

## 충남지역 대기 중 미세입자 오염 현황

### Concentrations of Atmospheric Fine Particles Measured during 2005 in Chungnam, Korea

오 세 원\*

상명대학교 공과대학 토목환경공학부

(2006년 8월 11일 접수, 2006년 10월 20일 채택)

Sewon Oh\*

Major in Environmental Engineering, College of Engineering, Sangmyung University

(Received 11 August 2006, accepted 20 October 2006)

#### Abstract

Concentrations of atmospheric fine particles in Chungnam were measured at 7 sampling sites during 2005. The daily average concentrations of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>1</sub> ranged from 14.9 to 136.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 8.2 to 113.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , and 5.7 to 107.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectively, and the highest levels were observed at Yeongi site. The lowest concentrations for the all size fractions of particulate were observed at Taean located at the west end of the peninsula. The daily average PM<sub>10</sub> concentrations were below the current National Standard at all sites, while the daily average PM<sub>2.5</sub> concentrations frequently exceeded the US Standard at Cheonan, Dangjin, Boryeong, and Yeongi sites. The frequencies of PM<sub>2.5</sub> concentrations exceeding the US standard at Cheonan, Dangjin, Boryeong, and Yeongi were 10.8%, 6.7%, 6.7%, and 26.7%, respectively. In addition, 68~80% of PM<sub>10</sub> was in the PM<sub>2.5</sub> fraction indicating that fine particles were the major component of atmospheric particles in Chungnam.

**Key words** : Fine particles, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>, Chungnam

#### 1. 서 론

대기 중의 입자는 토양입자, 산림화재, 화산, 해염 입자와 같은 자연적 발생원 및 연료의 연소와 같은 인위적 발생원에서 배출되며, 고체 및 액체 상태로 직접 배출되기도 하지만 기체상 물질의 대기 중 입자전환에 의해 생성되기도 한다. 이와 같이 대기 중

입자상 물질은 배출원의 다양성 및 배출 후 대기 중에서의 반응 및 전환으로 인하여 그 구성 성분 및 크기는 매우 다양하다. 이들 입자상 물질은 전식 침착 및 습식 침착에 의해 주로 지표면으로 제거되는데 대류권에서 입자상 물질의 체류시간은 약 수 일에서 수 주일의 비교적 짧은 시간을 갖는다(Pandis et al., 1995). 이에 따라 대류권내 입자상 물질은 크기(직경)가 대략 0.001~500  $\mu\text{m}$ 의 넓은 범위에 걸쳐 분포한다. 대기 중 입자상 물질은 그 생성 기구에 따라 가스-입자 변환에 의해 생성된 핵형성영역

\*Corresponding author.  
Tel : +82-(0)41-550-5310, E-mail : sewonoh@smu.ac.kr

(Nucleation mode, 직경 약  $0.1 \mu\text{m}$  이하의 입자), 핵형성영역 입자의 응축성장 및 응집에 의해 형성된 누적영역(Accumulation mode, 직경 약  $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ 의 입자)과 지표면에서 기계적 과정에 의해 생성된 조대영역(Coarse mode, 직경 약  $1 \mu\text{m}$  이상의 입자)으로 구분할 수 있으나, 이를 구분하는 경계 크기는 명확하지 않다. 이중 핵형성영역과 누적영역의 입자를 미세입자(Fine particles)라고 한다. 이와 같이 넓은 범위에 분포하는 입자들은 그 크기에 따라 침강특성, 산란특성 등과 같은 물리적 성질들이 달라지며 특히 인체 내 침착특성이 결정되어 인체 및 환경에 미치는 영향은 입자의 크기에 크게 좌우된다. 따라서 대기 중 입자 크기 분포의 정확한 이해는 오염물의 주요 배출원 및 그 영향을 예측하고 제어 전략을 수립하는데 가장 기초적인 정보를 제공하게 된다.

대기입자의 분포 및 농도는 개수, 표면적 및 질량의 세 가지 다른 인자로 측정할 수 있는데, 이들 중 질량 농도는 입자상 물질의 인체에 미치는 영향과의 관계를 밝히는데 사용되어 왔으며, 현재 대부분의 대기 질 기준은 질량 농도로 규정되고 있다. 도시지역에서 대기입자의 질량분포는 대부분  $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 를 경계로 두 개의 봉우리가 존재하는 이산형 대수정규분포(Bimodal log-normal distribution)를 이루고 있으며, 경계 크기 이하 입자는 미세입자, 그 이상의 입자는 조대입자(Coarse particles)에 해당한다(Willeke and Whitby, 1975). 이들에 근거하여 설정된 대기 질 기준을 살펴보면 미국의 경우 National Ambient Air Quality Standards (NAAQs)를 통해 대기 질 기준을 정하는데 입자상 물질의 경우 초기에는 대용량먼지 채취기를 통해 측정되는 대략  $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$  사이의 모든 입자에 해당하는 총부유성먼지(TSP, Total Suspended Particulate Matter)를 기준으로 하였다. 그러나 입자 크기에 따른 호흡기내 침착 및 인체 영향에 대한 지속적인 연구 결과는 대기 질 기준 및 규제법의 변화를 가져왔으며, 이에 근거하여 1987년 이후에는 인체 내에 침착이 주로 이루어지는 직경  $10 \mu\text{m}$  이하 입자인, PM10을 기준으로 사용하고 있다. 또한 1997년에는 직경  $2.5 \mu\text{m}$  이하 입자인 PM2.5의 기준을 제안하여, 현재 PM10과 PM2.5 두 가지 기준을 정하고 있다(Smith, 2002). 유럽연합에서도 현재 새로운 PM2.5 기준이 제안된 상태로, 각 가맹국별로 PM2.5 측정을 의무화 하고 있는 실정이다(Querol *et*

*al.*, 2004).

국내에서도 입자상 물질의 대기환경기준은 초기에는 TSP를 사용하였으나, 1995년에 PM10을 미세먼지로 규정하여 기준에 추가하고, 2001년에는 TSP기준을 삭제하여 현재 PM10만을 기준으로 사용하고 있다. 향후 국내에서도 입자 크기에 따른 인체 영향에 대한 상세한 이해 및 미국, 유럽 국가들의 기준변화 추이에 따라, 입자상 물질의 기준 변경 및 강화가 예측된다. 따라서 국내 주요 지역 대기 중 PM2.5나 PM1과 같은 미세영역 먼지의 오염도를 포함하여, 입자상 물질의 크기 분포 및 특성 분석이 요구되고 있다. 현재 전국의 대기 중 먼지 농도는 환경부와 지방자치단체에서 운영하는 지역대기측정망 198개소, 도로변측정망 22개소, 국가배경농도측정망 5개소, 지역배경농도측정망 11개소의 총 236개소에서 PM10을 측정하고 있으나, 별도의 미세영역 먼지 측정망은 운영되고 있지 않다. 최근, 동아시아지역의 에어로졸의 연구사업인 ACE-Asia (Asian Pacific Regional Aerosol Characterization Experiment) 집중관측 프로그램이 제주 고산지역에서 2001년 봄에 진행된 이후, 주로 수도권권을 중심으로 하는 대도시 지역을 대상으로 미세영역 먼지의 측정 및 분석이 진행되고 있다(박진수와 김신도, 2005; 이보경 등, 2005; 신혜정 등, 2002). 따라서 국내 각 지역별 주요 거점 지역에서의 미세입자를 포함하는 입자의 체계적인 측정 및 분석이 필요한 실정이다.

본 연구가 진행된 충남지역(대전 제외)에는 천안 원성동, 백석동, 당진 난지도리, 서산 독곶리, 동문동의 지역대기측정망 5개소, 태안 파도리의 국가배경농도측정망 1개소, 공주 사곡면의 지역배경농도측정망 1개소의 총 7개소에서 PM10이 측정되고 있다. 충남 지역은 최근 천안/아산 지역을 중심으로 산업단지의 확대 및 고속철 개통에 따른 신도시 개발이 진행되고 있으며, 행정중심복합도시 이전 지역으로 확정됨에 따라 향후 장기적으로 지역 대기질 특성 및 오염도의 변화가 예상된다. 이와 함께 서해안에 인접한 지리적 여건으로 인해 황사의 직접적인 영향을 받고 있어, 3~4월을 중심으로 여러 측정망에서 24시간 평균 PM10 기준치인  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 상회하는 일수가 관측되고 있다. 2004년 측정망 자료에 따르면, 천안 백석동의 경우 PM10 일평균 기준치를 상회하는 측정일수가 11일을 기록하여, PM10 오염도가 수도권

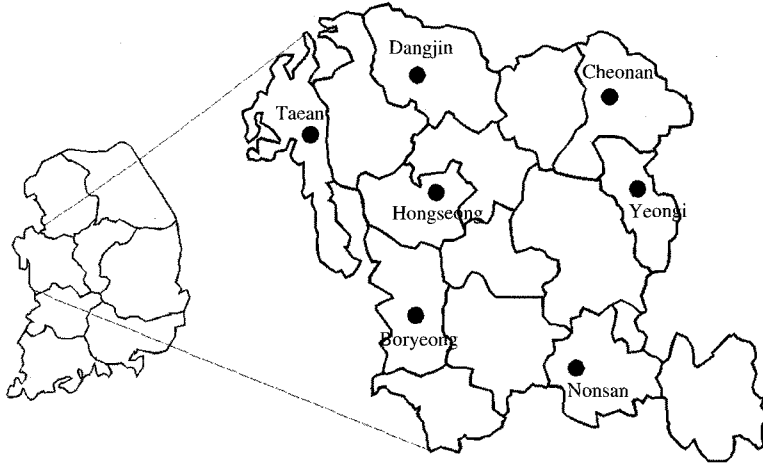


Fig. 1. Location of the measuring sites selected in this study.

지역과 비슷한 수준의 오염도를 나타내고 있다(환경부, 2005). 그러나 PM<sub>2.5</sub>를 포함하는 미세영역 먼지에 대한 체계적인 측정은 이루어지지 않고 있어, 이들 미세영역먼지의 오염현황은 파악되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>1</sub>을 포함하는 충남지역 미세영역 먼지 오염 현황을 조사 분석하여, 국내 미세영역 먼지 오염 현황 및 충남지역 대기 질 관리 전략 수립의 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 연구 방법

충남 지역 전체의 미세영역 먼지 오염도를 조사하기 위해, 충남의 16개 시/군을 권역별로 구분하여 총 7개의 측정 지점을 선정하였다. 먼저 제1측정지로는 충남에서 산업시설 및 인구가 가장 많은 천안/아산 권역을 대표하는 천안시를 선정하였다. 제2측정지는 내륙 농업중심 지역인 홍성/예산/청양 권역의 홍성시로, 제3측정지는 화력발전소와 철강산업단지가 위치해 있는 서산/당진 지역 권역의 당진시로 선정하였다. 제4측정지는 충남 최서단에 위치하여 내륙 오염원으로부터 분리되어 있어 국가배경농도측정망이 운영되고 있는 태안시를 선정하여 서해안에서 한반도로 유입되는 미세먼지의 정도를 측정하고자 하였다. 제5측정지는 석탄화력발전소가 운영되고 있는 서해

안지역인 보령/서천/부여 권역의 보령시, 제6측정지는 행정복합도시 이전 지역으로 선정된 공주/연기 권역의 공주시, 제7측정 지점은 대전광역시와 인접한 계룡/논산/금산 권역의 논산시로 선정하였다. 각 측정지 별 측정위치는 천안시를 제외하고는, 해당 시/군청 옥상으로 선정하여 측정 지점의 공통성 및 대표성을 확보하고자 하였다. 천안시의 경우 상명대학교 본관 옥상을 측정지점으로 선정하였다. 그림 1에 측정지점의 위치를 나타냈다.

미세영역 먼지의 측정은 레이저를 이용하여 광산란방식으로 입자상 물질의 크기별 농도를 실시간으로 측정하는 Dust Monitor (Grimm, Model 1.107)를 이용하였다(김민영과 조석주, 2004; Viana *et al.*, 2003). Dust Monitor는 약 1.2L/min의 대기시료를 유입하여, 각 입자별 레이저 산란 신호로 각 입자의 크기를 측정하여 30개 구간의 입자 크기로 구분된 후, 1분 간격으로 각 구간별 입자의 수를 질량분포로 전환하여 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub> 농도를 측정한다. 측정 후 모든 입자는 47 mm PTFE 여지에 여과되어, 중량측정 및 화학분석이 가능하며, 여과지의 중량측정치를 이용하여 PM 측정치를 보정한다. 이와 함께 Dust Monitor에 기상 측정장치(Grimm, Model 165 Weather Housing)를 장착하여 풍향, 풍속, 온도, 습도를 포함하는 기상자료를 동시에 측정하여 각 권역별 오염 특성을 분석하였다. 측정은 2005년 5월부터 2006년

1월에 걸쳐 황사기간을 제외하고 각 측정지점별로 연속 15일간 수행하였으며, 1분 간격으로 측정된 PM10, PM2.5, PM1 농도를 통해 입자크기별 일평균 농도를 분석하였다. 표 1에는 각 지점별 측정기간 및 측정기간 중의 기상현황을 기술하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 측정지별 미세 입자 오염 현황

각 측정지별 일평균 PM10, PM2.5, PM1 농도 분석치를 표 2에 기술하였다. 표 2에 나타난 바와 같이 충남지역 대기 중 PM10 오염도는, 비황사기간에는 전 측정지에서 국내 일평균 PM10 환경기준인 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 측정일 수가 관측되지 않는 양호

한 상태로 분석되었다. 측정지별 일평균 PM10 농도 평균치는 연기, 천안, 논산, 홍성, 보령, 당진, 태안의 순으로 나타났으며, 평균농도는 각각 62.3, 59.4, 55.0, 46.3, 46.0, 42.9, 30.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 반면 PM2.5의 경우 천안, 당진, 보령, 연기에서 현재 미국 일평균 PM2.5기준인 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 일수가 각각 전체측정일수 중 10.8, 6.7, 6.7, 26.7%의 비율로 관측되어, 미세영역의 먼지의 오염도가 PM10에 비해 심각함을 보여주고 있다. 측정지별 일평균 PM2.5 평균농도는 연기, 천안, 홍성, 논산, 보령, 당진, 태안의 순으로, 각각 45.8, 44.2, 37.6, 35.2, 31.7, 31.6, 21.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 이들 PM2.5 측정 결과는 비록 측정이 15일간의 단기 측정이라는 한계를 가지고 있으나, 충남의 일부지역에서는 미세영역 먼지의 오염도가 높은 수준에 이르고 있음을 추정케 하는 결과이다. 이들 측정지점 중 태안은 충남지역 중 가장 서쪽에 위치한 지역으로 내륙의 인위적 오염원으로부터 독립된 지역이다. 이런 이유로 중국 등으로부터 국내에 유입되는 오염물의 배경농도를 측정하기 위해 국가 배경농도측정망이 운영되고 있다. 따라서 태안의 측정치를 근거로 충남지역으로 유입되는 미세영역 먼지의 배경농도를 유추해 볼 수 있는데 태안에서 측정된 일평균 PM2.5와 PM1 농도는 각각 21.1, 18.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 측정지 중 가장 낮은 값을 나타냈다. 앞서 살펴본 바와 같이 국내 대기환경 측정망에서는 대기

**Table 1. Sampling periods and average meteorological data during the samplings.**

Locations	Sampling periods	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Wind speed (m/s)
Cheonan	5/3 ~ 7/28	21.8	64.6	0.95
Hongseong	7/29 ~ 8/1	29.0	76.9	1.18
Dangjin	8/23 ~ 9/6	25.3	71.4	1.49
Taeon	9/27 ~ 10/11	19.6	69.3	1.18
Boryeong	11/15 ~ 11/29	7.6	58.4	1.95
Yeongi	12/27 ~ 1/10	-1.2	55.6	0.34
Nonsan	1/16 ~ 2/1	3.8	62.0	0.90

**Table 2. The daily average PM10, PM2.5, and PM1 concentrations measured in Chungnam.**

		Taeon	Dangjin	Cheonan	Hongseong	Yeongi	Boryeong	Nonsan
PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mean	30.0	42.9	59.4	46.3	32.3	46.0	55.0
	Max	50.9	82.0	99.3	73.2	136.5	118.2	120.2
	Min	14.9	15.9	22.9	17.0	28.4	19.8	19.0
PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mean	21.1	31.6	44.2	37.6	45.8	31.7	35.2
	Max	43.8	66.1	81.8	64.4	113.2	74.7	61.9
	Min	8.2	8.2	17.5	11.5	15.9	13.3	14.3
PM1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mean	18.0	27.4	37.3	30.7	30.2	26.4	30.2
	Max	40.0	59.9	70.3	55.9	49.9	57.8	49.9
	Min	5.7	5.7	15.1	8.6	14.0	11.4	13.3

**Table 3. Fractions of PM2.5 and PM1 in PM10 measured in Chungnam.**

		Taeon	Dangjin	Cheonan	Hongseong	Yeongi	Boryeong	Nonsan
PM2.5/PM10, %		68.9 ± 6.7*	68.8 ± 8.7	76.1 ± 4.2	79.3 ± 4.8	69.9 ± 7.2	69.2 ± 3.5	68.3 ± 6.8
PM1/PM10, %		58.0 ± 7.2	58.0 ± 9.1	64.2 ± 3.9	64.2 ± 4.5	64.1 ± 7.7	59.0 ± 4.6	60.5 ± 8.9

\*Errors represent 95% confidence intervals.

입자는 모두 PM10을 측정하고 있다. 따라서 이들 측정망 자료를 이용하여 PM2.5를 포함하는 미세영역의 먼지 농도를 예측할 수 있을 경우, 기존자료를 통해 미세영역 먼지 오염도를 유추할 수 있게 된다. 이를 위해 각 측정지별로 Dust Monitor를 통해 측정된 PM10, PM2.5, PM1 자료를 이용하여 PM10 중 PM2.5와 PM1의 비율을 분석하여 표 3에 기술하였다. 전체 측정지에서 PM10 중 PM2.5가 약 68~80%로, PM1은 약 58~64%로 나타났는데, PM2.5/PM10 비율의 경우 그 범위가 PM1/PM10에 비해 크게 나타났다. 이는 미세 영역 먼지의 경계가 직경이 1~3  $\mu\text{m}$ 로, PM2.5의 경우 이 경계 영역에 포함되어 있기 때문으로 사료된다. PM1/PM10 비율의 경우, 비록 오차범위까지는 하나 연기, 천안, 홍성지역과 논산, 보령, 당진, 태안지역이 구분되고 있다. 연기/천안/홍성의 경우 PM1/PM10 비율이 약 64%로, PM1/PM10 비율이 60% 내외인 논산/보령/당진/태안의 경우에 비해, PM10 중 미세영역의 먼지가 차지하는 비율이 약 4~6% 많음을 보여준다. 미세영역의 먼지 비율이 상대적으로 높게 나타난 지역은 모두 내륙에 위치한 공통점을 가지고 있다. 이는 내륙지역의 경우 미세영역 먼지의 발생원인 인위적 배출원이 자연적배출원에 비해 상대적으로 높은 비율이기 때문으로 판단된다.

그림 2에 각 측정지별 시간에 따른 미세영역먼지(PM2.5)와 조대영역먼지(PM2.5~10)의 농도 변화를 분석하여 나타냈다. 그림 2에 나타난 바와 같이 PM2.5 농도는 전 측정지에서 오전 6시부터 9시와 오후 7시 이후에 하루 중 가장 높은 농도를 나타냈다. 이는 이 시간대에 교통량이 최대임을 고려할 때, 측정지 PM2.5의 상당부분이 이동오염원의 연소생성물에 의해 생성됨을 유추할 수 있다. 반면 PM2.5~10의 경우, PM2.5와 비슷한 일변화 경향을 보이고 있으나, 시간대별 농도 차이가 상대적으로 미미하였다. 이는 기계적 과정에 의해 생성되는 조대영역먼지의 경우, 이동오염원에 의한 영향이 상대적으로 미미하기 때문으로 사료된다.

### 3. 2 풍향별 오염도

각 측정지별로 풍향에 따른 미세영역먼지(PM2.5)와 조대영역먼지(PM2.5~10)의 농도를 분석하여 각 영역별 주요 오염원의 공간적 위치를 파악하고자 하

였다. 각 측정 시간별 평균 풍향과 이때의 각 영역별 먼지농도를 분석하여, 그림 3에 각 측정지별로 풍향에 따른 PM2.5와 PM2.5~10의 농도분포를 나타냈다. 천안의 경우 측정기간 중 상명대학교 캠퍼스에는 남풍이 주풍이었으며, 미세영역 먼지 농도는 특정 풍향에 따른 큰 차이를 보이지 않고 균일한 분포를 나타냈다. 이는 연소생성물의 응축, 응집과 같은 화학적 과정에 의해 생성되는 미세영역 먼지 오염원이 특정방향에 존재하지 않고 전체적으로 존재하고 있음을 보여준다. 반면 기계적 과정에 의해 생성되는 조대영역 먼지의 경우, 최대 풍향방향인 남쪽에서 높은 농도를 보여 주고 있어, 미세영역과 조대영역 먼지의 발생원이 일치하지 않음을 보여준다. 홍성의 경우 측정기간 중 남동풍이 주풍이었으며, 풍향별 미세영역 먼지의 농도는 풍향별 큰 차이를 보이지는 않았다. 조대영역 먼지 역시, 풍향별 차이가 크지 않아, 조대영역과 미세영역 먼지 모두 특정 방향의 주요 오염원이 존재하지 않는 것으로 분석되었다. 당진의 경우 서해에서 불어오는 서풍이 주풍이었으며, 풍향별 미세영역과 조대영역 모두 북서쪽 풍향에서 상대적으로 높은 농도를 보였다. 특히 이 경향은 미세영역 먼지에서 더 뚜렷하게 나타났다. 이는 측정위치에서 북서쪽에 미세영역 먼지의 배출원이 있음을 시사해주는 것으로, 측정위치 북서쪽 20 km지점에 500 MW급 5기 규모의 화력발전소가 위치해 있어, 이의 영향일 가능성이 있다. 이에 대해서는 모델링을 포함하는 정밀조사를 통한 확인이 필요하다. 또한 측정위치에서 북동쪽 약 20 km지점에 철강산업단지가 있으나, 이 풍향에서 먼지농도의 증가는 없어, 이들 배출원의 영향은 미미한 것으로 나타났다. 국가배경농도 측정망이 운영되고 있는 태안의 경우, 측정기간 중 태안시청에는 서풍이 주풍이었으며, 풍향별 미세영역 먼지의 농도는 주풍 방향에서 상대적으로 높은 농도를 나타냈다. 측정지점에서 북북서 방향으로 약 19 km지점에 500 MW급 2기 규모의 석탄화력발전소가 운영 중에 있으나, 이 방향에서 미세영역 먼지의 증가는 나타나지 않았다. 이는 태안 측정지점 대기의 미세영역 먼지는 대부분은 서풍에 의해 해상으로부터 유입되는 것임을 시사해준다. 보령시의 경우 동남풍과 북동풍이 주풍이었으며, 미세영역 먼지의 농도는 북동풍에서 상대적으로 높은 농도를 보였다. 측정위치에서 북동쪽에 보령시 중심지가 위치하고 있

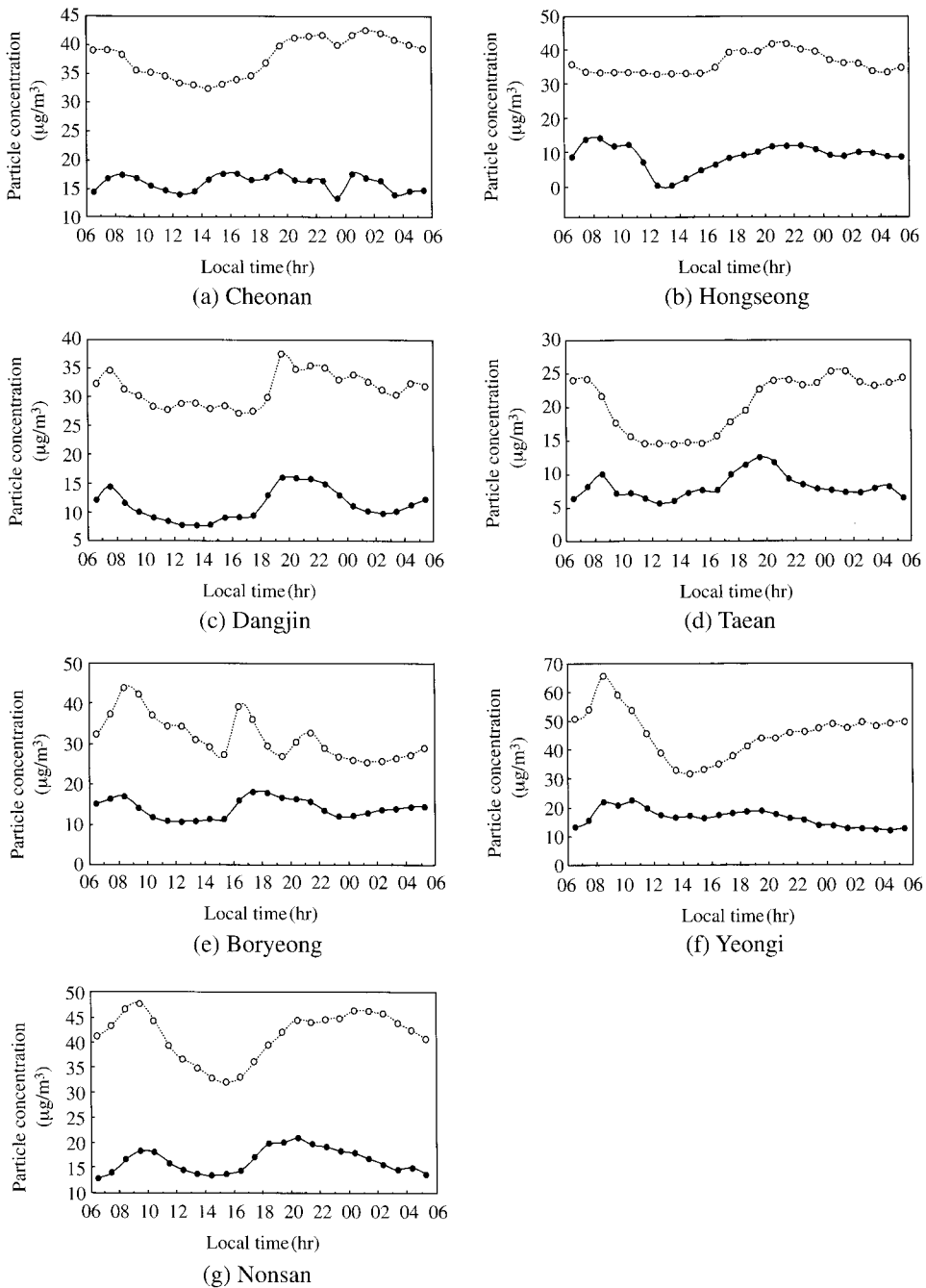


Fig. 2. Temporal variations of 1-hr average concentrations of PM2.5 (○) and PM2.5-10 (●) measured in Chungnam.

며, 북서쪽 10km지점에는 500MW급 6기 규모의 석탄화력발전소가 운영 중에 있다. 이는 측정지점 대기

의 미세영역 먼지는 보령시 중심지에서 유입되며, 보령화력발전의 영향은 미미함을 나타낸다. 연기군의

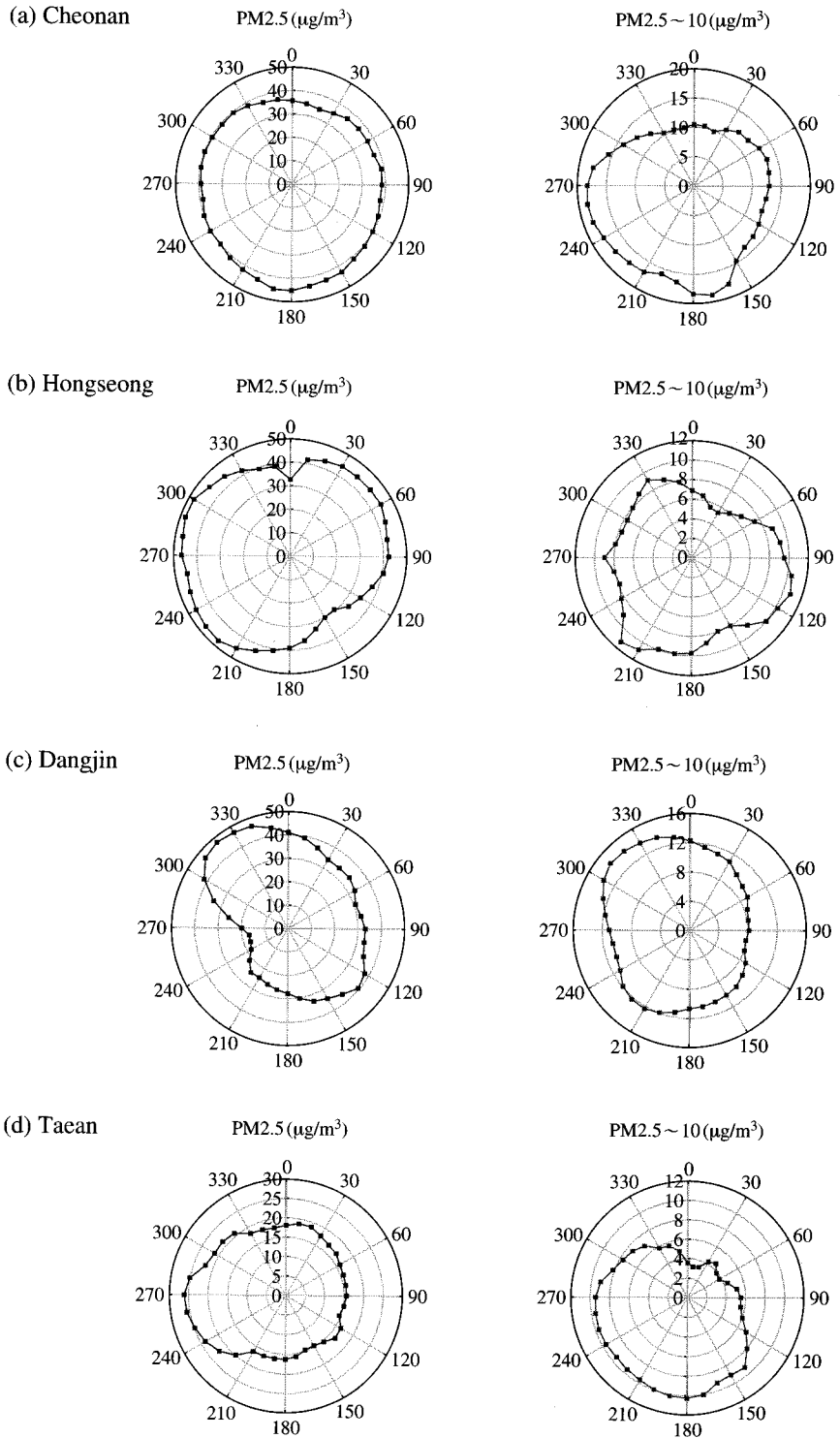


Fig. 3. Distributions of PM2.5 and PM2.5~10 concentrations according to wind direction.

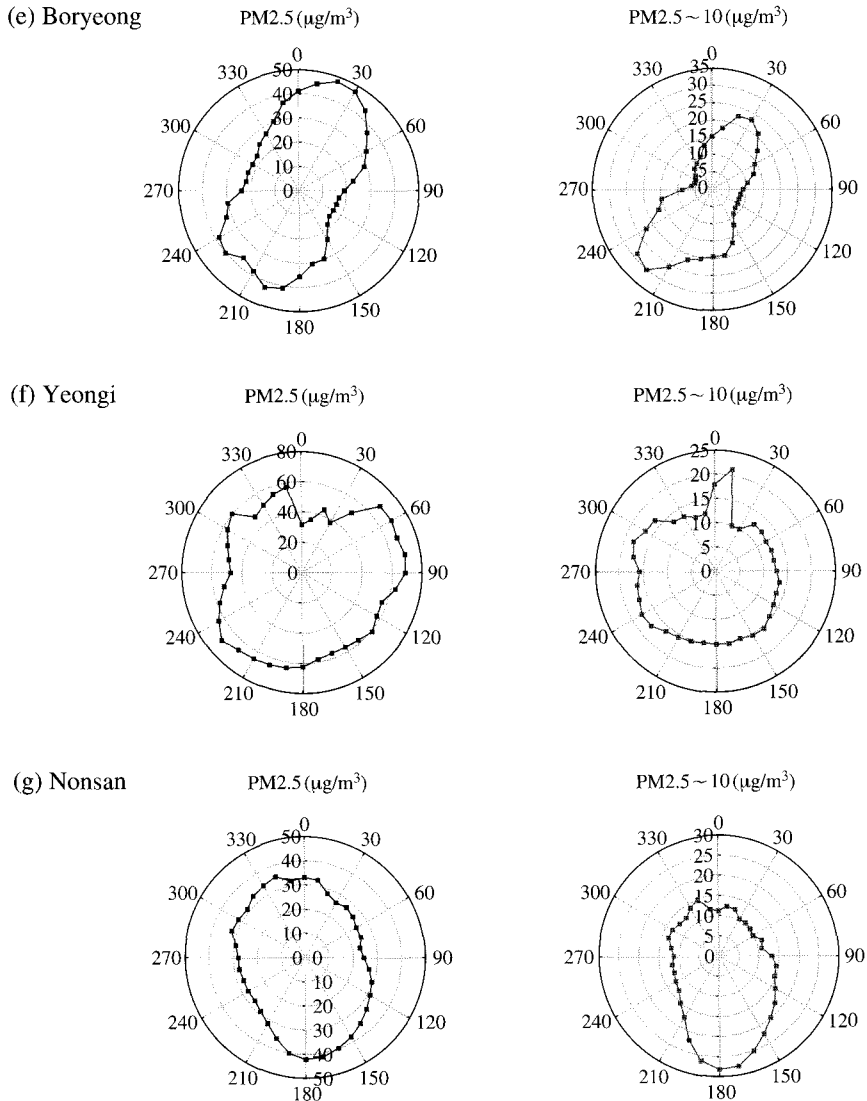


Fig. 3. Continued.

경우 남풍이 주풍이었으나, 풍향별 미세영역 먼지의 농도는 북동에서 남서풍에 걸쳐 다소 높은 농도를 보였으나, 앞서 태안이나 보령과 같은 큰 차이를 보이지는 않아, 특정 방향의 주요 오염원이 존재하지 않는 것으로 분석되었다. 논산의 경우, 측정기간 중 남풍이 주풍이었으며, 주풍방향에서 미세영역과 조대영역 모두 상대적으로 높은 농도를 나타냈다. 또한 미세영역과 조대영역의 풍향별 농도 분포가 동일한

경향을 보이는 특징을 나타냈다.

#### 4. 결 론

충남지역의 7개 주요 지점을 선정하여 각 지점별 미세영역 먼지의 오염도를 측정 분석하였다. 측정기간 중, 전 측정지점에서 일평균 PM10 측정치는 국내



의 대기환경기준을 모두 만족시키고 있었으나, 미세먼지인 PM2.5의 경우, 천안, 당진, 보령, 연기에서 미국 일평균 PM2.5농도 기준인 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 일수가 관측되어, 미세먼지 오염도가 PM10에 비해 심각함을 나타냈다. PM10 중 미세먼지(PM1)가 차지하는 비율은 연기, 천안, 홍성이 약 64%로, 논산, 보령, 당진, 태안이 약 58~60%로, 천안, 연기, 홍성의 3개 지역이 타 지역에 비해 미세먼지 비율이 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과는 충남지역 대기 중 미세먼지 오염도가 주요한 대상 오염물질을 보여주는 것으로서, 향후 미세먼지 대한 지속적인 체계적인 조사를 통해 효과적인 미세먼지 제어 전략의 수립이 필요할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 충남환경기술개발센터의 연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

### 참고 문헌

김민영, 조석주 (2004) Portable Aerosol Spectrometer의 실용성 평가, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 93-97.

박진수, 김신도 (2005) 서울과 인천지역 PM10과 PM2.5 중 2차생성 탄소성분 추정, 한국대기환경학회지, 21 (1), 131-140.

신혜정, 김지영, 최병철, 오성남, Jianzhen Yu, Keith Bower (2002) ACE-Asia 집중관측기간에 제주도산에서 측정된 대기오염물질의 농도 분포특성, 한국대기환경학회지, 18(6), 487-502.

이보경, 김영훈, 하재윤, 이동수 (2005) 자동연속측정시스템 개발 및 이 시스템을 이용한 서울 대기 중 PM2.5의 화학적 조성과 특성에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 21(4), 439-458.

환경부 (2005) 대기환경연보 2004.

Pandis, S.N., A.S. Wexler, and J.H. Seinfeld (1995) Dynamics of tropospheric aerosols, *Journal of Physical Chemistry*, 99, 9646-9659.

Querol, X., A. Alastuey, C.R. Ruiz, B. Artinano, H.C. Hansson, R.M. Harrison, E. Buringh, H.M. ten Brink, M. Lutz, P. Bruckmann, P. Straehl, and J. Schneider (2004) Speciation and origin of PM10 and PM2.5 in selected European cities, *Atmospheric Environment*, 38, 6547-6555.

Smith, K.R. (2002) Why particles?, *Chmosphere*, 49, 867-871.

Viana, M., X. Querol, A. Alastuey, G. Gangoiti, and M. Mendez (2003) PM levels in the Basque Country (Northern Spain): analysis of a 5-year data record and interpretation of seasonal variations, *Atmospheric Environment*, 37, 2879-2891.

Willeke, K. and K.T. Whitby (1975) Atmospheric aerosols: size distribution interpretation, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 25, 529-534.