

都内のスギ、ケヤキ生育調査

大橋 毅 菅 邦子

要 旨

東京都内平地部のケヤキとスギについて樹勢調査を実施した。都立公園のケヤキは過去10年間、樹勢の変化がほとんどなく比較的良好であった。しかし、社寺林等比較的規模が小さい緑地に残された大きなケヤキは規模の大きな都立公園のケヤキよりやや樹勢が悪い傾向にあることが明かとなった。地域的にみると江戸川沿いの沖積土壌地域と練馬、三鷹、調布等の標高50mの地域でやや樹勢の衰えた大ケヤキが目だつように見受けられた。

一方、胸高直径30cm以上のスギは標高50mの地域から西に生育していた。スギの樹勢はケヤキより明らかに悪く、青梅やあきる野の市街地付近では大木が衰退していた。同一地点に生育する樹木を衰退が進んでいる順に並べるとスギ、ヒノキ、ケヤキ、シラカシ、イチョウとなった。この順は水ストレスを受けやすい樹木の順とほぼ一致しており、スギの衰退を検討するに当たり水ストレスを無視することはできないと考えられた。表層土壌pHとスギの樹勢には明かな関係が認められなかった。スギの衰退原因を特定する事はできなかったが、都市化や開発等に関係があるとみられ、西部地域では今後も都市化に伴ってスギの衰退が進行すると予想された。

The activity of *Zelkova serrata* and *Cryptomeria japonica* in Tokyo.

Takeshi Oohashi and Kuniko Suga

Summary

We have investigated the activity of *Zelkova serrata* and *Cryptomeria japonica* in Tokyo.

Z. serrata growing in broad and woody site (e.g. Yoyogi park) were relatively high in activity and its trend showed no change within a decade. But *Z. serrata* in some narrow site had somewhat lower activity than in broad site, particularly in survey site at Nerima, Mitaka and Tyoufu city. Activities of *C. japonica*, larger than 30cm diameter, were clearly lower than that of *Z. serrata*.

Activity was compared among *C. Japonica*, *Z. serrata*, *Chamaecyparis obtusa*, *Ginkgo biloba* and *Quercus myrsinaefolia* growing on the same site. It was very clear that *C. japonica* had the lowest activity compared to other species. Then, it could be expected that *C. japonica* will be more weakened by rapid urbanization in west suburban and country area in Tokyo.

1 はじめに

東京都環境科学研究所では1971年から都立公園を主な対象地点として樹木衰退度調査を実施してきた^{1),2)}。調査開始当初は都心部を中心としてシイ、シラカシ、ケヤ

キをはじめ多くの常緑および落葉広葉樹の衰退が認められ、二酸化硫黄による大気汚染がその主な原因と推定された。当時すでに23区内のスギの生育はわずかで調査対象からはずされておられ、この地域の潜在植生であるシイ、

シラカシも耐性限界を越え、このままの濃度で大気汚染が続くと姿を消してしまうとまでいわれていた³⁾。

その後、二酸化硫黄による大気汚染が改善されるとともにケヤキの樹勢が回復してきた⁴⁾。しかしスギの衰退は西部地域へと進行し、ここ20年で西部丘陵地帯から山間部へと拡大している^{5),6)}。全国的にも各地でスギの衰退が確認されており、スギ衰退の原因は1960年代にピークに達した二酸化硫黄による大気汚染だけでなく、光化学スモッグ、乾燥化、酸性雨など都市化の進行に伴う様々な環境要因が考えられている^{7),8),9),10)}。しかし、スギの衰退を明確に説明する定説はまだないと言ってよい状況にある。そこで、我々は、樹木の生育状況を調査し、衰退要因を検討することを主な目的として1992年～1995年にスギ、ケヤキの樹木調査を実施した。

2 調査方法

(1) 調査樹種及び調査期間

ケヤキは1992年～1993年の7月、スギは1994年から1995年の冬期に調査した。

(2) 調査地点

調査地域は都市部～西部地域までの山間部を除く都内全域とし、都立公園、神社仏閣、屋敷林等、比較的大きな緑地を調査対象とした。ただし、スギは23区内にはほとんど無く、ケヤキは23区内の方が多い、など樹種によって調査地点の分布に片寄りがあった。調査地点数はケヤキ67地点、スギ31地点である。調査木の胸高直径はケヤキ、スギともに原則として30cm以上とした。

(3) 樹勢評価方法

ケヤキは科学技術庁資源調査会の調査方法に準じ⁴⁾、胸高直径、樹勢、樹形、枝葉の密度、梢端の枯損、枝の伸長量、葉の大きさ、葉色、落葉、ネクロシスの10項目について評価した。

スギでは胸高直径、樹勢、樹形、枝葉の密度の4項目はケヤキと同じ評価法を用い、その他「全体評価」、「先枯れ」、「中枯れ」の3項目を調べた。全体評価は調査木を含めた調査区域全体のスギ生育状況の感覚的な一括評価である。先枯れは、先端部の幹や枝の枯損程度を評価したもので、山家の方法¹¹⁾を基準とした。中枯れは、中位枝の枯れが先端部の枯れに先行する現象がしばしば認められたため調べたものである。

ケヤキは過去との比較のため1～4の4段階評価とし

た。スギは衰退が進んでいるためケヤキの評価4を4と5に分けて5段階評価とした。なお、評価値が大きいほど悪いことを示しており、評価値1が正常、2は都市部では普通、3は悪い、4はかなり悪化している、評価値5が枯死または枯死寸前で最も悪い、とした。なお、調査樹の選定に当たっては、落雷、病虫害、被圧、開発等による樹木直近環境の激変など明かな衰退原因が推測できるものを除外した。

(4) 土壌pHの測定

スギの調査木に対し原則として斜面では上下左右4方向、平地では東西南北4方向で表層土壌(0～5cm)を採取し、混合して土壌pH及びECを測定した。根元から採取ポイントまでの距離は、対象樹木の胸高直径が100cm以上の大きなものでは2～3m、直径100cm未満では約1m離れた地点とした。腐植が豊富なスギ林内の土壌では、乾土の2.5倍量の水添加ではpHの測定ができない場合があったので、20倍量の水を添加、攪拌し、25℃で約1時間放置後、0.45ミクロンのメンブレンフィルターで上澄みをろ過して測定した。

3 調査結果

(1) ケヤキ

ア 樹勢分布

図1のケヤキの樹勢分布からわかるように樹勢が明らかに悪い(樹勢3.0以上)地域はわずかであった。やや悪い地点(樹勢2.5以上3.0未満)も比較的少なく全調査地点の約1/4で、その分布は以下に示すように大きく3つの地域に分けられた。

一つは江戸川、足立などの沖積土壌地域でケヤキの生育には適しておらず、1960年代には板橋を含め二酸化硫黄濃度が高い地域でもあった。さらに、この地域は野菜畑が急速に宅地化してきた地域である。

二つ目は杉並、練馬～世田谷を結ぶ地域である。ここはほぼ標高50mに位置し、かつての湧水地帯と重なっている。石神井公園、井の頭公園、狛江市和泉の龍泉寺などみな湧水に関係する名前がついているが、過去の都市化によって現在は湧水が枯渇している。

これら一つ目と二つ目の地域は、都心部をドーナツ状に囲んでいる地域ということもできる。

樹勢がやや悪い三つ目の地域は西部地域に散在していた。八王子や青梅市街はここ20年～30年で急激に開発及

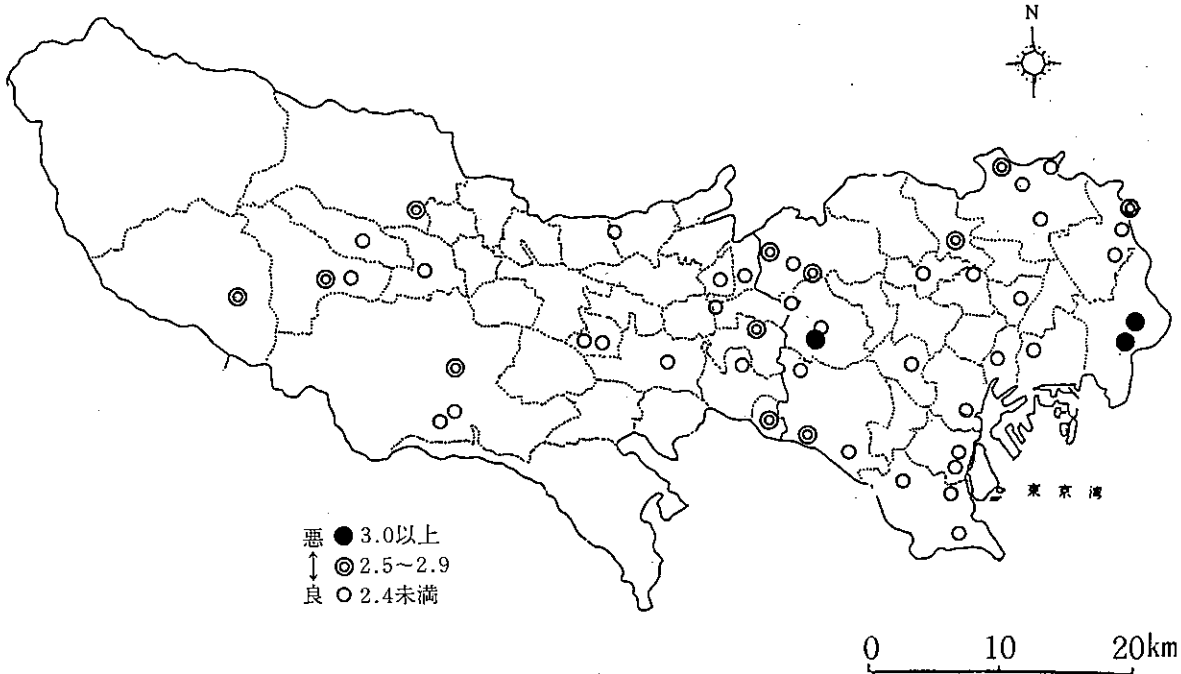


図1 ケヤキの樹勢分布 (1~4 評価)

び都市化が進行した地域であり、五日市も95年9月にあきる野市となりすでに開発が始められている地域である。

イ ケヤキ継続調査地点の樹勢推移

樹勢の推移比較に当たっては、今回の調査地点のうち1972年から継続的に行ってきた都立公園の調査と同一地点について、同一樹木の平均値を比較した。図2にケヤキ慢性指数と急性指数の経年変化を示した。慢性指数及び急性指数は以下の式から求めた。

慢性指数 =

$$(\text{樹勢} + \text{樹形} + \text{枝葉の密度} + \text{梢端の枯損}) / 4$$

急性指数 =

$$(\text{葉色} + \text{落葉} + \text{ネクロシス}) / 3$$

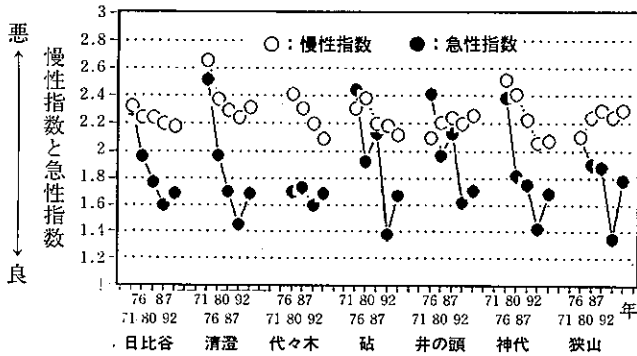


図2 慢性指数と急性指数の経年変化

図2を見ると明らかなように、どの地点でも慢性指数の変化は小さかった。しかし、7地点のうち井の頭と狭

山の慢性指数の動きがその他の地点と異なっており、若干ではあるが1972年当時より悪化する傾向がみられていた。1977年の都立公園のケヤキ葉分析結果¹²⁾では、この両地点の葉中Mn含有量は150~300ppm(w/w,乾物重)で、その他の5地点の3~5倍程度高かった。葉中のMnは土壌由来で土壌pHや土壌水分などとの関係が深いと推測される。従って今後とも樹勢観察を続けるとともに、樹勢と土壌の物理性及び化学性との関係について詳しく検討してみる必要があろう。

急性指数は前回調査の1987年と比べてやや悪かったが、調査年の気象条件や光化学オキシダントなどの大気汚染状況によって大きく変化する。数年間連続して急性指数が悪いと慢性指数の悪化につながると考えられるが、短期間の悪化であれば慢性指数や樹勢への影響は小さいものと考えられる。

ウ 胸高直径と樹勢との関係

図3に胸高直径(地上1.3m)と樹勢との関係を示した。直径60cmまでは木の大きさに関わらず樹勢は2.0~2.3程度の範囲にあることが多く、直径60cmを越えると樹勢がやや悪くなるものが増えた。しかし、図中の●及び■で示した緑地規模が大きい地点では直径と樹勢にはほとんど関係がみられず、直径60cmを越えても樹勢が良かった。大きな木は、日射条件等のメリットがある一方で、強風や大気汚染、水分条件などマイナスのストレス

を受ける機会も大きくなる。都内の社寺林や屋敷林は林とはいっても規模が小さく、大きな木は孤立木に近いものが多い。このため緑地規模が大きい公園等の林内樹木に比べ、マイナスのストレスを受ける機会がさらに大きい。直径60cm以上のケヤキの樹勢が規模の大きい都立公園を除いて悪化しているのはこのような理由によると考えられる。

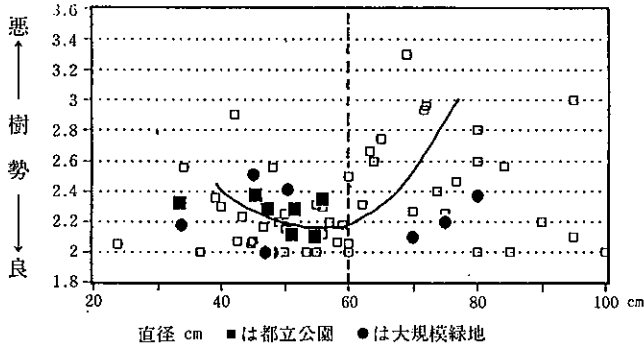


図3 ケヤキの胸高直径と樹勢との関係 (1992~1994)

その他の調査項目と樹勢との関係を図4、図5に示した。樹勢、枝葉の密度、慢性指数は互いに良い関係にあった。樹勢と枝葉の密度との関係は1972年の調査開始時点から一貫して良好であった^{1),2),4)}。

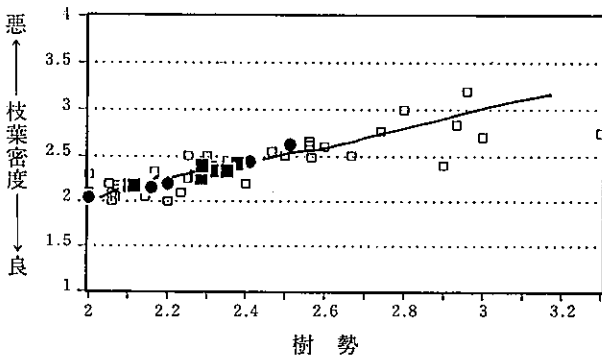


図4 樹勢と枝葉の密度との関係 (ケヤキ)

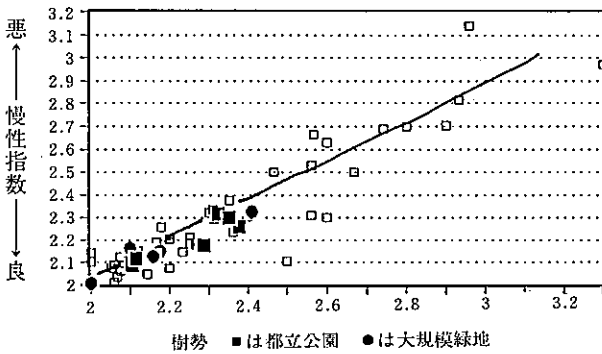


図5 樹勢と慢性指数との関係 (ケヤキ)

エ 枯死または枯死寸前の事例

現在までの約25年間の調査で胸高直径が40cmを越える比較的大きな継続調査樹が枯死したり、明らかに悪化したのはごくわずかであった。以下にその事例をあげる。

(ア) 清澄庭園

直径40cm程度のケヤキで、池際に生育していた。調査開始時から枝葉の密度がやや悪かったが樹形は良かった。樹勢は2.5~2.7程度ですぐに枯死するほど衰退していなかったが、1985年頃の台風のと潮風害がひどく、翌年春には枯死した。台風が枯死の引き金になったようである。

(イ) 井の頭公園

直径約60cmのケヤキで、昔から駅へ向かう通り道となっており、踏圧が激しく、水はけが悪い場所に生育している。1987年調査での樹勢は2.7でその後数年は変化がなかったが、1994年頃から急に衰退が進んだ。1995年春の樹勢は3.5で枝葉の密度が非常に悪かった。生育環境が改善されなければ遠からず枯死すると予想される。これらの2本のケヤキは、池のそばに生育しており、長雨時の水はけ不良が衰退要因のひとつと推測された。停滞水の影響は干ばつより大きく枯死につながるとみられる。

(2) スギ

ア 樹勢分布

図6にスギの樹勢分布を示した。衰退はケヤキに比べ明らかに進んでおり、特に大きなスギで樹勢の悪化が目だった。町田、青梅、あきる野(秋川、五日市)では平均樹勢3.5以上の地点がみられた。樹勢3.5以上のスギが1本でもある地点を数えると、上記3地点を含めて31調査地点中の14地点となり、広い範囲に分布していた。一方、スギの樹勢が良い地点は青梅の北部と檜原の西南部に限られごく少なかった。

イ 大スギの切除

(ア) 大悲願寺の大スギ切除

あきる野の大悲願寺では1988年にはすでに山門左手の大スギ(直径150cm)の樹勢が悪化していたが、その後急激に先端部からの枯損が進行し、1994年には切除された。山門脇のその他の大スギ(直径100cm以上)の樹勢も悪い。

(イ) 子安神社大スギ切除

あきる野の子安神社の大スギは直径100cm以上であっ

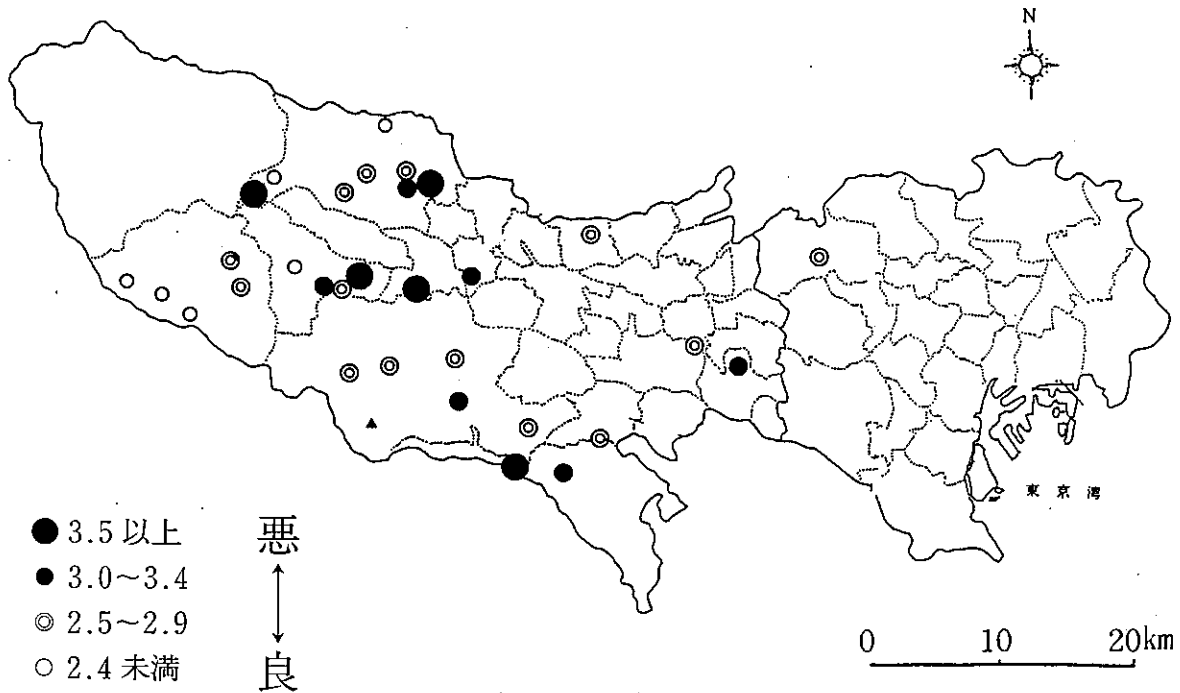


図6 スギの樹勢分布 (1993~1995冬期調査)
(1~5 評価)

たがやはり衰退が激しく、1990年に切除された。

ウ 調査項目間の関係

(ア) 胸高直径と樹勢

図7に胸高直径と樹勢との関係を示した。全体としては明確な関係は認められないが、図中に示したA、B、Cの3つに別けてみると、それぞれの区分の中では直径の大きなスギほど衰退が進んでいることがわかった。Aは練馬、調布、三鷹、など最も都市化が進んだ地域、Bは青梅のうち市街地に近い地域と、あきる野(五日市、秋留)及び町田、Cは檜原と青梅の遠隔地域である。八王子と町田はAとBに別れていた。このようにA、B、Cの各区分は、地域の開発度や都市化の程度を反映しているように見える。直径60cmのスギに注目すると、同一直径のスギでも地域によって衰退の進み方が異なることがわかる。最も衰退が進んでいるのはA区域で、すでに60cm以上のスギはほとんど無く、以下B、Cの地域の順であった。なお、図中で青梅の御岳山は山麓をOL、御岳神社をOUで示したが、直径がそれほど違わないのに御岳神社では山麓部よりかなり衰退が激しかった。御岳山の上下における樹勢の相違は水分条件、土壌性、気温、風、大気汚染など環境条件の違いのためと思われるが、その主な原因が何かについては今後の検討課題である。

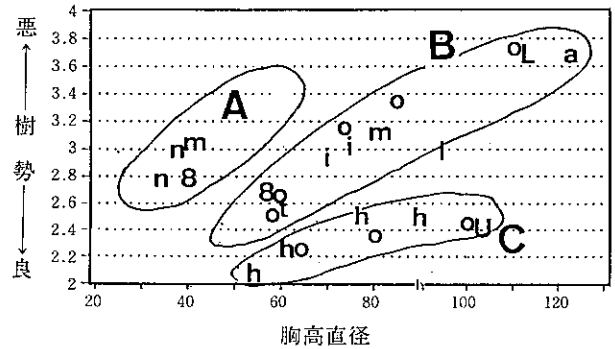


図7 胸高直径と樹勢との関係 (スギ)

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬
OL: 御岳神社, OU: 御岳山麓

(イ) 樹勢、先枯れ等評価項目間の相互関係

都内のスギの衰退様式は単純ではないようにみられたので、評価項目相互の関係について検討した。図8に樹勢と中枯れ、図9に中枯れと先枯れ、図10には樹勢と先枯れとの関係をそれぞれ示した。中枯れとは主幹の先端の枯損と同じように、上部~中部の大きな枝先が枯損していることを示す。

樹勢と中枝枯れとは良い関係を示し、樹勢が悪化している地点ほど中枝の枯れが目だっていた。先枯れと中枯れの間には生長曲線のような関係がみられた。これは枝の枯れ方には様々な形があることを示している。つま

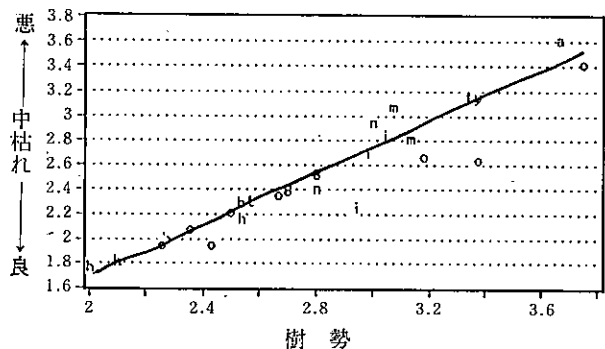


図8 樹勢と中枯れとの関係

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬

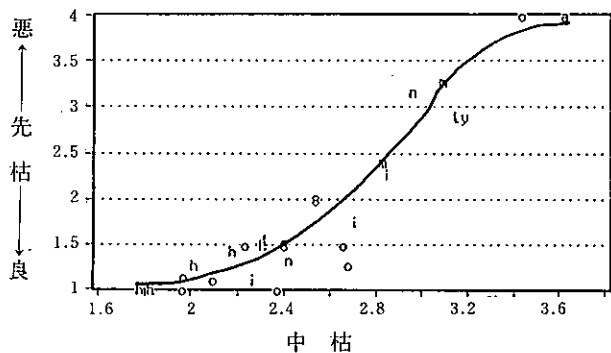


図9 中枯れと先枯れとの関係 (スギ)

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬

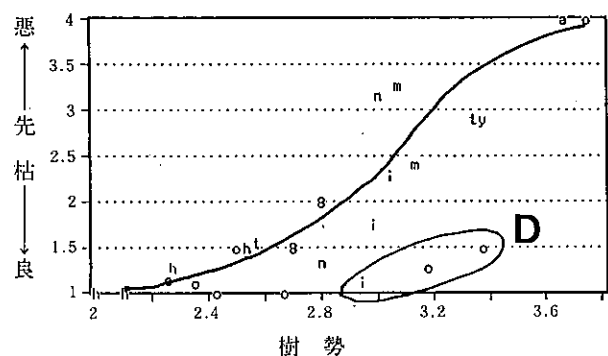


図10 樹勢と先枯れとの関係

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬
D: 中枯れが多い特異地点

り、良く言われている「樹冠直下の枝枯れがまず最初に起こり衰退の進行とともに枯れ下がる」という枯れ方だけではないことを表しており、都内のスギの衰退原因はその他の地方の衰退要因よりさらに複雑であることを暗示しているものと思われる。樹勢と先枯れとの関係は以上の2つより不明確であった。全体的には先枯れが無くとも樹勢がやや悪い地点があり、樹勢がさらに悪い地点

では先枯れが認められる。図10のDはあきる野市(五日市)と青梅市の市街地付近の地点で、中枝枯れが多い特異的な地点である。

なお、樹勢に比べて中枝枯れが激しい地点にはおそらく2種類あると思われる。一つは、梢端の枯損がなく中枝枯れだけが目立つ上記のような真性タイプで、二つ目はかなり以前に先枯れがあったが枯れ落ちてしまい、その後衰退が進行せずに現時点では見かけ上先枯れが無いとみられ、中枝の枯れが残って目立つ疑似タイプである。また、かなり以前に起こった中枯れは衰退の進行が止まると枯れ落ちて目だたなくなり、新しくほっそりした樹冠を形成して、一見樹形が良く見えるものもあった。このように、すべてのスギについて現在が最も衰退の進み方が大きいというわけではなく、個体や地点によっては過去10~20年目の衰退の進行の方が激しかったとみられる場合も少なくなかった。

図11には樹勢と枝葉の密度との関係を示した。両者の関係は比較的良かったが、樹勢がかなり悪くなると、枝葉の密度の進行は頭打ちになるように見受けられた。樹勢の悪化の最終段階では先枯れが目立ち、これが樹勢評価値を引っ張っているからであろう。図12には全体の感覚的評価値と樹勢の関係を示した。全体の感覚的評価値を調査対象個体の平均樹勢と比べてみると樹勢評価値で約0.5の以内に入ることがわかった。この評価法では調査木を選択するときの恣意的な誤差が入らないので、調査地域の全体を把握するにはむしろ真の値を示しているかも知れない。もちろん調査者が同一であることが条件となる。

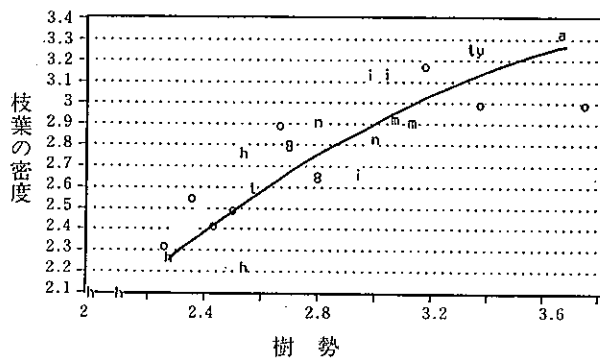


図11 樹勢と枝葉の密度 (スギ)

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬
OL: 御岳神社, OU: 御岳山麓

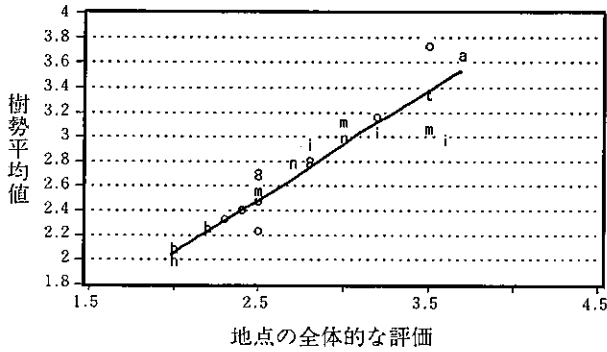


図12 地点の全体的評価と樹勢
(0.1単位で評価, 1995年冬期調査)

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬

(3) スギ、ケヤキ及びその他の樹種の関係

同一地点に生育するスギの樹勢とその他の樹種の樹勢との関係を調べることは、スギ衰退要因の手がかりを得るために重要である。図13に同一調査地点においてスギ、ヒノキ、ケヤキ、シラカシ等の樹勢を比較した結果を示した。調査本数は3本以上とした。12地点中2地点でヒノキの樹勢がスギより悪かったが、それ以外の地点ではすべてスギの樹勢が最も悪かった。図13のうち練馬の諏訪神社では5樹種が同一敷地上に生育しており、この範囲では土壤の相違等の局地的衰退要因の差は小さいと見られた。この5樹種の比較では、樹勢が悪い順に

スギ>ヒノキ>ケヤキ>イチョウ=シラカシの順となった。諏訪神社以外の地点ではこれら5樹種のすべてが生育しているわけではないが、先の2地点のヒノキを除きこの順番は一致していた。

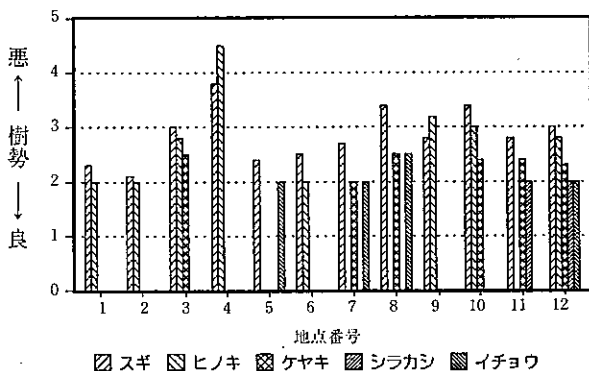


図13 同一地点の樹勢比較
(樹勢1~4までは各樹種共通指数)

1: 九頭竜神社 2: 五社神社 3: 子安神社 4: 御岳神社
5: 御岳山麓 6: 和田乃神社 7: 聞修院 8: 仙保葛神社
9: 鹿島神社 10: 深大寺 11: 石神井公園 12: 練馬諏訪神社

松本らは、いわゆる「水ストレス仮説」⁹⁾の中で樹木

の水分通導抵抗、水蒸気拡散コンダクタンスを比較している。それによると通導抵抗の大きさはスギ>>ヒノキ>シラカシの順であり、最大水蒸気拡散コンダクタンスはスギ>ヒノキ>シラカシ=ケヤキの順である。これらの数値は大きいほど水ストレスを受けやすいことを示しているが、この順番は先に示した都内平地部の5樹種の樹勢比較の順とほぼ合致していた。ケヤキ、スギとも大きな個体ほど樹勢が悪い傾向があることを考え合わせると、都内平地部の樹木生育にとって水ストレスの影響は無視できない要因であると思われる。

(4) 表層土壌pHとスギ樹勢との関係

ア 水添加量の相違による土壌pHの変化

スギ林内の腐植土壌のpHを測定するにあたり、乾土に対して2.5倍量の水添加によるpH測定法では水が不足して測定不能となる場合があった。そこで今回は20倍の水添加で土壌pHを測定し、樹勢との関係を検討した。砂が多く緩衝性が最も少ないとみられた土壌では2.5倍量と20倍量ではpHが約0.5異なった。このことから、本調査で実施した20倍量水添加法による土壌pHの値と2.5倍量の水添加による従来法の値との差はおそらくpHで0.5以内の誤差と考えられた。なお、10倍量の水添加と20倍量との間にはほとんど差がなかった。

イ 樹勢と表層土壌pH及びECとの関係

図14にスギ樹勢と表層土壌pHとの関係を示した。スギ樹勢と表層土壌のpHには明かな関係は認められなかった。土壌pHの値はスギ根元の土壌であってもpH4台からpH6台まで幅広い値を示していた。調査対象のスギは社寺林または社寺の境内に生育しているものがほ

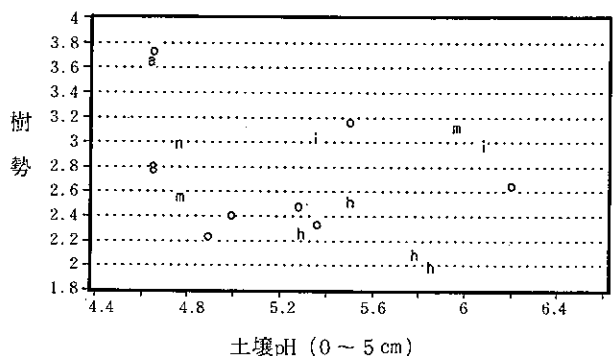


図14 スギ根元の表層土壌(0~5cm)と樹勢
(胸高直径100cm以上では根元から2~3m, 100cm未満では、1mの地点4地点からサンプリング)

h: 檜原, o: 青梅, i: 五日市, a: 秋川
8: 八王子, m: 町田, t: 調布, n: 練馬

とんどであり、裏山の社寺林の土壌と境内の土壌とは本質的には変わらないことが多かった。しかし境内の表層土壌は砂や砂利が人為的に敷かれたり、焚火の後があったりしてかなり攪乱されていた。焚火の後など明らかに表層土壌pHを変化させるとされる場所を除いてサンプリングしたが、それでもpHの差が大きかった地点が数地点認められた。これらの地点では社寺裏のスギ林下の土壌と境内の土壌とに差が認められ、土壌pHの値は境内>スギ林となる傾向にあった。土壌pHとスギ樹勢との関係を明確にするにはさらに綿密な調査が必要である。

4 今後の課題

スギ衰退の原因を明らかにするひとつの方法として、調査地点周辺地域の都市化の形態と程度及び過去数十年の間の変化率をなんらかの手法で数値化し、大気汚染や水蒸気飽差等の大気要因の程度及び変化率と合わせて総合的なストレスの大きさを検討することが必要である。特に、生育期間が長い樹木の影響を考える際には、各種の要因の絶対値だけではなく、変化率を加えて検討することが重要であろう。

まとめ

東京都内平地部のケヤキとスギについて樹勢調査を実施し、スギの衰退についてその原因を検討した結果、以下のことが明かとなった。

- ① ケヤキの樹勢は、都立公園の同一樹木継続調査では過去10年間変化なく比較的良好であった。しかし、緑地面積が小さい社寺林の胸高直径60cm以上のケヤキは、やや樹勢が悪い(樹勢2.5以上3.0未満)ことが明らかになった。
- ② 樹勢がやや悪いケヤキは都心部を取り囲むように分布しており、江戸川沿いの沖積土壌地域と練馬～世田谷を南北に結ぶ標高約50mの地域であった。これらの地域はここ20～30年で都市化が急ピッチで進んだ地域である。この他に八王子、青梅、あきる野、檜原など西部地域にもケヤキの樹勢がやや悪い地点が散在した。
- ③ 一方、胸高直径30cm以上のスギは標高50mの地域から西部に生育していた。スギの樹勢はケヤキより明らかに悪く、大きなスギほど衰退が進んでいた。同じ大きさのスギについてみると、練馬、調布、三鷹で衰退が激し

く、次いで青梅、あきる野、町田の市街地に近い地点であり、衰退が軽度なのは青梅、檜原の遠隔地であった。このように、スギ衰退の程度は都市化や開発の進行と関係があるようにみうけられた。

- ④ 同一地点でスギとその他の樹種の樹勢を比較するとスギが最も樹勢が悪く次いでヒノキ、ケヤキの順であった。イチヨウやシラカシはこれらより樹勢が良かった。この順番は水ストレスの指標とされる水分通導抵抗や水蒸気拡散コンダクタンスの順番とほぼ一致しており、都内平地部における樹木の衰退要因を探るに当たって、水ストレスの影響を無視することはできないと考えられた。
- ⑤ スギ周辺の表層土壌はpH 4.5～pH 6の範囲にあり、社寺境内等では人為的な攪乱が認められた。人為的攪乱地点を除いても、表層土壌pHとスギの樹勢との間には明かな関係は認められなかった。
- ⑦ 以上のように樹勢の地域的な特徴及び時間的推移からみて、ケヤキ及びスギ樹勢の変化は、過去から現在までの急激な都市化や開発と関係があるとみられ、西部地域では新たな開発や都市化に伴って今後もスギの衰退が進行すると予想される。しかし、スギ衰退の主要原因を特定するためにはさらに詳細な調査検討が必要である。

参考文献

- 1) 古明地哲人、沢田 正、野内 勇、大平俊男：大気汚染による都市樹木の衰退に関する調査，東京スモッグ生成機序・植物被害に関する調査研究報告，東京都公害研究所，昭和49年3月。
- 2) 大橋 毅：都市公園ケヤキの樹勢の経年変化について，東京都公害研究所年報，pp120-123(1981)。
- 3) 科学技術庁資源調査会：高密度地域における資源利用と環境保全の調和に関する勧告，昭和47年5月。
- 4) 大橋 毅、小山 功、古明地 哲人：ケヤキの樹木活力調査，東京都環境科学研究所年報，p86-88。(1989)。
- 5) 山家 義人：東京都内における樹木衰退の実態，林試研報，257,p101-107(1973)。
- 6) 小山 功：スギ衰退の地域的特徴，東京都環境科学研究所年報，p52-60(1991)。
- 7) 小林 禎樹，中川 吉弘：兵庫県南東部地域におけるスギの衰退度と酸性・酸化性物質の影響，兵庫県公害研究所報告，25,p8-14(1993)。

- 8) 高橋 啓二、沖津 進、植田 洋国：関東・甲信地方におけるスギの衰退と大気二次汚染物質の分布, 98回日林論1987,p177-180(1987).
- 9) 松本 陽介、丸山 温、森川 清：スギの水分生理特性と関東平野における近年の気象変動—樹木の衰退現象に関連して—, 森林立地, 34,1,p2-13(1992).
- 10) 高橋 啓二、沖津 進、植田 洋国：関東地方におけるスギの衰退と酸性雨による可能性, 森林立地, 28,1,p11-17(1986).
- 11) 山家 義人：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,p119-129(1978).
- 12) 大橋 毅、鈴木 三郎：ケヤキの葉分析結果と樹勢との関係について, 東京都公害研究所年報, p84-90(1980).