

機関番号：10101
 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

研究成果の概要(和文)：巨大なカーボン・シンクであり、かつ生物多様性に富みつつも脆弱な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た土地利用・管理の最適化方策を確立することを目的に、泥炭火災の抑止と荒廃した土地の再生をすすめ、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ための種々の方策について検討した。

研究成果の概要(英文)：Tropical peat land is a huge carbon sink involving an ecosystem that is very fragile but rich in biodiversity. This study deployed on establishment of measures for optimum land use and land management based on the viewpoint of control of carbon flow in tropical peatland. Prevention of peat fire, restoration of devastated land, sustainable bioproduction, and the reduction of environment load are the special interest that is rendered for the approach.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	11,900,000	3,570,000	15,470,000
2008年度	10,100,000	3,030,000	13,130,000
2009年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2010年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
年度			
総計	32,700,000	9,810,000	42,510,000

研究代表者の専門分野：農業農村工学

科研費の分科・細目：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，プランテーション，カリマンタン，ボルネオ，インドネシア，国際研究者交流

1. 研究開始当初の背景

(1) 巨大なカーボン・シンクとしての熱帯泥炭地：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り、オランウータンの生息域で

あるなど、熱帯泥炭湿地林として特有の生態系と物質循環の役割を有していた。ところ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いく。

(2) 熱帯泥炭地の保全の重要性：大規模な森林・泥炭火災が発生した 1997 年の干ばつ年に、インドネシアの熱帯泥炭湿地林から放出された CO₂ の量は 0.81-2.57 Gt と見積もられている。これは全世界の化石燃料起源の CO₂ 年間放出量の 13-40% という莫大な量に相当し、この年の全球二酸化炭素濃度を一段と押し上げたことも指摘されている。なにより、この火災による CO₂ 放出量は、日本の 1 年間の CO₂ 排出量 (1.3 Gt, 2004 年) にも相当する量であり、国を挙げての削減努力が、わずか数ヶ月のインドネシアにおける泥炭火災で無に帰しているにもかかわらず、これまで十分な注意が払われることがなかった。したがって、泥炭の保全は、地球規模の気候変動緩和にも直結する、喫緊の国際的課題である。

一方、化石エネルギー資源の枯渇が迫る中、近年バイオエネルギーに注目が集まっているが、その一つとしてパームオイルを原料としたバイオディーゼル燃料がある。オイルパームは熱帯泥炭で生育できる有用作物の一つであり、すでに植物性油脂の原料として世界的に需要が高まっているが、今後はバイオディーゼル燃料の原料としての利用が大きく見込まれることから、主な生産地の一つである熱帯泥炭地の開発圧はますます高まろう。熱帯泥炭地でオイルパームを栽培する技術は確立されているが、オイルパーム・プランテーションと泥炭湿地林の共存・保全は相反するものと見なされている。

2. 研究の目的

地域の健全かつ持続的な発展のためには、適切なランドマネージメント (土地利用管理戦略) が必要であり、とりわけ泥炭地のような脆弱かつ大量のカーボンを抱え込む生態系ではその特性を考慮した方策が確立される必要がある。第 1 に、泥炭地での火災を発生させないようなランドマネージメント方策が取られなければならない。第 2 に、現存する熱帯泥炭湿地林を森林として確実に保全していかなければならない。第 3 として、荒廃した泥炭地の森林再生や適切な農地利用を進め、荒廃地での泥炭火災発生や泥炭土壌の酸化分解による消失を抑制する必要がある。

この研究課題名は「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」としている。これは泥炭火災を発生させないための森林・泥炭地の保全・再生と、火災を繰り返しながら拡大を続けている荒廃地に対する最適管理 (農地化を含む) 方法の確立を目指すものである。「カーボンフロー・コントロール」という言葉には、泥炭火災の抑止はもちろんのこと、現存するカーボンシンクとしての泥炭地を保全・修復し、泥炭の分解消失を抑制しつつ、さらには、広大な熱帯域の低平地がもつ生物生産ポテンシャルを利用した炭素固定の促進と、それらのバイオエネルギー資源化 (バイオ液化燃料) によって、荒廃地の有用化・付加価値化をはかり、地域の自律的・持続的

発展を達成しながら地球環境への CO₂ 負荷を最小化する、という意味を含めている。

大規模に攪乱を受けた熱帯泥炭地において、適正な土地利用のあり方と泥炭保全を最終目的とした管理方策を確立提示することは、地球上に残された特異な生態系の保全という意味合いだけでなく、カーボン・エミッションの抑制と地域の持続的発展の側面からも国際的に強く求められていることであり、極めて重要な意義を有する課題である。

したがって、本研究はカーボンフロー・コントロールに立脚しながら、熱帯泥炭地の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、荒廃した熱帯泥炭地の管理と再生をすすめ、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た。

3. 研究の方法

本研究は、主たる調査研究実施国・地域を、インドネシア共和国の中カリマンタン州および南カリマンタン州にまたがる地域とし、フィールド調査および現地実験によって実施する。中カリマンタン州の州都パラカラヤから南カリマンタン州の州都バンジャルマシンにおよぶ地域は、海拔 20m 以下の低平地であり、熱帯泥炭地が広く分布している。

本研究は、次の 3 つのグループにより、インドネシア側研究者と連携をとりながら実施した。

- ・カーボンフロー・モニタリング・グループ
- ・ランドマネージメント・グループ
- ・経済評価・インセンティブ・グループ

4. 研究成果

(1) カーボンフロー・モニタリング G

① 熱帯泥炭生態系における土壌 CO₂ 放出量の変動特性

環境攪乱の程度が異なる 2 つの熱帯泥炭林における土壌呼吸速度 (RS, 土壌 CO₂ フラックス) をチャンバー法により連続観測し、得られた実測データをもとに、RS の時間変動特性および環境応答特性を明らかにした。

中カリマンタン州パラカラヤ市郊外の未排水の熱帯泥炭林 (SF) と排水路により地下水水位が低下した熱帯泥炭林 (KF) において、自動開閉型チャンバーシステムにより RS を連続測定した。測定システムは、6 台のチャンバーで構成されている。林床には凹部 (ホロー) と樹木の周囲の凸部 (ハンモック) からなる微地形が存在し、SF では 6 台のチャンバーのうち 2 台がホロー (SF_{ho}) に、4 台がハンモック (SF_m) に設置された。一方 KF では、6 台全てがハンモック (KF_m) に設置された。チャンバーは、順番に 4 分間ずつ閉鎖し、閉鎖中の CO₂ 濃度上昇速度を直線近似して土壌呼吸速度を計算した。それぞれの場所の測定結果を 30 分ごとに平均して解析を用いた。

土壌呼吸速度 (RS) には、地温と同様の明瞭な日変化が認められた。温度の影響を除くため、地温と RS の関係 (指数関数) を用いて RS を平均地温 (27°C) で標準化した (RS₂₇)。RS₂₇ についても、昼間に上昇するはっきり

とした日変化が認められた。このような日変化は大気 CO_2 濃度の日変化では説明できず、主に樹木の代謝機能（光合成など）に関連した根呼吸の日変化に起因したものであると考えられる (Kuzyakov and Cheng, 2001; Tang et al., 2005)。未排水の森林 (SF) では、地下水位 WL がある値を上回ると RS が急激に低下した。このことは、WL の上昇により表層土壌が飽和して嫌気条件になり、土壌有機物の分解および根呼吸が低下することを示している。WL の閾値は、ハンモックでは 0.1 m、ホローでは -0.2 m であり、この差 (0.3 m) は両微地形の地盤高の違いに相当する。一方、排水された森林 (KF) では、乾季に WL の低下が著しい。SF のような高水位での RS の明瞭な低下はみられなかったが、WL が -0.7 m を下回ると RS が上昇する傾向が認められた。土壌下層が不飽和になり、好気的な環境にさらされたことで泥炭の分解が促進されたことを意味している。なお、同じ場所で渦相関法によって観測された生態系呼吸量も、WL が -0.7 m より下がると上昇した。以上より、未攪乱の熱帯泥炭地では、RS は地表面付近の WL の変動によって大きな影響を受けること、また WL が -0.7 m 程度まで低下すると泥炭の分解が促進されることが明らかとなった。

②熱帯泥炭のさまざまな土地利用における温室効果ガス排出に対する土壌環境因子の影響

農地、火災林、排水を受けた自然林、プランテーションの 4 つの土地利用を対象に、中カリマンタン州パラカラヤ市近郊のカランパンガンと、スマトラ島リアウ州ケリンチ市近郊のランガムで、温室効果ガス排出に対する土壌環境因子の影響を解析した。すべてのサイトで 2008 年 9 月から観測を開始した。ここでは、2009 年の値を述べる。カリマンタンでは 2002 年からの観測データについて合わせて解析した。

図 1 に 2009 年の CO_2 、 N_2O 、 CH_4 排出量を示す。農地で高く、ついでプランテーション、森林および火災林で低かった。 N_2O 排出の傾向は CO_2 と類似しており、農地で高く、ついでプランテーション、森林、火災林で低かった。それに対して、 CH_4 排出の傾向は異なった。 CH_4 排出量は、湛水のみられる火災林で高く、一方、森林では吸収されており、農地、プランテーションでは中庸だった。

CO_2 、 N_2O 、 CH_4 排出量と土壌環境の関係では、地下水位はそれらガス排出を制御する最も重要な因子であった。 CO_2 、 N_2O 排出量は地下水位と有意な正の相関関係にあり、地下水位が低下すると、 CO_2 、 N_2O 排出量が増加することが示された。メタンは負の相関関係を示し、地下水位の低下により CH_4 排出量が減少することが認められた。加えて、EC および NO_3^- -N 含量も ガス排出量と高い相関関係を示した。土壌の NO_3^- -N 含量は N_2O 排出と高い相関があった。 N_2O は雨季に高い放出があることから (Takakai et al., 2006)、脱窒が N_2O 排出の主要なプロセスと思われる。土壌 EC の上昇は、窒素の無機化と硝化に係る土壌肥沃度の

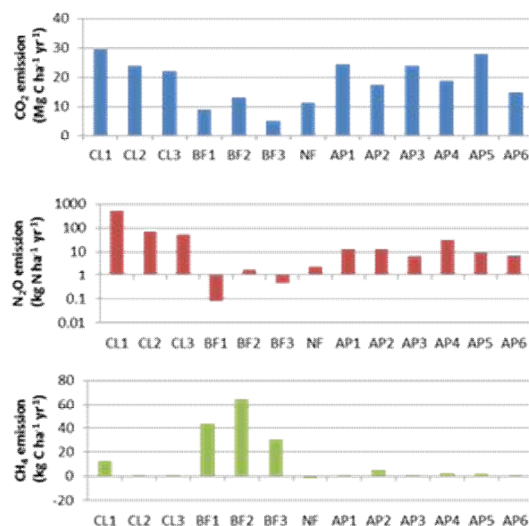


図 1 CO_2 、 N_2O 、 CH_4 排出量 (2009)

増加をもたらしている。土壌の NO_3^- -N 含量の増加は脱窒量を増加させ、熱帯泥炭地では、降雨の多い年ほど N_2O 排出量が増加したことも示されている (Takakai et al., 2006)。さらに NO_3^- -N 含量の高い泥炭農地で、 N_2O 生産性の高い特異な脱窒菌の存在も確認されている (Hashidoko et al., 2008)。

③泥炭湿地林の土地利用転換が陸水生態系に及ぼす影響

泥炭湿地林の農地への土地利用転換や、森林火災による泥炭の消失により、酸性硫酸塩土壌が生じて陸水環境の酸性化進行することが知られている。陸水環境の酸性化に伴う河川および河川底質の生物群集に及ぼす影響について調査したデータを解析した結果、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事実として示された。

また、泥炭湿地林の内陸側境界地域では、森林火災後に天然ゴムやオイルパームのプランテーションへの土地利用転換が促され、これに伴う陸水環境の酸性化や土壌流亡が進んでいることの実態を把握した。さらに、この地域では金属資源の採掘が随所で行われており、放置された採掘跡地には重金属を含む排水が集積している危険性があり、その対策の必要性が指摘された。

④火災跡地の植林による炭素固定の機能回復の評価

パラカラヤ市郊外の泥炭湿地における *Shorea balangeran* の人工林 (植栽年は 2002 年で、植栽間隔は 2 m) において、樹高と胸高直径の調査を 2007 年から 2009 年まで毎年実施した。地上部の器官量は、樹高と胸高直径をパラメータに持つ相対成長式を現地で作成して求めた。

8 年生時の個体の生残率は植栽本数に対して 89%であった。平均樹高は 4.8 m (最小 1.2 - 最大 8.8 m) であった。胸高直径は 4.6 cm

(1.2–8.7 cm)であった。8年生時の地上部現存量は2.14 MgDW ha⁻¹ (1.07 MgC ha⁻¹)で、地上部純一次生産量は0.89 MgDW ha⁻¹ year⁻¹ (0.44 MgC ha⁻¹ year⁻¹)であった。8年生において林冠は閉鎖しておらず、今後の林分成長にともなって炭素固定能力は増加することが見込まれた。

(2) ランドマネージメント G

①水路の閉鎖による泥炭湿地の復元

排水を行った泥炭湿地の復元のために、泥炭湿地に構築された水路を閉鎖する手法が用いられる。中カリマンタン州の泥炭湿地林において行われた水路の閉鎖の効果について、水環境の観点から解析を行った。水路の一部に堰を設けることにより水位の上昇が見られたが、これに伴って溶存酸素濃度は低下し、pHは自然状態にある泥炭湿地林における値まで低下した。このことは、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ことを示している。

②郷土樹種のストレス耐性と植栽に適した樹種の選抜による森林再生技術の確立

1) 土壤湛水・沈水試験による樹種選抜：対象樹種として現地の泥炭湿地に自生する *Shorea balangeran*, *Combretocarpus rotundatus*, *Dyera costulata*, *Alstonia scholaris*, *Cratoxylon arborescens* の郷土種5種について、土壤湛水、半沈水、沈水の環境操作実験は、実験苗畑に水深1.5 mの穴を掘り、当年生苗木の湛水深を変えて3処理区を設けた。生残と苗高を毎月調べた (n=10)。

個体の生残は土壤湛水処理で *S. balangeran*, *D. lowii*, *A. scholaris* が6ヶ月、*C. rotundatus* が3ヶ月、*C. arborescens* が1ヶ月まで高い生残率を示した。半沈水処理では *S. balangeran* が5ヶ月、*D. lowii* が2ヶ月、*A. scholaris* が6ヶ月、*C. rotundatus* が3ヶ月、*C. arborescens* が1ヶ月まで高い生残率を示した。*D. lowii* は3ヶ月以降に生残率が低下した。全沈水処理では *S. balangeran* が2ヶ月、*C. rotundatus* が1ヶ月まで高い生残率を示し、他の3種は1ヶ月の処理で全個体が枯死した。

以上より、湛水抵抗性は5樹種で大きく異なることがわかり、荒廃泥炭湿地に苗木を植栽する場合には現地の湛水環境と樹種の湛水抵抗性を踏まえた樹種の選択が重要であることが示された。土壤湛水や苗木が半沈水する程度の植栽地では *C. arborescens* を除くいずれの樹種も植栽樹種として適するが、湛水深が大きく苗木が全沈水する植栽地には *S. balangeran* と *C. rotundatus* の2種に限られ、さらに全沈水が1ヶ月を超えて長期にわたる植栽地では *S. balangeran* に限られた。湛水が起きない植栽地では *S. balangeran*, *C. rotundatus*, *C. arborescens* の3種が適していると言えた。*S. balangeran* は幅広い湛水環境に対して抵抗性を持つ樹種である。

2) 被陰・土壤湛水試験と高温実験による育苗法の検討：*S. balangeran* の被陰・土壤湛水試験をパラカラヤ大学構内の圃場

で行い、植栽試験は同市郊外の森林火災跡地でシダ類が優占する典型的な荒廃泥炭湿地で行った。*S. balangeran* のコスト削減が可能な育苗法は、被陰下で発芽させた種子を無被陰条件に置いたポットに播種して本葉が成熟するまで灌水を毎日続けて土壤乾燥と温度上昇を防ぎ、その後は土壤の極度の乾燥と地温上昇が起きない範囲で灌水を省いて育成させる方法が考えられた。

③未利用リグノセルロース資源を用いたヒラタケ栽培の可能性

インドネシア・カリマンタンに産する未利用リグノセルロース材料として、オイルパーム空果房 (EFB)、オイルパーム茎葉 (OPF)、オイルパーム樹幹 (OPT)、アカシアマンギウム樹皮 (AB) およびチガヤの一種 (IC) について化学、物理的特性を精査し、ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) の生産に対する適性を評価した。

現在インドネシアは急進的な世界一のパームオイル生産国であり、年間ヘクタール当たり32トンのオイルパーム果房が生産される一方、同時に20.5トンの空果房、10.5トンのオイルパーム茎葉が排出されている。さらに25年毎にヘクタール当たり20トンのオイルパーム樹幹も排出される。また、インドネシアでは人工林400万ヘクタールの80%以上にアカシア類が植栽され、収穫された素材の10–15%は樹皮として排出される。チガヤの一種 (*Imperata cylindrica*) はかつて森林であった無立木地2000万ヘクタールに繁茂している。これらはリグノセルロース資源として高いポテンシャルを内包しているが、十分な利用は為されていない。そこで本研究においては、きのこの培地に必要とされる理化学的特性を精査し、ヒラタケの生産性における影響を評価することを目的とした。

オイルパーム茎葉と樹幹の添加は全ての培地基材についてヒラタケの生産全般に影響した。単独使用に比して樹幹粉砕物添加は総栽培日数を短縮するが、茎葉粉砕物は子実体収量と生物的効率を向上させた。チガヤとオイルパーム樹幹の組み合わせにおいて、菌周りは最短で19日、原基形成日数は24日となった。チガヤとオイルパーム茎葉の組み合わせにおいて最高収量と生物的効率を得た。原基形成日数はオイルパーム空果房単独もしくは茎葉との組み合わせにおいて最短となり、結果として総栽培日数が短縮された。オイルパーム空果房とチガヤはヒラタケ生産に単独使用可能な培地基材であると判断された。これらの未利用リグノセルロース材料は、化学、物理特性に留意して培地調製することにより、補助的栄養源を添加することなくヒラタケ栽培に有効に利用できることが示された。

(3) 経済評価・インセンティブ G

①植生火災の制度的背景

中カリマンタン州パラカラヤ市周辺の泥炭湿地域では、毎年乾季を迎えるたびに大規模な植生火災 (vegetation fire) に襲わ

れる。2010年3月および2011年3月に実施した同州および同市の関連各局（土地局、林業局、農業・農園局、スバンガオ郡役所、スバンガオ郡警察署）担当者、さらにタルナ・バル村住民への聞き取り調査では、その主たる原因がよそ者あるいは住民による整地を目的とした火入れにあるという観方で一致していた。無許可の火入れは州法によって禁じられているが、逮捕には現行犯もしくは確定的な物証が必要なため実際には野放し状態である。こうした事情から、同域における火入れ犯逮捕者数等のデータがなく、火入れと植生火災の関連を定量的に示すことは困難である。このため、本報告では、上記聞き取り調査に基づいて、火入れが同地域で蔓延する制度的背景を指摘する。

第一の背景は、住民の慣習的土地所有権の曖昧さである。インドネシア政府は、憲法によってすべての国土を国有と定め、その一方で1960年土地基本法によって住民による慣習的所有権を尊重する旨定めている。この慣習的所有権は、原則として20年以上その地で耕作・生活してきた住民に認められるものであり、欧米法における排他的私有権とは異なる。慣習的土地所有権を認められるには、住民による土地の使用・占有の証が必要となる。慣習的土地所有権があれば土地の売買となる。一方、ここ数年のパランカラヤ市周辺の開発ブームにより、特にパランカラヤ市街からバンジャルマシンへ延びる幹線道路沿いの土地は投機含みの土地売買が活発化している。このため、土地使用・占有の証明として、不在住民が火入れを行うケースが多いとされている。

第二の背景は、土地所有権の認証プロセスの問題である。正式には登記によって土地所有を裏づけられる必要があるが、1997年政府規則24号では、土地面積や境界図、隣人の証言等の必要な書類があれば事実上の占有を認めている。このため、村長もしくは区長と郡長の署名のある土地管理申告書が土地売買の際の根拠として流通しており、土地占有者が登記上の所有者と異なる事例が頻発している。さらには村長・区長の交代によって新たな土地管理申告書が発行される場合すらある。さらには、土地登記簿および地図は市内の土地局が一括管理しており、郡庁・区役所にはその写しすら渡されていない。このため、住民同士の土地争いに地域レベルでの解決メカニズムが機能しにくい。この結果、占有の実力行使として一方が火入れを行う場合もある。

現在、世界銀行等国際機関の支援もあって政府は土地登記を推進しているが、登記手数料の高額さや手続きの煩雑さもあって進んでいない。上記問題の解決のためには、土地登記のみならず、土地取得プロセスの透明化や役所間の縄張りを排して情報の共有を進めることが重要である。加えて、森林警察の増強や住民によるモニタリングチームを編成し、土地への火入れを定期的に監視するプログラムの導入が望まれる。

5. 主な発表論文等

（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25件）

- ① Turjaman M, Santoso, E. Susanto, A. Gaman, S. Limin S. Tamai Y, Osaki M, Tawaraya K: Ectomycorrhizal fungi promote growth of *Shorea balangeran* in degraded peat swamp forests. *Wetlands Ecology and Management* 19: DOI: 10.1007/s11273-011-9219-1 (2011)
- ② E. Purnomo, Y. Hashidoko, T. Hasegawa, and M. Osaki: Extreme high yield of tropical rice grown without fertilizer on acid sulfate soil in South Kalimantan, Indonesia, *Journal of Tropical Soils*, 15(1), 33-38 (2010)
- ③ A. Rahman, I. R. Sitepu, S.-Y. Tang, and Y. Hashidoko: Salkowski's reagent test as a primary screening index for functionalities of rhizobacteria isolated from wild dipterocarp saplings naturally growing on medium-strongly acidic tropical peat soil. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 74 (11), 2202-2208 (2010).
- ④ M. Rizki and Y. Tamai: Effects of different nitrogen rich substrates and their combination to the yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, Published online 14 Dec. 2010
- ⑤ I. Hirano, J. Jauhiainen, T. Inoue, and H. Takahashi: Controls on the Carbon Balance of Tropical Peatlands, *Ecosystems*, 2009(12), 873-887 (2009)
- ⑥ I. R. Sitepu, Y. Hashidoko, E. Santoso, S. Tahara: Growth-promoting properties of bacteria isolated from dipterocarp plants of acidic lowland tropical peat forest in Central Kalimantan, Indonesia, *Journal of Forest Research, Indonesia*, 6 (2), 96-118 (2009)
- ⑦ Y. Uraki, Y. Tamai, M. Ogawa, S. Gaman, and S. Tokura: Preparation of activated carbon from peat, *Bioresources*, 4(1), 205-213 (2009)
- ⑧ Y. Hashidoko, F. Takakai, Y. Toma, U. Darung, L. Melling, S. Tahara, and R. Hatano: Emergence and behaviors of acid-tolerant *Janthinobacterium* sp. that evolves N₂O from deforested tropical peatland. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 116-125 (2008)
- ⑨ A. Haraguchi: Water chemistry of Sebangau River and Kahayan River in

Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics*, 16 (2), 123-130 (2007)

- ⑩ A. Haraguchi: Effect of sulfuric acid discharge on the river water chemistry in peat swamp forests in Central Kalimantan, Indonesia. *Limnology*, 2007 (8), 175-182 (2007)

[学会発表] (計 51 件)

- ① Takashi Inoue, Subsidence of tropical peatland and its relation with hydrological condition. International Symposium on Forest Monitoring Methodologies for Addressing Climate Change using ALOS PALSAR, 2010 年 11 月 10 日, Hotel Santika Bogor, Bogor (インドネシア)
- ② Hideyuki Saito, Reforestation in Degraded Tropical Peat Swamps. "Key Workshop on MRV and REDD+" Key Issues for Carbon Storage and Biodiversity - Tropical Peat and Forest -, 4th Technical Roundtable on MRV, 2010 年 10 月 30 日, 札幌市・北海道大学
- ③ Ryusuke Hatano, CO₂ and N₂O emission associated with tropical peatland degradation, 19th World Congress of Soil Science, 2010 年 8 月 4 日, Brisbane Conference Hall, Brisbane (オーストラリア)
- ④ Akira Haraguchi, Link of wetlands in a basin mires, paddy fields, marsh complex and rivers, Society of Wetland Scientists 2010 International Conference, 2010 年 6 月 29 日, Salt Lake City Conference Center (米国)

[図書] (計 3 件)

- ① 大崎満, ボルネオ 燃える大地から水の森へ, 岩波書店(2008)

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究分担者

平野 高司 (HIRANO TAKASHI)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 20208838
波多野 隆介 (HATANO RYUSUKE)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 40156344
谷 宏 (TANI HIROSHI)
北海道大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号: 80142701

斎藤 秀之 (SAITOU HIDEYUKI)
北海道大学・大学院農学研究院・助教
研究者番号: 70312395
玉井 裕 (TAMAI YUTAKA)
北海道大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号: 50281796
大崎 満 (OSAKI MITSURU)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 60168903
秦 寛 (HATA HIROSHI)
北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授
研究者番号: 30250492
橋床 泰之 (HASHIDOKO YASUYUKI)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 40281795
浦木 康光 (URAKI YASUMITSU)
北海道大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 90193961
俵谷 圭太郎 (TAWARAYA KEITARO)
山形大学・農学部・准教授
研究者番号: 70179919
(H20→H22:連携研究者)
原口 昭 (HARAGUCHI AKIRA)
北九州市立大学・国際環境工学部・教授
研究者番号: 50271630
(H20→H22:連携研究者)

(3) 連携研究者
安部 竜一郎 (ABE RYUICHIRO)
立教大学・社会開発研究ユニット・特任准教授
研究者番号: 10412412