

# アグロフォレストリーと林木の役割

内村悦三・太田誠一

## 1. 森林と農耕のはざま

このところ熱帯地域の発展途上国における森林破壊が急速に進行しているとして社会的に問題となっている。それは森林資源が量的に減少しているという事実よりも、その結果、大気中の二酸化炭素の濃度が増加して、地球上の気温上昇をもたらしたり、土壌養分の流亡や土壌の質的低下、ならびに土壌侵食の進行など二次、三次の多角的な弊害を引起す原因となるからである。したがって、こうした状況が続けばやがては全地球的規模の大災害が起こるとする警鐘を鳴らしたくなるのも無理からぬことといえよう。

ところで、こうした森林破壊の真の原因はどこにあるのだろうか。永年継続されてきた土地を持たない移動焼畑耕作民による焼畑農業のためか、先進国による急激な天然林の伐採利用のためなのか、それとも人口増加による過放牧のためだろうか。こうした幾つかの事象を1つずつ解析すると、そのいずれもが原因となる要素には違いないが集約してみると世界的な人口増加と消費型文化生活社会の発展に帰結されるであろう。



写真-1 伐開による森林破壊 (ブラジル、バイヤ州)

森林と人間生活は昔から深い関わりを持ってきたが、人口の少ない時代には自己や家族の生活を維持するだけならば不必要に森林破壊や開発を行うまでもなく、食糧や資材を入手することができたのである。これは、発展途上国の奥地で人口も少なく、木材搬出の便の悪い地域では今日なお森林が豊かな天然林として残されていることから大よその見当がつくのである。

人口増加によりまず問題となるのは

UCHIMURA, Etsuzo & OHTA, Seiichi: Significance of Agroforestry and the Case Studies

農林水産省林業試験場調査部

食糧の増産と確保をどうするかである。人類による農耕の起源は1万年前までさかのぼることができる。それ以来農業や牧畜によって食糧の安定供給の道が開かれたといわれている。例えば東南アジアではバナナ、ヤマイモ、サトウキビなどの栽培がおこなわれて根菜農耕文化を発達させたし、アフリカではサバンナ地帯でゴマ、ササゲ、シコクビエ、ヒョウタンのはか、雑穀やマメの栽培をおこなってサバンナ農耕文化を発達させた。さらに新大陸の南北アメリカではジャガイモ、カボチャ、トウモロコシなど夏作物を栽培することによって新大陸農耕文化の発達をみた。しかし、やがては農耕が農地拡大のため森林地帯へ入り込むとともに林木の伐採がおこなわれるようになってきた。一方、これまで森林内の野生動物の狩猟によって得られてきたタンパク源の不足は人口の増加とともに深刻となり、これが畜産業発展の引き金となったといえる。なかでも中南米における放牧による森林破壊はすさまじく、平坦地から丘陵地にかけて徹底的に開発し尽くされている箇所も少なくない。同じ畜産でもアフリカから中近東にかけての放牧は遊牧民によるものが多く、飼料としての草や木の質の低下は

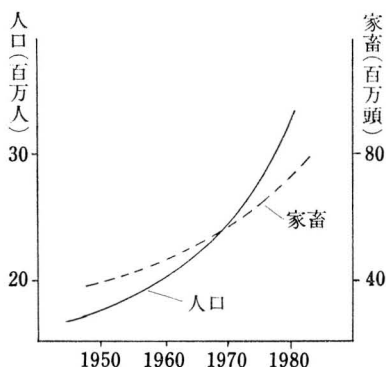


図-1 エチオピア国の人口増加と家畜

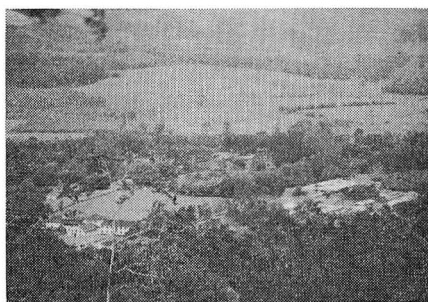


写真-2 中南米ではアグロフォレストリーに牧畜は欠かせない (コスタリカ, CATIE)

勿論のこと、家畜を管理している部族民が必要とする燃材料のため、樹木の伐採が常におこなわれている。しかもその地域が降水量の少ないサバンナからサバンナ樹林であるだけに、放置すれば樹林地も草地化あるいは砂漠化する状況下であり、効果的に造林が行なわれない限り、森林は復元しえないように思われる。こうした地域では土壌の養分低下が急速に進行し、牛1頭が必要とする放牧地の面積は初年度に1 ha で十分であったものが5年目には5 ha を必要とするほど草地の放養力の低下が著しくなっているといわれている。飼育頭数が増す上に広い面積を必要とするならば林地に手が伸びるのは当然であろう。1980年代末の予想人口50数億人中40億人近くが熱帯地域に居住しているのだから熱帯林の破壊が進行するのはいわば当然のことであろう。このほか森林が伐採されたり、林地が砂漠化する原因には鉱物資源の開発、道路建設、商業材の伐出などがあるが世界的にもっとも大きな問題を抱えているものの1つは焼畑である。

焼畑には幾つかの類型があり、いわゆる自分の土地をもたない不法侵入焼畑農民による移動型と、不法にしる合法にしる焼畑によって農耕地を拡大していく定着型とがある。このほかには、サバンナ林や本来の極相は森林であるが、放牧地造成のための焼畑がある。これらはいずれも人為による草地化が低生産地をもたらした事例であり、いわば、気候以外の要因によって、極相に達する以前の段階で植物群落の遷移が阻止されてしまい見掛けの安定群落を形成するものだけにこれを亜極相と呼び、乾燥が原因で森林が成立しえないサバンナやセラードなどの極相と区別している。

いずれにしても、焼畑がおこなわれて森林地帯が裸地化ないし草地化すると、これを森林に回復させることは非常に困難である。パッチ状であっても森林の減少地域が多くなれば、いずれ地球上にどんな形でつげが回って来るかは先に述べた通りである。しかし、人口増加が止まない以上は食糧を安定的に確保する手段を考えねばならないし、また他方、世界には約3億人の焼畑農民がいるとされているだけに、長年にわたって焼畑をくり返してきた彼らの生活様式を、先進国が環境破壊を止めるため、すみやかに改善すべきであると唱えても彼らの反発を招きこそすれ、短時間のうちにこの問題を解決することは困難であろう。したがって、せめて住民の意識を高めて彼らの生活水準の向上をはかる方向で改善策をさぐるのが最善であるといわざるをえない。そこで熱帯地域にある発展途上国で焼畑移動耕作によってもたらされた低質化した林地に、農作物だけでなく樹木を植栽して土壌の流出、侵食を防ぐなど土地の立体的利用をはかるための混農林システムが注目されるようになってきた。このシステムはまた放牧地における畜産と林業の共存をも包含するものであるが組合せによって各種の施業方法が成立する。一般にこうした方法をアグロフォレストリー (Agroforestry) と呼んでいる。

## 2. アグロフォレストリーの事例

熱帯地域を大別して熱帯アジア、熱帯アメリカ、熱帯アフリカに区別できる。これらの地域における森林破壊原因を比較するとき、どの地域でもみられるのが焼畑であり、熱帯アジアでの焼畑が著しいのは自分の土地をもたない移動耕作農民が多いからであり、国有地に不法侵入して農作物を耕作しているケースがよくみられる。したがって、この地域におけるアグロフォレストリーといえ、まず農民の定住化をはかるために樹木と畑作物を栽培し、農耕をおこなうことによって下刈りの手間を省略し、樹木の生長を期待するもので、ビルマのタウンヤ法、ジャワのトゥンパンサリ、ケニアのシャンパ法などが代表的なものである。これに対して中南米の例では小面積の土地を所有する農民が茶、コーヒー、カカオ等を栽培するのて樹木は中層林として、庇陰樹の役目を果たすほか、更に点々と有用樹を育成する。つまり農耕地や牧野への用材樹種の導入がおこなわれ、場所によっては、果樹との組合せによるシステムがみられる。しかし、熱帯アフリカでの現在の最大関心事はサバンナ樹林における樹木の減少であり、その原因としては山羊や牛などの家畜の過放牧や遊牧民による調理用新材確保のための疎林の伐採があげられる。サバンナ樹林における造林法についてはフラ

ンス熱帯林業技術センターの研究成果が多数あり、その一例としてのタウンヤ法やオクメ法に関しては長期間にわたる経験が蓄積されていて、現状の問題解決のための重要で示唆に富んだ情報を多く含んでいるといえる。

アグロフォレストリーの実施に当っては上記のように地域によって異なった社会的背景、生活条件、立地条件などがからむため、農作物と樹木の組合せや種類はそれぞれ異なり、これを画一的に取り扱うことはできない。つまり地域に応じたシステムと種の選択がされねばならない。そこでこうした事例の1つとして、インドネシア、コスタリカなどの例を述べてみたい。

#### (1) インドネシアの場合

インドネシアの外領であるスマトラやカリマンタンなどにおいては1970年代の初頭より、焼畑、放牧などの略奪的土地利用の結果生じた4000万haともいわれる広大なアラン・アラン (*Imperata cylindrica*) 草原を森林に復元させるための大規模造林が試みられている。これらの対象地域は焼畑耕作農民やジャワ島からの移住者が居住しており、政府の造林活動も当初は雇傭機会をもたらし、彼らに現金収入の途を開いてきたが、長期的にみると農耕地や放牧地の減少のみが目につき、農民と造林者である政府の利害とが対立して、あげくの果ては造林地も家畜の飼料の確保や耕作のための火入れがおこなわれて失われてしまう。このことはこれまでに造成された林地の多くが火災によって消失していることから明らかである。そこで問題解決のために地域農民に対する社会科学的配慮が不可欠であり、造林活動が地域住民の実質的かつ継続的な生活水準の向上につながる方法を導入し、彼らが造林活動に積極的に参加できるようにする必要がある。こうした観点からインドネシアにおいても近時、アグロフォレストリーの重要性が一段と高まり、1979年より実施されている南スマトラ森林造成技術協力プロジェクトでも官民一体となって新しい手法が試みられている。

事業地はアラン・アランの優占する波状丘陵地で、土壌は風化、溶脱が進み、物理性の劣悪な Acrisol よりなっている。月平均気温は26°C~28°Cで降水量は年3,000mm内外で雨期と乾期に分れる。この周辺には約300戸の農家が9つの集落を形成しており、その多くはジャワ島からの自発的移民であり、イネ、ピーナツを基幹作物とする農業と、おもに造林事業関連の賃労働によって生計を維持している。多くの農家は牛を所有し、その飼料としてアラン・アランの新芽を確保するために草地に対して繰返し火入れがおこなわれている。ここでは近隣の農家30戸の参加を得て事業が実施されており、参加農家には毎年1haの機械耕耘によって地拵えされた土地が割り当てられ、政府により供給される *Eucalyptus deglupta* と *Albizia falcataria* の苗木の植栽と当初2年間の保育が義務づけられ、これに対する労賃が一定の契約に基づいて支払われている。割り当てられた土地では1年生農作物の間作が当初の2年間認められ、陸稲、トウモロコシ、ピーナツ、サツマイモ等の作付がおこなわれる。造林木の輪伐期を10年とし、各参加農家に地続きの10haの土地が用意され、総計300haが確保されている。このシステムの第1の特徴は機械耕耘ずみの土地が割り当てられることで、農作業中最大労力を要する耕起作業から解放され、2年目以降は従来の約2倍

の2ha づつの作付けをおこないうる事が農民にとって大きな魅力となっている。第2の特徴は造林労働に対して造林標準単価の枠内で賃金が支払われている点である。

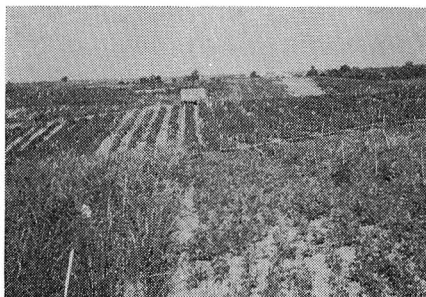


写真-3 陸稲，ビーナツ，サツマイモなどの混作とアルビジアによるアグロフォレストリー（インドネシア，南スマトラ）

この計画ではさらに展示林を設けその中に樹木園，飼料林地，薪炭材地，牧草地および果樹園が造成され，適否の判定と参加者による利用を目的として表-1 に示す樹種が試植されている。なかでも牧草地と飼料林地は牛の飼育がアラン・アラン草地においておこなわれてきた粗放な飼育方式から畜舎飼育方式へ転換することによって火入れの動機を除去する可能性を検討するために造成されたものである。また果樹

表-1 南スマトラにおけるアグロフォレストリー導入樹種例

| 区 分            | 樹種および牧草種  | 植 栽 方 法  | 面 積       |
|----------------|---|--|-----------|
| 住民参加団地         | <i>Albizia falcataria</i><br><i>Eucalyptus deglupta</i>   | 4m×2m<br>列状混植  | ha<br>305 |
| 樹 木 園          | <i>Acacia mangium</i><br><i>Anthocephalus cadamba</i><br><i>Eucalyptus deglupta</i> , <i>Pinus caribaea</i><br><i>Pterocarpus indicus</i> , ほか 10 種 | 3m×2m  | 8         |
| 飼 料 林 地        | <i>Leucaena leucocephala</i><br><i>Calliandra calothyrsus</i>   | 1m×0.3m  | 3         |
| 薪 炭 材 地        | <i>Casuarina equisetifolia</i><br><i>Gmelina arborea</i> , ほか 2 種   | 1m×2m  | 4         |
| 牧 草 地          | <i>Panicum maximum</i> *1<br><i>Setaria sphacelata</i> *2<br><i>Pennistun purpureum</i> *3  | *1 種子 0.7m間隔<br>*2 さし穂 0.65m<br>×0.65m<br>*3 株分苗 0.65m<br>×0.65m | 3         |
| 果 樹 園          | <i>Cocos nucifera</i> , <i>Litchi chinensis</i><br><i>Mangifera indica</i> , <i>Persea americana</i><br><i>Tamarindus indica</i> , ほか 21 種          | 4m×2m および<br>4m×4m   | 7         |
| 防 火 帯          | <i>Anacardium occidentale</i>   | 3m×3m 幅20m   | 7         |
| コリドール<br>防 火 帯 | <i>Acacia auriculiformis</i><br><i>Eucalyptus alba</i>  | 3m×1m 幅60m   | 92        |

園は一般の農家に付随するガーデンフォレストの代替として設けられたもので収穫物による農家経済の補強と樹種適否の判定を目的としている。さらに展示林内の防火帯はいわば社会科学的な防火機能を期待するもので、防火林としての特性を備えるカンジュナツを植栽し、その果実の収穫利用を農民に許可し、現金収入の途を開くことで防火意識の高揚を図ろうとしている。ところで、この計画では住民の生活環境の改善とそれに対する参加を促すために道路、貯水池、共同便所、共同洗場、倉庫、作業場、参加者のための仮設住居等の共通社会資本整備がおこなわれている。

このように計画は小規模ではあるがインドネシア外領での最初の組織的なアグロフォレストリーとして、熱帯の荒廃草地を対象としたアグロフォレストリーに関する各種の有用な情報を今後提供してくれるものとして期待されており、樹木や作物の生長、収穫については言うにおよばず、参加者の農家経済についても精力的な調査とデータの蓄積が進められている。いずれにしても熱帯草地造林を成功させるには地域住民を排除するのではなく、総合的な土地利用体系の中に農民を有機的に組み入れて行くような長期的展望に立った社会科学的施策が根本的な問題解決への糸口を与えるものといえよう。

## (2) コスタリカの場合

つぎに中南米でみられるアグロフォレストリーの状況は上記の例と全く異っている。すなわち、この地域ではコーヒーやココアの栽培が盛んであり、その多くは私有地である。ところがこれらの作物は平坦地よりも傾斜地や丘陵地帯に栽培されることが多く、土壌の流出や侵食を招きやすい。従って土壌の保全改良と庇蔭を兼ねた樹木の植栽がおこなわれることになる。そこで、まずコーヒー園を開墾するにあたって天然林の伐開がおこなわれる。この際コスタリカの内陸部の熱帯林には有用樹種であるローレル (*Cordia alliodora*) が多数みられるのでこれを伐倒することなく保存しておき、将来の用材利用に備える。したがって、ローレルは一般にコーヒー園に点存していることになる。さて、伐開されたところではコーヒーが植栽されるとともにポロ (*Erythrina poeppigiana*) が植栽される。ポロはマメ科植物であり根粒菌による窒素固定ができること、枝打ちをおこなっても数週間後には萌芽すること、枝がよく拡がり、葉量が多いため庇蔭効果の高いこと、枝打ちにより得られた枝葉は地上に敷きマルチとして利用できること、さらに枝を幹の上方部にのみ残すことによって桐のように幹材を利用することができるなど多くの利点を備えている。一方、ローレルは標高800~900 m以上の地域に自生している高木性の樹木でメキシコ中部以南のラテンアメリカ、南アメリカ北部地域のほか西インド諸島に分布している。樹幹は通直で灰色をしており、用材としての利用価値が高いため大径木に育ててから伐採するが、幼齢時にはコーヒー園の庇蔭樹としても活用できる。このようにここでは植物生態系を考慮したアグロフォレストリーシステムがみられる。熱帯農業研究研修センター (CATIE) ではコスタリカをはじめ中南米地域のアグロフォレストリーに対する指導的役割を果たしているため、試験研究を目的とした各種のシステムをみることができる。例えばポロとエレファントグラス、果樹 (グアバ) と牧草、ポロとキャッサバ、ナツ

ツとクワなどの組み合わせがそうである。

フィリピンやインドネシアでみられるような国有地への住民の定住化や国有地におけるアグロフォレストリーは施策化されていて種々の規制が伴うのに対して、中南米の民有地におけるアグロフォレストリーでは CATIE の指導体制が行きとどいて自由にこうしたシステムが活用されている。

(3) パキスタンの場合

半乾燥地帯やサバンナ林と呼ばれている地域でのアグロフォレストリーで

も、もちろんこれまで述べられたシステムが利用できる。しかし、降水量が少ないため樹木を植栽することによって水土保全をおこなう必要性は強いが、作物を育てることの困難な地域も多い。今日、問題になっているのは、むしろ木質エネルギーとしての造林である。そこで半乾燥地帯を中心としたアグロフォレストリーの例として、年降水量 250~500 mm のパキスタン北西辺境州 (N. W. F. P.) やパンジャブ州で実施されている灌漑林をあげることができる。この程度の降水量の地域では放置すれば森林形成が困難であり、人口密度の高い都市周辺部では問題が多い。しかもこの地域では近時アフガニスタンからの難民が定住化する傾向にあり、燃料材料の争奪がおこっている。

そこで少ない水を有効利用しようとして考えられたのが灌漑林である。本来は熱帯

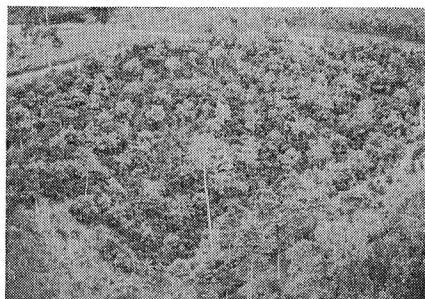


写真-4 コーヒー園にエリセリーナが庇蔭樹として植えられている。コルディアの大木が点々とみられる。(コスタリカ)

表-2 開発途上国の燃料不足の現状と将来

(単位: 人口は百万人, 不足量は百万m<sup>3</sup>)

| 地域      | 現 状 (1980 年) |         |       |         |     |     | 将来 (2000 年)   |     |     |
|---------|--------------|---------|-------|---------|-----|-----|---------------|-----|-----|
|         | 危 機 地 域      |         |       | 不 足 地 域 |     |     | 危 機 ・ 不 足 地 域 |     |     |
|         | 農山村人口 A      | その他人口 B | 不足量 C | A       | B   | C   | A             | B   | C   |
| アフリカ    | 49           | 6       | 46    | 131     | 15  | 66  | 464           | 71  | 270 |
| アジア・太平洋 | 29           | 2       | 38    | 710     | 122 | 210 | 1,434         | 237 | 519 |
| ラテンアメリカ | 18           | 8       | 11    | 143     | 58  | 36  | 342           | 170 | 136 |
| 合 計     | 96           | 16      | 95    | 984     | 195 | 312 | 2,240         | 478 | 925 |

資料 (FAO「開発途上国燃材地図」1981 年より)

トゲ林として疎開した低木林の伐採跡地に造成されたもので、わが国の水田のように畦を作り遊水池のようにすることで長期にわたって樹木が雨水を有効に利用できるよう配慮されている。また一方では農地内にポプラを植栽し、間作としてコムギや農作物の栽培をおこなっている。もちろんポプラの主幹部は箱材や板材に利用されるほか梢端材や間伐材は所有者が燃料材として利用している。

以上、アグロフォレストリーの導入と林木の役割りについての事例を示したが農業や畜産のために開発された林地に、林木の植栽をおこなうことで森林の効用を保ちつつ社会の要求に対処することを考えていかなければならない地域が年々増加している。その際、地域の社会的背景に見合ったアグロフォレストリーが導入されなければ実施する意義は乏しいといえよう。近い将来地球の半分が飢えるという声も聞かれるが、この種の問題は非産油発展途上国では一段と厳しいものがあり、その飢えは水や燃料なしに食糧だけを与えても解決できるものではない。この点からも多くの人達に林木の存在価値について理解を深めてもらうことが肝要であろう。

## 新刊紹介

◎ブルネイの植物病害と病原微生物目録 第1集 (PEREGRINE, W. T. H. & AHMAD, K. B.: *Brunei: a first annotated list of plant diseases and associated organisms*. CMI—Commonwealth Mycological Institute—, *Phytopathological Paper* 27, 87pp. 1982, 定価 6.50 ポンド, 邦価約 3,200 円)

著者らは長らくこの国の農業省にあって作物保護、とくに病害防除の研究にたずさわってきた。最近の農林業再発展への政策転換もあって、著者らは英国の連邦菌学研究所 (CMI) の協力をえて、ブルネイ国の植物病害と病原微生物の調査を行い、戸籍簿ともいうべき目録づくりに努めてきた。隣接するマレーシア領サバ州とサラワク州については、すでに植物病害と病原微生物の目録が出来上がっている (CMI, *Phytopathological Paper* 13, 1971—サラワク; 同 19, 1976—サバ; 同 21, 1977—サバの追補)、本書の完成によって旧英領北ボルネオの植物病害とその病原体のリストはひとまず完成した。

本書では植物 (宿主) が A, B, C 順に配列され、植物の種ごとにブルネイで寄生が記録された病原体 (ウイルス, 細菌, 菌類, 地衣, 藻類—生理病も含まれるが、線虫, ヤドリギは除かれている) が同じく A, B, C 順に記載され、病名, 侵害部位, 寄生性, 被害程度, 有効な防除薬剤などが簡潔に述べられ、読者の便がはかられている。

著者らは元来農作物の病気を専門とする研究者であるが、この目録には樹木類とその病原体もかなり収められていて、宿主樹木にして 60 属 88 種 (果樹・特用樹 14 属 28 種を含む) 上に 444 種類 (同 286 種を含む) の病原微生物が記録されている。林業上の有用樹種としては *Acacia*, *Araucaria*, *Casuarina*, *Eucalyptus*, *Pinus*, *Pterocarpus*, *Shorea*, *Tamarindus*, *Tecoma* などが含まれ、熱帯の森林病害に関心を持つ人にとっては備えておきたい書物のひとつである。(小林享夫)