

東アフリカ半乾燥地農業協力
計画基準作成調査報告書

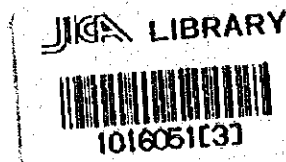
— 第一分冊 —
(農業分野)

昭和61年 3月

国際協力事業団

東アフリカ半乾燥地農業協力
計画基準作成調査報告書

— 第一分冊 —
(農業分野)



昭和61年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 6. 24	400
登録No. 12793	80.7
	AFT

序 文

開発途上国からの我が国に対する農林水産分野における技術協力の要請は、年々質、量ともに増大しており、当事業団としても、この対応には積極的に努めてきているところである。

しかしながら、農林水産の協力分野は広く、又各国によって、栽培作物や技術的水準なども異っている。従って、プロジェクトの選定、計画策定、運営評価等、あるいは専門家の個々の活動の場においても技術的な指針となるべきものが、強くもとめられてきた。

この様な事情に対処するため、当事業団では、農林水産協力を資する手引書の作成を行ってきたが、今年度は近年、気象異変などにより飢饉状態が発生し、中・長期的視野に立った農林業協力が求められているアフリカ地域のケニア、ザンビアにおいて、「半乾燥地農畜産計画基準作成調査」を実施した。

本報告書は、当事業団遠藤寛二専門技術嘱託を団長とする調査団が、現地調査の結果を取りまとめたものであり、本報告書が、今後の技術協力の推進に活用されることを期待する。

最後に、本調査にあたり、御援助、御指導いただいた関係各位に対し、心から感謝の意を表する次第である。

昭和 61 年 3 月

国際協力事業団

理事 山 極 榮 司

I 研究機関

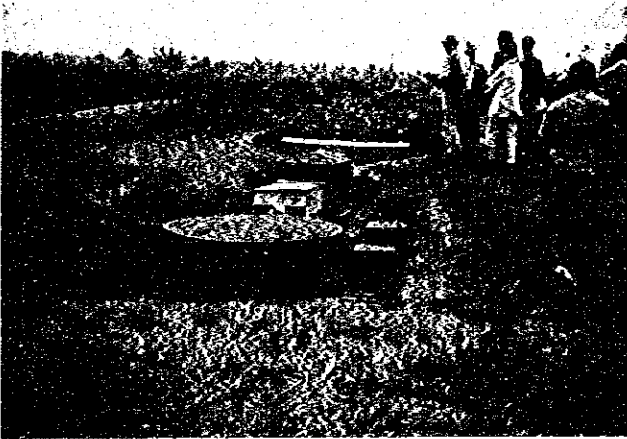


I-1 ケニア農業研究所 (KARI) 本館



I-2 国立農業試験場 (NAL)

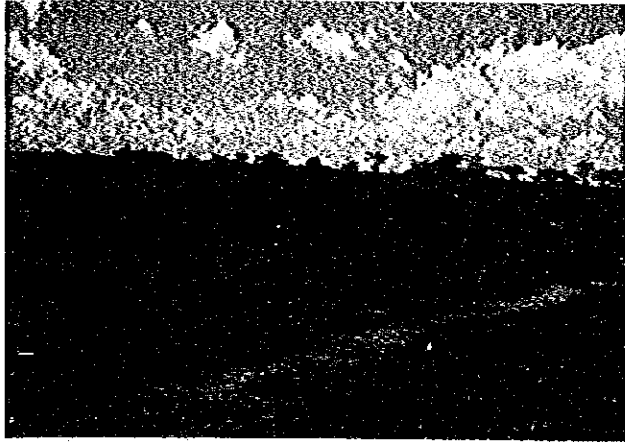
I-3 国立乾燥地農業試験場 (NDFRS)



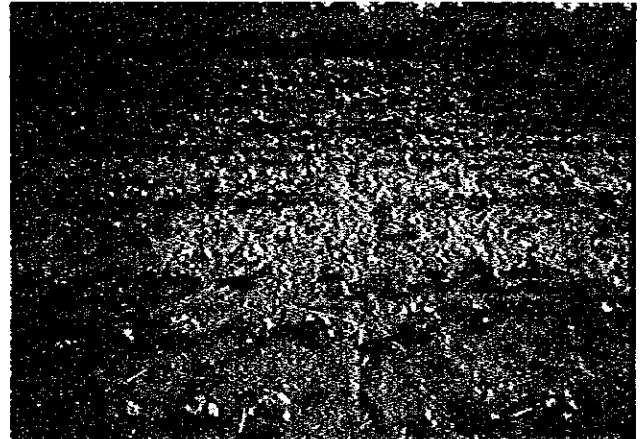
I-3-1 ラインメーター (土壌侵食)



I-3-2 畜産と草地改良 (Dryland Farming)

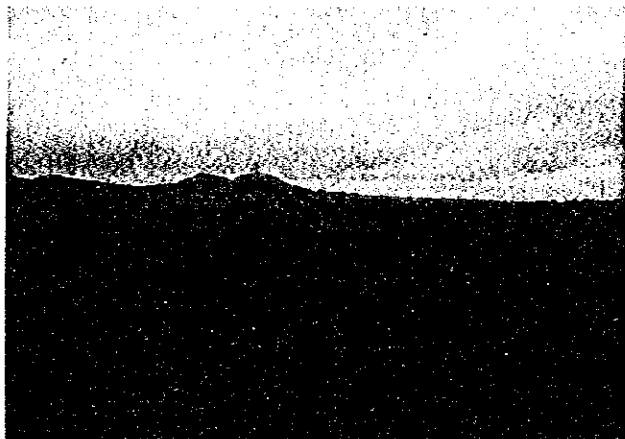


I-3-3 草地管理 (Dryland Farming)



I-4 国立乾燥地農業試験場
イトクエ (Ithookwe) 支場
(キツイ圃場の土壌流亡)

II Dryland Farming (乾燥地農業)



II-1 Semi-arid 地帯の地形
; マチャコス (Machakos District)



II-2 Semi-arid 地帯の土地利用
マチャコス (Machakos District)

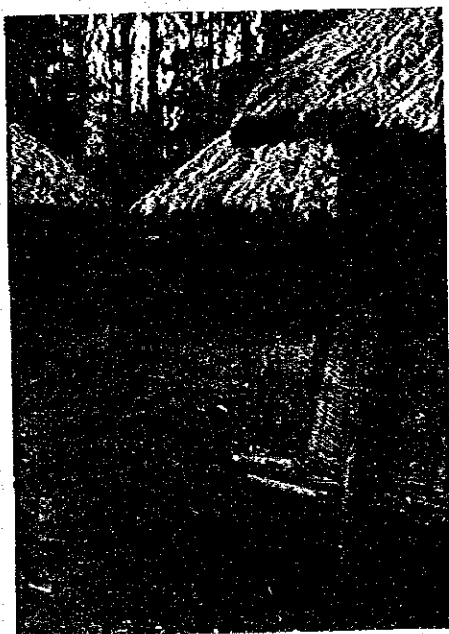


Ⅱ-3 Semi-arid地帯の2頭曳き牛耕
キツイ (Kitui District)

Ⅲ 農家調査



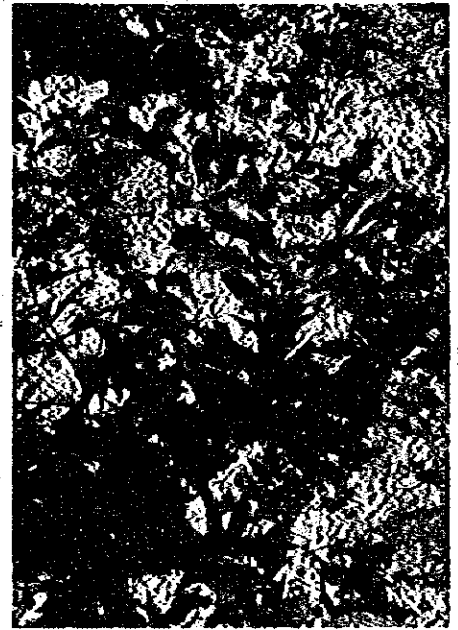
Ⅲ-1 農家での聴取り調査
マチャコス (Machakos District)



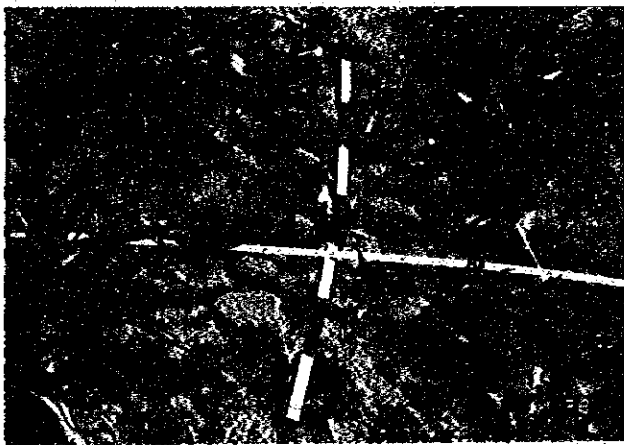
Ⅲ-2 農家のトゥモロコシ倉庫



Ⅲ-3 単作 (Pure Planting)
左: ビーンズ (Beans)
右: トウモロコシ (Maize)

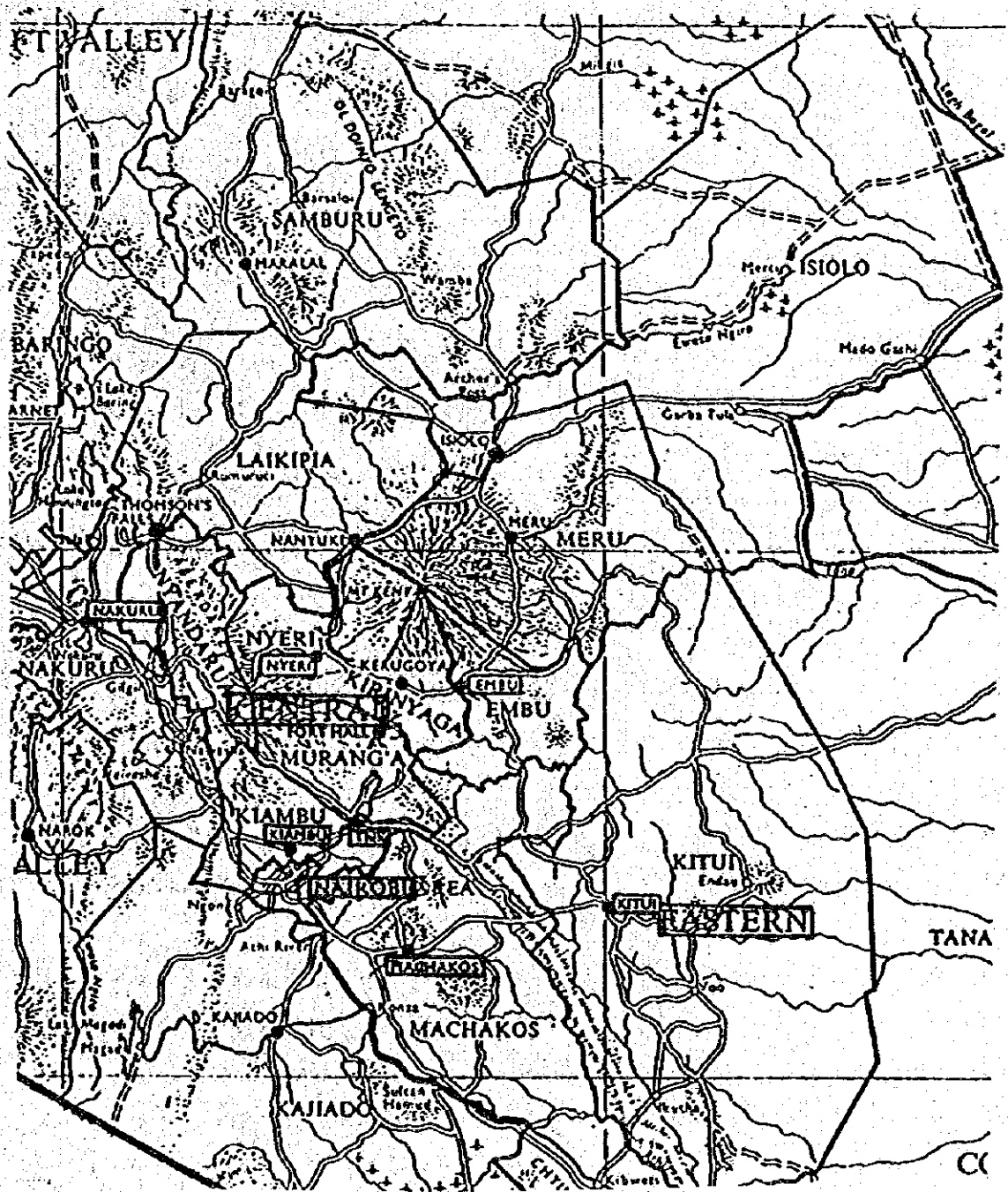


Ⅲ-4 条播混作 (Intercropping)
トウモロコシ (Maize)
+ キャッサバ (Cassava)



Ⅲ-5 条播混作 (Intercropping)
トウモロコシ (Maize) + キャッサバ (Cassava)

調查地域圖



目 次

序 文

調査地域図

調査関係写真

第1章 調査団の派遣	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査期間	1
1-3 調査対象国	1
1-4 調査団の構成	1
1-5 調査行程	1
1-6 面会者リスト	3
1-7 調査対象国選定の経過	4
第2章 総 括	7
2-1 半乾燥地の小農の行う農業の定義について	7
2-2 調査の方法	8
2-3 調査結果の概要	8
2-4 調査結果から得られた基準作成上の問題点	12
2-5 今後の方向について	13
第3章 東アフリカの農業環境	15
3-1 半乾燥地の自然条件	15
3-1-1 東アフリカの気象の特徴	15
3-1-2 東アフリカの気候区分	16
3-1-3 東アフリカの農業気象区分	16
3-1-4 半乾燥地帯の降雨特性	29
3-2 東アフリカの地質と地形	37
3-2-1 地質の特徴と地形	37
3-3 東アフリカの土壌と植生	38
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	38
3-3-2 東アフリカ半乾燥地土壌の性質とその利用	39

3-3-3	東アフリカ半乾燥地土壌の理化学的性質	44
第4章	半乾燥地ケニアにおける畑作営農	55
4-1	ケニアにおける食糧作物, その他作目の生産統計	55
4-1-1	FAO(1982)生産統計	55
4-1-2	ケニアの食糧の需給	56
4-2	農業地帯区分	57
4-2-1	これまでの地帯区分	57
4-2-2	最近の区分	58
4-3	小農における乾燥地農業(Dryland Farming)	68
4-3-1	ケニアにおける土地利用	68
4-3-2	ケニアにおける農耕様式	69
4-3-3	ケニアにおける作付体系	71
4-4	農家調査~慣行農法の技術的側面よりの解析	74
4-4-1	調査地区, 農家選定	74
4-4-2	小農の資本装備	75
4-4-3	小農の栽培技術	79
4-4-4	小農の営農対策	93
第5章	食糧作物の栽培技術	97
5-1	ケニア全体の食糧作物の栽培状況	97
5-2	ケニアの小農の食糧作物の作付	97
5-3	ケニアの小農における食事	99
5-3-1	ウガリ(Ugali)	99
5-3-2	ウジ(Ugi)	99
5-3-3	ギテリ(Githeri)又はポショ(Posho)	99
5-4	食糧作物の栽培技術	99
5-4-1	トウモロコシ(Maize)	99
5-4-2	ソルガム(Sorghum)	102
5-4-3	ミレット(Millet)	105
5-4-4	豆類(Pulses)	109
5-4-5	キャッサバ(Cassava)	113
5-4-6	カンショ(Sweet Potato)	115

5-4-7	パレイシヨ (Potato)	117
5-4-8	ココヤム (Cocoyam)	118
5-4-9	バナナ (Banana)	119
第6章	農業研究の現状と問題点	123
6-1	研究の発展経過と現状	123
6-1-1	研究の発展経過	123
6-1-2	食糧作物研究の成果と現状	126
6-1-3	研究投資の現状	127
6-1-4	外国における研究支援	131
6-1-5	研究成果の普及組織	133
6-2	調査研究機関の概況	133
6-2-1	農業畜産開発省科学研究所	133
6-2-2	ケニア農業研究所	134
6-2-3	国立農業試験場	136
6-2-4	国立園芸試験場	138
6-2-5	国立乾燥地農業試験場	139
6-2-6	国立乾燥地農業試験場イトクエ (Ithookwe) 支場	145
6-3	農業研究に関する総合考察	145
6-3-1	農業研究の歴史的経過	145
6-3-2	農業研究の現状	146
6-3-3	農業研究戦略	147
第7章	農業技術協力上の留意点	149
7-1	半乾燥地農業開発について	149
7-2	技術協力の進め方	149
7-3	ケニアの第5次開発計画	150
7-4	海外諸国よりの支援	150
7-5	農業畜産開発省科学研究所の意見	150
7-6	日本の協力の在り方について	151

参 考 資 料	152
(1) 参 考 文 献	152
(2) 東アフリカ(ケニア, タンザニア, ザンビア)気象表	161
(3) 農 家 調 査 表	170

第1章 調査団の派遣

第 1 章 調査団の派遣

1-1 調査目的

東アフリカ（Kenya）における半乾燥地（半湿潤地を含む）畑作農業を中心に、食糧作物に係る試験研究機関の現状と問題点を調査すると共に、農家特に小農による主要食糧作物の栽培状況を調査し、所謂、広義の乾燥地農業－Dryland Farming－の技術解析を行う。

さらに、現地調査結果と関係資料調査により、将来農業分野の技術協力計画を策定するための基準作成を図る。

1-2 調査期間

昭和60年11月21（木）～12月8日（日）

1-3 調査対象国

ケニア共和国（Republic of Kenya）

1-4 調査団の構成

表1-1 調査団名簿

No.	氏名	担当	所属
1	遠藤 寛二	団長	国際協力事業団専門技術嘱託
2	戸田 節郎	作物栽培	国際農林業協力協会技術参与
3	木内 知美	農業環境、土壌	国際農林業協力協会技術参与
4	山木 鉄司	農業研究 作物育種	国際農林業協力協会調査嘱託
5	小寺 義郎	業務調整	国際協力事業団特別嘱託

1-5 調査行程

表1-2 調査行程表

日数	月日（曜）	訪問機関	調査内容
1	11月21日（木）	東京（成田）発…21:30…BA 006…アンカレッジ経由…移動日	
2	11月22日（金）	ロンドン着…05:15…ロンドン発 20:00…BA 067…移動日	
3	11月23日（土）	ナイロビ着 07:20 国際協力事業団（JICA）ナイロビ事務所	日程打合せ
4	11月24日（日）	ナイロビ	近郊農村調査
5	11月25日（月）	午前 大使館表敬	調査内容・方法の検討
		午後 JICAナイロビ事務所	青年海外協力隊（JOCV）黒田シニア隊員との懇談

日	月日(曜)	訪 問 機 関	調 査 内 容
6	11月26日(火)	午前 農業畜産開発省表敬	科学研究所J. J. ONDEKI 次長との懇談及び調査協力要請
		午後 ジョモ・ケニアツタ農工大学 (JKCAT) 視察	杉山氏、中野氏との懇談
7	11月27日(水)	午前 ケニア農業研究所(KARI) 視察	ケニア農業研究・開発について
		午後 国立農業試験場(NAL) 視察	ケニアの土壌について
8	11月28日(木)	午前 国立乾燥地農業試験場 (NDFRS) 視察	半乾燥地農業事情及び研究の現状について
		午後 地区農業事務所 (DAO) (MACHAKOS) 表敬	MACHAKOS 農家調査について
9	11月29日(金)	午前 MACHAKOS (IVETI SOUTH)	農家調査(戸田・木内・山木団員)
		午後 MACHAKOS (KANGUNDO) 農業畜産開発省	農家調査(戸田・木内・山木団員) 作物生産局MOWERE 局長との懇談(団長・調整員)
10	11月30日(土)	ナイロビ	資料収集及び団員打合せ
11	12月1日(日)	ナクル	農村概況調査
12	12月2日(月)	午前 国立園芸試験場(NIRS) 視察	研究内容、成果について、(試験場長、岩崎専門家)との懇談
		午後 KIAMBU (THIKA)	農家調査(岩崎専門家)
13	12月3日(火)	午前 NDFRS・ITHOOKWE 支場	半乾燥地農業事情・研究の現状について
		午後 KITUI (MATINTANI)	農家調査
14	12月4日(水)	午前 大使館	調査結果概要報告
		午後 ナイロビ	資料整理
15	12月5日(木)	午前 農業畜産開発省	科学研究所WAPAKALA 局長・調査概要報告
		午後 JICA ナイロビ事務所 ナイロビ発…22:59…AF 466…リヨン経由…	調査結果概要報告 移動日
16	12月6日(金)	パリ着…07:45	移動日
17	12月7日(土)	パリ発…11:35…AF 270…モスクワ経由…	移動日
18	12月8日(日)	東京(成田)着…09:45	

(付) 訪問機関の略語説明

- (1) KARI : KENYA AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
- (2) NAL : NATIONAL AGRICULTURAL LABORATORY
- (3) NDFRS : NATIONAL DRYLAND FARMING RESEARCH STATION
- (4) NIRS : NATIONAL HORTICULTURAL RESEARCH STATION
- (5) DAO : DISTRICT AGRICULTURE OFFICE
- (6) JKCAT : JOMO KENYATTA COLLEGE OF AGRICULTURE & TECHNOLOGY

1-6. 面会者リスト

(1) 日本国大使館

鈴木 忠 参事官
中野 修 一等書記官
西谷 嘉光 二等書記官

(2) 国際協力事業団 (J I C A) ナイロビ事務所

高橋 昭 所長
熊野 秀一 職員
海保 誠治 職員
末森 満 職員
黒田 謙吾 青年海外協力隊シニア隊員

(3) 農業畜産開発省

Mr. WAPAKALA 科学研究局長
Mr. M. O. WERE 作物生産局長
Mr. J. J. ONDIEKI 科学研究局次長

(4) N H R S

岩崎 寿光 派遣専門家 (果樹栽培)
露木 正美 中央開発 K.K. (コンサルタント)

(5) J K C A T

杉山 隆彦 リーダー代行
中野 武 アシスタントチームリーダー

(6) K A R I

Dr. B.M. MAJISU : DIRECTOR
Dr. A.M. MAILU : HEAD ENTOMOLOGY
Dr. D.M. OKIOGA : DIRECTOR PLANT QUARANTINE
Mr. J.O. MUGAH : HEAD AGRICULTURE METHOROLOGY
Mr. J.R. OKALEBO : SOIL CHEMIST
Mr. A.M. KILEWE : SOIL PHYSICIST
Mr. J. NJUGUNA : PLANT PATHOLOGIST

(7) N A L

Mr. G. HINGA : DIRECTOR
Mr. F. N. MUCHENA : DEPUTY DIRECTOR (HEAD OF SOIL)

(8) N D F R S

Mr. P.K. KUSEWA : DIRECTOR
Mr. J.K. ITABARI : HEAD AGRONOMY
Mr. L. MUHAMMAD : HEAD FARMING SYSTEM
Mr. E. ELUNGATTA : HEAD ANIMAL PASTURE

(9) NDFRS · ITHOOKWE SUB · STATION

Mr. D.M. MUTINDA : TECHNICAL ASSISTANT

(10) N H R S

Mr. S.K. NJUGUNA : DIRECTOR
Mr. G.K. KINYOA : ENTOMOLOGIST

(11) MACHAKOS DAO

Mr. C.N. MAINE : DISTRICT AGRICULTURE OFFICER
Mr. P.K. WAHID : EXTENSION OFFICER
Mr. F.M. KITHOKO : AGRICULTURE OFFICER

MACHAKOS DAO (KANGUNDO)

Mr. P.K. KUSEWA : DIRECTOR
Mr. JAMES NJOROGE : EXTENSION OFFICER
Mr. JOSEPH NMUSCMBI : AGRICULTURAL OFFICER
Mrs. FIORANCE KAKOOZA : AGRICULTURAL OFFICER

(12) THIKA DAO

Mr. J.S. MATHENGE : AGRICULTURE OFFICER
Mr. J.M. MBUGUA : AGRICULTURE OFFICER
Mrs. J. MUIRURI : AGRICULTURE OFFICER

(13) KITUI DAO

Mr. P.M. ITHINJI : FARM MANAGEMENT OFFICER
Mr. J. KIURI : EXTENSION OFFICER
Mr. J.N. NDOTHYA : EXTENSION OFFICER

1-7. 調査対象国選定の経過

本調査の目的は「東アフリカ半乾燥地の農業協力計画基準作成」にあるが、諸般の事情によりケニア1ヶ国についてケーススタディを行うこととした。

ケニアを選定した経過を整理すると以下の通りである。

(1) 東アフリカ地域(選定対象国)

熱帯アフリカの地域区分—FAO(1978)—では、東、西、中央、南の4区分とし、東

図1-1 熱帯アフリカの地域区分



^a Excluded from most statistics for lack of data

Source: Map projection FAO (Higgins et al 1978); regional sub-division by author.

アフリカは、ジブチ、スーダン、エチオピア、ケニア、ソマリア、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、タンザニアの9ヶ国である。

しかし、本調査の選定対象国は、島国のコモロ、マダガスカル、モーリシャス、レユニオン、セイシェルおよび気象条件等の異なるスーダンを除き、他方、FAOの区分では南アフリカに入るマラウイ、ザンビア、ジンバブエ、モザンビークを加えた12ヶ国とした。

「図1-1」参照。

(2) 選定の経過

調査国の選定にあたり、調査活動および技術協力に関連する指標として、大使館、JICA事務所設置の有無、日本との協力の実績、東アフリカの気象条件などの検討を行った。

その結果、大使館、JICA事務所設置国としては、エチオピア、ケニア、マラウイ、タンザニア、ザンビア及びジンバブエの6ヶ国があげられる。

他面、半乾燥地における小農の食糧生産技術調査の視点から、天水畑において年2回雨期をむかえる地域と年1回雨期の地域をあげる必要がある。

このため、上記6ヶ国の中からケニア山(5200m)のあるケニアとキリマンジャロ山(5895m)、メル山(4565m)のあるタンザニアを、モンスーンの影響を受け、大雨期(3~5月)と小雨期(10~12月)のある国として、また、標高900~1500mの台地にあるザンビアを、年1回の雨期(12~3月)のある国として夫々選定した。

この中より1ヶ国を選ぶとすれば、タンザニア、ザンビアを除いてケニアとした。その理由は次の如くである。

- 1) 対アフリカ食糧・農業問題総合対策調査国の対象国である。
- 2) 東アフリカの中心国であり、農業研究機関のケニア農業研究所(KARI)は、ウガンダ、タンザニア、ケニア3ヶ国の共同研究所であった歴史を有する。また、文献、資料ももともと整備され、その水準も高い。
- 3) 先進各国の協力が行なわれており、これに伴った報告、資料等も多い。
- 4) ケニア自体の資料も多く、JICA保有資料もアフリカでは最も多く(約90件)、しかも高く評価されるものである。

第 2 章 総 括

第2章 総 括

2-1 半乾燥地の小農の行う農業の定義について

2-1-1. 本調査は「東アフリカ半乾燥地農業協力計画基準作成調査」という名称で行われた。

調査の結果、4つの問題点に気付いた。

(1) 第1点は、ケニアでは、われわれのいう半乾燥地農業のことを「半乾燥地農業 (Semi-dryland Farming)」とも、「乾燥地農業 (Dryland Farming)」とも呼び、むしろ国立乾燥地農業試験場 (National Dryland Farming Research Station) の名称に見られるように、後者が多いことである。

ケニア政府関係官の説明によれば、年雨量 200 mm 以下が乾燥地、200~800 mm が半乾燥地であり、気候地帯区分図にも記されている。

しかし、ケニア関係者は、上記の乾燥地は灌漑なしでは農業は行い得ず、且つ、巨費を投じて灌漑を行うことは困難であることから、農業の対象地と考えず、放牧専用地と考えるのが通例のようである。

上記の半乾燥地を農業の限界地 (Marginal land) と考えているので、乾燥地農業とは、半乾燥地の農業を指しているのである。

(2) 第2点は、上記の半乾燥地の定義は、長年月の平均値によっているものであり、常時そうであるわけではないということである。

例えば、国立乾燥地農業試験場のキツイ支場の気象記録を見ると、寡雨の年は 300 mm 以下、多雨の年は 1,000 mm を越す (比較的多雨の年が多い)。

従って、ソルガム、ミレットと牧畜の組合せが半乾燥地農業経営の主流であるとされているが、マチャコス、キツイ等の農民は、ほとんどがトウモロコシ+豆類を基幹とするものの、相当な面積を、コーヒー、果樹に向け、且つ、ある程度の家畜を保有する経営を行っているのである。

(3) 第3点は、東アフリカに共通する「半乾燥地農業」の想定は難しいのではないかとということである。

(4) 第4点は、小農は自給用食糧生産、大農 (エステートを含む) は、非食糧換金作物生産という固定観念は、ケニアの場合必ずしも妥当ではなく、小農は前記の経営を行い、小麦は大農に栽培されるという事実がある。

従って、今回の調査の結果作成した後記の基準も、この実態を踏えたものにすべきであるということである。

2-2 調査の方法

- (1) 可能な限り資料を収集し、事前調査の上、ケニア政府農業畜産開発省及び研究機関あての質問表と、農家調査用紙を作成し、あらかじめケニア側に送付した。
- (2) ケニア到着後は
 - 1) 在ナイロビの大使館、国際協力事業団事務所及び青年海外協力隊黒田シニア隊員から現状の説明を受け、意見交換を行った。
 - 2) ケニア農業畜産開発省及び各研究機関(いずれも前掲)の現状視察及び意見交換を行った。
 - 3) マチャコス、チカ及びキツイの3地区で、8戸の農家の面接調査及び視察を行った。この往・復路及び農家圃場等で若干の土壌調査を行った。
 - 4) また、可能な限り資料収集を行った。

2-3 調査結果の概要

- (1) 調査は順調に進行し、所期の成果を得た。
 - 1) 調査団到着の直前に、タンザニアにおいて青年海外協力隊員の大交通事故が発生し、大使館、事務所、協力隊は多数の人員を現地派遣し、きわめて手薄の状況にあったにも拘らず、万全のご協力を与えられた。
キツイ地区調査の際は、寺内恭子隊員のご配慮をわずらわせた。
 - 2) ケニア側も、地方の出先機関に至るまで、徹底した指示を行い、十分な協力を与えられた。
記して、深甚の謝意を表する次第である。
- (2) ケニア農業畜産開発省との意見交換
 - 1) ケニア側から、日本調査団の来訪が相次ぐが、本調査団とそれらとのちがひ、及び本件は、将来いかなる協力事業につながるかとの質問を受けた。
当方は、本調査は、
 - ① ケニア1国のみを対象としない。
 - ② 直ちに事業にはつながらない。
 - ③ 国際協力事業団の性格上、当然将来の協力に反映させるべく調査している。
 - ④ 日本には年雨量1,000 mm以下のところはなく、協力要請を受けた場合に備え、対処方法の基準をつくる目的である。
 - ⑤ ケニアを選んだのは、アフリカ中、最高技術水準にあり、文献資料も最も整っているからである。と説明したところ、納得と満足の意を表した。
 - 2) 意見交換により次の諸点が明らかになった。

- ① ケニア側は、われわれのいう半乾燥地を農業限界地と考えており、乾燥地農業試験場は、これを対象として試験を行っている。

乾燥地については、東部のカリッサ等で、一部、灌漑事業と組合せた植民計画を試行しているが、一般には、放牧以外の方法なしとしている。

- ② 半乾燥地農業のための奨励技術は、土壌、水分の保全と、乾魃をさけるための、低収でもよいから早生の作物品種の導入であるとしている。

この点は、各研究機関も一致している。

- ③ ケニア政府の当面の食糧増産は、降雨のある、準高ポテンシャル地域（具体的には、ニャンザ州、西部州及びケニア山麓）で、多少の灌漑を行い、陸稲を含む稲作を相当取入れようという方向にある。

半乾燥・乾燥地での増産は、技術的に難しいこと及び巨費を要するため、当面は取上げないという。

- ④ マチャコス（正確にはカトマニにある）乾燥地農業試験場への援助の要請の有無を質したところ、

同試験場は援助過飽和であり、日本の援助参入の余地はないと答えた（科学研究所長）。

この点、大使館及び事業団事務所がケニア側から得ている情報と完全に一致する。

（註：別途ケニア側対援助国提案を入手したところ、Appendix中に、同試験場への資金的（Financial）援助と、同場の2分場設置への資金的援助の必要性が記載されていることを発見したので、目下、事情照会中である）

- ⑤ 日本への期待事項をきいたが、明確な事項例挙はなく、援助国会議できいてくれと答えた。

しかし、援助は始めたら、効果定着まで継続してほしい。途中で打切られると、財政力がなないので、元に戻ってしまい（註：園芸試験場で、日本の行った養蚕、オランダの行った豆類の育種が、援助終了後立ち枯れ状態になっている実例を見た）こと、ローカルコスト負担力が乏しいことを述べていた。両件とも、財政力の弱さが原因である。

(3) 各研究機関の調査結果

- 1) 研究機関は一般に、運営費が乏しく、装備も貧弱且つ、旧式である。

但し、現業的業務の多い国立農業試験場（正確には、国立農業実験所）は、やや装備、予算に恵まれているようである。

- 2) ケニア農業研究所

当初、東アフリカ3地域の農業研究所として設立されたため、現在は大部分は、ケニ

アのための研究を行っているが、一部、植物種子検疫など、アフリカ全体をカバーする業務を残しており、それを誇りとしている。

予算の80%が給料である由で、装備は、まれに最新のものもあるが全体に旧式且つ貧弱である。

スタッフは十分いるが、土壤保全は欠員になっているという。

農業畜産開発省の科学研究所と統合する計画があるが、pendingになっている由である。

3) 国立農業試験場

National Agricultural Laboratoryであるから、正確に云えば、国立農業実験所であろう。

土壤調査、病害虫防除等の現業的業務が多く、普及用資料の刊行・提供も行っている。今回の調査対象中では最も豊かで、装備もよく、活発であった。

ここでは、白人の研究者も見かけた。

4) 国立乾燥地農業試験場

① 日本では、マチャコス試験場といわれているが、マチャコスから12kmはなれたカトマニにある。

② 圃場試験重点で、トウモロコシ、豆類の試験、土壤・水保全、小規模経営の畜産等の試験、カンショの遺伝子保存など、相当活発に動いている。

③ 外国・国際機関の援助が多いというが、建物、施設、機材は貧弱である。援助は、圃場試験の運営費中心に行われているのではないと思われる。

④ 研究・奨励の重点は、乾熱回避のため早生品種の導入と、土壤・水保全の手法にある。

⑤ 同場は「カトマニメイズ」の育種で有名であるが、最近は新品種は出していない。

5) 国立乾燥地農業試験場イトクエ支場

① 仮小屋1つのほか、建物、施設は何もない。灌漑施設もない。トラクター1式を保有している。

② 給料を除く予算は15,000~20,000シリングにすぎない(日本円で十数万円)。

③ しかし、場長は若いが優秀であり、データの管理もしっかりしている。

④ こども外国の援助で試験を行うことがあるというが、建物・施設・機材はほとんどない。

6) 国立園芸試験場

① 今回の調査対象外であったが、周辺農家の調査を行う途次立寄った。

② マカダミアナッツ試験は順調に進んでいる。

- ③ 無償資金協力による園芸試験場建設工事は順調で、2月には完了の予定であるが、ケニア側負担分は全く手が着いていない。
- ④ 園芸試験場は、自ら行う試験の他、各地、各機関の行う園芸試験の統括を行っている。
- ⑤ 場長は、当场強化の援助が必要である（経済、技術ともく種苗も含み）という。
- ⑥ 当场で、以前に個別派遣専門家による養蚕協力は（普及せず、7年で打ち切り）、協力打ち切後は予算がなく、辛うじて生き残る程度になっていた。オランダが12年続けた豆の育種協力も同様である。

ガラス室のガラスが破れても、修理できないとのこと。

7) ジョモ・ケニアッタ農工大学

- ① 調査対象外であるが、日程に余裕ができたので訪問し、見学及び杉山リーダー代行、中野アシスタントチームリーダーの説明をきいた。
 - ② 今回調査した研究機関のいずれよりも、建物、施設、機材（あまり高度の研究用はない）等の整備状況が優れている。
 - ③ 農学部も2回の卒業生を出し、プロジェクトは順調であるという。
- 8) 以上諸機関は、「人」は優秀の部に属するが、施設、機材及び運営費はきわめてよくない。

この点を科学研究局長に質してみたが、全く回答がなく、援助を求めることもなかった。

園芸試験場以外からは、何も要望はなかった。

(4) 農家調査

- 1) マチャコス周辺で4戸、チカ周辺で2戸、キツイ周辺で2戸、計8戸の農家を調査した。

地区農業事務所（キツイでは、イトクエ支場長も参加）職員の案内で視察及び詳細なききとり調査を行った。

また、圃場の土壌調査を行った。

- 2) 地区の職員は若く、有能であり、農家との接触も平生からよく行われているようであった。対象農家が「コンタクト農家」であったためもあろうか。
- 3) 対象農家は、1戸（キツイ）が果樹主体であったほかは、トウモロコシ+豆類の混作を基幹とし、コーヒー、果樹、工芸作物等を取入れ、多少の家畜をもつ、5エーカー前後の小規模農家であった。
- 4) チカの1戸は圃場ごとに、トウモロコシ、豆類等の単作を行っていたが、他は、トウモロコシ+豆類の混作が基幹である。
- 5) いずれにしても、小農は食糧生産で自給主体、大農・エステートは換金作物というこ

は、必ずしも成立せず、小農も前述の換金作物を導入しており、小麦は大農・エステートにつくられている。

6) マチャコス、キツイ周辺では、牛耕があるという。また、ここへの往路で、実際の牛耕—小型のボトムブラウを2頭でひく—を見た。

さらに、調査農家も牛耕すると答えたものもあったが、実際に鋤（あるいはブラウ）を持っているものは1戸のみであった。

7) 政府の奨励する早生品種導入及び土壌・水分保全のテラス工は、よく行われている。無肥料、無農薬、無灌漑の農法としては、手段を尽している。

しかし、テラス面は水平でなく、やや傾けてあり、土壌侵蝕はかなりはげしく起っている。寡雨といっても、6～9月には全く降らないで、他の期間はかなり降るので、侵蝕を免れない。

試験場は、草生の承水路をつくり、溜池に導入せよと奨励するが、農家に普及しないという。

8) 家畜飼養は、気象災害等で不作の場合の収入源として行うのだと、どの農家も明言している。

9) 小農は、豊かではなく、事情によって所得格差があるようであるが、上記の8戸は優良農家ばかりである。

10) 現在の金融制度（大使館西谷書記官の調査資料がある）は、小農、とくに混作を行う農家に不利にできており、政府も検討を考えているということである。

2-4 調査結果から得られた基準作成上の問題点

(1) 東アフリカの場合、乾燥地は農業対象外と考えられており、ケニアで乾燥地農業というのは、われわれのいう半乾燥地農業のことである。

(2) ケニアの小農の場合、地域のいかに拘らず、トウモロコシ+豆類を中心とすることに変わりはない。

半乾燥地でも同じである。

(3) ケニアの関係官らは、全くの乾燥地では灌漑なしの農業は成り立たず、一般には、灌漑による農地拡大をする気はない。

半乾燥地は、灌漑なしで何とか農業のできる地域をいうと考えられるので、われわれの基準も、その実情を十分考える必要がある。

(4) 現在、政府指導事項は、きわめてよく行われており、低生産なりに、バランスのとれた作付システムになっている。

個別技術の1つを改善しようとするれば、全技術をパッケージして向上させなければ、破

たんを来すおそれがある。

従って、安全なより高いシステムの発見のための研究は一つのテーマと考えられる。

しかし、この際、コスト・ベネフィット及び、生産手段の入手可能性を十分配慮する必要がある。

諸外国の援助に、施設、機材類が少いのも、この点の配慮があるのかも知れない。

(5) これらの点から、家畜もあり、換金作物もあり、穀物・豆類もある。小農の現状を若干引上げる程度の計画基準にとどまらざるを得ないし、それが正しいと考えられる。

(6) 一方、ポストハーベストの問題は、今回の調査対象ではなかったが、この方で、何パーセントかの向上は期待できるのではないかと考える。

今後は、貯蔵倉庫建設のような方法以外の技術問題での協力も検討してはどうか。

(7) 今年が多雨であり、真の乾燥状態を見ることができなかったため、この点に問題が残る。

(8) 今回の調査では、基準作成までには至らず、そのための要素を明かにするに留まったが、この面の経験の深い3氏が、十分な資料調査、農家調査の末、作成された報告であるので、ご参考に供し得ると考える。

2-5. 今後の方向について

(1) 調査の結果、ケニアの半乾燥地の小農の農業経営は、低生産なりにバランスがとれており、それを破ることは危険である。

従って、生産技術面の改善よりも、むしろポストハーベストの改善への協力の方が安全なように思われる。

(2) しかし、この停滞状況のままでは、将来困ることになる。

その打開には、より高生産のシステムの開発が必要である。

1) その1つは、灌漑を取入れたシステムであり、

2) 他の1つは、無灌漑のシステムであるが、

いずれにしても、パッケージ技術の開発への協力が必要と考えられる。

この種の協力は、長年月と、相当の経費を要すると思われる。

(3) 当方が事前に想定した乾燥地農業試験場への研究協力は、われわれの目からは、なお、十分必要なことであるが、先方に明らかに否定され、わが在外機関も見込なしとしているので、当面これを推すわけには行くまい。

(4) 在外機関がきいている、東部のガリッサ(乾燥地)の灌漑・植民計画、あるいは、ニヤンザ、西部、ケニア山麓の灌漑中心の漠然たる期待については、ケニア山麓のムウェア灌漑の調査協力に着手した段階であり、プロジェクトの具体化は、今、明年のことにはなるまい。

さらに、いずれもナイロビからは遠隔地である点も問題である。

- (5) 今回の調査で感じ、また、在外機関もいうことであるが、ケニア側は、積極的に、わが国への要請を明示しない傾向があるので、先方の農業畜産開発省の関係者と長期にわたって意見交換できる識見のある長期調査員、又は専門家を派遣して、真意を把握が必要であると思われる。
- (6) ケニアでさえ、ローカルコスト負担力に乏しいことを自ら言う状態であるので、協力を計画する場合、対東アフリカのテーマについては、その手当てをしなければ、成果が挙げず、また技術定着も見ずに終るおそれがある。
- (7) ケニアにおいては、園芸研究、林業育苗訓練の2プロジェクト、及び農業協力プロジェクト外でジョモ・ケニア工科大学プロジェクトの計3件が併存するので、早急に新テーマを探すより、これらの完成に努力しながら、次期協力を研究すればよからう。
- (8) 今回、作成した基準は、今後行われる諸協力（調査、協力隊を含む）に伴う発生データにより、常時改善を図る必要がある。

第 3 章 東アフリカの農業環境

第3章 東アフリカの農業環境

3-1 半乾燥地の自然条件

3-1-1 東アフリカの気象の特徴

東アフリカ諸国のうち、ケニア、タンザニアはインド洋岸の低地から内陸にかけて次第に標高を増し、とくに内陸部は標高1,000～3,000 mの広大な高原が広がっている。

その中を紅海からエチオピア、ケニア、タンザニアを経て、マラウイへ続く地溝帯と、さらにその西方に、アルバート (Albert) 湖、タンガニカ (Tanganika) 湖を通り、ニャサ (Nyasa) 湖で前記地溝帯と合体する合計2本の地溝帯が走り、その断層運動の起った時に、地殻の弱線に沿うて、キリマンジャロ山、ケニア山などの大小火山が高原上に噴出しているので、その地形は複雑で、気象もその影響を受け、複雑な様相を呈している。

特に高山、あるいは丘陵の斜面は、標高による気温差のほか、降雨量の地域的分布に大きな影響を及ぼしている。

ケニア、タンザニアの属する東アフリカ気候帯の特徴は、北東季節風と南東季節風系およびそれと関連した熱帯収束帯の季節的北上と南下により、年2回の雨期のあることである。

東アフリカの赤道付近は、同緯度の西アフリカ地方に比べて、著しく雨の少い、いわゆる赤道乾燥帯となっている。東アフリカが何故西アフリカより雨が少ないか、その原因については未だ定説はない。

降雨の状況は天頂降雨型であって、太陽が天頂に来て、地上が強く照らされると空気が上昇し、東西に延びる低温部が出来、それに向って南北から空気が流れ込む。これがいわゆる熱帯収束帯の形成で、そこに雨を多く降らせる型である。この雨を天頂雨と云い、この型の降雨は季節の変化とともに、太陽が真上から照らす地点が異なるので、それに呼応して雨の降りやすい地帯が移動する性質を持つ。

赤道直下の東アフリカでは、太陽が天頂に来るのは3月下旬と9月下旬の春、秋分の頃である。

しかし熱帯収束帯は太陽の季節的北上、南下に対して、約4～6週間遅れて移動する。したがって原則として、4月末から5月までと、10月末から11月までの、前後2回の雨期が現われる。

4月の太陽は北上し、10月の太陽は南下の途中なので、4～5月の雨期は南のタンザニアで早く始まり、北のケニアでは遅く始まる。一方、10～11月の雨期は逆にケニアでは早く始まり、タンザニアでは遅くなる。南北両回帰線の間にはさまる地方では、太陽は2回天頂に来る。

しかし南緯10°より南の地方(北緯の場合も同じ)では、太陽は南下し天頂を通り、南回帰線から北上して天頂を通るまでの期間が短かいので、高日期(太陽高度の高い期間)は事実上1回となる。したがって雨期も1回しか現われぬ。南緯10°以南のタンザニア南部やザンビアでは雨期は大体11~12月から、4~5月までの1回である。

降雨の分布と変動は、地形の影響が強く、複雑を極める。降水量も大部分は年平均500~1,500mmであるが、200mm以下の乾燥地から、2,500mm以上の多雨地帯も存在する。東アフリカは赤道直下としては雨量の少ないのが特徴であることは前述したが、年次変動も温帯に比べて激しいので、小雨、地域内変動、年次変動の激しさは、農業上に多大の影響をおよぼし、キメ細かい施策で対応する必要がある。

気温が赤道直下である割合に低く感じられるのは、標高1,000m以上の高原、山地が多いためである。高山では万年雪や氷河が存在するほど低温である。しかしインド洋岸の海岸低地は高温・多湿であり、それに続く内陸の低標高地帯は高温・乾燥である。気温の年較差は少く、日較差は大である。ケニアの平均気温は高地の10℃以下から低地の30℃、平均最高気温も同じく16℃から36℃、平均最低気温は4℃以下から24℃の広さにわたる。ザンビアでは6~7月の乾期は寒い乾期と称し、西部では7℃まで下る。しかし、東部・北東部は最低気温は比較的高く、10~13℃である。晴天の時は夜に霜をおくことが年に数日~10日程度ある。しかし、11,12月には平均36~37℃にも上がる。

3-1-2. 東アフリカの気候区分

東アフリカは気候が多様であるため、倉嶋厚はケニア、タンザニア、ウガンダについて「図3-1」に示すように10区分している。

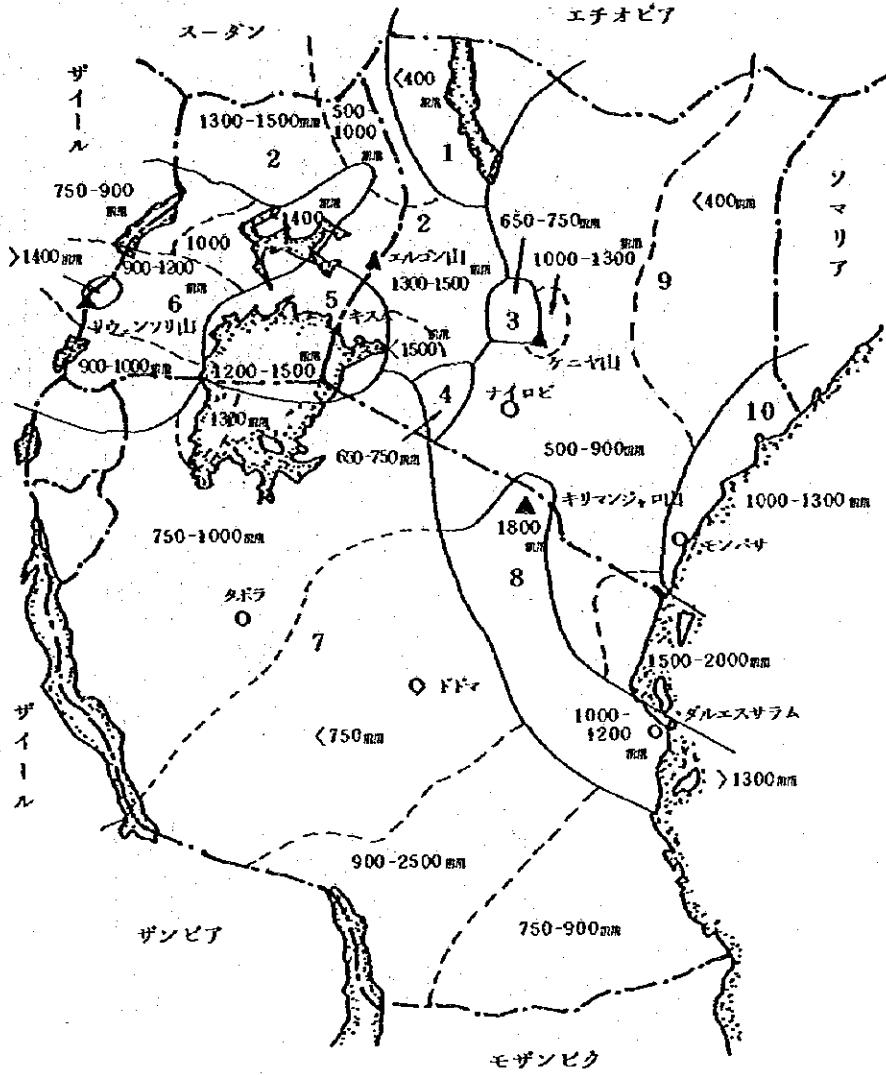
この区分は、①雨季の開始と終了の時期、②年降水量の変動度、③気温の特徴、などにより区分されている。図で分るように、ケニアはNo.9気候を中心にNo.1~5およびNo.10が存在し、タンザニアはNo.7が中心で、その東にNo.8が、一部にNo.6と9が存在する。これら気候区の特徴は坪井八十二により「表3-1」のように取りまとめられている。

なお、ここで云う雨期とは平均月降水量が、平均年降水量の $\frac{1}{12}$ 以上の期間を云い、年降水量の変動度とは、過去の個々の年降水量の極大値と極小値の差を平均年降水量で除した数値で、値が大である程、変動が激しいことを意味する。

3-1-3. 東アフリカの農業気象区分

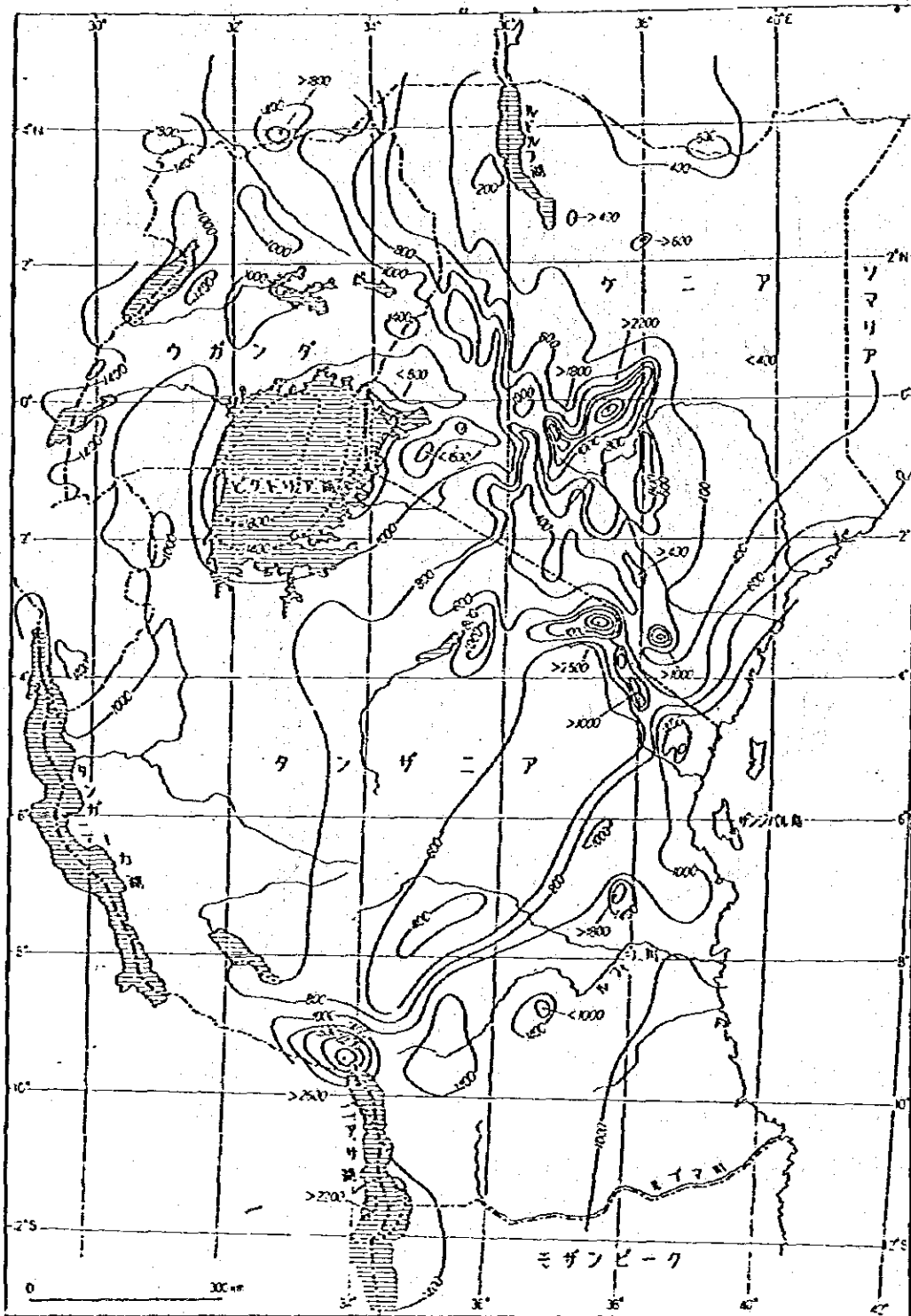
雨量の少い東アフリカには、乾燥地、半乾燥地が、インド洋岸と内陸の高地の中間の高

図3-1 東アフリカ (Kenya, Tanzania) の気候区分



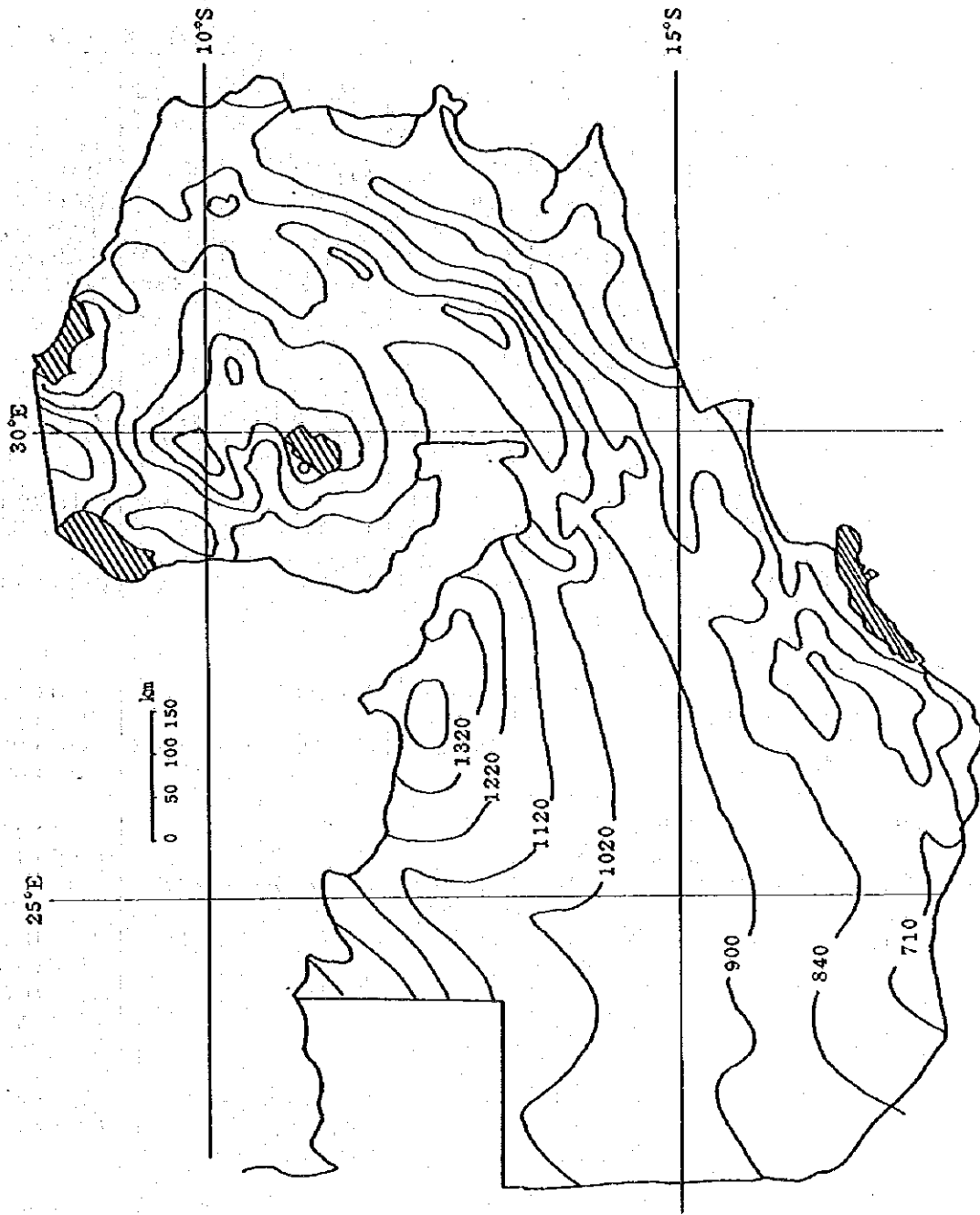
注) 出所：アフリカの気候 1972 古今書院

図3-2(A) 東アフリカ (Kenya, Uganda, Tanzania) の年降水量



出所：図3-1に同じ

図3-2(B) 東アフリカ (Zambia) の年降水量



(注) 出所：ザンビア共和国に於ける地域開発適地判断資料 (1984) JICA

表3-1. 東アフリカ(ケニア, タンザニア, ウガンダ)の気候区分

(倉嶋から坪井作表)

気候区分	地域	小気候区数	雨季	年降水量	変動度	降水日数	乾季	気温・風・その他	
1	ケニア北西部トウルカナ湖周辺	1	3~5月(主) 11~12月(従) 7・8月に強雨	380mm以下	変動はかなり大きい (0.8)	20日程度		3月が最暑, 月平均31℃, 8月が最涼(28℃), 年較差小, 日較差大(11℃)	
2	ウガンダの北からケニアの北西部	3	4~9月の1期	500~1,500mm 南部1,500mm以上 北東部は少雨		100~150日	1月が乾燥月で, 25mm以下	気温日較差は北(11℃)より南部(17℃)が大	
3	ケニア山西側の小さい気候区	1	4~5月(主) 8~11月(従)	650~750mm	500~1,000mmの間を變動	110日		気温日較差14~17℃	
4	ケニアのナイロビ北西方の小さい区	1	11~5月の1期	650~750mm	250~1,250mmの間を變動	100日	6~11月 月25mm以下		
5	ビクトリア湖北部周辺	1	3~6月 10~11月	1,200~ 1,500mm	ケニア地区0.4 ウガンダ地区0.8	125~155日	乾季にも雨が降る	気温日較差8~14℃ 湖風と陸風が発達	
6	西ウガンダ地域 ビクトリア湖の北部から西部	4	北: 4~5月, 10~11月 (更に東西に小区分)	750~1,400mm 東の方が多い	比較的小 (0.5)	70~140日	1月が乾燥月	日較差8~9℃	
			中: 3~5月, 9~11月	900~1,200mm	750~1,400mmの間(0.5)	140~180日		日較差12℃, 年較差1~2℃	
			南: 2~5月, 9~12月	900~1,000mm	750~1,500mmの間(0.6)	20~160日	6・7月が乾燥月	日較差12℃, 年較差1~2℃	
7	タンザニアの北部, ウガンダの国境から南東に伸びインド洋の海岸に到る地域, タンザニア国土の大部分を占める	5	年1回のみ 潑洋: 12~5月	1,300~ 2,000mm	0.5	150日以上	なし	日較差10℃, 年較差1℃	
			北: 12~5月	750~ 1,000mm	400~1,300mmの間(0.6)	100~120日	6~8月		
			中: 12~4月	500~ 750mm	大きく1.4~ 0.6	60日	6~10月	日較差11℃, 年較差4~5℃	
			南丘: 12~4月	900~ 2,500mm	0.8	100~170日		日較差11℃, 年較差5℃	
			南: 12~4月	750~ 900mm	650~1,300mmの間(0.7)			日較差9℃, 年較差3~4℃	
8	7区の東側, キリマンジャロから海岸までの帯状地域	2	本土: 3~5月	1,000~1,200mm (斜面は1,800mm)	0.8	内陸: 70~90日 海岸: 130日 (斜面は160日)	8月又は 9月	日較差10℃ (海岸6℃)	
			島: 3~5月	1,200~2,200mm					
9	エチオピア, ソマリアの国境からケニアの中央部を過ってタンザニア北部海岸に到る地域	4	東: 3~5月(主) 中: 3~5月 11~12月	400mm以下 500~900mm	変動大 2.6~0.8	70~100日	北部6~8月 7月乾燥月	蒸発量多し(2,500mm) 日較差11℃	
			斜南: 3~5月 10~12月	1,000~1,300mm					
			海岸: 3~5月(主) 11~12月(従)	1,500~2,000mm	比較的小さく 0.5~0.7	150~200日			
10	ケニア海岸地域	1	4~6・7月 (5月が1月 250mm)	1,000~1,300mm (北が少ない)	変動大 1.1~1.6	90~140日 (北が少ない)	1・2月が乾燥月	日較差6~8℃	

- 注) ① 小気候区の数, 区別のないときを1とした。3とは小気候区が3個あることを意味する。
 ② 「アフリカの気候」東アフリカの気候区分の記述(p.128~131)から作表した。
 ③ 空欄は原文に記述がないためである。
 ④ 出所: 図3-1に同じ

原に広く分布している。

ケニア、タンザニア、ザンビアの年平均雨量分布は「図3-2」の通りであって、ケニア北東部の大部分、タンザニア南部には400mm以下の少雨地帯があつて、それらはほとんど農業に利用されていない。

ザンビアは年降水量に関する限りでは、そのような地帯はないが、長い乾期のあることが農業を制約している。これら乾燥地と内陸の高地の多雨地帯の中間が、いわゆる半乾燥地である。

半乾燥 (Semi-arid) の意味する内容については、使用する人によって多少の差異はあるようであるが、此処では Kenya Soil Survey によってケニアで用いられている農業気候帯 (Agro-Climatic zone) の用語と分類によることにする。

表3-2 有効水分量別地帯区分の境界規準とその気候表示・地帯の面積

Zone (地帯)	r/Eo ratio	r/Eo ratio in %	climatic designation (気候表示)	地帯の面積 ×1,000 ha %	
I	> 0.8	> 80	humid (湿潤)	2,540	4.3
II	0.65 ~ 0.80	65 ~ 80	sub-humid (亜湿潤)	2,380	4.1
III	0.50 ~ 0.65	50 ~ 65	semi-humid (半湿潤)	2,570	4.4
IV	0.40 ~ 0.50	40 ~ 50	semi-humid to semi-arid (半湿潤~半乾燥)	2,870	4.9
V	0.25 ~ 0.40	25 ~ 40	semi-arid (半乾燥)	12,640	15.0
VI	0.15 ~ 0.25	15 ~ 25	arid (乾燥)	26,530	45.6
VII	< 0.15	< 15	very arid (極乾燥)	58,260	100

r = average annual rainfall (年平均雨量)

Eo = average annual potential evaporation (年平均ポテンシャル蒸発量)

注) Exploratory Soil Map and Agro-climatic Zone Map of Kenya (1980),
Kenya Soil Survey, Nairobi

「表3-2」はケニアの全土を r/Eo^* を指標として7区分している。半乾燥 (Semi-Arid) 地帯は r/Eo が 25~40, Semi-humid ~ Semi-arid 地帯は 40~50 の地帯とされる。ケニアでその分布は、インド洋沿岸のやや内陸部と、マチャコス (Machakos), キツイ (Kitui), ナロク (Naroku), エムブ (Embu), ライキバ (Laikipa), パリンゴ

注) * 降雨量とポテンシャル蒸発量 (一定の開放水面上からの蒸発量) の比であつて、この値が高いと有効な水分が十分であることを意味する。

(Baringo), サンプリ (Samburi), 西ポコト (West pokot) Districts に分布し、全面積の約 20% に当る。

これら地帯を含めて、それぞれの地帯で栽培出来る作物、牧畜、林木についての一応のガイドは「表 3-3」に示してある。この表で破線の部分は最適の生育に対して、過乾、過湿の可能性のあることを示す。しかしこの表は農業気象上からの判断を示したものであって、栽培技術の改良や、品種間差などは考慮されていない。技術改良の点から見ればむしろ破線部分こそ、重点改良目標になるとも考えられる。

この区分に従って作物の生育日数を定めると「表 3-4」の如くなり、半湿潤-半乾燥 (Semi-humid ~ Semi-arid) および半乾燥 (Semi-arid) 地帯ではそれぞれ平均 180 ~ 235 日、および 110 ~ 180 日であり、その制限因子も Husbandry (耕作技術)、雨量、土壌肥沃度となる。

表 3-4 有効水分量地帯区分別潜在生産力と制限因子

	r/Eo ratio %	r/Eo ratio %	平均生育日数	1日潜在生産力 (kg乾物/ha)	年潜在生産力 (kg乾物/ha)	最高生産に対する主要制限因子 (概ね重要度順に記載)
i	>80	>100	365	>80	>30,000	土壌肥沃度, 耕作技術, 排水
ii	65~80	80~100	290~360	65~80	20,000~30,000	土壌肥沃度, 耕作技術, 排水
iii	50~65	65~80	235~295	50~65	12,000~20,000	土壌肥沃度, 耕作技術, 降雨量
iv	40~50	50~65	180~230	40~50	7,000~12,000	農耕, 降雨量, 土壌肥沃度
v	25~40	30~50	110~180	25~40	3,000~7,000	降雨量, 農耕, 土壌肥沃度
vi	15~25	20~30	75~111	15~25	1,000~3,000	降雨量
vii	<15	<20	<750	<15	<1,000	降雨量

注) 出所: 表 3-2 に同じ

この区分は土壌水分との関連では「表 3-5」に示すように、Soil Taxonomy^{注1)}の土壌水分状態 (Soil Moisture Regime) の半乾燥 (ustic)^{注2)}な状況である。

「表 3-6」は水分と植物生育との関係を一覧表にまとめたものである。

温度についてもほぼ同様の考え方で区分してあるので、数値のみを「表 3-7」に示し、植物については「表 3-8」で、面積との関係は「表 3-9」に示した。

注) 1) 土壌分類の一方式

2) ustic は一応半乾燥と仮訳

表3-3 作物、家畜生産型、森林植生と水分量の関係

zone	r/Eo min (%)	作物に適切な水分範囲 moisture range suitable for various crops	家畜生産型 types of animal production	森林植生 types of forestry species
I	> 80	rice (イネ)	(酪農) dairying	(針葉樹種) coniferous species
II	65 - 80	sugarcane (サトウキビ) tea (チャ)		(各種ユーカリ種) various Eucalyptus species
III	50 - 65	barley (オオムギ) coffee (コーヒー) pineapple (パイナップル)	牧場 ranching	various Acacia species (各種アカンパ種) Prosopis sp. (プロソピス種)
IV	40 - 50	wheat (コムギ) beans (ビーンズ) cotton (ワタ) cashew (カシュー) simsim (ゴマ) sweet potato (カンショ) finger millet (シコクビエ)		
V	25 - 40	citrus (カンキツ) pyrethrum (ジョチュウギク) Irish potatoes (アレイショ) cocoyam (ココヤム) banana (バナナ)		
VI	15 - 25	wattle (ワットル) coconut (ココナツ) tobacco (タバコ)	遊牧 nomadic pastoralism	
VII	< 15	barley (オオムギ) coffee (コーヒー) pineapple (パイナップル) wattle (ワットル) coconut (ココナツ) tobacco (タバコ) citrus (カンキツ) pyrethrum (ジョチュウギク) Irish potatoes (アレイショ) cocoyam (ココヤム) banana (バナナ) sugarcane (サトウキビ) tea (チャ) rice (イネ)		

(注) 出所：表3-1と同じ

表 3 - 5 土壤水分状態 (Soil moisture regime)
と有効水分量地帯区分 (Moisture availability zones)

Soil moisture regime	r/E_0 ratio (%)	Moisture availability zones
udic	> 55	i, ii, part of iii
ustic	31 ~ 55	part of iii, iv, part of v
aridic	< 31	part of v, vi, vii

- 筆者注) ① udic : 土壤のどの部分をとっても年間に積算で 90 日以上乾とならない。
- ustic : 土壤の一部がほとんどの年に年間で 90 日以上乾となるが、積算で 180 日以上湿な状態にあり、かつ少なくとも 90 日間は引きつづき湿である。
- aridic : 土壤のある部分で引きつづき 90 日間以上も乾である。

ここに乾とは 15 バール (永久しおれ点) 以下の水分張力で保持されている水、つまり有効水のない状態を云う。逆に湿とは 0 ~ 15 バールの範囲内張力で保持されている水分の存在する状態を云う。

② 出所: 表 3 - 2 に同じ。

表3-6 有効水分量別地帯区分(附.降雨量,蒸発量,植生,作物生産力,作物の危険性)

地帯	r/Eo (%)	分類	r		Eo 年平均ポテンシャル蒸発量 (mm)	植生	作物生産力	トウモロコシ作付の危険度
			年平均降雨量 (mm)	10,000ft 標高以上をのぞく				
I	> 80	humid	1100-2700	1200-2000	moist forest	very high	extremely low (0-1%)	
II	65-80	sub-humid	1000-1600	1300-2100	moist and dry forest	high	very low (1-5%)	
III	50-65	semi-humid	800-1400	1450-2200	dry forest and moist woodland	high to medium	fairly low (5-10%)	
IV	40-50	semi-humid to semi-arid	600-1100	1550-2200	dry woodland and bushland	medium	low (10-25%)	
V	25-40	semi-arid	450-900	1650-2300	bushland	medium to low	high (25-75%)	
VI	15-25	arid	300-550	1900-2400	bushland and scrubland	low	very high (75-95%)	
VII	< 15	very arid	150-350	2100-2500	clostat scrub	very low	extremely high (95-100%)	

注) 出所: 表3-2に同じ

表 3-7 温度区分地帯 (附. 平均最高温度, 平均最低温度, 最低温度 (絶対), 降霜, 標高)

zone	mean annual temperature (°C)	classification	平均最高温度 (°C)	平均最低温度 (°C)	最低温度 (絶対) (°C)	降霜	標高 (feet)	標高 (m)	備考
9	less than 10	cold to very cold	less than 10	less than 4	less than -4	very common	more than 10,000	more than 3050	Afro-Alpine Highlands
8	10-12	very cool	16-18	4-6	-4 to -2	common	9000-10,000	2750-3050	Upper Highlands
7	12-14	cool	18-20	6-8	-2 to 0	occasional	8000-9000	2450-2750	
6	14-16	fairly cool	20-22	8-10	0-2	rare	7000-8000	2150-2450	Lower Highlands
5	16-18	cool temperate	22-24	10-12	2-4	very rare	6000-7000	1850-2150	
4	18-20	warm temperate	24-26	12-14	4-6	none	5000-6000	1500-1850	Midlands
3	20-22*	fairly warm	26-28	14-16	6-8	none	4000-5000	1200-1500	
2	22-24*	warm	28-30	16-18	8-10	none	3000-4000	900-1200	
1	24-30*	fairly hot to very hot	30-36**	18-24**	10-16	none	0-3000	0-900	Lowlands

* 注) ① * 全国平均 (リフトベレー内とその西部では温度区分を一段階温暖化, リフトベレーの東部では一段階寒冷化する)

** 沿岸部ではそれぞれ 28-31 と 20-23 とする。

② 出所: 表 3-2 に同じ

表3-8 標高と作物の生育温度範囲

温度区分	標高 (ft)	年平均気温 Temperature (°C)	作物の生育範囲 (after Asanul, 1971)
9	> 10,000	< 10	(オオバコ) bailey (シロネ) Pyralis (アザミ) Insh potatoes (コムギ) wheat (ワタ) WATTE (ヒマワリ) SUNFLOWER
8	9000 - 10,000	10 - 12	(トウモロコシ) MAIZE (ソルガム) Sorghum (ソコバ) Nagarmulati (カンショ) sweet potatoes (サトウ) SUGAR (パイナップル) PINEAPPLE (キヌスター) castor (ビーンズ) BEANS (アラビカコーヒー) ARABICA COFFEE (カンキョウ) citrus
7	8000 - 9000	12 - 14	(ココヤシ) COCONUT (バナナ) BANANA (サザン) SASSI (タバコ) TOBACCO (ピジョンピー) PIGEON PEA (マンゴー) mango (ゴウ) GOMU (サトウキビ) SUGAR CANE (ブナナ) BUNANA (カウピー) COWPEA (キウイ) KEW (ロブスターコーヒー) ROBUSTA COFFEE (ワタ) COTTON (イネ) RICE (ブルガワ) BULGAW (ココナツ) COCONUT (ルイキ) LEUKI (カシュー) CASHEW
6	7000 - 8000	14 - 16	
5	6000 - 7000	16 - 18	
4	5000 - 6000	18 - 20	
3	4000 - 5000	20 - 22	
2	3000 - 4000	22 - 24	
1	< 3000	24 - 30	

注) 出所: 表3-2に同じ

表3-9 蔬菜気象地帯区分別面積(×1,000 ha) (Kenya)

年平均 有効水分量 地帯区分	年平均 温度(°C)		24-30	22-24	20-22	18-20	16-18	14-16	12-14	10-12	<10	地帯別面積		
	温度地帯区分	標高 (foot)										×1,000ha	%	
>80	I													
65-80	II													
50-65	III													
40-50	IV													
25-40	V													
15-20	VI													
<15	VII													
地帯別	×1000 hectoreon													
全面積	%													

注) ① 一印は地帯として存在せず
 ② 出所：表3-2に同じ