

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20405008

研究課題名(和文)

熱帯雲霧林の林冠内植物の多様性と動態：気候変動モニタリングに向けたサイト構築

研究課題名(英文)

Diversity and Dynamics of Canopy Plants of a Tropical Cloud Forest: Establishment of Canopy Plants Monitoring Site under the Climate Change

研究代表者

神崎 護 (KANZAKI MAMORU)

京都大学・大学院農学研究科・准教授

研究者番号：70183291

研究成果の概要(和文): タイ北部のドイインタノン山の熱帯山地林(標高1700m)での林冠部分のフロラ調査を終了し、種子植物47属61種、シダ植物15属21種、蘚苔類108属212種を確認し、当該調査区における林冠内植物、特に蘚苔類の高い種多様性を明らかとした。これら多様なフロラは森林内部で垂直的に住み分けていること、さらに蘚苔類ではホスト木の樹種間での住み分けも存在することを明らかにした。レーザ距離計を内蔵した測量機器を利用して詳細な樹形測量を実施し、樹冠内部でのバイオマスや着生基質の分布と、枝の太さと階層による着生量の変化を定量的に表現することにも成功した。

研究成果の概要(英文): Based on the inventory work at the canopy of a tropical montane forest of Doi Inthanon, Northern Thailand, 61 spp. of Spermatophyta, 21 spp. of Pteridophyta, 212 spp. of Bryophyta were recorded. These rich flora showed vertical habitat segregation within the forest and for Bryophyta, segregation between host tree species were recognized. Based on the detailed tree form survey using survey machine equipped laser range meter, we successfully estimated the biomass of epiphyte and the weight of growth substrates accumulated on the branches. Epiphyte distribution pattern along the branch/stem diameter and vertical position were also successfully demonstrated.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,900,000	1,470,000	6,370,000
2009年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2010年度	2,700,000	810,000	3,510,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	10,900,000	3,270,000	14,170,000

研究分野：熱帯森林生態学

科研費の分科・細目：基礎生物学，生態・環境

キーワード：雲霧林，着生植物，多様性，バイオマス，熱帯山地林

1. 研究開始当初の背景

森林の林冠には、寄生植物，着生植物，そして絞め殺し植物を含むような半着生植物などが樹上の植物社会を構成している。熱帯山地林，特に山地上部の雲霧帯内部の山地林

ではその多様性が極めて高いことが知られている。このような林冠内に生育する植物(ここでは林冠内植物と呼ぶ)は、地上の植物とともに植物多様性を構成する大きな要素となっている。同時に、林冠内植物は水循

環にも影響を与え、大量の着生植物の存在は、林冠部で補足される降雨、樹冠遮断量を増大させるし、林冠を通過して林内に到達する林内雨の中に含まれる栄養塩類の量を増大させることが明らかとなっている。このように林冠内部に生活する植物のバイオマスが大きく、種多様性の高い熱帯の雲霧林では、森林群集あるいは森林生態系の一部を構成する要素として林冠内植物群集は無視できない。一方、このような林冠内植物は、気候変動の影響を最初に受ける可能性が大きく、特に降水量と空中湿度の減少は林冠内植物群集の存続に致命的な影響を与えることが移植実験などで明らかになっている。現実に行進しつつある気候変動の影響は、林冠内植物群集に顕著な影響を与えることが危惧され、長期的なモニタリングの必要性が高い。しかし、熱帯雲霧林の調査研究は、中米南米の研究が先行しており東南アジア、特に大陸部のモンスーン熱帯域の雲霧林についての林冠内植物群集についての調査研究はまだ少ない状況にある。

2. 研究の目的

本研究では、タイ北部に既設の面積長期モニタリングサイトを利用して、簡便に設置できる半恒久的なロープシステムを用いた林冠へのアプローチシステムを構築して、林冠内植物群集の長期モニタリングサイトを確立することを目的としている。このアプローチシステムを利用して、下記の諸点を明らかにすることを目的とした。

- (1) 林冠内植物のインベントリーとデータベース作成：林冠内植物群集の多様性を、寄生植物、着生植物、半着生植物などさまざまな生活様式を持つ種子植物、シダ植物、コケ植物について完全なリストと標本セットを作成する。
- (2) 熱帯山地林帯内部での林冠内植物群集の変異：標高による林冠内植物群集の多様性の変動を明らかにし、雲霧帯での林冠内植物群集の多様性を明確にする。
- (3) 林冠内植物のハビタット分割：定着部位によって変化する光量や生育基質の違いなどのハビタット特性の違いをもたらす群集分化の様子を解明し、林冠内植物多様性を創出する要因としてのハビタットの重要性を明確にする。
- (4) 林冠内植物群集の機能推定：林冠内植物のバイオマスと生育基質となっている有機物・土壌の量を推定し、水循環、栄養塩類循環で果たしている機能を推定する。
- (5) 高多様性をもたらす熱帯多雨林の地理的

な分布：着生植物など林冠内植物の高い多様性をもたらすのは、超高木層を有するような熱帯山地林の特性と考えられる。特に *Mastixia euonymoides* に焦点をあてて、超高木層をとまなう山地林の分布について解析を行う。

(6) 林冠内植物群集のモニタリング機構の構築：以上の研究を基盤として、今後の林冠内植物群集の動態を長期的にモニタリングできるサイトを確立するとともに、現地の研究協力者ととともに、林冠内植物群集のモニタリングの機構を構築する。

さらに、

3. 研究の方法

本研究では、林冠内植物群集の観察に必要なロープシステムを設置する。大面積長期モニタリングプロットの一部の区画に本調査の中核調査区を設置し、対象樹木個体 11 本を選択し、その全個体に半恒久的なロープシステムを設置する。調査時には仮設したロープを 11mm のロッククライミング用のザイルに置き換えて、アセnder（登高器）を使って林冠にのぼり、着生植物の採取や、観察、基質の採取、環境条件の測定などを実施する。

中核調査区内の超高木 1 個体については、レーザ距離計を内蔵した測量機器を利用して詳細な樹形測量を実施し、着生植物群落の分布を詳細に計測し、さらに着生植物の採取と重量測定により、バイオマス測定に必要なデータを収集した。

これとは別に、ドイインタノン山の標高 2300m, 2100m, 1350m の 3 ヶ所に小モニタリングプロットを設置し、小規模のロープシステムを設置、山地帯内部での林冠内植物群集の変異を明らかにする。

採取した標本の同定は、種子植物とシダ植物については、チェンマイの Queen Sirikit Botanic Garden (タイ植物園協会) とバンコクの Bangkok Forest Herbarium (国立公園局) において、研究協力者により同定が行われた。蘚苔類については、研究分担者である秋山弘之と連携研究者である古木達郎により行われた。

樹上調査の際のツリークライミング技術指導は入江 努(上伊那森林組合)によって行われた。

4. 研究成果

(1) 林冠内植物のインベントリーとデータベース作成

中核調査区での着生種についての詳細な同定を完了し、種子植物 47 属 61 種、シダ植物 15

属21種、蘚類79属135種、苔類28属76種、ツノゴケ類1属1種を確認した。このうち、蘚類について見出された2新種については論文としてすでに報告した。これらの成果から、当該調査区における着生植物多様性、特に蘚苔類の高い種多様性が明らかとなった。これらインベントリーデータは、林冠部分の網羅的調査データとして東南アジア大陸部では初めてのデータである。得られたデータは、データベースとして公開予定である。収集した標本は、維管束植物についてはBangkok Forest Herbarium (BKF)とQueen Sirikit Botanic Garden (QSB)に、蘚苔類については、BKFと兵庫県立人と自然の博物館(HYO)に収蔵した。

(2) 熱帯山地林帯内部での林冠内植物群集の変異

ドイインタノン山の標高2300m、2100mと1350m地点での着生植物のインベントリー調査を終了し、1700mの中核調査区における着生植物フロラと比較することで、標高トランセクトに沿った着生植物群集の変化を明らかにした。種類多様性は中核プロットで最も高いが、それぞれの標高でのみ出現する種も多く、着生群落構成種の標高傾度に沿った多様性が高いことが示唆された。

(3) 林冠内植物のハビタット分割種の在・不在データを用いてクラスター解

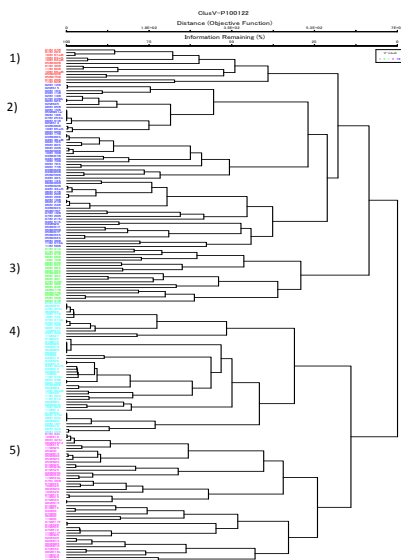


図1 超高木と林冠木11個体に設置した188プロットでの維管束植物の分布データをもとに行ったクラスター分析の結果、5つの群集タイプが抽出できた。

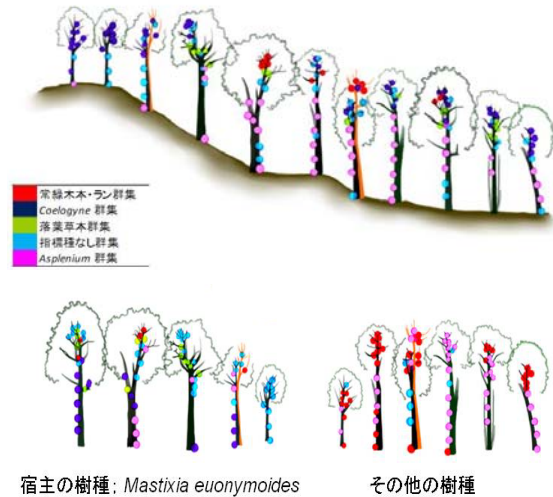


図2 上) 維管束植物の5つの群集タイプの超高木と林冠木11個体上での分布模式図。5つの群集タイプは、森林内で垂直的に住み分けている。判別分析からも同じ結論が得られている。

下) 蘚苔類についての同様の解析結果。群集の住み分けは、宿主となっている樹種間で最も顕著で、次に垂直的な住み分けが群集の分布を規定していた。

析を行ったところ、林冠内植物群集は種構成の異なる5つの群集に分化していた(図1)。判別分析によって、群集分化に影響を与えているプロットの属性を解析した結果、維管束植物、コケ束植物ともに宿主木の樹冠部と主幹部あるいは樹冠内部の上層下層間で群集構成が大きく異なっていた(図2上)。コケ植物群集構成は *Mastixia euonymoides* とそれ以外の樹種で大きく異なりっていた(図2下) 樹冠・主幹の違いは光強度と湿度環境に、宿主木の樹種は定着場所表面のテクスチャーや水分保持能力に関係すると考えられる。

(4) 林冠内植物群集の機能推定

中核プロット内の超高木1個体について、レーザ距離計を内蔵した測量機器を利用して詳細な樹形測量を実施し、同時に着生植物バイオマスならびに着生基質となっているリター層の定量調査を実施することによって、樹冠内部でのバイオマス(図3)や着生基質の詳細な分布と、枝の太さによる着生量の変化を定量的に表現することに成功した。

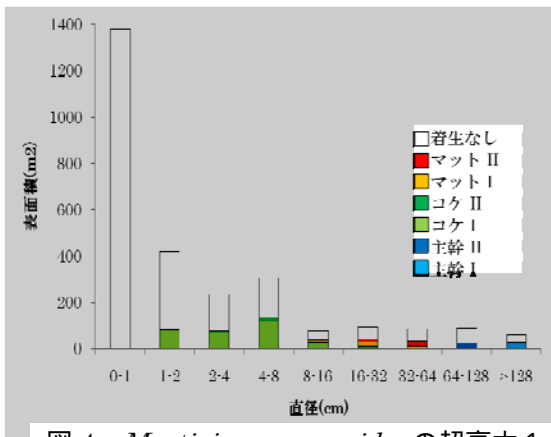


図 4 *Mastixia euonymoides* の超高木 1 個体の幹と枝上の着生群集の被覆面積を、幹枝の直径ごとに集計した結果。幹枝の器官の違いと、直径による住み分けパターンが認められた。

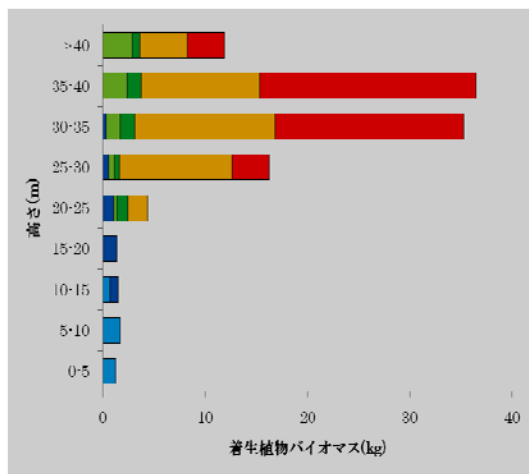


図 3 *Mastixia euonymoides* の超高木 1 個体上の着生植物のバイオマスの垂直分布。着生植物を主幹上のコケを主体としたタイプから、着生ランを主体としたマットタイプまで 6 つに区分して、それぞれのバイオマスを推定した。

(図 4)．今後の着生植物を介した水循環や物質循環の調査に必要な、定量調査方法を確立することができた。

(5) 高多様性をもたらす熱帯多雨林の地理的な分布

中核プロットにおける着生植物の高多様性は、超高木層を形成する *Mastixia euonymoides* 樹上における多様性の高さ依存している。このミズキ科の高木の分布は中国雲南省、北タイ、ミャンマー北部の雲霧帯の存在する下部山地帯に分布が限られている(図 5)。現在の気候環境とともに、その標高帯に原生林が残りをえた歴史性が、当該地

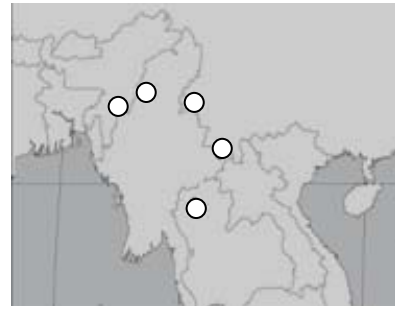


図 5 文献調査などから明らかとなった *Mastixia euonymoides* の分布地(図中の○)。北タイ、ミャンマー、中国ユunnan地域に分布が限られる。

域の着生植物の多様性を支えていると結論できた。

(6) 林冠内植物群集のモニタリング機構の構築

今回詳細な調査を実施した 11 個体の超高木には、登攀用ロープのアンカーがすでに設置しており、仮置きロープを登攀用ロープと入れ替えることで随時登攀調査が可能な状態に保ってある。今後も定期的にこれら登攀システムを整備維持することで、林冠内植物のモニタリングサイトとして活用することが可能である。

今回実施したレーザ測量機を利用した精密樹形測量に基づく分布調査は、GROIMPなどのソフトウェアで、3次元画像として表現でき、今後のモニタリングの際の基本データとして活用可能である。今後の研究ではこのような精密樹形測量図をすべてのモニタリング用のサンプル個体について作成し、モニタリングの制度向上を実現したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

Akiyama Hiroyuki, Taxonomic revision of the genus *Trismegistia* (Pylaisiadelphaceae, Musci), *Humans and Nature*, 査読有, 21, 2010, 1-77.

秋山弘之, タイ北部インタノン山のコケ植物調査, 蘚苔類研究, 査読無, 10, 2010, 29.

秋山弘之, アジア産蘚苔類の分類・生態ノート, 20. タイ北部産の苔類 *Lejeunea tuberculosa* Steph. (苔類クサリゴケ科) で見つかった線虫による虫食い, 蘚苔類研究, 査読有, 10, 2010, 15-17.

Akiyama Hiroyuki, *Clastobryopsis*

imbricata (Pylaisiadelphaceae) sp. nov.
from Doi Inthanon, northern Thailand ,
Bryologist ,査読有 ,113 ,2010 ,752-759 .

Akiyama Hiroyuki , *Scopelophila*
cataractae found growing on tree
trunks in northern Thailand , Tropical
Bryology , 査読有 , 32 , 2010 , 97-99 .

Akiyama Hiroyuki , *Symphyodon*
leiocarpus sp. nov.
(Symphyodontaceae, Musci) from
Thailand, classified in the new
subgenus *Macrothamniopsis*, Acta
Phytotaxonomica et Geobotania , 査読有 ,
60 , 2009 , 87-96 .

[学会発表](計6件)

Kanzaki Mamoru, Diversity and
habitat differentiation of canopy plants
in a tropical montane forest of Doi
Inthanon National Park, Thailand, The
4th East Asian Federation of Ecological
Societies International Congress, 2010
年9月16日, Sangju Campus, Kyungbuk
National University, 韓国

Akiyama Hiroyuki・Ando Naho・Kanzaki
Mamoru, Habitat differentiation in
bryophytes; two examples from Doi
Inthanon (Thailand) and Isl.

Yakushima (Japan), 8th International
Symposium of Flora Malesiana, 2010年
8月27日, Singapore Botanic Gardens,
シンガポール

安藤菜穂, 神崎 護ほか, 北タイ熱帯山
地林における林冠内植物の多様性とハビ
タット分割パターン, 日本熱帯生態学会,
2010年6月19日, 広島大学学生会館 .

神崎 護 , Inventroy and habitat
analysis of epiphytic plants in the
canopy of a tropical montane forest of
Thailand , International Workshop on
Forest Watershed , 2009年11月9日,
Forestry and Wildlife Training Center,
Phnom Penh, Cambodia .

秋山弘之 , タイ北部インタノン山のコケ
植物調査, 日本蘚苔類学会第38回埼玉大
会, 2009年8月19日, 立正大学 .

神崎 護 , タイ熱帯山地林の林冠部植物
のインベントリーとモニタリングプロジ
ェクト, 日本熱帯生態学会, 2009年6月
20日, 大阪市立大学田中会館 .

[その他]

ホームページ等

[http://www.tofre.kais.kyoto-u.ac.jp/
kojin/page_kanzaki/kanzaki.html](http://www.tofre.kais.kyoto-u.ac.jp/kojin/page_kanzaki/kanzaki.html)

6. 研究組織

(1)研究代表者

神崎 護 (KANZAKI MAMORU)
京都大学・大学院農学研究科・准教授
研究者番号: 70183291

(2)研究分担者

原 正利 (HARA MASATOSHI)
千葉県立中央博物館・生態環境研究部・部
長

研究者番号: 20250144

(2009→2010)

秋山 弘之 (AKIYAMA HIROYUKI)
兵庫県立大学・自然環境科学研究所・准教
授

研究者番号: 70211696

(2009→2010)

大久保 達弘 (OHKUBO TATSUHIRO)
宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号: 10176844

(2009)

(3)連携研究者

古木 達郎 (FURUKI TATSUWO)

千葉県立博物館・研究員

研究者番号: 40250146

(4)研究協力者

Kriangsak Sri-ngernyuang

Maejo University ・ Faculty of
Architecture and Environmental
Design ・ 助教授

Witchaphart Sungpalee

Maejo University ・ Faculty of
Agricultural Production ・ 講師

Sakhan Teejuntuk

Kasetsart University ・ Faculty of
Forestry ・ 助教授

Prachaya Srisanga

Queen Sirikit Botanic Garden ・ 学芸員

Piyakaset Suksathan

Queen Sirikit Botanic Garden ・ 学芸員

Somran Sudee

National Park, Wildlife and Plant
Conservation Department ・ Forest

Herbarium ・ 学芸員

安藤 菜穂

京都大学・大学院農学研究科・修士課程

中西 晃

京都大学・農学部・学部生

入江 努

上伊那森林組合・社員