

埼玉県におけるスギ衰退に関する研究 (第2報)

松本 利恵 小川 和雄

要 旨

埼玉県内で進行しているスギ衰退の原因を究明する調査の一環として、スギ神社林の土壤調査を実施した。

その結果、土壤pH (H_2O) が低下した地点では、Caイオンの減少やAlイオンの増加などの現象が認められた。しかし、土壤の酸性化やそれにとまなうこれらの栄養塩類の溶脱、有害イオンの溶出とスギ衰退の間に現在までのところ関連性は認められなかった。

1 はじめに

現在、国の内外を問わず森林の衰退や枯損が深刻な問題となっている。しかし、これまで主として酸性雨との関連性についての調査研究^{1) 2)}が進められてきたが、原因はまだ十分に解明されていない。

埼玉県においても、「関東地方のスギ枯れ」^{3) 4)}といわれるスギ平地林の衰退が進行しており、その原因究明が急がれている。前報⁵⁾では、県内全域の寺社スギ林の広域的な衰退度分布調査と、特定の林内での局所的な衰退度分布等の調査を行い、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消去法による検討を行った。その結果、スギの衰退に対して二次生成物質や乾燥化にとまなう水ストレスが影響している可能性が残されたが、二酸化窒素、二酸化硫黄、大気降下物のpH (酸性雨)の影響は認められなかった。さらに根元土壤のpH等とスギ衰退の間にも相関関係は認められなかった。

本報では、局所的調査を実施した県内2か所の寺社スギ林での土壤調査の結果のうち、栄養塩類の溶脱や有害イオンの溶出とスギ衰退との関係を検討した結果について報告する。

2 調査方法

2・1 調査地点

調査は大宮市の天神神社と東松山市の箭弓神社で実施した。天神神社は日交通量16000台の県道沿いであり、周辺は比較的緑地の多い住居地域になっている。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存在している。

2・2 試料土壤の採取

各調査地点で衰退度や植栽環境を考慮して数本のスギを選び、そのスギから約0.5mの地点の土壤を深さ0-10、10-20、20-30cmの3層について採取した。

2・3 土壤pH (H_2O)

新鮮土1に水2.5の割合で混合攪はんした後、30分間静置してpHメーターで土壤懸濁液のpHを測定した⁶⁾。

2・4 土壤の水溶性成分

風乾土1に水5の割合で混合し、1時間振とうした後、ろ紙(6種)でろ過して試料液とした。

Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, Znは原子吸光法で、 NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- はイオンクロマトグラフ法で測定した⁶⁾。濃度は乾土100g当たりの当量濃度

(meq/100g 乾土)として示した。このときAl, Fe, Mn, Znはそれぞれ Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} として計算した。

2・5 交換性塩基

Ca, Mg, K, Naについては交換性の濃度も測定した。風乾土5gに対して酢酸アンモニウム溶液(1N, pH7)100mlを加え, 1時間振とうした後, ろ紙(6種)でろ過して試料液とした。濃度は水溶性と同様に原子吸光法で測定し⁹⁾, 乾土100g当たりの当量濃度(meq/100g 乾土)として示した。

2・6 スギの衰退度

スギの衰退度の判定は, 葉量などから目視により, 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5段階に評価した。

3 結果

3・1 水溶性および交換性塩基

図1に土壌pH(H_2O)と水溶性および交換性塩基濃度の関係を示した。ここでは調査地点や試料採取した深さにかかわらず全試料の結果についてプロットした。また, 水溶性のものと交換性のものを比較するために対数で示した。

Caは交換性Caとして存在するものが多く, 水溶性, 交換性ともに他の塩基に比べて高濃度であり, 土壌pH(H_2O)が高いほど高濃度となった。

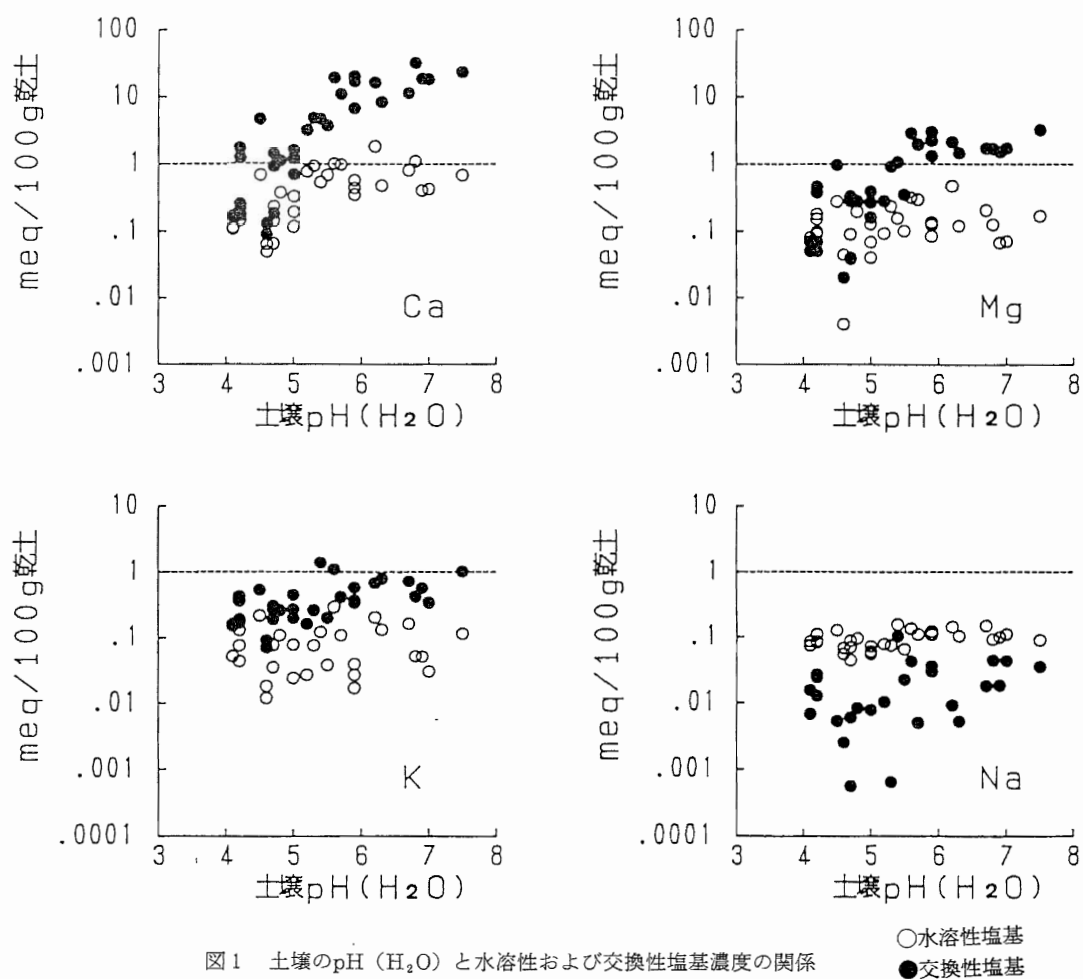


図1 土壌のpH(H_2O)と水溶性および交換性塩基濃度の関係

MgはCaに次いで高濃度であり、交換性Mgとして存在するものが多かった。交換性MgはCaと同様に土壌pH (H₂O) が高いほど高濃度となった。水溶性Mgは土壌pH (H₂O) との関係がみられず、土壌pH (H₂O) が高くなっても交換性Mgと比べて低濃度のまま推移した。

Kは交換性Kのほうが水溶性Kより高濃度であったが、Ca、Mgほどの差はなかった。交換性Kは交換性Caや交換性Mgほど顕著ではないが、土壌pHが高いほど高濃度となる傾向がみられた。水溶性Kと土壌pHの間に関連性はみられなかった。

NaはCa、Mg、Kと異なり交換性Naはきわめて微量で、ほとんどが水溶性Naとして存在した。水溶性、交換性ともに土壌pH (H₂O) との間に関連性はみられなかった。

3・2 水溶性Al, Fe, Mn, Zn

図2に土壌pH (H₂O) と水溶性Al, Fe, Mn, Zn の関係を示した。

水溶性Alは水溶性Caなどとは逆に、土壌pH (H₂O) が約5以上のときはきわめて微量であったが、pH5を下回ると急激に増加した。

水溶性Fe, Mnも、Alと同様に、pH5からpH6を境に、土壌pHがこれより高いときはきわめて微量であったが、これより低下すると急激に濃度が増加した。

水溶性Znは、特定のpH値から急増する傾向はみられなかったものの、土壌pHが低いほど高濃度となった。

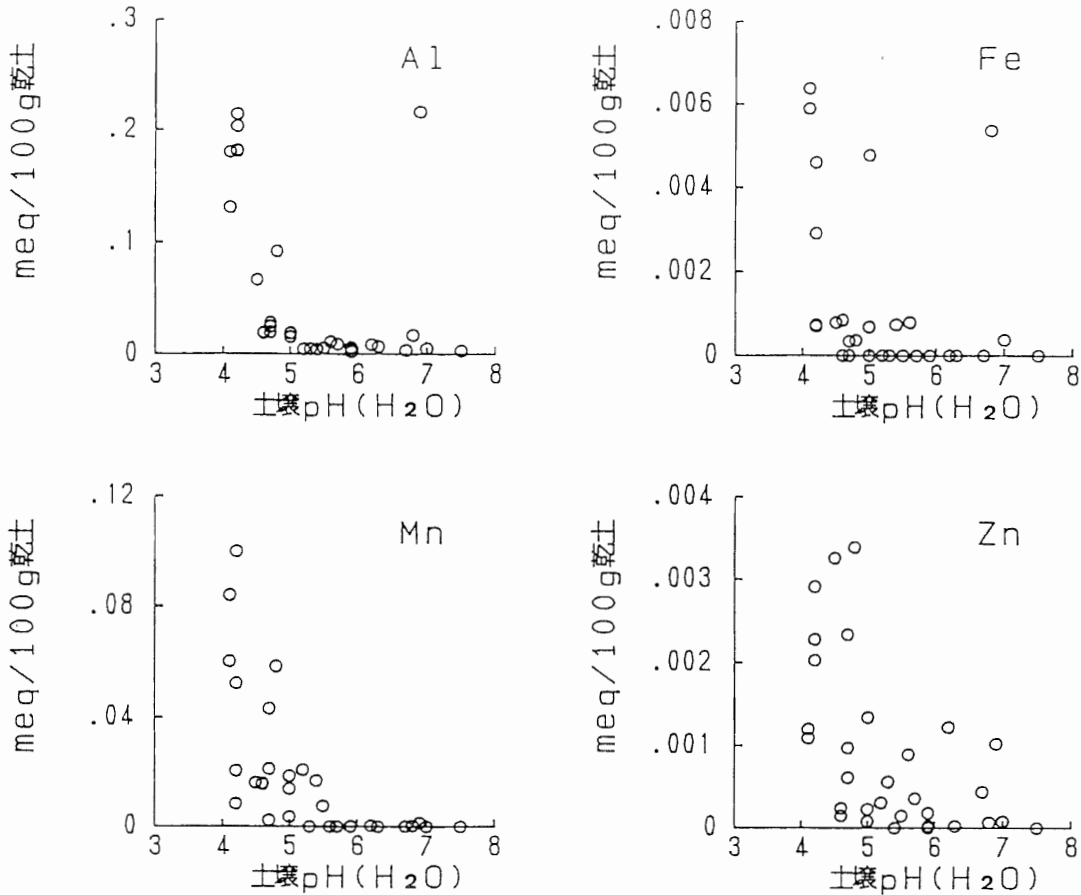


図2 土壌のpH (H₂O) と水溶性Al, Fe, Mn, Zn濃度の関係

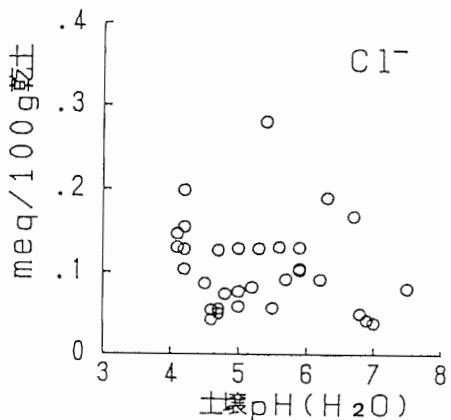
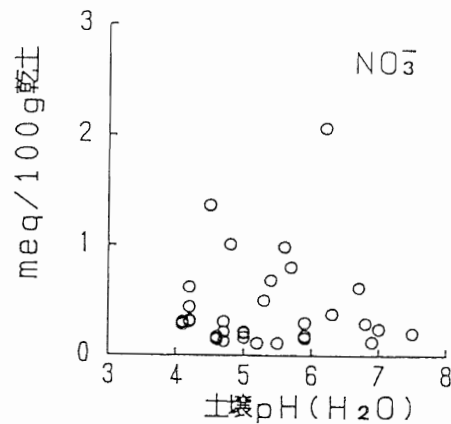
3・3 水溶性陰イオン

図3に土壤pH (H₂O) と水溶性NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻ の関係を示した。

水溶性NO₃⁻は土壤pHが低いほど高濃度となる傾向がみられた。これは、酸性化すると窒素分がNO₃⁻-Nとして存在しやすくなるためと思われる。

水溶性SO₄²⁻は土壤pHが高いほど高濃度となる傾向がみられた。水溶性Caと水溶性SO₄²⁻の関係は図4に示したとおり、ほぼ1:1の対応となっており、土壤中ではCaSO₄として存在するものが多いと思われる。

水溶性Cl⁻は土壤pH (H₂O) との間に関連性がみられなかった。



3・4 衰退度との関係

土壤試料に対応するスギの衰退度と各成分濃度の関係を検討するため、試料採取した深さ別に相関分析を行った(表1)。例として、図5に水溶性Caおよび水溶性Al濃度とスギの衰退度の関係を示した。その結果、測定を行ったすべての成分濃度と衰退度に有意な関係はみだせなかった。

4 考 察

土壤調査を行った結果、相対的にpHの低い土壤はCaなどの塩基類が少なく、Al、Mnなどが高濃度となった。

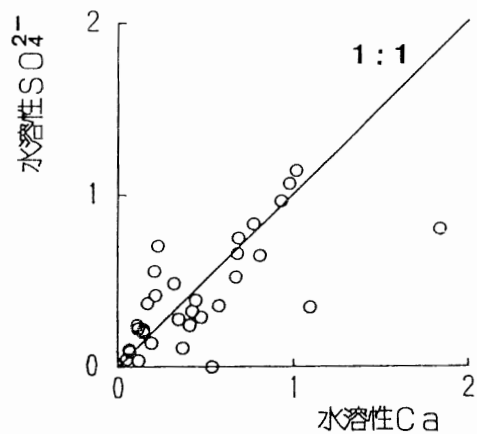


図4 土壤の水溶性CaとSO₄²⁻の関係
濃度：meq/100g 乾土

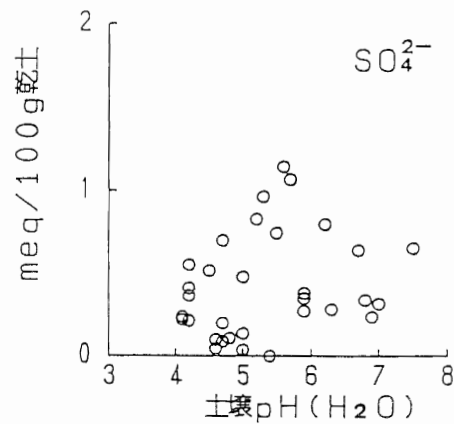


図3 土壤のpH (H₂O) と水溶性陰イオン濃度の関係

Caは植物の分裂組織の生長に必要とされ、Mgは葉緑素の構成要素として必要とされている。土壌中のCaは、植物のCa必要量を満たすよりもむしろ土壌の酸度を調節する役割が大きいともいわれている⁷⁾。それに対して、Alは、好酸性あるいは耐酸性植物を除いては、その植物に対する毒性が重要視され、酸性障害の一因とみなされており、Mnは過剰障害を引き起こすことがあるとされている⁸⁾。

スギの衰退が進行している林は健全林に比べ有意に、pH、塩基飽和度、交換性Ca濃度が低く、交換酸度、交換性Al濃度が高いという報告がある⁹⁾。しかし、同一林内で比較した本調査では、前報で報告したとおり、スギの衰退に対する土壌pH(H₂O)の影響はみられず、交換性塩基や水溶性イオンについても衰退度との関係が認められなかった。したがって、現在のスギの衰退が土壌酸性化やそれにとまない増減するこれらの物質の影響で進行したとは考えにくい。

しかし、今回の調査地点の土壌でもpH 4程度になるとCaはかなり低濃度となっており、Alの溶出も始まっていた。現在pH 4程度の土壌は酸性化を中和するCaなどが少ないため、今後急速に酸性化が進み、溶出したAlがスギに被害を与える可能性がある。

表1 衰退度と土壌成分濃度の相関係数

深 さ		0~10cm	10~20cm	20~30cm
土壌	pH (H ₂ O)	0.077	0.087	0.268
水溶性	Na	0.533	0.271	0.266
水溶性	K	0.131	0.208	0.447
水溶性	Ca	0.181	0.013	0.340
水溶性	Mg	0.047	0.016	0.288
水溶性	Al	0.011	0.106	0.070
水溶性	Fe	0.297	0.012	0.123
水溶性	Mn	0.064	0.033	0.046
水溶性	Zn	0.324	0.449	0.047
水溶性	Cl ⁻	0.573	0.284	0.092
水溶性	NO ₃ ⁻	0.129	0.042	0.285
水溶性	SO ₄ ²⁻	0.418	0.200	0.373
交換性	Ca	0.046	0.099	0.020
交換性	Na	0.561	0.158	0.050
交換性	K	0.441	0.014	0.531
交換性	Mg	0.104	0.048	0.043
1%有意水準		0.735	0.735	0.798
5%有意水準		0.602	0.602	0.666

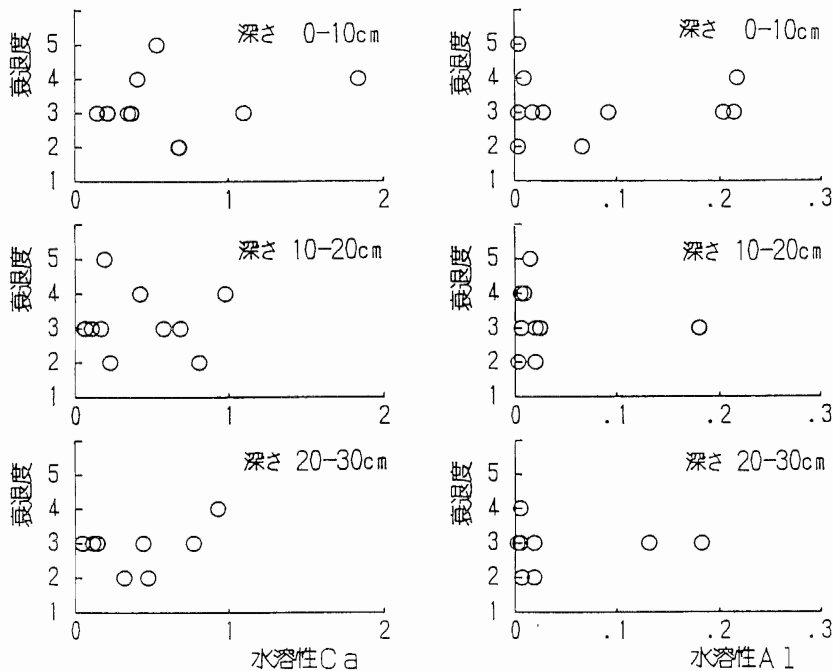


図5 土壌の水溶性Ca, Al濃度とスギの衰退度の関係
水溶性Ca, Al濃度: meq/100g 乾土

雨水は自然の状態でも大気中からの炭酸ガスの影響で微酸性を示している。日本のような湿潤気候下では、長い間には交換性塩基が溶脱して徐々に土壤酸性化が進むと考えられている⁷⁾。また、この調査林においても樹幹流の影響によると思われるスギの根元土壤のpH低下が認められており⁵⁾、これがスギ本来の特性であれば、スギ林の土壤は長い間には大気汚染等の影響が無くても自然に酸性化が進んでいくものと思われる。

この自然の流れに酸性降下物などの大気汚染の影響が加わって、スギにどのような影響を与えているかは現在のところ不明である。この解明は今後の重要な課題の一つと考えられる。また、土壤のpHやCa, Alなどの濃度がどの程度になると樹木の生育に悪影響を与えるのかについてもフィールドでの解明が必要である。

5 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調査の一環として、スギ社林の土壤調査を実施した。

土壤pHが低い地点では、植物の生育に必要とされるCa, Mg, Kの濃度が減少し、有害なAl, Mnなどの濃度が増加する傾向がみられた。

現在進行しているスギの衰退に対して、土壤の酸性化やそれにとまなうこれらの栄養塩類の溶脱や有害イオンの溶出の影響は認められなかったが、将来的な影響が懸念された。

文 献

- 1) 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.
- 2) 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，文部省「人間環境系」研究報告集 G028-N11-01，1990.
- 3) K.Sekiguti 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.
- 4) 高橋啓二ら：関東地方におけるスギ衰退と酸性降下物による可能性，*森林立地*，28, 11-17, 1986.
- 5) 松本利恵ら：埼玉県におけるスギの衰退に関する研究，埼玉県公害センター研究報告，[19]，43-49, 1992.
- 6) 土壤標準分析・測定法委員会編：土壤標準分析・測定法，博友社
- 7) 高井康雄・三好洋：土壤通論，朝倉書店
- 8) 高井康雄ら編：植物栄養・土壤肥量大辞典，養賢堂
- 9) 梨本真ら：関東・甲信地方におけるスギ社林の衰退地と健全地の土壤化学性の比較，*環境科学会誌*，6(2)，121-130，1993.