

指標植物을 利用한 大氣汚染度 調査研究

— 大田市를 中心으로 —

尹 旻 燮

大田保健專門大學

A Study on the Air Pollution Level in Tae Jŏn Area by Botanical Indicator

Oh Sŏb Yun

*Dept. of Environmental Management,
Taejŏn Health Junior College*

Abstract

Air pollution has been one of the severe problems in city area.

Sulfur dioxide is the major pollutant among the air pollutants. And the lichen as a botanical indicator have been used to predict the air pollution level.

This study was carried out to evaluate the air pollution level in Taejon area through the field survey which were checked lichen status and sulfur dioxide content in the atmosphere.

The results were as follows ;

1. The average sulfur dioxide content in Taejŏn area was 0.031ppm. The comparison of measurement methods were regression equation, $Y = 0.357X + 0.014$ and correlation factor, $r = 0.771$.
2. The maximum point of the SO_2 level was site No. 2(Daehwa-Dong), 0.087ppm and the minimum, site No. 8(Doma 2-Dong), 0.009ppm.
3. Total amounts of sulfur dioxide yearly emitted from Taejon area by fuel consumption estimated 29829.6 tons.
4. The relationship between degree of lichen and sulfur dioxide contents were
0.000~0.020 ppm : Zone No. 2
0.020~0.060 ppm : Zone No. 1
over 0.060 ppm : Zone No. 0

I. 緒 論

最近 급격한 産業發達, 人口增加 및 交通量의 증가등으로 대기오염에 의한 피해는 점차 심각한 사회문제화 되고 있다.

대기오염물질중 특히 아황산가스(SO₂)는 動植物, 재산, 人體등에 미치는 영향이 크므로 구체적인 제어 대책이 수립되어야 할 것이다. 현재 일부 대도시 지역, 공단주변 및 고속도로변 수목 중에서는 枝葉의 枯死, 異常낙엽 등의 현상을 나타내고 있어 아황산가스에 의한 피해 현상이 심화되어 가고 있는 실정이다.¹⁾

大田市の 경우, 면적 204.10km²에 약 780,000명의 인구가 집중되어 있어 약 3,820명/km²의 높은 인구밀도를 보이고 있고, 전면적의 약 6%에 달하는 工團內에 화학제조공장 등의 확대등으로 오염도는 매년 증가되고 있다.²⁾

아황산가스에 의한 대기오염의 정도를 指標植物을 이용하여 규명한 역사는 유럽에서는 19세기 후반, 일본에서는 明治時代 중기로 알려지고 있다.

특히 地衣植物이 위생계의 역할을 하고 있음을 1866년 Nylander가 프랑스 식물학회에서 발표한 이래 많은 연구가 진행되고 있다.³⁾

본 연구는 大田市 주변에 分布하고 있는 地衣植物(lichen)의 상태를 調査하여 大氣汚染度와의 상관관계를 비교 고찰하므로써 그 오염상

II. 調査對象 및 實驗方法

1. 調査항목 및 實驗방법

조사항목은 아황산가스(SO₂)의 농도 및 地衣植物(lichen)의 분포로서 Fig. 1과 같이 농도에 따른 각 등급별로 구분하였다.⁴⁾

SO₂ 농도는 환경오염공정시험법의 흡수액법(Standard Method의 Colorimetric Method: 반자동법)에 준하였으며, 기존 PbO₂ Candle Method에 의한 자동측정 자료를 비교자료로 活用하였다.⁵⁾

2. 조사기간 및 지점

조사기간은 1983년 6월부터 1983년 11월까지 5개월간이며 대상지점은 대전시 中心지역과 공단지역 및 유성지역을 포함하는 반경 5km 주변내를 Table 1 및 Fig. 2와 같이 8개소를 선정하여 조사하였다.

III. 結果 및 考察

1. 大田市 大氣汚染度

8개 지점에서 반자동법으로 實測한 SO₂의 성적은 Table 2와 같다. 즉 각 지점별 총 평균치는 0.031ppm으로서 Table 3의 5대도시의 연평균 농도중 서울, 부산의 0.051ppm 보

Table 1. The Status of Sampling Points

Site No.	Location	Status	Remarks
1	Jangdae - dong (Yeosung)	Residential Area (office Bld.)	
2	Daehwa - dong	Industrial Area	
3	Sungnam - dong	Residential Area (office Bld.)	
4	Samsung - dong	"	
5	Dae 1 - dong	"	
6	Oryu - dong	"	
7	In - dong	"	
8	Doma 2 - dong	"	

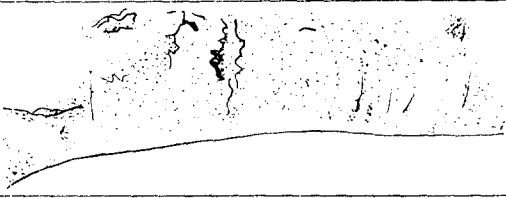
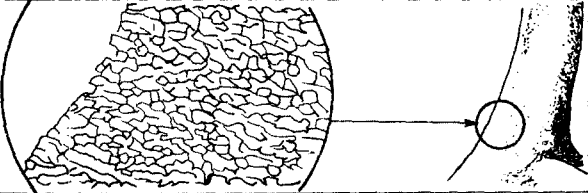
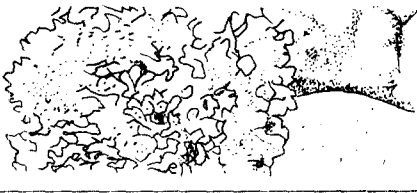
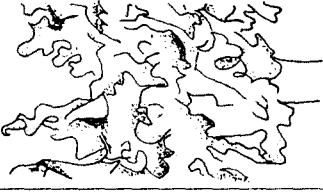
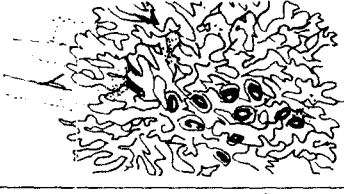
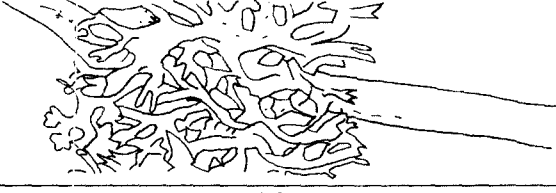

Shape		<ul style="list-style-type: none"> • Bright green color • Powdery alga type 	<ul style="list-style-type: none"> • Grey-green • crazy paving 	<ul style="list-style-type: none"> • Orange - Colored 	<ul style="list-style-type: none"> • Pale • Grey-green color • Fan shape • Triangular shape 	<ul style="list-style-type: none"> • Trunk type 	<ul style="list-style-type: none"> • Upper side : Greenish-grey color • Underneath : white color 	<ul style="list-style-type: none"> • Disc shape • [old Man's Beard] • Overall size : 1~15 cm 	Usnea lichens	6				
Status	No lichens	Crusty lichens	Xanthoria (on stone)	Leafy lichens (on walls)	Leafy lichens (on trees)	Shrubby lichens	Usnea lichens	5	4	3	2	1	0	
Name	Zone	0	1	2	3	4	5	6						

Fig.1 The status of lichen degree.

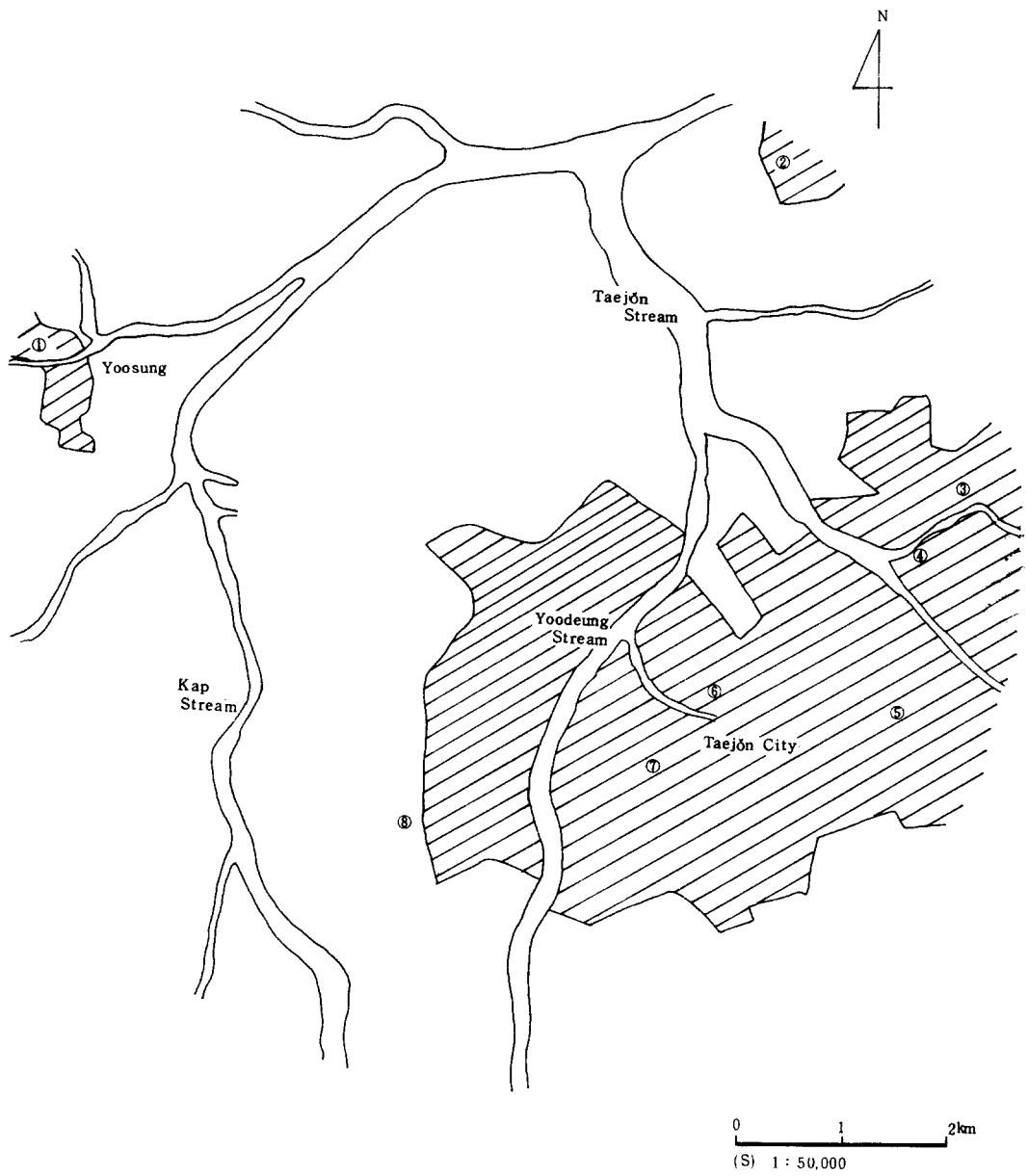


Fig.2 Sampling Points in Taejŏn Area.

다는 매우 양호하나 울산의 0.033ppm과 유사한 상태였다.⁶⁾

최고치는 대화동(2번) 지점의 0.087ppm으로서 최소치 지점(도마2동:8번)의 0.009ppm보다 약 10배가 높은 상태였다.

그리고 Table 4와 같이 1981년 부터 실시해 오고 있는 자동측정법에 의한 자료와 비교

해 보면, 1983년도의 총 평균농도와 동일한 값을 보이고 있었으며, 반자동법에 의한 자료와는 상관계수 $r = 0.771$ 로서 매우 상관성이 높은 것으로 나타났다. (Fig. 3 참조)

한편 Spilhaus (1967)⁷⁾의 분류법에 따른 교통기관(Transportation), 산업시설(Industry), 화력발전소(Electricity Generation), 폐기물처

Table 2. Sulfur Dioxide Contents by Colorimetric Method

Site No.	Sulfur Dioxide Contents (ppm)			Remarks
	Ave.	Max.	Min.	
1	0.023	0.028	0.013	
2	0.074	0.186	0.087	
3	0.029	0.034	0.015	
4	0.030	0.034	0.026	
5	0.027	0.031	0.011	
6	0.023	0.027	0.019	
7	0.025	0.033	0.012	
8	0.014	0.021	0.009	
Total	0.031	0.186	0.009	

Table 3. Relationship of Sulfur Dioxide Contents in 5 Cities(1983)

Cities	Seoul	Pusan	Taegu	Inchon	Ulsan
SO ₂ * (ppm)	0.051	0.051	0.046	0.037	0.023

* Env. Standards : 0.05 ppm

Table 4. Sulfur Dioxide Contents by Candle Method

(1981~1983)

Site No.	1981			1982			1983			Total		
	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.
1	-	-	-	0.013	0.022	0.005	0.022	0.036	0.013	0.018	0.036	0.005
2	0.034	0.060	0.024	0.037	0.045	0.031	0.114	0.215	0.019	0.062	0.215	0.019
3	0.057	0.068	0.046	0.034	0.056	0.023	0.026	0.042	0.015	0.039	0.056	0.015
4	0.034	0.051	0.022	0.031	0.045	0.025	0.023	0.035	0.009	0.029	0.051	0.009
5	0.050	0.053	0.047	0.031	0.045	0.026	0.026	0.046	0.013	0.036	0.053	0.013
6	0.034	0.060	0.023	0.029	0.039	0.025	0.020	0.027	0.014	0.028	0.060	0.014
7	0.035	0.061	0.022	0.033	0.045	0.029	0.023	0.029	0.011	0.030	0.061	0.011
8	-	-	-	0.014	0.023	0.010	0.018	0.027	0.011	0.016	0.027	0.010
Total	0.041	0.068	0.022	0.028	0.056	0.005	0.031	0.215	0.009	0.033	0.215	0.005

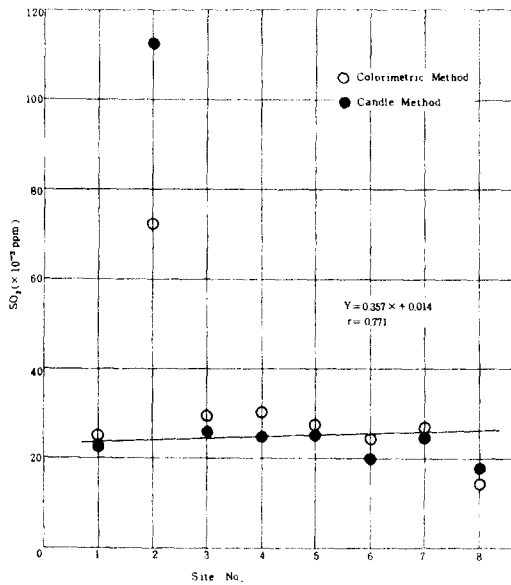


Fig. 3 Relationship Between Colorimetric Method and Candle Method.

리장(Refuse Disposal), 난방시설(Space Heating)의 5大別中 각종 연료사용량에 따른 排出係數(Emission Factor)^{8,9)}를 사용하여 SO₂ 배출농도를 추정하면, Table 5와 같이 29829.6 tons/yr 또는 81.1 tons/day 이고, 이를 대전시의 총면적으로 나누면 약 400 kg/km², day(0.4 g/m², day)로 배출된다.

또한, 계절별 성적분포는 Fig. 4 및 Table

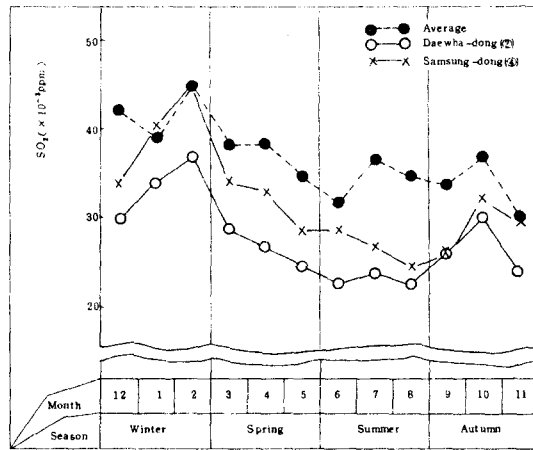


Fig. 4 The Comparison of Sulfur Dioxide Contents in Monthly (1982).

6 과 같이 각 지점 모두 冬節期에 증가하고, 夏節期에 감소하는 현상을 보였으나 대화동 지점(2번)만은 예외적으로 계절의 구분없이 일정한 성적분포를 나타내고 있어, 공단지역과 일반지역과의 뚜렷한 對比를 확인할 수 있었다.

2. 指標植物과 汚染度와의 相關關係

地衣植物(lichen) 과 SO₂ 汚染度와의 관계는 공단지역에 위치하고 있는 대화동지점(2번)의 농도가 가장 악화되어 있어 lichen의 등급과 상관성을 보이고 있었으며, 조사지점중 유성지역(1번)과 도마동지점(8번)이 다소 양호한

Table 5. Estimated Emission of Sulfur Dioxide in Taejŏn Area

Sources	Emission Factor (SO ₂ : tons/unit)	Fuel Consumption	Sulfur Dioxide	Remarks
Coal(per 1000 M/T)	39.6	580 × 10 ³ M/T	22,968.00	1982년 기준
Gasoline (per 1000 kl)	1.0	6.2 × 10 ³ kl	6.20	"
Kerosene (")	0.2	6.8 × 10 ³ kl	1.36	"
Diesel (")	5.8	31.9 × 10 ³ kl	185.02	"
Banker-C (")	57.0	117 × 10 ³ kl	6,669.00	1983년 기준
Total		tons/yr	29,829.6	
		tons/day	81.1	

Table 6. Sulfur Contents by Candle Method in Taejŏn Area(1982)

Month Site No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
1	0.018	0.022	0.015	0.013	0.014	0.008	0.009	0.005	0.012	0.011	0.013	0.016	0.013
2	0.039	0.045	0.038	0.038	0.035	0.032	0.037	0.035	0.034	0.037	0.031	0.043	0.037
3	0.039	0.039	0.029	0.031	0.027	0.028	0.029	0.028	0.030	0.056	0.023	0.036	0.034
4	0.040	0.045	0.034	0.033	0.029	0.029	0.027	0.025	0.026	0.034	0.030	0.034	0.031
5	0.038	0.045	0.033	0.029	0.028	0.028	0.026	0.028	0.031	0.032	0.026	0.033	0.031
6	0.039	0.031	0.025	0.030	0.028	0.026	0.027	0.025	0.028	0.029	0.028	0.027	0.029
7	0.042	0.045	0.040	0.032	0.029	0.029	0.028	0.029	0.031	0.030	0.029	0.032	0.033
8	0.019	0.023	0.015	0.012	0.013	0.007	0.012	0.010	0.016	0.010	0.011	0.019	0.014
Ave.	0.034	0.037	0.029	0.027	0.025	0.023	0.024	0.023	0.026	0.030	0.024	0.030	0.028

Table 7. The Status of Sulfur Dioxide Contents and Degree of Lichen

Site No.	SO ₂ Contents (ppm)		Degree of Lichen (Zone No.)	Remarks
	Colorimetric Method	Candle Method		
1	0.023	0.018	2	
2	0.074	0.062	0	
3	0.029	0.039	1	
4	0.030	0.029	1	
5	0.027	0.036	1	
6	0.023	0.028	1	
7	0.025	0.030	1	
8	0.014	0.016	1~2	
Ave.	0.031	0.033	1	

것으로 확인되었다. 이를 농도별로 대별하면 SO₂ 농도가 0.000~0.020 ppm시 Zone No. 2, 0.020~0.060 ppm시 Zone No. 1 그리고 0.060 ppm 이상일 경우는 Zone No. 0로 구분할 수 있었으며, 松中昭一³⁾의 「着生砂漠(lichen desert)」에 해당되는 상태였다.

각 조사지점별 lichen의 상태도는 Appendix 1에 제시되었다.

IV. 結 論

大田市 일원의 8개 지점을 對象으로 指標植物(lichen)을 이용한 大氣汚染度 調査結果 다

음과 같은 結論을 얻었다.

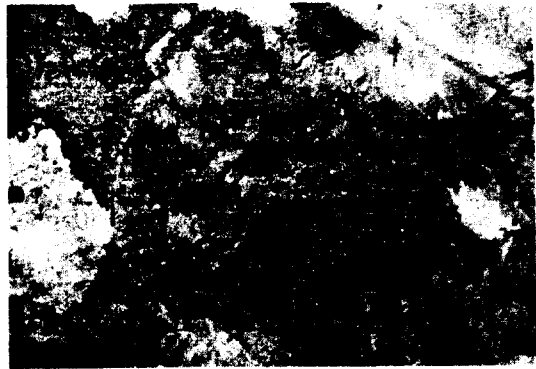
1. 대전시의 각 지점별 大氣汚染度 실측치는 총 평균 0.031 ppm으로서 자동측정치와 상관 계수 $r = 0.771$ 로 나타났으며, 회귀방정식 $Y = 0.357x + 0.014$ 를 얻을 수 있었다.

2. 大氣汚染度 최고지점은 대화동지점(2번)의 0.087 ppm으로서 최소지점인(도마2동 : 8번) 0.009 ppm보다 약 10배가 높은 상태였다.

3. 각종 연료사용량에 의한 SO₂ 배출농도 추정량은 29,829.6 tons/yr. 또는 400 kg/km², day로 나타났으며 일반적으로 동절기에 증가하는 뚜렷한 현상을 보이고 있었다.



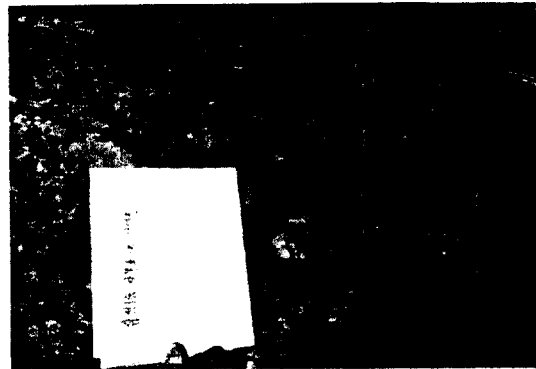
Site No. 1. Jangdae-Dong (Yoosung)



Site No. 2. Daehwa-Dong



Site No. 3. Sungnam 2-Dong



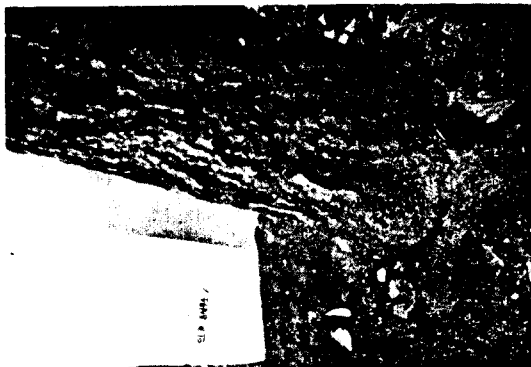
Site No. 4. Samsung



Site No. 5. Dqe-1-Dong



Site No. 6. Oryu-Dong



Site No. 7. In-Dong



Site No. 8. Doma-2-Dong

4. lichen의 등급과 SO₂ 汚染度와의 관계는 0.000~0.020 ppm시 Zone No.2, 0.020~0.060 ppm 일 경우 Zone No. 1, 그리고 0.060 ppm 이상일 때는 Zone No. 0로서 각 지점 평균은 Zone No. 1 이었다.

또한 최고치 지점은 대화동의 No. 2 였으며, 장대동과 도마2 동은 최소치 지점으로서 실측치와 유사한 관계에 있음을 확인할 수 있었다.

大氣汚染과 指標植物과의 관계는 특히 地衣植物의 종류가 다양하고 時間的, 空間的으로 많은 變數들이 作用하므로 보다 장기적으로 밀도 깊은 연구가 있어야 할 것이며, 市 全域에 대한 分布圖作成, 식물내부 조직의 현미경적, 分析的 검토가 미흡하였음을 附記한다.

参 考 文 献

1. 金在鳳外：指標生物을 利用한 서울 周邊環境汚染調査研究, 국립환경연구소, Vol. 3, pp. 227~236, 1981.
2. 大田商工會議所：現況, pp. 7~11, 1983.
3. 松中昭一：環境汚染と指標生物, pp. 66~81, 1979.
4. Richard Mabey: The Pollution Handbook Penguin Education, pp. 106~116, 1974.
5. Morris Katz: Methods of Air sampling and Analysis, American Public Health Association, p. 696~703, 1972.
6. 환경청：'83 아황산가스 오염도 평균치, 東亞日報(1.11), 1984.
7. Spilhaus, A. et al: Waste Management Control Publ. 1400, National Research Council, Washington, p. 128, 1966.
8. 車喆煥外：全國産業場에서 排出되는 汚染物質에 關한 研究, Vol. 6, No. 1, p. 31, Dec., 1973.
9. EPA: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 3rd ed. Ap-42 EPA, Research Triangle Park, 1977.