

- ①. 農民は燃材問題が生じていることを十分に理解していない。
- ②. 農民は燃材不足をまかなうのに必要な苗木を入手することができない。
- ③. 農民は苗木をどう植え、どう保育するかの方法を知らない。
- ④. 農民は造林するのに必要な土地をもっていない。

ESUのこの指摘に答えて、プロジェクトは1～3の要件を満たす予定にしていたが、④については考慮がなされなかった。

プロジェクトが進行するにしたがい、いろいろな問題があることがわかってきた。

最初の1年間は、苗木の販売について小農家に10万本販売しただけで、これは目標の1%にすぎない。これは、主に苗畑がまだ1部しか開設されていないことによっている。2年目には89万本、3年目には86万本そして4年目に百万本販売したが、これでも販売目標の10-12%にすぎない。

この理由には、苗畑の問題の他に、次のことが考えられている。つまり、燃材の価格が安く、燃材がcustomary landから無料で手に入ることにより、農民の燃材自給意欲が減退したことによっている。

苗木購入代金が農民にとってわずかな金額でも出費となることから、Tree planting bonus（造林報酬）のような奨励金制度を併用しなければ農民の造林意欲を向上させることが難しいことが明らかになった。そして、このTree planting bonusの導入により、1985年には5百万本の苗木を販売することができた。これは、苗畑1つ当たり6万本の実績である。

一方、国营造林地では、目標面積をやや上まわる13,300haの人工林（主にユーカリ類）が造成された。

第2フェーズは1987年～1997年の予定であるが、第1フェーズの反省点を取り入れて、次の4つの目標をたてている。

- ①. 政策手法を開発して、全国にわたって造林を推進するTree planting Bonus システムなどの奨励策を行い、継続的な燃材供給をはかり、需要と供給のギャップを解消する。
- ②. 小農民による造林を通じて、燃材生産を増加させ、同時に生態的に不安定な場所では政府が直営方式で薪炭林造成を行う。
- ③. 熱効率の良い製炭ガマや家庭用料理コンロを導入し、燃材消費を節約する。
- ④. 制度開発、木材生産、木材保存、研究訓練等の分野を内包し、最も重要な特長は燃材の価格を上げること、造林に対する刺激を行うこと、民間造林を奨励・拡大するための燃材生産における政府の役割の再定義をすること等である。

以上、マラウイにおける薪炭林プロジェクトは、官行造林の他に、小農民とのかかわり合いが重要で、これの成否も住民の参加が不可欠となる。

## (2) タンザニアにおけるプロジェクト

タンザニアでは、FAO/SIDAのプロジェクトによって、FAO Forestry Local

Community Development Programm が実行された。

タンザニア国の概況は前述したとおりであるが、燃材の社会経済的な面からみると、人口の増加が大きな問題である。

1967年の人口調査では、総人口は1230万人であったが、1979年の調査結果では1755万人でこの12年間に 525万人（42.6%）が増加している。そして、1980年現在では1850万人と推定され、1970年から1980年における人口増加率は年平均3.3 %と著しく高い。

この人口増加率の高さが燃材不足に拍車をかけている。また、タンザニア経済は1968年から1978年の10年間に極めて順調な成長をとげ、年平均 5.5%の伸びを示したが、1979年、1980年には人口増加と作物生産高の減少により、悪化している。

タンザニアにおける経済開発計画における林業部門の位置づけでは、長期展望計画の中で、「林業は農村、学校、公社等で植樹を行う」とあり、また、構造調整計画の中のエネルギー確保の項で「植樹による木炭の確保」が示されている。

タンザニアのエネルギー供給量の91%を、家庭用エネルギーの98%を薪炭に依存している現状からみて、前述の如く、20州のうち15州で燃材が不足している。特に、Mwanza, Kilimanjaro, Mare州において不足が著しい。

タンザニア政府はすべての州において造林活動を行っている。国全体で毎年20%の増加率を予定しているが、需要と供給のバランスを保つためには、過去の造林成績（1981年で12,050ha）の10倍以上の増加が必要とされている。

薪炭林造成を目的とするVillage Tree Plantation では1976～1980年の5ヶ国で38,231 ha、1981年～1985年の5年間で40,000haとなっている。

また、木材工業用の原材料を目的とするIndustrial Plantation では、全国の16ヶ所で実施されており、現在の実績は80,000～100,000ha である。このプロジェクトは、針葉樹用材、広葉樹用材、土壌保全、流域保全の4つを目的としている。

F A OはBRALUD/IRA (Bureau of Resource Appraisal and Land Use/Institute of Resource Assessment) とタンザニアのSemi-Aria Zoneの燃材供給に関する契約を行い、情報活動を行うこととした。その調査項目は

- ①. 現在のエネルギーのニーズ
- ②. 木質燃材以外の燃料についての消費量
- ③. 将来の燃料使用に影響する因子
- ④. 現在の燃料供給の源
- ⑤. 現在、燃材に使われている樹種と、それに対する住民の態度
- ⑥. 樹木を育てる能力と意志に影響する因子の6項目で、契約には、社会経済的な情報の収集の必要性も含まれている。

このプロジェクトの調査の計画と手続きは次のようである。

タンザニアでは雨量 800mm以下の地域をSemi-Aria としてクラス分けしている。ここで

は5地域がこれに該当している。

家庭のインタビュー調査は、15村（1村あたり121-729家族、平均333家族）について行われた。

この調査の社会経済的な観点についてみると、住民の大部分は、燃材の不足を感じていた。村では、造林は1958年から始められているが本格的には、1970年代に入ってから行われている。造林実行に際しては、農民は森林官、農業普及員とコンタクトをとっており、また、村のリーダーには造林トレーニングのセミナーを行っている。しかし、造林計画は多くの困難に直面した。

例えば、苗木の不足、造林後の保育、水不足、白アリ、高温等。しかし、最も根本的な問題は、共同体に関連する制度及び組織構造であり、普及職員の不足、車や道路等インストラクター不足、森林と村人とのコミュニケーションの不足、タイムリーな苗木の配分がなされない事等である。

### (3) ネパールにおけるプロジェクト

ネパールでは世銀とFAOの援助でCommunity Forestry Projectが1980年から実施されている。

ネパールは1980年の人口が1401万人で1985年には1663万人と増加しており、年平均の人口増加率が3.5%と高い。

気候的には、温帯夏雨気候と高山気候であり、森林面積は国土の約3割である。なお、人口の約90%が農民で、農業中心である。

しかし、1970年代後半から、ネパールの森林資源の減少が顕著となり、国家的又国際的な問題となってきた。これは、ネパールの村落部の人口増加によってヒマラヤの森林伐採が進み洪水や土壌の流亡が現実化してきたためである。

これらの森林伐採による悪影響を食いとめるため、ネパールのChutara森林局や地域共同体レベルでの森林に対するパイロット的努力をふまえ、ネパール政府は世銀とFAO、UNDP等の援助をもとに、このCommunity Forestry Projectの実行に踏みきった。

このCommunity Forest Projectの包括的な枠組は“Panchayat Forestry”の総合的な法規をもとにして、新しい規程を制定することによって発足しており、前の法規に比べ多くの条項が入れかわって革新的な内容になっている。

“Panchayat Forestry (PF)”人工林は、ネパール農村部における最小行政単位であるVillage Panchayatの4,000ヶ所の各々について、最大125haの大きさから成り立っている。

そして、これらのCommunity woodlotsは政府の援助のもとに、通常、裸地化した牧用地に造成され、その利益は地域社会に還元される。

また、同様にして、現存する丘陵地の最大500haまでの森林がLocal Panchayatに管理がまかされており、ここでは、木材販売利益の25%を除いては、共同体の利益となる。こ

これらの現存する地域森林は、“Panchayat Protected Forests (P P F s)”として法律に定められている。

以上のような法的な枠組を基にして、HMG/World Bank Community Forestry Development と Training Projectが、FAOと世銀のミッションのもとに、UNDP/FAOの援助によって計画された。

このプロジェクトは財政上の援助としてはIDAから15百万USドルを受けており、これに加え、UNDPの2百万USドル無償資金を通じたFAOの技術援助を受けている。

このプロジェクトは、公には、1980年の9月に始まっていて、ネパール国の丘陵地域の約半分にあたる29の丘陵および山岳地帯で進行している。

このプロジェクトの目標は次のようである。

- ①. 燃材、飼料、木材及び柱材やその他の2次的林産物の生産を増加させることによって、丘陵地帯の地域社会にとって必要な森林資源の基本的な需要を満たすこと
- ②. 効率的な薪ストーブの改良と普及を通して燃材の消費を減少させること。
- ③. 地域住民を森林資源の管理に積極的に参加させることによって、丘陵地帯の共同社会における森林資源の自己充足を推進すること。
- ④. 環境の悪化を減少させ、土壌保全や水資源の涵養を行うこと。

これらのプロジェクトの当初の目的を実行することによって、以下の事項が当然の結果として行われることになる。

- ①. 丘陵地帯に対する優占的な管理権を森林局から地域社会に移行する。
- ②. 地域住民によって森林生産物の利用パターンを変化させて、生態的な健全な経営システムにかえていく。
- ③. 現在の牧畜や家畜管理方法を、畜舎の増加や新しい家畜管理方式をとり入れて、破壊的な放牧を減少させる。
- ④. 森林資源量の増加と有効利用の推進
- ⑤. 危険の多い地域での火入れのような草資源の再生パターンを変える。

これらの目的を実行するために、森林局内に、Community Forestry and Afforestation Division (CFAD)を新設した。

- ①. 340の苗畑の作設と68の森林区とrange nureriesの追加
- ②. 340のpanchayatsにおいて11,750haの人工林を造成する。
- ③. Panchayat 保護林39,100haの設定と管理
- ④. 農民が使用する苗木90万本の配分
- ⑤. 薪ストーブの改良と15,000個のストーブの配布

#### (4) ケニヤにおけるプロジェクト

ケニヤでは、Social Forestry Training Projectが、我が国の援助で1985年に発足している。

ケニヤの人口は、1980年に1667万人であったが、1985年には2,000万人と増加し、この間の年平均人口増加率が4.1%と、アフリカ諸国の中でも高い値を示している。

気候は、サバンナ気候、ステップ気候、砂漠気候、温帯夏雨気候及び高山気候と幅広く分布しているが、サバンナ気候、ステップ気候が主体で、森林面積は347万haと国土の6.4%を占めるに過ぎない。

このように、近年の人口増加や過放牧および燃材の採取の増加によって、燃料の不足が生じている。

このため、ケニヤ政府は年間2億本の苗木生産を行うことを計画し、日本にその援助を求めてきたのがこのプロジェクトの背景になっている。

このプロジェクトの目的は、地域住民の燃材や飼料を供給しようとするもので、主に苗木の生産について、育苗技術者の人材養成と現地に適した育林技術の開発や改良を行うことである。

プロジェクトのサイトは、ムクガとキツイの2地域である。

キツイはナイロビより東へ180Kmのところであり、半乾燥地での育苗訓練・技術開発や試験的な造林のパイロットフォレストの造成も予定されている。

キツイ県では、プロジェクトの一環としてPilot Forest Schemeが始められることになった。この地域の社会経済的な状況について、熊崎レポートを参考にしながら分析する。

キツイ県は標高400m-1830mの範囲にあり、雨の少ない低地と、比較的雨の多いYatta Plateau（標高900-1525m）等丘陵山岳地帯とからなっている。

土壌の劣化が全体的に生じており、特に、人口の多いCentral Divisionでは、過剰耕作、過放牧やタバコ乾燥用のための森林の過伐等でエロージョンによる土壌の劣化が進んでいる。

年降雨量は552mm-1166mm、平均780mmであるが、11、12月および3、4月に集中するため、乾期の乾燥度合がよい。

燃材に関しては次のようである。

樹種としてはgum, cypress, pine, podo, acacia等がみられるが、podoとthorn treesは製炭用に伐採され、これらは一部の地域にしか残っていない。

森林は、燃材や建築用のための伐採や農地拡大の結果、森林の減少が顕著である。

また、一部の地域は過放牧による材木の損傷が深刻になっている。

燃材の需要と供給の関係は前述したように年々、供給不足が深刻となり2,000年には30.6百万トンの不足が見込まれることから、Social Forestry Projectに期待するところが大きいといえる。

マラウイにおけるプロジェクトの林業政策は前述の如く、次のように要約される。

森林は国家的な財産で、木材生産機能と公益的機能の二つの大きな役割があることを認識しており、この相方の機能を同時に増進させることが重要である。

① 森林の木材生産の増大

ア これまでのプロジェクトでは、Viphy の Plantation プロジェクトにみられるように、松類による用材生産に主力を置いてきたが、近年の燃材不足を重要視し、ユーカリ類を主力とした薪炭林造成に中心を移行している。

イ これまで、官行造林が主体であったが、これのみでなく、地域住民を主体とした、住民林業を重視し、燃材の自給自足を目指している。

ウ このため、苗畑の設置・増設を行う。

エ 苗木の生産をふやし、住民に販売する。この場合、造林意欲をおこさせるために、Tree Planting Bonus システムを導入する。

オ 苗木の販売と同時に苗木の植え方等の普及活動を行う。

カ 住民に燃材不足の実情を知らせ造林活動への参加を呼びかける。

キ 薪炭材の価格をあげる

ケ 薪炭林造成における政府の役割を再定義すること。

コ 熱効率の良いストーブ、製炭ガマの開発と普及

以上が、森林資源および薪炭材の確保に対する林業政策および流通政策であるが、同時に Forest Reserve の管理等、水資源の確保と林地保全等にも配慮している。

また、自然公園及び狩猟保護林は森林局によって保護されており、これらの森林内での伐採は規制されている。

・タンザニアのプロジェクトにおける林業政策は次のようである。

タンザニアの林業部門における長期政策では、① 林業には農村、学校、公社等で植樹を行うことであり、また、② 植樹による木炭の確保が打出されている。

Village Industrial Planlation プロジェクトでは、針葉樹用材および広葉樹用材の生産や土壌保全と流域保全を目的としている。

この他、森林官や森林に係る村人の訓練と森林についての公的教育の推進、森林に関する研究への取組み、木材の有効利用、資源評価、木材工業の可能性研究、森林保護、森林部門での雇用等に関する政策をあげている。

1981/82から1985/1986の5ヶ年計画では、Dodomaの1万haに及ぶ崩壊地の改善、集水地域の保全、120人の森林官、330人の森林官助手および320人の林業技術者の木材工業に関する訓練、天然林1.4百万haの課税と4.2万haの造林、Village Plantationの確立および50Kmの林道の作設等をあげている。

・ネパールのCommunity Forest Projectにおける林業政策は次のようである。

①. 丘陵山岳地帯の地域社会に必要な森林資源を確保すること。

- ②. ストープの改良・普及により燃材の消費を減少させること。
- ③. 住民主導による森林管理を目ざし、自給自足を確立させること。
- ④. 森林の管理により、土壌保全や水資源を涵養すること。

等であり、これらの内容については、前述したとおりであり、苗畑や森林区の作設、人工林の造成、保護林の設定管理、改良ストーブの普及等に力を入れている。

## 2-1-10 薪炭林プロジェクトに関する技術

薪炭林プロジェクトに関する技術については次のような事項が掲げられる。

- ①. 生産技術, ②. 収穫技術, ③. 利用技術, ④. 普及技術

ここでは、これらの技術の現状について述べてみることにする。

### (1) 生産技術

薪炭林プロジェクトの技術に関する中心的な課題は生産技術といえる。薪炭の生産には樹種を選択(適地適木)技術、苗木の生産技術、植栽技術、保育技術、間伐および主伐に関する技術等が関係する。ここでは、まずマラウイにおけるRural Fuelwood and Polewood Research Project の概要について述べてみる。

このプロジェクトは、カナダのIDRCの資金援助によって行われたプロジェクトで1978年に、これまで実績のなかった標高500-1200mの乾燥地に適する薪炭材および柱材用の造林樹種を選択する目的で始められた。

第1フェーズは1981年に終わり、第2フェーズが1984年まで行われた。

第1フェーズでは、7つに区分された乾燥造林地域に73のサイトを設け、93種類の樹種についての造林が試みられた。

73のサイトの内容は48がCommunal Land、20が個別の農家、そして残る5つがGovernment Forest Landである。この適用樹種試験の結果は次のようである。

- ①. 乾燥地域に適する最も生産力の優れた木はEucalyptus Camaldulensisと、E. tereticornisで、次に、Cassia siamea, Melia azedarach, Gmelina arborea, Albizzia lebeckとAcacia albida, Aziderachta indicaおよびLeucaena leuccephalaがPH6.5の土壌で良く成育する。また、E. majdenij, E. pellitaとE. grandisはhydromorphicsoilで良く成育する。
- ②. 最も成績の悪かった樹種はAcacia mangium, Acacia nilotica, Acacia compylacantha, Prosopis specigera, Prosopis juliflora, Tectona grandisとGleditsia triacanthos, Acacia tortilisである。
- ③. マラウイの郡部の住民は、薪炭および柱材の不足と森林が減少することによる環境への悪影響が生じていることに気づいていること。
- ④. 乾燥地に住む住民の半数が、その土地にEucalyptusが適することを知ったこと。

また、白アリや山羊の被害のあるところではGmelia arborea, Cassia siameaおよびGme-

lina arboreaが、Eucalyptusの次に考えられる樹種であること。なお、マラウイ固有の樹種では、Khaya nyasica, Pterocarpus angohensis, Afzelia quanzensis および Sterculia quinquiloba が用材としても好まれること。しかし、これらのマラウイ固有の樹種は生長が非常に遅く農民はこれらの樹種を植林したがること。

- ⑤. Woodlots (植林) は小農民に対する屋外教室 (outdoor classroom) にとても効果のあること。
- ⑥. 土壌構造とその栄養素の樹木に対する影響については、その詳細はまだ明らかでないこと。
- ⑦. 第2フェーズでは、第1フェーズの結果をとり入れて、更に実行されることを望んでいること。

以上が、第1フェーズの結果の概要である。

また、第2フェーズの目的は次の3つに集約される。

- ①. 第1フェーズでゾーニングされた土壌型の分類結果を利用して、ゾーニングの方法を改良すること。
  - ②. 乾燥地域に適する樹種を選択について継続して研究すること。特に第1フェーズでカバーできなかった地域について実施すること。
  - ③. 小農民に対して、アグロフォレストリー計画を推進すること。
- この第2フェーズの結果は次の通りである。

#### イ. Species / Provenance trial (樹種特性試験)

最初の結果では、ゾーニングの1部 (A, B, C) では、Gliricidia sepium, Albizia-guachepde, Calliandra calothyrsus, Guazuma ulmitolia, Acacia auriculiformis, A. holosericea, A. pennatula, A. fornesians, A. crassicarpa および Parkinsonia acuteata の成長が有望である。

また、Eucalyptus urophylla は殆どどのゾーンで良好な生長を示し、ある場合には、E. camaldulensis や E. tereticornis よりも高い生長を示している。

なお、Pines (P. kesiya, P. oocarpa) やマラウイの固有樹種 (Khaya nyasica, Afzoria quanzensis, Cordyla africana, Tamarindus indica) は概して生長及び生存率が悪い。しかし、Acacia karoo および A. nilotica は生長は悪いが生存率は高い。

#### ロ. Tube size Research Trial (チューブのサイズ)

苗 および E. tereticornis の苗木の生長が比較された。チューブのサイズは 5 cm × 10 cm および 10 cm × 15 cm の1つが使われた。6ヶ月後の試験結果では、大きいサイズのチューブの方が高い生存率を示した。

#### ハ. Planting pit size Trial (植穴の大きさ)

一般的には、30 cm × 30 cm × 30 cm の植穴が利用されているが、これらは主に、用材の Pines に利用されており、標高の中位の割合条件の良い場所で適用されている。



しかし、標高の低い、熱くて乾燥した地域に適したチューブのサイズがあると考えられる。

このため、4種類の植穴について試験が行われた。それは、30cm×30cm×30cm、60cm×60cm×60cm、80cm×1hoe×30cmおよび60cm×80cm×1hoeである。(いずれも最後が深さ、1hoeは1クワ)。

この結果、殆んどの場合60cm×60cm×60cm、の植穴が最も優れていた。

## ニ. Spacement Trials (植付間隔試験)

現在、Eucalyptusでは2.5m×2.5mが用いられているが、試験では、1.0m×1.0m、1.5m×1.5m、2.0m×2.5m および2.5m×2.5mが実施された。しかし、結果ではこれらの植付間隔の間には顕著な差は生じなかった。

## ホ. High-classified Trial (苗の大きさ別試験)

この試験では、E.camaldulensisの苗高16~25cm、26~35cm および46~55cmの4つのクラスに分けてテストした。

18ヶ月後の生長結果では、苗高のちがいによる統計的な有意差は見られなかった。したがって、小さい苗木の方が、大きい苗木よりも運搬上や取扱い上経済的であることがわかった。

## ヘ. Tending Trial (下刈りテスト)

下刈りの効果についてはこれまで余り知られていないため、今回試験を行った結果、G-liricidia sepiumでは有意な結果を示した。

## ト. Management Test (施業試験)

薪炭用の樹種は4~8年で収穫されるが、その後は萌芽による生長を期待するが、この場合、伐倒の時期が問題となる。Eucalyptus grandisでは、雨期に伐倒すると萌芽力が最も強いとされている。そこで、伐倒方法および伐倒時期の違いによる萌芽力の強弱をテストした。その結果、斧によるかノコギリによるかの伐倒方法には違いがみられなかったものの、1月~3月の雨期の水びたしになる季節に伐倒すると朽れが生じて萌芽が失敗するなど、萌芽率が低くなることがわかった。しかし、排水の良いところでは、障害は生じていない。

以上が、マラウイにおける、Research Projectの第1、第2フェーズの結果である。

このように、薪炭林の生産技術については各国におけるプロジェクトで各種の試験が行われている。

これらの技術の中でも樹種選択(適地適木)の技術は薪炭林造成の基礎となるもので、地域における自然条件に適合する樹種の確立が急務である。

苗木の生産技術については、黒色のビニールチューブあるいはポットによる育苗技術が普及している。しかし、ポットのサイズを小さくして、経済性を高めるテストが今後望まれている。

植栽技術については、植栽時期は雨季の開始時に植栽するのが良いことがわかっている。また、植穴の大きさに関しては、植穴が大きい方が活着もその後の生長も良好であるが、経済性の検討が考慮されている。

植栽間隔についても各国のプロジェクトで試験が実施されており、地域、樹種、目的によって工夫がなされている。

保育技術については、主に下刈りに関する技術が中心で、雑草が植栽木を被圧する地域では下刈りが要求される。例えば、タイやマラウイでは下刈りをしないユーカリ林の生長が不良となっている。

間伐技術に関しては、薪炭林の歴史が浅いこともあって、まだ十分な技術が定着していない現状にあり、今後の試験研究の成果にまつところが大きい。

初期生長の良い早生樹種では間伐時期と本数の関係は重要であろう。

薪炭林の主伐時期については、地域別、樹種別の生長状況によって変化するが5－8年で主伐するのが普通である。

ユーカリ等萌芽力のある樹種では、萌芽で2－3回の主伐をしたのち新植する方法がとられている。

## (2) 収穫技術

発展途上国における、薪炭林の収穫技術については余り機械化がなされていないのが普通である。主に、斧やナタを中心とした伐採が行われている。また、一部ではチェーンソーの利用が導入されているが、まだその利用割合は極くわずかである。

林内から伐倒木を搬出する方法は、主に人力による場合が主で、この他、牛馬等畜力を利用した搬出が行われている。また、一部では大型機械による伐採・搬出が行われている国もあるが、極く限られている。

## (3) 利用技術

薪炭林プロジェクトの中心は生産技術にあるが、薪炭林の有効利用を図る上からも、利用技術に関するプロジェクトも実施されている。

例えば、マラウイでは、家庭用ストーブの改良や製炭技術等の向上を図っている。この傾向は、ネパール、タンザニア等開発途上国でも同様である。

## (4) 普及技術

開発途上国においては、林業関係の普及職員が質・量ともに不足している現状にある。そこで、薪炭林プロジェクトにおいても、普及に関する技術をその課題にあげている。

プロジェクトでは、普及職員の訓練システムと訓練の実施を行うとともに、普及職員が地域住民に苗木の植え方の指導や改良ストーブの利用普及に力を入れるようにしている。

また、地域住民に森林の役割の大切さや、森林の減少の現状を理解させ、植林の意欲を高揚させる普及技術も今後重要なポイントになるものと思われる。

## (5) 天然林の施業技術

薪炭材の生産は、現在殆んどが天然林から行われている。従って、天然林の施業技術に関するプロジェクトが重要であるが、現在プロジェクトは薪炭林造成プロジェクトが主体である。

しかし、天然林の有効利用や森林保全等公益的機能の発揮をすすめる観点からも、天然林の生長特性を把握し、その施業技術を確立することは緊急の課題といえよう。自然条件の厳しいサバンナ林では、森林の生態系はもろいことがわかっており、生態系の維持の点でも重要である。

## 2-1-11 薪炭林プロジェクトの成立要因

熱帯林の地域住民の生活の向上と、地球生態系の維持という2点が、開発途上国の林業協力プロジェクトの目的の重要な背景となっている。

このように、開発途上国とりわけ熱帯乾燥地域では薪炭林の造成は急務となっているが、実際には、燃材不足国独自ではこの問題を解決できない場合が多い。その理由は次のようである。

### ①. 財政上の問題

燃材不足に直面している国では、農業が主体であり、一般に輸入超過で対外収支が悪化しており、財政的な余裕に乏しい。

### ②. 人口の増加

タンザニア等に見られるように、1980年時点では、燃材が自給自足可能であったが、人口の増加による過伐や農地、放牧地の拡大等により、年々需給のバランスが悪化している。この傾向は、既に1980年代に供給不足になっている国では一層顕著である。

### ③. 資源の不足

化石資源をもたない国では、エネルギーの殆んどを木質エネルギーに依存していることから、人口の増加と相まって、天然林に対して過伐傾向をとっている。

また、乾燥-半乾燥地帯の天然林の成長は $1 \text{ m}^3/\text{年}/\text{ha}$ 前後と少ないため、天然林の劣化が加速される。

### ④. インフラストラクチャーの整備が低水準

薪炭林を造成するためには、道路や機械等の配備が不可欠であるが、発展途上国では、これらの基盤が脆弱である。

### ⑤. 技術不足

薪炭林造成には、生長の早い、外来早生樹種の導入が主力となるが、樹種の選定、育苗、育林等の技術が不足している。

### ⑥. 制度上の問題

プロジェクトを進める上での諸制度が確立されていない場合が多く、進行上障害が生じる。特に、普及職員の数と資質の面で絶対的な不足がみられる。

## ⑦. 地域住民の理解不足

マラウイ等にみられるように、森林は自由財として、自然に得られるものと考え、造林への意欲が高揚されない。また、燃材不足に対する理解が不十分であることと、地域の森林資源の保続についての理解が不足している。

この他、いくつかの理由が考えられるが、開発途上国独自の力では、燃材不足を解決することが困難な場合が多いのが実情である。

このようなことから、開発途上国では先進国に対して、援助を依頼してプロジェクトを発足させている。薪炭林造成プロジェクトを行うに当たっては、先の理由に相応して次の要因が考慮されている。

- ①. 薪炭材のエネルギー源に占める割合の高い国で、薪炭材の不足が著しい国
- ②. 森林の減少が著しく、生態系に影響を及ぼすと考えられる国
- ③. GNPが低く、財政基盤の弱い国、JICAではGNPが1人当たり年 800US\$以下の国としている。
- ④. 基盤整備の進んでいない国
- ⑤. 薪炭林造成技術が進んでいない国

薪炭林造成技術を移転するとともに、優秀な森林官を育成することも重要な課題の一つである。

## ⑥. 燃材の利用技術が低位にある国

このように、薪炭林造成プロジェクトの成立要因は多数存在し、これらが密接に結びついていると言えよう。

また、プロジェクト受入国の政情についての把握も重要なポイントの一つである。プロジェクトが実行可能な国内状況にあるか否かの判断を総合的な観点から行い、プロジェクトが中断を余儀なくさせられたり、あるいは実行上の障害が多発するようなプロジェクトは避けなければならない。

このことは特に、政府と地域住民の間にプロジェクトに関する合意が得られていない場合生じるものと思われる。

## 2-2 薪炭林造成の政策的枠組

薪炭林造成に当たって政策上必要な枠組については、前節2-1で分析した事項を参考にしながら考えてみよう。

### ①. 薪炭林造成を進める実行組織の明確化

燃材不足国では、実行主体が弱体であることが多い。このため、行政組織を強化するとともに、制度上の欠陥を洗い出してこれを改めることが重要である。

また、薪炭林造成を進める上で、森林官等職員の能力の向上を図るとともに、財政面での必要な資金の予算化を行うことである。

②. また、薪炭林造成に必要な研究を行う研究機関を創設し、そこから得られた研究成果を活用することと、新しい林業技術を普及する制度を設けることである。

③. 現在、"Social forestry" の重要性が認識されているように、地域住民のニーズを的確に把握し、住民が積極的に薪炭林造成に参加できるような、住民林業の組織化を図る。

④. 薪炭林造成に必要な土地の確保を図る

開発途上国では、前述の如く土地所有制度と利用の関係が明確でなく、国有地ではあっても、住民との話し合いによって、造林地を決定する必要がある。そうでない場合は、住民の協力が得られないことになる。

また、同時に、薪炭林造成に適した土地の選定も大切である。

⑤. 薪炭林造成の実行手順を明確にする。

薪炭林造成に当っては、1章の薪炭の生産の実態において述べたように、樹種の選定にはじまって、苗木の生産、運搬、植付け、下刈り、間伐等の育林技術が適用されることになる。また、伐出技術の適用等がある。

したがって、薪炭林造成の当初には、しっかりした、造成計画書を作成しておくことが重要になる。

特に、薪炭林造成の規模に応じた、苗木の生産本数、苗畑の場所や面積およびこれを実行するのに必要な労働力や必要な設備・機械等の配備が手ぬかりなく行われなければならない。

⑥. 流通体制の整備

開発途上国では現在、燃材の流通機構は未発達である。しかし、薪炭林造成によって燃材が人工林から多量に生産されるようになってくると、流通の効率化と、価格の決定等政策的な取組みが必要となってくる。

⑦. 燃材の需給動向に関するセンサスを行う

薪炭林造成を行う場合、国策としては、燃材が自給自足できる体制を作ることを目的とすることになる。

このためには、需要と供給の動向を年次的に把握する必要がある。このためには、全国的な需給動向センサスを行う必要がある。そして、これらの結果を元にしながら、薪炭林造成の規模を見直すことになる。

⑧. 燃材の消費効率を向上させる。

アフリカの開発途上国、特に、村落部では三石式のopen fire によって、料理が行われているが、前述の如く、これらの熱効率は10%前後で低い、しかし、改良ストーブでは熱効率を20-30%に上げることができると、これら改良ストーブの普及を図る。

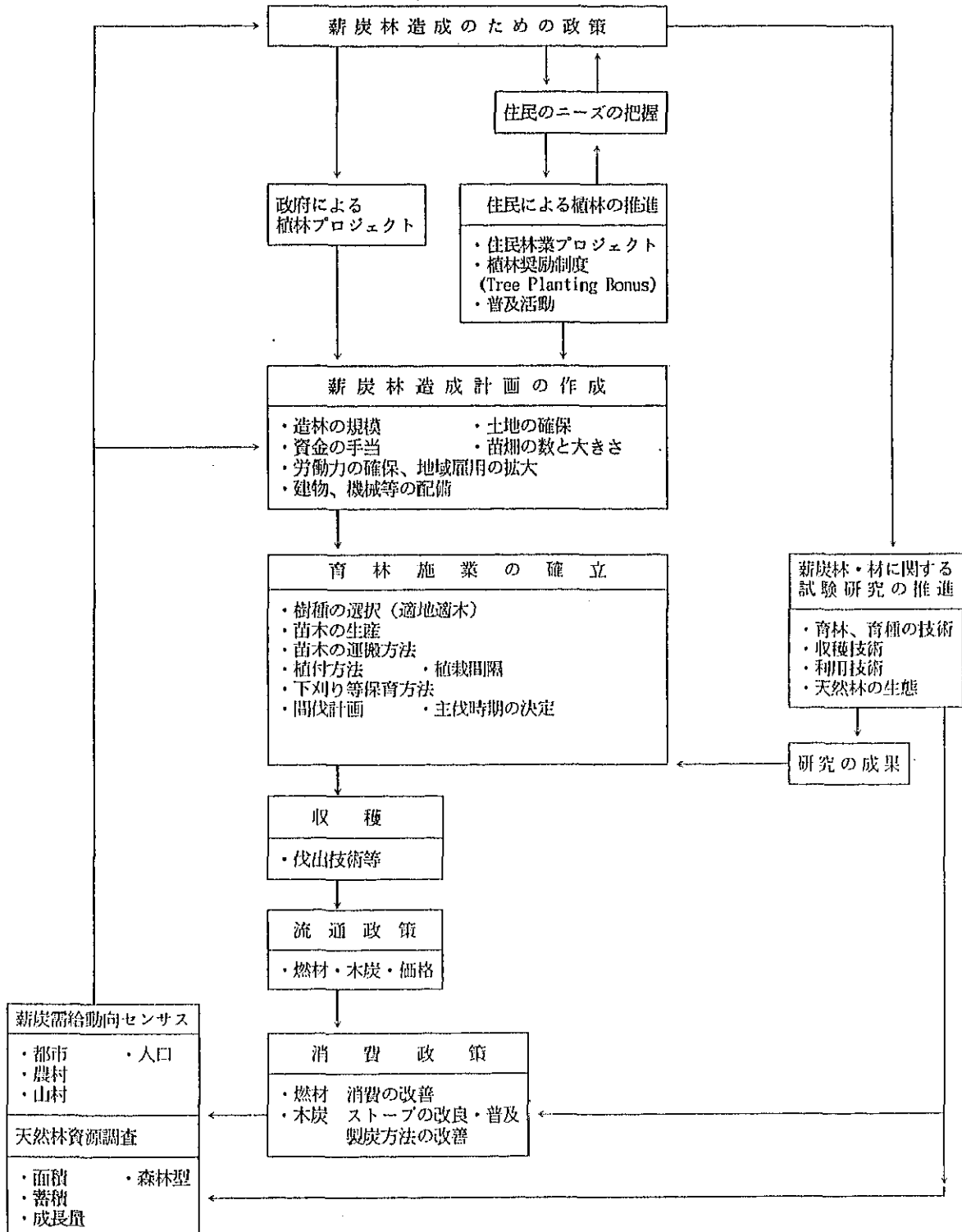
また、木炭製造の方法についても前述の如く、Kilnの改良を行うことが、木炭の生産効率を高めることとなり、これは、燃材の消費量を少なくすることになる。

⑨. 植林奨励制度を導入すること

マラウイにみられるように、Tree planting Bonus システムの導入等により、住民に植林意欲を持たせることも重要な政策の一つである。

以上の枠組は図2-5の流れ図によって示される。

図2-5 薪炭林造成のための政策的枠組のフロー





# 第3章 薪炭林造成プロジェクト計画策定に関する調査手法

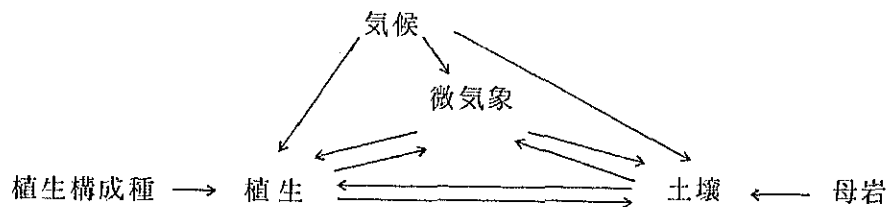
## 3-1 自然条件の調査手法とその着目点

プロジェクトの計画樹立に当って、適地調査のために対象地の気候、植生、土壌などの間に存在する法則的な地理学的相互関係を明らかにすることを目的とする、農林業のための基礎立地調査が必要である。この調査は気候調査、植生調査、土壌調査に分けられる。

### 3-1-1 気候

気候は地球上における温度条件と水分条件を地理学的に規定し、植生および土壌の地理学的分布様式に支配的影響を与えている。

気候、植生、土壌の関係を図示すると次のようになる。



プロジェクト対象地の気候をマクロ的に把握したうえで、現地資料の収集及び調査によるミクロな気候や特徴的な気象を明らかにすることが肝要である。

世界的な規模での気候区分は、古くから多くの研究者、文献等によって為されている。その幾つかを列記すると次のようなものがある。

#### (1) Koppenの気候区分

気温と降水量を要素とした区分で、乾燥型の気候としては、Bw（夏雨型砂漠気候）、Bs（冬雨型乾燥気候＝ステップ気候）、Aw（夏雨型サバナ気候）、Cs（温帯冬雨型気候＝地中海気候）等の区分がある。

この区分は、最寒月平均気温（ $T_c$ ）、最暖月平均気温（ $T_w$ ）によって次の区分をしている。

A :  $T_c < 18^\circ\text{C} \cdots \cdots T_w > 10^\circ\text{C}$

C :  $T_c = 18^\circ\text{C} \sim 3^\circ\text{C} \cdots \cdots T_w > 10^\circ\text{C}$

D :  $T_c < -3^\circ\text{C} \cdots \cdots T_w > 10^\circ\text{C}$

E t :  $T_c < -3^\circ\text{C} \cdots \cdots T_w > 0 \sim 10^\circ\text{C}$

E f :  $T_c < -3^\circ\text{C} \cdots \cdots T_w < 0^\circ\text{C}$

なお、乾燥気候をBとし、うち砂漠気候をBw、草原気候をBsとしている。

さらに、上記A～Dを乾湿度で次のように細分している。

F : 年中多雨で、明瞭な乾季はない

W : 夏雨季、冬乾季



S : 冬雨季, 夏乾季

なお, A s は冬期が無い為, D s は夏期が短いため現実には存在しない。また, A にはモンスーン林気候として中間型の A m が存在する。

以上の区分, 細分でみると次の気候区がある。

A f : 熱帯多雨林気候・・・月最小雨量 =  $R m i > 60mm$

A m : モンスーン林気候・・・  $(100-0.04)$  年降雨量  $< R m i < 60mm$

A w : サバナ気候・・・  $(100-0.04)$  年降雨量  $> R m i$

C f : 温帯多雨気候

C w : 温帯夏雨気候

C s : 温帯冬雨気候 (地中海気候)

D f : 亜熱帯多雨気候

D w : 亜熱帯夏雨気候

このKoppenの気候区分では, 乾燥地帯の区分が粗いと指摘されている。

図3-1はKoppenの気候区分図である。

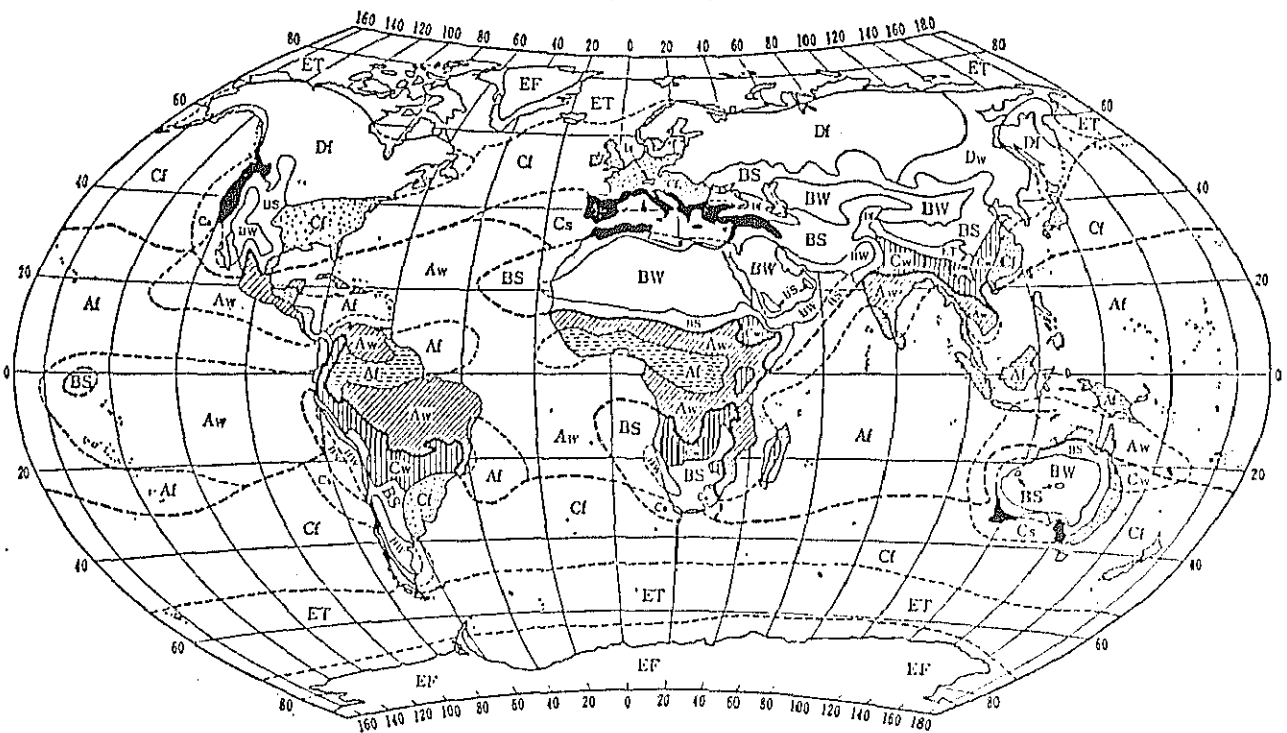


図3-1 Koppenの気候区分図

## (2) Thornthwaiteの気候区分

月別の平均降雨量 (Pmm) と平均蒸発量 (emm) による  $P/e$  比の値を求めそれを12ヵ月積算したものをPEI示数とし, この示数により乾湿区分で気候型を表している。このゾーンウエイットの乾湿区分は, ラングLang(1920)の雨量係数  $P/T$  (年平均降水量Pmm/

年平均気温 $T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )やマイヤーの $N-S$ 係数(年平均降水量 $\text{mm}/$ 飽差)より、植生、土壌との相関関係が高いと認められている。しかしながら $PEI$ が気候の乾湿度を示すものとは必ずしも考えられていない。

(3) 吉良による乾湿度気候帯と大生態系分布の対応

吉良竜夫は、乾湿度を表わす気候示数に完全なものがないので、表3-1に示すように比較的使いやすい三種の乾湿度示数を併用して、乾湿度気候帯の区分を示している。

乾湿度示数の概略は次のとおりである。KはKoppenによる示数で、前述のラングの雨量係数 $P/T$ を降水量の季節配分型の違いに応じて降水効率を変え、1年中多雨の場合に $P/2(T+7)$ 夏雨の場合に $P/2(T+14)$ 、冬雨の場合に $P/2T$ を用いる。

$PEI$ は前述(2)のソーンウェイトによる示数である。

$CIH$ はÅngstrom(1936)による示数で、平均月降水時( $T$ )と月平均降水量( $P\text{mm}$ )及び月平均気温( $t^{\circ}\text{C}$ )の間には、 $T = P \cdot 107^{-1}$ の関係式が成立する。この $T$ を12ヵ月積算したものを用いる。

表3-1 北半球に見られる大生態系の分布と乾湿度気候帯

(吉良, 1976)

乾燥度 示数	K	5以下	5~10	10~18	18~28	28以上
	PEI	16以下	16~32	32~64	64以上	
	CIH	80以下	80~160	160~240	160~240	360以上
気候帯 (climatic zone)	乾燥気候 (dry climate)				湿潤気候 (wet climate)	
	強乾燥帯 (perarid)	乾燥帯 (arid)	半乾燥帯 (semiarid)	湿潤帯 (humid)	過湿潤帯 (perhumid)	
植物帯 (floral zone)	砂漠または 半砂漠 (desert or semidesert)	トゲ低木帯 (thorn shrub)	ウッドランド帯 (サバナ草原) (woodland and savanna)	季節林帯 (seasonal forest)	多雨林帯 (rain forest)	

(4) 年降水量による気候区分

気候帯は年降水量のほか、降水の年間配分、あるいは乾燥期間の長さ等の因子によることは知られているが、実用の便を考慮して、区分の基準の気候学的パターンとして年降水量によって気候型を示した文献から摘録すると次の通り、

○半乾燥地造林計画基準報告書：JICA(1985)

各種の関連報告からの目安として次の通り区分、

極乾燥帯 (super arid zone)	200mm 以下
乾燥帯 (arid zone)	200 ~ 500mm
半乾燥帯 (semi arid zone)	500 ~ 1,000mm
亜湿潤帯 (semi humid zone)	1,000 ~ 1,500mm

○Tree planting practices in african savannas : F A O (1974)

亜砂漠 (subdesert) 200~400mm, 乾燥月 8~11ヵ月。

熱帯乾燥 (dry tropical) 400~1,000 または 1,200mm 乾燥月 6~8ヵ月。

熱帯半湿潤 (semihumid tropical) 1,000~1,500mm 乾燥月 4~5ヵ月。

熱帯湿潤 (humid tropical) 乾燥月 0~3ヵ月。

#### (5) H. Walterの気候区分

西ドイツの植物生態学のHeinrich Walter が考案した、月別の平均気温と降水量による気候図形 (climate diagram) による計量的な区分で、全世界で 8,000箇所以上の気候図形のパターンによって、世界の気候帯を9気候帯に分け、生態学的にゾノバイオムス [zono biomes(ZB)] と呼称している。9気候帯は次のとおりである。

- Z B I 赤道帯 Equatorial with diurnal climate, humid
- Z B II 夏雨型熱帯 Tropical with summer rains, humido-arid
- Z B III 亜熱帯乾燥帯 Subtropical-arid(desert climate), arid
- Z B IV 冬雨型移行帯 Winter rain and summer drought, arido-humid
- Z B V 湿潤温暖帯 Warm-temperate(maritime), humid
- Z B VI 典型的温帯 Typical temperate with a short period of frost(nemoral)
- Z B VII 乾燥温帯 Arid-temperate with a cold winter(continenta)
- Z B VIII 寒帯 Cold-temperate(boreal)
- Z B IX 極地帯 Arctic(including antarctic), polar

なお上記の“湿潤な” humid という用語は多雨気候を記述し、“乾燥” aridという用語はすこしの雨のある乾燥気候を記述している。

世界各地の観測点の数値をダイヤグラムで表しているが、この図示法は、横軸に北半球では1~12月、南半球では7~6月の順に目盛り、夏期の中心が常に中央にあるようにする。縦軸は左側に気温を10℃きざみに、右側に降水量を20mmきざみに示し、かつ気温30℃の目盛りが降水量の60mmのめもりと一致するようにする。また、降水量 100mmを越す縮尺は1/10に減ずる。上述の目盛りにしたがつて半乾燥・乾燥地の数箇所の月平均気温と月降水量をプロットすると図3-1に示すようになる。

このダイヤグラムでは

- ① 降水量の年変化曲線が 100mmを越す部分の面積は黒くぬりつぶし、
- ② 降水量の年変化曲線が100mm 以下で、気温の年変化曲線以上にある部分の面積は細線で

示し、

- ③ 降水量の年変化曲線が気温の年変化曲線の以下にある部分の面積は砂目で示してある。

砂目を示す期間は乾季で、その部分の面積は乾季の厳しさを表わす。またおなじだけ雨がふる月でも、温度が高いほど蒸発量が大きく乾燥度は強まる。この関係は、経験的に、30℃と60mmとを対応させると、その関係がよく表現されるとしている。なお、月雨量100mm以上では水不足はおこらないと考えて、その部分は黒くぬりつぶし、雨量軸の目盛を縮小したものである。少なくとも熱帯では、月雨量100mm以下になると森林にながしかの水不足の兆候が現われ始め、50mm以下では樹木の生活が休止に近づくよう思われる。また、月雨量100mm以下の線で、雨量曲線が気温の曲線以上で細線のみで示してある期間に該当する時期は半乾季である。なお、サバナ林が広く見られるのは、年に5～6ヵ月の乾季があり、年雨量800～1,200mm程度の地域のようなものである。しかし局地的な分布までふくめると、その分布域はもっと広く、年雨量600～1,400mmの範囲におよぶと考えられている。

この気候図形から、年間の降水パターン、森林の構造、樹木の生育の適否等が一目で判断され、実践に役立つものである。

- (6) F A O - Unesco, Soil map of world. における気候区分

寒暑(hot, semi-hot, cool)と緯度(赤道, 熱帯, 亜熱帯等)による温度レジューム(規則性) Temperature regimeと、降水タイプ(砂漠, 半乾燥, 地中海型, モンスーン等)の湿度レジューム, Humidity regimeの組合せで気候区分を行っている。ただし、各巻のRegionによって若干分類方法を異にするが、アフリカについては、

1. Toropical 熱帯
2. Tierra fria テエラ・フリア
3. Desert 砂漠
4. Subtropical 亜熱帯
5. Pampean パンパス
6. Mediterranean 地中海

に大別しおのおのにまた小区分している。小区分された気候区分図は、図3-3アフリカの気候区分図(F A O - Unesco Soil map)のとおりで、この図の解析のキーは表3-2、アフリカ気候区分図の検索表のとおりである。

- (7) Unesco, Map of the world distribution of arid regionによる乾燥気候の区分

乾燥型の気候の地域についての記述と乾燥地域の分布状態を表した世界地図である。1952年にゾーンウェイトの示数を基礎とした世界気候区分図がP.Meigsによって作成された。その後、最近20年間でより緻密な気象観測網と詳細な気候学の進歩、土壌と植生のおびただしい野外研究の集積による重要な新データが集められ、気候と土壌と植生型の間の複合関係に対する理解の下に、主な気候帯の限界を精密に示すのみでなく、可能な限り

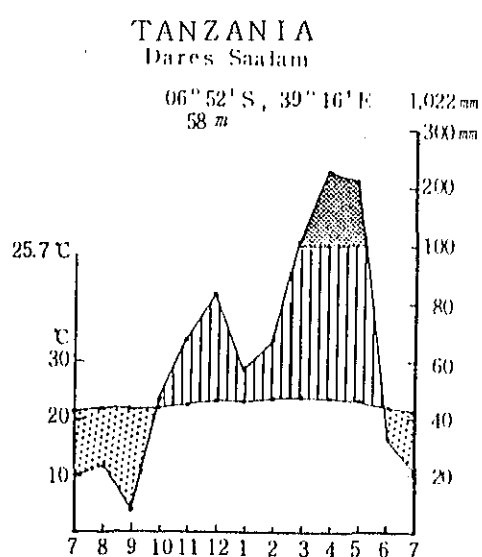
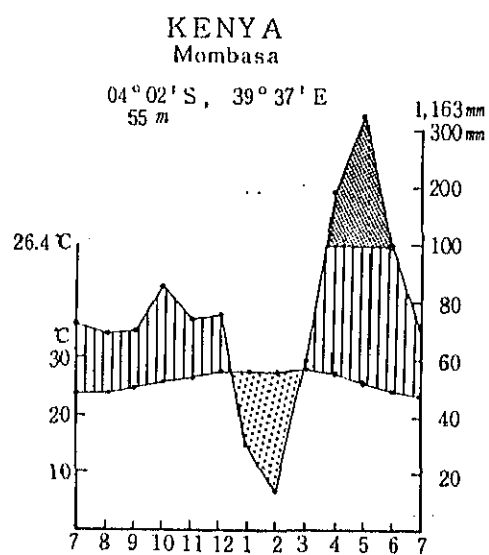
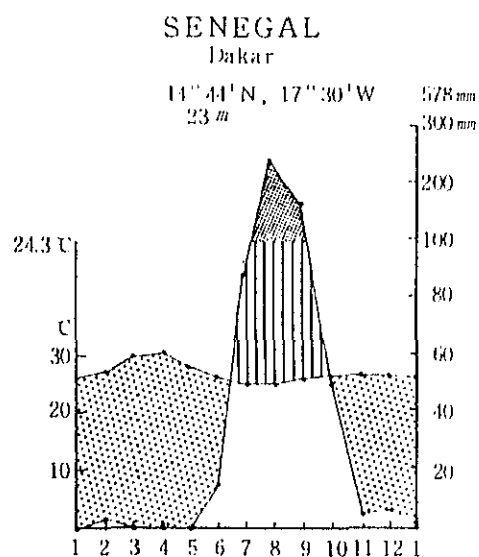
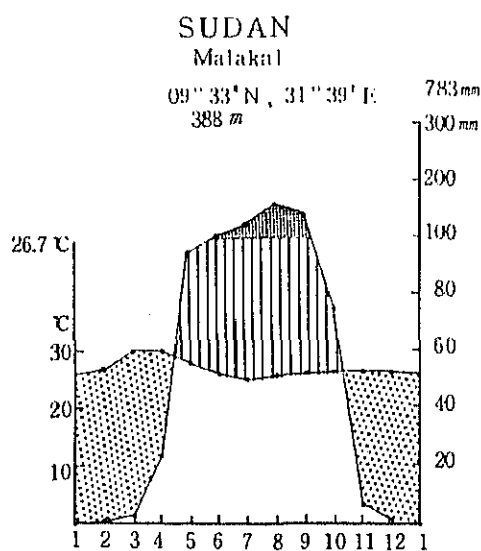
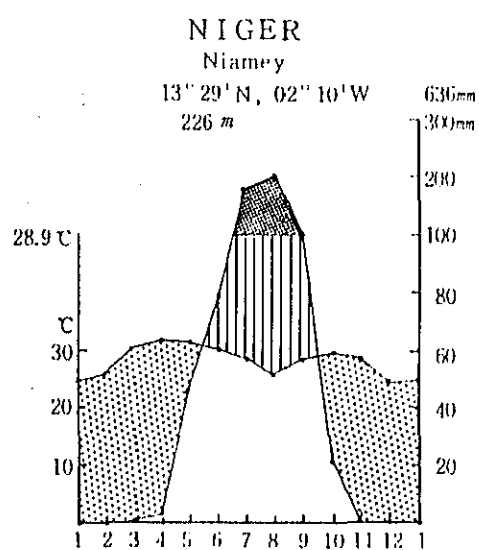
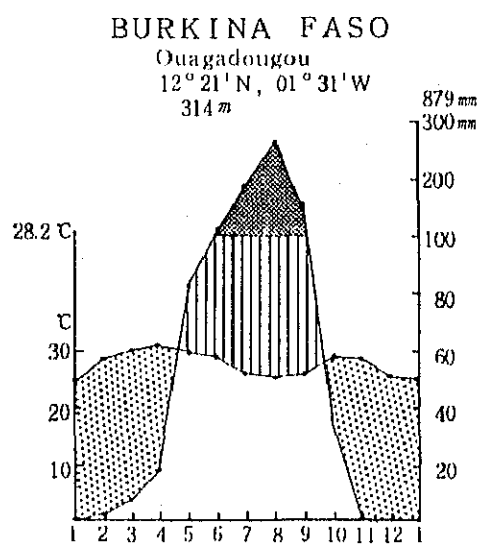


图 3 - 2 气候图形



図3-3 アフリカの気候区分図

表3-2 アフリカの気候区分図の検索表

KEY TO THE CLIMATIC MAP OF AFRICA

Climate	Temperature regimes <sup>1</sup>	Humidity regimes <sup>1</sup>	Main locations
<b>TROPICAL</b>			
1.1 Humid semihot equatorial	Eq	HU Hu MO humidity index > 1	Congo basin, Gabon, Ivory Coast basin, Niger delta, east and northwest coasts of Madagascar
1.2 Humid semihot tropical	Tr	Hu MO humidity index > 1	Lower Congo, southeast coast of Madagascar, Zambezi delta
1.3 Dry semihot tropical	Eq Tr	humidity index 0.44 to 1.00	Coastal Mozambique, Tanzania and Angola; west coast of Madagascar
1.4 Hot tropical	EQ TR	MO Mo	Northern Guinea, Ivory Coast and Ghana; southern Mali, Benin, central Nigeria, the Central African Empire, southeastern Congo, interior of Mozambique, western Madagascar, upper Luabala basin
1.5 Semiarid tropical	EQ Eq TR Tr	mo	Northern Senegal, Mali, southern Niger, Chad and Sudan, Somali coast, Lake Rudolf region, coastal Angola, southern Madagascar
1.7 Humid tierra templada	Tt tt	Hu Mo	All highlands in northern Angola, southern Zaire, Cameroon, southern Guinea, Ethiopia, Mozambique and Tanzania, scarps of the high plateaus of Madagascar
1.8 Dry tierra templada	Tt tt	Mo mo	Tanzania, Kenya, Uganda, region east of the Ethiopian high plateaus
1.9 Cool winter hot tropical	tR	HU Hu MO Mo mo	Northeastern Nigeria, eastern Chad and northern Central African Empire; southern scarps of the high plateaus of Madagascar
<b>TIERRA FRÍA</b> (possibility of frost)			
2.1 Semitropical tierra fría	TF, Ct in winter	Hu MO Mo mo	Much of the plateau area in Angola and central western Africa, eastern Malawi
2.2 Low tierra fría	TF, Ci or Av in winter	Hu MO Mo mo	All high plateaus of Madagascar, northern South Africa, Rhodesia and Shaba region in Zaire
2.3 Medium tierra fría	TF	Hu MO Mo mo	Highlands of Ethiopia, Madagascar, South Africa, Kenya; northern Malawi
2.4 High tierra fría	tf	Hu MO Mo mo	Lesotho
<b>DESERT</b>			
3.1 Hot tropical desert	EQ TP tr	da de do	Northeastern Sudan, Somalia, northeastern Kenya, coastal Mauritania, southeastern and northeastern Ethiopia
3.2 Hot subtropical desert	Ts SU	da de do	Sahara, Kalahari, western Africa, Libyan desert, northern Sudan
3.3 Semihot and cool tropical desert	Eq Tr tr	da de do	Coastal Mauritania, Spanish Sahara, southwestern Angola and northern Namibia
3.4 Cool subtropical desert	Su MA Mm	da de di do	Coastal Namibia, the Karroo region in South Africa, and the Gulf of Sidra in Libya

<sup>1</sup>These temperature and humidity types are defined in the Key to symbols in Table 2.

KEY TO THE CLIMATIC MAP OF AFRICA (concluded)

	Climate	Temperature regimes <sup>1</sup>	Humidity regimes <sup>1</sup>	Main locations
3.5	Tropical highland desert	TF Tf tf	da do	Somali-Ethiopian border, central Namibia, two regions in central South Africa
3.8	Pampean desert	PA	da de di do	Northern Karroo region in South Africa
	SUBTROPICAL			
4.2	Monsoon subtropical	SU Su	Mo mo	Southeastern Rhodesia, northern Botswana and Namibia, southern Angola
4.3	Hot semitropical	Ts, G in summer	MO Mo mo	Zambezi basin between Senanga and the Kariba dam, Darfur and Kordofan in Sudan
4.4	Semihot semitropical	Ts, g in summer	Hu mo	East coast of South Africa and the region north of Swaziland
	PAMPEAN			
5.4	Marine pampean	MA	St	Southern coast of South Africa
5.6	Monsoon peripampean	PA	mo	High Veld in South Africa
5.7	Semiarid peripampean	Su	si	Between the Suurberge and Winterberge mountains in South Africa
	MEDITERRANEAN			
6.1	Subtropical Mediterranean	Su su	ME Me	Lowlands of southwestern South Africa, great plains of Morocco, coastal strip of Algeria and Tunisia, Tripolitania and Cyrenaica in Libya
6.2	Marine Mediterranean	MA Mm	ME Me	Cape area in South Africa, Safi region in Morocco
6.5	Temperate Mediterranean	TE	ME Me	Rif region in Morocco
6.7	Continental Mediterranean	CO Co co	ME Me	High Atlas in Morocco, Algerian high plateaus
6.8	Subtropical semiarid Mediterranean	SU Su Tr tr MA	me	Souss plain in Morocco, Sousse region in Tunisia, Tripolitania in Libya, coastal plain of Egypt, southern coastal plain of South Africa
6.9	Continental semiatid Mediterranean	CO Co co TE Te te	me	Desert fringe of the High Atlas, Algerian high plateaus, Tebessa mountains in Tunisia and Hodna mountains in Algeria.

<sup>1</sup>These temperature and humidity types are defined in the Key to symbols in Table 2.



TABLE 2. - CLIMATIC CHARACTERISTICS OF PLACES REPRESENTING THE CLIMATIC REGIONS OF THE MAP

Map Symbol	Climate	Place	Winter type	Summer type	Temperature regime	Humidity regime	Annual rainfall	Annual evapo-transpiration <sup>1</sup>	Leaching rainfall in humid season <sup>2</sup>	Drought stress in dry season <sup>3</sup>	Humid season <sup>4</sup>	Dry season <sup>5</sup>
							<i>Millimetres</i>					
1.1	1.12	Yangambi, Zaïre	Ec	g	Eq	Hu	1 710	1 130	580	0	3-12	0
1.2	1.23	Brazzaville, Congo	Tp	g	Tr	MO	1 450	1 360	500	410	10-4	7-9
1.3	1.31	Porto Anella, Mozambique	Ec	g	Eq	MO	800	1 430	170	800	1-4	6-11
1.4	1.48	Kaduna, Nigeria	Tp	G	TR	MO	1 250	2 050	600	1 400	6-9	11-4
1.5	1.53	Ouagadougou, Upper Volta	Tp	G	TR	mo	930	2 550	300	1 920	7-9	11-5
1.7	1.72	Kampala, Uganda	Tp	c	Tt	Hu	1 150	1 030	240	120	3-6 8-12	0
1.8	1.82	Dodoma, Tanzania	Tp	c	Tt	Mo	570	1 520	50	1 000	1-3	5-11
1.9	1.91	Kano, Nigeria	tP	G	tR	mo	860	2 470	350	1 960	7-9	11-5
2.1	2.13	Broken Hill, Zambia	Ct	c	TF	MO	920	1 360	470	910	12-3	5-10
2.2	2.25	Tananarive, Madagascar	Ci	c	TF	MO	1 340	1 020	730	410	11-3	6-9
2.3	2.32	Addis Ababa, Ethiopia	Ci	M	Tf	MO	1 220	1 240	600	620	6-9	11-2
2.4	2.43	Barkly East, South Africa	Ti	t	tF	Mo	670	1 070	400	800	3	6-9
3.1	3.12	Djibouti, Territory of the Afars and the Issas	Ec	G	EQ	do	120	1 660	0	1 540	0	4-3
3.2	3.23	Tamanrasset, Algeria	Ci	G	SU	da	30	2 310	0	2 280	0	9-8
3.3	3.33	Villa Cisneros, Spanish Sahara	Tp	c	Tr	do	70	920	0	850	0	10-9
3.4	3.41	Walvis Bay, Namibia	Ci	M	MA	da	20	660	0	640	0	4-3
3.5	3.53	Postmasburg, South Africa	Ci	c	TF	do	300	1 610	0	1 310	0	4-3
3.8	3.82	Cahrnia, South Africa	Av	M	PA	de	200	1 470	0	1 270	0	7-6
4.2	4.22	Maun, Botswana	Ci	G	SU	mo	470	2 010	0	1 540	0	4-12
4.3	4.31	El Fasher, Sudan	Ct	G	Ts	mo	300	3 210	0	2 910	0	9-6
4.4	4.45	Durban, South Africa	Ct	g	Ts	Hu	1 000	810	350	160	9-4	0
5.4	5.43	George, South Africa	Ci	M	MA	St	810	790	120	100	9-12 2-3	0
5.6	5.62	Bethulic, South Africa	Av	M	PA	mo	440	1 450	0	1 010	0	4-3
5.7	5.77	Somerset East, South Africa	Ci	g	Su	si	630	1 330	0	700	0	4-9
6.1	6.19	Rabat, Morocco	Ci	g	Su	Me	490	880	90	480	11-3	7-9
6.2	6.23	Cape Town, South Africa	Ci	M	MA	Me	500	820	130	450	5-8	12-3
6.5	6.51	Chauen, Morocco	av	M	TE	Me	1 160	730	770	340	10-7	7-9
6.7	6.74	Setif, Algeria	av	g	CO	Me	460	1 180	70	790	11-2	6-10
6.8	6.81	Kairouan, Tunisia	Ci	G	SU	me	280	1 600	0	1 320	0	2-12
6.9	6.93	Djelfa, Algeria	av	M	TE	me	300	1 260	10	970	12-1	4-10

See notes at end of tables.

KEY TO SYMBOLS IN TABLE 2

I. Winter types

Symbol	Agricultural suitability	Average of the absolute minima of coldest month	Average of daily minima of coldest month	Average of daily maxima of coldest month
..... Degrees Centigrade .....				
Ec	Warm enough for equatorial crops (rubber, coconut)	> 7°	> 18°	
Tp	Colder but frostless, too warm for cryophilous plants (wheat)	> 7°	13 — 18°	> 21°
tP	Idem, but wheat not entirely excluded	> 7°	8 — 13°	> 21°
Ct	Frost a possibility, but mild enough for citrus, marginal for cryophilous plants	— 2.5 to + 7°	> 8°	> 21°
Cl	Idem, but cool enough for cryophilous plants	— 2.5 to + 7°		10 — 21°
Av	Colder, but mild enough for winter oats	— 10 to — 2.5°	> — 4°	> 10°
av	Idem, but winter days are cooler	> — 10°		5 — 10°

II. Summer types

Symbol	Agricultural suitability	Duration of frostless season	Average of the mean daily maxima of warmest months n=number of months	Average of daily maxima of warmest month	Average of daily minima of warmest month
		... Months ...	..... Degrees Centigrade .....		
G	Warm enough for cotton, summer days very hot	> 4.5	> 25° n = 6	> 33.5°	
g	Idem, but summer days less hot	> 4.5	> 25° n = 6	< 33.5°	> 20°
c	Warm enough for maize and cotton, nights cool but frostless, good for coffee growing	12	> 21° n = 6	< 33.5°	< 20°
O	Colder, but warm enough for rice	> 4	21-25° n = 6		
M	Colder, but warm enough for maize	> 4.5	> 21° n = 6		
T	Colder, but warm enough for wheat	> 4.5	or < 21° n = 6 > 17° n = 4		
t	Colder, but warm enough for wheat, short frostless season	2.5 — 4.5	> 17° n = 4		

III. Temperature regimes

Symbol	Temperature regime	Winter type	Summer type
EQ	Hot equatorial	Ec	G
Eq	Semihot equatorial	Ec	g
TR	Hot tropical	Tp	G
Tr	Semihot tropical	Tp	g
tR	Cool winter hot tropical	tP	G, g
Tt	Tierra templada	Tp, tP, tp	c
TF	Low tierra fría	Ct or colder	g
Tf	Medium tierra fría	Ci or colder	O, M
tf	High tierra fría	Ci or colder	T, t
Ts	Semitropical	Ct	G, g
SU	Hot subtropical	Ci, Av	G
Su	Semihot subtropical	Ci	g
MA	Warm marine	Ci	O, M
TE	Warm temperate	av, Av	M
PA	Pampean	Av	M
CO	Warm continental	Av or colder	g, G

IV. Humidity regimes

Symbol	Humidity regime	Definition
Hu	Humid	No dry month. <sup>4</sup> Humidity index <sup>5</sup> > 1. Ln <sup>3</sup> > 20% of potential evapotranspiration. <sup>1</sup> One or more months are not humid. <sup>4</sup>
ME Me me	Mediterranean	Neither humid nor desert, winter rain > summer rain. If summer is G, July should be dry. Latitude > 20°, otherwise the regime is monsoon.
Me	Dry Mediterranean	Ln <sup>3</sup> < 20% of annual evapotranspiration. Humidity index 0.22 to 0.88. In a month or more with daily maxima averaging above 15°C, water stored in the soil fully covers evapotranspiration.
me	Semiarid Mediterranean	Too dry for Me.
MO Mo mo	Monsoon	Neither humid nor desert. Humidity index <sup>5</sup> for July-August greater than for April-May. July or August is humid if two winter months are humid. July or August is not dry if two winter months are not dry. Otherwise the regime is steppe or semiarid isohyrous.
MO	Moist monsoon	Ln <sup>3</sup> > 20% of annual evapotranspiration and/or a humidity index <sup>5</sup> > 0.88.
Mo	Dry monsoon	Ln <sup>3</sup> < 20%. Humidity index <sup>5</sup> between 0.44 and 0.88.
mo	Semiarid monsoon	Humidity index <sup>5</sup> < 0.44.
da de do	Desert	All months with an average maximum temperature > 15°C are dry. The humidity index <sup>5</sup> is < 0.22.
da	Absolute desert	All months for which the average of the maxima is above 15°C have a humidity index <sup>5</sup> below 0.25. The annual humidity index is < 0.09.
de	Mediterranean desert	Not dry enough for da. Winter rains are heavier than summer rains.
do	Monsoon desert	Not dry enough for da. July-August are less dry than April-May.
si	Semiarid isohyrous	Too dry for the steppe regime, too humid for desert; neither Mediterranean nor monsoon regime.

<sup>1</sup> Potential evapotranspiration is computed month by month on the basis of the maximum daily air saturation deficit by the Papadakis formula:  $E = 0.5625 (e_{ma} - e_{mf} - 2)$ , where E is in cm, and e in millibars.

<sup>2</sup> Leaching rainfall (Ln) is rainfall minus potential evapotranspiration during the humid season.

<sup>3</sup> Drought stress is the opposite of leaching rainfall; it is the potential evapotranspiration minus rainfall during the nonhumid period of the season.

<sup>4</sup> A month is *humid* when rainfall exceeds evapotranspiration, it is *dry* when rainfall plus the water stored in the soil covers less than half of the potential evapotranspiration, and *intermediate* when it is neither dry nor humid.

<sup>5</sup> The annual or monthly humidity index is obtained by dividing the rainfall by the potential evapotranspiration.

より多くの生態学的情報を包含した新しい地図が必要とされ、Unescoから1977年に出版された。

乾燥と半乾燥帯の区分は一部は乾燥示数(aridity indices)を、一部は土壌、土地の高低、植生等の全ての利用可能なデータの考察に基づいている。

生物気候学的な乾燥度は、降雨から得られる水の総量と、蒸発作用と植物の蒸散作用によって失われる水の量との相対的な量によって定まる。すなわち、乾燥度が強まるのは、降雨量の減少と蒸発量の増加によるものである。こうして、P/ETP比の値（Pは年平均的降雨量，mean value of annual precipitation，E T Pは年平均的蒸発散エネルギー，mean annual potential evapotranspiration）がここでは半乾燥、乾燥地域を区分するのに用いられた。このP/ETP比は、P-ETPという差よりもよく使用される。これはP-ETPはどちらかと云えば、水の賦存量に関するもので、しかも多くの異った気候に対しても同じ値でありうるからである。（例えばP-ETP=400の場合、1,000-600でも、800-400、又は600-200等でもありうる。）一方、半乾燥、乾燥地帯では、P/ETP比は、よりよく乾燥度を表現している。何故ならば、水分消失エネルギー(potential water loss)が降雨量と正比例の関係にある全ての気候について、P/ETP比は同じ値を示すからである。乾燥度はこのP/ETP比の

値が減少すると増大する。更にこの比は季節変動の大きい気候において生物学的に適確である。何故ならば  $P/ETP$ 比は、 $ETR/ETM$ 比 ( $ETR$ は土壌植物系の蒸発散量, real evapotranspiration of a soil-plant system,  $ETM$ はmaximum evapotranspiration in the absence of a water constraint水分抑制のない状態の最大蒸発散量)は植生の乾物生産量を大きく左右するものである。これらの地域においては、年降雨量  $P$ は極めて  $ETR$ に近く、蒸発散量  $ETP$ は  $ETM$ とその上限に至るまで極めて近似している。この  $P/ETP$ 比はD. Henning(ボン大学気象学研究所)によって、1,600箇所のデータを用いて計算された。

$P$ と  $ETP$ によって、乾燥地域を次のように区分している。

① 高乾燥帯 (hyper-arid zone)  $P/ETP < 0.03$

この地帯は、季節に関係なく、非常に僅かかつ不規則な降雨のある真の砂漠気候に該当する。この帯では、河岸にいくらかのブッシュがある以外は、殆んど多年生の植生はない。また単年生植物は恵まれた年には生育することが出来る。農業と放牧は、例外を除いて一般に不可能である。年ごとの降雨量の変動は100%に達することがある。

② 乾燥帯 (arid zone)  $P/ETP = 0.03 \sim 0.20$

この帯の植生は、散生しており、そして地域によってはブッシュや小さい木本性、多汁性、有刺あるいは無葉などの低木を含んでいる。極めて粗放な牧畜は可能であるが、降雨を期待する農業は不可能である。この地域の年降雨量の最低値80~150mm, 最高値200~350mmの範囲として特徴づけられ、年ごとの降雨量の変動は50~100%である。

③ 半乾燥帯 (semi-arid zone)  $P/ETP = 0.20 \sim 0.50$

この帯は、いわゆるステップsteppe帯であり、サバナsavannahや熱帯低木林を含む。これらは時には、良好な放牧地であり、また降雨に依存する農業が可能である。しかし乍ら降雨量の変動が極めて大きいので、収穫量はかなり不規則である。この帯の年降雨量は、地中海から熱帯緯度において、夏雨型で300~400mmから700又は800mmの範囲であり、冬雨型で200~250mmから450~500mmの範囲である。年ごとの降雨量の変動は25~50%である。

④ 半湿潤帯 (sub-humid zone)  $P/ETP = 0.50 \sim 0.75$

この帯は、主として熱帯サバナのある種のタイプ、地中海気候におけるマギ (Maguis ホルトノキ科の低木) やチャパラル (chaparral 矮性かしわの木)、チェルノーゼム (Chernozem) 黒土帯土壌でのステップ等が包含されている。農業が通常の土地利用となる。年ごとの降雨量の変動は25%以下である。この帯は前述の P. Meigsの地図には示されなかったが、この帯においても、土壌や植生の劣悪化によって砂漠化は起りうる。

前述の4つの乾燥度のクラスのほかに、細分のために気温の基準を考慮する必要がある。気温とその年変化は、降水量とともに植物生産に重要な影響を与える。気温の基準は、まず第一に年間の最寒月の平均気温 (°C) にもとづく細分区として表わされ、4つの

細分区として次のものがある。

- (a) 暑い冬期：最寒月の平均気温が20℃～-30℃
- (b) 温い冬期：                  "          10℃～20℃
- (c) 冷い冬期：                  "          0℃～10℃
- (d) 寒い冬期：                  "          0℃以下

これらの4つの細分区は、さらにそれぞれ、年間の最暖月の平均気温にもとずいて分けられている。その境は10℃、20℃、30℃である。以上の気温による2種の細分は、年間の気温変化の範囲を表すことを可能にする。そしてこれは緯度と大陸性によって異なるものである。これらの温度データは既に前記P. Meigsの地図で計算されているが、本地図では次の考慮がなされている。それは以上の季節ごとの気温と併せて雨期の時期についても考慮すべきであるとした。このことは特に生物学的重要性をもつ。すなわち、乾季の長さや降雨のパターンとして次の基準が考えられる。

- 乾季の月数：1月以下、1～3月
- 4～5月、6～7月
- 8～9月、10～11月
- 12月

○降雨のパターン

- ：冬雨季型
- ：2回雨季型（秋末と春初に雨、冬の乾季は夏の乾季より小）
- ：夏雨季型
- ：2回雨季型（春末と秋初に雨、夏の乾季は冬の乾季より小）
- ：中間型（冬と夏に2回雨季）
- ：不規則型

Meigsの地図と比較して本地図で改良された点の1つは上記の乾季の長さや降雨パターンを表示したことである。

以上の気候区分のうち、半乾燥、乾燥熱帯地域の薪炭林造成に最も有効と思われるのは(6)のSoil map of the worldと(7)のMap of the world distribution of arid regionの気候の記述であろう。マクロ的に上記により対象地の気候型を把握すると共に、ミクロ的には、現地データの収集を行う必要がある。現地データは、対象国の公的気象観測数値を最近10年間以上のものを入手することが望ましい。プロジェクト対象地に出来る限り近い観測地のデータが最も必要であるが、林業関係機関で適当なデータが得られない場合は農業関係機関の出先が観測を行っている場合もあるので、相手国林業機関経由で広くデータの収集に努める。観測地としては、気温、湿度、蒸発量、降雨量、の月別、平均、最大、最小値、等が必要であり、特に降雨量と降雨型に着目して対象地の気候特性を把握し、造林樹種選定、育苗、造林事業の作業時期、作業量、作業計画、作業方法、山

火予消防対策の立案に役立てる。

またプロジェクト開始の場合は気象観測を適確に行い、そのデータを整理し、管理保管することが必要である。

### 3-1-2 植生

プロジェクトの計画樹立に当って、対象地の植生条件を明らかにすることは、気候、土壌などの地理学的相互関係を明らかにし、計画の基礎条件把握のため、気候条件、土壌条件とともに重要である。この場合、対象地の植生をマクロ的に把握し、現地調査でミクロ的に検証することが、前項の「気候」で述べたと同様に効果的な手法である。

マクロ的に植生条件を把握するには、種々の文献があるが、先ず世界の植生分布の概要をみる。

#### (1) H. WalterのVegetation of the Earth

前節の気候区分(5)で述べたゾノバイオムズzonobiomes (Z B)の9気候帯に対応して各気候帯の植生を次のとおり分けている。

- ① Z B I…常緑熱帯降雨林: Evergreen tropical rain forest, 年平均気温20℃以上, 年較差6℃以内, 年降水量2,000mm以上, 2カ月以上の乾季がない赤道地域に発達する。熱帯アフリカ, インド, マレー, アマゾンの3地方にわかれる。きわめて多くの樹種から成り階層がはっきりしない。
- ② Z B II…熱帯落葉林またはサバナ…… Tropical deciduous forests or savannasで  
i)落葉林, ii) 相対的乾燥サバナ, iii) 湿潤雨季のあるパークランドを包含している。熱帯落葉林は明確な乾季のある季節風地帯に発達する。代表的なものはチーク林であって雨季には葉は茂るが, 乾季に落葉する。アフリカ, インド, ビルマ, タイ, 南米, オーストラリアなどに見られ, その分布領域は広い。サバナは年降水量1,000-200mmで, 4~6カ月の乾季をもつ熱帯, 亜熱帯に発達し, 散生する樹木と草原から成る。森林の伐採と火災など自然破壊によってできることがあるが, 自然にできることもある。パークランドは通常この気候帯の極めて平坦な国に現われる。夏の大雨の間, 全ての僅かに低い低地は洪水となり, 水は干上るのに数カ月要する。サバナやパークランドの樹木としてアフリカでは, バオバブノキ, *Adenium socotranum* (Apocynaceae), ヤシPalmのなかまなどが生える。ケニア, タンザニアなどでは野獣保護区となっているところがある。サバナ, パークランドはインド, オーストラリア, 南米にもその分布が広い。
- ③ Z B III…亜熱帯砂漠植生, Subtropical desert vegetation  
蒸発量が降水量を上まわり, 常に水分が不足し, 降水が極めて不規則である。年降水量は200mm以下が普通である。35°N以南では炎熱砂漠となり, 温度の日較差も大きい。植生はきわめてまばらで, 水の不足と土に蓄積する塩分に適応し, 多肉化したり, 葉が棘になったりしている。サボテン科, トウダイグサ科 (*Euphorbia* 属), ウェルウィッチア

科などが特徴的である。サハラ砂漠、アラビア砂漠が最も広く、南アフリカ、オーストラリア、メキシコ、チリー、ブラジルなどその分布は広い。

④ Z B IV…堅葉木本植物 Sclerophyllous woody plants

大陸の西岸では暖温帯は夏に乾燥し、冬に雨が多い。地中海地方では日本のウバメガシに似た *Quercus ilex*, *Q. coccifera* の林があって、マキまたはガリグとよばれている。アメリカ太平洋岸のチャバラルもこれに似た植生で、カシといっても西南日本の夏雨型多雨気候のところには生育しているアラカシやシラカシとちがって、クスノキ科、ツバキ科の常緑樹と共存することはない。林床にシダは全くない。地中海地方のほか、南アフリカ、オーストラリアの西南部、北米太平洋側、チリーなどに分布している。

⑤ Z B V…温帯常緑林 Temperate evergreen forest

大陸東岸の夏雨型多雨気候の暖温帯に発達する森林で、ユーラシア大陸では東部ヒマラヤでアラカシの湿潤暖温帯林と *Quercus baloot* が相接している。温帯常緑林は別名照葉樹林といわれるがこの名称のもとにはカナリア諸島のローレルの林である。クスノキ科のローレルとブナ科の *Quercus ilex* が共存しないで離れているのがヨーロッパの植生の特徴で、この2つの科の樹木が共存し、さらにツバキ科、ハイノキ科などの従属植物をしたがえているのが、東アジア、東南アジアの照葉樹林の特徴である。葉が水分を多く含み、細胞間隙とクチクラ層がよく発達して、しなやかに曲がるなめし皮質の葉がローレル（照葉）であるが、光沢はあってもピカピカ光るわけではない。西南日本のほか、中国東南部、オーストラリアの東岸、ニュージーランド、南米東岸、南アフリカ東岸などに分布している。

⑥ Z B VI…落葉広葉樹林（冬季は葉がない）

Nemoral broadleaf-deciduous forest (bare in winter)

約半年間生育に適しない低温の期間があって森林は葉をおとして休眠する。ブナ科とカエデ科が共存し、南半球では *Nothofagus* にかわる。北半球のものは秋にその紅葉が美しい。東北日本、中国東北・中央部、イギリス、フランス、ドイツ、オーストリア、ポーランドなど、北米東部、南米チリー南部などに分布している。

⑦ Z B VII…ステップから寒冷砂漠

Steppe to desert with cold winter.

大陸内部では雨量が少なくて、森林ができず草原となる。ソビエトのステップ、北アメリカのプレーリー、モンゴルの大草原、アルゼンチンのパンパス、アラビア半島の北部など、イネ科植物が多い。

次にアジア大陸内部、北アメリカの内部、南アメリカの南部にみられる寒冷砂漠がある。ヨモギのなかまなどが生育する。

⑧ Z B VIII…北方針葉樹林 Boreal coniferous forest (taiga)

北極をめぐるユーラシア、北アメリカの極地森林限界まで発達する針葉樹林とカンバ、ヤマナラシなどの耐寒性広葉樹林、マツ科とツツジ科との共存が特徴である。コケ植物や

地衣が林床に生育する。針葉樹はふつう常緑であるが、永久凍土層のできているところには落葉性のカラマツが優勢である。ソビエトでは針葉樹林をタイガとよぶ。海洋性気候ではカンバ林ができる。低緯度の高山に突出部、飛地をもつ。北海道の東北部はこの地域に属する。

#### ⑨ Z B IX…ツンドラ植生 Tundra vegetation (treeless)

極地森林限界をこえ植物の生育期間が短く、地下に永久凍土層があって、夏の間地表だけが融解する地域に成立している。常緑の小低木や地表植物が短い白夜の夏に同化生産能率を上げる。地中で休眠する植物は生育期間が短いため不利である。ミズゴケ、ハナゴケのように環境の水分状態の変化にともなって容易に休眠と活動の転移のきく植物がツンドラの生活に適している。高山と共通する植物が多い。ツツジ科植物、スゲ、ワタスゲなどが多い。

以上、ワルターの植生図によって、世界の類似した生活型をもち、類似した相観を示す植生区をみたが、いくつかの大陸に分かれて分布している同じ植生区の特徴的な景観を形成している植物の科、属、種にはかなり大きな相違が認められる。これは地質学的地理学的生物文化の歴史的結果と解釈されている。たとえば、アフリカと南アメリカは古くから分離移動したと考えられているが、アフリカの旧熱帯植物界のサバナには幹が太く樹冠が小さいバオバブの木が散生し、ユーフォルビアと共にサバナの独得な景観を形成しているが、新熱帯植物界に属するアマゾン河流域の熱帯多雨林の周辺に分布しているサバナにはバオバブの木もユーフォルビアもみうけられない。

参考としてワルターのVegetation of the Earth のzonobiomesによる植生区分図を附属資料として掲げる。

また世界の植物系は、つぎの6つの区系に大別されている。①全北植物界、②旧熱帯植物界 ③新熱帯植物界 ④ケープ植物界、⑤オーストラリア植物界、⑥周南極植物界である。これをワルターの図により示したのが図3-4である。

次にプロジェクトの対象地となるのは半乾燥地域であるので、半乾燥地の植生に関する文献をみると次のとおりである。

#### (2) 半乾燥地の植生

##### ① 吉良による森林型

前節の気候の(3)で記述したが、吉良は半乾燥帯semi-aridに対応する植物帯としてウッドランド帯(サバナ草原)Woodland and savannaをあげている。森林型の分化に大きな役割をはたしているのは、一年間の総雨量の大小よりは、むしろ乾季の長短であるとしている。典型的な熱帯多雨林では、普通最高樹高が45~50mをこえ、そのような巨大高木層の下に20~30mの大高木、10~15mの小高木がそれぞれ層をなして、高木層が三段に分かれているのが特徴である。個々の木には一年のうち短期間だけすっかり葉を落すものもあるが、季節的にそろって落葉する傾向は少なく、森林全体としてはつねに常緑の状態を



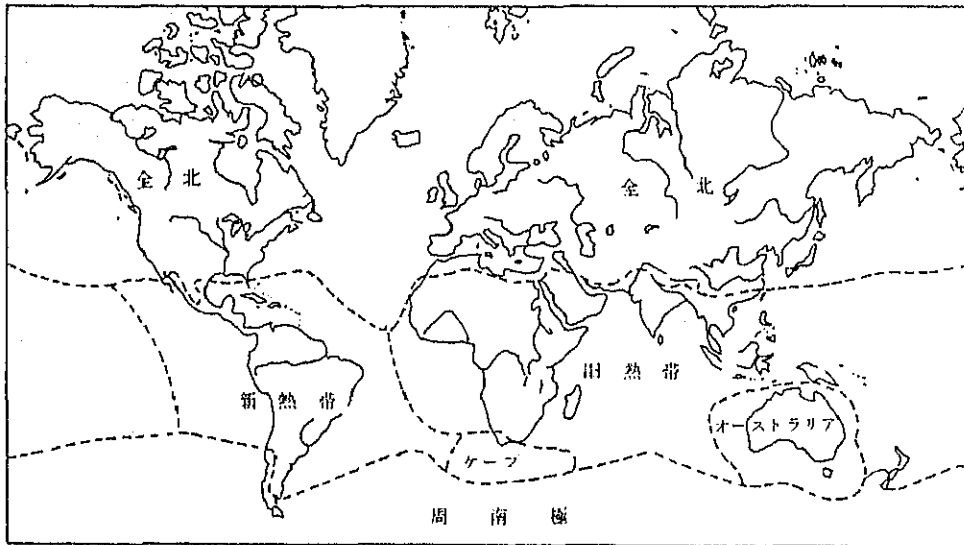


図3-4 世界の植物区系

保つ。ところが、雨量100mm以下の月が増え、さらに50mm以下の月が加わるにつれて、樹高は徐々に低くなり、上の層から順に次第に立木密度が低下してやがて消失し、またおなじく上の層から乾季にそろって落葉する樹種のパーセントがふえてゆく。この経過を模式的にえがいたのが図3-5、赤道多雨気候から乾燥気候に向っての森林型の変化である。

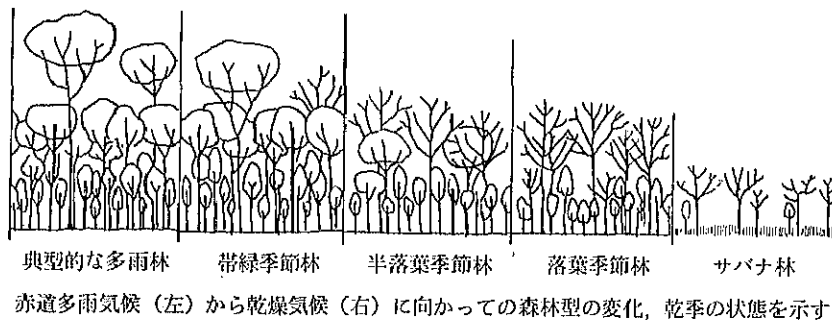


図3-5 赤道多雨気候から乾燥気候に向っての森林型の変化

密生した高木林であるが、構造や相観に季節的乾燥の影響が表われている森林を、熱帯季節林と総称する。影響の程度に応じて、さらに常緑・半落葉・落葉の三段階に分類することが多い。落葉季節林というのは、巨大高木層がなくなり主林木の大部分が乾季に落葉する林型で、従来はモンスー林・雨緑林などとよばれていたものである。そこでは雨量100mm以下の月が6ヵ月、50mm以下が4ヵ月くらいになるが、それ以上乾季がきびしくなると、もはや閉じた林冠をもつ森林は成立できなくなり、疎生した小高木の下に草本が密生したサバナ林となる。

現実の森林型の分布は、以上にのべた気候条件のほかに、局地的な水条件の変化によって大きな影響を受けている。かなり乾いた気候のもとでも、河ぶちや滞水地には樹種組成

のちがう湿地林が見られるし、また急斜面ほど、砂地ほど水条件が不利で、同じ気候のもとでもより乾生型の森林が見られる。さらに母岩のちがいによる土壌条件の差が同じ気候のもとでも発達の程度にかなりの差がある。

サバナ林 savanna woodland は、熱帯林としてはもっとも乾いた土地を占める林型である。標準用語としての woodland は、樹冠が不連続で閉鎖していない疎林を意味し、狭義の森林（密生林 forest）には入らない。但しこの使い方はアメリカ式にならったもので、英国人は forest と woodland をまったく同じ意味に使うことが多いから、注意を要する。

典型的なサバナ林では、樹高 15m 前後の高木が散生し、立木密度はかなり高い（1,500 本/ha 程度）が、地面にはイネ科の草が密生している。乾季がたけなわになると、高木は完全に落葉し、下草の地上部も枯れあがってしまう。低木には特有の種類が多いが、量は少く、ほぼ単層林とみなせる。いっそう気候が乾燥して、高木密度がもっと低くなり、草原の中に樹木が点在するにすぎなくなったのが、いわゆるサバナで、サバナ林からサバナへの移行はもちろん漸移的である。

ワルターの気候図形でみると、サバナ林が広く見られるのは、年に 5～6 ヶ月の乾季があり、年雨量 800～1,200mm 程度の地域のものである。しかし局地的な分布までふくめると、その分布はもっと広く、年雨量 600～1,400 mm の範囲におよぶ。密生林地帯でも、急斜面や水はけのよい土壌にはサバナ林が出現するし、土の保水力が大きければその逆の現象がおこる。

野火の影響も重要である。サバナ林の落葉と枯れ草を焼きつくす乾季の野火は、若木の定着を妨げ、耐火性の植物を保護し、結果としてサバナ林景観を維持する方向に働く。またサバナ林の多いインドや熱帯アフリカでは、野火に加えてさらに家畜の放牧や野生草食獣の採食が、サバナ林の維持と拡大に力をかしている。

サバナやサバナ林の分布と気候条件の間に、あまり明確な相関関係がみとめられないのは、こうした事情によるものであろう。サバナ林の構造や構成樹種、下生えの状態などは、その成立の由来～すなわち気候や土壌の条件、野火、放牧などの人為的影響の組合せに応じて、きわめて変化に富んでいる。その実態はまだごく一部分しかわかっていない。

## ② H. Walter の植生区分

前記の Zonobiomes (ZB) II 夏雨型熱帯, Tropical with summer rains, humido-arid の気候帯に対応した植生として熱帯落葉林またはサバナで、i) 熱帯落葉林 zonal deciduous forests ii) 相対的乾燥サバナ relatively dry savannas iii) 湿潤雨季のあるパークランド the parklands with a wet rainy season. が包含されていることは既に述べたが、ワルターの定義によると、サバナとは均質な草地に多少とも均等に木本植物が散生している植生型であり、熱帯の木本植物を欠く草地はグラスランドと呼ぶ。また林地と草地がモザイク状に分布している立地はパークランドと称し、植物社会学上のサバナとは区別している。

またサバナの生態的平衡を理解するために一例として南西アフリカで地形、降雨量の全てをとり入れ貯える細砂質土壌は類似しているが、夏雨の降水量だけが異なる立地条件の所を選び、年降水量が①→②→③→④の順に 100mm→ 200mm→ 300mm→ 400mmと増大する立地における植生のちがいを示した説明図（図3-6）がある。

気候的サバナは年降水量 500～ 300mmで8ヵ月の乾季で生ずるが、Z B IIと夏雨を伴った砂漠desertとの間の一時的な地域はZ B II / IIIを示している。

図3-6は降水量がグラスランドから、シュラブ・サバナ、ツリー・サバナへと増加するにつれて、植生の地上部、地下部がどのように変化するかを図示したものとみることが出来る。図3-6については、次の説明が付されている。

① 年降水量100mm

降水は地表下20cmほどにしか達しない。

群生した短茎草本の根はこの地表に近い湿っている土層中に蓄えられた水を雨季の終わりまでに使い切ってしまう。草本植物は、短い雨季の間に開花結実し、乾季には地上部や地下部が枯れるが、次の年の雨季になると再び種が水を吸って発芽し、短い雨季の間に再び開花、結実し生活のサイクルが繰返される。しかし普通の樹木は落葉後も枝や幹からの若干の蒸散があるので、乾季に利用する土壌の中の水分が全くない場合は生存することができない。

② 年降水量200mm

水分状態は①と大差がない。しかし土壌は①よりも深く湿り、草本のたけは高くなり、根も深くなる。土壌層中の水が雨期の終わりまでに使い切ってしまうことは①と同じである。

③ 年降水量300mm

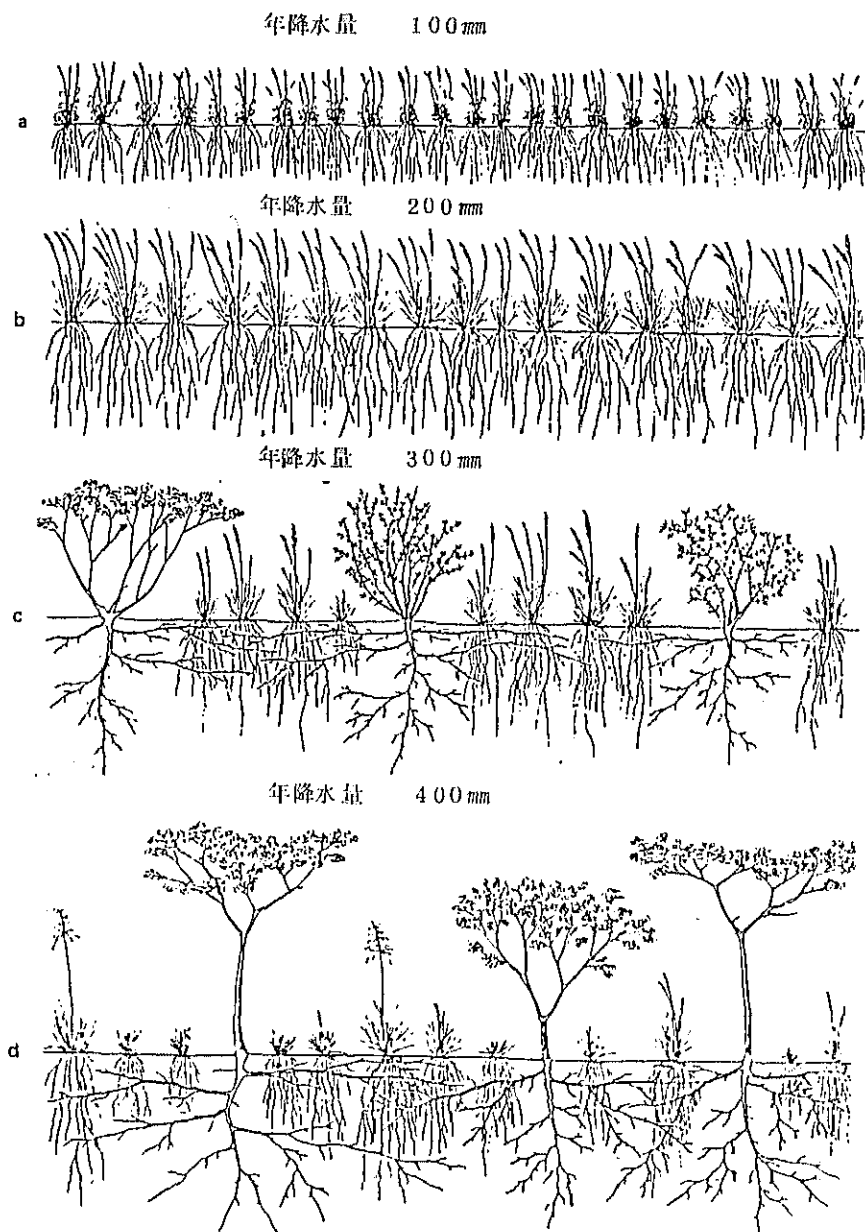
土壌層中に雨季の終わりに若干の水分が残されている。しかし、この程度の水では乾期になると草木の地上部は枯れてしまう。しかし、木本植物が生存するために必要な水分（その量は少ない）が残されているので、木本が散生するシュラブ・サバナshrub savanna（ヤブ・サバナ）が成立する。

④ 年降水量400mm

乾季になってもかなりの量の水分が残されているので、木本植物が優占するツリー・サバナtree savanna（木サバナ）となる。しかし草本植物は優勢なパートナーである。

水分状態がさらに良くなって樹冠が閉鎖すると、草本と木本の競合関係は、①、②、③の状態とは逆になって、ついには木本植物が優勢となりsavanna-woodland、またはdry tropical-deciduous woodlandが成立するようになる。

このようにして成立したサバナの平衡状態は草食動物によって崩されているのが普通である。すなわち、草食動物によって草本植物の地上部が食べられると、蒸散による土壌水分の消費が少なくなり、木本植物（主としてアカシア属）の生育に都合のよい状態とな



注 a と b : grassland , c : savanna ,  
 d : dry woodland , Walter ( 1972 ) による。

図 3 - 6 降水量の差による植生の差

る。そして木本植物が茂って、その種子や果実が沢山できる。

草食動物はこの種子や果実を好んで食べるので、その糞に混じって、広範囲にばらまかれ、このふんの中の種子は草本の根との競合が少ないので、トゲのあるヤブ (thorny thicket) が一面に成立する。

サバナはこのような理由によって、もともとヤブが広がる危険性をもっているので、放牧地として利用すると独特な二次的サバナが成立する。今日、見られるサバナは過放牧による二次的サバナ (人為サバナ) であって、本来のサバナ, climatic savanna は極め

て少い。

③ Unesco; Soil map of the World. によるアフリカの植生大域

半乾燥地域の植生として特にアフリカについて利用できるものとして、Soil map of the world がある。この大陸別説明書には各大陸の植生図とその説明がなされている。この植生図は大陸によってその分類基準が異なっているが、大要を知ることができる。図3-7はアフリカの植生大域図である。

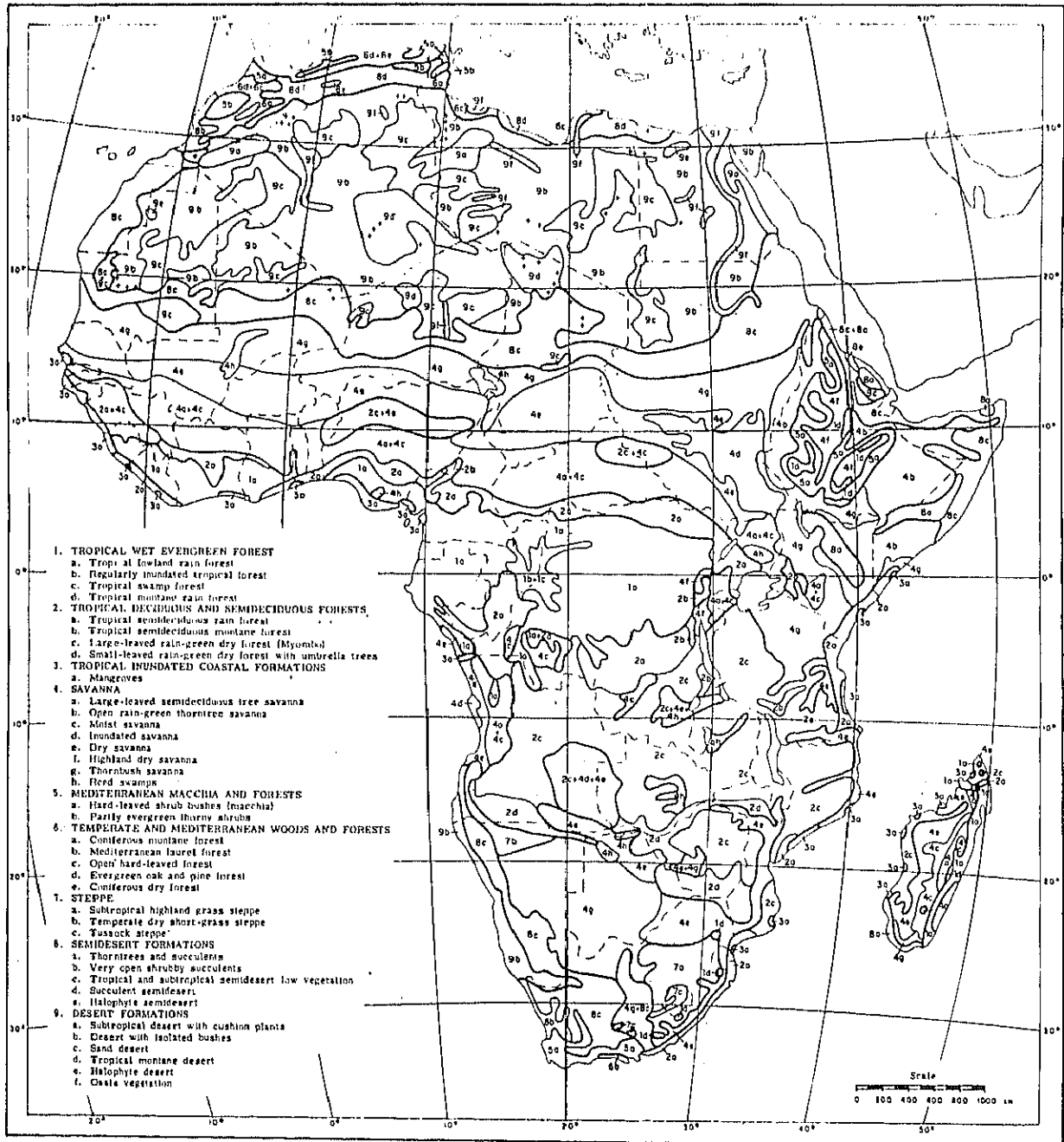


図3-7 アフリカの植生大域図 FAO-Unesco "Soilmap of the world."

④ Unesco; the vegetation of Africa

アフリカ大陸に関しては 500万分の1 植生図が完成している。その分類は主な植生型を次の通りに分類している。

Forest

Woodland

Bushland and thicket

Shrubland

Grassland

Wooded grassland

Desert

Afroalpine vegetation

Scrub forest

Transition woodland

Scrub woodland

Mangrove

Herbaceous fresh-water swamp and aquatic vegetation

Saline and brackish swamp

Bamboo

Anthropic landscapes

この分類の概要は表3-3 アフリカの主要植生型の特徴、として示した。

プロジェクト対象地の植生に関してはマクロ的に前述の諸文献を利用して対象地の植生型を把握するが、ミクロ的には、現地について相手国林業機関において植生調査が実行されているかどうかを問合せ、プロジェクト対象地について既に実施され植生図が完成していればこれを入手する。対象地については実施されていないが、近似した立地条件の所での実施されたものがあれば、これを入手し、植生調査の参考にすると共に、種の同定のリストの参考資料として利用可能である。

ある地域における植生の成立は既に述べたように気候条件と土壌条件によって支配されている。従って植生調査と土壌調査は常に共範的に行われる。植生調査は植生図の作成を主目的とするものであるが、植生は地理学的現象（火山の噴火など）のほか人為によって著しく変化している場合が多く、また母岩の性質に由来する土壌条件による影響があるので決して簡単なものではない。

植生調査を行うためには何よりも植生構成種についての生理、生態学的また分類学的なある程度の予備知識が必要である。植生調査の方法はかなり複雑であり、またその方法も国により、人により多少異っているが、ここでは宮脇昭：（林業実習研究会編：林実習ハンドブック）に準じて略述する。

表 3 - 3 アフリカ主要植生型の特徴

Unesco: The vegetation of Africa

FORMATIONS  
OF REGIONAL  
EXTENT:

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Forest. A continuous stand of trees at least 10 m tall, their crowns interlocking.</p> <p>2. Woodland. An open stand of trees at least 8 m tall with a canopy cover of 40 per cent or more. The field layer is usually dominated by grasses.</p> <p>3a. Bushland. An open stand of bushes usually between 3 and 7 m tall with a canopy cover of 40 per cent or more.</p> <p>3b. Thicket. A closed stand of bushes and climbers usually between 3 and 7 m tall.</p> <p>4. Shrubland. An open or closed stand of shrubs up to 2 m tall.</p> | <p>5. Grassland. Land covered with grasses and other herbs, either without woody plants or the latter not covering more than 10 per cent of the ground.</p> <p>6. Wooded grassland. Land covered with grasses and other herbs, with woody plants covering between 10 and 40 per cent of the ground.</p> <p>7. Desert. Arid landscapes with a sparse plant cover, except in depressions where water accumulates. The sandy, stony or rocky substrate contributes more to the appearance of the landscape than does the vegetation.</p> <p>8. Afroalpine vegetation. Physiognomically mixed vegetation occurring on high mountains where night frosts are liable to occur throughout the year.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

TRANSITIONAL  
FORMATIONS

OF LOCAL EXTENT:

9. Scrub forest. Intermediate between forest and bushland or thicket.
10. Transition woodland. Intermediate between forest and woodland.
11. Scrub woodland. Stunted woodland less than 8 m tall or vegetation intermediate between woodland and bushland.

EDAPHIC

FORMATIONS:

12. Mangrove. Open or closed stands of trees or bushes occurring on shores between high- and low-water mark. Most mangrove species have pneumatophores or are viviparous.
13. Herbaceous fresh-water swamp and aquatic vegetation.
13. Halophytic vegetation (saline and brackish swamp).

FORMATION

OF DISTINCT  
PHYSIOGNOMY  
BUT RESTRICTED  
DISTRIBUTION:

15. Bamboo
- UNNATURAL  
VEGETATION:  
16. Anthropogenic  
landscapes.

植生調査で基本的に重要なことは、その調査結果から調査した林分の本質的な秩序性や立地の質との関係を総合的に読みとることにある。野外調査について述べると、

#### ① 調査区の設定と区分

調査対象地域を充分踏査し、眼で見て判る範囲で植生区分を行う。各同質と考えられる林分のそれぞれのひろがりの中で、もっとも均質な林分を選んで調査区とする。調査区の面積は種数一面積曲線を描いて、最小調査面積を決める。一応の目安として散生している高木林は 200～600㎡、低木林は50～300㎡、草地（伐採跡地、植林後2～3年目の林分）は30～100㎡が我が国の場合用いられている。調査区の形は、任意でよい（普通は測量の便を考慮して方形区法が多い）。

#### ② 主要調査項目

- ・種のリスト：調査区内に出現する全ての種の完全なリストをつくる。
- ・種勢力（全推定被度）の測定：これは調査区内で個々の種がどのくらいの面積を被っているか（被度：優占度）に種の個体数（数度）を組み合わせて作られた全推定による。6～7段階に区分されている。
- ・群度の測定：群度はある植分内で、それぞれの種が、「どのように配分」されているかを表現する方法である。5段階に分けて測定する。
- ・生活力（活力度）：調査区内に出現する種的生活力度を4段階に分けて記載する。
- ・階層（層化）：群落の階層を区分することで、高木層、亜高木層、低木層、草本層、コケ層と地表からの高さで5段階に分ける。

更に植生調査に際しての記入事項は、

##### ①調査番号

##### ②調査月日

##### ③調査地、所在地のほか、位置を地図上に明示する。

##### ④海拔高度

##### ⑤方位と傾斜角度

##### ⑥調査者名

##### ⑦調査面積の大きさ

##### ⑧微地形

##### ⑨土壌型と土壌の種類、土壌断面をつくり、土壌の記載もできるだけ詳細に

##### ⑩人為的な影響の種類と頻度

##### ⑪樹令と樹高、胸高直径、樹形一樹木について

##### ⑫全植被度：各階層別に、調査区を被っているすべての植物を階層別にまとめて被度を判定する。

##### ⑬隣接群落

##### ⑭生活形、生育形、生育状態



上述した多数の標準地調査の結果を組成表にとりまとめ、識別種群や標徴種群を見出し、種組成によって群落区分を行い、各群落単位の地理学的分布図を作成する。

各群落単位の植物社会学的分類体系への位置づけは、一般的にかなり高度な専門知識を必要とするので、プロジェクト対象地調査の場合は、植物社会学者によって作成されている植物社会学的分類体系のどこに属するのかを決定している。それゆえ、調査対象地域の植物社会学的調査が詳密に行われている場合は、群落単位の分類体系内での位置付けは比較的容易である。海外における植生調査は、構成種に関する知識に乏しいため、困難な場合が多い。

乾燥地では、とくに水分条件を示唆する指標植物に着目して調査することが困難の中でも有効と思われる。

### 3-1-3 土壌

プロジェクトの計画樹立に当って、対象地の土壌条件を明らかにすることは、前記の気候条件、植生条件の調査に優るとも劣らず重要である。

この場合、対象地の土壌をマクロ的に把握することと、現地調査でミクロ的に検証することが、前述の気候、植生で述べたと同様に効果的な手法である。

#### (1) F A O-Unesco "Soil map of the world" について

マクロ的に土壌条件を把握するには、F A O-Unesco編のSoil map of the world が最も有用な文献資料であるので以下これの利用方法について述べる。この資料は表3-4に示すようにVolume I からVolume X まであり、Volume I はこのシリーズ全般の解説書で、Volume II ~ X は、各地域ごとの500万分の1の土壌分布図とその説明書からなっている。

表3-4 "Soil map of the world" の構成

Volume I	Legend (解説書),	図面1葉を含む
" II	North America (北米),	地図2葉を含む
" III	Mexico and Central America (中米)	" 1葉 "
" IV	South America (南米)	" 2葉 "
" V	Europe (欧州)	" 2葉 "
" VI	Africa (アフリカ)	" 3葉 "
" VII	South Asia (南アジア)	" 2葉 "
" VIII	North and Central Asia (北・中アジア)	" 3葉 "
" IX	Southeast Asia (東南アジア)	" 1葉 "
" X	Australasia (大洋州)	" 2葉 "

表 3 - 5 FAO-Unesco "Soilmap of the world." の土壤単位 その 1

Soil units

<b>J</b>	<b>FLUVISOLS</b>	<b>Q</b>	<b>ARENOSOLS</b>	<b>Z</b>	<b>SOLONCHAKS</b>	<b>K</b>	<b>KASTANOZEMS</b>
Je	Eutric Fluvisols	Qe	Cambic Arenosols	Zo	Orthic Solonchaks	Kh	Haplic Kastanozems
Jc	Calcaric Fluvisols	Ql	Luvic Arenosols	Zm	Mollic Solonchaks	Kk	Calcic Kastanozems
Jd	Dystric Fluvisols	Qf	Ferralic Arenosols	Zt	Takyric Solonchaks	Kl	Luvic Kastanozems
Jt	Thionic Fluvisols	Qa	Albic Arenosols	Zg	Gleyic Solonchaks		
						<b>C</b>	<b>CHERNOZEMS</b>
<b>G</b>	<b>GLEYSOLS</b>	<b>E</b>	<b>RENDZINAS</b>	<b>S</b>	<b>SOLONETZ</b>	Ch	Haplic Chernozems
Ge	Eutric Gleysols			So	Orthic Solonetz	Ck	Calcic Chernozems
Gc	Calcaric Gleysols	<b>U</b>	<b>RANKERS</b>	Sm	Mollic Solonetz	Cl	Luvic Chernozems
Gd	Dystric Gleysols			Sg	Gleyic Solonetz	Cg	Glossic Chernozems
Gm	Mollic Gleysols						
Gh	Humic Gleysols						
Gp	Plinthic Gleysols	<b>T</b>	<b>ANDOSOLS</b>	<b>Y</b>	<b>YERMOSOLS</b>	<b>H</b>	<b>PHAEZEMS</b>
Gx	Gelic Gleysols	To	Ochric Andosols	Yh	Haplic Yermosols	Hh	Haplic Phaeozems
		Tm	Mollic Andosols	Yk	Calcic Yermosols	He	Calcaric Phaeozems
<b>R</b>	<b>REGOSOLS</b>	Th	Humic Andosols	Yy	Gypsic Yermosols	Hi	Luvic Phaeozems
Re	Eutric Regosols	Tv	Vitric Andosols	Yl	Luvic Yermosols	Hg	Gleyic Phaeozems
Rc	Calcaric Regosols			Yt	Takyric Yermosols		
Rd	Dystric Regosols	<b>V</b>	<b>VERTISOLS</b>			<b>M</b>	<b>GREYZEMS</b>
Rx	Gelic Regosols	Vp	Pellic Vertisols	<b>X</b>	<b>XEROSOLS</b>	Mo	Orthic Greyzems
		Vc	Chromic Vertisols	Xh	Haplic Xerosols	Mg	Gleyic Greyzems
<b>I</b>	<b>LITHOSOLS</b>			Xk	Calcic Xerosols		
				Xy	Gypsic Xerosols		
				Xi	Luvic Xerosols		

<b>B</b> CAMBISOLS	<b>D</b> PODZOLUVISOLS	<b>A</b> ACRISOLS	<b>O</b> HISTOSOLS
Be Eutric Cambisols	De Eutric Podzoluvisols	Ao Orthic Acrisols	Oe Eutric Histosols
Bd Dystric Cambisols	Dd Dystric Podzoluvisols	Af Ferric Acrisols	Od Dystric Histosols
Bh Humic Cambisols	Dg Gleyic Podzoluvisols	Ah Humic Acrisols	Ox Gelic Histosols
Bg Gleyic Cambisols		Ap Plinthic Acrisols	
Bx Gelic Cambisols		Ag Gleyic Acrisols	
	<b>P</b> PODZOLS		
Bk Calcic Cambisols	Po Orthic Podzols	<b>N</b> NITOSOLS	
Bc Chromic Cambisols	Pl Leptic Podzols	Ne Eutric Nitosols	
Bv Vertic Cambisols	Pf Ferric Podzols	Nd Dystric Nitosols	
Bf Ferralic Cambisols	Ph Humic Podzols	Nh Humic Nitosols	
	Pp Placic Podzols		
	Pg Gleyic Podzols		
<b>L</b> LUVISOLS			
Lo Orthic Luvisols		<b>F</b> FERRALSOLS	
Lc Chromic Luvisols	<b>W</b> PLANOSOLS	Fo Orthic Ferralsols	
Lk Calcic Luvisols	We Eutric Planosols	Fx Xanthic Ferralsols	
Lv Vertic Luvisols	Wd Dystric Planosols	Fr Rhodic Ferralsols	
Lf Ferric Luvisols	Wm Mollic Planosols	Fh Humic Ferralsols	
La Albic Luvisols	Wh Humic Planosols	Fa Acric Ferralsols	
Lp Plinthic Luvisols	Ws Solodic Planosols	Fp Plinthic Ferralsols	
Lg Gleyic Luvisols	Wx Gelic Planosols		

また、この各巻には、土壌のほかに他の自然環境条件としての気候、植生、地形構造 (Geomorphology)、地質及び岩石の分類、分布も記載されているので、これらの調査においても活用すべきである。

“Soil map of the world” の土壌に関する記載を以下に紹介する。

“Soil map of the world” の土壌分類体系は、云うまでもなく F A O - Unesco方式に基づく土壌単位 (Soil unit) によっている。この土壌単位は 106種で表 3 - 5 の通りである。

この分類と他の分類体系との対応を表3-6（その1及びその2）に示す。

この土壌単位は、大分類としての主要土壌群と小区分 (Subdivision)としての特定性状からなっている。主要土壌群を列記したものが表3-7で小区分は表3-8に示すものである。

表3-6 FAO-Unesco "Soilmap of the world." の土壌単位と  
他の分類単位の対応 その1

Approximate equivalents between FAO soil orders and U.S. Comprehensive System soil orders

FAO	U.S. Comprehensive System
Acrisols	Ultisols
Andosols	Inceptisols
Arenosols	Entisols, Ultisols
Cambisols	Inceptisols
Chernozems	Mollisols
Ferralsols	Oxisols
Fluvisols	Entisols, Inceptisols
Gleysols	Inceptisols, Mollisols
Greyzems	Mollisols
Histosols	Histosols
Kastanozems	Mollisols
Lithosols	(Lithic subgroups of several orders)
Luvissols	Alfisols
Nitisols	Alfisols, Ultisols
Phaeozems	Mollisols
Planosols	(several orders)
Podzols	Spodosols
Podzoluvisols	Alfisols
Rankers	Inceptisols
Regosols	Entisols
Rendzinas	Mollisols
Solonchaks	Aridisols, Mollisols, Inceptisols
Solonetz	Aridisols, Alfisols, Mollisols
Vertisols	Vertisols
Xerosols	Aridisols
Yermosols	Aridisols

Approximate equivalents between U.S. great soil groups and U.S. Comprehensive System soil orders

Great soil groups	Orders in new classification
Alluvial soils	Entisols
Brown soils	Aridisols, Mollisols
Brown Forest soils	Inceptisols
Chernozem	Mollisols
Chestnut soils	Mollisols
Dark Gray and Black soils of Subtropics and Tropics	Vertisols
Degraded Chernozem	Alfisols, Mollisols
Desert soils	Aridisols
Gray-Brown Podzolic soils	Alfisols (mainly suborder Udalfs)
Gray Wooded soils	Alfisols
Hydromorphic soils	(Aquic taxa of various orders)
Latosols	Oxisols, Ultisols, Inceptisols
Lithosols	(Lithic subgroups of several orders)
Organic soils	Histosols
Podzols	Spodosols
Prairie soils	Mollisols (mainly suborder Udolls)
Reddish Brown soils	Aridisols, Alfisols
Red Desert soils	Aridisols
Reddish Chestnut soils	Mollisols, Alfisols
Red-Yellow Mediterranean soils	Alfisols (mainly suborder Xeralfs)
Red-Yellow Podzolic soils	Ultisols
Regosols	Entisols (mainly suborder Psammentes)
Rendzina	Mollisols (suborder Rendolls)
Saline soils	Aridisols
Serozem	Aridisols
Terra Rossa	Alfisols (mainly suborder Xeralfs)
Tundra	Inceptisols
Weakly podzolized soils	Spodosols, Inceptisols, Alfisols

Source: Kellogg and Orvedal (1969)

表 3 - 7 主要土壌群 ( F A O - Unesco世界土壌図 )

J	FLUVISOKS	(フルビスソルス…流積土壌)
G	GLEYSOLS	(グライソルス…地下水成土壌)
R	REGOSOLS	(レゴソルス…非固結土壌)
I	LITHOSOLS	(リソソルス…岩系土壌)
Q	ARENOSOLS	(アレノソルス…粗砂土壌)
E	RENDZINAS	(レンジナス…石灰岩質暗色土壌)
U	RANKERS	(ランカーズ…暗色土壌)
T	ANDOSOLS	(アンドソルス…火山灰土壌)
V	VERTISOLS	(バーチソルス…反転土壌)
Z	SOLONCHAKS	(ソロンチャクス…白色塩類土壌)
S	SOLONETZ	(ソロネッツ…暗色塩類土壌)
Y	YERMOSOLS	(イェルモソルス…砂漠土壌)
X	XEROSOLS	(ゼロソルス…乾燥土壌)
K	KASTANOZES	(カスタンオーゼムズ…栗色土壌)
C	CHERNOZEMS	(チェルノーゼムズ…黒色土壌)
H	PHAEZES	(ファエオーゼムズ…非石灰質暗色土壌)
M	GREYZEMS	(グレイゼムズ…退化黒色土壌)
B	CAMBISOLS	(カムビスソルス…変成土壌)
L	LUVISOLS	(ルビスソルス…粘土集積高飽和土壌)
D	PODZOLUVISOLS	(ポドゾルビスソルス…舌状貫入漂白土壌)
P	PODZOLS	(ポドゾルス…漂白灰色土壌)
W	PLANOSOLS	(プラノソルス…盤層漂白土壌)
A	ACRISOLS	(アクリソルス…粘土集積低飽和赤色土壌)
N	NITOSOLS	(ニトソルス…厚層赤色土壌)
F	FERRALSOLS	(フェラルソルス…鉄礬土化土壌)
O	HISTOSOLS	(ヒストソルス…泥炭土壌)

表 3-8. "Soil map of the world" の土壤単位の小区分

Eutric	富栄養な
Dystric	貧栄養な
Calcaric	富石灰な
Thionic	硫黄性の
Cambic	変成層位をもつ
Luvic	粘土集積のある
Ferralic	鉄礬土質の
Albic	溶脱された
Orthic	正規の
Mollic	軟質暗色の A 層をもつ
Takyrlic	重粘土板状割れ目 (タキール性) のある
Gleyic	水成粘土的 (地下水型の)
Haplic	土壤生成の初期段階の
Humic	富腐植 A 層をもつ
Plinthic	赤色粘土斑 (プリンサイト) を表層にもつ
Glossic	A 層が B 層へ下垂した
Gelic	表層 200cm 以内に永久凍結層を持つ
Vitric	新鮮な火山灰質の
Calcic	石灰質層位をもつ
Gypsic	石膏質層位をもつ
Chromic	濃褐赤色の B 層をもつ
Pellic	暗黒色の
Xanthic	淡黄色 B 層をもつ
Vertic	反転層を有する
Rhodic	暗赤色の
Aeric	過風化の
Solodic	ソーダの洗脱された
Ferric	粗大な赤色斑紋をもつ

各主要土壤群には土壤の大きな変差 (variation) が存在する。地図の I から X<sub>2</sub> までの 16 図では若干の主要土壤の一般的特徴を概示し、さらに同時に種々の土壤層位および土壤性状を示している。また種々の土壤単位の再区分は、土壤相 (soil phase) について行われる。これは土壤管理 (soil management) の視点からの再区分である。主な土壤相は表 3-9 に示すものである。

表3-9 主な土壌相 (soil phase)

Stony phase 石質相	多量の石や玉石(boulders)や岩石の露頭を有し、農業機械の使用を妨げる土壌に対して与えられる。
Lithic phase 岩上浅土相	硬い岩石の上にある50cm未満の深さの浅い土壌に対して与えられる。
Petric phase 石化相	鉄鉱石の結核(concretion)が、容積百分率で40%以上あるか、あるいは上方100cm以内に粗大破片(coarse fragments)の層が25cm以上の厚さで存在する土壌に与えられる。
Petrocalcic phase 石灰質石化相	上方100cmの中に連続的に硬化した(continuous indurated)石灰質層位を持つ土壌に与えられる。
Petrogypsic phase 石膏質石化相	上方100cmの中に連続的に硬化した石膏質層位を持つ土壌に与えられる。
Petroferric phase 第二鉄質石化相	上方100cm以内に連続的な鉄鉱石の層を持つ土壌に対して与えられる。
Frangipan phase 脆盤相	上方100cmの中にフラジパン(frangipan 微砂に富む圧縮性脆盤)を持つ土壌に与えられる。この種の盤層は極めて緩慢な透通性の粘土盤であって、乾いた時は硬いが、水に入れた場合にはゆるむか、または破碎する。
Duripan phase 硬盤相	上方100cm以内に珪酸の凝結した層理(cemented layer of silica)を持つ土壌に与えられる。
Saline phase 塩類相	上方100cmの中に高度の可溶性塩類(CECが4以上)を含むが、しかしソロンチャクスでない土壌に対して与えられる。
Sodic phase 曹達相	置換性曹達百分率(changeable sodium percentage ... ESP)が6%以上の土壌に対して与えられる



“Soil map of the world”の土壤の記載は、分布する土壤単位と混在する、あるいはまた随伴する土壤単位の各名称（略記号で）と同時に、地形および土性（それぞれ略記号で）を記している。

(2) 土壤特性

マクロ的には前記のFAO-Unesco世界土壤図によって土壤条件を把握するとともに、半乾燥地域における樹木育成にとくに関係の深い土壤組織、土壤構造、土壤反応、透水性、土壤塩分、赤色粘土斑と鉄石などの土壤特性について概説する。

① 土壤の粒径区分と粒径組成

- 土壤の粒径区分は、粒径2mm以上の礫 (gravel)と2mm以下の細土(fine soil)に分け、細土は鉱物質の粒径によって砂(sand)、微砂(silt)、及び粘土(clay)に分ける。細土の粒径区分を示したものが図3-8である。

細土の粒径区分には国際法（我が国では一般に用いられている）とUSDA法（U. S. Department of Agriculture classification）の2つがある。

		0.002		0.05	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0 mm	
USDA法	clay	silt	V.F.   F.   M.   C.   V.C.					gravel		
			sand <sup>注)</sup>							
国際法	clay	silt	sand				gravel			
			fine		coarse					
		0.002	0.02	0.2		2.0 mm				

図3-8 細土の粒径区分（対数目盛表示）

注：V. F. (very fine, 極細), F (fine, 細)

M (medium, 中庸), C (coarse, 粗)

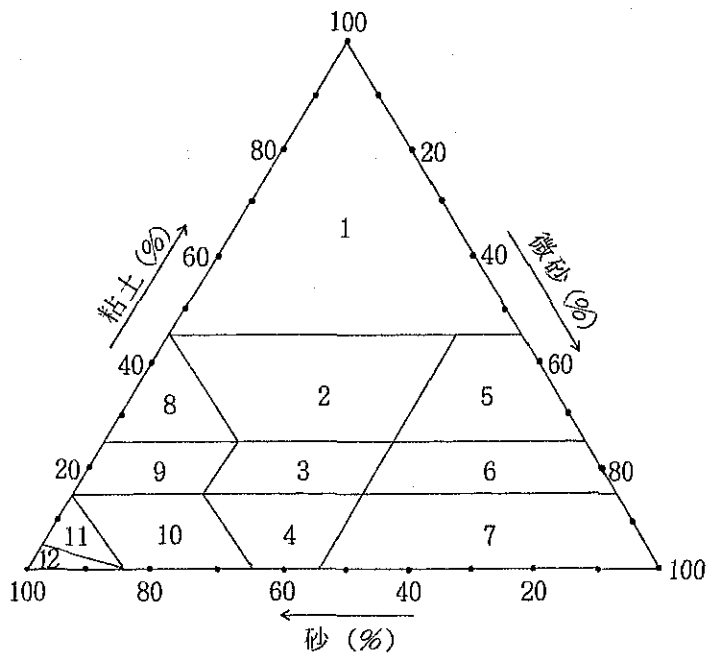
V. C. (very coarse, 極粗),

- 土壤の粒径組成は細土の鉱質部分を形成している砂、微砂及び粘土をそれぞれ重量%で示すものである。これらの粒径組成の違いによる土壤の区分を土性と呼んでいる。土性区分図は図3-9に示すものである。

土壤が、砂質(sandy) 壤土質(loamy) 埴質(clayey)等のいずれに属しているかは、土壤の保水力や養分の保持力、その他の土壤の諸性質に大きな影響を及ぼすので重視しなければならない。

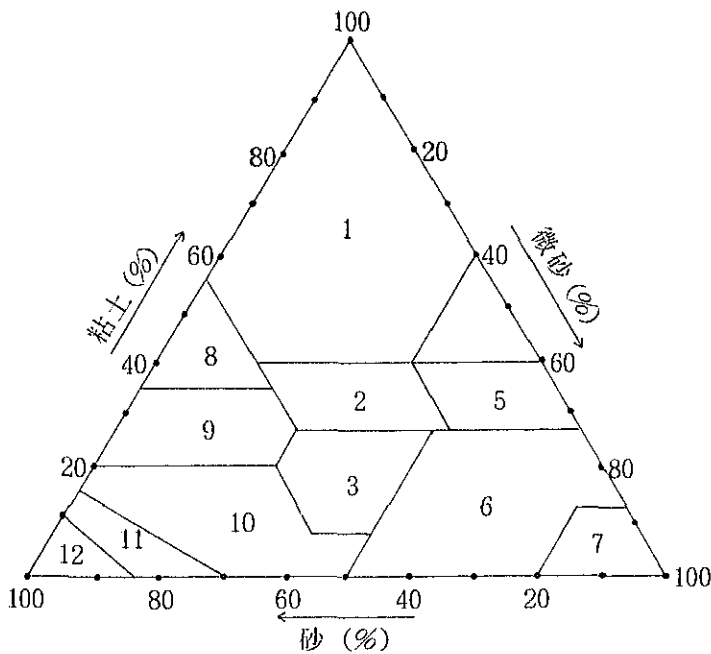
② 土壤構造(soil structure)

砂、微砂、粘土は、それ以上分離できない最小の粒子と呼ばれている。しかし、実際の土壤構造は、一般に一次粒子がお互いにくっつきあって集合体（塊）となっており、その



(国际法)

- 1 重埴土 (heavy clay)
- 2 輕埴土 (light clay)
- 3 埴質壤土 (clay loam)
- 4 壤土 (loam)
- 5 微砂質埴土 (silty clay)
- 6 微砂質埴壤土 (silty clay loam)
- 7 微砂質壤土 (silt loam)
- 8 砂質埴土 (sandy clay)
- 9 砂質埴壤土 (sandy clay loam)
- 10 砂質壤土 (sandy loam)
- 11 壤質砂土 (loamy sand)
- 12 砂土 (sand)



(USDA法)

- 1 埴土 (clay)
- 2 埴質壤土 (clay loam)
- 3 壤土 (loam)
- 4 微砂質埴土 (silty loam)
- 5 微砂質埴壤土 (silty clay loam)
- 6 微砂質壤土 (silt loam)
- 7 微砂 (silt)
- 8 砂質壤土 (sandy clay)
- 9 砂質埴壤土 (sandy clay loam)
- 10 砂質壤土 (sandy loam)
- 11 壤質砂土 (loamy sand)
- 12 砂土 (sand)

图 3-9 土性区分图

種類は次のように区分される。それらは水分環境と物理性を支配する大きな因子であり、また林木の生長と高い相関関係がある。

- 単粒状(single grain)：砂丘や河原の砂のように各粒子がバラバラで互いにくっつき合っていないもの。
- かべ状(massive)：土層全体が緊密に凝集し、一定の構造を認めることができないもの。常時湿潤な土壌の下層土に多い。
- 細粒状構造(loose granular)：粉状や細かな粒状の土粒が菌糸束でつづられた状態のもの。非常に乾きやすい土壌によく発達する。
- 粒状構造(granular)：2～5mm程度の比較的小型の丸みのある堅くてち密なもの。指間でつぶすときかなり抵抗を感じる。乾きやすい土壌に発達する。
- 堅果状構造(nutty)：稜角及びつやのある面が比較的はっきりとし、内容はち密で、1～3cmぐらいの大きさのもの。乾湿が繰り返される粘土含有率の高い土壌によく発達する。
- 塊状構造(blocky)：比較的丸みがあり、表面のつやは弱く、内容もそれほどち密でない。一般に1cm以上の比較的大型の構造。乾湿に偏しない土壌の主として下層土に出現する。
- 団粒構造(crumb)：水分に富み軟らかい数mm程度の小粒の構造で、指間で容易につぶれ、ほとんど抵抗を感じない。常湿潤で、土壌動物や微生物の活性度の高いところに発達する。

### ③ 土壌の堅密度

土壌構造の堅密度は表3-10のとおり区分されている。

熱帯乾燥地域の樹木の直根は、総じて土壌の著しく深くまで入り、そして側根を横に伸長する。この深根は地下水に達して水分と栄養をとることができる。それゆえ、土壌の堅密度は土壌内への根の発達、通気性、透水性の良否と極めて関係が深く、林木の成育の良否に顕著な影響を及ぼす。すなわち、林木の生長は、土壌の化学的性質がよくても適当な土壌水分が少くでは利用できないので、化学的性質よりも物理的性質のよいことが良好な結果を示すこととなる。

### ④ 土壌の深さ

土壌の深さは樹木の生長に著しく影響し、0.9～1.8mの深さが望まれる。また盤層(pan layer)や堅い皮殻層(hard crusty layer)をもつ土壌では根の伸長が妨げられる。このような土壌では植栽前に耕耘することによって、よい効果をもたらされる。

### ⑤ 透水性(permeability)

透水性は森林土壌の理学性を示す有力な指標の一つである。透水性に関係のある土壌の種類や量は、土壌構造、堅密度、及び堆積様式の間密接な関係がある。この関係を示したのが表3-11である。

表 3 - 10 土壤の堅密度区分

堅 密 度 区 分		山中式硬度計の指示 目盛 (示度 : mm) 注)
し ょ う	すき間が多く土粒の結合度が弱いので、土塊は力を加え ると容易に崩れ、指が土層内にたやすく深く入るもの	0 ~ 8
軟	土粒は比較的密に結合しているが、指で押すとはっきり した深い指のあとが容易にできるもの	9 ~ 13
や や 堅	土壤が密に結合していて、断面を指で強く押しても、 指のあとが僅かしか残らないもの	14 ~ 17
堅		18 ~ 21
すこぶる堅	土粒が非常に密に結合していて、断面を指で強く押して も指のあとが残らないもの	22 ~ 25
固 結	土粒が極めて密に結合していて、やっと土壤コテを入れ うるもの	26 以 上

注 : 真下育久の報告による

表 3 - 11, 土壤の透水性と構造, 堅密度及び堆積様式の関係

透 水 性	構 造	堅 密 度	堆 積 様 式
不 透 水	マッシュ, 細粒状	固 結	———
極めて不良	マッシュ, 細粒状	すこぶる堅	水 積
不良	堅 果 状	堅	残 積
中庸	粒 状	軟	匍 行
良好	団 粒 状	し ょ う	崩 積
極めて良好	団 粒 状	すこぶるしょう	崩 積

⑥ 土壤反応(soil reaction)

樹種ごとの適応酸度 (pH) は、未だ必ずしも明らかにされているとはいえないが、大部分のマツ類はpH 4~6の比較的酸性でよく、またAzadirachta indicaはpH 6以下で最良である。かつて早生樹種で、かつ高収穫が期待されたLaucaena leucocephalaの栽培品種であるGiant Ipil-ipilはpH7.0~8.5のアルカリ性土壤を好み、pH5.5以下の酸性では生長不良で導入に期待のもてないことが明らかとなっている。Casuarina equisetifolia, Acacia auriculiformis, Tamarix spp, Phoenix dactylifera (date palm)は高アルカリ土壤に耐える。大部分のナバナ土壤は、石灰岩に由来するもの以外は弱酸性であるといわれ

る。

土壤調査において、PHは土壤断面の各層によって異なることに注意しなければならない。

### ⑦ 土壤塩分(soil salinity)

アフリカ乾燥地帯、とくに蒸発散の高い低地や盆地、あるいは排水不良な地下水位の浅いところに、しばしば塩土(saline soil)が現われ、白色アルカリ(white alkali)土と呼ばれる。白色アルカリ土は、地中に集積する塩類の中で最も溶解度の大きい塩化ナトリウム(NaCl)と硫酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )が、乾燥季に白色の皮殻を形成するところから、この名称の由来がある。黒色アルカリ(black alkali)土は、炭酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )を含む塩土で、排水の比較的良好なところに分布する。A層はフミン酸ナトリウムによって暗灰色を呈し、湿潤なときには無構造(structureless)であるが、乾燥すると薄板状または柱状構造を示す。B層も暗灰色を呈し、堆積が緊密で乾燥すると円柱状に割れ、表面に白色の結晶が付着している。その下部には漸变的に炭酸塩類の集積層が現われる。

土壤塩分は次によって判定される：

塩分区分	ECe10 <sup>3</sup>	TSS
無塩	0~2	0~0.15
軽塩分	2~8	0.15~0.35
中庸塩分	8~15	0.35~0.65
強塩分	15以上	0.65以上

注：ECe10<sup>3</sup>：電気伝導度(milli-mho's)

TSS：全可溶塩(total soluble salt)

土塩中の塩分の高い集積は大部分の植物に有毒である。

### ⑧ 赤色粘土斑(plinthite)と鉄石(ironstone)

プリンサイトは塊状構造要素に関連する赤色斑点帯の埴質土壤素材である。それは鉄化合物に富み、有機物は少ない。その成因は上下に変動する地下水面によって、青みがかった灰色の基盤に明瞭な赤色ないし紫色の斑点がつくられるもので、三二酸化物(sesquioxides, 酸素3, 他元素2の割合の組成の化合物、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )が短距離にわたって集められ、運ばれて集積するものである。プリンサイトは湿った土壤ではナイフで切断することができるが、乾涸すると物質は不可逆的に固結して鉄石と呼ばれるものになる。この固結は、例えば地形の地質学的あるいは土地が人工で排水される場合の地下水の低下によってしばしば起こり、また道路の切り開きによる露出によっても固結する。

鉄石は、時には数mの厚さにわたって硬盤(hard pan)として、しばしば出現する。鉄石はまた鉄石結核(ironstone concentrics)を形成し、それは不規則な団粒(aggregates)、あるいは団粒の集団を構成する。このような結核は、しばしば浸食されて、よそに堆積して結核の鉄石層を形成し、それはもはや元のプリンサイトといかなる関連をもたないものとなる。このような土壤は石化相(petric phase)と指摘される。鉄石が本来の場所で形成

された土壌において固結された物質は、より深い土壌層での本当のプリンサイトと区別される。地表面あるいはその近くに現われる鉄石硬盤は古いもので、上にあった地層の土壌物質が浸食されたために現われたものである。

アフリカで鉄石盤(ironstone pan)を持つ広範な地域は、主として古い地形のところである。しかし、熱帯ではプリンサイトと鉄石は各種の主要土壌に出現する。また亜熱帯等では往時の地質時代に熱帯条件であった古い土壌にも出現する。

前記の“Soil map of the world”によってマクロ的に対象地の土壌を把握し、上述の乾燥地域における土壌特性をふまえ、さらに熱帯土壌および熱帯土壌調査方法に関する入門書等により知識を蓄え、ミクロ的には、プロジェクト対象地の土壌調査を行うが、乾燥地では特に塩類土壌や水分レジームに着目することが肝要である。

半乾燥地域土壌調査は、対象地域が海外で、気候、植生、母岩、地形などの土壌生成因子がわが国におけるものとはかなり異っていて、土壌そのものも我々にとって未知なものが多い。それゆえ対象地域の土壌調査は決して容易なものではなく、調査担当者の人選が肝要である。

土壌調査の準備作業、現地作業、分析作業、取りまとめ方法などは、国有林林野土壌調査方法書に準拠して行うとよい。なお現地調査の際の留意事項を以下列記する。

- ①半乾燥地域では風化作用が深くまで行われている場合が多いので後に示したような様式の野帖を使用した方がよい。
- ②土壌層位の命名などは、FAO-Unescoの“Soil map of the world”の凡例書に準じて行う。
- ③土色はマンセルン土色帖によって決定しその名称は国際的な名称を与える。
- ④10% HCl によって炭酸塩の集積のあるなし、またその程度を確認する。
- ⑤土壌断面の総合的な観察によって、FAO-Unesco の土壌分類上の命名を現地で行う。
- ⑥土壌試料の採集は層位別、深さ別に行い、採集深度を明記する。
- ⑦各層位の pH、電導度は調査時に行う（採集したものについて宿舎などで）。
- ⑧固結層の存する場合があるのでツルハシ（地質調査用のハンマーでもある程度は代用可能）を携行する。
- ⑨断面の写真撮影は直射日光が強いので、直射光を遮蔽して行う。
- ⑩不明植物の写真撮影を行う。
- ⑪調査地での調査経験者に調査上の注意事項を十分に聞いておく。

### 3章の附属資料

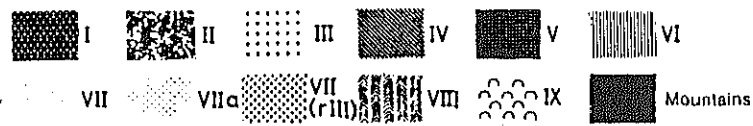
H. Walter:Vegetation of the Earthより

#### Zonobiomesによる植生区分図

Z B I	Equatorial with diurnal climate, humid
Z B II	Tropical with summer rains, humido-arid
Z B III	Subtropical-arid(desert climate), arid
Z B IV	Winter rain and summer drought, arido-humid
Z B V	Warm-temperate(maritime), humid
Z B VI	Typical temperate with a short period of frost(nemoral)
Z B VII	Arid-temperate with a cold winter(continental)
Z B VIII	Cold-temperate(boreal)
Z B IX	Arctic(including antarctic), polar.

Each zonobiome is clearly defined by a particular type of climate diagram(p.23), although, with a few exceptions, the zonobiomes largely correspond to soil type and zonal vegetation. This is shown by the following survey:

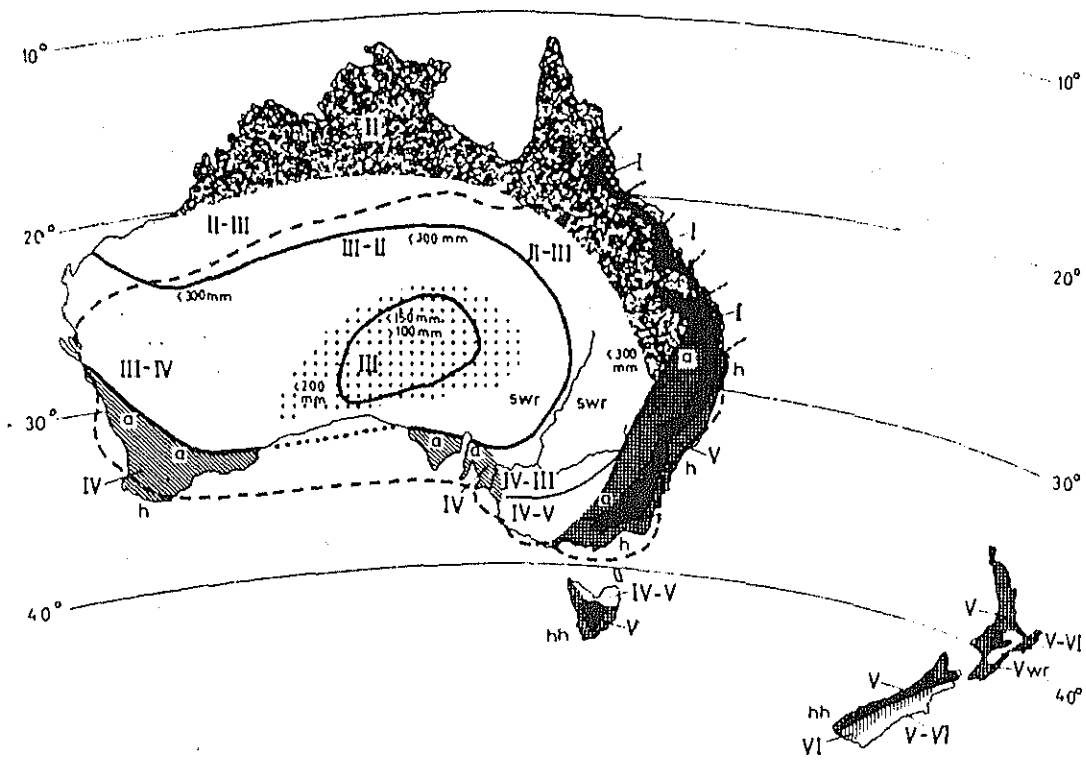
Z B	Zonal soil type	Zonal vegetation
I	Equatorial brown clays(ferralitic soils, latosols)	Evergreen tropical rain forest
II	Red clays or red earths (savanna soils)	Tropical deciduous forests or savannas
III	Sierozems	Subtropical desert vegetation
IV	Mediterranean brown earths	Sclerophyllous woody plants
V	Yellow or red podsol soils	Temperate evergreen forests
VI	Forest brown earths and gray forest soils	Nemoral broadleaf-deciduous forests(bare in winter)
VII	Chernozems to sierozems	Steppe to desert with cold winters
VIII	Podzols(raw humus-bleached earths)	Boreal coniferous forests (taiga)
IX	Tundra humus soils with solifluction	Tundra vegetation(treeless)



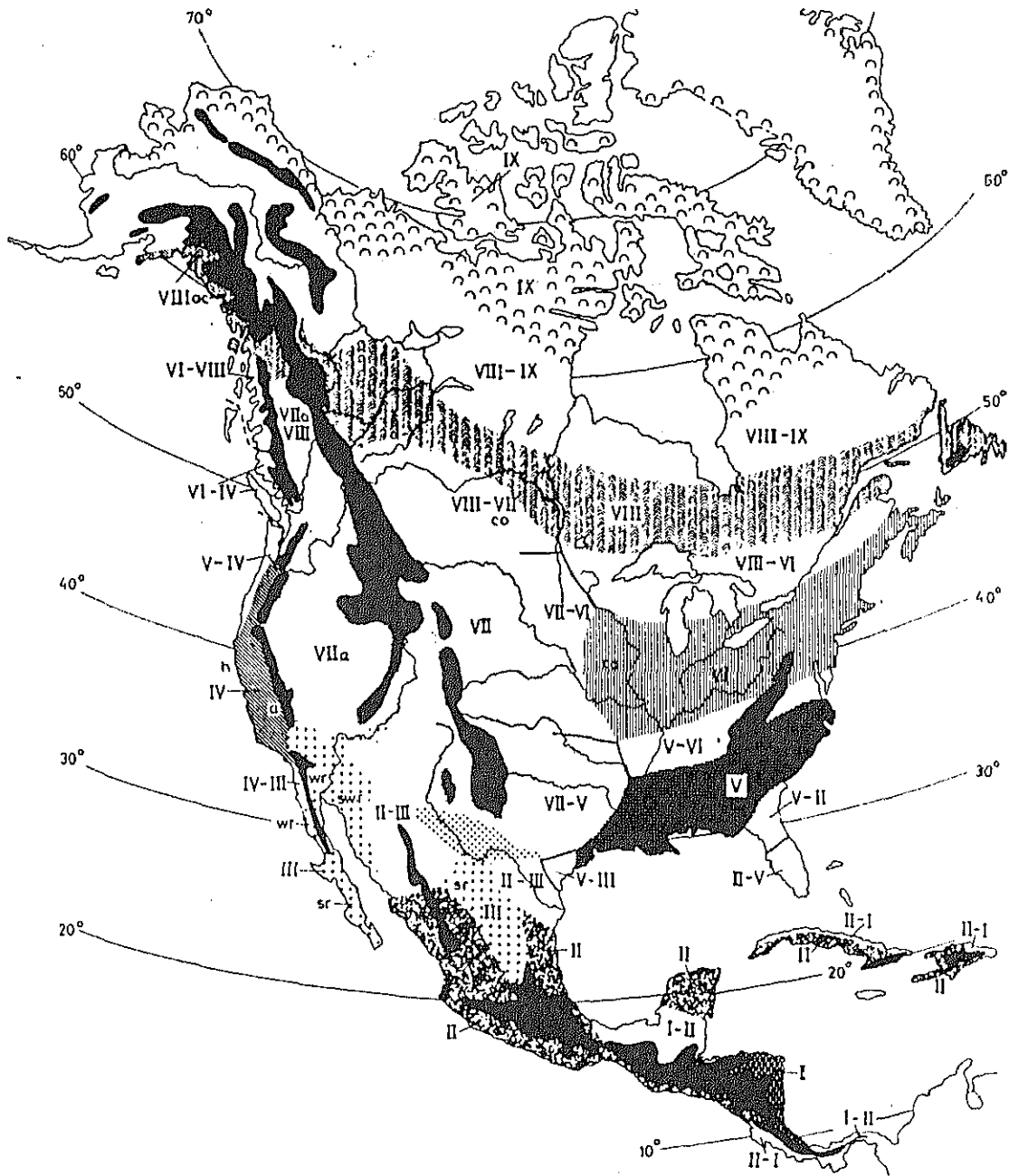
*Ecological classification of the continents. (From Walter et al. 1976). Roman numerals I-IX indicate the zoniome (ZB). White spaces between shaded areas are zonoecotones. Further distinctions within the individual zoniomes are indicated as follows:*

- a—relatively arid for that particular ZB
- h—relatively humid for that particular ZB
- oc—climate with “oceanic” or maritime tendency in extratropical regions
- co—climate with “continental” tendency
- fr—frequent “frost” in tropical regions, at higher altitudes
- wr—prevailing winter rain, in ZB in which this is anomalous
- sr—prevailing summer rain, in a ZB in which this is anomalous
- swr—two rainy seasons (or occasional rain at any season)
- ep—“episodic” rain, in extreme deserts
- nm—nonmeasurable precipitation from dew or fog in the deserts
- (rII)—“rain as sparse as in ZB III,” e.g., ZB I(rII) = equatorial desert
- (tI)—“temperature curve as in ZB I,” e.g., ZB II(tI) = diurnal climate

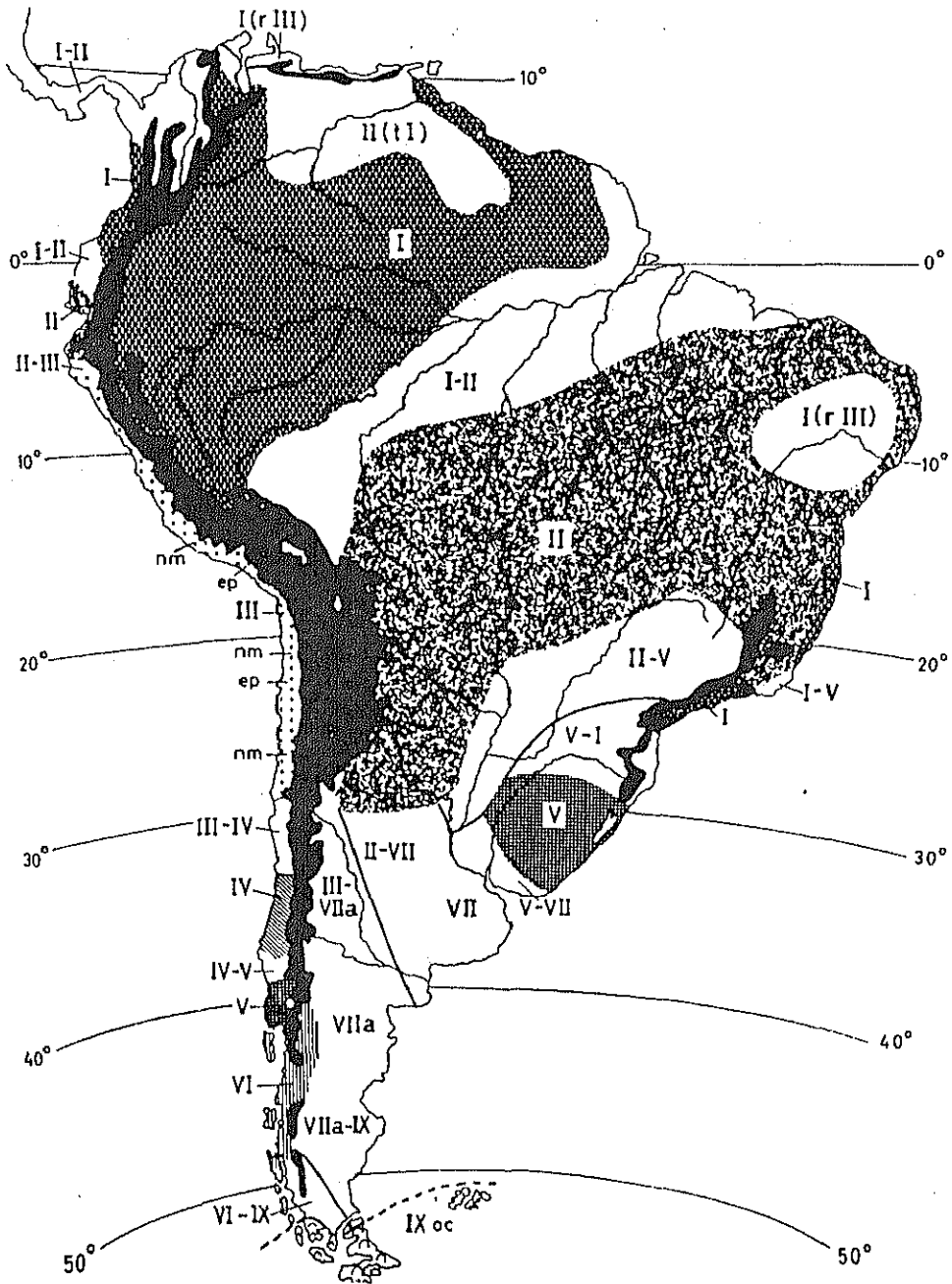




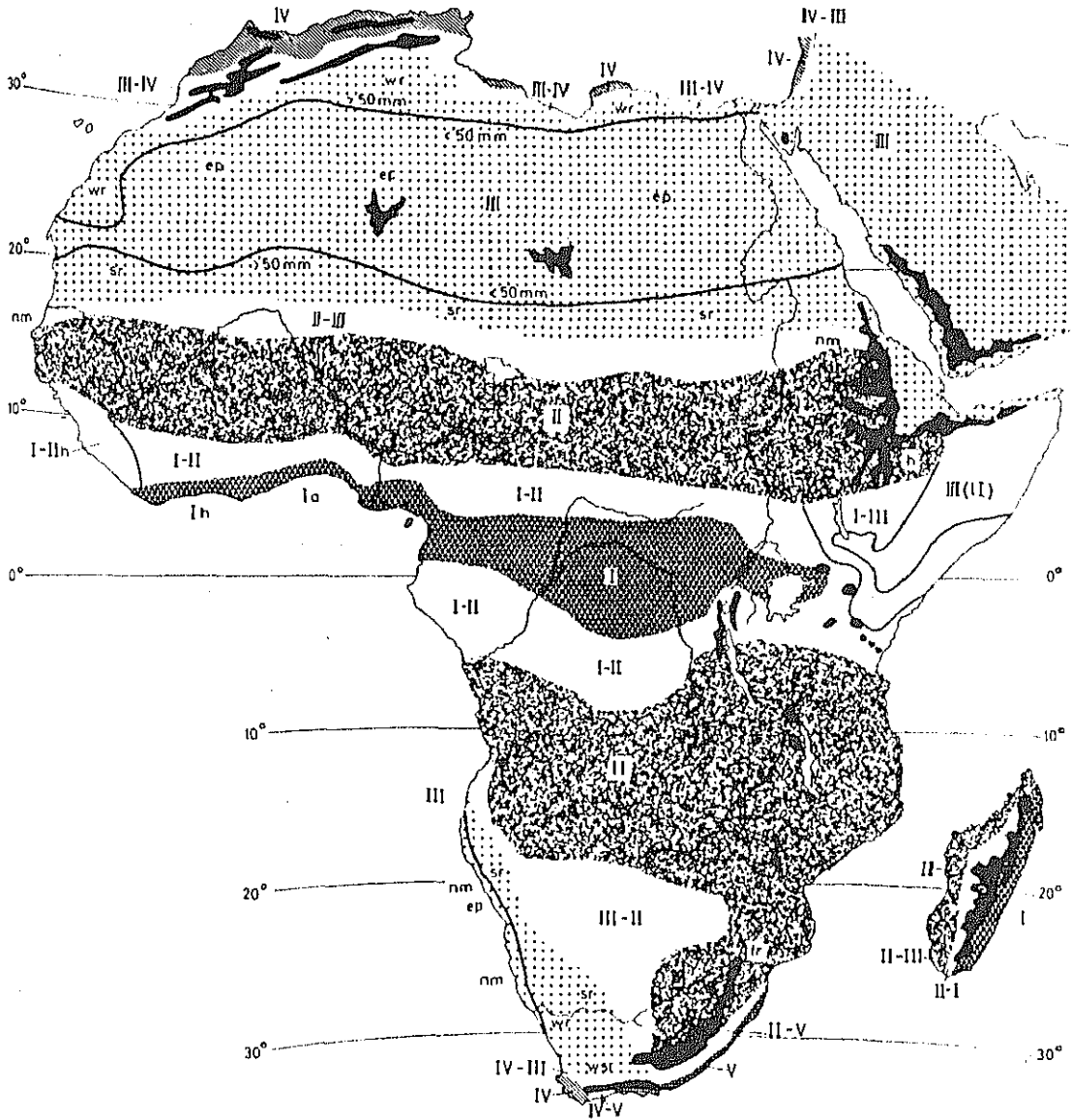
Australia, with Zonobiomes I-IV



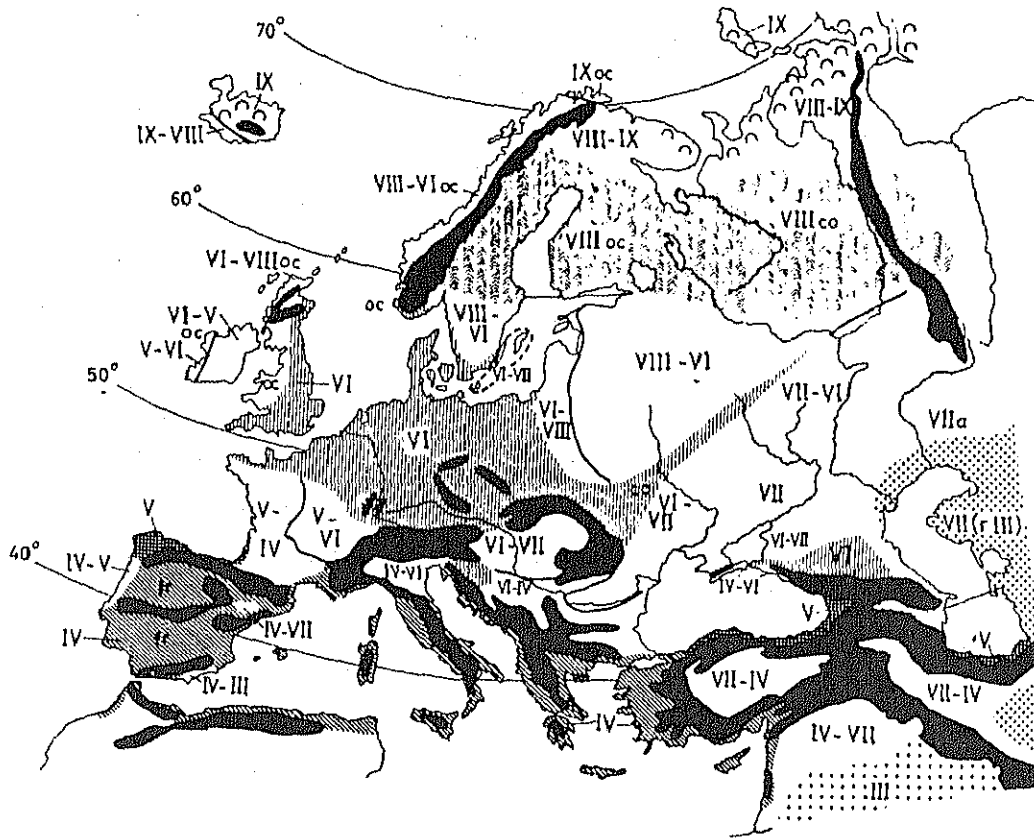
North and Central America, with Zonobiomes I-IX



South America, with Zonobiomes I-VII and IX



Africa, with Zonobiomes I-V



Europe (plus anterior Asia), with Zonobiomes IV–IX. Owing to the influence of the Gulf Stream, the zonobiomes run more from north to south in western Europe, whereas in eastern Europe they take the normal course from west to east. From north to south: Zonobiome IX (tundra zone) with Zonoecotone VIII–IX (forest tundra); Zonobiome VIII (boreal coniferous zone); Zonoecotone VI–VIII with Zonobiome VI, both of which thin out toward the east (mixed-forest and deciduous-forest zone); Zonobiome VII (steppe zone). Zonobiomes IX, VIII, and VII continue eastward into Asia. Southern Europe belongs to ZB IV (Mediterranean sclerophyllous region), offshoots of which are still detectable in Iran and Afghanistan. Zonobiome III is lacking altogether in Europe; only Zonoecotone IV–III occupies a small desertlike area in the southeast of Spain, which is the driest part of Europe. In central Europe, zonation is greatly disrupted by the Alps and other mountains. The situation in the mountainous Balkan peninsula is also complicated.



Asia, with zoniobiomes I-IX

断面記載： 乾湿、土色、構造、堅密度、孔隙、析出物風化産物、石塊混入物、根、雨痕、その他の特性、層の推移状態、

探上の深さ	土壌断面図	層位		層位的組成
		名称	深さ	
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				
160				
170				
180				
190				
200				

植物群落組成

階	種	豊満度	生育状態	階	種	豊満度	生育状態

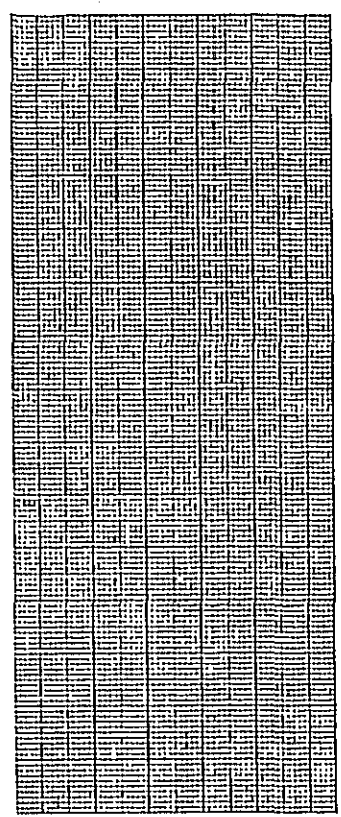
土壤断面 No. \_\_\_\_\_ 年 月 日

天候 \_\_\_\_\_

所在 \_\_\_\_\_ 県 \_\_\_\_\_ 郡 \_\_\_\_\_ 町 \_\_\_\_\_ 字 \_\_\_\_\_

地形 \_\_\_\_\_

標高 \_\_\_\_\_ 方位 \_\_\_\_\_ 傾斜 \_\_\_\_\_



土地の履歴および利用状況 \_\_\_\_\_

植生(木草) \_\_\_\_\_

地質の伏線 \_\_\_\_\_

堆積様式 \_\_\_\_\_

母 岩 \_\_\_\_\_

地下水位 \_\_\_\_\_

野外における土壤の命名 \_\_\_\_\_

調査者 氏名 \_\_\_\_\_



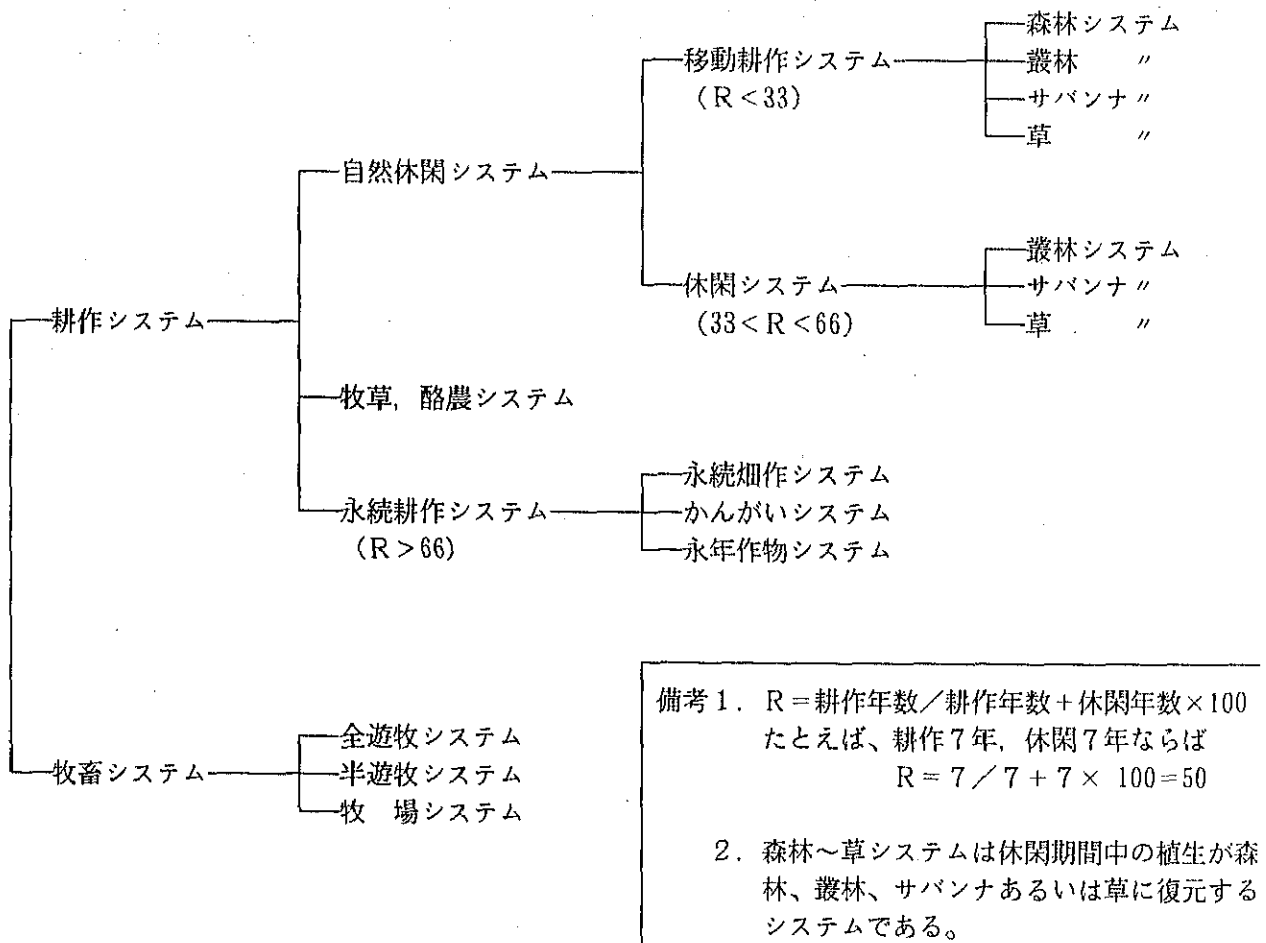
### 3-2 社会条件の調査の視点と手法

#### 3-2-1 土地利用

##### ① 調査の視点

プロジェクト対象地域の土地利用の現状、特に、森林及び林地のそれを正確に把握しておくことは、造林地の選定等のために必要であるとともに、プロジェクト実施後の効果を測定する上で極めて重要である。また、どのような森林及び林地の生産物を地域住民が現在利用しているかを把握することは、造林樹種の選定にあたり重要である。

ところで、アフリカ諸国半乾燥地帯の営農システムを土地利用のタイプによって大別すると図 3-10 のとおりとなる。このうち、森林及び林地と関係が深いのは移動耕作システムと休閒システムである。移動耕作システムとは、ある一定期間の耕作と休閒とが交互に繰り返されるもので、R 値（永続耕作の集約度を示す値で、「耕作年数 / (耕作年数 + 休閒年数) \* 100」であらわされる。）が 33 以下のものをいう。例えば、ケニアの場合、草木が刈り取られ、乾燥させて燃やされ、2-3 年間トウモロコシ等の作物が栽培されるといった粗放的な移動耕作も行なわれている。



出所: Ruthenberg, H., Farming Systems in the Tropics, 1976

図 3-10 営農システムについて

休閑システムとは、移動耕作と同様に、一定期間の耕作と休閑とが交互に繰り返されるものであるが、休閑期間が移動耕作よりも短く、R値が33-66のものをいう。アフリカのサバナ地帯では、1-2年の短期の休閑期間、3-5年の中期の休閑期間、6年以上の長期の休閑期間それぞれが単純な土地利用サイクルで繰り返されるような複雑なローテーションの方法もみられる。また、例えば、ケニアの場合、休閑期間は2-3年で、毎年、土地の50%以上で営農が行なわれるといった休閑耕作が行なわれている。

そして、これらのシステムを構成する森林、叢林、サバナ、草の各システムとは、休閑期間中の植生がそれらに復元するシステムをいい、このようにアフリカの半乾燥地帯においては、森林及び林地は、営農と極めて密接に関係している。

こうした移動耕作システム、休閑システムは、休閑期間を十分とることができ、植生がもとの森林等に復元する場合にあっては、たとえ粗放的であったとしても、現地の自然条件に合致した優れた営農システムであると考えられる。しかしながら、アフリカの半乾燥地帯では、近年のかんばつや急激な人口増加圧力等により、休閑期間の短縮、過度の森林、林地の農地化が急速に進んでおり、薪炭材の需要の増大と合わさって、森林、林地の荒廃を招いている。

また、半乾燥地帯において、森林は、薪炭材や建築用材等を供給しているが、加えて、ケーパー、イナゴマメ、バオバブノキ等が人々の食糧源となっている。さらに、家畜用飼料、特に、乾季におけるその重要な供給源となっているほか、養蜂、染料、繊維、ゴム質、緑肥、生垣、薬剤、油、香料、殺虫剤、樹脂、養蚕飼料、タンニン等の生産に重要な役割を果たしている。

このため、こうしたことを十分ふまえて土地利用の推移と現状、特に、森林、林地のそれについて調査を行う必要がある。

## ② 調査手法

土地利用図並びに植性図等の資料を基礎として、プロジェクト対象地域について、永続耕作地、牧草地、自然草地、サバナ、叢林、森林、その他の土地等に区分した土地利用図並びに面積統計（可能な場合、過去10年程度の期間の推移を含む。）を作成する。

加えて、林業行政当局関係官並びに農業行政当局関係官、特に、対象地域を担当する農業改良普及員及び村落の長等からの聞き取りにより、移動耕作、休閑システムによる営農が行なわれているかどうかを調査し、行なわれている場合、その位置、範囲、一般的な耕作・休閑期間の推移と現状並びに主な栽培作物等を調べ、土地利用図に記入する。

さらに、地域住民がどのような森林及び林地の生産物（薪炭材、建築用材、食糧、飼料、その他）を利用しているか等について聞き取り調査を行なう。

### 3-2-2 土地所有

#### ① 調査の視点

プロジェクト対象地域の土地所有権並びに利用権の現況、特に、森林及び林地のそれを的確に把握しておくことは、造林地の選定、造林計画の策定のために重要であるとともに、造林後の樹木の管理において、地域住民の協力を得るために必要不可欠なことである。

ところで、アフリカ諸国における森林及び林地の所有権と利用権は、極めて複雑かつ入り組んだものである。

多くの諸国における森林の所有権は、旧植民地時代に制定され独立後修正された森林法により規定されている。フランス語圏アフリカ諸国（注1）の植民地時代の森林法は、成文による所有文書の証明が無い非占有地のすべては国に属するとするローマ法の原則に基づくものであり、すべての森林は、たとえ地域住民が多くの利用権を行使していても、国有財産として公示されていた。これに対し、地域住民は不満を持っており、独立後、森林法の修正が試みられたが、例えば、ガボンでは県有林(canton land)、アイボリーコーストでは部落有林(community forest)、あるいは共有林(communal forest)を設けようという立法主題は採用されず、その結果、現在ではすべての森林の所有権は国にあると考えられている。

一方、旧英語圏諸国（注2）で採用された森林法では、地域住民の所有権がしばしば認められており、これは現在でも続いている。例えば、ガーナの森林は伝統的に共同自治体の財産として公表されており、また、ナイジェリアでは、国土のわずか2%が国有であり、多くの森林は、共同部落林として成立し、国に属する森林は、地域住民の代表者と相談を持った後、国有林として官報で公示されたものであった。

マラウイでは、土地法(land law)、カスタマリーランド法(Customary land law)等の法律によって、土地がカスタマリーランド、公有地(Public land)及び私有地(Private land)の三つに分類されており、それぞれの全国土面積(マラウイ湖等の湖を除く。)に占める割合は79%、17%、4%となっている。カスタマリーランド法は、コミュニティーに属し、個人には属さない村落の土地の伝統的な概念を規定しており、カスタマリーランドには、多数の管理規制や法令が適用されており、種々の伝統的な土地の分配や利用に関する権利は制限されている。

カスタマリーランドにおいて、個人は、Traditional Authority(県(District)の下に位置する行政単位で、村落(Village)の集合体。その長(Chief)は、選挙ではなく、地域住民の話し合いによって選出される。)を通じて配分される土地を耕作する権利を有するが、土地そのものは所有しない。そして、これらのカスタマリーランドは、Traditional AuthorityのChiefの承認なしには他の個人に対して利用権の売却、賃借及び移転を行うことができない。土地を配分する権利は、通常、村落の長(Village

headman)がTraditional Authority から与えられて持っており、土地利用権等について、村落の長が解決し得ない争議等の問題が発生した時には、Traditional Authority が最終的な調停者となる。

そして、マラウイの森林の約82%がカスタマリーランド内にあり、国有林 (Forest Reserve 等) は、地域住民と行政当局の同意によって設けられている。

また、カメルーンは、独立前、英国とフランスの行政下にあった2つの地域の連合によって形成された国であるが、1974年に適用された森林法は、以下のように森林の所有権を区分している。

●領地林 (dominial forest )

国有として保存される森林

●公共部落有林 (public community forest )

測定済みの森林で、その開発賦課金は部落に課せられる。

●私有林 (private forest)

個人による植林地、または、植林される森林

●その他の森林

国家集団的財産 (national collective patrimony) に属する森林で、国によって管理され、利用権は、地域住民によって行使されるが、国の規制を受ける。

また、アフリカ諸国においては、森林の個人所有は、一般的に制限されており、フランス語圏諸国では、先述の理由により原則的には存在しない。しかし、英語圏諸国、特に、ボツワナ、ザンビア、ジンバブエでは、制限はゆるやかである。

このような森林の法制度上の所有権に対し、森林における狩猟、食糧・飼料の採取、薪炭材や建築用材の採取、移動耕作、また若干の国では、放牧のための利用権が慣習法により存在している。しかし、その内容は、例えば、森林は薪や蜂蜜などの採取地として部落で共同利用されるため厳しく管理されており、個人的に植栽した樹木以外の伐採は長老会議の許可を必要とするといったものや、マホガニー等の経済性の高い木の伐採には部落全体の許可が必要であるが、薪の採取は自由である。といったもの、また、樹木の利用権は、土地そのものの保有権とは別個に存在する場合、狩猟権や放牧権を土地保有集団と異なる単位集団が有している場合など、地域、部族、部落によって千差万別である。

また、耕作地においても、個人所有、拡大家族所有、親族集団有、村落共同体有等、様々な土地所有形態が存在し、休閒期間中の叢林、サバンナにおける生育物の利用権も同様に多種多用であり、こうしたことをふまえて土地所有権、利用権について調査を行なうことが重要である。

注1 : 英語圏諸国は、Botswana, Ethiopia, Gambia, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Malawi, Nigeria, Sierra Leone, Somali, South Africa, Sudan, Swaziland, Uganda, Tanzania, Zambia, Zimbabwe である。

注2：仏語圏諸国は、Algeria, Benin, \*Burkina Faso, \*Brundi, Central Africa, \*Chad, \*Comoros, \*Congo, \*Djibouti, Gabon, Guinea\*, \*Ivory Coast, \*Madagaccar, mali, \*Mauritania, morocco, Niger, \*Rwanda, Senegal, \*Togo, \*Tunisia である。

なお、仏語・英語共用圏国は、Cameroon, \*Mauritius, Seychellesである。

## ② 調査手法

### (7) 土地所有権

土地法、森林法等、林業行政当局の資料及び関係官からの聞き取りにより、森林及び林地並びに農地を含むその他の土地の所有権の種類（国有、県有、部落有、私有、その他）、そのそれぞれの権限、規則の内容を明らかにするとともに、プロジェクト対象地域に関する所有権区分図及び面積統計を作成する。さらに、部落有林が存在する場合、部落の長等からの聞き取りにより、名称、位置（境界）、面積等を調査する。

また、対象地域の叢林、サバナについては、休閒地であるかどうかの区分、そのそれぞれの土地所有権の種類（個人有、親族集団有、部落有、その他）、内容等について、部落の長、農業普及員、主要農家等からの聞き取りにより調査する。

さらに、所有権の譲渡、賃借に関する規則（法律、慣習）等についても、同様に調査を行なう。

### (4) 土地利用権

森林の所有権がどこにあるかを問わず、対象地域の森林及び林地については、部落の長、並びに森林の周辺に居住する住民から、利用権（慣習。部落の外の者が有するものを含む。）の存在の有無、存在する場合、その内容、規則（特に、樹木の伐採権、薪の採取の権利並びに森林の保全、管理に関する義務並びに意識等）等について聞き取り調査を行なう。

また、叢林、サバナについても同様に、休閒地、非休閒地それぞれについて、生育物の利用権（慣習）の調査を行なう。

## 3-2-3 産業構造

### ① 調査の視点

多くのアフリカ諸国では、一般的に薪炭が、家庭用のみならず、産業用のエネルギー消費においても最も重要な役割を果たしており、特に、農村産業（農産物の乾燥、加工、陶器製造、鍛冶屋、魚の乾燥等）におけるその役割は極めて大きく、全家庭用エネルギー消費量の20-40%に達すると推定されている。

こうしたことから、プロジェクト対象地域の産業構造を調査することは、同地域における産業用燃料需要を推定し、造林の規模を検討する上で重要である。

例えば、ケニアでは、表 3-12 に示す通り、全エネルギー消費量の約69%（22,874万ギガジュール（GJ））が薪炭でまかなわれており、その内訳は薪が20,343万GJ（約

表 3-12 ケニアのエネルギーバランス (1980年)

(単位: 百万ギガジュール)

	Coal	Crude	Petroleum Products	Hydro*	Geo-thermal	Electricity	Ind. Wood	Total Commercial	Fuelwood	Charcoal	Biomass/Residue	Total Non-Commercial	Grand Total
Indigenous	0.00	0.00	0.00	3.96	0.00	0.00	12.54	16.50	320.17	0.00	9.31	329.48	345.98
Imports	1.38	127.60	9.25	0.00	0.00	1.20	0.00	139.44	0.00	0.00	0.00	0.00	139.44
Exports	0.00	0.00	-41.96	0.00	0.00	0.00	0.00	-41.96	0.00	0.00	0.00	0.00	-41.96
Total Requirements	1.38	127.60	-32.70	3.96	0.00	1.20	12.54	113.98	320.17	0.00	9.31	329.48	443.46
Dist. Loss	-0.07	0.00	-4.25	0.00	0.00	-0.79	0.00	-5.11	-10.71	-1.33	-0.32	-12.36	-17.48
Elec. Generation	0.00	0.00	-5.98	-3.96	0.00	5.41	0.00	-4.53	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.53
Refineries	0.00	-127.60	123.78	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.83
Charcoal Prod.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-111.03	26.65	0.00	-84.38	-81.38
Hill and Harvest	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.24	-6.24	4.99	0.00	0.00	4.99	-1.25
Total Final Consumption	1.31	0.00	80.84	0.00	0.00	5.81	6.30	94.26	203.43	25.31	8.98	237.72	331.99
Urban Households	-	-	3.68	-	-	2.08	-	5.76	3.03	12.66	-	15.69	21.45
Cooking/Heating	-	-	1.96	-	-	.74	-	2.70	3.03	11.00	-	14.03	16.73
Lighting	-	-	1.73	-	-	.48	-	2.21	-	-	-	-	2.21
Other	-	-	-	-	-	.86	-	.86	-	1.66	-	1.66	2.52
Rural Households	-	-	4.19	-	-	4.19	-	4.19	150.56	9.25	8.98	168.79	172.98
Cooking/Heating	-	-	.51	-	-	.51	-	.51	150.56	9.25	8.98	168.79	169.30
Lighting	-	-	3.68	-	-	3.68	-	3.68	-	-	-	-	3.68
Agriculture	-	-	7.64	-	-	.99	-	8.23	-	-	-	-	8.23
Industry	1.31	-	19.08	-	-	1.79	6.30	28.48	48.24	3.02	-	51.26	79.74
Large	1.31	-	19.08	-	-	1.77	6.30	28.38	17.44	-	-	17.44	45.82
Informal Urban	-	-	.08	-	-	.02	-	.10	.39	.95	-	1.34	1.44
Informal Rural	-	-	-	-	-	-	-	-	30.41	2.07	-	32.48	32.48
Commercial	-	-	.91	-	-	1.31	-	2.22	1.60	.39	-	1.99	4.21
Schools/Hospitals	-	-	.28	-	-	.13	-	.41	1.60	.39	-	1.99	2.40
Offices	-	-	.13	-	-	.78	-	.91	-	-	-	-	.91
Hotels	-	-	.51	-	-	.16	-	.66	-	-	-	-	.66
Small	-	-	-	-	-	.24	-	.24	-	-	-	-	.24
Transportation	-	-	45.33	-	-	.06	-	45.38	-	-	-	-	45.38
Road	-	-	29.73	-	-	-	-	29.73	-	-	-	-	29.73
Rail	-	-	2.52	-	-	-	-	2.52	-	-	-	-	2.52
Air	-	-	11.89	-	-	-	-	11.89	-	-	-	-	11.89
Other	-	-	1.18	-	-	.06	-	1.23	-	-	-	-	1.23

\* Efficiency taken at one. (This analysis excludes bagasse, which accounts for 5.6 million GJ in industry).

出所: Energy Environment & Development in Africa, 1984

89%)、木炭が 2,531万 GJ (約11%) となっている。この薪炭エネルギー消費の部門別割合をみると、家庭用が約77%、産業用が23%となっている。

産業用では、工業部門が約96%とほとんどすべてを消費しており、その約63%が農村家内工業で消費されている。また、農村家内工業が消費するエネルギーのすべてが薪炭であるとなっている。

次に、表 3-13 に示す通り、農村家内工業全体で年間 190万トンの薪を消費しており、その内訳は、醸造90万トン(47%)、肉屋20万トン(11%)等となっており、農産物の乾燥等に使用される薪の量は比較的少ないものとなっている。木炭は、鍛冶屋、肉屋、食堂で年間62千トン消費されている。

そして、農村人口1人当たりでみた農村家内工業部門のエネルギー消費量は、薪2.27 GJ、木炭0.15 GJとなっている。

また、ケニア、ウガンダ、マラウイ、タンザニア等では、タバコや茶の乾燥に多くの薪炭が使われており、例えば、マラウイでは、約1キロのタバコの乾燥に3キロの木炭が使用されている工場があった。また、年間2,000トンの紅茶を生産するエステートでは、その乾燥、発酵に年間12,000 m<sup>3</sup>の薪を使用しており、通常、24,000 m<sup>3</sup>の薪を保管しているとのことであった。

表 3-13 ケニアの農村家内工業の薪炭需要 (1980年)

Industry	Annual Consumption (1000 tonnes)		Annual Consumption (GJ per capita rural)	
	Wood	Charcoal	Wood	Charcoal
Brewing	900	-	1.07	-
Pottery/Brick	50	-	.06	-
Blacksmiths	-	23 (200 Wood)	-	.06
Agric. Drying	30	-	.04	-
Fish Curing	20	-	.02	-
Tobacco	30	-	.04	-
Butchers	200	23 (200 Wood)	.24	.06
Baking	110	-	.13	-
Eating Places	140	16 (140 Wood)	.17	.04
Poles	420	-	.50	-
Total	1900	62 (540 Wood)	2.27	.15

出所： 表 3-12 と同じ。

タンザニアでは、約6,000 のタバコ村があり、タバコ耕作地 1 ha 当たり年間約50m<sup>3</sup>の薪を消費しており、一般的に、アフリカでは 300本のタバコが作られるたびに一本の木が燃やされるといわれている。

また、タンザニアのレンガ製造釜は年間20,000m<sup>3</sup>の薪を消費し、陶器製造工場は、5-6トンの陶器を作るために一日当たり50m<sup>3</sup>の薪を消費すると報告されている。

一方、西アフリカ諸国では、魚の乾燥のための薪炭の利用が家内工業用の重要な位置を占めている。表 3-14 は、ガーナの伝統的な村落と工業の発達した村落で使用される燃料

表 3-14 ガーナの村落におけるタイプ別燃料の使用

Type of Fuel	Juapong (industrial)	Vane (traditional)
Firewood	26%	87%
Charcoal	24	0
Charcoal/Firewood	44	13
Kerosene	3	0
Charcoal/Kerosene	3	0
total	100%	100%

出所： AID, the Socio-Economic Context of Fuelwood Use in Small Rural Communities, 1980

の種類を比較したものであるが、伝統的な村落では、薪が87%と燃料のほとんどを占めるのに対し、工業の発達した村落では、木炭と薪の併用が第一位で44%、ついで薪(26%)、木炭(24%)の順になっており、ケロシンも使用されている。また、ガンビアの農村地帯では、全薪炭消費量の9%を家内工業用が占めており、その主なものは鍛冶屋である。

しかし、このような農村家内工業における薪炭の利用方法は、最近、若干の改善をみているものの、全体的には極めて効率の悪いものとなっている。

一方、農村地帯における木炭の生産は、個人や家族によって自己利用目的のために行われているとともに、個人の職業として、また、各種組織によって農村家内工業や都市部への販売を目的として行われている。例えば、ケニアでは、町に木炭の生産、販売を専門に行なう者がおり、ナイジェリアでは、木炭生産に関する徒弟制度が存在し、業者は家族や日雇いを雇って木炭を生産している。スーダンでは、木炭の卸売り業者が生産チームを組織し、食糧、道具、飲料水を与えて、そのチームに木炭を作らせ、買い取り、市場に運ぶといったことが行われている。

また、ガーナでは、地域の公企業体や森林局が木炭製造工場を所有しており、マラウイでは、世銀の援助でレンガと粘土で作られた窯で木炭が生産され、周辺のタバコ乾燥場等へ販売されている。

よって、プロジェクト対象地域の産業構造と主要産業の薪炭の消費量については、こうしたことをふまえて調査する必要がある。

## ② 調査手法

ほとんどのアフリカ諸国において、経済統計は、仮に存在しているとしても州や県レベルまでであり、このため、プロジェクト対象地域の産業構造については統計的に把握することは極めて困難である。このため、地方自治体の関係官、農村銀行、村落の長等からの聞き取りにより、農業以外の産業の種類、数、規模等を調査する。

加えて、それらの主だった産業のなかから、特に、薪炭の消費量が多いと考えられるものを選定し、薪炭の使用量と将来におけるその増大(減少)の可能性、利用形態(効率の利用に関する意識を含む。)、入手方法(購入の場合、その価格の推移を含む。)、薪炭以外の燃料の使用と将来におけるその増大(減少)の可能性、燃料使用料の季節変動等について調査を行なう。

また、木炭の製造、販売を職業としているものが存在するかどうかについて調査し、存在する場合、製造、販売量、方法、販売先、価格等について調査する。

### 3-2-4 人口、就労状況

#### ① 調査の視点

アフリカ諸国では、家庭用エネルギー消費量のほとんどが薪炭によってまかなわれてお



り、その割合は、農村地域で95-98%、都市地域で60-90%を占めるといわれている。このため、プロジェクト対象地域における人口を的確に把握しておくことは、家庭用薪炭需要量を推定し、産業用とあわせて、造林の規模等を検討する上で重要である。

また、対象地域の人口分布（男女別、年齢別）並びに就労状況を把握することは、造林に必要な労働力確保の可能性を検討し、造林計画を策定する上で重要である。

ところで、例えば、ケニアでは、表 3-12 に示す通り、全国の薪炭エネルギー消費量の約77%を家庭用が占め、その内訳は、都市の家庭用約9%、農村の家庭用約91%となっており、都市が未発達なことや都市部では薪炭以外のエネルギーが中心になっていることもあり、薪炭のほとんどが農村部で利用されている。

農村家庭における薪炭の用途は、一般的に料理用が中心で、約80%がそれに当てられており、暖房は料理について重要な位置を占めている。ケニアの場合、農村の家庭用エネルギー消費量の約93%が薪炭によってまかなわれおり、そのすべてが料理、暖房に使用されている。薪炭以外には、石油エネルギー（ケロシン）が、若干採光用に、また、バイオマス・エネルギー（薪炭以外の）が料理に用いられている。

ガンビアでは、家庭消費量の34%を暖房が、8%を着物のアイロンが占めている。また、ガーナでは、若干古い資料であるが、表 3-15 に示す通り、家庭料理用の燃料として、農村部では92%と圧倒的に薪を使用しており、木炭は5%にすぎない。一方、都市部では木炭が59%と過半を占めている。

表 3-15 ガーナにおける都市・農村家庭の主要料理用燃料(1960, 1971)

	<u>1960</u>	<u>1971</u>	<u>1960</u>	<u>1971</u>	<u>1960</u>	<u>1971</u>
	Total	Total	Urban	Urban	Rural	Rural
	Popu- lation	Popu- lation				
Firewood	80.1%	74.0%	47.7%	33.0%	93.0%	92.0%
Charcoal	14.6	22.0	43.5	59.0	3.1	5.0
Kerosene	2.0	1.0	5.3	2.5	0.6	0.3
Electricity	0.2	0.6	0.7	2.0	0.1	0.1
Gas	0.3	0.4	0.6	1.0	0.1	0.1
No cooking		1.0		2.5		0.7
Other	2.8	1.0	2.2	0.0	3.1	1.8
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

出所：表 3-14 と同じ。

参考までに、タンザニアの一農村地域の薪利用の実態をみると、薪の使用は、世帯の女性がトウモロコシのおかゆ、あるいは、お茶の朝食をつくるために火をおこすことで始まる。そして、家族が家の中にとどまっている間は、火は燃やされているのが普通であるが、通常午前8時までには家族全員が仕事に出るので、火は消されてしまう。正午になると女性は昼食の準備のために帰宅する。このときおこされた火は、寒い気候の時、防寒のために午後中を通じて小さく燃やされる場合もある。午後5時頃に始まる夕方の煮炊きの火は、人がたずねて来て、長居したり、また、寒い夜には11時頃まで燃やされていることがある。

また、この農村の平均的な家族の年間の薪消費量は、表3-16の通りで、3人家族の場合12.6m<sup>3</sup>(7,634Kg)、5人家族の場合、13.6m<sup>3</sup>(8,180Kg)である。弱い火で少量の食物を料理するよりも、強い火で大量の煮炊きをするほうが効率がよく、また、5人家族の家が暖房のために使う薪は、3人家族の家よりもほんのわずかに多いだけであり、世帯家族数が多くても、さほど消費量は変わらない。

表3-16 クウェムジツ村世帯のまき消費量

(単位：立方メートル、かっこ内キログラム)

家族規模	朝	午後/夕方	1日の消費量 合 計	1年間の消費量 合 計	1人当たりの 年間消費量
3人家族	0.007 ( 4.2)	0.028 ( 17.0)	0.035 ( 21.2)	12.6 ( 7,634)	4.3 ( 2,605)
5人家族	0.007 ( 4.2)	0.030 ( 18.2)	0.037 ( 22.4)	13.6 ( 8,180)	2.7 ( 1,636)

出所：アジア経済研究所、「適正技術と経済開発」、1986

また、アフリカ諸国の農村地域では、ほとんどの男性が、その程度は別としてなんらかの形で農作業等の労働に従事している。加えて、通常女性も農作業に従事しているほか、料理等の家庭内労働も行なっている。さらに、子供も、就学時間以外は働いており、また、薪集め、運搬は女性、子供が中心となつて行なわれている。例えば、ケニアの農村地域の就労状況をみると、表3-17の通り、世帯主の約70%が主として農業に従事しており、残りの約30%が、教師、手仕事等の仕事を持っているが、そのうち約82%が副業として農業を行なっている。また、彼等の妻のほとんども農作業に従事している。

このため、対象地域の人口及び薪炭の家庭消費量並びに就労状況については、こうしたことをふまえて調査する必要がある。

表 3 - 1 7 ケニアの農村地域における就労状況

(1) 世帯主の主たる職業

	Upper areas	Lower areas	All areas
Farming	9	43	52
Other	3	19	22
Teacher	0	8	8
Manual labourer	1	3	4
Shopkeeper	0	3	3
Local official	1	1	2
Vicar	0	1	1
Businessman	0	1	1
Matatu operater	1	0	1
Skilled labouere	0	1	1
Other Farm worker	0	1	1
Total number	12	62	74

(2) 世帯主の副業

	Upper areas	Lower areas	Total
None	8	36	44
Farming	3	15	18
Other	1	11	12
Manual labourer	0	3	3
Other farm worker	0	2	2
Businessman	0	2	1
Tailor	0	1	1
Ploughman	0	1	1
Mason	0	1	1
Watchman	0	1	1
Preacher	1	0	1

(3) 世帯主の妻の主たる職業及び副業

	Upper areas	Lower areas	All areas
Main			
Farmer	12	57	69
Teacher	0	2	2
Other	0	1	1
Secondary			
None	12	54	66
Farmer	0	3	3
Manual worker	0	2	2
Retailer	0	1	1

出所：Nihon University, Agriculture and Soils in Kenya, 1987

② 調査項目、内容

(7) 人口

ほとんどのアフリカ諸国において、人口統計は、仮に存在していたとしても州、県レベルまでであり、プロジェクト対象地域の人口を調べることは極めて困難である。このため、地方自治体の関係官、農業改良普及員、部落の長等からの聞き取りにより、人口、世帯数を推測する以外に方法はなく、男女比も、国、県レベルの統計から推測する以外にないと考えられる。また、年齢別人口分布については、学校を調査し、就学児童の数を把握し、それ以外の大人については、これもまた、国、県レベルの統計から推測する以外にない。

そして、薪炭の利用については、平均的な家族数を有すると考えられる農家を選定し、消費量（可能な限り重量で）、用途（料理用、暖房用等）、利用形態（裸火、ストーブ、カマド等）、薪が生木で利用されているか乾燥して利用されているか、自家採取か購入か（この場合、価格を含む。）、薪炭以外の燃料の使用の有無とその好み等について、農家調査を行なう。

(1) 就労状況

就労状況については、農村産業従事者、教師等、一次的に農業以外の職に就いているものの数を調べ、それ以外はなんらかの形で農業に従事していると考えられる以外に方法がないと思われる。ただし、ここで重要なことは、農業労働に従事する程度（時間）、農業労働の季節性（農繁期、農閑期）を調べるとともに、特に、農繁期における日・週単位の労働時間（農業、家庭労働、その他）並びに農閑期における労働内容等を調査することである。この点については、農業改良普及員並びに主要農家からの聞き取りにより行なう。

### 3-2-5 風俗習慣、共同体形成

#### ① 調査の視点

プロジェクト対象地域の風俗習慣、特に、薪炭の採取並びに利用方法について調査することは、よりエネルギー効率の高い利用方法を指導する上で重要であり、また、労働習慣、共同体形成、特に、共同作業慣行について調査することは、造林計画を策定する上で重要である。

#### (7) 風俗習慣

アフリカ諸国では、一般に、薪の採取は女性の仕事である。例えば、タンザニアの一農村では、大部分の女性が一週間に3回薪あつめに行き、それに最高12時間費やしている。また、農地に作物の収穫に行った帰りに薪を採取することもある。女の子は、歩けるようになるるとほとんどすぐにも母親の手助けをし、年をとっても薪集めはきちんと続け、50才を過ぎてても自分の家の薪のことに気をつけている。

ガーナの農村地帯では、週に平均4-5回、4-11kmの距離を歩いて薪の採取に行き、ケニアでは、週に平均1-4回、それぞれ2-3時間、ブルキナファソでは、一日平均4-5時間を薪の採取に費やすという報告もある。

タンザニア、ガンビア等、森林の少ない地域では、一年間の薪の家庭必要量を採取するために、250-360人・日を必要とするとも報告されている。

しかし、こうした作業は、骨がおれ、また、多くの時間を費やすため、通常いやがられている。また、こうした薪の採取は、作物の収穫時期と重ならない乾期に集中して行なわれることも多く、さらに、雨季の間は、薪を集められる日が少なく、また、乾いた木も少ないため、雨季に備えて薪の貯蔵も行なわれている。

世銀は、薪の採取に時間がかかればかかるほど消費量は少なくなり、一日以上かかるようになれば急速に減少するとしている。そして、薪の量が少なくなると伝統的消費形態、特に、最も消費量の多い料理方法にも変化が現われ、セネガル及び多くの西アフリカ諸国では、これまで一日に二回暖かい食事をとっていた人々が、最近では一回しかとらなくなったとされている。

また、薪を集めに行く場所が遠くなり、供給量が少なくなるにつれて、薪は、他のより容易に入手できる燃料に置き換えられつつある。サヘル地域の一部では、ミレットの茎のような作物残さがその収穫後数ヶ月の間の主要な燃料となっており、ブルキナファソのある地域では、ミレットの茎が村落の周辺で薪よりも容易に集められ、簡単に保存でき、料理の際に使いやすいサイズであるため好まれている。しかし、本来、土地に還元され、地力を維持するために使われるべき作物残さが、過度に燃料として利用されることは、地力の減退、ひいては、土壌侵食を招いていることも事実である。

薪の利用方途は、毎日の料理用が中心であるが、アフリカの農村では、一般に3個の石の上に鍋をのせる昔からの煮炊きの方式が行なわれている。しかし、裸火は、木材潜在エ

エネルギーのわずか10%を利用するもので、90%は無駄に消費される不効率なものである。このため、最近では、燃料の薪を節約するため、改良型コンロ、かまどの試作と普及活動が続けられており、これが正しく使用されると、30~50%の燃料節約が可能になるといわれている（図 3-11 参照）。

しかし、薪炭材からの煙りが虫を寄せ付けない効果を有していることや屋根材を白蟻の被害から守る効果を持っていることもあり、改良カマド、特に、無煙設計のカマドに対し、地域住民が抵抗を示すこともあると報告されている。

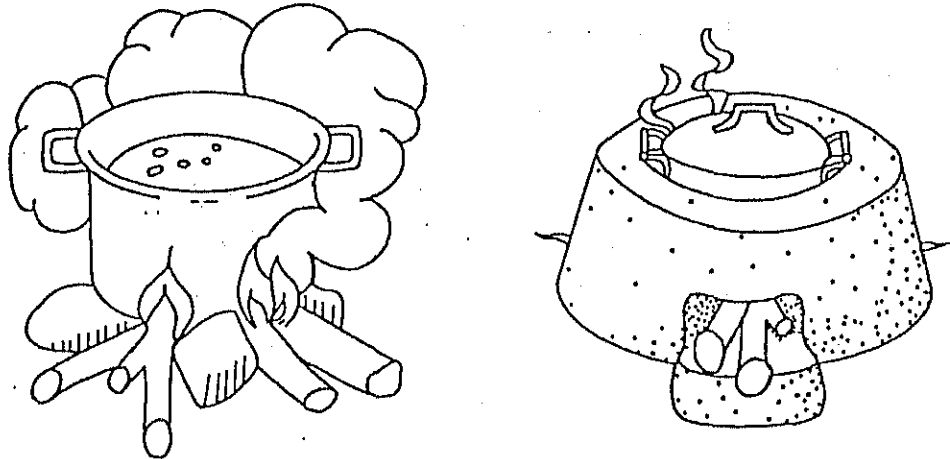


図 3-11 改良型コンロの例

注：アフリカの農村では、3個の石の上で昔ながらの煮たきが行われている（左図）。西アフリカでは砂漠化防止にたき木を節約するため、パン・アク・スヌフ — 砂と粘土 — の省エネルギー・コンロが奨励されている。

出所：表 3-16 と同じ。

#### (4) 共同体形成

アフリカ、特に、サハラ以南アフリカ諸国の共同体を、他の地域、特に、東アジアのそれと比較した場合、著しく開放的な性格、即ち、共同体的規制の弱さが一つの特徴としてみられる。というのは、これまでアフリカにおいては、土地の肥沃度にそれほど執着しなければ、未開地というべき土地が広く存在し、開墾によって個々の家族や集団が共同体規制による特定の土地への束縛から脱する道が開かれていたためであると考えられている。

しかし、こうした共同体は、地域、部族や部落によって様々な形態、性格を有している。こうしたなかであって、共同体における共同作業慣行も多種多用であると考えられる。例えば、ナイジェリアの一部族では、二つの大きな互助共同慣行が存在する。その一つは、村落全体にとっての作業などを行うものであり、そのスケールが多い場合、村長が作業等を組織化するというものである。（これは、ときには若者の集団によって行われることもある。）。他の一つは、お互いの耕地に手助けに行くというものである。ちなみ