

대기오염농도와 기상인자의 관련성 연구

—서울 광화문지점을 중심으로—

A Study on the Relationship of Air Pollution and Meteorological Factors

—Focusing at Kwanghwamun in Seoul—

신 찬 기 · 한 진 석 · 김 윤 신¹⁾

국립환경연구원 대기연구부

¹⁾한양대학교 의과대학

(원고접수 : 1992. 10. 2)

Chan-Ki Shin, Jin-Suk Han and Yoon-Shin Kim

Air Quality Research Department, National Institute of Environmental Research

¹⁾College of Medicine, Hanyang University

(Received 2 October 1992)

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 pollutant 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.

1. 서 론

도시지역 대기오염농도를 지배하는 요인중에서 배출원을 제외하고 가장 영향을 많이 주는요소는 기상인자로 알려져 있다(나진균, 1985; 박일수,

1991; Wilkins, 1954). 외국의 여러자료에서도 풍속과 대기오염도 관계는 역비례 관계가 있다는 것이 잘 나타나 있고 특히 풍속이 1.5m/sec이하인 경우에 고농도 SO₂농도가 관찰된다고 보고하고 있다 (Fukuoka, 1979; Garnett A, 1980; 이덕길,1990).

우리나라에서도 SO₂ 농도 또는 O₃ 농도와 기상인자들 사이의 관련성을 통계분석을 통하여 설명한 예는 있다(정용등, 1986 ; 이태영, 1990). 그러나 여러가지 오염물질과 기상인자들사이의 관련성 구조를 해명하고 이것을 수식화 시키는 것에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 서울의 중심지에 위치하고 상시 기상관측을 실시하는 서울측후소에서 인접해 있는 광화문지점을 대상으로 아황산가스(SO₂), 일산화탄소(CO), 부유분진(TSP), 오존(O₃)을 중심으로 농도분포 및 시간별변화 특성을 알아보고 기온, 상대습도, 풍향, 풍속, 일사량 등 기상인자들과의 관련성구조를 규명하고 수식화 하기위한 기법을 모색하고자 하였다.

2. 연구자료 및 방법

2.1 연구자료

본 연구를 위해 사용된 측정자료는 표 1에 나타낸 바와 같이 대기오염도는 서울 광화문지점(서울 중구 정동 5-1, 덕수궁내)에서 측정된 아황산가스(SO₂), 부유분진(TSP), 일산화탄소(CO), 오존(O₃)의 1시간 평균자료이며, 기상자료는 기상청 서울측후소(서울 종로구 송월동 1번지)에서 매일 관측된 기온, 습도, 풍향, 풍속 및 수평일사량 자료들이다. 본 연구에 사용된 자료는 1990년 1월부터 12월

까지의 것들로서 자료의 신뢰성을 고려하여 시간당 80% 이상 측정된 자료만 시간평균자료로 이용하였다.

2.2 자료의 통계처리

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

3. 대기오염농도 분포 및 변화특성

그림 1은 1990년 1년간 측정된 SO₂, CO, O₃의 시간평균자료를 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)형태를 나타냈으며, CO의 경우 2-5 ppm 범위에 밀집되어 있으며 SO₂농도와 동일하게 중앙치 보다 낮은 농도로 치우친 비대칭형으로 이들 대기오염물질이 김정옥 등(1982),한의정 등(1990)에 의해 대수정규분포를 하는 것으로 보고된 바 있다. CO의 시간평균치가 15ppm 이상인 발생빈도는 년중 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 년 측정회수중 5000회이상으로 낮은농도에 치우친 비대칭형을 이루고 있다.

일중 대기오염도의 변화특성을 나타낸 그림 2를 보면 SO₂의 경우 08시와 09시에 75.9 ppb로 일중

Table 1. Data of air pollution and meteorology.

Period	pollutants	Meteorological factors
1990. 1. 1	SO ₂	Temperature
-12.31	TSP	Relative humidity
	CO	Wind speed
	O ₃	Wind direction
		Horizontal radiation

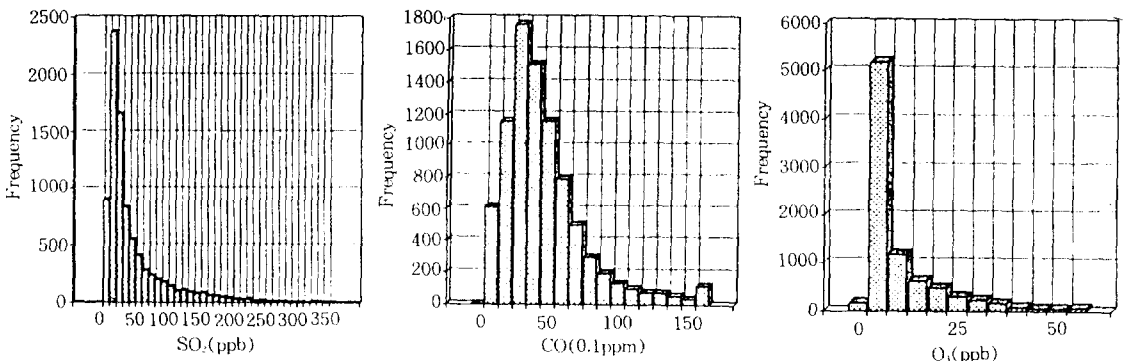


Fig. 1. Frequency distribution of air pollution for 1 year('90).

Table 6. Air pollution concentration and meteorology data for temperature class.

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

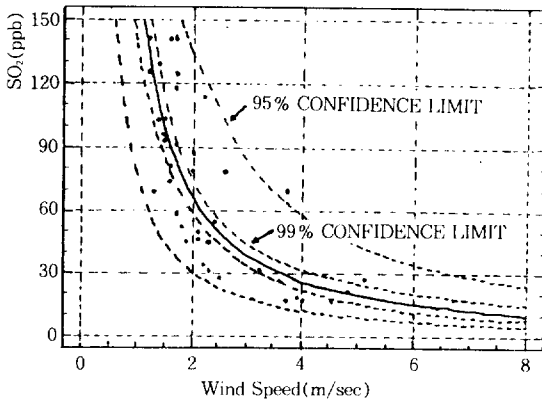


Fig. 8. Multiplicative model with wind speed and observed concentration of SO₂.

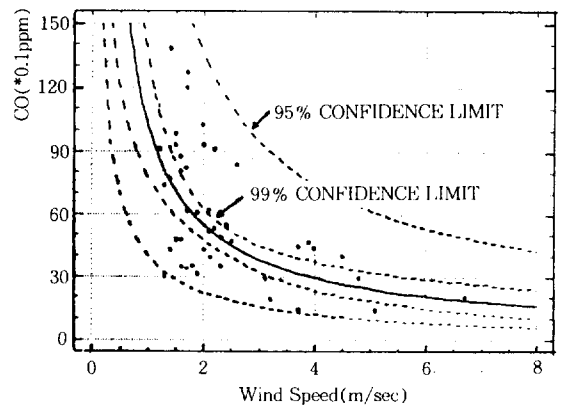


Fig. 9. Multiplicative model with wind speed and observed concentration of CO.

사용량이 일정수준 이상 일 것으로 생각되는 기온 0°C 이하인 경우를 대상으로 하여 SO₂와 CO의 중회귀모형을 검토한 결과 SO₂와 CO의 경우 모두 설명변수로 풍속 하나만이 적합한 것으로 나타났다. 기온 0 이하일때의 SO₂와 풍속과의 직선회귀식은 상관계수 -0.706으로 나타났으나 $Y = \exp(a+bx)$ 형태와 $Y = axb$ 형태를 검토한 결과 $Y = \exp(a+bx)$ 회귀식의 상관계수는 -0.80, $Y = axb$ 회귀식의 상관계수는 0.84로 $Y = axb$ 형태가 가장 적합한 것으로 나타났다.

SO₂농도의 풍속에 대한 회귀모형은 $[SO_2, ppb] = 167.2[\text{풍속, m/s}] - 1.348$ 이며 분산분석결과 F-Ratio가 105.8 로써 유의수준 99%에서 유의한 것으로 나타났으며, 위 지수회귀모형식과 관측치의 분포는 그림 8과 같다.

CO의 회귀모형은 $[CO, 0.1ppm] = 69.3[WS, m/s] - 0.900$ 로써 상관계수 -0.663, F-Ratio 34.4로써 99%유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. CO 농도변화는 풍속증가에 따른 확산효과에 의한 설명 정도가 SO₂의 경우에 비하여 작게 나타났으며 이는 SO₂의 경우보다는 CO가 기온이 0°C 이하시 난방연료사용에 의한 CO배출 이외에 자동차와 같은 배출원이 존재하는데 기인하는 것으로 생각되며, CO농도의 지수회귀모형식과 관측치의 분포는 그림 9와 같다.

4. 결 론

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

1) 광화문지점의 SO₂, CO, O₃농도의 일중 변화패턴을 조사한 결과 SO₂, 및 CO는 오전 8시~9시에 최고농도를 오후 3시~5시에 최저농도를 나타내는 변화곡선을 보였고, O₃는 일중 일사량이 강한 시간인 오후 3시~4시경에 최고치를 나타내 광화학반응에 의한 2차오염물질임을 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 기온과 풍속과의 회귀모형에 적합한 것으로 나타났으며

풍속의 경우 2 m/sec를 중심으로 풍속이 낮은 범위에 치우친 다소 비대칭형을 나타내었다. 일사량의 정규분포도는 다른 기상인자의 분포도에 비해 다소 산만한 분포특성을 나타내었다.

5. 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 다음과 같이 단순상관분석, 인자분석, 다중회귀분석 및 대기오염 풍배도에 의한 분석을 실시하였다.

5.1 단순 상관분석

표 2는 대기오염도와 기상인자들 사이의 관계를 단순상관계수로 나타낸 표이다.

표 2에서 보는바와 같이 SO₂, TSP 및 CO의 농도변화는 이들 오염물질간의 상관계수가 0.5이상으로 비교적 높은 상관을 보였으나 NO₂와 O₃의 경우는 다른 오염물질과 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. SO₂, TSP 및 CO는 비교적 같은 무리를 이루고 있으며 이들 대기오염물질은 기온에 대해 역상관관계(SO₂의 경우 -0.51)를 나타내고 있어 주로 기온이 낮은 계절에 난방을 위한 연료사용량의 증가에 따른 배출량의 증가가 요인으로 작용하는 것으로 생각된다. 일년동안의 SO₂농도와 기온변화를 나타낸 그림 4에서도 이들간의 역상관관계를 시사하고 있다.

동절기에 SO₂농도의 변화폭이 크게 나타나고 있는 것은 배출량의 증가와 함께 복사역전 등의 영향에 의한 일중혼합층의 변화와 기상인자 등에 의한 오염물질의 확산조건변화에 기인하는 것으로 생각

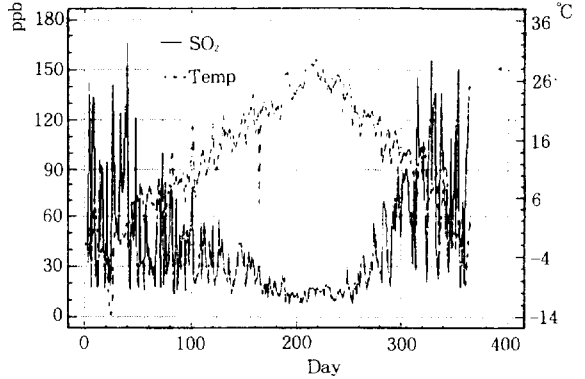


Fig. 4. Originally daily SO₂(ppb) and temperature (°C) series 1990.1.1~1990.12.31(353 days).

된다(Tsuyosh,1970).

SO₂, TSP 및 CO의 경우 일사량에 대해 매우 낮은 상관계수를 나타내고 있는 반면 O₃의 경우 일사량과의 상관계수가 0.5이상으로 비교적 높은 상관관계를 나타냈다. 이와같은 결과는 앞에서 언급한 시간별 O₃농도 변화추세에서 일사량이 가장 높은 시간대에 O₃의 농도가 최대농도를 나타내고 있는 것과도 관련이 있는 것이라 할 수 있다(Corn, 1975).

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

Table 2. Correlation coefficient between air pollution and meteorology parameters.

	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

Table 3. Eigen value and communality percentage.

Factor	Eigen value	Percent Var.	Cum. Percent
1	2.73381	52.0	52.0
2	1.366755	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	0.17185	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	0.70620	-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

5.2 인자분석(Factor Analysis)

인자분석은 여러개의 변수가 얽혀 있는 현상으로부터 동질의 변화성을 갖는 변수들을 찾아내어 몇 개의 인자(factor)로 해석할 수 있도록한다.

표 3은 대기오염도 자료와 기상인자의 단순상관 계수를 입력 자료로하여 고유치(Eigen Value)와 공통도(Communality)를 구한 것으로 고유치(Eigen Value) 1.0이상인 인자가 2개 추출되었으며 인자 1 이 총분산의 52.0%를 설명하고 있고 인자 2가 26.0%를 설명하여 2개인자에 의해 총분산의 78.0%가 설명되고 있다. 인자가 갖는 특성이 좀더 명확하고

해석이 용이한 인자들로 구분하기 위해 고유치 1.0 이상을 선정하여 각 인자별인자부하량을 산출한 결과는 표 4와 같으며 Varimax법에 의한 인자회전을 실시한 결과는 표 5와 같다. 표 5에서 보는 바와같이 인자 1은 SO₂, TSP, CO, 기온, 상대습도의 변동과 관련있는 것으로 나타났다.

O₃과 일사량, 상대습도와 한 그룹을 형성하는 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 따른 변동현상으로 의미가 없는 것으로 생각된다. 따라서 인자 1은 난방과 관련된 연료사용에 따른 오염물질 배출 구조를 시사하고 있다. 인자2에서는 O₃, 일사량, 상대습도의 변동에 의해 결정되어지는 인자를 나타내는 것으로써 O₃의 생성 반응기전과 관련된 것으로 생각할 수 있다. 일사량의 증가에 따른 O₃ 생성반응인 광화학반응의 증가와 상대습도의 증가에 따른 자외선량의 감소가 O₃ 생성반응의 감소현상 구조를 나타내고 있음을 추정할 수 있다.

5.3 다중회귀 분석(Multiple Regression Analysis)

SO₂농도의 영향인자를 알아보기 위하여 일평균 SO₂를 종속변수로 기상인자들인 기온(TEMP), 상대습도(RH), 풍속(WS), 일사량(RAD)을 독립변수(설명변수)로 한 Stepwise selection 방식에 의하여 중회귀분석을 실시 하였다.

그 결과 설명변수로 기온과 풍속이 선택되었으며 이때 R²은 0.523 수정R²은 0.52 로 나타났으며 중회귀분석 결과 SO₂에 대한 기온, 풍속의 중회귀방정식은 다음식과 같이 구해졌다.

$$[SO_2, ppb] = -2.239 \cdot [TEMP, ^\circ C] - 18.04 [WS, m/s] + 114.74 (R^2 = 0.52)$$

위 회귀모형식에서 기온과 풍속은 SO₂농도와 역상관으로써 기온의 증가는 SO₂발생량의 감소를 나타내고 있으며 풍속의 증가는 바람에 의한 확산효과로 SO₂ 농도를 감소시키고 있음을 시사한다. SO₂의 중회귀 모형에 의한 예측치와 실측치를 그림 5에 나타냈다.

CO에 대하여 중회귀분석을 실시한 결과 CO오염도와 가장 관련이 큰 기상인자는 SO₂와 마찬가지로 기온과 풍속이었고 다음이 습도, 일사량 순이었으며 기온과 풍속 두개의 독립변수로 구성되는 중회귀모형이 최적모형으로 선정되었다. 회귀분석 결과 수정 R²은 0.36으로 SO₂에 비해 낮게 나타났으며, CO농

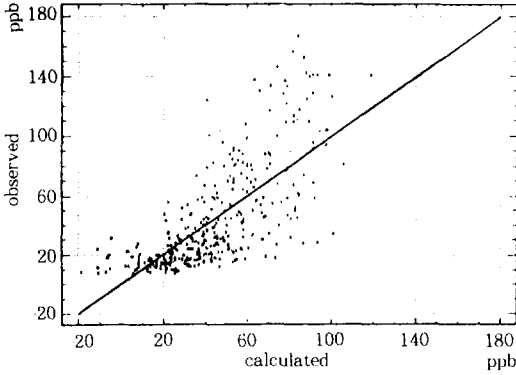


Fig. 5. Scatter diagram of observed and calculated SO₂ concentration by multiple regression model.

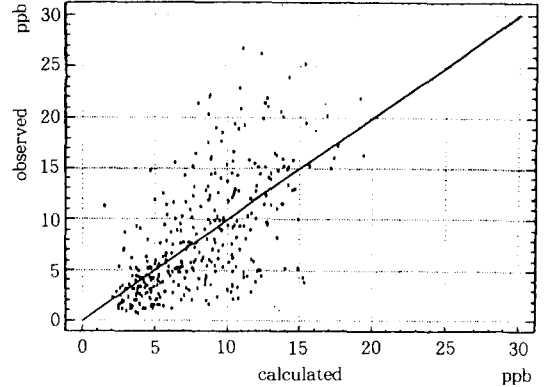


Fig. 7. Scatter diagram of observed and calculated O₃ concentration by multiple regression model.

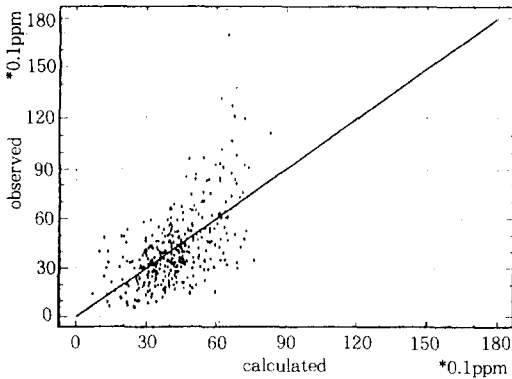


Fig. 6. Scatter diagram of observed and calculated CO concentration by multiple regression model.

도에 대한 기온, 풍속의 중회귀방정식은 다음식과 같이 계산되었다.

$$[CO, 0.1ppb] = -1.81 \cdot [TEMP, ^\circ C] - 10.73 \cdot [WS, m/s] + 82.75 \quad (R^2 = 0.36)$$

CO의 경우도 SO₂와 마찬가지로 기온저하에 따른 난방연료 사용량의 증가로 인한 CO배출량의 증가 현상과 풍속증가에 의해 확산효과가 증가되는 구조를 보여주고 있으며 회귀모형에 의한 계산치(예측치)와 관측치의 분포는 그림 6과 같다.

O₃의 최적중회귀모형을 위하여 4개의 기상인자와 O₃의 생성반응에 관계하는 것으로 알려져 있는 (Corn.M.etal,1975) NO₂를 포함하여 5개인자를 대상으로 하여 실시한 결과 풍속, 일사량, NO₂, 기온, 습도 순으로 유의한 설명변수로 나타났다. O₃의 생

성반응과 깊은 관계가 있는 NO₂ 및 SO₂ 등과 비교적 상관계수가 낮은 것은 O₃의 생성반응 시간이 NO₂ 및 SO₂ 등과 같지 않고 풍향, 풍속 등의 영향 등으로 인해 O₃생성관련물질들의 이동이 일어나므로 동일지점에서 O₃와 다른 오염물질과의 상관계수는 매우 낮을 것으로 판단된다. 따라서 O₃와 비교적 상관계수가 높은 풍속과 일사량에 의한 회귀분석 결과 R²가 0.408, 수정R²는 0.405로 나타났으며, O₃ 농도에 대한 풍속과 일사량의 중회귀방정식은 다음식과 같이 구해졌다.

$$[O_3, ppm] = 0.508 \cdot [RAD, MJ] + 2.17 \cdot [WS, m/s] - 1.65 \quad (R^2 = 0.40)$$

위 회귀모형에서는 SO₂와 CO의 경우와는 다르게 일사량 증가에 따라 O₃의 생성반응이 활발해 짐을 나타내고 있으며 풍속 증가에 의한 O₃농도의 감소가 아니라 풍속 증가에 따른 O₃생성 전구물질(precursor) 즉 탄화수소화합물 및 질소산화물의 이동과 관련이 있는 것으로 추정된다. O₃의 회귀모형에 의한 계산치와 관측치의 분포는 그림 7과 같다.

표 6는 기온 등급별 기상인자와 오염도의 평균치를 산출한 것으로 SO₂와 CO는 기온등급별 오염도의 수준이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있으며 특히 기온 0 이하, 0-10 일때 풍속이 각각 2.41 m/s, 2.73 m/s로 기온이 11-20 (2.34 m/s), 21-30 (2.05 m/s)인 경우보다 풍속이 큼에도 불구하고 0 이하 경우의 SO₂농도가 20-30 인 경우에 비하여 4배이상 높고 CO농도는 2배 수준인 것으로 나타나 년중 SO₂와 CO농도변화는 난방과 관련된 연료 사용이 주도하고 있음을 알 수 있다.

풍속에 의한 확산효과를 검토하기 위하여 연료

Table 6. Air pollution concentration and meteorology data for temperature class.

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

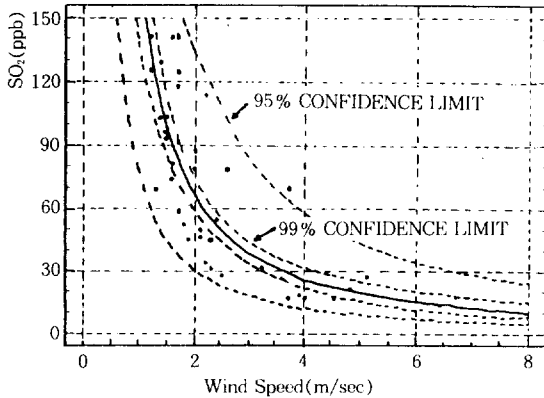


Fig. 8. Multiplicative model with wind speed and observed concentration of SO₂.

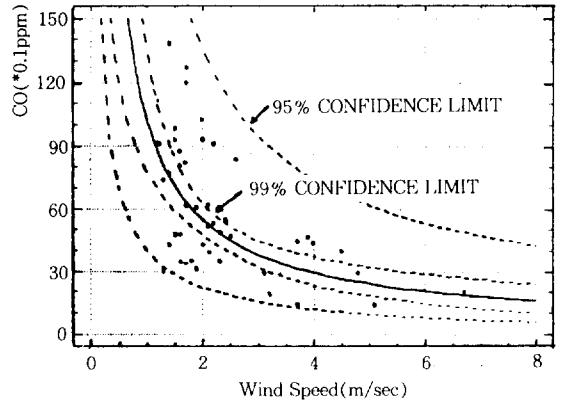


Fig. 9. Multiplicative model with wind speed and observed concentration of CO.

사용량이 일정수준 이상 일 것으로 생각되는 기온 0°C 이하인 경우를 대상으로 하여 SO₂와 CO의 중회귀모형을 검토한 결과 SO₂와 CO의 경우 모두 설명변수로 풍속 하나만이 적합한 것으로 나타났다. 기온 0 이하일때의 SO₂와 풍속과의 직선회귀식은 상관계수 -0.706으로 나타났으나 Y = exp(a+bx) 형태와 Y = axb 형태를 검토한 결과 Y = exp(a+bx) 회귀식의 상관계수는 -0.80, Y = axb 회귀식의 상관계수는 0.84로 Y = axb 형태가 가장 적합한 것으로 나타났다.

SO₂농도의 풍속에 대한 회귀모형은 [SO₂, ppb] = 167.2[풍속, m/s]-1.348 이며 분산분석결과 F-Ratio가 105.8 로써 유의수준 99%에서 유의한 것으로 나타났으며, 위 지수회귀모형식과 관측치의 분포는 그림 8과 같다.

CO의 회귀모형은 [CO, 0.1ppm] = 69.3[WS, m/s]-0.900로써 상관계수 -0.663, F-Ratio 34.4로써 99%유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. CO 농도변화는 풍속증가에 따른 확산효과에 의한 설명 정도가 SO₂의 경우에 비하여 작게 나타났으며 이는 SO₂의 경우보다는 CO가 기온이 0°C 이하시 난방연료사용에 의한 CO배출 이외에 자동차와 같은 배출원이 존재하는데 기인하는 것으로 생각되며, CO농도의 지수회귀모형식과 관측치의 분포는 그림 9와 같다.

4. 결 론

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

1) 광화문지점의 SO₂, CO, O₃농도의 일중 변화 패턴을 조사한 결과 SO₂, 및 CO는 오전 8시~9시에 최고농도를 오후 3시~5시에 최저농도를 나타내는 변화곡선을 보였고, O₃은 일중 일사량이 강한 시간인 오후 3시~4시경에 최고치를 나타내 광화학반응에 의한 2차오염물질임을 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 기온과 풍속과의 회귀모형에 적합한 것으로 나타났으며

O₃은 일사량과 풍속과의 회귀모형에 적합한 것으로 나타났다.

$$[SO_2, \text{ppb}] = -2.24[\text{TEMP}, ^\circ\text{C}] - 18.04[\text{WS}, \text{m/s}] + 117.74 (R^2 = 0.52)$$

$$[\text{CO}, 0.1\text{ppm}] = -1.81[\text{TEMP}, ^\circ\text{C}] - 10.73[\text{WS}, \text{m/s}] + 82.75 (R^2 = 0.36)$$

$$[\text{O}_3, \text{ppb}] = 0.508[\text{RAD}, \text{MJ}] + 2.17[\text{WS}, \text{m/s}] -$$

$$1.65 (R^2 = 0.40)$$

4) 기온이 0°C 이하인 경우에 있어서 SO₂ 및 CO 농도 변화는 다음과 같은 풍속의 지수함수식에 의해 나타낼 수 있었다.

$$[\text{SO}_2, \text{ppb}] = 167.2[\text{WS}, \text{m/s}]^{-0.366} (R = -0.84)$$

$$[\text{CO}, 0.1\text{ppm}] = 69.3[\text{WS}, \text{m/s}]^{-0.90} (R = -0.66)$$

참 고 문 헌

- 김정옥외 6인 (1982), 대기환경기준 설정을 위한 연구, 한국과학기술원, 62-73.
- 나진균외6인(1985), 대기오염예측을 위한 대기안정도와 혼합고 분석에 관한 연구, 국립환경연구소보, Vol.6 17-33.
- 박일수, 이덕길, 강인구(1991), 서울지역 겨울철 SO₂농도를 지배하는 기상 인자, 한국대기보전학회지, Vol 7, No 2, 96-104.
- 이덕길외9인 (1990), 도시지역도시대기질에 관한 연구(II)-대기오염영향인자분석, 국립환경연구원보, Vol.12, 71-96.
- 이태영, 김정우, 박순웅(1990), 대기오염예보체계 개발연구, 한국환경과학연구협의회, 1-186.
- 정 용, 장재연, 권숙표(1986), 서울시 대기중 오존의 오염도와 그 영향인자분석, 한국대기보존학회지, Vol 2 NO.1, 73-79.
- 한의정, 신찬기, 한진석외5인(1990), 도시지역 대

기질 개선에 관한 연구(II) -환경대기질 조사를 중심으로-, 국립환경연구원.

- Corn. M.etal(1975), photochemical oxidants: sources, sink and strategies, Journal of Air Pollution Conto Association, Vol.25, NO.1, 16-18.
- Fukuko, Y(1973), Meteorological study of air pollution, Faculty of Education, Fukushima Univ, Sci.Rep, 23, 51-61.
- Garnett A.(1980), Recent trends in sulphurdioxide air pollution in the Sheffield Urban region. Atmospheric Envin., 14, 787-796.
- Tsuyoshi, Y(1970), The diurnal variation of the pollutant concentration in urban area. J. Japan.Soc. Air Pollut., Vol.5, 113-125.
- Wilkins, E.T(1954) "Air pollution in a London Smog" Mechanical engineering, May 1954, 426-429.