※※※※※※※※※※※
拠点大学交流
※※※※※※※※※※※

# 地球環境を視野に入れた熱帯泥炭地の保全・再生と持続可能な土地利用

## ―北海道大学・インドネシア科学院生物学研究所の拠点大学交流から―

高　橋　英　紀，　池　田　元　美

### はじめに

東京以北に日本学術振興会の拠点大学交流事業を実施している大学が全くない．東京以北の大学から10年間のタイムスパンで交流をすすめる計画案を募集するとの話が飛び込んできたのが1995年の暮れも押し迫った12月20日ころでした．拠点の相手国は東アジア・東南アジア諸国ということでした．北海道大学では創学以来，パイオニア精神が教官・学生を通じて受け継がれてきました．その流れのなかで戦前戦後をつうじて北海道大学はアジア諸国で研究あるいは地域開発に携わる多くの人材を輩出してきました．しかし残念ながら大学としてひとつのまとまったプロジェクトを実施した例はほとんどありませんでした．この豊富な人材と21世紀の地球環境を見据え，北海道大学でなければできない研究となると東南アジアで問題となりつつある熱帯泥炭地の環境保全と持続可能な土地利用システムの構築です．幸いなことに日本の泥炭湿地の90%以上が北海道にあり，北海道大学にはその保全・利用に関して100年にわたる研究・実践の実績がありました．

さらに当時は熱帯農業に精通している但野利秋北大名誉教授も現役で，ボゴール農業大学との太い人脈もあり，熱帯林の研究で長年インドネシア科学院と交流がある甲山隆司北大大学院地球環境科学研究科教授も赴任してきて間もない時期でした．また，当時の丹保憲仁北大総長もバンドン工業大学との連携を深めようとしている時期でもあり，私自身も東南アジアでもっとも泥炭湿地が広く分布し開発の波にさらされている中部カリマンタンで1993年以来，イギリスのノッチンガム大学，地元のパランカラヤ大学と共同で熱帯泥炭湿地林の保全に関わる研究を細々と続けていました．まさにプロジェクト研究開始の人と気運がこの時期に凝縮したといえます．その気運を強力な指導力でまとめ上げたのが当時の戸倉清一北大大学院地球環境科学研究科長でした．カウンターパートとなったインドネシア科学院生物学研究センターには鹿児島大学で学位を取得したシンボロンさんや東京大学で学位を得たデディ　ダルナエディさんが中枢におり，ボゴール農大には東京大学で学位を取得したカマルディンさんが副学長として，北海道大学で学位を得たハニイ　ウジャヤさんが新進の助教授として活躍中でした．またバンドン工大からは講師のスプリハントさんが，パランカラヤ大学からは私と長年苦楽をともにしてきたスウィドー講師が中心となって協力してくれることとなりました．





10年間という長い研究期間を途中で弛緩することなく続けるため，10年を第1期（基礎研究）：3年（平成9-11年），第2期（研究展開）：5年（平成12-16年），第3期（応用）：2年（平成17-18年）の3期に区分し，各期における研究の性格とその目的を明らかにしておくことにしました．

そして，はじめに日本とインドネシアの研究者同士が拠点大学交流の課題「東南アジア湿地生態系における環境保全と土地利用」に対して，どのように寄与できるかワークショップを開催して手の内を見せ合うこととなりました．場所は研究の本拠地となる中部カリマンタンの州都パランカラヤです．1997年8月初旬のことでした．

私たちはここで再び天の差配というべきか，天が我々の進むべき道を指し示したとも言える自然災害に遭遇したのです．それは20世紀最後で最大のエルニーニョ現象にともなって発生した泥炭／森林火災でした．

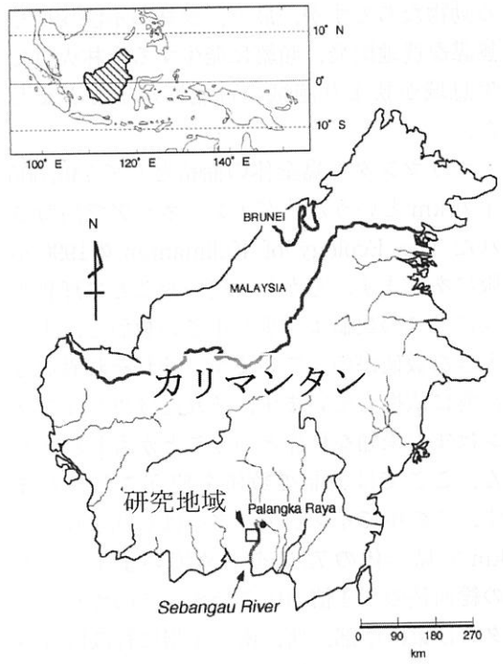


図1　カリマンタン島とその中央部にあたる研究地域

### 研究対象地域，中央カリマンタンの熱帯泥炭地とはどんなところか

中学・高校で使ういわゆる高等地図帳の東南アジアのページを開いてみると，フィリッピン群島の南に洋ナシのような形をしたボルネオ（カリマンタン）島があります．我々日本人はボルネオという名のほうがなじみ深いですが，インドネシアではカリマンタンと呼びます．そのカリマンタン島の真ん中を赤道が通っています．島の中央部分には標高2,000 m級の山が連なるイラン山脈が南西から北東に向けて走っています．その北斜面はマレーシア領ですが，南側はインドネシアに属します．その南斜面を下ったところから平地が広がりジャワ海に達しています．その途中には短い横線のマークが多数ついていて湿原が広がっているのがわかります．そこが私たちが実施している交流事業の研究地域です．熱帯・泥炭・湿地・ジャングルという言葉を重ねるとこの地域の自然環境を表現することになります．きつい・汚い・危険の3Kを嫌う都会派若者に見向きもされないかも知れません．確かに30℃を越える炎天下で歩いたり，作業をするのは大変きつい仕事です．ひざまで水につかる湿地林のなかを1 km歩くには2時間くらいかかります．また，飲み水も3-4リットル持っていかなければ熱中症にかかります．マラリヤや毒蛇・サソリもいます．その代わりオランウータンやオウムなど貴重な動物もいます．それらの貴重な動物は豊かな天然林のなかで棲息でき

る動物たちですが，最近，森林の不法伐採や無謀な農地開発，頻繁に発生する森林火災で生息域が狭まり絶滅の可能性が出てきました．

カリマンタン島全体の面積として746,305平方kmという数値がインドネシアで出版されたThe Ecology of Kalimantanの1996年版にあります．しかし，驚いたことに理科年表にはこの数値より少し小さい数値と，少し大きな数値がのっています．それぞれ異なる出典に依拠しています．それだけカリマンタンはまだ未知な世界ということかもしれません．ここでは上記の数値を使うことにします．その中でインドネシア領は539,460平方kmで島全体の72%を占めています．日本の総面積の1.4倍の広さです．このカリマンタンは東，中部，西，南の4州に行政区分されています．私たちが研究対象としている中央カリマンタンは中部カリマンタンの南側平地部分と南カリマンタンの西半分です．その平地に広がる泥炭地面積は日本の泥炭地総面積の約10倍の広さがあります．

## 共同研究の出発点　1997年8月 パランカラヤ・ワークショップ

交流事業の最初のワークショップは1997年8月6日から3日間を予定していました．8月5日までには日本からの研究者やジャカルタ・ボゴール・バンドンからの研究者がパランカラヤに到着していなければなりません．ところが7月はじめころから中部カリマンタンを中心にして泥炭地の森林や伐採跡地などで泥炭やその上の樹木，雑草などが燃え広がり消火が全くできない状態で燃え広がりつつありました．泥炭火災は通常の森林火災とことなり，燻焼と言って低酸素供給でもゆっくり燃え広がり煙の発生も多いという特徴をもっています．その煙霧が空を覆うためワークショップ開催日の数日前から視界がジェット旅客機が離発着できる限界2,000 mをたびたび下回るようになってきました．1日1便しかないジャカルターパランカラヤ便が時々欠航するようになったのです．準備のため10日ほど前から現地入りしていた私も気をもんでいましたが，会議参加のためにパランカラヤに向かっていた人たちも大変苦労したようです．会議の主催者である戸倉研究科長（当時）ら数人はまずジャカルタから風向の関係で煙霧の影響が比較的少ないカリマンタンの海岸都市バンジャルマシンに飛び，そこで車をチャーターして陸路を数時間かけてたどり着きました．大部分の参加者が乗る8月5日のメルパチ航空ジャカルターパランカラヤ便はコースを変更してまずバンジャルマシンに飛び，そこでパランカラヤ空港の視界が2,000 m以上になるのを待ち，視界が良好になった一瞬を狙ってパランカラヤにたどり着きました．着陸したときには期せずして機内で拍手が起きたそうです．その早業には空港に出迎えようと車を用意して大学で待機していた私やパランカラヤ大学のスタッフも虚をつかれた形で空港から到着の報をうけてあわてて駆けつけました．そこには北大ばかりでなく京都教育大学の米林甲陽教授など多くの研究協力者とインドネシア科学院のデディ　ダルナエリ氏，シンボロン氏，ボゴール農大のカマルディン副学長，ハニー　ウジャヤ助教授（当時）のほかに，遠路イギリスから駆けつけてくれたノッチンガム大学教授のライアリー氏とその夫人でレスター大学講師のページさんの顔も見え，これでプロジェクトの第1歩の準備が整ったとほっとしました．

翌日からのワークショップは市内の高級ホテル，ダンダンティンガンではじまり，主催者側の挨拶，ライアリー教授らの基調講演につづいて日本・インドネシアの研究者たちの





研究発表・研究計画の紹介が2日間にわたって続きました．お互いに全く初めての出会いであることと，英語を母国語としない両国の研究者が英語を通じて議論しあうので歯がゆい思いもありましたが，何かを成し遂げようとする共通の強い意志が会場にみなぎり活気あふれるワークショップとなりました．泥炭／森林火災による煙霧というストレス環境下で両国の研究者の気持ちが通じ合いひとつになったのかもしれません．会議のまとめとして次年度から開始する四つの研究グループが編成され，10年計画の基礎が固められました．

## 1997/98年エルニーニョイベントと東南アジアの泥炭／森林火災のこと

この拠点大学交流事業を特徴付けることとなった1997/98年にインドネシアを中心に東南アジア各地で発生した泥炭／森林火災は東南アジア各国に未曾有の災害と社会的混乱を引き起こしました．当時のニュースは（CNN，1997年9月26日），インドネシア・マレーシアですでに12万平方kmの森林が燃え，発生した煙霧はマレーシア・シンガポール・ブルネイ・インドネシアを覆い，北のフィリッピンやタイまで及んでいると報じました．そしてとうとうその視界不良が原因で同日午後インドネシア・ジャカルタ発同国メダン（スマトラ島北西部）行きガルーダ・インドネシア航空152便エアバスA 300機がメダン・ボロニア空港に着陸侵入中メダン近郊に墜落し日本人6名を含む乗客・乗務員合計234名が死亡するという大惨事がおきてしまいました．

この泥炭／森林火災はエルニーニョ現象が長引いたため通常年であれば雨季の最盛期である翌年の1月になってもなかなかおさまらず，被害は拡大しつづけました．国連環境計画（UNEP）が2000年にまとめた資料によると，東南アジアで焼失した森林は45万平方km（日本の面積の1.2倍）におよび，7千万人の人たちが煙霧の被害をうけ，インドネシアだけでも19の自然保護区に災害がおよびました．

1997年のパランカラヤでのワークショップにはるばるイギリスから参加してくれたレスター大学のページ博士が2002年11月のNatureに発表した論文によると，この一連の泥炭／森林火災によってインドネシア全土から放出された炭素の量は世界全体が1年間に化石燃料を使って大気中に放出する全炭素の13-40%に相当するそうです．確かにハワイのマウナロア島で1963年から観測されている大気中の炭酸ガス濃度が1997年9月から翌年の9月までに増加した割合はそれまでの平均的年間増加量の2.5倍という驚くべき数値になって現れていました．

## 共同研究の枠組みと国際シンポジュウム

1997年8月のパランカラヤ・ワークショップで編成された研究班は第1班：中央カリマンタンにおける湿地林生態系の機能（代表：甲山隆司，Herwint Simbolon），第2班：中央カリマンタンにおける生物生産生態系の持続性に関する研究（代表：但野利秋，Suwido Limin），第3班：河川工学および泥炭地工学（代表：板倉忠興，Nyoman Sumawijaya），第4班：中央カリマンタンにおける水界生態系の機能（代表：岩熊敏夫，Peter, H. Hehanussa）の4班です．国際共同研究や交流事業でもっとも大切なことは相互に対等の立場で自由に議論し合うことです．また，外部の研究者との情報交換と議論も重要です．そのため私たちはできるだけ回数多くシンポジュウムやワークショップを主催し共催もしてきました．表1にまとめましたが，

**表1**　交流事業で実施した国際シンポジュウム（ISP）と国際ワークショップ（IWS）

| 平成年/月 | 課　　題 | 種類 | 形式 | 開催地 | | 参加者数 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 国 | 市 | |
| 9/8 | 東南アジアにおける湿原生態系の環境管理に関する国際ワークショップ | IWS | 主催 | インドネシア | パランカラヤ | 55 |
| 10/2 | 変動環境下における土地利用と生物多様性—東南アジアにおけるいくつかのケーススタディー | ISP | 共催 | 日　本 | 札　幌 | 50 |
| 11/11 | 熱帯泥炭地の土地利用 | ISP | 主催 | インドネシア | ボゴール | 170 |
| 13/8 | Peatland for people: Nature resource functions and sustainable management | ISP | 共催 | インドネシア | ジャカルタ | 65 |
| 14/9 | 東南アジアにおける土地管理と生物多様性に関する国際シンポジュウム | ISP | 主催 | インドネシア | バ　リ | 167 |
| 15/12 | 東南アジアにおける熱帯泥炭地の土地管理と人間社会 | IWS | 主催 | インドネシア | パランカラヤ | 未定 |

ほぼ毎年開催しています．そして先に説明した10年間を3期に分けた節目の時期にそれまでの成果を相互に検討し合い，世界に発信して評価をあおぎ，そして新たな研究の枠組みを作りなおして次にすすむという方法です．人心の一新も必要です．1999年に開催したボゴールでのシンポジュウムでの熱い議論を経て，現在は第1班：カリマンタン島湿地林域における生態系の機能と遺伝的多様性（代表：東　正剛，Herwint Simbolon），第2班：中央カリマンタンにおける泥炭地の再生と持続的農業形態の確立（代表：大崎　満・Hanny Wijaya），第3班：中央カリマンタン泥炭地域の地盤・水理水文学（代表：橘　治国・Nyoman Sumawijaya），第4班：中央カリマンタンにおける水界生態系の機能（代表：岩熊敏夫・Gadis Sri Haryani）で活動しています．

2002年9月にバリで開催された国際シンポジュウムでも新たな動きがありました．シンポジュウムの閉会にあたって，この共同研究のまとめの時期にあたる第3期（応用）にむけて新たに研究班を作ろうという提案がなされ，多くの賛同をえて承認されました．その第5班（仮称：人間社会応用班）にむけて，

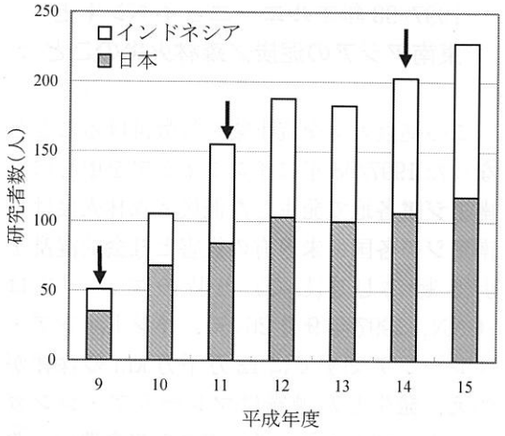


**図2**　当交流事業参加研究者数の変遷．矢印は重要なワークショップ，シンポジュウムを開催した年．

新たな研究者を加えるとともに2003年12月にパランカラヤにおいて開催するワークショップを新第5班に関わるテーマに設定し，広く意欲ある研究者を募集しようとしています．

このような経緯をたどり，私たちの拠点大学交流事業は図2に示したように初年度は日本人35名，インドネシア人16名で始まりましたが，研究の段階を進めるにつれて参加者数は増加し2003年度現在日本人118名，インドネシア人110名という大規模な組織になりました．両国にとって貴重な人的資源が確保されたと言えるでしょう．





## 研究者交流と若手研究者の育成

研究分野によっても多少ばらつきはありますが，内実のある良い研究は20代から30代にかけての気力・体力ともに充実した時期に多くなされるといいます．この拠点大学交流事業で展開しているフィールドワークにもそれが当てはまります．研究施設やカリキュラムの内容に関してはインドネシアの大学院・研究機関に比較して日本の大学のほうがまだかなり恵まれています．そこで拠点となっている北海道大学ではインドネシアの研究機関・大学から多くの若手研究者を大学院課程の学生として受け入れ，修士・博士号取得を目指して教育・研究指導に当たっています．

2003年3月の時点で，学位取得者は博士3名，修士2名で，それぞれ拠点大学交流事業に関わる研究で学位を得ています．また在学生は博士後期課程4名，修士課程3名でやはり主としてインドネシアをフィールドとする研究を続けています．

若手研究者は日本側にも多くいます．修士課程の学生もインドネシアをフィールドとして研究したいという希望が多くあるため，インドネシア側の協力大学と学部間学生交流協定を締結しました．日本人学生がインドネシアの大学に研究生として留学し，インドネシアをフィールドする修士論文研究を仕上げた例もあります．特に若い学生たちがインドネシアに研究留学した時に，彼ら彼女らがインドネシア語に習熟する早さには目を見張るものがあります．インドネシアの学生たちとの交流も若者たち同士，気心はすぐに通じ合うもののようです．このような学業・研究以外の交流も両国の将来に良い財産としてのこるでしょう．

## 拠点大学交流事業による研究の成果

2001年は本拠点大学交流事業が始まってちょうど5年目でした．その時に，過去5年間の自分たちが成し遂げた研究成果を見直しました．その結果，著書・レフェリー付き論文・国際シンポジュウムのプロシーディングは100編，レフェリーなし論文・報告書は80編，学会などでの発表は72件の多きにのぼりました．若い研究者たちの活力が多くの成果を生み出す源となったと言えます．これらの成果からいくつかの例をご紹介します．

第1班では研究地域にある泥炭湿地の天然林における植物種を145種まで認識し，130種を種レベルまで同定，残りを属レベルまで同定しました．これらは分類・同定が極めて困難な熱帯植物を対象とした群集生態学・生態系生態学的研究を進めるうえで極めて貴重な成果と言えます．さらに小型哺乳動物や昆虫類のDNA解析の結果，東南アジアにおけるそれらの分布の特徴や侵入経路が明らかになりました．アジア・オーストラリア区における生物の移動を考えるうえに非常に重要な成果です．

第2班ではpH3前後の強い硫酸酸性塩水田でも収量が比較的高いレベルで得られている地域でイネの根に付着する幾種かの菌類を検索し同定しました．これらの菌は通常考えられないほどの強い酸性土壌でもイネの生育を助ける機能を持っているものと見られ，それを利用した新しい水田農業の展開が期待されています．また，伐採や火災などの影響が比較的少ない泥炭湿地林や伐採跡地，火災被害地などが混在する幅10 km，長さ40 kmの泥炭地をインドネシア政府から永久・保全研究区として借り受け，天然林に高さ40 mの鉄塔を建設し森林の炭酸ガス収支を観測し

ています．観測が始まってまだ2年目ですが，現在の熱帯泥炭湿地林では炭素の年間集積があまり顕著でなくほとんどゼロに近いことや2002年の森林火災の時には煙霧が空を覆い森林の光合成に必要な光が森林に到達しないため森林の炭素収支は放出に傾いたなどの貴重な情報が得られ始めています．

第3班では泥炭湿地林に水源をもつセバンガウ河では河口から200 km上流地帯においても潮汐の影響で河が逆流していることを見出しました．これは河をトイレに使ったり水浴びに使っている地元住民の衛生環境を考えるうえで非常に問題となります．地下水を炊事用水として使っている都市や農村集落の地下水も汚染が進み始めています．いま，何らかの対策をとらなければ大きな問題になるところまで来ています．私たちが調査したデータが地域住民の衛生環境向上に役立つことが期待されています．

第4班では水郷地帯とも言うべき湿地帯を蛇行して多くの三日月湖を形成しているカハヤン河流域の河川・湖沼において淡水漁業の基礎となる生物間相互作用や物質循環を少しずつ明らかにしています．その過程で，カハヤン河とその支流の上流域で盛んに行われている水銀を使った原始的方法による砂金採掘により，河川・湖沼の底生動物などに有機水銀の蓄積が認められ始めていることを明らかにしました．日本における水俣病などの事例を考えると看過できない問題と言えます．

以上のように各班は独立して研究を進めていますが，相互に情報を交換し合いながら有機的に交流事業を行っています．特に若い人たちがお互いに相手の研究内容を理解し，自分の研究にも役立てることができるように，平成15年度から正式のセミナーとは別に，年に1−2度集会を開いて研究発表会を開催しています．この研究発表会はあまり形式にとらわれず，自由に質疑・討論ができるので若い人たちが喜んで参加しています．

## むすび　成果を社会還元するためのひとつの提案

いままで事業開始から6年経過し7年目の半ばになりました．私たちの研究成果を学界に社会に還元する方法を模索するため5番目の研究班を編成することについてはすでに述べました．個々の研究成果がそれぞれの分野で活用されることは間違いありません．しかし中央カリマンタンのように今までは森林への人の影響が比較的すくなかったが，現在急激にその影響が森林に及びつつあり，その森林を保全し高い生物多様性を維持するためには大きな障害があります．それはこの地域の経済基盤が脆弱なことです．熱帯泥炭地を農業利用しても現在行われているような収奪農法では生産性は極めて低く，逆に1万年近い年月かけて炭素を地中に集積されてきた泥炭を分解・燃焼し大気中に炭酸ガスを放出し地球環境を悪化させるだけということになります．地域の住民は収入を得るために，森林資源の収奪に向かわざるを得ないのがこの地域の現状です．

世界には生物資源が豊富で生物多様性が高いが地域の経済基盤が弱いため生物資源が急激に枯渇しつつある地域が多く存在します．それに対し，私たちはオランダ　ワーゲニンゲン大学，イギリス　ノッチンガム大学，インドネシア　パランカラヤ大学などと組んで，平成15年10月20日，21日に東京で開催された「2003国連環境計画・金融イニシャティブ東京会議」において，発展途上国の生物資源・生物多様性をまもるための金融支援システムとして「Bio-Right」という概念とその実現スキームの提案をしました．

それは発展途上国において生物資源あるいは生物多様性を地域住民所有の財産として世界が認知し，その生物資源・多様性を維持発展させるために先進国が積極的に投資し，長期的視野に立ってそこからあがるであろう様々な形の利潤を得ようとするものです．

この考え方を先進国・発展途上国が共有し，ともに生物資源・生物多様性の維持と質の向上に努力するならば，現在進行しつつある地球環境の激変・崩壊を食い止め，人類と豊かな生物資源との共存が可能となると考えています．





### 参考にした資料・文献

1）S.E. Page, F. Siegert, J.O. Rieley, H.D.V. Boehm, A. Jaya, S.H. Limin, 2002: The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. Nature, 420, 61–65.
2）K. MacKinnon, G. Hatta, H. Halin, A. Hangalik, 1996: The Ecology of Kalimantan. Periplus Editions, pp. 802.
3）国立天文台編，1997：理科年表．丸善，p. 604.

**高橋　英紀**（たかはし・ひでのり）
北海道大学大学院地球環境科学研究科 助教授
**池田　元美**（いけだ・もとよし）
北海道大学大学院地球環境科学研究科長，教授