

# 熱帯林と地球環境変動再考

—東南アジア・南太平洋地域の研究から—

中 村 武 久\*

(平成 14 年 9 月 15 日受付/平成 14 年 12 月 11 日受理)

要約: 熱帯林の喪失が地球環境変動に連鎖していることが謂われて久しい。そして今日まで熱帯林の再生回復を目指す研究も盛んに行われてきた。しかしこの熱帯林に関する一般的な認識は必ずしも正確とは言い難い。高温多湿な環境条件下で成立する熱帯雨林が熱帯林の全てであるかに思われているが、実際の熱帯域には様々な熱帯林が分布している。特に東南アジアを中心に、南太平洋も含めて、現地実際に観察したデータから、熱帯林植生の種類を分類し、特にタイ国での調査結果から熱帯の乾燥地に発達するモンスーン林(季節風林)について群系下位単位を分類した。これは植物社会学的に群集分類を行ったのではなく、熱帯乾燥地における植生遷移過程を解析するための手段として試みたものである。

もう一つの問題は、森林伐採が大気中の炭酸ガス固定能力を著しく失うことなど、熱帯林の喪失が様々な地球環境変動に関わっていることが知られている。しかし森林伐採は確かにその時点で炭酸ガス固定能力を失うなど、環境を大きく変動させるが、森林伐採後、その森林が最も大きく変わるものは何か、また伐採後その森林はどうなって行くかなど、熱帯林自体の変化、すなわち植生遷移を見つめることが重要である。そこで熱帯林植生の種類によって構成種が違っていることが、その植生遷移を推測する一つの手がかりとなるものと考え、構成種の問題、すなわち熱帯林の多様性の問題に触れた。

最後にこれらの熱帯林の生態的特性から、熱帯林と地球環境変動とが、どのような連鎖関係を持つかについて検討する基礎的な事項を取り上げ、以て熱帯林と地球環境変動問題を再考した。

キーワード: 熱帯雨林, 熱帯乾燥林, モンスーン林, 種の多様性, 植生遷移, 生態的バランス

## 1. はじめに

1992年ブラジルのリオデジャネイロで開催されたUNSED, 通称地球サミットにおいて、地球憲章をはじめ、アジェンダ21の環境保全行動計画、地球変動枠組み条約、生物多様性保全条約、森林原則声明などが採択され、キーワードとして「Sustainable development 持続可能な開発」が謳われた。その後具体的には、地球温暖化防止のための枠組み条約や、熱帯林の保全計画など、幾つかの行動計画が実施に移されている。しかしこの重要な環境保全に関わる理念が一般にどの程度認識されているか、その実態は様々で、必ずしも一様明確でない。なかでも熱帯林保全問題では、日本を中心とする先進諸国の林業業者が熱帯林を広域的に伐採したことが、熱帯林喪失の元凶である、という程度の認識である。

熱帯材利用目的での伐採も熱帯林喪失の一因ではあるが、熱帯地域における農地開発や観光開発、また循環的要因ともいえる地球環境変動によって起こる気象障害や化学物理的障害によって起こる森林喪失も少なくない。

何千万年とか何億年とかという長い年月をかけて成立してきた熱帯林が、そうした障害を受けると、目に見える破

壊が起こり、中には壊滅的な状態にまで変貌するものもある。しかし、これらの森林破壊や喪失が、その森林にとって構造的な破壊なのか、機能が喪失したのか、具体的な破壊の内容が十分わかっていないのである。

地球温暖化防止条約、殊に京都議定書では炭酸ガス排出規制の代償の一つとして植林を規定している。森林再生のための植林が地球環境の安定に役立つことは言うまでもないが、熱帯林の再生・植林について具体的な方策ができあがっているかということ、現状ではまだ研究途上にある、という状況である。

1969年頃からシダ植物の研究に端を発し、熱帯林の種多様性や植生生態学的研究のため、東南アジアを中心に南太平洋地域の熱帯雨林、熱帯乾燥林、マングローブ林等へよく出かけ、それぞれの熱帯林について現場での観察を行ってきた。これらの研究事例を中心に、また先人の遺している多くの研究資料から、熱帯林の構造機能、またそうした熱帯林が地球環境変動とどのようなつながりを持っているか、これらの問題をもう一度確認するため、また整理をするための基礎資料として論説するものである。

また、この論文をまとめるにあたっては、今まで熱帯各地での調査に協力してくれた多くの方々、また相手国で調

\* 東京農業大学名誉教授

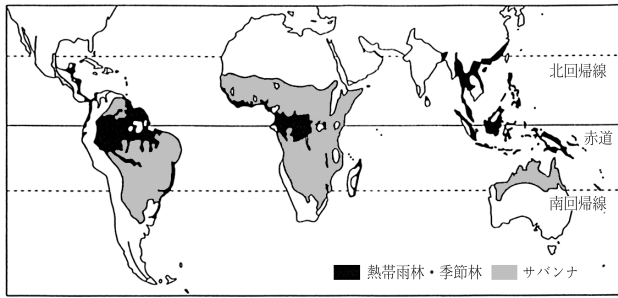


図1 熱帯林の分布 (最新環境キーワード 1992 より)

査の便を計って頂いた関係の方々、一々名前を挙げる事ができないが、これらの方々に深く感謝の意を表するものである。

## 2. 熱帯林植生と遷移

### —特にモンスーン林を中心に—

熱帯地域に分布する森林を一般に熱帯林というが、熱帯林としてよく知られているのは熱帯雨林である。熱帯雨林の最初の命名は19世紀ドイツの植物学者 A.F. SCHIMPER によるといわれ、高温多湿な熱帯地域に多様な形の樹木が密生するのが熱帯雨林であるとされている。(写真1)

こうして古くから呼ばれていた熱帯雨林を生態学的に明らかにしたのは P.W. RICHARDS (1964) と J.S. WHITMORE (1978) である。両者の研究は、世界のいくつかの熱帯雨林について調査し、その構造と機能を解析して、熱帯雨林の特性をまとめている。

しかし世界の熱帯地域に分布する熱帯林は様々である。確かにアジア、アフリカ、中南米の熱帯についてみると、そこにはかなり広い範囲が湿潤高温な気候で、そうした気候条件下で熱帯雨林が成立している。しかしそれらの熱帯雨林域以外の地域はどうなっているかという、乾性フタバガキ科の種類やフトモモ科やサルスベリの仲間の種類で構成される乾燥した森林となっている。すなわちこの森林を一般に熱帯雨林に対応するもう一つの熱帯林として、雨季と乾季の明瞭な地域に発達するモンスーン林(季節風林)と呼んで、熱帯林を大きく二つに区分している。

赤道を中心に南北回帰線にはさまれる熱帯地域には、この2種の熱帯林の他に、きわめてまばらな疎林ないし乾草原とでも言うべきサバンナも広がっているが、ここでは熱帯林を熱帯雨林とモンスーン林の2種として扱い、サバンナは除外した。(図1)

2種の熱帯林は、それぞれさらに細かな森林群系に区分されることが試みられ、様々な環境条件下で、それぞれ特異的な森林が成立していることが明らかになってきた。その根拠としては、群落の構成種が共通であること、群落構造が類似であること、立地条件が共通であること、分布域の環境条件が同じであること、などを基準としてそれらの群系が細分されている。

またその森林群系の分類については全てが同じではない。VAN STEENIS (1950) による熱帯林の分類を例に見ると、



写真1 熱帯雨林の林内景観 (山地多雨林-スマトラ)

#### [A] Tropical rain forest

1. Tropical lowland evergreen rain forest
2. Tropical lower montane rain forest
3. Tropical upper-montane rain forest
4. Tropical subalpine forest
5. Heath forest
6. Forest over limestone
7. Forest over ultrabasic rocks
8. Beach vegetation
9. Mangrove forest
10. Brackish-water forest
11. Peat swamp forest
- 12a. Fresh-water swanp forest
- 12b. Seasonal swanp forest
13. Tropical semi-evergreen forest

#### [B] Monsoon forest

14. Tropical moist deciduous forest
15. Other formations of increasingly dry seasonal climates forest

となっているが、10, 11, 12a, 12b, の4種については、別の考えがある。例えば10, の汽水域林は、マングローブに含める群系であり、いわゆるバックマングローブとして扱われている群系である。また11, 12, は、いずれも Swanp forest として扱われており、立地の水条件は季節や気候によって変動し、成立する森林の構成種にわずかな違いが見えても、生態的構造での大きな違いは見られない。

VAN STEENIS の熱帯雨林区分は、マングローブ林や湿地林について多少の問題が残るとしても、ほぼ一般的に認められている群系区分である。しかし、第2のモンスーン林については、乾季に落葉する雨緑樹林を区分したのみで、他の乾燥林については一括している。またこの季節風林は人によってその区分はかなり違っている。

1997年から3年間、文部省科研費による「タイ国熱帯乾燥林の生物多様性と生物生産性の相関に関する研究」を行い、タイ国東北部メコン川沿いコラート台地 (Korat Plateau) における季節風林の植生・生態学的調査を行った。

その結果、D. SOOKCHALOEM, 中村, 皆川, 佐々木, H.

SAMANG 等 (2002) は、T. SANTISUKU (1989) に基づいて、この地域のモンスーン林 (写真 2) について次のような群系区分を行った。

1. Lower montane forest or Hill evergreen forest  
低山地常緑樹林または丘陵地常緑樹林
2. Lower montane scrub forest  
低山地低木林
3. Pine forest  
マツ林
4. Dry evergreen forest or Semi evergreen forest  
乾燥常緑広葉樹林
5. Mixed deciduous forest  
混合落葉樹林
6. Deciduous Dipterocarp forest or Dry Dipterocarp forest  
落葉フタバガキ林または乾性フタバガキ林
- 6-a. Montane dry-Dipterocarp forest  
山地乾性フタバガキ林
- 6-b. Lowland dry-Dipterocarp forest  
低地乾性フタバガキ林
7. Rocky bush  
岩上低木林

以上の 7 群系が区分された。

タイ東部の限られた地域での区分であるから、これが東南アジア熱帯域のモンスーン林の全てではないが、他に区分できる群系があっても、それはかなり限られた分布ないし特殊な立地環境に見られる森林群系と考えてよい。

特にここでモンスーン林の種類をとりあげたのは、熱帯の雨期乾季のある乾燥地の森林であっても、土壌が深く山地の霧の発生し易いところに発達する常緑広葉樹林と、乾燥の度合いが高く、特に乾季には落葉するフタバガキ科の樹種の優占する雨緑樹林というように、立地の土壌条件も

重要ではあるが、むしろ気象条件がこれらの森林群落成立に大きく関わっている (吉良 1948)。

さらにこれらの乾燥林は、そこで生活している人々と古くから深い関わりを持っていた。すなわち現存のこれらの森林群落はどのような植生遷移の過程にあるか、遷移過程のシステムを把握するためにも、群系の種類とその群系の成立条件を整理しておくことが重要である。

前記した季節風林の種類区分の中で、4, 5, 6, の乾燥常緑樹林、混合落葉樹林、乾性フタバガキ林については、その遷移過程を推測するデータを得た (図 2)。

これはタイ東部メコン川沿いの季節風林の 45 の調査プロットの林分について、乾性フタバガキ科の種類の個体数とその林分におけるフタバガキの植被率の相関を表したものである。

これを見ると、植被率の高いもの、中程度のもの、低いものという、大きく 3 つのグループに区分できる。これら



写真 2 モンスーン林の林内景観 (混合落葉広葉樹林 Ban Lao Kram)

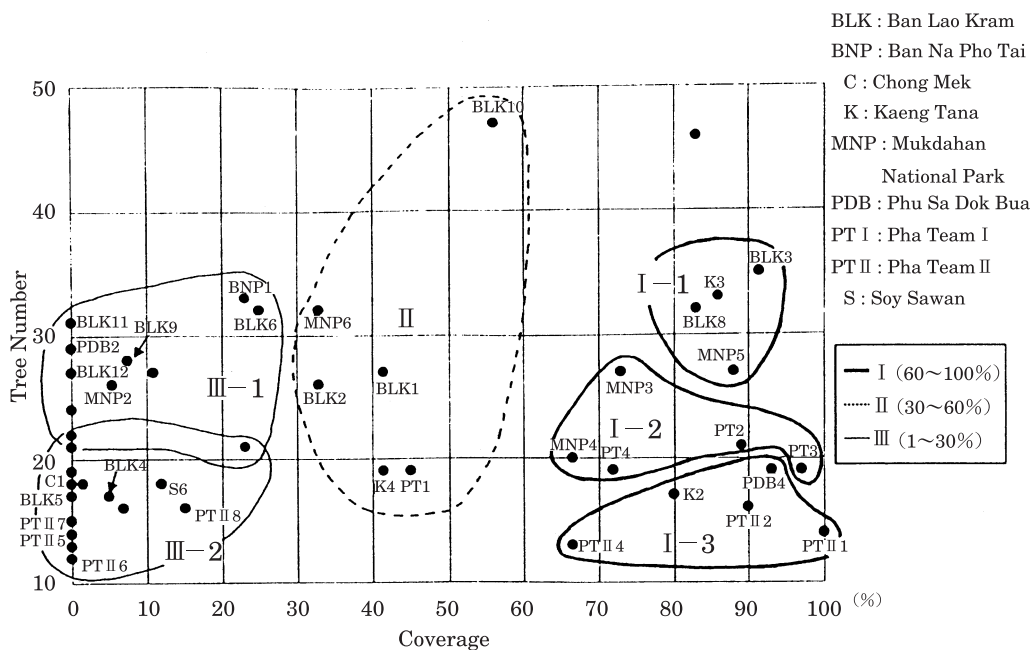


図 2 タイ東部の熱帯乾燥林における Dipterocarpus の植被率と林木数

の区分について、林分の植被率が高いⅠのグループが Dry Dipterocarp forest に当たる。植被率の低いⅢのグループが Semi evergreen forest に当り、そして中間のグループが Mixed deciduous forest である。

またⅠの乾性フタバガキ林では、個体数の多い林分は樹高が低く、個体数の少ない林分では樹高が高い、いわば乾性フタバガキの壮齢林ともいえる林分構造を持っている。Ⅲの常緑広葉樹林では、フタバガキの植被率を30%までを含めているが、これは20%でグルーピングするべきものであり、フタバガキの個体0の林分は別として、僅かに混じっていても *Chukrasia velutina* や *Canarium subatum* などの常緑樹が優占している。

これらの林分について、一般的な陽樹林から陰樹林へとという遷移過程にあてはめて並べてみると、およそ次のように考えられる。

(Ⅰ-1)→(Ⅰ-2)→(Ⅰ-3)

↓

(Ⅱ)→(Ⅲ-1)→(Ⅲ-2)

しかし実際にそれら各タイプの森林についてみると、Ⅱの混合落葉樹林がむしろこの地域の原植生であり、この混合落葉樹林を中心にして、一方はⅢの常緑広葉樹林へ遷移し、もう一方が乾性フタバガキ林へ遷移したのではないかと考えられる。このことについては、さらに調査を重ねる必要があるが、混合落葉樹林が最も構成種が多いこと、また各構成樹の樹齢と混成割合などから、次のような遷移過程が考えられる。

初期乾燥地植生→混合落葉樹林→乾性フタバガキ林

↓

乾燥常緑樹林→乾性フタバガキ林

↓

混合落葉樹林

すなわちこの地域では一次遷移として、初期植生から混合落葉樹林植生が成立する。この混合落葉樹林がどちらかという安定な植生であり、農業や道路開発などの人為的な影響と、雨季の土壌流失などの影響を受けて乾性フタバガキ林へ遷移するのではないかと想定される。一方混合落葉樹林がさらに山地や丘陵地の麓などの、土壌の堆積が深いところでは乾燥常緑樹林に発達するが、この森林は生物生産性も高いため、地域の人達が生活の場として侵入してくる。その結果常緑樹林は再び混合落葉樹林へと遷移し、さらにそれが進んで乾性フタバガキ林へと変わる。しかしこの乾性フタバガキ林はリターの堆積や保水力の向上によって再び混合落葉樹林に遷移して行くものと考えられる。

熱帯雨林では、群系単位での遷移過程を論ずるのは難しいが、最終的な極相林としては、超高木層から複雑な階層構造の森林で、さらにその林内には着生植物やつる植物の多い典型的な熱帯雨林ができあがると考えられる。しかし、もう一つの熱帯林であるモンスーン林では、極相林がどんなタイプの森林か、乾燥林であることには間違いのないとしても、乾性フタバガキ林か、混合落葉樹林か、または乾燥常緑樹林か、そのいずれであるかは明瞭でなく、モン

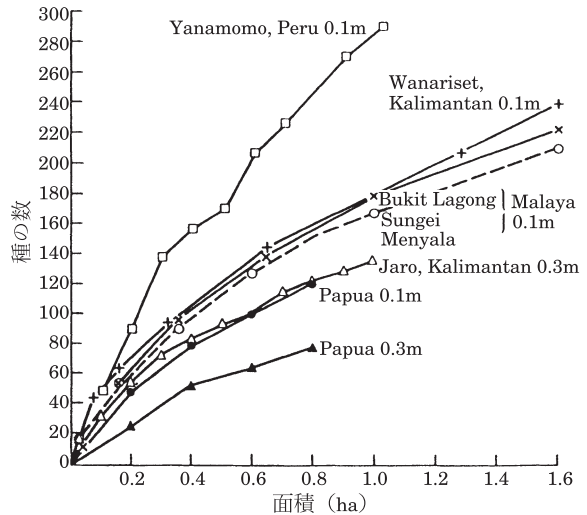


図3 熱帯低地多雨林の構成種類数(種類面積曲線)  
(WHITMORE 1984 による)

スーン林は、乾湿度の不安定な要素の上に成立する植生であり、変化性に富んだ森林と言える。

### 3. 熱帯林の種多様性

単位面積当たりの植物種の数が多いのが熱帯雨林であるとされている。それは WHITMORE (1984) や GENTRY (1988) によると、1 ha 当たりカリマンタンで 180 種、ペルーの Yanamomo で 280 種、(図3)と言われている。荻野、山倉等 (1993) は、1991 年からボルネオ島サラワクのランピル国立公園の熱帯雨林で、50 ha という大面積の調査プロットを設定し、直径 1 cm 以上の樹木の全てにナンバーを付け、その種類とプロット内分布図を作った。これによると 50 ha 内に約 1,200 種(調査途中の予測数)という。種類面積曲線を出して、そこから読みとる必要があるが、単純に 4 分の 1 として 400 種であるから、少なくとも熱帯雨林では低く見積もって 300 種ないし 350 種ということができる。

日本を含む極東アジアの温帯林では 1 ha 当たりの樹木の種類数は 25~30 種、50 ha でも 100 種を越えることはないといわれる。

熱帯のモンスーン林ではどうかというと、これについての具体的なデータはないが、皆川、中村等 (2002) のタイ東北部の乾燥林について、80 m×80 m のプロット内の全維管束植物の種類数は平均 112 種である(図4)。この内草本類は約 3 分の 2 であるから、樹木は 37~8 種、大まかに 40 種として、温帯林より僅かに多い程度で、熱帯雨林のそれには遠く及ばない。

熱帯雨林とモンスーン林の種類構成の比較は簡単でないが、P. ASHTON (1964) が行ったブルネイの熱帯雨林のプロットの調査結果(図5)から、そこに出現した樹高 4.5 m 以上の樹木の種類と、皆川、中村等が行ったタイ東北部の調査プロットで記録した樹木の種類を属レベル以上の分類群について比較してみた(表1)。

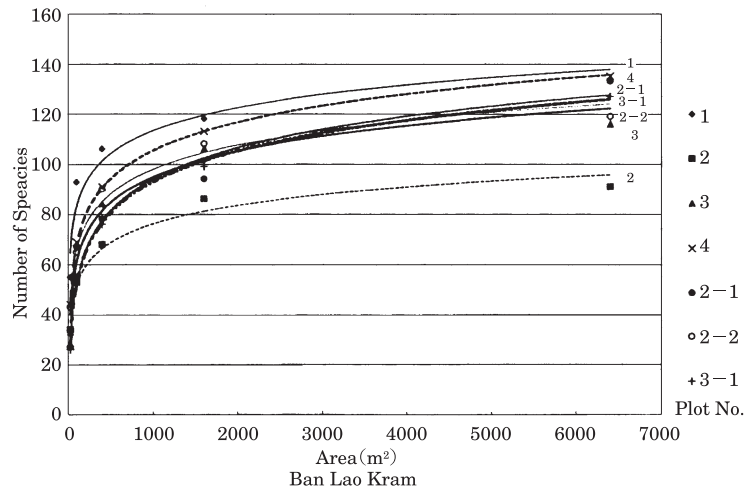


図 4 モンスーン林（混合落葉紅葉樹林 Ban Lao Kram）の構成種数（皆川他 2002）



図 5 熱帯雨林の植生断面（ブルネイの熱帯低地多雨林の例）（ASHTON1964 による）

まず科のレベルの分類群でみると、両者に共通する科は Anacardiaceae, Dipterocarpaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Rubiaceae など 31 科、熱帯雨林にあってモンスーン林に出てこなかったものは, Icacinaceae, Linaceae, Myrtaceae, Moraceae, Rosaceae など 8 科、モンスーン林にあって熱帯雨林に出てこないものは、アフリカの乾燥地にもよく見られる Bombacaceae ただ 1 科のみであった。属レベルでの比較は、共通な分類基準で見ないとよく分からないが、種類が多く含まれる科の属についてみると、例えば Anacardiaceae（ウルシ科）で見た場合、出現する

属が 5 属の内、*Melanorrhoea* と *Semecarpus* が両者に共通して見られるが、他の 3 属は熱帯雨林にあって、モンスーン林には現れていない。また東南アジアの熱帯林を代表するフタバガキ科についてみると、出現した全 6 属の内、*Anisoptera*, *Dipterocarpus*, *Shorea* の 3 属が共通で、他の 3 属は熱帯雨林である。この他にもマメ科やアカネ科などでも同様熱帯雨林では属が多く、モンスーン林では僅かである。もちろん共通属でも、それに含まれる種は殆どが異なり、共通種は更に僅かである。モンスーン林であるタイ東北部の調査した森林における

表 1 Component of plants taxa in tropical forest (Southeast Asia) (from : Ashton, Whitmore and NAKAMURA *et al.*)

| Taxa (FAMILY, Genus)    | TRF | Mons. F | Taxa (FAMILY, Genus) | TRF | Mons. F |
|-------------------------|-----|---------|----------------------|-----|---------|
| <b>ANACARDIACEAE</b>    |     |         |                      |     |         |
| Mangifera               | ○   | ×       |                      |     |         |
| Melanorrhoea            | ○   | ○       |                      |     |         |
| Parishia                | ○   | ×       |                      |     |         |
| Semecarpus              | ○   | ○       |                      |     |         |
| Swintonia               | ○   | ×       |                      |     |         |
| <b>ANNONACEAE</b>       |     |         |                      |     |         |
| APOCINACEAE             | ○   | ○       |                      |     |         |
| BOMBACACEAE             | ×   | ○       |                      |     |         |
| BRUSERACEAE             | ○   | ○       |                      |     |         |
| CELASTRACEAE            | ○   | ○       |                      |     |         |
| CLUSIACEAE              | ○   | ×       |                      |     |         |
| COMBRETACEAE            | ○   | ○       |                      |     |         |
| DILLENACEAE             | ○   | ○       |                      |     |         |
| <b>DIPTEROCARPACEAE</b> |     |         |                      |     |         |
| Anisoptera              | ○   | ○       |                      |     |         |
| Cotylelobium            | ○   | ×       |                      |     |         |
| Dipterocarpus           | ○   | ○       |                      |     |         |
| Dryobalanops            | ○   | ×       |                      |     |         |
| Shorea                  | ○   | ○       |                      |     |         |
| Vatica                  | ○   | ×       |                      |     |         |
| <b>EBENACEAE</b>        |     |         |                      |     |         |
| EUPHORBIACEAE           | ○   | ○       |                      |     |         |
| FAGACEAE                | ○   | ○       |                      |     |         |
| FLACOURTIACEAE          | ○   | ○       |                      |     |         |
| ICACINIACEAE            | ○   | ×       |                      |     |         |
| IRVINGIACEAE            | ○   | ○       |                      |     |         |
| LAURACEAE               | ○   | ○       |                      |     |         |
| LECYTHIDACEAE           | ○   | ×       |                      |     |         |
| <b>LEGUMINOSAE</b>      |     |         |                      |     |         |
| Abrus                   | ○   | ○       |                      |     |         |
| Acacia                  | ○   | ○       |                      |     |         |
| Bauhinia                | ○   | ○       |                      |     |         |
| Caesalpinia             | ○   | ○       |                      |     |         |
| Daibergia               | ○   | ○       |                      |     |         |
| Desmodium               | ○   | ×       |                      |     |         |
| Milletia                | ○   | ○       |                      |     |         |
| Pterocarpus             | ○   | ○       |                      |     |         |
| <b>LINACEAE</b>         |     |         |                      |     |         |
| <b>LYTHRACEAE</b>       |     |         |                      |     |         |
| <b>MELASTOMATACEAE</b>  |     |         |                      |     |         |
| <b>MORACEAE</b>         |     |         |                      |     |         |
| <b>MYRISTICACEAE</b>    |     |         |                      |     |         |
| <b>MYRTACEAE</b>        |     |         |                      |     |         |
| <b>OLEACEAE</b>         |     |         |                      |     |         |
| <b>ROSACEAE</b>         |     |         |                      |     |         |
| <b>RUBIACEAE</b>        |     |         |                      |     |         |
| <b>SAPINDACEAE</b>      |     |         |                      |     |         |
| <b>SAPOTACEAE</b>       |     |         |                      |     |         |
| <b>SCROPHULARIACEAE</b> |     |         |                      |     |         |
| <b>SIMAROUBACEAE</b>    |     |         |                      |     |         |
| <b>STERCULIACEAE</b>    |     |         |                      |     |         |
| <b>SYMPLOCACEAE</b>     |     |         |                      |     |         |
| <b>THEACEAE</b>         |     |         |                      |     |         |
| <b>THYMELAEACEAE</b>    |     |         |                      |     |         |
| <b>TILIACEAE</b>        |     |         |                      |     |         |
| <b>ULMACEAE</b>         |     |         |                      |     |         |
| <b>VERBENACEAE</b>      |     |         |                      |     |         |

各群系単位の中の、先にあげた乾燥常緑広葉樹林、混合落葉樹林、乾性フタバガキ林についての構成種を比較してみた(図6)。

これは樹木のみでなく、しかも1科の中に含まれる種の数が3種以上のものについてまとめたものであり、植生構成の特徴にはなっていないが、3種の森林を比較して見る上では興味ある結果である。

すなわちこの結果から、典型的な乾燥常緑広葉林では多数種を含む科が10科36種、他の1~2種を含む科が26科38種で、3種以上の科は全体の約半分、その3分の2は草本植物である。

混合落葉広葉樹林では、前者同様多数の種を含む科が8科で全体の約半分、但しその4分の3以上が草本植物である。乾性フタバガキ林では、立地の違いによって構成種の内容が異なるが、Kaen Tana-2の例でみると、多数を含む科は6科と少なく、全体の42%、その内樹木が11種であるから、他の約半分の13種が草本植物である。これは如何に林床植生が貧弱であるかを物語っている。

こうして同じモンスーン林でも、その下位の群系では、その植生を構成する種類がかなり違っている。この違いがどんな過程で出来るのか、すなわちモンスーン林での植生構成の変化が、自然遷移で起こっているのか、或いは人為的な影響によるのか、が大変重要な視点となる。

#### 4. 熱帯林の破壊と環境変動

上記で述べたように、熱帯林は、植物種の多様性に富んでいる。モンスーン林でも熱帯雨林程ではないが、温帯林に比べると、遙かに多様性が高い。また生物多様性が高いことに加えて森林構造も密であるから、森林としての生産性が高いことを意味している。

さらに熱帯林のもう一つの生態的特性として、前項で述べた植生遷移過程が温帯林に比べて複雑である。これらは

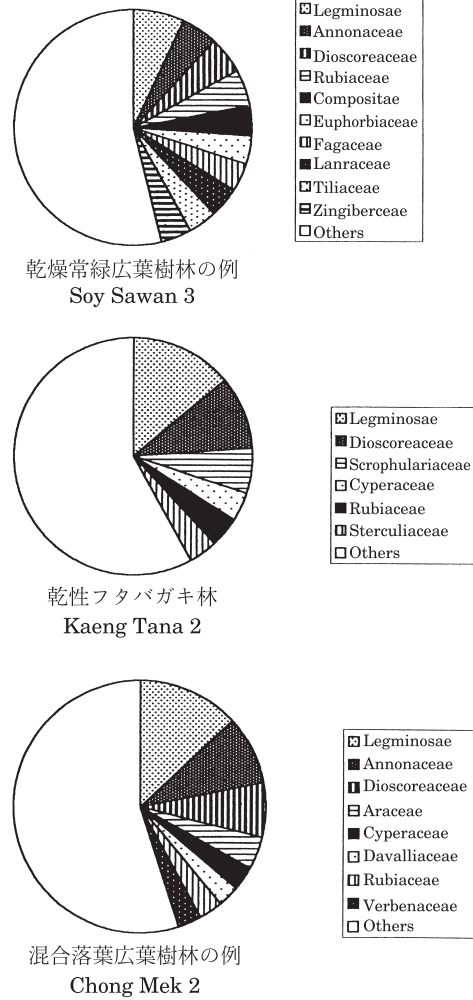


図 6 3種の熱帯乾燥林の構成種にみる違い(多数種を含む分類群で比較)

(中村他 2002)

熱帯という環境が高温多湿、或いは高温で乾季雨季の季節性の存在、さらには多雨による土壌の浸食や土壌栄養分の流失等が森林植生の遷移に様々な影響を与えているものと考えられる。

熱帯林の破壊は、伐採などの表面的な変化ばかりでなく、その生態系の遷移過程に大きな障害が起きたときをいうのが正確である。従って最も基本的な問題は、熱帯林を構成している種類やその数がどう変化していくか、その変化がどんな原因によるか、またそれらの森林構成種の成長生育状況の変化を見ることが重要である。すなわちその森林動態こそが、環境との関わりの具現であるからである。

確かに伐採による熱帯林の喪失は重大である(表2)、1980年から5年間にインドネシア、スマトラ島での森林喪失は異常である(図7)。この伐採は殆どが低地林であったため、伐採後の土地には多くの人々が入植し、農地開発を行った。そのため、森林再生はされず、跡地は農地化、道路や宅地などの生活活用地化、荒地化されていった。しかし土地を完全被覆されたり、間断なく耕耘されていると、植生の再生の余地はないが、僅かであっても土地が放置さ

表 2 熱帯多雨林の減少面積 (1975~2000 年の間の予測)  
(細字は熱帯湿潤林を含む) (FAO データより)

|                     | 面積(100万ha) |      | 年間の減少面積    |                       |
|---------------------|------------|------|------------|-----------------------|
|                     | 1975       | 2000 | 100万<br>ha | 1975年の面積に<br>対する割合(%) |
| 熱帯地域の合計<br>うち主要な地域: | 1,120      | 992  | 5.12       | 0.47%                 |
| 西アフリカ               | 14         | 7    | 0.28       | 2.0%                  |
| 中央アフリカ              | 170        | 166  | 0.16       | 0.09%                 |
| 東方島嶼部 <sup>a</sup>  | 172        | 149  | 0.92       | 0.53%                 |
| アジア大陸               | 119        | 94   | 1.00       | 0.84%                 |
| 南アメリカ <sup>b</sup>  | 526        | 467  | 2.36       | 0.45%                 |
| 中央アメリカ              | 101        | 93   | 0.32       | 0.3%                  |



図 8 タイ東北部ラオ・クラム村における産米林とその周辺の森林  
(水田内の黒く塗りつぶした樹木は植栽した有用樹)  
(皆川・中村 2002)

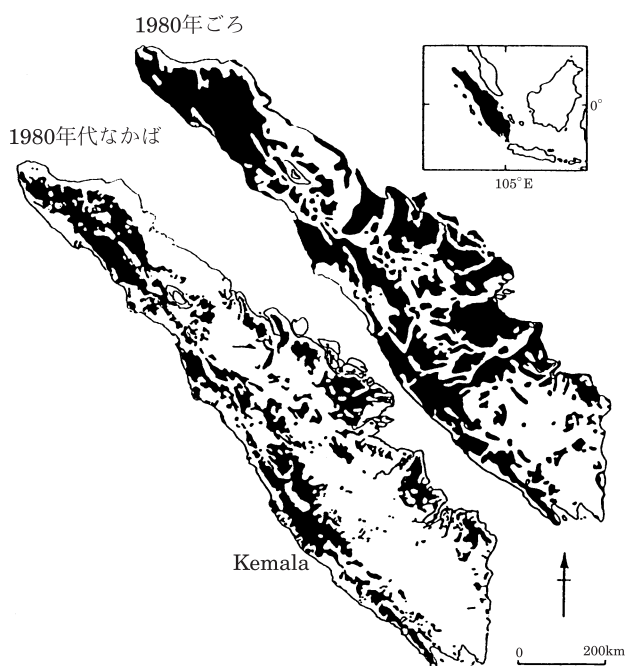


図 7 スマトラにおける熱帯林の消失  
(WHITMORE, 1984, LAUMONIER *et al.* 1983, 1986 による)

れば、やがてそこには植生が成立し、その植生は時間の経過と共に遷移が起こって次第に自然回復して行くことになる。

これは植生の遷移や再生の問題ではないが、前述のタイ国東北部乾燥林でのアグロフォレストリーに関する研究の一端である(皆川, 中村 2002)。

メコン川沿いムクダハンの町から南南東に約 10 km の地、標高 250 m 前後の低い山に囲まれたラオ・クラム村 Ban Lao Kram がある。この部落は約 25 ha ほどの範囲に家が 3 戸、ほぼ 3 方が山に取り囲まれていて、麓の住居の前が平坦地となり、そこは主にモチゴメ栽培の水田が開かれており、いわゆる産米林となっている。この周囲の森林は乾燥常緑広葉樹林ないし混合落葉樹林である。またこれらの森林は二次林ではあるが、古くから存在していた植生

と考えられる。

一方水田内や畦道の所々には、緑陰木、肥料木として、落葉広葉樹の *Shorea obtusa*, *Terminalia alata*, *Dipterocarpus obtusifolius*, *Pterocarpus macrocarpus* などが点々と残されている。これらはいずれも乾性フタバガキ林の要素で、例え水田という湿性な土壌条件であっても、人為的な影響を受けているため、自然林としての乾性フタバガキ林とはならない。(図 8)

さらに周囲の山地の森林は、ヤム、タロ、タケノコ類、キノコ類、ウリ類、ジンジャーなどの森林内産物が、特に雨季になると村の人達によって採集が行われ、利用されているが、乾季には森林利用は少なくなるか殆どない。

こうして雨季の半年間を森林内から資源を得て利用し、乾季の半年間は水田を耕作して米作りを行っている。もちろん乾季雨季に関わらず、住居の周りには小規模な畑が作られていて、そこでサツマイモ、キャッサバ、インゲン類、トウガラシ、その他の野菜類を栽培している。

ここで特記すべきことは、ここに住む人達が、水田での米作りは乾季に行い、雨季には周りの森林から食用資源となる森林生産物を収集し利用する。という年間サイクルを守り、半年間という短い期間であるが、森林と耕地のそれぞれを休ませ、その間に自然の活力を回復させているのである。また別に、この部落の自然資源の供給場である森林は、ときに亡くなった人の葬送の場となるため、付近の樹木が伐採され、それが火葬用の薪となる。

これらのことは、人為的ではあるが森林に対して活力を与えていることになる。例えば菌類であるキノコ類の採集は、材の腐敗やリターの分解のバランスをとることになり、また火葬用の樹木の伐採は森林内に小規模のギャップを作る結果となる。ギャップは森林更新に重要な役割を果たしていることはよく知られているところである。

森林破壊は人間の影響が最も大きいことになっているが、熱帯乾燥林地域では、森林内で生活する人の数は決して少なくない。一方湿度の高い熱帯雨林の中は人間の生活

場所としては好ましくない。従って熱帯雨林は大規模な開発が行われ、その結果跡地が大きく環境の変化を生じ、人間が入り込むことが出来るようになる。熱帯雨林は人間の開発行為が更に進められることになり、環境は大きく変貌してゆく。

しかし一方モンスーン林では、乾燥しているだけに人間の生活が可能な環境を最初から備わっている。従ってこの森林帯では古くから人間と森林の共生関係が作られており、生態的バランスを保って、大きな環境変動を起こしていないのである。

すなわち熱帯林における森林破壊の問題は、植生の群系によって違うのが特徴の一つである。

## 5. ま と め

森林構成種の多様性に富む熱帯雨林、その生態的構造は複雑である。それだけに極相林として出来上がっている熱帯雨林の種類もいろいろであり、それぞれの種類によって生態系維持の仕組み、特に物質循環の仕組みが異なり複雑となっている。従って伐採等による大きな破壊が及んだとき、その回復が不可能になるか、或いはその植生遷移には大変な時間を要することになる。

一方モンスーン林では、植生群系の種類によってその遷移段階が違うので、破壊的な大きな影響が与えられたときでも、その回復にはそれ程長い時間を要しない。逆説的に推測すると、乾燥地に成立するモンスーン林は、その植生が成立する過程で人為的な影響も加えられ、生態系としての仕組み、すなわち物質循環が熱帯雨林のそれに比べ単純化したのではないかと想像される。

こうした熱帯林の破壊と地球環境変動の関連について考察すれば、炭酸ガス固定能力の高い熱帯林が喪失すれば、大気成分変動が起こり、延いては地球温暖化の一因となるというのは良く知られているところである。しかしここでは、熱帯林の喪失が人間による伐採というような表面的なものだけでなく、例えば様々な環境変動の一つである気象変動が、熱帯林の構成種の多様性を変質させ、その結果生態系の機能を大きく狂わせることも考えられる。

まだ十分に解明されていない熱帯林の構成種や生態的機能、その成立に環境が機能し、また遷移や破壊にも環境が関係している。これらを明らかにするためにも熱帯林の生態的バランスについて本格的な研究が必要とされる。

### 参考文献

- ASHTON, P.S., 1971. The plants and vegetation of Bako National Park. *Malayan Nature Journal*, 24, 151-162.  
 ASHTON, P.S., 1982. Dipterocarpaceae. *Flora Malesiana*, Sw. Ser. I, 9, 237-552.  
 HALLE, F., OLDEMAN, R.A.A. and TOMLINSON, P.B., 1978. *Tropical trees and forest*, Springer, Berlin.

- KUTINTALA, U., 1975. Structure of the Dry Dipterocarp forest, PhD Thesis, Colo. State Univ. Fort Collins., Colo., USA.  
 PROCTOR, J., 1989. Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystem, Brackwell, Oxford.  
 RICHARDS, P.W., 1952. *The tropical rain forest*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.  
 SANTISUK, T., 1989. Flora of Thailand. in VII seminar for Biology ; Biodiversity in Thailand, Chang-mai Univ. & USAID, Thailand.  
 SMITINAND, T., SANTISUK, T. and PHENGLAI, C., 1980. The manual of Dipterocarpaceae of mainland South-East Asia, *Thai Forest Bulletin*, 12, 1-30.  
 SOEPADMO, E. and WONG, K.M., 1995. Tree flora of Savah and Sarawak Vol. I, Forest research institute Malaysia (FIRM).  
 SOEPADMO, E., WONG, K.M. and SAW, L.G., 1996. Tree flora of Savah and Sarawak Vol. II, Forest research institute Malaysia.  
 SOOKCHALOEM, D., 2002. Outline of the forest flora in Northeastern Thailand. in Studies on the bio-diversity and bio-productivity in tropical dry forest, Northeastern Thailand. 8-38.  
 WHITMORE, T.C., 1972. Tree flora of Malaya. Vol. I, Longman, Kuala Lumpur and London.  
 WHITMORE, T.C., 1973. Tree flora of Malaya, Vol. II, Longman, Kuala Lumpur and London.  
 WHITMORE, T.C., 1983. Secondary succession from seed in tropical rain forest. *Forestry Abstract*, 44, 767-779.  
 WHITMORE, T.C., 1984. *Tropical rain forests of the Far East*, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford.  
 井上民二, 2001. 熱帯雨林の生態学—生物多様性の世界を探る—。八坂書房。  
 甘利敬正編, 2001. もっと知ろう世界の森林を。日本林業調査会。  
 荻野和彦・山倉拓夫・井上民二, 1993. 熱帯林研究—百年の計, 創造の世界 86号, 小学館。  
 小川房人, 1974. 熱帯林の生態構造, 熱帯の生態—森林—共立出版。  
 WHITMORE, T.C. 著, 熊崎 実・小林繁男監訳 (1993) : 熱帯雨林総論 築地書館  
 佐々木寧・Saman HOMCHUEN, 2002. 東北タイ, メコン流域の植生と自然資源。科研報告書「タイ国の熱帯乾燥林における生物多様性と生物生産性の相関に関する研究」, 54-59。  
 竹田晋也, 1997. モンスーン林, 「事典 東南アジア」, 386-387。  
 中村武久・皆川礼子・武越俊之, 2002. タイ国東北部における数種の乾燥林群落と林分構造, 「タイ国の熱帯乾燥林における生物多様性と生物生産性の相関に関する研究」, 60-69。  
 皆川礼子・中村武久・他, 2002. タイ国東北部メコン川沿い熱帯乾燥林の構成種と多様性, 「タイ国の熱帯乾燥林における生物多様性と生物生産性の相関に関する研究」, 39-52。  
 皆川礼子・中村武久, 2002. メコン川流域の森林植生と農業生産—ラオ・クラム村の事例—, 「タイ国の熱帯乾燥林における生物多様性と生物生産性の相関に関する研究」, 173-181。  
 宮脇 昭, 1968. シュミットヒューゼン 植生地理学。朝倉書店。  
 宮脇 昭, 1989. 熱帯林の多様性-植物の特性(植生配分), 「東南アジアの植物と農林業」 学術月報日本学術振興会, 31-35。



# Review on the tropical forest and the global change in environment

By

Takehisa NAKAMURA\*

(Received September 25, 2002/Accepted December 11, 2002)

**Summary** : The UNCED that held at Rio de Janeiro, Brazil on 1992, suggested “Sustainable development” for the save global environment. These detail contents were Agenda 21, 1. is an act for conservation global ecosystems. 2. A treaty of framework for global warming. 3. Conservation for the bio-diversity. 4. Statement on the principle of forests. And the others.

According to these agendas has impact to natural scientists in the world, they are acting developed research on the conservation of nature. Especialy, Ecologists were concerned anxiety to the loss of tropical forests.

As one of the related research project, title are “Bio-diversity and bio-productivity in the tropical dry forest, northeastern Thailand” started 1997 and concluded on 2000, by us, leader me.

This research have been made an inquiry on the type of forest vegetation and recognized several paterns of the succession.

This paper are review and proposed that global change has most relation to destroyed and increase succssetion of tropical forest, refered to our research and some of other research papers.

**Key Words** : Tropical rain forest, Tropical dry forest, Plant diversity, Vegetation succession, Global warming, Ecological balance.

---

\* Professor Emeritus, Tokyo University of Agriculture