

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「気候変動の適応又は緩和に資する研究」領域)

## インドネシアの泥炭・森林における火災と炭素管理

(インドネシア共和国)

平成21年度実施報告書

代表者：大崎 満

北海道大学・大学院農学研究院・教授

<平成20年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施概要

地球上の熱帯地域の泥炭面積の半分を占めるインドネシアの熱帯泥炭地には多量の炭素が蓄積されている。1990年代からこの地域の開発が急速に進み、それに伴う地下水位の低下と乾燥化により日本の年間排出量に相当するほどの膨大な二酸化炭素の放出源となりつつある。本プロジェクトでは、中部カリマンタン州にあるメガライスプロジェクト跡地を対象に、熱帯泥炭からの二酸化炭素放出量を抑制するための統合的炭素管理システムを構築し、地球温暖化抑止に貢献することが目的である。

熱帯泥炭地における炭素量と炭素フラックス（放出-吸収バランス）を評価することは難しく、鉱質土壌に成立する熱帯森林に比べ、泥炭森林の再生、維持もきわめて難しい。そこで、先端的な科学的手法を駆使して、広域の泥炭生態を正確に把握し、統合的泥炭管理を行うために1) 衛星を使った火災検知と火災予想モデルの開発、2) エアボーンレーザによる、泥炭や森林の量の高精度測定、3) 効率的流域水管理、4) 共生系による生態再生、を実施し、得られた成果をもとに泥炭のCDM化(Clean Development Mechanism: クリーン開発メカニズム)やREDD化(Reducing Emissions from Deforestation and Degradation: 森林の減少・劣化からの温室ガス排出削減)を世界に向けて提案する。

本年度は、インドネシア側国際共同研究実施機関との協定(R/D)締結が遅れたために、新規機材購入ができず、調査観測・実験機材を使つての調査が実施できなかった。さらに、2009年は6年ぶりのエルニーニョ年であったため、研究対象地域の泥炭湿地林で大規模な火災が発生し、森林再生のための試験地や植樹ボランティア活動地域に被害が発生するとともに、観測機器も被害をうけ、今までの継続的な研究成果が少なからず影響をうけた。

しかし、2009年3月にジャカルタで開催されたキックオフワークショップでは34編の発表があり、きわめてこの研究への国際的な関心の高さが示された。また、現地調査を充分に行うことができなかったが、会議と討論を重るとともに、その成果をコペンハーゲンで開催されたCOP15のサイドイベントシンポジウムにポスターを掲示し、本研究課題について周知できた。

2010年4月には納入が遅れていた調査観測・実験機材も現地で使用が可能となることから、本研究が飛躍的に進むものと期待される。ただし、5年で成果を挙げる予定の野外調査が実質4年で成果を挙げなければならないこととなり、調査研究の効率化・迅速化が要求されてくる。したがって、業務の進捗にともない得られた情報の迅速な共有化、活動の重複の排除などに努める必要がある。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### (1) FF: 衛星による火災・炭素センシングプログラム (代表: 本間利久・北海道大学大学院情報科学研究科)

#### ①研究のねらい

本研究では、研究対象地域における原野・泥炭火災の検知・予測を行い、火災の制御を行えるよう

にする。また、リモートセンシングや現地フィールド観測により、炭素インベントリ作成のための面的情報を作成する補助を行う。さらに、グループ内のデータ共有を可能にできるよう、データベースの構築を行う。

## ②研究実施方法

リモートセンシングと地理情報システムを用いて原野・泥炭火災の検知と延焼予測を行い、フィールドでの火災の制御を試みる。具体的には、以下のとおりである。

1. 原野・森林火災の検知精度の向上と検証、土壌水分量の推定、原野火災拡大のシミュレーション構築を行い、消火隊への情報伝達システムを構築する。
2. 炭素インベントリ作成のための空間データの整備を行う。
3. リモートセンシング・地理情報システムを用いた土地被覆データに加えて、フィールド観測による植生スペクトルライブラリー作成や他グループの成果とのデータ交換により、研究対象地域の炭素インベントリ作成に資する空間データ構築を行う。

## ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

日本側・インドネシア側とも、担当者と役割分担を決定し、共同研究を進めている。パランカラヤ大学の Hendrik Segah 博士（学位は北大農学研究科で取得）を 2010 年 2 月 10 日付けで特任助教として採用し、全体として日本と現地との橋渡しをしてもらうことに加え、FF グループ関連でもデータベースの構築や、現地データの解析などを進めて行く予定である。また、JICA 予算でインドネシアに購入・設置する機材の選定を行い、現地で使用できるアプリケーション開発を進めるなど、現地で運用するシステムの開発に着手した。

## ④カウンターパートへの技術移転の状況

2009 年 8 月に行われたカウンターパートを交えた FF グループの会議（於 LAPAN）において、日本側と対応する共同研究機関の研究者を決定した。これにより、個々の技術移転に関しては、機関どうしのカウンターパートだけでなく、実務者レベルでも技術移転を可能とし、実際に顔合わせを行って、交流を深めた。技術移転のためには、テクニカル面はもちろん必要であるが、こうした実務者間の相互信頼が不可欠であり、今後の研究および技術移転の礎を築くことを進めている。

日本側では、インドネシアへの段階的技術移転に関して、マスタープランで記されている大枠に対して、詳細な点の議論を進めた。今後、インドネシア側の実務者のスキルアップを図りながら、泥炭・原野火災の検知・予測に関する技術要素ごとに、徐々に技術移転を進めて行く。

## ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

2009 年 6 月以降、現在にいたるまで、熱帯太平洋上ではエルニーニョ現象が発生し、2009 年の乾季には、研究対象地域であるパランカラヤ周辺で多くの泥炭・原野火災が発生した。FF グループではエルニーニョ現象発生直後の 6 月時点で乾季に泥炭・原野火災の多発を予測したため、FF グループ会議において対応の検討を行った。この結果、研究開始直後であり準備不足であったことに加え、R/D 締結が遅れており、今年度中は現地における検知・予測システム構築の予算が取れなかったため、現地情報の収集や、購入予定のリモートセンシングデータの選定などを進めるとともに、火災検知システムの高度化、

干ばつ指数の検討、延焼予測シミュレーションの構築準備といった、既存の研究設備を用いた研究を進めた。

## (2) CA: 炭素量評価プログラム (代表: 平野高司・北海道大学大学院農学研究院)

### ①研究のねらい

本プログラムでは、異なる手法を用いて、異なる時空間スケールで熱帯泥炭生態系の炭素収支を明らかにするとともに、排水、森林伐採、火災、干ばつなどの環境攪乱が炭素収支に与える影響を評価することを目的とする。

### ②研究実施方法

目的を達成するために、以下の4つのサブプログラムを実施する。

1. 広域スケールでの炭素収支評価 (タワー観測, ゾンデ観測, CO<sub>2</sub>観測衛星GOSAT (いぶき) データの利用)
2. 航空機レーザー計測による泥炭・森林炭素の炭素量評価
3. 泥炭土壌からの温室効果気体の放出量評価
4. 地下水流動にともなう炭素流動評価

### ③当初の計画 (全体計画) に対する現在の進捗状況

本年度は、主に、1) 攪乱の程度が異なる3地点において観測タワーを用いた大気-生態系間のCO<sub>2</sub>交換量 (フラックス) のモニタリング, 2) ドロップゾンデ (航空機から投下する観測ゾンデ) やGOSATを利用した広域炭素収支評価の手法の検討, 3) 航空レーザー測距法の適用に関する事前調査, 4) 泥炭土壌からの温室効果気体の放出量の現地調査および室内実験, 5) 地下水流動による炭素 (DOC: 溶存有機炭素) 流亡 (リーチング) の定量化のための事前調査を行った。

タワー観測に関しては、既存のシステムを利用した調査であるため、ほぼ計画通りの実施状況である。しかし、2009年9月に現地 (中部カリマンタン州) で大規模な泥炭火災が発生し、観測システムと周辺の生態系が被災した。そのため、実験 (環境) 条件などを多少変更する必要性が生じている。また、航空機レーザー計測に関しても、渡航時期と火災時期に重なってしまったため、事前調査が多少の影響を受けた。さらに、必要な機器の現地への導入が遅れたため、地下水関係の本格的な調査を行うことができなかった。泥炭土壌に関しては、消火直後に現地調査を行い、火災の影響に関する価値の高いデータを取得することができた。なお、ドロップゾンデやGOSATを利用した広域炭素収支評価は、個別の火災イベントにおけるCO<sub>2</sub>発生量の評価や、中部カリマンタン州全体といった地域スケールでの炭素収支を評価する上で強力な手法となるため、本プログラムの中で実施していく予定である。

### ④カウンターパートへの技術移転の状況 (日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

カウンターパートへの技術移転については、プログラムが始まったばかりであり、特に報告すべきことはない。ただし、観測データの共用、関連情報の提供、調査手法の伝授などを積極的に行っている。また、協力機関の研究者を大学院学生として受け入れ、日本において教育、研究指導を行っている。

### (3) CM: 炭素管理プログラム (代表: 高橋英紀・NPO 法人北海道水文気候研究所)

#### ①研究のねらい

中部カリマンタンの熱帯泥炭地に埋蔵されている莫大な炭素は 1990 年代に掘削された巨大な水路網による地下水位の低下がもたらした泥炭火災と微生物分解により、日本の総排出量に近い量の炭素が大気中に放出されている。

この炭素を管理するためには、1) 植生と水文環境の現状を調査して 2) 水文環境をコントロールし水位を高く維持するための方法を策定する。その水位を高く維持した泥炭層や周辺の森林に、3) 火災が入らないよう防火あるいは消火活動を行う組織を編成し、4) 植樹活動を展開して森林を再生する。水文環境が改善されることにより、陸域生態系も変化をとげることが考えられることから、5) 植生の反応と回復を推定する。6) 水路網をコントロールすることによって生じる閉鎖水域の水質と水生生物群集の反応を推定し、周辺地域の衛生環境や生産活動への影響の把握に努める。

上記のように炭素管理班には水文、水質、土質、土木、林業、陸域生態、水圏生態など幅広い分野が含まれるため、炭素管理班を CM-1 地域管理班と CM-2 生態系管理班とに区分した。さらに CM-1 地域管理班を CM-1.1 流域管理グループ、CM-1.2 火災管理グループ、CM-1.3 森林修復グループの 3 グループに分けて相互に連携をとりつつ、炭素管理を効果的に実施する方法の策定にあたることとした。また、当該地域には広大な湿地林や三日月湖と蛇行河川があることから CM-2 生態系管理班を CM-2.1 陸域生態グループと CM-2.2 水圏生態グループに区分して研究体制を整えた。

炭素管理班としての研究のねらいは上記のとおりであるが、班を構成する各グループの研究のねらいは以下のとおりである。

#### 【CM-1.1 流域管理グループ】

泥炭地の流域において最も重要なのは水文環境の管理である。とくに網の目のように掘られた水路を通して泥炭層中の地下水が流出してしまうのが、地域の環境劣化の最大の要因であり、その実態の把握とモデルへの組み込み、水文環境修復手法の開発とその効果の検証を含めた流域管理モデルを提案する。

#### 【CM-1.2 火災管理グループ】

メガライズプロジェクト (MRP) 地域での泥炭と森林の火災特性を把握すると共に、泥炭火災の現実的な対処法を検討し、住民が実施可能な火災抑制方法を確立する。

#### 【CM-1.3 森林修復グループ】

当グループの役割はインドネシア中部カリマンタンにおける荒廃泥炭湿地の森林修復技術を開発・普及することである。本年度の目的は、造林樹種として有望な *Shorea balangeran* を対象に最適な育苗条件を明らかにすることである。具体的には、育苗する被陰条件と灌水条件が苗木の形質 (健全性) と生残率 (生産性) に与える影響を調べ、*S. balangeran* の苗木生産において省力・省コスト化を図りながら優良な苗木を生産できる育苗条件を検討した。

#### 【CM-2.1 陸域生態系グループ】

自然状態・灌漑後・泥炭火災後の泥炭湿地林について種組成や現存量の把握を行い、樹木のバイオマスとしての炭素貯留量を定量化する。また、それぞれの調査地で、樹木の葉の特性を比較することにより、

葉の光合成特性を通じた樹木の炭素固定能力の比較を行う。CM-1.1（流域管理グループ）と連携し、排水路へのダム設置の前後における植生の変化についても調査を行う。

#### 【CM-2.2 水圏生態グループ】

泥炭地は水位が高く保たれているために、土壌中の有機物が分解されにくく、泥炭として比較的安定に土壌中に保たれ、莫大な炭素の貯蔵庫となっている。しかし、泥炭地に水路が掘られ土壌中の水位が下がるとともに、土壌中の有機物は酸化分解されやすくなる。さらに、森林火災が起こると地上の木々が燃えるとともに、土壌中に貯えられた有機物質も燃焼し、多量の二酸化炭素が排出されている。有機物の分解生成物は大気へ排出されるとともに、その一部は水に可溶性の有機物として水圏に移動する。そこで当グループでは、水圏に移行してきた土壌有機物のキャラクターゼーションを行うとともに、水位と可溶性有機物の量的、質的關係を調査することで、水位と水質との関係や泥炭土壌での土壌有機物の分解のプロセス、森林火災から派生する水圏環境の変化について検討しようとするものである。

### ②研究実施方法

#### 【CM-1.1 流域管理グループ】

対象となっている中部カリマンタン熱帯泥炭地のいわゆるメガライスプロジェクト地域のブロックC地域の水文環境を支配しているのは地域を挟んで流れるカハヤン川、セバンガウ川の両河川である。この河川の流出特性がブロックCの水文環境を支配している。またブロックC内の水路からの流出も大きな要因であり、それを抑制する堰の役割評価も重要である。そこで、流域管理グループを河川チーム、ブロックCチーム、水路・堰チームと対象とする地域別にチームを組んで水文環境解析にあたることとした。また、水文環境の物理的な変化、例えば地下水位の上昇などは周辺住民の居住環境や生産活動に影響を及ぼす可能性があることから水環境保全チームを組織して、実測と予測にあたることとした。

#### 【CM-1.2 火災管理グループ】

1. 泥炭火災実験場での燃焼実験による火災特性および抑制方法の把握
2. 実火災現場での火災特性の把握
3. 非火災時の泥炭および燃料としての地上植生の特性の把握
4. モデル農家、協力農家での実践的な火災抑制方法の検討と開発
5. 森林の火災特性の把握
6. 泥炭火災の現実的な対処法の検討および住民が実施可能な火災抑制方法の確立

#### 【CM-1.3 森林修復グループ】

育苗試験はパラン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。育苗の被陰条件は相対照度が約 50, 75, 100%（無被陰）の 3 条件、灌水条件は毎日灌水、無灌水（雨水のみ）、湛水の 3 条件の合計 9 条件であった。被陰下で発芽させた直後の種子を対象に被陰×灌水処理を開始した。生残と苗高の測定を 2 ヶ月間隔で 12 月まで行い、各条件から 20 個体を植栽試験に供し、また別に 10 個体を供試して T/R 率、比葉重量、クロロフィル量を測定した。さらに植栽苗木としての健全性を評価するために植栽後の活着率を調べた。地表温度と土壌水分(pF 値)を各育苗条件で測定した。

**【CM-2.1 陸域生態系グループ】**

セバンガウ川地区、セティアラム地区を対象に、自然状態・灌漑後・泥炭火災後の泥炭湿地林に調査プロットの設置を行い、毎木調査の手法を用いてそれぞれの場所の種組成、個体数、現存量の定量化を行う。また、さまざまな時期に火災の被害を受けた場所について調査することにより、火災後の森林の時系列的な変遷を推定する。優占して生育している樹木種について葉のサンプルを採取し、葉の組成について比較を行い、それぞれの調査地の樹木の性質、光合成能力の推定を行う。

**【CM-2.2 水圏生態グループ】**

前述の目的を達成するために、水路、水路に設定された小規模ダム、カハヤン川、セバンガン川から水試料を採取し、pH、伝導度等の一般水質を測定するとともに、水に溶けている有機物量を把握するために全有機炭素量（TOC）、COD、腐植物質量を測定する。また、腐植物質の分解メカニズムを探るために実験室の酸化的雰囲気での腐植物質の分解速度と分解生成物について測定する。同時に水圏の生物分布を調べ、水位との関係を明らかにする。

**③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況****【CM-1.1 流域管理グループ】**

当初は2009年6月ころから現地調査を行う予定であったが、半年以上も遅れた2010年2月から実施できることとなった。したがって、一部 JST 経費で現地予備調査を実施した班では研究が進んだが、現地調査を2010年3月に実施した班では具体的な成果はこれからとなる。ただし、班の内部で度々開催した計画案検討などの会議を通じて、河川水位、地形情報の集積や、河川・水路・止水堰機能の情報を組み込んだ泥炭地地下水挙動・物質挙動モデルの立案などの研究が進んだ。

**【CM-1.2 火災管理グループ】**

今年は強い泥炭火災が発生したが、泥炭火災実験場を確保した際に、泥炭地に掘った溝が防火帯として有効であったことを確認した。この他、予備調査の今年は、試験場の確保、研究対象予定地域の地上と上空からの下見、研究担当者による打合せ会議及び今後の研究計画の立案を行った。

**【CM-1.3 森林修復グループ】**

当グループにおける多くの研究テーマは、計画段階もしくは予備調査の段階にある。今年度は育苗技術に関する研究テーマが先行して実施された。具体的には、育苗する被陰条件と灌水条件が苗木の形質（健全性）と生残率（生産性）に与える影響を調べ、*S. balangeran* の苗木生産において省力・省コスト化を図りながら優良な苗木を生産できる育苗条件を検討した。

**【CM-2.1 陸域生態系グループ】**

調査に先立ち、文献収集により、現地でのおおまかな種組成、現存量のデータを収集した。また、これをもとに調査地の選定のために現地入りし、調査地の下見を行った。

**【CM-2.2 水圏生態グループ】**

今年度は、今後の研究計画の推進のための基礎作りとして、2009年6月には現地へ赴き、カウンターパートと研究打合せをするとともに、試料採取が予定される水路や水路にある小規模ダムの視察を行った。また、2009年12月には、水路近傍や2つの河川で水試料を、また火災にあった場所と、火災の発生していない場所の土壌から土壌試料の採取を行った。さらに2010年1月には12月の調査を基に日本側研究者による研究打合せを行い、次年度からの調査の内容について議論を行った。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

##### 【CM-1.1 流域管理グループ】

カウンターパートに供与される機材の購入が2010年2月以降にずれ込んだため、その機材を使っている技術移転はまだ始まってはいない。GPS を使った標高測定の方法、水文気象機器の取り扱いと解析手法などの技術移転を直ちに実施できる体制は整っている。

##### 【CM-1.2 火災管理グループ】

試験場一帯が火に取り囲まれたが、泥炭地に掘った溝が火災抑制に効果のあることが確認され、防火帯としての有効性を相互で再認識した。

##### 【CM-1.3 森林修復グループ】

育苗技術において苗木生産の省力・省コスト化を図り苗木の健全性や生産性を向上させるための研究開発手法を技術移転することができた。

##### 【CM-2.1 陸域生態系グループ】

今年度はまだ無し

##### 【CM-2.2 水圏生態グループ】

今年度はまだ無し

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

##### 【CM-1.1 流域管理グループ】

当初、購入するイオンクロマトグラフをバンドン工科大学に設置し、機械の取り扱いに熟達したバンドン工科大学のスタッフに分析をまかせる予定であったが、インドネシア側カウンターパートの諸機関から、カウンターパート以外の機関に高価な機器を供与することに対しクレームがつき、設置場所を変更する可能性がでてきたことは想定外の展開であった。

##### 【CM-1.2 火災管理グループ】

国と地方での開発に関する認識の違いが明確で、この差が縮まらなると、火災の抑制がうまく行われない可能性があり、この事を現段階で大変危惧している。つまり、国は自然保護、地方は開発指向であり、この狭間で火災に対しては無責任体制となるものと推察する。この国と地方の軋轢による火災抑制の不履行に関しては、本研究プロジェクトの研究対象外の要因である。但し、インドネシアは REDD や CDM で火災抑制に本腰をいれざるをえないと想定する。



**【CM-1.3 森林修復グループ】**

森林修復による CO2 固定効果を定量的に評価するために、2002 年植栽の 7 年生植林地で成長量評価の研究を予定していた。しかし本年度の野火により植林地が被災したため、当初予定した成長量の継続調査は不可能になった。他方で、野火の影響を調査して植林地の火災耐性を評価することができた。この結果については解析中である。

**【CM-2.1 陸域生態系グループ】**

今年度はまだ無し

**【CM-2.2 水圏生態グループ】**

今年度はまだ無し

**(4) PM 統合的泥炭地管理プログラム (代表：大崎満・北海道大学大学院農学研究院)****①研究のねらい****【PM-1 統合的土地管理グループ】**

火災で消失した熱帯泥炭林の再生を目的とし、地域コミュニティでの家畜を用いたアグロフォレストリーを導入した持続的な森林再生システムを構築し、その有用性を実践的に検証する。そのために中核となる“コミュニティ牧場”を立ち上げ、その機能を有効に発揮させるための技術面・教育面での支援を行う。

**【PM-2 炭素評価グループ】**

統合的泥炭管理システムの確立を目指す。泥炭炭素は水の状態に強く依存しており、水が十分にあると、泥炭火災、泥炭分解は抑制されるが、一旦、水路を掘削し排水すると多量の CO2 が火災や微生物分解により一気に放出される。従って、各班がそれぞれ解析・分析したデータを水の状態を中心に統合的 CO2 収支の解析と分析、そして予測モデルの作成をする必要がある。モデルとしては 1) 水と火災の関係、2) 水と微生物分解による CO2 フラックスとの関係、3) 水と植生の関係、4) 水と植生修復との関係、のサブユニットより構成される。また、この統合的炭素収支モデルに基づいて REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation: 森林の減少・劣化からの温室ガス排出削減) の制度設計に関わる。

**【PM-3 地域経済グループ】**

熱帯泥炭林への REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation: 森林の減少・劣化からの温室ガス排出削減) システム導入のためには、地域住民の経済活動、特に農林業の実態を把握する必要がある。地域経済グループでは、継続的な農村家計調査の実施により、プロジェクト地区住民、特に移住農家 (Transmigrant) の実態把握に努めている。今後は、社会実験の手法を活用して、効果的な REDD システムの計画・提案を目指す。

**【PM-4 教育トレーニンググループ】**

焼失・荒廃した泥炭湿地林の修復には地域住民の意識改革が不可欠である。もともと豊かであった熱帯

泥炭湿地林地地域で生活してきたダヤック（Dayak）族を中心とする地域住民は、森林の自然の恵を受け取るのが当たり前のこととして生活の中で受け入れてきた。日本では急峻な山に囲まれた地形であることから、森林を失うことで大規模な自然災害をこうむり、森林保全、森林修復の重要性を幾百年にわたって語り継ぎ、身に着けてきた。しかし、最近 20～30 年前からの不法伐採や国家による無謀な泥炭地開発などで失われた湿地林地周辺で暮らす人々には森林を守り育てると言う概念は、まだ十分に育ってはいない。本プロジェクトの目的とする熱帯泥炭地の炭素と火災の管理には、植樹ボランティア活動を通じて地域住民の意識のなかに森林保全・修復の必要性・重要性を浸透させるのが本グループの活動のねらいである。

## ②研究実施方法

### 【PM-1 統合的土地管理グループ】

インドネシアでは家畜に資産的な意味合いがあるので、家畜を用いたアグロフォレストリーの導入により地域住民の所得を向上させながら森林の再生を図ることが可能である。インドネシア国内には子畜を返還することを前提に母畜を農民に貸与する“子返し制度”が既に存在し、農村部の貧困対策などで用いられているが、それを森林の再生に活用するシステムは未だ試みられてない。本グループは地域コミュニティで運営する“コミュニティ牧場”を設立した上で、それを中核として植林をする住民に家畜を貸与するシステムの有用性について実践的に検証する。

- 1) “コミュニティ牧場”（家畜供給基地）の設立
- 2) 家畜を活用した荒廃泥炭林の修復システムの構築と実施
- 3) 家畜導入による荒廃泥炭林の植生修復プロセスのモニタリング
- 4) 地域社会での森林火災防止活動におけるアグロフォレストリー導入効果の評価

### 【PM-2 炭素評価グループ】

各班のデータを統合し、炭素収支評価モデルを作成する。

- 1) 各班のデータを GIS に統合する。
- 2) 炭素収支評価モデルの作成
- 3) インドネシア林業省内に設置されている REDD 評価委員会（IFCA: Indonesia Forestry Climate Change Alliance）への参加と提案

### 【PM-3 地域経済グループ】

1. 移住民が形成した村落での家計調査を隔年で実施する。対象家計には、以前別のプロジェクトで調査した 110 軒も含める予定である。これらの農家は、Maliku、Sebangau Kuala、Basarang、Lamunti、の 4 つの Sub District に幅広く分布している。

2. 2010 年度からは、先住民族であるダヤック（Dayak）族の村落でも調査を開始する。この主な調査目的は、現地の環境評価、より正確には現地森林と泥炭地の経済価値推定を行うことである。そのために、Dayak 系住民が利用している森林資源とその市場価格を、詳細に調査していく。

3. 日本側メンバーのみの作業として、REDD 導入による温暖化ガス排出抑制効果の費用便益分析を行う。この作業に関しては、出来るだけ早く、この分野の展望論文をまとめることが当面

の課題である。

#### 【PM-4 教育トレーニンググループ】

研究地域においては 2004 年ころからパラカラヤ大学のスタッフが中心となって焼失・荒廃した熱帯泥炭地の森林を修復しようとする動きがあった。それに対し、日本の NPO や環境団体が植樹ボランティアを送り込み、協力する活動が 2008 年ころから始まっていた。その活動を本プロジェクトの活動に組み込み、地域住民・農民・子供達の教育システムとして育てるために年 2 回の植樹ボランティアを実施する。

植樹に使う樹苗は地元農家が育てた苗を購入し、その苗を農家と共に荒廃した泥炭地に植樹する。植樹した苗は 2 - 3 年農家によって管理してもらう。その管理経費も苗代金に含んでおり、農家の収入源ともなる。植樹の時期は、雨季の初期である 11 月と後期の 3 月の 2 回である。

### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

#### 【PM-1 統合的土地管理グループ】

現地業務経費の執行が 2010 年 2 月以降になったことから、本年度は現地予備調査と計画案検討会議の実施に留まった。なお、来年度からの本格実施に向けて、2010 年 3 月に現地で“コミュニティー牧場”の用地確保、牧場施設の建造、家畜の導入、運営体制等について詳細に検討する会議を実施した。

#### 【PM-2 炭素評価グループ】

GIS 情報の収集を開始した。炭素消失量を評価するために Kalteng Consultants から精密地形情報を購入し、解析の準備を進めている。また、インドネシア林業省内に設置されている REDD 評価委員会への参加の確約をインドネシア林業省から得て、この担当者として 2010 年 4 月 1 日に赴任する特任准教授を充てる予定である。

#### 【PM-3 地域経済グループ】

2009 年度は、班のインドネシア側カウンターパートの選定が主な活動であり、本調査実施までには至らなかった。そうした中で、8 月には、JST 予算により約 2 週間の予備現地調査を実施することが出来た。限られた時間であったため、別のプロジェクトで 2007 年に調査した 110 家計からの、一部再調査にとどめた。19 軒という小規模調査ではあったが、政府の補助を受けたゴム栽培拡大などの主要な変化は捉えることが出来た。この予備現地調査に関しては、プロジェクト実行委員会（参画研究者によるプロジェクト全体会議）に英文報告書を既に提出済みである。

#### 【PM-4 教育トレーニンググループ】

植樹ボランティア活動を通じて環境教育施策を実施するための環境づくりのために、地域に根ざした活動を展開している個人・団体の発掘を行った。地元で環境教育に従事している研究者や国際的な環境団体 WWF の地域リーダーと連携をとり、国連大学が主催する環境教育に関連する国際シンポジウムに参加させるなど、地域に根付いた環境教育を展開する基盤ができた。

また、2009 年度は 11 月に植樹活動を実施すべく、広く参加者を募集し準備を進めてきた。しかし、

2009 年はいわゆるエルニーニョ年にあたるためカリマンタン地域の乾季が長く、降雨もきわめて少なかったため泥炭・森林火災が各地で発生し、研究地域も火災の被害をこうむった。そのため 11 月の植樹実施は不可能となり、計画実施を中止せざるを得なかった。

第 2 回目の植樹活動は、2 月 10 日に日本からのボランティア参加者への説明会を催すなどの準備を進めて、3 月に行った。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

##### 【PM-1 統合的土地管理グループ】

現地業務経費の執行が遅れ込み、“コミュニティ牧場”の設立が来年度となったため、技術移転はまだ始まっていない。

##### 【PM-2 炭素評価グループ】

現在、準備段階で移転出来る技術はない。

##### 【PM-3 地域経済グループ】

対象地域で行われてきたプロジェクトの多くが農・理工学系の研究者によるものであったため、パラカラヤ大学には、社会科学系のカウンターパートは事実上存在しなかった。現段階でも、地域経済グループのカウンターパートは定まっていない。この選定と農村家計調査法技術移転が、2010 年度の大きな課題である。

##### 【PM-4 教育トレーニンググループ】

2010 年 3 月に実施した植樹ボランティア活動では、地域住民ばかりでなく、小学生など子供達への環境教育を通じて森林保全・修復が地域のみならず地球環境の視点からも重要であるという意識を根付かせる計画である。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

##### 【PM-1 統合的土地管理グループ】

当初、選定していた“コミュニティ牧場”を建設する予定地が現地の民族間での土地所有権を巡るトラブルで使用できなくなるという予想外の事態が発生した。現在、現地のカウンターパートに他の候補地を探してもらいながら、事態の鎮静化を待っているところである。

##### 【PM-4 教育トレーニンググループ】

想定されていなかった問題は、大規模泥炭火災の発生である。研究対象とした地域の泥炭・森林の多くの部分が火災をこうむった。植樹活動を続けてきた地点にも火が入り、2 年前に植えた苗木も葉が褐色に変色した。このレベルの被害であれば根が生きており再生する可能性がある。今後の植樹活動は被害木の補植も組み込んだ方法で実施しなければならないと見られる。

### 3. 成果発表等

(1) 原著論文：国内 0 件、国際 8 件

< To be published >

1. Bambang H Saharjo, The Changing of Domination, Composition and Structure of Primary Peat Swamp Forest 15th Years Following Burning in Central Kalimantan, Indonesia. “The Journal of Wetland Ecology and Management” (国際)
2. Erianto Indra P. and Hiroshi Hayasaka. The effect of the precipitation pattern of the dry season on peat fire occurrence in the Mega Rice Project area, Central Kalimantan, Indonesia in “Tropics”. (国際)
3. K. Kaku, K. Kushida, T. Honma, and M. Fukuda, (2009). An Evaluation Method for Hotspot Detection Algorithms using Web-GIS. “Asian Journal of GEOINFORMATICS, 9(4), 19-27” (国際).
4. K. Kaku, T. Honma and M. Fukuda. An Application of AHP/ANP to a Wildfire Management Project to help Mitigate Global Warming. Proceedings of “the 10th International Symposium on the Analytical Hierarchy Process”, Pittsburgh (USA). (国際)  
2009, <http://www.isahp.org/2009Proceedings/index.htm>
5. K. Kaku and M. Tokuno. Developing Hotspots Monitoring Web-GIS using MTSAT Infrared Data. “Asian Journal of GEOINFORMATICS”, 2010 (国際)
6. Nitrobenzene-adsorption capacity of carbon materials released during the combustion of woody biomass, Y. Dai, Y. Mihara, S. Tanaka, K. Watanabe, N. Terui, J. Hazardous Materials, “Journal of Hazardous Materials”, 2010. (国際)
7. Comparison of general water quality of rivers in Indonesia and Japan, M. Kido, Yustiawati, M. S. Syawal, Sulastri, T. Hosokawa, S. Tanaka, T. Saito, T. Iwakuma and M. Kurasaki, Environ. Monit. Assessment, 156, 317-329, “Springer Science “2009. (国際)

< In press >

1. K. Kaku, K. Fukami, T. Honma and M. Fukuda. Sentinel Asia - the Overview and Prospect. “Asian Journal of GEOINFORMATICS”, 2010 (国際)

(2) 特許出願：0 件

### 4. プロジェクト実施体制

(1) FF：衛星による火災・炭素センシングプログラム

① 研究グループリーダー： 本間利久 (北海道大学大学院情報科学研究科・教授)

② 研究項目： 衛星による火災・炭素センシング

・ 原野・森林火災の検知精度の向上と検証、土壌水分量の推定、原野火災拡大のシミュレーション構築を行い、消防隊への情報伝達システムを構築する。

- ・ 炭素インベントリ作成のための空間データの整備を行う。
- ・ リモートセンシング・地理情報システムを用いた土地被覆データに加えて、フィールド観測による植生スペクトルライブラリー作成や他グループの成果とのデータ交換により、研究対象地域の炭素インベントリ作成に資する空間データ構築を行う。

#### (2) CA: 炭素量評価プログラム

- ① 研究グループリーダー：平野高司（北海道大学大学院農学研究院・教授）
- ② 研究項目：
  - ・ 広域スケールでの炭素収支評価（タワー観測，ゾンデ観測，CO2観測衛星GOSAT（いぶき）データの利用）
  - ・ 航空機レーザー計測による泥炭・森林炭素の炭素量評価
  - ・ 泥炭土壌からの温室効果気体の放出量評価
  - ・ 地下水流動にともなう炭素流動評価

#### (3) CM: 炭素管理プログラム

- ① 研究グループリーダー：高橋英紀（NPO 法人北海道水文気候研究所・理事）
- ② 研究項目：炭素管理モデルを構築する。具体的には主に以下の研究を行う。
  - ・ 植生と水文環境の現状を調査して、水文環境をコントロールし水位を高く維持するための方法を策定する。
  - ・ その水位を高く維持した泥炭層や周辺の森林に、火災が入らないよう防火あるいは消火活動を行う組織を編成し、植樹活動を展開して森林を再生する。
  - ・ 水文環境が改善されることにより、陸域生態系も変化をとげることが考えられることから、植生の反応と回復を推定する。
  - ・ 水路網をコントロールすることによって生じる閉鎖水域の水質と水生生物群集の反応を推定し、周辺地域の衛生環境や生産活動への影響の把握に努める。

#### (4) PM: 統合的泥炭地管理プログラム

- ① 研究グループリーダー：大崎満（北海道大学大学院農学研究院・教授）
- ② 研究項目：
  - ・ 火災で消失した熱帯泥炭林の再生を目的とし、地域コミュニティでの家畜を用いたアグロフォレストリーを導入した持続的な森林再生システムを構築し、その有用性を実践的に検証する。
  - ・ 統合的泥炭管理システムを確立する。
  - ・ 社会実験の手法を活用して、熱帯泥炭林への効果的な REDD システムを計画・提案する。
  - ・ 植樹ボランティア活動を通じて地域住民の意識のなかに森林保全・修復の必要性・重要性を浸透させる。

以上