

# 都市近郊緑地の大気保全機能

(立川市川越道緑地を例とした場合)

横山 仁・久野 春子\*

## 緒言

近年の東京都における大気汚染状況は、硫黄酸化物、一酸化炭素においては、環境基準の達成がみられたものの、二酸化窒素、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質等については、依然基準達成には至っていない。さらに、最近では酸性雨、ヒートアイランド現象等の観測も報告されており、汚染状況の多種多様化とともに、産業型公害から都市・生活型公害へと変化している。また、これらの諸状況の深刻化にあいまって、東京都の島しょ地域を除く緑被率は、昭和47年には64.5%であったものが平成3年の調査では、59.6%に減少している(東京都,1992)。こうした状況の中で、近年、汚染の発生源対策とともに、都市における緑地の公益的機能を積極的に評価しようとする機運が高まりをみせている(環境庁,1989)。過去において、植物の大気浄化機能については、草本類から樹木を用いたものまでいくつかの研究が報告されている(Hill, 1971, 荒木ら,1983,久野ら,1985,古川ら,1985,戸塚,1986,青木ら,1987)が、基礎的データの蓄積はいまだ不十分であり、植物の持つ諸機能を定量定性的に評価するには至っていない。しかもその多くは、人為的な均質モデル群落を対象としており、実際の野外緑地に関する研究事例は極めて少ない。そこで本研究では、実際の都市近郊緑地の大気保全機能を調べることを目的として、東京都立川市郊外にある川越道緑地を対象緑地として設定し、その大気汚染環境及び微気象環境についての実地観測を行った。

## I. 測定方法

### 1. 測定値の概要

川越道緑地は、立川市の北部に位置し、市が「立川市みどりの基本計画」に“みどりの拠点”として位置づけている緑地であり、雑木林の維持・管理を図りながら郷土の緑として保全・利用されている緑地でもある(立川市,1990)(図1)。緑地の西側に中学校、南方向約15mに数件の住宅があるが、緑地との間は道路建設用地として空き地となっており、所々に露地がみられる草地となっている。また、北側約80m付近まで畑地が続き、その先は住宅団地となっている。今回測定を行ったのは、群落密度約1050本/ha、平均群落高さ約13mのコナラ、クヌギ、エゴノキ、エノキ等を優占樹種とする面積3100m<sup>2</sup>の林分である。

### 2. 測定方法

#### 1) 水平分布の測定

緑地内外を南北方向(図2, S-N)に、高さ1.5mの測定点を4点設け、それぞれ、S, I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, Nとし(全長約65m)、オゾン(O<sub>3</sub>)濃度および気温・相対湿度・風速を測定した。O<sub>3</sub>濃度の測定は紫外線吸収型オゾン計(DASIBI製1003-AH)を用い、各測定点まで配置したテフロン製サンプリング管(直径6mm内径4mm)により試料大気を吸引し、タイマー式電磁弁(荏原実業製, SOLENOID MULTI BOX)により3分間隔で測定点毎に切り換えることにより行った。気温の測定には受感部をエナメル被覆した直径0.3mmの銅-コンスタンタン型熱電対を用い、また、湿度

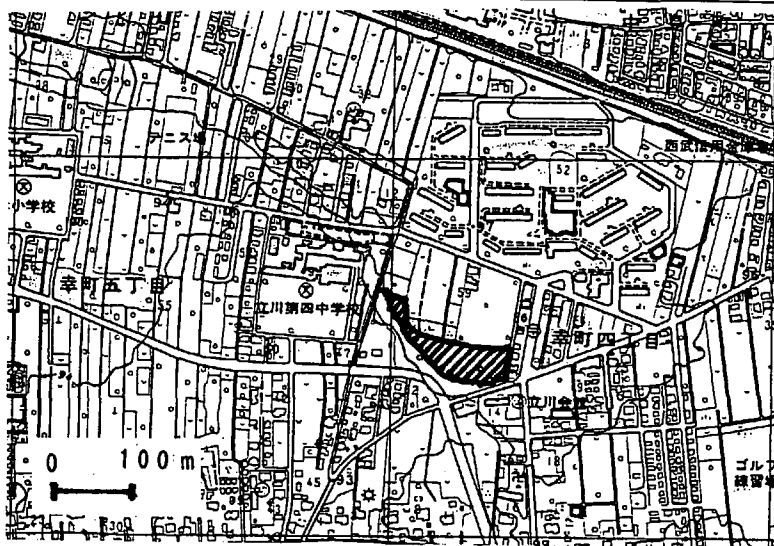


図1. 川越道緑地 (図中斜線部分) の概要

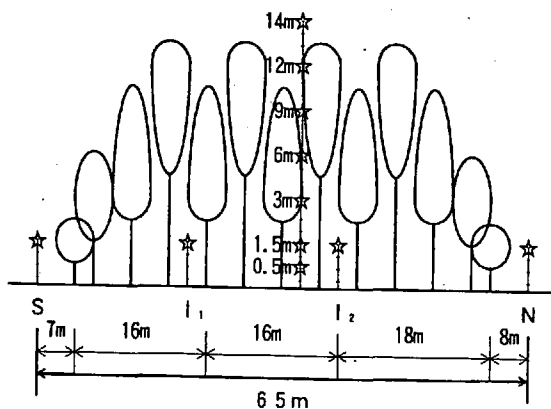


図2. 川越道緑地における測定の模式図  
(☆は測定点)

の測定には電気抵抗型湿度計 (VAISALA 製, HMP133Y) を用いた。湿度測定の前には、塩化リチウム (LiCl) および塩化ナトリウム (NaCl) の飽和塩水溶液を満した湿度校正器 (同, HMK 11) により、器内気温を 25℃ に設定した条件で湿度校正を行った。これら気温、湿度の受感部は、銀色塗装したプラスチック製のロート型覆いにより遮光され、自然通風条件のもとに気温湿度の測定を行った。風速については、熱線風速計 (日本カノマックス製ドラフトマスター M ODEL6311) を主風向に設定することにより測定した。

## 2) 垂直分布の測定

緑地内の数カ所において樹高測定用の樹高桿

にサンプリング管と銅-コンスタン型熱伝対を取り付け、高さを段階的に変えることにより、0.5, 1.5, 3, 6, 9, 12, 14m の各高さにおける気温とオゾン濃度を測定し、その垂直分布を調べた。

3) 卓越風向・風速及び光量子束密度の測定  
林縁より南側に約 8m 離れた林外に、高さ 6m の鉄製ポールを設置し、その最上部に光電式風向計 (牧野応用測器製, VF016) 及び光電式三杯風速計 (同, AF750) を取り付けることにより、卓越風向及び風速を測定した。風向・風速計より発信されるパルス信号を指示変換器 (同 AVS6 21) によりアナログ変換しデータロガー (後出) に記録した。さらに、測定期間中の林外と林内の光量子束密度をシリコンフォトダイオードと光学フィルターを組み合わせた小型光量子センサー (小糸工業製 IKS-25, 分光感度特性約 400 ~ 700nm) にて測定した。

## 4) データの収録・処理

短時間の微細な O<sub>3</sub> 濃度・気象変動を記録するため、1分毎に得られたデータをデータロガー [英弘精機製 MP-090 (ソラック III), 及び三洋電気製 DDR-531N] 内蔵の 3.5" フロッピーディスク及び RAM カセットに収録した。データの回収・処理・解析には、パーソナルコンピュータ (NEC 製 PC-9801VM, DA, EPSON 製 PC-268BOOK) を用いた (図 3)。

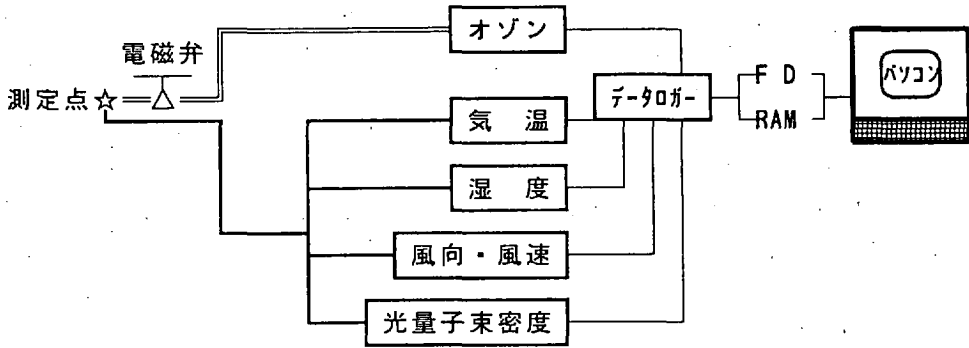


図3. 川越道緑地における実験系（模式図）

以上の測定は、1991年8～9月の間に、最多風向SE～S、平均風速1.2m/s、光量子束密度約900～1200  $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ のもとで行った。

## II. 結果及び考察

### 1. 水平分布の測定結果

緑地内外における地上高1.5m地点の気温、湿度、風速および $\text{O}_3$ 濃度の水平分布を図4に示す。

気温は林内の $I_1$ で最も低下し、Sと比較して2.4℃低かった（図4、▲）。

相対湿度は $I_1$ が最も高く、Sに比べ6.5%高い値を示していた（同、■）。

また、林外風下のN地点では、S地点に比較して、気温で0.7℃低く、相対湿度では約4%高い値を示していた。これは、緑地内の温湿度環境が風下側の林外に波及した結果であると考えられ、丸山（1983）によって述べられている“にじみだし現象”に相当するものであると考えられた。

風速は、林内の $I_2$ 地点でほぼ半減し、林外のNで再び上昇したもののSと比較すると約30%

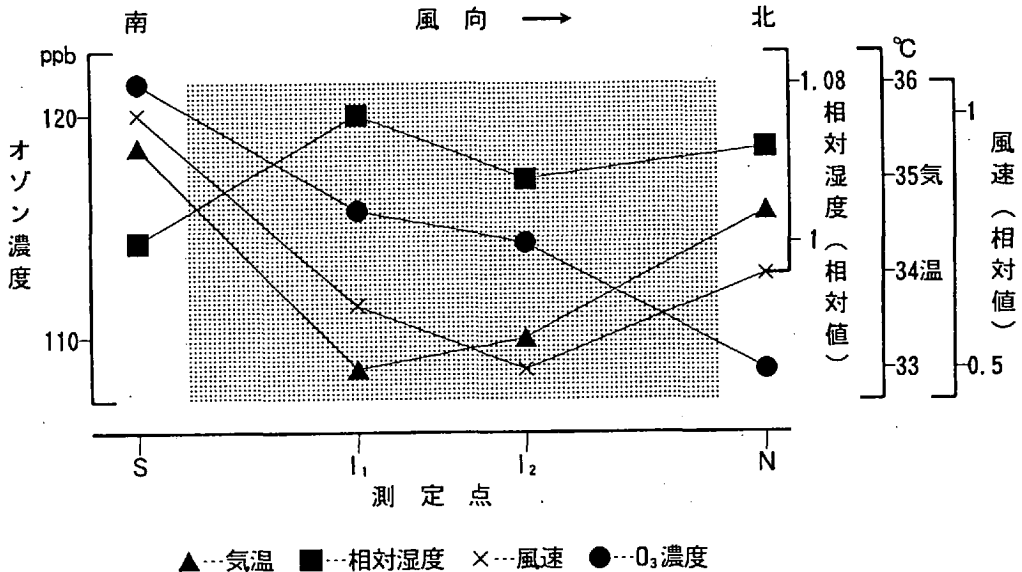


図4. 川越道緑地（ $\text{■}$ ）における気温、相対湿度、風速およびオゾン濃度の水平分布（1991.8.2 13:25～14:10の平均値）（平均風向・風速：SSE・1.4m/s）

減衰していた (同, ×)。ただし,  $I_1, I_2$  よりも  $N$  で風速が大きかった点については, 周囲からの回り込みによるものが主な原因であると思われるが詳細は不明である。

また,  $O_3$  濃度は林外風上の  $S$  から林内の  $I_1, I_2$ 、そして林外風下の  $N$  へと行くにつれ漸次減衰した (同, ●)。  $S$  における濃度に対して  $I_1$  で 4.7%,  $I_2$  で 5.9%,  $N$  では 10.5% 減少し, 緑地における  $O_3$  濃度の低減効果が認められた。

さらに, 緑地の北側の林縁から 12m までの  $O_3$ 、

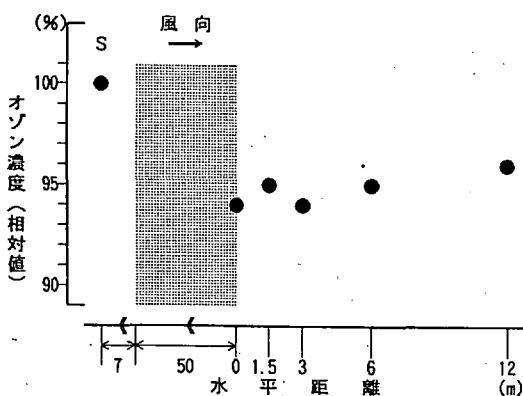


図5. 川越道緑地 (■) における林縁からの距離とオゾン濃度の変化 (1991.9.5 13:48 ~ 16:36の平均値) (Sにおける  $O_3$  濃度を100とした)

濃度の濃度変化をみると (図5), 林縁 0m で最も低下し, 林縁から離れるに従わずかに上昇しているものの, 12 m 付近でも  $S$  と比較して約 4% 低下していることが分かった。

以上のことから, 今回のような小規模かつ低密度の緑地であっても, その内部では外部とは異なる大気環境が形成されており, 丸田 (前出) によって報告されている気象の “にじみだし現象” だけではなく,  $O_3$  濃度の低減効果も緑地外で認められることが明らかとなった。

## 2. $O_3$ 濃度の水平分布と風向との関係

図6に川越道緑地における  $O_3$  濃度の水平分布と風向との関係について示す。

風向 SSE の時, 緑地外  $N$  における  $O_3$  濃度は最も低下した (図6, ●)。

風向  $S$  では, 緑地内で濃度が低下し,  $I_2$  では風向 SSE よりも低濃度となったが, 緑地外の  $N$  ではむしろ高くなる傾向がみられた (同, ○)。

また, 風向 SE の時においても, 風向  $S$  とほぼ同様の結果がみられた (同, ◎)。

さらに, 風向 SSE の逆風時にあたる NNW の時には,  $N$  から  $S$  に向かうに従い漸次減衰し, 風向 SSE 時と同様の傾向を示した (同, ◆)。

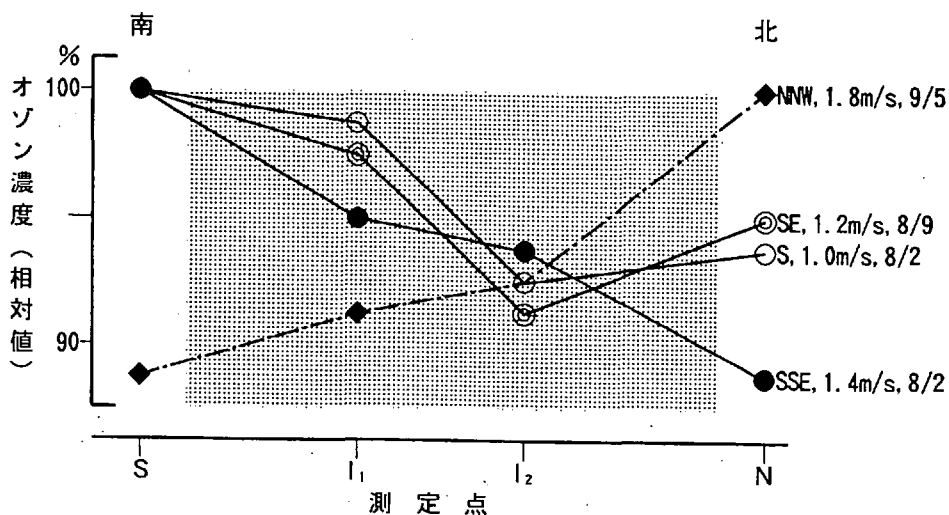


図6. 川越道緑地 (■) におけるオゾン濃度の水平分布と風向風速との関係 (SまたはNにおける  $O_3$  濃度を100とした場合の相対値, 右端は風向, 風速, 日付を表す)

以上のように、川越道緑地による $O_3$ 濃度低減の割合は均一ではなく、風環境により変化することが明らかとなった。これは、群落を構成する植生の規模・密度といった緑地の群落構造に起因するものであると思われ、群落構造が不均一な緑地の特性といえるものでもある。今後の都市緑化において大気浄化を期待する場合、緑地の規模、配置等において十分な検討を要する事を示唆するものである。

一般に植物群落の大気浄化能力は、風速の増加に伴い上昇することが報告されている(Chamberlain & Chadwick, 1953, 齊藤ら, 1971, 青木ら, 1987)が、群落構造が均一でない緑地の近接地では、風速だけではなく風向によっても浄化能力は大きく変化することがわかった。

### 3. 気温、 $O_3$ 濃度の垂直分布

図7に、緑地内における気温、 $O_3$ 濃度の垂直分布を示す。緑地内の気温は、地上3m付近で最も低く、9m付近で最も高かった(図7, ▲)。3m付近は、樹冠層の遮蔽と蒸散による潜熱輸送の結果、気温が低下したのと思われ、また、9m付近は樹冠層表面からの顕熱輸送により高温化したものと思われた。さらに12m付近での気温の低下は、樹冠層蒸散作用による潜熱輸送

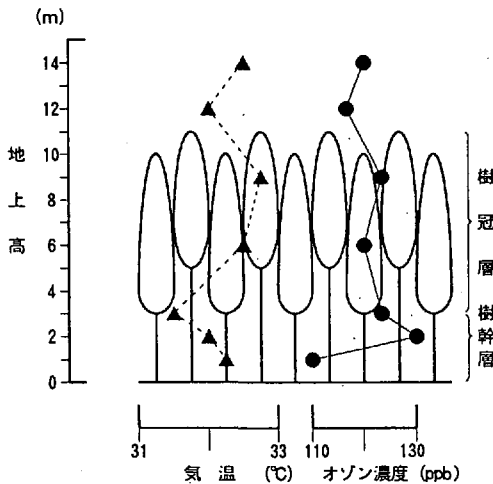


図7. 川越道緑地における気温(▲)、オゾン濃度(●)の垂直分布(1991.8.9 13:00 ~ 14:22の平均値)  
(群落構造は模式図)

によるものと推察された。

$O_3$ 濃度は、地上0.5m地点で最も低く、次いで群落キャノピー部分にあたる12m付近であり、最も高かったのは地上1.5mであった(図7, ●)。

12m付近での $O_3$ 濃度の低下は、群落直上大気と樹冠層とのガス交換により、 $O_3$ が樹林に吸収された結果で地上1.5m付近での濃度が高かったのは、葉面積密度が極めて低かったためとであろうと推察された。

川越道緑地は樹冠部の枝葉の密度が高く、緑地内光量子束密度は低い(約 $30 \sim 90 \mu E/m^2/S$ , 対緑地外比: 3~10%)。また、人による踏圧等の影響も加わり、地面~地上約3mまでの葉面積密度は極めて低い構造となっている。これらの緑地の垂直構造の状況が、上記の結果をもたらしたものと考えられた。

ただし、葉面積密度が極めて低いはずの地上0.5m付近で $O_3$ 濃度が最も低かった原因については明らかでないが、指宿(1986)は、 $SO_2$ が土壌によって吸着されることを報告しており、また、青木ら(1987)も森林、水田等の浄化能力には劣るものの、裸地土壌面における大気汚染の浄化作用を認めている。以上のことから、地面による $O_3$ の減衰が考えられるが、今後は、地面と大気との相互作用についても調査していく必要があると思われた。

以上の結果から、緑地の垂直構造が大気の垂直分布に与える影響は大きいと考えられるが、前出の水平分布と同様に今後群落構造の詳細な調査を行い、大気環境との関連についての検討を加えていくことが必要である。

最後に 本研究を進めるにあたり、川越道緑地の使用を快く許可下さった立川市建設部公園緑地課の皆様には厚く御礼申し上げます。

### 摘 要

都市近郊緑地の持つ大気保全機能を調べるために、立川市近郊にある川越道緑地を都市近郊緑地として設定し、大気汚染状況及び微気象環

境の測定を行った。

大気汚染物質としてオゾン ( $O_3$ ) を、また、微気象環境要素として、気温、湿度、風速、光量子束密度を測定対象項目とし、緑地内外における変化を測定した結果、以下のことが明らかとなった。

1. 地上1.5 mにおける緑地内の大気環境は、緑地外とは明らかに異なった状況を呈していた。すなわち、緑地外に比べ $O_3$ 濃度及び気温は最大でそれぞれ約6%及び2.4℃低下し、相対湿度は約6.5%上昇していた。さらに、風速は約50%減衰され、全体として緑地外とは異なる温和な大気環境が形成されていた。
2. 緑地の大気保全機能は、その内部だけではなく緑地外へも波及していることが実測された。緑地に対し南風が卓越している場合、緑地の北端より北側へ約8 m離れた地点における $O_3$ 濃度は、風上の緑地外の測定点に比べ約11%低く、緑地内の濃度よりもさらに低くなっていた。同様に気温は約0.7℃低下し、相対湿度は4%高くなっており、風速は約30%減衰していた。また、緑地の北端より12 m北側へ離れた地点においても約4%の $O_3$ 濃度の低減効果が認められ、緑地による浄化効果は、およそ群落高さに相当する距離には少なくとも波及するものと思われた。
3. 緑地による大気保全機能は、常に一定ではなく風向風速によってさまざまに変化することがわかった。今回の測定では、比較的低風速条件のものに限られたが、高風速条件や日射等その他の気象条件との関連についても今後検討することが必要である。
4. 緑地内における $O_3$ 濃度及び気温の垂直分布は、緑地の垂直構造に密接に関連していることを示唆するものであった。特に $O_3$ は、葉面積密度の高い樹冠部付近では低く、葉面積密度の低い地面～高さ3 mの付近では高くなる傾向を示した。主な生活空間といえる地上高約1.5 m付近の大気環境の改善は重要であり、今後の都市の緑化計画や緑地の管理手法において十分な配慮を要する点であると思われた。

## 引用文献

- 青木正敏・戸塚績・鈴木義則・森岡進 (1987) : 緑地の大気汚染浄化能, 国公研報, No.108, 41-51.
- 荒木眞之・佐々木長儀・本木茂・岡上正夫 (1983) : オゾン濃度減衰に及ぼす樹林の効果, 林試研報, No.321, 51-87.
- Hill, A.C. (1971) : Vegetation; A sink for atmospheric pollutants. J Air pollut. Control. Assoc., 21, 341-346.
- 古川昭雄・佐々木美緒子・森田茂廣 (1985) : 植物群落によるオゾンの吸収, 国公研報, 第82号, III-3, 123-136.
- 環境庁大気保全局大気規制課監修・大気環境に関する緑地機能検討会編集 (1989) : 大気浄化植樹指針, 第一法規出版(株).
- 久野春子・寺門和也・宮田和恭 (1985) : 都市内人工コナラ林の生長過程と環境への影響, 人間と環境, Vol.11, No. 2, 31-44.
- 丸田頼一 (1983) : 都市気候と公園緑地, 地理, 43-50.
- 斉藤隆幸・磯部誠之・永井良典・堀部淑子 (1971) : 牧草畑への $SO_2$ ガス付着量の推定, 農業気象, 26, 1-4.
- 指宿焼嗣・青木正敏・戸塚績 (1986) : 土壌による $SO_2$ の吸着と硫酸への変換, 第27回大気汚染学会要旨集45-1.
- 立川市建設部公園緑地課 (1990) : 立川市みどりの基本計画報告書—やさしさとふれあいのみどりづくり— (概要版), 立川市.
- 東京都環境保全局環境部 (1992) : 東京都環境管理計画—新たな展開にむけて—, 東京都, 8-37.
- 戸塚績 (1986) : 植物の大気環境浄化機能に関する研究, 国公研予稿集, 17-25.

Characteristics of Atmospheric Environment at Suburban Green Space.

(The Case of KAWAGOEDO-Green Space in Tachikawa City.)

Hitoshi YOKOYAMA, Haruko KUNO\*

Summary

For researching of atmospheric environment at suburban green space. We assumed "KAWAGOEDO Green Space" in the suburbs of Tachikawa city, to suburban green space, and, carried out the studies of airpollutant (ozone) and micro-meteorological element (air temperature, relative humidity, wind speed and quantum flux density of 400-700nm) in and out of there. Obtained results were summarized as follows.

1. Atmospheric environment in the green space was clearly different from the out of there. That was to say, ozone concentration( $O_3$ ), air temperature (AT), wind speed (WS) and relative humidity (RH) in there, were severally about the maximum 6%, 2.4°C, 50% low and 6.5% high as compared with the out of there. After all, air pollutant (ozone) decreased, and the climate was mild in there.

2. Atmospheric environment in the green space being carried over the out of there, was observed. When the south wind was blowing over the green space,  $O_3$ , AT, WS, RH at the observation point distance from there to north about 8m, were severally about 11%, 0.7°C, 30% low and 4% high as compared with the south point out of there. Furthermore, that  $O_3$  at the distance about 12m was low about 4%, suggests that the effect of the green space carryover about as far as the average height of trees at least.

3. The function of preservation of atmospheric environment by the green space is not constant but variable cause by wind direction and speed. It is necessary to examine into the relationship with the solar radiation and the other meteorological factor from now on.

4. That the vertical distribution of  $O_3$  and AT in the green space was related to vertical construction of there was suggested. Example,  $O_3$  was lower at the crown space that was higher leaf area density, than the trunk space that was lower leaf area density under about 3m height. The above result suggests the importance of investigation of greening planning and management of green area at the point of under about 3m height area of human action.

※ Tokyo Metropolitan Forestry Experiment Station