

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

(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

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

生物圏環境研究領域 熱帯生態系保全研究室

奥田敏統

吉田圭一郎・西村 千・沼田真也

鈴木万里子

日本福祉大学

坂上雅治

EFFフェロー(マレーシア工科大学)

Mazlan Hashim

<研究協力者> 株式会社 建設技術研究所

千葉将敏

平成14～16年度合計予算額(予定) 9,513千円

(うち、平成14年度予算額 3,369千円)

[要旨]熱帯域では森林生態系の経済的な価値が過小評価され、他の土地利用への転換が抑制できないため、熱帯林生態系の減少や劣化が現在まで継続する問題となっている。熱帯林生態系の保全と持続的な人間活動の両者をバランスよく実現させるためには、熱帯林生態系の保持するエコロジカルサービス機能を正當に評価し、それを考慮したエコシステムマネジメントを行う必要がある。そこで、本研究では、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ジメントを実現するために、これまでの研究で不十分であったエコロジカルサービス機能のGISデータベース化を行い、GISを利用してエコロジカルサービス機能を考慮したランドスケープ管理手法の開発を行った。さらに、これらの成果に基づいて施策決定者が容易にランドスケープ管理を行うためのGISソフトウェアを製作した。熱帯林生態系の保持するエコロジカルサービス機能の一つである存在価値は、熱帯林生態系やその他の土地利用を評価する地域住民や地域社会の社会的な属性、特に居住場所や職業に伴う変化が大きいことが分かった。また、熱帯林生態系のエコロジカルサービス機能の一つである炭素蓄積機能の空間的な変化は、人工衛星データ(JERS-1 SAR)を用いることにより高い精度で推定できることを示した。今後、この2つのエコロジカルサービス機能を既存のGISデータベースと組み合わせることにより、より精度の高いランドスケープ管理が行えると考えられた。次に、既存のGISデータベースを用いて各土地利用形態の経済的な価値を算出し、その費用便益分析から適正な土地利用モデルを示した。この土地利用モデルは最も経済的なリスクが低くなる土地利用形態であり、この手法を用いることによりエコロジカルサービス機能を考慮したランドスケープ管理が行えると考えられた。上述した結果に基づいて汎用性の高いGISの拡張ソフトウェア「エコロジカルサービスGIS」を開発し、これを用いることにより、対象地域において容易に適正なランドスケープ管理が可能になると考えられた。

[キーワード]地理情報システム(GIS)、エコロジカルサービス機能、ランドスケープ管理、

拡張GISソフトウェア(「エコロジカルサービスGIS」)、費用便益分析(CBA)

1. はじめに

熱帯林の減少や劣化は重要な地球環境問題であるが、現在まで根本的な解決には至っていない。これは、熱帯林の経済的な価値が他の土地利用と比較して過小に評価されるため、他の土地利用(生産林やプランテーション)への転換が抑制できないためである。しかし、熱帯林生態系は周辺の地域社会や地球環境全体に利益を与えているエコロジカルサービス機能(Ecological services)を保有する。このエコロジカルサービス機能は人間社会が直接的、間接的に生態系の諸機能から受ける利益や恩恵を指す¹⁾。そのため、無作為な熱帯林生態系の開発行為は、実際に得られる経済的な利益よりも遙かに大きな経済的なリスクを負う可能性があり、実際に多くの国々では、開発行為に伴う自然資源基盤の劣化により長期的、持続的な発展に支障をきたしたという経験を持っている²⁾。したがって、熱帯林生態系の保全とのバランスを保ちながら持続的に人間社会の経済的な活動を行うためには、熱帯林生態系のエコロジカルサービス機能を評価し、それを考慮したエコシステムマネジメントを行う必要がある。また、熱帯林生態系のエコロジカルサービス機能を考慮することにより、現在の土地利用形態が修正され、効率的で経済的なリスクの少ないランドスケープ管理が実現可能であると考えらる。

地理情報システム(GIS)は空間的なデータベースの管理ができ、それらを用いた時空間的な予測を行えるという点で、実際に熱帯林生態系の保持するエコロジカルサービス機能を考慮したランドスケープ管理を行う上で有用なツールである。これまでに本研究の調査対象であるマレー半島中央部のパソ保護林周辺域では、GIS上で利用可能なエコロジカルサービス機能のデータベースが構築されつつあるが³⁾⁴⁾、いくつかの空間的な変異の大きいエコロジカルサービス機能については研究が十分ではなく、より高い精度のデータベースが必要である。また、これらのエコロジカルサービス機能のGISデータベースを用いてランドスケープ管理を行うための手法は開発されておらず、その論理も確立されていない。さらに、実際に現地の施策決定者が、容易にはこれらのデータベースや手法を用いてランドスケープ管理を行うことができず、実際の研究成果が生かされていないのが現状である。

そこで本研究では、マレー半島中央部のパソ保護林周辺域(60 km × 60 km)をモデルサイトとして、(1) GISデータベース化が十分にされていないエコロジカルサービス機能の解析、(2) エコロジカルサービス機能のGISデータベースを用いたランドスケープ管理を行うための手法の確立、(3) これらに基づいた、現地の施策決定者が使用可能な汎用性の高いGISソフトウェアの開発、の3点を目的とする。

2. 研究目的

本研究の目的は以下の3点に集約される。

(1) エコロジカルサービス機能のGISデータベース化

これまでの研究で、パソ保護林を中心とした60km × 60kmのプロットサイトについて、自然環境および社会背景に関する基礎的なGISデータ、例えば地形や人口データなど、を収集してきた。

一方で、これまでの研究成果では十分には解析されておらず、GIS上で利用可能でないエコロジカルサービスもあり、より適正なランドスケープ管理を行うためにそれらの社会背景や自然環境に伴う変化を明らかにする必要がある。本研究では、以下の2つのエコロジカルサービスについて詳細な解析を進めた。

存在価値

地域住民や地域社会にとっての熱帯林の経済・社会的な価値(存在価値)は、それぞれの職業や居住地などといった社会的属性に伴う変異が大きい。そこで、ミックスロジックモデルを採用しより発展的なコンジ

ョイント分析により、熱帯林の経済的価値についてより詳細な解析を行った。

炭素蓄積機能

炭素蓄積機能は熱帯林生態系が保持するエコロジカルサービス機能の中でも高い価値を持っていることが知られ⁵⁾、エコロジカルサービス機能を考慮した熱帯林生態系の経済的な価値を評価する上で重要である。しかし一方で、炭素蓄積量を示すBiomassは熱帯林生態系においてその空間的な変化が大きいことが報告されており、したがって、特定のサイトで行った現地調査から算出された代表値をその近隣地域へ適応することは誤差を生じる可能性が大きい。そこで、広範囲における炭素蓄積量の把握とその空間的な変化を明らかにするために、衛星データを用いた熱帯林生態系の炭素蓄積量の算出方法の開発を試みた。

(2) エコロジカルサービス機能のGISデータベースを用いたランドスケープ管理手法の開発

エコロジカルサービスを考慮することにより、これまで過小評価されてきた森林生態系の正当な評価を行う。また、熱帯林とその代替の土地利用形態について、得られる産物とその土地利用が保持するエコロジカルサービスの経済的な評価を行う。また、評価されたそれぞれの土地利用の経済的な価値を費用便益分析(Cost and Benefit Analysis)を用いて比較することにより、経済的なりスクがもっとも小さくなる土地利用形態をGISを用いてモデル的に示す。

(3) 汎用性の高いGISソフトウェアの開発

上述した目的により開発されたランドスケープ管理手法の汎用性を高めるため、施策決定者が既存の研究成果や新たに構築されたデータベースを用いて、熱帯林のエコロジカルサービスを考慮したランドスケープ管理を容易に行えるGISベースのソフトウェアを開発する。

3. 研究方法

(1) GISデータの整備

存在価値

熱帯林に対する意識や経済的価値についてより詳細な情報を得るために、熱帯林を自国に抱える人の持つ熱帯林の保護意識調査という視点から、2000年度・2001年度に行ったコンジョイント分析アンケート調査で得られた個人特性等も含めた様々なデータを用いて、新たな視座からの応用的分析を行った。例えば、因子分析・クラスタ分析により得た熱帯林意識の解析結果についてより詳細に検討している。さらに、ミックスロジットモデルを採用しより発展的なコンジョイント分析を試みた。クラスタ分析結果についてもミックスロジットモデルを用いて解析を行った。

炭素蓄積機能

Biomassの空間的な変化を推測するために、地上Biomass量(TAGB)のフィールドデータとJERS-1の合成開口レーダー(SAR: Synthetic Aperture Radar)のデータとの関係を解析した。地上Biomass量はパソ保護林に設置された50haプロットのデータから100m×100mのデータを算出して、解析に用いた。また、JERS-1のSARデータはパソ保護林の現地調査が実施された年と同じ1996年8月撮影のものを使用した(Path:119、Row:296、1996年9月4日撮影)。

(2) GISを用いたランドスケープ管理手法の開発

熱帯林生態系であるパゾ保護林が保持するエコロジカルサービスのうち、特に1)物質生産機能、2)集水域保全機能(土壌侵食)、3)炭素蓄積・吸収機能、4)保健文化機能(存在価値)を対象に評価を行った。物質生産機能、炭素蓄積・吸収機能、集水域保全機能、保健文化機能(存在価値)については、パゾ保護林を対象に行った既存研究からそれぞれについて経済価値を評価した。

また、天然林から択伐を行う生産林やアブラヤシプランテーションへ土地利用を転換した場合のエコロジカルサービスの低下や市場価格より算出したそれらの土地利用から得られる利益を考慮して、想定されるそれぞれの土地利用形態について経済的な評価を行った。各土地利用形態の経済的な評価は、次の式で算出される純現在価値に基づいて行った。

$$NPV = \sum_{t=0}^t \frac{B_t - C_t + E_t}{(1+r)^t}$$

NPV: 純現在価値、r: 割引率 (discount rate)

B: 土地利用から得られる経済的な利益

C: 経済的な利益を得るためのコスト

E: エコロジカルサービス機能より得られる利益

(エコロジカルサービス機能の経済的な価値)

さらに、モデルサイト(パゾ保護林を中心とした60×60 kmの地域)を対象に、各土地利用形態の経済的な価値(純現在価値)を100 mメッシュ毎に比較をした(費用便益分析; Cost and Benefit Analysis)。最も純現在価値が高い土地利用形態は、最も経済的なリスクが少ない土地利用であると考えられることから、費用便益分析で提示された土地利用モデルを用いて、今後予想される土地利用変化を考慮した熱帯林の保護、利用、および復元といった施策を含む効果的な熱帯林の保全手法を提案した。

(3) 汎用性の高いGISソフトウェアの開発

世界中で最も利用されているGISソフトウェアの一つである、ESRI社のArcView GIS version 3.0(英語版)を利用して、Avenueという言葉を用いて「エコロジカルサービスGIS」というエクステンションソフトウェアを作成した。作成に際しては、ソフトウェアを利用する対象者が対話型により、ランドスケープ管理を行う場所やオプションの選択が行えるように配慮した。

4. 結果・考察

(1) GISデータの整備

存在価値

ア. ミックスロジットモデルによる解析

表1にはミックスロジットモデルを用いたコンジョイント分析の結果を示す。mは平均、sdは標準偏差である。係数についてはすべて有意であった。保護林(prt)は、平均のWTP(支払意志額)がRM8.6(RM: マレーシアリンギット、RM1 = 約31.5円)であり、RM20以上を表明しているのは全体の17%、RM30以上を表明しているのは全体の4%程度であった。生産林(prd)については、平均のWTPとしてはRM-2.4であったが、RM-10

以上を表明している人々は全体の10%ほどであった。農地(agr)については、平均のWTPとしてはRM11.8であり、RM20以上を表明しているのは全体の22%、RM30以上を表明しているのは全体の5%程度であった。

表1 ミックスロジットモデルを用いたコンジョイント分析の結果

	coeff.	s.e.	t	WTP
Prt m	0.287632	0.024876	11.562710	8.631566
Prt sd	0.390757	0.031927	12.239100	
Prd m	-0.080420	0.021754	-3.696610	-2.413240
Prd sd	0.314670	0.031358	10.034880	
agr m	0.392003	0.022913	17.108660	11.763630
agr sd	0.361632	0.027914	12.955230	
t m	-0.033320	0.002938	-11.343600	
t sd	0.055023	0.003233	17.017520	
LL=-4333.9				
smpl=607				

イ. クラスタ別のミックスロジットモデル

アンケート調査では、森林の機能等に関する以下の項目を設け、被験者にそれぞれの機能に対する重要度(個人の意識)を5段階で評価してもらった。これまでに、この回答結果について因子分析で求められた3つの因子を軸に、クラスタ分析を行ったところ、5つのクラスタに回答者を区分されることが分かった⁶⁾。本研究では、これらのクラスタ別にミックスロジットモデルを用いたコンジョイント分析に適用して、社会背景の差異に伴い熱帯林生態系の社会的評価の経済価値がどのように変化するかについて解析した(表2)。ここで、Allとは全サンプルでのミックスロジットモデルの結果値である。C1とはクラスタ1を示している。

表2 クラスタ別に行ったミックスロジットモデルを用いたコンジョイント分析の結果

	All	c3	c4	c1	c2	c5
保護林	-8.631570	-8.441880	-8.388680	-8.593550	-7.464330	-9.714140
生産林	2.413236	x	5.528182	x	x	5.344259
農地	-11.763600	-4.965790	-10.138000	-14.288800	-14.420800	-10.635100

xは有意にならなかった属性。

クラスタ2とクラスタ3は、熱帯林の保護意識が低く、利用価値を重視するクラスタであるため、生産林に対する評価が分かれ、全体および他のクラスタのように生産林に対して負の評価値は得られなかった。ちなみにクラスタ2は平均所得の高いクラスタでサラリーマンおよび工場労働者が比較的多いクラスタである。クラスタ3は、27人で構成される最小のクラスタであり、比較的都市部に住む人々である。工場労働者が多く、森林開発に伴う工場や住宅の建設について前向きに評価していた。クラスタ3は農地に対する評価が低く、このことはクラスタ3の構成員が農地関連の職種に就いている人が少ないことと整合的である。

次に、非利用価値あるいは保護を重視するクラスタであるクラスタ4とクラスタ5についてみると、ともに生産林に対する評価がかなり低かった。クラスタ5では保護林に対するWTPがとくに高くなっていることが分かる。クラスタ4は92人で構成されるクラスタであり、オラン・アスリ(課題サブテーマE-4(3)を参照)が多い。全クラスタのうち平均年収が低い方のクラスタである。農地関係従事者が多く、熱帯林の保護意識が高い。つまり、森林の近くで生活を営んでいる人々、あるいは農山村の人々の方が熱帯林に対する保護意識が高いことが推測される。また、クラスタ5は、熱帯林に対する各意識はクラスタ4と類似しており、その他として、森林の機能についての知識が高い、公務員が比較的多い、家庭に抱える子供の数が多いことが特徴的である。

炭素蓄積機能

Gamma-Mapフィルター(3×3ピクセル)を使用してスペックル低減処理を行ったSARデータから得られた後方散乱係数(°)とパゾ保護林50haプロットから得られたBiomass量との間には、それぞれ100mグリッドのデータにした場合、比較的良い正の相関関係($r^2=0.6$)が見られた(図1)。

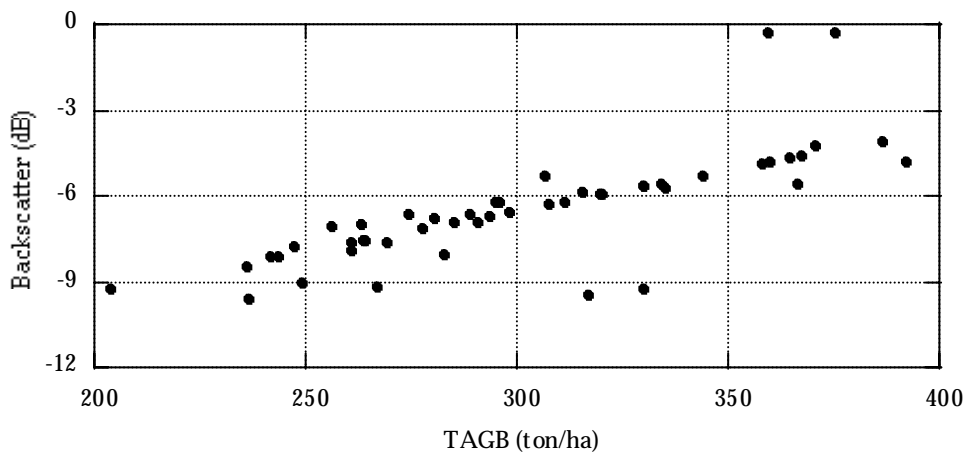


図1 パゾ保護林の50haプロットにおけるJERS-1 SARの後方散乱係数と地上部バイオマス量との関係

これまで、光学センサーやそこから算出される指数は、密度の高い植生では容易に高い値で一定になってしまい、したがって熱帯雨林のような成熟した森林生態系内での地上Biomass量の空間的な変化を抽出することができなかった。本研究においても、1996年撮影のLandsat TMデータを用いていくつかの指数を作成し解析を行ったが、地上Biomass量と有意な関係を示さなかった。

一方で、複雑な林冠構造が原因となっている後方散乱係数の干渉(コヒーレンス)をスペックル処理により低減することにより、本研究では熱帯雨林のBiomass量の空間的な変化を抽出することができた。この結

果は、LバンドSARデータが、Biomass量が高い値を示す場所においても一定以上の精度でその空間的な変化を抽出することができることを示唆している。

(2) GISを用いたランドスケープ管理手法の開発

パソの保護林を対象にして、各土地利用の経済(生産)活動に基づく利益とそれぞれが保持するエコロジカルサービスの経済的な価値を評価し、割引率10%で算出した純現在価値(NPV)を算出した。その結果、天然林(15,524 US\$ ha⁻¹)や生産林(12,025 US\$ ha⁻¹)と比較して、アブラヤシプランテーションの純現在価値(9,868 US\$ ha⁻¹)は約6~8割程度と価値が低かった(図2)。したがって、パソ保護林をプランテーションに転換して利用する場合には、純現在価値の差分に相当する経済的なリスクを負担しなければならないため、経済的な観点からみても天然林として保全すべき場所であることがわかった。このことは、他の熱帯域で行われてきた研究⁷⁾と同様に、エコロジカルサービスを考慮した場合、従来考えられていたものより熱帯林生態系の経済的な価値が高くなることを示している。

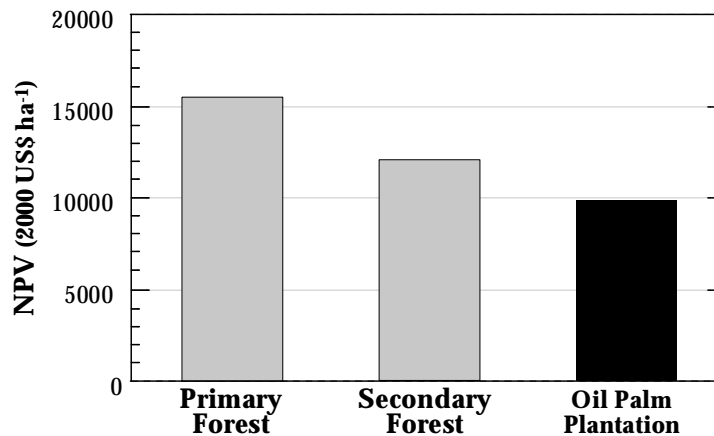


図2 パソ保護林における各土地利用形態の経済的価値(NPV、割引率10%、100年)

さらに、この結果に基づき、GISを用いてモデルサイトにおける適正な土地利用モデルを提示した。費用便益分析により天然林の経済的な価値(NPV)が対象となる地域すべてで最も大きくなる。本研究の研究対象地域の熱帯林のほとんどは生産林として利用されており、天然林の分布が非常に限定的である。したがって、より現実的な土地利用形態を示すために、費用便益分析(CBA)では生産林とアブラヤシプランテーションの純現在価値を用いて土地利用モデルを提示した。現在生産林として残されている場所以外では、特に調査対象地西部の丘陵地でアブラヤシプランテーションではなく生産林として利用した方が経済的なリスクが小さいことが分かった(図3)。

本研究で提示した土地利用モデルは現段階で最も経済的なリスクが低くなる土地利用形態であり、エコロジカルサービスを考慮したもっとも適正な土地利用モデルであると考えられた。

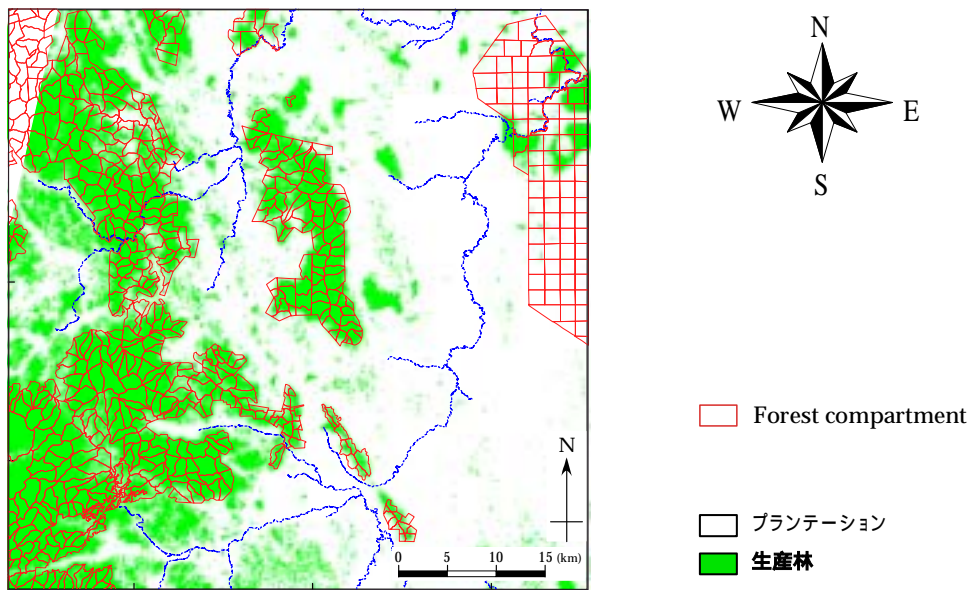


図3 パゾ保護林周辺域における、費用便益分析から得られたエコロジカルサービス機能を考慮した土地利用モデル

(3) 汎用性の高いGISソフトウェアの開発

(2)で提案された手法をもとに、ESRI社製のArcView GIS上で動作する拡張ソフトウェアとして「エコロジカルサービスGIS」を開発した(図4)。このソフトウェアの言語は英語版とし、操作手順等を説明したマニュアルも英語により作成し、現地の施策決定者が実際に使用する環境に合わせた。

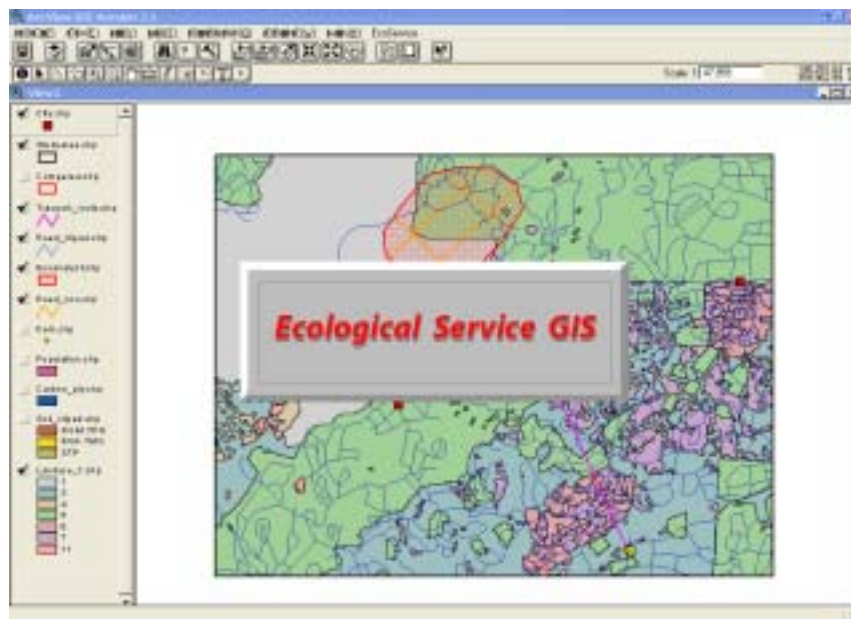


図4 拡張ソフトウェア(「エコロジカルサービスGIS」)のArcView 3.0上での起動画面

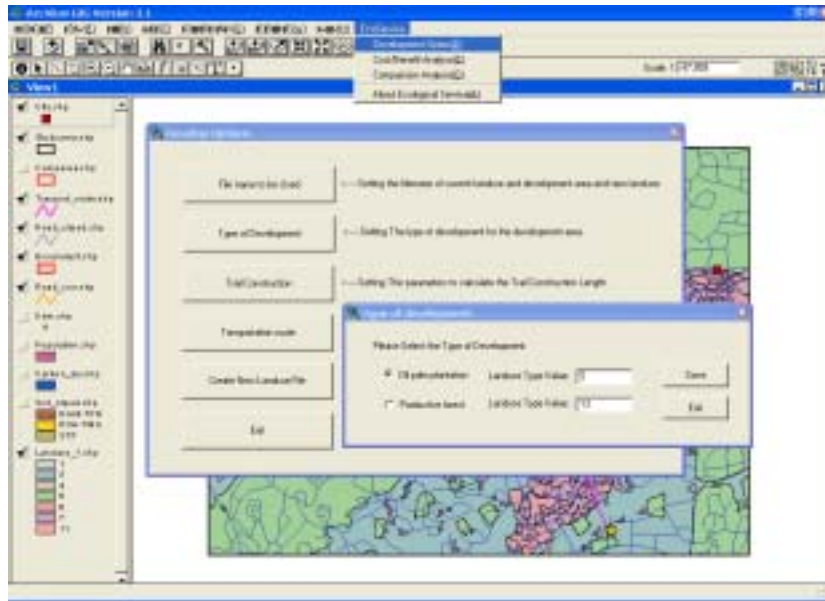


図5 拡張GISソフトウェア上での開発オプション (Development Option) の設定とタイプ選択

実際に施策決定者が開発計画や土地利用形態を決定する際の補助的な役割を果たすように、本ソフトウェアは次の特徴を持っている。まず一つには、開発の対象となる場所を任意に設定して、様々な解析が行えるという点である。これは、ランドスケープスケールで行われることが多い開発計画に対して有効である。第二に、開発オプションを対話型で設定でき、仮想的にその経済的なリスクを示すことができるという点である(図5)。第三に、エコロジカルサービスを考慮した各土地利用形態の経済的な価値を算出するためのパラメーターやGIS化されたデータベースを修正できる点である。ソフトウェアのデフォルトではパゾ保護林を中心とした地域を対象に得られた値になっているが、それぞれの数値は地域ごとにより異なってくる可能性が大きい。したがって、それぞれの地域に合わせてパラメーターやGIS化されたデータベースを変更できるようなシステムを構築し、このことにより、このGISソフトウェアを熱帯域全般に適応可能なものとしている。本ソフトウェアにより算出された結果は視覚的に容易に把握できる形で出力され、開発を行った際に将来にわたってどのような影響があるのかについて、経済的なリスクを費用便益分析(CBA)を用いて評価することにより明らかにすることができる。それにより、代替案の提案やミティゲーションプランの提示ができ、結果として当該地域におけるより適正なランドスケープ管理が可能になると考える。

5. 本研究により得られた成果

- ・エコロジカルサービス機能を考慮した適正なランドスケープ管理を行うために、GISデータベースの整備、既存のGISデータベースを用いたランドスケープ管理手法の開発、そして、それらに基づいた汎用性の高いGISソフトウェアの制作を行った。
- ・ミックスロジットモデルを採用しより発展的なコンジョイント分析を行い、地域住民や地域社会にとっての熱帯林の経済・社会的な価値(存在価値)が社会背景(職業や居住場所など)によって変化することが明らかになった。
- ・パゾ保護林で得られたBiomass量データとの関係を解析することにより、LバンドSARデータは、Biomass量が高い値を示す場所においても一定以上の精度でその空間的な変化を抽出することができることを分か

った。

- ・エコロジカルサービスを考慮した各土地利用形態(天然林、生産林、オイルパームプランテーション)の経済的な価値を算出し、それらを用いた費用便益分析に基づいたモデルサイトにおける適正な土地利用モデルを示した。
- ・パソ保護林周辺域を対象にして提案されたランドスケープ管理手法に基づいた汎用性の高い拡張GISソフトウェア(「エコロジカルサービスGIS」)を制作した。

6. 引用文献

- 1) Costanza, R., D'arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., and van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- 2) Dixon, J. A., Scula, L. F., Carpenter, R. A., and Sherman, P. B. 1988. *Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects*. Earthscan Publications, London, UK, 134pp. (環境経済評価研究会訳『新環境はいくらか』、築地書館)
- 3) Adachi, N., Okuda, T., Nur Supardi M. N., and M. Hashim. 2000. Preliminary analysis of land use changes in Pasoh Forest Reserve and its vicinity in the past 20 years, and preparation of a GIS data set. *Research Report of the NIES/FRIM/UPM Joint Research Projects 2000*, 56-86.
- 4) Yoshida, K., Adachi, N., Okuda, T., M. Hashim, and M. Bonkik. 2001. Development of suitable landscape management in tropic regions using the Geographical Information System. *Research Report of the NIES/FRIM/UPM Joint Research Projects 2000*, 147-154.
- 5) Kumari, K. 1996. Sustainable forest management: myth or reality? Exploring the prospects for Malaysia. *Ambio* 25: 459-467
- 6) 鷲田豊明、栗山浩一、奥田敏統、Woon Weng Chuen、Lim Hin Fui. 2000. 『森林の公益機能の環境経済的評価手法開発に関する研究』調査報告書.
- 7) Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Payment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., and Turner, R. K. 2002. Economic reason for conserving wild nature. *Science* 297: 950-953.

7. 国際共同研究等の状況

この研究はすべてマレーシア森林研究所とマレーシア工科大学との共同研究により行なわれた。

カウンタパート: Woon Weng Chuen、Lim Hin Fui (マレーシア森林研究所)、Mazlan Hashim (マレーシア工科大学)

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表(学術誌・書籍)

<学術誌(査読あり)>

奥田敏統、吉田圭一郎、足立直樹: TROPICS、11,193-204(2002)

「熱帯林のエコロジカルサービスを探る - 生態研究の接点と統合環境管理プロジェクトに向けて - 」

<学術誌(査読なし)>

T.Okuda, K.Yoshida, S.Numata, S.Nishimura and M.Hashim: Global Environment and Forest Management, (2003)

“Ecosystem management approach in tropics - Toward sustainable use of natural resources and valuation of ecosystem service and goods of forest ecosystem -” (in press)

Numata, S., Okuda, T., Sugimoto, T., Nishimura, S., Yoshida, K., and Nur Supardi M. N. : Global Environment and Forest Management, (2003)

“Effects of human impacts on biodiversity of tropical rain forests.” (in press)

M.Hashim, T.Okuda, K.Yoshida, S.Numata and S.Nishimura: Global Environment and Forest Management, (2003)

“Biomass estimates from remote sensing” (in press)

<書籍>

室田武、坂上雅治、三俣学、泉留維:環境経済学の新世紀、中央経済社,264ページ(2003)

T.Okuda, M.Suzuki, N.Adachi, K.Yoshida, K.Niiyama, Nur Supardi N., Nor Azman H., N.Manokaran and M.Hashim: Pasoh Ecology of a Lowland Rain Forest in Southeast Asia (Eds. T.Okuda, N.Manokaran, Y.Matsumoto, K.Niiyama, S.C.Thomas and P.S.Ashton), Springer-Verlag,15-34(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- (Chapter 2)”

T.Okuda and P.S.Ashton: Pasoh Ecology of a Lowland Rain Forest in Southeast Asia (Eds. T.Okuda, N.Manokaran, Y.Matsumoto, K.Niiyama, S.C.Thomas and P.S.Ashton), Springer-Verlag,547-558(2003)

“Prospects and Priorities for Research Towards Forest Policy Reform and the Sustainable Management of Biodiverse Tropical Forests (Chapter 39)”

P.S.Ashton, T.Okuda and N.Manokaran: Pasoh Ecology of a Lowland Rain Forest in Southeast Asia (Eds. T.Okuda, N.Manokaran, Y.Matsumoto, K.Niiyama, S.C.Thomas and P.S.Ashton), Springer-Verlag,1-14(2003)

“Pasoh Research, Past and Present (Chapter 1)”

<報告書類等>

奥田敏統:地球環境研究センターニュース、13,8,2-5(2002)

「道標なき熱帯林 - これまでの研究を振り返って」

(2)口頭発表

坂上雅治、栗山浩一、鷲田豊明、奥田敏統、Woon Weng Chuen, Lim Hin Fui:環境経済・政策学会2002年大会(2002)

「森林の公益機能の環境経済的評価手法開発」

T.Okuda: The International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Tsukuba.Japan,2003

“Integrated Ecosystem Assessment - towards sustainable natural resource use and management in

tropics”

T.Okuda, K.Yoshida, S.Numata, S.Nishimura and M.Hashim:International Symposium for Global Environment and Forest Management, Nara.Japan,2003

“Ecosystem management approach in tropics - Toward sustainable use of natural resources and valuation of ecosystem service and goods of forest ecosystem - ”

M.Hashim, T.Okuda, K.Yoshida, S.Numata and S.Nishimura:International Symposium for Global Environment and Forest Management, Nara.Japan,2003

“Biomass estimates from remote sensing”

Numata, S. : International Symposium for Global Environment and Forest Management, Nara.Japan,2003

“Effects of human impacts on biodiversity of tropical rain forests”

奥田敏統:国立環境研究所友の会セミナー(2003)

「熱帯林 - 持続可能な森林管理をめざして - 」

吉田圭一郎、奥田敏統、足立直樹、Mazlan Hashim、Mahdan Bonkik:日本地理学会2003年度総会春季学術大会(2003)

「エコロジカルサービスの評価に基づいた熱帯林生態系の保全」

K.Yoshida, T.Okuda, S.Nishimura, M.Hashim and M.Bonkik:Seminar on Ecological Research in Tropical Rain Forests, Seremban.Malaysia,2003

“Biomass estimates from remote sensing”(アブストラクト提出済み)

(3)出願特許

なし

(4)受賞等

なし

(5)一般への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

本研究の結果は、これまで熱帯域の開発に関して過小評価されがちであった熱帯林生態系の経済的な価値をエコロジカルサービスを考慮することで高め、より適正にランドスケープを管理する手法を確立した点において重要な成果をもたらした。また、その手法に基づいて製作されたGISソフトウェアは汎用性が高く、熱帯域において施策決定者が将来の開発計画の指針を決定する上で有用なツールとして活用されると考えられる。その結果として、当該地域においてより適正な土地利用形態が推進されると思われる。また、IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)、LULUCF(Land Use, Land Use Change and Forestry)のグッドプラクティスガイダンスに対して、情報提供を行った。今後は、マレーシア森林研究所をはじめとした関係機関を通じ、成果の広報・普及に努める。