중국발 초미세먼지 국내 유입, 과학적 증거 찾았다

국민 건강을 위협하는 미세먼지가 연일 비상이다. 사실 미세먼지 하면 중국을 먼저 떠올린다. 중국에서 넘어오는, 국경을 따지지 않는 공기의 이동은 우리에게 공포의 대상이다. 중국의 미세먼지는 정말 심각하다. 해마다 미세먼지로 110만 명이 목숨을 잃을 만큼의 '스모그 대국', 이러한 중국발 미세먼지가 유입돼 우리의 대기 질이 나빠진다는 사실이 과학적으로 입증되었다.

김형자 과학칼럼니스트

중국 춘절 연휴에 쏜 폭죽이 한반도 미세먼지의 범인

지난 3월 한국표준과학연구원은 한국의 '초미세먼지' 상당 부분이 중국발이라는 과학적 근거를 내놓았다. 또 저명한 학술지 '네이처'(3월 30일자)에는 중국발 미세먼지로 한국과 일본에서 매년 3만여 명이 사망한다는 연구 결과가 발표되었다.

물론 미국항공우주국(NASA)의 광학 인공위성에 중국에 머물던 미세먼지가 한반도로 이동하는 모습이 생생하게 찍히는 일도 다반사다. 하지만 위성 영상은 '중국과의 연관성이 높다'는 간접적 방법은 되지만, 중국의 영향을 보여줄 수 있는 직접적 증거는 되지 못한다.

사실 한국과 중국은 산업이나 농업 활동에서 배출되는 물질이 비슷해 미세먼지의 출처를 밝히기 힘들다. 중국에서 미세먼지 중 상당 부분이 우리나라로 넘어온다는 결정적 증거를 찾기가 쉽지 않다는 얘기다. 따라서 뚜렷한 증거가 될 만한 과학적 연구가 필요했다.

한국표준과학연구원 가스분석표준센터 정진상 책임연구원 팀은 중국의 춘절 불꽃놀이에서 해결의 실마리를 찾았다. 최대 명절인 춘절 연휴 동안 우리나라 전역의 미세먼지 지수가 올라간다는 사실에 주목한 것. 중국 춘절은 음력 12월 23일부터 약 3주간 연휴가 이어지는데, 엄청난 양의 폭죽을 터트리며 새해를 맞이하는 풍습이 있다. 그런데 이상하게 이 기간만 되면 한반도 초미세먼지 농도가 보통 m^3 당 51~100μg 정도의 '나쁨' 수준으로 나타나는 것이다.

연구팀은 무엇 때문에 이런 현상이 발생하는지 알아내기 위해 초미세먼지 성분을 측정하는 시스템을 개발했다. 이는 칼륨과 레보글루코산을 실시간으로 측정하는 장치이다. 바깥 공기 속의 칼륨과 레보글루코산을 빨아들인 후 액화포집기로 물에 녹여 분석기에 보낸 다음, 이온크로마토그래피로 칼륨과 레보글루코산을 분석하는 것. 그렇다면 왜 굳이 이 두 물질만을 측정하는 시스템을 만든 것일까.

초미세먼지(지름 2.5㎛ 이하의 먼지)는 석탄 등의 화석연료와 바이오매스(농작물, 산림 등)를 태울 때

주로 발생한다. 그런데 칼륨은 폭죽이 터지거나 바이오매스가 연소하는 과정에서 모두 배출되는 반면 레보글루코산은 바이오매스를 태울 때만 나오는 물질이다. 칼륨은 폭죽의 산화제로 쓰이기 때문에, 연구팀이 개발한 시스템을 이용할 경우 춘절 불꽃놀이에 사용한 폭죽과 이때의 국내 초미세먼지의 화학적 조성 상관관계를 분석하면 중국발인지 아닌지를 구별할 수 있다는 게 연구팀의 설명이다.

연구팀이 개발한 시스템의 분석 결과는 예상대로였다. 2017년 춘제 기간 동안 국내 대기 중의 칼륨 농도가 평소보다 7배 이상 급격히 올라간 반면 레보글루코산 농도는 변하지 않은 것으로 나타났다. 한국에서는 설 연휴에 폭죽을 터뜨리는 경우가 거의 없기 때문에 검출된 칼륨이 중국에서 건너온 것임을 예측할 수 있다. 사실상 위성 영상 등을 통해 간접적으로 밝혀져 왔던 중국발 미세먼지가 국내에 유입된다는 과학적 증거를 확보한 셈이다.

우리나라의 초미세먼지 성분을 분석해 초미세먼지의 출처가 규명된 것은 이번이 처음이다. 정진상 책임연구원은 미세먼지 추적의 신빙성을 높이기 위해 중국의 사회 환경적 원인을 파악한 것이라고 설명한다. 이 연구 결과는 국제학술지 '대기환경(Atmospheric Environment)' 4월호에 게재되었다.

거대 공기청정기로 중국의 대기 질 정화시켜 나갈 계획

중국발 미세먼지 문제는 어제오늘 일이 아니다. 중국은 이견을 보이지만 대체로 국내 미세먼지의 상당량은 중국에서 날아오는 걸로 추정된다. 미세먼지 입자들은 피부를 뚫고 체내에 들어올 수 있을 정도로 미세하기 때문에 피부 노화를 넘어 암을 유발하기도 한다.

지난 3월 8일자 학술지 '네이처'는 중국과학원 지구환경연구소(카오준지 박사팀)가 위험에 노출된 미세먼지를 잡기 위해 초대형 공기청정기를 개발했다는 내용을 실었다. 중국 산시성 시안(西安)시 야외에 '스모그 제거탑(除霾塔)'이라 불리는 100m 높이의 거대 공기청정기를 설치해 시험 가동 중이라는 것이다.

마치 대형 굴뚝처럼 생긴 이 공기청정기는 집안 등 건물 내부의 미세먼지를 걸러내는 게 아니라 야외에 설치돼 열린 공간 대기의 미세먼지를 정화하는 장치이다. 바닥처럼 보이는 맨 아래 부분에 축구장 절반 크기의 유리 온실이 있고, 그 위 중심 부분에 깔때기를 뒤집어 놓은 듯한 배출탑(굴뚝)이 우뚝 서 있는 구조다.

세계 최대 크기의 이 공기청정기는 태양열을 이용한다. 따라서 전력이 거의 필요 없다. 유리 온실의 바깥 벽면에 달린 10여 대의 공기 흡입구(대형 모터)가 주변의 오염된 공기를 온실 안으로 빨아들이면, 이후 바닥에 설치된 태양열 난방 패널이 더러운 공기를 따뜻하게 데우면서 상승기류를 형성하고, 이 상승기류가 배출탑 위로 빨려 올라가면서 여러 필터 등을 거쳐 깨끗해지는 원리이다. 그 결과 공기가 굴뚝을 빠져나올 때에는 미세먼지 농도가 뚝 떨어진 깨끗한 공기가 배출되는 식이다. 이 과정이 반복돼 지역의 대기가 신선한 공기로 변환되는 것이다.

효과는 상당하다. 중국과학원의 설명에 따르면 시안 인근 12곳의 공기 질 측정소에서 수개월 동안 시범 가동한 개선 효과를 측정한 결과, 주변 10㎢ 지역에 매일 1000만㎥의 깨끗한 공기가 만들어졌고, 대기오염이 심각한 날에도 초미세먼지(PM 2.5) 평균 농도는 무려 19%나 줄어들었다고 한다.
앞으로 중국은 높이 500m 규모의 공기청정기를 세워 30㎢ 이내 지역의 전체 공기를 깨끗하게 만들 계획이다. 미세먼지를 맑은 공기로 바꿔주는 이 기특한 타워들이 중국 곳곳에 세워져 우리나라 또한 미세먼지의 저감 효과가 나타나길 기대한다.