

ケニア共和国  
ビクトリア湖開発公社

カノー平野かんがい開発計画調査

主報告書

1992年1月

国際協力事業団

農計技

91-50



JICA LIBRARY



1096791 (7)

23x91



ケニア共和国  
ビクトリア湖開発公社

# カノー平野かんがい開発計画調査

主報告書

1992年1月

国際協力事業団

# 報告書リスト

## EXECUTIVE SUMMARY

VOLUME I            MAIN REPORT

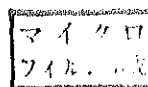
VOLUME II - 1        ANNEXES

- ANNEX I            Meteorology and Hydrology
- ANNEX II           Geology, Soil Mechanics and Engineering Geology
- ANNEX III          Soil and Land Classification
- ANNEX IV          Socio-Economy

VOLUME II - 2        ANNEXES

- ANNEX V            Agriculture
- ANNEX VI           Agro-Economy
- ANNEX VII          Irrigation and Drainage
- ANNEX VIII         Construction Plan and Cost Estimate
- ANNEX IX           Project Organization
- ANNEX X            Project Evaluation
- ANNEX XI           Assessment of Environmental Impacts

VOLUME III           DRAWINGS



## 序 文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のケニア国カノー平野かんがい開発計画にかかる開発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いたしました。

当事業団は、平成2年8月より平成3年11月まで、日本工営株式会社の山本裕司氏を団長とする調査団を派遣しました。

調査団は、ケニア政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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りました。

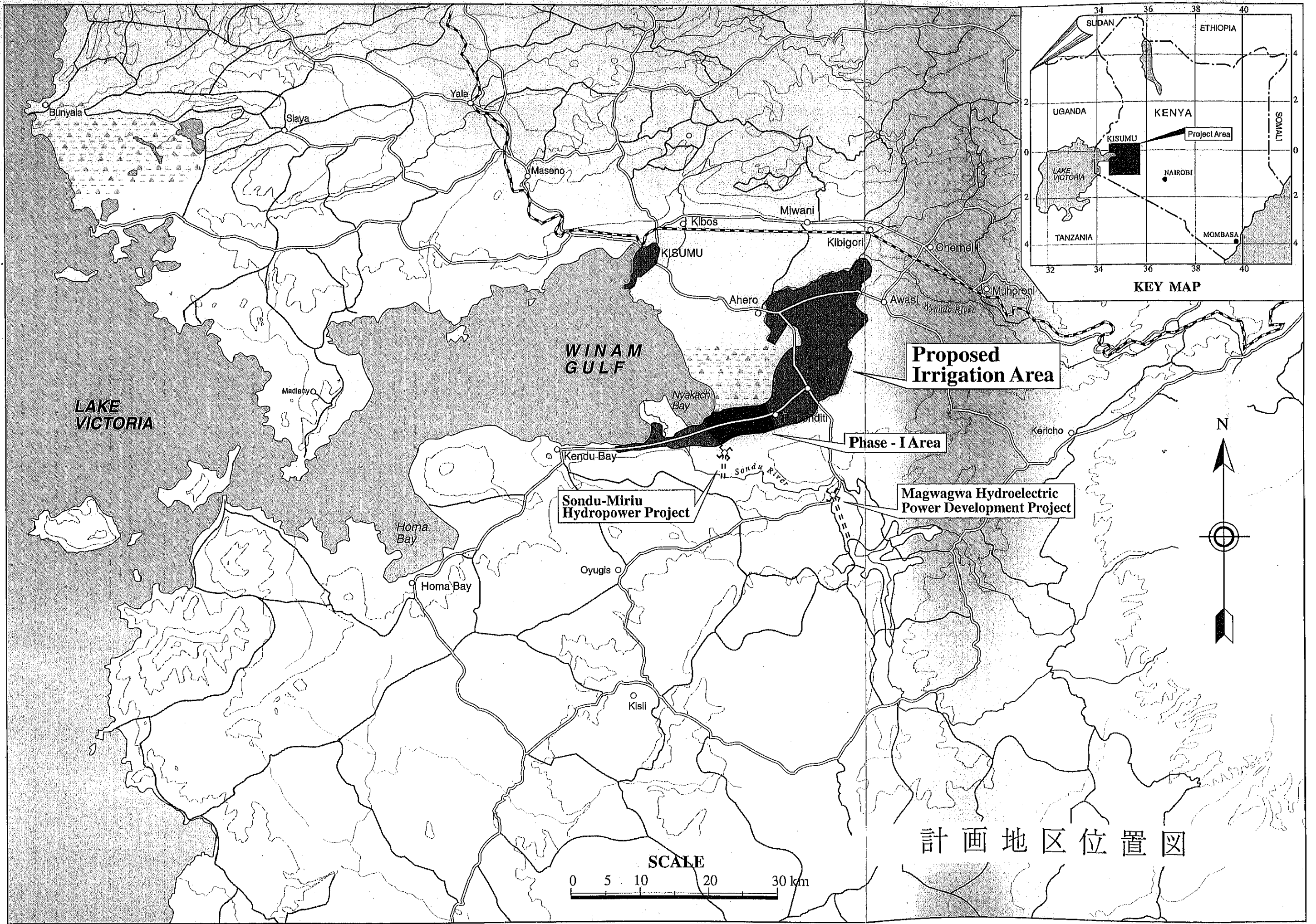
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年1月

国 際 協 力 事 業 団  
総 裁 柳 谷 謙 介





計画地区位置図







## 要 約

### はじめに

- 0 1 本報告書は、国際協力事業団とビクトリア湖開発公社（以下開発公社と呼ぶ）との間で1989年11月16日に締結されたカノー平野灌漑開発計画のScope of Work（S/W）に従って作成したものである（付属資料参照）。
- 0 2 本開発調査の目的は、ソンドゥ河多目的開発計画の一環としてニヤカチ平野とカノー平野の約26,000haの灌漑開発の技術的可能性と経済的妥当性を調査・検討するものである。
- 0 3 調査対象地域は約60,000haであり、同開発公社管轄地域のほぼ中央に位置し、ナイロビから約380km離れている。

### 計画の背景

- 0 4 ケニアは東アフリカの赤道地帯に位置し、国土面積約583,000km<sup>2</sup>であるがその内572,000km<sup>2</sup>が陸地で11,000km<sup>2</sup>が水面である。国内の気候は、海岸地帯では高温多湿で高地は冷涼乾燥気候である。
- 0 5 ケニアの人口は1988年に約22,700,000人、年増加率3.7%で1993年には約27,200,000人に増加すると推定されている。1993年の人口密度は38人/km<sup>2</sup>と推定されている。
- 0 6 ケニアの国内総生産(GDP)は、1989年の時価でケニアポンド（K£）7,330,000で一人当たりK£343(US\$317)であった。農業は国の経済の大きな部分を占めており、国内総生産の約30%を占め、外貨獲得高の60%を占めている。農業部門の成長率は年間4.2%であった。また農業部門は国内における最大の雇用を生み出し、食料を供給し、国内産業向け原材料を供給している。
- 0 7 1985年から1989年間の食糧生産高は平均約3百50万トであった。コーヒー、茶、サトウキビ、除虫菊および果樹などは、食糧作物と同様に重要な作物である。果樹の輸出は近年増加しており、150,000トを超え、外貨獲得高は全体の10%を超えた。
- 0 8 ケニアの農業は天水に頼っており、気象条件に左右され易い。食糧自給のためには灌漑の開発が重要である。

- 09 ケニアの土地所有形態は小規模な自作農と小作農、および大規模経営農家に大別できる。小規模農家は自家消費のための食糧を栽培するのみで市場での流通に参加することはほとんどない。大規模農家は食糧と換金作物の両方を栽培し、市場での流通に参加する。
- 10 1989年から1993年までの第6次国家開発計画では、農業は人口を養い、雇用と所得を創出し外貨の獲得に貢献し、他の経済部門の成長を促す上で重要な役割を果たすことになろう。この期間中の農業部門の年間成長率は約4.5%とされている。
- 11 灌漑開発は第6次国家開発計画の目的の実現のために多大な貢献をするであろう。しかしながら灌漑には高度に専門的な作物栽培技術および水管理技術を必要とする。1986年時点で土木的な意味でのケニアの灌漑潜在力は500,000haであり、加えて約300,000haの土地は排水工事および沼沢地の埋め立てに適している。
- 12 ビクトリア湖流域（開発公社地域）は、ケニアの西部に位置し面積は約39,000km<sup>2</sup>で全国の約6.8%を占めている。同地域の人口は1988年に約8,900,000人で全国の約40%を占める。1993年には10,200,000人に増加すると推定される（年増加率3.3%）。人口密度は地域平均で170人/km<sup>2</sup>となる。
- 13 開発公社地域内の総生産(GRDP)は1989年にはK£2,670,000,000で、同年の国全体のGDPの36.4%を占めていた。農業は同地域内の最大の産業で、生産高はK£1,360,000,000で地域内の総生産の約半分を占める。
- 14 同地域の約70%は豊富な年降雨に恵まれて中～高程度の生産力を有していると見られている。農地は約1,549,000haであるが、これは開発可能な土地の約55%に過ぎず、広大な土地が未利用のまま放置されている
- 15 開発公社は1989年から、地域が有する開発ポテンシャルと制約、国家経済におけるビクトリア湖地域の位置づけ、国家開発計画の基本理念等を考慮して、第2次5か年計画をスタートさせた。同第2次5か年計画ではエネルギー、農業、畜産、漁業等の分野で合計およそ38の開発計画が実施中あるいは計画されている。この中でソンドゥ河多目的開発計画に最優先権が与えられている。同計画は、ソンドゥーミリウ発電計画、マグワグワ水資源開発計画およびカノー平野灌漑開発計画の3つの開発計画からなっている。

#### 調査対象地域

- 16 調査対象地域はキスム市の南東にあり、キスム県と南ニャンザ県にまたがっている。

- 17 調査対象地域は地形的に、ケンドゥ湾带状地帯と、ニヤカチ平野およびカノー平野の3つに別れる。ケンドゥ湾带状地帯は地域の西部に位置し南から北へ急傾斜し起伏も激しい。ニヤカチ平野は地域の中ほどに位置し、山麓の緩やかな傾斜地である。カノー平野は地域の北部に広がる標高1,135mから1,300mの沖積地である。
- 18 調査対象地域の人口は1990年には約242,400人で今世紀末には325,000人になると予測される。地域の人口密度は349人/km<sup>2</sup>で開発公社地域の平均値170人/km<sup>2</sup>に比べてかなり多い。人口の55%は農業に従事している。
- 19 調査地域の気候は降雨分布により雨期と乾期とに分かれ、雨期はその期間によりさらに大雨期と小雨期に分かれている。大雨期は、3月に始まり5月までの3ヶ月間続き、その後6月より10月末まで長い乾期となる。小雨期は10月より12月まで3ヶ月間続き、1月より2月の短い乾期となる。年間降雨量は地域の南部で約1,100mm、北部では1,600mmである。
- 20 調査地域気温は、月平均最高気温が27℃～32℃であり、月平均最低気温は14℃～18℃である。相対湿度は、乾期には約55%で雨期には約75%である。カノー - ニヤカチ平野は、降雨が年によって大きく異なることと季節的に偏っていることを除いては、種々の農作物の生長に好適な気象条件に恵まれている。
- 21 カノー - ニヤカチ平野において卓越する土は、黒色綿花土壌、砂質赤色土壌とラテライトである。黒色綿花土壌（ブラックコットンソイル）はカノー平野に広範囲に分布する。砂質赤色土壌（レッドソイル）は花崗岩よりなる急崖に沿った山麓平野の麓に分類している。ラテライトおよびラテライト系鉄鉱石の分布は響岩の分布と一致している。
- 22 土地分級は水田と畑に使用する場合に分けて行った。

1) 水田			2) 畑		
土地分級	面積(ha)	(%)	土地分級	面積(ha)	(%)
S1	9,160	12.6	S1	2,850	3.9
S2	26,350	36.1	S2	13,950	19.1
S3	16,690	22.9	S3	36,900	50.6
NS	20,780	28.4	NS	19,280	26.4
合計	72,980	100.0	合計	72,980	100.0

- 23 本計画の主たる用水源はソンドゥ河である。同河の年間流量は約12億トである。ソンドゥ河の流量はマグワグワダムが建設された後調節されて放流されることになっている。ソンドゥーミリウ発電所ではマグワグワダムからの放流水を取水し、ペンストックを通して発電用タービンに送り発電した後放流する。発電所から放

流され灌漑に利用できる5年確率の濁水流量を次の通り見積った。

単位：トン/秒											
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
18.5	18.4	18.5	19.8	21.2	20.3	19.5	19.8	20.5	19.2	19.1	19.1

- 2 4 ニヤンド川は調査地域内ではソンドゥ河につぐ大きさの川で年間流量は約3億トンである。ニヤンド川の流量は調節せずに補助水源として利用できる。
- 2 5 3本の国道が地域を横切っている。鉄道はモンバサからナイロビを経てキスムまで結ばれている。キスムには国内空港がある。ビクトリア湖の周辺の町や諸国とは蒸気船の便がある。
- 2 6 調査対象地域南部のニヤカチ平野では水資源開発省が飲料水の供給を目的としたパイプラインを建設している。このシステムはソンドゥ川から取水し、ソンドゥ集落近くのMaraboiの浄水場で水を処理する。幹線パイプラインの総延長は40kmにおよび、水栓は180ヶ所である。
- 2 7 一方開発公社は1985年から、ニャンザ州の南ニャンザ県、シアヤ県、キシイ県、キスム県で農村給水衛生改善事業（略称:RWSSP）を実施している。この事業ではボアホール、手掘り井戸、ダム、小規模水道事業、湧水の保護、雨水の貯留等の建設を行なっている。現行の計画ではキスム県で180ヶ所の水源を開発する予定である。
- 2 8 調査地域には1960年代の後半から灌漑開発が行なわれ、その数27合計面積は約4,300haとなっている。これらの事業は国家灌漑庁(NIB)の事業と、農業省の州灌漑部(PIU)の事業の2種類に別れる。NIBは1966年にアヘロに870haの灌漑事業を建設し、1969年には西カノーに別の灌漑事業を建設した。
- 2 9 PIUは1980年代の初期から小河川を水源とした灌漑事業を建設している。これらの小河川は雨期にしか水がないので、通年灌漑は行なわれていない。PIUの灌漑事業の灌漑面積は4から250haまで変化している。PIUの灌漑事業はNIBの事業と異なり、建設は農家のイニシアティブで行なわれている。
- 3 0 地域には30以上の小河川がある。これらの川は流量に比して通水断面が小さく縦断勾配も緩いので、洪水を起こしやすい。降雨強度が強いこと、滞砂が著しいことおよび1960年代に湖の水位が急上昇したことも原因に数えられる。
- 3 1 水資源省は1985年からニヤンド川の洪水防御事業を3つのフェーズに分けて行なっているが、1986年には建設機械のトラブルで工事は行なわれていない。

- 3 2 調査地域（約73,000ha）の約73%に相当する53,000haは耕作可能地であるが、農耕可能地のうち、約17,000haのみが耕作されており、残りは休閑地、放牧地および雑木林となっている。畑作と放牧は数年毎に交互に転用されている。水田も休閑期間は放牧地として利用されている。
- 3 3 当地域における主要作物は禾穀類（トウモロコシ、ソルガムおよび水稲）、豆類（彩豆、緑豆、落花生、雑豆等）、綿花、イモ類（キャッサバ、甘藷）およびサトウキビ等である。栽培期間は降雨時期と洪水期間により大きく影響される。トウモロコシ、ソルガムおよび豆類は、長雨期では2月～3月に播種され、6月～8月にかけて収穫される。これらの作物は主として混作栽培である。品種はハイブリッドとコンポジットの両方が栽培されている。
- 3 4 農作業はほとんどの場合人力で行われているが、耕うんと生産物の運搬は一部を牛馬に頼っている。ワタ以外の作物はほとんど無肥料、無農薬で栽培されている。綿花のみは病虫害が多いため、一作中に3～4回農薬が散布される。
- 3 5 PIU事業地区では水稲の栽培時期は降雨と洪水の影響を受けて変化する。2期作は行なわれていない。水稲は移植方式で行なわれている。代かきはPIUの灌漑事業では牛および人力であり、NIBの灌漑事業では耕うんはトラクター、代かきは牛および人力である。その他の農作業はすべて人力である。
- 3 6 メイズ、ソルガム、水稲 ワタおよびサトウキビの現在のhaあたり単位収量は、それぞれ1.9、1.1、3.3、0.3および52トンである。これらは、世界の平均値よりも低い。収量は年ごとにまた場所によって異なる。低収量の原因は投入資材の不足、耕作手方法が不適切であることによる。
- 3 7 調査対象地域の農家経営規模は、一戸当たり0.4haから21haの範囲にある。平均の農家規模は3.1haで、その内訳は1.7haの耕地、1.0haの草地、0.4haの家庭菜園からなる。水稲栽培農家の場合耕地の内訳は1.4haの水田と0.4haの畑地である。
- 3 8 農地の所有形態からみると、自作農63%、共同耕作33%、公有地の無登録耕作2%、小作及び賃貸耕作がそれぞれ1%となる。
- 3 9 地域には開発公社所有のものを含めると5つの精米所があり、合計の処理能力は1日約230トンである。これ以外にメイズやソルガムの小規模な製粉所が多数ある。綿繰り工場はキボスにあり、処理能力は2,000トンである。精糖工場はチェメリルとムホロニおよびミワニの3箇所があり、年間の処理能力は約2,000,000トンである。

- 4 0 大部分の営農資機材はケニア穀物生産者組合が供給している。同組合から、各協同組合や民間業者を通し営農資機材を販売している。また、個々の農民は直接支店から購入することも可能である。生産資材の価格は同組合が統制しているが、小売り価格は輸送費が含まれるため場所によって異なる。主要作物の価格は政府によって統制されている。
- 4 1 N I B のアヘロ灌漑試験場は、調査対象地域内のアヘロパイロット事業のなかに設置され運営されている。試験結果はNIBとPIUの両方の事業に適用される。綿花試験場とサトウキビ試験場がキボスで運営されている。
- 4 2 農業省の普及・能力開発部門が全国的な農業普及を実施している。州の副農業部長が、関連する専門家の支援の下で州全体の普及活動を担当している。県レベルでは上級農業担当官や各分野の専門家が普及を担当している。このような組織的な繋がりは各ロケーションのレベルまで広がっている。
- 4 3 キスム県には156団体の協同組合がある。生産資材の購入や出荷はこの協同組合を通して行なっている。大部分の協同組合は作物毎の単産組合である。
- 4 4 調査対象地域の平均農家の粗収入は一戸当たり年間平均28,000シリングで、その内農業収入は23,000シリングで粗収入の82%を占める。生産費及び生計費を含めた総支出は25,500シリングである。したがって平均農家の純留保は年間2,500シリングで粗収入の9%に相当する。
- 4 5 豊富な自然・人的資源、更には政府関係機関の努力にも関わらず、ビクトリア湖流域の経済は国全体のそれと比較して低レベルにとどまっている。経済的な地域格差を改善するためには、域内経済の根幹を担う農業を発展させる必要がある。第2次ビクトリア湖流域5か年計画の基本理念では、既存耕地の利用度を最大限に高めること即ち、現在の作付体系を出きる限り維持しつつ、耕地の質的拡大がはかられるべきであるとしている。灌漑開発は、このような耕地の高度利用の達成に多大の貢献をするものと考えられている。
- 4 6 カノー - ニヤカチ平野における灌漑開発は、豊富な土地と水資源、恵まれた気候条件、十分な労働力、そして流域の中央に位置するという戦略的な意味から、以前から計画され、実施が待ち望まれていたものである。第6次国家開発計画においても、この地域はもっとも高い灌漑開発のポテンシャルを有す地域の一つと指名されており、こういった点からみて、当地域における大規模な灌漑開発事業の実施は緊急な必要性を有している。



## 開発計画

- 4 7 本灌漑開発事業は広い地域への安定した通年灌漑の拡大を主要な目的とする。対象地域内の農業開発の基本構想を次の通り設定する。
- 1) 作物の選定と作付け面積は土地の適性や農家の経験と知識、既存施設の加工能力、市場性と収益性、および政策等を考慮して決定する。
  - 2) 灌漑地を効率的に利用するため、条件が許す限り作付強度の向上をはかる。
  - 3) 農業及び水経済に配慮して最適な作付体系を導入する。水多消費型の作物は、原則として雨期に栽培する。
  - 4) 効率的な営農を行うために、農業支援活動の強化、改善をはかる。
  - 5) ソンドゥー-ミリウ発電所からの放流水を主たる灌漑用水源とし、できるだけ広い面積に灌漑する。
  - 6) 地域内に存在する湿地は、生態系の保全や洪水の緩和機能維持および開発に要する費用等を考えて開発から除外する。
  - 7) 経済的に妥当で、財務的にも確実な開発計画にするために、最適な開発規模を選定し、不経済な地区は開発計画から除外することもありうる。
  - 8) ニヤンド川の洪水防御と排水改良は、包括的なスタディが不可欠である。ニヤンド川流域内の灌漑開発には、この総合的な流域開発計画の実施が前提となる。本プロジェクトにおける洪水防御計画は、アサオ川、アワチカノ川、ニヤイド川およびその他の小河川に限る。

4 8 上記の構想に基づいて作付け体系を次のとおり設定した。

大雨期作（2月－7月）	小雨期作（8月－1月）	作付面積(ha)
水 稲	豆 類	2,690
トウモロコシ	水 稲	1,740
トウモロコシ	棉花または豆類	1,530
サトウキビ	サトウキビ	5,130
野 菜	野 菜	1,570
果 樹	果 樹	1,000
飼料作物	飼料作物	1,270
合 計		14,930

4 9 この作付体系を導入することにより計画地区の土地利用は以下のとおり変化する。

土地利用区分	(単位:ha)		
	現況	計画	増減
水 田	780	4,430	+3,650
畑 地	5,920	10,500	+4,580
草 地	7,400	0	-7,400
灌木林	830	0	-830
合 計	14,930	14,930	0

- 5 0 灌漑実施後により、栽培面積が増加し作付け率が増加するので、多大の労働力が必要となる。月平均必要労働力は8月に発生し前半に23,130人、後半には23,760人となる。しかし、地区内の2010年の労働可能人口は24,220人と予想されるので、不足することはない。
- 5 1 灌漑施設完成にあわせて、当地域における農業生産のポテンシャルを顕在化するためには、高収量品種や病虫害耐性品種の導入、適切な耕作等が必要になる。
- 5 2 14,930haを灌漑するのに必要な用水量とソンドゥーミリウ発電所からの放水量（5年確率渇水流量）を比較検討して、計画ピーク用水量を18.5m<sup>3</sup>/secとし灌漑水路の計画に適用することにした。
- 5 3 2本の幹線用水路をソンドゥーミリウ発電所の放水庭に隣接する調整池を起点として等高線沿いに配置した。ニヤカチ・カノー幹線水路は延長は約44kmで、発電所より東に進みニヤカチ平野とカノー平野のサブエリアII-2, III, IV, Vを合わせた13,680haを灌漑する。サウスニャンザ幹線水路は延長7kmで調整池より西に進みソンドゥ川をサイフォンで横断し国道C19号線に沿ってさらに西に進みアオチニャンデガに至る。灌漑面積はサブエリアII-1とIを合わせた1,250haである。
- 5 4 計画地区を東西に横切っている小河川の洪水防御と河川改修は計画灌漑用水路の維持管理の面からみて必要不可欠である。今回の現地調査で実施した水質汚濁に関する検討結果を考慮にいれ、耕地からの排水および河川の洪水は、ニヤンド湿原へ排水するように計画した。全部で69本の幹線支線排水路を計画した。その内18本の排水路は直接ビクトリア湖に流入するが、他は湿原に流入する。
- 5 5 計画地域の土壌は、地表灌漑に最適からやや適までの広い範囲に分類される。地形と費用の面よりみて計画では畦間灌漑が適当と判断した。計画されている作物は果樹を除いて全て畦間灌漑に適している。傾斜の急な所では畦間を勾配に対して斜か平行に配置するものとする。
- 5 6 計画地区内の既存道路は盛り土が低いため、洪水による被害を受けやすい。既存道路を年中使用可能なものにするために、盛り土を高くセラライトで舗装する。既存道路は橋等が少ないために、雨期には機能を十分に果たしていない。川を横断するところでは橋やCause way等を新設する。
- 5 7 前項で述べた灌漑・排水計画をもとに、14,930ha全域が十分にその機能を発揮するように灌漑・排水施設を適切な位置に配置した。基幹となる施設は1) 調整池、2) 幹支線用水路および付帯施設、3) 幹支線排水路、4) 圃場整備、5) 農道等である。

各施設の概要は次のとおりである。

- 1) 調整池 有効貯水量 634,000m<sup>3</sup>, 有効水深 2.5m, 台形断面, 底幅 130m, 120m (2 lanes)
- 2) ニヤカチーカノー幹線水路 長さ 46km, 計画流量 16.4 - 4.4m<sup>3</sup>/sec, 台形断面土水路, 縦断勾配 1/7,000 - 1/3,000, 底幅 12.0 - 0.8m, 水深 2.05 - 1.4m
- 3) 南ニャンザ幹線水路 長さ 6km, 計画流量 1.5 - 0.9m<sup>3</sup>/sec, 台形断面土水路, 縦断勾配 1/5,000 - 1/3,000, 底幅 1.5 水深 1.4m
- 4) 2次水路 長さ 213km, 計画流量 1.5 - 0.3m<sup>3</sup>/sec, 台形断面土水路, 縦断勾配 1/1,000 - 1/500, 底幅 2.0 - 0.5m, 水深 0.8 - 0.5m
- 5) 幹線排水路 長さ 266km, 計画流量 225- 13m<sup>3</sup>/sec, 台形断面土水路, 底幅 20.0 - 3m, 水深 3.3 - 2.0m
- 6) 3次用水路 長さ 414km, 計画流量 70 - 30lit/sec, 台形断面土水路, 底幅 0.3 - 0.2m, 水深 0.5m
- 6) 3次排水路 長さ 415km
- 7) 圃場整備 水田 4,430ha, 畑地 10,500ha

5 8 本計画の建設は、開発規模や水資源の開発順序および実施期間も農家も大規模灌漑農業の経験がないこと等を考慮して、3つのPhaseに分けて段階的に開発していくべきである。

Phase	水資源	対象となるサブエリア	面積
I	ソンドゥーミリウ発電所	II-2の一部	2,380 ha
II	ソンドゥーミリウ発電所とマグワグワダム	I, II-1, II-2の残り, III	4,880 ha
III	ソンドゥーミリウ発電所とマグワグワダム	IV, V	7,670 ha

5 9 ソンドゥーミリウ発電所の運用は1997年の7月から開始の予定である。この発電所の建設に合わせて1995年から Phase Iの建設に着手しし、1998年に完成させて発電所からの放流量を使って灌漑をする。マグワグワダムの建設工事に合わせて Phase IIとPhase IIIの建設に着手する。詳細設計からPhase IIIの建設が完成するまで12年かかるものとした。

6 0 事業の実施主体は開発公社とするが事業の規模・工事量からみて現在の開発公社の組織で実施することは困難と思われる。従って、開発事務所を新規に設け、開発公社の総裁に任命された所長が実際の運營業務を行なうものとする。

- 6 1 基幹施設の維持管理は開発事務所が行なうものとする。3次水路以下の圃場レベルでは農家に水利組合を組織させて維持管理をさせる。
- 6 2 農家はまた、協同組合を組織し、生産資材の購入、生産物の集出荷を協同で行なうものとする。協同組合は農家への信用供与も行なう。開発事務所は灌漑農業技術の普及のために普及・支援活動を強化するものとする。

## 事業評価

- 6 3 事業の総建設費は58億1千4百万ケニアシリングと見積った。これには工事予備費(10%)と物価上昇予備費を含む。全面積開発後の維持管理費は年間2千8百50万ケニアシリングと見積った。ゲートの耐用年数は25年とし、更新費は1千7百35万ケニアシリング、軽維持管理機械の耐用年数は10年とし、更新費は1千5百35万ケニアシリングと見積った。

(単位：百万ケニアシリング)

	事業全体	Phase I	Phase II	Phase III
内貨分	1,446	249	478	719
外貨分	4,368	1,012	1,413	1,943
合計	5,814	1,261	1,891	2,662

- 6 4 灌漑事業を実施した場合の年間増加便益は経済価格で6億4千2百万ケニアシリングと見積った。一方上記事業費の経済価格は35億3千4百万ケニアシリングである。また、年間維持管理費の経済価格は2千3百50万ケニアシリングと見積った。ゲートと軽機械の更新費は耐用年数に応じて割り振った。
- 6 5 事業の経済的妥当性は、事業の経済的寿命を50年とし、内部収益率、便益と費用の査および便益と費用の比率で検討した。内部収益率は13.2%、便益と費用の査は6億3千8百万ケニアシリング、便益と費用の比率は1.36であった。
- 6 6 事業の財務評価は農家経済の分析と、投下資本の償還能力の2点から検討した。灌漑事業の完成後の農家の余剰は、サブエリアによって異なるが、一農家当たり年間Ks.68,500からKs.129,600と見積った。
- 6 7 投下資本の償還能力の検討は次の条件で実施した。
- 1) 総建設費の85%は年利子2.5%、据え置き期間10年、償還期間30年、二国間援助か多国間援助により調達されるものとする。
  - 2) 残りの15%は内貨分としてケニア政府が負担する。
  - 3) 償還に不足する分はケニア政府が手当てするものとする。

二国間援助か多国間援助により調達された資金の元利合計の償還は、年間2億1千

6百万トンアッシングとなる。

6 8 経済評価で算定した直接便益の他に、以下のような2次便益および社会便益が期待できる。

- 1) 建設工事と集約農業による雇用機会の増加、
- 2) 外貨の節約
- 3) 農産物加工業、商業、輸送業の活性化による経済活動の増加
- 4) 道路の改修と建設により交通が改善される。
- 5) 洪水の軽減
- 6) 生活雑用水の供給
- 7) 他の灌漑事業への展示効果、等

## 環境評価

6 9 環境調査は、灌漑事業の実施による水質、生態系および風土病への影響を検討するために実施した。

7 0 ニヤンド川の水質は現在でも、中流域にある精糖工場など農産物加工場からの廃水でかなり汚濁している。ウィナム湾およびニヤカチ湾の水質は透明度、T-P、クロロフィル量の熱帯における値から判断して、やや富栄養化傾向にあるものと判断される。

7 1 カノー平野灌漑開発計画はウィナム湾よりもニヤカチ湾の水質により大きな影響を与えるものと考えられる。計画の実施に伴い、ニヤカチ湾の富栄養化が促進される可能性がある。しかしウィナム湾における富栄養化はそれほど促進されないものと思われる。ニヤカチ湾と計画地区との間に広がる湿地帯は重要な水質浄化機能を持っていると考えられる。したがってその浄化機能を活用するため、主要な排水路は直接湿地へ排水するように計画するべきである。降雨の有効的な利用など適切な水管理により灌漑水を極力節約することが望まれる。本計画による周辺水域の環境管理およびモニタリングは不可欠である。湿地における農業開発など人為的な開発は避けるべきである。

7 2 調査対象地域は豊富な降雨に恵まれ森林地帯としての潜在力は高いが、放牧、火入れ、耕作などにより人為的に大きく変化している。調査地域は人口密度も高く、耕作されているために野生動物の生息には適していない。ウィナム湾の生態系は外来種のナイルパーチやティラピアの導入により大きく変化し現在も進行中である。国際保険機構によれば地域はマラリアの汚染地域であり、住血吸虫病の汚染地域でもある。

- 7 3 農薬の使用はワタ、野菜、果樹等に限定して使用され、毒性の低い分解性の高い薬剤を使用すれば、湿地や湖への影響は少ないと考えられる。土壌侵食は適切な水管理や耕作方法をとればほとんど問題とはならない。水路はできるかぎり住宅や施設を避けるように計画されているので問題はほとんどない。ナイルパーチやティラピアは水質の悪化と富栄養化に強く、水質汚濁が漁業に及ぼす影響はそれほど大きくないと予想される。
- 7 4 事業の実施によりマラリアと住血吸虫病の感染率は上がることが予想される。したがって、次のような対策を高める必要がある。
- 1) 水路内の雑草を刈る、
  - 2) 住民に対し薬剤による予防や治療を行なう。
  - 3) 学者や医師を送り、病気の突発的な発生に備える。
  - 4) 住居周辺の水たまりをなくす。
  - 5) 殺虫剤や殺貝剤あるいは油を生息地に散布する。
  - 6) 住居に殺虫剤を定期的に散布する。
  - 7) 公衆衛生知識を教育・普及させる。
  - 8) 宿主となる生物を食べる魚類を導入して生物的な防除を行なう
  - 9) 蚊帳を普及させる
  - 10) 水にはいる時はプロテクターを着ける。

#### 結論と勧告

- 7 5 本灌漑計画は技術的に可能であり、また経済的・財務的に妥当であることが証明された。したがって、本計画の早期実施を勧告する。
- 7 6 ウィナム湾はビクトリア湖への湾口が狭く半閉塞状態にあるため、一旦湾の水が汚濁されれば回復するのが非常に困難となる可能性を持っている。したがって、本計画による周辺水域の環境監視および環境管理計画は不可欠である。
- 7 7 風土病の感染率は上がる可能性が高い。ビクトリア湖開発公社はNIBがやっているように、既存の担当部門を補強して公衆衛生管理活動を強化する必要がある。さらに他の省庁と協力して公衆衛生の改善に努める必要があろう。
- 7 8 ソンドゥーミリウ発電計画の実施計画を考慮すると、本灌漑計画の詳細設計は遅くとも1993年に着手する必要がある。詳細設計の作業中に水質の保全と風土病への対策についても計画されることが必要である。
- 7 9 本灌漑事業の実施により営農方法は劇的に変化すると考えられる。農業技術は現

在の農民組織を強化し、協同組合を組織して改善していかなければならない。強力な農業普及・支援活動を実施するために、それに携わる職員の訓練を早くから実施することが必要である。





ケニア共和国  
カノー平野かんがい開発計画調査  
主報告書

目次

計画地区位置図

目次

付表

付図

添付資料

付録

略語表

	<u>ページ</u>
1. 序論	1
1. 1  まえがき	1
1. 2  調査の背景	1
1. 3  過去に実施された調査	1
1. 4  調査の範囲	2
1. 5  調査の内容	3
2. 計画の背景	5
2. 1  土地と人的資源	5
2. 2  国家経済及び地域経済	5
2. 3  ケニア農業の特徴	6
2. 4  国家開発計画	6
2. 5  ビクトリア湖開発公社の開発5ヶ年計画	8
3. 計画地区の概況	10
3. 1  位置	10
3. 2  人的資源	10
3. 3  自然資源	10
3. 4  自然条件	11
3. 5  社会基盤	13
3. 6  灌漑排水の現況	14
3. 7  農業の現況	15
3. 8  農業支援組織の現況	18
4. 灌漑農業開発の阻害要因	20
4. 1  地域農業の現況要約	20
4. 2  農業生産上の制約	20

5.	本事業の必要性	22
6.	開発基本計画	23
6. 1	開発の基本構想	23
6. 2	適正な事業規模の検討	23
6. 3	農業開発計画	26
6. 4	農業経済	29
6. 5	灌漑排水計画	32
7.	施設計画	38
7. 1	調製池	38
7. 2	幹線用水路	38
7. 3	幹線水路の付帯構造物	38
7. 4	二次用水路及び付帯構造物	38
7. 5	排水施設	39
7. 6	既存道路の改修	39
7. 7	建設計画	39
7. 8	プロジェクト費用算定	41
8.	プロジェクト組織および農業支援体制	43
8. 1	ビクトリア湖開発公社（開発公社）	43
8. 2	事業実施組織	43
8. 3	維持管理組織	43
8. 4	農民組織	44
8. 5	農業普及と支援サービス	45
9.	事業評価	46
9. 1	概要	46
9. 2	経済評価	46
9. 3	財務分析	48
9. 4	社会・経済的波及効果	49
10.	環境評価	51
10. 1	水質に及ぼす影響	51
10. 2	生態系及び寄生虫病	54
11.	結論と提言	57

## 付 表

		<u>ページ</u>
表 3-1	月別気象統計	T-1
表 3-2	既存灌漑事業一覧	T-3
表 3-3	耕作面積・単位収量・生産量	T-4
表 3-4	主要農業生産物の価格	T-5
表 6-1	計画作付面積	T-6
表 6-2	土地利用の変化	T-6
表 6-3	期待収量と生産量（事業を実施した場合としない場合）	T-7
表 6-4	生産物および営農資材の価格	T-8
表 7-1	灌漑排水施設の数	T-9
表 7-2	年次別事業費	T-10
表 7-3	事業費	T-11
表 8-1	プロジェクト事務所の要員数	T-12
表 8-2	維持管理用機械	T-13
表 9-1	経済費用及び便益の流れ	T-14
表 9-2	開発事業の資金繰り計画	T-15
表10-1	ウイナム湾及びニャカチ湾の水文	T-16
表10-2	現状の水質と汚濁負荷量	T-16
表10-3	水質と汚濁負荷量の変化	T-17
表10-4	ニャカチ湾及びウイナム湾の富栄養化	T-17
表10-5	環境影響評価	T-18

## 付 図

	ページ
図 1-1	作業工程表..... F-1
図 1-2	調査作業の流れ..... F-2
図 1-3	要員稼働計画..... F-3
図 3-1	調査対象地域の行政区画図..... F-4
図 3-2	ソンドウ川とニヤンド川の流域図..... F-5
図 3-3	調査対象地域の一般地質図..... F-6
図 3-4	地形分類に基づいた土壌図..... F-7
図 3-5	水田に対する土地分級図..... F-8
図 3-6	畑地に対する土地分級図..... F-9
図 3-7	既存灌漑事業位置図..... F-10
図 3-8	現況土地利用図..... F-11
図 6-1	開発の比較案..... F-12
図 6-2	計画作付暦..... F-13
図 6-3	1960～1978年の水収支..... F-14
図 6-4	灌漑用水路路線図..... F-15
図 6-5	排水路路線図..... F-16
図 6-6	3次水路組織の模式図..... F-17
図 7-1	事業実施計画..... F-18
図 8-1	LBDA の組織図..... F-19
図 8-2	建設事務所の組織図..... F-20
図 8-3	維持管理事務所の組織図..... F-21
図 10-1	ニヤカチ湾の水の富栄養化..... F-22
図 10-2	環境影響地域図..... F-23

添付資料

	<u>ページ</u>
1. Minutes of Meeting on Scope of Work for the Feasibility Study on Kano Plain Irrigation Project in the Republic of Kenya, on 4th August, 1989 .....	A-1
2. Scope of Work for the Feasibility Study on Kano Plain Irrigation Project in the Republic of Kenya, on 16th November, 1989 .....	A-6
3. Minutes of Meeting on the Feasibility Study of the Kano Plain Irrigation Project, on 9th August, 1990 .....	A-16
4. Minutes of Meeting on the Progress Report No.1 of the Feasibility Study of the Kano Plain Irrigation Project, on 24th October, 1990 .....	A-22
5. Minutes of Meeting on the Interim Report of JICA Study Team, on 4th March, 1991 .....	A-27
6. Minutes of Meeting on Selection of Optimum Development Area, on 9th July, 1991 .....	A-32
7. Confirmation on Crops and Hectareage to be included in the Project for the Feasibility Study, on 16th July, 1991 .....	A-35
8. Minutes of Meeting on Progress Report No.2, on 1st August, 1991 .....	A-37
9. Minutes of Meeting on Draft Final Report, on 21st November, 1991 .....	A-41

付 録

総合経済評価 .....	1
--------------	---

## 略 語 表

AFC	.....	Agricultural Finance Corporation
AIRS	.....	Ahero Irrigation Research Station
CBS	.....	Central Bureau of Statistics
CLSMB	.....	Cotton Lint and Seed Marketing Board
DAO	.....	District Agricultural Officer
DC	.....	District Commissioner
DDC	.....	District Development Committee
DO	.....	District Officer
FAO	.....	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GDP	.....	Gross Domestic Production
GNP	.....	Gross National Production
GOK	.....	Government of Kenya
GRDP	.....	Gross Regional Domestic Product
HCDA	.....	Horticultural Crops Development Authority
IBRD	.....	International Bank for Reconstruction and Development, World Bank
IDA	.....	International Development Association
IFAD	.....	International Fund for Agricultural Development
ILUS	.....	Integrated Land Use Survey
JICA	.....	Japan International Cooperation Agency
KGGCU	.....	Kenya Grain Growers Cooperative Union
K£	.....	Kenya Pounds (20 Kenya Shillings)
KPLC	.....	Kenya Power and Lighting Company Limited
KR	.....	Kenya Railway Corporation
KSC	.....	Kenya Seed Company
Ks	.....	Kenya Shillings
KSS	.....	Kenya Soil Survey
LBDA	.....	Lake Basin Development Authority
NCPB	.....	National Cereals and Produce Board
NGO	.....	Non-governmental Organization
NIB	.....	National Irrigation Board
OECD	.....	Overseas Economic Cooperation Fund
PIU	.....	Provincial Irrigation Unit
RWSSP	.....	Rural Water Supply and Sanitation Project
SSIU	.....	Small-Scale Irrigation Unit, Ministry of Agriculture
T&V	.....	Training and Visit
UNDP	.....	United Nations Development Programme
UNESCO	.....	United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization
UNICEF	.....	United Nations International Children's Emergency Fund
VAT	.....	Value Added Tax



## 度量单位

### Length

cm	= Centimeter
m	= Meter
km	= Kilometer
ft	= Foot
yd	= Yard

### Area

cm <sup>2</sup>	= sq.cm = Square centimeter
m <sup>2</sup>	= sq.m = Square meter
ha	= Hectare
km <sup>2</sup>	= sq.km = Square kilometer

### Volume

cm <sup>3</sup>	= cu.cm = Cubic centimeter
l	= lit = liter
kl	= Kiloliter
m <sup>3</sup>	= cu.m = Cubic meter
gal.	= Gallon
MCM	= Million Cubic Meters

### Weight

mg	= Milligram
g	= Gram
kg	= Kilogram
ton	= Metric ton
lb	= Pound

### Time

sec	= s = Second
min	= Minute
hr	= Hour
d	= Day
yr	= Year

### Electrical Measures

V	= Volt
A	= Ampere
Hz	= Hertz (cycle)
W	= Watt
kW	= Kilowatt
MW	= Megawatt
GW	= Gigawatt

### Other Measures

%	= Percent
PS	= Horsepower
°	= Degree
'	= Minute
"	= Second
°C	= Degree centigrade
10 <sup>3</sup>	= Thousand
10 <sup>6</sup>	= Million
10 <sup>9</sup>	= Billion (milliard)

### Derived Measures

m <sup>3</sup> /s	= m <sup>3</sup> /sec = Cubic meter per second
cusec	= Cubic feet per second
mgd	= Million gallon per day
kWh	= Kilowatt hour
MWh	= Megawatt hour
GWh	= Gigawatt hour
kWh/yr	= Kilowatt hour per year
kVA	= Kilovolt ampere
BTU	= British thermal unit

### Money

Ks.	= Kenya shilling
K£	= Kenya pounds (20 Kenya shillings)
US\$	= US dollar
Yen	= Japanese Yen

## 換 算 率

	From Metric System		To Metric System			
Length	1 cm	=	0.394 inch	1 inch	=	2.54 cm
	1 m	=	3.28 ft = 1.094 yd	1 ft	=	30.48 cm
	1 km	=	0.621 mile	1 yd	=	91.44 cm
				1 mile	=	1.609 km
Area	1 cm <sup>2</sup>	=	0.155 sq.in	1 sq.ft	=	0.0929 m <sup>2</sup>
	1 m <sup>2</sup>	=	10.76 sq.ft.	1 sq.yd	=	0.835 m <sup>2</sup>
	1 ha	=	2.471 acres	1 acre	=	0.4047 ha
	1 km <sup>2</sup>	=	0.386 sq.mile	1 sq.mile	=	2.59 km <sup>2</sup>
Volume	1 cm <sup>3</sup>	=	0.0610 cu.in	1 cu.ft	=	28.32 lit
	1 lit	=	0.220 gal. (imp.)	1 cu.yd	=	0.765 m <sup>3</sup>
	1 kl	=	6.29 barrels	1 gal. (imp.)	=	4.55 lit
	1 m <sup>3</sup>	=	35.3 cu.ft	1 gal. (US)	=	3.79 lit
	106 m <sup>3</sup>	=	811 acre-ft	1 acre-ft	=	1,233.5 m <sup>3</sup>
Energy	1 kWh	=	3,413 BTU	1 BTU	=	0.293 Wh
Temperature	°C	=	(°F-32) 5/9	°F	=	1.8 °C + 32
Derived Measures						
	1 m <sup>3</sup> /s	=	35.3 cusec	1 cusec	=	0.0283 m <sup>3</sup> /s
	1 kg/cm <sup>2</sup>	=	14.2 psi	1 psi	=	0.703 kg/cm <sup>2</sup>
	1 ton/ha	=	891 lb/acre	1 lb/acre	=	1.12 kg/ha
	106 m <sup>3</sup>	=	810.7 acre-ft	1 acre-ft	=	1,233.5 m <sup>3</sup>
	1 m <sup>3</sup> /s	=	19.0 mgd	1 mgd	=	0.0526 m <sup>3</sup> /s





# 1. 序 論

## 1. 1 まえがき

本報告書は、ケニア共和国政府（実施機関はビクトリア湖開発公社、以下開発公社と呼ぶ）と国際協力事業団（以下事業団と呼ぶ）との間で1989年11月に締結されたカノー平野灌漑開発計画のScope of Works (S/W) に従って作成されたものである（付属資料参照）。

本報告書は、3度の現地調査と2度の国内作業を通じて、カノーおよびニヤカチ平野における灌漑開発可能性の技術的、経済的妥当性を調査・検討した結果を取り纏めたものであり、地域の自然条件、経済状態の現状、開発計画および開発計画に対する経済・財務分析の結果を明らかにしている。最終報告書は、この報告書に対するケニア政府からの意見、要望を十分に検討した後取り纏めることになっている。

## 1. 2 調査の背景

ソンドゥ川流域の豊かな水資源を利用した灌漑農業の開発は以前より着目されていた。1954年から1956年にAlexander Gibb. (英国コンサルタント) により実施された「ケニアナイル流域水資源調査」において、ソンドゥ川の転流によるカノー平野の灌漑開発が最初に企画されたようである。1979年に開発公社が設立された後、ソンドゥ川の多目的開発の為の調査が日本の財団法人国際開発センターと日本工営株式会社によって行われた。この調査結果に基づいてケニア政府は技術協力を日本に要請し、それを受けた日本政府は、1983年10月ケニア政府との間でS/Wを締結し、「ソンドゥ川水力発電開発計画」の開発調査と「カノー平野灌漑開発計画」の予備開発調査を実施した。またケニア政府はビクトリア湖の流域調査を国連開発計画(UNDP)に要請し、UNDPは1982年から1985年にかけてC. Lotti (イタリア国コンサルタント) 他を技術協力のために派遣した。C. Lotti他はカノー平野の排水と灌漑開発の計画及び流域変更と水収支を調査しマスタープランを立案した。

以上の経緯を踏まえ、カノーおよびニヤカチ平野灌漑開発のための技術協力要請が、1989年12月に開発公社からケニア政府を通じて提出された。これに応じて国際協力事業団は1989年7月予備調査団を派遣してMinutes of Meeting (M/M、付属資料参照) を取り交わし、さらに同年11月にS/Wを締結した。

## 1. 3 過去に実施された調査

### 1. 3. 1 カノー平野灌漑開発予備開発調査 (国際協力事業団)

1983年に国際協力事業団と開発公社との間で締結されたS/Wでは、調査対象地区をケンドゥ湾からニヤンド川までの20,000haとしていたが、アワチカノ川からニヤンド川まではUNDPにより先行して実施中であった上記マスタープランの対象地区と重複していたため、当予備開発調査からは除外された。調査の結果、灌漑面積は約8,540haで用水量は約7.5 m<sup>3</sup>/secとなりソンドゥ-ミリウ発電所からの計画放流量の約1/3となっている。主要作物はトウモロコシ、豆類、綿、落花生及び水稲である。建設費は予備費を含めて約971 (百万ケニアシリング、以下シリングと記す、US\$ 64.7百万米ドルに相当する) で、内部収益率は16.3%であった。

### 1. 3. 2 カノー平野排水灌漑開発マスタープラン

この調査は1983年7月から1985年10月までの間に実施された。調査対象地区はアサオ川から北はキスム-ナイロビ鉄道、西はキスム市郊外までとなっていた。当マスタープランでは地域の農業経済発展のために次のような方策を立案している。

- 1) 幹線排水路組織の建設
- 2) キボス川、ニヤンド川、アワチカノ川の洪水防御堤の建設
- 3) ソンドゥ川、ニヤンド川、ヤラ川、カノー湿地等を水源とした約15,000haの灌漑システムの建設
- 4) 道路、送配電網の建設

当マスタープランでは予備的な設計を行っており建設費は約918.5（百万シリング）、内部収益率は12%であった。

### 1. 3. 3 流域水収支及び転流計画（UNDP）

前述のマスタープランと同時期に、ビクトリア湖流域の河川及び水資源に関する調査が行われた。同調査では以下の結論と提言を行っている。

- 1) ニヤンド川の水により3,000haの灌漑開発をカノー平野灌漑開発の第1フェーズとする。これには現存のアヘロパイロットスキーム(800ha)を含む。
- 2) カノー湿地を灌漑用水源とすれば更に1,200haの開発が可能である。
- 3) 水資源のポテンシャルからみてカノー平野の15,000ha及びニヤカチ平野の4,500haの開発が可能となる。

以上の結論と提言から同スタディでは下記の施設計画を行っている。

#### A) ニヤンド川流域

- 1) ニヤンド川は自然流量では、将来の生活用水への供給を考慮すると3,000haの灌漑が可能である。
- 2) ニヤンド川の上流にコルダムを建設し流量を調節すればさらに6,000haが灌漑可能となる。
- 3) カノー湿地を水源として1,200haの灌漑を開発する。
- 4) カノー平野の15,000ha及びニヤカチ平野の4,500haを開発するために、ソンドゥ川の転流かあるいはヤラ川からの転流を行う。

#### B) ソンドゥ川流域

- 1) ソンドゥ川には流域内の需要を補って余りある水量がある。流域の開発そのものに影響を与えないで、同川を転流しカノー平野の灌漑用水源とすることが可能である。
- 2) ミリウ発電所の建設により水力発電が可能である。
- 3) 灌漑用水と発電用水は競合する可能性があるため、最適な利用計画を立てる必要がある。

## 1. 4 調査の範囲

### 1. 4. 1 調査の目的

本調査の目的は、カノー平野灌漑開発計画の開発調査を実施して、ソンドゥ川の発電計画との関連を考慮しながら最適な灌漑開発計画をたてることである。

### 1. 4. 2 調査対象地域

事業と開発公社との間で締結したS/Wによれば、調査対象地域は西南をケンドゥ湾、北をキスム・ナ

イロビ鉄道、東を断層崖に西をビクトリア湖で囲まれた地域である。

#### 1. 4. 3 調査の範囲

本開発調査は次の3段階に分かれる。

##### 1) ワークⅠ（地形図の図化）

- a) 航空写真撮影 (600km<sup>2</sup>)
- b) 地上測量
- c) 図化

##### 2) ワークⅡ

- a) 既存資料の収集
- b) 現場調査
- c) 開発基本計画の立案

##### 3) ワークⅢ

- a) 比較案の検討
- b) 施設の概略設計
- c) プロジェクトの実施計画
- d) 維持管理計画

#### 1. 5 調査の内容

##### 1. 5. 1 調査の概要

ワークⅠ（地形図の図化）は1990年8月に終了した。図1-1に示す通りワークⅡは1991年8月から1991年3月までで、ワークⅢは1991年6月から1992年1月までである。

ワークⅡでは1回目の現地調査を1990年8月から10月までの3ヶ月間行ない、調査地域の現況の把握、資料の収集を行なって、その成果をプログレスレポートNo.1に取り纏めた。その後国内作業を2ヶ月間行ない、さらに、2回目の現地調査を1991年1月より3月までの2ヶ月間実施して、開発の基本構想の方向づけの検討を行なってその成果を中間報告書に取り纏めた。

ワークⅢでは、1991年6月から8月間での2ヶ月に渡って現地調査を行ない、適正な灌漑開発の規模の検討と灌漑地区の選定、開発の基本計画の立案、雨期直後の現況把握のための調査、ビクトリア湖の水質調査、環境への影響評価のための調査等を実施し、その成果をプログレスレポートNo.2に取り纏めた。帰国後、開発計画の策定、水質への影響の検討、その他の環境への影響評価を行なって本報告書を取り纏めた。

図1-2に本調査作業の流れを示す。ほとんどの現地調査はワークⅡで完了し、開発の基本構想を中間報告書に示した。ワークⅡに続いて、ワークⅢの現地調査では、ワークⅡの補完調査を行い、開発の基本計画を検討した。ワークⅢの後半では事業実施計画や費用と便益の算定、事業評価および環境評価等を実施し、最終報告書草案を取り纏めた。

##### 1. 5. 2 要員計画

図1-3に専門家の配置を示す。ワークⅡでは国内 2.1人・月および現地 24.5人・月の専門家が配置され、ワークⅢでは国内 11.0人・月および現地 16.0人・月が従事した。



### 1. 5. 3 調査団の作業内容

現在までの調査団の作業内容は以下の通りである。

- 1) ドラフトインセプションレポートの作成
- 2) 事業団によるインセプションレポートの承認
- 3) 開発公社に対してインセプションレポートを説明
- 4) 第1次現地調査の実施
  - 土壌調査と土壌分析
  - シリンダーインタークレートテスト
  - 土質・地質調査
  - 農家経済調査
  - 市場調査
  - 気象・水文、灌漑、農業、農業経済等の資料収集
  - 水路路線測量
- 5) プロGRESSレポートNo.1の作成と説明
- 6) 第2次現地調査の実施
  - 資料の追加収集
  - 収集資料の検討
  - 開発基本計画の方向づけ
- 7) 中間報告書の作成と説明
- 8) 第3次現地調査の実施
  - 適正な開発規模の検討
  - 資料の追加収集および解析
  - 補完調査（地質・土質）の実施
  - 開発計画の構想
  - 環境評価
- 9) プロGRESSレポートNo.2の作成と説明
- 10) 国内作業の実施
  - 開発計画の立案
  - 建設費の算定
  - 便益の算定
  - 経済評価
  - 環境評価
- 11) 最終報告書草案の作成
- 12) 最終報告書草案の説明と協議
- 13) 最終報告書の作成

## 2. 計画の背景

### 2.1 土地と人的資源

ケニアは東アフリカの赤道地帯に位置し、国土面積約583,000km<sup>2</sup>であるがその内572,000km<sup>2</sup>が陸地で11,000km<sup>2</sup>が水面である。国内の気候は、海岸地帯では高温多湿で高地は冷涼乾燥気候である。国土の4/5に当たる約473,000km<sup>2</sup>は半乾燥あるいは乾燥気候地帯である。国土の18%に当たる約105,000km<sup>2</sup>が利用可能な土地と云われており、大部分は農業生産に使用されている。残りの内約36,000km<sup>2</sup>は動物保護区域、2,000km<sup>2</sup>が自然状態あるいはプランテーションとなっている。

ビクトリア湖流域（以下開発公社管轄地域という）は、ケニアの西部北緯1° 16' から南緯1° 54'、東経33° 55' から35° 51' に位置し面積は約39,000km<sup>2</sup>で全国の約6.8%を占めている。開発公社管轄地域の約70%は豊富な年降雨に恵まれて中～高程度の生産力を有していると見られている。農地は約1,549,000haであるが、これは開発可能な土地の約55%に過ぎず、広大な土地が未利用のまま放置されている。

ケニアの人口は1988年に約22,700,000人で1993年には約27,200,000人に増加すると推定されている（年増加率3.7%）。この内約21,600,000人は地方に住み、残りが都市部に居住するものと考えられている。1993年の人口密度は38人/km<sup>2</sup>と推定されている。

開発公社管轄地域の人口は1988年に約8,900,000人で全国の約40%を占める。1993年には10,200,000人に増加すると推定される（年増加率3.3%）。人口密度は地域平均で170人/km<sup>2</sup>となる。

### 2.2 国家経済及び地域経済

ケニアの経済はほとんどを農業に依存しており商工業活動は低調である。1964年から1971年間の経済成長率は年間6.5%を記録した。この成長は、1) 小規模農家への農地解放、2) 高収益性作物の栽培面積の拡大、3) 輸入代替をめざした工業化等によるものである。

第一次石油危機以降、ケニアの経済の成長は石油価格の高騰と世界的な景気の停滞により鈍化した。1980年代の初期には、ケニア経済は、第二次石油危機および1981年から1983年にかけての世界経済の停滞と、1984年の干魃の影響で停滞した。

ケニアの国内総生産(GDP)は、1989年の時価でケニアポンド(K£) 7,330,000,000で成長率は5.1%一人当たりK£343(317米ドル)であった。1990年にはK£8,634,000,000で一人当たりK£360(313米ドル)であった。開発公社管轄地域内の総生産(GRDP)は1985年にはK£970,000,000で成長率は3.8%、同年の国全体のGDPの23.5%を占めている。

ケニア経済の大部分を占める農業部門は、1971年には成長率4.2%で全体の33%を占めていたが1988年には成長率4.5%、シェア28.9%となっている。1986年の国際収支は原油価格の低落とコーヒーの高価格のおかげで良好であった。気象条件もよく農業生産も増加した。最近の国際収支を下表に示す。

(K£ 1,000,000)

項目	1986	1987	1988	1989
貿易収支	-351	-641	-813	-1,219
経常収支	-31.1	-406.6	-408.1	-604.2
総合収支	+73.0	-104.4	+67.7	-80.5

上の表から明らかなように1987年にはK£104,400,000の、また、1988年には67,700,000の赤字となった。これは原油価格の高騰とコーヒー及び紅茶の価格の低落によるものである。1989年には、国際機関の援助

と観光収入の増加により、K £80,500,000の黒字となった。

## 2. 3 ケニア農業の特徴

ケニアの土地所有形態は、小作農と小規模自作農、および大規模経営農家に区分される。小規模農家は数の上では大部分を占めるが、自家消費用の食糧栽培がほとんどで市場に出す量は極めて少ない。大規模農家は、食糧と換金作物を栽培して市場に出している。政府は大規模農家から小規模農家への移行を推進している。

メイズ、豆類、小麦および米等の主要食糧の生産量は、1989年に3,500,000トンであった。コーヒー、茶、サトウキビ、除虫菊および果樹等も食糧作物と同様重要な作物である。生鮮野菜や果実などの輸出は最近伸びており、150,000トンを越え、外貨獲得の19%以上を占める。

## 2. 4 国家開発計画

### 2. 4. 1 概要

ケニア政府は、1983年に終了した第4次国家開発計画に続いて1984年に第5次開発計画をスタートさせた。第4次開発計画で緊急かつ大幅な開発を実施したにも拘らず、ケニア政府は、地方の貧困、収入の不均衡、国際収支の悪化、対外財務の低調等様々な問題を抱えていた。1989年からは第5次開発計画に続いて第6次開発計画がスタートした。この計画の主な目的は、

- 1) 生産的な雇用創出のための経済拡大
- 2) 農業、工業・小規模企業を中心とした経済成長
- 3) 輸出指向工業の生産拡大による外貨獲得
- 4) 政府の基本的社会的サービスの適正化
- 5) 環境保全に対する政府の役割強化
- 6) 経済活動における民間企業の活用
- 7) 公債の慎重な運用、通貨の安定、国際収支の改善
- 8) 国民福祉改善のための、経済成長による富の公正配分

ケニアの経済は独立以来様々な変化を遂げてきた。人口増加による労働力の増加は必然的なものである。第6次国家計画期間中に増加する労働可能人口は約2,000,000人といわれ、現在の8,600,000人から10,600,000人に膨れ上がるといわれる。この増加労働力の問題に向けてどのような適切かつ生産的雇用に準備できるかが一つの課題である。

ケニア政府は、現在ケニア経済が直面している問題及び第6次国家計画中に予想される経済的動向を考慮し、経済・社会構造の調整のために、国家開発計画の中で以下の目標を設定した。

#### (1) 部門別目標

- 1) もっとも重要な目標は一人当たり所得の伸び率であり、年間1.6%に設定されている。人口増加率は3.7%と予想されるためGDPの年間推定伸び率は5.4%となる。
- 2) 農業は国民に食料を供給して雇用及び所得を生み出し、外貨獲得に貢献し、他の経済部門の成長を促す上で引き続き重要な役割を果たすことになろう。第6次国家開発計画期間の農業部門の目標成長率は年間4.5%とされている。過去の実績からみてこの目標は現実的である。
- 3) 製造業部門の成長率は近年鈍化している。1988年に開始された工業部門の構造調整計画をはじめ、投資及び輸出の伸び率を高めるため、その他の各種施策が現在実施されている。これらの状況から判断すると1988年から1993年の6.4%の平均成長率の目標は達成可能とみられる。

- 4) 貿易部門の実際のGDPの伸び率は1984年から1987年には目標を上回った。1988年には比較的高い伸び率が予想され、第5次計画期間の年間平均伸び率は7.0%を上回ることとなる。その後伸び率は約7.0%で安定するものとみられる。
- 5) 第6次計画期間の運輸・通信、建設及び住宅部門の目標成長率はそれぞれ5.7%、4.5%、及び3.4%に設定されている。第6次計画期間中に期待される地方の経済活動の発展のためには運輸・通信施設の適切な拡張が必要となる。また同期間にはより多くの住宅建設が予定されている。

## (2) 各部門の予測シェア

農業のシェアは1983年の31.6%から1993年には28.3%に低下するものと予測されている。他の二部門のシェアはそれに応じて上昇するだろう。工業部門のシェア上昇はこれを主要部門にするという政府の公約からみて正しい方向に向かう動きである。工業部門と政府も含んだサービス部門のシェアはそれぞれ18.3%と53.4%である。

## (3) 交易の条件

- 1) ケニアの農業及び工業部門は燃料、肥料、機械、予備部品等の輸入投入資材に大きく依存しており、これらは主としてコーヒー、紅茶の輸出と観光収入から得られる外貨により購入されている。
- 2) ケニアの交易条件は一般に不安定であり、しばしば不利である。このことは主としてコーヒー、紅茶の価格の大幅な下落と燃料価格の上昇により、1987年には交易条件が84.6に悪化した。1988年にはコーヒー、紅茶の価格がある程度回復し、石油価格も再び下降傾向となったため交易条件はやや好転し、94.6程度の水準になるものと予想される。

## 2. 4. 2 農業開発計画

農業はケニア経済の中心部門であり、かつ同国経済の他部門発展の基礎ともなっている。この部門での優先されるべき事項は食糧生産、国内産業向け原材料の生産、輸出向け製品の加工技術の向上がその中心である。同国の農業政策の主旨は、第一に国内での食料自給を達成すること。第二に十分な水準の戦略的食料備蓄を維持すること。第三に輸出向け商品作物の増産である。

増加するケニアの人口を養うためには主食の供給を増やす必要がある。まず最初に、ケニア国内での食料自給を満たすために第6次国家開発計画期間中に主食の生産を増大させる。すべての主食の十分な供給を確保するため特に科学技術をあますことなく活用する。

国内の需要を満たすための十分な食糧の生産に加えて、非常時に少なくとも6ヶ月は国を維持するのに必要な戦略的な備蓄量に合わせて、生産レベルも同時にそれに適合させる。このためには国の貯蔵施設と共にあらゆる地方の適切な場所に十分な貯蔵施設を整備する必要がある。

伝統的な換金作物、コーヒーおよび茶などは引き続き同国の輸出収入獲得に貢献している主要な輸出産品である。消費者向け商品の産業において輸入品による代替は減少してきたので輸出品生産を指向するように変化してきている。こうした政策の枠組みのもとで優先される国内消費および戦略的備蓄のニーズが満たされた後は、輸出に向けることができる関連商品を十分に供給できるように、生産量および生産性を高めることが不可欠なこととなる。

政府は政策事項として農業生産の多角化を目指している。主要7品目の生産促進が農業における開発目標および達成のための中心に考えられている。これらの品目とはコーヒー、茶、トウモロコシ、小麦、牛乳、肉、園芸作物である。

コーヒーと茶の生産の発展および拡大は農業収入および農産物輸出の双方の成長の基礎となる。トウモロコシ、小麦、肉の生産の発展および拡大は国内の食糧供給安定の実現を目指す、一方牛乳および園芸作物の生産の発展および拡大は両方の目標の達成を目指すことになる。

トウモロコシ、豆類、牛乳の生産は農業生産に向けられた耕地面積の約2/3を利用する。従ってこれら

の商品の生産に向けられる土地をさらに拡大することは、より高価値商品の生産量の減少につながり、その結果一人当たりの農業生産高が急落する。こうした耕地面積の拡大には限界がある。

農業における新たな雇用は、第6次国家開発計画期間中に実施する予定の奨励策の効果によって、小自作農の農地における生産性の向上から生まれるものと予想される。コーヒーおよび茶の作付面積の拡大、小規模な灌漑開発及び沼沢地の埋め立てによる農地造成によっても相当数の雇用が創出されるであろう。

### 2. 4. 3 灌漑開発計画

灌漑開発は第6次国家開発計画の目的の実現のために多大な貢献をするであろう。しかしながら灌漑には高度に専門的な作物栽培技術および水管理技術を必要とする。1986年時点で土木的な意味でのケニアの灌漑潜在力は500,000haであり、加えて約300,000haの土地は排水工事および沼沢地の埋め立てに適している。

現在、灌漑設備が整備されている地域は36,000haに過ぎず、そのうちの12,600haに当たるBunyala、Kano plain、Mwea、Buraは政府の管理下にあり、約23,000haは民間の管理下にある。従ってケニアはその灌漑潜在力のわずか4%しか利用することができない状態にある。

これまで政府の灌漑政策は大規模な計画を優先する傾向にあった。しかし経験によると大規模な計画は実施および運営面で費用がかかるので国家経済に多大な負担を強いることになる。一方、農民グループによる自主管理の小規模灌漑計画の方が相対的に効果的であることが判明した。こうした計画は基本的にはより多くの雇用の創出、地方の食糧保証、所得の増大を目指している。第6次国家開発計画期間中はこのような低コストの小規模灌漑が指向されるであろう。

政府はまた土地、水、資金および人的資源などの資源の確保可能性ならびに、灌漑開発に関係している省庁間の制度上の協力体制の改善の必要性とに鑑み、小規模灌漑プロジェクトと大規模灌漑プロジェクトとの間の調整が行なわれるように長期的な灌漑開発の戦略を策定する。

堅実な市場を有するコーヒー、米、園芸作物などの戦略的な農産物のための灌漑開発は収益/投資の潜在力が高く、これはとりもなおさず高い農業所得および外貨収入につながるので最優先されるであろう。第6次国家開発計画期間の終了時点までには、ケニア全国で灌漑開発面積は45,550haまで拡大されているであろう。この拡張計画を効果的に実施する際、次に掲げる各種対策を優先させる。

- 1) キスム、タイタタバタ、エルゲヨ、マラクウェット、メルなどの灌漑開発の潜在性の高い地域に灌漑管理事務所を設置する。
- 2) 灌漑開発のニーズを満たすために、設計・実施における技術取得を目的とした研修計画を立てる。
- 3) 訓練を受けた人材が灌漑開発事業と関係のない仕事に従事している現在の状況を改善するために、灌漑専門技術者が就職できる体制を創出する。
- 4) 農業金融公社、共同組合、商業銀行やその他の貸付け機関が、灌漑事業に投資するよう奨励する。

### 2. 5 ビクトリア湖開発公社の開発5ヶ年計画

#### 2. 5. 1 ビクトリア湖開発公社の管轄地域

開発公社の管轄地域は、ニャンザ州、リフトバレー州、および西部州の三つの州からなっている。地域の可耕地の約55%にあたる約1,500,000haが農地として開発されている。

地域の総生産（GRDP）は、1989年にはK£2,670,000でケニア全体の36.4%出会った。農業は地域内における最大の産業でK£1,360,000と、地域全体の総生産の50%を占めている。地域内で生産される主要作物のケニア全体に占める割合は高く、メイズ70%、イモ80%、サトウキビ98%、ワタ60%、茶66%、および小麦80%である

## 2. 5. 2 開発の問題点と制約

ビクトリア湖開発公社は1979年に設立され、1983年に地域開発のための第1次5か年計画をスタートさせた。1989年からは第6次国家開発計画と歩調を合わせて第2次5か年計画をスタートさせた。

公社の管轄地域は高い開発ポテンシャルを有するにも関わらず、様々な問題と制約を抱えている。それらは自然要因、組織要因と人的要因の3つに分けられる。自然要因の主なものは以下の通りである。

- 1) 水資源が季節的にも位置的にも偏っていること、
- 2) エネルギー源が不足している、
- 3) マラリア、住血吸虫などの汚染地帯である、
- 4) 医療サービスが不足している、
- 5) より高い教育と経済活動への機会が不足している。

## 2. 5. 3 地域開発の目的

開発公社第2次5か年計画の目的は、地域が有する開発ポテンシャルと制約、国家経済におけるビクトリア湖地域の位置づけ、国家開発計画の基本理念等を考慮して、以下の通り設定されている。

- 1) 農業及び工業の発展の為に必要なインフラストラクチャーを整備する、
- 2) 最大限の農業生産により、国家経済の発展と食料自給に貢献する、
- 3) 地域の農業基盤を利用した農産加工業を振興することにより、地域経済を改善する、
- 4) 地域収入レベル(K £ 120)と国収入レベル(K £ 240)の間の格差を是正する(値は1985年のもの)。

## 2. 5. 4 開発の基本戦略

第2次5か年計画期間中に取り扱われるべき問題は以下の通りである。

- 1) 水資源の季節的、位置的な偏りの問題
- 2) エネルギーの不足の問題
- 3) 低い土地利用率と土地所有問題

上記の内、1番目の問題は水資源の適切な利用ということで、これは水力発電開発により2番目の問題と関連している。それに関連して森林資源の価値を高めるために流域の保全も考慮すべきである。上記の問題を解決するためのもう一つの方法は土地の生産性、水資源開発、エネルギー開発等の為の基盤施設を整備することである。従って開発公社は流域開発の基本戦略を以下の通り設定している。

- 1) 地域ごとの水資源ポテンシャルに対応した開発が可能になるように、一次産品と衛生施設の改善の為の水資源の開発と管理
- 2) 農水産加工業に関連する経済活動のための基幹施設の改善、
- 3) 土地利用の合理化；第一に既存耕地の耕作率の向上、第二に土地の適性と所有形態にあわせた耕作面積の拡大。
- 4) 高度で専門的な技術の発達について行けるような人的資源の開発。

### 3. 調査地域の概況

#### 3.1 位置

調査対象地域は、ケニアの首都ナイロビから北西に約380kmに位置し、面積は約60,000haである。当地域は、ニャンザ州の州都キスム市の南東に広がり、南はニヤモンド断層崖、東は標高約1,200mの等高線に沿い、北はナイロビ-キスム鉄道、西はケンドゥ湾、ニヤカチ湾及びキボス川で境を接している。

行政上当地域はニャンザ州キスム県と南ニャンザ県に属し、6つの郡、12のロケーションと呼ばれる単位に分かれる(図3-1)。

#### 3.2 人的資源

調査対象地域の人口は、中央統計局(CBS)およびキスム県と南ニャンザ県開発計画の行った人口統計によれば、1990年には約242,400人で今世紀末には325,000人になると予測される。地域の人口密度は349人/km<sup>2</sup>で開発公社地域の平均値170人/km<sup>2</sup>に比べてかなり高い。

1990年と2000年の年齢別人口は、CBSが実施した1980年から2000年の人口予測に基づいて推定した。1990年の就労可能人口は、97,600人で全体の約49%に当り、そのうち男性が48,700人で、女性が48,800人である。

開発公社第2次5か年計画では、1988年から1992年までのキスム県の人口増加率を年3.2%と推定しているが、これはケニア全体の平均値年3.6%より低い。キスム県開発計画(1989年~1993年)によると、人口の55%は農業に従事している。農業部門は依然として、開発公社地域における経済主導部門である。

#### 3.3 自然資源

##### 3.3.1 土地資源

調査対象地域には約60,000haの利用可能な土地があるとみられている。その内、約20,200haは畑作地、22,700haは生産性の低い牧草地であり、放牧が行われている。約4,000ha haでは水田耕作が行われており10,000haは居住地や公共施設の用地で、残りの約4,000haは雑木林のままである。耕作地の大部分は灌漑用水があればかなりの生産力を発揮できるとみられる。

##### 3.3.2 水資源

カノー-ニヤカチ平野には、灌漑開発の水源として2つの主要な川-ソンドゥ川とニヤンド川-が流れている。両河川の水資源の概要は次の通りである。

###### (1) ソンドゥ川

ソンドゥ川は3,470km<sup>2</sup>の流域をもち、上流で2つの流域に分かれている。その内南側の1,510km<sup>2</sup>はキブソニ川に流れ込み、東側は1,580km<sup>2</sup>でユリス川へと流下している。両川ともマウ断層崖の西斜面のマウ森林地帯に源を発している。両河川の合流後、ソンドゥ川はニヤカチ断層崖を貫通する狭い谷に入り、急流となって流下している。さらに氾濫原へ入り、最後はビクトリア湖のウイナム湾に流出している。

ソンドゥ川の流域には、農業に適した平地はほとんどない。ソンドゥ川の恵まれた水資源を有効に利用するため、その流域に近接しているカノー-ニヤカチ平野へその大部分を流域変更すべきである。下流域での年間平均流出高は約12億9千3百万トである(流出高に換算すると約404mmとなる)。

## (2) ニヤンド川

ニヤンド川の流域面積は、3,000km<sup>2</sup>で4つの流域よりなっている。即ちアサオ、アワチカノ、ニヤイド、ニヤンド川流域である。そのうち始めの3川は一年中は流水のない間欠的な流れであり、水資源としての重要性は低い。ニヤンド川は流域面積2,520km<sup>2</sup>を有し、二つの大きな支川—マサイタ川、ムボゴ川—を有している。両川は流量観測所1GD04付近で合流している。合流後、ニヤンド川と名を変えて南西方向へと流路をとり、ニヤンド湿地の中に流入していく。ニヤンド川の下流は不安定で、洪水により度々その流路を変えている。

上記の観測地点での年間流出量は1956年より1984年の記録では、約3億6千万トン（流出高に換算すると143mm）である。流域面積で比較すると、ニヤンド川から期待できる水資源は少なく、ソンドゥ川の28%に過ぎない。図3-2に両河川の流域図を示す。

### 3.4 自然条件

#### 3.4.1 地形

調査地域は地形的にケンドゥ湾带状地帯、ニヤカチ平野、カノー平野の3つに分かれている。ケンドゥ湾沿いの細長い帯地はアワチキブオン川とソンドゥ川の間広がっており、ケンドゥ湾に対峙するニヤボン断層崖の麓へと細長く横たわっている。地形的にその帯地は南より北へかなりの傾斜があり、なおかつ起伏が多い。

緩やかな山麓平野であるニヤカチ平野は、ソンドゥ川とアサオ川の間広がっている。この平野はかなり標高の高い丘陵地域でニヤボン断層崖の麓より北方へと広がっている。また緩やかに南より北へと傾斜し、わずかながら起伏している。通常は水のない潤谷が数多く平野を横切っている。

カノー平野はアサオ川より北方へと広がっており、標高1,135m~1,300mの平坦な沖積平野である。この平野は、農地及び牧草地として最も良く開発されている。

#### 3.4.2 気候

ケニアは気候的には、熱帯性サバンナ地帯に属しているが、高温・多湿の海岸地帯から、冷涼・乾燥の高地まで、かなりの気候変化を示している。国土の4/5は乾燥または半乾燥地である。総面積の僅か18%が気候的に穏やかで農業生産に適している。調査地域の気候は明確に2つの季節で特徴づけられている。降雨分布により雨期と乾期に分かれ、雨期はその期間により更に大雨期と小雨期に分かれる。雨期と同様、乾期も大乾期と小乾期に分れる。

大雨期は3月に始まり5月までの3ヶ月続き、その後6月より10月末まで大乾期となる。小雨期は11月から12月まで2ヶ月続き、1月から2月まで小乾期となる。

カノー—ニヤカチ平野は、降雨の年変動が大きく季節的に偏っていることを除いては、種々の農作物の生長にとって好適な気象条件に恵まれている。

調査地域の気温は季節的変化にかなり富んでいる。年平均最高温度は27℃~32℃であり、平均最高気温の谷間は6月~7月である。年平均最低は14℃~18℃、その最高は8月~9月に記録されている。

調査地域の相対湿度はあまり変化がなく、乾期の55%より雨期の75%となっている。相対湿度の最高は5月または6月に観測され、その谷は小乾期の1月または大乾期の10月に観測される。

年平均蒸発量（A型標準蒸発計）は、Chemelilで1,900mm、アヘロで2,200mmとなっている。月平均蒸発量は130mm~220mm、最大月蒸発量は3月、最小は6~7月に記録されている。月蒸発量は、年間を通して月間雨量をかなり超過している。

調査地域の降雨分布は、北より南へ向かって減少し、西より東へ向かって増加する。年間平均降雨量は、1,100mm~1,600mmである。最大月平均雨量はキボス観測所の4月における243mm、最小月平均降雨量はアヘロ観測所の9月における72mmである。表3-1にカノー平野の気象データの概要を示す。



### 3. 4. 3 地質・土質

#### (1) 地層

図3-3に調査地域の地質概要を示す。花崗岩を主体とする先カンブリア紀の貫入岩がケンドゥ丘陵、ニャボン断層崖、ナンディ丘陵と広く伸びている。第3紀火山岩は、凝灰岩、集塊岩として響岩の溶岩よりなっている。中新世の凝灰集塊の母層がカノー平野の基盤を構成している。鮮新世の響岩は、ニャカチ地方のニャボン高原、ニャンド地方の東そしてキスム市街の周囲にみられる。

更新世の堆積物は、ビクトリア湖成と、河成の沈澱物である。この堆積物はカノー平野に全体的に分布しているが、崩積層と沖積堆積物により覆われている。

現在の地質構造は、崖錐、崩積層と沖積層よりなっており、その組成は粘土、シルト、砂、礫、ラテライト性鉄鉱石である。崖錐は急崖の麓に沿ってみられる。崩積層は広く伸びた丘陵より沼地までみられる。沖積層の大部分は、多くの河川から運搬されてきたシルトと砂により構成されている。赤褐色のラテライト性鉄鉱石は通常、響岩質溶岩上に展開している。

#### (2) 土壌と岩石

カノー・ニャカチ平野における卓越する土壌は、黒色綿花土壌、砂質赤色土壌とラテライトである。黒色綿花土壌(ブラックコットンソイル)は凝灰岩を母岩とし、主として粘土鉱物より構成されている。特有の黒色は腐植土に起因する。それは粘土鉱物と腐植土との強固な結合の結果である。カノー平野に広範囲に分布する黒色綿花土壌は、残積性あるいは運積性の凝灰岩風化物である。

砂質赤色土壌(レッドソイル)は花崗岩に起源を有し、石英質粒子で構成され、花崗岩よりなる急崖に沿った山麓平野や麓に分布している。レッドソイルは花崗岩堆積物が風化・洗脱を受けた結果である。

ラテライトおよびラテライト性鉄鉱石は、鉄分に富む土壌または岩が当地域に卓越する気候により風化・洗脱を受けて生成された。ラテライトおよびラテライト性鉄鉱石は鉄分に富む響岩に由来しており、その分布は響岩の分布と一致している。

### 3. 4. 4 土壌および土地分級

#### (1) 土壌分類

調査地区内の土壌を、現地調査及び室内分析の結果をもとに、FAO-UNESCOの土壌分類法と、それに修正を加え現地に適用した“Kenya Concept”により、14の土壌単位に分類した。

カノー及びニャカチ平野では土壌単位を区別した。その分布を図3-4に示す。当地域に分布する各土壌の物理・化学的性質は次のように要約される。

##### 1) 土性

ニャカチ平野の土壌は細粒質から粗粒質までわたり、粒径組成に幅がある。扇状地および湖成沖積地はより細粒質であり、山麓の平坦部の土壌は粗粒質である。一方、カノー平野の土壌は一般に細粒質であるが、一部の山麓部には粗粒質あるいはやや粗粒質の土壌もみられる。

##### 2) 土壌酸度

室内分析により土壌酸度を測定した。土壌pHはpH4.5~10.4までと広い範囲にある。湖岸のデルタは土壌pHが高く9以上を示す。一方、湿地近辺のHumic Gleysolは土壌pHが4.5前後と低い。

##### 3) 塩類濃度

EC (H<sub>2</sub>O,1:2.5)の値は0.02~1.25mmho/cmを示し、ほとんどの土壌は塩類土壌ではない。

## (2) 土地分級

土地分級は、Kenya Soil Survey (KSS) により修正された方法を用いて判定を行った。各作物の生産性は異なるため、評価は水田と畑に使用する場合に分けて行った。また将来の開発に資する適性評価のため、潜在的な土地の適合性を判定した。土地分級図は図3-5及び3-6に示す通りである。次表はその要約である。

水田			畑		
土地分級	面積(ha)	(%)	土地分級	面積(ha)	(%)
S1	9,160	12.6	S1	2,850	3.9
S2	26,350	36.1	S2	13,950	19.1
S3	16,690	22.9	S3	36,900	50.6
NS	20,780	28.4	NS	19,280	26.4
合計	72,980	100.0	合計	72,980	100.0

調査地域72,980 haのうち52,200 ha (約72%) は稲作に適し、53,700 ha (約74%) は畑作に適する。

### 3. 5 社会基盤

#### 3. 5. 1 道路及び交通

4本の国道が開発公社地域内外を結んでいる。国道A1号線は地域の中心を南北に縦断しており、国道B1、B2、B3号線は東西に横断している。これらのうち、国道B1号線は300kmの総延長を持つ幹線で、ナイロビに通じる国道A104号線と連絡し、ロンディアニからケリチョ、キスム市を經由してブシアへ至る。また、国道A1号線はキスム市、キシイを經由してロッドワールからタンザニア国境を結ぶ600kmの幹線道路である。

これらの幹線道路に加え、C19、C26、C34、C37号線といった多くの道路が調査対象地域を結んでいる。総延長1,590 kmと1,930 kmの道路がキスム県と南ニャンザ県をそれぞれ結んでいる。キスム県と南ニャンザ県の道路密度はそれぞれ0.75km/km<sup>2</sup>と0.34km/km<sup>2</sup>である。

幹線鉄道はモンバサからナイロビを經由してキスムまで800kmを結んでいる。キスムから約70kmの支線がヤラを經由してプテラまで延びている。これらの鉄道は毎日運行しており、旅客と貨物を輸送している。キスムの郊外にある空港からナイロビを結ぶ航空便が週13便運行されている。この空港はケニア西部の観光と野菜などの園芸作物の流通を促進するために拡張が計画されている。ビクトリア湖沿岸の町と近隣諸国はフェリーや貨物船で結ばれている。

#### 3. 5. 2 郵便及び通信

キスム県には郵便本局1ヶ所、支局24ヶ所がある。電話回線は県全体で11ヶ所の交換局に8,170回線あり、公衆電話は66ヶ所にある。これら回線のうち47%に当たる3,800回線が利用されている。調査対象地域内ではアヘロとコルの2ヶ所に交換局があり、それぞれ70回線の交換能力がある。

#### 3. 5. 3 エネルギー

キスム県で使われている主なエネルギー源としては、薪、炭、灯油、液化ガス、電気である。市街地では炭、農村部では薪が多い。炭の年間消費量は一戸当たり市街地で720kg、農村部で50kgである。農村部の薪の年間消費量は一戸当たり600kgにのぼる。家庭の照明の84%は灯油に依存しており、電化率かなり低い。

### 3.5.4 水道

飲料水の供給を管轄している機関には水資源開発省と開発公社がある。調査対象地域南部のニヤカチ平野では水資源開発省が飲料水の供給を目的としたパイプラインを建設している。このシステムはソンドウ川から取水し、ソンドウ集落近くのMaraboiの浄水場で水を処理する。幹線パイプラインの総延長は40kmにおよび、水栓は180ヶ所である。

一方開発公社は、ニャンザ州の南ニャンザ県、シアヤ県、キシイ県、キスム県で農村給水衛生改善事業（略称RWSSP）を実施している。この事業ではボアホール、手掘り井戸、ダム、小規模水道事業、湧水の保護、雨水の貯留等の建設を行なっている。現行の計画ではRWSSPによりキスム県で180ヶ所の水源を開発する予定である。

### 3.6 灌漑排水の現況

#### 3.6.1 灌漑

調査対象地域では、1960年代から灌漑開発が行われ、現在27の灌漑事業があり、合計面積は約4,300haである。1966年頃にNIBにより、アヘロと西カノーの両地区にパイロット事業が建設された。両事業の合計面積は約1,770haである。

1980年初めから、カノー平野の低平地において、農業省の管轄下の州灌漑部（PIU）により25ヶ所の小規模灌漑事業が実施されてきている。現在ある灌漑事業はすべて水田を対象としており、畑地灌漑ではない。表3-2に既存灌漑事業の一覧を、また図3-7にその位置を示す。

##### 1) アヘロパイロット事業

当事業はキスム市の東20kmに国道B3に沿って位置する。灌漑面積は約870haで、ニヤンド川から灌漑用水を電動軸流ポンプにより揚水している。余剰水はニヤンド川に自然排水されている。

##### 2) 西カノーパイロット事業

当事業はキスム市の南東約12kmに国道B3に沿って位置する。灌漑面積は約900haで、灌漑用水はビクトリア湖からポンプにより揚水している。当地区は低湿地にあるので、ポンプによる強制排水を行っている。

##### 3) PIU事業

カノー平野に分散する25のPIU事業を図3-7に示した。灌漑面積は、一地区の面積が約3ha（アグコ灌漑事業）から、1,130ha（南西カノー灌漑事業）のものまで様々である。一つの事業を除いて、どの事業も一時的にしか流水がない小河川や湧水から灌漑用水を得ているので、通年灌漑は困難である。ビクトリア湖からポンプ揚水している事業（4ha）のみが通年灌漑が可能である。

#### 3.6.2 排水

カノー平野には、中央カノー湿地、ニヤンド湿地、そして湖岸湿地の3つの湿地があり、その合計面積は約10,000haで、カノー平野の約15%を占めている。

ニヤンド川とニヤカチ川に挟まれた地域では、ニヤイド川、アワチカノ川、アサオ川がニヤンド湿地に流れ込んでいる。これらの川の特徴は、河床勾配が緩く、通水断面も各々の洪水流量に比して小さいため、しばしば氾濫と湛水を起こしている。キスム市-ソンドウ道路（A1号線）と、キスム市-ケンドウ湾（C19号線）沿いはこれらの小河川による常習的な湛水地域となっている。上記以外に地域内の洪水の原因としては、降雨強度が大きいこと、河道内の堆砂が著しいこと、ビクトリア湖の急激な水位上昇等が考えられる。

水資源開発省は、1985年からニヤンド川の洪水防御プロジェクトに着手しているが、それは以下の3フェーズに分かれている。

- フェーズ1 : アヘロ橋から下流へ12kmの堤防建設。
- フェーズ2 : アヘロ橋から上流へ8 kmないし12kmの堤防建設。
- フェーズ3 : フェーズ1と2で建設した堤防の強化。

水資源開発省により建設された堤防は、高さ約2.7m~3.0mで、堤頂の幅は約4 mである。堤防の間隔はアヘロ付近で約200m、湿地近くでは約500mに広がっている。同省は上記プロジェクトの他にリエランゴ川とキボス川までの洪水防御と湿地の排水改良を計画している。

### 3. 7 農業の現況

#### 3. 7. 1 土地利用と作付体系

##### (1) 土地利用

調査地域(約73,000ha)の約73%に相当する53,000haは耕作可能地であり、図3-8にその利用状況を示す。農耕可能地のうち、約17,000haのみが耕作されており、残余は休閑地、放牧地および雑木林となっている。畑作と放牧は数年毎に交互に転用されている。水田も休閑期間は放牧地として利用されている。

##### (2) 作付体系

当地域における主要作物は穀類、トウモロコシ、ソルガムおよびコメ、続いて彩豆、緑豆、落花生、雑豆等、綿花、キャッサバ、甘藷等のイモ類である。各作物の栽培期間は、降雨時期と洪水期間により大きく影響を受ける。植付時期および収穫期は、年及び地区ごとに大きく異なる。この理由は植付時期が雨期のはじめか、洪水のおさまった後になるためである。

トウモロコシ、ソルガムおよび豆類は、長雨期では2月~3月に播種され、6月~8月にかけて収穫される。これらの作物は主として混作栽培である。綿花は主としてトウモロコシあるいはソルガムと混作されるが、その播種期はトウモロコシおよびソルガムより2ヶ月遅れ、収穫は10月から1月の間に行われる。野菜類は年間を通じて灌水条件下で栽培されている。現在の畑地の年間作付強度は41~118%である。

#### 3. 7. 2 作物栽培

##### (1) 畑作物

農作業はほとんどの場合人力で行われているが、耕うんと生産物の運搬は一部を牛馬に頼っている。綿花を除く畑作物はほとんど無肥料、無農薬で栽培されている。綿花のみは一作中2~4回農薬が散布される。

トウモロコシおよびソルガムは、ほとんどの場合改良種である。主要品種はトウモロコシではF1雑種のH-622とH-511および混成品種のKafumainであり、ソルガムはSerena、SeredoおよびE52Rである。

##### (2) 水稲

水稲の栽培は移植方式であり、苗代は移植予定日の3~5週間前に始まる。本田での栽植密度は1m<sup>2</sup>当たり30株~50株とかなり密植である。耕うん、代かきはP I Uの灌漑事業では牛および人力であり、N I Bの灌漑事業では耕うんはトラクター、代かきは牛および人力である。その他の農作業はすべて人力である。

使用品種はいわゆる改良種のIR2793、BW196、Sindano及びBasmatiである。病虫害では、メイチュー

とライス黄斑ウイルス病（RYMU）の被害がみらる。ある水田では病気による被害が大きく、しかもかなりの速度で伝播している。

### 3. 7. 3 収量および生産量

表3-3は調査地域における各作物の収量及び生産量を示したものである。各作物の収量は全世界平均に比べて低い。各作物の生産量は年ごとに少しずつ増加しつつあるが、キスム県では依然として主食の生産が需要を下回っている。当地域の主要農作物の生産高は、1989年で75（百万シリング）である。

### 3. 7. 4 家畜生産

畜産は当地域の農業の主要部分を占めており、開発公社の5か年計画でも重要な位置を与えられている。1989年の生産高は22（百万シリング）とみられ、それは主要農産物生産高の28%に相当する。種類は牛が最も多く、羊と山羊がこれに次ぐ。一部の農民は養鶏により収入を得ている。これら家畜のほとんどは在来種である。牛は肉の生産のみならず農作業の労力源としても重要である。家畜は従来通り草地や休閑地あるいは収穫後の畑に放牧されている。

### 3. 7. 5 土地所有形態及び耕作規模

調査対象地域の農家規模は、一戸当たり0.4haから21haの範囲にある。平均の農家規模は3.1haで、その内訳は1.7haの耕地、1.0haの草地、0.4haの家庭菜園からなる。水稻栽培農家の場合耕地の内訳は1.4haの水田と0.3haの畑地である。農地の所有形態からみると、自作農63%、共同耕作33%、公有地の無登録耕作2%、小作及び賃貸耕作がそれぞれ1%となる。

### 3. 7. 6 農産加工

調査対象地域内外では精米、トウモロコシ製粉、小麦製粉、綿繰工場、精糖、粗糖製造などの様々な農産加工産業がある。

#### (1) 精米施設

調査対象地域では以下の通り、大規模精米施設が2ヶ所と中規模精米施設が数ヶ所ある。

精米業者	所在地	処理容量
ユナイテッドミラーズ	キスム市	125ton/24hrs.
キボスインダストリー	キボス	48ton/24hrs.
ニヤンドミラーズ	数ヶ所	合計60ton/day
ニヤンドエンタープライズ	アヘロ	不明

#### (2) ポーショール (Posho mill)

トウモロコシ、ソルガム、ミレット、キャッサバなどを対象とした「ポーショール」と呼ばれる小規模な製粉施設が多数ある。これらの施設は大抵農村部の市場の近くにあり、近隣の住民の自家消費食料の製粉を請け負っている。製粉料金は6.0シリング/kgから1.5シリング/kgの範囲にある。

### (3) 綿繰工場

調査対象地域内にはケニア綿花公社所有の綿繰工場がキボスにある。処理能力は年間2,000トンであるが、機械は50年以上も前のもので老朽化が著しい。実綿から繰綿を回収する効率は約33%である。回収した種子の一部は種として使用されるが、残りは搾油業者に売却されている。

### (4) 精糖工場

調査地域には大規模な精糖工場が、チェミリルのチェミリル砂糖会社、ムホロニの東アフリカ砂糖工業会社及びミワニの工場の3ヶ所にある。ミワニの工場は以前民間により運営されていたが、経済的な理由によって操業を停止した。現在は政府によって操業準備が進められている。他の2工場も政府の公社として運転されている。

調査対象地域内外では大規模な精糖工場がChemelil, Muhoroni, Miwaniの3ヶ所にある。精糖処理能力はChemelilで一日3,000トン、Muhoroniで一日2,000トンであるが、定期検査や補修期間を考慮するとChemelilで年間800,000トン、Muhoroniで年間500,000トンである。

## 3. 7. 7 流通及び価格

### (1) 流通

農産物の流通経路は民間部門で扱う経路と、政府公社で扱う経路がある。これに加えキスム市営市場と、県行政当局が管轄する各地の小規模市場が農産物の流通に重要な役割を果たしている。

#### 1) 作物

トウモロコシ、ソルガム、ミレット、米および豆類などの穀物の流通は民間業者とNCPB（国家穀物流通公社）が取り扱っている。NIB（国家灌漑庁）管轄の灌漑事業で生産した米はNIBが集荷し、さらにNIBは民間の精米業者に売却する。精米した米は、精米業者によりおもに県外に出荷される。PIU灌漑事業で生産した米は同様に民間精米業者が集荷し、主に地元の市場で販売される。当地域で生産されたトウモロコシや他の穀類及び豆類はほとんどが地元で消費される。

ケニア綿花公社は、綿花栽培農家を生産物の流通、加工など全面にわたって支援している。実綿は綿花栽培の協同組合で集荷され、ケニア綿花公社に買い上げられ、キボスの綿繰工場に運ばれる。

大部分のサトウキビはチェミリルとムホロニの大規模精糖工場の契約農家の栽培によるものである。収穫したサトウキビの輸送は工場が行ない、経費は栽培者が負担する。一部の農家は黒糖を生産する小規模工場にサトウキビを売却する。

#### 2) 営農資機材

大部分の営農資機材は（ケニア穀物生産者組合）が供給している。KGGCUはキスムとムホロニに支店を持ち、この支店から、各協同組合や民間業者を通し営農資機材を販売している。また、個々の農民は直接支店から購入することも可能である。

### (2) 流通価格

営農資機材の価格は政府によって統制されているが、小売価格は運搬経費を上積みするため場所により異なっている。政府公社が扱っている主要な作物は政府による統制価格が設定されている。1990年のNCPBの価格を表3-4に示した。

### 3. 8 農業支援組織の現況

#### 3. 8. 1 試験研究

N I Bのアヘロ灌漑試験場(AIRS)は、調査対象地域内のアヘロパイロット事業のなかに設置されている。試験場は1969年から運営されており、灌漑条件における水稻とサトウキビの適用試験を行なっている。試験結果はN I BとP I Uの両方の事業に適用される。

綿花試験場とサトウキビ試験場がキボスで運営されている。これらの試験場は試験研究を通して耕作技術の改良と生産性の向上を目的に活動している。チェミリルとムホロニの精糖工場も独自に農業面での試験研究部門を持っている。

#### 3. 8. 2 農業金融

農家に営農資金を融資する機関には農業金融公社(AFC)、ケニア協同組合銀行(CBK)、その他の政府公社、民間銀行、民間企業があるが、もっとも大きな供給元はAFCとCBKである。農家は家畜、営農資機材、農業機械、土地を手当するために融資を申請することができる。

農業金融は融資タイプにより長期、中期、短期に分けられる。長期融資は3年から30年にわたり、主に金額の大きな資本に適用される。中期融資は2年から7年の期間で、短期は営農資材の購入を目的とし2年以内の期間である。融資の金利は12%前後である。調査対象地域の農家は、主に換金作物の栽培に、協同組合や政府公社を通じて融資を受けている。

#### 3. 8. 3 農業普及

農業省の普及・能力開発部門が全国的な農業普及を実施している。州の副農業部長が、関連する専門家の支援の下で州全体の普及活動を担当している。県レベルでは上級農業担当官や各分野の専門家が普及を担当している。このような組織的な繋がりは各ロケーションのレベルまで広がっている。

これらに加え、ケニア綿花ボード、園芸作物開発庁、N I B、精糖工場などでは傘下の農家に栽培技術を普及するためのスタッフを置いている。

#### 3. 8. 4 協同組合

キスム県には以下に示すような156団体の協同組合がある。購買及びマーケティングのほとんどは協同組合を通して行なわれている。県の協同組合事務所では組合活動を振興するため指導者の訓練を行なっている。

タイプ	活動中	休止中	再編成中	合計	タイプ	活動中	休止中	再編成中	合計
コーヒー	3	-	-	3	綿花	5	-	-	5
サトウキビ	39	6	-	45	酪農	3	-	-	3
多目的	4	14	-	18	養鶏	1	1	-	2
購買	3	-	-	3	消費	1	1	-	2
家屋	4	2	-	6	貯蓄	31	14	3	48
漁業	10	3	-	13	運輸	-	1	-	1
建築	-	1	-	1	連合会	5	1	-	6
合計	109	44	3	156					

### 3. 8. 5 農家経済

調査対象地域の平均農家の農家経済を聞き取り調査の結果から推定した。粗収入は一戸当たり年間平均28,000シリングで一人当たりになると4,000シリングとなる。農業収入は3,000シリングで粗収入の82%を占める。生産費及び生計費を含めた総支出は25,500シリングである。したがって平均農家の純留保は年間2,500シリングで粗収入の9%に相当する。



## 4. 灌漑農業開発の阻害要因

### 4. 1 地域農業の現況要約

#### 4. 1. 1 農業

調査地域内の大部分の土地は、灌漑農業の下での水田および畑地として高いポテンシャルを持っている。ニヤカチ平野の土性は、細粒質より粗粒質までその範囲は広いが、カノー平野の土性は細粒質である。全面積72,980haのうち51,940ha（71%）は水田に適し、53,440ha（73%）は畑にも適している。

主要作物はトウモロコシ、ソルガム及びコメ等の穀類と豆類、綿花及び根菜類である。栽培時期および生育期間は降雨の型と洪水によって大きく影響される。トウモロコシ、ソルガムおよび豆類は長雨期では2月～3月に播種、6月～8月に収穫であり、これらの作物はほとんど混作である。PIU灌漑事業の水稲の栽培もまた降雨の型および洪水に影響される。水稲の二期作はみられない。水稲の栽培は移植法であり、苗代播種は移植予定日の3～5週間前に行われる。耕うんと生産物の運搬には畜力（牛）を用いる場合が多いが、その他の農作業はほとんど人力である。

当地域の各作物の収量は比較的低く、しかも年次と場所による変動が大きい。低収の主要因は投入資材が少ないこと、及び栽培法が拙劣であること等にある。現在キスム県では主要穀物の生産が低く需要に満たないため、依然食糧不足の状態にある。主要農産物の生産高は75（百万シツク）である。畜産も農業の主要部門の一つであり、その生産高は22（百万シツク）で主要農産物のその28%に相当する。

一戸当りの耕作面積は0.4～21haの間であり、平均値は3.1haである。当地域の農家は自作農家、共同経営農家、小作農家、公有地無断作付者および農業労働者に分類される。この中で最も多いのは自作農で全農地の63%を占め、次いで共同経営農家が全農地の33%を占めている。

当地域には農産物の加工工場が多数ある。精米所・製粉所での農産物の処理能力は現状で十分である。農産物の主要流通経路は、1) 民間、2) 政府関連機関の2つがある。その他の公設市場、地方市場等による農作物流通経路も重要である。

当地域には、種々の組合あるいは連合組織が156あり、サトウキビ関連が39で最も多く、金融関係と漁業のそれぞれ10がこれに次いでいる。

#### 4. 1. 2 灌漑

調査対象地区内には、27ヶ所の水田灌漑事業（合計面積4,300ha）が1960年代後半より運営されているが、畑地灌漑事業は行われていない。

アヘロパイロット事業は灌漑面積約870haで、水田灌漑のために1966年にNIBにより建設された。1969年にはNIBの手で西カノーパイロット事業が建設された。両事業共、灌漑用水をポンプにより揚水し、通年灌漑を行っている。特に、アヘロ事業では灌漑水路と排水路が区別されている。施設の維持管理はNIBの主導で行われている。

両事業により、水稲作の可能性が実証された後、PIUによる小規模稲作灌漑事業の建設が着工され、現在までに25の事業が建設された。これらPIU事業の用水源は、雨期のみ流水のある小河川がほとんどであるので、通年灌漑はほとんど不可能である。南西カノー事業を除きこれらの事業は比較的小さく、面積は4～250haである。NIBの2事業とは異なり、PIU事業は農民主導により計画・建設されている。

### 4. 2 農業生産上の制約

調査地域は土地資源が豊かで農業生産に適しているが、農業生産に対して種々の阻害要因があり、土地の生産性は低い。阻害要因としては、次のようなものが挙げられる。これらのうち決定的な要因は、2)、3) 及び5) である。

- 1) 年間降水量が少なく、降水量の季節変動が大きいこと
- 2) 灌漑用水源が不足していること
- 3) 畑地灌漑の設備がないこと
- 4) 農道および橋梁が不足していること
- 5) 常習的な洪水と氾濫、排水施設が不足していること
- 6) 農業投入資材が不足していること
- 7) 作物防疫が不備であること
- 8) 信用供与が不足している、その運営が不適切なこと
- 9) 普及サービスが不足していること

## 5. 本事業の必要性

豊富な自然・人的資源があり、かつ政府関係機関の努力にも関わらず、開発公社管轄地域の経済は国全体のそれと比較して低レベルにとどまっている。1985年の一人当りG R D Pは国全体の平均4,080シリングに対して、流域内のそれは2,400シリングでしかなかった。

こういった収入の地域格差を改善するためには、域内経済の根幹を担う農業を発展させる必要があるが、先に述べた様々な要因により域内の農地の生産性は低い。第2次開発公社5か年計画の基本理念では、既存耕地の利用度を最大限に高めること即ち、現在の作付体系をできる限り維持しつつ、耕地の質的拡大がはかられるべきであるとしている。灌漑開発は、この地域のこのような耕地の高度利用の達成に多大の貢献をするものと考えられている。

同5か年計画のシナリオでは、食糧を増産することによって開発公社の地域が、ケニアおよび東アフリカ地域の穀倉地帯となることを目標に掲げている。トウモロコシと水稻は、地域の食糧確保に極めて重要な戦略的作物であるとみられている。こういった主要作物の生産量は、灌漑システムの導入により飛躍的に増加すると考えられる。

カノー・ニヤカチ平野における灌漑開発は、豊富な土地と水資源、恵まれた気候条件、十分な労働力、そして流域の中央に位置するという戦略的な意味から、以前から計画され、実施が待ち望まれていたものである。第6次国家開発計画においても、この地域はもっとも高い灌漑開発のポテンシャルを有す地域の一つとされており、こういった点からみて、当地域における大規模な灌漑開発事業の実施は緊急な必要性を有している。

## 6. 開発基本計画

### 6. 1 開発の基本構想

開発公社は、第6次国家開発計画および自身の第2次5か年計画に従って、必要な基盤整備、食糧の確保、地域経済の改善および所得格差の是正に最善の努力を払ってきた。これらビクトリア湖周辺の地域開発の目標達成の一方策として、本プロジェクトは広い地域への安定した通年灌漑の拡大を主要な目的とする。対象地域内の農業開発の基本構想を次の通り設定する。

- 1) 土地の適性や市場性、農家の経験と知識および政策等を考慮して、収益性の高い作物を選定する。
- 2) 飼料耕作地は、必要な家畜の頭数や、作物残渣の飼料への利用等を考えて適切な面積に計画する。
- 3) 作物ごとの栽培面積を計画するに当たっては、作物の収益性、需給関係、既存加工施設の能力及び市場性等を勘案する。
- 4) 水田では畑地との輪換作を行う。
- 5) 灌漑地を効率的に利用するため、条件が許す限り作付強度の向上をはかる。
- 6) 農家収入、市場性、及び政策等を配慮して作物の多様化を計画することに留意する。
- 7) 農業及び水経済に配慮して最適な作付体系を導入する。水多消費型の作物は、原則として雨期に栽培する。
- 8) 効率的な営農を行うために、農業信用、市場流通、試験・研究等の農業支援活動の強化、改善をはかる。

上記基本構想に基づく農業開発計画を成功させるため、灌漑開発計画の基本構想を以下の通り設定する。

- 1) ソンドウ - ミリウ発電所からの放流水を主たる灌漑用水源とし、できるだけ広い面積に灌漑する。
- 2) 地域内に存在する湿地は、生態系の保全や洪水の緩和機能維持および開発に要する費用等を考えて、開発から除外する。
- 3) 既存水田の周辺に広がる低平沖積地を対象とした水田の新規開発を行う。
- 4) 過去に実施された調査では、水資源の許す限り広大なカノーおよびニヤカチ平野でより広い面積の灌漑開発を計画してきているが、経済的に妥当で、財務的にも確実なプロジェクトにするために、詳細調査の結果によっては、不経済な地区は開発計画から除外することもありうる。
- 5) ニヤンド川の洪水防御と排水改良は、包括的なスタディが不可欠である。ニヤンド川流域内の灌漑開発には、この総合的な流域開発計画の実施が前提となる。本プロジェクトにおける洪水防御計画は、アサオ川、アワチカノ川、ニヤイド川およびその他の小河川に限る。
- 6) 地域内の粗悪な道路網は永久的な横断構造物を備えたより密な施設に改善する。

### 6. 2 適正な事業規模の検討

#### 6. 2. 1 はじめに

1991年3月、第2次現地調査の結果を取りまとめたインテリムレポートでは、水収支の検討結果をもとに計画対象面積を24,180haとし、この規模でカノー平野およびニヤカチ平野の灌漑農業開発計画を提案した。しかし、このインテリムレポートに関する開発公社との協議の中で、本事業の計画規模は、事業の経済性を保つことのできる範囲内の最大規模で策定することを双方で確認した。この時の議事録（付属資料参照）にもとづき、事業の最適規模を決定するための検討を第3次現地調査で実施した。

## 6. 2. 2 検討手順

### (1) 比較案の選定

計画規模の比較案として、利用可能な水源量、土地資源、地形、洪水とその浸水状況、土壌、開発公社の5カ年計画および本調査のS/W等を考慮に置き、下表および図6-1に示す3通りの案を設定した。

比較案	範囲	計画地区面積
1	ケンドウ湾よりキボス川	24,000 ha
2	ケンドウ湾よりニヤンド川右岸	20,000 ha
3	ケンドウ湾よりニヤンド川左岸	15,000 ha

### (2) 比較案の選定評価の対象とした項目

各比較案について事業の経済性および環境への影響（ビクトリア湖の水質汚濁に対する影響）を評価した。経済性の評価に先立ち、各比較案について土壌分級、生産物の市場性と収益性および利用可能な水資源を検討した。

### (3) 比較案の評価手順

農業部門と灌漑・排水部門の検討結果に基づいて、用排水路組織を計画し、概略の建設費用を比較案毎に算定した。一方、農業経済部門の検討結果をもとに各比較案による増加便益を算定した。各比較案の経済評価は内部収益率（IRR）、便益と費用の差（B-C）および便益と費用の比（B/C）により行った。

事業の経済性の評価に加えて、事業を実施することによって引き起こされる可能性がある水質汚濁について比較案毎に評価した。この環境影響評価も最適規模を決定するうえで重視した。

## 6. 2. 3 用排水路組織計画

水収支計算により決定した各比較案の用水量に基づき、用排水量組織を縮尺1/5,000の地形図に計画した。各比較案の主要な灌漑・排水施設は下表のとおりである。

	施設	比較案1	比較案2	比較案3
1	調節池	510,000m <sup>3</sup>	510,000m <sup>3</sup>	340,000m <sup>3</sup>
2	幹線灌漑水路			
	ソンドウ	46km	46km	46km
	サウスニヤンザ	22km	22km	22km
	サウスニヤンド	30km	30km	-
	ノースニヤンド	31km	-	-
3	二次灌漑水路	283km	255km	220km
4	ソンドウサイフォン	1,000m	1,000m	1,000m
5	ニヤンドサイフォン	120m	-	-
6	ニヤンド取水堰	1ヶ所	1ヶ所	-
7	排水路、洪水防御	184km	158km	103km

#### 6. 2. 4 事業費概算

上記の各比較案の用排水路組織計画に基づき、1991年初期の価格水準で各比較案の事業費を算出した。事業費の概要を以下に示す。

(単位：百万ケニアシリング)			
種別	比較案 1	比較案 2	比較案 3
A 建設費	7,578	6,568	3,072
1) 準備工事費	530	459	215
2) 直接建築費	5,299	4,588	2,149
3) 一般管理費	1,060	917	430
4) 予備費	689	596	278
B 維持管理用機械	49	37	26
C 施設管理費	229	198	93
D 施設施工管理費	762	660	310
合計	8,618	7,455	3,501

#### 6. 2. 5 増加便益

増加便益は、事業を実施した場合としない場合における純生産額の差と定義される。インテリムレポートで設定した作付体系と純生産額を基に、各比較案の増加便益を以下のとおり算定した。

(単位：ケニアシリング)				
比較案	面積	事業を実施した場合	事業を実施しない場合	増加便益
1	24,220ha	818,000,000 (33,800/ha)	61,000,000 (7,600/ha)	757,000,000 (31,300/ha)
2	20,240ha	749,000,000 (37,000/ha)	52,000,000 (7600/ha)	697,000,000 (34,500/ha)
3	14,930ha	547,000,000 (36,700/ha)	30,000,000 (6,500/ha)	518,000,000 (34,700/ha)

( ) 内の数字は ha 当りの純利益を表す。

上記のように、比較案 1 では純生産額および増加便益の総額が最大となるが、比較案 3 では単位面積あたりの純生産額および増加便益が最大となる。

#### 6. 2. 6 経済評価

各々の比較案について、IRR、割引率10%で計算したB-CおよびB/Cにより評価した結果は以下の通りである。

比較案	面積	内部収益率(%)	B-C(100万ケニアシリング)	B/C
1	24,220ha	7.3	-577	0.75
2	20,240ha	7.7	-466	0.79
3	14,930ha	12.2	267	1.24

上記に示すとおり事業の経済効果の面からみれば14,930haの比較案3が最適の事業規模である。