

JICA LIBRARY



1041642[8]

ケニア共和国
エネルギー・地域開発省
国家灌漑庁

ムエア地区灌漑開発計画実施調査

主 報 告 書

昭和63年3月

国際協力事業団

88. 3. 16	407
17307	83.3
	AFT

序 文

日本政府は、ケニア国政府の要請に基づき、同国のムエア地区灌漑開発計画にかかる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和62年1月から3月（実施一次調査）及び7月から9月（実施二次調査）の二回にわたって、日本工営株式会社 坂本 正氏 を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、ケニア国政府関係者と協議を行い、その協力を得て計画地域の現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経てここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が本計画の推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。






終わりに、本件調査にご協力ご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

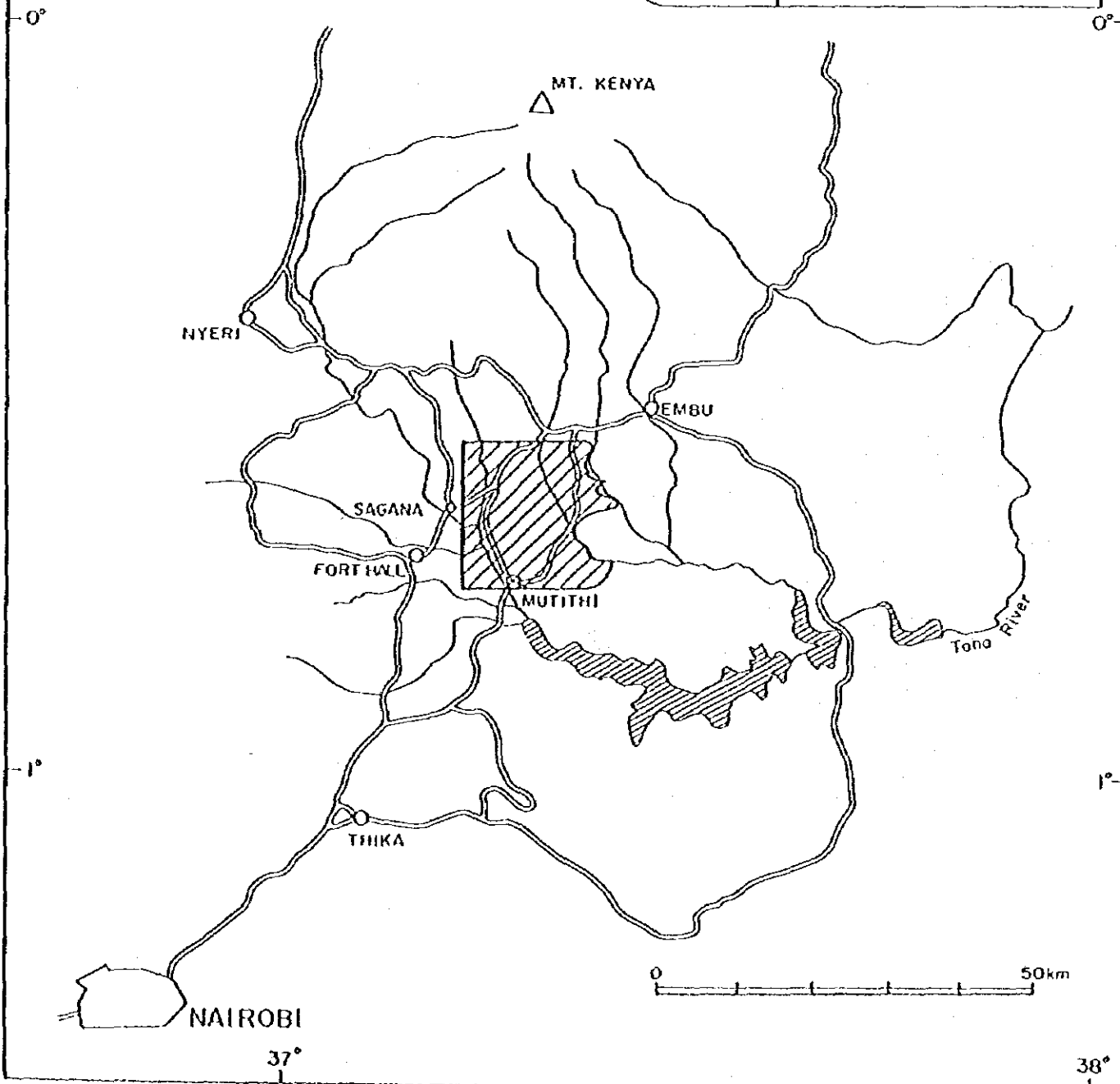
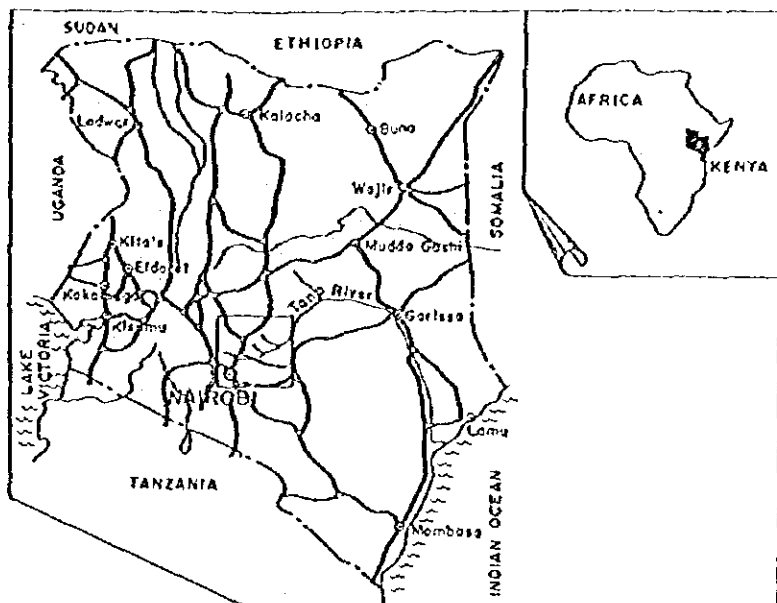
昭和63年3月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介

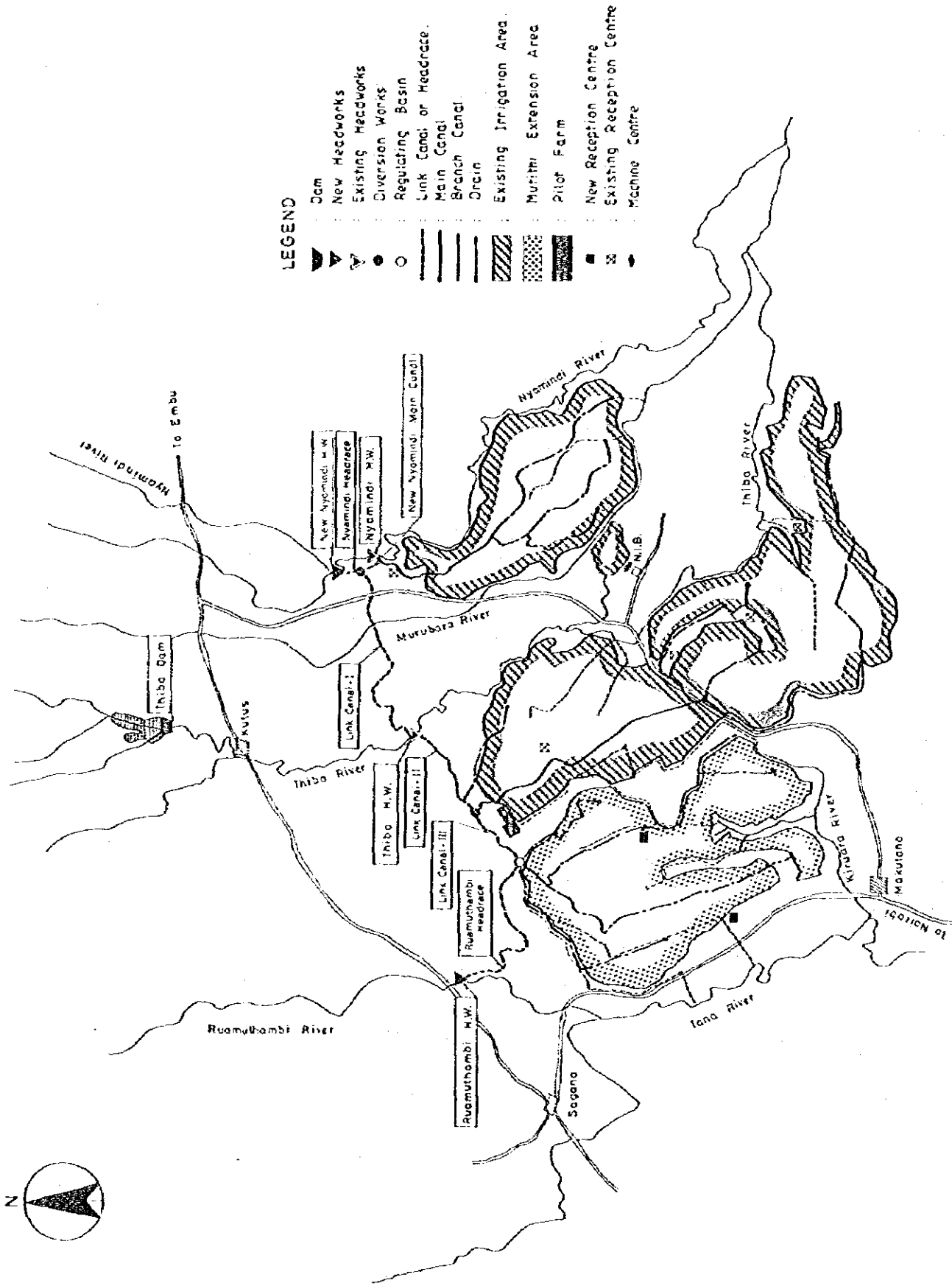
計畫位置圖

凡 例

-  計畫地區
-  首都
-  道路
-  河川
-  市街地



計画概要図



ケニア国主要経済指標

Area (1,000 km ²)/1	Land Area	Water Area	Total Area
Coast Province	83	1	84
North-Eastern Province	127	-	127
Eastern Province	156	4	160
Central Province	13	0	13
Site Valley Province	171	3	174
Nyanza Province	12	4	16
Western Province	8	0	9
Nairobi Area (municipality)	1	0	1
Total	571	12	583

Macroeconomic Indicators		1982	1983	1984	1985	1986
GDP at factor constant/1	(KE million)	2,945	3,311	3,627	4,187	4,833
Real GDP growth/1	%	2.4	3.1	0.9	4.1	5.7
Consumer price inflation/1	%	20.5	14.5	9.1	10.7	5.7
Population/1	(million)	18.0	18.0	19.5	20.2	21.0
Exports fob/1 (Excluding Re-exports)	(KE million)	546	633	755	785	958
Imports cif/1	(KE million)	900	906	1,097	1,196	1,338
Current account/1	(KE million)	-261	-89	-147	-169	-
Exchange rate/1	(KShs. per \$)	10.92	13.31	14.41	16.4	16.2

Loans Raised (million KE)/1	1984/85	1985/86
Bilateral sources		
Canada	53.0	10.1
West Germany	9.8	1.2
United Kingdom	3.1	3.1
USA	2.1	1.9
Japan	0.6	1.3
Total (including others)	158.4	89.2
Multilateral source		
International Development Association	15.7	33.1
IBRD	17.0	8.9
African Development Bank	3.0	2.8
Total	35.7	44.8
Grand Total (including others)	247.2	185.3

Principal Exports (million KE)/1	1985	1986*
Coffee	231	388
Tea	192	173
Petroleum products	116	99
Total (including others)	785	958

Principal Imports (million KE)/1	1985	1986*
Fuel and lubricants	376	239
Industry supply (Non-food)	353	408
Machinery	180	254
Total (including others)	1,196	1,338

Origins of GDP/1 (% of total)	1985	1986
Agriculture, forestry & fishing	31.8	31.8
Mining & quarrying	0.3	0.3
Manufacturing	13.3	12.8
Electricity & water	1.5	1.4
Building & construction	4.1	4.1
Trade, restaurants & hotel	12.9	14.0
Transport, storage & communication	6.9	6.8
Government services	15.9	16.8
Others, net	13.3	12.0
GDP at factor cost	100.0	100.0

Main Destination of Exports (%)/1	1985	1986
United Kingdom	17	14
West Germany	12	14
Uganda	9	7
Netherlands	7	9
U.S.A.	7	9
Japan	1	1

Main Origin of Imports (%)/1	1985	1986*
United Arab Emirates	19	8
United Kingdom	14	16
Japan	10	11
West Germany	8	11
U.S.A.	6	5

Remarks) /1: Economic survey 1987
 /2: Statistical Abstract 1986
 /3: Country Report 1982 published by EIU

要 約

はじめに

0 1 本報告書は、ムエア地区灌漑開発計画（以下「本計画」と称する。）に関するドラフト・ファイナル・レポートである。本報告書は、国際協力事業団（JICA）が国家灌漑庁（NIB）との緊密な協力のもと、1987年1月から実施した本計画に係るフィージビリティ調査の結果を総合的に述べたものである。

0 2 「Scope of Work」が昭和60年11月13日に国際協力事業団（JICA）と国家灌漑庁（NIB）との間で締結された。それには、本計画に係るフィージビリティ調査（以下「本調査」と称する）の骨子が述べられており、又、調査対象地域及び本調査の目的が定義されている。

調査対象地域 : 本計画地区はケニア国、セントラル州東部に位置し、その調査対象地区は、面積16,000 ha を有し、既存ムエア灌漑入植事業地区（以下「MIS地区」と称する。）12,000 ha とムティティ新規拡張地区4,000 haから成る。

本調査の目的 : 本調査は、次の様な計画骨子に基づいて灌漑開発計画を策定し、その技術的現実性及び経済的有益性を評価することを目的とする。(1) 灌漑水田地区6,000 haを有するMIS地区の改修及び改善、(2) MIS地区内のRed soil地区の灌漑開発、及び(3) 4,000 haを有するムティティ新規拡張地区の灌漑開発。

0 3 フィージビリティ調査は1987年1月より開始し、これ迄に以下の報告書をNIBに提出した。

- (1) インセプション・レポートNo.1 (1987年1月)
- (2) フィールド・レポート (1987年3月)
- (3) インセプション・レポートNo.2 (1987年6月)
- (4) インテリム・レポート (1987年9月)
- (5) ドラフト・ファイナル・レポート (1987年11月)

本報告書（ファイナル・レポート）は、上記の報告書に関し、N I Bとの一連の協議内容を十分に考慮し、ムエア地区灌漑開発計画に係るフィージビリティ調査の結果をとりまとめたものである。

計画の背景

04 ケニア国の長期政策は、1986年の国会資料No.1に記載されているとおり、1984年から2000年までに年平均成長率 5.6%を達成することを目標としている。Sessional Paper の最重点項目として、非農業部門を含めた農村地域の開発を掲げている。その結果、今世紀末までに社会問題となるであろう農村人口の都市流入に起因する都市問題が解決出来るとしている。農業部門では、1984年から2000年までに年平均成長率 5.0%を目標としている。上記目標は、作物の生産性の向上と付加価値の高い作物を普及することにより達成可能であるとしている。又現在、輸入されている小麦、植物油の原料及び米の3種類の作物の輸入を軽減する必要があると述べている。

05 1985年におけるケニア国の総人口は 2,060万人、その年人口増加率は 3.8%である。したがって、2000年には 3,850万人になると予想されている。

過去20年間、ケニア国の食糧はおおむね国内農業によって支えられてきた。しかし近年、人口の急激な増加と不安定な食糧生産のため食糧需要供給に不均衡が生じ、問題となってきている。このような状況に鑑み、ケニア国政府は食糧自給を達成するため、農業部門に高い優先度を置いている。

06 ケニア国の農業生産は、天水栽培に依存している現在の農業及び毎年の気象の著しい変化によって年毎に大きく変動する。ケニア国内では、全耕作地面積のわずかに2%に相当する36,000 ha が灌漑されているに過ぎない。

07 水資源開発省は全国上に54万haの灌漑可能地があるとしているが、既存灌漑面積36,000 ha はその約7%である。ケニア国における灌漑公有地は全体で12,000 ha であるが、その内訳は、N I B計画地区 (9,500 ha) とその他の小計画地区 (3,100 ha) である。残りの23,000

ha の既存灌漑地区は紅茶及びコーヒー等の私有地である。ケニア国内の耕作可能地は約 750 万haと見られており、そのうち、灌漑可能地は54万haに限られており、既存灌漑面積は36,000 ha と極めて少ない。このような観点から、政府は、灌漑に関する計画、事業実施方法及び事業実施後の運営・維持管理の刷新的な改善に努力している。

08 現在の糶消費量は、年間一人当たり 6.0kg (精米では 4.0kg) である。したがって、糶の国内需要は約 120,000トンとなる。現在の糶の生産量は約40,000トンで、不足分は外国からの寄贈又は輸入でまかなっている。なお、国内生産量40,000トンのうち大部分の30,000トンがM I S地区で生産されている。

09 本計画の実施は、上記した米の国内需給不均衡の改善に資するとともに、他の灌漑可能地域に対する有益な灌漑事業モデルとなることが期待できる。

調査対象地区の現況

10 調査対象地区は、首都ナイロビから北東約 100km離れた、ケニア山麓の標高 1,100mから 1,200mの平坦地に位置しており、行政的には、セントラル県、キリニャガ県に属している。

11 調査対象地区を流れる河川は、ニャミンディ、ティバ、ルアムタンピ川であり、これらは主要な灌漑用水源となっている。その他の小河川、キウエ、ムルバラ、ニャイクング川も又、その用水源、あるいは排水路として利用されている。

12 調査対象地区は赤道直下の熱帯に属するが、その気候は冷涼高原気候であり、雨期乾期がはっきりと区別される。調査対象地区の降雨分布の特徴は、雨期が2期に分かれていることである。3月から5月が大雨季にあたり、10月から11月が小雨期にあたる。年降雨量は約 930 mm、その内の約 510mmが大雨季に集中し、残りの 290mmが小雨期に降る。

13 年平均気温は約22℃である。平均最高気温は28℃、平均最低気温は17℃とその差は大きい。平均月最高気温の最高(32℃)は3月に観測され、平均月最低気温の最低(15℃)は1月

に観測されている。高温時期と低温時期が年各々二期ずつ発生する。高温時期は2月～4月と9月～11月であり、低温時期は6月～8月と12月～1月である。又夜と昼とでは日較差は大きい。

14 調査対象地区の日射量は大きく、7月に440カロリー/平方センチ/日、2月に670カロリー/平方センチ/日と較差があり、年平均570カロリー/平方センチ/日である。年平均蒸発量は6ミリ/日で、最大日蒸発量(8ミリ/日)は、2月に起こり、最小日蒸発量(5ミリ/日)は、6月にそれぞれ観測される。相対湿度の日中における変化は大きく、午前中の湿度が70%であるのに対し、午後の湿度は45%に下がる。

15 既存流量観測所における関連河川の年平均流量は、以下のとおりである。

河 川	集水面積 (平方キロメートル)	年平均流量 (立方メートル/秒)
ティバ	353	11.1
ニャミンディ	283	9.4
ルアムタンビ	86	2.1

16 現況の調査対象地区の土地利用は以下のとおりである。

土地利用	(単位: ha)		
	MTS地区	ムティティ新規拡張地区	計
水 田	6,900	—	6,900
耕 作 地	2,200	1,600	3,800
草 地	2,200	2,400	4,600
村 落 他	700	—	700
合 計	12,000	4,000	16,000

17 調査対象地区は、Black Cotton Soil とRed Soilの2種類の土壌でおおわれている。Black Cotton Soil は灌漑水田に適した土壌であり、MTS地区の大部分はこの Black Cotton Soil によりおおわれている。一方、Red Soil地区は、とうもろこし及び豆類の天水による

畑作地として利用されている。しかしRed Soil地区の中には、樹芸作物の灌漑栽培の適地が一部認められる。

18 MIS地区は1954年に小規模に発足した。その後、徐々に拡張され、1960年迄に2,000 haが開発された。MISは1966年迄農業省によって統轄されていたが、その年、NIBが設立されると同時にNIBに移管された。その後、MIS地区はさらに拡張され、現在その灌漑水田面積は5,860 haとなっている。

MIS地区では、水稲一期作が発足以来行なわれている。初の生産量は、灌漑水田地区の拡張に伴い、11,000トン（1960/61）から 26,000トン（1985/86）に増加しているが、ha当りの収量は1970年代初期の 6.0トンから 1980年代初期の 5.0トンへと徐々に減少傾向にある。

19 MIS地区は5つの灌漑区に分かれている。

(単位：ha)

テベレ	ムエア	ティバ	ワムム	カラバ	計
1,300	1,220	1,150	1,120	1,070	5,860

MIS地区における灌漑用水の水源は、ニャミンディ及びティバ川の両河川であり、両河川に建設されている頭首工により取水し、灌漑水田に導水している。ニャミンディ灌漑組織は、1つの幹線水路、3つの支線水路及び付帯構造物から成り、テベレ灌漑区に用水を供給している。一方、ティバ灌漑組織は1つの幹線水路、4つの支線水路及び付帯構造物から成り、ムエア、ティバ、ワムム及びカラバの4つの灌漑区に配水している。

20 MIS地区の農民は入植した小作農であり、地区内に設定された居住村落に住んでいる。NIBは、耕耘作業を代行するとともに、農民に対し、生産資材の供給、普及サービス、及び灌漑用水の供給等を実施している。MIS地区には、約 3,240人の小作農家が居住し、一農家当たり平均 9.5人の家族で構成されている。地区内の総人口は、1987年現在31,000人である。

21 MIS地区はケニア国内で最も成功している灌漑水田地区である。しかし、地区の水稲生産性は低下し始めている。その主な原因は、MIS地区の運営・維持管理が適切に行われて

いないことによる。今後、早急に適切な施策がとられない限り、M I S 地区は憂慮すべき事態になる恐れがある。

2 2 ムティティ新規拡張地区はM I S 地区の西側に隣接し、私有地である。当該地区には、約 1,580人の土地所有者がいるが、所有地の大きさ、形状は様々である。地区内総人口は、1987年現在約 5,100人で、戸数は 960戸である。一戸当り平均 5.3人の家族で構成されている。

土地所有者の実態は次のとおりである。

土地所有規模 (ha)	土地所有者数	比率 (%)
1以下	98	6
1～3	865	55
3～5	404	26
5～7	108	7
7～9	54	3
9以上	50	3
合 計	1,579	100

2 3 ムティティ新規拡張地区内の土地所有者のほとんどが専業農家である。Red Soil地区に居住する農家は、集約的にその土地をとうもろこし及び豆類の耕作に利用している。一方、Black Cotton Soil 地区は、ほとんど牧草地として利用されている。Black Cotton Soil 地区の土地所有者の60%は当該地区外に居住し、一方、Red Soil地区の土地所有者はほとんどその地区内に住んでいる。

3ha以下の土地所有者は年間 Kshs. 500程度の所得を得ている一方、3～7haの土地所有者はその約2倍の所得を得ている。当該地区の農家収入は、M I S 地区の平均農家収入 KShs. 10,000に比べると非常に低い。

2 4 N I Bの灌漑開発構想に対する土地所有者の意向を確認するため、現地コンサルタント (UNICONSULT LTD) に対する委託業務として、ムティティ地区内の農家意向調査を実施した。

農家意向調査は、現在居住している 213 農家、20 不在地主及びムティティ地区社会に主要な関係をもつ指導者を対象として実施した。その結果、ほとんどの土地所有者が灌漑開発計画に賛成であることが判明した。調査結果は次の通りである。

N I B 構想により提示された開発	賛成 (%)	コメント有り (%)
1. 灌漑開発に関心のある農家を統合し協同組合を編成する	98	2
2. 灌漑設備建設による土地所有形態及び境界の改革に対する受諾	78	22
3. 土地問題及び土地評価を処理するための農民委員会の設立	92	8
4. 開発事業費用の支払いを保証するために土地を抵当に入れること	80	20
5. N I B の指定した地区に家屋を建設すること	77	23
6. 農民と N I B の相互関係はムエア灌漑計画として一本化する	85	15

灌漑開発計画構想に対するコメントは、自分の土地を失うのではないかとこの恐れから来ている。組合組織を通じて話し合いを重ねることによって、理解を求めることが出来る。地区外に住む不在地主は、おおむね土地を相続あるいは購入した者であり、在住の農民と同様である。農民のほとんどは灌漑開発計画に対して反対しておらず、公正に土地補償が行われるならば、快く N I B と土地所有権譲渡の交渉にのぞむ意志を示している。その地区の行政事務所及び指導者はこの灌漑開発計画を支援している。

土地及び水資源の評価及び開発計画案の比較検討

2.5 調査対象地区の最大灌漑開発可能面積は下記のように 9,560 ha である。

土地利用	(単位 : ha)		
	M I S 地区	ムティティ新規拡張地区	計
水 田	5,860	2,470	8,330
畑 作 地	800	430	1,230
合 計	6,660	2,900	9,560

26 1977年から1986年までの10年間の関連河川の流域面積に対する雨量、ニャミンディ川・ティバ川の流量、受益地の雨量の確率解析から、各項目とも5年確率洪水年はほぼ1980年に相当する。したがって、水資源の算定は計画基準年1980年の流量記録によって行った。各河川の5年確率洪水流量は、以下の通りである。

(単位: m³/s)

月	ティバ (4DA10)			ニャミンディ (4DB5)			ルアムタンピ (RGS)		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
1	4.96	4.44	4.75	2.81	2.45	2.60	1.73	1.30	1.50
2	4.57	3.68	4.24	3.24	2.65	1.98	1.38	1.09	0.98
3	5.72	5.56	5.35	3.15	2.62	2.22	0.96	0.87	0.85
4	5.52	5.75	7.19	3.28	5.18	8.48	1.13	1.34	2.11
5	7.17	12.84	11.53	15.79	13.88	7.12	2.91	2.69	1.92
6	9.16	7.94	6.98	5.36	4.01	3.29	1.51	1.23	1.12
7	6.83	6.18	5.85	3.01	2.97	2.83	1.33	1.20	1.12
8	7.12	7.77	7.64	3.00	10.22	5.15	1.65	2.51	1.81
9	7.03	6.37	5.59	3.59	3.52	4.41	1.53	1.18	1.25
10	4.84	4.94	6.62	9.03	3.91	6.25	1.10	0.99	2.28
11	9.07	12.15	12.61	7.58	10.22	9.30	3.17	4.90	2.98
12	9.02	7.90	8.01	5.71	4.99	4.25	2.53	2.57	2.01

27 計画作付体系では、米とトマト、タマネギ及びインゲンマメ等の畑作物を選定した。米は Black Cotton Soil 地域に、畑作物は Red Soil 地区に作付するものとする。米・畑作物とも作付率 200%、二期(毛)作とする。

28 作物用水量は修正ペンマン法で算定した関係作物蒸発散量に基づいて算出した。水路及び付帯構造物の設計に用いるピーク単位灌漑用水量は、以下のように有効雨量及び灌漑効率を基に算定した。

米 (小雨期) 1.74 Q / s / ha (9月中旬)

米（大雨期）	1.44 \varnothing / s / ha（3月下旬）
畑作物（小雨期）	0.88 \varnothing / s / ha（6月下旬）
畑作物（大雨期）	1.45 \varnothing / s / ha（2月初旬）

29 灌漑効率は、現場調査の中間結果に基づき以下のように55%と算定した。

項 目	効率（%）
適用効率	76
施設管理効率	80
搬送効率	90
灌漑効率	55

30 ニャミンディ・ティバ両河川の5年確率洪水流量により算定した灌漑可能面積は5,520 haとなり、これは最大灌漑可能面積（9,560ha）の58%に相当する。

月	ニャミンディ	ティバ	ルアムタンピ	計
1	1,750	4,910	2,870	9,530
2	1,750	4,910	1,100	7,760
3	1,590	3,530	400	5,520
4	1,750	4,910	860	7,520
5	1,750	4,910	2,900	9,560
6	1,750	4,910	2,040	8,700
7	1,750	4,910	1,260	8,520
8	1,750	4,910	1,250	7,910
9	1,750	3,400	620	5,770
10	1,750	3,380	620	5,750
11	1,750	4,910	2,900	9,560
12	1,750	4,910	2,840	9,500

3.1 調査対象地区の灌漑開発計画は、現存の土地及び水資源を最大限に利用して、農産物の生産を最大にすることを目標として、技術的、経済的に妥当な計画を策定するものとする。すなわち、最終開発計画案は、開発規模が最大であり、技術的、経済的に妥当な開発計画でなければならない。

3.2 上記観点を考慮に入れて、水資源の有効利用を行い灌漑面積を最大限に取り込む開発計画を作成するために、以下のような7つの開発比較案を設定して各案の比較検討を実施した。

比較案：T-1

- (1) ティバ新規ダム
- (2) ニャミンディ新規頭首工
- (3) ニャミンディ新規頭首工からムティティ新規拡張地区への連絡水路
- (4) ルアムタンビ新規頭首工及び導水路
- (5) M I S 地区の改修
- (6) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T-2

- (1) ティバ新規ダム
- (2) ルアムタンビ新規頭首工及び導水路
- (3) M I S 地区の改修
- (4) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T-3

- (1) ティバ新規ダム
- (2) ニャミンディ新規頭首工
- (3) ニャミンディ新規頭首工からムティティ新規拡張地区への連絡水路
- (4) M I S 地区の改修
- (5) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T-4

- (1) ティバ新規ダム

(2) M I S 地区の改修

(3) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：N - 1

(1) ニャミンディ新規ダム

(2) ニャミンディ新規頭首工

(3) ニャミンディ新規頭首工からムティティ新規拡張地区への連絡水路

(4) ルアムタンビ新規頭首工及び導水路

(5) M I S 地区の改修

(6) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：N - 2

(1) ニャミンディ新規ダム

(2) ニャミンディ新規頭首工

(3) ニャミンディ新規頭首工からムティティ新規拡張地区への連絡水路

(4) M I S 地区の改修

(5) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T A - 1

(1) タナ川からの重力式導水路

(2) M I S 地区の改修

(3) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

33 比較案T A - 1 は約19kmの導水路計画路線が鉄道路線及び人口密集地区を横切る上、タナ川の最高17m³/s までの全流量に対する水利権がケニア電力電気株式会社の発電所に与えられている。そのため比較案T A - 1 は実質的には実現不可能な案といえる。

3.4 各開発比較案のもとでの灌漑可能面積は、水収支計算の結果以下のとおりとなった。

(単位: ha)						
灌漑可能面積	T-1	T-2	T-3	T-4	N-1	N-2
1. M I S地区						
水田	5,860	5,860	5,860	5,860	5,860	5,860
畑作地	800	570	450	570	0	0
小計	6,660	6,430	6,310	6,430	5,860	5,860
2. ムティティ新規拡張地区						
水田	2,470	1,660	2,410	1,060	2,070	1,460
畑作地	430	0	0	0	0	0
小計	2,900	1,660	2,410	1,060	2,070	1,460
3. 合計	9,560	8,090	8,720	7,490	7,930	7,320

水収支計算の結果、最大灌漑開発可能面積 (9,560 ha) を灌漑できるのは比較案 T-1 だけである。

3.5 概略検討の結果、各比較案の事業費用は、以下のとおりである。

比較案	灌漑面積 (ha)	事業費 ^{/1} (Kshs. 百万)	ha当りの事業費 (Kshs. 1,000/ha)
T-1	9,560	1,603	168
T-2	8,090	1,368	169
T-3	8,720	1,538	176
T-4	7,490	1,264	169
N-1	7,930	1,595	201
N-2	7,320	1,480	202

/1: 事業費用は、建設省発行の「標準建設単価表, 1987」に基づいて概略的に算出した。

36 各比較案における年間便益は以下のとおりである。

比較案	灌漑面積 (ha)	灌漑便益 (Kshs. 百万)	ha当りの灌漑便益 (Kshs.1,000/ha)
T-1	9,560	282	29.5
T-2	8,090	222	27.5
T-3	8,720	240	27.6
T-4	7,490	203	27.1
N-1	7,930	207	26.1
N-2	7,320	188	25.6

37 各比較案の概略的経済評価を経済内部収益率 (EIRR) により行った。各比較案のEIRRは以下のとおりである。

比較案	EIRR (%)
T-1	17.7
T-2	16.9
T-3	15.9
T-4	17.0
N-1	12.8
N-2	12.6

38 上記各比較案のうち、比較案T-1を最も適切な開発計画案として選定することを、インテリム・レポートの協議を通じてNIBとJICA調査団の間で合意した。比較案T-1選定の主な理由は以下のとおりである。

- (1) 比較案T-1が最も高い経済内部収益率 (EIRR) 17.7%を示している。
- (2) 比較案T-1のみがムティティ新規拡張地区及びRed Soil地区を含む最大開発面積を灌

漑することができる。

(3) 比較案T-1による事業実施後の米生産量が最大(100,000トン/年)である。

(4) 比較案T-1実施による受益農民は、他の比較案に対して最も多い。

上記の結果を踏まえて、フィージビリティ調査の対象にして比較案T-1のみを今後の検討対象とすることもNIBとJICA調査団の間で合意した。

開発計画の検討

39 本計画の灌漑可能総面積(ネット)は9,560 haである。その内訳は以下のとおりである。

		(単位: ha)
<hr/>		
(1) MIS地区		
a.	既存灌漑稲作地区	: 5,860
b.	Red Soil 天水耕作地区	: 800
(2) ムティティ新規拡張地区		
a.	Black Cotton 未利用可耕地区	: 2,470
b.	Red Soil 天水耕作地区	: 430
<hr/>		
	合 計	: 9,560
<hr/>		

40 上記灌漑可能地区の将来土地利用状況は、本事業を実施した場合としなかった場合では以下のように予想できる。

(単位：ha)

土 地 利 用	本事業を 実施しなかった場合	本事業を 実施した場合
MIS地区		
1. 稲 作		
小雨期稲作	5,860	5,860
大雨期稲作	0	5,860
2. 野菜作		
インゲンマメ	0	800
タマネギ	0	400
トマト	0	400
3. 畑 作		
トウモロコシ	600	0
豆 類	200	0
ムティティ新規拡張地区		
1. 稲 作		
小雨期稲作	0	2,470
大雨期稲作	0	2,470
2. 畑 作		
インゲンマメ	0	430
タマネギ	0	215
トマト	0	215
3. 畑 作		
トウモロコシ	430	0
豆 類	0	0

4-1 確実な灌漑方式、適切な水管理の下で、改良された営農体系を導入することにより、作物の収量は大幅に向上すると予想出来る。本計画実施による各作物の期待収量は、以下に示すとおりである。

稲 作	
小雨期稲作	: 6.0トン/ha
大雨期稲作	: 6.0トン/ha
畑 作	
インゲンマメ	: 10.0トン/ha
タマネギ	: 10.0トン/ha
トマト	: 15.0トン/ha

4-2 本計画地区うちの作物生産量は、施設建設完了後の5年間は、徐々に増加していくと予想できる。その後事業が完全に運営されるようになった段階での作物生産量は、以下のように予想できる。

作物	(単位：トン)	
	本事業を実施しなかった場合	本事業を実施した場合
MIS地区		
1. 水 稲		
小雨期稲作	20,500	35,200
大雨期稲作	0	35,200
2. 園芸作物		
インゲンマメ	0	8,000
タマネギ	0	4,000
トマト	0	6,000
3. 畑作物		
トウモロコシ	800	0
豆 類	1,000	0
ムティティ新規拡張地区		
1. 水 稲		
小雨期稲作	0	14,300
大雨期稲作	0	14,300
2. 園芸作物		
インゲンマメ	0	4,300
タマネギ	0	2,100
トマト	0	3,200
3. 畑作物		
トウモロコシ	600	0

4.3 本事業の灌漑便益は、各作物ごとに下表のように推定できる。なお、灌漑便益には、将来計画対象地区において本事業を実施した場合としない場合とで生ずるであろう各作物の生産純益の差額を計上してある。

(単位：KShs. 百万)

作物	本事業を実施 しなかった場合	本事業を実施した場合	便益 (増加分)
M I S 地区			
水 稲	50.9	202.8	151.9
園芸作物	0.0	43.3	43.3
畑作物	3.6	0.0	- 3.6
ムティティ新規拡張地区			
水 稲	0.0	85.4	85.4
園芸作物	0.0	23.3	23.3
畑作物	0.7	0.0	- 0.7
合 計	55.2	354.8	299.6

4.4 本計画の主な施設は次のとおりである。

- (1) ティバ・ダム (総貯水能力：1,800 万m³)
- (2) ニヤミンディ新設頭首工及び延長 0.6kmの導水路 (既存頭首工は閉鎖する)
- (3) ニヤミンディ頭首工とムティティ新規拡張地区までの延長13.3kmの連絡水路及び改修を必要とするティバ既存頭首工
- (4) ルアムクンビ頭首工及び延長 6.4kmの導水路
- (5) Red Soil地区の造成を含むM I S地区の改修 (6,600 ha)
- (6) Red Soil地区の造成を含むムティティ新規拡張地区の開発 (2,900 ha)

- (7) 計画排水施設の運営・維持管理用の機械及び資機材の供給
- (8) 9,560 haの灌漑地区を対象とした農業機械
- (9) 上記機械及び設備の運営維持管理のための機械センター
- (10) 集出荷場の改修及び拡張
- (11) パイロット・ファーム (50 ha)

45 ティバ・ダムの堰高は35m、総貯水容量は 1,800万 m^3 である。ダムタイプは傾斜コア・ゾーン型フィルタイプである。洪水吐の設計流量は 625年確率洪水量で 560 m^3/sec とした。余水吐のタイプはゲートなしのシュート型とし、取水施設はドロップ・インレット型とした。転流工はトンネル仮排水方式を採用した。

46 ニャミンディ川及びルアムタンビ川の2ヶ所に新規頭首工を建設する。ティバ既存頭首工は改修し、本計画の灌漑施設に統合する。ニャミンディ既存頭首工は閉鎖する。テベレ灌漑区への灌漑用水は、既存頭首工の 2.1km上流に建設するニャミンディ新規頭首工から導水する。

各頭首工の設計取水量は次のとおりである。

ニャミンディ新規頭首工	7.0 m^3/sec
ティバ既存頭首工 (要改修)	11.1 m^3/sec
ルアムタンビ新規頭首工	2.3 m^3/sec

頭首工の設計洪水量は50年確率洪水量とした。その結果、ニャミンディ頭首工で 390 m^3/sec 、ルアムタンビ頭首工で 180 m^3/sec と算定した。堰のタイプはコンクリート固定式である。ティバ頭首工は堰高を0.5 m高くし、左岸の護岸工及び下流河床護床工の改修を行う。

47 ニャミンディ及びルアムタンビ頭首工から導水路を建設する。水路は台形断面であり、法勾配は 1 : 1.5 である。総延長は、ニャミンディ導水路が 0.6km、ルアムタン導水路が 6.4 kmである。

48 ニャミンディ川の余剰水及びティバ・ダムからの放流水をムティティ新規拡張地区及びティバ掛り地区へ導水するため連絡水路を建設する。ニャミンディ導水路から既存頭首工を結

ぶ連絡水路-Iは設計流量 $4.9\text{m}^3/\text{sec}$ 、延長 7.5km である。連絡水路-IIは、ティバ既存頭首工とティバ分水工間に建設され、灌漑用水をムティティ新規拡張地区及びティバ掛り地区へ導水する。連絡水路-IIはティバ既存幹線水路の断面を設計流量 $11.1\text{m}^3/\text{sec}$ に対応できるように拡張たものであり、その延長は 3.4km である。連絡水路-IIIは、設計流量 $3.6\text{m}^3/\text{sec}$ 、総延長 2.4km であり、用水をティバ分水工からムティティ新規拡張地区へ導水する。導水路及び連絡水路の設計基準は同様である。

49 MIS地区内の改修は、以下のように必要最少限度にとどめる。

- (a) 用水路底の掘削及び法面の補修
- (b) 浸透の著しい用水路のコンクリートライニング
- (c) 設計排水位を確保するための排水路底の掘削
- (d) 付帯構造物の改修・改善
- (e) 農道の改修

50 ムティティ新規拡張地区の灌漑・排水施設は新規に建設する。灌漑・排水路の概略計画はJICA作成の $1/5,000$ の地形図により作成した。灌漑・排水施設は、用排水路並びにその付帯構造物、農道、末端圃場施設である。

51 事業完成後は、限られた水資源のもとで、計画灌漑効率 55% の達成が、水管理システムの運営上、非常に重要になる。ティバ・ダムによる貯水池の規模は、灌漑地区の降雨量及び関連河川の取水可能量を十分利用することを条件に決定したものであり、もし降雨及び河川水が効果的に利用出来ないような場合には、灌漑地区において予定外の用水が必要となることを意味し、そのため貯水池から放水することにより、 $9,560\text{ha}$ 全域に対する十分な灌漑用水の供給が補償出来なくなることを意味する。そこで、降雨、常に変化する河川流量を十分に利用するためには水管理システムが必要となる。

52 本計画に適用すべき水管理システムは、現況の諸条件を考慮し、単純かつ実用的なものにすべきである。本計画における水管理システムは次に挙げる3つの分野からなる。即ち、(1)

ダム及び頭首工、幹線水路、幹線水路から支線水路に分水する基幹分水工等の灌漑施設、(2) 灌漑施設の的確な操作のために必要となる監視及び情報処理、通信の各システム、そして(3) 上記灌漑施設、情報システムを管理・運営するための組織である。

5.3 水管理のための施設として、超音波流速計及びそれに付帯する自記流量計をダム・サイトに設置し、また、チボレッティ堰、自記水位計を頭首工及び連絡水路分水工、幹支線水路基幹分水工地点に設置することを計画した。

5.4 計画した監視及び情報処理、通信の各システムは、次のとおりである。

(1) 雨量監視システム

自記雨量計をダムサイト及び各レセプションセンター付近7地点に設置する。

(2) 流量監視システム

自記流量計をダムサイトに設置、自記水位計をダム貯水池及び頭首工、連絡水路分水工、幹支線水路基幹分水工地点に設置する。

(3) 通信システム

電話通信網を中央管理所及び各子局間に設置する。また、雨量及び流量観測地点と各子局との間にはテレメーターシステムを設置する。

(4) 情報処理システム

MIS事務所内の中央管理所にはパーソナルコンピューターを設置し、雨量、流量記録の解析にあたり、ゲート操作の週間スケジュールの決定並びに降雨に対じた臨時調整スケジュールの決定を行う。

(5) 中央監視システム

総合水管理を効果的かつ迅速に行うため、中央管理所にグラフィックパネルを設置する。これによって、ダムからの放水量、頭首工地点における流量並びに連絡水路分水工地点・幹支線水路分水地点における分水量、各観測地点における雨量の日変化を監視する。

(6) 灌漑施設の制御

ゲート操作の機側手動方式とする。テレコントロール装置は設置しない。

55 上記水管理システム導入に際し、水管理システムの管理・運営にあたる職員の増員が必要である。MIS事務所に水管理のための課を新設すべきである。

56 本計画には、パイロット・ファームの建設事業を含める。パイロット・ファーム建設の目的は以下に示すとおりである。

- (1) 大雨期作に適した稲の品種の選定並びに周辺農民への稲の二期作栽培の展示
- (2) 農業機械の圃場試験
- (3) Red Soil地区における灌漑条件での畑作物の栽培試験及びその展示
- (4) 水稲及び畑作物に対する灌漑・水管理作業の圃場試験
- (5) 種子増殖

パイロット・ファーム建設予定地は、MIS地区内M9灌漑小区付近に位置しており、その総面積は約 50 haである。

57 ムティティ新規拡張地区は地理的に隔離されており、給電及び給水、道路、農業活動に関連する制度・施設等の公共サービスを受けにくい。こうした状況から、同地区における灌漑開発事業の推進のためには、単に灌漑・排水施設の整備のみならず地区内農民の定住促進に資する諸施設（電気及び水道、保険、衛生、教育施設等）の整備が求められる。今回のフィージビリティ調査に関するS/Wには、上述した諸施設に関する調査の実施は含まれていないが、今後本計画が詳細設計の段階に入った時点で他の関連政府組織と十分に調整を取りながら、これらの調査を行うべきである。

58 ダム建設に伴う灌漑開発計画は、周辺地域の環境変化に影響を与える。したがって、本計画の着工前に、環境調査を実施することが求められる。一般に、こうした調査では自然環境及び生態環境、生活環境、社会環境等多項目に亘る影響評価が実施される。特に本計画では、約 140 ha に及ぶ貯水池予定地区の補償問題を最優先で解決しなければならない。したがって、本計画の詳細設計段階で環境調査及び水没地に対する補償に関する調査を実施すべきである。

59 主な計画施設の諸元を要約すると以下のとおりである。

a. ティバ・ダム	:	<u>貯水池</u>	
		流域面積	172.6 km ²
		総貯水容量	18.0 MCM
		有効貯水容量	15.0 MCM
		常時満水位	EL.1.380.0m
		満水面積	1.2 km ²
		<u>堤体</u>	
		タイプ	ゾーンフィルタイプ
		堤高	35.0 m
		堤頂標高	EL.1.385.0m
		堤頂長	1,350.0m
		堤頂幅	8.0m
		<u>取水施設</u>	
		ドロップインレット形式	6.3m×6.3 m
		取水パイプ	L-560m、D-2.0m
b. 頭首工	:	<u>ニャミンディ新規頭首工</u>	
		堤頂標高	EL.1.209.5m
		堤頂長	45.0m
		堤頂幅	1.0m
		堰高	4.5m
		<u>ルアムタンビ頭首工</u>	
		堤頂標高	EL.1.213.0m
		堤頂長	36.0m
		堤頂幅	1.0m
		堰高	3.5m
c. 導水路	:	<u>ニャミンディ</u>	
		設計流量	7.0m ³ /s

	延長	0.6km
	<u>ルアムタンピ</u>	
	設計流量	2.3m ³ /s
	延長	6.3km
d. 連絡水路	: <u>延長</u>	
	連絡水路-I	7.5km
	連絡水路-II	3.4km
	連絡水路-III	<u>2.4km</u>
	計	13.3km
e. M I S地区の改修	: 灌漑面積	5.860 ha
	用水路総延長	59km
	排水路総延長	33km
	付帯構造物	370ヶ
	農道	164km
f. ムティティ新規 拡張地区の開発	: 灌漑面積	2.900 ha
	用水路総延長	33km
	排水路総延長	31km
	付帯構造物	400ヶ
	農道	81km
g. 造成地	: M I S地区	800 ha
	ムティティ新規拡張地区	2.900 ha
h. 付帯施設	: 集出荷場	
	- M I S地区5ヶ所の集出荷場の拡張	
	- ムティティ新規拡張地区内2ヶ所の集出荷場の建設	
	機械センター	
	運営維持管理用機械	
	農業機械	

60 本計画の実施に必要な財務費用は昭和62年9月現在のケニアにおける市場価格に基づいて見積り、以下のように約KShs.12億2,000万と算定した。このうち、ダム及び灌漑施設等の建設費は約KShs.6億4,000万で、これはha当りKShs66,700に相当する。

項目	(単位：KShs. 百万)		
	合計	外貨分	内貨分
(1) ダム及び貯水池	331.9	235.0	96.9
(2) 灌漑・排水施設	305.3	175.3	130.0
(3) 農業機械	81.2	73.8	7.4
(4) 運営・維持管理施設	65.6	56.8	8.8
(5) 農用施設	26.9	13.7	13.2
(6) 土地取得	1.9	—	1.9
(7) 管理費	24.4	—	24.4
(8) エンジニアリング・サービス	81.1	48.6	32.5
(9) 物理的予備費	91.8	60.2	31.6
(10) 価格予備費	217.0	95.3	121.7
合計	1,227.1	758.7	468.4

組織・運営管理

6.1 本計画の実施管理はNIBが担当する。本計画の建設事業がケニア政府の方針・指示に沿った形で実施されるように、NIBが、関係各省庁の代表者からなる管理委員会を設置することを提言する。また、建設管理のためNIBに建設事務所を設置する必要がある。

6.2 建設事業完了後、上記建設事務所は現在のMIS事務所に統合される。さらに、水管理の維持・運営を担当するセクションを新設する。

さらに、既存のMIS本部事務所は管理・運営の合理化を図るために維持管理事務所として再編成される。

6.3 総合的な取水管理システムが本計画の全体水管理体制に必要となろう。このため、維持管理事務所の支部をティバ・ダムに新たに設ける。この支部事務所に対して水門調節に関する指示が電話または無線で本部事務所から出されることになる。本部事務所は又、雨量計を設置してある他の支部事務所と互いに連絡をとるようにする。水門調節に関する指示は、支部事務所から送付されてくる河川流量及び雨量データをもとに、本部事務所の電算機を用いて計算される。

6.4 ティバ・ダム、頭首工、連絡水路、導水路、幹線水路、支線水路、農道等の主要灌漑施設の管理は、維持管理事務所が担当することになる。一方、灌漑ユニット内の水管理設備の管理は、関連農家により組織される協同組合、又は水利組合が担当する。

事業評価

65 本計画の事業評価を経済、財務及び社会経済的の諸点から行った。本事業の経済的妥当性は、内部収益率（IRR）及び割引率10%での純現在価値額（NPV）を算定して評価した。計算結果は、以下のとおりである。

IRR : 18.4%

NPV : KShs.8億8,200 万

66 将来経済環境が変化した場合の本計画の事業妥当性を評価するために以下のような条件を設定して感度分析を実施した。

ケース-1 : 自然条件の変動及び材料費の上昇により事業費が10%上昇した場合

ケース-2 : 農産物価格及び生産量の低下により便益が10%低下した場合

ケース-3 : 維持管理または農業普及活動の遅滞により、事業の立上げ期間が2年延長した場合

ケース-4 : 不慮の事態発生のため、施設の建設期間が2年延長した場合

上記各条件変化が本事業のIRR及びNPV（割引率：10%）に及ぼす影響は、以下のよう
にまとめられる。

ケース	IRR (%)	NPV (KShs. $\times 10^6$)
ケース-1	17.0	598
ケース-2	16.8	530
ケース-3	17.6	626
ケース-4	16.8	530

6.7 実施した経済評価の結果、本事業の経済的妥当性が高いこと、また評価の際に設定した諸条件が変化した場合でもその経済的妥当性に大きな相違は生じないことが示された。

6.8 本事業の財務評価は、計画地区内の平均的受益農家（MIS地区では 1.8 ha 規模、ムティティ新規拡張地区では 3.2 ha の経営規模農家）の経営収支分析、及び本事業に対して予想される建設資金の償還計画に基づいて行った。本事業の支払い能力は、建設資金の返済及び施設維持管理費の支払いに対する受益農家の負担能力として示される。なお受益農家の負担能力は、将来本計画を実施した場合としなかった場合との可処分所得（農家粗収入から生産費用及び生計費用を差引いた残額）の差額分として示している。事業の完全実施段階における本計画の支払い能力は、以下のように推定できる。

(単位：KShs.)

項目	農家経営 規模 (ha)	可処分所得		支払い能力	
		本事業を実施 した場合	本事業を実施 しなかった場合	農家当り	ha当り
(1) MIS地区					
	1.8	47,600	2,800	44,800	24,900
(2) ムティティ新規拡張地区					
	3.2	76,200	500	75,700	23,700

可処分所得の増加は、受益農民の生活条件及び福祉の向上につながる。また支払い能力が十分にあることは、受益農民による本計画施設建設のための初期投資費用及び施設維持管理費用に対する幾分か負担が可能であることを示している。

69 本事業に要する初期投資費用は、以下のような条件で調達する。

(1) 外貨分については、年利 3.0%、返済期間30年（内据置期間10年）の条件で2国間または国際機関を通じて融資をうける。

(2) 内貨分については、ケニア政府の予算措置により調達し、返済の必要はないものとする。

30年の返済期間中に元金及び金利支払い、施設維持管理費用等の負担のためにケニア政府が予算措置を講じる必要のある金額は約 KShs. 9,810万/年と推定できる。これは、ha当りKShs. 10,300/年、すなわち上記のha当り支払い能力の約40%に相当する。このことから、上記予算額の大半は、水利代として徴収する事業便益により負担可能である。

70 本計画実施により農家の経営状態は著しい改善をみるであろう。また灌漑地区の農民の生産意欲の向上が期待できる。各農家が所得の増加分を消費に振向けることにより計画地区の経済活動が活発になると予想され、その結果ケニア政府の財政収入の増加が期待できる。従って本計画の実施は、財務的な観点からも妥当なものであると判断できる。

71 経済評価を行う際に計上した直接便益のほか、種々の副次的・間接的便益、及び社会経済的に良好な影響が本計画の実施により期待できる。主な影響として以下のものを挙げる事ができる。

- (1) 雇用機会の増加
- (2) 外貨準備の節約
- (3) 技術的な知識、能力の蓄積
- (4) 土地資源価値の向上
- (5) 地方交通網の整備
- (6) 項図位被害の軽減
- (7) 農産物の品質向上
- (8) 農村地区への給水状況の改善

(9) 貯水池での漁業生産及び観光開発の可能性

執 告

72 本計画は、技術的、経済的また財務的にも妥当であることが明らかとなった。NIBが本計画の早期実施に向けて必要な措置をとることが望まれる。

73 本計画は、次のような2段階に分けて実施することが望ましい。

段階-1：パイロット・ファーム（50ha）の建設、及び既存MIS地区（6,660ha）の改修事業

段階-2：ダム建設、及びムティティ新規拡張地区（2,900ha）の開発事業

第1段階の事業は、既存MIS地区の米生産量の減少を改善するために緊急に実施することが望ましい。一方、第2段階の事業については、実施前に、ダム建設に対する環境調査、水没地の補償問題、ムティティ地区の土地所有問題への対策等種々の準備作業が必要となる。

74 本計画の第1段階及び第2段階で実施すべき事業は、以下に示すとおりである。

第1段階：パイロット・ファーム（50ha）の建設及びMIS地区の改修事業

- (1) パイロット・ファーム（50ha）
- (2) ニャミンディ新規頭首工と既存ティバ頭首工間の連絡水路の建設
- (3) 5,860haを対象とする既存灌漑・排水施設の改修、Red Soil（800ha）地区における農地造成工事と灌漑・排水施設の新設工事
- (4) 農業機械、維持管理用機械の購入
- (5) 農場建屋及び付帯施設の改修

第2段階：ダム建設及びムティティ新規拡張地区の開発

- (1) ティバ川上流域でのダム（貯水能力：18MCM）の新設
- (2) 既存ティバ頭首工とムティティ新規拡張地区間の連絡水路の建設
- (3) ルアムタンピ川の頭首工、導水路の新設
- (4) 2,900ha を対象とした土地造成と灌漑・排水施設の新設
- (5) ムティティ新規拡張地区への農業機械、維持管理用機器の購入
- (6) 農場建屋及び付帯施設の新設

75 M I S 地区での改修事業の緊急性を考慮すると、本計画の第1段階での事業を可能な限り早急に実施することが強く望まれる。また引き続いて、第2段階の事業実施のための各種準備作業を着手するよう必要な措置が合わせて早急にとられることが望まれる。

76 本事業の初期段階において、(1) パイロットファームの運営、(2) 新水管理システムの導入に対して稲作国からの技術協力が実施されることを合わせて勧告する。

ムエア地区灌漑開発計画実施調査

主 報 告 書

序文
計画位置図
計画概要図
ケニア国主要経済指標
要 約
目 次
付表目次
付図目次
単 位
略 語
交 換 率

目 次

	頁
第1章 序 論	
1. 1 はじめに	1
1. 2 プロジェクトの歴史	1
1. 3 フィージビリティ調査に関するS/Wの概要	2
1. 4 調査概要	3
第2章 背 景	
2. 1 ケニア国の国家経済の現状	6
2. 2 ケニアの農業	6
2. 3 国家開発計画	7
2. 4 農業開発に係る国家政策	8
2. 4. 1 農業開発の基本政策の概要	8
2. 4. 2 ケニア国の灌漑事業	9

2. 5	米の需給事情	10
2. 6	N I B灌漑事業区の現況	12
第3章 調査対象地区の現況		
3. 1	位 置	14
3. 2	地形及び河川系統	14
3. 3	気 候	16
3. 4	水 文	17
3. 4. 1	流域内降雨	17
3. 4. 2	河川流量	18
3. 4. 3	水 質	19
3. 4. 4	流 砂	20
3. 4. 5	洪 水	20
3. 4. 6	水 利 権	21
3. 5	地質及び土質	21
3. 5. 1	地質状況	21
3. 5. 2	土 質	22
3. 6	土壌及び土地利用	23
3. 7	インフラストラクチャー	25
3. 8	既存灌漑・排水組織	27
3. 8. 1	ムエア灌漑入植事業地区	27
3. 8. 2	既設灌漑・排水施設	28
3. 8. 3	水管理の現況	30
3. 9	M I S地区の農業現状	31
3. 9. 1	組 織	31
3. 9. 2	運営組織	32
3. 9. 3	水稲生産の現状	33
3. 9. 4	水稲生産量	35
3. 9. 5	農家経済	35
3. 9. 6	米の収穫後処理及び市場性	36
3. 9. 7	将来開発に係る圃場試験	36

3. 10 ムティティ新規拡張地区の現状	38
3. 10. 1 人口	38
3. 10. 2 土地所有及び所有形態	39
3. 10. 3 土地利用現況	40
3. 10. 4 農家経済現況	40
3. 10. 5 灌漑開発に対する土地所有者の意向	40

第4章 賦存資源評価及び開発計画代替案

4. 1 計画の必要性及び灌漑開発の基本概念	43
4. 2 土地資源の評価	44
4. 3 水資源の評価	44
4. 4 開発比較案の設定	47
4. 5 各開発比較案についての水収支計算及び開発可能面積	48
4. 6 各開発計画案の施設計画	49
4. 7 最適開発案の選定	51

第5章 開発計画案

5. 1 農業開発計画	54
5. 1. 1 開発対象面積	54
5. 1. 2 土地利用計画	54
5. 1. 3 計画作付体系	55
5. 1. 4 計画耕種概要	57
5. 1. 5 期待収量及び生産量	59
5. 1. 6 生産投入資材及び労働力	60
5. 1. 7 市場及び価格予測	61
5. 1. 8 農家経済	62
5. 1. 9 本計画実施に伴う増加生産額	63
5. 2 灌漑・排水開発計画	65
5. 2. 1 灌漑用水量	65
5. 2. 2 排水量	66
5. 2. 3 計画灌漑・排水組織	67

5. 2. 4	水管理システム計画	71
5. 3	開発に関して考慮すべき特記事項	76
5. 3. 1	パイロットファーム	76
5. 3. 2	ムティティ新規拡張地区への再入植及び地域開発	79
5. 3. 3	ダム建設及び灌漑開発に係る環境調査	79
5. 3. 4	貯水池計画地区における補償問題	82
第6章 工事計画		
6. 1	ダム及び貯水池	83
6. 1. 1	ダムサイト	83
6. 1. 2	ダム型式の選定	84
6. 1. 3	ダム軸の選定	84
6. 1. 4	設 計	85
6. 1. 5	基礎処理	85
6. 1. 6	洪水吐	86
6. 1. 7	河川の仮廻し	86
6. 1. 8	取水設備	86
6. 2	灌漑用水施設	86
6. 2. 1	頭首工	87
6. 2. 2	導水路及び連絡水路	88
6. 2. 3	MIS地区の灌漑排水施設の改修	89
6. 2. 4	ムティティ新規拡張地区の灌漑排水施設	91
6. 3	パイロットファーム	92
6. 3. 1	パイロットファームの概略設計	92
6. 3. 2	概略費用積算	95
6. 4	補足事業	96
6. 4. 1	農用施設及び集出荷場	96
6. 4. 2	精米施設	97
6. 4. 3	農業機械	98
6. 4. 4	維持管理用機械	98
6. 5	施工計画	98
6. 5. 1	概 要	98

6. 5. 2	ダム工事	99
6. 5. 3	灌漑排水施設の施工	100
6. 6	積算	101
6. 6. 1	基本事項	101
6. 6. 2	事業費	101
6. 6. 3	年次別資金繰計画	101
6. 6. 4	年間維持管理費	102
6. 6. 5	施設更新費	102

第7章 組織及び運営

7. 1	事業主体	103
7. 1. 1	国家灌漑庁 (NIB)	103
7. 1. 2	エネルギー・地域開発省	103
7. 1. 3	建設事務所	103
7. 2	維持管理組織	104
7. 2. 1	維持管理事務所	104
7. 2. 2	水管理	105
7. 3	農民組織	106

第8章 開発計画の評価

8. 1	概要	108
8. 2	経済評価	108
8. 2. 1	基本的条件	108
8. 2. 2	経済価格の算定	108
8. 2. 3	経済便益	110
8. 2. 4	経済費用	111
8. 2. 5	内部収益率 (IRR)	112
8. 2. 6	純現在価値 (NPV)	112
8. 2. 7	感度分析	113
8. 2. 8	経済評価の結果	113

8.3	財務分析	113
8.3.1	財務費用	113
8.3.2	農家経営財務分析及び支払能力	114
8.3.3	プロジェクトより見込まれる財政歳入	114
8.3.4	事業費の償還	115
8.3.5	財務評価結果	115
8.4	社会・経済的波及効果	115
第9章	勸告	117

付 表

	頁
表2. 1. 1 人口及び人口増加率 (1969-2000)	T-1
表2. 1. 2 人口統計 1979	T-2
表2. 1. 3 GDP成長率	T-3
表2. 1. 4 GDPの構成	T-4
表2. 1. 5 資本投資額	T-4
表2. 1. 6 貿易動向	T-5
表2. 1. 7 国際収支	T-6
表2. 1. 8 財政収入	T-6
表2. 1. 9 財政支出	T-6
表2. 2. 1 農業人口	T-7
表2. 2. 2 土地利用	T-7
表2. 2. 3 州別耕地分類	T-8
表2. 2. 4 主要農産物生産量	T-9
表2. 2. 5 市場流通額	T-10
表2. 2. 6 州別栽培面積	T-11
表2. 2. 7 主要農作物の消費量	T-11
表2. 6. 1 NIB管轄事業区	T-12
表2. 6. 2 NIB管轄事業区の運営現況	T-13
表2. 6. 3 ムエア地区灌漑入植事業区の財政収支	T-14
表3. 3. 1 月別気象統計	T-15
表3. 6. 1 土壌分析結果	T-16
表3. 8. 1 灌漑区別水稲栽培面積	T-18
表3. 8. 2 既存灌漑付帯施設	T-19
表3. 8. 3 既存排水付帯施設	T-19
表3. 9. 1 ムエア地区灌漑入植事業区の小作農家数 (1975-1986)	T-20
表3. 9. 2 ムエア地区灌漑入植事業区における年次別水稲生産費	T-21
表3. 9. 3 収入別農家戸数割合	T-22
表3. 9. 4 平均農家の現況経営収支	T-23
表3. 9. 5 ムエア地区灌漑入植事業区における水稲二期作実施結果	T-24

表3. 9. 6	ムエア地区灌漑入植事業区における水稲二期作試験成績	T-25
表4. 3. 1	渇水年における灌漑面積	T-26
表4. 5. 1	水 収 支	T-27
表4. 7. 1	灌漑便 益	T-30
表5. 1. 1	主要園芸作物のha当り収益性	T-32
表5. 1. 2	水稲の経済価格	T-33
表5. 1. 3	農家経営収支	T-34
表5. 1. 4	事業達成時の灌漑便益	T-35
表5. 2. 1	有効雨量と圃場用水量	T-36
表5. 2. 2	単位灌漑用水量	T-37
表5. 2. 3	灌漑組織別灌漑用水量	T-38
表5. 2. 4	還元水再利用構造物による灌漑可能面積	T-39
表5. 2. 5	灌漑小区別純灌漑面積	T-40
表5. 2. 6	排水ブロック別排水面積	T-41
表6. 1. 1	貯水池及びダムの概要	T-42
表6. 2. 1	用水路の仕様	T-43
表6. 2. 2	用水路の付帯施設	T-44
表6. 2. 3	排水路の仕様	T-46
表6. 2. 4	排水路の付帯施設	T-47
表6. 2. 5	農 道	T-49
表6. 4. 1	M I S 既存集出荷場の拡張及びムティティ拡張地区内 新規集出荷場の建設	T-50
表6. 4. 2	農業機械導入台数	T-51
表6. 4. 3	維持管理用機械及び関連資機材導入台数	T-52
表6. 6. 1	総事業費概要	T-53
表6. 6. 2	年次別事業費支出表	T-54
表6. 6. 3	施設維持管理費	T-55
表6. 6. 4	維持管理職員人件費	T-56
表6. 6. 5	施設更新費	T-56
表8. 2. 1	財務経済費用構成比率	T-57
表8. 2. 2	経済費用及び便益の流れ	T-58
表8. 3. 1	開発事業の資金繰り計画	T-59

付 図

	<u>頁</u>
図1. 3. 1 作業工程全体図	F-1
図2. 5. 1 米の需給バランス	F-2
図3. 1. 1 調査対象地区の行政区界	F-3
図3. 3. 1 月別気候分布	F-4
図3. 5. 1 地 質 図	F-5
図3. 6. 1 土 壌 図	F-6
図3. 6. 2 土地利用図	F-7
図3. 8. 1 M I S 地区内用排水路網	F-8
図3. 8. 2 用排水路系統図 (ミヤミンディ掛り地区)	F-9
図3. 8. 3 用排水路系統図 (ティバ掛り地区)	F-10
図3. 9. 1 ムエア地区灌漑入植事業区組織図	F-11
図3. 9. 2 現況作付体系	F-12
図4. 1. 1 水稲生産量及び栽培面積、単位収量の年次別変動	F-13
図4. 1. 2 M I S 地区内農家収入の年次別推移	F-14
図4. 4. 1 開発比較案の選定	F-15
図5. 1. 1 計画作付体系	F-16
図5. 1. 2 基準年の旬別平均気温及び水稲減収割合	F-18
図5. 1. 3 水稲減収と低温の関係	F-19
図5. 1. 4 小雨期作水稲に及ぼす低温被害割合	F-20
図5. 1. 5 大雨期作水稲に及ぼす低温被害割合	F-21
図5. 2. 1 灌漑系 統 図	F-22
図5. 2. 2 排 水 系 統 図	F-25
図5. 2. 3 導水系統図	F-30
図5. 2. 4 灌漑・排水組織概要図	F-31
図5. 2. 5 農 道 網	F-32
図5. 3. 1 パイロット・ファーム位置図	F-33
図5. 3. 2 パイロット・ファーム概要図	F-34
図5. 3. 3 貯水池予定地の土地利用現況	F-35
図6. 1. 1 貯水面積-容量曲線	F-36

図6. 1. 2	ダム軸位置図	.....	F-37
図6. 1. 3	ダム計画図	.....	F-38
図6. 1. 4	標準断面図	.....	F-39
図6. 2. 1	導水路・連絡水路・関連付帯構造物位置図	.....	F-40
図6. 5. 1	事業実施計画	.....	F-41
図7. 1. 1	ケニア国政府組織図	.....	F-42
図7. 1. 2	N I B組織図	.....	F-43
図7. 1. 3	建設事務所組織図	.....	F-44
図7. 1. 4	維持管理事務所組織図	.....	F-45

付 属 資 料

1. フィージビリティ調査に関する実施細則 (1985年11月)
2. インセプション・レポート№1に関する合意書 (1987年 1月)
3. フィールド・レポートに関する合意書 (1987年 3月)
4. インセプション・レポートに関する合意書 (1987年 7月)
5. インテリム・レポートに関する合意書 (1987年 9月)
6. ドラフト・ファイナル・レポートに関する合意書 (1987年12月)
7. 事前調査団及びJ I C A調査団、カウンターパート名簿

單位

Length

mm = millimetre
cm = centimetre
m = metre
km = kilometre

Area

cm² = square centimetre
m² = square metre
km² = square kilometre
ha = hectare

Volume

cm³ = cubic centimetre
ℓ = lit = litre
m³ = cubic metre
MCM = million cubic metre

Weight

g = gram
kg = kilogram
ton = metric ton

Time

sec = second
min = minute
hr = hour
yr = year

Electrical Measures

KW = Kilowatt
MW = Megawatt
GW = Gigawatt
KV = Kilovolt

Other Measures

% = percent
° = degree
10³ = thousand
10⁶ = million

Derived Measures

mm/day = millimetre per day
ℓ/s/ha = litre per second per hectare
m³/sec = cubic metre per second
KWh = Kilowatt hour
MWh = Megawatt hour
GWh = Gigawatt hour
KVA = kilovolt ampere
cct = circuit
ton/hr = ton per hour

Money

Ksh = Kenya Shillings
KE = 20 Kenya Shillings
US\$ = US dollars
Y = Japanese Yen
MKshs = Million Kenya Shillings

略語

(1) Organization

CBS	:	Central Buerou of Statistics
FAO	:	Food and Agriculture Organization
HCDA	:	Horticultural Crops Development Authority
IBRD	:	The International Bank for Reconstruction and Development
IMF	:	International Monetary Fund
KSS	:	Kenya Soil Survey
MIS	:	Mwea Irrigation Settlement
MOA	:	Ministry of Agriculture
MOWD	:	Ministry of Water Development
MOWH&PP	:	Ministry of Works, Housing and Physical Planning
USBR	:	United States, Department of the Interior, Bureau of Reclamation
NAL	:	National Agricultural Laboratories
KCPB	:	National Cereal and Produce Board
NIB	:	National Irrigation Board
MOERD	:	Ministry of Energy and Regional Development
MOTC	:	Ministry of Transport and Communication
JICA	:	Japan International Cooperation Agency

(2) Others

API	:	Aerial Photo Interpretation
Alt.	:	Altitude above Mean Sea Level
C.I.F	:	Cost, Insurance & Freight
D/D	:	Detail Design
CEC	:	Cation Exchange Capacity
dia	:	Diametre
EC	:	Electrical Eonductivity
EL	:	Elevation above Mean Sea Level
EIRR	:	Economic Internal Rate of Return
F.O.B	:	Free on Board
GDP	:	Gross Domestic Product
GNP	:	Gross National Product
O&M	:	Operation and Maintenance

交換率

mm	Milimeter	
cm	Centimeter	10 mm
m	Meter	100 cm
km	Kilometer	1,000 m
in.	Inch	0.02340 m
ft.	Feet	0.30480 m
yd.	yard	0.9144 m
mile	Mile	1,609.3 m
m ²	Square meter	
acre		0.4047 ha
ha		Hectare 10,000 m ²
km ²	Square kilometer	100 ha
ft ²	Square feet	9.1903 x 10 ⁻² m ²
mile ²	Square mile	2.5898 x 10 ⁶ m ²
m ³	Cubic meter	
ℓ	Liter	
kℓ	Kiloliter	1,000 ℓ
ft ³	Cubic feet	0.028317 m ³
acre-in.	Acre inch	102.79 m ³
acre-ft.	Acre feet	1,233.7 m ³
g	Gram	
kg	Kilogram	1,000 g
ton	Ton	1,000 kg
hr	Hour	60 min
US\$	US dollar	KShs. 16.5 = Yen 150
m ³ /sec	Cubic meter per second	
cusec	Cubic foot per second	0.02832 m ³ /sec

第 1 章 序 論

1. 1 はじめに

本報告書は、ケニア側主務機関である国家灌漑庁 (National Irrigation Board, 以下 N I B と略す) と国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency, 以下 J I C A と略す) との双方の間で合意された「ムエア地区灌漑開発計画実施調査に関する S/W」に従って作成したものである。

この S/W の実施項目は以下の 2 つの作業から成る。

- (1) 5,000 分の 1 の地形図の作成
- (2) ムエア地区の灌漑開発計画に係るフィージビリティ調査

地形図の作成は、1986年7月から9月にかけて実施した現場調査を通じて1987年2月に終了した。さらに、フィージビリティ調査は1987年1月より開始し、これ迄に以下の報告書を N I B に提出した。

- (1) インセプション・レポート No.1 (1987年1月)
- (2) フィールド・レポート (1987年3月)
- (3) インセプション・レポート No.2 (1987年6月)
- (4) インテリム・レポート (1987年9月)
- (5) ドラフト・ファイナル・レポート (1987年11月)

本報告書 (ファイナル・レポート) は、上記の報告書に関し、N I B との一連の協議内容を十分に考慮し、ムエア地区灌漑開発計画に係るフィージビリティ調査の結果をとりまとめたものである。

1. 2 プロジェクトの歴史

ムエア灌漑入植事業区 (Mvea Irrigation Settlement Scheme 以後、M I S と略す) の開発は1953年より開始された。当初の目的は、マウマウ戦争 (1952-60) に対する緊急事態宣言後 (1952年10月)、多数抑留されたマウマウ団の労働力を有効利用することであった。灌漑施設の建設は1954年に開始され、ニャミンディ川頭首工が1956年に、つづいてティバ川頭首工が1957年にそれぞれ完成した。実質的な灌漑稲作事業は、1957年の小雨期から始められた。本事業は英国政府の植民地開発事業及び厚生事業に関する融資制度を利用し、漸次拡張され、1960年6月までに約2,000ha の灌漑水田 (主に、テベレ及びムエア灌漑区) が造成された。マウマウ戦争以後、M I S は1966年まで農業省の管轄下にあったが、同年 N I B の設立後、M I S の管理は N I B へ引き継がれた。

N I B の管理の下、1966年から現在に至るまで M I S は年々拡張され、現在の灌漑稲

作栽培面積は、約5,860ha (14,400エーカー)である。

1985年5月、ケニア政府はM I S地区の改修及び規模拡張に関するフィージビリティ調査の実施に伴う技術協力を要請した。この要請に対し、日本政府はJ I C Aを通じて那須丈士氏(現北海道開発局農水産課長)を団長とする事前調査団をケニアに派遣した。事前調査団はN I Bとフィージビリティ調査の詳細について協議を重ね、1985年11月 S/W (Scope of Work)を締結した(付属資料-1)。

S/Wに従って、1986年6月にケニアへJ I C A調査団が派遣され、5,000分の1の地形図作成に係る現場調査を実施した。この現場調査は、1986年9月で終了し、地形図は翌年2月に完成した。

J I C Aフィージビリティ調査団(以下、本調査団と略す)は、1987年1月の実施一次調査開始時にフィージビリティ調査の作業方針(Plan of Operation)を含めたインセプション・レポートNo.1をN I Bに提出した。この作業方針は、調査開始時N I Bと協議し、合意した作業方針に従って一次調査を実施した(付属資料-2)。本調査団は実施一次調査終了時にフィールド・レポートを提出した。フィールド・レポートに関する討議は同年3月24日に行い、レポートの中で述べた事項についてN I Bと合意した(付属資料-3参照)。

本調査の実施二次調査は1987年6月に開始した。本調査団は、同年6月、国内解析準備作業を行い、その結果をインセプション・レポートNo.2にとりまとめた。本調査団は、現地作業のため同年7月ケニア入りし、インセプション・レポートNo.2に関する協議を現場作業開始時にN I Bと行った(付属資料-4参照)。その後、本調査団は現地作業を同年9月まで実施し、本計画の開発基本計画を内容とするインテリム・レポートを提出し、N I Bと協議した(付属資料-5)。本調査団はこの開発基本計画についてさらに検討を加え、同年11月、ドラフト・ファイナル・レポートを提出した。

このレポートで提案された開発計画について、同年12月1日、N I Bと協議を行った(付属資料-6)。この協議結果を踏まえて、ドラフト・ファイナル・レポートに若干の修正を加え、ファイナル・レポートをとりまとめ、1988年3月に提出した。

1.3 フィージビリティ調査に関するS/Wの概要

J I C A及びN I Bの間で1985年11月13日に締結されたS/Wは以下の内容である。

(1) 調査対象地区

ムエア地区灌漑開発計画地区は、セントラル州の東部に位置しており、調査対象面積は約16,000 haであり、内訳は以下のとおりである。

a. ムエア灌漑入植事業区 (M I S) 地区	12.000 ha
b. ムティティ新規拡張地区	4.000 ha
計	16.000 ha

(2) 目的

調査の目的は、以下の各地区の灌漑開発計画の立案並びに開発計画案の技術的・経済的妥当性を検証することである。

- a. M I S地区の水田 (6.000 ha) の改修及び改善
- b. M I S地区内のRed Soil地区の灌漑開発
- c. ムティティ新規拡張地区4.000 haの灌漑開発

(3) 調査計画の概要

ムエア地区灌漑開発計画 (以下、本計画と略す) のための調査期間は、1987年1月より1988年3月までの15ヶ月間であり、全体を2期に分けて行った。

実施一次調査は1987年1月より1987年4月までの予定で実施し、調査対象地区の現況把握及び灌漑開発に係る問題点の確認を行った。

実施二次調査は、1987年6月より開始し1988年3月に終了した。実施二次調査では、灌漑開発全体計画を作成し、その技術的・経済的妥当性を検証した。

本調査の全体作業計画は図 1.3.1に示すとおりである。

1.4 調査概要

本調査団は、N I Bと合意した作業方針 (Plan of Operation) に沿って、実施一次調査 (1987年1～4月) を実施した。主要調査実施項目は以下のとおりである。

- (1) 現場踏査
- (2) 技術・経済部門における資料収集
- (3) M I S地区の灌漑開発に関する過去の報告書の検討
- (4) M I S地区年次報告書 (1974/75 ~ 1985/86) の検討
- (5) 現場調査
 - (a) 水路路線測量
 - (b) 既存灌漑・排水施設のインベントリ調査
 - (c) 主要構造物地点の地質調査
 - (d) 土壌調査及び土地利用調査
 - (e) 新規観測地点の設置及び流量観測
 - (f) 代表圃場における水稲収量調査
 - (g) 農家経済調査 (51農家を対象とした)

(h) Red Soil地区におけるシリンドー／飲間インタークレート試験

(i) 土質及び土壌試料、水質に係る室内分析

(6) 灌漑開発計画に係る現況問題点についての予備調査

(7) 土地資源及び水資源に係る予備評価

以上の調査から得られた知見及び予備的検討結果はフィールド・レポートに報告した。

以上の調査結果として、本開発計画の主要問題点は次の4点に集約出来た。

(1) 水稲の生産減を引き起こしているM I S内の灌漑・排水施設の老朽化

(2) 水稲二期作の技術面・管理面での諸問題

(3) 調査対象地区内の灌漑用水の不足及びM I S並びにムティティ新規拡張地区の開発に必要な新規の水資源開発の必要性

(4) ムティティ新規拡張地区の土地所有問題

実施二次調査は1987年6月に開始し、国内準備作業を経て、同年7月第二次現地調査を開始した。まず、本調査団は、実施二次調査に関するインセプション・レポートNo.2をN I Bへ提出し、本レポートに係る協議を行った。協議を通じ作業方針を確認した後、調査団は7月から8月にかけて次の実測調査を行った。

(1) 技術・経済両面に係る追加資料収集

(2) ニャミンディ及びティバ川における仮橋の設置及び流量観測（ニャミンディ川への仮橋設置は実施一次調査時に完了したが、その後洪水によって橋が破壊されたため、再度設置した）。

(3) ムエア灌漑区のユニットM-14における灌漑効率実測調査（この調査結果を基に、計画立案時の灌漑効率を見積った）。

(4) 既存灌漑／排水施設の追加インベントリー調査（特に、排水路及び末端圃場施設）

(5) 次の主要構造物及び水路路線の最適候補地の選定

a. ニャミンディダム

b. ティバダム

c. ニャミンディ新規頭首工及び導水路

d. ルアムタンビ新規頭首工及び導水路

e. 連絡水路

(6) 水管理に係る実測調査

(7) パイロットファーム候補地選定及び実測調査

(8) Red Soil地区及びムティティ新規拡張地区の土壌及び土地利用調査

(9) 貯水池予定地区の土地利用及び社会経済調査

(10) 建設費用積算に係る価格調査

1987年9月、調査団は上記の実地調査を通じて得た情報及び資料を基に解析作業を行い、最適開発案に関する比較検討を行い、インテリム・レポートを作成した。

本調査では、調査活動のあらゆる面でN I Bから選抜されたカウンターパートの協力を得た。又、本調査期間中、定例会議 (Regular Meeting) を毎週月曜日午前9時からN I B本部会議室において開催した。定例会議は、1987年1月から9月まで現場調査期間中開催され、調査団及びカウンターパート双方にとって、本調査に関する理解を深め、将来の開発計画に関する見解の統一を図る上で良い機会となった。実施一次、二次調査を通じて開催した定例会議議事録はData Book に掲載した。

事前調査団及び本調査団員、カウンターパートの氏名は、付属資料-7のとおりである。

第 2 章 背 景

2. 1 ケニア国の国家経済の現状

ケニア国土の総面積は約56万 4,000km²である。総人口は、1986年現在で約 2,130万人と推定され、人口密度は1 km²当り約38人である。人口増加率は過去10年間の平均で見ると 3.8%であるが、その割合は近年さらに高まっており、その結果、2000年の人口は 3,850万人と推定される（表 2.1.1参照）。

ケニア国の経済成長は1963年の独立以来、表 2.1.3のGDPの成長率に表れているように確実な伸びを示している。1964年から69年にかけて、経済成長は年平均 5.8%と安定した伸びを示していた。1970年代始めにはその成長率はさらに高い伸びを示したが、その後、コーヒー景気の1977, 78年の2年間を除いて低迷した。この原因としては、輸入総額の大部分を占める原油の価格高騰が挙げられる。さらに、1980年代初め、ケニア国の経済は、世界的な景気の後退を反映し低迷したが、1983年から85年にかけて経済事情は回復の兆しを示した（表 2.1.4参照）。

農業部門はGDPの30%、総輸出額の50%以上を占め、ケニア国経済の中で主要な役割を果たしている（表 2.1.4参照）。労働人口の約75%は農業部門で雇用されており、またほぼ同率の人口が農業に依存している。

コーヒー及び紅茶は2大換金作物であり、総輸出額の約52%を占めている（表 2.1.6参照）。その他の輸出産品としては石油製品が挙げられ、総輸出額の割合も25%程度を占めている。外貨獲得のための輸出産品が2～3品目に偏っているケニア経済の現状は、国際市場の実情及び変化に対して脆弱であると言える。輸入産品は原油が総額約25%と大きな割合を示している。化石燃料の不足は、経済構造の特徴として主に輸出入の不均衡を生じさせ（表 2.1.7参照）、国家財政における多額な累積赤字をもたらしている。

2. 2 ケニアの農業

ケニア経済の中心は農業であり、食糧のみならず、農産加工業の原料も生産している。ケニア全人口のうち約82%は農村部に居住しており、1985年現在では、全人口の約78%が農業に依存している（表 2.2.1参照）。農業部門のGDPに占める割合は約30%であり、輸出総額の50～60%を占めている。

農業産品は 230万haの耕地、380万haの草地、及び 370万haの森林から生み出されている（表 2.2.2参照）。この表から明らかなように、農業に適している土地は限られている。農業の制限要因である降雨量からいえば、ケニア全土の約19%が高位、及び中位生産地帯として、農業適地として区分されている（表 2.2.3参照）。

ケニアの農家は、大きく小規模農家と大規模農家の二つに区分できる。小規模農家の多くは小作農家であり、主に自給食糧を生産しているが、生産による余剰は少ない。一方、大規模農場を経営している農家は、国内市場及び輸出向けとして換金作物並びに主要食糧を生産している。大規模農家は、国の小規模農家育成政策の下で土地の分割を強いられ、その数は減少しているが依然大きな割合を占めている。また、小規模農家もその生産形態が自給作物生産型から換金作物生産型へ移行しつつある。1981年、中央統計局より発表された「Integrated Rural Survey 1976-79」によると、小規模農家は260万人と報告されている。その一方で、4,000人にも満たない大規模農家が耕作地の20%を占有している。さらに、小規模土地所有者の中には25万~30万人にもものぼる土地を持たない農家が存在している。

FAOの報告によると、1985年に140万haの農地で260万トンのトウモロコシが生産された(表2.2.4参照)。トウモロコシの栽培面積は、他の穀物に比較して大面積で栽培されており、生産規模においても穀物総生産量の約60%を占めている。また、換金作物として重要な作物として、コーヒー、茶、サウトキビ、サイザル、除虫菊などが挙げられる。これらの作物の生産額は、総生産額の約60%を占めている(表2.2.5参照)

ケニアの農業は天水栽培に依存しており、気象の変化によって影響を受けやすく、その生産量は年々大きく変動している。その結果、ケニアの食糧自給体制は不安定なものとなっており、年によっては国内不足分を輸入に頼っている状況にある(表2.2.7参照)。一方、ケニアの灌漑農地は36,000ha、つまり全農地面積の1.9%に過ぎない。

2.3 国家開発計画

1984年から88年に亘る第5次国家開発5ヶ年計画が1983年に作成されている。本5ヶ年計画における主題は各部門間或いは地域間の経済的格差の是正及びそのための国内資源の活用である。政府は其中で特に外国債務額の減少及び、GDPに占める民間部門への依存増加、県(District)レベルでの開発促進に重点を置いている。政府は本計画で1984-88年の5年間で4.8%の年平均成長率の達成を目標としている。

しかし、計画期間初期の段階では未解決の諸問題等によって成長率が低迷し、期待された成果が得られていなかった。しかし、コーヒー豆価格の高騰、並びに1986年の原油価格の下落等によって景気が回復し、1986-1988年にかけてはほぼ計画どおりの目標が達成されつつある。

ケニア国政府の経済開発に関する長期展望は、1986年のSessional Paper No.11に掲げられている。その中で、政府は1984-2000年にかけての年経済成長率を5.6%に設定している。最も高い成長率を期待している分野は工業部門であり、年平均7.2%の伸びを

設定している。さらに、Sessional Paper では、最重点項目として、非農業部門を含めた農村地域の開発を掲げている。その結果、今世紀までに社会問題となるであろう農村人口の都市流入に起因する都市問題が解決出来るとしている。政府は農業部門に対し1984-2000年の年平均成長率を5.0%に設定している。Sessional Paper では、この目標は、生産性の向上、果物及び野菜等の付加価値の高い作物の生産拡大を通じて達成可能としている。以下に各分野の年平均成長率を示す。

(単位：%)

項 目	1984-1988	1988-2000	1984-2000
GDP (Non-monetary)	3.5	3.5	3.5
農 業 部 門	4.2	5.3	5.0
工 業 部 門	6.5	7.5	7.2
貿 易	5.0	5.5	5.4
国 家 事 業	3.7	5.4	5.0
その他の部門	5.2	6.7	6.3
GDP (Factor Cost)	4.8	5.9	5.6
人 口	3.8	3.7	3.7
一人当りGDP	1.0	2.1	1.8

2. 4 農業開発に係る国家政策

2. 4. 1 農業開発の基本政策の概要

過去20年間に、ケニア国の農業生産量は2倍に増え、年平均増加率は3.5%を示した。ケニア国は、近年の国内食糧需要に対し、国内の農業生産にその多くを依存しているが、極端な気候の変化によって食糧自給は保証されず、毎年、供給不足分に見合う食糧輸入を行っている。

近年、人口の急増及び不安定な食糧生産によって、国内の食糧の需要と供給の潜在的な不均衡が問題となり始めている。

ケニア国の農業は、従来、天水依存型であり、気象の極端な変化によって、その生産量は毎年大きく変動している。現在、総耕地面積の1.9%、約31,000haが灌漑されているにすぎない。

この様な状況下で、ケニア国政府は第5次5か年計画(1984~1988)の中で、食糧自給の達成を強調した農業部門に最優先順位を与えている。その中で、食糧増産に係る政策は以下のとおりである。

- (1) 天水栽培に適したトウモロコシ及び小麦の改良品種の導入及び適性栽培技術の普及による生産強化計画の実施
- (2) 既存灌漑組織の改修・改善
- (3) 潜在農地の開拓
- (4) 灌漑農地、特に灌漑水田の拡張

ケニア国政府は、上記の政策の中で特に米の需要の伸びに対応するため既存灌漑施設の改修など小規模灌漑開発の推進に力を入れている。

2. 4. 2 ケニア国の灌漑事業

1981年5月、農業省は灌漑・排水開発推進計画に関する政策を立案している。この中で、政府は灌漑・排水による土地の開墾、及び洪水防御を力説しており、これにより農地の拡大など生産性の向上を図るべきとしている。政府は、またこの計画の実施によって、新規開墾地への入植並びに雇用機会の拡大、食糧需給状況の改善及び農業部門の構造改善を意図している。

水資源開発省（Ministry of Water Development）が1979年に作成したNational Master Water Planによれば、ケニア国における灌漑開発可能面積は54万haと推定され、その内訳は以下のとおりである。

（単位： ha ）

開 発 可 能 地 域	開 発 可 能 面 積
ビクトリア湖周辺地域 (Lake Basin)	200.000
リフトバレイ (Rift Valley)	70.000
アティ川流域 (Athi River Basin)	40.000
タナ川流域 (Tana River Basin)	200.000
エワソ・ンジロ川流域 (Ewaso Ng'iro Basin)	30.000
合 計	540.000

農業省の灌漑・排水開発計画推進計画（1981年）では1979年から2003年までの事業計画を述べているが、それによると灌漑計画で20万ha、排水・洪水防御によって20万haの開発を見込んでいる。灌漑開発面積には民間部門の35,000 haが含まれている。

(単位：ha)

	5 年 計 画					合 計 (1979-2003)
	第4次 (1979-1983)	第5次 (1984-1988)	第6次 (1989-1993)	第7次 (1994-1998)	第8次 (1999-2003)	
(1)灌漑計画						
N I B	6,000	12,000	20,000	28,000	34,000	100,000
M O A	5,000	8,000	14,000	19,000	19,000	65,000
民 間	6,000	8,000	8,000	7,000	6,000	35,000
計	17,000	28,000	42,000	54,000	59,000	200,000
(2)排水・ 洪水防衛	5,000	15,000	30,000	60,000	90,000	200,000

1984年現在、ケニア国内には、24ヶ所の既存灌漑事業区があり、総面積は約36,000haであり、これはケニア国全土の全潜在灌漑可能地区の7%以下である。この既存灌漑事業区の内、国営の灌漑事業区は12,600 ha であり、N I B がその内 9,500 haを運営し、その他の小規模灌漑地区が3,100 haである。民間灌漑地区は23,000 ha である。

既存の高位及び中位の生産性を有する農地 750万haに比較して、灌漑可能面積54万haは極めて小さく、また、既存の灌漑面積の約36,000 ha は極端に少ないと言える。

ケニア国政府は中・小規模の灌漑開発に重点を置いているが、政府の灌漑開発計画は期待されたほど進捗していない。その理由として、(1) 開発実施時における多額の資金を必要とすること、(2) 既存の灌漑地区における収益性が低いこと（予想された収益が得られていない）などが挙げられる。第5次5ヶ年計画（1984-1988）では、ケニア国政府は既存の灌漑地区の改修及び重力灌漑による小規模灌漑の促進に高い優先度を与えている。

ケニア国政府は、長期的視野に立って、計画実施後の維持管理だけでなく、計画・実施段階における改善を通じて、灌漑可能地の開発に全力を挙げている。

2. 5 米の需給事情

米は、国家穀物庁（National Cereals and Produce Board, 以下N C P Bと略す）の管理の下で流通・販売されている。N C P Bへの精米の総販売量は、年間約2万 4,000 ton であり、総販売量の約98%はN I Bの既存灌漑事業区において生産されたものであ

る。残り2%は民間資本の小規模天水田で生産されたものである。

近年、ケニア国は国内の需要に見合った米を輸入しており、その輸入量は著しく増加している。1983年の輸入量は4万4,800トンであったが、1984年には9万6,200トンに増加している。輸入米を含めた国内の総需要量について1965年から1984年までの推移を見ると次表のとおりである。

年	国内生産量 (トン)	輸 入 量 (トン)	合 計 (トン)	国民1人当り 年間消費量 (kg)
1965-70	11,400	1,600	13,000	1.3
1971-75	21,100	2,700	23,800	1.9
1976-80	25,200	2,300	27,500	2.0
1981	27,300	4,600	31,900	2.0
1982	25,600	11,900	37,500	2.1
1983	24,200	44,800	69,000	3.7
1984	24,000	96,200	120,200	6.1

出 典：(1) Development Plan 1980-85

(2) Statistical Abstract 1986

米の消費は、人口の伸び率以上の伸びを示している。特に、近年基幹食糧としての米の需要が伸びている。水稲はトウモロコシのような従来栽培されている作物に比べて生産加工に係るエネルギーが少ない。農業省では、人口の伸び及びエネルギーコストの上昇が今後とも続くことが予想されることから、米の需要は確実に増加するものと予想している。

1970年代、人口の伸びは年平均3.4%であり、中央統計局では2000年には1985年の2,000万人から3,850万人になると予想している。この結果、米の一人当りの最低消費量を年間4kg(1982~84の平均)と仮定した場合、米の需要は2000年には154,000トンになると予想される(図2.5.1参照)。

N1B既存灌漑事業の米生産状況が現状のまま、拡大されないならば、増加する米の需要を国内生産で満たすことは出来ないことになる。

現在、58,000トンの不足(一人当り米の消費量を年4kgと仮定した場合)があるが、将来とも生産量が変わらなければ、2000年には13万トン余りの不足が生ずると考えられる。

現在、ケニア国は米の輸入によって国内需要の不足分を補っており、そのために多額の外貨を使っている。穀類の輸入増加はトウモロコシ及び小麦のような主食穀類の場合

にも言え、ケニアの財政状況を考慮すると、米の需要増加を輸入によって対処し続けることは非現実的である。

上記のような状況下、灌漑水田の拡張及び単位収量の向上、水稲二期作の導入などの様々なNIBの努力によって米の生産増加が達成されることが期待されている。

本計画は将来の米の需要と供給の不均衡の改善及びケニア国政府の政策である食糧自給達成の一助となるべく期待されているプロジェクトである。

2. 6 NIB灌漑事業区の現況

NIBは1966年、灌漑法 (Irrigation Act (CAP347))によって設立された。NIBの活動はケニア全土の灌漑事業区の開発及び運営管理改善等多岐に亘っている。NIBは設立以来、1987年6月まで農業省の下でその機能を発揮していたが、同年7月よりエネルギー・地域開発省へ移管された。

現在、NIBの管理の下、以下の灌漑事業区が運営されている。

灌 漑 地 区	面 積 (ha)	入 植 農 家 戸 数	栽 培 作 物
ム エ ア (Mvea)	5,860	3,236	水 稲
ア ヘ ロ (Ahero)	1,070	519	水 稲
西 カ ノ (West Kano)	670	553	水 稲 サトウキビ
ブ ニ ャ ラ (Bunyala)	210	131	水 稲
ペ ル ケ ラ (Perkerra)	100	342	タ マ ネ ギ トウガラシ
タ ナ (Tana)	872	606	綿
合 計	8,710	5,384	水 稲 (7,560 ha) そ の 他 (1,150 ha)

NIBは上記のように4地区、7,560 haにおいて水稲の灌漑栽培を行っている。これらの地区では、NIBは農家に対して耕耘作業だけでなく、灌漑用水の供給、肥料・農業の供給、運搬等の作業もあわせて行っている。サービス・チャージは年毎に決められており、時には実際のコスト以下に設定されることがある。農家はNIBに対しサービスに対する、代価を生産物で支払っている。

NIBの灌漑事業区の農民は、NIB管轄下の入植農民であり、各農民には灌漑農地

1.2～1.6haの耕作権が与えられている。現在、NIB入植農民は、周辺地区の貧農と比較して高い収入を得ている。

下表は各NIB灌漑事業区の経営状況（1985/86）を表している。

(単位：KShs.1,000)

事業区	収入	支出	差
ムエア	29,542	28,069	1,473
アヘロ	4,133	8,647	-4,514
西カノ	870	7,970	-7,100
ブニャラ	788	2,421	-1,633
ベルケラ	948	5,351	-4,403
タナ	2,839	10,019	-7,180
計	39,120	62,477	-23,357

表から明らかなように、ムエア灌漑入植事業区(MIS)だけが採算がとれており、他の5地区では財政的に赤字となっており、不足分は政府の補助に依存している(詳細は表2.6.2を参照)。さらに、MISの過去10年間の収支については表2.6.3に示した。

第3章 調査対象地区の現況

3.1 位置

調査対象地区はセントラル州東部に位置し、16,000haの広さを持つ（調査対象地区位置図参照）。本地区はケニア山の山麓の平坦地に展開し、標高は1,100mから1,200mであり、南緯0度37分から0度45分、東経37度14分から37度26分に位置する。本地区はキリニャガ県に属している。本地区の行政区界図を図3.1.1に示す。

3.2 地形及び河川系統

調査対象地区は緩やかに起伏している。ムエア平坦地には丘陵地が点在し、広く緩やかな斜面が、河川沿いの低地へと伸びている。本地区は北東から南東へ約140分の1の勾配を持っている。

本地区を流れる主要河川は、ニャミンディ川、ティバ川及びルアムタンピ川であり、本地区の安定した灌漑水源である。加えて、キウエ川、ムルバラ川及びニャイクング川等の小河川も本地区を横切っている。これらの小河川の一部も灌漑水源や排水河川として利用されている。

さらに、近くを流れるタナ川も本地区の灌漑開発のための水源として考えられる。

これらの水系は以下の様に要約できる（添付図参照）。

(1) タナ川

タナ川は水源地をケニア山の西側山麓に持つ主要河川である。排水面積は流量観測所4BC2で2,365km²、4ED3で9,324km²である。

(2) ティバ川

ティバ川はタナ川の支流であり、流量観測所4DA10地点での排水面積は353km²、4DD1地点で2,616km²である。

(3) ニャミンディ川

ニャミンディ川は、タナ川の第2次の支流である。排水面積は、流量観測所4DB5地点で283km²である。

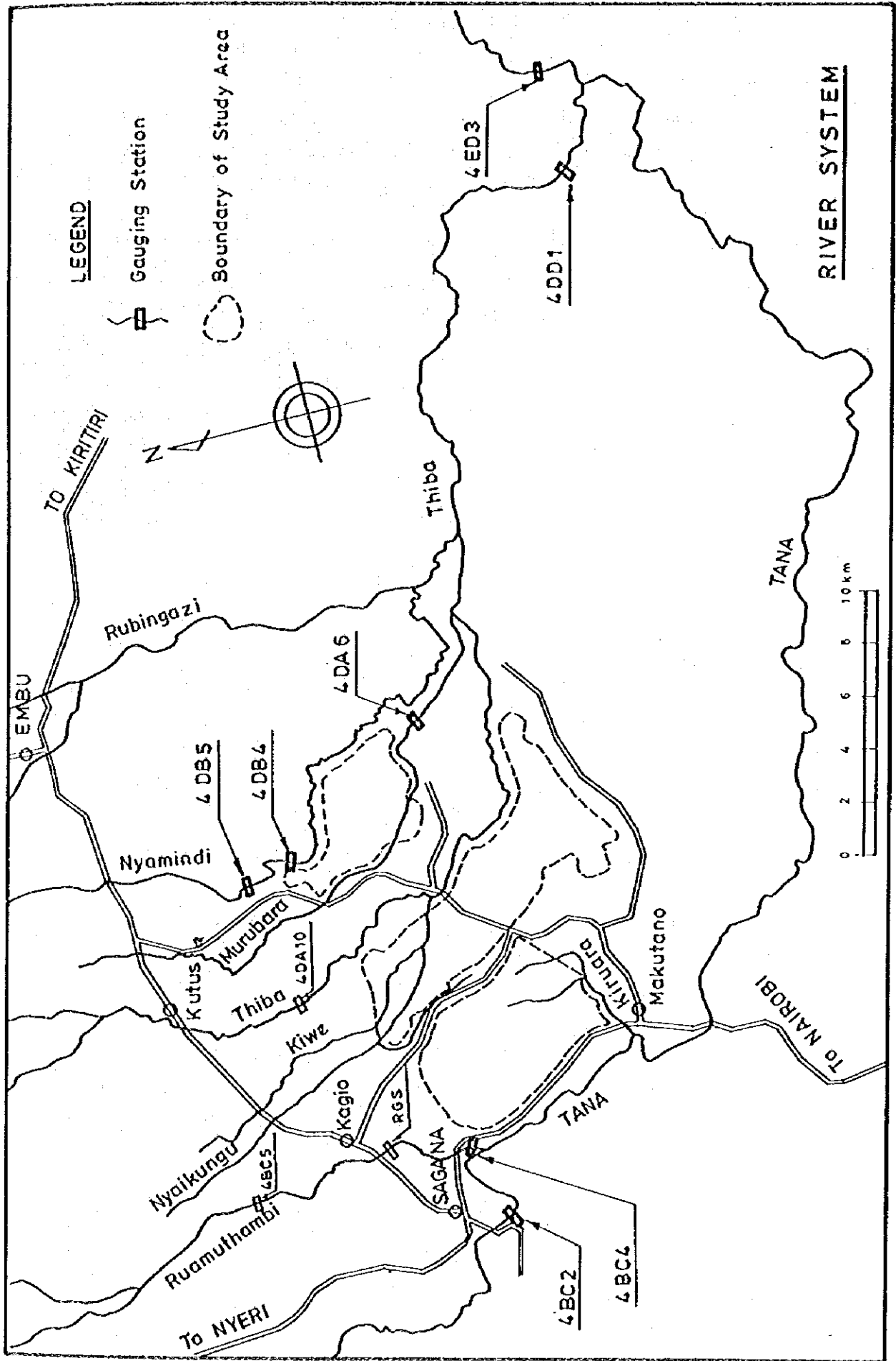
(4) ルアムタンピ川

ルアムタンピ川も、タナ川の支流であり、流量観測所4BC5地点での排水面積は86km²である。

(5) 小河川

(a) ムルバラ川

ムルバラ川は、ティバ川の支流であり、流量観測所4DA6での排水面積は、80km²である。



(b) キウエ川

キウエ川は、ティバ川の支流であり、ティバ幹線水路と交差し、その後、MIS地区北側境界線に沿って流下し、割石積堰の4km上流でティバ川と合流する。その河川水は、割石積堰で取水され、テベレ灌漑小区T-20の灌漑用水として利用されている。

(c) ニャイクング川

ニャイクング川も、ティバ川の支流である。もともとの河川路線は、MIS地区内を走っていた。ティバ幹線水路との合流点から上流部分は、補助的な水源として働き、その河川水は、ゲートにより幹線水路に導水され、余剰水は、放水工を通して、キウエ川に放出されている。

ティバ川との合流点までの下流部分は、排水路として利用されている。

(d) キルアラ川

キルアラ川も、タナ川の支流である。河川路線は、MIS地区の西側境界付近を走っており、さらにムティティ新規拡張地区を横切っている。この河川も排水路として機能している。

3.3 気 候

東アフリカ気候における各季節は、赤道上を南北に移動する太陽によって支配されている。最も暑くなる地域は、太陽が真上に来て低圧帯が生ずる地域である。この気圧帯は熱気圧の谷、赤道気圧の谷、或いは、熱帯収斂帯などいろいろな名称で呼ばれている。年間を通じての天気の総合的な状態としての気候は、この気圧帯の移動という見地から説明出来る。この気圧帯の移動は、太陽の位置の動きに対し、4~6週間遅れるとされている。そこで、ケニアにおいて太陽が真上に来るのは、3月および9月であるのに対して、二回の雨期が4月下旬から5月いっぱいまでと、10月下旬から11月いっぱいまでに起きることになる。

このような状況下で、調査対象地区の気候は、季節風の支配する赤道・中高度標高型の特徴を有する熱帯気候と呼べる。

調査対象地区の月別気象データを表 3.3.1および図 3.3.1に示す。

(1) 降 雨

調査対象地区の降雨パターンの特徴は雨期が2期に分かれていることである。3月から5月が大雨期にあたり、10月から11月が小雨期にあたる。年間平均降雨量は約930mm、その内約510mmが大雨期に集中し、残りの290mmが小雨期に降る。各月の平均降雨量を下表に示す。

平均降雨量 (1978-1986)

(単位: mm)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
21	12	94	281	137	12	6	7	17	142	147	50	926

(2) 気 温

年間平均気温は、22℃である。平均月最高気温の最高(31℃以上)は3月に記録され、平均月最低気温の最低(15℃以下)は1月におこる。

平均気温 (1978-1986)

(単位: °C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
最高	29.4	31.0	31.6	28.9	27.3	25.8	25.2	26.1	28.4	29.4	27.6	28.6	28.2
最低	14.9	15.6	17.2	18.3	17.8	16.5	15.8	16.0	16.8	17.5	17.0	15.9	16.6
平均	22.2	23.2	23.7	23.4	22.7	21.2	20.4	20.9	22.7	23.4	22.4	21.5	22.3

3. 4 水 文

3. 4. 1 流域内降雨

各雨量観測所における年平均降雨量は以下のとおりである。

NO.	雨 量 観 測 所	標 高 (m)	年平均降雨量 (mm)
1	キャッスル・フォレスト	2,100	2,100
2	ローア・カムウェッティ・フォレスト	1,700	1,800
3	ケルゴヤ水資源事務所	1,500	1,500
4	キアニャガ	1,500	1,300
5	ジュキイニ・フォレスト	1,400	1,200
6	ムリンドウコ・フォレスト	1,400	1,000
7	サガナ養魚所	1,200	1,100

3. 4. 2 河川流量

次の各流量観測所における年平均流出量は、以下のとおりである。

河川	観測所名	排水面積 (km^2)	年平均流出量 (m^3/s)
ティバ	4DA10	353	11.8
ニャミンディ	4DB5	283	6.6
ルアムタンビ	4BC5	86	2.1

(1) 計画の渇水基準年

水資源の評価に当り、計画基準年として1/5確率渇水年を採用した。1/5確率渇水年の選定は、以下の3水文資料を用いて行なった。

- a. 流域面積雨量
- b. ティバ川及びニャミンディ川の流量
- c. 灌漑受益地雨量

1977年から1986年までの10年間の上記水文資料による確率計算の結果、全項目について1980年が1/5確率渇水年となった。

したがって、計画基準年として1980年を採用する。

(2) 1/5確率河川流出量

関連河川の1/5確率渇水量は以下のとおりである。

(単位: m³/s)

月	ティバ川(4DA10)			ニャミンディ川(4DB5)			ルアムタンピ川(RGS)		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
1	4.96	4.44	4.75	2.81	2.45	2.60	1.73	1.30	1.50
2	4.57	3.68	4.24	3.24	2.65	1.98	1.38	1.09	0.98
3	5.72	5.56	5.35	3.15	2.62	2.22	0.96	0.87	0.85
4	5.52	5.75	7.19	3.28	5.18	8.48	1.13	1.34	2.11
5	7.17	12.84	11.53	15.79	13.88	7.12	2.91	2.69	1.92
6	9.16	7.94	6.98	5.36	4.01	3.29	1.51	1.23	1.12
7	6.83	6.18	5.85	3.01	2.97	2.83	1.33	1.20	1.12
8	7.12	7.77	7.64	3.00	10.22	5.15	1.65	2.51	1.81
9	7.03	6.37	5.59	3.59	3.52	4.41	1.53	1.18	1.25
10	4.84	4.94	6.62	9.03	3.91	6.25	1.10	0.99	2.28
11	9.07	12.15	12.61	7.58	10.22	9.30	3.17	4.90	2.98
12	9.02	7.90	8.01	5.71	4.99	4.25	2.53	2.57	2.01

3.4.3 水 質

以下の河川及び水路における水質解析が、第1、2次調査で、SURTECH LTD.により実施された。

NO.	採 水 地 点	調 査 時 期
1	- ニャミンディ既存頭首工	1次及び2次
2	- ムルバラ暗渠	1次及び2次
3	- ティバ既存頭首工	1次及び2次
4	- キウエ川(ティバ幹線水路、横断排水路交差点直上流)	1次及び2次
5	- ルアムタンピ川、幹線道路B20/1 横断橋地点	1次及び2次
6	- キルアラ幹線排水路始点	1次及び2次
7	- ティバ幹線排水路I始点	1次及び2次
8	- ティバ川ティバ幹線排水路I合流点直上流	1次
	- タナ川サガナ橋地点	2次
9	- ニャミンディ幹線排水路II始点	1次及び2次
10	- ムルバラ川ニャミンディ幹線排水路II合流点直上流	1次及び2次

解析の結果、灌漑用水として問題のない事がわかった。

3. 4. 4 流 砂

ニヤミンディ川4DB5およびルアムタンピ川RGS地点において、降雨期中の4月から6月にかけて、浮遊土砂および掃流土砂の採取を行った。ティバ川4DA10地点での採取は、流量観測用仮橋完成後の9月中に実施した。

解析結果は以下のとおりである。

採取地点	排水面積 (ha)	浮遊土砂 ($m^3/year$)	掃流土砂 ($m^3/year$)
4DB5	283	6,300	100
RGS	117	12,700	10
4DA10	353	6,500	180

3. 4. 5 洪 水

ティバ川4DA10、ニヤミンディ川4DB5地点における5年確率の洪水を貯留関数法によるシミュレーションから、以下のとおり推定した。

項 目	4DA10	4DB5
設計降雨 (mm/日)	120	120
基底流量 (m^3/s)	40	15
ピーク流量 (m^3/s)	145	185
ピークの70%の流量 (m^3/s)	100	130
ピークの70%流量の継続時間 (hr)	5	3

3. 4. 6 水利権

関連河川の既得水利権流量は以下のとおりである。

a. ティバ川

区 間	水利権流量 (m^3/s)
計画ダム上流	1.33
計画ダム既存頭首工間	0.29
既存頭首工下流	0.35
合 計	1.97

b. ニャミンディ川

区 間	水利権流量 (m^3/s)
新規頭首工上流	0.49
新規頭首工下流	0.02
合 計	0.51

c. ルアムタンピ川

区 間	水利権流量 (m^3/s)
新規頭首工上流	0.32
新規頭首工下流	0.15
合 計	0.47

d. タナ川

タナ川の常時流量の全量および豊水流量のうち、 $17\text{m}^3/\text{s}$ と (610 cusec) までの水利権が、水資源省よりケニア電力電気株式会社の発電所に与えられている。

3. 5 地質及び土質

3. 5. 1 地質状況

全調査対象地区にわたり、新生代火山砕屑物が基岩の片麻岩上に分布している。調査対象地区の地質分布は以下のとおりである。(図 3.5.1参照)

地 質	分 布
片麻岩（始生代）	タナ川右岸
玄武岩（更新世）	全調査対象地区
集塊岩（新生代第三紀）	調査対象地区南域
凝灰岩（新生代第三紀）	調査対象地区西域及び北域
礫 岩（新生代第三紀）	ニャミンディ左岸

(1) ダムサイトの地質状況

(a) ニャミンディダムサイト

更新世の玄武岩と第三紀の礫岩がニャミンディダムサイト一帯に分布する。玄武岩は、広範囲に分布し、貯水池の南東から北西方向に分布する。一方、礫岩は貯水池の北から北東方向に分布する。一般的に計画ダム軸付近には強風化火山砕屑物（土砂状を呈した凝灰岩）が10～20mの厚さでこれら基盤岩を覆っている。

(b) ディバダムサイト

更新世の玄武岩と第三紀の集塊岩がディバダムサイト一帯に分布している。強風化火山砕屑物がこれら基盤岩を覆って層厚10～20mで認められる。層厚4mの強風化集塊岩層が基盤の玄武岩と集塊岩の間に認められる。

(2) 主要構造物地点

主要構造物地点の地質状況は以下のとおりであり、構造物基礎として特に問題はない。

構 造 物	地 質 状 況
ニャミンディ新規頭首工	河床部に第四紀玄武岩が露頭
ルアムタンビ新規頭首工	河床部に第四紀玄武岩が露頭
	両河岸部は薄段丘堆積層が分布
ムルバラサイフォン	第四紀玄武岩上に泥土層が分布
ニャミンディ分土工	第四紀玄武岩が露頭

3. 5. 2 土質

(1) 黒色粘土質土

自然含水比が高く、乾燥時には収縮亀裂を生じ、湿潤時には膨潤する。当該土質水路側法は、収縮膨潤作用により崩落しがちである。

(2) 赤色土

自然含水比は黒色粘土質土より低く、地耐力は20t/m²である。透水係数は10⁻⁴ cm/sec程度と高く、粘着性が低いので、赤色土質水路側法は浸食をうけがちである。

(3) 盛土材料

(a) 水路及び道路盛土材料

以下の場所が土取場として適当であると考えられ、材料賦存量も必要量を充分満足している。

I) 調査対象地区北方に位置するニャンガティ (Nyangati) 村近傍の丘陵

II) 調査対象地区中心部に位置するキアルクング (Kiarukungu) 村近傍

(b) 竹材料

本調査対象地区内及び近傍では、細粒竹材のための有望な採石場候補地は見当たらない。河床状況から判断すると、河川下流域では大量の土砂が堆砂しているものと推定され、これを利用した砕砂案も考えられる。

(c) ダムフィル材料

ティバダムに対する土取場は、ダムサイトの上流約1 kmに位置し、ニャミンディダムに対する土取場もダムサイト上流約1 kmに位置する。材料賦存量は以下のとおりである。

I) ニャミンディダム

土質材料: 3.6 MCM

ロック材料: 1.8 MCM

II) ティバダム

土質材料: 2.0 MCM

ロック材料: 1.5 MCM

3. 6 土壌及び土地利用

(1) 土壌分類

調査対象地区の土壌は以下に示す6つのグループに大別できる。

1) Black Cotton Soils

a. Typical black cotton soils

b. Stony black cotton soils

2) Red Soils

c. Typical red soils

d. Brownish red soils

3) Lithosols (very shallow soils)

4) Swampy peat soils

調査対象地区の主要な土壌はBlack Cotton SoilsとBrownish Red Soilsであり、これらが灌漑に最も適している土壌である。他の種類の土壌は瘦土であり、また地形が平坦でないことから灌漑開発には適さない。

図 3.6.11に土壌図を示す。各土壌の分布面積は以下のとおりである。

(単位:ha)

	MIS地区	ムテイテイ 新規拡張地区	合計
Typical black cotton soils	8,500	2,900	11,400
Shallow, stony black cotton soils	700	100	800
Typical red soils	750	400	1,150
Brownish red soils	2,000	550	2,550
Lithosols (extremely shallow soils)	-	20	20
Swampy peat soils	50	30	80
合計	12,000	4,000	16,000

各々の土壌のグループの特徴を以下に要約する。

Typical black cotton soils は黒色を呈する粘土質土壌であり、乾くと表面に深いクラックができるのが特徴として挙げられる。この土壌地帯では一般に灌漑条件下において稲作栽培が行われている。灌漑されていない所は概ね休耕地のままかあるいは、牧草地として利用されている。

Stony black cotton soils は土層が浅く、礫質/石質である。この土壌地帯では灌漑は不可能であり、従って農地として利用されていない。

Typical red soils は排水条件が良好で赤ないしは赤褐色を呈し、土層が深くて粘土あるいは埴壤土の土性を有する。この土壌は透水性が高く、また一般に傾斜の激しい所に生成している土壌であることから、灌漑には適さない。

Brownish red soils はRed soils と Black cotton Soils の中間のタイプの土壌である。この土壌の排水条件は良好かあるいは適度に良好であり、暗赤褐色から暗褐色を呈し、土層が深く、壤質から粘土質の土性を有す。この土壌地帯では多くの種類

の作物が栽培されている。M I S 地区ではこの上土地帯の一部で灌漑により野菜が栽培されている。

Lithosols (very shallow soils) はムティティ新規拡張地区の南端のキルアラ川沿いで見られる。この土地帯の地表面には殆んど植生がなく、大部分が裸地であり、土壌は農業には適さない。しかし、この土壌は調査対象地域内では僅かに認められる程度である。

Swampy peat soils もムティティ新規拡張地区の南端のキルアラ川沿いで見られる。この土壌は排水条件が不良で、深い灰色の有機質層を持ち、農業には適さない。この土壌も調査対象地域内にはあまり分布していない。

(2) 土壌の理化学的性質

調査対象地域の土壌試料は現地の業者であるSURTECH LTD.の実験室で分析した。分析結果を表 3.6.1に示す。

pHは 6.3から 8.4の範囲にあり、Black cotton soilsで比較的高い傾向が認められる。陽イオン交換容量 (C E C) は全般に高く、25.2から 132.9 meqの範囲にある。Black cotton soilsの C E C 及び交換性 C a , M g が他と比べて高い。

土性は粘土 (C) 、シルト質埴壤土 (S i C L) 、シルト質埴土 (S i C) 及び砂質埴壤土 (S C L) に分類される。Black cotton soilsのほとんどが粘土 (C) であり、他の土壌の土性はかなり不均一である。

(3) 土地利用

土地利用概要図 (図 3.6.2参照) に示すように調査対象地域において水田、畑作物、草地、森林及び村落等の種々の土地利用形態が認められた。

各土地利用形態毎にその面積を示すと以下の様になる。

(単位 : ha)

	M I S 地 区	ムティティ新規拡張地区	合 計
水田	6,900	—	6,900
畑作物	2,200	1,600	3,800
草地	2,200	2,400	4,600
村落、その他	700	—	700
合計	12,000	4,000	16,000

3. 7 インフラストラクチャー

調査対象地区は、アスファルト舗装の国道 B 6 及び B 2 0 / 1 によってナイロビ及び

他の主要な都市と結ばれている。調査対象地域内では南北に国道B6が走っており、またこのB6やB20/1の様な幹線道路から分岐している第二次道路網も良く発達している。ムティティ新規拡張地区内には道路はほとんどない。MIS地区内においては、延長約60kmのセツルメント道路が建設されており、それぞれ国道と接続している。

ムティティ新規拡張地区を除き調査対象地区は、電気、郵便、電話、病院、学校等の施設を有しており、地方過疎地とは言い難い。現在の問題点は、生活用水の不足である。ほとんどの農民は、灌漑用水から未処理の水を使っている。他の生活用水源の一つとして浅井戸を使っているが、その水質については保証されていない。

3. 8 既存灌漑・排水組織

3. 8. 1 ムエア灌漑入植事業地区

(1) 事業地区面積

ムエア灌漑入植事業地区(MIS)は、2つの灌漑区、ニャミンディ掛り地区とティバ掛り地区に分れている(図 3.8.1参照)。ニャミンディ掛り地区は、1つの灌漑区、デベレ灌漑区を有している。ティバ掛り地区は、4つの灌漑区、ムエア、ティバ、ワムム、カラバで構成されている。各灌漑区はいくつかの灌漑小区から成っている。

地区総面積は、約11,600haであり、水稲の純灌漑面積は 5,860ha、粗面積は 6,900haである。残りは畑作、非灌漑地区、住居地、道路等で占められている。各灌漑区の灌漑面積は次のとおりである。(詳細は表 3.8.1を参照)

灌 漑 区	(単位: ha)			
	灌漑面積		その他	総面積
	純面積	粗面積		
ニャミンディ掛り地区				
テベレ	1,300	1,600	1,700	3,300
ティバ掛り地区				
ムエア	1,220	1,400	900	2,300
ティバ	1,150	1,400	900	2,300
ワムム	1,120	1,300	500	1,800
カラバ	1,070	1,200	700	1,900
計	5,860	6,900	4,700	11,600

(2) 灌漑系統

MIS地区は、その灌漑用水を2つの主要河川、ニャミンディ川とティバ川に依存し、ニャミンディ灌漑系統とティバ灌漑系統の2灌漑系統に分かれている。ニャミンディ灌漑系統は、一つの頭首工と幹線水路、3つの支線水路及び関連付帯構造物で構成され、デベレ灌漑区に灌漑用水を供給している。ティバ灌漑系統は、一つの頭首工と幹線水路、4本の支線水路、そして関連付帯構造物で構成され、ムエア、ティバ、ワムム、カラバ灌漑区に用水を供給している。ティバ頭首工より約10km下流に割石積堰が設置されており、テベレ灌漑区の灌漑小区T20に用水を供給している。灌漑小区内への用水は、幹線・支線水路の分水工により取水さ

れた後、圃場用水路を通り、各圃場小用水路に流下し、取入口で各圃場に引かれている。

(3) 排水系統

MIS地区には、排水路として機能する4つの河川（ニャミンディ、ムルバラ、ティバ、キルアラ川）を有している。川沿いに位置する一部の灌漑小区は、直接河川へ排水する圃場集水路を有している。

ニャミンディ排水系統には、3つの幹線排水路があり、2～3の灌漑小区の排水を集め、上記の河川へ排出している。ティバ排水系統は、5つの幹線水路と2つの支線排水路で構成されている。ムコウ川とニャイクング川の下流部は幹線排水路Ⅲ及びⅣとして利用されている。ほとんどの圃場小排水路は、圃場用水路の反対側に設置されている。灌漑小区内の排水は、圃場小排水路から圃場集水路に集り、灌漑小区より排除される。

既存ムエア灌漑地区の灌漑・排水系統図を図 3.8.2、図 3.8.3に添付した。

3. 8. 2 既設灌漑・排水施設

主要な既設灌漑・排水施設は次のように分類できる。

- (1) ニャミンディ頭首工
- (2) ティバ頭首工
- (3) 用排水路
- (4) 灌漑排水付帯構造物
- (5) 農道
- (6) 圃場施設

上記施設の現状は、下記のとおりである。

(1) ニャミンディ頭首工

ニャミンディ頭首工は1956年に完成し、テベレ灌漑区の用水を支配している。頭首工は、堅固な岩盤の上に建造されている。頭首工は構造的には、それほど劣化していない。しかし、頭首工両サイドの保護工はかなり劣化しており、又頭首工上下流の保護工は流失している。既設土砂吐は、丁度土砂吐前面に導流壁があるため、堆積土砂の掃流機能が阻害されている。

(2) ティバ頭首工

ティバ頭首工は1957年完成し、ムエア、ティバ、ワムム、カラバ灌漑区に用水を分配している。

頭首工は、堅固な岩基礎を有し、適切な位置に建造されている。頭首工両サイ

下の斜面は壊れており、堰の左岸側上流には滞砂がみられる。

(3) 川排水路

ニャミンディ掛り地区は1つの幹線用水路、3つの支線用水路、そして3つの幹線排水路を有している。ティバ掛り地区には、1つの幹線用水路、4つの支線用水路と5つの幹線排水路、2つの支線排水路を有している。

各川排水路の延長は下記のようなのである。

(単位: km)

水 路	ニャミンディ掛り地区	ティバ掛り地区
a. 幹線用水路	4.5	12.4
b. 支線用水路	16.6	30.2
c. 幹線排水路	5.9	23.5
d. 支線排水路	—	3.4

川排水路とも、台形断面をもつ土水路である。用水路の両法面は、ほとんどの路線にわたり、ある程度侵食されている。その結果、水路路線のかなりの部分に土砂が滞積している。又、ニャミンディ掛り地区の用水路は、草が著しく繁茂している。

排水路に関しても侵食土砂が滞砂し、水路底が浅くなっている。又、いくつかの排水路の下流断面は上流断面よりも小さくなっている。

(4) 灌漑排水付帯構造物

多くの種類の灌漑付帯構造物が、用水の配分、流量・水位の調節、又道路・河川の横断のために設置されている。用水路に設置されている主要な付帯構造物は以下のとおりである。

- 分水工
- チェック及び馬蹄形堰
- 落差工及び急流工
- 暗渠及び橋
- コンクリートフリーム及び洗場
- 余水吐及び排水暗渠
- パーシャルフリーム及びチボレット堰

イベントリー調査の結果、幹支線用水路付帯構造物総数は約 350であり、その中、約35%の構造物が少なからず劣化し、改修を要するものと考えられる(表 3.8.2参照)。

既存MIS地区内にはいくつかの用水再利用構造物があるが、そのほとんどは老朽化している。又、水田からの環元水を有効に再利用するための調整施設を有していない。

排水路付帯構造物としては、道路横断、水位調節及び水路保護のために、暗きょ、落差工、流入工及びチェックがある。その構造物総数は約50であり、その中の約55%の構造物がかなり老朽化し、改善を必要とする（表 3.8.2参照）。

(5) 農道

地区内の農道は、十分な密度で配置されており、幅員も充分である。しかし、ほとんどの道路標高は、田面標高より低くなっており、水路からの越流水で度々浸水し、円滑な交通が妨げられている。

(6) 圃場施設

圃場施設は、次の要素から構成されている。

- a. 圃場用水路及び圃場小用水路
- b. 圃場小排水路及び圃場集水路
- c. チェックを有する分水工、暗渠、落差工形式のチェック、圃場の取入口・排水口等の関連施設
- d. 圃場内道路

インベントリー調査の結果によると、圃場用水路、圃場小用水路はよく維持されているが圃場小排水路、圃場集水路には多少の滞砂が見られる。一灌漑小区内のチェックは、平均して約40%が壊れており、改修の必要がある。

圃場内道路は、各灌漑小区ともよく配置されている。しかし、Black cotton soil 地区の道路では、雨期にはぬかるみ、乾期には亀裂が生じる事より、円滑な交通を阻止されている。

3. 8. 3 水管理の現況

(1) 水管理組織

MIS地区の組織については、3. 9. 1節に述べる。農民は、NIBより、MIS地区内への居住許可を与えられ、4エーカー（約1.6ha）の水田を耕すことを認められている。しかし、NIBによる指導には従わなければならない、農民の個人的な考えにより、与えられた水田を耕すことは許されていない。従って、水管理は、農民ではなくMISの職員により行われている。

MIS職員は、上級職員20名、中級職員50名、下級職員150名から成り、総勢約320名である。その内、水管理に従事するものは、図3.9.1に示す様に1987年

現在、わずかに42名である。

M I S地区本部の中にある工事が、灌漑用水の配分及び灌漑施設の維持管理に責任を負っている。

M I S地区は5つの灌漑区に分けられ、各地区にそれぞれの地区の水管理責任担当者が配属されている。各地区には、灌漑責任者及び圃場責任者があり、その他に、5～7名の圃場管理職員、用水管理長、7～8名の用水管理職員、中級職員及び下級職が従事している。農民との連絡は、農民を代表する小作人長を通して行われる。

灌漑責任者は、生産部の上級職員であり、各地区の作付計画に責任を負っている。灌漑責任者は、作付計画に基づき、用水配分をM I S所長に要求し、M I S所長は、その決定を工事の頭首工管理者に連絡する。

頭首工管理者は、M I S所長の指令に従って、これまでの経験に基づき灌漑計画を作成し、頭首工の取水ゲートの操作を管理している。又、各灌漑区の用水管理長に、分水ゲートの操作を指令している。

各灌漑区の用水管理長は、分水ゲートの操作に責任を負い、用水管理長以外には誰も分水ゲートの操作には手を触れることはできない。用水管理職員は、それぞれ、灌漑小区を受けもち、圃場内への用水配分に対して責任を負っている。

(2) 用水管理の現況

M I S地区、用水路内には、多くの流量測定施設が設置されているが、その大半は、有効に利用されていない。例えばティバ川掛り地区内で活用されている流量施設は、既存25ヶのうちわずかに13ヶである。

(3) 維持管理

M I S地区の管理は、運営及び水稲生産活動に集中しており、灌漑排水施設の維持管理まで手が回らないのが現状である。灌漑排水施設の維持管理は、主に、施設の修復、水路の浚渫及び草の除去である。灌漑小区内の草の除去は、定期的に農民の手により実施されている。幹・支線水路の浚渫及び草の除去は、間断的にはあるが実施されている。しかし、その他の維持管理は行われていない。特に、排水路の維持管理は全く実施されていない。

3. 9 M I S地区の農業現状

3. 9. 1 組織

M I S事務所は図 3.9.1に示したように次の8部に分かれている。

(a) Production

- (b) Research
- (c) Workshop
- (d) Construction Maintenance Operation
- (e) Building Maintenance Construction
- (f) Works
- (g) Mainstores
- (h) Health and Nutrition

MISでは320人の職員が働いており、その内、シニアスタッフは16名、ジュニアスタッフは152名、さらにその下に152名の下部職員が配属されている。また、5つの灌漑区(Section)には、全体責任者として水稲生産管理を行うIrrigation Officerがいる。その下に、Head Field Assistant, Field Assistant, Head Water Guard及びWater Guardが配属されている。

MISの農民は全て小作人であることが「Irrigation Regulation 1977」の下で規定されている。農家数はMIS内の農地の拡大と共に増え、1986年現在3,236名である(表3.9.1参照)。

農家は以下の組織を通して、MIS事務所及びNIBと密接な連絡を保っている。

- (a) Mwea Irrigation Scheme Committee
- (b) Mwea Irrigation Scheme Sub-Committee
- (c) Tenants Advisory Committee
- (d) Tenants Liason Council
- (e) Tenants Meeting

上記の組織を通じて、圃場の運営管理の問題点について、農家とMIS事務所双方の間で討議が行われる(ANNEX VI、1. 1. 1節参照)。

3. 9. 2 運営組織

MIS事務所及び地区内農民の活動は灌漑法(Irrigation Act)によって規制されている。営農活動上の運用規定は以下のとおりである。

(1) MIS事務所の運用規定

- a) MIS事務所は以下の業務を農民に対し実施する。
 - トラクターによる水田の耕耘作業
 - 生産投入資材(肥料、農薬等)の供給
- b) MIS事務所は、NIB本部を通じて生産投入資材を購入し、農家に分配する。

c) M I S 事務所は、収穫された初め集荷、乾燥、袋詰め及び N C P B への販売等の業務を担当する。その場合、管理事務所は農家より初めを買上げるが、サービス料及び生産資材費分を差し引いた初めの代金が農家に支払われる。

(2) 農家の営農活動に関する運用規定

- a. 農家は灌漑農業運用規定 (Irrigation Regulation 1977) 及び M I S 事務所の指示に従わねばならない。
- b. 農家は、各灌漑区の集出荷場 (Reception Centre) へ収穫した初めを引き渡す。しかし、M I S 事務所に認められた自家消費分についてはその限りではない。
- c. 農家は各自所有水田、圃場小川水路及び圃場小排水路等に対し、常に維持・管理を怠らないようにする。
- d. 農家は耕耘作業に必要な機械の保有／貸借は許されない。耕耘作業は全て M I S 事務所による請負作業である。

3. 9. 3 水稲生産の現状

(1) 水田作業

水田作業は、M I S 事務所によって作成される作付作業計画に従って実施される (図 3.9.2 参照)。

(a) 本田準備

1957 年より 1960 年にかけては、乾田状態で牛耕を行い、その後、湛水状態で数度代掻きを行っていた。1960 年、初めて 6 台のトラクターが導入されてから、トラクター耕耘が可能となり、現在では 30 台あまりのトラクターによる耕耘が行われている (ANNEX VII 参照)。

この場合、まず本田を 10cm 程度湛水させ、湛水後 3 日以内にトラクターによる耕耘が行われる。このときに、水田によってはトラクターの沈み込み (Bogging Down) を引き起こす場合がある。。

一般に、耕耘は 3 月に開始され、8 月まで継続して行われる。各灌漑区では、農家は 4 組の作業グループに分かれる。第 1 グループは、3 月初旬耕耘を開始し、最終グループである第 4 グループは 7 ~ 8 月に耕耘を終了する。農民のグループは数年毎に改組される。前代は通常 7 月中旬よりグループ毎に一週間間隔で行われ、田植は苗代への播種後、約 4 週間 (25 日 ~ 28 日) 後に実施される。第 1 グループが最初に田植を行い、第 4 グループが最後に田植を行う。

各グループの田植前の湛水期間は以下のとおりである。

第 1 グループ : 160 ~ 90 日

第2グループ	:	100~55日
第3グループ	:	65~40日
第4グループ	:	45~30日

(b) 苗代準備

各農家は各所有の水田に応じた苗代を所有し、各自準備する。普通、苗代面積は本田の 1/16 程度である。

苗代準備は普通人力に頼っている。播種量は本田 1 エーカー当たり 18kg であり、肥料は窒素で、25kg を苗代全体に施用している。

播種後、苗代の水深は苗の生長に合わせて 5cm まで徐々に上げられる。

(c) 田植

管理事務所は、一株一本植え、栽植密度 10cm × 10cm を奨励している。

田植は、通常、学校の長期休業時期である 8 月に合わせて行われる。その場合、4 エーカーの田植えに 4 ~ 5 日程度かかる。一方、夫婦 2 人で、田植を行う場合、本田 1 エーカーの田植えに 5 日かかる。

(d) 施肥

田植前に、1 エーカー当たり 50kg の硫酸アンモニウム (Sulphate of Ammonia) を施用する。また三重過リン酸石灰 (Triple Super Phosphate) を 2 年に 1 回田植前に施用する。施用量は、 P_2O_5 で ha 当たり 57.5kg、T S P で ha 当たり 125 kg (エーカー当たり 50kg 袋 1 袋) である。

さらに、窒素の追肥を田植後 42 日頃行う。追肥量は ha 当たり 52kg - N である。

(e) 本田管理

田植後、湛水深が 10cm 以上にならないようにする。そして、生育期間中、常時湛水が続けられる。

本田管理として、水管理以外に鳥追い、追肥及び除草等が必要に応じて実施される。主な害虫として、ハモグリバエ、メイチュウ、ヨトウムシが挙げられる。

これらの害虫の駆除に対しては DDT 及びフラダンの散布が効果的である。唯し、DDT はフラダンに置きかわりつつある。

(f) 落水

田植後、常時湛水が登熟期まで続けられる。収穫 3 ~ 4 週間前に落水し、田面を乾燥させる。

(g) 収 穫

刈り取り後、脱穀、同選、袋詰めが農家の手で圃場で行われる。袋詰めされた物は集出荷場 (Reception Centre) へ運ばれる。収穫作業には、通常日雇い労働者が雇われる。収穫後のワラについては、農家に対し圃場に広げ燃やしてしまうよう指導している。しかし、ほとんどの農家は圃場の一角所でまとめて燃やしてしまう。

3. 9. 4 水稲生産量

1957年、M I Sが水稲生産を始めて以来、水田面積の拡張とともに生産量は、1960/61の1万887トンから、1985/86 2万6,408トンへ、約2.3倍に高まった (ANNEX-VII、1.1.4節参照)。単位収量は、1970年代前半の6.0トン/haから、1980年代5.0トン/haへ徐々に低下している。

1974/75から1983/84までの毎年の各灌漑小区の水稲生産資料によれば、灌漑小区間の収量に大きな変異があることがわかる (ANNEX-VII、1.1.4節参照)。

生産量の大きな変異は農家間にも認められる。つまり、1984/85にはエーカー当たり15袋 (2.8ton/ha) 以下の収量しか得られなかった農家が全体の約14%であったのに対して、エーカー当たり35袋 (6.5ton/ha) 以上の収量を得た農家は全体の15%にもなった (ANNEX-VII、表VII-5参照)。

以上のような農家間の収量の差の理由はまだ明確にされていない。

3. 9. 5 農家経済

表3.10.6にシンダノ及びバスマティについて1982/83から1985/86にかけての平均生産レベルにおける単位面積当りの稲作生産費を示した。シンダノ及びバスマティのkg当りのN I B買い上げ価格はそれぞれKsh.2.9、3.75であるが、収益性ではシンダノがバスマティよりも高い。

また、生産資材の急激な高騰は稲作の収益性を悪化させている。農家所得の年次変化は、図3.10.5に示すように1976/77から1985/86にかけて漸次変化しており、1985/86の農家所得は1976/77の価格ベースで約70%減額している。この傾向は表3.10.7に示した所得層別農家分布においてさらに明確となっており、農家の分布は広い範囲にわたっている。つまり、1984/85に約50%の農家がKsh.10,000以上の収入を得たが、その一方では約12%の農家がKsh.3,000以下の収入しか得ていない。年収入Ksh.3,000以下の低所得者層の農家は徐々に増えている。

3. 9. 6 米の収穫後処理及び市場性

圃場で袋詰めした後、初は各集出荷場へトラックで運ばれる。初は集出荷場で水分含量14%まで乾燥され、75kg詰めの袋に詰められ、精米場へ運ばれる迄貯蔵される。集出荷場の平面図を図 3.10.6 に示した。さらに、初は集出荷場より既存ムエア灌漑地区内の精米所 (Mvea Rice Mills Ltd.) へ運ばれ精米される。収穫後の初の流れについては図 3.10.7 に示すとおりである。精米はNCPBの管理の下、市場へ出される。

農家に対する支払いは、Mvea Amalgamated Rice Growers Co-operative Society Ltd. (1984年設立) の組合員である農家に対しては、この組織を通して行われるが、非組合員の農家に対してはCommercial Bank の口座を通して行われる。集出荷場から精米所へ運ばれた米は、一旦場内のNCPB管理下の倉庫へ運ばれ、その後精米される。精米機は4台あり、2台は5トン/時の能力を持ち、他の2台は毎時2トンの処理能力を持つ。

精米所の年間処理能力は2万8,000トンから3万2,000トンであり、2交代制で稼働している。平均精米歩留りは62%であり、碎米の割合は平均5%である。碎米はkgあたりKShs. 1.5、糠はkg当たりKShs. 0.8で販売されている。

精米はサガナにあるNCPBの倉庫に運ばれ、そこからNCPBの各地の倉庫を通じて消費者へ販売される。現在の精米のkg当りの価格はシンダノはKShs. 7.30であり、バスマティはKShs. 9.05である。

3. 9. 7 将来開発に係る圃場試験

(1) 水稲二期作試験の概要と問題点

水稲二期作は、ムエア稲作試験場において1975年からNIBの研究・研修プロジェクト (Operational Research and Training Project) の下で行われている。1976/77には、ティバ灌漑区において、56ヘクタールの水田を対象に水稲二期作が実施された。しかし、試験場段階の水稲二期作試験では十分成功を示したが、農家段階の水稲二期作は失敗に終わった。

1979/80には、政府の方針としてMIS内に水稲二期作が再度導入され、同年536ヘクタールの規模でテベレ灌漑区に於いて実施された。また、1980/81、ムエア灌漑区において、546haを対象に再度実施された。しかしながら、期待通りの結果は挙げられず失敗に終わった。

1985/86、大規模圃場を対象とした水稲二期作が各関係機関の協議の末に実施されることになった。対象面積はMIS総水田面積の40%にあたる2,480ha

であった。しかし、収量は期待された値よりも大巾に低く、参加した農家は将来の二期作実施に消極的になった。

1979/80, 1980/81, 及び1985/86の3回の水稲二期作の実績については表 3.10.8 に要約した。

また、各関係機関は過去の水稲二期作の失敗について以下の説明を挙げている。

- a. 水稲二期作実施による常時湛水期間の長期化によって耕盤が形成されずそれが原因となって起きるトラクターの沈み込みの問題。
- b. 水稲収量に好影響を及ぼす耕耘から田植迄の湛水期間の短縮化。
- c. 登熟に影響を与える6~8月の低温・曇天の気候 (図 5.10.8 参照)
- d. 大雨期の収穫及び乾燥作業
- e. 水稲二期作に伴う病気の蔓延及び害虫の繁殖によって引き起こされる病虫害の増加。
- f. 低水位期間の灌漑用水不足 (特にティバ出り地区において顕著である)

M I S内の試験場において、小規模な水稲二期作試験は現在も継続して実施されており、表 3.10.9 に示すように、大雨期の水稲栽培の結果も上々である。これは、耐冷性、早生性、耐病性等にすぐれた品種による結果であるが、農家に奨励出来るまでには至っていない。

(2) 水田輪作試験の概要

1984年、モイ・ケニア国大統領は、M I Sを訪問の際、水稲二期作のむずかしさについて報告を受け、小雨期の水稲収穫後、生育期間の短い畑作物を栽培してみることを指示した。

輪作の実施は、大統領の指示により、直ちに始められた。この試験では、ひまわり、ササゲ、アオアズキ等が供された。この試験には、約10エーカーの水田が使用され、実施にあたっては、農業省、N I B、既存ムエア灌漑地区内の試験場及び州の行政機関の代表者よりなる委員会が組織され、大統領の指示を迅速に行うよう、委員が協力して作業にあたった。

しかし、輪作試験は様々な技術的な問題により中止されている。

(3) Red Soil地区の開発

1978/79 にテベレ灌漑区のRed Soil地区32haが40農家に分配され、豆類、トウモロコシ、綿の栽培試験が天水条件下で実施された。乳牛給飼場及び養豚場が同年建設され、水稲栽培による副産物(ワラ、落ち穂、ヌカ)の給飼を放牧とあわせて行う、Semi-zero grazing systemの実施が試みられた。

天水条件下での多様な作物栽培が繰り返して試され、その結果、トウモロコシ及

び豆類の天水栽培が注目され今後の試験に供されることになった。また、インゲンマメ及びトウガラシ等の栽培がテベレ灌漑区において2haを対象としてスプリングラー灌漑によって行われている。

テベレ灌漑区の農家の中には水路近くのRed Soil地区でトマト、インゲンマメ、タマネギ等の野菜を灌漑条件下で栽培している。しかし、このような地区は限られている。米は透水係数が高いRed Soil地区では栽培されていない。

3. 10 ムティティ新規拡張地区の現状

3. 10. 1 人口

ムティティ新規拡張地区はM I S地区の西側に隣接する。この地区はキリニャガ県のムエアDivision、ムティティLocationに属する。この対象地区は総面積187haのムティティLocationの約20%を占める。以下にムティティLocationを構成するSub-locationを示す。

- (1) ムティティ/チュムビリ
- (2) ムエルア/ルカンガ
- (3) ムエルア/カピリニ
- (4) ムティティ/カピリニ
- (5) ムエルア/カギオ
- (6) キイリエ/サガナ

最近の推計によると、1987年現在のこの地区の人口は約5,100人と見積られており、また世帯数は960戸、一戸当りの家族構成人数は5.3人と見られている。セントラル州に属する他の多くの地区と同様に、ムティティ新規拡張地区の土地は私有地である。これは、Land Adjudication Act 284 とLand Consolidation Act Cap. 283の各条例に基づき国家が管理していた土地から移管された土地である。これに対し、隣接するムエア灌漑地区では、N I Bを通じて政府が土地を管理しており、小作農家には配分されていない。

J I C A調査団は、ムティティ新規拡張地区において大小様々な形の土地が約1,580人の土地所有者によって所有されていることを明らかにした。このうち、Black cotton soil地区においては約1,060の所有者が、またRed soil地区においては520の所有者を確認した。Black cotton soil地区の土地所有者の約60%は不在地主である。Red soil地区の土地は土地所有者本人あるいはその親類縁者によって耕作されている。Red soil地区においては着実に人口が増加している。しかし、Black cotton soil地区の人口増加率は非常に低い。

3. 10. 2 土地所有及び所有形態

ケニア国には3つの土地所有形態が存在する。即ち、(1) 国有地、(2) 管理地、(3) 私有地である。

国有地は管理地や私有地以外の全ての土地を意味する。管理地とはその土地が存在する州の評議会が取得件が認められた場合に限り特別に指定される土地である。私有地は政府が直接自由所有権を与えた土地、あるいはLand Consolidation ActかあるいはLand Adjudication Act の取り決めにより政府が与えた土地を言う。土地取引においては、国有地は土地を管轄する省の大臣、管理地は国家評議委員会がそして私有地は土地保有者がそれぞれ責任を有している。

1950年代初頭にセントラル州で土地配分が実施された時に、ムティティ新規拡張地区は丁度その当時に建設された隣のムエア灌漑地区と同じ様に稲作灌漑地区となることが計画されており、意図的に土地配分をしないで放置されたままになっていた。しかし、灌漑用水の不足のためにムティティ新規拡張地区は灌漑の対象から除外されることが確定し、そのため1968年、国家評議委員会は保留していた土地の全てを地元の居住者に分配することを決定した。ムティティ新規拡張地区の土地配分は1968年から1972年までに行われた。

今回実施した社会経済調査によると、1987年現在、ムティティ新規拡張地区の約67%の土地所有者は分配によって土地を取得した人達であり、約24%が売買により取得し、そして残りが親族から相続している。このことは、ムティティ新規拡張地区の土地取引はあまり活発でないことを物語っている。

ムティティ新規拡張地区の土地所有者を所有規模で区分すると以下のようになる。

土地所有規模 (ha)	土地所有者数	比率 (%)
1以下	98	6
1-3	865	55
3-5	404	25
5-7	108	7
7-9	54	3
9以上	50	3
合計	1,579	100

3. 10. 3 土地利用現況

ムティティ新規拡張地区在住の土地所有者の大部分は専業農家である。Red Soil 地区の農家は集約的にメイズやマメ類を栽培している。これに対して、Black cotton soil 地区では殆どの農地が放牧草地として利用されている。Black cotton soil 地区では、土壌の条件が悪いため天水条件で満足に栽培ができる所は非常に限られている。Black cotton soil 地区は一般に雨期の間は湛水状態であり、乾期には深いクラックが発生して表面が非常に堅くなる。これらの性質はこの地区の農家にとって、作物の栽培を行う上で大きな障害となっている。

この地区の収量は一般に低く、メイズの平均収量は 1.1 ton/ha 程度である。

3. 10. 4 農家経済現況

経営規模が3ha以下の農家は収穫した農産物を販売することによって、年間約 KShs. 500 の収入を得ているのに対して、経営規模が3-7haの農家はほぼその倍の収入を得ている。これらの農家の収入の水準は、灌漑水稲栽培によって平均して年間にKShs. 10,000を得ているM I S地区地区の農家と比べるとかなり低いことが分る。僅かな例外を除いて、ムティティ新規拡張地区の農家の大部分は生活に必要な食糧を獲得するためだけに農業を営んでいるのみであり生活水準は極めて低い。

3. 10. 5 灌漑開発に対する土地所有者の意向

ムティティ新規拡張地区は私有地である。土地の所有形態はM I S地区の形態とかなり異なっており、従ってM I S地区に適用されている規制法規（灌漑条例1977-告示68号）はムティティ新規拡張地区にはそのままでは適用できない。

ムティティ地区に適した開発戦略はこの地区の土地所有形態に適したものであり、またN I Bと土地所有者の両方に受け入れられるものでなくてはならない。J I C A 調査団は、このような開発戦略は土地所有者の開発に対する意向調査の結果を十分踏まえて決定されるべきものと考えた。これに関し、調査団はN I Bと十分に協議し、灌漑開発に対する土地所有者の意向調査を実施することとした。この調査は、言葉の問題もあることから現地のコンサルタントに委託することとし、実施二次調査において、UNICONSULT LTD.（以下「コンサルタント」と称す）と委託調査契約を結んだ。コンサルタントはムティティ新規拡張地区の灌漑開発についてのN I Bの基本的方針（以下に内容を示す）を基礎にして、質問表を作成し、意向調査を実施した。

N I Bの開発構想

- 1) ムティティ新規拡張地区の灌漑開発に関心のある全ての農民を統合して協同組合組織を編成する。組合組織は加入者の意向を統一し、全ての土地問題の解決についてN I Bに責任をもつ機関でなくてはならない。この組合組織の設立には十分な検討がなされ、適応可能な法規の確立を行う必要がある。
- 2) 適切な施設の施工のため各私有地の境界を変更することになるが、土地所有者はこれを受け入れること。さらに用・排水路、道路、集出荷場等の様な灌漑施設の建設用地を無償で提供すること。このため所有地の縮小を受け入れること。
- 3) 土地所有権は、担保として上記の組合組織を通じて、N I Bへ移管すること。N I Bは30年間この権利を管理し、その後、再び組合組織を通じて農民へ返却する。但し、農民組織に灌漑開発事業費の負担分についての支払いが完了した場合、より早い時期に返還するものとする。
- 4) 組合組織は組織内に設置する農民委員会を通じて開発地区内の全ての土地問題に関係する処理を行う。この委員会は土地売買が行われる場合には常に、N I Bや政府専門家の助言の下に土地家屋の評価を行うものとする。この委員会はまた、N I Bと農民組織の間に締結されることになる諸法規に拠らない農民に対し、適切な対応を行うものとする。
- 5) N I Bは灌漑施設、道路建設及び集出荷場や事務所等の施設の建設を行う。調査設計及び計画対象地区となった地域の農民は、N I Bの指定した地区に自力で家屋を建設しなくてはならない。但し、現存する家屋については、灌漑/道路網の建設にあたって立退かなくてはならなくなった場合に、正当な補償を行う。
- 6) 建設終了後、N I Bと個々の農家の関係はM I Sと同様、N I Bと農民との直接契約とする。農民とN I Bの相互連絡の便を図る為に、農民委員会が引続き、必要に応じて調整をとるものとする。

コンサルタントは1987年8月に1ヶ月を出けて質問表による調査を実施し、ムティティ新規拡張地区に在住の213の土地所有者と地区の外に住む20の不在土地所有者にインタビューを行った。加えて、地方行政職員とムティティ地区の大衆の強い指示を持つオピニオン・リーダーにもインタビューを行った。この質問表調査の結果大部分のムティティ地区の農民、地方行政職員そしてリーダーが本灌漑計画に賛成の意思を表明していることが分った。

質問表調査の結果を要約すると以下の様になる。

N I B 構 想	賛成 (%)	コメント有り (%)
1. 灌漑開発に関心のある農家を統合し、 協同組合を編成する	98	2
2. 灌漑設備建設による土地所有形態及び境界の 改革に対する受諾	78	22
3. 土地問題や土地評価を処理するための農民 委員会の設立	92	8
4. 開発事業費の支払いを保証するために土地を 抵当に入れること	80	20
5. N I Bの指定した地区に家屋を建設すること	77	23
6. 農民とN I Bの相互関係はムエア灌漑計画と して一本化する	85	15

コンサルタントによれば、コメントを出している農民の大半は、NCPBの財政事情の悪化に伴い、最近MISの農民に対する支払いが滞っていることから、実施機関であるNIBに対して不安をもつ農民であるとしている。コメントを有する農民の大部分が、この不安感から土地を失うのではないかという恐れをもっており、これに起因するコメントが大半であった。これらに対しては十分な説明が必要であるが、組合組織を通じて話し合いを重ねることによって、理解を求めることが出来ると考える。

域外に在住の土地所有者は所有地を相続によって取得したか、あるいは、金銭で取得したかに拘らずこのNIB開発構想に賛同している。彼等の見解は域内農民の意見と類似したものである。特に彼等の場合、域外に生活拠点をもっているだけに灌漑開発計画に対して異論を持っていない。彼等のほぼ半分が、もし正当な補償が約束されるのであれば、快くNIBと土地所有権譲渡の交渉に望む意志を表明し、残りの半分はNIBの計画に従って灌漑農業を行う意思を表明している。

地方行政責任者及び地区内のオピニオン・リーダーは本灌漑開発計画に全面的に賛同している。

4.1 計画の必要性及び灌漑開発の基本概念

M I S 地区はナイロビの北東約100km、ケニア山の山麓に位置しており、1954年より事業が開始された。1960年までに漸次2,000haの灌漑水田が開田された。1966年まで、本地区は農業省の管轄下に置かれていたが、国家灌漑庁(N I B)が設立され、本地区の管理もN I Bへ移管された。その後、本地区の灌漑水田は徐々に拡大され、現在の面積は約5,900haである。

本地区の農民は入植農民であり、地区内の村に居住している。N I Bは農民に対して、水田耕起及び投入資材の配布、技術普及、灌漑用水の供給等のサービスを実施しており、農民はこれらの業務に対して手数料を支払っている。M I Sはケニアにおける灌漑稲作プロジェクトとして最も成功している事業ではあるが、その生産性は減少傾向を示している(図4.1.1参照)。主な要因として、適切な維持管理の不備及び復旧が挙げられる。しかし、適切な処置が望まれているにもかかわらず十分な対応がなされていないのが現状である。

現在、M I S地区では5,900haの灌漑水田で年間約28,000トンの籾が生産されている(精白米として約18,000トン)。これは、本地区で、ケニアの米生産量の75~80%を生産していることになる。

現在の国家レベルの米の潜在需要は現在の1人当りの籾の消費量6.0kg(精米で4.0kg)の下で籾12万6,000トンと見込まれている。籾供給量の不足分は特に援助米及び民間ベースの輸入米に預っている。現在、ケニア国は米の深刻な欠乏に悩んでいるが、本地区の生産量は1976/77の3.6万トンから1985/86の2.7万トンへ減少傾向を示している。

本地区の入植農家は3,230戸であり、各農家は1.6haの水田が分配されている。地区内の人口は約2.9万人である。農家所得は1976/77のKShs.8,500から、1985/86にはKshs.2,300(1976年価格)へ減少している。これは、生産量の減少、近年の生産者価格の停滞、投入資材価格の高騰等の理由が挙げられる(図4.1.2参照)。

本地区は事業開始後30年を経過しているが、入植農民の数は増加していない。これは、水田の子への相続が禁止されているためであり、そのため余剰労働力は地区外へ雇用機会を求めるか失業状態で家に残っている。

上記の状況の下で、官民の間ではN I Bが灌漑水田の拡大、単位収量の改善及び二期作の導入を行うことにより米の生産増加を目指すことが望まれている。

以上の事柄を考慮し、本計画に関する基本概念は以下のように同地区の米の生産強化に置かれている。

- (1) 既存灌漑排水施設の復旧・改修
- (2) 灌漑水田の拡張に伴う土地資源・水資源の開発
- (3) 単位面積当たりの収量増加及び農家所得の改善のための水稲二期作の導入
- (4) 園芸作物導入に依る農家所得向上を計るためのRed soil地区の灌漑開発

4. 2 土地資源の評価

調査対象地区内の最大灌漑開発可能面積は、下表に示すとおり9,560haである。

(単位：ha)

土地利用	既存ムエア灌漑地区	ムティティ新規拡張地区	合計
水田	5,860	2,470	8,330
園芸作物	800	430	1,230
合計	6,600	2,900	9,560

最大開発可能面積は、縮尺1/5,000の地形図に基づき、地形及び土壌調査を通して決定した。

4. 3 水資源の評価

1977年から1986年までの10年間の関連河川の流域面積雨量、ニヤミンディ川・ティバ川の流量、受益地の雨量に関する確率解析から、各項目とも5年確率の渇水年は1980年である。水資源の評価は1980年の流量記録を使って行った。各関連河川の5年確率流量は、以下のとおりである。

(単位: ml/s)

月	ティバ (4DA10)			ニャミンディ (4DB5)			ルアムタンピ (RGS)		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
1	4.96	4.44	4.75	2.81	2.45	2.60	1.73	1.30	1.50
2	4.57	3.68	4.24	3.24	2.65	1.98	1.38	1.09	0.98
3	5.72	5.56	5.35	3.15	2.62	2.22	0.96	0.87	0.85
4	5.52	5.75	7.19	3.28	5.18	8.48	1.13	1.34	2.11
5	7.17	12.84	11.53	15.79	13.88	7.12	2.91	2.69	1.92
6	9.16	7.94	6.98	5.36	4.01	3.29	1.51	1.23	1.12
7	6.83	6.18	5.85	3.01	2.97	2.83	1.33	1.20	1.12
8	7.12	7.77	7.64	3.00	10.22	5.15	1.65	2.51	1.81
9	7.03	6.37	5.59	3.59	3.52	4.41	1.53	1.18	1.25
10	4.84	4.94	6.62	9.03	3.91	6.25	1.10	0.99	2.28
11	9.07	12.15	12.61	7.58	10.22	9.30	3.17	4.90	2.98
12	9.02	7.90	8.01	5.71	4.99	4.25	2.53	2.57	2.01

計画作付体系では、米とトマト、タマネギ及びインゲンマメ等の園芸作物を選定した。米はBlack Cotton Soil 地域に、畑作物はRed Soil地区に作付するものとする。米・園芸作物とも作付率 200%、二期（毛）作とする。

作物用水量は修正ペンマン法で算定した関係作物蒸発散量に基づいて算出した。水路及び付帯構造物の設計に用いるピーク単位灌漑用水量は、以下のように有効雨量及び灌漑効率を基に算定した。

米（小雨期） 1.74 $l/s/ha$ （9月中旬）

米（大雨期） 1.44 $l/s/ha$ （3月下旬）

園芸作物（小雨期） 0.88 $l/s/ha$ （6月下旬）

園芸作物（大雨期） 1.45 $l/s/ha$ （2月初旬）

灌漑効率は、現場調査の中間結果に基づき以下のように55%と算定した。

項 目	効率 (%)
適 用 効 率	80
施設管理効率	76
搬 送 効 率	90
灌 漑 効 率	55

ニャミンディ、ティバ及びルアムタンビ川の5年確率濁水流量により算定した灌漑可能面積は、次表に示すように最大灌漑可能面積の58%に相当する5,520 haである。(詳細は表 4.3.1参照)

(単位: ha)

月	ニャミンディ	ティバ	ルアムタンビ	計
1	1,750	4,910	2,870	9,530
2	1,750	4,910	1,100	7,760
3	1,590	3,530	400	5,520
4	1,750	4,910	860	7,520
5	1,750	4,910	2,900	9,560
6	1,750	4,910	2,040	8,700
7	1,750	4,910	1,260	8,520
8	1,750	4,910	1,250	7,910
9	1,750	3,400	620	5,770
10	1,750	3,380	620	5,750
11	1,750	4,910	2,900	9,560
12	1,750	4,910	2,840	9,500

利用可能な水資源による灌漑面積拡大のための開発施設計画は、以下のとおりである。

(1) ニャミンディ川

- a. 新規ダムの建設
- b. 新規頭首工の建設
- c. 既存頭首工の改修

(2) ティバ川

- a. 新規ダムの建設
- b. 既存頭首工の改修

(3) ルアムタンピ川

a. 新規頭首工の建設

4. 4 開発比較案の設定

調査対象地区の灌漑開発計画は、米及び畑作物の最大生産のために土地及び水資源を最大に活用する観点に立ち、技術的、経済的に妥当なものとして、策定されなければならない。すなわち、最終開発計画案は、開発規模が最大であり、技術的、経済的に妥当な開発計画である。上記観点から、次のような7つの開発比較案を設定した。(図 4.4 .1参照)

比較案：T-1

- (1) ティバ新規ダム
- (2) ニャミンディ新規頭首工
- (3) ニャミンディ新規頭首工からムティティ新規拡張地区への連絡水路
- (4) ルアムタンピ新規頭首工及び導水路
- (5) M I S 地区の改修
- (6) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T-2

- (1) ティバ新規ダム
- (2) ルアムタンピ新規頭首工及び導水路
- (3) M I S 地区の改修
- (4) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T-3

- (1) ティバ新規ダム
- (2) ニャミンディ新規頭首工
- (3) ニャミンディ新規頭首工からムティティ新規拡張地区への連絡水路
- (4) M I S 地区の改修
- (5) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：T-4

- (1) ティバ新規ダム
- (2) M I S 地区の改修
- (3) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：N-1

- (1) ニャミンディ新規ダム

- (2) ニヤミンディ新規頭首工
- (3) ニヤミンディ新規頭首工からムティティ地区への連絡水路
- (4) ルアムタンピ新規頭首工及び導水路
- (5) M I S 地区の改修
- (6) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：N-2

- (1) ニヤミンディ新規ダム
- (2) ニヤミンディ新規頭首工
- (3) ニヤミンディ新規頭首工からムティティ地区への連絡水路
- (4) M I S 地区の改修
- (5) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案：TA-1

- (1) タナ川からの重力式導水路
- (2) M I S 地区の改修
- (3) ムティティ新規拡張地区及びRed soil地区の新規開発

比較案TA-1は最も優先度の低い案である。この案の約19kmの導水路計画路線が鉄道路線及び人口密集地区を横切る上、タナ川の常時流量及び $17\text{m}^3/\text{s}$ (610 cusec)の洪水流量に対する水利権がケニア電力電気株式会社の発電所に与えられている。そのため比較案TA-1は実現不可能である。

4. 5 各開発比較案についての水収支計算及び開発可能面積

各比較案について、次の様な条件で水収支計算を行った。

- (1) 最大灌漑開発可能面積は9,560 haである。
- (2) ダムの最大開発規模は以下のとおりである。

ダ ム	ダム高	総貯水容量
テ イ バ	35m	1,800万 m^3
ニヤミンディ	35m	1,000万 m^3

(3) 灌漑用水は、以下の様な優先順位で供給する。

- 1. M I S 地区、5,860 haの灌漑水田地区
- 2. ムティティ新規拡張地区、2,470 haの灌漑水田地区
- 3. M I S 地区、800 haの園芸作物地

4. ムティティ新規拡張地区、430 haの園芸作物地

- (4) 水資源利用においては、関連河川の自然流量を優先する。
- (5) 還元水により灌漑可能な水田面積 (500 ha) は、水収支計算上考慮しない。
- (6) 水収支計算で考慮すべき損失は、以下の通りである。
 - a. 灌漑効率 : 55%
 - b. ダム放流損失及び下流取水損失 : 5%
 - c. ダム貯留損失 : 5%

(有効貯水容量 = 純貯水容量 × 1.1)

(7) 頭首工からの責任放流量は、頭首工とタナ川との合流点間の既得水利権流量と河川維持流量から成る。ダムからの責任放流量は、ダムと頭首工地点間の既得水利権流量と、河川維持流量から成る。

(8) 水収支計算は1980年の流量記録を使って旬毎に行った。

水収支計算結果は以下のとおりである。(詳細は表 4.5.1参照)

(単位: ha)

灌漑可能面積	T-1	T-2	T-3	T-4	N-1	N-2
1. M I S 地区						
水田	5,860	5,860	5,860	5,860	5,860	5,860
園芸作物地	800	570	450	570	0	0
小計	6,660	6,430	6,310	6,430	5,860	5,860
2. ムティティ新規拡張地区						
水田	2,470	1,660	2,410	1,060	2,070	1,460
園芸作物地	430	0	0	0	0	0
小計	2,900	1,660	2,410	1,060	2,070	1,460
3. 合計	9,560	8,090	8,720	7,490	7,930	7,320

水収支計算の結果、最大灌漑開発可能面積9,560 haを灌漑できるのは比較案T-1だけである。

4. 6 各開発計画案の施設計画

(1) 水収支計算の結果、全ての比較案のダムは最大規模のものを必要とする。

- a. T-1 : ダム高34.5mのティバダム
- b. T-2からT-4 : ダム高35.0mのティバダム
- c. N-1とN-2 : ダム高35.0mのニャミンティダム

各比較案のダム純貯水容量は、以下の通りである。

(比較案T-1のティバダムは、100万 m^3 の余剰貯水容量をもつ)

比較案	ティバダム		ニャミンディダム
	T-1	T-2, 3, 4	N-1, 2
純貯水容量	17 MCM	18 MCM	10 MCM

(2) 計画ダムは、傾斜コア・ゾーン型フィルダムである。洪水吐の設計洪水量は625年確率を採用した。ティバダムの洪水吐はゲートなしの側溝式で設計洪水量は560 m^3/s 、ニャミンディダムの洪水吐はゲートなしの側溝式で設計流量は730 m^3/s である。両ダムとも取水設備はドロップ・インレットタイプとし、転流工は、トンネル仮排水路方式を採用した。

(3) 各比較案では以下の様な頭首工及び連絡水路等が考えられる。

工種	T-1	T-2	T-3	T-4	N-1	N-2
1. ニャミンディ新規頭首工						
とニャミンディ導水路	☆		☆		☆	☆
2. 連絡水路-I	☆		☆		☆	☆
3. 連絡水路-II	☆	☆	☆	☆	☆	☆
4. 連絡水路-III	☆	☆	☆	☆	☆	☆
5. ルアムタンビ新規						
頭首工と導水路	☆	☆			☆	
6. 既存ティバ頭首工の						
改修	☆	☆	☆	☆	☆	☆
7. ニャミンディ頭首工の						
改修		☆		☆		

(4) M I S地区の改修工事は、以下のとおりである。

- a. 用水路 : 用水路底の浚渫及び水路法面の再盛土
- b. 排水路 : 設計排水位になるように水路底の掘削
- c. 付帯構造物 : 構造物全面改修 : 30%
- 新規構造物建設 : 10%
- 上下流トランジョンの設置 : 20%

- d. 農道 : 盛土及びラテライト舗装
 - e. 末端圃場 : 末端排水路合流地点に合流工新設
: 末端用水路に付帯する構造物の改修
: 末端農道の改修
: 圃場進入路の新設
 - f. Red soil地区の造成 : 新規畑作地の造成と灌漑組織の新設
- (5) ムティティ新規拡張地区の灌漑開発工事は以下のとおりである。
- (比較案T-1の場合)
- a. 用水路 : 総延長33.0km
 - b. 排水路 : 総延長30.8km
 - c. 付帯構造物、農道 : M I S地区と同設計基準及び末端施設
 - d. Red soil地区の造成 : 既存M I S地区と同設計基準に従う
- (6) 各比較案において以下の様な農場建屋及び施設、農業機械並びに運営・維持管理施設が考えられる。
- a. 農場建屋
 - M I S地区
 - 集出荷場 : 初乾燥場の拡張及び肥料・農業倉庫、野菜集出荷場の新規建設
 - 機械センター : 本部、修理工場、車庫、燃料貯蔵所等の新規建設
 - ムティティ新規拡張地区
 - 集出荷場 : 計量施設、一時貯溜倉庫、肥料・農業倉庫等を備えた新規集出荷場の建設
 - 機械センター : 既存M I S地区に設置される機械センターを兼用
 - b. 農業機械及び運営維持管理施設
 - 各比較案の開発規模に応じ、60馬力クラスのトラクター及びその他の農業機械並びに各種の運営・維持管理施設

4. 7 最適開発案の選定

概略検討の結果、各比較案の事業費用は、建設・住宅省発行の「標準建設単価表、1986」に基づいて以下のとおりである。

比較案	灌漑面積 (ha)	事業費 (KShs. 百万)	ha当りの事業費 (KShs. 1,000/ha)
T-1	9.560	1.603	168
T-2	8.090	1.368	169
T-3	8.720	1.538	176
T-4	7.490	1.264	169
N-1	7.930	1.595	201
N-2	7.320	1.480	202

各比較案における年間便益は以下のとおりである。(表 4.7.1参照)

比較案	灌漑面積 (ha)	灌漑便益 (KShs. 百万)	ha当りの灌漑便益 (KShs. 1,000/ha)
T-1	9.560	282	29.5
T-2	8.090	222	27.5
T-3	8.720	240	27.6
T-4	7.490	203	27.1
N-1	7.930	207	26.1
N-2	7.320	188	25.6

各比較案の概略経済評価を経済内部収益率 (EIRR) により行った。各比較案のEIRRは以下のとおりである。

比較案	EIRR (%)
T-1	17.7
T-2	16.9
T-3	15.9
T-4	17.0
N-1	12.8
N-2	12.6

次のような理由により、比較案T-1が最適な開発計画案である。

- (1) 比較案T-1が最も高い経済内部収益率17.7%を示している。
- (2) 比較案T-1のみがムティティ新規拡張地区及びRed soil地区を含む最大開発面積を灌漑することができる。
- (3) 比較案T-1による事業実施後 100,000トン/年という最大の生産量をあげることができる。
- (4) 比較案T-1は最多数の農民に対して便益をもたらすことができる。

インテリム・レポートの現地説明後、比較案T-1が最適開発案である事並びに開発案の検討は比較案T-1のみを行う事が、NIBにより承認された(添付資料-5参照)。