

B-073 土壌呼吸に及ぼす温暖化影響の実験的評価(H19～H21)

<研究課題代表者>

独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 主任研究員 梁 乃申

<研究参画者の所属機関>

国立環境研究所、静岡大学、広島大学、北海道大学

<研究の概要（背景、目的、内容）>

現在、全球で約 15,500 億トンの炭素が有機物として表層深さ 1 メートルの土壌中に蓄積されている。一方、土壌は、土壌微生物や小動物の有機物分解（微生物呼吸）と植物根の呼吸（根呼吸）によって大量の CO₂ を大気中に放出している。例えば、生物圏炭素循環プロセスモデル CASA の計算によれば、地球規模の土壌微生物呼吸量は約 571 億トン C/年で、地球全体の土壌呼吸（804 億トン C/年）の約 71%であることを示唆している。また、この微生物呼吸量は人為起源の放出量（64 億トン C/年；IPCC 2007）の約 9 倍にも相当し、全陸域生態系の正味の CO₂ 吸収量（約 10 億トン C/年；IPCC 2007）の約 57 倍に相当する量である。従って、土壌有機物の分解速度が地球温暖化によって僅かでも変動すれば、地球上の炭素収支は著しく影響を受けることになる。これまで多くの陸域生態系において、土壌呼吸速度は温度の上昇とともに指数関数的に増加することが報告されていることから、ほとんどの炭素循環モデルは、季節的な温度変化に対する土壌呼吸の指数関数的応答に基づいて、土壌呼吸の将来予測を行っている。例えば、IPCC 第 4 次レポートでは、気温の上昇に伴い土壌有機物分解（微生物呼吸）が促進されるという“正のフィードバック効果”により、大気中の CO₂ 濃度が従来の予測値より更に増加する可能性が指摘されている。しかしながら、現状の将来予測は不確実性が極めて大きく、予測の信頼性向上が望まれている。そこで、本研究では、温暖化に伴って、我が国のような湿潤な森林土壌が、今まで以上に吸収源として機能するのか、あるいは放出源に転換するかについて、長期的な野外観測を独自に行い、その実測データに基づいて定量的な評価を行うことを目的としている。

<研究終了時の達成目標>

- ・森林生態系毎に土壌炭素放出の温度応答メカニズムを解明し、温暖化した際に我が国のような湿潤な森林土壌が、今まで以上に吸収源として機能するのか、逆にどれほど放出源に転換するのかについて、温暖化シナリオに基づいて定量的に評価する。研究成果は京都議定書の第2約束期間以降の立案に貢献し、IPCC第5次レポートに反映されると期待される。

<平成19年度実績（46,560千円）>

- ・最北域の針広混交林（北海道大学天塩研究林）、関東地方のアカマツ林（つくば市）、西日本の常緑優占カシ林（東広島市）において、赤外線ランプヒーターで土壌を加温処理し、多点大型自動開閉チャンバー式土壌呼吸測定システムを用いて土壌呼吸と微生物呼吸の自動連続測定を開始した。
- ・植生図と土壌図を参考にして、北海道や関東、東海、中国、四国、近畿、九州および沖縄地区の主な森林生態系タイプから50数箇所を選定し、土壌サンプルを採集した。これらのサンプルを用いて、異なる温度と水分条件下で室内インキュベーション実験を開始した。また、苗場山ブナ林において、現場でのインキュベーション実験を開始した。
- ・広島大学のオープントップチャンバーを用い、西日本の常緑優占樹種（アラカシなど）を育成し、温度と土壌水分およびCO₂濃度の組み合わせ制御実験を開始した。
- ・本課題に関する既存の研究手法・資料を収集し、データベースの構築を開始した。

<平成20年度実績（44,232千円）>

- ・温暖化野外操作実験を引続き継続する。得られたデータと環境要因および生物要因の関係を解析し、土壌呼吸の地域（生態系）特性を解明した。また、同様な温暖化操作実験を東北地方のミズナラ林（岩木山）、日本海側のブナ林（苗場山）及び九州地方の常緑シイ林（宮崎大学田野フィールド）において展開した。
- ・インキュベーション実験を継続するとともに、関東地方以北の森林生態系を中心に土壌サンプルを採集した。72ヶ所の土壌サンプルを用いた測定結果に基づいて、生態系毎の微生物呼吸の温度反応式を求めた。
- ・オープントップチャンバーの制御実験を継続する。樹木の生長量、落葉枝速度、土壌呼吸（根の呼吸を分離）、または地下部細根の動態（生産量と枯死量）を測定したうえで、温暖化が森林生態系の土壌炭素収支へ与える影響とそのメカニズムの解明を行った。
- ・既存モデルのパラメータを抽出し、モデル間の比較を行った。

<平成21年度計画（44,032千円）>

- ・6ヶ所の温暖化操作実験で得られたデータの解析により、地球が温暖化した際の我が国のような湿潤な森林生態系における土壌呼吸の地域的な変化特性を明らかにし、温暖化が森林土壌有機炭素放出に及ぼす影響を定量的に評価する。
- ・インキュベーション実験を継続し、実験データを解析することで、微生物による土壌有機物分解の温暖化に対する応答を広域的に評価する。
- ・オープントップチャンバーで得られたデータと本地域の野外温暖化操作実験で得られたデータを統合的に解析した上で、温暖化が森林生態系の土壌炭素収支に与える影響を総合的に明らかにする。
- ・確立された実験方法や観測された基礎データを、ホームページまたは国際誌に掲載することにより、東アジアを中心とした国際的な普及を行う。

<国外の協力・連携機関、研究計画名>

なし

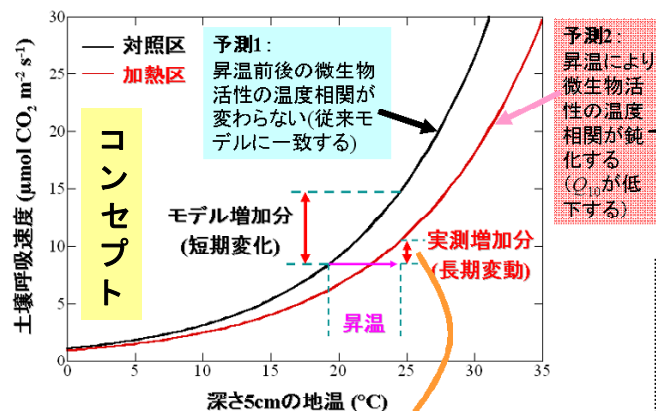
研究参画者一覧（平成21年度）

研究課題名	B-073 土壌呼吸に及ぼす温暖化影響の実験的評価
＜研究体制・組織＞	
研究代表者 梁 乃申	
独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 炭素循環研究室 主任研究員（46才）	
(1) 温暖化に伴う土壌呼吸速度の地域的特性の解明 ① 野外温暖化操作実験	
◎	梁 乃申 国立環境研究所地球環境研究センター 炭素循環研究室 主任研究員 向井 人史 国立環境研究所地球環境研究センター 炭素循環研究室 室長 高橋 善幸 国立環境研究所地球環境研究センター 炭素循環研究室 主任研究員
② データベースの構築及び土壌呼吸の自動連続測定 高木 健太郎 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 助教	
(2) 異なる生態系における土壌微生物活性の変動メカニズムの解明 ○	
角張 嘉孝 静岡大学農学部森林資源科学科 教授 王 権 静岡大学農学部森林資源科学科 准教授 水永 博己 静岡大学農学部森林資源科学科 教授	
(3) 大型オープントップチャンバーを用いた高温・高CO ₂ が土壌呼吸に及ぼす影響評価 ○	
中根 周歩 広島大学大学院生物圏科学研究科 教授 中坪 孝之 広島大学大学院生物圏科学研究科 准教授	

B-073 土壌呼吸に及ぼす温暖化影響の実験的評価 (FY2007-FY2009)

目的:

典型的な森林生態系を対象に、土壌炭素放出の温度応答メカニズムを解明し、温暖化した際に我が国のような湿潤な森林土壌が、今まで以上により吸収源として機能するのか、逆にどれほど放出源に転換するかについて定量的な評価を行う。



本研究実施前の予測

サブテーマ1

温暖化に伴う土壌呼吸速度の地域的特性の解明



- 1-1. 野外温暖化操作実験により、異なる森林生態系における土壌呼吸変化のパターンを明らかにする。
- 1-2. 土壌呼吸の温度反応特性データベースを構築する

昇温により土壌呼吸の順応現象が存在するのを確認する

順応現象が存在するのならそのメカニズムを解明する

土壌炭素放出の生態系毎の温度応答メカニズムを解明し、森林土壌がより吸収源として機能するか、逆にどれほど放出源に転換するかについて定量的な評価を行ったうえ、京都議定書の第2約束期間以降の立案やIPCC第五次レポートに貢献する

サブテーマ3

大型オープントップチャンバーを用いた高温・高 CO_2 が土壌呼吸に及ぼす影響評価

温暖化環境下での樹木生態系の生産及び分解過程

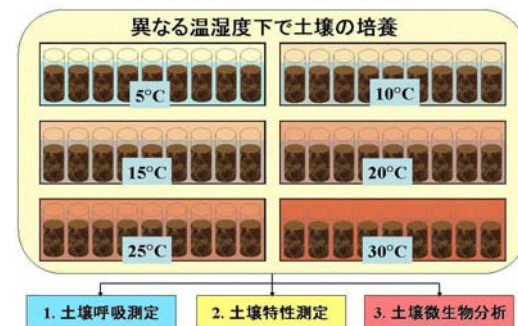


高温・高 CO_2 濃度環境下での、落葉枝・根の更新速度、土壌呼吸(微生物呼吸及び根の呼吸)の特性を明らかにする。

サブテーマ2

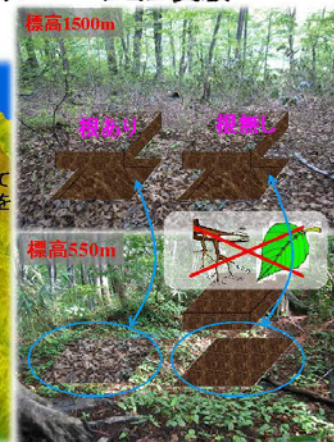
異なる生態系土壌微生物活性変動の変動メカニズムの解明

室内インキュベーション実験



現場でのインキュベーション実験

新潟・苗場山ブナ林 (標高1500m, 900m, 550m)



北海道から沖縄に至る主な森林生態系タイプからおおよそ100箇所の土壌サンプルを採集し、室内インキュベーション実験を行う。また、苗場山において、現場でのインキュベーション実験を実施する。