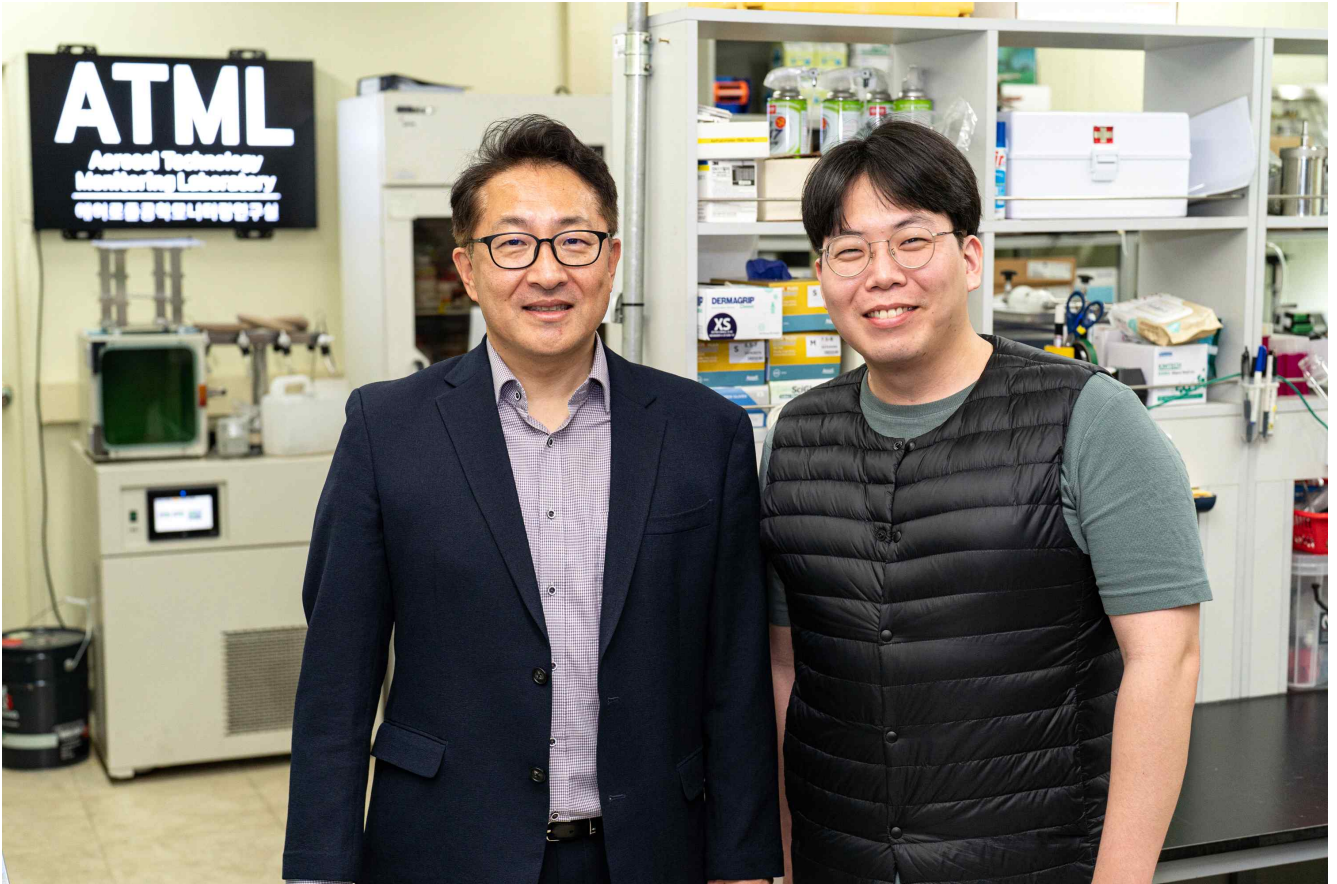


# 초미세먼지, 서해상에서 상당부분 노화 진행

- 박기홍 교수팀, 기상 관측선에서 4년간 동일시기 관측...노화.혼합 과정 추적
- 노화 진행에 따른 인체 유해성과 한반도 기후변화에 영향 변화 가능성 제시



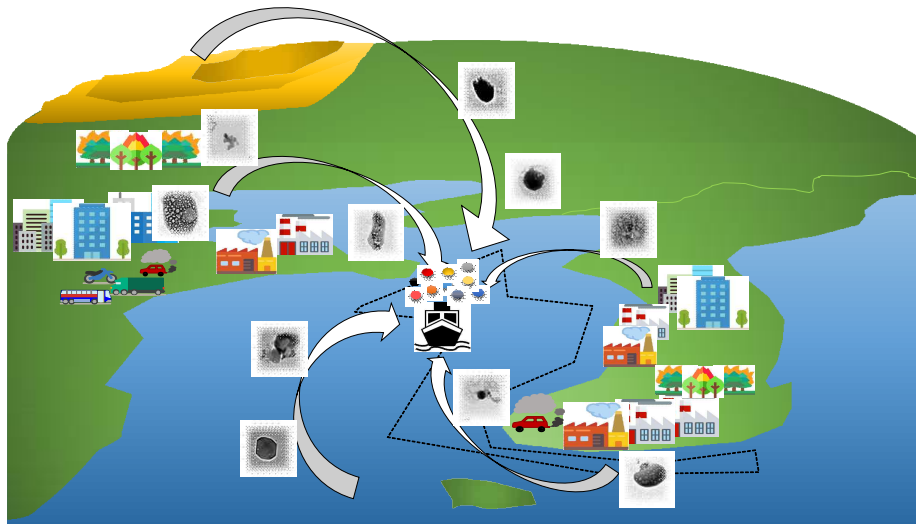
▲ (왼쪽부터) 박기홍 교수, 이해범 박사과정생

서해(西海) 바다 위에서 관측한 초미세먼지는 어떠한 특성을 지닐까? 국내 연구진이 4년에 걸친 서해상 관측을 통해 중국 등 한반도 서쪽으로부터 유입되는 다양한 초미세먼지 단일 입자의 발생 기원별 노화(老化, aging) 정도와 그에 따른 특성 변화를 국내 최초로 규명했다.

상당수가 한반도에 유입될 가능성이 높은 해상 초미세먼지 입자를 서해의 선상(船上)에서 관찰해 DB로 구축한 것은 국내 최초로, 국민 건강과 기후변화에 영향을 주는 초미세먼지의 이동에 따른 물리화학적 변화를 보다 세밀히 규명하는 데 기여할 것으로 기대된다.

서해는 다양한 기원을 가진 장거리 이동 초미세먼지가 한반도로 유입되기 전에 거치는 중요한 관문이면서, 초미세먼지의 다양한 혼합 및 노화 과정을 경험할 수 있는 곳이다.

하지만 어려운 현장 접근성과 지속적인 관측이 어려워 지금까지 서해상에서 초미세먼지의 특성 및 변환 과정을 파악하기에는 많은 어려움이 있었다.



▲ 서해상 선박 관측을 통한 초미세먼지 종류 분류 및 DB 구축

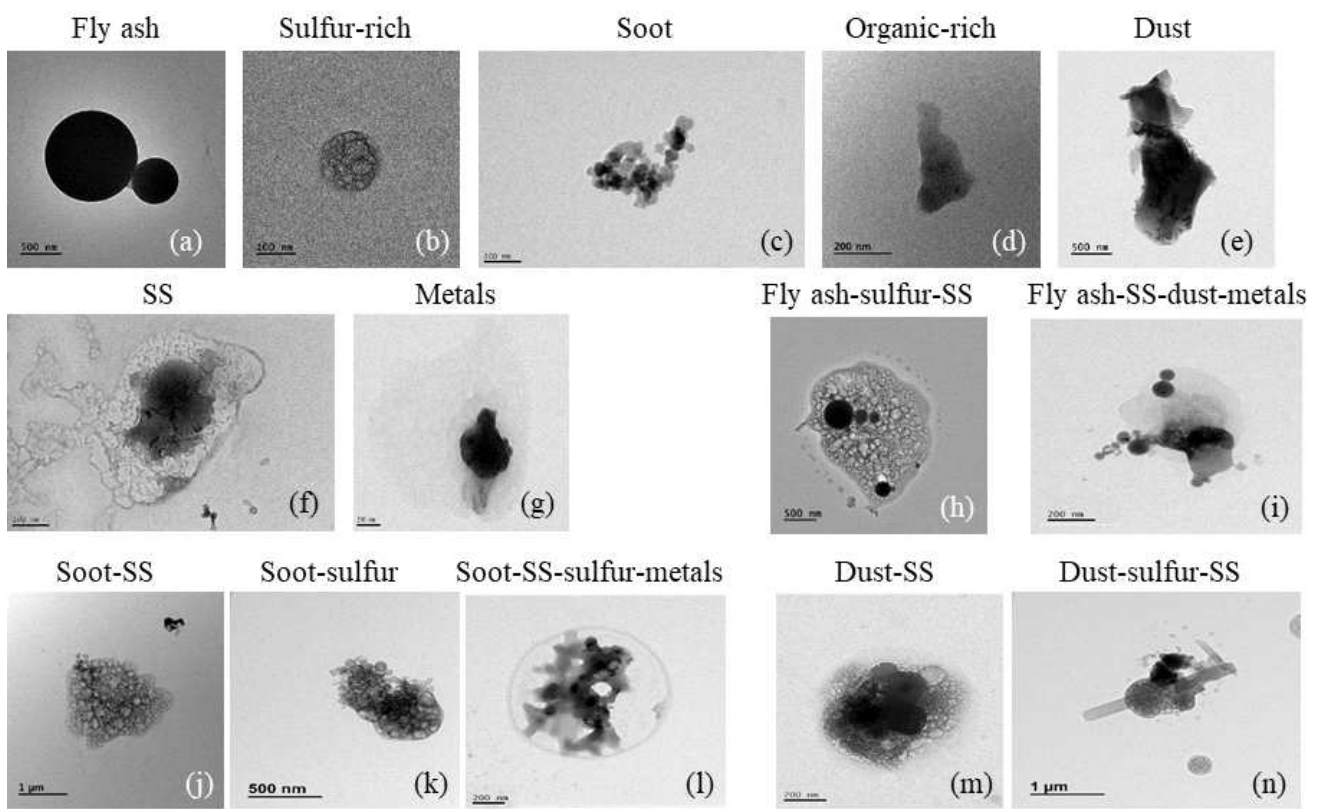
지스트 박기홍 교수(지구·환경공학부, 초미세먼지 진단센터 센터장) 연구팀은 국립 기상과학원과 함께 기상1호 관측선\*을 이용해 2015~2018년 4년 동안 (초)미세먼지가 기승을 부리는 봄철 동일한 시기(4-5월)에 서해상에서 초미세먼지를 관측하고, 다양한 장거리 이동 입자 종류와 이동에 따른 물리화학적 특성 변화를 관찰하는데 성공했다.

\* 기상1호 관측선: 고층 해상, 해양, 대기 환경을 종합적으로 관측할 수 있는 10여 가지의 관측 장비를 탑재한 기상 관측선



▲ 기상1호 관측선: 고층 해상, 해양, 대기 환경을 종합적으로 관측할 수 있는 10여 가지의 관측 장비를 탑재한 기상 관측선이다. (출처: 기상청)

연구 결과, 중국과 몽골 등에서 발생한 장거리 이동 공기괴(공기덩어리)가 관찰되었을 때는 주로 먼지(dust)와 황산화물 입자 타입이 증가했고, 서해에서 가까운 중국이나 한국 내륙에서 기원한 지역적인 공기괴일 경우 검댕(soot)과 비산회(fly ash) 입자 타입이 많아졌다. 서해에서 발생한 바다 기원 공기괴에서는 해양비말(sea spray) 입자가 주로 관찰되었다. 이는 서해상에 바다 기원 입자뿐만 아니라 다양한 이동 경로의 입자들이 존재하고 있음을 제시해 준다.



▲ 단일 입자의 모양과 화학적 원소성분에 따라 분류된 입자 타입 예시: 입자의 모양에 따라 구형과 비구형입자로 분류하고, 구형입자에서 화학적 원소성분에 비산회(fly ash)와 황이 풍부한(sulfur-rich) 입자로 나눈다.

연구팀은 서해상에서 지속적인 노화 및 혼합과정을 겪는 초미세먼지 입자들의 모양 변화와 화학적 성분들의 혼합을 다수 관찰했으며, 바다 위에서 노화된 입자들은 처음 발생했을 때와 비교해 그 크기와 화학적 구성성분, 광학적 특성 등에서 다르게 변화하게 된다.

이렇게 노화된 입자들은 산화도 증가로 인해 인체에 더 유해할 가능성이 있으며, 대기 중 수분을 잘 흡수하는 특성을 가지게 되어 구름 형성 및 지구 복사 열평형에도 영향을 주게 된다.

박기홍 교수는 "이번 관측 결과는 입자 노화가 서해상에서 상당히 진행되고 있고, 이는 외부 유입 초미세먼지가 국민의 건강과 기후변화 영향에 전혀 다르게 작용할 수 있다는 가능성을 제시한 것"이라며 "향후 지속적인 선박 관측과 다양한 지상 및 항공 관측을 통해 외부 유입 초미세먼지 감시망을 좀 더 촘촘하게 구축해 한반도로 유입되는 초미세먼지의 기원과 다양한 특성, 그 변화를 신속하고 종합적으로 파악하는 것이 중요하다"고 말했다.

지스트 박기홍 교수팀이 수행한 이번 연구는 한국연구재단/과학기술정보통신부 기초연구사업 등의 지원을 받아 수행되었고, 연구 성과는 환경 과학 분야 상위 5.7% 논문인 국제학술지 Environmental Pollution (IF=8.071)에 2022년 4월 18일자로 온라인 게재되었다. <끝>

# 논문의 주요 내용

## 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Environmental Pollution (IF: 8.071) (2020년 기준)
- 논문명 : Morphological and chemical classification of fine particles over the Yellow Sea during spring, 2015-2018
- 저자 정보 : 곽노현 (공동 제 1저자, 광주과학기술원), 이해범 (공동 제 1저자, 광주과학기술원), 맹현옥 (공저자, 광주과학기술원), 서아름 (공저자, 광주과학기술원), 이광열 (공저자, 광주과학기술원), 김서정 (공저자, 광주과학기술원), 이미혜 (공저자, 고려대학교), 차주완 (공저자, 기상청), 신범철 (공저자, 기상청), 박기홍 (교신저자, 광주과학기술원)

# 용어 설명

## 1. 초미세먼지 (PM<sub>2.5</sub>)

- 대기 중 부유하고 있는 고체 및 액체상의 입자상 물질 (particulate matter (PM))로, 그 입자의 직경이 2.5 μm (마이크로미터) 이하인 모든 입자들을 말함.

## 2. 입자 노화 (particle (or aerosol) aging)

- 대기 중 입자가 다른 화학적 구성성분을 가진 입자와 혼합되어 산화되거나, 입자가 대기 중 라디칼 (radical (e.g., OH·)) 또는 산화제 (oxidants (e.g., O<sub>3</sub>))와 광화학 반응에 의해 산화되는 과정을 통해 기존의 입자가 가진 물리적/화학적 특성이 변하는 것을 말함.