

F- 6 アジアオセアニア地域における生物多様性の減少解決のための世界分類学イニシアティブに関する研究

(1) GTI地域プログラムの基本プロジェクト開発における分類学的側面に関する研究

①インドネシア・タイにおける植物の分類学的研究

京都大学大学院理学研究科

戸部 博

<研究協力者>

京都大学大学院理学研究科

東 浩司

京都大学大学院人間・環境学研究科

徳岡 徹

高知女子大学

萩沼一男

タイ王立森林局

Konganda Chayamarit

チェンマイ大学 (タイ)

James E. Maxwell

インドネシア科学院

Utami Nanda

Irawati

Harry Wiriadiana

Deden Girmansyah

京都大学大学院理学研究科

東 浩司

京都大学大学院人間・環境学研究科

徳岡 徹

平成14～16年度合計予算額 19,586千円

(うち、平成16年度予算額 ※ 6,400千円)

「※上記の予算額には、間接経費1,477千円を含む」

〔要旨〕インドネシアとタイにおける植物の分類学的研究を行うために、14年度の現地調査を踏まえ、15年度、16年度、インドネシア共和国のロンボク島をモデル地域として、現地の研究者とともに、植物のインベントリー研究を行った。ロンボク島は、インドネシアの小さな島の一つで、バリ島からウオーレス線を境にして東に35キロ、ほぼ赤道直下（南緯約8度、東経約116度）に位置している。島の形は円形に近いが、南西に長く伸びた部分があり、東西に約70キロ、面積は約4,729km²である。かつてフロラのためのインベントリー研究はなされたことがなく、数編の著作の記録によれば、僅か189種の樹木が記録されているに過ぎない。本研究の結果、15年度は、採集した標本は98科269属337種に達し、同定された種のうち、196属(72%)、293種(87%)は、ロンボク島から初めての記録である。16年度（17年2月）は、植物採集地を島内全域に広げて採集活動を行った。その結果、トウダイグサ科の新種を含むに600点が新たに保管され、現在同定作業中である。この結果、合わせて800種を超える記録になるものと思われる。一部の情報はデータベースへ格納され、さらにデータコンテンツの収集のための細胞学、解剖学、遺伝子情報分析にも着手し、現地研究者への技術移

転を行った。採集された植物のうち、低地・海岸に生育する種を除く全ての標本について、デジタル画像を保管した。ロンボク島は、インドネシアでは近年ほとんど調査されたことのなかったが、本研究によって、植物の多様性情報は飛躍的に拡大した。また、タイ王国の研究者との交流もはかり、今後のGTI研究活動における連携を強化した。

[キーワード] インベントリー、植物分類、標本、分類情報、ロンボク島

1. はじめに

いわゆる熱帯アジアの開発途上国と言われる国々では、人と自然の関係が崩れ、まだ原生林の残る地域においても、住民による建材・燃料用のための森林伐採、畑や養殖場建設のため森林伐採、ときには外資系企業による建材・パルプのための森林伐採などが絶えず行われている。そのため、雨期には土壌流出が頻発し、土地の浸食、海岸の汚染が農業のみならず漁業までも成立しなくなり、深刻な問題となっている。これらの国々植物は約41,500種と推定され、その多様性に関する分類学的研究は、オランダの研究機関を中心に植物群（科）単位のモノグラフ（Flora Malesiana Series）の形で出版されているが、遅々として進んでいない。問題は、インドネシアのような13,700以上の大小の島からなる国の地域のフロラはほとんど知られておらず、従って、森林伐採が進めば、植物種やそれとともに生息する動物・微生物までもが、記録さえ残らずに消え絶えてしまうということである。事実、ジャワ島、カリマンタン、スマトラのような大きな島も決して十分とは言えないが、フロラの記録はあるが¹⁾²⁾³⁾、その他の多数の小さな島々の植物相はほとんど知られていない。そのため、それらの地域のフロラを記録するためのインベントリー研究は、21世紀を迎えた今こそ重要な課題と言える。

14年度に行ったタイ・インドネシア両国における調査結果に基づいて、植物の分類学的研究のためのモデルサイトとしてインドネシア共和国ロンボク島を選んだ。15年度には、7月、11月に、16年度は（17年）2月にロンボク島における植物採集のフィールドワークを行った。

ロンボク島は、インドネシアの小さな島の一つで、バリ島からウオーレス線を境にして東に35キロ、ほぼ赤道直下（南緯約8度、東経約116度）に位置している。島の形は円形に近いが、南西に長く伸びた部分があり、東西に約70キロ、面積は約4,729km²である（図1）。乾期と雨期があり、乾期は5月から10月まで、雨期は11月から4月まで続くが、乾期と雨期の間に短い移行期間がある。島の東側はやや乾いていて、乾期の期間も長い。気温は21℃から33℃の間で、年間降水量は1,000-1,300mm、年平均湿度は84%である。人口（1990年で約240万人超）が急増しつつあり、自然林の伐採が進んでいる。島の北部に標高3,726mのリンジャニ山からなる国立公園があり（図2）、ここは自然保護区として扱われている。人口が集中している南部と西部の低地にはまだ自然が相当残されているが、自然保護の対象になっていない。大型動物はいないが、有袋類、大型トカゲ、オウム類が良く知られている。

ロンボク島の植物についてはほとんど知られておらず、数編の短い報告があるだけである。Slooten はロンボク島の植物50種を記録し⁴⁾、Kalkmanは123種を記録している⁵⁾。彼の分析によれば、近隣の島の植物と比べて、ロンボク島の植物には固有種が多く、10.4%に達すると分析している。その後、Soewanda Among Prawira and Tantraがロンボク島の樹木189種の植

物名をあげている⁶⁾。従って現在までに、草本植物、特に単子葉植物については全く調査されていない。しかも、分布が記録されている種の中に、同定が不完全なものがかかり含まれている。

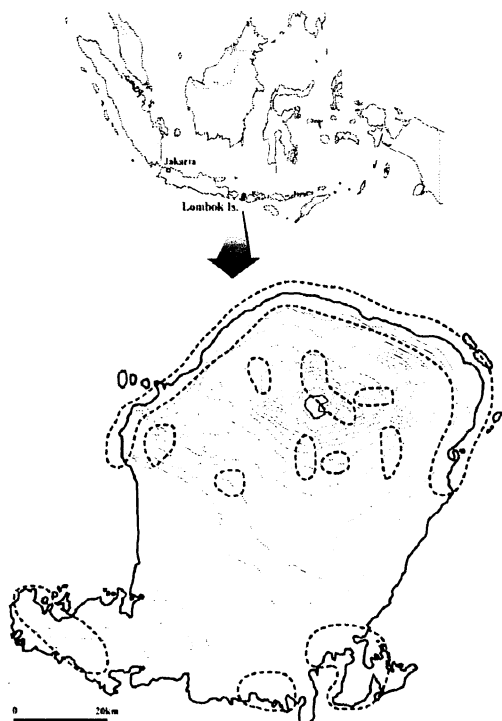


図1 ロンボク島と島内の主な調査地域



図2 ロンボク島リンジャニ山

2. 研究目的

GTIワークプログラムを踏まえ、熱帯アジアの小さな島（インドネシア・ロンボク島）において、現地研究者とともに植物の分類学的調査を実施し、植物標本の管理保全とそれらのデータのデータベースへの格納を実施する。これをモデル研究として、短期間の研究成果と問題点を明らかにし、今後のアジア地域における植物分類学の進展に寄与することである。

3. 研究方法

インドネシア共和国ロンボク島（図1）において、現地研究者とともに植物採集を行い、さく葉標本を作製、同定し、種の記録をデータベース化した。一回目の調査は、15年7月14日から8月5日までの3週間、2回目は15年11月3日から17日までの2週間、3回目は17年2月6日から22日であった。レンタカーを借り、ロンボク島内のほぼ全域で採集活動を行った。15年度は、熱帯常緑林からサバンナまで多様な植生をもつリンジャニ山での採集活動に少し重みをかけた。採集にあたって、地理情報をデータベース化するためGPSによる各標本の採集地点の記録し、さらに、解剖学的データコンテンツ作成のための花あるいは果実の液浸標本、DNAによる分子分類のためのシリカ・ゲルによる葉の乾燥標本を作成した。また、全ての標本について、花あるいは果実の写真を撮影し、デジタル画像として残した。

同様の方法で、16年度は、これまで採集活動していない（17年）2月にフィールドワークを行った。17年2月6日から21日まで、インドネシアに出張し、その間10日間ロンボク島におけるフィールドワークを実施した。16年は、低地・海岸の植物の採集にも力をいれることとし、グループのメンバーを3班にわけ、リンジャニ山担当、山麓担当、低地・海岸担当として採集場所を分担した。採集活動にはインドネシア側研究者の他、ロンボク島森林局職員も同行した。採集に当たって、リンジャニ山と山麓の生育する植物については、全種に渡って、押し葉標本4点、DNA分析用試料、花か果実（あるいは両方）の液浸標本、生きた状態の花か果実の写真撮影を行った。一方、低地と海岸植物については、他の島との重複や移入種・外来種が含まれることから、押し葉標本2点のみを採集し、DNA分析用試料、花か果実（あるいは両方）の液浸標本は採集せず、写真についても1部を除いて撮影しなかった。また、前年度には採集しなかったロンボク島東部・南部・南西部にはのマングローブ林が残っており（図3）、今年度はほとんどの種を採集することができた。その他、これまで採集されていなかったいろいろな種が採集された。

インドネシアにおける研究調査に集中するために、タイ王国における採集調査は行わなかった。しかし、当該国研究者との連絡を緊密にし、将来いつでも取りかけられる態勢を作った。

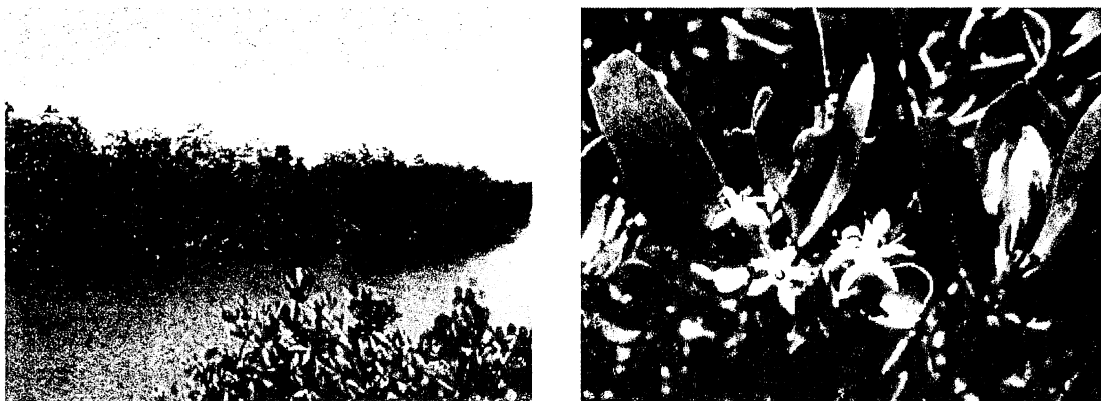


図3 ロンボク島南部のマングローブ林（左）とヒルギダマシ（右）

4. 結果・考察

15年度の2回にわたる現地調査活動の結果、合計492番までの番号を付した植物標本を採集し、同定した。これらの標本は、インドネシア科学院と京都大学のそれぞれの標本庫に保管する予定である。各標本のデータは、データベース用データ項目と標本ラベルに同時に入力した。

その結果、まだ未同定の標本があるが、採集した標本は98科269属337種に達した（表1）。15年度の研究によって同定された種のうち、196属(72%)、293種(87%)は、ロンボク島から初めての記録である。表2には、最も種数が多かった科名を、種数の多い順番に並べた。トウダイグサ科は最も種数が多く、16属29種であった。次いで、アカネ科は16属20種、キク科は14属17種、マメ科は13属17種、と種数が多く、さらにイラクサ科、キツネノマゴ科、フトモモ科、ラン科、クワ科、アオイ科、ヤブコウジ科と種数の多い科が続く。トウダイグサ科については、これまでの記録では8種だけしか知られていなかった⁵⁾⁶⁾。従って、21種がロンボ

ク島から初めて記録されたことになる。これらの成果は、14年10月4-10日、つくばで開催されたJoint International Forum on Biodiversity Informationと15年3月に広島大学で開催された日本植物分類学会で発表された (Tobe et al. 2003; 戸部ほか 2004)。

表1. 15年度にロンボク島から採集された植物の一覧表 (抜粋)

No.	科	属	種	標本点数	
1	Acanthaceae	12 (+2*)	12 (+3)	22	Dicots
2	Aceraceae	1	1	1	Dicots
3	Actinidiaceae	1	2 (+1)	4	Dicots
4	Alangiaceae	1	1	2	Dicots
5	Amaranthaceae	3	3	3	Dicots
6	Anacardiaceae	3	3	3	Dicots
7	Annonaceae	2	2	2	Dicots
8	Apiaceae	2	2	2	Dicots
9	Apocynaceae	6	7	11	Dicots
10	Araceae	2	2	2	Monocots
11	Araliaceae	1	1	1	Dicots
12	Asclepiadaceae	2	2	4	Dicots
13	Asteraceae	14	17 (+1)	21	Dicots
14	Balsaminaceae	1	1	2	Dicots
15	Begoniaceae	1	2 (+2)	6	Dicots
16	Bixaceae	1	1	1	Dicots
17	Bombacaceae	1	1	1	Dicots
18	Boraginaceae	2	1 (+1)	3	Dicots
19	Brassicaceae	1	1	1	Dicots
20	Burseraceae	1	1	1	Dicots
21	Caprifoliaceae	4	5	6	Dicots
22	Caryophyllaceae	2	1 (+1)	3	Dicots
23	Casuarinaceae	1	1	2	Dicots
24	Celastraceae	1	1	1	Dicots
25	Clethraceae	1	1	1	Dicots
26	Chloranthaceae	2	2	5	Dicots
27	Clusiaceae	2	2	3	Dicots
28	Commelinaceae	3	3	3	Monocots
29	Convolvulaceae	3	5	7	Dicots
30	Cornaceae	1	1	1	Dicots
31	Costaceae	1	0 (+1)	1	Monocots
32	Crassulaceae	1	1	1	Dicots
33	Crypteroniaceae	1	1	2	Dicots
34	Cucurbitaceae	3	3	4	Dicots
35	Cyperaceae	2	2 (+1)	4	Monocots
36	Daphniphyllaceae	1	1	1	Dicots
37	Dioscoreaceae	1	0 (+1)	1	Monocots
38	Ebenaceae	1	1	1	Dicots
39	Ericaceae	1	1	1	Dicots
40	Euphorbiaceae	16	29	40	Dicots
41	Fabaceae	13 (+2)	15 (+2)	18	Dicots
42	Flacourtiaceae	1	1	2	Dicots
43	Gesneriaceae	2	4	5	Dicots
以下略					
計	98 科(+3)	269 属(+12)	337 s 種 (+37)	492 標本	

*未同定標本.

表2. ロンボク島から採集された主な植物群 (科)

科 の別	属	種	標本点数	双子葉と単子葉
Euphorbiaceae	16 (6.0%)	29 (8.6%)	40 (8.1%)	Dicots
Rubiaceae	16 (6.0)	20 (5.9)	32 (6.5)	Dicots
Asteraceae	14 (5.2)	17 (5.0)	21 (4.3)	Dicots
Fabaceae	13 (4.8)	15 (4.5)	18 (3.7)	Dicots
Urticaceae	12 (4.5)	13 (3.9)	20 (4.1)	Dicots
Acanthaceae	12 (4.5)	12 (3.6)	22 (4.5)	Dicots
Myrtaceae	4 (1.5)	10 (3.0)	13 (2.6)	Dicots
Orchidaceae	10 (3.7)	9 (2.7)	14 (2.8)	Monocots
Moraceae	2 (0.7)	9 (2.7)	15 (3.0)	Dicots
Malvaceae	5 (1.9)	8 (2.4)	8 (1.6)	Dicots
Myrsinaceae	4 (1.5)	8 (2.4)	15 (3.0)	Dicots
Labiatae	7 (2.6)	7 (2.1)	9 (1.8)	Dicots
Apocynaceae	6 (2.2)	7 (2.1)	11 (2.2)	Dicots
Verbenaceae	5 (1.9)	7 (2.1)	9 (1.8)	Dicots
Piperaceae	3 (1.1)	6 (1.8)	11 (2.2)	Dicots
Solanaceae	2 (0.7)	6 (1.8)	8 (1.6)	Dicots
Sapindaceae	5 (1.9)	5 (1.5)	5 (1.0)	Dicots
Caprifoliaceae	4 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.2)	Dicots
Convolvulaceae	3 (1.1)	5 (1.5)	7 (1.4)	Dicots
Melastomataceae	3 (1.1)	5 (1.5)	7 (1.4)	Dicots
Vitaceae	3 (1.1)	5 (1.5)	6 (1.2)	Dicots
Meliaceae	2 (0.7)	5 (1.5)	5 (1.0)	Dicots
Others	117 (43.5)	123 (36.5)	190 (38.6)	
計	269 (100)	337 (100)	492 (100)	

16年度は、17年2月6日から21日まで、インドネシアに出張し、その間10日間ロンボク島におけるフィールドワークを実施した。16年は、低地・海岸の植物の採集にも力をいれることとし、グループのメンバーを3班にわけ、リンジャニ山担当、山麓担当、低地・海岸担当として採集場所を分担した。採集活動にはインドネシア側研究者の他、ロンボク島森林局職員も同行した。採集に当たって、リンジャニ山と山麓の生育する植物については、全種に渡って、押し葉標本4点、DNA分析用試料、花か果実（あるいは両方）の液浸標本、生きた状態の花か果実の写真撮影を行った。一方、低地と海岸植物については、他の島との重複や移入種・外来種が含まれることから、押し葉標本2点のみを採集し、DNA分析用試料、花か果実（あるいは両方）の液浸標本は採集せず、写真についても1部を除いて撮影しなかった。また、前年度には採集しなかったロンボク島東部・南部・南西部にはのマングローブ林が残っており（図3）、今年度はほとんどの種を採集することができた。その他、これまで採集されていなかったいろいろな種が採集された。

その結果、リンジャニ山から180点、山麓から150点、低地と海岸から270点、3班合わせて計600点の標本を採集することができた。低地や海岸からは、例えば、南西部の張り出し

た海岸からはハマビシ科の1種（図4）のほか、クスノキ科のスナズル（図5）など、その他には、トウダイグサ科の新種も採集された（図6）。トウダイグサ科の新種は、*Speranskia* 属の1種と仮に同定され、現在DNAによる鑑定中である。*Speranskia*属そのものは中国の固有属として4種が知られているが、ロンボク島の種が間違いなく *Speranskia*属だとすれば、今回初めて中国から遠く離れたロンボク島から発見されたことになる。現在それらの標本はインドネシア科学院に送られ、現在インドネシア側で同定作業中である。

これらの600点の標本は、前年までに採集された種との重複を避けるように採集されたが、多少は、それらの種、並びに班の間で重複して採集した種も含まれている可能性がある。しかし、今回の採集標本をすでに前年までに採集してある337種と合わせて、全体で800種に達する記録を期待している。

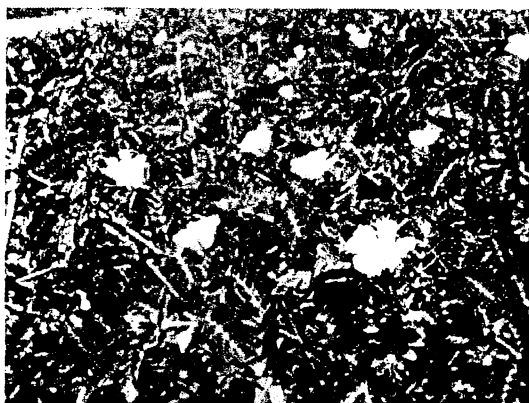


図4 ハマビシ科の1種



図5 クスノキ科スナズル



図6 トウダイグサ科 *Speranskia* 属の新種

以上のように、ロンボク島の植物に関するインベントリー研究はかなりの成果を得た。15年度と16年度に行った短期の調査活動に関わらず、ロンボク島の植物はこれまで記録されてきたどの調査結果よりも多いことが明らかになった。この研究が、今後さらに数年続けられれば、これまでほとんど手付かずであったインドネシアの小島における植物相がいつそう明確になることと思われる。その意味では、本プロジェクトが16年度で打ち切られることになったのは大変残念である。しかし、今後も研究継続のための研究資金獲得のための努力を続ける一方、16年度の研究をあわせて、植物のデータベース公開し、分かりやすい印刷物、例えば現地語による簡単な説明文のついた写真図鑑のような「Flowers of Lombok Islands, Indonesia」を出版したいと考えている。この本は、インドネシアの1地域の植物を紹介する初めての成果となり、専門家にもアマチュアにも役立つ本になると期待している。実際問題として、植物を含めた自然保護の意識を地域の住民の中に形成するためには教育が最大の武器であると思われるが、コンピュータが浸透していないロンボク島住民にデータベースをが利用される日はまだ遠く、今は印刷物を通して植物や自然への理解を広げるしかないと思われる。

5. 本研究により得られた成果

インドネシアにおけるモデル地域ロンボク島における植物採集計画実施により、これまで記録された種数を遥かに超える植物の種数が存在することが明らかになり、熱帯アジアの小島における植物の多様性情報が飛躍的に増やすことができ、さらにこれらの採集記録はデータベースへ格納することができた。

正確な同定は、それらの結果を待たなければならないが、フィールドワークを通して気が付いた新記録がかなりあった。このことは、自然保護への意識を高めるために、いかに地域住民へ伝えるか、一つの方法として現地語による簡単な説明文のついた写真図鑑のような、分かりやすい出版物の形で普及をはかる必要性が明らかになった。また、採集、標本作製、データ作成等の、GTIワークプログラムを踏まえた本研究計画による地域分類学研究の推進のためのノウハウもある程度分かった。

6. 引用文献

- 1) Baker, C.A. and Bathuizen van den Brink, R.C. Jr. (1963-69) *Flora of Java*. 3 vols. Noordhoff, Groningen.
- 2) Whitmore, T.C., and Tantra, I.G.M. (eds.). (1986) *Tree Flora of Indonesia: Checklist for Kailimantan*. 3 vols. Forest Research and Development Centre, Bogor.
- 3) Whitmore, T.C., Tantra, I.G.M. and Sutisna, U. (eds.) (1989-90) *Tree Flora of Indonesia: Checklist for Kailimantan*. 3 vols. Forest Research and Development Centre, Bogor.
- 4) Slooten, D.F. van. (1936) List of temperate mountain plants known from the Lesser Soenda islands. *Bulletin du Jardin Botanique de Buitenzorg*. Ser. III. 14: 58-72.
- 5) Kalkman, C. (1955) A plant-geographical analysis of the Lesser Sunda islands. *Acta Botanica Neerlandica*. 4: 200-225.

- 6) Soewanda Among Prawira, R. and Tantra, I.G.M. (comp.) (1972) *List of Tree Species from Bali and Lombok*. Bogor, 26 pp, 41 pls.

7. 国際共同研究等の状況

研究計画の名称はないが、米国、スウェーデン、オーストラリア、メキシコ、インドネシア、ニューカレドニア（仏）、ブラジル等の研究者といつも共同で、植物の分類学的研究を行っている。

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）＞

Kimoto, Y., N. Utami and H. Tobe. 2005. Embryology of *Eusideroxylon* (Cryptocaryeae, Lauraceae), and character evolution in the family. Bot. J. Linn. Soc. (in press).

＜学術誌（査読なし）＞

なし

＜書籍＞

なし

＜報告書類等＞

なし

(2) 口頭発表

なし

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

Best Poster Prize: *International Symposium on Asian Plant Diversity and Systematics, Kashiwa, Japan*.

Sogo, A. and H. Tobe. (1004) Diversity of pollen-tube growth pattern in pistils of Fagales.

(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

本研究の成果は、生物多様性条約に基づくGTIワークプログラムの趣旨に即して、今後、国内外の関係学会を通して伝えていく一方、大学生や大学院生を対象にした授業や日本語版の著作を通して、国内への普及に努める。