

# 第1章 総説

## 1 森林資源の減少と地球環境

これまで、人類社会は時代の経過とともに常に進歩の方向に向かって進んできたが、この20世紀後半の数十年間における地球上のあらゆる変動には目を見張るものがある。言うまでもなく人類が中心となって動いているこの地球では、社会生活の柱である政治や経済面での変動は国によって一進一退したこともあるが、科学の世界ではいつも前進の道を歩んできた。しかし、地球上の開発や利用に関する全てのことを取り仕切っている人間が、日々の生活のために必要とする物資の殆どを自然界に存在している資源に頼っているのが実情である。ところが、各種の天然資源の利活用に伴ってもたらされている自然環境の変化や生態系の破壊については憂うべきものが世界中で多々見いだされるようになってきている。例えば、農地開発の結果、林地が減少してきたためにアグロフォレストリーの導入という発想が取り沙汰されるようになったのも、まえがきで触れたように人口増加といったところに発端があったはずである。

ところで、地球の歴史についてここで少し考えて見ることにしよう。20世紀の中頃まで地質学的な測定や各種の観測によって、それまで地球の年齢はほぼ3000万年と見なされていた。ところが1949年になってアメリカの物理学者ユージーが放射線同位元素の半減期を利用した科学的な測定方法を導入して明らかにしたことは、地球の年齢が45億年であると発表され、過去の知見が訂正されたことである。その後の幾多の研究によってもこの年齢は確かなものであることが証明され、今日ではさらに46億年であることを誰もが認めるようになってきている。また、アメリカ航空宇宙局（NASA）本部によるとカーネギー研究所のウエンディ・フリードマン博士らが現代天文学の謎の一つとされてきた宇宙の膨張速度（ハッブル定数）の値をハッブル宇宙望遠鏡を使って測定した

ところ、宇宙の誕生が約 120 億年前だったと発表したのは 1999 年 5 月 25 日のことであった。それにしても、化石の記録によると地球上で発見された最古の陸上植物は 4 億年ほどの昔に既に生育していたこと、さらに動物は植物よりも以前から生存していたことが知られている。もちろん、これらの歴史を作ってきた長い年月の間には何回もの地殻変動や寒冷期と温暖期の繰り返しによる激しい環境の変化があったであろうが、次第に近代の自然環境が形成されてきたといわれている。

今日、地球上の寒帯から熱帯にかけての広範囲の緯度内や、その低地から高地にかけての標高の間には約 60 億人が住んでいる。ところがここには他の動物、植物、微生物などの生命体が空気、水、光、温度等を媒介として生存しており、そこには大気の大気圏をも加えた生物圏と、地圏、水圏、気圏の三者を包括した地球圏とがある。この生物圏と地球圏とを併合した生命圏には多種にわたる天然資源が原材料の形で貯蔵されており、まさに、これを加工し、活用してわれわれは生活しているのである。ところが同じ天然資源でも石油や天然ガスといった化石燃料や石炭とか錫、銅、亜鉛、銀、金、その他の鉱物資源は地球の歴史により貯えられた遺産であり、一旦採掘して利用してしまえば再度得ることができない、いわゆる有限の資源である。これに対して生物のなかでも樹木はこれを伐採して利用したとしても合理的な管理を行なったり植栽することによって、たとえ時間がかかったとしてもふたたび資源として再生させて利用することが可能である。したがって、こうした資源を再生可能な資源 (Renewable natural resources) といい、また継続的に生産性があることから持続性のある天然資源 (Sustainable natural resources) と呼んでいる。

この地上に存在している緑豊かな天然資源は日光、水、二酸化炭素によって光合成を行なっている植物が生産者となり、草食動物や肉食動物を捕食して捕食連鎖を行なう動物が消費者としての役割を果たしている。さらに地表や土壤中に成育している小動物や微生物が分解者として落葉

や落枝だけでなく、動物の屍体や排泄物をも分解して腐蝕連鎖を行なっている。この生産者、消費者、分解者の三者が循環の構成要因となって自然界の生態系を保っている。このようにして得られる生態系のうちの大部分の植物群である森林は地球上に存在する生きた植物総量のほぼ90%を占めている。また、陸上の植物界が生産する有機物量の60%を受け持っており、しかも陸地から蒸発散する水分量の30%を負担していて、自然環境維持の大きな役割を果たしている。

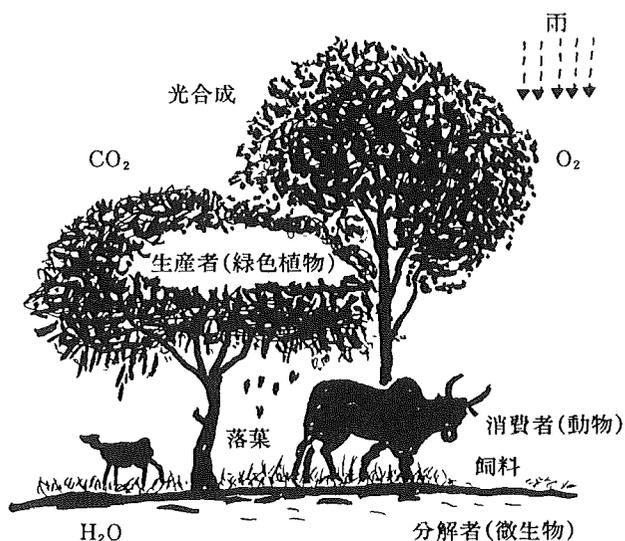


図-1 自然界における生態系

一般に熱帯地域と呼ばれている範囲内でも地域によって降水量の差異の存在することが認められていて、降水量が年間を通して全くないか極めて少なければ砂漠地帯となる。しかし、降水量が多くなるにつれてサバンナ、サバンナ草原、サバンナ低木林、熱帯多雨林(熱帯雨林)へと移行して行くことになる。すなわち乾燥熱帯から湿潤熱帯へと移行して

いくのである。また、これらの地域で気温が異なるのは太陽からの放射熱が地上の植生によって反射率を異にするからで、例えば裸地にあたる砂漠における反射率は30%以上で、地表温度も40℃以上に達するのに対して、草地での反射率は20%にまで減少する。さらに森林では反射率が10~15%となり、地表温度も25℃以下に押さえられて地球が吸収する熱をほんの少し増す程度になる。こうしてみると、森林が存在することによって地温が緩和されるだけでなく、光合成をするために二酸化炭素を吸収し、酸素を空中に放出することによって空気の浄化機能が活発に行なわれることになる。もっとも、森林資源の存在価値は上述したこと以外にも、木材を始めとする各種の林産物や木質エネルギーの原材料をも提供してくれる。さらに森林は水源かん養機能はもとより治山、治水といった防災的機能も持っていて、人の生活を安全かつ快適に過ごすために必要な有形、無形の役割を果たしながら環境作りに役立っているといえるのである。

それ程大切に価値の高い森林、ことさら熱帯林がここ数十年の間に急激に減少し、再生可能で持続性のある資源とは言い難い状況に置かれつつある。もっともここに至るまでに、文明の発達で森林の破壊を絶えず助長してきたことは歴史が記録として数多く残しているが、それにしてもそのスピードが緩慢であったから今日のように問題とされることはなかった。では一体何がこのような原因を作ったのであろうか。そこには幾つもの関連した原因があるが、集約すると20世紀になって科学の急速な進歩がみられ、そのハイテク産業が環境問題を道づれにしながら発展途上国に上陸したことで、人口増加による食糧の確保や経済発展を期しての土地開発がもたらされたことによるといえるであろう。

最初のハイテク産業が地球圏に及ぼした環境上の影響について考えてみると、1938年にドイツのオット・パーマンが中性子によるウランの核分裂を発見しているが、その7年後にはこれが原子爆弾という姿で地球上に投下され、物理的な地球環境の破壊が行われている。これはまた、

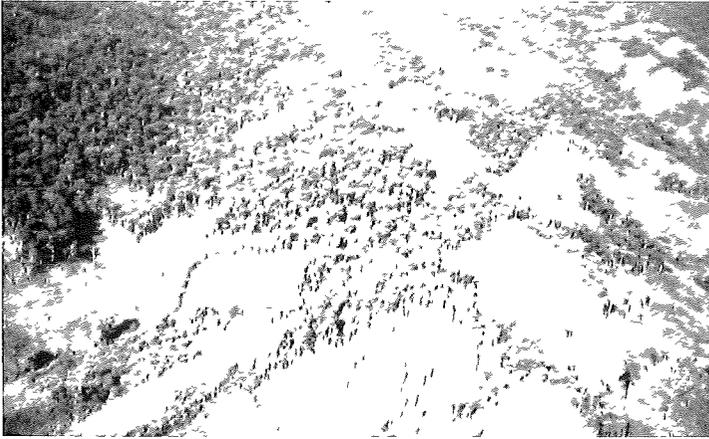


写真 1 焼畑農業の繰り返により土壌が劣化し、森林の再生を困難にしている  
(パラワン、フィリピン)

多くの軍事産品として、各国で種類を変えて使われるようになった。平和産業として環境を悪化させる原因には幾つもあるが、その一つとして 1950 年頃からグリーンランドの氷の層に鉛の堆積層が見られるようになったという事実がある。これは世界的に自動車が普及し、悪質な排気ガスが空中に飛ばされ、大気圏を経てグリーンランドにまで達していたことを物語っている。1957 年になると、ロシアはスプートニク 1 号を打ち上げている。この頃から宇宙開発が世界的に競争して行われるようになり、宇宙汚染が起りかねない様相を呈するようになった。地上では DDT が体内や海中に堆積し、化学物質による公害をもたらせ、さらに最近ではフロンガスの家庭レベルへの持ち込みとオゾン層の破壊による問題も生じている。これらは環境破壊のほんの一例であるがいずれも 20 世紀中頃以降に科学産業が発達したために悲劇の発端となったと将来言われる可能性を秘めている。

さて、ここまでの幾つかの事実はややもすると森林問題とは関係のない環境破壊の話だと思えるかも知れないが、これが森林減少に影響を与

えていることに誰もがやがて気づくはずである。少なくとも先進国における酸性雨による森林の枯損は石炭や石油などの化石燃料の使用により、硫黄酸化物や窒素酸化物が大気中へ放出されて、そのカスが雲にとり込まれた後、複雑な化学反応を繰返し、いずれ硫酸イオン、硝酸イオンなどに変化して強い酸性（pH5.6以下）を示す降雨または乾いた粒子状物質として降下することにより引き起こされている。この酸性雨の発生源をたどれば、火力発電所、化石燃料を使用する工場、自動車の排ガスなどわれわれの生活に欠かせない身近なところにあるからである。

では熱帯林の多い発展途上国ではどこに問題があったのだろうか。熱帯アジアの例では、1950年後半からのイギリスのアジア地域にある国々の領有権放棄がある。つまり各国が独立して自主独立のために経済力の強化策を打立てねばならなくなったことである。そして外貨獲得の方法には資源開発と一次産物の輸出に頼ることであった。産油国は天然ガスや石油を競って輸出することになったが、非産油国も含めて輸出できるものといえは鉱物資源や森林資源である。ここでまず森林の資源が減少するための原因が見出される。一方、先住民の生活レベルの向上と衛生



写真2 重機で雨季に熱帯材が搬出されると、その跡地は土壤の攪乱によって稚樹の成育が阻害される（ミンダナオ島、フィリピン）

面の改善によって幼児死亡率が減少するとともに、医療の向上がある。さらに労働力としての家族構成の増大がみられ、やがてこれらが人口増加へと連がるのである。事実、2000年前に2億5千万人だった世界の人口は1950年に25億人、1987年に50億人を突破し、今もって増加傾向は留まるところを知らず、1999年には60億人を突破している。この人口増加の割合は発展途上国において高く、全体の3/4がこれら熱帯域の国々と深く関わっている。かつて世界的レベルで実施されたIBP (International Biosphere Program)の調査目的が食糧生産の可能性を明らかにするためのものだったことは人口増加の限界かどのあたりにあるのかを明らかにするためにも必要だったものと考えて当然であろう。東南アジア、インド亜大陸、アフリカ、中南米などではこの膨大な人口増加が食糧生産と経済効果を得るために森林地帯を開発し、ある種の生産物は自国のために、あるものは先進国や他国への輸出のための生産地として広義の農地や耕地として拡大して行ったのである。もちろん、人口増加に伴って焼畑農民も増加して土地の利用サイクルが短くなり、土壌は劣化し、食糧生産能率の低下を余儀なくして各地で土壌の流出も見られるようになってきている。

換金作物の生産や有用作物の栽培は熱帯低地のみならず、山地にもおよび、コーヒーをはじめ家畜生産のための放牧地造成のために森林開発が行われて、森林資源の減少に拍車を掛けている。もちろん、同時に森林からの木材搬出が行われているのは当然のことである。しかし、どこを見ても伐採跡地の造林となると遅々として進まず、伐採面積のほぼ1/10程度しか行われていない。従来の天然林の伐採は機械化によって短時間に行えるが、植林は人為によって少しずつ行われなければならぬからである。かつてのFAOの資料によると世界の熱帯林の減少面積は1年間に1700万ヘクタールにも達すると推定されていたが、今日では年間1200万haに減少したものの、それでも救いようのない事態が起こっているといえる。

産業の発展を考えると、都市では工場や生産地のほか住宅地や緑地が必要となろう。しかし、農村や山地では農耕地だけでなく、生活に必要な木質系エネルギーが常に求められている。同時に各国で自然環境を保持することの大切さも意識されるようになってきている。つまりこうした数多くの実態を目のあたりにしていると、土地の有効利用を一層図らねばならない状況にあると考えられる。ここに来てアグロフォレストリーが見直されるようになってきたのもそんな事情によるところが多い。人間が生活して行くためにはそこに住む人達によって自然環境作りが大切だからである。

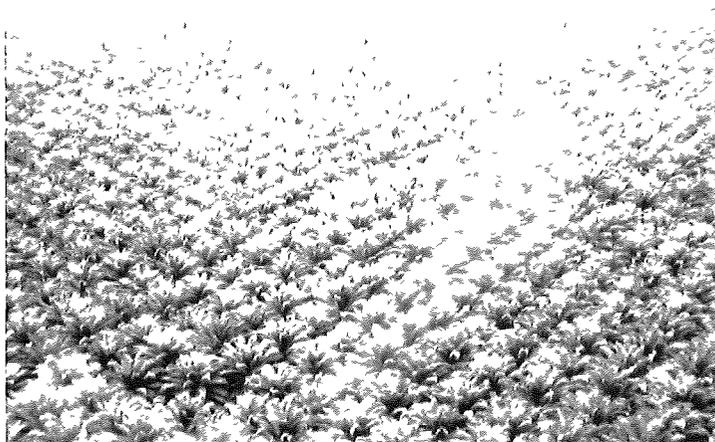


写真3 ユーカリの天然林が伐採されて跡地にオイルパーム畑が出現したところ  
(ニューブリテン島、パプアニューギニア)

## 2 アグロフォレストリーの概念

アグロフォレストリー(Agroforestry)という言葉の定義は1979年にケニアのナイロビにあるICRAF(International Council for Research in Agroforestry)で開催された国際会議「アグロフォレストリーに関する国際

協力」の席上、参加者の多くの人が意見を述べている。その中でICRAFのLundgren, B O 所長は「アグロフォレストリーとは、農作物あるいは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り、しかもアグロフォレストリーの構成因子である樹木は生態学的にも経済学的にも農作物、家畜などの因子と相互作用を有している。したがって、そのような相互作用はプラス面に現れることもあるがマイナス面としても現れる。」と述べている。またコスタリカの中央部に位置するトゥリアルバにある国際農業研究機関の1つとなっているCATIE(Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza、またはTropical Agricultural Research and Training Center)のG Budowski元部長は「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、時間的に土地利用システムを通じて結び合せること。」と言っている。このほかにも多くの人が体験や実例から色々な説明を加えているが結局、King, K F S (ICRAF)が総括して言ったように「アグロフォレストリーとはアグロフォレストリーという言葉を使った人と同じほどの定義の仕方がある。」ということに尽きるような気がする。これは世界中で実施されているアグロフォレストリーの事例があまりにも地域の実態に則したものが多く、とても短いフレーズでは言いきれないからである。

しかし、何はともあれ基本的なアグロフォレストリー・システムをベースとし、本書の内容を展開する上で以下のような考えを頭に入れておくことにしておこう。すなわち「アグロフォレストリーとは“ある土地に樹木または木本性植物（果樹、香木、ヤシ類などを含む）と農作物もしくは家畜をほぼ同時期に植栽したり放牧する。そして樹木等の多年生植物の成長度合いに応じて、農作物を短期的あるいは永久的に栽培、飼育し、植物資源を常に保有しつつ土地を有効に利用し、生産するシステム

である”」ということができる。しかし、これも数多いシステムを全て包含できる表現であるとは決して言えず、極めて概念的なものといえる。かつては森林を伐採した跡地に樹木の植栽と農作物の栽培が同時に行われて、いずれは林地とするタウンヤ法がアグロフォレストリーの典型的なものと考えられていたが、今日ではむしろ樹木と農作物や家畜とを同一地で生産することにより、環境保全に寄与することが目的の一つともなっている。

そもそも農作物と樹木を混生させるような思想はどのあたりで始まったかを考察してみよう。かつてある時期に世界各地で農作物と樹木を同じ土地に同時に栽培したことがあつたらしく、例えば中世までのヨーロッパでは、森林が皆伐された後に放置された林地や焼畑のために伐採された森林の跡地などの開放地に、ある期間のみ作物を樹木の植栽前に栽培したり、樹木の植栽後に作物の種子をそこに播くことが慣習的に行われていたことが知られている。フィンランドでは19世紀までにこのような施業が続けられていたほか、ドイツでも1920年まで実行されていたのである。しかし、その後ヨーロッパでは次第に行われなくなっていった。

熱帯アメリカにおいても、19世紀頃に中央アメリカの農夫が成長速度の異なった作物を栽培して熱帯林の多様な樹種と林分構造をうまく利用していた。例えば各々0.1haという狭い土地ではあつたがココナツやパイヤをバナナやカンキツ類の下に植え込んだり、コーヒーやカカオの下にメイズや地被植物のスカッシュを植えるなど、24種類の植物を使った試みがなされていた記録も残されている。

熱帯アフリカでは1856年から1970年代の中頃までの100年間はこうした複数作物を栽培するという事に関してあまり力を入れることなく終わっているが、ナイジェリア南部ではヤムイモ、メイズ、カボチャ、マメなどが樹木の下に植えられ、ナイジェリア西部のヨルバでは立体的栽培や水平栽培による土地利用がいろいろ試みられているほか、高密度

に植栽されている樹林地内で如何に合理的に太陽エネルギーを利用するかといったシステムを考えている。ジンバフエでは屋敷内の主要作物に加えて、多くの補助作物が樹木とともに植えられるなど、樹木を植栽するためよりも食糧生産のために実行され、それが今日のアクロフォレストトリーのもととなっている。ナイジェリアの防風林造成などは 20 世紀に入ってからのものであるが比較的早く着手されたものといえよう。



写真 4 山岳地帯では少しの平坦地でも焼畑によって陸稲を栽培しようと準備する (バンビエン、ラオス)

熱帯アジアでは焼畑農業が古くから行われてきたが、稲の成長期まで特定の樹木を伐り残すことを実施したり、強烈な太陽光線を防ぐために新葉の付いた樹冠を残し、作物の熟成のために日光をさえぎって湿気を保つ工夫を行っている。しかし、歴史的なアクロフォレストトリーの始まりはイギリスの前線ともいべき場所で偶然に始まったともいわれている。それは 1856 年にミャンマーの Tharawaddy にある Tonze 林でカレン族の 1 人である U Pan Hle がタウンヤ(Taungya)と呼ばれる方法を用いてチークの植林を確立し、これをドイツの森林官 Dietrich Brandis に

提供した。Blandis は“この方法を人々が用いるならチークの植栽のもっとも効果的な方法になるだろう”と予言したといわれている。それがアグロフォレストリーの最初のものでされている(Blanford,1958)。タウンヤ法はその後、他の地方にも拡がり、Schlich は 1867 年にトングーの K-abaung 林でタウンヤ法によるチークの 2 年生林分を見たことを記している。もっとも Blanford,H R は 1925 年の Indian Forester Record にもこのことを報告しているが、それには 1856 年にアグロフォレストリーが行われたとのべており、いずれが正しいのか定かではない。しかし、1856 年にはタウンヤ法はインドネシアに導入されていることからすると、Blanford が 1958 年に報告している Empire Forestry Review が正しいのかも知れない。いずれにしてもこれがもととなり 1887 年頃には南アフリカへ持込まれ、1890 年にはミャンマーからバングラデシュのチッタゴンにもたらされている。また 1896 年にはベンガルへも渡っているが、しかしインドではあまり普及することもなかった。ただし 20 世紀になってからはあちこちで実行されるようになっていく。すなわち、1920 年には今のケララ州で、1923 年にはウッタープラデシュ州で、1925 年にはマディヤプラデシュ州でというように拡大している。この頃のアフリカではチークのみでなく他の多くの樹種が用いられるようになっていく。10 数世紀頃のドイツでは Baumfeldwirtschaft, Brandwirtschaft, Waldfeldbau などと呼ばれるタウンヤ方式のものや混木林形式のものがすでにあつた他、オランダでも Basakkerbouw と名付けられている事例がある。ネパールでもパンチャット林で見られる古い形態のアグロフォレストリーが見られる。わが国でも森林を伐採した後に火入れを行なってスギを植える場合、植栽後にソバ、ヒエ、アワ、ダイズなどの食糧作物を栽培することが各地で行なわれていたが、今でも平坦地や農地の少ない新潟県山北町地方では土地有効利用のために実施されている。また、今日の名林業地といえども以前は木場作や切替畑を持ち込んだところは多い。

アグロフォレストリー概念としては上記の簡単な歴史を振り返って

みても明らかのように、熱帯から亜熱帯はもとより、世界各地で伝統的に行なわれてきた土地の利用システムである。ただ、今日のアグロフォレストリーはかつてミャンマーやインドネシアで行なわれたような、造林初期の林地に作物を数年間間作して将来はそこを森林にするというシステムよりも、林地が農地に転換されて地力を減少したり劣化するのを防ぎ、その土地に森林が持つ公益的機能をも保持させるという形態へと変わりつつある。例えば中米各国やブラジルで見られるように樹冠の下の日陰地を利用してコーヒーやカカオといった永年作物を栽培することや植栽された樹木の列間に単年性作物を栽培することなどは単に作物の生産性向上を目指すだけでなく、土壌の肥沃性が保たれ、土壌水分や保水性が保たれることによって生活が安定するという考えに変わってきており、とくに収入が限られたり、小作人として働く人達にとってはアグロフォレストリーの導入が食糧や飼料、また燃料が入手できる点で実益的だともいわれている。

アグロフォレストリーの技術を利用して林木を多元的に配置し、そこで農牧や農業を行なうと土地生産性の強化や向上を行なうことが可能であり、少なくとも地力や生産性を低下させることはなくなるはずである。従って、アグロフォレストリー・システムはある土地に樹木と農作物を混植したり、樹木を牧場に持ち込み、その土地を立体的に利用して相互間の共生を図るものではあるが、単位面積から最大の生産を上げることよりも、むしろ収穫の減少の危険度を回避しながら土地の長期的利用を可能にしようように改善するための仕組みだと考えて実践すべきものだといえよう。

### 3 アグロフォレストリーの原点

熱帯地域の土地利用に際して肥沃度の低い地域やエロージョンの起こりやすい傾斜地では作物生産および家畜飼育を効率化するために多種多

様な組合せが行われている。人口増加によって求められる食糧などの需要量を満たすには生産性を少しでも高める必要かあろう。したがってこれまでの伝統と地域の社会的背景から受継がれてきたアクロフォレストリー・システムの組合せや用いる樹種、作物等においてもこれまで以上の改善が加えられなければならないとなりつつある。

最初の環境問題と森林資源の項でも述べたとおり、土地生産力の低下原因は大面積にわたる森林の消失と資源の不適切な利用の仕方の一因がある。前者で土地利用の需要が増加している理由は人口増加であり、それも栽培開始後早急に収入を確保したいとの要望から農業生産を高めなければならないという経済的な圧力を背負っているからである。その結果、不適当な土地利用をも誘引してしまい、農地を拡張するには森林を伐開するほかはないということになり、例えばエルサルバドルやハイチでは既に森林は殆ど消滅してしまっている。他の中南米の国々でも商業的な木材採伐による森林減少はテーターとして示されるが実際に起こっている森林破壊と消失の状況は示されていないのが実情である。

森林破壊でもたらされることは森林の商業的価値の喪失のみならず他の貴重な動植物種の絶滅や遺伝資源の消失の原因ともなっている。これは在来種の改良にとって重要な、原種や種の多様性の減少をも意味している。ましてや地域の住民生活にとって重要なエネルギー源である燃料材の欠乏をも引き起こすことになる。加えて土壌が雨、陽光、風に直接さらされるために、土壌浸食や土壌の堅密化がもたらされる。これらの現象は農業や畜産などの土地利用を行っている地域で特に顕著に見受けられる。疎林地域、土地の弱度利用地域に比べて単作地域、植物の庇陰の不足地域、土地強度利用地域の方が土壌浸食を起こし易く、土壌の水分保持能力の低下や水源地の水質低下もまた森林破壊によって起ると考えられる。さらに不適切な土地利用は土壌中の有機物や養分含有量を低下させるために土地生産性が劣るのは当然であろう。

熱帯地域の土地利用度が高くない時は焼畑移動耕作も休耕期間に植生

を再生し、同時に肥沃度を回復させることができる。しかし、人口密度が増加すれば必然的にローテーションの期間が短縮されるので、土壌条件の回復が不可能となってしまう。このようなことからかつての焼畑移動耕作は伝統的なシステムではあったが、今日ではむしろ、選択的な土地利用システムとしかならないのである。

地力低下の問題は牧畜による土地利用でも深刻になっている。湿潤熱帯の山地や平地地の大部分での牧畜利用は長期間土地の高い生産性を保持することは不可能で、現在のように単位面積当りの飼育頭数が増せば一層この傾向は強くなる。しかしながら牛肉や他の乳製品に対する需要増加は短期間に収入の得られることが認識されており、大面積の熱帯林が牧草地に変換されてしまうことになる。森林再生への期待が少ないのも資金回収期間が長期に及ぶからである。しかしこの牧草地もやがて雑草が進入し、土壌が堅密化して行く。気候、土壌、傾斜といった環境条件に問題の多い地域ほどこうした傾向は益々顕著に現れてくるであろう。

これまで、こうした問題解決のためにどんな方法がとられたのであろうか。肥沃度が高く、湿潤な地域では多量の肥料、農薬、機械化を投入した単作地で大規模な集約的土地利用形態がしばしば成功している。しかしこうした土地利用では発達した技術が必要で、しかも品種改良された種子や集中的な病虫害防除薬剤や肥料を使用するといった“緑の改革”の技術が加えられている。ただ最近になってこれらの技術は環境汚染ということで物議をかましており、新システムの適用も大変難しくなっている。熱帯地域での地力低下を解消するため大規模造林プロジェクト、森林伐採規制法、土壌保全プロジェクトが試みられたがその成果は様々である。造林が制限される場所には常に人間の存在があり、そこではアグロフォレストリーの方が有効だとされることが多い。つまり、人間と森林との共生である。

アグロフォレストリーは生物的、社会経済的な機能によって天然資源利用の問題を解消することに寄与することが可能で養分循環を維持し、

種の多様性を保持することができるという点で生産システムとしては好ましい。植物と土壌の間の養分循環は生産性を維持するのみでなく、多くの種にとっても必要な養分を与えることができる。とくに乾燥地帯では少しでも多く養分を土壌に還元することができる。垂直的な樹木や植物の配置は光要求量の異なった種の植栽により光を効率よく利用することができるばかりでなく、養分循環の維持、陽光量の摂取方法の違いによる種の利用、土壌の物理性の改善がアグロフォレストリーを採用することによって可能であるだけに、単作以上に生産的かつ持続的なシステムとして発展することができる。

生産性を高め、資源の保存に寄与するために作物と家畜を組合せて樹木間の空間を利用できることもアグロフォレストリーだから可能で、ここでも農民の経済的危険度を減少させることができる。このシステムが伝統的な農業で確認されている知識に科学的な特性を併合させて、生産性を高めるとともに短所を軽減させるのでアグロフォレストリー・システムの導入は熱帯や亜熱帯地域における土地利用に有利な方向づけを与えるものといえる。

アグロフォレストリーの技術情報はややもすると描写的、定性的なものが多いが、要は整理された情報をどのように普及させるかが課題で、実施した地域の住民にとって生活上のプラス面が与えられることが大切である。

## 4 アグロフォレストリーの特徴

アグロフォレストリーの目標が収穫の危険度の回避と同一土地の長期的利用の可能性を高めることにあると述べたが、その例として、農業と林業の組合せによるシステムを考えてみることにしよう。今、ある土地を農業生産だけで利用する場合を想像してみる。そこにトウモロコシが植えつけられていたとすると、根系は地表に近い層位にのみ集中され、

それだけでなく分解の早い熱帯土壌から早い時期に養分を収奪してしまい、傾斜地のみならず平坦地でも集中的な降雨に対して土壌の流亡がみられる。なかでも非栽培期間中における土壌の流亡は大きい。また一般に農作物は生産物の殆んどをその土地から持出すことが多い。これに対して森林では根系が比較的深くまで入り込むために土壌や水の浸出が急激には行われない。また樹木からの落葉、落枝は養分の補給や分解者である微生物や小動物の生息条件を整えることができるので土壌の劣化を遅速化させることが可能であるばかりでなく、生物の活動に対する微気象を適当なものにすることができる。微気象のマイルト化は庇陰効果を高めることができる点でも有利である。したがって、アグロフォレストリーはこの両者の特徴を組合せることによって図-2でみられるような共生的な働きを期待することができる。つまり、土壌中の深い部分の養分を樹木が吸収し、枝葉部に運ばれた後、枯葉、枯枝によって地上に還

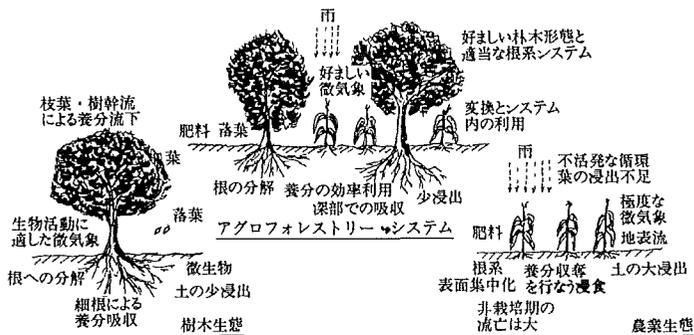


図-2 農業や林業とアグロフォレストリー・システムの相違

元され、これが分解されて農作物はその一部を吸収し、常にこうした循環作用を行うことができるので、土地利用の永続性が可能となる。それ以上にアクロフォレストリー・システムを導入することによって限られた土地を有効に、かつ立体的に利用できることである。畜産業や農業を林業と組合せてもお互いの生産性を高め、土地を継続的に長期間利用することかできる。これらのことからアグロフォレストリーを導入することによってもたらされる利点として以下の幾つかの事項が考えられる。

- (i) 養分や土地の有効利用のために立体的（多層的）な利用ができる。
- (ii) 樹木の存在によって微気象の調整が可能となる。
- (iii) 生態系の物質循環がスムーズとなるため落葉の分解が促進され、有機化が行われやすい。
- (iv) 薪炭材の生産が住居地の近郊で行える。
- (v) 木材だけでなく、樹種選択によって家畜の飼料や生垣など緑の活用ができる。
- (vi) 太陽エネルギーの授受割合を植物によって変えることができる。
- (vii) 土壌の保全と保水機能を果すことができる。
- (viii) 防風効果により農作物の生産をはかることができる。
- (ix) 地域経済の活性化ができる。
- (x) その他

このような自然生態系による環境改善だけでなく、社会的側面からの効果も期待できるので地域社会の発展には役立つ点が多い。しかし、反面、デメリットがない訳ではなく、このことがさきに述べた「単位土地から最大の生産をあげることを目的としているのではない」というところに帰納するのであって、単純に単一農作物だけを生産するのであれば樹木がなく機械化する方がより効率的な場合が多い。

アクロフォレストリーの特徴を如何にうまく引出すかどうかは住民参加がどれほどあるか、またシステムを作る上で、政府の物資、資金協力がどれ程あるのか、果たして技術の普及や情報伝達がなされるのかどう

か、などに依存することが多い。言わば農民と一体となった地域問題の植林でもあるため、地域住民が希望する作物や樹木との組合せが必要となるからである。

## 5 共生林としての役割

ところでアグロフォレストリーを導入する際にその機能が十分に発揮できる場所はどこなのか考えてみると、そこには既に農業や畜産が入り込んでいたり、今後、導入される可能性のある場所であるはずである。そしてそこでは資源の持続的な生産や保全が必要であり、しかもそれらの場所には農作物や家畜を管理したり、生活する人達が住んでいるはずである。従って、このことがアグロフォレストリー実践の前提にあることは間違いないはずである。

一般に傾斜地を持つ森林地帯には①尾根を頂点にもつ傾斜のある山地形、②山地の中腹にあたるやや緩やかな傾斜地もしくは丘陵地、そして③山裾にあたる緩やかな傾斜地あるいは平坦地がある。ところがこれまで①の山地地帯は急斜面や岩石地があり、村落からも遠隔地にあるため、通常は住民の入山も殆どなく、その多くは天然林として残されてきた。したがって、今後も天然林の状態のままで水源かん養林や保全林の機能を果たす環境林 (Environmental forest) として保護されて行くべき森林ゾーン (Forest zone) である。これに対して②の山腹地帯は各国とも焼畑移動農民や多種類の定住型農民が入り込んで農業や山間放牧を行なっている。特に中南米での永年作物栽培や畜産業は森林開発によって作られた典型的な農地であり、今では各地で土地生産性の劣化がみられ、休閑地や放棄地が生じている。この地域内の傾斜地では傾斜度が緩やかであれば山成畑 (Farmland in natural slope) が可能であるが、10度以上になれば土壌の流亡防止柵を設けたり、テラス畑 (Terraced farm land) として土地利用を図っている。つまり、ここには人工林としての植栽地

造成ができるばかりでなく移動耕作や定住農民が土地管理を行なうために生活の場を確保している。従って、アグロフォレストリーの導入による生産林 (Production forest) あるいは経営林 (Industrial forest) の造成や各種のアグロフォレストリー・システムの導入による土地利用ができることから、自然と人間との共生がもっとも重視される場所であり、共生地ゾーン (Symbiosis zone) としての意義を持っている。この点③の極めて緩やかな傾斜地や平坦地は多くの国で水利の便がよければ水田となり、その他としては畑地として利用されている。中南米では低地の平坦地では牧場やバナナ、果樹などの栽培地としても利用されており、所詮、農地ゾーン (Agricultural zone) として位置付けることができる。勿論、農地ではあるが樹木を植栽したり、農地としての不適地の多目的利用は可能である。

ここでその実態を G Michon 他がインドネシアの西スマトラ州中部地方にあるマニンジャウで行なった調査結果 (1986) の図で見ると、両斜面の緩やかな部分を利用して行なわれている混農地の中味には (1) ドリアン、シナモン、ナツメグ、有用樹とコーヒー。(2) シナモン、ナツメグ、有用樹。(3) 2、3 層の樹木あるいは果樹とコーヒー。(4) 果樹のある除外地、樹木、特定作物。といったものが取り込まれていて、まさに共生地そのものが見られるのである。

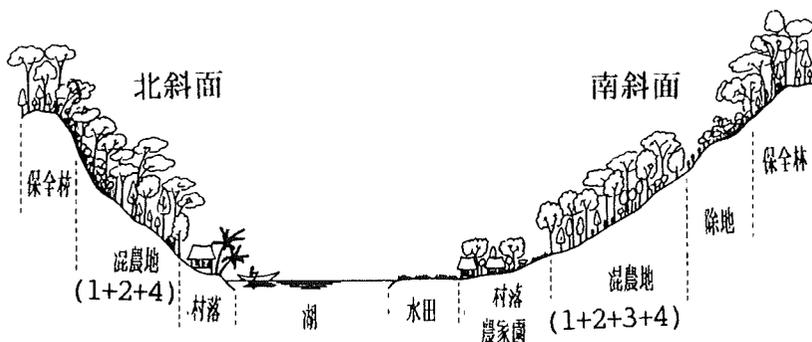


図-3 西スマトラ州マニンジャウの土地利用