

論文

スギ衰退の地域的特徴

小山 功

要 旨

都市のスギは、一般に大径木ほど衰退が大きくなる傾向がみられる。このことに着目し、都心等に残っている小樹径の少数のスギの衰退度調査を行い、各地点ごとに衰退パターンに分類し、スギ衰退地域推定図を作成した。

衰退パターンAは生育の正常な地域、Bは衰退が見れる地域、Cは衰退の大きい地域、Dは衰退の激しい地域、Eは生育の困難な地域の5段階とした。

東部地域に生育していたスギは、小径木だけであり、Dパターンであった。武蔵野には大径木もあったが、衰退が大きく、Cパターンであった。西部の山麓には1mφを越える大径木が多数残っていたが、衰退が少し進んだ、Bパターンであった。山間部の人里離れた地点には生育のよい大径木があり、Aパターンであった。

スギの衰退は、踏圧、病虫害、土壌の適否、地下水位の変動等の因子だけの原因説明では不十分であった。また、100年間の降水量等の気象条件、地下水位を調べたが、際立った変化は見出せなかった。

1 はじめに

近年、丹沢のモミ、赤城山のシラカバ等の樹木の衰退が酸性雨、酸性ガスを含めた酸性大気汚染との関連で注目されるようになってきた。北欧等の樹木の衰退は、一時期酸性雨が主原因と言われていたが、最近では土壌の酸性化、ガスを含めた酸性汚染やストレス説など諸説が唱えられている。

以前から東京の都心を中心に関東一円でスギの樹冠等の衰退現象は見られていた¹⁾。近年スギの衰退が問題になると、環境庁と林野庁は共同で、スギの衰退原因を調査した²⁾。衰退は、土壌の不適合性や病虫害等の原因のみでは、説明しきれず、他に広域的な被害を説明できる因子が必要であった。

東部では既にスギは消滅したと思われていたが、少数の地点では、生存していた。しかし、小樹径のみに片寄る傾向があったため、衰退度比較を困難にしていた。衰退の地域特性を明らかにするため、地点ごとに樹径と衰退度の関係をパターン分類し、衰退の地域分布図を作成し、検討した。

スギ衰退と酸性大気汚染との因果関係解明は今後の課題であるが、衰退の状況からみて、広域に共通する衰退因子の一つとしての疑いが残った。

2 調査方法

(1) 観察地等

- ① 観察地：都市公園、神社仏閣の境内林、参道、屋敷林等
- ② 生育地の傾斜角及びその方向測定：クリノメーターによる測定
- ③ 観察期間：平成元年度（主に冬季に観察）

(2) 樹径測定法等

- ① 樹径測定：輪尺または指幅法を用いた計測高：地上1.3m（スギ生育場所が斜面地の場合は最も高い地面の位置より計測）
- 胸高周囲長や日通り直径という場合の地上高は、以前は4尺（約1.2m）であったが、近年は1.3mが用いられているので、それに従うことにした。ただし、その位置が溝腐病等で幹が変形していた時は、少し上部で計測し

た。

② 衰退度観察：地上からの目視観察

補足的に写真判定法、飛行船からの観察も試みた。

(3) 衰退度評価法

着葉量、葉色、成長量及び根の状態等の総合的な樹勢は樹形として現れる傾向にあった。また、樹形観察は、迅速に出来るため、少人数による大量の調査に向いていると考えられた。

本調査は、樹形観察測定を中心に行った。

評価法は山家の方法⁶⁾をさらに0.5区分にし、衰退度評価精度を高めた。原則として、衰退度は樹冠付近の形状及び密度で評価した。評価基準を図1に示す。1.0は円錐形で、葉の密度が高いもの(若年木の場合、正常)、1.5は円錐形の先のみ丸みを帯びたもの、2.0は丸傘形(大径木の場合、正常)、2.5丸傘形で、葉の密度が高いもの、3.0は丸傘の形が崩れているもの、3.5は上部枝の枯損が僅かに見られるもの、4.0は樹冠枯損が見つかったもの、4.5は樹冠付近の葉がないもの、5.0は上部の枯枝が大きく、不定芽が目立つもの、5.5は不定芽も衰えているもの、6.0は全体の枯れである。

樹冠の伸びはあるが、中下部の樹勢が悪いものがあったが、その場合は衰退度1.5-4.5とした。また、樹冠直下の葉付きのないものは3.5とした。

(4) パターン分類基準

スギの樹径や衰退度は地点ごとに異なっており、近隣地点でも平均衰退度はばらつきが大きかった。統一的に評価を行うため、樹径と衰退度のパターン化し図2を作成した。A~Eの5区分のパターンに分類した。

Aパターンは、スギの生育がほぼ正常で、直径1mφを越える大径木の衰退度が3未満の地点とした。樹高がある程度の高さになると、成長は止まるため、30mH程度の大径木の場合、衰退度2は正常なことを示していた。

Bパターンは、大径木は残っているが、衰退が進んだ場合である。1.0mφで衰退度3.5以上、60cmφで衰退度2.5-3.5の地点とした。

Cパターンは、60cmφの衰退度が4.0-5.0の地点とした。

Dパターンは、30cmφで衰退度3.5-4.5、また40cmφ程度以上のスギは殆ど生育していなかった地点とした。

Eパターンは樹径30cmφ未満のスギがそろそろ生育する地点とし、衰退度は30cmφで3.5-4.5とした。

3 調査結果

(1) 指幅法と輪尺、直径巻尺との樹径比較

スギは樹皮が滑らかではなく、大径木ほど樹皮の反り返りが激しかった。溝腐病が1m前後を中心に発生していた場合をよく見掛けた。特に1.0mφを超える大径木の場合、1-2mの高さ付近までは根元から洞が太くなっ

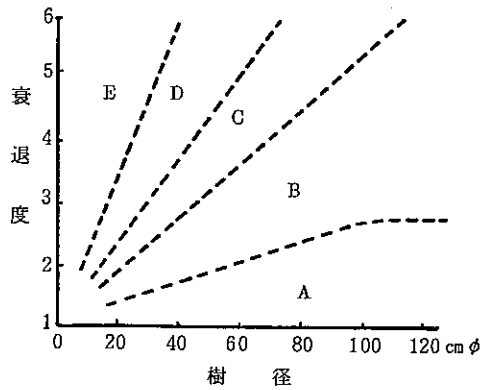


図2 樹径と衰退度の関係

(衰退度基準)

- 1: 若木の正常 (円錐形) 2: 壮~老年木の正常 (丸傘形)
- 3: 樹形変形 4: 樹冠破損 5: 上枝枯死 6: 枯死

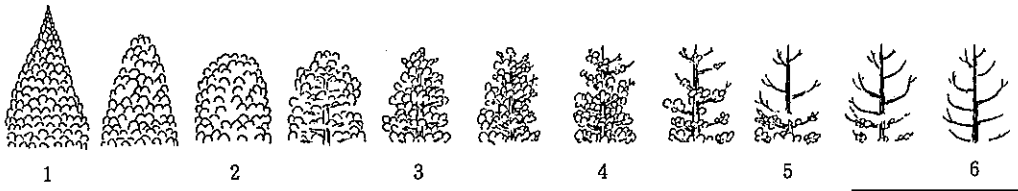


図1 衰退判定基準

ていたり、根の地上露出があったが、胸高の位置の取り方によって樹径が大きく増減した。従って、正確な樹径または周囲長を測ることは困難であった。

一般に樹の大きさの表示は、胸高直径または胸高周囲長と高さで行われるが、本法では前者を用いた。指幅法と輪尺及び直径巻尺との直径測定の結果を図3、4に示した。1.0m ϕ まではほぼ一致していた。大量処理や急を要する場合は指幅法で測定しても、誤差は少なく、実用に耐えることがわかった。

(2) 生育地について

スギの生育場所は、林業地を除けば、群 (0.1-0.01ha)

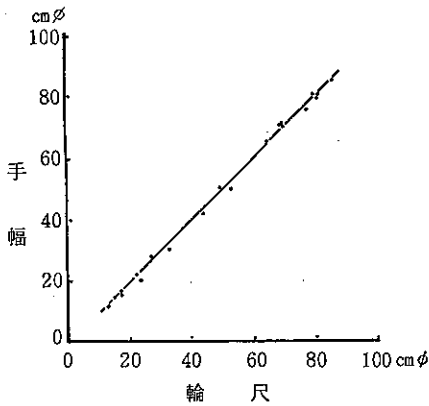


図3 手幅法と輪尺法との比較

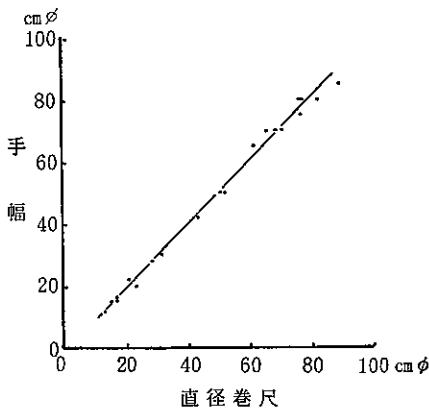


図4 手幅法と直径巻尺法との比較

または小群 (0.01ha以下) の狭い面積のところが多く、林分 (1ha以上) と言われるような地点は少なかった。従って1地点では生育本数も限られていた。また、人工林であるため、樹径にムラのある場合が多かった。

スギの生育場所は、山沿いに遍在していた。特に東部では、生育しているも小径木だけのため、スギ自体を見落すことが多かった。

林業地、東部を除けば多くの場合、スギ林は東~南~西下がりの斜面地に生存していた。

(3) 衰退 (樹勢) の特徴

都市で見られる衰退は、樹冠の成長の低下に始まり、葉付年数の短縮、太枝先の新芽発生停止及び枯損、樹冠枯損から下部の枯損へと進む傾向にあった。また、幹付近から一時期不定芽枝が発生するなど回復傾向にあるかに見えたが、不可逆的に進行していくようであった。

同一地点でスギの樹勢を比較すると、大径木ほど衰退が激しい傾向にあった。

衰退の大きい地点では、若木の場合、樹冠の成長力があるにもかかわらず、脇枝の成長が停止したり、枯損したため、樹形を損なうことがあった。

スギ全体が急速に枯れていた例が何カ所かで見られたが、根元付近への土砂の積み上げや堰の構築等の原因と推定される場合が多かった。

(4) 衰退の地点点特徴 (代表的な事例)

ア. 五日市町の大悲願寺

本寺は、関東平野の西、奥多摩の山塊の前峰の裾野、多摩川の支流、秋川沿いに位置している。東側が秋留台地の畑で、北~西側が低山になっていた。南側の河岸段丘は緩やかな南下がり川まで続いていた。

付近は農村地帯で、人家がまばらにあった。門前の4m道路を近年アスファルト舗装されたこと、南約20mにJR五日市線 (単線) が通っている他は昔のままであった。

本堂の回りには1m ϕ 以上の大径木があり、衰退度の平均値を上げていた。調査木16本中の平均衰退度は3.0、40cm ϕ 以上14本中の平均衰退度は3.3、40cm ϕ 以上のスギ14本中の衰退度4.0以上は4本あった (図6-2)。また、山門脇の大径木の衰退が大きく、枯損が大であるという印象を強く受ける傾向があった。

調査した区域外には、多数のスギがあったが、まだ若木が多く、生育はよかった。これらの固体を含めると平

均衰退度は逆に小さくなると思われた。

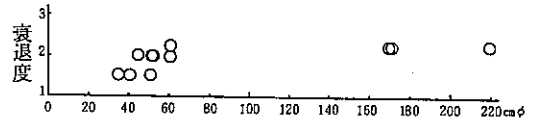
イ. 多摩御陵

八王子盆地の西端で、高尾山麓の小高い丘に囲まれた位置にある。以前は薪炭林であったと思われるが、大正天皇の御陵の参道を作るときにスギは植えられた。

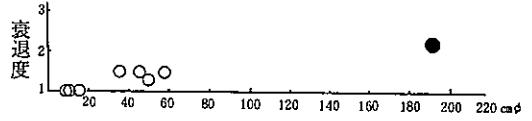
参道は幅約10mで、両側に一定間隔置きに30-50cmφのスギが植栽されていたが、衰退度は1.5-2.5であった(図6-3)。当地のスギは根踏はなく、日照等の環境条件も非常に良かった。

ウ. 高尾山薬王院

高尾山の麓から寺までの参道にスギが植えられていた。途中一部は欠落していたが、太いものは2mφもあり、都の天然記念物に指定されていた。調査した境内や参道



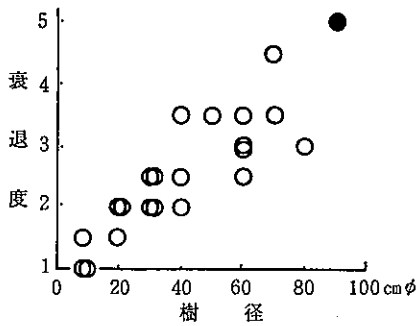
(1) 安楽寺(青梅市)



(2) 五柱神社(五日市)

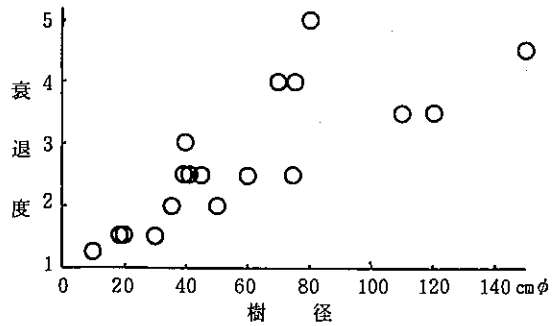
●: 南北方向 190, 東西方向 220 cmφ

図5 Aパターンの衰退度と樹径

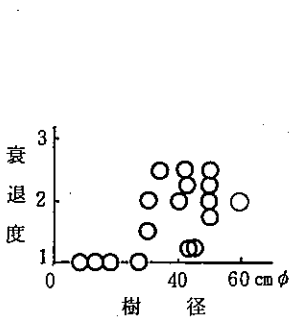


(1) 一本杉公園(多摩市)

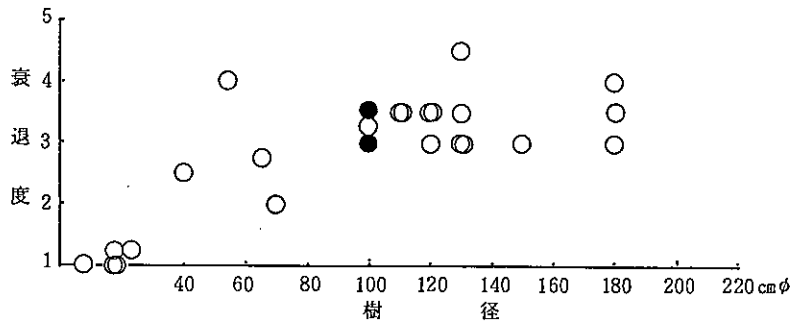
●: 衰退が激しく、一度樹冠、上部枝先は全て枯損した



(2) 大悲願寺(五日市市)



(3) 多摩御陵(八王子市)



(4) 高尾山薬王院(八王子市:海拔約550m)

●: 幹の途中から切られていたスギ

図6 Bパターンの衰退度と樹径

は、海拔 500-540mあり、1mφ以上の大径木が多数あったが、衰退が大きかった。図6-4に示す。衰退のきっかけは、1969年と1973年の2回の台風とされていた。

高尾山以外の標高500m以上地点では御岳山にもスギがあったが衰退していた。

エ. 練馬区の石神井公園

石神井城址から北側の池までの間に植えられていた。スギは、東京では数少ない北下りの斜面地に生育していた。

マツや雑木との混合林で、間伐を行わないため、樹林密度は高過ぎ、日照不足からの衰退も加味しなければならない状態であった(図7-1)。

オ. 調布市の深大寺

台地の南側のハケ(湧水地)付近に生育していた。台地の多くは、以前は畑であったが、寺の北側を現在は植物園等の緑地になっている。

寺の山門脇には、1.1mφのスギがあったが、衰退が激しく、約8mで切られていた。幹の途中から出た1本の太枝がそのまま発達するかにみえたが、最近その枝先も枯れ、太枝の途中から不定芽が発生していた。不定芽が発生してきた場合は、再生力を維持していると見なされているが、ここの場合は、さらに衰退が進行したと見なすべきであろう。

カ. 明治神宮

周囲1km四方もあるほぼ平坦な大きな森で、中に湧水があった。70年前に神社の鎮座と同時に植林したが、当時の針葉樹と広葉樹の比率7:3であった。その後、自然状態に任されていたため、有機層の堆積は厚かった。

針葉樹は、マツ、ヒノキ、モミ、スギ等であったが、針葉樹から広葉樹への遷移があり、針葉樹と広葉樹の比率は2:8程度に減少していた。その中でスギが最も衰退していた。図7-3に衰退度と樹径との関係を示した。広葉樹に圧迫されたのが先か、元々の衰退が先かは不明であった。

キ. 柴又帝釈天

このスギは東京で最も東にあり、鐘楼の脇に数本生育していた。樹径の割りに衰退の進みが大きく、生育の悪い地点の一つであった(図8-1)。低湿地であり、土壌もあまりよくなかった。

ク. 青梅市北東部の安楽寺の大スギ

埼玉県との都県境の丘陵下部に位置し、前方は南下がりの畑に面している純農山村地帯である。数km南にも小さな丘陵が横たわっているため、付近交通量は非常に少なかった。裏山はスギ中心でマツと雑木林であった。

山門脇にある3本のうちの1本の大スギが、都の天然記念物になっていた。都教育庁の案内板によると目通り高さの周囲長は大正13(1924)年に6.06m、昭和44(1969)年に6.23mであった。太根は地上に現れていたため、どこから1.3mの高さにするかで周囲長は大幅に変るが、今回の計測では6.53mあった。

50-60cmφ以上のものは樹冠の伸長量が少なくなり、丸びを帯びていた。また、1.5mφある大スギは3本共衰退度2.5であった(図5-1)。

(5) 衰退のパターンの地域分類

Aパターンは、青梅市成木の安楽寺、五日市町養沢の五柱神社(図5-2)などであった。人家、交通量が少なく、

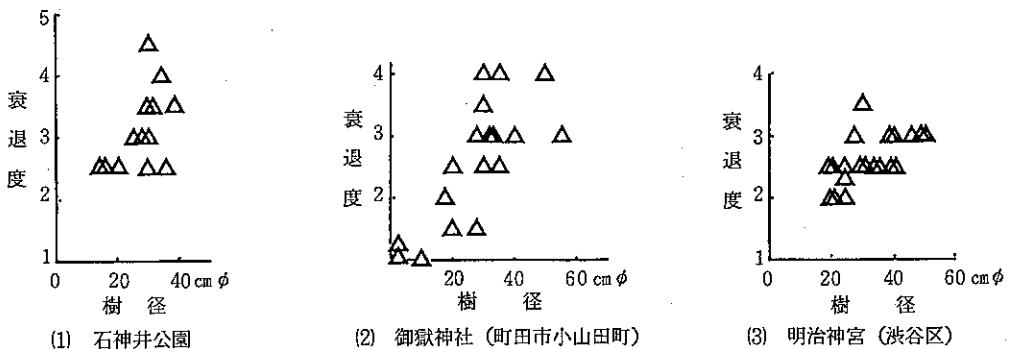


図7 Cパターンの衰退度と樹径

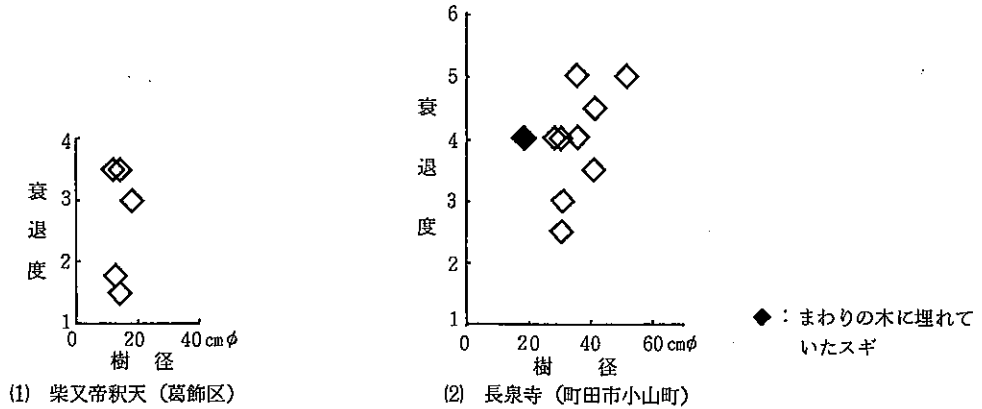


図8 Dパターンの衰退度と樹径

その上、山に囲まれているため遠方の汚染ガスに接することも少ないと思われた。

Bパターンには、秋川市の秋川神社、五日市町の大悲願寺、檜原村の春日神社、青梅市の和田乃神社、それに多摩丘陵でも奥まった位置にある多摩市の一本杉公園(図6-1)や町田市の大泉寺などであった。これらの地域では、1mφ前後のスギが多少残っていた。

武蔵野の真中にある多磨霊園の近隣地域ではCパターンであったが、霊園が広いのかBパターンであった。

Cパターンは、練馬区の石神井公園、深大寺・神代植物公園、町田市小山町の御獄神社図7-2などが典型的であった。

調布市の深大寺と神代植物公園内のスギは隣接して生育していたため、同一地点として扱ったが、Bに近いCパターンであった。

Dパターンは、葛飾区柴又帝釈天、多摩丘陵の西側斜面地にある町田市小山町の長泉寺図8-2、八王子市檜原の鹿島神社等であった。

(6) 特異的な衰退パターン

大悲願寺の衰退パターンを見ると、衰退の大きいグループと衰退の緩慢なグループに分かれる傾向にあった。同様の傾向を持った地点は、深大寺、八王子市檜原の鹿島神社、町田市相原の諏訪神社、同地の青木家の墓地、秋川市の両武主神社等であった。

同樹径で衰退度が2.5以上開いていた地点は深大寺、町田市の長泉寺、八王子市の鹿島神社、同市由木の長慶寺、多磨霊園、武蔵村山市の十二所神社、同市長円禅寺

等であった。

4 衰退地域推定図の作成

3(5)で分類したA~Eのパターン分布から地域特性を推定したのが、図9である。

Aパターンは、西部山岳地帯の交通の少ない人里離れ、しかも丘陵や山に囲まれた地域であった。

Bパターンの地域は、狭山丘陵から青梅北部を通り奥多摩まで、青梅から五日市、秋川を通り八王子盆地を西から南であった。また、五日市からは松原の街道沿いに入り込んでいた。多摩ニュータウン南部と小野路の環境保全地域周辺の緑地帯にもあった。

Cパターンの地域は、八王子盆地、武蔵野及び町田市の相模原側であった。この地域には、大径木のスギは殆ど残っておらず、50cmφ以下の小径木が多かった。

Dパターンの地域は、隅田川以東、八王子盆地、町田の中心部寄り等であった。

5 大気汚染地図

スギと大気汚染との関係は、まだ不明な点も多い。

参考までに、降水中のpH等の汚染地図と経年的変化を図9に示した。

多摩・武蔵野地域が若干低い傾向にあった。初期1mm降水では顕著であった。東部と西部の地域とはpHは似ているが、ECでは差があり、東部の方が高かった。東部は、Ca²⁺等の粉じん混入率が高かったため、pHは上ると考えられた。しかし、経年的には、変動の範囲であっ

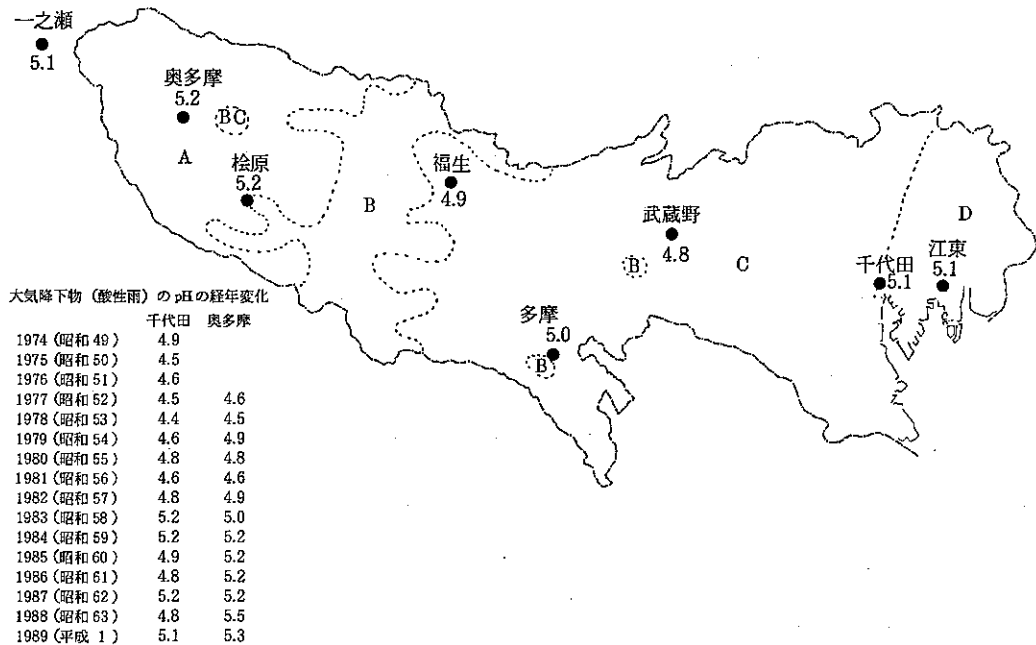


図9 スギ衰退パターンと酸性降下物中のpH (1988)

● : 酸性降下物捕集地点, 数値は pH 値
 A : ほぼ正常 B : 衰退あり C : 衰退大 D : 衰退激甚

た。

SO₂濃度は都心が高く、西部に向かい低下する傾向にあった。1960年代は、都心部では0.2、0.3ppmを越えたが、1966年を最高に年々下り、現在は当時の1/7以下の濃度になった。

NO₂濃度の地域分布は、都心部と北から練馬にかけてが高い傾向であった。西部では下る傾向にあった。経年的には、都心部で1978年を最高に横ばいから漸減傾向にあった。しかし、多摩部においては僅かに増加傾向にあり、都心部の濃度に近づいていた。

O₃濃度は他のガスとは異なり、武蔵野や多摩で高濃度になる傾向があった。経年的には1978年以降横ばいの状態が続いてきた。

6 地下水位, 気温, 湿度, 降水量とスギの衰退

1990年から深井戸の地下水位の変化を調べたが、経年変化とスギ衰退を顕著に関係付けるような結果は得られなかった。また、浅井戸の水位はどうかも調べた。地点数は多くないが、五日市の大悲願寺など地点では正常に

使えていた。

気候や気象の変動が影響しているかどうか、東京管区気象台の気温、湿度、降水量、降水日数等の1876年からのデータでは、経年変化とスギ衰退を明確に関係付けるような結果は得られなかった。

7 考 察

(1) 生育について

都心部にもスギが生育していることがわかった。京浜東北線以東で、10本以上まとまって生育していた地点はなく、江東や葛飾等では単数または数本であった。

武蔵野台地では、生育していた地域は点在していたが、各地点とも多くはなかった。1mφを越える大径木は、深大寺等の地点のみであった。

山間部や西部の山沿い地域の社寺林には、1mφを越える大径木が多く残っていた。

標高500m以上ある高尾山や御岳山でも大径木は衰退していた。

(2) 衰退の特徴

ア. 衰退の進行について

衰退の進行は、樹形の変形、即ち梢端付近の部分的欠落、着葉年数の現象、着葉密度の低下、樹冠や梢端部分の枯損、さらに下部の幹や太枝の枯損へと進んでいた。深大寺の大スギは、衰退が大きく、最後に残った下部の太枝も枯れ、太枝の元から萌芽枝の発生となっていた。今後の推移が注目される場所である。

イ. 径による衰退の違い

同一パターンでも、大径木は衰退が大きいため、小径木のみ地点より衰退が激しく印象付けられる傾向にあった。

ウ. 同一地点で衰退線が2本になる傾向のある地点について

樹径が細い割に衰退の大きい固体があったことによる。その原因は、建物等の至近距離からの影響が考えられたが、原因不明な地点もあった。

エ. 同一樹径で衰退差が大、または衰退度が同じであるが樹径差が大の場合について

同樹径で衰退度が2.5以上開いていた地点や同一衰退度でも樹径が50cm以上差のあった地点は、どちらの現象も衰退の進行の大きな地点であった。

局所的に踏み固められていたなどの環境条件の違いが大きい地点でもあった。

(3) 葉の生育年数等

スギは陽樹で頂芽優先性及び単軸分枝性が強い樹種である¹⁰⁾。十分に陽光を得られる時の自然樹形は、若い固体では、伸長成長が盛んなため梢端の鋭い円錐型になる。樹冠がある高さ以上になると揚水力や風雪等の関係で、丸みを帯びるようになるが、その高さは、地点ごとに異なっていた。この場合は、葉の色、密度、着葉年数と非常によかった。

着葉年数は、若木の場合は短く3年程度で、生育のよい老大木になると6-7年になっていた。

五日市の子生神社の1.6mφの大スギが、衰退が激しくなってきたため、2年前に切られた。その年輪解析から1940年頃から急激に衰退が進んでいたことがわかった。八王子の梶原スギ(元東京都天然記念物)、府中の大國魂神社等の何地点かでも同様な傾向が見られた。

(4) パターン分類について

Aパターンの地点は、少なかったが、2mφを超す大径木でも、生育が比較的好かった。

Bパターンの地点の多くは、1mφ前後の大径木が残っていた。

大径木は比較的良好な姿を示していたが、ここ1-2年で衰退度が0.5程度上っていた。また、西部の林業地には多数のスギが植林されていたが、比較的環境のよい場所にある上、樹径は4-50cmφ止まりのため、衰退が目立つことは少なかった。林業地での問題は、最近の人手不足から手入れが行われなかったため、もやし状の樹林ができてしまい、少量の積雪等で折れたり、枯れたりすることにあった。

(5) 酸性大気汚染との関係

スギは以前に中〜東部地域にも多数の地点で生育していた⁶⁾。谷保の天満宮、府中の八幡宮等にその痕跡が多少残っていた¹¹⁾。1960年代の大気汚染の激甚であった時代に、平野部ではスギの衰退が激しくまた、急激な都市化の影響もあり、伐採されていった。

現在のところ、酸性大気汚染がどの程度関与しているかどうかは明らかでない。さらに、霧の成分測定や年輪幅解析等の履歴的な解析も重視する必要があるろう。

(6) 地下水位と気象等の影響の有無

まだ、少数例だが、五日市、八王子、町田、府中等から得られたスギの年輪の衰退は半世紀前から進行していたが、気温、降水量等の気象から見て、このことを顕著に裏付けるような結果は得られなかった。

地下水位、降水量、気温、湿度と都市特有のスギ衰退とは明らかな因果関係はなさそうであった。

7 ま と め

林業の地点を除くと、スギの生育地点は、主に神社仏閣であった。大気汚染の激甚であった1960年代に、中〜東部では多くのスギは衰退し、伐採された。このため、現時点ではスギの分布は地点数的にも本数的にも西多東少であった。

都市を中心とした大径木の衰退は、樹冠から枯れるという特徴を示していた。40-50cmφまでのスギは、脇枝の方が先に衰退することがあった。

一般に同一地点では、樹径が大きくなると衰退も大きかった。

植林等による樹齡にムラがある場合、一定樹径以上の平均的衰退度表示よりパターンによる評価法の方が、環境影響表示法として適していた。

パターン分類はA~Eまでとした。Aは正常で、Eは殆ど生育不可能な地点とした。

本評価法によれば、城東方面の低湿地及び八王子盆地の中心地等はDパターン（生育の非常に悪い地域）であった。

武蔵野台地から多摩丘陵の開発地域まではCパターン（生育の悪い地域）であった。

狭山丘陵から青梅北部を通り、五日市、檜原村、奥多摩の一部がBパターン（樹勢が衰え出した地域）であった。多摩丘陵の一部及び平野に面している高尾山頂等もこのパターンであった。

青梅の都県境から五日市にかけての奥地の大径木は、樹勢が殆ど衰えていない地域であり、Aパターンであった。

わが国では、標高100-200m程度以下の平野で衰退が進むと言われていたが、高尾山や御岳山は500m以上あるが、そこでも衰退が認められた。

3年前の衰退の形態の写真と¹²⁾比較して見ると、各地点とも、当時の衰退に比べ、現在は0.5-1.0程度進んでいた。

8 おわりに

スギは比較的自然条件の変化には耐えられるといわれている。乾燥害等にも強いという。

東京で樹径が最も太いスギは、高尾山の飯盛スギで、直径2.4mφと言われている。このほか2mを超えるものは、安楽寺のヤドリスギ2.2mφ、天狗の腰掛杉2.2mφ、つぎが五柱神社の1.9×2.3mφ、等である。これらの場所は生育環境もよく、酸性大気汚染の少ないと思われる場所であった。しかし、最近これらのスギにも衰退の徴候が見られてきた。

自然災害による枯損と人為的な影響をどの程度見積もればよいのか、課題が残ったが、東京のスギの衰退状況から全体的に共通の原因がありそうである。

本格的な萌芽枝及び衰退形態の研究もこれからである。

なお、これまでの調査結果では、酸性大気汚染とスギの衰退の因果関係は得られなかったが、この両者の関係

については、さらに検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 杉本龍志, 相原啓次, 古川昭雄: 森林衰退の現状—丹沢大山モミ林の場合, 第30回大気汚染学会講演予講集 364 (1989)
- 2) Schutt, P.; Cowling, E.B.: Waldsterben, a general decline of forest in central Europe; symptoms; development and possible causes, Plant Disease, 69, 548-558 (1985)
- 3) 高橋啓二: 酸性降水と森林被害, 酸性雨: 土壌・植生への影響 65 (公害研究対策センター) (1990. 5)
- 4) 山家義家: 東京都内における樹木衰退の実態, 林業試験場研究報告No.257, 101-107(1973)
- 5) 昭和60年度関東地域におけるスギ林の衰退と酸性降水物の影響に関する緊急実態調査報告書 (昭和61年9月) 環境庁大気保全局・環境庁水質保全局・農林水産省林野庁
昭和61年度関東地域におけるスギ林の衰退と酸性降水物の影響に関する緊急実態調査報告書 (昭和63年3月) 環境庁大気保全局・環境庁水質保全局・農林水産省林野庁
- 6) 山家義家: 都市域における環境悪化の指標としての樹木の衰退と微生物層の変動, 林業試験場研究報告 No.301, 119-129(1978)
- 7) 東京都環境保全局大気保全部: 大気汚染常時測定局測定結果報告—経年報 (昭和63年度)
- 8) 東京都土木研究所: 平成元年度地盤沈下報告書 (1989)
- 9) 東京管区気象台: 東京都気象月報 (1874-1989)
- 10) 井上敏雄: スギ林の衰退と酸性雨, 酸性雨: 土壌・植生への影響 65 (公害研究対策センター)
- 11) 小山功: 大橋毅: スギの活力調査について, 東京都行政交流雑誌 (昭和62年度)
- 12) 小山功: 都内のスギの樹勢衰退状況 (写真), 東京都環境科学研究所年報69-73 (1988)