

서울 일부지점의 대기오염 농도와 기상인자의 관련성 연구

신 찬 기 · 김 윤 신¹⁾

국립환경연구원 대기연구부
한양대학교 의과대학²⁾

A Study on the Relationship of Air Pollution and Meteorological Factors in a Specific Site

Chan Ki Shin · Yoon Shin Kim

*Air Quality Research Department, National Institute of Environmental Research
College of Medicine, Hanyang University¹⁾*

Abstract

Simple correlation analysis, factor analysis, and multi-variate analysis have been performed to analyze the relationship between air pollution and meteorological factors for air pollution and meteorological data measured at Kwanghwamun in Seoul during the period of one year (January 1990~December 1990).

As a result of simple correlation and factor analysis, SO₂, TSP and CO concentrations have shown high negative correlation with temperature and among these indicating that these are related with pollutants emission trend based upon heating fuel usage.

Ozone has a good correlation with solar radiation and relative humidity to have a closed relation with O₃ generation reaction mechanism.

The result of multi-variate correlation analysis shows that the concentration of SO₂ and CO are adequate for correlation model with ambient temperature and wind speed and O₃ concentrations are adequate for that with solar radiation and wind speed.

SO₂ and CO levels are considered to be affected first of all by heating fuel usage as a emission source and wind speed as a dispersion effect. The SO₂ concentration in the condition that the temperature fall below zero is explained by multiplicative model with wind speed, only one variable.

I. 서 론

도시에서의 대기오염물질의 농도분포는 발생원의 종류, 오염물질 배출형태 등 인위적 조건과 풍향, 풍속, 혼합고 등의 기상조건 그리고 지형적 특성 등에 의해 매우 복잡한 양상을 나타낼 수 있다.

대기오염농도나 오염상태의 해석은 대기 중에서의 물리적, 화학적 작용 그리고 여기에 영향을 주는 모든 지배인자 사이에서 일어나는 현상 등의 종합적인 분석에 의해서 이루어질 수 있다.

이러한 대기오염농도 변화에 영향을 줄 수 있는 여러가지 요인 중에서 발생원을 제외하고 가장 영향을 많이 주는 요소는 기상인자로 알려져 있다(Fukuoko, 1973 : 나진균 등, 1985).

1952년 런던에서 4000명 이상의 사망자가 발생했던 스모그 사건은 수일간 계속된 무풍상태가 큰 작용을 한 것으로 알려져 있으며(Wilkins, ET, 1954), 또한 1930년 벨지움의 뮤즈계곡에서의 대기오염 사건에서는 지형적 특징도 무시될 수 없으나 무풍상태라는 기상조건이 더욱 중요한 사고요인인 것으로 밝혔다(노재식, 1990).

우리나라에서는 정용 등(1986)이 서울지역의 5개 지점의 시간별 오존농도와 관련 오염물질 및 기상요소의 관계를 중회귀 분

석을 통하여 설명한 바 있으며 이태영 등(1990)이 서울지역 겨울철 아황산가스의 고농도 발생시 농도와 기상요소들 사이의 상관관계를 보고한 바 있고 이덕길 등(1990)이 서울과 광주지역을 대상으로 대기오염 영향인자 분석을 실시한 바 있다.

그러나 이들의 연구는 주로 단일 대기오염물질과 기상인자들 사이의 관련성을 연구한 것으로 여러가지 대기오염물질과 기상인자들 사이의 관련성 구조를 해명하고 이것을 수식화시키는 것에 관한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 서울의 중심지에 위치하고 상시기상관측을 실시하는 서울측후소에서 인접해 있는 광화문지점을 대상으로 아황산가스(SO₂), 일산화탄소(CO), 부유부진(TSP), 오존(O₃)을 중심으로 농도분포 및 경시변화 특성을 알아보고, 기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 일사량 등 기상인자들과의 관련성 구조를 규명하고 수식화하기 위한 기법을 모색하고자 하였다.

II. 연구자료 및 방법

1. 연구자료

본 연구를 위해 사용된 측정자료는 Table 1에 나타낸 바와 같이 대기오염도는 서울 광화문지점(서울 중구 정동 5-1, 덕수궁내)

Table 1. Data of air pollution and meteorology.

Period	Pollutants	Meteorology factors
1990. 1. 1. ~12. 31.	SO ₂	Temperature
	TSP	Relative humidity
	CO	Wind speed
	O ₃	Wind direction
		Horizontal radiation

에서 측정된 아황산가스(SO₂), 부유분진(TSP), 일산화탄소(CO), 오존(O₃)의 1시간 평균자료이며, 기상자료는 기상청 서울측후소(서울 종로구 소월동 1번지)에서 매일 관측된 기온, 습도, 풍향, 풍속 및 수평일사량 자료들이다. 본 연구에서 사용된 자료는 1990년 1월부터 12월까지의 것들로서 자료의 신뢰성을 고려하여 하루중 80% 이상 측정된 자료만을 이용하였다.

2. 자료의 통계처리

측정된 대기오염자료 및 기상청 서울측후소로부터 얻은 기상관측자료의 통계처리는 통계분석 프로그램인 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 사용하였으며, 32 비트 개인용 컴퓨터를 이용하였다.

III. 대기오염농도 분포 및 변화특성

Fig. 1은 1990년 1년간 측정된 SO₂, CO, O₃의 일평균자료를 이용하여 각각 농도별 도수분포도를 나타낸 그림이다.

SO₂농도의 분포를 살펴보면 비교적 넓은 범위에 분포하고 있으며 분포상태는 10~30 ppb의 낮은 농도에 치우쳐 있는 비대칭형으로 대수정규분포(lognormal distribution)를 나타냈으며, CO의 경우 2~5 ppm 범위

에 밀집되어 있으며 SO₂농도와 동일하게 중앙치 보다 낮은 농도로 치우친 비대칭형으로 대수정규분포를 나타내었다. 그러나 15 ppm 이상의 발생빈도도 연중 100회 이상으로 나타나 고농도 발생빈도가 다른 오염물질에 비하여 높음을 알 수 있다.

O₃농도의 도수분포도를 보면 0 ppb에서 27 ppb 범위의 넓은 분포를 나타내고 있으며, 이중 0-5 ppb 범위가 연 측정회수중 5000회 이상으로 낮은 농도에 치우친 비대칭형 대수정규분포를 이루고 있다.

이러한 결과는 대기오염 측정망에서 측정된 대기오염물질의 농도분포가 일반적으로 대수정규분포하는 것으로 보고된 바 있는 김 등(1982), 한 등(1991)의 결과와 비교적 일치하는 것으로 나타났다.

일중 대기오염도의 변화특성을 나타낸 Fig. 2를 보면 SO₂의 경우 08시와 09시에 75.9 ppb로 일중 가장 높은 농도를 나타내고, 17시에 23.79 ppb로 최저농도를 나타내어 08시와 17시의 농도차는 약 52 ppb 차이를 나타내었다.

CO의 경우 일중 최고농도는 09시에 5.7 ppm이었으며 최저농도는 17시에 2.7 ppm으로 그 농도차는 3.0 ppm으로써 SO₂에 비해 변화폭이 비교적 적은 편이었다.

SO₂ 및 CO의 시간대별 농도변화 양상을

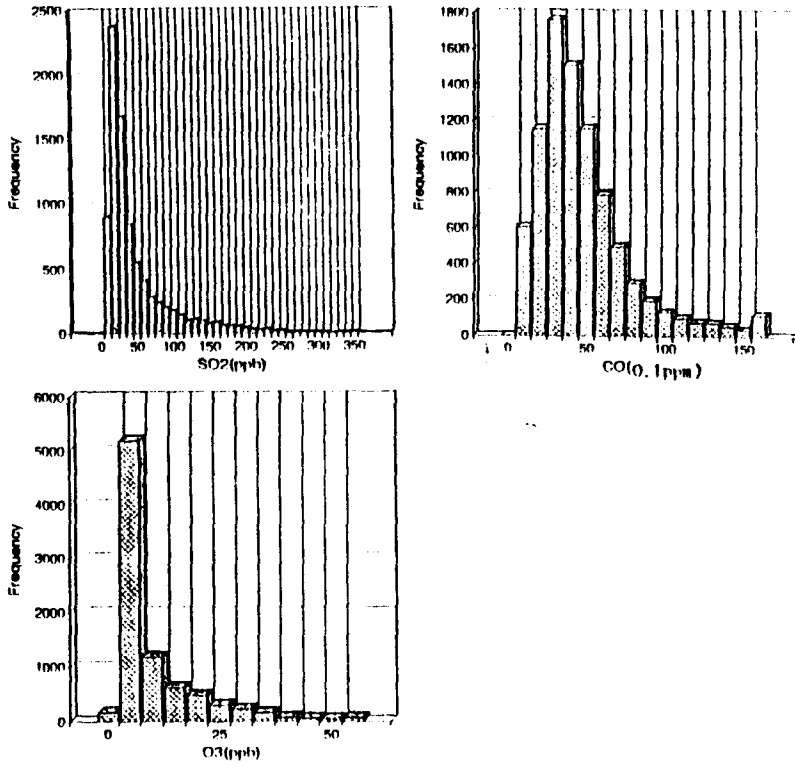


Fig. 1 Frequency distribution for air pollution

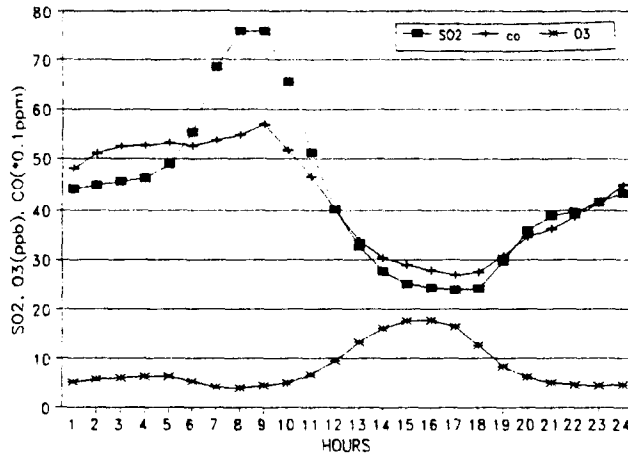


Fig. 2 Diurnal variation of SO₂, CO, O₃ concentration in Kwanghwamun

보면 공통적으로 08 시~09 시에 일중 가장 높은 농도를 나타내는 시간대로 나타났으며, 15~17 시에 일중 가장 낮은 농도를 나타내는 시간대로 나타났고, 전 시간대에서 유사한 변화곡선을 나타냈다.

O₃의 경우 16 시에 17.68 ppb 로서 일중 최고농도를 나타냈으며 23 시에 4.40 ppb 로서 최저농도를 나타내 SO₂, CO 와 달리 일사량이 높은 14 시를 기하여 급격히 증가하여 18 시 이후 감소하는 경향을 나타냈다.

IV. 기상자료의 분포특성

Fig. 3은 기온, 습도, 풍속 및 일사량의 상대빈도분포를 나타낸 그림이며, 기상인자에 대한 정규분포도(normal distribution)와

정규분포곡선(normal distribution curve)을 동시에 나타내었다.

온도와 습도는 비교적 대칭형의 곡선을 나타내었으며 풍속의 경우 2m/sec를 중심으로 풍속이 낮은 범위에 치우친 다소 비대칭형을 나타내었다. 일사량의 정규분포도는 다른 기상인자의 분포도에 비해 다소 산만한 분포특성을 나타내었다.

V. 대기오염도와 기상인자의 관련성 분석

1990년 1월부터 12월까지의 광화문지점에서 측정된 대기오염도(SO₂, TSP, CO, NO₂, O₃)와 기상인자(기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 일사량)와의 관련성을 검토하기 위해 다음

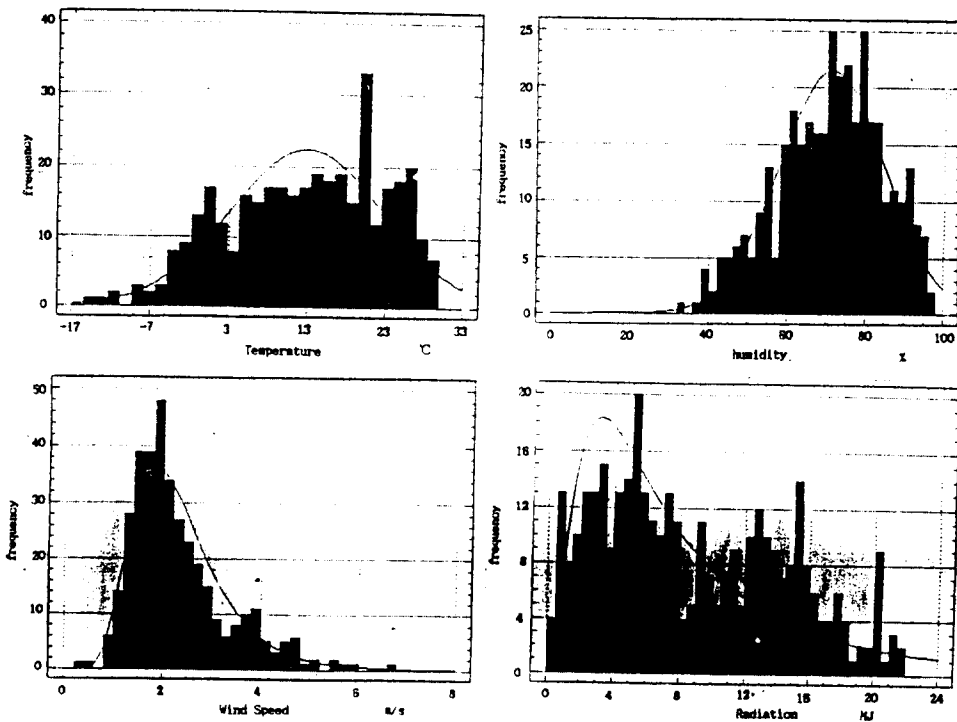


Fig. 3 Relative frequency histogram for meteorological data

과 같이 단순상관분석, 인자분석, 다중회귀 분석 및 대기오염 풍배도에 의한 분석을 실시하였다.

1. 단순 상관분석

Table 2는 대기오염도와 기상인자들 사이의 관계를 단순상관계수로 나타낸 표이다.

위의 표에서 보는 바와 같이 SO₂, TSP 및 CO의 농도변화는 이들 오염물질간의 상관계수가 0.5 이상으로 비교적 높은 상관을 보였다. NO₂와 O₃의 경우는 이들 어떤 오염물질과도 특별한 상관계수를 나타내지 않았다.

Table 2에서 SO₂, TSP 및 CO는 비교적 같은 무리를 이루고 있으며 이들 대기오염물질은 기온에 대해 비교적 높은 역상관을 나타내고 있어 주로 기온이 낮은 계절에 난방을 위한 연료사용량의 증가에 따른 배출량의 증가가 주 요인인 것으로 생각된다.

특히 Fig. 4는 SO₂농도와 기온의 1년 동안의 변화를 나타낸 것으로써 기온이 높을 때 SO₂ 농도는 낮게 나타났으며 SO₂ 농도가 기온과의 관계가 밀접한 역상관계임을 보여 주고 있어 SO₂가 난방과 관련된 발생원에서

영향을 받는 물질임을 뒷받침하고 있다.

SO₂, TSP 및 CO의 경우 일사량에 대해 매우 낮은 상관계수를 나타내고 있는 반면 O₃의 경우 일사량과의 상관계수가 0.5 이상으로 비교적 높은 상관성을 나타냈다.

이와 같은 결과는 앞에서 언급한 시간별 O₃ 농도 변화추세에서 일사량이 가장 높은 시간대에 O₃의 농도가 최대농도를 나타내고 있는 것과도 관련이 있는 것이라고 할 수 있다.

대기오염도가 발생원에서의 배출특성과 기상인자에 의한 확산효과 등에 의하여 좌우된다는 사실을 고려할 때 단순 상관분석에서는 이러한 오염도 지배인자의 영향이 복합되어 있는 현상을 명확히 나타낼 수 없을 것으로 생각되며 인자분석 및 중회귀분석에 의하여 좀더 명확하게 검토할 필요가 있다고 생각된다.

2. 인자분석(Factor Analysis)

인자분석은 여러개의 변수가 얽혀 있는 현상으로부터 동질의 변화성을 갖는 변수들을 찾아내어 몇개의 인자(factor)로 해석할 수 있도록 한다.

Table 2. Correlation coefficient between air pollution and meteorology

	SO ₂	TSP	CO	NO ₂	O ₃	TEMP.	HUM.	W.S	RAD.
SO ₂	1.00								
TSP	0.64	1.00							
CO	0.74	0.59	1.00						
NO ₂	0.21	0.18	0.13	1.00					
O ₃	-0.37	-0.15	-0.33	-0.12	1.00				
TEMP.	-0.51	-0.36	-0.41	0.10	0.11	1.00			
HUM.	-0.19	-0.18	-0.13	0.02	-0.27	0.41	1.00		
W.S	-0.38	-0.30	-0.35	-0.18	0.39	-0.23	-0.10	1.00	
RAD.	-0.29	-0.06	-0.20	0.06	0.51	0.36	-0.43	0.01	1.00

Sample size = 353

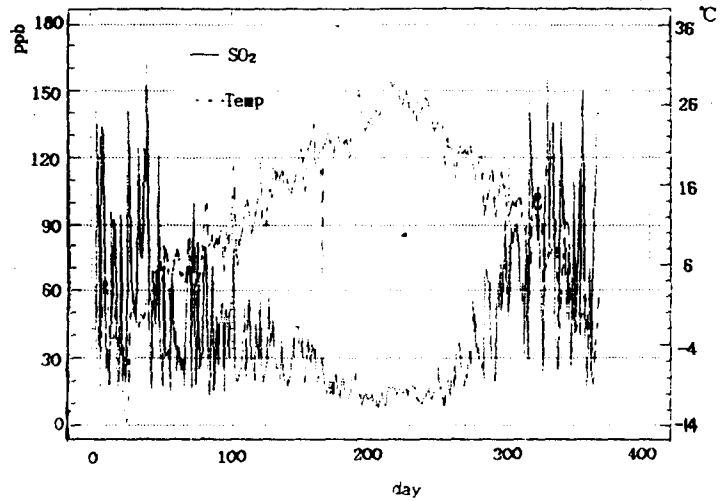


Fig. 4 Originally daily SO₂(ppb) and temperaturte(°C) sieres
1990. 1. 1.~1990. 12. 31.(353 days)

Table 3 은 대기오염도 자료와 기상인자의 단순상관계수를 입력 자료로 하여 고유치 (Eigen Value)와 공통도(Communality)를 구한 것이다.

이 표에서 고유치(Eigen Value) 1.0 이상인 인자가 2개 추출되었으며 인자 1이 충분이 52.0%를 설명하고 있고 인자 2가 26.0%를 설명하여 2개인자에 의해 충분산의 78.0%가 설명되고 있다.

인자가 갖는 특성이 좀더 명확하고 해석이 용이한 인자들로 구분하기 위해 고유치 1.0 이상을 선정하여 각 인자별 인자부하량을 산출한 결과는 Table 4와 같으며 Varimax 법에 의한 인자회전을 실시한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에서 보는 바와같이 인자 1은 SO₂, TSP, CO, 기온, 상대습도의 변동과 관련있는 것으로 나타났다.

O₃와 일사량, 상대습도와 한 그룹을 형성

Table 3. Eigen value and comunality percentage

Factor	Eigenvalue	PercentVar	CumPercent
1	2.73381	52.0	52.0
2	1.36755	26.0	78.0
3	.97996	18.6	96.6
4	.13177	2.5	99.1
5	.04619	.9	100.0
6	-.07255	.0	100.0
7	-.10855	.0	100.0
8	-.20086	.0	100.0
9	-.21892	.0	100.0

Table 4. Factor matrix

Variable	Factor 1	Factor 2
SO ₂	0.88686	-0.07811
TSP	0.66530	-0.19049
CO	0.78185	-0.06417
NO ₂	0.17547	0.06229
O ₃	-0.47336	-0.49669
TEMPERATURE	-0.55722	0.40203
HUMIDITY	-0.12622	0.74850
WIND SPEED(m/s)	-0.39366	-0.29368
RADIATION	-0.39638	-0.51218

Table 5. Varimax rotated factor matrix

Variable	Factor 1	Factor 2
SO ₂	0.80440	-0.38154
TSP	0.67020	-0.17247
CO	0.70677	-0.34041
NO ₂	0.11980	-0.14254
O ₃	-0.15683	0.66796
TEMPERATURE	-0.68406	-0.06468
HUMIDITY	-0.48772	-0.58165
WIND SPEED(m/s)	-0.19086	0.45254
RADIATION	-0.08260	0.64236

하는 것은 O₃가 대기중에서 광화학반응을 거쳐 생성되는 2차 오염물질이기 때문에 일사량이 많은 날에 농도가 높아지는 것을 생각할 수 있고 습도는 일사량 감소요인이 되는 것으로 판단된다.

인자 1에서 기온의 감소와 SO₂, TSP, CO 배출량의 증가구조를 나타내며 상대습도의 변동은 기온에 따라 변동현상으로 의미가 없는 것으로 생각된다. 따라서 인자 1은 난방과 관련된 연료사용에 따른 오염물질 배출구조를 시사하고 있다. 인자 2에서는 O₃, 일사량, 상대습도의 변동에 의해 결정되어지는 인자를 나타내는 것으로써 O₃의 생성 반응기전과 관련된 것으로 생각할 수 있다.

즉, 일사량의 증가에 따른 O₃ 생성반응인 광화학반응의 증가와 상대습도의 증가에 따른 자외선량의 감소가 O₃ 생성반응의 감소 현상 구조를 나타내고 있음을 추정할 수 있다.

3. 다중회귀 분석

(Multiple Regression Analysis)

SO₂ 농도의 영향인자를 알아보기 위하여 일평균 SO₂를 종속변수로 기상인자들인 온도, 상대습도, 풍속, 일사량을 독립변수(설명변수)로 한 Stepwise selection 방식에 의하여 중회귀분석을 실시하였다.

그 결과 설명변수로 온도와 풍속이 선택

되었으며 이때 R^2 은 0.523 수정 R^2 은 0.52로 나타났으며 중회귀분석 결과 SO_2 에 대한 온도, 풍속의 중회귀방정식은 다음식과 같이 구해졌다.

$$[SO_2] = -2.239 \cdot [TEMP] - 18.04[WS] + 114.74 (R^2 = 0.52)$$

위 회귀모형식에서 온도와 풍속은 SO_2 농도와 역상관으로써 온도의 증가는 SO_2 발생량의 감소를 나타내고 있으며 풍속의 증가는 바람에 의한 확산효과가 SO_2 의 감소현상을 유발하고 있음을 시사한다. SO_2 의 중회귀모형에 의한 계산치와 관측치를 Fig. 4에 나타냈다.

CO에 대하여 중회귀분석을 실시한 결과 CO오염도와 가장 관련이 큰 기상인자는 SO_2 와 마찬가지로 기온과 풍속이었고 다음이 습도, 일사량 순이었으며 기온과 풍속 두개의 독립변수로 구성되는 중회귀모형이 최적모형으로 선정되었다.

회귀분석 결과 수정 R^2 은 0.36으로 SO_2 에

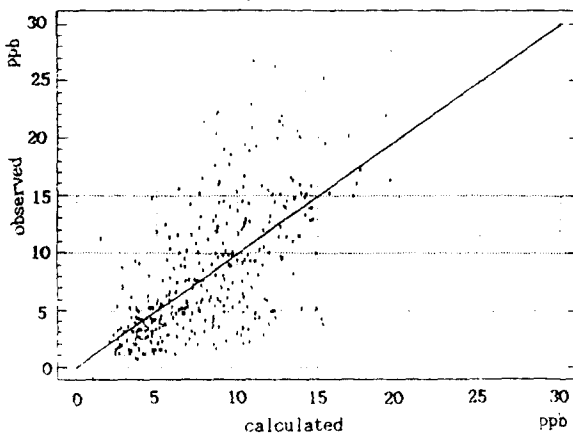


Fig. 5 Scatter diagram of observed and calculated concentration by multiple regression model(SO_2)

비해 낮게 나타났으며, CO농도에 대한 기온, 풍속의 중회귀방정식은 다음식과 같이 계산되었다.

$$[CO] = -1.81 \cdot [TEMP] - 10.73 \cdot [WS] + 82.75 (R^2 = 0.36)$$

CO의 경우도 SO_2 와 마찬가지로 기온저하에 따른 난방연료 사용량의 증가로 인한 CO배출량의 증가현상과 풍속증가에 의해 확산효과가 증가되는 구조를 보여주고 있으며 회귀모형에 의한 계산치(예측치)와 관측치의 분포는 Fig. 6과 같다.

O_3 의 최적중회귀모형을 위하여 4개의 기상인자와 O_3 의 생성반응에 관계하는 것으로 알려져 있는(Corn. M. et al, 1975) NO_2 를 포함하여 5개인자를 대상으로 하여 실시한 결과 풍속, 일사량, NO_2 , 온도, 습도 순으로 유의한 설명변수로 나타냈다.

O_3 의 생성반응과 깊은 관계가 있는 NO_2 및 SO_2 등과 비교적 상관계수가 낮은 것은 O_3 의 생성반응 시간이 NO_2 및 SO_2 등과 같지 않고 풍향, 풍속 등의 영향 등으로 인해 동일지점에서 O_3 와 다른 오염물질과의 상관계수는 매우 낮을 것으로 판단된다.

따라서, O_3 와 비교적 상관계수가 높은 풍속과 일사량에 의한 회귀분석 결과 R^2 가 0.408, 수정 R^2 은 0.405로 나타났으며, O_3 농도에 대한 풍속과 일사량의 중회귀방정식은 다음식과 같이 구해졌다.

$$[O_3] = 0.508 \cdot [RAD] + 2.17 \cdot [WS] - 1.65 (R^2 = 0.40)$$

위 회귀모형에서는 SO_2 와 CO의 경우와는 다르게 일사량 증가에 따라 O_3 의 생성반응이 활발해짐을 나타내고 있으며 풍속 증가에 의한 O_3 농도의 감소가 아니라 풍속감소에

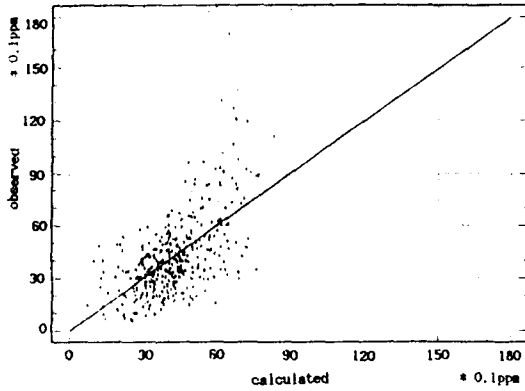


Fig. 6 Scatter diagram of observed and calculated concentration by multiple regression model(CO)

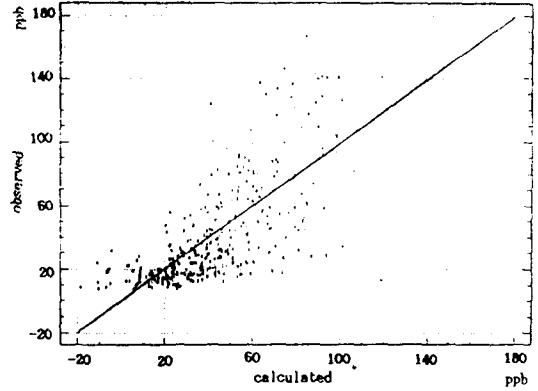


Fig. 7 Scatter diagram of observed and calculated concentration by multiple regression model(O₃)

다른 생성 전구물질(precursor) 즉 탄화수소 화합물 및 질소산화물의 이동과 관련이 있는 것으로 추정된다. O₃의 회귀모형에 의한 계산치와 관측치의 분포는 Fig. 7 과 같다.

Table 6 는 기온 등급별 기상인자와 오염도의 평균치를 산출한 것으로 SO₂와 CO 는 기온등급별 오염도의 수준이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있으며 특히 기온 0°C이하, 0~10°C일때 풍속이 2.41 m/s, 2.73 m/s 로 나타나 기온이 10°C이상인 경우보다 풍속이 크에도 불구하고 SO₂농도는 0°C이하인 경우가 20~30°C경우에 비하여 4 배 이상 높고 CO 농도는 2 배 수준인 것으로 나타나 SO₂와 CO 는 난방과 관련된 연료 사용이 주요 발생원임을 알 수 있다.

풍속에 의한 확산효과를 검토하기 위하여 연료 사용량이 일정수준 이상일 것으로 생각되는 기온 0°C이하인 경우를 대상으로 하여 SO₂와 CO 의 중회귀모형을 검토한 결과 SO₂와 CO 의 경우 모두 설명변수로 기온 하나만이 적합한 것으로 나타났다.

기온 0°C이하일 때의 SO₂와 기온과의 직

선회귀식은 상관계수 -0.706 으로 나타났으나 exponential 이나 지수형관계를 검토한 결과 $Y = \exp(a + bx)$ 형태의 회귀식의 상관계수는 -0.08, $Y = ax^b$ 형태의 상관계수는 0.84 로 $Y = ax^b$ 형태가 가장 적합한 것으로 나타났다.

SO₂농도의 풍속에 대한 지수회귀모형은 $[SO_2] = 167.2[\text{풍속P}]^{-1.346}$ 이며 분산분석결과 F-Ratio 가 105.8 로써 유의수준 99%에서 유의한 것으로 나타났으며, 위 지수회귀모형식과 관측치의 분포는 Fig. 8 과 같다.

CO 의 회귀모형은 $[CO] = 69.3[\text{풍속}]^{-0.900}$ 로써 상관계수 -0.663, F-Ratio 34.4 로써 99% 유의수준에서 유의한 것으로 나타난다.

CO 농도변화는 풍속증가에 따른 확산효과에 의한 설명정도가 SO₂의 경우에 비하여 작게 나타났으며 이는 SO₂의 경우보다는 CO 가 기온이 0°C이하시 난방연료 사용에 의한 CO 배출 이외에 자동차와 같은 배출원이 존재하는데 기인하는 것으로 생각되며, CO 농도의 지수회귀모형식과 관측치의 분포

Table 6. Air Pollution Concentration and Meteorology Data for Temperature Class

Temp.	SO ₂ (ppb)	CO(0.1ppm)	O ₃ (ppm)	HUM.(%)	W.S(m/s)	RAD(MJ)
21~30°C	17.42	30.81	8.23	79.30	2.05	10.63
11~20°C	46.07	41.98	9.27	70.00	2.34	10.00
1~10°C	56.02	47.16	6.00	69.43	2.72	7.16
≤ 0°C	71.21	59.51	7.61	60.15	2.41	5.67

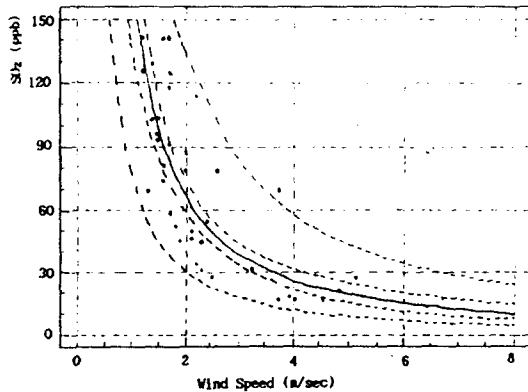
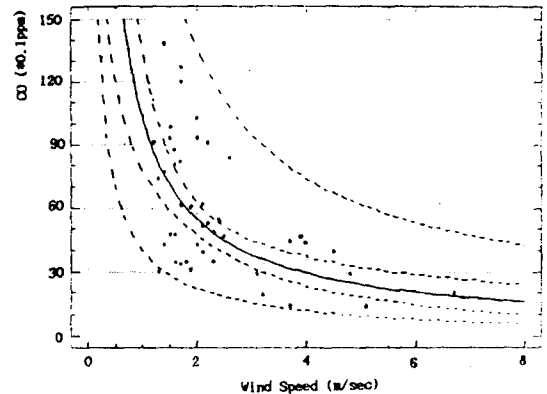
Fig. 8 Multiplicative model with wind speed and observed concentration of SO₂

Fig. 9 Multiplicative model with wind speed and observed concentration of CO

는 Fig. 9 와 같다.

VI. 결 론

본 연구는 1990년 1월부터 12월까지 1년간 서울 광화문지점에서 측정된 대기오염도 및 기상자료를 이용하여 SO₂, CO, O₃, TSP의 농도분포, 변화특성 및 대기오염농도와 기상인자(기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 일사량)와의 관련성 구조를 각종 통계분석을 통하여 검토하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 광화문지점의 SO₂, CO, O₃농도의 일중 변화 패턴을 조사한 결과 SO₂, 및 CO는 오전 8~9시에 최고농도를 오후 3~5시에 최저농도를 나타내는 변화곡선을 보여 일중

기온변화에 따른 난방연료 시간과 관련이 있음을 시사하며, O₃은 일중 일사량이 강한 시간인 오후 3~4 시경에 최고치를 나타내 광화학 반응에 의한 2차 오염물질임을 시사하였다.

2. 대기오염농도와 기상인자의 관련성에 대하여 인자분석을 행한 결과 2개의 인자가 추출되었으며, 인자 1은 SO₂, TSP, CO와 기온의 변동에 의해 설명되는 인자로서 난방과 관련된 연료사용에 따른 오염물질 배출구조를 시사하였으며, 인자 2는 O₃와 일사량, 상대습도의 변동에 의해 설명되는 인자를 나타내 O₃의 광화학반응에 의한 생성기전과 관련이 깊은 것으로 추정되었다.

3. 중회귀분석결과 아래와 같이 SO₂, CO는 온도와 풍속과의 회귀모형에 적합한 것

으로 나타났으며 O₃은 일사량과 풍속과의 회귀모형에 적하반 것으로 나타났다.

$$[SO_2] = -2.24[TEMP] - 18.04[W \cdot S] + 117.74 (R^2 = 0.52)$$

$$[CO] = -1.81[TEMP] - 10.73 \cdot [W \cdot S] + 82.75 (R^2 = 0.36)$$

$$[O_3] = 0.508[RAD] + 2.17 \cdot [W \cdot S] - 1.65 (R^2 = 0.40)$$

4. 기상인자중 기온인자를 배제한 경우의 SO₂ 및 CO 농도 변화는 다음과 같이 풍속과의 지수함수식에 의해 지배받는 것으로 나타났다.

$$[SO_2] = 167.2[풍속]^{-1.346} (R^2 = -0.84)$$

$$[CO] = 69.3[풍속]^{-0.90} (R^2 = -0.66)$$

참고문헌

- 1) 나진균 외 6 인(1985), 대기오염 예측을 위한 대기안정도와 혼합고 분석에 관한 연구, 국립환경연구소보, Vol. 6, 17~33.
- 2) Fukuko, Y(1973), Meteorological study of air pollution, Faculty of Education, Fukushima Univ, Sci. Rep, 23, 51~61.
- 3) Wilkins, E.T(1954) "Airpollution in a London Smog" Mechanical engineering, May 1954, 426~429.
- 4) 노재식(1990), "환경과학입문" 전파과학사, 40~46.
- 5) 정용, 장재연, 권숙표(1986), 서울시 대기중 오존의 오염도와 그 영향인자 분석, 한국대기보존학회지, Vol. 2, NO. 1, 73~79.
- 6) 이태영, 김정우, 박순웅(1990), 대기오염예보체계개발연구, 한국환경과학연구협회, 1~186.
- 7) 이덕길 외 9 인(1990), 도시지역도시대기질에 관한 연구(II)-대기오염영향인자분석, 국립환경연구원보, Vol. 12, 71~96.
- 8) Tsuyoshi, Y(1970), The diurnal variation of the pollutant concentration in urban area, J. Japan. Soc. Air Pollut., Vol. 5, 113~125.
- 9) 김정옥 외 6 인(1982), 대기환경기준 설정을 위한 연구, 한국과학기술원, 62~73.
- 10) 한의정, 신찬기, 장남익 외 5 인(1991), 도시지역 대기질 개선에 관한 연구(III)-환경대기질 조사를 중심으로-국립환경연구원, 37~66.
- 11) Corn. M. etal(1975), photochemical oxidants : sources, sink and strategies, Journal of Air Pollution Conto Association, Vol. 25, NO. 1, 16~18.
- 12) William R. Dillon(1984) "Multivariate", John Willey & Sons, 586.