

課題名	E - 4 熱帯域におけるエコシステムマネジメントに関する研究		
課題代表者名	奥田敏統 (独立行政法人国立環境研究所生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室、室長)		
研究期間	平成14 - 16年度	合計予算額 (予定)	166,718千円 (うち15年度 54,013千円)

研究体制

(1)森林認証制度支援のための生態系指標の開発に関する研究

択伐や土地変化が森林のエコロジカルサービスに及ぼす影響評価及びそのデータベース化に関する研究 (独立行政法人国立環境研究所)

エコロジカルサービス機能のGIS化に関する研究 (独立行政法人国立環境研究所 :EFフェロー研究)

エコロジカルサービス研究サイトのネットワーク化に関する研究 (独立行政法人森林総合研究所)

森林伐採に伴う土壌流出と集水域生態系に与える影響評価に関する研究 (独立行政法人国立環境研究所 :EFフェロー研究)

(2)多様性評価のためのラピッドアセスメント開発に関する研究

生態系観測のスケールアップ化に関する研究 (独立行政法人国立環境研究所、財団法人自然環境研究センター、岐阜大学流域科学研究センター)

熱帯雨林の遺伝的多様性の指標化に関する研究 (独立行政法人森林総合研究所)

(3)地域社会における生態系管

理へのインセンティブ導入のための基礎研究 (国立民族学博物館)

研究概要

1.序 (研究背景等)

エコシステムマネジメントでは、「生態系の持続的管理」を基本理念として掲げ、人為的な土地境界や森林・河川・野生生物といった分野を越えた資源管理だけでなく、人間も生態系の一員として捉えることで、経済的、社会的に許容される総合的な資源管理をめざす。さらに、資源管理方針の社会的受容性を高めるために、管理方針に対する地域住民の合意形成を如何に醸成させるかを重要視する。熱帯地域において深刻化する森林減少や生態系の荒廃の背景には、社会の貧困や地域間での経済格差、無秩序な開発・施業などがあるため、こうした地域へのエコシステムマネジメントの導入が急がれる。

エコシステムマネジメントの実施にあたっては、まず森林生態系の持つサービス機能 (= エコロジカルサービス、例えば、物質循環機能、炭素蓄積・吸収機能、木材生産機能、集水域保全機能、文化レクリエーション提供機能など)を、評価しそれぞれが地域の社会とどのように結びついているかを調べる必要がある。なぜならば、森がもたらす人間社会への恩恵 (すなわちエコロジカルサービス)は多様なベクトルとして存在し、かつサービス間の関係が地域社会の利害関係と複雑に絡み合っているからであり、これら一つ一つを紐解いていくことが、地域社会の合意形成をはかり、より持続的な資源・環境管理への早道になりうると思われるからである。事実、単一のサービス機能だけに焦点を当てた、自然資源の開発や管理は既に立ちゆかなくなりつつある。例えば、違法伐採や不完全な伐採基準による無秩序な開発・施業が引き起こす熱帯林の荒廃は国際的にも問題となっているが、森林開発を完全に凍結し、保存するよなやり方は、森林資源を利用する地域社会にとっては許容される形ではない。そのため、資源の違法収奪が増えるだけの結果になりかねず、森林資源劣化を念頭に様々なサービス機能と地元社会との融和・調和を目的として、国際的フレームワークによる森林認証制度などが注目を集めるに至っている。しかしながら、これらの制度を効果的に実施するためには、様々な生態系の持つサービス機能への十分な理解が必要不可欠であり、それによつてはじめて、科学的な裏付けによる管理基準の設定や、地域住民による資源管理への参加が可能になると思われる。

こうした背景により本研究では科学的な裏付けによる社会 - 生態系の最適な関係実現を究極的目標として、エコシステムサービスの機能の解析及びそれらの総合的評価、得られた評価手法をより広域的エリアに適用するためのスケールアップ技術の開発、自然資源の収穫・収奪や土地変化に伴う環境リスクの事前評価やゾーニングプランの提唱、合意形成推進のために地域社会における自然資源と地域社会の関わり合いについての解析を行う(図1)。

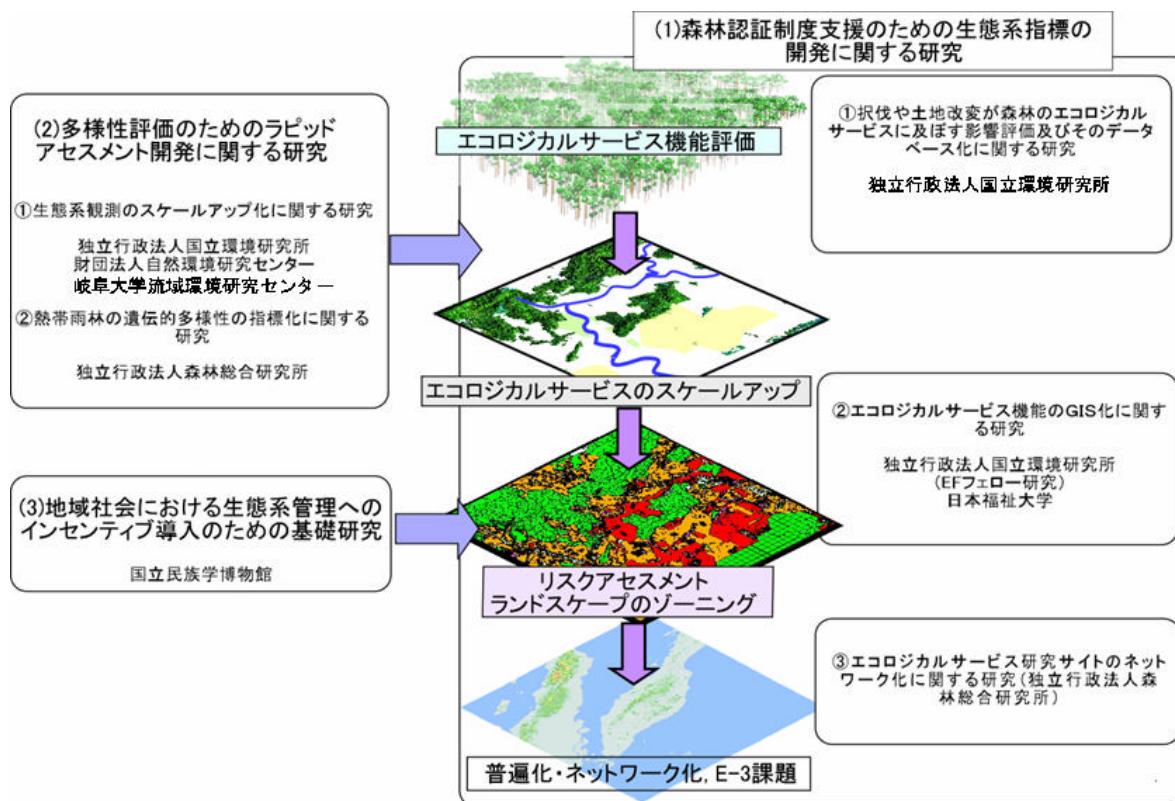
2.研究目的

(1)生態系サービス機能のデータベース化と総合的評価 E-4(1)

パイロットサイトを選定し、熱帯林が有する炭素蓄積・吸収機能、集水域保全機能、多様性保全機能などの主要なサービス機能に着目し、それらのデータベース構築を行う。また森林管理や土地利用形態が異なる

ることによるサービス機能の変動および管理コストやリスクが推定可能な調査方法の確立をはかる。

- ②)自然資源や土地改変に伴うリスクの事前評価やゾーニングプランの提唱 E-4(1)
 パイロットサイトにおける地形データ、植生データ、土壌データ、社会・経済データを収集しそれらをエコロジカルサービスのGIS(地理情報システム)として統合化する。さらに、森林伐採や土地利用改変に伴う生態系のサービス機能の変化を評価するための対話型のリスクアセスメントツールを開発し、GIS環境の整備を行う
- ③)森林管理状態を広域的に評価するためのスケールアップ技術の開発 E-4(1) (2)
 森林伐採などの攪乱が野生生物の生息や樹木の遺伝的交流キャパシティーに及ぼす影響を森林の三次元構造などから間接的に評価し、広域エリアで森林の保全状態を迅速かつ正確に判読できるような技術開発をおこなう。空中写真、航空機搭載型捜査式レーザー測距離装置や衛星画像データを利用して、森林の三次元構造の外形を評価し、生物多様性保全機能、炭素蓄積機能、集水域保全機能との関係を検討する。
- ④)地域社会における自然資源と地域社会の関わり合いについての分析 E-4(3)
 熱帯林および周辺域の地域住民集団を対象に、森林や樹木がもつ文化的(宗教的)、社会的、経済的な意義が対象地域の社会・経済構造とどのように関わっているかを明らかにする。
- ⑤)エコロジカルサービスの評価手法の標準化・ネットワーク化の推進 E-4(1)
 パイロットサイトでの(1)~(4)の手法や成果を森林劣化が進む熱帯地域における荒廃地修復へ応用するために、想定される問題点や利用可能な情報収集方法などについて検討する。また、同時に森林再生や断片化した植生パッチの再評価を含めた森林管理のあり方についても検討を加える。具体的実践として、E-3課題(荒廃熱帯林のランドスケープレベルでのリハビリテーションに関する研究)との連携を図る。



エコシステムマネジメント 国際的な環境保全のフレームワーク(認証制度)などへのインプット

図1.熱帯域のエコシステムマネジメントに関する研究(E-4)の構成と参画機関。(1)生態系サービス機能のデータベース化と総合的評価、(2)自然資源や土地改変に伴うリスクの事前評価やゾーニングプランの提唱、(3)森林管理状態を広域的に評価するためのスケールアップ技術の開発、(4)地域社会における自然資源と地域社会の関わり合いについての分析、(5)エコロジカルサービスの評価手法の標準化・ネットワーク化の推進を総合的に行いながら、資源管理が経済的、社会的に許容され、かつ健全な生態系が同時に成立しうる管理方法を探索する。

3. 研究の内容・成果

本研究では半島マレーシアのネグリスピラン州、パハン州にまたがる 60km×60km の地域をパイロットサイトとして指定し(図2)、その地域を中心に森林が保持する主要なエコロジカルサービスの情報収集や野外調査を行った。パイロットサイトには天然林、二つの異なる方式により施業された択伐二次林、河畔孤立林、河川、アブラヤシ、ゴムのプランテーション、果樹園、市街地、カンポン(村落)がみられ、半島マレーシアで普通にみられる主要な景観を含んでいる。1996年の段階では、パイロットサイト内の約36%が天然林、二次林、低木林などの森林景観であった。

調査地

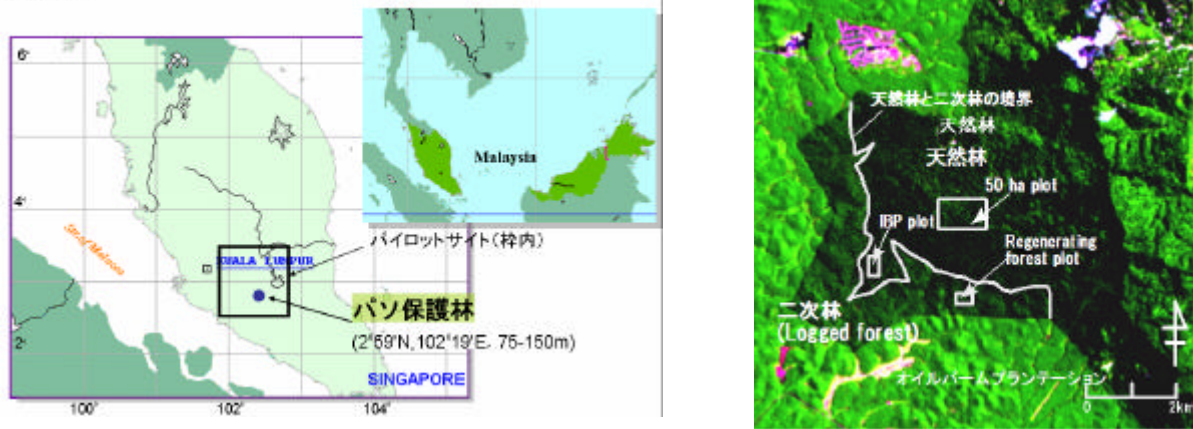


図2 .パイロットサイト位置図(左)とパイロットサイト内のパソ森林保護区および周辺域の植生(右図)。右図はランドサットTM画像(1996年撮影)をもとに作成された。本課題ではパソ森林保護区周辺域を共通のパイロットサイトとしており各サブ(サブ)テーマ独自の調査サイトについては詳細版を参照されたい。なお、本年度は森林と河川集水域生態系の関係解析(E4(1) 課題)が実施できる体制を整えるため、昨年度までの60km×60kmのパイロットサイトから流域レベル(およそ100km×100km)に拡大し、太平洋へ注ぐパハン川の中流域までのGIS情報を整備した(E-4(1))。

(1)森林認証制度支援のための生態系指標の開発に関する研究

択伐や土地変化が森林のエコロジカルサービスに及ぼす影響評価及びそのデータベース化に関する研究

本年度は、昨年度までにまとめたエコロジカルサービス(多様性保全機能、炭素蓄積吸収機能、木材生産機能、集水域保全機能、文化レクリエーション機能)をまとめる一方で、パイロットサイトで起こった人為による攪乱を整理し、生物多様性を中心としたエコロジカルサービスの変遷について検討した。調査地は60km×60kmのパイロットサイトを対象とし、その地域の森林が保持する主要なサービス機能の情報収集や野外調査を行った。

A)森林の変遷と人為攪乱

パイロットサイト内の人為攪乱は大きく3種類が挙げられた。第一に土地利用転換による森林面積そのものの減少と断片化、第二に、森林劣化につながる商業択伐、そして第三として、地域住民の森林利用にともなう攪乱であった。パイロット地域内の森林面積は1970年代と比較しておよそ半減しておりその一方でアブラヤシやゴムのプランテーション面積が2~3倍に増加していることが分かった。一方、森林の商業伐採は、伐採様式によって森林生態系に与える影響が大きく異なると考えられた。例えば、近年採用されているマレーシア持続的森林施業(SMS)では、伐採対象木以外の樹木の3割程度が共倒れなどの被害を受けていたことが分かった。地域住民による森林攪乱では、比較的個体数の多いイノシシなどからヤマネコ、ジャコウネコなどの稀少動物までが狩猟対象となっていること、また、ロタン(籐)・各種樹脂・薬草・沈香などの採集が貴重な現金収入となっていることが明らかになった。そのため、土地転換や森林伐採と比べて規模は小さいが、希少野生生物の狩猟などが森林の野生生物にとって大きな脅威となると考えられた。

B)エコロジカルサービス機能の変遷

- ・炭素蓄積吸収機能:パイロットサイトの8箇所の森林保護区では、実施された森林伐採により炭素吸収、循環機能は択伐により10%程度減少し、木材資源価値は択伐により50%程度に目減りしたものと考えられた。
- ・集水域保全機能(水・土壌保全機能):1996年段階の土壌流出量は1976年に比べて約2.2倍に増加したと推定された。
- ・文化レクリエーション機能:パイロットサイト付近の社会は大きく変化し、森林公園なども整備されつつあるが、地域住民における直接的な森林利用は徐々に少なくなりつつあると考えられた。

- ・ 多様性保全機能 :植物、特に特殊なハビタットに生育する植物については森林消失やそれらに伴うハビタット消失によって多様性が損なわれている可能性が高く、今後詳細な検討が必要であると考えられた。特に、ほ乳類については、1995年以降に確認される種数は減少し、森林面積の減少が大型ほ乳類の絶滅に直接関連している可能性が示唆された。また、現在でも様々な間接的人為攪乱(家畜などの侵入)、直接的人為攪乱(野生動物の交通事故死 :ロードキル)により林内小型ほ乳類、草食動物、移動性の高いほ乳類に対して大きなインパクトを受けていることが明らかになった。

エコロジカルサービス機能のGIS化に関する研究 (EFフェロー 研究を含む)

熱帯林生態系のエコロジカルサービス機能を考慮したエコシステムマネージメントを実現することを目標にE-4(1)の研究で整備しているエコロジカルサービスの情報を利用して、ランドスケープ全体の管理手法の開発を行った。そこで、昨年度に引き続き、熱帯林の炭素蓄積機能を広域に推定する方法について検討を行った。対象地はパソ森林保護林の天然林と二次林とし、この地域の森林の地上部現存量とERS-1によるSARの後方散乱係数値との関係について解析を行ったところ、有意な相関関係が得られた。そのため、SARの衛星画像から現存量推定がある程度は可能であることが示唆されたが、天然林の場合、回帰曲線の傾きが飽和する現象が見られたため、分析方法に関してさらなる検討を要すると考えられた。

また、E-4(1)「森林伐採に伴う土壌流出と集水域生態系に与える影響評価に関する研究」と連携を図り、森林を伐採し農地へ転換した場合の仮想的なシナリオに基づいてエコロジカルサービスの価値変動シミュレーションを行った結果、天然林を含めた大規模伐採と土地利用転換によりエコロジカルサービスを含めた利潤が大きく変化することが分かった。すなわち、エコロジカルサービスの変動は開発しようとする森林がどのような状態であるか(伐採を受けた二次林であるか、空間的な大きな山塊を形成する森林かどうか)に強く依存することが示唆された。

これらの成果をランドスケープ管理者に普及させる目的で、GISソフトウェア「エコロジカルGIS」(昨年度にプロトタイプを製作)の改良をおこなった。また、ソフトウェア強化の一端として、森林保全や生産林維持と対極にあるオイルパームの価格変動予測の検討も行った。その結果、オイルパームの市場価格は小刻みな変動を短期間に繰り返すものの、生産量との間に有意な相関が見られたため、長期的な将来予測は可能であると考えられた。この結果に基づき、開発中のGISソフトにおいては、森林のエコロジカルサービスとプランテーションなどの農地から上がる経済的収益の比較解析を簡素化したモジュールで対応する方針を決定した。

エコロジカルサービス研究サイトのネットワーク化に関する研究

本課題の成果をE3課題に代表される荒廃地植生のリハビリテーションの研究・実践に対して具体的に支援し、リンケージさせることを目的として、温暖化対策のひとつであり熱帯域で実施予定の吸収源CDM(Clean Development Mechanism)に焦点をあて、当該地域の社会・経済的な状況、地域社会の現状、生物多様性の現状や脆弱性などに関する情報収集を行った。本年度は、温暖化対策と生態系保全に関する国際シンポジウムの開催および準備などの支援を行うことで吸収源CDMについての情報収集を行い、さらには対象地域のエコロジカルサービスの向上させるような吸収源CDM活動を費用便益分析により検討した。様々な国の意見から、当該地域ではCDM活動に対する期待は大きいものの、想定される吸収源CDM活動(植林事業)では植林にかかるコストが非常に大きいため、吸収源CDM活動に対するインセンティブはあまり期待できないことが明らかになった。そのため、CDMを実施する上で、本研究で示したような森林のエコロジカルサービスを考慮することが重要であり、これらを積極的に推進、活用するネットワーク作りの必要性があらためて浮き彫りとなった。

森林伐採に伴う土壌流出と集水域生態系に与える影響評価に関する研究 (EFフェロー 研究を含む)

流域レベルでエコロジカルサービスや土壌保全機能を調節する森林の役割を評価するため、パイロットサイトを流域レベル(1734km²)に拡張し、集水域保全機能の評価のため方法を検討した。E-4(1)で構築中のGISデータベースを利用しながら、対象地域の土壌侵食量の推定式(USLE: Universal Soil Loss Equation)に必要なデータ(降雨係数(R)、土壌係数(K)、地形係数(LS, L:斜面長係数, S:傾斜係数)、作物および管理係数(CP)、植生管理係数(VM))を文献や観測情報などにより整備した。その結果、パイロットサイト内の降雨係数は460.3で、土壌係数は0.07から0.35の範囲と推定された。また、森林、ゴム園、およびアブラヤシ園における作物および管理係数または植生管理係数はそれぞれ0.003, 0.1, 0.125とされ、標高200m以下の地域における地形係数は約12.8であったのに対して、標高200m以上の地域では少し高い16.34とされた。土砂流出量(SDR)は傾斜と水路の性質から計算し、さらにマレーシアで実測された土砂流出量との比較を行い、その精度を確認した。なお、本研究は2004年度も継続し、GISを用いた空間解析およびネットワーク解析を行う予定である。

(2)多様性評価のためのラピッドアセスメント開発に関する研究

生態系観測のスケールアップ化に関する研究

本研究では、森林管理の評価基準と生態学的根拠に基づき、かつ信頼性の高い生態指標を導入する目

的で、広域的森林構造観測データ、地上踏査による熱帯林の林冠構造、バイオマス測定データ及び生物多様性の関連性解明とその生態指標作りをおこなった。

はじめに、航空機搭載型捜査式レーザー測距離装置(レーザープロファイラー)を用いて熱帯林の林冠構造や地上部の現存量および時空間的動態を迅速に把握するシステムづくりを試みた。まず、レーザープロファイラーにより撮影された林冠の三次元デジタルデータにフィルタリング処理を行い、続いて、パソ森林保護区の三次元モデル、および森林の断面図を作成した。その結果、多層構造を持ち、鬱閉度が格段に高い熱帯雨林においても、レーザー測量による林冠構造の再現が可能であり、継続的調査により樹木の成長や地上部現存量を高い精度で評価可能であることが示唆された。また従来の空中写真判読によって構築された林冠の三次元モデルとも高い精度で一致したため、様々なアーカイブデータ間の互換性を高めれば、過去に撮影された空中写真から森林の長期変動が解析できると考えられた。次に、パイロットサイト内の孤立林の植生調査並びに動物利用様式を調査し、生物多様性保全における保護区周辺に偏在する孤立林の価値の評価及びその一般化を試みた。その結果、孤立林の植生は保護区からの距離に応じて変化し、ほ乳類や鳥類にとってキーストーン種であるイチジク属の個体密度は保護区から離れるにつれて低下することが明らかになった。また、森林性のほ乳類相をカメラトラッピング法によって評価したところ、カニクイザル、ブタオザル、イノシシを除き、保護区と孤立林でみられるほ乳類には違いがみられることが明らかになった。さらに、生態系機能観測のスケールアップを実現するために、森林生態系機能の炭素循環過程において最も情報が不足している土壌呼吸速度の時空間変動を検討したところ、土壌呼吸速度を高い精度(誤差10%)で推定するためには50地点以上の測定点が必要であり、大面積で測定を行ったときの平均値から約20%の誤差範囲であることが明らかになった。

熱帯雨林の遺伝的多様性の指標化に関する研究

これまでの1~6haの小面積調査地では樹木の遺伝子流動の実態が捕捉できないという問題に対応するため、2001年度から熱帯林のフタバガキ科樹木の遺伝子流動解析のために大面積調査区を構築し、本年度はその解析と整備を行った。調査区としてマレーシアのパソ森林保護区において500m×800m(40ha)のプロットを設置し、この40ha調査区に生育する胸高直径30cm以上のすべての個体に番号ラベルを付け、その中からフタバガキ科樹種だけを選び出し、位置及び樹種の同定を行った。同定された個体数は全部で3064個体で、そのうちフタバガキ科樹種は835個体であった。また、2001年、2002年には多種同調的な一斉開花が発生していた。そこで、本年度は2001年、2002年におけるフタバガキ科樹種の開花、結実個体調査の結果を解析した。全体として開花したフタバガキ科樹種は21種461個体であり、2002年の開花の規模が2001年より大きかった。また結実がみられたフタバガキ科樹木から母樹別に種子を収集した。遺伝子流動解析に十分な種子数が収集できたのは*Dipterocarpus crinitis*, *Hopea dryobalanoides*, *Shoera parvifolia*, *S. acuminata*, *S. bracteolata*, *S. hopeifolia*, *S. lepidota*, *S. leprosula*, *S. macroptera*, *S. maxwelliana*, *S. multiflora*, *S. ovalis*, *S. parvifolia*, *S. lepidota*の14種であった。このような大面積レベルにおける開花、結実フェノロジー情報や遺伝子流動研究用の情報ほとんどないため、本研究は東南アジア熱帯林の遺伝子流動の解明において重要な役割を果たすことが期待される。一方で、繁殖可能個体数の把握は現在のところ全個体調査(毎木調査)が必要であり、それには長い時間と費用がかかるという問題がある。そこで、繁殖可能個体数の把握手法のスケールアップとして、一斉開花の種子成熟期の特異な色特性(赤や黄色)を利用することで、広域的にフタバガキ科の繁殖を評価できる可能性を指摘した。

(3)地域社会における生態系管理へのインセンティブ導入のための基礎研究

マレーシアのように劇的に変化する地域社会に対して、森林生態系管理のインセンティブを導入するためには、社会科学的アプローチにより対象となる地域社会を理解し、自然科学的アプローチにより得た森林生態系機能を組み合わせることが肝要である。そこで、熱帯林および周辺域の地域を対象に、森林や地域社会の変遷、地域住民による森林利用の様子、森林がもつ文化的(宗教的)、社会的、経済的な意義と対象地域の社会・経済構造の関わりを検討した。マレーシアでは急激な経済発展に伴い大規模プランテーションが発達し、広大なプランテーションと小面積の森林というのがありふれた風景となっていた。一方で、森林公園は多くの住民の憩いの場として利用され、林産物採集や狩猟のための森林利用も行われていた。また、パイロットサイト内における植林活動と事後アンケートから、植林活動は地域住民(特に子供)にとって、植栽は樹木や森林を学ぶ良い機会になること、二次産物としてコミュニケーションの場として有効であることが伺えた。また、副次的な成果として、地元住民参加の奉仕活動は、その地域社会からの理解を得やすいことや、果樹木など住民が親しみやすい樹種を選定することにより、住民参加のインセンティブへとつながることが明らかになった。さらに、地域社会における生態系管理へのインセンティブを導入するための鍵として、環境保全や自然保護活動を行う団体、活動支援のための資金や設備の支援が挙げられた。続いて、異なる森林保護制度下においてオランアスリ(先住民族)の生活戦略に着目し、その多様性と森との関わり方について調査を行ったところ、森林の利用における同質的部分(例えば非木材製資源の利用の仕方など)を抽出することが必要であると考察された。今後は、急激な森林劣化の現状を鑑みれば現時点で森林保全制度の効果、問題点を明確にすることで、FSC森

林認証制度などへの評価手法の改善や新たな管理指標の導入などの提言を行うことが望ましく、昨年度および本年度で明らかになったことを踏まえながら、地域社会における生態系管理へのインセンティブを導入するための具体的方針を提示する予定である。

4. 考察・まとめ

本課題では森林から生み出される資源の利用を、生態系の保全を図りながら、かつ経済的・社会的に許容される管理手段、すなわちエコシステムマネジメントの熱帯域での導入をはかる際の問題点や新たな開発手法を探索した。まず、マレーシアのネグリセンピラン州のパソ森林保護区およびその周辺域の二次植生や農地などを含めた約60 km四方のランドスケープをパイロットサイトとして設定し、エコロジカルサービス機能のデータ収集を行いデータベース構築に着手した(E-4(1))。本年度はこれらのデータベース構築に加え、パイロットサイト内での人為攪乱の整理やそれらがエコロジカルサービス機能に及ぼす影響についてデータ収集や解析を行った。従来の生態学的調査によって得られたピンポイントのデータから、空間的広がりを持つグローバルスケールや地域レベルのエリアにおいてエコロジカルサービスの機能や価値を客観的に評価するためには、スケールアップや一般化のための技術開発や検証が必要不可欠である。その意味で、森林伐採にともなう土壌流出量のシミュレーション分析(E-4(1))、航空機搭載型レーザー距離測器による林冠構造の再構築技術の開発(E-4(2))、土壌からの炭酸ガス放出のパラメータ分析および土壌サンプリング数の下限値に関する解析(E-4(2))、および衛星画像SARによる現存量推定の試み(E-4(1))における成果により、熱帯域における一連の炭素蓄積・吸収機能評価のスケールアップ技術をより実践的手法へと近づけることが出来たといえる。また本年度はGISデータの収集範囲を従来の60km四方のエリアから半島部の一級河川であるパハン川中流域まで広げ、上流域での森林と河口域までを含めた集水域全体への森林伐採の影響が分析出来るように体制を整えた。そのため、今後は、農地などへの土地利用転換にともなう土壌保全機能や炭素蓄積・吸収機能の変化を経済的な価値へと置き換えることができるものと考えられる(GIS化に関する研究:E-4(1))。もっとも、解析の対象とするパラメータはすべてを網羅しているわけではないので、土地利用政策決定に直接利用するためには、更なる検討やチューニングが必要であることを強調しなければならない。しかし、土地利用シナリオを設定し、土地改変にともなう問題抽出(どのような土地改変がリスクを減少させるかなど)の分析が出来ようになったことは注目に値するだろう(E-4(1))。

多様性保全機能に関しては、その価値の定量化を行う以前の問題として、まず、林冠構造や森林の広がり具合、連続性とそこに生息する野生動物との関連解析を行い、スケールアップに繋げるための基本調査が必要であることが、昨年度、本年度の調査研究を通じてより明らかになった。例えば、ほ乳類、特に樹上性ほ乳類の分布は森林構造に強く依存し、また多くの動物にとって重要であるイチジク類の植物が大きな面積をもつ森林塊から離れるに従い減少することが野外調査を通じて明らかになった(E-4(2))。また、昨年度E-4(2)では、森林伐採等による繁殖個体数の減少が交配相手数の減少をもたらし、長期的には近親交配あるいは自殖の増加を招くことを示唆した。そこで、本年度は森林構成種の遺伝的交流キャパシティーを包括的に検討するための準備を整え(E-4(2))、東南アジア熱帯林の世代交代の中心的役割を担う斉開花に焦点をあてながら、その繁殖規模(繁殖個体密度)と遺伝子流動特性及び遺伝的多様度の関連性を解析することが可能になった。この研究の多くは現在も進行中であるが、自立的に更新可能な集団を維持するための繁殖個体数、ひいては持続的な森林管理を行うためには繁殖可能個体数を評価することが可能になるものと期待される。

一方、今年度のパソ森林保護区におけるレーザープロファイリング調査により、複雑な熱帯林の三次元構造が航空機搭載型のレーザープロファイラーを用いても詳細に再現出来ることが明らかになった(E-4(2))。そのため、今後は得られた林冠構造特性と野生動物のハビタット選好性などを検討することによって、熱帯林の生物多様性評価のスケールアップが可能になると期待される。さらに、中長期的には、研究の重点をキーストーン生物といわれる動物のハビタット選好性(埒や餌場)のメカニズムへ焦点を当てることにより、森林認証制度で設定されている森林保全のためのcriteriaやindicator(指標性)に対する科学的な検証・検討が可能になるものと思われる。平成16年度は、E-4(2)、のさらなる統合をはかるため、高解像度、マルチスペクトルセンサーを搭載する衛星技術を用いて、樹木の種組成や繁殖状況をどの程度判読可能かを検討し、より実践的なスケールアップ技術の開発へ向けた調査を行う予定である。

E-4(3)では、森林管理に対し、地域住民のインセンティブを導入するための鍵として、環境保全や自然保護活動を行う団体、活動支援のための資金や設備の支援が挙げられた。特に、植林活動は地域住民(特に子供)にとって、植栽は樹木や森林を学ぶ良い機会になること、二次産物としてコミュニケーションの場として有効であることを見いだした。また、副次的な成果として、地元住民参加の奉仕活動は、その地域社会からの理解を得やすく、果樹木など住民が親しみやすい樹種を選定することにより、住民参加のインセンティブへとつながることが明らかになった。今後、本研究全体の中での位置づけの明確化と他のサブテーマとのリンクの強化をはかるため、これまでの成果を踏まえながら、パイロットサイトの地域住民における林産物、動物との関わりをGISデ

データベース上で検討し、地域社会における生態系管理へのインセンティブを導入するための具体的方針を提示することを実施する予定である。

上記の研究成果を踏まえながらE-4の成果を集約するツールとして「エコロジカルサービスGIS」の開発を行い、その成果を活用するためのネットワーク化を試みた(E-4(1)、図3)。「森との関わり合い」についての調査結果(E-4(3))は「エコロジカルサービスGIS」を利用したリスクアセスメントツールを改良する上で重要な意義を持っている。そのため、このようなツールは、既存の資料や森林がおかれている状況を透明化するだけでなく、地域住民との合意形成を図る上でも有効であると考えられた。今後はパイロットサイトで得られた成果を様々な地域で適用することを視野に入れ、森林修復などを目的とした研究プロジェクトを支援しながら研究を進める予定である。

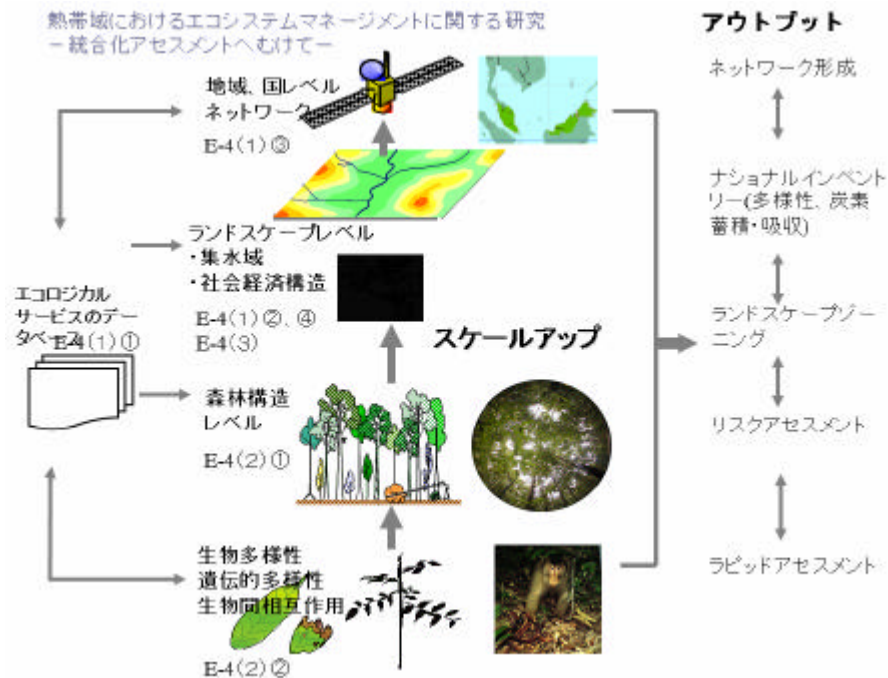


図3.エコロジカルサービスのスケールアップと各サブテーマ、サブサブテーマでの役割および、連携。最終的なアウトプットとしては地域や国レベルにおける、エコシステム管理を目指す。これらの情報は副産物として、国家レベルでのインベントリ等へも利用可能になると期待される。

5. 研究者略歴

課題代表者 :奥田敏統

1956年生まれ、広島大学大学院博士過程終了(理学博士)、現在独立行政法人国立環境研究所生物圏環境研究領域、熱帯生態系保全研究室室長

主要論文

T. Okuda, H. Nor Azman, N. Manokaran, L.Q. Saw, H.M.S. Amir, P.S. Ashton (2004). Local variation of canopy structure in relation to soils and topography and the implications for species diversity in a rain forest of Peninsular Malaysia. In: Losos, E.C. & Leigh, E.G. Jr. (Eds.), Forest Diversity and Dynamism: Findings from a network of large-scale tropical forest plots, Univ. Chicago Press, Chicago. Pp. 221-239.

T. Okuda, N. Adachi, M. Suzuki, E.S. Quah and H. Nor Azman, N. Manokaran (2003) Effect of Selective Logging on Canopy and Stand Structure in a Lowland Dipterocarp Forest in Peninsular Malaysia: Forest Ecology and Management. 175: 297-320

T. Okuda, M. Suzuki, N. Adachi, K. Yoshida, K. Niiyama, M.N. Nur Supardi, N. Manokaran, H. Mazlan (2003) Logging History and Its Impact on Forest Structure and Species Composition in the Pasoh Forest Reserve—Implication for the Sustainable Management of Natural Resources and Landscapes - In T. Okuda K. Niiyama S.C. Thomas, and P.S. Ashton, (eds.). Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia, Springer, Tokyo pp. 15-34.

主要参画研究者

(1): 奥田敏統(同上)

奥田敏統 (同上)

松本陽介

1953年生まれ、静岡大学農学部林学科卒業、東京大学大学院農学系研究科(林学専攻)博士課程修了、農学博士、独立行政法人 森林総合研究所 海外研究領域 海外森林資源保全研究室長、現在、独立行政法人 森林総合研究所 海外研究領域長

T. Saito, T. Tanaka, H. Tanabe, Y. Matsumoto, and Y. Morikawa (2003) Variations in transpiration rate and leaf cell turgor maintenance in saplings of deciduous broad-leaved tree species common in cool temperate forests in Japan. *Tree Physiology*, 23:59-66,

Y. Matsumoto, Y. Maruyama, A. Uemura, H. Shigenaga, S. Okuda, H. Harayama, S. Kawarasaki, L.H. Ang, and S. K. Yap (2003) Gas exchange and turgor maintenance of tropical tree species in Pasoh Forest Reserve. In T. Okuda K. Niiyama S.C.Thomas, and P.S. Ashton, (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo, pp. 241-250,

松本陽介・丸山 温・Lai Hoe ANG (2000) 熱帯樹種陽葉における最大ガス交換速度および浸透ポテンシャルのスクリーニング、*TROPICS*, 9(3):195-209,

奥田敏統 (同上)

(2): :奥田敏統 (同上)

:津村義彦

1959生まれ、筑波大学大学院農学研究科修了(農学博士)、現在独立行政法人森林総合研究所 森林遺伝研究領域、ゲノム解析研究室長

主要論文

Y. Takeuchi, S. Ichikawa, A. Konuma, N. Tomaru, K. Niiyama, S. L. Lee, N.Muhammad and Y. Tsumura (2004) Comparison of the fine-scale genetic structure of three dipterocarp species. *Heredity* 92: 323-328.

Y. Tsumura, T. Ujino-Ihara, K. Obayashi, A. Konuma and T. Nagamitsu (2003) Mating system and gene flow of Dipterocarps revealed by genetic markers. In T. Okuda K. Niiyama S.C.Thomas, and P.S. Ashton, (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo pp. 285-292.

T. Kajita and Y. Tsumura (2003) Molecular phylogeny of Dipterocarpaceae. In T. Okuda, K. Niiyama, S.C.Thomas and P.S. Ashton (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo, pp. 261-272.

(3): 阿部健一

1958生まれ、京都大学農学研究科・博士課程・中途退学 京都大学東南アジア研究センター 助手を経て現在、国立民族学博物館・地域研究企画交流センター・助教授

主要論文

K. Abe, and M. Ishii (eds.): *Population Movement in Southeast Asia: Changing Identities and Strategies for Survival*, JCAS Symposium Series 10, pp272 (2000)

阿部健一: 森の中から見た熱帯林問題、*季刊民族学* 98, 81-96 (2001)

K. Abe: Peat swamp forest development in Indonesia and the political Ecology of tropical forests in Southeast Asia, In K. Abe, T. P. Lye and de W. Jong(eds.): *The political ecology of tropical forests in Southeast Asia: Historical perspectives*, Kyoto University Press and Trans Pacific Press, pp 133-151 (2003)

