태안반도주변 강하분진량의 계절변화와 그 성상에 관한 연구

전상기 · 김용철 · *이성철
한국전력공사 태안화력본부
*한양대학교 화학공학과

The Study on the Seasonal Variations and Chemical Compositions of Atmospheric Deposition Flux Measured with Dustfall around Tae-an peninsula.

Sang-ki Chun · Yong-chul Kim · *Sung-chul Lee
Taean Power Plant, KEPCO
*Department of Chemical Engineering, Hanyang University

Abstract

The atmospheric deposition flux was measured with dustfall from July of 1997 to July of 1998 at nine sampling sites located in Tae-an peninsula to examine the seasonal variations. The results showed that the average dry deposition was higher in spring than the other seasons.

Thus, it is considered that yellow sand is one major source of the additional deposition flux in spring. There also appeared the higher measurement of deposition at the sites nearby road (like Hagampo, Bangali and Sinduri) in summer, and it is assumed that the heavy traffic caused by summer visitors was the main factor of that.

For more accurate study, the qualitiative analysis should be taken on the deposited materials.

Keywords : Air Pollution, Dust Fall

Ⅰ. 서 론

태안반도는 우리나라 서단에 위치한 지역으로서 태안해안국립공원으로 지정되어 있고 주변에 대기오염원이 거의 없는 청정한 지역이며, 또한 중국과 가장 가까운 거리에 위치하기 때문에 황사현상시 그 영향이 민감한 지역이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 태안반도의 북단에 위치한 태안화력발전소 주변 9개지점에서 13개월 동안 강하분진(Dust Fall)의 월별 변화를 측정하고 그 성상을 분석하여 경향을 파악하였다.

Ⅱ. 측정대상 및 방법

1. 측정대상

대기중의 오염물질중 자기의 중량에 의해 또는 비에 의해 침강되는 매연, 분진, 기타 불순물을 대상으로 하였으며 학암포해수욕장 등 9개지점(Fig.1)에서 13개월('97. 7~'98. 7)동안 포집 · 분석하였다.

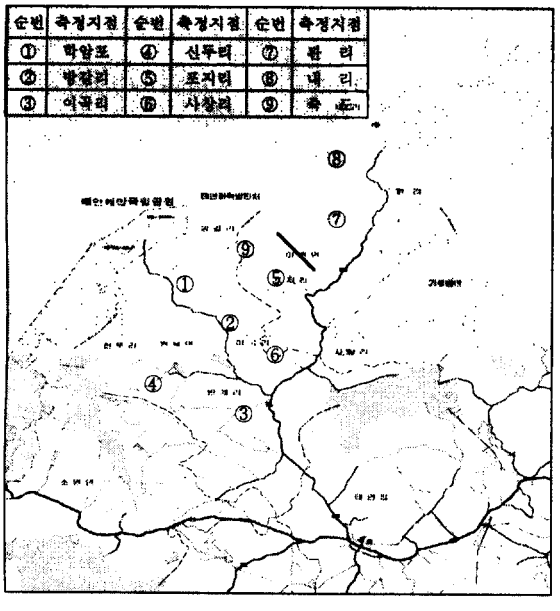


Fig. 1. Map of Sampling Site

2. 강하분진량의 측정방법 (Deposit Gauge 법)

가. Deposit Gauge의 설치

Deposit Gauge법[1]을 사용하였는데 영국규격에 의한 포집용기를 제작하여 ①중력에 의해 낙하하는 분진을 포집하기 쉽도록 개방되고 ②국소적인 오염원이 근접하지 않으며 ③관리가 용이하고 제3자의 근접이 어려운곳 9개지점을 선정, 지상으로부터 3~15m, 육상면에서 약1.6m 지점에 설치하였다.

(Fig.2)

나. 포집방법

포집기에 500 ~ 800㎖의 증류수와 0.02N 황산동용액($CuSO_4$)10㎖를 넣고 30일±2일간 방치후 포집병내의 나뭇잎, 곤충등의 이물질을 제거하고 포집병중의 상등액 250㎖를 취하였다.

상등액이 없을 경우에는 증류수로 희석하며, 시료를 시료용기 (500 ~ 1000㎖ Polyetylene Bottle)에 담아 포집장소, 포집기간, 포집액량등을 기입하고 겨울철은 포집기 용액의 결빙을 방지하기 위하여 5% Isopropyl Alcohol(30㎖정도)용액을 사용하였다.(Fig.3)

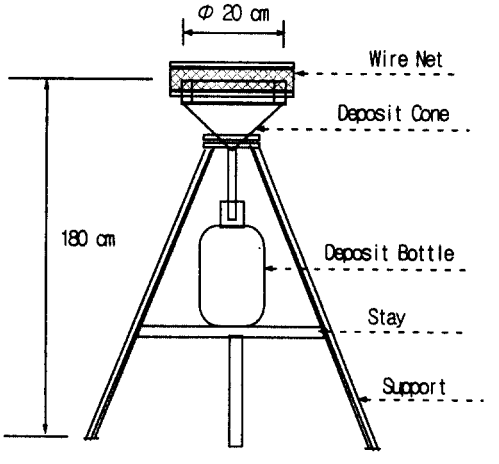


Fig. 3. Deposit Gauge

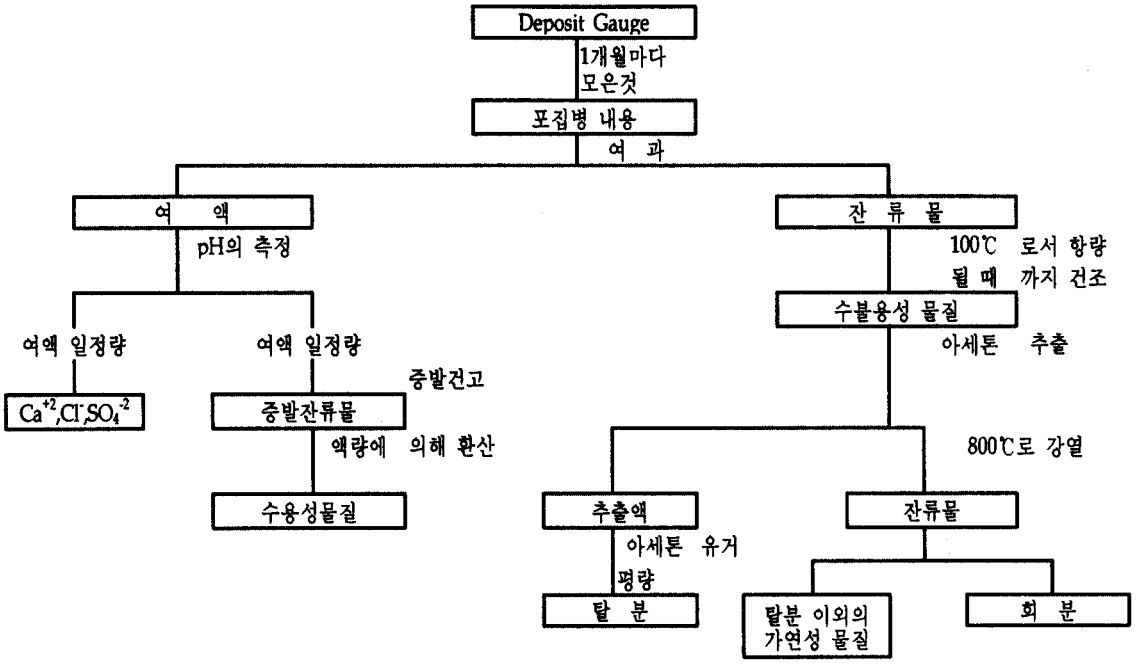


Fig. 2. Analysis method of Dust Fall

다. 강하분진량의 계산

· 강하분진량 (ton/㎢/day)

$$= \frac{120 * W}{\pi D^2 n} \times 10^4$$

$$= 1.273 \times \frac{W}{D^2} \times \frac{30}{n} \times 10^4$$

n : 포집일수 (28 ~ 32일)

W : 수용성 & 불수용성 강하분진량(g)

D : 포집용기의 직경(㎝)

· $CUSO_4$ 용액 (0.02N) 감산

: $CUSO_4$ 10㎖ = 0.0178g

4. 강하분진 성상의 분석

가. EDS Analysis의 개요

전자현미경에서는 전자빔을 관찰하고자 하는 시편에 주사하여 이때 발생하는 여러가지 정보를 형상이나 성분으로 얻는 것이다.

전자가 주사 전자현미경내 관찰하는 시편에 쏘여지면 전자들은 시편의 원자들과 반응하여 여러방향으로 흩어지게 된다.

시편과 전자들의 이러한 상호작용 동안 전자들은 시편내의 원자들과 부딪히면서 에너지를 잃게되고 시편은 전자로부터 에너지를 얻어 여기(excited)된다.

이러한 여기된 원자는 여분의 에너지를 방출하면서 원래의 에너지상태로 돌아갈려고하며, 이때 에너지의 방출형태는 X-ray photon, visible light photon, Auger electon등이다.

X-ray energy dispersive spectroscopy(EDS)는 방출되는 X-ray를 이용하여 시편의 화학적인 조성을 검출하는 것이다.

EDS 스펙트럼의 각 peak는 특정방사(characteristic radiation)에 해당하며 각 원소마다 전자준위

의 에너지차가 달라 이에 의해 방출되는 X-선을 검출함으로써 알 수 있는 것이다.

나. 시험방법

각 시료를 Carbon Tape 위에 붙인뒤 표면을 Gold로 6분간 Coating하여 전자현미경에 장착된 X-ray 분석장치(EDS)를 사용하여 시료중에 포함된 원소를 분석하였다. 그러나 시료의 양이 작아 ICP-AES를 이용한 화학성분 분석을 시행하지 못하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 강하분진량의 측정

'97.7 ~ '98.7 사이의 13개월간 강하분진량의 측정결과를 보면 우선 계절적으로는 봄철에 전지점에서 높게 나타나는데 특히 4월 강하분진량이 2.838~4.066 ton/㎢/day의 분포를 보이고 있다. 또한 하절기인 7~8월의 측정치가 도로변에 인접한 학암포, 신두리, 방갈리 지점에서 1.753~3.552 ton/㎢/day 로서 높게 나타나고 있다.

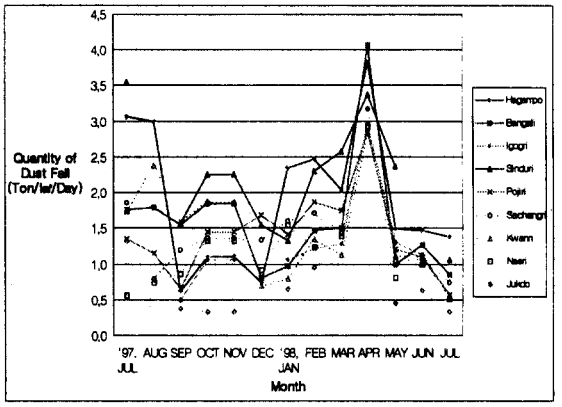


Fig. 4. Monthly dust fall concentration of each Point

Table 1. Results of Dust Fall Measurement (Unit : ton/㎢/day)

Month / Point	'97 JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	'98 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	Average
Hagampo	3.064	2.997	0.616	1.110	1.110	0.738	2.339	2.465	2.035	3.842	1.494	1.476	1.337	1.894
Bangali	1.753	1.793	1.545	1.841	1.841	0.803	0.974	1.472	1.499	4.066	0.999	1.270	0.852	1.593
Igogri	-	-	0.494	1.063	1.063	-	1.064	1.212	1.283	2.947	1.301	1.133	0.573	1.213
Sinduri	3.552	-	1.567	2.254	2.254	1.544	1.327	2.303	2.573	3.367	2.371	-	1.062	2.198
Pojiri	1.352	1.147	0.647	1.452	1.452	1.679	1.412	1.874	1.748	2.845	1.208	1.092	0.562	1.421
Sachangri	1.855	0.787	1.195	1.355	1.355	1.335	1.602	1.719	1.426	2.914	1.039	1.078	0.743	1.416
Kwanri	1.741	2.374	1.576	1.869	1.869	0.701	0.793	1.347	1.132	2.838	1.122	1.103	0.515	1.460
Naeri	0.568	0.738	0.857	1.325	1.325	0.916	1.547	1.239	1.395	2.930	0.806	0.992	0.507	1.165
Jukdo	1.323	-	0.372	0.332	0.332	-	0.653	0.954	-	3.168	0.449	0.635	0.337	0.756

※ 공란(-)은 측정불가능 경우임.

2. EDS에 의한 화학성분 분석

각 지점의 강하분진의 EDS분석결과는 각 성분간의 상대 Peak 강도의 차이는 있지만 Si, Al, O_2 , K, Ca,, Fe, Mg, Na, Ti 등을 주성분으로 하고 있었다.

이는 미국 EPA의 TSP Soil의 성분 분석결과[2]와 어느정도 일치하는 것으로 보아 토양이 주성분인 것으로 판단된다.

3. 측정기간중 바람장비 및 황사현상 발생빈도

가. 바람의 특성

측정기간중 강하분진의 농도가 높은 봄철의 바람을 서산측후소의 자료를 이용·.분석하여보면 3월에는 북서풍과 남풍이, 4월에는 남풍~서풍과 북동풍이 주풍이며, 5월에는 남서풍과 북동풍이 주풍으로서 중국대륙으로부터의 바람이 많이 불어오고 있음을 알 수 있다.

나. 발생빈도

'98. 3 ~ '98. 4월 사이의 태안반도지역에서의 황사발생빈도를 보면 총 7회 발생하였으며 15일간 총 220시간 발생하였다.

Table 2. Frequency of Yellow Sand

발 생 일 시	지 속 시 간
○ 3/28 14:35 ~ 3/31 01:30	○ 58시 55분간
○ 4/14 12:18 ~ 20:10	○ 7시 52분간
○ 4/15 09:50 ~ 20:10	○ 10시 20분간
○ 4/16 09:50 ~ 4/17 09:50	○ 24시간
○ 4/17 17:30 ~ 4/22 07:15	○ 109시 45분간
○ 4/27 09:40 ~ 16:45	○ 7시 5분간
○ 4/28 12:45 ~ 15:45	○ 3시간

※ 출처 : 서산 기상대

4. 황사의 특성 및 화학조성[3]

황사는 중국의 고비사막 등 건조지대에서 기인하는 먼지, 폭풍 등으로서 황사시에 큰 입자로부터 작은 입자까지 균일한 화학조성의 토양입자를 가지고 있으며 일본에 침적되는 황사의 연구결과에 의하면 황사발생시 황사의 주성분인 Si,Al, Ca,K,Na 등의 농도가 급상승하는 것으로 보고되고 있으며 田中 등이 일본 대기오염 측정망(NASN)중에서 선택한 8개지점의로보틈 분석결과에서도 황사현상이 나타나는 4월에 Al, K, Ca, Sc, Ti, Rb, Cs등의 원소농도가 평균치에 비해 현저하게 높다는것을 지적하고 있다.

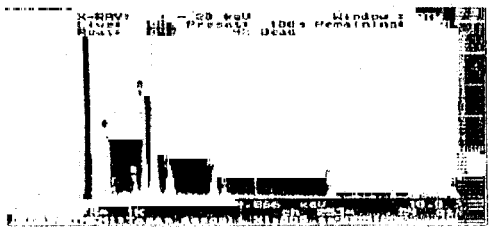
Ⅳ. 결 론

태안반도주변에서의 강하분진을 9개지점에서 13개월간 측정한 결과를 종합하여보면 우선 강하분진량은 봄철인 4월에 전지점에서 가장 높게 나타나는 경향을 보였으며, 여름철인 7~8월의 분진량이 학암포, 신두리, 방갈리 등에서 증가하는 경향을 보이고 있다.

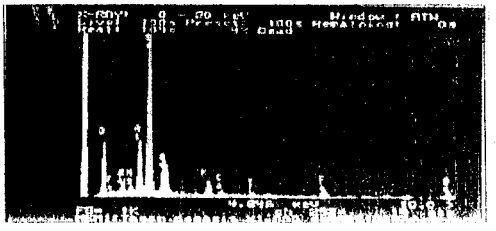
'98년도의 황사현상은 3월말에 1회, 4월에 6회 발생하여 4월에 집중적으로 발생하였으며 강하분진량이 높게 나타난 4월중의 풍배도를 분석하여 보면 4월중의 풍향은 주로 남풍~서풍 계열의 바람으로서 중국 대륙으로부터의 바람이 주풍이다.

그리고 태안지역의 유일한 대기오염 배출원인 태안화력발전소의 배기가스는 4월중에는주풍향으로 볼 때 강하분진 측정지점 등에는 영향을 미치지 못하는 지점에 위치하고 있다.

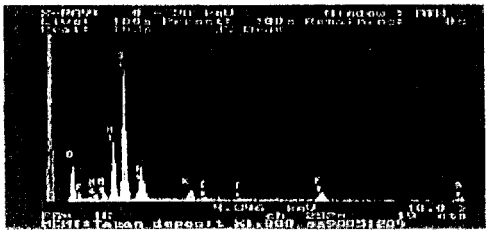
또한 황사가 가장 많이 발생하였던 4월의 강하분진의 성분분석 결과를 보면 모든 지점에서 peak의 차이는 있지만 토양성분인 Si,Al, K,Ca,Fe 등이 검출되었는데 이는 모두 황사의 주성분에 포함되는 물질이다.



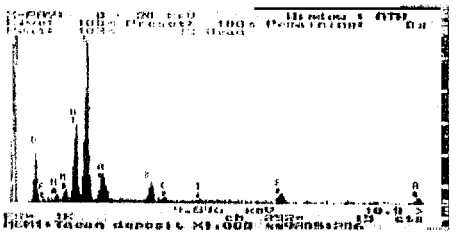
Hagampo



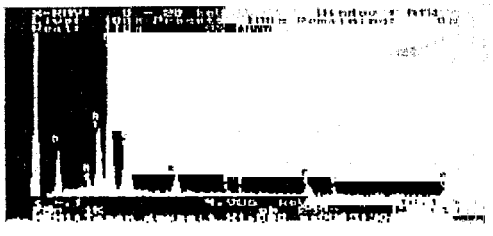
Bangali



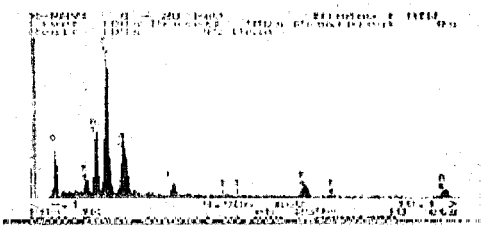
Igogri



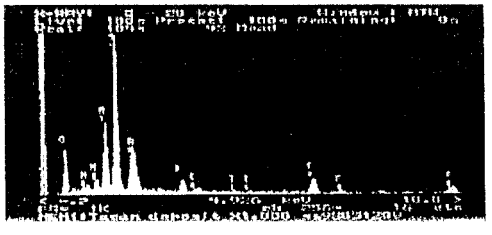
Sindori



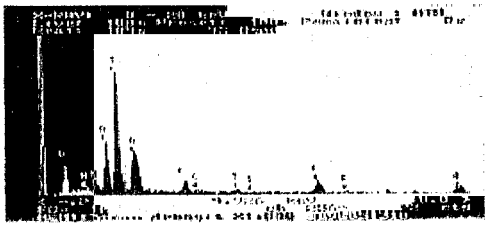
Popri



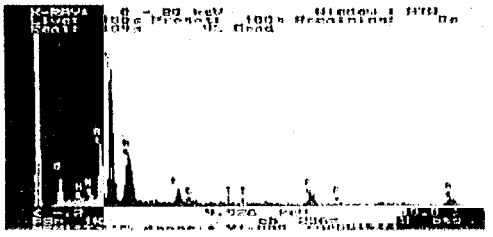
Sachangri



Kwanri



Naeri



Jukdo

Fig. 5. Analysis Results of EDS

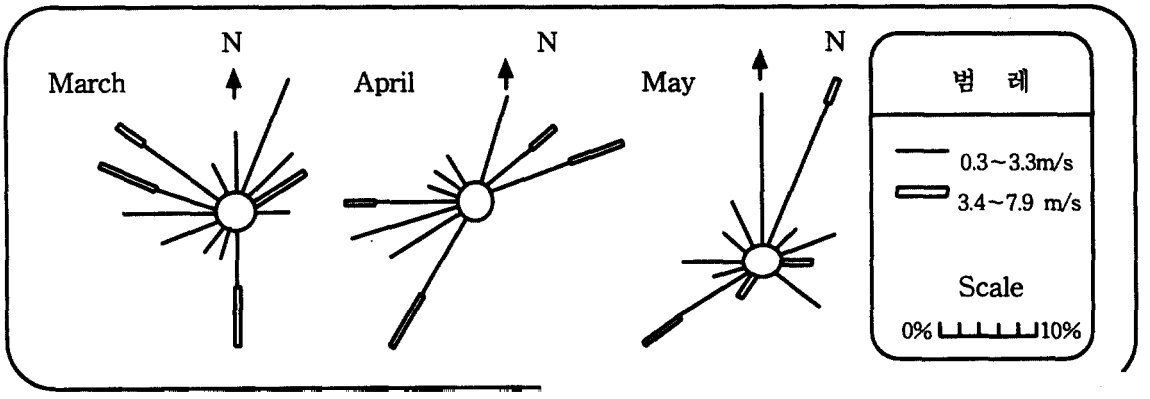


Fig. 6. Wind Rose in '98. 3. ~ 5

따라서 태안지역에서의 4월중 강하분진량의 급격한 증가원인은 중국의 황사현상에 기인하다고 결론지을수 있을 것이다.

한편 7~8월의 학암포, 신두리, 방갈리 지점에서의 강하분진량 증가 원인은 3개 지역이 해수욕장에 인접해 있어 여름철 피서객의 차량 증가에 연관성이 있어 보인다.금번 연구에서는 강하분진 포집량의 부족으로 정량분석을 실시하지 못하였는데 향후 정량분석과 함께 황사가 발생하는 봄철과 타계절의 정밀성분분석을 비교 실시하여 황사가 태안반도지역에 미치는 영향을 보다 확실하게 규명할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 연세대 환경공해연구소, 1985, 환경대책과 자연보호, 463~465
2. 김동술, 1990, Basic Research on the Quantitative Esitimation of Yollow sand 1~3
3. 전영실, 1997, 동아시아 황사 Review, 1~8
4. 한국과학기술연구원, 1998. 8, 동북아 대기오염장거리이동과 환경보전협력에 관한 조사(Ⅲ)