

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

(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

③ 野生生物の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

独立行政法人国立環境研究所

生物圏科学研究領域・熱帯生態系保全研究室

奥田敏統

(現広島大学大学院総合科学研究科)

EFフェロー (カナダBird/Land Ecosystem Management) Kenneth Ross Parker

<研究協力者>

独立行政法人国立環境研究所

生物圏科学研究領域 熱帯生態系保全研究室

沼田真也・鈴木万里子

近藤俊明・Soo Woon Kuen

財団法人自然環境研究センター

西村千

マレーシア工科大学

Mazlan Hashim, Abd. Latif Ibrahim,

平成14~18年度合計予算額 6,926千円
 (うち、平成18年度合計予算額 2,424千円)

[要旨] 野鳥類や哺乳動物などの野生生物の潜在的な生息環境の状態を、植生環境の空間的構造などから推定するような簡易評価手法(ラピッドアセスメント)を開発し、生物多様性の状況を迅速かつ的確に把握できるような態勢を作ることを目的とし、マレーシア半島部のパソ保護林を対象に穴掘り鳥(キツツキと8種のゴシキドリ)の生態と森林構造との関係について調査を行った。その結果、穴掘り鳥の空けた空洞(ほら)($n = 70$)のほとんどは立ち枯れ木(77%)でみられ、生木は23%に過ぎないことがわかった。直径の大きな立ち枯れ木、特にフタバガキ(平均胸高直径 = 57 cm)は手頃な分だけ穴掘りに好まれることがわかった。天然洞のサイズや形は狭い隙間のようなものから、大型のフクロウやサイチョウの生息に使えるような大きな穴まで様々であるが、空洞を利用する動物は森の健全度の重要な指標であり、東南アジアの低地熱帯雨林の保全と管理計画策定にあたっての重要な指標となることが示唆された。実際に天然林と再生二次林(択伐後40年経た老齢木が少なく森林構造が比較的単調な林相を呈する)とでサイチョウやキツツキの生息密度を比較したところ天然林に比べ再生二次林が低いことが分かった。

一方で、マレーシア半島の森林に分布する鳥類に関する資料を収集し、レッドリスト鳥類、それ以外の鳥類、およびIUCNのリスクリスト掲載鳥類のリスト毎に整理を行い、マレーシア半島部に残存する低地フタバガキ林並びに主調査地であるパソ保護林を対象に野生生物種の生息地としての特性を明らかにするとともに、その機能を維持するための森林構造について検討した。その結果、パソ保護林生態系のそのものの脆弱性や絶滅性が浮き彫りになった。

[キーワード] キツツキ、低地フタバガキ林、IUCNレッドリスト、森林保護区、指標種

1. はじめに

生物多様性保全には、生物が生息する特定地区を対象にするのではなく、その近隣域も含めたランドスケープ全体の保全が必要である。そのためには、野生生物の潜在的な生息環境の状態を、生物と植生環境（森林など）の空間的構造（例：森林の外形構造や植生の空間的配列）などから推定できる簡易評価手法（ラピッドアセスメント）を開発することが必要不可欠である。本研究は森林生態系のなかで、生物の個体群調節やすみサイトの提供などの点で非常に重要な地位を占めているキツツキ類に焦点を当て、森林の構造や組成とキツツキ類の生息環境の関連性について野外調査を行い信頼性の高い生態指標（野生動物種）の抽出の可能性について検討を行う。

東南アジアの低地フタバガキ雨林は、世界の森林の中で最も多様なキツツキとバーベットが生息するとされている（Short, 1978年¹⁾、Short and Horne, 2001年²⁾）。グレートスダ（スマトラ、ジャワ、ボルネオ、およびスラウェシ）とマレーシア半島の低地林には1木立当たり16もの種が生息し、Picidae（キツツキ）が全鳥類相の6～8パーセントを占めており、新熱帯地域とアフリカに見られる割合のおよそ2倍である（Styring and Ickes, 2001年³⁾）。

キツツキ目（Piciformes）の鳥類は巣穴やすみを作るために穴を掘るが、これらは掘られた穴の次の利用者となる多くの動物種（哺乳類、鳥類、爬虫類）にとって役に立つ。東南アジアには、穴掘りをするキツツキ目のうち、キツツキ科（Picidae）とゴシキドリ科（Megalaimidae）の2科に属する鳥類が生息・分布する。キツツキ科の鳥類は食虫性で甲虫、アリ、シロアリその他、木に穿孔する昆虫個体群のコントロールを行い生態系の秩序維持に重要な役割をはたしている^{4), 5), 6), 7)}。一方、ゴシキドリ科の鳥達は尾状花、果実、花などを食べる食植性で、森林内における種子や花粉の分散に貢献していると考えられている⁸⁾。

キツツキや木の穴を利用する動物達は、何千年にもわたって森林構造と密接に結びつき互いに影響を受け、与えつづけた関係にあるといえる。たとえば森林で恒常的に発生する自然倒木や火災、昆虫の大発生などに際しても彼らは生き延びて連綿と種を存続させてきたという自然史実から、これらの鳥類が生態系において如何に重要な役割を担ってきたかが分かる。そのことに着目すれば、こうしたキツツキ類の生態は森林機能の健全性を推し量る上で重要な指標になるはずである。したがって、これらの動物の分布状態を把握し、森林機能を評価する上での指標種としての重要性に着目した研究の意義は大きいといえる。

2. 研究目的

- (1) 野生生物の潜在的な生息環境の状態を、植生環境の空間的構造（例：森林の外形構造や植生の空間的配列）などから評価する評価手法（ラピッドアセスメント）を開発するという視点に立ち、生物多様性の状況を迅速かつ的確に把握できるような態勢を作ることを目的とする。
- (2) 特にキツツキ、バーベットやサイチョウに着目し、それらの営巣場所やその生活の基盤となる樹木などの特性がどの程度、彼らの生息環境としての基準・指標（Criteria & Indicators）になりうるかについて検証を行う。
- (3) この地域の野生生物の分布と森林の消失の歴史から、マレーシア半島に見られる鳥類の生息分布状況や生息地の保全・保護状態について調査する。また、絶滅が最も危惧される分類群の最近の研究に焦点を当て、それらの保護状態の改善方法を提案する。

3. 研究方法

(1) 大型鳥類（キツツキ、サイチョウなど）の生態的指標性に関する調査

1) 調査地

調査地域は、マレーシアのネグリ・センビラン州（Negeri Sembilan）のパソ森林保護区（2°58N' 102°18'E）で他のサブテーマ（E4(1)①など）が調査地としている場所と同じである。

2) 調査方法

a. キツツキの生息環境とその指標性

調査の対象とした全立ち枯れ木（枯死木）についてキツツキが空けた穴および自然にいた洞（自然洞）の特性を明らかにするために、2004年の7月初めにパソ保護林内に設置した40 haのプロット内でトランセクト調査を実施した。調査では立ち枯れ木を調べ、さらに穴または天然の洞を有する立ち枯れ木または生木（15 cm以上）を計測した。穴はキツツキ、ゴシキドリ、または他種によって木の幹や枝に掘られたものである。洞は、特定の樹種の成長特性によって木の幹の裂け目や間隙が伸張したもの、また大きな枝の破損によって間隙が大きくなったものもある。立ち枯れ木の胸高直径と樹高を測定し、腐朽状態を調べた。さらに、穴や洞のある生木と立ち枯れ木について、数、方向、高さ、および入口の高さと面積を記録した。立ち枯れ木、生木および穴の地上からの高さはスウェーデン製のHaglof Vertex III超音波測高器で測定した。ヘクタール当りの立ち枯れ木の密度を測定するために、一定範囲を網羅するライントランセクトを設定し、ラインの両側2 mにある穴または洞を有するすべての立ち枯れ木と基質を数えた。

b. 伐採履歴と大型鳥類の分布

キツツキとサイチョウの分布パターンを天然林、再生二次林で調査を行い頻度分布の違いについて分析を行った。調査は75～100 mの音が聴こえる距離まで接近し、双眼鏡か肉眼で見て、または耳で聴いて確認し、キツツキとサイチョウが発する音（鳴き声、ドラミングなど）の回数を計測した。遠方でキツツキが樹木をつつく音は聴こえるが、そういった場所での生息環境を確認できるわけではないので、そのような場合はたとえ、生息は確認できたとしても集計には算入しなかった。調査は午前7時30分から8時の間に始めて、正午または13時まで続けた。また、夕方にも調査も行い、好みのねぐらに戻ってくるキツツキの様子を観察した。これらの調査により、キツツキが森林のどの辺りで餌をあさるかがわかった。朝または夕方に調査した鳥のすべてをストップウォッチにより30分間隔で記録した。パソ保護区におけるすべての小道を利用し、歩くペースが30分間で600 mを超えないようにした。再生過程にある森林の多くの部分を評価するために、小道から外れた歩行ルートを確認しなければならなかった。このためコンパスを使用した。後にはこのようなルートの再評価のために道沿いの目立つ目印に頼るようにした。GPSユニットは、調査は、3月、6月～7月初旬、そして8月下旬～9月に行った。

c. マレーシア半島の森林に分布する鳥類とその生息地の保全環境に関する調査

マレーシア半島の森林に分布する鳥類に関する資料を収集し、レッドリスト鳥類、それ以外の鳥類、およびIUCNのリスクリスト掲載鳥類のリスト毎に整理を行った。またこれらの鳥類のう

ち、本研究課題のパイロットサイトであるパソ保護林での生息の有無についても調査を行った。調査の対象とした森林タイプは以下の植生であるが⁹⁾、これらの植生を含む地域では近年急激に森林伐採が進み、野生動物の生息環境の基盤である森林の保全策が急務の課題となっている。

- 低地フタバガキ林（標高300 m以下）
- 丘陵フタバガキ林（標高300～760 m）
- 高地フタバガキ林（標高760～1,220 m）
- 山地オーク林（標高1,070～1,520 m）
- 山地ツツジ林（標高> 1,520 m）
- マングローブ湿地林
- 海岸林
- 泥炭湿地林
- 川岸林（大河の川岸）
- 荒野林
- 石灰岩林
- その他の湿地林（氾濫により形成）

4. 結果・考察

(1) キツツキの生息環境とその指標性

キツツキが空けた穴は胸高直径が12 cmから150 cmの立ち枯れ木および生木で観察された。胸高直径が15 cm以上の基質であれば有効に利用できることを考慮に入れると、立ち枯れ木に掘られた穴は生木のものよりはるかに大きかった ($G = 97.7$, $p < 0.0001$)。胸高直径が15 cm以上の全立ち枯れ木の20%に穴があるのに対して、同じ胸高直径の生木で穴がある割合は1%に満たなかった。40ヘクタールのプロット内におけるこのサイズの立ち枯れ木の密度は 50 ± 12 本/haであるが、穴のある立ち枯れ木は10本/ha、洞のある立ち枯れ木は2.8本/haだった（表1）。

表1. マレーシア半島部にあるパソ保護区の40ヘクタールプロット内における穴または天然の洞を有する生木と枯死木の割合

樹木	n	胸高直径 (cm)		密度 (本/ha)
		平均値	中間値	
立ち枯れ木	263	51 ± 2.2	39.6	50 ± 12
空洞あり	54	61 ± 6.1	47.4	10 (0.21)
天然洞あり	15	74 ± 12.5	62	2.8 (0.057)
生木	(3080)			(586) ^a
空洞あり	16	57 ± 11	40.5	3.0 (0.0051)
天然洞あり	18	59 ± 12.5	32.85	3.4 (0.0058)

a パソ保護林の50ヘクタール区画の胸高直径 > 10 cm の生木の密度^{10),11)}

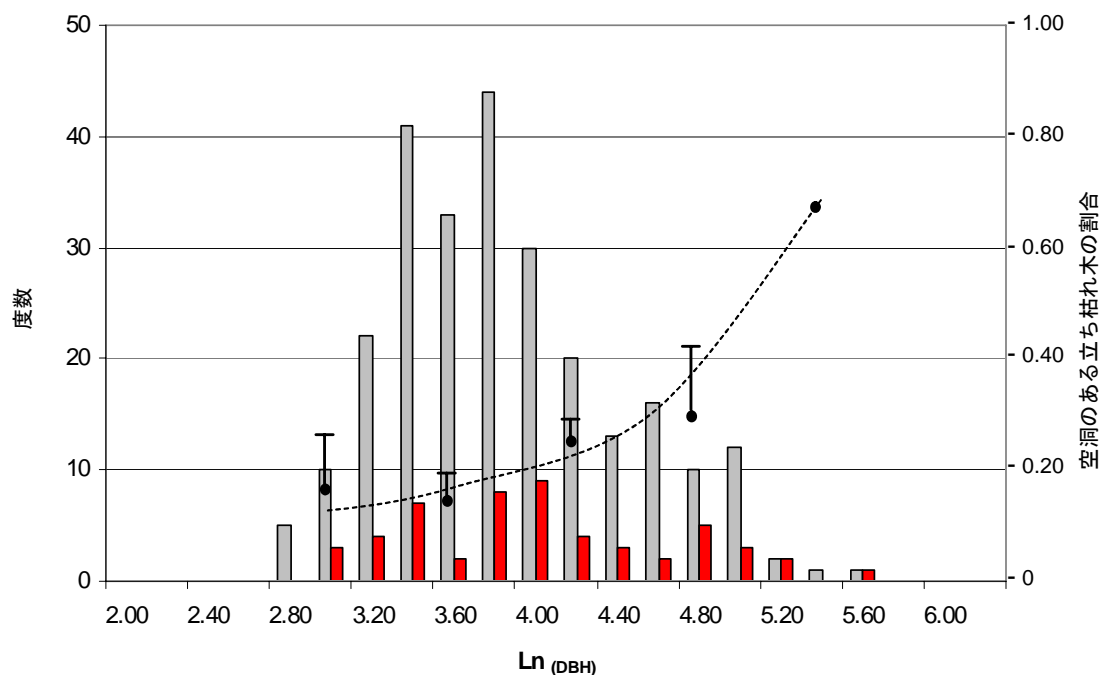


図1. マレーシア半島部にあるパソ保護区内の40ヘクタールの調査地における立ち枯れ木と穴のある立ち枯れ木それぞれの胸高直径 (cm) の対数頻度分布 (底=n)。左の縦軸は立ち枯れ木 (■) と穴のある立ち枯れ木 (■) の胸高直径サイズ毎の頻度を表している。右の縦軸は胸高直径の増加に伴う穴のある立ち枯れ木の割合であり、曲線 (-----) は胸高直径の大きさによる割合の変化を示している。

表2. パソ森林保護区内の40 haのプロットにおける穴または洞のある生木と枯死木についての一覧表

科	n	立ち枯れ木	中間値胸高直径	生木	中間値胸高直径
空洞あり	70	54	47.4	16	40.5
<i>Dipterocarpaceae</i>	23	17 (31.5%)	57.2	6 (37.5%)	79.6
上記以外の科 ^a	11	8	33.25	3	31.5
天然洞あり	33	15	62.0	18	32.85
<i>Dipterocarpaceae</i>	6	4 (27%)	119	2 (11%)	
<i>Leguminosae</i>	4			4 (22%)	79.55
上記以外の科 ^b	7	1	46.7	6	32.4
空洞または天然洞なし		194	37.8	3,046 ^c	19.5
<i>Dipterocarpaceae</i>		66 (34%)	46.6	378 (12.4%)	29.2
<i>Leguminosae</i>		10 (5.2%)	30.35		
上記以外の科		44 (22.7%)	36.15		

a 空洞が確認されたのは70本中のわずか34本。*Dipterocarpaceae*以外に9科 (*Burseraceae*, *Celastraceae*, *Guttiferae*, *Leguminosae*, *Moraceae*, *Myristicaceae*, *Olacaceae*, *Palmaceae*, *Sapindaceae*) 以上に空洞が掘られていた。

b 天然洞が確認されたのは33本中のわずか17本。*Dipterocarpaceae*と*Leguminosae*以外に5科 (*Burseraceae*, *Fagaceae*, *Moraceae*, *Myristicaceae*, *Olacaceae*) 以上に天然洞が開いていた。

c パソ保護林の50ヘクタール区画の胸高直径 > 10 cm の生木の密度に基づいている^{10),11)}。

胸高直径が最低15 cmより大きい、穴のある立ち枯れ木の割合をグラフに表したところ、直径の大きな立ち枯れ木ほど多くの穴を有する傾向のあることが分かった(図1)。立ち枯れ木の胸高直径の中間値を比較したところ、全体では39.6 cm (n=263) であるのに対し、穴のある立ち枯れ木は47.4 cm (n=54)、天然の洞のある立ち枯れ木は62 cm (n = 15) だった(表1)。穴のある立ち枯れ木と穴のない立ち枯れ木 (n1 = n2 = 15) 間のMann-Whitney U検定では両者に有意な差が見られた ($U = 1674, p = 0.01729$; 片側検定)。天然の洞のある立ち枯れ木とない立ち枯れ木についてMann-Whitney U検定を行ったところ、n = 15までに設定した統計では、有意な差は見られなかった ($U = 148.0, p = 0.07429$; 片側検定)。天然の洞がある立ち枯れ木の胸高直径の中間値は62 cmと、穴のある立ち枯れ木より大きかったが、サンプルプールは双山型を示し、通常、小さな立ち枯れ木と非常に大きな立ち枯れ木から構成されていた。穴のある生木のサイズ分布も双山型を示し、中間値は小型グループでは29.9 cm (n = 9)、大型グループでは79.6 cm (n = 6) であった。

表3. 40ヘクタールのプロットにおける枯死木の穴と天然の洞の分布

立ち枯れ木1本 当たりの空洞/ 天然洞数	空洞		天然洞 t		$(\text{観測} - \text{予測})^2 / \text{予測}$	
	観測	予測	観測	予測	空洞	天然洞
0	194	135.45	194	191.75	25.3	0.026
1	25	81.92	13	16.51	39.6	0.748
2	9	24.78	2	0.71	10.0	2.336
3	8	5.00	0	0.02	1.8	0.020
4	4	0.76	0	0.00	13.9	0.000
5	3	0.09	0	0.00	92.6	0.000
≥10	5	0.00	0	0.00	29,050	0.000
合計	248		209			3.131
p					< 0.0001	0.209

a 立ち枯れ木1本当たりの平均空洞数は 0.60 ± 0.11 、立ち枯れ木1本当たりの平均天然洞数は 0.081 ± 0.021 。

穴が空いている立ち枯れ木のうち直径サイズが大きいものはフタバガキ科(胸高直径の中間値は57.2cm ; n = 17)であることが多く、そのサイズは他の科の樹木に比べて大きかった(胸高直径の中間値は33.25cm ; n = 8)(表2)。生木データからも同様の傾向が見られ、穴のある大きな木は一般にフタバガキ科の樹木(胸高直径の中間値は79.6cm ; n = 6)であることが他の科の樹木(胸高直径の中間値は31.5 cm ; n = 3)の場合より多かった。フタバガキ科の樹木では、穴のある立ち枯れ木の割合(31.5%)と穴のない立ち枯れ木の割合(34%)がほとんど同じだけ観察された。このことからフタバガキ科への選好性があるというわけではなく、穴あけは森林内の利用可能なフタバガキ科樹木の密度に依存しているともと思われる。調査地点では数は少なかったものの、フタバガキ科の生木における穴の有無についても同様の割合が見られた。穴のあるフタバガキ科の立ち枯れ木の胸高直径(中央値、57.2cm)は穴のないものの胸高直径(中央値、46.6cm)と変わりなかった($U = 173.0, p = 0.1694$; 片側検定)。フタバガキ科以外の穴のある立ち枯れ木と穴のない立ち枯れ木についても同様のことが言える($U = 35.0, p = 0.3798$)。

表4. 立ち枯れ木に複数あけられた穴の大きさと形の類似性

立ち枯れ木 1 本当 たりの空洞の数	複数の空洞が観測されたグループ ^a		予測	
	一致	不一致	一致	不一致
2	AA AA	CD BD AC	0.2694	0.7306
3	AAA CCC	CCE CDD	0.0885	0.9115
4	CCCC	CCCD	0.0319	0.9681
合計	5	6	1.8	9.2
<i>P</i>			0.02517 ^b	

a 空洞サイズ別グループ：A (2×2, 3×3, 3.5×2.5 cm)、B 6×3 cm、C (4×4, 5×5 cm)、D (7×5, 8×5 cm)、E (6×6, 7×7, 8×8 cm)、F (12×8, 15×9 cm)。

b 対応する G 値を Williams 補正值 = 5.012 で調整。調べる空洞を 3 個中 2 個に、または 4 個中 3 個にしたところ、立ち枯れ木 1 本当たりのサイズが同等の空洞の数は 8 個 (3 個に対して) と類似性を示した ($G_{adj} = 4.766$; $p = 0.0290$)。

立ち枯れ木当りの穴数はポワソン分布をもとに計算した期待値 (穴の数の平均値 0.60 ± 0.11 から求めた) から有意にはずれていた。一方、天然の洞の数はポワソン分布を示した (表3)。複数の穴がある立ち枯れ木が多かったために、穴のない立ち枯れ木が予想される数よりはるかに多いことは明らかだった。同一の立ち枯れ木に複数みられた穴は開口部の形状やサイズがほぼ一致する傾向があり ($G = 5.012$, $p = 0.3798$)、同じつがいと同じ立ち枯れ木に別の穴をあけて巣づくりをしていることが予想された (表4)。立ち枯れ木当りの洞の数 (0.081 ± 0.021) の平均値はポアソン分布に従っており、一つの洞に複数の開口部が生じること、また立ち枯れ木に複数の洞ができることは稀であった。洞のサイズ分布は双山型で、狭い間隙も大きな開口部も大型のフクロウやサイチョウの必要性に合致できると予想された。

立ち枯れ木および生木それぞれについて、穴の高さ、胸高直径、樹高のそれぞれに対する穴のサイズと形をまとめて示す (付表6a, b)。これらの穴に対応できるキツツキとゴシキチョウの種は、知られている体長およびこのサイズの鳥に合う穴の大きさをベースにしている。生きているエマージェント (突出木) の上方の大枝や幹には、合計13個の大きな円形の穴が見られた。これらは明らかに、そのような穴を開けることができそうな種の数に比べて多すぎるが、この種はおそらく森林で最も大型なキツツキであるオオスレートキツツキ *great slaty woodpecker* と推定される。

表5に生木と立ち枯れ木の天然の洞についてのデータをまとめて示す。洞は4つのグループに分類され、2番目のグループの幅は大型のキツツキのグループに対応するが、はじめの2つのグループにおける洞の面積の大半は、大型のキツツキがあける穴の4倍から13倍だった。したがって、これらの洞の大半は大型のフクロウの壻に適した大きさであり、大きな洞のいくつかはマレーシア半島部やパソの森林に生息することが知られている最も大型のサイチョウであるヘルメットサイチョウの巣穴としての条件にも適っている。

パソ保護区の40 haのプロットにおける熱帯性のキツツキとゴシキドリが掘る穴は、生木と立ち枯れ木の双方に見られたが、その多くは立ち枯れ木にあった。この観察結果は、立ち枯れ木に比べ生木の利用が著しく多い北アメリカ西部での状況¹²⁾と異なるものである。観察された結果は、

利用できる樹木が堅く、穴掘りを進めるには菌類による腐朽がある程度必要であるからという理由で説明できる。柔らかな樹種は調査地域の森林には多くないと考えられるし、また樹木は損傷を受けるか衰弱しない限り、菌類による腐朽や昆虫の攻撃に対する回復力は強いと考えられる。

穴の入口のサイズとパソ保護区に生息することが確認されているキツツキおよびゴシキドリの体長を比較したところ、体長が21～32.5 cmのキツツキとゴシキドリの大半の種（両種合わせて24種のうちの14種；キツツキが9種とゴシキドリが5種）は、立ち枯れ木に穴を掘ることが分かった。本調査では、こうした穴をあける際には、直径の大きな立ち枯れ木が好まれることがわかった。生木ではこれほど大きな穴は僅かしか観察されなかった。穴のある生木の胸高直径は双山型で、直径の小さな木には最小サイズグループの穴があり、直径の大きな木には最大サイズの穴があるという傾向が見られた。サイズの小さな穴は、体長がちょうど8-20cmの5種のキツツキと3種のゴシキドリによって開けられるものと思われる。林冠から突出する突出木の幹の上部に掘られた大形の円形の穴は、パソ保護区に生息することが確認されている最も大形のキツツキ、オオスレートキツツキ (*Mulleripicus pulverulentus*) が空けたものと推測された。この種は、地上から45mの高さに穴をあけることが知られている⁴⁾。調査を行った7月初旬には、これらの穴にはオナガインコ (*Psittacula longicauda*) が住んでいた。パソ保護林で2番目に大きなキツツキはシロハラヒメキツツキ (*Dryocopus javensis*) であるが、この種は北米に生息するカンムリキツツキ (*Dryocopus pileatus*) の類縁種と考えられる。カンムリキツツキ（体長40.6～49.5cm）はシロハラヒメキツツキより大きく、9×12cmの楕円形の穴をあけることが多い。これよりやや小さな楕円形の穴がパソ保護区でも見られたが、今回の調査ではこうした穴とシロハラキツツキを結びつける確証は得られなかった。

表5. 40 haのプロットにおける立ち枯れ木と生木で見られた天然の洞の入口サイズ、樹高、および胸高直径の一覧表。

天然洞のサイズ(cm)	天然洞の数	天然洞の高さ (m)		生木/枯れ木の高さ (m)		胸高直径(cm)	
		中間値	範囲	中間値	範囲	中間値	範囲
100×30 90×50 70×50 50×40	7 (3L, 4S)	21	6	30	10	88.1	44.9
			28		50		105
230×15 60×15 50×20 20×10	5 (4L, 1S)		1	30	10	44.1	25
			18.6		50		129.3
350×6 100×5 40×5 10×4	5 (2L, 3S)		2	10		27.8	20.4
			5		68.1		
50×3 500×1.5 22×3 4×2.5	7 (2L, 5S)	3.9	2			25	16.3
			13.2				127.2

本研究で述べた天然の洞は、キツツキやゴシキドリが開けた穴と一緒に、多くの哺乳類によって利用されているという点で興味深い。サイチョウは、熱帯低地林に生息し巣づくりに洞を利用する鳥の中では大型の鳥である。サイチョウは巣穴用に様々なタイプの樹木を利用することができるが、巣づくりの準備をする際には簡単にメスを隠しやすいような洞を選択することが知られている¹³⁾。タイのKhao Yai国立公園にある低地フタバガキ林で同所的に生息するサイチョウは営巣場所としてフタバガキ属*Dipterocarpus*、ユーヅニア属*Eugenia* およびクスノキ属 *Cinnamomum*の樹木の洞を選ぶことが多い。調査期間中、パソ保護区で観察されたサイチョウのうち、クロサイチョウ (*Anthracoceros malayanus*) の鳴き声をほとんど毎日、森の至る所でしばしば耳にした。この種はマレーシア半島部に生息が確認されている9種のサイチョウの中では最小とはいえ、体長76 cmなので、キツツキが掘った穴には大きすぎる。今後の研究で、天然の洞と掘られた穴を利用すると考えられるあらゆる範囲の種を、より包括的に観察したいと考えている。

キツツキは森林の破壊プロセスを利用する、いうならば攪乱によって森林に与えられた損傷を利用するために、自然の攪乱に密接に結びついている生き物といえる。キツツキは破壊されたまたは衝撃を受けた樹木を利用して巣づくりや埒のための穴を掘り、木が損傷を受けると通常すぐに殺到するアリ、シロアリ、甲虫類を利用する。歴史を振り返ると、低地熱帯林は広大な面積の連続する森林が優占し、森林の生長が中断されるとすれば、風または熱帯特有の嵐の程度で、そこには林冠がぽっかり空いたギャップが生ずる。ギャップは多数の立ち枯れ木、倒木、分解性昆虫を作り出して、別なキツツキのギルドを構成する種を引きつけ、さらに昆虫による分解と最適昆虫の移住を誘発し、ギャップ内に垂直構造が再構築される。損傷を受けた樹木の全体的分布にこのような風がどの程度影響を及ぼすかという点と、森林内に生育する個々の樹木に対する散発的な風の影響が比較定量されたことはなかった。Styng and Zakara (2004)¹⁴⁾の最近の研究報告では、キツツキ個体群の衰退の原因を、伐採された低地熱帯林における適当な立ち枯れ木基質の減少に関連づけて説明している。彼らによれば、伐採された森林には5年たっても多数の立ち枯れ木と倒木があり、伐採されていない森林と同様のキツツキの多様性および豊富さのパターンが見られた。しかし10年後、伐採林では立ち枯れ木は死滅し、若い林分から新しい立ち枯れ木を補充できなかった。彼らは、立ち枯れ木と倒木の動力学を正常に戻すには50年以上かかると示唆している。

今後の研究としては、毎木調査と樹木のマッピングが定期的に行われている50 haのプロット内での穴と洞の調査を行う予定である。その場合のデータは40 haプロットで得たデータと比較できるが、さらに穴利用者によるフタバガキ科以外の樹木の利用、立ち枯れ木と樹木および穴と洞のある立ち枯れ木と樹木に空間的集中があるかなどについて、より詳細な分析が可能になる。15年前には生きていて、ラベルがつけられていた立ち枯れ木の消滅データを調べ、さらにこのような樹木の腐朽についてのマッピングを行うことも可能である。最も関心がある点は、2004年9月に起こった激しい暴風によって50 haプロット内で樹木が広範囲にわたってなぎ倒されたことである。その結果ギャップが生じた区域は、暴風による攪乱とキツツキの行動パターンを観察するのに適しており、またパソ保護林内の他の区域と比較を行うにあたって大変有効であると考えられる。

(2) 伐採履歴と大型鳥類の分布

更に、パソ保護区の低地フタバガキ雨林の原生林（過去に伐採されたことのない森林、40 ha区画と50 haの二区画）と二次林（6-ha区画）に生息するキツツキとサイチョウの分布パターンを評価した。Okuda et al (2003)¹⁵⁾の研究によると、原生林と二次林の区画では森林の垂直構造や林冠構造に違いが在ることが示されているが、原生林の2区画間においても垂直林冠構造において微妙な食い違いがある。われわれが調査を行ったところ、大径の新生樹木とその巨大な林冠下の倒木の密度が50 ha区画よりも40 ha区画において高いことがわかった。キツツキとサイチョウによって掘られた穴のある倒木の密度は、40 ha区画（倒木50±12本/ha）において10±3本であり、50 ha区画（倒木21.05±1.91本/ha）の穴のある倒木密度（1.18±0.38本/ha）の7.6倍であることがわかった。

一方、約40年前に伐採された二次林内の6-ha区画とDenai Alam小道とよばれるトレール沿いで鳥の活動を調べた。その結果、キツツキの活動は原生林の木立から遠く離れた二次林よりも原生林においてかなり活発であることが分かった（表6）。なお、夕方の活動は朝よりもかなり活発だった（表6）が、この点については十分な調査の実施回数に基づいていないため、追試が必要である。

表 6. マレーシア半島、パソ森林保護区における原生林のキツツキの活動と選択的伐採の55年後の二次林のそれとの比較

朝調査 vs. 夕方調査	調査回数 (n)	キツツキ個体 数 (W)	発見頻度 (W/n)
朝			
原生林			
40-ha 区画	81	79	0.975 ± 0.104
50-ha 区画	71	62	0.873 ± 0.112
二次林			
コンパートメント 20、6-ha 区画	74	39	0.527 ± 0.099 ***
Denai Alam	30	22	0.733 ± 0.159
夕方			
40-ha 区画	18	24	1.33 ± 0.229 *

表 7. パソ森林保護区における1年の時期別のキツツキの平均発見頻度

森林の種類	1年の時期					
	3月		6月		9月	
	n		n		N	
原生林	41	0.83 ± 0.12	63	1.00 ± 0.12	66	1.03 ± 0.13
二次林	15	0.33 ± 0.16	33	0.45 ± 0.12	54	0.70 ± 0.13

a サンプル間隔30分当たりのキツツキ平均発見頻度。

1年の様々な時期にキツツキの活動を調べた結果、原生林と二次林とも、年の前半（3月）よりも後半（9月）に活発になることがわかった（表7）。また、原生林においては、3月の活動が6月または7月よりもわずかに低調であった。この点については、もっと厳密に吟味する必要があるが、キツツキの巣作り習性から示唆されるものは非常に興味深い。ほとんどのキツツキは、メスが巣穴に閉じこもって卵を抱く3月に巣を作る。その後すぐに雛鳥がかえるので、6月～7月までには雛鳥は飛翔のための訓練をするが、その時期にはまだ親鳥が餌を与えている。9月になって雛鳥が外に出ようになると、かなりの数の雛鳥が巣立ちをする。このような理由で、こうした季節的変動が見られるのであろう。

二次林でのキツツキとサイチョウの活動が原生林に比べて低調な理由は、森林の構造構造(okuda et al 2003)¹⁵⁾とそれに伴う狩猟圧が原因ではないかと考えられる。大型鳥類であるgreat slaty woodpecker、white-bellied woodpecker、およびblack hornbillは、伐採から50年も経つというのに二次林を避ける傾向にあることがわかった(表8)。また、大型鳥類の中でもキツツキは、豊富な倒木と枯れ木、その下に新生林冠層が生じる原生林の地域を好むことがわかったが、サイチョウは豊富なつる性植物、とりわけイチジクが豊富な再生過程にある森林を好む傾向がある。とはいえ、この傾向がどの程度普遍性が在るのかについては現在十分なデータがないので確信的なことは言えない。原生林よりも再生過程にある森林を好む種が少なくとも1種(buff-rumped woodpecker)見られたが、観察は十分ではなかった。

表 8.マレーシア半島、パソ森林保護区における原生林のキツツキとサイチョウの分布と二次森林のそれとの比較

巣穴利用種	原生林		二次林	
	40-ha 区画 (n=81)	50-ha 区画 (71)	Denai Alam (30)	6-ha 区画 (74)
キツツキ				
Checker-throated woodpecker	7	14	3	8
White-bellied woodpecker	10	5	2	2*
Banded woodpecker	7	6	4	5
Great slaty woodpecker	7	2	1	0**
Crimson-winged woodpecker	3	3	3	3
Buff-necked woodpecker	6	4	1	3
Orange-backed woodpecker	2	4	1	1
Rufous woodpecker	3	2	0	2
Buff-rumped woodpecker	2	2	0	6 (*) b
Grey-and-buff woodpecker	4	2	0	1
Maroon woodpecker	0	3	1	2
Olive-backed woodpecker	1	2	0	1
全キツツキ合計 a	79	62	22	39 ***
サイチョウ				
Black hornbill	1	5	1	0 *

a 種別が確認されなかったキツツキを含むキツツキ全体の合計。

b G テストの結果、原生林の区画(40 ha 区画と 50 ha 区画を合わせた区画)では 6 ha の二次林よりも大幅に多種のキツツキが発見されることがわかった。

* : $0.1 > p \geq 0.05$ 、** : $0.05 > p \geq 0.01$ 、*** : $0.01 > p \geq 0.001$ 、**** : $p < 0.001$ 。

(*) この印のある結果は二次林における予想を上回る発見個体数を示す。

(3) マレーシア半島の森林に分布する鳥類とその生息地の保全環境に関する調査

マレーシア半島における野生生物の生存を支える生息環境を明らかにするため、絶滅が最も危惧される鳥類に焦点を当て、既存資料を収集してその分布と個体群に影響を及ぼす要因についての分析を行った。マレーシア半島に分布する鳥類をリストアップし、国際自然保護機関 (IACN) の4つのリスクカテゴリに分類した結果、絶滅危惧種に該当する大半の鳥類がパソ保護林に生息しており、その3分の1がレッドリスト登録種であった(付表7a、b)。絶滅が最も危惧されるキジとサイチョウに共通する要因は、生息地低地林の縮小や違法な森林伐採による生息環境の減少であった。

パソ保護林内で出現する鳥類とレッドリストを比較したところ、レッドリスト登録種の出現率がパソ保護林では極めて高いことが分かった。その原因の一つとしてこれらの種が生息・分布可能な標高域が低海拔地域に限定されていることが考えられる（表9）。パソ森林のレッドリスト登録鳥は低標高に限って確認されていることから、16科の鳥類（表1aに記載された21分類群の内の16科）の中の1種以上が標高500 m未満の森林環境を必要とすることがわかる。標高300 m未満の低地林に限定して生息するのは、トサカコシアカキジ（*Lophura erythrophthalma*）、カンムリコシアカキジ（*Lophura ignita*）、マレーシアクジャクキジ（*Polyplectron malacense*）をはじめとする19種である。多くの科の鳥は低地林の固有種であるため、低地森林が他の森林よりも群を抜いて減少しているマレーシア半島では、これらの鳥の絶滅リスクは高いといえる。

表9. パソ調査森林のレッドリスト登録鳥類が分布する低標高雨林の現状

	標高					合計
	≤ 200 m	≤ 300 m	≤ 500 m	≤ 900 m	≤ 1,500 m	
種の数	12	7	13	30	16	78
目／科の数	9	6	9	14	11	
目／科当たりの絶滅危惧種数	1.3	1.2	1.4	2.1	1.5	
累積発現絶滅危惧種数	9	12	16	20	21	21

続いて、マレーシア半島における生物の保護政策について、保護区の保護レベル、面積、分布の仕方が野生生物にどのような影響をもたらすのかを調査し、今後の保護政策のあり方について検討した。その結果マレーシア半島の生物の保護政策においては、残された低地林を新たに保護・統合して森林環境を保護するとともに十分な面積の保護区を確保し、違法な森林伐採や生物捕獲を防いで管理を強化することが重要であることが示唆された。また、保護区を維持することで経済的メリットがもたらされ（たとえばエコツーリズムとそのためインフラ整備や雇用創出など）、森林伐採やプランテーション農業と代わることでできる産業の育成も可能になると考えられた。

6. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

熱帯アジアの森林でのキツツキ類のキーストーン生物としての役割が明らかになった。立ち枯木の多くがキツツキによって洞を明けられており、これらが他の様々な生物（フクロウ、サイチョウ、リスなど）のすみとして利用されていることが明らかになった。これらの点は東南アジアの熱帯林における生物多様性維持機構解明に一石を投じる成果となっただけでなく、事前に仮説として提唱していたいわゆる、大径木と立ち枯れ木の密度がこうしたキーストーン種の生息環境を把握する上で非常に有効な“指標”になりうることを明示した点でもその学術的意義は非常に大きい。

(2) 地球環境政策への貢献

本研究は野生生物の生息環境を森林の構造や空間配置、形態から評価しようとする試みである。特に、生物群集のなかで他の生物の個体群調節やすみかの提供を行い、かつ森林攪乱に対する感

受性が高い動物として熱帯性キツツキ類に焦点を当てたという点で大変ユニークな研究である。熱帯域では違法伐採や杜撰な森林管理などによる森林の劣化や資源枯渇などの問題が近年顕在化の兆しを見せているが、これらを防止し生物多様性や生態系保全に配慮した適正な森林管理を普及させるために森林認証制度の導入が各地で検討され始めている。熱帯林問題は地球環境レベルで見た場合には特定地域問題ではあるが、生物・遺伝子資源や大気環境や水環境の調節など様々な地球レベルでのエコシステムサービスを提供する。こうしたなか、当該地域社会・経済との調和を保ちつつ自然資源を安定的に利用するには“認証制度”は現在のところもっとも近道で効率的なアプローチである。本研究テーマは以下の点で地球環境政策や熱帯保全政策（特に開発途上国での）に大きく貢献する。

- 1) 生態系の保全や管理状態の適性度を評価するための基準・指標（Criteria & Indicators）への具体的な提言をおこない、地域に応じた認証基準の設定をおこなった。

森林認証制度では生物多様性保全からの重要な評価基準として取り扱われている。とはいえ、生き物の指標性を定量的に捉えるのは難しく、どのように取り扱うかが認証性度の普及の鍵を握っているともいえる。キツツキ類は森林生態系のなかでは害虫のコントロールや他の生物へのすみや営巣場所の提供などいわゆるアンブレラ種として重要な地位を占めており、彼らの生態や潜在的な生息場所の探索（森林構造との関連性を調べる）は森林の保全状態や健全度を押し量る上で大変重要なテーマであり、マレーシアなどの熱帯域での認証制度を利用した森林管理手法の改良・改善に大きく貢献する。

- 2) 野生動物種のデータベース化と地域比較で新たな保全政策へのアプローチの提言をした。地理的スケールにより、“絶滅危惧”などの認定レベルが異なる。たとえば今回の研究で示したように半島部全体では、存在が確認されていてもパソ保護林では生息情報が絶えてしまったケースがある。こうした背景にはそれぞれの地域の特殊性や森林が立地している環境そのものの“絶滅性”が挙げられる。とくにパソ保護林のような低地フタガガキ林そのものの存在が殆ど絶滅に瀕した状態では、そこに特異的に生息する生物相の絶滅が近い将来起こったとしても不思議ではない。いわゆる“生態系とその立地”そのものの保全が重要であることを示したという点では、今後の、特に熱帯地域での野生生物の保全政策に一石を投じたという点では画期的である。

7. 引用文献

- 1) Short, L. L. *Biotropica* 10: 122–133(1978)
“Sympatry in woodpeckers of lowland Malayan forest”
- 2) Short, L.L., and J.F.M. Horne. Oxford Univ. Press, Oxford (2001)
“Toucans, Barbets, and Honeyguides”
- 3) Styring, A. R., and K. Ickes. *Journal of Tropical Ecology* 17: 261–268 (2001)
“Woodpecker abundance in a logged (40 years ago) vs. unlogged lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia”
- 4) Short, L. L. *Biotropica* 10: 122-133 (1978)

“Sympatry in woodpeckers of lowland Malayan forest”

- 5) Bull, E. L., R. C. Beckwith, and R. S. Holthausen. *Northwestern Naturalist* 73: 42-45 (1992)
“Arthropod diet of pileated woodpeckers in northeastern Oregon”
- 6) Machmer, M.M. and C. Steeger. B.C. Ministry of Forests Land Management Handbook No. 35(1995)
“The ecological roles of wildlife tree users in forest ecosystems”
- 7) Styring, A. R., and M. Zakaria bin Hussin. *Journal of Tropical Ecology* 20: 487-494 (2004a)
“Foraging ecology of woodpeckers in lowland Malaysian rain forests”
- 8) Remsen, J.V., Jr., M.A. Hyde, and A. Chapman. *Condor* 95: 178-192 (1993)
“The diets of neotropical trogons, motmots, barbets and toucans”
- 9) Symington, C. F., P. S. Ashton, and S. Appanah. Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur (2004)
“Foresters' manual of dipterocarps”
- 10) Davies, S. J., N. Supardi Md. Noor, J. V. LaFrankie, and P. S. Ashton. In T. Okuda, N. Manokaran, Y. Matsumoto, K. Niiyama, S. C. Thomas, and P. S. Ashton, eds. *Pasoh: Ecology of a Lowland Rain Forest in Southeast Asia*. Springer-Verlag, 35-50 (2003)
“The trees of Pasoh Forest: stand structure and floristic composition of the 50-ha forest research plot”
- 11) Okuda, T., M. Suzuki, N. Adachi, K. Yoshida, K. Niiyama, N. S. M. Noor, N. A. Hussein, N. Manokaran, and H. Mazlan. In T. Okuda, N. Manokaran, Y. Matsumoto, K. Niiyama, S. C. Thomas, and P. S. Ashton, eds. *Pasoh: Ecology of a lowland rain forest in Southeast*. Springer - Verlag, Tokyo. 15-34 (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”
- 12) Martin, K., K. E. H. Aitken, and K. L. Wiebe. *Condor* 106: 5-19 (2004)
“Nest sites and nest webs for cavity-nesting communities in interior British Columbia, Canada: Nest characteristics and niche partitioning”
- 13) Poonswad, P. *IBIS* 137: 183-191 (1995)
“Nest site characteristics of four sympatric species of hornbills in Khao National Park, Thailand”
- 14) Styring, A. R., and M. Zakaria bin Hussin. *Journal of Tropical Ecology* 20: 495-504 (2004b)
“Effects of logging on woodpeckers in a Malaysian rain forest: the relationship between resource availability and woodpecker abundance”

- 15) Okuda, T., M. Suzuki, N. Adachi, K. Yoshida, K. Niiyama, N. S. M. Noor, N. A. Hussein, N. Manokaran, and M. Hashim. In T. Okuda, N. Manokaran, Y. Matsumoto, K. Niiyama, S. C. Thomas, and P. S. Ashton, eds. *Pasoh: Ecology of a lowland rain forest in Southeast Asia*. Springer-Verlag, Tokyo. 15–34 (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”

8. 国際共同研究等の状況

本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：(マレーシア森林研究所)、Mazlan Hashim (マレーシア工科大学)

9. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) S., Numata. Kachi. N., Okuda, T., and N. Manokaran. *Journal of Plant Research* 117:19-25 (2004)
 “Delayed greening, leaf expansion, and damage to sympatric *Shorea* species in a lowland rain forest”
- 2) T., Okuda, Nor Azman, H., Manokaran, N., Saw, L.Q., Amir, H.M.S., Ashton, P.S. 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. 221-239 (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”
- 3) N., Manokaran, Quah, E.S. Ashton, P.S., Lafrankie, J.V., Nur Supardi, M. N., Wan Ahmad, W.M.S. and Okuda, T. 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. 585-598. (2004)
 “Pasoh Forest Dynamics Plot, Peninsular Malaysia”
- 4) K., Hoshizaki Niiyama, K., Kimura, K., Yamashita T., Bekku Y., Okuda, T., Quah E.S., and Nur Supardi M.N. *Malaysia Ecol. Res.* 19 (vol. 3) 357-363. (2004)
 “Temporal and spatial variation of forest biomass in relation to stand dynamics in a mature, lowland tropical rainforest, Pasoh Forest Reserve”
- 5) Okuda T., Suzuki M., Numata, S., Yoshida, K., Nishimura, S., Niiyama, K., Adachi N, Manokaran, N. *Forest Ecol and Management* 203: 63-75 (2004)
 “Estimation of Tree Above-ground Biomass in a Lowland Dipterocarp Rainforest, by 3-D Photogrammetric Analysis”
- 6) Numata, S. T. Okuda, T. Sugimoto, S. Nishimura, K. Yoshida, E.S. Quah, M. Yasuda, K. Muangkhum, and N. Md. Noor: *Malayan Nature J.*, 57, 29-45 (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.”
- 7) M. Adachi, Y. S. Bekku, A. Konuma, Wan Rasidah Kadir, T. Okuda, and H. Koizumi: *Forest Ecol. and Management*, 210, 455-159 (2005)
 “Required sample size for estimating soil respiration rates in large areas of two tropical forests and two types of plantations, Malaysia.”
- 8) N. Osada, H. Takeda, T. Okuda, and M. Awang: *American Journal of Botany*, 92, 1210-1214

(2005)

“Within-crown variation in the timings of leaf emergence and fall of Malaysian trees in association with crown development patterns.”

- 9) M. Yasuda, S. Miura, N. Ishii, T. Okuda and H. Nor Azman: In Forget, P. M., Lambert, J., E., Hulme, P. E. and Vander Wall, S. B. (eds.) Seed Fate: Predation, Dispersal and Seedling Establishment, Pp. 151-174, CABI Publishing (2005)

“Fallen fruits and terrestrial vertebrate frugivores: a case study in a lowland tropical rain forest in Peninsular Malaysia.”

- 10) Y. Naito, A. Konuma, H. Iwata, Y. Suyama, K. Seiwa, T. Okuda, S. L. Lee, M. Norwati and Y. Tsumura: Journal of Plant Research, 118, 423-430 (2005)

“Mating system and inbreeding depression in the early regeneration stage of *Neobalanocarpus heimii* (Dipterocarpaceae).”

- 11) S. Takagi, T. Hosaka, and T. Okuda: New Series 62, 123-151(2005)

“Material of dipterocarp – associated gall- inhabiting coccooids collected in Negeri Sembilan, Malaya (*Homoptera: Coccoiidea*).”

- 12) S. Konishi, M. Tani, Y. Kosugi, S. Takanashi, M. M. Sahat, Abd. R. Nik, K. Niiyama, and T. Okuda: Forest Ecol. and Management, 224, 19-25 (2006)

“Characteristics of spatial distribution of throughfall in a lowland tropical rainforests, Peninsular Malaysia.”

- 13) M. Adachi, Y. S. Bekku, Wan Rasidah Kadir, T. Okuda, and H. Koizumi: Applied Soil Ecology 34: 258-265 (2006)

“Differences in soil respiration between different tropical ecosystems.”

- 14) S. Numata, M. Yasuda, T. Okuda, N. Kachi, and M. N. Nur Supardi: J. Tropical Forest Science. 18: 109-116 (2006)

“Canopy gap dynamics of two different forest stands in a Malaysian lowland rain forest.”

<その他誌上発表>

- 1) T.,Okuda, Yoshida, K., Numata, S. Nishimura, S. Suzuki, M. Hashim, M. Miyasaku, N. Sugimoto, T. Tagashira, N. Chiba, M. 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). 67-78 (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”

- 2) T., Okuda, Kondo, T., Yoshida, K., Oguma, H., Yone, Y., Miyasaku, M., Ohki, H., Hashim, M., - Proceedings of International Conference, Silvilaser 2006, Matsuyama, November, (2006)

“Mapping three-dimensional canopy structure of a Malaysian tropical rain forest by airborne laser scanner”

<書籍>

- 1) 奥田敏統：かんきょう 2004/4月 pp. 42-43.
「『生物多様性・生態系保全と京都メカニズム』に関する国際シンポジウム・ワークショップを終えて」
- 2) 沼田真也、奥田敏統：地球環境研究センターニュース 14(12):1-4
「国際シンポジウム・ワークショップ『生物多様性・生態系保全と京都メカニズムー生態系保

全と温暖化対策の両立へむけて』開催報告」.

- 3) 奥田敏統：暮らしの手帖(2004)
「熱帯林と私たちの暮らし」
- 4) T.Okuda and M.Hashim : An ongoing research project in Peninsular Malaysia CTFS news (2004)
“The ecosystem approach for sustainable forest management“(in press)
- 5) 生態学入門 日本生態学会（編）東京化学同人 一部執筆(2004)

(2) 口頭発表（学会など）

- 1) 杉本龍志、Y.NOOR AZLIN、奥田敏統：日本熱帯生態学会(2004)
「マレーシア半島における生物多様性保全のための『緑の回廊』づくり」
- 2) 田頭直樹、千葉将敏、奥田敏統、沼田真也、吉田圭一郎、西村千：日本熱帯生態学会(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」
- 3) 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、M.HASHIM：日本熱帯生態学会(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」
- 4) 八代裕一郎、安立美奈子、奥田敏統、小泉博：日本生態学会第51回(2004)
「マレーシアにおける土地利用変化とN₂Oフラックス」
- 5) 安立美奈子、八代裕一郎、近藤美由紀、車戸憲二、W.RASHIDAH、奥田敏統、小泉博：日本生態学会第51回大会（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」
- 6) 前田桂子、木村勝彦、奥田敏統、新山馨、A.RIPIN、A. R.KASSIM : 日本生態学会第51回大会(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」.
- 7) 奥田敏統：地球環境モニタリングに関する国際シンポジウム(2004)
「熱帯林のエコロジカルサービスに関する長期観測」
- 8) T.Okuda : IUFRO Meeting, Tsukuba, Oct. 2004
“Ecosystem approach for the landuse and forest management in tropics”
- 9) 奥田敏統：日本マレーシア研究会（JAMS）第13回大会(2004)
「マレーシアにおける熱帯林研究の現状：エコシステムマネジメントの可能性について」
- 10) 奥田敏統：第7回自然系調査研究機関連絡会議（NORNAC）(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」
- 11) H.Kobayashi, T.Matsunaga, A.Hoyano, T.Okuda, N.Nur Supardi : Chapman Conference on The Science and Technology of Carbon Sequestration, San Diego, USA. 2005, Nov
”Satellite Estimation of Net Primary Production in Southeast Asia: Effect of Large Reduction in Photosynthetically Active Radiation due to Smoke.“
- 12) 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、Mazlan Hashim：日本生態学会第52回大会(2005)
「レーザープロファイラを用いた熱帯雨林の林冠構造抽出について」
- 13) 安立美奈子、Sarayudh Bunyavejchewin、奥田敏統、小泉博：第53回日本生態学会（2006）
「タイ国熱帯林における雨期と乾期の土壌呼吸速度」

- 14) T., Okuda, Kondo, T., Yoshida, K., Oguma, H., Yone, Y., Miyasaku, M., Ohki, H., Hashim, M., - International Conference, Silvilaser 2006, Matsuyama, November, (2006)

“Mapping three-dimensional canopy structure of a Malaysian tropical rain forest by airborne laser scanner”

- 15) 奥田敏統：日本生態学会 54回大会企画シンポジウム 長期気候変動と熱帯雨林－熱帯域に於ける森林衰退の背景とその影響（2007）

「マレーシア熱帯林にみる森林の衰退現象について」

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) Application scaling up and monitoring tools to ecosystem management in tropical landscapes, Nov. 22, 2005 in Kula Lumpur (熱帯生態系におけるエコシステムマネージメントのためのスケールアップとモニタリング技術に関する国際シンポジウム)国立環境研究所－マレーシア森林研究所主催（2005）
- 2) Evaluation and Mapping of Ecosystem Service Value and Goods Of Forests In Malaysia, Aug 29, 2005 in Kuala Lumpur (マレーシアにおけるエコロジカルサービスの財と価値の地図化に関する国際シンポジウム) 国立環境研究所およびマレーシア林野局主催（2005）
- 3) 奥田敏統：日本生態学会 54 回大会企画シンポジウム 長期気候変動と熱帯雨林－熱帯域に於ける森林衰退の背景とその影響（2007）

(5) マスコミ等への公表・報道等

マレーシアパソ保護林に設置した林冠観測用回廊の開所式に当たり（2005年11月21日）、時事通信およびフジテレビによって当サイトにおける生物多様性および生態系保全に関する取材があり、一部が報道された(北海道新聞2005年11月22日掲載、その他の新聞でも報道有り)。