

CGER-REPORT

ISSN 1341-4356

CGER-D037-2006

熱帯域陸上生態系の植生基礎データベース

地球環境研究センター
Center for Global Environmental Research



独立行政法人国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies, Japan



CGER-REPORT

ISSN 1341-4356

CGER-D037-2006

熱帯域陸上生態系の植生基礎データベース

地球環境研究センター
Center for Global Environmental Research



独立行政法人国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies, Japan



出版にあたって

熱帯林には、地球上の生物種の半分以上が生息しており、生物資源や遺伝子資源としての役割が大きい。また、熱帯林は、地球上の植物現存量の半分以上を占め、地球規模の気候変動に及ぼす影響も大きいと言われている。熱帯林に関する研究は、温帯・北方林の研究に比べて著しく遅れており、熱帯林生態系の機構解明および熱帯林減少の影響の把握はもちろんのこと、熱帯林減少の現状把握についても十分ではない。焼畑耕作や農地の開発等に伴い、1980～90年の10年間には年平均で約1460万ヘクタール、1990～95年の5年間には約1290万ヘクタールの熱帯林が失われており、これまで数々の森林再生や劣化地域の修復試みがなされてきたものの、成功した例は殆ど見られない状況である。

一方で、1992年6月に開催された「国連環境開発会議（地球サミット）」で採択された「アジェンダ21」および「森林原則声明」では、全ての森林の保全と持続可能な管理を確保することが求められており、国際的な取組として、森林管理のためのメカニズムやコンセンサスづくりが進められているところであるが、開発途上国に於ける森林資源の利用形態は持続的かつ適切な手法による管理とはほど遠い状況である。近年になってようやく生物多様性へ配慮した森林管理手法の重要性が認識され始めたが、現実的に実行に移された事例は非常に僅かである。人類共通の資源保全といった観点からも、当該地域の生態系を適切に管理し保全と利用を如何に両立させるかは焦眉の急を要する課題であるといえる。

こうした背景のもと、国立環境研究所地球環境研究センターでは熱帯地域の天然林の現況およびその長期的な変動を把握し、適切な森林管理や森林再生、修復事業に資するためのデータベース事業を1998年度より本格的に開始した。本データベースを構築することにより例えば、以下のような研究分野への発展が期待できる。また一方で、荒廃地緑化や断片化した森林の連結を想定した緑の回廊設置などにあたっては、本データベースが植栽樹種の選定をする上で重要な資料となりうるものと期待される。

- 熱帯林の生物多様性の維持機構の解明
- 熱帯域における森林の炭素蓄積機能を把握
- 熱帯生態系の持続的管理へ向けた指標策定を支援するための基礎データの提供

なお、本報告書は、おもにデータベースを利用したこれまでの研究成果の概略やデータベースの中身の紹介を行うことを目的とするものである。

2005年12月

独立行政法人 国立環境研究所

地球環境研究センター

総括研究管理官

井 上 元

井上元

目次

出版にあたって.....	i
目次.....	iii
List of Figures.....	v
List of Tables.....	v
List of Photos.....	v
Abstract.....	2
1. はじめに.....	3
2. 調査地.....	4
2.1 概要.....	4
2.2 各プロットの地形およびサイト（調査プロットの設置されている地域）の気象概況.....	5
2.3 生態系研究データに関する情報調査.....	7
2.4 現地調査.....	8
2.5 植生概況.....	8
3. データベースを用いた主な研究.....	10
3.1 熱帯林の多様性維持機構に関する研究.....	10
3.1.1 熱帯雨林の空間分布に関する研究	
3.1.2 林冠木の空間配置と JC (Janzen-Connell)モデルの検証	
3.1.3 林冠構成種 <i>Pentaspadon motley</i> ペンタスパドンの稚樹の交換配置特性について	
3.1.4 マレーシア熱帯雨林における樹種間の空間分布パターンの解析	
3.2 熱帯林の炭素蓄積および循環に関する研究.....	12
3.2.1 熱帯林のバイオマス算出手法に関する研究	
3.2.2 コンパートメントモデルを用いた炭素フローに関する研究	
3.2.3 熱帯林生態系における炭素代謝の時空的変動性の解明	
3.2.4 熱帯林の炭素循環の変動推定に関する研究	
3.3 熱帯林の AR 活動のための基礎資料提供を目的とした各樹種の環境特性に関する研究.....	14
3.3.1 熱帯林樹木の生育立地特性に関する研究	
3.3.2 熱帯域におけるクリーン開発メカニズム（CDM）の実施にあたっての採算性および将来性に関する研究	
3.3.3 熱帯域におけるエコシステムサービスと森林管理に関する研究	
3.4 リモートセンシングの応用研究.....	15
3.4.1 合成開口レーダ後方散乱値による現存量推定	
3.4.2 広域純一次生産量推定モデルによる純一次生産量計算値の精度評価	
3.5 伐採が森林の種組成・構造などに及ぼす影響.....	16
3.5.1 択伐が森林構造に及ぼす影響	
3.5.2 土地利用変化と森林変化に関する研究	
4. データベースの公開.....	17

5. 他のプロジェクトとの関連.....	20
6. データベース事業関連発表論文・口頭発表.....	21
7. 種毎のマップおよび個体数データ	29
7.1 パソ(マレーシア).....	29
7.2 ホイカーケン(タイ).....	153
7.3 シンハラジャ(スリランカ).....	191

List of Figures

Fig. 2.1	Location of the study sites and physiognomy of the vegetation of each site.....	5
Fig. 2.2	Monthly precipitation (bar graph), the maximum (blue line) and minimum (pink color) temperature of each study sites	6
Fig. 2.3	Topography of each study plot. Grid size is 20 x 20 m in Huai Kha Khaeng, 5 x 5 m in Sinharaja and 10 x 10m in Pasoh plot and Khao Chong plot.....	7
Fig. 2.4	Frequency distribution of abundance/species in each study plot.....	9
Fig. 3.1	The relationship between the Total Above Ground Biomass (TAGB) and Back Scatter Value from JERS-1 SAR data in Pasoh Forest Reserve.....	15
Fig. 4.1	A web site of the database program.....	18
Fig. 4.2	Sample of data of Pasoh Plot.....	19
Fig. 5.1	The relationship between the database program (the present study) and its liaison study highlighting the ecosystem management in tropics operated by Global Environmental Research, Ministry of Environment, Japan.....	20

List of Tables

Table 1	Location and outline of study sites.....	2
Table 2.1	Summary of each study site and plot.....	4
Table 2.2	Number of records and species in each study plot.....	8
Table 2.3	Cumulative dominance of minority specie with density < 20/ha and <40/ha	9
Table 3.1	Number of repelled and attracted distribution between the different stages of conspecific trees	11
Table 3.2	Comparison observed and estimated values of TAGB (Total Above Ground Biomass) NPP by the two different models.....	16

List of Photos

Photo 3.1	Measurement of stem hardness (left) and CO ₂ emission from the dead trees.....	13
-----------	---	----

熱帯域陸上生態系の植生基礎データベース

奥田敏統¹・Mazlan Hashim¹・鈴木万里子¹
米田健²・鈴木亮³・杉本龍志⁴

¹独立行政法人国立環境研究所
〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

²鹿児島大学農学部
〒890-0065 鹿児島市郡元 1 丁目 21 番 24 号

³東京都立大学
(現、奈良女子大学
〒630-8506 奈良市北魚屋東町)

⁴株式会社 建設技術研究所
〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1

Database Program of Terrestrial Ecosystem in Tropics

Toshinori OKUDA¹・Mazlan HASHIM¹・Mariko SUZUKI¹・
Tsuyoshi YONEDA²・Ryo SUZUKI³・Tatsushi SUGIMOTO⁶

¹National Institute for Environmental Studies
16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

²Faculty of Agriculture, Kagoshima University
Koorimoto 1-21-24, Kagoshima 890-0065, Japan

³Tokyo Metropolitan University
(Present address: Nara Women's University
Kitauoyahigashi-machi, Nara 630-8506, Japan)

⁴CTI Engineering Co. Ltd.
3-21-1 Nihonbashi-Hamacho Chuo-ku, Tokyo 103-8430, Japan

Abstract

It has been known that tree species diversity in tropical rain forest is higher than any other climate region forest of the world. In old growth forest in SE Asian tropics, the number of tree species sometimes exceeds more than 200 per hectare. In such a highly divested and species rich forest community, there are number of tree species whose stem density is more or less than 1 ha⁻¹. In order to investigate the demography and ecology of such a rare species, we need to set large study area, which in turn contribute the ecologically sustainable management of forest that require the knowledge on species composition and forest structure. Furthermore, such ecological database for the tree demography contribute greatly to provide the insight for the carbon stock and budget on the terrestrial ecosystem in the tropics. Based on these background, CGER is now establishing and maintaining the ecological database in terrestrial ecosystem in tropics, as a joint research project with CTFS (Center for Tropical Forest Studies) of Smithsonian Tropical Research Institute and local counterpart in tropics. The data has been collected from the four study sites shown in Fig. 1. and Table 1.

Table 1. Location and outline of study sites

Location	Type of forest	Size of the study plot	Local counterpart
Pasoh Forest Reserve (Malaysia)	Tropical Rain Forest (Lowland dipterocarp forest)	50 ha	Forest Research Institute Malaysia (FRIM)
Huai Kha Khaeng Wild life Sanctuary (Thai)	Tropical Monsoon Forest (Dry Evergreen-Deciduous Forest)	50 ha	Thai Royal Forest Department
Khao Chong National Park (Thai)	Tropical Rain Forest (Hill forest)	25 ha	Thai Royal Forest Department
Sinharaja World Heritage Site (Sri Lanka)	Tropical Rain Forest (Hill Forest)	25 ha	University of Peradeniya, Sri Lanka

Keywords

Tropical forest, Long Term Ecological Research, Large Study Plot, Asian Region

1. はじめに

毎年約 1,300~1,500 万 ha の割合で減少し続けていた世界の森林面積は 1990 年代に入り幾分緩やかになったものの熱帯域では今もなお毎年 1,400 万 ha 以上の割合で姿を消している。すなわち世界の森林減少の殆どが熱帯地域で起こっているといっても過言ではないのだ。熱帯林の減少は地域の環境破壊やヘイズ発生などの大気汚染、洪水の発生など地域社会にも深刻な影響を及ぼすが、同時にグローバルスケールに於いても炭素吸収源の減少、伐採後の植生残渣焼却やそれに伴う森林火災による大量の二酸化炭素の放出、遺伝子資源や生物資源の枯渇など人類の生存基盤そのものにも間接的、直接的に影響を及ぼす。さらに熱帯地域での政情不安定などの背景もあり違法伐採や非持続的な森林資源収奪により熱帯林を巡る情勢や環境は、国連関係機関や NGO などによる森林管理支援、温暖化対策としての吸収源促進事業などの様々な試みが行われているが、決して明るいものとは言えない。

ここで、今一度、熱帯域の森林減少の背景を考えてみたい。1980 年代に急激に進んだ東南アジアや南米などの森林面積の消失はその殆どが放牧地やプランテーション開発のための大規模な土地利用転換であったという。さらにこれらの大規模な移住政策と土地利用転換によって貧困民の林地への大量移入が、さらなる森林面積の減少や盗伐などによる森林の劣化・減少に拍車をかけたと言われている。すなわち、熱帯地域の森の減少と劣化は貧困からの脱却と社会・経済の底上げをもくろんだ政府や地域の「急場しのぎ」策によって起こるべくして起こっている現象ともいえる。

こうした中で、生物多様性保全や温暖化防止のための森林面積の拡大の呼びかけが、熱帯域で貧困や社会の歪みにあえぐ人々や地域に対してどれほどの説得力を持ち得るのか—我々はこうした悲観的な見方を打ち消すだけの有効な手だてやツールを早急に絞り出し、対策として実行に移す必要があるのだ。地球の温暖化はより一層進みそれに伴う生物多様性への影響は深刻化し生態系が本来持っている復元の力が失われる寸前のところまで来ている。現在の人口増加率や環境劣化の速度から考えれば、森林など生物の資源の「持続的な利用や管理」が、一体全体どれほど可能なものなのか、森林をはじめとする生態系がどの位の恩恵（サービスと財）を持ち、地域社会や住民はたまた世界市民がそれらをどのように共有できるのかを、そろそろ真剣に考えておく必要はないか—こうしたデータがなければどんな持続的管理の施策も絵空事に終わってしまう可能性が高い。

生態系がどの位のキャパシティーを持っているのか、また人間社会にどれほどのサービスを提供しているのかを知るためには、森林の機能を調べる必要がある。現在ではリモートセンシング技術などで広域に様々な植生パラメータが抽出できるようになってきたが、森にどれ程の現存量が存在し、生き物にとってどれ程住みやすいかを知るためには、実際に地上で木の太さや高さを丹念に調べていく必要があるのだ。どんなにリモセン技術が進んでも地上の教師データがなければ精度の確認も出来ない。こうした背景から我々は東南アジア地域で陸域生態系のデータベース事業を開始した。現在ではマレーシア、タイ、スリランカの熱帯林に定期的観測用のプロットを設置し森の生長が記録され、世界的規模での熱帯林に関する情報ネットワーク形成への一翼を担っている。またこうした観測は温暖化などによって森がどうなったか生物多様性保全や集水域保全などのサービス機能が土地利用変化などによってどの程度変化するかを知るためのベンチマークデータとしてますますその重要性が増している。森の定期観測は時間が掛かるが、高度な計測機器を必要とするわけではない。シンプルな方法で長く続けること自体に意義があるのだ。今後もこの方針に則ってデータベース事業を進めていきたい。

また本データベースの意義・用途としては以下の点が挙げられる。

- 森林炭素吸収機能、多様性保全機能、集水域保全機能などのエコシステムサービスの評価お

よびそのメカニズム解明のための基礎データ

- 荒廃地緑化や断片化した森の連結（コリドー）などの緑化事業のための基礎データ
- 森林伐採や土地利用転換、および植林事業（いわゆる新規植林、再植林、伐採活動；ARD 活動）のためのベンチマークデータ

2. 調査地

2.1 概要

東南アジア熱帯地域の低地熱帯雨林、丘陵地熱帯雨林、熱帯季節林などにおいて、スミソニアン熱帯研究所およびスリランカ、タイ、マレーシアの熱帯研究に携わる研究機関・大学と共同で森林構造や動態を把握するための観測プロットを設置し、樹木の組成、サイズ、分布などに関するセンサスデータおよびそれに関連する生態学的データ（炭素蓄積、炭素循環、森林構造、植物季節など）のデータを取得し、データベースを作成する。各プロットの概要を以下（表 2.1、図 2.1）に示す。なお、図 2.1 には上記の 4 カ所の調査プロット以外にもスミソニアン熱帯研究所と地元の研究機関若しくは地元の研究機関が独自に定期調査、運営しているプロットも含まれているが、本データベース事業にはこれらのプロットで取得されたデータは含まれてはいない。ただし、これら 4 カ所以外のプロットの調査は本事業の調査プロットと調査方法、データ取得法が全く同一なため将来的にはこれらのプロットのデータ取得も検討に値する。

本業務では、生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室と Harvard 大学の Ashton 教授らを含む Smithsonian 研究所のグループが進めている熱帯森林の生態系調査に参加し、得られた資料を用いてデータの整備を行った。

Table 2.1 Summary of each study site and plot

表 2.1 各プロットの概要

場所	緯度/経度	森林タイプ	標高	プロット サイズ	カウンタパート
パソ森林保護区 (Pasoh, Malaysia)	2° 58'47"N, 102° 18'29"E	熱帯林 (Lowland Dipterocarp Forest)	95-125	50 ha	Nur Supardi bin Md. Noor Forest Research Institute Malaysia
ホイカーケン野生 生物保護区 (Huai Kha Khaeng, Thai)	15° 37'58.4" N, 99° 12'34.1"E	熱帯季節林 (Dry Evergreen- Deciduous Forest)	550-640	50 ha	Sarayudh Bunyavejchewin Thai Royal Forest Department
カオチョン森林 保護区 (Khao Chong, Thai)	7° 35' N, 99° 49' E	熱帯雨林 (Hill Forest)	110-310	25 ha	Sarayudh Bunyavejchewin Thai Royal Forest Department
シンハラジャ世界 遺産森林保護区 (Sinharaja, Sri Lanka)	6° 24' N, 80° 24' E	熱帯雨林 (Hill Forest)	425-575	25 ha	I.A.U.N. Gunatilleke University of Peradeniya, Sri Lanka



Fig.2.1 Location of the study sites and physiognomy of the vegetation of each site

図 2.1 調査（データ収集プロット）の位置およびプロット周辺域の森林相観。

2.2 各プロットの地形およびサイト（調査プロットの設置されている地域）の気候概況

ホイカーケン、シンハラジャ、パソの各プロットの月別降水量、最高（ブルーの折線）最低温度（ピンク色）の変化を図 2.2 およびプロットが設置されている地形概況を図 2.3 に示す。ホイカーケンは年間降水量が 1476 mm で 11 月～3 月までの 100 mm 以下の乾期と 5 月～10 月の雨期の明瞭な季節性を示す。シンハラジャおよびパソはこうした明瞭な雨季と乾期の区別のないいわゆる熱帯雨林の特徴を持つが、シンハラジャで 5012 mm もの年間降水利用があるのに対してパソの降水量は僅か 1780 mm で熱帯雨林としては比較的乾いた森林立地である（パソの降水量は年年減少傾向にある）。シンハラジャの平均気温からみても明らかなように当プロットはスリランカの中でも比較的標高の高い場所に位置し（海拔 425-575m）熱帯雲霧林に類型化されると考えられる。それに対してパソは典型的な熱帯平地林である（図 2.3）。なお、カオチョンプロットの気象データについては現時点では入手できていない。

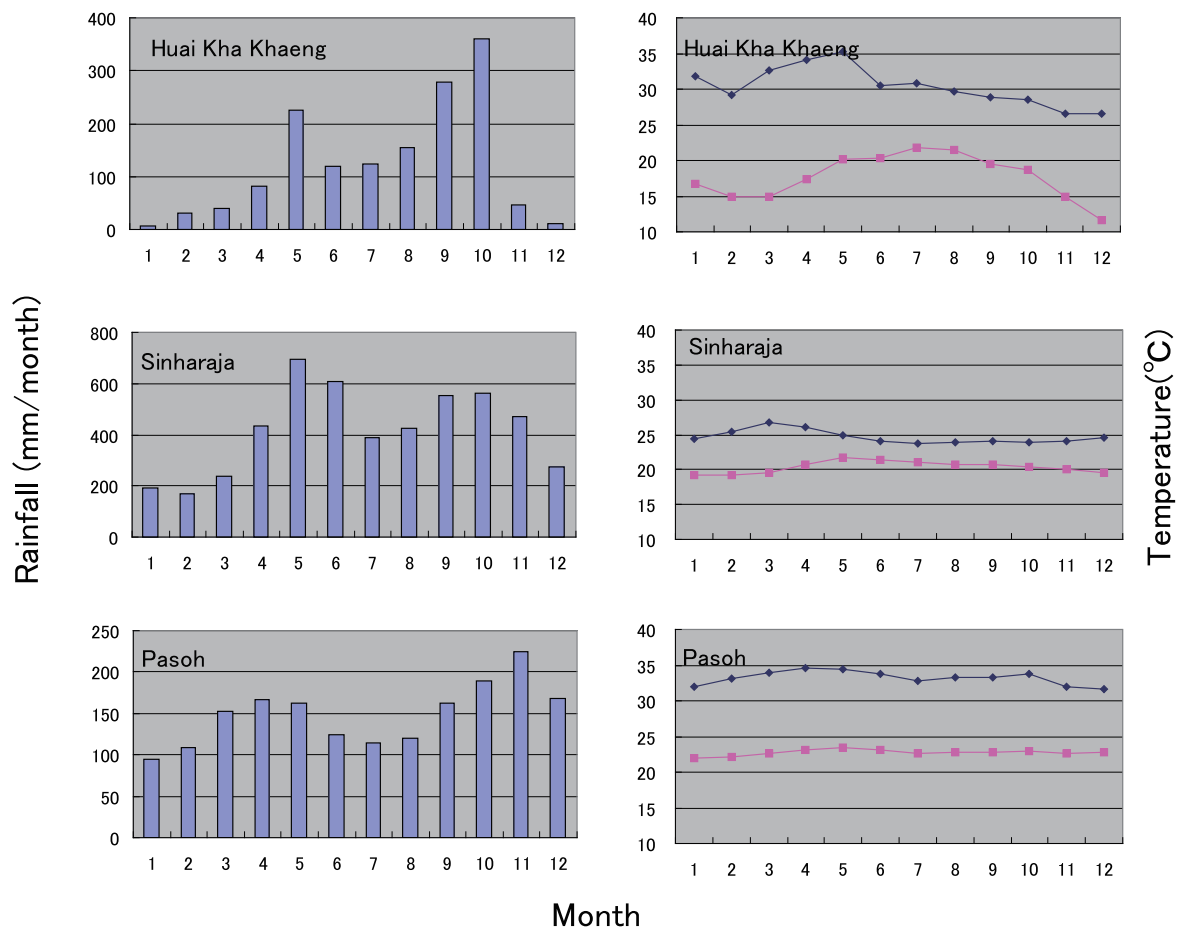


Fig 2.2 Monthly precipitation (bar graph), the maximum (blue line) and minimum (pink color) temperature of each study sites

図 2.2 ホイカーケン、シンハラジャ、パソの各プロットの月別降水量、最高（ブルーの折線）最低温度（ピンク色）の変化

ホイカーケン：降水量は 1983 年～1993 年の平均値、最高最低温度は、1992 年～1994 年の平均値。

シンハラジャ：降水量は 1984 年～2002 年の平均値、最高最低温度は、1992 年～1999 年の平均値。

パソ：降水量は 1975 年～1998 年の平均値、最高最低温度は、1991 年～1997 年の平均値。

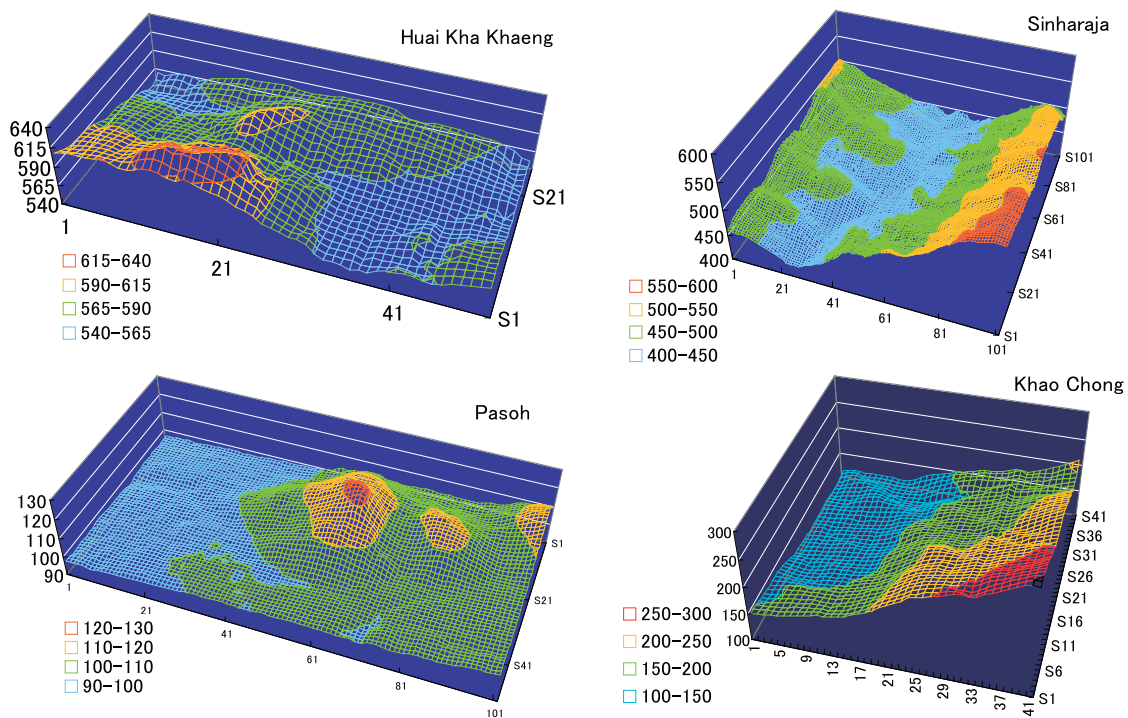


Fig.2.3 Topography of each study plot. Grid size is 20 x 20 m in Huai Kha Khaeng, 5 x 5 m in Sinharaja and 10 x 10m in Pasoh plot and Khao Chong plot.

図 2.3 ホイカーケン、シンハラジャ、パソの各プロットの地形概況

ホイカーケンのデータは 20m 間隔、シンハラジャは 5m 間隔、パソは 10m 間隔のメッシュデータによる。カオチョンの地形データは未入手。

2.3 生態系研究データに関する情報調査

Harvard 大学および Smithsonian 研究所・熱帯林科学研究センター (CTFS : Center for Tropical Forest Science) が、東南アジア地域を中心に行っている研究サイトのプロット (表 2.1) において以下の項目のデータを収集した (基本データ)。なお、各プロットに出現した種のうち個体数上位 30%について付表に示した。

- プロット内に出現した直系 1cm 以上の樹木のサイズおよびその経年変化
樹木のサイズは DBH(Diameter at Breast Height 胸高直径、単位 cm)で、1-10cm は 1cm ごと、10-100cm は 10cm ごと、100cm 以上は 200cm 未満まで一括りで整理
- プロット内の個々の樹木の位置
- プロット内の土壌・地形等に関する環境因子に関する資料 (一部プロットでは入手できてい

ない場所もある)
それぞれのデータの件数、種数、データ取得年については以下の通り（表 2.2）である。

Table 2.2 Number of records and species in each study plot
表 2.2 各プロットのデータベースの件数、種数など

場所	データ件数	出現種数	取得年
パソ森林保護区 (Pasoh, Malaysia)	378,186	814	1985,1990,1995,2000
ホイカーケン野生生物保護区(Huai Kha Khaeng, Thai)	118,242	240	1994,1999
カオチョン森林保護区 (Khao Chong, Thai)	75,446	540	2005
シンハラジャ世界遺産森林保護区 (Sinharaja, Sri Lanka)	207,532	221	1999

2.4 現地調査

上記の基本データに加え以下の現地調査を行った。なお、これらは各研究班や研究者がそれぞれの研究の方向性や需要などに応じて取得したものであり、本データベース業務には含まれないが、データベースを生かす意味に於いて、さらに今後の研究戦略の拡大という点に於いて重要な意義を持つものであり、それらの結果についてはデータの用途として後述することにする。

- 炭素循環に関する調査（土壌炭素蓄積量、分解量、分解速度、倒木量など）
- 遺伝的多様性に関する調査（高径木および林冠木の DNA 分析のためのサンプル抽出、中大型哺乳類の行動域に関する調査）
- 林冠木高に関する調査

2.5 植生概況

パソ保護林、ホイカーケン野生生物保護区、カオチョン森林保護区、シンハラジャ世界遺産森林保護区に設置された各プロットのデータをもとに、各プロットで出現した種毎に個体数を積算し、500 個体/プロットの階級毎に種数の合計値を算出した結果を図 2.4 に示す。各プロット毎に個体数-種数の特徴が見られるが、共通していわゆる少数者（個体密度が著しく低い種）の種数の割合が非常に高いことがわかる。シンハラジャではヘクタール当たり 20 個体以下の種の全体の種数に占める割合が 70%程度であるものの他の 3 プロットはどれも 90%を超える（表 2.3）。とりわけカオチョンのプロットでは個体密度 40/ha 以下の種が全体の実に 99%を占めるのである。とはいえ、これらの種の個体数の合計多くても 50~60%で、種組成的には高くても占有率からみればそれほど高いわけではない。温帯のシイカシ林のように一部の種が林冠層や低木層を寡占するという現象が顕著にみられるわけではないものの、パソで見られるようなフタバガキ科などが林冠層で優占しても、亜高木層を含む下層の植生組成で多数の少数種が共存出来るという点は興味深い。

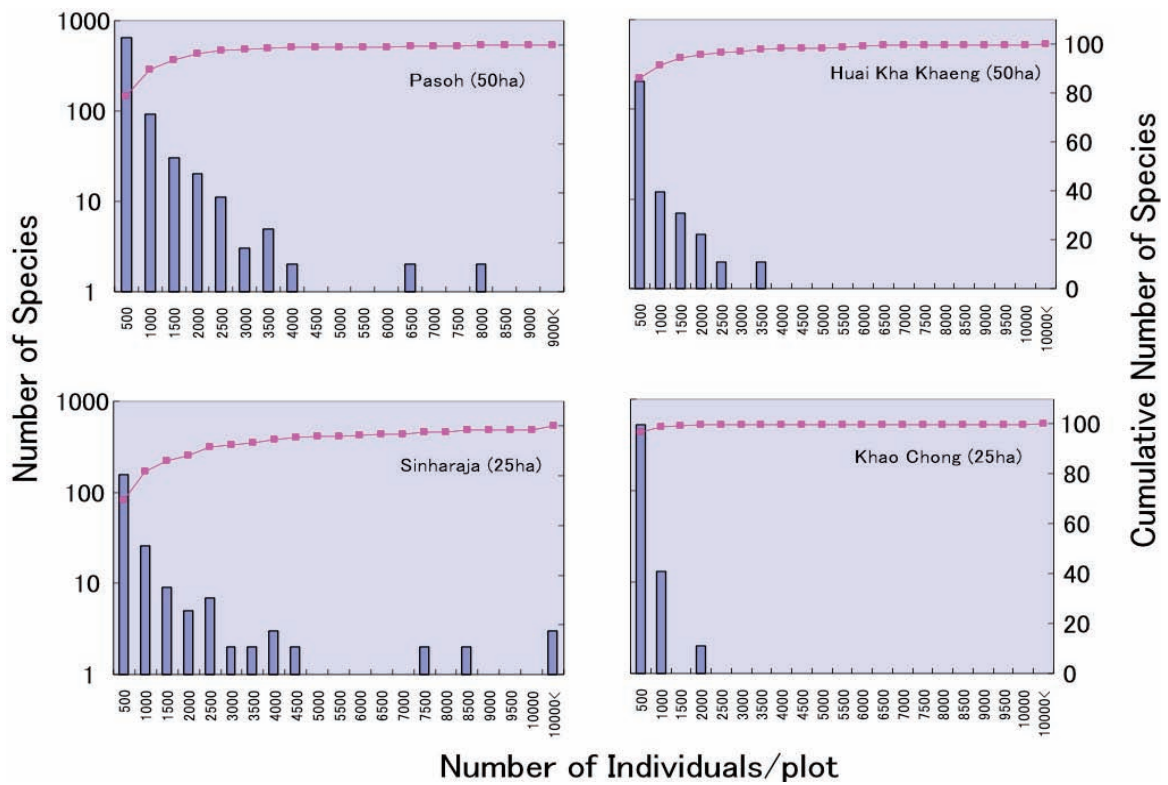


Fig. 2.4 Frequency distribution of abundance/species in each study plot

図 2.4 ホイカーケン、シンハラジャ、パソの各プロットで出現した樹木の個体数階級毎の種の出現頻度

Table 2.3 Cumulative dominance of minority species with density < 20/ha and < 40/ha
表 2.3 プロット内の個体密度の低い種の占有率

場所	個体密度 < 20/ ha の種の占める割合	< 20/ ha の種個体数の累積占有率(%)	個体密度 < 40/ ha の種の占める割合	< 40/ ha の種個体数の累積占有率(%)
パソ森林保護区 (Malaysia)	90.3	44.7	96.5	66.1
ホイカーケン野生生物保護区(Thai)	91.3	26.2	95.8	44.6
カオチョン森林保護区 (Thai)	96.7	41.2	99.1	52.9
シンハラジャ世界遺産森林保護区 (Sri Lanka)	70.1	17.9	81.9	27.2

3. データベースを用いた主な研究

本業務による陸上生態系に関する基礎データベース（以下データベース）を以下のような研究に発展させることが可能となった。主なものとしては、1)熱帯林の樹木を中心とする多様性の維持機構に関する研究、2)熱帯林の炭素蓄積および循環に関する研究、3)熱帯林のAR活動のための基礎資料提供を目的として各樹種の環境特性などについて解析を行ったもの、4)リモートセンシングのグランドトゥルスデータとしてデータベースを用い当該地域のNPP算出などに活用したもの、5)プロット内の樹木のマッピングデータを利用し、プロット内の同一種内での遺伝的交流に関する解析をおこなったもの、6)伐採が森林の種組成・構造などに及ぼす影響等である。以下に主な研究内容を簡単に紹介する。

3.1 熱帯林の多様性維持機構に関する研究

3.1.1 熱帯雨林の空間分布に関する研究

熱帯雨林の構成種は温帯林などに比べて非常に多いことが知られている。マレーシア半島部のパソ保護林内に設置された50haの長期観測モニタリングプロットでは800種以上の樹木が記録されている。本研究ではこうした高い多様性がどのように維持されているかについて、同プロット内で得られた樹木の分布データをもとに、逃避仮説の適合性についての検証を行った。出現した814種のうち、出現頻度の高い400種を対象に解析を行ったところ稚樹の個体密度が親木からの距離によって影響を受けていた（距離と稚樹の個体密度との間に負の相関がみられた）ものは全体の約14%に過ぎないことがわかった。但し、突出木層や高木層の構成種では稚樹が親木からの距離依存的に分布しているものが下層植生の構成種よりも多く見られた。また、同プロット内で最も優占度が高い *Xerospermum noronhianum* (Sapindasecea) の稚樹は親木からの距離に対して非常に顕著な距離依存的な分布を示した。これらのことから、Janzen(1970), Connell(1971)らによって提示された逃避仮説は低地熱帯雨林の多様性の維持機構を単独で説明するには不十分であるものの、高頻度種や比較的優占度の高い樹種の繁茂を抑制するメカニズムの一つとなっていると考えられた。

Okuda, T., Kachi, N., Yap, S.K. & Manokaran, N. (1997). Tree distribution pattern and fate of juveniles in a lowland tropical rain forest - implications for regeneration and maintenance of species diversity. *Plant Ecology* 131: 155-171.

3.1.2 林冠木の空間配置とJC (Janzen-Connell)モデルの検証

熱帯雨林の樹木の多様性維持機構を明らかにする目的でマレーシア半島部の低地熱帯雨林の主要林間構成種の26種（フタバガキ科19種、トウダイグサ科4種、ウルシ科1種、クスノキ科1種、マメ科1種）について稚樹と母樹の空間分布について分析を行った。その結果6種が母樹の周囲（半径6m以内）に全く稚樹を持たないことがわかった。一方でこれらの種の稚樹は別種の母樹の近隣域には存在することがわかった。以上のことから全ての種ではないが、一部の種の種において、稚樹が親木の近隣域で生存できないような要因が作用していることが推察された。

Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K., Manokaran, N. (1994). Spatial pattern of saplings and adult trees of canopy- and sub-canopy-forming species in a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. Watanabe (eds.)

Biodiversity - Its Complexity and Role. Pp. 99-110. Global Environmental Forum, Tokyo.

3.1.3 林冠構成種 *Pentaspadon motleyi* ペンタスパドンの稚樹の交換配置特性について

マレー半島低地林に広く分布する *Pentaspadon motleyi* (ウルシ科 現地名: Pelong) は母樹の周りに稚樹が殆ど存在しないことが分かっているが、こうした特異的な分布が稚樹の生存率の親木から距離依存性によるものかどうかについて調査を行った。その結果、実生個体の生存率は母樹の最近隣域で遠方域 (>4m) よりも有意に低い値を示した。さらに、実生の個体密度のピークは母樹の近隣域から時間が経つにつれ徐々に母樹から離れた方向に移動することがわかった。多くの実生個体は葉の黄変などのネクロシスの症状を示しながら枯死したため、本種に特異的な病原菌の介在によって、稚樹個体の分布が規定されていることが推察された。(論文全般について主担当した)。

Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K., Manokaran, N. (1995). Spatial Pattern of adult trees and seedling survivorship of *Pentaspadon motleyi* Hook, f. in a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. *J. Tropical Forest Science* 7: 475-489.

3.1.4 マレーシア熱帯雨林における樹種間の空間分布パターンの解析

同所的に共存する樹種間の相互作用関係を明らかにすることを目的として、樹木の空間分布を解析した。本データベースを解析に用いて、フタバガキ科樹種 11 種をそれぞれ稚樹 (saplings)、幼樹 (small trees)、成木 (large trees) の生育ステージにわけ、種間・ステージ間での空間分布の重なり度合いを評価した。解析の結果、実生個体間では近接して分布する種間関係が多くみられたが、成木個体間では個体間距離が離れている (排他的に分布している) 種間関係が多くみられた。この結果は、生育ステージによって樹種間の相互作用が変化することを示唆した (現在継続中)。

Table 3.1 Number of repelled and attracted distribution between the different stages of conspecific trees

表 3.1 有意な空間関係の組み合わせ数
saplings ($1 \leq$ 直径 < 10 cm); small trees ($10 \leq$ 直径 < 30 cm); large trees (直径 ≥ 30 cm).

ステージ	総組み合わせの数	有意な空間関係	
		近接的分布	排他的分布
Saplings vs. saplings	55	33	3
Small trees vs. small trees	55	21	8
Large trees vs. large trees	55	14	28
Saplings vs. small trees	121	45	13
Small trees vs. large trees	121	42	30
Saplings vs. large trees	121	38	26

3.2 熱帯林の炭素蓄積および循環に関する研究

3.2.1 熱帯林のバイオマス算出手法に関する研究

マレーシア低地熱帯雨林の地上部現存量を空中三角測量によって推定し、その有効性について検証を行った。森林伐採や土地利用転換によって熱帯雨林は過去半世紀の内に急激に減少し、残存する森も劣化の一途を辿っている。変貌を遂げる森林の内容（構造や現存量など）を迅速に察知し、適切な森林管理へ結びつける手法の開発が急がれている。これまでも衛星データなどにより森林の現存量推定などが試みられているが、熱帯雨林は林冠が鬱閉し、構造が複雑であるが故に、合成開口レーダなどの後方散乱係数などをもってしても、伐採の履歴や人為的攪乱などの微妙な差を抽出することは非常に困難であるとされている。本研究では空中写真を立体視することにより、伐採履歴の異なる林分からそれぞれ樹高-直径のアロメトリー式を抽出し、それらを元に森林の地上部現存量の推定を行った。その結果、空中写真判読がこれらの、同一林分内での地上部現存量の空間的な不均質性や伐採の影響などを抽出するのに有効であることがわかった。空中写真は比較的簡便な方法で取得でき、またこれを用いることにより過去のアーカイブに立ち返って、森林の変遷を追うことが可能である。現在レーザ計測による森林のバイオマス推定の手法開発を行っているが、こうした写真判読の手法と合わせることにより、森林の時系列的、空間的な解析が幅広く行えるようになると期待できる。

Okuda, T., Suzuki, M., Adachi, N., Niiyama, K., Manokaran, N. (2004). Estimation of Tree Above-ground Biomass in a Lowland Dipterocarp Rainforest, by 3-D Photogrammetric Analysis, *Forest Ecol and Management* 203: 63-75

3.2.2 コンパートメントモデルを用いた炭素フローに関する研究

熱帯林の時空間的な現存量変動を明らかにする目的で、マレーシアパソ保護林での毎木調査をもとに、従来のアロメトリー式（現存量推定のための樹木の各パーツ間での相対的關係）について検証を加え、炭素循環モデルを構築するための基礎データを提供した。

Hoshizaki, K., Niiyama, K., Kimura, K., Yamashita T., Bekku Y., Quah, E.S., and Nur Supardi, M. N. (2004). Temporal and spatial variation of forest biomass in relation to stand dynamics in a mature, lowland tropical rainforest, Pasoh Forest Reserve, Malaysia. *Ecol. Res.* 19 (vol. 3) 357-363.

3.2.3 熱帯林生態系における炭素代謝の時空的変動性の解明

パソのプロットのデータベースを用い、枯死履歴が明らかな枯死木の残存状態を調査した。本調査から、立枯れ木および倒木状態での分解速度が明らかになり、大形木の枯死・分解により発生する炭素代謝の時空的変動性を明らかにできることがわかった。また、熱帯季節林であるタイ国のホイカーケンのプロット内で、幹の肥大成長速度、落葉枝供給速度を毎月測定し、さらに雨季・乾季ごとの落葉枝の分解速度を観測した。本プロット（ホイカーケン）のデータベースおよび現地調査をもとに季節林の炭素代謝の特性を明らかにする予定である（現在継続中）



Photo 3.1 Measurement of stem hardness (left) and CO₂ emission from the dead trees

写真 3.1 パソで立枯れ木の電動探針計による幹材硬度の計測(左)、およびタイのホイカーケンで枯死材からの CO₂ 放出計測の様子。

3.2.4 熱帯林の炭素循環の変動推定に関する研究

パソおよびホイカーケンプロットにおいて、森林生態系の炭素循環解明の視点から分解過程における時空的変動性について調査した。本研究では、極相林での更新機構であるギャップダイナミックスにともなって発生する林分構造の不均質性が分解からの炭素フラックスに及ぼす影響の解明、さらにはギャップ単位での分解と植生回復による NEP が、マクロにとらえた場合での森林生態系の NEP 変動にどのような影響を与えているかを評価することを目的としている。その際に本事業のデータベースを利用した。パソ保護林のプロットにおいて、1) 枯死履歴が明らかな枯死木の現存状態調査から立枯れ木としての分解率の推定とその時空的変動性の解明、2) ギャップサイズをパラメータとする葉・木質リターの分解率の評価、3) 均質な木片を利用した重量減少率の空間変動性の解明に取り組んだ。ホイカーケンのプロットでは、1) 落葉・木質リターの分解率における雨季 vs. 乾季の季節変動性とギャップ vs. 林冠下の空間変動性の解明、2) 葉・落枝供給速度の時空的変動性の解明、3) 均質な木片を利用した重量現象の空間変動性の解明に関わる調査を実施した。これらの分析のベースとして、それぞれのプロットの毎木調査データベース（本データベース事業による）を用いた。

その結果、パソでは、樹木の枯死後 10 年程度で立枯れ木の 8 割が崩れてしまう（倒木となって残存しているものも含む）と予想できた。環境変動が大きなギャップサイトでは、シロアリの影響を除いた条件では林冠下よりも分解が遅くなるが、シロアリが攻撃できる条件下では両サイトに差が無かった。このことは、当森林においてリター分解にシロアリが大きな影響を及ぼしていることを示しており、その経路での炭素フラックスの解明が重要であることが明らかとなった。

ホイカーケンプロットでは、重量減少で評価した分解率では、雨季 vs. 乾季さらにはギャップ vs. 閉鎖林冠下間で有意な差が存在しなかった。さらに、パソのプロットと同様に、木質リターの分解率は、その容積比重と負の相関関係が成立することが明らかとなり、このことから分解ともなう重量減少は指数関数ではなくロジスティック的な関数パターンであることが明らかとなった。プロット内中心部に設置したコア調査区において、乾季において分解率が場所間で大きく異なることが分かった。その水平的パターンとシロアリ塚のパターンの類似性から、地点間差にシロアリが影響していることが推察された。落葉・落枝の月間供給量を 17 ヶ月間にわたり観測できた。葉・花・果実の落下パターンに明瞭な季節性が存在することが定量的に評価できた。また、時空的変動性が大きな大枝の落下量も 6ha の調査面積で観測し、これらを考慮した本森林の年間落葉・落枝は 15.3ton/ha であった。

3.3 熱帯林の AR 活動のための基礎資料提供を目的とした各樹種の環境特性に関する研究

3.3.1 熱帯林樹木の生育立地特性に関する研究

低地熱帯雨林の林冠高が土壌タイプ、地形要素などの要因によってどのような制限を受けているか、さらには、森林内での林冠高の変動によって樹木の種多様性がどのように変化するかを調べた研究。調査および解析にはマレーシアのパソ保護林内の 50ha プロットで得られた直径 1cm 以上のすべての樹木の分布と直径サイズのデータ、および同プロット上空で撮影した空中写真をもとに作成した三次元林冠データを用いた。それによると林冠高は土壌の排水性に強く影響を受け、プロット内の斜面上中部の比較的排水性のよい場所で突出木層が発達し、雨量の多い時期に冠水する低湿地域では林冠木、突出木層が発達せず、平均林冠高が低いことがわかった。林冠高と一定エリア内の樹木の種多様性との関係を解析したところ両者の間には有意な関係が見られず、林冠ギャップ下では閉鎖林冠下に比べて必ずしも高く多様性が保たれてはいないことがわかった。Okuda, T., Nor Azman, H., Manokaran, N., Saw, L.Q., Amir, H. M. S., Ashton, P.S. (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

3.3.2 熱帯域におけるクリーン開発メカニズム (CDM) の実施にあたっての採算性および将来性に関する研究

京都議定書によるクリーン開発メカニズム (CDM) の実施にあたり、対象域での多様性保全や生態系保全への配慮の重要性を指摘した上で、地域社会 (生態系も含めた) との調和的実施のためのツールや技術開発について紹介を行うことを目的として、パソ保護林の森林のバイオマスストック量および生長量の算出のため本データベースを利用した。またパソ保護林周辺域における土地利用、植生被覆の変遷や農地 (オイルパーム) 開発との兼ね合いから新規植林によるコスト・ベネフィット分析を行った。こうした AR 活動を実施する上でのエコシステムサービスを考慮したエコシステムアプローチの重要性についても指摘した。

Okuda, T., Yoshida, K., Numata, S., Nishimura, S., Suzuki, M., Hashim, M., Miyasaku, N., Sugimoto, T., Tagashira, N., Chiba, M. (2004). An ecosystem-management approach for CDM-AR activities: The need for an integrated ecosystem assessment based on the valuation of ecosystem services for forested land. In Okuda, T. and Matsumoto, Y (eds.) *Kyoto Mechanism and the Conservation of Tropical Forest Ecosystem (Proceedings of the International Symposium/Workshop on the Kyoto Mechanism and the Conservation of Tropical Forest Ecosystems, 29-30 January, 2004, Waseda University, Tokyo Japan)*. Pp. 67-78.

3.3.3 熱帯域におけるエコシステムサービスと森林管理に関する研究

熱帯林のエコロジカルサービスが森林開発などによってどのような影響を受けるかを予測するシュミレーションプログラムの紹介や持続的管理のためのエコロジカルサービスのデータベース化の提案、およびこれらを利用したリスクアセスメントツールの開発の重要性などについて指摘

した。

奥田敏統、吉田圭一郎、足立直樹 (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へ向けて—Tropics 11:193-204

3.4 リモートセンシングの応用研究

3.4.1 合成開口レーダ後方散乱値による現存量推定

森林などの地上部植生の現存量の時空間的な変化を推測するために、パソ保護林のデータベースから得られた地上部現存量 (TAGB) 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。特に、スケールアップ手法をより現実化することを念頭に、解析のための地上分解メッシュサイズ(10×10 m²~20×20 m²)と推定精度との関係解析に焦点を当てて研究を行った。地上 Biomass 量はパソ保護林に設置されたパソ 50ha プロット(2000年に調査)および 1958年に択伐され再生途上にある二次林に設置したプロット(1998年調査)の毎木調査データを元に算出し、1996年8月撮影された JERS-1 SAR データと比較解析を行った。これらの結果から天然林や二次林などの現存量の変動が SAR による後方散乱係数によって推定可能であることが示唆された。

HASHIM, M., Okuda, T., Yoshida, K., Numata, T., Nishimura, S., Suzuki, M. (2003). Estimation of above ground biomass of lowland primary tropical forest from remote sensing data. Malaysian. J. Remote Sensing. 3: 83-89.

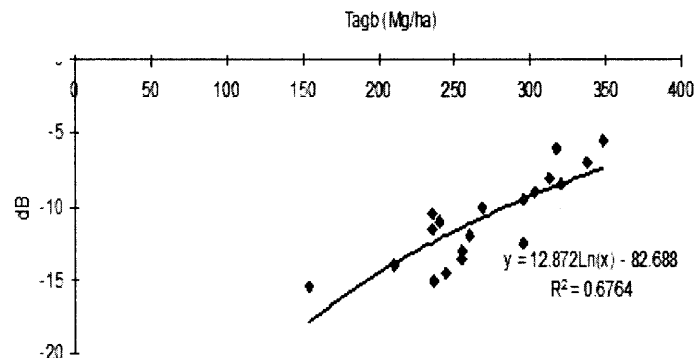


Fig. 3.1 The relationship between the Total Above Ground Biomass (TAGB) and Back Scatter Value from JERS-1 SAR data in Pasoh Forest Reserve.

図 3.1 天然林プロットにおける JERS-1 SAR データの後方散乱係数と地上部現存量(TAGB)の関係 (TAGB は 20×20m のメッシュサイズ毎にサンプリングし、-0.5 dB 毎に平均化した場合)。

3.4.2 広域純一次生産量推定モデルによる純一次生産量計算値の精度評価

衛星データと広域純一次生産量推定モデルを利用して、東南アジア全域の純一次生産量を推定する際の不確実性を評価する目的で、パソ保護林のデータベースを用いて純一次生産量および、地上部バイオマス量を算出しそれら2つの広域NPP推定モデル (MODIS-NPPモデルおよびCASAモデル) の1997-2002年平均の推定値を比較した。この結果、モデルによる地上部バイオマス計算値は、天然林の観測値に比較的近い結果が得られたが過大推定であった。また、再生林の値に比

較すると、かなり過大評価であった。また、純一次生産量の推定値とパソの観測データから計算した値を比較したところその差は小さく、モデル内のバイオマス推定の精度は良好でなくても、モデル内部の誤差の相殺により純一次生産量は比較的良好な推定値となっている可能性が示唆された。

Kobayashi, H., Matsunaga, T., Hoyano, A., Okuda, T., Nur Supardi, M. N. (2005). Satellite Estimation of Net Primary Production in Southeast Asia: Effect of Large Reduction in Photosynthetically Active Radiation due to Smoke. Chapman Conference on The Science and Technology of Carbon Sequestration, San Diego, USA. 2005, Nov.

Table 3.2 Comparison observed and estimated values of TAGB (Total Above Ground Biomass) NPP by the two different models

表 3.2 純一次生産量推定モデルによる計算値とパソの観測値との比較

モデル	NPP (g C/m ² /yr)	地上部バイオマス (Kg C/m ²)
MODIS-NPP モデル	1575	21.6
CASA モデル	1544	N/A
Pasoh 天然林	1649	17.8
Pasoh 再生林	1504	13.4

3.5 伐採が森林の種組成・構造などに及ぼす影響

3.5.1 択伐が森林構造に及ぼす影響

熱帯雨林内の生物相に強く影響を及ぼす要因として森林の構造が挙げられる。マレーシアをはじめとする東南アジアでの木材供給は特定の有用木を選択的に伐採する、いわゆる択伐方式が主流であるが、伐採対象となる樹種のほとんどが突出木などの大径木であるため、森林伐採後に成立する二次林は天然林に比べて林冠や林内の構造に顕著な違いが見られることが考えられる。このことを検証する目的でマレーシアのパソの保護林内の天然林と択伐後 40 年経た二次林に設置した長期観測プロット間で林冠高、林分構造、構成種組成の比較を行った。その結果平均林冠高は両林分で有意な差はなかったものの変動係数には有意差が見られ、さらに平均樹冠面積は天然林で二次林の約 2 倍、ヘクタール当たりの天然林の平均林冠表面積は二次林の約 1.5 倍であることがわかった。また、胸高断面積合計や個体密度については両林分の間で有意差はなかったものの小中径木（直径 10~30cm）の個体密度、胸高断面積合計が二次林で有意に高い値を示した。一方大径木（直径 >90cm）の個体密度、胸高断面積合計は天然林で有意に高い値を示した。このことから択伐後 40 年経ても森林の林冠や森林構造がもとの天然林の状態までに戻っていないことが示唆されたが、一方で二次林では小中径木の高密度化により林冠ギャップの形成や突出木層の形成が遅れていることも考えられた。両林分間では大型、中型のは乳類や昆虫相で顕著な違いが見られることが報告されており、二次林における未成熟な林冠の構造が少なからず影響を及ぼしていることが示唆された。多様性保全の視点から見た森林の持続的管理を目指す場合こうした森林構造のメンテへの配慮が必要であることを本論文では指摘した。

Okuda, T., Adachi, N. Suzuki, M., Quah, E. S. and Manokaran, N. (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.

3.5.2 土地利用変化と森林変化に関する研究

マレーシアパソ保護林および周辺部のランドスケープの変遷について地理情報やリモートセンシングデータをもとに分析を行い、当該地域での森林減少のバックグラウンドを明らかにした。また一方で伐採（択伐）が森林の構造的変化を引き起こし、それらが野生動物の潜在的な生息域の質的劣化を誘引する原因となっていることを示した。

Okuda, T., Suzuki, M., Adachi, N., Yoshida, K., Niiyama, K., Nur Supardi, M. N., Manokaran, N., Mazuran, H. (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.

4. データベースの公開

現在、マレーシアの熱帯林プロジェクトの Web サイト (<http://www.nies.go.jp/biology/pasoh/>)の一部として図 4.1 に示す様なデータベースサイトを設置し、データの公開、普及に努めている。本データブックはこの中で、種毎のマッピングをパソ、ホイカーケン、シンハラジャの 3 プロットについてまとめたものであり、図 4.2 にその例を示す。

NIES-FRIM-UPM 熱帯林多様性プロジェクト Since Apr 1, 2003
熱帯林生態系の解明とその持続的利用を目指して！
ENGLISH
トップページ | プロジェクトについて | これまでの成果 | 調査地 | トピックス | 熱帯林データベース | リンク

熱帯林データベース
下記の各項目をクリックすると、データベースのサンプルをご覧いただけます。

樹木: 種のリスト
・[熱帯林に生息する樹木の種名、科名リストの例](#)

毎木データ
・[マレーシア パソ天然林 50ha\(85,90,95年\)の毎木直径データおよびマッピングデータの例](#)
・[タイ ホイカーケン 50ha\(00年\)の毎木直径データおよびマッピングデータの例](#)
・[スリランカ シンハラジャ 25ha\(00年\)の毎木直径データおよびマッピングデータの例](#)

種毎マッピング
・[マレーシア パソ天然林 50ha\(95年\)の種毎のマッピングおよび個体数データの例](#)
・[タイ ホイカーケン 50ha\(00年\)の種毎のマッピングおよび個体数データの例](#)
・[スリランカ シンハラジャ 25ha\(00年\)の種毎のマッピングおよび個体数データの例](#)

パソの植物
・[Pasohに生息する約100種の植物のデータベースの例](#)

パソの動物
・[Pasohに生息する約100種の動物のデータベースの例](#)

Fig. 4.1 A web site of the database program

図 4.1 データ公開・普及のための web site

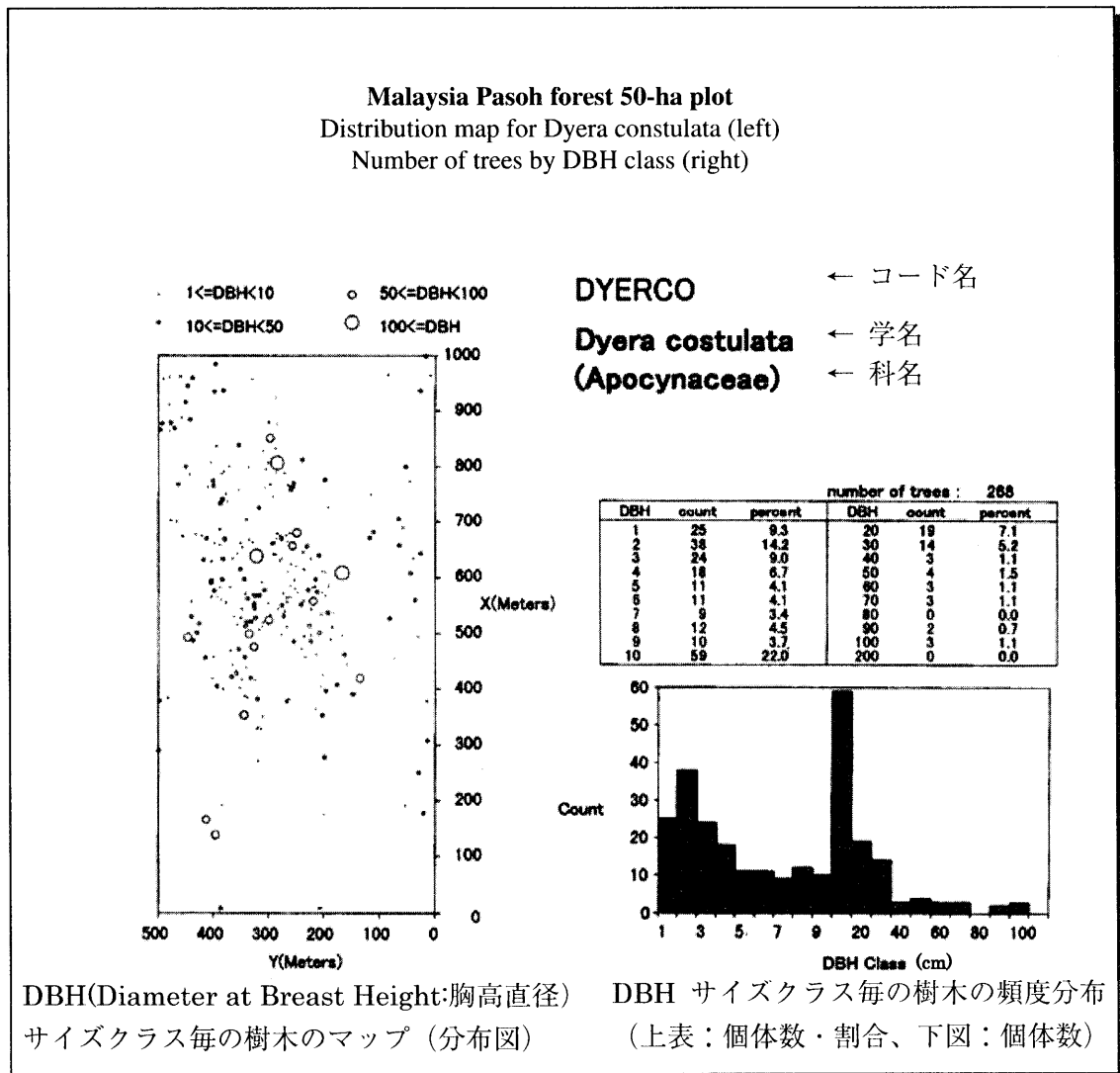


Fig. 4.2 Sample of data of Pasoh Plot

図 4.2 データベースの例 : マレーシア パソ天然林 50ha(95 年)に出現する樹木のマップおよび頻度分布 (例:*Dyera costulata*/キョウチクトウ科) まとめ方については 2.3(p7)参照

コード名は、属名の最初4文字+種小名2文字

1<=DBH<10 等(左図上部)および DBH class(右下図)の単位は cm

右の表の左側第1行は 1cm<=DBH<2cm のものが 25 本で、この種の全数の 9.5%にあたることを示す。

5. 他のプロジェクトとの関連

本データベース業務は地球環境総合研究推進費による「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（以下 E-4 課題）」と密接な関連を持って運営されている（図 5.1）。すなわち E-4 課題では森林のもつ多様性保全機能、集水域保全機能、炭素蓄積機能などのエコシステムサービスを明らかにし、さらにそれらの定量化を推し進めるためのスケールアップ技術の開発、また将来的な環境負荷量やリスクを推定するためのアセスメントツールの開発を行っているところであるが、本データベース事業はこれらのエコシステムサービスの定量化に到るまでのプロセスに於いて、基礎の提供という意味で重要な支援的な役割を果たす。今年度までは主としてパソおよびその周辺域のランドスケープをエコシステムマネジメントのためのパイロットサイトとして様々なデータ蓄積を図ってきたところであるが、今後はホイカーケン、カオチョン、シンハラジャなどのサイトをベースにパソおよび周辺域で蓄積したノウハウをもとにパイロットサイトとしての研究展開を図って行く予定である。

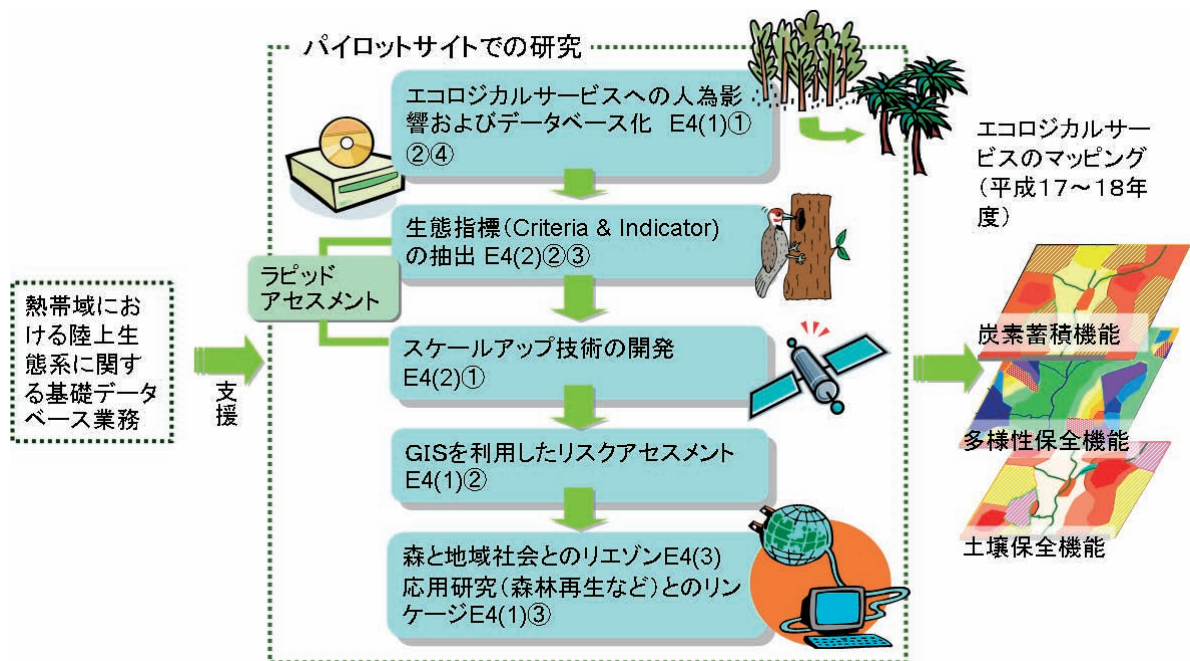


Fig. 5.1 The relationship between the database program (the present study) and its liaison study highlighting the ecosystem management in tropics operated by Global Environmental Research, Ministry of Environment, Japan

図 5.1 データベース事業と推進費 E-4 課題との関連

6. データベース事業関連発表論文・口頭発表

(1) 学術論文

- Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K. and Manokaran, N. (1995) Spatial Pattern of adult trees and seedling survivorship of *Pentaspadon motleyi* Hook, f. in a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. *J. Tropical Forest Science* 7: 475-489.
- Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K. and Manokaran, N. (1997) Tree distribution pattern and fate of juveniles in a lowland tropical rain forest – implications for regeneration and maintenance of species diversity. *Plant Ecology* 131: 155-171.
- 奥田敏統, Manokaran, N. (1997) マレーシア低地フタバガキ林にみる樹木の多様性の維持機構について 個体群生態学会報54:41-46.
- 奥田敏統, 可知直毅, Manokaran, N. (1998). 低地フタバガキ林にみる樹木の多様性と組成の平衡性 地球環境3: 81-91.
- Konuma, A., Tsumura, Y., Lee, C. T., Lee, S. L. and Okuda, T. (2000). Estimation of gene flow in the tropical rain forest tree: *Neobalanocarpus heimii* (Dipterocarpaceae) inferred from paternity analysis. *Molecular Ecology* 9: 1843-1852.
- 奥田敏統, 吉田圭一郎, 足立直樹 (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へ向けて－ *Tropics* 11:193-204
- 安立美奈子, 奥田敏統, 小泉博 (2002) 最近の研究から見てきた熱帯林の炭素循環像 *Tropics* 11:221-230
- Okuda, T., Adachi, N., Suzuki, M., Quah, E. S. and Manokaran, N. (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.
- Ashton, P. S., Okuda, T., Manokaran, N. (2003). History in ecological studies in Pasoh Forest Reserve. In Okuda, T., Niiyama, K., Thomas, S. C. and Ashton, P. S. (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo, pp. 1-13.
- Yamashita, T., Kasuya, N., Wan, R. K., Suhaimi W. C., Quah, E. S. and Okuda, T. (2003). Soil and Belowground Characteristics of Pasoh Forest Reserve. In Okuda, T., Niiyama, K., Thomas, S. C. and Ashton, P. S. (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo pp. 89-110.
- Okuda, T. and Ashton, P. S. (2003). Long-term outlook for research on sustainable management of tropical forests. In Okuda, T., Niiyama, K., Thomas, S. C. and Ashton, P. S. (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo pp. 569-584.
- Okuda, T., Suzuki, M., Adachi, N., Yoshida, K., Niiyama, K., Nur Supardi, M. N., Manokaran, N., Hashim, M. (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 Okuda, T., Niiyama, K., Thomas, S. C. and Ashton, P. S. (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo pp. 15-34.
- Numata, S., Yasuda, M., Okuda, T., Kachi, N., Nur Supardi, M. N. (2003). Temporal and spatial patterns of mass flowering on the Malay Peninsula. *American J. Botany* 90(7): 1025-1031.

- Hashim, M., Okuda, T., Yoshida, K., Numata, T., Nishimura, S., Suzuki, M. (2002) Estimation of above ground biomass of lowland primary tropical forest from remote sensing data. *Malaysian J. Remote Sensing*. 3: 83-89.
- Okuda, T., Nor Azman, H., Manokaran, N., Saw, L.Q., Amir, H. M. S., Ashton, P. S. (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
- Manokaran, N., Quah, E. S., Ashton, P. S., Lafrankie, J. V., Nur Supardi, M. N., Wan Ahmad, W. M. S. and Okuda, T. (2004). Pasoh Forest Dynamics Plot, 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. 585-598.
- Hoshizaki, K., Niiyama, K., Kimura, K., Yamashita, T., Bekku, Y., Okuda, T., Quah, E. S. and Nur Supardi, M. N. (2004). Temporal and spatial variation of forest biomass in relation to stand dynamics in a mature, lowland tropical rainforest, Pasoh Forest Reserve, Malaysia *Ecol. Res.* 19 (vol. 3) 357-363.
- Okuda, T., Suzuki, M., Numata, S., Yoshida, K., Nishimura, S., Niiyama, K., Adachi, N., Manokaran, N. (2004). Estimation of Tree Above-ground Biomass in a Lowland Dipterocarp Rainforest, by 3-D Photogrammetric Analysis, *Forest Ecol and Management* 203: 63-75
- Numata, S., Okuda, T., Sugimoto, T., Nishimura, S., Yoshida, K., Quah, E. S., Yasuda, M., Muangkhum, K., Nur Supardi, M. N. (2005). Camera trapping: a non-invasive approach as a additional tool in the study of mammals in Pasoh Forest Reserve and adjacent fragmented areas in Peninsular Malaysia. *Malayan Nature. J.* 57: 29-45.
- Naito, Y., Konuma, A., Iwata, H., Suyama, Y., Seiwa, K., Okuda, T., Lee, S. L., Norwati, M., And Tsumura, Y. Mating system and inbreeding depression in the early regeneration stage of *Neobalanocarpus heimii* (Dipterocarpaceae) *J. Plant Research* (accepted)

(2) Proceedings

- Numata, S., Okuda, T., Sugimoto, T., Nishimura, S., Yoshida, K., Quah, E. S., Nur Supardi, M. N., Nor Azman, H. (2003). Effects of human impacts on biodiversity of tropical rain forests. In Furukawa, A., (ed.). *Kyosei-Report "International Symposium, Global Environment and Forest Management"*. Pp. 13-21.
- Okuda, T., Numata, S., Nishimura, S., Yoshida, K., Hashim, M. (2003). Ecosystem management approach in tropics – towards sustainable use of natural resources and valuation of ecosystem service and goods of forest ecosystems. In Furukawa, A., (ed.). *Kyosei-Report "International Symposium, Global Environment and Forest Management"*. Pp. 99-107.
- Okuda, T., Yoshida, K., Numata, S., Nishimura, S., Hashim, M. (2003). Integrated Ecosystem Assessment – towards sustainable natural resource use and management in tropics. In Kobayashi, S., Matsumoto, Y. and Ueda, E. (eds.). *Rehabilitation of degraded tropical forests, SE Asia 2003*. pp.

137-149. Forestry and Forest Product Research Institute, Tsukuba, Japan.

- Hashim, M., Okuda, T., Yoshida, K., Numata, S. and Nishimura, S. (2003). Biomass estimation from remote sensing. In Furukawa, A., (ed.). Kyosei-Report “International Symposium, Global Environment and Forest Management”. Pp. 51-55.
- Okuda, T., Yoshida, K., Numata, S., Nishimura, S., Suzuki, M., Hashim, M., Miyasaku, N., Sugimoto, T., Tagashira, N., Chiba, M. (2004). An ecosystem-management approach for CDM-AR activities: The need for an integrated ecosystem assessment based on the valuation of ecosystem services for forested land. In Okuda, T. and Matsumoto, Y. (eds.) Kyoto Mechanism and the Conservation of Tropical Forest Ecosystem (Proceedings of the International Symposium/Workshop on the Kyoto Mechanism and the Conservation of Tropical Forest Ecosystems, 29-30 January, 2004, Waseda University, Tokyo Japan). Pp. 67-78.
- Okuda, T. Logging impacts on a lowland rainforest in Peninsular Malaysia –Implication for the sustainable management of natural resources and the landscapes- In Suzuki et al (ed.) Proceedings for “Value of the Forest”, United Nation University, Tokyo (in press).
- Okuda, T., Suzuki, M., Hashim, M., Yusop, Z., Numata, S., Nishimura, S., Kondo, T., Parker, K. Possibility of GIS application to ecosystem management in tropics. In Shibayama, M., et al (ed.) Symposium on Area Informatics 2005- The Potential for GIS/RS in Area Studies (in press).

(3) 口頭発表

- 奥田敏統, 可知直毅, Yap, S. K., Manokaran, N. (1994) マレーシア熱帯雨林における樹冠構成種の親木と稚樹の空間分布 日本生態学会第41回大会 福岡
- Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K. and Manokaran, N. (1994). Spatial pattern of saplings and adult trees of canopy- and sub-canopy-forming species in a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. Symposium Biodiversity: Its complexity and role, Tsukuba.
- Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K. and Manokaran, N. (1994). Spatial Pattern of adult trees and seedling survivorship of *Pentaspadon motleyi* in a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. VI International Congress of Ecology. Manchester.
- 奥田敏統, 可知直毅, Yap, S. K., Manokaran, N. (1996) 低地フタバガキ林の稚樹の動態と分散構造 日本生態学会第43回大会 八王子
- Okuda, T., Kachi, N., Yap, S. K. and Manokaran, N. (1996). Dynamic equilibrium status of lowland Dipterocarp forest in Malaysia - implication for regeneration and maintenance of diversity in a tropical forest. Ecological Society of America 1996 Annual Meeting, Rhode Island, USA.
- 奥田敏統 (1997) 一斉開花のゆくえ (特に一斉開花を行う種の分布パターンについて) 公開シンポジウム「東南アジア熱帯林の一斉開花現象」森林総合研究所
- 奥田敏統 (1997) 個体ベースモデルで探る一斉開花と熱帯林の動態の関係 日本生態学会第44回大会 札幌
- 足立直樹, 奥田敏統, Manokaran, N. (1997) マレーシアの低地熱帯林における林冠ギャップの分布と構造 日本生態学会第44回大会 札幌

- 足立直樹, 奥田敏統, Nor Azman Hussein, Manokaran, N. (1997) マレーシアの低地熱帯林における林冠ギャップの分布と構造 日本生態学会第 44 回大会 札幌
- 奥田敏統 (1998) 熱帯林は安定か 環境庁主催公開シンポジウム 東京
- Okuda, T., Takenaka, A., and Manokaran, N. (1998). Consequences of Mass Flowering in a Lowland Dipterocarp Forest in Peninsular Malaysia: An Individual-Based Modeling Examination of the Advantage of Mass and Synchronous Fruiting Traits. Annual meeting of Association for Tropical Biology, San Jose, Costa Rica.
- Adachi, N., Okuda, T., Nor Azman, H., Manokaran, N. (1998). Distribution and Structure of Forest Gaps in Lowland Tropical Forest in Malaysia. Annual meeting of Association for Tropical Biology, San Jose, Costa Rica.
- Okuda, T., Adachi, N., Takenaka, A., Manokaran, N., Ashton, P. S. (1998). Canopy height structure and species composition in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. Ecological Society America 1998 Annual Meetings. Providence.
- Okuda, T., Akachi, N., Manokaran, N. (1998). Canopy structure and dynamics in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. CTFS meeting, Washington.
- 奥田敏統, 足立直樹 (1999) マレーシア低地フタバガキ林における林冠構造と地形土壌の関係 日本生態学会第 46 回大会 松本
- 小沼明弘, 奥田敏統 (1999) *Neobalanocarpus heimii* における遺伝子流動の推定 日本生態学会第 46 回大会 松本
- 奥田敏統 (2000) パソの森林について—林冠構造, 組成は択伐によってどう変わったか— シンポジウム「熱帯林で木を切ると 択伐 40 年後の森の姿と生き物たち」日本生態学会第 46 回大会 東広島
- 奥田敏統 (2000) 熱帯林の多様性保全へ向けて ヒコビア第 50 周年記念シンポジウム 東広島.
- Okuda, T., Adachi, N., Suzuki, M., Quah, E. S. and Manokaran, N. (2000) Changes in Canopy, Stand Structure, and Tree Species Composition in a Malaysian Lowland Dipterocarp Forest 40 Years After Selective Logging. CTFS meeting, Singapore.
- Okuda, T. (2000) Logging impacts on a lowland rainforest in Peninsular Malaysia -Implication for the sustainable management of natural resources and the landscapes- In Suzuki et al (ed.) Proceedings for “Value of the Forest”, United Nation University, Tokyo .
- Adachi, N., Okuda, T. and Manokaran, N. (2000) Comparison of canopy gap dynamics between unlogged and selective logged forests. XXI IUFRO meeting, Kuala Lumpur.
- Okuda, T., Adachi, N., Suzuki, M., Quah, E. S. and Manokaran, N. (2000). Effect of Selective Logging on Canopy Structure and Tree Species Diversity in a Lowland Dipterocarp Forest in Peninsular Malaysia. XXI IUFRO meeting, Kuala Lumpur.
- Endo, T., Okuda, T., Tamura, M., and Yasuoka, Y. (2000). Estimation of Photosynthetic rate of plant from hyper spectral remote sensing of biochemical content 21st Asian Conference on Remote Sensing.
- Endo, T., Okuda, T., Tamura, M., and Yasuoka, Y. (2000). Estimation of net photosynthetic rate based on in situ hyper spectral data. The Proceedings of The SPIE's Second International Asia-Pacific

Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space(printing).

- 遠藤貴宏, 奥田敏統, 田村正行, 安岡善文 (2001) ハイパースペクトルリモートセンシング技術を用いた植物純光合成速度の計測に関する研究 計測自動制御学会計測部門 第8回リモートセンシングフォーラム 秋季学術講演会論文集(平成12年), 日本写真測量学会, P57-58
- 遠藤貴宏, 奥田敏統, 田村正行, 安岡善文 (2001) ハイパースペクトルリモートセンシングによる陸域生態系パラメータの計測に関する研究~純一次生産量(NPP)の推定 日本写真測量学会 平成12年度年次学術講演会発表論文集 -空間情報の計測と利用- pp. 53-56
- 奥田敏統, 鈴木万里子, 足立直樹, Manokaran, N. (2001) 空中写真判読による低地熱帯雨林の地上部現存量推定の試み 日本生態学会第48回大会 熊本
- 安立美奈子, 別宮有紀子, 奥田敏統, 小泉博 (2001) 熱帯林における土壌呼吸速度の空間的ばらつき 日本生態学会第48回大会 熊本
- 沼田真也, 可知直毅, 奥田敏統, Manokaran, N. (2001) 熱帯低地林に生育する林冠木の更新過程: 実生の成長における親木からの距離効果 日本生態学会第48回大会 熊本
- 内藤洋子, 陶山佳久, 清和研二, 奥田敏統, 小沼明弘, 津村義彦, Lee S. L., Norwati, M. (2001) *Neobalanocarpus heimii* (フタバガキ科) におけるマイクロサテライト分析を用いた繁殖機構の分析 日本生態学会第48回大会 熊本
- 竹内やよい, 戸丸信弘, 奥田敏統, 小沼明弘, 津村義彦, Lee, S. L., Norwati, M. (2001) 熱帯樹種3種における遺伝構造の比較 日本生態学会第48回大会 熊本.
- 星崎和彦, 新山馨, 木村勝彦, 山下多聞, 別宮有紀子, 奥田敏統, Quah, E. S., Nur Supardi, M. N. (2001) マレーシア半島部低地熱帯林の林分動態と最近のバイオマス変動 日本生態学会第48回大会 熊本
- 奥田敏統 (2001) エコロジカルサービスとは 熱帯生態学会11回大会公開シンポジウム「熱帯林のエコロジカルサービスを探る」八王子
- 坂上雅, Chen, W. W., Hui, L. H., 鷺田豊明, 栗山浩一, 奥田敏統 (2002) 森林の公益機能の環境経済的評価手法開発~マレーシアの熱帯林を例として 環境経済・政策学会 札幌
- 足立直樹, Nur Supardi, M. N., 奥田敏統 (2002) 東南アジア低地熱帯雨林における倒木, 落葉発生の季節変化 日本生態学会第49回大会 仙台
- 安立美奈子, 別宮有紀子, Rashida, W., 奥田敏統, 小泉博 (2002) マレーシア天然林, 二次林, ヤシ園における土壌呼吸速度の季節変化 日本生態学会第49回大会 仙台
- 小沼明弘, 内藤洋子, 津村義彦, Lee, S. L., Norwati, M., 奥田敏統 (2002) *Neobalanocarpus heimii* (Dipterocarpaceae)における繁殖時期と交配距離の関係 日本生態学会第49回大会 仙台
- 内藤洋子, 小沼明弘, 岩田洋佳, 須山佳久, 清和研二, 奥田敏統, Lee, S. L., Norwati, M., 津村義彦 (2002) *Neobalanocarpus heimii* におけるマイクロサテライトマーカーを用いた繁殖様式及び近交弱性の評価 日本生態学会第49回大会 仙台
- 西村千, 奥田敏統 (2002) 択伐がもたらす林分構造と立地環境への攪乱の程度 第113回日本林学会 新潟大 4月3日 (ポスター発表)
- 鈴木亮, 沼田真也, 奥田敏統, 可知直毅 (2003) マレーシア熱帯雨林における樹種間の空間分布パターンの解析 日本生態学会第50回大会 つくば

- 三島和恵, 西田顕郎, 山本晋, 三枝信子, 奥田敏統, Nur Supardi, M. N., 谷誠 (2003) 東アジアのフラックスタワーにおけるBiome-BGCモデルの検証 (英語) Validation of Biome-BGC model at flux towers in East Asia 地球惑星科学合同大会
- Okuda, T., Numura, S., Nishimura, S., Yoshida, K., Hashim, M. (2003) Ecosystem management approach in tropics - towards sustainable use of natural resources and valuation of ecosystem service and goods of forest ecosystems. The International Symposium on Global Environment and Forest Management, Nara Women's University, Nara.
- Hashim, M., Okuda, T., Yoshida, K., Numata, S. and Nishimura, S. (2003). Biomass estimation from remote sensing. The International Symposium on Global Environment and Forest Management, Nara Women's University, Nara.
- 奥田敏統 (2003) 熱帯林 - 持続可能な森林管理をめざして - 国立環境研究所友の会セミナー - 東京
- Okuda, T. (2003) Integrated Ecosystem Assessment - towards sustainable natural resource use and management in tropics. The International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Forestry and Forest Product Research Institute, Tsukuba, Japan.
- 内藤洋子, 小沼明弘, 沼田真也, 西村千, 津村義彦, 奥田敏統, Lee, S. L., Norwati, M., 神崎護, 太田誠一 (2003) *Shorea acuminata* (フタバガキ科) における繁殖生態開花個体密度と食害が結果率に及ぼす影響 日本生態学会第 50 回大会 つくば
- 安立美奈子, 別宮有紀子, Rashidah, W., 奥田敏統, 小泉博 (2003) マレーシア・パソ地域における熱帯林とヤシ園の土壌呼吸量の比較 日本生態学会第 50 回大会 つくば.
- Adachi, M., Bekku, Y., Rashidah, W. Okuda, T., Koizumi, H. (2003) Spatial variation of soil respiration rate in tropical rain forest and agroforest in Malaysia, SEB (Society of Experimental Biology) annual main meeting, April 2003 in Southampton.
- 西村千, 小沼明弘, 沼田真也, 内藤洋子, 奥田敏統 人為攪乱がサラノキ属の開花に及ぼす影響 - 2001 年と 2002 年に観察した開花が示唆すること - 日本生態学会第 50 回大会 つくば
- 吉田圭一郎, 奥田敏統, 足立直樹, Hashim, M., Bonkik, M. (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 日本地理学会年度春季学術大会 東京大学 3月
- 前田桂子, 木村勝彦, 佐々木真奈美, 奥田敏統, 新山馨, Ripin, A., Kassim, A. R. (2003) リターチップ試料を用いた熱帯雨林構成樹種のフェノロジー解析 日本熱帯生態学会 鹿児島 6月
- Okuda, T., Suzuki, M., Adachi, N., Yoshida, K., Numata, S., Nishimura, S., Niiyama, K., Nur Supardi, M. N., Manokaran, N., Hashim, M. (2003). Logging history and its impact on forest structure and species composition in the Pasoh Forest Reserve—Implications for the sustainable management of natural resources and landscapes. Seminar on ecological research in tropical rain forests. Forest Research Institute Malaysia (FRIM), Malaysia August.
- Yoshida, K., Okuda, T., Nishimura, S., Hashim, M., Bonkik, M. (2003). Conservation of Tropical Forests Based on the Valuation of Ecosystem Service: A Case Study from the Pasoh Forest Reserve. Seminar on ecological research in tropical rain forests. Forest Research Institute Malaysia (FRIM), Malaysia August.
- Naito, Y., Kanzaki, M., Numata, S., Konuma, A., Nishimura, S., Ohta, S., Tsumura, Y., Okuda, T., Lee,

- S. L. and Muhammad, N. (2003). Reproductive ecology of *Shorea acuminata* (Dipterocarpaceae): Comparisons of intra-specific variation and factors affecting fruit set between two mass fruiting seasons. International Symposium, Diversity of Reproductive Systems in plants: Ecology, Evolution and Conservation, Sapporo, Oct.
- Kuwahara, T., Yoneda, T., Mizunaga, H., Okuda, T., Bunyavejchewin, S. (2003). Seasonal and Spatial changes in carbon cycling in a tropical seasonal evergreen forest in Huai-Kha-Khaeng, West Thailand. Interdisciplinary Workshop on the Forest Dynamics of Thailand: Impact, Ecology, Managements and Rehabilitation. Kyoto, Nov.
 - Okuda, T., Yoshida, K., Numata, S., Nishimura, S., Suzuki, M., Hashim, M., Miyasaku, N., Sugimoto, T., Tagashira, N. and Chiba, M. (2004). Ecosystem management approach for CDM-AR activities - a need of integrated ecosystem assessment based on valuation of ecosystem service forestland. International Symposium/workshop on the Kyoto Mechanism and the conservation of tropical forest ecosystems. Waseda Univ. Jan/04
 - 田頭直樹, 千葉将敏, 奥田敏統, 沼田真也, 吉田圭一郎, 西村千 (2004) 熱帯雨林のエコロジカルサービスのモデリング手法について 日本熱帯生態学会 松山 6月
 - 奥田敏統, 鈴木万里子, 沼田真也, 西村千, 吉田圭一郎, 宮作尚宏, Hashim, M. (2004). レーザープロファイラを用いた低地熱帯雨林の林冠観測. 日本熱帯生態学会 松山 6月
 - 安立美奈子, 八代裕一郎, 近藤美由紀, 車戸憲二, Rashidah, W., 奥田敏統, 小泉博 (2004) マレーシアの熱帯林とプランテーションにおける土壌特性が土壌呼吸速度に与える影響 日本生態学会第51回大会 8月 釧路
 - 前田桂子, 木村勝彦, 奥田敏統, 新山馨, Ripin, A., Kassim, A. R. (2004) 「マレーシア半島部における熱帯雨林構成樹種の種子・落葉試料を用いた個体レベルでのフェノロジー解析」 日本生態学会第51回大会 釧路
 - 奥田敏統 (2004) 熱帯林のエコロジカルサービスに関する長期観測. 地球環境モニタリングに関する国際シンポジウム 東京
 - Okuda, T. (2004) Ecosystem approach for the landuse and forest management in tropics. IUFRO Meeting, Oct. Tsukuba
 - 奥田敏統 (2004) マレーシアにおける熱帯林研究の現状: エコシステムマネージメントの可能性について 日本マレーシア研究会 (JAMS) 第13回大会 11月 名古屋
 - 奥田敏統 (2004) 熱帯生態系におけるエコロジカルサービスのGIS化に関する試みについて 第7回自然系調査研究機関連絡会議 (NORNAC)、山梨 11月
 - Kobayashi, H., Matsunaga, T., Hoyano, A., Okuda, T., Nur Supardi, M. N. Satellite Estimation of Net Primary Production in Southeast Asia: Effect of Large Reduction in Photosynthetically Active Radiation due to Smoke. Chapman Conference on The Science and Technology of Carbon Sequestration, San Diego, USA. 2005, Nov.
 - Okuda, T., Hashim, M., Yusop, Z., Numata, S., Kondo, T., Parker, K. Application of GIS for Sustainable Forest Management - Linkage between the Ecosystem Management and Forest Rehabilitation. International Workshop on The Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, February, 2005, FFPRI, Tsukuba, Japan.

- Okuda, T., Suzuki, M., Hashim, M., Yusop, Z., Numata, S., Nishimura, S., Kondo, T., Parker, K. Possibility of GIS application to ecosystem management in tropics. In Shibayama, M., et al (ed.) Symposium on Area Informatics 2005- The Potential for GIS/RS in Area Studies. March, 2005, 京都
- 奥田敏統、沼田真也、近藤俊明、鈴木万里子、小熊宏之、米康充、吉田圭一郎、西村千、宮作尚宏、Hashim, M. (2005) レーザープロファイラーを用いた熱帯雨林の林冠構造抽出について 日本生態学会第52回大会 3月 大阪
- Okuda, T., Suzuki, M., Hashim, M., Yusop, Z., Numata, S., Nishimura, S., Kondo, T., Parker, K., Chiba, M., Tagashira, N. Ecosystem services and management for the sustainable resource uses in tropics. International Symposium on Biodiversity-Ecosystem Projects and Future Research Strategy. 23 April 2005, Tokyo.
- 田代慶彦、桑原貴憲、米田健、水永博己、Kadir, W. R., Bunyavejchewin, S., 奥田敏統 (2005) ギャップ構造が林床有機物の分解率に及ぼす影響 日本熱帯生態学会第15回大会 6月 京都.
- Naito, D., Abe, K., Okuda, T. and Hood, S. “The Changes of Subsistence Activities among Temuan Communities in Negeri Sembilan, Peninsular Malaysia: Focus on Hunting and Gathering”. International Symposium on Eco-human Interactions in Tropical Forests. Kyoto Univ. June, 2005.
- Abe, K., Naito, D., and Okdua, T. “Comparative Study on ‘Forest’ Dependency and Forest Product Use among Malay and Orang Asli Communities in Peninsular Malaysia” International Symposium on Eco-human Interactions in Tropical Forests. Kyoto Univ. June, 2005.
- Adachi, M., Yashiro, Y., Rasidah, W., Okuda, T., Koizumi, H. Seasonal variation in soil respiration in tropical forests and agro-forests, Malaysia. ESA Annual Meeting, Montreal, Canada, August, 2005
- 安立美奈子, Bunyavejchewin, S., 奥田敏統, 小泉博 (2006) タイ国熱帯林における雨期と乾期の土壌呼吸速度 日本生態学会第53回大会 3月 新潟