

감사원

통보

제 목 황사 예·특보, 대기오염도 예측·발표 및 경보제 운용 등 불합리

소 관 기 관 환경부

조 치 기 관 환경부

내 용

환경부는 대기오염이 국민 건강 등에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 「대기환경보전법」 제7조의2의 규정에 따라 미세먼지[PM_{10} (직경 $10\mu m$ 이하의 입자상 오염물질) 및 $PM_{2.5}$ (직경 $2.5\mu m$ 이하의 입자상 오염물질)] 등에 의한 대기오염도를 예측·발표(이하 “미세먼지 예보”라 한다)하고 있고, 시·도는 같은 법 제8조의 규정에 따라 대기 중 PM_{10} 등 대기오염물질의 실측 농도를 기준으로 대기오염도에 대한 경보(주의보 및 경보 발령, 이하 “미세먼지 경보”라 한다)를 하고 있다.

한편 기상청은 황사로 인한 국민 건강 해손과 산업 피해 등을 예방하기 위해 「기상법」 제13조 등의 규정에 따라 PM_{10} 농도를 예측하여 황사 예·특보를 하고 있다.

황사는 주로 가을부터 봄철까지 건조한 중국 내륙 사막지역에서 강한 바람에 의해 떠오른 작은 황토 먼지가 편서풍을 타고 우리나라와 일본, 미국 서부지역까지 도달하여 산업(농업, 항공 등 교통안전, 반도체산업 등) 및 국민 건강에 영향을 미치는 계절적 기상 현상인 반면, 미세먼지는 자연적으로 발생된 분진과 인위적으로 배출된 오염물질, 그리고 광화학반응 등에 의해 2차적으로 생성된 오염물질이 혼합되어 산업 및 국민 건강(암, 뇌질환, 호흡기질환 등)에 영향을 미치는 대기오염 현상이다.

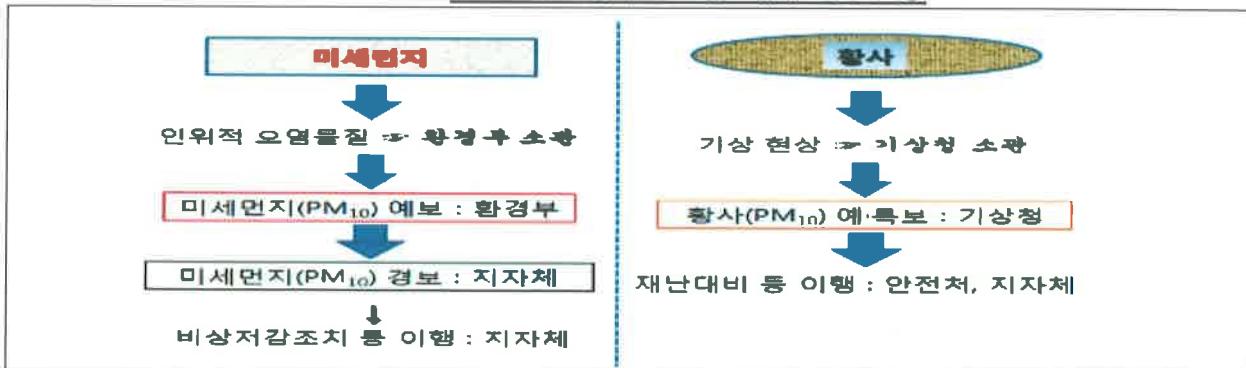
그런데 2012년 한국환경정책평가연구원이 발표한 「초미세먼지($PM_{2.5}$)의 건강 영향 평가 및 관리정책 연구(I)」 보고서에 따르면 황사 유입 시 PM_{10} 농도는 크게 높아지나, 인체에 유해한 $PM_{2.5}$ (폐 속까지 침투하여 암, 호흡기질환, 뇌질환 등 유발) 및 질산염 등 PM_{10} 에 포함된 유해성분의 증가 비율은 PM_{10} 증가 비율보다 적어 미세먼지에 비해 황사의 유해성이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

이와 같이 황사와 미세먼지는 발생과정과 인체에 미치는 영향 등 특성이 서로 달라 관리대책이나 피해 저감 대책의 수립 등을 위해서는 PM_{10} 입자를 황사와 미세먼지로 구분할 필요가 있다.

이에 따라 [그림 13]과 같이 기상청이 2003. 5. 30.부터 PM_{10} 농도를 기준으로 황사 예·특보를 하고 있고, 이후 미세먼지의 유해성에 대한 중요성이 커지면서 환경부가 2013년 8월부터 미세먼지 예보를 시범적으로 시작하고 2015년 1월부터 지방자치단체가 미세먼지 경보를 시행하는 등 황사 예·특보 및 미세먼지 예·경보 등의 업무를 각각 추진하게 되었다.

그러나 3년여간 이와 같이 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보를 각각 운용하여 온 결과 다음과 같은 문제가 발생하였다.

[그림 13] 미세먼지와 황사 예·특보 업무 분장 현황



자료: 기상청 제출자료

(1) 미세먼지와 황사 분석 부적정

사단법인 □□ 등의 전문가 의견에 따르면 미세먼지와 황사 예측모델은 모두 오염물질 배출량 자료와 화학반응에 의한 미세먼지 생성량 계산식 및 기상자료 등을 통해 미세먼지(PM_{10})의 시간대별 대기 중 농도 변화를 예측하는 것이므로 환경부가 연구하는 ① 중국에서 유입되는 인위적 오염물질의 양, ② 국내의 오염물질 배출량, ③ 대기화학반응 등으로 생성되는 오염물질의 양과 기상청이 연구하는 ① 중국에서 황사 등 기상 현상으로 유입되는 오염물질의 양, ② 바람 등 기상 상황 변화를 복합적으로 고려한 통합 예측모델을 개발·운용하여야 정확도를 향상 시킬 수 있다¹⁾.

그러나 환경부는 미세먼지 예보를, 기상청은 황사 예·특보를 위하여 미국 환경청(EPA: Environmental Protection Agency)의 CMAQ 모델을 기반으로 두 기관이 소관분야의 연구결과만 반영한 미세먼지와 황사의 예측모델을 각각 개발·운용하고 있을 뿐 통합적 분석체계를 공동으로 구축하지 않았다.

이와 관련하여 2016. 4. 9.부터 4. 10.까지 환경부는 미세먼지(PM_{10}) 농도를 보통($80\sim150\mu g/m^3$)으로 예보하였으나 약한 황사가 미세먼지와 겹쳐 전국적으로 미세먼지 경보($300\mu g/m^3$ 이상) 이상의 고농도 미세먼지가 발생한 데 대하여 기상청이 황사 영향을 잘못 알려주어 오보를 낼 수밖에 없었다고 주장하고, 기상청은 미세먼지 예보는 전적으로 환경부 책임이라고 주장하는 등 기관간 갈등도 발생하게 되었다.

이에 따라 환경부(대기환경정책과)의 분석결과에 의하면 미세먼지 예보 정확도는 2016년 서울지역 기준으로 ‘나쁨’ 이상의 고농도 상황 시 65% 수준이고 국립기

1) (사)▣▣도 정확한 예보체계의 구축을 위해서 환경부와 기상청이 공동연구를 통해 중·장기적으로 기상-황사-대기화학(미세먼지) 통합 모델을 개발·운용할 필요가 있다는 자문의견을 제시

상과학원(환경기상연구과)의 분석결과에 의하면 기상청의 황사 예보 정확도는 57% 수준[“제2차 황사피해방지 종합대책”(2013 ~2017)에는 예보 정확도 목표를 70%로 설정]에 머물고 있으며 고농도 상황에 대하여 모델의 예측 값이 실측 값에 비해 낮게 나타나는 등 미세먼지 및 황사 예보 정확도가 낮은 것으로 나타났다.

(2) 황사와 미세먼지(PM_{10}) 예·특보 발표기준 상이

한국환경공단이 에어코리아 웹사이트(www.airkorea.or.kr, 한국환경공단이 운영하는 대기질 정보 제공 사이트) 이용자 494명을 대상으로 설문조사(기간: 2017. 4. 12.~4. 21. 이하 “환경공단 설문조사”라 한다)한 결과, 응답자의 40%(197명)가 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보의 차이를 모른다고 답변하는 등 각각의 예보, 특보 및 경보별로 PM_{10} 농도의 기준 및 영향 등을 알기 어려우므로 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보의 용어 및 발표기준을 통일하는 것이 필요하다.

그러나 환경부와 기상청은 동일한 PM_{10} 농도를 기준으로 황사 예·특보 및 미세먼지 예보, 경보를 하면서 [표 31]과 같이 발표기준 등을 상이하게 설정하고 있다.

[표 31] 미세먼지와 황사 예·특보 기준

PM_{10} 1시간 평균농도($\mu g/m^3$)	예보		경보	
	미세먼지(환경부)	황사(기상청)	미세먼지(시·도)	황사(기상청)
80 $\mu g/m^3$ 미만	보통	유무 판단	-	-
80 $\mu g/m^3$ 이상 150 $\mu g/m^3$ 미만			-	-
150 $\mu g/m^3$ 이상 300 $\mu g/m^3$ 미만			주의보	-
300 $\mu g/m^3$ 이상 400 $\mu g/m^3$ 미만			-	-
400 $\mu g/m^3$ 이상 800 $\mu g/m^3$ 미만			경보	※ 황사 주의보 폐지(2017년 1월)
800 $\mu g/m^3$ 이상				경보

자료: 「대기환경보전법 시행규칙」 제14조 [별표 7] 및 「예보업무규정」 제17조 [별표 7] 등 재정리

이에 따라 지방자치단체는 PM_{10} 의 1시간 평균 농도가 300 $\mu g/m^3$ 이상으로 2시

간 이상 지속되었을 때 미세먼지 경보를, 기상청은 같은 PM_{10} 농도가 $800\mu g/m^3$ 이상으로 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때 황사 경보를 각각 발표하고 있어 국민에게 혼란을 주고 있다.

(3) 황사와 미세먼지(PM_{10}) 발표 권역기준 상이

부산광역시의 경우, 황사 예·특보의 발표권역은 부산광역시 전체로 단일하나 미세먼지 예·경보의 발표권역은 4개의 권역(동부, 서부, 중부, 남부)으로 나누어 지는 등 기상청과 환경부는 [표 32]와 같이 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보의 발표권역을 서로 상이하게 설정하여 각각 운용하고 있다.

[표 32] 미세먼지와 황사 경보 발표 권역

시·도	황사 특보(경보) 발표 권역	미세먼지 경보(주의보, 경보) 발표 권역
서울특별시	서울	서울 단일 권역
부산광역시	부산	4개 권역(동부, 서부, 중부, 남부)
인천광역시	인천(강화군, 옹진군 제외), 서해5도(옹진군 백령도, 대청도, 소청도, 연평도, 강화군 우도), 강화(우도 제외), 옹진(백령도, 대청도, 소청도, 연평도 제외)	4개 권역(동남부, 서부, 강화, 영종)
시·도	황사 특보(경보) 발령 권역	미세먼지 경보(주의보, 경보) 발령 권역
대구광역시	대구	대구 단일 권역
대전광역시	대전	2개 권역(동부, 서부)
울산광역시	울산	울산 단일 권역
광주광역시	광주	광주 단일 권역
세종특별자치시	세종	세종 단일 권역
강원도	강릉, 속초, 고성, 양양, 동해, 삼척, 태백, 평창, 영월, 정선, 철원, 화천, 원주, 횡성, 춘천, 홍천, 인제, 양구	5개 권역(춘천, 원주, 강릉, 동해, 삼척)
경기도	수원, 용인, 안성, 화성, 오산, 평택, 파천, 군포, 안양, 의왕, 안산, 성남, 이천, 여주, 광주, 양평, 하남, 파주, 고양, 양주, 의정부, 동두천, 포천, 기평, 연천, 구리, 남양주, 광명, 시흥, 김포, 부천	4개 권역(남부, 중부, 북부, 동부)
경상북도	고령, 청도, 경산, 구미, 김천, 칠곡, 성주, 군위, 포항, 경주, 영천, 상주, 문경, 영주, 예천, 영덕, 물진, 영양, 봉화, 안동, 의성, 청송, 울릉도·독도	7개 권역 (포항, 경주, 김천, 안동, 구미, 영주, 경산)
경상남도	김해, 통영, 거제, 고성, 남해, 진주, 하동, 산청, 사천, 거창, 합천, 함양, 양산, 밀양, 창원, 함안, 창녕, 의령	경남 단일 권역

전라북도	고창, 부안, 전주, 완주, 진안, 무주, 남원, 장수, 순창, 군산, 김제, 익산, 정읍, 임실	전북 단일 권역
전라남도	나주, 담양, 화순, 장성, 함평, 영광, 고흥, 보성, 완도, 장흥, 강진, 해남, 진도, 순천, 곡성, 구례, 광양, 목포, 무안, 영암, 흑산도·홍도, 신안, 거문도·초도, 여수	2개 권역(동부, 서부)
충청북도	청주, 증평, 괴산, 진천, 충주, 음성, 제천, 단양, 옥천, 영동, 보은	2개 권역(북부, 중남부)
충청남도	공주, 논산, 계룡, 금산, 천안, 아산, 예산, 보령, 서천, 청양, 부여, 서산, 태안, 당진, 홍성	충남 단일 권역
제주특별자치도	제주북부, 제주산지, 제주서부, 제주남부, 제주동부, 추자도	제주 단일 권역
권역 구분 계	171개 권역	39개 권역

자료: 「예보업무규정」(2017년 3월, 기상청훈령 제867호) 제8조 [별표 2] 및 환경부 제출자료 재정리

이와 관련하여 환경부가 2011년 2월 실시한 「미세먼지 예·경보제 시행에 대한 인지도 조사」 결과에 따르면 미세먼지 예·경보가 부정확하다고 생각하는 대기환경 분야 전문가의 33.3%가 미세먼지 예·경보 권역이 행정구역(실제 거주구역)이 아닌 권역별로 발표되기 때문에 정확하지 않다고 답변하였고, 대기환경 분야 전문가의 약 40% 정도가 미세먼지 예·경보 권역에 대한 조정이 필요하다고 답변하였다.

또한 환경공단 설문조사 결과도 응답자 494명 중 40%(196명)가 미세먼지 주의 보·경보 발령 시 본인 거주 구역의 해당 여부를 알지 못한다고 답변하는 등 황사 예·특보와 미세먼지의 예·경보 권역 차이에 따른 혼란 문제가 발생하고 있다.

(4) 지방자치단체의 미세먼지(PM_{10}) 경보 전파 수단 미비

기상청은 전용통보시스템 등을 통하여 기상현상에 관한 예보와 특보를 발표하고 언론기관과 유관기관 등에 24시간 전파하고 있다.

그러나 시·도는 미세먼지 경보를 홈페이지에 정보 공개, 등록된 사용자를 대상으로 한 문자메시지 발송, 유관기관에 팩스 발송 등 제한적 수단으로만 전달하고 있어 환경공단 설문조사 결과 응답자 494명 중 45%(219명)가 미세먼지 경보 발령 사실을 알기 어렵다고 답변하는 등 일반 국민은 미세먼지 경보 발표 사실을 알기 어려운

설정이다.

또한 미세먼지 경보제 운용 인력도 1~2명에 불과한데다 이마저도 전담이 아닌 다른 행정 업무를 겸하고 있어 24시간 감시와 경보 전파가 불가능함에 따라 야간시간대에 미세먼지가 고농도로 발생하는 경우 다음 날 아침에 통보문을 내기도 하는 등 적시 대응에 한계가 있다.

경보전파 체계 개선 관련 참고 사례

- 미국의 경우 환경청(EPA: Environmental Protection Agency)이 PM₁₀, PM_{2.5}, 오존 등 대기 오염물질의 농도를 대기질 지수(AQI: Air Quality Index)로 산정하여 예·경보를 실시
 - 경보 전파를 위해 환경청과 해양대기청[NOAA, 기상청(NWS)의 상위기관]이 협조체제를 구축하고 기상청이 AQI 예·경보를 함께 전파
- ※ 우리나라로 미세먼지 예보의 경우 환경부(국립환경과학원)가 기상청과 통합예보관실을 공동 운용하면서 미세먼지 농도를 예측하고, 일기예보 시 언론을 통하여 기상청의 기상정보와 함께 일반 국민에게 전파

(5) PM₁₀ 측정자료 미활용

환경부와 시·도(이하 “환경부 등”이라 한다)는 대기오염 실시간 모니터링을 위해 335개 PM₁₀ 측정소(도시대기 265개, 도로변 37개, 배경농도 3개, 교외대기 19개, 광학 11개)를 운용하고, 기상청은 황사 관측 및 경보 발령을 위해 29개 PM₁₀ 측정소(기상청 27개, 국립기상과학원 2개)를 운영하고 있다.

그리고 환경부 등과 기상청의 PM₁₀ 측정기는 같은 방식(베타선 흡수법)으로 PM₁₀ 농도를 측정하고 있고, 환경부는 기상청의 PM₁₀ 측정기와 환경부 등의 PM₁₀ 측정기를 동일하게 정도관리 기준에 따라 관리하고 있어 환경부 등의 PM₁₀ 측정기 도 황사 측정용 장비로 활용 가능하다.

한편 기상청이 직접 운용하는 황사 측정용 PM₁₀ 측정소는 29개이어서 특보 발

령 권역인 171개 시·군 단위의 실태를 파악하기에 충분하지 않다.

그런데도 기상청은 환경부로부터 실시간 제공받은 PM₁₀ 측정자료를 황사 특보 발표 시 활용하지 않고 있다.

이와 관련하여 기상청(예보정책과)이 2017. 4. 24. 364개 측정소의 실측 PM₁₀ 농도를 분석한 결과에 따르면 2016년도에 총 342회(기준 초과 시·군 수 × 기준 초과 시간의 총합)에 걸쳐 황사 주의보 기준 이상의 농도($400\sim 800\mu\text{g}/\text{m}^3$)가 관측되었으나, 기상청은 직접 운용하는 29개 측정소 자료를 기준으로 총 133.4회(특보 발령 시·군 수 × 특보 발령 지속 시간의 총합)만 황사 주의보를 발령하여 기준 이상의 농도가 실측된 경우의 39%만 황사주의보를 발령한 것으로 나타났다.

환경부 측정자료 미활용 사례

- 2016. 4. 22. ~ 4. 24. 기상청은 서해5도와 흑산도·홍도 지역만 황사 주의보 또는 경보를 발령
 - 그런데 환경부 측정자료에 따르면 2016. 4. 23. 오후 10시부터 같은 해 4. 24. 오전 2시 사이에 PM₁₀ 농도가 서울특별시 강남구, 구로구, 도봉구, 동대문구, 서대문구, 성동구, 성북구, 송파구 등 서울 대부분 지역에서 황사 주의보 기준을 초과한 최대 $540\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었으나
 - 기상청은 당시 환경부 측정 자료가 황사 특보에 활용되는 자료가 아니라는 사유로 환경부 측정 자료를 고려하지 않고 황사 주의보 발령 여부를 판단하고 있음

“(1)항”에서 “(5)항”과 같은 문제점들이 대두됨에 따라 대기환경 분야 및 기상 분야 전문가들은 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보의 통합 운용 필요성을 지속적으로 제기해 왔다²⁾.

또한 사단법인 □□도 미세먼지와 황사를 통합 예측할 수 있는 모델 개발과 더불어 장기적으로 황사와 미세먼지 예·특보를 인체 유해성을 고려한 PM_{2.5}, PM₁₀ 예

2) 2016년 한국환경정책평가연구원이 발표한 「2016 국민환경의식조사 연구」 보고서에서도 조사 대상 국민의 53.4%가 미세먼지 예·경보시스템에 대해 모른다고 답하였고, 미세먼지 및 초미세먼지 정보를 접하는 국민의 70.9%는 TV를 통하여 접하고 있다고 답하여 현재의 미세먼지 경보 전파 체계 등에 대한 전반적 개선이 필요함을 시사

·특보로 재편하는 것이 바람직하다는 의견을 제시하였다.

따라서 환경부와 기상청은 국민의 혼란을 막고 예·특보의 정확도를 제고하기 위하여 미세먼지와 황사의 통합분석, 경보 발표 기준·발표권역·발표권자의 단일화, 경보 전파 수단 개선, 측정자료 공동활용 등 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보를 통합하여 운용하는 방안을 마련할 필요가 있다.

그런데 기상청은 기상 현상 관측 및 예·특보가, 환경부는 인위적 오염 관리가 소관 업무라는 사유로 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보제를 각각 운용하고 있었을 뿐만 아니라 2016. 4. 9.부터 같은 해 4. 10.까지 오보 등으로 업무 통합의 필요성이 제기되어 2016. 10. 3. 황사와 미세먼지 특보제를 통합한다는 보도자료를 배포하고 도 미세먼지 주의보·경보, 황사 주의보·경보로 각각 운용해 오던 체계를 2017. 1. 1.부터 미세먼지 주의보, 미세먼지 경보, 황사 경보의 3단계 체계로 운용하기로만 하는 등 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보의 용어와 기준, 발령권역 등에 대한 통합 방안을 마련하지 않고 있다.

그 결과 황사 예·특보와 미세먼지 예·경보의 정확도가 떨어지고 특보 기준 및 발표체계 상이로 인한 국민 혼란, 경보 전파 지연, 측정자료 공유 미흡에 따른 경보 발령 누락 등의 문제가 해결되지 않고 있다.

관계기관 의견 환경부와 기상청은 감사결과를 수용하면서 앞으로 환경부와 기상청이 협의하여 PM₁₀ 농도를 기준으로 미세먼지 주의보–미세먼지 경보–미세먼지 중대경보로 체계를 통합하고 발표권자도 환경부(국립환경과학원)로 일원화하며, 발

표권역 조정과 경보 전파수단 보완 등 개선 방안을 마련하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 환경부장관은 예·특보의 정확도를 높일 수 있도록 서로 협의하여 미세먼지와 황사의 통합모델 구축·운용 등 통합 분석 체계를 구축하고, 황사와 미세먼지의 경보 발표기준 통합, 발표권역 통일, 미세먼지 경보 전파수단 보완 등 전파체계를 개선하는 한편, 측정자료를 공동 활용하는 등 황사 예보, 특보와 미세먼지 예보, 경보의 통합운용 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)