

埼玉県におけるスギ衰退に関する研究

松本 利恵 小川 和雄 高野 利一*

要 旨

埼玉県内で進行しているスギ衰退の原因究明のため、県内のスギ平地林の衰退状況調査を実施し、その結果をもとにいくつかの環境要因との関係について検討した。

スギ平地林は、この約20年間に、埼玉県全域で著しく衰退が進行した。

スギの衰退が年間降水量の少ない地域で進行し、30年位前から高温・乾燥化が進んでいることなどから、水ストレスが衰退原因の1つと考えられる。

スギの衰退とNO₂、SO₂、大気降下物pHとの間に因果関係はみられなかったが、二次生成物質等の影響は否定できなかった。

植栽環境別にみると、道路際や孤立木の衰退が進んでいる傾向がみられたが統計的有意差はなかった。また、高木ほど衰退が進む傾向にあったが、低木でも衰退の進んだスギが存在し、樹高の高いことが必ずしも衰退の必要条件とはいえなかった。

衰退度と土壌pHに因果関係はみられず、酸性雨による土壌の酸性化が、現在のスギ衰退の原因とは考えられなかった。

1 はじめに

現在、ヨーロッパや北米においては、酸性雨などの影響によるといわれる森林の衰退や枯損が深刻な問題となっている¹⁾。一方、日本においても、関東地方のスギ枯れ^{2, 3)}をはじめとして、全国各地でスギやその他の樹木の衰退が報告されている。

樹木が衰退する原因として、降雨量などの気象条件、酸性雨など大気汚染の影響などいろいろな仮説が考えられ、これまで主に酸性雨に関連した調査研究^{4, 5)}が進められている。しかし、まだ十分に解明されていないのが現状である。

そこで、筆者らは埼玉県内で特に衰退が目立つスギの衰退原因を究明するために、県内全域のスギ衰退度分布調査とスギ林内の衰退状況調査を実施した。その結果をもとに、スギの衰退と気象条件や代表的な大気汚染物質との関係について検討したので報告する。

2 調査方法

2・1 埼玉県全域のスギ衰退度分布調査

埼玉県全域のスギ平地林の衰退度分布とその進行状況を明らかにするために、1973年に横川⁶⁾が衰退度調査を実施した82か所の寺社スギ林の追跡調査を中心に、合計92か所の寺社林についてスギの衰退状況を調査した。

衰退度の判定は、目視により、健全なスギ（葉量100%）を「衰退度1」とし、葉量が75%以上を「2」、50%以上を「3」、25%以上を「4」、25%未満および枯死したものを「5」と評価した。図1に判定基準の目安を示す。原則として、寺社林内の全木について個々の衰退度を判定し、その平均値を各調査林の衰退度とした。

今回の調査では、樹高5m以上のスギを対象木とし、まだスギ衰退の原因が明らかになっていないので、虫

*現熊谷消費生活センター

は1985-1990年¹⁰⁾の平均値をそれぞれ用いて作成した。

埼玉県平地部の年平均気温はおよそ14-15℃、年間降水量は山岳部を除くほとんどの地域で1500mm以下であった。

一般的に、スギは本来集団性の高い特性を持ち、肥沃な湿潤土壌と、湿度の高い環境を好むと言われている。具体的には、年平均気温12-14℃、降水量3000mm以上が生育条件として最適であり、逆に年平均気温16℃以上、あるいは年間降水量2000mm以下の地域は、スギの生育には不適とされている¹¹⁾。

1991年調査のスギの衰退度分布と比較すると、年平均気温が高く、年間降水量の少ない地域で衰退が進んでいる。年平均気温は、スギの生育条件として不適とされる温度ではないので、降水量の少ないことが衰退の一因である可能性がある。

一方、図5に示すとおり、この30年ほどは、降水量

は減少する傾向にあり、気温は上昇、湿度は下降傾向となっている。また、急速に都市化が進み、土壌の保水能力の低下等による乾燥も進行していると考えられる。

しかし、年間降水量1500mm以下の地域内では、相対的に降水量の少ない県北部よりも、県南部の方が衰退が進んでいることや、1500mm以上の地域が山岳部と重なっていることなどから、他の環境要因が関与している可能性もすてきれない。したがって、今後は水ストレスと他の要因との複合影響について検討していく必要がある。

3・1・3 スギの衰退度とガス状大気汚染物質との関係

二酸化窒素(NO_2)濃度とオキシダント(O_x)濃度が0.06ppmを超過した時間数の1985-1989年度の平均値の分布を図6に示す¹²⁾。

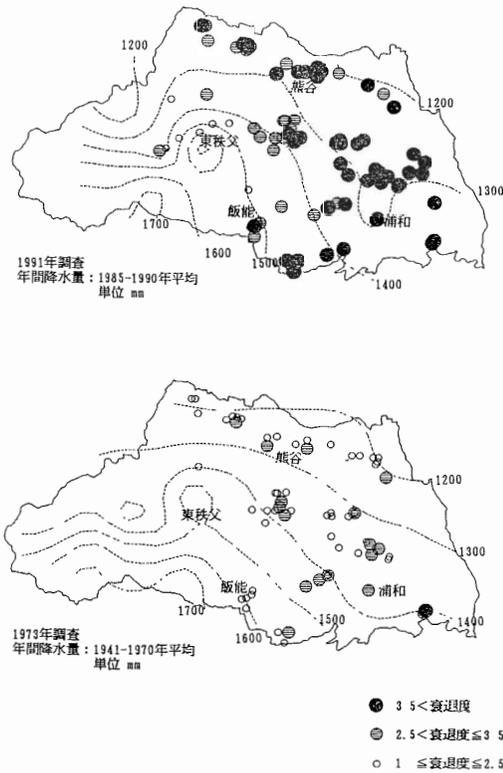


図3 スギの衰退と降水量の関係

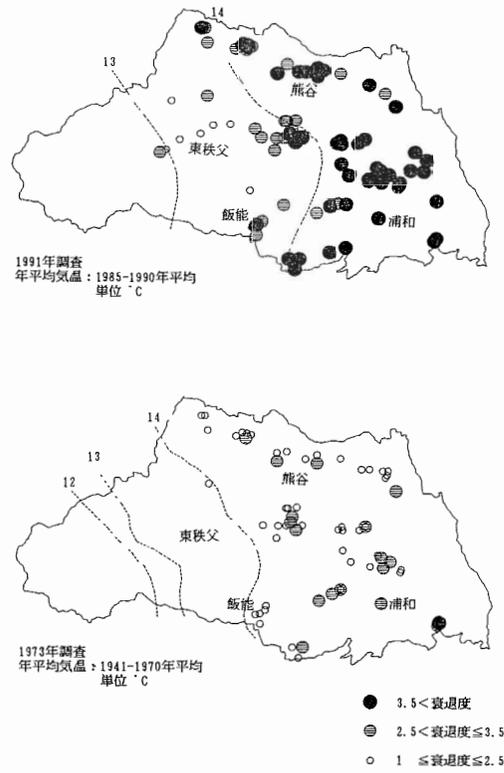


図4 スギの衰退と気温の関係

NO₂の濃度分布をみると、都心に近いほど高濃度になっている。県南部のNO₂高濃度地域とスギの衰退が著しい地域は一致しているが、県北の比較的NO₂濃度の低い地域でもスギの衰退はかなり進行している。また、NO₂は他のガス状汚染物質よりも植物影響が小さい¹³⁾といわれていることなどから、NO₂そのものが衰退の原因とは考えにくい。

次に、O_xの0.06ppm超過時間数の分布をみると、NO₂濃度とは逆に、都心に近い方が頻度が小さくなっており、衰退度分布とは一致しなかった。したがって、O_xがスギ衰退の主要原因とは考えにくい。しかし、O_xは0.06-0.12ppmで多くの植物に可視被害や生長阻害をもたらしている¹⁴⁾ので、スギに対しても何らかの影響を与えている可能性がある。

また、二酸化硫黄(SO₂)はNO₂よりも植物影響が大きいと言われていたが、現在では1970年代よりも濃度レベルが大幅に低下しており、スギの衰退が1970年

代から急速に進行してきたことは逆の傾向を示していることから、やはりSO₂も衰退原因とは考えられない。

以上のように、スギの衰退と主なガス状大気汚染物質の分布との間に、明らかな因果関係は考えられなかった。しかし、スギの衰退とNO₂やO_xによる大気汚染の進行は、ほぼ同時期に起きていることから、今後、さらにO_xやその他の二次生成物質の影響についても検討していく必要がある。

3・1・3 スギの衰退度と酸性降下物との関係

県南部に位置する浦和、県北部に位置する熊谷、山岳部に位置する東秩父における、大気降下物のイオン成分の1985-1989年度の平均濃度組成を図7に示す¹⁵⁾。

水素イオン(H⁺)の降下量そのものは降水量が多い東秩父、浦和で多く、熊谷で少なかったが、濃度的にはスギの衰退が進んでいる都市部とあまり進んでいない山岳部で大きな違いはなかった。したがって、大

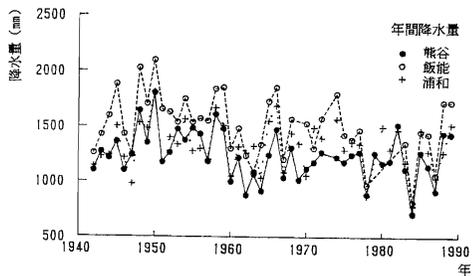
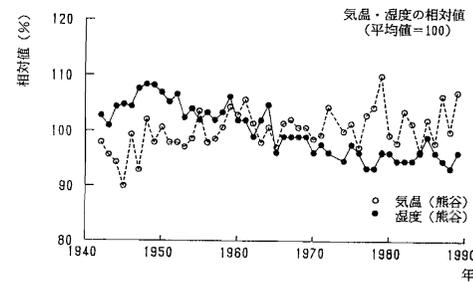


図5 気温・湿度・降水量の経年変化

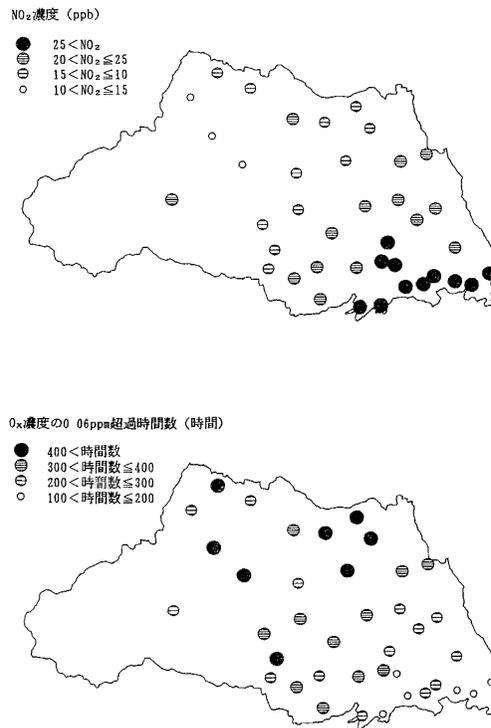


図6 NO₂濃度及びO_x濃度の0.06ppm超過時間数の分布(1985-1989年度平均)

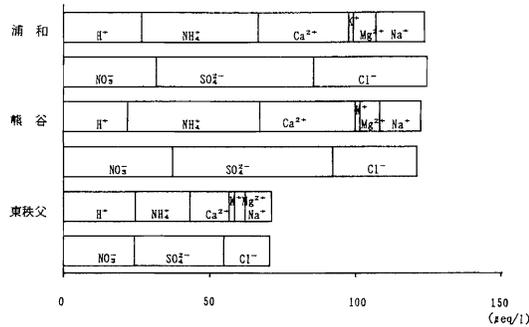


図7 大気降下物のイオン成分濃度組成¹⁵⁾
(1985-1989年度平均)

気降下物のpH値の低下のみがスギの衰退に影響するとは考えられない。

しかし、他のイオン物質濃度は、陽イオン、陰イオンともに都市部の浦和、熊谷の方が高くなっており、これらの物質がスギに何らかの影響を与えている可能性は现阶段では否定できない。また、もし影響を与えているとすれば、これらの物質は二次生成物質が雨に取り込まれたものと考えられ、雨水中に含まれた状態で影響を与える場合と、大気中にガスや粒子の状態が存在するときに影響を与える場合の両方についての可能性が考えられる。

3・2 スギ林内の衰退状況調査

3・2・1 植栽環境と衰退度の関係

調査は、県内3か所の寺社において実施した。大宮市の天神神社は日交通量16000台の県道沿いにあり、周辺は比較的緑地の多い住居地域になっている。桶川市の氷川諏訪神社は田園地帯にあり、神社本殿後方に樹高10m程度の比較的そろったスギ林がある。東松山市の箭弓神社は市街地内にあり、本殿後方にスギを中心とした林がある。

各調査地点の衰退度調査結果を表1に示す。各調査地点とも健全なスギ(衰退度1)は存在せず、衰退度3-4スギが最も多かった。

植栽環境別の平均衰退度をみると、天神神社や箭弓神社で、孤立木や道路際のスギの衰退が若干進んでいるようにみえる。しかし、各調査地点ごとに平均値の差の検定を行った結果、5%有意水準で有意差を示さなかった。

表1 衰退度調査結果

	群落密度 (本/アール)		平均 樹高 (m)	植栽環境別平均衰退度				
	全樹木	スギ		全体	孤立	林内	林縁	道路際
天神神社	10	5	11.3	3.5	3.6	3.2	3.4	3.6
氷川諏訪神社	25	20	11.9	3.4	3.4	3.3	3.4	-
箭弓神社	20	7	17.0	3.8	3.9	3.7	3.5	-

3・2・2 樹高と衰退度の関係

図8に樹高区分別に各衰退度のスギが占める割合を示す。調査結果をみると、天神神社や氷川諏訪神社では、高木ほど健全な状態に近いスギ(衰退度2)の占める割合が少なくなり、衰退の進んだスギ(衰退度4, 5)の占める割合が大きくなる傾向が見られた。

樹高の高いスギは突出木が多く、突出木の衰退が進んでいるというこれまでの報告¹⁶⁾と傾向が一致している。

しかし、低木でも衰退が進んだスギが多数存在しており、樹高が高いことが必ずしも衰退の必要条件とは考えられない。

3・2・3 スギの根元周囲と樹間の土壌pHの関係

天神神社において、スギから0.5mの地点(根元周囲)とその延長線上で1.5m以上離れた地点(樹間)でそれぞれ土壌を採取し、土壌pHの比較を行った。その結果を図9に示す。

地点により違いはあるものの、全体的にはスギの根元に近い方がpHが低くなる傾向が見られた。また、表層に近いほどその差が大きかった。

スギは樹幹流のpHが低く、その影響で根元周囲の方が樹間より土壌pHが低くなるというこれまでの報告¹⁶⁾と同様な結果となった。

3・2・4 土壌pHと衰退度の関係

図10に土壌pHと衰退度の関係を示す。衰退度と土壌pHの因果関係は特にみられなかった。

前述のとおり、大気降下物のpHは、衰退の進んだ都市部とあまり進んでいない山岳部で差がなく、H⁺の供給量はむしろ降雨量の多い山岳部の方が多くなっている。また、今回調査した寺社林の土壌pHはすべて4以上であったが、水耕実験において、pH3の水

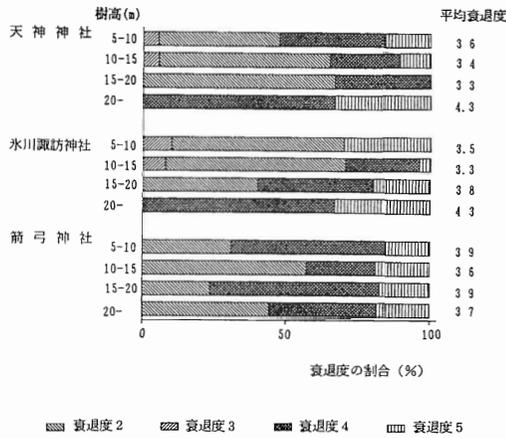


図8 樹高区分別の各衰退度のスギの占める割合

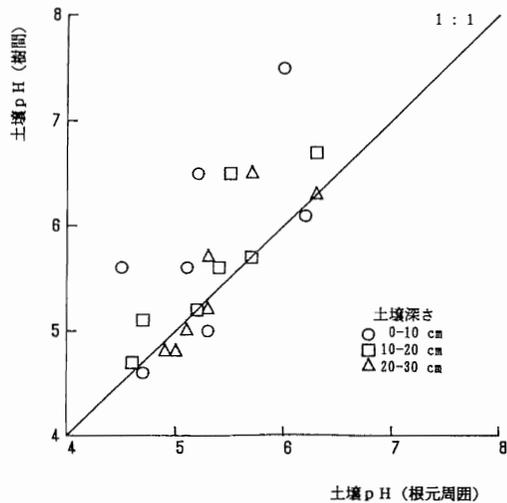


図9 スギの根元周囲と樹間の土壌pHの関係

耕液でも伸長成長や乾量、体積に影響がみられなかった¹⁷⁾。これらのことから、酸性雨等による土壌pHの低下が現在のスギ衰退の原因とは考えにくい。

しかし、酸性雨を含む大気降下物による土壌への長期的な影響や、土壌酸性化に伴うカルシウム等の栄養塩の流出、有害なアルミニウム (Al) の溶出などの影響については、今後、検討が必要と思われる。

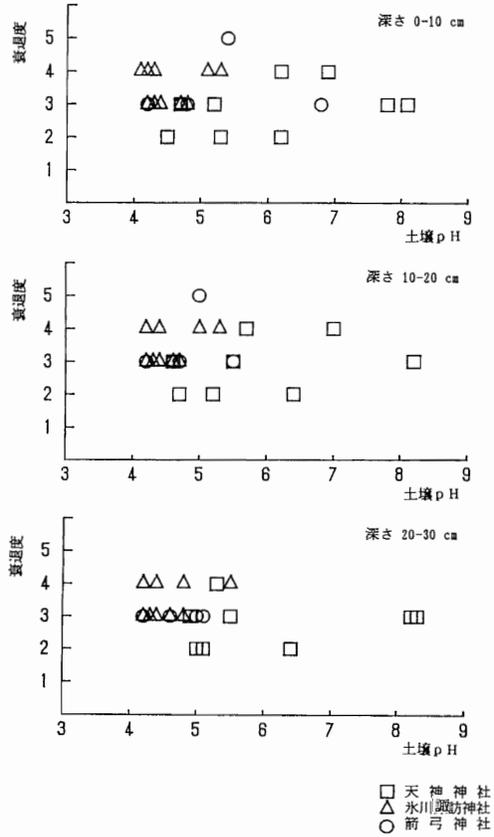


図10 土壌pHと衰退度の関係

4 まとめ

埼玉県内で進行しているスギ衰退の原因を究明するために、県全域のスギ衰退度分布調査とスギ林内の衰退状況調査を実施した。そして、その結果をもとに、スギの衰退と気象条件や代表的な大気汚染物質との関係について検討を行い、次のことが分かった。

- (1) この約20年間で、埼玉県全域でスギ平地林の衰退は著しく進行した。
- (2) スギの衰退が年間降水量の少ない地域で進行し、30年位前から高温・乾燥化が進んでいることなどから、水ストレスが原因の1つと考えられる。
- (3) スギの衰退度分布とNO₂、O_xなどの大気汚染物質の濃度分布とは一致しなかった。しかし、大気汚染の悪化とスギ衰退の開始の時期が概ね一致しており、今後、二次生成物質等の影響についての検討が必要である。

- (4) 大気降下物は、スギの衰退が進んでいる都市部の浦和、熊谷と、あまり進んでいない山岳部の東秩父で、pHは大きな違いがなかった。しかし、他のイオン成分の濃度は都市部の方が大きかった。
- (5) 植栽環境別にみると、道路際や孤立木の衰退が進んでいる傾向がみられたが統計的有意差はなかった。
- (6) 樹高との関係を見ると、高木ほど健全なスギの占める割合が減少したが、低木でも衰退が進んだスギが多数存在し、高木ほど進行するとはいえなかった。
- (7) 衰退度と土壌pHの因果関係はみられず、酸性雨による土壌酸性化が、現在のスギ衰退の原因とは考えにくかった。

文 献

- 1) 環境庁酸性雨土壌植生影響研究会：ヨーロッパの植生被害の状況，酸性雨：土壌・植生への影響，環境庁水質保全局土壌農業課監修，公害研究対策センター，162-183，1990。
- 2) K. Sekiguchi et al. : Dieback of *Cryptomeria Japonica* and distribution of acid deposition and oxidant in Kanto District of Japan, *Environ. Technol. Lett.*, 7, 263-268, 1986.
- 3) 高橋啓二ら：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, 1986。
- 4) 森林総合研究所他：スギ林における酸性降下物等の動態解明と影響予察に関する研究，昭和63年度環境保全研究成果集，32・1-32・26, 1989。
- 5) 文部省「人間環境系」重点領域研究「酸性雨」研究班：酸性雨が陸域生態系におよぼす影響の事前評価とそれに基づく対策の検討 1987/89年度研究成果報告，平成2年3月人間環境系研究報告集，1990。
- 6) 横川登代司：樹木等の公害に関する研究，埼玉県林業試験場業務成績報告，[16]，97-103，1973。
- 7) 土壌標準分析・測定法委員会：土壌標準分析・測定法，博友社
- 8) 塩野清治ら：パソコンで不規則に分布するデータを格子データに変換してコンターマップを作成する方法(1)，情報地質，10, 65-78, 1985。
- 9) 熊谷地方气象台：埼玉県の気候，1975。
- 10) 熊谷地方气象台：埼玉県気象年報（昭和60年-平成2年），1985-1990。
- 11) 日本林業技術協会：新版林業百科辞典，457-466，丸善
- 12) 埼玉県環境部：大気汚染常時監視測定結果報告書（昭和60年度-平成元年度），1986-1990。
- 13) 公害防止の技術と法規編集委員会：公害防止の技術と法規 大気編，通商産業省立地公害局監修，産業公害防止協会，40-48，1987。
- 14) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会・一都三県公害防止協議会：植物からみた関東地方の光化学スモッグ被害の実態，1980。
- 15) 高野利一ら：埼玉県における大気降下物量，第32回大気汚染学会講演要旨集，385，1991。
- 16) 高橋啓二：酸性降下物と森林被害，酸性雨：土壌・植生への影響，環境庁水質保全局土壌農業課監修，公害研究対策センター，62-71，1990。
- 17) 小川和雄ら：杉平地林の衰退要因に関する研究(Ⅲ)，第33回大気汚染学会講演要旨集，497，1992。