

## 埼玉県におけるスギ衰退に関する研究 (第4報)

### Studies on the Decline of Cryptomeria in Saitama Prefecture (IV)

小川和雄 松本利恵\*

Kazuo Ogawa, Rie Matsumoto

#### 要 旨

埼玉県におけるスギ平地林衰退に及ぼす水ストレスの影響を解明するため、水のpH及び灌水量を変化させたポット試験を行った。

7月中旬から10月下旬まで、年間降水量で3000mm, 1500mm, 800mm相当量をそれぞれ灌水した結果、灌水量の多い区ほど伸長生長が大きかった。年間降水量800mm区的水分含有率及び光合成速度は3000mm相当区に較べて有意に低下したが、各灌水量区分ともpHの違いによる生長影響は見られなかった。

また、秋から冬にかけての枝葉の赤色化は灌水量が少ないほど早く、春の再緑色化は灌水量が少ないほど遅かった。赤色枝葉の光合成速度が緑色枝葉に較べて半減したことを考えると、土壤の乾燥化が年間をとおしてのスギの物質生産に大きな影響をおよぼし、非同化器官の割合の大きい成熟した樹木ほど年間の物質収支を悪化させる可能性が示された。

#### 1 はじめに

近年、南の熱帯林破壊の進行に加えて欧米等先進諸国の森林衰退が顕在化し、当初は主として「酸性雨」との関連で報告<sup>1-2)</sup>されてきた。日本でもSekiguchi et al.<sup>3)</sup>や高橋<sup>4)</sup>らが関東地方のスギ枯れについて酸性雨等との関連で報告して以来、スギ枯れについていくつかの研究が報告されてきたが、未だにその原因は十分解明されていない。

筆者らもこれまで、埼玉県内平地部のスギ衰退の実態を調査し、それを取り巻く大気汚染や気象等の環境諸条件との関係を解析して、土壤pHと衰退度との間に関連性がみとめられなかったこと、降水量の少ない地域が衰退していること、降水量が減少し、乾燥化が始まった頃から衰退が進みだしたことを、同時期にオキ

シダント等の汚染も著しくなったこと等から、水ストレスとオキシダント等二次汚染物質の影響の可能性があること等を報告<sup>5)</sup>してきた。さらにスギ苗の水耕栽培試験<sup>6)</sup>や野外での衰退木周辺の土壤中アルミニウム濃度調査<sup>7)</sup>の結果、あらためて現状程度の土壤pHやアルミニウム濃度ではスギ衰退の原因にはなり得ないことを報告した。

本報では、スギ衰退の有力な原因として考えられている水ストレスについて、それを助長する降水量のスギ苗の生長等に及ぼす影響を解明するため、灌水量を制御したポット試験を行った結果について報告する。

#### 2 材料及び方法

山出しの2年生スギ苗を、5月上旬に洗い砂利、砂、赤玉土を入れた200鉢の5000分の1アールポットに植え

\*川越消費生活センター

付け、その中から生育の揃った苗を7月中旬に裾を解放したビニールハウス内に配置した。肥料は5月と8月に化成肥料をN成分で0.4gづつ土壌表面に与えた。

灌水は水道水及び、硫酸と硝酸をイオン成分比1:1で調整したpH3の人工酸性水をそれぞれ週に2~3回の割合で行った。灌水量は、埼玉県内で衰退木と比較的健全木が混在している飯能市付近の年間降水量に相当する1500mmを中心に、2倍の3000mmと概ね2分の1の800mm相当量とし、月別の降水量の平均値にあわせて根本付近に計量カップで与えた。

各試験区の株数は8個体で、スギ苗の生育期間中は苗の伸長を毎月計測するとともに、11月上旬の調査終了時には全苗について、LI-COR社製の携帯型光合成蒸散測定装置(LI-6200)を用いて、気温26~28℃、湿度40%、光合成有効光量子束密度850~1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{S}$ の自然光条件下で、当年葉の最下部枝葉の光合成・蒸散速度を測定した。葉面積は当該枝葉を採取して林電光製自動葉面積計(AAM-8)により各5回計測し、最大値を採用した。計測終了後、枝葉を100℃で2時間、80℃で3日間乾燥して乾量及び水分含量を求めた。また、枝葉の赤化状況を11月中旬と翌年6月上旬に観察した。

### 3 結 果

#### (1) 伸長生長及び光合成・蒸散速度

7月から10月までの伸長生長を図1に示した。試験開始後、8月19日までの約1カ月あまりの間で灌水量の違いによる伸長生長に差が現れはじめ、以降、水道水区及びpH3区とも、灌水量の多い区ほど伸長生長が大きくなった。水のpHの違いによる有意差(平均

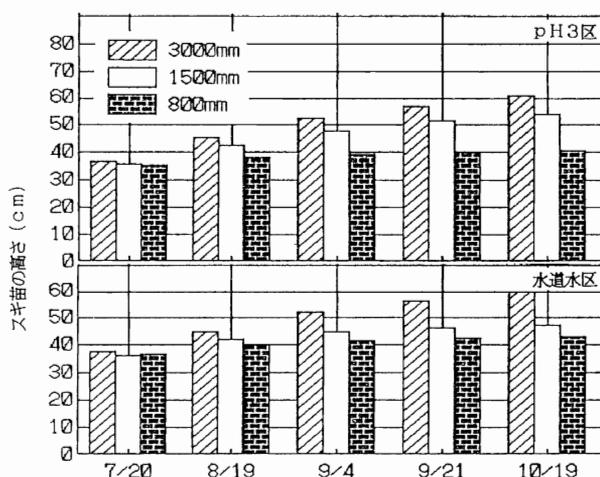


図1 灌水量及びそのpHのスギ苗伸長に及ぼす影響

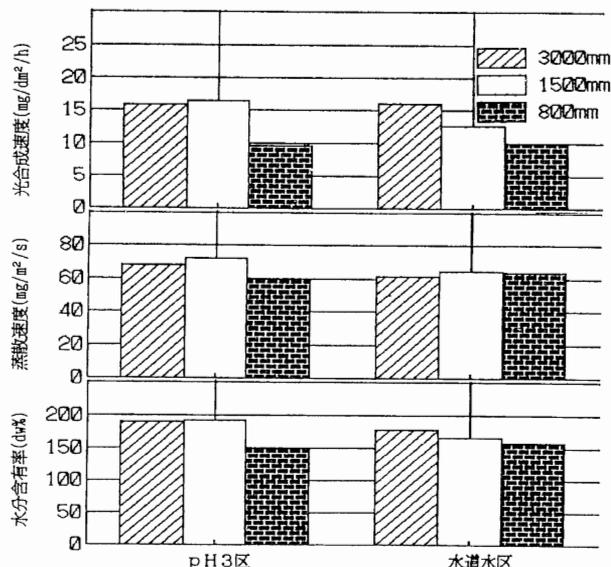


図2 灌水量及びそのpHが枝葉の水分含有率及び蒸散速度、光合成速度に及ぼす影響

値の差の検定、以下同様)はみられなかった。特に年間降水量800mm区では水のpHに係わらず、伸長生長がきわめて小さく、7月20日の苗高を基準とした倍率では、わずか1.16倍の伸びにとどまった。水道水区及びpH3区の平均で3000mm区が1.61倍、1500mm区が1.41倍であったことと比較すると生長抑制が著しかった。

図2に示した水分含有率(対乾重量あたり)は、水道水区、pH3区とも降水量3000mm区と1500mm区の間には差がみられなかったが、800mm区は3000mm区に比べて有意に小さかった。

同時期の蒸散速度は平均値では灌水量及びそのpHによる有意差は見られなかったが、光合成速度は水分含有率と同様、水道水区、pH3区の両区とも降水量800mm区が3000mm区に比べて有意に小さかった(図2)。

なお、調査終了時の土壌pHは水道水区のpH5.1~5.4、に対しpH3区はpH4.5~4.8であり、酸性水による土壌pHの低下はわずかであった。伸長生長や光合成・蒸散速度に差がなかったのは、前報<sup>7)</sup>の結果とも一致した。

#### (2) 枝葉の赤化率

表1に11月及び翌年6月における赤化した枝葉の割合(以下、赤化率という)を示した。赤化率は灌水量の少ない程著しく、800mm区ではpH3区が水道水区をやや上回る傾向を示した。また、翌年の6月になっても赤化枝葉が完全に緑色にもどらなかった苗の割合も、灌水量の少ない区ほど大きかった。

表1 年間降水量と枝葉赤化率(%)

| 区分      | 11月 |     | 6月  |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|
|         | pH3 | 水道水 | pH3 | 水道水 |
| 3000mm区 | 25  | 25  | 0   | 0   |
| 1500mm区 | 42  | 33  | 33  | 33  |
| 800mm区  | 83  | 58  | 75  | 58  |

#### 4 考 察

スギ衰退について松本らは、スギは水ストレスに弱いことから、関東地方のスギの衰退は大気の乾燥化が原因している可能性が高いと報告<sup>9)</sup>している。一方、梨本らはオキシダントの高濃度地域で且つ夏期の降水量の800mm以下の地域でスギが衰退していることを報告<sup>9)</sup>し、間接的に乾燥を衰退要因の一つとしているが、それは降水による二次汚染物質の洗浄作用の結果として考察されており、全く内容は異なる。

これまでの小川らの調査<sup>5-7)</sup>では乾燥化と二次生成物質のいずれの影響の可能性も考えられたことから、ここではそのうち乾燥の影響について試験した。

灌水量を3000mm区、1500mm区、800mm区と変化させた結果、灌水量が少ないほど伸長生長が抑制されることが示された。特に年間降水量800mm区では極端に伸長が抑制され、水分含有率の低下及び光合成・蒸散速度に有意の低下がみられた。

スギ樹体内の水分含有率の著しい低下は土壤水の不足によってもたらされた水ストレス状態を示すものと考えられ、光合成・蒸散速度の低下は水ストレスによる代謝機能の低下か、あるいは水欠差によって気孔閉鎖が助長された可能性が考えられる。いずれにしても埼玉県内平地部のスギ枯れが著しい地域の年間降水量は1100~1300mmの範囲にあり<sup>9)</sup>、年間降水量800mmの試験区よりは多いが、それでも試験結果(図1)から伸長生長が抑制される可能性が高いことが推察された。

なお、水分含有率や蒸散速度が比較的小さく、試験区間の差もやや小さかったのは、測定時期が11月と遅く、植物活性の低下した時期であったためと考えられる。

また、灌水量が少ない試験区ほど枝葉の赤化期間が長期化する傾向が観察されたことも重要な生長影響を示唆するものと考えられた。前述のように灌水量800mm区の光合成速度の平均値が小さかったのは、

同区に赤化枝葉株が多かったためであることから、あらためて12月上旬に2年生苗当年葉の最下位枝葉で緑色及び赤色枝葉の光合成速度を各5株ずつ測定した。その結果、緑色枝葉の平均が12.1mg/dm<sup>2</sup>/hであったのに対し、赤色枝葉は6.5mg/dm<sup>2</sup>/hで、光合成速度に大きな差があることが確認された。

ポット試験の結果とはいえ、光合成速度が半減する枝葉の赤化期間が長期化したとすると年間をとおしての物質生産は抑制され、翌年の生長にも影響し、そうした状態が長期間続くことでスギ衰退につながっていく可能性が考えられる。

特に樹木は生長するに従って同化器官よりも幹、枝等の非同化器官の割合が著しく増加して、自然条件下でさえ、いずれは生産と消費がつりあってみかけの生長は停止する。このように、成熟、老化した段階で枝葉の赤化期間が長期化し、その間、光合成速度が仮にポット試験と同様に半減したとすると、年間の物質生産は呼吸による消費が光合成を上回ってマイナスとなり、物質収支的には樹木は衰退する可能性が考えられる。このことは大径木ほど衰退が著しいこと<sup>4, 5)</sup>で裏付けられるし、林冠木よりも大気中湿度が低い<sup>10)</sup>空間に生育する孤立木の衰退が著しいこととも一致している。しかし、単に生長速度が小さいという生長影響、即ち物質収支のマイナス化の積み重ねが梢端の枯損に結び付くのか、あるいは水ストレスによる樹体の生理的变化等の質的に異なる現象の結果なのかということは明らかではない。

水ストレスによる生長影響等の積み重ねが梢端枯れを引き起こすためには、スギのもつ耐性により、劣化した枝葉が落葉し、新しい枝葉を展開させて個体の修復を図ろうとする機能が働く時、水ストレスがなんらかの形でそれを阻害し、通常5~7年で行われるという枝葉の更新<sup>11)</sup>が阻害され、梢端の枯損につながるということが明らかにされねばならない。今後のより長期間の試験によって解明される必要があろう。

なお11月の枝葉の赤化率が降水量800mmのときpH3区が水道水区をやや上回ったことは今後あらためて確認、検討していく必要があろう。

#### 文 献

- 1) 戸塚績：酸性雨による森林被害，燃料協会誌，68 200~209，1989.
- 2) 環境庁酸性雨土壤植生研究会：ヨーロッパの植生被害の状況，酸性雨：土壤植生被害の状況，公害研

- 究対策センター, 162~183, 1990.
- 3) 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.
  - 4) 高橋啓二・沖津進・植田洋匡: 関東地方におけるスギの衰退と安静降下物による可能性, 森林立地, 28, 11~17, 1986.
  - 5) 小川和雄・松本利恵・高野利一: 埼玉県平地部におけるスギの衰退とその要因, 人間と環境, 18(2), 61~69, 1992.
  - 6) 松本利恵・小川和雄: 埼玉県におけるスギ衰退に関する研究(第3報), 埼玉県公害センター研究報告, [20] 7~12, 1993.
  - 7) 松本利恵・小川和雄: 埼玉県におけるスギ衰退に関する研究(第2報), 埼玉県公害センター研究報告, [20] 1~6, 1993.
  - 8) 松本陽介・丸山温・森川靖: スギの水分生理特性と関東地方における近年の気象変動-樹木の衰退減少に関連して-, 森林立地, 34(1), 2~13, 1992.
  - 9) 梨本真・河野吉久: スギ衰退とオキシダント, 降雨量の分布に関する一考察, 電力中央研究所研究報告, U89017, 1989.
  - 10) 小川和雄: 未発表
  - 11) 坂口勝美: スギのすべて, 全国林業改良普及協会, 79pp, 1983.