

キナバル国立公園の森林保護区外における 森林の分布と林分状況に関する報告

松山 周平^{1)*}・橋本 寛治²⁾・西村 一也³⁾・三田 岳³⁾
金子 正美⁴⁾・Charles Santharaju Vairappan⁵⁾

Reports on forest distribution and current status outside Kinabalu Park forest reserves.

Shuhei MATSUYAMA^{1)*}, Kanji HASHIMOTO²⁾, Kazuya NISHIMURA³⁾,
Gaku MITA³⁾, Masami KANEKO⁴⁾ and Charles S. Vairappan⁵⁾
(Accepted 7 December 2017)

摘 要

マレーシア・Sabah 州では生物多様性保全のために 2 つの森林保護区 (Kinabalu Park, Crocker Range Park) の連結性を高めるプロジェクト (Kinabalu Ecolinc) を進めている。本報では Kinabalu Ecolinc にとって有用な情報を提供するため、対象地域の土地利用図を作成し、地域の 3 つの森林調査区について林分状況 (樹木のサイズ構造, 断面積合計, シロアリ相) を調査した。

土地利用図は衛星画像を元に OpenStreetMap 上に作成した。土地利用図に基づいて算出した対象地域の森林率は 88.9% であった。3 つの森林調査区ではサイズ構造, BA 合計, シロアリ類のニッチ多様度に違いがあり, Kinabalu Ecolinc 対象地域の森林にも持続可能性, 生物体量, 生物多様性にはばらつきがあることを示唆した。これらのことから, Kinabalu Ecolinc の目的を果たすには, 林分の状態や機能を考慮した保護林の配置や管理を考える必要があると考えられる。

背景と目的

マレーシア・ボルネオ島は世界でも高い生物多様

性を有する地域として知られており, 中でも Sabah 州 (以下, サバ州) 有数の森林保護区である Kinabalu Park (以下, キナバル国立公園) は生物多様性が非常に高く, 700 km² に 180 科 980 属 4000 種以上の維管束植物が生育する (Beaman & Beaman, 1990)。しかしながら, マレーシアでは森林の大部分が断片化された森林となってきた (Ministry of Natural Resources and Environment, 2016)。たとえ大きな保護区であっても他から隔離された状態では生物多様性を維持することが難しいと考えられていることから (Whitmore, 1984), サバ州では離れた森林保護区間の連結性を高めるため, Central Forest Spine, Heart of Borneo や Kinabalu Ecolinc (以下, キナバルエコリンク) といったプロジェクトが進められている (Ministry of Natural Resources and Environment, 2016)。

キナバルエコリンクは, 森林保護区であるキナバル国立公園と Crocker Range Park (以下, クロッカーレンジ国立公園) との間約 30 km の連結性を高めようというプロジェクトである。2014 年から 2017 年までがプロジェクトの第一段階であり, モデル地区において地域住民との合意に基づいた保護林が設定されている (Ministry of Natural Resources

1) 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類環境植物学研究室

Laboratory of Environmental and Plant Science, Department of Environmental and Symbiotic Science, College of Agriculture, Food and Environmental Science, Rakuno Gakuen University

2) 酪農学園大学大学院酪農学研究科環境リモートセンシング研究室

Environmental Remote Sensing Laboratory, Graduate School of Dairy Science, Rakuno Gakuen University

3) 独立行政法人国際協力機構

Japan International Cooperation Agency

4) 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類環境 GIS 研究室

Laboratory of Environmental GIS, Department of Environmental and Symbiotic Science, College of Agriculture, Food and Environmental Science, Rakuno Gakuen University

5) サバ大学熱帯生物保全研究所

Institute for Tropical Biology and Conservation, University Malaysia Sabah

* Corresponding author

所属学会: 日本生態学会, 日本森林学会, 種生物学会

and Environment, 2016)。生物多様性保全のための適切な保護区を選定するには生物多様性に関する客観的な情報が必要であるが（コーレット, 2013), こうした情報は住民が容易に手に入れられる状況にはなっていない。今後、別の地区でも保護林が設定されていくことが期待されることから、誰もが利用できる形で地域の生物多様性に関する情報を整備していくことは重要である。

土地利用情報は生物多様性とある程度対応のある情報であり、衛星画像や航空写真を利用することで現地での土地利用調査をしなくても作成することができる。そして、これらをオープンデータベース上に整備することで誰もが入手できるようになる。また、オープンデータベースには様々な情報を追加できることから、現地で得た生物多様性に関する情報を追加していくことで、より有用なツールへと発展させることが可能である。

そこで本報では、キナバルエコリンクの対象地域において衛星画像をもとに土地利用情報の基盤を整備し、それをを用いて森林率を評価した。また、現地の森林の状態によって生物多様性は異なると考えられることから、現地で林分状況を調査した。

材料と方法

対象地

対象地域はマレーシア・サバ州のキナバル国立公園とクロッカーレンジ国立公園に挟まれた約 30 km 四方である (N6° 5' 47"-N5° 49' 28", W116° 2' 19"-W116° 37' 43")。現地調査はキナバル国立公園に近い Kiau 村 (N6° 2' 47", W116° 29' 39", 標高約 950 m) の森林で行った。

土地利用と森林率

対象地域の土地利用地図を作成するために、OpenStreetMap (OSM) 上に、OSM の編集ツールを用いてポリゴンデータとラインデータを作成した。背景画像には 2010 年 1 月から 2011 年までに撮影された DigitalGlobe 社の衛星画像に基づいた BingMaps を使用した。裸地、農地、草地、住居、水域、森林、道路のポリゴンデータおよびラインデータを作成した。

対象地域の土地利用に関する GIS データから、QGIS 2.18-Las Palmas (QGIS Development Team, 2015) を用いて森林率を算出した。連続した大面積の森林部分はポリゴンを作成していないことから、森林率は以下の式により算出した。

$$\text{森林率} = (1 - \text{非森林ポリゴン面積}) / \text{対象地域面積}$$

林分状況

森林と区分された土地の林分状況の違いを明らかにするために、本報で作成した土地利用図において森林に区分された 3 地点 (plot 1, plot 2, plot 3) について、母樹クラス、若木クラス以上の 2 つのスケールで林分状況を調査した。住民の話によると、plot 1 は南米原産でトウダイグサ科パラゴムノキ *Hevea brasiliensis* のプランテーションであった。plot 2 はゴムプランテーションを伐採した後にできた二次林であり、30 年以上前に伐採された後は伐採されていない。plot 3 は数度の択伐はあったものの、100 年以上皆伐されていない。

母樹クラスの本数密度とサイズ構造を明らかにするために毎木調査を行った。各地点に半径 30 m の円形調査区を設定し、調査区内の胸高直径 30 cm 以上の立木と木生シダについて、胸高直径を測定した。

若木クラス以上の個体の本数密度、サイズ構造、断面積合計を評価するために、若木クラス以上のサイズの個体について毎木調査を行った。母樹クラス調査区内部に半径 15 m の円形調査区を設定し、調査区内の胸高直径 5 cm 以上の立木と木生シダについて、胸高直径を測定した。

毎木調査では各個体から葉の採取・観察による種同定を試みたが、全ての個体から葉を採取するのが困難であったため、本報では樹種ごとの解析は行っていない。

生物多様性を評価するための指標の一つとしてシロアリ相を調べた。若木クラス調査区内を踏査し、地表、倒木上、樹木上（ただし、高さ 2 m 以内）のシロアリを調べ、科と亜科を同定した。

結 果

土地利用と森林率

森林率は 88.9% であった。草地・農地は 2.5% であった。東西を結ぶ幹線道路は 1 本あり、その他は大きな集落に向かう道路とその支線であった。

林分状況

母樹クラスの地上幹数、DBH は plot 3 で最も大きく plot 1 で最も小さかった。plot 1 では胸高直径は 40 cm 未満であり、plot 2 ではいずれも 60 cm 未満であった。plot 3 では胸高直径 100 cm を超えるものも 4 本生育していた (Fig. 2)。plot 1, 2, 3 における母樹クラスの DBH と標準誤差はそれぞれ

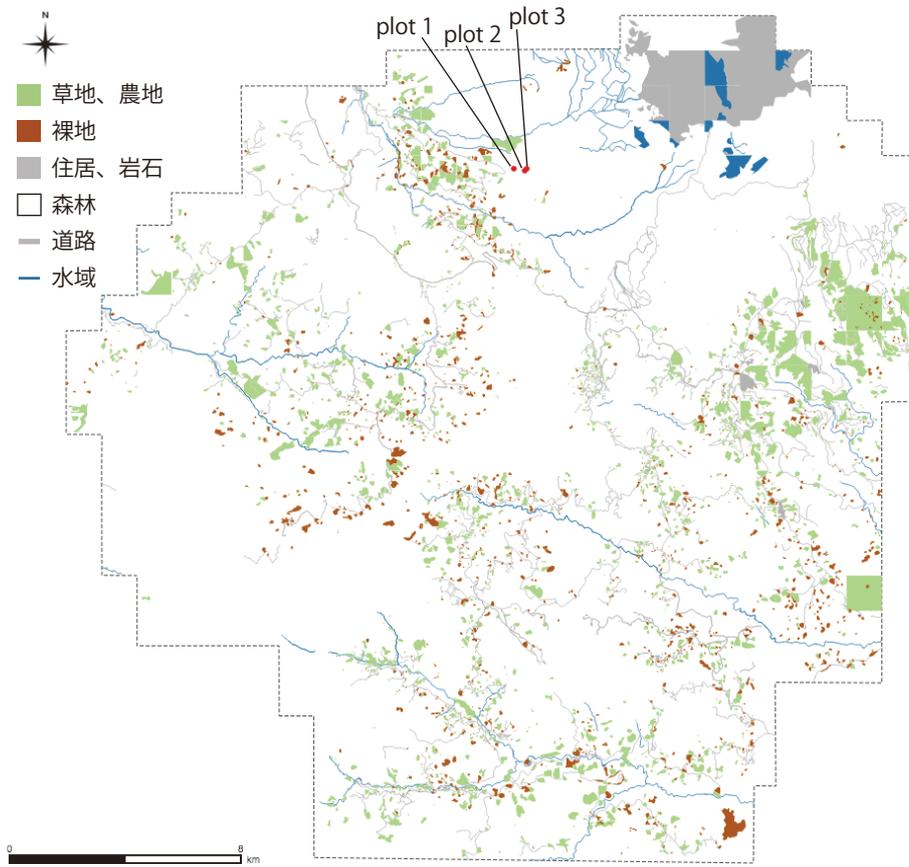


Fig. 1 Landuse map in the region of the Kinabalu Ecolinc Project.

36.4±2.0 cm, 38.6±1.4 cm, 55.7±4.0 cm であつた。

若木クラス以上では、地上幹数は plot 2 で最も多く plot 1 で最も少なかった (Fig. 3)。plot 1, 2, 3 の DBH はそれぞれ 17.0±0.8 cm, 12.7±0.8 cm, 20.0±2.2 cm であつた。BA は plot 3, 2, 1 の順で大きくなつていた (Fig. 3)。plot 1 では DBH10 cm 未満の個体が 5.7% であつたのに対し、plot 2 と plot 3 では DBH10 cm 未満がそれぞれ 53.7% と 40.2% であつた (Fig. 3)。plot 1, 2, 3 の BA 合計はそれぞれ 19.26, 31.52, 106.19 m²/ha であつた。

plot 1~3 でそれぞれ 1, 3, 4 種のシロアリが認められた (Table 1)。plot 3 では立木上を含む 3 タイプの営巣場所のシロアリが生息していたのに対し、plot 1 と 2 では林床のリターを利用する種であつた。

考 察

土地利用と森林率

キナバルエコリンク対象地域となっている非森林保護区の範囲では、土地利用区分上で森林に相当す

る部分の割合は大きく幹線道路も一本だけであつたことから、植林のような土地利用の変更よりは、コリドーの設置のような野生動物の移動を促進する対策や森林の管理の見直しといった部分が相対的に重要であるかもしれない。キナバルエコリンクのように断片化された保護区間の連結性を強めるプロジェクトには、シンガポールの Bukit Timah Nature Reserve (以下、ブキティマ自然保護公園, 75 ha) の事例がある (Chatterjea, 2015)。シンガポールでは閉鎖林の自然保護区が国土の 2.9% しか残されておらず、ブキティマ自然保護公園も面積はそれほど大きくないが高速道路に断断されていた (Chatterjea, 2015)。この場合、森林へと土地利用を変更するような対策が望まれる。これに対し、キナバル国立公園 (7 万 ha) とクロッカーレンジ国立公園 (14 万 ha) の間は約 30 km 離れているものの、森林率は 9 割近いことから (Fig. 1)、植林はブキティマ自然保護公園ほど重要でないだろう。また、サバでは森林を完全に断断するような道路も少ない。森林の断断はロードキルを引き起こすなど熱帯の野生動物の生息に負の影響をもたらすことから (Laurance et al.,

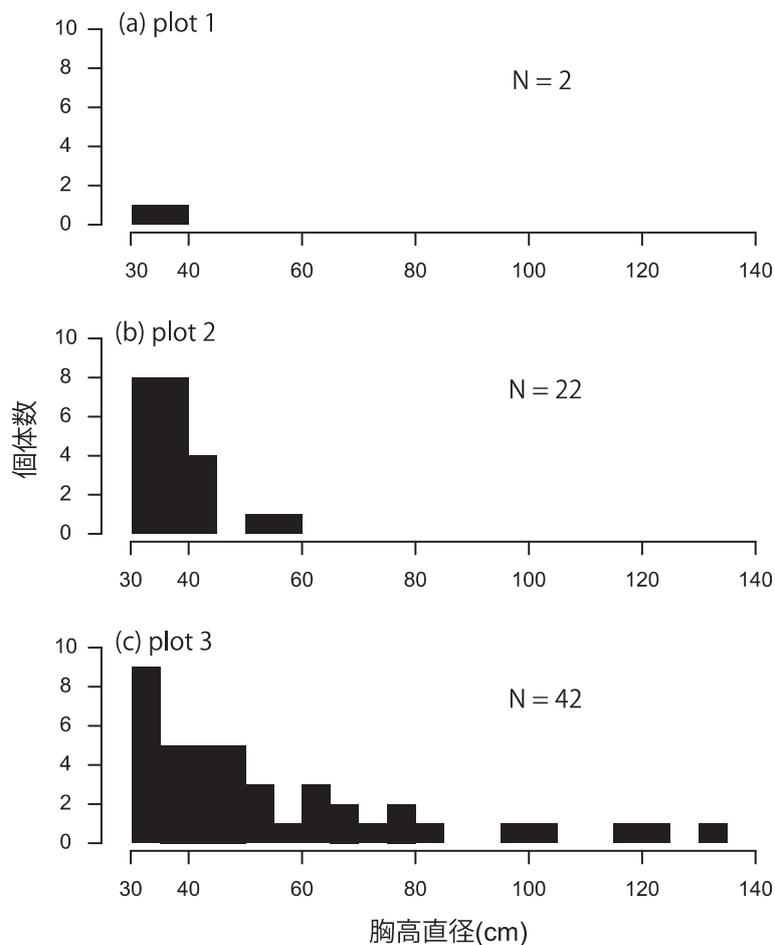


Fig. 2 Histogram of DBH for mother tree class (DBH \geq 30 cm) in plot 1-3 (a-c).

2009), 動物の移動を促進する対策も必要かもしれないが, これもブキティマほど大掛かりでなくても良いだろう。一方, ボルネオ島でも原生的な森林と呼べるものは保護区にしかないといわれており (アシュトン, 2009), 土地利用では森林とされるものの中には, プランテーションや二次林が多いと考えられる。したがって, サバではこれらの管理をどうするかということが生物多様性保全において相対的に重要かもしれない。

林分状況

plot 1, 2, 3 はいずれも土地利用図の上では森林であるが, 林分状況の調査結果は, それぞれプランテーション, 若い二次林, よく保存された二次林であることを反映しており, 森林としての持続性, 生物体量・多様性に違いがあることを示した。

plot 1 は一斉林のプランテーションで, 母樹クラスはほとんどなく若木クラス以上でもサイズが限られていた (Figs 2 and 3)。plot 2 の若木クラス以上

の個体数は3つのプロットで最も多かったが大径木は少なかった (Figs 2 and 3)。plot 3 では若木クラスも多く母樹も多数生育し, plot 1 や 2 に比べて裾の長いL字型のDBH頻度分布を示した (Fig. 3)。これらは, plot 1 では更新個体が生育しておらず plot 2 や 3 のような二次林に比べて森林としての持続性に乏しいことを示唆している。

plot 2 と plot 3 では立木密度に大差はなかったものの, plot 3 のBA合計はplot 2の約3倍であり, 生物体量に違いがあることを示している。またシロアリ類の調査結果はplot 3でシロアリのニッチが多様であることを示唆しており, これはplot 3ではplot 2よりもシロアリの機能的多様性が高いことを意味する。こうした生物体量や機能的多様性の違いは, 他の生物の生息環境という点においてplot 2とplot 3の間に違いがあることを示唆している。

これらの結果は, キナバルエコリンク対象地域に広がる森林はよく似た森林ではなく, 森林としての機能に違いがあることを示している。したがって,

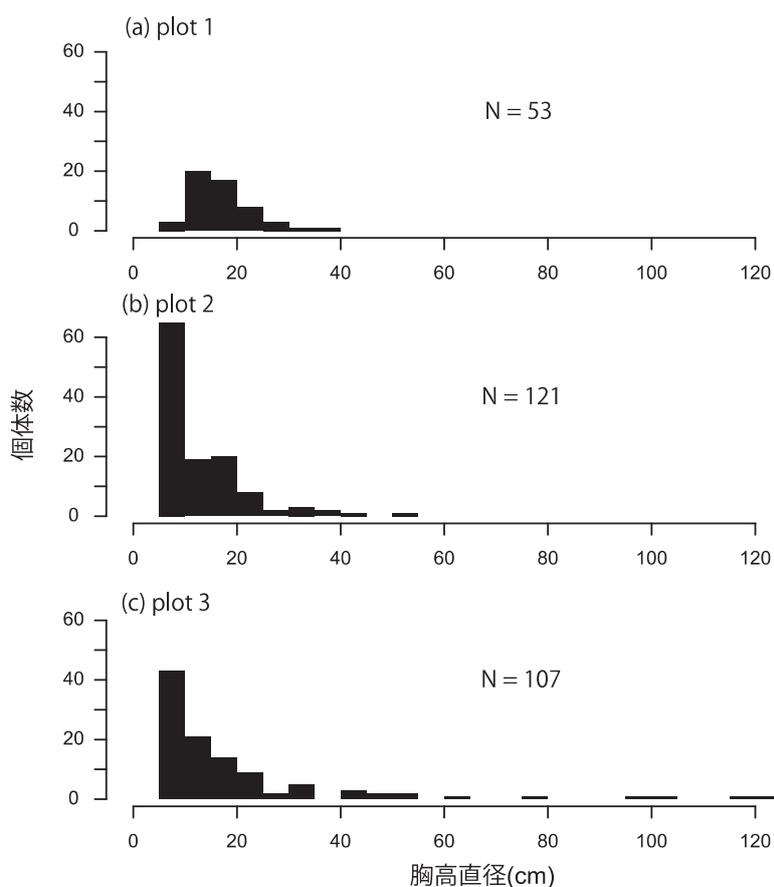


Fig. 3 Histogram of DBH for young tree class (DBH \geq 5 cm) in plot 1-3 (a-c).

Table 1 Termite composition in plot 1-3. Family, subfamily, and nesting environment were shown.

plot	科	亜科	営巣環境
plot 1	Rhinotermitidae	Coptotermitinae sp.	林床の倒木
plot 2	Termitidae	Nastitermitinae sp1.	林床の倒木
	Termitidae	Nastitermitinae sp2.	林床のリター
	Rhinotermitidae	Rhinotermitidae sp.	林床の倒木
plot 3	Kalotermitidae	Kalotermitidae sp.	林床の倒木
	Termitidae	Termitinae sp1	林床の倒木
	Termitidae	Termitinae sp2	マウンド
	Termitidae	Nastitermitinae sp.3	立木上

キナバルエコリンクの中で保護林を配置する際には、林分状況による森林の機能の違いを認識し、保護林の配置や管理を考える必要があるだろう。

謝 辞

本報は2016年度酪農学園大学共助成を受けて行われました。調査地を提供して下さったKiau村のSadib Miki氏、現地の情報を提供して下さった立木靖之氏に感謝いたします。

引用文献

アシュトン P.S. (2009) 大いなる進歩と深刻な喪失：生物多様性科学の50年（饗庭正寛訳）. 中静透編. 熱帯林研究ノート. ピーター・アシュトンと語る熱帯林研究の未来. p1-28.
 Beaman J. H., Beaman R. S. (1990) Diversity and distribution patterns in the flora of Mount Kinabalu. In: Bass P., Kalkaman K., Geesink R.

- (eds.), The plant diversity of Malesia, pp. 147–160. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, the Netherlands.
- Chatterjea K. (2015) Dynamics of an Urban forest in resonance to urban development and management initiatives-case of Bukit Timah Nature Reserve. In: Diez J. J. eds. Sustainable forest management. Rijeka: InTech; 2015. p. 51-82.
- コーレット R. T. (2013) アジアの熱帯生態学. 長田典之・松林尚志・沼田真也・安田雅俊共訳. 東海大学出版.
- Laurance W., Goosem M., Laurance S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 659–669
- Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia. (2016) National policy on biological diversity 2016–2025.
- QGIS Development Team (2015) QGIS geographic information system. Open Source Geospatial Foundation Project. URL: <http://qgis.osgeo.org>.
- Whitmore, T. C. (1984) Tropical Rain Forests of the Far East. 2nd edition. United Kingdom, Oxford University Press.

Summary

The Kinabalu Ecolinc, which is a project to increase connectivity between two forest reserves (Kinabalu Park and Crocker Range Park) for biodiversity conservation, have been promoting in Sabah states in Malaysia. In present report, to provide supportive information for the Kinabalu Ecolinc, we constructed land-use map and investigated the forest current status (size structure, basal area, and termite composition) for three forest plots in the project region.

Land-use map was constructed on OpenStreetMap based on the satellite images. According to the map data, the percentage of forest area was 88.9% in the project region. Three forest plots differed in the size structure, total basal area, and termite composition, suggesting that forests in the project region includes variations in viability, biomass, and biodiversity. These results suggest that to reach the goal of the project, forest reserves should be arranged and managed with considering the status and function of forests in the region.

Keywords: landuse map, OpenStreetMap, termite composition, tree size structure