


# At The Moment

# 연세대학교 대기과학과

# 뉴스레터

2023학년도 2학기 제5호

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

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

 +82-2-2123-8150

발행일 2023.08.31  
발행인 전해영  
발행처 연세대학교 대기과학과

편집자 어회진(17) 이효영(20) 장새연(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

대기과학과 사람들을 만나다	· See You Again: 졸업생과의 인터뷰 미국국립대기연구센터(NCAR) 신혜움 박사님 인터뷰	3
-------------------	--	---

## 02

함께하는 대기과학과	· 대기과학과 총MT 스케치	12
---------------	-----------------	----

## 03

대기과학과 연구실 소개	· ‘경계층기상/환경 연구실(유영희 교수님)’ 소개 - 유영희 교수님과 인터뷰	14
-----------------	---	----

## 04

알쏭달쏭 대기과학	· 하늘에서 행복의 방정식을 찾다	22
--------------	--------------------	----

## 05

동아리로 이어지는 대기과학과	· 하늘과 학문과 별과 청춘	30
--------------------	-----------------	----

## 06

학과 소식	· 졸업을 축하합니다! · 연세대학교 대기과학과 박민주·유승민·차혜지 연구원, 2023년한국기상학회 봄학술대회 ‘우수논문발표상’ 수상 · 연세대학교 대기과학과 경계층기상/환경 연구실의 유영희 교수 부임 · 연세대학교 대기과학과 라인엽 연구원, 2023학년도 1학기 연세대학교 대학원 혁신 우수논문 발표회 ‘학과우수논문상’ 수상 · 연세대학교 대기과학과 안순일 교수, 연세대학교 2022학년도 ‘우수업적교수상’ 우수상 수상 · 탄소중립을 위한 에너지 전환과 기상 및 기후 서비스에 관한 제언 보고 · 창업지원단, 국내 대학 1호 ‘기상기업성장지원센터’ 열어	36 37 38
-------	--	----------------

# 대기과학과 사람들을 만나다

See You Again: 졸업생과의 인터뷰

미국국립대기연구센터(NCAR) 신혜음 박사님



사진 1 신혜음 박사님과 뉴스레터 인터뷰 사진

〈대기과학과 사람들을 만나다〉 see you again은 다양한 분야로 진출하신 연세대학교 대기과학과의 졸업생 선배님들의 이야기를 담아 왔다. 이번 2023년도 2학기 뉴스레터에서는 미국 국립대기연구센터(National Center for Atmospheric Research, 이하 NCAR)에서 연구원으로 계시는 신혜음 박사님과 지난 8월 11일 인터뷰를 진행했다. 신혜음 박사님은 2013년부터 2016년까지 미국 NCAR에서 박사 후 연구원 과정을 마치고 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, 이하 NOAA) 산하 지구물리 유체역학 연구소(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, 이하 GFDL)에서 연구원으로 계시다가 2019년부터 지금까지 NCAR에서 연구하고 계신다. 신혜음 박사님과 함께 NCAR에서의 연구부터 졸업 후 연구원으로서의 진로까지 다양한 이야기를 나누어보았다.

**1. 안녕하세요, 인터뷰에 응해주셔서 정말 감사드립니다. 먼저, 박사님께 뉴스레터 독자들을 위해 간단한 소개 부탁드립니다. 될까요?**

네, 먼저 이렇게 대기과학과 뉴스레터 인터뷰에 초청해주셔서 감사드립니다. 저는 지금 미국 국립대기연구센터,

NCAR에서 연구원으로 일하고 있는 신혜움입니다. 저는 대기과학과 04학번이고, 2013년 2월 동 대학원에서 박사학위를 취득한 후에 2013년 11월부터 현재까지 미국에서 연구원 생활을 하고 있습니다.

## 2. 박사님께서 어떻게 대기과학과에 오시게 되셨고, 대학원까지 진학하게 되셨나요?

저는 우연한 계기로 대기과학과 진학을 선택했는데요. 고등학교 2학년 때까지만 해도 이과 학생이긴 했지만, 과학이나 수학보다 언어나 윤리 과목을 더 좋아했고 연구원이라는 직업에는 큰 관심이 없었어요. 고등학교 3학년 때 지구과학 경시대회에 나가게 됐는데, 그때 처음으로 시험처럼 내가 아는 지식을 물어보는 게 아닌, 내가 알고 있던 지식과 문제에 제시된 단서를 바탕으로 어떤 새로운 결론을 도출하는 문제를 접했어요. 수많은 문제 중 그렇게 딱 한 문제를 겨우 풀었는데 굉장히 큰 희열과 성취감을 느꼈어요. 지금 생각해 보면 그 문제를 풀어나가는 과정이 연구하는 과정과 비슷했던 것 같아요. 그래서 이게 연구원의 업이고 삶이라면 앞으로 연구원의 길을 가고 싶다는 생각이 들었어요. 그때 풀었던 문제가 마침 대기과학과 관련된 문제여서 그 일을 계기로 연세대학교 대기과학과에 입학하게 됐어요. 그래서 제 경우, 고등학교 때 이미 대학 졸업 후의 진로를 결정했기 때문에, 학부 과정 때는 진로 선택 관련 고민을 덜 했던 것 같아요. 그렇게 대기과학과 대학원에도 진학했습니다.

## 3. 그럼, 대학원을 졸업하신 후에 어떤 계기로 NCAR에서 연구하게 되셨나요?

일단 제가 박사 과정 때 연구했던 대기경계층 난류 모델링이 NCAR의 주 연구 분야와 잘 맞았고, 그래서 NCAR가 제 분야에서 가장 좋은 연구를 할 수 있고 좋은 멘토들이 많은 연구소라고 생각이 들었어요. 한국에서 박사를 졸업하고 외국으로 취업하려면, 네 가지 정도의 방법이 있을 것 같아요. 가장 많은 경우부터 말씀드리면, 학교나 국가기관에서 연구 펀딩을 가져온 연구 책임자가 관련 연구를 수행할 연구원을 뽑기 위해 모집 공고를 내는데요. 미국이나 유럽의 학교와 연구소는 이 공고가 외국인에게도 열려 있는 경우가 많아서 이 공고에 지원해서 취업하는 방법이 있고요. 두 번째가 내가 가고 싶은 연구소에 계신 박사님들께 직접 이력서와 연구 성과를 이메일로 보내 관련 자리가 있는지 문의하는 방법이 있어요. 그리고 세 번째로 같이 공동 연구를 진행했던 분들의 소개나 추천을 통해서 가기도 합니다. 마지막 방법으로 NCAR처럼 규모가 큰 국가 연구소는 대부분 기관 자체의 'Post-doc Fellowship program'이 있어요. 그래서 이 Fellowship Program에 연구 계획서를 제출해서 그 연구 계획서가 선정되면 박사 후 연구원 펀딩을 받을 수 있어요.

제 경우, NCAR의 박사 후 연구원 취업은 NCAR의 'Post-doc Fellowship Program'을 통해서 하였고요, NOAA GFDL<sup>1)</sup>는 NCAR에서 같이 일한 박사님의 소개와 추천을 통해 연구원으로 취업했습니다. 그리고 현재 NCAR의 연구원 모집 공고 지원을 통해 NCAR 연구 응용 연구소(Research Applications Laboratory, 이하 RAL)에서 일하고 있습니다.

1) GFDL: 지구물리 유체역학 연구소, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory

#### 4. 박사님께서서는 현재 NCAR의 연구 응용 연구소, RAL에서 일하고 계신다고 하셨는데, 처음부터 그 연구소에서 근무해 오신 건가요?

저는 미국에서 총 세 연구소에서 일을 했고, 현재는 NCAR의 연구 응용 연구소에서 일하고 있어요. 그런데, 처음 NCAR에서 박사 후 연구원으로 일할 때는 중규모-미규모 기상학 연구소(Mesoscale & Microscale Meteorology, 이하 MMM)에서 고해상도 중규모 모델에서의 대기경계층 난류 모델링을 2년 정도 연구했고요. 박사 후 연구원 과정을 마친 뒤에 NOAA GFDL에서 기후 모델에서의 대기경계층 난류 모델링을 연구했습니다. 그리고 2019년에 NCAR RAL에 입사해서 올해로 연구 5년 차에 접어들었습니다.



사진 2 NCAR Foothills Lab 전경으로, NCAR의 7개 연구소 중 RAL, EOL, MMM, ACOM이 위치한 건물이다.  
(출처: <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/imagegallery>)

#### 5. NCAR는 어떤 연구를 하고 있고, 어떻게 구성되어있는 기관인지 설명해주실 수 있을까요?

이름에서부터 알 수 있듯이, 대기과학 관련한 다양한 연구를 하는 미국의 비영리 국가 연구기관이에요. NOAA나 NASA와 달리 일하는 사람들이 공무원이 아니고 연구원 신분이라는 차이가 있죠. NCAR는 크게 7개 분야의 연구소로 구성되어있어요. 먼저, 지구 시스템과 관련된 이론 연구와 모델링 연구를 하는 기후 및 전구 역학 연구소<sup>2)</sup>와 중규모-미규모 기상학 연구소<sup>3)</sup>가 있습니다. 그리고 대기 관측을 수행하고, 관측 결과 응용하는 연구를 하는 지구 관측 연구소<sup>4)</sup>와 대기 화학 분야를 집중적으로 연구하는 연구소<sup>5)</sup>가 있고요. 태양계와 지구시스템의 상호작용을 다루는 연구소<sup>6)</sup>도 있어요. 또한 NCAR가 모델이나 빅데이터를 많이 다루는 기관이라 지구 시스템 연구에 관련된 컴퓨팅, 데이터, 그와 관련된 연구 서비스를 제공하는 연구소<sup>7)</sup>도 있습니다. 마지막으로, 제가 현재 소속되어있는 연구 응용 연구소<sup>8)</sup>는 대기와 지표 현상에 관한 이론 연구와 모델 개발을 하고, 관측 및 모델 결과를 사용해서 최종 사용자에게 제공할 산출물을 개발하는 연구소입니다. 예를 들어, 날씨 예보에서 끝나는 게 아니라, 이를 통해 태양 에너지 지나 가뭄 지수를 예측하는 거죠.

그리고 NCAR는 연구 및 개발이라는 큰 목표와 더불어, 비영리 국가기관으로서 연구 관련 서비스를 공동체에 제공하는 과제가 있습니다. 이것이 학교나 사기업과 NCAR의 큰 차이이기도 하고요. 예를 들어, NCAR가 개발하는 모

- 
- 2) CLIMATE & GLOBAL DYNAMICS (CGD)
  - 3) MESOSCALE & MICROSCALE METEOROLOGY (MMM)
  - 4) EARTH OBSERVING LABORATORY (EOL)
  - 5) ATMOSPHERIC CHEMISTRY OBSERVATIONS & MODELING (ACOM)
  - 6) HIGH ALTITUDE OBSERVATORY (HAO)
  - 7) COMPUTATIONAL & INFORMATION SYSTEMS LABORATORY (CISL)
  - 8) RESEARCH APPLICATIONS LABORATORY (RAL)

델을 학교와 다른 연구기관과 공유하고, 모델에 대한 교육도 주기적으로 제공합니다.

## 6. 현재 박사님께서 NCAR에서는 어떤 연구를 진행하고 계신가요?

제가 있는 연구 응용 연구소, RAL은 연구원과 엔지니어, 그리고 행정팀까지 포함해서 200명 정도로 구성되어있고, 그 안에서도 연구 응용 분야에 따라 6개 세부 프로그램으로 나뉘어요. 저는 그중에서도 항공 관련 약기상 관측, 분석, 예측 연구를 수행하는 항공 응용 프로그램(Aviation Applications Program)에 속해 있습니다. 그래서 저는 항공 응용 프로그램에서 항공 난류 팀으로 일하고 있고요. 저희 팀은 항공 난류 예측 프로젝트를 개발하고 검증하는 연구와, 항공기와 레이더로 관측한 자료를 이용해서 항공 난류를 분석하는 연구를 주로 수행하고 있습니다.

저희 연구소는 보통 한 연구원이 네다섯 개의 프로젝트를 동시에 진행하는데요. 제 주요 프로젝트로는 전구 및 미국 기상 예측 모델 결과를 기반으로 항공 난류 확률 예보 기술을 개발하는 것이 있고요. 또한 저희 항공 난류 팀에서 개발한 항공 난류 예측 기술을 대만 기상청 현업 예보 모델 결과에 적용하는 프로젝트도 하고 있습니다. 그 외에도 대기경계층 난류가 도심 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, 이하 UAM)에 어떤 영향을 주는 지, 대기경계층 난류와 대류운이 어떻게 상호작용하는지도 연구하고 있어요. 정리하자면, 대기경계층부터 대기 상층까지 항공 난류 분석 및 예보 기술 개발에 관해서 다양한 연구를 하고있다고 보시면 될 것 같습니다.

## 7. 연구소 규모를 들으면서 궁금해지는 게 있는데요. NCAR에는 한국인, 또는 연세대학교 선배님들이 얼마나 많이 계시나요?

NCAR에 한국 분들이 7개 연구소를 합쳐서 10명 정도 계십니다. 그중 연세대학교 대기과학과 졸업생이 저 포함 5명으로 가장 많은데요. 저희 다섯 명의 연구원은 NCAR의 연구 응용 연구소 RAL, 중규모-미규모 기상학 연구소 MMM, 그리고 지구 관측 연구소 EOL, 이렇게 세 개의 다른 연구소에서 연구하고 있어요.

## 8. 박사님께서 대기경계층에서 난류를 연구하고 계신 것으로 아는데, 이 분야를 연구하시게 된 계기가 있으실까요?

사실 이것도 우연이었는데요. 저는 학부 전공 수업을 들을 때, 모든 과목이 재밌었어요. 그래서 어떤 연구실에 지원할지 대학원 지원 직전까지 계속 고민한 것 같아요. 그러다가 지금은 은퇴하신 홍성유 교수님이 계시던 수치 모델링 연구실에 지원했는데요. 이 연구실에 지원한 이유가 다른 연구실은 대부분 연구하는 분야가 정해져 있잖아요. 기후 이론 연구실이라면 기후, 구름 물리 연구실이라면 구름과 강수 과정이라는 주제가 있는데, 수치 모델링 연구실은 모델이라는 연구의 툴(tool)이 정해져 있어요. 그래서 연구 대상을 다른 연구실에 비해 상대적으로 자유롭게 선택할 수 있다고 생각했죠. 모델이라는 툴을 가지고, 복사 과정이나 강수 과정 모델링을 연구하는 분들도 계시고, 저처럼 대기경계층 난류 모델링을 연구할 수도 있으니까요. 어떤 연구를 반드시 하고 싶다는 주제가 명확하지 않아서 수치 모델링 연구실에 들어가게 되었는데, 마침 연구실에 대기경계층 난류를 모델링하는 자리가 비어 있었어요. 그래서

대기경계층 난류 모델링 연구를 시작하게 되었죠. 이렇게 우연히 시작하게 되었는데, 저랑 정말 잘 맞았고 또 재미가 있어서 계속 이 분야를 연구해야겠다는 생각이 들었어요. 특히 다른 대기 물리 과정 모델링과 비교했을 때, 수식적으로는 간단하데 불확실성은 가장 크다는 점이 흥미로웠던 것 같아요.

**9. 제가 알기로는 박사님께서 이전에 ‘Building-Resolving Simulation’을 통해 Urban Air Mobility, 즉 도심 항공 모빌리티를 지원할 수 있다는 세미나를 하셨더라고요. 혹시 어떤 연구인지, 그리고 어떻게 연구가 활용될 수 있는지 간단하게 소개해주실 수 있을까요?**



그림 1 도심 항공 모빌리티 개념을 보여주는 그림 (출처: <https://www.nasa.gov/aero/taking-air-travel-to-the-streets-or-just-above-them>)

먼저 이렇게 제가 했던 연구에 대해 질문해주셔서 감사해요. 먼저 ‘도심 항공 모빌리티’ 자체가 익숙하지 않은 개념일 것 같은데요. 현재 대중교통은 대부분 육로로 이루어져 있잖아요. 워낙 교통량이 많으니 도심에선 안전 및 공해 문제도 있고요. 그 해결 방안으로, 더 안전하고 지속 가능한 교통수단을 고안해보자 해서 나온 것이 도심 항공 모빌리티 개념인데요. 보통 비행기는 장거리 이동 수단으로 주로 사용하는데, 도심 내에서도 대중교통으로 항공을 이용하는 거죠. ‘드론 딜리버리’라고 들어보셨나요? 이렇게 무인 드론으로 배달한다거나, ‘에어택시’ 같은 항공 수단으로 기존 택시를 대신하는 거죠. 육로를 항로로 대체하는 대중교통 수단이 제안된 건데요. 제가 RAL 항공 응용 프로그램에 들어왔을 때부터 최근 몇 년 동안 전 세계적으로 활발히 연구가 이루어지고 있는 분야이고, 한국에서도 K-UAM<sup>9)</sup>이라고 국가 규모의 큰 사업이 계획되고 있다고 들었어요.

항공기 운항에는 날씨가 아주 중요하잖아요. 특히 도심 항공 모빌리티의 경우는 날씨가 더 중요할 수밖에 없는데요. 보통 항공기는 대류권 상부와 성층권 하부 높이에서 비행하는 데 비해, 도심 항공 모빌리티는 훨씬 낮은 고도인 대기경계층 내에서 비행해요. 10km 이상은 안 올라가요. 항공기보다 낮은 고도에서 비행하기 때문에, 항공기에 영향을 미치는 항공 난류도 이에 맞게 분석해야 해요. 또 다른 차이가 기존의 항공기는 크기가 수십 미터에 이르는데, 도심 항공 모빌리티인 드론이나 에어택시는 1미터~10미터 규모로 크기도 작고 무게도 가벼워요. 그런데 기체의 무게와 크기에 따라 반응하는 항공 난류가 달라져요. 기체 규모랑 비슷한 섭동에 제일 큰 영향을 받는다고 볼 수 있는데요. 기존의 큰 항공기에는 영향을 주지 않는 작은 규모의 난류도 도심 항공 모빌리티에는 영향을 미칠 수 있는 거죠. 정리하자면, 도심 항공 모빌리티는 대기경계층에서 비행한다는 것, 항공기의 규모가 다르다는 것, 그리고 빌딩 등 지형에 의해 작은 규모의 섭동이 발생할 수 있는 도심이라는 것, 이 세 가지 특징을 가지고 있어요. 그래서 기존의 항공 난류 예보 기술을 벗어난 도심 항공에 적합한 새로운 예보 기술을 개발하는 연구가 활발히 일어나고 있다고 보시면 될 것 같아요.

제가 진행했던 연구는 이러한 대기경계층, 작은 규모의 난류, 빌딩 등의 지형의 효과를 분해할 수 있는 ‘Building-

9) 한국형 도심항공교통(K-UAM): 국토교통부에서 진행하고 있다.

Resolving Simulation'을 사용하는데요. 건물에서 발생하는 돌풍, 즉 빌딩풍 같은 작은 규모의 돌풍까지 구현하는 고해상도 모델이에요. 이 모델을 이용해서 실제 대기에서 바람 시어와 지표 가열로 인해 대기경계층에 난류가 발생했을 때 빌딩 주변의 흐름이 어떻게 변하는지를 이해하기 위한 연구를 수행하였고요. 이러한 빌딩 주변 흐름에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 실제 도심 항공 모빌리티 운영에 관한 응용연구도 진행하고 있어요. 예를 들면, '버티포트(Vertiport)'<sup>10)</sup>를 어디로 정하는 것이 좋을지도 연구하였고요. 다양한 대기 상황에서 도시 내에 어떤 지역이 상대적으로 난류 악기상의 위험도가 낮은지 등을 통해 버티포트의 위치 선정을 논의하는 연구였죠.

도심 항공 모빌리티를 자세히 이야기한 이유가 있는데요. 사실 저도 대학원에서 모델 개발 연구를 할 때는 제 연구가 현실의 문제에 어떻게 적용될지 잘 몰랐어요. NCAR RAL에 와서 실질적인 응용문제를 많이 연구하게 됐죠. 그래서 학생분들께 여러분들이 공부하시는 대기과학이 실제 생활에 얼마나 다양하게 이용될 수 있는지 그 예시를 보여드리고 싶었어요.



사진 3 NCAR 연구원들에게 제공되는 개인 사무실로, 신혜음 박사님께서 일하고 계신 연구실의 모습이다.

**10. 네, 정말 자세히 설명해주셔서 감사드려요. 그렇다면 NCAR에서 연구하시면서 연구환경은 어떻게 느끼셨을지 궁금해요. NCAR의 분위기나 연구 생활에 대해 알려주실 수 있을까요?**

먼저 연구 분위기는 기관의 규모에 따라 달라질 수 있을 것 같아요. NCAR는 국가기관치고는 규모가 큰 편은 아니에요. 100~200명 정도 되는 연구소가 7개 있어서 전체 인원이 1000~2000명 정도 될 텐데요. 대학원생으로 일할 때보단 훨씬 크죠. 그래서 자연스럽게 다양한 분야와 저명한 학자들이 있는 환경에 노출이 되는 장점이 있는 것 같아요. NCAR에는 제

가 대학원생 때 읽고 연구하던 논문의 저자분들이 정말 많이 계셔서, NCAR에 처음 막 대학원을 졸업하고 도착했을 때 그 분들과 인사를 하는 것도 놀라운 일이었거든요. 그리고 국가기관은 규모가 있다 보니 프로젝트도 규모가 큰 경우가 많아요. 한 프로젝트에 10명 혹은 그 이상의 연구원이 같은 목표를 향해 연구를 수행하기 때문에, 분업화가 잘 되어 있고 공동 연구가 활발하게 이루어져요.

실제 연구 생활이 어떤지도 궁금하실 텐데, 이걸 연구소마다, 프로젝트팀마다 달라요. 그렇지만 공통적으로 출퇴근 시간은 재택근무와 회사근무를 자유롭게 섞어 할 수 있어요. 같이 일하는 팀, 그리고 직속 상사와 상의가 되면 근무 장소와 근무 시간을 조정할 수 있어요. '하루 8일, 일주일 40시간'이라는 근무 시간 기준만 지키면 됩니다. 프로젝트가 요구하는 결과물과 마감 기간이 정해져 있어서 그걸 잘 책임지고 수행할 수 있다면 출퇴근은 자유로운 편이고, 야근이나 잔업을 요구하는 일은 없습니다. 야근이나 주말 업무는 본인이 자발적으로 더 많은 실적을 내고 싶은 경우

10) 버티포트(Vertiport): 'Vertical flight'와 'Port'의 합성어로, 기체가 수직으로 이착륙할 수 있는 정거장



에 하는 것 같아요. 오히려 주말이나 저녁에는 쉬라는 이야길 들곤 해요.

### 11. 박사님께서 대학원 졸업 이후 쪽 미국에 계셨는데, 미국에서의 연구하고 생활하시면서 어려움이 있다면 어떤 점이 있었나요?

당연히 처음엔 언어였어요. 그런데 언어가 어느 정도 해결된 후에는 미국 사회에 존재하는 개인의 정체성에 대한 편견과 고정관념을 이겨내는 과정이 힘들었던 것 같아요. 제 경우엔 여성, 아시안, 그리고 이민자라는 정체성을 가지고 있었죠. 물론 어떤 직접적인 차별을 당한 것은 아니지만, 제가 처음 미국에 왔을 때만 해도 아시안 여성 과학자라면 리더보다는 서포터의 역할이 주어지는 경향이 있었거든요. 제가 연구자로서 나아가고자 하는 방향과 사회가 제게 기대하는 바가 다를 때가 힘들더라고요, 이제는 미국에 온 지 10년이 지나서, 미국 사회도 많이 변했고, 저와 일을 몇 년 함께한 동료들은 제 성향을 아니까 그런 고충이 거의 없습니다. 그렇지만 언어와 고정관념, 그 두 가지는 제가 한국이었으면 겪지 않았을 어려움이라고 생각해요.

### 12. 그렇다면 미국과 한국에서의 연구 생활을 비교해보았을 때 어떤 차이가 있나요?

저는 한국에서는 대학원에서 학생으로서 연구한 적밖에 없어서, 제가 느낀 미국과 한국에서의 연구 생활이 국가기관과 학교, 또는 연구원과 학생의 차이일 수 있다는 점을 미리 말씀드려요. 제가 생각하는 한국과의 제일 큰 차이점은 동료들과의 관계가 수평적이라는 건데요. 여기서도 제가 업무를 보고하고 제 업무를 평가하는 상사가 존재해요. 그런데 그건 그 사람의 행정적 역할일 뿐이지 제 상사와 저의 관계가 수직적이진 않아요. 특히 연구 관련 회의를 할 때 제 의견이 제 연구 경력이나 나이와 상관없이 동등하게 존중받는다라는 점에서 수평적이라고 느껴져요. 한국에서 교수와 학생의 관계는 그보단 수직적인 면이 있었죠.

그리고 앞서 말한 것과 겹치는데 공동 연구가 많고, 분업이 상당히 잘 되어 있어요. 미국에서는 소프트웨어 엔지니어링을 하는 분들이 계셔서 그분들께서 기술적인 일들을 담당해주시고, 행정 업무도 분업이 잘되어있어요. 덕분에 연구원은 연구에만 최대한 집중할 수 있는 환경인 것 같아요.

지금까지 미국 연구 생활의 좋은 점을 말씀드렸는데, 아쉬운 점도 있어요. NCAR가 국가 연구소이긴 하지만 정부에서 연구 자금이 전부 나오는 게 아니라, 전체 연구 자금의 일부만 국가에서 지원하고 기본적으로는 연구원이 외부에서 펀딩을 따와서 연구 자금을 조달하는 구조인데요. 그 외부 펀딩에 대한 경쟁이 한국과 비교하였을 때 미국이 훨씬 높은 것 같아요. 그래서 연구 자금을 확보하는 입장에서는 한국이 지원이 더 많고 안정적이라는 생각이 들어요.

### 13. 앞으로 연구하시면서 목표나 꿈이 있으시다면 어떤 게 있으신가요?



저는 지금의 연구원 생활이 만족스러워서요. 연구원은 ‘Work and Life Balance(이하 워라밸)’가 굉장히 좋아요. 연구하고 싶다면 주말에 연구하거나 야근을 해도 되지만, 또 내가 원하면 워라밸을 잘 유지할 수 있는 게 장점이라고 생각해요. 앞으로도 지금처럼 개인의 삶과 연구원의 일 사이의 균형을 잘 맞춰가면서 살고 싶다는 게 가장 큰 꿈이구요. 그리고 연구원으로서 목표가 있다면. 제가 박사를 한 지 10년이 됐는데, 10년 전과 돌아봤을 때 제가 연구원으로서 한 단계 한 단계 앞으로 나아가고 있다는 생각이 들 때가 있어요. 예전에는 대기경계층 난류 연구만 하고 상층 항공 난류나 대류운 관련 난류는 다른 연구실 졸업생들이 하는, 제게는 먼 분야라고 생각했는데 지금은 그 두 분야를 연구하고 있기도 하고요. 그리고 학생일 때와 박사 후 연구원일 때는 독립적으로 연구하는 게 익숙했는데, 이제는 제가 하는 모든 과제를 협업하고 있어서 다른 사람과 함께 일하는 기술도 늘었고요. 그래서 지난 10년처럼, 앞으로도 1년, 5년, 10년을 돌아봤을 때 어떤 방향으로든 제가 연구원으로서 ‘또 한 단계 나아갔구나’ 하고 생각할 수 있는 연구원이 되고 싶습니다.

#### 14. 박사님께서 계속 해외에서 연구하셨는데, 앞으로 해외에서 연구하기를 꿈꾸는 학부생이 있다면, 무엇을 준비하면 좋을지 조언해주실 수 있을까요?

일단 박사를 하셔야 하고요. 실제 NCAR를 포함한 국가 연구소에는 석사 연구원도 많고, 학부만 하고 오는 분들도 많아요. 그런데 이 경우는 해당 나라에서 학부나 석사를 한 경우고요. 본인이 학위를 받지 않은 해외 국가로 취업하려면, 박사를 해야 논문이나 발표 실적도 있고, 연구 능력을 검증할 만한 기록이 생기니까 그 기록을 바탕으로 해외 국가로 지원할 수 있는 것 같아요. 그리고 당연히 언어가 중요하고요. 최근에 만난 한국 학생들을 보면 다들 제가 졸업했을 때보다 영어를 잘하셔서 크게 걱정이 되진 않습니다.

제가 NCAR MMM, NOAA GFDL, 지금 일하고 있는 NCAR RAL까지 세 개의 연구소에서 일을 했잖아요. 미국 기관에서 만난 해외 학생들이나 박사후 연구원들과 견주었을 때, 연세대학교 대기과학과의 교육과 연구가 세계적인 수준이고, 학생들 개인의 연구 능력도 뛰어나다고 생각해요. 그래서 연세대학교 대기과학과 졸업생들의 연구 능력은 전혀 걱정하지 않아요. 그런데 한국에서 미국으로 취업하려는 분들이 부족할 수밖에 없는 게 하나 있는데요. 몇 년 전까지만 해도 미국에서 연구원을 뽑을 때 연구 실적을 중심으로 봤어요. 그런데 ‘DEI’라고 들어보셨나요? DEI는 Diversity, equity, and inclusion의 줄임말인데요. 한국어로 다양성, 형평성, 포용성이죠. 최근에는 연구 능력 뿐만 아니라 이 사람이 DEI의 가치를 얼마나 잘 이해하고 있는지를 중요하게 보기 시작했어요. 연구를 통해서, 그리고 회사 생활을 하는 데 있어서 이 DEI의 가치를 어떻게 잘 실천해나갈 수 있을지도 평가하는 거죠. 그래서 지원 서류를 볼 때도 연구 실적 및 연구 계획서뿐만 아니라 DEI를 어떻게 실천할 것인지에 대한 ‘DEI statement’도 같이 보기 시작했어요. 그래서 미국은 대부분의 국가기관에서도 그렇고, 학교에서 교수를 뽑을 때도 그렇고, 정부에서 편당을 따올 때도, ‘연구를 통해 DEI에 어떻게 기여할 것인지에 대한 계획서’를 제출해요. 미국에서 학부나 대학원 생활을 한 친구들은 최근 몇 년간 DEI를 중요하게 배워와서 평소에 이 개념에 대해 충분히 생각하고 DEI를 실천하기 위한 활동도 많이 하고 있는데, 한국에서 오시는 분들은 개념 자체가 생소하거든요. 그래서 본인이 지원하고자 하는 국가에서 문화적으로 어떤 가치를 중요시하는지도 고민하고 오시면 좋을 것 같아요. 저도 이민자로 있다 보니까 서로 평등하다는 인식이 몸에 배어 있는 사람과 일할 때 제 연구가 제대로 평가받을 수 있어서, 제 연구 능력도 훨씬 좋더라고요. 그래서 회사 전체 입장에서도 DEI에 대한 올바른 인식이 정립되어있는 직원들을 뽑아야 직장 문화를 올

바르게 만들고 개개인의 능률을 올리는 데에 훨씬 도움이 되니, DEI를 연구 능력만큼 중요하게 보는 이유를 알 것 같더라고요.

### 15. 마지막으로 대기과학과 후배들에게 전하고 싶은 말이 있으시다면 부탁드립니다.

먼저, 저를 이렇게 인터뷰에 초청해주셔서 다시 한번 감사드리고요. 일단 진로 면에서 말씀드리면, 제가 있는 NCAR는 연구를 업으로 삼기에 최적의 기관인 것 같아요. 그래서 연구원을 꿈꾸시는 분들에게 추천하고 싶은 직장입니다.

그리고 대기과학과가 다른 과에 비해 생소한 학과이기도 하잖아요. 그래서 제가 졸업할 때에도 취업을 준비하는 친구들은 내가 대기과학과 졸업생으로 어느 분야에, 어떤 회사에 지원할 수 있을까를 많이 고민했던 것 같아요. 그렇지만 결과적으로 굉장히 다양한 분야로 선배님들, 동기들, 후배님들이 진출해 있어요. 사실 대기과학이라는 학과에서 얻은 학문적 지식만 생각하면 어디에 적용할 수 있을지 막막할 수 있지만, 우리가 결국 어떤 자질을 얻었는지 생각해 보면 문제를 해결해가는 능력, 토론하고 비판하는 의식 같은 능력 등을 얻을 수 있었기 때문에, 이러한 보편적인 자질에 집중해서 조금 더 유연하게 생각하시면 좋을 것 같아요. 마지막으로, 여러분들의 대학에서의 최소 4년이 나중에 돌아봤을 때 의미가 있고, 가치가 있는, 인생에서 도움이 되는 시간이셨으면 좋겠습니다. 감사합니다.

신지은 기자(21, newjieun@yonsei.ac.kr)

# 함께하는 대기과학과

## 대기과학과 총MT 스케치

2023년 5월 19일 금요일, 대기과학과는 양평으로 총MT를 떠났다. 학부MT를 떠났던 2022년과 다르게, 2023년에는 총MT를 가게 되었다. 코로나19로 인해 총MT가 한동안 중단되었기 때문에, 학부생뿐만 아니라 대학원생과 교수님들까지 대기과학과 모두가 참여하는 행사를 오랜만에 떠나게 되었다. 대기과학과 학생회 <기상>과 대학원생 선배님들의 도움으로 다 함께 즐거운 총MT를 만들어 나갈 수 있었다.

학생회가 사전에 구매한 물품들을 과방에서 셔틀버스까지 옮긴 후, 버스를 타고 움직였다. 가장 먼저 양평 들꽃 수목원에 도착했다. 푸릇푸릇한 식물들과 함께 대기과학과 총MT의 막을 활기차게 열 수 있었다. 학부생들은 조를 이루어 미세먼지 측정기를 이용해 미세먼지 농도를 가장 높게 측정해오는 게임에 참여했다. 후에 가장 미세먼지 농도를 높게 측정한 조는 레크리에이션에서 주어질 점수에 추가점을 부가하는 혜택을 얻었다. 학부생들은 수목원의 곳곳을 돌아다니면서, 흙먼지를 일으키기도 하고 예초기를 쫓아다니며 다양한 방법으로 미세먼지 농도를 측정했다. 간단한 실험기기를 다루면서 처음 만나는 선후배들이 친해질 수 있는 기회가 되어 분위기가 한결 편안해졌다.

이후 양평 애화몽 펜션으로 이동하여 대기과학과 총MT의 대표 행사인 라디오존데 실험을 진행했다. 라디오존데란, 풍선을 이용하여 관측기구를 하늘 높이 띄워 지표면에서 성층권까지의 대기요소들의 수직분포를 측정하는 기구이다. 라디오 존데를 실제로 보고 띄워볼 기회가 흔치 않기에, 모두가 기대를 안고 실험을 진행했다. 라디오존데를 매단 하얀 풍선에 바람을 채워 넣음과 동시에 대기과학과 사람들의 설렘도 한껏 부풀었다. 풍선이 뽕뽕해져 하늘 위로 날아갈 준비를 마치자 모두가 제대로 관측이 되기를 바라는 마음으로 라디오존데를 날려보냈다. 하늘 위로 날아가는 풍선을 다같이 바라보며 각자 감상한 것도 잠시, 측정 데이터를 보기 위해 노트북 앞으로 사람들이 모였다. 측정 데이터에 대한 설명을 들으며 학부생들은 두 눈을 초롱초롱하게 빛냈다. 몇 년만에 보는 라디오존데 실험이기에 모두가 저 하늘 위로 날아가는 풍선에 눈을 떼지 못했다.



사진 1 학부생들이 미세먼지 농도 측정값을 높이기 위해 흙먼지를 내고 있다.

저녁식사 시간에는 다 함께 고기도 먹고, 선후배 그리고 동기들 간의 담소도 나누면서 보다 더 가깝고 친밀한 분위기를 형성해 나갔다. 그리고 저녁식사 후에 진행된 레크리에이션을 통해 대기과학과의 친목을 더욱이 다질 수 있었



사진 2 라디오존데를 띄우기 위해 실험을 준비하는 과정이다.

먼저 과자부터 무슨 과자가 들어있는지 5가지 종류를 모두 맞히면 점수를 얻게 된다. 모두가 아는 유명한 과자와 음료수를 섞다보니 과자나 음료의 맛을 구분하는 능력도 중요했지만 스피드도 중요했다. 각 조에서 순발력있게 몇 조인지 외치며 손을 들고, 정답을 이야기하기도 하고 앞서 거론된 정답도 참고하면서 치열하게 게임을 해 나갔다. 마지막으로 진행된 와인잔 당기기 게임은, 주어진 휴지를 찢지 않게 유지하면서 물이 가득 담긴 와인잔을 주어진 시간 내에 최대한 멀리 끌고가면 승리하는 게임이다. 각 조의 대표 선수를 한마음 한 뜻으로 응원하면서 재미있게 게임이 진행되었다. 모든 게임이 끝나고 포인트를 합산할 때에는 앞서 낮 동안 수목원에서 진행했던 미세먼지 측정 게임으로 부여된 포인트 또한 포함되어 있었다. 포인트 합산 결과에 따라, 1등 조는 운동주 시인의 시가 새겨진 텀블러를 받았고, 2등은 연세 필통, 3등은 양주, 4등은 컨디션 스틱 상품을 받게 되었다. 레크리에이션을 통하여 모두가 재미있는 추억을 쌓을 수 있었고, 덕분에 대기과학과 사람들에게겐 웃음꽃을 띠게 만들었다.

레크리에이션이 종료되자, 이제는 앞선 MT 동안 못다한 이야기를 보다 편안한 분위기에서 나누었다. 교수님들과 함께 이야기를 나눌 수도 있었고, 동기들 그리고 선배배간에도 모두가 활발하게 대화를 주고받았다. 오랜만에 대기과학과의 모든 사람들이 만나는 총MT 행사가 진행되었기에 그동안 모두 이 자리를 그리워했던 것 같았다. 모두에게 2023년의 총MT가 좋은 추억으로 자리잡은 것 같아, 대기과학과 학생회장으로서 너무나 뿌듯한 마음이 들었다.



사진 3 레크리에이션 게임 중 와인잔 당기기 게임 진행 사진이다.

총MT를 준비하고, 진행하는데 도움을 준 학생회 <기상>과 많은 대학원생 선배님들께 너무나 감사한 마음을 전하고 싶다. '아카라카를 온누리' 행사 전날이라 여수선하기도 하고 더 많은 학우들이 참여하지 못해 아쉬운 점도 있었다. 하지만 오랜만에 주최된 총MT 행사이기에 좋은 밑거름이 되어 내년에는 더 좋은 총MT를 만들어 나갈 수 있을 것 같다. 앞으로도 총MT가 계속적으로 활발하게 진행되기를 바란다.

이준경 기자(22, june030602@yonsei.ac.kr)

# 대기과학과 연구실 소개

‘경계층기상/환경 연구실(유영희 교수님)’ 소개 - 유영희 교수님과 인터뷰



그림 경계층기상/환경 연구실 홈페이지 (<https://blme.yonsei.ac.kr>)

‘대기과학과 연구실 소개’는 뉴스레터 내의 고정 코너로서 매 학기마다 대기과학과 내의 연구실 가운데 하나를 선정해서 연구실의 주요 연구 내용과 업무 방식 및 인터뷰 대상자(교수님 혹은 연구원 등)의 진로 등을 소개하는 코너이다. 현재까지 대기역학, 기후이론, 대기해양모델링, 대기복사 연구실을 소개했으며 이번 기사에서 소개할 연구실은 올해 신설된 '경계층기상/환경 연구실(유영희 교수님)'이다! 이번에는 연구실을 대표하시는 유영희 교수님께서 감사하게도 직접 인터뷰에 응해주셨다. 연구실뿐만이 아닌, 교수님에 대한 개인적인 질문들을 통해 교수님의 과거의 학창 시절 및 졸업 후 진로, 교수님께서 생각하시는 연구자의 자질, 새로 개설하시는 '대기과학빅데이터개론'에 대한 소개까지 다루었다.

흔쾌히, 성심껏 인터뷰에 응해주신 유영희 교수님께 감사의 말씀을 드린다. 이 인터뷰 내용이 도시의 경계층기상, 지면과 대기의 상호작용, 환경 빅데이터에 관심이 많은 학부생들의 진로 고민에 한층 도움이 되길 기대한다.

1. 올해 교수님께서 새로 부임하신 것으로 알고 있는데, 교수님께서 어떤 분인지 궁금해하는 학생들이 많을 것 같아요. 간단하게 자기소개 부탁드립니다!

제 이름은 유명희고요. 학부는 서울대 물리학과를 2006년에 졸업했고, 학부 때 대기과학을 복수 전공을 했어요. 그래서 대학원은 대기과학과 전공으로 2012년에 박사학위를 받았고요. 제 박사학위 주제는 '도시가 국지 기상과 대기질에 미치는 영향'이에요. 저는 도시 지표면의 변화에 따라 국지적으로 변화하는 기상, 즉 날씨랑 주로 오존과 같은 대기질을 봤는데요. 이처럼 도시 지표면이 국지 기상에 어떤 영향을 미칠 수 있는지를 연구했고 그 뒤로 박사 후 연구원 과정을 거쳐서 다른 기관에 있다가 올해 1월 3월부터 연세대학교 대기과학과에 오게 됐습니다.

## 2. 올해 경계층기상/환경 연구실도 처음 생겼는데, 연구실에 대해 간략히 소개해주실 수 있나요? 연구실의 이름을 경계층기상/환경 연구실로 지은 이유도 궁금합니다!

네, 일단 경계층이라고 하면 많은 학생들이나 일반인들에게 잘 와닿지 않을 수도 있는데, 경계층이란 일반적으로 지표면의 영향을 굉장히 많이 받는 층이라고 생각하시면 될 것 같아요. 저는 박사 과정과 박사 후 연구원을 할 때도 지표면이 대기에 미치는 영향에 대해 관심이 있어서 많이 봤었어요. 경계층 안에서는 지표면의 영향을 많이 받고, 특히 지표면의 어떠한 특성 변화로 인해서 난류나 열적 특성 등이 많이 바뀝니다. 그래서 그 안에서 일어나는 기상과 환경을 연구하려고 이렇게 연구실 이름을 경계층기상/환경 연구실로 지었어요. 생소한 이름인 것 같긴 해요. (웃음)

## 3. 교수님 연구실의 연구 분야를 보니, 대기과학 전공자에게 다소 생소한 '환경 빅데이터'를 이용한 연구도 있더라고요. 구체적으로 '환경 빅데이터'란 무엇인지, 이를 활용한 연구는 어떻게 이루어지는지 설명해 주실 수 있나요?

환경 빅데이터는 사실 흔히 대기과학에서 얘기하는 데이터를 거의 다 지칭할 수 있을 것 같아요. 대기과학에서 워낙 많은 데이터를 쓰니까요. 그리고 요즘 빅데이터 또는 인공지능(AI) 등이 많이 화두가 되고 있잖아요. 대기과학에서도 예전부터 많은 빅데이터를 써서 연구했는데, 이 빅데이터를 기존과 다른 방향으로 접근을 해보자는 취지로 몇 년 전에 이런 연구를 진행한 적이 있습니다. 저는 대기과학에서 전통적으로 우리가 보았던 빅데이터뿐만 아니라 사회 분야의 정보를 데이터화해서 살펴봤었어요.

미세먼지랑 일반 사람들의 관심 사이의 관계가 어떠한지, 우리가 이를 어떻게 이해할 수 있는지, 특히 미세먼지가 어떤 시기에, 어떤 농도일 때 사람들이 많은 관심을 보이거나 걱정을 하는지 알아보고 싶었어요. 그때 빅데이터로 인터넷 검색어를 사용했었거든요. 구글이나 네이버에 얼마나 많은 사람들이 미세먼지를 일별로 검색을 하는지 데이터화한 게 있습니다. 그래서 그걸 이용해서 일반 사람들이 언제, 왜 미세먼지에 관심을 많이 보이는가에 대해 연구를 했었어요.

여러 사람들이 인터넷을 매일 쓰다 보니 검색과 관련된 많은 데이터가 계속해서 쌓이잖아요. 그걸 활용해서 사회적으로도 대기과학 또는 기후가 어떤 식으로 일반 사람들과 연결이 되고 우리가 어떻게 이를 이해할 수 있을지를 보고 싶었어요.

그래서 환경 빅데이터는 기존에 대기과학에서 다루던 빅데이터에서 ‘조금 더 확장된’ 빅데이터 개념이라고 생각하시면 돼요. 환경이라는 게 대기과학에서 말하는 '대기오염'과 같은 환경도 있지만, 더 넓은 관점에서 '사회'와 관련된 환경까지 있는 거죠. 이 중에서 특히 대기과학과 연결이 되는 빅데이터를 의미한다고 보시면 될 것 같습니다.



사진 유영희 교수님

#### 4. 대기경계층 연구를 하게 되신 배경도 궁금합니다!

저는 이렇게 숨 쉬는 공간에서 매일 보고, 직접적으로 느끼는 기상 또는 날씨 현상에 관심이 많았습니다. 대기 경계층은 가장 지표면에 가까운 층이잖아요. 그 위쪽은 지표면의 영향을 덜 받고요. 경계층은 지표면의 영향을 많이 받으니까 자연스럽게 지표면의 변화에도 관심을 갖게 됐어요. 이와 관련이 깊은, 가장 대표적인 예시는 '도시화'거든요. 그러니까 예전에는 도시라는 개념이 없었는데 도시화가 진행되면서 지표면의 특성이 아주 많이 변하게 됐잖아요? 그로 인해서 지표면 부근의 날씨나 기상 그리고 대기 오염, 대기질 등도 영향을 많이 받으니까 자연스럽게 지표면과 경계층 기상에 대해 관심을 갖게 된 것 같아요.

#### 5. 대기경계층이란 무엇인가요?

대기 경계층은 아까도 잠깐 말씀을 드렸지만 지표면의 영향을 크게 받는 층이라고 생각하시면 되고요. 낮에는 주로 한 1km 정도의 두께로 발달해요. 그래서 이 안에서는 대기의 난류가 상당히 강도가 강하고, 난류의 영향으로 인해 혼합이 잘 됩니다. 혼합층이라고 부르기도 해요. 이 안에서는 수분이나 대기 오염 물질 등이 잘 섞이게 되고요.

대기 경계층은 일변화도 비교적 뚜렷해서 주간에는 1km 이상으로 되게 높게 발달해요. 난류를 발생시키는 요인 중에 가장 큰 요인이 열에너지예요. 낮에 땅이 가열이 되면 현열<sup>1)</sup>이 방출되잖아요. 이게 가열원처럼 작용해서 대기를 데운다고 생각하시면 돼요. 그럼 난류가 잘 발생하게 되고, 난류가 발생한다는 건 계속 섞이는 걸 얘기하는 거니까 혼합이 잘 되고 경계층이 높아집니다. 밤이 되면 태양이 졌으니까 가열원이 없잖아요. 그러면 대기경계층이 낮아지게 됩니다. 물론 난류를 발생시키는 데에는 바람의 영향도 있지만 땅의 가열만 보면 야간에는 비교적 얇게 발달이 되는 거고요.

#### 6. 교수님께서 현재 어떤 연구에 관심이 있으신가요? 앞으로는 어떤 연구를 하고 싶으신가요?

1) 현열: 어떤 면이 가열되면 그 면으로부터 열이 나오는데 물의 증발 없이 나오는 이 열을 의미하는 용어. 이 때 현열은 물질의 온도를 변화시키는 데 사용되며 물의 상변화와 관련된 잠열과 대응되는 개념이다. (출처: 기상학백과)



첫째로, '미래의 기후 현상이 어떻게 나타날지, 그로 인해서 대기오염(오존, 미세먼지 등)과 같은 대기질의 변화가 어떻게 나타날지' 궁금해요. 아무래도 앞으로 더욱 폭염 등의 극한 기상 현상이 많이 발생할 것 같아요. 온실 효과로 인한 기온 상승이 계속해서 예측되고 있는 상황이고요.

또한, 아까도 말씀드렸지만 도시화는 계속 진행되고 있고 계속 인구도 집중되고 있잖아요. 그래서 특히 '도시 지역 지표면의 특수성을 고려했을 때 사람이 많이 사는 도시 지역의 날씨가 어떻게 변하게 될지'도 궁금합니다. 그리고 미래에는 대기 오염 물질 중 하나인 이산화탄소의 배출량 변화도 굉장히 클 것으로 예상하고 있어요. 왜냐하면 전 세계에서 탄소 중립을 위해서 이산화탄소 배출을 줄이려고 하잖아요. 보통 연소에 의한 이산화탄소 배출이 많은 편인데, 화력발전소나 제철소를 가동하거나 시멘트를 생산할 때 이러한 배출이 많이 나오게 돼요. 이때 연소 과정에서 이산화탄소뿐만 아니라 다른 대기오염 물질들도 많이 배출되거든요. 질소산화물(NOx)나 황산화물(SOx), 구리(Cu), 입자성물질(Particulate Matter, PM) 등이 많이 나와요.

그래서 이산화탄소 배출을 줄이는 과정에서 이러한 대기오염 물질들의 배출도 줄어들 것이라 예상할 수 있어요. 실제로 많이 줄어들고 있습니다. 중국도 그렇고 우리나라도 그렇고요. 그러면 대기오염 물질은 미래에도 줄어들 거 같은데, 반면에 기후 변화는 계속 일어날 것으로 예상돼요. 그래서 이 '대기오염 물질과 기후변화가 어떻게 상호작용을 할지'도 관심이 가는 주제입니다.

둘째로, '그럼 우리가 미래에 이러한 기후변화를 어떻게 적응 또는 완화를 할까, 어떻게 대응을 할까?'에 대해서도 관심이 있어요. 우리가 무작정 손을 놓고 있을 수는 없잖아요. 제가 지금 관심 있는 부분인데, 도시 지역에서의 탄소 중립을 위한 방법으로 '제로 에너지 빌딩'이 있어요. 이제까지는 건물 자체가 쓰는 에너지를 외부에서 계속 끌어와서 사용했다면, 이제는 건물이 쓰는 에너지를 '건물 자체에서 만든 에너지'로 충당해서 실제로 건물이 발생시키는 이산화탄소 배출량을 제로(zero)로 만들자는 것이거든요. 이게 조금씩 현실화 되고 있어요. 모델링을 통해서 이 제로 에너지 빌딩을 대기질 모형에 접합하면 제로 에너지 빌딩이 도시 열섬이나 폭염, 그리고 도시의 대기질에 어떤 식으로 영향을 줄지 정량적으로 볼 수 있고 어떠한 방향을 제시할 수도 있겠죠. '이렇게 하니깐 조금 더 개선이 되더라'라는 것이라든지. 구체적인 부분은 저도 더 연구를 해봐야겠지만, 이런 식의 접근도 현재 관심 있는 주제입니다.

## 7. 현재 연세대학교 대기과학과에 있는 여러 연구실 중 해당 연구실에서만 할 수 있는 연구에는 어떤 것이 있나요?

아무래도 다른 연구실에서도 하겠지만, 저희 연구실에서는 주로 모델링 연구를 많이 하는 거 같아요. 지표면 부근의 도시 지역에서의 모델을 '도시 캐노피 모형(Urban Canopy Model, UCM)<sup>2)</sup>'이라고 하거든요. 그래서 도시를

2) 도시 캐노피 모형(Urban Canopy Model, UCM): 대칭된 건물과 도로의 형태를 가정하고 도시 지면과 대기 사이의 에너지와 운동량 교환을 반영한 것. 도시협곡의 방향, 장·단파 복사의 건물에 의한 그림자와 반사, 건물 옥상 및 벽, 그리고 도로에서의 열과 운동량의 지면-대기 상호작용 등을 고려한다. (출처: 김도용, 2017, 도시 캐노피 모형을 이용한 강수예측 민감도 분석, 한국환경기술학회지, 18권 5호, 424)

캐노피(canopy)<sup>3)</sup>처럼 생각해서 도시 지역 건물 등을 모델링하는 것도 아마 해당이 될 것 같고 이 모형이랑 결합해서 '대기 화학 수송 모형'과 같은 대기질 모형, 대기질 모델링을 하는 것도 가능할 것 같습니다.

## 8. 현재 연구실의 인원 구성은 어떻게 되나요?

다음 학기에 석사과정 학생으로 입학할 학생이 1명 있고요. 그리고 학부 인턴생이 2명 있어요.

## 9. 혹시 연구실 출퇴근시간이 정해져 있나요? 교수님께서는 몇 시에 출근하고 퇴근하시나요?

저는 딱히 정해져 있지는 않고요. 제가 학생들한테 주로 낮 시간에는 있으면 좋겠다고 이야기하곤 합니다. 다른 학생들과 저랑 어느 정도 겹치는 시간이 있어야 직접 이야기를 하거나 전달 사항을 전할 수도 있으니까요.

## 10. 연구실 내에서 주기적으로 진행되는 미팅/워크숍이 있나요? 그 방식은 어떠한가요?

저는 주로 학생들과 일주일에 한 번 정도 개인 미팅을 가지고 있습니다. 그래서 학생들이 한 주 동안 한 연구 결과를 저한테 보여주면 저는 그 결과를 바탕으로 이렇게도 해보고, 저렇게도 해보라는 식으로 지도하고 있습니다.

## 11. 교수님께서는 과거에 어떠한 대학생활을 보내셨나요? 어떻게 대학원 진학을 결정하게 되셨나요?

저는 글썄요, 막 엄청 재밌게 보내지 않았던 것 같고요. 뭘 해야 되나 하는 생각과 고민이 좀 많았던 것 같고 아마 지금 학부 학생들도 많이 고민하고 있을 법한, 비슷한 고민을 했던 것 같아요. '내가 어떤 일을 하는 게 좋을까, 내가 잘 하는 게 무엇일까?' 이런 식으로요. 게다가 저는 복수 전공을 했기 때문에 들어야 되는 수업이 많았어요. 그러면 수업도 많고 공부해야 될 것도 많다 보니까 주로 전공 공부하면서 시간을 보냈던 것 같아요. 그리고 제가 중간에 건강이 안 좋아져서, 대학교 1학년은 나름 그래도 잘 보냈던 것 같은데, 2학년부터는 건강상의 문제 때문에 좀 힘들게 보냈던 것 같아요.

대학원 진학은, 제가 다른 학생들한테도 잠시 얘기한 적 있는데 보통 진로가 크게 두 가지 길이잖아요. 취업 아니면 대학원 아니면 기술고시. 어떻게 보면 기술고시도 취업의 다른 길이니까.

3)도시 캐노피층(urban canopy layer: UCL): 도시를 구성하는 건축물이나 식생의 사이 공간을 채우고 있는 공기층을 가리키는 용어. 보통 건축물이나 나무 등 지표면에 존재하는 장애물들의 평균 높이까지의 공기층으로 정의한다. 도시 경계층(urban boundary layer: UBL)은 도시 지표와 대기 사이의 상호 작용에 의해 형성되며, 도시 캐노피층은 도시 경계층의 최하부 영역에 해당한다. (출처: 기상학백과)

근데 아무리 생각해도 저는 회사 생활을 잘할 자신이 없었어요. 그러니까 누군가가 시키는 일을, 항상 틀에 박힌 일을 하는 게 재미가 없을 것 같았어요. '그런 일을 하기에는 나는 별로 잘 안 맞을 것 같다.' 이런 생각을 하게 됐고요.

그래서 대기과학 분야, 특히 우리가 항상 보고 숨 쉬는 대기 현상이나 대기 오염 등에 관심이 있었던 것 같아요. '이런 분야를 조금 더 공부해보고 싶다.' 하고 생각을 하게 됐어요.

## 12. 박사를 졸업하신 후 우리 학교 교수님으로 부임하시기 전까지 어느 기관에서, 어떠한 연구를 해오셨나요?

박사 졸업한 다음에 서울대에서 박사 후 연구원으로 몇 개월 정도 일을 하다가 프린스턴 대학교 토목환경공학과에서도 박사 후 연구원으로 있었고요. 그때는 아까 잠깐 말씀드린 도시 캐노피 모형을 개발하는 연구를 했었고 그곳에서 지면-대기 상호작용 부분의 연구도 했습니다. 지표면이 어떻게 달라지면 어떤 식으로 대기에 영향을 주는지 살펴봤고요. 그리고 대기가 그 영향을 받아서 지면에 영향을 주겠죠? 이렇게 계속 지면과 대기가 상호작용을 하는 것을 연구했구요.

그 다음에 저는 대기질 쪽에도 관심이 많아서 미국 국립대기연구센터(National Center for Atmospheric Research, NCAR) 로 가서 'WRF-Chem'이라는 대기질 모델링을 이용한 연구를 했습니다. 오존에 주로 관심을 갖고 연구를 했고요.

그 이후로는 포항공과대학교 환경공학부에서 연구 교수로 일을 했고, 그때는 '기후 변화가 대기질에 어떤 영향을 줄 수 있는지'에 대한 연구를 했어요. 대기 오염물질, 특히 에어로졸이 기후 또는 날씨에 미치는 영향에 대해서는 연구가 상당히 많이 되었는데 그 반대의 영향은 연구가 덜 진행됐거든요. 그래서 기후 변화가 대기 오염 또는 대기질에 어떤 영향을 줄 수 있는지에 대해 연구했습니다. 그리고 공주대학교 환경교육과에서 한 학기 정도 있었다가 이후에는 이곳 연세대학교 대기과학과로 오게 됐습니다.

## 13. 학부와 대학원 생활 이후로도 연구활동을 계속하시면서 학계에 남으시게 된 계기가 무엇인가요?

중간에 다른 길을 가볼까 생각도 했던 적이 있었는데요. 연구하는 게 힘들긴 하지만 그래도 뭔가 재밌거나 보람이나 성취감을 느낄 때도 있고, 아직 풀리지 않은 문제를 해결하고 그게 왜 그렇게 되는지 설명하는 게 매력적이라고 생각해서 지금까지 계속 연구를 하고 있는 것 같아요.

## 14. 지금까지 연구 활동을 해오시면서, 가장 보람 있었던 일이나 힘들었던 때가 있었나요? 연구하시면서 겪으셨던 어려움은 어떻게 극복하셨나요?

가장 보람 있었던 일은 아무래도 제가 관심 있는 연구 주제에 대한 답을 찾았을 때, 또는 왜 그렇게 되는지를 설명할

수 있었을 때, 증명을 했을 때가 가장 기쁠 때가 아니었나 싶어요. 또 그걸 정리해서 논문을 작성하고 제출했는데 그게 승인을 받았을 때, 그러니까 다른 연구자의 동의나 인정을 받았을 때죠. 논문을 제가 써서 제출하면 다른 동료 연구자가 평가를 합니다. 그러면 이게 맞나 틀리냐, 아니면 이 부분은 더 보충 설명을 해달라고 요청하는 식으로 진행 되는데, 이게 타당하다 싶으면 인정이 되거든요. 그러면 ‘내가 생각하는 게 다른 사람도 동의하는 거구나.’ 하면서 그때 보람 있었던 것 같아요.

힘들 때는 아무래도 문제가 잘 안 풀릴 때, 어떤 현상의 이유를 잘 모르겠을 때, 왜 이렇게 되는지 알고 싶은데 답을 모를 때가 가장 힘들었던 것 같고요. 극복하는 방법으로 저는 일단 이것저것 많이 생각을 해봐요. 시간을 좀 들여서 여러 가능성을 염두에 두고, 이것도 생각해 보고 저것도 생각해 보고, 이 데이터도 보고 저 데이터도 보는데... 그래도 도저히 답이 안 나오고 모르겠다 싶으면 한 템포 쉬고 아예 다른 연구를 하든가 아니면 아예 쉬는 시간을 가지는 합니다. 그러면 아예 그 문제를 잊고 있다가 다시 시간이 지나서 봤을 때 새로운 시각에서 볼 수도 있고 제가 못 봤거나 놓쳤던 걸 다시 볼 수도 있어서 이렇게 해왔던 거 같아요. 항상 그렇게 잘 해결되지 않을 수도 있지만 이것도 하나의 방법이지 않나, 이런 생각이 드네요.

**15. 이번 학기에 교수님께서 가르치시는 새로운 수업인 '대기과학빅데이터개론' 수업에 대해서 간단히 소개해 주실 수 있나요? 이 수업 내용이 교수님께서 하시는 연구 혹은 대기과학 연구 전반에 있어서 어떻게 활용될 수 있을까요?**

이 수업의 궁극적인 목표는 여러 분야에서 화두로 떠오르는 머신러닝 또는 기계 학습을 이용해서 다른 시각에서 대기과학 쪽의 어떤 현상들을 예측하는 방법을 배우는 거예요. 그러니까 이제까지는 대기과학에서는 이론적인 연구를 하거나, 관측 연구를 하거나, 아니면 모델을 이용한 모델링 연구를 하는 게 중점이 되었잖아요. 하지만 이 수업에서는 여러 관측이나 모델에서 나오는 상당한 양의 데이터를 갖고 머신러닝 알고리즘을 이용해서 또 다른 것을 예측하거나 이해하는 방법을 배웁니다. 엄청 거창해 보이긴 하지만 기본적인 내용들을 다룰 생각입니다.

첫 번째로는 '데이터에 대한 이해' 또는 '데이터에 친숙해지는 과정'을 진행할까 생각 중입니다. 데이터가 상당히 많거든요. 그래서 이 데이터를 어떻게 전처리를 하는지와 어떤 데이터가 중요한지, 의미 있는 데이터가 무엇인지를 아는 것도 중요할 것 같습니다. 모든 데이터를 우리가 다 쓸 수는 없거든요. 이와 관련하여 직접 머신러닝도 실습해 볼 예정입니다.

그래서 수업에서 배운 내용과 관련해서 적용할 수 있는 분야가 상당히 많을 것 같아요. 기온, 바람 데이터 등에 대해서도 관측소에서의 관측 데이터도 있지만 모델 데이터도 상당히 많고, 위성 데이터도 많고요. 원격 탐사를 이용한 레이더 데이터도 있고 위성 데이터의 종류도 상당히 많아요. 지표면이나 해양 자료도 있고, 에어로졸과 같은 대기질 자료도 있고요. 아무튼 엄청나게 많은 데이터가 있는데 이러한 여러 데이터를 조합하거나 활용해서 이제까지 모델만으로는 한계가 있었던 예측을 어떻게 하면 조금 더 정확성을 높일지 관심을 갖고 생각해보고 있어요. 날씨 예보를 할 때 요즘에 정확도가 많이 올라갔다 하더라도 100% 완벽하지는 않은데, 혹시 머신러닝을 이용하면 정확성을 높이는 데에 조금 더 도움이 될 수 있을까 이런 생각도 하는 거죠.

### 16. 교수님께서 ‘연구원이 갖춰야 할 자질’이 무엇이라고 생각하시나요?

연구원보다는 과학자라고 하는 게 더 좋지 않을까 싶은데요. 과학자로 단어를 바꾼다면 저는 일단 제 경험에 한정 지어서 얘기를 주로 하게 될 텐데 '왜?'라는 과학적 호기심, '왜 이렇게 될까?'라는 물음을 항상 가지고 있는 게 중요할 것 같아요. 그러니까 동기가 있어야겠죠. 내가 관심있어 하는 또는 궁금한 것들이 무엇인지 아는 것, 왜 그렇게 됐을지를 끊임없이 질문하는 게 중요할 것 같고요. 질문만 하고 끝이 나면 안 될 것 같고, 그게 왜 그렇게 되는지를 이해하고 설명할 수 있는 자질도 되게 중요할 것 같아요. 문제가 어렵고 복잡하기 때문에 금방 답이 안 나오는 게 당연한데 그걸 포기하지 않고 끈기 있게 계속 생각하는 자세가 중요하지 않을까 싶습니다.

### 17. 그럼 마지막으로 연세대학교 대기과학과 뉴스레터 구독자분들을 위해 자유롭게 하고 싶으신 말씀이 있다면 해주시면 감사하겠습니다!

일단 저에게 인터뷰를 하게 해 준 기회를 만들어주셔서 감사하고요. 특히 학부 학생들이 여러 생각도 많고 고민도 많을 것 같은데, 만약에 궁금한 게 있거나 이야기하고 싶은 게 있으면 자유롭게 언제든지 연락을 주고 찾아오시면 제가 최대한 도와드리겠습니다. 감사합니다.

이주은 기자(21, happygrace@yonsei.ac.kr)

# 알쏭달쏭 대기과학

- 하늘에서 행복의 방정식을 찾다

“오늘 하루 행복하셨나요?”

누군가 이렇게 묻는다면, 어떻게 답할 것인가? ‘네’, ‘아니요’, ‘몰라요’ 등의 답이 나올 수 있을 것 같다. 필자는 ‘행복이 무엇일까요?’ 라고 역으로 질문하고 싶다. 행복의 정의와 기준은 참으로 모호하나, 적어도 언제 행복을 느끼는지는 생각해볼 수 있다. 하늘이 새파랗게 보이기만 해도 기분이 좋아질 때, 생일 선물로 갖고 싶던 것을 받았을 때, 화창한 날씨에 대기과학과 MT를 갈 때, 서사가 마음에 드는 작품을 봤을 때, 좋아하는 사람들과 함께 얘기를 나눌 때, 맑은 공기 속에서 산책을 할 때. 이처럼 일상에서 ‘행복’이라 부를 만한 것을 느끼는 순간들이 종종 있다.

이러한 순간 속에서 각자의 행복을 이루는 요소를 찾을 수 있지 않을까? 필자의 경우 ‘하늘이 새파란 정도’, ‘기대하던 일이 발생한 횟수’ 등을 행복의 요소로 찾을 것이다. 그렇게 찾은 행복의 요소와 각각의 가중치를 고려해서, 다음과 같이 행복을 진단하는 방정식을 만들 수 있다.

$$\begin{aligned} (\text{새연의 행복}) = & c_1 (\text{하늘이 새파란 정도}) + c_2 (\text{기대하던 일이 발생한 횟수})^2 \\ & + c_3 (\text{대기과학과 MT 날의 날씨}) + c_4 \log (\text{이야기의 서사가 마음에 드는 정도}) \\ & + c_5 \exp (\text{좋아하는 사람들을 만난 횟수}) + c_6 (\text{공기가 맑은 정도}) \end{aligned}$$

각 변수가 ‘행복’과 어떤 관계를 가질지는 미지수이다. 일차, 이차 등의 다항함수, 혹은 로그나 지수함수의 관계를 가질 수도 있다. 계수들의 값 또한 변수 각각의 중요도에 따라 달라진다.

위의 방정식에서 주목할 만한 점은, ‘날씨’와 관련된 변수들이 있다는 것이다. 날씨는 행복과 얼마나 밀접하게 관련되어 있을까? 물론 사람마다 다르겠지만, 일반적인 경향을 찾는 것도 가능할까? 그렇다면 그 행복의 방정식은 어떤 형태일까? 이러한 질문들에 답하려고 한 연구들이 있다. 본 글에서는 그러한 연구들을 소개하며 찬찬히 음미해보려 한다. 여러분 각자의 혹은 모두의 ‘행복의 방정식’을 찾기 위한 여정을 ‘하늘로’ 떠나보자.

1. 다양한 변수에서 출발하기

먼저, 일반적으로 어떤 변수를 행복의 방정식에 포함시킬 수 있을지가 궁금하다. 행복의 요소로 고려할 만한 대기 변수는 무엇일까? 그 외적인 변수로는 무엇을 고려할 수 있을까? 그 단초로서 일본 오사카에서 수행된 첫 번째 연구를 살펴보자. Yoshiro (2013)는 오사카 대학의 대학생과 대학원생 75명을 대상으로 2006년 11월 1일부터 2008년 3월 31일까지의 516일 동안 그림 1과 같이 설문 조사를 실시했다. 우선 피험자들의 감정적 상태를 평가하기 위해 행복(HAPPINESS)을 포함한 슬픔, 즐거움, 우울감의 정도를 묻는 질문이 있었다. 연구의 목적이 이러한 감정 상태와 날씨의 관계를 찾는 것이긴 했으나, 연구진은 날씨 외에 사람의 감정과 연관될 수 있는 요소도 함께 고려했다. 그래서 하루 중 발생한 개인적인 소식(P\_NEWS)과, 대중 매체에서 접한 소식(M\_NEWS), 수면 상태(SLEEP), 건강 상태(HEALTH), 스트레스 여부(NOSTRESS)가 설문지의 질문에 포함되었다. 또한 사전에 피험자들의 개인 특성을 수집하여 개인차를 반영하려고 했다. 날씨 데이터의 경우 오사카의 기온(TEMPERATURE), 습도(HUMIDITY), 풍속(WIND), 강수(PRECIPIATION), 일조 시간(SUNSHINE)을 일본 기상청 웹사이트에서 수집했다. 설문조사는 온라인으로 시행되며 피험자들의 조사 응답 시간이 자동으로 기록되었으므로, 개인의 응답을 응답 시점의 시간별 날씨 데이터에 대응시킬 수 있었다.

**SURVEY**

1. 당신은 지금 얼마나 행복하십니까?

0								10
---	--	--	--	--	--	--	--	----

매우 불행 매우 행복

2. 오늘 하루 중 가장 중요한 개인적인 소식은 무엇이었고, 당신은 그 소식을 어떻게 평가하십니까?

-5								+5
----	--	--	--	--	--	--	--	----

매우 나쁨 매우 좋음

3. 오늘 하루 중 tv나 신문 등 대중매체에서 받은 가장 중요한 소식은 무엇이었고, 당신은 그 소식을 어떻게 평가하십니까?

-5								+5
----	--	--	--	--	--	--	--	----

매우 나쁨 매우 좋음

4. 당신은 어젯밤에 잠을 잘 잤습니까?

1	2	3	4
못 잠	약간 못 잠	잘 잠	매우 잘 잠

5. 당신의 현재 건강은 어떻습니까?

1	2	3	4
건강함	건강한 편임	나쁜 편임	나쁨

6. 당신은 지금 스트레스를 받고 있습니까?

1	2	3	4
많이 받음	약간 받음	별로 받지 않음	전혀 받지 않음

그림 1 첫 번째 연구의 설문지 예시

설문조사의 응답과 날씨 데이터를 대응시켜 연구진들이 만든 회귀식<sup>1)</sup>은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{HAPPINESS}_{i,t} = & \alpha_i + \beta_1 \text{P\_NEWS}_{i,t} + \beta_2 \text{M\_NEWS}_{i,t} + \beta_3 \text{SLEEP}_{i,t} + \beta_4 \text{HEALTH}_{i,t} + \beta_5 \text{NOSTRESS}_{i,t} \\
 & + \gamma_1 \text{TEMPERATURE}_{i,t} + \gamma_2 \text{TEMP\_SQ}_{i,t} + \gamma_3 \text{HUMIDITY}_{i,t} + \gamma_4 \text{HUMID\_SQ}_{i,t} \\
 & + \gamma_5 \text{WINDSPEED}_{i,t} + \gamma_6 \text{WIND\_SQ}_{i,t} + \gamma_7 \text{SUNSHINE}_{i,t} + \gamma_8 \text{SUN\_SQ}_{i,t} \\
 & + \gamma_9 \text{PRECIPITATION}_{i,t} + \gamma_{10} \text{PRECIP\_SQ}_{i,t} + \sum_{k=1}^6 \delta_k \text{DAY of the WEEK DUMMY}_{i,t}^k \\
 & + \sum_{k=1}^{23} \varepsilon_k \text{HOUR DUMMY}_{i,t}^k + \mu_{i,t},
 \end{aligned}$$

\* SQ가 붙은 변수들은 해당 항을 제곱한 것을 의미함.

\*  $\alpha$ 와  $\mu$ 는 개개인의 차이와 외적인 변수들의 개입을 보정한 항

\* DAY of the WEEK DUMMY<sup>2)</sup>는 월요일부터 일요일까지의 요일들을, HOUR DUMMY는 0시부터 23시까지의 시간들을 포함하는 항

1) 회귀식: 종속변수와 독립변수 사이의 관계를 분석하는 회귀분석의 결과로 도출하는 방정식으로, 쉽게 말해 독립변수를 통해 종속변수를 예측한 방정식. 해당 글에서는 독립변수를 대기 변수, 종속변수를 행복으로 두고 대기 변수로 행복을 예측하는 방정식들을 소개한다.

2) DUMMY: 회귀식을 만들 때 사용한 날짜마다의 요일과 시간 묶음을 표현하는 말. 요일이면 [월요일, 화요일, ..., 일요일], 시간이면 [0시, 1시, ..., 23시] 리스트를 나타냄.

서두에서 소개한 필자의 방정식과 비교했을 때, 이 방정식에서는 변수 각각이 더 체계화되었다. 여기서 변수들의 계수를 추정해내면, 어떤 변수가 행복과 가장 크게 관련되는지와 특히 어떤 대기 변수가 중요한지를 알 수 있을 것이다. 연구진의 추정 결과, P\_NEWS, HEALTH, NOSTRESS의 계수는 각각 0.395, 0.226, 0.325로 변수들 중 가장 높았으며, M\_NEWS와 SLEEP 또한 0.065, 0.027의 계수를 가지며 약간의 효과를 가졌다. 기상 변수들 사이에서는 기온(TEMPERATURE)과 기온의 제곱 항(TEMP\_SQ)만이 유의미한 통계 값을 가졌으며 기온의 계수는 0.012, 기온 제곱 항의 계수는 -0.0004였다. 이를 기반으로 분석한 결과 피험자는 13.9°C에서 가장 행복했고, 이 기온은 4월과 11월의 오사카 평균 기온에 해당했다. 추가적으로 남자와 여자로 집단을 구분해서 동일한 분석을 시행한 결과 행복에 있어 여성보다 남성이 기온에 더 민감했다.

해당 연구 결과, 기온은 기상 변수들 중에서 가장 주목할 만한 효과를 지녔다. 하지만 기상 변수 외의 요인들과 비교했을 때 행복에 미치는 영향은 그리 크지 않다. 앞서 말한 개인적인 소식, 건강, 스트레스 지수는 회귀식에서 기온에 비해 약 20~30배는 큰 계수를 가진다. 기상 변수들 중에서 행복과 가장 크게 관련되는 것이 기온이라 할 수는 있으나, 기온이 다른 외적인 요인만큼 행복에 유의미한 영향을 미치는지는 분명하지 않다. 그럼에도 이 연구는 회귀식에서 다양한 변수를 체계적으로 고려하였고, 기상 변수 중 가장 중요한 인자를 찾아내며, 몇 °C일 때 행복이 최대가 되는지를 분석하는 등, ‘참신성’ 면에서 의의가 있다고 생각한다. 행복의 방정식을 구성하는 기본 변수들의 설정 방법에 대해서도 좋은 예가 된 것 같다.

## 2. 햇빛에서 출발하기

친한 언니 A는 비 오는 날을 좋아한다. 반면 최근에 친해진 동생 B는, 비가 내릴 땐 우울하던 마음이 하늘이 맑아짐과 동시에 풀려간다고 한다. 해가 비칠수록 얼마나 행복한지는 사람마다 다르겠지만, 어떤 일반적인 경향이 있을지도 모른다. 이러한 관점에서, 유럽 네덜란드와 독일을 대상으로 삼아 햇빛과 행복의 연관성을 분석한 연구가 있다. Cahit & Indrit (2015)는 네덜란드 인구를 대표하는 패널조사인 ‘Dutch Household Survey (DHS)’와 독일 민간 가구를 대상으로 하는 종단 연구인 ‘German Socio-Economic Panel (GSOEP)’에서 개인의 행복 데이터를 구성하였다. 햇빛의 데이터로는 ‘European Climate Assessment Dataset (ECAD)’에서 제공하는 일조 시간과 운량 자료를 사용했다. 분석에 사용한 회귀식은 다음과 같이 나타났다.

$$\text{HAPPINESS}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{WEATHER}_{it} + \phi X_{it} + \xi_{it}$$

\*  $\text{HAPPINESS}_{it}$ : 행복 (네덜란드: DHS, 독일: GSOEP)

\*  $\text{WEATHER}_{it}$ : 햇빛-일조 시간 혹은 운량

\*  $X_{it}$ : 사람 특정 변수 (노동력 상태, 결혼 및 건강 상태, 소득, 자녀 수, 성별, 가구 규모, 연령) 와 연도 및 지역 관련 변수를 묶은 항

\*  $\xi_{it}$ : 관찰되지 않은 구성 요소. 외적인 변수의 개입을 상정한 값



여러분이 ‘햇빛’을 행복의 변수로 사용할 때, 연구진들이 WEATHER<sub>it</sub>을 다른 방식을 참고할 수 있을 것 같다. 이들은 WEATHER<sub>it</sub>로서 평균 일조 시간, 최대 일조 시간, 운량, 이렇게 세 가지를 사용했다. 일조 시간과 운량은 ‘계절 및 다른 환경에 대한 민감도’의 관점에서 큰 차이를 갖는다. 겨울에 일조 시간이 적어지고, 그림자의 영향을 받는 등 일조 시간은 계절과 외부환경에 민감하다. 이에 반해 구름이 하늘을 덮고 있는 정도는 계절과 외부 환경에 따른 차이가 거의 없다. 즉 운량은 장소와 계절에 따른 보정을 거치지 않아도 실제 ‘햇빛’을 잘 반영한다. 연구진들은 네덜란드 자료에서 평균 일조 시간, 최대 일조 시간, 운량 측정치를 각각 회귀식에 적용하여 계수를 구했다. 그 결과로 나타난 계수는 각각 0.05, 0.06, -0.16이었고 F-statistic<sup>3)</sup>은 5.3, 6.1, 6.7이었다. 그러므로 긴 일조 시간과 적은 운량은 행복의 증가와 관련되며 특히 일조 시간보다는 운량이 행복과 유의미한 관계로 높은 상관성을 가진다고 할 수 있다. 독일에 대해서도 유사한 결과가 나오며, 네덜란드와 독일 모두에서 햇빛이 많을수록 행복이 증가하는 경향이 드러났다.

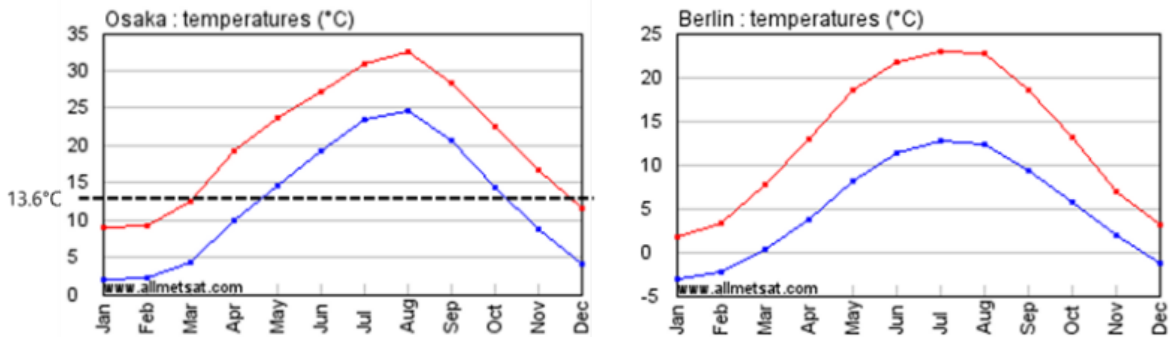


그림 2 점선을 제외한 원본 그림은 베를린(우)과 오사카(좌)의 일일 최고, 최저기온의 월평균. 왼쪽 그림의 점선은 원본에 덧댄 것으로, 오사카 연구에서 도출된 최대 행복 기온 13.6°C를 나타냄. (출처: <https://en.allmetsat.com/climate>)

연구진은 햇빛이 행복을 ‘유의미하게 증가’시킨다고 결론 짓는다. 흥미롭게도 이는 첫 번째 연구의 결과와 상반된다. 앞에서 밝히지는 않았으나, 첫 번째 연구에서는 햇빛이 많을수록 행복이 ‘감소’하고 이 경향은 유의미하기보다는 ‘우연에 가깝다’는 결과가 나왔다. 두 연구의 결과가 상반되는 이유로는, 우선 일본 오사카와 독일, 네덜란드의 위도가 다르다는 점을 들 수 있다. 오사카는 34.7N°, 독일은 47.2~55.1N°, 네덜란드는 50.7~53.5N°로, 오사카가 적도에 가장 가까우며 온난한 기후를 가진다. 그림 2에서 오사카(34.7°N)는 1년 동안 평균 최고 기온과 평균 최저 기온 모두가 베를린(52.5N°)보다 약 5~10도 높다. 오사카의 연구에서 도출한 ‘행복이 최대가 되는 기온’은 ‘13.6°C’였는데, 이 기온은 오사카의 최저 기온의 연평균에 가깝다. 오사카 시민들은 연평균 최저 기온에 가까운 값에서 최대 행복을 느끼므로 평균적으로 기온이 낮아지길 바라는 경향이 있을 것이다. 태양 복사 에너지는 기온에 큰 영향을 미치는 인자이며, 많은 햇빛은 기온을 높인다. 따라서 오사카 시민들은 햇빛을 부정적으로 생각할 것으로 추측된다. 또한 두 연구에서 ‘햇빛’을 정의한 방식, 사용한 회귀식과 고려한 변수의 개수도 다르므로, 이러한 지역적/방법론적 차이가 통계적인 유의미성과 회귀 계수에 영향을 미쳤을 가능성이 크다.

3) F-statistic: 두 변수가 나타내는 집단 간의 분산의 차이를 확인할 때 사용하는 검정 통계량. 값이 클수록 두 집단 간의 분산이 크며, 두 변수 간에 유의미한 관계가 있음을 의미함.

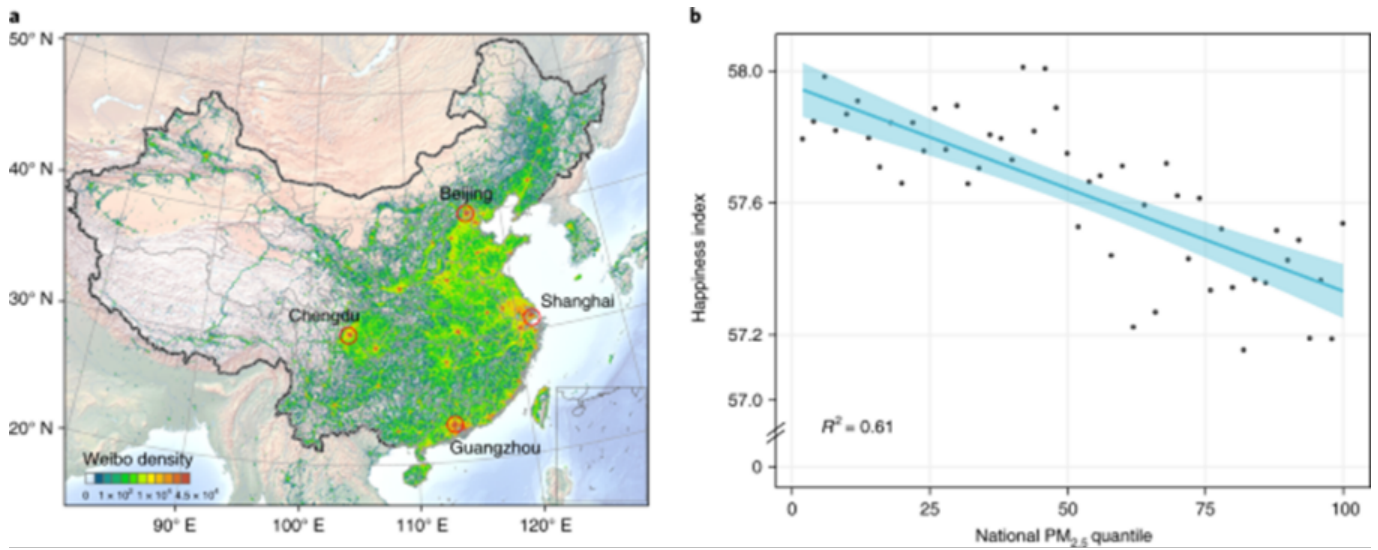


그림 3 (a) 분석에 사용된 시나 웨이보 게시글의 공간적 분포, (b) PM2.5 농도와 행복 지수 간의 관계

### 3. 대기 오염에서 출발하기

신촌에서 2호선 전철을 타고 합정을 지나면, 갑자기 창밖이 환해진다. 이윽고 한강이 창문 가득 비친다. 때로는 선명하게, 때로는 흐리게 비치는 한강 너머. 그 너머가 보이는 정도는, 대기 오염도의 영향을 받음과 동시에 누군가의 행복에 영향을 미칠지도 모른다. 마지막으로 소개할 연구는 중국 도시 사람들의 행복과 대기 오염 간의 관계를 조명한 Zheng et al. (2019)은 2014년 3월 1일부터 2014년 11월 30일 사이, 중국의 트위터라고 할 수 있는 ‘시나 웨이보’에 게시된 2억 1천만 개의 트윗들에 머신 러닝 의미 분석을 적용시킴으로써 ‘행복’을 추출했다. 이들 게시물에는 지리적 정보가 첨부되어 있었으므로, 연구진은 게시물에서 특정된 ‘행복’과 그 장소를 함께 포착하여, 중국 144개 도시의 일일 ‘행복 인덱스’를 규정했다. ‘대기 오염’을 나타내는 지수로서는 대기 질 인덱스(AQI)<sup>4</sup>와 PM2.5의 농도를 사용했다. 그렇게 만들어진 행복 인덱스와 도시 단위의 일일 AQI, PM2.5 농도, 날씨 데이터를 병합하였다. 특히 행복 인덱스와 PM2.5 사이에는 음의 상관관계가 있었는데, 이는 그림 3 (b)에서 나타난다.

기본 회귀식은 다음과 같다.

$$HAPPINESS_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 POLLUTION_{it} + \alpha_2 X_{it} + T_t + \gamma_i + \epsilon_{it} \tag{1}$$

\* HAPPINESS<sub>it</sub>, POLLUTION<sub>it</sub>: t일, 도시 i의 행복 추정치 및 대기 오염 수준

\* X<sub>it</sub>: 기상 조건

\* T<sub>t</sub>, γ<sub>i</sub>: 날짜 및 도시를 고정했을 때 나타나는 효과의 통제에 사용됨

4) 대기 질 인덱스(AQI): 중국 각 도시에서 주로 배출하는 일일 오염 물질에 기반하여 계산된 인덱스.

연구진은 회귀식의 추정을 통해 행복 인덱스에 대한 오염 변수의 계수  $\alpha_1$ 을 추정했다. 모든 도시의 행복 인덱스와 대기 오염 변수를 이용한 결과, AQI는 -0.046의 계수 값을, PM2.5 농도는 -0.043의 계수 값을 가졌다. 이는 AQI와 PM2.5 농도가 1만큼 감소할 때, 행복 인덱스는 각각 0.046, 0.043만큼 증가함을 의미한다. 연구진은 중국의 대도시인 베이징, 상하이, 광저우를 표본으로 삼았을 때의 오염 계수를 추정하기도 했는데, 이때 PM2.5 농도는 -0.142의 계수 값을 가졌다. 이는 모든 도시를 대상으로 했을 때의 계수의 3배에 달하는 값으로 대도시 및 부유한 도시 사람들이 대기 오염에 더 민감할 수 있음을 시사한다.

이 연구의 흥미로운 부분은, 대기 오염 물질의 ‘농도’ 뿐만 아니라 ‘외부에서 유입되는 배출량’까지 고려했다는 점이다. 연구진은 아래와 같이 ‘NEIGHBOUR’이라는 항을 정의하여, 기존 회귀식의 결과를 검증하였다.

$$NEIGHBOUR_{itm} = \sum_j w_{ijt} \times emission_{jm} / d_{ij}, d_{ij} > 120km \tag{2}$$

- \*  $emission_{jm}$ : m월 단위로 격자 j에서 방출된 PM2.5 양
- \*  $d_{ij}$ : 지역 도시 i와 격자 j 사이의 거리 (수백 km 단위)
- \*  $w_{ijt}$ : 2014년 t일에 격자 j의 도시 i에 대한 상대적 방향과, 도시 i의 풍향에 따라, 격자 j에 서로 다른 가중치를 부여함.

NEIGHBOUR<sub>itm</sub>는 m월 t일에 도시 i의 PM2.5 농도가 m월에 인근 격자 j의 산업 오염 물질 배출량에 의해 어떤 영향을 받는지를 측정하는 변수이다. NEIGHBOUR<sub>itm</sub>을 이용한 회귀의 결과에서도 PM2.5의 계수는 -0.445라는 음의 값을 유지하며 유의미한 통계 값을 가졌다. 즉 PM2.5와 행복 인덱스의 관계는 외부 배출량을 고려했을 때에도 큰 편향을 갖지 않으며, 이는 곧 두 변수 사이의 인과적 영향이 잘 식별되었다는 것이다.

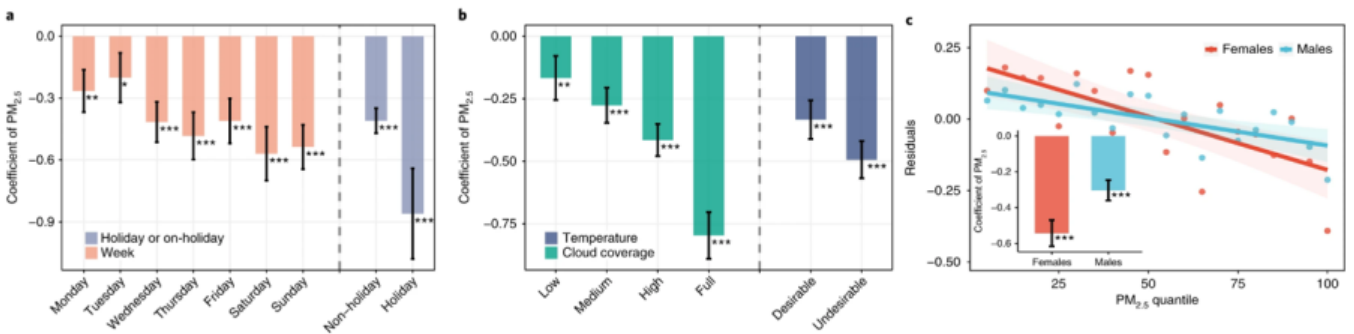


그림 4 (a) 요일/휴일에 따른 PM2.5의 행복 지수에 대한 영향, (b) 운량 및 기온에 따른 PM2.5의 행복 지수에 대한 영향, (c) 성별에 따른 PM2.5의 행복 지수에 대한 영향. 평일/주말/휴일, 운량 및 기온, 성별에 따라 PM2.5가 행복 지수에 대해 갖는 계수 값을 막대 길이로 나타냄.

기본 회귀식인 식 (1)에 PM2.5 농도와 평일/주말/휴일 지표 사이의 상호작용 항을 포함하여, 이들이 행복 인덱스에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림 4(a)와 같다. 대기 오염이 사람들의 행복을 감소시키는 효과는 평일보다 주말과 휴일에 크게 나타났다. 그림 4(c)는 남성과 여성을 나눠 도시별로 기본 회귀식 (1)에 대입하여 알아본 결과인데, 여성은 남성에 비해 큰 대기 오염 계수를 가졌다. 즉 여성이 남성보다 대기 오염에 더 민감하다는 것이다.

‘하늘에서 행복의 방정식을 찾다’ 라는 이 글의 제목을 따라, 행복의 방정식을 하늘과 관련해서 정의하는 방법과 그 결과를 살펴봤다. 첫째, 오사카에서 행복에 가장 큰 영향을 미치는 대기 변수는 기온이었으며 행복이 최대가 되는 기온은 13.9°C였다. 필자는 이 결과에 비판적으로 해석될 여지가 있다고 생각한다. 연구 기간인 2006년 11월부터 2008년 3월까지의 기간은 2008년의 여름이 제외되어 있고, 따라서 연구결과에서 계절적 편향을 초래할 수 있다. 현실적인 제약이 있었겠지만, 2006년 11월 1일부터 2008년 10월 31일까지 연구가 수행되었다면 이상적이었을 것이다. 둘째, 오사카에서는 햇빛이 많이 비칠수록 행복이 감소했으나, 독일과 네덜란드에서는 햇빛이 많이 비칠수록 행복이 증가했다. 그 이유는 도시들의 위도차가 평균적인 날씨를 다르게 만들기 때문으로 추측한다. 셋째, 성별에 따라서 대기 변수에 대한 민감도 또한 달라졌는데, 기온에 대해서는 남성의 행복이 더 민감했고(오사카), 대기 오염 물질에 대해서는 여성의 행복이 더 민감했다(중국). 실제로 날씨와 행복의 관계에 대한 선행 연구들(Barnston (1988); Connolly (2013))에서도 대상 지역 및 분석 방법에 따라서 성별 민감도가 달라졌다. 넷째, 중국에서 대기 오염은 도시 사람들의 행복 수준을 낮추며 그 효과는 대도시에서 더 크게 나타났다. 평일보다는 주말, 휴일에 사람들은 대기 오염으로 더 큰 불행함을 느꼈다. 직접적인 설문조사가 아닌 소셜 미디어에서 ‘행복’을 특정했다는 점에서, 필자는 이 연구의 결과가 가장 설득력 있다고 생각한다. 보통 피험자들은 설문조사 질문을 통해 실험의 의도를 쉽게 파악할 수 있고, 이는 설문 결과에 영향을 미칠 우려가 있다. 그러나 이 연구는 피험자들 각각이 자신이 피험자라는 사실을 자각하지 못했으며, 그들에게 질문이 주어지지 않았다. 피험자들의 ‘행복’은 실험자의 의도에 물들지 않은 채 날 것 그대로 수집되었다. 물론 그것이 진정한 ‘행복’임을 확신하려면, 그 수집을 진행한 머신 러닝 알고리즘의 신뢰성이 보장되어야 함을 염두에 두자.

이 모든 여정 끝에, 여러분은 행복의 방정식을 어떻게 정의하고 싶은가? 오사카의 연구에서는 다양한 대기 변수와 그 외의 외적 변수들을 이용한 점, 유럽의 연구에서는 햇빛을 일조시간과 운량의 측면에서 고려한 점, 중국의 연구에서는 대기 오염과 인근 지역으로부터의 오염 물질 수송까지 고려한 점을 특색으로 삼을 수 있었다. 여러분의 방정식에서 날씨가 차지하는 비중은 얼마나 되고, 어떤 대기 변수를 포함시키고 싶은가? 앞선 연구들처럼 세심하게 고려할 만한 부분이 있는가? 오사카의 연구에서도 소개되었듯이, 실제로 날씨가 차지하는 비중은 하루 중 기쁜 소식이나 건강 상태에 비하면 매우 작을 수도 있다. 그래도 필자는 힘들 때 맑은 하늘을 보고 정신을 치유하는 습관이 있기 때문에, ‘하늘이 맑은 정도’를 행복의 방정식에 포함시켜 보고 싶다. 비가 오는 날이 좋은 사람은 비가 내리는 날을 기준으로 앞선 연구들의 분석 방법을 따라해 보는 것도 재미있을 것 같다. 오늘 당신의 기분은 날씨와 얼마나 관련됐는지 생각해 보면서 말이다. 마지막으로 질문을 던지며 글을 마친다. 이 질문이, 글의 서두에서보다 여러분께 더 의미 있게 다가오길 바란다. “오늘 하루 행복하셨나요?”

#### 참고문헌

- Barnston, A. G. (1988), The effect of weather on mood, productivity, and frequency of emotional crisis in a temperate continental climate, *International Journal of Biometeorology* , 32, 134-143, <https://doi.org/10.1007/BF01044907>.
- Cahit, G. & Indrit, H. (2015), Rain or shine: Happiness and risk-taking, *The Quarterly Review of Economics and Finance* , 57 ,1-10, <https://doi.org/10.1016/j.qref.2014.10.004>.

- Connolly, M. (2013), Some like it mild and not too wet: The influence of weather on subjective well-being, Journal of Happiness Studies, 14, 457-473, <https://doi.org/10.1007/s10902-012-9338-2>
- Tsutsui, Y. (2013), Weather and Individual Happiness, Weather, Climate, and Society, 5(1), 70-82, <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-11-00052.1>
- Zheng, S. et al. (2001), Air pollution lowers Chinese urbanites' expressed happiness on social media, Nature Human Behaviour, 3, 237-243, <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0521-2>
- Weather reports and forecasts, satellite images, tropical cyclones, world climate data. <https://en.allmetsat.com/climate/>

장세연 기자(20, saeegg911@yonsei.ac.kr)

---

# 동아리로 이어지는 대기과학과

## 하늘과 학문과 별과 청춘

대학 생활은 단순히 수업을 듣는 것을 넘어 다양한 활동으로 성장할 수 있는 기회가 많다. 대표적으로 동아리 참여로 지루한 학업에서 벗어나 청춘을 즐기거나, 자신이 관심 있는 분야를 다른 사람들과 함께 탐구하기도 하면서 다채로운 경험을 얻어 가기도 한다. 현재 대기과학과 내에 있는 동아리는 학술동아리 <기상천외>와 밴드동아리 <247>로, 지난 뉴스레터에도 계속해서 소개되었다. 이번 [동아리로 이어지는 대기과학과]에서는 지난 호들과 마찬가지로, 각각의 동아리를 소개와 함께 2023년 1학기 두 동아리 모두에 속해 있었던<sup>1)</sup> 필자의 개인적인 경험을 토대로 지난 학기 활동을 더 구체적으로 이야기해보자.

### 1. <기상천외> - 새로운 동아리 방침으로 더욱더 성취감을 높여가다.

<기상천외>는 2021년도부터 시작되어, 여러 사람과 함께 학문적인 관심사를 공유하고 깊이 있는 논의와 탐구를 하며 지식을 넓힐 수 있는 학술 동아리이다. 이 동아리에서는 주로 스터디를 진행하며 대기과학과 관련된 부족한 지식을 함께 채우거나, 혼자서는 하지 못했던 다양한 프로젝트를 진행하는 등 여러 사람과 같이 다양한 학술 활동을 하고 있다. 또, 꼭 대기과학에 관련된 활동이 아니더라도 평소 관심 있는 분야에 대한 토론을 하거나, 다양한 연구기관 견학도 가면서 대기과학과의 '커뮤니티' 역할도 담당하고 있다.

2023년 1학기부터 <기상천외>는 이전까지 진행했던 스터디 자율 참여 방식<sup>2)</sup>과 다르게, 스터디 의무 참여 방식<sup>3)</sup>으로 새롭게 동아리 방침을 바꿨다. 그 방침에 따라 운영진이 개설한 총 4개의 스터디에 동아리원들은 필수적으로 참여해야 했다. 그 후 만약 개설된 스터디 외, 따로 만들고 싶은 스터디가 있다면 운영진을 통해 자유롭게 만들 수 있도록 예외를 두었다. 지난 학기에 운영진이 개설한 스터디는 '조잘조잘 영어', '스룩스룩 독서', '차곡차곡 논문', '차근차근/타닥타닥 코딩'이 있었다. 각각의 스터디에서 어떤 활동을 했는지 간단히 이야기해보고, 바뀐 방침이 구성원들에게 어떻게 다가왔는지 알아보자.

1) 필자는 <기상천외>는 운영진으로, <247>은 일반 동아리원으로 참여하였다.

2) 스터디를 만들고 싶은 동아리원이 스터디 인원을 모집하여 진행하는 방식

3) 시험기간을 제외하고 매주 정기적인 스터디 활동을 하는 방식

- 조잘조잘 영어

〈기상천외〉에서 유서가 깊은 영어 스터디이다. 지난 학기에서 유일하게 비대면으로 스터디를 진행했다. 각 구성원들은 대기과학과 관련된 영어 기사를 읽고 간단한 요약본과 소감, 몰랐던 영어 단어를 정리해 기상천외 카페에 게시하였다. 정기 모임에서는 자신이 읽었던 기사를 공유하고 토론하며 스터디를 진행했다. 매주 모여 단순히 영어 공부만 하는 것이 아니라 대기과학과 관련된 식품영양학, 천문학, 지질학 등 점점 학문 분야를 넓혀 가며 교양을 쌓았다.

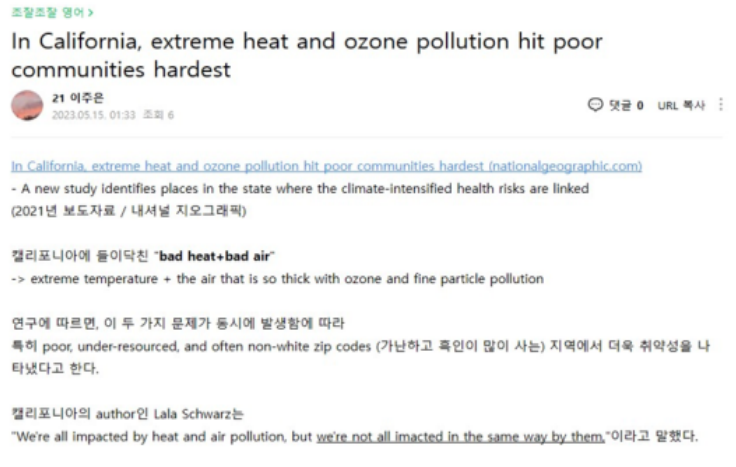


그림 1 실제 〈기상천외〉 카페에 올랐던 조잘조잘 영어 스터디 활동글

한 스터디 부원은 ‘이 스터디에서 들었던 발표 내용이 학교 수업에 나와서 수업을 더 재밌게 들을 수 있었다. 또, 영어 공부도 할 수 있고 대기과학과 관련된 다양한 주제를 폭넓게 다루어 기억에 남는다.’는 반응을 남겨주었다. 이처럼 조잘조잘 영어 스터디는 영어 실력과 함께 다양한 분야에 대한 지식도 얻어 가며 두 마리의 토끼를 모두 잡는 스터디라고 할 수 있었다.



그림 2 '스룩스룩 독서'에서 읽은 당신 지식의 한계 세계관 - (리처드 드위트 저)

- 스텝스텝 독서

21세기 과학의 빠른 발전 속도로 인해 하루가 다르게 과학적 믿음이 대체되고 사라진다. 이런 상황 속, 인간의 가치관이 변화하며 자신의 세계관이 흔들릴 때가 있다. 스텝스텝 독서모임은 그러한 이야기를 나누기 위해 만든 과학철학 독서 모임이다. 해당 동아리에서는 한 학기동안 책 「당신 지식의 한계 세계관」 - (리처드 드위트 저)의 정해진 분량을 읽은 후, 스터디장이 던진 주제 질문에 대한 답변을 카톡방에 올려가며 활동을 진행했다. 매주 정기 모임에서는 구성원들이 대면으로 모여 주기적으로 토의를 하고 의견을 교류했다.

주요 주제로는 ‘진리란 무엇인가?’, 당신의 핵심 퍼즐, 즉 세계관의 주요 믿음은 무엇인가? 등을 자연과학과 자신의 세계관을 연관 지어 생각하도록 하는 질문이 있었다. 이 질문에 답하면서 자신의 세계관을 확립해보고 구성원들과 함께 나누며 자기 자신의 생각에 더 깊게 파고들 수 있었다.

활동이 끝난 후에 스터디 구성원들은 ‘한 학기 동안 책을 읽으면서 세상에는 너무나도 많은 생각이 존재함을 느낄 수 있었다.’, ‘한동안 독서량이 부족했는데 이번 할당량을 정해 꾸준히 책을 읽다 보니 적응이 되고 독서에 다시 재미를 붙였다.’와 같은 반응들을 보여주기도 하였다.



사진 1 논문 발표를 하고 있는 차곡차곡 논문 스터디 구성원

### - 차곡차곡 논문

누구나 대학생이라면 논문을 읽는다. 차곡차곡 논문 스터디는 그중에서 대기 과학과 관련된 논문을 읽고 발표하는 스터디이다. 초기에는 스터디 구성원들이 모두가 매주 한 개의 논문을 읽고 토론하는 식으로 진행하려 했으나, 학업과 병행하기에 무리가 있어 보여, 스터디 구성원이 돌아가면서 매주 1개의 논문을 발표하기로 했다. 함께 읽고 발표한 논문 주제로는 도시 열섬부터 엘니뇨까지 다양한 분야가 있었으며, 다른 스터디와 다르게 오픈 데일로 지정한 날에는 타 스터디 부원들도 와서 차곡차곡 논문 스터디원이 진행하는 논문 발표를 들을 수 있었다.

‘스터디 구성원이 읽고 논문 소개해주니까 제가 시간 들여 읽지 않아도 내용을 얻어갈 수 있어서 좋았고 발표 연습도 돼서 좋았다.’, ‘논문 읽기라는 주제 특성상 내용이 어려웠지만 선배들과 이야기하며 이해하는 과정이 재밌었고 선배들과 친해질 수 있어서 좋았다.’ 등의 반응처럼, 해당 스터디를 통해 선후배들과 어려운 논문을 읽고 이해해 가면서 대기과학 분야의 식견을 넓혀갈 수 있는 스터디였다.

### - 차근차근/타닥타닥 코딩

대기과학 전공을 들으면서 과제를 할 때마다 코딩이 빠질 수 없다. 차근차근/타닥타닥 코딩은 바로 그 코딩을 배우는 스터디이다. 생각보다 지원자가 많아 초급인 차근차근과 중급인 타닥타닥으로 나누어 최근 많이 사용되는 파이썬을 공부해보는 스터디가 개설되었다. 차근차근에서는 기초 문법부터 시작하여 마지막에는 기상청 기상 자료 개방 포털에서 얻을 수 있는 강수량과 미세먼지 데이터를 이용해, 간단한 그래프로 두 데이터 간의 상관관계를 알아보는 프로젝트를 진행했다. 타닥타닥에서는 파이썬 라이브러리 (numpy, pandas 등) 활용법부터 공부한 후, 차근차근에서 사용했던 데이터를 이용한 간단한 그래프를 그렸다. 그 뒤 더 고차원 데이터 세트인 NetCDF<sup>4)</sup> 파일을 이용해

1) NetCDF: Network Common Data Form의 약자. 배열 또는 행렬로 구성된 데이터 형식 세트이며 주로 수치모델 또는 공간 정보와 같이 시공간 정보를 담고 있는 3~4차원 데이터를 담을 때 주로 사용한다.



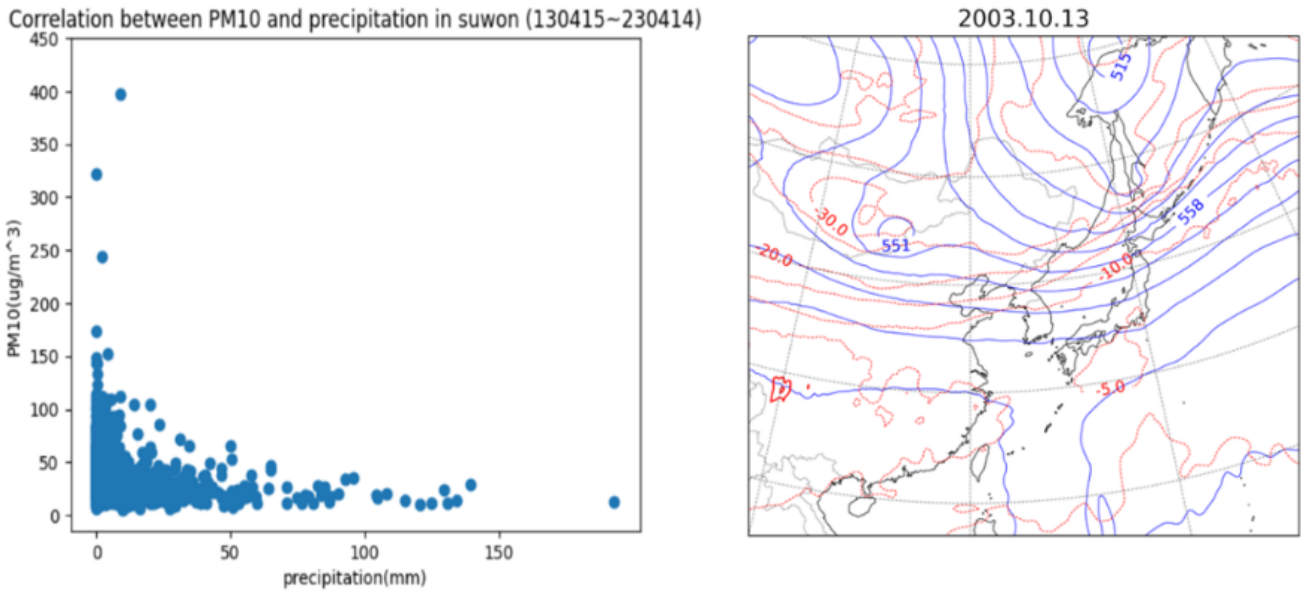


그림 3 '타닥타닥 코딩'에서 유럽중기예보센터(ECMWF)의 ERA5 재분석 자료와 기상자료개방포털의 강수량, PM10 자료를 이용해 그려본 그림. (좌) 2013년 4월 15일부터 23년 4월 15일까지의 PM10과 강수량 데이터를 이용한 상관관계 그래프, (우) 2003년 10월 13일 500 hPa 상층 일기도에서의 등지위고도선(파란선, dam)/등온선(빨간선, °C)

500 hPa 상층 일기도에서의 등지위고도선/등온선 그리기를 진행했다.

해당 스터디의 스터디장이었던 필자가 경험한 바로는, 처음에는 스터디 부원들 모두 파이썬 문법과 라이브러리 내용이 많이 생소해서 공부하는 데 어려움이 있었던 것 같다. 하지만 같이 프로젝트를 진행하면서 대기과학 전공에서 코딩은 어떻게 이용되는지에 감을 잡아가기 시작했다. 그 후로는 자연스럽게 코딩에 대한 자신감이 올라오는 구성원들도 몇몇 있었다. 그에 비해 의미 있는 결과를 내지 못하는 구성원들도 있었다. 하지만 기상 데이터를 파이썬으로 다뤄보는 경험이 앞으로 전공을 공부하는 데 많은 도움이 될 것이라 생각한다. 스터디장으로써, 구성원들 모두가 만족할만한 코딩 공부 계획을 세우지 못한 것 같아 아쉽지만 꽤 만족스러웠던 스터디였다.

이렇게 각각의 스터디를 매주 진행한 결과, 과감하게 바꾼 동아리 방침이 동아리 구성원들이 적극적이고 꾸준하게 참여하게 해주는 동기부여가 되었다. 모든 스터디가 끝난 후 실시했던 만족도 조사에서도 새롭게 바뀐 의무 참여 방식에 만족하는 사람이 71.4%, 불만족하는 사람이 14.3%, 잘 모르겠다는 사람이 14.3%로 나타났다. 이외에도 몇몇 구성원들이 '비슷한 분야에 대한 흥미와 열의를 가진 사람들이 모일 수 있어서 좋았다', '스터디 의무로 동아리의 존재 의미가 뚜렷해 좋았다.' 등 새롭게 바뀐 방침에 만족한다는 의견을 보내주었다. 이를 통해 <기상천외>의 새롭게 바뀐 방식이 많은 구성원들에게 꽤 성공적으로 다가갔음을 알 수 있었다.

물론 <기상천외> 동아리원들이 매주 각자의 스터디를 필수적으로 참여하게 되면서, 지난 학기보다 친목 활동과 같은 모든 동아리원들이 만나는 시간이 부족했다. 특정 스터디에서는 난이도 조절의 어려움이 생기는 경우도 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 필자와 같은 운영진들은 동아리 구성원들의 피드백을 받으며 최대한 불편함을 해소하려고 노력하고 있다. 앞으로도 이들은 여러 가지 활동을 계획하며 어떻게 하면 동아리원들이 만족할 수 있을지 끊임없이 고민해 나갈 것이다.

〈기상천외〉가 지난 학기에 시도했던 스터디 의무 참가 방식은 어떤 사람에게겐 작년보다 부담이 되었을 수 있다. 하지만 학술 동아리로서 매주 이루어지는 동아리 활동을 마치고 나면 ‘그래도 나 스터디는 끝까지 했으니!’ 하는 성취감을 얻었으면 하는 마음에 정한 방식이니 너그럽게 봐주시기 바란다. 앞으로도 〈기상천외〉는 다양한 스터디뿐 아니라 또 다른 특별한 동아리 활동을 계획 중이다. 이후에도 어떻게 〈기상천외〉가 또 어떤 ‘기상천외’한 활동을 할지 많은 기대 부탁한다.

## 2. 〈247〉 - 우리의 밤은 당신의 낮보다 아름답다.

〈247〉은 매년 활발히 이어져 온 대기과학과 내 밴드 동아리이다. 보컬, 기타, 베이스, 드럼, 키보드, 총 5개의 세션 별로 나누어져 있으며, 대학원생부터 새내기까지 다양한 학번이 동아리 내에 속해 있다. 이 밴드의 큰 특징은 실력과 무관하게 열정만 있다면 누구든지 이 동아리에 지원해서 새로운 악기 연주에 도전해 볼 수 있다는 점이다. 또, 학기마다 기말고사 전에 공연하므로 악기 연주에 관심이 있거나, 대학 시절 에 한 번쯤 무대에 올라가 즐기고 싶은 대기과학과 청춘에게 추천할 만한 동아리이다.

먼저 〈247〉에 들어오게 되면 먼저 간단한 오리엔테이션을 진행한 후 랜덤으로 팀이 구성된다.<sup>5)</sup> 지난 2023년 1학기에는 새내기로 구성된 ‘Song C (송도)’ 팀과 22학번 이상으로 구성된 ‘환영 (신촌 1팀)’, ‘환일 (신촌 2팀)’ 팀이 결성되었다. 이후에는 대학원 팀 ‘얇은물’이 공연에 합류하고, 대학원생과 대학생이 같이 연주하는 퓨전팀이 만들어지기도 했다. 지난 학기 환일 팀의 키보드로 참여하면서 필자가 〈247〉 동아리 구성원으로서 느꼈던 감정을 생생하게 전달하고자 한다.

3월 말 저녁, 좁은 학과 내 동아리임에도 불구하고 다양한 학번이 모였기 때문에 서먹서먹한 분위기로 첫 연습을 시작하였다. 베이스를 처음 다루는 사람, 두 가지 악기 모두 잘 다루는 사람, 기타 하나만을 잘 연주하는 사람, 오랜만에 악기를 잡아 우왕좌왕하는 사람 등등 다양한 사람들이 모였다. 처음에는 서로 실력 차이도 나고 합주도 처음이었기 때문에 공연에서 연주할 3곡 중 한 두 곡만 연습하였다. 필자도 마찬가지로 키보드 합주가 처음이라 틀릴 때마다 팀원들에게 처음부터 시작해달라고 많이 이야기하였다. 이러한 요구사항 때문에 시간을 많이 소모해 팀원들에게 미안하기도 했다.

하지만 매주 저녁에 모여 합주를 하면서 서로서로 어떤 부분이 부족한지 알려줄 수 있었고, 점점 밴드원들의 실력



그림 4 2023년 1학기 〈247〉 정기 공연 포스터

5) 새내기 학번에 경우 송도에서 신촌까지 오는 데 번거로움이 있어, 새내기 학번끼리 랜덤으로 팀을 구성했다.

또한 올라와 각 곡당 연습 시간도 짧아졌다. 그렇게 각각의 세션들이 서로 맞물려 예쁜 선율이 흘러나오자 밴드 연습은 굉장히 재밌어졌다. 후반에는 어디선가 연습곡이 들리면 자연스럽게 손가락이 움직일 만큼 적응이 되었다. 무엇보다 밴드 합주를 하다 보면 제대로 연주하는 것이 맞는지 녹음으로 확인하는데, 녹음 결과가 실제 연습곡의 반주와 거의 똑같이 나온 것을 들으며, '우리 진짜 많이 성장했구나!'하며 굉장히 큰 희열을 느끼기도 하였다.



사진 2 실제 연습했던 합주실 사진과 연습곡 악보, 키보드 사진

그렇게 열심히 연습하고 드디어 2023년 6월 2일 금요일 밤, 신촌 디앤디 공연장에서 <247 밴드>의 정기 공연이 시작됐다. 장소가 협소함에도 불구하고 많은 사람들이 참석해 주셨다. 설레는 마음으로 어느새 많이 친해진 팀원들과 맞춘 하와이안 셔츠를 입고 무대 위에 올라가 키보드를 연주했다.



사진 3 <247> 정기 공연 당일 단체사진

바로 앞에서 내리쬐는 무대 조명, 앞에서 열심히 노래하는 보컬, 옆에서 들리는, 수도 없이 많이 들은 각 세션들의 음색까지. 처음에는 '이 곡을 공연장에서 관객들과 즐길 수 있을까?'라는 생각이 들었던 게 무색할 만큼 무대 밑 관객들과 호흡하며 무대를 즐겼다. 평소와 다르게 무대에서 보는 관객석은 사람으로 가득 차서 늦은 저녁임에도 마치 낮의 풍경을 보는 듯했다. 이런 모습을 보며 문득 '우리 밤은 당신의 낮보다 아름답다.'라는 공연 제목이 참 잘 어울린다는 생각이 들었다. 무대를 마친 후에는 많은 사람들에게 꽃과 함께 '연주하는 게 멋있었다.'는 말도 듣고 굉장히 낭만적인 추억을 남길 수 있었다.

기말고사 전 누구보다도 아름다울 공연을 위해 매주 모여 연습하는 <247> 활동으로 필자는 지친 학업에서 벗어나 조금이나마 힐링할 수 있었다. 관객석에서 무대를 바라보는 것이 아닌 무대에서 관객들을 바라보고 싶은 사람, 음악에 열정이 있는 사람이라면 <247>은 언제나 환영이다. 앞으로도 <247>은 대학 생활을 청춘으로 물들여 갈 예정이다. 대기과학 유일무이 밴드 동아리 <247>에게 앞으로도 많은 성원 바란다.

이효영 기자(20, gy5847@yonsei.ac.kr)

# 학과 소식

## 졸업을 축하합니다!

### 학부

신원하(13) 유은종(16) 이솔빈(16) 이승엽(16)  
안재형(17) 어회진(17) 이광호(17) 임승민(17)  
최승연(17) 한찬규(17) 옥지혜(19)

### 석사

김정연(21) 이나현(21) 이다영(21) 이채형(22)

### 박사

김지섭(16) 홍재민(17)

## 연세대학교 대기과학과 박민주·유승민·차혜지 연구원, 2023년 한국기상학회 봄학술 대회 '우수논문발표상' 수상

연세대학교 대기과학과 소속의 박민주·유승민·차혜지 연구원이 지난 봄 개최된 '2023년 한국기상학회 봄학술대회'에서 '우수논문발표상'을 수상하였다.

한국기상학회는 1963년에 창립되어 SCI급 학술지인 Asia-Pacific Journal of Atmospheric Scie

nces와 등재지인 대기지를 출간 중이며, 매년 춘계 학술대회, 추계학술대회, 5개 학술분과 등을 통해 대기과학 전 분야에 걸쳐 최신 연구 업적을 발표하는 국내 최대 규모의 전문학술단체이다.

박민주 연구원은 '2015-2022년 봄 남극 장보고 기지 UTLS 고도에서 오존 연직분포 특징 분석 및 STE 현상과의 관련성'이라는 연구를 통해 환경 및 응용기상 분과에서 우수성을 인정받아 수상하였다.

유승민 연구원은 'Nowcasting Extreme Precipitation in Machine Learning Model'이라는 연구를 통해 관측 및 예보 분과에서 우수함을 인정받아 수상하였다.

차혜지 연구원은 '정지궤도 환경위성(GEMS)의 가시광 스펙트럼을 활용한 아시아 지역의 수증기 전층 농도 산출'이라는 연구를 통해 대기물리 분과에서 우수성을 인정받아 수상하였다.

출처: 한국기상학회

## 연세대학교 대기과학과 경계층기상/환경 연구실의 유영희 교수 부임

유영희 교수가 2023년 3월부터 연세대학교 대기



사진 유영희 대기과학과 교수

과학과 경계층기상/환경 연구실 교수로 부임하였다.

유영희 교수는 2012년 서울대학교 대기과학과에서 박사 학위를 취득하여 2015년까지 서울대학교, 프린스턴대학교에서 박사 후 연구원 생활을 거쳐, 2019년까지는 NCAR에서 연구하였다.

유영희 교수는 지난 학기 '유체역학' 과목으로 연세대학교 대기과학과에서 처음 강의했으며, 다가오는 학기에는 '대기과학빅데이터개론'이라는 새로운 강의로 학생들을 맞이할 예정이다.

## 연세대학교 대기과학과 라인업 연구원, 2023학년도 1 학기 연세대학교 대학원 혁신 우수논문 발표회 '학과 우수논 문상' 수상

연세대학교 대기과학과 소속의 라인업 연구원이 지난 7월 11일 개최된 '2023학년도 1학기 연세대학교 대학원 혁신 우수논문 발표회'에서 '학과 우수논문상'을 수상하였다.

연세대학교 대학원은 대학원생의 연구의욕 고취와 내실 있는 대학원 학문 풍토 조성을 위해 1993년 이래 매년 대학원생 우수논문을 선정, 시상하고 있다.

라인업 연구원은 'CSET 캠페인동안 관측된 해양 층적운에서 센티미터 규모의 구름미세물리에 대한 건조 공기 유입의 영향'이라는 제목의 논문으로 우수성을 인정받아 수상하였다.

출처: 연세소식 vol. 634

## 연세대학교 대기과학과 안순일 교수, 연세대학교 2022학년도 '우수업적교수상' 우수상 수상

연세대학교 대기과학과 기후이론 연구실의 안순일 교수가 지난 2023년 4월 21일 신촌캠퍼스 총장공관에서 개최된 '2022년 우수업적교수상'에서 연구 부문 우수상을 수상하였다.

연세대학교는 매년 봉사, 교육, 연구 부문에서 뛰어난 업적을 세운 전임교원을 선정해 시상하고 있다. 올해도 사회의 모범이 되는 봉사를 실천하고, 최고의 명강의와 세계를 선도하는 뛰어난 연구 업적을 보여준 교원들이 2022학년도 우수업적교수상을 받게 됐다.

출처: 연세소식 vol.633

# 탄소중립을 위한 에너지 전환 과 기상 및 기후 서비스에 관한 제언 보고

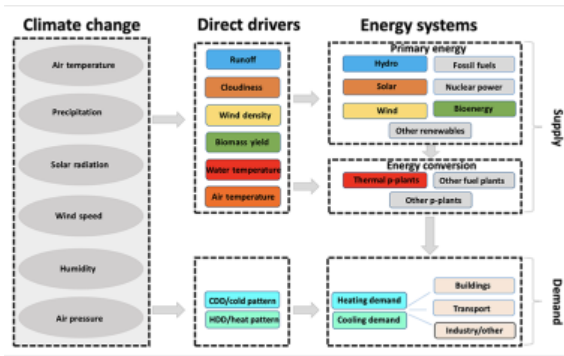


그림 기후 변화가 에너지 분야에 미치는 영향  
(출처: [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=22136#.ZBL-q3bMJd9](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22136#.ZBL-q3bMJd9))

UN 산하 세계기상기구(World Meteorological Organization, 이하 WMO)가 탄소중립을 위한 기상 및 기후 서비스에 관한 제언을 담아 3월 29일 2개의 보고서를 발간했다.

최근 발간된 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 6차 보고서는 인류의 화석연료 과다 사용으로 촉발된 기후 위기가 단순히 기온 상승을 넘어 폭염, 수온 상승, 해수면 상승, 홍수 빈도 및 강도 증가를 보일 것으로 예상했다.

국내에서 유일하게 보고서 작성에 참여한 이과대학 대기과학과 홍진규 교수는 “최적화된 에너지 믹스 결정과 탄소중립을 위해 필요한 에너지 전환 과정에서 발생하는 사회경제적 피해를 줄이고, 보다 나은 양질의 일자리를 창출해 현재를 사는 우리와 미래 세대의 부담을 줄이기 위한 방법을 찾는 것이 전 세계의 중요한 화두”라며, “이를 위해 이번 WMO 보고서는 기후 위기에 따른 에너지 공급 관련 위험을 줄이고,

보다 안정적인 재생에너지 확대를 위해 필요한 서비스에 대한 중요성과 투자를 강조한 것”이라고 밝혔다.

또한 “이번 보고서는 단순히 온실가스 농도 측정 숫자 증가나 흡수량 지도에 몰입하기보다는 기후 위기를 받아들이고 피해를 최소화하기 위한 기후 변화 적응 기술과 에너지 전환을 통한 감축 기술 개발을 통해 산업계를 지원하고, 산업계 수요를 파악해 에너지 전환을 위한 일자리 및 새로운 비즈니스를 창출함으로써 기후 위기에 대응하고 우리나라의 향후 먹거리를 제공할 기회가 될 수 있음을 의미한다.”고 정리했다.

본 보고서는 홍진규 교수가 참여하는 ‘WMO 통합 에너지 서비스를 위한 스터디 그룹(WMO Study Group on Integrated Service: SG-ENE)’의 주도로 국제에너지기구, 국제원자력기구, 국제재생에너지기구, 국제수력연합, UN에너지, 유럽중기기상청, 미국해양대기구, 미국 NASA 등의 다양한 국제기관과 저자들이 참여했으며, 향후 관련 내용을 지속적으로 업데이트할 예정이다. 관련 보고서는 WMO에서 무료로 배포하고 있다.

출처: 연세소식 vol.633

## 창업지원단, 국내 대학 1호 ‘기 상기업성장지원센터’ 열어

연세대학교 창업지원단(단장 임춘성)은 한국기상산업기술원(원장 안영인)과 미래 기상 산업을 선도할 기업 양성을 위한 ‘국내 대학 1호 기상기업성장지원센터’ 개소식을 7월 12일 개최했다.



사진 (왼쪽부터) 한국기상산업기술원 안영인 원장, 대기과학과 전해영 학과장, 기상청 기상서비스진흥국 이정환 국장, 창업지원단 창업보육센터·기상기업성장지원센터 정병도 센터장, 창업지원단 임춘성 단장 (출처: 연세 소식)

개소식에는 창업지원단 임춘성 단장과 창업지원단 창업보육센터 정병도 센터장, 대기과학과 전해영 학과장, 기상청 기상서비스진흥국 이정환 국장, 한국기상산업기술원 안영인 원장, 한국기상산업기술원 산업성장본부 이정민 본부장을 비롯해 기상기업성장지원센터 입주기업 관계자 등 30여 명이 참석했다.

이날 개소식을 시작으로 기상기업성장지원센터는 본격적인 운영에 들어가며, 입주기업의 시장 경쟁력 강화를 위해 창업 보육 및 투자 유치 등을 지원하게 된다. 특히 공학원 내 전용 공간 마련 및 회의실, 도서관 등 공용 시설 이용, 우수 인력 활용 기회 등 인프라 지원은 물론, 원스톱 창업상담창구도 상시 운영한다. 또한, ▲역량 강화 ▲자원 연계 ▲네트워크 ▲기상 산업 활성화 등 다양한 분야의 체계적이고 효과적인 프로그램에 참여할 기회를 입주기업들에게 제공할 계획이다.

출처: 연세소식 vol.633

편집: 어희진 기자(17, maisy49@yonsei.ac.kr)

# 2023학년도 2학기

<b>08 AUG</b>	1(화) 15(화) 16(수)~22(화) 18(금)~24(목) 25(금)	휴·복학 접수시작 광복절 2023-2학기 수강신청 2023-2학기 등록 학위수여식 / 복학 접수 마감
<b>09 SEP</b>	1(금) 5(화)~7(목) 7(목) 8(금)~9(토) 8(금)~14(목) 11(월)~15(금) 14(목) 28(목)~30(토)	개강 수강신청 확인 및 변경 교무위원회 정기 연고전 2023-2학기 추가등록 조기졸업 신청 미등록자 일반휴학 접수 마감 / 등록금 전액반환 마감 추석연휴
<b>10 OCT</b>	3(화) 5(목) 8(일) 9(월) 12(목) 20(금)~26(목) 27(금)~31(화) 27(금)~11.2(목)	개천절 교무위원회 학기 1/3선 한글날 연세대감사절 중간시험 수강철회 2024-1학기 캠퍼스내 소속변경 신청
<b>11 NOV</b>	10.27(금)~2(목) 1(수)~3(금) 2(목) 14(화) 15(수) 19(일)	2024-1학기 캠퍼스내 소속변경 신청 S/U 평가 신청 교무위원회 학기 2/3선 / 일반휴학 접수 마감 질병휴학 접수 시작 추수감사절
<b>12 DEC</b>	1(금) 7(목) 8(금)~14(목) 15(금)~21(목) 22(금) 22(금)~28(목) 25(월) 26(화) 28(목) 1.17(수)	질병휴학 접수 마감 교무위원회 / 성탄절예배 자율학습 및 보충수업 기간 학기말 시험 겨울방학 시작 2024-1학기 캠퍼스내 복수전공·연계전공 신청 성탄절 겨울계절제 수업 시작 성적제출 마감 겨울계절제 수업 종료