

# 우리나라에서 관측된 황사현상에 관한 고찰

한 진 식 국립환경연구원 대기화학과장  
서울시립대학교 공학박사  
김 병 곤 국립환경연구원 대기물리과  
서울대학교 이학박사  
정 일 록 국립환경연구원 폐기물연구부장(전 대기연구부장)  
동국대학교 공학박사

## 1. 황사의 개요

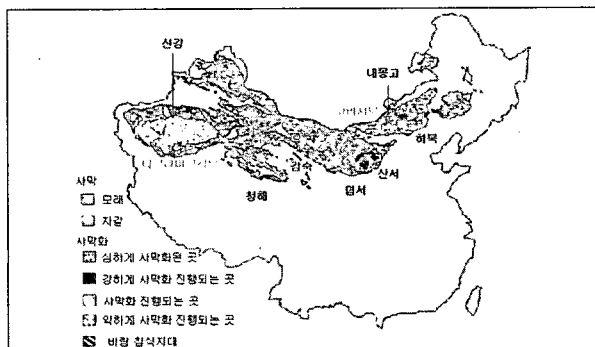
### 1.1 황사의 역사

황사는 기상학 사전에 주로 중국 북부의 황토지대에서 바람에 의하여 하늘높이 불어 올라간 미세한 모래먼지가 대기중에 확산되어 하늘을 덮었다가 서서히 강하하는 현상 또는 강하하는 모래먼지로 기술되어 있다. 중국의 경우 서기 300년 이후부터 황사관측기록이 남아 있고, 조선왕조실록에도 황사현상에 대한 기록이 자주 나온다. 태종 11년에는 14일동안 흠비가 내렸다는 기록이 있고, 성종 9년 4월에는 4월, 숙종 4월에도 각각 흠비가 내려 옷에 흔탁한 자국이 남았다는 기록이 있다. 또한 역사시대 이전에도 황사현상이 있었다는 것을 퇴스지대의 분포를 통해서 알 수 있다고 한다. 현재 전세계 지표면의 약 10%정도가 퇴스지대를 이루고 있으며 중국의 황토고원은 두께가 약 200m가 넘는 퇴스 침적지대가 있는 데 이곳은 신장지방과 타클라마칸 사막 주변경계에 해당한다. 우리나라와 일본도 아시아 대륙 중심부로부터 비롯되는 황사의 영향을 받고 있으며, 중앙아시아에서 발원한 황사는 하와이나 알래스카 북쪽 해안에도 침적된다. 또한 아프리카의 사하라 사막의 황사는 대서양을 건너 플로리다반도에서도 수차례 관측되었고, 북쪽으로 이동하여 유럽에서 관측된 사례가 보고되고 있다(전영신, 1999).

### 1.2 황사의 발원지와 사막화

우리나라에 영향을 주는 황사는 주로 중국의 사막화 지역과 황하 중류의 황토지대에서 발원한다. 중국의 사막화된 토지의 면적은 153.3만km<sup>2</sup>(남한의 약 15배)로 국토면적의 15.9%에 상당하며, 북부지역에 길게 놓여 있다. 전 지구의 사막면적은 육지면적의 약 1/3인 47,734,280km<sup>2</sup>이고, 매년 약 6만km<sup>2</sup>의 토지가 사막화 되는 것으로 보고 되고 있다. 사막이란 증발량이 강수량을 상회하고, 건조하여 식생이 전혀 보이지 않고, 암석이나 모래로 덮여 있으며 인간활동이 제약을 받는 지역을 말한다. 사막화 지역은 건조지역 및 반건조지역으로 토지의 생산력이 저하된 지역을 말한다. 중국의 사막화된 토지의 내역은 모래사막이 47.5%, 자갈(고비)사막이 30%, 사막화된 토지가 12%, 가볍게 사막화된 토지가 10.5%에 이른다. 사막화 지역 중의 40%는 하북의 북부 및 내몽고 동부의 반건조지대이고, 32%는 내몽고의 중앙부, 협서 및 산서의 북부 건조지대이며, 나머지 27%는 감숙의 서부, 청해의 북부, 내몽고 및 신강의 서부 건조지대이다(그림 1, 2).

최근 중국의 급속한 산업화 및 산업개발로 인해 토양유실 및 사막화가 급속히 진행되면서 황사의 발생지역과 그 양이 증가할 것으로 추정된다. 중국은 사막화 속도가 60년대 이전에는 매년 1,560km<sup>2</sup>이었으나, 70~80년대에는 2,100km<sup>2</sup>, 현재는 2,460km<sup>2</sup>



〈그림1〉 중국의 사막 및 사막화 지역의 분포



타클라마칸사막(신강자치구)



초지를 덮은 모래언덕(내몽고)

<그림2> 중국 북부의 사막지역 풍경

(서울면적의 4배)로 가속화되고 있으며, 중국 전역의 가용 초지 가운데 매년 2%씩 사막화가 진행되고 있는 실정이며, 몽골은 국토의 90%가 사막화 위기에 처해 있으며 과거 30년 동안 목초지 6.9만㎢가 감소하고 식물종의 수는 4분의 1로 감소된 것으로 보고되고 있다. 사막화의 원인은 과도한 벌채에 따른 삼림파괴(32.4%), 과도한 방목(29.4%), 과도한 개간(23.3%), 수자원 개발(8.6%), 광산·

공장 등의 건설(0.8%) 등의 인위적 원인과 바람의 작용에 따른 모래사막의 확장에 기인한 것으로 보고 있다. 중국 북부의 사막화 지역의 토양은 3~5 $\mu\text{m}$ 의 미세먼지로써 풍화되기 쉬운 장석이 다량 잔류하고 있고, 탄산칼슘 등이 비교적 다량 함유된 알칼리성 토양이다. 이들 지역의 연간 강수량은 400mm이하이며, 특히 고비사막은 연간 강수량이 30mm밖에 되지 않은 건조지역으로 바람이 강하다.

### 1.3 황사발생

중국 북부의 사막화 지역은 바다와 멀리 떨어져 있고, 물과 식물이 부족하고 바람이 강해 모래 바람이 빈번히 일어나고 있다. 그러나 멀리 떨어진 우리나라에 주로 영향을 주는 시기는 대규모의 황사가 발생하는 봄철이다. 여름에는 강우도 있고, 가을까지는 땅에 식물이 뿌리를 내리고 있으며, 겨울에는 땅이 얼어있어 모래먼지가 땅에 묶여 있지만, 봄에는 얼어있던 건조한 토양이 녹으면서 잘 부서져 부유하기 쉬운 20 $\mu\text{m}$ 이하의 크기의 모래먼지가 강한 바람에 의해 많이 발생한다. 특히, 이들 지역이 건조한 경우에는 그 발생빈도나 발생량이 더욱 심화된다.

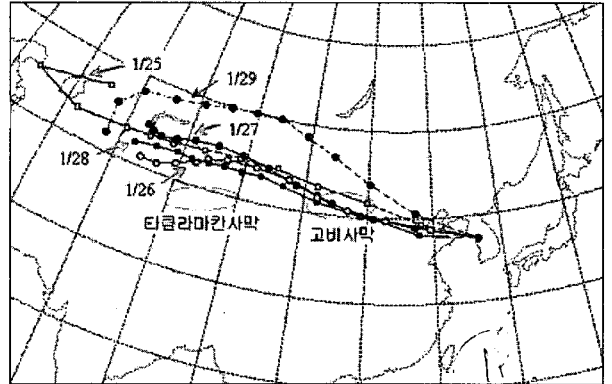
## 2. 황사의 수송

### 2.1 수송과 이동경로

우리나라는 위도상 중위도 편서풍대에 위치하고 있어 황하유역과 중국 및 몽고사막 등에서 봄철 기온이 따뜻해지면 강한 한랭전선을 동반한 저기압이 발달할 때 그 전선 후면에 강풍과 함께 발생한 토양먼지가 매년 3~5월경에 편서풍을 타고 1,500~2,000km이상의 거리를 이동하여 우리나라, 일본 및 하와이까지 이동된다.

발원지에서 배출되는 먼지양을 100%라 가정할 때 보통 30%가 발원지 부근에 침적되고, 20%는 주변지역으로 수송되며, 나머지 50%는 장거리수송된다(전영신, 1999). 북태평양으로 유입되는 먼지는 주로 봄철에 대기 상층의 편서풍을 타고 아시아로부터 운반되는 것으로 총량이 약 2천만톤에 달한다. 수 천년이 넘는 기간동안 해저에 퇴적된 광물입자들을 분석한 결과 북서 태평양 퇴적물이 아시아에서 바람에 의해 운반된 물질들을 함유하고 있는 것으로 확인되고 있다. 우리나라에는 매년 3~5월에 황사가 관측이 되는 데, 평상시에는 10~50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 먼지농도가 100~500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 증가하며, 황사의 주성분인 Si, Al, Fe, Ca, Mg 등의 농도가 상승한다. 고비사막에서 발생한 황사('93. 4. 23~26)를 대상으로 수치실험 결과, 24시간후(4월 24일)에 고비사막 지역에서 평균농도는 약 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 최고농도는 2 $\times 10^5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 나타냈고, 48시간 후(4월 25일) 최고농도는 중국 Shanxi 지역에 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 72시간 후(4월 26일)에는 인천으로부터 서쪽으로 200km 떨어진 서해안에 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 나타냈다(국립환경연구원, 1997). 황사기간('93. 4. 23~26) 동안 총 황사발생량 104백만톤 중 92%에 해당하는 96백만톤은 침적되고, 2%에 해당하는 2백만톤은 5,200m 고도내에 부유되며 나머지 6%에 해당하는 6백만톤은 우리나라 동해를 빠져나가는 것으로 추정되

었다. 한편 황사기간 동안 황사발원지에 67백만톤, 우리나라에 5천톤 정도 침적되는 것으로 추정되었다(국립환경연구원, 1997). 또한 황사는 하층에 한기가 형성되어 있는 경우 고원지대의 혼합층이 지상 2~3km 높이에서 상층혼합층이 형성되어 이동할 수 있다. 발원지에서는 황사 대부분이 혼합층내에 갇혀 있었으나 일부지역에서 지역적으로 형성된 상승류에 의해 황사가 상층으로 수송될수 있으며 이로 인해 황사가 2층구조로 형성된다(정관영, 1996). 한반도 상층으로 황사가 통과하는 경우 지상에서는 먼지농도가 낮게 나타난다. 황사가 우리나라에 유입되기 쉬운 기상조건은, ① 발원지가 건조하여 강한 상승기류나 소용돌이 등에 의해 공중으로 다량의 황사가 비산되고, ② 고도 5~7km에서의 편서풍 기류가 강하여 우리나라까지 황사가 이송되고, ③ 우리나라가 저기압 후면 또는 고기압권에 들어 황사가 낙하 할 수 있는 조건일 때이다. 우리나라는 황사 발원지인 내몽고의 고비사막으로부터 약 2,000 km, 신강의 타클라마칸사막으로부터 약 5,000km 이상 떨어져 있어, 발원지에서 우리나라까지 이동시간 및 이동고도는 상승기류의 속도에 따라 다르나 평균적으로 타클라마칸 사막 4~8일(고도 4~8km), 고비사막 3~5일(고도 1~5km), 황토지대 2~4일(고도 1~4km)이 소요된다. 1999년과 2002년 1월에는 겨울철에도 일시적으로 황사가 발생하여 광범위한 영역에 걸쳐 한반도에 영향을 준 바 있고, 그림 3은 1999년 1월 황사 발생시의 우리나라로의 이동 경로를 나타낸 것이다.

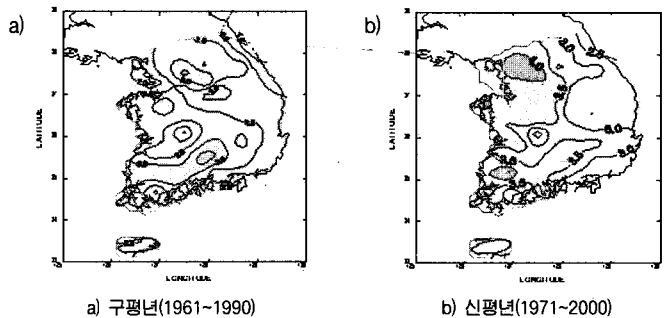


〈그림3〉 황사(1991. 1)의 이동 경로.

## 2.2 우리나라에서 관측된 황사의 사례

우리나라에서 지난 30년간(1971~2000년) 전국의 황사 관측일수 평년값(봄철)은 약 3.3일로 구평년(1961~1990년) 보다 약 0.7일이 증가하였으며, 이를 월별로 보면 3월에 0.7일, 4월에 1.8일, 5월에 0.8일로, 4월에 가장 많았다(홍윤, 2002)

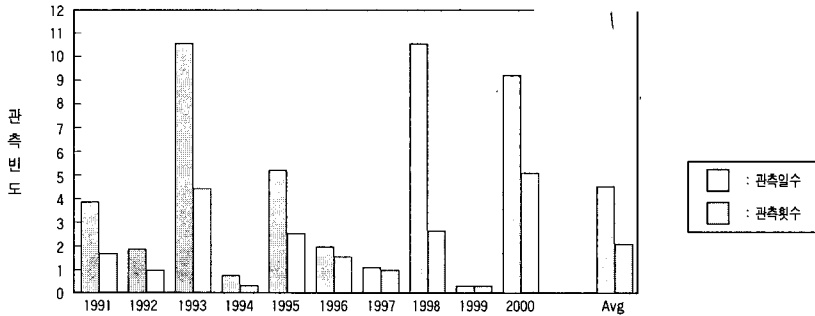
서울지역 기준으로 1990년이후 황사 관측 일수는 '96, '97년에는 다소 감소하였으나, '98년 이후부터 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며 1991년부터 2000년까지 전국 60개 지점(기상대, 관측소)의 봄철 평균 황사 관측일수는 평년(3.3일)보다 많은 4.5일이었으며, 한번 발생하면 약 2일정도 지속되는 것으로 나타났다. 월별 황사일수는 3월과 5월이 약 1일(0.5회), 4월이 2.6일(1.1회)이었다.



〈그림4〉 황사 관측일수(홍윤, 2002)

표 1. 서울지역의 연도별 황사발생 현황('02. 4. 15 기준)

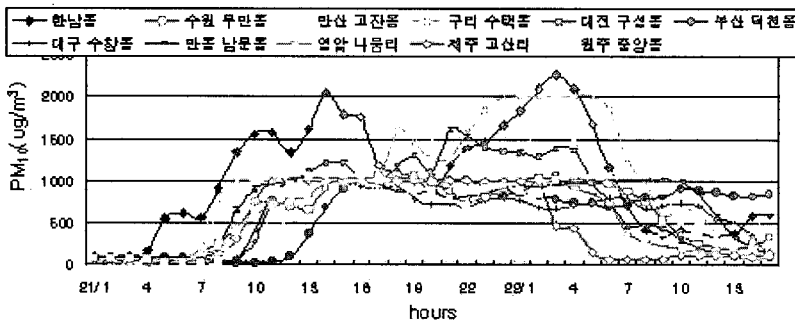
년도	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02
일수	3	11	8	14	0	13	1	1	13	6	10	27	11
횟수	1	3	3	5	0	4	1	1	3	3	6	7	4



〈그림5〉 최근 10년간 전국 평균 봄철 황사 관측일수 및 횟수(홍윤, 2002)

○ 2002년 3월 21~22일 황사사례

비를 뿌린 기압골의 뒤를 이어 중국 북부 내륙지방에서 편서풍을 타고 이동한 황사먼지가 21일 새벽부터 전국적으로 영향을 미치기 시작했으며 서울의 가시거리가 1.2km에 머무는 등, 전국 대부분의 지역에서 관측된 황사는 전주 1.5km, 목포 2.0km, 제주 1.5km의 가시거리를 보여 근래의 관측사례 중 최악의 황사현상이 관측되었다. 대기중 미세먼지농도는 시간평균 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하였으며 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 상회하는 시간이 약 24시간 이상인 것으로 나타났다. 올겨울 황사 발원지인 몽골과 중국 내륙 지방이 극심한 가뭄에 시달리면서 황사 발생이 빈번하였으며, 서울의 경우 지난 '97년 단 하루만 황사의 영향을 받았지만 '98년 13일, '99년 6일, 2000년 10일에 이어 2001년 27일로 급격히 증가한 뒤 올해 1월에 2일, 2월에 3일, 3월 현재 3일 등 총 8일간 황사영향이 관측되었다. 최근 황사가 빈번하게 발생하는 이유는 황사 발원지역인 중국내륙 건조지대에서 고온 건조한 상태가 지속되고 발원지 부근에서는 저기압이 형성돼 손쉽게 강풍과 함께 편서풍을 타고 우리나라로 들어오기 때문이다. 그림 6과 7에서 우리나라에 3월 21일부터 새벽부터 황사의 영향을 받기 시작하여 22일 새벽을 정점으로 황사의 강도가 감소하여 우리나라가 황사 영향권지역에 벗어난 것으로 추정된다.



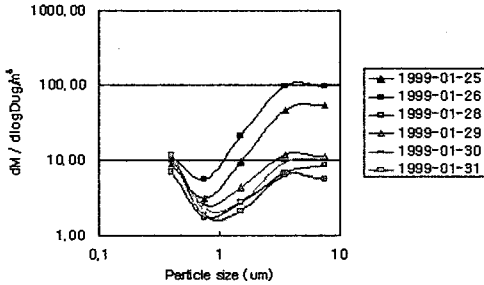
〈그림6〉 2002년 3월 21~22일 황사 지역별 먼지 농도분포

3. 황사의 물리·화학적 특성

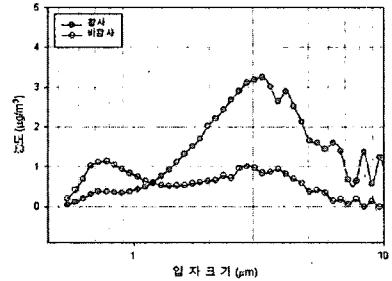
3.1 물리적 특성

황사먼지의 입경분포를 보면 발원지역과 이동하는 거리에 따라 달라지는 데 우리나라에서 측정된 자료들을 중

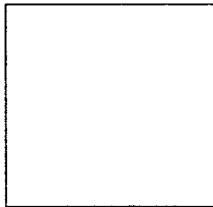
합하면 조대먼지에 해당하는 영역의 입자개수농도의 증가가 현저하다. 그림 8은 1999년 1월 26~29일에 발생한 황사와 황사가 종료한 시기의 입경별 입자개수농도를 그린 것인데 주로 2~10 $\mu\text{m}$  영역에서 개수농도의 증가가 현저한 것을 알 수 있다. 그리고 황사의 무게농도 분포로 나타난 우리나라에 나타난 황사의 입자크기는 1~10 $\mu\text{m}$  범위이며, 3 $\mu\text{m}$ 내외의 입자가 가장 많다(그림 8). 또한, 황사시에는 필터에 포집한 먼지의 색깔이 과도한 황사 때문에 황갈색으로 보이지만, 평상 시에는 매연 등의 영향으로 검정색으로 보인다(그림 9).



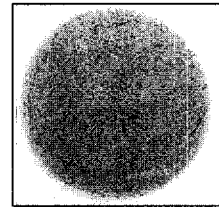
〈그림7〉 황사기간(1999.1.25~26)과 비황사기간(1.28~31) 중의 입자의 입경분포 특징의 비교



〈그림8〉 황사(2000. 3. 22) 및 평상 시의 입자크기별 무게농도



황사시의 포집먼지



평상시의 포집먼지

〈그림9〉 황사 및 평상시의 필터에 포집한 먼지의 색깔

### 3.2 화학적 조성

황사의 원료라고 할 수 있는 중국 북부의 사막 토양은 3~5 $\mu\text{m}$ 의 미세먼지로써 풍화되기 쉬운 장석이 다량 잔류하고 있는, 탄산칼슘 등을 비교적 다량 함유하고 있는 알카리성 토양이다. 사막지대에는 석영(규소) 성분이 많고, 황토지대에는 장석(알루미늄)이 주성분이며, 철 성분도 많이 함유되어 있다. 황사시 대기중 먼지의 금속성분 농도의 변화 특성을 살펴보면 일반토양에서 기인하는 알루미늄, 철, 망간, 니켈 등 금속성분은 은 평상시에 비하여 높게 측정되나, 유해한 납, 크롬, 카드뮴 등 유해중금속의 오염도는 평상시와 큰 차이가 없는 것이 일반적인 특징이다.

표 2. 서울지역 대기중 중금속 성분농도(단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

구 분	납(Pb)	카드뮴(Cd)	크롬(Cr)	구리(Cu)	망간(Mn)	철(Fe)	니켈(Ni)
'01평균	0.0743	0.0029	0.0175	0.1912	0.0739	2.6550	0.0188
'01황사평균	0.0852	0.0019	0.0132	0.2207	0.1500	4.9029	0.0209
'00 평균	0.0824	0.0018	0.0106	0.3404	0.0496	1.7309	0.0076
'00황사평균	0.1063	0.0014	0.0106	0.3138	0.2289	4.8946	0.0084

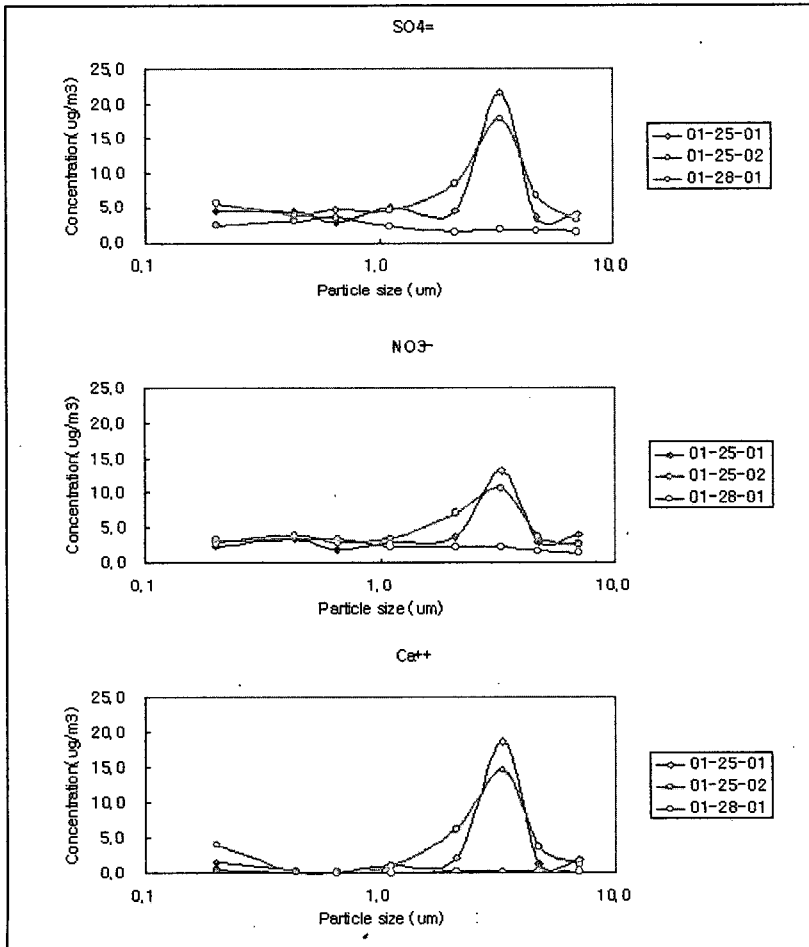
\* 음영부분은 토양에 다량 함유되어 있는 중금속

\* '00, '01 평균 : 매월 측정된 중금속 측정치의 연간평균치

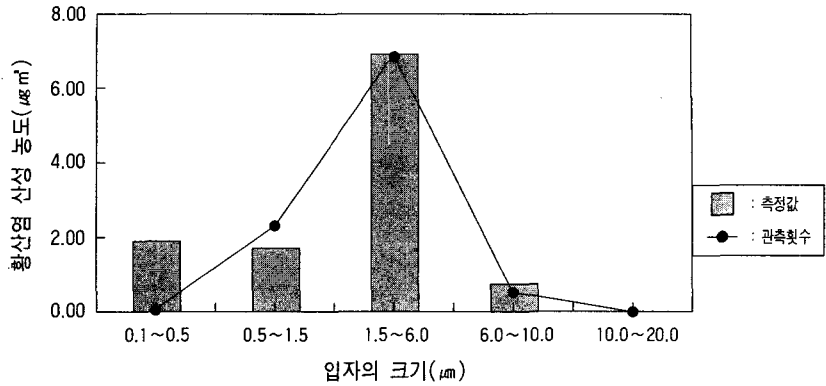
### 3.3 황산염의 생성

장거리 이동되는 황사의 성상은 발원지에서의 토양성분 이외에도 이동과정중에서 오염된지역의 가스상물질들이 변환되거나 추가될 수 있다. 그리고 가스와 입자의 상호작용에 의해 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 가스상물질이 입자표면에 흡착되어 황산염이나 질산염등이 많이 생성될 수 있다(그림 10). 이 과정중에서 오존과 같은 산화제 등이 입자표면에서 SO<sub>2</sub>등의 가스상물질들을 산화시켜 황산염등의 입자상물질을 생성시키는 주요한 역할을 한다.

고비사막과 황하강 유역에서 발생하여 황해를 걸쳐 한반도에 영향을 준 것으로 확인된 1999년 1월 겨울철에 발생한 황사에 대하여 황화합물 장거리 수송 모델을 적용한 바 있으며, 1999년 1월 황사발생시 먼지오염도는 1m<sup>3</sup>당 210~350 $\mu$ g으로 평상시(70 $\mu$ g)의 약 3~5배 수준이었으며 최고오염도는 1m<sup>3</sup>당 1000 $\mu$ g을 초과하였다. 그리고 황사는 시속 70km의 빠른 속도로 이동한 것으로 조사되었다(그림 3). 공기의 이동궤적을 따라 황산염 생성량을 모델로 예측한 결과, 1m<sup>3</sup>당 10 $\mu$ g의 황산염이 생성되었으며 이는 국립환경연구원에서 측정·분석한 결과와 상당히 유사한 것으로 확인되었다(그림 11). 또한 황사시 황산염 생성량은 평상시의 약 3배 이상의 수준이었으며, 황사 먼지의 양이 증가할 경우에는 황산염 생성량 역시 증가할 것으로 예측되었다.



〈그림10〉 황사기간(1999.1.25~27)과 비황사기간의 황산염 성분농도의 비교



〈그림11〉 황산염 생성 모델링 결과

#### 4. 황사의 영향과 예·경보제

##### 4.1 황사의 영향

황사는 크기가 10µm 이하인 입자들로 햇빛을 산란, 흡수하게 되므로 하늘이 뿌옇게 보여 시정을 악화시킨다. 황사 에어로졸의 광학적 특징으로 황사 발생시는 대기의 광학적 두께와 에어로졸의 소산계수가 크게 증가시켜 지구 냉각화에 영향을 주는 직접적인 효과 외에도 구름을 생성하는 응결핵으로 작용하여 대기복사 체계에 영향을 주는 간접적인 효과도 있다. 황사 발생시 대기중의 분진농도는 심할 경우 환경기준치의 2~3배 이상 초과하기도 하며, 식물의 기도를 막아 광합성작용을 방해하여 식물에 피해를 줄 수 있고 기관지염, 천식, 안질, 알레르기 등의 질환이 발생 또는 기존 질환이 악화되며, 특히 콘택트 렌즈를 사용하는 사람은 매우 고통과 피해를 받을 수 있다. 또한 옷, 차량, 건물을 더럽히는 등, 우리의 일상생활에 불편을 주고 정밀기기의 가동부에 황사가 유입되어 오동작이나 불량품의 원인으로 작용하여 산업계에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

그리고 식물의 잎의 기공을 막거나 잎에 쌓여 생장에 장애를 줄 수 있다. 한편으로는 황사는 양이온성 토양금속을 많이 포함하고 있기 때문에 강수나 토양을 중화시키며 우리나라 토양에 좋은 비료가 될 수 있고, 해양에 무기염류를 제공하는 등 일부 긍정적인 역할을 하는 것으로 일부 보고되고 있다.

##### 4.2 황사의 예·경보제

올 3월 21일 황사시 미세먼지 시간 최고농도가 2,000µg/m³를 초과하여 평상시의 미세먼지 농도보다 20배 이상이나 높았음에도 불구하고 별도의 조치가 강구되지 못함에 따라 사회적인 비난과 함께, 황사시 국민, 농·축산가, 학교 등에서 활용할 수 있는 종합적인 국민 대처요령 마련의 필요성이 요구되었다. 이에 환경부는 황사피해 최소화를 위해 황사 강도별 행동요령을 제시하는 운영지침을 마련하고, 시·도지사가 황사경보를 발령하고 행동요령을 전파하도록 하는 황사경보제를 도입, 4월 8일부터 시행하였다.

그러나 황사경보(환경부), 황사예보(기상청)로 이원화되어 혼동을 야기시키고, 경보제는 황사발생 후 발령하므로 사후 대처방식이라는 오해와 예보기능 미흡으로 대비시간 부족 등으로 교육청의 휴업결정 지연사태가 야기되었다. 이에 황사 관련 예·경보 기능을 기상청으로 일원화하도록 조정('02. 4. 10일 국무조정실 황사실무대책회의)하여 시행케 되었다.

표 3. 황사특보 발령기준 및 행동요령(홍윤, 2002)

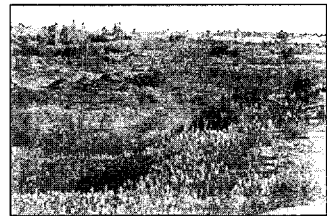
명칭	발령 조건	행동 요령
황사 정보	황사로 인해 미세먼지 1시간 평균농도가 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때	① 노약자, 어린이, 호흡기 질환자의 실외활동 자제 권고 ② 유치원과 초등학교의 실외활동(운동, 실외학습 등) 자제권고 ③ 일반인(중고생 포함)의 과격한 실외운동 자제 권고
황사 주의보	황사로 인해 미세먼지 1시간 평균농도가 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때	① 노약자, 어린이, 호흡기 질환자의 실외활동 금지 권고 ② 유치원과 초등학교의 실외활동(운동, 실외학습 등) 금지권고 ③ 일반인의 과격한 실외운동 금지 및 실외활동 자제 권고
황사 경보	황사로 인해 미세먼지 1시간 평균농도가 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때	① 노약자, 어린이, 호흡기 질환자의 외출금지 권고 ② 유치원과 초등학교의 실외활동(운동, 실외학습 등) 금지 및 수업단축, 휴업 등의 학생 보호조치 강구 권고 ③ 일반인의 실외활동 금지 및 외출자제 권고 ④ 실외운동경기 중지 및 연기 권고

## 5. 황사의 중·장기 대응방안

중국은 사막지대의 에너지 구조를 개선하고, 인구증가를 억제하고, 인구의 토지에 대한 압박을 경감하고, 식생의 파괴를 감소시키고, 사막화의 확대방지 및 사막화된 토지의 개량 등을 통해 사막화를 억제·감소시키고자 노력하고 있다(그림 12).



사도 경작지를 황토로 복토하는 장면



인공 방호림 조성 전경

〈그림12〉 사막화된 토지의 정비 및 방호림 조성

### 5.1 생태환경복원사업

중국에서는 생태환경복원사업으로 서부지역의 자연환경 회복을 위해 50년만에 걸친 「서부지역 생태환경건설계획」을 수립·추진 중에 있으며 훼손지역의 임야 복원, 황무지 조림, 양자강 상류지역과 황하 지역 천연림보호, 건조지대의 사막화 방지사업 등을 중점 추진하고 있다. 이러한 중국의 생태환경복원(生態環境復元)사업('00~'50)에 한·일 양국이 협력하기로 합의하였다(제2차 한·중·일 환경장관회의, '00. 2, 북경). 이후 2차례 3국간 생태환경복원사업 협력을 위한 전문가회의를 개최하였으며, 한국 전문가들의 황사발원지 현지방문조사 등 세부협력방안을 논의 중이다. 또한 제4차 한·중·일 환경장관회의('02. 4. 20~21, 서울)에서는 “황사모니터링 체계”를 구축하기로 3국이 합의하였다(전태봉, 2002).

### 5.2 조림사업

2000년 10월 한·중 정상회의에서는 중국 조림사업을 지원하기로 합의하였으며 2001년부터 5년간 총 500만불(한국국제협력단 자금)을 지원하고 현재 우리나라 황사 피해와 연관성이 큰 중국 감숙성(백은시), 내몽골(통료시), 신강(투루판시) 등 지역에 조림사업을 지원 중이다. 또한 국제기구를 활용한 공조대책을 강화하기 위하여 UNEP, 지구환경금융(GEF) 등 국제기구를 통한 대응책을 모색하고 있으며 사막화방지협약에 적극 참여하여 중국·몽골 지역의 사막화 현상에 대해 국제적 차원의 협력사업을 유도하기 위한 노력을 기울이고 있다(전태봉, 2002).



참고문헌

1. 전영신 황사현상이란? 과학동아 1999년 3월호.
2. 국립환경연구원, 1997, 장거리이동대기오염물질의 공간분포 및 변화에 관한 연구(I).
3. 전영신, 1996, 황사발원지의 배출조건을 고려한 황사의 장거리수송 사례 연구.  
서울대 박사학위논문
4. 정관영, 1996, 한반도에서 관측된 황사의 수치모의, 서울대 박사학위논문.
5. 전대봉, 2002, 국내황사발생현황과 대응대책, 황사피해 최소화를 위한 대응대책 세미나.
6. 홍윤, 2002, 황사 예·경보제 운영현황 및 발전방안, 황사피해 최소화를 위한 대응대책 세미나.
7. 국립환경연구원, 2002, 대기환경월보.
8. 국립환경연구원, 2000, 환경자료집-황사.
9. 名古屋大學水圏科學研究所, 1991, 大氣水圏の科學, 黃砂.
10. 김병곤 외 5인, 2001, Transport Evaluation of a Winter-time Yellow Sand Event in Northeast Asia, A-tmospheric Environment.
11. 국립환경연구원, 2000, 동북아 대기오염 감시체계구축 및 환경보전협력사업(I).

새 가 족

협회 회원 가입을 진심으로 환영합니다. 저희 협회는 여러분을 위하여 최선을 다하겠습니다!

배출종류	업 체 명	대표자	주 소	업 체 명	대표자	주 소
	(주)삼이지동차	전강승	서울시 서초구 서초동 1930-10	동방석재산업	황상목	경북 성주군 월항면 유월리 932-3
	대성종합식품	홍성욱	서울시 성동구 성수2713동 277-60	신광염직	이동녕	대구광역시 서구 중리동 1060
	대륙산업	김경만	경기도 고양시 일산구 식사동 305-18	경남금속	하태영	대구광역시 서구 이현동 42-223
	연일식품	임태영	경기도 고양시 일산구 지영동 43	대성산업	변정열	대구광역시 서구 비산7동 2004-12
	한국종합정밀강구	이현욱	서울시 성동구 성수동1가 686-20 성동3양반체파교 213	대일가공	류영태	대구광역시 서구 이현동 42-74
	홍진씨엔텍(주)	김승호	서울시 강남구 포이동 2683 삼봉빌딩 932호	대신금속	박만홍	대구광역시 북구 노원3가 74-12
	현대공업사	김세기	대구광역시 서구 중리동 1164-8	상오도금	장재일	대구광역시 서구 비산동 2001-39
	대륙산업	이정순	경북 경주시 외동읍 석계리 689-45	(주)한림	이동식	경북 포항시 북구 두호동 1029-2
	쌍용자동차포항정비사업소	김상식	경북 포항시 북구 우현동 239-2	최병호	대구광역시 북구 노원3가 1039-1	
	제일자동차정비	사성근	경북 경주시 종효동 2973	노영점	대구광역시 북구 칠산1동 906	
	영동그린산업	김동배	경북 경주시 외동읍 냉천리 443-1	권정환	대구광역시 북구 칠산1동 906	
	그린해수링	조치근	경북 울진군 북면 부구리 159-5	이윤우	경북 칠곡군 왜관읍 금산리 992-4	
	(주)우형	우대광	경북 울진군 후포면 삼울리 318-4	조장섭	대구광역시 북구 노원3가 386	
	청지원정	전병욱	경북 구미시 상모동 302-4	이두호	경기도 용인시 이동면 덕성리 417-1	
	(주)도광개발	김연철	경북 경주시 용강동 1339-10	강경모	경기도 안성시 일죽면 월경리 688-1	
	(주)중연산업	박대식	경북 영천시 도남동 214-1	이계호	경기도 용인시 양지면 체일리 621-1	
	한성환경	임재민	경북 김천시 백옥동 한보② 102동 204호	홍성중	경기도 안산시 성곡동 643	
	대구산업	정원태	대구광역시 달성군 하빈면 하산리 957-1	백인홍	경기도 평택시 모곡동 435-3	
	길성부식	김삼태	대구광역시 달서구 장동 130-1	이혁우	경기도 안산시 원시동 789-1	
	신양산업사	박정숙	대구광역시 달서구 월성동 823	심광성	경기도 화성시 양감면 송산리 109-2	
	쌍문타이어	권오영	경북 군위군 호령면 고곡리 496-1	신홍균	경기도 시흥시 시화3동 524	
	대성산업	장영웅	경북 고령군 개진면 구곡리 728	손진석	경기도 안양시 만안구 안양7동 196-18	
	동원산업	신복순	경북 구미시 정전면 여남리 984-2	치갈자	경기도 용인시 기흥읍 영덕리 591	
	동천수지	신범수	경북 구미시 정전면 여남리 984-3	김대환	경기도 의왕시 오전동 140-3	
	대형수지공업사	임종현	경북 구미시 정전면 여남리 985	부국유화	경기도 고양시 덕양구 광동동 263-1	
	우성산업	전재규	경북 칠곡군 기산면 열리 271-2	상해운수	경기도 성남시 수정구 신중2동 2423	
	가이산산업	윤종환	경북 성주군 선남면 신부리 329-2	보원무역(주)	경기도 성남시 중원구 상대원동 138-6	
	승정상사	송병관	대구광역시 달성군 현동면 원교리 117-2	남영환	경기도 시흥시 시화2라 416	
	세명산업	박종호	경북 성주군 조전면 절산리 110	강만희	경기도 시흥시 시화3나 301	
	대신환경	북진호	경북 성주군 선남면 문방리 976	성팔호	경기도 안산시 시화4라 204	
	가봉산업	이현식	대구광역시 달서구 신당동 349	오영현	경기도 안산시 원시동 789-1	
	영남산업	김근식	대구광역시 달서구 월성동 1317-3	이영노	경기도 안양시 동안구 호계중동 900	