

2G0930-2

樹木に対するエアロゾルの影響とその樹種間差異の解明

○ 伊豆田 猛¹⁾, 石田 厚²⁾, 矢崎健一³⁾, 野口享太郎³⁾, Wuled Lenggoro¹⁾, 山口真弘¹⁾,
大谷葉子¹⁾, 竹田健太¹⁾, 李 咄冉¹⁾, 長尾 宙¹⁾

¹⁾ 東京農工大学, ²⁾ 京都大学生態学研究センター, ³⁾ 森林総合研究所

【はじめに】

東アジア地域における越境大気汚染物質のひとつとしてエアロゾルが指摘されているが、その空間的分布、生成機構および環境影響の定量的評価などに関しては未解明な点が多い。さらに、植物に対するエアロゾルの影響はほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、日本の代表的な森林樹種の苗木に対するブラックカーボン粒子と硫酸アンモニウム粒子の影響を明らかにすることを目的とした。

【樹木に対するブラックカーボン粒子の影響】

人為起源のエアロゾル粒子は主に微小粒子として存在するため、アジア大陸から輸送される大気汚染物質に含まれるエアロゾルが植物に及ぼす影響を明らかにするためには、平均粒子径が数百 nm のサブミクロンサイズのエアロゾル粒子を用いた実験的研究を行う必要がある。そこで、エアロゾル暴露チャンバー内に静電気力型粒子発生器と超音波力型粒子発生器を設置し、2009 年 6 月から 2010 年 10 月までの 2 成長期にわたって樹木に対するサブミクロンサイズのブラックカーボン(BC)粒子の暴露を行った。2009 年 5 月に、鹿沼土を詰めたポットに、ブナ(*Fagus crenata*, 3 年生)、スダジイ(*Castanopsis sieboldii*, 2 年生)、スギ(*Cryptomeria japonica*, 1 年生)およびカラマツ(*Larix kaempferi*, 1 年生)の苗木を移植した。2009 年 6 月 1 日に、各樹種の苗木を 6 基のエアロゾル暴露チャンバー内に配置した(図 1)。ブラックカーボン暴露を行うブラックカーボン暴露区と暴露を行わない対照区を設定し、処理区あたり 3 基の同型チャンバーを用いて 3 チャンバーレプリケーションを設けた。静電気力型粒子発生器と超音波力型粒子発生器による苗木へのブラックカーボン暴露は、2009 年 6 月 13 日～2010 年 1 月 6 日と 2010 年 3 月 21 日～10 月 31 日に行った。



図 1 エアロゾル暴露チャンバー
(農工大 府中キャンパス).

2010 年 11 月に採取した各樹種の葉の表面に噴霧由来の BC 粒子が観察された。同時期の BC 暴露区で育成した 4 樹種の苗木の葉面 BC 沈着量は対照区のそれより高く、暴露によって増加した葉面 BC 沈着量は $0.13 \sim 0.69 \text{ mg C m}^{-2}$ であった。いずれの樹種においても、樹高、根元幹直径および育成終了時の個体乾重量に BC 粒子の有意な影響は認められなかった(図 2)。

4 樹種の個葉に対して連続 50 時間にわたって BC 粒子の暴露を行った結果、BC 暴露後の純光合成速度は BC 暴露前のそれに比べて低下した。BC 暴露後の純光合成速度の相対値(BC 暴露後/BC 暴露前)と葉面 BC 沈着量との間に有意な負の相関が認められ、葉面 BC 沈着量の増加に伴う純光合成速度の低下程度はスダジイ>ブナ>スギ>カラマツの順に大きかった(図 3)。

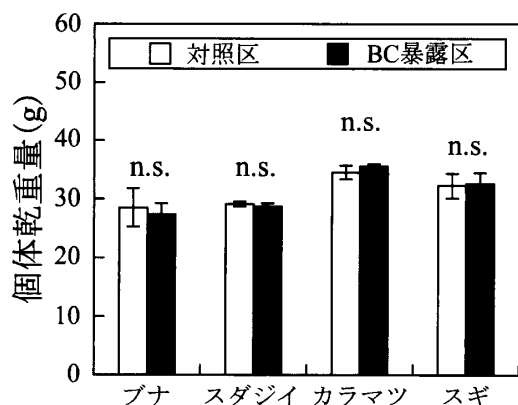


図 2 個体乾重量に対するBC粒子の影響(個体に対する長期暴露実験, 2010 年 11 月)。

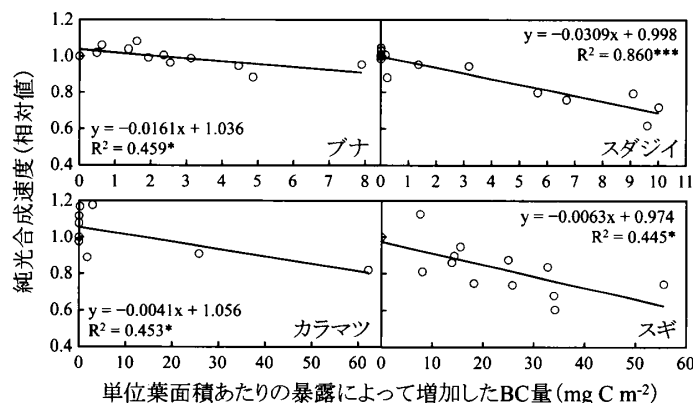


図 3 純光合成速度の相対値と単位葉面積あたりの暴露によって増加した BC 量の関係。

【樹木に対する硫酸アンモニウム粒子の影響】

2011年6月1日に、2Lポットに植栽したブナ、スダジイ、カラムツおよびスギの苗木をエアロゾル暴露チャンバー内に配置し(図1)、10月27日までの149日間にわたって育成した。硫酸アンモニウム(AS)粒子の暴露を行うAS暴露区と暴露を行わない対照区を設定し、処理区あたり3チャンパーレプリケーションを設けた。2011年6月3日～10月27日に、超音波力型粒子発生装置を用いた噴霧乾燥法によって苗木に対するAS暴露を行った。苗木の育成期間中に、各樹種の樹高、根元幹直径および葉のガス交換速度を測定した。2011年10月28日～11月11日に各樹種の苗木をサンプリングし、個体乾重量、葉面における硫酸塩およびアンモニウム塩の沈着量、葉内の硫酸イオン(SO_4^{2-})、アンモニウムイオン(NH_4^+)および全遊離アミノ酸の濃度を測定した。また、各樹種の葉表面におけるAS粒子の沈着状態を電子顕微鏡で観察した。

2011年10月に採取した各樹種の葉の表面における粒子の沈着状態を電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)とエネルギー分散型X線分析装置(EDX)を用いて観察した。その結果、AS暴露区で育成したすべての樹種の葉表面に粒径300～600 nmの硫黄(S)を含む粒子が観察された。また、いずれの樹種においても、同時期におけるAS暴露区で育成した苗木の葉面硫酸塩沈着量は対照区のそれに比べて高かった。

2011年10月における各樹種の樹高、根元幹直径および個体乾重量に対するAS粒子の有意な影響は認められなかった(図4)。また、育成期間中に測定した各樹種の葉の純光合成速度にAS粒子の有意な影響は認められなかった。これに対して、2011年10月におけるスダジイの葉のエピクチクラワックス量は、AS粒子の暴露によって有意に低下した(図5)。さらに、同時期におけるスギの葉内の SO_4^{2-} 濃度と全遊離アミノ酸濃度は、AS粒子の暴露によって有意に増加した(図5)。これらの結果から、1成長期間にわたるAS粒子の暴露は、スダジイの葉表面のエピクチクラワックス量を減少させ、スギの葉内 SO_4^{2-} 濃度と全遊離アミノ酸濃度を増加させることが明らかになった。なお、現在、2年目の苗木に対するAS粒子の暴露を行っている。

【謝辞】

本研究は、文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究(課題番号 20120010)の助成を受けて行われた。本研究では、佐瀬裕之博士(アジア大気汚染研究センター)、村尾直人博士、佐野雄三博士(北海道大学)、黒田克史博士(森林総合研究所)、神谷秀博教授、船田 良教授、松田和秀博士、半 智史博士、山根健一氏、佐川慎一氏、玄 大雄氏、Lim Fong Zyin 氏、関 明人氏、菅野博也氏(東京農工大学)にご協力を頂いた。ここに記して、感謝の意を表す。

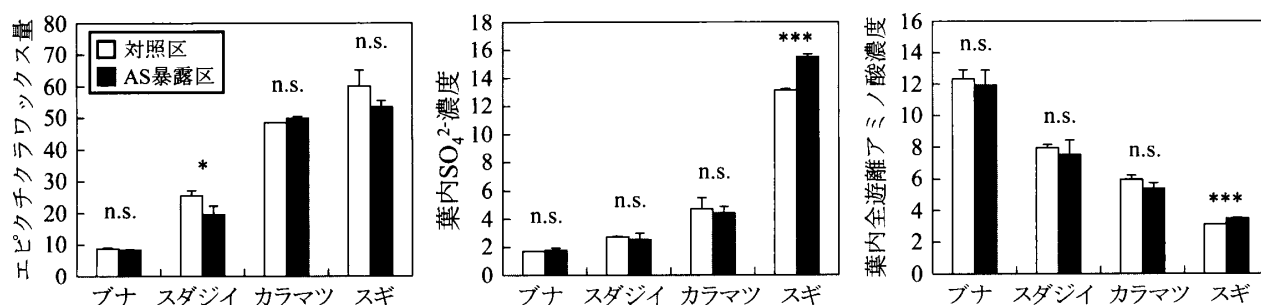


図5 2011年10月におけるブナ、スダジイ、カラムツおよびスギの葉のエピクチクラワックス量($\mu\text{g cm}^{-2}$ LA)、葉内 SO_4^{2-} 濃度($\mu\text{mol g}^{-1}$ FW)および葉内全遊離アミノ酸濃度($\mu\text{mol g}^{-1}$ FW)に対する硫酸アンモニウム粒子の影響. Two-sample *t*-test: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, n.s.=not significant.

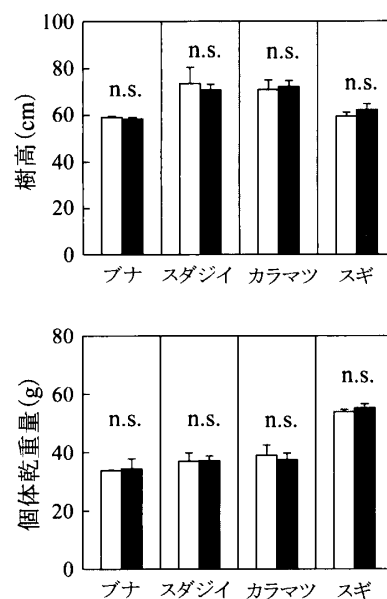


図4 ブナ、スダジイ、カラムツおよびスギの樹高および個体乾重量に対する硫酸アンモニウム粒子の影響(2011年10月). 各値は3チャンパーレプリケーションの平均値を示し、エラーバーはその標準偏差を示す. n.s.=not significant (Two-sample *t*-test, $p > 0.05$).