



Title	樹木の枯死の原因について
Author(s)	森吉, 昭博
Description	著者原稿中の図-1、図-2は都合により掲載していません。これらについては季刊「庭NIWA」2024夏、255号p109を参照。
Citation	庭, 255, 109
Issue Date	2024-04-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92407
Type	article
File Information	Niwa_255_p109.pdf



樹木の枯死の原因について

北海道大学 名誉教授 森吉昭博

1. まえがき

地球上の原生林は 1900 年から 2015 年までで約 1/3 が消失しています。特にこの枯死による樹木の消失面積は過去 40 年で約 2 倍に達しています。北海道大学の構内に巨大なエルムの天然林が多く、森のように茂って胸高直径が 1–1.5m の巨大なエルムは 2 度の台風の影響もあり、樹木が倒壊したため、また樹木が衰退したエルムや枯死したエルムのこれらはほとんど伐採されました。しかし、これらの樹木の枯死や衰退の原因はまだ不明とされています。この枯死したエルムの辺材からはフタル酸エステル化合物(Phthalate Ester Compounds: Ps)やウインドウオッシャ液 (Sodium Polyoxyethylene Nonylphenyl Ether Sulfate: SPNES) が検出されています。筆者はこのうち大気汚染に含まれる Ps や SPNES がこの枯死の原因とみられることを鉢植えの赤松の室外実験より見出しました。Ps は大気中のタイヤ屑 (T)、ディーゼル排煙(D)、アスファルト屑(B)に含まれており、北大構内の工学部の 6 階建てのビルの屋上で夏に採取した空気 (suspended particle matter: SPM) 中には分子量 200-600 の物質では D:B:T の割合は 56%:38%:6%でした。Ps や SPNES が含まれている $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子 (PM_{2.5}) の分布をみるとこの汚染は地球規模であることが分かります。Ps や SPNES は極少量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) でも環境ホルモンの物質です。またこれらの物質は枯死した赤松や健全な赤松の辺材からも検出されています。

2. 赤松の枯死および衰退した赤松の回復

赤松は大気中に存在する 2 種の液体(Ps, SPNES)を噴霧すると赤松はどのような症状を示すかを以下の室外実験で実施しました。

赤松の盆栽(5 号鉢: 3 年生、10 鉢/各噴霧濃度)を屋外の噴霧濃度の異なる 3 種の透明のビニールハウス内に置き、これに 2 種の有害物質(フタル酸エステル化合物 (DEHP) + ウインドウオッシャ液 0.5%(SPNES)) の濃度を 3 段階変化させて 5 月から噴霧しました。この作業は赤松が枯死した 10 月まで自動的に噴霧(週 1 回の 50cc の噴霧量/0ppm (無処理: No Treat)、1000ppm (中濃度: Treat 1000) , 2000ppm (高濃度: Treat 2000))は続けました。噴霧の結果 8 月中旬に中濃度と高濃度の赤松の葉の先端の 1 部が茶色になりました。

このとき、赤松の葉の気孔(大気中から炭酸ガスを取り込む葉の小さい穴)の面積を SEM 走査電子顕微鏡で測定しました。すると無処理の気孔の平均面積 (N=10) を 100%とすると、中濃度、および高濃度のそれは 100%、75%、33%となりました。

また、赤松の葉の光合成状態を観察するため、純光合成速度(Net photosynthetic rate: Pn,) を測定しました。これより、無処理: 中濃度: 高濃度の割合は 100%:81%:53%となり、濃度が濃いものほど電子の伝達の障害があり、アデノシン 3 リン酸(ATP)の生産障害や酸素の放出が少なくなっていました。

また、赤松の葉の CO₂ の吸収量を示す純合成速度の割合は無処理：中濃度：高濃度の割合は 100%:73%:33% となり、濃度が濃いほど少なくなりました。

以上の結果より、赤松は 2 種の液体の噴霧により、薬剤の濃度が濃くなると、光量子収率が低下し、赤松のクロロフィル量が低下していることが分かりました。またこの実験より高濃度ほどリン酸や窒素の欠乏が示唆され、これがリン酸の欠乏を招き、これが赤松の葉の先端が茶色になった原因と思われます。また、赤松の葉の気孔の面積も著しく小さくなったことから、赤松は 2 種の液体の噴霧により、赤松の細胞内のミトコンドリアの Complex I の回転不良や赤松の成長に必要なアデノシン 3 リン酸 (ATP) の生成が不良となり、土壌からリンやカルシウム成分を吸収する外生菌根菌も SPNES で損傷し、外生菌根菌はリン酸や窒素を吸収出来なくなり、これらの薬剤の噴霧により赤松は「呼吸不全」になって赤松が枯死したと思われます。

この大気汚染による枯死を回復させるため、高さ 2m、赤松の樹木の胸高直径約 10 cm の赤松の葉の 1 部が図一1 のように茶色くなった赤松に対して、(株)宮原福樹園はこの赤松の Ps と SPNES で汚染された土壌の 1 部の置換と新しい菌根菌を漉き込みました。この結果、赤松は図一1 のような状態から図一2 の状態に戻りました。これより、赤松の枯死は大気汚染物質による可能性が高いと思われます。

これらの結果を踏まえて(株)宮原福樹園と一緒にどうして「赤松」が大気汚染物質 (Ps や SPNES) に弱く、枯死しやすいのかについて検討したいと思っています。私はこの原因は「黒松」よりも「赤松」の細胞中のミトコンドリアの呼吸鎖 (I ~ V) の方が環境ホルモン (Ps や SPNES) に影響を受けやすいためではないかと疑っています。

図一1 赤松の葉の 1 部が茶色になり弱った赤松(株)宮原福樹園提供)

図一2 治療後 1 年後の赤松 (株)宮原福樹園提供)