

기후변수 활용해 한반도 미세먼지 장기 예측한다 !

- 적도와 북극지역의 기후인자와 미세먼지 연관성 활용, 미세먼지 계절 예보의 토대 구축
- 지스트 윤진호 교수팀, 전남대·서울대·국립환경과학원 등 ...대기 분야 저명 저널 게재



▲ 지스트 윤진호 교수

지스트(광주과학기술원) 지구·환경공학부 윤진호 교수와 국립환경과학원 등 국내 연구진이 기상·기후인자들의 연관성을 활용해 한반도의 미세먼지 농도를 수개월 전에 예측할 수 있는 계절예측(장기전망) 기법을 개발했다.

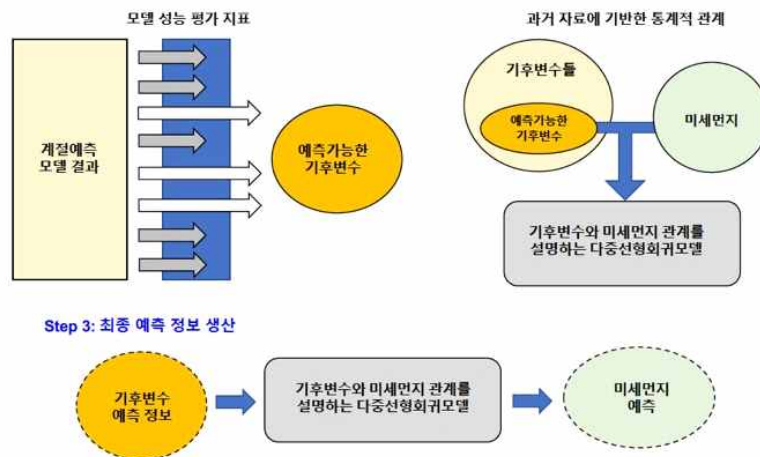
이 기법을 적용하면 미세먼지 예측 시점으로부터 4~5일 간의 미세먼지 농도가 아닌, 이후 2~3개월 동안의 장기 예보가 가능하다. (ex. 2022.11~12월에 2022.12월~2023.2월의 겨울철 미세먼지 농도 전망 발표 가능)

현재 국내에서의 미세먼지 농도 예측은 보통 1~2일 후의 예보에 집중하고 있으며, 기상예보모델에서 생산된 기상 예측 정보를 대기질 예측모델(대기화학모델)과 함께 사용해 최대 5일까지 예측 정보를 생산하고 있다.

정부에서는 계절관리제*의 도입 등을 통해 예전보다 적극적인 미세먼지원인 배출 저감 정책을 펼치고 있으나, 기술적인 한계들이 여전히 존재한다. 특히, 다양한 분야에서 미세먼지 농도를 수개월 전에 정확하게 예측하는 수요가 있으나 현재까지 기술적인 한계로 어려움을 겪어왔다.

* **미세먼지 계절관리제**: 미세먼지 고농도 시기인 12월부터 이듬해 3월까지 평상시보다 강화된 미세먼지 저감 및 관리 정책을 시행하는 제도(<https://www.cleanair.go.kr/> 참조)

연구팀은 기후변수들과 미세먼지 농도와의 상관성, 기후 및 계절 예측모델에서 생산되는 기후변수들을 활용해 통계-역학적인 기법을 새로운 계절예측 기법을 제안했다.



▲ **미세먼지 계절 예측 시스템** : 기후예측모델의 성능(첫 번째 과정)과 기후변수와 미세먼지의 관계성(두 번째 과정)을 고려한 후 최종적으로 미세먼지를 농도를 예측하는 최종 과정을 설명하는 모식도

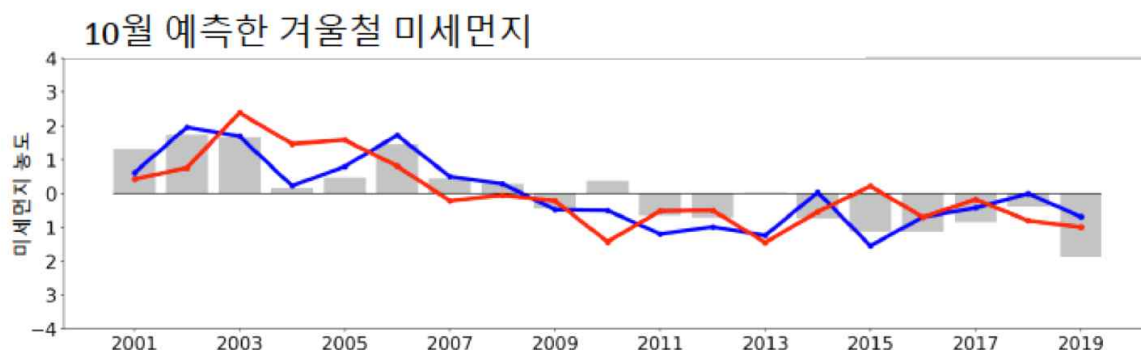
기후예측에서 통상적으로 다중선형회귀 모델을 사용하지만 이번 연구에서는 기후예측모델에서 생산되는 기후전망정보*를 통계 모델과 함께 분석해 예측성의 향상을 꾀하고 통계적인 기법만을 사용했을 때 확보하기 어려운 기법의 안정성을 높이고자 했다.

* **기후전망정보**: 기후예측모델은 앞으로 1개월에서 최대 1년까지의 기후전망정보를 생산하고 있다. 이를 바탕으로 현재 기상청에서는 11월에 겨울철 전망을 발표하고 있으며, 겨울철 평균 온도와 평균 강수량에 대한 전망과 다양한 정보 등을 제공하고 있다.

한반도 기후에 중요한 대표적인 기후예측 인자로는 적도와 북극지역의 **위도, 해발, 지형, 해류 등 다양한 기후인자***들을 꼽을 수 있는데, 연구팀은 예측의 목표와 그에 따른 기후예측모델의 과거 예측 성능에 따라 여러 기후인자들 중 기후예측모델의 예측 성능과 안정성을 최대화 할 수 있는 인자들을 선정해 계절 예보에 활용했다.

* **기후인자**: 지구상의 기후 분포에 지역적인 차이를 발생하게 하는 요인. 위도·해발 고도·식생 피복·수륙 분포·지형·해류 등의 지리적 기후 인자와 대기 대순환, 기단, 전선 등 동적 기후 인자가 이에 속한다. 대표적인 것을 꼽으면 엘니뇨/라니냐로 잘 알려진 적도태평양의 해수면 온도, 그리고 북극의 해빙을 들 수 있다.

연구팀은 이러한 예측 모델에 과거 20년간의 겨울철 기상 예보 정보를 반복 적용하면서 모델의 성능을 검증하였으며, 그 결과를 상관계수로 확인하면 약 0.7 정도를 보여주고 있어 상당히 우수한 결과임을 확인할 수 있다.



▲ 2001~2019년의 매년 10월 겨울철 미세먼지 농도 예측에 대한 예측 성능을 보여주는 그래프

- (회색_막대그래프) 실제 관측된 미세먼지
- (파란색_꺾은선 그래프) 완벽한 기후예측을 가정했을 때의 미세먼지, 즉 기후변동성으로 인한 미세먼지 농도 변화와 미세먼지의 지속적인 감축분을 선형추세선으로 고려한 미세먼지
- (빨간색_꺾은선 그래프) 연구팀이 개발한 기법으로 예측한 미세먼지 농도.
- 연구팀의 예측 기법(빨간색)과, 기후변동성 및 선형추세선으로 산출한 미세먼지 농도(파란색)의 상관계수는 0.7로 나타남

윤진호 교수는 "미세먼지에 대한 계절예측을 가능하게 하는 새로운 기법이며 학계와 국립환경과학원과의 지속적인 협업을 통해 세계 최초로 미세먼지 계절 예측의 토대를 만들었다"며 "앞으로 실제 국민생활에 도움이 될 수 있도록 지속적인 보완을 통해 예측 정확도 향상을 추구해 나가겠다"고 말했다.

이번 연구는 지스트 지구·환경공학부 윤진호 교수, 전남대학교 정지훈 교수 연구팀, 서울대학교 김상우 교수, 그리고 국립환경과학원 대기질예보센터 연구팀이 참여한 공동연구로 국립환경과학원과 환경산업기술원의 지원을 받아 수행되었다. 연구 결과는 대기환경 분야의 국제 저명학술지인 **종합환경과학(Science of the Total Environment)**에 2022년 8 월 1일 온라인으로 게재되었다.

논문 및 저자 정보

1. 논문 관련 정보

- 저널명 : Science of the Total Environment* (Impact Factor: 10.753)
*환경 분야 저명한 국제 학술지로 상위 10% 이내 (9.3%) 학술지
- 논문명 : A novel statistical-dynamical method for a seasonal forecast of particular matter in South Korea
- 저자 정보 : Jee-Hoon Jeong (제1저자), Jahyun Choi, Sung-Ho Woo, Sang-Woo Kim, Daegyun Lee, Jae-Bum Lee, Jin-Ho Yoon (교신저자, 지스트 교수)