

自然教育園内の微気象について (1)

菅原 十一・日吉 房雄・手塚 映男

Report on the micro-climate in the National Park for Nature Study

Sugawara Touichi, Hiyoshi Fusao and Teruo Tezuka

1. ま え が き

自然教育園は、面積約200,000m²で、その大部分の地域には、森林群落と湿性草原が自然状態で発達している。そしてそこに生息する動物を含めて、これら生物群集の価値は、学術的にも認められ、全園が天然記念物の指定を受けている。とくに近年、急激に変遷しつつある東京という都市環境の中で、この生物群集を将来とも保護していくための有力な手がかりの一つとして、園内の気象環境の実態を把握し、具体的な施策の裏付けとすることが必要であることはあらためていうまでもないことで、開園当初からの課題でもあった。

昭和39年、自然教育園の西側外縁部を通過する首都高速道路2号線の築造工事が始まったのを契機として、微気象調査の準備を進め、昭和39年5月ころから、財団法人野外自然博物館後援会の協力を得て、観測用測器類の整ったものから逐次調査を始めた。その観測資料は現在までにすでにかなりの量に達しているが、今回は、定期的に行なっている本園の観測資料と野外自然博物館後援会から提供を受けた資料にもとづいて、気温、風等の一部についてとりまとめたものを、資料の域を脱しないが報告することとする。なお、資料の整理にあたり、貴重な資料を提供していただいた野外自然博物館後援会に対し、深く感謝の意を表する。

2. 自然教育園の位置と地形の概況

自然教育園は、東京都の港区、品川区、渋谷区の区境界附近に位置し、東方には東京湾があり、その海岸線よりの距離は約3.5kmである。周辺部は、東側には住宅地が隣接し、北方より西方にかけての外縁部に沿って、ほぼ半円形に首都高速道路2号線がある。なお、高速道路は、路面を基準にしてみると、北側では園内の地表面より低部を走っているが、西側にかけてしだいに高くなり南西側では約15mの高さの所を通過している。園内には3か所に湧水地があり、それを源としてできているほぼ

E字型の谷地と、これを取り囲んだ形の台地とからなっていて、比較的起伏に富んだ地形になっている。なお、海水面からの標高は、谷地面が約15m、もつとも高い台地面で約36mとなっている。一方、園内の大部分の地域は、自然状態の植生でおおわれているが、これら植生は一般的なのではなく、谷地は湿性草原によっておおわれ、また、台地上には、シイ林、マツ林など、遷移の進行にともなう各種のタイプの群落が形成されていることは、すでに報告されている研究からも明らかである。

3. 観測用測器類の配置と観測方法

観測用測器類のうち固定的に設置してあるものの配置は、当初、高速道路との関連に主眼をおいたために、西側部分に偏っており、必ずしも適正な配置とは言えない。将来、観測資料の蓄積にともなって検討しなければ

表 1. 百葉箱の設置位置と環境

百葉箱設置場所 番 号 (通称)		周 囲 の 環 境
No.1	食草園	北側約20m附近よりスダジイ、ミズキ等の群落がある。南側約10m附近より小高い丘になっているが、比較的開けた所となっている。百葉箱は芝生上に設置してある (図2, A)。
No.2	実験畑	マツ類、ミズキ等からなる森林群落の中で、ほぼ園の中央の位置に相当する (図2, B)。
No.3	苗 畑	東側と西側が落葉広葉樹の群落で、北側は湿性草原、南側は苗畑 (現在水生動物の観察池) の間にある土堤上、
No.4	マツ林	クロマツ、アカマツ、イイギリ等からなる森林内、西側約20m附近に道路の側壁がある。
No.5	展望台	園内北側の台地上で、芝生上に設置してある。後方はゆるやかな傾斜地になっている (図2, C)。
No.6	裏 門	園内北側の高速道路に面する 傾斜地 (北向) で、コナラ、クスギ、ミズキ等からなる林内。

ならない課題の一つであるが、現在における配置を図1に示した。まず気温、湿度関係として、百葉箱を6か所に配置し、それぞれに、自記温度計(週巻)、乾湿計、自記湿度計(週巻)を架設してある。なお、No.1百葉箱設置場所には、このほか、最高最低温度計と自記地中温度計をおいてある。百葉箱を配置してある場所の通称、環境は、表1に記したとおりである。温度関係としては、このほか、No.1とNo.3の観測塔に、6測点式の隔測自記温度計を設置し、気温の垂直的变化を測定している。

風関係では、No.1(食草園、高さ15m)、No.3(水鳥沼、高さ20m、図2、E)、No.2(実験畑、高さ15m、現在20mに改良、図2、D)の観測塔先端に、コーシベン風向風速計を取り付け、風向と風速を測定している。降雨量については、No.1百葉箱のかたわらの芝地とその近くのスダジイ、ミズキの樹下に、転倒ます型雨量計を1器ずつ計3器を配置してある。つぎに、大気中のガス分析関係としては、No.3(水鳥の沼)、No.4(観測室

前)、No.2(実験畑)の観測塔にそれぞれ3点ずつの大気サンプリング点を高さ別に設け、これよりテフロンパイプで大気を誘導し、亜硫酸ガス(SO_2)、炭酸ガス(CO_2)の測定を行なっている。分析用計器は、 SO_2 は溶液導電率式ガス分析計(PIKOFUX)、 CO_2 は赤外線式ガス分析計(URAS II型)を使用している。なお、このほか、土壌水分計、蒸発散計、地下水位計等が設置されているが、今回は省略することとした。

つぎに観測方法として、毎日午前9時に2名で区域を分担し、各測器を一巡して観測を行なっている。観測の内容は、各測器の午前9時現在の指示値の読みとり、ならびに記録部の時間の調整を主として行なっている。さらに、観測した結果は、それぞれの台帳、日誌等に直ちに記録され、整理している。

4. 観測資料のまとめと考察

気象観測の資料の場合、観測値をそのまま整理しただけでも有益なものであるが、限られた紙面では困難であるので、今後の機会にゆずり、ここでは、気温、風、降水量等の分野で現在まで折にふれてとりまとめてあった事項を中心に報告することとした。したがって、まとめ方等に不備な点もあるが、これについては、さらに研究を重ねて行きたいと思っている。

(1) 気温について

1月から12月までの各月の平均気温ならびに、日変化をまとめたものについてのべることにする。表1は、昭和43年の各月を上、下旬にわけ、測定点ごとに平均気温を表わしたものである。これで見ると、園内における測定場所別の平均気温の差は、最小10月上旬および12月上旬の 0.9°C から、最大1月上旬の 2.7°C となっている。これを旬間別にみて、高い平均気温をもっとも多く記録しているのは、展望台で、つぎが食草園である。両方とも、百葉箱を設置してある場所は平坦地で、上空に遮蔽物はないが、風の吹

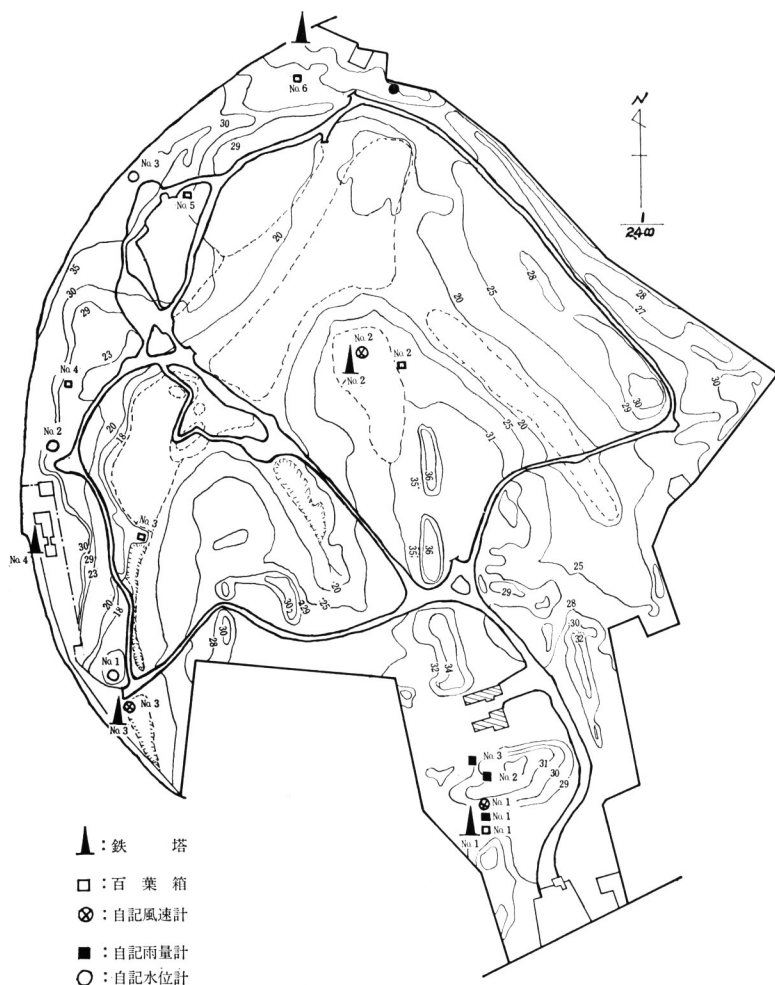


図 1. 自然教育園内の気象測器類配置図

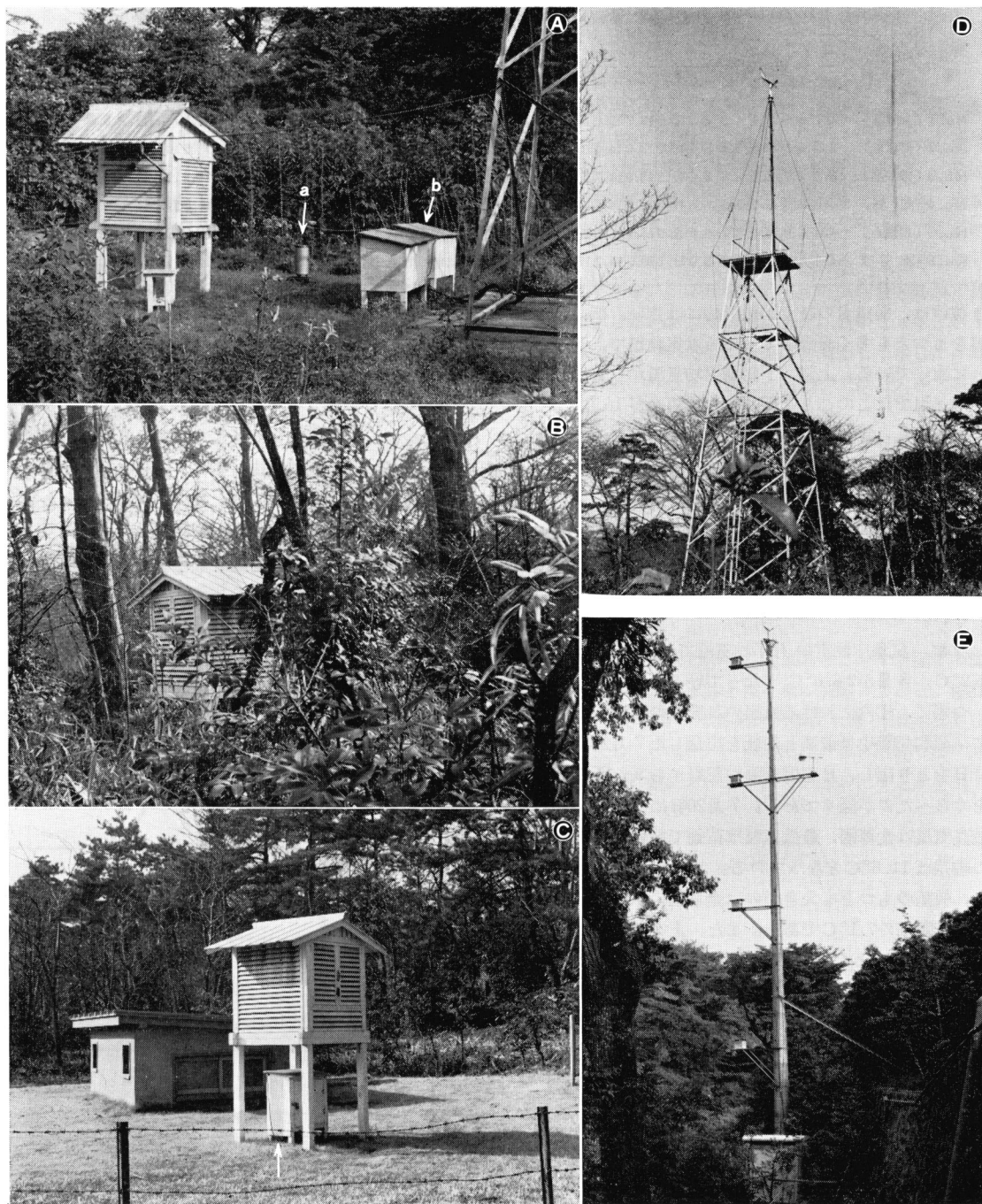


図 2 自然教育園内の気象観測測器類

A : No.1 (食草園) 百葉箱 (矢印aは雨量計, bは隔測温湿度計記録部の格納箱). B : No.2 (実験畑) 百葉箱. C : No.5 (展望台) 百葉箱 (矢印は自記地中温度計の格納箱). D : No.2 (実験畑) 観測塔. E : No.3 (水鳥の沼) 観測塔 (大気採取口を高さ別に6か所設置してある)

表 2. 各月上, 下旬別平均気温(昭43)

場 所 別	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		年 平 均
	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	
No. 1 (食草園)	4.7	4.9	3.4	4.2	8.3	10.9	13.7	15.0	18.2	18.6	23.1	21.8	23.3	28.1	28.1	26.4	22.4	21.6	17.4	14.6	15.5	12.5	11.7	6.6	15.7
No. 2 (実験畑)	3.9	4.3	2.8	3.4	8.6	10.9	13.9	14.4	16.6	17.1	21.1	20.2	21.8	26.1	26.3	25.5	21.5	21.1	17.0	14.0	13.6	10.8	11.0	6.6	14.7
No. 3 (苗 畑)	3.3	4.7	2.9	3.5	8.0	11.2	13.0	14.7	17.7	18.1	22.7	21.7	24.2	25.8	27.3	26.3	21.8	21.8	17.7	14.8	14.7	11.1	11.9	6.0	15.3
No. 4 (松 林)	4.0	4.6	3.0	3.5	8.6	11.0	14.0	14.8	17.1	17.9	21.8	21.1	22.6	26.8	26.9	25.9	21.9	20.8	16.9	14.0	14.2	11.7	11.7	6.3	15.0
No. 5 (展望台)	6.0	6.3	4.4	5.1	9.9	11.9	15.5	16.0	17.5	18.3	22.4	21.2	23.0	26.3	28.1	26.7	22.8	22.7	17.8	15.7	15.6	12.3	11.7	7.3	16.0
No. 6 (裏 門)	4.5	4.9	3.0	3.8	8.9	11.1	13.7	14.7	17.4	17.8	21.9	20.8	22.4	26.3	25.7	25.7	22.2	21.7	17.3	14.5	14.3	11.4	11.4	6.2	15.1

き抜けは、展望台のほうが地形的には良い。低い平均気温をもつとも多く記録している所は実験畑で、苗畑がこれに次いでいる。上旬、下旬別平均気温から算出した年平均気温ではこのことを反映し、展望台が16.0°Cでもっとも高く、実験畑が14.7°Cで低い値となっており、その差は1.3°Cである。

また、昭和43年の食草園、展望台、実験畑、苗畑の各月上旬、下旬別平均気温を例としてとり出し図に表わしたのが図3である。各場所を比較した場合、1, 2月の平均気温ならびに線形の変化を除いては、大きな差は見当らない。

なお、気象庁測定の日平均気温では昭和43年2月が4.2°C、8月が26.6°Cとなっている。

つぎに、園内における気温の日変化の傾向を知るために、昭和43年中で最高と最低を記録した7月20日と2月2日を取り出し、自記温度計の記録から3か所の日変化をくらべたのが図4である。7月20日についてみると、最高気温は食草園、最低気温は苗畑で記録している。その較差は11.6°Cとなっている。場所別に比較してみると、較差のもつとも大きいのは食草園の11°C、小さいのは実験畑の7.1°Cである。また、上空に遮蔽物がないが、風通しのよくない食草園と、上空に遮蔽物はないが、風通しのよい、苗畑、あるいは林中である実験畑とでは、日中の気温にだいぶ差のあることがわかる。

冬期の2月2日では、最高気温は食草園の8.0°C、最低気温はやはり苗畑の-7.2°Cで、その較差は15.4°Cとなっている。場所別の較差では、苗畑14.7°Cが大きく、実験畑の12.2°Cが小さく、夏期のにくらべ傾向をやや異にしている。また、日中、夜間ともに場所による気温の差は2°C前後で、この点についても、夏期と異なっている。

(2) 湿度について

湿度の日変化について、気温と同じ7月19, 20日、2月1日、2日の食草園、実験畑、苗畑の測定値で表わしたのが図5である。全体的には、苗畑での値が、環境(近くに池や流れがある)を反映し、もっとも高くなっている。一方、草地(食草園)と森林内(実験畑)の比

較であるが、夏期では、5~20%の差で森林内の値が高くなっているが、冬期では、かならずしも一定の傾向を示していない。

(3) 風について

風については、植生を主体として考えると、樹冠層の上面を境に、上空を吹き抜ける風と、林内の風とは、それぞれ意義をもっているので、わけて検討したうえで、相互の関係を調べる必要があるように思う。ここでは、上空(樹冠層上部)を吹き抜ける風の風向についてとりまとめた資料をあげることにした。図6は、昭和43年の1月より隔月(ただし、実験畑は、測器故障のため5月の代わりに6月をとってある。)の上旬10日間の風向を、風向別に分単位で集計し、その百分率で表わしたもの

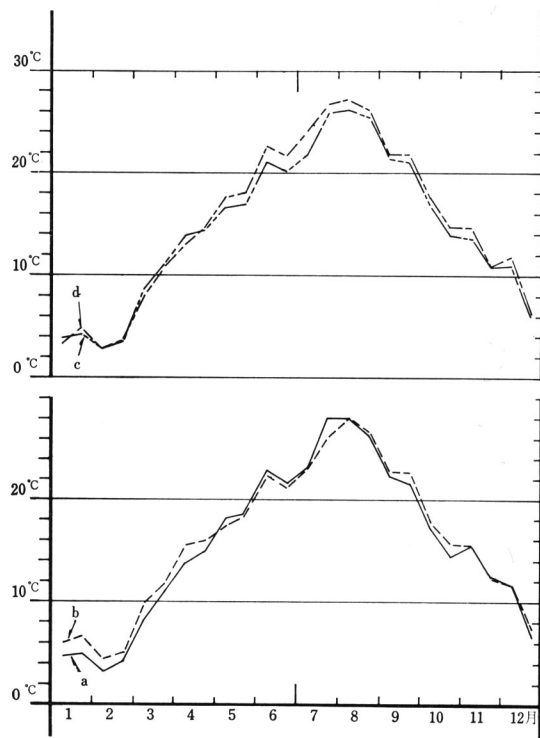


図 3. 測点別各月上下旬別平均気温の変化(昭43)

a: No. 1 (食草園) b: No. 5 (展望台)
c: No. 2 (実験畑) d: No. 3 (苗畑)

である。なお、参考までに、NEとSWで、北系統、南系統にわけ、それを太線で印してある。こうしてみると、小地域であっても、樹冠上の風向は、かなり不安定なものであることがわかる。これは、園内の地形ならびに各測器の高さが、樹高と余り変わらないので、樹冠面の凹凸などに起因している点も大きいと思う。測点別にみると、No.1(食草園)とNo.2(実験畑)で北西の風がかなり多いのに反し、No.3(水鳥の沼)ではきわめて少ないことが目につく。No.1(食草園)では、北側の土のうえに、スダジイ、ミズキ等の群落があり、北西側が迎賓館の建物側に通じているので北寄りの風が、大部分この方向から迂回して吹き込むことによるためではないかと考えられる。またNo.3の場合、二つの要因が考えられる。すなわち、この測点に通じて南北に谷筋があり、これに吹き込み、北寄りとなった風により大きく反応しているのではないかと考えられること、もう一つは、高速道路の影響である。測器のある点は、高速道路面より約5mぐらい高出しているが、道路の構築物(たとえば高欄)、あるいは路面の輻射熱等により、乱流がおきやすくなっているのではなからうかと考えられることである。このことは、No.3の地点で、無風状態が比較的多いこと、ならびに、他の測点にくらべ、南寄りの風が少ないことも関連しているのではないと思う。なお、きわめて巨視的な見方をするならば、自然教育園では、4~5月ころから南寄りの風が多く吹きはじめ、9月ころから北寄りの風が多くなっている傾向を知ることができる。

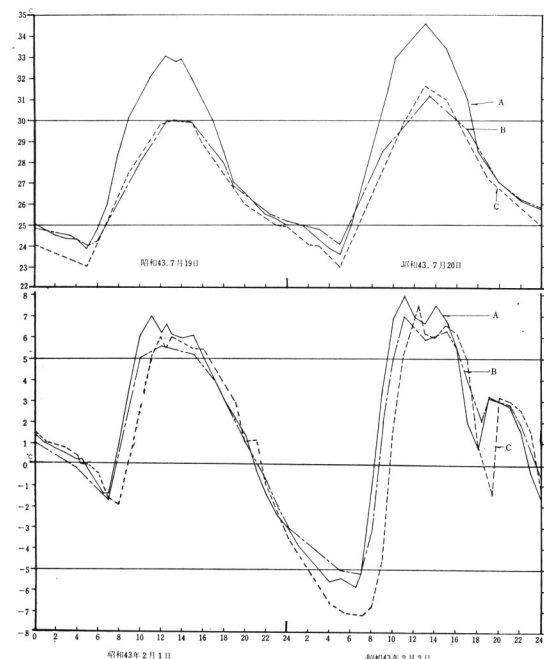


図4. 気温の日変化の比較
A: 食草園 B: 実験畑 C: 苗畑

林内の風についての資料が現在のところ少ないので、これとの比較については次報にゆずることとする。

(4) 降雨量について

現在、使用している測器は3台(転倒ます式自記雨量計)で、1台は芝地に、2台はミズキ(No.2)とスダジイ(No.3)の樹冠下にそれぞれ設置してある。樹冠下の場合樹冠の空隙または葉量が異なることから、少なくとも樹種別に5点くらいの測点をとり平均値でみるのがのぞましいであろうが、現在のところ1点であるので参考値にすぎない。昭和43年の月別の降雨量と降雨日数は表3に示したとおりである。また、表中ミズキとスダジイの樹冠下については、阻止率を算出して示した。降雨量を合計値でみると、芝地と樹冠下では、大きな差となつて表われる傾向を示している。

一方降雨量は、植生の水分供給源の大きな要素となっている。ことに本園のように、平地部で、しかも周辺が都市環境に囲まれている所では、少なくとも森林群落を構成している樹木が利用している土壌水の供給源は、降雨に依存していると言えると思う。このことは、本園の植生の発達あるいは維持管理に関連する問題を検討するうえに重要な課題となっている。

ここで、上記の昭和43年の食草園とミズキ樹冠下の降雨量をもとに水分収支図を描いたのが図7である。昭和43年は、8月と12月の降雨量が例年より多く、食草園では不足量を生じていない。一般的には、東京附近では7月から8月にかけて量的にはわずかであるが、不足量を生ず

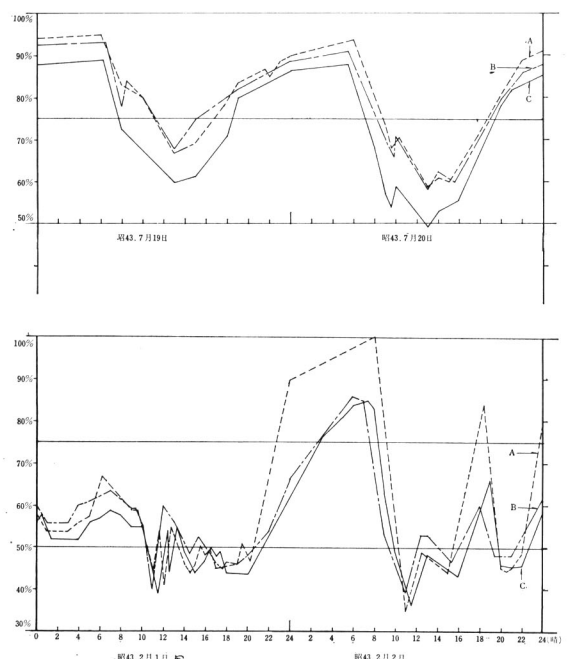


図5. 湿度の日変化の比較
A: 苗畑 B: 実験畑 C: 食草園

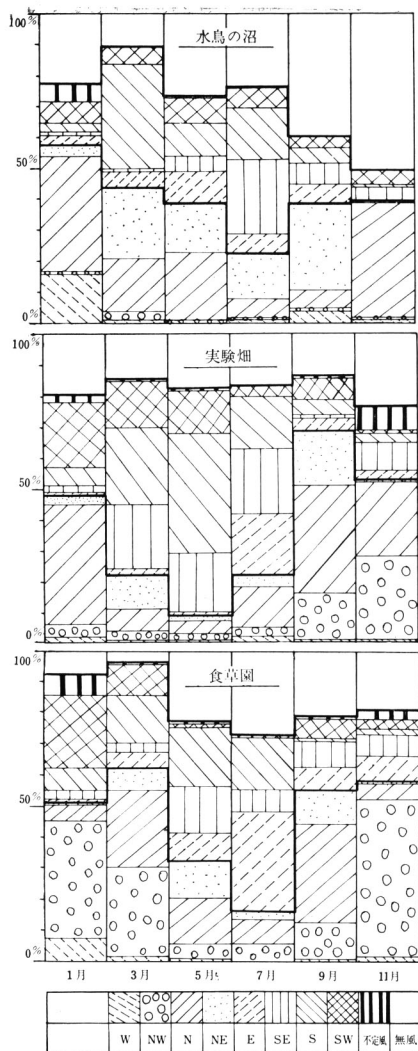


図 6. 月（隔月）別風向の頻度分布図（昭43）

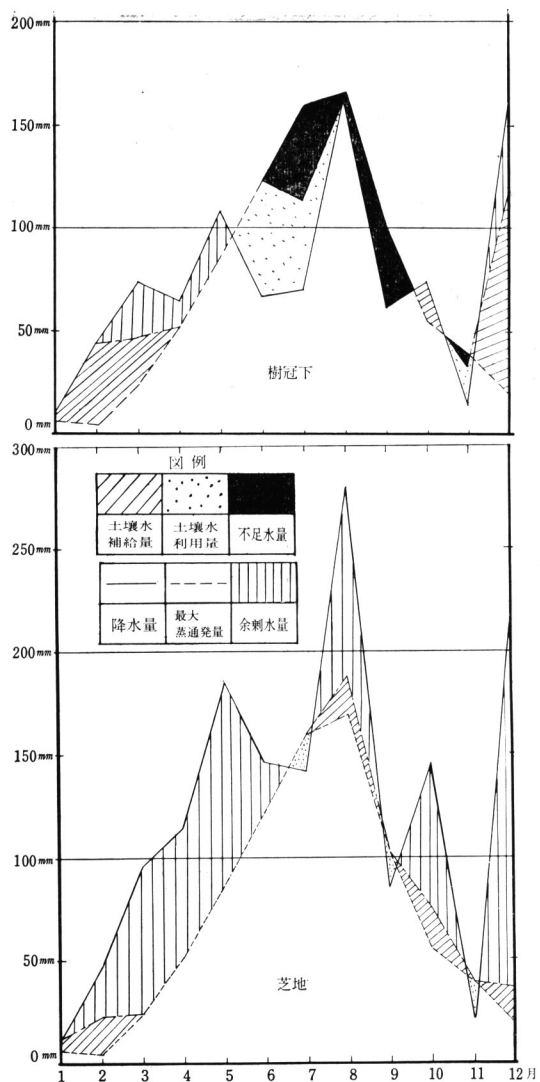


図 7. 芝地（食草園）と樹冠下（ミズキ）の水分収支図（昭43）

表 3. 月 別 降 水 量（昭 43）

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合 計
No.1 食草園	降 水 量	12.0	47.5	94.0	115.0	185.5	146.5	142.5	280.0	85.5	146.5	22.0	223.5	1,500.5
	阻 止 率	2	4	16	10	9	13	13	12	11	12	3	10	115
No.2 ミズキ下	降 水 量	10.0	44.0	73.5	64.5	108.0	67.0	70.0	161.0	61.5	74.0	14.0	162.5	910.0
	阻 止 率	0.83	0.92	0.78	0.56	0.58	0.45	0.49	0.57	0.71	0.50	0.63	0.72	0.60
No.3 シイタ	降 水 量	4.0	40.5	49.5	71.5	132.5	66.5	79.0	59.5	33.0	70.0	6.5	160.0	772.5
	阻 止 率	0.33	0.85	0.52	0.62	0.71	0.45	0.55	0.21	0.38	0.47	0.29	0.71	0.51

ると言われており、この点については恵まれた年であったと言えよう。しかしながら、さきにものべた如く、測定方法に欠陥があり、参考資料でしかないが、図7よりミズキの樹冠下では、不足量が生じている傾向を知ることができる。なお、この水分収支は、植生の維持管理の重要な要素でもあるので、地下水、土壌水分、蒸通発等に関する資料を加えながら、将来さらに詳細な調査を進めて行きたいと思っている。

(5) 大気中のガス分析

都市環境の中で自然植生を保護して行くうえに、もっとも重要な課題の一つとして都市公害への対策がある。ことに、昭和42年9月、首都高速道路2号線の開通以来、ここに発生する自動車排気ガス等の園内流入による自然林の被害を最少限にとどめるという問題に直面している。道路築造に当って、擁壁類、囲障、グリーンベルト等、可能な範囲の対策をこうじているが、大気汚染による樹木の被害は、短時日にあらわれるものではなく、数年かかって累積的に影響を与え、その結果としてあらわれてくるものと考えられる。したがって、絶えず、大気汚染状況を測定し、機に応じ、たとえば樹木の洗滌等保護のための施策をこうじていく必要がある。自然教育園では、昭和43年度より亜硫酸ガス、炭酸ガス、降下ばいじん等の測定を始めている。昭和43年度は、機器の試験調整期間でもあり、まだ十分な測定資料を得られる段階ではないが、ここに、亜硫酸ガスと炭酸ガスの測定資料の一部を参考までに紹介しておく。

測定機種は、前にものべた如く、亜硫酸ガスは、溶液導電率式ガス分析計(PIKOFUX)を、また、炭酸ガスは赤外線式ガス分析計(URASⅡ型)を使用している。測定場所は、図1に示した観測塔No.2, 3, 4, それぞれ3点で採取した大気を、テフロンパイプで誘導し、No.2は実験畑の、また、No.3と4については観測室でそれぞれの分析計で分析し、記録されている。図8は、昭和43年4月14日(天候、快晴)の記録を風、温度等と対比させて書きなおしたものである。測点は、大気、気温、風速、風向いずれも観測塔No.3の地上高約20mの地点で、採取あるいは測定したものである(気温は、地上0.5mでの測定値も併記した)。亜硫酸ガスは、午前6時ころより徐々に濃度を高め、10時から12時にかけて頂点に達し、一端下降するが、午後2時ころふたたび濃度を高め、以後徐々に下降する曲線を描いている。また、炭酸ガスは、夜間の午前2時ころ濃度を高め、いつたん下降するが、やはり午前9時ころから12時にかけて濃度を高め、以後急激に下降し、午後4時ころからやや濃度を高め、その後あまり変動のない線型を描いている。また、亜硫酸ガス、炭酸ガスの風との関係であるが、ここに亜硫酸ガスは、風速の強弱と平行している。すなわ

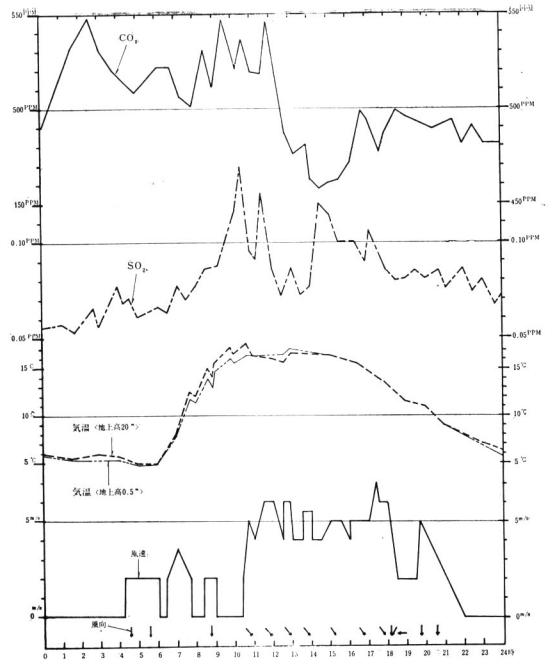


図 8. CO₂, SO₂, 気温, 風速の日変化
(昭43.4.14, 測点地上20m)

ち、およそ4m以上の風が吹くと拡散され、濃度に変動をきたしている傾向を知ることができる。気温もこのころ、上層と下層で逆転している。

5. 結びとして

以上、自然教育園で観測した各種の測定値にもとづき気温、風、降雨量等についてとりまとめたものの一部を報告した。気象観測は、定期的な観測、あるいは、測器類の保守等に思わぬ困難を伴うものであるが、今後、資料のとりまとめを行なう一方、観測体制ならびに測器類の整備を行なって、自然教育園の微気象のさらに詳細な調査を続けて行きたいと思っている。なお、資料のとりまとめについては、不慣れなため、不備な点も多々あると思うが、この点についても、今後研究を重ねて行きたいと思うので、大方の御助言をいただければ幸いである。

参 考 文 献

- 奥田重俊・宮脇昭：自然教育園の植生と現存植生図，自然教育園の生物群集に関する調査報告第1集，1～14 (1966)
- 沼田 真・手塚映男：自然教育園内植物群落の組成と構造，自然教育園の生物群集に関する調査報告第1集，15～36 (1966)
- 大田正次・篠原武次：実地応用のための気象観測技術，地人書館 (1966)
- 吉野正敏：小気候，地人書館 (1961)