

森林衰退と 大気汚染(酸性雨・霧)



中根 周歩

中根 周歩 / なかね・かねゆき

1947年、横浜市生まれ。78年、大阪市立大学大学院博士課程中退。同年、広島大学総合科学部助手。90年、同学部教授。現在に至る。日本生態学会誌編集委員長、全国委員、自然保護協会評議員、環境庁酸性雨検討会委員などを歴任。専攻は環境生態学、森林生態学。

先進諸国で大気汚染が深刻化した1960年代から70年代にかけて、わが国でも大都市や工業地域内で、喘息などの呼吸器障害が多発し、また光化学オキシダントによって、校庭で運動していた児童がめまいで倒れるなどの人体への被害が顕在化した。一方、当時大気汚染やこれに起因する酸性雨や酸性霧による自然生態系(森林)への影響は一部の工業地帯や大都市、またその周辺で顕著に見られたが、そこに限定されていた。二酸化硫黄ガスが付近一帯の山々の草木を一本残らず枯らした足尾銅山の例、四日市重化学コンビナートから排出する大気汚染によって、周辺のスギ・ヒノキ林の生育が極端に落ち込んだ例、大都市の街路樹が軒並みに枯れていった例などである。

その後、1970年代後半から80年代にかけて、わが国では脱硫装置の設置や自動車の排ガス規制などの努力によって、一時的には二酸化硫黄を主とする大気汚染は軽減された。しかし、増大し続ける化石燃料の大量消費によって、主に二酸化窒素を溶かし込んだ雨・霧の酸性度は増し、その降雨範囲は広がり、大気汚染は慢性化していった。最近、アトピー性皮膚炎、花粉アレルギーとこれら慢性化した大気汚染との因果関係を指摘する科学者の見解も多い。また、ディーゼルの排ガス中にはベンズピレンなどの発ガン性物質が多々含まれているという事実などは人体への大気汚染の影響が今後かなり深刻化する可能性を示唆していよう。

さて、人体への影響に劣らず、この数年わが国においても、欧州や北米と同様に大気汚染、酸性雨・霧によると思われる森林被害が全国各地から報告されるに至っている。例えば、北海道苫小牧工業団地周辺のストローボマツの枯死・衰弱、関東平野に面した山々(丹沢山、赤城山、奥日光、筑波山など)での森林衰退、中部山岳地帯の乗鞍岳でのシラビソ・オオシラビソの枯死、奈良大台ヶ原のトウヒ林や吉野山のヤマザクラの衰退、紀州田辺や三重県の梅林の衰弱、山陰地方や瀬戸内海沿岸部の松枯れやヤマザクラの衰弱・枯死、北陸沿岸部から山陰地域にかけてのナラ林の衰退、中国山地臥竜山のブナ林、福岡県宝満山のモミの枯死、関東・大阪平野の鎮守の森のスギの枯死など(図1)、「森林の会」の報告でも全国54か所に及ぶという。大気中に蔓延し始めた硫黄酸化物や窒素酸化物ガスや、これが雨、霧や露に溶けた酸性雨・霧・露、風塵に付着

した酸性浮遊物質・降下物質、さらにこれら一次汚染物質が大気中で強い太陽光によって光化学的に変化し生成する、より毒性の強いオキシダントなどが過去二十数年にわたって、自然の生態系および動植物を目に見えない形でじわじわと蝕み、それがやがて顕著な危害となって現れてきたと思われる。しかし、大気汚染、酸性雨・霧などによる森林の枯死、衰退のメカニズムは決して一様ではなく、極めて複雑であると考えられる。

この両者の複雑と思われる因果関係をわかりやすく概略的に示したのが、図2である。大気汚染による樹木への影響は、汚染物質の形態としては、(1)ガス、(2)雨・霧・露(湿性)、(3)浮遊・降下物(乾性)の3通り、影響部位としては、(1)生産をつかさどる葉、(2)水分や栄養塩類を吸収する根系の2通りが主に考えられる。実際の野外では、どの形態が主原因で、どの部位に主にダメージを与えているかは、その場合ばあいによって異なるが、影響の大小はあれど、すべての汚染形態がすべての樹木の部位にマイナスの影響を及ぼしていると考えるべきであろう。

以上は大気汚染、また酸性雨・霧などによる森林樹木への影響メカニズムの一般的説明であるが、現在のわが国の大気汚染による森林衰退の特徴、特性を考える上で、さらに以下の3点に注目する



図1: 全国の主な森林衰退、樹木被害が報告されている地域と、被害を受けている主な樹種(中根 1996)

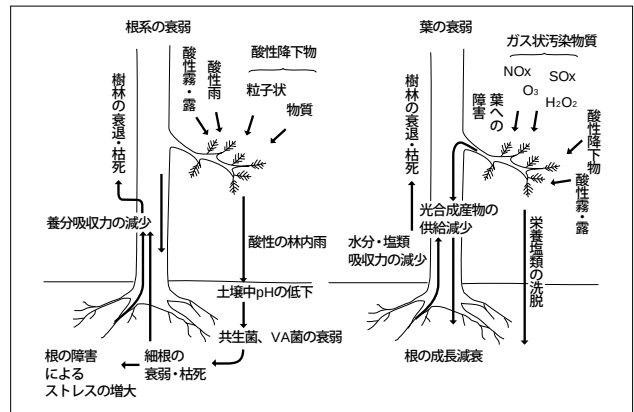


図2：大気汚染、酸性雨・霧・露などによる樹木被害のメカニズムの概略図 (中根 1996)

必要があろう。

- (a) 二次大気汚染物質を含む、複合汚染物質の複合影響
- (b) (a) の大気汚染物質の長期にわたる影響
- (c) 中国大陸などからの越境汚染の影響、である。

まず、(a) についてであるが、二酸化硫黄や二酸化窒素などの一次汚染物質の影響については、人為的にその汚染物質を植物に吹き付けて、その影響を見るという「暴露実験」によって、短期的影響の評価はある程度なされている。しかし、一次汚染物質が大気中に滞留、移送している間に光化学的な変化を受け生成するオゾン、過酸化水素、過酸化アセチル窒素などの有機酸化物など、光化学オキシダントと総称されている二次汚染物質の影響評価に関するデータは極めて少ない。しかも、これら二次汚染物質は、二酸化窒素を主な生成起因とし、これらの影響は一次汚染物質よりはるかに強いとの指摘がある。国立環境研究所の畠山史郎氏は、群馬県赤城山や奥日光・前白根山の関東平野に面した斜面で、100ppbを越えるオゾン濃度を観測している。この濃度は短期的にも植生被害をもたらすもので、これら斜面では、シラカンバや針葉樹のシラビソ・オオシラビソの集団枯死が広がっている。また、高橋啓二千葉大学名誉教授は、関東甲信越地方や関西・瀬戸内地方の数多くの鎮守の森のスギ被害を調査したところ、被害程度が大きい所ほど、大気中のオキシダント濃度が高い傾向があることを突き止めている。また、気孔から容易に葉細胞に浸入しうる過酸化水素は強力な光合成阻害物質である。さらに、問題は一次汚染物質と二次汚染物質が実際の大气中では混在しており、この複合汚染物質の影響は、単なる1たす1は2といった足し算ではなく、5〜6倍の相乗効果をもたらすということである。それぞれの汚染物質がたとえ「大気環境基準」以下であっても、これらの相乗効果の影響を評価するための暴露実験は現在ほとんどなされていない。また、汚染物質が大気中の風塵と混合し、これが風で運ばれ、高さや多大な表面積をもつ樹木葉に多量付着する、いわゆる酸性降下物質のダメージは想像以上と思われる。静岡県立沼津西高校の遠藤稔教諭は、ディーゼルの排ガス中の^{すす}煤を含む降下物がマツの気孔を封鎖し、これが気孔の光合成や蒸散の機能を喪失させ、マツの枯死の原因になっていると指摘している。また、中根は晴天が

続き、付着蓄積したマツの葉上の酸性降下物質に酸性霧・露が付着した場合、pH2を切ることも珍しくないと報告している。

森林被害を考える上で大切なのは、(b) の大気汚染物質の長期的影響である。それは樹木の寿命が一般的に数百年というオーダーだから、大気汚染物質を少なくとも過去数十年にわたって浴びてきており、仮にその影響は一時的には微量であっても積算されるからである。この長期の影響の評価は現在の暴露実験の手法、期間では困難である。長期にわたる影響によって衰弱した樹木に、台風や干ばつなどの気象災害、または開発などの人為的災害が加えられた場合、一気に枯死に進むことも考えられる。

最近問題視されているのは、(c) の越境汚染の影響である。経済成長のめざましい中国、韓国からの大気汚染物質の飛来量は国内の発生量と比較するほどとの指摘がなされ、日本海に面する地域で、東京、大阪を大きく上回る二酸化硫黄濃度が観測されている。新潟県から島根県にいたる日本海に面する山々のナラ林で、1990年ごろから目立ち始めた枯れが急速に拡大している。関西総合環境センターの小川眞所長は、ナラ林の集団枯死は、積雪の多い日本海側斜面に集中していること、そこではナラの根に寄生し、ナラに栄養分を補給している菌根菌のキノコが消滅し、さらにナラの細根が枯死、衰弱していることを報告している。雪が大陸からの汚染物質を運び、これを濃縮するため、強い酸性の融雪水が土壌や根を傷つけた結果であると指摘している。

以上のように、「酸性雨」による森林被害は、雨による被害というよりも、いろいろな汚染物質が、多様な形態で長期にわたり影響を及ぼし、森林植生、土壌の特性さらに気象災害などもからんで表面化してきていると考えるべきであろう。

これら大気汚染の発生源は主に化石燃料の大量消費で、これに依存しているエネルギー・社会システムが背景にある。太陽光、水力、風力、地熱発電など環境にやさしいエネルギーを基本としたシステムへの移行なしには森林衰退、さらに人体への影響をくいとめることは容易ではない。