

國際協力事業團

日本・タイ・ベトナム
農業開発計画実施調査

主報告書

平成 2 年 11 月

國際協力事業團

農 業 研 究 所
C R C
95 年

タンザニア連合共和国

ロアーハイ・ロアーロンボ
農業開発計画実施調査

主報告書

JICA LIBRARY



1090383(9)

22326

平成2年11月

国際協力事業団



国際協力事業団

22326

序文

日本国政府は、タンザニア連合共和国政府の要請に基づき、同国のローアハイ・ローアロンボ農業開発計画にかかる実施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。

国際協力事業団は、昭和63年10月から平成2年8月までの間、矢野信一氏（日本工営株式会社）を団長とする調査団を3回にわたって現地に派遣した。

調査団は、タンザニア連合共和国政府関係者と協議を行うとともに、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、本プロジェクト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ある。

終わりに、本調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

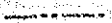
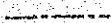
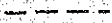
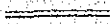
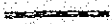


平成2年11月

国際協力事業団

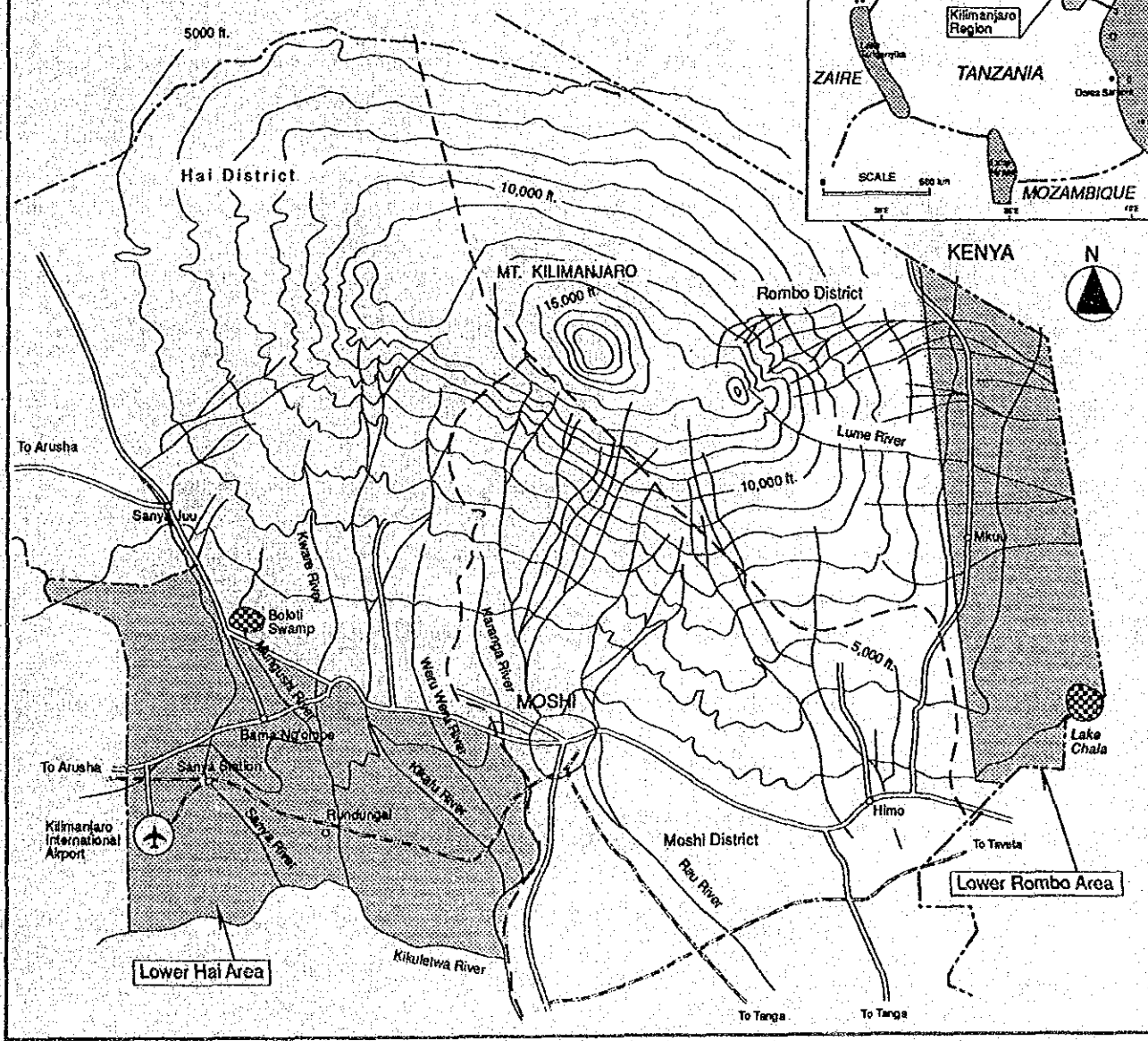
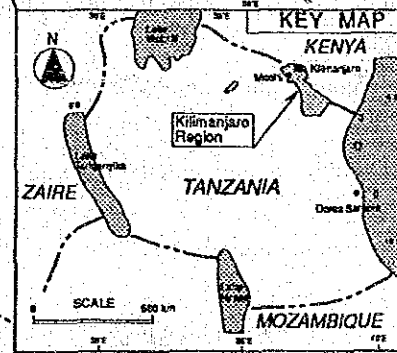
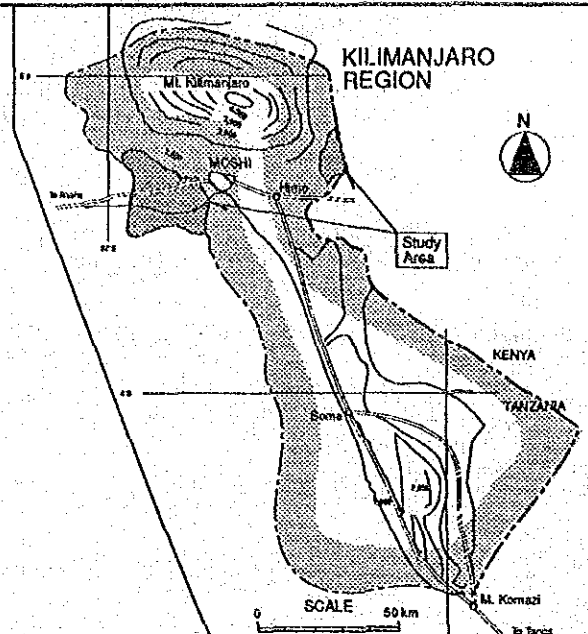
総裁 柳谷謙介

位置図

LEGEND

-  International Boundary
-  Regional Boundary
-  District Boundary
-  Road
-  Railway
-  Town
-  Study Area

SCALE



要約及び勧告

序論

- 1 本最終報告書（草案）は、タンザニア国キリマンジャロ州開発長官と国際協力事業団との間で、1988年2月27日に締結された「スコープ・オブ・ワーク」に基づくローハイ・ローロンボ農業開発計画のフィージビリティ調査に係わる報告書である。
- 2 タンザニア政府は1985年3月、日本政府に対し、ローハイ・ローロンボ農業開発計画のフィージビリティ調査に関し、技術協力を要請した。これを受けて、日本政府は1987年4月にコンタクト調査団、1988年2月に事前調査団を派遣し、ローハイ・ローロンボ農業開発計画のフィージビリティ調査に係わる技術協力の実施を決定した。
- 3 本調査の目的は、（1）農業開発のために利用可能な地表水及び地下水資源の評価、（2）水資源及び土地資源の観点から農業開発有望地区の選定、（3）農業開発有望地区からの計画地区の選定、（4）計画地区に対する農業開発計画の策定及び事業の技術的・経済的妥当性の検討である。
- 4 調査はタンザニア政府の協力を得、スコープ・オブ・ワークに基づき1988年10月から1990年8月の間、フェーズ1からフェーズ3の3段階に分けて実施した。

農業及び経済の背景

- 5 タンザニア国の経済は、この10年間に順調な成長を遂げ1988年末には国内総生産（GDP）は1976年価格で270億3,900万タンザニア・シリング（Tsh.）に達している。1977年から1988年までの経済成長率は、年率で1.9%であった。一人当たりGDPはTsh.1,201である。1988年の輸出額は、3億7,200万ドルであったが、輸入額が11億8,500万ドルであったため、国家貿易収支は8億1,300万ドルの赤字であった。現在でも、農業はタンザニア経済にとって最大の産業部門である。農業部門はタンザニアの国民総生産（GNP）の約45%、輸出総額の約70%及び全就労人口の80%超を占めている。
- 6 キリマンジャロ州は、タンザニア本土の北東に位置し、ケニア国と北及び北東、タンガ州と南東、アリューシャ州と南及び西で境を接している。州面積は、13,209km²であり、タンザニア国の総国土面積の1.4%にあたる。キリマンジャロ州の人口は、1,108,699人（1988年）で、総国家人口の4.8%にあたる。この10年間の人口増加率は、年率2.1%であった。行政的には、キリマンジャロ州は、モシ、ハイ、ロンボ、ムワン

ガ、サメの5県及び州都であるモシ市に分類される。州内総生産高（GRDP）は、現在価格で99億9,200万タンザニア・シリング（1988年）である。この額は、タンザニア本土のGDPの3.67%を占る。

- 7 キリマンジャロ州の農業は州経済のみならず国家経済においても重要な役割を果たしている。キリマンジャロ州は、タンザニアにおける換金作物の主要生産州であり、特に、コーヒーの生産量はずばぬけて大きく、国家生産量の約50%を占めている。また、州人口の90%以上が直接または間接的に農業に従事している。1988年の純耕作面積は、約2,800km²であり、全可耕地の43.5%に過ぎない。キリマンジャロ州は、水資源不足、不十分な灌漑施設による食糧作物の低生産性と不安定性及び急速な人口増加の結果、州全体として食糧不足に直面している。特に近年厳しい干ばつに見舞われていることから、食料不足が顕著である。

調査対象地区の概況

- 8 調査対象地区は、ローハイ地区約600Km²とローロンボ地区約300Km²の2地区からなる。ローハイ地区はハイ県にあり、キリマンジャロ山南麓の標高700mから1,050mの範囲にあり、地区の大部分は起伏に富む地形である。気候は、6月～9月の乾期及び10月～5月は雨期の2大別できる。年間降雨量は、北部で約900mmに対して、南部では約500mmである。平均気温は年間を通じて、20～22℃である。相対湿度は55～75%である。主要な河川は、東から西へカランガ川、ウェルウェル川、キカフ川及びサンヤ川の順に並ぶ、いずれの河川もキリマンジャロ山麓にそって北から南に流れている。一方、これらの川と対照的にキクレトワ川は、調査対象地区の南側境界に沿って西から東へ向けて流れている。地質は、先カンブリアン基盤岩類、新第3紀後期の火山堆積物、河床堆積物、ラハール、扇状堆積物（アウトウオッシュ）及び沖積層からなる。サンヤ平原の地下水滞水層としては、ラハール、アウトウオッシュ、旧期河床堆積物等が考えられる。
- 9 ローハイ地区の人口は約42,000人、人口密度は70人/km²と推定される。農地は調査地区の約35%を占め、作付期間は、3月から7月までの雨期に集計している。主要作物であるトウモロコシは、3月～4月の雨期に播種し、7月～8月に収穫される。トウモロコシは、豆類または他の作物との混作が一般的である。9月から2月に至る乾期作は、水不足から限られているものとなっている。既存の小規模灌漑施設が地区内を流れる主要河川に沿って位置する。灌漑施設が占める面積は、約5,800haと推定される。殆どの灌漑システムは取水工、分水工、水位調整工、落差工等の施設が設置されておらず、また圃場の灌漑施設も整備されていないため、実質的にはなんら系統的な灌漑の運営・管理がなされていない。

- 10 ローロンボ地区は、キリマンジャロ山の東麓ケニアとの国境沿いに位置する。標高は、1,000mから1,500mである。地区は西から東丘陵地から平坦地へと変化している。雨期は、11月から5月で降雨分布の特徴は11月から12月までと、3月から5月までの2つの大雨期があることである。降雨量は、低地地域で年平均約700mm、高地地域では約1,500mmに達する。1月から9月までの気象条件は、ローハイ地区と同様であるが、11月と12月の温度は、ローハイ地区より若干低くなる。キリマンジャロ山の東麓を西から東の方向に数多くの小河川が流れているが、ルメ川のみが唯一の通年河川である。地質は、先カンブリア紀の基盤岩類、新第三紀以降の火山噴出物、崖錐堆積物、岩屑堆積物、扇状地堆積物、段丘堆積物、沖積層及び河床堆積物で構成される。火山噴出物中に深層地下水が賦存するが、地下水面が深く揚程は100~200m以上となり開発には適さない。扇状地堆積物など浅い地層中には地下水が賦存しない。
- 11 ローロンボ地区の人口は約37,000人、人口密度は123人/km²と推定される。殆どのローロンボ地区は集約的な農業生産に利用されている。主な作付期間は10月から7月までの雨期であり、地区の高位部では2毛作が行なわれている。主要作物は、トウモロコシ、豆類、フィンガー・ミレットである。既存灌漑施設は、300haを支配するイクイニ灌漑システムが1つあるのみである。

開発計画地区の選定

- 12 農業開発に利用可能な、地下水資源、表流水資源について、ローハイ地区及びローロンボ地区において調査を実施した結果、ローロンボ地区には農業開発に必要な水資源がほとんどないことが判明した。水資源及び土地資源の観点から、下記の地区をローハイ地区の開発有望地区として調査対象地区から選定した。

開発有望地区	面積 (ha)	水源
(1) サンヤ川流域	1,550	サンヤ川及びボロティ湿地
サンヤ地区	1,050	
ボロティ地区	290	
ムングシ地区	210	
(2) サンヤ下流部	610	地下水
(3) ムタクジャ地区	300	キクレトワ川
(4) キマシユク地区	1,600	ウエルウエル川

- 13 開発有望地区に対する概略開発計画を策定し、比較検討の上、ボロティ、ムングシ及びサンヤ地区からなるサンヤ川流域を開発優先地区（開発計画地区）として選定した。

開発計画地区の概況

- 14 ボロティ、ムングシ及びサンヤ地区からなる開発計画地区はサンヤ川沿いに位置する。ボロティ、ムングシ地区はローア・ハイ地区の調査対象地区内の北部に位置する。サンヤ地区はアリユウシャーモシ道路の南部、サンヤ川下流の両岸に跨って広がっている。行政的に開発計画地区は、下記の通り、ハイ県に属し、2つの郡に分かれ、更にクワンシラ、ムングシ及びサンヤ・ステーション村に細分される。
- 15 雨期のピークは4月である。年間の平均降雨量はサンヤ地区で約600mm、ムングシ・ボロティ地区で750mm前後である。サンヤ地区では年間降雨量の約60%、ムングシ・ボロティ地区では50%程度が3月から5月の3ヶ月間に集中する。開発計画地区に期待される地表水資源はサンヤ川の支流；フカ川、ラワティ川を含むサンヤ川の水資源及びボロティ湿地である。地表水の年間流出量は平均35MCMである。また、ほぼ10年渇水年に相当する1983/84年度の年間流出量は21MCMである。年流出量の内、約65%は4月から6月の3ヶ月間に流出する。地下水については、極めて有望な地区がサンヤ川下流域に見いだされた。旧期河床性堆積物を帯水層とし、深井戸（70m）一本当たり30～70リットル/秒、平均50リットル/秒程度が期待できる。
- 16 サンヤ地区は北西から南東の方向に一様に0.5%から0.7%の傾斜を持つ平らな地形を呈する。土壌は中粒質で、サンヤ川沿いに厚く堆積している。一方、ボロティ・ムングシ地区は起伏が大きく、1%から5%の範囲で傾斜している。土壌は石レキを多く含んでおり、土壌の厚さは薄い。灌漑農業に適したクラスIからIIIの土地は1,380ha、全面積の43%あり、その全てがサンヤ地区に分布する。一方、ボロティ、ムングシ地区の全ての土地及びサンヤ地区の1,050haは土壌厚、石レキ、塩類化等の問題から、条件付可耕地と分類される。
- 17 開発計画地区の人口及び労働力は、1978年及び1988年の人口センサス、各村役場から得た資料及び開発計画地区の既存灌漑施設の水管理委員会から得た名簿に基づき、下記の通り推定した。

	ボロティ地区	ムングシ地区	サンヤ地区
世帯数	159	253	384
世帯人数	5.9	6.1	5.3
人口	873	1,543	2,035
有効労働力	393	728	999

- 18 開発計画地区の主要作物は、トウモロコシと豆類である。殆どの作物は、3月/4月に始まる雨期に天水で栽培される。乾期の作物栽培は灌漑用水を利用しうる地区に限定されている。現在、作物の収穫率は、栽培面積の60%~89%である。
- 19 ポロティ及びムングシ地区の耕起は、主に使役牛を利用している。一方、サンヤ地区においては、トラクターを使用するのが一般的である。改良種子、ハイブリッド種子による栽培は普及しているが検定種子の確保が容易ではないため、農民は自家用の種子を使用したり、他の農民から購入して栽培している。トウモロコシは直播が一般的であり、豆類については、ムングシ地区及びサンヤ地区においては、散播が一般的である。一方、ポロティ地区においては、直播が一般的である。ポロティ及びムングシ地区では、トウモロコシ及び野菜には施肥するが、他の作物には普通、施肥はしていない。サンヤ地区においては、殆どの農民は、肥料を使用していない。農業は、野菜栽培だけに使用している。
- 20 現在、開発計画地区の作物収量は、下記のとおり極めて低水準に留まっている。

作物	収量 (トン/ha)
トウモロコシ	0.8~1.5
豆類	0.1~0.5
ヒマワリ	0.4
野菜 (トマト)	8.5
バナナ	3.9

- 21 作付面積、収穫率及び上記の収量から算出した現況作物生産量は、トウモロコシ922トン、豆類127トン、ヒマワリ15トン、野菜85トン、バナナ98トンである。
- 22 開発計画地区の全ての農地は村に所有権があり、農民は「シヤムバ」と言う伝統的な耕作権を持っているに過ぎない。ポロティ、ムングシ、サンヤ地区における平均経営規模は、各々1.1ha、0.8ha、1.9haである。また、ポロティ及びムングシ地区では、農家の約90%が耕作面積2.0ha以下でありこれらの農家の耕作面積が、全面積の約70%を占める。サンヤ地区の農家の約70%は、耕作面積2.0ha以下である。

23 開発計画地区の主要作物の農家庭先価格は下記の通りである。

作物	価格 (Tsh./kg)
トウモロコシ	21.9
豆類	48.9
野菜 (トマト)	35.0
ヒマワリ	51.0
バナナ	7.4

- 24 現行の農業普及サービスは、主要作物の推奨耕種法の紹介に力点が置かれているが、スタッフの不足、不十分な施設、資材、特に交通手段の欠如により、十分に機能していない。1987年より「国家農牧畜普及改善計画」が実施されており、このような状況は徐々にではあるが改善されることが期待される。ハイ県には、現在、整備も良好で稼働可能な状態にある約400台のトラクターがあり、KNCUのハイ支部を通じて州の農村機械化計画の路線に沿って適正に運営されている。開発計画地区には、現在、3つの農村協同組合が結成されている。どの協同組合も、最近設立されたばかりである。クワンシラ村は1988年に、ムングシ及びサンヤ村では1989年に発足したばかりである。したがって、これらの協同組合は、まだ効率的に機能しているとは言えない。
- 25 サンヤ川沿いには、8つの小規模灌漑システムがあり、ボロティ湿地の下流にはボロティ湿地を水源とする2つの小灌漑システムがある。これらの灌漑システムが支配する面積は約1,120 haである。しかし、実際に灌漑されている地区は、水不足から水路沿いの農地に限られている。全ての水路は土水路でその質は極めて貧弱である。水路の大部分は崩壊、堆砂、雑草の繁茂が著しい。構造物はほとんど設置されていない。また、排水システムも見当たらない。

農業開発計画

- 26 現況阻害要因と考慮し、農業開発計画の基本構想を以下のとおり策定した。
- (1) 集約的な農業生産が可能な地区に於て、表流水資源の最大限の有効利用を図り、農業開発阻害要因の除去或は改善、
 - (2) 食糧の自給自足政策路線に沿い、灌漑農業により、とうもろこし、豆など主食作物に加え、野菜など換金作物の導入による生産の強化増大と多様化、
 - (3) 作物増産による生活水準の向上、

- 27 ボロティ、ムングシ、サンヤ地区からなるサンヤ川流域地区の最適開発規模を決定するため、地表水の利用可能水量、灌漑用水量を求め、水収支計算を行い、経済分析を実施した。結果として、貯水量7.5百万トンのダムと地下水資源の開発により、表流水資源を合わせて、サンヤ地区全面積1,050haの周年灌漑が可能となる開発代替案を最適開発案として選定した。尚、水配分の優先権は現行作付体系に基づき、ボロティ、ムングシ地区に与えるものとした。
- 28 タンザニア農業政策実施計画では、国家優先生産作物として、32の作物が選定されている。キリマンジャロ州は、これらの優先作物の内、14作物の特定生産地域として指定されている。優先作物のうち、事業計画地区における作付優先作物として、現行経済情勢のもとで、可能性のある作物の中で最も収益率がよく、また農民が長年の栽培経験を有するトウモロコシと豆類を選定した。加えて、農民の作付意欲、土壌条件、作物の市場性及び収益性そして農民の作物栽培能力を勘案して事業計画地域の栽培作物多様化の観点から野菜、ヒマワリ及びバナナを選定した。
- 29 作付体系は農業気象条件、特に降雨量分布及び気温を考慮し最適となるように計画した。開発計画地区の計画作付体系に基づく将来の土地利用は下記のとおりである。

単位：ha

	雨期作	乾期作	合計	収穫率 (%)
ボロティ地区				
トウモロコシ	160	0	160	—
豆類	130	0	130	—
小計	290	0	290	100
ムングシ地区				
トウモロコシ	85	0	85	—
豆類	45	0	45	—
ヒマワリ	5	0	5	—
野菜	0	10	10	—
バナナ	25	—	25	—
小計	160	10	170	106
サンヤ・ブレイン				
トウモロコシ	530	530	1,060	—
豆類	210	420	630	—
ヒマワリ	50	50	100	—
野菜	210	420	630	—
バナナ	50	—	50	—
小計	1,050	1,420	2,470	235
合計	1,500	1,430	2,930	195

- 30 サンヤ地区における計画作物の耕起はトラクターで行う。礫が多く浅い土壌条件のボロティ及びムングシ地区の耕起は半で行うものとする。ボロティ及びムングシ地区も含めて計画作物の種子は高収量品種を利用する。計画地区の土壌はわずかにアルカリ性である。窒素肥料として硫安、燐及び塩化カリの施用が望ましい。農業は、病害虫を防除し、高収量を維持する観点から必要に応じて散布する。しかし、除草剤の利用は環境保全の観点から推奨できない。植付、除草、収穫等の作業は家族労働力及び雇用労働力を利用して行う。
- 31 事業を実施した場合でもボロティ及びムングシ地区では、労働力の不足は生じない。他方、サンヤ地区では、年40,000人日の水準で労働力不足が生ずると推定される。特に、灌漑の条件下で、集約農法が導入された場合の野菜の収穫期の労働力の調達の問題である。併しながら、近隣の村落ばかりでなく、州の高地地域、中間地域は高い人口圧力の問題を抱えており、サンヤ地区の労働力不足は容易に補うことができると考えられる。
- 32 目標収量は、以下のとおり設定した。

単位：トン/ha

	ボロティ地区	ムングシ地区	サンヤ地区
トウモロコシ	3.00	3.00	5.00
豆類	1.20	1.20	2.00
ヒマワリ	—	0.81	1.35
トマト	—	8.50	25.00
バナナ	—	3.90	3.90

- 33 計画土地利用、作付体系及び目標収量を基にして策定した作物の計画生産量は下記の通りである。

単位：トン

地区名	トウモロコシ	豆類	ヒマワリ	トマト	バナナ
ボロティ	450	156	—	—	—
ムングシ	255	54	4	85	98
サンヤ地区	5,300	1,260	135	15,750	195
合計	6,005	1,470	139	15,835	293

- 34 地表水資源開発のため、ボロティダムのリワティ川から分水するため分水堰と貯水池への送水路、ダムには貯水池からサンヤ川へ配水するために取水工と水路及び、ボロティ地区の既存水路へ放水するための取水工を設ける。
- 35 灌漑・排水に関しては、人々にとって馴染みがあり、維持管理が容易である開水路システムを提案する。灌漑水路システムは、サンヤチニ頭首工、幹線水路から、2次水路への送水システムと、調整池、3次水路、配水路（第4次水路）からなる配水システムで構成される。調整池は、2次水路と3次水路の間、3次水路の始点に設ける。深井戸はサンヤ地区下流部の地下水有望地区に幹線水路、または2次水路に沿って設置する。送水システムは24時間の送水機能、井戸はピーク灌漑期には24時間運転とする。一方、配水システムについては、灌漑効率の改善を考慮して日中灌漑を原則として、配水を実施する。主要幹線排水路は、5年確率4時間降雨量を4時間で除去する様に設ける。単位排水量は、ヘクタール当たり毎秒6.4リットルである。灌漑施設の維持管理と同時に、農産物及び生産資材の運搬のために灌漑水路にそって農道を設置する。
- 36 主要施設の概要は下記のとおりである。

(1) ボロティ・ダム及び関連施設

有効貯水量	: 7.5 MCM
低水位	: 1,072.6 m
高水位	: 1,078.0 m
設計洪水位	: 1,078.4 m
ダム・タイプ	: 均一アースフィル型
ダムの天端高	: 1,080.4 m
ダムの天端長	: 2,450 m
余水吐	: 越流式コンクリート堰タイプ、越流部分巾10 m
ラワティ取水工	: 固定式越流タイプ、天端長16 m
導水路	: 2.7 km
放流水路	: 1.5 km

(2) 深井戸

深井戸	: 12ヶ所
設計揚水量	: 平均 50リットル/秒

(3) 灌漑及び排水施設

サンヤ・チニ頭首工	: 既存頭首工の改修
主要水路	: 21.5 km
夜間調整池	: 32ヶ所分
3次水路及び配水路	: 92 km
排水路	: 18.1 km

(4) 道路 : 38 km

- 37 事業実施にあたり、キリマンジェロ州開発長官の管轄下に設計・施工管理を行なう事業実施組織（工事管理事務所）をボマ・ゴンベに仮設することを提案する。また、施設の運営・維持管理のため維持管理事務所を工事管理事務所内に設けるものとする。末端施設については、末端圃場区画ごとに農民組合を組織する。
- 38 営農面においては、投入資機材の供給、トラクターによる耕起サービス、作物の購入・貯蔵・販売、野菜販売の促進などの業務を行なうため、既存のキリマンジェロ農業協同組合（KNCU）ハイ県ボマ・ゴンベ支所、クワンシラ農村組合、ムングシ農村組合及びサンヤ・キア農村組合を、サンヤ川流域を統括するサンヤ川流域農業協同組合（仮称）として再編成することを提案する。
- 39 事業費は、工事予備費を直接工事費の10%、価格予備費を外貨分年率5%、現地貨分30%とし、総額29億5千万タンザニア・シリングと見積った。うち現地貨分5億8千万タンザニア・シリング、外貨分23億7千万タンザニア・シリングである。事業の運営・維持管理費は、年間1,320万タンザニア・シリングとなる。
- 40 事業実施期間は、詳細設計、建設準備期間を含めて3年間とした。
- 41 経済事業便益は、計画地区から期待される4億8千3百万タンザニア・シリングの便益から、ボロティ貯水池の水没農地15haのマイナス便益2千9百万タンザニア・シリングを差し引いた、4億5千4百万タンザニア・シリングと見積った。
- 42 本事業の経済評価は、50年の経済的耐用年数を想定し、経済的内部収益率（EIRR）に基づき判定した。結果は、15.1%であり、本事業は経済的に極めて妥当である。
- 43 事業の財務面に関する妥当性は、農家経済及び事業資金の償還能力の観点から評価した。農家の支払い能力の面からは、事業実施により、特にサンヤ地区で平均農家当たり約100万タンザニア・シリングと受益農家の経済状況が大きく改善され、これにより、受益農家に大いに生産意欲をもたらすものと考えられる。
- 44 事業費の償還能力を以下の事業費調達条件に基づき検討した結果、タンザニア政府は年間1億4千万タンザニア・シリングを返済することになる。
- (1) 外貨分は、年利1%、据え置き期間10年を含む30年の償還期間で、タンザニア政府が金融期間を通じ融資する。
 - (2) 現地貨分は、タンザニア政府が負担する。

45 事業実施により、経済評価で算定した直接便益に加え、各種の間接便益及び社会的波及効果が期待できる。主な社会・経済的波及効果は、以下のとおりである。

- (1) 雇用機会の増大
- (2) 作物生産量の増加
- (3) 農家収入の増大
- (4) 地域輸送の改善
- (5) 製粉業者、商人、運送業者等の2次便益
- (6) 洪水軽減
- (7) 上水供給の改善
- (8) 牧畜への水供給の改善
- (9) 養魚の導入
- (10) 開発示威効果

勧告

- 46 以上に述べたように、本農業開発計画は、技術的にも経済的にも妥当であると言う結論をえた。したがって、開発計画地区、キリマンジャロ州及びタンザニア国全体に及ぼす波及効果をも加味して、本計画の早期実施を勧告する。
- 47 サンヤ地区はローアールハイ地区で最も地下水開発に適しているが、帯水層の分布が不規則で透水性も場所によってかなり変化する。したがって、各生産井の配置を定めるに際しては、詳細設計時に電気探査及び試掘調査を追加し、水文地質構造を細部にわたって把握する必要がある。また、ポンプ容量を決定するため、各生産井のポンプ容量、モーター馬力及び設定深度は、揚水試験を実施した上で決定する必要がある。
- 48 サンヤ川及びボロティ湿地の水資源を詳細に検討するためには、水文データが不足している。これらのデータは、水資源開発、灌漑計画をたてる上で極めて重要である。したがって、サンヤ川及びボロティ湿地の水位、流量を継続して測定することを提案する。
- 49 ボロティ・ダム建設予定地点の基礎調査は、深さ約4mまで実施したに過ぎない。したがって、事業実施にあたっては、より詳細な地質調査をダム軸及びダムに接する地山について実施することを提案する。
- 50 現在、サンヤ地区には森林がほとんど見られない。本事業が実施された場合、雇用機会の増加に伴い、薪炭の需要が増大すると考えられる。したがって、サンヤ地区周辺の植林を実施することを提案する。

- 51 農業開発に必要な水資源がほとんどないロアーロンボ地区については、既存の給水システムの容量不足、バルブの破損、漏水等により、約15万人の住民及び約20万頭の家畜が水不足に直面していることを考慮した既存の給水システムの改修が緊急なプロジェクトとして考えられる。

ローアハイ・ローロンボ農業開発計画実施調査

主報告書

目次

序文

位置図

要約及び勧告	S-1
第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2 計画の背景	1
1.3 調査の目的	2
1.4 調査の経緯	2
第2章 経済及び農業の背景	4
2.1 タンザニア経済の概況	4
2.2 キリマンジャロ州の現況	4
2.2.1 州経済の概況	5
2.2.3 州開発計画	6
第3章 調査対象地区の概況	8
3.1 ローアハイ地区	8
3.1.1 自然環境	8
3.1.2 行政及び人口	10
3.1.3 農業	11
3.1.4 灌漑	11
3.1.5 農村社会基盤	12
3.2 ローロンボ地区	13
3.2.1 自然環境	13
3.2.2 行政及び人口	14

3.2.3	農業	14
3.2.4	灌漑	14
3.2.4	農村社会基盤	15
第4章	開発計画地区の選定	16
4.1	概要	16
4.2	開発有望地区	16
4.2.1	ローアールハイ地区	16
4.2.2	ローアールロンボ地区	17
4.3	開発優先地区（開発計画地区）の選定	18
第5章	開発計画地区の概況	19
5.1	位置	19
5.2	水資源	19
5.2.1	降雨	19
5.2.2	地表水資源	19
5.2.3	地下水資源	20
5.3	土地資源	20
5.4	社会条件	21
5.4.1	行政及び人口	21
5.4.2	教育	21
5.4.3	保健衛生	22
5.5	農業及び農業経済	22
5.5.1	農業現況	22
5.5.2	農業経済現況	24
5.5.3	農業支援サービス	26
5.5.4	農家経済	27
5.6	灌漑	28
5.6.1	既存灌漑排水システム	28
5.6.2	灌漑方法	29
5.7	インフラストラクチャー	29
第6章	農業開発計画	31
6.1	開発基本構想	31
6.2	開発代替案と開発規模	31
6.2.1	開発代替案	31

6.2.2	水収支計算	32
6.2.3	最適開発規模	33
6.3	水資源開発計画	34
6.3.1	ボロティ・ダム及び関連施設	34
6.3.2	地下水資源	35
6.4	農業開発計画	35
6.4.1	計画作付体系	35
6.4.2	計画耕種法	36
6.4.3	労働投入量	37
6.4.4	目標収量及び生産量	38
6.4.5	市場性	39
6.4.6	価格の予測	40
6.4.7	事業便益	40
6.4.8	農家経済	40
6.5	灌漑排水開発計画	41
6.5.1	灌漑開発計画	41
6.5.2	排水組織	44
6.5.3	農村インフラ	44
第7章 施設計画		46
7.1	ボロティ・ダム及び関連施設	46
7.1.1	ボロティ貯水池及びダム	46
7.1.2	余水吐	46
7.1.3	ラワティ取水工及び導水路	47
7.1.4	ダム取水工	47
7.2	深井戸	47
7.3	灌漑及び排水施設	48
7.3.1	灌漑システム	48
7.3.2	排水システム及び洪水防御堤	49
7.4	道路	49
第8章 組織及び運営		50
8.1	事業実施組織	50
8.2	維持・管理組織	50
8.3	作物生産管理組織	51

第9章 事業実施計画及び事業費積算	53
9.1 事業実施計画策定の基本条件	53
9.2 工事量	53
9.3 事業実施計画	54
9.4 建設機械	54
9.5 事業費積算	54
9.5.1 概要	54
9.5.2 事業費及び年次別経費	54
9.5.3 運営・維持管理費及び更新費	55
9.5.4 その他の費用	55
第10章 事業評価	56
10.1 経済評価	56
10.1.1 概要	56
10.1.2 経済事業費	56
10.1.3 経済事業便益	56
10.1.4 経済評価	57
10.2 財務分析	57
10.2.1 概要	57
10.2.2 農家の支払い能力	57
10.2.3 水利費	58
10.2.4 事業費の償還	58
10.3 事業の社会・経済的波及効果	59
10.4 環境への影響	60

付表

表-1	作業監理委員、調査団員及びタンザニア政府関係者	62
表-2	プロジェクト施設の主要諸元	64
表-3	工事に必要な建設機械	66
表-4	年次別投資計画	67
表-5	経済事業費及び便益の流れ	68
表-6	事業の資金操り表	69

付図

図-1	等雨量線図	70
図-2	主要河川月平均流量	71
図-3	水文地質図	72
図-4	ローハイ地区現況土地利用図	73
図-5	ローハイ地区主要灌漑地区	74
図-6	ローロンボ地区現況土地利用図	75
図-7	サンヤ地区地下水有望地区	76
図-8	農業開発可能地区	77
図-9	サンヤ地区開発計画	78
図-10	現況作付体系	79
図-11	キリマンジェロ州農業開発組織	80
図-12	サンヤ地区既存灌漑システム	81
図-13	ポロティ湿地開発計画	82
図-14	サンヤ地区施設計画概要図	83
図-15	計画作付体系	84
図-16	ポロティダム概要	85
図-17	灌漑系統図	86
図-18	排水系統図	87
図-19	維持・管理組織図	88
図-20	サンヤ川流域農業協同組合組織図	89
図-21	事業実施計画	90

附属資料

附属資料-1	スコープ・オブ・ワーク	91
附属資料-2	インセプション会議議事録	104
附属資料-3	インテリム会議議事録	106
附属資料-4	ドラフト・ファイナル・レポート会議議事録	109

第1章 序論

1.1 はじめに

本最終報告書は、タンザニア国キリマンジャロ州開発長官と国際協力事業団との間で、1988年2月27日に締結された「スコープ・オブ・ワーク」に基づくローア・ハイ・ローア・ロンボ農業開発計画のフィージビリティ調査に係わる報告書である。

この最終報告書は、調査対象地域の現況、開発基本構想及び事業計画地区の開発計画、主要施設の概略設計、事業便益及び事業費見積、事業の経済的・財務的妥当性等をとりまとめたものである。

調査は、フェーズ1からフェーズ3の3段階に分けて実施された。フェーズ1では、水資源の観点から農業開発有望地区を選定するため、表流水と地下水資源調査及び既存灌漑地区の現状把握に重点を置き調査を実施した。フェーズ2では、農業開発有望地区に対する、開発優先順位の検討を行い、フィージビリティ調査対象地区を選定した。フェーズ3において、フェーズ2で選定した地区のフィージビリティ調査を実施した。作業監理委員、調査に従事したJICA調査団員及びタンザニア国側カウンターパートは表-1に示すとおりである。

1.2 計画の背景

農業は、タンザニアの国民総生産（GNP）の約45%、また、総輸出額の約70%を占めており、同国において重要な役割を担っている。しかし、気候不順、農業投資の減少、投入資材不足などから近年農業生産は停滞しており、食糧自給はいまだ達成されていない。

キリマンジャロ州は、農業の観点からみると高地地域と低地地域に大別できる。高地地域は、高度の土地利用が進み、開発の余地はない。半乾燥気候の低地地域は、水資源不足のため集約的開発から取り残されている。

キリマンジャロ州政府は、食糧増産政策を進めている。しかしながら、灌漑用水の不足と不十分な灌漑施設のため、生産性の低い不安定な農業を余儀なくされている。特に近年、農業生産は大きな干ばつ被害に直面している。このような状況を打開し、安定した農業生産を実現するため、低地地域における地下水及び中小河川の表流水資源開発による灌漑農業開発が熱望されている。更に、農民生活の向上及び社会福祉強化のための農村基盤整備の改善も求められている。

このような背景から、タンザニア政府は1985年3月、日本政府に対し、ローア・ハイ・ローア

ロンボ農業開発計画のフィージビリティ調査に関し、技術協力を要請した。これを受けて、日本政府は1987年4月にコンタクト調査団、1988年2月に事前調査団を派遣し、ローアハイ・ローロンボ農業開発計画のフィージビリティ調査に係わる技術協力の実施を決定した。調査に関するスコープ・オブ・ワークと議事録（添付資料-1参照）は、1988年2月27日キリマンジャロ州開発長官と国際協力事業団との間で調印された。

1.3 調査の目的

本調査の目的は、(1) 農業開発のために利用可能な地表水及び地下水資源の評価、(2) 水資源及び土地資源の観点から農業開発有望地区の選定、(3) 農業開発有望地区からの計画地区の選定、(4) 計画地区に対する農業開発計画の策定及び事業の技術的・経済的妥当性の検討である。

1.4 調査の経緯

調査は、スコープ・オブ・ワークに基づき1988年10月から1990年2月の間、フェーズ1からフェーズ3の3段階に分けて実施した。

フェーズ1の調査の開始時に、キリマンジャロ州開発長官室において作業監理委員チーム、調査団及びカウンターパート出席のもとにインセプション会議が開催された。インセプション会議の議事録は添付資料-2に示す。

フェーズ1では、1988年10月から1989年2月にかけて、有効な水資源利用の観点から農業開発有望地区を選定するため、地下水と表流水資源の調査及び既存灌漑地区の現場把握に重点を置き調査を実施した。フェーズ1調査の検討解析結果は、プロGRESS・レポート(1)にとりまとめ、フェーズ2調査開始時にキリマンジャロ州開発長官に提出した。

フェーズ2では、1989年2月から1990年1月にかけて、フェーズ1調査で選定した農業開発有望地区調査を実施した。フェーズ2調査では地下水資源賦存量を評価するため、ローアハイ地区及びローロンボ地区で各々2ヶ所、合計4ヶ所のテストボーリング及び地下水賦存量調査を実施した。一方、農業開発有望地区内を流れる河川の表流水資源は、地形及び地質条件からみた貯水池建設の可能性及び流出量の評価を実施した。

フェーズ2調査の中間点(10月)において、監理委員チーム、調査団及び州開発長官出席のもと、水資源調査の解析・検討結果に基づき、ローアハイ地区に位置する開発計画有望地区、特にサンヤ流域地区に調査の重点を置くことに決定した。(添付資料-3参照)

更に、選定した開発計画有望地区の概略土地分級調査を実施し、土地資源の予備的な評価を行うとともに、国、州及び農業開発地区の農業及び社会・農業経済の現況を把握するため、農業及び農業社会経済調査を行った。

これらの調査結果から、開発計画有望地区の基本開発計画を策定し、州関係当局と意見交換の上、サンヤ川流域地区、即ち、サンヤ地区、ムングシ地区及びボロティ地区を開発計画地区として選定した。調査及びその解析の結果については、インテリム・レポートにとりまとめた。一方、国際協力事業団は、開発計画有望地区のつき1:5,000地形図作成の為、調査団を派遣し、地形図作成作業は、1990年1月に完了した。

フェーズ3では、1990年1月から8月にかけて、フェーズ2で選定した開発計画地区について詳細な調査を実施した。調査結果は、フェーズ3現地作業終了時点でプログレス・レポート(2)にとりまとめ州関係当局との協議の上、州開発長官に提出した。州関係当局からのプログレス・レポート(2)に関するコメントを考慮し、調査団は開発計画地区に対する開発計画を策定し、最終報告書としてとりまとめた。

第2章 経済及び農業の背景

2.1 タンザニア経済の概況

タンザニア連合共和国は、タンザニア本土、ザンジバル島及びペルバ島からなり、国土総面積は約445,000km²である。1988年におけるタンザニアの人口は、23.2百万人、人口密度は25人/km²である。1978年から1988年の人口増加率は、年率2.9%であった。タンザニア本土の面積は、約881,289km²であり、1988年における人口は、約22.5百万人である。

タンザニア国の経済は、この10年間に順調な成長を遂げ1988年末には国内総生産（GDP）は1976年価格で270億3,900万タンザニア・シリング（Tsh.）に達している。1977年から1988年までの経済成長率は、年率で1.9%であった。一人当たりGDPはTsh.1,201である。1988年の輸出額は、3億7,200万ドルであったが、輸入額が11億8,500万ドルであったため、国家貿易収支は8億1,300万ドルの赤字であった。

現在でも、農業はタンザニア経済にとって、最大の産業部門である。農業部門はタンザニアの国民総生産（GNP）の約45%、輸出総額の約70%及び全就労人口の80%超を占めている。主要換金作物は、コーヒー、綿花、サイザル麻、タバコ、紅茶、カシューナッツ、除虫菊及び丁字であり、主要食用作物はとうもろこし、ソルガム、ミレット、米、豆類、キャッサバ、バナナ、小麦及びサトウキビである。1988年には約109,000トンのコーヒー、サイザル麻、綿花、カシューナッツ、紅茶、タバコが輸出された。主要6品目の内コーヒーと綿花が農業部門の主要外貨獲得源である。

2.2 キリマンジャロ州の現況

2.2.1 州経済の概況

キリマンジャロ州は、タンザニア本土の北東に位置し、ケニア国と北及び北東、タンガ州と南東、アリユーシャ州と南及び西で境を接している。州面積は、13,209km²であり、タンザニア国の総国土面積の1.4%にあたる。

国勢調査によれば、キリマンジャロ州の人口は、1978年の902,394人から1988年には1,108,699人（年成長率2.1%）に増加した。1988年の州人口は、総国家人口の4.8%にあたり、人口密度は国全体の25人/km²に比較し、約3倍の84人/km²に達し、州の最も深刻な問題一つとなっている。

行政的には、キリマンジャロ州は、モシ、ハイ、ロンボ、ムワンガ、サメの5県及び州都

であるモシ市に分類される。

1988年のキリマンジャロ州の州内総生産高（GRDP）は、現在価格で99億9,200万タンザニア・シリングである。この額は、タンザニア本土のGDPの3.67%を占め、本土20州の第12位にあたる。1988年の1人当りGRDPはTsh.9,010に達している。尚、アリューシャ州及びダレサレムのそれは、それぞれ Tsh.14,990及びTsh.27,431である。

2.2.2 州農業の概況

キリマンジャロ州の農業は州経済のみならず国家経済においても重要な役割を果たしている。キリマンジャロ州は、タンザニアにおける換金作物の主要生産州であり、特に、コーヒーの生産量はずばぬけて大きく、国家生産量の約50%を占めている。また、州人口の90%以上が直接または間接的に農業に従事している。1988年の純耕作面積は、約2,800km²であり、全可耕地の43.5%に過ぎない。農家の60%以上が2.0ha以下の耕作規模であり、平均規模は約1.1haである。

キリマンジャロ州は、以下の4農業地帯に区分できる。

(1) 山頂地帯

この地帯は、標高1,800m から5,895m のキリマンジャロ山キボ峰に位置する。この地帯の年間降雨量は、約600mmから2,000mmの範囲にある。この地帯は、保安林と国立公園であり、農業生産活動はない。

(2) 高地地帯

この地帯は、キリマンジャロ山とパレ山脈の標高1,100mから1,800mに位置し、年間降雨量は1,250mmから2,000mmの範囲にある。州内で最も人口過密な地帯（650人/km²）である。作物生産に適した気象条件から、コーヒー、バナナ、トウモロコシ、豆類及び野菜の集約栽培を長年行っている。また、伝統的小規模灌漑を導入し果物及び野菜も生産している。家畜は、青刈飼料による乳牛及び豚の飼育である。

(3) 中間地帯

この地帯は、キリマンジャロ山とパレ山脈の標高900mから1,100mに位置し、年間降雨量は800mmから1,250mmの範囲にある。人口密度は高く、約250人/km²である。この地帯の主要作物は、コーヒー、バナナ、トウモロコシ、豆類及び野菜である。また、降雨不足を補う伝統的小規模灌漑による、コーヒー、バナナ及び野菜生産が広範囲に行われている。家畜は、青刈飼料による乳牛の飼育である。

(4) 低地地帯

この地帯は、高度900m以下の地帯であり、年間降雨量は400mmから800mmの範囲にある。降雨量が少なく、また場所によっては季節的に洪水に見舞われることから、この地帯の人口密度は相対的に小さい(50人/km²)が、高地地帯の人口圧力の結果として、急速に人口が増加している。主要作物は、トウモロコシ、豆類、フィンガー・ミレット、ソルガム、綿花及びキャッサバである。家畜(肉牛、ヤギ及び羊)は放牧されている。この地帯は、高地及び中間地帯の家畜に対する青刈飼料の供給基地となっている。

キリマンジャロ州は、水資源不足、不十分な灌漑施設による食糧作物の低生産性と不安定性及び急速な人口増加の結果、州全体として食糧不足に直面している。特に近年厳しい干ばつに見舞われていることから、食料不足が顕著である。

2.2.3 州開発計画

キリマンジャロ州は、タンザニア国家開発計画(1987年から1992年)の路線に添って、開発5ヶ年計画を策定しており、現在は第2次5ヶ年計画(1988/89年から1992/93年)の第2年度にある。この開発計画は、1981年度から2001年度までの4期に至る長期開発計画の一環である。

第2次5ヶ年計画の主要な目標は下記の通りである。

- (1) 食糧生産の自給達成と外貨準備の増加につながる食糧と換金作物の生産強化。
- (2) 生産向上に不可欠な社会及び経済のサービス活動の質的、量的な拡充強化。

この開発計画のための州予算は、120億タンザニア・シリングと見積られている。

農業部門は、この開発計画に欠くべからざるものとして、州経済の根幹として位置づけられている。この様な理由から農業開発費は、全体予算の83%にあたる100億タンザニア・シリングとなっている。州農業開発計画は先の開発5ヶ年計画(1981/82年から1985/86年)における、農業増産促進対策の結果を考慮して下記の目標が設定されている。

- (1) 作物収量の向上。
- (2) 農業生産投入資材需要の充足及び農家の供給。
- (3) 貯蔵施設及び州内の農産物輸送の改善。

上記目標の達成のために、下記の戦略が策定された。

- (1) 農業生産資材の確保及び適時供給の確保。
- (2) 農家訪問、展示、実証試験など、農民への技術移転を伴う普及活動の改善による、適正な耕種法及び農業生産資材の適切な使用法を確実にする。
- (3) 伝統的小規模灌漑施設の更新・改修及び小・中・大規模灌漑施設の建設を通じた灌漑面積の増加及び干ばつ問題の縮小。
- (4) 協同組合連合、私企業、その他農業機関が実施する作物買付、輸送、貯蔵及び加工の監督を通じた、農民売却農産物の素早い現金化の保証。
- (5) 農民の教育を通じた、適正土地利用、作物計画の保証。

第3章 調査対象地区の概況

調査対象地区は、ローハイ地区約600Km²とローロンボ地区約300Km²の2地区からなる。

3.1 ローハイ地区

3.1.1 自然環境

(1) 位置

位置図に示すとおり、ローハイ地区はハイ県にあり、キリマンジャロ山南麓の東経37度02分から37度19分、南緯3度14分から3度30分に位置する。調査対象地区は東をカラング川、南をキクレトワ川、西をアリユウシャ州と境界を接している。面積は約600Km²である。地区は標高700mから1,050mの範囲にある。

(2) 地形

ローハイ地区はサンヤ川の西南部（アリユウシャ・モン道路の南からサンヤ川の西にかけて）、ルンドウガイ湧水灌漑地区及びカラング川に平行に発達する断層崖の東側地区を除き、起伏に富んでいる。特に火山噴出物の堆積、或は泥流地区は小さな流れ山が多くみられ、起伏に富む地形である。西南部地区の地形勾配は150分の1から600分の1であり、起伏に富む丘陵地の地形勾配は10分の1から150分の1程度である。

(3) 気候

ローハイ地区は、大きくは6～9月の乾期と10～5月は雨期のに大別できる。更に、この雨期は4～5月の大雨期とそれ以外の小雨期に区別される。年間降雨量はモシ観測所の970mmに対して、キリマンジャロ国際空港（KIA）観測所では520mmであり、年間降雨量のそれぞれ60%、65%が大雨期に集中している。

平均気温は年間を通じて、両観測所とも20～22℃と同程度であるが、乾期はKIAの方が若干低い。相対湿度はKIA観測所で55～75%であり、モシ観測所は45～65%である。地区内における蒸発量（Aパン）は、雨期で6～7mm/日、乾期は2～3mm程度である。

(4) 水文

調査対象地区における降雨のピークの時期や量の傾向は、キリマンジャロ山頂を中心とし

て、東、南及び西山麓まで山をとりまきながら、大きく変化する。南山麓では、雨期は11月に始まり、4～5月にピークとなる。年間降雨量は、調査対象地区の南端で500mm以下であるが、標高約1,700mに達する森林地帯との境界付近では、年間2,000mm程度となる。西山麓では降雨量の季節的推移は、南山麓のそれと類似しているが、年間降雨量は南山麓よりも少なく低地地域では、1,000mmとなる。主たる雨期は4～5月である。年間等降雨量線図を、図-1に示す。

ローアハイ地区の主要な河川は、東から西へカラング川、ウエルウエル川、キカフ川及びサンヤ川の順に並ぶ、いずれの河川もキリマンジャロ山麓にそって北から南に流れている。一方、これらの川と対照的にキクレトワ川は、調査対象地区の南側境界に沿って西から東へ向けて流れている。これらの川の月平均流量は図-2で示す。

ウエルウエル川は、対象調査地区東端でカラング川にキカフ川と合流し南に流れる。キクレトワ川はクワレ川とサンヤ川に合流し東に流れる。この2つの主要水系は、調査対象地区の南東部で合流する。

キクレトワ川がクワレ川とサンヤ川に合流する地域には、“ルンドウガイ湧水”と呼ばれる湧水郡がある。湧水は、これら3河川に流入しており、総湧水量は合計約12m³/秒に達する。

キクレトワ川はアリューシャ州の東部では、通年河川として考えられている。その全流量は、アリューシャ州のマジェンゴ村周辺で灌漑用に取水され、雨期には巾広く洪水を起こしている。その結果、調査対象地区ではルンドウガイ湧水地区に至るまでは、殆ど水がなく涸れ河となっている。

主要河川の年間流出量は、下表のとおりである。

河川名	観測所	年間流出量 (MCM)	流域面積 (km ²)
カラング川	IDD3	81	211
ウエルウエル川	IDD5A/IDD7	48	141
キカフ川	IDD8	173	198
クワレ川	IDD9	11	34
サンヤ川	-	31	199
キクレトワ川	IDD54	786	2,220

注：データは「水文年鑑」による。サンヤ川の年間流出量は推定量である。

キクレトワ川を除き、年間流出量のうち約60～70%は、4月から6月に流出する。キクレトワ川の場合湧水の寄与により、流量の変動は少ない。

(5) 水理地質

調査対象地区の東部から中央部にかけては、連続的にゆるやかな起伏を呈する火山噴出物の堆積台地であり、西部は広大なサンヤ平原である。

ローハイ地区の地質は、先カンブリアン基盤岩類、新第3紀後期の火山堆積物、河床堆積物、ラハール、扇状堆積物（アウトウオッシュ）及び沖積層からなる。詳細は、図-3に示してある。サンヤ平原に広範に分布する滞水層は、ラハール、アウトウオッシュ、沖積層に賦存する。

水理地質構造は、調査対象地区の南部に広範に広がる先カンブリアン紀の基盤岩類とキボ火山噴出物の流動と堆積によって規定される。基盤岩とキボ火山噴出物によって調査対象地区の東側部分がせき止められ、サンヤ平原の西側に向けて湖沼が形成され、ここに河床堆積物が沈積することとなった。河床堆積物の沈積過程において、ラハールの流動と沈積が繰り返され、河床堆積物とラハールの交互の地層が形成された。

ローハイ地区の地下水は、これらの層の1つあるいは数層が滞水層の役割を果たしていることによる。地下水の集水帯とその流水方向は、大きくいって2つに区分される。1つはキクレトワ川に沿った集水帯であり、今1つは、サンヤ川に沿ったものである。

前者の集水帯は、メル火山の南麓でキクレトワ川の源流から、南の方向に調査対象地域全般に広く広がる先カンブリアン基盤岩類の西側の外縁にまたがるものである。地下水は、基盤岩類の西側と北側の縁の外側へ向けて流れる。そしてローハイ地区では、基盤岩類の北側の縁にそって東の方向へ向かう。

後者の集水帯は、メル火山の東麓とキボ火山の西及び南西麓に流れるサンヤ川の本・支流に沿っている。この地下水は、河床堆積物とラハール、アウトウオッシュと沖積層の交互に形成されている層を通して、調査対象地区の北西から南東の方向に流れる。

上記は、サンヤ平原の中央部においては、1つの地下水盆地を形成する大きな流れであり、実際には数多くの地下水網が形成され分散収束して流れていると推測される。これらの地下水帯が、水資源開発として最も有望である。

3.1.2 行政及び人口

ローハイ地区は、ハイ県に属し、2郡にまたがった地区である。人口は約42,000人、人口密度は70人/km²と推定される。

3.1.3 農業

図-4で示したとおり、サンヤ川の西側に広がる「マサイ・ステップ」とラハールで覆われている地域を除いた殆どの地域は、農業生産に利用されている。作付期間は、3月から7月までの雨期に集計している。主要作物であるトウモロコシは、3月～4月の雨期に播種し、7月～8月に収穫される。トウモロコシは、豆類または他の作物との混作が一般的である。9月から2月に至る乾期作は、水不足から限られているが乾期作の主要作物もトウモロコシであり、10月～11月に播種し、1月に収穫される。水稻はルンドウガイ地区、キカフ地区の水の豊富な限定された地域で栽培されており、9月に播種し、10月～11月に田植をする。また小面積で野菜の周年栽培も行われている。一般に耕起はトラクターでおこなわれているが、他の農作業は、ほとんど手作業である。肥料・農薬は、殆ど使われていない。

3.1.4 灌漑

ローハイ地区の既存灌漑施設は、地区内を流れる主要河川に沿って位置する。土地資源と同じく水資源の制約のため灌漑規模は小さい。その中でも、大規模灌漑施設はクワレ川の湧水を使ったルンドウガイ灌漑地区のみである。ローハイ地区の総灌漑面積は、約5,800haと推定される。

主要な灌漑システムの位置については、図-5に示してある。またその概要は、下記の通りである。

灌漑システム名		灌漑面積(ha)	水源の条件
サンヤ川	ムングシ	200	通年河川
	エルネスト/ステーション	280	季節河川
	ゼガゼガ	100	季節河川
	パレステイネ	180	季節河川
	マヤセキ	90	季節河川
	ヘメディ	290	季節河川
	ティンディガニ	170	季節河川
クワレ川/ルンドウガイ	ルンドウガイ (ムタンボ/イスマエル)	1,400	通年河川・湧水
ロンゴイ川	ロンゴイ/マサマ	370	通年河川・湧水
キカフ川	キカフチニ	250	通年河川
ウエルウエル川	キマシユク	1,600	通年河川
	ムサ・ムジャンガ	570	通年河川
キクレトワ川	ムタクジャ	300	季節河川

上記のうち、ルンドウガイ、キカフチニ及びムサ・ムジャンガ灌漑システムについては、FAOの技術・財政的援助により地方灌漑局によって、改修が計画されている。

各々の灌漑システムは、村長（Village Chairman）のもとに施設の運営・管理を行う水利委員会が結成されている。水利委員会は、村民の選挙による4～6人のメンバーからなっており、彼らの手で運営・管理作業が行われているが、農民は水利費を支払わずに自発的奉仕で運営・管理作業に参加している現状である。

殆どの灌漑システムは取水工、分水工、水位調整工、落差工等の施設が設置されておらず、また圃場の灌漑施設も整備されていないため、実質的になんら系統的な灌漑の運営・管理がなされていない。

3.1.5 農村社会基盤

(1) 道路

ローハイ地区の中央よりやや北部を東西に結ぶアリュエシャーとモシ道路走っており、途中のボマ・ゴンベから、サンヤ・ジュエへ向かって南北に道路が延びている。また、キリマンジャロ国際空港への連絡道路が、ボマ・ゴンベの西方でアリュエシャーモシ道路から分岐している。これらの道路は、アスファルト舗装の幹線道路である。その他の道路はすべて未舗装であり、殆どは車の轍の跡を残している程度の道路である。それ故、雨期になり道路表面が濡れると泥ねい化し、4輪駆動の車もスリップを起こす。殆どの河川横断地点には橋などの河川横断構造物はない。

(2) 鉄道

ローハイ地区中央部をダレサレームからモシを経由して、アリュエシャーに延びる鉄道が東西に横断している。鉄道は、単線でモシーアリュエシャー間は貨物のみ扱っている。また地区のほぼ中央にはサンヤ・チニ駅があるが、現在休止状態のようである。

(3) 生活用水

サンヤ・ジュ、サンヤ・チニ、ルンドウガイ等主要村落には、生活用水施設があるが、これら村落においても他村落と同様に住民の多くは、生活用水を直接河川、ルンドウガイ周辺地区では湧水、キクレトワ川沿いアリュエシャー州界に近い地区では筒井戸などに頼っているのが現状である。調査地区北縁、キリマンジャロ山麓では小規模パイプラインにより、生活用水の供給を受けている村も見られる。

(4) 電化

ボマ・ゴンベ、サンヤ・ジュ、ルンドウガイ等主要町村は、電化されているが、殆どの小村落には電化施設はない。

3.2 ロアーロンボ地区

3.2.1 自然環境

(1) 位置

ロアーロンボ地区は、キリマンジャロ山の東麓に広がり、東経37度35分から37度42分、南緯3度0分から3度20分に位置する。調査対象地区は、東西約7km、南北35kmの地区である。標高は、1,000mから1,500mである。

(2) 地形

ロアーロンボ地区は西から東へ傾斜している、調査対象地域を西から東へ向けて数多い小河川が流れている。ケニア国境側の東側地域は広くかつ平坦であるが、西側は小山の多い険しい地域である。調査対象地域の南東部のケニア国境にチャラ湖と呼ばれる火口湖がある。キリマンジャロ山のマウエンジ峰からチャラ湖へ向けて数多い一連の寄生火山が続いている。

(3) 気象

ロアーロンボ地区では、公的機関による気象観測は行われておらず、ロンボ県の高地部の気象(Nanjana Secndy Schoolの資料等)から推定した。ロアーロンボ地区の降雨分布の特徴は11月から12月までと、3月から5月までの2つの大雨期があることである。降雨量は、南部から北部の地域に移るにつれ、また高度が低くなるにつれ減少する。低地地域の年平均降雨量は700mm程度であり、高地地域では1,500mmに達する。1月から9月までの気象条件は、ロアーハイ地区と同様であるが、11月と12月の温度は、ロアーハイ地区より若干低くなる。

(4) 水文

キリマンジャロ山の東麓を西から東の方向に数多くの小河川が流れている。調査対象地域のほぼ中央部を流れるルメ川は、唯一の通年河川であり、その流量は雨期平均で $0.3\text{m}^3/\text{秒}$ 、最乾期には、 $0.1\text{m}^3/\text{秒}$ を下回るものと推定される。ルメ川以外の河川は大雨期のみ流れる

季節河川である。

チャラ湖の湖水は上流の地下水が集水され、ケニア側に泉となって湧出している。湖面は、地面より約120m下にある。

(5) 水文地質

ローロンボ地区の地質は、先カンブリア紀の基盤岩類、新第三紀以降の火山噴出物、崖錐堆積物、岩屑堆積物、扇状地堆積物、段丘堆積物、沖積層及び河床堆積物で構成される。ローロンボ地区では、浅い地層に良好な滞水層は確認されていない。ただ、1つの現在使用されているショショロ堀抜き井戸の滞水層は、新第三紀以降の火山噴出物と推定される。

3.2.2 行政及び人口

ローロンボ地区は、行政上ロンボ県に所属し、12の郡にまたがっている。人口は約37,000人、人口密度は123人/km²と推定される。

3.2.3 農業

図-6で示したとおり、殆どのローロンボ地域は集約的な農業生産に利用されている。主な作付期間は10月から7月までの雨期である。小雨期と言われている10月から12月にかけてトウモロコシの生産が多い。トウモロコシは豆類、アサゲ豆、その他の作物との間作が一般的である。間作作物は9月から10月にかけて植付け、1月から2月にかけて収穫される。大雨期と言われる3月から6月の間はフィシガー・ミレットの生産が多い。一般に単作である。また、上記全期間にわたり副作物としてヒマワリと野菜が栽培されている。作物の殆どは天水栽培であり、肥料その他の農業生産資材は一般に殆ど投入されていない。州の農業機械化計画により初期耕起の段階の機械化が、順次浸透してきている。

3.2.4 灌漑

ローロンボ地区の既存灌漑施設は、イクイニ灌漑システムと呼ばれる施設が1つあるのみである。この灌漑施設は、東をルメ川及び西をキクヌカ川に囲まれた約300haの地域を灌漑するものである。取水工には、コンクリート製の固定堰とゲート付き取入れ口が設けられている。幹線水路は、土水路でルメ川沿いに走っている。取入れ口から約0.5km下流地点に調整池がある。本灌漑施設は、地方灌漑局 (Zonal Irrigation Unit-ZIU) によりFAOの技術及び財政的援助のもとで1988年施設を改修した。

3.2.4 農村社会基盤

(1) 道路

ローアロンボ地区の調査対象地区の西端をキリマンジャロの山麓沿いに1本の幹線道路が走っている。本道路は、モシとケニア国のタベタを結ぶハイウェイから分岐し、ケニア国に至る道路である。この道路沿いは人口が集中し、農業生産の中心をなしている。道路は巾約6mで、砂利混じりの土砂で舗装されている。河川横断構造物は、ルメ川の橋梁を除いてほとんどが洪水時に潜没する「コウズウエイ」である。上記のほかに調査対象地区の南で幹線道路から分岐し、同じくキリマンジャロ山麓に沿って、調査対象地区の低部を、幹線道路にはほぼ平行して、ケニア国境近くまで走る未舗装の道路がある。また、調査対象地域内で、これら2本の道路を横断的に連絡する多くの道路がある。これらの道路は、ローハイ地区の道路と同様に劣悪な条件のままでおかれている。

(2) 生活用水

東キリマンジャロ幹線上水道 (EKTM) は、1966年に建設された。幹線パイプラインの総延長は67.5kmであり、約15万人の住民と約20万頭の家畜への給水のため総延長約310km、約30本の支線水路がEKTMから分岐している。

また、ロンボ州の南半分に住む約10万人の住民に給水するため、200万ガロンの水がウォナ川、ワシ川、モンジョ川の3本の河川よりEKTMに取水されている。しかし、EKTMの上流側の住民を除く大部分の住民は、パイプの容量不足、未熟な水管理技術、バルブの破損、漏水等による水不足に直面している。

州北部には、マシャティ、オレレ、ナンジャラ、ノレモル、キメンゲリアの6本の小規模なパイプラインがあが、マシャティ計画を除く大部分の計画が、パイプの容量不足、未熟な水管理技術、バルブの破損、漏水等により必要水量の約40%が供給されているに過ぎない。

(3) 電化

配網線は、幹線道路沿いに敷設されているが、住民の殆どは未電化の状態におかれている。

第4章 開発計画地区の選定

4.1 概要

ローハイ地区における年間雨量が400mm～800mmと少なく、またローロンボ地区は700mm～1,100mmである。その上、年降雨量の大半がローハイ地区で4月から5月、ローロンボ地区で11月から5月と限られた期間に大部分の雨が降る。更には、ローハイ地区では地表水の資源が限られており、その大部分は農業に利用されている。ローロンボ地区の場合、地表水が利用できる河川は調査地区の中央を貫流するルメ川だけである。貧弱な施設と共に水不足の制約から、農業は極めて低い生産性に甘んじている。

上記の状況を考慮して、農業開発のために利用可能な地下水資源及び地表水資源の把握に重点を置き、土地資源と水資源の利用可能性の観点から、FAOの援助で地方灌漑局（ZIU）による改修が行なわれた地区及び改修が計画されている地区を除いて、開発の可能性のある地区を選定した。選定された地区につき個々の暫定開発計画を策定し、その中から開発優先地区を選定した。

4.2 開発有望地区

4.2.1 ローハイ地区

(1) 地下水資源からみた開発有望地区

地下水資源は下記の2地区で有望である。

- ・サンヤ地区 : サンヤ下流沿い
- ・ムタクジャ地区 : アリュージャ州境に近いキクレトワ川沿い

ムタクジャ地区での揚水量は、毎秒1井当たり5リットルに過ぎず、灌漑用水としての水資源としては余りに小さい。サンヤ地区下流部については、図-7に示した通り、サンヤ川下流沿いに有望な地下水資源が期待できる。

(2) 地表水資源からみた開発有望地区

農業開発のための灌漑用水確保の面から考えられる水源は下記の通りである。

- ・サンヤ川及びボロティ・湿地（ダム建設による）

- ・ ウェルウェル川
- ・ キクレトワ川

調査対象地区の北部、キリマンジャロ山の麓に位置するボロティ、湿地は、雨期の余剰水を貯溜する貯水池として期待される唯一の場所である。計画地点の自流域は14km²と小さいが、サンヤ川の支流であるラワティ川から、ボロティ・湿地へ分水する案が考えられる。上記の地表水資源を利用できる地区としては、3カ所が考えられる。ボロティ・湿地の下流地区290ha（以下、ボロティ地区と言う）、サンヤ川中流域左岸に位置するムングシ地区210ha及びアリュウシャーモシ鉄道の南側、サンヤ川の両岸沿い約1,100ha（以下、サンヤ地区と言う）である。

ウェルウェル川に関しては、開発有望地区として、既存灌漑施設があるキマシユク地区1,600haが考えられる。本地区は、地形的にも、土壌の面からも、灌漑農業に適した地区である。

ムタクジャ地区の水源となる可能性のあるキクレトワ川は、1977年以来毎年雨期にアリュウシャー州アルメル県で洪水を起こし、その著しい滞砂のため、雨期においても殆どキクレトワ川に水がない状態である。洪水発生地区につき、河川改修を行えば、アルメル県での洪水を緩和することができ、ムタクジャ地区の灌漑にもカタンバイ水路が利用出来るものと考えられる。

4.2.2 ロアーロンボ地区

水理地質踏査、電気探査によって、地下水が期待できると思われる2ヶ所の地点での試掘調査を実施したが扇状地堆積物などの浅所に地下水が期待できないことが判った。火山噴出物中に深層地下水が賦存するが、地下水水面が深く揚程は100～200m以上となり開発に適さない。

ルメ川が地表水が利用できる唯一の河川であり、水資源のほとんどはイクイニ灌漑地区で利用されている。イクイニ灌漑システムはFAOの援助で現在改修が実施されている。河川流量は1988/89年の雨期で毎秒平均0.3m³であるが、河川勾配が急であること、流域面積が小さいことから、雨期の流量変動が大きく、イクイニ地区300ha全域の灌漑は、雨期といえども難しいと考えられる。乾期流量は毎秒0.1m³以下になる。このように水資源が極めて限られているため、灌漑地区を拡大することは期待できない。灌漑用水を確保するためには、雨期の余剰水を貯水する貯水池が必要であるが、ルメ川にもその他の川にも貯水池が建設可能な適当な場所はない。したがって、農業開発に有効な水資源はないとの結論に達した。

4.3 開発優先地区（開発計画地区）の選定

有効水資源及び土地資源の暫定解析から選定された個々の農業有望地区につき、(1) ボロティ、ムングシ及びサンヤ地区からなるサンヤ川流域開発計画、(2) ムタクジャ開発計画及び(3) キマシユク開発計画として暫定開発計画を策定し、便益及び直工費を見積った。

サンヤ川下流域に広がるサンヤ地区は、地形条件、土壌条件からみてローハイ地区の中で、最も灌漑農業に適した地区である。同地区は、県都であるボマ・ゴンベに近く位置している。地区内にはアリューシャとモシを結ぶ鉄道の駅があり、アリューシャーモシ道路、キリマンジャロ国際空港にも近い立地条件にある。したがって、開発計画地区とこれらを結ぶアクセスが整備された暁には、農産物のモシ、アリューシャ等の都市への輸送、鉄道を利用しての首都ダルエスサラームへの輸送が容易である。また、地区を33kVの送電線が横断しており、農村電化、地下水くみあげの動力源として容易に利用できる。

ボロティ地区、ムングシ地区は、地形・土壌条件からみて灌漑農業にあまり適しているとはいえないが、ボロティ湿地またはサンヤ川の水資源を古くから利用しており、サンヤ地区開発のため、ボロティを貯水池として開発する場合、少なくとも、現在利用している水量に相当する量はボロティ地区及びムングシ地区に割り当てる必要がある。

キマシユク地区はキリマンジャロ州の州都、モシ市の近傍に位置しており、アリューシャーモシ道路が地区の北部を走っている。それ故、地勢的に開発有望地区として最も有利である。しかし、水利権量は2cusec（毎秒0.057m³）と小さく、水収支計算の結果では、雨期の灌漑に限られる。

ムタクジャ地区はハイ県の東南端に位置し、開発から取り残された地区である。前節で述べたとおり、アルメル県での洪水低減とムタクジャ地区での灌漑による便益が期待できるが、灌漑は雨期に限られる。

開発費用と便益の面からサンヤ川流域開発計画が最も有望である。

上記の考察により、ボロケ、ムングシ及びサンヤ地区からなるサンヤ川流域を開発優先地区（開発計画地区）として選定した。

第5章 開発計画地区の概況

5.1 位置

ボロティ、ムングシ及びサンヤ地区からなる開発計画地区はサンヤ川沿いに位置する。ボロティ、ムングシ地区はロアー・ハイ地区の調査対象地区内の北部に位置する。ボロティ湿地はクワレ川の支流ムングシ川の上流、キリマンジャロ山の麓に位置する。サンヤ地区はアリユシャーモシ道路の南部、サンヤ川下流の両岸に跨って広がっている。これらの地区の位置は図-9に示す通りである。

5.2 水資源

5.2.1 降雨

降雨分布から、雨期と乾期に大きく分けられる。雨期のピークは4月である。年間の平均降雨量はサンヤ地区で約600mm、ムングシ・ボロティ地区で750mm前後である。サンヤ地区では年間降雨量の約60%、ムングシ・ボロティ地区では50%程度が3月から5月の3ヶ月間に集中する。

5.2.2 地表水資源

開発計画地区に期待される地表水資源はサンヤ河の支流；フカ川、ラワティ川を含むサンヤ川の水資源及びボロティ湿地である。地表水の年間流出量は平均35MCMである。また、ほぼ10年渇水年に相当する1983/84年度の年間流出量は21MCMである。各河川の月流出量を下表に示す。

(単位：m³/秒)

河川名	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
サンヤ	0.22	0.14	0.21	0.83	1.07	0.35	0.10	0.07	0.05	0.03	0.22	0.43	0.31
フカ	0.08	0.17	0.11	0.58	0.76	0.39	0.18	0.08	0.05	0.04	0.13	0.14	0.23
ラワティ	0.15	0.32	0.22	1.12	1.46	0.74	0.34	0.16	0.09	0.08	0.24	0.28	0.43
ラワシ	0.05	0.10	0.07	0.36	0.47	0.24	0.11	0.05	0.03	0.03	0.08	0.09	0.15

注：ラワシ川はボロティ湿地に流入

上記の表に示すように、年流出量の内、約65%は4月から6月の3ヶ月間に流出する。

5.2.3 地下水資源

解析結果によると年間3億2,000万トンという膨大な水量がサンヤ川流域975km²において函養されていると推定される。この地下水が期待される地区は図-7に示すようにサンヤ川下流域である。

5.3 土地資源

サンヤ地区は北西から南東の方向に一様に0.5%から0.7%の傾斜を持つ平らな地形を呈する。土壌は中粒質で、サンヤ川沿いに厚く堆積している。一方、ボロティ・ムングシ地区は起伏が大きく、1%から5%の範囲で傾斜している。土壌は石レキを多く含んでおり、土壌の厚さは薄い。

灌漑農業に適したクラスIからIIIの土地は1,380ha、全面積の43%あり、その全てがサンヤ地区に分布する。ここでは、優良な種子、規則的な施肥、適切な灌漑排水による管理を実施すれば、高収量を達成できるものと期待される。

一方、ボロティ、ムングシ地区の全ての土地及びサンヤ地区の1,050haは土壌厚、石レキ、塩類化等の問題から、条件付可耕地と分類され、農場管理を適切に実施しても高収益を期待できない。土地分類の結果を下表に示す。

クラス	ボロティ	ムングシ	サンヤ	合計	
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(%)
可耕地					
クラスI	0	0	200	200	6
クラスII	0	0	630	630	20
クラスIII	0	0	550	550	17
計	0	0	1,380	1,380	43
条件付可耕地					
クラスIV	320	250	1,050	1,620	51
不適地					
クラスV	0	0	170	170	6
合計	320	250	2,600	3,170	100

5.4 社会条件

5.4.1 行政及び人口

行政的に開発計画地区は、下記の通り、ハイ県に属し、2つの郡に分かれ、更に3つの村に細分される。

地区名	郡名	村名
ボロティ地区	北マサマ	クワンシラ
	南マサマ	ムングシ
ムングシ地区	南マサマ	ムングシ
サンヤ地区	南マサマ	サンヤ・ステーション

事業地域の人口及び労働力は、1978年及び1988年の人口センサス、各村役場から得た資料及び開発計画地区の既存灌漑施設の水管理委員会から得た名簿に基づき、下記の通り推定した。

	ボロティ地区*	ムングシ地区	サンヤ地区
世帯数**	159	253	384
世帯人数	5.9	6.1	5.3
人口	873	1,543	2,035
有効労働力	393	728	999

注： * クワンシラ及びムングシ村の平均を使用
** 農民名簿をもとにして推定

ボロティ地区、ムングシ地区及びサンヤ地区の世帯当りの有効労働力は、それぞれ2.4人、2.9人及び2.6人である。

5.4.2 教育

タンザニア国の教育システムは、基本的に小学校7年、中学校4年、高等学校2年、大学3年の型をとっている。

キリマンジャロ州においては、近年、教育組織の強化についてかなりその業をあげている。小学校は696地区に設定され、生徒数は217,103人であり、1987年には学齢期の児童の100%

が就学している。教師数を1981年から1987年までに4,490人から7,216人に増加し、教師1人当り児童数比率は、理想的な水準とされる1:30の比率をほぼ達成している。

開発計画地区に関係する村の教育の現況は、下記の通りである。

	ボロティ地区	ムングシ地区	サンヤ地区
小学数	1	2	2
在籍児童数	454	443	274
教師数	13	20	11
児童／教師比率	1:35	1:22	1:25

5.4.3 保健衛生

農村地区で蔓延している病気には、はしか、風疹、マラリヤ、住血吸虫病、下痢及び腸チフスがある。はしか、風疹は、幼児や子供にとり非常に厄介な病気であり、下痢や腸チフスは伝染病である。この2つの伝染病は、汚濁・汚染された飲料水に起因することが極めて大きく、農村地区における高い幼児死亡率の最大の原因である。

モシ市や各県の都市部に関する限りは、現在のところ医療保険サービスはかなり良く整備されている。伴しながら、医療保険センターや診療所の施設の都市と農村との格差は極めて大きい。最近ある地区で小さな診療所の建設が進められているが、適当な施設と医務員の不足から効果的に運営されていない。

開発計画地区の近くには、2つの診療所があるにすぎない。最寄りのヘルス・センターは、クワレ村とボマ・ゴンベにある。農民が、利用する病院はキボンゴト町かモシ市にある。

5.5 農業及び農業経済

5.5.1 農業現況

(1) 作付体系

開発計画地区の農民は、トウモロコシ、豆類、ヒマワリ、バナナ、野菜及びその他の副作物を栽培している。主要作物のトウモロコシと豆類は地元住民の最も重要な主食作物であるばかりでなく、換金作物でもある。開発計画地区の殆どの作物は、3月／4月に始まる雨

期に天水で栽培される。乾期の作物栽培は灌漑用水を利用しうる地区に限定されている。開発計画地区の現行作付体系は、図-10に示す。開発計画地区の収穫率は極めて低く、年によって大きく変動している。現在、開発計画地区の作物の収穫率は、栽培面積の60%~89%である。

(2) 耕種法

ボロティ及びムングシ地区は、礫の多い土壌であるため耕起は主に使役牛を利用している。一方、サンヤ地区においては、トラクターを使用するのが一般的である。トラクターは、通常キリマンジャロ民族協同組合連合 (KNCU) の支部から賃貸する。植付、除草及び収穫は、手作業による。

改良種子、ハイブリッド種子による栽培は普及しているが検定種子の確保が容易ではないため、農民は自家用の種子を使用したり、他の農民から購入して栽培している。

トウモロコシは直播が一般的であり、豆類については、ムングシ地区及びサンヤ地区においては、散播が一般的である。一方、ボロティ地区においては、直播が一般的である。野菜は、苗床から移植される。

一般に、ボロティ及びムングシ地区の主食作物の除草は2回であり、サンヤ地区は1回である。野菜については、約3回の除草を実施している。

ボロティ及びムングシ地区では、トウモロコシ及び野菜には施肥するが、他の作物には普通、施肥はしていない。サンヤ地区においては、殆どの農民は、肥料を使用していない。農業は、野菜栽培だけに使用している。

(3) 作物の収量と生産量

現在、開発計画地区の作物収量は、下記のとおり極めて低水準に留まっている。

作物	収量 (トン/ha)
トウモロコシ	0.8~1.5
豆類	0.1~0.5
ヒマワリ	0.4
野菜 (トマト)	8.5
バナナ	3.9

開発計画地区の現況作物生産量は、作付面積、収穫率及び上記の収量から算出した。結果は、下記のとおりである。

(単位：トン)

開発計画地区	トウモロコシ	豆類	ヒマワリ	野菜	バナナ
ボロティ	276	35	-	-	-
ムングシ	101	10	3	85	98
サンヤ	545	82	12	-	-
合計	922	127	15	85	98

(4) 畜産

開発計画地区において、家畜は農民にとって、重要な動物製蛋白資源であるばかりでなく、農家経済にとり、特に現金収入を補充するためにも重要な役割を負う。開発計画地区の家畜は一般的に、牛、肉羊、羊である。サンヤ地区周辺のサバンナ地域、或は「マサイ・ステップ」では、粗放な移動放牧が行われている。一方、ボロティ及びムングシ地区では、青刈飼料による肥育が一般的である。また、開発計画地区では、個々の農家は極めて粗放な小規模養鶏を行っている。

5.5.2 農業経済現況

(1) 農業経済の背景

開発計画地区の農家経済の現状は、モシーアリュージャ道路の北と南では、大きく異なっている。道路の南側は、サンヤ平原を中心とした牧畜地帯であり、そのほぼ中央に開発計画地区であるサンヤ地区がある。平原は順次移動放牧から定住化が進み、モシ市及び県全体の食肉・鶏卵の安定供給基地に変化しつつある。この南側の地域は、ハイ県の県庁所在地であるボマ・ゴンベの都市機能が充実し、拡大して行けば、その食糧の供給基地として、また住宅地としてその経済圏の中に組み込まれて行くことになるろう。

開発計画地区の北側は、ボマ・ゴンベの以前のハイ県の県庁所在地であったサンヤ・ジュとを軸とした経済圏の中に組み込まれて行くことになるろう。高地地区のコーヒーとバナナの生産に加えて、トマト、ナス、キュウリ及びたまねぎなどの野菜の商業生産も増大することになるろう。

ボマ・ゴンベは、農産物の品質が向上し、商業生産が発展すれば国内或は外国貿易の取引

センターとして将来発展する可能性を有する。

(2) 土地所有

関係村の村長から聴取り調査によれば、開発計画地区の全ての農地は村に所有権があり、農民は「シヤムバ」と言う耕作権を持っているに過ぎない。

(3) 経営規模

ボロティ及びムングシ地区では、農家の約90%が耕作面積2.0ha以下でありこれらの農家の耕作面積が、全面積の約70%を占める。サンヤ地区の農家の約70%は、耕作面積2.0ha以下であるが、全面積に占める比率は約33%に過ぎない。しかし、土地所有面積が10haを越える農家は、3%に過ぎないがその全面積に占める比率は約22%である。

(4) 市場及び価格

ハイ県には、アリュウシャーモシ道路に沿ったクワ・サダナ及びボマ・ゴンベ、ボマ・ゴンベの北に位置するリワティ及びサンヤ・ジュ、アリュウシャーモシ鉄道沿いのルウンドウガイの5市場がある。これらの市場のうちで最も大きいのは、サンヤ・ジュ市場でラワティ市場はサンヤ・ジュ市場のサブ・マーケットとして機能している。サンヤ・ステーション村には、市場はない。サンヤ・ジュ市場を除き、上記市場は消費者市場であり、農産物集荷の機能は持ち合わせていない。

トウモロコシ及び豆類のような、主要農産物は収穫期に農家庭先で組合連合の地方事務所か都市市場の買付代理人に販売される。そして売れ残った穀類や野菜などの農家余剰農産物は、徒歩で街道沿いあるいはボマ・ゴンベ市場に搬出され缶（ティン）売りまたはひと山盛り（ヒープ）売りされる。

畜産については、キマシユク地区にウエルウエル畜産市場がある。本市場は、モシ市から西方11kmの地点に位置し、モシ経済圏に対する重要な食肉供給基地としての役割を果たしている。1988/89年度における本市場の年間取扱量は25,195頭であった。

開発計画地区の財務体質及び農家経済の評価のため、市場の現況及び農家庭先価格を調査・検討した。開発計画地区の農家庭先価格は下記の通りである。

作物	価格 (Tsh./kg)
トウモロコシ	21.9
豆類	48.9
野菜 (トマト)	35.0
ヒマワリ	51.0
バナナ	7.4

5.5.3 農業支援サービス

(1) 農業普及

州の農業普及サービスは、州農牧部担当官 (DALDO) の指揮監督下に置かれている。但し、実際の普及活動は、農民約1,000人に1人の割合で3~4村で構成される郡に配属されている農業普及官 (AFO) と助手によって行われている。AFOは普及活動の他に、担当地区の耕作面積、作物収量、肥料消費量等についてDALDOに報告する義務を負っている。

現在、ハイ県で働いている農業関係職員は110人であり、ハイ県庁には25人、郡に10人及び農村に75人が配置されている。県農牧担当官によれば、農業関係職員は各農村に最低1名は配置されることになっている。

加えて、州には、キルマンジャロ州、アリューシャ州及びタンガ州の3つの州を担当する地方灌漑局 (ZIU) がある。3州の職務を担当するZIUは、ダルエスサラムの農牧省灌漑局長の直接監督下にあり、州開発長官の監督下にはない。灌漑技術センターの機能も有するZIUは、フィジビリティ調査、設計、建設の実施及び灌漑事業に対する適切な運営、管理に係わる助言を通して、各州を支援している。農業普及に係わる組織図は、図-11に示す。

(2) 協同組合

キルマンジャロ州には、1984年に設置されたキルマンジャロ民族協同連合 (KNCU) 及びバース協同組合連合 (VCU) がある。前者が開発計画地区を担当する。KNCUの下部機構として、個々の村落あるいは村落グループに協同組合が設立されている。協同組合の機能は下記の通りである。

- ・ 農業関連資機材の購入
- ・ トラクター耕起のようなサービスの提供
- ・ 貯蔵及び販売可能な農産物余剰の販売

開発計画地区には、現在、3つの農村協同組合が結成されている。どの協同組合も、最近設立されたばかりである。クワンシラ村は1988年に、ムングシ及びサンヤ村では1989年に発足したばかりである。したがって、これらの協同組合は、まだ効率的に機能しているとは言えない。

ハイ県には、現在、整備も良好で稼働可能な状態にある約400台のトラクターがあり、KNCUのハイ支部を通じて州の農村機械化計画の路線に沿って適正に運営されている。開発計画地区には、貯蔵施設はない。

(3) 農業金融

国家経済再建計画（NERP）のもとで、信用機構はより多角的な資金源への接近の自由化が認められ活性化してきた。農業部門の資金調達には、協同組合農村開発信用銀行（CRDB）、国立商業銀行（NBC）、タンザニア投資銀行（TIB）、タンガニカ開発金融会社（TDFC）が担当している。

CRDBは、基本的に小農と伝統的輸出作物を分担し、NBCは小農に対する金融を分担している。CRDB及びNBCは、全国に広がる有力な貸出金融機関である。両行とも短期及び中期の貸付金融を行っている。後者は通常、据置期間を2年、返済期間4年～5年の合計6年～7年の貸付が一般的である。調査時点での金利は当座貸越年利29%、期付金融27%である。年率20～30%の政策インフレを実施中であることを考慮すれば、金利はさして高すぎると考えられない。

5.5.4 農家経済

農民と彼らの生計を評価するため、居住農民の約10%につき無作為抽出法で事業対象地区に於て、農家経済調査を実施した。

- (1) ボロティ及びムングシ地区のトウモロコシの農家販売比率は約25%、サンヤ・プレインのそれは35%及び豆類の農家販売比率はそれぞれ約30%及び45%である。ポトチ及びムングシ地区とサンヤ地区の販売比率の差は、主に土地所有面積の差によるものと思われる。その他の作物は、主に自家消費に向けられる。他方、野菜の殆どは販売目的の生産である。
- (2) ボロティ及びムングシ地区の販売向け穀物の約50%が農村協同組合を経由して売却されているが、サンヤ地区ではその90%以上が民間部門に販売されている。
- (3) ボロティ及びムングシ地区の農家世帯は、主として農業所得及び農外所得に依存

している。一方、サンヤ地区は、農業所得のみでなく畜産所得にも依存しており、農業所得と畜産所得の総所得に占める比率は約80%である。

- (4) 開発計画地区の農民は、農業信用及びその他の資金源からの融資を全く利用していない。これは、一部には、彼らの所有する農地が伝統的耕作権のもとで耕作され、未だ登記されておらず担保として利用することが出来ぬことによる。

農家経済については、農家経済調査、平均土地所有規模、及び作物予算を基にして、代表農家につき農家予算を策定し解析した。

	ボロティ地区	ムングシ地区	サンヤ地区
経営規模 (ha)	1.1	0.8	1.9
純収益			
農業収入	23,790	32,730	23,780
畜産収入	2,330	2,130	25,450
農外収入	22,270	25,450	11,460
小計	48,390	60,310	60,690
生活費	45,480	58,230	59,660
税金他	550	630	610
純内部留保	2,560	1,450	420

5.6 灌漑

5.6.1 既存灌漑排水システム

サンヤ川沿いには、ムングシ、アルネスト、ステーション、セガゼガ、パレスティネ、マヤセキ、ティンディガニ、ヘメディの8つの小規模灌漑システムがある。ムングシ灌漑システムを除いて、全ての灌漑システムは図-12に示すように、アリユウシャーモシ鉄道とサンヤ川の交差する地点より下流の中粒質の土壌が分布する沖積平野に位置する。

乾期には、河川の水量が極端に少なくなり、その大部分はムングシ堰とアルネスト、ステーション灌漑システムの頭首工であるサンヤ・チニ堰で取水され、下流は殆ど水がない状態である。灌漑は主に河川が増水する雨期の4月から6月に実施されている。サンヤ川沿いの灌漑水路システムが支配する面積は約1,120 haである。

ボロティ湿地の下流にはボロティ湿地を水源とする2つの小灌漑システムがある。これらの灌漑システムはムワンガザ、クワンシラと呼ばれており、それぞれ、210 ha、80 ha程度を

支配している。

5.6.2 灌漑方法

ハイ県の条例に従って、既存灌漑システム毎に水管理組合が設けられている。水管理組合は運営・維持管理計画をたて、運営・維持管理の監督を行うことになっている。管理組合は一般に組合長、会計係、水路インスペクター、水分配係、労務者召集係及び守衛からなる。

インタビュー調査によると、河川の水が利用できる時期には、毎週、水利用者と会合を持ち、水の分配スケジュールを決定する。組合は直接、維持管理、補修、水の分配の為の作業を実施している。サンヤ川、ボロティ湿地の限られた水資源を公平に分配するため、前節に記した小規模灌漑システム間でローテーションを実施している。主要灌漑施設の修復が必要な場合には村長を通じて、県事務所の灌漑担当官に要求する。水代は徴収されておらず、組合によって実施される全ての運営・維持管理作業は奉仕活動として為されている。

5.7 インフラストラクチャー

(1) 道路

サンヤ地区からアリユウシャーモシ道路に至る2本の道路がある。1本は、サンヤ川の西側を川沿いに走り、もう1本は、サンヤ川の東側をサンヤ駅を経てハイ県都のボマ・ゴンベに通じる道路である。両方の道路とも舗装されておらず、非常に貧弱な道路である。そのほか、地区内には数本の道路がある。ムングシ、ボロティ地区はボマ・ゴンベからサンヤ・ジュを結ぶアスファルト舗装道路を利用できる。

(2) 鉄道

モシ、アリユウシャ、タンガ、ダル・エス・サラームを結ぶ鉄道がサンヤ平原を横切って走っている。鉄道は単線で、現在、モシーアリユウシャ間の貨物輸送にのみ使用されている。サンヤ地区の北辺、サンヤ・チニに鉄道の駅がある。

(3) 航空

キリマンジャロ国際空港がキリマンジャロ州とアリユウシャ州の州界、サンヤ地区の近くに位置している。現在、貨物便の運行は限られている。

(4) 上水

サンヤ地区には小規模な水道がサンヤ・チニ駅にあるのみで、大多数の人々は生活用水をサンヤ川に頼っている。ボロティ、ムングシ地区には高地地帯からパイプラインが敷設されている。

(5) 電気

キクレトワ発電所からアリユウシャへの33kV、66kVの送電線がサンヤ地区を横断しているが、サンヤ地区には配電線は敷設されていない。同様に、ボマ・ゴンベからサンヤ・ジュへのアスファルト道路沿いに11kVの送電線が走っているが、ムングシ、ボロティ地区には、僅かの配電線が見られるのみである。

第6章 農業開発計画

6.1 開発基本構想

開発有望地区における農業開発阻害要因は主に利用可能水資源の不足と貧弱な灌漑施設にあり、農民は未だ粗放な農業を営んでいる。

現況阻害要因を考慮し、国家及び州の開発政策に基づき、農業開発計画の基本方針を以下のとおり策定した。

- (1) 集約的な農業生産が可能な地区に於て、表流水資源の最大限の有効利用を図り、農業開発阻害要因の除去或は改善、
- (2) 食糧の自給自足政策路線に沿い、灌漑農業により、とうもろこし、豆など主食作物に加え、野菜など換金作物の導入による生産の強化増大と多様化、
- (3) 作物増産による生活水準の向上、

6.2 開発代替案と開発規模

ボロティ、ムングシ、サンヤ地区からなるサンヤ川流域地区の最適開発規模を決定するため、地表水の利用可能水量、灌漑用水量を求め、水収支計算を行った。

6.2.1 開発代替案

水収支計算にあたっては、ボロティ地区、ムングシ地区及びサンヤ地区の土地資源と、表流水及び地下水資源を考慮した。表流水資源は、サンヤ川とローア・ハイ地域にとって唯一の適当な貯水池となりうるボロティ湿地である。しかしながら、その流域面積は、14Km²にすぎず、その結果渇水年の年間流出量は約3百万トンに限られている。従って、開発代替案の策定にあたっては、図-13に示したとおり、ラワティ川の水をボロティに貯水し、その有効利用を図ることとした。地下水資源は、サンヤ地区下流部について、その利用を検討した。

ボロティ地区及びムングシ地区は第5.4節において述べたとおり、土地分級第4級に格付され、灌漑農業による高収量はあまり期待できない。これを勘案し、代替案の策定にあたり、ボロティ地区及びムングシ地区を(1)開発する場合と、(2)開発しない場合とに分けて検討した。ボロティ地区及びムングシ地区の正味受益面積は、現行灌漑システムのもとで、それぞれ290ha及び160haである。

設定した代替案は、下記の通りである。

代替案	開発条件
(1)	ダム建設を伴わぬサンヤ地区の開発。(ダムの建設を伴わぬので、ボロティ地区の開発は考慮しない。水配分の優先権は、ムングシ地区に賦与される。)
(2)	ダム建設を伴う、サンヤ地区の開発。(水配分の優先権は、ボロティ及びムングシ地区に賦与される)
(3)	ダム建設を伴う、ボロティ、ムングシ及びサンヤ地区の開発。
(4)	ダム建設を伴わぬ、地表水及び地下水資源の複合利用によるサンヤ地区下流部のみの開発。(ダム建設を伴わぬので、ボロティ地区の開発は考慮されない。水配分の優先権は、ボロティ及びムングシ地区に賦与される。)
(5)	地表水及び地下水資源の複合利用によるサンヤ地区の開発。(水配分の優先権は、ボロティ及びムングシ地区に賦与される。)

6.2.2 水収支計算

(1) 水収支計算の条件

水収支計算は、サンヤ川とボロティ・スワンプに流入するラワシ川の推定月流出量と計画作付け体系に基づく所要灌漑用水量を基礎に行なった。計算に当たっては、ボロティ、ムングシ地区に水配分の優先権を与えた。

(2) 計算結果

計算結果は、下記の通りである。

第1案、水資源開発を伴わない場合、サンヤ地区では、渇水年(約5年確率)における雨期約250haの灌漑が可能である。一方、乾期には、サンヤ地区の上流に位置するムングシ地区ですら、水不足となる。

第2案に於ては、表流水資源の最大限の有効利用の実現によって、サンヤ地区は、雨期に全域の灌漑が可能であり、乾期についても灌漑により440haにつき二毛作が可能となる。必要とされる貯水池容量は7.5百万トンである。

第3案では、貯水必要量は第2案の7.5百万トンに対し6.6百万トンとなる。これはボロティ・ムングシ地区の開発により、灌漑効率は現状の25%程度から事業実施によって、40%程

度に灌漑効率が改善されることにより、所要灌漑水量が減少するためである。

第4案に於ては、サンヤ地区のうち地下水開発が可能な地区を開発し、表流水と地下水資源をあわせ、全面積（570ha）につき周年灌漑が可能となる。地下水需要量は、570haにつき年間4.7百万トンまたは $8,300\text{m}^3/\text{ha}$ である。

第5案に於ては、貯水量7.5百万トンのダムと地下水資源の開発により、全面積1,050haの周年灌漑が可能となる。地下水需要量は、年5.2百万トンまたは年 $8,300\text{m}^3/\text{ha}$ である。この量はほぼ第4案と同等である。

6.2.3 最適開発規模

第1案、（ダム開発なしで、表流水による灌漑の場合）は、前節に記述したとおり、サンヤ地区の雨期の灌漑可能面積は250haである。これは集約的な農業生産に適する農業用地1,050haの約4分の1に過ぎない。したがって、第1案は将来性のある開発計画といえない。

第2案と第3案の場合、サンヤ地区の集約的な農業に適する全面積が灌漑可能であるが、乾期の灌漑面積は全面積の約40%にとどまる。第2案の必要貯水量、7.5百万トンに対し、第3案では6.6百万トンである。これは、ダムの盛土量が 3万m^3 減ることを意味する。しかしながら、ムングシ及びボロティ地区での開発費用を合わせ考慮すれば、450haの開発を併なう第3案は、ダム建設費用と合わせ、第2案よりも大幅に割高となる。ムングシ及びボロティ地区は土地分級調査において、条件付可耕地（Class IV）に格付けされている。第3案の場合も灌漑用水は両地区に対し保証され、従って灌漑から生ずる便益は、両案ともほとんど同等であると想定される。したがって、7.5百万トンの貯水量を確保し、ボロティ及びムングシ地区に灌漑用水のみを配水し、開発はサンヤ地区に重点傾斜するという第2案の選択が望ましい。

第4案、地下水開発により、サンヤ地区の下半分を開発し、上半分は未開発のままに残す計画であるが、集約的な農業生産活動に適しているサンヤ地区1,050haを人為的に分断することになる。

第5案は、ダム及び地下水開発により、年間を通じて、周年灌漑をサンヤ地区に導入する総合的な開発案である。最大費用を伴うが、最大便益をもたらすことになる。

以上の考察のもとに、代替案第2、第4及び第5を比較、経済評価を行った。その結果は下表に示す通りである。

代替案	便益-費用*	便益/費用*	内部収益率
	(Tsh x 106)		(%)
2	307	1.17	11.7
4	573	1.48	15.4
5	1,156	1.55	15.1

*: 割引率10%

内部収益率で見た場合、3案（特に第4案及び第5案）とも経済的にフィージブルである。前述のように、第4案はサンヤ下部地区を地下水により開発し、上部地区を未開発のままに残す計画である。もし第4案が内部収益率からみて、第5案より遥に優れているならば第4案を開発計画案として採択する。しかし、第5案と第4案では内部収益率がほぼ同じであることから、有効な表流水資源と土地資源を最大利用し、最大収益を得る第5案に基づき開発計画の基本方針に沿って、農業開発計画を策定した。

6.3 水資源開発計画

6.3.1 ボロティ・ダム及び関連施設

ボロティ貯水池の必要容量は、7.5百万トンと見積られるが、渇水年における自己の流域面積からのボロティへの流入量は3.1百万トンにすぎない。渇水年に、年間流出量が9.7百万トンと見積られるリワティ川の水量を分水するため分水堰と貯水池への送水路を設ける。また、貯水池からサンヤ川へ配水するために取水工と水路及び、ボロティ地区の既存水路へ放水するための取水工をダムに設ける。余水吐はダム左端に設置する。これらダム及び関連施設のレイアウトを図-13に示す。

7.5百万トンの貯水量を確保するに必要なダム高は余裕高2.4mを考慮して7.8mである。ダム・タイプは利用可能な盛土材料とダムサイトの地形、地質条件を考慮してアースフィル型に決定する。

送水路のルートと取水工地点の地形、地質条件を考慮して、分水堰の地点は、リワティ川とサンヤ・ジュの交差する地点から上流800mに決める。送水路の長さは2.6kmとなる。ピーク洪水時を除き、リワティ川のほぼ全水量を分水する為に設計流量は $3\text{m}^3/\text{秒}$ とする。

余水吐の設計流量は、200年確率洪水を対象に貯水効果を考慮して解析し、 $4.8\text{m}^3/\text{秒}$ とした。此等の施設の仕様については、第7章に記述した。

6.3.2 地下水資源

深井戸は、地下水有望地区であるサンヤ地区下流部に設置する。灌漑面積610haに対し、乾期の灌漑水の補給を目的とする。深井戸の容量は、一井当り平均50リットル/秒であり、ピーク灌漑用水量が毎秒0.9リットル/haであるゆえ、12個の井戸を設置する。井戸の設定地点については、図-14に示し、その仕様については7.2節に記述する。

6.4 農業開発計画

6.4.1 計画作付体系

タンザニア農業政策実施計画では、国家優先作物として、32の作物が選定されている。キリマンジャロ州は、これらの優先作物の内、14作物の特定生産地域として指定されている。

上記、優先作物のうち、開発計画地区における作付優先作物として、現行経済情勢のもとで、可能性のある作物の中で最も収益率がよく、また農民が長年の栽培経験を有するトウモロコシと豆類を選定した。加えて、農民の作付意欲、土壌条件、作物の市場性及び収益性そして農民の作物栽培能力を勘案して、開発計画地区の栽培作物多様化の観点から野菜、ヒマワリ及びバナナを選定した。

作付体系は農業気象条件、特に降雨量分布及び気温を考慮し最適となるように計画した。計画作付体系は図-15に示すとおりである。開発計画地区の計画作付体系に基づく将来の土地利用は下記のとおりである。

単位：ha

	雨期作	乾期作	合計	収穫率 (%)
ボロティ地区				
トウモロコシ	160	160	160	—
豆類	130	130	130	—
小計	290	290	290	100
ムングシ地区				
トウモロコシ	85	85	85	—
豆類	45	45	45	—
ヒマワリ	5	5	5	—
野菜類	0	10	10	—
バナナ	25	—	—	25
小計	160	10	170	106
サンヤ地区				
トウモロコシ	530	530	1,060	—
豆類	210	420	630	—
ヒマワリ	50	50	100	—
野菜類	210	420	630	—
バナナ	50	—	50	—
小計	1,050	1,420	2,470	235
合計	1,500	1,430	2,930	195

6.4.2 計画耕種法

最適耕種法は農業生産の潜在的可能性を十分に開発利用するために必要な要件の一つである。関係当局から入手した資料をもとにして事業を実施した場合の農作業及び農業投入資機材をトウモロコシ、豆類、ヒマワリ及びトマトにつき計画した。提案した主な耕種法は概略以下のとおりである。

(1) 耕起

サンヤ地区における計画作物の耕起はトラクターで行う。礫が多く浅い土壌条件のボロティ及びムングシ地区の耕起は牛で行うものとする。

(2) 種子

ボロティ及びムングシ地区も含めて計画作物の種子は高収量品種を利用する。

(3) 肥料

開発計画地区の土壌はわずかにアルカリ性である。窒素肥料として硫酸、燐及び塩化カリの施用が望ましい。作物の最適成長条件を満たすために肥料の分施を提案する。

(4) 農薬

病害虫を防除し、高収量を維持する観点から殺虫剤を必要に応じて散布する。スプレイヤーを利用した組織的な殺虫剤の薬剤散布が望ましい。しかし、雑草駆除を目的とした除草剤の使用は、人体に有害であるばかりでなく、家畜や野生動物に対しても有害である。したがって、開発計画地区での除草剤の使用は環境保全の観点から適当でない。

(5) その他の作業

植付、除草、収穫等の作業は家族労働力及び雇用労働力を利用して行う。これは地域住民にとって雇用機械の増大となり、州の政策である高地地域から低地地域への移住政策にも貢献することが期待される。

6.4.3 労働投入量

事業を実施してもボロティ及びムングシ地区では、労働力の不足は生じない。他方、サンヤ地区では、年40,000人日の水準で労働力不足が生ずると推定される。特に、灌漑の条件下で、集約農法が導入された場合の野菜、収穫期の労働力の調達が問題である。併しながら、近隣の村落ばかりでなく、州の高地地域、中間地域は高い人口圧力の問題を抱えており、サンヤ地区の労働力不足は容易に補うことができると考えられる。

6.4.4 目標収量及び生産量

サンヤ地区に於けるトウモロコシ及び豆類の目標収量はリヤムングにある農業総合研究所の実験資料を基にして推定した。トマトの目標収量はハイ県の現状における最大反収とした。ボロティ及びムングシ地区におけるトマトを除く作物の目標収量はサンヤ地区の60%とした。

単位：トン/ha

	ボロティ地区	ムングシ地区	サンヤ地区
トウモロコシ	3.00	3.00	5.00
豆類	1.20	1.20	2.00
ヒマワリ	—	0.81	1.35
トマト	—	8.50	25.00
バナナ	—	3.90	3.90

計画土地利用、作付体系及び目標収量を基にして策定した作物の計画生産量は下記の通りである。

単位：トン

地区名	トウモロコシ	豆類	ヒマワリ	トマト	バナナ
ボロティ	450	156	—	—	—
ムングシ	255	54	4	85	98
サンヤ地区	5,300	1,260	135	15,750	195
合計	6,005	1,470	139	15,835	293

6.4.5 市場性

(1) 主食作物

選定された主食作物（トウモロコシ、バナナ及び豆類）の市場性について、キリマンジャロ州、ハイ県及び開発計画地区の需要と供給の面から検討を行った。

キリマンジャロ州及びハイ県の需給条件は、1988年における1人当たりの作物消費量と人口及び1978年から1988年迄の人口成長率2.1%を用いて予想した2000年時点での人口を基にして推定した。その結果は下記の通りである。

単位：トン

	キリマンジャロ州	ハイ県	開発計画地区
供給			
トウモロコシ	83,107	25,694	922
バナナ	593,608	298,125	98
豆類	14,595	5,115	127
需要			
トウモロコシ	162,191	29,278	1,045
バナナ	591,998	106,864	938
豆類	51,930	9,374	208
収支			
トウモロコシ	-79,084	-3,584	-123
バナナ	1,610	192,261	-840
豆類	-37,335	-4,259	-81

上記の結果により、計画地区が生産する食用作物の余剰は州内であるいは計画地区内で消費されることが期待される。

(2) 園芸作物

今日まで、園芸作物生産はタンザニア国に於ける食事の改善及び栄養水準の向上を第一義にして考えられて来たが、今日、輸出による外貨獲得の観点から園芸作物生産は国家経済に実質的に貢献する分野であるとの認識が強まって来ている。

タンザニア投資銀行（TIB）は園芸作物の開発につき詳細な調査を行い、調査結果を1988年11月に”特定園芸作物の開発に係わるセクター・スタディ”としてとりまとめた。また、この報告書の中で、園芸作物生産に関して、キリマンジャロ州は、タンザニア国で最も可能性のある州として、位置づけられており、市場性の観点からキリマンジャロ州で生産される園芸作物の販路を以下の通り指摘している。

州内市場	：	オレンジ、パイナップル
国内市場	：	じゃがいも、バナナ、トマト、たまねぎ、えんどう、にんじん、等
ケニアへの輸出	：	野菜
ヨーロッパへの輸出	：	園芸作物

この様に、想定される園芸作物の余剰生産物は短期的には、州内市場または国内市場、長期的にはケニア及びヨーロッパ市場への輸出が期待される。

6.4.6 価格の予測

経済庭先価格は国家経済の観点からの事業計画の経済評価に使用する。トウモロコシ及び肥料など国際商品の経済庭先価格は1928年から2,000年までの世界銀行の長期世界市場価格に基づいて推定した。世銀の貿易財価格の将来価格予想を製造業単位（MUV）を使用して1990コンスタント価格に修正した。その他の貿易財の経済庭先価格はその財務価格を使用した。一方、非貿易農産物の経済庭先価格はデフレーターを適用した5年間の平均値を使用した。

6.4.7 事業便益

計画導入作物ごとの一次収益を作物別生産面積に適用することにより、事業計画による農業生産から生ずる総一次収益を、事業を実施した場合と実施をしなかった場合について推定した。目標達成時における年間事業便益はTsh483百万と推定される。

単位:Tsh. 1,000

	ボロティ	ムングシ	サンヤ	合計
事業を実施した場合	5,205	5,346	477,890	488,441
事業を実施しなかった場合	588	3,414	1,454	5,457
事業便益	4,617	1,932	476,436	482,984

6.4.8 農家経済

事業を実施した場合の年間純内部留保あるいは可処分余力は下記の通りサンヤ地区が最も高い。

単位：Tsh

	ボロティ	ムングシ	サンヤ
経営規模 (ha)	1.1	0.8	1.9
純所得			
農業所得	51,930	48,740	1,044,250
畜産所得	2,330	2,130	25,450
農外所得	22,270	25,450	11,460
小計	76,530	76,320	1,081,160
生計費	45,480	58,230	59,660
税・その他	550	630	610
純内部留保	30,700	17,460	1,020,890

6.5 灌漑排水開発計画

6.5.1 灌漑開発計画

(1) 灌漑用水量

灌漑用水量は、FAO, Irrigation and Drainage Paper No.24に記された方法を使用し、月間平均の気象データ、月雨量データを用いて、現況作付体系及び計画作付体系に基づき、計算した。計算の概要は下記のとおりである。

- 蒸発散能 (ET0) に作物係数 (k) を乗じて消費水量 (Cu) を算出する。
- USDAの手法による有効雨量 (Er) から消費水量 (Cu) を差し引き、純灌漑用水量 (NIR) を算出する。
- 純灌漑用水量 (NIR) を総合灌漑効率で除して灌漑用水量を見積る。

蒸発散能はキリマンジャロ国際空港気象台から得た気象資料を用い、修正・ベンマン法によって算出した。

各作物の有効雨量の計算には、サンヤ地区については、キリマンジャロ国際空港から得た雨量データを用い、ボロティ及びムングシ地区については、近くにあるキボンゴットの雨量データを用いた。キボンゴットの雨量データが不足している場合は、レロンゴのデータで補足した。有効雨量の算出には、USDAのSCS法を使用した。

事業実施にあたり適用した灌漑効率は下記の通りである。

	サンヤ地区	ボロティ・ムングシ地区
水適用効率	70	55
配水効率	85	80
搬送効率	90	90
灌漑効率	54 (60)	40

(注) 括弧は地下水灌漑の場合である。

頭首工地点でピーク灌漑用水量はヘクタール当たり毎秒1.0リットルであり、サンヤ地区の井戸のそれはヘクタール当たり毎秒0.9リットルである。

(2) 灌漑スケジュール

ピーク灌漑用水期間における作物別間断日数及び1回当たりの灌漑量は、下記の通りである。

作目	間断日数 (days)	1回当たりの灌漑量 (mm)
トウモロコシ-1	22	121
トウモロコシ-2	13	121
ヒマワリ-1	20	91
ヒマワリ-2	10	91
豆類-1	13	57
豆類-2	7	57
豆類-3	7	57
野菜類-1	7	30
野菜類-2	4	30
野菜類-3	4	30
バナナ	7	53

(3) 灌漑時間

灌漑用水を24時間供給する場合、施設容量を最小にでき、初期投資が最小となることは明白であるが、畑地灌漑においては、過剰灌漑及び水不足をさげ、灌漑水の効率利用を図るため、区画から区画へ、畦間から畦間へと適時ローテーションする必要がある。農民が畑で作業していない夜間においては、ある畑では過剰灌漑が生じ、ある畑で不足が生じ、適正な用水配分を期待することは極めて難しいだけでなく、限られた水資源を無駄に損失す

ることになる。上記を配慮して、昼中のみ灌漑を行なう計画とする。

日々の灌漑時間は、灌漑用水量と農民の毎日の労働時間により分析される。既に述べたとおり、日々の灌漑期間が長くなればなるほど水路容量当たり投資効率は低くなる。原則として、農作業時間を1日8時間として、ピーク灌漑期を除いて操業時間を平均約8時間と設定し、各月の平年時の1日当たり灌漑時間を計算した。結果は下記の通りである。

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
12.0	7.9	3.7	1.3	4.5	10.5	8.2	7.1	10.5	16.0	14.0	12.0	9.0

灌漑時間のピークは10月の16時間である。

(4) 灌漑システム

人々にとって馴染みがあり、維持管理が容易である開水路システムを提案する。灌漑水路システムは、サンヤチニ頭首工、幹線水路から、2次水路への送水システムと、調整池、3次水路、配水路（第4次水路）からなる配水システムで構成される。調整池は、2次水路と3次水路の間、3次水路の始点に設ける。深井戸はサンヤ地区下流部の地下水有望地区に幹線水路、または2次水路に沿って設置する。

送水システムは24時間の送水、井戸はピーク灌漑期には24時間運転とする。一方、配水システムについては、灌漑効率の改善を考慮して日中灌漑を原則として、配水を実施する。

インタークレート試験の結果では、サンヤ地区ではいかなる灌漑方法も適用できるが、自主運営管理の観点から、畦間灌漑及び、ベースン灌漑法のような地表灌漑方法の採択が望ましい。うね長はUSDAの基準により、150mとした。

配水路は、畦間に直角か、またはほぼ等高線に平行して150m間隔で設置する。その長さは、最大600mとする。配水路に水を供給する3次水路は、3ないし5本の配水路ごとに一本設置する。

上記の計画灌漑システムを図-14に示す。

6.5.2 排水組織

降雨量は、年間約500mmと少なく、排水が必要となるのは通常年で3月、4月に限られているので、灌漑水路に比べ排水路はあまり重要でない。したがって、主要幹線排水路のみ設ける。5年確率4時間降雨量を4時間で除去する場合、単位排水量は、ヘクタール当たり毎秒6.4リットルである。

6.5.3 農村インフラ

生活用水供給施設及び電気供給施設はサンヤ地区にはない。農道は極めて悪く、雨期には車が入れない。それゆえに、事業を優先し、集約的な灌漑農業を成功させる上で、道路網の整備、生活用水及び電気供給施設の改修または建設は必須条件となる。

(1) 生活用水及び居住地区

深井戸は灌漑と同時に生活用水にも利用することとする。深井戸は、幹線道路・幹線水路沿いに500mから1,000mの間隔で設置されることから、深井戸設置点は交通の面及び農地へのアプローチの面からみて、農民の居住地として最も適した場所である。従って、深井戸設置場所を居住地区として指定する。

サンヤ地区上流部については、多くの住民はアリュウシャーモシ鉄道の南側に沿ってサンヤ・チニ駅の近くに住んでいる。一方、サンヤ・チニ駅の北側は、1987年12月の土地・天然資源・観光省の都市開発局によるハイ都市区マスター・プランによって産業地区に指定され、この路線に沿った開発が期待されている。これは、南側に住むサンヤ地区住民にとっても就業機会を提供することになる。この地区の生活用水専用として、サンヤ川の西部と東部に各1本ずつ、合計2本の井戸を掘ることを提案する。

(2) 道路網

ボマ・ゴンベからサンヤ・チニ駅を経由してサンヤ地区を結ぶ道路は、農産物のモシ、アリュウシャ及びその他地域への輸送にきわめて重要な役割を果たすことになる。従って、この道路をアクセスとして拡巾し、モラム舗装する。

サンヤ地区内においては、灌漑施設の維持管理と同時に、農産物及び生産資材の運搬のために灌漑水路にそって農道を設置する。この農道は井戸の回りに形成される居住区と連結する。水路にそって設置する全ての道路は、モラム材料によって舗装する。

また、サンヤ川の右岸から最短距離で、ボマ・ゴンベに達するように、サンヤ川を横断す

るための、構造物を設けるものとする。

(3) 電気

サンヤ地区を横切るように33kvの送電線が走っているが、本線より3相400vの低圧線を設置し、各深井戸に給電することになる。従って、井戸周辺に設定される居住地の電化についても容易に実現出来る環境にある。サンヤ・チニ村は33kv送電線から2.5kmの距離にある。それ故、村の近くまで2.0km,33kvの送電線を分岐延長して、配電施設を設け給電する計画とする。

第7章 施設計画

施設計画は、ボロティ・ダム及び関連施設、灌漑排水施設、深井戸及び道路網からなる。施設の主要諸元は、表-2に要約してある。

7.1 ボロティ・ダム及び関連施設

7.1.1 ボロティ貯水池及びダム

水収支計算により求められた貯水必要量と水位貯水量曲線を基に、貯水池の主要諸元をつぎのとおり決定した。

有効貯水量	: 7.5 MCM
死水容量	: 0.6 MCM
高水位時水面積	: 1.7 km ²
低水位	: 1,072.6 m
高水位	: 1,078.0 m
設計洪水位	: 1,078.4 m

ダムの天端高は、洪水時の水面に波高その他を考慮した余裕高を加え、EL.1,080.4m に設定した。

ダム・タイプは、建設材料の調達と地質及び地形条件を考慮して、技術的、経済的観点から均一アースフィル型に決定した。盛土材料はダム・サイト沿いの路肩で得られる。侵食防止のため、上流斜面に捨石による50cm厚の保護工を行う。ボロティ・ダムの仕様は、図-16に示す。

上流及び下流法面は、安定解析の結果により、法面勾配を、それぞれ1:2.2及び1:2.0とした。

7.1.2 余水吐

余水吐は、貯水池の水位が高水位を超えた場合に、自然放流するように越流式コンクリート堰タイプを採用し、ダム・サイトの左岸側に設けるものとした。余水吐は、越流部、シュート部及び減勢池からなる。越流部分の天端は、貯水池の高水位に等しくEL.1,078.0mとした。越流部分の巾は、10mとした。

7.1.3 ラワティ取水工及び導水路

取水工は、サンヤ・ジュ道路とリワティ川の交差する地点の上流800m地点に設置する。川の深さは両堤から約5mであり、川幅は約6mである。両堤及び川床には、部分的に風化した凝灰岩が露出している。

取水工は、堰と取水構造物から構成される。堰は、天端長16m、天端高2.3mの固定式越流タイプとする。取水工は、2門のスライド・ゲートを設けた取入口、矩形断面水路、沈砂池からなる。

導水路の上流約半分は、地形勾配がなだらかなため、コンクリートブロックライニングの台形断面水路とし、下流約半分は、地形勾配がかなり急なため、フリームタイプのシュートとする。導水路の延長は、2.7kmである。

7.1.4 ダム取水工

ダムには、2ヶ所に取水工が設けられる。1つは、下流灌漑地区へ配水するためのサンヤ川に通ずる放流水路への取水工である。もう1つは、ボロティ地区へ灌漑用水を供給する取水工である。

サンヤ川へ放流するための取水工は、ゲート付取入れ口、導管及び吐け口からなる。導管は、直径0.8mのプレキャスト・コンクリート・パイプを鉄筋コンクリートで巻いて補強する。吐け口には、流量計測装置がつけられる。放流水路の約半分にあたる上流部は、台形断面のコンクリートブロックライニング水路とし、地形勾配の急な残り半分にあたる下流部は、矩形断面のシュートとする。放流水路の全長は、約1.5kmである。

ボロティ地区への配水する取水工構造物は、サンヤ川への取水工とほぼ同様である。

7.2 深井戸

サンヤ地区の下流部の西側地区に7ヶ所、東側地区に5ヶ所、合計12ヶ所の深井戸を幹線水路もしくは2次水路に沿って設置する。井戸の仕様は、電気探査、試掘及び揚水試験の結果をもとに決定した。その内容は、下記の通りである。

設計揚水量	:	平均 50リットル/秒
掘削深	:	平均 70 m
掘削径	:	500 mm

仕上り径	:	350 mm
全揚程	:	平均 20 m
フィルター	:	礫充填
井戸の間隔	:	最低 500 m
ポンプ・タイプ	:	水中・モーター・ポンプ

家庭用の約50kVAの容量も含む250kVA容量のトランスを、既存33kVの送電線沿いに3ヶ所設置し、配電線は上記各トランスから配線するよう計画する。配電線は、400ボルト3相低圧線とする。全長は、約12kmである。

住民の飲料水供給用として、深井戸の傍に給水塔を設け、深井戸から給水塔へ配水できるよう配管する。

7.3 灌漑及び排水施設

7.3.1 灌漑システム

(1) サンヤ・チニ頭首工

サンヤ・チニ頭首工は、改修して取水工構造物として使用する。既存の取入れ口を取り壊し、スライドゲート付きの土砂吐を、既存頭首工の左岸に設置し、新規取入れ口を、川の流れの方向に直角に新規の土砂吐の直上流に設置する。取入れ口の直下流には、沈砂池を設ける。洪水時の安全を図るために両堤は、約1.5m嵩上げする。

(2) 灌漑水路

全ての水路は台形断面をもつ開水路タイプである。導水路、幹線水路、2次水路などの主要水路は、コンクリート・ブロック・ライニング水路とする。灌漑水路の設計流量については、図-17に示す。主要水路は、合計21.5kmである。3次水路及び配水路は、合計92kmである。

夜間調整池、分水工、水位調節工、落差工、カルバート及び余水吐け等多様な構造物を、灌漑水の効率的利用と確実に配水する観点から主要水路に設置する。

夜間調整池の容量は、3次水路受益地におけるピーク灌漑期間の1日16時間通水を考慮し、1日当たり8時間の貯水が確保できるよう決定した。夜間調整池の取水工は、貯水池水位が下流水位に影響を与えず一定水位となるようなゲートを設けるものとした。

末端配水システムには、分水榭、カルバートを設置する。

7.3.2 排水システム及び洪水防御堤

全ての排水路は、土水路とし、全長18kmである。排水路の設計流量は、図-18に示してある。

サンヤ川は低地部で毎年洪水を起こし、開発計画地区の下流部西側はこれに影響される。したがって、サンヤ川左岸低地の開発計画地区を洪水から防御するため、サンヤ川に沿って約2kmの洪水防御堤を設けることにした。

排水路には、傾斜地での水路の水頭を減じるために落差工を、また道路や水路を横断するためにカルバートを設置する。

7.4 道路

開発計画地区内の全ての道路とボマ・ゴンベまでのアクセス道路は幅員6mとし、モラム材料によって舗装する。

サンヤ川の流量は、サンヤ・チニ頭首工の下流部では、年間の一時期を除き極めて少ないことから、川を横断する3地点に潜函橋を設ける。潜函橋は、洗堀を防ぐためにコンクリート製の護床工を設け、また河川流量が少ない時に、道路表面が水中に没しないように、河川水を下流に流下させるためパイプカルバートを設置する。

第8章 組織及び運営

8.1 事業実施組織

事業実施にあたり、キリマンジェロ州開発長官の管轄下に事業実施組織（工事管理事務所）を仮設することを提案する。また、事業実施にあたっての調整、指導及び工事管理事務所への援助を行う事業実施委員会を州開発長官の下に編成する。本委員会は、州開発計画官、州行政管理官、州灌漑開発官、州農牧開発官、ハイ県開発長官及び計画地区の村長から構成される。

工事管理事務所の主な業務内容は以下のとおりである。

- (1) ボロティ・ダム、深井戸、灌漑・排水施設及び道路の設計・施工管理
- (2) 建設工事及び工事管理事務所の会計管理

工事管理事務所は、ボマ・ゴンベの県庁脇に設置する本部及びボロティ・ダム、サンヤ地区のサンヤ・ステーション村に設置する支所から構成される。また、工事管理事務所は、州開発長官に任命される事務所長の下、測量・設計部、施工管理部、機械・保全部、経理部及び総務部で構成される。工事管理事務所員数は、設計時に24人、施工管理時に17人必要である。

また、事業実施時には、タンザニア国における経験技術者不足を補うため、工事管理事務所の設計・施工管理作業を援助する外国人技術者及び専門家が必要である。

8.2 維持・管理組織

フェーズ I 工事完了後、計画地区の一部で灌漑が開始することから、その期間中は工事管理事務所内に施設の維持・管理事務所を併設する。工事完了後、工事管理事務所は運営部、保全部、機械部、経理部及び総務部から成る運営維持管理事務所に再編成される。運営維持管理事務所は、ボロティ・ダム、井戸、灌漑・排水施設及び道路の運営維持管理を実施する。送電線及び電気設備の保守は、タンザニア電力公社が行う。また、末端圃場区画の運営維持管理は農民組合に依託する。

図-19に示すとおり、運営維持管理事務所は、工事管理事務所と同じボマ・ゴンベの県庁脇に設置する本部、ボロティ・ダム、サンヤ地区のサンヤ・ステーション村に設置する支所及びラワティ分水工、サンヤ・チニ頭首工、サンヤ下流東地区及びサンヤ下流西地区に新設する現場事務所から構成される。また、運営維持管理事務所には、深井戸及び水門

のオペレーター18人を含む38人及び臨時雇の労力が必要となる。更に、運営維持管理業務には、バックホー、グレーダー、ロード・ローラー、携帯型コンクリートミキサー、ダンプトラック、ジープ、コンピューター、トランシーバーなどの資機材が必要である。

農民レベルでは、末端圃場区画ごとに農民組合を組織し運営維持管理にあたる。しかし、夜間調整池及び深井戸の運営維持管理は管理事務所が行う。農民組織は、現在サンヤ川沿いにある補助灌漑施設の運営維持管理を行っている水管理委員会と同様の組織となる。農民組織には末端圃場区画内の農民が組合員として全員参加する。農民組織は、5年ごとに選出される組合長、水路監視者、水配分者、召集者及び警備員により運営される。事業実施に伴い、サンヤ地区には36の農民組織が設立される。

8.3 作物生産管理組織

農業ポテンシャルを最大限に利用するためには、農民に対する適切な耕起サービス、投入資材の供給及び作物の販売（特に野菜）を保証する必要がある。したがって、既存のキリマンジェロ農業協同組合（KNCU）ハイ県ボマ・ゴンベ支所、クワンシラ農村組合、ムングシ農村組合及びサンヤ・キア農村組合を、サンヤ川流域を統括するサンヤ川流域農業協同組合（SRBC）として再編成することを提案する。SRBCは、農村組合だけでなくKNCUの支所としての機能を持ち、効率的な作物生産及び流通・販売の援助を行う。SRBCの業務内容は以下のとおりである。

- (1) 投入資機材の供給
- (2) トラクターによる耕起サービス
- (3) 作物の購入、貯蔵及び販売
- (4) 野菜販売の促進

図-20に示すとおり、SRBCは販売・流通の観点から、ボマ・ゴンベの県庁脇にあるKNCUハイ県支所に設置する本部、及び各農村組合事務所に設置する3支所から構成する。本部には、生産部、流通・販売部、経理部及び総務部を設ける。

生産部は、トラクターによる耕起サービス及び肥料、農薬、改良種子、など投入資機材の供給を行う。流通・販売部は、農民からの作物購入及びその販売を担当する。経理部は、農民が投入資機材購入に必要な資金を農業金融銀行（CRBC及びNBC）から調達する。農業銀行に対する資金返済はSRBCが農民を代表して行う。農民からは、収穫後現金または作物により資金を回収する。また、SRBCの会計業務を担当する。総務部は、SRBCの組織、管理、運営業務を担当する。

SRBCの運営を円滑にするため、計画地区に耕地を所有する全ての農民はSRBCの組合員

となり、組合員は、SRBCが設置あるいは購入した施設及び機材を最大限に利用する義務を負う。

第9章 事業実施計画及び事業費積算

9.1 事業実施計画策定の基本条件

本事業の実施計画は以下の基本条件に基づいて策定した。

- (1) ダム、深井戸、主要灌漑・排水施設及び道路の工事は、大型機械の使用を原則とする。しかし、地域住民の就業機会の増加を目的として、小水路及びその付帯施設は人力により施工する。
- (2) 本事業の施設建設は、国際入札によって選定する建設業者により実施する。
- (3) 本計画は、タンザニア国で最初の地下水及び地表水混合利用灌漑であり、また大規模畑地灌漑であることから、複雑な水管理が必要となる。したがって、本計画は農民などに対する適切な水管理のための教育・訓練期間を考慮した段階的開発とする。
- (4) コンサルタントは、工事管理事務所が実施する詳細設計、入札書類の作成及び施工管理の援助を行う。

9.2 工事量

主要構造物の工事量は、下表のとおりである。

項目	単位	工事量
ボロティダム及び付帯施設	掘削	m ³ 38,400
	盛土	m ³ 265,000
	上流面捨石工	m ³ 35,800
	コンクリート	m ³ 254
ラワティ分水工	掘削	m ³ 21,400
	コンクリート (ライニング含)	m ³ 1,600
放水路	掘削	m ³ 10,300
	コンクリート (ライニング含)	m ³ 1,990
深井戸	掘削深 (全長)	m 840
	掘削径	mm 500
灌漑排水路及び道路	掘削	m ³ 53,400
	盛土	m ³ 93,600
	コンクリート	m ³ 1,250
	コンクリートブロック・ライニング	m ³ 4,940

9.3 事業実施計画

サンヤ地区は、地表水で灌漑する上流域440haと、地下水及び地表水で灌漑する下流域610haに大別できる。上流域の水管理は、下流域に比べて簡単であることから、ボロティ・ダム及び上流域の開発をフェーズ I とする。井戸を含む下流域610haの開発はフェーズ I I で行う。事業実施計画は図-21に示す。

フェーズ I の建設工事は、詳細設計を含め2年間で終了する。フェーズ I I の詳細設計は、フェーズ I の建設工事と平行して行い、引き続き建設工事に移行する。フェーズ I I の建設工事期間は1年間で計画した。したがって、本計画は事業開始から3年間で完了する。

9.4 建設機械

表-3に示すとおり、本事業の主要構造物の工事に必要な建設機械のタイプ及び台数は、工事量、建設期間及び計画地区の自然条件に基づき策定した。

9.5 事業費積算

9.5.1 概要

事業費は、各施設の概略設計及び以下の仮定に基づき算定した。

- (1) 外貨交換率は、1ドル=195タンザニア・シリング (Tsh.) =145円とする。
- (2) タンザニア国内で入手が難しい建設機械及び建設資機材は、施工業者が輸入する。
- (3) 施工業者が輸入する建設機械及び建設資機材は、無税扱いとする。
- (4) 工事単価は現地貨と外貨に分類し積算する。内貨はキリマンジェロ州の1990年3月の価格、外貨は日本の1989年のFOB価格を参考にした、タンガ港CIF価格を使用する。
- (5) 工事予備費は、直接工事費の10%とする。
- (6) 価格予備費は、外貨分年率5%、現地貨分30%とする。
- (7) 事業実施に伴う土地収用費は考慮しない。

9.5.2 事業費及び年次別経費

表-4に示すとおり、事業費は、総額29億5千万タンザニア・シリングと見積った。うち現地貨分5億8千万タンザニア・シリング、外貨分23億7千万タンザニア・シリングである。ま

た、各段階における事業費は、各々フェーズ I で17億タンザニア・シリング、フェーズ II で12億5千万タンザニア・シリングとなる。事業の年次別経費は、表-4に示すとおり建設計画に基づいて算定した。

9.5.3 運営・維持管理費及び更新費

事業の運営・維持管理費は、管理事務所の人件費、施設の改修・維持管理費、維持管理用機械の運転経費及びポンプの運転経費からなる。事業の運営・維持管理費は、年間1,320万タンザニア・シリングと見積った。

機械及び電気施設は、一般土木施設と比較して耐用年数が短いことから定期的に更新する必要がある。機械及び電気施設の耐用年数及びその更新費は、ANNEX-Hに示す。

9.5.4 その他の費用

農業生産計画には、適切な耕起サービス、農業資材の供給及び生産物の販売を容易にするトラクター、輸送手段及び貯蔵施設が必要となる。このような観点から、計画地区の農業ポテンシャルを最大限に利用するため、サンヤ川流域農業協同組合 (SRBC) が独自にトラクター、輸送手段及び貯蔵施設を所有することを提案する。SRBCに必要なトラクター、輸送手段及び貯蔵施設のための費用は、表-4に示す通り総額2億2百万タンザニア・シリングと見積った。

第10章 事業評価

10.1 経済評価

10.1.1 概要

ローア・ハイ及びローア・ロンボ農業開発計画の経済的妥当性は、経済的内部収益率（EIRR）により評価した。また、事業便益及び費用の変化による、事業の経済的弾力性を明確にするため感度分析を行った。

事業の経済的妥当性は、以下の仮定に基づき評価した。

- (1) 事業の経済的耐用年数は、50年とする。
- (2) 1990年価格を用いる。
- (3) 外貨交換率は、1ドル=195タンザニア・シリング=145円とする。
- (4) 価格予備費（外貨分年率5%、現地貨分30%）は、経済事業費に含まない。

10.1.2 経済事業費

経済工事費は、1990年価格で総額24億2千6百万タンザニア・シリング（外貨分21億1千2百万、現地貨分3億1千4百万）と見積った。また、経済事業費には経済工事費の他に運営・維持管理費、施設、ポンプ及び維持管理用機械の更新費が含まれる。

10.1.3 経済事業便益

経済事業便益は、将来期待される作物増産から生じる。経済事業便益は「事業を実施した場合」と「事業を実施しなかった場合」の年間作物生産便益の差として算定した。経済事業便益は、事業実施9年目に目標年間最大便益に達する。経済事業便益は、計画地区から期待される4億8千298万タンザニア・シリングの便益から、ポロティ貯水池の水没農地15haのマイナス便益2万9千タンザニア・シリングを差し引いた、4億8千296万タンザニア・シリングと見積った。

10.1.4 経済評価

経済的内部収益率（EIRR）は、経済事業費用及び便益に基づき算定した。結果は、15.1%であり、本事業は経済的に妥当である。（表-5参照）

事業便益及び費用の変化による、事業の経済的弾力性を明らかにするため、以下の3ケースについて感度分析を行った。

- (1) 事業費が10%増加した場合
- (2) 事業便益が10%減少した場合
- (3) ケース (1) と (2) を組み合わせた場合

感度分析の結果は、下表のとおりである。

ケース	EIRR (%)
(1)	13.9
(2)	13.7
(3)	12.6

10.2 財務分析

10.2.1 概要

事業の財務面に関する妥当性は、農家経済の観点から評価した。このため、農民より徴収する水利費を暫定的に評価した。また、事業資金の償還能力については、事業の資金操表を作成し評価した。

10.2.2 農家の支払い能力

財務的観点から事業を評価するために、平均規模の畑地を耕作する受益農家の経営分析を、現況（5章参照）と事業を実施した場合（6章参照）について行なった。結果の要約を下表に示す。

単位：タンザニア・シリング

	ボロティ	ムングシ	サンヤ
平均耕作面積 (ha)	1.1	0.8	1.9
純内部留保			
事業を実施した場合	30,700	17,460	1,020,890
現況	2,560	1,450	420

上表からも事業実施により、受益農家の経済状況が大きく改善することが分かる。また、純内部留保の増加は、受益農家に生産意欲をもたらすと考える。更に、受益農家の大きな支払い能力は、受益農家の水利費支払いを可能とする。したがって、本事業は農家経済の観点からも妥当である。

10.2.3 水利費

施設の運営・維持管理費及び更新費は、農民に課せられる水利費により、賄われることが望ましい。本事業は、サンヤ地区から最大便益を上げることを目的としており、サンヤ地区の受益農家の支払い能力は、ボロティ及びムングシ地区と比較して大きく改善される。したがって、年間1千3百万タンザニア・シリングの施設運営・維持管理費は、サンヤ地区の受益農家が全て負担することを提案する。この場合、水利費は平均農家で年間2万4千タンザニア・シリング（1万3千タンザニア・シリング/年/ha）となる。この水利費は、平均農家の純内部留保額の僅か2.3%に過ぎない。

10.2.4 事業費の償還

以下の事業費調達条件に基づき、事業費の償還能力を検討した。

- (1) 外貨分は、年利1%、据え置き期間10年を含む30年の償還期間で、タンザニア政府が金融期間を通じ融資する。
- (2) 現地貨分は、タンザニア政府が負担する。

上記の条件に基づき、借入金の償還計画を表-6に示すように作成した。償還計画によれば、タンザニア政府は年間1億4千万タンザニア・シリングを返済することになる。

10.3 事業の社会・経済的波及効果

事業実施により、経済評価で算定した直接便益に加え、各種の間接便益及び社会的波及効果が期待できる。主な社会・経済的波及効果は、以下のとおりである。

(1) 雇用機会の増大

本事業の工事期間中には、未熟練労働者の雇用機会が創出され、そのほとんどは計画地区内外の農民から供給される。また、雇用された農民は各種分野の経験及び技術を習得することができる。これらの経験の積み重ねは、施設の運営・維持管理作業に役立つことになる。更に、通年灌漑による耕地の高度利用に伴う農作業の増大により、農業労働力需要を創出する。

(2) 作物生産量の増加

事業実施により、主食作物の生産量が増加する。増産された主食作物は、計画地区のみならず、ハイ県及びキリマンジャロ州の食糧自給率向上に重要な役割を果たす。更に、作物の増産は流通システム及び農業支援サービスの向上をもたらす。

(3) 農家収入の増大

作物生産量の増加により、農家経済は大きく改善されることが期待される。農家経済の改善は、農家の生活水準の向上のみならず、地域経済の発展に寄与する。

(4) 地域輸送の改善

地域輸送は、灌漑水路沿いに建設される維持管理用道路により著しく改善される。このような道路網の拡大は、経済活動が強化されるだけでなく地域内輸送にも貢献する。

(5) 2次便益

事業計画地区での経済活動の増大により、製粉業者、商人、運送業者等に多くの便益がもたらされる。

(6) 洪水軽減

ボロティ・ダムの建設後、ムングシ川の洪水量はボロティ貯水池の調整効果により、著しく減少する。したがって、ムングシ川の下流地域は洪水の被害から開放されることになる。

(7) 上水供給の改善

事業によりサンヤ地区には、井戸及び上水供給槽が建設され、地域住民に飲料水が供給される。この飲料水供給は、サンヤ地区の衛生状態を著しく改善することになる。

(8) 牧畜への水供給の改善

乾期における牧畜への水供給不足は、計画地区内外のマサイ族にとって重大な問題である。事業実施により、乾期においても計画地区の境界沿いに建設される排水路から、牧畜に対して安定的な水供給が期待できる。更に、計画地区の収穫残や作物の副産物は、乾期における牧畜の栄養状態の改善に貢献する。

(9) 養魚の導入

ボロティ貯水池は、周辺の住民に対し養魚導入の機会を提供する。養魚導入は、住民経済の向上のみならず栄養状態の改善にも貢献する。

(10) 開発示威効果

事業実施により、計画地区はもとより他地域の農民にも、近代灌漑・排水方法が普及し、その示威効果が期待される。それにより、他の開発計画の目標達成期間が短縮されることも期待できる。

全ての事業便益は、計画地区内外の地域住民の生活水準向上に寄与するだけでなく、ハイ県、キリマンジャロ州、タンザニア全体の経済強化に貢献する。

10.4 環境への影響

事業実施に伴い、以下のような環境への各種影響が現われると考えられる。

(1) 地下水への影響

キクレトワ川とクワレ川の合流地点に、チェムカ、グル、ルンドウガイなどのからの湧水に依存する水力発電所がある。水力発電所地点における年間有効水量は3億5千万トンあり、季節による変動は余り見られない。サンヤの地下水開発地区は、発電所の約7km上流に位置し、年間約5百20万トンの地下水を消費することになる。しかし、消費された地下水の一部は地下水を涵養すると考えられ、また、サンヤ地区で消費される地下水は、発電所地点の有効水量の僅か1.3%であることから、サンヤ地区の地下水が、地下水源に与える

影響はほとんど無いと考える。

(2) 土壌塩分集積への影響

サンヤ地区の地下水の水質は、低から中の塩分を含有している。したがって、本計画では塩類集積を防止するため、表流水と地下水の混合利用あるいは表流水の単独利用を提案している。しかし、不適当な水管理により生ずる湛水や塩類集積が土壌の生産性を低下させる。したがって、カンガイマニュアルによる最適な水管理を行わなければならない。更に、塩類集積が認められた場合は、塩類を浸出させる必要がある。表流水が豊富で蒸発量の少ない5月から6月が塩類浸出に最も適している。

(3) 野生動物への影響

計画地区の周辺には、サル、鹿、ウサギ、鳥など各種の野生動物が棲息している。近代的灌漑農業導入により農薬投入量は増加することから、農薬は使用基準を順守し野生動物への影響を最小限に留める。これに関し、除草剤及び毒性の高い有機リン系及び有機塩素系の殺虫剤の使用禁止を提案する。

(4) 住血吸虫

現在でも、ボロティ湿地には年間を通じて水が湛水している。しかし、ボロティ周辺住民の聴き取り調査では、住血吸虫の被害例は1例もなかった。したがって、ボロティ・ダムの完成後もこの状況が続くと考えられる。また、本計画は畑地灌漑であることから、水田灌漑に比較して計画地区内に住血吸虫の被害はでないと考えられる。しかし、住血吸虫を媒介す中間宿主の発生を防ぐため、ボロティ貯水池の監視や灌漑水路を定期的に乾燥させることを提案する。

附表

表-1 作業監理委員、調査団員及びタンザニア政府関係者 (1/2)

Name	Designation or Position
I. Advisory Committee	
K. Momikura	Agricultural Structure Improvement Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
M. Wada	- do -
T. Sugahara	- do -
T. Tachibana	Water Resources Development Corp.
M. Tabata	Agricultural Production Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
K. Sawada	- do -
Y. Ban	Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
II. Study Team	
S. Yano	Team Leader
H. Nishimoto	Hydro-geologist
M. Yamaguchi	Meteo-hydrologist
K. Yasumura	Electric Prospecting Expert
Y. Ishiguro	Survey Engineer
H. Matsuura	Irrigation and Drainage Engineer
Y. Sekiguchi	Agronomist/pedologist
K. Okuwa	Design Engineer
T. Fukushima	Agro-economist
III. Counterpart Personnel	
KADP	
C.P Nyangala	Director of Construction and Development, KADP
G.S Ngalisoni	Assistant Executive Engineer, KADP
Zonal Irrigation Office	
C.K. Chiza	Zonal Irrigation Engineer
P.J. Lyamuya	Dputy Zonal Irrigation Engineer/Agronomist
P.J.L. Shayo	Assistant/Executive Engineer
S.N. Moshi	Soil Scientist
R. Ramboa	Soil Scientist
G.N. Ngaka	Agricultural Field Officer
S.I. Lema	- do -
B.S. Tesha	- do -
J. Munisi	Surveyor

表-1 作業監理委員、調査団員及びタンザニア政府関係者 (2/2)

Name	Designation or Position
Maji Office, Kilimanjaro	
E.J. Damball	Regional Water Engineer
J.D. Sarnet	Regional Hydrological Officer
M. Kanyawana	Regional Hydro-geologist
C. Lyimo	Senior Technician
I.J.M Macha	Technician
F. Peter	- do -
E. Kisanga	- do -
P.L Kimaro	- do -
V. Tumbotele	- do -
M. Kinyala	- do -
I. Shaban	- do -
G. Machange	- do -
E. Sadikiel	Head of Drilling Team
W. Masunga	Driller
T. Silayo	- do -
L. Chirwa	- do -
Hai District Office	
Klondo	District Irrigation Engineer
Silas	Irrigation Technician