

서울地域의 大氣汚染 物質中 酸化性 物質의 地域間 差異에 대한 研究

金 正 洙

서울大學校 保健大學院 保健學科

A Comparative Study on Variability of Oxidants Out of Air
Pollution Materials in Seoul: Metropolitan vs. Suburban Area

Jung Soo Kim

School of Public Health, Seoul National University

Abstract

A Continuous monitoring of Air Pollution in city of Seoul was carried out from January 1 to December 31 of 1979 at two selected sites, Kwanghwamun observatory and Kwanag observatory. The measured data were averaged on monthly basis. The maximum value of oxidant pollution was observed in July, and the minimum in February. It is the purpose of this study to determine the effect of hydrocarbon, nitrogenoxide, wind velocity and ambient temperature on the observed values of oxidant pollution for the above two months. The results of the study may be summarized as follows.

1) The oxidant concentration in February was higher than in July by about 2 times in both downtown area and the suburbia. The concentration in downtown area was 25.75 ± 4.75 ppb, and that in suburbia was 29.83 ± 5.16 ppb. As for the oxidant concentration in July, it was observed that the suburban area (26.46 ± 7.59 ppb) had about 2.8 times higher value than the downtown area (9.28 ± 1.55 ppb).

2) The peak oxidant concentration of suburban area during the daytime is occurred from noon to 5:00 P.M.. These patterns are similar to the classical patterns, but the peak Oxidant Concentration of downtown area in February was occurred at 9:00A.M.

3) The overall level of nitrogen oxide pollution was much higher in downtown area than in suburban area. Two peaks of nitrogen oxide concentration occurred at 10 A.M. and 12 midnight in downtown area. This observation agrees with the report that the air pollution is higher in the area where the pollution sources are concentrated.^{1,2)}

4) The multiple correlation analysis for the oxidant and the other variables measured in February in downtown area showed close correlation with nitrogen oxide and ambient temperature. The multiple correlation coefficient of oxidant with nitrogen oxide was 0.872, and that with nitrogen oxide and temperature simultaneously was 0.903. The multiple correlation equation used for this study may be expressed as follows:

$$OX_{Feb} = 14.876 \pm 0.070X_1 + 0.521X_2 + 0.002X_3$$

Here; X_1 =Nitrogen Oxide.

X_2 =Ambient Temperature.

X_3 =Hydrocarbon.

I. 緒 論

排出源에서 放出된 一次汚染物質들이 太陽光線에너지에 의해 二次 汚染物質을 生成하여 大氣汚染의 被害를 加重시키고 있다.

특히 一次汚物質인 窒素酸化物(NO_x), 炭火水素(HC) 및 有機物이 366nm를 中心으로 한 光波에 의하여 오존(O_3)을 形成하여¹⁾ 二次汚染物質인 PAN (Peroxy Acyl Nitrate), PPN (Peroxy Propionyl Nitrate), 및 PBN (Peroxy Butyryl Nitrate) 등의 酸化性 物質을 生成하여 煙霧形狀(Smog)을 促進시키는 것으로 알려져 있다.²⁾

O_3 發生機轉에 대하여서는 大氣放電說을 위시하여 많은 學說이 있었지만 Haagen-Smidt의 大氣汚染說이 近來 認定받게 되었다³⁾. 한편 Salop等⁴⁾⁵⁾은 海岸과 內陸에서는 그 汚染樣相이 다르며, 이는 風向의 影響을 많이 받고 있기 때문이라고 指摘하고 있다.

또한 McClenny等⁶⁾은 大氣汚染測定所의 資料를 分析한 結果 一次汚物質의 汚染이 심한 地域의 O_3 濃도가 郊外보다 낮다는 事實을 밝힌바 있다.

以上과 같은 事實을 綜合하여 볼때 酸化性物質의 汚染은 一次汚染物質의 地域汚染樣相과 다르다는 점과, 地形과 氣候의 影響을 받으므로 地域에 따라 月間汚染度가 달라진다는 點등에 着眼하여 著者는 서울地域의 大氣汚染物質中 Oxidant의 日中變化에 影響을 미치는 窒素酸化物(NO_x), 炭火水素(HC 및 氣象要素 등의 日中變化를 觀察하여 우리나라 大都市의 大氣汚染 對策에 기여코자 서울시 大氣汚染 自動測定網에서 測定된 資料를 分析하여 그 結果를 報告하는 바이다.

II. 調查對象 및 方法

1. 調查對象

1979年度 서울시 大氣汚染 自動測定網에서 測定된 資料中 都心地인 光化門 測定所와 郊外地域인 冠岳測定所(冠岳區 新林洞 서울大學校內)에서 測定된 月別, 日別 및 時間別 Ox 濃도와 Ox 汚染에 關聯된 것으로 알려진 NO_x (窒素酸化物), HC(炭火水素), 氣溫 및 風速에 對한 2個月間의 資料를 對象으로 하였으며 서울地

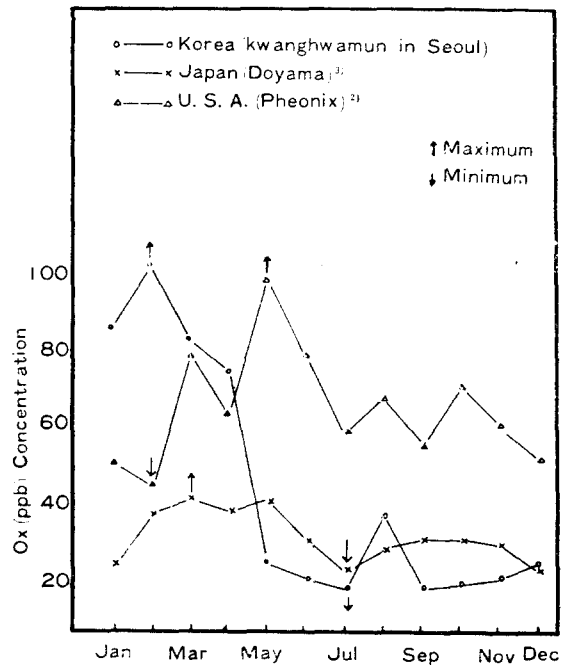


Fig. 1. Monthly trend of Oxidant density in Seoul Area.

域의 月別 Ox 汚染度는 Fig. 1과 같다. 이 資料에서 年中 Ox 濃도는 2月이 가장 높았고 7月이 가장 낮았음을 確認하였다.

2. 資料處理方法

上述한 測定所에서 蒐集된 資料를 電算處理하였으며 또한 Ox 에 影響을 주는 것으로 알려진 因子들을 獨立變數로 使用하여 豫測變數(Ox)에 關與하는 寄與도와 豫測數式을 얻고자 重相關分析(multiple correlation analysis)을 하였다.

III. 調查結果 및 分析

1. 對象地域의 汚染現況

本 研究에 使用된 資料들을 綜合 整理하면 表 第 1과 같다.

月平均 Ox 汚染度를 보면 都心地域이나 郊外地域이나 모두 2月이 높았다. 즉 都心地인 경우 2月과 7月은 各 各 25.75 ± 4.75 ppb 및 9.29 ± 1.55 ppb로서 2月이 7月보다 약 2.8倍 높게 나타났으며 이는 統計的으로 有意하였다.

Table 1. Regional Air Pollution and Climate Status in Fed. and July

(Mean±S.D)

Area	Month	Item	Ox(ppb)	HC(ppm)	NOx(ppb)	Temp.(C)	W.V(m/sec)
Downtown (Kwanghwamun)	Feb.		25.75±4.75 (18.0-37.0)	2.14±0.11 (2.0-2.4)	107.50±55.27 (47.0-223.0)	-2.7±2.2 (-5.8-0.5)	3.3±1.8 (1.2-6.4)
	July		9.29±1.55 (7.0-12.0)	2.56±0.18 (2.3-2.8)	64.83±22.39 (24.0-100.0)	22.6±1.6 (20.5-25.0)	0.7±0.4 (0.3-1.5)
Suburb. (Mt. Kwanak)	Feb.		49.83±5.16 (42.0-58.0)	1.75±0.17 (1.6-2.1)	14.08±5.04 (9.0-28.0)	1.7±1.8 (-8-4.5)	
	July		26.46±7.59 (18.0-40.0)	—	1.39±0.57 (0.8-27.0)	24.8±1.9 (22.3-27.7)	

*S.D; Standard deviation () Numbers in Parenthesis are Concentration limit from minimum to maximum.

특히 月中 最高 最低 濃度를 比較하면 2月の 最低濃度는 18.0ppb였고, 7月の 最高濃度는 12.0ppb로서 두 달의 汚染度는 뚜렷하게 差異가 있었음을 立證하고 있다.

郊外인 경우도 2月과 7月の Ox汚染度는 各各 49.83±5.6ppb 및 26.46±7.59ppb로서 2월이 7月보다 약 2배가 높았으며, 統計的으로 보아도 都心인 경우와 同一한 現象이라 할 수 있다.

Fig. 1에서 보면 日本 富山縣의 調査作成²⁾에서 年中 Ox濃度가 가장 높았던 달은 3月로서 서울의 경우와 비슷한 現象을 보였을 뿐 아니라 年中 가장 낮은 경우는 서울地域과 同一한 7月이었다.

그러나 美國 Phoenix에서 調査된 結果는 반대로 年中 2月の 汚染度가 낮게 測定된 것을 보면 地域의 特殊性과 氣候여건에 支配받는다는 것을 알 수 있으나 그 原因은 아직 밝혀지고 있지 않다.

한편 表 1에서와 같이 2月の 都心地域과 郊外地域은 各各 25.75±4.75ppb 및 49.83±5.16ppb로서 郊外가 약 2배 높았을 뿐만 아니라 7月の 경우도 약 2배 이상 높았다. 이 結果는 伊東⁷⁾의 著書內容과 一致된다. 즉 Ox의 平均 生成速度는 NOx와 HC(3 methyl heptane) 濃度에 따라 決定된다고 하였다⁷⁾.

HC이 70ppm이고 NOx가 0.4ppm일 때는 Ox는 全然 生成되지 않았는데 이는 NOx汚染이 심하면 Ox生成을 抑制한다는 뜻이 된다.

NOx를 0.4ppm으로 固定시키고 HC의 濃度를 低下시키면 O₃生成速度는 增加되어 HC 0.1ppm일 때 1.3 ppm Ox/hr로 最高濃度를 나타냈다.

한편 1ppm狀態에서 NOx濃度를 0.4, 0.1, 0.02ppm으로 各各 變化시켰더니 Ox發生速度는 0.4ppm NOx에서 1.0ppm Ox/hr로서 가장 높았으나 차츰 감소되어 0.02ppm NOx에서는 全然 生産되지 않았다. 이러한 事實은 適當한 濃度의 HC와 NOx가 太陽에너지를 받았을 때 Ox가 生成된다는 것을 立證하고 있다¹⁾.

이와 같은 現象으로 因하여 自動車는 都心に 많이 密集走行하고 있기 때문에 그 排氣가 HC汚染의 主原因이어서⁸⁾ 高濃度의 HC가 O₃生成速度를 抑制하므로 都心地의 O₃汚染度가 郊外보다 낮은 結果를 招來한 것으로 推測된다.

Haagen-Smidt 等⁹⁾은 HC와 NOx의 光化學 及應에 의한 O₃生成은 各性분이 適當한 濃度의 範圍內에 있을 때 일어나기 쉽다고 하였으며, NOx와 HC이 많거나 적으면 O₃生成이 이루어지지 않는다고 하였다. 또한 自動車 運轉條件이 이러한 濃度範圍에 들어가며 특히 減速運轉 狀態가 Ox發生을 감소시킨다. 이러한 事實은 1975年 第2回 美·日 光化學 大氣汚染委員會에서 美國側이 提出한 資料에서 더욱 確固히 하고 있다⁹⁾.

一般的으로 都市 大氣汚染은 排出源이 密集되어 있는 地域이 汚染度가 심한 것이 通例이지만 Ox汚染만 例外가 된다.

表 第1의 NOx와 HC을 보더라도 都心地의 2月과 7月は 107.50±55.27ppb NOx 및 64.83±22.39ppb NOx로서 郊外의 2月(14.08±5.04ppb NOx)과 7月(1.39±0.57ppb NOx) 보다 훨씬 汚染度가 높다. 즉, 2月엔 都心地가 郊外보다 약 7.6배 높았고 7月엔 약 50배가 높았다. HC의 경우도 2月の 汚染度를 比較하면 都心地와 郊外는 各各 2.14±0.11ppm HC과 1.75±0.17 ppm으로서 역시 都心地가 22.3% 더 높았다.

2. 汚染物質의 日中 時間變化

1) 酸化性物質(Ox; Oxidant) : Ox汚染의 日中 時間變化를 보면 Fig. 2와 같다. Ox는 대체로 午前 8시부터 增加되기 始作하여 午後 8시에 原狀대로 減少되는 경향을 볼 수 있었으며 日中 가장 汚染度가 높았던 時刻은 正午前後였다.

이는 Haagen Smidt 等⁹⁾이 研究하였던 結果를 뒷받침하는 現象이다. 즉 Haagen Smidt는 太陽에너지가 없는 狀態에서는 Ox發生이 이루어지지 않는다는 것을

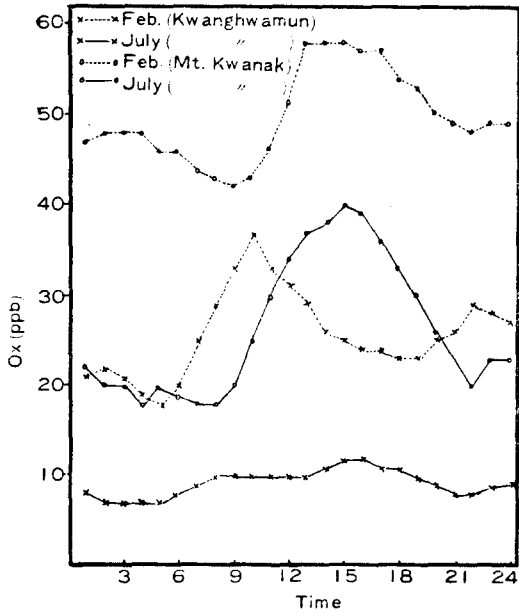


Fig. 2. Daily trend of Oxidant density in Seoul.

實驗을 통하여 立證한바 있다. 따라서 午前 8時부터 午後 8時 사이 濃度가 높아지고 正午前後가 日中 最高濃度를 이룬다는 것은 이때가 輻射熱이 많기 때문이라고 할 수 있다. 地域別로 볼때 前述한 바와 같이 郊外가 전반적으로 Ox汚染度가 높았으며 正午부터 午後 5時 사이가 最高濃度를 形成하였다.

그러나 都心の 경우는 午前 10時가 피크를 이루고 있을 뿐 아니라 7월인 경우는 거의 特戀的인 樣相을 볼 수 없었다. 그러나 郊外의 경우는 外國에서 報告된 典型的인 日間變化 樣相과 一致하고 있다³⁾¹²⁾.

2) 窒素酸化物(NOx; Nitrogen Oxide): NOx汚染의 日中 時間變數는 Fig.3과 같다. 日中 높은 濃度를 形成하는 2個의 피크는 午前 10時 前後와 午後 12時에 있었으며, 都心地 및 郊外가 2月 및 7월에 關係없이 濃度の 差異는 있었으나 10時 前後에 日中交高피크를 이루고 있었다. 이는 氣象學的으로 볼때 地表氣溫逆轉으로 日出沒 前後하여 大氣安定이 일어나기 때문에 汚染多發地域에서는 1日 2회의 피크가 發生한다는 理論¹¹⁾과 一致하였다.

都心地와 郊外의 NOx의 濃度를 보면 역시 汚染源이 密集되어 있는 都心地의 汚染度가 높게 나타난 것은 당연한 事實이나, 本調査의 目的은 汚染의 程度를 觀察하는 것이 아니고 Ox의 日中變化에 其他 汚染物質의 濃度와 氣象要素 등의 日中變化가 미치는 影響을 觀察하는데 있다.

3) 炭化水素(HC: Hydro-carbon): HC汚染의 日中 時間別 變化는 Fig. 4와 같다. HC의 日中 時間別 變化

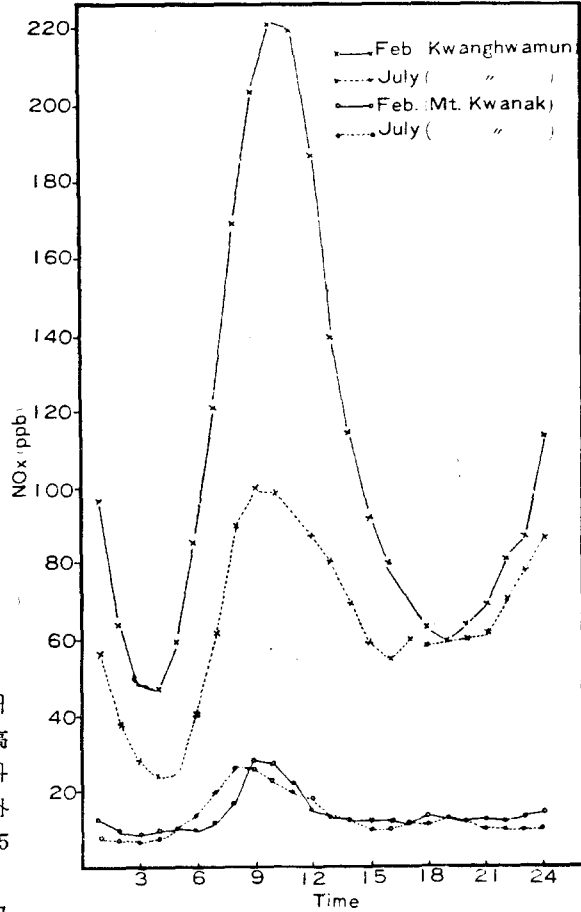


Fig. 3. Diurnal Variation of Nitrogen Oxide in Seoul.

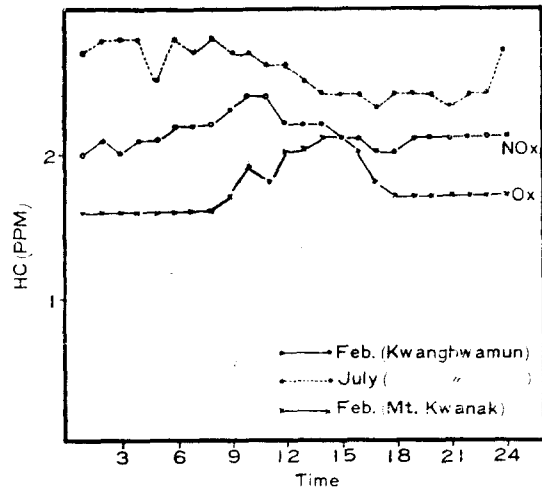


Fig. 4. Hourly trend of Hydro-Carbon in Seoul.

樣相도 汚染源이 密集되어 있는 都心地의 NOx濃度變化 樣相과 거의 類似하였으나 郊外地域에 該當하는 冠岳測定所의 資料는 오히려 Ox濃度の 日中 時間變化類型과 거의 一致하고 있다.

3. 酸化性物質(Ox; Oxidant) 汚染度の 要因間の 相關關係

酸化性物質에 대한 汚染도에 關係하는 因子들이 그 汚染의 程度를 決定하는데 어느程度 기여하는가를 分析하기 위해 統計的處理를 하여 重相關 分析을 하였다.

서울市 大氣汚染 自動測定網 資料中 冠岳測定所에서는 氣溫과 風速을 測定하지 않고 있으므로 都心地인 光化門 測定所의 資料로서 代替하였다.

第2表에서와 같이 Ox를 從屬變數(Y)로 보고 獨立變

Table 2. Multiple Correlation Analysis to the Oxidant and the Other Pollutants in Seoul

항목		Constant (상수)	B (계수)	Multiple Correlation Coefficient	Root Square	Root Square Change	F-value	t-test
계절 인자 (2월)	X ₁ (NOx) ppb	14.87630	0.07045	0.87228	0.76088	0.76088	17.936	P<0.005
	X ₂ (Temp.) °C		0.52097	0.90259	0.81466	0.05378	5.862	P<0.005
	X ₃ (HC) ppb		0.00220	0.90294	0.81530	0.00064	0.069	P>0.1
	X ₄ (W.V) m/sec							
여름 (7월)	X ₂ (Temp.) °C	-6.47264	0.39731	0.84971	0.72201	0.72201	3.790	P<0.005
	X ₁ (NOx) ppb		0.02490	0.88379	0.78108	0.05907	10.697	P<0.005
	X ₄ (W.V) m/sec		1.95133	0.90827	0.82495	0.04387	6.501	P<0.005
	X ₃ (HC) ppb		0.00146	0.91606	0.83916	0.01421	1.678	0.1>P>0.05

數로는 Ox의 汚染에 關係하는 것으로 알려진 NOx(X₁), 氣溫(X₂), HC(X₃) 및 風速(X₄)을 적용하여 分析한 結果 다음과 같은 數式을 얻었다.

$$Y_{Feb} = 14.876 + 0.070X_1 + 0.521X_2 + 0.002X_3 \dots\dots(1)$$

$$Y_{Jul} = -6.473 + 0.025X_1 + 0.397X_2 + 0.002X_3 + 1.951X_4 \dots\dots(2)$$

단, 數式(1)의 Y_{Feb}는 都心 2월의 Ox汚染度 豫側變量이고 數式(2)의 Y_{Jul}는 역시 同一地域의 7월의 豫側變量이다.

Y_{Feb}의 Xi의 變量의 數에 따라 重相關係數(multiple correlation coefficient)는 各各 0.872 NOx, 0.903 Temp. 및 0.903 HC으로 매우 높은 有意性을 나타내고 있으며, 이 因子들이 豫側變數에 關係하는 寄與度(Root square change)는 各各 76.1%, 5.4% 및 0.06%였다. 즉 光化門地域의 2월의 경우 Ox汚染의 程度를 決定하는데 NOx가 76.1%, 氣溫이 5.4% 기여한다는 結論을 얻었다.

氣象要因인 風速은 電算과정에서 거의 무시될 程度의 關係이므로 獨立變數로서 使用하지 않아도 된다는 判定을 얻었고, 그나마 HC는 0.06%만이 기여된다는 結果를 얻었다.

HC가 光化學 汚染物質生成에 關係된다는 事實은 이미 밝혀진바 있으나 本 研究에서는 THC(Total Hydro Carbon)이 아니기 때문에 그러한 結果가 나타났다고 본다.

여름의 경우도 거의 類似한 統計的 意義를 얻었으나

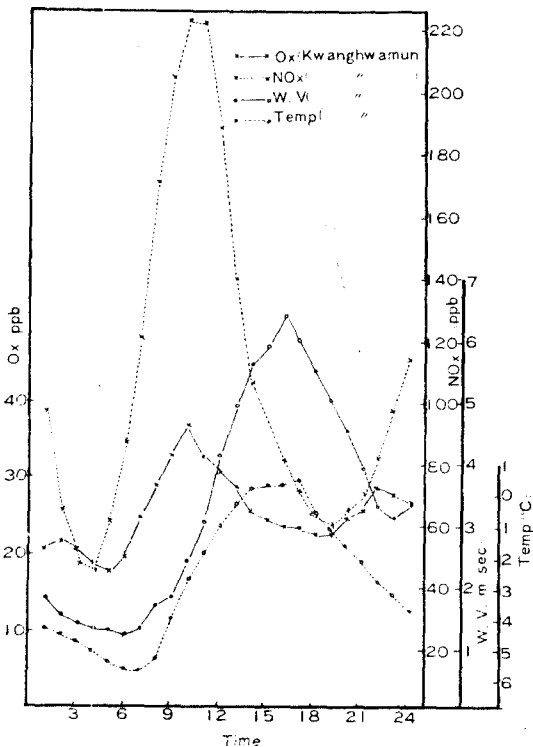


Fig. 5. Diurnal Variation of Pollutants in February.

$Y_{J_{11}}$ 에 관여하는 기여도는 X_2 (氣溫)이 72.2%였고 X_1 (NOx)는 5.9로서 2月の 기여도 順位가 바뀌어졌다는 差異일 뿐 역시 X_3 (HC)와 X_4 (風速)가 기여하는 정도는 매우 稀薄한 狀態임을 確認하였다.

이점에 대하여서는 郊外地域은 粒子狀氣物(Particulate)이 都心地보다 적어서 Ox生성에 관여하는 것으로 알려진 紫外線이 地面에 많이 照射되기 때문에 郊外는 氣溫의 기여도가 높고 상대적으로 NOx의 기여도가 떨어진 것으로 생각되며, 반대로 都心地에서는 粒子狀氣物의 汚染이 심하여 紫外線이 地面에 到達하는 사이에 많이 除外되어 氣溫의 기여도가 떨어지고 都心地域의 自動車 排氣가 主排生源인 NOx의 濃도가 높아져 그렇게 된 것으로 推測된다. 重相關分析을 檢討하기 위하여 모든 變數의 日中時間變數를 Fig. 5에 提示하였다.

氣溫과 風速은 午後 4時를 前後하여 同時に 最高值를 나타냈으며 이때의 Ox濃도는 反比例의인 관계가 成立되고 있었다.

이 理由는 風速은 橫擴散을 促進시키며 地表面 溫度의 上昇은 大氣의 從擴散을 促進시켜 주기 때문에 汚染物質이 혼합을 이루어 Ox汚染度가 떨어진 것으로 推測되며 동시에 Ox가 서서히 떨어지는 것은 太陽에너지의 減少가 上述한 現象을 뒷받침하여 주는 結果로 본다.

그러나 鈴木伸¹³⁾의 主張과는 相反되는 現象은 NOx 汚染濃도가 피크에서 下降될 때부터 Ox汚染度는 上昇

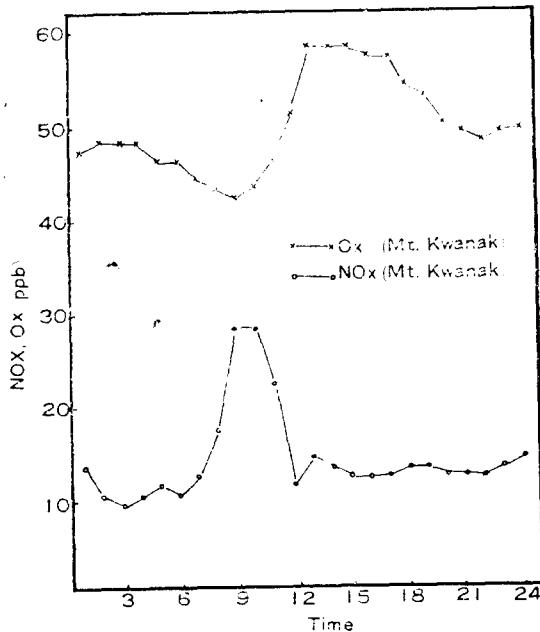


Fig. 6. Diurnal Variation of Nitrogen Oxide and Oxidant in Seoul.

되는 結果라 할 수 있다.

光化門地域 2月の 경우를 Fig. 5에서 보면 NOx와 Ox의 日中 最高值가 一致되고 있다는 것이다. 그러나 郊外인 冠岳測定所에서의 成績은 Fig. 6과 같이 鈴木伸¹³⁾의 主張과 一致하고 있음을 볼때 都心地인 경우 너무 많은 複合因子들이 관여하므로 그 原因 규명이 매우 어려운 것으로 생각되어 이에 대해서는 더욱 本格的인 研究를 거쳐야 될 것으로 推測된다.

IV. 結 論

1979年度 1月 1日부터 12月 31日까지 서울시 大氣汚染自動測定網中 光化門測定所(都心地)와 冠岳測定所(郊外)의 大氣汚染測定資料(Ox, NOx, HC, 風速 및 氣溫)를 月別 平均汚染度別로 觀察하여, 年中 Ox汚染度가 最高值를 나타낸 2月과 最低汚染을 나타낸 7月の 測定資料를 中心으로, HC, NOx, 風速 및 氣溫의 因子들이 Ox生成에 미치는 影響과 그 原因을 研究한 結果는 다음과 같다.

1) 2月の Ox汚染度는 都心地(25.75±4.75ppb)와 郊外(29.83±5.16ppb)가 7月보다 약 2배 높았으며, 7月の Ox汚染度는 都心地(9.28±1.55ppb) 보다 郊外(26.46±7.59ppb)가 약 2.8배가 높았다.

2) Ox汚染度의 郊外地域 日中變化를 보면 正午부터 午後 5時 사이가 最高濃度를 形成하는 外國의 報告와 같이 典型的인 日中變化 樣相과 一致하고 있다. 그러나 都心地의 경우는 이러한 樣相과는 달리 2月の Ox 最高濃度는 午前 9時를 中心으로 나타냄으로 이는 複合的인 要因들이 關與함으로써 일어나는 現象으로 推測된다.

3) NOx 汚染의 日中時間變化는 都心地가 郊外에 比하여 그 汚染度가 훨씬 높았으며, 午前 10時前後가 日中 最高피크를 이루며 日中 2개의 피크를 나타내고 있다.

이 現象은 排生源이 密集되어 있는 地域이 他地域보다 大氣汚染度가 높다고 밝혀진 研究結果와 一致하였다.

4) 都心地域의 2月の Ox汚染度에 관련한다고 알려진 NOx, HC, 氣溫 및 風速 등의 要因分析을 보면 Ox에 關與하는 NOx 및 氣溫의 因子가 $P < 0.005$ 로서 統計的으로 意義있는 관계가 確認되었으며, 이때의 Oxidant에 대한 NOx의 重相關係數(multiple Correlation Coefficient)는 0.872 NOx였고, NOx 및 Temp의 重相關係數는 0.903 Temp이었다.

이 關係를 數式으로 表示하면 다음과 같다.

$$Ox \text{ Feb} = 14.876 \pm 0.070X_1 + 0.521X_2 + 0.002X_3$$

단, $X_1 = \text{NOx}$, $X_2 = \text{氣溫}$, $X_3 = \text{HC}$ 이다.

参 考 文 献

- 1) 權肅杓, 尹明熙, 鄭勇: 環境公害와 對策, 서울韓國環境開發院, p. 127, 1979.
- 2) 趙光明: 大氣汚染, 서울清文閣, pp.253~256, 1978.
- 3) 富山縣公害センター年報: 第三章調査研究 第五號, pp. 24~31, 1976. (富山縣公害センター)
- 4) 三重縣公害センター年報: Annual Report of the Environmental Science institute of Mie Prefecture No. 3, pp. 84~89, 1975.
- 5) Salcp, J. and G.F. Mair. A Study of Ozone Level in a Maritime and Land Environment. J. Air Poll. Cont, Assoc. 28 : pp. 1217~1220, 1978.
- 6) McClenny, W.A. and L.W. Chaney: Pollutant Variability in the Regional Air Pollution Study J. Air Poll. Cont, Assoc, 28 : pp. 693~696, 1978.
- 7) 伊東弥自: 大氣汚染ハンドブック東京ユロヤ社, p. 154, 1965.
- 8) U.S. Government Printing office: Environmental Quality the 8th Annual Report of the Council on Environmental quality-1977, p.177.
- 9) Haagen-Smide, A.J.: Reaction in the Atmosphere, Air Pollution, Vol 1. and ed, Ed A.J. Stern New York: Academic Press, pp. 656, 1962.
- 10) 日本環境廳: 環境白書, 東京: 大藏省印刷局, p. 156, 1977.
- 11) Meteorological Aspects of Air Pollution: U.S. Department of health, Ed, and Welfare, Robert A. Traft Sanitary Engineering Center Cincinnati, Ohio 45226, April 1966.
- 12) Spiegel, M.H.: Schaum's Outline Series; Theory and problems of statistics. McGraw Hill Book Co. New York, 1961.
- 13) 鈴木伸: 日本の光化學汚染 現況と問題點, 國立環境研究所 세미나 發表, 1980.11.18.