

J-1 人工衛星データ等を利用した陸域生態系の3次元構造の計測とその動態評価に関する研究

(1) 生態系の構造計測手法に関する研究

③衛星データによる現存植生調査手法の開発

研究代表者 環境庁自然保護局生物多様性センター 笹岡達男

環境庁自然保護局生物多様性センター 乙井康成、大塚孝治

(委託先) 財団法人 自然環境研究センター 菰田 誠

平成9年度～11年度合計予算額 14,774千円
(平成11年度予算額 4,939千円)

[要旨]

森林の現状把握が進んでいない熱帯・亜熱帯地域において、植生調査を行う上での衛星データの有効性について、多様な植物相を有するインドネシアのグヌンハリムン国立公園を対象として検証を行った。

[キーワード]

植生調査、熱帯・亜熱帯地域、衛星データ

1. 序

森林を中心として生物多様性の豊かなアジア地域、特に熱帯・亜熱帯地域において、その保全と持続可能な利用を図るためには、広範囲に広がる森林の実態を的確に把握、分類することが必要である。我が国では自然環境保全基礎調査（緑の国勢調査）等により全国の現存植生図がすでに整備され、衛星画像解析による植生の改変状況を基礎情報として更新が図られているが、アジアの熱帯・亜熱帯地域では、詳細な植生情報が整備されておらず、簡便かつ的確な植生把握手法による森林の現状把握が課題となっている。熱帯・亜熱帯地域は一般的に現地調査が困難な地域であり、効率的に植生情報を整備するためにはリモートセンシング技術等を活用し、森林の優占種、種組成、活性度などの情報を効率的に収集する植生分類手法の開発が急務になっている。

インドネシアのグヌンハリムン国立公園は、1924年以来保護地域と定められており、現在まで多様な生息環境と植物相を維持している。また、現在では残り少なくなった西ジャワの多雨林を代表する森林を持ち、希少な動物の生息地でもある。さらに、現地調査、衛星データの入手、関連情報の入手等の可否などから当公園を対象地域として選定し、衛星データを利用した植生分類手法の検証を行った。

2. 研究目的

本研究では、高解像度の衛星データを利用し、熱帯・亜熱帯地域における植生分類手法を開発することを目的とする。

3. 研究方法

平成9年度に自然環境保全基礎調査の成果である現存植生図を教師データとして、衛星データを利用した植生分類手法の原案を策定し、平成10、11年度にインドネシア、グヌンハリムン国立公園において、衛星データ及び現地調査による植生の試作及び実用性の検証等を行った。

平成9年度

現存植生図を教師及び検証用データとして利用し、インドネシアにおいて応用可能な衛星データによる植生分類手法について検討を行った。

また、インドネシアにおいて、植生調査に必要な文献等の資料を収集するとともに、衛星データにより分類可能な植生区分及び利用すべき衛星データの内容について検討を行った。

平成10、11年度

インドネシアにおける植生調査の実施手法の検討

対象地域において分類すべき植生区分を検討するとともに、踏査により植生区分（群落）のまとまりを把握し、踏査による植生図を作成する。また同時に、利用する人工衛星データについても検討した。

(1) 調査対象地概要

インドネシア西ジャワ州グヌンハリムン国立公園

現地調査地域の概略位置

西部：6°38'28.6" - 6°47'58.3" S, 106°21'42.9" - 106°26'56.8" E

Muhara 地区, Cisitu 地区, Ciusul 地区

東部：6°35' - 6°55' S, 106°30' - 106°40' E

Kabandungan・Cipeteuy・Cikaniki・Nirmala・Malasari 地区, Cikaniki・Mt.Kendeng 地区, Nirmala・Mt.Botol 地区, Leuwiliang・Cianten・Cipeteuy 地区,

Sirnarsa・Panenjoan・Gn. Halimun 地区 (Simbolon, 1998)

標高：600～1,800m

土壌：ラトゾル（ラテライト）タイプ、茶、赤、黄とその混合 (Djuansah, 1997)

気候：Schmidt & Ferguson (1951) 分類のタイプA

年間降水量：4,000～6,000mm

平均気温：18～26度、多湿

植生：特に東側は手がつけられていないが、西側は違法伐採により破壊された部分があり、さらに金採鉱により森林が攪乱されている。

(2) 踏査による植生概要の把握

リモートセンシング及び現地踏査成果を元に解析を行った。用いたデータは1996年6月23日に撮影されたランドサット TM で、バンド 7.5.4、LAPAN により製造された CD-ROM、CCT Master MERIDIAN / GICS からの複写である。得られたオリジナルランドサット TM イメージデータの位置は、106°15' - 106°40' E, 6°35' - 6°55' S。使用したソフトウェアは ER Mapper 5.5 で、Maximum Likelihood Enhanced 法により解析を行った。

土地利用の分類の概要をつかむため、最初に教師なし分類を行った。しかし、得られたランドサットのイメージデータの予備的な解析は植生・土地利用を明確に区分するものではなかった。このため、これと並行して短期間の野外観察を行い、野外における実際の土地利用により植生の予備的な教師なし分類を比較・検証した。

得られたランドサットイメージと現地調査結果をあわせたものから、対象地域の植生を 30 クラスに区分した。それぞれの区分は、衛星データによる仮の植生・土地被覆分類図と対応させ、「仮植生図」画像として出力した。この「仮植生図」について現地で確認を行った。実際の現地の情報は、最終的な総括された分類にサンプルとして使用した。

(3) 地上での確認

① サンプルングプロットの選定

現地調査は質的・量的なデータと実際の土地利用分類の情報を集めるために行った。調査は、Muhara 地区、Cisitu 地区、Ciusul 地区の 3 カ所で行い、それぞれの場所において、サンプルング地点を選定し、システムティックにデータの記録を行った。サンプルング地点は、すべて $6^{\circ} 38' 28.6'' - 6^{\circ} 47' 58.3''S$ と $106^{\circ} 21' 42.9'' - 106^{\circ} 26' 56.8''E$ の範囲内である。サンプルング地点数は、合計 36 カ所である。

グアンハリム国立公園は主に、原生林、二次林、新しい二次林の 3 つの森林タイプがあり、各タイプの質的なデータを集めるために、それぞれにサンプルングプロットを選定した。サンプルングプロットの大きさは、植生のタイプや生息状況に応じて変えている。なお、サンプルングプロット配置の内訳は、Muhara 地区 14 ケ所、Cisitu 地区 14 ケ所、Ciusul 地区 8 ケ所である。

② 方法

50m × 50m 規模のサンプルングプロットは、原生林 13 ケ所、攪乱された原生林 9 ケ所に設定した。原生林の配置内訳は、Muhara 地区 4 ケ所、Cisitu 地区 6 ケ所、Ciusul 地区 3 ケ所、攪乱された原生林の配置内訳は、Muhara 地区 2 ケ所、Cisitu 地区 4 ケ所、Ciusul 地区 3 ケ所である。各サンプルングプロットは、さらに 10m × 10m の 25 サブプロットに分けられており、各サブプロット内の胸高周囲 15cm を越える樹木の胸高周囲長及び、地上 50cm の周囲が 6cm を越える若木の（地上 50cm における）周囲長を計測・記録した。

25m × 25m 規模のサンプルングプロットは、Muhara 地区 3 ケ所、Cisitu 地区 4 ケ所、Ciusul 地区 2 ケ所、計 11 ケ所の古い二次林に設けた。各サンプルングプロットは同様に 5m × 5m の 25 サブプロットに分けられ、各サブプロット内の周囲が 6cm を越える個々の植物について、同定し、周囲長（地上 50cm）と樹高を計測・記録した。

10m × 10m 規模のサンプルングプロットは、Muhara 地区の若い二次林 4 ケ所に設定した。各サンプルングプロットは、2m × 2m の 25 サブプロットに分けられ、サブプロット内の周囲 3cm を越える個々の植物について、同様に同定・計測を行っている。

また、標本を同定のために収集した。これらのデータを使い、それぞれの種について全胸高断面積、頻度、密度、重要度 (IV: importance value) を、Greigh-Smith(1964)の手法に従い計算した。

(4) 植生・土地利用図の作成

地上確認の結果を元に、最終的な土地利用・植生分類を行った。成果は土地被覆・利用図画像データの形にまとめた。

4. 結果・考察

衛星データと現地調査によりなされた30の植生・土地利用区分を、土地被覆に基づき、原生林・攪乱された原生林、若い二次林、古い二次林、農耕地(11クラス)、裸地(6クラス)、集落(4クラス)、水域・河川(3クラス)、雲(3クラス)、影(3クラス)に整理した。

この整理に基づき、位置確認をしつつ、衛星画像から土地被覆図を作成した。図の範囲は、 $6^{\circ} 35' - 6^{\circ} 55' S$ と $106^{\circ} 10' - 106^{\circ} 40' E$ である。

(1) 植生

① Muhara 地区

ア. 植物相

Muhara 地区の14のサンプリングプロットで、47科104属179種の植物が記録されている。47科のうち、3科はこの調査対象地において最も普通に見られる科であった。Fagaceae に続いて Theaceae, Euphorbiaceae は、重要度(FIV: importance value for family)が高い。Fagaceae と Theaceae は胸高断面積において優勢ではあるが、Euphorbiaceae は Lauraceae とともに種数において優占種である。Melastomataceae, Rhamnaceae, Asteraceae のような他の普通種は、個体数では優占している。

優占する Fagaceae は主に、*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus oidocarpa*, *Quercus gemelliflora*, *Lithocarpus ewyckii* である。調査対象地から記録された179種のうち、7種が普通種であった。*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus oidocarpa*, *Schima wallichii*, *Altingia excelsa* は優占種であり、*Girouardia subaequalis*, *Litsea angulata*, *Quercus gemelliflora*, *Lithocarpus ewyckii* は普通種といえる(少なくとも14のサンプリングスポットのうち6ヶ所において確認)。

Muhara 地区の森林の不均質度(多様性)は相対的に高く、過半数(179種のうち92)の種の出現頻度が10%以下の出現頻度で、たった3種(*Litsea angulata*, *Lithocarpus ewyckii*, *Quercus gemelliflora*)のみが40%以上の出現頻度があった。

イ. 森林タイプ

Muhara 地区では、4つの森林タイプが認められる。この4つの森林タイプの間でも植物相の違いは大きく、最も高い類似度指数でも36.24%であった。単位面積(サブプロット)毎の種数は、4つの森林タイプによる多様性の違いを示している。

原生林で記録された111種のうち6種が10.00%以上の重要度(MIV: mean importance value)を持つ普通種であった。*Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima* は、*Altingia excelsa*, *Urophyllum glabrum*, *Lithocarpus ewyckii*, *Quercus gemelliflora*, *Eugenia umbelliflora* が続き Muhara 地区の原生林では優占種であった。*Eugenia umbelliflora* を除いたこれらの種は、4つのサンプリングプロットのすべてでみられた。*Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima*, *Urophyllum glabrum* は、すべてのサンプリングプロットで優占種であった。*Quercus oidocarpa*, *Ardisia zollingeri*, *Platycodon excelsa* とともに、*Altingia excelsa* は、サンプリングプロットNo.10において優占種であった。一方、*Haemodorum*

integerrima, *Garcinia sp.* に続く *Lithocarpus ewyckii* *Quercus gemelliflora* は、サンプリングプロットNo.4において優占種であった。他は MIV5 ~ 10 の7種と MIV5 以下の97種である。

Muhara 地区の攪乱された原生林で確認された79種のうち3種は、MIV10以上である。うち2種 (*Schima wallichii*, *Altingia excelsa*) はすべてのサンプリングプロットで優占種であり、残りの *Quercus oidocarpa* はサンプリングプロットNo.9で非常に優占であった。興味深い点は、*Homalanthus populneus* はサンプリングプロットNo.13において2番目に優勢な種とされている点である。他の6種は、MIV5 ~ 10で、70種は MIV 5以下であった。この森林タイプの普通種のすべては、原生林においてもまた、普通種と記録されている。

古い二次林で記録された99種のうち5種は、MIVは10以上である。*Quercus oidocarpa*, *Quercus gemelliflora*, *Castanopsis acuminatissima* はこの森林タイプにおいて、もっとも優占種であった。*Schima wallichii*, *Gironniera subaequalis* とともに最初の2種はこの森林タイプ(3つのサンプリングプロットのすべて)においてもっとも優勢な種であった。*Gironniera subaequalis* を除くこの森林タイプの普通種はまた、原生林と攪乱された原生林においても普通種として記録されている。

若い二次林で記録された54種のうち、7種は MIV10以上である。この森林タイプにおいて、*Melastoma polyanthum*, *Lantana camara*, *Eurya acuminata*, *Eupatorium odoratum* は、*Piper aduncum*, *Breynia cernua*, *Clibadium surinamensis* とともに(4つのサンプリングプロットのすべてで)もっとも優勢な種であった。他の森林タイプで普通種として記録された種は分布しているが、この森林タイプで普通種と記録された種はなかった。

ウ. 森林の構造

森林の構造は、密度、胸高断面積、分布の直径や高さを表す。Muhara 地区の原生林のほとんどの植物が、他の森林タイプで記録されたものと比較して、サイズが大きい。原生林内では、直径 50.0cm より大きい個体は、4.51%に及ぶが、他の森林タイプにおいては、それぞれ 1.14%と 0.86%である。

Ogawa' s et al (1965) の手法に基づき樹高分析を行った結果、森林タイプの間で、階層に違いが見られた。原生林は3つの樹冠層(第1層 22.7 - 30.0m、第2層 15.7 - 22.6m、第3層 8.7 - 15.6 m)を持つ。第1層は個体数で8.01%を占め、第2層、第3層の個体数は、それぞれ 17.29%、41.62% を占める。43mに達するエマージェント木は個体数では 2.92%にあたる。樹高 30m を越える種としては、*Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima*, *Quercus oidocarpa*, *Quercus gemelliflora*, *Altingia excelsa* が記録されている。

攪乱された原生林も、3つの階層の樹冠層を持っているが、原生林とは少し異なっている。第1層(21.6 - 26.5 m)は、個体数では 11.96% を占め、同様に、第2層(13.6 - 21.5m)は 19.18%、第3層(5.6 - 13.5m)は 27.92%を占めている。*Altingia excelsa*, *Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima* はこのタイプの森林でも 35m に達するエマージェント種となっている。

古い二次林は、2つの樹冠層のみで、15.6 - 24.5m の第1層と、6.6 - 15.5m の第2層が、それぞれ個体数で 7.43%、32.24% を占めている。この森林タイプのエマージェント

種は、29m に達するものものがあり、個体数では 2.75%にあたる。該当する種としては、*Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima* があげられる。

② Cisitu 地区

ア. 植物構成

Cisitu 地区の 14 のサンプリングプロットでは、37 科 64 属 95 種の植物が記録されている。37 科のうち 6 科がこの対象地における普通種である。Fagaceae に続き Theaceae, Hammamelidaceae が重要度(FIV)の高い科である。Fagaceae は種数、個体数、胸高断面積すべてにおいて優占種であるが、Theaceae, Hammamelidaceae はそれぞれ、個体数、胸高断面積において優占種である。Euphorbiaceae ならびに Melastomataceae 等の他の普通種は、種数において優位であった。

Fagaceae では主に *Castanopsis acuminatissima*, *Quercus linneata*, *Lithocarpus ewyckii* が見られる。対象地で記録された 95 種のうち 8 種がもっとも普通に見られる種である。*Castanopsis acuminatissima*, *Schima wallichii* は優占種として記録されており、*Urophyllum glabrum*, *Litsea angulata* と並んで、14 のサンプリングプロットのうち少なくとも 6 ケ所で見つかっている。

Cisitu 地区の森林の不均質度（多様性）は相対的に低く、半数の種の出現頻度は、10% 以下で、約 15%の種が、出現頻度 30%以上であった。ただし、Muhara 地区と Ciusul 地区の森林の差はそう大きなものではない。

イ. 森林タイプ

Cisitu 地区には 4 つの森林タイプが認められる。この 4 つの植物相の中で類似性の最も高い 2 つのタイプの間類似度は、38.45%である。単位面積毎の種数が、森林タイプの違いを示している。

原生林で記録された 79 種のうち 7 種が 10%以上の重要度 (IV) を持つ普通種である。*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus linneata* 及び *Altingia excelsa*, *Litsea angulata* は Cisitu 地区の原生林でもっとも優占種である。これらの種は、*Polyosma integrifolia*, *Urophyllum glabrum*, *Buchanania arborescens* とともに、普通種として認められ、5 つのサンプリングプロットのうち少なくとも 4 ケ所から見つかっている。他には IV5 ~ 10 が 6 種、IV 5 以下が 67 種である。

攪乱された原生林で記録された 79 種のうち、7 種が IV10 以上であった。*Altingia excelsa*, *Quercus linneata* は Cisitu の攪乱された原生林の優占種で、続き、*Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima*, *Euria acuminata* であった。これらの種は、*Polyosma integrifolia*, *Urophyllum glabrum*, *Buchanania arborescens* とともに普通種で、少なくとも 5 つのサンプリングプロットのうち 4 ケ所で見られた。その他、IV5 ~ 10 が 6 種、IV 5 以下が 67 種である。この森林タイプの普通種、*Castanopsis acuminatissima*, *Altingia excelsa*, *Quercus linneata*, *Urophyllum glabrum* はまた、原生林の普通種としても記録された。

古い二次林では、*Schima wallichii*, *Castanopsis acuminatissima*, *Altingia excelsa*, *Urophyllum glabrum* の 4 種が優占種である。この 4 種と他の 6 種が、IV10 以上であった。これら 10 種のうち 3 種がすべてのサンプリングプロットから見つかっている。6 種が 3

つのサンプリングプロットにおいて、1種 (*Macropanax dispernum*) は2つのサンプリングプロットにおいて見ついている。この森林タイプの普通種のいくつかは、原生林と攪乱された原生林の両方で普通種として記録されている。

ウ. 森林構造

Cisitu 地区の各森林タイプで最も密度の高いのは古い二次林で、最も胸高断面積が大きいのは、原生林である。興味深い点は、攪乱された原生林では、密度と胸高断面積の両方が最も低かったことである。深刻な破壊はこの地域で起こっていると見られる。なお、攪乱された原生林では、直径 60cm 以上の個体はなかったが、直径 60cm 以上の個体の 3%以上が原生林で記録されている。

Ogawa' s et al (1965) の手法により樹高の分析を行った結果、森林タイプにより各階層の違いが見られた。原生林では、第1層 24.6 - 30.0m、第2層 16.6 - 24.5m、第3層 8.1 - 16.5m の3つの樹冠層を持つ。第1層は個体数で 1.44% を占め、第2層、第3層はそれぞれ個体数で 13.92%、36.42%を占めている。樹高30m以上エマージェント種の個体数は 0.21%を占め、最大のものは樹高 35m に達している。種としては *Prunus arborea*, *Castanopsis acuminatissima*, *Schima wallichii*, *Altingia excelsa* が見られる。

攪乱された原生林の樹冠層は2つであった。第1層 (18.1 - 28.0m) は個体数で 4.68%、第2層 (9.1 - 18m) は同じく 30.97% を占めている。*Castanopsis acuminatissima*, *Schima wallichii*, *Altingia excelsa* はこの森林タイプに見られるエマージェント木で、最大樹高 35m に達する。個体数では 1.12%を占める。樹高8.5m未満の下層木が個体数では 63.22%を占める。

古い二次林の樹冠層も2つであるが、樹冠層の高さが攪乱された原生林と多少異なっている。第1層 (16.6 - 22.0m)、第2層 (8.6 - 16.5m) を構成する樹木は個体数でそれぞれ 3.82%、38.42%である。樹高 30m に達するこの森林タイプのエマージェント木は、*Thea lanceolata*, *Castanopsis acuminatissima*, *Altingia excelsa*, *Platea excelsa* で個体数では 2.75%を占める。他の 57.09%の個体は、9.0m未満の下層木である。

③ Ciusul 地区

ア. 植物相

Ciusul 地区の8つのサンプリングプロットでは、37科 61属 101種が記録されている。37科のうち、4科はこの調査対象地において普通に見られる科である。Fagaceae は最も重要度(FIV)の高い科で、続いて Rosaceae, Hammamelidaceae, Lauraceae があげられる。Fagaceae は胸高断面積及び個体数において優勢であるが、Rosaceae, Hammamelidaceae はそれぞれ個体数、胸高断面積のみにおいて優勢である。Euphorbiaceae, Lauraceae 等他の普通の科は、種数において優勢である。

Fagaceae では *Castanopsis acuminatissima*, *Quercus gemelliflora*, *Quercus oidocarpa*, *Quercus lineata* が見られる。調査地で記録された 88 種のうち 10 種は最も普通な種である。*Castanopsis acuminatissima*, *Altingia excelsa*, *Gironniera subaequalis*, *Prunus arborea*, *Quercus gemelliflora* も普通種として記録され、*Quercus lineata*, *Quercus oidocarpa* とともに 14 のサンプリングプロットのうち少なくとも 5ヶ所で見ついている。

Ciusul 地区の森林の不均質度 (多様性) は相対的に高く、多くの種 (101 種のうち 72)

の出現頻度は、10%以下で、2種 (*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus oidocarpa*) のみの出現頻度が40%以上であった。

イ. 森林タイプ

Ciusul 地区においても3つの森林タイプが認められる。3つの森林タイプの植物相はやはり異なっており、類似性の最も高い2つのタイプの間の類似度は44.68%である。単位面積毎の種数は、森林タイプの違いを示している。

原生林で記録された87種のうち8種が重要度(MIV)10.00%以上の普通種である。*Altingia excelsa*, *Castanopsis Acuminatissima*, はCiusul地区の原生林において最優占種で、続いて、*Ardisia cymosa*, *Cryptocarya densiflora*, *Quercus oidocarpa* があげられる。これらの種は少なくとも3分の2のサンプリングプロットで見られた。他の *Prunus arborea*, *Schima wallichii* 等は、優占種として記録されている。

攪乱された原生林で記録された40種のうち11種はMIV10以上である。*Castanopsis acuminatissima* はこの地区では非常に優勢で、続いて、*Girroniera subaequalis*, *Prunus arborea*, *Schima wallichii* があげられる。*Cryptocarya densiflora*, *Quercus gemelliflora* とともにこれらの種は、普通種として、少なくとも3分の2のサンプリングプロットにおいて記録されている。この森林タイプのほとんどの優勢種は、Ciusul地区の原生林においても優占種である。

古い二次林で記録された45種のうち、10種はIV10以上であった。*Girroniera subaequalis* が最も普通種で、続いて、*Prunus arborea*, *Quercus gemelliflora* である。後の2種は、*Cristania bakhuzeni*, *Schima wallichii* とともに、この森林タイプにおいてはすべてのサンプリングプロットで見られる最も普通の種である。この森林タイプにおいて最も普通の種は、原生林及び攪乱された原生林においても普通種として記録されている。

ウ. 森林構造

密度、胸高断面積、直径、高さなどのパラメータは、森林構造を示している。胸高断面積の最も密度の高い森林タイプは、攪乱された原生林に見られ、最も低い胸高断面積は古い二次林に見られる。構成する樹木の直径分布は、森林タイプにより違いがあり、胸高周囲が50cmより大きい個体の割合は原生林で約6%であるが、他の2つは、それぞれ1.51%、0.07%である。

Ogawa's et al(1965) の手法に従い樹高分析を行った結果、森林タイプの各層に違いが見られた。原生林は3層の樹冠層を持ち、それぞれの樹高は第1層が22.6 - 29.5m、第2層が16.6 - 22.5m、第3層が9.1 - 16.5mであった。第1層を構成する樹木の個体数は9.57%を占め、第2層、第3層は、それぞれ18.84%、40.62%を占めている。最大樹高35mに達するエマージェント木(樹高29mを越える樹木)は個体数で2.86%を占め、種としては、*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus oidocarpa*, *Quercus gemelliflora*, *Planchonella nitida*, *Altingia excelsa* である。

攪乱された原生林においても3つの樹冠層が見られ、各樹高は第1層が22.1 - 25m、第2層、第3層は16.1 - 22m、8.1 - 16mであった。第1層を構成する樹木の個体数は10.86%を占め、第2、3層はそれぞれ24.81%、31.77%である。最大樹高35mに達するエマージェント木の個体数は7.92%を占め、*Castanopsis acuminatissima*, *Schima wallichii*, *Altingia excelsa*, *Quercus oidocarpa* からなる。個体数で約25%を下層木が占め

ている。

古い二次林では2つの樹冠層があり、第1層(17.6 - 23m)は22.88%、第2層(7.6 - 17.5m)は34.20%の個体が占めている。最大樹高30mに達するエマージェント木の個体数は6.93%を占め、個体数で36%を下層木が占めている。

5. 本研究により得られた成果

合計36ヶ所のサンプリングプロットの調査結果を分析した結果、グヌンハリムン国立公園の西側の森林では、*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus oidocarpa*, *Quercus linneata*, *Lithocarpus ewyckii*, *Quercus gemmeliflora*といったFagaceaeが優占していることがわかった。次に優勢な種としては、*Altingia excelsa*(Hamamelidaceae), *Schima wallichii*(Theaceae), *Eugenia spp.*(Myrtaceae)があげられる。これは、これまでの研究(Simbolon & Mirmanto,1997, Mirmanto & Simbolon,1998, Suzuki et al.,1997)の成果とも矛盾がなく、グヌンハリムン国立公園における一般的な状況であると思われる。しかし、森林構造と植物相については相違点が見られる。

西ジャワ(Kartawinata et, al., 1985; Mirmanto, 1991)において、最も優勢な種は、低山帯の森林の研究地においても優勢な種として記録されている。さらに、これらの種は生気候学の構成要素の1つとされている。

まとめると、対象区域の土地被覆は大まかに、攪乱されていない原生林、攪乱された原生林、二次林(古い・若い)、保護されていない土地(果物とコーヒーのプランテーション)、水田、草地植生(草地、シダ、草とシダの混合地)の6つに分けられる。このうち主に、原生林、二次林の領域及び新生植生の小区域において定量的調査を行った。*Quercus oidocarpa*, *Schima wallichii*, *Altingia excelsa*, *Castanopsis acuminatissima*は対象地域の西側でもっとも優勢な種(重要度IVの最高値)であり、*Castanopsis acuminatissima*は調査地(8つのサイトのうち6ヶ所)で優勢だったが、*Quercus oidocarpa*は、Muhara地区だけで優勢であった。他に2種が、それぞれ2、3の調査地で2番目に優勢な種であった。Muhara地区では種数、密度がもっとも高く、一方、Citorek地区は胸高断面積では大きかったが、比較すると種数は少ない。Citorek地区の樹木は、比較すると個体数ごとの胸高断面積が、他の地域より高い。といった特徴があげられる。

Castanopsis acuminatissima, *Quercus oidocarpa*は*Altingia excelsa*とともに、公園西側の攪乱された原生林の中では優占種であった。最初の種は2地区(Citorek地区, Ciusul地区)では優勢であり、他の2種はそれぞれMuhara地区とCisitu地区で優勢であった。*Schima wallichii*は3地区(Citorek地区, Cisitu地区, Muhara地区)において2番目に優勢な種であったが、*Prunus arborea*はCiusul地区においてのみであった。*Gironniera subaequalis*, *Homalathus populneus*のような大きな4つの優占種は、Ciusul地区, Muhara地区でみられた。先駆植物種の存在は、Muhara地区において過去に比較的大きな破壊があったことを示唆している。

二次林の2つのタイプ(若い二次林と古い二次林)は、西調査地に見られる。若い二次林で記録されるほとんどの種は、*Melastoma polyanthum*, *Piper aduncum*, *Eurya acuminata*, *Urophyllum glabrum*, *Ardisia zollingeri*のような先駆種あるいは遷移途上の種にあたる。Muhara地区の若い二次林では、*Melastoma polyanthum*, *Lantana camara*に続き、*Eupatorium odoratum*, *Eurya acuminata*, *Piper aduncum*, *Breynia cernua*が見られる。しかしながら、優占種は、サンプリングプロットにより異なっている。*Melastoma polyanthum*はサンプリングプロットNo. 2, 8で優勢である一方、*Lantana camera*, *Euya acuminata*はそれぞれサンプリングプロットNo. 12, 14で優勢であ

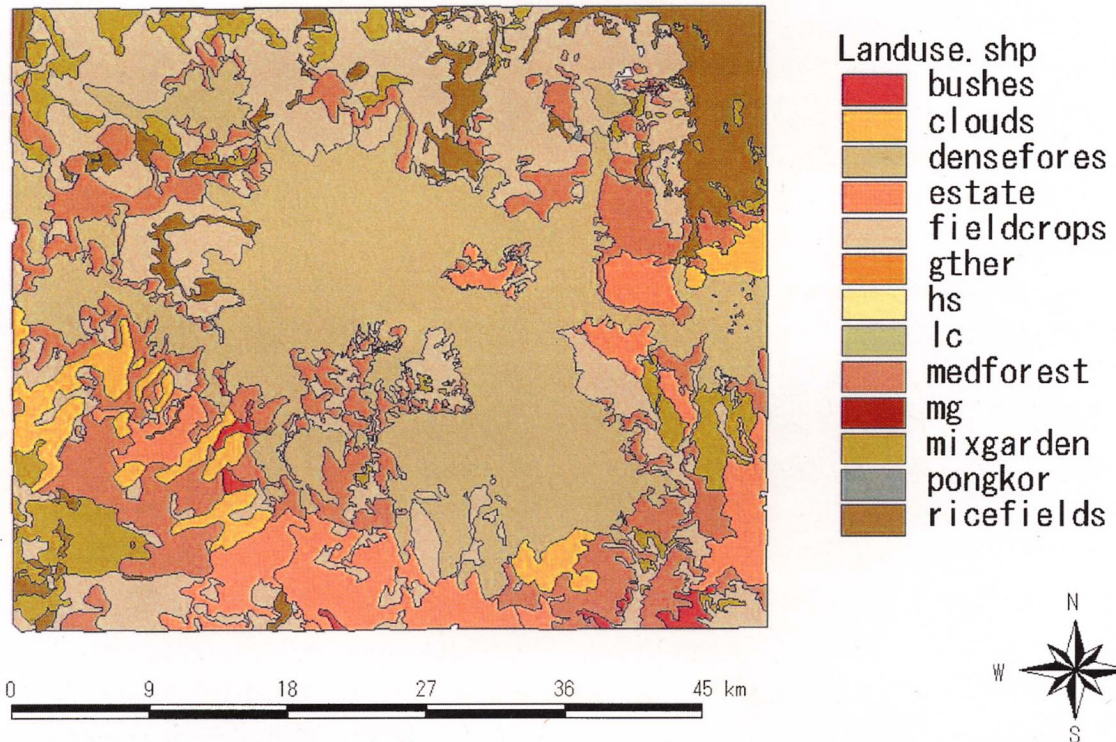
る。*Eupatorium odoratum*, *Piper aduncum*, *Breynia cernua*, *Clibadium surinamensis*, *Mallotus paniculatus*, *Maersa pelrarius*のような他の普通種は、ほとんどのサンプリングプロットで見られる。

一般的に古い二次林では、*Quercus oidocarpa*, *Schima wallichii*のような原生林に優勢な種が優占している。しかしながら、*Homalanthus populneus*, *Eurya acumminata*, *Gironniera subaequalis*, *Urophyllum glabrum*といった遷移途上の種もまだ優勢である。また、*Castanopsis acuminatissima*, *Quercus gemelliflora*, *Prunus arborea*, *Altingia excelsa*, *Urophyllum odoratum*はほとんどのサンプリングプロットで見られる普通種である。

シダ *Gleichenia liniaris* は、各地域で 25%以上を占める草地植生で優勢な種である。*Macaranga triloba*, *Piper aduncum*, *Schefflera javanica*, *Cyathea contaminans*, *Homalanthus populneus*のような小さな植物は、この植生タイプでは普通に見られる。*Eupatorium odoratum*, *Smilax sp.*, *Cidemia hirta*, *Brenia cernua*, *Strobilanthes sp.* もこの植生タイプにおける構成種として記録されている。

平成11年度に実施した以上のような詳細な現地調査により、衛星データによる植生分類の補完ができ、また、こうした自然林、二次林の構成が把握され、植生群落の内容が明らかにした結果、公園の保護計画や、きめ細かい地域区分ごとの施策のための基礎資料として使用できるレベルの植生図を作成することができた。また、公園利用の場面において、環境教育等の資源の分布をある程度明らかにすることができた。

図1 グヌンハリムン国立公園現存植生図



6. 参考文献

- Djuansah, M. 1997. The soil of Gunung Halimun National Park. In: M. Yoneda, J. Sugardjito & H. Simbolon (eds.) *Research and Conservation of Biodiversity in Indonesia. Vol. II. The inventory of Natural Resources in Gunung Halimun National Park*. LIPI-JICA-PHPA, Bogor. Pp. 105-116
- Greigh-Smith, P. 1964. *Quantitative Plant Ecology*. Butterworths, London
- Kartawinata, K. 1975. The ecological zone of Indonesia. Paper presented in the *Symposium on Pacific Ecosystem, 13th Pacific Science Congress*. Vancouver, August 1975
- Kartawinata, K., S. Riswan, E. Mirmanto & S. Prawiroatmodjo. 1985. Structure and composition of montane rain forest in Awibengkok area, Gunung Salak. Unpublished report.
- Mirmanto, E. 1991. Struktur dan komposisi hutan DAS Cisadane hulu. In: Witjaksono, R.M. Marwoto & E.K. Supardijono (eds.). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan SDH 1990/1991*. Proyek Litbang SDH, Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor. 15 Mei 1991. Pp. 33-41
- Mirmanto, E. & H. Simbolon. 1998. Vegetation analyses of Citorek forest, Gunung Halimun National Park. In: H. Simbolon, M. Yoneda & J. Sugardjito (eds.). *Research and conservation of Biodiversity in Indonesia. Vol. IV. Gunung Halimun: the last submontane tropical forest in West Java*. LIPI-PHPA-JICA. Pp. 41-59
- Ogawa, H., K. Yoda, T. Kira, K. Ogino, T. Shidei, D. Ratnawongse & A.P. Apasutaya. 1985. Comparative ecological study on three main types of forest vegetation in Thailand. *Nature and Life in S.E. Asia*. IV: 13-48
- Partomihardjo, T., E. Mirmanto, H. Simbolon. 1985. *Laporan perjalanan Penelitian ke Gunung Halimun*. Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor. 7 pp.
- Rosdiana, E. 1994. Pengembangan Wisata Alam di Taman Nasional Gunung Halimun. *Tesis MS. Program Pasca Sarjana*, Institut Pertanian Bogor. 151 pp.
- Suzuki, E., M. Yoneda, H. Simbolon, A. Muhidin & S. Wakiyama. 1997. Establishment of

two 1-ha plots in Gunung Halimun National Park for study vegetation structure and forest dynamics. In: M. Yoneda, J. Sugardjito & H. Simbolon. *Research and Conservation of Biodiversity in Indonesia. Vol. II. The inventory of Natural Resources in Gunung Halimun National Park*. LIPI-JICA-PHPA, Bogor. Pp. 36-61

Schmidt, F.H. & J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea. Kementrian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisika. *Verhandelingen*, No.42

Wiradinata, H. 1997. In: M. Yoneda, J. Sugardjito & H. Simbolon (eds.) Conservation of Biodiversity in Indonesia. Vol. II. The inventory of Natural Resources in Gunung Halimun National Park. LIPI-JICA-PHPA, Bogor. In: M. Yoneda, J. Sugardjito & H. Simbolon (eds.). *Research and Conservation of Biodiversity in Indonesia. Vol. II. The inventory of Natural Resources in Gunung Halimun National Park. LIPI-JICA-PHPA, Bogor*. Pp. 7-13

Simbolon, H. & E. Mirmanto. 1997. Altitudinal zonation of the forest vegetation in Gunung Halimun National Park, West Java. In: M. Yoneda, J. Sugardjito & H. Simbolon (eds.). *Research and Conservation of Biodiversity in Indonesia. Vol. II. The inventory of Natural Resources in Gunung Halimun National Park. LIPI-JICA-PHPA*. Pp. 105-116

Steenis, C.G.G.J. van. 1972. *The mountain flora of Java*. Leiden, 90 pp.

Whitten, T., R.E. Soerjatomadja & S.A. Afiff. 1996. *The Ecology of Java and Bali*. Periplus, Singapore, 969 pp.

[国際共同研究等の状況]

Research and Development Center for Biology LIPI (Indonesian Institute of Sciences)

Dr. Herwint Simbolon, Drs. Edi Mirmanto, M.Sc. Dr. Muchlisin Arif, Asep Sadili, S. Si, Nurdin, Wardi らとの国際共同研究として実施

日本側は、衛星データによる植生分類法の提案等、インドネシア側は現地調査による実証等を分担

[研究成果の発表状況]

特になし