

# At The Moment

# 연세대학교 대기과학과

# 뉴스레터

2022학년도 1학기 제 2호



- 
- <https://atmos.yonsei.ac.kr/>
- 03722  
서울특별시 서대문구 연세로 50  
연세대학교 이과대학(과학관) 528A
- +82-2-2123-8150
- 발행일 2022.02.28  
발행인 홍진규  
발행처 연세대학교 대기과학과  
편집자 어희진(17), 박서연(21),  
신지은(21), 이주은(21)  
기사 제보 및 문의 maisy49@yonsei.ac.kr  
010-9262-9188
-



# Contents

---

**01**

학생회 당선사	·제 25대 대기과학과 학생회 <파랑> 당선사	3
---------	---------------------------	---

**02**

학과 소식	·신임 대기과학과 학과장에 전혜영 교수 부임	5
	·연세대 대기과학과 박효진 학생, 우수 학부졸업생 한국기상학회장상 수상	
	·송하준 교수, 바람과 해류의 상호작용에 따른 남극해 이산화탄소 분압에 대하여 연구	6
	·홍진규 교수팀, 도시숲의 탄소 흡수량 및 폭염 저감 효과 규명	7
	·구자호 교수, 동아시아 UTLS 지역대기 조성 및 수송 특성 연구 예정	9

**03**

대기과학과 사람들을 만나다	·구름 물리 연구실 서표석 연구원 인터뷰	10
-------------------	------------------------	----

**04**

대기과학과 연구실 소개	·‘기후이론 연구실(안순일 교수님)’ 소개- 임나리 연구원님과의 인터뷰	16
-----------------	---	----

**05**

대기과학 분야 최초의 노벨 물리학상	·송하준 교수의 노벨 물리학상 해설 강연으로 알아본 2021년 노벨 물리학상 수상자 슈쿠로 마나베 교수와 클라우스 하셀만 박사의 연구	22
------------------------	---	----

**06**

동아리로 이어지는 대기과학과	·학과 동아리 <기상천외>와 대기과학과 뉴스레터 팀	27
--------------------	------------------------------	----



# 대기과학과 학생회 <파랑> 당선사

안녕하세요, 학우 여러분.

25대 대기과학과 학생회 <파랑>의 회장 한명훈, 부회장 박서연, 신지은입니다.

## 1. 대기과학과 학우분들의 소중한 한 표 감사드립니다.

먼저, 지면을 빌어 <파랑>에 소중한 한 표 행사해주신 학우 여러분께 감사를 전하고 싶습니다. 지난해 11월 23일부터 25일까지 총 3일간 선거가 진행되었습니다. 온라인만으로 진행되었던 투표, 많은 단위가 저조한 투표율로 고전한 가운데, 대기과학과는 55.1%(98명 중 54명)라는 높은 투표율로 연장 없이 선거가 마무리되었습니다. 그리고 찬성 51표(94.44%)로 당선되었습니다. 시간 내어 투표에 참여해주신 대기과학과 학우분들께 진심으로 감사드립니다. 높은 투표율과 득표율이 더 열심히 하라는 뜻인 줄 알고 있습니다. 막중한 책임감을 품고 임하겠습니다. 저희 <파랑>은 대기과학과 학우분들이 주셨던 모든 한 표를 감사히 기억하겠습니다.

## 2. 학우분들이 <파랑>에게 주신 믿음과 기대에 부응하겠습니다.

학우분들의 한 표 한 표가 덕분에 저희 <파랑>이 당선될 수 있었습니다. 저희에게 맡겨주신 신뢰에 보답하기 위해 더 열심히 일하는 <파랑>이 되겠습니다. 내년은 비대면의 늪을 벗어나 대면으로 되돌아가는 중요한 해입니다. 2020년, 그리고 2021년, 기나긴 비대면에 종지부를 찍고 학우분들이 무사히 일상으로 돌아갈 수 있도록 <파랑>이 다리가 되겠습니다. 선거운동 동안 비대면으로 인한 피로와 대면에 대한 걱정 모두를 들을 수 있었습니다. 올해는 전면 대면도, 전면 비대면도 아닌 블렌딩입니다. 학우분들께서 피로와 걱정은 줄이고, 대면과 비대면의 장점만 취할 수 있도록 <파랑>이 더 노력하겠습니다. 언제나 학우분들의 목소리에 귀 기울이겠습니다.

### 3. 우리가 만들어낼 푸른 물결, <파랑>이 되겠습니다.

항해에 나선 배는 좋은 파도를 만나야 합니다. 선박이 가고자 하는 방향으로 밀어줄 파랑이 필요합니다. 가장 가까이에서 학우분들께 파랑 같은 존재가 되고자 하는 마음을 담아 <파랑>이 되었습니다. 대기과학과의 청춘들이 자신만의 물결을 찾는 모습을 꿈꾸며 <파랑>이 되었습니다. ‘과방의 부활’과 ‘과 동아리 활성화’라는 청춘의 물결로 대면을 준비하겠습니다. ‘공지 가독성 향상’과 ‘졸업생 선배님과의 만남’이라는 소통의 물결로 비대면의 교훈을 잊겠습니다. 대학에서의 항해 중에 어려움이나 도움이 필요한 일이 있거든 언제나 <파랑>이 있도록 하겠습니다. 처음 <파랑>이 뜻을 올리던 날, 그날의 초심을 잊지 않겠습니다.

대기과학과 청춘들의 푸르른 꿈이 빛날 수 있도록, 25대 대기과학과 학생회 <파랑>이 노력하겠습니다. 대기과학과 학우분들이 만들어낼 푸른 물결을 항상 응원하고 지지하는 <파랑>이 되겠습니다. 다시 한번, 저희를 믿고 뽑아주신 학우 여러분께 감사드립니다.

**제 25대 대기과학과 학생회 <파랑> 회장 한명훈**

**제 25대 대기과학과 학생회 <파랑> 부회장 박서연, 신지은**

# 신임 대기과학과 학과장에 전혜영 교수 부임



사진 전혜영 신임 학과장

2022학년도 1학기 부로, 대기역학 연구실(Laboratory for Atmospheric Dynamics)의 전혜영 교수가 연세대학교 대기과학과 학과장에 부임한다.

전혜영 신임 학과장은 미국 노스캐롤라이나 주립대학교에서 박사학위를 받고 이후 미 항공우주국(NASA) 연구원을 거쳐 연세대학교 교수로 재직 중이다.

또한 전혜영 신임 학과장은, 연세대학교 학부대학 학장과 한국과학기술한림원 이학부 정회원을 역임했으며, 국내외에서 대기중력파, 중규모기상학, 중층대기역학, 항공난류와 관련된 연구활동을 활발히 수행하고 있다.

## 연세대 대기과학과 박효진 학생, 우수 학부졸업생 한국기상학회장상 수상

연세대학교 대기과학과 박효진 학생이 지난 2월 14일 한국기상학회에서 대기과학 분야의 우수 학부 졸업생으로 선정됐다.

한국기상학회는 대기과학 분야 학부졸업생의 사기진작 및 학문후속세대 양성을 권장하기 위해 우수 학부 졸업생을 위한 한국기상학회장상을 제정하여 시행하고 있다.

수상자는 연세대학교 대기과학과 학과장의 추천을 통해 선정되었으며, 수상자에게는 대학원 진학을 독려하는 차원에서 상장이 전달되었다.

출처: 한국기상학회 (2022. 02. 14.)

# 송하준 교수 연구팀,

## 바람과 해류의 상호작용에 따른

### 남극해 이산화탄소 분압에 대하여 연구

대기과학과 대기 해양 모델링 연구실의 광경민 연구원과 송하준 교수는, 지난해 (K. Kwak, H. Son g, J. Marshall, H. Seo, and D. J. McGillicudd y (2021). Suppressed pCO<sub>2</sub> in the Southern Ocean due to the interaction between current and wind.) 논문에서 바람과 해류의 상호작용에 따른 남극해 이산화탄소 분압에 대하여 분석하였다.

남극해는 대기-해양 이산화탄소 교환의 핵심 지역이다. 특히 대규모 용승이 일어나는 남반구 고위도 지역은 탄소가 많은 해수가 대기에 노출되어 이산화탄소 방출이 일어나는 지역인데, 해당 연구에서는 남극해에서 수치모델을 이용하여 바람과 해류의 상호작용이 가지고 오는 물리적인 변화와 탄소 순환에 대해 분석했다.

분석에 따르면, 표층 해류는 바람과 대개 비슷한 방향으로 형성되어 대기에서 해양으로 전달되는 운동량을 감소시켰고, 궁극적으로 겨울철 남극해 이산화탄소 방출을 감소시켰다. 이를 통해 바람과 해류의 상호작용을 무시하면 남극해 이산화탄소 방출을 과대평가할 수 있다고 해석할 수 있다.

해당 논문은 2021년 11월 26일 'Journal of Geophysical Research: Oceans'에 개재되었다.

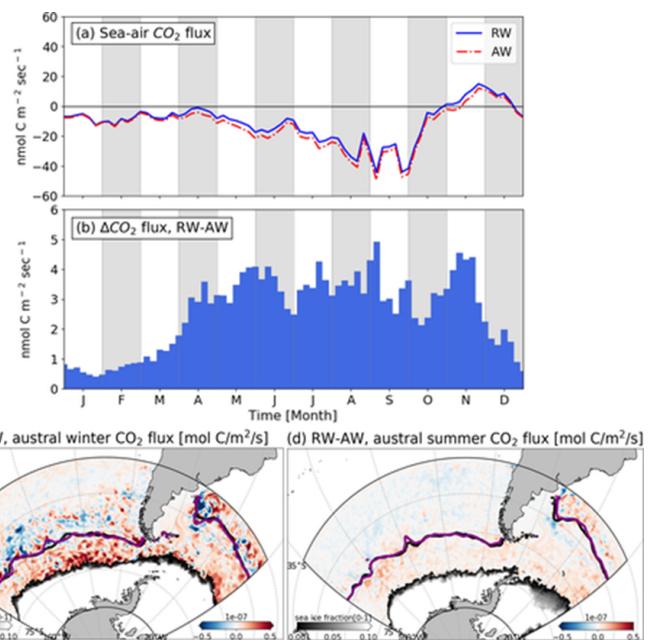


그림 (a) Seasonal cycle of the air-sea CO<sub>2</sub> flux at the surface in the RW (blue solid line) and AW (red dash-dotted line) averaged over three years. Positive and negative values represent the CO<sub>2</sub> uptake (from the atmosphere to the ocean) and outgassing (from the ocean to the atmosphere), respectively. The CO<sub>2</sub> flux differences ( $\Delta F_{CO_2, RW} - \Delta F_{CO_2, AW}$ ) are shown in (b). The averaged air-sea CO<sub>2</sub> flux differences ( $F_{CO_2, RW} - F_{CO_2, AW}$ ) in (c) winter (July–September) and (d) summer (December–February). The solid lines indicate the smoothed nSAF (black is the RW and purple is the AW) in (c, d). The sea-ice fractions are superimposed in (c, d) in the gray scale.

## 논문정보

- 논문제목: Suppressed pCO<sub>2</sub> in the Southern Ocean due to the interaction between current and wind

- 논문주소: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021JC017884>



# 홍진규 교수 연구팀, 도시숲의 탄소 흡수량 및 폭염 저감 효과 규명

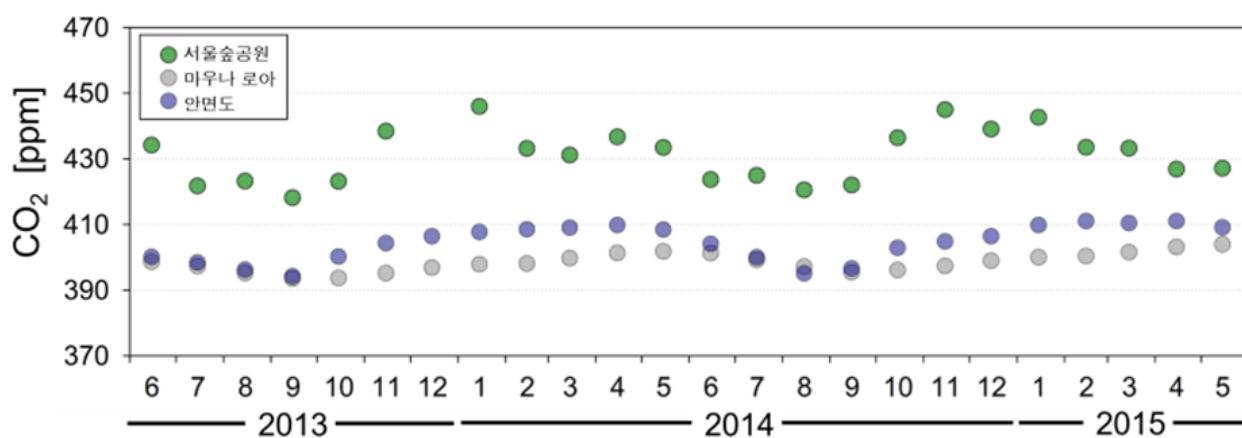


그림 1 서울숲 공원, 하와이 마우나로아 지구 배경대기 관측소, 안면도 배경대기 관측소에서의 이산화탄소 농도 월별 변화

도시숲은 자연의 숲과 달리 식물의 광합성 및 호흡 과정뿐만 아니라, 건물과 자동차에서 배출되는 이산화탄소가 모두 뒤섞여 있어 이를 각각의 효과로 분해하기가 매우 어려워 해결하기 어려운 난제이다. 홍진규 교수 연구팀은 국내 최초로 도시에 인공적으로 조성된 숲의 폭염 저감 효과를 밝히고, 도시숲에서 이산화탄소 교환량 및 농도를 측정한 뒤 새롭게 개발한 통계 기법을 적용해 도시숲의 광합성에 의한 탄소 흡수량 및 호흡에 의한 탄소 배출량을 알아냈다.

이러한 난제를 해결하기 위해 연구팀은 과거 승마장과 골프장이었으나, 인공 숲으로 조성한 서울시 성동구 ‘서울숲’ 공원에서 이산화탄소 교환량을 측정하고 새롭게 개발한 통계 기반 분석을 적용해 도시숲이 탄소 순환과 기온 저감 효과에 기여하는 정도를 밝혀냈다.

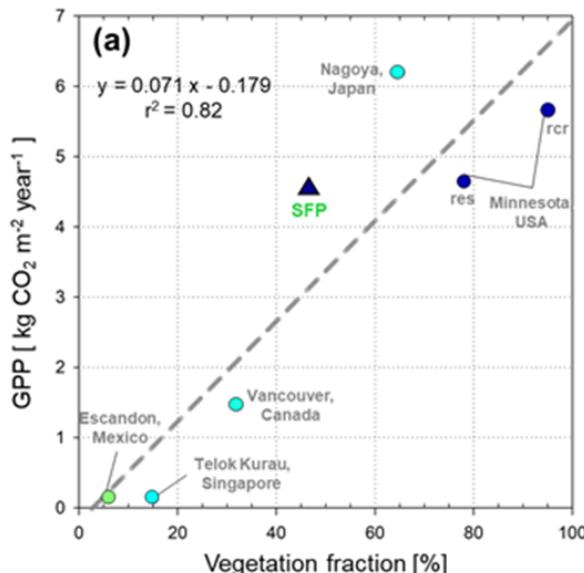


그림 2 서울숲 공원, 하와이 마우나로아 지구 배경대기 관측소, 안면도 배경대기 관측소에서의 이산화탄소 농도 월별 변화

란이 돼 왔으며, 지역에 따라 편차가 클 것으로 생각돼 왔다. 홍진규 교수팀은 실제 측정 자료에 기반한 분석을 통해 전 세계적으로도 매우 드문 도시숲 연구 결과를 제공했다.

연구 결과, 광합성 과정을 통한 서울숲의 연간 이산화탄소 흡수량은 단위 면적당 약 5kg으로, 숲 관리 효과로 인해 유사한 자연 숲(수목밀도가 더 높은 광릉수목원 산림의 경우 단위 면적당 약 4kg)보다 매우 컸다. 서울숲은 작은 도시 숲임에도, 대규모 주거지역으로 개발된 것에 비해 탄소거래가격으로는 연간 4천만 원 정도의 경제적 이득이 있는 것으로 나타났다.

하지만 토양 미생물 호흡 및 나무 자체 호흡에 의한 이산화탄소 배출량을 고려하면 서울숲은 이산화탄소의 순배출원이었다. 이는 주변보다 기온이 높은 도시 열섬 효과와 토양에 다양으로 함유된 유기물의 분해 작용 때문인 것으로 추정됐다.

그리고 도시숲이 주변 기온을 실제로 낮추는지는 그동안 논

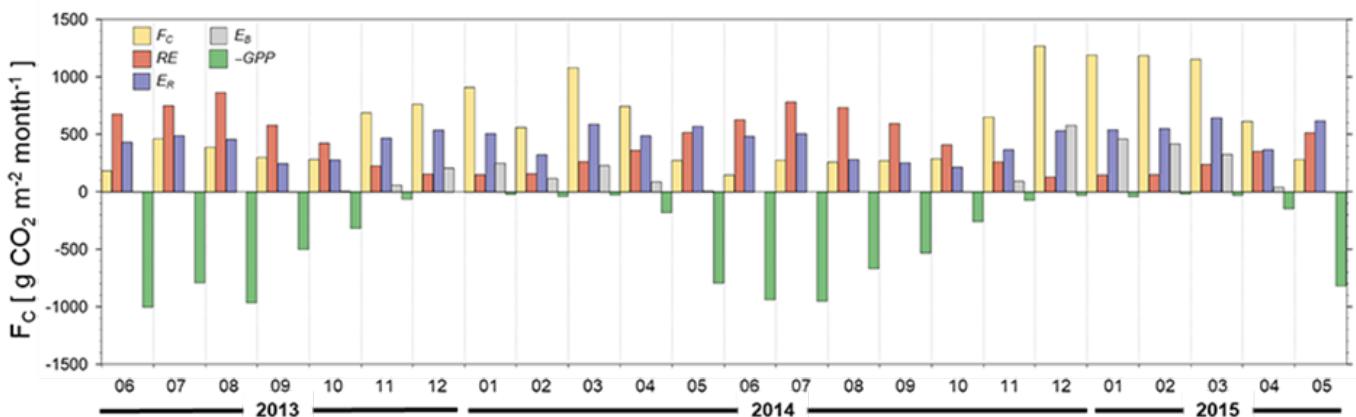


그림 3 서울숲 주변의 이산화탄소 배출량 및 흡수량. 붉은색은 생태계 호흡량, 보라색은 자동차에서의 이산화탄소 배출량, 회색은 건물에서의 이산화탄소 배출량, 초록색은 식물의 광합성에 의한 이산화탄소 흡수량, 노란색은 모든 기여도를 합친 순교환량

연구 결과, 숲이 특정 지역에서 기온 상승을 유발할 수 있다고 기존에 알려진 것과 달리, 우리나라 도시숲은 조성 후 주변 기온이 감소했다. 연구팀은 이러한 기온 감소가 숲에서 일어나는 증발산에 의한 것임을 밝혔다.

홍진규 교수는 “이러한 연구 결과는 일부 지역에서 기온을 높이는 역할을 하는 산림이 우리나라에서는 기온을 낮출 수 있음을 보여주며, 향후 도시녹지를 조성할 때 탄소 배출을 줄이기 위해서는 토양 및 물 관리가 매우 중요함을 시사한다고 할 수 있다.”고 연구 성과를 정리했다.

또한 “이번 연구성과를 기반으로 현재 세계기상기구의 IG3IS 프로젝트를 수행하는 국립기상과학원과 공동으로 도

시숲 등에서의 온실가스 흡수·배출량을 정확하게 분석하고, 동아시아 배출량과 국내 유입량을 연구함으로써 우리나라의 탄소중립 달성을 기여할 것”이라고 계획을 밝혔다.

이번 연구는 국립기상과학원 WMO IG3IS 지원사업과 한국연구재단의 선도연구센터 지원을 받아 수행됐으며, 연구결과는 유럽지구물리학회가 발행하는 대기 환경 관련 국제 권위지 ‘대기 화학 및 물리(Atmospheric Chemistry and Physics)’에 12월 6일(현지시간) 게재됐다.

#### 논문정보

- 논문제목: Traces of urban forest in temperature and CO<sub>2</sub> signals in monsoon East Asia
- 논문주소: <https://acp.copernicus.org/articles/21/17833/2021/>

출처: 연세소식 (2021. 12. 7.)



## 구자호 교수, 동아시아 지역 UTLS 대기 조성 및 수송 특성 연구



사진 대기화학 연구실 구자호 교수

올 2022년 7~8월 미국 NCAR 및 NASA 연구진을 주축으로 한반도를 포함한 동아시아 지역 대류권 상층/성층권 하층 (Upper Troposphere/Lower Stratosphere, 이하 UTLS) 지역의 대기 조성 및 수송 특성을 연구하는 ACCLIP (Asian Summer Monsoon Chemical and Climate Impact Project) 필드 캠페인이 한국 연구팀과의 공조를 통해 수행될 예정이다.

연세대학교 대기과학과 김준 교수, 구자호 교수는 현재 ACCLIP 국제 연구팀의 공동 책임자로 참여하고 있으며, 연세대학교 과학관 옥상에 설치된 국내에서 가장 역사가 오래된 돌슨 분광광도계 지상관측 및 안면도, 용인 지역에서의 오존 존데 관측을 통해 이 캠페인에 기여하게 된다. 이에 2021년 8월에 안면도, 11월에 용인에서 예비 관측을 성공리에 마쳤으며 이 경험을 바탕으로 올해에도 성공적인 필드 관측을 수행하여 국내 대기 중 오존의 연직 분포 이해를 높이는데 기여하고자 한다.

편집: 어회진(17)



# 대기과학과 사람들을 만나다

## 구름물리 연구실 서표석 연구원 인터뷰

이번 호부터 신설된 코너 ‘대기과학과 사람들을 만나다’는, 지난 2021-2학기 창간호에 실린 학과 사무실 행정직 원 이화님 인터뷰의 명맥을 이은 것이다. 이 코너를 통해 앞으로도 다양한 대기과학과 사람들의 다채로운 이야기를 소개할 예정이다. 이번에는 연세대학교 대기과학과 학부 졸업 후, 염성수 교수님의 구름물리 연구실에서 석박사 통합과정 중에 있는 서표석님의 목소리를 담았다.(※ 본 인터뷰는 코로나 방역수칙을 준수하여 대면, 비대면 혼합 방식으로 진행되었음을 밝힙니다.)

### 1. 인터뷰 참여에 정말 감사드립니다! 먼저 자기소개 부탁드리겠습니다.

안녕하세요. 저는 구름물리 연구실 통합과정 4학기를 마친 서표석입니다. 외부에서 활동하는 것을 조금 좋아하는 편이고, 그래서 그런지 MBTI는 ESFP입니다. 새로운 것을 좋아하고 먹는 것을 좋아해서 어떤 음식점이든지 안 가본 곳이면 가보려고 노력합니다. 다만, 혼자서 가는 것을 그다지 좋아하지 않아 자주 돌아다니지는 않네요. 더군다나 이번에 코로나가 심각하여 자주 먹으러 나가지 못했습니다. 그래도 예민한 성격은 아니라서 이렇게 집에 주로 있는 생활에 불만은 없습니다.

### 2. 지금 하고 계시는 연구에 대한 설명 부탁드립니다!

크게 이야기하면 '구름 생성에 관여하는 에어로졸'<sup>1)</sup>에 관한 연구를 한다고 말할 수 있는데, 좀 더 구체적으로는 다음과 같습니다.

첫 번째로, 한반도와 그 근해의 에어로졸 및 구름 응결핵을 관측하면서, 물리적인 특성에 대해 파악하고 있습니다. 에어로졸 수농도<sup>2)</sup> 및 크기분포, 구름 응결핵의 수농도를 주로 관측하며, 이렇게 관측한 자료는 에어로졸-구름 강수 모델에 들어갈 초기 입력 자료를 만드는 데 활용됩니다.

1) 에어로졸(aerosol)이란 대기 중에 부유하는 매우 미세한 액체 혹은 고체 입자를 의미한다. 에어로졸이 성장하여 구름 응결핵이 되고, 구름 응결핵이 성장하여 구름 입자가 된다.

2) 일반적으로 ‘농도’를 이야기할 때 자주 활용되는 개념은 질량농도이다. 이는 단위 체적 내에 포함된 물질의 질량을 기준으로 하여 산출한 농도로, 미세먼지 농도에 대해서 말할 때 주로 사용하는 PM10, PM2.5 등의 개념도 질량농도에 해당한다. 반면 수농도는 ‘개수 농도’이다. 물질의 질량이 아닌 개수를 기준으로 산출한 농도로, 에어로졸의 경우 입자의 크기가 매우 작고 크기 범위가 넓어, 질량농도 대신 수농도를 주로 활용한다.



두 번째로, 에어로졸과 구름 응결핵과의 상관관계에 대한 분석도 진행하고 있습니다. 에어로졸이 구름 응결핵이 되고 나면, 이렇게 만들어진 구름 응결핵은 구름 입자로 성장할 수 있습니다. 하지만 에어로졸이 구름 응결핵이 되는 과정은 100% 성공이 보장되는 과정이 아닙니다. 저는 관측을 하며 얻은 에어로졸 수농도 및 크기 분포, 구름 응결핵의 수농도를 통해 에어로졸 흡습성<sup>3)</sup>을 추정하고 어떤 에어로졸이 구름 응결핵으로 성장할 수 있는지에 관심을 가지고 연구하고 있습니다.

세 번째로, 우리나라 에어로졸의 기원을 알아보는 연구도 하고 있습니다. 앞서 관측한 자료를 바탕으로 역궤적 분석<sup>4)</sup>을 하고, 다른 기상 조건 등과의 상관관계를 분석해 한반도 에어로졸의 분포 특성 및 기원을 알아보고 있습니다.

### 3. 이러한 연구를 수행하시게 된 계기가 무엇인가요?

학부 시절 ‘대기물리(1)’ 과목을 수강할 때, 구름과 강수 생성 과정에서 아직 밝혀지지 않은 부분이 많다는 것을 알게 되어 이 분야에 흥미가 생겼습니다. 그 미지의 영역을 연구해보고 싶어 구름물리 연구실에서 ‘대기과학심화연구’ 과목을 수강하였고, 이후 학석사 연계과정과 함께 인턴을 시작하였습니다. 이때, 구름응결핵이 되는 에어로졸을 직접 관측할 수 있다는 것이 마음에 들어 위와 같은 연구를 수행하게 되었습니다.

### 4. 대기과학 연구는 크게 관측과 모델로 나누어진다고 하셨는데, 진행하고 계신 연구의 경우 관측이 큰 부분을 차지하는 것 같습니다. 관측이 구체적으로 언제 어디에서 어떻게 진행되는지 궁금합니다!

우선 매년 서해를 따라 선박 관측을 주기적으로 진행하고 있는데, 보통 3월 말부터 6월 초 사이에 진행합니다. 2021년의 경우 3월 22일에서 4월 29일까지 관측을 진행하였으며, 에어로졸 수농도, 구름 응결핵 수농도, 에어로졸 크기분포를 관측했습니다. 사용한 기기는 각각 Condensation Particle Counter(CPC), Cloud Condensation Nuclei Counter(CCNC), Scanning Mobility Particle Sizer(SMPS)입니다.

그리고 이번 2월에 제주도 고산에서의 관측이 예정되어 있는데요, 이곳의 경우 배경대기 관측을 목적으로 방문합니다. 배경대기란 지역 활동의 영향을 크게 받지 않은 대기를 의미하며, 관측 장소는 대개 백령도와 제주도 고산인데 이번에는 제주도 고산을 방문할 예정입니다. 관측 종류 중 항공 관측도 있으나 아직 해본 적은 없고, 아마 출업하기 전 한 번쯤은 나가지 않을까 생각합니다.

### 5. 모델이나 프로그래밍을 사용할 일은 많지 않은가요?

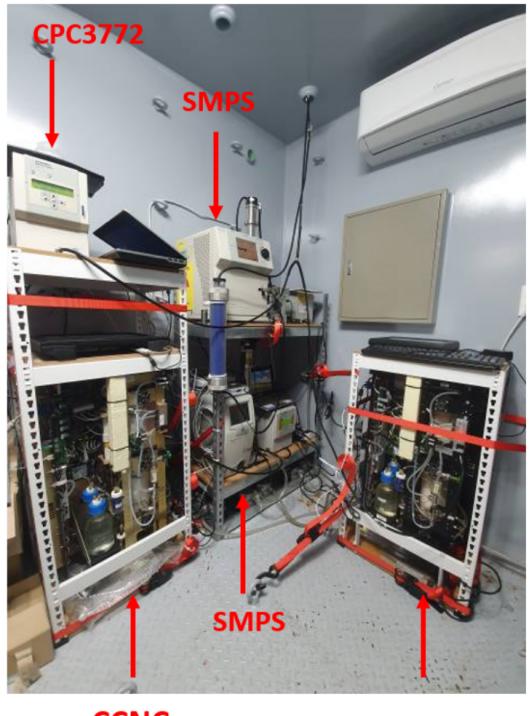
제 경우는 프로그래밍을 많이 하지는 않습니다. 자료를 얻기까지는 정말 관측의 영역이고, 이후 자료를 분석할 때

3) 수분을 흡수하는 성질이다. 흡습성이 좋은 에어로졸일수록 주변의 습기를 머금고 성장하여 구름 응결핵으로 발전할 가능성이 높기 때문에, 에어로졸의 성장 및 구름 생성 과정에 있어 중요한 특성이다.

4) 에어로졸이 이동한 궤적을 역추적하여 그 기원을 알아내고자 하는 분석 방법이다.



프로그래밍 언어를 사용하게 됩니다. 보통 연구자별로 편한 언어를 사용하는데, 저는 파이썬을 주로 사용합니다. 통계 처리 계산, 장비 오류가 발생했거나 오염 물질이 유입되는 등의 이유로 못 쓰게 된 데이터를 걸러내는 Quality Control 과정에서 프로그래밍을 사용합니다. 물론 이 작업도 온전히 컴퓨터에만 맡기는 것이 아니라, 손수 데이터를 검토하는 과정이 필요합니다.



관측 항목	관측 기기	특징
에어로졸 수농도 ( $N_{CN10}$ )	Condensation Particle Counter (CPC)	>10 nm (CPC3772) Time resolution : 1 s
구름응결핵 수농도 ( $N_{CCN}$ )	Cloud Condensation Nuclei Counter (CCNC)	Supersaturation: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0% Time resolution : 1 s (10, 5, 5, 5, 5 m)
에어로졸 크기 분포	Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)	10.9 - 478.3 nm Time resolution : 3 m

그림 1 관측 항목별 사용 기기 및 특징

## 6. 연구를 진행하시면서 가장 보람을 느끼셨던 일은 무엇이었나요?

데이터를 관측하고 난 후 분석할 때, 관측한 데이터 결과가 잘 나왔으면 보람을 느낍니다. 특히나 선박 관측과 같이 외부에서 관측을 진행할 경우 장비를 설치하는 과정이 쉽지 않은데, 이 결과가 잘 나오면 더 기분이 좋습니다.

## 7. 연구 진행 중 가장 힘드셨던 일은 무엇이었나요?

배에서 장비가 고장 났을 때 고쳤던 일이 제일 힘들었습니다. 배에 있는 관측실은 관측 장비가 과열되면 안 되기에 낮은 온도로 유지되는데, 그곳에서 꽤 오랜 시간 동안 앉아서 장비를 수리하였습니다. 그뿐 아니라 수리를 마무리하는 과정에서 풍랑주의보가 발효될 정도로 바다 상황이 안 좋아졌고, 멀미가 너무 심하게 나서 반쯤 엎드린 상태로 힘들게 장비 수리를 마무리했던 기억이 있습니다.

## 8. 연구 결과에 대한 대략적인 설명 부탁드립니다!

	2019	2020	2021
$N_{CN10}$ ( $\text{cm}^{-3}$ )	6821	6010	5988
$N_{CCN0.6}$ ( $\text{cm}^{-3}$ )	5314*	3663	3147

\* : 2019년 CCNC의 경우, 관측된 시기와 분석에 사용된 자료 수가 적어 편향되어 나타날 수 있음.

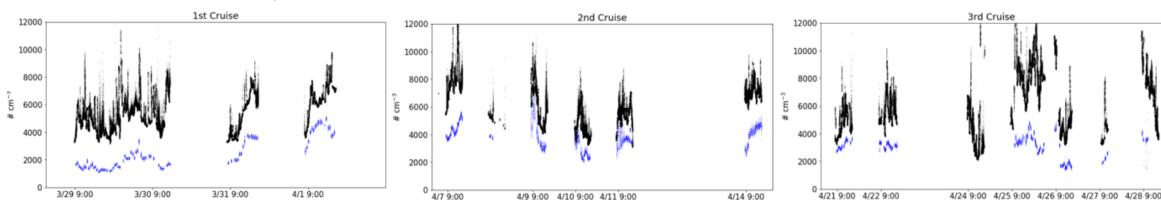


그림 2 최근 3년동안 서해에서 관측한 에어로졸 및 구름 응결핵 평균 수농도

아직 모든 연구가 마무리된 것은 아니지만, 2019년부터 2021년까지 최근 3년 동안 서해에서 에어로졸 및 구름 응결핵의 평균 수농도를 관측한 결과에 대해서 간략하게 설명해드리겠습니다. 최근으로 올수록 에어로졸과 구름 응결핵의 평균 수농도가 감소하는 경향을 보였는데요, 단순하게는 코로나 봉쇄의 영향으로 볼 수 있지만, 2019년에는 관측 시기가 5~6월이었고, 2020년과 2021년에는 관측 시기가 3~4월이라는 차이가 있어 코로나 봉쇄 때문이라고 확신하기는 어려운 상황입니다. 또한 2019년 구름 응결핵 평균 수농도의 경우 분석에 사용된 자료 수도 상대적으로 적기 때문에 편향된 결과가 나타났을 가능성이 있습니다. 수농도의 경우 이렇게 약간 감소하는 경향을 띠기는 했지만, 크기분포 등 다른 물리적 특성까지 전체적으로 살펴봤을 때 큰 차이는 없었고, 다른 기관에서 관측한 화학 성분의 경우에는 큰 차이를 보였습니다.

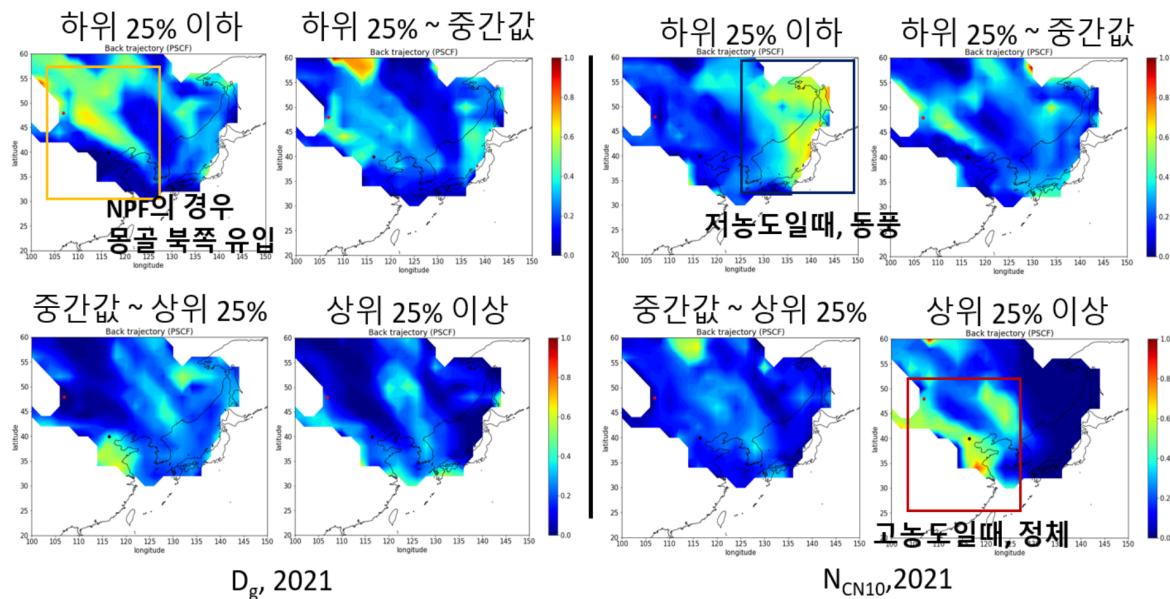


그림 3 역궤적 분석 결과

이어 2021년 서해상 에어로졸 수농도 관측 결과 중에서 저농도 사례와 고농도 사례를 선정하여 역궤적 분석을 진행하였는데요, 저농도 사례 및 고농도 사례는 하루 단위로 낮은 값과 높은 값의 평균을 비교하여 정하였습니다. 저농도 사례일 때는 동쪽에서 기단이 유입된 상황이었고, 고농도 사례일 때는 산둥반도 근처에서 기단이 정체된 상황이었음을 알 수 있었습니다.

### 9. 모델 쪽 연구를 하시는 분들이나, 타 기관과 협업도 자주 하나요?

에어로졸에 관한 연구는 우리 학교 다른 연구실에서도 진행하고 있습니다. 몇몇 과제들에서 함께 협업을 진행한 적 있고, 각 연구실별로 에어로졸을 보는 목적이나 관점이 조금 다르기에 협업을 통해 같은 에어로졸을 다방면으로 분석할 수 있어 좋았습니다. 이외에도 타 대학이나 외부기관과 협업하여 저희 연구실에서 관측하기 힘든 화학 기체 성분 자료 등을 얻기도 했습니다. 제가 참여한 과제에는 모델 쪽 연구를 하시는 분들과의 협업이 없었지만, 사실 관측과 모델은 상호 보완적인 관계에 있습니다. 관측을 통해 얻은 값들로 모델의 초기 데이터 정확도를 높일 수 있고, 부족한 관측 데이터를 모델로 보충할 수도 있기 때문에, 서로의 연구에 도움이 된다고 생각합니다.

### 10. 구름물리 연구실에서 관련 연구를 할 때 도움이 되는 학부 과목은 무엇이 있나요?

가장 중요한 과목은 당연하지만, 전공필수인 대기물리(1)입니다. 대기물리(1)에서 사용하는 교재『Physics of the Atmosphere and Climate 제2판(Salby M. 저)』의 9장 ‘Aerosols and Clouds’의 경우 저희 연구실의 모든 연구 분야와 직접적으로 연관되어 있습니다. 그 이외의 다른 전공필수, 전공기초 과목들도 대기과학 관련 기초 지식을 쌓기 위해서는 중요하다고 생각합니다.

### 11. 대학원생의 일과는 어떻게 되나요?

대체로 오전 10시 출근, 오후 6시 퇴근이며 주말 및 공휴일은 휴식을 취합니다. 보다 세부적인 사항은 연구실별로, 교수님 재량에 따라 차이가 있는 것 같으나 기본적인 큰 틀은 비슷합니다. 휴가도 마찬가지로 연구실마다 다른데, 1년에 10일 이런 식으로 정해두는 곳도 있고 필요한 때에 교수님께 말씀드리면 그때그때 주시는 경우도 있습니다.

대학원생들이 연구실에서 하는 일을 제가 임의로 나누자면 연구, 행정, 기타 업무로 나눌 수 있습니다. 연구는 본인이 개인적으로 하는 연구와 외부 연구과제를 맡아서 진행하는 연구가 있습니다만, 외부 연구과제 또한 본인의 연구와 엮어서 연구하는 경우가 많아 개인적으로 하는 연구와 경계가 모호합니다. 행정 업무의 경우, 연구 이외의 문서 작업 관련된 일을 행정 업무라고 표현하였는데, 생각보다 그 양이 적지 않습니다. 기타 업무의 경우 연구, 행정 업무 이외에 연구실이라는 생활 공간에 지내면서 발생하는 일들을 해결하는 것, 그리고 학부 수업 조교 등의 활동이 있습니다.

석사 1년 차의 경우에는 필수과목이 1학기 3개, 2학기 1개 이런 식으로 꽤 많기도 하고, 그 시기에 보통 조교 일을 겸하기 때문에 생각보다 본인 연구에 투자할 시간이 많지 않습니다. 이로 인해 1년 차가 끝나갈 때부터 본인의 연구를 본격적으로 시작하는 경우도 있습니다.

## 12. 전문연구요원으로 대체복무를 하신다고 말씀하셨는데, 전문연구요원을 선택하신 계기와 방법에 대해서도 여쭤보고 싶습니다!

제가 준비하는 전문연구요원(이하 전문연)은 학위 과정 동안 연구하는 것으로 군 복무를 대체할 수 있게 해주는 제도입니다. 한국사능력검정시험 3급 이상이 필수로 요구되며, 대학원 학점과 TEPS 성적의 환산점수 합이 높은 사람이 선발됩니다. 전문연을 선택한 이유이자 가장 큰 장점은 연구자의 길로 나아갈 때, 시간을 아낄 수 있다는 것입니다. 전문연으로 군복무를 대체할 경우 학위과정 동안 2년, 학위취득 후에 1년의 기간이 인정되어 현역 군복무와 비교하였을 때 대략 6개월에서 1년 정도의 시간을 아낄 수 있습니다. 만약 연구자의 길로 나아가고자 일찍 마음먹었다면, 전문연을 고려해보는 것도 추천드립니다.

## 13. 지금의 생활에 만족하시나요? 대학원 진학을 추천하시는지와 이유도 부탁드립니다!

현재도 연구실을 잘 다니고 있고 제 선택에 만족하고 있습니다. 학부 졸업만으로는 대기과학 전공을 살리기 쉽지 않기 때문에, 전공을 살리고 싶다면 대학원 진학을 추천하고 싶습니다. 제가 대학원 경험도 적고 다른 직업이 어떤지 몰라서 조심스럽지만, 일반적인 직장과 비교할 때 대학원의 장점은 자유라고 생각합니다. 본인이 스스로 연구 주제를 정하고 해쳐 나가야 할 부분이 많기 때문에, 해야 할 일을 명확하게 파악할 줄 알고, 실행력이 좋으신 분들이 잘 적응하실 수 있을 것 같습니다. 또한 ‘대기과학’이라는 학문에 대한 애정이 있으신 분들에게도 대학원이 좋은 선택이 될 것 같습니다. 미리 준비하셔야 할 점이라면 영어입니다. 논문을 영어로 읽고 써야 하기 때문에, 언어의 장벽에 가로막힌다면 자기 발전의 속도가 더딜 수밖에 없습니다.

## 14. 대학원 졸업 이후의 꿈이나 목표가 있으신가요?

대학원 졸업 이후는 아직 깊게 생각해보지 않았습니다. 당장 눈앞에 닥친 군대 문제와 꼭 해결해야 하는 졸업에 관한 생각으로도 부담이 조금 느껴지는 상태라 구체적인 계획은 세우지 못했지만, 아마 졸업 이후에도 계속해서 연구를 진행하고 있을 것으로 생각됩니다.

## 15. 인터뷰를 마치며..

제가 이런 위치에서 인터뷰를 진행하게 되어 영광입니다. 저도 학부생 때 여러 사람들을 인터뷰하며 다양한 경험과 다채로운 이야기를 많이 들을 수 있었는데, 이번엔 제가 이러한 이야기를 하게 되었네요. 정말 좋은 기회를 주신 대기과학과 뉴스레터 편집자분들께 감사합니다.

흔쾌히 인터뷰에 응해주시고, 정성을 가득 담아 답변해주신 서표석님께 다시 한 번 감사드리며, 이번 인터뷰 기사를 마치려고 한다.(※ 인터뷰 참여 의향이 있으시거나 기사에 대한 의견을 나누고 싶으신 분들께서는 박서연 기자 이메일 syeonpark@yonsei.ac.kr 혹은 핸드폰 010-2212-6056을 통해 편하게 연락 부탁드립니다!)

박서연(21)

# 대기과학과 연구실 소개

‘기후이론 연구실(안순일 교수님)’ 소개- 임나리 연구원님과의 인터뷰



기후이론 연구실 홈페이지



대기과학과 뉴스레터는 지난 2021-2학기 창간호부터 학과 내의 연구실을 하나씩 소개하는 소개 코너를 진행하고 있습니다. 전혜영 교수님의 ‘대기역학 연구실’을 소개한 지난 기사에 이어, 이번에 소개할 연구실은 안순일 교수님의 ‘기후이론 연구실’입니다. 이번 연구실 소개는 현재 기후이론 연구실에서 4학기째 석사 과정을 밟고 계신 임나리 연구원님을 온라인으로 인터뷰하는 방식으로 진행되었습니다. 앞으로 점차 심각해지고 있는 기후변화 혹은 미래 기후의 예측 등 기후에 관심이 많은 학부생, 어느 연구실을 갈지 고민하는 학부생들에게 이번 인터뷰가 많은 도움이 될 것이라 기대합니다.

## 1. 연구실에 대한 대략적인 소개

Q1) 주요 연구 내용은 무엇인가요?

지구온난화, 기후 변동성, 극한 기상, 비가역적 기후변화 등을 연구하고 있습니다. 교수님이 작년에 인터뷰하신 내용(우측 QR코드 참조)과 지난해 뉴스레터 내용으로 갈음하겠습니다.



산업혁명 이래로 인간 활동에 의한 지구 평균 기온 상승이 지속됨에 따라, 각국은 파리 협정을 통해 기온 상승을 제한하기 위한 합의<sup>1)</sup>를 하였고 이를 위하여 탄소 중립을 선언하였습니다. 하지만 탄소 중립이 달성된다고 하더라도 지구의 기온 상승이  $1.5^{\circ}\text{C}/2.0^{\circ}\text{C}$  이하로 유지될 수 있는가에 대한 의문은 여전히 남아 있습니다. 즉, 현재 상태에서 대기 중 이산화탄소의 농도를 산업화 이전의 값으로 되돌려 놓는다고 하더라도 기후 시스템을 구성하는 다양한 요소의 특성에 따라 기온 상승이 억제되지 않는, 이른바 비가역성(irreversibility)이 나타날 수 있습니다. 본 연구 실에서는 기후 모델 실험을 통해 기후 시스템의 비선형적 특성에 의해 발생하는 티핑 요소(tipping element)<sup>2)</sup>를 연구함으로써, **기후의 비가역성을** 연구하고 있습니다.

## Q2) 연구실 내 인원은 어떻게 구성되어 있나요?(교수님, 연구원, 대학원생)

기후이론 연구실은 박사후 연구원 11명, 대학원생 11명, 인턴 1명이 소속되어 있습니다. 또한, 안순일 교수님께서 센터장으로 계시는 비가역적기후변화연구센터(Irreversible Climate Change Research center, 이하 IRCC) 와 겸하고 있습니다. 해당 센터와 연구실은 같은 건물 같은 연구실 공간을 공유하여 사용하기 때문에, 연구실 소속 인 대학원생과 센터 소속인 박사님들 간의 교류가 원활하다고 볼 수 있습니다. 개인적으로 협업이나 미팅을 할 수도 있고 다 함께 정기적으로 팀미팅(내부 세미나)을 진행하는 등 연구 교류를 진행합니다.

## Q3) 출퇴근 시간은 몇 시 정도인가요? 출근 후 하는 일은 무엇인가요?

보통 10시에 출근해서 6시에 퇴근합니다. 출근 후 논문 읽기, 토의(discussion) 및 개인 연구를 합니다.

## Q4) 출근 후 토의는 어떤 식으로, 어떤 주제를 바탕으로 이루어지나요?

토의는 사전에 교수님 또는 박사님들과 미팅을 계획한 뒤, 본인이 진행하고 있는 연구에 대해서 자문을 구하는 등으로 이루어집니다. 또는 일과 생활 중에서 연구실 구성원 간에 서로 궁금한 점들을 주고받으면서 자연스럽게 깊은 토의로 이어지는 경우도 있습니다.

---

1) 지구 평균 기온 상승 폭을 산업화 이전 대비  $2^{\circ}\text{C}$  이하로 유지하고, 더 나아가 온도 상승 폭을  $1.5^{\circ}\text{C}$  이하로 제한하기 위해 함께 노력하기로 하였다.

2) 티핑 포인트(또는 임계점)는 다방면에서 사용되는 개념으로 '작은 것이 만들어낸 급격하고 큰 변화'로 통용되곤 한다. 기후에서의 티핑 포인트 역시 매우 급격하며 큰 변화를 수반한다. 즉, 기후 변화가 임계점을 넘게 되면 현재의 기후 상태에서는 볼 수 없는 전혀 다른 기후 상태로 전환된다. 이 때, 미래의 기후 시스템에서 발생 가능한 요소를 티핑 요소(tipping element)라고 한다. 예시로는 북극 해빙의 소멸, 그린란드와 서남극 빙하의 소멸, 동토층과 툰드라의 소멸, 사하라 사막의 급격한 변화, 엘니뇨의 급격한 변화, 아마존 열대 우림과 북반구 온대 산림의 황폐, 산호초의 소멸 그리고 대서양 대규모 해양 순환(Atlantic Meridional Overturning Circulation: AMOC)의 반전 현상 등을 들 수 있다.

### Q5) 개인 연구는 어떤 절차를 통해 이루어지나요?

평소 일과 시간에서의 연구 절차의 경우, 관측 혹은 모델 자료 등을 이용하여 프로그래밍을 통해 데이터를 분석하고, 해석이나 공부가 필요한 부분은 논문을 참고하면서 연구를 이어갑니다. 그 과정에서 교수님이나 박사님들과도 토의를 진행하는 것이고요.

한 연구를 시작하고 마무리하는 전 과정의 경우, 연구 주제는 석사 때는 처음에 교수님께서 아이디어를 제시해 주시는 편이고, 박사과정에서는 본인이 주제를 찾아가면서 연구 분야를 정합니다. 이후 일과 시간에 연구를 진행해 나가는 절차는 전자와 같습니다. 그리고 논문은 교수님과 함께 작성하거나 본인이 주도하여 작성한 뒤 교수님께 검토를 받거나 합니다.

### Q6) 주기적으로 진행하는 미팅/워크숍이 있나요?

매주 금요일에 전체 연구실 멤버가 참여하는 Internal Seminar(내부 자체 세미나)를 통해서 개인 연구나 흥미로운 논문 내용을 공유하는 시간을 가집니다. 다양한 배경지식을 가진 전문가들이 다 같이 참여하기 때문에 폭넓은 주제에 대해서 깊이 있는 토의를 할 수 있는 시간입니다.

매주 수요일에는 학생들끼리 점심도 먹고 궁금한 주제를 같이 공부하는 모임을 가집니다.

### Q7) 타국의 연구실과의 국제적인 교류도 이루어지나요?

국제적인 교류도 종종 진행하긴 하나 주로는 Internal seminar를 진행하며 그 방식은 앞서 언급 드린 것 같습니다. 매주 1회 정도 대학원생 및 IRCC 소속 연구원님들이 자발적으로 본인 연구에 대한 발표를 진행하고 관련해서 함께 토의를 진행합니다.

국내외 타 대학교 연구팀과 교류를 할 때는 주로 교수님께서 특정 주제에 대한 연구자 (교수 혹은 박사 등)를 초청 하셔서 워크숍 형식으로 교류의 장을 만드십니다. 코로나 전에는 정기적으로 오프라인 워크숍을 진행하며 교류했는데 현재는 비대면으로 zoom 등을 통해 미팅을 가집니다.

### Q8) 대학원 생활 및 학위를 마치고 난 다음에 보통 어느 곳으로 취업을 하는 편인가요?

박사 졸업 후) 보통 대학교나 국내외 연구소(정확한 연구소명 등을 선배들께 여쭤봐야 하나 국외의 경우 하와이 대학교나 동경대학교, 국내는 포항공과대학교, 한양대학교 등에서 박사후 연구원으로 일하곤 합니다)로 박사 후 연구원(Postdoctoral researcher)으로 가는 편입니다. (특정 기관을 언급하기에는 개인차가 있기도 하고 표본이 많

지 않아서 일반화의 어려움이 있어서 기관의 성격으로만 답변을 대신하겠습니다. 다만 극지연구소를 희망하는 학부생이 있다면 우리 연구실과도 연관이 크다고 부연 설명드릴 순 있겠네요!)

석사 취득 후) ESG<sup>3)</sup> 관련 기업에서 근무하는 졸업생이 있습니다. (이것 역시 지극히 소수의 커리어라서 일반화하기는 어렵습니다. 석사만 하고 졸업하는 건 연구직이 본인 적성에 맞지 않은 경우가 많아서요.)

## 2. 나리 님의 개인적인 연구에 대한 질문

### Q9) 현재 어떤 개인 연구를 진행하고 계신가요?

저는 CO2 제거 실험 상에서 유럽 지역의 폭염과 극한 강수의 변화에 대해서 연구하고 있습니다. 전 세계적으로 파리협정 채택 이후 온실가스 감축을 위해 노력하고 있는데 그 연장선 상으로 CO2 제거 실험이 진행됐다고 이해하시면 좋을 것 같습니다. 'CO2가 증가하다가 다시 감소해서 현재 상태로 돌아왔을 때, 기후 시스템도 현재 수준으로 회복될 것인가?'라는 질문을 가지고 본 연구를 진행했습니다.

특별히 유럽 지역을 선정한 이유는 최근 해당 지역에서 폭염이나 홍수 등 극한 기상현상이 빈번해지고 있기도 하며, 유럽과 인접한 북대서양에 대서양 대규모 해양순환(Atlantic Meridional Overturning Circulation, 이하 AMOC)이라는 이름의 중요한 해양 순환류가 흐르고 있는데 AMOC가 지구온난화에 따라서 약해지는 점이 흥미로워서이기도 합니다. AMOC가 북대서양으로 열과 수증기 등을 수송하는데 이것이 기후변화에 의해 약해지거나 강해질 경우 유럽에 미치는 영향이 달라질 것이기 때문에 이에 따른 극한 기상현상의 변화를 살펴보고 있습니다.

## 3. 연구실에 진학하고자 하는 학부생을 위한 질문

### Q10) 학부생 때 인턴 생활을 하는 경우가 많은가요?

했던 사람도 있고 안했던 사람도 있는데 최근 들어서 많이 하는 추세입니다.

### Q11) 나리 님께서는 학부생 때 인턴 생활을 하신 경험이 있나요?

네. 저는 4학년 2학기를 앞둔 여름방학 때부터 4-2학기까지 인턴을 했습니다.

추가적으로 인턴 때는 기후변화의 조기 경보 신호(Early warning signal) 등을 공부했는데 현재는 다른 연구를 행하고 있습니다. (사람에 따라서 인턴 때 공부한 분야를 이어서 석사 과정에서 연구하는 경우도 있고 아니기도 합

---

3) 환경, 사회, 기업 지배구조(Environmental, Social and Governance)를 뜻함

니다. 그 이유는 제각기 달라서 일반화해서 설명드리긴 어렵습니다.)

#### Q12) 해당 연구실에 들어가게 된 계기가 무엇인가요?

기후 변화에 관심이 있어서 대기과학과에 입학했고, 안순일 교수님의 학부 수업인 기후변화의 이해, 기후 역학을 재미있게 수강해서 조금 더 공부를 해보고 싶다는 생각으로 들어오게 되었습니다.

#### Q13) 연구실에 들어가기 전에 가지던 생각과 현실의 차이가 있었나요?

학부 과정을 마치고 나니 이 분야에 대해서 많이 알고 있다고 생각했는데 막상 대학원에 들어와서 공부를 시작해 보니 모르는 게 정말 많았다는 것을 깨달았습니다.

특히 기후 안에서도 세부 분야가 매우 다양하고, 앞으로 연구할 수 있는 주제가 무궁무진하다는 것을 느꼈습니다. 그리고 논문이라는 게 쉽게 쓰이는 것이 아니라 굉장히 세밀하고 복잡한 과정을 거쳐서 만들어진다는 것을 알게 되었습니다.

#### Q14) 기후이론 연구실만의 매력이 있나요?

교수님이 아주 멋있으시고, 연구실에 출근하면 맛있고 신선한 커피를 매일 아침 마실 수 있습니다. 자신이 원하는 주제가 있다면 자유롭게 연구할 수 있는 분위기이며, 기후 분야의 저명한 전문가들과 교류할 수 있는 기회가 많습니다.

### 4. 마지막 한 마디

#### Q15) 어느 연구실 들어갈지 고민하는 학부생에게 하고 싶은 말

관심 있는 연구실에 가서 인턴 생활을 겪어보기를 추천합니다. 또한, 해당 연구실에 재학 중인 대학원 선배들에게 궁금한 점을 적극적으로 물어보시길 바랍니다.

#### Q16) 혹시 학부생이 대학원 선배들과 친해질 수 있는 방법이 있을까요?

코로나 이전에는 대학원생과 학부생, 그리고 교수님들이 함께 하시는 학과 워크숍이 매년 열려서 비교적 교류하기가 원활했습니다. 지금은 수업도 비대면에 각종 학과 행사가 진행되지 않아서 개인적인 친분이나 개별 연락 등이 아니면 친해지기가 쉽지 않을 것 같네요. 많이 아쉽습니다.



### Q17) 대기과학과 학생들에게 하고 싶은 말

기후변화의 이해 등의 수업을 듣고 기후변화에 대해서 더 깊게 파보고 싶은 생각이 드신 분들은 인턴 활동 등을 통해서 기후이론 연구실을 경험해 보시길 추천드립니다. 미래에 기후가 어떻게 달라질 것인지 등을 깊이 있게 연구하기 좋은 환경입니다. 주저 말고 문을 두드려 보세요.

이번 인터뷰를 통해 기후이론 연구실 내에서의 연구 환경 및 일과 등에 대해, 인턴 생활(대학원 진학을 위한 사전 준비)에 대해 자세히 알아볼 수 있었습니다. 바쁘신 와중에도 흔쾌히 인터뷰에 응해주시고, 성실히 답변을 남겨주신 임나리 연구원님께 진심으로 감사 인사를 드립니다. 혹시 다음 연구실 소개 관련 인터뷰를 진행하고 싶거나 문의 사항이 있는 분은 happygrace@yonsei.ac.kr로 연락 주시길 바랍니다. 그리고 앞으로도 계속 진행될 연구실 소개 코너에 많은 관심 부탁드립니다! 대기과학과 분들 모두 2022년 한 해 파이팅입니다!

이주은 기자(21)

# 대기과학 분야 최초의 노벨 물리학상

송하준 교수의 노벨 물리학상 해설 강연으로 알아본 2021년 노벨 물리학상 수상자 슈쿠로 마나베 교수와 클라우스 하셀만 박사의 연구

지난해 10월 27일, 연세대학교 대기과학과 대기해양 모델링 연구실의 송하준 교수는 줌으로 마련된 ‘이과대학 노벨 물리학상 해설 강연’에서 대기과학 분야 수상자들의 연구에 대한 강연을 진행하였다. 최초의 대기과학 분야 수상이었기 때문인지 강연에 많은 학부생들이 참여하였고, 물리학과, 천문학과 등 다양한 이과대학 내의 교수들 또한 강연에 참석하여 함께했다.

2021년 노벨 물리학상의 수상자는 세명으로, 각각 프린스턴 대학 교수인 슈쿠로 마나베, 막스플랑크 기후학연구소의 클라우스 하셀만, 로마 사피엔자 대학의 교수 조르조 파리시가 수상하였다. 지난 노벨 물리학상은 ‘물리학적 복잡계를 이해하는 데 획기적인 기여’를 한 이들이 수상했는데, 특히 대기과학분야에서 최초로 노벨상 수상자가 나왔다는 점이 관심을 끌었다. 본 기사에서는 지난해 진행된 송하준 교수의 해설강연을 바탕으로 2021년 노벨물리학상의 대기과학분야 수상자인 슈쿠로 마나베 교수와 클라우스 하셀만박사의 연구들을 다시 한번 알아보고자 한다.

먼저 지난해 노벨물리학상이 주목한 복잡계는 무엇인지부터 알아보자. 복잡계(Complex Systems)란 ‘자연계를 구성하고 있는 많은 구성성분 간의 다양한 유기적 협동현상에 의해 비롯되는 복잡한 현상들의 집합체’를 의미한다. 복잡계에서는 어느 장소에서 일어난 작은 사건이 그 주변에 있는 다양한 요인에 작용을 하고, 차츰 복합되어 큰 영향력을 갖게 되어 멀리 떨어진 곳까지 영향을 미칠 수 있다. 복잡계는 비교적 간단한 가정으로 출발하는 기존의 자연과학 분야 연구들에 비해 현실세계와 좀 더 비슷하다. 그러나 복잡계는 다양한 구성성분에 의한 상호작용 때문에 불규칙하고 무질서한 특성을 갖기 때문에 이를 완전히 규명하기에는 큰 어려움이 있다. 이러한 복잡계의 특징이 잘 드러나는 예시 중 하나가 바로 지구의 기후시스템이다. 다양하고 넓은 지구에서 벌어지는 수많은 일들이 축적되어 기후 시스템을 이루고, 날씨라는 규모가 작고 짧은 시간에 일어나는 사건들이 모여 지구의 기후에 큰 영향을 끼친다.

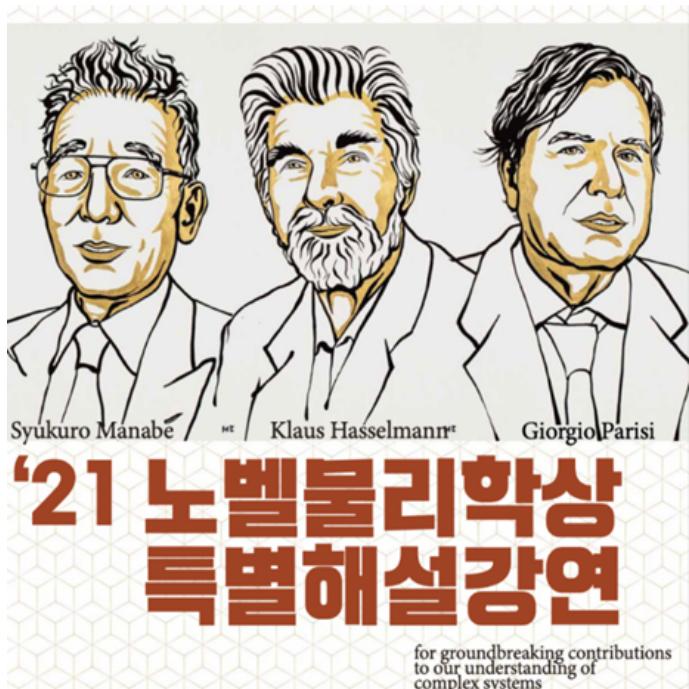


그림 1 지난해 10월 27일, 연세대학교 이과대학에서 마련된 '노벨 물리학상 해설 강연'이 줌으로 진행되었다.

수 있다. 2021년 노벨 물리학상 수상자인 슈쿠로 마나베 교수와 클라우스 하셀만 박사는 대표적인 복잡계인 지구의 기후 시스템을 모델을 통해 구현하여 예측하고, 인류의 활동을 비롯한 다양한 요인들이 기후 시스템에 끼치는 영향을 밝혀내는데 선구적인 역할을 해왔다.

슈쿠로 마나베 교수는 기후 모델 개발에 있어서 초석을 다진 기후학자로, 1931년 일본에서 태어나 도쿄 대학에서 학부부터 기상학을 전공하여 박사학위까지 마쳤다. 그는 1958년 미국에서 본격적인 연구를 시작하였고, 연구 생활 대부분을 Geophysical Fluid Dynamics Laboratory(GFDL)에서 보냈다.

연구 초기 마나베 교수는 가장 기초적인 모델인 1차원 연직 기둥 모델(1D Vertical Column Models)을 통해 대기의 연직적 온도분포를 예측하였다. 이 과정에서 대기 중의 구름 유무와 난류에 의한 대류효과를 고려하여 대기의 연직 온도 분포를 관측 값과 매우 유사하게 예측하였다. (Manabe and Strickler(1964)) 또한, 개발한 1차원 연직 기둥 모델을 바탕으로 대기의 연직 온도 분포는 이산화탄소에 가장 민감하게 반응한다는 사실을 밝혀냈고, 이산화탄소의 농도가 당시 평균인 300ppm에서 절반인 150ppm일 때 지표면의 온도가 섭씨 2.28도 감소하고 두 배인 600ppm에서 2.36도 증가한다고 밝혔다. 훗날 마나베 교수는 해당 연구의 논문을 가장 좋아하는 논문으로

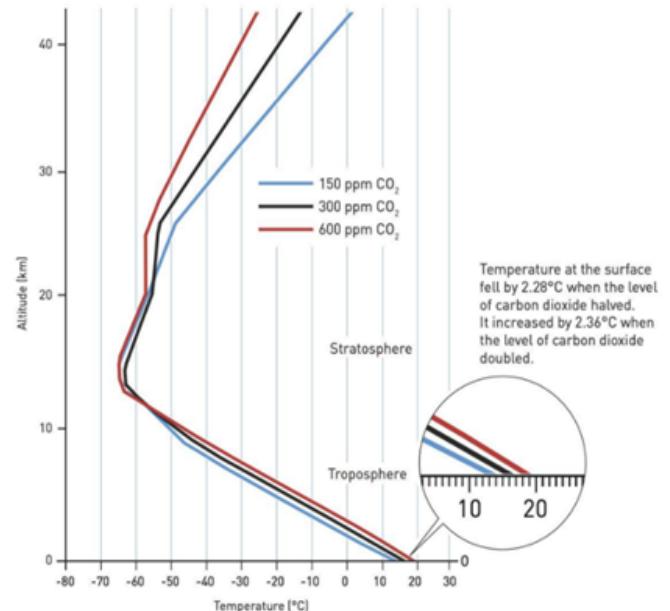


그림 2 Vertical distributions of temperature in radiative equilibrium for various values of CO<sub>2</sub> content. Manabe and Wetherald (1967)

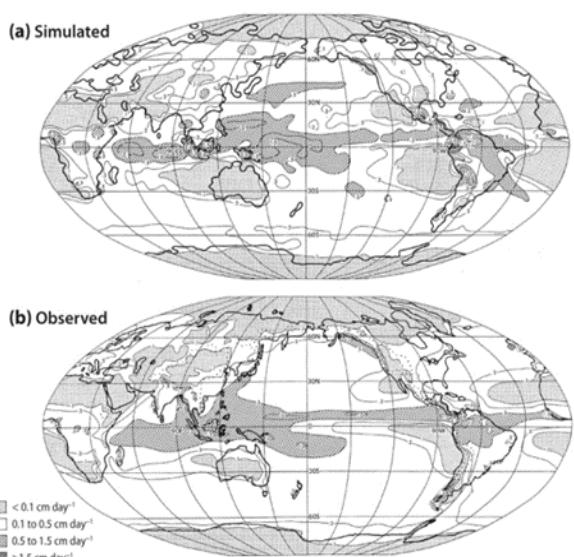


그림 3 (a) Computed annual mean rate of precipitation(cm / day), (b) Observed(USSR Academy of Sciences, 1964) annual mean rate of precipitation(cm/day). Manabe and Holloway (1975)

꼽았는데, 이산화탄소 농도와 대기 온도의 관계를 아주 직관적으로 보여줄 수 있기 때문이라고 한다. 그뿐만 아니라, 1960년대 아주 간단한 초기 모델을 통한 예측임에도 불구하고 오늘날 매우 발전한 컴퓨터와 모델을 통한 예측과도 크게 벗어나지 않을 정도로 높은 정확도를 보였다. 마나베 교수는 연구 당시 이 논문이 최근 이 정도로 많은 관심을 받는 논문이 될 것이라고 생각하지는 않았다고 회상했다.

1965년, 마나베 교수는 1차원에서 더 나아가 3차원 대기 대순환 모델(3D Atmospheric General Circulation Models)을 개발하였다. 첫 모델에서는 전 지구를 500km 단위 격자로 나누고, 연직으로는 대기를 9개의 층으로 나누어 풍속, 온도, 습도를 계산하였으나, 아직 해양 순환까지 함께 구현하지는 못했다. 당시에는 컴

퓨터의 성능이 매우 부족했기 때문에 해당 모델로는 187일 정도만 예측할 수 있었는데, 이 모델을 통해 예측한 동서평균 기온은 실제 관측 값과 꽤 유사하게 나타났으며, 열대수렴대(ITCZ)에서 강수량이 증가한다는 사실, 중위도 지역의 열대저기압 경로 예측, 아열대 지역에서 강수량이 줄어드는 사실 등, 다양한 대기의 기후 특징을 나타내는 데 성공하였다. 그렇지만 모델에서 계속해서 대기의 질량이 감소하거나, 육지의 지리적 특징을 나타내지 못하고, 계절적 변화를 표현할 수 없는 등, 초기 모델로서 한계가 나타났다. 이후 꾸준히 3차원 대기 대순환 모델을 개선하여, 1974년 격자 크기를 줄여 해상도를 높이고, 태양 복사의 계절적 차이를 두고 계절별 해수면 온도를 구현하였다. 당시 개선된 모델로 1970년부터 일찌감치 계산을 시작하였는데, 컴퓨터 성능 부족으로 모델 결과가 나오는데

만 2년이 넘은 시간이 걸렸으며, 방대한 자료의 분석을 위해 또 다시 2년 정도가 걸려 오랜 시간 기다린 끝에 걸려 논문이 나올 수 있었다고 한다.

이전에 마나베 교수가 개발했던 3차원 대기 대순환 모델은 대기만을 다룬 모델이었다. 하지만 실제 기후 시스템은 대기와 해양이 밀접한 연관을 갖고 상호작용을 하고 있어 좀 더 정교한 기후 모델링을 위해서는 대기와 해양이 모두 포함된 모델이 반드시 필요했다. 3차원 대기 대순환 모델을 개발한 후, 마나베 교수는 해양모델링을 연구하던 커크 브라이언 박사와 오랫동안 함께 연구하여 3차원 접합 대기 대순환 모델(3D Atmosphere–Ocean Coupled General Circulation Models)을 개발해냈다.

이러한 복잡하고 정교한 3차원 기후 모델들을 개발하고 개선해가며, 마나베 교수는 지구온난화가 탄소 배출 농도 증가에 따른 결과임을 밝혀냈다. 1975년 지리학적 구조를 추가한 이상적 모델의 결과, 이산화탄소의 농도가 600ppm으로 당시 평균값의 두 배가 될 경우 지표면의 온도는 2.93도가 증가할 것이라고 예측하였는데, 특히 극지역에서 온난화가 더 심하게 나타나는 ‘극지증폭효과(Polar Amplification)’이 나타남을 보였다. 이후 90년대까지 개선된 모델을 통한 지구온난화 연구에서 마나베 교수는, 지구온난화 효과에 있어서 해양의 순환이 매우 중요한 역할을 한다는 사실을 밝혔으며, 해양이 순환하는 모델에서는 지구온난화의 효과가 남극보다 북극에서 좀 더 크게 나타난다는 것도 밝혀냈다. 실제로 이는 21세기 현재 진행되는 온난화의 패턴과 유사한 모습을 보임으로써 사실로 확인되었다.

두 번째로 대기과학분야에서 지난해 노벨물리학상을 수상한 독일의 클라우스 하셀만 박사는, 날씨와 기후의 관계를 규명하고, 인류의 활동이 기후 변화에 미치는 영향을 정량적으로 확인하도록 하는 연구에 큰 기여를 하였다.

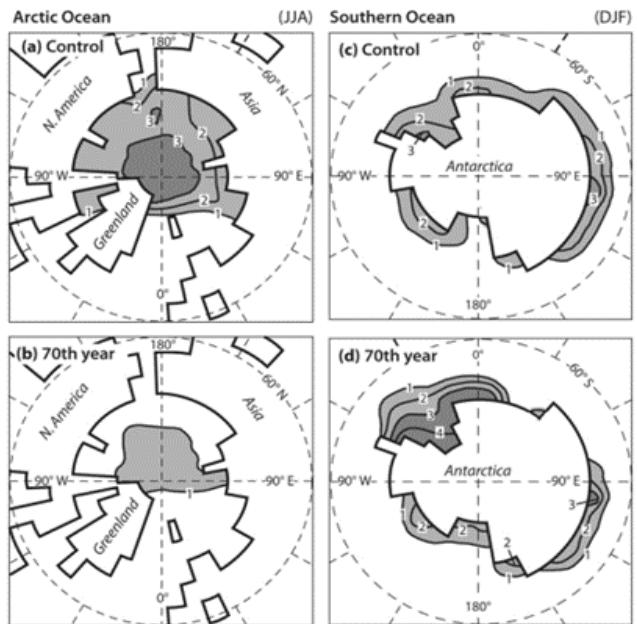


그림 4 Changes in sea-ice with doubling CO<sub>2</sub>, Manabe et al. (1992)

함부르크 대학에서 원래 대기과학이 아닌 물리학으로 박사학위를 받은 하셀만 박사는, 초기에는 유체역학, 난류, 해양 파동 분야에서 연구했다. 물리학 박사 출신인 하셀만 박사는, 양자역학과 같은 다양한 물리학분야의 이론들을 해양학에 도입하며 연구하고, 해양 생물학자들과도 함께 연구를 하기도 하였다. 기후학에도 관심을 가진 하셀만 박사는, 기후 변화가 어떤 요인에 의해 일어나는지를 연구하였고, 자신의 기후 연구에 필요한 기존 해양 순환 모델을 개선하고, 탄소 순환이 포함된 접합 대기 대순환 모델을 개발하기도 하였다.

하셀만 박사의 많은 연구들 중 노벨상을 수상하는데 가장 중요한 역할을 한 첫번째 연구는, 날씨와 기후의 관계를 보여주고자 한 ‘확률적 기후 모델(Stochastic Climate Models)’의 개발이다. 하셀만 박사는 짧은 시간 규모동안 발생하는 날씨라는 사건이 큰 시간 규모의 기후 변동성에 영향을 미칠 수 있다고 보았다. 그는 아인슈타인이 제시한 브라운 운동(액체나 기체 등 유체 안에 존재하는 거대한 입자가 끊임없이 불규칙적으로 움직이는 현상)을 기후 시스템에 도입하였는데, 날씨를 ‘무작위잡음(Random Noise)’으로 보고 이 무작위 잡음들이 축적되어 기후 변동성(Signal)에 영향을 미칠 것이라고 가정하였다. 이러한 가정에 따라 그는 확률적으로 기후 시스템이 어떻게 변화하는지 보여주는 모델을 개발하였는데, 관련된 그의 논문들에 따르면, 확률적 기후 모델에 의해 300일 이하의 짧은 시간 규모를 갖는 날씨(Noises)들은 기후에 작은 영향만을 미치며, 날씨가 큰 시간 규모를 가질수록 기후 시스템에 큰 영향을 끼치게 된다는 것을 밝혀냈다.

두 번째 주요 연구로, 하셀만 박사는 ‘지문법(Fingerprint Methods)’을 통해 기후 변화에 인간이 미치는 영향을 정량적으로 표현하고자 하였다. 그는 관측된 기후변화(Signal)에 대해 자연적인 변동(Noises)이나 인류의 활동에 의한 변동(Noises) 등, 다양한 노이즈들이 각각 기후 변화에 미치는 정도를 역으로 계산하여, 기후 변화에서 인간 활동에 의한 영향을 정량적으로 나타내는 방법을 제시하였다. 그가 개발해낸 지문법은 오늘날 인류의 활동에 의한 온실기체 증가가 지구온난화에 중요한 요인이 된다는 사실을 입증하였고, 현재 기후 변화에 관한 정부간 패널(IPCC)보고서가 나올 때마다 항상 온난화에 대한 매우 중요한 과학적 근거가 되고 있다.

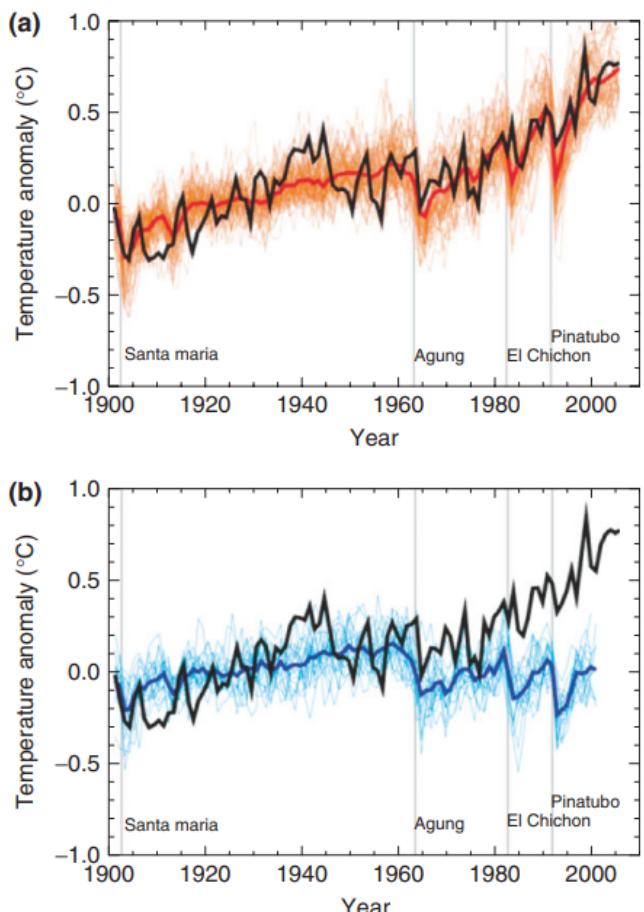


그림 5 Comparison between global mean temperature changes relative to the 1901–1950 average ( $^{\circ}\text{C}$ ) from observations(b) and simulated by climate model simulations that include (a) both human and natural influences on climate (for example, the effect of strong volcanic eruptions, marked by vertical gray bars) and (b) natural influences only. Individual model simulations are shown by thin lines, their average by a fat line (red in panel (a), blue in panel (b)). Hegerl et Zweiers (2011)

지난해 최초로 대기과학 분야, 특히 기후 분야에 있어서 두 명의 노벨 물리학상 수상자가 나왔다는 사실은, 2020년대에 접어든 인류에게 노벨상 위원회가 더 이상 기후 변화에 대한 대응을 늦춰서는 안 된다는 경고를 하는 것이 아닐까 한다. 벌써 두 과학자가 기후 변화에 대해 연구하기 시작한지 수십년이 지났지만, 아직도 기후변화에 대한 수많은 사실들이 밝혀지지 않고 베일에 싸여 있고, 또한 안타깝게도 여러가지 이유들로 인해 아직까지 인류가 제대로 기후 변화에 올바른 대처를 하지 못하고 있는 실정이다. 2021년 노벨 물리학상을 통해 기후 변화에 대한 중요성을 다시 한번 인식하고, 전 인류가 함께 힘을 합쳐 기후 문제를 해결해 나가길 기대한다.

어회진(17)

# 동아리로 이어지는 대기과학과

학과 동아리 <기상천외>와 대기과학과 뉴스레터 팀

---

동기들과 만남도, 선후배 간의 소통도 어려웠던 2021년, 이 어려운 시기에 시작된 기상천외와 뉴스레터 팀을 소개하고자 한다. 코로나 19로 인해, 20년도에 이어 21년도에도 비대면 수업이 계속되었다. 학우들은 강의나 공식적인 행사를 통해 동기들을 만날 기회를 잃었다. 이 시국에도 피어난 두 동아리가 있다. 모든 활동은 방역수칙에 따라 비대면으로 진행될 수밖에 없었지만, 두 동아리는 대면 시절만큼이나 알차게 1년을 꾸려나갔다.

## 1. 대기과학과가 모여 만든 기상천외한 이야기\_ 기상천외

<기상천외의 시작>

기상천외는 대기과학과 학생들이 전공과 관련된 프로젝트와 다양한 스터디를 함께 하기 위해 만든 동아리이다. 이전에도 대기과학과에는 학술 소모임이 있었지만, 코로나 시국으로 인해 명맥이 끊긴 것을 유다은 선배님과 신수현 선배님을 필두로 19학번 선배님들께서 뜻을 모아 새로 시작하였다. 두 선배님께서 동기들과 대화를 나누다가 오랜 비대면 수업으로 대기과학과만의 네트워크가 사라진 것을 아쉬워하며 기상천외를 만들기로 결심했다고 한다. 이렇게 시작된 기상천외는 2021년 2학기 개강 총회를 통해 과 내 소모임으로 인준되었다. 스무 명의 대기과학과 학우들이 기상천외에 모였다. 이번 기사를 위해 기상천외 회장 유다은 선배님과 부회장 신수현 선배님, 21학번 동아리 부원 소하솜님을 만났다. 인터뷰에 응해주신 기상천외 분들께 감사의 말을 전하고 싶다.

<기상천외한 프로젝트>

기상천외의 활동은 크게 메인 세션과 서브 세션으로 나뉜다. 메인 세션에서는 관심 분야에 따라 구성한 팀별로 한 학기간 프로젝트를 진행했다. ‘Urban Mafias’ 팀은 도시기상, ‘공기청정기’ 팀은 대기 환경, ‘일보후퇴 이보전진’ 팀은 일기예보, ‘떡튀순’ 팀은 대기해양순환을 탐구하였다. 서브 세션은 스터디, 행사 참여, 그 외 비정기모임 등 기상천외인들과 함께 하고 싶은 모든 활동을 포함한다. 다만, 코로나 19로 인해 지난 학기에는 비대면 스터디 위주로 진행되었다.

메인 세션은 OT에서 소개한 분야 중에서 희망하는 분야를 설문 조사하여 팀이 구성되었다. 2주에 한 번씩 정기적으로 팀별 모임을 통해 세부 주제를 선정하고, 논문도 읽어보고, 탐구 주제를 정해 연구도 하며 프로젝트를 진행해 나갔다. 스무 명의 학우들 모두 대기과학도로서 열정적으로 프로젝트에 임했다. 19학번부터 21학번까지 고루 모

여있었지만, 선배들은 이끌고 후배들은 배우며 화기애애한 분위기 속에 프로젝트가 완성되었다고 한다. 1월 7일, 최종 발표가 열려 서로의 프로젝트 결과를 공유하고, 한 학기를 마무리하는 시간을 가졌다. 최종 발표를 통해 공유한 프로젝트 결과를 간략히나마 지면에 담았다.

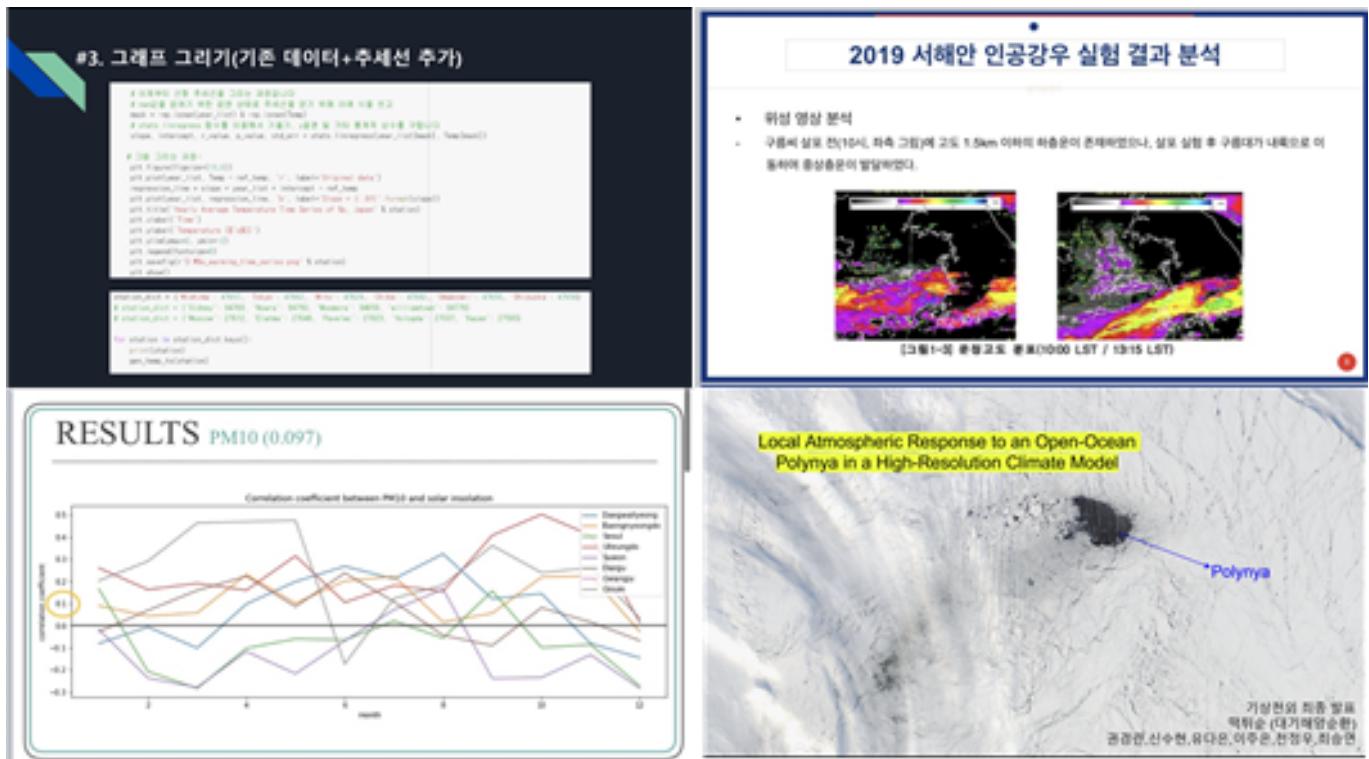


그림1 원쪽 위에서부터 Urban Mafias, 공기청정기, 일보전진 이조후퇴, 떡튀순의 발표자료

**Urban Mafias (도시기상)** : Urban Mafias 팀(이하 UM 팀)은 지구온난화를 보여주는 전 지구 기온편차 통계에 대도시가 빠져있다는 평균의 함정을 발견하며 프로젝트를 시작했다. 더 정확히 지구온난화를 직면하기 위해 ‘튀는 값’인 대도시의 데이터를 살펴보고자 한 것이다. UM 팀은 미국 국립환경정보센터의 데이터와 구글 코랩을 이용하여 9개 국가를 대상으로 대도시와 교외 지역 간의 기온 상승률을 비교하였다. 대도시와 교외 지역의 추세선 기울기를 분석하여 대체로 대도시의 기온 상승률이 교외 지역보다 높다는 것을 확인하였다. 예상과 달리 대도시가 교외 지역보다 낮은 값을 가진 사례들도 있었다. 이에 1970년부터의 자료를 사용하고, 각 국가의 자연환경과 도시환경의 변화를 고려하지 못한 점을 원인으로 분석하였다. 오차 원인에 대해서, 그리고 해결 방안을 모색하기 위해서 추가 연구의 필요성을 제시하며 프로젝트를 마무리했다.

**공기청정기 (대기 환경)** : 공기청정기 팀은 한 학기간 인공강우에 대한 모든 것을 알아보았다. 프로젝트는 2019년 서해안 인공강우 실험을 알아보며 시작했다. 위성영상과 구름씨 살포 영역, 종관 및 상세 일기도를 통해 “구름 발달과 하층의 습도 증가를 발견했으나, 강수가 관측되지 않아 미세먼지 오염도 개선 효과는 확인할 수 없다.”라고 분석

하였다. 공기청정기 팀은 인공강우로 미세먼지를 가라앉힐 수 없다는 결론에서 나아가 인공강우의 다른 쓸모를 모색했다. 먼저, 가뭄 효율성에 대해 인공강우가 경제적으로 지니는 가치를 계산하였다. 인공강우가 연간 284억 580만 원을 저감할 수 있다는 것을 보이며, 가뭄 예방 대책으로서 가능성은 발견하였다. 또한, 인공강우가 군사적으로 활용할 수 있을지도 알아보았다. 비록 국제조약에서 환경개변기술의 군사적·적대적 사용을 금지하고 있지만, 베트남 전쟁 중 미군이 보급을 지원시키기 위해 인공강우를 사용한 뽀빠이 작전을 통해 사례를 살펴보았다. 이를 바탕으로 인공강우가 적 기동 방해, 제독, 원전 사고 대응 분야에서 군사적으로 활용될 가능성을 제시하였다.

**일보후퇴 이보전진 (일기예보)** : 일보후퇴 이보전진 팀은 통계적 분석을 통해 일사량과 기상요소 간의 상관관계를 도출하고, 이를 분석하는 프로젝트를 진행했다. 농촌진흥청의 일사량 데이터를 기반으로 파이썬을 이용하여 그래프를 그리고 상관계수를 도출하였다. 일조, 자외선지수, 기온, 오존 전량, 풍속, 현지 기압, PM10, 이슬점 온도, 강수량, 전운량, 상대습도, 총 11가지 영역과 일사량 간의 상관계수를 비교하며 연구를 마쳤다. 발표에서는 2020년도 데이터만 사용하였고, 여러 기상요소와 일사량 간의 상관관계만 도출했다는 한계를 밝혔다. 하지만 PM10과 같이 의외의 결과를 발견하며 추가 연구의 여지를 남겼다.

**떡튀순 (대기해양순환)** : 떡튀순 팀은 폴리냐와 관련된 논문을 리뷰하였다. 폴리냐는 해빙 사이에 바닷물이 노출된 넓은 지역을 의미한다. 떡튀순 팀은 논문 ‘Local Atmospheric Response to an Open-Ocean Polynya in a High-Resolution Climate Model’을 소개했다. 해당 연구는 종관 규모의 고해상도 기후 시뮬레이션을 이용해 남극해의 폴리냐에 대한 국지적 대기 반응을 조사하고 정량화했다고 한다. 떡튀순 팀은 해당 논문의 선행연구와 방법론, 연구 과정과 결과를 살펴보았다. 논문 리뷰를 통해 폴리냐가 국지적 대기에 큰 영향을 준다고 결론 지으며, 폴리냐에 대한 이해를 높였다.

서브 세션은 크고 작은 스터디들 위주로 진행되었다. 서브 세션의 특징은 동아리원 누구나 하고 싶은 활동을 열 수 있다는 것이다. 지난 학기에는 4가지 스터디가 열렸다. IPCC 6차 보고서 등을 함께 읽으며 기후변화를 알아본 ‘기후변화를 주제로 한 보고서 읽기’, 과학자가 되는 방법을 함께 읽은 ‘진로 관련 책 읽고 이야기 나누기’, ‘코딩 공부하기’, ‘영어 공부하기’가 있었다. 서브 세션은 기상천외의 동아리원들 간의 많은 대화가 오가고, 메인 세션에서 다하지 못한 활동들을 펼쳐보는 시간이 되었다.

기상천외 분들께 한 학기간의 소감을 물었다. 유다은 선배님께서는 가장 뿌듯했던 순간으로 마지막에 다 같이 모여서 발표했던 날을 말했다. 그날이 정말 최종 마무리처럼 느껴져서 뿌듯했다고 한다. 또한, 학기 중에 바쁜 데도 기상천외 활동을 열심히 즐겨주는 친구들을 볼 때마다 뿌듯했다고 하였다. 신수현 선배님께서는 코로나로 만나기 힘들었던 대기과학과 학우님들에게 만남의 장을 제공했다는 점이 가장 기뻤다고 하셨다. 다만, 두 분 모두 비대면이라만 남이 제한적이었다는 것에 아쉬움을 남겼다. 동아리원 소하솜님은 기상천외에서 가장 좋았던 점으로 프로젝트를 진행하면서 대기과학 연구에 대한 관점을 배운 것과, 통계 자료를 분석하면서 ‘대기과학입문’에서 배운 내용을 응용할 수 있었던 것을 꼽았다. 또한, 서브 세션으로 독서 스터디에 참여했는데, 진로에 대한 생각과 고민을 자유롭게 나눌 수 있어 좋았다고 밝혔다.

## 〈다음 기상천외인이 되어주세요.〉

내년에는 학술동아리라는 방향성은 유지한 채로 지난 학기 느꼈던 점을 바탕으로 새롭게 활동을 개편할 계획이라고 한다. 기상천외의 가장 큰 장점은 동아리원 전부가 자유롭게 스터디를 만들고 자유롭게 참여할 수 있다는 것이기에, 기상천외가 가지고 있는 기본 틀을 기반으로 내년에 동아리원들이 하고 싶은 활동에 따라 내년 활동이 달라질 수 있다고 한다. 유다은 선배님의 말을 빌리자면, “새로워진 기상천외와 함께할 기상천외한 대기과학과 학생분들”은 많은 관심 부탁드린다.

## 2. 학과의 소통창구가 되다\_ 대기과학과 뉴스레터

“코로나 19로 따뜻한 대면 접촉이 부족한 지금 시대에 동기와 선후배에게 연락할 수 있는 원동력이 되었으면”, 하였던 대기과학과 학과장 홍진규 교수님의 바람에 힘입어 대기과학과에도 뉴스레터가 창간됐다. 뉴스레터의 이름, 〈At The Moment〉는 Atmospheric Sciences에서 첫 세글자 ATM을 따서 지어졌다. 연세대학교 대기과학과에서 ‘지금 이 순간’ 일어나는 소식을 빠르고 정확하게 전하겠다는 마음이 담겼다.

다섯 명 남짓한 인원이지만 뉴스레터의 내용은 더할 나위 없이 알차다. 2021년도 2학기 창간호에는 대기과학과의 최근 소식부터, 인터뷰, 논문과 연구실 소개까지 담았다. 뉴스레터 팀은 줌을 통해 회의를 나누고, 메일을 통해 행정직원부터 교수님까지 다양한 사람들을 만날 수 있었다. 학과 구성원분들의 많은 도움 덕분에 〈At The Moment〉 창간호는 순풍을 달고 발행되었다. 아래에는 지난 활동에 참여한 기자들의 소감을 전한다. 뉴스레터 활동에 관심이 있는 학우들은 기자들의 소감을 참고하면 좋을 듯하다. 뉴스레터는 내년 3월 중 추가 인원을 모집할 계획이다. 자세한 사항이 궁금하다면 뉴스레터의 이메일 또는 기자들에게 개인적으로 연락 바란다.

**어회진 기자 :** 복학을 했으나 코로나 때문에 사람들을 만나기 쉽지 않았는데 뉴스레터 활동을 통해 교류할 수 있어 좋았다. 다만, 뉴스레터도 비대면으로 활동하다 보니 제작에 꽤 제약이 있었던 것 같다. 나중에 졸업하더라도 대학원에 진학하여 학술적인 글도 뉴스레터에 실어봤으면 하는 바람이 있다.

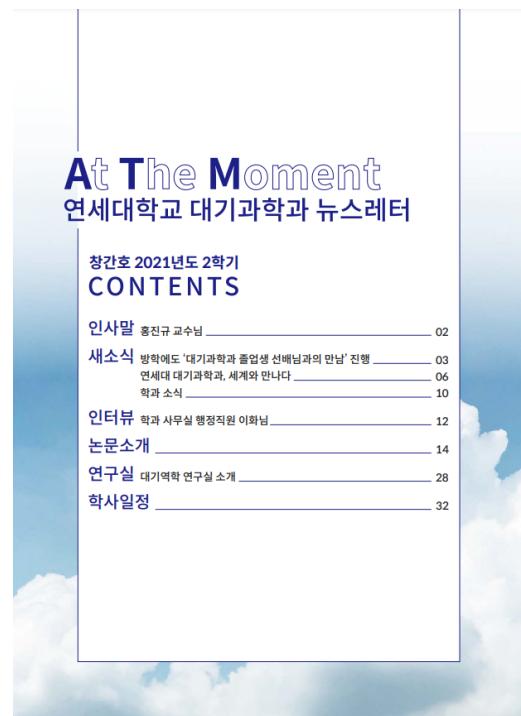


그림2 연세대학교 대기과학과 뉴스레터 창간호의 표지

**박서연 기자** : 여러 학과 구성원들의 소식과 이야기가 모여 하나의 뉴스레터가 완성되고, 그 한켠에 ‘기자’라는 이름을 걸고 내 손끝에서 쓰여진 기사가 실리는 일은 매우 특별하고도 뿌듯한 경험이었다. 원래도 글 쓰는 것을 좋아했지만, 이번 경험을 통해 그 보람과 행복을 더욱 크게 느낄 수 있었다. 대학에서의 첫 1년을 비대면으로 보내던 상황에서, 뉴스레터 팀 활동은 다양한 만남의 기회를 열어주었다. 나에게 그랬던 것처럼, 독자분들께도 뉴스레터가 소통의 창구로서 큰 의미로 다가가기를 바란다.

**이주은 기자** : 뉴스레터를 통해 학과 동기, 선배들과의 협력할 수 있었다. 그뿐만 아니라, 다양한 연구실의 교수님, 대학원생분들과도 대화를 나눌 수 있었다. 비대면 수업으로 소통이 줄어든 이 시기에, 학과 사람들과 소중한 '소통'의 기회를 얻게 되어 참 뿌듯하고, 감사하다. 그리고 자유로운 분위기에서 뉴스레터를 제작할 수 있어서 팀원들과 더욱 소통하고, 쉽게 서로 가까워질 수 있어 좋았다.

**신지은 기자** : 같은 학번 동기의 소식도 듣기 어려운 시국에, 뉴스레터로 대기과학과의 구성원들의 소식을 전해듣고, 또 전달할 수 있는 역할을 맡아 보람찼다. 기사를 만들면서 선배들과 동기들에게 질문을 여쭈거나, 도움을 청할 일이 많았다. 결국 스스로 쓴 글이라기 보다는 학과의 이야기를 전하는 글이 된 것 같다. 사람과 사람을 이어주면서 여러 소식이 오가는 한 가운데 있는 것은 즐거운 경험이었다. 뉴스레터가 많은 분들에게 읽혀 오래도록 소통의 역할을 다할 수 있기를 바란다.

신지은(21)

# 2022학년도 1학기

<b>02 FEB</b>	1.31(월)~2(수) 1(화) 3(목) 14(월)~18(금) 18(금)~24(목) 20(일) 21(월) 22(화)	설연휴 설날 휴·복학 접수시작 2022-1학기 수강신청 2022-1학기 등록 졸업예배 학위수여식 복학접수마감
<b>03 MAR</b>	1(화) 2(수) 3(목) 4(금)~8(화) 9(수) 11(금)~15(화) 14(월)~18(금) 15(화)	삼일절 개강 교무위원회 수강신청 확인 및 변경 대통령선거일 2022-1학기 추가등록 조기졸업 신청 일반휴학 접수 마감, 등록금 전액 반환
<b>04 APR</b>	7(목) 10(일)~16(토) 17(일) 20(수)~26(화) 27(수)~29(금) 27(수)~5.3(화)	교무위원회, 학기 1/3선 고난주간 부활절 2022-1학기 중간시험 수강철회 캠퍼스내 소속변경 신청
<b>05 MAY</b>	4.27(수)~3(화) 1(일) 2(월)~4(수) 5(목) 8(일) 11(수) 12(목) 14(토) 16(월) 17(화)	캠퍼스내 소속변경 신청 근로자의 날 S/U평가 어린이날 부처님오신날 은퇴교수의 날 교무위원회 창립기념일 학기 2/3선, 등록필자 일반휴학 접수 마감 질병휴학 접수 시작
<b>06 JUN</b>	1(수) 2(목) 5(일) 6(월) 8(수)~14(화) 8(수) 9(목) 10(금) 13(월) 15(수)~21(화) 22(수) 22(수)~28(화) 28(화)	지방선거일 교무위원회, 질병휴학 접수 마감 성령강림절 현충일 자율학습 및 보충학습 기간 3/9(수) 보충수업 5/5(목) 보충수업 6/1(수) 보충수업 6/6(월) 보충수업 기말시험 여름방학 시작 캠퍼스내 복수전공, 연계전공 신청 성적제출 마감