

No.

アグロフォレストリー計画基準 手引き書

国際協力事業団

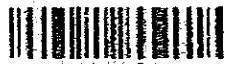
出版

IR

83-28

アグロフォレストリー計画基準 手引き書

JICA LIBRARY



1056590113

国際協力事業団

國泰保險公司	
58.11.15	900
84.5.23	80.7
07271	AFT

序 文

開発途上国からわが国に対して要請される農林水産業分野の技術協力は量において増加の一途をたどるのみならず質においてもますます多様化してきている。その結果従来わが国にとって蓄積の少ない分野においても対応を必要とする場合が多くなってきている。

以上のような背景から昭和49年度農林水産業協力分野の基礎調査として計画基準作成調査が開始され、毎年比較的新しい分野に於ける技術導入の手法について貴重な情報が蓄積されてきている。

昭和57年度においては開発途上地域に於ける森林資源の急激な減少に対処するものとして、近年とみに世界的な注目をあびてきたアグロフォレストリー（農林業複合経営）について、二度に亘る現地調査と大量の資料の分析を通してその考え方と導入の手法をとりまとめた。今後同分野の技術協力の計画あるいは実施にたずさわる関係者にとって業務の指針となり、さらにそれらの方々の経験も吸収して本手引き書が改訂されて行くことを期待している。

最後に本手引き書の作成に全面的に御協力いただいた(株)海外林業コンサルタント協会及びその他の関係者に対して心からお礼を申しあげる。

昭和58年7月

国際協力事業団

理事 松山良三

目 次

1 総 説

1-1	アグロフォレストリーの定義	1
1-1-1	ICRAFの定義	1
1-1-2	その他の定義	2
1-1-3	本書における概念	7
1-2	アグロフォレストリーの背景	9
1-3	アグロフォレストリーの種類	16
1-3-1	分類の規準	16
1-3-2	分類規準による区分	16
1-3-3	各種類の解説	18
1-3-4	アグロフォレストリーの実践的区分	22
1-3-5	種類についての考察	30
1-4	アグロフォレストリーの経済的考察	37
1-4-1	組合せの相互関係	37
1-4-2	組合せの生産力曲線	38
1-4-3	最適の組合せ	40
1-4-4	生産要素	43
1-4-5	経 営	47
1-5	アグロフォレストリーの技術的考察	48
1-5-1	環境問題	48
1-5-2	植物間の相互作用	57
1-5-3	アグロフォレストリーと生態形	59
1-5-4	アグロフォレストリーの栽培種	61
— 主要参考文献(総説の終) —		
2 地 域 編		
2-1	アジア地域	77

2-1-1	インドネシア (トウンパンサリ Tree Gardening)	77
2-1-2	タイ (FIO Forest Village) RFD Forest Village	92
2-1-3	マレーシア	99
2-1-4	フィリピン (FOM) (CTF) (FAR)	100
2-1-5	ネパール (PANCHAYAT Forest)	107
2-1-6	その他アジア諸国	113
2-2	アフリカ地域	115
2-2-1	ナイジェリア (タウンヤ法)	115
2-2-2	ガーナ (タウンヤ法)	119
2-2-3	スーダン (アラビア・ガム休閒林システム)	120
2-2-4	ケニア (SHAMBA System High-land Small Holder System)	122
2-2-5	その他アフリカ諸国	123
2-3	中南米地域	126
2-3-1	ペルー	126
2-3-2	コロンビア	129
2-3-3	エクアドル	132
2-3-4	コスタリカ	135

— 主要参考文献 (地域編の部) —

3 国際協力

- 3-1 アグロフォレストリーの国際機関
- 3-2 アグロフォレストリーの国際協力プロジェクト

1 総 説

1-1 アグロフォレストリーの定義

1-1-1 ICRAFの定義

国際的なアグロフォレストリーの研究機関であるICRAF^{参(1)}のDirectorであるDr. B. Lundgren は、「アグロフォレストリーとは、農作物あるいは(および)家畜を、いろいろな空間的あるいは時間的配置のもとで育成する土地において、永年木本植物を意識的に育てる土地利用システムの総称である」と定義している。さらに、「アグロフォレストリーシステムの構成因子である樹木は、生態学的にも経済的にも農作物、家畜等の因子と相互作用を有している。そしてこのような相互作用は、プラス面として現われる場合もあり、マイナス面としても現れる。」と敷衍している。

アグロフォレストリーの目的と論理は、通常の生態学的、社会経済的条件下の他の土地利用方式で得る生産よりも高いトータル、より多様な、より持続的な生産を、所在の原資(光・水・養分・労働力等)から得るよう、上記のプラスの相互作用を最適状態にすることである。

生態学的にみて、土地利用としてのアグロフォレストリーの適用性は、土地肥沃度が低く、主として既存の土壤有機物量に依存する地域で、しかも土壤侵蝕の可能性が高い地域にあることは明らかである。このような熱帯・亜熱帯世界の陸上を広く掩っている所謂「限界地域」においては、永年木本植物の活用は、これが適切に土地利用システムに転入れられるならば、土地生産性およびその持続性の両方を向上させうるであろう。より少い資本と技術のもとで、樹木の活用は、有機物の生産を増大させ、土地肥沃度を維持し、侵蝕を防止し、温和な微気候を作り出す。

しかしながら、アグロフォレストリーの適用性は、決して上記の「限界地域」のみに限るものではない。熱帯地域における幾つかの極めて成功した小農システムは、現実には、生産性の高い肥沃な土壤においてみられ、そ

して、そこでは集約的なアグロフォレストリーが他の土地利用形態と十分な競争力をもち、しばしば、より高い経済性をもっている。

アグロフォレストリーのもう1つの論理は、「限界地域」でも「高生産地域」でも、等しく適用しうるものとして、農民が、土地所有あるいは現金経済基盤（道路、市場、輸送等）の欠落という状態のもとでも、彼等の土地から基礎的必需品（食料、燃料、建設資材等）の多くを生産するのに不可欠のものであるという点である。

アグロフォレストリーは、古くから、多くの伝統的農耕社会のなかで実行されてきており、また、商業的植林企業においても行われてきた。しかし、科学者や開発計画家がアグロフォレストリーに関心をもったのは、わずか、ここ10年来のことである。このアグロフォレストリーの潜在的役割に対する関心は、拡大する荒地化、森林減少、侵蝕による耕地の表土流亡、燃料の不足等に起因して高まりつつある。そして、高度技術投入型の農業は、社会経済および生態学的理由から、殆んど熱帯地域において見込みがないということが次第に明らかになった事情からも、アグロフォレストリーへの関心がひき起されている。

1-1-2 その他の定義

近年において、今日的观念が作られつつあるアグロフォレストリーは、多くの表現で定義づけられている。この問題は1979年6月16日～22日、ナイロビにおいてICRAFにより開催された^{参②}「アグロフォレストリーに関する国際協力」の会議で討議された。近年ICRAFにより採用された定義と共に、いくつかの提案が下記に示されている。以下、これらの幾つかを掲げる。

- ① 「アグロフォレストリーは、農業と林業あるいは（および）牧畜業の必要性を十分に満足せしめる土地利用の形体である」。

Kabelo Gilbert Mafura

レソト 農業省

- ② 「アグロフォレストリーは、食糧生産が木材生産（最も広義での）と
うまく均衡したところでの土地利用におけるすべての活動を意味する」。

Soekiman Atmosoedaryo

インドネシア 国有林公社

- ③ 「アグロフォレストリーは、山村住民の利益を目的として、安定した
生産システムを作り上げるために、農作物あるいは牧畜と林木または農
作物と牧畜の両者と林木とを、空間的、時間的土地利用システムを通じ
て、結合することを意味する」。

O・Budowski

CATIE（コスタリカ）

- ④ 「アグロフォレストリーは、同一面積単位の土地から単一耕作によっ
て得られる量よりも、高い生産性やより大きな経済的利益、およびより
良い社会的利益を継続的に得るような農作物および（あるいは）家畜と
林木を組合せた健全な土地利用システムである。」

P. K. R. Nair

ICRAF（ケニア）

- ⑤ 「アグロフォレストリーは、土壌を改良し、低質化せず、樹木を含む
植物と動物の生産を継続かつ増大しうる社会的、文化的、生態学的に可
能な組合せの土地利用形態である。」

R. B. Contant

ICRAF（ケニア）

- ⑥ 「アグロフォレストリーは、樹芸作物を含めた農作物と林木および
（あるいは）動物とが同一土地上で、同時にあるいは継続的に組合され、
かつ、山村住民の文化的慣習と両立し得る経営方法によって、その土地

の全収量を増加せしめる保続的土地経営システムである。」

K. F. S. King and M. T. Chandler
ICRAF (ケニア)

⑦ 「アグロフォレストリーは、下記の構成要素を包括する総称的語いとして認識されるべきである」。

○ Agri-silviculture (混農林) …………… 樹芸作物を含む農作物と林木の同時生産のための意図的な土地利用。

○ Silvo-pastoral system (混牧林) …………… 木材の生産と家畜の育成のために森林が経営される土地管理システム。

○ Agro-silvo-pastoral system (混牧農林) …………… 農業と林産物の生産そして家畜の育成のために土地が管理される。このシステムは Agri-silviculture と Silvo-pastoral system の結合である。

○ Multi-purpose forest tree production system (多目的林木生産システム) …………… 木材を生産するのみではなく、食糧や飼料用の葉や実を生産するために森林が更新され経営される。

K. F. S. King

ICRAF (ケニア)

⑧ 「アグロフォレストリーは、下述のような多目的栽培土地利用型態である。

○ 樹林と農作物間の補完的關係のもとに、食物・果実・飼料・燃料・木材・マルチ(地被)等の組合せの生産である。

○ 必ずしもそうではないが、通常は低い労力・資材投入量である。

○ 単一栽培・農業のみ、あるいは林木生産システムのみによる効果よりも光エネルギー・水分・養分の効率的利用を達成し、土壌や土地がエロージョン、溶脱、洪水等による劣化を減少・防止したり、あるいは裸地における過度の日射を抑制し防護する。

C. F. Bentley, Chairman, Inter -
national Crops Research Institute
for the Semi-Arid Tropics

(インド)

- ⑨ 「アグロフォレストリーは、以下のような土地利用システムである。
- 樹木やかん木の産物（あるいは、生育している樹木やかん木により生じる環境上の便益）および燃料を供給する。
 - 家畜の育成を伴いあるいは伴わない多目的な混植あるいは、帯状栽培であって、そこでの樹木は、草本の作物や草とともに、一つ以上の目的のために育成されるものを包括する。

これらの組合せを通してアグロフォレストリーは次のことを目的としている。

- 光エネルギーの利用を最大限にし、養分の損失を最少とする。同時に水分利用効率を最適にし、水や土壌の流亡を最少とする。

このようにアグロフォレストリーはこれらの点から、従来の農作物と比べて樹木により与えられる利点を持っている。そして土地を保全し改良する間は、土地からの便益の全アウトプットを最少にする。」

P. A. Huxley

ICRAF (ケニア)

- ⑩ 「アグロフォレストリーは、樹木と草本が、動物を伴うか、または伴わずに、混り合い、あるいは帯状に、同時に、あるいは引継いで生育する土地利用システムである。そしてこれは、○土壌肥沃度の維持、○土壌保全、○収穫量の増大、○不作の危険性の軽減、○経営の容易性、○病虫害の防除、○地域住民の社会経済的ニーズの充足、等の幾つかあるいは全ての面で、農業または林業単独よりも更に大きな便益をもたらすものである。」

Melvin G. R. Cannell

イギリス

- ⑩ 「アグロフォレストリーは、農作および(あるいは)畜産(小規模ないし大規模の)と林木育成が結合又は時間的に引継ぐもので、Community Forestryと同意語ではないが、Community Forestry Projectの実行において適切な手法である。」

Laurence Roche

イギリス

- ⑪ 「アグロフォレストリーは、同一土地上で、農業または畜産業が林業と結合した多様性のある土地利用システムである。

これは、次のことにより、主として熱帯の地域開発上の問題点の解決を目的としている。

○食糧生産の増大・改良

○地域燃料の自給

○木材生産による農民のための資材、産業用資材、さらには輸出资材の供給

○環境の保護・改良

○土地利用の高度化による自衛的安定

○労働・収入機会の創設等による社会・経済条件の改善

○近代的技術と伝統的ローカルな経験との最適活用による土地利用システムの発展」

H. J. von Maydell

西ドイツ

上述の各定義で扱われていない一つの面として、アグロフォレストリーがインプットの低い土地利用形態であるという枠組みをするかどうかとい

う問題がある。アグロフォレストリーが低インプットであるべしという理由はない。世間一般の意見はアグロフォレストリーシステムが、破壊されやすい環境や悪化した環境状態に最も適したものとしている。このため、投入量はややもすれば制限されがちとなる。

以上の定義の例は、アグロフォレストリーの問題を理解するための各提案である。

1-1-3 本書における概念

前節までに掲げたアグロフォレストリーの各様の定義や概念規定を総覧すると、次の事が理解できよう。

まず、いずれにおいても、アグロフォレストリーは土地利用形態の名称であることである。さらに、この土地利用においては樹木と農作物あるいは(および)家畜が組合わされて育成されることが必須の要件となっている。

しかし、前節の各種定義では、これら必須要件の細部について、あるいは附加的要件について、必ずしも同様ではない。例えば、この土地利用形態が、土地生産性、収益性および地域農民への裨益度等において、単一栽培形態よりも優っているか、少なくともこれら3点において支障のないことを条件とするものがある。また、この3点からさらに踏み込んで、アグロフォレストリーが土地保全、自然生態系の保全、資源(水・陽光・養分・労働力等)使用の効率性、生産の持続性あるいは社会・文化との適合性などの具体的要件を掲げている定義もある。

しかしながら、各種定義間の差異のなかで、上記のことよりも、実務的に重要なことは、「組合せ」に関する問題である。

まず、「組合せ」が同一土地単位上で複合される場合に限るのか、あるいは同一経営単位において複合されるのも認めるかである。換言すれば、土地という物で見ると、農家あるいは林業経営体という無形物で見るとある。

次に、「組合せ」で異論のあるところは、樹木と農作物および(あるいは)

は)家畜の複合に限るのか、あるいは樹木のみが育成され、それ自体が木材、食料(果物)、飼料等の複合的生産を行うものも認めるかである。すなわち、K.F.S.Kingの掲げるMulti-purpose forest tree production system をアグロフォレストリーに含めるかどうかである。

以上見てきた各種定義の差異のうち、前段で述べたアグロフォレストリーの機能、目的、効用等に関する要件は、これを厳密に全て満しうるとは限らない。後述の如く組合せ要素間で競合関係がある場合とか、集約化による多投入型のアグロフォレストリーの場合などでは、いずれかの要件が多少の犠牲を払わされるであろう。したがって、これらの機能等は、適切なアグロフォレストリーを採用することによって、結果として、「種々の機能、目的効用が合理的なレベルで満される」と解釈すべきであろう。

後段の「組合せ」の問題は、より論議のあるところであろうが、単位については、物理的な土地単位のみにとられると、ひろくアグロフォレストリーとみなされている後述のTree Gardenなどは、微視的に見れば各栽培種が分散植栽されるので、アグロフォレストリーに該当し難くなる。また、経営体単位のみ視点では、タウンヤシステムにおける国有林経営と農家経営の組合せは、アグロフォレストリーに該当しなくなることは言うまでもない。

以上を要するに、本書におけるアグロフォレストリーの定義は、冒頭に掲げたICRAFのDr. Lundgenの定義が最も終括的な表現であることから、これに依ることとする。

しかし、本書で考察するアグロフォレストリーは、本書の「手引き書」としての性格から、より実務的な理解を必要とするので、(Terminology上の定義は上記によるもの)アグロフォレストリーと類似ないし隣接するSocial Forestry等を含めた最も広い複合的土地利用形態にまで及ぶこととした。

また、しばしば論議のあるところであるが、焼畑移動耕作も、これが合理的、集約的な場合は、アグロフォレストリーの一形態となりうることもか

ら、考察に当っては、これも含めて行った。

1-2 アグロフォレストリーの背景

本章では、アグロフォレストリー・システムによる土地利用の考察に、背景となる世界の森林資源について、以下、述べることにする。

世界の総森林面積は約 37 億 ha である。これの約 $\frac{1}{3}$ の 12 億 ha は針葉樹林で、その分布は、ソ連に 46%、北米に 37% あり、この両地域で約 8 割を占めている。

広葉樹林は、残り $\frac{2}{3}$ の 24 億 ha を占め、その分布は、中南米に 30%、アフリカに 28%、日本とソ連を除くアジアに 17% あり、これら 3 地域で約 76% を占めている。そして、これら 3 地域の広葉樹林の大部分は、熱帯・亜熱帯地域にあって、主として熱帯降雨林および雨緑林（モンスーン林）である。

次に、森林蓄積について述べる。世界の森林蓄積については、現状において正確に把握されているとは言い難い段階にある。FAO の 1963 年調査においても世界全体の森林蓄積の調査率は面積にして約 55% に止まっているに過ぎない。しかし調査率は地域によって大きく異なり、おしなべて先進国において高く、発展途上国において低い。

ともあれ、世界の樹種別、地域別森林蓄積の現状をみると、総蓄積は約 3,570 億 m^3 となっている。

このうち針葉樹蓄積は約 1,240 億 m^3 で全体の約 35%、そして広葉樹蓄積は約 2,330 億 m^3 で全体の約 65% を占めている。

針葉樹蓄積の地域別賦存状況についてみると、針葉樹総蓄積を 100% とすると、北アメリカに約 32%、ソ連に約 53%、これで計 85% が存在している。

次に広葉樹蓄積についてみると、ラテンアメリカに約 52%、アジア（日本とソ連を除く）に約 15%、アフリカに約 15% と、これで広葉樹総蓄積の 82% 弱を占めている。

以上が世界の森林資源の現況であるが、次に、これの将来の展望について以下に考察することとする。

世界的視野において、将来、それも長期に亘る森林資源の予測については、^{参(3)}逸見謙三・立花一雄監訳、アメリカ政府「西暦2000年の地球」、および^{参(4)}FAO「森林破壊の現状ならびに今後の見通し」1982年、等の報告がある。熱帯林の減少については前者より後者の方が一層厳しくみているが、両者は基調としては大差がないので、ここでは前書に依拠して森林資源の将来見通しを述べる。

ピアソン(Person)、ゾンマー(Sommer)および各国に所在するアメリカ大使館の報告書に準拠した資料によると、1973年現在から2000年におよぶ間の森林総減少率は年平均1,800万から2,000万haに亘るものと推定されるという。

これが正しいとすれば、表2-1に示されるごとく西暦2000年の森林面積(ここでの森林は閉鎖林、以下同じ)は約21億haと予測される。これは1978年の森林面積25億6,000万haに対して約4億6,000万ha減少し、現在の面積の82.6%になると推定されている。このような激しい全体としての減少自体が大きい問題であるが、これをさらに地域的に、より具体的にみる時、問題は一層深刻さを増すものと思われる。

すなわち、ソ連、ヨーロッパ、北アメリカ、日本、オーストラリアおよびニュージーランド等の、いわゆる先進諸国(地理学的には暖帯、温帯および亜寒帯地域に存在している国)においては森林面積の顕著な減少はないのに対し、ラテンアメリカ、アフリカ、アジアおよび太平洋地域の諸国等の、いわゆる開発途上国(地理学的には亜熱帯ないし熱帯)においては極めて顕著な減少があらわれることに問題がある。

これを表2-1でみると、前掲先進国においては1978年の森林面積14億6,400万haが2000年にはほぼ横這いの14億5,700万haになるというのに対して、前掲途上国においては10億9,900万haが6億6,000万haに激減する。

表2-1 世界の森林資源の現状と見通し

(単位: 100万ha, 10億 m^3)

区 分	森 林 面 積		閉鎖林、疎林の利用後 残に達した蓄積(皮付)	
	1978年	2000年	1978年	2000年
ソ 連	785	775	79	77
ヨ ー ロ ッ パ	140	150	15	13
北 ア メ リ カ	470	464	58	55
日本, オーストラリア ニュージーランド	69	68	4	4
小 計 ①	1,464	1,457	56	149
ラテンアメリカ	550	329	94	54
アフリカ	188	150	39	31
アジアおよび 太平洋の開発途上国	361	181	38	19
小 計 ②	1,099	660	171	104
世 界 (①+②)	2,563	2,117	327	253
世 界 人 口 (億)	43	64	43	64
1人当りの森林	0.60ha	0.33ha	76 m^3	40 m^3

(注) ①アメリカ合衆国西暦2000年の地球より引用

②ここでの森林は閉鎖林

さらに、蓄積の視点においてみると、1978年の総蓄積3,270億 m^3 が、2000年には740億 m^3 を減じ、2,530億 m^3 となると推定されている。地域的には当然のことながら面積におけると同じ動向を示し、先進国においては1973年の1,560億 m^3 から2000年には1,490億 m^3 に、そして開発途上国においては3,270億 m^3 から2,530億 m^3 と、前者の減少割合に対比して、きわめて激しい減少動向を示している。

面積および蓄積の双方において述べたごとく、まさに世界的な森林資源の減少は開発途上国において集中的にあらわれるといっても過言ではない。これについて「現在のままの森林減少の割合で進めば、開発途上国の開発可能な森林は2020年以前に破壊されてしまうであろう」といった極めて厳し

い指摘が、前掲書「西暦2000年の地球」にある。

このように、森林の破壊が主として熱帯圏に位置する開発途上国に集中的に発生している、あるいは将来発生すると思われる理由についてであるが、これについて以下のことが指摘出来る。

第1に、森林の減少は人口増加と経済成長の相乗作用によってもたらされるが、開発途上国においては、その主な原因は粗放な農耕地を含めた農用地の拡大であり、これは西暦2000年迄に極限まで進行すると思われること、がある。

これに伴って、牧草用地の拡大、薪炭材、農用資材、村落建設用の資材等の入手などによる非森林化が行われる。

第2に、生態的に危険な状態での焼畑移動耕作が広範囲におこなわれていること。世界の焼畑面積の現状は正確には調査されていないが、およそ、1億9,000万haと推定される熱帯の林地がこれに供されていると云う。焼畑作業は、森林の樹木を伐倒乾燥し、火入れの跡に、1～3年の間、作物が植えられ、それから10年ほど休閑地として放置される。休閑期の間に焼畑で低下した地力が回復し、次の皆伐、火入れ、農耕の行なわれる時まで地力が原状に戻ることをしている。このようなアグロフォレストリーの一環でもある土地利用方式は、一定の管理のもとで正常に行われる限り、遷移する生態系として循環するものである。

しかし、人口の増加とともに耕作期間が長くなり、休閑期間が短くなれば、地力は回復せず、そのような不適切な土地利用が加速、拡大された場合は、東南アジア各地に見られるような広大な生産力の低い草原が現出する。

また、西アフリカのもっとも人口密度の高い地帯では、近年、休閑期間を短縮しようとする動きが強まったため大面積の林地が裸地化し、土壌侵蝕が進行していると報告されている。パルソンによれば40百万haの降雨林が焼畑の影響を受けていると推定される。農村の人口が増加するにつれ、また経済の発展により農産物価格が上がるにつれて、焼畑農民は、より離れた森林地帯を焼畑の対象とし、また、林地として使用されてきた地域も急速に消滅

させていくと述べている。

以上のごとく最近では生態的に危険な状態に落ち込んでいく移動耕作が増大してきているのである。

第3に、過剰放牧および草生改良のために、過度の火入れが行なわれている。この動向は林地、とりわけ熱帯疎林地域の裸地化の大きな原因の1つともなっている。

第4に、熱帯広葉樹林に対する世界的な需要増大に基づく商業的伐採活動の拡大と伐採後の不適正な管理がある。

第5に、上述のごときアクティブな森林破壊の要因に加えて、パッシブな要因として、熱帯林が一度消滅した後におけるその再生回復力がさわめて乏しいことである。この理由として、熱帯は高温多湿であるので腐植の分解が早く、土壌の有機物の欠亡がすみやかに起るほか、粘土集積等の土壌の老化、あるいは裸地での稚樹育成の困難性がある。あるいは東南アジアの大陸部の、いわゆるモンスーン地域等では長期の厳しい乾期があり、これも、森林の回復力の阻害因子となっている。

第6に、前掲「西暦2000年の地球」にも指摘されているごとく、従前からの森林施業技術の多くは温帯地域の林学者達によって開発されたものであり、したがって、これらの技術が湿潤な熱帯林に対して適切、かつ有効であるかは疑わしい。つまり熱帯林業における更新、施業技術はさわめて未開発な、低い水準にあるといえる。

第7に、現在、熱帯降雨林の商業的伐採事業で利用される樹木は1ha当たり5~10本とさわめて少なく、単位面積当たりの収益は小額となり、国全体の経済の貧困さと相俟って発展途上国のほとんどにおいて、集約的な林業経営がおこなわれていないこと、がある。

ともあれ、上述のごとき諸事由によって開発途上国を中心にして顕著な森林の減少ないし破壊が生じた場合、その後の経過は憂慮すべきものである。

前掲、「西暦2000年の地球」によると、熱帯林地域において、最もその影響は激甚であると述べられているが、その理由として、①常緑広葉樹か

らなる熱帯降雨林は他のタイプに比べて広大な面積にわたって存在していること、②これは、既述したように、再生回復力に乏しいこと、③遺伝的かつ生態的に他のタイプより資源として豊かな体系をなしていること、をあげている。

上述のような世界的な森林減少の影響について、木材生産・供給面と環境面の両面から以下述べることとする。

先進国においては利用径級に達した森林の1人当たり蓄積は、現在の142 ㎥から西暦2000年には114 ㎥へと減少し、その結果、木材の実質価格は上昇し、木材代替品の使用が増加するであろう。また開発途上国においては同じ期間に、蓄積は1人当たり57 ㎥から21 ㎥までに落ち込み、その結果、薪炭材、建築資材、その他森林から得られる生産物は著しく減少することになろう。とりわけ、薪炭材の不足事態はきわめて深刻になるといわれ、これについて「西暦2000年の地球」は「石油の供給不足によって生じた先進工業国のエネルギー危機も開発途上諸国の薪炭材の供給不足によって生ずる危機に比べれば、深刻さは少い」と述べている。途上国の1人当たり薪炭材の消費量は、農村地帯でも都市近郊でも、貧しい階層では現在すでに最低限に達している。彼等は、人口がふえ木材が少なくなるにつれて、消費量をさらに切り詰めなければならぬであろう。今後は生存に必要な最小限の燃料を確保するため、都市の貧しい住民は、その所得の中からこれまで以上に多くの支出を、また農村の貧しい住民は、これまで以上に多くの時間を費やさざるをえなくなるであろう。このような所得や時間の再配分によって生産性が低下し、その結果、人々の生計は次第に破壊していくであろうと述べている。

この生産面での展望に関連して、とくにわが国への影響について、同報告書の記述をかりて言えば、「日本やヨーロッパ諸国では、パルプや針葉樹の製材用原木の供給をカナダやソ連にますます強く依存するようになるであろう一方、日本は、アジア諸国から熱帯広葉樹（製材およびベニア用）原木を輸入することは不可能となるであろう」というのである。

次に環境面における影響としては、まず、地球的規模のものとして、

第1に、森林の減少ないし消滅は大気中の炭酸ガスの増加を促し、結局、地球規模で気候型に影響をもたらすものと考えられること。

第2に、生物的多様性（biotic diversity）の顕著な減少が予想されること。

第3に、とりわけ開発途上国においては流域の荒廃があげられる。開発途上国といっても特にアフリカおよびラテンアメリカでは赤道を中心に緯度にして南北15度のベルト状の地帯、アジアではさらに北に30度まで広がった地帯においては地球上の全陸地の降雨量のほぼ半分が集中しており、これら地域では年間の降雨量は3000mmを超えるところがあり、その雨は世界の他のどの地域におけるよりも侵蝕力が強く、森林の減少と消滅と共に流域の荒廃はさわめて激甚である。として流域の荒廃として山崩れや深刻な洪水を招来し、下流の農業を破壊する危険性をもっている。

以上、将来の森林資源に対する展望、減少の原因と影響について述べた。

結論として重複を厭わず要約するならば、世界的視野での森林資源の減少は、開発途上国の多く存在する熱帯林地帯に集中的にあらわれ、それは先進国の多く存在する亜寒帯、温・暖帯地域におけるよりも、より複雑で、かつ深刻な自然的、社会的諸条件に起因していること、そして森林資源減少の事態は経済および自然環境に激甚な影響を及ぼすものと予想されるというのである。

したがって、森林資源、とりわけ熱帯地域における森林資源育成の問題は、さわめて重要な今日的課題の一つとしてわれわれに投げかけられていると言えよう。

以上の観点から、生態学的にも社会経済学的にも合理性があり、しかも限界生産地域（悪条件地域）にも適応性の高いアグロフォレストリーによる土地利用技術体系の確立、すなわち、林業サイドから見れば地域住民社会と自然に適合した形での森林造成が強調されることである。

1-3 アグロフォレストリーの種類

アグロフォレストリーの分類については、スイスの Jean Combe が^{参(5)} Agroforestry Techniques in Tropical Countries (ICRAF, International Journal, Vol 1 No 1 1982) と題して以下の如く提案しているので、まず、これを紹介することとし、次にアメリカ山林局の Peter Weaver の、より実践的な区分を紹介することとする。

1-3-1 分類の規準

過去数年間、熱帯諸国の農民が行っている多くの伝統的アグロフォレストリー技術が観察され、記述されてきた。これらの主要な性格を理解するために、次の4つの分類規準による区分が提案されている。

○組合される農業の要素

(農作物等の種類は何か)

○森林要素(林木)の主たる機能

(林木の機能は何か)

○樹木の空間的配置

(林木の植栽の位置関係はどうか)

○組合せの期間

(間作の期間ほどのくらいか)

1-3-2 分類規準による区分

① 組合される農業の要素による区分。

アグロフォレストリーによる土地利用は、通常、農作物、家畜、林木が関連している。

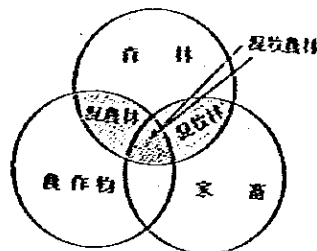


図3-1 土地利用とアグロフォレストリー・システム

林木が単年生あるいは多年生の農作物と組合された箇所は、Agro-silviculture (Silvo-agriculture) 技術に属し、林木が家畜と組合されれば、Silvo-pastoral 技術に性格づけられる。そして、これら3要素すべてが組合わされるならば、Agro-silvo-pastoral 技術と呼ばれる。(図3-1参照)

② 林木の主機能による区分。

すべての林木は、少くとも最終的に伐採される時点では、木材生産機能を有している。しかし、林木の自然環境への優れた影響力のゆえに、樹木の成立数を増やすことが熱帯の農村地域で進められている。このようなことから、アグロフォレストリーにおける林木の主機能を生産的と保全的の2面からみる必要がある。

③ 樹木の空間的配置による区分。

森林要素(樹木)の空間的配置(植え方)を考察すると、これは極めて多様である。すなわち、林木が農作物を伴って順序よく生育する場合、又は農作物の間に規則的に分散して生育する場合は規則的配置である。これには、人工造林と天然更新のいずれの場合にもある。樹木が組合される農産物のまわりに又は沿って位置する場合は、不規則配置である。これは樹木が列状あるいは帯状に植えられる場合でもそうである。(図3-2参照)

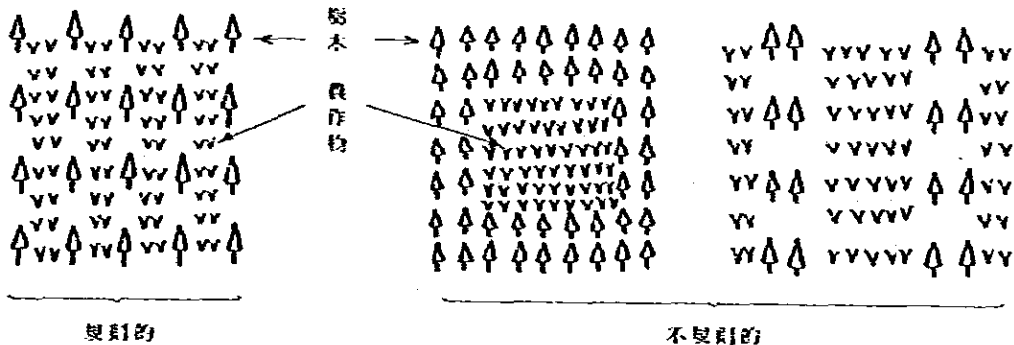


図3-2 樹木の配置

④ 組合わせの期間による区分。

時間的配分も多く異なる様を示す。組合せ期間が輪伐期の終りまでは及ばない場合は、臨時的組合せである。この場合は通常、単年作物で行われ、林業生産が農業生産を引継ぐ形を含む。同一箇所での何回かの繰返しがある。組合せが林木の1ないし数輪伐期間つづく場合は永久的組合せであって、これは通常、永年作物や家畜との組合せの場合である。

1-3-3 各種類の解説

前述の規準により区分される各種のアグロフォレストリーは次のようなものである。

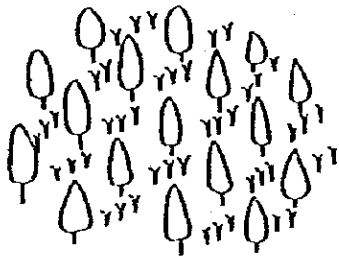
- ① タウチャ植栽法
- ② 農耕地または牧野への商用材の植栽。
- ③ 人工林または天然林での臨時的牧野（または飼料生産）。
- ④ 農耕地または牧野への果樹及び飼料用樹種の植栽。
- ⑤ 農耕地または牧野への庇陰樹の植栽。
- ⑥ 農耕地または牧野への先駆樹種（土壌改良、窒素固定用）の植栽。
- ⑦ 生け垣
- ⑧ 防護樹帯

なお、養蜂や養魚を組合せたものは、より分類し難い特殊ケースに属する。例えば、

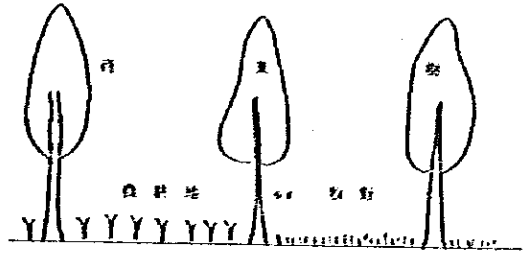
- 人工林での養蜂。
- マングローブ林での養魚。
- 土堤への植樹による養魚地の富栄養化。

前掲の①から⑧までの各種類の解説を以下に述べる。

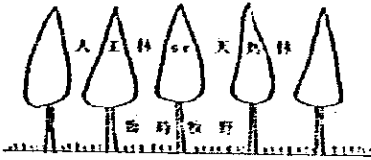
- ① タウチャ植栽法。これは一種の造林技術である。これは幼齡樹と単年作物とが組合されている。植栽木が小さい時期には、人畜な下刈りを必要とするから、農作物の定期的手入れと収獲は、同時に植栽木にもプラスとなる。造林地は植栽後の労働力の投入を必要とせず、農作物は農民に



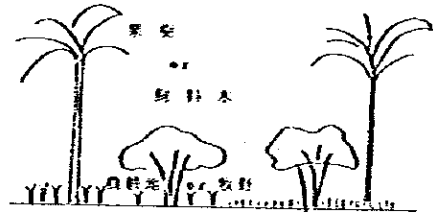
① クウンヤ法



② 農耕地/牧野への商業樹植栽



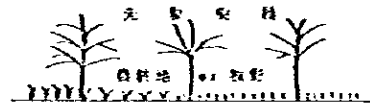
③ 人工林/天然林下の臨時牧野



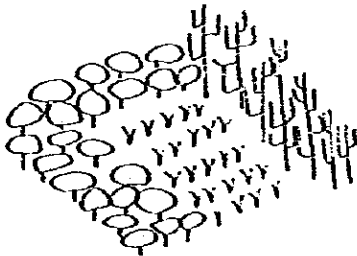
④ 農耕地/牧野への果樹・飼料木植栽



⑤ 農耕地/牧野への巨樹植栽



⑥ 農耕地/牧野への先駆樹植栽



⑦⑧ 生け垣, 防護樹帯

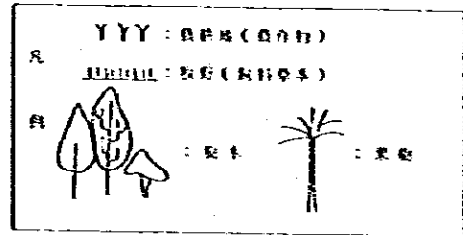


図3-3 アグロフォレストリーの種類 (J. Combe による)

とって魅力的な収入となる。2～3年後における被陰の増大と土壌肥沃度の低下は、この種の組合せの限界を意味する。そして、他の場所で再びこの組合せが始められる。チーク、マツ、サイプレス（いとすぎ属）の優れた人工林が、この方法により、とくにアジアとアフリカで造成されてきた。（ジャワのトゥンパンサリ、ケニアのシャンバ等）

- ②農耕地または牧野への商業用材の植栽。茶、コーヒー、カカオ等のプランテーションにおいて、これら永年作物がかなり粗放なレベルで栽培される場合に、商業用樹の植え込みによる持続生産が可能である。この組合せには多くの林業樹種が使われる。例えば南米では、コルディア（*Cordia alliodora*）、セドロ（*Cedrela odorata*）、アフリカではシルキーオーク（*Grevillea robaea*）、リンバ（フラケ）（*Terminalia superba*）*Acrocarpus fraxinifolius*が、この組合せで最もしばしば使われる。
- ③人工林または天然林での臨時的牧野。林業生産と放牧の臨時的組合せは、熱帯で広く採用される。森林のタイプとヘクタール当たりの飼養家畜によって、“木のある牧場”と“放牧林”の間の色々な程度のものでありうる。この点から、森林要素（林木）は、優れて生産機能を持つもの（例えばマツ造林地での臨時的放牧）とか、環境上の必要性でしかないものがある。この組合せに使われる樹種は、ラジアーケマツ（*Pinus radiata*）カリビアマツ（*Pinus caribaea*）のようなマツ類やコルディア、セドロ、メリナ（*Gmelina arborea*）のような早生樹種である。
- ④農耕地または牧野への果樹及び飼料用樹種の植栽。このケースにおいて、果樹は粗放な牧場あるいはある種の農耕地で容易に組合せられ、かなり密な林分を形成する。果樹、例えば柑橘類やある種のヤシ（ココナツ、オイルパーム）の植栽による総林形成が可能である。果実をつける林木樹種、例えばカシューナツ（*Anacardium occidentale*）、ブラジルナツ（*Berthalltia excelsa*）、マカデミアナツ（*Macadamia integrifolia*）等が使われて成功している。飼料生産樹種も同じ範ちゅうに

属する。この重要性は、とくに乾燥地帯において増大している。このような地帯では、多くの場合、飼料生産樹種のみが家畜に与える飼料源となっている（乾燥がひどく草本飼料が欠乏するため）。次の属の樹種は葉や果実がとくに優れた飼料となる。Acacia spp., Brosimum spp.（ミルクツリーの類・クワ科）、Diospyros spp.（黒楨の類・カキノキ科）、Erythrina spp.（でいごの類・マメ科）、Guazuma, Leucaena spp.（さんねむの類・マメ科）、Parkia spp.（マメ科）、Ficus spp.（いちぢくの類・クワ科）、Samanea spp. = Enterolobium spp. = Pithecolobium spp.（レイン・ツリーの類・マメ科）、Prosopis spp.（マメ科）。しかし、飼料に適する性質をもつ熱帯林樹種は天然には僅かしか知られていないので、上記によるアグロフォレストリーの技術は、多くの可能性をもたらすであろう。

⑤農耕地または牧野への庇陰樹の植栽。熱帯原産の永年作物、例えば、コーヒー、ココア等は、従前から庇陰樹の下で栽培されてきている。過去10数年間における肥料や除草剤の使用増加は、これらプランテーションを集約経営へ導いてきた。そのような所では、庇陰樹は次第に除去されてきた。しかし、化学薬品の投入による多大な出費は、多くの農民に自然の庇陰樹のもとでの従来の方式へと考え直させている。庇陰樹は、適切な管理のために、農民は通常、萌芽性の良い早生先駆樹種を選ぶ。これらの木は、植栽後、定期的に枝打ちされる。現在、Erythrina spp.（でいごの類）、Inga spp., Gliricidia sepium（マドレ・カカオ）、Leucaena leucocephala（イビル・イビル）、Samanea saman（レイン・ツリー）等の多くのマメ科樹木が使われる。根系の根瘤菌の働きで、これらの樹種は窒素分を富化し、土壌条件の改良に貢献する。

⑥農耕地または牧野への先駆樹種の植栽。先駆樹種は、土壌保全のためにしばしば農作や牧野に組合される必要がある。このことは、実際的には貧弱な土壌で農用地を保持する時に植林する全ての樹種にもあてはまる。

しかし、多くの場合、根系の窒素固定能力が土壌改良用樹種の必須条件と考えられている。窒素固定の性質をもつものは、マメ科のほかには次の属の樹種がある。Alnus spp. (はんのき属), Casuarina spp. (もくまおう属), Ceanothus spp., Cercocarpus spp., Coriaria spp. (どくうつぎ属), Discaria spp., Dryas spp., Elaeagnus spp. (ぐみ属) Hippophae spp., Myrica spp. (やまもも属), Purshia spp., Shepherdia spp.,

⑧生け垣および防護帯樹。これらは、厳しい環境条件から農作物や家畜を保護する必要がある所での樹木の不規則的空間配置の典型的な例である。生け垣は、一般に旺盛な萌芽力をもつ樹種で作られる。すなわち、Erythrina spp. や Gliricidia sepium などのマメ科、いちぢく、サボテン、Euphorbia spp. (トウダイグサ科) などが使われる。防護樹帯に選ばれる樹種は、通常、マツ、サイプレス、ユーカリ等の経済的価値を併せもっている。

先に述べた特殊なケースや混牧農林技術は、例えば、粗放なココナツ林の下で、水牛の放牧(乾期)と稲作(雨期)を交互に行う田園のケースである。これは、熱帯とくにモンスーン気候帯に最も適しており、極めて広域に行われている。

以上の分類規準による種類を表3-1に掲げる。

1-3-4 アグロフォレストリーの実践的区分

アメリカ山林局熱帯林業研究所の^{参(6)}Peter Weaver は、アグロフォレストリー(同氏は Agri-silviculture と呼称しているが内容的には同じく理解することができる)の区分について、実践的とも言える視点において、8つのタイプ、すなわち、焼畑移動耕作(Shifting cultivation) 回廊システム(Corridor system)、タウンヤ法(Taungya)、樹間栽培(Tree intercropping)、自然遷移模倣方式(Simulation of natural succession)、自給営農(Self-sufficient farms)、散伏・列伏樹林(Scattered or row trees)、および森林ブロック(Forest blocks)

に分けており、以下の如く説明している。

①焼畑移動耕作 (Shifting cultivation)

焼畑移動耕作とは、農業開発における森林利用として定義されている。それは樹木を利用することによって土壌を再生させ、そして熱帯における有力な耕作適地としているものである。

焼畑移動耕作においては、一定期間経過した森林に火入れをして焼払った後、数年間そこで耕作がおこなわれ、そして耕作終了後、放置され、森林が再び生育する。この耕作休閑期間の間に、土壌は上述のごとく栄養分を貯えて再生するわけである。(図3-4、①参照)

こういった焼畑移動耕作システムは、人口が密でない場合には、アグロフォレストリーの土地利用システムとして、かなり有効であるが、人口が密で耕作期間が長びいたり、大面積が皆伐される場合等においては、土地の生産性は低下し、時に荒廃する危険すらある。

②回路システム (Corridor system)

アフリカにおいては、社会の必要性に応じて、輪作的、継続的に組付けされた一連の移動作付が発展してきている。

このシステムの典型的なものとしては、12年の休閑期と5年の作付期間をもつ、17年回期のシステムである。5年の作付期間においては、2季節作物、1年性作物、多年生作物そして最終的には再生した二次林の要素も含まれてくる。(図3-4、②参照)

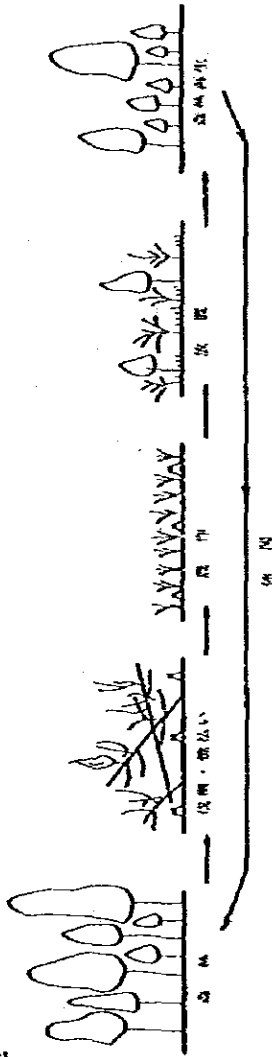
南米のエクアドルにおいては、類似のシステムが検討されている。

ともあれ、こういった回路システムと既述の焼畑移動耕作の両システムは、土壌再生手段として樹林を時間的に利用しているものといえる。

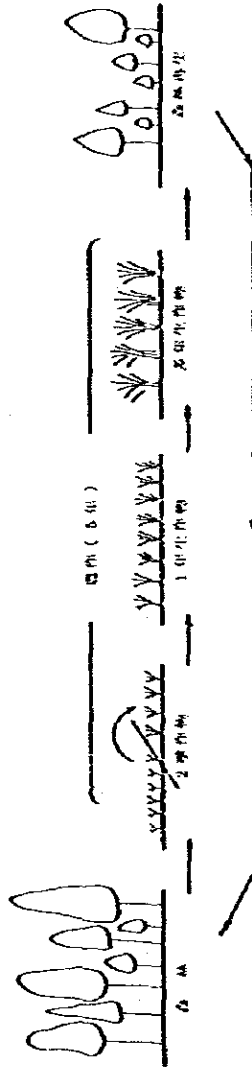
③タウンヤ法 (Taungya)

タウンヤ法というのは、いわば「管理された」移動農耕であり、伝統的な農耕技術の枠内でその弊害をなるべく小さくし、地元民の食糧を確保しながら造林することをねらっているものといえる。(図3-4、③参照)

① 焼畑移動耕作



② 回路システム



③ クワンヤ法 (図3-3の①と同じ)

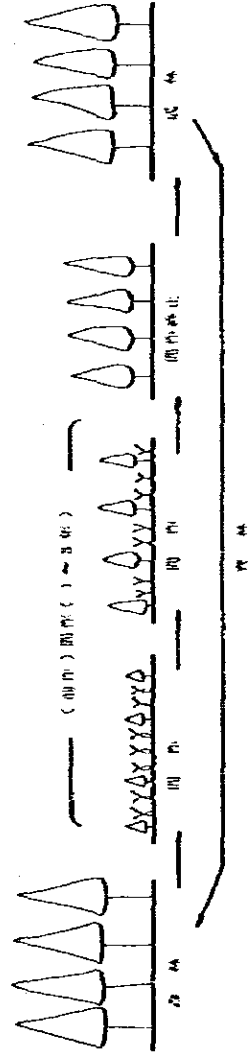
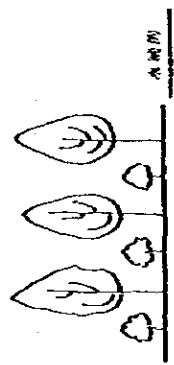
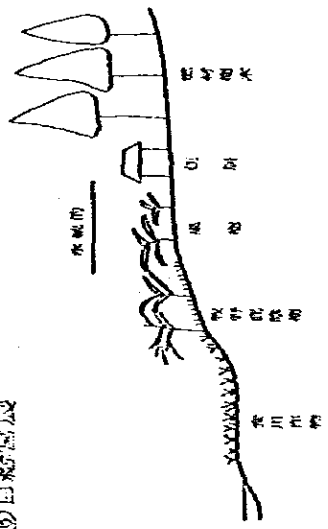


図3-4 アグロフォレストリーの実践的種類 (P. Weaver による) - その1 -

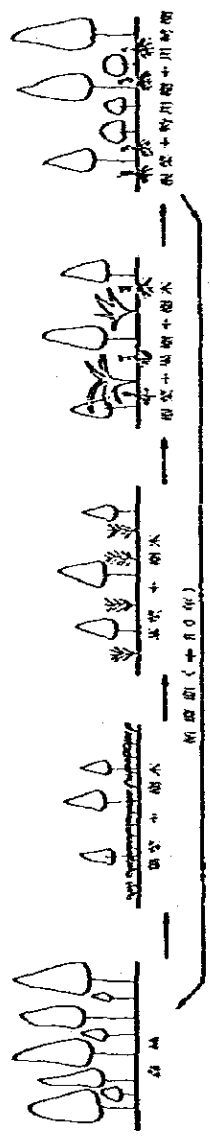
④ 樹間栽培



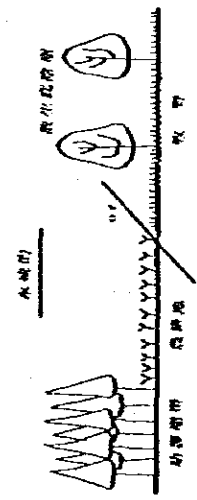
⑤ 白給養農



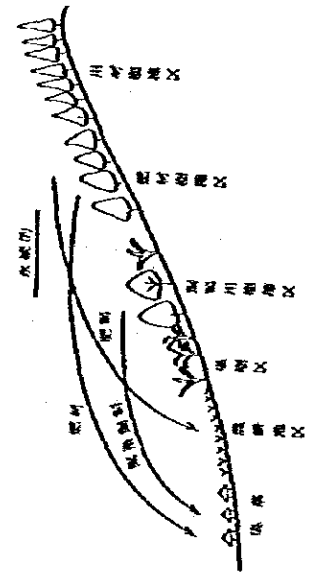
⑥ 自然遷移校ほう方式



⑦ 散状・列状樹林 (図 3-3 の④⑤と同じ)



⑧ 森林ブロック



本法は、1860年代にビルマのチーク造林において開始されたといわれ、一般に公有地を農家に貸し付けておこなわれる。King (1968) は、本法に入る25の具体的な方式をリストとして作り、この実施のためのガイドラインを記載している。そして彼は本法において使用されるべき樹木は成長が早く、耐陰性が強く、深根性のものが望ましい(浅根性で表土に広く広がるものは間作農耕により被害を受ける。)

④樹間栽培 (Tree intercropping)

コーヒーおよびカカオといった永年生農作物の間にカナレット (*Cordia alliodora*), セドロ (*Cedrela odorata*) 等を植栽するいわゆる樹間栽培は、コスタリカ、コロンビア、エクアドルおよびブラジルといった中南米にみられる。(図3-4, ④参照)

前者のタウチャ法とは、空間的(立体的)な組合せのアグロフォレストリーという点においては、共通しているが、相違している点は、タウチャ法では組合せの期間が比較的短いのに対して、この樹間栽培は比較的長いということである。

メキシコでは、*Prosopis* spp., *Leucaena esculenta* ならびに、*Pithecellobium* spp.との組合せによって間作食用作物の生産増加をもたらした。

表3-2は熱帯アメリカにおける樹間栽培の実例と、その大約の収獲量や利益を示している。

⑤自然遷移模倣方式 (Simulation of natural succession)

Holdridge (1959) は、年間わずかに0.1haという割合の小面積の森林伐開を行い、その後に自然の植生遷移に類似した30年の植戻期をもつ作物経営 (Sequence of crop management) を提案している。なお遷移過程においてはそれぞれの地域の固有作物が含まれており、最終段階では優占および準優占植物としてカナレット (*Cordia alliodora*) と *pejilaye palm* を、樹間植生としてカカオを、そして地下には塊菜植物を植えている。(図3-4, ⑤参照)

表 3 - 2 熱帯アメリカにおける樹間間作の実例

Components of technique	Source	Production estimates or benefits	Locations
<i>Cordia alliodora</i> + cacao	Peck, 1976	Natural regeneration of <i>Cordia</i> in plantations of cacao reached basal areas of 18 m ² /ha at maturity	Limón, Costa Rica
<i>Cordia alliodora</i> + coffee	Venegas, 1965; Peck, 1976	Natural regeneration of <i>Cordia</i> in coffee plantation reached 20-30 m ² /ha at maturity	Chinchona, Colombia (1400 m)
<i>Erythrina poeppigiana</i> + <i>Cordia alliodora</i> + coffee	Beer, 1979	215 stems/ha of <i>Erythrina</i> at 12 years old, 40 m ² /ha of <i>Cordia</i> at 37 years old, and 320 kg/yr of coffee beans	La Suiza, Costa Rica (600-1200 m)
<i>Cedrela odorata</i> + coffee	Ford, 1979	12 to 19 m ² /ha basal area (130-215 m ³ /ha volume) of <i>Cedrela</i> in 15-20 years on 2 farms	San Carlos (250 m) and Tabarcia (800 m), Costa Rica
<i>Alnus forullensis</i> + coffee	Fournier, 1979	Tree diameters of 20 cm in 5 years	San Antonio de Coronado, Costa Rica (1300 m)
<i>Pithecellobium saman</i> + <i>Papaya carica</i> + coffee + cacao	Author, pers. obs.	<i>Pithecellobium</i> with 15-20 m ² basal area at 25 years	Umbe, Haiti (20 m)
<i>Annona</i> spp. + <i>Citrus</i> spp. + <i>Artocarpus</i> spp. + <i>Inga</i> spp. + <i>Mammea americana</i> + <i>Papaya carica</i> + <i>Persea americana</i> + <i>Mangifera indica</i> + <i>Psidium guava</i> + <i>Guztea trichiloides</i> + <i>Simaruba</i> sp. + coffee + plantains + coconut palm + sugar cane + maize + royal palm ¹	Author, pers. obs.	The tree component averaged about 20 m ² /ha	Plaisance Valley, Haiti (150 m)

このように漸新的遷移過程をもって(それぞれそれぞれの地域固有の作物を利用して)、数十年で循環するアグロフォレストリーのシステムを確立していくという意味において自然遷移模倣方式と名付けられるわけである。

最近、Hart (1975) は、連続的な組合せ耕作から得られる生産高と経済的収益は、輪作による単一栽培よりも、一層多くの成果をあげていることを明らかにし、そして自然遷移シミュレーションとして、次の作物連鎖、すなわち、〇葉菜、茎菜、根菜植物、〇バナナおよびプランティン、〇ヤシ、そして最後に〇生産的森林といった連鎖を提案している。

焼畑移動耕作および回路システムは、時間的に樹木を組合せているのに対して、クウヤ法、樹間栽培および自然遷移模倣方式は、時間的、空間的の双方において組合せているといえる。

⑥自給営農 (Self-sufficient farms)

フィリピンおよびオーストラリアにおいて、小規模農業での生物学的循環の向上の問題が検討され、注目されてきている。

多くの農業経営は、家畜、果物および樹木、庭園、牧場、養魚池および多品目作の畑などを包含している。(図3-4, ⑥参照)

この場合、たとえば、家畜排泄物を池の中に流し、その水は作物を養育するために使用される。そして植物屑と糞は動物の飼料ないし緑肥として使用されている。

⑦散状・列状樹林 (Scattered or row trees)

強い、乾燥した季節風による土壌の乾燥と侵蝕を防止するために家屋あるいは所有地の境界に沿って樹林を植える。(図3-4, ⑦参照)

なお、牧場内の散生樹は庇陰と飼料を提供し、窒素固定樹種の場合には牧草生産を増加させる。

⑧森林ブロック (Forest blocks)

傾斜地上部と山頂部に存在する森林は、上記のものとは別のアグロフォレストリーのシステムに属して、長期間に亘る便益を与えている。

たとえば早登が多発するおそれのある地域における樹木は、水源と土壌の肥沃度を改善し木材生産にも益する。さらに樹木の相対的に深い根系をもって深土の水分を吸上げ、年間を通じて太陽エネルギーを利用す

ることが出来、その結果、隣接の緩傾斜地と低地の土地生産力を増大している。(図3-4, ③参照)

なお、ガアテマラでは、隣接して存在している森林の落葉を利用することによって、野菜畑を肥培し、耕地土壌を改良している。

また、フィリピンにおいては宗教的信仰によるある種の水田が森林の間に昔から存在しているが、森林群の存在による肥培と、土壌安定の機能の増大によって、その水田の生産力は1,000年もの長きに亘って維持されてきている。

1-3-5 種類についての考察

前節までのアグロフォレストリーの区分を考察すると。

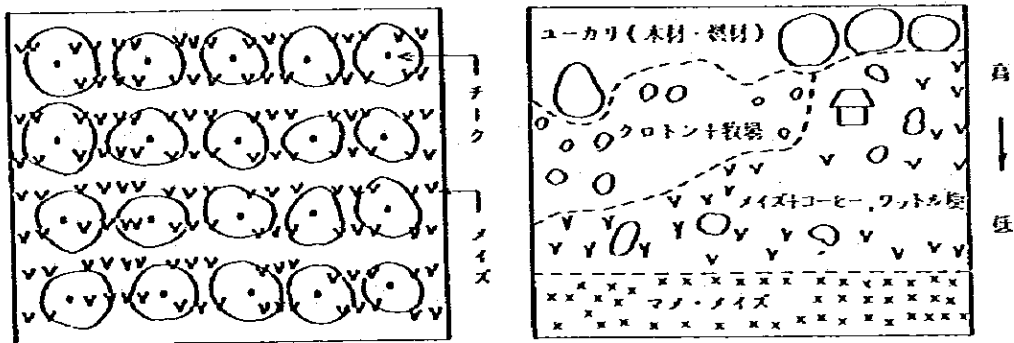
まず、J. Combe が I C R A F Journal で提案している分類規準は極めて明解ではあるが、実践的には、形式論に過ぎるという難点がないでもない。同氏の分類規準を再掲すると、①組合せの要素、②森林の機能、③樹木の配置、④組合せの期間、の各々における差異に依るとしている。

しかし実際のアグロフォレストリーを設計する場合、最も重要な規準は、アグロフォレストリーの「目的」あるいは「政策意図」である。具体的に云えば、アグロフォレストリーが、林業(造林)振興のためか、地域社会振興(農業生産あるいは民生安定等)のためか、という分類規準が重要になる。勿論このような「目的」の違いは、実際上は連続的で、どちらに重点が置かれるかの違いである。例えば、後出のインドネシア・ジャワの国有林におけるトゥンパンサリ方式は、かなり造林目的にウエイトが置かれている。また、フィリピンの Forest Occupancy Management は、殆んど民生安定(焼畑民対策)を志向している。さらにインドネシア・ジャワの民有地(法的には国有地であるが)における Tree Garden は、農民自身による農業に重点を置いたアグロフォレストリーである。

この「目的」「意図」による分類は、前掲 J. Combe による②「林木の機能」に基づく分類に相当するとも考えられるか、彼の云う林木の機能が、「Production」と「Protection」だけの規準では、実践的な規準とは云

い難い。

次に問題となるのは、③の「樹木の配置関係」による区分である。J. Combeは、樹木の配置が「規則的」か「不規則的」かをメルクマールとしているが、これが実践的にどれほどの意味をもつか疑問である。むしろ、空間的配置関係の面では、樹木、農作物、家畜等の各組合せ要素が「混りあって」生育するか、それぞれが「群あるいは団状に分離して」組合せられるかの違いのほうがアグロフォレストリーの設計士は重要である。このことを換言すれば、平面投影した場合に、各要素が一様に混在するか、団塊状に区画されるかである。例えば図3-4、の①のクウンヤ法や庇陰樹下



① 混在型
例: インドネシア・トウンセサリ(クウンヤ法)

② 分離型
例: ケニア・高地農地 (small holder)

図3-4 組合せ要素の配置

のカカオ栽培 (Weaver の云う Tree intercropping) などは前者である。一方、同図の②のケニア高地の農民所有地でのアグロフォレストリー、フィリピンの Communal Tree Farm の多くの場合、Weaver の云う Forest block などでは、対象地に燃料樹種、果樹、飼料樹種、農作物等を区分して生育されるもので、後者の例である。

J. Combe の分類規準の④の「組合せの期間」の問題であるが、「臨時的」であるか、「永続的」であるかの違いは確かに意味はあるが、この違いと関連し、さらに根源的な違いとして、土地の所有者とアグロフォレス

トリーの実行者とが「同一」であるか「異なる」かが分類の規準として実践的である。例えば、タイのFIO・フォレストリー・ビレッジは、土地が国有地（王室林）で入植農民がアグロフォレストリーを行うもので、所有と実行が異なる者で構成されている。インドネシア・ジャワのTree Garden は、農民が自分の農地あるいは彼等の共有地でアグロフォレストリーを行うもので、所有と実行は同一者となる。一般に、同一者によるアグロフォレストリーは永続的であり、異なる者によるそれは臨時的である。この場合、休閑期をもつ焼畑移動耕作（Weaber によりアグロフォレストリーの一種とみなす）やCorridor systemなどは、法律上はともかく、実質的には共有地上のアグロフォレストリーで、所有と実行は同一者の範ちゅうに属し、農作→休閑（森林）→農作を循環する一系例とみなせば、永続的の区分に入る。

分類規準の最後に、①の「組合せの要素」については、J. Combe は組合せの要素を樹木と農作物および動物の3者としている。しかし、アグロフォレストリーの実務では、各要素ともさらに細分して検討されるべきである。例えば、樹木は木材用樹種、燃料樹種、飼料用樹種、庇陰樹、肥料木、待用樹、果樹（果樹は植物学的にはForest component であり、Combe もForestry に入れているが、産業的にはAgricultural component として農作物と考えるべきであろう。）等に細分する必要がある。少なくとも天然生木と植栽木の区分は、アグロフォレストリーの実態でかなり異なる。なお、上記の細分は、2つ以上を兼ねているものがあることは云うまでもない。一方、農作物も食用作物、飼料作物、肥料（堆肥）作物、工業・薬用作物等の細分化と兼用が可能である。動物（家畜）についても同様で、牛、馬、山羊、鶏、さらに昆虫、魚類に至るまで、その種類の違いによって、アグロフォレストリーの設計は大きく変る。

なお、「組合せの要素」に関連して、アグロフォレストリーの実際の設計に大きな影響を及ぼすものとして次の因子が挙げられる。

①気候型；熱帯降雨林、雨緑林（モンスーン林）、半乾燥林、熱帯サバン

ナ等の気候区。

②地 形；低地，高地，緩斜地，急斜地等。

③土 壌；アクリソルス系統（酸性・老化土壌），ルピソルス系統（塩基性土壌），カンピソルス系統（非老化土壌）等の土壌タイプ。

④人口密度

⑤開発進度（所得水準，工業化の程度，農林産品の市場状況，インフラ整備の状況，教育水準等）

⑥民俗文化；農耕社会，放牧（遊牧）社会，狩猟採取社会，等の民族性。

以上の各因子の違いは、「組合せの要素」の選択に決定的な影響を与える。例えば，半乾燥林地帯では木材用樹種よりも燃料，飼料樹種がより必要となろう。また人口密度の高い地域では農業のコンポーネントは食料作物が主体となろう。工業化が低くマーケットも無い地区での木材用樹種は無理であろう。さらに，農耕社会と牧畜社会では飼料用の樹木・草本への選択度が著しく異なる。

したがって，上述のような自然的，社会的な各因子は，いずれも，アグロフォレストリーの分類規準ともなりうるが，本書では分類規準とするよりもむしろ実際のアグロフォレストリーを設計する場合に考慮すべき自然的，社会的条件として考えることとした。

以上，本節で述べたアグロフォレストリーの区分についての考察を要約する形で，本書としての分類基準を提案すれば，図3-5のようになる。

本節の最後として，本書におけるアグロフォレストリーの種類を試案として次に提案したい。

これまで述べたJ. CombeあるいはP. Weaverによる種類は，形態的に詳しく検討されている点で，その意義は高いが，こゝで提案する種類は経営的観点も加えて再分類してみた。

すなわち，

① 焼畑・休閒林耕作の系列

② タウンヤの系列

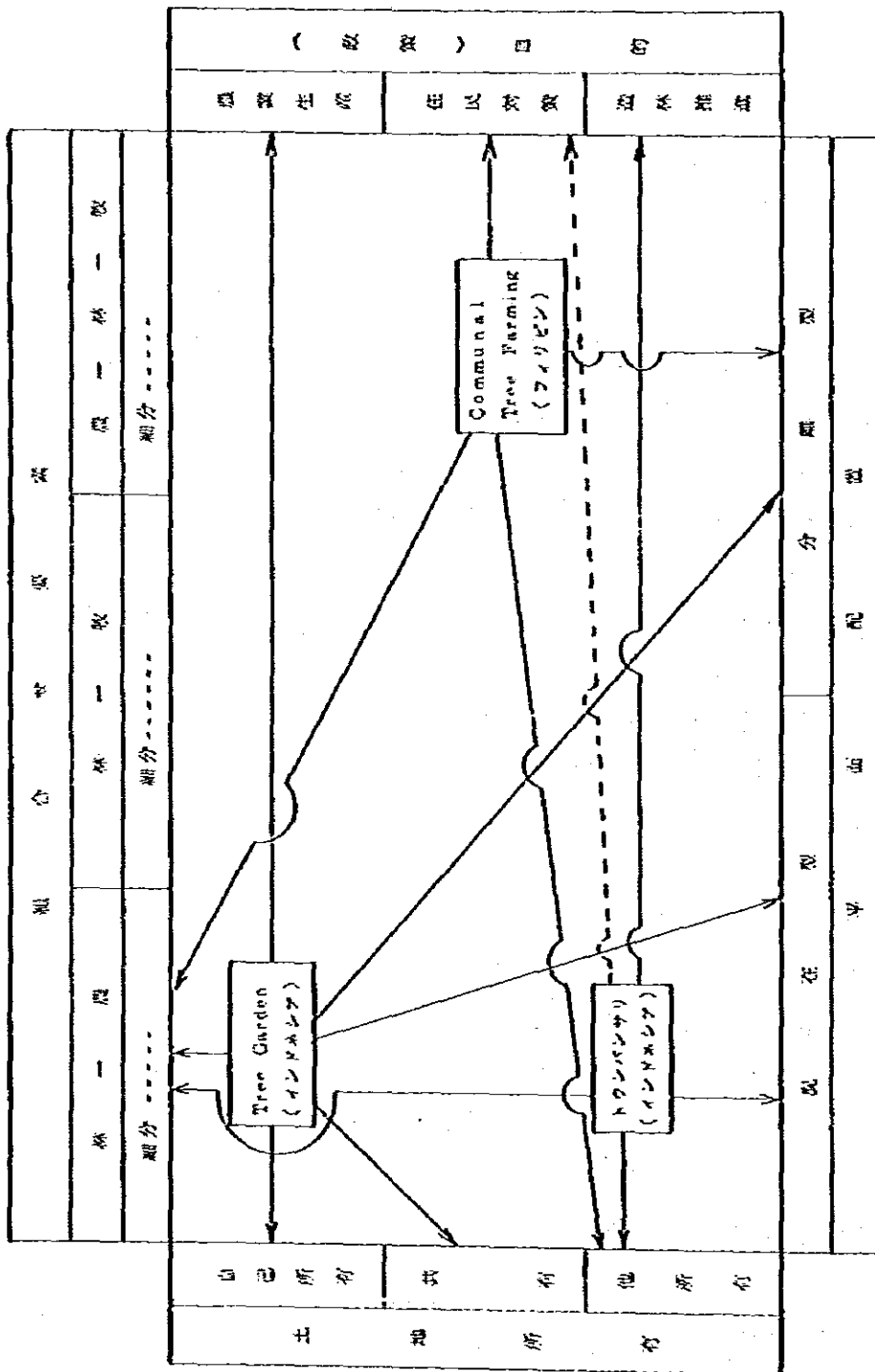


図 3-5 本營の提案する分類体系と、2・3の例

③ 多層混農（牧）林の系列

④ 群状（ブロック）アグロフォレストリーの系列

の4系列に単純化する。

①の焼畑・休閑林耕作の系列は、いずれにせよ森林→耕地（牧野）→森林の循環方式が技術的・社会的にも合理的に行われているシステムであり、P. Weaver の分類の“焼畑移動耕作”、“回路システム”、“自然遷移模倣方式”が全てこの系列に属する。

②のタウンヤの系列は、農耕が造林期間の特定時期において臨時的に間作として行われることが特徴である。これには、インドネシアのトウンパンサリ、タイの Forest Village、ケニアの Shamba System、日本のコバ作林業など、世界的に多くの実例がある。多くの場合、土地所有者と間作実行者は異なっているが、同一の場合もあり得るので、作目の態様と併せて各種の細分がある。

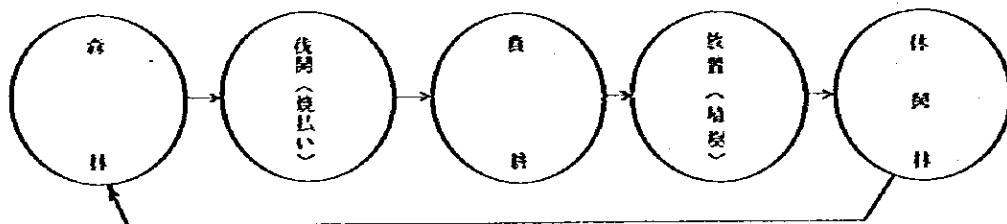
③多層混農（牧）林の系列は、2つ以上の層として樹木と農作物や家畜等が永続的（あるいは長期にわたって）に組合されるのが特徴である。これには、J. Combe の分類の②、③、④、⑤、⑥等が含まれ、上木の機能が商業材、果樹、飼料木、庇陰樹、肥料木等の違いにより、また、下層が農作物、牧草、家畜等の違いにより、各種の細分がなされるであろう。

④群状（ブロック）アグロフォレストリーの系列は、樹木のコンポーネントと農業のコンポーネントが混在せず、群状に分離して育成されるのが特徴である。これには、J. Combe の分類の⑦および⑧、ならびに P. Weaver の分類の“自給営農”、“列状樹林”、“森林ブロック”が含まれる。この場合も、群の大きさが小さく1つの農家経営のなかで分離しているもの（ケニア、インドネシア、フィリピン等の農家林）から、1つの地域ないし流域のなかで分離しているもの（ネパールの Social Forestry）まで多様である。

以上の本書におけるグルーピングは、アグロフォレストリーの設計に際して、与えられた自然的、社会経済的条件のもとで、どの系列へ選択枝を

伸していくかの導入部として提案するものである。

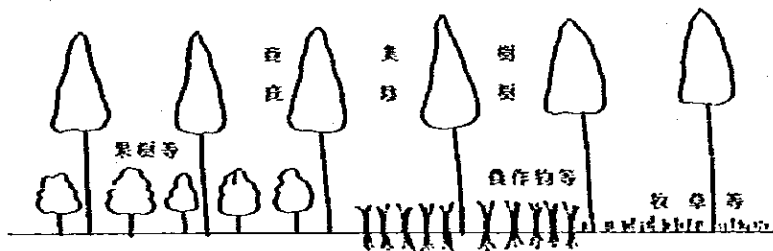
① 焼畑・休閑林耕作の系列



② タウンヤの系列



③ 多層混農(牧)林の系列



④ 群状(ブロック)アグロフォレストリーの系列

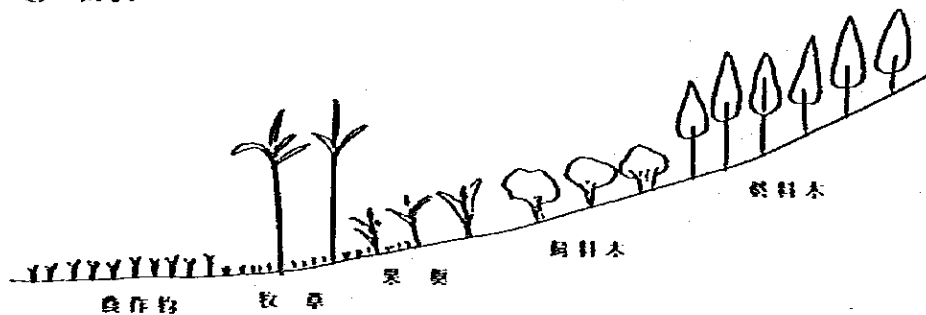


図3-6 提案するアグロフォレストリーの種類(本書による)

1-4 アプロフォレストリーの経済的考察

この章においては、オランダの A.M. Filius による、^{参(7)} "Economic Aspect of Agroforestry (Agroforestry Systems, ICRAF Journal vol.No1 1982)" の考察を紹介する。

1-4-1 組合せの相互関係

アプロフォレストリーにおける農・林・牧の組合せの適否を考える場合、農と林などの生産要素間において、補完的 (Complementary)、相互的 (Supplementary) 及び競合的 (Competitive) の3つの関係がある。

まず、補完的關係においては、1つの産物生産の増加は他の産物の生産を増加させる。単一栽培 (農作だけあるいは林木だけ) における補完關係の例は、輪作のローテーションの中で、1つの作物が他の作物にプラスの影響を与えることである。近代的な移動耕作では、樹木は農作物のための土壌を肥沃化する。森林下にある期間での林木の増量は、そのあと農作をする場合、その収獲量を増加させるとともに林産物そのものの価値も増大させる。

組合せ栽培 (間作) における補完的關係としては、1つの作物が陽光や風に対する庇陰となったり、土壌を肥沃化することによって他の作物に裨益する。コルディア (*Cordia alliodora*・ムラサキ科) や幾つかの *Erythrina* spp. (でいごの類・マメ科) 等の樹木は、コーヒーやココアの庇陰木として使われる。また、*Acacia albida*、はんのき、イビル・イビル、*Gliricidia sepium* (マドレカカオ・マメ科) は窒素固定樹種としてよく知られている。

Wickens によれば、農作物の収量は、農作物の収量は、*Acacia albida* のある畑では、無い畑に比べて2.5倍になるとしている。アプロフォレストリーの特殊なタイプとして養蜂と林業の組合せがある。こゝでの補完的關係は、林業は蜂蜜の収量を増加し、養蜂は林木の結実を増加し結果的に種子や果実の収量を増やす。

ところで、1つの産物生産の増加が他の産物生産の量に影響しない場合、

すなわち独立である場合は、両立的関係である。この両立関係は、単一栽培（輪作）でも間作でも起りうる。これは、異なる作物が異なる時期に資源（例えば労働力）を使用する場合にみられる。間作の場合でも、農作物は光や水等の資源について林木と必ずしも競合する必要はない。雨期の始まりに食用作物が植えつけられた時に *Acacia albida* はその葉で庇陰を作る。

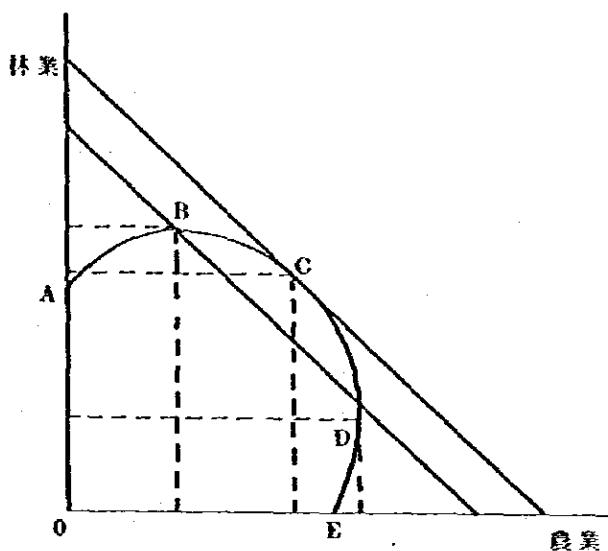
しかし、多くの場合、作物は、生産要素において競合する。すなわち競合関係となる。森林生産の増大は農業生産の減少によってのみ（あるいはその逆）可能となる関係である。単一栽培（輪作）型態では、作物は1ないし幾つかの資源（土地、労働力、資本）について競合する。これらの資源を農業と林業の両方に十分だけ使うことができない。さらに、同時的な組合せやある種の輪作ローテーションは病害を助長する。間作形態では、林産物と農産物は、水、肥料、太陽エネルギーについて競合するであろう。ある条件下では、庇陰樹はコーヒー、ココア、茶の生産を増大させるが、ココアと庇陰樹のうちのアルビジア（*Albizia falcataria*）の間では表層の根系で競合するという報告が Groenendijk によってなされている。また、アルビジアと組合せた茶の収量は他の庇陰樹との組合せよりも少い。一方、牧野林の樹木は、しばしば家畜によって損傷を受ける。これらのことはいずれも競合的關係として理解される。

1-4-2 組合せの生産力曲線

林産物と農産物との間の多様な関係は生産力曲線で表される。（図4-1 参照）

この生産力曲線は、所与の資源のもとで得られる林産物と農産物収獲の最大値を表わすものである。林産物と農産物間の前述のような関係は、この曲線の各区間において異なっている。すなわち、図のA～B間とE～D間は補完的關係区間、B点とD点は両立的關係の点、B～D間は競合的關係区間である。

タウソウや法の場合、例えば、下刈り経費の節約によってA～B間の補完



(注)

- 最適の組合せはC点である。
この点の価格線は生産力曲線の切線となる。

図4-1 アグロフォレストリーの生産力曲線

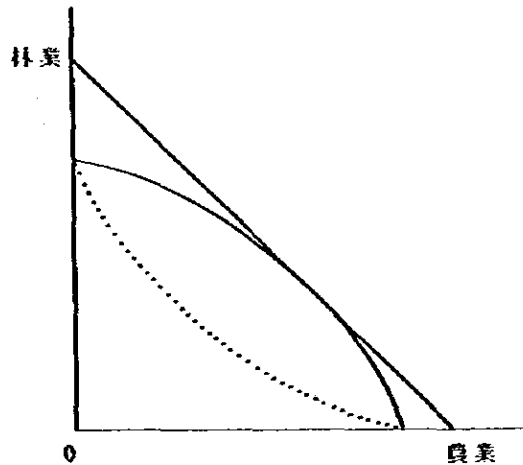
的關係が著しい。しかし、B～D間では、光や養分の面での競合的關係が重要問題となる。E～D間では土壌保全によって補完的關係が著しい。勿論、A～B間とE～D間でも光や養分の面での競合は起りうるが、補完的關係のほうが主体となっている。

図4-2は、2つの生産力曲線に対する同一資源についての仮説である。すなわち、この2つの曲線は、曲線とて軸・よて軸の交点に収れんする。この両交点では、林産か農産かのいずれか1つの専業となる。

生産力曲線の形は、農業と林業との相対的重要性によって変る。原点に対し凸状の生産力曲線(点線)は、例えば次のようなときに起る。

- 間作や輪作において、農林産物が競合するとき。
- 農産・林産において、もし、スケールエコノミーがある場合。

農産物(林産物)生産を追加増大していくことは林産物(農産物)生産の減少傾向を生ずるとすれば、農民は農業専業か林業専業に向うであろう。一方、1つの産物生産を追加増大していくことが他の産物生産も増加させるならば、次節で述べるようにアグロフォレストリーは能率的な手法とな



(注)：原点に対して凸状の曲線(点線)では、農業か林業かのいずれか専業を採るべきである。

原点に対して凹状の曲線(実線)では、アグロフォレストリーが適する。

図4-2 組合せの適否と生産力曲線

ろう。

1-4-3 最適の組合せ

産物の最適の組合せは、部分的には、林産物と農産物の価格比に左右される。この価格には、市場価格、政府により適用される基準価格、あるいは林業当局や農民による明示的ないし暗示的価値である。費用・便益分析から適用される基準価格は社会的価値として考えられよう。

価格線(Price line)あるいは等収入線(Isorevenue line)すなわち生産力曲線の切線(図-3のC点を通る直線)は、総収入において同額となる農林産物の組合せを表わしている(単純化のために直線すなわちコンスタントな価格レートとして描かれている)。価格線は、本来、無限にあり、各価格線はそれぞれの収入額を表わすが、最多収入のための最適組合せはC点であり、この場合、価格線は生産力曲線の切線となる。このC点において、林業における資源の限界生産価値(Value of the marginal products of resources)は、農業におけるそれと同じに

なる。一定の資源のもとでは、価格線は、これより高い総収入になることはない。

前述のように、図4-2の実線ではアグロフォレストリーを、点線では専業化を促すが、実線の場合でも、価格線が急傾斜あるいは平坦に近い場合は専業化をもたらす。なぜならば、一方の産物の収入があまりに少なくなるからである。このような場合には、アグロフォレストリーによる農と林の補完的関係ないし両立的関係が極めて強いときのみアグロフォレストリーが行われる。

社会的最適のために必要な条件は、産物の社会的価値が意思決定のなかで検討されることである。社会的価値は、特定の利害関係者によって検討されるものではない。多くの国で林地は政府（林業当局）の所管下にある。しばしば、林業当局の基本的、古典的な目標は木材生産である。このような目標は、機能を明確化し、意思決定に必要な情報を明瞭にし、経営指針となり、インスピレーションを与え、かつ実行基準に役立つ。しかし、このような状況下では、農産物のプライオリティーは低く、しばしば、林地から農業を追放する政策となる。林業以外の目標は、林業の政策目標を危くしない場合にのみ実施される。

このような事情は、林業当局がタウンヤ法を適用する場合に現われる。

図4-1のB点において林業生産の目標は最大値である。しかしながら、この点は必ずしも社会的最適を表わすものではない。なぜならば、この点は、等収入線を通じての最適点のC点よりも低い等収入線に位置するからである。もしタウンヤ法において農民が農業生産の最大を追求するならば、図4-1のD点で示す組合せを選ぶであろうが、それは社会的には次善のものである。

タウンヤ法で、農業に対する林業の割合は、選択される樹種、植栽間隔、輪伐期及び更新期間（伐採後植栽までの農業専業ができる期間）によって異なる。Hobstad は、北東タンザニアのパチュラムツのタウンヤ法で、農業専業期間を2年から8年に延長することによって、山林局の金員収入

はha当たり13,400タンザニアシリングから10,400タンザニアシリングに減少すると計算している。しかし、これによる農民の金銭収入はha当たり12,200タンザニアシリングから37,200タンザニアシリングに増加するとしている。したがって、総収入ではかなりの増加となっている。

農業生産のかなりの増加を含むタウンヤ法を行なう場合の社会的最適土地利用は、それほど単純ではない。山林当局は、土地利用の変更と農業に対する態度の変更による技術的問題に遭遇するであろうし、農業が山林局の権限外ならば制度的変更も必要となろう。

いろいろな過程で、農民や共同体の目的は矛盾・衝突する。短期的には、農民は同じ量の限られたインプットをもって図4-2の生産力曲線の右側に位置する作物組合せを行なうであろうし、より高い収益に達しようとする。しかし、これは長期的にはかなりの環境的低下をもたらすので、これは社会的には次善とみなされるものである。

最高あるいは持続的生産の目標の保全あるいは生産の目標は同じではない。これらの判断は、個人あるいは制度の責任と権限にもとずき定まるものである。アグロフォレストリー以外の土地利用タイプの定義において、その目的を明示することは通常ない。それ故、アグロフォレストリーの定義に、その目的を含める必要性には疑義がある。

生産力曲線は、収益性の高い農業と林業の組合せを作る因子を明らかにし、理解するのに役立つ考え方である。このアプローチの実際への使用は、例えば、営農システムの構成部分のような部分的予算編成などに限られる。営農システムの大きな変更を意味するアグロフォレストリーシステムの総成果を評価するには農家レベルの調整が必要である。農民に対するアグロフォレストリーの経済効果の計画と分析のためには、リニアプログラミングの手法が、主要因子と制約を考慮のうえで、適用しうるであろう。林木は現在と将来の両方に影響を有することから intertemporal リニアプログラミングが基本的に適用されるだろう。

1-4-4 生産要素

① 労働力

熱帯諸国における労働力は、通常、生産性が低い。アグロフォレストリーは、同じ労働量での生産量増あるいは労働力需要期の変更によって、生産性を上げることができる。

すなわち、

- ・アグロフォレストリーは、荒地や脊悪地の活用を可能にし、雇用に直接的に増大する。このことは、土地が限定因子になっている場合には重要なことである。
- ・アグロフォレストリーは、労働力需要のピーク（例えば、植つけ、下刈り、収穫等）を均一にすることができる。アグロフォレストリーの間作は、土壌湿度の保持期間を延長したり、作物の成熟期をずらすことによって、林業の植つけや収穫を完了する期間を長くしうる。アグロフォレストリーは、多くの場合、永続的な地被を生ずることから、雑草の成長を押えて下刈り労働力を少なくする。また、燃料用樹種の育成は、燃料採取に費される時間を節約しうる。

失業は多くの熱帯諸国にあまねく広がっているが、雇用創出のみで労働力事情を改善することは多くの場合不可能である。なぜならば、家族のメンバーの間で異なる場所、作物における労働力はしばしば異なる仕事だからである。

② 土地

King と Chandler は、多くの地域で侵蝕による土地の劣化、砂漠化あるいは Imperata 草（アラン・アラン、コゴン）の繁茂による草原化等によって、土地生産力が衰退していることを指摘している。すなわち、焼畑移動耕作地域、乾燥地域、無立木サバンナ地域、熱帯高地生簾系の各地域がそうである。

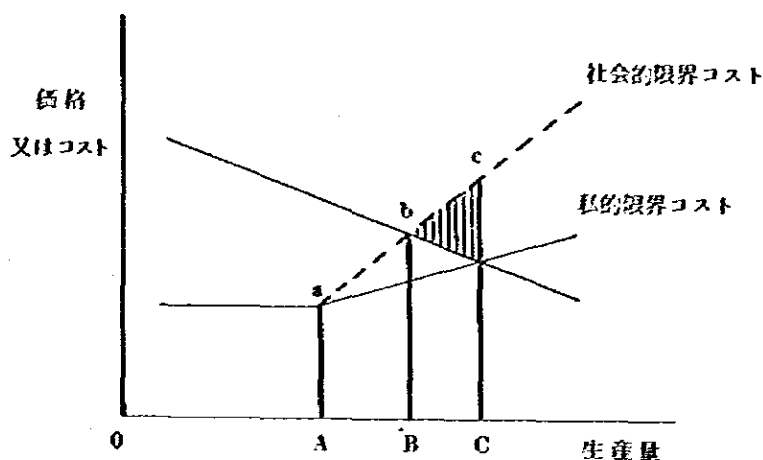
しばしば、これらの地域では、次のような条件が土地の劣化を促進している。

- ・土地が共有になっていること。
- ・多くの土地所有者が、資源に対して個々独立の権利を有していること。
- ・使用者の活動を統制できる者がいないため、共同作業には全使用者の奉仕や意欲について合意を必要とすること。
- ・資源に対する総需要が供給力を上廻っていること。

公開の資源とも称される共有地の過度利用の問題は、Gordon と Hardin の著者以来、徹底的に論じられてきている。公開の土地における有悪化は、農産物（又は燃料）のたび重なる収獲（土地からの持出し）によって起る。

この収獲の影響は、その生産が、他の生産者の生産に作用を及ぼし、そしてその作用が償われなかったり、代替されなかった場合に、顕在化する。農民が収獲量を最大にすると、彼等は農産物生産量を限界コスト（個人の）が限界価格と等しくなる図4-3のO点まで拡大することになる。生産水準のA点までは、恒常的平均コストで生産するのに十分な土地がある。A点を超えると限界コスト（個人の）が高まり、社会的限界コストはより急激に高まる。これは、個々の農民の追加生産による悪影響が全ての農民（例えば牛飼、焼畑移動耕作民等）に及ぶからである。しかし、個々の農民は、その意思決定に当って他の農民への悪影響を考慮することはしない。社会的限界コストが限界価格と等しいB点のかわりに、個々の農民はO点の生産をする。この場合、図4-3の斜線部分がネットの社会的ロスである。

環境上の問題は、生産の縮小か生産方法の変更によって解決できる。問題となるのは、どのような制度的措置が効果的にこのような縮小や変更を可能にするかである。土地の公的所有あるいは個人所有化が成功のカギであろう。生産技術の変更としてのアグロフォレストリーの導入は、適切な制度的措置を伴うならば、共有地においても、環境問題の良い技術的解決となるにちがいない。地域によっては、優遇措置や普及活動は適切な方法であろう。例えば、タウンヤシステムへの参加を促すこと、



- (注) : ◦ 最適生産量 (個人) は、限界コスト (個人) が限界生産価格と等しくなる点、C点。
 社会的最適生産量は、社会的限界コストが限界生産価格と等しくなる点、b点。
 斜線部分はネットの社会的ロスである。
 ◦ Ostrom 1979年から掲載。

図4-3 生産量による価格線とコストの関係図

焼畑移動耕作を近代化することなどである。また、地域によっては、アグロフォレストリーの導入に先立って、土地利用の合意が併行しなければならない。このような制度的措置は、共有地へのアグロフォレストリーの導入の前に研究されねばならない。土地の保有はアグロフォレストリーにとって重要な因子である。なぜならば、アグロフォレストリーの森林状態にある期間が貸地であることは、容易に行われ難いからである。(フィリピンにおけるリース制度があるが貸地料は極めて低い)。

③ 資 本

アグロフォレストリーは機械化が適するものではない。それ故、機械化の進んだ国ではアグロフォレストリーは単作農業 (専業) よりも多く
 の労働力を必要とする。開発途上国では通常、資本が少なく金利が高いので
 機械化のレベルが低く労働多投型である。このようなところでは、機

核力はアグロフォレストリーに関与することが少い。一般に、林業は収穫期までに長年月を要することから長期の資本投下となる。最初の負担は資材と資金で、とくに資金については助成措置がアグロフォレストリーの場合に促進剤となろう。これは、資金不足とリスクの観点から、不作の場合に農民に必要である。

④ その他の投入

肥料や優良種苗の使用は、アグロフォレストリーの生産性を著しく高める。Soekortiko によれば、ジャワのタウンヤ法において、人工肥料と農薬によって米の収穫が、700～1,000 kg/haから2,650 kg/haへ増加し、チーク造林木への肥効もまた著しかった。生産性増大のためのこのような投入の技術的適否は、ときには論議のあるところである。問題点は、投入が社会・経済およびその他の条件と関連して、経済発展に最も貢献するものかどうかである。この点は、現地有用技術（appropriate technology）の基本点である。Harwood と Price によれば、このような現地有用技術は、現時の「改良された技術」とは異なる。これの関係国においては、ぜい弱な生態系や自給自足農業という状況が多い。この自給自足農業は、農民の商業的投入に対する乏しい知識や限られたマーケティングが原因となっている。したがって、技術というものは、高収穫の可能性をもたらすが同時に病虫害や慎重な肥料、水、日照のバランスの必要性という大きいリスクをもつ投入よりも、まず、確実な収穫を保証する投入が基本である。また、商業的投入は、農民を借金経営に依存させてしまうことから限界がある。

アグロフォレストリーでは、マメ科樹木が土地を肥やし、庇陰が雑草の成長を抑える場合には、商業的投入の必要性は少ないであろう。土壌が痩せており、かつ、上述のような理由から人工肥料を施さないでも、マメ科の上木がココア、コーヒー、茶の収穫量を増加しうる。

他の化学薬品の作用も、おそらく、アグロフォレストリーでは一刷問題であろう。間作農業について Willy の報告するように、病虫害のコ

ントロールは、ある場合では単作のほうが優れ、ある場合は劣るなど、かなり複雑である。アグロフォレストリーは、上述のような状況下では、有用技術たりうる。そして研究活動がこの技術をさらに発展させるであろう。

育種計画が間作生産に適した植物を創り出すならば、かなりの進歩を期待しうるが、この計画の目的は、あくまで、零細農の社会・経済的状況に適合したものでなければならない。

1-4-5 経 営

経営は知識に依存するものである。一般に農民はローカルなアグロフォレストリー・システムについての優れた知識を有している。焼畑移動耕作において、自然植生による伐開箇所の選定、土壌に關係しての移動ローテーションの伸縮、肥沃度変化の指標となる草木の植生遷移や群落についての驚くべき感知力等の顕著な実務知識を、Pierson は確認している。

Christanly と Priyono の西部ジャワでの調査では、被陰植物や好日植物および栽培園での明らかな生態学的な技巧についての知識が証明された。地域によっては、農民がかなり複雑な間作システムについての豊富な経験を有している。

新しいアグロフォレストリー・システムは、地方農民がそのシステムの計画に参加を望むことにより、既存の知識経験とリンクさせてこれを適用するチャンスが多いと考えられる。

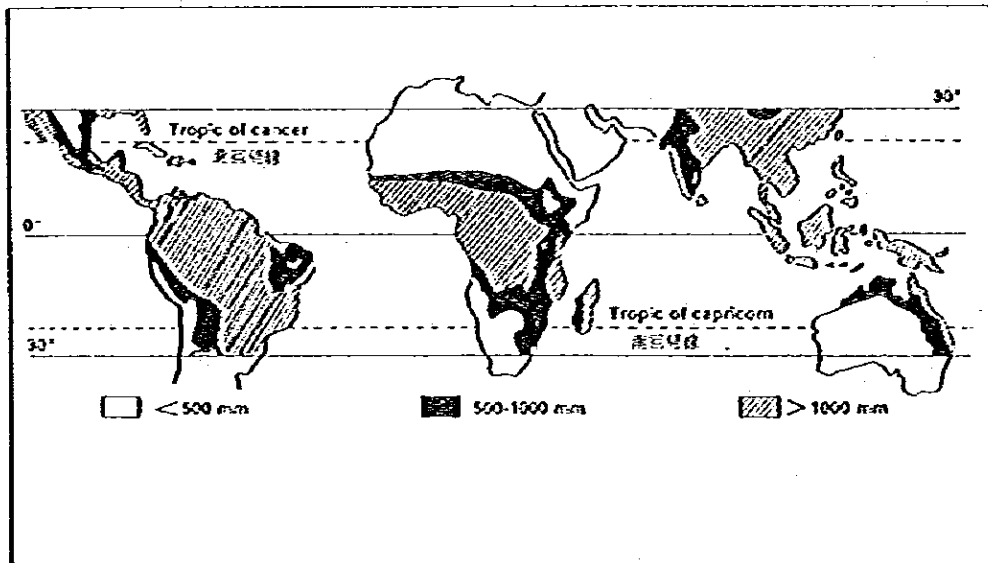
1-5 アグロフォレストリーの技術的考察

この章では、主として、ICRAFのP. K.R. Nairによる、“Agroforestry Species (ICRAF 003e, 1980)”の考察を紹介する。

1-5-1 環境問題

① 気候

ある地域の気候特徴を示すものとして気温と降雨量が最も重要なパラメータとなる。暑い季節と涼しい季節間の月平均気温の較差は熱帯において5℃以下であり、このことは熱帯の高地においても言えることである。熱帯では標高が100 m 高くなる毎に、年平均気温が0.6℃ 低くなる。もし海抜0 m で26℃の気温であれば、1,000 mの高さでは20℃となり、2,000 mの高さで14℃となる。このような気温のパターンは、熱帯高地における作物の生長に影響を及ぼす。高地では熱帯低地植物は最適な成長は期待できないとは云うまでもない。



注. 出典, Agroforestry Species, P.K.R. Nair ICRAF1980.

図5-1 熱帯・亜熱帯の年間降雨量

年間降雨量については、熱帯は様々な形態を呈し、総量も0 mmから10,000 mmまでに及ぶ。このような降雨量の極端な多少は、熱帯における植物生産量に問題となる。世界の熱帯と亜熱帯の年間降雨量を図5-1に示した。しかしながら降雨総量よりもむしろ降雨の配分の方が植物の生長には重要である。ある場所のある期間における平均降雨量が平均蒸発量より多い場合、その期間は湿気があるとし、この湿気のある日の長さにより、気候区分がなされている(後述参照)。

また、乾期の長さを基準として別の気候帯区分がなされてきた。これの乾燥月とは雨量100 mm以下の月である。このようにして、4つの主要気候帯が熱帯域に区分される。これらの区分は表5-1に示されている。

表5-1 熱帯の主要気候帯の分布

気候	湿潤月	優占植生	熱帯 アメリカ	熱帯 アフリカ	熱帯 アジア	計	%
多雨	9.5-12	Rain-forest and forest	646	197	348	1191	24
季節的	4.5-9.5	Savanna or deciduous forest	802	1,144	484	2430	49
乾燥	2-4.5	Thorny shrubs and trees	84	486	201	771	16
砂漠	0-2	Desert and semi-desert scrub	25	304	229	558	11
計			1,557	2,131	1,262	4,950	100

注. 出典: Sanchez (1976) as adapted from the U. S. president's Science Advisory Committee (1967)

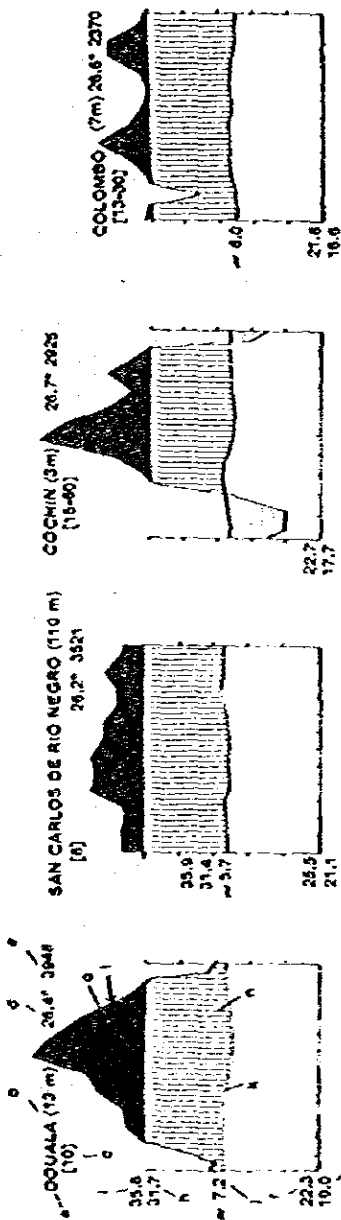
降雨期分布のパターンによって、熱帯においては日射量に違いがある。一般的に熱帯では平均400 langley/日の日射量を受ける。(温帯での平均200 langley/日と比較される)。

※ 1 langley = 1 gram · calorie/cm²

同じ降雨期分布の地域では、日射量の季節変化は無い。一方多雨期や強い乾期のある地域では明らかな季節性がある。例えばフィリピンのロスバニヨスでは、1月の日平均日射量は295 langleyで、一方5月には439 langleyである。これらの差違は植物成長に明らかに影響を及ぼしている。日射量と植物の成長期の長さを基礎として、違った緯度帯での潜在的作物の収量をDe Witは推定した(1965年)。それによると熱帯においては年間のヘクタール当り、潜在的生産性は非常に高い値を示している。そこでは温帯とは違って、光合成作用が年間を通して活動し続け得る。したがって、熱帯における土地利用形態は、年間で特別な季節作物の生産よりは、むしろ単位面積当りの総生産性を最大にすることを目的とすべきである。

生態学的な気候区分の考え方として、Wattlerは気候ダイアグラム(Klimadiagramm)を提案した。これは、ある地方の年間を通じての平均気温と降水量に関する特徴的な情報を示すものである。このダイアグラムは、また相対的に湿潤なあるいは乾燥した季節の頻度、長さ、強度を示している。熱帯の様々な地域の気候ダイアグラムを図5-2に示す。

気候ダイアグラムの横軸は、北半球については1月から12月、南半球については7月から6月の月割を示している。すなわち、暑い季節は図の中央にいつもあることになる。縦軸は月平均気温と降水量を示し、目盛は、降水量100mmまでは10℃が20mmに相当し、100mm以上になるとその巾が変わり10℃が100mmに相当する。なだらかなカーブが気温を示し、平らでないカーブが降水量を示している。目盛の比が10℃=20mmのところ、降水量カーブが気温カーブの下を通るとき乾期を意味し、このような降水量カーブが気温線の下にある箇所は点の描画で示されている。100mmを越える月降水量のある湿度の高い季節は黒くぬりつぶして示しており、縦線の箇所は、相対的に高湿度の季節にあたる。

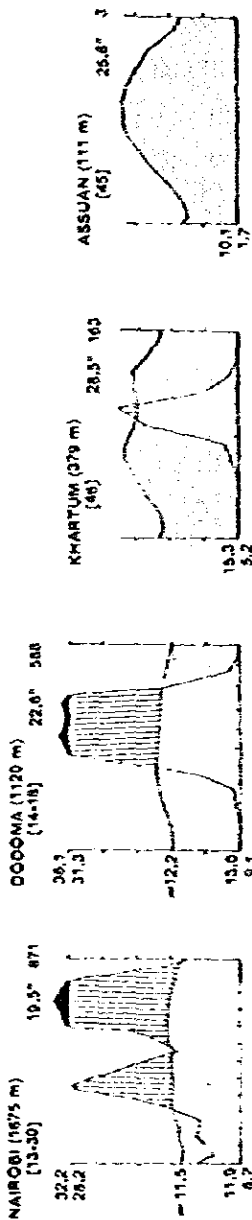


SRI LANKA

INDIA

VENEZUELA

CAMEROON



KENYA

TANZANIA

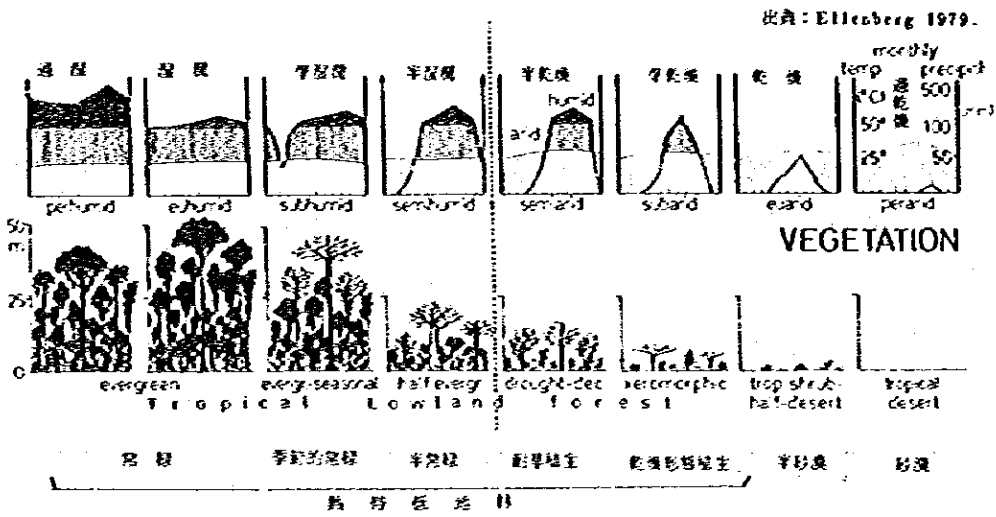
SUDAN

EGYPT

図 5-2 熱帯各地の気候ダイアグラム

注 a: 朝候序 b: 樹高 c: 観測年数 d: 年平均気温°C e: 年平均降雨量 mm f: 最も月の最高気温の平均 g: 記録上の最低気温
 h: 最も月の最低気温の平均 i: 記録上の最高気温 j: 気温の日変化の平均 k: 月平均気温 l: 月平均降雨量
 m: 乾燥期(点状部分) n: 湿潤期(線状部分) o: 月降雨量が100mm以上(黒塗り部分)でスケールは1/10になっている)

地域の基本的気象データから簡単に作られる気候ダイアグラムは、その地域の気候の乾燥と高温が続く長さや厳しさを示すのに非常に有用である。この気候ダイアグラムを基礎として、Ellenbergは自然の生態系の湿潤と乾燥の一連の流れを整理し、それらを8つのクラスに分類した。これらは図5-3に示されている。



(バルーエクアドル)
図5-3 気候ダイアグラムと熱帯低地の自然植生

② 植生型

熱帯の気候区分は、それぞれの気候区分での優先植生型により名称をつけている。5つの一般的分類は、サバンナと草原(43%)、常緑広葉降雨林(30%)、半落葉性森林とかん木(10%)、落葉樹林とかん木(10%)、砂漠性かん木と草類(7%)である。サバンナ・草原区は純草類サバンナから、樹木と草類とが混ざった樹木サバンナまであり、これは、熱帯アメリカでは約28%を占め、熱帯アフリカの57%、熱帯アジアと太平洋(主にオーストラリア)の34%を占めている。降雨林区は三層からなる樹冠や、落葉樹の低い割合などで特徴付けられており、これは、熱帯の30%の面積を占めている。つまり熱帯アメリカで52%、アフリカで12%、熱帯アジアと太平洋で38%を占めて

いる。落葉樹や半落葉樹林区は、季節的な降雨があるところ、あるいはまた明白な乾期のある地域に見られる。主にアジアやアフリカに多くモンスーン林、Miombo林、Tree Steps と呼ばれている。これらの森林の広大な土地が焼畑移動耕作によりサバンナに変化してきた。砂漠性かん木区は、乾燥が極端に厳しい地域に見られる。なお、熱帯の約5%の地域は、なんら植生の被覆がない。色々な熱帯植生型の年間乾物生産量の推定は、様々な見積りなされている。GolleyとLeith(1972年)によれば、総一次生産量は乾物量の平均年生産量で次のようになっている。(括弧内はその巾を示す。)熱帯雨林が20(10-35) t/ha 熱帯落葉樹林15(6-35) t/ha 温帯落葉樹林10(4-25) t/ha 熱帯サバンナ7(2-20) t/ha 耕地6.5(1-40) t/ha。

③ 地 形

熱帯地域の約77%は、低地つまり海拔900 m 以下を形成している。東部アフリカのほとんど、カメルーン、インドのデカン高原、東南アジアの大陸部などの海拔900 m~1,800 mの地域は約20%を占めている。中南米のアンデス高地の半分、つまりベネズエラとブラジルの部分、カリブ海地方の山地帯、中南米のアンデス地方、エチオピアやケニアの高地、北部ビルマ、インドシナやニューギニアの一部などの熱帯の1,800 m以上の高地は3%である。

④ 土 壤

気候、植生、母岩、地形、時間などの多様性のために、熱帯の土壌は、その性質に巾広い変化を持つ。強度に風化され溶脱された土壌、つまりラトソルス laterols (赤色土類)は熱帯の51%を占めている。他は、砂質で表土層の浅い、高い塩基性で沖積土が多少溶脱された土壌で占められている。気候区域ごとの、熱帯における土壌の分布は表-2に示され、3つの熱帯大陸における主な土壌種類の広がりには表5-3に示される。大体において肥沃な土壌は農業やプランテーションに利用され、

この結果として、アグロフォレストリーにとって利用できる土壌は、本来的に、あるいは不良な管理の結果として肥沃ではない。

表5-2 熱帯の気候区分による土壌分布

単位：百万ha

土 壤 群	気 候 区 分		多 雨 季 節 的 乾 燥・砂 漠 地 区 (0~4.5)	計	%
	多 雨 地 区 (9.5~12)	季 節 的 降 雨 地 区 (4.5~9.5)			
1. Highly weathered, 強溶脱土 leached soils (Oxisols, Ultisols, Alfisols)	920	1,540	51	2,511	51
2. Dry sands and 砂質・浅土 shallow soils, (Psamment and lithic groups)	80	272	482	834	17
3. Light-colored, 灰色類基性土 base-rich soils (Aridisols and aridic groups)	0	103	582	685	14
4. Alluvial soils 沖積土 (Aquepts, Fluvents, and others)	146	192	28	366	7
5. Dark-colored, base- 暗色類 rich soils (Vert- 基性土 isols, Mollisols)	24	174	93	291	6
6. Moderately 弱溶脱土 weathered and leached soils (Aropepts, Tropepts, and others)	5	122	70	207	5
Total area 計	1,175	2,403	1,306	4,894	100
Percent of tropics %	24	49	27	100	

注・出典 Sanchez, President Science Advisory Committee 1967.

()内の数字は、100mm以上の降雨のある月の数。

()内の土壌亞目名はアメリカ方式であるので、FAO方式による名前は、表5-3に掲げる。

表 5-1-3 熱帯の土壌型の分布

単位：百万ha.

アメリカ 土壌目	アメリカ	アフリカ	アメリカ	アシア	計	%	FAO方式による土壌名		土壌の 特性
							目	目	
Oxisols Orthox Ultrox	380	370	0	0	750	15.0	フェラソルス	Orthox=正規フェラソルス Ultrox=半酸性フェラソルス	酸化層を有す
	170	180	0	0	350	7.5			
Aridisols Aridisols Udolis Udolis	550	550	0	0	1,100	22.5	イエロソルス		偏乾地土
	840	840	50	10	900	18.4	ゼロソルス		
	525	525	135	100	760	15.4	ルピソルス	Udolis=正規ルピソルス、ニトソルス	高塩基性土 (塩溶性)
	25	25	15	0	40	0.8	ニトソルス	Udolis=ルピソルス(季節風気候)	
Ultisols Aquic Ultisols Ultisols	550	550	150	100	800	16.2			
	0	0	40	0	40	1.0			
	15	15	85	50	100	2.0	アクリソルス	Aquic=グレイックアクリソルス Ultisols=アクリソルス(季節風気候)	低塩基性土 (酸性)
	85	85	125	200	410	8.2	ニトソルス	Ultisols=正規アクリソルス、ニトソルス	
Inceptisols Aquic Tropisols	100	100	200	250	550	11.2			
	70	70	145	70	285	6.0	カムピソルス	Aquic=グレイソルス(酸性)	比較的若い 土壌、カムピ ソルを有す。
	0	0	75	40	115	2.3	グレイソルス	Tropisols=カムピソルス(熱帯)	
Entisols Psammentic Aquic	70	70	220	110	400	8.3			
	300	300	90	0	390	8.0	レゴソルス	Psammentic=レゴソルス(砂質)	若い土壌 オリアクソルを 有す。
	0	0	10	0	10	0.2	グレイソルス	Aquic=グレイソルス(酸性)	
Vertisols Mollisols Mountain areas	300	300	100	0	400	8.2	パーチソルス		
	40	40	0	60	100	2.0	カエソルソル		
	0	0	50	0	50	1.0	カエソルソル		
	0	0	350	250	600	12.2	ミアエカセム		モリソルを 有す。
Total	2,450	2,450	1,670	780	4,900	100.0			

注. 出典 前掲書

⑤ 土地利用型

熱帯森林は熱帯植生の40%の割合を占める。農業は中心的経済活動ではあるが、全面積の10%だけが農業に利用されている。牧場や牧草地は20%の割合となつてはいるが、この面積の大部分は範囲を確定して利用されているものではない。熱帯においては潜在的に耕地となり得る約17億haの土地があることが推定されている(米国外務省科学顧問委員会1967年)。その内約5億haのみが利用されている。しかしながら、この基準は、開発途上国における農業技術の平均的レベルに基づき、耕地や放牧地を潜在的に表わすものと考えられる。表5-4は熱帯の3地域における土地利用パターンと人口を示している。

熱帯の農耕システムは、栽培される作物、人口圧力、土地のタイプ、資源の現存量などに大きく依存している。一般的に熱帯の農耕システムは大きく5つのカテゴリーに分けられる。すなわち、焼畑移動耕作(全体の45%以下同じ)、遊牧(14%)、牧場(11%)プランテーション・システム(4%)である。

焼畑移動耕作は、東南アジア山地、西中央アフリカ、中米、アマゾン低地等の熱帯で行われ、全世界で約2億5千万人の人々が、このシステムを生活の手段としている。また、このシステムは、とくにL.L.D.C地域において多く行われている。近年の増大する人口のために、このシステムの休閑期が短縮化される傾向にあり、土壌の貧乏化を加速している。

プランテーション・システムは、肥料を使用し、機械力を使用する点において、洗練された土地利用型態であるが、この型の農業においては、土壌は概ね良好に管理されている。

表5-4 熱帯の土地利用と人口

単位：百万ha

地 域	総 土地面積	耕地 面積	牧野 面積	森林 面積	耕地の人口(1969)		人口1人当たり 耕地面積 ha
					多	百万人	
Tropical America	1,683	83	282	914	5	239	0.35
Tropical Africa	2,212	166	652	517	8	275	0.60
Tropical Asia and Pacific	931	256	21	412	27	956	0.26
Tropics	4,826	505	955	1,843	10	1,470	0.34
World	13,392	1,424	3,001	4,091	11	3,647	0.41
Percent Tropics	36	35	32	46		40	

注. 出典 前掲書

Pacific はオーストラリアを除く。

1-5-2 植物間の相互作用

本節では、アグロフォレストリーにおける植物間の相互作用を、ICRAF の Consultative Meeting on Plant Research and Agroforestry (Apr. 1981) の報告によって、以下に述べる。

植物社会の生産活動は、つねに面積をベースにして観察理解すべきである。その理由は、植物の生育を左右する因子（光、水、養分、スペース）は、何等かの形で土地面積に関連するからである。植物が土地占有面積を増加することは、隣接植物との間の相互作用の増大となる。時間的、空間的に共生する数種の植生の原資（水、養分、光等）の使用度が、原資の供給力を上廻ると、これら限られた原資をめぐる競争が起きる。こうなると、いくつかの植物の個々の生長は、その潜在能力よりも低くなる。

隣接する植物の影響は、通常、直接的よりも間接的（養分供給や微気候の変化）であるので、「干渉作用」という言葉が、「競争」よりも一般に適當である。

すべての個体が同じサイズ、種、年齢の単一的な群落では、干渉作用は

各個体に対して殆んど等しく、各個体も同じ反応を示す。

混交群落では、干渉作用は等しくないと考えられ、各個体においては、異なる種からの干渉作用を同一種の個体からの干渉よりも厳しくこうむる。

例えば、アグロフォレストリーにおいて、上層の栽培種からの被蔭は下層の栽培種の光合成作用に対し常に干渉を与える。他方、ある種では、それほど干渉を受けることにならない。これは、競合種が多少とも異なる原資の使い方をするからである。

すべての植物は同じ原資（例えば、とくに養分については）を使うことから、上述の「異なる原資の使い方」とは、主として植物が原資を異なる時期にあるいは異なる部位から求めることである。

このような相互作用の範囲は、原資の利用のほか、病虫害の伝ばんにおける態様までも包含される。そして、生き残る種は敗けた種をうめる形で生育繁茂する可能性にまで及んでいる。

アグロフォレストリーによって、次元はさらに拡がり、とくに重要な点としては、上層植物が微気候（とくに照度）を変化させたり、下層植物へのより多くの栄養分の供給をチェックしたり、土壌下層からの養分を循環させる等々である。

アグロフォレストリーの適切な経営と改善に対する我々の課題は、このシステムがいかに機能するかについての明確な理解なしには遂行し難い。そしてこのような理解は、自然と植物間の相互作用のひろがりに関する知識を基盤とするものである。これなくしては、このシステムへのアプローチが、経験のみによる遅々とした不確かな展開となってしまう。すなわち、メイズと豆の複合のアグロフォレストリーにおいて、新しい豆の作目を導入するという新方式を検討するに際して、このことが考えられる。経験的に、これには、適した豆の品種、植つけ間隔および関係する樹木のタイプや植栽密度等の再試験がとくに必要である。

改善への道および日々の経営においても、植栽植物間の干渉のメカニズムとその結果の評価についての優れた理解と簡易な手法を必要とする。

1-5-3 アグロフォレストリーと生態系

本節と次節は、主として、前掲の P. K. R. Nair の書による。アグロフォレストリーについて、よく云われることは、一般に少い投入量の土地利用システムで、限界生産地や条件不良地でも行われるということである。アグロフォレストリーは、限界生産地域だけで行なわれるものかという点については、このようなものに限るとする理由は何も無いが、アグロフォレストリーが、経済的必然性から、少ない投入量によって、壊れ易い環境や劣悪な環境状況を考慮するものであるという一般的な認識はある。

熱帯の大部分は、穀類の高収量品種の生産や、先進的農業技術の適用が難しい。従来の農業が、このような土地で行なわれるなら生態的均衡を失い環境条件は劣悪化する。天然資源の過剰開発や浪費に起因したこのような地域を King と Chandler は、「荒廃地」として表現した。これらは生態学的に4つの地帯にある。①乾燥・半乾燥地帯、②熱帯乾燥サバンナ、③熱帯高地および山地型生態系、④焼畑移動耕作地帯。

ICRAFによれば、熱帯の49億haつまり65%が「荒廃地」あるいは、壊れ易い生態系が占有していると推定されている。これらの生態系の継続的な悪化や、期待しうる他の土地利用システムとしてのアグロフォレストリーの役割を図5-4に示す。

- ① 乾燥、半乾燥地域；ここでは、薪炭林や庇蔭林としての保護木やかん木の代探、および農業に不向きな土地での耕作が急激に増大してきつつある。さらに、これまで行なわれてきた、いくつかの集約な農法は、短期の経営で収獲量を増大させはしたが、土壌を流亡の危機にさらし、砂漠化のスピードを加速してきた。これら乾燥地帯の経済を支え、立て直すためのアグロフォレストリーとしては、○集約的な薪生産、○樹木生産と家畜の生産の組み合わせ、○樹木の生産と作物の生産の組み合わせ、○多目的樹木の育生などが考えられる。
- ② 熱帯乾燥サバンナ；熱帯アメリカ低地を主体とする約3億haの広がりを持つ、熱性の不毛のサバンナは、明白な乾期と雨期があり、1,000

～3,000 mm のかなりの降雨量がある一定パターンの気候で特徴付けられる。このようなサバンナ地域の人口は現在は少ないが、増加しつつあり、大部分が放牧業に依っている。しかしこれらの土地の家畜扶養力は低く（8～16 ha/頭）放牧業者は乾期の牧野に周期的に火を放つ慣習的行為を行なっている。その土壌は非常に劣悪で、流亡しやすい（Sanchez・Tergas 1979年）。これらの壊れ易い生態系におけるアグロフォレストリーは、改良された放牧と農業との組み合わせによる「天然サバンナ放牧」が適合しうる地域を対象とすべきであろう。この計画に際しては、多目的飼料用作物の消去法的試植、火に強い飼料用樹種の選択導入、周期的放牧のための生垣の造成、土壌の肥沃化と良質の飼料のために選ばれた庇陰樹の効果調査等が必要である。

- ③ 熱帯高地；この生態系では、急激な人口増加による森林の破壊、低質化の進行が問題にされている。これらの高地における不適当な土地利用は、森林被覆の消失、土壌流亡、河川や沼での土砂堆積、洪水、干ばつなどの原因となる。このことは、その高地での生活にだけでなく、遠く離れた下流の谷間や平野にも影響を及ぼす。この最も目立つ例は、ヒマラヤの森林破壊の結果として、インド平野でくりかえし起る洪水と干ばつである。

これらの山岳地生態系で、土地利用の改善としてのアグロフォレストリーの役割は、土壌保全、土壌の肥沃化、木材・薪・飼料の供給を確保するために、適応可能な樹種を農耕システムと効果的に組み合わせることである。

- ④ 焼畑移動耕作地帯；開発途上地域でひろく行われている焼畑移動耕作は、ややもすれば生態系をあやうくする。これに替りうる農耕手法としてのアグロフォレストリーの重要性と、この焼畑慣習に頼って生きてきた数百万人の生活の改善が重視されてきている。このための活動計画には、次のことが肝要である。○伝統的焼畑移動耕作システムとその土壌に及ぼす影響を明らかにする。○組合わされた植物構成での休閒林試験。

○農作物と組合せた植栽樹の植栽間隔試験。○多層で永続する間作システム。○総合的土地利用システムによる劣化土壌の再生。

しかしながら、アグロフォレストリーは、熱帯におけるすべての不良な土地管理に対する万能薬ではなく、また唯一のあるいは最適の土地利用システムでもない。言うなれば、壊れ易い環境の独特な状態に潜在的に有効かつ適切と思われる1つのシステムである。

1-5-4 アグロフォレストリーの栽培種

1-5-4-1 平面的配置

アグロフォレストリーの主要なタイプの一般的な分類はすでに前章で述べたところであるが、適切な樹種や農作物を選択すること、そしてこれらが共存共栄するような適切な方式などの実行上の作業は、かなり難しい問題である。このことは、アグロフォレストリーの設計に際して、最も重要な問題である。採用しようとする樹種と農作物の生育形態と必要条件などの多様性のために、方式は多岐に渡る。生態学的条件に応じたアグロフォレストリーの研究成果に基づきICRAFが提案する概略図を図5-4に示す。ここに示されているのは、混農林システムで、この混農林型は最も主要なアグロフォレストリーの型であり、このパターンは、他の型の混農林にも適用しうるものである。

① 樹木と一年生農作物との間作、つまり農作物と林業用樹種とが同時に（あるいは同季節に）植えられる。樹木の間隔は、色々な要素によりかなり変化があるであろう。一般的には、乾燥地においては間隔は広がる。この図は、ゴムやオイルパームのような農業プランテーションにも応用可能である。

② 原生林あるいは二次林において、適当な間隔を置いて1m巾に帯状に伐開し、カカオのような陰性で永年性の農作物を植栽する。この農用樹種の成長に伴ない森林樹種は間伐され、約5年内には、多年性農用樹種と残存森林樹種とからなる2～3層の林冠を構成する。

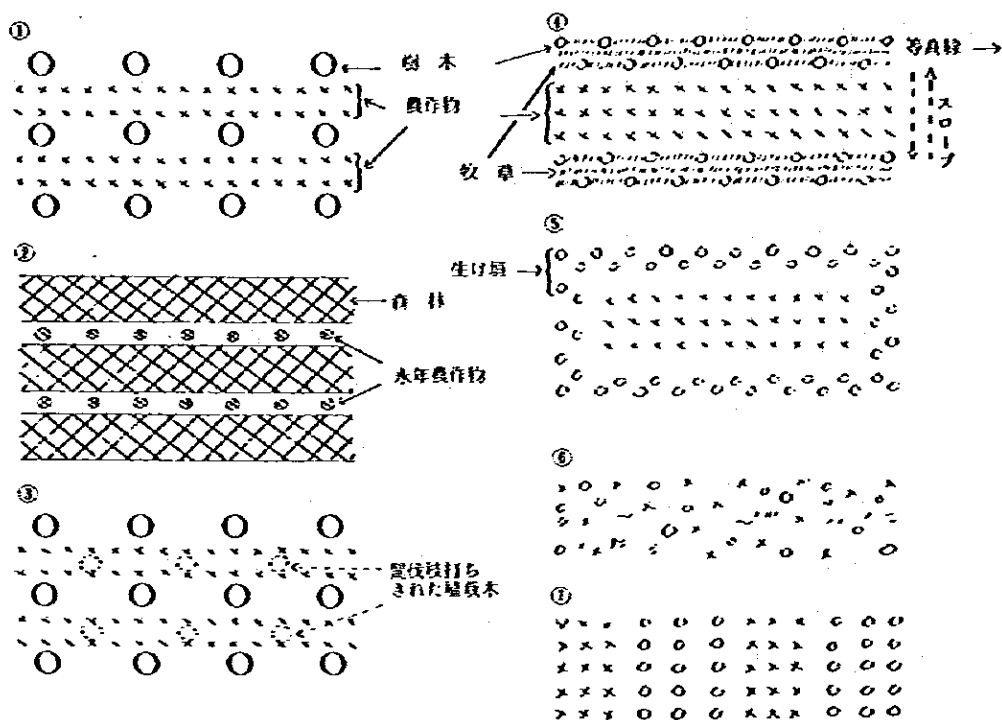


図5-4 アグロフォレストリーの栽培種の平面配置

- ③ 現存する造林地に間伐や枝打ちなどを行って、造林地の地味に多くの日射量をもたらす、樹木の間選ばれた農作物を植栽する。この場合の間伐や枝打ちの程度は、立木密度や林冠密度などに応じて行う。
- ④ 傾斜地においては、樹木は傾斜方向を横切って（等高線に沿って）また種々の配列で（一列植え、二列植え、交互植えなど）植えられる。列間の距離は色々である。さらに土壤保全用の草本が等高線に沿って樹木の間植えされる。植栽樹の列間は農作物の耕作に利用される。
- ⑤ 農耕地の周囲の多目的樹種による密植。これら樹木は生垣と防風林を形成し、飼料と薪を供給する。そして農耕地の境界を明確にする。この方法は広い地域の土地利用に適している。

⑥ 樹木を規則的あるいは不規則的に混植した集約な農耕地。このシステムは、アジア、太平洋、アフリカ、南アメリカの小規模農耕地に一般的である。農業・園芸・林業の在来植物のいくつかの種類は、プロットに共生することができるように思われる。

⑦ 樹木、かん木、草本などの異った植栽種の帯状植栽。

各々の植栽の帯あるいはすじの巾を狭くすれば、対象地のかなりの部分で（50%以上）隣りの帯との間での相互作用がある。この方式は、とくに半乾燥地における、葉の多いかん木と単年生農作物とを組合せるのに適している。そしてこのようなところでは、かん木は、「樹木によるマルチ農耕システムMinimum Tillage」で使われる樹葉原料を供給する。

1-5-4-2 組合せる種類

アグロフォレストリーを成功させる最も重要な要素は、組合せて生育しうる経済性のある植物から適切な種類を選択することである。このような植物は、農作物と林産物（園芸のようなものは除き、）という2つのカテゴリーに分けられる。この2つの作物の類別には明らかな区別があるが、なかには農作物あるいは林産物として明白な区別ができない、いくつかのマイナーな、かつ、比較的利用度の低い植物もある。独立した範ちゅうとしての農業と林業の発展の歴史をみると、集約に栽培され、かつ、最も重要な経済的生産物として、ひんぱんに（単年生のくり返し栽培か、同一植物からくり返し収獲するかのどちらかで）収獲される栽培種のがほとんどが、農業のカテゴリーに属する。この基準は農作物について論じられるときに常に言われることである。しかしながらここで重要な点は、アグロフォレストリー用に適した栽培種を決定することであり、農業、林業あるいはその他の植物群に属するかは問題ではない。

即述のように、適切な農業と林業の栽培種の選択は重要であるとはいえ、アグロフォレストリーの適合性は、新しく植林地を設定しようとする土地よりも、何等かの天然の森林植生が現存している限界生産地

に農作物（通称としての）を導入することにあると伝えよう。後者においては、現存林木が残されるので、樹種の選択は問題とならず、前者の新しい植林地の場合も樹種選定は先決的に定まると伝えよう。したがって、アグロフォレストリーの栽培種の選択では、短期間に収益のある適切な農作物を選定することが課題となる。

したがって、以下は主として組合される農作物についての考察を述べることにする。

アグロフォレストリー用の栽培種として、はっきり区分できるグループはまだ無く、また、アグロフォレストリーと同様の条件下での作物・樹種に関する知見も十分ではない（樹陰下でも良く成長する。例えば cardamon や vanilla のような作物を除いて）。更にほとんどの重要な農作物は、従来、単一栽培作物として栽培されてきたために、作物の改良や選抜プログラムは、単一栽培に適した改良作物を造り出すよう方向付けされてきた。

従来からの樹芸作物のプランテーションにおける間作において、適切な間作々物を選ぶに当たっての規準として、Allen が次のような提案をしている。すなわち、樹芸作物の下あるいは間に栽培される間作々物（副次的作物）は、まず、部分的庇陰に耐えるもので、次のようなものは避けねばならない。

- ① 主作物と同じ高さに成長する。根系が同じ土壌層に広がる。
- ② 病気に対して主作物より敏感である。
- ③ 主作物に被害を与えるような収穫作業やその他の作業を必要とする。また土壌流亡を加速し、土壌構造を破壊する。

- ④ 主作物よりも長い経済的寿命をもつ。

Hartley は、望ましいものとして、次の事項を挙げている。

- ① 土壌が両作物に適していること。
- ② 2つの作物の複合収量が多くなるべきである。（副作物を伴わない主作物のみの場合より金額的に多くなるべきである。）

③ 副次的作物の生産寿命が終了したときに主作物の収穫が、副作物の収穫有無に関係ないまでの経済的レベルに達すべきである。

しかしながら、間作およびその他樹芸作物と組合せた農作から得られた経験からすれば、栽培組合せを成功させるのに、必ずしもこれらすべての条件を満たす必要はないといえる。(Nair 1979年)。Taunya やその他のアグロフォレストリーから得た経験でも同様である。

熱帯において栽培される40種の農作物について生態学的適応性のパターンを図5-5に示す。この図は、主として各作物の気候への要求度の違いを示している。

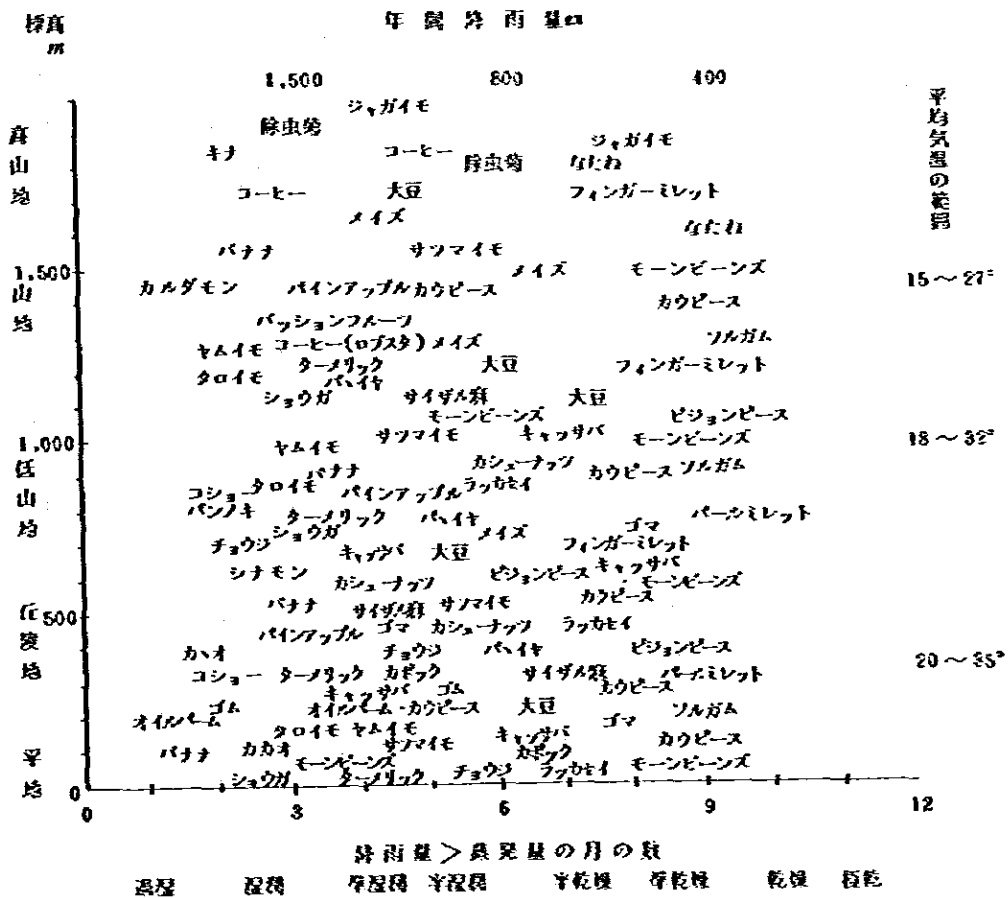


図5-5 選択農作物の生態的適応性

これらのなかには、とくに単年生のメイズやビジョンピーのように、熱帯の多くの気候タイプで、少くとも一年のある期間では十分生育することを知らるべきである。一方、カカオや除虫菊などは環境要求度が高く、限られた地域のみで制限される（カカオは緯度でおおむねN5°～S5°の範囲、除虫菊は高地）。

表5-5は、熱帯の生態学的地域区分ごとに適した作物グループを概括的に示したものである。

このようなマクロの環境のほか、ミクロの環境条件としてアグロフォレストリーの間作物に影響の大きいのは、日射の条件と根系（水分、土壌養分）の状態である。日射は最も重要な要素である。たとえば穀類や豆類は最適の生産性のためには十分の陽光を必要とする。一方、陰性の栽培作物もあり、これはアグロフォレストリーに有用なものとなる。また、アグロフォレストリーに使われる植物には、つる植物のように機械的補助を必要とするものがあるが、これらの多くはある程度減光下の条件でも適応する。コショウ、ヤムイモ、うり類等がその例である。

次に重要な要素は、根系の状態である。組合わされる間作物は、互に根系競合のないことが好ましい。これは組合わされる植物の根系のタイプや環境条件によっても異なるが、一般には、主作物に対し、副作物はその根系が表層だけとか、限られた範囲だけの根系とかの特性をもつことが理想である。しかし、乾燥地においては、広範な根系でないと副作物自体の生育が困難である。

以上を要約して表5-6に、アグロフォレストリーに使われる農作物の総覧を、商業的産品とローカルな産品に分けて掲げる。

表5-6 組合せる農作物の種類 一その1一

商品作物の部

(穀 類)		
Pinger millet	<i>Elevsine coracana</i>	フィンガー・ミレット類の類
Maize	<i>Zea mays</i>	メイズ、とうもろこし
Pearl millet	<i>Pennisetum glaucum</i>	パール・ミレット あわの類
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i>	ソルガム、とうりやん
(豆 類)		
Cowpea	<i>Vigna unguiculata</i>	カウピース(飼料)
Mung bean	<i>Vigna radiata</i>	モンピース、緑豆 (食用、緑肥)
Pigeon pea	<i>Cajanus cajan</i>	ピジョンピース(飼料)
(根菜(いも)類)		
Arrowroot	<i>Maranta arundinacea</i>	くず
Cassava	<i>Manihot esculenta</i>	キャッサバ
Potato	<i>Solanum tuberosum</i>	じゃがいも
Sweet potato	<i>Ipomoea batatas</i>	さつまいも
Taro	<i>Colocasia spp.; Xanthosoma spp.</i>	タロいも
Yam	<i>Dioscorea spp.</i>	ヤマいも
(果 物)		
Banana	<i>Musa spp.</i>	バナナ
Breadfruit	<i>Artocarpus altilis</i>	パンの木
Papaya	<i>Carica papaya</i>	パパイヤ
Passion fruit	<i>Passiflora edulis</i>	パッションフルーツ、 (マルネッサ)
Pineapple	<i>Ananas comosus</i>	パイナップル
(油糧作物)		
Castor	<i>Ricinus communis</i>	ひま
Coconut	<i>Cocos nucifera</i>	ココヤシ
Groundnut	<i>Arachis hypogaea</i>	落花生
Oil palm	<i>Elaeis guineensis</i>	オイルパーム(樹やし)

Rapeseed, Mustard Sesame Soya bean	<i>Brassica spp.</i> <i>Sesamum indicum</i> <i>Glycine max</i>	からし菜 ごま 大豆
(嗜好飲料) Cacao Coffee	<i>Theobroma cacao</i> <i>Coffea spp.</i>	カカオ、ココア コーヒー
(模倣用作物) Kapok Sisal	<i>Ceiba pelandra</i> <i>Agave sisalana</i>	カボック サイザル蓆
(香料) Cardamom Cinnamon Clove Ginger Pepper Turmeric	<i>Elettaria cardamomum</i> <i>Cinnamomum zeylanicum</i> <i>Sparganium aromaticum</i> <i>Zingiber officinale</i> <i>Piper nigrum</i> <i>Curcuma longa</i>	カルダモン シナモン、ニッケ J字、クローブ、チンゲ しょうが こしょう ターメリック
その他 Arecanut Cashew Cinchona Pyrethrum	<i>Areca catechu</i> <i>Anacardium occidentale</i> <i>Cinchona spp.</i> <i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>	びんろうじゅ カシューナッツ キナ 除虫菊

表5-6 -その2-

ローカル作物の部

<p>(食用作物)</p> <p>Banbara groundnut</p> <p>Cucurbitaceous crops</p> <p> Bitter gourd</p> <p> Cucumber</p> <p> Loofah</p> <p> Melon</p> <p> Pumpkin, squash</p> <p> Snake gourd</p> <p> Watermelon</p> <p> wax gourd</p> <p>Onion</p> <p>Winged bean</p>	<p><i>Voandzeia subterranea</i></p> <p><i>Momordica charantia</i></p> <p><i>Cucumis sativus</i></p> <p><i>Luffa spp.</i></p> <p><i>Cucumis melo</i></p> <p><i>Cucurbita spp.</i></p> <p><i>Trichosanthes cucumerina</i></p> <p><i>Citrullus lanatus</i></p> <p><i>Benincasa hispida</i></p> <p><i>Allium cepa</i></p> <p><i>Psophocarpus tetragynolobus</i></p>	<p>うり科作物</p> <p> にがうり</p> <p> きゅうり</p> <p> メロン</p> <p> かぼちや</p> <p> 西瓜</p> <p> 玉ねぎ</p>
<p>(果物・ナッツ類)</p> <p>Brazil nut</p> <p>Custard apple</p> <p>Durian</p> <p>Guava</p> <p>Mangosteen</p> <p>Pejibaye</p> <p>Rambutan</p> <p>Sapota</p> <p>Soursop</p>	<p><i>Bartkolletia excelsa</i></p> <p><i>Annona squamosa</i></p> <p><i>Durio zibetkinus</i></p> <p><i>Psidium guajava</i></p> <p><i>Garcinia mangostana</i></p> <p><i>Guilielma gasipaes</i></p> <p><i>Nephelium lappaceum</i></p> <p><i>Manilkara ackras</i></p> <p><i>Annona muricata</i></p>	<p>ブラジルナッツ</p> <p> ドリアン</p> <p> グアバ</p> <p> マンゴスチン</p> <p> ランブータン</p>
<p>(香料・香辛料)</p> <p>Allspice</p> <p>Penugreek</p> <p>Nutmeg</p> <p>Umbelliferous spices</p> <p> Anise</p>	<p><i>Pimenta dioica</i></p> <p><i>Trigonella foenum-graecum</i></p> <p><i>Myristica fragrans</i></p> <p><i>Pimpinella anisum</i></p>	<p>オールスパイス</p> <p> しろは</p> <p> ナツメグ</p> <p>せり科香料類</p> <p> アニス</p>

Coriander Cumin Fennel	<i>Coriandrum sativum</i> <i>Cuminum cyminum</i> <i>Foeniculum vulgare</i>	コリアンダー カミン ういきまう
(嗜好興奮飲料) Betel vine Brazilian cacao Cola nut Guarana Maté Vanilla	<i>Piper betle</i> <i>Theobroma grandiflorum</i> <i>Cola spp.</i> <i>Paullinia cupana</i> <i>Ilex paraguayensis</i> <i>Vanilla planifolia</i>	さんま コーラ ガラナ マテ茶 バニラ
(菜用・芳香植物) Basil Bay tree Calamus Cananga Citronella grass Lemon grass Ocimum camphor Palmarosa Patchouli Rauwolfia Yeriver	<i>Ocimum basilicum</i> <i>Pimenta racemosa</i> <i>Acorus calamus</i> <i>Cananga odorata</i> <i>Cymbopogon nardus</i> <i>Cymbopogon citratus</i> <i>Ocimum kilimandscharicum</i> <i>Cymbopogon martini</i> <i>Pogostemon cablin</i> <i>Rauwolfia serpentina</i> <i>Yeriveria zizanioides</i>	めほうき しょうぶ シトロングラス レモングラス パチヨリ、インドしそ
(その他) Babacu palm Buriti palm Guayule Jajoba Sago palm Shea butter	<i>Orbignya martiniana</i> <i>Mauritia flexuosa</i> <i>Portulacaria argentea</i> <i>Simmondsia chinensis</i> <i>Metroxylea sapa</i> <i>Utricularia paradoxum</i>	ババスやし リゴやし

最後に、アグロフォレストリーに使われる樹種についてであるが、既述のようにアグロフォレストリーで組合される樹木の選択は、農作物と違って先決的に定ると云えよう。すなわち、林業面での目的あるいは意図ならびに林業技術によって、いかなる樹種を組合せるかは殆んど決まってくる場合が多い。

したがって本書では、アグロフォレストリーに頻繁に使われる樹木を、植栽目的(用途)ごとにグルーピングし、かつ気候的にみた適地を明らかにして表5-7に列記しておく。

表5-7 アグロフォレストリーに使われる主要樹種

適地別の略称は次のとおり
 湿: 湿潤熱帯, 中: 雨緑林および亜熱帯
 乾: 半乾燥熱帯, 暖: 暖・温帯, 高: 熱帯高地

樹 種 名	一 般 名	兼ねる用途	適 地
① 用材樹種(材木・パルプ用)			
<i>Acacia mangium</i>	アカシアマンギウム	兼 燃料木	湿
<i>Agathis lorantifolia</i>	アガチス, ガマルル, カウリ		高
<i>Albizia falcata</i>	アルビジア, モルツカねむ, バタイ	兼 産線木	湿
<i>Cedrela odorata</i>	セドロ		湿 ~ 中
<i>Cordia alliodora</i>	コルディア, カナレット		湿
<i>Cupressus lusitanica</i>	メキシコいとすぎ		高
<i>Diospyros spp.</i>	黒楡, エボニー, カマゴン, カュヒタム	兼 燃料木	湿
<i>Endospermum pelatum</i>	グバス		湿
<i>Praxinus spp.</i>	とねりこ属	兼 燃料木	暖, 高
<i>Gmelina arborea</i>	メリナ, ヤマネ	兼 燃料木	湿 ~ 中
<i>Grevillea robusta</i>	シルキーオーク	兼 燃料木	中, 高
<i>Gliricidia sepium</i>	マドレカカオ	兼 燃料木, 産線木, 肥料木	湿
<i>Jacaranda copaia</i>	ジャカラング	兼 産線木	中, 湿, 高
<i>Juglans spp.</i>	くるみ属		暖, 高
<i>Khaya spp.</i>	アカジュ, アフリカンマホガニー		湿 ~ 中
<i>Melia azedarach</i>	メリア, バライソ, ときわせんたん	兼 燃料木	中

樹種名	一般名	兼ねる用途	透地
<i>Nauclea diderrichii</i>	ピランガ, オババ	兼 庇陰木	湿 中
<i>Ocotea pretiosa</i>	オステア	兼 庇陰木	中 高
<i>Paulownia tomentosa</i>	きり		中 高
<i>Pinus caribaea</i>	カリビアマツ		中 高
" <i>merkusii</i>	ノルクシマツ		中 高
" <i>radiata</i>	ラジアータマツ	兼 燃料木	暖 高
" <i>roxburghii</i>	チールバイン		高 乾
<i>Prosopis juliflora</i>	メスキット	兼 庇陰木	高 乾
<i>Schinus peruviana</i>		兼 庇陰木	高 湿
<i>Swietenia</i> spp.	マホガニー類		中 湿
<i>Tectona grandis</i>	チーク		中 湿
<i>Terminalia ivolensis</i>	フラミレ, イジクボ	兼 庇陰木	湿 ~ 中
" <i>superba</i>	リンバ, フラケ		湿 中
<i>Vitex pseudolea</i>	バイテックス	兼 庇陰木	中 湿
<i>Weinmannia</i> spp.	エンセニリオ, カユリンギット	兼 根 庇陰木	中 ~ 湿
<i>Shorea robusta</i>	サール, 砂巨双樹, インドばだいじゅ	兼 燃料木	中

② 燃料材

<i>Acacia auriculiformis</i>	アカシアアウリカリフォルミス		湿 ~ 乾
" <i>mangium</i>	鶴出	兼 用材木	湿 ~ 中
" <i>catechu</i>	カテチュ	兼 特用樹 (タンニン)	中 ~ 乾
" <i>nilotica</i>	アカシアニロチカ	兼 飼料木	中 ~ 乾
" <i>saligna</i>	アカシアサリグナ	兼 飼料木	中 ~ 乾
<i>Alnus</i> spp.	はんのき属	兼 飼料木	暖 高
<i>Callistemon viminalis</i>	ブラッシの木	兼 飼料木	湿 ~ 中, 高
<i>Casuarina</i> spp.	もくまおう属	兼 飼料木	湿 ~ 中, 高
<i>Delonix regia</i>	ほうおう木		湿 ~ 中
<i>Eucalyptus alba</i>	ポブラガム		中
" <i>causaldulensis</i>	マレイレッドガム		中
" <i>citriodora</i>			中
" <i>globulus</i>	サザンブルーガム		高
" <i>grandis</i>	ローズガム	兼 用材木	高
" <i>robusta</i>	ロプスターユーカリ	兼 用材木	高

樹 種 名	一 般 名	兼ねる用途	適 地
<i>Eucalyptus saligna</i>	サリグナニューカリ	兼 用材木	真 中
" <i>tereticornis</i>	フォレストレッドガム	兼 用材木	真 中
<i>Fraxinus</i> spp.	前 出	兼 用材木	暖 高
<i>Gmelina arborea</i>	前 出	兼 用材木	暖 中
<i>Grevillea robusta</i>	前 出	兼 用材木	中 高
<i>Inga</i> spp.	セレル, グアボ	兼 此 肥料木	中 高
<i>Leucaena (glauca) leucocephala</i>	イビルイビル	兼 此 肥料木	中 高
<i>Melia azedarach</i>	前 出	兼 用材木	中 高
<i>Pinus ponderosa</i>	ボンデローサバイン	兼 用材木	中 高
" <i>taeda</i>	テーダマツ	兼 用材木	中 高
<i>Prosopis juliflora</i>	前 出	兼 用材木	中 高
<i>Schima wallichii</i>	チラウニ, メダンガタル, タロ	兼 用材木	中 高
<i>Sesbania grandiflora</i>	アガテ	兼 用材木	中 高
<i>Shorea robusta</i>	前 出	兼 用材木	中 高

③ 飼 料 木

<i>Acacia nilotica</i>	前 出	兼 飼料木	中 ~ 乾
" <i>saligna</i>	前 出	兼 飼料木	中 ~ 乾
<i>Androstachys jousonii</i>	メラナ		中 高
<i>Artocarpus lakoocha</i>	バダール, マナオ		中 高
<i>Bauhinia variegata</i>	カチャール, コエラロ, ウエチン	兼 用材木	中 高
<i>Brosimum utile</i>	ミルクツリー	兼 用材木	中 高
<i>Castanopsis bystrix</i>		兼 飼料木	中 高
<i>Callistemon viminalis</i>	前 出	兼 飼料木	中 高
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	ガナカスト	兼 肥料木	中 高
<i>Erythrina</i> spp.	でいご類	兼 肥料木	中 高
<i>Ficus</i> spp.	いちじく類		中 高
<i>Leucaena (glauca) leucocephala</i>	前 出	兼 肥料木	中 高
<i>Morus alba</i>	桑		中 ~ 暖, 高
<i>Prosopis</i> spp.		兼 用材木	中 高
<i>Quercus</i> spp.	なら類	兼 用材木	中 高
<i>(Pithecellobium)</i>		兼 用材木	中 高
<i>Samanea saman</i>	レインツリー	兼 用材木	中 高
<i>Parkia</i> spp.	ベタイ	兼 用材木	中 高

樹 種 名	一 般 名	兼わる用途	透 地
<i>Sesbania grandiflora</i>	前出	兼 用材木 燃料木	湿
④ 肥料木			
<i>Acacia</i> spp.	前出		各 地
<i>Alnus</i> spp.	前出	兼 燃料木	暖 高
<i>Casuarina</i> spp.	前出	兼 燃料木	湿~中, 高
<i>Ceanothus</i> spp.			
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	前出	兼 用材木 燃料木	湿 ~ 中
<i>Erythrina</i> spp.	前出	兼 用材木 燃料木	中 ~ 湿
<i>Gliricidia sepium</i>	前出	兼 用材木 燃料木	~ 湿
<i>Inga</i> spp.	前出	兼 用材木 燃料木	湿
<i>Leucaena (glauca) leucocephala</i>	前出	兼 用材木 燃料木	湿
<i>Samanea saman</i>	前出	兼 用材木 燃料木	湿 ~ 中
⑤ 特用樹			
<i>Acacia arabica</i>	アラビアゴムの木	アラビヤ樹	乾
" <i>catechu</i>	前出	タンニン	中 ~ 乾
" <i>senegal</i>	アラビアゴムの木, ガムアカシア	アラビヤ樹	乾
<i>Anacardium occidentale</i>	カシューナッツの木	ナ ッ ツ	中 ~ 湿
<i>Artocarpus inciso</i> (<i>Ceiba</i>)	パンの木	果 実	湿
<i>Bombax pentandra</i>	カゾック, コットンツリー	せ ん い	湿
<i>Inga</i> spp.	前出	果 実	湿
<i>Melaleuca leucadendron</i>	カユプライ	香 油	湿

主 要 参 考 文 献

本文中の番号

- 参(1) : ICRAF'S. Programme of Work for 1982,
Jan.1982, Bjorn Lundgren.
- 参(2) : ICRAF. International Co-operation in Agroforestry
Jul. 1979.
- 参(3) : 「西暦2000年の地球」逸見謙三・立花一雄監訳, アメリカ政府発
表
- 参(4) : FAO 「森林破壊の現状ならびに今後の見通し」
- 参(5) : ICRAF. Agroforestry Techniques in Tropical
Countries, Jean Combe (Agroforestry Systems, an
International Journal vol. 1.No 1.1982)
- 参(6) : Agri-silviculture in Tropical America,
Peter Weaver
- 参(7) : ICRAF. Economic Aspect of Agroforestry,
A.M.Filius (Agroforestry Systems, an International
Journal vol.1 No1 1982)
- 参(8) : ICRAF. Agroforestry Species - A Crop Sheets
Manual - , P.K.R Nair, (ICRAF 003e 1980)
- 参(9) : ICRAF. Report, Consultative Meeting on Plant
Research and Agroforestry, Apr. 1981,
(Working group on the analysis of plant-to-
plant interactions in Agroforestry)

2 地 域 編

2-1 アジア地域

本章では、主として熱帯アジアとくに東南アジアで行われているアグロフォレストリーの各種システムを紹介することとする。

アジア地域のアグロフォレストリーには、その自然的、社会的条件の多様性に起因して、極めて多様な方式が見られる。これを大別すると、○古来からの伝統的な方式としての焼畑ないし休閑林耕作方式、○歴史の古いものもあるが、営林当局による制度的な方式としてのタウンヤ法、○ここ10数年来採り上げられてきている住民対策としてのSocial Forestry方式等が主たるグループといえよう。

2-1-1 インドネシア

インドネシアのアグロフォレストリーは、ジャワ島における“トウンパン・サリ (TUNPANG SARI)”と称される一種のタウンヤ法と、やはり同島における“Tree Gardening”で総称される混農林システムの2つが有名であり、広範囲にかつ古くから行われている。

前者のトウンパン・サリは、国有林公社(プルフタニ)の新植地において地元農民が行なう間作農業である。後者のTree Gardeningは農民の私有地あるいは共有地において農作物と樹木を組合わせた営農形態である。したがって、この両者は所有や経営の面からみて、かなり異なる2つのタイプである。

また、国有林公社は、その国有林内で地元農民による松脂採取、養蜂、養蚕等を操業させる一種の共用林制度を行っており、これもアグロフォレストリーとみなすことができる。

なお、ジャワ島以外のいわゆる外領では、スラウエシ、スマトラ等の山地でのSilvo Pastoral (混牧林)が、牧野とメルクシマツの組合せで行

われているが、その集約度は低い。さらに、外領では近年の Trans - immigration 政策による移住村で多少の樹木と農作物の組合せが見られるが、林木要素の意義的栽培か否かの点において、これがアグロフォレストリーとみなすのは難しい。

よって、ここでは前掲の“トウパンサリ”と“Tree Gardening”の2つを、主として、オランダ・Wageningen大学のK.F.Wiersum氏による“Tree Gardening and taungys on java”から以下に紹介する。

2-1-1-1 トウパン・サリ方式

トウパン・サリ (TUMPANG SARI) とは、SARI=main, TUMPANG=insert であって、主要栽培種 (main) の中へ副作物を挿入 (insert) するという、まさに間作を意味する。

この方式は、チークの人工造林のために、1856年にジャワへ導入された。これは耕地の不足を補い、増大する地方農民人口へ雇用機会 (造林労務) を提供することを狙いとした。このように1856年の森林法規では、農耕用地の創出を補う手段ではあったが、1881年の改正法規では、樹木の生育を良くする手段としてのみ推奨されている。その後、長い間、この方式は造林費の軽減や造林木の成長助長のための純粹な効率的造林手段とみなされてきた。1953年においても、次のような記述がなされている。「トウパンサリは本来的に林業である。国有林公社 (ブルフタニ) の本来目的が、この方式による食糧生産の増加によって支障を受けてはならない」。したがって、トウパンサリの実施において、農作の間作期間を長期化すること、苗木の植採間隔を広げること、チークの輪伐期を短縮すること等を考慮してはならないとしている。

しかし、1970年代の始めからは、上述のような林業重視の方向への変化が始まり、この方式による農業生産力を高めるための重要な展開がなされ、森林造成のニーズのみでなく、地域開発のニーズにも適合させるようになった。このような政策転換は、後述のタイにおける Forest Village Systemの開始あるいはフィリピンにおける各種 Social For

estry の方式の展開などが 1960 年代の後半から 70 年代の前半において行われたものと軌を一にしている。

このトウパンサリ方式は主としてチークの造林に適用されてきた（以前に一部のメルクシマツの造林にも使われた）。過去 5 カ年間の年平均で約 40,000 ha のチーク造林地がこの方式で造成された（将来、全チーク林が法正林状態になると、年間造林面積は 16,000 ha となる）。はっきりした乾期のある地域でのチークの輪伐期は 80 年である。多くのチーク造林地は、地味の多少劣る第三期層の土壌にあり、傾斜度が 30 度まではトウパンサリ方式は適用される。

この方式においては、個々の農民と国との間で契約がなされる。この契約には、造林すべき面積、農耕の許される期間と作目が特定され、植つけ・保育等の労賃として国が払うべき経費が約束される。

通常、1 家族当たり 1/4 ha が割当てられる。割当てられた前生林分の皆伐跡地に、直まきのチークとイビルイビル (*Leucaena leucocephala*)（永年的な地被植生とする）の交互栽培列を作り、この列間にオカボ、メイズ、コショウ、落花生、大豆およびある条件下ではキャッサバ、いも、その他の作物による間作が行われる。

造林木に関する農民に課せられた保育作業としては、まき穴に 2 つ以上発芽（1 穴に 3～5 粒まく）した場合の「間引き」がまず行われる。そして、イビルイビルの定期的剪定（年 2 回）と下刈りが行われる。このような保育は、間作期間が終ってから 3 年間も行われなければならない。

造林作業の監督は、営林当局側からの監督者（foreman）が、契約農家側から選ばれた 4 人の奉仕員の助力を得て、10～12 ha を担当して行われる。

このトウパン・サリ方式の造林は、通常の列植え造林よりも労働集約である。しかし、営林当局にとっては、通常の造林よりも遥かに低い賃金コストですむ。すなわち、通常の造林方法に必要な労働力は 86～116 人・日/ha で、トウパン・サリのそれは 120 人・日/ha であるが、

営林当局が払うのは約半分の62人・日/haのみであるので、結果的には通常造林より低労賃コストとなる。さらに、営林当局にとってのトウンパン・サリ方式の有利性は、植栽木への丁寧な保育によって、その成長が他の造林方式より通常まさっていることである。

次に、トウンパン・サリ方式の現状における発展と問題点を述べると既述のごとく、この方式は数十年にわたって、地域農民へ食糧や雇用機会を与え、営林当局にも利益を与えることで、十分な成果を挙げてきた。

しかし、人口圧力の増大とともに、このシステムは次第にその影響力を減少しつつある。例えば、「より多くの農家のためにより狭いプロットの割当て」という耕地へのニーズを満してやる試みがなされた。しかし、この結果は狭いプロットに過剰作付けをする結果となり、造林がおろそかとなり、一方、参加農民が多くなるため監督が不十分となる。また、農作の間作終了後に放漫な家畜放牧が行われたりするようなことがある。

トウンパン・サリ方式を現時点の状況に対応するよう、これの集約化の試みがなされた。この集約化は次の行為からなっている。

- 高収量の農作物品種の使用
- 地ごしらえ・土地管理の適正化
- 施肥
- 病害虫防除
- 降雨状況に見合った時期の植つけ、施肥

1972年以來、このような手法が効果を挙げてきており、実施地区も拡がってきている。優良品種と農薬を使用し、ha当たり尿素で90~100kg、TSPで60~150kgの施肥により、陸稻の収量が700kg/haから2,000~3,000kg/haに改良された。ある調査結果では、収量が1700kg/haより多ければ、集約トウンパン・サリ方式は従前の方式より得策であると証明された。この集約システムを農民が採用する場合には、営

林当局は技術者普及のみならず、投入する資材の購入費の融資もおこなう。そして、これら資材の配布も営林当局が集中して扱っている。これら農民は、借入金の70%のみを返却すればよい。このことは、残り30%は、施肥等が植栽木にも役立つとして、返却不要としているのである。現実には、施肥による植栽木の初期成長の増大は著しいものがある。

チーク造林におけるこの集約トウンパン・サリ方式は、多くの地域において、農業生産の改善、より多い労働力の吸収（229人・日/ha）、トウンパン・サリ農民への裨益等に役立っているが、一部の地域では、この集約方式への障害が現われている。この障害は、地域の特殊事情（全ての地理的条件に合った投入のあり方がまだ判っていないこと、地方の伝統的営農における集約栽培技法の不足等）および機構的問題（高収種品種の種子の不足、融資計画の不備）に起因するものである。

トウンパン・サリ方式の展開における二番目に重要なことは、メルクシマツやアガチス（*Agathis lorantifolia*）のようなチーク以外の造林におけるトウンパン・サリ法の適用である。これらの樹種への適用は、技術的には可能であることは証明されているが、実際の適用はチークの場合より難しいことが多い。この事由として、○これら非チーク樹種は、通常より地味の良いところ（火山性土壌）に通常植えられ、これらの土地では農業と林業との間の土地に対する競合がチークの場合よりも激しい。とくに、高海拔地ではタバコ、ジャガイモ、野菜等の高品質作物の連年生産がしばしば行われ、土地についての競合が強烈である。

○上記のような土地では、トウンパン・サリ方式に対して、住民は未だなじみがうすく、植栽木への配慮が欠けるどころか傷害さえ加え勝ちである。

以上のような事情に関連して、次のようなことが行われている。

○農作期間の延長による植栽木の傷害が甚しい西部ジャワの一部地区では、本方式による造林実行は中止されている。

○通常、マツが植えられている山地帯では、急傾斜地（50%以上）で

もトウンパン・サリ方式で造林される結果となる。この栽培においては、全ての植生が刈払われ、ややもすれば、おさなりの侵蝕防止手段しか採られないために、急斜地でのトウンパン・サリは激しい侵蝕を惹起している。

○農作期間を2年から5年に延長し、かつ、植栽間隔を1×3 mから1×6 mに拡げる試験が行われている。また、農作物、マメ科燃料樹種、マメ科早生樹種、マツを使って循環する多目的栽培計画も試みられている。

○更に、高齢林分下における飼料や薬用作物の栽培の可能性が試みられている。

論理的に、このトウンパン・サリ方式は、土地のない農民のための振興施策として適しているし、営林当局は、これら農民をトウンパン・サリ計画に積極的に参入させるよう努めている。このような地域発展に役立つ農業的意義のほか、営林当局はトウンパン・サリ農民の福祉向上に別途の面で努めている。これには、水管理、医療、教育、場合によっては住民も、さらに養蜂、高齢林への放牧、労働集約的技術に役立つ新樹種の栽培等を包含している。なお、最後の新樹種は家内産業や村落産業のベースともなりうるものである（カユプテ油のため *Melaleuca leucadendron*、養蚕のためのワク *Morus spp.*）。King が述べているようにタウンヤ法が地域発展の効果的手法として使われる場合には、農業発展と調和するよう行われるべきである。

しかしながら、土地を持たない農民をトウンパン・サリ計画に包含するケースにおいては、失敗する場合もある。肥沃な火山性土壌においてトウンパン・サリ方式による野菜栽培の投入コストは、ときには営林当局から提供される融資額の数倍にもなる。なぜならば、この融資額は奥せた土地での陸稲やトウモロコシ栽培の投入コストをベースにしているからである。さらに、土地を持たずにトウンパン・サリ計画に参入した農民は、現金を受取って耕作権を他人に渡し、自らはその土地の農作労

働者になり下る場合もある。

このようなことから、トゥパン・サリ方式のなかの最貧住民部分を包括する一層の調整措置が必要である。

2-1-1-2 Tree Gardening

ここでTree Gardeningと名づけたシステムは、幾種類かの果樹や樹木が単年作物と組合されて栽培されるアグロフォレストリーのシステムである。

このシステムは、前項のトゥパン・サリと異り、農民の自己保育地あるいは共有地で行われるもので、商業的木材生産には殆んど組込まれていない（アルビジア・ファルカタが自家用材あるいはローカルな使用に植えられてはいるが）。

このシステムもジャワ島で行われるもので、基本的に3つのタイプに分けられる。すなわち、①Home Garden（農家園とでも称すべきか、現地名はPEKARANGAN）。②Tree Garden（樹園とでも称すべきか、現地名はKEBUN又はTALUN）。③Clumps of Trees & Fruit Trees（焼畑跡の共有地等における樹林）。の3種類である。

①のHome Gardenは、各農家の周辺にある垣根でかこまれた栽培園である。果樹とその他の樹木が野菜、薬草、単年作物と組合されて栽培される。歴史的には水田と、近年は乾田とともに農家経営の一環となっている。このタイプは私有地で行われる。この私有地は、社会文化的には極めて母系制の強い背景をもっている。このHome Gardenはジャワ人の住む中部ジャワにおいて典型的な形で行われている。これの集落における位置関係は図1-1に例示するようになっている。

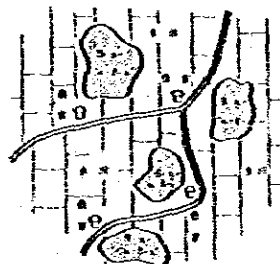


図1-1 Home Gardenの位置図例

②のTree Gardenは、農家から成立する集落の周りにある共有地での混交人工林である。集落からこのTree Gardenまでの距離は、ときにはかなりある。この共有地には住民はおらず、歴史的には焼畑耕作（出作りの）が行われていたところである。この共有地の権利は父系制の強い背景がある。このタイプは主としてスダ人の住む西ジャワで見られる。このタイプは①のHome Garden より栽培の手入れは少く、かなり粗放である。これの集落との位置関係の例を図1-2に示す。

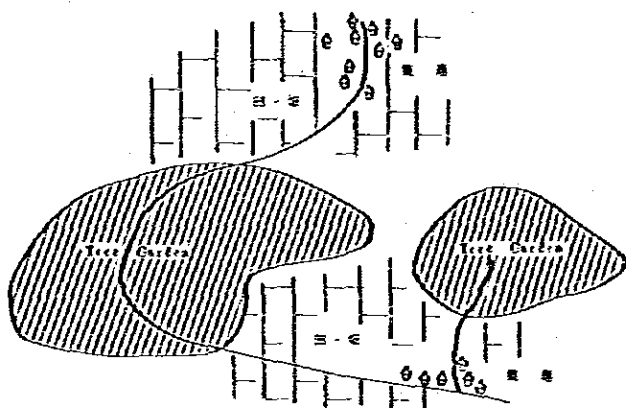


図1-2 Tree Gardenの位置図例

③のClumps of Trees & Fruit Trees は、果樹やその他の樹木が以前に焼畑耕作に使われていた原野に植栽されたものである。この植樹は、共有地に植樹した者に対する優先権として行われる。

ところで、これら3つのタイプは時代とともに変化してきている。最も大きな変化は、ジャワ文化の拡張によるHome Gardenの外縁的拡大であり、また、共有地が次第に個人分割されてきたことである。そしてこのような個人有化したTree Gardenの中に住居を建てることによってTree Garden→Home Gardenと変化することである。

ジャワ文化、スダ文化等の文化の違いの影響は依然としてHome Gardenの中に反映している。例えば、スダ人のHome Gardenではジャワ人のそれより野菜や鑑賞用作物の栽培が多い。

Tree Gardenの中では、単年作物が導入され、営農が集約化されてきた。同時に、焼畑耕作も殆んどなくなり、焼畑時代の休耕地における植樹林はTree Gardenに変わった。

したがって、現在では前述の3つのタイプは寧ろ次の3つのタイプに區別したほうがよさそうである。すなわち、

① Home Garden (PEKARANQAN) (農家園) 個々の農家の周辺にある生け垣で囲まれた私有地における土地利用形態で、数種の樹木が単年および多年生農作物とともに栽培され、しばしば小家畜が入れられている。

② Mixed Garden (KEBUN CAMPURAN) (混農園)

集落の外の私有地における土地利用形態で、永年生作物(殆んど樹木)が優占する土地の下で単年作物が栽培される。

③ Forest Garden (TALUN 又は KEBUN) (樹園)

集落の外の私有地で樹木を植え、ときには天然生木のあるところに、追加的に永年生作物を育生する土地利用形態である。

現在、①のHome Gardenは②や③よりも広範囲に行われている。②や③は主として西部ジャワの山地で行われている。いうまでもなくHome GardenからForest Gardenへと栽培は粗放になり、外観も真の森林に似てくる。Home GardenとMixed Gardenには単年作物が入ることから耕うんが行われるが、自然雑草や落葉落枝を採るようなForest Gardenでは耕うんは行われない。

地域によっては、森林が伐採、林種転換、単年作物の栽培、住居の建設等の影響を受けて、漸次、前出のTree Gardenへ変化していくのが見られる。

以上3つのタイプの總称としてのTree Gardeningの性格について以下に述べることとする。

Tree Gardeningはジャワ島の重要な土地利用形態である。

これのHome Gardenは、農村地帯の面積の約20%も占めており、人

口の増加とともに益々増加している。前述の各種のTree Gardeningは、そのタイプによって重要性は重なるとはいえ、それぞれの性格と機能は類似している。各タイプの共通事項は次のとおりである。

◦多様な植生層（ときには鶏のような家畜も含め）における多目的作物のいろいろな種類が使われていること。このことは、陽光・水・養分等の環境因子の効率的活用を意味し、また、年間を通じた多種類の生産を保証するものでもある。

◦単年作物よりも永年生作物が多く使われること。このことは、養分が土中から地上の植物体へ移動することで、効果的な栄養循環と土壌の溶脱や侵蝕の危険をより少なくする。すなわち、深根性の永年生作物の根によって、深い土中からミネラルを地上にもたらすこと、および雨水、マメ科植物、家畜の排泄物により同様に窒素分が供給されるのである。

◦Tree Gardeningは、毎年耕作される農地を含む全営農体系の一部を構成している。一般に、毎年耕作の農地は主食・高カロリー食物（米、メイズ、キャッサバ）を生産するのに使われるが、Tree Gardeningは、高栄養価（蛋白、ビタミン、ミネラル）をもつ副食物あるいは葉草、葉種、燃料とときには飼料作物、構造物等を生産する。

◦通常、Tree Gardeningは、自給用と可能であればローカル市場に売る余剰生産物として、少量ではあるが持続的に補完作物を生産する。不時の必要性（気象災害とか結婚のような社会的必要性）の場合には、これからの生産や販売量は増加する。

◦普通の農作はかなり標準化されているが、Tree Gardeningでは地域的、個人的な多様性がある。この多様性の原因は次のことによる。

• 地域環境の違い

気候：一般に、単年作物での多様性は、もしあるとしても、適した季節（雨期）にのみ作付けられるので余り著しくないが、樹木では長期間その地域の気候に適していなければならないので、その多様性は著しい。

土壌：土壌条件の悪化により適樹種の数は減る。単年作物も土壌条件が限定因子となる。優良な Tree Gardening は主として火山噴出物土壌地帯にあり、第三期土壌には少い。

・社会・経済条件の違い

耕地の余裕，マーケットの有無，労働力や副業機会の多少などの社会経済条件の違いがある。Tree Gardening は，ある程度まで，その集約度の変更すなわち永年作物と単年作物の比率の変更とか家畜や作目の特異化などの方法で，上記の社会経済条件の違いに対応するものである。例えば，耕地の余裕が少ないと，栽培は集約化し，単年作物が多くなる。また，収入機会が多くなると栽培は粗放になる。集落に近いところでは鑑賞作物が多くなる。市場条件が良いところ(都市に近い)は果物の生産へ特異化するなどである。

・個々の農民の好みや技能の違い

自然環境や社会経済条件が同じでも，なお，作物に対する個々の農民の嗜好や能力によって，Tree Gardening は必ずしも標準化されない。

以上述べてきた各種 Tree Gardening System の発展の可能性と問題点について，以下述べることとする。

Tree Gardening は，その生態学的，社会的な優れた安定化能力によって，効果的な生産システムとなっているが，一層の発展のためには考慮すべき多くの問題がある。これらは以下のような事項である。すなわち，

○このシステムは，伝統的な地域事情に適合しているとはいえ，伝統的な経験が現代の急激な変化に対して，しばしば調整されていない。例えば，新しい優良品種や技術を地方農民が知らないでいる。

○これの各システムにおいて，多様な構造がそれぞれの生態的知識や経験に基づいているとはいえ，耕地の有効活用という点で著しい差異があり，いまなお，多くの貧弱な経営の耕地が改善されぬまま残されている。

◦多くの地区で、Tree Gardening のシステムは、それよりも単一栽培が良いとする（例えば、マーケティングのため単一作物の奨励あるいは見た目だけの美しさや健全性の点からの一方的な考え方から）、いわゆるディベロッパー達によって、その存在がおびやかされている。このようなディベロッパーの圧力に対しては何等かの他の開発方式を導入すべきである。

◦現状が存悪化したところでも、安定した土地利用形態として、この Tree Gardening システムを導入する形で、普及していくことが可能であろう。

以上の諸点が考慮すべき事項であるが、さらに、このシステムの技術的検討事項は次の各項である。すなわち、

- ・優れた種や品種の選択、
- ・育種計画、
- ・増殖技術の改善（接木）、
- ・栽培地までの距離の調整、
- ・非生産的な樹木の除去、
- ・良好な水管理（雨期の排水と乾期の灌漑と貯水）、
- ・土壌管理（単年作物の場合の傾斜地の階段切り、堆肥・肥料の施用等）、
- ・枝打ち技術の改良、
- ・植物防疫手段の導入、
- ・家畜改良等々である。

このような技術的手法は、Tree Gardening の個々の生産物への効果のみで判断することなく、システム全体への効果で評価されねばならない。さらに、システム全体への効果の例として、有機ガス発生装置（糞積メタン）の導入や家内工業の促進などにより Home Garden を近代的な農村の態様に変える試みが行われた。

しかし、Tree Gardening の発展に対する最大の限定因子は耕地面積の問題である。Home Garden についていえば、栽培の集約度とともに1人当たりの平均耕地面積が0.15 ha までにも低下する。このように土地の余裕のないところでは、Home Garden の栽培集約度はある程度まで向上するが、Home Garden そのものの比重は小さくなる。Home Garden が農家の唯一の土地である場合には、しばしば作目の多様性が無くになり、キャッサバのような主食作物の作付けが好まれるようになる。

Mixed Garden や Forest Garden についても、主食作物の生産に十分な他の土地がある場合、あるいは農外収入がある場合には、これら Mixed Garden や Forest Garden は私有地のみで行われる傾向がある。

農民へのインタビューによれば、農民は、Mixed Garden や Forest Garden が長期的には単年作物栽培よりも高い収入をもたらすことを認めてはいるものの、分収栽培 (Share Cropping) (将来の収穫の保証はない) の場合や、最小必要限度の土地しか所有していない (主食作物の規則的供給が必要) 場合には、農民は、どちらかというとも単年作物栽培を好むようである。

畑作地における土壌保全対策としての Tree Gardening の活用は、当初期待したほどには成功していない。各地で、果樹や燃料用樹種が土壌保全のために、政府の再緑化計画のもとに、私有地で植栽されてきた。これら樹木は、畑の全面に分散あるいは列状に (400 ~ 800本/ha) 植栽され、間に単年作物を継続して栽培されるが、このような侵蝕防止のための土地利用形態は、Mixed Garden あるいは "TEGAL-PEKARANGAN" システムと極めて類似したものである。

このような再緑化計画のもとで、農民は、無償配布の苗木を植栽するが、植付費や保育費は助成されない。したがって、極端な場合、食用作物をもっと栽培するために植つけた苗木を引抜いてしまうことがある。一般の場合でも、植栽木は1~2年後に農作物と陽光の面で競合するため伐られてしまう。また、場合によっては、樹木は Home Garden には在るが、畑では植えられないこととなる。

多くの場合、樹木植栽は存悪地で成功しているが、この理由は、このような土地では食用作物の生産性が低く、木材 (燃料) の収入のほうが魅力的だからである。

以上の Tree Gardening と前節のトゥンパンサリ方式との比較を表示すると、表1-1のように要約される。

表1-1 トウンパンサリ方式とTree Gardeningの比較

	トウンパンサリ方式	Tree Gardening
生産物	主として木材 副として食用作物	補充的食用作物, 燃料, 薬 用作物, その他
栽培種の多様性	小	大
組合せの期間	臨時的	永続的
更新面のサイズ	大・面的	小・分断的
樹木の齡級	同齡級	異齡級
土壌保全面での 性 格	主として農作期間に侵蝕防 止措置が必要	全期間を通じて, 侵蝕防止 措置が必要
新栽培技術の導 入の可能性	実 行 中	試 行 中
土地所有	営 林 当 局 (国 有)	(自 己) 私 有
労働力源	参 加 農 民	個 別 農 家
資金準備	営 林 当 局	個 別 農 家
技術と組織	営 林 当 局	個 別 農 家
農民への技術普及 及と融資の供与	営 林 当 局 より 供 与	限 定 的
経営体の中にお ける他の利用 形	植 林	年間の水田又は畑作
経営体の利益	低コストの造林および不法 伐採の防止。	自家用および小規模販売用 の多様な副次的食用作物 その他産物の産出

農民の利益	食料の生産と現金収入	自家用および小規模販売用の多様な副次的食用作物 その他産物の産出
年間栽培面積	約10千ha	1,000千ha以上
生産物のゆくえ	食料は地元消費 木材は域外へ販売	主として域内消費
人口圧力の収容力	限度がある	高い、限界値まで
土地のない農民への適性	あり	なし
他地域への拡大の可能性	森林政策に応じて徐々に可 (公社植林地内に限る)。	主食用や土地の保証が必要となる 生物資源の乏しい地域に 適する可能性

2-1-2 タ イ

タイ国では、今世紀初頭からチーク天然林を主体とする伐採事業が活発となった。特に1960年以降は、チーク林のみならず、タイ全土において急激な森林伐採、耕地化が進み、近年にわかに森林の減少が深刻な問題として採り上げられてきている。この森林急減の最大原因は、土地を持たない農民による森林の不法侵襲と焼畑移動耕作であることをタイ政府は認識し、「林業村 (Forest Village)」事業と称するアグロフォレストリーによる地域振興事業を発足させた。このForest Village Systemには、王室森林局 (RFD) と林産公社 (FIO) による2つの形態がある。両形態のいずれもタウンヤ法を導入したもので、次のことを目的としている。

- ① 焼畑移動耕作民および土地を持たない農民の定着農化を図り、地域社会の振興を図る。
- ② 森林資源の保全・改良・森林面積の拡大をはかる。
- ③ 地域住民の生活基盤の整備と生活水準の向上。
- ④ 換金作物栽培と林業労働による現金収入を得させることにより、農村部から都市部への人口流出を防止すること。

以上のような目的からみて、タイのForest Village Systemは、多目的な農林業対策あるいは、山村振興対策であって、造林推進策か民生安定向上策かについては、まさに平等な形で、いずれにも偏らず両目的の達成を狙うものといえよう。

2-1-2-1 FIOのForest Village

Forest Villageの事業を最初に開始したのは、林産公社 (Forest Industry Organization) で、1967年に着手している。始めの段階では、農民倒の問題として、この事業の継続性、収入の保証、土地所有の不確定性、事業目的への農民の興味をひきつけることの困難性等から、彼等の反応がよく、多くの試行錯誤をくりかえした。しかしながら、植林事業を通じて農村再開をはかるという本事業の趣旨に対する農民の理解がすすみ、1967～1968年の間に全国で35ヶ所のForest

Villageの成立をみた。(そのうち16ヶ所はFIOによる住民共同体的企業体として発足している。)1980年までに北部タイ:19村, 東部タイ:14村, 南部タイ:11村, 全国で計44村に増加し, さらにあと15ヶ所で建設が進行中である。その形態は焼畑農民, 非土地所有地域労働者等を家族ぐるみで入植させ, 主にチークの植林に従事させる。又, チーク造林地に換金作物を間作させ現金収入を保証し, さらにチーク植林に対する労賃をあわせて支払うシステムになっている。1つの林業村における最大家族数は100家族前後を原則としている。1つの林業村で年間160haを植林する計画で, 北部タイのチーク植林の場合は伐期が60年であるので, 60年間に合計9,600haのチーク造林地が造成されることになる。FIOでは, 造林樹種をチークだけに限定せず, 以下の早生樹種の造林にも力を入れており, これら早生樹種の伐期は30年とされている。

<i>Leucaena leucocephala</i>	さんねむ類・イビルイビル
<i>Eucalyptus deglupta</i>	ユーカリ類
<i>Eucalyptus cameldulensis</i>	々
<i>Eucalyptus citriodora</i>	々
<i>Eucalyptus robusta</i>	々
<i>Albizzia falcata</i>	ねむの木類
<i>Litsea grandis</i>	クスノキ科
<i>Alstonia macrophylla</i>	ブライ
<i>Parkia javanica</i>	ペタイ
<i>Sweitenia macrophylla</i>	マボガニー

造林事業区全体の面積は一定ではないが, 農家1戸当たりの居住地と耕作地として0.16haの自家用地が提供されるほか, 年間1.6haの新植造林地への間作が認められる。住居の建築費は一部FIOが負担し, この自家用地は占有権のみを認め, 将来永住することが確認された時点で所有権を移譲することとしている。各家族には水と40kWの電力が供給

される。これらの代金ならびに配管費、架線費はFIOが負担する。その他医療施設・寺院・学校・集会所・店舗・保養施設等の公共施設をもっている。各世帯につき2名づつが森林事業の担い手として義務づけられ役務に対する賃金が支払われる。ただし、それ以外の人員は、正規の待遇は与えられない。FIOの林業村方式は、前述の通りタウンヤ方式をベースとしたもので、チーク造林と農作物栽培との組合せである。森林の伐採、火入れ、地ごしらえ等の事業は、一般的に1月から3月に行われる。チークの造林は4月下旬から5月上旬、農作物の作付けは7月以降という順序で行なう。チークの植付間隔は、4m×4mまたは8m×2mが基準で、農作物は造林木から少なくとも50cm以上離れて栽培することになっている。農作物は、小麦・ボンベイ麻・豆類・陸稲とうがらし・バナナ・キャッサバ・さつまいも・西瓜等多彩である。これらの農作物は、チーク造林後3年間、連年栽培を許している。これは、下列りの省略を配慮したものである。賃金支払いの基準は、おおむね以下の通りである。

○チーク造林の労賃は1ライ(0.16ha)当たり160パーツ(US\$8)である。この内訳は、森林伐採50パーツ、火入れ・地ごしらえ40パーツ、植つけ20パーツ、補植・除草20パーツ、下刈り30パーツ(下刈りの30パーツは、枯損率5%以内の場合に支払われる。枯損率6~15%の場合25パーツ、16~25%の場合20パーツで、枯損率がそれ以上の場合支払わない。)

○農作物の栽培は、造林実行面積10ライ(1.6ha)の70%以上で行えば1ライあたり100パーツ(US\$5⁶⁰)、すなわち年間10ライあたりで1,000パーツ(US\$50⁶⁰)の労賃が支払われる。3年連続して100%以上の達成がなされた場合は、報償金として1,500パーツ(US\$75⁶⁰)が得られる。

○4年目以降の農作物については、目標を達成すれば、毎年1,000パーツ(US\$50⁶⁰)が支払われるが、これを連続して栽培すれば、1ラ

たり50パーツ(US\$250)の報酬金が支払われる。

以上を要約すると、造林目標達成率100%、枯損率5%以内、農作物3年連続栽培を仮定し、一世帯当たりの3年間合計は次の通りとなる。

- 造林労賃 4,800パーツ(240米ドル):30ライ
- 農作物栽培 6,000パーツ(300米ドル):(10+20+30)ライ
- 報酬金 1,500パーツ(75米ドル)
- 合計 12,300パーツ(615米ドル)

このほかに農産物収入が加わる。この収入は平均すると年間9,100パーツ(US\$455⁶⁰)の収入になるといわれる。

なお1979年のForest Villageの農家の収入を表1-2に示す。

F10の林業村方式は設立後14年を経過しており、いくつかの問題点が指摘されるようになった。その大半が事業実行上の社会問題である。

F10によるForest Villagesの各所帯の収入

	Forest Villageと設立年	所帯数	年収入米ドル				米ドル 1所帯1か月 あたり金収入
			造林賃	農作物 栽培賃	報酬金	農作物 収入	
1	Thuas Kwian(1968)	35	11360	2928	1325	2064	457
2	Mae Mai(1968)	30	14669	1498	475	-	475
3	Mae Moh(1968)	31	47361	6782	3575	27130	777
4	Mae Chang(1968)	74	15566	7685	3050	31670	653
5	Khun Mae Come Me(1968)	52	7240	4398	1400	11545	394
6	Khao Kra Yang(1968)	63	36162	5545	2400	7359	680
7	Mae Sai Come(1971)	69	11212	7802	2500	38936	730
8	Mae Hor phra(1971)	53	18828	1217	250	1486	340
9	Mae Lee(1971)	35	6715	1608	300	6114	350
10	Ban Dan Lan Hoi(1971)	44	14433	3587	1325	8980	540
11	Mae Jam(1973)	43	8113	2391	225	10015	410
12	Mae La Moa(1975)	14	3931	418	-	842	309
13	Sri Sachanalai(1975)	47	23622	4191	75	10015	682
14	Som Dej(1975)	100	65937	10050	2275	67214	1212
15	Sra Keo(1975)	52	25396	1755	150	9951	605
16	Karn Janadit(1975)	25	19380	324	325	423	682
		828	330480	62279	20050	234587	
		1所帯 あたり	399	75	25	288	
		全収入に占める 比率	50%	13%	31%		

出典: C.Chandrasekharan, FAO. Forests and Forestry in Thailand, 1980.

すなわち、

- 林業村事業地区に相変らず不法侵入者が居住していること、
- 林業村方式に対する在来農民の反対、
- 村の成立単位100世帯、造林単位1,000ライ(50ha)の目標達成が困難となっていること、
- 一世帯2名という構成員の制限があるため新規に構成員を補充することに支障があり、また他の場所に就労の機会を求めて村を去る世帯があること、
- 定住者が土地の所有権を容易に得られないこと等である。これらの問題点に対して、その解決策として次の事項が提案されている。
- 造林地の保護について、早急に技術的対策を確立すること。
- 12～18才の青少年、婦女に対して、森林作業、敷物編み、製炭、養蚕等の技術訓練を施すこと。
- 村内で発生する諸問題について、各自の自覚をもって、協同して問題解決にあたるようにする。そのため、農産物の共同市場への参加、協同組合等の設立を検討すること。

FIOは、チークのほか1976年以降、タイ東部とタイ南部地方に、マツ類等の造林とゴムの造林を混合で行なうForest Village Systemを始めている。村の規模や一世帯の割当て面積は、FIOによる既存の林業村とまったく同じであるが、造林間隔は4m×8mを基準とし、ha当たり、ゴムと他の樹種を交互に列状にそれぞれ156本ずつ造林する。造林から樹液採取開始期までの6年間、FIOは育林経費を全額負担する。7年目以降は各世帯がゴムの樹液を採取し、その収入から30%をFIOに納入する方式がとられる。なお、造林木、ゴムとも、伐期は30年とし、所有はFIOに属する建前となっている。

ゴム混合林方式は金員収入が極めてよいとされており、試算では、チーク林地帯の林業村に比較して約倍の収入となる。

2-1-2-2 森林局のForest Village

王室森林局 (Royal Forest Department) は1975年、FIOに選ばれること5年にしてForest Village System構想をうち出した。この構想は、再植民 (Resettlement) によるアグロフォレストリー事業で、森林地域、造林予定地等に不法定住ないしは焼畑耕作を行なって生活している者を対象とするものである。新たに定住する各世帯には、2.5haの土地が与えられ、村長・村会議員選出権も与えられる。全体的基盤整備関係はFIOの場合と類似している。

RFDのForest Village事業により、1979年末までに25の村 (約2,455世帯) が建設された。各村の規模は300～1,000世帯が標準であるが、Forest Village建設に当たっては次の目標を掲げている。

- 国有林内の特定森林を長期または永続的に木材生産と国土の保全のために役立たせる。
- 荒廃した森林や特定森林内の農耕不適地に造林を行ない、森林を回復させる。
- 特定森林の荒廃を予防する。
- 農村の余剰人口や特定森林内のいたるところに散在している不法定住者を一定の場所にまとめ、政府の援助と雇用を容易にする。

計画の詳細と指導基準は次のとおりである。

- 荒廃した森林や流域部に属さないForest Villageに定住する者には村の自治運営をゆだねる。
- 政府は農耕用地として、一世帯当たり15ライ (2.5ha) の土地の使用権を認める。使用権は相続を認める。定住の制限はとくに定めない。
- 村には、RFDと他の政府機関とによって、適切な職業訓練、灌漑、道路、学校、医療設備、農作物担保の信用貸付け、住宅地区建設等が行われる。
- 村の周辺を造林指定地とし、林業労働の機会を与える。
- 村が形成された後は、農業協同組合を設立し、農産物の生産・流通等

を機能的に運営させる。

以上の通り、RFDの林業村は、森林に不法定住している者を対象としていること、一村の規模が、最大1,000世帯と大きいこと、世帯の構成員に制限がないこと、造林と農作物の間作方式は一律に規定しないが、耕作面積の最低20%は造林の義務があること等、FIOの林業村方式と比較すると、いくつかの相異点がある。また、本来、RFDの構想は森林の回復を意図してはいるものの、村の建設には多分に政策的、制度的な配慮が強く、計画策定、実施に当たっては、県単位で知事・警察部・農務部・農地部・森林部・協同組合部・教育部等が参画する建前になっている。林業村の造林事業は、農耕面積一村当たり年間1,500ライ(240ha)に対して300ライ(50ha)以上が義務づけられている。造林樹種は、*Melia arzedarach*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia auriculaiformis* で、これらは、主として薪炭原木や足場丸太、稲穂かけ用丸太等の生産を期待し、伐期は30年としている。造林コスト試算を表1-3に示す。

表1-3 1979年試算の造林経費(1ライ当たり)

	パーツ
森林伐採、火入れ、地直しらえ 整地、造林、下刈り(3カ年)	490
苗畑、苗木(25%の移植分を含む)	125
運転資金、一般管理費	85
修理費(2年~5年目、1カ年105パーツ)	420
計	1,120

出典: National Report Thailand 1980.

このような義務造林のほか、村民は農耕不適地や河川流域等の政府造林に就労する機会が与えられている。また、農作物栽培は、FIOの場合と同様な種類が対象となっており、共同事業的色彩が強い。

その他の山村振興計画としては、

- ① RFDの流域管理部による河川流域地帯の森林内に不法定住している者に一定の区域に定住させ、農作物を栽培させるとともに、流域管理を主眼とした造林を実施して、森林を回復しようとするもの。
- ② FAO/UNDPプロジェクト方式による水源林地帯の林業村方式による混農林業
- ③ 世銀の融資によるForest Village方式による山村振興事業等があり、ともに成果をあげつつある。

2-1-3 マレーシア

マレーシアの森林、林業事情は、半島マレーシア（西マレーシア）とサバ・サラワ州（東マレーシア）とでは、かなり相異がある。森林の減少あるいは造成といった問題も両者の間では異なる状況が見られる。

半島マレーシアでは、従前から焼畑移動耕作は僅かな少数山岳民族によるものを除いて、あまり問題になるほどは行われていなかった。ここでの森林の減少は、ゴム、オイルパーム、カカオ等による農園造成への転換によるものが大きい。また、森林の造成については、Malayan Uniform System の名で有名なように、古くから天然林産業を主体として更新が図られてきており人工造林の実績は少なかった。

一方、サバ・サラワ州では、現住民による焼畑移動耕作が古くから広く行われてきた。この地域は人口密度が低いために、この焼畑耕作が他の東南アジア諸国におけるような広大な草原化を招来するような事態は惹起しなかったが、森林の低質化、土壌の劣化の多少なりとも原因となることは否めない。森林造成については、近來、サバ州が人工造林に熱心で、早生樹による大規模造林プロジェクトが計画され実行に移されている。

以上のような事情から、マレーシアにおけるアグロフォレストリーは、伝統的、土着的なものでなく、行政当局の主導する農園的な規模のものが多く、これらの2、3を以下に紹介する。

①サバ州山林局のAgroforestry Project

このProjectの目的は、○天然林の択伐跡地で天然更新不良地域の森林再造成、○森林の樹下にカカオのプランテーションを造り、事業資金が自給しうるよう速やかに収入を得ること。○雇用機会の創出 ○カカオのプランテーションの収入によって医療・リクリエーション施設を整備し、林業労働者の社会的、厚生的条件を改善すること。である。

このProjectは、サバ州のウル・スガマ国有林内の約21,900haの地域で、フタバガキ科を主体とする択伐残存木及び一部の補植木の間にカカオを植栽するものである。中央苗畑が設けられ、主としてカカオ苗を生産されている(年生産量100千本～150千本)。また、林間苗畑が設けられ、フ

タバガキ科の山引き苗を集めて育苗し、天然林の補植用に使っている。

カカオの植栽は、択伐跡地の筋刈りした(10m間隔)ところへ苗間を5mで植える。したがって、200本/haとなる。なお、天然林補植のフタバガキ科樹木は、セラヤ、ホワイトセラヤ等の*Shorea spp.*が主体である。

②半島マレーシアのジェンカ地域開発

パハン州のジェンカ地域の農林開発事業においては、同国の土地利用改善機構であるFELDAの指導のもとに、入植農業労働者による農園方式のアグロフォレストリー(アルビシアとカカオの組合せ)が大面積に行われている。なお、ここでは国有林のうち奥地を永久森林、その下流域は前記の庇陰樹とカカオの組合せのアグロフォレストリー地域、さらに下流域はオイルパームのプランテーション地域と入植農業労働者の自留農耕地、というように地域全体としての農林複合の土地利用形態を採っている。

③サバ州のベンコッカ地域開発

サバ州のベンコッカ半島の人工造林プロジェクトでは、入植者によるアグロフォレストリーを伴った早生樹の大面積造林が計画されている。

2-1-4 フィリピン

フィリピンでは古くから焼畑移動耕作が行なわれ、地方の森林原野に居住する焼畑移動耕作民(タガログ語でKAINGINEROと呼ばれる)による森林の消失と原野化、それに伴って生ずる土壌の劣化、流亡、水害等が問

題視されていた。

最も古くは、1901年の“Kaingin Law”(Act No. 274)が公布されており、1963年には“Revised Kaingin Law”(Rep. Act No. 3701)が施行されて、焼畑移動耕作民の占有地からの追出し、これに従わない者の検挙等の懲罰的な政策が採られていた。しかしながら、このようなKaingineroの締め出し策は効果がなく、その数は、人口増加に伴ってむしろ増大してきた。1979年の調査によれば、フィリピンの森林消失原因の53%は、このような焼畑移動耕作のためと報告されている。

フィリピン政府は、その後、前述のような懲罰的政策が実効を挙げず、また、問題の解決は単に技術的あるいは法律的な手段だけでは望めず、社会・経済的な手段が必要であることを認識し始めた。

この間、Kaingin対策として次のような措置が採られた。

- Kaingin Council Meeting (1963年)：政府と民間機関によるKaingin問題の社会・経済的検討。
- National Conference on the Kaingin Problem (1965年)：Kaingin対策の提言。
- The Kaingin Management and Land Settlement Regulations (Forestry Administrative Order No. 62) (1971年)：後述のFOM制度の基本理念の通達。

このようにして、1975年のPresidential Decree No. 705の公布によって、Kaingin対策は、それまでの懲罰的対策から、その居住地での合理的農家経営への誘導策へ切替えられた。

この大統領令は、森林原野の焼畑移動民、無断居住者(squatters)、未開民(Cultural minorities)等を、これ以上使用面積を拡大することなく、その場所で政府の許可、指導、助成等の統制のもとに、土地利用の適正化、農家経営の向上および造林促進等の目的を併せて、いわゆるアグロフォレストリの展開を図ろうとするものである。

この大統領令にもとずき、フィリピン山林局(Bureau of Forest Dev

elopment)は、Forest Occupancy Management Program(FOM制度)を樹立し、1975年からパイロット事業を開始した。

また、このFOMの制度より更に造林促進策の性格が強いアグロフォレストリーの制度として、1979年からCommunal Tree Farming(CTF)およびFamily Approach Reforestation(FAR)を山林局は採用した。

これらアグロフォレストリーを手法とする制度および関連する諸制度の内容の要点を次節で述べる。

2-1-3-1 Forest Occupancy Management (FOM)

- 林地占有者管理対策である。
- 国有林内の既存占有者(1975年5月19日以前から占有していたものに限る)に対し、1家族当たり7ha以下の範囲で、占有しているその場において、アグロフォレストリーを営ませる。
- 1代限りのリース契約で、土地使用权の相続は認められない。
- 25年を1期とするCertificate of Stewardshipが発給され、参加農民の希望によってはさらにその後25年の延長が可能である。
- 国有林外に居住している者が新たに国有林に入って、この制度に参加することは出来ない。
- 焼畑移動耕作民対策が主であって、造林推進対策の意味合いは従となっている。したがって、アグロフォレストリーのうちのforestryのコンポーネントは、自家用の薪材入手、樹葉の飼料としての利用、農作(果樹栽培を含む)のための肥料木植栽等が主たるものである。
- このFOM Projectへの参加者に対する政府(山林局)からの特典としては、・土地使用权の保証、・種子および苗木の無償供与、・農林経営上の技術指導、マーケティングおよび協同化、・インフラストラクチャーの整備、福利厚生対策、・ローンの供与等がある。
- この制度の実施においては、次のような手順が踏まれる。・制度についての広報宣伝→・営林署単位のFOM実施のためのセンサス→・上記に基づくFOM計画の樹立→・各占有者単位の占有地の調査測量→

- ・ FOM参加農家への土地使用許可証（2年間）の発給
- ・ 参加者によるアグロフォレストリーの実施
- ・ 前項の助成の供与
- この制度への参加者は、次の手順を採る。
 - ・ 所在の営林署へ、FOM参加と土地利用の許可のための出頭
 - ・ 山林局様式（BFD Form 54）による申請書記入
 - ・ 申請料（1件・5ペソ）と宣誓料（同1ペソ）納入（土地借料は現在のところ無料）、（1ペソ≒30円）
- 現在、このFOM Projectの箇所は全国で72ヶ所に達しており、1983年の予算は約千万ペソが計上されている。
- 以上は通常の国有林内の占有者に対するFOMの方式で、土地は現に占有しているその場であるが、占有地が国立公園、保安林等のため占有者を立退かせる必要のある時は、他の国有地へ移してFOMの制度に参加する（Resettlement方式）。なお、この場合、農林用地としては3ha以下。住居敷地としては400㎡以下が使用できる。

2-1-3-2 Communal Tree Farming (CTF)

- 地域住民林業（造林）施策である。
- 国有地および民有地について、要緊急造林対象地または未立木地において、既存占有者および林外居住者（共同体、地方公共団体も含む）が、一家族当たり2ha以下の範囲で、造林対象地を区画割りされて居住しアグロフォレストリーを営む。
- 参加者は土地所有者とリース契約を結び、25年を1期とするStewardship Agreementは、さらにその後25年の延長が可能である。
- リース料は、5年までは無料、6～25年の間は10ペソ/haを超えない範囲で定められる。
- 政府は、苗木と農作物の種子を現物支給し、産物のマーケティング指導も行なう。また、一定規模以上の造林に対しては、植林計画を提出することにより造林融資が受けられる。
- このCTF制度は、焼畑移動耕作民対策と同時に、要緊急造林地の森林化を図る造林推進対策であり、両政策の関係は均等である。

したがって、アグロフォレストリーのうちのForestryとしての植栽樹種は、ジャイアント・イピルイピル・*Leucaena leucocephala* (燃料、肥料木、飼料用)、メリナ・*Onelina arborea*、アルビジア・*Albizia falcata*、ユーカリ・*Eucalyptus deglupta* (グバス)、*Endospermum pelatum*、(以上、早生樹用材)および高地ではハンノキ・*Alnus spp.* が推奨されている。また、参加者は政府から無償供与される樹木種子から自からの苗畑で苗木生産もする。

- この制度の実施においては、次のような手順が踏まれる。・CTFを実施するに十分な対象地面積の確保→・CTF参加グループの結成と参加意志の確認→・最寄り営林署への申請→・営林署による現地調査測量→・山林局長官と参加者代表としての地方公共団体の長との契約締結→・地方公共団体の長による参加各農家への土地の配分→・土地所有者から参加農家への土地使用許可の発給
- GTF制度も前項のFOMと同様、大統領令第705 (現在は改正されて第1559)に基づくが、この下の政省令としては、LOI (Letter of Instruction) 第1260、およびMAO (Ministry Administration Order) 第11を根拠法規としている。これに必要な政府経費は造林予算に計上されている。

2-1-3-3 Family Approach Reforestation (FAR)

- 入植造林対策である。
- 国有林の造林対象地について、既存占有者および林外居住者が、1家族当たり5haを基準として分画された林地に入植し、造林事業に従事するとともに、農作物の圃作を3年間許可される。植えつけ後4年目には次の分画で同様アグロフォレストリーを営む。
- 政府から苗木の支給、造林成績に応じた造林労務(植つけ、保育、保護等)への賃金支給がある。
- この制度は、前のFOMおよびGTFと異なり、リース契約に基づくものではなく、国有林に入植して、政府造林事業に造林労務者とし

て雇用されると同時に、造林地での農作物の濶作が許可されるという形態で成立している。したがって、造林推進の目的が主で、林内占有者対策は従である。

- このFARの制度の根拠法規は、前のCTFと同じでMAO.611が具体的な規則となっている。政府経費は造林予算に計上される。

2-1-3-4 アグロフォレストリーに隣接する制度

① Tree Farm Lease (TFL)

個人会社等が国有林を借りて農林業経営を行う一種のリース制度で1件当たり10～100haの範囲の規模で、契約期間は1期25年、更に25年の延長が可能である。樹木植栽よりも果樹、葉草木の栽培が多い。

② Industrial Tree Planting (ITP)

会社等の比較的大きな団体が国有林を借りて造林を行なうリース制度で、1件当たり100ha以上としている。木材生産のための造林が目的であるので、アグロフォレストリーは必ずしも行われるとは限らない。

以上の各システムを表1-4に要約する。

方式名	政策趣向	参加資格	契約の条件	参加者の居住権	1契約の面積	その他
FOM (Forest Occupancy Management)	不法占住の地 類民対策	既占住者のみ	契約ベース。 25年間、 更に25年延長	現居住地で1代 限り定住	7ha以下	林木育成は自家用 程度にとどまる。
CTF (Communal Tree Farming)	同上 及び 造林推進策	既占住者及び 林外居住者と その共同体	同上 リース代5年まで 6~25年10年ha	同上	通常2ha 最大5ha	林木育成の度合が FOMより高い。
FAR (Family Approach Reforestation)	造林推進策	同上	契約でなく、 造林雇用と間 作許可の形で 成立	3年ごとに新た な造林地へ移動	5ha	造林報酬は造林成 績により変動する。
TFL (Tree Farm Lease)	農林業振興策	個人、共同 体、会社	借地契約25年 間、さらに25 年延長	居住せず	10~ 100ha	林木よりも農作物、 果樹栽培が主体。
ITP (Industrial Tree Planting)	産業用造林 推進策	会社	土地リース 契約。	同上	100ha 以上	林木育成 アグロフォレストリーの 形は通常採らない

2-1-5 ネパール

ネパールでは、20世紀初頭から南部のテライ地域（低地の森林地帯）への移住開発政策が採られた。しかし、テライ地域の森林開発は、結果として、英領時代のインドの林産業による森林資源の収奪と劣化に終わったといわれている。すなわち、Hill area（山地帯）とテライ地域の均衡的林業の発展は不成功であり、Hill areaの森林の減少は、人口の増加に伴って益々加速された。

このため、1956年には、森林の荒廃防止策として、それまで住民の共同利用的な形態にあった森林は、すべて国有林とし、地方住民の燃料採取や飼料採取の慣行を締め出す政策を採った。

しかしながら、燃料や飼料入手について他の手段を持たない住民に対しては、このような政策は実効を挙げることはなかった。

近年に至り、FAOの調査と提言によって、住民の意向を反映した林業政策として、1976年からCommunity Forestry Development Projectの構想が樹てられ、FAOの技術援助と世銀の資金援助のもとに同事業が推進され始めた。

このCommunity Forestry Development ProjectすなわちPanchayat Forest Systemの制度の内容を①に述べ、その実施の現状を②に述べることにとする。

① Community Forestry (Panchayat Forest) の内容

- ネパールのCommunity Forestry Development Projectの目的は、Hill area（山地帯）における住民参加の林業を振興し、住民のニーズを充足しつつ森林資源の培養を図ること、さらには、山地土壌と水資源の保全に役立つこと、これらのための教育普及設備の充実である。
- このプロジェクトのターゲットは、山地帯の住民が必要とする薪材の供給源の確保、家畜用飼料としての樹葉供給源の確保、自家用材供給源の確保および薪消費量の節約のための改良かまどの普及である。

る。

- FAO等の援助によるこのプロジェクトの実施期間は5年間(1980～1985年)であるが、この政策の達成は、勿論その後も継続されるべきものである。
- このプロジェクトの対象地域は、29のdistricts(郡)をカバーする18のforest division(営林署)にわたっており、このなかには340のPanchayat(集村)が含まれている。
- このプロジェクトの具体的なターゲットは次のとおりである。
 - Panchayat Forest(無立木地への造林)の造成目標として、11,750 ha。
 - Panchayat Protected Forest(現状が低質の林分への植え込み等による改良)の造成目標として3,910 ha。
 - 私有地に900千本の植林
 - 森林調査の拡充
 - 15千台の改良かまどの普及
 - 3カ所の種子貯蔵庫の建設
 - ポカラに林科大学(年40名の卒業生)の設置
 - Hetandaに林業短期大学(年200名の卒業生)の設置
 - 森林局職員のエデュケーションの充実
- このプロジェクトの資金は、総額で25百万US\$で、うち17百万US\$は世銀から、残りはUNDP、ネパール政府及び米国AIDから供出されている。
- このプロジェクトの効果として期待するものは、
 - 約290千家族(1900千人)のための燃料と家畜飼料(樹葉として)の供給を可能にすること。
 - 5年間に2,600千人・日(年間1,430人)の雇用機会と創出すること。
 - 15千台の改良かまどの普及により、年間25千トンの薪の節約(約4千家族の1年分)を可能にすること。
 - この節約により、燃料として使われる牛フンを農

業用肥料として利用し、農業生産を高めることである。

ところで、この Panchayat Forest System はアグロフォレストリーの範ちゅうに入るかどうかという問題がある。

まず、形式論からみると、Panchayat の共有放牧地に飼料用樹木を植栽しているが、植栽直後は家畜の侵入を禁じ成林後放牧地になる。これは、J. Combe の分類の「牧野への飼料木の植栽」に相当する Silvo-pastoral である。また、Panchayat の最奥部上流の山頂附近にはマツ、やや下って *Fraxinus floribunda* (用材、燃料として)、さらに下方で *Ficus* spp. や *Castanopsis* spp. (飼料木) 等が植栽されて、それぞれ住民の営農活動の材料を提供するとともに、下流農地の水源および土地保全の機能を果している。これは Weber の分類の「森林ブロック」に相当する。一方、形式論から離れて、実践的な農・林経営の観点から Panchayat Forest System をみても、これが農民の農業と密接に組合わされていることから、アグロフォレストリーの範ちゅうに入れることが妥当と考えられる。

② Community Forestry (Panchayat Forest) の実施状況

農業が産業の中心を占めているネパールにおいては伝統的な焼畑移動耕作が作物栽培の重要な手段として長年行なわれてきた。ところが近年の急激な人口増加(年 2.6 % の増加)に伴ない食糧増産のために焼畑移動耕作の周期が短縮され、森林の更新に必要な十分な休閑期間が得られない状態となっている。

またネパール国内における年間燃料消費量に占める薪の割合が 87 % と高く、同時に林木生産物中 95 % が薪として消費されており、かつ家畜の飼料としての樹葉に対する依存度も高い。このようなネパールにおける樹木の消費構造は森林の減少を激しく促進しており、15 年~25 年の将来においては森林が殆んど消失するとさえいわれている。

これらの状況のもとで、ネパール政府は世銀の資金援助と UNDP/F AO の技術援助を得て 1980 年より 5 年間の計画で Community Forestry

Development Project を実行中である。なお各国のボランティア（日本の青年海外協力隊を含め）もこのプロジェクト推進に貢献している。

このプロジェクトの第一の目的は、山地帯における住民林業の向上にあり、その内容は、①燃料の供給増大、②飼料の生産、③用材の生産であり現実に山村住民が生活に必要とする物資の供給を増加しようというものである。この観点よりネパール政府は国有地からの林産物を住民に還元する趣旨で全国 340 のプロジェクト指定の各パンチャットに PF (Panchayat Forest 以下同じ) を 125 ha、PPF (Panchayat Protected Forest 以下同じ) を 500 ha を定めた。このプロジェクトのために営林署苗畑 (Division Nursery) が 17 箇所、担当区苗畑 (Range Nursery) が 35 箇所造成されており、各パンチャットにも順次 Panchayat Nursery が PF、PPF の近接地に造成されつつあり、現在 216 箇所が終了している (1982 年 9 月)。なお、ネパールでは宗教上の習慣により牛の放し飼いが多く、苗畑への加害が問題となる。一般的には苗畑造成地の選定には水利用の便、用土の確保・労働力の有無等が考慮されるが、ここでは牛による加害を防ぐ目的で石の防壁を苗畑の周囲に造るために、石の採集が容易な立地という条件も重要であることが特徴的である。

これらの苗畑では年間育苗数を次の通り計画しており、上記の PF と PPF の土地に植林を行なう。

育苗数	営林署苗畑……	10万本
	担当区苗畑……	5万本
	パンチャット苗畑……	2.5万本

PF と PPF の土地に植林するだけでなく、個人の家屋周辺あるいは農地等にも植え付けが許可され、本プロジェクト期間内に 90 万本の個人配布を予定しており約 65 万本が既に配布済みである (1982 年 9 月)。

育苗樹種は目的に応じ、また住民の需要を反映させて燃料用、飼料用、

用材、果樹、多目的利用樹等のものが選ばれている。これら樹種の例を下記に示す。

燃 料 用	— Bakaino	・ <i>Melia azedarach</i>
	Khote salla	・ <i>Pinus roxburghii</i>
	Chilaune	・ <i>Schima wallichii</i>
	Utis	・ <i>Alnus nepalensis</i>
飼 料	— Badahar	・ <i>Artocarpus lacoocha</i>
	Tanki	・ <i>Bauhinia purpurea</i>
	Koeralo	・ <i>Bauhinia variegata</i>
	Sal	・ <i>Shorea robusta</i>
用 材	— Khote salla	・ <i>Pinus roxburghii</i>
	Lapsi	・ <i>Choerospondias axillaris</i>
	Utis	・ <i>Alnus nepalensis</i>
	Sal	・ <i>Shorea robusta</i>
	Chilaune	・ <i>Schima wallichii</i>
果 樹	— Lapsi	・ <i>Choerospondias axillaris</i>
		<i>Citrus spp.</i>
多目的利用	— Badahar	・ <i>Melia azedarach</i>
	Lapsi	・ <i>Choerospondias axillaris</i>
	Koeralo	・ <i>Bauhinia variegata</i>

このプロジェクト5ヶ年間のPFとPPFへの植林目標は各々11,750 ha, 39,100 haで、1982年9月までの2年間の実績はPFが1,810 ha, PPFが129 haであるが、今後苗畑の整備、植え付け技術が改善されれば大きく伸びるであろう。

ここで樹木・農作物・家畜の相互関連性を本プロジェクトについてみると、タウンヤ法のようにアグロフォレストリーの代表として常に示される例とは異なった型であることが判る。つまり燃料用樹種・飼料用樹種等はPF・PPFの指定された土地に植えられ農作物の栽培は

許可されず、家畜は林内に放牧するのではなく飼料を採集して運搬する方法である。つまり農作物の栽培と家畜の育成とは樹木の育成地から離れており、決して三者が密接に関係してはいない。しかし、本プロジェクトが燃料材・飼料木・用材等の樹木を緊急に育成する必要性を持ち、かつプロジェクトの現場が急峻な山地帯にあり不安定な土地条件で破壊され易い環境にあるという点を考慮すれば耕作活動や放牧等と相容れないことは当然であろう。本プロジェクトにおいては、現在はまだ樹木、農作物、家畜の育成地の十分な意識的な配置はなされてはいないが、このプロジェクトタイプのように配置の区分はあっても三者を有機的に結び付ける土地利用システムも考えられる。家屋と畑の位置は動かないとしても、例えば牧地と飼料用樹林の接近、家屋と燃料用樹林の接近、用材用樹林はその外側あるいは急傾斜地への配置等が考慮されれば、樹木、農作物・家畜の育成配置が空間的、時間的に同一ではなくとも、より意識的な土地利用システムとしてのアグロフォレストリーの範ちゅうに入ることになる。

本プロジェクトが、紙・パルプ原材料の生産あるいは大型プランテーションの育成といったタイプのものではなく、前述したように山村住民の基本的生活物資の供給を第一の目的としている。こういう点が住民の理解を容易にしていると思われるが、現在の樹木（果樹を含む）の育苗と植林だけでなく農作物栽培の普及活動も包含していくことは山村住民の生活向上により貢献しよう。

また、このプロジェクトでは造林事業と並行して燃料節約を目的として改良かまどの普及活動も同時に行なっている。従来より使用されている五徳型のかまどに較べて改良かまどは薪の消費量を30%～35%減らすことができ、5年間の目標普及台数15,000により年間2.5万トンの薪の節約となる。この節約量は4千戸分の年間消費量に匹敵すると見込まれている。改良かまどは粘土作りのもので、○Double wall
○Insert ○Terri ○Medの四種の型があるが作り易さ、安価、寿命

の長さ等のメリットから Insert 型が一番普及しており、710台の普及実績中590台を占めている。(1982年7月)

ネパールの Community Forestry Development Project はアグロフォレストリーを意識して開始されたものではなく、これをアグロフォレストリーとするには異論もあるが、少なくとも潜在的なアグロフォレストリーの性格が含まれることから、住民の理解を得易い手法であることは前述の通りである。

2-1-6 その他アジア諸国

① バングラデシュ

バングラデシュの森林は、同国東部のチッタゴン・ヒル・トラクト地域の常緑フタバガキ林を主体とし、ベンガル湾デルタ地域のマングローブ林および内陸山地の落葉フタバガキ林 (*Shorea robusta*, サール, 沙羅双樹) の3つのタイプに大別される。

同国の森林の主体を占めるチッタゴン・ヒル・トラクト地域では、焼畑移動耕作が広く行われ、約60千世帯がこれによって生活しているといわれ、かつては、2~3年の農耕期間と7~10年の休閑林期間で循環していた移動耕作が、爆発的な人口増加(年率2.6%)のため、近年の休閑林期間は2~3年と著しく短縮され、土壌の劣化を生ぜしめている。

同国の造林は、古くからチーク, サール (*Shorea robusta*), ガージェン (*Dipterocarpus turbinatus*), チャバラッシュ (*Artocarpus chapalasha*) 等の人工造林がタウンヤ法を導入して行われてきた。最近の人工造林においては、増大する人口と耕地不足の対策として、タウンヤ法が重視され、上記のような造林木と陸稲, 綿, しょうが, パパイヤ, パイナップル等の間作農作物を組合せた形で同法が行われている。

なお、上記のような産業的造林のほか、農家所有地のなかで、燃料材や非商業用樹種を分散、列状、群状に小面積づつ植栽する一種の Tree Gardening の形態がある。

② 韓 国

韓国は古くから農村における燃料材の供給が重要問題であった。同国政府は、セマール運動の一環として、Village Fuelwood Plantation活動を1970年代の初期から開始し、1975年までにこれによる4万haの人工造林地が造成された。この方式は、形態的にはアグロフォレストリーではないが、農家経営と密接に関連するいわゆるSocial Forestryである。

③ 日 本

日本では古くからコバ作林業と称される一種のタウンヤ法が行われてきていた。例えば、山梨県の万沢林業においては、森林伐採→焼払い→陸稲・ソバ(2年間)→スギ・ヒノキ植林+いも類、豆類、雑穀の間作(3年目)→スギ・ヒノキ植栽木+ミツマタ+ハンノキ(肥料木兼薪炭材)(4年目)→7~9年目にミツマタ収穫→ハンノキ収穫(10~20年目)の経過を経る典型的なアグロフォレストリーであった。しかし、戦後の高度経済成長期における労働力不足、食糧価格の相対的低落によって、現在では、この種のコバ作林業は極めて稀である。

日本で、現在広くかつ高収益のアグロフォレストリーは、林内のシイタケ栽培である。説明するまでもないが、主としてスギ人工林下(広葉樹天然林下もある)におけるシイタケほだ木の設置である。これは、本書の総説における分類としては、「多層混農林系列」に入るアグロフォレストリーである。

また、鳥取県の智頭林業のスギ仕鈴人工林の林床で「おうれん」(薬草)の栽培や静岡県等のハンノキ下のワサビ栽培などは上記と同じく「多層混農林」の系列に属するアグロフォレストリーである。

一方、北海道などの民有林において、ミズナラ、カシワ天然林に牛を放牧し、林床のササを飼料にすることにより、かつ、牛のひづめによるササの消滅により、ミズナラ、カシワの天然下種更新を図る「踏耕法」が行われる。これも「多層混農(牧)林系列」のアグロフォレストリー