

'98 부산시 지역별 대기질 평가 및 조사연구

안미정 · 김영태 · 유은철 · 이승민

환경조사과 종합환경감시센터

'98 부산시 지역별 대기질 평가 및 조사연구

환경조사과 종합환경감시센터

안미정 · 김영태 · 유은철 · 이승민

Analysis and Study of Air Quality in Pusan, 1998

Environmental Research Division

M. J. An, Y. T. Kim, E. C. Yoo, S. M. Lee

Abstract

In order to understanding air quality in Pusan and furnish basic datum on air environmental policy, This study was performed using hourly average pollutant conc. in 1998 from nine monitoring sites, surveyed annual, monthly, hourly, seasonal average conc. and performed statistical analysis.(correlation, cluster, factor analysis, respectively)

The results showed that

- Annual average conc. : only O₃ conc. increased, the others decreased compared with 1997
- Monthly average conc. : CO, SO₂ were high in 11, 12, 1 month owing to using heating fuel. TSP, PM-10 conc. were high in 3 month owing to Sandy dust phenomena.
O₃ conc. was high in 9 month owing to meteorological condition.
- Seasonal average conc. : Usually low in summer, high in winter. In summer, pollutant conc. was low owing to high humidity and in winter, CO, SO₂ TSP conc. were high owing to increasing use of heating fuel. In Spring, TSP, PM-10 conc. were high owing to Sandy dust phenomena.
- Seasonal hourly conc. : Usually, NO₂, CO, SO₂, TSP, PM-10 were increased in heavy traffic hour in a day owing to increasing amount of car exhausting gas. O₃, particularly increased about 2 : 00pm owing to high temperature and solar radiation.
- Excess of air environmental standard : Excess of short term standard were total 29 times, O₃ 28, NO₂ 1 times respectively. Particularly, at Kwangbok & Dongsam monitoring site exceeded over 3 times in a year.
- Statistical analysis results : Generally, conc. of Dongsam monitoring site was differ from the others. Take in to account of onshore local character, it is different from artificial pollutant.

Key words : annual, monthly, hourly, seasonal average conc., air environmental standard, Dongsam monitoring site.

I. 서 론

산업의 발달, 인구 및 자동차의 급속한 증가로 인하여 대기오염 현상이 날로 심

각해지고 있어 부산시에서도 이에 대한 정확한 평가 및 대책이 더욱 요구되는 현실이다.

따라서, 본 연구는 '98 부산지역의 대기질현황 파악은 물론 대기환경시책의 기초자료 제공 및 축적을 목적으로 주요 대기오염물질의 농도분포와 대기환경기준 초과현황 파악 및 기타 통계적 분석 등을 통한 대기질 평가를 하였으며, 앞으로 매년 연계하여 고찰하고자 한다.

주요 대기오염물질 가운데 아황산가스(SO_2)는 자극적, 질식성 가스로 주로 연료의 연소과정에서 배출되며 기타 대기오염물질과 반응하여 이차오염물질을 생성하기도하며, 대기중 가시도를 떨어뜨리고 사람과 동식물 및 재산상 피해를 입히는 가스상 물질이다³⁾. 일산화탄소(CO)는 무색, 무취의 가스상 물질로 대부분 자동차 배출가스에 의한 것으로 인체에는 산소를 고갈시켜 심한 경우 중추신경에 영향을 미친다²⁾. 오존(O_3)은 광화학반응으로 생성되는 대표적인 2차오염물질로 고농도에서는 사람 및 동식물에도 피해를 입힌다³⁾. 이산화질소(NO_2)는 질소산화물(NO_x)중 하나로 적갈색의 기체로서 광화학반응을 일으키는 주요 가스상 물질이다⁴⁾. 총부유먼지(TSP)는 거대입자와 미세입자량의 합으로 입자의 크기보다는 중량 위주의 개념이며, 미세먼지 PM-10은 공기역학적 직경이 $10\mu m$ 이하의 먼지로서 호흡기에 심각한 영향을 주어⁵⁾ 최근에는 PM-10 위주로 측정이 이루어지고 있다.

II. 조사자료 및 방법

본 연구의 조사자료는 1998. 1. 1~12. 31(1년) 동안 부산시내 소재 9개 대기오염자동측정소에서 측정된 1시간 평균 측정자료로서 SO_2 , CO, O_3 , NO_2 , TSP, PM-10 등 총 6개 항목이며, 부산지역의 대기질 평가를 위하여 연, 월, 시간, 계절별 농도분포 및 대기환경기준 초과여부 검토와 각 항목별로 9개 측정소에 대하여 상관, 군집, 요인분석 등의 통계분석을 실시하였으며 대상지역 9개 대기오염자동측정소의 위치는 Table 1과 같다.

Table 1. Location of nine air monitoring sites

측 정 소	위 치	용도지역
대 연 동	남구 대연5동 대연초등학교 옥상	주거지역
연 산 동	연제구 연산5동 연제초등학교 옥상	◊
덕 천 동	북구 덕천동 낙동강환경관리청	◊
동 삼 동	영도구 동삼동 해양대학내	◊
재 송 동	해운대구 재송1동사무소 옥상	◊
광 북 동	중구 광북동사무소 옥상	상업지역
범 천 동	진구 범천1동 진구보건소 옥상	◊
감 전 동	사상구 감전1동사무소 옥상	공업지역
신 평 동	사하구 신평동 대림정기 옥상	◊

III. 결과 및 고찰

1. 공간적 특성

9개 측정소의 총평균농도(연평균)는 '97년도에 비하여 NO₂, SO₂, TSP, PM-10은 감소하였으나, O₃은 증가하였으며, 측정소별로 구분하면 O₃농도는 모든 측정소에서 증가하였고, 감전, 범천, 신평, 연산, 재송동측정소에서는 CO, 광북, 덕천동측정소에서는 NO₂, 덕천, 범천동측정소에서 TSP가 전년도보다 농도가 높게 나타났고 나머지는 전체 측정소에 걸쳐 유사하거나 낮게 나타났다.

전체 측정소 및 측정소별 대기오염물질의 연평균농도는 Table 2, 3과 같다.

Table 2. Annual average conc. of atmospheric pollutants

연도 \ 항목	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	SO ₂ (ppm)	TSP (μg/m ³)	PM-10 (μg/m ³)
1998	1.0	0.024	0.021	0.015	74	67
1997	1.0	0.028	0.019	0.018	81	69

Table 3. Annual average conc. of each air monitoring site

측정소 \ 항목	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	SO ₂ (ppm)	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
감전동	1.275	0.019	0.017	0.022	97	—
광복동	0.930	0.033	0.025	0.016	75	—
대연동	0.804	0.024	0.021	0.011	91	—
덕천동	0.996	0.022	0.018	0.013	—	59
동삼동	0.688	0.014	0.030	0.013	55	—
범천동	1.129	0.030	0.018	0.015	—	65
신평동	1.112	0.023	0.023	0.020	—	77
연산동	1.062	0.021	0.021	0.012	66	—
제송동	0.943	0.029	0.024	0.013	59	—

2. 시간적 특성

1) 월별

CO, SO₂는 각각 1, 11, 12월 및 1, 2, 3, 11, 12월에 연평균 농도보다 높게 나타났는데 이것은 겨울철 난방연료 사용 등 계절적 영향에 의한 것으로 사료되며, TSP, PM-10은 황사현상에 의한 3월 및 습도가 높은 장마기간인 6, 7월에 각각 연중 최고·최저 농도를 나타내었다.

그리고 O₃는 오존형성에 알맞는 기상을 갖는 9, 6, 5, 10, 4월 순으로 연평균농도보다 높게 나타났으며, NO₂는 5, 6, 10, 11, 12월에 연평균보다 높은 농도를 보였고 항목별 월평균농도는 Table 4 및 Figure 1과 같다.

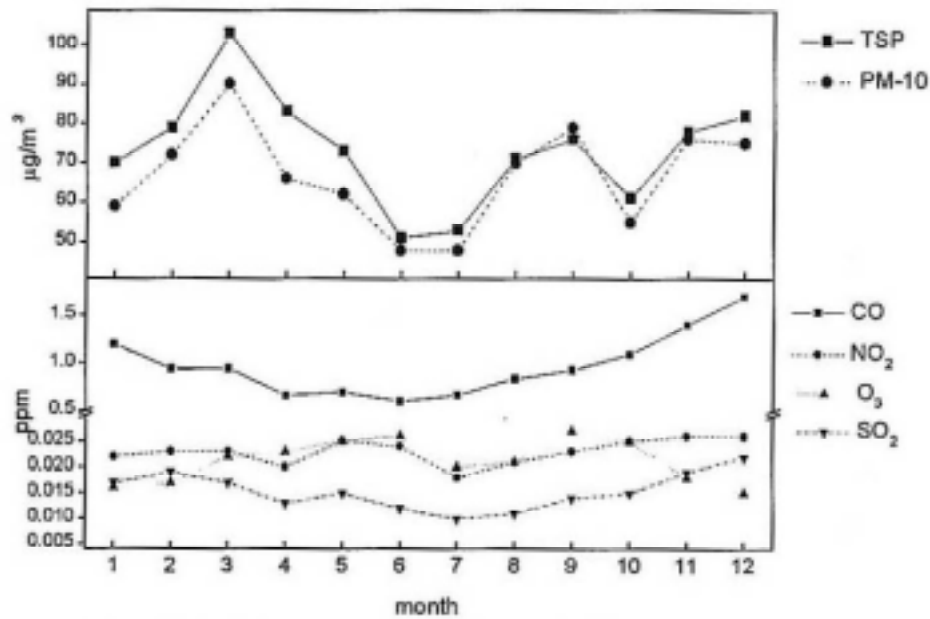


Fig. 1. Monthly average conc. trend of atmospheric pollutants

Table 4. Monthly average conc. of atmospheric pollutants

월	항목	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	SO ₂ (ppm)	TSP (µg/m ³)	PM-10 (µg/m ³)
1		1.242	0.025	0.017	0.017	70	59
2		0.962	0.025	0.017	0.019	79	70
3		0.909	0.025	0.022	0.017	103	89
4		0.714	0.024	0.025	0.014	83	71
5		0.780	0.026	0.028	0.015	73	63
6		0.619	0.025	0.026	0.012	52	46
7		0.688	0.018	0.020	0.011	54	48
8		0.880	0.021	0.022	0.012	69	66
9		0.957	0.023	0.027	0.014	75	78
10		1.119	0.025	0.025	0.015	61	53
11		1.434	0.027	0.018	0.019	82	76
12		1.710	0.026	0.015	0.022	83	75

2) 계절별

전반적으로 하절기 농도감소 및 동절기 농도증가 형태를 보였다. 일반적으로 상대습도가 높은 여름철에 대기오염물질의 농도가 낮게 나타나는데 CO, SO₂, NO₂, NO_x, TSP, PM-10의 농도는 여름에 연중 가장 낮은 농도를 보였다. 반면 O₃의 농도는 오존의 생성에 유리한 기온, 일사, 기압 등의 기상조건을 지닌 봄, 여름, 가을이 강하게 나타났고, 겨울철은 가장 낮게 나타났다. 동절기 난방연료 사용 증가에 의해 CO, SO₂, TSP의 농도가 가을, 겨울, 봄철에 높게 나타났고, 봄철 TSP, PM-10의 높은 농도는 황사현상에 인한 영향을 받은 것으로 사료된다.

겨울 > 가을 > 봄 > 여름 : CO, SO₂ 봄 > 겨울 > 가을 > 여름 : TSP
 봄 > 가을 > 겨울 > 여름 : PM-10 가을 > 봄 > 겨울 > 여름 : NO₂
 봄, 여름, 가을 > 겨울 : O₃

Table 5. Seasonal average con. of atmospheric pollutants

계절 \ 항목	CO (ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	TSP (μg/m ³)	PM-10 (μg/m ³)
봄	0.774	0.022	0.015	0.023	86	73
여름	0.709	0.021	0.011	0.023	58	56
가을	1.144	0.025	0.016	0.023	71	70
겨울	1.283	0.023	0.019	0.016	77	69

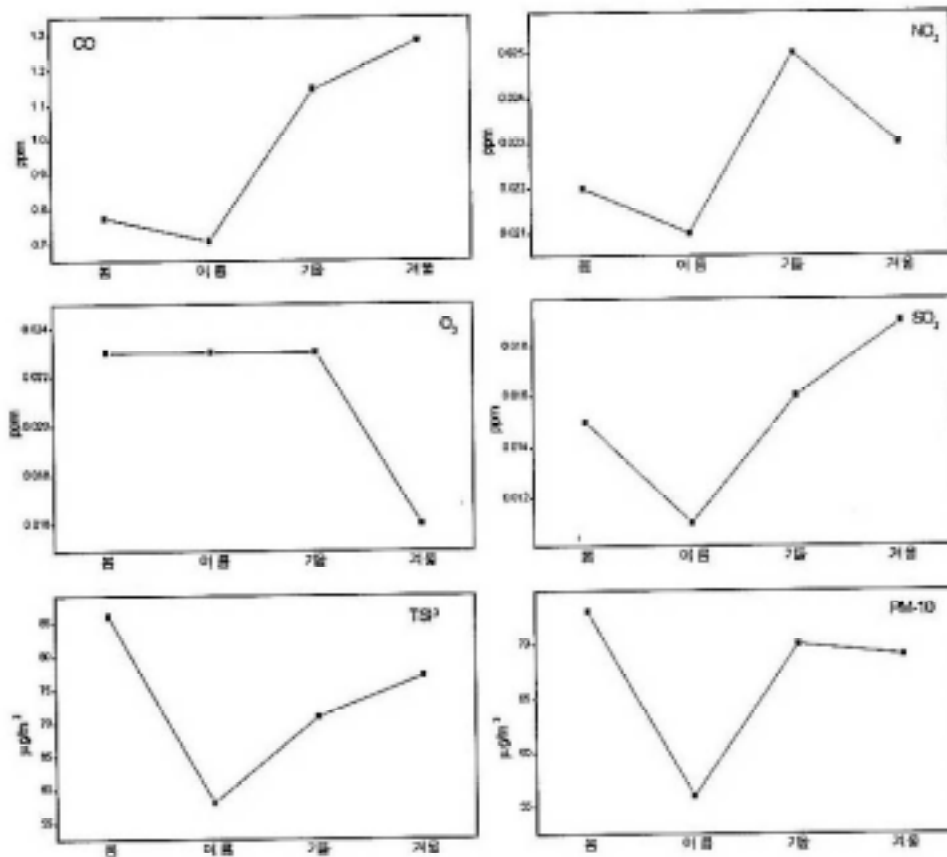


Fig. 2. Seasonal average conc. trend

3) 시간대별

각 항목의 시간대별 변화를 봄(3, 4, 5월), 여름(6, 7, 8월), 가을(9, 10, 11월), 겨울(1, 2, 12월) 4계절로 나누어 살펴본 결과 NO₂는 계절 구분없이 오전 9시에 고농도를 보인 후 낮 동안 감소하다가 오후 8~9시 사이에 고농도가 다시 나타나는 경향을 보였는데, 이것은 NO₂의 주요 배출원이 자동차로서 출퇴근 시간대 운행량 증가에 의한 영향을 받은 것으로 사료된다.

O₃은 기온 및 일사량이 강한 오후 두 시에 일 최고농도를 보인 후 오후동안 감소하다가 이른 새벽시간대에 약한 농도증가 현상을 보였으며, SO₂는 출퇴근 시간대에 맞추어 오전 9시경 일 최고농도를 보인 후 낮 동안 감소하다가 오후 6시 이후 재증가하는 경향을 보였고, 밤시간 대 농도증가는 난방연료 사용량이 많은 겨울철에

가장 두드러지게 나타났다.

CO도 자동차 동행량에 맞추어 오전 5시부터 증가하여 낮 시간 동안 감소한 후 오후 5시부터 다시 증가하는 경향을 보였고, TSP는 오전 6~11시에 증가형태를 보인 후 오후 6~8시까지 감소하는 경향을, PM-10은 오전 6~11시에 증가한 후 오후 2~3시까지 감소하는 경향을 보였다.

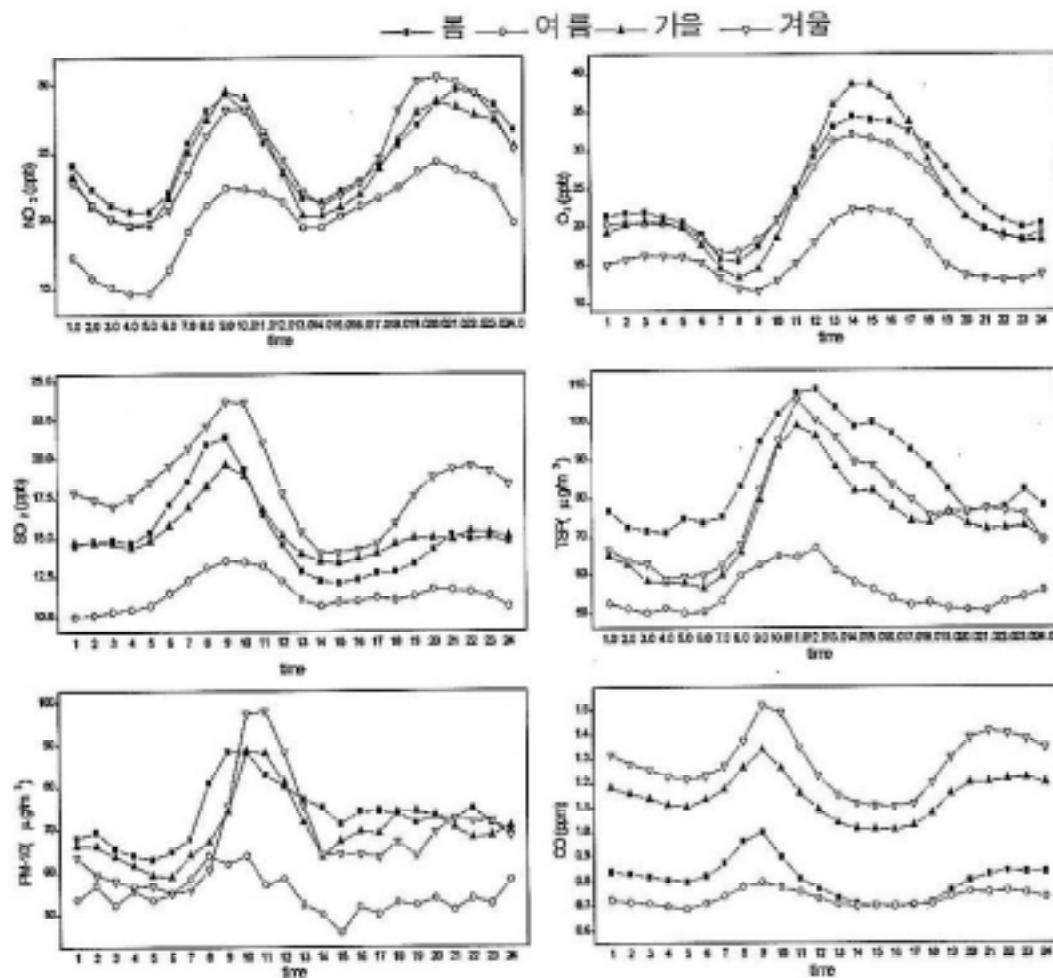


Fig. 3. Seasonal, hourly average conc. trend

3. 발생빈도

1) 항목별

6개 측정항목의 한시간 평균농도 구간별 발생빈도는 CO가 0.5~0.9ppm 구간이 전체 43.8%, NO₂, O₃, SO₂는 10~19ppb 구간이 전체의 32.8%, 27.7%, 42.5%로 가장 많이 발생하였으며, CO 2 ppm, NO₂ 40 ppb, O₃ 50 ppb, SO₂ 30 ppb 미만의 농도구간이 각각 전체의 90% 이상을 차지하였다. TSP, PM-10은 50 μ g/m³ 미만이 각각 전체의 40.3%, 45.12%로 가장 많이 발생하였고, 150 μ g/m³ 미만이 전체 발생빈도의 90% 이상을 차지하였다.

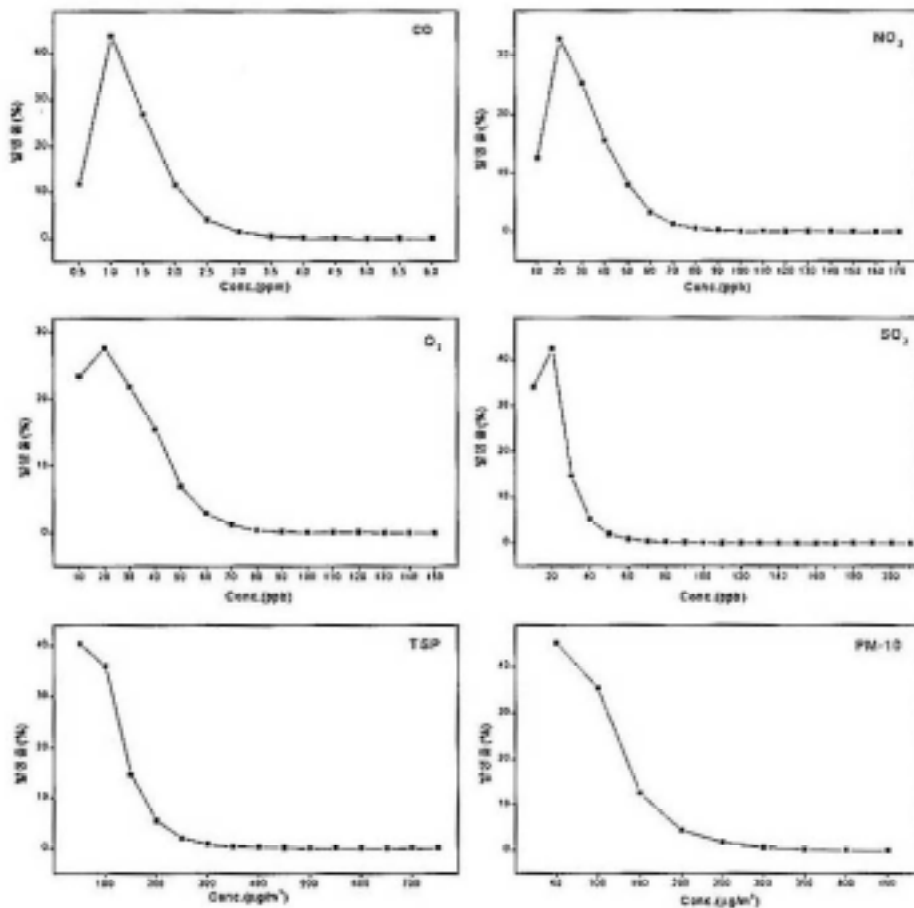


Fig. 4. frequency of atmospheric pollutants conc.(total)

2) 측정소별

NO₂는 동삼동측정소에서 10ppb 미만, 감전, 대연, 덕천, 신평동측정소에서는 10~19ppb, 광복, 범천, 연산동측정소에서는 20~29ppb 농도구간이 가장 많이 발생하였으며, CO는 감전동, 덕천동측정소에서 1.0~1.4ppm 구간이 가장 많이 발생하여 나머지 측정소의 0.5~0.9ppm에 비하여 높게 나타났다.

O₃은 범천, 연산동측정소에서 10ppb 미만이 주로 발생하여 다른 측정소에 비하여 낮은 농도를 나타내는 반면, 동삼동측정소는 30~39ppb 구간이 주로 발생하여 다른 측정소에 비하여 높게 나타났으며, 또한 대기환경기준 100ppb 초과농도는 광복동, 동삼동측정소에서 각각 15, 8회로 가장 많이 나타났다.

SO₂는 대연, 동삼, 연산동측정소에서 10ppb 미만이 가장 많이 나타나 다른 측정소에 비하여 낮은 농도를 많이 나타내었다.

TSP는 광복, 대연동측정소에서 50~99 μ g/m³ 구간이 많이 나타나 다른 측정소에 비하여 높은 농도를 나타내었으며, PM-10은 덕천동, 범천동, 신평동측정소에서만 측정되는 모두 50 μ g/m³미만 구간이 가장 많이 발생하였다.

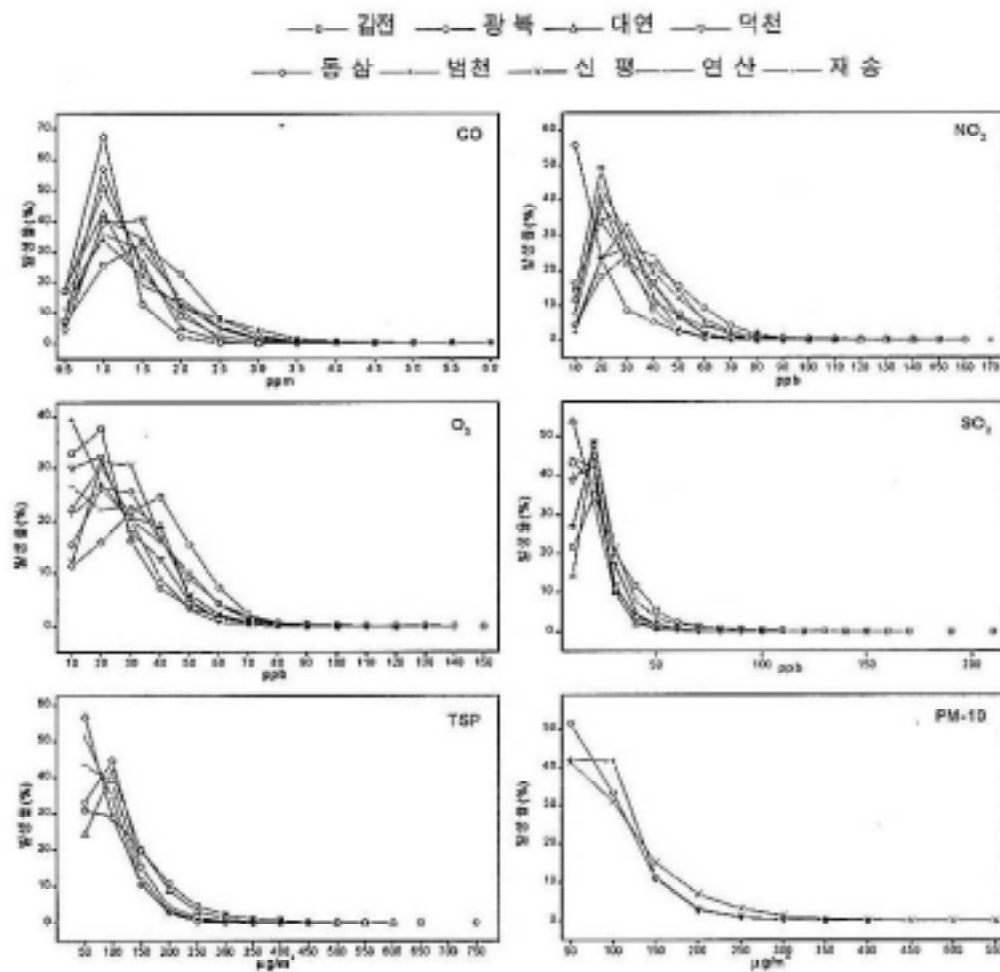


Fig. 5. frequency of atmospheric pollutants conc.(each monitoring sites)

4. 기준초과 현황

1) 대기환경 기준초과

1시간평균농도 기준초과는 두 개 항목 총 30회로 O₃ 29회, NO₂ 1회씩 발생하였다. O₃의 월별초과횟수는 5월 10회, 8월 10회, 9월 6회, 10월 3회로 나타났고, 측정소

별로는 광복동 15회, 동삼동 8회, 연산동, 재송동에서 각 2회, 대연, 덕천동에서 각 1회씩 발생되었는데 특히 광복동, 동삼동 측정소는 단기기준을 연간 3회 이상 초과한 것으로 나타났다.

8시간평균농도 기준초과 항목은 O_3 으로 총 45회 발생되었는데 4월 3회, 5월 22회, 8월 5회, 9월 11회, 10월 3회, 12월 1회씩 초과하였고, 측정소별로는 동삼동 16회, 광복동 13회, 재송동 4회, 신평, 연산동 각 3회, 감전, 대연, 덕천동 각 2회씩 대기환경기준을 초과하였다.

24시간 기준초과 항목은 PM-10과 TSP로 각각 연간 45회, 1회씩 초과하였는데, PM-10은 부산시내 3개 해당 측정소인 덕천, 범천, 신평동측정소에서 각 연간 8, 9, 28회 대기환경기준을 초과하였고 특히 신평동측정소는 매월 1회 이상 기준 초과하였다. 그리고 전항목 연간 평균 대기환경기준 초과사례는 없었다.

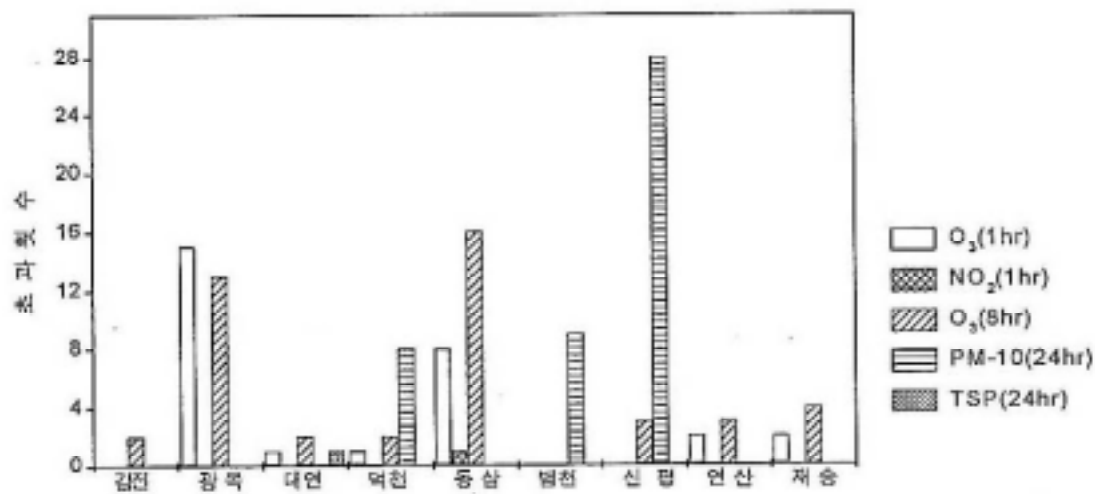


Fig. 6. Environmental standard excess state of each monitoring sites

Table 6. Environmental Standard(Korea)⁶⁾

항 목	기 준	
	기	준
아황산가스(SO ₂)	연간평균	0.03 ppm 이하
	24시간평균	0.14 ppm 이하
	1시간평균	0.25 ppm 이하
일산화탄소(CO)	8시간평균	9 ppm 이하
	1시간평균	25 ppm 이하
이산화질소(NO ₂)	연간평균	0.05 ppm 이하
	24시간평균	0.08 ppm 이하
	1시간평균	0.15 ppm 이하
오존(O ₃)	8시간평균	0.06 ppm 이하
	1시간평균	0.10 ppm 이하
총먼지(TSP)	연간평균	150 μ g/m ³ 이하
	24시간평균	300 μ g/m ³ 이하
미세먼지(PM-10))	연간평균	80 μ g/m ³ 이하
	24시간평균	150 μ g/m ³ 이하

※ 1시간평균은 연3회 이상 초과하여서는 안됨.

Table 7. Frequency of environmental standard excess of each monitoring site

기준	측정소		감전	광복	대연	덕천	동삼	범천	신평	연산	제송	계	
	항목	월											
1 시 간	O ₃	5		1			8			1		10	
		8		6	1					1	2	10	
		9		5		1							6
		10		3									3
		계		15	1	1	8				2	2	29
	NO ₂	10					1						1
		계					1						1
8 시 간	O ₃	4					3					3	
		5	2	3	1		10		3	2	1	22	
		8		3		1					1	5	
		9		3	1	1	3			1	2	11	
		10		3									3
		12		1									1
	계	2	13	2	2	16		3	3	4	45		
24 시 간	PM-10	1							1			1	
		2							2			2	
		3				3		3	7			13	
		4				2			5			7	
		5							2			2	
		6							1			1	
		8				1		3	2			6	
		9				1		2	4			7	
		11						1	3			4	
		12				1			1			2	
	계				8		9	28			45		
	TSP	4			1								1
계				1								1	

2) 오존주의보 기준초과

'98년도 오존경보제 운영기간(5.23~9.15) 동안 오존주의보 발령일은 총 3일로 광복동, 동삼동 측정소에서 각각 2회, 1회씩 발생하였으며 오존주의보 발령현황은 Table 8과 같다.

Table 8. '98 ozone episode

번호	초과일자	측정소	오존농도 (ppm/hr)	지속시간	비 고
98-1	5. 27(수)	동삼동	0.120, 0.127, 0.143, 0.113	12:00~17:00	오존주의보발령기준 0.12ppm/hr 이상
98-2	8. 26(수)	광복동	0.121, 0.115	16:00~17:00	
98-3	9. 10(목)	광복동	0.136, 0.110	18:00~19:00	

5. 평가분석

'98년 전체 1시간 평균농도를 사용하여 상관분석, 군집분석, 요인분석을 대기오염물질별로 실시하였으며, PM-10은 측정지점이 3개 뿐으로 평가에서 제외하였다.

상관분석은 Pearson 상관계수를 구하여 측정소간 상관성을 평가하였고, 비슷한 농도경향을 갖는 측정소들을 알아보기 위하여 실시한 군집분석은 수상도(dendrogram)를 그려 나타내었으며, 측정소간 대기오염물질의 공통적인 특성을 알아보기 위하여 요인분석을 함께 실시하였다.

1) O₃

상관분석 결과 범천동, 동삼동측정소를 제외한 나머지 측정소는 높은 상관계수로 측정소 간 상관성이 높은 것으로 나타났다. 군집분석 결과 뚜렷한 군집이 나타나지 않았지만 감전, 덕천, 대연, 연산, 신평동측정소가 유사한 1개 군집으로 나타났으며, 특히 동삼동측정소는 나머지 측정소와 유사성이 가장 낮게 나타났다. 이는 동삼동

측정소의 오존농도가 인위적인 발생메카니즘과 차이가 있음을 보여준다. 요인분석 결과 1개의 공통적인 요인에 의하여 9개 측정소의 오존농도를 약 64%까지 설명해 주고 있는 것으로 나타났는데, 동삼동, 범천동측정소는 공동요인과의 관련성이 낮게 나타났다. 이와같은 분석결과 부산지역 오존농도는 범천동, 동삼동측정소에서 나머지 측정소와 차이를 보여주고 있음을 알 수 있다.

Table 9. Correlation coefficient between monitoring sites

O ₃	감전	광복	대연	덕천	동삼	범천	신평	연산	재송
감전	1.000								
광복	0.578	1.000							
대연	0.741	0.639	1.000						
덕천	0.774	0.571	0.749	1.000					
동삼	0.495	0.432	0.548	0.484	1.000				
범천	0.425	0.351	0.419	0.388	0.433	1.000			
신평	0.730	0.558	0.686	0.631	0.637	0.439	1.000		
연산	0.755	0.648	0.777	0.764	0.658	0.545	0.714	1.000	
재송	0.715	0.528	0.742	0.679	0.651	0.509	0.710	0.800	1.000

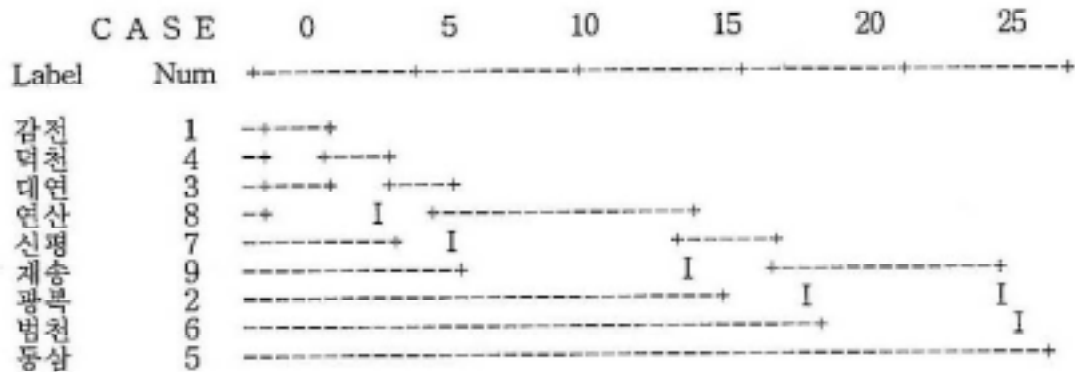


Fig. 7. Cluster analysis result dendrogram(O₃)

2) NO₂

상관분석 결과 광복-신평, 감전-덕천, 덕천-신평, 광복-덕천, 감전-광복, 신평-재송동측정소 순으로 상관성이 크게 나타났고, 감전-동삼동측정소가 가장 낮은 상관성을 나타내었다.

군집분석 결과 감전-신평-덕천-재송-연산-대연동측정소 1개 군집, 광복동-범천동측정소 1개 군집, 동삼동측정소 1개 군집으로 각각 유사성집단으로 구분되었다. 동삼동측정소는 오존과 마찬가지로 인위적인 발생원에 의한 것이 아니므로 나머지 측정소와의 유사성이 낮게 나온 것이라 사료된다. 요인분석 결과 두가지 요인에 의하여 전체 NO₂ 농도의 약 64.8%가 설명 가능한 것으로 나타났고 감전, 광복, 대연, 덕천, 신평, 연산동측정소가 한개 요인과, 동삼동, 범천동, 재송동측정소가 나머지 한개의 요인과 관련성을 보였는데, 이 세 측정소 모두 바닷가에 인접한 지역이라는 점에서 공통성을 가지므로 NO₂의 성향이 비슷하게 나타난 것으로 사료된다.

Table 10. Correlation coefficient between monitoring sites

NO ₂	감전	광복	대연	덕천	동삼	범천	신평	연산	재송
감전	1.000								
광복	0.525	1.000							
대연	0.390	0.385	1.000						
덕천	0.618	0.530	0.427	1.000					
동삼	0.086	0.165	0.114	0.193	1.000				
범천	0.334	0.387	0.263	0.158	0.237	1.000			
신평	0.552	0.634	0.341	0.602	0.223	0.289	1.000		
연산	0.448	0.627	0.163	0.444	0.370	0.477	0.501	1.000	
재송	0.408	0.491	0.367	0.480	0.337	0.438	0.564	0.491	1.000

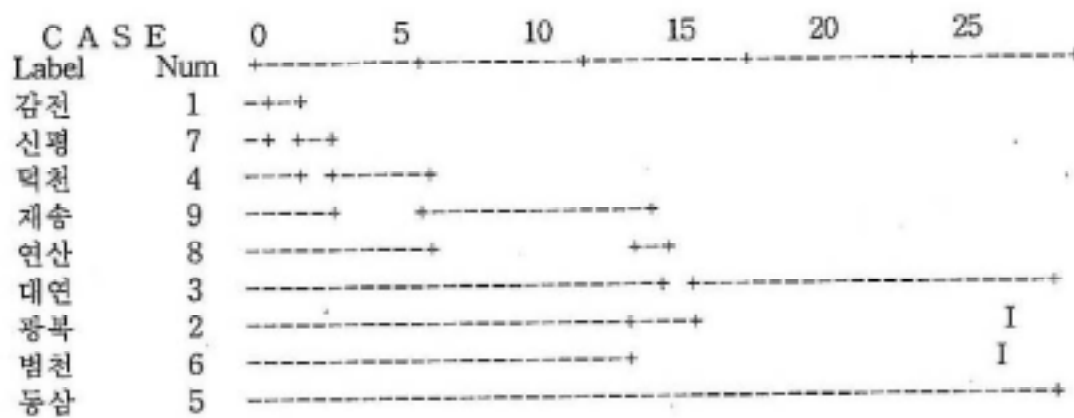


Fig. 8. Cluster analysis result dendrogram(NO₂)

3) CO

상관분석 결과 동삼동, 덕천동측정소의 CO농도와 기타 측정소와의 상관성이 대적으로 낮았으며, 군집분석 결과 광복-대연-동삼-덕천-신평-재송동측정소, 연산-감전동측정소가 각각 유사하게 나타났다. 요인분석 결과 두가지 요인에 의하여 전체 CO 농도의 약 60.9%가 설명 가능한 것으로 나타났는데 요인별로는 동삼-범천-대연동측정소가 1개 요인, 기타 측정소가 나머지 1개 요인과 연관이 있는 것으로 나타났다.

Table 11. Correlation coefficient between monitoring sites

CO	감전	광복	대연	덕천	동삼	범천	신평	연산	재송
감전	1.000								
광복	0.490	1.000							
대연	0.386	0.541	1.000						
덕천	0.468	0.498	0.382	1.000					
동삼	0.420	0.430	0.398	0.338	1.000				
범천	0.671	0.560	0.513	0.405	0.590	1.000			
신평	0.567	0.639	0.449	0.579	0.499	0.689	1.000		
연산	0.647	0.540	0.489	0.492	0.480	0.641	0.579	1.000	
재송	0.531	0.513	0.445	0.420	0.397	0.536	0.510	0.513	1.000

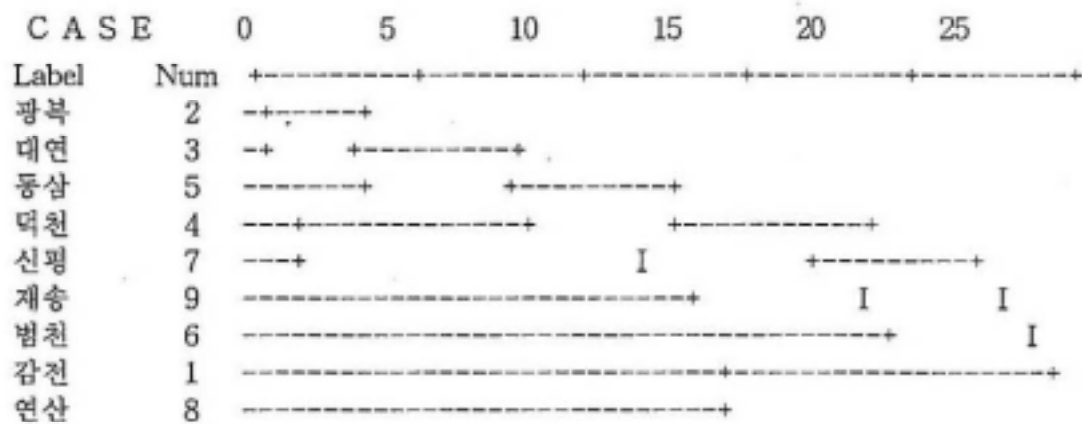


Fig. 9. Cluster analysis result dendrogram(CO)

4) SO₂

상관분석 결과 감전동측정소와 나머지 측정소와의 상관성이 모두 낮게 나타났다. 군집분석 결과 뚜렷한 군집간 차이가 나타나지는 않았지만 대연-연산-덕천-범천-재송동측정소가 유사한 그룹으로 나타났고, 감전동측정소가 가장 유사성이 떨어지는 것으로 나타났다.

요인분석 결과 1개 요인에 의하여 전체 SO₂ 농도의 약 50%가 설명되는 것으로 나타났는데, 감전동측정소는 이 공통요인과의 연관성이 가장 낮게 나타났다. SO₂의 발생원은 주로 자동차 및 난방연료, 공장배출가스 등과 관련이 있는데 준공업지역에 위치한 감전동측정소의 특성이 반영된 것이라 사료된다.

Table 12. Correlation coefficient between monitoring sites

SO ₂	감전	광복	대연	덕천	동삼	범천	신평	연산	재송
감전	1.000								
광복	0.267	1.000							
대연	0.309	0.452	1.000						
덕천	0.333	0.388	0.480	1.000					
동삼	0.280	0.530	0.520	0.324	1.000				
범천	0.379	0.523	0.577	0.437	0.560	1.000			
신평	0.320	0.403	0.427	0.324	0.500	0.506	1.000		
연산	0.395	0.438	0.614	0.521	0.516	0.588	0.464	1.000	
재송	0.380	0.463	0.620	0.443	0.630	0.617	0.475	0.690	1.000

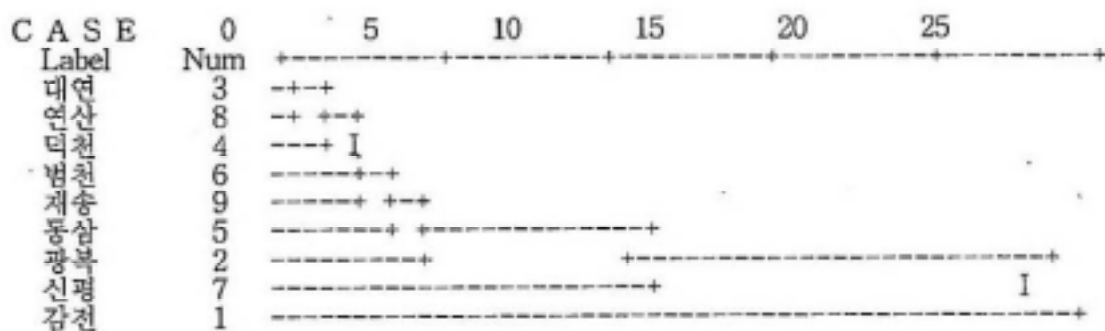


Fig. 10. Cluster analysis result dendrogram(SO₂)

5) TSP

총 6개 해당 측정소에 대하여 상관분석을 실시한 결과 동삼동측정소가 나머지 측정소와의 상관성이 낮게 나타났고, 군집분석 결과 평균농도가 가장 높게 나타난 감전동 측정소가 기타 측정소에 비하여 가장 유사성이 낮게 나타났으며, 요인분석 결과 1개 요인에 의해 전체 TSP 농도의 약 62.8%가 설명 가능한 것으로 나타났는데, 이 요인과 동삼동측정소와의 관련성이 가장 낮게 나타났다. 이는 동삼동 측정소의 위치가 바닷가에 인접해 있어 자동차배기가스나 난방연료 등과 같은 원인과 연관성이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

Table 13. Correlation coefficient between monitoring sites

TSP	감전	광복	대연	동삼	연산	재송
감전	1.000					
광복	0.571	1.000				
대연	0.529	0.619	1.000			
동삼	0.403	0.375	0.386	1.000		
연산	0.594	0.604	0.586	0.307	1.000	
재송	0.661	0.650	0.663	0.441	0.650	1.000

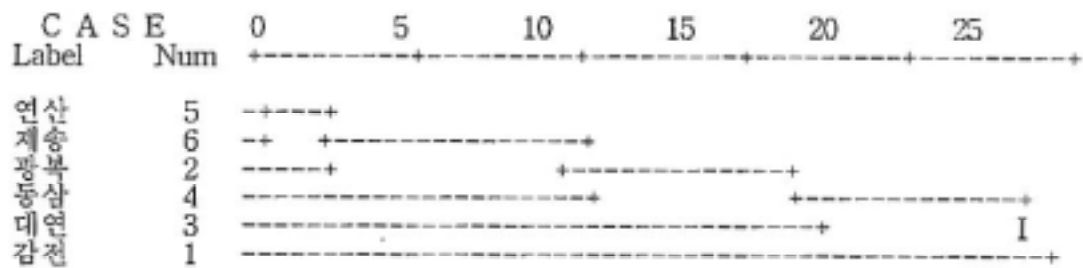


Fig. 11. Cluster analysis result dendrogram(TSP)

IV. 결 론

1998년 부산시 9개 대기오염자동측정소에서 측정된 대기오염물질의 1시간 평균 농도를 사용하여 부산시의 대기질 평가를 실시한 결과 아래와 같이 결론을 얻었다.

1. 연평균농도는 '97년에 비하여 전체적으로 NO_x, SO₂, TSP, PM-10은 감소하였고 O₃는 9개 측정소에 걸쳐 증가하였다.
2. 월평균농도는 CO, SO₂는 동절기 난방연료 사용과 관련 11, 12, 1월에 TSP, PM-10은 황사현상에 의한 3월에, O₃은 오존생성에 알맞는 9월에 가장 높게 나타났다.
3. 계절별 농도분포는 상대습도가 높은 여름철에 대기오염물질의 농도가 가장 낮게 나타났고, 오존은 생성요인에 가장 부적합한 기상적 특성을 갖는 겨울에 가장 낮게 나타났다. 동절기 난방연료 사용증가에 의하여 겨울철 CO, SO₂, TSP의 농도가 높았고, 봄철 황사현상으로 인하여 TSP, PM-10의 농도가 높게 나타났다.
4. 시간대별 NO_x, CO, SO₂, TSP, PM-10 농도는 하루중 자동차의 통행량이 증가하는 출퇴근 시간대에 증가형태를 보였고 겨울철 난방연료 사용에 의하여 밤시간대 증가형태를 보인 반면 O₃은 기온 및 일사량이 강한 오후 두시경 일최고농도를 보인 후 이른 새벽 시간대에 약한 농도증가 형태를 보였다.
5. 농도발생 빈도현황은 한시간 평균농도 CO 2 ppm, NO₂ 40 ppb, O₃ 50 ppb, SO₂

