

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2007～2010

課題番号：19255016

研究課題名（和文） カーボンフロー・コントロールに立脚した熱帯泥炭地ランドマネージメントの最適化

研究課題名（英文） Optimization of tropical peatland management based on carbon flow control

研究代表者

井上 京 (INOUE TAKASHI)

北海道大学・大学院農学研究院・准教授

研究者番号：30203235

研究代表者の専門分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：熱帯泥炭地、森林・泥炭火災、温室効果ガス、オイルパーム、カリマンタン、ボルネオ、インドネシア、マレーシア

1. 研究計画の概要

世界中に分布する泥炭地は、湿地特有の生態系が育まれているだけでなく、近年は巨大なカーボンシンクとして認知され、地球温暖化対策上、その保全が強く求められている。泥炭地は熱帯ではインドネシアに最大の分布があるが、最近の乱開発や無秩序な農地開発に伴い、泥炭の乾燥化が進行し、その上に成立していた湿地林が頻発する森林（泥炭）火災によって破壊され、その結果として CO₂ の大量放出とカーボンシンクとしての機能の喪失、生態系の攪乱、煙害の発生、など、インパクトの大きいカタストロフィックなイベントが認められるようになってきている。

本研究が主たる研究対象地としているインドネシア・中部カリマンタン州では、1990年代に大規模な農業開発が沿岸部の熱帯泥炭地を対象に計画・実施され、数千 km におよぶ排水路が開削されたものの、農地開発は全くの失敗に帰した。その一方でこれまで人の近寄ることのできなかつた湿地林には、排水路の開削による水位の低下と、その排水路を使った違法伐採が入り込み、その結果森林火災が頻発し、泥炭湿地林ならびに泥炭が大面積で消失するとともに、その跡には荒廃地が広範囲に残されることとなった。この荒廃地では、現在でもしばしば泥炭火災が起きており、CO₂ の放出源となっている。

本研究はこのような脆弱かつ大量のカーボンを抱え込んだ生態系である熱帯泥炭地を対象に、カーボンフロー・コントロールに立脚しながら、1) ランドマネージメント最適化方策を確立することによって泥炭火災

を抑止し、2) 荒廃した熱帯泥炭地の管理と再生をすすめ、3) 熱帯泥炭地における持続的生物生産活動を確立しつつ環境負荷を軽減すること、を目標としている。

2. 研究の進捗状況

本研究ではカーボンフロー・モニタリング・グループとランドマネージメント・グループの2グループが、インドネシア側研究者と連携をとりながら実施してきた。

(1)カーボンフロー・モニタリング・グループ

泥炭の乾燥にともなう酸化分解とそれによる CO₂、CH₄、N₂O 放出を、複数の地点において月1回の頻度で継続的に測定してきた。泥炭の酸化分解量、土壌呼吸、CH₄ フラックスは主に地下水位に制御され、排水に伴う水位低下が泥炭分解を促進していることを定量時に明らかにした。N₂O フラックスは泥炭の酸化分解と施肥によって増大していた。

熱帯泥炭の微生物分解量を推定するために、土壌呼吸量に占める微生物呼吸量の割合を測定した。微生物呼吸量の寄与率は森林とプランテーションで 60～72%、農地、草地で 90～120%であることを明らかにした。

熱帯泥炭林の火災後の回復状況を人工衛星データから解析し、SPOT と MODIS の衛星時系列データから火災後の植生回復マップを作成した。

泥炭湿地林の土地利用転換に起因する陸水環境の酸性化が、河川および河川底質の生物群集の生産に及ぼす影響について調査した。陸水環境への硫酸の負荷は、河川生態系の生産および生物多様性を著しく低下させ

ていることが示された。

泥炭湿地に構築された水路を閉鎖し水位を上昇させることにより、溶存酸素濃度は低下し、pH は自然状態にある泥炭湿地林の値まで低下した。水路の閉塞が泥炭湿地を修復し炭素固定機能を回復させる上で効果的であるとの見込みを得た。

(2)ランドマネージメント・グループ

火災跡地の再樹林化のため、山羊を放牧して下草刈りをした土地に *Kahui* (*Shorea balangeran*) を植樹し、4 ヶ月後現在で 97% の高い生存率を得た。冠水立地での植林に適した自生樹種を選抜するため、4 樹種 (*Kahui*, *Jelutung*, *Pulai*, *Tumih*) の苗木の沈水実験を行った。*Kahui* は 3 ヶ月の沈水処理でも大多数が生残でき抜群の沈水耐性を示した。*Kahui* は播種から定着までの初期成長では 50°C を超す高温で枯死することが解り、播種してから約 1 ヶ月は被陰を必要とするが解った。その後は強光・高温・土壌乾燥に対する苗木の順応性が高く、直達光や無灌水の条件でも健全な苗木を育成させられる。

現地土壌に合う油糧植物、表土被覆作物、商品価値の高い遮蔽木の探索を行った。ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas*) 導入の可能性を評価するために、プランテーションの実態調査を行った。苗木は種子繁殖が有効であり、播種してから 6 ヶ月で結実、収穫可能であった。泥炭土壌から単離したアーバスキュラー菌根菌を *Acacia crassicarpa* に接種し、菌根形成が 6 ヶ月後に地上部生育を促進することを明らかにした。

オイルパーム廃材の利用に関し、水質浄化資材となる活性炭の原料として、オイルパームの空果房 (EFB) と幹が賦存量と化学組成から有望資源であり、また EFB よりバイオ燃料を製造するための前処理法として脱リグニン手法を明らかにした。オイルパーム廃材には窒素源が十分に含まれていたため、米ぬかなどの補助栄養源の添加無しでも迅速な菌糸成長が認められ、キノコの培地としても有用であることが示された。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

本課題は 2006 年度まで実施された日本学術振興会拠点大学交流事業「東南アジア湿地生態系における環境保全と地域利用」に参画したメンバーとその実績をベースとしている。したがって各参画者は問題点をよく把握しており、インドネシア側研究者との関係も確立されていて、スムーズに進捗している。2009 年度後半から始まった JST/JICA プロジェクト「インドネシア泥炭湿地林の保全と炭素管理に関する国際科学協力プログラム」には当課題参画メンバーの大半が関与して

おり、このプログラム立ち上げに寄与した。

当初計画では 3 番目のグループとして「経済評価・インセンティブ・グループ」を 2008 年度以降に立ち上げる予定であったが、予算的制約のため実施できていない。ただし 2007 年 10 月に「熱帯泥炭の CDM 化」のワークショップを共催し、熱帯泥炭と地球温暖化の関係について議論を深めた。また関連する課題については前述の JST/JICA プロジェクトの中で検討が進んでおり、広義での研究進捗上の支障はないものと考えられる。

4. 今後の研究の推進方策

(1) これまで現地で実施してきた様々なモニタリングおよびフィールドワークを継続・完遂する。

(2) 4 年の研究成果の取りまとめを行うとともに、成果の現地への適用を検討する。

(3) 他のプロジェクト (JST/JICA、GCOE 等) との共催で、インドネシアにおいてシンポジウム等を開催し、成果の普及に努める。

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 16 件)

- ① Hirano T., Controls on the Carbon Balance of Tropical Peatlands, Ecosystems, DOI: 10.1007/s10021-008-9209-1, 2008
- ② Hashidoko Y., Emergence and behaviors of acid-tolerant *Janthinobacterium* sp. that evolves N₂O from deforested tropical peatland, Soil Biology and Biochemistry, 40, 116-125, 2008
- ③ Haraguchi A., Water chemistry of Sebangau River and Kahayan River in Central Kalimantan, Indonesia, TROPICS, 16(2), 123-130, 2007

[学会発表] (計 27 件)

- ① Hatano, R.: CO₂ and N₂O emission associated with tropical peatland degradation; IFES - GCOE Symposium on "Characterization and Wise Use of Tropical Peatland", 2009/7/14, Bogor Agricultural University, Indonesia

[図書] (計 2 件)

- ① ボルネオ 燃える大地から水の森へ、大崎 満・岩熊敏夫編、岩波書店 (2008)

[その他]

テレビ放送: NHK 総合「立体生中継・地球 LIVE、地球の肺・森と海に迫る危機」第 1 部「森の異変」(ボルネオ・熱帯雨林 土が燃え、大量の二酸化炭素を放出)、放送 2009 年 5 月 4 日 (月) 20:00~20:45