

## 서울특별시에서의 공기 오염도 측정

한양대학교 물리과학 화학과

권삼욱 · 김면섭

(1965. 6. 7 受理)

Measurements of the Degree of Atmospheric Pollution in Seoul, Korea,

by

Sang Wook Kwon and Myon Sop Kim

Department of Chemistry, Hanyang University

(Received June 7, 1965)

### Abstract

The degree of atmospheric pollution from automobile engine exhausts has been measured at 1-ga. Eulchiro, Jung-ku, one of the heaviest traffic junctions in Seoul. By determining the concentrations of Pb, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO and CO<sub>2</sub> in atmospheric air measured are as follows: Pb, 21~2 μg./m<sup>3</sup>; SO<sub>2</sub>, 0.33~0.001 ppm.; NO<sub>2</sub>, 0.20~<0.01 ppm.; NO, 1.30~0.02 ppm.; CO, 40~<5 ppm.; and CO<sub>2</sub>, 0.040~0.034%. The mean concentrations determined are as follows: Pb, 11 μg./m<sup>3</sup>; SO<sub>2</sub>, 0.08 ppm.; NO<sub>2</sub>, 0.09 ppm.; NO, 0.37 ppm.; CO, 16 ppm. and CO<sub>2</sub>, 0.038%. Generally, the concentrations of Pb, NO<sub>2</sub>, NO, CO and CO<sub>2</sub> are approximately proportional to the traffic density, vehicles passing per hour.

### 요 약

서울특별시 을지로 입구 네거리에서 1964년 8월 1일과 1965년 3월 6일에 대기의 오염도를 측정하였다. 자동차 폐 가스로 오염되리라 생각되는 유해 가스 중 Pb, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO 및 CO<sub>2</sub>의 농도를 측정하였다. 동시에 교통량도 조사하였다.

Pb의 농도의 범위는 21~2 μg./m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub>는 0.33~0.001 ppm., NO<sub>2</sub>는 0.20~<0.01 ppm., NO는 1.30~0.02 ppm., CO는 40~<5 ppm., CO<sub>2</sub>는 0.040~0.034%였다. 평균 농도는 Pb 11.3 μg./m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> 0.08 ppm, NO<sub>2</sub> 0.09 ppm., NO 0.37 ppm., CO 16 ppm 그리고 CO<sub>2</sub> 0.038%였다.

일반적으로 Pb, NO<sub>2</sub>, NO, CO, CO<sub>2</sub>의 농도는 교통량과 정비례하였다. 또 겨울철에는 연탄 폐 가스로 인해 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO, CO<sub>2</sub>의 농도가 여름철보다 많았다.

### 서 언

자동차 엔진등에서 배출되는 가스 중에는 우리들의 위생에 해로운 것이 많다. 뿐만 아니라 특히 겨울철에는 연료용 무연탄의 연소로 인해 배출되는 가스 중에는 물론 위생에 해로운 것이 많다. 우리나라 서울은 최근에 교통량이 급속히 증가하였으며 인구가 증가

하여 통행인이 많아졌다. 게다가 자동차에 디젤 엔진을 사용하는 경향이 많아졌으므로 더욱 인체에 해롭기치는 가스가 많을 것이 확실하다. 외국에서는 대기 오염도 측정이 많이 행해지고 있으나<sup>1,2)</sup> 우리 나라에서는 별로 볼 수 없다. 내연기관과 무연탄 폐 가스중 특히 많으며 인체에 해로우리라 생각되는 것 중 Pb, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO 및 CO<sub>2</sub>의 농도를 측정하여 검

토해 보았다.

서울특별시 중에서 길의 폭과 네거리의 넓이에 비해 가장 교통량이 많으며 통행인의 수가 많으리라 생각되는 곳으로 을지로 입구 네거리를 택하여 1964년 8월 1일 8시 30분부터 다음 날 8시 30분까지와 1965년 3월 6일 14시 30분부터 다음 날 14시 30분까지 두 차례에 걸쳐 각 24시간 동안 매 시간 마다 위의 여러 가스의 농도를 측정하였다.

실 험

본 실험에서 사용한 시약은 특급품이며 유리 기구는 Pyrex이다. 물은 deionized water를 사용하였으며 특히 납 함량 측정시에 사용한 물은 deionized water를 다시 정제<sup>3)</sup>한 것이다. 흡광도 측정에는 Baush & Lomb Spectronic 20 Spectrophotometer를 사용하였고 pH 측정에는 Beckman pH-meter H-2를 사용하였다.

1) 납 두개의 impinger에 각각 10ml.의 묽은 질산

용액 (1+99)를 넣고 시료 공기를 600 ml./min.의 속도로 50 min. 간 pump로 흡입하여 납을 흡수시킨 후 dithizone 법<sup>4-10)</sup>에 의하여 납의 함량을 파장 530 m $\mu$ 에서 비색 정량하였다. 염산히드록실아민 용액과 시안화 칼륨 용액을 가하여 중금속의 방해 효과를 제거하였다<sup>11)</sup>.

2) 이산화 황 납에서와 같은 방법으로 이산화 황을 염화 수은(II) 용액에 흡수시켜 Fuchsin-formaldehyde 법<sup>12-15)</sup>에 의해 파장 570 m $\mu$ 에서 비색 정량하였다.

3) 이산화 질소 납에서와 같은 방법으로 이산화 질소를 N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride 용액에 흡수시켜 파장 550 m $\mu$ 에서 비색 정량하였다.<sup>16-19)</sup>

4) 일산화 질소 3)에서 이산화 질소를 흡수시킨 후의 시료 공기를 황산 산성 과망간산 칼륨 용액(2.5%)를 각각 10 ml. 넣은 두 개의 impinger에 통하여 일

Table I Analytical Results on Air Contaminants at Eulchi-ro junction in Seoul, Korea, during 1st and 2nd, Aug., 1964.

Data	O'clock	Pb ( $\mu\text{g.}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> (ppm.)	NO <sub>2</sub> (ppm.)	NO (ppm.)	CO (ppm.)	CO <sub>2</sub> (%)	Traffic Density (Vehicles per hour)	Air Temp. (°C)	Air Press. (mm Hg.)	Preval- ing wind direct- ion	Wind Velocity (m./ sec.)
Aug. 1, 1964	8.30~9.30	17	0.051	0.19	0.20	10	0.039	2630	29.1	754.8	ENE	3.7
	9.30~10.30	18	0.056	0.09	0.30	15	0.039	2650	30.3	754.6	ENE	4.3
	10.30~11.30	20	0.032	—	0.32	15	0.039	2940	31.3	754.2	ENE	3.7
	11.30~12.30	21	0.060	0.18	0.43	10	0.039	2500	31.8	753.6	ESE	3.0
	12.30~13.30	15	0.017	0.13	0.46	20	0.037	1680	32.5	753.3	ESP	3.7
	13.30~14.30	10	0.045	0.12	0.54	10	0.040	1750	33.3	753.2	ESE	2.3
	14.30~15.30	14	0.031	0.05	0.38	10	0.037	2134	33.2	752.5	ESE	2.0
	15.30~16.30	15	0.061	0.10	0.45	20	0.037	2400	33.7	752.1	SE	2.0
	16.30~17.30	18	0.045	0.07	0.49	25	0.038	2540	33.5	751.7	ENE	2.3
	17.30~18.30	16	0.038	0.08	0.46	15	0.038	2335	33.6	751.6	NNE	2.0
	18.30~19.30	12	0.021	0.05	0.30	15	0.037	1705	32.6	751.7	NNE	1.7
	19.30~20.30	11	0.038	0.10	0.20	15	0.036	1632	31.3	751.8	NNE	1.0
	20.30~21.30	12	0.051	0.10	0.40	10	0.037	1632	30.4	752.0	NNE	1.0
	21.30~22.30	11	0.063	—	0.13	10	0.038	1620	29.5	752.2	NNE	1.0
22.30~23.30	10	0.032	0.10	0.30	15	0.036	1050	28.9	752.8	NNE	3.7	
Aug. 2, 1964	23.30~0.30	9	0.012	0.10	0.20	10	0.038	1020	28.3	752.8	NE	4.0
	0.30~1.30	4	0.005	0.01	0.10	5	0.037	1	27.3	752.7	ENE	4.0
	1.30~2.30	5	0.001	<0.01	0.05	5	0.035	11	26.4	752.8	NNE	4.3
	2.30~3.30	2	0.002	<0.01	0.02	>5	0.034	2	26.0	752.2	NE	6.0
	3.30~4.30	7	0.005	0.03	0.08	—	0.037	132	25.4	752.1	NE	6.7
	4.30~5.30	11	0.007	0.06	0.20	5	0.036	832	25.6	752.0	NE	6.0
	5.30~6.30	7	0.005	0.05	0.11	—	0.036	1256	25.7	752.3	NE	6.0
	6.30~7.30	15	0.030	0.12	0.15	15	0.037	1712	26.6	752.4	NNE	6.0
7.30~8.30	16	0.043	0.11	0.19	15	—	2600	28.2	252.3	NE	6.3	
Mean		12	0.031	0.08	0.27	15	0.037					
Max.		21	0.063	0.19	0.54	25	0.040					
Min.		2	0.001	<0.01	0.02	<3	0.034					

**Table II** Analytical Results on Air Contaminants at Eulchi-ro junction in Seoul, Korea, during 6th and 7th, Mar., 1965.

Date	O'clock	Pb	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	CO	CO <sub>2</sub>	Traffic Density (Vehicles per hour)	Air Temp. (°C)	Air Press. (mm Hg.)	Prevailing wind direction	Wind Velocity (m./sec.)	
		( $\mu\text{g./m.}^3$ )	(ppm.)	(ppm.)	(ppm.)	(ppm.)	(%)						
Mar. 6, 1965	14.30~15.30	19	0.17	0.06	0.65	20	0.036	1920	-0.1	767	S	2.0	
	15.30~16.30	14	0.14	0.13	0.59	20	0.039	2160	-0.8	766.7	S	0.7	
	16.30~17.30	16	0.24	0.19	0.73	25	0.039	2496	0	766.2	S	1.7	
	17.30~18.30	12	0.33	0.20	0.63	25	0.039	2112	-0.1	766	S	3.3	
	18.30~19.30	14	0.15	0.20	0.32	15	0.039	2064	-0.2	766	SW	2.3	
	19.30~20.30	10	0.17	0.13	0.70	20	0.037	1800	-0.4	766	W	2.3	
	20.30~21.30	12	0.14	0.12	0.21	15	0.039	1752	-1.4	766.2	WNW	3.3	
	21.30~22.30	10	0.20	0.17	0.35	20	0.037	1320	-1.8	766.2	W	3.3	
	22.30~23.30	5	0.10	0.10	0.51	10	0.036	1464	-1.9	765.2	W	2.0	
	23.30~0.30	13	0.10	0.12	0.10	5	0.039	1308	-2.0	766	W	2.0	
	0.30~1.30	15	0.03	0.03	0.07	5	0.037	7	-3.0	766	WNW	3.0	
	1.30~2.30	4	0.02	0.03	0.08	—	0.037	2	-4.0	766	WNW	2.3	
	2.30~3.30	2	0.02	0.03	0.09	5	0.037	3	-4.2	766	WNW	3.0	
Mar. 7, 1965	3.30~4.30	3	—	0.05	0.10	—	0.037	180	-5.0	766	WNW	1.7	
	4.30~5.30	2	0.02	0.01	0.21	5	0.038	612	-5.7	758	S S W	1.0	
	5.30~6.30	10	0.03	0.05	0.32	10	0.037	960	-6.0	754	W S W	1.7	
	6.30~7.30	5	—	0.05	0.50	15	0.037	984	-6.3	765	W	0.7	
	7.30~8.30	8	0.13	0.19	0.52	25	0.036	1416	-5.4	765	NE	1.0	
	8.30~9.30	6	0.10	0.13	1.30	40	0.039	1584	-3.4	765	NE	2.0	
	9.30~10.30	9	0.17	0.15	0.91	25	0.039	2040	-1.5	765	W S W	2.7	
	10.30~11.30	11	0.07	—	0.65	20	0.038	2016	0	768	W	2.7	
	11.30~12.30	10	0.21	0.10	0.86	30	0.039	2040	1.0	764	W	4.3	
	12.30~13.30	15	0.18	0.09	0.48	15	0.038	2352	1.9	763.5	W S W		
	13.30~14.30	18	0.10	0.12	0.51	10	0.039	2328					
	Mean.		10	0.13	0.11	0.47	17	0.038					
	Max.		19	0.33	0.20	1.30	40	0.039					
Min.		2	0.02	0.01	0.07	5	0.036						

산화 질소를 이산화 질소로 산화한 후 이산화 질소 함량 측정기와 같은 방법으로 비색 정량하였다.

5) 일산화 탄소 모리부탄산 암모늄 및 황산 파라톨렌가 silica gel<sup>20)</sup>에 5 ml. 의 시료 공기를 1 ml./min. 의 속도로 주입한 후 비색 정량하였다.

6) 이산화 탄소 시료 공기를 채취한 병(17.)에 수산화 바륨 용액 일정량을 넣고 이산화 탄소를 흡수시킨 후 EDTA 법으로 적정 정량하였다.

Pb, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 흡수 용액의 흡수능을 조사하기 위하여 각각 네 개의 impinger를 직렬로 연결하고 위 실험에서와 같은 방법으로 실험한 결과 처음 두개의 impinger로 시료 공기 중의 Pb는 99.6%, SO<sub>2</sub>는 98.7%, NO<sub>2</sub>는 95.0%가 흡수되었다. 같은 방법으로 황산 산성 과당강산 칼륨 용액의 산화능을 조사한 결과 두 개의 impinger로 NO의 99.9%가 NO<sub>2</sub>로 산화되었다.

### 결과와 고찰

본 실험은 을지로 1가 파출소에서 행하였다. 시료 공기는 을지로 1가 파출소 앞 지상 150cm의 곳의 공기를 채취하였다.

1964년 8월 1일 8시 30분부터 1964년 8월 2일 8시 30분까지의 실험 결과는 Table I 이고 1965년 3월 6일 14시 30분부터 1965년 3월 7일 14시 30분까지의 실험 결과는 Table II 와 같다. Table I 및 II 중의 기온, 기압, 풍속, 풍향은 국립 관상대의 측정 값이다.

(1) 실험 결과를 종합한 것은 Table III 에 표시하였다. 생활 환경상의 허용 농도를 노동 위생상의 허용 농도의 1/10로 보았다. 평균 농도와 생활 환경상의 허용 농도를 비교하면 납과 질소의 산화물의 평균 농도는 생활 환경상의 허용 농도에 접근하고 있으며, 이산화 황과 이산화 탄소는 차가 많으며 일산화 탄소는

6 ppm. 나 초과하고 있다.

이산화 탄소의 농도는 일상 대기 중의 농도와 별 차

Table III

	Range	Mean*	Max. permissible conc. for labor**	Max. permissible conc. for civil life
Pb ( $\mu\text{g./m}^3$ )	2~21	11	150	15
SO <sub>2</sub> (p. p. m.)	0.001~0.33	0.08	5	0.5
Oxides of nitrogen (p. p. m.)	0.02~1.50	0.47	5	0.5
CO (p. p. m.)	<5~40	16	100	10
CO <sub>2</sub> (%)	0.034~0.040	0.038	0.5	0.05

\* Mean for 1-2nd, Aug., 1964 and 6-7th, Mar., 1965.

\*\* Reference (21).

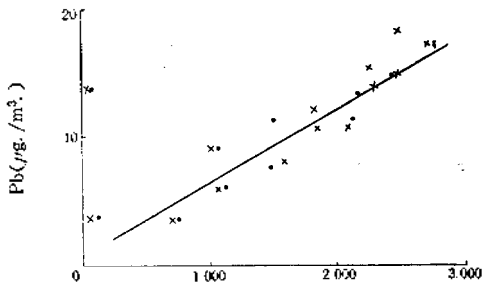


Fig. 1 Correlation between the concentration of Pb and traffic density. (Vehicles passing per hour)

× : 1st and 2nd, Aug., 1964.  
· : 6th and 7th, Mar., 1965.

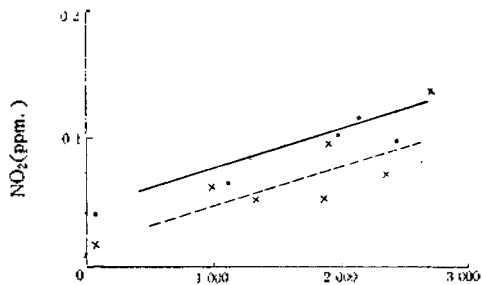


Fig. 2 Correlation between the concentration of NO<sub>2</sub> and traffic density. (Vehicles passing per hour)

×, · : 1st and 2nd, Aug., 1964.  
—, · : 6th and 7th, Mar., 1965.

가 없다. 일산화 탄소는 물론 납과 질소의 산화물의 오염은 생활 환경상 경시할 수는 없을 정도이다.

(2) 납, 일산화 탄소, 일산화 질소, 이산화 질소, 이산화 탄소와 교통량(통과 차량 대수/시) 사이에는 대략 정비례의 관계가 성립된다(Fig. 1, 2, 3, 4, 5). 즉 이와 같은 가스는 자동차의 엔진 배 가스에서 오염

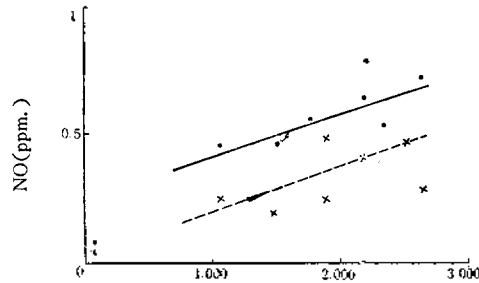


Fig. 3 Correlation between the concentration of NO and traffic density. (Vehicles passing per hour)

×, · : 1st and 2nd, Aug., 1964.  
—, · : 6th and 7th, Mar., 1965.

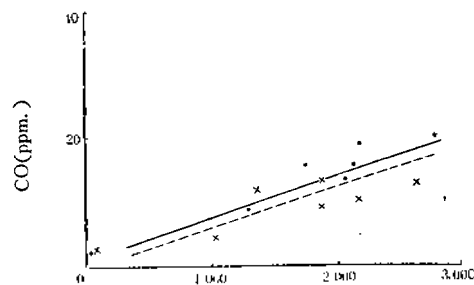


Fig. 4 Correlation between the concentration of CO and traffic density. (Vehicles passing per hour)

×, · : 1st and 2nd, Aug., 1964.  
—, · : 6th and 7th, Mar., 1965.

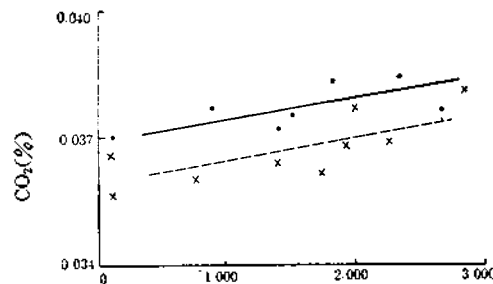


Fig. 5 Correlation between the concentration of CO<sub>2</sub> and traffic density. (Vehicles passing per hour)

×, · : 1st and 2nd, Aug., 1964.  
—, · : 6th and 7th, Mar., 1965.

된다는 것을 알았다. 이산화 황과 교통량 사이에는 정비례의 관계를 거의 볼 수 없었다.

(3) 겨울철은 여름철에 비해 남 이외에는 교통량에 비해 일반적으로 높은 값을 나타냈다. 이것은 무연탄의 연소 폐 가스로 인해 오염된 것이라 생각된다. 특히 이산화 황은 겨울철과 여름철에서의 농도의 차이가 가장 심했다. 즉 이산화 황은 주로 연탄 연소 폐 가스로 오염된 것이라 할 수 있다.

(4) 1964년 8월 1일의 값이 8월 2일의 값보다 많은 것은 8월 2일에는 풍속이 빨라진데 기인되었다고 생각된다.

#### 문 헌

- 1) A. J. Haagen-Smit, *Ind. Eng. Chem.* **44**, 1342 (1952).
- 2) Y. Kobayashi, T. Abe, H. Takeno, S. Kanno, S. Fukui, and S. Naito, *Japan Analyst*, **12**, 1057 (1963).
- 3) T. D. Gray, *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* **14**, 109 (1942).
- 4) K. Bamback, *ibid.* **11**, 400 (1939).
- 5) K. Bamback, *ibid.* **14**, 904 (1942).
- 6) D. A. Biddle, *ibid.* **8**, 99 (1936).
- 7) J. Cholak, D. M. Hubbard, and R. E. Burkey, *Anal. Chem.* **20**, 671 (1948).
- 8) N. F. Kershaw, N. S. Chamberlin, *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* **14**, 312 (1942).
- 9) J. Schultz, M. A. Goldberg, *ibid.* **15**, 155 (1943).
- 10) I. Namata, D. Matukava, *J. Biochem. Japan*, **30**, 395 (1939).
- 11) F. L. Kozelka, E. E. Kluckesky, *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* **13**, 492 (1941).
- 12) S. Atkin, *Anal. Chem.* **22**, 947 (1950).
- 13) W. M. Grant, *ibid.* **20**, 671 (1948).
- 14) P. F. Urone, W. E. Boggs, *ibid.* **23**, 1517 (1951).
- 15) P. W. West, G. C. Gaeke, *ibid.* **28**, 1816 (1956).
- 16) S. Yanagisawa, S. Mitsuzawa, A. Hiroshi, and M. Arai, *Japan Analyst*, **12**, 1037 (1963).
- 17) B. E. Saltzman, *Anal. Chem.* **26**, 1949 (1954).
- 18) B. E. Saltzman, *ibid.* **32**, 135 (1960).
- 19) M. B. Shinn, *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* **13**, 53 (1941).
- 20) M. Shephard, *Anal. Chem.* **19**, 77 (1947).
- 21) P. L. Magill, F. R. Holden, and C. Ackley, *Air Pollution Hand Book* (McGraw-Hill, New York, 1956).