

## OA5 부산지역 PM10농도의 시간 및 공간적 변화 특성

전병일

신라대학교 환경공학과

### 1. 서론

입자의 크기가  $10\mu\text{m}$ 보다 작은 입자상 물질인 PM10은 에어로졸의 일종으로 도시지역에서 오존과 함께 최우선적으로 고려되는 오염물질로 알려져 있다. 에어로졸은 자연적이거나 인위적인 원인으로부터 유발되고 화학적 조성, 크기, 대기에서의 lifetime이 상당히 다르다. 미세먼지는 자연적으로 화산폭발, 자연적인 화재, 바람 등으로 인해 발생하고, 인위적으로 화석연료를 사용하는 연소시설, 유리 및 도자기 제조시설, 금속의 용융, 제련 및 열처리 시설, 석유화학제품 제조시설, 시멘트, 석회 제품 제조시설 등과 자동차 배출가스 및 타이어 마모에서 배출된다. 부산지역에서의 대기오염에 관한 연구는 주로 오존에 치우쳐 있었다. 연안지역에 위치하고 있는 지형적인 영향으로 해륙풍이 발생하므로 이에 대한 연구가 진행되었다. 부산에서의 PM10에 대한 연구로서 low volume air sampler로 PM10을 포집하여 금속성분의 분석에 대한 연구는 있으나, 시간별 자료를 이용하여 시간, 공간적인 연구를 구체적으로 연구한 예는 없는 실정이다. 본 연구에서는 1999년부터 2002년까지 부산지역에서 측정된 시간별 PM10 농도를 이용하여 시간적, 공간적 농도특성을 고찰한 뒤, 일평균 농도가  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$  이상인 고농도 PM10일을 추출하여 황사와 비황사시로 구분하여 그 특성을 알아보았으며, 마지막으로 부산지역 5개 지점에서 동시에 대기환경기준을 초과한 고농도 PM10 episode를 추출하여 기상학적인 접근으로 그 원인을 찾고자 하였다.

### 2. 자료 및 방법

본 연구에 사용된 자료는 부산시가 관리하는 대기오염측정망 자료 중 PM10농도로 1999년 1월 1일부터 2002년 12월 31일까지 측정된 시간별 자료이다. 자료의 신뢰도를 높이기 위해서 하루 24시간 관측자료 중 3분의 2에 해당하는 16시간 이상의 관측치가 있는 날만을 선택하여 분석하였다. PM10을 기상학적으로 분석하기 위해서 부산 지방기상청에서 관측한 풍향, 풍속, 강수량, 기온, 시정 자료를 이용하였다. 부산지역의 대기오염농도는 지역적 특성을 고려하여 주거지역으로 덕천동, 재송동, 연산동, 대연동의 4개 지점, 상업지역으로 범천동, 광복동의 2개 지점, 공업지역으로 신평동, 감전동의 2개 지점, 녹지지역으로 동삼동 모두 9개 지점에서 측정되고 있다. 최근에 강서구 대저동과 기장군 기장읍이 추가되었고, 자동차오염측정소로 동래구 온천동과 동구 초량동이 지정되어 있다.

### 3. 결과 및 고찰

Table 1은 본 연구기간 동안 부산지역 9개 지점에서 측정된 PM10 농도의 지역별, 계절별 특성을 요약한 것이다. 전 지역의 평균농도의 범위는 47~77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 그 편차가 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이나 나타나 지역별 오염농도 차이가 매우 큰 것으로 나타났다. 공업지역인 감전동과 신평동의 평균 농도는 각각 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 매우 높은 농도를 나타내었으며, 특히 주거지역인 대연동이 공단지역 못지않게 높은 농도(76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )를 나타내었다.

Table 1. Mean and standard deviation based on hourly concentrations observed in Busan.

site	All data ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Mean $\pm$ SD	Annual mean( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				Seasonal mean( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		1999	2000	2001	2002	Spr.	Sum.	Fall	Win.
Kwangbokdong	58 $\pm$ 44	-	49	57	65	70	46	55	52
Beomcheondong	60 $\pm$ 43	59	54	55	74	72	54	55	55
Yeonsandong	60 $\pm$ 44	57	62	54	68	79	51	53	56
Daeyeondong	76 $\pm$ 51	85	76	65	77	95	64	65	73
Jaesongdong	59 $\pm$ 43	47	56	59	74	68	50	55	62
Dongsamdong	47 $\pm$ 42	-	36	43	60	56	37	45	48
Sinpyeongdong	75 $\pm$ 57	79	75	71	77	94	52	75	78
Gamjeondong	77 $\pm$ 60	85	80	69	76	89	55	79	84
Deokcheondong	64 $\pm$ 49	61	63	63	67	85	51	52	66

우리나라 대기환경기준치는 연간 평균 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, 24시간 평균 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 규정하고 있으며, 본 연구에서의 고농도 PM10 발생일은 24시간 평균기준치(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 이상인 날을 선정하였다. Table 3은 부산지역 9개 지점에서 지난 4년간 일평균 농도가 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이상인 날을 추출하여 지역별, 월별로 그 특성을 나타낸 것이다. 팔호안의 값은 부산지역의 황사 발생일을 나타낸 것이다.

Table 3. Occurrence frequency of PM10 episode day(daily mean $\geq 150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at air quality monitoring sites in Busan for last 4 years(1999, 2000, 2001, 2002). The values in parenthesis are number of Yellow sand occurrence in Busan.

Site	Month												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Kwangbokdong	1		6(6)	5(5)	1(1)	1			1	1	1(1)		17(13)
Beomcheondong	2(1)		7(6)	7(6)		3			1	2	1(1)		23(14)
Yeonsandong			9(9)	5(4)	3(1)						1(1)		18(15)
Daeyeondong	4(3)		15(12)	11(9)	3(1)	6				3	1(1)		43(26)
Jaesongdong	2(2)		5(5)	3(3)	1(1)						1(1)		12(12)
Dongsamdong			5(5)	3(3)	2(2)						1(1)		9(9)
Sinpyeongdong	9(4)		19(10)	11(9)	4(2)					10	3(1)	4	61(27)
Gamjeondong	13(5)	2	19(13)	10(8)	2(1)	5				5	1(1)	5	62(28)
Deocheondong	5(4)	1	11(10)	10(9)	1	1					1(1)		31(25)
Total	36 (19)	3	96 (76)	65 (56)	17 (9)	16			2	21	11 (9)	9	276 (169)

#### 4. 결론 및 요약

1. 부산 지역의 PM10의 평균농도 범위는  $47\sim 77\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 공업지역인 감전동과 신평동 그리고 주거지역인 대연동이 각각  $77\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $76\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았으며, 녹지지역인 동삼동은  $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 계절적으로 모든 지점에서 봄에 가장 높은 농도를 나타내었으며, 여름철에 가장 낮은 농도를 나타내었다.

2. 24시간 평균기준치( $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 이상인 고농도 PM10이 가장 많이 발생한 지점은 공업지역인 감전동으로 62일이었으며, 신평동이 61일로 두 번째이었고 대연동이 43일로 세 번째이였으며, 동삼동이 가장 적은 9일이었다. 월별로 보면, 황사가 가장 많이 발생한 3월이 96일로 전체의 35%로 가장 많았으며, 4월이 65일(24%)로 두 번째이었고, 1월이 36일(13%)로 세 번째이였으며, 여름철인 7월과 8월은 단 하루도 고농도 PM10이 발생하지 않았다. 황사 발생일의 경우에 고농도 PM10이 여러 지점에서 동시에 발생하였고, 비황사일의 경우는 대부분 3개 지점 이하에서 고농도 PM10이 발생하였다.

3. PM10농도의 일변화는 새벽 4~6시와 오후 4~5시경에 최저농도를 보였고 오전 9시에서 11시 사이에 극값에 도달하고 다시 감소하였다가 18시 이후부터 자정까지 점차 증가하는 경향을 보이는 2개의 peak를 보이는 형태를 보이고 있다.

4. 부산지역 9개 지점 중 5개 지점에서 동시에 고농도 PM10을 나타낸 2000년 5월 1일의 고농도 발생 원인은 야간의 강풍( $6\sim 9\text{m}/\text{s}$ )에 의해 먼지가 재비산되면서 지속적으로 고농도가 유지된 것으로 판단되며, 2002년 1월 13일의 경우는 앞의 사례와 반대로 1월 12일 야간과 13일 새벽의 약한 바람( $1\sim 2\text{m}/\text{s}$  내·외)과 중층운과 하층운의

영향으로 야간복사냉각이 적어 최저기온이 10.5℃정도로 매우 높은 기온을 유지한 채 먼지가 침적하지 않고 계속 대기 중에 부유하여 농도가 지속적으로 상승하였다고 할 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- 전병일, 2003, 2002년 부산지역 황사/비황사시 PM10 중의 중금속 농도 특성, 환경영향평가, 12(2), 99-108.
- 진윤하, 구해정, 김봉만, 김용표, 박순웅, 2003, 한반도 11개 도시의 1995~2000년 PM10농도 변화 경향, 한국대기환경학회지, 19(2), 231-245.
- van der Wal, J. T. and L. H. J. M. Janssen, 2000, Analysis of spatial and temporal variation of PM10 concentration in Netherlands using kalman filtering, Atmos. Enviro., 34, 3675-3687.