

樹木着生蘚苔類の生育状況 (I)

菅 邦子 大橋 毅

要 旨

都内の樹木着生蘚苔類の生育状況を調査した。その結果、約20年前の埤田の結果と比べ、都心部を含む東京東部では種数がかなり増加していた。しかし、蘚苔類が認められない地点の割合は周辺地域と比較して明らかに多かった。二酸化硫黄の軽減が都心部の蘚苔類の種数を増加させたと考えられたが、その一方で、都市域の拡大が周辺地域の種数の増加を抑えているような傾向がみられた。都市化の指標とされる帰化植物のコモチネジレゴケが最近になって西新井大師で新たに認められたことが注目された。

1 はじめに

大気汚染物質の増加に伴い着生生物が都市域で減少していること、特に着生地衣類や蘚苔類は大気汚染物質（主として二酸化硫黄、 SO_2 ）に対する感受性が高いことが、Barkman¹⁾²⁾、De Sloover&Leblank³⁾らによって報告された。またイギリスでは、この100年間で環境の酸性化にともない、酸性を好む蘚苔類の割合が増えてきたとする興味深い報告もある⁴⁾。

わが国では、今から約20年前の SO_2 や降下ばいじん等の大気汚染が激しかった頃に、埤田⁵⁾が蘚苔類植生からみた大気汚染地図を発表した。その報告によると山の手線以東から東部の工業地帯にかけて、樹木の幹に蘚苔類が認められない地域、いわゆる着生砂漠があることが確認された。

現在では、工場等に対する排出規制や燃料規制により、 SO_2 や浮遊粉じん中の重金属濃度はかなり改善されている。一方、都内西部地域の宅地化にともなう緑地の減少、道路の舗装やコンクリート建造物の増加等によって乾燥化が進行しているとみられ、大気汚染の軽減により、相対的に気象要因が植物の生育に及ぼす影響が大きくなってきたと思われる。

このような環境状況のもとで樹木着生蘚苔類の分布を調べ、調査結果を中間報告として本年報（1991）に報告した。本論文では1992年までの調査結果を加えて、着生砂漠における種数の増加傾向と大気汚染状況、乾燥化等の環境要因との関係等を検討した。

2 調査方法

(1) 調査地点

長期的に生育環境が保全されやすい公園、神社、仏閣等の緑地を対象とし、都心部から標高200m以下の山沿いの地点まで計95地点を調査地点とした。調査地点の分布を図1に示した。

(2) 調査樹木

大気環境を把握するためには一樹種で孤立木が好ましいとされている⁶⁾。しかし、この条件を満たすものだけに限定すると、東京都では調査が困難である。そこで、孤立木に近く、かつ蘚苔類の着生が多い個体を対象とした。樹種については、広域的に生育しているものを調査の対象とした。主な対象樹は、ケヤキ (*Zelkova serrata*)、ソメイヨシノ (*Prunus yedoensis*)、イチョウ (*Ginkgo biloba*)、クスノキ (*Cinnamomum camphora*) の4樹種であった。

この他、比較的調査本数が多かったのは、シラカシ (*Quercus myrsinaefolia*)、スダジイ (*Castanopsis cuspidata*)、ウメ (*Prunus mume*)、シダレヤナギ (*Salix babylonica*) であった。また針葉樹ではあるが陽樹であるクロマツ (*Pinus thunbergii*) やアカマツ (*Pinus densiflora*) も比較的本数が多いため調査対象に加えた。

(3) 調査方法

調査地点では、まず全体の着生概況を把握し、その後、胸高直径20cm以上で着生被度の高い個体を5~15本選定し調査樹とした。結果的に、林縁に生育する樹木が多く

選定された。都立公園などの規模の大きい調査地点では、地形等の条件が一樣ではないので、広い範囲にわたって調査区を設定した。そのため、調査本数は小規模な神社等に比べてかなり多かった。

樹幹の調査位置は、埤田の方法に従い、地面から0.5m~2.0mまでの高さとし、樹幹全周を対象とした。着生する蘚苔類の種数及びおのおの種の被度を記録した。なお、現場では同定が困難なので、原則的として少量を採取し、光学顕微鏡により同定した。持ち帰った蘚苔類は標本として当研究所で保存している。

(4) 調査期間

本論文は1989年から1992年までの調査結果をまとめたものである。

3 調査結果と考察

(1) 調査樹木の構成及び着生率

全調査樹木数は1421本であった。全調査樹木数に対する各樹種の調査本数の割合は、ケヤキでは19%、ソメイヨシノ18%、クスノキ15%、イチヨウ15%であった。これら4種で全調査本数の約2/3占めており、蘚苔類の着生率も高かった。このほか、シラカシ、スグジイも比較的着生率が高い傾向にあった。ヤナギは、他の樹種とは異なる種類の蘚苔類が着生していた。特にヒナノハイゴケ (*Venturiella sinensis*) はヤナギに着生しやすい性質があることが解った。ヤナギは樹皮のpHがややアルカリ性であるとされており⁷⁾、ホコリ(じん埃)を好むヒナノハイゴケの特性と合致していた。主要な4種の樹木の分布を見ると、クスノキでは西部地域でやや数が少ない傾向があったが、ケヤキ、ソメイヨシノ、イチヨウではほぼ均一に全地域に分布していた。

(2) 蘚苔類の種数の分布

山間部を除く標高200mまでの都内全域の95地点を調

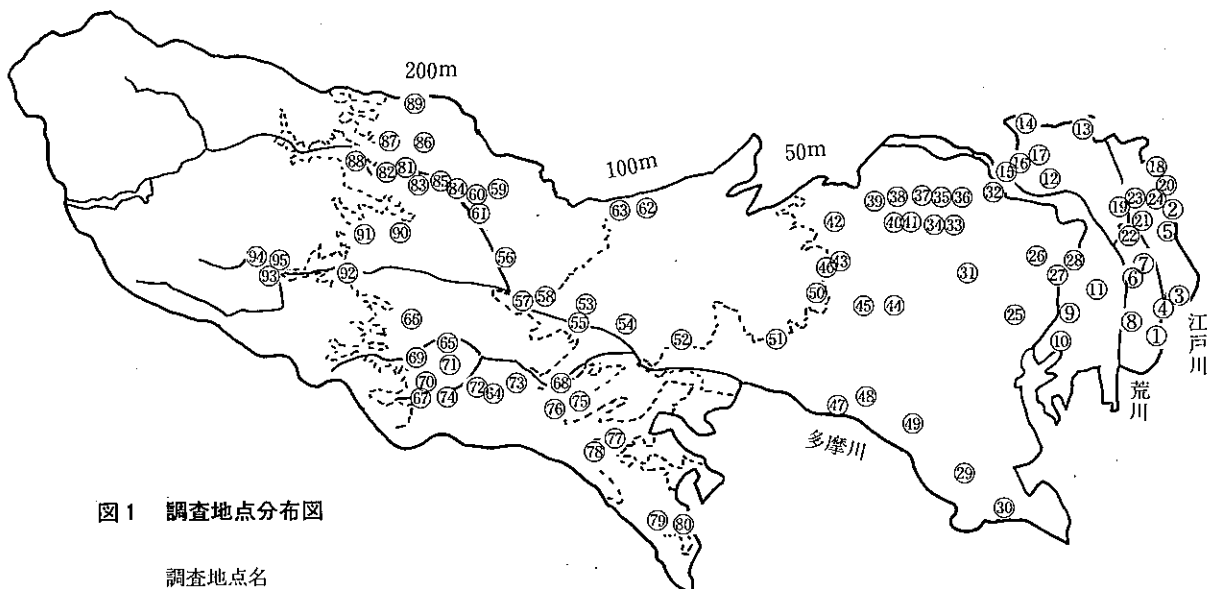


図1 調査地点分布図

調査地点名

1 桑川・香取神社	25 日比谷公園	49 品川公園	73 万福寺
2 天祖神社	26 上野公園	50 井の頭公園	74 千代木
3 豊田神社	27 浅草寺	51 神代国魂神社	75 玉泉寺
4 明福寺	28 池上草上寺	52 大塚保天寺	76 永林寺
5 善養寺	29 萩中本公園	53 谷津川神社	77 大泉寺
6 新小岩香取神社	30 戸山神社	54 昔熊川神社	78 養樹院
7 中央森林公園	31 王塚山神社	55 熊川神社	79 菅原天祖神社
8 行船公園	32 稲荷神社	56 熊川神社	80 東雲寺
9 清瀬川宮八幡	33 安水神社	57 拜田長徳寺	81 乗願寺
10 深川宮八幡	34 水北中央公園	58 田長徳寺	82 宗徳寺
11 亀戸新井神社	35 城北中央公園	59 一ツ橋神社	83 玉泉寺
12 西新井神社	36 円明寺	60 狭山蔵	84 春日社
13 大蔵川神社	37 水谷神社	61 山蔵院	85 林泉寺
14 舎人神社	38 光伝寺	62 狭山蔵院	86 塩船観音
15 北沢神社	39 石井八幡宮	63 泉蔵院	87 開修院
16 八幡神社	40 井の頭公園	64 広園寺	88 即清寺
17 谷家神社	41 宮前池	65 頭訪神社	89 安楽寺
18 葛西神社	42 善福寺	66 乾辰寺	90 日の出春日社
19 青砥神社	43 慶元寺	67 甲州街道公園	91 幸徳神社
20 帝釈天	44 善福寺	68 平山源院	92 広徳寺
21 青龍神社	45 善福寺	69 心宿神社	93 本宿寺
22 天祖神社	46 善福寺	70 宮前神社	94 本宿寺
23 関明寺	47 善福寺	71 七面大明神	95 本宿寺
24 柴又八幡神社	48 善福寺	72 真覚寺	

査し、49種を確認した。この中には、本来は地上に生育する性質を持つとみられる種がいくつか含まれていたがここでは除かなかった。蘚苔類の種数の分布は図2に示した通りである。その結果、埜田⁹⁾が着生砂漠と呼び、樹幹に着生する蘚苔類が認められなかった東部工業地域から都心部オフィス街にかけての大きな緑地で、蘚苔類が生育していることが明かとなった。日比谷公園では、8種類の蘚苔類が認められ、上野公園では13種が確認さ

れた。

一方、郊外地域では3～10種の蘚苔類が認められた。20年前に埜田が確認した種数との間には大きな変化がなかった。

青梅・檜原地域では、高湿度を好み、清浄地区に生育するキヨスミイトゴケ(*Barbella asperifolia*)やケビラゴケ(*Radula* sp.)、フタマタゴケ(*Metzgeria* sp.)等、山間部の特性を示すものが多く、15種以上の地点が認められた。

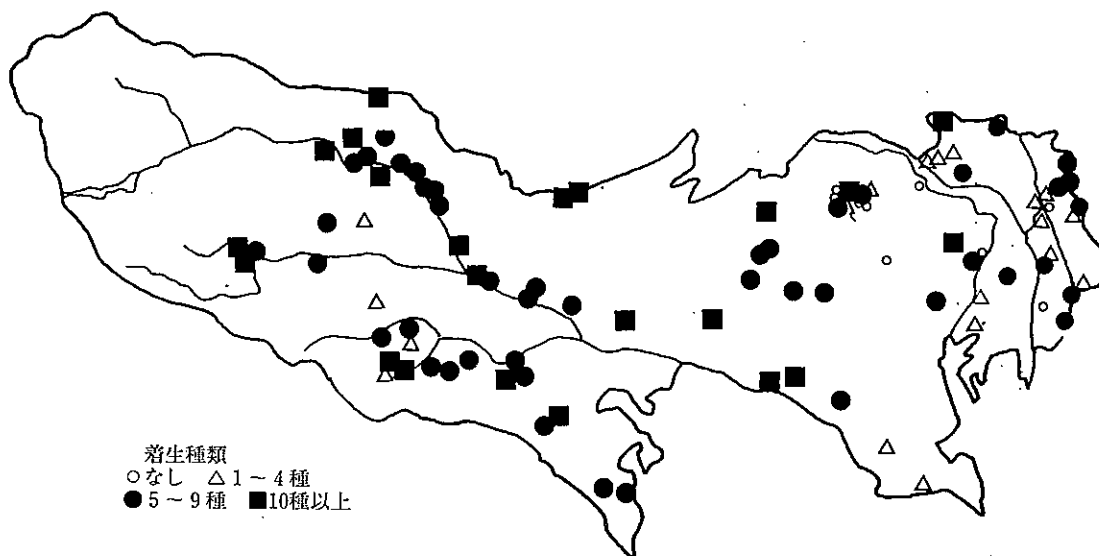


図2 樹木着生蘚苔類の種数分布(1989-1992)

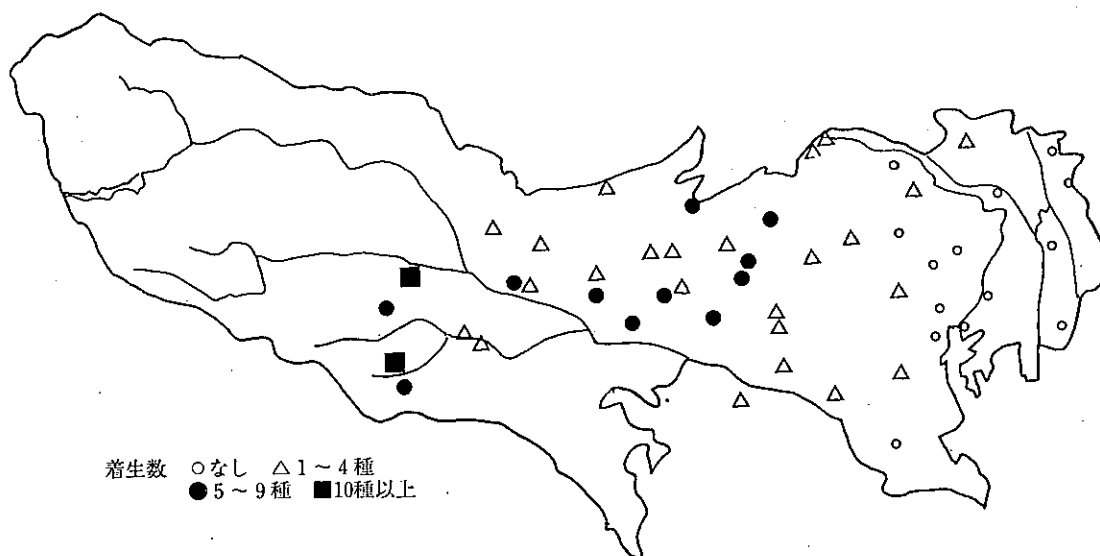


図4 樹木着生蘚苔類の種数分布(埜田の調査より; 1969-71)

(3) 調査地点の面積と種数

調査地点は、公園などの大規模なところから町中の小規模の神社、仏閣まで様々な地点であった。

中村⁹⁾は、公園や緑地の環境の多様性は単なる空間的な広がりよりも、自然性など環境の質的条件に関係が深いと述べている。また調査地点の周辺環境によって、蘚苔類種数が異なるのはもちろんである。しかし、ここでは単純に調査地点の面積と確認された蘚苔類の種数との関係を検討した。その結果は図3に示したとおりである。5 ha以下の比較的小規模な地点では、面積が大きな地点ほど種数が増える傾向がみられた。5 ha以上の大きな調査地点でも、調査地点の面積が大きくなると種数が増える傾向にあった。しかし、面積の増加にともなう種数の増加傾向は、小規模の調査地点ほど大きくはなかった。

一般的に調査地点の面積が大きくなると対象樹木の種類も増える。蘚苔類によって好む樹種が若干異なるため、結果的に多くの蘚苔類が着生しやすくなる。また緑地面積が増えるに従って大気汚染⁹⁾や乾燥化などに対する環境改善効果が多少増大するため、蘚苔類の種数が増える。これらの要因によって調査地点の面積が大きくなると蘚苔類の種数が増えるものと考えられる。

(4) 20年前の生育状況との比較

埜田は調査当時の高濃度のSO₂汚染により、日比谷公園、上野公園、清澄庭園などの都心部の主な緑地に蘚苔類の着生が見られなかったと報告している。

最近では、小池¹⁰⁾が杉並区内の蘚苔類の詳細な分布調査を実施している。樹木着生蘚苔類では、その地域における埜田の調査では2種とされているのに対してはるかに多い28種を確認しているが、種数が多いのは調査地点の数が多いことによるとしている。また水島¹¹⁾は、上野公園で精密な調査を実施している。それによると土、岩、コンクリート、樹木上の蘚類は49種を数え、樹木着生蘚類は4種であった。公園内の蘚類が豊富なのは、埜田の報告時に比べSO₂が軽減されたこと及び植栽などによる公園内の環境が改善されたことによると推定している。

埜田の調査による蘚苔類の種数分布を図4に示した。埜田の調査地点とわれわれの調査地点とは必ずしも一致しないが、20年前の分布と現在の分布の特徴を概略的に比較することは可能と思われる。その結果、東部から山の手線以内の地域にかけて明らかに種数が増加している

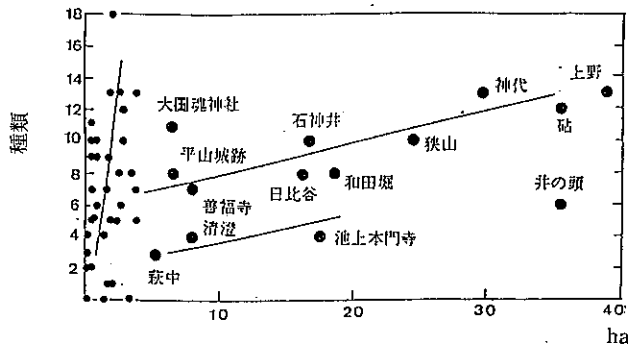


図3 調査地点の面積と蘚苔類の種数

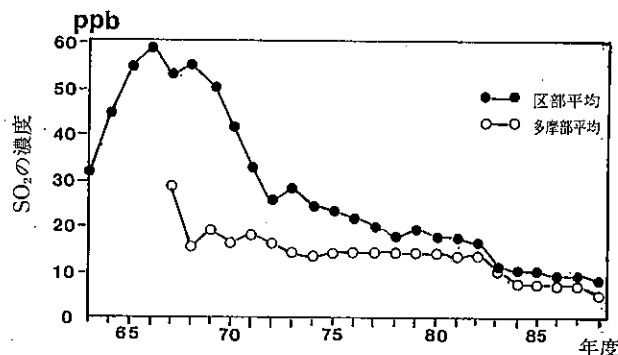


図5 SO₂濃度の経年変化

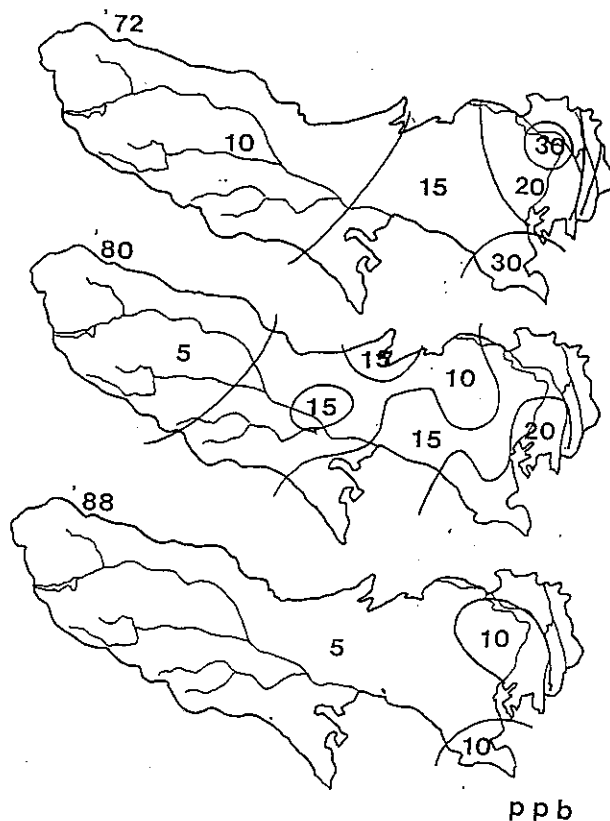


図6 8年毎のSO₂濃度分布

ことが見いだされた。特にその傾向が顕著だったのは、荒川沿いの北東部の地域であった。埤田の調査で蘚苔類が全く見られないとされた日比谷公園では、コモチイトゴケ (*Pylaisiadelpho tenuirostris*)、サヤゴケ (*Glyphomitrium humillimum*)、ヒロハツヤゴケ (*Entodon challengerii*) やコクサリゴケ (*Lejeunea ulicina*) を含む 8 種類の蘚苔類が認められ、上野公園では 13 種、清澄庭園でも 4 種が確認された。この他の地点でも以前より種数が増えている傾向がうかがわれた。

しかし、かつて着生砂漠と言われた地域では、現在でも規模の大きい公園などを除くと、蘚苔類が認められない地点が多いことも事実であった。

埤田の調査では、蘚苔類の種数分布と SO₂ の濃度分布は明確に対応しており、都心部から郊外へいくに従って種数が増えている。現在では、東部の着生砂漠地域で種数が増加したこと、郊外地域の種数がそれほど変化していないことなどから、都心部から郊外にかけての蘚苔類種数の地域差は明確ではなくなった。

(5) 着生蘚苔類の消失及び回復の要因

植物体が小さい蘚苔類の場合は、樹木の植栽密度の上昇による大気汚染の軽減や湿度の増加など局所的な環境条件が生育を左右することが多いと考えられる。しかし、都心部の多くの地点で種数が増加したことを局所的な環境変化だけで説明するのは困難であり、広域的な環境変化にもその原因が求められるであろう。

そこで過去 20 年間の大気汚染及び気象要因の変化について検討した。

東京都では、高度経済成長期の 1960-1970 年代に一次大気汚染物質 (SO₂、NO_x、CO、AP) 濃度が最も高かった。図 5 に蘚苔類の生育に大きな影響を及ぼす SO₂ の経年的な濃度変化を示した。図 6 に、8 年毎の SO₂ 濃度分布の変化を示した。この 20 年間の間に明瞭な変化が見られたのは、SO₂¹²⁾ や浮遊粉じん中の重金属濃度¹³⁾ の低下であった。この他、軽減傾向にあったのは、図 7 に示したように都心部の降水の pH であった¹⁴⁾。オキシダントと窒素酸化物の濃度には明確な軽減傾向は認められなかった¹²⁾。

次に蘚苔類の生育に大きな影響を与えると考えられる気象条件の推移を図 8 に示した。気象要因では最低気温の上昇、特に日最低気温の上昇と湿度の低下が^{15)、16)} 目立って

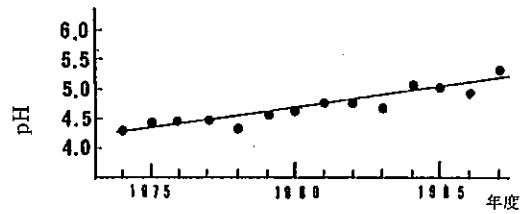


図 7 降水の pH のトレンド(千代田)

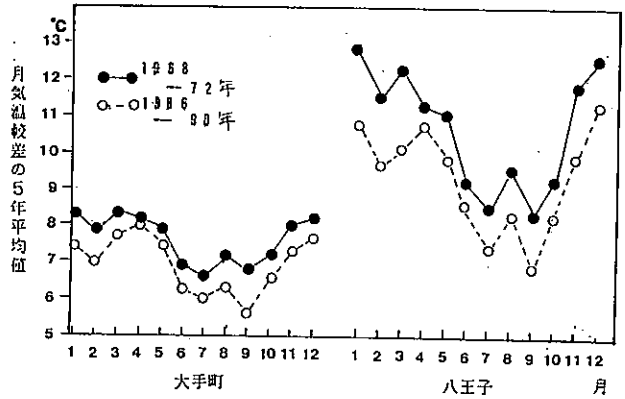


図 8 月気温差の変化

いた。

ところで、根を持たないコケの生育にとって重要なのは雨や霧及び夜露による濡れ時間が長いことである。夜露は量的には大きくないが間欠的にしばしば濡れるという点から、コケにとって大切な水供給源であると考えられる。そこで夜露による濡れ時間の目安として最高気温と最低気温の差 (気温較差) の変化について調べた。図 8 は大手町と八王子について、1968 年~1972 年および 1986 年~1990 年の各 5 年間について、月ごとに気温較差の平均値を比較したものである。気温較差の平均値は最近の 5 年間の方が各月とも小さくなっており、その差は大手町では 0.5~1.0℃、八王子では 1.0~2.0℃であった。八王子では、特に冬季・夏季の気温較差の縮小が目立っていた。これは前述したように日最低気温の上昇によるもので、宅地開発など、都市化の進行による乾燥化を示唆している。年降水量についても東京の降水量は 1960 年代から 5 年間の移動平均値で 1500mm を下回り、減少気味であるという¹⁷⁾。このように東京都内では 20 年前に比べて都内の乾燥化が進んでいること、特に郊外地域での乾燥化の進行が激しいことが確認された。

蘚苔類の生育と環境条件についての調査研究に関しては、埤田¹⁸⁾ による蘚苔類の大気暴露実験の結果や光木¹⁹⁾

による野外調査の解析結果があり、SO₂や降水中の可溶性物質が蘚苔類の生育に大きく影響するとされている。また、図6で明らかなように、本調査で種数が少なかった東京都の南東部や都心部はSO₂の軽減がやや遅れた地域に当たっている。

これらの事実を考え合わせると、蘚苔類の種数が20年前と比べて増加した原因は、都市の乾燥化が緩和されたためではなくSO₂をはじめとする一次大気汚染物質の濃度が低下したためと考えられる。

(6) 2種の蘚苔類の組み合わせによる分布特性の検討

各調査地点の蘚苔類生育状況を表1に示した。地点については地域毎に区別し、蘚苔類については埤田の区分を参考に、環境に対する生育特性ごとにグループ分けした。表から明らかなように埤田の調査結果と比べると、今回の調査では大気汚染に耐性があるコモチイトゴケ、サヤゴケの出現率（確認された地点数/調査地点数）が高く、やや耐性があるとされるヒロハツヤゴケやヤマトヨウジョウゴケの出現率も高くなっていた。

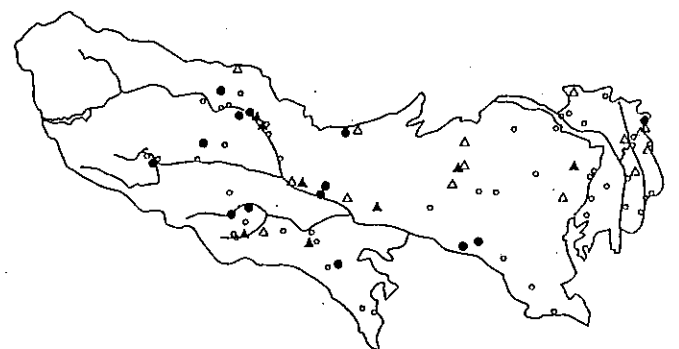
図9にコモチイトゴケとサヤゴケの分布を重ねて示した。かつての着生砂漠である都心部や工業地域では、両種とも認められなかった地点が郊外地域に比べて多いことが明かとなった。図10にコバノイトゴケ(*Haplomenium pseudo-triste*)とヒメミノリゴケ(*Acrolejeunea pussila*)とを重ねた分布を示した。コバノイトゴケが認められるのは山沿いの地点から23区周辺の市部東部までの地域で、ヒメミノリゴケがみられるのは東大和から町田を結ぶ線の東側の地域であった。図10からわかるように両者の住み分けが明確に認められたのは興味深い事実である。コバノイトゴケは田園地域多く⁵⁾、ヒメミノリゴケは都市化の進んだ地域に多いと言われる²⁰⁾。コモチイトゴケとサヤゴケの分布の相違やコバノイトゴケとヒメミノリゴケの分布の違いは、おそらく「都市化」の程度の相違を示していると思われる。しかし、「都市化」の内容は幅広く複雑な因子を含む。都市化のどの因子がこのような分布の相違に対応するのかを明らかにする必要がある。そのためには、これらの蘚苔類の環境と生育条件に関する基礎的な研究が必要である。

なお、今回の調査で清浄地を好むコグマゴケ(*Orthotrichum consobrinum*)が5地点で、フルノゴケが22地点で確認された。さらに1988年の調査では認められなかった帰化植物のコモチネジレゴケ(*Tortula pagolum*)



○なし ○コモチイトゴケのみ
△サヤのみ ●両方あり

図9 コモチイトゴケとサヤゴケの出現分布



○なし ○ヒメミノリゴケのみ
▲両方あり ●コバノイトゴケのみ

図10 コバノイトゴケとヒメミノリゴケの出現分布

が1993年になって西新井大師で確認された。これらの事実は、23区内では、SO₂の軽減や規模の大きな公園での植栽密度の増加など、蘚苔類の生育にとってのプラスの要因と、乾燥化などのマイナスの要因とが局所的に複雑に絡み合っていることを示していると考えられる。

蘚苔類の生育状況を環境評価に適切に利用するためには、分布調査とともに蘚苔類の生育の推移をコードラート法を用いて継続的に観察することが必要である。また、野外における局地的な積算日射量や気温、湿度、濡れ時間などの環境要因の簡便な測定手法を開発することも大切であろう。

最後に、蘚苔類の調査について指導して下さった農林省森林総合研究所の埤田宏氏ならびに平岡環境科学研究所の平岡照代氏に深く感謝いたします。また、蘚苔類に携わる多くのかたがたからも貴重な助言や指導を頂きました。ここにお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Brakuman, J. J.: Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes, pp628. Van Gorcum & Comp. N. V. Aseen (1958)
- 2) Barkuman, J. J.: The influence of air pollution on bryophytes and lichens. in Air Pollution. Proc. first Eur. Congr. Influence of Air Pollution on Plants and Animals, Wageningen 1968, pp197-209 (1969)
- 3) De Sloover, J. and F. LeBlanc: Mapping of Atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. in Proc. Symp. Recnt Advan. Trop. Ecol. Edited by R. Misra and B. Gopal, Varanasi, India. pp42-56 (1968)
- 4) Bates, J. W, J. N. B. Bell and A. M. Farmer: Epiphyte Recolonization of Oaks along a Gradient of Air Pollution in South-East England, 1979-1990 Environmental Pollution, 68, pp81-99
- 5) Taoda H.: Mapping of atmospheric pollution in Tokyo based upon epiphytic bryophytes. Jap. J. Ecol., 22, 3, pp125-133 (1972)
- 6) LeBlanc, F. and J. De Sloover: Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Can. J. Bot., 48, pp1485-1496 (1970)
- 7) 濱田信夫: 地衣類を用いた酸性雨のモニタリング、ライケン、8、2、pp6-8 (1992)
- 8) 中村俊彦: 都内公園・緑地のコケのフロラと生態、千葉生物誌、30、pp56-66 (1981)
- 9) 相原敬次: 樹木による大気浄化能の実態調査—公園における窒素酸化物濃度—大気汚染学会講演要旨集, pp457 (1985)
- 10) 小池保次: 東京都杉並区内の着生蘚苔類、日本生態学会会報、4、pp84-85 (1986)
- 11) 水島うらら: 東京都上野恩賜公園の蘚類、上野学園創立85周年論文集上野短期大学研究紀要、pp181-190 (1989)
- 12) 東京都環境保全局大気保全部: 大気汚染常時測定局測定結果報告—経年報—平成3年度版
- 13) 東京都環境科学研究所: 浮遊粒子状物質等測定データ集, 平成4年3月
- 14) 古明地哲人: 日本における降水pHの長期的変化、公害と対策、27、pp112-117 (1991)
- 15) 荒川秀俊・片桐勝男・常岡芳枝・貝山久子・吉見則子: 日本の大都市における気温と湿度の経年変化、天気、17、pp37-39 (1970)
- 16) 伊藤政志・宇田川満・早福正孝: 最近の東京における都市気温分布の変化について (その2)、東京都環境科学研究所年報、pp39-43 (1992)
- 17) 松本陽介、丸山温、森川靖: スギの水分特性と関東平野における近年の気象変動—樹木の衰退減少に関連して—、森林立地、34、1、pp2-13 (1992)
- 18) 埴田宏: 大気汚染物質が蘚苔類に与える影響、亜硫酸ガスに対する耐性、ヒコピア、16、pp238-250 (1973)
- 19) 光木 偉勝・中川吉弘・高田恒啓: 着生植物の大気汚染指標性について—汚染物質とIAP値との相関性—、大気汚染学会誌、13、1、pp26-32 (1978)
- 20) 土英 浩史: 着生植物を利用した環境指標—樹幹着生蘚苔類を中心に—、和歌山県高等学校理科研究会会誌、28、pp65-77 (1992)

Effects of air pollution on the distribution of epiphytic bryophytes in Tokyo Metropolis

Kuniko Suga and Takeshi Ohashi

To estimate the extent of atmospheric pollution, a vegetation map of epiphytic bryophytes in the urban area of Tokyo was prepared after a lapse of 20 years since Taoda. The correlation between atmospheric pollution and the distribution of epiphytic bryophytes was clear and the increase of mosses such as *Pylaisiadelphus tenuirostris* and *Glyphomitrium humillimum* was remarkable.

This increase in distribution results from a lowering of sulphur dioxide through the control of gasses from

industrial areas.

Simplified method for estimation of environmental conditions with the combination of two kind of characteristic bryophytes was proposed.