

第2章 アグロフォレストリーの分類

アグロフォレストリー・システムの基本は林業（森林）と農業（農作物）や畜産業（牧畜）を同じ場所で組合せて経営することであるが、果してどれが典型的な事例かは多種多様で柔軟性があるだけに区別することはできない。それは世界中で環境条件が異なるために適用できる樹種や作物が違ってくるだけでなく設定規模や所有者の社会、経済的レベルによって実践の形態が違うからである。したがって、図-4で示しているように、人間生活を中心とし、これを取り巻くように各産業が均等に配置されるものとする。

もともと森林は樹木の生い茂った土地（林地）であり、そこから人は森林資源として存在する木材を利用するために林業と呼ばれる産業を作り出している。ところが、この林地を開発して得られた土地に作物を栽培してこれを農地に換え、農業と呼ばれる産業を生み、新たな生産物として食糧を収穫するようになった。同じ林地はまた家畜を飼育するために開発して草地とし、食肉や乳製品を得て畜産業を発達させてきた。

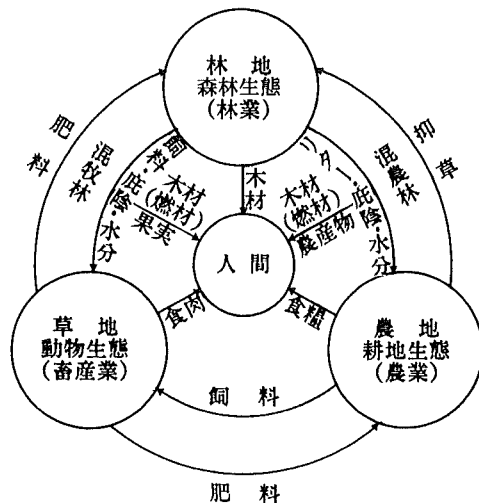


図-4 アグロフォレストリーのシステム

ところが林業や農業や畜産業はそれぞれを組合せると相乗的な効果を現わすことができる。林業と農業の組合せでは農地に樹木のリターが集積されて養分が補給され、土壌水分の保持を可能にすることができる。また庇陰を要する農産物には樹木がその役割を果たしてくれよう。つまり1つの土地で2つの産業が成立することになる。同様に林業と畜産業とを組合せると農地への堆肥や肥料分が容易に還元されることになる。システムとしてはこれらの基本要素をどう組合せるかである。Combe と Budowski(1979)は生産可能な生産物と要素間の組合せに基礎が置かれているが Nan(1985)は構造、機能、社会経済、生態に分類の基礎を置いている。こうしたシステムをカテゴリーにグループ分けするとき、構造面と機能面に考慮するなら極めて単純となる。

本書では以下の如く産業、時間、空間、目的といった組合せについて解説することとする。したがって重複する場合は必要に応じた記述に留めることにする。

1 産業によるシステム

基幹産業として関係するものは林業、農業、畜産業であり、これに時として小規模の漁業(水産業)が加わることがある。また、樹木の植栽もシステムの規模や目的によって産業には到らない樹林地の構築程度で終わる場合もある。

(1) 林業と農業によるシステム

一般に農用林または混農林と訳されているが、海外では Agri-silviculture, Agro-silviculture, Silvi-agriculture, Combined agro-silviculture system などいろいろな表現でいわれている。実践的にも別の用語で呼ばれることがあり、このシステムには以下の例がある。

1) タウンヤ法(Taungya method)

歴史的にアクロフォレストリーとしてとりあげるには最も古いものでビルマ語で Taung は丘陵地、Ya は焼畑を意味し、丘陵地における焼畑開墾耕作のことである。例えはチークの植栽を行ない、その林間にマメ、トウモロコシ、その他の作物を植えつけるもので、チークが成長すると日陰ができるので間作を止め、森林とするものである。しかし、各国でその内容は必ずしも同一ではないものの類似のシステムが開発されていて、タウンヤの同義語としては以下のものがある。

ドイツ Baumfeldwirtschaft, Brandwirtschaft, Waldfeldbau, フランス Cultures sylvicole et agricole combinées, Culture intercalaires, Methodo sylvo agricole, Système sylvobananiere, Plantation sui culture, オランダ Bosakkerbouw, Bosveldbouw, インドネシア Tumpang sari, フィリピン Kangining, マレーシア Ladang, プエルトリコ Parcelero, ジャマイカ Agricultural contractor's, インド Dhya, Jhooming, Kumi, Paunam, Taila, Tuckle, スリランカ Chena, ブラジル Consorciacao, ケニア Shamba, タンザニア Licensed cultivator, リビア Tahmil

ii) 樹木園 (Tree garden)

果樹や樹木が植栽され、その植栽木の間には単年作物が植えられる。インドネシアのジャワ島では Kebun または Talum ともいい、共有地を利用することが多い。

iii) 農家園 (Home garden)

農家の裏庭や前庭の畑地に樹木、果樹、野菜などが植えつけられてもっぱら自家用消費に利用される。ジャワ島では Pekatangan と呼び、ココヤシや香辛樹木 (クロブ、ニッケイなど) の下にコーヒー、キャッサバを植えたり、樹幹にバニラやコショウを絡ませている。

iv) 列間植栽 (Alley cropping, Hedge-row intercropping)

樹木の植栽間に作物を列条に植える。例えばマメ科樹木と豆類。

v) シャンバシステム (Shamba system)

スワヒリ語でシャンバとは農耕地の意味で、樹木と農作物による間作法である。

vi) その他

a) 多目的樹種(Multipurpose tree)と農作物

一樹種でありながら幹は燃材、葉や枝が家畜の飼料に利用が可能な *Erythrina* 属 (マメ科) や樹皮からは繊維を取り、実や葉が食料になる *Adansonia* 属 (キワタ科) の樹木のように、1本の木が2種類以上の利用目的を持つ樹木を多目的樹種といい、これらの樹木の間には農作物を植栽する。

b) 農地内の果樹 (Fruit trees among crops)

果樹園内の畑地利用あるいは畑地に果樹を栽培すること。

c) 防風林(Shelterbelts, Windbreaks, Soil conservation hedge)と農作物

季節風や常風の強い半乾燥地にアカシアやユーカリを列条植栽して風を防ぎ、その風下に農地を設定する。

d) 森林村 (Forest village)

タイにおいて土地を持たない農民の支援対策として企画された森林造成方法で、樹木や換金作物を交互に植栽する。

以上のほか、林業あるいは樹木と農業との組合せは薪炭林を含めて多くの事例がある。これらの詳細は第3章で述べることとする。

(2) 林業と畜産によるシステム

1) 混牧林または林畜複合 (Silvo-pastoral)

牧草地への樹木植栽(Trees in pasture)または保存木の間の空地へ牧草の播種を行なって両者の共存をさせるものである。樹種や植栽方法によっていろいろなシステムが導入されている。この種のものでは土壌の流亡防止を考えるほか、牧草地内の一部を利用し

て家畜の休息用地として日陰地のできる程度の小林分（1団地20～30本）を造成する。

ii) 栄養貯蔵 (Nutrient bank)

プロテインを多く含む樹種やマメ科の樹木の葉を家畜の飼料とするために集植する。ネパールでの牛やヤクの飼料木や中米でのマメ科樹木による牛の飼料木植栽地が該当する。

iii) 牧草地での果樹植栽 (Fruit trees in pasture)

牧草地に樹木の代りにグアバ、マンゴー、オレンジなどの果樹を植栽する。疎植の場合は牧草の生育には影響はないが果実の収穫期には家畜が来ないようにするか放牧できないので植栽配置に考慮が必要となる。

iv) 生垣 (Live fence)

飼葉用樹種もしくは萌芽性の強い樹種を牧場柵の杭代りに用いて葉や枝を飼料としたり薪炭に利用する。ギンネム (*Leucaena leucocephala*)、カリアンドラ (*Calliandra* spp.)、エリセリーナ (*Erythrina* spp.)、グリリセディア (*Gliricidia sepium*)などが利用される。

シルボパストラルでは家畜飼育のための牧草や飼料木と果樹や庇陰樹木の植栽により、土壌の流亡や土壌の肥沃性保持を行いつつ家畜を育てるものが多い。

(3) 林業、農業、畜産業によるシステム

農林畜複合 (Agri-silvo-pastoral, Simultaneous combinations of forestry with crop and grazing) の形態をとるシステムである。実践的なものは以下の通り。

i) 多目的樹種を牧草地に植栽し、周囲を生垣で囲む (Live fence for grazing with multipurpose trees)。

ii) 農家園または樹木菜園 (Home garden, Pekarangan) Agri-silvo-pastoral とすることもできるが、この場合はニワトリとかアヒルといっ

た小さな動物を放つことになる。

iii) 造林地内での作物栽培と放牧



写真5 住居の周囲には樹木、果樹、クروب、ニッケイ、バナナ、菜園などが集約的に栽培されて農家園となる（ジャワ島、インドネシア）

これら三者の組合せは実際には稀で、トウモロコシ栽培をマメ科樹木の Alley cropping として利用し、一部で放牧を行っていることもあるが光が入らなければ牧草が育たないので疎植林地とする必要があり、生産効率は低くなる。

(4) 林業と水産業によるシステム

水辺林、河岸林 (Aquaforestry, Agri-silvo-fishery)

河岸林を庇陰樹として養魚したり、マングローブ林内でのエビ、養魚などがある。これには Pisciculture, Silvo-fishery などの呼び方もある。

2 時間配分によるシステム

組合せる複数の植物が収穫または共存する時間を対象に考えた場合、

つぎの二つに分類できる。

(1) 遷移式あるいは短期（一時）的システム

アグロフォレストリーのシステムを考える場合、植林と同時に、あるいは植林後に農作物を播くにしても、将来その場所を林地としてしまう計画を立てるときは、農作物自体は樹木の枝葉がうっ閉して地表に直達光や透過光が到達しなくなる前までの間のみ栽培することができる。したがって、その期間は僅か数年でしかない場合が多いので、これを一時的（Temporary）、交替的（Sequentially）、短期的（Short term）な組合せと呼び、タウンヤ法の農作物とチークの例のように数年後は完全にチーク林とする場合がある。一度林木を伐採した後に植林し、いずれは再び森林とするケースがよく用いられる。

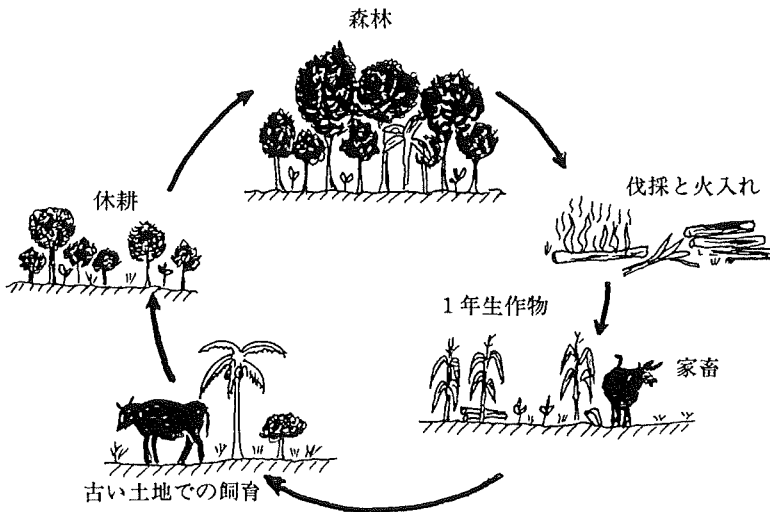


図-5 遷移式アグロフォレストリー

(2) 同時式あるいは長期(永久)的システム

森林が減少したために環境が破壊されたり、土壌劣化や土壌浸食を防

止しながら食糧を生産したり、牧畜を行うというアグロフォレストリー本来の姿をみることのできる組合せで、ここには次の垂直的組合せや水平的組合せがある。いずれも農作物と樹木、あるいは畜産のための牧草や飼料と樹木類をいつまでも共存させうるので永久的 (Permanent)、同時的 (Simultaneously)、長期的 (Long term) な組合せと呼び、牧草と樹木や果樹の組合せ、コーヒーと庇陰樹、マングローフ林と魚類、生垣と放牧、防風林と農作物など数多い例がある。

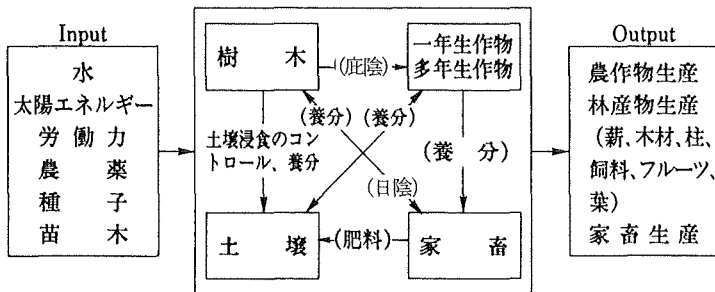


図-6 同時式アグロフォレストリー

3 空間的配置によるシステム

組合せる植物の配置が平面的であるか、立体的であるかは目的によって異なり、庇陰を必要とする場合は立体的であるがC、植物のように受光量を多くすればそれに応じた光合成をする植物の場合は平面的もしくは疎植的にしなければならない。

(1) 垂直的システム

通常の農作物は樹木のように草丈を高く伸ばすことなく収穫してしまう。また嗜好作物のコーヒーやカカオの如く、永年作物ではあっても低

木に伐り込んで仕立てたり香料作物のバニラやシナモンの如く樹木の庇陰下で育てる方が良いものでは、樹木を上方部で育て地表に近いところで単年生作物を育てることが多い。つまり植物の配置が立体的、垂直的（Vertical）に土地空間を利用したアグロフォレストリー・システムをいう。もともとこの組合せこそ土地の有効利用として求められているものであり、タウンヤ法、プカランガン、水辺林、その他多数のものがこの垂直的組合せである。

(2) 水平的システム

水、二酸化炭素、光エネルギーによって光合成を行う緑色植物は、大別するとC₃植物とC₄植物に分けることができる。いずれも光そのものは必要であるが、同化能がある程度で止まるC₃植物では立体的な組合せによって多少光が遮られても成長に影響はない。しかしC₄植物では光を受けることによって成育が促進される。つまり組合せる作物間の高さを等しく水平的とするか、疎植としてなるべく長期間相互の作物が成育するようにすることができる。このように各植物を同じ高さで組合せて育成する際、水平的（Horizontal）組合せと呼ぶことができる。

4 目的によるシステム

アグロフォレストリー・システムの導入目的に応じて組合せが変わるのは当然であるがそれらはケース・バイ・ケースで列挙すれば限りなく多種のシステムが見出されるであろう。従って、ここでは組合せの幾つかを例示するに留めておくことにする。

(1) 農作物と木材生産の場合

いわゆるタウンヤ式の Agri-silviculture であり、樹木としてチーク、マホガニー、ユーカリなどが植栽されてから樹冠が閉鎖するまでの数年

間、林床にマメ類、トウモロコシ、その他の単年生栽培植物を植付ける。多くの場合、土地は国有地で数年のみ農民は下草の除草や樹木の保育作業を行うことにより土地の使用権利を受けることができる。

一般に落葉樹では冬期における落葉期を利用して長伐期の樹木と短期作物との接点をうまく活用している例が見られ、パキスタンの北部地方では冬期におけるポプラの落葉期間を利用してその樹間に小麦を栽培することによって土地の有効利用を図っている。



写真6 生活エネルギーとして欠かせない燃料樹(*Dalbergia sissoo*)を村落地に植栽することも多い (ペシャワール、パキスタン)

(2)農作物と薪炭材のシステム

熱帯アフリカの乾燥地やその他の熱帯地域の地方都市では生活エネルギーとして薪炭材を利用している人々は今日でもかなりな数に上っている。このことは世界の木材の利用量のトップを占めていることから明らかである。こうした人達の大部分は市場から薪炭を買うよりも、むしろ自らの手で集めていることが多く、遠隔地まで採取するために要する時間と労力は大変なものである。このため、集落の共有地や植林地では

用材に代えて薪炭材を植えることが多くなってきている。薪炭材の多くは早生樹種もしくは萌芽性の強いマメ科樹種、例えば*Leucaena leucocephala* や *Dalbergia sissoo* など多くの種が採用される。そしてこの場合も樹木の植栽時にトウモロコシ、ヒエ、その他の食料作物を同時に栽培することが普通である。しかし、早生樹では伸長成長が早いために長期間の耕作は困難であるが、短伐期が逆に作物のためには地力回復のためにも、作付の種類を変える機会にもなり、必ずしもリスクを負うとは限らない。

(3) 農作物と庇陰樹のシステム

垂直的組合せの典型的な例であるが、このシステムこそアグロフォレストリーとして最も高く評価されているもので、熱帯地方の各地で採用されている例としてはコーヒーやカカオの上木あるいは庇陰樹としての樹木間の組合せである。庇陰樹としては枝を張り葉を茂らせるものや枝打ちを行なっても更新しやすいタイプの樹種が理想的で、マメ科の *Erythrina*、*Inga*、*Leucaena*、*Albizia* 各属のほかユーカリなども使われる。また、コーヒーやカカオの栽培地の土壤に養分を補給するため、枝や葉が過多になった際は枝打ちして地表に放置しておく、これが腐って分解し、肥沃化させることができる。アラビカコーヒーの栽培には遮光量の適否が生産性を左右すると言われるだけに今後も庇陰のための研究が望まれるところである。

(4) 農作物と防風林のシステム

常風による乾燥や植物の生育阻害に関してはロシアやアメリカその他で見られるが、わが国でも山陰地方では昔から防風と飛砂対策のために防風林が設けられている。とくに、熱帯アフリカの乾燥地帯では季節の変わり目にハルマタンと呼ばれる強風が吹くほか、常風の強い地方があり、こうした気象のところでは乏しい土壤水分が風によって蒸発するた

め農作物の栽培を困難にしている。例えば、ナイジェリア北部のカノ市郊外の農村地帯では風による被害のために農作物の栽培ができなかったが主風に対して直角に畝列のヘルト状に *Eucalyptus camaldulensis* を植栽したところ、防風効果が現れて風が遮られたために耕作地が再生されるようになった事例がある。これに関しては実践のところでも改めて述べることにする。

(5) 牧草と樹木あるいは果樹のシステム

牧場内に牧草を育てる際に、樹木や果樹を点在させて植栽したり集団的に植栽する方法である。しかし、樹木を密植すれば太陽光が地表面まで透過せず、牧草の生育に影響を及ぼすことがあるので疎植することが鉄則であるが、果樹を植栽する場合は果実の収穫があるために経営上はマイナスになることはない。また、牧場の一角に飼料木を植え込んで、いわゆるプロテインバンクとしたり、枝葉を採取するために *Erythrina* や *Glicida* などの樹木を植え込むこともある。

(6) 畜産と生け垣のシステム

総延長数十キロ以上にも及ぶ広大な農場や牧場の所有者はその周囲を木柵で囲むことが多いが、開拓当初はそこに使用する杭や柵の原材料は伐採した森林の樹木で充当することができる。しかし、一旦経営が軌道に乗ればその場所は長期的に利用されることとなり、十年前後にはそれらの杭は腐ってくるので交換する必要性に迫られる。この時、新たな杭の調達には大変な苦労が伴うと聞いている。そこで、最近では萌芽性の強いマメ科の樹木を選んだり、飼料木、さらにはグアバやカシュナツなどの果樹まで柵や杭代わりの生け垣として利用するようになっている。これらは牧草を食べる家畜とのシルボパストラルとして中南米では定着しつつある。

(7)農作物と多目的樹木のシステム

Erythrina のように1本の木から枝葉を家畜の飼料、幹を杭として生け垣に利用したり、クロフのように丁字を収穫するとともにバニラを幹に這わせたりできる多目的樹木を疎植し、残りの空地部分に農作物や香辛作物を植える例は中米や熱帯アジアで良く見掛けることができる。インドネシアのホームガーデンでもこうしたアグロフォレストリー風景を見ることができる。

(8)樹木と漁業のシステム

マングローブ林内や河川敷に植栽された樹木の下は庇陰地があって魚や海老にとっては格好の生息地となる。こうした場所はアクアフォレストリーの名のもとにアグロフォレストリーの一端に加えられている。

以上の他にも、現在、各国で実践されているアグロフォレストリーのシステムは極めて多く、今後の地域開発のためのシステム作りが期待される。