

論文

森林衰退の原因解明に関する研究

I. モミの衰退

新井一司¹・久野春子¹・鈴木創²・遠竹行俊¹

摘要：東京のモミの衰退分布を明らかにするために、1992年から1993年にかけて山間部を対象に衰退度の評価を107地点、618個体について行った。その結果、小枝の枯損と枝葉の密度における衰退度階級2以上の明らかな衰退がみられた個体の割合は、各々45.2%、45.6%であった。モミの衰退は、地形的要因である傾斜や起伏の状態とは関係がみられなかった。一方、広域的な広がりである緯度、経度との間には相関関係がみられ、山間部の南東の地域ほど、衰退が激しく、北西部で衰退の程度が弱まる傾向がみられたが、北西部の一部の谷地形では、被害がみられた。海拔高度250m以下の低い地域ほど衰退が激しく、高い高度で健全な傾向を示すものの、750m以上という高い地域でも57.9%の地点に弱いながらも衰退現象がみられた。

キーワード：森林衰退, モミ, 大気汚染, 東京

1. 緒言

ドイツでは、1970年代初め頃からヨーロッパモミ (silver fir: *Abies alba*) をはじめとする樹木において、これまで見られなかったような新しい症状を伴った原因不明の衰退現象が報告された。このような森林衰退は、国際的にも大きな社会問題となり、その実態調査や原因解明にむけて多くの研究が行われてきた (Krause *et al.* 1986)。日本には、このヨーロッパモミと同じ *Abies* 属の樹種として、モミ (Momi fir: *Abies firma*) が広く分布している。このモミの衰退は、これまでに神奈川県の大山 (鈴木 1992) や福岡県の宝満山 (須田ら 1992) において報告されているが、衰退原因の解明には至っていない。都市化の進んでいる東京都において、鈴木 (1981) は、1965年以前の記録をまとめ、当時、武蔵野台地をはじめとする広域において散点的ではあるが、モミが生育していたと報告している。山家 (1973) は、1966年からの調査を行い、東京のモミは特に都心部において、衰退が非常に著しい樹種のひとつであると報告している。この他、都内におけるモミの個体の衰退現象

は、明田川ら (1985) や鈴木ら (1980) などの報告があるが、いずれも一部の林分ごとに報告されているにすぎず、東京都全域について、どのような地域でモミの衰退が激しいのか、その面的な広がりを明らかにした調査は、これまで行われていない。

一方、樹木の衰退程度に関する調査は、社寺林に生育するスギ (*Cryptomeria japonica*) について多くの報告があるが、モミについては、ほとんどない。モミは、山地帯の尾根地形に多く生育しているため、日本の急峻な山岳地形では、衰退度を評価するための樹冠部全体の観察が難しい場合が多く、このような立地的側面がモミの衰退データを得にくくしている原因のひとつとして考えられる。本報告では、第一に、山間部を含む広域におけるモミの衰退分布を把握する調査方法を確立すること、第二に、都心に近い東京都西部の山間部におけるモミは、どのような地域で衰退しているのか、その空間的な広がりを把握することを目的に、海拔高度や地形などとの関係についてその特徴の解明を試みた。

¹東京都林業試験場 ²元 東京都林業試験場
本研究は、大気環境学会誌に発表した。



図1 調査位置

2. 方法

2.1 調査対象地域の概要

調査対象地域を 図 1 に示した。これは、東京都全域において、1985 年に作成された現存植生図（東京都環境保全局自然保護部 1987）のうち、シラカン群集モミ亜群集、モミーシキミ群集、およびモミーヌブナ群落が存在する範囲であり、面積は、およそ 60,000 ha である。この地におけるシラカン群集モミ亜群集は、丘陵の尾根筋や急斜面、山地下部の尾根筋から斜面にかけて分布する。モミーシキミ群集の分布域は、海拔高度 200 m から 750 m の山地下部を主とし、尾根筋や急斜面などに断片的に残されており、モミーヌブナ群落は、海拔高度 700 m から 1,000 m にかけて分布している（東京都環境保全局自然保護部 1987）。

2.2 衰退度の調査方法

調査対象木は、胸高直径が約 50 cm 以上のモミとした。そして、明らかに既知の原因による異常であることが観察によって確認できた個体については、今回の調査対象から除いた。つまり、樹皮の大きな剥がれや落雷による幹の物理的傷害、病虫害などが観察された個体は対象外とした。加えて、クズやキツタ、フジなどのツル性植物が絡んでいる個体や完全に枯死している個体も今回の対象から除いた。さらに、このような条件を満たした上で、樹冠部全体、あるいは少なくとも樹冠の上部が良く観察できる個体が 1 林分につき 3 個体以上得られる林分を対象とした。

調査は、1992 年 12 月 17 日から 1993 年 2 月 24 日にかけて、モミの個体より数十 m から数百 m 離れた地点において、7 倍あるいは 8 倍の双眼鏡および 20 倍の望遠鏡を用いて、1 個体ごとに詳細な観察によって評価した。調査項目は、表 1 に示した樹幹先端の伸長程度、当年枝の伸長（個体全体の当年枝の評価）、小枝の枯損、大枝の枯損、枝葉の密度、樹形、樹勢の 7 項目とした。各項目の評価基準は、健全な状態を 0 とし、1、2、3（激害木）と値が大きいくほど、幹や当年枝の伸長の減少、枝の枯損の増大、枝葉の密度の減少および樹形や樹勢が低下するという 4 段階に設定して、個体ごとに調査した。ちなみに、枝葉の密度に関しては、Innes (1990) の 0：落葉がなく葉は高密度（着葉率 100 - 90 %）、1：わずかに落葉がみられやや密度が低い（着葉率 89 - 75 %）、2：中程度の落葉がみられ背景

表 1 モミの個体の衰退度階級の評価基準

測定項目	衰退度階級			
	0	1	2	3
樹幹先端の伸長	正常	いくぶん少ない	枝は短い	枝は極度に短小
当年枝の伸長	正常	いくぶん少ない	枝は短い	枝は極度に短小
小枝の枯損	なし	少しある	かなり多い	著しく多い
大枝の枯損	なし	少しある	かなり多い	著しく多い
枝葉の密度	密である (100-90%)	0にくらべてやや劣る (89-75%)	やや疎 (74-40%)	著しく疎 (39%)
樹形	正常	若干の乱れあり	崩壊がかなり進んでいる	完全に崩壊
樹勢	旺盛な成育	いくぶん勢いが弱い	異常が明らか	成育状態が劣悪

がすけてみえる(着葉率 74 - 40 %)、3 : 激しい落葉で葉は低密度(着葉率 39 % 以下)にほぼ相当する。なお、データの均一性を保つために、すべての調査地点に、著者のひとりである久野が同行して衰退度の評価を行うとともに、調査したすべての個体に対して樹冠部の写真撮影を行い、調査終了後、全調査地点について評価の再確認を行った。なお、今回の調査において急峻な地形で近寄れなかった個体については、モミとウラジロモミ (*Abies homolepis*) との雑種が混在している可能性もある。調査地点数は、107 地点で、調査個体数は、1 地点当たり 3 本から 13 本、合計 618 本である。海拔高度別には、250 m 未満が 9 地点、250 - 499 m が 53 地点、500 - 749 m が 26 地点、750 m 以上が 19 地点であり、これは東京の山間部において対象となるモミ林のほとんどの地点を網羅している。

2.3 解析

調査地点の海拔高度、緯度、経度の値を地形図上から読み取るとともに、既知の資料である土地分類基本調査(東京都労働経済局農林水産部農地緑生課 1994 ; 1995 ; 1996) の地図上から谷密度、傾斜区分、起伏量のデータを読み取り、解析に用いた。解析には、SPSS 7.5.1 J (SPSS Inc.) を使用し、Spearman's correlation coefficient by rank を用いて相関係数を求めた。

3. 結果

調査地域内には、表 2 に示したような健全な個体から枯死寸前という個体まで様々な健康状態のモミがみられた。例えば、表 2 - a の衰退度階級は、樹幹先端の伸長程度、当年枝の伸長(個体全体の当年枝の評価)、小枝の枯損、大枝の枯損、枝葉の密度、樹形、樹勢のいずれの項目も 0 であり、健全な個体であった。表 2 - b は、樹幹先端の伸長程度が 0、当年枝の伸長が 0、小

表 2 東京の山間部におけるモミの評価事例

測定項目	a	b	c	d
樹幹先端の伸長	0	0	1	3
当年枝の伸長	0	0	1	3
小枝の枯損	0	2	3	3
大枝の枯損	0	0	2	3
枝葉の密度	0	2	3	3
樹形	0	1	2	3
樹勢	0	2	3	3

アルファベットは東京におけるモミの一例である
数値は衰退度指数である

表 3 7つの測定項目における衰退度の割合(%)

測定項目	衰退度階級			
	0	1	2	3
樹幹先端の伸長	83.2	7.6	3.4	5.8
当年枝の伸長	58.3	32.5	6.8	2.4
小枝の枯損	10.5	44.3	37.1	8.1
大枝の枯損	60.7	29.6	7.9	1.8
枝葉の密度	12.8	41.6	36.7	8.9
樹形	30.6	41.3	24.4	3.7
樹勢	23.9	41.3	28.3	6.5

調査個体数は618本である

枝の枯損が 2、大枝の枯損が 0、枝葉の密度が 2、樹形が 1、樹勢が 2 で、表 2 - c は、樹幹先端の伸長程度が 1、当年枝の伸長が 1、小枝の

枯損が 3、大枝の枯損が 2、枝葉の密度が 3、樹形が 2、樹勢が 3 と診断された。表 2 - d は、7項目すべて 3 の評価であり、枯死寸前の個体であった。表 3 に調査した 618 個体の各測定項目における個体の占める割合を示した。衰退度階級 2 以上は、誰が見ても明らかな異常が確認されるレベルであるが、樹幹先端の伸長程度、当年枝の伸長、および大枝の枯損における衰退度階級 2 以上の個体数の占める割合の合計値は、各々、9.2%、9.2%、9.7% と低かった。一方、小枝の枯損と枝葉の密度における衰退度階級 2 以上の割合の合計値は 45.2%、45.6% といずれも高く、樹形と樹勢については、各々、28.1%、34.8% で

表 4 衰退度7項目間の相関行列

	樹幹先端の伸長	当年枝の伸長	小枝の枯損	小枝の枯損	枝葉の密度	樹形	樹勢
樹幹先端の伸長	1.000						
当年枝の伸長	0.444	1.000					
小枝の枯損	0.306	0.513	1.000				
小枝の枯損	0.239	0.425	0.482	1.000			
枝葉の密度	0.344	0.540	0.782	0.467	1.000		
樹形	0.376	0.581	0.640	0.450	0.705	1.000	
樹勢	0.410	0.623	0.716	0.493	0.805	0.826	1.000

全ての値は618個体における値である

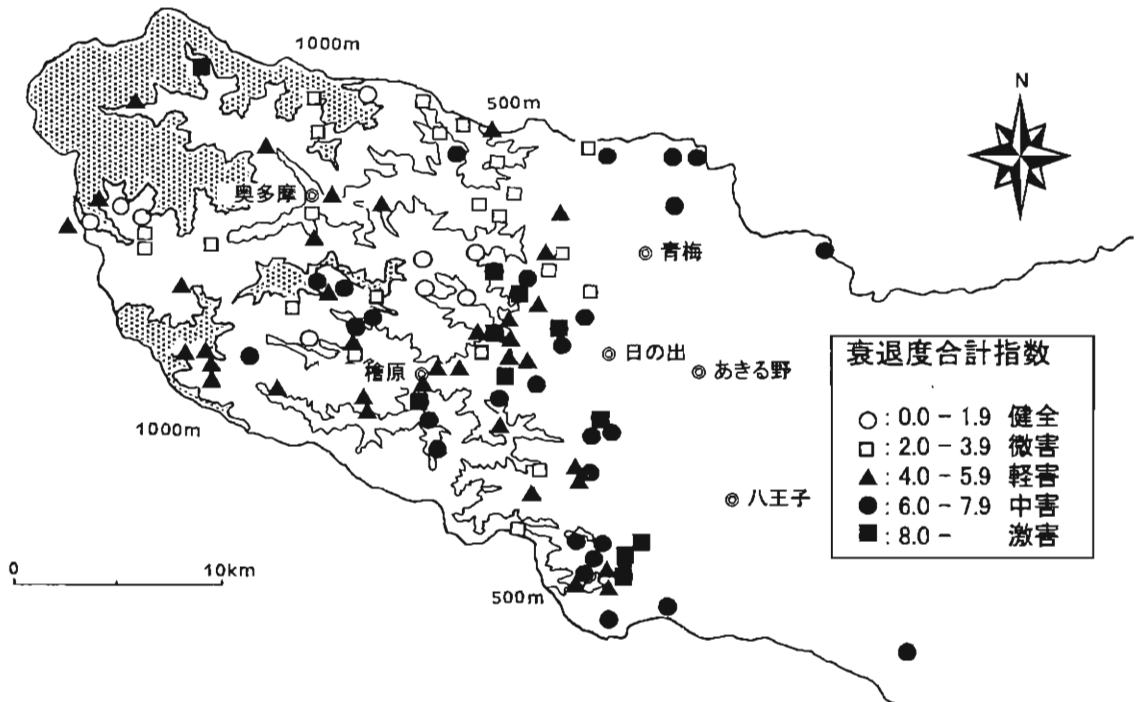


図 2 東京の山間部におけるモミの衰退

あった。

葉色については、双眼鏡や望遠鏡による遠方からの観察のため、逆光などの光条件によって全ての個体について詳細な観察はできなかったが、近くで観察できた葉については、一部に異常が確認されたものの、明瞭な黄化や白色斑といった症状はみられなかった。

表 1 に示した 7 つの測定項目について各項目間の相関係数を求め、表 4 にその相関行列を示した。すべての項目間には、1% 未満で有意な相関関係がみられた。特に樹勢との相関係数が 0.7 以上という強い相関関係にある項目は、小枝の枯損、枝葉の密度、樹形の 3 項目であった。そこで、この小枝の枯損、枝葉の密度、樹形と樹勢の 4 項目の値を合計した各個体の値を調査地点ごとに平均し、衰退度合計指数 (Total decline index) とした。この衰退度合計指数を 5 つの階級に分けて 図 2 の地図上に示した。衰退度合計指数 6.0 以上という明らかな衰退が確認された地域は、平野部に近い山間部の東側の青梅市北部、日の出町、あきる野市西部、八王子市西部であり、この地域には、衰退度合計指数 8.0 以上という激しい被害の林分もみられた。これらの西方に位置する檜原村の秋川沿いや御前山、鋸山の南面、奥多摩町の多摩川沿いは、やや低く衰退度合計指数 4.0 から 7.9 の地点が多くみられた。一方、衰退度合計指数が 4.0 未満の健全な地点は、西部域であり、奥多摩町西部の奥多摩湖周辺や奥多摩町川乗など比較的海拔高度の高い山間部の奥地で多くみられた。しかし、海拔高度 1000 m 付近の高い地域でも北西部に位置する小川谷や西部に位置する三頭山周辺のモミの衰退度合計指数は、4.0 以上であり、西部域の高海拔の地点が全て健全ではなかった。

4. 考察

4.1 モミの衰退木の特徴と評価方法

東京の山間部におけるモミの多くは、当年枝に異常がほとんどみられなかったが、枝葉の密度の

低下と小枝の枯損という形で衰退していることが表 3 の結果から明らかとなった。加えて、樹形と樹勢における衰退度階級 2 以上の占める割合は、枝葉の密度の低下と小枝の枯損の 2 項目より低かったことから、モミの衰退パターンは、まず初期症状として老齢葉が落葉することによって樹冠内部の着葉量が低下し、次いで小枝が枯損し、その後、その枯損量が増すことによって樹形が乱れ、樹勢が衰えてくと推測される。枝葉が近くで詳細な観察ができた健全なモミの特徴は、葉が密生しており、その寿命は、およそ 8 年以上で樹冠内部まで着葉していた。一方、衰退木の葉の寿命は、3 から 5 年程度と短く、その落葉パターンは、古い葉から始まり、樹冠の内部から外側に向かって落葉していく特徴を有していた。つまり、樹冠の周囲には、当年生や 1、2 年生の葉が緑色の状態で着いているものの、樹冠内部の葉が落葉し、枝のみ見える状態であった。久野ら (1991) は、ウラジロモミについて、浄化空気法を用いて実験したところ、当年葉は、光化学オキシダントの影響を受けないが、2 年間光化学オキシダントに暴露された 1 年葉の光合成速度は、低下し、かつ 2 年生以上の葉における落葉を報告している。また、Coyne ら (1982) も同様、1、2 年葉のオゾン暴露された *Ponderosa pine* (*Pinus ponderosa*) の光合成速度は、当年葉よりも低下したと述べている。常緑針葉樹は、長年に渡って繰り返しオゾンのような大気汚染物質に曝されることにより、葉に障害が生じて落葉に至ると考えられる。

本研究で用いた枝葉の密度のランクは、世界各地で衰退評価として広く利用されている国連ヨーロッパ経済委員会 (UN - ECE) の「森林に及ぼす大気汚染の影響の評価と監視に関する国際共同プロジェクト」の落葉 (defoliation) 評価のランクとほぼ同様の評価基準である (埜田 1998)。今回の調査結果から、東京の山間部におけるモミの衰退評価は、この枝葉の密度を測定するだけで十分とも考えられる。しかし、山間部の急峻な地形においては、樹冠上部の観察が十分にできない場合も多い。樹冠部を斜め下方から急な角度で

表 5 衰退度合計指数と立地環境との相関係数

衰退度合計指数	
海拔高度	-0.425 **
経度	0.430 **
緯度	-0.389 **
谷密度	-0.120
傾斜区分	-0.010
起伏量	-0.241

107調査地点における調査結果である

衰退度合計指数 = 小枝の枯損 + 枝葉の密度 + 樹形 + 樹勢

** p < 0.01

見上げて観察したり、100 m 以上離れて樹冠部を観察したり、あるいは、個体の背景に当たる所が山体であったりする。このような場合、小枝の枯損、樹勢、樹形についても詳細な観察を行い、評価することによって、観察しにくい個体のデータの信頼性がより高まると考えられる。したがって、枝葉の密度、小枝の枯損、樹形、樹勢の 4 項目について調査を行うことにより、急峻な日本の山岳地形においても比較的容易にデータが得られ、衰退度の評価ができるものと判断された。

4.2 衰退分布の特徴

本調査対象林分ごとの衰退度合計指数と、各調査地の海拔高度、経度、緯度、谷密度、傾斜区分、起伏量との相関係数を表 5 に示した。海拔高度と緯度は、負の、経度は、正の相関関係がみられたが、谷密度、傾斜区分、起伏量はいずれも、衰退度合計指数との相関係数の絶対値は低く、

強い相関はみられなかった。

そこで、負の相関関係が得られた海拔高度について、高度をランク分けしてそれぞれの調査地点数の割合を求め、図 3 に示した。衰退度合計指数 6.0 以上の明らかな衰退がみられた地点は、海拔高度 250 m 未満で 100%、250 m 以上 500 m 未満で 41.5%、500 m 以上 750 m 未満で 19.2%、750 m 以上では 15.8% となり、海拔高度が低い程、衰退の激しい地点の割合が多く、海拔高度が高くなるに従いその割合は減少し、健全な地点の割合が増加する傾向がみられた。しかし、750 m 以上の地域でも何らかの衰退症状がみられた衰退度合計指数の階級 4.0 以上の地点は、57.9% もあり、高所のモミが全て健全ではなかった。経度については、相関係数が 0.430 であり、図 2 の分布図からも明らかなように西の地域で健全で、東の地域ほど衰退が激しかった。緯度との相関計数は、-0.389 とやや低い、その傾向

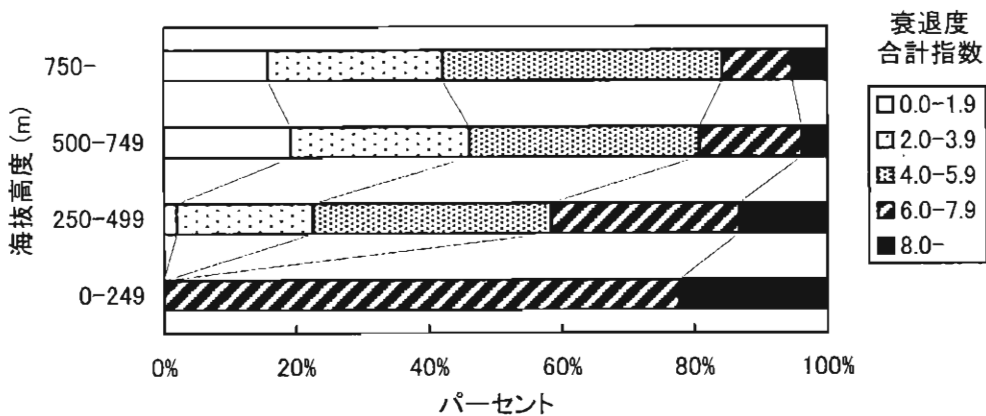


図 3 衰退度合計指数

は、北部で健全な地点が多くみられ、南の地域ほど衰退していた。つまり、東京のモミは、山間部の南東の地域で衰退が激しく、北西の地域で衰退が弱まるという広域的で面的な広がりとの関連性が強く、谷密度、傾斜区分、起伏量のような生育地の地形的要因との関連性はなかった。本研究のモミの衰退分布パターンは、山家 (1978) や高橋ら (1986) が行ったスギの衰退分布と類似していた。

海拔高度については、スギの場合、約 150 m 以下の低海拔高度で衰退が激しく、それ以上の高い地域は健全であることが報告されている (高橋 1986)。本研究のモミは、海拔高度 250 m 未満で明らかな被害が全地域でみられ、低い高度で衰退が激しい傾向はスギと同様であった。しかし、高海拔高度で健全な地点が増加するとはいえ、高度 750 m 以上でも 57.9 % の地点で衰退度合計指数 4.0 以上の衰退がみられ、このうち衰退度合計指数 6.0 以上の明らかな衰退がみられた地点は 15.8 % を占め、標高の高い山間部奥地まで何らかの悪影響が及んでいることが考えられた。これまでにモミ林の衰退に関する調査が行われた海拔高度は、神奈川県の大山 (鈴木 1992) で 400 m から 1,000 m、福岡県の宝満山 (須田ら 1992) で 600 m から 900 m と比較的高い高度で衰退現象が報告されている。衰退原因については、地域によってそれぞれ異なることが考えられるものの、モミは、平野部などの低海拔高度だけでなく、山間部でも衰退現象がみられる樹種であるといえよう。海拔高度と森林被害との関係について、Miller *et al.* (1991) は、南カリフォルニアの山間部において ponderosa pine (*Pinus ponderosa*) と Jeffrey pine (*Pinus jeffreyi*) のオゾンによる可視被害の程度を調査し、海拔高度が高いほど被害が少ない傾向であったと報告している。同じアメリカ西部に位置するシエラネバダにおいても前に述べた 2 種のマツは、同様の傾向がみられたことを Duriscoe and Stolte (1989) は報告し、低海拔で被害が激しいという本研究のモミの結果と同様の傾向を示す事例が示されている。一方、

対照的な報告が、Winner *et al.* (1989) によってなされている。アメリカの東部に位置するブルーリッジ山において、高い高度程、樹木の被害は大きかったとしている。同じアメリカ東部のグレートスモークキー山においても Hildebrand *et al.* (1996) は、black cherry (*Prunus serotina*) と sassafras (*Sassafras albidum*) について同様の報告をしている。これらの相反する結果は、地域や樹種によって、その衰退の主たる原因やメカニズムが異なるためと考えられる。

本研究のモミの衰退原因の解明には、海拔高度の特徴だけでなく、東京の山間部特有の地域特性をさらに詳細に把握することが必要である。そこで、地域特性、特に地形的な観点から 図 2 で示したモミの被害分布の特徴を考察した。特に、西部域に着目すると、檜原から北西方向に位置する谷部の地域や奥多摩から北西方向に位置する谷部での被害が大きい。どちらも山体の南東斜面の谷地形で被害が大きいというこの特徴と、山間部南東部の海拔高度の低い地域や南部の浅川沿いや秋川沿いの地域の被害が大きいことを併せて考えると、モミの衰退地域は、東京の山体の南東に位置する都市域から大気汚染物質が南東の風に乗って移流し、河川を上流に向かってモミに被害を及ぼしている可能性も考えられる。

謝辞

現地調査において多摩森林科学園、東京都水道局水源管理事務所、高尾山ビジターセンター、檜原都民の森、東京都農林水産部林務課氷川出張所、同檜原出張所の方々に多大なる協力を頂いた。本研究をとりまとめるにあたり桜美林大学、大喜多敏一名誉教授にご指導頂いた。ここに感謝する。

引用文献

明田川晋・萩原信介・高橋啓二 (1985) 自然教育園における樹木および森林群落の最近 18 年間の変化. 自然教育園報告 16 : 1 - 38

- Coyne, P. I., Bingham, G. E. (1982) Variation in photosynthesis and stomatal conductance in an Ozone-stressed ponderosa pine stand: light response. *Forest Sci.* 28 : 257 - 273
- Duriscoe, D. M., Stolte, K. W. (1989) Photochemical oxidant injury to ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws) and Jeffrey pine (*Pinus jeffreyi* Grev. and Balf.) in the national parks of the Sierra Nevada of California. In : Olson, R.K., Lefohn, A.S. (eds) Effects of air pollution on western forests. Transactions Ser No 16. Air and Waste Management Association, Pittsburgh, 261 - 278
- Hildebrand, E., Skelly, J. M., Fredericksen, T. S. (1996) Foliar response of ozone-sensitive hardwood tree species from 1991 to 1993 in the Shenandoah National Park, Virginia. *Can. J. For. Res.* 26 : 658 - 669
- Innes, J. L. (1990) Assessment of tree condition. Forestry Commission FieldBook 12. HMSO, London. pp. 96
- Krause, G. H. M., Arndt, U., Brandt, C. J., Bucher, J., Kenk, G., Matzner, E. (1986) Forest decline in Europe : Development and possible causes. *Water, Air, and Soil Pollution* 31 : 647 - 668
- 久野春子・横山 仁 (1991) 大気汚染が針葉樹の光合成、呼吸、蒸散等へ及ぼす影響. 大気環境学会講演要旨集 32 : 293
- Miller, P. R., McBride, J. R., Schilling, S. L. (1991) Chronic ozone injury and associated stresses affect relative competitive capacity of species comprising the California mixed conifer forest type. In : *Memorias del primer simposial nacional, Agricultura sostenible: Una opcion para el desarrollo sin deterioro ambiental.* Available from: Comision de Estudios Ambientales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. Mexico, 161 - 172
- 須田隆一・杉 泰昭・宇都宮彬・大石興弘・濱村研吾 (1992) 酸性降下物等による植物衰退現象の実態／宝満山(福岡県)のモミ. *資源環境対策* 28 : 1344 - 1348
- 鈴木 清 (1992) 神奈川県大山のモミ林枯損経緯とその周辺地域の年輪幅の変化. *神奈川県林試研報* 19 : 23 - 42
- 鈴木由告・秋山好則 (1980) 狭山丘陵におけるモミ林の発達過程. *千葉生物誌* 29 (2) : 53 - 64
- 鈴木由告 (1981) 武蔵野台地と狭山丘陵のモミ林. *武蔵野* 59 (2) : 25 - 28
- 高橋啓二・沖津 進・植田洋匡 (1986) 関東地方におけるスギの衰退と酸性降下物による可能性. *森林立地* 28 : 11 - 17
- 埴田 宏 (1998) 樹木の活力度(衰退度). *森林科学* 23 : 31
- 東京都環境保全局自然保護部 (1987) 東京都現存植生図 1987 年度版
- 東京都労働経済局農林水産部農地緑生課 (1994) 土地分類基本調査 秩父・五日市・三峰・丹波 1994 年版. pp. 91
- 東京都労働経済局農林水産部農地緑生課 (1995) 土地分類基本調査 八王子・藤沢・上野原 1995 年版. pp. 82
- 東京都労働経済局農林水産部農地緑生課 (1996) 土地分類基本調査 川越・青梅 1996 年版. pp. 107
- 山家義人 (1973) 東京都内における樹木衰退の実態. *林試研報* 257 : 101 - 107
- 山家義人 (1978) 都市域における環境悪化の指標としての樹木衰退と微生物相の変動. *林試研報* 301 : 119 - 129
- Winner, W. E., Lefohn, A. S., Cotter, I. S., Greitner, C. S., Nellessen, J., McEvoy, L. R. Jr, Olsen, R. L., Atkinson, C. J., Moore, L. D. (1989) Plant responses to elevational gradients of O₃ exposures in Virginia. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 86 : 8828 - 8832

Forest decline on the mountains of western Tokyo

I . Distribution of the decline of Momi fir

ARAI Kazushi¹, KUNO Haruko¹, SUZUKI Hajime² and TOTAKE Yukitoshi¹

¹ Tokyo Metro. For. Exp. Sta. ² Formerly, Tokyo Metro. For. Exp. Sta.

Abstract : In order to determine the distribution of *Abies firma* Sieb. et Zucc. (Momi fir) decline in mountains of western Tokyo, 107 sites (618 individuals) were studied from 1992 to 1993 for the evaluation of the decline. The percentage of the declined trees, whose rank was 2 or more, as regards twig death and crown density, was 45.2%, and 45.6% respectively. The decline of *Abies firma* was unrelated to geographical factors, that is, slope classification and valley density. On the other hand, there was a correlation between the decline and longitude and latitude of the site, indicating that the decline was observed in the southeastern area and slightly damaged area was northwestern part of mountains of Tokyo. But there was severe fir decline in a part of valley located in northwestern area. As regards altitude, the decline was severe in a low region of 250 m or less in altitude, and healthy in high altitude. However, even at height of 750 m or more slight decline of 57.9 % was observed.

Key words : forest decline, fir, *Abies*, health of tree, pollution, Tokyo