

自然教育園の媒塵量について

菅原 十一*

Report on the Dust Loading in the National Park for Nature Study

Touichi Sugawara*

はじめに

近年、都市における大気汚染物質は、多種多様化しつつあるといわれる。しかし、あえて大別すると粒状物質とガス体の2つに分類することができる。

自然教育園におけるガス体 (NO_x, SO₂, CO など) については、現在測定中であるので後の機会に報告する。

今回は、当園における大気汚染の実態を明らかにする一資料として空气中的媒塵量、葉面付着媒塵量、降下媒塵量について、主に量的な調査測定を行った結果を報告する。

ただし、本調査資料は1970年当時のものであるが未発表であったので報告することにした。その意味では現状にそぐわない点が若干あると考えられるので御承知願いたい。

なお、1980年の資料は現在調査測定中である。

I 調査の方法

1. 空气中的媒塵量

調査日：1974年1月12日（晴）

調査場所と概要：

正門前車道際より園内の三叉路に至る地域を対象とし、5測点を設定して空气中的媒塵量の測定を行った。図1は、調査地域と測点を示す。各測点付近の概要は次の通りである。

測点 No.1

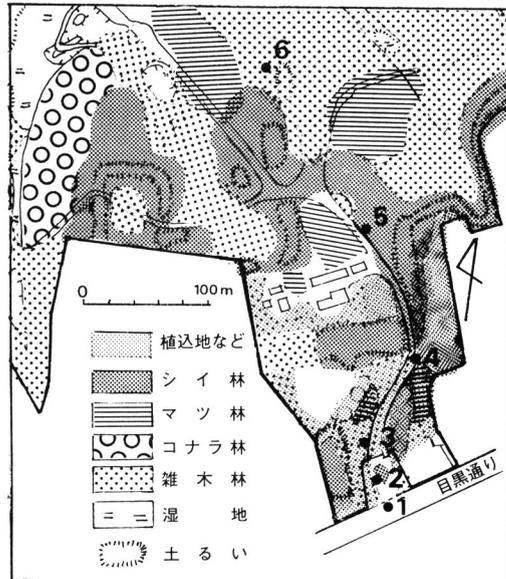


図1 空气中的媒塵量測定点と植生概略図

* 国立科学博物館附属自然教育園, National Park for Nature Study, National Science Museum

通称目黒通りと呼ばれる車輛交通量の激しい道路際である。

測点 No.2

測点 No.1 より約20m園内に入った地点。付近は正門広場と呼ばれる目黒通りに接した開放地（約30m×35m）である。

測点 No.3

測点 No.1 より約50m園内に入った地点。樹高約12mのケヤキが並木状に存立する園路際の地点である。上方は、落葉によるケヤキの枝だけの樹冠に覆れている。園内に向かって園路の右側は、樹高10～15mのスダジイ、ムクノキなどからなる林である。同じく園路の左側は、樹高10～20mのクスノキ、スダジイ、ムクノキなどからなる林である。

測点 No.4

測点 No.1 より約120 m園内に入った地点。付近は樹高15～18mのスダジイ、クロマツ、キハダ、イヌザクラなどの林からなっている。測点はこの林の下を通過している園路際である。

測点 No.5

測点 No.1 より約240 m園内に入った地点。スダジイ巨木林の林縁である。園路をはきんで反対側は樹高15～18mのマツ、ミズキ、ウワミズザクラなどからなる林である。

測点 No.6

測点 No.1 より約400 m園内に入った地点。樹高約12mのミズキ、コナラ（いずれも落葉している）などからなる林である。林内は、低木層（樹高約6 m）のスダジイ、ヒサカキ、シロダモなどの常緑樹によってかなり密に覆われている。

測定方法：

測器はダストカウンターを使用して媒塵粒子数計測を行ない、移動測定をした。

2. 葉面付着媒塵量

調査日：1969年5月7日（晴）

調査場所：

園内全域を調査対象とし、測定地点は図2に示す通り、ランダムに23地点選定した。なお、各測点の環境概略は表1の備考欄に示した。

調査方法：

葉面付着媒塵量は、園内のほぼ全域に分布するアオキの葉面に付着する媒塵量を測定し、指標にした。アオキの供試葉は、1年枝についた葉を使用し、各地点とも地上1 m付近の葉を10枚ずつ採取した。採取葉はただちに清水で洗浄し、その汚濁水を蒸発乾固後、秤量した。なお、アオキ葉面における付着媒塵量を指標対照物とした理由は、次に示す利点に該当したからである。

- 1) 園内のほぼ全域に分布し、比較が容易。
- 2) 葉が扱いやすい大きさである上に、低木であり作業が容易。
- 3) 葉齢区別が容易。

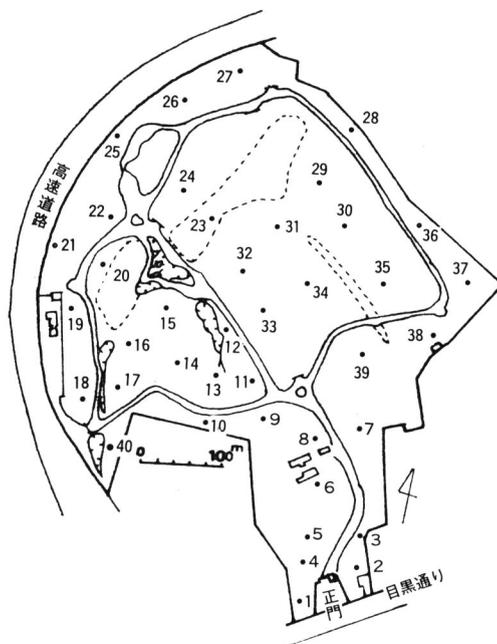


図2 アオキ葉面の付着媒塵量測定点

3. 降下媒塵量

調査期間：1969年5月～1970年12月

調査場所および概略：

調査場所は、園内の代表的な森林であるシイ林、ミズキ林、コナラ林の3つの異った森林と、他に比較地として、園内草地（林外）と高速道路際草地、高速道路際植樹帯においても調査を行なった。図3に調査場所を示したが、概略は次の通りである。

シイ林

園のやや南よりの台地上に位置する。樹令約450年と推定されるスダジイの巨木からなる常緑広葉樹林である。

林の階層構造は、

高木層、樹高8mのスダジイ

亜高木層、樹高3～8mのスダジイ、シロダモ、アオキ、ムクノキ、ウワミズザクラなど

低木層、樹高0.3～3mのスダジイ、アオキ、シロダモ、ムクノキ、ネズミモチなど

コナラ林

園の西側を南北に走る谷地に面する西向き傾斜地に発達する落葉広葉樹林。樹令100年以上と推定されるコナラの大木からなり、夏季は樹冠が密に覆われるが、冬季には落葉のため樹冠は著しく疎開する。

林の階層構造は、

高木層、樹高18～20mのコナラ、ウワミズザクラ、イイギリなど。

亜高木層、樹高6～12mのミズキ、ヤマザクラ、エゴノキなど。

低木層、樹高3～5mのイヌツゲ、ムラサキシキブ、シロダモ、アオキなど。

ミズキ林

園の中心より、南西にやや隔って位置し、北西方向の傾斜地の上部に発達する落葉広葉樹林である。コナラ林同様に樹冠は夏季に密に覆われ、冬季に著しく疎開する。

林の階層構造は、

高木層、樹高12m以上のミズキ、イイギリ、ムクノキなど。

低木層、樹高3～6mのイロハモミジ、シロダモ、アオキなど。

草地

園南部に位置し、四方が樹林で囲まれた畑地である。（約35m×25m） 測点は畑の中心部にあり、開けた場所である。

北側、樹高約15mのミズキを主とする落葉広葉樹林。

南側、比高約4mの土塁、低木林。

東側、樹高約15mのコナラ、クスギなどの落葉広葉樹林。

西側、樹高約10mのヒノキ植込・堀。

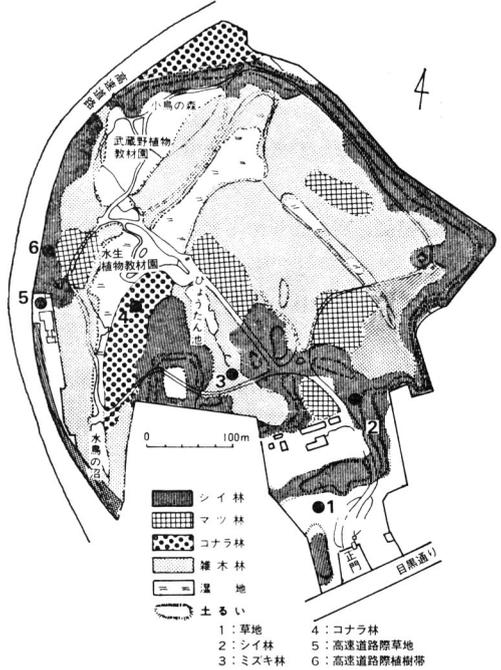


図3 降下媒塵の測定地点

高速道路際植樹帯

園の西端に位置し、高速道路沿に幅4～5mの帯状に作られたスダジイを主とする常緑広葉樹林帯。

高速道路側、高さ3mのコンクリート塀で仕切られている。

園内側、樹高約15mのマツ林。

高速道路際草地

園の西端に位置し、広さ約20m×30mの開放地である。

高速道路側、高さ約6mのコンクリート塀で仕切られている。

園内側、樹高約12mのスダジイ林である。

測定方法：

降下媒塵の捕集器は口径20cm、高さ30cmのガラス製円筒型広口ビンを使用した。このとき、容器内の媒塵再発生を防ぐため、捕集口をロート状にした(図4)また地面からの影響を防ぐため、捕集口が地上1mの位置になるようにし、各調査場所ごとに2個ずつ設定した。捕集期間は1カ月間とし、降水とともに捕集した。回収ビンは、ただちに降水で洗浄し(降水の少ない場合は清水を使用)、汚濁水を蒸発乾固後、秤量した。



図4 降下媒塵捕集ビン設置状況(シイ林内)

II 調査の結果と考察

1. 空気中の媒塵量よりみた媒塵分布

表1 ダスト測定結果

1974年1月12日(はれ)

地点 No.	No.1 地点 からの距離 m	測定時刻	測定値		減少率 %
			粒/cpf/3min	粒/cpf/3min	
1	0	13:15 ~ 13:20	345	} 368	100
		15:25 ~ 15:30	390		
2	20	13:20 ~ 13:25	222	} 251	68
		15:17 ~ 15:22	279		
3	50	13:30 ~ 13:35	125	} 149	40
		15:10 ~ 15:15	173		
4	120	13:40 ~ 13:45	101	} 122	33
		14:55 ~ 15:00	143		
5	240	14:00 ~ 14:05	142	} 122	33
		14:30 ~ 14:35	102		
6	400	14:10 ~ 14:15	74	} 81	22
		14:20 ~ 14:25	88		

空気中の媒塵量について、園内外の比較測定を行ない、その結果を表1に示した。

図5は、縦軸にNo.1地点(車道際)を基準(100%)とした減少率をとり、横軸にNo.1地点からの距離を示し減少状況を図示したものである。

No.1地点は、著しく多くなっているが、この地点は外部と接しているため、その影響と考えられる。

減少率をみると約50m隔てたNo.3地点に至るまでに約40%と著しい減少を示し、以後は漸次ゆるやかに減少した。これは、発生源から距離を隔てにしたがって進入媒塵が拡散希薄されることにもよるが、さらには森林によって進入をさえぎられたり、付着捕集されるためと考えられる。今調査は、落葉

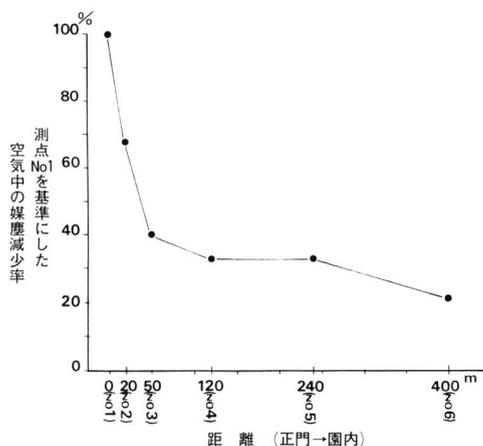


図5 空気中の媒塵分布状況

期であったにもかかわらず、このような著しい減少傾向がみられたことにより、当園内における空気中の媒

表2 アオキ葉面における附着ばいじん量測定結果 (1969年5月7日 はれ)

採取地点 No.	附着ばいじん量 g/m ²	附着度	環境概略				採取地点 No.	附着ばいじん量 g/m ²	附着度	環境概略			
			草地	落葉広葉樹林	常緑針葉樹林	常緑広葉樹林				草地	落葉広葉樹林	常緑針葉樹林	常緑広葉樹林
1	1.02	5				○	21	0.98	5				○
2	0.58	3		○			22	1.22	6				○
3	0.50	3			○		23	0.33	2	○			
4	0.76	4		○			24	0.70	4		○	○	
5	0.39	2	○				25	1.07	6				○
6	0.49	3		○			26	1.10	6				○
7	2.03	10				○	27	1.07	4		○		
8	0.77	4			○		28	1.07	6				○
9	1.03	6				○	29	0.64	4		○		
10	0.87	5				○	30	0.67	4		○		
11	0.90	5				○	31	0.54	3		○		
12	0.90	5			○		32	0.77	4				
13	0.40	2			○		33	0.80	4			○	
14	1.07	6				○	34	0.95	5		○		
15	0.71	4		○	○		35	0.49	3		○		
16	0.51	3		○			36	0.89	5				
17	0.99	5		○			37	0.67	4				○
18	0.55	3		○			38	0.68	4		○	○	
19	1.24	7				○	39	0.72	4			○	
20	0.93	5			○	○	40	1.08	6		○	○	

塵量は外部と比較してかなり減少していると推測されよう。

2. 葉面付着媒塵量よりみた媒塵分布

園内における付着媒塵量分布を明らかにするため、その指標としてアオキの葉面付着媒塵量を測定した。表2は測定結果を示したものである。

表2から明らかなように、23地点中、最大付着量は 2.03 g/m^2 、最小付着量は 0.33 g/m^2 であり、前者は後者の約6倍である。また最大付着量を示した地点はNo.7のスダジイ林内である。この地点は、樹令450年と推定される巨木からなり林冠部は最も密に覆われている。一方、最少付着量を示した地点はNo.23である。この地点は、上方に遮断物のない開けた草地である。

各地点ごとの付着媒塵量について、最も大きい値を10とした1～10の付着度に区分シランク付を行なった。図6は、付着度の分布図に植生分布図を重ね合せたものである。図6から各測点ごとの付着量の差は、植生分布とかなり対応する傾向がみられる。両者の関係は、草地は付着度2、落葉広葉樹林（コナラ林、ミズキ

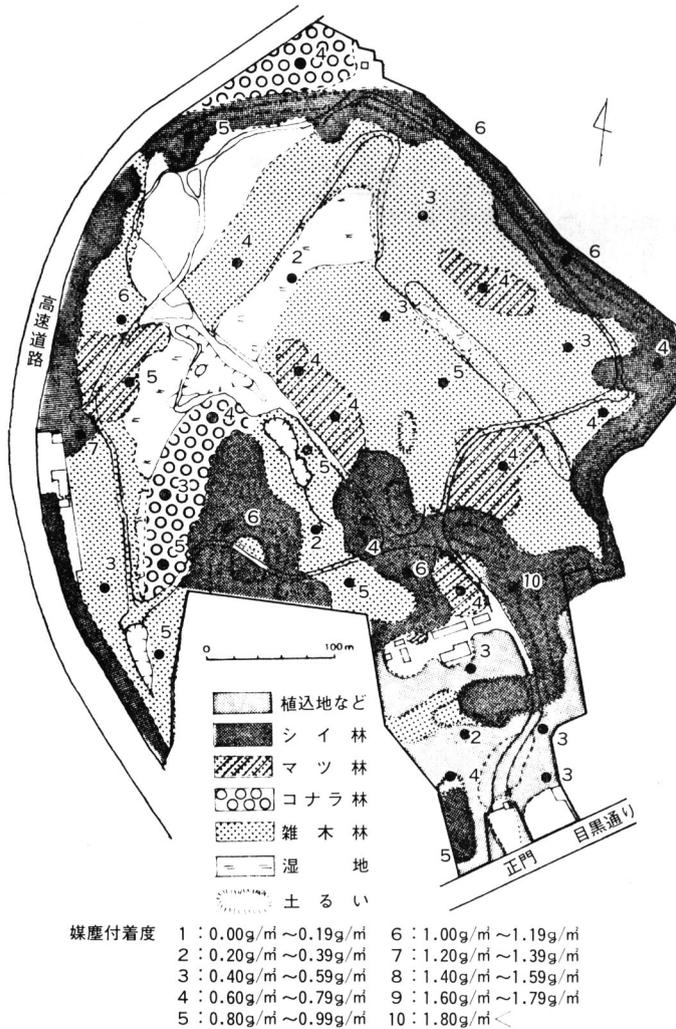


図6 アオキ葉面の媒塵付着度分布と植生分布

林)は付着度3, 常緑針葉樹林(マツ林)は付着度4, 常緑広葉樹林(シイ林)は付着度5~10の範囲に分布するようである。これは、草地のような林外の場合には付着捕集が平面的に行なわれるのに対して、森林内では多くの樹枝葉などによって立体的に捕集が行なわれ、付着濃縮されるためと考えられる。

3. 降下媒塵量よりみた森林の媒塵捕集状況

林内における降下媒塵量は、森林によって捕集されたものと考え、3つの異なる森林と、それに草地と高速道路際を加えた地域において降下媒塵量を測定比較した。

森林の媒塵捕集状況を明らかにすることは、森林の媒塵防止効果を知るばかりでなく、森林保護上は、樹木に対する媒塵の影響を知る上でも重要なことと考える。

表3は、調査期間中の月降下媒塵量の測定結果である。また、降水は媒塵に対して沈降、洗浄などの点で密接に関係すると考えられるので林外における月降水量を付記した(なお降水量は園内に常設してある気象観測資料によった)。

月々の降水量の概略を示すと、

月最大降水量 1969年 214.0 mm/月(5月)

表3 降下媒塵量測定結果

(1969. 5~1970. 12)

年	月	シイ林	ミズキ林	コナラ林	草地	高速道路際		降水量
						植樹帯	草地	
1969	5	g/m ² 38.1	g/m ² 25.8	g/m ² —	g/m ² 7.1	g/m ² 26.4	g/m ² —	mm 76.5
	6	56.0	13.0	7.0	5.0	9.0	—	214.0
	7	59.0	20.0	29.0	4.0	49.0	—	107.5
	8	28.0	14.0	19.0	6.0	20.0	—	145.5
	9	19.0	8.0	13.0	5.0	22.0	—	152.5
	10	23.0	13.0	14.0	6.0	17.0	—	151.0
	11	19.0	9.0	15.0	3.0	33.0	—	90.0
	12	12.0	9.0	7.0	5.0	12.0	—	8.5
	合計	254.1	111.8	104.0	41.1	188.4	—	945.5
平均	31.8	14.0	14.9	5.1	23.6	—		
1970	1	26.0	18.0	12.0	5.0	5.0	—	69.5
	2	20.0	17.0	8.0	6.0	8.0	—	21.5
	3	19.0	9.0	9.0	12.0	23.0	—	53.5
	4	28.0	10.0	11.0	12.0	29.0	—	94.0
	5	39.0	25.0	15.0	4.0	31.0	—	161.0
	6	34.0	9.0	12.0	5.0	—	8.0	220.0
	7	15.0	11.0	16.0	5.0	—	7.0	141.0
	8	22.0	17.0	18.0	9.0	—	10.0	11.0
	9	35.0	14.0	22.0	.0	—	10.0	118.5
	10	31.0	21.0	19.0	4.0	—	6.0	121.5
	11	30.0	14.0	14.0	5.0	—	7.2	151.0
	12	17.0	5.2	5.7	4.8	—	14.1	26.0
	合計	316.0	180.2	161.7	75.8	95.0	62.3	1,188.8
平均	26.3	15.0	13.5	6.3	19.0	8.9		

1970年 220.0 mm/月 (7月)

月最小降水量 1969年 8.0 mm/月 (12月)

1970年 11.0 mm/月 (8月)

となり、月によってかなりの差異がみられる。

降下媒塵量については、1970年の平均月降下媒塵量を基準に、各調査地間の比較をすると、最少降下量を示した地域は園内草地 $6.3 \text{ g/m}^2/\text{月}$ である。次に高速道路路際草地 $8.9 \text{ g/m}^2/\text{月}$ (7カ月間平均)、コナラ林 $13.5 \text{ g/m}^2/\text{月}$ 、ミズキ林 $15.0 \text{ g/m}^2/\text{月}$ 、高速道路路際植樹帯 $19.0 \text{ g/m}^2/\text{月}$ (5カ月間平均) の順に増加を示している。最大量を示した地域はシイ林 $26.3 \text{ g/m}^2/\text{月}$ であり、その値は園内草地に比較して約4.2倍にもなっている。

図7は、各調査地ごとの降下媒塵量と降水量の月々の変動を図示したものである。

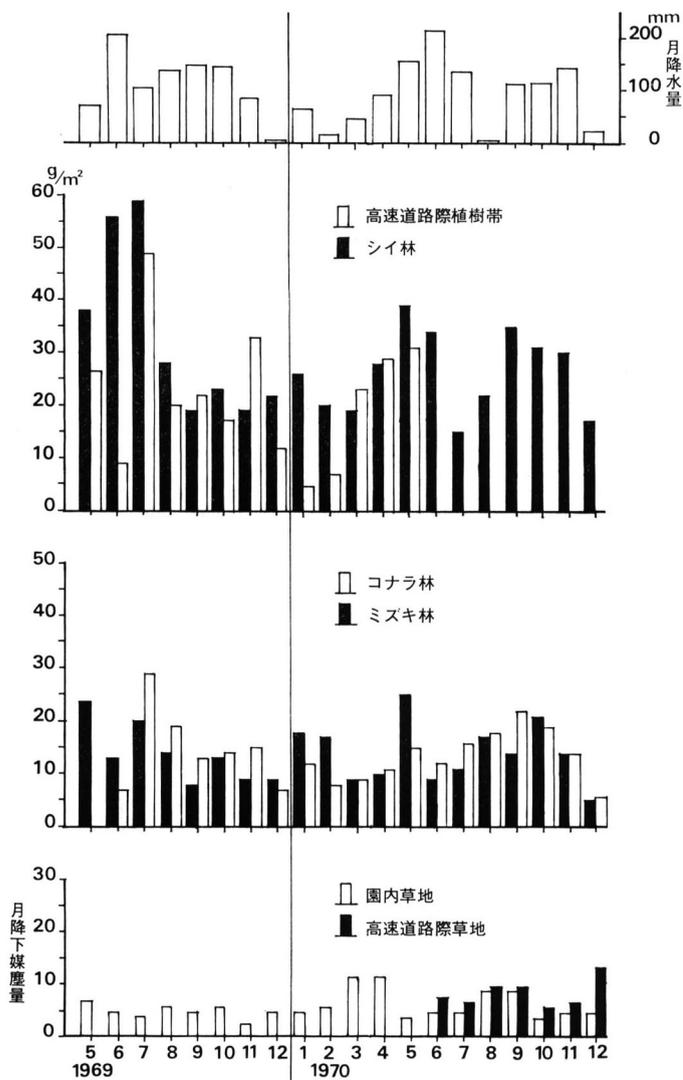


図7 環境別降下媒塵量月変化 (1969. 5~1970. 12)

各調査地別に概要を示すと次の通りである。

園内草地

他の調査地に比較して、全体のレベル、月ごとの変動量ともに極めて少ない。わずかに増加する月は1～3月、8月、11～12月で、比較的降水量の少ない時期を中心にみられるようである。また、減少する月は6月、9月で比較的降水量の多い時期を中心にみられるようである。

これは媒塵が増加する月の場合、降水量が少ないほど、周囲が乾燥するため媒塵の飛来捕集量が増すと考えられる。反対に媒塵の減少する月の場合、降水量が多いほど、降水や、それに伴う曇天によって媒塵の飛散は抑えられ、飛来捕集量は減少するものと考えられる。

シイ林

他調査地域に比較して全体のレベル、月ごとの変動量ともに著しく増加している。特に、6月、9月の降水量の多い月を中心に大きく増加する傾向がみられる。また、1～3月、8月、11～12月の降水量の少ない月を中心に減少する傾向がみられる。シイ林における降下媒塵量と降水量の関係は、草地と正反対の傾向を示している。シイ林の降下媒塵量は、降水とかなりははっきりした対応がみられるところから、林内の降下媒塵量のほとんどは森林に捕集蓄積されたものが降水によって洗浄降下したのものとして確かめられよう。

コナラ林、ミズキ林

コナラ林とミズキ林における降下媒塵量は、多少の差があるものの、全体的には極めて近い傾向を示している。これは、両者とも落葉広葉樹林であるばかりでなく、葉量や枝の張り方など、林相の様態も比較的似ているためと考えられる。シイ林に比較して降下量は若干少ないが、これは林相の密度が劣るばかりでなく、落葉期には、林冠が著しく疎開することなどが主な原因と考えられる。

月ごとの変動の特徴は、4～11月までの着葉期には、スダジイ林に近い変動を示し、12～3月の落葉期には草地に近い変動がみられる。これは、林冠が極端に変化するために生じるので、着葉期には林冠が密になるため捕集される媒塵量が増加し、落葉期には林冠が落葉によって著しく疎開されるため捕集される媒塵量が減少するものと考えられる。

高速道路際草地

園内の草地に比較して、月ごとの変動については比較的近い値を示しているが捕集量については全体的に多くなっていた。

これは、高速道路など媒塵発生源の隣接地であり、媒塵の進入捕集される量が多くなるためと考えられる。

高速道路際植樹帯

園内スダジイ林に比較すると、月々の変動量は極めて近似した傾向を示している。しかし、降下量は、発生源に接しているにもかかわらず少なくなっている。

これは、スダジイの樹令約15年、樹高約4mと園内スダジイ巨木林に比較して林相が若干劣るため捕集機能が減少するものと考えられる。

Ⅲ おわりに

今回の調査は、自然教育園における媒塵について、主に量的な面からの実態を明らかにしようとしたものである。なお、対象としての媒塵は年代によっても変化すると考えられるので、1980年の資料として現在調査測定中である。さらに、今後の問題点として、質的な面からの実態調査や植物に対する影響調査などが急務と考えられる。

今回の報告は、ごく初歩的なものであったが、まとめるに当たっては、調査場所や測定法などをできるだけ詳しく述べた。また、採取媒塵も参考資料として保存するなど、今後の調査の参考資料になるよう配慮したつもりである。諸氏の御批判、御指導をいただきながら、今後の調査に当たっての出発点にしたいものと考えている。

なお、最後になってしまったが、調査に当たっては多くの先生方に御指導をいただいた。特に、国立科学博物館事業部長手塚映男氏には、当初の計画段階で御指導をいただいた。千葉大学理学部教授、沼田真氏には、降下媒塵量調査に当たっての御指導、御援助をいただいた。広島大学環境科学部教授三寺光雄氏には、資料のとりまとめに当たっての御指導をいただいた。ここに記し、各先生方に心から感謝の意を表する。

Ⅳ 要 約

自然教育園は、都心に位置し、今なお自然状態が保たれているところであるが、最近では外部からの大気汚染物質の侵入による影響が最も大きな問題となっている。

今回の報告は、大気汚染物質の一つである媒塵の実態を知るために、空気中の媒塵量、葉面付着媒塵量、降下媒塵量についての調査を実施し、その結果をまとめて示したものである。

調査結果を要約すると、

1. 園内の媒塵分布状況

2つの異なる視点から、媒塵分布状況を見ると次のようであった。

- ① 園内外における空気中の媒塵量分布図から、園内では外部より著しく減少する傾向が見られた。
- ② 園内における葉面付着媒塵量分布図から、林内の付着量は林外よりかなり増加する傾向が見られた。
- ③ これらは、一見矛盾しそうであるが、両者は、森林の媒塵捕集効果によるものと考えることによって説明される。つまり、当園の場合、空気中の媒塵減少は、森林の捕集効果によるところが大きいと考えられる。一方、林内の葉面付着媒塵量の増加は、森林に捕集濃縮されている状態を示しているものといえよう。

2. 降下媒塵量による森林の媒塵捕集状況

林内の降下媒塵量は、森林の捕集によると考えられるので、園内の代表的な森林であるシイ林（常緑広葉樹林）ミズキ林及びコナラ林（落葉広葉樹林）などについて月別の降下媒塵量を測定比較した。

- ① 同一森林でも月によって差がまちまちである。これは、一つには林相に変化のない場合、降水量との対応がみられることから、降水量の増減による洗浄効率の差として考えられる。もう一つは、落葉広葉樹林のように林相に著しい変化が生じる場合、林相の変化に応じた捕集効果の差として考えられる。
- ② 3森林間の相異は、単純に比較するのは、いろいろ問題があるように考えられるが、樹冠が常緑の葉で密に覆われているシイ林で著しく増加することなどを考え合わせると、林相の粗密による媒塵捕集効果の差によるところが大きいと考えられる。林内降下媒塵量を森林の媒塵捕集効果によるものと考え、林外（草地）を基準にして比較すると、落葉広葉樹林（ミズキ林、コナラ林）常緑広葉樹林（スダジイ林）の媒塵捕集量は1：2.4：4.2の割合で増加していた。

3. 発生源隣接地としての高速道路際降下媒塵量

高速道路に隣接した草地の降下媒塵量は、園内の草地に比較して全体的に増加していた。これは、外部の空気と接しているばかりでなく、自動車の走行などによる発生源に隣接しているため、特に媒塵の侵入量が

多くなっているのであろう。

参 考 文 献

- 奥田重俊・宮脇昭(1966) 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報告書第1集 1—14
- 本多侔(1968) 公害防止に関する樹木と空間効果の基礎的研究 I, 造園雑誌, Vol. 32—3, 19—24.
- 三寺光雄(1971) 環境大気の生態, 共立出版
- 三寺光雄・菅原十一・千羽晋示(1972) 自然教育園の微気象(3), 自然教育園報告第4号 1—11
- 三寺光雄・千羽晋示・菅原十一(1974) 都市環境大気と生物群集の動態, 都市生態系の特性に関する基礎的研究(沼田真編) 137—146
- 東京都公害研究所編(1970) 公害と東京都, 東京都公報室
- 辰巳修三・外山健一・石原広(1971) 街路樹の物質循環機構に与える大気汚染の影響(I), 造園雑誌, Vol. 35—1, 15—21
- 寺部本次(1971) 降下ばいじんおよび浮遊ばいじんの測定法, 大気汚染, Vol. 1—4, 34—42