

ヒマラヤスギの葉中S量と樹木活力度との関係

Kajsa Lemby* 大橋 毅 古明地 哲人
(研修生)

小山 功 岩崎 好陽 朝来野 国彦

1 はじめに

広大な地域における森林の枯損は、まず西ドイツで報告された。続いて欧州と北アメリカのいくつかの国で激しい森林の被害が認められた。¹⁾²⁾³⁾ 枝先からの枯損の原因に関しては多数の推論がなされているが、⁴⁾ 大気汚染が最も重要であるとされている。

汚染物質は様々な機構で樹木に被害を与える。直接的には、ガス及びガスが雨水にとけ込むことにより、間接的には土壌や陸水の様々な物質の濃度を变化させることなどによる。

欧州での調査研究によって、針葉樹の葉が成熟しないまま老化したり、アブノーマルな葉のロスが進行する、などの現象は大気汚染によることが確認されている。こうした葉のロスは透視度を増加させ、樹冠部が疎に見えるようになる。この現象をcrown thinningと呼んでいる。しかし、葉のロスの正確なプロセスはまだ十分には解明されていない。

ここでは、葉のロスの原因解明の基礎的データを得ることを目的として、ノルウェートウヒ (*Picea abies*) と比較的似ており、PMK (The National Swedish Environmental Monitoring Programme) の調査方法³⁾が適用できると見られるヒマラヤスギ (*Cedrus deodara*) を対象として、ヒマラヤスギ樹冠部の葉のロスと葉中のS量との関係を検討した。

2 調査方法

(1) 調査地点 多摩川流域の5地点とした。地点名は下流から萩中(公園)、砧(公園)、立川(都農試)、青梅(市立一中と三中)、奥多摩(ダム駐車場)とした。調査地点の配置は図1に示した。

(2) 調査樹木の選定 原則として、樹冠部の観察が

容易な独立木を選定したが、選定が困難なときは相対的に高い木(樹冠が突出しているもの)を調査した。各地点の調査数は5~12個体、合計44本で、表1に示したとおりである。



図1 調査地点と大気汚染測定室の配置

(3) 幹回りの測定 胸高(130cmH)の幹回りを北面を基点として測定した。

(4) 葉のサンプリング及びサンプル処理 サンプリング位置は原則として南側3箇所、高さ約3~5mとした。3箇所からのサンプルをまとめて2年葉と当年葉とに分け、超音波洗浄器で5分間2回蒸留水により洗浄した。110°C、3時間乾燥後、更に80°Cで48時間熱風乾燥した後、ステンレスミルで粉体として分析した。なお、本報告は2年葉の分析結果を用いて検討した。

(5) 目測観察による樹木活力の評価方法 PMKの方法によった。この方法は図2に示すように樹木の上半分の針葉のロスを健全な木と比較して評価するものである。観察は少なくとも木の高さ以上離れた数方向から行い、台風、虫害等、明らかに原因のわかっている部分は評価対象からはずした。パーセンテージで表した針葉のロスの度合いは図2の0~5の6段階に分類して評価指数とした。

* B. Sc. Biology Geology, Fasanvägen 29, S-131 44 Nacka, Sweden

指数	葉のロス	指数	葉のロス
0	0~5%	3	41~60%
1	6~20%	4	61~80%
2	21~40%	5	81~100%



図2 葉のロスの評価分級方法とその評価例
 左：0~5%，指数0，
 右：61~80%，指数4

物学者が認めている。しかし、crown thinningが、すべて硫黄酸化物によって引き起こされるというわけではなく、硫黄酸化物以外の物質も、森林破壊のプロセスで何等かの役割を果しているということも忘れてはならない。

各調査地点のヒマラヤスギは、多くの中から調査に適当なものを選定した。しかし、青梅では枝を切られたものが多く、自然樹形の株はわずかであった。

本調査の主目的は、crown thinningと葉中S量との関係について検討することである。この場合には、同一個体のデータを対応させるので、各地点でのサンプルの抽出に多少問題があってもさしつかえない。一方、樹木間のデータ比較するには十分な注意が必要である。ここで選定された樹木サンプルは、それぞれの調査地点内では、さほど大きな違いはなかったため、地点間の比較を行うことも可能であり、また興味深いと思われる。

各調査地点間の比較を行った結果、crown thinningと葉中S量ともに、それぞれ95%、99%で有意な差が認められた。萩中は工業地域にあり、東京港や羽田空港に近い地点であるが、葉中のS量と樹冠からの葉のロスが両者ともに多かった。これらの値は図4及び図7のように東京湾から遠ざかるにしたがって減少していた。各地点の硫黄酸化物の濃度は図5のように低いレベルであったが、東京湾に近い萩中で高く、最も遠い青梅で低い傾向にあった。図6には、各地点の葉中S量と表層土壌(0~10cm)中のSO₄²⁻量との関係を示した。立川を除き葉中S量と土壌中SO₄²⁻量とは正の相関を示した。

葉のロスの評価と同時に、科学技術庁資源調査会による樹木調査法により、樹勢、樹形、梢端の枯損、枝葉の密度、枝の伸長量、葉色の6項目を調査した。葉のロス指数とこれらの調査項目との関係は、樹形との間で比較的高い相関を示し(r=0.71, n=28)、次いで枝葉の密度(r=0.46)であった。ロス指数とその他の4項目との関係は良くなかった。葉中S量についても、図8のように樹形との関係が最も良かった(r=0.66, n=28)。

生物学的データを取り扱うときの一つの問題は、多くの値が相対的なことである。人為的汚染が無い清浄な大気・土壌環境に生育している「健全」なヒマラヤスギについて見た場合、標準的な葉のロスというのはどの程度なのか、また、葉中S量のレベルはどの程度であるかなどを知るのは容易ではない。

(6) 葉中S含量の分析 粉体サンプルを蛍光X線により測定した。標準試料にはNBS Orchard leavesを用いた。このサンプルにはSの分析値が無かったので、Sに近いClの分析値からSの値を計算して標準とした。Sの値は絶対値とは言えないが、樹木葉中Sのレベルとしては妥当な範囲にあった。

3 結果及び考察

Crown thinningと葉中のS量との間には95%の有意な相関が認められた(図3)。硫黄酸化物が、樹木の

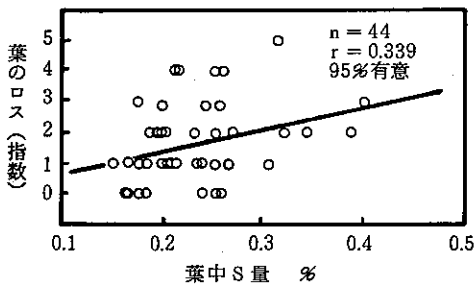


図3 葉中S量と葉のロスとの関係(個体別)

枝先からの枯損 → crown thinning → 森林の衰退、のプロセスに重要な役割を果していることは、多くの生

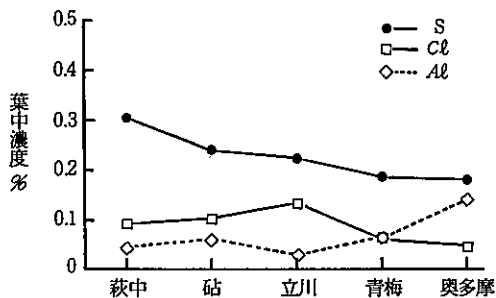


図4 各地点の葉中S, Cl, Alの平均濃度

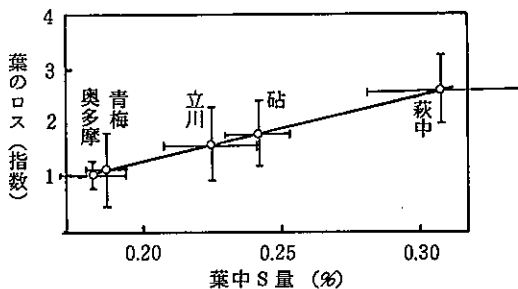


図7 地点別の葉中S量と葉のロスとの関係 (○は平均値、±は標準偏差を示す)

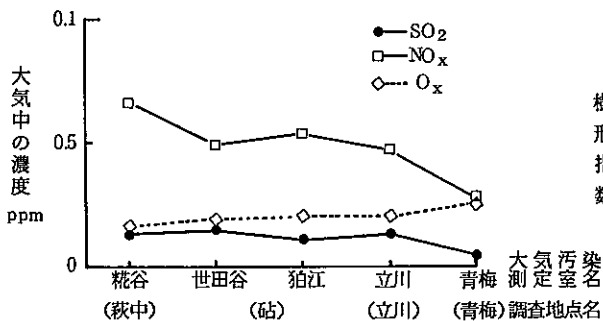


図5 大気中SO₂, NO_x, O₃濃度平均値 (SO₂: 1980~1985年の年平均値の平均) (NO_x, O₃: 1980~1984年の年平均値の平均)

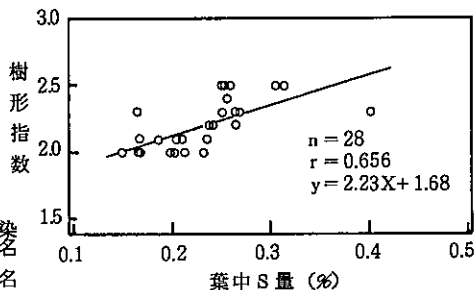


図8 葉中S量と樹形指数との関係 (樹形指数は科学技術庁資源調査会の方法による)

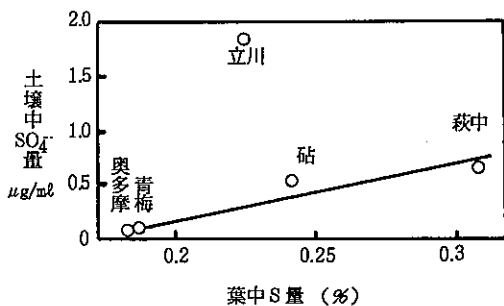


図6 葉中S量と土壌中SO₄²⁻との関係 (土壌中SO₄²⁻量は土壌10gの水25mlの割合で15分間攪拌抽出した水溶性SO₄²⁻量を測定した)

crown thinning の観察は、安価・迅速・簡便なため、大気汚染の影響を探る良い方法である。同一人、または同レベルの人々が調査に当たれば、樹木・土壌・大気中の物質の絶対値が得られなくても、樹木に与える大気汚染の影響を比較することができる。

しかし、この方法は、環境影響を受けた結果を観察しているため、被害のごく軽微な段階で危険を知り、予防措置を講じることができない。これを補完するために、可視被害の発現以前に、森林の被害を検知することができる感度の高い調査方法が必要とされている。

おわりにあたり、心よく調査に協力して下さい。当研究所の職員と各公園関係者の方々に感謝致します。

表1 ヒマラヤスギ調査結果

萩 中

株 No	幹周り cm	葉のロス (指数)	葉中 S量%	葉中 塩素%	葉中アルミニウム (%)
1	109.0	1	0.306	0.085	0.046
2	42.8	1	0.251	0.057	0.022
3	47.8	3	0.402	0.211	0.036
4	47.3	3	0.257	0.134	0.032
5	48.9	5	0.316	0.119	0.027
6	48.8	3	0.242	0.085	0.032
7	39.7	4	0.251	0.085	0.042
8	73.7	2	0.389	0.063	0.094
9	72.5	2	0.322	0.039	0.056
10	63.1	2	0.346	0.051	0.061
平均	59.4	2.60	0.308	0.0933	0.0453

砧

株 No	幹周り cm	葉のロス (指数)	葉中 S量%	葉中 塩素%	葉中アルミニウム (%)
1	205.0	1	0.239	0.263	0.046
2	182.5	2	0.270	0.073	0.051
3	194.2	1	0.266	0.110	0.042
4	162.8	1	0.266	0.082	0.075
5	162.5	4	0.260	0.063	0.084
6	164.9	2	0.202	0.180	0.046
7	194.2	0	0.254	0.039	0.061
8	164.3	4	0.214	0.101	0.099
9	176.1	1	0.214	0.054	0.046
10	173.0	2	0.233	0.079	0.075
平均	178.0	1.80	0.242	0.105	0.0630

立 川

株 No	幹周り cm	葉のロス (指数)	葉中 S量%	葉中 塩素%	葉中アルミニウム (%)
1	303.3	0	0.257	0.138	0.080
2	312.5	0	0.239	0.125	0.037
3	271.5	2	0.254	0.110	0.070
4	152.5	3	0.199	0.085	0.061
5	188.0	3	0.174	0.224	0.061
平均	245.6	1.60	0.225	0.136	0.0620

青 梅

株 No	幹周り cm	葉のロス (指数)	葉中 S量%	葉中 塩素%	葉中アルミニウム (%)
1	114.0	0	0.162	0.073	0.089
2	160.2	0	0.184	0.054	0.190
3	129.0	0	0.174	0.036	0.027
4	200.0	2	0.193	0.085	0.051
5	186.3	1	0.184	0.066	0.037
6	211.6	1	0.199	0.063	0.037
7	192.1	4	0.211	0.063	0.032
平均	170.5	1.14	0.187	0.0634	0.0665

奥多摩

株 No	幹周り cm	葉のロス (指数)	葉中 S量%	葉中 塩素%	葉中アルミニウム (%)
1	120.5	1	0.211	0.063	0.204
2	125.1	1	0.236	0.045	0.104
3	129.5	1	0.205	0.051	0.147
4	141.0	1	0.168	0.033	0.261
5	147.9	2	0.187	0.039	0.128
6	166.0	1	0.165	0.054	0.128
7	161.0	1	0.150	0.060	0.128
8	141.0	1	0.174	0.042	0.133
9	111.2	1	0.168	0.033	0.094
10	101.9	2	0.199	0.060	0.156
11	104.9	1	0.165	0.063	0.128
12	63.1	0	0.165	0.033	0.128
平均	126.1	1.08	0.183	0.0485	0.145

(注1) Kajsa Lembyは、昭和61年11月から62年5月まで研修生として、当所大気部で研究に従事した。

(注2) 本報告は、スペースに限りがあるため、Kajsa Lembyの論文(英文)を大橋が翻訳し、1/2程度にまとめ直したものである。

参考文献

- 1) Andersson, B. 1986 : Kronutglesning hos gran och tall i PMK's referensytor. National Swedish Environmental Protection Board, Solna, SNV, Rapport 3163, 1986 : 5, Laboratoriet for miljökontroll.
- 2) Andersson, B. & Bråkenhielm, S. 1985 : Inventering av kronutglesning hos gran och tall i PMK's referensområden. National Swedish Environmental Protection Board, Solna, SNV PM 1980, Rapport 1985 : 6, Laboratoriet for miljökontroll.
- 3) Bråkenhielm, S. 1985 : Fältinstruktion for observatörer inom PMK-vegetation. National Swedish Environmental Protection Board, Solna, SNV, Laboratoriet for miljökontroll, Uppsala 1985.
- 4) Hinrichsen, D. 1986 : Multiple pollutants and forest decline. Ambio Vol., XV No.5 1986 : 258-265.
- 5) 大気汚染常時測定局結果報告, 1984, 1985 : 東京都環境保全局