

【2-1504】ボルネオの熱帯泥炭林における炭素動態の広域評価システムの開発（H27-29
99,912千円）

研究代表者 平野 高司（北海道大学）

1. 研究実施体制

- （1）フィールド観測による熱帯泥炭林における炭素動態の解明（北海道大学）
- （2）陸域生態系モデルによる炭素動態の広域評価システムの開発（国立研究開発法人
国立環境研究所）
- （3）PALSAR-2による炭素動態の広域評価システムの開発（国立研究開発法人 宇宙航
空研究開発機構）
- （4）熱帯泥炭地の空間分布データの構築（一般財団法人 宇宙システム開発利用推進
機構）

2. 研究開発目的

本研究では、熱帯泥炭地が広く分布し、またインドネシアとマレーシアにまたがるボルネオ島を対象とし、「REDD+等の森林吸収源対策の推進」に寄与するために、1) GHG収支に関するフィールド観測、2) フィールドデータを活用した陸域生態系モデルのカスタマイズと広域展開、3) 新しい高性能衛星センサー（PALSAR-2）を利用した評価システムの開発、4) 熱帯泥炭地の空間（地図）情報の高精度化を行い、得られた情報や知見を統合して、ボルネオ島の熱帯泥炭林および泥炭地に開発された大規模農地（プランテーション）などを対象に、炭素動態およびGHG収支（排出量）を高精度で定量化するシステムの開発を行う。さらに、開発した評価システムを利用して、熱帯泥炭林の保全などの対策技術のGHG排出削減効果を定量評価する。豊富な地上観測データと高精度な地図情報を基に、最新鋭の衛星観測システムと陸域生態モデルを組み合わせた本システムの独創性は高く、また実用化への発展性は高いと考える。

3. 本研究により得られた主な成果

（1）科学的意義

1) 熱帯泥炭の好氣的分解にともなうCO₂放出量の定量化における精度向上

気候条件（降水量の季節変化）、泥炭タイプおよび土地被覆が異なる熱帯泥炭地において、好氣的分解にともなうCO₂放出量を定量化するとともに、主要な環境要因である地下水位との関係を明らかにした。また、自動開閉式チャンバーシステムを用いた連続観測により、多孔質の泥炭土壌からのCO₂とCH₄の放出速度が特徴的な日変化を示すことを明らかにした。その原因を考察した結果、チャンバー法の測定原理（チャンバーによる閉鎖）に起因して昼間の測定値が低くなった可能性があり、昼間のみの測定が一般的なマニュアルチャンバーによる測定結果が過小評価になることが示唆された。

2) 熱帯泥炭地の CH₄ 放出量の定量化

熱帯泥炭地における生態系スケールでの CH₄ 放出量を世界で初めて実測し、①生態系スケールの CH₄ 放出量は土壌からの CH₄ 放出量を大きく上回ること、②土地被覆によって CH₄ 放出量は異なったが、サラワク州の 3 サイト（泥炭林、オイルパーム園）では地下水位によって CH₄ 放出量のサイト間差をモデル化できること、③排水されたオイルパーム園も生態系スケールでは CH₄ ソースであること、④中部カリマンタン州の泥炭林では、地下水位が同じでも、サラワク州よりも CH₄ 放出量がかなり少ないこと、を明らかにした。

3) 陸域生態系モデルによる炭素動態の広域評価システムの開発

熱帯泥炭林を対象とした広域評価システムを開発した。これにより比較的長期の炭素動態を把握することが可能となった。また、システムを活用することで、将来の炭素動態や森林保護の炭素排出削減効果を評価することが可能となった。なお、IPCC 準拠による広域評価では、過去の攪乱履歴が影響を及ぼす炭素動態を正しく評価できないという課題を見いだした。

4) 衛星リモートセンシングによる炭素動態の広域評価システムの開発

- ①熱帯泥炭林における L バンドマイクロ波（PALSAR-2）の後方散乱強度の時系列特性を詳細に明らかにし、特に森林火災によって従来は知られていなかった変化が生じることを明らかにした。また、この特性を利用することで、森林火災域を高分解能かつタイムリーに把握可能なことを実証した。
- ②熱帯泥炭林における土地被覆変化の解析および森林地上部バイオマス推定について、PALSAR-2 の時系列観測を活かした新たな手法を開発した。バイオマス推定については、従来は一定の大きさまでしか推定ができなかったが、開発した手法によりその上限を大きく超えることが可能となった。
- ③IPCC に準拠し、PALSAR-2 のデータを炭素動態評価に活用するシステムを実証した。PALSAR-2 による高分解能土地被覆分類の導入、新たな泥炭地の発見、排出係数の精緻化により、従来よりも炭素放出量が大きく見積もられる可能性を示した。一方、バイオマス成長量など、GIS ベースの手法では現状では十分に考慮されていないプロセスを課題として明らかにした。

5) 熱帯泥炭地の空間分布データの高精度化

既存の泥炭分布図と衛星画像やデジタル標高モデル、さらには地質図や土壌図とを比較することによって、泥炭分布が明らかに誤りである箇所を容易に抽出できるようになり、また、泥炭分布検証のための現地調査計画の立案等に有効な情報を提供することが

可能となった。さらに、現地調査結果を行ったことで、より精度の高い泥炭分布図を作成することができ、熱帯泥炭地のCO₂放出量推定の高度化に繋げることができた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

1) IPCC や REDD+への貢献

「科学的意義」として上記した内容は、いずれも IPCC の「Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories」を用いた温室効果気体排出量の推定における精度向上に貢献できる。例えば、泥炭分解と CH₄ 放出量の地域差や、それらの地下水位との関係性は、排出係数の高精度化 (Tier 2 以上) を意味するものである。また、泥炭地マップ (地理情報) の高精度化が炭素動態や GHG 収支の推定精度向上に果たす役割は非常に大きい。同様に、本研究で開発した手法は、今後の REDD+等に必要となる熱帯泥炭林の炭素動態の評価において、インドネシア政府や GFOI (Global Forest Observation Initiative) などの国際的な枠組みを通じて世界各国に展開することが可能である。日本独自の技術として国際協力を行うこともでき、熱帯泥炭林の適切な管理を推進することができる。

2) インドネシア政府による熱帯泥炭地の保全・修復

2015 年の強力なエルニーニョ現象にともなう干ばつにより、インドネシアでは広大な面積の泥炭地で火災が発生した。荒廃した泥炭地の修復と保全を目的として、インドネシア大統領直轄の政府機関として泥炭地復興庁が設立された。北海道大学は、京都大学、総合地球環境学研究所とともに泥炭地回復庁との間で研究協力に関する MOU を締結している。JICA 等のサポートを受けて何度も会議を行っているが、泥炭地復興庁は本研究で用いた手法や得られた成果を評価しており、パイロットプロジェクト等で活用されることが期待できる。

4. 委員の指摘及び提言概要

熱帯泥炭林における炭素動態把握のために、フィールド観測、衛星データ、既存データ、地図データ、モデル評価という異なる手法を連携・統合して評価する研究全体のアプローチは評価できる。現地の泥炭地復興庁に評価されていることは、本研究成果の国際的貢献という面で期待が大きく、現地政府の政策に反映させられるよう現地政府との連携を更に強化することを期待する。

5. 評点

総合評点：A