2A4) 부산지역 PM_{10}과 $PM_{2.5}$농도의 시 · 공간적 변화 특성

Characteristics of Spacio-Temporal Variation for PM_{10} and $PM_{2.5}$ Concentration in Busan

전병일 · 황용식[1] · 김명우[2]
신라대학교 환경공학과, [1]부산대학교 의학전문대학원 석면중피종연구센터,
[2]Ohio University Air Quality Center

1 서 론

부산시는 우리나라에서 두 번째로 큰 도시이자 제1의 항구도시로서 산업발달과 도시화에 따른 교통량의 증가에 의해 미세먼지 농도가 증가하고 그에 대한 관리대책이 시급한 과제로 대두되고 있다. 또한 선박에서 배출되는 대기오염물질과 해수에서 방출되는 해염이 부산지역의 미세먼지 형성에 영향을 미치고 있다. 과거에는 주로 총부유분진과 이산화황과 같은 대기오염물질에 관심이 많았으나, 최근에는 입경이 10 ㎛ 이하나 2.5 ㎛ 이하의 먼지에 대한 관심이 증대되고 있다. 본 연구는 부산지역에서 2006년 1월부터 2008년 12월까지 최근 3년간 대기오염자동측정망에서 측정된 PM_{10}과 $PM_{2.5}$농도자료를 이용하여, 미세먼지의 계절별, 월별, 시간별 특성과 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 비의 특징을 밝혀, 향후 부산시의 미세먼지 대기질 관리 대책 수립과 미세먼지 대기질 기준의 설정에 기여하고자 한다.

2. 자료 및 분석방법

본 연구에서 사용한 PM_{10}, $PM_{2.5}$의 측정자료는 2006년 1월부터 2008년 12월까지 3년간의 시간별 평균자료로, 부산지역 19개 자동관측망 중(도로변 2개소 포함)에서 PM_{10}과 $PM_{2.5}$를 동시에 관측하는 장림동, 연산동, 기장읍, 좌동의 자료를 사용하였다. 측정자료의 선택은 일평균 자료의 경우, 24시간 중에서 70%(18시간)이상 측정된 자료를 유효자료로서 취급하였고, 월평균 자료의 경우는 30일을 기준으로 관측치가 20이상일 때이고, 연평균 자료는 12개월 중 9개월 이상의 자료가 존재할 경우 유효한 자료라고 하였다. PM_{10}과 $PM_{2.5}$를 동시에 측정하는 지점은 공업지역인 장림동, 주거지역인 연산동, 기장읍, 좌동으로 모두 4개 지점이다. 장림동은 중 · 소규모의 공장이 밀집한 지역으로 부산의 대표적인 공업단지로 자동차 통행량과 공장에서 배출되는 오염물질이 많은 곳이며, 연산동은 부산의 도심에 위치한 주거지역으로서 주변에 아파트와 단독주택 등이 밀집해 있다. 기장읍은 부산의 남동해안에 위치한 교외지역으로서 주변에 녹지가 풍부하며 최근에는 아파트가 들어서고 있는 추세이며, 좌동은 부산의 해운대 신도시에 있으며 주변의 수많은 아파트로 둘러싸여 있는 전형적인 주거지역이다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 부산지역 장림동, 연산동, 기장읍, 좌동에서 2006년부터 2008년까지 3년간 측정된 PM_{10}과 $PM_{2.5}$의 연평균농도를 나타낸 것이다. PM_{10}농도의 경우, 4개 지점 모두 2006년에서 2008년으로 갈수록 농도는 감소하고 있다. 장림동을 제외한 세 지점 모두 PM_{10}의 연평균 기준치인 50 ㎍/㎥을 만족하고 있다. 그리고 장림동은 2008년의 농도가 58.8 ㎍/㎥으로 2007년에 비해 11.5 ㎍/㎥이 감소하여 최근의 부산시 미세관리 대책이 어느 정도 실효성을 거두고 있는 것으로 판단된다. $PM_{2.5}$의 경우도 PM_{10}과 마찬가지로 장림동과 연산동의 농도는 매년 감소하고 있는 추세이나, 기장읍과 좌동은 거의 변함이 없다.

그림 1은 부산지역 4개 지점의 PM_{10}과 $PM_{2.5}$농도 월변화를 나타낸 것이다. PM_{10}의 경우, 4개 지점 모두 유사한 월변화 경향을 나타내고 있다. 4월에 황사의 영향으로 가장 높은 농도를 나타내고 그 후 9월까지 지속적으로 감소하다가 10월에 급작스러운 상승을 나타내었고 12월까지 비슷한 농도를 나타내었다. 4월의 평균농도는 86.5 ㎍/㎥(장림동)에서 67.9 ㎍/㎥(좌동)까지이며, 9월의 평균농도는 44.0 ㎍/㎥(장림동)부터 25.1 ㎍/㎥(기장읍)의 분포를 보였다. 기장읍과 좌동은 변화경향과 농도가 거의 일치하는 것을

볼 수 있으며, 장림동은 10월 이후 겨울과 봄철에도 계속 70 ㎍/㎥ 이상의 고농도 PM_{10}을 나타내었다. $PM_{2.5}$의 경우는 PM_{10}과 다른 월변화 양상을 나타내었다. 장림동은 1월부터 4월까지 지속적으로 감소하다가 5월에 일시적으로 상승한 후 9월까지 다시 하강한 다음, 10월에 급하게 상승하고 그 후 12월까지 계속 농도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 연산동과 기장읍 그리고 좌동은 거의 유사한 월변화 경향을 나타내고 있다. 5월에 일시적으로 상승한 후 9월까지 계속 하강하고 10월에 급한 상승을 나타내고 있다. $PM_{2.5}$는 PM_{10}과는 달리 4월의 고농도가 없고 장림동을 제외하면 그 변화폭이 매우 약하다. PM_{10}과 마찬가지로 기장읍과 좌동은 거의 동일한 월평균농도를 나타내고 있다. PM_{10}과 $PM_{2.5}$ 모두 9월에 최저농도를 나타내고 10월 이후 미세먼지의 농도가 증가하는 양상을 나타내고 있다. 이는 10월이 되면 여름철과는 달리 난방연료 등의 연소와 기상학적 요인으로 미세먼지의 농도가 급하게 상승하는 것으로 판단된다.

Table 1. Annual mean values of PM_{10} and $PM_{2.5}$ concentrations observed at Jangrimdong, Yeonsandong, Gijangup, and Joadong.

Station	Land-use	PM_{10}(㎍/㎥)				$PM_{2.5}$(㎍/㎥)			
		2006	2007	2008	'06-'08	2006	2007	2008	'06-'08
Jangrimdong	Industrial	72.2	70.3	58.8	67.0	43.0	43.2	32.8	39.6
Yeonsandong	Residential	52.5	50.6	44.0	49.1	29.3	27.5	27.1	27.9
Gijangup	Residential	43.3	41.6	41.3	42.1	21.8	21.1	21.1	21.4
Joadong	Residential	43.5	42.6	40.5	42.2	21.3	21.6	22.1	21.7

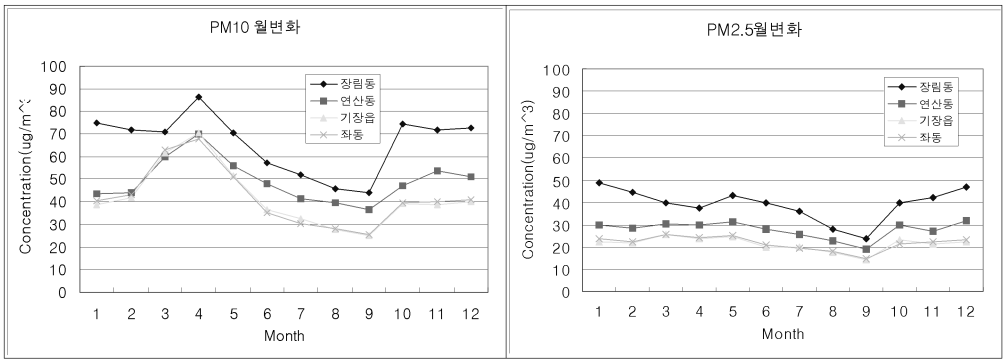

Fig. 1. Monthly variation of average PM_{10} and $PM_{2.5}$ concentration(㎍/㎥) at Jangrimdong, Yeonsandong, Gijangup, and Joadong from 2006~2008.

그림 2는 부산지역 4개 지점의 PM_{10}과 $PM_{2.5}$농도의 일변화를 나타낸 것이다. PM_{10}의 경우, 장림동은 1시부터 8시까지 65 ㎍/㎥ 정도의 농도를 유지하다가 10시에 최고농도를 나타내고 14시까지 지속적으로 하강한 후 자정까지 60 ㎍/㎥ 정도의 고농도를 나타내었다. 연산동은 최고농도를 나타낸 시각이 장림동보다 1시간 늦은 11시이었으며, 기장읍과 좌동은 거의 유사한 일변화 경향을 나타내었으며, 그 변화폭이 장림동이나 연산동에 비해서 매우 작았다. $PM_{2.5}$의 경우, 장림동은 PM_{10}과 거의 동일한 일변화 경향을 나타내고 있다. 다만, 20시 이후의 상승경향이 PM_{10}보다는 강하고 22시후부터 새벽과 오전 내내 40 ㎍/㎥ 이상의 고농도가 지속되고 있다.

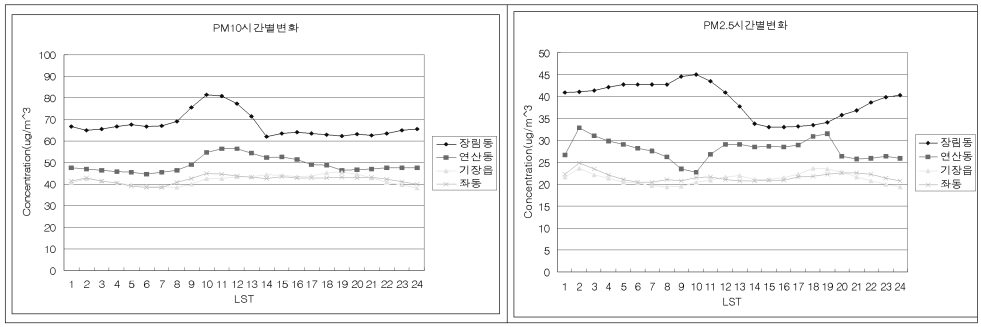

Fig. 2. Diurnal variation of PM_{10} and $PM_{2.5}$ at Jangrimdong, Yeonsandong, Gijangup, and Joadong.

참 고 문 헌

전병일 (2003) 부산지역 PM_{10}농도의 시간 및 공간적 변화 특성, 한국환경과학회지, 12(10), 1033-1041.

DeGaetano, A.T. and O.M. Doherty (2004) Temporal, spatial and meteorological variations in hourly $PM_{2.5}$ concentration extremes in New York City, Atmos. Environ., 38, 1547-1558.

Wojas, B. and C. Almquist (2007) Mass concentrations and metals speciation of $PM_{2.5}$, PM_{10}, and total suspended soilds in Oxford, Ohio and comparison with those from metropolitan sites in the Greater Cincinnati region, Atmos. Environ., 41, 9064-9078.