

# 김해지방의 대기오염 특성

박종길, 김종필<sup>1</sup>, 김지형<sup>\*</sup>

인제대학교 환경학과, <sup>1</sup>김해시 위생사업처리소

## 1. 서 론

대기오염은 오염물질의 다량 배출에 의해 발생하지만, 배출량이나 배출원의 조건에 큰 변화 없이도 지역 대기환경은 시간적, 공간적으로 크게 변화한다. 김해시는 김해군과의 통합으로 시역이 확대되고 중규모 도시로의 발전을 꾀하고 있는 바, 지리적으로 해안가와 인접하여 있고 다른 한쪽은 산으로 둘러싸여 분지를 이루고 있을 뿐 아니라, 공업지역과 주거지역 그리고 논공단지가 형성되어 도시 전역에 각종 오염원이 분포하고 있으므로, 인근 연안에서 발달하는 국지풍인 해륙풍과 산곡풍의 영향을 받아 오염물질이 순환되고 있으나, 이들이 체류하거나 수렴할 경우, 또는 대기가 매우 안정하여 분지 내에 무풍상태가 지속될 경우 대기오염농도가 국지적으로 높은 농도를 나타낼 수 있는 조건을 가지고 있다.

본 연구는 1995년 5월 10일 김해시·군의 통합으로 형성된 도농 복합도시이며 최근 도시화, 산업화를 서두르고 있는 김해를 대상으로 관측되어진 5개 대기오염물질(SO<sub>2</sub>, PM-10, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO)의 농도의 발생빈도와 시간별, 월별, 계절별 변화 및 기상요소와의 상관관계를 조사 분석하여 대기오염의 특성을 파악하고자 한다.

## 2. 조사내용 및 자료

김해지방의 대기오염 특성을 분석하기 위하여 김해시 중심가에 위치한 동상동 지점에서 관측하고 있는 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM-10, O<sub>3</sub>의 일평균 농도(1996년 12월 ~ 1997년 11월) 자료를 사용하여, 농도별 발생빈도 및 월별, 계절별 시계열 분포를 비교 분석하였으며 각 오염물질의 일변화 경향을 계절별로 분석하였다. 또한 오염물질 및 기상인자와의 상관관계를 알아보기 위하여 김해시와 인접한 김해공항의 기상관측자료(1996년 12월 ~ 1997년 11월) 가운데 일평균 기온, 풍속, 운량, 기압, 그리고 상대습도 자료를 이용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 대기오염물질농도의 발생빈도 및 월별, 계절별 분포특성

김해시에서 관측되어진 아황산가스의 일평균농도의 발생빈도는 2.5ppb이하에서 62.5ppb까지 13개 계급으로 구분되어지나 기준(140ppb)을 초과하는 날은 없었다. 가장 많은 빈도를 나타낸 것은 12.6~17.5ppb 사이로 121일 발생하여 전체의 37%를 차지하고 있으며 7.6~22.5ppb가 전체의 82.3%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 아황산가스의 월평균 분포를 보면(Table 1 참조) 8월이 10 ppb로 가장 낮고 12월이 26 ppb로 가장 높게 나타났으며 연평균 16.67 ppb를 나타내고 있으며, SO<sub>2</sub> 농도의 계절 분포는 늦가을과 겨울철에는 농도가 높고 하계로 갈수록 농도가 낮아지는 주기적인 분포를 보이고 있으며 다른 도시의 경우와 유사한 분포를 보이고 있다.

Table. 1 Monthly mean concentration of air pollutants in Dongsang-dong of Kimhae city(1996. 12 - 1997. 11).

		Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Annual
SO <sub>2</sub> ppb	max	169	146	141	79	66	53	39	36	21	31	36	49	169
	min	6	5	6	7	7	4	4	4	2	3	5	3	2
	avg	26	17	17	19	17	16	15	15	10	13	16	19	16.67
CO 0.1ppm	max	51	41	35	30	24	59	13	16	18	23	25	25	59
	min	5	6	8	6	6	5	2	2	5	3	6	6	2
	avg	22	19	19	13	11	10	6	7	10	8	12	13	12.5
O <sub>3</sub> ppb	max	47	54	59	56	72	59	119	58	79	74	47	41	119
	min	1	2	1	0	1	1	1	1	1	4	1	1	0
	avg	16	21	23	24	22	19	21	16	19	27	17	10	19.58
NO <sub>2</sub> ppb	max	69	62	54	66	69	48	64	95	75	98	114	111	114
	min	5	4	2	4	7	3	1	4	1	1	1	4	1
	avg	30	22	20	23	22	20	22	32	23	21	37	38	25.83
PM10 μg/m <sup>3</sup>	max	357	270	329	283	246	243	208	257	239	174	177		357
	min	11	11	11	11	11	11	11	11	10	11	10		10
	avg	108	78	88	80	83	68	80	73	54	52	64		75.27

가장 많은 빈도를 나타낸 일평균 PM-10의 농도는 51~70μg/m<sup>3</sup>의 범위로 24%의 분포를 보이고 있으며 전체의 79.8%를 나타내는 PM-10 농도의 범위는 31~110μg/m<sup>3</sup> 이었고 일일 환경기준(150μg/m<sup>3</sup>)을 초과한 날은 7일이나 관측되었다. PM-10의 월평균 분포를 보면 1년중 가장 높은 농도를 나타낸 월은 12월로 108 μg/m<sup>3</sup>을 나타내었고 9월은 52 μg/m<sup>3</sup>으로 가장 낮은 농도를 나타내었다 (Table 1참조). 오존은 12.6~17.5ppb의 계급에서 가장 많은 빈도를 나타내 전체의 21.3%를 나타내었으며 7.6~27.5ppb사이 계급이 김해시에서 관측된 일평균 오존농도의 77.3%를 차지하였다. 본 연구 기간동안 김해는 Table 1에서 보듯이

9월이 27 ppb로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 11월이 10 ppb로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 환경기준치(8시간 평균 80 ppb, 1시간 평균 100ppb)를 초과하는 월은 아직 없으나, 6월에 일최고치가 이 기준을 상회하는 날이 있었다.

NO<sub>2</sub>는 자동차의 배기가스와 산업체의 배기가스에 의한 2차적인 대기오염물질로 차량의 증가와 밀접한 관계를 맺고 있다. 특히 낮동안은 일사량이 많은 경우 광화학반응에 의해 오존을 형성하여 도시대기오염을 야기하는 주요 오염물질이다. Table 1에서 보듯이 월평균 농도(1996. 12 - 1997. 11)를 비교하면 11월이 38 ppb로 가장 농도가 높았고 2월과 5월이 20 ppb로 가장 낮았으며 연평균은 25.83 ppb로 1993년도에 교통량이 많았던 부산의 광복동 지점에서 조사한 자료와 유사한 농도분포를 나타내고 있으며(박종길, 1993), 장기 대기환경기준(80 ppb/year)나 단기 대기환경기준(80 ppb/day, 150 ppb/hr)을 초과하지 않았다. 그리고 오존(O<sub>3</sub>)의 농도가 높은 하계(5월에서 9월)에 이산화질소(NO<sub>2</sub>)의 농도는 낮으며, 장마로 인해 오존의 농도가 줄어든 6월 하순에서 7월 사이에는 오히려 이산화질소의 농도가 늘어나는 등, 오존의 농도와는 반비례 관계가 있으며 10월 이후의 가을철에도 그와 같은 현상이 뚜렷하게 나타났다.

일산화탄소의 농도는 동계에 높고 하계로 갈수록 농도가 낮아지는 경향을 나타내고 있으며 특히 겨울철에 농도가 높아 자동차나 산업장의 배기가스보다는 겨울철 주택 난방에 의한 배기가스가 더 큰 영향을 미치고 있다고 할 수 있다.

### 3.2 대기오염농도의 시간변화

김해시 동상동에서 관측되어진 5개 대기오염물질(SO<sub>2</sub>, PM-10, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO)에 대한 시간변화 경향을 알아보기 위하여 계절별 시간 평균 농도를 구하여 비교하였는데, 김해시의 SO<sub>2</sub>, PM-10, NO<sub>2</sub>, CO농도의 시간변화는 야간과 출퇴근 시간에 비교적 농도가 높게 나타났으며 동계로 갈수록 그 변화경향은 뚜렷하였다. 이에 비해 O<sub>3</sub>은 일중 최고의 농도를 나타내며 오후에 감소하는 경향을 보여 늘어나는 차량에 의해 일사량이 풍부한 하계에는 광화학 반응에 의한 광화학 스모그 및 오존예보체계 구축을 위한 보다 많은 연구가 있어야 할 것이라 생각한다.

### 3.3 오염물질 및 기상인자와의 상관관계

전체적으로 보면 상관계수는 다소 낮게 나타났으며 오염물질별로 보면 SO<sub>2</sub>는 PM-10과 높은 상관을 나타냈으며 PM-10은 NO<sub>2</sub>와 높은 상관을 보였으며 기상인자별 상관을 보면 온도, 상대습도는 기압과 높은 상관을 나타내었다. 전체적으로 유의수준 95%을 만족하였다. 하지만 환경기준을 초과하는

고농도 오염물질이 없어 고농도에 따른 기상인자와의 상관관계를 조사하는 것은 의미가 없는 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

대기오염농도의 계절별 특성을 살펴보면 SO<sub>2</sub>, CO, PM-10, NO<sub>2</sub> 농도의 분포는 늦가을과 겨울철에는 농도가 높고 하계로 갈수록 농도가 낮아지는 분포를 보이고 있으나, 오존은 동계에는 농도가 낮고, 봄으로 갈수록 농도가 증가하여 장마철을 제외한 하절기에 가장 높게 나타나는데 이는 맑은 날의 수와 일사량에 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

대기오염농도의 일변화특성을 살펴보면 SO<sub>2</sub>, PM-10, CO 농도의 시간변화는 야간과 출퇴근 시간에 농도가 높으며 일중에는 대기의 불안정과 오염물질의 확산에 의해 농도가 낮게 나타나며 동계로 갈수록 그 변화경향은 뚜렷하였다. NO<sub>2</sub> 농도의 시간변화 또한 출퇴근 시간대에 높은 농도를 나타내는데 이는 출퇴근 시간에 증가하는 차량 통행과 밀접한 관계가 있다고 생각되며, 일중 최고의 농도를 나타내고 오존의 경우 늘어나는 차량에 의해 일사량이 풍부한 하계에는 광화학반응에 의한 광화학스모그 및 오존의 예보체제 구축을 위해 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Park, O. H., Precursor source characteristics and ozone formation in Pusan, JKES, 7, 1985: 1-11
- 2) 박옥현, 부산에 있어서의 광화학스모그오염의 제어를 위한 통계학적 접근(I)-기인물질들의 분포 및 관계, 화학공업과 기술, 4(1), 1986: 62-70.
- 3) 박옥현, 장은숙, 부산에서의 고농도 오존일의 기상특성, JKES, 9, 55-67, 1987.
- 4) 박종길, 부산지방의 대기오염에 미치는 기상인자에 관한 연구, 부산시정연구보고, 5, 1993: 313-334.
- 23) Purdue, L.J., C.E. Podes, and K.A. Rehme(1986) Intercomparison of High-Volume PM10 Samplers at a site with high particulate concentrations, J. Air Pollut. Control Asso. 36, 1986: 917.