

## 【5B-1105】葉のオゾン吸収量に基づいた樹木に対するオゾンの影響評価に関する研究

(H23～H25；累計予算額 154,872 千円)

伊豆田 猛（東京農工大学）

### 1. 研究実施体制

(1) 樹木の葉のオゾン吸収量推定法の開発（東京農工大学）

(2) 樹木の葉のオゾン吸収量と光合成能力との関係の解明（(一財)電力中央研究所）

(3) 葉のオゾン吸収量に基づいた成木に対するオゾンの影響評価（北海道大学）

(4) フラックスタワー測定による森林のCO<sub>2</sub>吸収量に対するオゾンの影響評価（(独)森林総合研究所）

### 2. 研究開発目的

本研究の目的は、気孔を介した葉のオゾン吸収量に基づいて日本の森林を構成している樹木のCO<sub>2</sub>吸収・固定能力や成長に及ぼすオゾンの影響を正確に評価する方法を確立し、日本の主要な森林樹種であるブナ、ナラ類、カンバ類に対するオゾンの影響に関する現状評価を行なうことである。平成25年度においては、サブテーマ(1)の「樹木の葉のオゾン吸収量推定法の開発」では、コナラ、ミズナラ、シラカンバおよびブナの苗木を対象としたオゾン暴露実験を行い、ナラ類とカンバ類の苗木を対象としたオゾン暴露実験を継続して行い、葉のガス交換速度、生理生化学的活性、気孔の構造や分布および形態的特性と環境要因やオゾン濃度・ドースとの関係を解析し、葉のオゾン吸収量の推定式を構築することを目的とした。また、サブテーマ(2)の「樹木の葉のオゾン吸収量と光合成能力との関係の解明」では、平成24年度に引き続き、ブナ・ナラ類・カンバ類の苗木に対する長期オゾン暴露実験を継続実施し、二成長期にわたる葉のオゾン吸収量と光合成能力との関係を解析し、得られた関係をサブテーマ(3)およびサブテーマ(4)に提供し、成木レベルでの検証を行うことを目的とした。サブテーマ(3)の「葉のオゾン吸収量に基づいた成木に対するオゾンの影響評価」においては、ブナ、ナラ類、カンバ類の成木の光合成能力、成長と木部組織構造に対するオゾンの影響を解明し、光による樹木のオゾン感受性に与える影響を解明し、最終的には刈り取りを行い、より詳細な樹木の構造解析を行うことを目的とした。サブテーマ(4)の「フラックスタワー測定による森林のCO<sub>2</sub>吸収量に対するオゾンの影響評価」では、オゾン濃度測定を継続して行い、オゾン濃度の季節変化、年次変化と森林のCO<sub>2</sub>吸収量との関係から、森林群落レベルでのオゾン影響を評価することを目的とした。

B-1105 葉のオゾン吸収量に基づいた樹木に対するオゾンの影響評価に関する研究

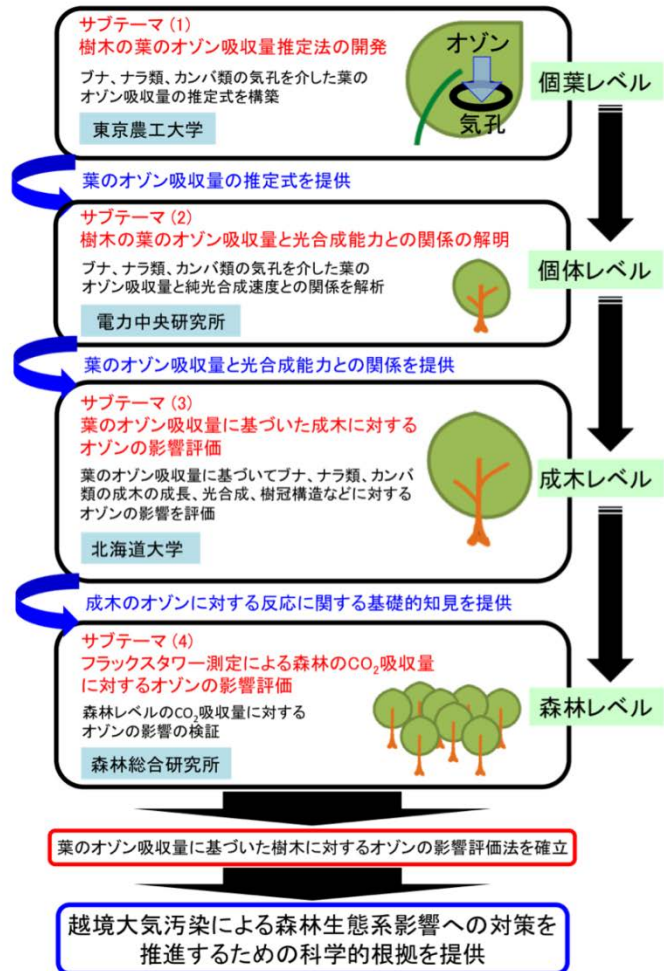


図 研究のイメージ

### 3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

#### (1) 科学的意義

日本の代表的な落葉広葉樹であるブナ、コナラ、ミズナラおよびシラカンバの葉の水蒸気気孔コンダクタンスの推定式を構築し、気孔を介した葉のオゾン吸収量を算出することが可能になった。その結果、比較的高濃度のオゾンが観測された春季においては、ブナ、コナラおよびミズナラの第1展開葉は未成熟であったため、気孔開度が比較的低く、オゾン吸収量が低いことが明らかになった。一方、シラカンバの春葉および夏葉は葉の成熟が早く、春季においても葉のオゾン吸収量が比較的高いことが明らかになった。

日本の代表的な落葉広葉樹であるブナ、コナラ、ミズナラおよびシラカンバの気孔を介した葉のオゾン吸収量と積算純光合成量（積算 CO<sub>2</sub> 吸収量）との関係を解明した。また、葉のオゾン吸収量に対する積算純光合成量の低下程度を指標としたオゾン感受性には樹種間差異があり、同量のオゾンを吸収してもオゾンによる積算純光合成量の低下程度が樹種によって異なることが明らかになった。

開発した開放型オゾン暴露システムによって、未解明であった日本の冷温帯森林を構成する代表的樹種の成木へのオゾンの影響に関する知見が得られた。オゾンによる生理的な影響のひとつである気孔閉鎖の程度は、従来多用されてきた大気オゾン濃度ベースの指標である AOT40 よりも、気孔を介した葉の積算オゾン吸収量と関係があることが示された。また、成木では、受光量の小さい葉に比べて、樹冠内の受光量の大きい葉においてオゾンによる光合成能力の低下が著しいことが明らかになった。

落葉樹と常緑樹の混交林では、エネルギーと水のフラックス測定値を用いる Penman-Monteith 法では落葉期や降雨時の群落コンダクタンスの推定が困難であったが、CO<sub>2</sub> フラックス測定値を用いて Ball-Woodrow-Berry の気孔コンダクタンス推定モデルで補正を行うことで、年間を通してのオゾン吸収量の推定が可能となった。本研究課題で開発した手法によって推定した森林群落レベルでのオゾン吸収量とフラックス測定による CO<sub>2</sub> 吸収速度との関係から、森林群落レベルでもオゾン吸収量の増加によって葉の老化が促進され、CO<sub>2</sub> 吸収能力が低下している可能性が示された。

気孔を介した葉の積算オゾン吸収量に基づいて、日本に分布する落葉広葉樹 4 種の積算純光合成量（積算 CO<sub>2</sub> 吸収量）に対するオゾンの影響評価を行った結果、ブナ、コナラおよびミズナラの 1st flush 葉とシラカンバの春葉の積算純光合成量のオゾンによる年平均低下率はそれぞれ 12%、10%、12% および 16% と推定された。この結果は、現状のオゾンによって日本の森林の CO<sub>2</sub> 削減能力が低下していることを示している。したがって、アジア大陸からの越境大気汚染対策や日本国内のオゾンの前駆物質の排出源対策を行うことで、日本の森林の保護だけでなく、その地球温暖化防止機能を向上させることができることを科学的に示した。

#### (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

環境省の越境大気汚染・酸性雨対策検討会の生態影響分科会の下にあるオゾン等の植物影響評価ワーキンググループ（座長：伊豆田 猛）において、本研究で得られた研究結果などを提示し、平成 26 年 3 月に公表された環境省の越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング（平成 20～24 年度）最終報告書の内容（119～123 ページ）の検討過程で多大な貢献をした。同ワーキンググループで実施しているオゾンによる植物影響のパイロットモニタリングの地点選定過程で本研究で得られた研究成果を提示し、福岡県（英彦山）、新潟県（八海山）および北海道（摩周湖外輪山）におけるオゾン濃度測定と植物被害評価が開始され、その結果が平成 26 年 3 月に公表された環境省の越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング（平成 20～24 年度）最終報告書に掲載された（123～129

ページ)。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究では、気孔を介した葉のオゾン吸収量に基づいた日本の落葉広葉樹の CO<sub>2</sub> 吸収・固定能力に対するオゾンの影響の評価手法を確立したため、日本の現状レベルのオゾンによる落葉広葉樹の年間 CO<sub>2</sub> 吸収量の低下程度が評価できるようになった。本研究の結果は、日本におけるオゾンの前駆物質の発生源対策とアジアにおけるオゾンによる越境大気汚染の対策を行い、森林を保護することは、温暖化対策にもなることを示している。したがって、本研究によって、大気汚染対策と温暖化対策のコベネフィットアプローチに対して科学的知見を提供することができた。

本研究では、日本におけるオゾンによる森林衰退の危険地域（ホットスポット）の選択が可能となったため、越境大気汚染による生態系影響の発現予測やその対策に貢献できる。

本研究による森林の CO<sub>2</sub> 固定能へのオゾンの影響評価は、気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) の報告書などの国際的な科学的知見の集積に直接的に貢献し、温暖化防止を目的として東アジア各国の連携の下で国際的大気汚染対策を推進するための科学的根拠を提供できる。

本研究によって、現在、オゾンなどのガス状大気汚染物質の測定が検討されている東アジア酸性雨ネットワーク (EANET) におけるオゾン測定地点の設定やオゾンの植物影響評価地点の選定などへの科学的根拠を提供できる。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

オゾンの樹木に対する影響を、樹木の CO<sub>2</sub> 吸収・固定能力に基づいて定量的に評価したもので、森林の衰退防止に加えて、温暖化対策にも寄与する成果を挙げた。研究計画に沿って確実にデータの蓄積とその解析が行われ、目標を達成していると評価される。一方で、データの取得と整理で終わっており、これからの展望や生じた問題点の解決に向けた提言、提案などが望まれる。

#### 5. 評点

総合評点：A