

森林資源の再造成

Reforestation of Natural Resources on Forest

内村悦三*

Etsuzo Uchimura

1. 森林資源の価値

古くから地球上に植生として存在し、いまなお、天然資源の一翼を荷って林産物の供給と木質エネルギーの原材料を提供してくれる森林は、同時に気温を緩和し、大気浄化機能を発揮するなど人間生活にとって掛け替えのない環境作りの要素を持っている。加えて森林は治山・治水といった防災効果をも果たしており、有形・無形の多彩な役割りを演じている。つまり自然界に生育している生物相は単なる天然資源としてのみでなく、人間の生活にとって欠かすことのできない価値を秘めており、これらの部分だけを取上げて緑と人間の共存の関係には限りなく深いものがある。この点、同じ天然資源でも鉱物や石油は地中に埋蔵された限られた資源であり、森林が地上にあって再生可能な植物群によって構成されているのはかなり趣きを異にしている。

しかし、このような森林資源といえども伐採や管理方法を誤ると樹木の再生を困難にし、肥沃な生産林地が二次草地や低生産地に退化してしまい、やがては、樹木が本来有している持続性のある再生可能な天然資源という特性をも失いかねない事態に立到るのである。近時、各地の森林でみられるこうした問題の中にはヨーロッパを中心として起っている酸性雨による森林被害は別として、主として熱帯地域での林地利用と開発によってもたらされる熱帯林の減少や自然生態系の破壊が環境問題とからんで話題になっている。ところがこうした問題意識はもはやローカルの問題では収まらず地球的範囲にまで拡張して考えねばならない状況に達しており、もうこれ以上森林資源の減少を来たしてはならないという警鐘を自らが鳴らすところまできているといえよう。

*大阪市立大学理学部教授、附属植物園 園長
〒576 大阪府交野市私市 2000

ところで、世界の森林資源量を最近FAOが発表した統計資料から求めてみると、森林総面積は40.8億ヘクタールあまりで、このうち熱帯林がおおよそ41%、その他の地域の森林面積が59%となっている。そしてまた、森林資源が林産物として利用されている量は世界中で年間34.3億 m^3 に達しており、これらのうちの29.35%は製材やベニヤに、12.31%はパルプ用に、そしてその他に6.83%が使われている。結局産業用の総合計は全体の48.49%で、残りの51.51%は実に薪炭材として利用されているのである。しかもこの薪炭材については統計資料に現れてこない個人が入山して集荷し、家庭で使用する量が非常に多くあることに注目しておかねばならない。そこで減少しつつある森林資源についてその回復のあり方を考えてみることにしたい。

2. 減少する森林資源

緑の資源である森林と人間の関わりが如何に密接であるかについては既にふれたが、いわば破局的ともいふべき自然破壊が発展途上国の多く存在する熱帯圏で広く進行していることが明らかにされたのは10数年前のことである。それ以前から熱帯林の伐採は行われていたが急速にこの生態系破壊が表面化してきた裏には2000年前に2.5億人だった世界の人口が1950年に25億人、1987年には50億人を突破したことがからんでいる。しかもこの世界人口の重みは発展途上国において激しく、全体の四分之三がこれらの国々にのしかかっており、2020年には77億人にも達するものと予想されている。アフリカ、インド亜大陸、東南アジア、中南米といった地域ではこの膨大な人口増加が地球の生態系に大きく影響し、耕地の無理な拡大や土地を酷使して食糧生産に励み、あるいは換金作物や有用作物を栽培し、放牧地に許容頭数以上の家畜を飼育するに及んで、森林が農業用地や牧場などとして転換されて行ったのである。奥地の森林地帯ですら増加しつつある人口のた

め漸次不法侵入による焼畑農民が増して、その輪廻は早くなり、土地の荒廃が進むことになった。人口増加のなせる災ともいえる。もっとも経済力を伴った人口増加であれば、それなりに対処し得たであろうが、住民の貧困と技術者の不足にも問題はあった。これに対して先進国における経済力は教育や技能の蓄積によって得たもので、ここでの環境破壊の原因は産業廃棄物や工業に関わるものが中心となり、人間に直接影響しているのに比べると発展途上国のそれは一次産業に関わる農林系もしくは生態系のものだけに、回復にはかなりの時間を必要とする。

森林に対する国民や地域の考え方も違って、ヨーロッパや北半球の国々では森林の保全や植林に対する意識は明確で、そこで取られた手法は天然更新であれ、人工更新であれ着実に行われてきた。しかし、熱帯においてはこの点、極めてあいまいであった。というのも湿潤熱帯では少量の木材伐採や風倒木は放置しておけばいずれ元通りになるという従来の思いがあったため一般にこの地域での更新はあまり気にしなかったようである。つまり、人口の希薄な時代は森林資源の減少より、むしろ農作物栽培の方に関心があったのだろう。また乾燥熱帯では長期にわたってサバンナ植生での生活体系が確立していただけに、住民にとって過酷と思える生活条件も彼らにとっては森林を資源と考えるほど意識していなかったに違いない。

このように見てくると森林の破壊は熱帯に集中しており、その年平均減少量は天然高木林で1100万ヘクタールほどと考えられている。FAOとUNEPが推定した地域別の減少割合は熱帯アフリカが全体の33%、熱帯アメリカで49%、そして熱帯アジアで18%をそれぞれ示しているが、地域の森林面積から各々の減少率を求めてみると、いずれも0.6%となり、どの地域でも同時平衡的に開発が進んでいることになる。しかしながら直接の原因には多少相違がみられ、熱帯アフリカでは遊牧の家畜頭数の増加、薪炭材採取、焼畑などに主因があり、これらが砂漠化を引き起しているし、熱帯アメリカでは牧畜、コーヒー、バナナなどの永年作物栽培の多様化と焼畑が認められ、また熱帯アジアでは焼畑による土壌の劣化、商業材の伐採、過密人口といった点があげられるであろう。それにしても共通するのは人口増加に伴う農業開発であり、天然林のある平坦地形は農業生産にとって格好の土地であり、機械化による作物の大規模栽培を推進するためには森林地帯の利用を余儀なくしたといえる。

3. 森林資源保続への道

陸上の光合成による生産物の40%は直接的にしろ間接的にしろ人間が利用しているとされている。それにしても人間が一日に摂取する熱量を2500kcalとしたとき、実際の労働に還元されるエネルギーは全体の10%ほどでしかなく、インプットに対してアウトプットの効率は極めて悪いと考えられる。とすれば植物界の生物現存量の90%を占めている森林資源を地球上に回復させることの必要性が如何に大切かがわかる。森林資源量を熱エネルギーに換算すると埋蔵石油量の5~7倍に達すると試算されているだけに有効な回復方法やその可能性を探ってみる必要がある。

ここまで森林の減少に対して回復という言葉を使ってきたが、この他にも熱帯林の修復、森林の再生、森林の造成などの言葉がごく自然に使われている。しかしそれらは極めて曖昧で、専門用語とするには適当と思えないのであえて用語の統一を試みた。



図-1 熱帯雨林の天然林は種が多様で多くの遺伝子源を有している（パプアニューギニア）

まず森林の修復（Restoration）はもともと天然林もしくは天然性林であった森林の一部分で倒木もしくは伐採が行われて立木がなくなり、そこにギャップ（穴）ができたとき、以前と同じ状態の林相または樹種で復元する場合に使い、人工林の際にも使うことは可能である。つぎに森林の再生は再造成もしくは再造林（Reforestation又はReafforestation）と呼ぶべきであって、天然林や人工林であった森林を伐採した後地に比較的早く森林を再現することを言う。従って天然更新であっても人工更新であっても問題はないが熱帯林では伐採後地を更新する場合、多くは人工林となることが多い。これらに対して森林の造成は造林も



図-2 ユーカリにより再造成された美しい人工林
(バブアニューギニア)

しくは植林であってAfforestationがこれに相当する。つまりある土地に植林して新しく森林を造ることであり、例えば長期間草地であったり、サバンナであった土地を林地とするとときに使う。なお人工更新または天然更新というのは造林の手段または方法なのである。

3.1 森林の修復

天然林の伐採には人工林と同様、皆伐作業と択伐作業があるが、伐採面積が比較的小さくて、後継樹が周辺の立木から天然下種もしくは萌芽によって更新する可能性が高いとき、例えば亜寒帯林のように単純な樹種構成の場合は修復しやすいと考えられるが、熱帯林では単一樹種によって純林として生育している林分は殆んどなく、むしろ熱帯多雨林などでは種の多様性が特徴の一つとなっているだけに、同じ樹種による修復は極めて困難であろう。しかもたとえ周辺に高木があって種子を多数結実していても、これらが落下して発芽するまでには日時を要すること、この間に雑草や雑木が茂って光量不足を起し、実生苗が十分育つかどうかの問題もある。しかし、稚樹が既に下生えとして育っているときは修復の可能性が高い。とはいえ、いずれの場合も厳密な保育管理をしなければならない。伐採面積やギャップが大きくなれば更新状況も変化するだろうし、熱帯林の場合はより一層この傾向は強く現れる。ただ天然下種による利点は長年月を要するが出来上った林分は自生種だけに健全な森林ができることであり、萌芽ではこの傾向はより明確である。そしていずれのケースでも補助作業を行っても新植はしない。

3.2 森林の再造成

熱帯林の減少の最大の理由は林地が別の目的のため転換されることにあるが、森林を伐採した後に再び

植林することによって資源の保続を図ったり林産物を収穫するために植林することはごく普通に行われる。それは森林を資源と評価し、林業経営が可能であってこそ保続的な産業として存在しうるからである。

現在、わが国の森林面積は約2525万ヘクタールで国土面積の67%を占めている。このうち天然林は1366.6万ヘクタール、人工林は1021.9万ヘクタール、その他に竹林などが136.9万ヘクタール存在している。つまり人工林率は40.46%で人工林のうちの蓄積量の98.58%はスギ、ヒノキ、カラマツなどの針葉樹で林業経営の可能な林地である。そして人工林の多くは天然林を伐採した後に植林されたもので、二代目や三代目の造林地も存在している。再造成するに際しては立地条件、目的、経営方法によって針葉樹を造林するのか広葉樹を造林するのか、そして利用目的を建築材とするか家具材とするか製炭材とするかなどによって全体の方針が決定される。こうした指針は熱帯地域でも変りはないが方法論になると暖温帯や冷温帯と熱帯ではかなり異ってくる。

再造成にあたって以前の森林が天然林であったか(基本的には天然林である)人工林であったかは地ごしらえや植栽方法のほか選択すべき樹種、保育管理などに違いを生じるが、それらは場所や樹種に応じて決められるため、ここでは省略する。しかしいずれの場合も造林の成果は環境と立地条件、林木の遺伝的形質、保育技術によってきまる。なかでも林木の遺伝形質は産業造林にあたって極めて大きな要因となり、長期にわたって保育した後に利用されるために、母樹の選択や種子の選別には特に注意を払う必要がある。

わが国の造林では不用な樹木は伐倒して地ごしらえすることが多いが、熱帯地域の皆伐地ごしらえでは、これまで残存木をそのままにして行ったり、火入れ地ごしらえをすることが多かった。これは日本の林業が緻密なのに対して他の国々ではそうしたことにまであまり神経を費さないための違いだとおもわれる。それに熱帯林からの有用材の伐採は完全な択伐で、その後地を再造成する機会も少なかったからだといえる。しかし、最近先進国の技術協力があって、大面積造林も行われるようになり内容が変りつつある。

3.3 森林の造成

新植による森林造成は草地や立地条件が悪くて放棄されていた土地、あるいは天然林であるが立木に価値のない雑木林などを植林することにより生産林もしくは資源林にする例である。この場合、基本的には再造

林の作業と同様な手法が導入されるが新技術を開発したり、土地条件や環境条件に適する樹種選択が必要となる。なかでも砂漠化の瀬戸際にある熱帯アフリカのサバンナ地帯における薪炭材の確保や半乾燥地帯における植林のあり方が新しい森林資源を獲得するために取組まれ始めている。

以上失われつつある森林資源を有効に保続させることを前提とした回復についての幾つかを概説したが、いずれも天然林がそのままに近い林相の状態で次代まで継続されるとすれば天然更新でなければならない。ところが次代の森林を人工更新により人工林とするときは一斉林となり、しかも樹種は導入種もしくは在来種であっても早生樹か特定の種が植えられることになる。例えば熱帯アジアでのチーク造林も本来のチーク林とは異った林相となり、さらに熱帯多雨林にフタバガキ林ができたとしても天然林とは全たく異った生態系を示すことになる。丁度わが国の森林の殆んどがスギやヒノキ林であるように熱帯ではマホガニーやユーカリ林があちこちに育っているようにである。

林業は資本投下から回収までにあまりにも時間がかり過ぎるので高い投資効果を発揮するものではない。しかし生産林業であればいずれは回収できるであろう。したがって森林資源を環境保全または自然保護に役立てることを考えるときは国策として国有地を利用する。そして生産林もしくは経営林業とするには私有地または国有地を使う。また社会林業や村落林業を含む広義のアグロフォレストリーを導入して農作物を耕作したり家畜を飼育しつつ同時に森林資源を確保するためには共有地や私有地を利用することが考えられる。この所有形態と森林資源の対応こそ熱帯林の回復を図るにあたって取られるべき姿ではないだろうか。さらに更新方法については天然更新では着実な稚樹発生を期待し、諸経費を要さない点でパルプ材生産地が適し、人工更新では有用材生産地に、萌芽更新では燃料材生産地にという発想の下で森林を維持することが大切であろう。

4. 地域別の森林資源保全と造成

世界中に分布する森林型は気温と降水量を因子とする環境要因によって整理されるが、ただ単に自然生態系を保続するだけであれば人為を加える必要は少ない。しかし現実には森林資源を保続させるには多少の保育作業は止むをえないので、いずれは新しい生態系を示すようになるか、自然に馴化するかは別としても林地が

木材生産に適するような地域と焼畑耕作や砂漠化のために既に荒廃しつつある地域では緑の回復を考えるための施業ではかなり相違点がある。すなわち前者は湿潤熱帯地域で可能であるが後者の地域では不可能である。これまでわが国が直接収積している熱帯林に関する資料の多くは1950年以降に東南アジアで始められた再造林や造成についてのものであり、諸外国の研究レベルからは立遅れが感じられる。いわんや乾燥熱帯における施業においては10年のキャリアさえないほどである。しかし、ヨーロッパ諸国、なかでもイギリス、フランス、オランダなどでは歴史的にも熱帯植物の資源探査を1400年代後半からおこない、植民地経営にも役立てていたほどで、それらの資源植物収集が今日でも各地に著名な植物園として残されている。

熱帯アジアにおける人工林の造成は1840年代に他の地域に先駆けて始められた。インドのチーク造林を初めとしてミャンマー、バングラデシュ、インドネシア、フィリピンなど各国で小規模に実施されている。タイでも季節林のある北部のチークが家具材として第二次大戦後に多量伐採されて、国家経済再建のために寄与したことは有名である。しかし、一方では人口増加による薪炭材の伐採に併せて他の樹木も伐られたために森林の荒廃がより一層激化するようになり、現在は木材輸入国に変っている。タイ国のチーク造林は1898年に初めて試みられ、1910年からは事業的造林が実行されるようになった。タウンヤ法をはじめ、インドからスタンプ法が導入されるに及んで造林が急速に進展し、1974年に至ると伐採権者まで伐採後地に造林義務を課した。本来、タイのチーク天然林は落葉広葉樹と混交していて標高1000m以下に分布するが湿潤タイプのところではタケと混生し、ミャンマーの天然性チーク林では一層この傾向が強い。しかし生育環境としては乾季をもつ季候帯に分布し、22.2℃から27.2℃の平均気温と年降水量1,000~2500mmの地域が適地となっている。さらに、1965年にデンマークの技術協力が入ってチーク育種センターができて以来、選抜育種が導入されると、形質的に改良された優れた苗木が育つようになった。今日、世界各地でチークの造林が進められているが、森林資源の保全に大きく寄与している。このほかにも多くの樹種が造林されてはいるが焼畑や薪炭材獲得のための失火も跡を断たず、前途は楽観を許されない。他の東南アジア諸国でも早生樹の造林地は多く代表的なものにユーカリ類、アカシア類などがある。アフリカ大陸の乾燥地帯で森林資源が激減したと伝わっ

たのは最近であるが、西アフリカの熱帯雨林地帯では1930年以來、天然更新による林分改良法がアフリカマホガニー林について実行されているほか熱帯庇蔭樹法が導入されて、天然下種により更新している稚樹周辺の刈払いや枯損木の切除などが有用木伐採者に義務づけられて実行されている。人工更新による造林ではタウンヤ法、リンバ法、オクメ法などが採用されている。例えばオクメは赤道の西アフリカから沿岸地帯に生ずるカンラン科の樹木で合板や軽木工材として使われる。そしてこの分布はガボンからギニア、コンゴまでの海岸地帯に及んでいる。年降水量は1,600mm程度の焼畑、伐採後地に多いほか道路脇にも見られる陽樹である。したがって地ごしらえにブルドーザーで前生樹を搬出した後に直播きか台切苗を植栽する。15年もすれば年平均成長は2cm程度に達するように既に成長は良好であるといわれている。しかし、乾燥地では以前は人口も少なく遊牧民による放牧が永年にわたって続けられてきたが最近の急激な人口増加は生活エネルギー源の急増を招き、薪炭材を求め歩く人の姿と獲得のための労力は大変なことになってきている。したがって、この半乾燥地のサバンナ林に森林資源を造成する試みは最近になって、わが国もかなり力を入れ始めている。

ここで木質エネルギーについて一言ふれておくと、わが国の一次エネルギーの需要量は既に500兆キロカロリーあまりに達し、これを森林面積から試算すれば約三分の一は木質エネルギーによって賄うことができる。しかし薪炭材として今日用いられている量は極めて僅かで、一般家庭で使われることは殆んどない。ところが熱帯アジアの例では木質エネルギー使用量は多く、建築用、家具用、パルプ用として使用する量を大きく上廻っている。また疎林、低木サバンナ林、草原地帯などの半乾燥地での木質エネルギー使用量は更に多い。例えば資料がやや古いが10年前に日本で国民1人あたりの消費量は石油換算量で2538kgであったがパキスタンでは150kgで世界平均の11%、わが国の6%に過ぎない。生活エネルギーそのものは生活水準、環境、生活条件によって変るが、パキスタンでは木材供給量のうち薪炭材として利用されている割合は97%もある。しかもその殆んどが私有地からのもので、料理用、暖房用、レンガ焼用などとなっている。ケニヤやタンザニアの実態をみてもプロパンガスの利用は少なく、多くの住民は薪か炭を利用している。途上国の79%の人が木質エネルギーを利用し、木炭生産量の74%が都市で消費されているというのが現実である。だから

からこそ森林資源の造成となると燃材用林をつくるのが当面の課題となってくる。アフリカの半乾燥地帯で人工林を造った場合、比較的順調に生育している樹種にリバーレッドガムと呼ばれているユーカリ、アルビダ・アカシア、セネガル・アカシア、ハゴロモノキ、タガヤサン、シッソーなど数多くのものがある。いずれも有用樹でもあり、多目的に利用することができる。要は少ない量の降水量をどれだけ効率的に利用するかで造林の成否が決まるが、薪炭材として採取する目的であれば幹の曲がり、枝の太さ、分岐など用材のような通直性が要求されないので保育もしやすい。緑資源の造成は年降水量が600mm以上確実にあれば成林させることは不可能でなく、むしろ、放任しておけば有刺アカシアのサバンナ林で終るだけに極めて有効である。さらに一段と環境条件の厳しいナイジェリア北部やアメリカのダコタ、ソビエト連邦ではウラル川とウクライナ、インド西部のタール砂漠における防風林の造成がある。これらは飛砂を防いだり、防風のための植栽で、いずれも効果を示しているのみならず、防風効果の結果農作物栽培も可能にしている。例えばリバーレッドガムを9列に植栽し、10年後には平均胸高直径20cm、樹高15~20mに達し、防風効果が現れている。このほか降水量が少なくても乾季と雨季が明らかな地方では雨季の水を少しでも有効に利用するため植栽地の周辺や内部に水田でみられるような畦を作ったり、溝を掘って遊水や地表流を逃さない工夫をしつつ森林造成を行ったり、河床林と称して、河川の堤防や河川敷の湿った土壌を利用して緑地帯の造成に挑戦している国もある。

こうした熱帯地域の各国の努力は先進国の援助によるところが大きであるが、それにしても森林減少率の10

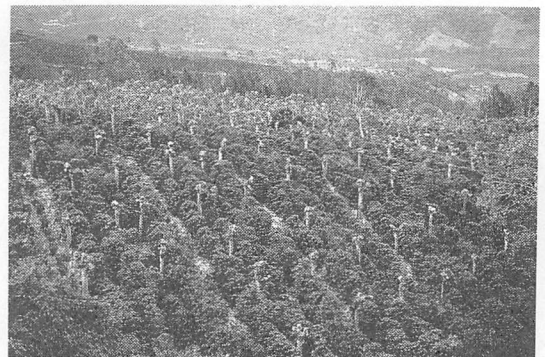


図-3 樹木(マメ科)と作物(コーヒー)の共生による資源保続(コスタリカ)

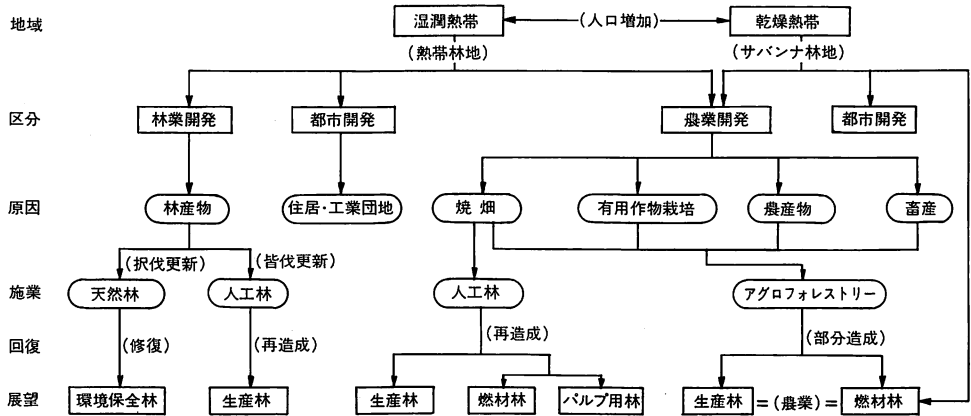


図-4 熱帯林の開発と林地回復へのプロセス

%が造林や保全によって回復されているに過ぎない。こうした事態にかんがみて1985年6月の第7回FAO熱帯林開発委員会で、熱帯林の適切な開発と保全を図るために「熱帯林行動計画」を採択し、林業では農業の資源基盤の保全と林業の農業システムの総合利用を指示している。この計画には木材産業の開発で資源の管理、木質エネルギーの研究開発、生態系保全についても言及しているが、森林の開発と減少に深い関係を待っているのは農業であることに焦点を合す必要がある。

そこで林地の開発を行ない農地とする際、土地肥沃度の低減や土壌表土の流出を抑制しつつ農業や林業も推進できる方法を考えたのが、古くから熱帯各地で実施されてきたアグロフォレストリーと呼ばれている土地利用システムである。すなわち、このシステムでは、ある土地を農業用地として用いるためだけであれば収益性を増す手段はあるが樹木を同じ土地に導入することによって林業としては植栽直後からの下刈りを省力化し、農作物へはマメ科樹木なら根粒菌による窒素固定が可能で、かつ根系網によって土壌の流亡が防げるほか落葉落枝はマルチとしても使える。しかも農作物は森林初期の空地を活用することができ、栽培種如何では日陰樹としての役割りを享受できるメリットも見逃せない。林木と家畜との組合せでも樹木は家畜のために日陰を与え、表土流去を防ぐほか、数多くの効果を挙げることが確認されている。熱帯各地で応用されている典型的な例はコーヒーやカカオと樹木の組合せであり、用いられているマメ科樹木がコーヒーやカカオの収穫や土壌に好結果を与えている。

このように森林資源の造成は単なる産業造林から環境保全、住民生活にプラスする社会林業のための造成

へとその姿を変えつつあり、世界的に植林に対する関心が深くなりつつあるといえる。

5. 森林資源の保続と地球の安定化

森林資源の減少が各地で見られると言われ始めた頃有用な樹木は既に伐採されて、奥地の経済的に割合わないところだけが残されていた。また人口の波は林地を農地に代えるべく転換され、開発されて行った。その結果、多くの動植物種が絶滅の危機に合い、地域だけでなく広域的な環境破壊をもたらしている。森林生態系が正常でないと考えて森林の修復や再造成、さらに造林を実行しつつあるが、機械で伐り、搬出し、機械で耕すスピードに人力で1本づつ植える速度は追いつくことができない。どうして森林資源を減らさないようにするか、また疎林や低生産地をどのようにして生産性のある土地とし、またそんな環境に適する樹種と施肥方法を見出すのがこれからの資源保持のための研究課題であろう。次代への遺産として少しでも飢える人が少なく、豊かな安定した地球の姿を作らねばならない。熱帯林の保続には世界的な課題として、先進国が経済的、技術的支援を与え、当該国に一人でも多くの技術者を養成することを忘れてはならないというのが現在のいつわらざる感想である。

参考文献

- 1) N.H.K取材班：森が危ない(1986)日本放送協会
- 2) ピータ., H, レーブン：生物資源と地球の安定Vol. 40, No. 4 (1987) 6~10
- 3) 内村悦三：熱帯林の伐開と再生 Vol. 40, No. 10(1987) 46~53
- 4) 地理統計 (1990) 古今書院
- 5) 内村悦三：熱帯林のすがた(1991)研成社