

익산시의 부유먼지에 관한 연구

전 병 영

원광보건대학 식품과학과

Studies on the Total Suspended Particulates in Iksan City.

Byoung-Young Jeon

Department of food science, Wonkwang Health Science College

Abstract

This study was carried out to investigate total suspended particulates(TSP) in Iksan area collected by nine stages Anderson air sampler and High volume air sampler from Jul.1996 to Jul. 1998.

The results are as follows

1. The average of TSP concentration to be collected by Anderson air sampler and High volume air sampler in Iksan city are $59\mu\text{g}/\text{m}^3$, $67\mu\text{g}/\text{m}^3$. It was below the level of environmental standard.
2. The average of TSP concentration by measured method are $\text{HVAS} > \text{AS} > \text{Gov}$.
3. The average of TSP concentration on seasonal change are higher spring than winter. It were $65.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ of Spring, $57\mu\text{g}/\text{m}^3$ of Summer, $52.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ of Fall, $61\mu\text{g}/\text{m}^3$ of Winter.
4. Particle size distribution of atmospheric particulate was divided into two groups, coarse group was made by particles larger than $1.1\text{-}2.1\mu\text{m}$ in diameter and fine groups smaller than $1.1\text{-}2.1\mu\text{m}$ in diameter. About 50% of total suspended particle measured by Anderson air sampler during the sampling period was coarse particle.

I. 서 론

최근 급진적인 공업화와 함께 대기 중에는 많은 입자상물질이 입경 $0.1\text{-}100\mu\text{m}$ 의 크기로 존재하고 있다¹⁾. 입자상물질은 가시거리를 짧게하고 불쾌감을 주며 태양의 복사열을 차단하므로써 식물의 성장을 억제하고 특히 $0.5\text{-}5\mu\text{m}$ 의 크기를 갖는 입자상물질은 인체의 폐포에 침착되어 진폐증 및 각종의 순환기계 질환을 일으키기도 한다^{1,2)}. 입자상물질은 크게 강하먼지와 부유먼지로 구별을 하게 되는데 일반적으로 그 크기를 $10\mu\text{m}$ 이상을 강하먼지

라 하고, $10\mu\text{m}$ 이하를 부유먼지라고 정의¹⁾하고 있다. 따라서 익산시의 부유먼지에 관한 연구는 현대 사회의 산업화에 따른 환경오염의 심각성에 비추어 전혀 연구된 바가 없기 때문에 익산시를 연구의 대상지역으로 선정하기에 이르렀다. 특히 최근의 대기오염 중의 큰 문제 중의 하나는 오염물질이 외국으로부터 유입되기도 한다는 사실이다³⁻⁸⁾. 아울러 현대사회에 있어서 많은 곳이 오염이 이루어진 상태여서 어느 지역이 오염이 이루어지지 않은 곳인지를 알 수가 없게 되었다. 따라서 본인은 익산시에 있어서 거의 오염원이 없다고 사료되는 본 대학

의 옥상에서 백그라운드의 농도를 측정한다는 가정 하에 1996년 6월부터 1998년 6월까지 대기오염물질 중 부유먼지에 대한 조사를 실시하였다. 이는 대기 오염에 대한 인지도를 비롯한 익산지역의 환경오염에 대한 기초적인 연구로서 시행하고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

시료의 채취는 대기오염공정시험방법⁹⁾에 준하여 1996년 6월부터 1998년 6월까지 2년간에 걸쳐 전북 익산시 신용동에 위치한 본 대학의 신관 옥상(지상 약 15m)에 일본의 Kimoto사에서 제작한 하이볼륨 에어샘플러(H.V.A.S.) 모델 HV-122를 설치하여 매일 1.2 m³/min의 유속으로 부유먼지를 측정하였으며 이 때 사용된 여과지는 Whatman QM-A quartz microfibre filters(20.3×25.4 cm)를 사용하였고, 9단앤더슨에어샘플러(A.S:일본 高立 理化株式会社의 KA-200)를 그림 1과 같이 장치하여 흡인 유량 28.5 l/min으로 장기의 일기예보를 기초로 하여 매주 일주일씩 계속하여 먼지를 포집하여 입자의 입경분포 및 총량을 조사하였다. 시료의 포집에 사용된 filter는 0~8단 모두를 Whatman quartz제를 사용하였다. 또한 본 실험에 사용된 여과는 테시케이터에서 24시간을 건조시켜 향량이 된 후에 사용하였으며, 포집 후에도 동일한 방법으로 무게를 칭량하였으며 칭량에 사용된 직시천칭은 독일제

의 Satorius를 사용하여 0.1mg까지를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 월 별 부유먼지의 측정

High volume air sampler 및 Anderson air sampler에 의한 부유먼지는 1996년 6월부터 1998년 6월까지 측정된 결과는 표 1 및 그림 2와 같다. 이는 모두가 환경기준치(총먼지의 경우 연간 평균치 150 µg/m³이하, 24시간 평균치 300 µg/m³이하, 미세먼지의 경우 연간평균치 80 µg/m³이하, 24시간 평균치 150 µg/m³이하)이하¹⁰⁾로 연간 평균치에 훨씬 미치지 못하고 있는 수준으로 환경기준에 적합하며, 전반적으로 H.V.A.S.에 의해 측정된 평균값이 67µg/m³으로 A.S.에 의해 측정된 평균값 59µg/m³보다 약간 높게 나타났으며 이는 H.V.A.S.로 측정할 때 포집되는 공기의 유속이 빨라서 Anderson air sampler로 측정할 때보다 약간 더 큰 입자가 포집되어 양이 증가한 것으로 사료되며, 정부에서 측정관리한 결과 46.5µg/m³보다 양쪽 모두 약간 높은 결과를 보여주고 있다. 이는 1996년 다른지역의 대도시와 비교해 볼 때, 서울의 85µg/m³, 부산 89µg/m³, 대구 75µg/m³, 인천 85µg/m³, 광주74µg/m³, 대전63µg/m³, 울산 106µg/m³보다¹²⁾ 훨씬 작은 값을 나타내고 있다.

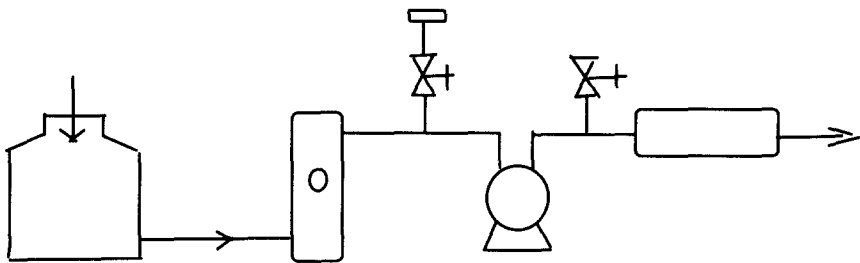


Fig. 1. Apparatus of Anderson Air Sampler

- As : Anderson Air Sampler
- F.M : Flow Meter
- V : Valve
- F : Filter
- R : Rotary Pump
- Sr : Silencer

Table 1. Amount of Particulates measured by High Volume Air Sampler and Anderson Air Sampler.

| Month | Gov. | H.V.A.S. | A.S. |
|---------|------|----------|------|
| 1996.06 | 58 | 67 | 64 |
| 1996.07 | 41 | 48 | 43 |
| 1996.08 | 58 | 65 | 61 |
| 1996.09 | | 71 | 58 |
| 1996.10 | 53 | 65 | 59 |
| 1996.11 | 47 | 68 | 59 |
| 1996.12 | 62 | 82 | 75 |
| 1997.01 | 59 | 88 | 73 |
| 1997.02 | 69 | 85 | 72 |
| 1997.03 | 47 | 65 | 59 |
| 1997.04 | 72 | 83 | 65 |
| 1997.05 | 53 | 76 | 71 |
| 1997.06 | 62 | 78 | 74 |
| 1997.07 | 42 | 58 | 51 |
| 1997.08 | 42 | 55 | 48 |
| 1997.09 | 33 | 53 | 50 |
| 1997.10 | 35 | 55 | 51 |
| 1997.11 | 29 | 49 | 42 |
| 1997.12 | 26 | 51 | 44 |
| 1998.01 | 25 | 59 | 51 |
| 1998.02 | 28 | 58 | 52 |
| 1998.03 | 42 | 57 | 54 |
| 1998.04 | 35 | 67 | 60 |
| 1998.05 | 44 | 78 | 72 |
| 1998.06 | 44 | 75 | 65 |

2. 계절에 따른 부유먼지의 변화

우리 나라는 사계절이 뚜렷하여 계절에 따라서는 온도를 비롯한 강우량, 풍향, 풍속 등의 많은 변화 인자가 있다. 따라서 계절적인 변화에 대한 부유먼지의 농도를 조사한 결과 그림 3과 같은 결과를

얻었다. 특히 겨울철에는 연료의 사용이 중요한 인자가 되고 있는데 정부의 연료정책에 따라 1991년부터 연탄의 사용이 점점 감소함¹⁰⁾에 따라 1996년에는 일부의 연탄 사용도 있어 겨울철에 많은 량의 먼지가 발생된 것에 비하여 연탄의 사용이 제한된 1997년 겨울부터는 겨울철의 먼지량이 급격하게 줄어든 것을 알 수 있었다. 따라서 과거의 먼지의 발생에 관한 겨울철에 높고, 여름철에 낮다는 것은 정책의 변화에 따라서 먼지의 발생 경향도 바뀌어짐을 알 수 있었다. 특히 여름철에는 많은 비의 영향으로 먼지의 량이 연중 최저치를 나타내는데 이는 장마에 의한 Washout 및 Rainout의 과정¹¹⁾이 진행되어 먼지의 농도가 감소함을 추정해 볼 수 있었다. 또한 1996년 겨울부터 1997년 봄까지 비교적 많은 농도의 먼지를 나타내 주고 있는데 대하여 여름은 적은 량의 먼지농도를 보여주고 있다. 1996년도의 겨울은 지방에서는 난방의 연료인 석탄이 사용되었던 시점으로 볼 때 높은 것이 당연하겠다고 하겠다. 특히 1997년 겨울부터는 겨울에도 낮은 농도의 먼지량을 나타내고 있는데 이는 정부의 연료정책에 의하여 무연탄의 사용이 유류로 대체되는 시점¹¹⁾으로 난방에 의한 연탄 먼지의 상대적인 농도가 감소한 반면 상대적으로 황사가 밀려오는 봄철¹²⁻¹⁶⁾에 높게 나타나고 있다. 이는 익산이 군산과 전주의 사이에 위치하여, 주변에 높은 산과 같은 장애물이 없으며 군산으로부터 약 20km정도 동쪽에 위치하여 군산과 비슷한 바람의 영향을 받고 있는 것으로 사료되어, 바람의 영향을 고려하고자 1997년 12월 본 대학의 옥상에 종합기상장치를 설치하여 Davis사의 Weatherlink Ver. 4.2 Software를 사용하여 기상의 변화를 조사하였으나 교내의 사정에 따른 정전이 많아 계속적인 데이터의 확보 및 저장에 어려워 충분한 자료를 얻지 못하였다. 따라서 전주지역과 군산지역의 풍향과 풍속에 대한 기상청의 기상월보를 통하여 조사한 결과¹¹⁾를 표 2와 표 3에 나타내었다. 기상월보에 의하면 봄철에는 군산지역의 경우 거의 서풍이 지배적으로 나타내고 있으며, 겨울부터 봄까지 비교적 강한 바람이 불고 있으나, 전주지역에서는 지형적인 특성이 있어 이른 봄이나 늦은 봄에 서풍이 나타나고 있으나 풍속은 느리게 나타나고 있

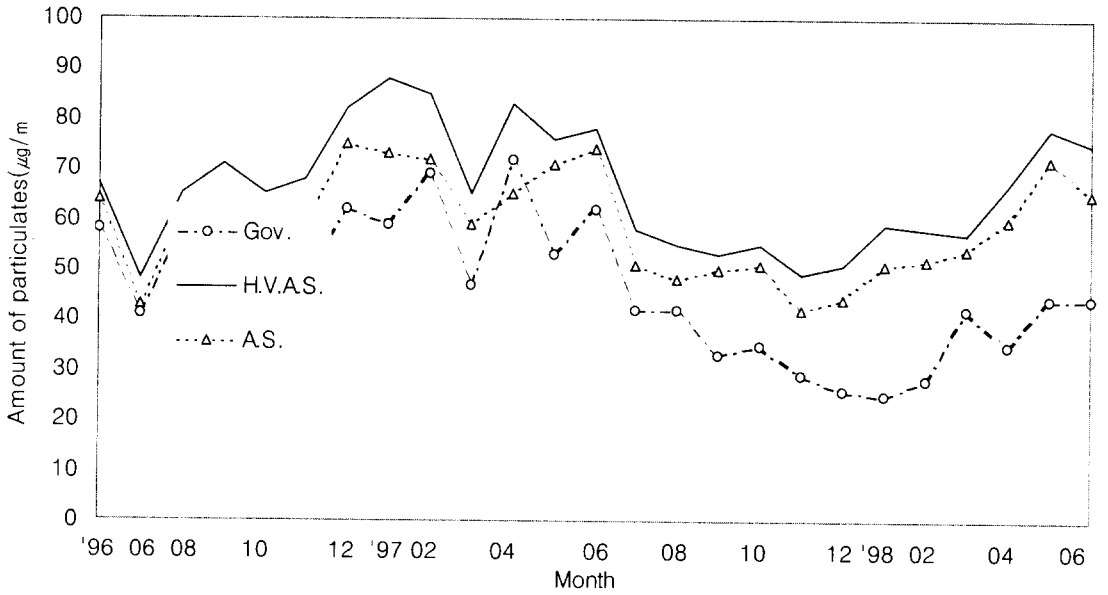


Fig. 2. Amount of particulates change on the measured month

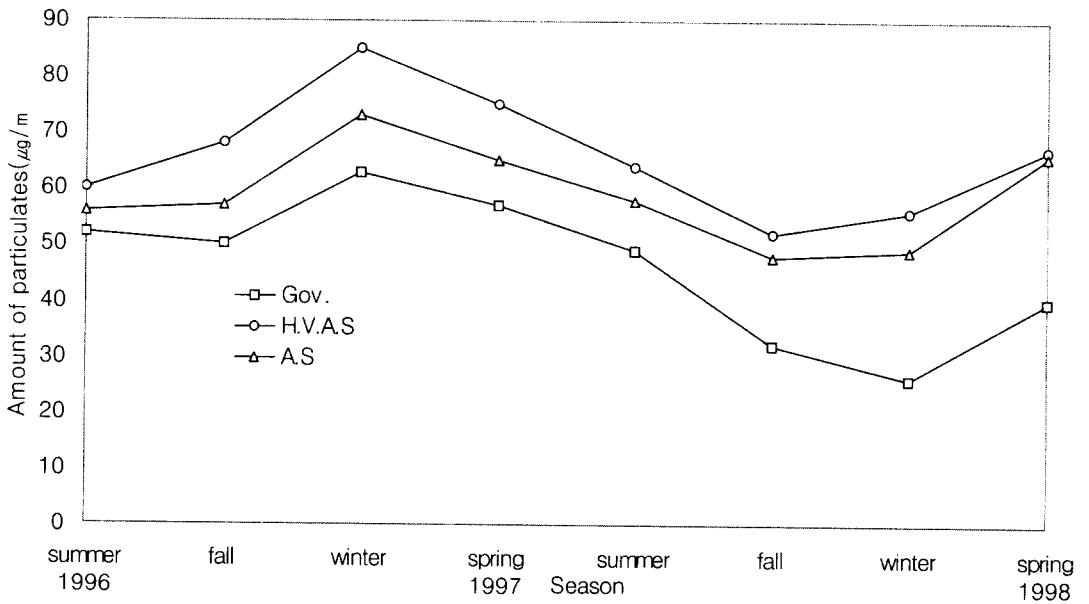


Fig. 3. Amount of particulates on seasonal change

다. 이는 군산의 동쪽에 익산이 위치하고 익산의 동남쪽 약 30km에 전주가 위치하여 상대적으로 바람이 강하고 가까운 군산지역의 영향을 받는 것으로 사료되고 있다.

3. 포집된 부유먼지의 입경분포

먼지는 크게 부유먼지와 강하먼지로 구별을 하는데 일반적으로 10µm 이상의 크기를 강하분진이라 하고 10µm 이하의 크기를 부유먼지로 구별을

Table 2. Data of Wind Chill in Kunsan and Chonju¹¹⁾

| Area Year Month | Chonju | | | Kunsan | | |
|-----------------------|--------|------|------|--------|------|------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1996 | 1997 | 1998 |
| 1 | NNW | W | N | WNW | W | WSW |
| 2 | NNW | WSW | WNW | WNW | WNW | W |
| 3 | SSE | WNW | SSW | W | WNW | W |
| 4 | SSE | WNW | SSE | W | W | NE |
| 5 | WSW | S | WSW | SW | WSW | NE |
| 6 | WSW | SW | SSE | W | WSW | NE |
| 7 | SSE | SSE | SSE | W | ENE | SW |
| 8 | WSW | SW | NE | WNN | SSW | W |
| 9 | NNE | SSW | NE | NW | SW | NNE |
| 10 | NNW | WSW | NNE | SW | W | WNW |
| 11 | SE | SE | | WNW | WNW | |
| 12 | WNW | W | | W | WSW | |

Table 3. Data of Wind Speed(m/s) in Kunsan and Chonju¹¹⁾

| Area Year Month | Chonju | | | Kunsan | | |
|-----------------------|--------|------|------|--------|------|------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1996 | 1997 | 1998 |
| 1 | 1.3 | 1.0 | 1.6 | 3.3 | 3.5 | 3.8 |
| 2 | 1.4 | 1.2 | 1.9 | 3.9 | 3.8 | 4.0 |
| 3 | 1.6 | 1.2 | 2.1 | 4.5 | 4.0 | 4.1 |
| 4 | 1.6 | 1.1 | 2.0 | 4.3 | 3.6 | 3.3 |
| 5 | 1.4 | 1.5 | 1.8 | 3.4 | 3.9 | 3.4 |
| 6 | 1.3 | 1.1 | 1.7 | 3.0 | 3.0 | 3.2 |
| 7 | 1.4 | 1.0 | 2.3 | 3.0 | 2.7 | 3.4 |
| 8 | 1.1 | 1.1 | 2.0 | 3.1 | 3.2 | 2.6 |
| 9 | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 2.8 | 3.6 | 2.9 |
| 10 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 3.0 | 3.6 | 2.7 |
| 11 | 0.9 | 1.0 | | 3.5 | 3.4 | |
| 12 | 0.9 | 1.0 | | 3.2 | 3.2 | |

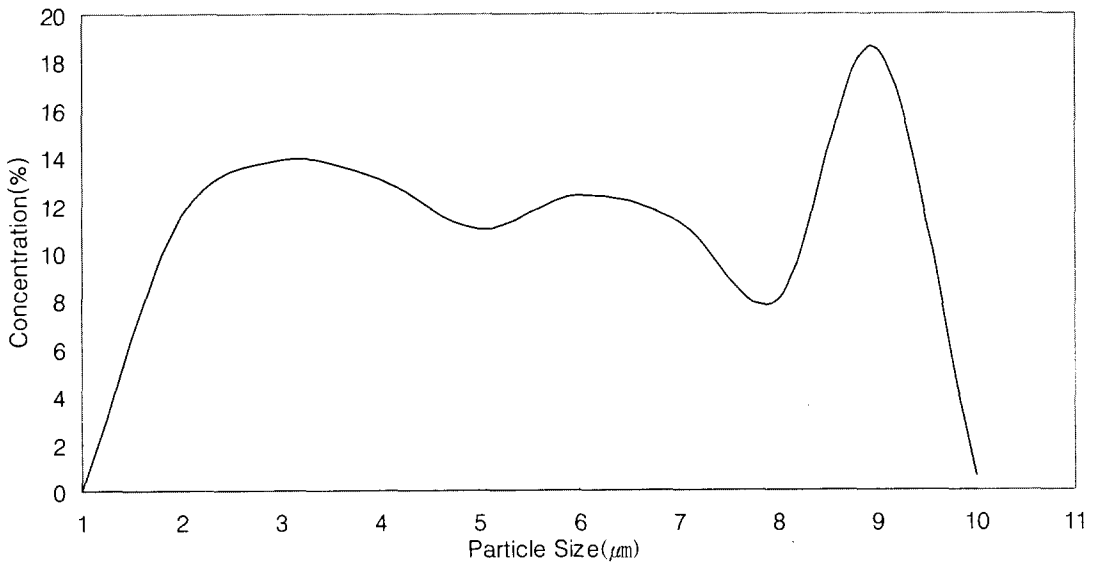


Fig. 4. Particle size distribution measured by Anderson air sampler in Iksan.

하고 있다. 일반적으로 부유먼지를 측정하는 데에는 하이볼륨에어샘플러를 사용하고 있다. 반면에

먼지가 인체에 미치는 영향을 알아보기 위하여 앤더슨에어샘플러를 사용하는데 앤더슨에어샘플러는

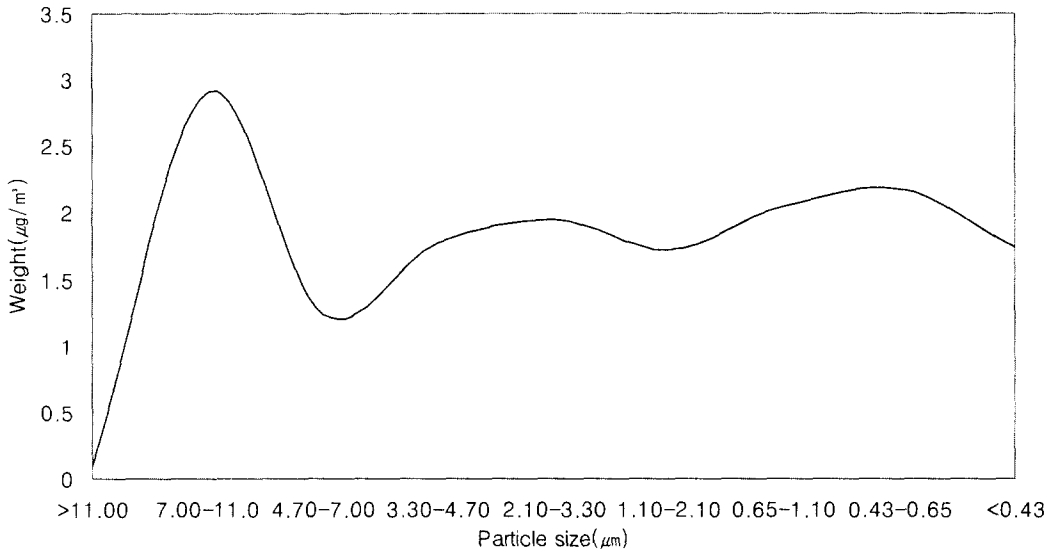


Fig. 5. Particle size distribution measured by Anderson air sampler in Iksan.

인간의 호흡량과 같은 분당 28.3ml의 공기를 포집하는 방식으로 미세한 먼지의 포집을 비롯한 먼지의 크기에 따른 분리포집이 가능하다. 포집된 먼지의 크기는 앤더슨에어 샘플러의 각각의 단에 서로 다른 크기의 먼지가 포집되기 때문이다. 호흡기를 통하여 폐에 흡입되는 입자의 크기는 일반적으로 0.5 µm이하의 것으로 이 입자들이 진폐증을 유발¹⁾하기도 한다. 아울러 2.1µm이상을 조대입자로 2.1µm이하를 미세입자로 구분¹⁾하기도 한다. 따라서 포집된 먼지를 크기 별로 조사한 결과는 그림 4, 그림 5와 같으며, 총부유먼지 59µg/m³ 중 29µg/m³가 2.1µm이하로 전체의 먼지 중 50%로 전반적으로 비슷한 분포를 하고 있음을 알 수 있었다.

IV. 결 론

익산지역에서의 대기중 총부유먼지에 대한 조사 내용을 종합하여 볼 때 다음과 같은 결론을 내릴 수가 있다.

1. 앤더슨샘플러에 의하여 측정된 익산시에서의 2년간 총부유먼지의 평균농도는 59µg/m³로 모두가 환경기준치 이하였다.
2. 정부의 측정치보다 앤더슨 샘플러로 측정한 값

이 높았으며, 하이볼륨에어 샘플러로 측정한 값이 가장 높았다. 이는 고용량의 공기를 빠른 시간에 포집하기 때문에 앤더슨 에어 샘플러에 의해 포집된 먼지보다 약간 더 큰 입자들이 포집되었기 때문이다.

3. 계절적으로 서풍이 많은 봄에 먼지의 농도가 65.5µg/m³로 높게 나타났는데 이는 중국에서 날아온 황사 및 주변의 꽃가루의 영향으로 사료되며, 과거의 겨울철보다도 봄에 먼지의 농도가 크게 나타나고 있다.
4. 총부유먼지의 농도 59µg/m³에 대하여 2.1µm이하의 미세먼지의 농도는 29µg/m³로 조대입자와 미세입자의 기여율은 50%로 거의 비슷함을 알 수 있었다.

V. 감사의 말씀

본 연구는 교내 학술연구비의 지원에 의하여 이루어진 것임.

참 고 문 헌

1. 전병영, 임제빈, 대기오염과 방지기술, 동화기

- 술, 29-237, 1994
2. 천만영, 강공언, 조기철, 안성지역 부유분진의 농도 및 입경범위, 산업과학기술연구, 7, 146, 1994
 3. 김희강 외, 대기오염물질의 장거리 이동에 따른 산성강하물의 침착에 관한 연구, 한국과학재단, KOSEF 93-08-00-12, 1995
 4. 임제빈, 채수천, 전병영, 전북지방의 대기오염특성에 관한 연구(3) 전주시의 분진농도에 관하여, 도시 및 환경연구 6, 133-158, 1991
 5. 국립환경연구원, 동북아 대기오염 장거리 이동과 환경보전 협력방안에 관한 조사(I), 국립환경연구원, 1996
 6. 강공언, 신대윤, 김희강, 익산지역에서 봄철 강수의 화학성상과 중화능, 대한환경공학회지, 21, 198-205, 1999
 7. 신은상, 김희강, 서울시에서의 대기부유먼지에 대한 황사의 영향, 한국대기보전학회지, 8(1), 52-57, 1992
 8. 이민희, 한진석, 한의정, 신찬기, 황사현상시 강수의 화학적 성분에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 5(2), 1-11, 1989
 9. 환경부, 대기오염공정시험방법, 신광출판사, 579-585, 1997
 10. 환경부, 환경관계법규, 동화기술, 2-29, 1999
 11. 기상청, 기상월보(전주 및 군산지역), 1996.1.1-1998.10.31
 12. 환경부, 환경백서, 51-78, 1997
 13. 황사 먼지 농도 3-4배 높아져, 조선일보, 1996년 5월 9일
 14. 황사현상 올해 첫 발생, 조선일보, 1997년 3월 30일
 15. 황사장기화, 조선일보, 1998년 4월 20일
 16. 전국 약한 황사현상 9일까지, 조선일보, 1998년 5월 8일