

## 自己評価報告書

平成 23 年 5 月 4 日現在

機関番号：12605  
研究種目：新学術領域研究  
研究期間：2008～2012  
課題番号：20120009  
研究課題名（和文） エアロゾルの樹木への吸収・吸着機構の解明  
研究課題名（英文） Analysis of mechanism of absorption and adsorption of aerosol in trees  
研究代表者 船田 良 (FUNADA RYO)  
東京農工大学・大学院農学研究院・教授  
研究者番号：20192734

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・木質科学

キーワード：エアロゾル、ブラックカーボン、越境汚染、樹木成長、イメージング技術、樹木生態生理学、植物組織構造学

## 1. 研究計画の概要

経済発展を続ける東アジア地域から日本に飛来する越境大気汚染物質、特にエアロゾルの影響は今後さらに深刻化していくと予想され、日本における環境問題の最重要課題である。しかしながら、エアロゾルの発生源や輸送・沈着のプロセスに関する情報は集積し始めているが、エアロゾルの植物や人間などに対する影響については、ほとんど研究が行われていないのが現状である。本研究課題は、エアロゾルが日本を含む東アジアの森林を構成している樹木に与える影響を実験的に解明することを主目的にしている。そこで、異なる樹木の葉表面および葉内部におけるエアロゾルの吸収と吸着状態を、各種イメージング技術により可視化し、樹木の成長や生理学的機能との関連性を明らかにする。さらに、本研究課題で得られる知見と他の研究グループによるエアロゾル曝露実験やフィールドでのエアロゾル量に関する知見を総合的に考察し、東アジアの森林に対するエアロゾルの影響の評価を総合的に考察する。

## 2. 研究の進捗状況

本研究の最終目的は、越境大気汚染物質であるエアロゾルが樹木の生命現象に与える影響を実験的に解明することである。そこで、平成22年度までは、エアロゾルの中でも知見が乏しいブラックカーボンを重点目標にした。ブラックカーボン粒子の可視化方法の確立と、人為的に短期および長期曝露したブラックカーボン粒子をナノレベルで解析し、葉の表面構造との関連性を明らかにすることを目標とした。

日本産およびインドネシアなど熱帯産樹

木の葉の表面構造をレプリカ法を用いて網羅的に観察したところ、葉の凹凸の大きさ、毛状突起の有無やその形態、気孔の密度や形態など表面構造が樹種により大きく異なっていた。気孔の密度や形態の違いは、エアロゾル粒子による気孔の塞がりやすさに影響を与えると考えられる。ブラックカーボンを短期および長期曝露した樹種の葉表面を電界放射型走査電子顕微鏡を用いて可視化したところ、ブラックカーボン由来の約 100nm の粒子が観察された。粒子の形状や集合状態から、葉表面に存在する様々な粒子との区別が可能であった。葉の表面には、多くのカーボン粒子が凝集したものとカーボン粒子が円状に配列する様子が観察された。また、カーボンの粒子塊は、平滑な葉面上でも毛状突起上でも同様に吸着していた。毛状突起が発達した樹種では、葉の内表面や気孔へのカーボン粒子の吸着が影響を受けると考えられる。ブラックカーボンを長期曝露させた針葉樹の葉表面において、粒子塊は葉表面の中でもチューブ型ワックスが疎に分布する部分に多く認められた。一方ブラックカーボンの粒子塊は、気孔近くのチューブ型ワックスが密に覆う部分には認められない傾向があった。チューブ型ワックスは、ブラックカーボンの沈着を防ぐ機能をもつ可能性が考えられる。したがって、葉の表面構造の樹種間差異とブラックカーボンの葉への吸収・吸着状態の違いには密接な関連性が存在すると考えられる。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

エアロゾルなどの微粒子が樹木の成長や

生理学的機能に与える影響に関しては、これまで明らかにされていない。その最大の理由は、葉表面や葉内部のエアロゾルを詳細に解析する方法が十分に確立されていないことに起因する。本研究課題では、ブラックカーボン粒子をエアロゾル簡易暴露装置により人為的に曝露し、主に高分解能走査電子顕微鏡 (FE-SEM) やエネルギー分散型 X 線分析装置を用いて可視化を行った。その結果、低加速電圧を用い、表面構造を高分解能で観察可能な FE-SEM は、カーボン粒子の葉表面における分布を可視化する上で有効な方法であるといえ、葉表面のナノサイズのブラックカーボンの可視化技術を世界で初めて確立した。また、葉の構造とエアロゾルの吸着特性との関連性についての多くの知見を得ることができており、当初の研究計画に従って、順調に進んでいるといえる。今後、よりインパクトの高い雑誌へ成果を掲載することにより、情報の発信に努める予定である。

#### 4. 今後の研究の推進方策

平成 23～24 年度においては、これまでに確立した微粒子をナノレベルで可視化する技術を駆使してブラックカーボンとともに新規に硫酸塩を対象とし、樹木の葉にどの様にエアロゾルが吸収・吸着されるかを明らかにする。さらに、エアロゾルが吸収・吸着状態と葉の表面構造などとの関連性を明確にする。最終的に、エアロゾルの葉への吸収・吸着量を決定する因子を組織構造学的にモデル化する。さらに、プロジェクト全体として、各計画班が行っているエアロゾル暴露チャンバーにおける樹木の生理学的反応に関する研究やエアロゾルモニタリングタワーでの解析結果等を統合し、エアロゾル環境植物学の創設に貢献する予定である。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 3 件)

- 1) Begum, S., Nakaba, S., Oribe, Y., Kubo, T., Funada, R.: Changes in the localization and levels of starch and lipids in cambium and phloem during cambial reactivation by artificial heating of main stems of *Cryptomeria japonica* trees, *Annals of Botany*, 106, 885-895 (2010). (査読有り)
- 2) 伊豆田 猛、船田 良: 東アジアにおけるエアロゾルの森林影響の解明をめざして、*北方林業*, 62, 61-64 (2010). (査読有り)
- 3) 佐野雄三 (2009). 広葉樹材における管状要素間壁孔の構造と機能、*木材学会誌*, 55, 119-128. (査読有り)

〔学会発表〕 (計 7 件)

- 1) 山根健一、半 智史、山口真弘、Widyanto Dwi Nugroho、黒田克史、佐野雄三、Wuled Lenggoro、伊豆田 猛、船田 良: 樹木葉面へ人工的に曝露したブラックカーボンの局在解析と曝露した金ナノ粒子の可視化方法の確立、第61回日本木材学会大会、2011年3月18日、京都
- 2) 山口真弘、半 智史、船田 良、伊豆田 猛、Wuled Lenggoro、石田 厚、矢崎健一、野口享太郎、黒田克史、佐野雄三: 樹木の成長に対するブラックカーボン粒子の影響に関する実験的研究、第27回エアロゾル科学・技術研究討論会、2010年8月3日、名古屋
- 3) 半 智史、深堀未絵、山口真弘、黒田克史、佐野雄三、Wuled Lenggoro、伊豆田 猛、船田 良: 樹木葉面に曝露したブラックカーボン粒子の可視化法の確立、第27回エアロゾル科学・技術研究討論会、2010年8月3日、名古屋
- 4) 半 智史、深堀未絵、山口真弘、黒田克史、佐野雄三、Wuled Lenggoro、伊豆田 猛、船田 良: 電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM) を用いた樹木葉面におけるエアロゾルの可視化、第60回日本木材学会大会、2010年3月17日、宮崎
- 5) 船田 良、小林 修、安江 恒: 年輪情報を利用した北海道の森林衰退の解析、エアロゾル・オゾン等による植物影響に関するシンポジウム、2009年10月8日、札幌

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
該当なし