

3-1-4. 半乾燥地帯の降雨特性

(1) 標高と降雨量

半乾燥地の一例として、ケニアのマチャコス、キツイ、エムブ、メル (Meru) の諸 District を中心とした地域〔 $0^{\circ}2'30''$ S, $37^{\circ}E \sim 38^{\circ}35' E$ 〕とくにキンダルマ (Kindaruma) 地区〔 $0^{\circ}30' \sim 1^{\circ}0' S$, $37^{\circ}30' \sim 38^{\circ}0' E$ 〕を中心に、その降雨の特徴を述べることにする。

「図3-3」は標高と平均年降雨量とポテンシャル蒸発量の関係を示したものである。降雨量は大体標高が高まれば増大するが、地形によっては必ずしもその傾向があるとは限らない。

ケニア山の北西斜面の標高 10,000~17,000 ft (3,050~5,200 m) の地域は、その雨量は東側斜面の 2,000~3,000 ft (610~1,590 m) と等雨量である。

同じく $1^{\circ}S 37^{\circ}E$ の地点では 5,000~6,000 ft (1,525~1,830 m) の標高であるが、雨量は 600~800 mm である。これに対してポテンシャル蒸発量 E_0 はほぼ標高が高くなるにしたがって減少する傾向が明らかである。(「図3-3-c」の左上半分参照)

(2) 季節的な平均降雨量とポテンシャル蒸発量

この地区とくにキンダルマ (Kindaruma) 地区 (図中小方形に囲んだ部分) では、乾期は 1~2 月で、3 月中旬~4 月下旬・5 月の大雨期が続く、6 月~10 月中旬は再び乾期となり、11 月下旬~12 月の小雨期となる。

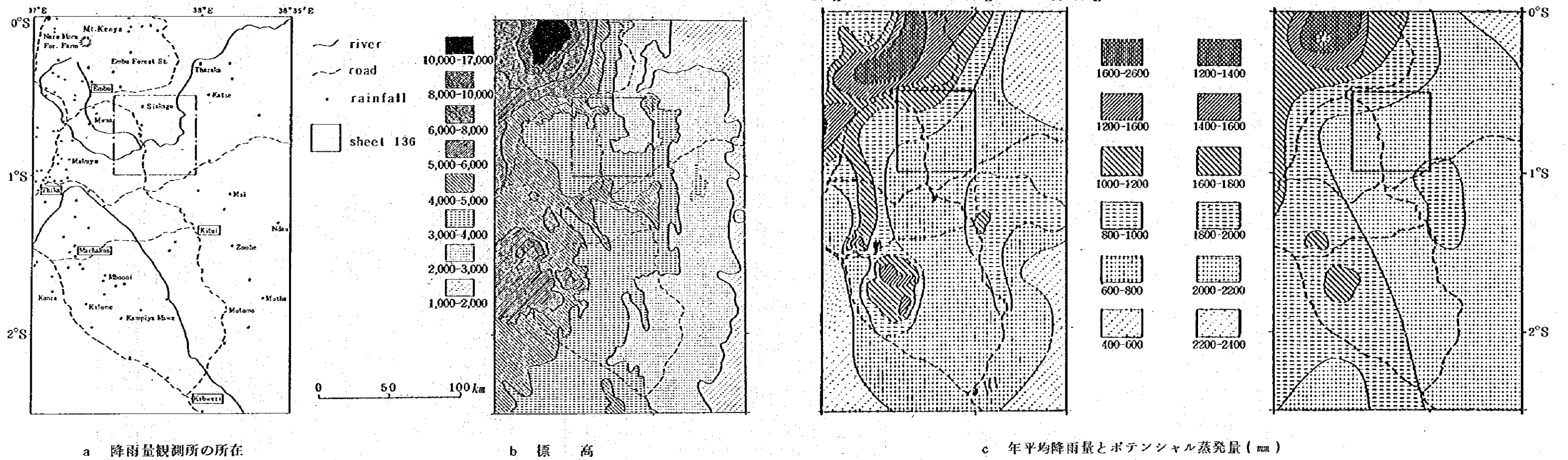
「図3-4」, 「図3-5」はそれぞれの乾期、雨期の平均雨量とポテンシャル蒸発量を図示したものであるが、1~2 月の小乾期は 6~9 月の大乾期よりも平均雨量は多い。このことは大乾期の乾燥の激しさを示し、現に図中は存在するキツイの NDFRS の支場でも 6, 7, 8 月の間、無降雨の記録が何年か連続している。しかしケニア山東南部ではその傾向は反対である。

一方、雨期では一部は降雨量は標高と一致するが、他の部分ではさらに複雑である。雨期について注意すべきは、図の北東・北西部を除いて、雨期中の降雨量は 3~5 月の大雨期よりも、10~12 月の小雨期の方が多いと云うことである。これに対しポテンシャル蒸発量は年平均と著しく傾向を異にすることはない。

この地区の面積は東西約 180 km, 南北 280 km 程であるが、その中で季節毎の乾期、雨期の総雨量が、相互に変化し、一様でないことに注意を払う必要がある。

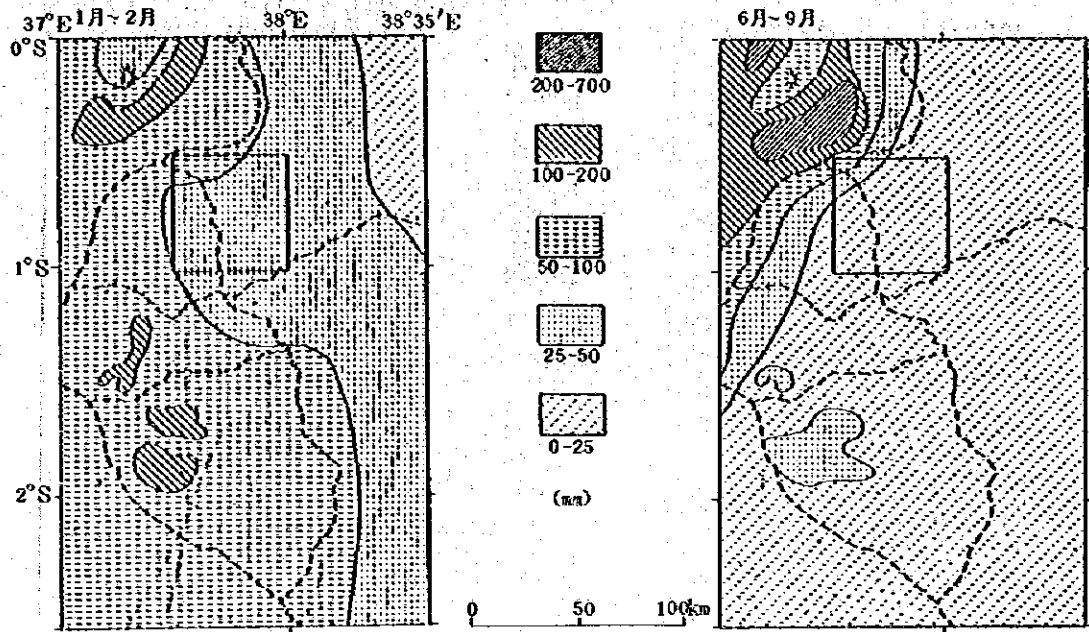
特に、小雨期雨量の方が大雨期雨量を上まわる地域の方が広いこと、大乾期の総雨量が、期間が長いにもかかわらず極端に少ないことは、両雨期の作付計画にも大いに関係しよう。

図 3-3 降雨量観測所, 標高, 年平均雨量およびポテンシャル蒸発量
 (Location of Rainfall Station, Altitude, Average Annual Rainfall
 and Potential Evaporation)



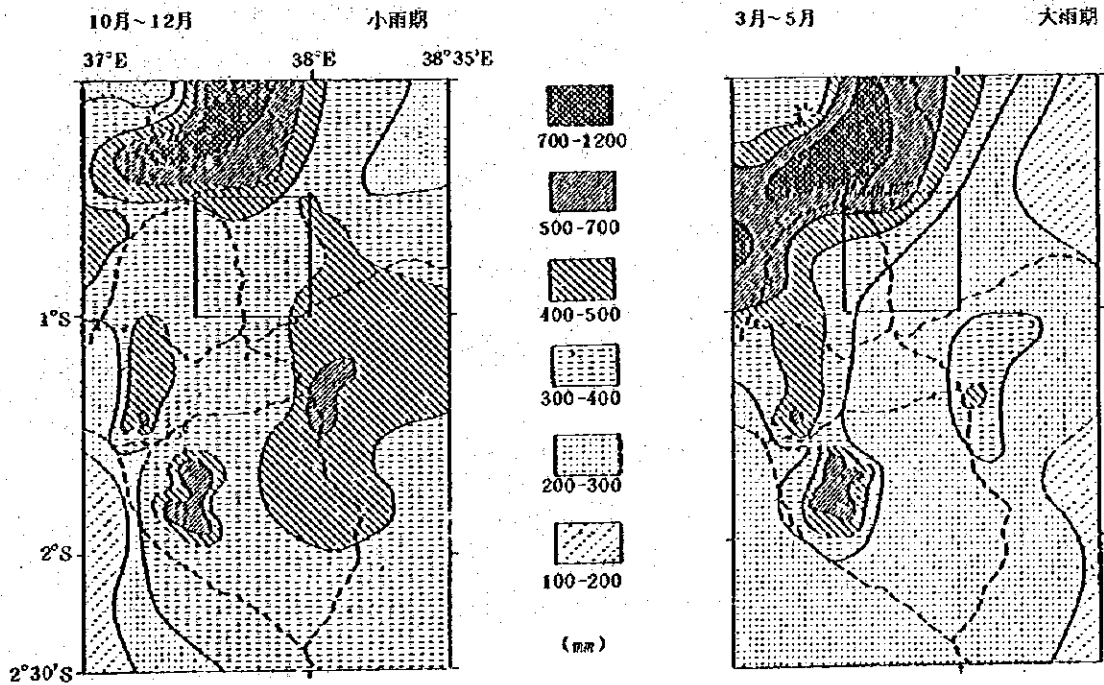
注) 出所: Soil of the Kindaruma Area (1974) Kenya Soil Survey

図3-4(a) 乾季の平均降雨量 (mm)



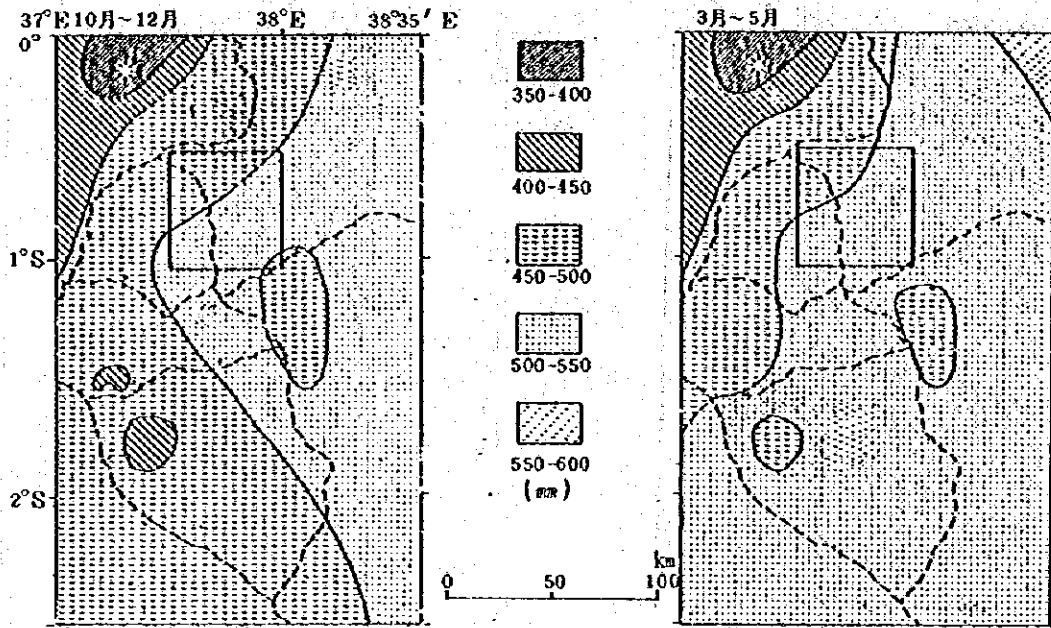
注) 出所: 図3-3と同じ

図3-4(b) 雨季の平均降雨量 (mm)



注) 出所: 図3-3と同じ

図 3 - 5 雨季の平均ポテンシャル蒸発量 (mm)



注) 出所: 図 3 - 3 に同じ

(3) 雨期における雨量の変異

農業にとっては統計的な平均雨量よりも、その変異のあり方が大きな影響をもつ。とくに平均値よりどれ程少くなる危険がどれほど頻繁におこるかなどが、農業の危険分散上の大きな問題となる。

マチャコス D.C.の1894年より1972年までの3～5月の雨量観測値からは次の結論が得られている。すなわちマチャコスD.C.の年平均雨量は411 mmであるが、79回の大雨期中、411 mm以下の雨量の年は41回、350 mm以下の年は33回、311 mm以下の年は26回、それぞれの%は、52%、42%、33%の頻度で発生した。

この傾向が今後も続くとすれば、平均雨量以下の年は10年中5回、350 mm以下は4回、311 mm以下は3回発生することになる。特別の雨量の場合を除き、正常な雨期である確率は、平均雨量に比例するという研究結果から、411 mmの平均雨量の処では、350 mm以下の雨期の確率は40%であるが、200 mmの個所では90%に上昇し、600 mmの個所では13%になると云う。

(4) 雨期の雨量が作物生産に欠乏する確率

雨期において平均雨量が植物の必要量を下まわる確率は、降雨の分布、季節中の流去を考えず、実際の蒸発量 E_t を E_0 の $\frac{2}{3}$ であると仮定した場合、小雨期の方が大雨期より低い。

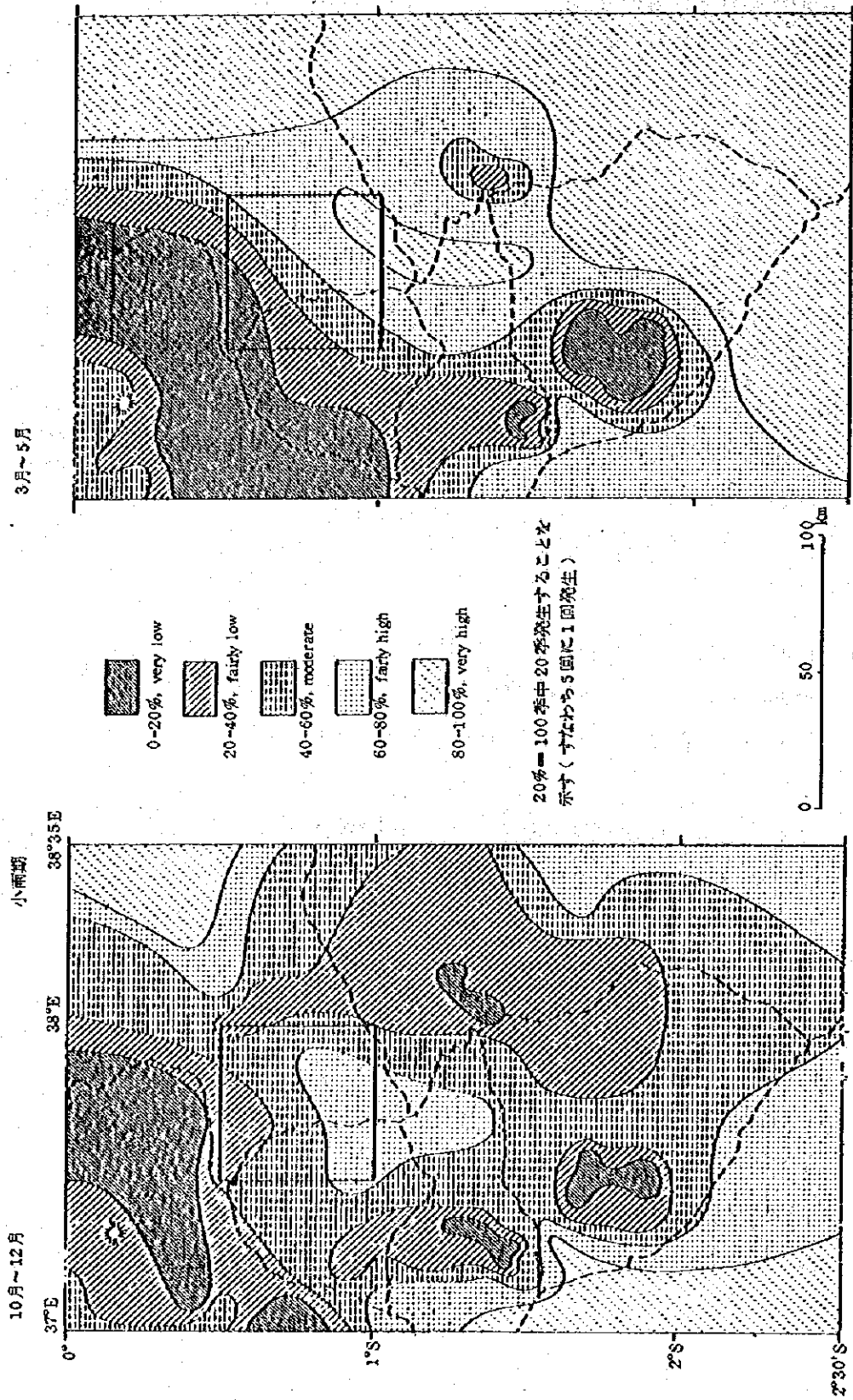
このことはこの地域の大部分では、小雨期の方が大雨期よりも農業上有利であるということになる。「図3-6」参照。

(5) 降雨分布と雨期の長さ

この地方の南半部は小雨期が時として1月まで続き、大雨期が2月に始まることすらあるが、一般的には雨期は10月と3月に始まり、12月と5月に終る。しかしその始・終期は緯度や全体の雨量とも関係している。雨期が地域別に年々如何に変動するかが、農業上は大きな問題である。

雨期の始期を旬間雨量20 mm以上あった時と仮定し、また終期を旬間雨量40 mm (この雨量は完全に生育した植物の水分要求量と仮定) とすると、マキンドウ (Makindu) では「表3-10」のような変異があつた。

図 3-6 降雨量がポテンシャル蒸発量の2/3以下となる確率
(P, %) Pが高いとトウモロコシ, ビーンズ, ミレット作の危険度が高い)



注) 出所: 図3-3に同じ

表3-10 雨季の開始と終了時期

| | 大 雨 季 | 小 雨 季 |
|------|-------|-------|
| 1967 | 4月上旬 | 10月下旬 |
| 1968 | 3月下旬 | 10月下旬 |
| 1969 | 1月下旬 | 11月下旬 |
| 1970 | 3月下旬 | 11月中旬 |
| 1971 | 4月中旬 | 11月下旬 |

(Makindu)

注) 出所: Soil of Kindaruma area (1975)
R.F. van de Weg and P. Mbuvi

すなわち5ヶ年間の観測で、大雨期の長さは90日の変動があるのに対し、小雨期では30日に過ぎなかった。また大雨期、小雨期とも、その降雨はそれぞれの雨期の初期に集中する傾向がある。

90日の雨期中雨量の50%は、大小両雨期ともに22日間に降ってしまう。そしてその90%は大雨期では初めの65日で、小雨期では48日で降ってしまうとされている。

(6) 降雨の強度

この地区は最大1日降雨量はTaylor & Lowes (1971)のMapでは150~200 mmの地帯にランクされているが、キツイでは200~400 mm/日の強雨を記録している。この降雨強度は後述の土壌侵食と大いに関係する。

3-2 東アフリカの地質と地形

3-2-1. 地質の特徴と地形

アフリカ大陸は、南米、アラビア半島、インド亜大陸、オーストラリア大陸西部とよく似た地質構造と岩石をもった極めて古い陸塊である。

すなわち約2億年程前にすでに激しい褶曲、変成作用を終って、結晶質岩石を主体とした大陸の基盤が形成され、以後緩やかな隆起や沈降はあったが、比較的安定した状態が永続した。

アフリカの地形は大小の盆地と、これを取りまく台地の存在が特徴である。平坦な台地は、かつての山地が、不断の風化、侵食を堆積により、数百万年かかって平原となり、隆起して標高を高くした。

東アフリカはその隆起が激しく起った部分で、エチオピア高原はその最たるものである。

一方、陥没の起った所には大地溝帯が生じ、紅海-エチオピア-ケニア-タンザニアを経てマラウイに続く東側の大地溝帯と、アルバート湖、タンガニカ湖を連ねてニヤサ湖で東地溝帯と合致する西の地溝帯が走り、この断層運動で出来た地殻の弱線に沿って、

ケニア、キリマンジャロ、メルなどの火山が噴出し、附近に広大な熔岩台地をもって、古い地層を覆っている。

台地には処々に侵食に抵抗性の強い、とくに花崗岩質などの岩塊が島状に突出している。これは古い陸塊の示す典型的な地形である。この高原台地はインド洋岸に向って、広い段階をつくりつつ高度を下けている。

高原状台地を構成する地層は、Precambrianの基盤(Basement)を主体に、Nyanzian, Bukoban, Kavirondian系、また南部タンザニアでは南アフリカに多いKaroo系も存在する。構成岩は、変成岩である各種片麻岩、片岩のほか、花崗岩、聳岩、石灰岩などが主な岩石である。

台地の下方は沖積層で、ケニアのタナ(Tana)河を中心とする平地は、第4紀の沖積で新しいが、一部に第3紀の沖積層も存在する。

気候上から半乾燥地に属する地域は、Precambria紀由来の高原台地とほぼ一致する。ちなみに前記低地の沖積地は、海岸を除き、全くの乾燥地に属する。

高原台地の多くは平坦～緩傾斜の丘陵状をなし、処々に風化侵食をまぬがれた丘陵や山塊が散在することは前記したが、この地形とくに丘陵、山塊が、本来単調なるべき台地上の気象を、とくに降雨状態を複雑にしている。

ザンビアは河谷により侵食せられた狭い部分を除き、大部分は標高900~1200mの高原で、北部とくにタンザニア国境附近には、1200~1800m以上の高地が存在する。地層を構成する岩石は主に花崗岩、砂岩、石灰岩、片麻岩である。西部にはカラハリ(Kalahari)砂漠の影響を受けた層がある。半乾燥地と目されるのは、南部の標高900~1200mの地域である。

3-3 東アフリカの土壌と植生

3-3-1. 東アフリカ三国(ケニア、タンザニア、ザンビア)の土壌の概況

「3-2」に記したように古いprecambriaの変成岩母材の土壌が高原台地に、地溝帯とその付近では比較的新しい火山性の岩石(火山灰も含む)を母材としている。

東アフリカでは肥沃な土壌が高地に存在し、ケニアの北東部には広大な沖積土壌が、またザンビア西部にはカラハリ砂漠の影響を受けた、広い砂土地帯が存在する。FAO/UNESCOの分類によれば、前記三国の土壌は大略は次の通りである。なお三国の土壌図を「図3-7」に示した。

- (1) ケニア北東部: Yermosols, Xerosols および Solonchacks の砂漠土
- (2) ケニア北西部: 半乾燥地で Eutric Regosols, Carcaric Regosols, Xerosols と未熟な岩石土

- (3) ケニア、タンザニアの両国のヴィクトリア (Victoria) 湖周辺およびケニア、キリマンジャロ山周辺: Andosols, Humic Nitosols, Lithosols, Eutric Nitosols が存在し、比較的乾燥地に Vertisols と Solonetz が、多雨地帯には Ferralsols と Acrisols が、湖南東には Vertisols, Carcaric Cambisols, Renzinas があり、低地には Humic Gleysols, Eutric Luvisols がある。非常に複雑な分布をするが、半乾燥地に存在するのはこの一部である。
- (4) タンザニア中央部: 気候により異なるが谷間と平地には Vertisols, Planosols, Eutric Fluvisols が、侵食を受けた高地に Chromic Cambisols が、Ferric Acrisols が雨の多い丘陵や南部に出現する。その他 Distric Nitosols, Orthic Acrisols, Distric Regosols, Ferric Arenosols や Orthic Ferralsols も存在する。
- (5) ザンビア南東部: Chromic Luvisols が主体である。
- (6) ザンビア北部: Orthic Ferralsols, Distric Nitosols が存在する。
- (7) ザンビア西部: Karahari 砂漠の影響を受け、Cambic Arenosols があるが、排水不良地には Gleysols や Gleyic Podisols がある。

3-3-2. 東アフリカ半乾燥地土壌の性質とその利用

前項は東アフリカ土壌の概要を示し、半乾燥地土壌と対比させるために記した。此の項では半乾燥地に存在する土壌を中心に、そのそれぞれの土壌の性質と、積生、農業適性について主として World Soil Map (1977) FAO/UNESCO に基き説明する。なおそれぞれの土壌の分布は「図3-7」を参照されたい。なお図上の略号は以下各土壌の略号と同一であり、説明は略号のABC順に配列してある。土壌名は図と対応して FAO/UNESCO legends によっているが〔 〕内には対応する USDA Soil Taxonomy による名称を併記した。

(1) Acrisols (Ultisols) (略号 A = Acrisols, Ao = Orthic Acrisols, Af = Ferric Acrisols)

元来農耕には適さないで半乾燥地に分布するものは、Orthic, Ferric の2種で、土壌の表面の構造が不安定で、水の透過性が悪く、この性質は土壌侵食の危険性を多分にもっている。自然植生は Woodland または Tree Savanna で、生態的条件は厳しい。

気象条件で異なるが、作付出来る作物は、キャッサバ、ソルガム、ビーンズなどであり、セブ型の牛や、山羊の飼養と結合した自給農業が行なわれる。雨に恵まれれば、ソルガムの代替にトウモロコシが輪作中に組み入れられ得る。

土壌の性状からは、大型の近代化農業の導入は差し控えた方がよい。土壌の性質をよく理解し、慎重に配慮した、控え目な、前記形態の農業を優先的に行うべき土壌である。土性は粗～中粒質である。勿論、ラッカセイ、ワタ、タバコの栽培は出来ない (Acrisols は Acris (L) = 弱酸性より来る)。

(2) Cambisols (Inceptisols) (略号 B = Cambisols , Bc = Chromic Cambisols , Bk = Calcic Cambisols)

この土壌は、土壌形成の初期段階の土壌で肥沃度のポテンシャルは高い。Chromic Cambisols (Bc) はケニア、タンザニアの丘陵地にあり、自然植生は Savanna であるが、石質であったり、硬い Petrocalcic 層が浅い個所に存在したりすること、また丘陵地形が利用上の制限となる。したがって集約的耕作は適切ではない。

この制限の無い処では多彩な作物、ブドウ、オリーブ、イチヂク、カンキツが出来るが、半乾燥地では水分に制約される。Calcic Cambisols (Bk) は波状地、山岳地に分布し、半乾燥地の植生は Savanna でマイロ、ソルガム、ビーンズ、カンジョ、キャッサバなど1年生作物栽培、家畜飼養に使われる。

本来は牧場または灌漑利用すべき土壌である。養分は十分含有しているので、保水性に關与する土性と Petrocalcic 層の深淺、地形が問題であり、時に石灰質皮殻が問題となることもある。

この土壌の草地は飼料的に良～中の飼料価値があり、この点を利用し、着実に家畜を飼養し、これにより1年生作物の増産をはかるのに役立つと思われる。(Cambisols は Cambiare (I.) = 変化に由来する)

(3) Renzinas (Rendoll) (略号 E = Renzinas)

半乾燥地には小規模に存在するのみで、むしろ存在することは珍しい。石灰質母材に由来し、炭酸石灰を含み、塩基飽和度は高く、腐植も多い。必要に応じ Orthic と Cambic Renzinas に細分することもある。

(4) Ferralsols (Oxisols) (略号 F = Ferralsols , Fo = Orthic Ferralsols , Fx = Xanthic Ferralsols , Fr = Rhodic Ferralsols)

従来、Latosols の名で親しまれてきた土壌である。東アフリカ半乾燥地は Orthic Ferralsols (Fo) , Xanthic Ferralsols (Fx) , Rhodic Ferralsols (Fr) で、Ferralitic 風化の最終生産物であるため、成分の流亡が激しく、吸着体も少く、塩基飽和度も低く、有効化する無機物も少ない。肥沃度は保水力を左右する粘土含量により差異があるが、排水は概して良好、時として過度となり、養分不足が大きな欠点である。

一般的には土壌侵食を受けることは少ないはずであるが、土性によっては土壌表面が固結し、強い不透過層または被膜を作り (Surface Sealing) , 水浸透を悪くし、侵食性が高まることがある。

明瞭な乾期のあるザンビア、タンザニアなどではその生態条件は農業に対して特に悪い。土壌的には現状では粗放な農牧場経営が適当で、集約農業を行うことは得策ではない。移動農業 (Shifting Cultivation) は行われ、自給農業としては、キャッサバ、バナナ、トウモロコシが栽培される。しかしこれは雨量の確保出来るところだけで、他はトウモロコシの代替にソルガムが栽培される。

Rhodic Ferralsols (Fr) は、Orthic Ferralsols (Fs) よりも陽イオン交換容量

(CEC)が高く、また塩基性岩石が母岩となる場合が多く、Ferromagnesium Mineral (角閃石など)に富んでいるが、りん酸の固定には注意すべきである。

Xanthic Ferralsols (Fx)はザンビアのSavannaやWoodlandの下にあり、前2者より乾燥している。この土は土壤侵食の危険が大で、養分にも欠乏している。施肥すれば農業を集約的に営み得るが、適当な利用法は放牧である。

(5) Gleysols (Aquents, Aquepts, Heplaquol) (略号G=Gleysols, Ge=Eutric Gleysols)

この土壌はいわゆるグライ土壌で、通常は米やバナナなどを栽培するが、半乾燥地では、たまたま低地の水分の多い処に生成したもので、耕作に利用することなく、乾期の飼料作に利用される。養分的には肥沃である。(Gleysolsはgley(露)=黒い泥の)に由来する)

(6) Lithosols (Orthents) (略号J=Lithosols)

この土壌は急な斜面を持つ解析地形と、下層にある岩石のため、在来農法、近代農法ともに困難である。湿潤かつ塩基性岩や片岩より由来すれば肥沃で、コーヒーなども栽培出来るが、自然植生のままにしておくのが良い。(Lithosolsはlithos(G)=石に由来する)

(7) Fluvisols (Fluvents) (略号J=Fluvisols, Je=Eutric Fluvisols)

この土壌はGleysols, Vertisols, Regosolsなどに随伴して出来ることが多く、湿潤地ではかなり肥沃であるが、半乾燥地では、水が得られれば良好な利用が可能である。したがって灌漑農業に適している。土壌的には作物栽培に適し、在来農法でも、Eutric Fluvisols (Je)は良い農地として利用出来る。

集約農業にも適し、乾燥地では排水を伴った灌漑をすることが大切である。時としてはNaや可溶性の塩を含む。肥料としては窒素とりん酸を与えれば、他養分はまず不要である。有機物の施用はよい。いわゆる沖積土の一種である。(FluvisolsはFluvius(L)=河に由来する)

(8) Luvisols (Alfisol) (略号L=Luvisols, Lc=Chromic Luvisols, Lf=Ferric Luvisols)

この土壌は半乾燥地では、Chromic Luvisols (Lc)が多く、Ferric Luvisols(Lf)はGleyic LuvisolsやPlinthic Luvisolsと同じく、主として長い乾期のある地域に存在する。大部分のLuvisolsの存在する生態的条件は良くない。水の不足が問題であり、農業利用するときには、食糧作物と粗放な放牧の組合せがよい。

Chromic Luvisols (Lc)は、キャッサバ、トウモロコシ、ソルガムの栽培や家畜飼養がおこなわれ、時としてタバコが栽培される。塩基には富むが、有機物、りん酸に乏しく、水の不足が農耕を制限する。農耕する場合は地力の保全に注意が必要である。

雨が規則的に降り、水に不足しないならば、ラッカセイ、タバコ、ワタが栽培出来る。灌漑によって利用法は拡大され得る。

Ferric Luvisols は前者よりも風化の激しい土壌で、粘土の CEC も少く、その肥沃度は、土壌構造、鉄石、硬盤の有無、状態で差があるが、前記(4)の Ferralsols に近い性質を持つ、Chromic Luvisols と同じく家畜飼養をともなった自給農業が行えるが、その可能性は乾期の程度で左右される。

作物は穀類で、ソルガム、アワ(モロコシ)が多いが、雨期が長ければトウモロコシ、キャッサバ、バナナも出来る。自然植生の Savanna の飼料価値が高ければ、放牧に適する(Luvisols は Luvu (L) = 洗うに由来する)。

(9) Nitosols (Ultisols / Alfisols) (略号 N = Nitosols, Ne = Eutric Nitosols, Nd = Distric Nitosols)

この土壌は本来、森林か Savanna の湿潤な気候の下に生成する土壌であるが、半乾燥地帯にも部分的に存在する例がある。玄武岩母材か、有色鉱物の多い結晶性の岩石を母材として生成する場合が多い。かつて赤褐色ラテライトなどと称した。Rhodic Ferralsols に近い性質の土壌であるが、粘土含量、CEC が高く、Eutric Nitosols (Ne) は塩基含量多く、細一中粒質の肥沃な土壌で、肥料は窒素とリン酸のみで十分である。

Distric Nitosols (Nd) は、塩基含量少く、肥沃度低く、窒素、リン酸のほか、カリ、石灰、苦土も必要とされる。ともに土壌侵食の危険が大で、永年生作物の導入はこの点からは好ましい(Nitosols は Nitidus (L) = Shiny (光沢ある構造面の意)に由来する)。

(10) Arenosols (Psaments) (略号 Q = Arenosols, Qc = Cambic Arenosols, Ql = Luvic Arenosols, Qf = Ferralic Arenosols)

本土壌中乾燥した条件では Cambic Arenosols (Qc), Luvic Arenosols (Ql) が、湿潤下では Ferralic Arenosols が多く、また半乾燥地にも存在する。いずれも砂質で排水良好である。平担~丘陵地形が多く、Cambic Arenosols (Qc) は Lithosols と随伴したり、移動砂丘になることもある。雨量が 500 mm 以上ならば植生は Savanna になり、それ以下だと Tree Steppe になる。さらに乾燥すれば遂に砂漠につながる。

養分に乏しく、微酸性で、もっぱら家畜の放牧、繁殖に利用する。家畜の生産する厩肥の使用に心掛ければ、アワやビーンズが栽培出来、雨量が 500 mm を超えれば、管理を慎重にして、ラッカセイも出来る。

Ferric Arenosols (Qf) はタンザニア、ケニア、ザンビアなどの古い高原台地に広く出現し、自然植生は各種 Steppe, Savanna, Woodland が、乾、雨期の状態に応じて出現する。農耕は砂の性質や生態条件で決まるが、貧弱な自給農業が大部分である(Arenosols は Arena (L) = 砂に由来する)。

(11) Regosols (Orthents, Psaments) (略号 R = Regosols, Re = Eutric Regosols, Rc = Carcic Regosols)

この土壌は日本で云う未熟土（非団結岩屑土）に相当し、気候により砂漠、草地、散在する叢林を持つ草地だったりする。半乾燥地には Eutric Regosols (Re) や Carcic Regosols (Rc) が分布しているが、農業利用は困難である。

02) Vertisols (Vertisols) (略号 V = Vertisols, Vp = Pellic Vertisols)

この土壌は低地に多く存在し、とくに Pellic Vertisols は、時々軽度に湛水状態になる。排水不良の粘質土で、粘土は水を吸収すると膨潤し、乾燥すると収縮して固結し、地表から深所まで裂開する。粘土はモンモリロナイト系である。

したがって雨期には膨潤して排水不良となり、湛水しやすく、乾期には深く割目が入り降雨とともにその亀裂の深所まで表面の粘土が入り込む。年々これを繰り返すので、自然と表土が下層土に入り込むことになるので、自己反転土などと誤られるときがある。

植生は湛水の度合で変化する。重粘な土壌なので、在来農法では作業は困難である。従来飼料生産に利用されることが多かったが、灌漑することで、ワタ、ソルガム、ラッカセイの栽培が出来る。土壌の化学性はワタに適し、世界的に Black cotton soil (黒色棉花土) と云われる。粘質で排水不良の改良には、置換性ナトリウムの多いときは、石膏や緑肥の施用を行ない、また排水を伴った灌漑施設が必要である。

この土壌の上の Savanna は良質の牧草地となるので、管理に費用のかかる計画よりも、牧草地利用が土壌的には最良である。此の土壌は広い面積にまどまっては存在しないが、肥沃な点を活かした利用が望ましい (Vertisols は Verto (L) = 反転に由来する)。

03) Planosols (Ustalfs, その他) (略号 W = Planosols, We = Eutric Planosols)

この土壌は下層に不透水層があり、雨期に洪水になることがしばしばある。農耕に適するとは云えないが、雨期に軽く表面排水して改良草地に出来る。乾期の飼料生産利用が適当であるが、雨期の終りにアワを栽培したりしている。農業利用は不可能ではないが、費用が甚大なので、価値の高い作物を選択しなくてはならない。(Planosols は planus (L) = 平坦に由来する)

04) Yermosols (Aridisols) (略号 Y = Yermosols, Yh = Haplic Yermosols, Yk = Carcic Yermosols)

植生のほとんどない砂漠土で、半乾燥地にはまず見られないが、半乾燥地につづく乾燥地に広く分布する (Yermosols は Yermo (Sp) = 砂漠に由来する)。

以上 14 種の土壌が東アフリカ 3 国 (ケニア, タンザニア, ザンビア) の半乾燥地 (一部乾燥地, 半湿潤地も含む) に分布する主な土壌である。

東アフリカの乾燥地を除くと、半乾燥地以外は「3-3-1」および「図 3-7」により示すように、Andosols, Nitosols, Cambisols, Vertisols が多く、土壌管理により農耕に利用されやすい。潜在地力の高い土壌が広く分布しているのに対し、半乾燥地は上記のように、土壌管理上問題の多い、肥沃度の低い土壌が分布している。このことは気

象条件とともに農業開発上阻害要因として注目すべきであろう。したがって次項にそれら土壤の理化学性について明らかにしておく。

3-3-3. 東アフリカ半乾燥地土壤の理化学的性質

土壤の理化学性については「3-1-4」で扱った地区（ $0^{\circ}\sim 2^{\circ}30' S$, $37^{\circ}0'\sim 38^{\circ}35' E$ ・Kenya）の土壤を一例として取扱った。

(1) 化学的肥沃度

この地区の土壤の有機物含量はCとして、0.3～1.0%の範囲であったが、Rhodic FerralsolsとRenzinasでは2%までにも達していた「表3-11」。

陽イオン交換容量はVertisols, RenzinasおよびDistric Nitosolsに高く、24me/100g soilであるが、多くの土壤は9～17meで、Arenosolsでは砂質のために4meにすぎなかった。

塩基飽和度もDistric Nitosolsでは25%、Rhodic Ferralsols, Arenosols, Acrri-Orthic Ferralsols, Ferral-Chromic Arenosolsでは50%以下で、50%以上を示したのはOrthic Ferralsols, Ferralic Acrisols, Eutric Nitosols, Chromic Luvisols, 65%以上はRenzinas, Vertisols, Shallow Cambisolsである。

土壤の反応はpH(H₂O)でRhodic Ferralsols, Luvisols, Arenosolsが5.5でやや酸性、Renzinas, Vertisolsが7.6～8.1と高いアルカリ性であるが、他はおおよそすべて6.0～6.6の範囲である。

有効態リン酸（Mehlich法）は、Distric Nitosols, Renzinas, Shallow Cambisols, は80ppmで十分であり、Vertisolsは30～40ppmで中位だが、その他はすべて20ppm以下で不足の状態にある。

置換性カリは0.3～0.8me/100g soilであったが、カリの欠乏はArenosolsで実際に軽度のものが見られた。硫黄の欠乏は十分に注意を払う必要があるが、カルシウム、マグネシウムの欠乏は特種な砂質土壤を除き、先ず欠乏の心配はない。

要するにこの地区の土壤はVertisols, Renzinas, Eutric Nitosols, Chromic Cambisolsなどは肥沃度が高く、他は肥沃度は高くない。窒素はすべての土壤で欠乏状態であり、りん酸も大部分の土壤で欠乏し、カリ以下の成分は比較的十分含有されていると考えられる。

ここで検討された土壤は「表3-11」に一覧表にしてかかげた。

なお、本文中言及しなかった粘土の種類とPetroplinthiteの有無およびUSDA Soil-Survey Staff 7次案による土壤分類も示した。

Orthic FerralsolsおよびFerral-orthic AcrisolsにPetroplinthiteが存在すること、7次案分類による水分状態（Regime）がすべてustic^{注)}な状況に分類されていること

注) 半乾燥の状態を云う。正確には表3-5注①参照。

表3-11 土 壤 別 の 化 学 性

| | FAO/UNESCO Legend Classification | A層の 有機物 (C%) | 粘土の種類 (Clay fraction) | | | Petro- plinthite の存在の有無 | USDA Soil Taxonomy classification |
|----|--|--------------------|-----------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| | | | Kaolinite (カオリナイト) | illite (イライト) | Montmorillonite (モンモリロナイト) | | |
| 1 | Ferric Arenosols | 0.3 | 60% | 40% | 0 | 無 | Oxic Quartzipsamments |
| 2 | Ferric Arenosols lithic phase | — | — | — | — | " | Lithic Quartzipsamments |
| 3 | Rhodic Ferralsols | 1.8 | +++ | tr | 0 | " | Typic Haplustox + Haplustox |
| 4 | Orthic Ferralsols petroferic phase | 1.0 | +++ | 0 | 0 | 有 50-80cm | Lithic Haplustox (?) |
| 5 | Rhodic Ferralsols | 0.7 | +++ | 0 | 0 | None | Typic Haplustox |
| 6 | Orthic Ferralsols | 0.5 | +++ | 0 | 0 | " | Typic Haplustox(?) |
| 7 | Eutric Nitisols | 0.9 | +++ | 0 | 0 | " | Rhodustalfs |
| 8 | Dystric Nitisols | 1.0 | +++ | 0 | 0 | " | Paleustalfs |
| 9 | Acri-orthic Ferralsols | 0.6 | +++ | 0 | 0 | " | Paleustalfs |
| 10 | Ferral-orthic Acrisols petroferic phase | 0.4 | 35% | 0 | 0 | 有 ±70cm | Paleustalfs |
| 11 | Ferral-chromic Acrisols | 0.6 | 50% | 0 | 0 | 無 | Typic Rhodustalfs |
| 12 | Ferral-ferric Acrisols | 0.6 | +++ | 0 | 0 | " | Plinthic Paleustalfs |
| 13 | Ferral-chromic Luvisols | 0.4 | +++ | 0 | 0 | " | Uitic Paleustalfs |
| 14 | Chromic Luvisols | 0.3 | 35% | 0 | 0 | " | Udic Rhodustalfs |
| 15 | Chromic Cambisols lithic phase | 0.6 | — | — | — | " | Lithic Ustochrepts |
| 16 | Pellic Vertisols | 0.9 | 0 | +++ | +++ | " | Typic Pallustalfs |
| 17 | Pellic Vertisols | 0.8 | 0 | +++ | +++ | " | Typic Pallustalfs |
| 18 | Orthic Rendzinas | 2.1 | — | — | — | " | Lithic Rendolls |

注) 出所: Soil of Kindaruma area (1975)

R.F. Van de Weg and P.Mbuvi

とに注意されたい。

最後にこれら土壌の肥沃度増進法について検討すると、その重点は化学的には、窒素、りん酸の土壌中の富化である。東アフリカ半乾燥地の降雨状況、土壌条件、さらに経済条件も考察すれば、窒素のインプットには、マメ科作物を主とする窒素固定作物の利用が最適である。

しかし現状におけるマメ科作物の窒素固定は十分ではなく、またマメ科作物に対する窒素肥料の効果もあるようである(「5-4-4」参照)ので、マメ科その他の窒素固

定作用の重点的な利用をさらに発展させるべきであろう。

りん酸については土壌・気候条件を考慮した、りん酸肥料の種類、施肥法を考えるべきであろう。

(2) 物理的性質

半乾燥地土壌では物理性は水分管理上特に重要である。土壌の水浸透度は「表3-12」に示すごとく土壌により大差があり、雨水や表面灌水の適否に差のあることが推察される。また密度や孔隙性は通気、保水に関係するが「表3-13」の如く、保水性ではVertisolsが最大であり、Arenosolsが最少で、Nitosolsは中間であるが、容気量は大差ない。

したがってVertisolsは保水性に富むが通気が悪く、Arenosolsは孔隙が大きすぎて、保水性が悪いが、通気はよく、排水もよいことが分る。この事はあたかも土壌侵食は起りにくいような感をいだかせるが、現地では実際にSheetおよびGully侵食が発生している。

自然植生が保護されている限り侵食はほとんど無視出来るが、実際の土地では過放牧、あるいは森林伐採、裸地化により、雨滴衝撃による土粒分散、強日射地温上昇による有機物の減少が、土壌表面の固結を生ずるからである。この固結は現在適切な測定法がなく定量的には表現出来ていない。

表3-12 主要土壌群の水侵入値の中間値
(100mmの水が侵入するに要した分数：()は測定数)

| 土 壌 | Topsoil | | Sub-surface soil | |
|----------------------------|---------|----------|------------------|---------|
| | Dry | Wet | Dry | Wet |
| ARENOSOLS | 12 (50) | 30 (10) | 8 (10) | 15 (10) |
| FERRALSOLS-non cultivated | 51 (39) | 262 (27) | 37 (9) | 70 (7) |
| FERRALSOLS-cultivated | 8 (29) | 12 (28) | 9 (16) | 20 (15) |
| FERRALSOLS-shallow | 82 (9) | 406 (6) | — | — |
| NITOSOLS | 39 (24) | 49 (10) | 21 (20) | 35 (14) |
| LUVISOLS | 9 (16) | 17 (8) | 81 (9) | — |
| FERRAL-ACRISOL intergrades | 49 (68) | 80 (65) | 19 (58) | 34 (55) |
| FERRAL-LUVISOL intergrades | 53 (38) | 99 (28) | 36 (24) | 64 (22) |
| ACRI-FERRALSOL intergrades | 66 (13) | 86 (13) | 16 (13) | 29 (13) |
| VERTISOLS | < 10 | > 1000 | | > 1000 |

円筒侵入法：円筒径4インチ、12cmの水層で侵入させた。

注) 出所：前表に同じ。

表3-13 主要土壌群のAおよびB層における密度、孔隙量
および圃場容水量での水が満される孔隙量

| 土 壌 | 密 度 g/cm^3 | | 孔 隙 量 [*] % | | 圃場容水量で水で 満された孔隙量 | |
|----------------------------|--------------|--------------------|----------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | A 層 | B 層 | A 層 | B 層 | A 層 | B 層 |
| ARENOSOLS | 1.40 | 1.48 | 46 | 43 | 11 | 14 |
| FERRALSOLS (1) | 1.15 | 1.10 | 56 | 58 | 29 | 28 |
| (2) | 1.36 | 1.12 | 48 | 57 | 29 | 28 |
| (3) | 1.08 | 0.96 | 58 | 63 | 39 | 41 |
| NITOSOLS | 1.18 | 1.10 | 55 | 58 | 29 | 28 |
| INTERGRADES ^{***} | 1.43 | 1.31 | 45 | 50 | 25 | 28 |
| LUVISOLS | 1.48 | 1.54 | 43 | 41 | 17 | 29 |
| VERTISOLS | 1.21 | 1.22 ^{**} | 53 | 53 ^{**} | 53 | 53 ^{**} |

注) * 均一粒子密度 $2.65g/cm^3$ を用いて計算

** A G層

*** Ferralsol-Acrisol intergrades.

(3) 土 壌 侵 食

上記の如く侵食は定量的に表現不能であるが、経験的には Sandy Top Soil では固結はなく、Ferralsols で軽、Nitosols, Ferralsols-Luvisols/Acrisols の中間的土壌で中、Ferralsols-Acrisols の中間的土壌で強く起っている。

これらの土壌は平坦地 (Flat), 波状地 (Undulating), 丘陵状地 (Hilly) 地形の広大に分布する地域に存在しており、此の現象が生ずると、たとえ急斜地でなくとも土壌侵食が生ずる。この表面固結 (Surface Sealing) は程度が強ければ、土壌侵食をかえって防止する方向に働くこともあるが、それに伴う降雨時の表面流去水の増大は、他地域の土壌侵食、治水に影響を与え、かつ土壌内への水浸透が少く、最終的に植生を貧弱にする。

周知のように土壌の水食は USLE (一般土壌流亡式・Universal Soil Loss Equation) によれば、

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

で規定される。ここで、

$$A = \text{単位面積当り平均年間土壌流亡量}$$

である。R 以下について半乾燥地土壌との関係を見ると次のように考察される。

| 因 子 | 半乾燥地の特徴と負要因 |
|----------|----------------------------------|
| R・降雨の侵食性 | 強い降雨強度 |
| K・土壌の受食性 | 土性, Surface Sealing, 有機物不足 |
| L・斜面長 | 原野において著しく長大 |
| S・傾斜度 | Undulating, Hilly 地形 |
| C・作付方式 | トウモロコシの作付, 除草による裸地化, 被覆 作物の不足 |
| P・保全対策 | 不明 |

したがって自然草地の過放牧による裸地化は、地形が平坦に近くともLの長大が関係し、農地ではCが負因子として大きく働く。自然草地以外はSheetおよびGully侵食は増大する方向にあると見なければならぬ。

現地に見られる対策は、テラス工、横畦栽培（等高線ではない）、排水溝設置、テラス末端におけるグラス栽培による土止めなどがあり、土壌侵食防止効果は認められるが十分ではなかった。永年作物との混作の耕地があるが、これは農家の無意識的な保全対策とも受け取れる。

元来表土の有機物が少ないので、現在農家が定着している、条件の好い、土層の深い地域では、作土の流亡は目に見えて認識するような状態ではないが、現在の土壌侵食の状況では、収量の現状維持も難しく、まして現在以上に地力を増進し、作物を増産することは困難であると思われる。現在の農法、保全工については、現地の極端に複雑な気象、地形、土壌の条件を精査してUSLEの方式による各因子について検討を加え、総合的な農法改良対策を確立することが不可避のことと認識すべきである。

なお参考のためケニア・マチャコスDにおける土壌流亡量の試算を「表3-14」に示しておく。

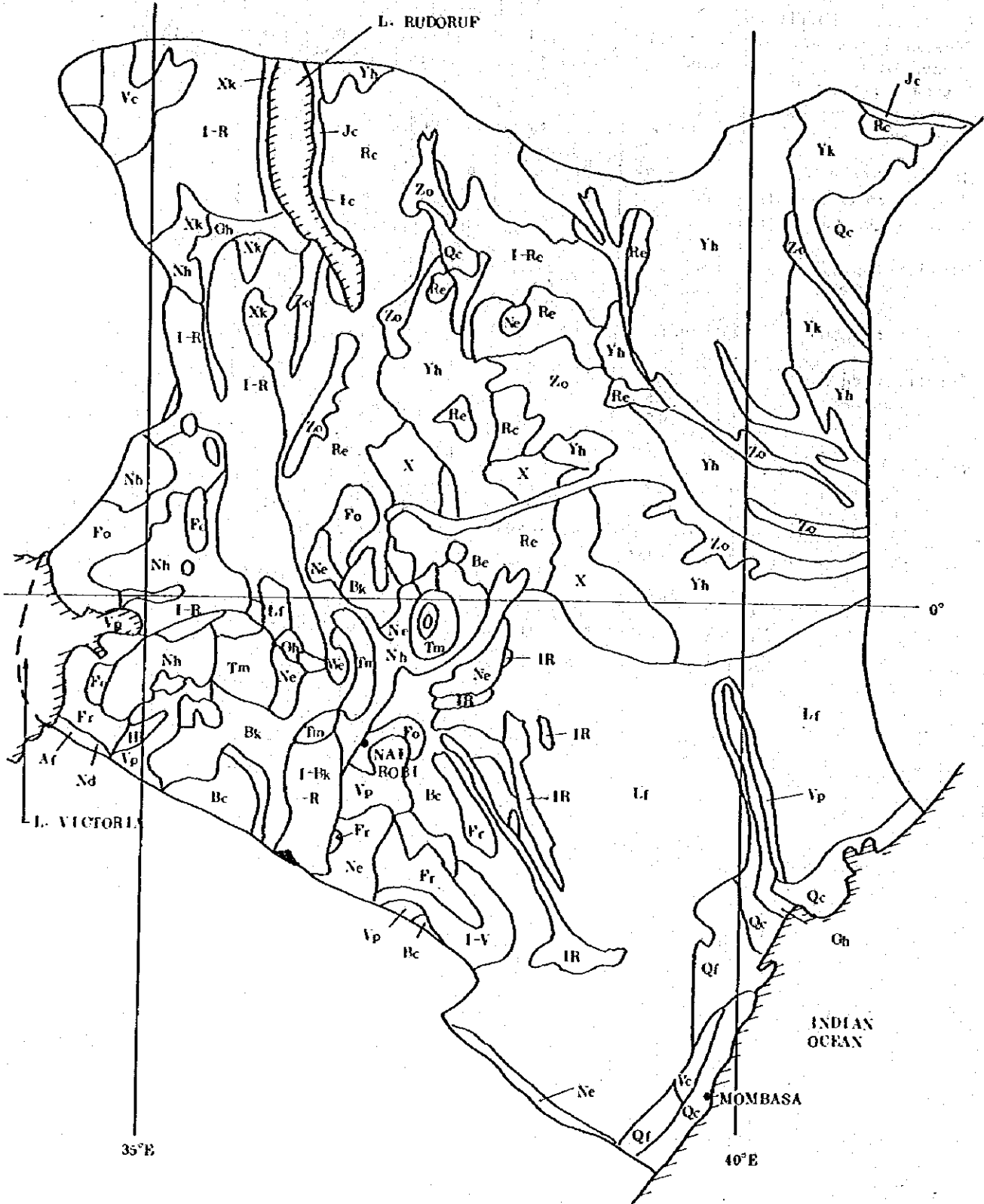
表 3 - 14 Machakos 地区の面状および雨裂侵食の推定値

| Sheetwash and Rill Erosion* Rates on Grazed Land (t/ha per year) | Northern Bush | Central Valleys | Central Hills | Western Plains | Southern Bush |
|--|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
| Expected loss | 49 | 85 | 16 | 53 | 49 |
| Sheetwash and Rill Erosion on Cultivated Lands (t/ha per year) | | | | | |
| Single-crop maize : | | | | | |
| no conserv. | 18. | 45 | 230 | 12 | 10 |
| contour cult. | 9.2 | 27 | 200 | 62 | 5.1 |
| terraced | 1.1 | 24 | 16 | 0.8 | 1.1 |
| Intercropped maize : | | | | | |
| contoured | 7.5 | 22 | 170 | 5.0 | 1.1 |
| terraced | 0.9 | 2.0 | 13 | 0.7 | 0.9 |
| Coffee : | | | | | |
| contoured | 2.7 | 7.8 | 60 | 1.8 | 1.5 |
| terraced | 0.3 | 0.7 | 4.7 | 0.2 | 0.3 |

Source : Ecosystems, 1981.

注) 出所: 面状および雨裂侵食
Machakos District Development Plan 1984/1988
Ministry of finance and planning

図3-7(A) ケニアの土壤図 1/500万



注) 出所: Word Soil Map (1977) FAO/UNESCO (簡略図化した)

図3-7(B) タンザニアの土壤図 1/500万

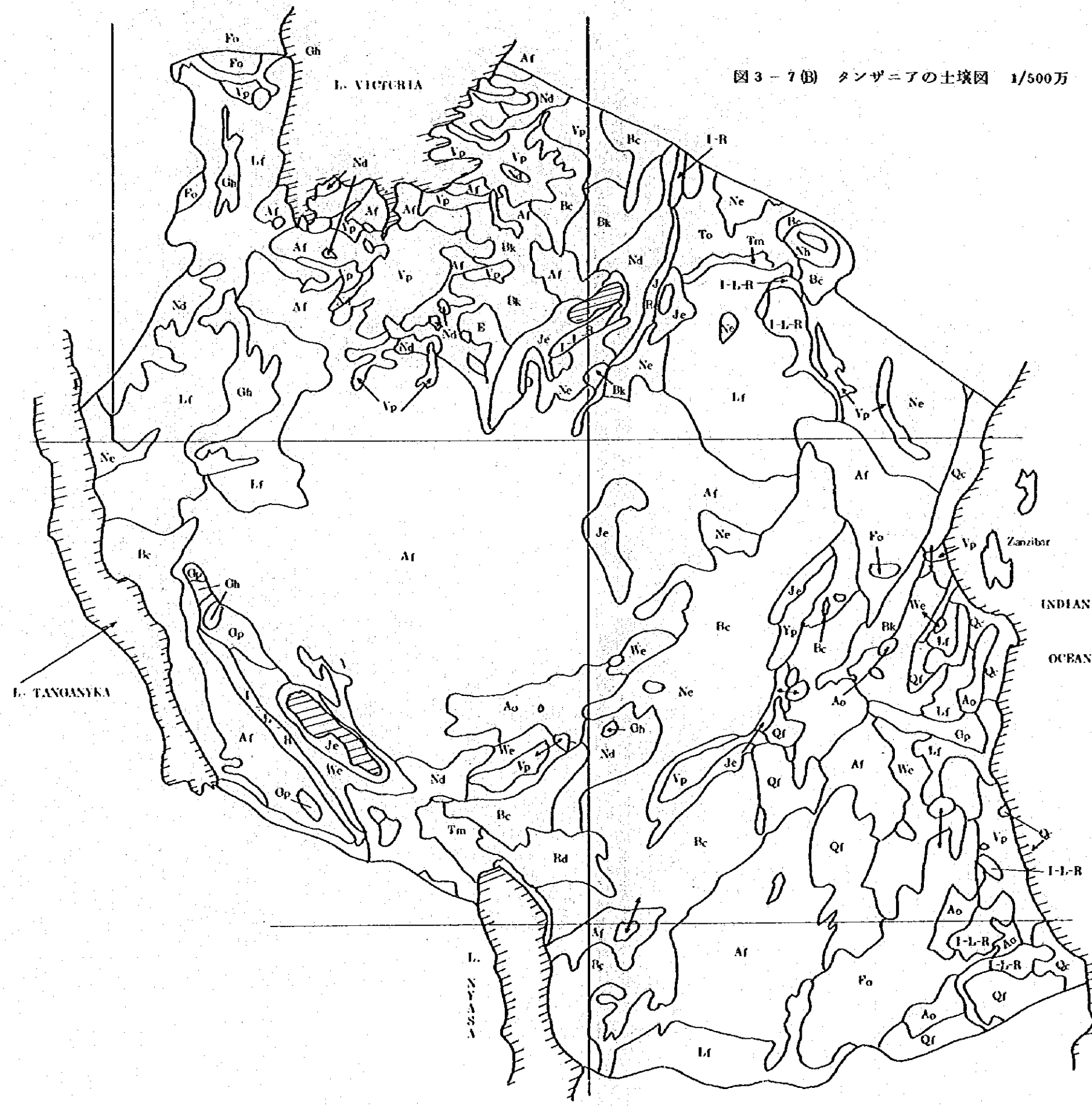
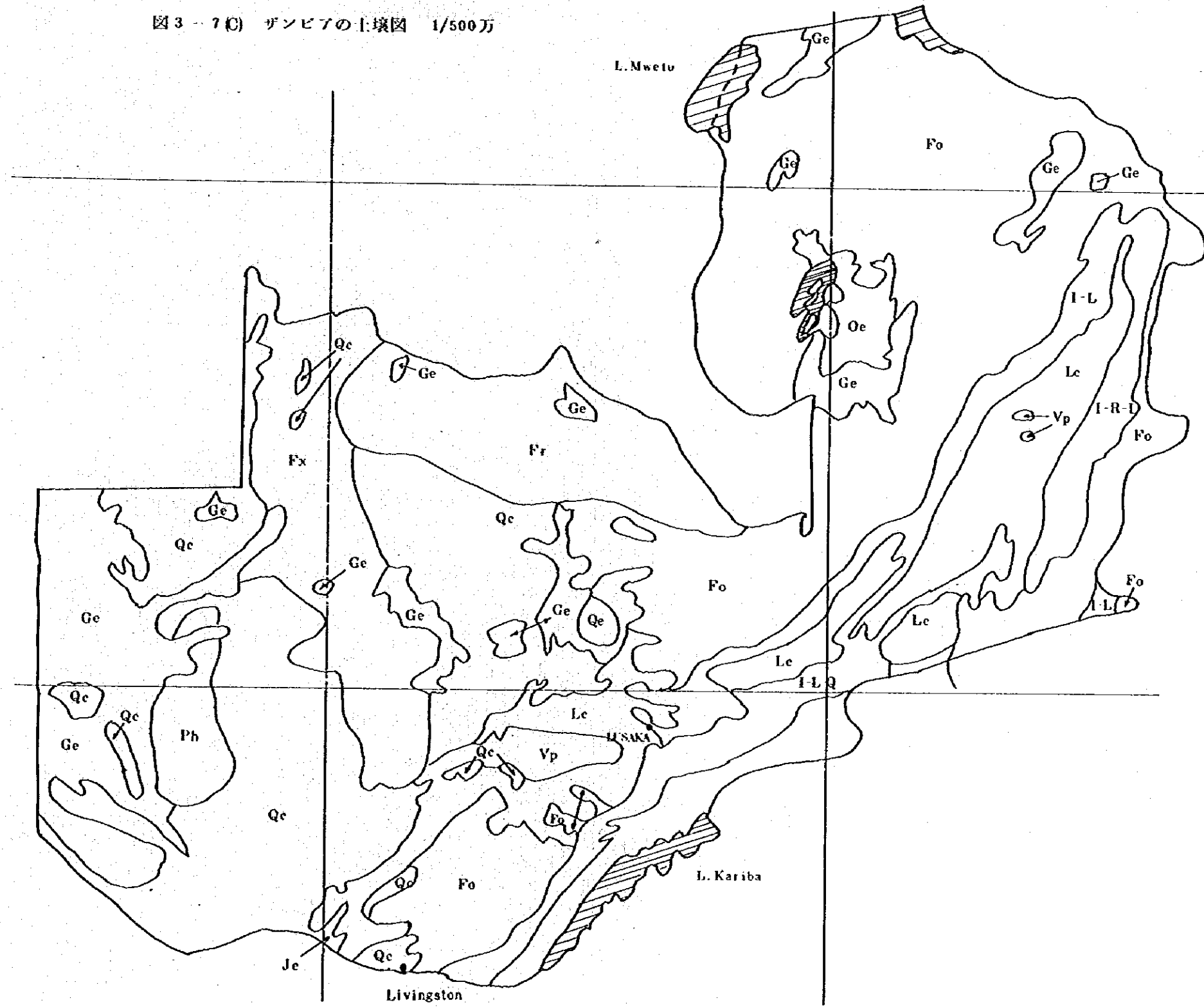


図3-7(C) ザンビアの土壌図 1/500万



第4章 半乾燥地ケニアにおける畑作営農

第4章 半乾燥地ケニアにおける畑作営農

4-1 ケニアにおける食糧作物、その他作目の生産統計

東アフリカ地域での調査対照国をケニアと決定し、先ず食糧作物生産が如何なる位置付けになるかを検討した。

4-1-1 FAO (1982)生産統計

ケニアとブルンジ他10ヶ国の食糧作物の生産状況を比較し、作付面積を中心に序列を「表4-1」に示した。

(1) トウモロコシ

作付面積はジンバブエ、タンザニアに次いで第3位であるが、ha当り収量は第1位の1769t/haと極めて高く、生産高も第1位である。また、ha当り収量の高い要因の一つである改良種の普及率は約38%とされ、しかもその88%が小農となっている。

(2) ソルガム、ミレット

作付面積はエチオピアが第1位、ミレットはジンバブエ、ウガンダが1位、2位を占め、ケニアはソルガム、ミレット共に第5位である。

(3) 豆類 (Pulses)

作付面積はエチオピアについて第2位であるが、主としてトウモロコシとの間混作であり、単作は5万ha(65%)に過ぎないし、ha当り収量0446t/haは第8位と低い。

概括すれば、食糧作物生産はトウモロコシ、小麦、バレイショ、豆類が作付面積、ha当り収量、生産高の何れもが上位にあり、主要食糧作物となっている。しかし、ソルガム、ミレット、カンショ、キャッサバは作付も少なく補完作物になる。

表4-1 ケニアにおける食糧作物その他作物生産統計

| 作物名 | 作付面積 | ha当り収量 | 生産高 | 東アフリカ各国との比較 |
|-----------------------|----------------------|--------------|-----------------------|--|
| 面積3位 トウモロコシ | 1,000ha F 1300 | t/ha 1769 | 1,000MT 2,300 | 1位 ジンバブエ 1,000ha 1,416 (1271t/ha) |
| 1981 トウモロコシ 改良種 | 488 (37.5%) | 大規模農家 小農 | 59 (12%) 429 (88%) | |
| 面積5位 ソルガム | F 210 | 1,048 | 220 | 1位 エチオピア 1,000ha 1,000 (1,300t/ha) |
| 面積5位 ミレット | F 82 | 1,585 | F 130 | 2位 ウガンダ 1,000ha 330 (1,600t/ha) |

| | | | | |
|---|---------------------|---------|------------|--|
| 面積2位 小麦 | F 100 | 2500 | F 250 | 1位 エチオピア 1,000ha 550 (1.182t/ha) |
| 面積4位 キャッサバ | F 82 | 7,914 | F 645 | 1位 タンザニア 1,000ha 960 (5.104t/ha) |
| 面積1位 パレイショ | F 45 | 7,693 | F 346 | 2位 エチオピア 1,000ha 39 (6.154t/ha) |
| 面積4位 カンショ | F 40 | 8,750 | F 350 | 1位 ウガンダ 1,000ha 150 (4.600t/ha) |
| 面積2位 豆類 1974 (IRS調査) Pulses | F 560 763 | 0.446 | F 250 | 1位 エチオピア 1,000ha 911 (1.100t/ha) 50 (7%) 713 (93%) |
| 面積5位 米 | F 9 | 4,886 | F 43 | 1位 タンザニア 1,000ha 150 (1.333t/ha) |
| 面積4位 ヒマワリ | F 15 | 1,103 | F 16 | 1位 タンザニア 1,000ha 90 (0.478t/ha) |
| 面積4位 ワタ | 121 | 0,250 | 30 | 1位 タンザニア 1,000ha 382 (0.331t/ha) |
| 面積2位 サトウキビ | F 42 | 111,610 | F 4,695 | 1位 タンザニア 1,000ha 43 (35.140t/ha) |
| 面積3位 コーヒー | 130 | 0,729 | 95 | 1位 エチオピア 1,000ha 730 (0.277t/ha) |
| 面積1位 茶 | 69 | 1,395 | 96 | 2位 モザンビーク 1,000ha 19 (0.947t/ha) |
| 頭数4位 牛 | 1,000head 12,000 | - | - | 1位 エチオピア 1,000Head 26,200 |

注) FAO (1982)

4-1-2 ケニアの食糧の需給

「ケニアでは空腹はあるが飢餓はない」と云われているが、食糧の需給状況をみると次のとおりである。

1982年の人口1,714万人(推定)は、年40%という高率で増加しつつあるのに対して、農業生産の平均成長率は3.5%台であり、そのため将来の食糧自給は厳しいと云わざるを得ない。

現在、食糧不足はトウモロコシ、小麦、米、ミルク等に顕在化していると云われるが、今回調査で行動した範囲では食糧不足国とは思えなかった。特に一泊したキツイの食堂では多くの人々がパン、ミルクをセットで食べているが制限は全くなかった。

他方、第5次開発計画における生産成長率は、トウモロコシ35%、ソルガム/ミレット4.7%、米7.6%、豆類5.0%であるが、主として外縁的拡大が考えられているようである。すなわち、ポテンシャルの比較的高い未開発地の開発に力を入れ、いわゆる、半乾燥地については、生産の不安定性、低収性を克服するのは容易ではないし、成果を挙げるには基盤整備等に多額の資金を要するとして消極的である。

食糧生産については、1981年の「国民食糧政策」に示されている1983年自給達成に必要な生産量①とFAO(1982)の生産高②の対比を「表4-2」に示した。

表4-2 主要食糧の需給対比

| 順 | 作物名 | 自給達成量 ① (1983) | FAO作物統計 ② (1982) | ① - ② |
|---|--------------|-------------------|---------------------|----------|
| 1 | トウモロコシ | 1,0001 2,777 | 1,0001 2,300 | △ 477 |
| 2 | ソルガム ミレット | 445 | 350 | △ 95 |
| 3 | 小麦粉 | 292 | (小麦) 250 | (△) |
| 4 | 米 | 66 | 43 | 23 |
| 5 | 豆類 | 253 | 250 | 3 |

注) △不足量

すなわち、この中ではトウモロコシの不足47万7千1が目立っているので人口増加に対しての食糧増産の主力はトウモロコシにあると思われる。

4-2 農業地帯区分

ケニアには種々の指標に基づいた農業地帯区分の作成がなされているが、そのために政策決定に議論となることが多いといわれている。従って、これまでのものと最近のものとの概要にふれることにする。

4-2-1 これまでの地帯区分

(i) 生態的土地分類

(指標：気候、地形、土壌)

D. Pratt: A Classification of East African Rangeland (1966)

ケニアを第1～第6地帯に分け、耕地は第3、第4地帯としたものである。即ち、

第3地帯：湿潤疎林・農業適地 5,300¹ha¹、面積比9%、栽培作物—トウモロコシ、大麦、

ラッカセイ、豆類

第4地帯：乾燥疎林・灌木・農業限界地 5,300^千ha^千，面積比9%，で2地帯合計10,600^千ha (18%)が耕地である。

(2) 降雨による地域区分

(指標：雨量)

G. M. Hickman: The Lands and Peoples of East Africa (1973)

ケニアを第1～第4地帯に分け、年降水量は1,000～2,000^{mm}の範囲で湿潤から半湿潤地を区分し、それ以外を半乾燥地としている。

湿潤～半湿潤地：リフトバレー (Rift Valley)，ニヤンザ (Nyanza)，中央 (Central)，海岸 (Coast) の4州

半乾燥地：東部 (Eastern)，北東部 (North Eastern) の2州

(3) その他

① W. T. W. Morgan: East Africa, its people and resources (1972)

(指標：気候，地形，土壤，植生)

② F. F. Ojang and R. B. Ogends: Kenya, A Study in Physical and Human Geography Longman (1973)

(指標：地域別，月別平均降水状況)

以上を総括すると、何れも観測点を軸にして区域の線引きをしたもので、大きくケニアの概要をとらえるに止まっている。

4-2-2 最近の区分

(1) ISNAR (International Service for National Agricultural Research: Natherland, Hague- 各国農業研究国際サービス・オランダ) のケニアの政府に対する区分報告

ここで調査の便を図って Kenya's National Agricultural Research System (1981) Agro-Climatic Zone と Location of Agricultural Research Station and Sub-Station の図の重ね合わせを試み「図4-1」を作成した。

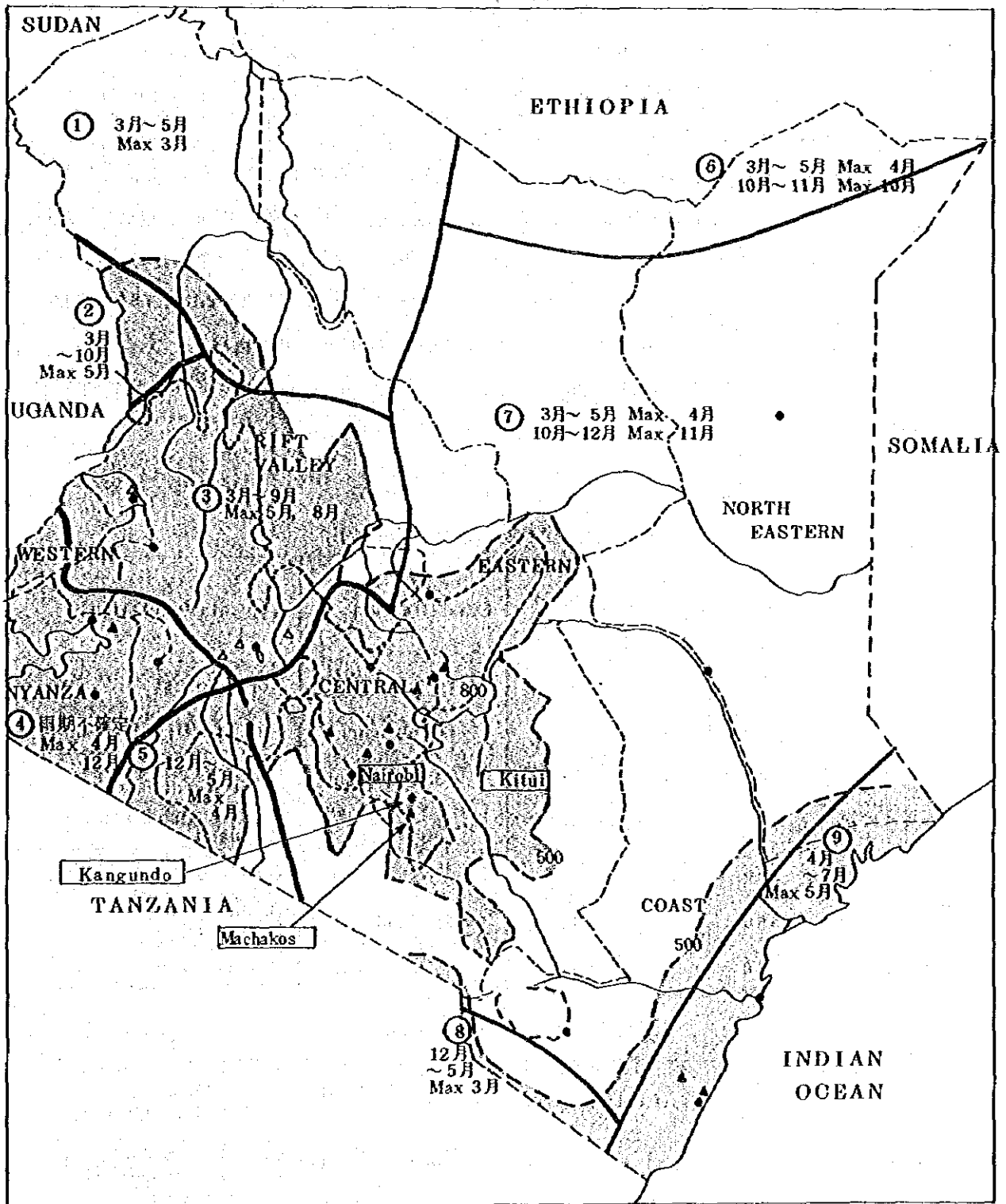
農業気象図は、降水量の分布と最大降水量月より⑧区分をし、年平均降水量の800^{mm}以上、500～800^{mm}、500^{mm}以下の線引きをしたものである。

これに対し農業研究所・支所の所在地図が重ね合わされたので、今回調査の研究機関、農家の気象条件を知ることが出来る。

即ち、ケニア農業研究所 (KARI)，国立農業試験場 (NAL) 所在地のナイロビ，国立園芸試験場 (NIIRS) 所在地のチカ，国立乾燥地農業試験場 (NDFRS) 所在地のマチャコス は年降水量800^{mm}以上の地域であり，NDFRS のSub-Station所在地のキツイは年降

図4-1 ケニアにおける農業気候帯と農業研究所の位置

(Agro-Climatic Zones and Location of Agricultural Research Station in KENYA)



注) ISNAR (合成図)・1981

水量 500~800mm の zone に位置している。

又、雨期は9区分の中⑦に属し、大雨期の3~5月(最大降水量月4月)、小雨期は10~12月(最大降水量月11月)の条件下にある。

(2) Kenya Soil Surveyによる区分

(指標: 降水量 r , 蒸発量 E° , 標高, 気温)

Agro Climatic Zone Map of Kenya (1983)

農業気象帯 (Agroclimatic Zone): I~VIに区分し、降水量 (r) と蒸発量 (E°) を基礎に (r/E°) の分類を湿潤, 稍湿潤, 半湿潤, 中間, 半乾燥, 乾燥, 極乾燥とする。

気温帯 (Temperature Zone): 9~1に区分し、年平均気温, 夜間の降霜, 標高, 等から, 3,050m以上, 2,750~3,050m, 2,450~2,750m, 2,150~2,450, 1,850~2,150m, 1,500~1,850, 1,200~1,500m, 900~1,200m, 900m以下とする。

しかして農業気象帯 (Agroclimatic Zone) 7 と気温帯 (Temperature Zone) 9 を組み合せた33の帯 (Zone) が設定されている。「表4-3」参照。

表4-3 農業気象・温度帯
農業気象帯 (Agroclimatic Zones)

| No. | r Average Annual Rainfall (mm) | E° Average Annual Potential Evaporation (mm) | r/E° Classification (%) | Typical Vegetation |
|-----|---|--|--------------------------------------|----------------------------------|
| I | 1,100~1,700 | 1,200~2,000 | 80 Humid | Moist Forest |
| II | 1,000~1,600 | 1,300~2,100 | 65~80 Sub-humid | Moist to Dry Forest |
| III | 800~1,400 | 1,450~2,200 | 50~65 Semi-humid | Dry Forest and Moist Woodland |
| IV | 600~1,100 | 1,550~2,200 | 45~90 Semi-humid to Semi-arid | Dry Woodland and Bushland |
| V | 450~900 | 1,650~2,300 | 25~40 Semi-arid | Bushland |
| VI | 300~550 | 1,900~2,400 | 15~25 Arid | Bushland and Scrubland |
| VII | 150~350 | 2,100~2,500 | 15 Very arid | Desert Scrub |

気温帯 (Temperature Zones)

| No. | Mean Annual Temperature ($^\circ$) | Classification | Night Frost | Altitude (m) | General Description |
|-----|--|----------------------|-------------|--------------------|--------------------------|
| 9 | less than 10 | Cold to Very Cold | Very Common | More than 3,050 | Afro-Alpine Highlands |
| 8 | 10~12 | Very Cold | Common | 2,750~3,050 | Upper |
| 7 | 12~14 | Cool | Occasional | 2,450~2,750 | Highlands |

| | | | | | |
|---|-------|--------------------------|-----------|-------------|-----------|
| 6 | 14~16 | Fairly Cool | Rare | 2,150~2,450 | Lower |
| 5 | 16~18 | Cool Temperate | Very Rare | 1,850~2,150 | Highlands |
| 4 | 18~20 | Warm Temperate | None | 1,500~1,850 | Midlands |
| 3 | 20~22 | Faily Warm | None | 1,200~1,500 | |
| 2 | 22~24 | Warm | None | 900~1,200 | |
| 1 | 24~30 | Faily Hot to Very Hot | None | 0~900 | Lowlands |

注) Kenya Soil Survey (1983)

この33の地帯 (Zone) は, 州 (Province), 県 (District), 郡 (Location) に夫々区分されているので今回の調査地点の区分は「表4-4」のとおりである。

表4-4 ケニアにおける調査地区の農業気象区分

| 州 (Province) | 県 (District) | 郡 (Geographical Location) | 農業気候帯 (Agroclimatic Temperature Zones) |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|--|
| 中央 (Central) | キアンブ (Kianbu) | チカ (Thika) | N, 3 |
| 東部 (Eastern) | マチャコス (Machakos) | マチャコス (Machakos) | N, 4 |
| | | カングンド (Kangundo) | Ⅲ, 4 (N, 3) |
| | キツイ (Kitui) | キツイ (Kitui) | Ⅲ, 3 |

注) A Pocket Directory of Trees and Seeds in Kenya (1984)

すなわち, 中央州キアンブ県の4カ郡は, 農業気候帯がN, 3で一年降水量600~1,100mm, 標高1,200~1,800m, 植生乾燥疎林, 灌木地帯一であり, 気候型 (Climate Type) は Lake Victoria/Thika 型となる。

また, 東部州マチャコス県のマチャコス郡は, 農業気候帯がN, 4で一標高のみ異なる1,500~1,850m一で気候型はRumuruti/Narok 型となる。

同様にマチャコス県のカングンド郡は, 農業気候帯Ⅲ, 4 (N, 3) で気候型はNairobi 型である。

また, キツイ県のキツイ郡は農業気候帯Ⅲ, 3で気候型はKisumu/Muranga 型ということになる。

(3) ケニア農業省による区分

(指標: 温度, 標高, 降水量等)

R. Jaetzold (University Trier) and H. Schmidt (German Agricultural Team) (1983) による "Farm Management Handbook of Kenya Vol. I, II, III~Nati-

onal Condition and Farm Management Information ~”

温度帯、標高による7区分と降水量による8区分とを組み合わせて33の農業生帯区分を設定し、各県毎に「Small Farm Survey Area (1978) and Agro-Ecological Zones + Soils」を作成したものである。

温度帯、標高による区分：

- ① TA (熱帯高山地帯) は、標高 3,000m 以上、年平均気温 2~10℃ で農業は行なわれていない。
- ② UH (上位高地地帯) は、標高 2,200~3,250m、年平均気温 10~15℃ で寒期には降雪があり、牧羊、乳牛飼育が普通で除虫菊、小麦の栽培も行われる。
- ③ LH (下位高地地帯) は、標高 1,800~2,400m、年平均気温 15~18℃ で茶、小麦、トウモロコシ、大麦が栽培され、酪農が含まれる。
- ④ UM (上位中間地帯) は、標高 1,300~1,940m、平均気温 18~21℃ で、コーヒー、トウモロコシ、ヒマワリ、サイザル、ソルガムが栽培される。
- ⑤ LM (下位中間地帯) は、標高 800~1,300m (東部)、平均気温 21~24℃ で、サトウキビ、ワタ、ミレット、サイザルが栽培され、畜産、牧野が含まれる。
- ⑥ L (低地地帯) は、標高 800m 以下、平均気温 24℃ 以上で、サトウキビ、ココヤシ、キャッサバ、カシューナッツ、サイザル、ミレットが栽培され、畜産、牧野~自然牧野が含まれる。
- ⑦ CL (海岸地帯) では農業は行なわれていない。

降水量による区分：

- | | |
|---------------------|-----------------|
| ① 0 - 極湿潤、年平均降水量 | 1,700mm 以上 |
| ② 1 - 湿潤、年平均降水量 | 1,100 ~ 1,700mm |
| ③ 2 - 稍湿潤、年平均降水量 | 1,000 ~ 1,600mm |
| ④ 3 - 半湿潤、年平均降水量 | 800 ~ 1,400mm |
| ⑤ 4 - 中間、年平均降水量 | 600 ~ 1,100mm |
| ⑥ 5 - 半乾燥、年平均降水量 | 450 ~ 900mm |
| ⑦ 6 - 半乾燥~乾燥、年平均降水量 | 300 ~ 550mm |
| ⑧ 7 - 極乾燥、年平均降水量 | 150 ~ 350mm |

これらの内容は「表 4-5」に示した。

表 4 - 5 温度、標高と降水量区分

気温帯 (Belt of Zones By Temperature)

| No. | Belt of Zones | Mean Annual Temperature (°C) | Altitud (m) |
|-----|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | TA: Tropical Alpine Zone | 2 ~ 10 | 3,000/3,200 ~4,400 |
| 2 | UH: Upper Highland Zone | 10 ~ 15 | 2,200/2,400 ~3,000/3,250 |
| 3 | LH: Lower Highland Zone | 15 ~ 18 | 1,800/1,900 ~2,200/2,400 |
| 4 | UM: Upper Midland Zone | 18 ~ 21 | 1,300/1,500 ~1,800/1,940 |
| 5 | LM: Lower Midland Zone | 21 ~ 24 | (E) 800~1,300 (W) 1,500 |
| 6 | L: Lowland Zone | 24 ~ | 0 ~ 800 |
| 7 | CL: Coastal-land Zone | — | — |

雨量帯 (Main Zones By Rainfall)

| No. | Classification | Average Annual Rainfall |
|-----|-------------------|-------------------------|
| 0 | Very humid | 1,700 ^{mm} ~ |
| 1 | Humid | 1,100 ~ 1,700 |
| 2 | Sub-humid | 1,000 ~ 1,600 |
| 3 | Semi-humid | 800 ~ 1,400 |
| 4 | Transitional | 600 ~ 1,100 |
| 5 | Semi-arid | 450 ~ 900 |
| 6 | Semi-arid to Arid | 300 ~ 550 |
| 7 | Very arid | 150 ~ 350 |

注) Farm Management Handbook of Kenya (1983)

また、両者の組み合わせによる農業生態地帯の設定により、調査対象の主要食糧作物として、トウモロコシ、ソルガム、ミレットをあげると、気温帯では、LH, UM, LM, L, 雨量帯では 2, 3, 4, 5 の範囲に収まるので、「表 4-6」にこの部分を取りあげて整理した。

トウモロコシは、LH-2 (下位高地の稍湿潤地) から LH-3, UM-2, 3, 4, 5, LM-2, 3, 4 (下位中間地の半湿潤地) にまでおよぶ。

又、ソルガムは、UM-5 (上位中間地の半乾燥地)、ミレットは、LM-5 (下位中間地の半乾燥地) から L-5 (低地の半乾燥地) に栽培されることになる。

表4-6 ケニアにおける調査地区の農業生態区分

| Belts of Zone | 2 Sub-humid | 3 Semi-humid | 4 Trasitional | 5 Semi-arid | 6 Semi-arid to Arid |
|--|------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| LH (Lower Highland) 1800 ~2400m | 除虫菊 小麦 (トウモロコシ) | 小麦 小麦 (トウモロコシ) | 小麦 小麦 (牧野) | 自然牧野 | — |
| UM (Upper Midland) 1300 ~1900m | コーヒー トウモロコシ | コーヒー トウモロコシ | ヒマワリ トウモロコシ (サイザル) | ソルガム (家畜) (トウモロコシ) (牧野) | 自然牧野 |
| LM (Lower Midland) 800 ~1300m | サトウキビ トウモロコシ | ワタ トウモロコシ | ワタ トウモロコシ ビジョンビー (サイザル) | ミレット カウビー 緑豆 (家畜) (牧野) | 自然牧野 |
| L (Lowland) 0~ 800m | サトウキビ ココヤシ キャッサバ | ココヤシ キャッサバ ワタ | カジュウナツ マンゴ {ココヤシ} {ワタ} | ミレット カウビー 緑豆 (牧野) | 自然牧野 |

注) Farm Management Handbook of Kenya (1983)

さらに、調査地の3県、キャンプ「図4-2」、マチャコス「図4-3」およびキツイ「図4-4」における主要食糧作物(トウモロコシ、ソルガム、ミレット)の農業生態区分上の位置付けを示した。

すなわち、キャンプ県のチカ郡は「UM・4」-ヒマワリ-トウモロコシ地帯であり、マチャコス県のマチャコス郡、カングンド郡も「UM・4」に属する。又、キャンプ県では、「LH・2」-小麦-トウモロコシ地帯、「UM・5」-畜産-ソルガム地帯があり、マチャコス県にはこの他に「LM・5」-畜産-ミレット地帯もある。

しかし、キツイ県においては、調査地点は分類上では「UM・4」ヒマワリ-トウモロコシ地帯であったが面積的にはそれらの栽培は僅かであり、「LM・5」畜産-ミレット地帯と「L・6」牧場が大部分である。

図 4-2 キアンブ県の農業生態区分

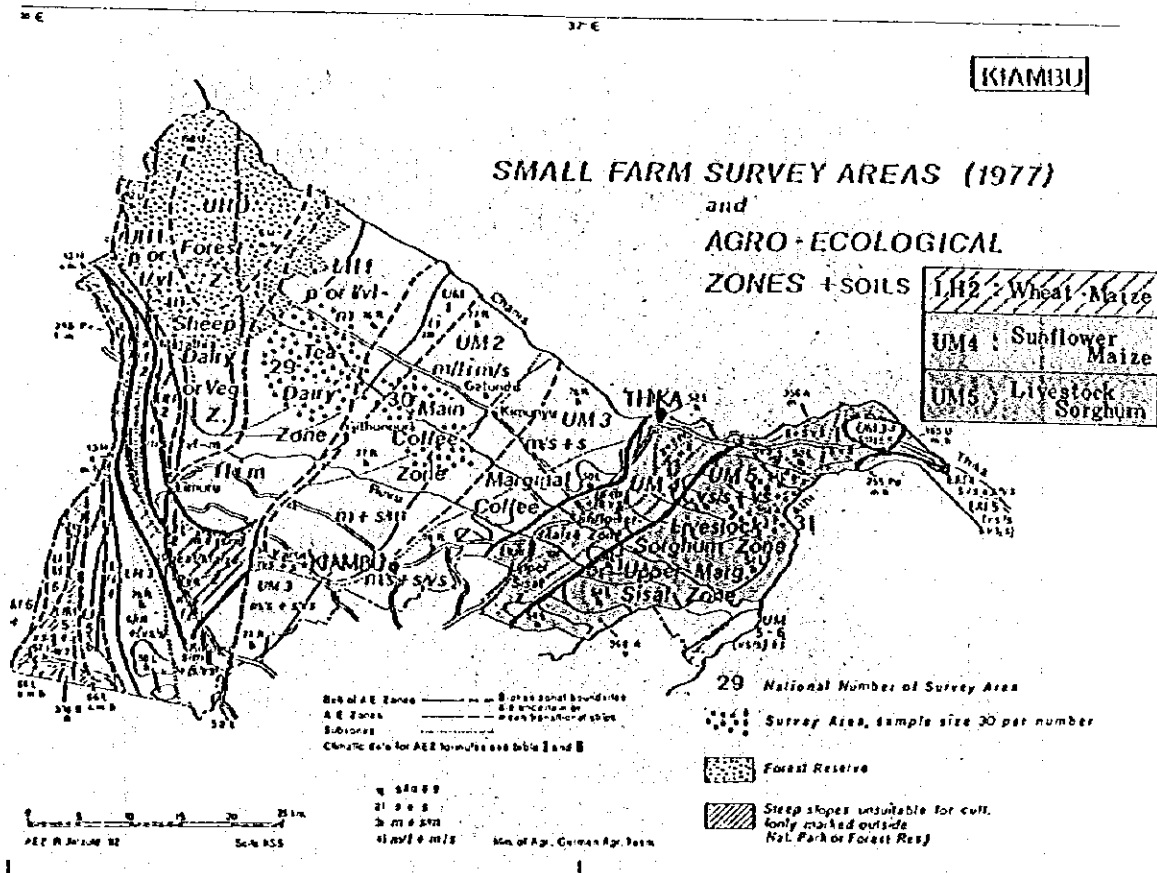
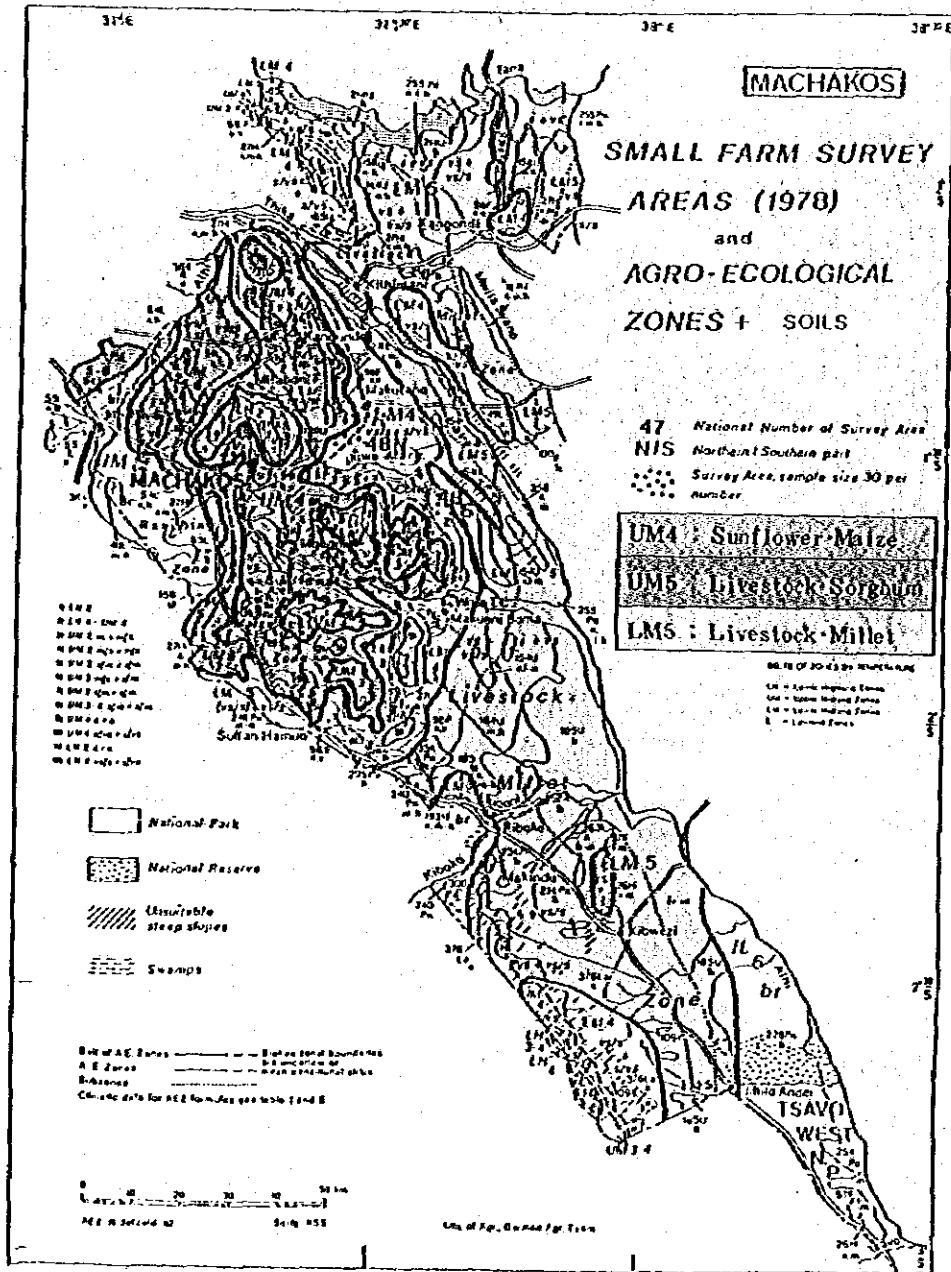


図4-3 マチャコス県の農業生態区分



4-3 小農における乾燥地農業 (Dryland Farming)

ケニア農業は形営形態、規模等から大農部門と小農部門とからなる二重構造であると云われている。

大農部門は英領植民地時代のホワイトハイランドと云われる地帯を中心にしてのエステート営農に代表される。他方、小農部門は以下の形で構成されている。

- ① 昔からのケニア人による小規模農業か牧畜業
- ② 独立後、前記ホワイトハイランドにおける旧エステート農地への分割入植者
- ③ 灌漑等基盤整備地区への入植者

現在、小農問題として特に問題視されているのは、①に属する小農の半乾燥地～限界地域での慣行営農であり、食糧作物の自給生産自体が不安定で、5年に1度と云われる旱ばつ年には食糧不足となる構造である。

4-3-1 ケニアにおける土地利用

土地利用に関し重要な要因の一つは季節降雨型による作物選択である。

ケニア農業畜産開発省における区分“Farm Management Handbook of KENYA(1983)”によれば、モンスーンの影響を受け標高の高い所では気温は下がるが降水量に恵まれ、標高が低くなるに従って気温は上るが降水量は少くなり、低地では高温、乾燥地へと推移するのである。

この環境条件の変化に対応した栽培作物の選択は、高地では多くの水を要する作物、低地では耐旱性の作物と放牧草地の複合化という形である。また、低地の小農が保有する家畜は、食糧不足年には売って食糧を買うという一種の保険的意義を有する。

この状況は、「図4-5」に示したように標高1900mで年降水量1600~800mmの地域(UM-2, UM-3)では、コーヒー、トウモロコシ、年降水量1,100~600mmの地域(UM-4)ではトウモロコシ(Maize)ヒマワリ(Sunflower)、年降水量900~450mm(UM-5)の地域ではソルガム、畜産(Livestock)となる。

又、標高がさらに下がり1300m、年降水量900~450mmの地域(LM-5)では、ミレット(Millet)、カウピー(Cowpeas)、緑豆(Grams)、畜産(Livestock)、牧野(Pasture)となる。

今回の調査では短期間のため広汎な調査を行なうことが出来ず、結果的に「UM-4」を中心としたトウモロコシ地域となった。

「UM-4」は、半湿潤と半乾燥の中間(降水量600~1,100mm)で、上位中間地(標高1,300~1,940m)の条件下にあり、トウモロコシ、ヒマワリ地帯となっている。

また、「図4-2, 3」で、「UM-4」より「UM-5」に属すると思われる地区でも、トウモロコシのみでソルガム、ミレットの栽培が見られなかった。農民は、小雨期であったこと

もあるが上位中間地から上位半乾燥地に線引きされた地域 (UM-5, LM-5) でも、ソルガムよりトウモロコシを選択しており、このことは、多少の早ばつ害の危険は覚悟の上での作物選択のように考えられる。

同様に、「UM-3」がコーヒー地帯となっているが、「UM-4」地帯の農家がコーヒーを100本前後植栽していることも多少の冒険をしても永年作物のメリットを選択したものと判断される。

以上、要するに土地利用の原点が、環境条件に適応した安定作から収益を追求するための作物選択に変わりつつあるのである。ただコーヒーという永年作物の導入は地力維持、侵蝕防止等の点からも合理的である。

図4-5 農業生態区分抜粋

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------|-------|--------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|-----------------|-------|------------------------|
| 2,400m | LH 下位高地 | | 大 麦 (Barley) | | 大 麦 (Barley) | | | | | | |
| | 除 虫 菊 (Pyrethrum) | | 小 麦 (Wheat) | | 小 麦 (Wheat) | | | | | | |
| | (トウモロコシ) | | (トウモロコシ) | | (トウモロコシ) | | | | | | |
| 1,900 | UM 上位中間地 | | コーヒ | | コーヒ | | (コーヒ) | | ソルガム (Sorghum) | | |
| | トウモロコシ | | トウモロコシ | | トウモロコシ | | トウモロコシ | | (トウモロコシ) | | |
| | (Maize) | | (Maize) | | (Maize) | | (Maize) | | (Maize) | | |
| | | | | | ヒマワリ (Sunflower) | | | | 家 畜 (Livestock) | | |
| 1,300 | LM 下位中間地 | | サトウキビ (Sugar Cane) | | ワ タ (Cotton) | | (ワ タ) | | ミレット (Millet) | | |
| | トウモロコシ (Maize) | | トウモロコシ (Maize) | | トウモロコシ (Maize) | | トウモロコシ (Maize) | | (トウモロコシ) | | |
| | | | | | ピジョンピー (Pigeonpeas) | | ピジョンピー (Pigeonpeas) | | 緑 豆 (Grams) | | |
| | | | | | | | | | カウピー (Cawpeas) | | |
| 800 | L 低地 | | サトウキビ (Sugar Cane) | | ワ タ (Cotton) | | (ワ タ) | | ミレット (Millet) | | 自然牧野 (Natural Pasture) |
| | ココヤシ (Coconut) | | ココヤシ (Coconut) | | ココヤシ (Coconut) | | ココヤシ (Coconut) | | 緑 豆 (Grams) | | |
| | キャッサバ (Cassava) | | キャッサバ (Cassava) | | キャッサバ (Cassava) | | カシュウナツ (Cashewnuts) | | カウピー (Cawpeas) | | |
| 0 標高 (M) | 1,600 | 1,000 | 1,400 | 800 | 1,100 | 600 | 900 | 450 | 550 | 300mm | |
| 降水量 (mm) | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | |
| | 半湿润地 | | | | | | 半乾燥地 | | 乾燥地 | | |

注) Kenya 農業省 (1983)

4-3-2 ケニアにおける農耕様式

乾燥地農業における農耕様式は、「天水農耕」を軸にして推移してきた。

小農は一般的に基幹労働力を家族で構成し、焼畑開墾に始まったが、1950~1960年代は移動耕作 (Shifting Cultivation System) が行なわれ、その後、1970年代に入り休閑農

られないことである。

今回の調査農家の殆んどは、休閑のない永続畑作システムをとっていたが、経営面積 5 Acre 単位では止むを得ないこととしても将来に向っての地力維持に不安が感じられる。

(2) 牧畜様式

大農に属する酪農 (Dairy System) とは別に牧草地又は自然草地の上で展開されている牧畜 (Grazing System) があり、全遊牧 (Nomadism)、半遊牧 (Semi-Nomadism) 及び定着畜産 (Ranching) に分化している。

4-3-3 ケニアにおける作付体系

農業生産において安定性と生産性の向上を図るためには、既往の移動耕作を逐次改善し地力を維持しつつ安定した生産を行ない得る集約的定着農業——アフリカの永続耕作技術を確立する必要がある。さらに分化した永続畑作システムにおける食糧作物生産を、輪作体系の中での単作とするか、基幹作物を決めて畦間に他作物を間混作とするか等の技術的問題がある。

(1) 作付体系の分類

今回の調査で総てが行なわれてはいなかったが H. Ruthenberg (1980) による "Farming System in the Tropics" によれば以下のとおりである。

① Mixed Cropping: 散播混作

ナイジェリアの例——水稲作の水田内に土まんじゅうを築き、これに必要とする食糧作物や換金作物を栽培する。「図 4-7」参照。

② Intercropping: 条播混作 (写真 III-4)

ケニア現地調査の例——トウモロコシの畦間に豆類を条播する。農民の常食の一つであるギテリ (Githeri)、ポショ (Posho) はトウモロコシとビーンズを一緒に煮たもので、自家食糧構造と作付体系が一致している。「図 4-7」参照。

③ Interplanting: 生育期間の長い、二年性作物と短年作物との混作

インドネシアの例——開拓畑作農民が生育期間 10 ヶ月のキャッサバを植付け、畦間、株間に生育期間 3~4 ヶ月の陸稲か大豆を作付する。「図 4-7」参照。

④ Interculture: 永年作物と短年作物との混作

永年作物の植付け後、幼木が生長する迄の間、畦間、株間にトウモロコシ等を作付する。成木になると日照不足となるが自給用作物等は栽培出来る。アグロ・フォレストリー (Agro-forestry) もこの形である。

⑤ Sequential Planting: 連続作 (2, 3 毛作) および Ratoon (再生作)

ケニアの例——ソルガムを大雨期に播種し、刈株をそのままにして小雨期に再生させる。

⑥ Relay Planting : 2種作物の生育期間の一部重複

台湾の例 — 普通栽培であれば年2期作が困難な場合でも、収穫前の株間に他作物を移植などして土地利用率の向上を図るもので、Multiple Croppingとも云われている。

⑦ Phased Planting : ずらし栽培

タンザニアの例 — 雨期に入ってから一斉播種を避け、播種期をずらすことにより農作業のピークを分散する。この場合、畑地灌漑、作期の間降雨がつづくことなどの条件が必要である。「図4-7」参照。

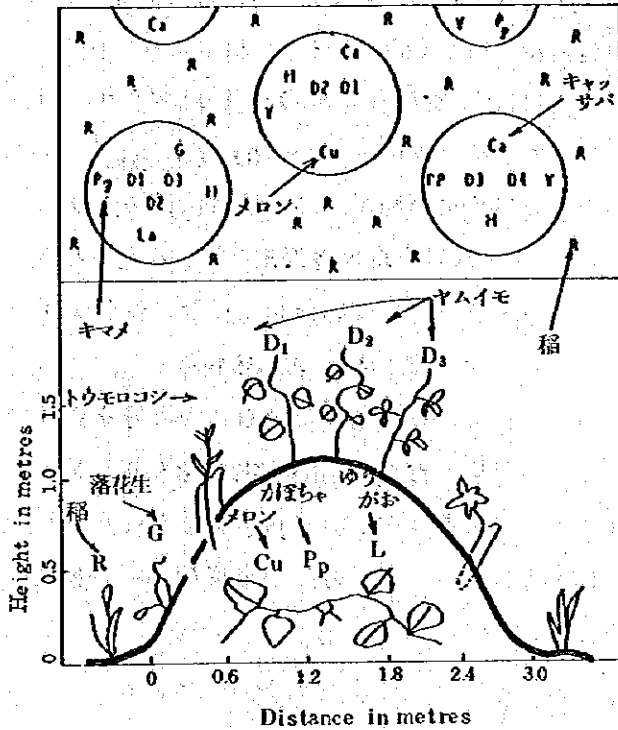
(2) 調査農家の実態

殆どの農家が、①Mixed Cropping (散播混作)か、②Intercropping (条播混作)でトウモロコシを基幹にしその畦間にビーンズを作付する体系であった。

トウモロコシの単作もあったが、除草作業がよく行なわれていることもあって畦間は裸地になり雨期に多い集中豪雨で土壌の流亡を起した箇所が生じているので土壌保全上はむしろカバークロープとしても豆類の条播混作がよいのではないかと思われた。

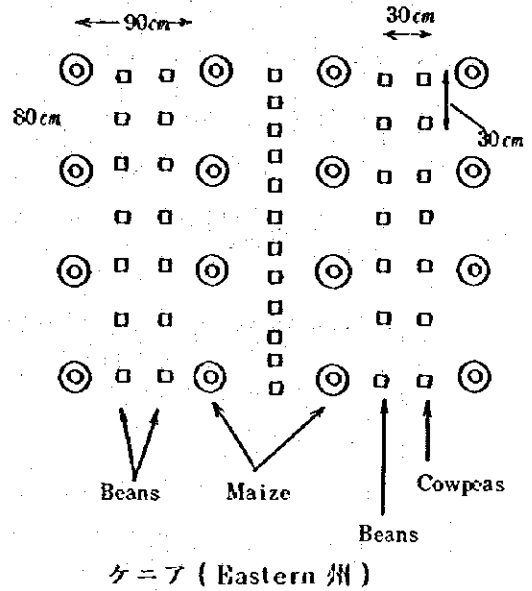
図4-7 作付体系図

① Mixed Cropping

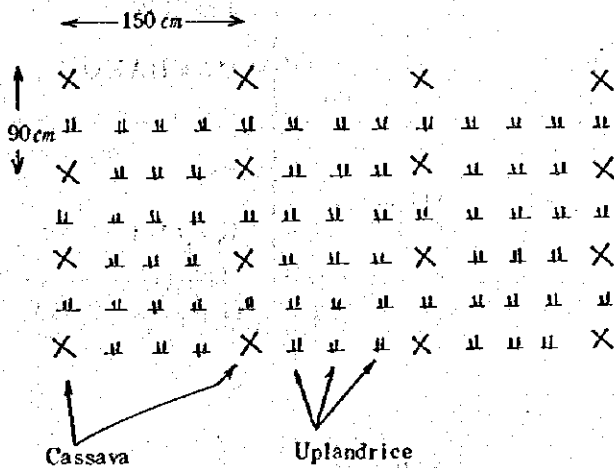


ナイジェリア (Anambra 州) ・ 1978

② Intercropping

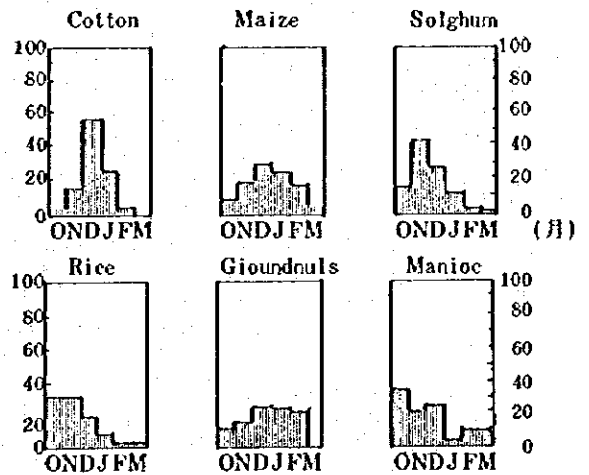


③ Interplanting



インドネシア (Sumatra)

⑦ Phased Planting



タンザニア (Sukuramland) ・ 1968

注) H. Ruthenberg(1980) 他

4-4 農家調査 ～ 慣行農法の技術的側面よりの解析

4-4-1 調査地区、農家選定

調査地区の選定は、研究機関調査に対応しその Covering Area の農家という前提で候補地をあげたが研究機関は必ずしも（当地域の農業研究を担当する）地域農試ではないので、最終的には大使館、JICA、ナイロビ事務所に選定を依頼した。

調査農家は、キアンブ県 2 戸、マチャコス県 4 戸、キツイ県 2 戸の計 8 戸であり、何れも半日 2 戸のペースで聞き取りを行った。「表 4-7」参照。

ケニア農業畜産開発省、科学研究所より調査地の県農業事務所への連絡は的確であり、現地 District Agriculture Officer, Extension Officer は調査農家の選定を行って待つという態勢が出来ていた。このためマチャコス地区で 5 戸を予定していたので時間の関係で 4 戸を希望した所 1 戸の農家には調査中止を告げるため立ち寄りという状況もあった。

調査農家は、食糧作物の自給生産を行っている小農で半乾燥地農業であること等を条件とした。農家は食糧作物の栽培では余れば売り、不足すれば買うという実態であり、選定地域は結果的には既述の「表 4-6」農業生態区分による「UM-4」地区であり、ヒマワリトウモロコシ、サイザルの上位中間地、(標高：1300~1900m) の半湿潤—半乾燥の(年降水量：1,100~600mm) の条件下にあった。

表 4-7 調査農家一覧

| No | 農家家長名 | 家族数 (農業従事者数) | 住 所 | | |
|----|-----------------|-----------------|-------------|-------------|----------|
| | | | 村 | 郡 | 県 |
| ① | Moses IRUNGU | 5 (2) | Gutua Nyago | Thika | KIAMBU |
| ② | J. G. KARIUKI | 8 (4) | " | " | |
| ③ | Ngra NZEI | 8 (4) | Mupti | Iveti South | MACHAKOS |
| ④ | John NZUIU | 13 (2) | Mua | " | |
| ⑤ | Muasya MUINDI | 14 (6) | Matungulu | Kangundo | |
| ⑥ | — | 16 (6) | " | " | |
| ⑦ | Robert KILUMA | 9 (9) | Mutula | Matintani | KITUI |
| ⑧ | Kimanzi MWATHIE | 21 (13) | Kalia | " | |

注) 1. () 農業従事者数には学童は含まれていない。しかし学童は日曜、休日には農作業を手伝っている。

2. ⑥は家長不在のため長男の嫁が代って回答してくれた。

3. ①は農業従事者 2 名であるが季節労働者 2 名を雇用している。

4. 聞き取り調査

4-4-2 小農の資本装備

農家調査を行うにあたり、NDFRS 場長、Mr. P.K. KUSEWA および部長等にマチャコス地区における標準的営農について説明を受けたので、これを「NDFRS 資料」とし調査の背景資料とした。

(1) 営農規模、土地利用 (NDFRS 資料)

ケニアにおける小農の経営面積は、標高により帯状の地帯を形成している。

- 1) 標高 1800m (高地ホワイトハイランド) では平均 3 Acre (12ha)
- 2) 標高 1200~1400m (中間地) では平均 7~8 Acre (2.8~3.2ha)
- 3) 標高 800~1000m (低地) では平均 10~15 Acre (4~6ha)

特に、低地 10~15 Acre の営農は 4~5 Acre を耕地とし、残りを役肉牛の放牧地とする「農業+牧畜」の複合経営である。

マチャコス地区においては、平均 7.5 Acre (耕地 3 Acre・40%+放牧地 4.5 Acre・60%) であり、階層別にみると、5 Acre 未満 (耕地 56%+放牧地 44%)、5~10 Acre (耕地 28%+放牧地 72%)、10 Acre 以上 (耕地 18%+放牧地 82%) となっている。

(2) 農家調査

「NDFRS 資料」よりは、標高が高く降水量も多い地帯では経営面積少、農耕地多となるが、乾燥地農業 (Dryland Farming) 地帯は、自給食糧は最少限にし、放牧地による牧畜主体の営農を原型としている。

調査地区は、標高 1200~1400m の Zone とみてよく、調査農家 8 戸の耕地規模、土地利用の概況を「表 4-8」に示した。

1) 経営規模

1 戸当り 7~4 Acre で 5 Acre 規模が中心であり、耕地は 3.20~5.75 Acre 平均 4 Acre 前後である。

耕地で灌漑可能なのは、キアンプ①の農家 (○の中の数字は調査農家数を示す。以下同じ) でサイザルエステートの分割農地への 8 年前入植農家であった。

一般的に放牧地は少なくキアンプ②の農家が宅地の一部 (30%) をこれに当て、マチャコス③の農家が自然草地 45% を保有しているにすぎない。他は、テラス状の耕地の縁に粗飼料青刈り作物—ネピアグラス (Napier grass)、バナグラス (Bana grass) など—を作付して利用しているが面積の把握は困難であった。

永年作物 (コーヒー、バナナ、パイアなど) が意外と多く、キツイ⑧の農家が 5.75 Acre の中 2 Acre (35%) をトゥモロコシとビーンズの混作の中に食用バナナを栽培し、マチャコス③、④、⑤、⑥はコーヒー 100~250 本、⑥はさらにパイア 1 Acre (22%) の作付をしている。

コーヒーは農業生態区分では、「UM-2, 3」地帯のUpper MidlandのSub-humid～Semi-humidに適するとされているが、Sub-arid帯に入り込んでいるのが現状であった。

表4-8 土地利用一覧

単位：Acre (0.405ha)

| 県 | 農家 | 総面積 | 宅地 | 耕地(灌漑可) | 休閑 | 草地 | 灌木 | 永年作物 |
|---------------------|----|------|------|------------|--------|--------------------------|------|-----------------------------|
| キアンプ (Kiambu) | ① | 5.25 | 0.75 | 4.25(4.00) | 0.25 | | | (パイナップル)(オレンジ) 0.25 0.25 |
| | ② | 7.00 | 0.50 | 5.00(0.10) | 1.50 | | | (バナナ) 1.50 |
| マチャコス (Machakos) | ③ | 5.20 | 0.10 | 3.30 | | テラス (Terrace) 1.50 | | コーヒー190本0.30 |
| | ④ | 4.00 | 0.10 | 3.70 | (0.20) | | | コーヒー134本0.20 |
| | ⑤ | 0.48 | 0.06 | 0.32 | | (Wood) 0.04 | | コーヒー100本0.10 |
| | ⑥ | 6.00 | 0.10 | 4.50 | | | | コーヒー250本0.40 パイナップル 1.00 |
| キツイ (Kitui) | ⑦ | 4.20 | 0.25 | 3.20 | | | 0.50 | オレンジ 0.25 |
| | ⑧ | 6.00 | 0.25 | 5.75 | | | | (バナナ) 2.00 |

注) ① 聞き取り調査

② 永年作物の導入

小農の畑作で、経営の中に永年作物(果樹・樹林等)を取り入れることは、環境保全に効果がある。そして、果樹は四季成り性のバナナ、ココヤシ、パイナップル、パイナップルなどが有利であり、樹林ではエステートでも栽培されているコーヒー、ココア、コショウ、アブラヤシおよびカシュー等が適応する。

2) 建物・家畜の状況

家族構成は、「表4-7」に示したように夫婦の他に子供が3～10人で、青年に達した子供は農作業に従事するが学童は日曜、休日に手助けをしている。NDFRS資料によっても就労人員平均30人、家族構成5～8人である。

しかして、これらの家族の住宅は一家が一棟に住む場合と、夫婦、子供が別々の棟に生活する場合とがある。

「表4-9」に示したように、キアンプ①、キツイ⑦は季節労働者用の別棟を持ち、キツイ⑧でも妻2人を含む21人家族用として9棟の住宅を持っている。

繋養家畜については、キツイ⑧バナナ栽培農家が無家畜であるのを除いて、役肉牛または乳牛を1～2頭を持ち、マチャコス⑤農家の4頭(若令牛繋養)が最高であった。

乳牛は搾乳を目的とするが、役肉牛繋養の目的は農作業の他に、早ばつ年に売って

家計を補助する、児童の学費とする等である。

キツイ⑦では、500m離れた川より水を運ぶためのろばを繋養していた。

他方、小家畜は、羊、山羊が1~4頭、鶏が5~20羽で、マチャコス④は豚20頭、キアンプ①が販売用ウサギ30匹を飼養していたことが特異であった。

表4-9 建物・家畜一覧

| 県 | 農家 No | 建物(棟数) | | | 家畜(頭羽数) | | | | | | | |
|--------------------------|----------|--------|----|-----|-------------|------|---|----|------------|----|----|----|
| | | 住宅 | 倉庫 | 家畜間 | 牛 | 乳牛 | 羊 | 山羊 | ろば | 鶏 | 豚 | 兎 |
| キアンプ (Kiambu) | ① | 2+1 | 1 | 1 | — | 2(乳) | — | 4 | — | 5 | — | 30 |
| | ② | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 4 | — | — | 20 | — | — |
| マチャコス (Macha- Kos) | ③ | 3 | 2 | 1 | 2(作業) | 1(乳) | — | — | — | 20 | — | — |
| | ④ | 3 | 1 | 2 | — | 1(乳) | — | 1 | — | 10 | 20 | — |
| | ⑤ | 5 | 3 | 3 | 4(若令) | — | 2 | 2 | — | 10 | — | — |
| | ⑥ | 1 | 2 | 1 | 2(作業) | — | — | — | — | 20 | — | — |
| キツイ (Kitui) | ⑦ | 3+1 | 1 | — | 2(作業) +1 | 2(乳) | — | — | 1 (水運搬) | — | — | — |
| | ⑧ | 9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

注) 聞き取り調査

3) 車輛、農機具の保有状況

「表4-10」に調査農家の車輛及び農機具の所有状況をまとめた。

運搬車は8戸中3戸、自転車は2戸が所有しているに過ぎず、大部分の農家は荷物を背負い徒歩で運ぶ生活である。

一般には農作業の中、耕起は牛耕(2頭曳きブラウ耕)が多いといわれ、NDFRS資料では、マチャコス~キツイにおいて耕地面積5Acre以上-54%、5~10Acre-82%、10Acre以上-93%が牛耕となっている。(写真II-3.⑨)参照。

しかし、調査農家でブラウ所有はキツイ⑦のみである所から、ブラウは借り入れ、牛は自家保有といった形の耕起が多いと思われる。

総じて大型農機具の所有はキツイの⑦ブラウのみで少なく、人力耕起は備中鋏(Fork Jembe)か鋤(Jembe)により、整地除草にはホーが、収獲その他には手斧(Panga)が用いられている。「図4-8」参照。

表4-10 車輛・農機具一覽

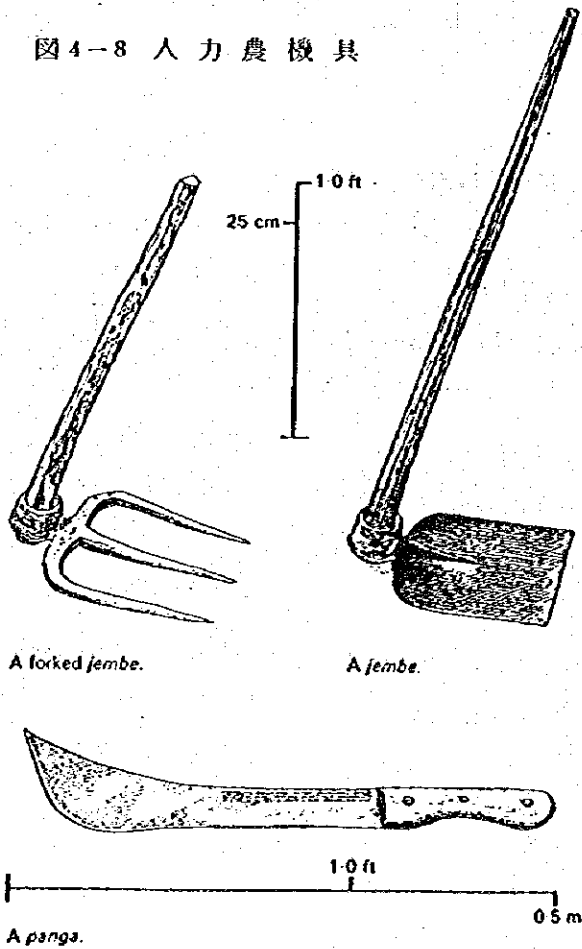
| 県 | 農家 数 | 車 輛 | | 農 機 具 類 | | | | | | | |
|--------------------------|---------|---|-----|---------|----|----------|-----|---|----|----|------|
| | | 運搬車 | 自転車 | プラウ | ホー | スプレ ー | 備中鋏 | 鋏 | 手斧 | なた | シャベル |
| キアンブ (Kiambu) | ① | 人力1 | — | — | — | — | 3 | 8 | 4 | 1 | 2 |
| | ② | — | 1 | — | 5 | — | 5 | — | 2 | 1 | 2 |
| マチャコス (Macha- Kos) | ③ | — | — | — | 5 | — | 2 | — | 6 | 2 | 1 |
| | ④ | — | — | — | 4 | 1 | 1 | — | — | — | — |
| | ⑤ | 人力1 畜力1 | — | — | 2 | — | 1 | — | 2 | 1 | 1 |
| | ⑥ | 調 査 不 能 (家 長 不 在 ・ 長 男 の 嫁 回 答 不 可 能) | | | | | | | | | |
| キツイ (Kitui) | ⑦ | 畜力1 | 1 | 2 | 10 | 1 | 1 | — | 2 | 1 | 3 |
| | ⑧ | — | — | — | 10 | — | 3 | — | 2 | 1 | 4 |

注) ① 備中鋏・Fork Jembe, 鋏・Jembe

手斧・Panga, なた・Ax

② 聞き取り調査

図4-8 人力農機具



注) 原図: East African Crops J. D. Acland, FAO(1980)

4-4-3 小農の栽培技術 (Dryland Farming)

(i) 1985年小雨期の作付図

調査時点 (1985年11月~12月) における農家8戸の作付図を「図4-9」に示した。

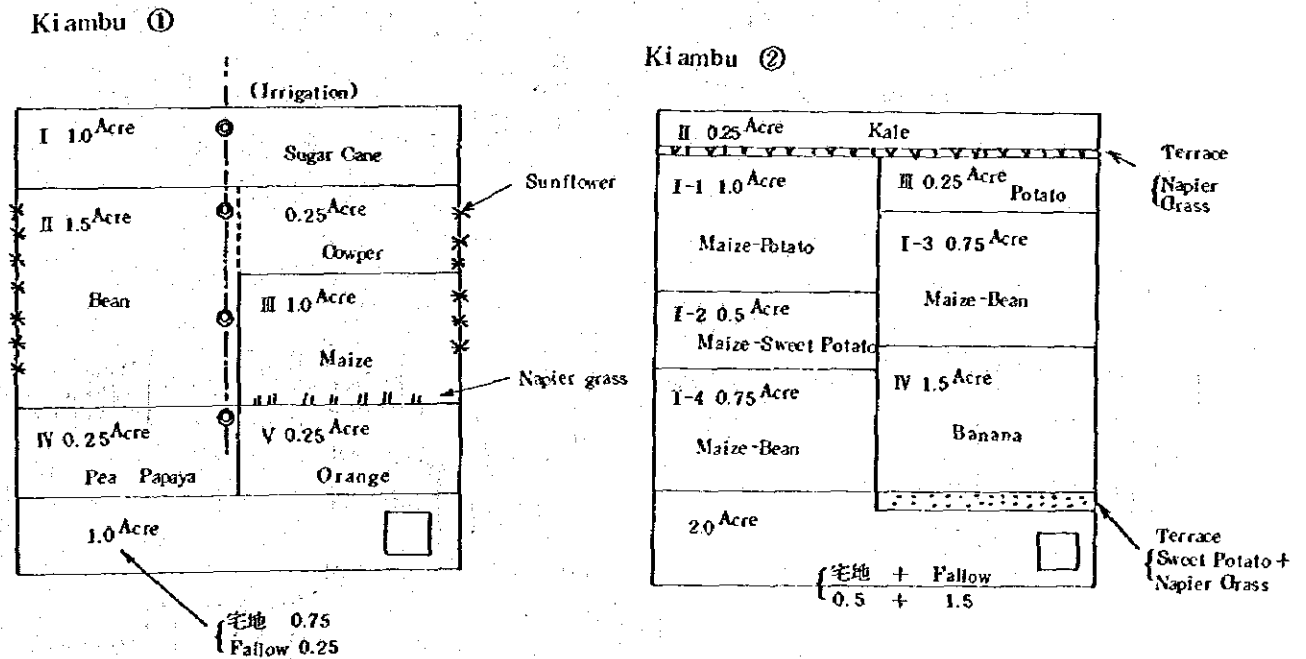
調査地域は既述のように農業生態区分で「UM-4: トウモロコシ-ヒマワリ地帯」にあり、ほとんどの農家がトウモロコシを基幹作物とし、ヒマワリについては、キアンプ①で、圃場の周囲で栽培するとの回答があったのみであった。

また、キアンプ①, ②は、1977年550Acreのサイザルエステートへの分割入植組であり、面積は、それぞれ525, 700Acreと同じではないが、何れも長方形で区画されている。

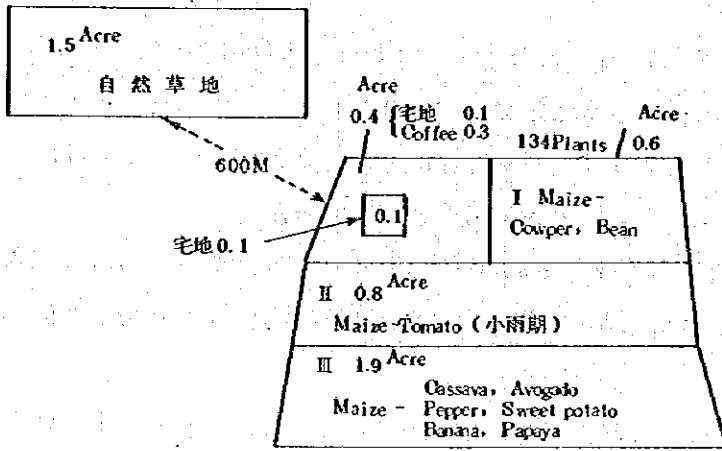
マチャコス③, ④, ⑥は、何れも飛び地を持っている点で、移動耕作 (Shifting Cultivation) の農民が定着するまでの農地取得の歴史を示しているようである。

図4-9 調査農家作付図

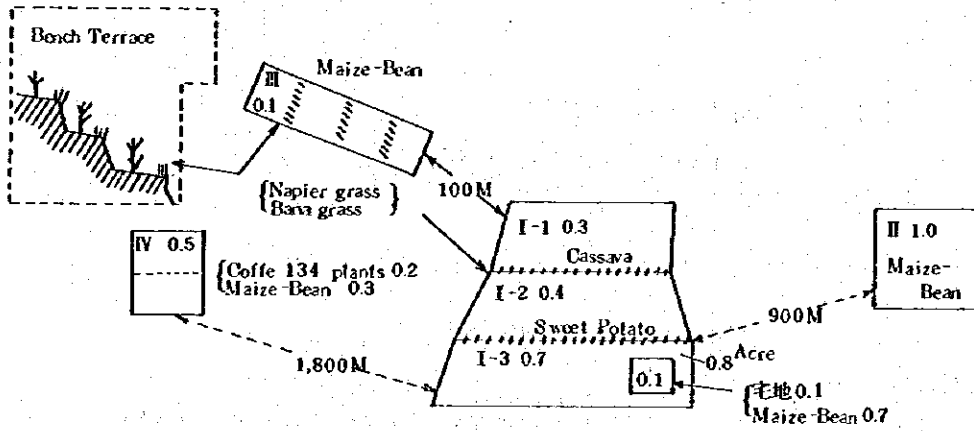
(1985年11月~12月調)



Machakos ③

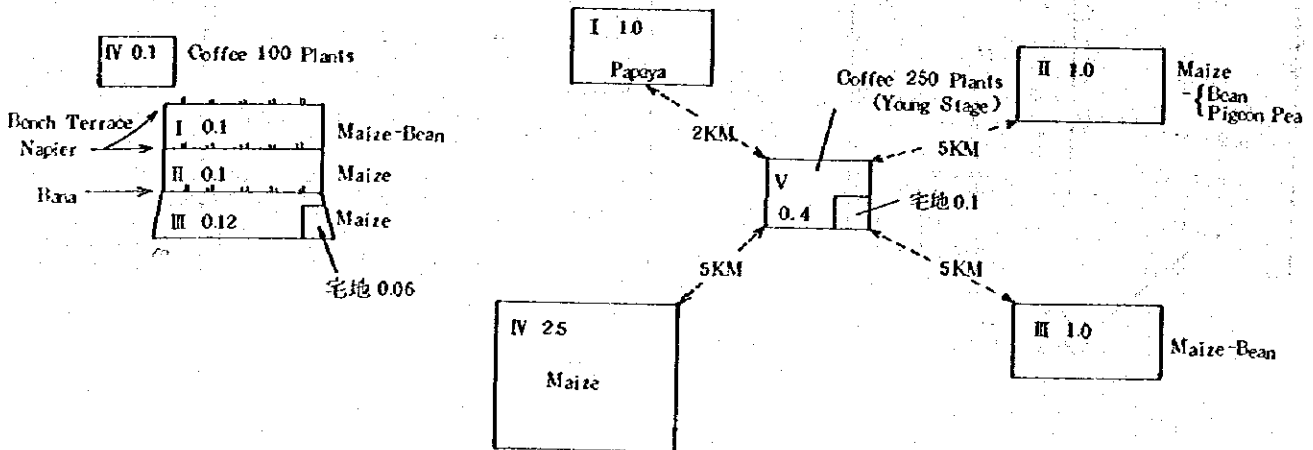


Machakos ④

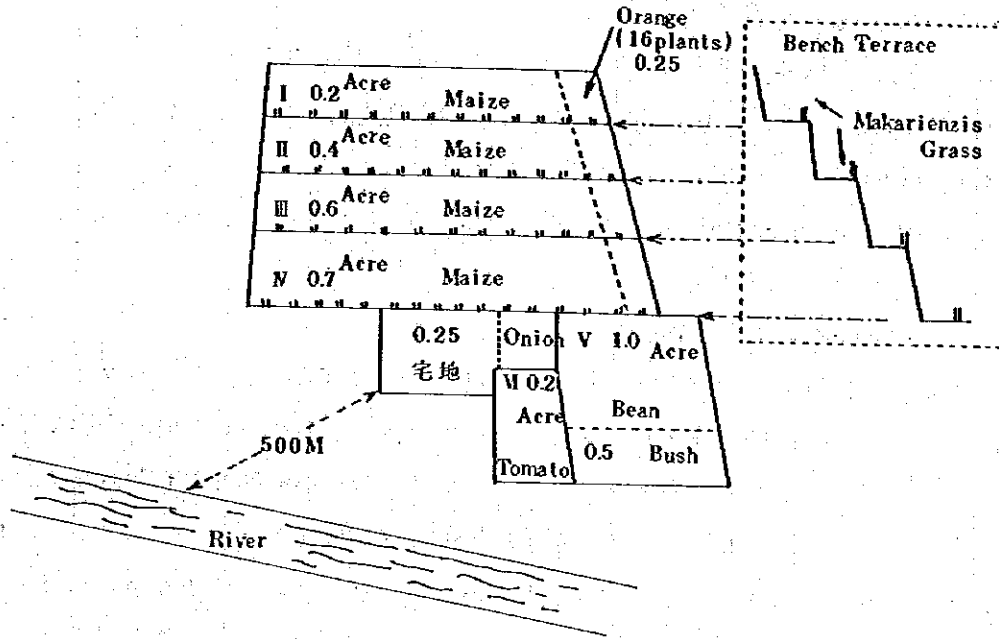


Machakos ⑥

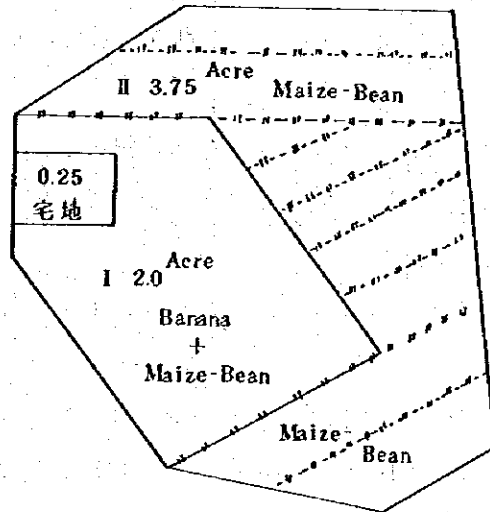
Machakos ⑤



Kitui ⑦



Kitui ⑧



(2) 作付体系

既述のとおり熱帯畑作地帯の農法 (Farming System) は以下の 7 System に分類されている (H. Ruthenberg・1980)。

- 1) Mixed Cropping (散播混作)
- 2) Intercropping (条播混作)
- 3) Interplanting (一、二年性作物と短年作物の混作)
- 4) Interculture (永年作物と短年作物との混作)
- 5) Sequential Planting, Ratoon (連続作, 再生作)
- 6) Relay Planting (2種作物の連続作)
- 7) Phased Planting (ずらし栽培)

これらと今回の調査とを対照すると「表 4-11」のようになる。「図 4-9」参照。

Pure planting (単作) はトウモロコシと豆類に最も多くみられ、その他の作物ではサトウキビ、バナナ、バレイショ、カンショ、キャッサバ等が小面積ながらみられた。

トウモロコシ単作 (⑥-N, ⑦-I~N), ビーンズ単作 (①-II, ⑦-V) 等においても、トウモロコシの面積がビーンズより多いのでトウモロコシの後作を全部ビーンズとする完全な輪作は不可能で、トウモロコシ→トウモロコシの連作とならざるを得ない問題を残している。

ただし、単作は収量の把握等も容易である所から、後述の小農への融資枠はトウモロコシ、小麦の単作栽培に寛容との事である (日本大使館資料)。

1) Mixed Cropping (散播混作) は、マチャコス③-III でみられ、トウモロコシの他にコショウ、キャッサバ、バナナ、パイア、アボガド等が混作されているもので、農家が日常欲しい食料、野菜、果物等を一枚の畑に一括栽培しているもので自家用専門畑の感がする。

2) Intercropping (条播混作) は、トウモロコシを基幹作物としつつ、畦間に 1~2 列のビーンズ、カウピー等を作付する体系で、最も多くこれも一枚の畑より毎日の食糧が得られる合理性を持っている。

その他、トウモロコシの畦間にバレイショ、カンショ、トマト等の換金作物を作付する形もある。

キツイ⑧-I は、バナナ 2 Acre の下にトウモロコシ、ビーンズの条播混作を行っているもので、作付体系としては 4) Interculture (永年作物と単年作物の条播混作との混作) とみるべきかも知れない。

その他、5) Sequential Planting (連続作, 再生作) は青刈飼料作物で行われており、7) Phased Planting (ずらし栽培) は条播混作の豆類に見られる。これはトウモロ

コシより早熟のビーンズの播種期をずらしてトウモロコシの生育期間中収穫出来るようにしているもので、生食用ビーンズの収穫期間を伸ばした栽培である。

表4-11 作付体系(農家別・筆別)一覧

| 県 | 農家名 | 耕地 (Acre) | Maize 又は Beans 単作 (Acre) | 散播混作 (Acre) | 条播混作 (Acre) | | その他作物 単作 (Acre) |
|----------|-----|--------------|---|---|---|--|---|
| | | | | | Maize 畦間条播豆類 | Maize 畦間条播他作物 | |
| Kiambu | ① | 4.25 | II Bean 1.50 Cowpea 0.25 N Maize 1.00 | | | | I Sugar Cane 1.00 N Pea (Papaya) 0.25 V Orange 0.50 |
| | ② | 5.00 | | | I Maize+Bean 1.5 | I Maize+Potato "+Sweet Potato 1.5 | ② II Kale 0.25 III Potato 0.25 N Banana 1.50 |
| Machakos | ③ | 3.30 | | III Maize, Pepper Cassava, Banana Papaya, Avogado 1.90 | I Maize+ Cowpea Bean 0.60 | II Maize+Tomato 0.8 | |
| | ④ | 3.70 | | | I, II, III, N Maize+Bean 3.00 | | I Cassava 0.30 Sweet Potato 0.40 |
| | ⑤ | 0.32 | II, III Maize 0.22 | | I Maize+Bean 0.10 | | |
| | ⑥ | 4.50 | N Maize 2.50 | | II, III Maize+Bean Pigeon Pea 2.00 | | |
| Kitui | ⑦ | 3.20 | I, II, III, N Maize 2.00 V Bean 1.00 | | | | V Tomato 0.20 |
| | ⑧ | 5.75 | | | II Maize+Bean 3.75 | I Banana +(Maize+Bean) 2.00 | |

注) ①: 番号 I, II... は各圃場の筆番号である。

②: ケール (Kale) はリョクヨウカンラン, ハブロモカンランと呼ばれ結球はせず葉をかいて生食用又は家畜飼料とする。

(3) 作 期

1) 降雨分布

調査3県の月別平均降水量を「表4-12」に示した。降雨分布は何れの地区も年雨期2回型 (Bimodel Rainfall) であるが、6月~9月の乾期でもキアンブ地区では27~52mmの降水があるが、マチャコス地区では2~6mm, キツイ地区では0mmである。

この事は、平均年降水量で農業気象区分を行い、半湿润(800~1400mm)、半乾燥(450~900mm)などと規定していることに対して問題を提起しており、年2回の大雨期、小雨期の降水量と確実性、日別、月別降水分布で考える必要がある。

乾燥地農業(Dryland Farming)においては、作物の生育期間と降水分布との関係が重要であるとされている(A. M. Marimi, Machakos, 1981 — Dryland Farming in Kenya: Problems and Prospects)。

すなわち、栽培作物の生育期間は、カトマニトウモロコシ(Katamani Maize)110~120日、Mweji maja Beansは90~100日であるが、雨期3ヶ月の降水分布は最初の1ヶ月間に大量降雨があり、(キツイではこの期間に70%降雨がある)、後の2ヶ月目の30日間は少くなり、3ヶ月目は作物が要求する水が不足するというパターンである。

この事は、「表4-12」のキツイ地区でも示され、小雨期の11~12月の2ヶ月合計446mmは1年間の44%に達しているし、1985年には10~11月で7328mm(通年の53%)が降ってしまうのである。同様に大雨期では4月の1ヶ月に集中豪雨がある。

マチャコス(NDFRS)においては、この降雨条件下の水の動態調査をライシメーターで行っている。すなわち、1時間当たり50mm以上の降雨による水の地表面流去は降水量の60%に達し、25mmの場合は理論的には作物に適量であるが、実際には早害を生じているのである。「写真I-3-1」参照。

表4-12 県別・月別平均降水量

| 県 | ① 月 気象帯 | (mm) | | | | | | | | | | | | 合計 |
|---------------------|------------|------|------|------|-------|------|----|----|----|----|-------|-------|-----|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| キアンブ (Kiambu) | III~N | 47 | 51 | 114 | 233 | 167 | 52 | 23 | 27 | 32 | 67 | 148 | 82 | 1043 |
| マチャコス (Machakos) | N | 52 | 53 | 128 | 208 | 75 | 12 | 4 | 4 | 4 | 47 | 194 | 121 | 902 |
| キツイ (Kitui) | N~V | 38 | 24 | 100 | 245 | 55 | 4 | 2 | 4 | 6 | 72 | 298 | 148 | 996 |
| ② 支場1985(12月) 1984 | | 28.6 | 59.1 | 61.2 | 359.5 | 61.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 385.4 | 347.4 | 783 | 1,380.8 |

注) ① 農業気象区分 III: 半湿润 (800~1,400mm)

N: 半湿润~半乾燥 (600~1,100mm)

V: 半乾燥 (450~900mm)

② 支場: NDFRS, Ithokwe Agr. Sub-Station (Kitui) 資料

2) 作型 (Cropping Pattern)

ケニアにおける年雨期2回型のトウモロコシ及びビーンズの作型について、同じ雨

期2回型のタンザニアおよび雨期1回型のザンビアを参考に加えて「図4-10」に示した。

① ケニア，マチャコスにおけるトウモロコシとビーンズの作型

小雨期作のトウモロコシは，8～9月の雨期始めと共に耕起し，10月播種，除草2回，間引き1回の管理を行い，1月収穫となる。

ビーンズは，単作と間混作とでは若干異なるが，11月から12月にかけて播種——播種期中1ヶ月とすることで収穫期中も拡げるのが普遍的である。又，小雨期の降雨の確立は高いのでトウモロコシ—ビーンズの形が定着している。

大雨期のトウモロコシは，3月播種，除草，間引，除草の管理作業を経て7月収穫となる。ビーンズは3～4月播種，6～7月収穫である。また，大雨期は降水量が不足する年もあり，トウモロコシをやめソルガム—ビーンズ，ソルガム—ミレットの作型をとる場合がある。

② タンザニア，モシ(Moshi)又はアルーシャ(Arusha)におけるトウモロコシの作型
(東アフリカ小規模農村開発調査・第2次資料)

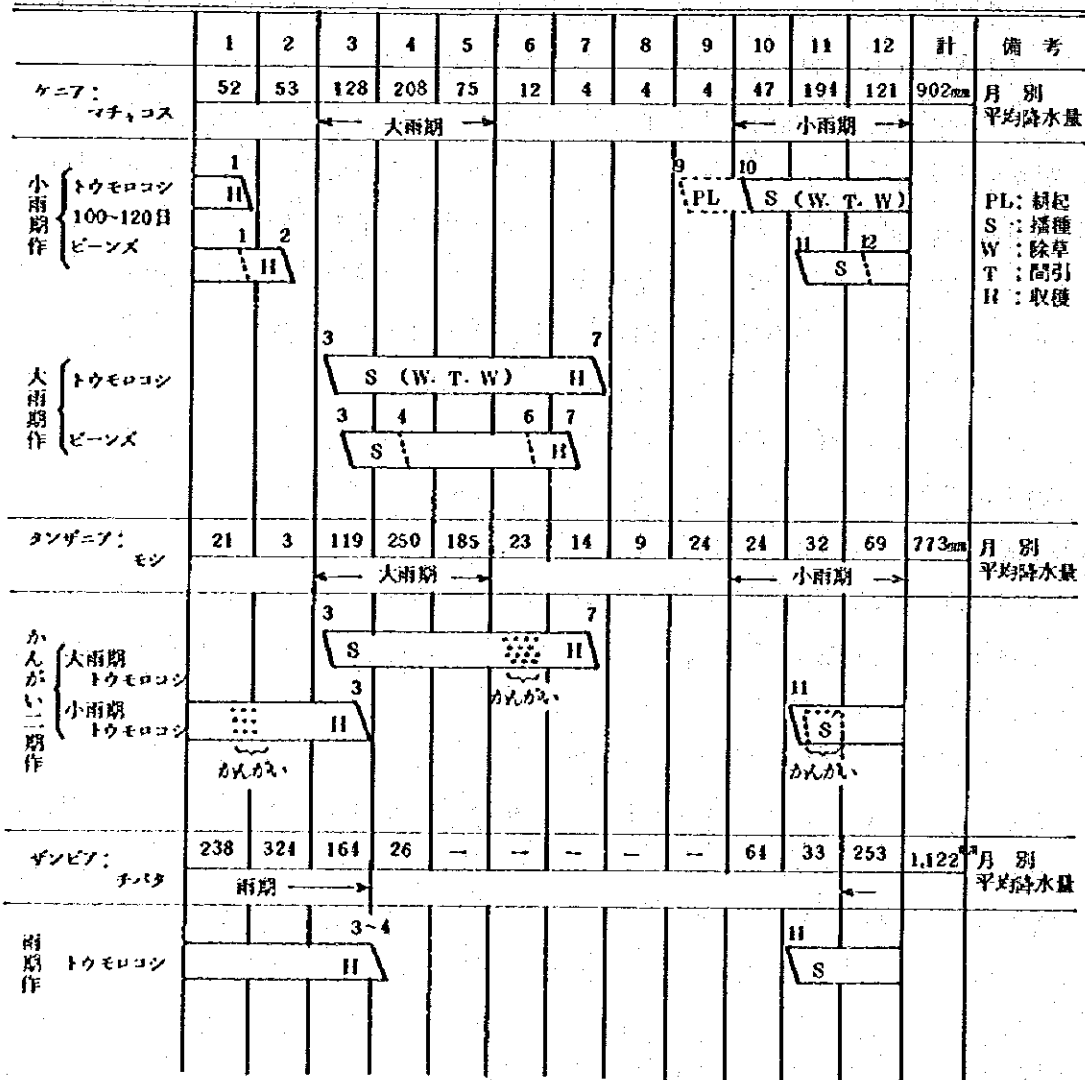
モシ地域は，小雨期の降水量が少ないので大雨期作のみが標準であるが，1～2月耕起，3月播種，7月収穫の作型が普遍的である。早ばつが多いので13t/haの収量に止まっている。

これに対し，アルーシャの畑地灌漑地区では，小雨期でも灌漑により作付が行なわれている。この場合，11月灌漑により播種，1～2月の出穂開花期に2度目の灌漑をして3月収穫の作型がとられ，品種も生育日数150日晩生の在来品種(Local Variety)が用いられている。

③ ザンビア，チバタ(Chipata)におけるトウモロコシの作型

東部(Eastern)州，チバタでは涼しい乾期5月～9月の5ヶ月は降水量0が続き，暑い雨期11月～4月の6ヶ月に500～1,000mmの降水があるので，生育日数150日の在来品種を栽培している。この場合の作型は，11月播種，4月収穫で収量は18t/haである。

図4-10 ケニア、タンザニア、ザンビアにおける作付パターン



注) ① タンザニア、ザンビアは1985年3月~4月における
「東アフリカ小規模農村開発計画調査(第2次)」資料より

(4) 品種・種子

トウモロコシは主食の中心作物であるだけに、品種に対しての農家の関心は高い。

在来種（晩生）に対し、改良種（Composite<混成品種>B）を購入し、3年位は自家採種種子により栽培したのち、更新を行っている。指導にもよるのであろうがComposite（混成品種）の特性からも妥当な更新方針とみてよい。

「表4-13」に作物別主要品種名、種子価格を示した。ここでいえることは、農家は品種名は改良種名、在来種名共によく知っていること、種子価格も資料上の価格と大差ない回答を得たことである。例えば、トウモロコシのComposite Bは60~78Ksh/10Kgの回答に対し1984.6資料では66~72Ksh/10Kgとなっている。

表4-13 作物別主要品種名、種子代一覧

| No | 作物名 | 主要品種名 | 種子代 |
|----|--------------------------|--|--------------------------------|
| 1 | Maize (トウモロコシ) | *Local Machakos White. **Kat. Composite A **Kat. Composite B | [66] ~ [72] 60~78 Ksh/10Kg |
| 2 | Sorghum (ソルガム) | Local White Local Coloured, Dobbs, Serene | [15] ... 15Ksh/2Kg (Serene) |
| 3 | Finger Millet (シコクビエ) | Ekalokate | |
| 4 | Pearl Millet (トウジンビエ) | Composite 2 | |
| 5 | Bean (インゲンマメ) | *Canadian Wonder *Pint Bean *Mweji Moja *Rose Coco, Boja 2, *Kat. BI *Kat BII | [14] ~ [35] 24 Ksh/Kg |
| 6 | Cawpea (ササゲ) | *French Bean, Kat. 80, Kvu49. | |
| 7 | Pigeon Pea (キマメ) | - | 50 Ksh/Kg |
| 8 | Cassava (キャッサバ) | Aipin Valenca, Binti Misi | |
| 9 | Potato (ポレイショ) | *Annet | |
| 10 | Sweet Potato (カンショ) | *MW ₁ *BA ₁ | |
| 11 | Banana (バナナ) | Kiganoa | |
| 12 | Sunflower (ヒマワリ) | Dark Stripe, Grey Stripe, White | [22] ~ [18] 28 ksh/Kg |

注) ① * 農家聞き取り品種名

② ** タンザニア キリマンジャロ州の奨励品種

③ □ Price List・June/1984

(5) 食糧作物の生産技術

1) 標準栽植様式(単作)

NDFRS資料, その他聞き取りを合わせて単作における標準栽植様式を「表4-13」にまとめた。

① トウモロコシ: Composite Bで37,000本/haは妥当な栽植密度と考えられる。隣国のタンザニアの奨励品種 Composite Aが同じ37,000本/haを標準としている。

播種は, 穴植えの場合2~4粒播きをし減収の要因となる欠株を防ぐため1~2本立に間引きして栽植密度を確保する。

また, 多収を期待する場合, 一代雑種, 密植, 多肥の3要因が考えられるが, ケニアの場合, 無肥料栽培が多く Composite Bの耐密植性の限度が不明である限り現在の栽植密度でよいと思われる。

② ソルガム: 88,000本/haは粗植で, 長稈, 晩生種の栽植密度であろう。

一般的に, 畦巾45~60cmの条播から間引して, 200,000本/haの密植を標準としている。

③ ミレット: ソルガムに準じての条播に近いものである。

④ ビーンズ: 50×10cm……200,000本/haは, 農家キツイ⑦-Vのビーンズ単作圃場では, 畦巾30cm×株間30cm……110,000本/haであったので150,000本/ha前後が標準と考えられる。

なお, キツイ⑦-I~Nトウモロコシ単作圃場では, 畦巾100cm×株間50cm(2本立)で40,000本/haであった。

表4-13 標準栽植様式(単作)

| NDFRS資料 | | | |
|---------|---------------------|--------------|---------------------------|
| No | 作物名 | 畦巾×株間 | ha当り栽植本数(1本立) |
| 1 | トウモロコシ* | 90cm×30cm | 37,000本 |
| 2 | ソルガム | 75 × 15 | 88,000 (畦巾45cm条播) |
| 3 | ミレット | 60 × 10 | 160,000 |
| 4 | ビーンズ | 50 × 10 | 200,000 農家⑦-V 110,000 |
| 5 | キマメ (Pigeon Pea) | 早生: 75 × 50 | 27,000 |
| | | 晩生: 100 × 50 | 20,000 |
| 6 | キャッサバ | 100 × 50 | 20,000 MALAYSIA 12,000 |
| 7 | ヒマワリ | 90 × 30 | 37,000 |

注) トウモロコシの栽植様式はタンザニアも同一である。

2) 間混作様式 (農家調査)

農家では間混作が主体となり、作物の組み合わせはトウモロコシ-ビーンズの条播混作が最も多いことから、これらの栽植様式を「表4-14」、「図4-11」に示した。

トウモロコシの畦巾は、畦間にビーンズが1~2列入ることによって120~80cm、株間は50~30cm間で栽植される。従って、栽植密度は27,000~41,000本/haであり、他方、ビーンズは、畦巾40~30cm、株間30~20cmの組み合わせとなり83,000~166,000本/haである。

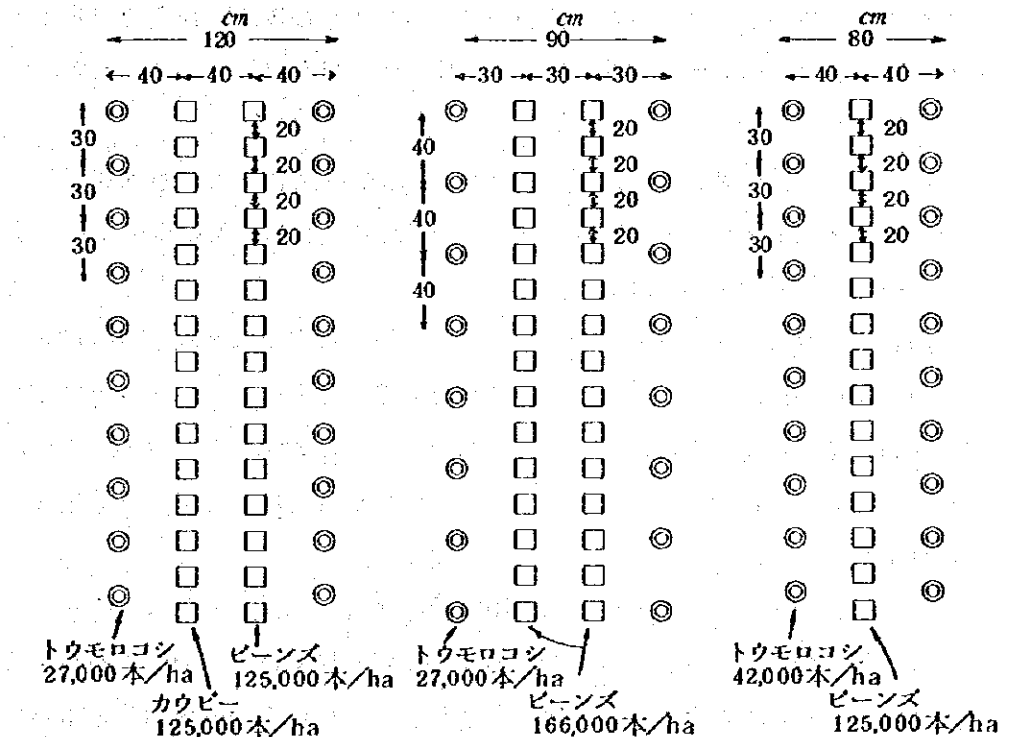
間混作の栽植密度は、2種の生育相の異なる作物の組み合わせで、ズラン栽培 (Phased Planting) も行なわれ立毛条件は複雑化しどれがよいかの判定はつけ難く経験主義で進められているようである。

表4-14 間混作様式 (Maize + Beans)

| No. | 作物名 | 畦巾 × 株間 | ha 当り栽植本数 (1本立) |
|-----|--------|--|--------------------|
| 1 | トウモロコシ | $\left. \begin{matrix} 120 \\ 100 \\ 90 \\ 80 \end{matrix} \right\} \times \left\{ \begin{matrix} 50 \\ 40 \\ 30 \end{matrix} \right.$ | 27,000 ~ 41,000 本 |
| 2 | ビーンズ | $\left. \begin{matrix} 40 \\ 30 \end{matrix} \right\} \times \left\{ \begin{matrix} 30 \\ 20 \end{matrix} \right.$ | 83,000 ~ 166,000 本 |

注) 聞き取り調査

図4-11 条播混作 (Intercropping) 栽植図



注) 聞き取り調査

3) 施肥, 薬剤防除

一般的には、施肥、薬剤防除等は行なわれていないが、調査農家はコンタクトファーマー(Contact Farmer)として、技術普及の組織下にあるので、施肥等も行なわれていた。

- ① 堆肥：農家8戸の中、トウモロコシに対して7戸、ビーンズ1戸、キャッサバ1戸が施与している。特に、牛を住宅の側に繋養し、簡易な圃いの中に稈稈類等を給餌するので堆肥場ともなっている。ただし、施与は植穴に一にぎりづつ置く少量のものである。
- ② 化学肥料：8戸の中6戸がトウモロコシ作に施与しているが、施与量は手で一つかみ施与がマチャコス③、④、⑤であり、キアンプ①、②、マチャコス⑥はDPA (Di-Ammonium Phosphate-N₂₀, P₂₀) 1 Bag-50Kgの施与農家(①-125Kg/ha, ②-41Kg/ha, ⑥-100Kg/ha)であった(タンザニア標準化学肥料・NPK, 20-20-20 125Kg/ha)。
- ③ 農薬：農家マチャコス④がビーンズに対しDDT, インゲンマメに対しマラソン粉剤を使用していた。

4) 作業時間

作業時間についての質問は1筆の畑について「この〇Acreの畑を耕すのに〇日かかったか」という形で行ない、回答をAcre当り→ha当り→1日8時間労働としてのha当り労働時間を算出した。

また、この種の資料が見当たらないので参考として「戦後農業技術発達史(畑作編) 昭45」より長野県のトウモロコシ作業体系技術の時間を対照としてとりあげた。「表4-15」参照。

- ① 耕耘整地：長野県調査では畜力60時、耕耘機30時に対し、農家⑥、⑧および①の回答は2頭曳ブラウで24, 46, 60時であったので耕耘作業の精粗の差を考慮して40時/ha前後が標準であろう。
- ② 播種：長野県調査では手播40~70時間に対し農家の回答は120~180時であったが、播種準備、棒で穴をあけての播種施肥等も含まれているものと思われる。
- ③ 間引, 中耕除草：240~500時に対し農家の回答280~520時であるが、管理の状況で作業時間は変動すること、調査農家の除草状況は良好であり妥当な時間と思われる。
- ④ 収穫：長野県調査では人力160~260時間に対し農家の回答は60~600時であり、この労働時間のふれは各種要因の解析を必要とし説明は不可能であろう。特に、収穫時間は、何日もかかって少し宛収穫する慣行の中からの時間数であるので正確は

期し難い。

⑤ 総労働時間：長野県調査では1,090時/ha（含む乾燥、脱粒、包装、検査時間）に対し今回の調査時間は484～1,286時であった。

参考：B. アンドレー着，川波剛毅訳「熱帯農業自助開発論」では湿润サバンナ気候でのMaize栽培における労働時間/haを400～800としている。

表4-15 トウモロコシ作の労働時間

(単位：時/ha)

| 部分技術 | 長野県東筑摩郡山形村 [※] | | ケニア 昭和60年・聞き取り調査 |
|-------|-------------------------|-----------------|--|
| | 昭和15年 | 昭和40年 | |
| 耕耘・整地 | 畜力 60 | 耕耘機 30 | 2頭曳 (30~5.75~7.5日)×8時=24~46~60時 ⑥ ⑧ ① |
| 畦 | 三本畝 畜力 100 | 耕耘機 15 | — |
| 基肥 | 人力 100 | 人力 80 | — |
| 追肥 | 人力 40 | 人力 35 | — |
| 播種 | 手播き 40 | 手播き 70 | (15~20日)×8時=120~160時 (NDFRS) ① |
| 間引 | 手取り 30 | 手取り 50 | } (35~65日)×8時=280~520時 ⑥ ⑧ |
| 中耕・除草 | 三本畝 手取り 470 | 耕耘機 190 | |
| 収穫 | 手取り 160 | 子実用 260 | (7.5~7.5日)×8時=60~600時 ⑦ ⑤ |
| 乾燥 | 手作業 150 | 手作業 230 | — |
| 脱粒 | 手作業 280 | 脱粒機 100 | — |
| 包装・検査 | 手作業 15 | 手作業 20 | — |
| 計 | 1,385 (173日) | 1,090 (136日) | 484~1,286時 (61~160日) 400~860時—B. アンドレー |

注) 1：※ 戦後農業技術発達史(畑作編)・昭45

2：○ 農家番号

(6) 食糧作物の生産、販売

1) 食糧作物の収量

食糧作物を中心に単位面積当り収量について，FAO(1982)，NDFRS資料(ポテンシャルとしての収量)，農家よりの聞き取り収量を夫々比較して「表4-16」に示した。

① トウモロコシ：農家キアンプ①が52t/haで，チカ管内多収穫競技で3位入賞の

レベルであり、試験場技術4~5t/haを凌駕している。

FAO (1982) のケニア 1.77t/ha は東アフリカでは1位であり、2位エチオピア 1.75t/ha、3位マラウイ 1.29t/ha、4位ジンバブエ 1.27t/ha の順であるが、この要因としてケニアにおいてはホワイトハイランドの大農収量水準のみならず小農でも或る程度の水準にあることによると見られる。

② ビーンズ：FAO 資料では「豆類 (Pulses)」として一括し、カウビー、ビジョンピー (Pigeon Pea) 等といった作物別はない。

「豆類」としてみると、エチオピア 1.1t/ha が最高位で、ケニア 0.45t/ha は最低のソマリア 0.36t/ha、モザンビク 0.40t/ha、タンザニア 0.44t/ha の次で下位より4番目に止まっている。

調査農家はどれも低収であるがその理由は栽培中野菜として未成熟ステージで収穫した後、最後迄残ったものを Dry Beans として収穫するからである。但し農家キツイ⑦-Vのビーンズ単作の収量が 1.4t/ha で最高であった。

2) 食糧作物の販売価格

聞き取りにより生産した食糧作物の余剰分を販売した時の価格と、ケニア経済調査資料 (1983) の価格を夫々比較して「表4-17」に示した。

① トウモロコシ：農家調査では 540~200Ksh/Bag で Republic of Kenya, Economic Survey, 1983 による価格 107Ksh/100Kg とは大きく格差があり説明は不可能である。

小農は、NCPB (National Cereals and Produce Board) に全生産量の20%を売るといわれているが、政府の決定する生産者価格と小売価格のギャップが大きいこと、ボードの事務処理が迅速でないことから不作年や端境期にはいわゆるヤミ価格があるといわれている。

今回の調査では、そこまでつっこんだ聞き取りはしないで止めた。

表4-16 食糧作物の収量

| No. | 作物名 | FAO-1982 | NDFRS (ポテンシャル) | 調査農家 |
|-----|--------|-------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | トウモロコシ | 1.8t/ha | 4.0~5.0t/ha | 1.1~1.7 (農家①多収穫競技) 第3位 5.2t/ha |
| 2 | ソルガム | 1.0 | 4.0 | - |
| 3 | ミレット | 1.6 | 2.0 | - |
| 4 | ビーンズ | (豆類) 0.4 | 1.5 | 0.2~1.4⑦ |
| 5 | カウビー | - | 1.5 | トウモロコシ、豆類 は未成熟収穫があり 残収量は少ない |
| 6 | ビジョンピー | - | 2.0 | |

| | | | | |
|---|-------|---------|---------|-----|
| 7 | キャッサバ | 7.9t/ha | 200t/ha | - |
| 8 | ヒマワリ | 1.1 | - | - |
| 9 | サトウキビ | 111.6 | - | 700 |

注) NDFRS : 場長幹部の統一見解のポテンシャル収量である。

表 4-17 食糧作物の販売価格

| No. | 作物名 | 調査農家価格 (単価) | | 生産者平均価格 (単価) ^② | |
|-----|--------|-------------|-----------------------|---------------------------|-----------|
| | | | | | |
| 1 | トウモロコシ | 540 ~ 200 | Ksh/90Kg ^① | 107 | Ksh/100Kg |
| 2 | ビーンズ | 900 ~ 300 | " | - | - |
| 3 | ビジョンビー | 420 | " | - | - |
| 4 | キャッサバ | 3 | Ksh/tuber | - | - |
| 5 | ネギ | 6 | Ksh/Kg | - | - |
| 6 | トマト | 4 | " | - | - |
| 7 | バナナ | 6 | " | - | - |
| 8 | コーヒー | 37.5 | " | 2,780 | Ksh/100Kg |

注) ① 1 Bag = 90Kg

② Republic of Kenya, Economic Survey, 1983

4-4-4 小農の営農対策

今回の調査において、農家技術は試験場技術と大差のないこと、営農は高い水準とは云えないまでも着実に行なわれていること等を知った。

これ等の背景にあるものをあげると以下の如くである。

(1) 小農に対する金融

金融政策の歴史をみると、植民地時代は大農(エステート)融資、独立後は農業のケニア化融資(具体的には白人からの土地購入費融資)となり、小農に対する融資はその後であった。

しかし、大農と小農による営農の二重構造が現存する中での金融政策は種々困難が伴ったが、いわゆる総合農業開発計画(Integrated Agricultural Development Project - IADP)の中で短期貸出しを中心とする金融が進められている。

金融機関としては、農業金融公庫(Agricultural Finance Cooperation - AFC)と協同組合銀行(Co-operative Bank of Kenya - CBK)があり、特に「CBK」が「IADP」等と結びついて、食糧作物の安定化、換金作物の開発融資を行っているようである。

内容的にみると、特別、一般季節作物、コーヒー、ワタなどの融資があり、今回の調

査においてマチャコス農家③、④、⑤、⑥に植えられたコーヒー（成木、幼木）を見てこれらと無関係ではないように思われた。

(2) マチャコス地域総合開発プロジェクト

調査地域の一つであるマチャコス地区においては「Machakos Integrated Development Project - MIDP」があり、第1次1978～1984、第2次1985～1987が行われていて、半乾燥地におけるプロジェクトの先駆となっている。

事業内容は広汎に亘り、その中で何が実行されたかは不明であるが、農業を中心に紹介すると次の通りである。

1) 生活用水および家庭用水の供給

- ① 荒廃河川の改修
- ② 手押しポンプの設置
- ③ 小規模地下ダムの設置
- ④ 堰堤の建設
- ⑤ パイプの埋設（各家庭へパイプで水を配水するのではなく、村の数ヶ所に蛇口を設置した共同給水施設である）

2) 農 業

- ① 資金援助
- ② 農薬肥料の購入
- ③ 農業技術の実演
- ④ 車輛の購入
- ⑤ 人材の養成（英国留学等）
- ⑥ 家畜の病気の抑制
- ⑦ 山羊の改良
- ⑧ 協同組合の設立
- ⑨ 食糧、肥料等倉庫の設置
- ⑩ 土壌および水の保全
- ⑪ 園芸、林業の技術普及

3) 社会援助

- ① 資金援助
 - 地場産業育成のための仕事場の設置
 - ウィルスの防除
 - 農村婦人グループへの活動費
 - Self Helpグループへの活動費

Village Politics グループへの活動費

成人の教育活動費

学校への教材費

診療所，病院の建設費

今回の調査において，この総合開発計画 (Integrated Development Project) は地味ではあるが種々の形で浸透していることを感じたのである。

すなわち，土壌保全の一つとして耕地をテラス状に造成していること，3位の表彰状をかかげた農家に接しこれが実行されている多収穫競技，地区普及官 (Divisional Extention Officer) と農家との親交の様子，われわれに対して調査農家および附近の婦人，子供が集ってかんげいの歌とおどりを披露してくれた農民の息吹きは「明るい農村」の姿を示していた。

第5章 食糧作物の栽培技術

第5章 食糧作物の栽培技術

5-1 ケニア全体の食糧作物の栽培状況

ケニア全体の主要食糧作物の全食糧作物に対する作付面積比とその推移を「表5-1」に示した。

すなわち、第1位はトウモロコシの688%（1983年）で、1976年の714%と比べ0.6%減となっている。第2位の豆類は7.4%（1983年）で1976年は7.2%となっている。しかし、面積比それ自体では9倍のトウモロコシの占める比率が大で主食の座にあることは明らかである。

又、ソルガム、ミレットはトウモロコシの普及におされてはいるが、半乾燥地、早ばつ等対策には重要な作物である。

総じてみれば、1983年の比率が1976年より増えた作物はソルガム、ミレット、豆類、パレイショ、米である。

表5-1 ケニア全体の主要食糧作物作付面積率

| 順位 | 作物名 | 全食糧作物面積対比(%) | |
|----|------------|--------------|------|
| | | 1976 | 1983 |
| 1 | トウモロコシ | 714 | 688 |
| 2 | ソルガム/ミレット | 6.2 | 7.0 |
| 3 | カンショ/キャッサバ | 5.5 | 5.5 |
| 4 | 豆類/その他作物 | 7.2 | 7.4 |
| 5 | 小麦 | 5.0 | 4.7 |
| 6 | パレイショ | 1.9 | 2.2 |
| 7 | 米 | 0.4 | 0.6 |

注) Kenya's Fourth National Development Plan, 1979~1983

5-2 ケニアの小農の食糧作物の作付

小農における食糧作物の優先順位をみるため作付面積率を「表5-2」に示した。ここでもトウモロコシは第1位で1960年の44.0%が1970年には51.4%と増加している。「表5-1」と同様第2位は豆類で、1960年25.7%、1970年25.8%と変動は少ない。

第3位ソルガムは、7.3%から6.8%へと減少し、第4位ミレットは5.8%から2.9%へと著しい減少を示している。

トウモロコシの作付率が高くなお増加の傾向にあるのは、主食としての嗜好性、ソルガム、

表5-2 小農における主要食糧作物作付面積率

| % | 作物名 | 全食糧作物面積対比(%) | |
|----|-----------------------|--------------|--------|
| | | 1960 ① | 1970 ② |
| 1 | トウモロコシ | 44.0 | 51.4 |
| 2 | 豆 類 | 25.7 | 25.8 |
| 3 | ソルガム | 7.3 | 6.8 |
| 4 | ミレット | 5.8 | 2.9 |
| 5 | シコクビエ (Finger Millet) | 4.2 | 1.8 |
| 6 | キャッサバ | 4.4 | 4.2 |
| 7 | バナナ | 2.7 | 3.7 |
| 8 | パレイショ | 2.0 | 1.5 |
| 9 | カンショ | 2.5 | 1.3 |
| 10 | ヤムイモ | 1.1 | 0.3 |

注) ① Kenya Statistical Digest, 1966

② Economic Survey, 1973

ミレットより生産性の高いことなどがあげられるが、トウモロコシの増反は早ばつ年に被害を大きくする危険性を内蔵している。

次に、東アフリカにおけるトウモロコシ、ソルガム、ミレットの関係を「表5-3」に示した。

表5-3 トウモロコシ、ソルガム/ミレット作付面積率

| 作物名 | 東アフリカ 1,000ha(%) | | | 1,000 ha(%) スーダン | |
|-----------|------------------|-------------|-----------|---------------------|-------|
| | ケニア | エチオピア | ソマリア | | |
| トウモロコシ | 1,300 (100) | 800 (100) | 156 (100) | 232 (100) | |
| ソルガム/ミレット | 292 (22) | 1,230 (154) | 470 (301) | 4,998 (215) | |
| 内訳 | ソルガム | 210 | 1,000 | 470 | 3,822 |
| | ミレット | 82 | 230 | - | 1,176 |

注) 「ケニアの農業(1984)」 「スーダンの農業(1984)」 AICAF資料

すなわち、東アフリカでトウモロコシよりソルガム/ミレットの作付が多い国は、エチオピア、ソマリア、の2ヶ国のみである。また、ケニアはトウモロコシ1,300千haに対しソルガム/ミレット292千ha(22%)であるが、エチオピアではトウモロコシ800千haに対しソルガム/ミレット1,230千ha(154%)と逆転の差が著るしい。

これには、主食の材料に対する選択、気象、土壌条件の適性などが関係するが、最も顕著な例はスーダンでトウモロコシ132千haに対しソルガム/ミレット4,998千ha(379%)となっている。

また、ケニアの小農では第2位に豆類(25.8%)があり、トウモロコシとの條播混作の作付体系によりこの面積を確保し、生産物はそのまま、トウモロコシ粉と豆類として食事材料となるのである。

5-3 ケニアの小農における食事

聞き取りによる農家における主な食事は次の通りである。

5-3-1 ウ ガ リ (Ugali)

トウモロコシの粉に熱湯を加えつつ攪しくかき廻して固めにねり上げたもの、指で小片にまるめ汁物で味をつけて食べる。

5-3-2 ウ ジ (Ugi)

ウガリと同じ材料で煮るが、水を多くして「粥」か「スープ」状にしたもの、ストローで飲む場合が多い。

5-3-3 ギテリ (Githeri) またはポジョ (Posho)

粒のままのトウモロコシとビーンズを塩、野菜、脂肪類を加え煮たもの、箸かスプーンで食べる。

5-4 食糧作物の栽培技術

5-4-1 トウモロコシ

英名 : Maize, Corn

学名 : Zea Mays L.

(1) 由 来

南アンデス山麓の低地に自生する「ガマグラス」がトウモロコシの祖先と見られている。1492年、コロンブスがキューバにおいてトウモロコシを発見、15世紀にスペインに持ち帰った後欧州各地に拡がった。16世紀に入りポルトガル商人によって東アフリカに導入されたとされる。

東アフリカでは、当初海岸部で栽培されていたが、内陸部への普及は今世紀当初において適品種が育成された事からである。アフリカにとって新作物のトウモロコシであったが、これまでのソルガム、ミレットを凌駕する発展をとげたのはそれなりの理由があると考えられる。

すなわち、既述のように、アフリカの人々の嗜好に合い、半乾燥地でも栽培が容易で生産性が高いことなどである。

(2) 性 状

1) 発芽、生育：主要因は土壤水分と温度であるが、発芽日数は地温 24℃ で3日、

14℃で13日前後である。又、有効生育温度は10℃~25℃とされている。

2) 特性：一年性作物で長稈種は草丈4.0m前後、発芽後種子根、その後側根、支持根が発生するが直根の長さは3.0mに達し早ばつに対応している。

3) 生態：キターレ農試のデータでは、大雨期3月中旬播種の場合、その前の1月、2月、3月において毎月25mmの降水量が子実収量0.22t/haに値するとしている。

また、播種後5週間経過すると絹糸抽出期に達し、この時期の早ばつが授精障害をひき起す。マチャコスの成績では早生種を大雨期初めに播種した場合、その後2ヶ月間に約300mmの降水量が必要としている。

(3) 品 種

1) Caribbean Flint：東アフリカ低地に適するフリント種

2) Kenya Flat White Complex：遺伝的には雑ばくな白色混成品種のこと、標高900~2300mに適し、主としてハイランド地域の小農が栽培している。また、ケニア、タンザニアの品種改良の遺伝因子源ともなった。

3) Cuzco：大粒、白色ソフト種で原産地ペルーは高地のため標高2400mに適する。

4) Kitale Synthetic：1955年キターレ農試で育種が始まり、1961年Kitale Synthetic IIが最初に発表され、その後は品種間一代雑種の一方の親となっている。

5) Kitale Hybrid：一代雑種番号は3段階で、第1は標高(例えば6は6,000feetに適)、第2はHybrid Type(1は品種間、2は複交配、3は三系交配)、第3はシリーズ番号となっている。

Kitale Hybridの普及面積は、1970年140,000haでそのうち小農は100,000ha(71%)である。また、最初の育成種はKitale 621(6：標高6,000ft-1,800m, 2：複交配種, 1：1番目)でタンザニアにも普及した。

一般的にKitale Hybridの熟期は晩く、雨期は5ヶ月の地帯に適する。

6) Embu Hybrid：品種間交配種Embu511(5：標高5,000ft-1,500m, 1：品種間, 1：1番目)で絹糸抽出日数は80日である。

7) Katumani Composite：品種育成の経過は第6章において述べる。

絹糸抽出日数60日、成熟日数120日の熟期のため大雨期にも60日間以上の降雨の続く地域に適する。

8) Ukiringurn Composite,

9) Iionga Composite：何れもタンザニアで標高900mの地域に適する。

10) Coast Composite：海岸地帯に適する。

(4) 栽 培 法

1) 圃場準備：播種床は丁寧にする必要がある。これにより発芽整一、初期生育良好、

雑草を押え侵蝕を防ぐ。

- 2) 播種期：大雨期は降雨初めに速やかに播種すること。出来得れば降雨開始前播種も可、播種適期を失うと0.11～0.05t/ha(リフト・バレー州)、1日おくれることにより0.17t/ha(中央、東部州)の減収としている。
- 3) 播種：手播きでは種穴に2粒播きとし草丈15cmで1本立とする。播種は浅い方がよく、播種深は乾土で10cm、湿潤土で25～50cmとする。
- 4) 栽植密度：「表5-4」に単播における品種別標準栽植密度を示した。

表5-4 標準栽植密度(単播)

| 品 種 名 | 畦巾×株間 | ha当り栽植本数 |
|--------------------|---------------|------------------|
| Kitale Hybrid | 90 cm × 23 cm | 44,000 ~ 47,000本 |
| Embu Hybrid | 60 × 30 | 52,000 ~ 54,000 |
| Katumani Composite | 90 × 30 | 36,000 |
| (Tanzania) | (90 × 30) | (36,000) |

注) East African Crops, J.D. Acland, FAO(1977)

- 5) 施肥：小農は化学肥料を殆んど施与していないが標準は次の通りである。
 窒素肥料：190kg/ha(標準)0～80(Kisii D.)
 磷酸肥料：120kg/ha()0～55(Kisii D.)
- 6) 収穫：手取りが主体である。成熟期、立毛中の子実水分は35%であるが、そのまま圃場で乾燥させ19～20%に低下させる。
- 7) 収量：無肥料収量水準は、ケニア、1.10～1.35t/ha(タンザニア・0.67t/ha)であるが、研究機関ではこれに管理を完全にすれば1.97t/ha迄増収するとする成績もある。また、ポテンシャル収量はキタレ5.6t/ha、マチャコス3.35t/haとされている。

(5) 東アフリカのトウモロコシの生産統計

東アフリカ国別統計を「表5-5」に示した。作付面積では、ジンバブエ1,416千haを1位にタンザニア、ケニア、マラウイの順で何れも100万ha以上であり、ha当り収量はケニア1,769t/haを1位にエチオピア、マラウイ、ジンバブエが高位にある。

表5-5 東アフリカトウモロコシの国別統計

| No. | 作物名 | トウモロコシ(Maize) | | |
|-----|----------|------------------|--------------|------------------|
| | 国名 | 作付面積 | ha当り収量 | 生産高 |
| 1 | Brundi | 1,000ha 132 F | 1/ha 1077 | 1,000MT 142 F |
| 2 | Djibouti | | | |
| 3 | Ethiopia | 800 F | 1,750 | 1,000 F |
| 4 | Kenya | 1,300 F | 1,769 | 2,300 F |

| No. | 作物名 | トウモロコシ (Maize) | | |
|-----|------------|--------------------|--------------|------------------|
| | 国名 | 作付面積 | ha当り収量 | 生産高 |
| 5 | Malawi | 1,000ha 1,100 F | 1/ha 1286 | 1,000MT 1,415 |
| 6 | Mozambique | 600 F | 0.450 | 270 F |
| 7 | Ruwanda | 83 F | 1.069 | 89 F |
| 8 | Somalia | 156 F | 0.962 | 150 |
| 9 | Tanzania | 1,340 F | 0.597 | 800 F |
| 10 | Uganda | 280 | 1.046 | 293 |
| 11 | Zambia | 750 F | 1.080 | 810 |
| 12 | Zimbabwe | 1,416 | 1.271 | 1,800 |
| 計 | AFRICA | 21,288 | 1.189 | 25,305 |

注) FAO (1982)

5-4-2 ソルガム

英名 : Sorghum

学名 : Sorghum Bicolor Moench (Sorghum Vulgare L.)

(1) 由来

スーダン、エチオピアなどアフリカ東北部では5000～7000年以前にサバンナ地帯で栽培され、紀元前に既に重要な作物になっていた。また、東南部のザンビアにはこれより遅れて14世紀に伝播している。

(2) 性状

1) 特性：イネ科に属する一年性草本であるが、熱帯で生育条件がよければ「再生作」も可能である。また、耐旱性はトウモロコシより強いが登熟期以降に鳥害を受け易い弱点がある。

生育適温は27～29℃で、低温は16℃が下限、高温は38℃が上限とされ、要水量はトウモロコシ336～355mmに対しソルガムは289～294mmとされている。

2) 形質：子実は長円型又は偏円型、1000粒重は15～35gと小さく、粒色は白、橙、赤、褐、濃赤褐などがある。

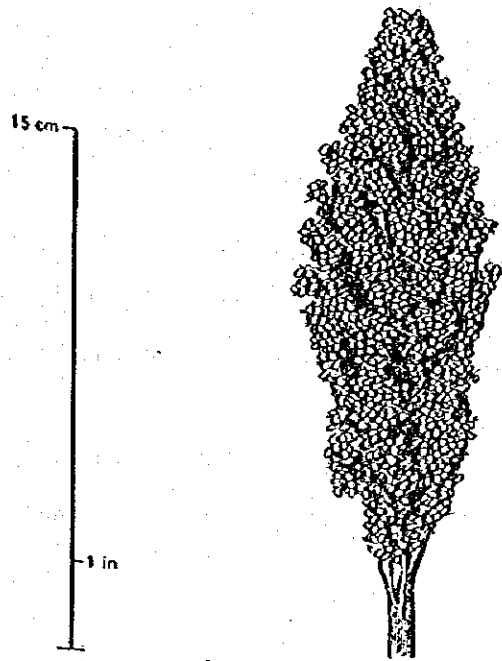
根は発芽後4葉期では種子根のみであるが、その後下位節より冠根を生じ根は土中深く入り耐旱性を高める。

稈は10～22節、草丈4～6m(平均4.5m)で葉身長は1mになり早ばつ時には葉を捲くことで対応している。

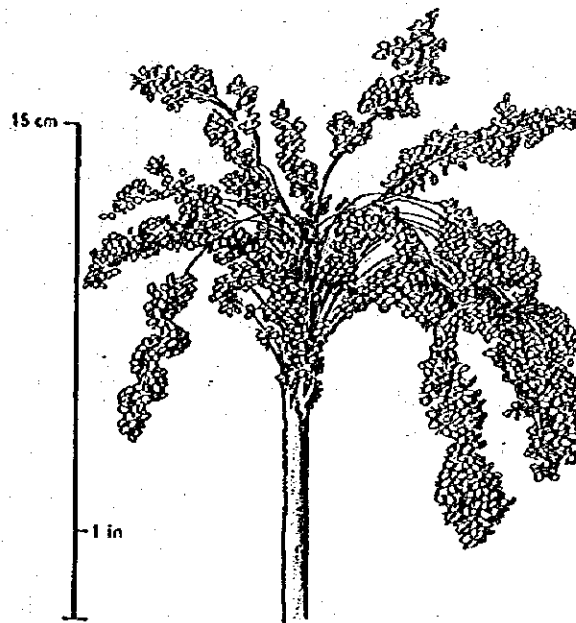
穂は茎の頂部に着生し複総状花序で多数の有柄および無柄の小穂を着生、穂型は密穂、開穂および中間型がある「図5-1」。

生育期間は90～120日を中心に晩生は180～200日に達する。

図5-1 ソルガムの穂型
密穂



開穂



注) 原図: East African Crops J. D. Acland, FAO, 1980

(3) 品 種

品種名は粒色により、Brown 粒種、Red 粒種（苦味有）、White 粒種（苦味無）で呼ばれている。

タンザニアでは白色種を食用、有色種を醸造用とし、ウガンダでは有色種が多いので、苦味はキャッサバかカンショ粉、その他穀粒粉を混ぜて薄くしている。

1) Dobbs : ケニアの西部で選抜され、生育日数 120 日、奨励地域はケニア（ビクトリア湖）およびウガンダである。

2) Serena : Dobbs とスワジランド在来種との交雑選抜種で、短稈 1.5 m、生育日数 105 日、病害抵抗性を有し密穂型、褐色粒種であるが苦味はない。

3) Namatare : Buganda ビールの原料になり、再生作が出来るので継続栽培を行っている。

4) 一代雑種 : ウガンダの Serere 研究所で試験中で登録品種はない。

（スーダンでは米国の種子会社より NK 300, NK 320 等の品種を導入し検定を行っている。）

(4) 栽 培 法

1) 圃場準備 : 人力、畜力耕起が行なわれ、畜力の場合は雄牛 2 頭曳犁で深さ 7 ~ 15 cm 程度に耕起する。

堆肥は耕起時に 25 ~ 75 t/ha (標準) を施与する。

2) 播種期 : 雨期初め出来るだけ早播とする。また、年 2 回雨期のある諸国でウガンダでは安定した降雨の小雨期に播種するが、ケニア、西部州では大雨期に播種、収穫は株刈りし、そのまま、小雨期に入れば再生するので再生栽培を行う。

3) 栽植密度 : タンザニア、ケニアでは、条播混作 (Intercropping) が 1 ~ 2 年性作物とソルガムとの混作 (Interplanting) が多く、この場合の栽植密度 60 cm × 15 cm (111,000 本/ha)、播種量 33 kg/ha (発芽良好種子) ~ 7.7 kg/ha (普通種子) である。

条播が多く発芽後 (播種後 2 ~ 3 週間) 間引いて株間 12 ~ 18 cm、1 株 2 ~ 3 本立とする。

4) 施肥 : 化学肥料施与により 31 % 増収との報告があり、窒素 (N) の効果が高いが実際に行う小農は少ない。

5) 収穫 : 地際より鎌で刈り取り、畑で 2 ~ 4 日乾燥した後穂を切り取り天日乾燥をして棒でたたいて脱粒する。

稈は残渣として、家畜の飼料、燃料、堆肥などに利用する。

6) 収量 : 標準収量は次の通りである。

茎葉 - 無灌溉畑 20 ~ 30 t/ha

灌漑畑 40 ~ 60 t/ha

子実 - 0.45 ~ 0.9 t/ha

また、国別の子実収量は次の通りである。

① スーダン在来種 : 2.0 ~ 5.1 t/ha

② タンザニア小農 : 2.3 t/ha

③ ウガンダ小農 : 2.8 t/ha

④ エチオピア小農 : 0.3 ~ 1.0 t/ha

(5) 東アフリカのソルガムの生産統計を「表5-6」に示した。作付面積ではエチオピア1,000千haと1位で最も多い。ha当り収量はウガンダが2.0 t/haで1位、2位はエチオピア1.3 t/haである。生産高はエチオピアが1,300千tで1位となっている。

表5-6 東アフリカ ソルガムの国別統計

| No. | 作物名 | ソルガム (Sorghum) | | |
|-----|------------|------------------|---------------|-----------------|
| | 国名 | 作付面積 | ha当り収量 | 生産高 |
| 1 | Brundi | 1,000ha 110 F | t/ha 0.814 | 1,000MT 95 F |
| 2 | Djibouti | | | |
| 3 | Ethiopia | 1,000 F | 1.300 | 1,300 F |
| 4 | Kenya | 210 F | 1.048 | 220 F |
| 5 | Malawi | 130 F | 1.114 | 145 F |
| 6 | Mozambique | 250 F | 0.620 | 155 F |
| 7 | Ruwanda | 153 F | 1.179 | 181 F |
| 8 | Somalia | 470 F | 0.500 | 235 |
| 9 | Tanzania | 350 F | 0.629 | 220 F |
| 10 | Uganda | 200 | 2.000 | 400 |
| 11 | Zambia | 80 F | 0.500 | 40 F |
| 12 | Zimbabwe | 208 | 0.630 | 131 |
| 計 | AFRICA | 15,412 | 0.696 | 10,734 |

注) FAO (1982)

5-4-3 ミレット

(1) ショクビエ

英名 : Finger Millet, African Millet

学名 : Eleusine Coracama Gaerth

1) 由来

原型は、オビツバ (Eleusine Indica Gaerth) で、原産地は熱帯アフリカか、

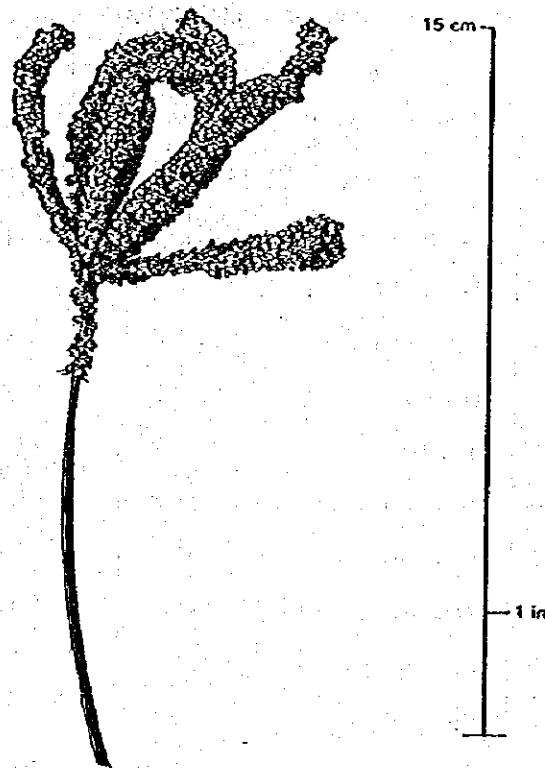
亜熱帯インドかの2説がある。

東アフリカでは、ウガンダと西部ケニアで重要視され、特にウガンダはトウモロコシの生育に適さないこと、他の穀類と比較して収穫時の乾燥速度が速やく虫がつかず長期貯蔵が出来ることなどで優位にある。

2) 性 状

草丈 3.5 ~ 1.0m, 稈は扁平三角稜, 分けつは旺盛である。根は密生し極めて細い。穂は総状花序を形成し, 穂軸 6 ~ 7 本に分岐し上方に向って傘状に開く。穎果は極めて小粒で黄褐色から褐色をしている「図 5-2」。自花授精し種子は 1 ~ 2 mm である。

図 5-2 シコクピエ (Finger Millet) の穂型



注) 原図: East African Crops J. D. Acland, FAO, 1980

3) 品 種

1966年, ウガンダのセレナ (Serena) 研究所で育種が開始され, 1970年代には高収量, 耐倒伏性, Blast (*Priculoria Oryza*) 抵抗性のある有望系統が選抜されているが, 品種登録はなされていない。

4) 栽 培 法

① 圃場準備: 極小種子を散播するので, 整地は特に丁寧にする必要があり, このことにより雑草を抑えることが出来る。

② 播種: ウガンダではミレットの耐旱性を利用して雨期前の1月~2月 (Grass

Rain) に播種すれば、後作のワタを労働競合なしに播種出来ること、雑草をよく抑えることなどのメリットがあるといわれる。

また、年降水量は 900 ~ 2400 mm の地帯がよいとされ、播種後 1 ヶ月間の降水条件が収量を安定させるのに重要といわれている。

- ③ 栽植密度：手播きがほとんどでこの場合は最適栽植密度を定めることが困難である。

ウガンダでは、畦巾 30 ~ 33 cm、株間 5 cm (57,000 ~ 66,000 本/ha) を奨励している。

散播の場合の播種量は、35 kg/ha であるが、畜力播種機で条播すれば 5.5 ~ 9.0 kg/ha で済むと共に畦内を畜力中耕、除草機も利用できる。

また、単播の他にトウモロコシと同様にソルガムでも豆類その他の条播混作も行なわれている。

- ④ 除草：第 1 回は草丈 7.5 cm の時期とされているが、散播密植の場合、シコクビエ (Finger Millet) と雑草との区別が困難なこと、鍬 (Jembe) (図 4-8 参照) は使用出来ないこと等の問題がある。

- ⑤ 収穫、収量：穂軸が強いので人力で折り取るのは困難であり、手斧 (Panga) (図 4-8 参照) などを使用して収穫し、脱粒しないで収納する。

収量は、0.45 ~ 0.90 t/ha が標準であり、努力により 1.65 t/ha も可能としている。大農では 3.4 t/ha、ザンビアでは 4.1 t/ha の記録がある。

ミレットを食糧にする場合、少し焼いてキャッサバチップと混ぜ、ウガリ

(Ugali) またはウジ (Uji) にし、残稈は厩材料や食糧を入れる籠材料としている。

(2) トウジンビエ

英名： Pearl Millet, Bulrush Millet

学名： Pennisetum Typhordeum Rich

1) 由 来

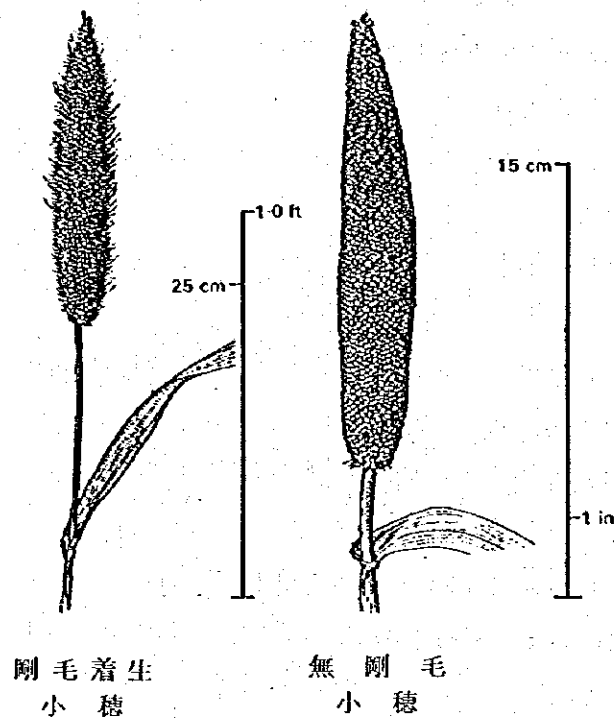
栽培種はアフリカの野生種チカラシバ属に属する一年性植物に由来することから、アフリカ原産説が強い。

2) 性 状

イネ科の一年性草本で、草丈 1 ~ 2 m、稈は太く円筒型で多数の分けつを生ずる。穂はがまの穂に似て長円筒型をなし褐色である。総状花序で太い穂軸の周囲に多数の小穂が密着する。穎花は長円型で長さ 4 mm の小粒が着き表面はなめらかな光沢がある。「図 5-3」参照。

初期生育はソルガムより早く、播種後 3 ~ 4 ヶ月で収穫出来る。耐旱性が強いので

図5-3 トウジンビエ (Pearl Millet) の穂型



注) 原図: East African Crops J. D. Acland, FAO (1980)

で降水量が少ないか不確定な雨期の地域, 年平均降水量 500 ~ 625 mm の地域で栽培出来る。

3) 品 種

普及に移すことが出来る改良種はないが, ウガンダのセレレ研究所では 1960 年代において高収量, 早, 中熟, 耐病性系統が選抜されており, 一代雑種の親としての検定を経て 1970 年代には登録一代雑種の育成が期待されていたが現状は不明である。

4) 栽 培 法

- ① 作付体系: 単作も行なわれているが, 落花生との混作 (タンザニア), カウビー, ビジェンビー, ビーンズ等との条播混作 (ケニア, マチャコス) も行なわれる。
- ② 播種: 年 2 回雨期地域では, 何れでも播種出来るが小雨期の方が適し, その後の大雨期に生育期間の長い作物を導入することが出来る。
- ③ 栽植密度: 散播が多いが, ウガンダのセレレ研究所では, 60 cm × 15 cm (111,000 本/ha) をすすめている。栽植密度を上げると分けつが増加するので稍密植が望ましい。
- ④ 施肥, 雑草防除: 草丈 30 cm の頃に枕安 125 ~ 250 kg/ha を作条に沿って施す。また, 除草は分けつが始まる前に行う方がよい。分けつによって除草作業が妨げら