

大気汚染と樹木

高 安 稔

はじめに

大気汚染の根源である汚染物質は、近年その種類が著しく多様化し、さらに新物質が発見されるなど、ますます複雑多彩の度を加えている。

このため当场において、大気汚染が樹木に及ぼす影響を研究するにあたり、まず第一に、大気汚染物質のどれを主な研究対象にとらえるかが問題となる。ついで、いかなる研究成果を期待して、いかに研究を進めるかの研究方法と実行体勢を考慮しながら十分に検討しなければならない。

これらは要するに「研究方針」とも称すべきもので、以下研究の対象、研究方法、研究目標などを述べてみたい。

研究の対象

わが国における大気汚染物質は、かつては大工業地帯と都市暖房ボイラーから排出する降下ばい塵、浮遊粉塵が主体であって、亜硫酸ガスなどガス害は、ごく限られた鉱山や工場周辺で問題になったにすぎない。しかし石油消費時代の現今では、重化学工業、火力発電・石油精製に由来する亜硫酸ガスなど硫黄酸化物が主要な汚染物質の座を占め、かつその発生減も急速に全国各地に拡大し、汚染範囲も広域化し、その汚染度も漸次濃度を高め続けて、人体・動植物に強く影響を及ぼしている現状からして次の項目を研究の対象とする。

第1に、亜硫酸ガスについて、第2に、都市公害と呼ばれる、自動車排気の光化学反応による2次生成物であるオキシダントについて、第3に、アルミニウム精練・磷酸肥料・鉄鋼生産の工程で排出するフッ化物について、第4に、塵埃焼却炉でプラスチック類の燃焼によりあるいはソーダ化学工場から排出する塩素ガスについてこれらすべて植物に対し強く作用する有害ガスについて、逐次研究を進める計画である。

調査研究の方法

すでに大気の汚染が進行しつつある地域内に生育する野外の樹木について、被害鑑定の方法を確立する目的で、樹勢の衰退状況や植生の変化を詳細に観察し、ガスによる影響の実態を調査する方法を、単年度にとどまらず数年間の経年変化をとらえる比較調査の形で、まず手始めに実施する。これと併行して、汚染物質のなかで最も問題になる亜硫酸ガスについての、純粋な影響を調べるために、亜硫酸ガス以外の大気汚染物質やその他の環境条件の影響を全く除いた方法による人工的なガス接触試験を実施することになっている。

これらガスの影響調査は、樹木の被害状況について、枝葉の外見的ならびに内部的異常性を調べる。外見上の症状調査については、判定が容易であるので、調査の主力はこれにおかれる。とくに煙斑（葉の気孔から浸入したガスの作用により葉の表面に発生する不規則状の変色斑点）の発生状況は、ガスの種類により、発生部位、形状変色経過について特徴的な様相を示すことから、煙斑が重要視される。

表－１ 被害症状
(門田正也博士による)

被害区分	外見上の異常	葉の内部の異常
生理害	わかりにくい 葉につやがない	呼吸増加 同化減少
慢性害	葉面の黄白化 古葉の枯損 弱い新枝	葉緑素減少 酵素不活性
急性害	葉面に煙斑多数 不時の落葉	酵素変質 蛋白質変質 細胞死多発
全滅害	枝葉全枯	



図一 亜硫酸ガスによる煙斑（ナナカマド）

亜硫酸ガスによる煙斑の特徴は、葉脈と葉脈の間、葉の中央部に、最初に発生することが多い。色調は褐色。図は被害が相当進行した状態を示す。

さらにガス被害の鑑定を正確にするため、葉中に蓄積される汚染物質の科学分析を全試料について行う。すなわち亜硫酸ガスの侵入をうけた場合、葉の中に硫黄化合物が過剰に蓄積することが知られており、その蓄積状況は、汚染度の高い地域に生育する樹葉の方が、低い地域のものより、明らかに多量に蓄積している。

このガス接触試験にあたっては、従来他所で行なわれたような高濃度ガスによる短時間接触という実験は行なわず、現実の汚染地と同じような低濃度、長時間の接触を試みることにし、この接触試験の結果を屋外の実態調査の結果と比較検討するにさいし、努めて同じ条件におくよう配意した。

ガス接触試験において用いるガスの濃度を何 ppm にするかは、接触期間が1ヵ月～2ヵ月間の長期を費やすこの種実験において、樹木の生長期が春夏の4ヵ月に限られる北海道では、いささか検討に値する事項と思われる。

わが国における亜硫酸ガスの環境基準設定値や当場が昨夏道内主要汚染地において測定した結果などから接触試験の亜硫酸ガス濃度は第Ⅰ群：0.05 ppm，0.2 ppm，0.8 ppm，第Ⅱ群：0.1 ppm，0.4 ppm，1.6 ppm の2群6種の濃度とした。

抵抗性樹種の判定とその活用

接触試験で、ガスの濃度をそれぞれ変え、他の条件を同一にし、長時間の連続接触を続けると、樹葉面に被害症状である煙斑が発生する。この時点における接触ガス濃度の値、接触時間数を調べれば、供試樹種全般に通ずる相対的な抵抗性の順位が実験的に判定できる。このさい

接触濃度別に経過時間ごとの葉中硫黄量を分析すると、抵抗性の大小と硫黄蓄積能の関連が明らかになり、樹木のもつ亜硫酸ガス浄化機能の測定にも役立つ。

北海道に生育する樹種についてガスに対する抵抗性の順位がわかれば、強い樹種グループの中から環境緑化用の樹木の種類を選定したり、さらに汚染物質蓄積能を加味して防煙備林、緩衝緑地に用いる樹種を選定することができる。

樹林が汚染大気を阻止・浄化する機能は、観念的には古くから認められてはいたが、この機能の計量化の試みは、試験方法が複雑なせいか、適当な実験例が見当たらない。

北海道で防煙機能を有する林をしいて探すならば、砂川市の国鉄豊沼駅より下り方面 1.3km 地点に始まる鉄道防雪林に見ることができる。同防雪林は明治 44 年（1911 年）ヨーロッパトウヒを用いて造成されたのであるが、昭和 17 年（1942 年）に、夏季の常風風上位置約 1 km に操業始めた東洋高压工場の硫黄酸化物の排煙などを浴びるようになり、以来被害をうけ枯死するもの著しく、昭和 28 年（1953 年）には樹高 14m に達した林木の全部を伐採し、翌年から翌々年にかけて跡地を苗高 70 cm のニセアカシヤで改植したところ、現在立派に成林をみたものである。

新しい防雪林は幅 50m の線路用地をはさみ、両側に工場側の 1 号林：幅 40m・長さ 447m、反対側の 2 号林：幅 55m・長さ 310m の 2 つの林帯からなり、15 年生の生育状況は、札鉄局の調査では、1 号林・2 号林それぞれ平均樹高 12m, 13m, 平均直径 14m, 16m で、ともに他に劣らぬ生長を示している。

この防雪林は、当初ヨーロッパトウヒを植栽樹種に選んだ。しかしにヨーロッパトウヒは落葉樹に較べ、冬季着葉し枝下高も低いため防雪効果は非常に高いけれども、亜硫酸ガスなど大気汚染に対しては弱い樹種であり、ために枯死全滅するに至った。これに反し全面改植に用いたニセアカシヤは、防雪効果は、トウヒに及ばぬとはいえ、短期間にかくも見事に成林し、一応防雪の役を果たすとともに、同林帯の風下に隣接する同工場従業員住宅団地に対し、汚染大気を遮断浄化する緩衝緑地の機能をも発揮しており、むしろ防煙林の効果の方がより大きいと感ずるぐらいである。鉄道当局が改植樹種にニセアカシヤを選定するに至った理由は、その頃



鉄道をはさみ左側の林帯が 1 号林，右側林帯が 2 号林



工場下手から望んだ林況，2 号林帯と社宅団地，遠く工場煙突が見える。

写真防煙効果の大きい鉄道防雪林

近傍地域内に生育する樹木のなかで、このニセアカシヤだけが正常な生育を示していたため、汚染ガスに強い広葉樹として採用した経過がある。

従来ニセアカシヤは亜硫酸ガスに強いと定評ある樹種であるが、今の時点においても、同工場近接の夏の常風風下地域内に生育している現存植生は、草本で、イタドリ、キクイモ、樹木ではニセアカシヤのみと言ってよい。すでに大気が汚染している地域あるいは将来汚染されるであろう地域に、環境緑化用の樹木を植栽し、さらに森林を造成しようとする場合は、樹種の選定にさいし、造成目的に合致する樹種特性を備え、環境条件に適応し、諸害に強い樹種という在来の選定基準に加えて、まず大気汚染の抵抗性を最先にとりあげる姿勢が望まれるのである。

防煙林造成に関する技術的事項については、林帯の幅は広いほど有効であるが、この最少限界のきめ方、期待樹高のきめ方、配植の方法、林縁保護植生の配備など説明を要する事項が極めて多い。したがってこれらのことを総合した一つの試験設計にもとづいてモデル防煙林を造成し、現実にはガスの遮断・浄化能力を調査研究する必要がある。

感受性樹種とその活用

多くの種類の樹木を対象にガス抵抗性を判定する試験の過程のなかで、特定ガスに対しきわ立って鋭敏な反応を示す樹種グループが見付かるはずである。このグループのなかから、ある値の低濃度ガスで短時間内に鮮明な外見上の反応（煙斑）を表わし、しかもその被害後の回復力がより早くより完全な樹種を選び出し、この樹をガスの検知樹木に用いて街路樹、公園樹の形で大気汚染危険地域内に適宜配置植栽しておくならば、現在のような大気汚染監視網が不備な体制下における補助手段として有効であろう。

おわりに

はじめに、述べたように、大気汚染物質の種類は多様化しており、かつ現実の汚染は、これら物質が複数で混合して汚染するという複合汚染の形態が増大する傾向にあることから、樹木が受ける影響はますます複雑な様相をたどり単独汚染時では考えられぬような強烈な被害をうけかねない。

したがってこれから行なわれる接触試験では、実験を単純化するため単一種のガスを用いるが、次回の試験段階では二種以上の混合ガスないしは煤塵、ガス混合体の接触試験が必要となる。

以上のように、当面の研究目標は、（１）現存の樹木、森林に対して、正しい被害鑑定方法を確立すること。（２）新規に環境の緑化、浄化用に樹林を造成するさい、樹種の選定に適切な判断資料を提供することを期待している。

しかしながら、現在すでに生立している樹木や森林の緑の環境を維持し、あるいは樹勢衰退を回復させるための自衛対策として、被害を軽減する方策に関する研究目標もこれに加えられるべきではない。すでに施肥効果による軽減方法などが発表されているが、研究の歴史はまだ浅く、各方面による幅広い追試や研究が望まれているのである。

（特別研究員）