

[신진연구자]

황사 중 바이오에어로졸 내 미생물 유해성 검측과 인공지능 기법을 통한 유해성 사전 예측

유근제 · 박준홍¹⁾

한국해양대학교 환경공학과, ¹⁾연세대학교 건설환경공학과

1. 서론

최근의 연구들에 따르면, 대기 중의 바이오에어로졸이 황사 등 미세먼지와 결합하여 생태계 및 인체에 부정적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다 (Yoo et al., 2018). 하지만, 황사 내 바이오에어로졸 (Bioaerosols)이 생태계 및 인체에 미치는 유해성에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다. 이로 인해, 황사 바이오에어로졸 내 유해성에 대한 실시간 정보 제공 및 사전 예측은 여전히 해결해야할 과제로 남아있다 (Yoo et al., 2018). 본 연구에서는 황사 내 바이오에어로졸 내 미생물 생태를 조사하고, 유해성을 평가하고자 하였으며, 4차 산업혁명과 더불어 많은 관심을 받고 있는 대표적인 인공지능기법인 CART (Classification and regression tree) 방법을 이용해 바이오에어로졸 내 유해성을 사전에 예측할 수 있는지 평가하였다.

2. 자료 및 방법

2011년부터 2013년까지 황사 기간(n=10)과 비황사 기간 (n=40)에 서울 불광동 대기측정소와 서울 연세대학교에서 High Volume Air Sampler (Flow rate: 45 cfm)을 이용하여 24시간 동안 샘플링을 실시하였다. 황사 및 비황사 기간의 미생물 군집 분석을 위해 high throughput 염기서열 분석기법을 이용하였다. 미생물 유해도 평가를 위해 culturing 한 미생물을 isolation하고 그중 *Bacillus* species의 유해성을 확인하기 위해 *Bacillus* species 중 병원성 미생물 정보만을 대상으로 MLST (multilocus sequence typing)분석을 실시하였다. 또한, qPCR을 통해 황사 및 비황사 기간별로 미생물의 양과 잠재적으로 유해한 미생물로 여겨지는 *Bacillus* species를 target으로 정량적 평가를 실시하였고, National Microbial Pathogen Data Resource (NMPDR)에 구축되어 있는 병원성 미생물 DB를 이용해 similarity를 분석 하였다. 바이오에어로졸 미생물 분석 결과와 샘플링 기간 내 대기환경인자들 (PM10, temperature, relative humidity, 일조량 등)을 이용해 CART와 MLR (Multiple linear regression) 간의 실시간 예측 성능을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

High throughput 기반의 대용량 염기서열의 미생물 군집분석 결과 Firmicute phyla와 *Bacillus* species가 황사 기간에 비황사 기간에 비해 유의하게 증가하는 것을 확인할 수 있었고, 이는 culturing 기반의 CFU 결과에서도 일치하였다. 또한, 잠재적 병원성 미생물인 *B. cereus*가 황사 기간에 유의하게 증가하였으며, MLST 분석결과에서도 동일한 결과가 나타났다. *B. cereus*의 virulence factor인 *bceT* gene을 qPCR로 정량적으로 평가한 결과 황사 기간이 비황사 기간에 비해 약 10-30배 높은 것으로 나타났다. 이 결과들과 대기 환경 모니터링 자료를 가지고 인공지능 기반의 CART와 전통적인 통계기반의 MLR의 예측 성능을 평가한 결과, CART 방법이 정확도가 높으며, false positive and false negative 로 인한 오차가 MLR에 비해 낮음을 확인 하였다. 본 연구결과를 통해 황사 중 바이오에어로졸의 유해성을 확인할 수 있었고, 인공지능기법인 CART가 황사 바이오에어로졸의 잠재적 위해도를 예측하고 이해하는데 효과적인 방법임을 확인하였다. 이 연구결과는 향후 미세먼지로 인한 공중보건과 관련된 환경정책을 위한 의사 지원 및 결정을 위한 도구로 활용될 가능성이 높을 것으로 기대된다.

4. 참고문헌

Yoo, K., Yoo, H., Lee, J. M., Shukla, S. K., Park, J., 2018, Classification and regression tree approach for prediction of potential hazards of urban airborne bacteria during Asian dust events, Sci. Rep., 8, 11823.