 가이드라인을 만들 때 제가 간단히 초안을 만들고, 이 초안에 대해서 의견을 달라고 하면 일이 좀 더 수월해지잖아요. 그때 저의 전문 지식을 활용하는 거죠.

6-1. 아까부터 말씀을 들어봤을 때, 전문가 분들이 맡으시는 바도 꽤 많은 것 같아요!

네, 맞아요. 그래서 저는 전문가들한테 늘 감사해요. 왜냐하면 그분들은 봉사해주시는 것이라고 제가 말씀드렸잖아요. 전문가 팀에서 일하는 게 각자 개인 시간을 투자하는 거거든요. 저희가 온라인 미팅을 하면 저희에게는 미팅하기 좋은 시간이지만 전 세계에 흩어져 있는 전문가들의 경우 밤늦게라든지, 굉장히 불편한 시간에 하는 경우가 많아



요. 그럼에도 불구하고 매우 열심히 참석하시고 피드백도 잘 해주셔서 아주 감사하죠. 그분들이 정말 열심히 참여해주셔서 감사하답니다.

## 6-2. 전문가 분들이 봉사를 해주시는 것이라면 사무국 분들은 인건비를 어떻게 받으시는지 궁금합니다!

WMO 내의 회원국들은 각 국가마다 GDP에 해당하는 비율로 쉽게 말하면 ‘회비’를 내요. 그 회비로 사무국 직원들한테 월급이 제공된다고 보시면 됩니다.



(상) 그림 2 WMO 로고 (출처: WMO 홈페이지)  
(하) 사진 2 WMO 외관 사진 (출처: 외교부 공식 서포터스 블로그)

## 7. 국내기관과는 다르게, 국제연구소(NCAR)나 국제기구(WMO)에서만 느낄 수 있는 이점이나 특성이 있다면 무엇인가요? 또, 근무 환경이나 분위기에 있어 국내/국외의 차이점에는 무엇이 있을까요?

제가 NCAR에서 3년 반 동안 일했는데, NCAR는 연구소라서 분위기가 자유롭고 사람 한명 한명을 매우 중요한 자산으로 여기는 것처럼 느껴졌어요. 왜냐하면 학술지에 발표하는 것이 결국 연구소의 명성이나 유지에 중요한 영향을 끼치잖아요. 결국 개개인의 논문 편수가 중요하고, 연구소의 목표가 이러한 개인적인 부분에 초점을 두고 있으니까 사람들이 각자의 활동을 엄격히 규제하지는 않는 것 같아요.

반면에 기상청은 연구소가 아닌 현업 기관이니까 모든 업무가 일관되게, 바쿠가 잘 맞아서 돌아가는 것처럼 수행되어야 해요. 1년 365일 중 하루라도 한 번이라도 사고가 나면 안 되거든요. 그래서인지 조금 더 보수적이고 체계적이고 약간 구속력이 있는 환경인 것 같습니다.

사무국은 전문 지식을 가진 행정부서인 거예요. 그래서 연구소와 현업 기관의 중간 정도라고 보시면 될 거 같아요. 회원국을 상대로 하니까 공적이어야 되고요. 여러 회원국들과 접촉을 하면서 각 나라와의 관계도 중요하니까 여러 이해관계를 고려하는, 외교적인(deplomatic) 부분도 필요하고요. 제 생각은 A가 답인데, 다른 나라를 생각해서는 B도 고려해야 하는 상황들이 있는 거죠.

### 8. 오랜 기간 동안 기상과 관련된 길을 걸어오셨는데, 그 원동력은 무엇이었나요?

가끔 친구들에게 하는 말이, '세일즈'라는 건 자기 지식 때로는 자존감마저 팔아야 할 때가 있을 수도 있는데, 저는 매일매일 무언가를 배우면서 돈을 받고 있다라고요. 학교 다닐 때는 배우려고 돈을 냈는데 직장에 들어가니 배우는데 돈도 주는 것 같아서, 그게 지금까지 이 분야에 남아있게 된 제일 큰 원동력이었던 거 같아요. 늘 무언가를 배우잖아요. 사무국 들어와서는 어떻게 하면 조정(coordination)을 잘할지, 사람들 간에 갈등을 어떻게 해결할 수 있을지, 즉 외교적인 소통 방식 등을 늘 배워서 저는 그게 제일 좋은 거 같아요. 저는 배우는 걸 좋아하고, 새로운 데에 도전하는 걸 좋아하거든요.

### 9. 제네바에서의 생활은 어떠한지 소개해주세요! 한국과 비교했을 때 어떤 점이 크게 다른가요?

제네바는 정말 편안하고, 이곳에 있으면 '여행 안 하고 여행하는(travel without traveling)' 느낌이에요. 여기에는 약 140여 개 국적을 가진 사람들이 있어요. 밖에서 어떤 언어가 들리면 어느 내용인지를 고사하고 어느 나라 말인지도 모를 정도로 정말 다양한 나라에서 온 사람들이 있어요. 그래서 이국적인 느낌이라 좋고, 자연도 좋고 녹지도 많아요. 아주 현란하고 매력적인 건 아닌데, 편안하고 아름다운 느낌이랄까요?

### 10. 연구자로서, 혹은 국제기구 근무자로서 필요한 자질이 무엇이라고 생각하시나요?

연구자로서는 일단 본인이 하는 연구를 좋아해야 된다고 생각해요. 그리고 일을 통해 실현하고자 하는 가치도 중요한 것 같아요. 저는 제 업무를 좋아하는 이유이자 목적이, 제가 하고 있는 일이 결국 예보의 정확도를 더욱 높이고 사람들에게 긍정적인 도움을 주는 일이기 때문이거든요.

국제기구 근무자로서의 필요한 자질은 다른 나라 사람들의 문화가 다르다는 사실을 잘 받아들이는 능력과 외교적인 역량, 이 두 가지가 제일 중요할 것 같아요.

### 11. 혹시 세계기상기구에 다른 한국인 분들이나, 연세대학교 대기과학과 선배님들도 계시나요?

처음에 제가 왔을 때는 한국 사람이 거의 없었는데 지금은 꽤 많이 있어요. 주기적으로 인턴이 와서 현재는 한국 인턴이 2명 있고요. 외교부에서 시행하는 국제기구초급전문가(Junior Professional Officer, JPO) 과정이 있는



데, 매년 젊은 인재들을 발탁해서 국제기구로 2년 동안 파견을 보내요. 몇 년 전부터 WMO에도 그 프로그램에 자리가 생겨서 지금 세 번째 JPO가 저희 부서에 있어요. 또 인턴으로 왔다가 정식 직원이 된 사람도 있고, 아까 말씀드린 대로 기상청에서 파견 나오신 분도 있어요. 그리고 'KOICA(한국국제협력단)'에서도 유엔 기구에 사람을 파견한다고 들었어요.

## 12. 국제기구에서, 혹은 해외에서 일하고 싶어하는 학부생들에게 하고 싶은 조언이 있으신가요?

만약 나중에 시니어로 오고 싶으면 우선 정부 조직에서 일하다가 회원국으로서 국제기구로 들어올 수 있고, 처음부터 커리어를 국제기구에서 쌓고 싶으면 인턴부터 시작하는 게 제일 중요할 것 같아요. 국제기구에서 근무하는 사람들 대부분은 유엔에서 일해본 경험을 매우 중요하게 생각하더라고요. 어떻게 보면 진입 장벽이 높다고 볼 수 있지만 그래도 어떻게든 처음 국제기구에 들어오게 되면, 그 다음부터는 다른 기구에 옮겨가기가 수월한 것 같아요.

제네바는 뉴욕과 함께 각 국제 기구들의 본부 역할을 하는데, 그 외의 각 나라에도 조직이 있기 때문에 'national office'인 지부에 들어가는 것도 좋을 것 같아요. 본부는 처음부터 들어오기는 어려운데 지부를 먼저 들어가는 건 조금 더 쉽고, 본부로 옮겨 가기도 쉬울 거예요. 꼭 정식 직원이 아니더라도 그 기구 지부에서 일하는 사람이 될 수 있잖아요. 그 기구에서 일할 기회도 많아지는 거죠.

그래서 참 중요한 게 첫 발을 디디는 거예요. 어떤 식으로든, 인턴이든 기상청이든 첫 발을 디디게 되면 그 다음은 훨씬 수월해져요. 제 생각에는 한국 사람들은 다 일을 잘하기 때문에 열정만 있으면 될 것 같아요. 하고 싶은 마음만 있으면 다 잘할 수 있을 거라 생각해요. 제가 본 한국 청년들도 엄청 일을 잘 하더라고요. (웃음)

## 13. 마지막으로 대기과학과 후배들에게 하고 싶은 말씀이 있으신가요?

제가 생각할 때 제일 중요한 것은 '미래의 행복을 위해서 현재를 너무 희생하지 않는 것' 같아요. 현재는 한 번 가면 돌아오지 않기 때문에 현재를 즐기는 게 중요하다고 생각해요. 결국 현재도 다 하나하나 발판이 돼서 미래로 가는 거니까요. 저도 예전에 선배님들이 조금하게 생각하지 말라고 했을 때 이해가 안 됐거든요. 당장 이것 아니면 안될 것 같은 조금한 마음이 들고요. 그런데 이제는 좀 이해가 가요.

또 한 가지 조언은, 제가 제일 좋아하는 말인데 "내가 포기하기 전까지는 끝난 게 아니다"라는 것이예요. 구체적인 예를 들면 예전에 공식 발표만 나오지 않았지, 이미 거의 결정이 다 내려진 일이 있었어요. 근데 저는 그 일이 너무 하고 싶었어요. 제 주변의 모든 사람들이 '이미 이 일은 다 끝났고 서류만 나오길 기다리는 중이다'라고 얘기했는데

도 저는 아까 그 문장을 떠올리고 ‘나는 아직 포기가 안 됐으니 이건 나한테 끝난 일이 아니다’라고 생각했어요. 그래서 그 일과 관련된 모든 분들을 찾아가서 ‘왜 이 일을 해야만 하는지’에 대해 피력했고, 결국엔 제가 그 일을 하게 됐어요! 저는 평소에 어떤 일을 거절하고 나면 어떤 식으로든 선택을 바꾸지 않는 타입이거든요. 하지만 이 일을 겪고 나서 ‘내가 아닌 다른 사람에게는 그 ‘NO(거절)’가 내가 생각한 ‘NO(거절)’가 아닐 수도 있겠구나’ 싶었어요. 그래서 정말 하고 싶으면 한 번 거절 당해도 두 번 가고, 세 번 가고 그런 편이에요. 이 경험을 통해 ‘내가 생각하는 기준을 남에게 투영하면 안 되겠구나’라는 점을 깨닫게 되기도 했어요. 남들이 다 나 같은 상황은 아니기 때문에 정말 하고 싶으면, 계속 가서 얘기해보면 될 수 있다는 걸 꼭 얘기해주고 싶었어요.

이번 인터뷰를 통해 세계기상기구란 어떤 곳인지, 사무국은 WMO를 위해 어떤 업무를 수행하고, 세계의 기상 정보는 현재 어떠한 방식으로 관리·공유되고 있는지 등에 대해 배우게 되었다. 세계기상기구 및 국제기구에 대해 평소에 잘 알지 못했던 정보들을 다정하게, 다채롭게 설명해주신 임은하 박사님께 감사의 말씀을 전한다. 앞으로도 국제기구 및 해외 진출을 꿈꾸는 학생들에게 이 글이 하나의 응결핵으로 작용하여 언젠가 구름으로, 추운 때에도 아름답게 빛나는 눈으로 이어지길 소망한다.

이주은 기자(21, happygrace@yonsei.ac.kr)

# 함께하는 대기과학과

## 제26대 대기과학과 학생회 <기상> 퇴임사

연세대학교 대기과학과 학생회 <기상> 임기를 마무리하며

제가 가장 사랑하는 대기과학과의 학우 여러분, 안녕하십니까.  
연세대학교 제26대 대기과학과 부학생회장 이진우입니다.

저에게 2023년은 참 감사한 한 해였습니다. 모두가 아직 낯선 대면 행사도 선대 학생회의 꼼꼼한 인수인계 덕분에 잘 헤쳐나갈 수 있었습니다. <파랑>, 감사합니다. 학과의 가장 큰 행사인 MT도 대학원 선배님들께서 도와주신 덕분에 성공적으로 마무리할 수 있었습니다. 감사합니다. 우리에게 즐거움을 선물한 '247'과 새로운 배움을 나눠준 '기상천외'분들께도 감사합니다. 큰 관심과 지지를 보내주신 정든내기들과 새로운 환경에서도 잘 적응하고 행사에 많은 참여도 보여주신 새내기들에게도 고맙습니다. 무엇보다 <기상>을 믿어주신 모든 학우 분들께 가장 감사드립니다.

<기상>은 마침내 찾아온 아침에 우리 대기과학과를 자랑스럽게 외칠 수 있게 하는 학생회가 되고자 하였습니다. 비대면 학기 동안 약화되었던 학과 행사 및 활동을 되살리고 학우 여러분이 자부심과 소속감을 느낄 수 있도록 노력하였습니다.

뜨거웠던 열정만큼 임기를 마치는 이 순간까지도 아쉬움이 남는 것 같습니다. 새내기 맞이행사, 교류반 활성화, 학생회비 복고 및 혜택 강화, 대기과학과 확대운영위원회와 집행부 체제 활성화, 공지방 통합과 인스타그램 활성화, 겨울 단체복 공동구매 등 다양한 사업을 통해 학우 여러분들께 도움이 되고자 하였으나 아직까지 못 지킨 약속이 있는 것 같아 마음이 무겁습니다.



학우 분들께 마지막으로 한 가지 부탁이 있습니다. 바로 저희에게 주신 만큼 다음 대기과학과 학생회인 <산들>에게도 성원을 보내주셨으면 하는 것입니다. 올해 저희가 배운 것은, 학과와 학생회가 절대 회장단 셋만에서 할 수 있는 것이 아니라는 것이었습니다. 여러분의 관심과 지지, 참여와 믿음이 더욱 시원하고, 가볍고, 기분 좋은 바람을 일으킬 수 있을 것으로 생각합니다.

글을 마치며, 마지막으로 먼저 사퇴한 학생회장 이준경 학우와 부학생회장 류상연 학우, <기상>의 사무국, 행정국, 소통국 모든 국원 여러분, 고생 많으셨습니다. 여러분이 함께했던 덕분에 1년을 뿌듯하게 마무리할 수 있었습니다. 감사합니다.

지금까지 아침을 여는 우리의 목소리, <기상>! 이었습니다.  
감사합니다.

**연세대학교 제26대 대기과학과 학생회**

**아침을 여는 우리의 목소리, <기상>**

---

# 함께하는 대기과학과

대기과학과의 교류반, 고려대학교 한국사학과와 함께하는  
2023년 교류행사 톺아보기

연세대학교와 고려대학교는 양교의 유대와 화합을 위해 교류반을 맺어 많은 행사를 함께하는 문화를 가지고 있다. 2023년 1월 4일부로 연세대학교 제26대 대기과학과 학생회 '기상'과 고려대학교 제23대 한국사학과 학생회 '다음'은 연세대학교 대기과학과와 고려대학교 한국사학과가 교류반을 맺기로 결정하였다. 활발한 교류반 활동을 통해 우리 학과 학우들은 고려대학교의 문화를 체험해보거나, 고려대학교 한국사학과 학우들과 친목을 다질 수 있었다. 2024년에도 지속되는 교류반 활동과 2023년 동안 함께 했던 추억을 되살려보고자 이번 기사에 2023년 한 해 동안 함께했던 행사들을 기록하였다.

**2023년 3월 12일에는 연세대학교 대기과학과와 고려대학교 한국사학과의 대면식이 주최되었다.**

교류반을 맺고 난 후 가장 먼저 함께했던 행사는 두 학과의 대면식이다. 대면식은 3월 합동응원전이 다가오기 전 두 학과가 만나 친목을 다지고 미리 양교의 문화를 교류하고자 주최되었다. 3월 12일, 두 학과의 학우들은 신촌에서 첫 만남을 가지게 되었다.

연세대학교 제26대 대기과학과 학생회 '기상'과 고려대학교 제23대 한국사학과 학생회 '다음'의 간단한 소개와 더불어 참석한 모든 학우들의 인사가 오갔다. 분위기가 무르익자, 양교의 응원가를 서로 부르고 알려주기도 하고 서로 학과의 FM을 공유해 시범을 보여주기도 했다. 어느새 서로간 어색한 기류는 온데간데없고, 설렘 가득한 분위기를 풍겼다. 이처럼 오고 가는 이야기들 속에서 두 학과의 학우들은 빠르게 가까워질 수 있었고, 시간이 가는 줄 모를 만큼 웃음꽃이 피어났다.

대면식은 두 학과가 처음 만나는 자리일 뿐만 아니라, 작년까지 코로나19의 여파로 활발히 진행되지 못했던 비대면 사회를 마무리하고 2023년에 예정된 활발한 교류반 행사들의 출발을 알리는 시작점이 되기도 하였다. 서로가 친해지느라 금세 지나가버린 시간에 두 학과의 학우들은 아쉬운 마음을 뒤로한 채, 조만간 예정된 3월 합동응원전에서 보자는 기약과 함께 발걸음을 돌렸다.





2023년 3월 17일과 2023년 9월 5일에 양교에서 합동응원전이 펼쳐졌다.



사진 1 (좌) 2023 상반기 합동응원전 단체 사진, (우) 2023 하반기 합동응원전 단체 사진

연세대학교와 고려대학교에서는 매년 상반기와 하반기에 한 번씩, 총 두 번의 합동응원전이 펼쳐진다. 상반기 3월 즈음 진행되는 합동응원전은 고려대학교 녹지운동장에서, 하반기 9월 즈음 진행되는 합동응원전은 연세대학교 노천극장에서 진행된다. 코로나로 인해 몇 년간 진행되지 않던 합동응원전도 2022년 하반기부터 다시금 시작되었다. 즉, 2023년 상반기에 고려대학교 녹지운동장에서 진행되는 합동응원전은 긴 공백 끝에 오랜만에 진행되는 행사였다. 노천극장과 다른 드넓은 운동장은 또 색다른 재미를 가지고 있는 장소이며, 연세대학교 학생들은 고려대학교를 방문해보며 새로움을 느낄 수 있었다. 오랜만에 진행되는 상반기 합동응원전과, 자교에서 진행되는 하반기 합동응원전에서도 역시나 대기과학과와 한국사학과는 함께 행사에 참여했다.

비록 상반기 합동응원전에서는 안전상의 문제로 금지되었지만, 하반기 합동응원전에서는 두 학과의 일부 학생들이 이동하여 두 학과가 한 군데에 섞여 함께 응원하는 시간을 보낼 수 있었다. 연세대학교 응원가에서는 대기과학과 학우들이 한국사학과 학우들에게 응원법을 선보이고, 고려대학교 응원가에서는 한국사학과 학우들이 대기과학과 학우들에게 응원법을 보여주었다. 이처럼 서로의 응원가와 응원법을 알아가고 재미있게 따라하면서 모두가 함께 재밌는 행사를 만들어 나갔다. 교류반을 통해, 자교의 응원가뿐만 아니라 타교의 응원까지 알차게 즐길 수 있었다.

비단 합동응원전뿐만 아니라 그 이후에 진행되는 뒤풀이에서도 두 학과의 교류는 지속되었다. 쉽사리 응원의 열기가 가시지 않은 분위기에서 뒤풀이 장소로 이동하여 응원가를 이어 부르기 일쑤였다. 뒤풀이 장소로 이동한 후에도 서로의 어깨에 어깨를 걸고 식당 영업을 방해가 되지 않게끔 가볍게 흔들거렸다. 열심히 응원한 덕분인지 모두가 굶주린 배를 채우기도 하고, 응원의 열기를 서로와 이야기를 나누기도 하며 시간을 이어갔다. 합동응원전에서의 힘찬 응원과 뒤풀이 속에서 피어나는 화기애애한 이야기를 통해 추억은 더욱 돈독해져갔다.

2023년 9월 9일에는 2023 정기 연고전의 마지막을 교류반과 함께 만들어갔다.



사진 2 (좌) 교류반 거리 응원 사진, (우) 교류반 뒤풀이 사진

2023년 9월 8일부터 9일까지, 이틀간 2023 정기 연고전이 진행되었다. 정기 연고전은 연세대학교와 고려대학교 학우들이 가장 좋아하는 행사이자, 두 학교의 라이벌 관계를 가장 잘 보여주는 대표적인 행사라고 여겨진다. 8일에는 야구와 농구 그리고 아이스하키 경기가 펼쳐지고, 9일에는 럭비와 축구경기가 펼쳐졌다. 첫날 진행된 경기의 결과를 보면, 야구 경기는 6:4의 결과로 연세대학교의 승리, 농구 경기는 60:64의 결과로 고려대학교의 승리, 아이스하키 경기는 4:1의 결과로 연세대학교가 승리하였다. 이튿날 진행된 경기의 결과는, 럭비 경기는 27:41로 고려대학교 승리, 축구 경기는 0:3으로 고려대학교가 승리하며 경기가 마무리되었다. 결국 2023 정기 연고전은 2:3이라는 아쉬운 결과로 고려대학교가 승리를 쟁취하게 되었다.

그러나 경기가 끝나도, 정기연고전이 끝난 것은 결코 아니다. 어쩌면 본격적인 학우들의 행사는 지금부터가 시작이라고 봐도 될 만큼 다양한 행사가 준비되었다. 정기연고전의 모든 경기가 종료되면 홀수해에는 신촌에, 짝수해에는 안암에 모여 정기연고전 뒤풀이가 진행된다. 고로, 2023년에는 교류반인 고려대학교 한국사학과와 함께 신촌에 모여 다양한 뒤풀이 행사를 진행하였다.

우선 연고전만의 특별한 뒤풀이인 기차놀이를 진행하였다. ‘기차놀이’란, 신촌 상권과 연세대학교 총학생회가 사전에 계약한 가게에 들어가 ‘소리통’을 외치며 간단한 간식거리를 받아오는 행사를 말한다. 이 행사를 위해 연세대학교 대기과학과와 고려대학교 한국사학과가 학우들이 두 조로 나뉘어 기차놀이를 진행하고, 소리통을 통해 받은 간식을 함께 나눠 먹으며 재미있는 시간을 보냈다. 뿐만 아니라, 거리에 틀어지는 응원가에 잠시 걸음을 멈추고 함께 응원을 진행하기도 하였다. 정기연고전의 마지막 날 밤의 신촌 거리는 기차놀이를 하는 학생들과 거리응원을 하는 학생들로 채워졌다. 연세대학교 대기과학과와 고려대학교 한국사학과 또한 마지막 날 밤의 신촌 거리를 즐기며 추억을 만들었다.

기차놀이가 끝나면 본격적인 뒤풀이가 시작된다. 두 학과의 학우들은 뒤풀이 장소에 모여 서로가 마주보고 정기연고전의 이야기로 하염없이 말을 이어갔다. 고려대학교 한국사학과 학우들은 승리를 마음껏 누리고, 연세대학교 대기과학과 학우들은 이를 개의치 않고 연세대학교의 자랑을 하기 바빴다. 이처럼 서로를 놀리기도 하고, 재미있

던 경기 관전 포인트를 이야기하기도 하면서 뒤풀이에서도 정기연고전의 후유증은 끝날 기미를 보이지 않았다. 뒤풀이 장소에서 응원가가 나오면, 방해가 되지 않게끔 서로의 어깨에 어깨를 걸고 응원을 하며 분위기를 북돋았다. 두 학과의 학생들의 열띤 분위기 덕분에 정기연고전의 마지막 날 밤의 열기는 식을 줄 몰랐다. 그렇게 새벽이 지나서야, 행사가 마무리되었다.

### 2023년 9월 22일부터 23일까지 연세대학교 대기과학과×고려대학교 한국사학과 연합 체육대회 <연고전또한대>가 진행되었다.



사진 3 (좌) <연고전또한대> 피구 경기 사진, (우) 교류반 친선 풋살 경기 단체 사진

2023 정기연고전에 이어 경기 응원이 아닌 선수로 참가해보고 싶다는 학과 학우들의 의견을 반영하여 연세대학교 제26대 대기과학과 학생회 <기상>과 고려대학교 제23대 한국사학과 학생회 <:다움>은 교류반 연합 체육대회 <연고전또한대>를 기획하였다. 이는 2023 정기연고전이 끝난 뒤에도 다시 한번 연고전을 진행한다는 점과, 한국사학과와 '한'과 대기과학과의 '대'를 포함하고 있다는 의의가 있다. <연고전또한대>에서는 정기연고전과 마찬가지로 이틀에 나누어 5종목을 진행하지만, 경기 종목은 차별점을 두었다. 학과 학우들의 참여율을 높이기 위해, 비교적 많은 학우들이 즐길 수 있는 경기들로 구성하였다. 첫날인 9월 22일에는 볼링, E-sports 리그오브레전드 5대5 대항전을, 둘째 날인 9월 23일에는 피구와 농구, 그리고 남자 복식, 여자 복식, 혼합 복식으로 이루어진 배드민턴 경기를 기획하였다.

첫날 볼링 경기는 학과의 대표 선수 각 4명이 볼링장에 모여 볼링 스코어에 따라 승패가 결정되었다. 이 경기는 3판 2선제 중 2:0으로 연세대학교 대기과학과가 승리하는 쾌거를 거두었다. 또한 이어지는 E-sports 리그오브레전드 5대5 대항전에서는 3판 2선제 중 0:2로 고려대학교 한국사학과가 승리하였다. E-sports 리그오브레전드 경기는 실시간으로 중계되어 타 학과의 학우들까지도 <연고전또한대>를 관람해볼 수 있었다. 실시간 중계 덕분에 더욱 열띠게 응원할 수 있어 재미있었다.

둘째 날에는 경기대학교 실내체육관에서 학우들이 모여 대면으로 경기를 진행하였다. 피구 경기에서는 3판 2선제 중 2:1로 연세대학교 대기과학과가 멋지게 우승하였다. 그러나 아쉽게도 이어지는 배드민턴 경기에서는 남자

복식, 혼성 복식, 여자 복식 모두 패배하였다. 마지막 농구 경기에서도 마찬가지로 26:47로 고려대학교 한국사학과가 우승하게 되었다. 이에 따라 총 스코어 2:3으로 연세대학교 대기과학과가 최종적으로 패배하였다. 두 학과 학우들이 모여 함께 땀 흘리며 경기에 참여하면서 한 마음 한 뜻으로 임하다 보니 잊지 못할 추억으로 자리잡게 되었다. 경기를 하는 내내 학우들의 얼굴에서는 웃음이 떠나질 않았다. 응원가를 틀고 선수들을 응원하면서 경기에 참여하지 않는 학우들까지도 즐길 수 있었다. 승패를 떠나 모두가 즐기는 체육대회를 만들어 갔기에 체육대회에 참여한 학우들 모두 행복하게 돌아갈 수 있었다.

이와 더불어 <연고전또한대>에 포함된 정식 종목은 아니지만, 연세대학교 대기과학과와 고려대학교 한국사학과 의 친선 풋살 경기도 진행되었다. 9월 23일에 진행된 교류반 친선 풋살 경기에서는 17:13으로 연세대학교 대기 과학과가 승리하는 쾌거를 이루었다. <연고전또한대>의 수모를 되갚아준 연세대학교 대기과학과 풋살 팀에게 많은 학우들은 박수를 보냈다. 이처럼 학과 공식 체육대회가 아니더라도, 친선 경기가 이루어질 만큼 연세대학교 대기과학과 학우들과 고려대학교 한국사학과 학우들은 2023년 1년간 매우 친밀한 관계가 되었다는 것을 느낄 수 있었다.

2023년 한 해 동안 대기과학과 학우들과 한국사학과 학우들의 친목 도모와 더불어 다양하고 재미있는 활동을 위해 여러 방편으로 힘써준 연세대학교 제26대 대기과학과 학생회 <기상>과 고려대학교 제23대 한국사학과 학생회 <다음>에게 깊은 감사 인사를 전한다. 2023년 한 해 동안 이루어진 여러 교류반 활동에 참여해주신 두 학과의 학우들이 있었기에 더욱이 다채롭게 추억을 쌓아갈 수 있었다. 2024년에도 지속될 연세대학교 대기과학과와 고려대학교 한국사학과와의 교류반 활동을 기대하며, 앞으로 교류반 활동을 이어갈 연세대학교 제27대 학생회 <산들>과 고려대학교 제24대 한국사학과 학생회 <개화>에도 많은 지지와 관심을 부탁드립니다.

이준경 기자(22, june030602@yonsei.ac.kr)

# 대기과학과 연구실 소개

‘대기모형 연구실(박상훈 교수님)’ 소개 - 이민재 연구원님과 인터뷰

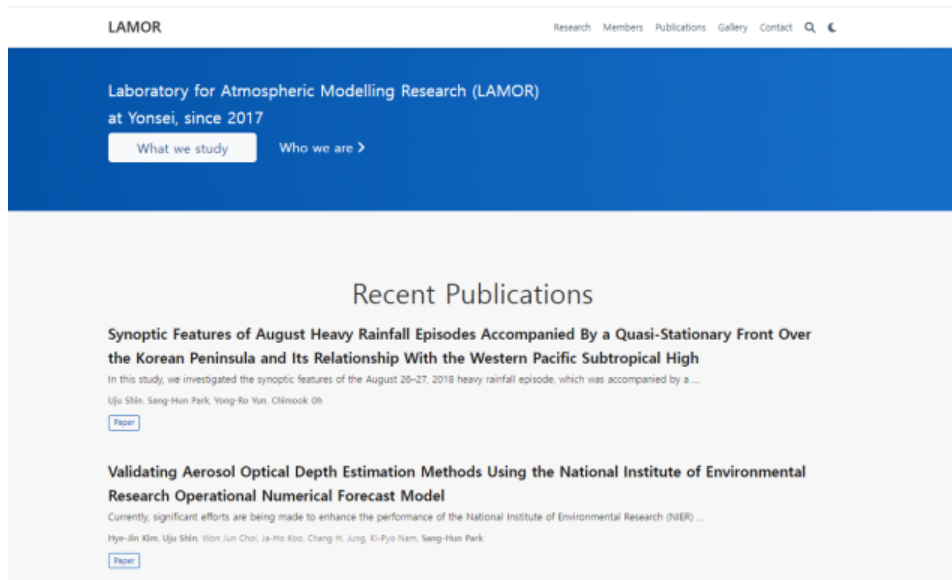


그림 1 대기모형 연구실 홈페이지 (<https://lamor.yonsei.ac.kr/>) 스크린샷

‘대기과학과 연구실 소개’는 연세대학교 대기과학과 연구실 연구원님과의 인터뷰를 담아왔다. 이전 뉴스레터에서는 대기역학, 기후이론, 대기해양모델링, 대기복사 경계층기상/환경 연구실을 소개하였으며, 2024학년도 1학기 뉴스레터 ‘대기과학과 연구실 소개’에서는 박상훈 교수님의 대기모형 연구실을 소개하고자 한다. 대기모형 연구실에서 박사 과정으로 계시는 이민재 연구원님과 인터뷰를 진행하며 대기모형 연구실에서의 연구와 생활, 그리고 진로에 관해 많은 이야기를 들을 수 있었다. 흔쾌히 인터뷰에 응해주시고, 연구실의 다양한 이야기를 나누어주신 이민재 연구원님께 감사드립니다. 이번 뉴스레터 기사가 대기모형 분야와 대기과학과 연구실에 관심이 있는 학부생들에게 도움이 되길 기대하며, 앞으로 이어질 ‘대기과학과 연구실 소개’에도 많은 관심 바랍니다.

## 1. 인터뷰에 응해주셔서 정말 감사드립니다. 먼저 뉴스레터 독자분들을 위해 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요, 대기모형 연구실에서 이제 박사 2학기를 마친 이민재라고 합니다. 저는 학부 4학년 1학기 때부터

인턴으로 시작해서, 학부 졸업하고 바로 석사 과정을 마치고 박사 과정을 밟고 있습니다. 대기모형 연구실에서 했수로는 4년째 있는 거네요.

## 2. 연구실 인원이 어떻게 구성되어 있는지 소개해 주실 수 있을까요?

연구실 구성원은 일단 박상훈 교수님이 계시고, 박사님 한 분, 박사 과정이 5명, 석사 과정이 1명이 있고, 인턴은 없습니다. 석사 과정으로 계신 분은 공군에서 군위탁으로 석사만 공부하러 오신 거라 사실상 박사 과정밖에 없습니다. 박사님은 제가 이 연구실에 오기 전에 박사를 따시고 지금은 연구 교수님으로 계세요.

## 3. 연구실에 출근하면 하루 일과는 어떻게 보내시나요?

저희는 출퇴근 시간이 정해져 있지는 않아요. 오전 10시부터 오후 6시까지라는 틀은 있는데, 30분 늦거나 한다고 문제가 되진 않습니다. 일찍 퇴근하더라도 집에서 할 수도 있고, 본인이 알아서 하면 되는 분위기라서 시간에 관해 어떤 기준은 전혀 없고요. 그러다 보니 각자 루틴 같은 것도 정해져 있지 않아요. 아침에 와서 각자 자유롭게 공부하다가 의논하고 싶은 게 있으면 그 자리에서 모여서 얘기하고, 점심 먹고 와서도 그렇게 각자 연구하다가 이슈가 있으면 모여서 얘기하고 하는 분위기입니다.

## 4. 그러면 박상훈 교수님의 대기모형 연구실에서는 어떤 연구를 진행하나요?

먼저, 대기모형 자체가 대기역학에서 배웠던 방정식을 컴퓨터로 수치적으로 푸는 행위라고 볼 수 있잖아요. 이 분야가 많은 발전을 해서, 지금은 다양한 운동을 잘 모의하고 있고 현업에서 예보율도 많이 발전한 상태예요. 그렇지만 적도 파동처럼 큰 규모의 파동부터 중규모 대류 운동이나 집중호우까지 아직 잘 모의하지 못하는 현상도 많아요. 그런 한계를 개선하고자 계속 시뮬레이션을 돌리고 있는데, 그중 하나로 해상도를 높이는 방법이 있어요. 그런데 해상도를 조금 높이는 순간, 계산 자원이 배로 들고, 안정성 문제도 생기거든요. 현업 예보에 쓰이기 위해서는 계산이 오래 걸려도 안 되고요. 이러한 면들을 고려해서 어떻게 더 효율적이고, 안정적으로 고해상도 실험을 할 수 있을지 연구하고, 다양한 기법을 적용해서 그 효과를 파악하는 일들을 하고 있습니다.

그리고 기존에는 CPU를 병렬 처리해서 연구했었는데, 최근에는 GPU랑 기계 학습이나 AI 쪽으로도 확장하고 있습니다. 이런 기술들을 도입시켜서 고해상도 실험을 어떻게 잘할 수 있을지 연구하고 있고요. 또 저희가 환경 분야

도 하고 있어요. 에어코리아를 보면 미세먼지, 황사, SO<sub>2</sub>, 오존 예보 등이 있잖아요. 이러한 예보도 대기질 모델을 통해서 결과를 얻는데, 이때 기상정보와 기상 예보 결과가 중요한 역할을 해요. 그래서 기상 모델을 발전시키면 대기질 모델에도 영향을 줄 수 있는데요. 대기질 모델에서 화학 반응을 아무리 잘 모의하더라도 바람을 잘 모의하지 못하면 미세먼지가 있는 위치를 예보할 수 없잖아요. 그래서 지표 관련한 변수들을 어떻게 잘 모의할지 기상 모델을 연구함으로써 환경 변수들도 추적할 수 있게끔 하고 있습니다.

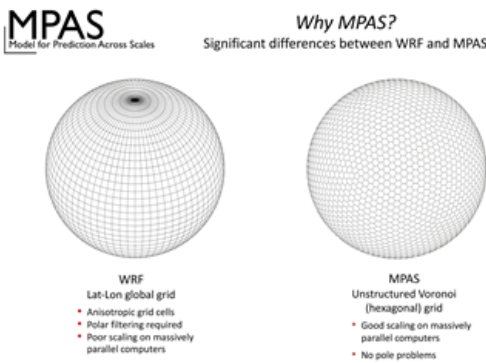


그림 2 MPAS의 특징 (MPAS tutorial)

간접 규모에 대해 결과를 알려주는 프로그램이라고 보시면 될 것 같아요. 이렇게 스케일과 목적이 다양하다 보니, 다양하게 응용할 수 있는 장점이 있어요. 건물 사이의 바람을 보면 미기상이고, 내일 날씨를 보면 예보로, 100년 후를 보면 기후로 볼 수 있고, 아까 말씀드렸듯 환경으로 갈 수도 있어서 대기과학의 어떤 분야를 연구해도 대기 모델이 필요하다 보니 범용성이 넓은 거죠.

그리고 논문은, 저희 교수님이 학교에 부임하시기 전에 NCAR에 오래 계셨어요. 그때 ‘MPAS’ 모델 개발에 개발자로 참여하셨거든요. 2012년에 나온 논문<sup>1)</sup>이 ‘MPAS’ 모델을 소개하는 논문이고, 2014년에 나온 논문<sup>2)</sup>이 관측과 모델 결과를 비교하여 분석한 논문이에요. ‘MPAS’ 모델을 쉽게 설명하자면, 모델이 계산을 할 때 지구를 격자로 나누어서 계산하잖아요. 보통 격자를 나눈다고 생각하면 바둑판으로 나눠서 벽돌처럼 올리는 방식이 있는데, 이렇게 올리다 보면 극 쪽으로 갈수록 격자가 좁아져요. 이렇게 격자 모양이 다르니까 곡률 때문에 문제가 많이 생기거든요. 그래서 ‘MPAS’는 격자를 네모난 벽돌 대신에 축구공처럼 육각형으로 만들어서 똑같은 모양으로 구를 감싸요.

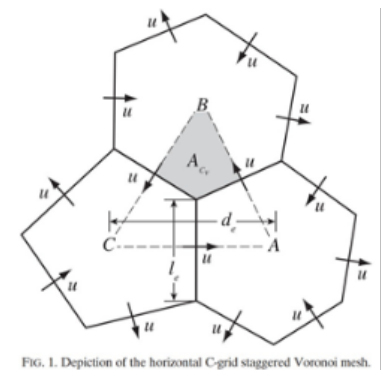


FIG. 1. Depiction of the horizontal C-grid staggered Voronoi mesh.

그림 3 MPAS의 격자 그림 (Skamarock et al., 2012)

### 5. 학부생에겐 대기모형 분야가 사실 생소할 수 있을 것 같아요. 대기모형이 어떤 분야인지와 그리고 혹시 이 분야 또는 연구실의 대표적인 논문이 있다면 소개해 주실 수 있을까요?

네, 저도 공감하는 게 학부 수업으로는 대기모형이 무엇인지 파악하기 어렵더라고요. 저도 궁금했던 기억이 있어요. 알기 쉽게 이야기하자면, 우리가 보는 기상 예보의 결과를 내는 게 대기모형이에요. 그러니까 대기모형의 결과에 예보관들의 의견이 더해져서 나오는 게 예보 결과인데, 예보의 첫 단계가 대기모형인 거죠. 내일 날씨부터 몇백년 후의 기후까지, 건물 사이의 바람부터 대규모 순환까지, 모든 시공

1) Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Duda, M. G., Fowler, L. D., Park, S. H., & Ringler, T. D. (2012). A multiscale nonhydrostatic atmospheric model using centroidal Voronoi tessellations and C-grid staggering. *Monthly Weather Review*, 140(9), 3090–3105.

2) Skamarock, W. C., Park, S. H., Klemp, J. B., & Snyder, C. (2014). Atmospheric kinetic energy spectra from global high-resolution nonhydrostatic simulations. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 71(11), 4369–4381.

기존 모델이 가지고 있던 고질적인 문제를 해결하고자 새로운 모델을 만든 거죠. 이게 'MPAS'의 가장 큰 특징이라고 볼 수 있고, 교수님께서 모델 개발에 연구진으로 참여하셔서 이 논문이 연구실을 대표하는 느낌을 주는 것 같아요.

## 6. 대기모형 연구실에서는 모델의 시간 스케일과 공간 스케일에 따라 연구할 수 있는 분야가 넓은 것 같은데, 집중하고 있는 분야가 있나요? 아니면 각자 다양한 스케일에 대해 모델을 연구하고 계시나요?

한 사람이 기후나 난류나 특정 분야를 맡아서 연구하는 건 아니고요. 한 사람이 역할이 있는 게 아니라, 그 사람의 흥미에 따라 연구 내용이 달라질 수도 있어요. 실제로 연구실에서 한 분은 석사 때는 적도 파동을 연구하다가, 지금은 공항 근처만 보기도 해요. 새로운 걸 하면 지루하지 않을 수 있지만, 분석하는 기준이 달라지다 보니 새로 공부해야 하는 부분도 있죠.

## 7. 연구실에서 미팅은 어떤 식으로 이루어지나요? 교수님께서 지도는 어떤 방식으로 해주시든지 궁금해요.

저희는 전체 미팅은 일주일에 한 번을 하고 있어요. 교수님께서 이번에는 이러한 주제로 발표를 준비했으면 좋겠다고 말씀하실 때도 있고, 바벨 때는 잠깐 각자 하는 일을 공유하자고 하실 때도 있어요. 그래서 일단 교수님이 말씀 해주시는 주제로 돌아가면서 발표하고, 나머지 사람들은 각자 진행 상황을 공유하면서 교수님이 조언해 주시고 합니다. 각자가 맡은 과제가 다르고, 연구가 다르니까 공유하지 않으면 자기 길만 가거든요. 그래서 미팅에서 이야기를 나누면서 다른 사람이 하는 연구도 알게 되고 하는 개념으로 미팅을 진행하고 있어요.

그리고 교수님께서 전체 미팅 때가 아니더라도 자주 연구실에 오셔서 각자 컴퓨터 앞에서 어떻게 진행되고 있냐고 물으시면서 일대일 미팅처럼 수시로 봐주세요. 그 외에도 저희끼리 논문 리뷰를 일주일에 한 번씩 하려고 하는데요. 교수님과 박사님은 참여하진 않으시고, 저희끼리 공유하고 싶은 논문이 있으면 30분 정도 발표하고 서로 이야기하는 식으로 진행하고 있어요.

## 8. 대기모형 연구실은 다른 기관과 협업하고 있는 연구가 있나요?

아까 말씀드렸던 모델의 해상도를 높이는 연구를 수치 모델링 센터와 공군과 같이하고 있고요. 그다음에 항공기상 쪽으로도 항공기상청과 연구를 하고 있고, 중장기 예보 모델을 개선하기 위해서 기상과학원과의도 협업하고 있습니다.



다. 그리고 환경 쪽으로도 비중 있게 하고 있는데, 환경과학원이랑 협업해서 대기질 예측 성능을 높이기 위해 대기 모델의 문제점을 개선하는 연구를 하고 있어요. 대기질 모델 입력값에 기상 모델 결과가 들어가니까, 기상 모델도 중요한 거죠. 그래서 저희는 기상을 맡은 거고, 화학을 맡은 다른 대학교도 있어요. 같이 협업해서 대기질 모델을 개선하는 연구를 환경과학원이랑 같이하고 있습니다.

## 9. 대기모형 연구실을 졸업한 뒤 어떤 진로를 가질 수 있나요?

일단 대기모형 연구실이 생긴 지 그렇게 오래되진 않아서 박사 졸업생이 없어요. 석사 졸업하고 나간 분이 한 분 있으신데, 그분은 환경과학원에 가신 걸로 알고 있고요. 그리고 앞으로 기대할 수 있는 진로로는 아까 말씀드렸다시피 다양하게 연구하고 있어서 진로의 폭이 넓을 것 같아요. 가장 직관적으로 생각하면, 프로젝트성이긴 하지만 차세대 수치예보모델개발사업단이 있고요. 기상청에 수치모델링센터도 있고요. 그리고 모든 연구에는 모델이 들어갈 수밖에 없거든요. 기후 모델을 하게 되면 극지연구소도 있고요. 또 교수님께서 미국에서 일하셨던 것처럼 해외로 나갈 기회가 있지 않을까도 기대하고 있어요.



그림 4 창문이 많은 대기모형 연구실 사진

## 10. 대기모형 연구실만의 장점이나 매력이 있다면 어떤 게 있을까요?

다들 말하라고 했던 게, 저희가 연구실이 복도 제일 끝에 있거든요. 그래서 차별점이 다른 연구실은 딱 뒤에만 창문이 있는데 저희는 창문이 많아요. 아침에 햇빛이 많이 들어오는 게 솔직히 정말 큰 장점 같아요. 그리고 연구실 분위기가 다들 서로 하는 일에 관심이 많아요. 제가 하는 거에 대해 의견 줄 수 있겠냐고 물으면 다들 와서 같이 봐주고 하는 분위기가 잘 되어 있어서 언제든 토론하고 이야기 나눌 수 있는 자유로운 분위기가 장점이라고 생각해요. 또 실질적인 부분

은 저희가 대기모형 연구실이니까 모형을 구동해야 하고, 그러려면 계산 자원이 필요하잖아요. 실험을 하려면 계산 자원이나 예산이 많이 필요한데, 교수님이 나서주시지 않으면 저희 능력으로는 한계가 있어요. 자원이 모자라면 모델을 돌리고 싶어도 못 하거나, 엄청 느리게 돌아가서 오류가 있으면 다시 해야 해요. 그런데 교수님께서 지원을 계속해 주시려고 노력을 엄청 많이 해주셨어요. 연구하면서 자원에 구애받지 않을 수 있으니까, 모델에 관심이 있으면 정말 큰 장점인 거죠.

### 11. 대기모형 연구실에서 연구하면서 도움이 되셨던 학부 과목이나 추천하고 싶은 과목이 있으실까요?

일단 ‘기상프로그래밍’을 추천하고 싶어요. 왜냐하면 이제 코딩을 많이 필요로 하고, 모델 결과도 분석해야 하니까 ‘기상프로그래밍’이 좋고요. 그다음으로 ‘전산유체역학’을 들으면 모델이 어떤 방식으로 방정식을 수치적으로 계산하는지 이해할 수 있어서, 거의 필수적이라고 볼 수 있는 것 같아요. 이번에 새로 생긴 ‘대기과학빅데이터개론’도 데이터를 분석하는 걸 배우니까 도움이 될 것 같아요. 저희가 프로그래밍만 하는 게 아니라 결과를 분석해야 하잖아요. 이때 과학적으로 분석해야 하니까 역학을 많이 필요로 해서 ‘대기역학(1)(2)’를 추천해요. 그리고 지금 안 열리고 있지만 ‘대기분석’도 듣고 오면 좋을 것 같아요. ‘선형대수’ 같은 통계 수업도 저희 과에서는 없지만 다른 과에서 듣고 오면 도움이 됩니다. 인공지능에 관심이 있다면 통계적인 지식이 있으면 충분히 공부할 수 있고, 모델을 개선하려면 자료동화를 배워야 할 때도 있는데 그럴 때도 선형대수가 도움이 되더라고요.

### 12. 대기모형 연구실에는 어떤 사람이 어울릴 것 같나요?

저희가 프로그래밍 실험을 많이 하는데, 시뮬레이션에 옵션이 엄청 많거든요. 이때 옵션에 기초해서 프로그래밍이 돌아가는데, 숫자가 조금만 달라져도 엄청나게 큰 차이를 만들어요. 그래서 꼼꼼하게 확인하는 성격이 잘 맞을 것 같아요. 그리고 아무리 꼼꼼해도 분명 실수가 나오는데, 이러면 다시 해야 하는 경우도 종종 있어요. 그런 상황에서도 그러려니 하는 마음으로 인내심을 갖고 진득하게 할 수 있는 성격이 필요하다고 생각해요.

### 13. 대기모형 연구실은 어떤 분위기인지, 또 선후배 간의 소통은 어떻게 하고 있는지 알려주실 수 있나요?

회식이 정해져 있거나 하진 않아요. 분기에 한 번 정도 같은데, 보통은 같이 맛있는 곳을 가거나, 다른 연구실이랑 같이 회식하기도 해요. 저희는 전혀 수직적인 분위기가 없고, 아까 말씀드렸던 것처럼 토론하고 싶으면 토론하고, 물어보고 싶으면 물어보는 자유로운 분위기라고 할 수 있는 것 같아요.

### 14. 그러면 선배님께서 어떤 계기로 박상훈 교수님 연구실에 들어오게 되셨나요? 대기모형 연구실을 선택한 이유가 있으신가요?

저는 ‘기상프로그래밍’이랑 ‘전산유체역학’을 같이 들었어요. 둘 다 박상훈 교수님께서 수업하셨는데 적성에 잘 맞더라고요. 특히 ‘전산유체역학’에서는 방정식을 수치적으로 컴퓨터에 어떤 방식으로 넣어서 풀고, 그 방법을 다르게

하면 어떤 결과가 나오는지 배우는 수업인데 이 과목이 재미있는 거예요. 처음에는 옆 건물에 있는 계산과학공학 과에서 겨울방학에 인턴을 해봤어요. 그런데 거기서 배우는 공학적인 접근보다는 대기과학적인 게 더 재밌을 것 같다는 생각이 들었어요. 전산유체역학과 대기과학 둘 다 잡을 수 있는 게 여기라고 생각해서 4학년 1학기부터 쪽 대기모형 연구실에서 인턴을 하고 대학원으로 입학했죠.

### 15. 선배님께서 어떤 개인 연구를 하고 계시나요?

저는 석사 연구는 모델 예측성에 관해 연구하고 있는데요. 모델이 아무리 좋아도 예보 정확성에 한계가 있는데, 그 오차가 초기 조건으로 들어가는 관측에서 발생하기도 하고요. 그런데 저희가 모델을 항상 전 지구 모델만 볼 수는 없잖아요. 동아시아만 잘라서 예보를 하고 싶으면, 그 네모난 경계에 들어가는 값, 즉 ‘Boundary value’를 주어야 하는데 이게 정확하지 않아요. 여기서부터 성장하는 오차를 분석해서, 이 오차가 시간이 지날수록 어떻게 자라고, 결국 어떤 영향을 미칠 수 있는지를 연구했고요. 지금은 이 연구를 어떻게 확장할 수 있을지 생각하고 있는 단계 같아요.

### 16. 그럼, 선배님께서 졸업하고 난 후에, 이루고 싶은 꿈이나 목표가 있으신가요?

아직 시간이 많이 남아서 구체적으로는 말하기 어려울 것 같고요. 조금 추상적으로는 이 분야에서 혼자 어떤 연구를 해도 인정받고, 나의 의견에 무게가 실릴 수 있는 그런 전문가가 되고 싶어요. 조금 더 기회가 된다면 해외에 나가서 넓은 곳에서도 많은 사람과 소통하고 시야를 넓히고 싶다는 목표가 있어요.

### 17. 연구할 때 주로 겪는 어려움이 있다면 어떤 게 있으신가요? 그리고 그런 상황에서 어떻게 극복하시지도 궁금해요.

모델 구동에 있어 어려운 점은 모델을 다 돌리고 했는데 결과가 아닌 걸로 판명 났을 때인 것 같아요. 그런데 이게 정말 비밀비재하거든요. 한 사람당 몇 번씩 경험이 있어요. 그래서 여기서 헤쳐 나갈 때도 마음을 다잡고 하는 수밖에 없어요. 그리고 아무래도 오래 연구실에 있으면 하루하루가 비슷하게 느껴지는 매너리즘에 빠질 수 있는데요. 그래서 각자 취미가 있어요. 연구를 열심히 하는 것도 중요하지만, 따로 스트레스를 해소하는 각자 취미 생활을 갖는 것도 중요하다고 생각하고요. 또 계속 앉아 있으니까, 체형이나 건강이 안 좋아질 수 있거든요. 이렇게 지속되다 보면 체력적으로 힘들고, 연구도 인내심이 없어지는 악순환에 빠질 수 있어서 본인만의 해결법을 찾아야 하는 것 같습니다.

### 18. 대학원 생활을 하다 보면 바쁘고 힘들 것 같아요. 연구 시간 외에 휴식 시간을 어떻게 내시는지 궁금해요. 또 자신만의 시간을 어떻게 쓰시는지 궁금합니다.

학부생분들이 보시면 연구만 하는 이미지가 있으실 텐데, 저희가 취미가 많아서요. 대학원에서 밴드동아리 ‘247’도 열심히 하고 있고요. 연구를 진심으로 하는 만큼 다른 취미도 진심으로 해요. 저는 이제 연구 이외에 취미 생활도 중요하다고 생각해서, ‘247’ 같은 활동도 하고, 운동도 많이 하고, 개인적으로 PT를 받기도 하고요. 예전부터 하던 러닝 동아리가 있어서 그 친구들과 만나서 한강 달리기도 하고요. 연구실 사람들도 하나둘 같이하다 보니까 마라톤도 많이 나갔었어요. 다른 연구실에서 운동 좋아하는 사람들 몇 명이랑 모여서 작년엔 크로스핏이랑 헬스도 같이 운동하기도 했어요. 그래서 학부생분들이 보시는 것보다 정말 연구만 하고 살지 않고, 각자 취미에 진심인 사람들이 많다고 말씀드리고 싶어요.

### 19. 진로나 대학원을 고민 중인 학부생들에게 해주고 싶은 조언이 있으실까요?

만약 대학원이 고민 중이라면 그래도 흥미가 있는 분야가 있을 텐데 연구실 홈페이지에 들어가서 저희 메일이 쓰여 있어요. 조교를 했던 분이어도 좋고, 아니어도 좋으니까 혹시 상담을 해줄 수 있는지 메일로 물어보면 아마 되게 좋아할 거예요. 저희 분야가 좁다 보니까 검색으로는 알 수 없잖아요. 진짜로 연구실에 있는 사람이 얘기해주는 게 유일하고 가장 좋은 조언이거든요. 현실적인 조언을 많이 들을 수 있어요. 교수님께 메일을 하는 것도 좋아요. 정말 친절하게 해주실 거예요. 두 번째로는 인턴으로 한번 들어가서 일을 해보면 본인이 직접 느끼는 거니까 확실하게 알 수 있겠죠. 먼저 메일로 상담하고, 그다음 인턴을 해보면 고민이 사라질 거예요. 연구실이 나랑 맞을지 고민될 때는 혼자 검색하는 거보다는 무조건 메일을 해보면 좋겠어요.

### 20. 마지막으로 대기과학과 후배들에게 하고 싶은 말씀이 있다면 부탁드립니다!

이전과 이어지는 것 같은데, 전공을 살릴 마음이 있으시다면 이미 일하고 있는 분들과 얘기하는 기회가 많았으면 좋겠어요. 그런 시도를 많이 하면 본인이 가지고 있던 고민도 해결될 것 같아요. 그리고 대기과학이 여러모로 대두되다 보니까 세상에서 필요로 하는 분위기가 생긴 것 같아서 전공을 많이 살렸으면 싶은 바람이 있고요. 그 과정에서 학부생들과 소통을 많이 할 수 있도록 그런 자리가 생겼으면 하는 마음입니다.

신지은 기자(21, newjieun@yonsei.ac.kr)

# 알쏭달쏭 대기과학

## 지구의 선택과 인간의 선택 - 생물권과 대기권의 상호작용

영국의 과학자 제임스 러브록은 지구는 지구에 살고 있는 생물, 대기권, 대양, 토양까지 포함하는 신성하고 지성적인 존재라고 칭하며, 그리스 대지의 여신 '가이아'의 이름에 착안한 <가이아 이론>을 소개하였다. 그는 지구를 단순히 기체에 둘러싸인 암석덩이로만 볼 것이 아니라 생물과 무생물이 상호작용하면서 스스로 진화하고 변화해 나가는 하나의 생명체와 같이 볼 수 있다고 이야기한다. 필자는 그의 이론을 맹렬히 지지하진 않지만 지권, 수권, 대기권, 생물권으로 이루어진 지구계가 서로 복잡한 메커니즘으로 상호작용하는 모습이나, 그에 따른 결과가 각 권역에 나타나는 모습을 보면 그가 왜 지구를 '하나의 생명체'라 부르는지 이해가 되기도 한다. 특히 생물권은 작디작은 식물들이 모여 지면을 변화시킴으로써 복사 수지에 영향을 미치거나, 인간의 온실가스 배출로 인한 이상기온 현상이 일어나는 등 대기권과 다양하게 영향을 주고받고 있다.

이렇게 지구를 하나의 생명체로 본다면, 이 지구에 가장 큰 변화를 가져온 것은 인간이라는 세포일 것이다. 특히 앞서 이야기한 인간의 온실가스 배출은 대기의 이상기온 그 자체로만 나타난 것이 아니라 다양한 생물권에 또다시 영향을 미친다. 이번 2024년 1학기 알쏭달쏭 대기과학에서는 생물권과 대기권의 상호작용에 초점을 맞추어 자연 그대로의 상태에서의 생물권과 대기권의 상호작용을 알아보고, 여기에 인간이 개입해 이상기온이 발생했을 때의 생물권의 영향을 간단한 예시와 함께 알아볼 예정이다. 이를 통해 인간이 개입하지 않았을 때 지구는 어떠한 선택을 했는지 또, 인간이 개입을 선택할 때 다른 생물권에 미치는 영향은 어떠한지 이해해보자.

### 1. 지구의 선택: 자연 그대로일 때 생물권과 대기 - 데이지 세계 모델 (Daisy world)

- 구름이 아예 없고 대기가 투명해 온실효과가 없다. 즉, 지면과 대기의 온도가 같다.
- 행성의 생물은 검정과 흰색 데이지 꽃만 존재한다. (알베도<sup>1)</sup>는 흰색 꽃 > 지면 > 검정 꽃)
- 꽃은 0 °C 이하, 40 °C 이상에는 자라지 않으며 22.5 °C 일 때 가장 잘 자랄 수 있는 환경이다.
- 시간에 따른 꽃의 지역 분포 비율은 비어 있는 공간이 많을수록 크다.

데이지 세계 모델은 가이아 이론을 설명할 때 자주 쓰이는 가설 모델로, 위와 같은 행성을 가정한 후 이야기를 시작한다.

1) 물체가 빛을 받았을 때 반사하는 정도(반사도). 숫자가 클수록 더 많은 빛을 반사한다.

이렇게 가상의 행성을 가정하면 생물권이 하나의 꽃으로 제한되므로, 생물권과 대기권의 상호작용을 간단히 설명할 수 있게 된다. 즉, 흰색(검정) 데이지가 많을수록 태양빛이 더 적게(많이) 들어오고, 그로 인해 지면 온도가 변화해 데이지의 개체수에 영향을 미치는 일이 반복된다. 이해를 더욱 쉽게 하기 위해 행성 외에서 들어오는 태양빛(solar luminosity)이 변화할 때 꽃의 개체별로 상황이 어떻게 달라지는지 생각해보자.

**(a) 어떠한 데이지도 없는 경우(데이지와 지면의 색이 같은 경우)**

먼저 처음에는 어떠한 데이지도 없기 때문에 행성 알베도가 변하지 않는다. 따라서 태양빛이 변화하면 지면 온도가 그대로 변화한다. 따라서 22.5°C 일 때 지면과 같은 색인 데이지의 개체수가 많고 0°C 이하, 40°C 이상으로 갈수록 개체수가 감소한다.

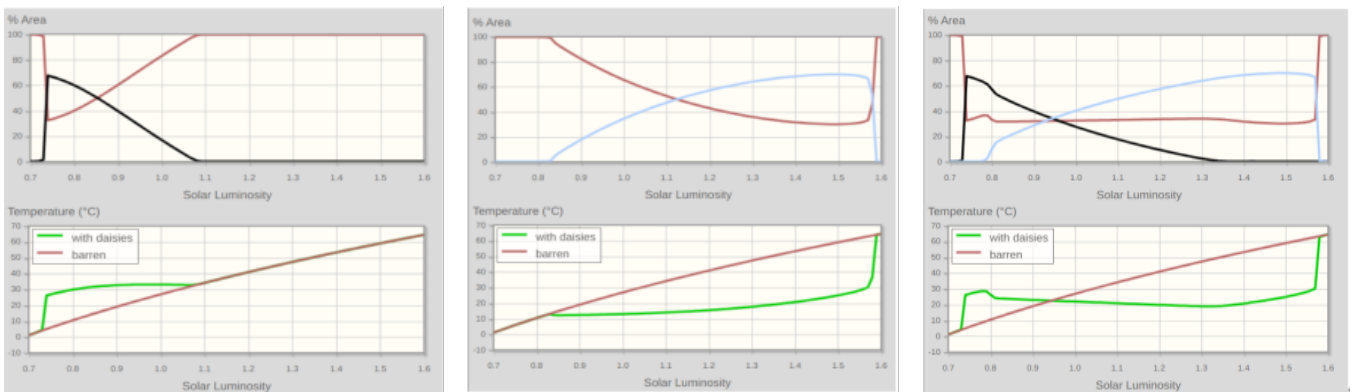


그림 1 (좌)검은색 데이지만 있는 경우, (중앙)흰색 데이지만 있는 경우, (우)흰색과 검은색 데이지 모두 있는 경우. 위는 면적, 아래는 온도 그래프를 나타내며, 빨간색 선은 덮이지 않은 면적 비율, 검은색 선은 검은색 데이지의 비율, 흰색 선은 흰색 데이지의 비율을 나타낸다.2)

**(b) 검은색 데이지만 있는 경우**

검은 데이지 꽃의 경우, 알베도가 낮아 태양빛을 잘 흡수하므로 온도가 낮은 환경에도 잘 자랄 수 있다. 따라서 온도가 낮은 곳에서도 적도를 시작으로 검은 데이지로 행성이 채워지게 된다. 그에 따라 행성이 검은색으로 덮이게 되므로 행성이 흡수하는 태양빛이 많아져 점차 행성의 기온이 매우 크게 상승하게 된다. 이때 온도가 계속해서 올라가면 데이지가 더 이상 자랄 수 없는 고온 환경이 되어 검은 데이지의 개체수가 감소한다.

**(c) 흰색 데이지만 있는 경우**

검은색 데이지와 다르게 흰색 데이지는 알베도가 매우 높기 때문에 태양빛을 잘 흡수하지 못하고 천천히 개체수가 증가한다. 계속해서 흰색으로 행성이 덮이면 행성 알베도가 증가하여 행성이 태양빛을 흡수하지 못해 온도가 낮아진다. 그로 인해 흰색 데이지도 살지 못하는 저온 환경이 되므로 개체수가 비선형적으로 감소하고, 그 후에 감소한 데이지로 인해 행성 알베도가 낮아지면서 기온은 다시 증가한다.

2) DaisyBall 4(<https://www.gingerbooth.com/html5/daisy/daisy.html>)에서 직접 모델을 돌린 결과이다.

**(d) 흰색과 검은색 데이지 모두 있는 경우**

먼저 검은색 데이지는 흰색 데이지에 비해 추운 환경에도 잘 자라므로 개체수가 빠르게 증가한다. 그로 인해 행성 알베도가 낮아지면서 들어오는 태양빛이 증가하고, 흰색 데이지의 개체수가 천천히 증가한다. 이 상태에서 검은색 데이지의 개체수 증가로 흡수하는 태양빛이 많아져 주변 온도가 계속해서 높아지기 때문에, 자신의 체온을 낮게 유지시킬 수 있는 알베도가 큰 흰색 데이지가 더 많이 번성할 수 있게 된다. 이에 따라 흰색 데이지가 검은 데이지보다 많아지면 주변 온도가 낮아지고 다시 검은색 데이지가 번성하고 또다시 온도가 높아져 흰색 데이지가 번성하는 식으로 과정이 반복된다.

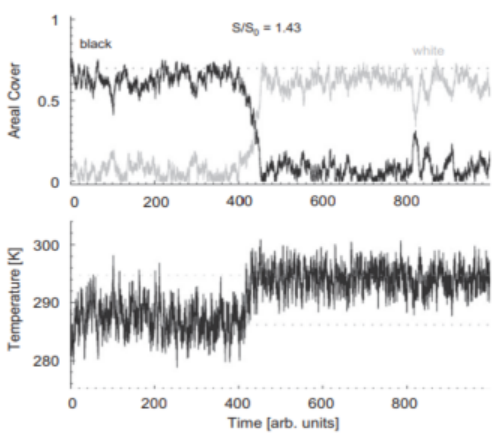


그림 2 시간에 따른 데이지 지역 분포와 온도 변화.  $S/S_0$ 는 들어오는 태양빛(solar luminosity)의 비율 (Nielsen & Ditlevsen, 2009)

앞선 상황들을 종합한 결과, 가상 행성에서 흰색과 검정색 데이지의 비율에 따라 행성 알베도가 변화하고 그에 따라 온도가 변하기 때문에, 시간에 따른 꽃의 개체수 변화만으로 행성 온도가 조절된다는 것을 알 수 있다. 이처럼 한 생물에 의해서 행성 알베도가 변화하고 이러한 변화로 인해 다시 대기권의 온도가 조절되는 피드백 과정을 쉽게 설명한 것이 바로 이 데이지 세계 모델이다.

데이지 세계 모델은 인간에 의한 온실가스의 영향은 제외하고 단순한 모델로서 생물권과 대기권의 주고받는 관계를 이야기하였다. 이 모델은 극단적으로 생물권이 데이지 꽃 단 하나일 때를 설명했기 때문에 다양한 생물권이 들어오면 대기권과의 상호작용에 또 다른 영향을 줄 수 있다. 그렇다면 데이지 꽃 외 다른 생물 중 특히 인간이

개입했을 때의 대기권과 생물권의 상호작용이 어떻게 되었는지 이야기해보자.

**2. 인간의 선택과 생물권의 위협: 꿀벌이 사라지고 있다**

서론에서 이야기했듯 인간은 온실가스를 통해 대기권에 영향을 미쳐왔다. 인간으로 말미암아 발생한 대기권의 이상기온 현상은 생물권에 또다시 어떠한 영향을 미치게 될까? 최근 미디어에는 이상기온으로 인해 서식지가 줄어들고 멸종해가는 생물권의 이야기를 많이 보도하고 있다. 그 중 앞서 알아보았던 데이지 꽃 이야기에 이어, 꽃과 가장 밀접한 생물인 꿀벌을 이야기하고자 한다.

꿀벌은 생물권에게 굉장히 중요한 역할을 한다. 식물의 수분을 도와주어 열매를 맺히게 해 번식을 돕고, 그 열매는 다시 다른 동물에게 먹이가 된다. 이러한 굴레 속에서 만약 꿀벌이 사라진다면 식물이 번식을 하지 못해 개체수가 줄어들고, 그로 인해 초식 동물의 개체수가 감소해 먹이 피라미드가 붕괴함으로써 결국 생물권 자체가 없어질 위기에 처할 수 있다.

이렇게 중요한 꿀벌이 집단으로 폐사하고 대량으로 실종되는 사건이 최근 우리나라 많은 곳에서 발생하고 있다. 한 기사에서는 꿀벌들이 최대 180억 마리 이상 사라졌다고 보도했으며, 한국 양봉 협회에 따르면 2023년 4월 기준, 회원 농가 별통 61%의 꿀벌이 집단으로 폐사했다고 한다. 또한 대부분의 기사들이 이러한 상황의 원인으로 기후 변화로 인한 이상기온과 병충해를 이야기한다. 특히 2023년 겨울철과 같이, 6일 만에 20°C 가까이 기온이 차이나는 급격한 기온 변화에 꿀벌들이 적응하지 못해 폐사한다는 것이다. 그렇다면 정말 기사들의 내용처럼, 꿀벌의 집단 폐사 및 대량 실종과 겨울철 극심한 기온 변화는 관계가 있었던 것일까? 이에 대해 알아보기 위해, 국가농림기상센터 연구개발부(이하 국가농림기상센터)에서 진행한 연구를 소개하고자 한다.



사진 꿀벌이 바쁘게 일하는 모습 (출처: Pexels)

먼저 꿀벌이 겨울철 기온에 영향을 받는지 알아보기 위해서는 꿀벌의 월동 준비와 겨울철의 생리를 알아보아야 한다. 꿀벌은 추워지면 서로 뭉쳐서 열을 보존하기 때문에 월동 봉구<sup>3)</sup> 형성을 위해 일찍이 겨울벌<sup>4)</sup> 생산(산란)을 시작한다. 보통 월동을 위한 겨울벌 산란은 추분인 9월 23일부터 10월 23일까지 1달동안 진행한다. 이후 11월부터는 낮은 온도로 산란 활동을 하지 않고 뭉쳐서 열을 보존하며 겨울철 추운 날씨를 견딘다.

이러한 꿀벌의 겨울철 생태 속에서 문제가 생길 때는 딱 두 가지이다. 첫번째는 늦가을 겨울벌 산란이 일어나는 시기에 온도가 12°C 이하로 떨어지는 시기이다. 이 때 낮은 온도로 인해 꿀벌이 여왕벌의 산란보다는 보온 활동에 초점을 맞추어 겨울벌 산란이 잘 되지 않게 된다. 따라서 꿀벌이 추운 겨울철 열을 보존할만한 개체수가 형성되지 않아 추위 속 집단 폐사가 일어날 수 있다. 두번째는 특히 12월 초, 낮시간에 12°C 이상이 3일 이상 지속되는 날씨이다. 이 때는 꿀벌들이 따뜻한 겨울 날씨에 의해 보온 활동을 멈추고 다시 겨울벌 산란을 시작한다. 이는 겨울철 이상 고온으로 벌들이 산란을 시작한 것이기 때문에, 내부에서 겨울벌이 산란으로 인한 육아를 시작하게 된다. 이로 인해 겨울벌의 체내 호르몬 구성 및 생리가 달라져, 수명이 40일로 줄어들게 된다. 즉, 겨울벌의 수명이 짧아져 꿀벌이 오래 살아남지 못해 빨리 폐사할 가능성이 있다.

이러한 꿀벌의 생태를 반영하여, 국가농림기상센터는 겨울벌 산란이 일어나는 시기(9/23~10/23, 겨울벌 양성 시기)는 12°C 이하, 11월부터의 겨울철 시기(월동 봉구)에는 낮 시간 12°C 이상의 온도가 겨울철 꿀벌 생태에 영향을 미친다고 가정하고 겨울철 각 시기별 평균기온을 조사하였다. 지역은 꿀벌 실종이 가장 많이 발생한 남부, 특히 전라남도 위주로 진행하였다.

3) 겨울철을 지내기 위해 뭉쳐서 형성되는 벌 무리

4) 월동 봉구 형성 시기에 태어나는 벌들을 말한다. 생리적으로 여름벌(=활동벌, 육아벌)과 달리 수명이 150일 정도로 길며 육아를 하지 않는다.



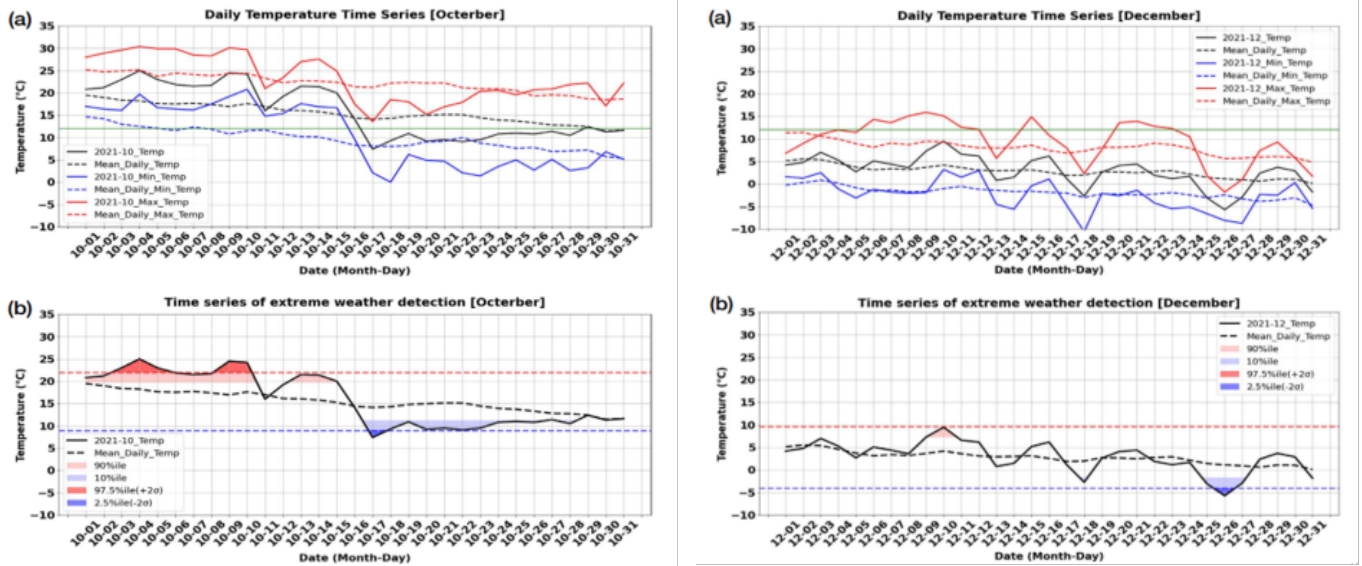


그림 3 2021년 영남 지역 (좌)10월 한 달 시계열 그래프, (우)12월 한 달 시계열 그래프. (a)는 일평균온도, (b)는 이상기온 탐지 그래프이며 실선은 2021년 10월 영남 지역의 일 평균기온, 검은색 파선은 2021년을 제외한 일 기온자료의 평균을 나타낸다. 열은 파란색과 빨간색은 각각 준 이상저온과 준 이상고온, 빨간색과 파란색으로 채워진 날짜의 경우 이상저온과 이상고온을 의미한다. (Lee et al., 2022)

### 겨울별 양성 시기 온도 변화(10월)

전라남도 영남 지역의 10월 한달간 일 평균 기온 시계열을 확인한 결과 10월 15일 이후 기온이 급격하게 온도가 내려가, 10월 15일 20°C에서 17일 8°C로 약 12°C의 온도차이를 보였다. 그림 3의 왼쪽 (b) 그래프에서 10월에 이상고온 현상과 이상저온 현상이 연이어 나타나는 것을 연관 지어 생각해보면, 겨울별 양성 시기에 12°C보다 낮은 기온과 극심한 기온 차로 인해 꿀벌이 제대로 겨울별 양성을 하지 못하였을 것이라 추측할 수 있다.

### 월동 봉구 시기 온도 변화(12월)

이번에는 겨울철 12월 영남 지역의 시계열 그래프(그림 3의 오른쪽)를 확인한 결과, 12월임에도 12°C 이상의 온도가 3일 이상 지속되는 경우(12/05~12/10)가 있었으며, 12월 9일의 경우 준 고온 현상이 나타났음을 확인할 수 있었다. 이는 겨울철 이상 고온 현상에 의해 겨울벌이 오래 살지 못하고 죽었을 가능성이 있음을 시사한다.

국가농림기상센터의 연구 결과, 전라남도 영남에서 겨울별 양산 시기(10월)에는 12°C 이하의 이상저온이, 월동 봉구 형성 시기(12월)에는 12°C 이상의 평년치보다 높은 온도로 인해 꿀벌 월동 폐사와 실종에 기온적으로 영향을 있음을 확인할 수 있었다. 여기에서는 지면 관계상 자세히 언급하지 않았지만 영남뿐만 아니라 제주나 서귀포 등 다른 남부지역에서도 유사하게 10월 이상 저온, 12월 이상 고온의 경향을 보였다고 한다. 즉, 남부지역에서의 이상기온이 꿀벌 월동 폐사와 관련이 있음을 확인할 수 있었다.

앞선 두 예를 통해 생물권과 대기권의 상호작용을 알아보았다. 인간의 개입이 없는 데이지 월드는 가설 모델이기 때문에 단기간에 변화한 것 같지만, 행성 알베도가 확실히 변화하기 전에는 기온이 올라가거나 내려가지 않는다. 그에 비해 겨울철 단기간에 일어난 기온변화는 많은 꿀벌들을 폐사에 이르게 했다. 물론 꿀벌 월동 폐사의 경우, 데이지 세계 모델처럼 대기권과 생물권이 영향을 주고받기보다는 대기권이 생물권에 일방적으로 영향을 주는 것처럼 보일 수 있다. 하지만 데이지 세계 모델처럼 꿀벌의 폐사의 영향을 생각해보자. 본문에서 말했듯 꿀벌은 식물의 수분에 중대한 역할을 한다. 꿀벌이 결국 없어진다면 식물도 수분할 생물이 줄어들어 개체수가 줄어들고, 식물로 뒤덮인 땅이 맨땅으로 바뀌는 비율이 늘어나 행성 알베도가 높아진다. 그렇게 되면 태양빛을 반사해 기온이 낮아지기 때문에 또 다시 대기권에 생물권이 영향을 미치는 것이다. 어쩌면 인간이 배출한 온실가스로 지구온난화가 발생했고, 그로 인한 이상기온으로 꿀벌이 없어진다는 것은 어쩌면 생물권 → 대기권 → 생물권으로 이어지는 연쇄 작용일지도 모른다.

이러한 과정을 보면 인간도 하나의 생물이라는 점에서, 꿀벌의 폐사는 생물권이 대기권 영향을 통해 생물권 자신에 영향을 미치고 있다고 볼 수 있다. 그리고 이러한 과정이 가이아 이론에 따라서 지구라는 생명체가 자신의 높아진 온도를 낮추기 위해 하는 선택이라고 생각해 볼 수도 있다. 생물권의 일부로서, 그리고 지구의 하나의 '세포'로서 인간은 어떻게 살아야 될까? 또 그러한 인간은 지구에게 어떠한 영향을 주고 있는 것일까? 적어도 꿀벌이 죽어가는 것을 보면, 그렇게 좋은 영향을 주고 있는 것 같진 않다. 지구의 선택은 모든 생명체에게 평등하다. 데이지 세계 모델에서 데이지 꽃의 개체수가 조절된 것처럼, 이상기온으로 꿀벌이 폐사했던 것처럼, 인간 또한 지구의 선택 대상이 될 수 있다. 미래의 어느 관측자는 '지구와 인간의 상호작용을 통해 인간의 개체수가 조절되었다'라고 담담하게 말할지도 모른다. 이것이 진정 미래의 일일지, 당장 눈앞에 닥친 일일지는 생각해봐야 하겠지만 인간이 지구의 선택을 막을 수 없음은 자명하다. 인간은 지구 생태계의 일부이면서 동시에 선택의 주체이다. 그렇다면 지구의 선택에 앞서, 인간은 어떤 선택을 내려야 할지 질문하며 글을 마친다.

#### 참고문헌

- Jones, J. C., & Oldroyd, B. P. (2006). Nest thermoregulation in social insects. *Advances in insect physiology*, 33, 153-191.
- Lee, S. J., Kim, S. H., Lee, J., Kang, J. H., Lee, S. M., Park, H. J., ... & Jung, C. (2022). Impact of ambient temperature variability on the overwintering failure of honeybees in south Korea. *J. Apiculture*, 37(3), 331-347.
- Nielsen, P. N., & Ditlevsen, P. (2009). On the homeostasis and bistability on a Gaian planet. *Planetary and Space Science*, 57(4), 491-497.
- 김동은. (2024년 2월 7일). "1억 마리 이상 폐사"...이상 한파에 사라진 꿀벌 [영상]. SBS 뉴스. [https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news\\_id=N1007528674&plink=COPYPASTE&cooper=SBSNEWSSEND](https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1007528674&plink=COPYPASTE&cooper=SBSNEWSSEND)
- 나윤흠. (2023년 12월 25일). 이상기온 이어져...꿀벌 실종·폐사 우려. *이로운넷*. <https://www.eroun.net/news/articleView.html?idxno=39584>
- 이은용. (2023년 5월 25일). 올해 꿀벌 180억 마리 사라져... '흉작' 전망. *농축유통신문*. <https://www.amnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=53764>

이효영 기자(20, gy5847@yonsei.ac.kr)

# 연구 소식

## 2023년 BK21

### 연세대학교 지구·대기·천문 교육연구단 연구 성과

#### 2023년 1월 게재 논문

- Aerosol Layer Height Retrieval from the Advanced Himawari Imager using Spectral Reflectance Sensitivity (참여교수: 김준 교수)
- Assessment of air quality in North Korea from satellite observations (참여교수: 구자호 교수, 김준 교수)
- Long-term Characteristics of the Meteor Radar Winds Observed at King Sejong Station, Antarctica (참여교수: 송인선 교수, 전혜영 교수)
- Southern Ocean Control of 2°C Global Warming in Climate Models (참여교수: 안순일 교수)

#### 2023년 2월 게재 논문

- Compensation between Resolved Wave Forcing and Parameterized Orographic Gravity Wave Drag in the Northern Hemisphere Winter Stratosphere Revealed

in NCEP CFS Reanalysis Data (참여교수: 전혜영 교수)

- Physical and biogeochemical responses in the Southern Ocean to a simple parameterization of Langmuir circulation (참여교수: 송하준 교수)

- Sensitivity of Real-Time Forecast for Typhoons Around Korea to Cumulus and Cloud Microphysics Schemes (참여교수: 박상훈 교수)

- Tropospheric NO<sub>2</sub> vertical profiles over South Korea and their relation to oxidant chemistry: implications for geostationary satellite retrievals and the observation of NO<sub>2</sub> diurnal variation from space (참여교수: 구자호 교수, 김준 교수)

출처: 연세대학교 지구·대기·천문 교육연구단 홈페이지 (<http://bk21eaa.yonsei.ac.kr/>)

## 홍진규 교수팀, 동아시아 극한 폭염 조절 요인 규명

최근 발생하는 폭염은 화석연료 배출에 의한 지구온난화를 주된 요인으로 이해하고 있지만, 폭염 발생과 강도는 지역별 발생 편차가 매우 커 다양한 변수에

의한 복합적인 요인을 고려하지 않고서는 정확한 진단이나 예측이 어려운 것이 사실이다.

홍진규 교수 연구팀은 그동안 연구가 최근 발생한 동아시아 지역별 메가 폭염의 조절 인자에 대한 분석을 수행하기 위해 고해상도의 대기 모델과 요인 분석 기법을 새롭게 활용했다.

연구 결과 기압의 블로킹 효과와 가뭄, 해양 효과에 대한 영향이 한·중·일 간 차이가 존재한다는 것이 밝혀졌다. 중국 폭염의 경우 가뭄의 역할이 상대적으로 크며, 일본 폭염의 경우에는 해양의 효과가 상대적으로 컸다. 반면 한국의 경우, 지형의 복잡성과 대륙-해양의 복합적 영향에 의해 기압의 블로킹 효과, 가뭄, 해양 효과가 상대적으로 고른 영향을 미쳤다.

이와 함께 폭염 기간에도 폭염 조절 원인이 서로 다를 수 있으며, 그동안 국내외 폭염 연구에서 간과한 다양한 폭염 조절 인자들 사이의 상호작용이 동아시아 폭염에서는 무시할 수 없는 요인임을 밝혀 향후 폭염 연구에 중요한 시사점을 제시했다.

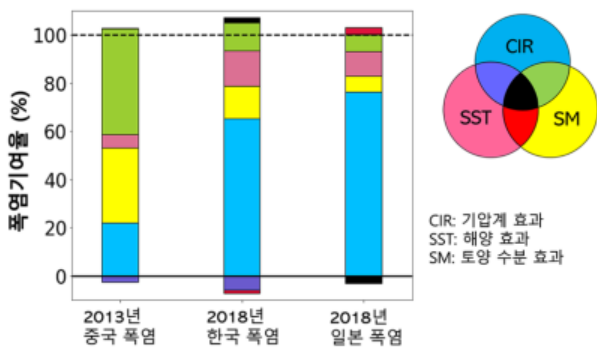


그림 1 중국, 한국, 일본에서 최근 발생한 극한 폭염 조절 인자의 상대적 기여도

홍진규 교수는 “이러한 연구 결과는 동아시아 폭염의 특성이 유럽과는 다르게 훨씬 복잡하다는 것을 말한다.”며, “단순히 유럽 폭염의 원인을 개별적이고 독립적으로 판단해 단일 원인을 찾기보다는 다양한

인자들의 상호작용 측면에서 새롭게 연구해야 할 것”이라고 말했다. 아울러 “이는 미래에 더욱 강하고, 자주 발생할 것으로 예상되는 가뭄-폭염 복합 재난에 대한 이해와 예측을 향상시키는 첫걸음이 될 것”이라고 이번 연구의 의의를 밝혔다.

한편, 이번 연구는 국립기상과학원 WMO IG3IS지원사업(KMI2021-01610)과 한국환경산업기술원의 신기후체제대응환경기술개발사업(RS-2023-00221109)의 지원을 받아 수행됐으며, 연구 결과는 지구과학 관련 최상위 국제 권위지 ‘지오사이언스 프론티어스(Geoscience Frontiers, IF 8.9)’에 10월 18일 온라인 게재됐다.

논문정보

- 논문제목: Factor analysis of recent major heatwaves in East Asia
- 논문링크: <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101730>

출처: 연세소식 vol. 634

## 대기예측성 및 자료동화연구실 서민경 연구원, 2023년 한국기상학회 가을학술대회 '우수논문발표상' 수상

대기예측성 및 자료동화연구실 소속의 서민경 연구원이 지난 가을 개최된 '2023년 한국기상학회 가을

학술대회'에서 '우수논문발표상'을 수상하였다.

한국기상학회는 1963년에 창립되어 SCI급 학술지인 Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences와 등재지인 대기지를 출간 중이며, 매년 춘계학술대회, 추계학술대회, 5개 학술분과 등을 통해 대기과학 전 분야에 걸쳐 최신 연구 업적을 발표하는 국내 최대 규모의 전문학술단체이다.

서민경 연구원은 'Effect of meteorological data assimilation using 3DVAR on high-resolution simulations of atmospheric CO2 concentrations in East Asia'라는 연구를 통해 환경 및 응용 기상 분과에서 우수함을 인정받아 수상하였다.

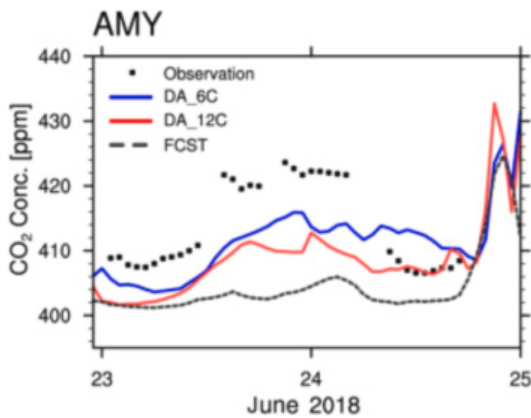


그림 2 2018년 6월 23일에서 25일까지 안면도에서 관측 및 모의된 지표면 이산화탄소 농도값의 시계열

본 연구는 기상 데이터의 자료동화가 동아시아의 이산화탄소 농도 모의에 미치는 효과를 탐구하였다. 연구 결과, 자료동화 없이 실행된 실험에 비해 6시간의 자료동화 간격을 둔 실험에서, 모의된 이산화탄소 농도의 RMSE가 감소하였다. 결론적으로 WRF-chem 모형과 3DVAR 방식의 자료동화를 이용한 기상 예보는 동아시아의 고해상도 이산화탄소 모의를 개선시킴을 밝혀냈다.

출처: 한국기상학회, 연세소식 vol. 635

## 홍진규 교수팀, 지형적 특성 고려한 풍력 발전 예측 기술 개발

기후 위기에 따라 전 세계적으로 온실가스 감축을 위한 노력이 커지면서 재생 에너지 사용 비율이 증가하고 있다. 특히 탄소국경조정제도의 도입은 우리나라 사회 경제 전반에 큰 영향을 미칠 것으로 예상돼 산업계에서도 재생 에너지 사용은 필수적인 요소로 부상하고 있다. 그러나 풍력을 비롯한 재생 에너지는 기존 화석 연료 에너지에 비해 시공간에 따른 변동성이 크기 때문에 정확한 발전량 예측이 어려운 문제가 있다.

특히 우리나라는 복잡한 산악 지형으로 인한 바람의 시공간 변동성이 매우 크기 때문에 풍속 및 풍력 에너지 예측이 어려우며, 이는 인공지능 기술로도 해결할 수 없는 문제로 여겨져 왔다.

이에 홍진규 교수 연구팀은 복잡한 산악 지형에서 풍력 발전량 예측을 위해 바람 예측성을 향상시킨 대기 모델과 인공지능 기법을 활용했다. 특히 인공지능의 예측성을 향상시킬 수 있는 자료 추출 및 선택 방법을 알아내 향후 복잡한 산악 지역에서의 풍력 발전량 예측 성능을 획기적으로 개선할 수 있는 방향성을 제시했다.

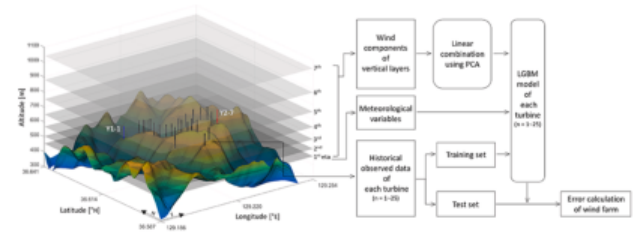


그림 3 제안된 풍력 예측 방법의 다이어그램

연구에 참여한 이근민 연구원은 “이러한 연구 결과

는 풍력 에너지 확대를 위해 필요한 풍력 발전량 예측의 불확실성을 줄여, 재생 에너지 확대와 이를 통한 탄소 중립 사회에 크게 기여할 것”이라고 연구의 의미를 밝혔다.

이번 연구는 국립기상과학원 WMO IG3IS 지원 사업(KMI2021-01610)과 국립환경과학원(NIER-2023-04-02-052)의 지원을 받아 수행됐으며, 연구 결과는 에너지 관련 최고 권위의 국제 학술지인 ‘에너지(Energy, IF 9.0)’에 11월 22일 온라인 게재됐다.

#### 논문정보

- 논문제목: Day-ahead wind power forecasting based on feature extraction integrating vertical layer wind characteristics in complex terrain
- 논문링크:  
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129713>

출처: 연세소식 vol. 634

---

편집: 장세연 기자(20, saeegg911@yonsei.ac.kr)

# 학과 소식

## 졸업을 축하합니다!

### 학부

이민엽(15) 임상혁(15) 이지원(16) 임명환(16)  
김지환(17) 최가현(17) 김현진(18) 박석연(18)  
문석환(18) 문준영(18) 방한빈(18) 오일섭(18)  
한정희(18) 강욱(19) 김지성(19) 민혜원(19)  
유다은(19) 김경돈(20) 장새연(20)

### 석사

나성균(21) 김정우(22) 박효진(22) 유승민(22)  
최현의(22) 한경훈(22)

### 박사

이근민(15) 허은숙(18)

### 통합

라인엽(17) 조예슬(18)

## 신임 대기과학과 학과장에 김현미 교수 부임

2023년도 2학기 부로, 대기예측성 및 자료동화 연구실(Atmospheric Predictability and Data Assimilation Laboratory)의 김현미 교수가 연세



사진 1 김현미 신임 학과장

대학교 대기과학과 학과장에 부임하였다.

김현미 신임 학과장은 미국 위스콘신대학교 매디슨에서 박사학위를 받고 대한민국 기상청(KMA) 연구원을 거쳐 연세대학교 교수로 재직 중이다.

김현미 교수는 국내외에서 자료동화, 예측가능성, 대기질 모델링, 기후 빅데이터, 종관규모 및 대규모 역학과 관련된 연구 활동을 활발히 수행하고 있다.

## 2023년

## 기상기후기술오픈세미나 개최

2023년 11월 10일, 연세대학교 백양누리 최영홀에서 기상기후기술오픈세미나가 개최되었다.

본 행사는 연세대학교 창업지원단과 한국기상산업기술원에서 공동으로 주최한 것으로, 1부 기술교류 세미나에서 연세대학교 대기과학과 송하준 교수가 "Catastrophe modeling: 지구과학분야에서 접근

하기", 유명희 교수가 "우리 사회 기상 기후 환경문제: 빅데이터를 활용한 대중의 문제 인식 분석"을 주제로 발표하였다.

2부 창업자 초청 강연에서는 GI E&S 윤미옥 대표가 위성영상을 이용한 창업 및 국방, 기상·기후 분야로의 사업 확장 사례를 발표하였다. 윤 대표는 사업의 해외 진출 성공 요인으로, 현지 파트너십을 기반으로 한 시스템과 교육의 동반을 꼽았다.



사진 2 기상기후기술오픈세미나 행사 사진 (출처: 한국금융경제신문, <https://www.kfnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=613356>)

## 대기과학과 밴드 동아리 〈247〉 공연 성황리에 마쳐

2023년 11월 24일, ClubAOR 공연장에서 대기과학과 유일무이 밴드 동아리 〈247〉의 정기 공연이 열렸다.

〈247〉에는 새내기부터 대학원생까지 다양한 학번이 속해 있다. 그러므로 매 학기 한 번의 정기 공연은 대기과학과 선후배가 어우러지는 화합의 장이 된다.

지난 2023년 2학기에는 대학원생으로 구성된 '알



사진 3 〈247〉 정기 공연 포스터



은물'팀, 20~21학번으로 구성된 '무지성밴드'팀, 더 폭넓은 학번으로 구성된 '보석'팀, 23학번 새내기들로 구성된 'on the rock'팀이 결성되었다. 이외에도 각 팀의 인원이 모여 '멋진 헛간', 'creep' 특별 무대를 구성하기도 하였다.

지난 정기 공연명은 '이 밤을 사운드로 칠해' 였다. 그 이름대로, 당일 공연장을 찾은 백 명 남짓의 관객들은形形色색의 사운드로 가득찬 밤을 보냈다. 한 관객은 "부원들의 실력에 놀랐으며, 열정적인 공연에 시간 가는 줄 몰랐다"며 감상을 남겼다.

〈247〉은 이번 2024년 1학기에도 신입 부원을 모집하며 관객들을 위한 정기 공연을 준비할 계획이다.

## 대기과학과 학술 동아리 〈기상천외〉 활동 돌아보기

2021년도부터 대기과학과 학생들의 학술 및 교류의 장이 되었던 〈기상천외〉는, 매 학기 활동 내용과 기간을 달리 하며 부원들에게 다양한 경험을 제공하고 있다.



지난 2023년 2학기에는 11월에서 기말고사 기간 이전까지 집중적으로 활동하였다. 매주 대기과학과 관련 논문을 읽고 발표하는 논문 스터디, 기상 데이터 처리 및 시각화의 방법을 공부하는 코딩 스터디, 자연과학 분야의 책을 읽고 토론하는 독서 스터디가 진행되었다.

운영진이 기획하여 진행한 위의 스터디들과 함께, 학부생이 직접 기획한 '마술' 스터디도 활발히 진행되었다. 매주 카드 마술의 원리와 테크닉을 배우는 방식으로 진행되었으며, 본 스터디를 통해 마술에 흥미를 갖고 스스로 테크닉을 공부해오는 부원도 있었다. 이처럼 기존 스터디뿐 아니라 대기과학과 구성원이 원하는 어떤 스터디든 실현시킬 수 있다는 점이 <기상천외>의 큰 장점이다.

<기상천외>는 이번 2024년 1학기에도 신입 부원을 모집하며 대기과학과 구성원들이 유익하게 즐길 수 있는 활동을 이어간다.

---

편집: 장세연 기자(20, saeegg911@yonsei.ac.kr)

# 2024학년도 1학기

<b>02 FEB</b>	14(수)~20(화) 22(목) 22(목)~28(수) 25(일) 26(월)	2024-1학기 수강신청 복학 접수 마감 2024-1학기 등록 졸업예배 학위수여식
<b>03 MAR</b>	1(금) 2(토) 6(수)~8(금) 7(목) 12(화)~14(목) 13(수)~19(화) 15(금) 25(월)~30(토) 31(일)	삼일절 개강 수강신청 확인 및 변경 교무위원회 2024-1학기 추가등록 조기졸업 신청 미등록자 일반휴학 접수 마감 고난주간 부활절
<b>04 APR</b>	4(목) 8(월) 20(토) ~ 26(금) 29(월)~5.1(수) 29(월)~5.3(금)	교무위원회 학기 1/3선 중간시험 수강철회 2024-2학기 캠퍼스내 소속변경 신청
<b>05 MAY</b>	1(수) 2(목) 2(목)~3(금) 5(일) 6(월) 8(수) 11(토) 15(수) 16(목) 19(일)	근로자의 날 교무위원회 S/U평가 신청 어린이날 어린이날 대체휴일 은퇴교수의 날 창립기념일 부처님 오신 날, 학기 2/3선, 일반휴학 접수 마감 질병휴학 접수 시작 성령강림절
<b>06 JUN</b>	3(월) 6(목) 8(토)~14(금) 13(목) 15(토)~21(금) 24(월) 24(월)~28(금) 26(수) 28(금) 7.17(수)	질병휴학 접수 마감 현충일 자율학습 및 보충수업 기간 교무위원회 학기말시험 여름방학 시작 2024-2학기 캠퍼스내 복수전공 · 연계전공 신청 여름계절제 수업 시작 2024-1학기 성적제출 마감 여름계절제 수업 종료