

酸性雨と森林（ ）

—— 北海道の森林における影響 ——

山 田 健 四

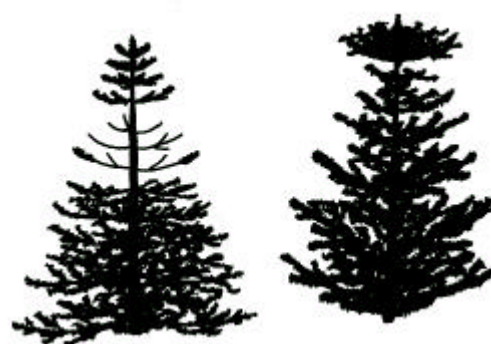
前報（光珠内季報 88）では，酸性雨が森林に影響を与えるメカニズムや，北海道の降雨の現状についてお伝えしました。その後，北海道の森林における酸性雨の影響についていくつかのことが明らかになってきたので，紹介します。

北海道の木は酸性雨で枯れている？

北海道内でも，都市域では本州なみの酸性雨が観測され，札幌でもコンクリートが酸性雨に溶かされてつらら状に垂れ下がる「酸性雨つらら」が発見されるなど，酸性雨の問題はもはや他人事ではないという状況にあるといえるでしょう。酸性雨と聞くと，誰もが枯れ果てた森林を思い浮べるでしょうが，北海道の森林ではそのような光景はみられるのでしょうか。

北海道において森林の衰退と酸性雨を関連づけた報告例としては，苫小牧のストロームマツの異常落葉があります（吉武・増田 1986）。1969年頃に始まったこの被害は，苫小牧地方の国有林内に植えられたストロームマツの針葉が7～8月に早期落葉し，激害地では枯死に至るというものです。この被害地域が霧の発生しやすい地域と重なること，被害地域で酸性雨や酸性霧が観測されたこと，希硫酸の噴霧実験により類似の症状が確認されたこと，塩害や病虫害，土壌条件などの他の環境要因では説明がつかないことなどにより，この異常落葉と酸性雨との関連が検討されました。しかし，原因を酸性雨に特定するまでには至りませんでした。この被害がみられたのは1970年代のことで，現在ではその被害地域のほとんどが改植され，被害木は残っていません。そして，これ以降に酸性雨と関連づけられるような集団的な樹木の衰退，枯死は，北海道では報告されていません。

一方，欧米の例で酸性雨による衰退の症状として紹介される「トウヒの窓」や「コウノトリの巣」の様相（図-1）を呈している針葉樹は，実は探してみると北海道内でも，特に山地の尾根土などでまばらにみられることがあります。しかし，そのような症状がみられる場所で必ずしも強い酸性雨が降っているわけではなく，原因を酸性雨に特定することは困難です。それよりもむしろ，多くの場合は気象条件の厳しさなどが主な原因であるように思われます。



トウヒの窓
頂端から数枝階下の葉量が減少し，透けてみえる。

コウノトリの巣
主軸の成長が低下し，側枝の成長だけが目立つ。

図 - 1 ヨーロッパの樹木衰退の外見的特徴

このような現状からすると、酸性雨による外見的森林衰退は、北海道の森林地帯に限っていえば、現在の時点では起きていないといえるでしょう。

酸性雨被害の兆候を探る

このように、原因を酸性雨と特定できるような森林衰退は、北海道内ではみられません。しかし、酸性の雨は確実に降っているわけですから、もしかしたら少しずつ、目に見えないところで森林の衰退が始まっている可能性もあります。そこで私たちは、被害が出はじめたときに一番最初に変化するのは何だろうかということについて調査を始めました。

まず最初に調べたのは、樹木に酸性雨が直接与える影響についてです。4種類の針葉樹の苗木に、人工的に調整した酸性液を噴霧し、葉に褐変被害が出るかどうかを調べたところ、カラマツの葉が最も被害を受けやすいことがわかりました(図-2)。カラマツは他の3種とは違って毎年葉を落とす落葉性の針葉樹ですから、葉の構造も柔らかく、酸による被害を受けやすいものと考えられます。しかし、被害がみられた時の人工酸性雨処理は、pH2.5の酸性液を週3日、3カ月間噴霧しています。これは極端に強い酸性の雨で、現実的にはこのような雨が継続して降るということは考えられません。ですから、カラマツの葉を見ているだけでは、残念ながら被害の早期発見には不十分でしょう。

それでは、雨が最終的にしみこんでいく土壌はどうでしょうか。土壌は酸性の雨を地下に浸透させる過程で中性化する機能を持っています。北海道の代表的な種類の土壌をガラス管に詰め、上から酸性の水を注いで下に出てくる浸出液を採取し、そのpHを測定すると、それぞれの土壌にどれくらい酸性雨を矯正する力(緩衝能)があるかがわかります。はじめのうちは土壌を通るうちに酸が中和されて、浸出液のpHは高くなりますが、土壌が中和しきれなくなると酸性のまま出てくるので、pHは次第に低くなります。調査の結果、泥炭や海岸の砂とならんで、火山性未熟土の緩衝能が小さいことがわかりました(図-3)。さらに

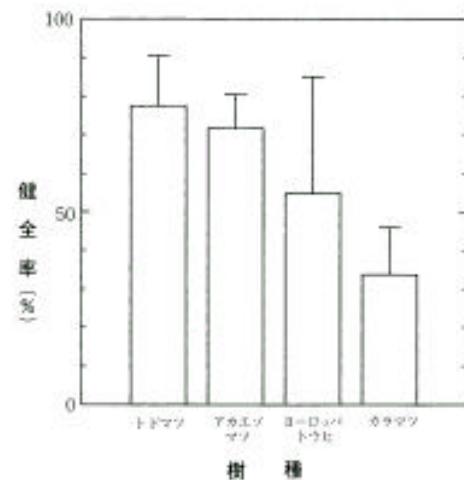


図-2 人工酸性雨処理 (pH2.5) 後の健全率

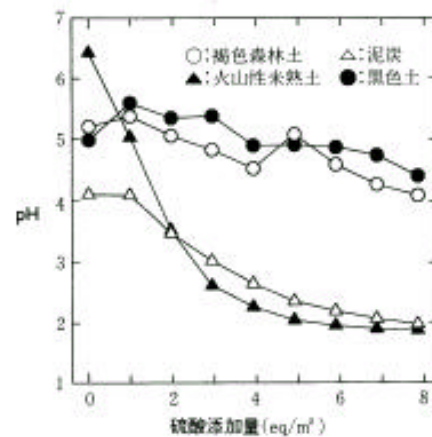


図-3 道内の土壌による土壌緩衝曲線

火山性土壌の中でもくわしく調べていくと、比較的降灰年代が新しく、土壌化が進行していない粗粒な火山性土壌の緩衝能が特に小さいことがわかりました（図 - 4）。道内には火山性土壌が広く分布していますが、特に胆振東部などの新期火山灰地帯で酸性雨被害が進みやすい可能性があるといえるでしょう。このような地域で土壌 pH を長期間継続的に調べることも酸性雨影響の把握につながると考えられます。

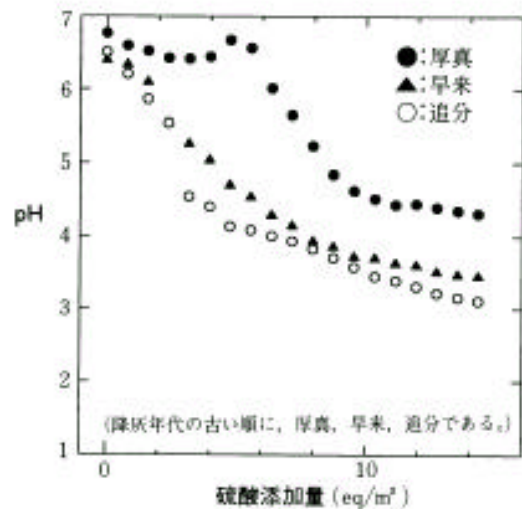


図 - 4 火山性土壌 3 地点の土壌緩衝曲線

目に見えないところから被害が始まる

土壌が酸性化した場合、樹木では土壌に直接触れている根が最も早く影響を受けると考えられます。樹木の根には多くの場合、菌類が付着して菌根と呼ばれる共生体を形成し、樹木の成長に大きな役割を果たします。たとえば秋のきのこ狩りではラクヨウキノコとして馴染みのハナイグチも、カラマツの根と共生している菌根菌の 1 種です。このような菌根菌は、土壌の pH など環境条件の変化には敏感であるといわれています。根の先端を包むように菌糸の層をつくる外生菌根なら、よく発達したものは肉眼やルーペでもある程度観察できます。あらかじめ強弱 2 段階の希硫酸を添加した土壌にカラマツの種子をまき、発芽してきた実生の根に外生菌根がどの位の割合で形成されるかを調べてみました。すると、酸をかけた土壌では菌根ができている割合が低下していました（図 - 5）。

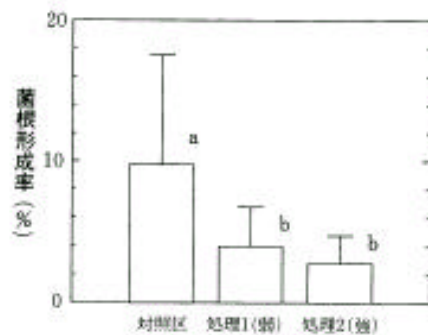


図 - 5 人工酸性雨処理における菌根形成率

図中 a と b は有意に異なる ($p < 0.05$)。

目に見えない部分で酸性雨の影響が始まるもう一つの例に、花粉の発芽があります。花粉は風や虫などに運ばれてめしべに到達し、めしべの根元にある胚に花粉管をのばして受精します。めしべの代りに培地の上で広葉樹 4 種の花粉を発芽させて顕微鏡で観察したところ、酸を加えた培地では花粉管をのばせない様子が観察されました（図 - 6）。このような花粉発芽の抑制が実際のめしべの上でも起きていたとしたら、結実率の低下や種子の発芽率の低下などに現われてくると考えられます。ただし、種子生産には酸性雨以外にも気象条件などの外的要因や植物自体がもつ豊凶周期などの内的要因が複雑に関係しているので、長期的な観察を続けていかないと

酸性雨の影響を確認することはできないでしょう。

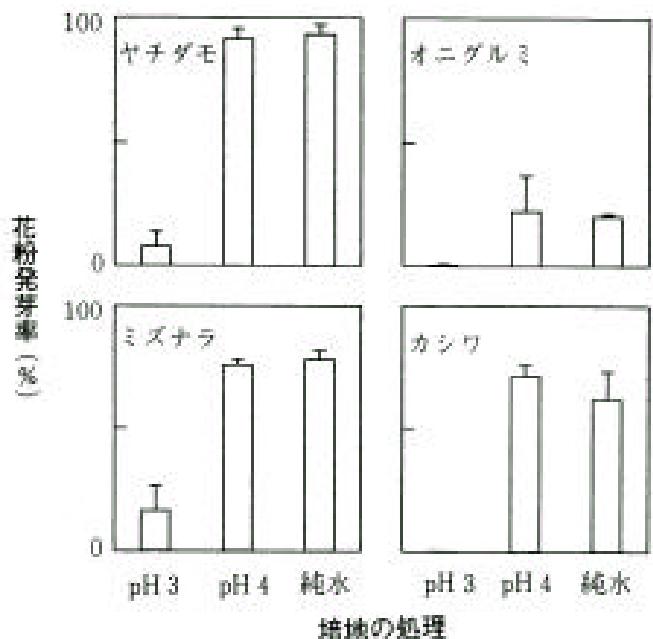


図 - 6 酸性培地上の花粉発芽率

被害の早期発見のために

酸性雨の被害は、原因を取り除く対策に長期間かかる上に、被害が広い地域にまたがるために、いったん被害が出はじめたら対処するのは困難です。これまでみてきたように、枯損などははっきりわかる被害が出ていなくても、酸性雨の影響は目に見えないところから始まっている可能性があることがわかりました。その中でも比較的調査しやすいものとして、緩衝能の低い火山性未熟土地でのカラマツの菌根形成に注目して研究を進めています。実際の森林の中でなんらかの影響が出てくるとすれば、最も早く影響を受けるものの一つがそれであると考えられるからです。

これまで私たちがおこなってきた試験はほとんどが実験的なもので、実際の森林でどのような影響が出ているのかということはまだわかりません。野外では酸性雨以外の様々な要因が影響しており、そのなかで酸性雨が与えている影響を正確に把握することは困難です。影響を受けやすいものに注目して長期間観察を続けることが、酸性雨被害の早期発見につながると考えられます。

(立地科)