

緑をどのように調べるか

① 植物による環境の評価——埜田 宏*

1. ケヤキの異常落葉と大気汚染

ケヤキやポプラなど、一部の落葉樹に異常落葉が認められるようになったのはいつごろからであろうか。これらの樹木が夏季に葉を落とすことが正常な営みであると思っている人すらいる。それほど、異常落葉は各地で観察されるようになった。

ケヤキなどの異常落葉が生じる原因が大気汚染にあることは疑いのない事実である。東京都の場合、区部では相当以前から異常落葉が存在したが、三多摩地域の周縁部にまでこの現象が広がったのは数年前である。1970年の夏、初の光化学スモッグ事件として有名な立正高校での出来事の一つに、校庭のケヤキが緑色のままの葉を大量に落したという事実がある。その前年より、筆者らの研究室では、大気汚染が樹木に及ぼす影響を調査するため、名種の樹木を亜硫酸ガスやオゾンなどの人工汚染大気にさらす実験を行っていた。汚染ガスの濃度が高い場合、樹木の葉は著しく侵され、煙斑を生じて、最後には落葉する。濃度が低い場合、短期的にはほとんど何の被害症状も現われないが、時おり多量の葉が一度に落葉する現象が見られた。このような現象が見られるのは、土壌水分や養分状態が良好で、樹木が順調に生育している場合が多く、土壌条件が悪い場合は、むしろ落葉は起きにくい。

大気汚染が原因となる異常落葉は、ケヤキのほか、ポプラ、トウカエデ、ハルニレ、アキニレなどの落葉樹、トウネズミモチ、サンゴジュなどの常緑樹にも生じるこ

* 農林省林業試験場 浅川実験林樹木研究室

とが明らかになっている。そして、この現象は、植物を通して環境の汚染を知る方法、つまり植物指標の方法の一つとして大きな意味を持っている。

2. 植物指標

ある場所に生育している植物の種類や生育状態は、その場所の環境条件によって決定されている。そのため、植物の生育状態を観察することによって、その場所の環境条件を知ることができる。これが植物指標の考え方である。環境に対するより好みをしない植物は存在しないから、すべての植物はなんらかの環境条件に対する指標とすることができる。とくに、ある特定の環境条件に対する反応（生育状態）が著しい植物は、指標植物と呼ばれ実用価値が高い。

植物指標による環境測定の方法と理論は、アメリカ合州国の生態学者クレメンツらによって50数年前に体系づけられているものの、実際に応用された例は少ない。当時、問題にされていたものは、土壌条件や気象条件など植物の生育量に関係する環境条件であり、測定器機の発達で植物指標の必要性を少なくしてしまったからである。ところが、近年になって植物指標の方法が、環境問題に関連して再認識されるようになってきた。

環境の汚染状態を正しく測定するためには、生物を用いる測定方法が最も優れているといえる。その理由は、① 未知の環境要素（汚染物の種類、量など）は、物理・化学的方法では測定できない、② 汚染物の毒作用、とくに複数の汚染物質が生物に及ぼす影響の強さ（汚染物質の相乗作用）は生物指標によってのみ測定される、というところにある。

3. 都市の樹木と公害

樹木は草本植物に比べ、環境の変化に対して鈍感である。しかし、次のような長所を持っているために、指標としての応用価値が高い。

(1) いつも同じ場所に生育し、大型であるため、眼につきやすい。

(2) 樹木の葉は汚染された空気によくさらされてい

る。

(3) 大きな樹木は土壤条件に対する要求度が大きくわずかな環境破壊に対してもよく反応する。

(4) 樹木の幹や枝は、葉が枯れたあとまで残る、つまり過去の(正常な)生育状態と現在の生育状態との比較が容易である。

(5) 植樹を計画的に行うことにより、長年にわたって、指標とすることができる。

(6) 樹木の幹上に生育するコケ類は、大気汚染に対する最も優れた指標となる。

東京を例にとると、アカマツ、ケヤキ、モミ、ムクノキ、シラカシ、スギなどの衰退が著しい。とくに、都心部ではアカマツとスギの大木がほとんど姿を消してしまった。これらの樹木のうち、アカマツ、ケヤキ、ムクノキが衰退する主原因が大気汚染であることは、ほぼ間違いない。

交通量の多い道路の近くで樹木の衰退が著しいことも事実である。しかし、このことから、ただちに自動車排気ガスの影響と考えるのは短絡的である。舗装によって雨水の浸透が妨げられることや、車の振動によって土壤が固められ、根の呼吸ができなくなることも枯損の原因となる。いずれにしても、都市化がもたらした環境の悪化が、これらの樹木を衰退させ、枯らしていることは確かである。わが国には「公害」という便利な言葉がある。先にあげた樹木の衰退ぶりは、まさに公害の強さを示す指標であろう。

4. 着生植物による大気汚染の指標

樹木がある程度の大きさに達すると、樹皮上にコケが生えてくる。このコケ類の生態状態は、大気汚染の程度と密接に結びついており、きわめて優れた指標植物である。

着生コケ類は土壤条件の違いに影響されないという点で、大気汚染の指標として最適である。樹木や草本に被害が生じた場合は、地上部(大気汚染)と地下部(土壤の汚染、悪化)の両方について原因を調査しなければならない。もし、その樹皮上にコケがたくさん生育していれば、大気汚染の影響は少ないと判断できる。

都市の大気汚染は、暖房のため、冬季に亜硫酸ガス濃度が高くなる傾向にある。樹木は冬には休眠しているため、指標とはならない。コケ類の多くは冬でも生理活動をしているため汚染の影響を受ける。そのため、コケ類は、人間の健康にかかわりの大きい冬季の大気汚染に対する指標として優れている。

5. 都市緑化に望まれること

これまで述べてきたように、都市の樹木は、環境の悪化に対する指標としても優れた性質を備えている。この性質を生かし、より多くの情報を得るためには、どうすれば良いかということを考えてみよう。

都市や工場周辺の緑化に際してまず問題になるのは、どのような樹種を育てるかということである。最近の樹木のカタログを見ると、「公害に強い」ということがキャッチフレーズになっている種類が眼につく。このような樹種が多用される傾向は危険である。公害に弱い樹木が健全に育つような環境をつくるのが望ましいのであって、見せかけの緑化で汚染の事実をごまかすようなやり方はすべきでない。

本年6月に、国際植生学会のエクスカージョンが日本で催された。そのうちの1日、東京から富士山へ向うバスの中で、ベルギーのド・スルーバー博士(大気汚染の指標と道路景観管理の専門家)と隣り合せになり、渋滞した国道を見ながらよもやま話をしたことがある。そのとき、博士は、街路樹のほとんどが同じ種類であることに気づき、私に質問をした。

「この木がたいへん多い。何か?」、「それはニレ科のケヤキです」、「なるほど、この種は大気汚染に強いから多いのか?」、「いや、ケヤキはたいへん弱い。まもなく異常落葉がはじまるはずだ」、「それは良いことだ。街路樹には弱い樹種を植えて、汚染の指標とすべきだ。そう考えて植えたものか?」、「そうではない。たまたま、この地方に多いためである」。

このようなやりとりの後、植物指標の応用についての話へ発展した。このとき私は博士には言わなかったが、最近では逆のやり方が進行している。

衰退したアカマツに代えてクロマツを植え、公害に強いケヤキを選抜育種するばかりでなく、マテバシヤクスノキなどの高木、トベラやマルバシャリンバイなどの強い常緑樹だけが植えられる傾向にある。よくいわれているように樹木(森林)には大気を浄化する機能がある。その機能を生かすことができるのなら、公害に強い樹木を多量に育てることも無意味ではないだろう。しかし現実には、私たちが排出する汚染物の1%でも、植物に浄化させることはできない。同じ植えるならば、できるだけ弱い種類を育て、警報装置として見るべきである。

さきに述べた、着生植物による大気汚染の調査は、ヨーロッパ各国では、ふつうに行われている。彼地では、街路樹を調査することが多いが、日本ではそれだけの街路樹が存在しない。私が実際に調査したのは、都市に散在する小さな神社やお寺の境内に残された樹木である。

そのような社寺の境内の大木は、長い間、その場所の環境とつり合って生きてきたため、わずかな環境の変化に対して敏感に反応する。現在、各地で進行しているスギ、モミ、ケヤキの衰退現象は、私たちをとりまく環境悪化を如実に示しているものといえよう。これらの樹木が全部枯死してしまった後、私たちは何を見て、身の危険を知ることができるのだろうか。それは、ppm が表示される電光掲示板では決してない。公害に弱い樹木——生きた指標——を公園や街路樹に育てておくことこそ必要である。

主要参考文献

- 1) 小林義雄：大気汚染の指標植物，森林立地，14巻2号，pp. 13-16, 1973年2月。
- 2) 埜田 宏：コケで測る大気汚染，北方林業，第289号，pp. 2-4, 1973年2月。
- 3) 埜田 宏：環境汚染と指標植物，共立出版，pp. 1-170, 1974年5月。

② リモートセンシングと

緑の調査方法————中島 巖*

1. 緑の調査の原則

地域の生物環境は、人類を含むいっさいの生物を創造した自然環境と、人間社会が自らの維持と効率化のためにその上加えた工作と、その活動の影響、すなわち地域開発圧力の両者によって成立する。

「みどり」の文字が良好な環境を示す言葉としてよく使われるが、これは植物の生育が、いわばこの国においては自然環境の存在を示す一つの目安であると同時に、それらが開発圧力がもたらす反自然的な現象、大気や水の汚れ等を浄化する自然環境力の源泉とみなされているからである。

古来、その地域の生物相を育ててきた自然の光と水と大気、そして大地のもつ素成の適正なバランスが人為の操作によって変化したとき、まず、それを知らせるものは動・植物界の変動である。とくに土地に固着した植物生育の量と質は明らかに地域生物環境と自然力の保全度あるいは開発圧力度を知らせる良好な指標である。

従来から、面積的な広がりをもつ植物の調査には空中

* 農博 農林省林業試験場 航測研究室長

写真の活用が図られてきた。それは、写真記録を仲介とした地表の観測である。リモートセンシングは、地物からの反射、発散する空間電磁波を取り扱い、それを媒体として物体やそれらの構成がもたらす現象を数量的に探查する技術である。宇宙衛星から地上調査までの調査目的に応じた観測縮尺の選択と、可視光線の幅を越えた電磁波帯の捕束、また、その数量機械処理がこの技術活用の本命である。

2. 緑の量の観測

本来、特定の地域を除いては、森林、原野で覆われていたであろうこの国の自然への人為開発は、まず平地を農耕地と集落に変えてゆき、さらに進んでところどころに都市を発達させ、ことに近年に至って急速な高密度産業地域を形成する大都市圏を膨張させる土地利用構造をつくり出した。

それにつれて、森林形態をなして生立していた樹木は次第に帯状、または群状の樹林に、ついで塊状の小樹群に、さらに散在する樹塊と人工緑地、あるいは残存孤立木のみのも形態へと進んだ。一方、それにとって変わるものは、まず、農耕、造成等による地表の裸地率の増加であり、ついで道路、建造物その他の人工構造物被覆率の増大である。

この現象は、地表の反射する電磁波構成により、きわめて適確に知りうる。

すなわち、地表反射光のうち、植物被覆の量と分布は近赤外光量の観測によって、また、表土裸出は0.6~0.7 μm オレンジ光域、人工構造物等無機物は0.5~0.6 μm 緑色光で特徴づけられる。したがって、波長別に捕えられた地表の記録に、それぞれ判別しやすい色を与えて合成すれば分類像を作成することができ、一方、計測によって数値的にこれを求めることができる。

大面積を対象とする資源衛星等のデータからは、この緑被と無機物との被覆構造の率は、その地域にどの程度自然環境が保全され、また、どのような人間活力の圧力があるかの基本的な生物環境区分の基準となる。

図-1 は資源衛星データにより得られた資料である。東京都下高尾山から都心を経て江戸川に至る地帯の構造区分率を示しており、その樹林率、構造物率は同地帯の大気汚染物質とときわめて高い相関を示すものである。また、赤外光/青緑色光の比は環境区分パイバンド値¹⁾といわれる。

地域的にこれを観測するには、マルチスペクトルセンサー、または、マルチスペクトルカメラの記録が用いられる。この場合、観測区分項目は、樹種群、密度階、群落型、樹高階等、さらに詳細な点では農地種、都市構造、