

ルワンダ国  
東部県ンゴマ郡灌漑開発基礎情報収集調査  
ファイナルレポート

平成 24 年 7 月  
(2012 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ

農村
JR
12-066

## 序 文

独立行政法人 国際協力機構は、ルワンダ共和国政府の要請に基づき、同国の東部県ンゴマ郡灌漑開発に係る基礎情報収集調査を実施することを決定し、同調査を株式会社 三祐コンサルタンツに委託しました。

調査団は、平成 24 年 3 月から平成 24 年 6 月までルワンダの政府関係者と協議を行うとともに、事業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、本事業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。

終わりに、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 24 年 8 月

独立行政法人国際協力機構

農村開発部

熊代 輝義

## 要 約

### 1. 業務の背景

これまで JICA は、ルワンダ共和国（以下「ル」国と称す）への灌漑開発協力として「東部県地方開発協力プログラム（灌漑農業）準備調査」（2009 年 2 月～7 月）および「丘陵地灌漑開発計画協力準備調査（その 1）」（2010 年 3 月～5 月）を実施した。これらの調査で複数サイトを調査した結果、貯水の見込みの高いサイト（「ンゴマ 22」）を特定し、コストを含めダム灌漑の妥当性を検討したが、最終的な結論を得るには至らなかった。他方、ルワンダ東部県地区においては、農業生産性を向上させるため、多様な灌漑方法を視野に入れつつ、農業動物資源省（Ministry of Agriculture and Animal Resources: MINAGRI）が実施している丘陵地灌漑プログラム（Land-husbandry, Water harvesting and Hillside-irrigation: LWH）に関するコスト比較検討や貯水可否検討など、不足している情報を収集し、同地域の灌漑農業について引き続き検討する必要がある。

また、ンゴマ郡を含む東部県は、丘陵地が多いほか、集団再定住化政策（イミドゥグドゥ）により、コンゴ民主共和国など周辺諸国からの帰還民を含む住民の集住化が進んでおり、灌漑施設を含むインフラ整備を進め、農業生産性を向上させる必要性の高い地域である。

このため、本調査では、東部県ンゴマ郡における灌漑農業開発に関し、現地農業事情の詳細情報の収集を行うとともに、JICA による LWH プログラムへの協力の可能性について、インフラ整備と長期的視点に立った「ル」国の実施能力向上の両面からの検討を行うものである。

### 2. 調査の目的

- (1) 「ル」国における灌漑セクターの概要（灌漑政策、関連組織、開発計画、ドナーの支援状況など）を把握する。
- (2) 上記(1)の分析結果を踏まえ、サイト調査を実施し、東部県ンゴマ郡における灌漑整備に関する基礎的情報を収集する
- (3) 上記(1)および(2)の調査結果を踏まえ、我が国の協力の可能性（協力可能な分野、地域、概要など）を検討する。

### 3. 調査対象地域

「ル」国東部県ンゴマ郡  
（次頁添付図参照）



## 【構想概要(総括)】

【総事業費】：5億6千万円(≒7,000,000 US\$、現地工事単価)

内訳：堤体及び洪水吐1億5千万円、

取水設備及び灌漑施設3億4千万円

仮設7,000万円

\* ポンプ灌漑の導入、節水灌漑の導入に伴う末端灌漑施設費増のために灌漑関係施設費が大きい。

【受益面積】：275ha (畑240ha, 水田35ha)

- ・ 重力灌漑面積：149ha (畑114ha + 水田35ha)
- ・ ポンプ灌漑面積：126ha (畑126ha)

【水源(用水)計画】

- ・ 利用可能河川流量：709,000m<sup>3</sup> (3/10年確率渇水年流量相当)
- ・ 地下水および表流水：158,000m<sup>3</sup> (補助水源)

【水源施設】

ダム諸元

- ・ 堤高：13.55m (基礎掘削1.5m, 洪水越流水深0.35mおよび余裕高1.1mを含む)
- ・ 堤体積：86,400m<sup>3</sup> (本堤48,700m<sup>3</sup>, ブランケット37,800m<sup>3</sup>)
- ・ 総貯水量：700,000m<sup>3</sup> (有効貯水量450,000m<sup>3</sup>, 死水容量250,000m<sup>3</sup>)

地下水利用施設(補助水源)

- ・ 設置数：3ヶ所

【灌漑水路】

- ・ 幹線・支線水路：27.3km (開水路) + 2.5km (管路)
- ・ 2次水路配管網：36km

【揚水機場】：17ヶ所 (ソーラーポンプ各1基)

【施工計画】

- ・ 施工期間：1年間
- ・ 湛水試験：1年間

【主要作物】

- ・ 主要作物：コメ, トウモロコシ, 豆, 野菜 (ニンジン, トマト, キャベツ, 木トマト), コーヒー
- ・ 年間土地利用(作付)率：185%

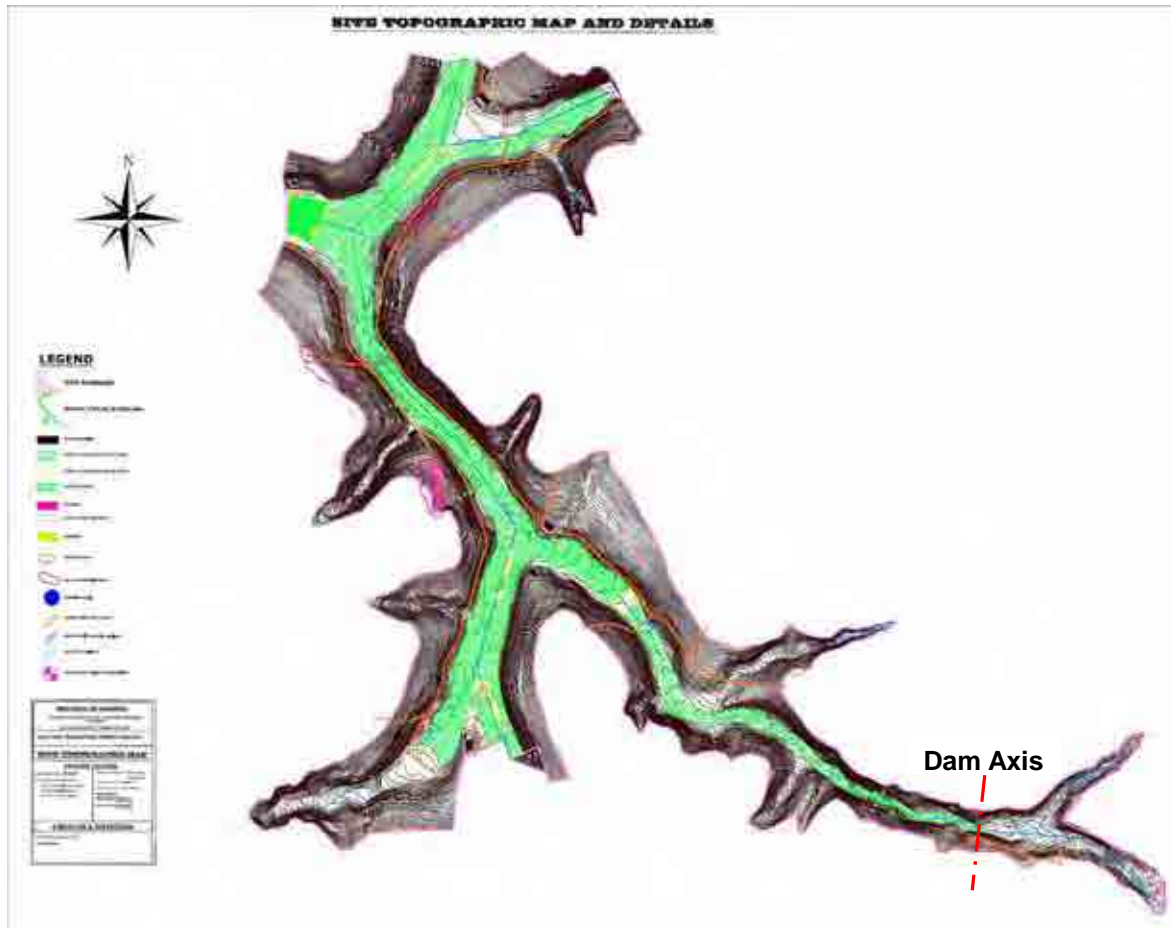
【事業評価】

- ・ 内部収益率 (IRR)：経済的12.1%, 財務的15.7%
- ・ 投資効率 (B/C)：経済的1.01, 財務的1.36
- ・ 純現在価値 (NPV)：経済的23,000, 財務的1,550,000

#### 4. 灌漑事業計画案

(1) 受益面積: 275ha

- ・作物別: 畑 240ha, 水田 35ha
- ・灌漑方式別: 重力灌漑 149ha (畑 114ha+水田 35ha), ポンプ灌漑 126ha (畑 126ha)



受益地平面図

(2) 水源（用水）計画

a. 河川

- ・計画基準年: 1970年 (LHW基準に準じ3/10年確率に近い1970年を基準年とした)

- ・利用可能流量: 709,000m<sup>3</sup>

- \*1) 2012年2月から5月までのンゴマ22サイトの河川流量データとサイト近傍の降雨データに基づき降雨流出タンクモデルを作成。
- \*2) 上記タンクモデルを用い、サイト近傍Gahororo観測所の34年間(1960年~1993年)の降雨データに基づきンゴマ22サイトの河川流況を再現。
- \*3) LWH基準の3/10年確率渇水年流量697,149m<sup>3</sup>に近い1970年の河川流量(709,000m<sup>3</sup>)を利用可能流量とした。



Gahororo 観測所位置図

b. 地下水および表流水（補助水源）

- ・ポテンシャル: 158,000m<sup>3</sup>（補助水源）



利用可能湧水位置図

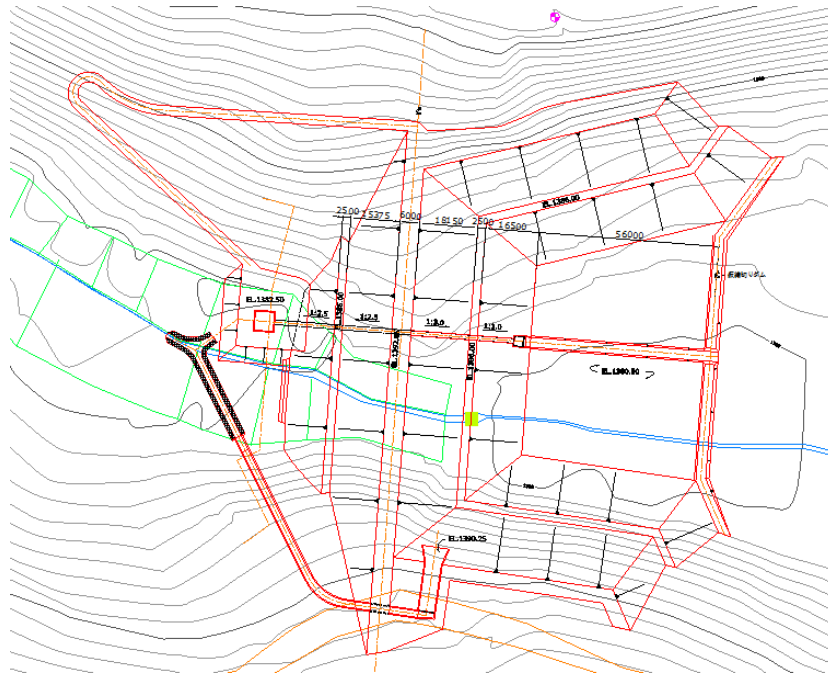
(3) 主要工事計画

a. 水源施設

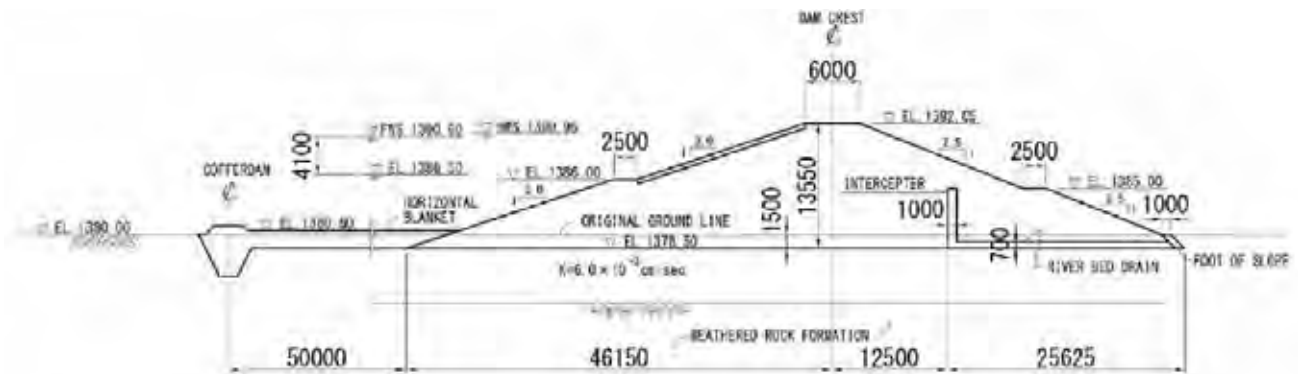
ダム

- ・流域面積: 8.8km<sup>2</sup>
- ・ダム形式: 均一型
- ・堤 高: 13.55m（基礎掘削 1.5m, 洪水越流水深 0.35mおよび余裕高 1.1mを含む）
- ・堤 頂 長: 180m
- ・堤 体 積: 86,500m<sup>3</sup>（本堤 48,700m<sup>3</sup>, ブランケット 37,800m<sup>3</sup>）
- ・基礎処理工: ブランケット工法
- ・総貯水量: 700,000m<sup>3</sup>

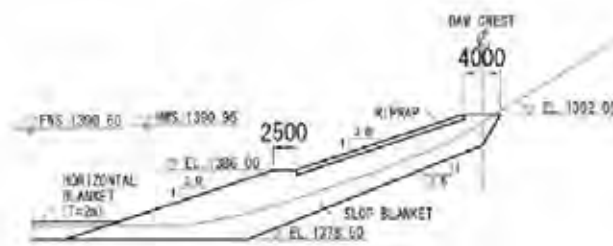
- ・有効貯水量: 450,000m<sup>3</sup> (利用水深: 4.1m = FWS 1,390.60m – DWS 1,386.50m)
- ・死水容量: 250,000m<sup>3</sup> (堰上げ水深: 6.5m = DWS 1,386.50m – EL. 1,380.00m, 堆砂量 30,000m<sup>3</sup> を含む)
- ・満水面積: 14.96ha



ダム一般計画平面図



Typical cross-section of slop blanket (S=1/500)

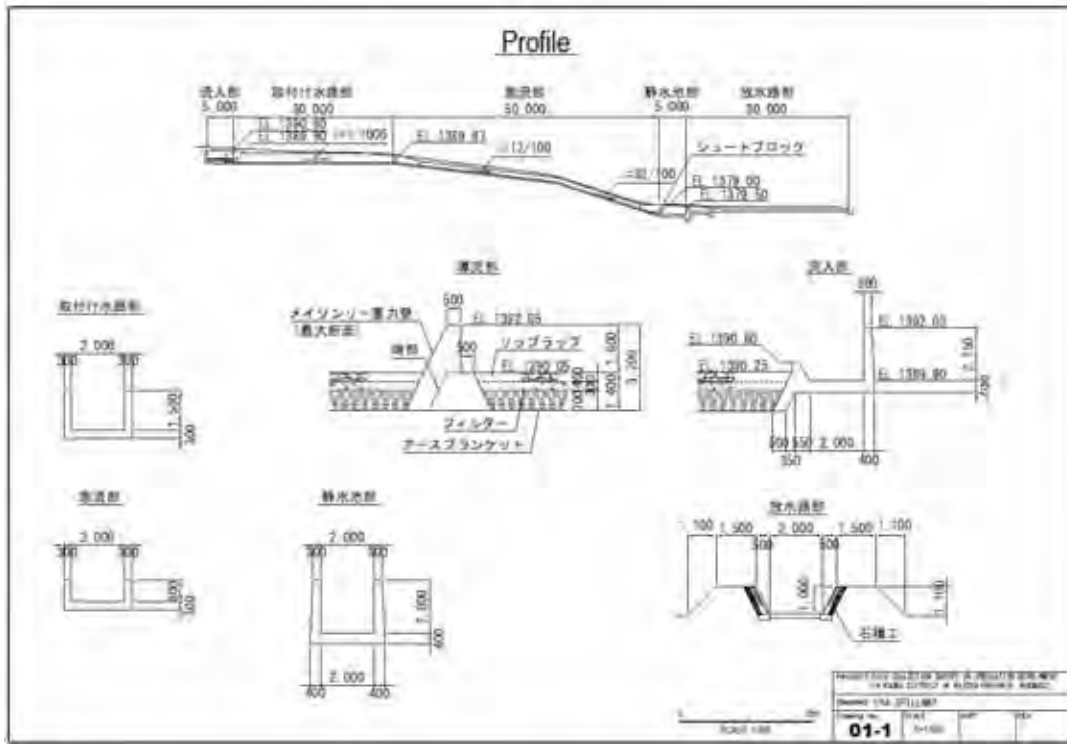


ダム堤体標準断面図



## 洪水吐

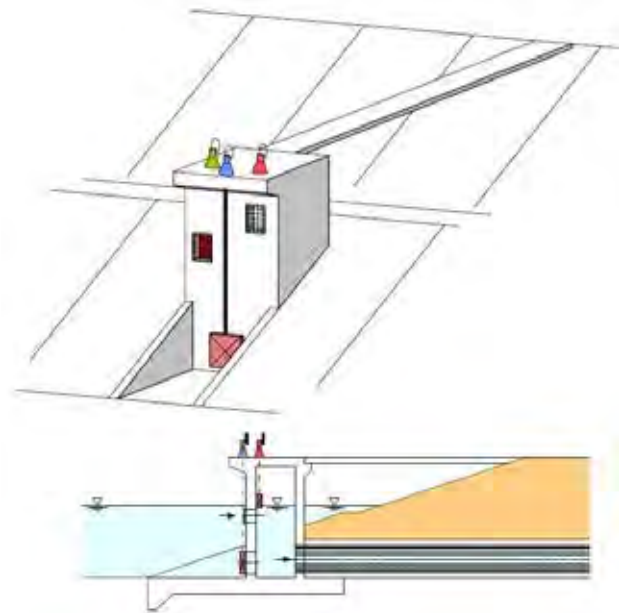
- ・ 洪水吐形式: 横越流型
- ・ 設計洪水量: 2.2m<sup>3</sup>/sec (50 年確率)
- ・ 越流水深: 0.35m (= HWS 1,390.95m – FWS 1,390.60m)



洪水吐標準図

## 取水施設

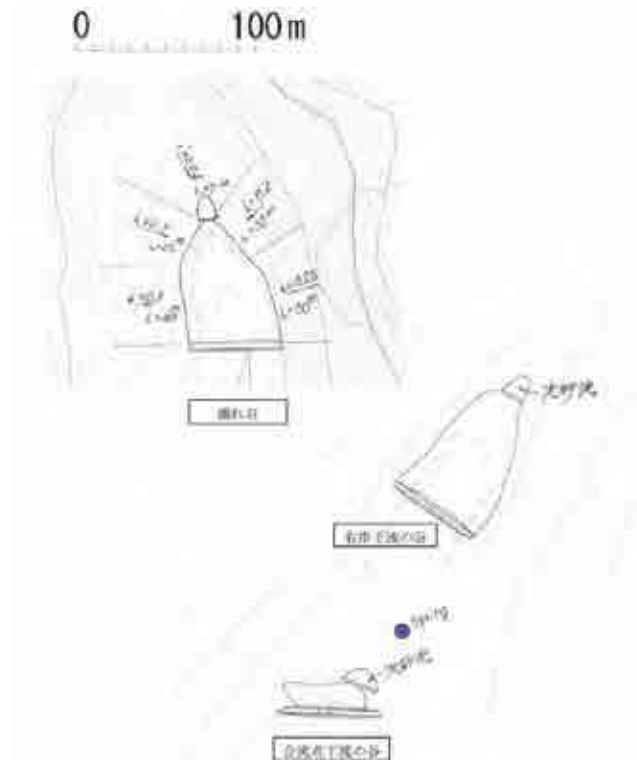
- ・ 施設形式: 取水塔+底樋形式
- ・ 取水方法: 取水ゲートによる表面取水



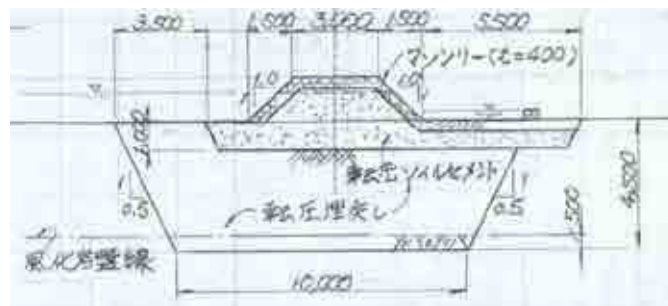
取水施設イメージ

地下水利用施設（補助水源）

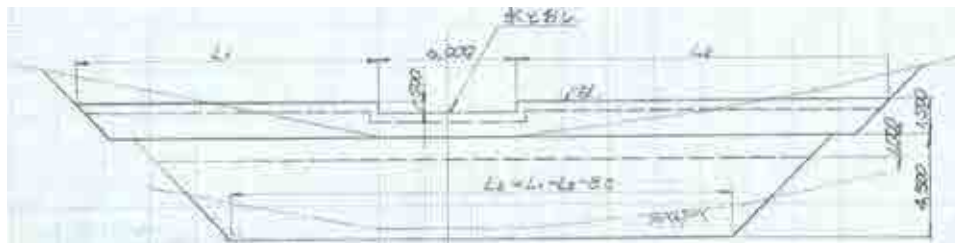
- ・形式: せき止め工（ソイルセメント、3ヶ所）



せき止め工平面図



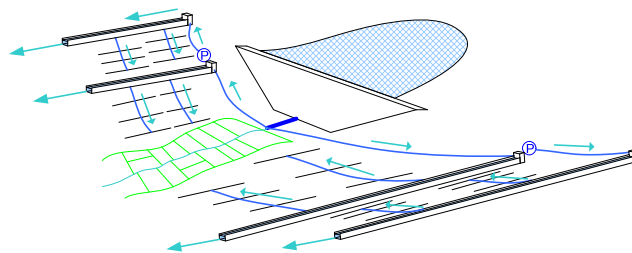
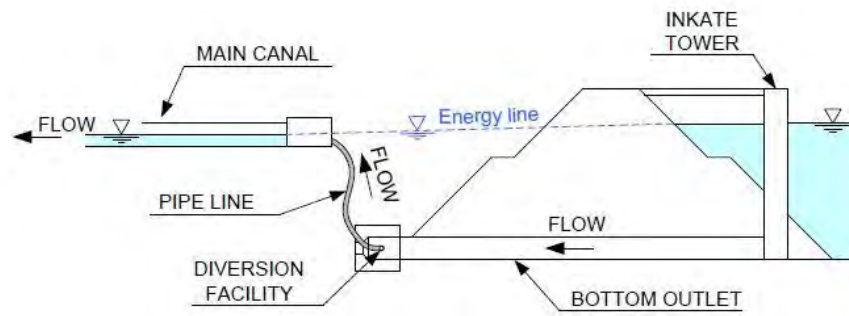
せき止め工標準断面図



せき止め工正面図

谷	天端標高	堤頂長	L1	L2	L3	貯水量
潤れ谷	EL.1397.0	35.5m	13.2m	16.3m	21.5m	1,300m <sup>3</sup>
右岸下流の谷	EL.1378.0	51.0m	24.0m	21.0m	37.0m	3,000m <sup>3</sup>
合流点下流の谷	EL.1370.5	53.0m	19.0m	28.0m	39.0m	470m <sup>3</sup>

b. 用水施設



幹線水路への分水イメージ

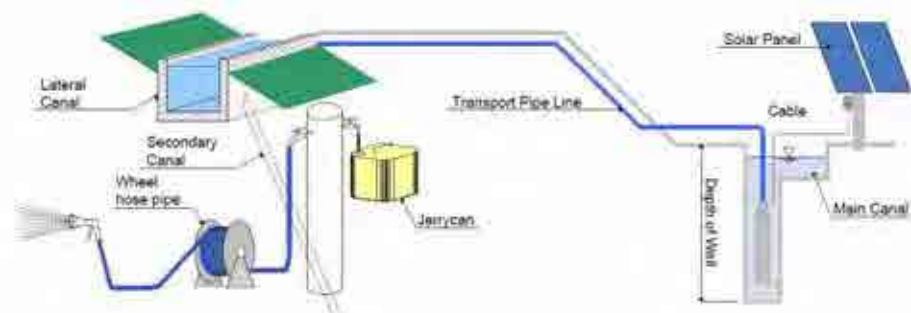
畑地灌漑施設

i. 幹線水路

- ・ 構造: 練石積み水路
- ・ 延長: 14.3km (左岸:5.3km, 右岸:9.0km)

ii. 揚水施設 (ソーラーポンプ)

- ・ 設置数: 17台 (灌漑面積: 7.6ha/台)
- ・ 出力: 3.7kw
- ・ 揚程: 20m
- ・ 平均揚水量: 5.6ℓ/sec



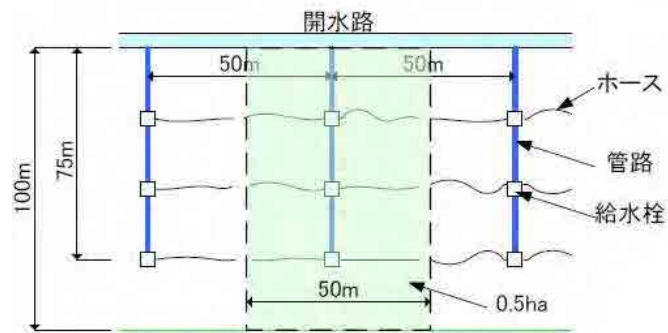
ポンプ灌漑イメージ

iii. 支線水路

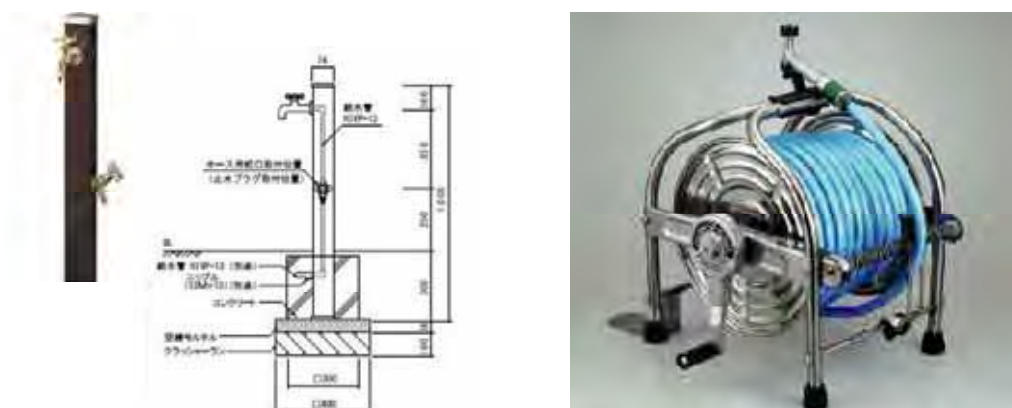
- ・ 構造: 練石積み水路
- ・ 延長: 13.0km (左岸:4.7km, 右岸:8.3km)

iv.2 次水路 (圃場内水路)

- ・ 構造: 管水路 (HDPE パイプ)
- ・ 延長: 36km



2次水路イメージ

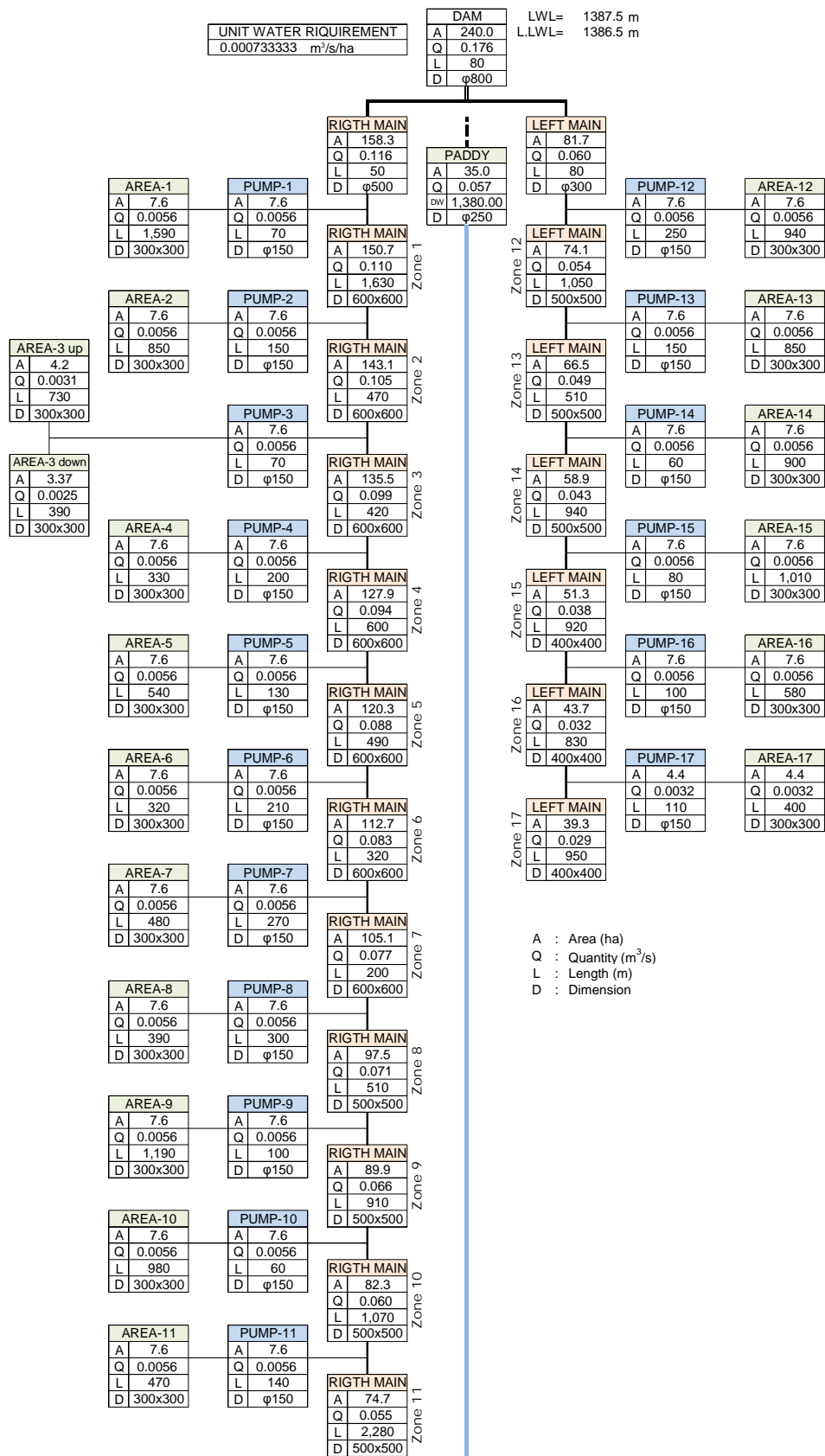


給水栓およびホースイメージ

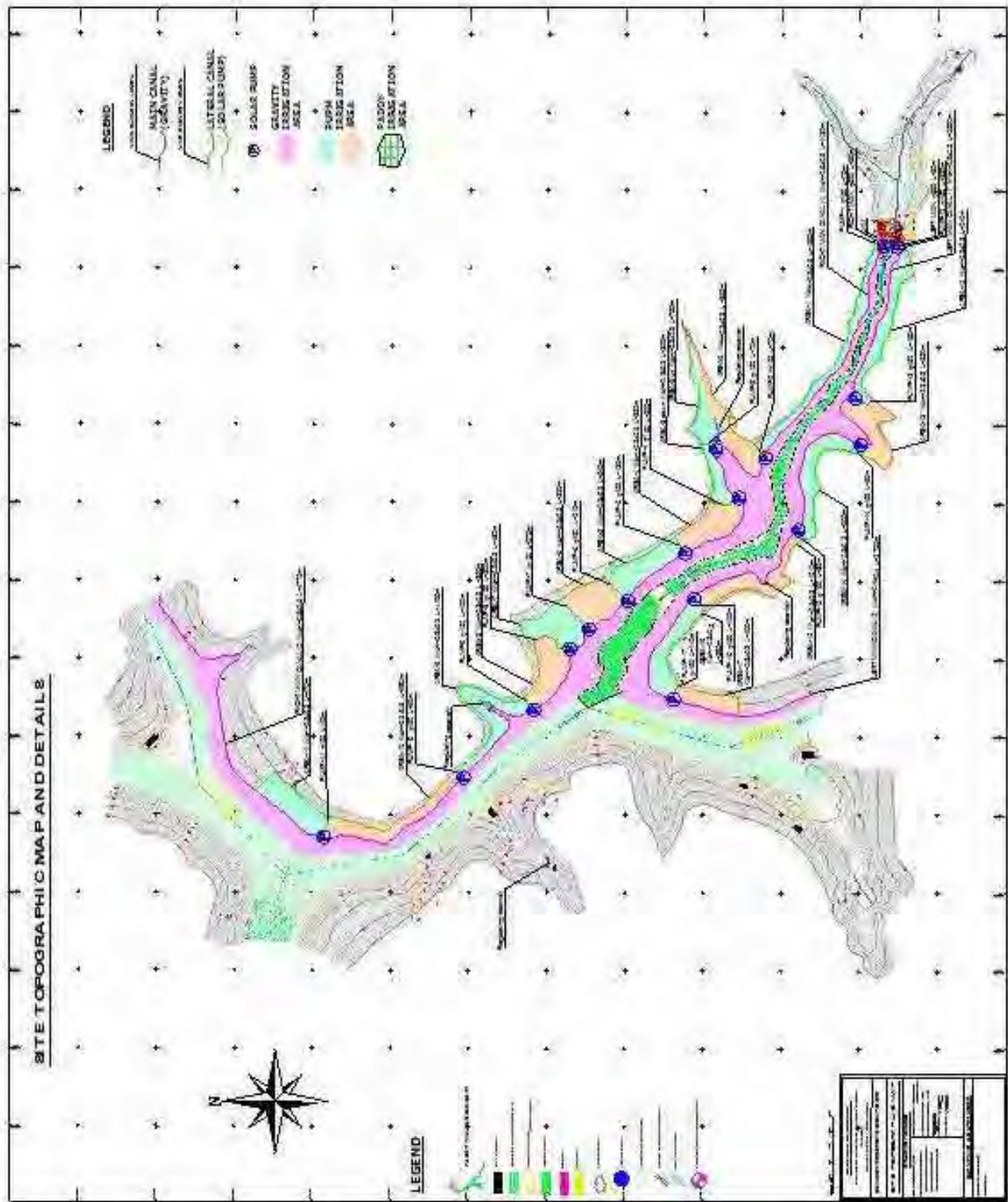
水田灌漑施設

- ・ 取水施設: チェックゲート (現況河川に設置、20箇所 (200mピッチ))
- ・ 用水路: 3面練り石張り水路

### IRRIGATION NETWORK PLAN



計画用水系統図



c. 施工計画

- ・ 施工期間: 1 年間
- ・ 湛水試験: 1 年間

工程計画

工種	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
道路整備		■	■										
サイト準備工		■											
サイト事務所設営		■											
現場試験室設置		■	■										
伐採・伐開		■											
仮設道路			■										
取水設備工事			■	■	■								
堤敷掘削		■	■										
仮締め切りダム					■								
水平プランケット					■								
斜面プランケット						■	■	■	■	■	■	■	■
本堤盛土						■	■	■	■	■	■	■	■
リップラップ									■	■	■	■	■
天端保護工												■	■
斜面保護植生工											■	■	■
洪水吐工事									■	■	■	■	■
幹線用水路工事			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
支川用水路工事								■	■	■	■	■	■
ソーラーポンプ設置								■	■	■	■	■	■
末端用水路工事										■	■	■	■
その他											■	■	■
跡片付け													■

d. 事業費

- ・ 仮 設: RWF 467,485,000 ( 61,816,198 円)
- ・ 堤 体: RWF 1,099,675,600 (145,411,650 円)
- ・ 洪水吐: RWF 67,042,000 ( 8,865,058 円)
- ・ 取水設備: RWF 266,256,000 ( 35,207,405 円)
- ・ 灌漑施設: RWF 2,315,325,000 (306,158,678 円)
- ・ 総事業費: RWF 4,215,783,600 (557,458,988 円)

\*) 1US\$ = 605RW = 80JPY

(4) 作付計画

a. 基本方針

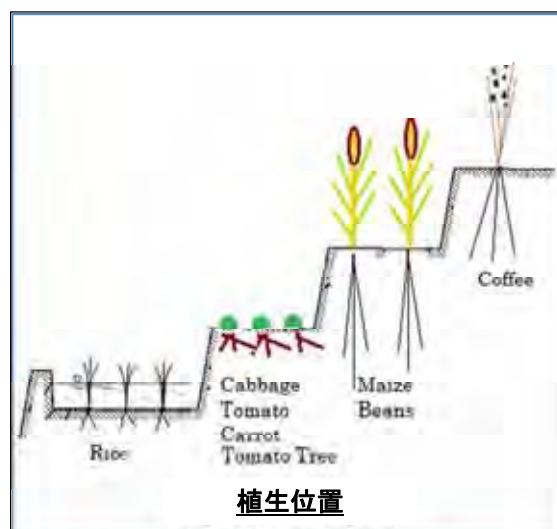
- ・ 市場性：灌漑による効果が高く、高収益作物であること。
- ・ 生産性：現況の栽培技術の習熟度を考慮し、容易に導入可能な作物であること。
- ・ 食料の安全保障：地域で食糧供給が影響を受ける場合、食糧供給を確保するための対策として、また、市場性、効率的な換金作物として、Maize の作付けを奨励する。

b. 作物

米，トウモロコシ，豆，野菜（ニンジン，トマト，キャベツ，木トマト），コーヒー

c. 年間土地利用（作付）率：185%

Crop	Area	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Rice	35 ha (13 %)	R-B	Rice A								Rice B			
Maize+Beans	140 ha (51 %)		Maize								Beans			
Vegetable-1	20 ha (7 %)	Cab	Carrot								Cabbage			
Vegetable-2	40 ha (15 %)	Cab	Tomato								Cabbage			
Vegetable-3	20 ha (7 %)	Tomato Tree						Tomato Tree						
Coffee	20 ha (7 %)	Coffee												
Total	275 ha (100 %)	<b>Cropping Pattern</b>												





(5) 事業評価および感度分析

a. 事業評価

内部収益率 IRR (%)		投資効率 B/C *		純現在価値 NPV (000Rwf) *	
経済的	財務的	経済的	財務的	経済的	財務的
12.1	15.7	1.01	1.36	23,000	1,550,000

\*) 割引率: 12%

b. 感度分析

基準	事業費 10%増	便益 10%減少	事業費 10%増 + 便益 10%減	計画単収 10%減	作付単価 10%減
12.1	11.1	10.9	10.0	10.4	10.6

c. 将来予測される効果

効果			裨益主体			
			居住者	農水利 用者	ダム湖 利用者	内水面 漁業者
地域社会	地域経済	内水面漁業の振興			+	+
		エコツーリズムの振興	+		+	
	環境	ダム湖畔の景観の改善	+		+	
		鳥類や植物の生態系の改善		+		+

5. 協力実施の妥当性および協力範囲・規模の検討

(1) 協力実施の妥当性

本案件に対して、我が国の無償資金協力による協力対象事業の実施は以下の点から妥当と判断される。

本計画の「ル」国における上位計画として、1) ルワンダヴィジョン 2020、2) 中期 5 年計画、3) 国家農業政策、4) ルワンダ国農業変革戦略、5) 丘陵地灌漑整備計画がある。ここでは、貧困削減、経済成長、食料安全保障が目標として設定されている。本案件は、上記 5) の丘陵地灌漑整備計画の一環をなすものであり、「ル」国上位計画における中・長期的開発計画に合致するとともに、それらの目標達成に資するプロジェクトである。

「ル」国 LWH 事業・丘陵地灌漑整備計画の方針では、「農地改善、耕作地確保及び丘陵灌漑を通じた商業農業の実施、スタッフ・関連機関の組織強化」が掲げられ、全国 101

カ所で農業用貯水池を建設することが目標とされている。本計画は、丘陵地斜面における市場指向型の野菜栽培に力点を置いたものであり、丘陵地灌漑整備計画が掲げる目標に合致するものである。

第4回アフリカ開発会議(TICAD IV)において、我が国は1) 食料増産及び農業生産性向上への支援、2) 水資源及び土地利用管理の向上、3) 水関連インフラ、4) 災害リスクの軽減、5) 安全な水資源の確保、に力点を置いて支援することを公約した。本計画は、ダム建設を通じた水資源開発、農業近代化を目標とするものであり、上記各項の全てを履行する形で公約の達成に寄与するものである。

本計画は、貯水池計画、設計に関する基礎的技術に加え、斜面灌漑へのソーラーポンプの導入、地形狭窄部を利用した浅層地下水の堰上げ取水等の、新しい着想を提案することにより、「ル」国における小規模灌漑開発のモデルとなり得るものである。具体的には、以下の点が挙げられる。

- ) 雨量流量実測データにより、当初想定されたよりも流出率が小さいことが判明したことから、Ngoma-22 支川全体の水収支を概括評価し、自流に着目して、この活用を検討したこと。
- ) これにより、流域に相当面積の水田を含むことを踏まえ、既存の水田基盤の状況を調査し、水田用水の合理化・節水を図ることで、上流で畑地灌漑用水の先取り取水が可能となることを立証したこと。(水田用水にとっても、安定取水及び用水ブロック内での公平な灌水条件の実現を図ることで、水稲の安定生産及び水利費の徴収・施設の維持管理の容易化など、水利組合活動にも寄与できる)
- ) 実測データにより河川流量が想定よりも小さいことが判明したことから、補完水源としての地下水の取水方法など具体的な活用方策について検討したこと。
- ) 丘陵の間に狭隘な河川流域が存在する当国特有の地形条件の下で、地形測量の結果から、重力灌漑のみにより灌水可能となる受益面積が、計画立案上大幅に不足することが明らかとなったことを踏まえ、すでに他国で普及し始めている比較的廉価なソーラーポンプシステムの導入を計画したこと。

## (2) 協力範囲・規模

### a. 協力範囲

本プロジェクトにおける協力範囲は、ダム建設から末端灌漑施設の整備に至るハード面の整備である。本計画では、マイクロ灌漑手法を取り入れた節水灌漑が事業のポイントとなっており、これに要するホース等の資材は、プロジェクト目標達成上不可欠なものであることから、協力範囲の対象とした。また、ダム地点下流河床部で、現時点、水田耕作が行われているが、ダムの建設によりこれらの水田も受益地となる。水田への用水供給に際しては、用水量の無駄を無くす上で、供給量の量的把握/管理を行うことが

必要となる。このためには、ほとんど保水能力を持っていない現況畦の改修が必要となる。本計画では、畦の改修を含めた下流水田の灌漑施設整備を協力範囲に含めている。

LWH 事業では、L(ランドハズバンドリー)とH(ヒルサイドイリゲーション)は不可分なものとして「ル」国及び関係ドナー間では認識されており、ランドハズバンドリーを事業対象に含める一方でこれに伴う収穫増による経済的メリットを経済評価中に含めることが行われているが、技術的には我が国の関与を必要としないと判断し、協力範囲の対象外とした。

b. 規模

現時点では、地下水利用を有効・有望としながらも、利用可能水量をどの程度に評価するのが妥当かについて想定するのが困難なこともあり、具体的に灌漑計画の中に組み込んでいない。現計画の灌漑面積 275 ha は、この地下水利用計画が具体化した段階で増加する可能性がある。

c. 今後の課題

i. プロジェクトとしての課題(短期的課題)

利用可能水量の見直し

計画の樹立に当たり用いた河川流量観測データは 2 月～6 月のものであるので、7,8 月の乾季を含む年間の流量観測データに基づき、利用可能河川流量を見直すことが必要である。

また、地下水利用可能水量をどの程度に評価するかについての検討を、乾季の状況を含め行うことが必要である。

ダム設計洪水量の評価

現時点では、ダム設計洪水量は 2 月～4 月の河川流量観測データについて、合理式により求めた洪水ピーク流量によっている。利用可能水量同様、年間の河川流量観測結果に基づき評価する必要がある。

ダム安定計算、洪水吐の水理計算・構造計算の実施

現時点での堤対形状は経験的に決定したものであり、次の設計段階では堤体安定計算を実施することが必要である。

同様に洪水吐についても、水理・構造設計 / 計算を行う必要がある。

灌水面積率(Kw)

現計画では、0.4～0.7 とされる節水灌漑における灌水面積率の 0.7 を採用している。この値は、現在、現場において取り組まれようとしている節水灌漑現地確認調査の結果も参照しつつ、今後、その妥当性を検証する必要がある。

## 有効貯水量 45 万 m<sup>3</sup>

利用可能水量の見直し結果に基づくのは当然のこととして、長期間にわたる貯水池運用シミュレーションにより、どの程度の有効貯水量とするのが妥当かを検討することが必要である。

## 水田基盤の改善

畦畔の改善による漏水抑制及びチェックゲートの設置等に関し、現地に即した効果的な施工法について、引き続き調査検討する必要がある。

## ランドハズバンドリー (Land Husbandry)

ランドハズバンドリーについては、受益農地の肥沃度の向上並びに土壌の保水性の保持の観点から、「ル」政府側によるコンポスト（有機肥料）投入の重点的な実施について検討すべきである。

### ii. 中長期的課題

本事業が完了した後に、本事業の事業効果をより高く発現させるためには、「ル」国政府によるソフト面の継続的な指導が必要である。その対象となる課題・分野については以下のように考えられる。

#### (a) 畑地農業技術指導

当地区の農民にとっては、畑地において灌漑農業を営むことは初体験の出来事であるとともに、本プロジェクトでは末端灌漑手法としてホース灌漑（これも又、農民にとって初体験である）を導入している。又、営農に対する経済分析（感度分析）によれば、経済効果を上げるうえで収量増が重要という結果になっている。今後の畑地農業では、適切な施肥、ホース灌漑を行うことでより高い収量、経済効果を上げることが可能となることから、「ル」国政府による指導が期待される。

#### (b) 水稲栽培技術指導

当地区の水稲栽培は20年前後の歴史を持っているが、熱帯にありながら標高が1500m前後と高いために、低温と戦いながらの水稲栽培となっている。生産性のいっそうの向上には、品種改良による適合品種導入、間断栽培、不耕起栽培、あるいは有機農法等の、特殊農法あるいは先端農法の中からの適合農法の発見・適用等、検討課題は多い。「ル」国政府による取り組みが必要である。

#### (c) 農民組織強化支援・水利施設管理技術支援

ダム、灌漑用水路等の維持管理を行っていく上では、地域社会の協力体制が確立されなければならない。この協力体制の確立は、水利組合の組織強化を通じて成し遂げ

られるものであり、その意味では、その確立は、農民内部からの自発的な力によるものが大きい。これらに対する「ル」国政府の継続的な指導が求められる。

また、これと同時に水利施設の操作(ソーラーポンプの運転管理, ダムの取水ゲート, 用水路調整池のゲート管理, 水田取水設備のチェックゲートの管理等)に関する「ル」国政府の技術指導が必要である。

序文	
要約	
目次	
調査対象地域位置図	
図表リスト	
略語集	
単位	
通貨換算	

<b>第1章 調査の概要</b>	1-1
1-1. 調査の背景と目的	1-1
1-1-1. 調査の背景	1-1
1-1-2. 調査の目的	1-2
1-2. 調査団員	1-2
1-3. 現地調査日程	1-3
1-4. 主要面談者	1-4
<b>第2章 ルワンダ国農業プロジェクトの状況調査</b>	2-1
2-1. 農業動物資源省	2-1
2-1-1. 灌漑農業振興の3本柱	2-1
2-1-2. RSSP事業	2-1
2-1-3. LWH事業	2-1
2-1-4. 大規模ポンプ灌漑事業	2-2
2-1-5. 全体の動向	2-2
2-2. RAB (Rwanda Agricultural Board)	2-2
2-3. ドナーの灌漑開発支援上状況	2-4
2-3-1. WB (世界開発銀行)	2-4
2-3-2. USAID	2-4
2-3-3. CIDA	2-4
2-3-4. 各ドナーにおける姿勢の共通点	2-5
2-4. 先行プロジェクト現地調査	2-5
2-4-1. Ntende Dam 及び Kiliba Dam	2-5
2-4-2. Rilima ポンプ灌漑プロジェクト	2-8
2-4-3. PiCROPP 野菜栽培モデル農場	2-11

<b>第3章</b>	<b>ンゴマ22地区・灌漑セクターの概況</b>	3-1
3-1.	社会状況	3-1
3-1-1.	行政区	3-1
3-1-2.	地方行政組織	3-1
3-1-3.	人口	3-2
3-1-4.	男女構成	3-2
3-2.	社会生活基盤	3-3
3-2-1.	教育	3-3
3-2-2.	保険衛生	3-3
3-2-3.	電気	3-4
3-2-4.	通信	3-4
3-2-5.	情報へのアクセス	3-4
3-2-6.	道路・交通	3-4
3-2-7.	給水	3-5
3-3.	村落社会	3-5
3-3-1.	就労状況	3-5
3-3-2.	生活時系列	3-5
3-3-3.	農家家計	3-5
3-3-4.	食生活	3-6
3-4.	営農の現況	3-6
3-5.	営農関連調査	3-9
3-5-1.	減水深調査	3-9
3-5-2.	インタークレート試験	3-14
3-6.	水資源賦存量調査	3-25
3-6-1.	水文等補足調査	3-25
3-6-2.	水源計画調査	3-29
3-6-3.	水利現況調査	3-59
3-7.	受益地調査	3-63
3-7-1.	受益地候補地の概査	3-63
3-7-2.	湛水域内調査	3-74
3-7-3.	測量	3-79
3-8.	水利組合に関する法制度	3-84
3-9.	水管理組合の現状	3-85
3-9-1.	ケース1：Ntende ダム , Kiliba ダム	3-85
3-9-2.	ケース2：中国ダム	3-86

3-9-3. ケース 3 : Inkingi Y'Ubunhizi Cooperative .....	3-87
3-9-4 水管理組合の評価と提言 .....	3-88
3-10. その他の農民組織 .....	3-89
3-10-1. Uganda .....	3-89
3-10-2. Ubudehe .....	3-90
3-10-3. Gacaca .....	3-90
3-10-4. Ibmina .....	3-90
<b>第 4 章   ンゴマ 22 地区・灌漑セクターの計画</b> .....	4-1
4-1. 灌漑計画 .....	4-1
4-1-1. 用水計画調査 .....	4-1
4-1-2. 施設計画調査 .....	4-62
4-1-3. 施工計画・積算 .....	4-125
4-2. 営農計画 .....	4-131
4-2-1. 基本方針 .....	4-131
4-2-2. 作付け場所 .....	4-135
4-2-3. 各作物の特性 .....	4-138
<b>第 5 章   経済性評価</b> .....	5-1
5-1. 財務分析および経済分析の前提 .....	5-1
5-1-1. プロジェクト期間 .....	5-1
5-1-2. 変換係数 .....	5-1
5-1-3. 事業評価に用いる単価 .....	5-2
5-1-4. 農業労働賃金 .....	5-3
5-1-5. 税金 .....	5-4
5-2. 事業費 .....	5-4
5-2-1. 物理的予備比率および価格予備費 .....	5-4
5-2-2. 建設期間中の各年次の投資割合 .....	5-4
5-3. 事業の経済的便益 .....	5-5
5-4. 事業の財務的評価および経済的評価 .....	5-8
5-5. 感度分析 .....	5-8
5-6. 将来予測される効果 .....	5-8
<b>第 6 章   中国ダム調査</b> .....	6-1
6-1. 現況調査 .....	6-1
6-1-1. ダム及び付帯施設 .....	6-1



6-1-2. 上流域及び受益地調査 .....	6-3
6-1-3. 中国ダムの改善余地と改修意義 .....	6-11
6-2. 中国ダムの概略改修計画 .....	6-12
6-2-1. 概略改修計画 .....	6-12
6-2-2. 施工計画・積算 .....	6-14
6-2-3. 調査計画 .....	6-18
<b>第7章 協力実施の妥当性及び適切な協力範囲・規模の検討 .....</b>	<b>7-1</b>
7-1. 協力実施の妥当性 .....	7-1
7-2. 協力範囲・規模 .....	7-2
7-2-1. 協力範囲 .....	7-2
7-2-2. 規模 .....	7-2
7-2-3. 今後の課題 .....	7-2



## 図表リスト

図 3-1-1-1	計画対象地域に係る政府機構 .....	3-1
図 3-1-4-1	村落の男女構成比 .....	3-2
図 3-4-1	土地の取得方法 .....	3-7
図 3-4-2	耕作割合 .....	3-7
図 3-4-3	現況作付体系 .....	3-8
図 3-5-1-1	深さ方向の流出 .....	3-9
図 3-5-1-2	減水深調査位置図 .....	3-9
図 3-5-1-3	浸透量の割合 .....	3-11
図 3-5-1-4	浸透量の割合 .....	3-12
図 3-5-1-5	畑地からの浸透水 .....	3-12
図 3-5-2-1	インテークレート調査位置図 .....	3-15
図 3-5-2-2	土地への積算浸入量 .....	3-17
図 3-5-2-3	インテークレートの時間的経過 .....	3-17
図 3-6-1-1	過去 40 年間の年降水量の変化 .....	3-26
図 3-6-1-2	過去 40 年間の降雨量の長期変動傾向 .....	3-26
図 3-6-1-3	過去 40 年間の日最大気温平均値の長期変動傾向 .....	3-27
図 3-6-1-4	流量観測施設位置 .....	3-27
図 3-6-2-1	流量観測施設位置 .....	3-29
図 3-6-2-2	湧水調査位置 .....	3-39
図 3-6-2-3	揚水試験位置 .....	3-43
図 3-6-2-4	揚水試験結果 .....	3-45
図 3-6-2-5	揚水量と孔内水位 .....	3-45
図 3-6-2-6	試験孔の水理地質模式図 .....	3-46
図 3-6-2-7	地下水利用可能性調査位置 .....	3-47
図 3-6-2-8	踏査写真の位置 .....	3-52
図 3-6-2-9	地下ダム兼砂防ダム模式図 .....	3-52
図 3-6-2-10	テストピット掘削調査位置.....	3-53
図 3-6-3-1	生活用水実態調査位置.....	3-59
図 3-6-3-2	ジェリー缶による消費水量.....	3-60

図 3-6-3-3	生活用水の入手先.....	3-61
図 3-6-3-4	洗濯場所 .....	3-61
図 3-6-3-5	灌漑用水調査.....	3-62
図 3-7-1-1	土地利用状況踏査位置.....	3-63
図 3-7-2-1	湛水域内調査位置.....	3-74
図 3-7-3-1	平面測量図.....	3-80
図 3-7-3-2	ダム軸の縦断図.....	3-81
図 3-7-3-3	現況土地利用図 ( 1/2 ) -下流側.....	3-82
図 3-7-3-4	現況土地利用図 ( 2/2 ) -上流側.....	3-83
図 3-8-1	水管理組合関連機構図.....	3-84
図 4-1-1-1	流量・雨量の観測結果.....	4-2
図 4-1-1-2	タンクモデル.....	4-3
図 4-1-1-3	タンクモデル計算流量と観測流量の比較.....	4-4
図 4-1-1-4	GAHORORO 観測所とダムサイトの位置関係 .....	4-5
図 4-1-1-5	タンクモデルによる各年流量計算結果.....	4-6
図 4-1-1-6	地下水の重力灌漑利用ポテンシャルの評価位置.....	4-9
図 4-1-1-7	流出解析計算流量.....	4-10
図 4-1-1-8	涸れ谷地下水流量の試算.....	4-10
図 4-1-1-9	右岸下流の谷地下水流量の試算.....	4-11
図 4-1-1-10	田越し灌漑モデル.....	4-12
図 4-1-1-11	河川流量の近似モデル.....	4-17
図 4-1-1-12	水田分布モデル.....	4-19
図 4-1-1-13	河川延長と水田面積の関係.....	4-20
図 4-1-1-14	畑灌漑用水先取り後の河川流量消費水量(1).....	4-25
図 4-1-1-15	河川残流量とブロック別取水量(1).....	4-25
図 4-1-1-16	畑灌漑用水先取り後の河川流量消費水量(2).....	4-26
図 4-1-1-17	河川残流量とブロック別取水量(2).....	4-26
図 4-1-1-18	流出解析計算流量.....	4-28
図 4-1-1-19	ポテンシャル水頭.....	4-29
図 4-1-1-20	作付体系 ( Cropping Pattern ) .....	4-42
図 4-1-2-1	テストピット位置図.....	4-62

図 4-1-2-2	テストピット模式図（掘削形状）.....	4-62
図 4-1-2-3	ソーラー揚水ポンプの能力.....	4-68
図 4-1-2-4	ソーラー発電の出力事例.....	4-69
図 4-1-2-5	ソーラー発電の出力変動.....	4-69
図 4-1-2-6	貯水池 H～Q 曲線.....	4-73
図 4-1-2-7	ダム案堤体の寸法図.....	4-73
図 4-1-2-8	寸法説明図.....	4-74
図 4-1-2-9	越流ゼキ及び床止め工.....	4-76
図 4-1-2-10	堰上げ 10m ダム案堤体の寸法図.....	4-77
図 4-1-2-11	用水路路線と受益地（10m 堰上げ案）.....	4-79
図 4-1-2-12	堰上げ 7.5m ダム案堤体の寸法図.....	4-80
図 4-1-2-13	用水路路線と受益地（7.5m 堰上げ案）.....	4-81
図 4-1-2-14	堰上げ 6.5m ダム案堤体の寸法図.....	4-82
図 4-1-2-15	用水路路線と受益地（6.5m 堰上げ案）.....	4-83
図 4-1-2-16	堰上げ 5m ダム案堤体の寸法図.....	4-84
図 4-1-2-17	用水路路線と受益地（5m 堰上げ案）.....	4-85
図 4-1-2-18	工種・規模別単価.....	4-88
図 4-1-2-19	ダム軸位置図.....	4-89
図 4-1-2-20	3月16日の降雨と流出.....	4-90
図 4-1-2-21	洪水吐越流水深.....	4-92
図 4-1-2-22	堤体諸元説明図.....	4-92
図 4-1-2-23	風波打上げ高.....	4-93
図 4-1-2-23	ブランケット工寸法説明図.....	4-95
図 4-1-2-24	ブランケット長と漏水量.....	4-97
図 4-1-2-25	標準断面図.....	4-100
図 4-1-2-26	一般平面図.....	4-101
図 4-1-2-27	洪水吐の設置位置.....	4-102
図 4-1-2-28	洪水吐の形式.....	4-103
図 4-1-2-29	4月24日の雨量に対する流出量.....	4-104
図 4-1-2-30	洪水吐一般平面図.....	4-105
図 4-1-2-31	洪水吐一般図.....	4-106

図 4-1-2-32	せき止め工標準断面図.....	4-107
図 4-1-2-33	せき止め工正面図.....	4-107
図 4-1-2-34	地下水せき止め工.....	4-108
図 4-1-2-35	幹線用水路への分水イメージ.....	4-109
図 4-1-2-36	ポンプ灌漑のイメージ.....	4-110
図 4-1-2-37	取水部施設イメージ.....	4-110
図 4-1-2-38	計画用水系統図.....	4-113
図 4-1-2-39	平面一般図.....	4-114
図 4-1-2-40	水理計算 .....	4-116
図 4-1-2-41	給水栓 .....	4-119
図 4-1-2-42	ホイールホース.....	4-119
図 4-1-2-43	給水栓の配置.....	4-119
図 4-1-2-44	調整池の位置.....	4-121
図 4-1-2-45	チェックゲート.....	4-124
図 4-1-2-46	用水路 .....	4-124
図 4-2-2-1	土壌断面調査位置図.....	4-137
図 4-2-2-2	植生位置 .....	4-138
図 6-1-1-1	中国ダム流域図.....	6-1
図 6-1-2-1	灌漑用水使用実態.....	6-10
図 6-2-1-1	水平ブランクット.....	6-12
図 6-2-1-2	流入部整備および越流堰.....	6-13
表 2-1-3-1	LWH 事業.....	2-2
表 2-1-3-2	LWH 事業の共同出資基金.....	2-1
表 2-4-2-1	聞き取り調査結果.....	2-10
表 2-4-3-1	野菜栽培モデル農場調査結果総括表.....	2-11
表 3-1-3-1	各セルの家族構成人数（人／世帯） .....	3-2
表 3-2-1-1	小学校の児童数と就学率.....	3-3
表 3-3-2-1	村落での生活パターン.....	3-5
表 3-4-1	受益予定者土地所有状況（Remera sector） .....	3-7
表 3-4-2	受益予定者土地所有状況（Rurnge sector） .....	3-7

表 3-4-3	堆肥 .....	3-8
表 3-5-1-1	減水深調査.....	3-9
表 3-5-1-2	蒸発と蒸発散量.....	3-11
表 3-5-1-3	減水深計算値.....	3-11
表 3-5-1-4	減水深計算値.....	3-12
表 3-5-2-1	インテークレート調査結果一覧表.....	3-16
表 3-5-2-2	インテークレート調査結果.....	3-17
表 3-5-2-3	ベーシックインテークレート.....	3-24
表 3-5-2-4	許容灌漑強度(mm/hr)(畑地灌漑より抜粋).....	3-24
表 3-6-1-1	水文気象データ一覧.....	3-25
表 3-6-2-1	河川流量観測結果.....	3-38
表 3-6-2-2	湧出量観測結果.....	3-42
表 3-6-2-3	揚水試験内容.....	3-44
表 3-6-2-4	地下水利用可能性の評価.....	3-59
表 3-6-3-1	ジェリー缶による消費水量と家族人数.....	3-61
表 3-7-1-1	左岸下流-1 の踏査結果 .....	3-64
表 3-7-1-2	左岸下流-2 の踏査結果 .....	3-65
表 3-7-1-3	左岸下流-3 の踏査結果 .....	3-66
表 3-7-1-4	左岸下流-4 の踏査結果 .....	3-67
表 3-7-1-5	右岸下流-1 の踏査結果 .....	3-67
表 3-7-1-6	右岸下流-2 の踏査結果 .....	3-68
表 3-7-1-7	右岸下流-3 の踏査結果 .....	3-69
表 3-7-1-8	右岸下流-4 の踏査結果 .....	3-69
表 3-7-1-9	Rwamakombe 谷の踏査結果 .....	3-70
表 3-7-2-1	作目別栽培面積.....	3-75
表 3-7-3-1	地形測量調査内容.....	3-79
表 3-8-1	WUA Support Unit の活動計画表.....	3-85
表 3-9-4-1	水管理組合状況評価.....	3-88
表 4-1-1-1	タンクモデルで用いる蒸発散量.....	4-3
表 4-1-1-2	タンクモデルによる各年流量計算結果表.....	4-6
表 4-1-1-3	確率流量計算結果.....	4-7

表 4-1-1-4	地下水の重力灌漑利用ポテンシャルの評価.....	4-9
表 4-1-1-5	減水深試験結果.....	4-13
表 4-1-1-6	河川流量及び水田取水モデルによる試算.....	4-25
表 4-1-1-7	下流水田補給用水量 / 畑地灌漑用水.....	4-27
表 4-1-1-8	月別灌漑必要水量.....	4-28
表 4-1-1-9	下流水田補給用水量総括表.....	4-29
表 4-1-1-10	水田補給水量計算表.....	4-30
表 4-1-1-11	作付面積 ( Cropping Acreage ) .....	4-42
表 4-1-1-12	気象データ ( Meteorological Data ) .....	4-43
表 4-1-1-13	搬送効率 ( Ec: Conveyance Efficiency ) .....	4-44
表 4-1-1-14	適用効率 ( Ea: Field Application Efficiency ) .....	4-44
表 4-1-1-15	単位灌漑用水量 ( 作物別 ) ( Unit Irrigation Water Requirement (per Crop) ) .....	4-46
表 4-1-1-16	単位灌漑用水量 ( 作付体系別 ) ( Unit Irrigation Water Requirement (per Cropping Pattern) ) .....	4-47
表 4-1-1-17	純灌漑用水量 ( 作付体系別 ) ( Net Irrigation Water Requirement (per Cropping Pattern) ) .....	4-48
表 4-1-1-18	粗灌漑用水量 / 取水量 ( 作付体系別 ) ( Gross Irrigation Water Requirement (per Cropping Pattern) ) Case-1 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 40%.....	4-49
表 4-1-1-19	粗灌漑用水量 / 取水量 ( 作付体系別 ) ( Gross Irrigation Water Requirement (per Cropping Pattern) ) Case-2 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 50%.....	4-50
表 4-1-1-20	粗灌漑用水量 / 取水量 ( 作付体系別 ) ( Gross Irrigation Water Requirement (per Cropping Pattern) ) Case-3 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 60%.....	4-51
表 4-1-1-21	粗灌漑用水量 / 取水量 ( 作付体系別 ) ( Gross Irrigation Water Requirement (per Cropping Pattern) ) Case-4 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 70%.....	4-52
表 4-1-1-22	河川流入量および水田補給用水量.....	4-53
表 4-1-1-23	畑地灌漑用水量 ( 年間 ) .....	4-54



表 4-1-1-24	貯水池における降水量と蒸発量.....	4-55
表 4-1-1-25	必要貯水容量.....	4-56
表 4-1-1-26	水収支シミュレーション結果 ( Water Balance Study )	
	Case-1 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 40%.....	4-57
表 4-1-1-27	水収支シミュレーション結果 ( Water Balance Study )	
	Case-2 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 50%.....	4-58
表 4-1-1-28	水収支シミュレーション結果 ( Water Balance Study )	
	Case-3 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 60%.....	4-59
表 4-1-1-29	水収支シミュレーション結果 ( Water Balance Study )	
	Case-4 : 灌水面積率 (Wet Area Coefficient) = 70%.....	4-60
表 4-1-1-30	設計取水量 ( Design Discharge Volume ) .....	4-61
表 4-1-2-1	現場透水試験結果(TP-1).....	4-63
表 4-1-2-2	現場透水試験結果(TP-2).....	4-64
表 4-1-2-3	現場透水試験結果(TP-3).....	4-65
表 4-1-2-4	揚水ポンプ経済比較.....	4-70
表 4-1-2-5	周辺諸国のソーラー揚水ポンプ導入実績.....	4-70
表 4-1-2-6	施設規模比較表.....	4-86
表 4-1-2-7	末端灌漑方法の比較.....	4-87
表 4-1-2-8	幹線用水路の比較.....	4-88
表 4-1-2-9	ダム軸比較.....	4-89
表 4-1-2-10	最大日雨量・超過確率計算結果.....	4-90
表 4-1-2-11	洪水吐越流水深結果.....	4-92
表 4-1-2-12	基礎地盤の透水性評価.....	4-96
表 4-1-2-13	ブランケット長さ/厚と漏水量計算.....	4-98
表 4-1-2-14	洪水吐の設置位置.....	4-102
表 4-1-2-15	洪水吐型式.....	1-103
表 4-1-2-16	地下水せき止め工.....	4-108
表 4-1-2-17	取水施設比較.....	4-109
表 4-1-2-18	粗度係数 .....	4-111
表 4-1-2-19	ha 当り用水量.....	4-112
表 4-1-2-20	流速係数 C の値.....	4-115

表 4-1-2-21	概略水理計算.....	4-116
表 4-1-2-22	粗度係数 .....	4-117
表 4-1-2-23	調整池の容量.....	4-120
表 4-1-2-24	土性区分別単位用水量.....	4-122
表 4-1-3-1	工事数量 .....	4-125
表 4-1-3-2	概算工事費.....	4-127
表 4-1-3-3	工程計画 .....	4-130
表 4-2-1-1	作付計画 .....	4-131
表 4-2-2-1	土壌断面調査結果.....	4-136
表 4-2-3-1	作付割合 .....	4-139
表 5-1-2-1	標準変換係数 (SCF) の推定.....	5-2
表 5-1-3-1	事業評価に用いる単価一覧 (2012年4月現在) .....	5-3
表 5-2-2-1	事業費 .....	5-4
表 5-3-1	単収の増加と期待生産量.....	5-5
表 5-3-2	粗収益、生産費、増加便益.....	5-6
表 5-3-3	事業実施による増加便益 (計画単収達成時) .....	5-7
表 5-4-1	事業評価結果.....	5-8
表 5-5-1	経済的内部収益率 (EIRR) の感度分析(単位：%).....	5-8
表 5-6-1	将来予測される効果.....	5-8
表 6-1-1-1	中国ダムの諸元表.....	6-1
表 6-1-1-2	流量観測結果.....	6-2
表 6-2-2-1	中国ダムの施工計画.....	6-15
表 6-2-2-2	概算数量 (中国ダム改修) .....	6-16
表 6-2-2-3	概算工事費 (中国ダム改修) .....	6-17
表 6-2-3-1	中国ダムの調査計画.....	6-18

## 略語集

AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
B/C	Benefit/Cost	費用便益比
BTC	Belgian Development Agency	ベルギー技術協力
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ国際開発庁
DFID	Department for International Development	イギリス国際開発庁
DEITEX	Project on Development of Efficient Irrigation Techniques and Extension in Syria	シリア国節水灌漑農業普及計画プロジェクト
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EL	Elevation	標高
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機構
F/C	Foreign Currency	外貨
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GoR	Government of the Republic of Rwanda	ルワンダ共和国政府
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
L/C	Local Currency	内貨
LWH	Land-husbandry, Water-harvesting and Hillside-irrigation Project	
MINAGRI	Ministry of Agriculture and Animal Resources	農業動物資源省
NAP	National Agricultural Policy	国家農業政策
NIS	National Institute of Statistics of Rwanda	ルワンダ国家統計局
PAPSTA	Support Project for the Strategic Plan for the Transformation of Agriculture	農業改革戦略的計画支援プロジェクト
PiCROPP	Project for Increasing Crop Production with Quality Extension Services	
RAB	Rwanda Agricultural Board	ルワンダ農業会議
RCA	Rwanda Cooperative Agency	ルワンダ協同組合機構
RDC	Rural Development Cluster	農村開発クラスター

RWF	Rwanda Franc	ルワンダフラン
RSSP	Rural Sector Support Project	農村セクター支援プロジェクト
SCF	Standard Conversion Factor	標準変換係数
SCI	Sanyu Consultants Inc.	(株)三祐コンサルタンツ
TC	Technical Committee	郡技術委員会
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	アフリカ開発会議
TP	Test Pit	テストピット
UNCDF	United Nation Capital Development Fund	国連資本開発基金
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WB	World Bank	世界開発銀行
WFP	World Food Programme	国連世界食糧計画
WUA	Water Users Association	水管理組合

#### 単位換算

1 meter (m)	=	3.28 feet
1 kilometer (km)	=	0.62 miles
1 hectare (ha)	=	2.47 acres
1 acre	=	0.405 ha
1 inch (in.)	=	2.54 cm
1 foot (ft.)	=	12 inches (30.48 cm)
1 ac-ft	=	1233.4 cum

#### 通貨換算

US\$ 1.00	=	RWF 605
US\$ 1.00	=	80 Japanese Yen
RWF 1.00	=	0.132 Yen

## 第1章 調査の概要

### 1-1. 調査の背景と目的

#### 1-1-1. 調査の背景

ルワンダ共和国（以下「ル」国と称す）は、中部アフリカ圏に位置する内陸国であり、2010年現在、約2.6万km<sup>2</sup>の国土に約1,030万人が居住している。国家農業政策(National Agriculture Policy (NAP): 2004)によれば、「ル」国の人口は2020年には1,500万人、2030年までには2,000万人に達すると予測されており、この人口増加を「ル」国の食料安全保障上、重大かつ危機的問題として指摘している。

政府の中期5ヶ年計画（Economic Development and Poverty Reduction Strategy, 2008-12：EDPRS 2008-2012）によれば、農業はGDP構成比率で第1位のサービス産業（43.8%）に次ぐ36.4%を占めている。また、農業改革戦略計画(Strategic Plan for Agricultural Transformation in RWANDA 2004：SPAT)によれば、農業セクターが労働人口の約90%を占め、GNPの47%を創出し、輸出額の71%を担うなど、農業は「ル」国における主要産業である。

国家開発長期ビジョンである「Rwanda Vision 2020」は、2020年には「ル」国を経済中位所得国に変革する目標を掲げ、現在の農業に依存した自給自足型経済からの脱却を目指し、農業のGDP構成比率をピーク年（2006）の48%から2020年までに33%に低減するとしている。しかしながら、Vision 2020が示す経済方針において農業は、GDPにおける主要貢献セクターであるのみならず、国民の就業機会提供という指標においては他セクターを大きく引き離し、将来に亘って最重要産業であり続けると結論される。

「ル」国の農業は、約140万戸の農家が世帯当り平均農地面積0.76haを耕作する小規模経営であり、農業生産の66%は自家消費に向けられている。農業振興を通して「ル」国経済を伸長させるには、生産性の高い、競争力を持つ作物への転換が必要とされている。伝統的で代表的な換金作物であるコーヒーや紅茶は、国際商品取引における投資対象の一つとなっているが故に、地球規模の気候変動による影響を受けやすく、国際価格変動の波に晒されているため、収益性が高く安定した作物へ転換されることが求められている。

「ル」国の農業生産性は極めて低迷している。その原因として、世帯当たり耕作面積が平均0.76haと狭小、耕作地の80%が傾斜5～55°の山地、丘陵地、雨期の土壌浸食・土壌劣化、傾斜地での灌漑システムの低い整備度、営農技術の低い普及率、などが挙げられている。このような状況の改善に向け、食料の安全保障を確保するための丘陵地灌漑技術の確立が求められている。

### 1-1-2. 調査の目的

本調査の目的は、下記のとおりである。

#### 調査の目的および範囲

調査の目的	<p>「ル」国における灌漑セクターの概要(最新の政策、法的枠組み、関連組織、開発計画の立案・実施体制、ドナーの支援状況等)を把握する。</p> <p>上記の結果を踏まえ、サイト調査を実施し、東部県ンゴマ郡「ンゴマ22」およびンゴマ郡全体における灌漑整備に関する基礎的情報を収集する。</p> <p>上記 およびの結果を踏まえ、「ンゴマ22」をモデルサイトとして、灌漑農業の実施可能性を検討する。</p> <p>上記 およびの結果を踏まえ、「ル」国策定のLWHプログラムへのJICAの協力の可能性(協力可能な分野、地域、概要)を検討する。</p>
-------	--

本調査実施に当たっては、LWHプログラムと本調査の整合性を確認するとともに、我が国が過去に実施した調査および世界銀行が実施している灌漑事業の調査、並びに東部県の農業開発事業の報告書等の既存資料を十分に活用して、調査の重複を避けることに留意した。また、対象サイトの「ンゴマ22」については、先方政府、農民組織による自律的な運営管理についても留意するとともに、事業スキーム、対象作物は限定しないものとして検討を行った。さらに、「ンゴマ22」をモデルとして灌漑農業の実施可能性を検討するに当たっては、費用便益分析を行った。

### 1-2. 調査団員

氏名	担当	所属
徳比斗志	総括/灌漑計画	(株)三祐コンサルタンツ
日置晴夫	水源計画/地質	(株)三祐コンサルタンツ
山岸恭敬	営農	(社)国際農林業協働協会
石川秀樹	施設計画	(株)三祐コンサルタンツ
香西献	社会経済分析	(株)三祐コンサルタンツ

1-3. 現地調査日程

Table with columns for Date (年月日), Day (曜日), Location (国), Activity (活動等), and Stakeholder (関係者). The table details a 6-month field survey schedule from March to June, covering various activities like site visits, data collection, and report preparation across different regions in Rwanda.

## 1-4. 主要面接者

組 織	氏 名	職 位
農業動物資源省	Dr. Jean Jacqies	Chirman of Irrigation & MechanizationTask Force (former chairman)
	Mr. Jean Claude	Administrative Manager of Irrigation & MechanizationTask Force
	Mr. Innocent NZEYIMANA	Chirman of Irrigation & MechanizationTask Force
	中野明久	農業動物資源省アドバイザー、JICA 専門家
Rurenge Sector	Mr. Damien NZABARINDA	Sector Agronomist
Remera Sector	Mr. Agoba MUDENGE	Sector Agronomist
Project Staff	Mr. Etienne ISABANE	Agronomist of Ntende Dan Irrigation Project
	Mr. Celestine LADSON	Site Manager of Rilima LUX Project
RAB	Mr. Innocent MUSABYIMAN	Deputy Director General in charge of extension services
	Dr. Claver NGABOYISONGA	Director of Crops
Donor	Mr. Mwumvaneza Valens	Rural Development Specialist , World Bank, Kigali
	Dr. Hudush Seged	Member of LWH Implimentation Unit, World Bank, Kigali
	Mr. Dan Folta	Member of LWH Implimentation Unit, World Bank, Kigali
	Mr. Gary Cramer	Senior Agricultural Advisor, USAID/Rwanda
	Mr. James Parsons	Chef de Bureau et Chef de la Cooperation, CIDA/Rwanda
日本大使館	畑中邦夫	日本国特命全権大使
	中井達哉	二等書記官
	中富晶子	経済協力調整員
JICA ルワンダ事務所	小林広幸	所長
	野田樹	企画調整員



## 第2章 ルワンダ国農業プロジェクトの状況調査

### 2-1. 農業動物資源省

#### 2-1-1. 灌漑農業振興策の3本柱

ルワンダ国農業変革戦略（Strategic Plan for Agricultural Transformation in Rwanda, 2004）では、7-1-3 で①湿地帯の開発、7-1-4 の灌漑開発では、②貯水池築造による丘陵地帯の小規模灌漑開発、川及び湖、地下水を利用した③ポンプ灌漑の検討が取り上げられている。①に対して RSSP 事業(Rural Sector Support Program)、②に対して LWH 事業(Land Husbandry, Water Harvesting and Hillside Irrigation Project)、③に対して大規模ポンプ灌漑事業が現在実施に移されており、灌漑農業による農業変革はこれらを3つの核として推し進められている。

#### 2-1-2. RSSP 事業

これらの中では RSSP 事業の着手が最も早く 2001 年から実施されてきており、現在この事業により完成した貯水池は約 7 箇所に達する。これによる耕地面積増は 3,100 ha とされている。現在はその 3 期事業(2012 年～2017 年)の実施期間中となっている。

#### 2-1-3. LWH 事業

LWH 事業は 2008 年から実施されてきているが、工事が行われたのは Land Husbandry 部門だけであり、Water Harvesting 及び Hillside Irrigation 部門での工事実施は、未だゼロである。(なお、2012 年 8 月には、ダム灌漑プロジェクトとして初めて Nyanza-23 地区工事の開札が行われる予定)Water Harvesting 及び Hillside Irrigation 部門での全般状況は、MINAGRI からの入手情報によれば以下のとおりである。

表 2-1-3-1 LWH 事業

調査・設計段階	代表的プロジェクト名と件数
調査段階	約 10 プロジェクト
Feasibility Study 終了または実施中	約 4 プロジェクト
Basic Design 終了または実施中	
Detailed Design 終了または実施中	1 プロジェクト (Nyanza-23 project)

LWH 事業の事業資金は、各支援機関とルワンダ国政府の共同出資基金によりまかなわれている。その内訳は次のとおりである。

表 2-1-3-2 LWH 事業の共同出資基金

支援機関名	出資額
世界開発銀行 (World Bank)	34 million US\$
USAID (United States Agency for International Development)	5.1 million US\$
CIDA (Canadian International Development Agency)	7.8 million US\$
GAFSP (the Global Agriculture and Food Security Program)	50 million US\$
ルワンダ国政府	19.5 million US\$
計 (ドル価格の変動により多少変わる)	109.4 million US\$

Hillside Irrigation における事業単価が、RSSP 事業における事業単価(約 6,000~7,000 US\$/ha)の 3~4 倍に相当する 20,000 US\$/ha 程度と高くなることについての MINAGRI の見解は、「高くなるのは地形的条件からやむを得ない、特段に Hillside Irrigation の経済性が悪ければ、予算上から Land Husbandry だけを行うという選択もあり得るが、基本的には、国土の 60%以上が丘陵地でそこに 1,000 万人が暮らすルワンダ国で、費用対効果が低いからといって LWH 事業を止める訳にはいかない」というものである。

#### 2-1-4. 大規模ポンプ灌漑事業

ルワンダ国政府の独自予算で事業が進められているもので、2 事業 (1,000ha) が工事实施中、計画中及び工事準備段階のものがその他を含め 7,700 ha 規模ある。ここでの畑地灌漑には、スプリンクラーが採用されている。

#### 2-1-5. 全体の動向

大規模な変革が起きる予兆がある。過去を上回る勢いで RSSP 事業による水田開発が進められようとしている。又、大規模ポンプ灌漑が政府独自予算のもとで進行しており、今後、その進行が加速されようとしている。MINAGRI は WUA (Water Users Association) Supporting Unit を設立し、それら施設の維持管理を行う体制を既に整えている。

LWH 事業については、Land Husbandry 部門だけが実施されてきた。進捗の見えなかった Hillside Irrigation 部門であったが、世銀が 2011 年 8 月前後に Project Implementation Unit として 3 人の専門家を MINAGRI に貼り付けて以来、進捗が見え始め、Nyanza-23 プロジェクトが 6 月初旬にプロジェクト発注広報を行う予定である。Implementation Unit の一員である Dr. Hadush によれば、今後の世銀としての取り組み予定は以下のとおりである。

- ・ Watershed-34,35,Kayonza-4 ; F/S, D/D を同時に実施 (工期 2012 年 6 月~12 月)、2013 年春着工予定。
- ・ Phase-2 ; 世銀 Implementation Unit チームが確認した 37site, 10,000ha のスキーム中の 2,400ha 分について、2013 年 9 月から F/S, D/D に入る予定。
- ・ Phase-3 ; 残る 7,400ha 分を 2014 年 6 月から順次着手する予定。

#### 2-2. RAB (Rwanda Agricultural Board)

RAB は、MINAGRI 傘下のルワンダ国の農業全般を技術面から支える組織であり、以下のとおりの部門を有し役割を果たしている。

- ・ 研究機関としての役割

； 稲、バナナ等の重点作物についての品種改良に対する取り組み

・ 農業開発計画策定機関としての取り組み

； 農業開発に関わる研究と提言、作付け推奨作物の選定等に取り組んでいる。

・ 農業普及機関としての取り組み

； 所属アグロノミストによる地方／地域アグロノミストの指導を行う形で、作付け推奨作物の普及に取り組んでいる。その一環として、稲の優良種モミの無料配布も行っている。

・ 農業農村近代化等への取り組み

； 土壌保全、沼地開発、灌漑と水管理、農産品加工とインフラ整備等についての研究及び指導に取り組んでいる。

・ 家畜飼育に関する取り組み

； 家畜飼育の普及、家畜の病気対策等について、研究施設を整備し取り組んでいる。

・ 政府農業政策の実施機関としての役割

； 政府は、メイズ等の農産品についてその価格を安定化させるために、供給過多な時期には買い支え、供給不測となる時期に放出する市場介入政策を採っている。RAB はこの政府による市場介入を代行する形で行っている。

\* 陸稲について

陸稲がルワンダ国に適合するかどうかに興味を持って RAB に質問した結果、中国が試験栽培を行っているとの回答を得た。その後の調査で次のことが明らかとなり、陸稲が現時点ではルワンダ国の気候に適した作物ではないと判断するに至った。

・ 陸稲は水稲以上に高温を必要とする。特に夜間気温が低下する場合には結実しない。

・ 陸稲の成長促進に重要な役割を担う長日～短日の時間差が赤道直下のルワンダでは小さいために、陸稲の生育に 150 日前後かかってしまい長所である生育期間の短さを得ることができない。

## 2-3. ドナーの灌漑開発支援状況

### 2-3-1. WB（世界開発銀行）

世銀は、現在、RSSP 事業と LWH 事業の 2 つに対し支援を行っている。RSSP 事業に対する支援は、世銀独自で 2001 年以来行ってきており、2012 年からはフェーズ 3 に入っている。LWH 事業については、多国間協調支援ファンドを組織し、その調整役を務めている。ファンドは、107 百万 US\$ の規模で期間は 2010 年～2015 年である。LWH 事業に対しては強力な技術支援体制も整えており、Project Implementation Unit として 3 人の専門家からなる一団を農業動物資源省に貼り付けている。又、どうしてもダム高が高くなる LWH 事業の中で建設されるダムに対しては、世銀が持つ大ダムに対しての安全コードに照らしその安全性を審査する体制（International Panel of Experts による審査）で望もうとしている。

RSSP 事業に比べ建設単価が高くなる LWH 事業については、地形条件の違い、受益地規模の違いからやむを得ないものと受け止め、両者を比較することはできないと考えている。又、LWH 事業の中での Hillside Irrigation の低い費用対効果については、Land Husbandry を含めた全体で考えるべきとの立場をとる一方、収益性の高い作物を栽培することで、低い費用対効果を改善することを志向している。

### 2-3-2. USAID

USAID は、農業関係では LWH 事業に多国間強調支援ファンドの一員として参加している以外には、特別な支援を行っていない。USAID の支援の仕方は、各分野にマネージャーを送り込んでプロジェクトを立ち上げ、そこに資金援助を行うというもので、技術的なかわりはないということである。現在、マネージャーたるべく配置されている人員は、道路、民間企業育成、上下水道、環境、農業の各分野に一名である。

LWH 事業の高い建設単価については、建設後の生産性向上による Benefit も含めた全体的な費用対効果で考えるべきであるとし、又、LWH 事業実施に伴う社会的貢献も評価するべきであるとして、LWH 事業の支援に前向きな姿勢を示した。

### 2-3-3. CIDA

CIDA の支援は農業分野のみで、LWH 事業および GAFSP に対し、多国間強調支援ファンドの一員として参加している。独自での支援としては、NGO を通じてのものがある。

あまりにも建設単価が高いプロジェクトについては実施するわけには行かない場合もあるとしながら、基本的には、LWH 事業の単価がある程度高くなることは、受け入れざるを得ないという姿勢である。

## 2-3-4. 各ドナーにおける姿勢の共通点

次の2点がほぼ共通する姿勢として挙げられる。

- ・ LWH 事業の単価がある程度高くなることは、受け入れざるを得ない。
- ・ LWH 事業は land husbandry と hillside irrigation の一つのパッケージであるとし、事業完成後の land husbandry 実施による benefit も含めた全体の費用対効果で評価すべきである。

## 2-4. 先行プロジェクト現地踏査

### 2-4-1. Ntende Dam 及び Kiliba Dam

#### (1) 概要

- 踏査日時；2012年3月22日
- 踏査人員；鈴木技術審議役、中野専門家、野田所員、日置、Mr. Pascal、Mr. Jules、Mr. Fred

#### (2) ダム及びダム付帯施設

##### (a) 諸元等

- 竣工；2010年12月 (RSSP プロジェクト)
- Ntende ダム ；堤高 6m, 堤頂長 145m, 総貯水量；700,000 m<sup>3</sup>, 貯水面積 64ha
- Kiliba ダム ；堤高 8m, 堤頂長 95m, 総貯水量；400,000 m<sup>3</sup>, 貯水面積 12ha
- (ダム設計：CIMA(カナダ)、ダム施工：EGECOR(ルワンダ))
- 受益面積；合計 575ha 標準農家経営面積 (水田)：20 are
- 水路延長；期間水路 92.7km, 二次水路 35.2km, 三次水路 51.2km, 排水路 20km
- 単位面積当たり事業費；6,000US\$/ha(総事業費約 3.4mil.US\$)

##### (b) 施設の状況・Ntende Dam



上流斜面保護張り石工



洪水吐呑み口 (4,11月に越流)



堤体（ダム天端～左岸）



堤体（ダム天端～右岸）



取水工呑み口部  
(貯水位が天端下 1m に近づくと放流)



取水工吐き出し口



洪水吐の合流と幹線用水路（河川）



貯水池と上流流域



下流受益地サイドを流下する幹線用水路



堤体上流斜面保護張り石工



下流斜面保護植生工

(c) 施設の状況・Kiliba ダム

施設の運用状況等

- ・受益面積；575 ha （現耕作面積；509 ha）（ダム完成前は 20 ha）
- ・運用主体；COPRINTENDE Cooperative（同時に水利組合でもある。構成戸数 3,015）
- ・水管理 ；COPRINTENDE は 10 地区から成る。水利組合は 12 人の委員により構成され、内 10 人が各 1 地区を受け持つ。残る 2 名は、Ntende ダム、Kiliba ダムのゲート管理を行う。ダムからの用水放流は早朝から正午まで行う。用水放流の要請は、当該地区



取水工吐き出し口



分水工（右岸幹線水路）

委員からアグロノミストに上がり、アグロノミストからゲート管理人に指示が出る。



洪水吐流入部



洪水吐急流部

- ・ 一戸当たり耕作面積；20 are（耕作地割付以前に 1ha 以上所有していた農家は 40 are）
- ・ RSSP の役割；モニタリング、経済分析（水利費の決定）、営農指導
- ・ 種籾；RAB から購入
- ・ 収穫高；4.5t/ha（乾燥米、脱穀前）
- ・ 米価格；長粒米：242RWF/kg，短粒米：226RWF/kg (今年の例)
- ・ 組合費；21RWF/(rice 1kg)
- ・ 肥料；NPK: 40kg/20are×320RWF/kg, Urea; 20kg/20are×340RWF/kg
- ・ 農薬；害虫用：150cc/20are×8RWF/cc  
病気用；1kg/ha×13,000RWF/kg
- ・ 水価；昨年までは 1 農家・1 season 当たり 750RWF であったが、今年は RSSP から 1 アール当たり 200RWF という案が出ている。これについては、まだ合意が得られていない。
- ・ 今年度の作付け；

圃場の改良のために前期の作付けができなかった。このため、MINAGRI のカレンダーには準えずに、第 1 作：月植え付け～月刈り取り、第 2 作：月植え付け～月刈り取りで耕作しようとしている。初めての試みであるが、ここガツィボは国内で一番暑いところであり、雨期の低温の問題もないであろうとの RSSP の判断もあり、踏み切ることにした。

## 2-4-2. Rilima ポンプ灌漑プロジェクト

### (1) 概要

踏査日時；2012 年 3 月 21 日

踏査人員；鈴木技術審議役、中野専門家、野田所員、日置、Mr. Pascal、Mr. Jules、Mr. Fred

事業実施；LUX(2008 年ルクセンブルグ支援事業)

灌漑面積；25 ha



灌漑施設；



ポンプ設備



圃場上端の水槽



用水路への吐き出し口



圃場への注水口



緩斜面上に展開する圃場と水源の湖

## (2) 聞き取り調査結果

表 2-4-2-1 聞き取り調査結果

項目			記事
灌漑用水	水量	7,000m <sup>3</sup> /ha	揚水経費を賄うために、収穫の15%を確保しておくよう、農民に要請している。
	コスト	45FRW/m <sup>3</sup>	
灌漑方法	取水方法	ポンプ揚水	ポンプ運転 10~12hr/day, 25days/month
	圃場	面灌漑	用水吐出口の間隔が長すぎることで、圃場の高い透水性のために、うまく機能していない。
栽培作物	主	トマト	トマトペースト製造会社 (SORWATOM)と契約している。
	副	メイズ、豆類	メイズは RAB(Rwanda Agriculture Board)が顧客、いい値段で買ってくれる。豆類は自家消費となっている。
問題点		気象変動	気象状況が不安定で、計画的な営農を困難にしている。
		湖の水位低下	湖の水位が下がってきており、将来、ポンプが機能しなくなる恐れが出ている。
		用地買収	空港建設に関連したホテル建設用地として物色されており、プロジェクト解体の恐れが出てきている。
		トマトの病気	キャッサバウイルスの影響と推測される病気が蔓延し大被害を受けたが、原因が究明されておらず、対策を立てようがない状態にある。
		施設の不備	調整水槽が容量不足で、すぐにあふれ出す。
営農状況	生産高	□□□tons	
	収入	100\$/month/ha	

## 2-4-3. PiCROPP 野菜栽培モデル農場

- ・ 灌漑手法としては、Hand Irrigation が採用されている。
- ・ 灌漑用水はほとんどが marshland からのポンプアップにより得ているが、購入している場合もある。
- ・ 灌漑用水量は、同じ作物でも農場によりかなり差がある。トマトの場合は 0.1mm~2mm/m<sup>2</sup>/day 程度となっている。用水を購入している場合は、0.03mm/m<sup>2</sup>/day と極端に少ない場合もある。
- ・ キャベツの用水量は 2mm~5mm/m<sup>2</sup>/day 前後と農場により差がある。ナスビ、ピーマン、ニンジンの用水量は全般に多めで、5mm/m<sup>2</sup>/day 前後である。
- ・ 灌漑は毎日、朝、または夕刻に行っている。
- ・ 収穫高は大きな差がある。情報の信頼性にも問題があり、収穫高と灌漑用水量の関係も把握しがたい。

表 2-4-3-1 野菜栽培モデル農場調査結果総括表

作物	栽培面積	用水の水源	灌漑手法	灌漑時間帯	収穫高	灌漑水量
トマト Atakundamahoro	2.8 ha	購入	Hand irr.	夕刻	8kg/a	600 ℓ /ha/2days (0.03mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 1	0.12 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午前 午後	80kg/a	10,000 ℓ /ha/day (1mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 2	0.15 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午前 午後	167kg/a	16,000 ℓ /ha/day (1.6mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 3	0.15 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午前 午後	200kg/a	16,000 ℓ /ha/day (1.6mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 4	1.0 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午前	180g/a	6,000 ℓ /ha/day (0.6mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 5	0.08 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	31kg/a	1,000 ℓ /ha/day (0.1mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 6	0.5 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	20kg/a	2,000 ℓ /ha/day (0.2mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 7	0.24ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	7kg/a	8,333 ℓ /ha/day (0.8mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 8	0.04ha	購入	Hand irr.	午後	75kg/a	11,000 ℓ /ha/day (1.1mm/m <sup>2</sup> /day)
トマト Farmer 9	0.0625ha	購入	Hand irr.	午後	37.6kg/a	24,000 ℓ /ha/day (2.4mm/m <sup>2</sup> /day)
ナスビ Farmer 1	0.0018ha	marshland	PumpingH and irr.	午後	—	22,222 ℓ /ha/day (2.2mm/m <sup>2</sup> /day)
ナスビ Farer 7	0.06 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	77.5kg/a	53,333 ℓ /ha/day (5.3mm/m <sup>2</sup> /day)
タマネギ Farmer 2	0.02 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	—	18,000 ℓ /ha/day (1.8mm/m <sup>2</sup> /day)
タマネギ Farmer 3	0.06 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	—	20,000 ℓ /ha/day (2.0mm/m <sup>2</sup> /day)

作物	栽培面積	用水の水源	灌漑手法	灌漑時間帯	収穫高	灌漑水量
タマネギ Farmer 7	0.19 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	5.7kg/a	13,158 ℓ /ha/day (1.3mm/m <sup>2</sup> /day)
スイカ Farmer 2	0.07 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	—	13,700 ℓ /ha/day (1.4mm/m <sup>2</sup> /day)
スイカ Farmer 4	1.5 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	17pcs/a	6,000 ℓ /ha/day (0.6mm/m <sup>2</sup> /day)
スイカ Farmer 6	0.175 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	28pcs/a	4,000 ℓ /ha/day (0.4mm/m <sup>2</sup> /day)
キャベツ Farmer 3	0.04 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	—	24,000 ℓ /ha/day (2.4mm/m <sup>2</sup> /day)
キャベツ Farmer 7	0.97 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	45kg/a	2,062 ℓ /ha/day (0.2mm/m <sup>2</sup> /day)
キャベツ Farmer 8	0.05 ha	canal	Hand irr.	午後	70kg/a	24,000 ℓ /ha/day (2.4mm/m <sup>2</sup> /day)
キャベツ Farmer 9	0.03 ha	marshland	Hand irr.	午後	70kg/a	50,000 ℓ /ha/day (5.0mm/m <sup>2</sup> /day)
キャベツ Farmer 10	0.0035 ha	marshland	Hand irr.	午後	—	57,143 ℓ /ha/day (5.7mm/m <sup>2</sup> /day)
ピーマン Farmer 5	0.02 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	—	50,000 ℓ /ha/day (5.0mm/m <sup>2</sup> /day)
ニンジン Farmer 7	0.015 ha	marshland	Pumping Hand irr.	午後	80kg/a	66,666 ℓ /ha/day (6.7mm/m <sup>2</sup> /day)

### 第3章 ンゴマ 22 地区・灌漑セクターの概況

#### 3-1. 社会状況

地方行政の区分は、キガリ市の他に東部県、北部県、南部県、西部県の4県が配置されている。県には行政機能がなく、その下の郡（District）が主導する形での地方分権化が進められている。郡の下にセクター（Sector）とセル（Cell）が配置されている。

##### 3-1-1. 行政区

計画地域は、東部県、Ngoma 郡（District）に位置し、その谷底が、Remera セクターと Rurenge セクターの行政区となっている、Remera セクターは Ndekwe、Bugera セルが、Rurenge セクターは、Rujambara、Muhurire セルが対象地域となる。各セルには、計9つのイミドゥグドゥ（以下「村落」と称す）が確認された。いずれの集落も、標高 1400m 以上の丘陵部に位置し、計画ダムの直近の谷部分ではないため、計画ダムの灌水により水没する家屋はない。計画地域に係る政府機構を(図 3-1-1-1)に示す。

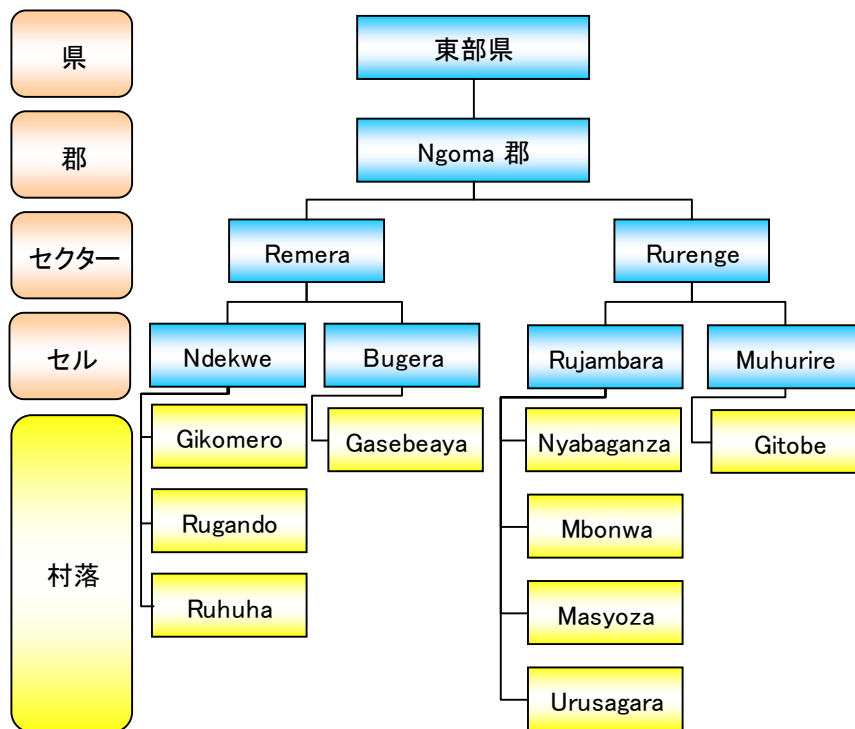


図 3-1-1-1 計画対象地域に係る政府機構

##### 3-1-2. 地方行政組織

「ル」国の地方行政の末端組織はセルである。セルには村落から代表が選出されるセル議会（Cell Council）と、執行委員会（Cell Committee）が設置されている。

### 3-1-3. 人口

計画地域の Ndekwe セルには Gikomero、Rugando、Ruhuha、Bugera セルには Gasebeaya、Rujambara セルには、Nyabaganza、Mbonwa、Masyoza、Ursagara、Muhurire セルには、Gitobe 計 9 つの村落が確認された。各村落の人口及び世帯員数を表 5-1 に示す。1 世帯あたりの平均世帯員数は 4 人を越える村落は 4 村、3 人以上 4 人以下の村落が 2 村落、3 人以下が 3 村落という実態である。

「東部県農業生産生向上プロジェクト」(2011 年 3 月) ベースライン調査結果 (以下「東部ベースライン調査」と称する) によると、ンゴマ郡プロジェクト地域の平均的な世帯構成人数は 5.50 人/世帯～5.95/世帯であり、9 村落の平均世帯員数はこれを世帯当たり 0.9～2.3 人下回っている。また、「ル」国の平均世帯員数は 4.3 人/世帯 (2008 年) であることから、7 村落は全国平均も下回っている。

表 3-1-3-1 各セルの家族構成人数 (人/世帯)

Ndekwe						Rujambara					
IMIDUGUDU	男性	女性	計	世帯数	家族数	IMIDUGUDU	男性	女性	計	世帯数	家族数
Gikomero	298	335	633	168	3.8	Nyabaganza	257	215	472	123	3.8
Rugando	551	613	1164	294	4	Mbonwa	319	236	555	201	2.8
Ruhuha	562	382	944	208	4.5	Masyoza	487	368	855	206	4.2
Bugera						Urusagara	224	203	427	167	2.6
IMIDUGUDU	男性	女性	計	世帯数	家族数	Muhurire					
Gasebeaya	344	215	559	214	2.6	IMIDUGUDU	男性	女性	計	世帯数	家族数
						Gitobe	354	215	569	123	4.6

(出典：Remera、Rurenge、セクター事務所での聞き取り)

### 3-1-4. 男女構成

各村落における男女構成を (図 3-1-4-1) に示す。女性の人口比率が高いのは、Gikomero、Rugando、の 2 村落である。他村落はいずれも男性の人口比率が高い。ジェノサイドは 18 年前の出来事であるが、現在まで歪んだ男女構成比率が続いている。特に男性の人口比率が高い理由として、若年層の人口が多くなってきた事、女性人口の都市へ流出が考えられるが詳細は不明である。この現象について、各セクター職員から明確な回答が得られなかった。

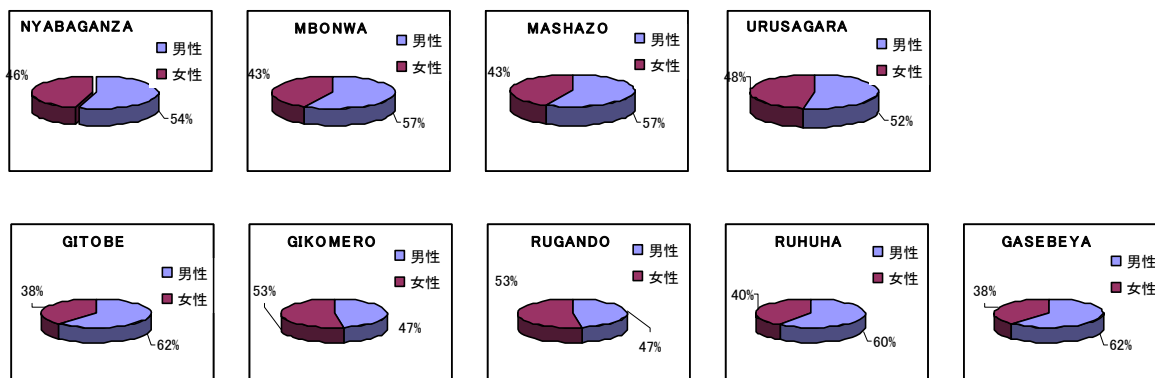


図 3-1-4-1 村落の男女構成比

(出典：JICA 調査団)

## 3-2. 社会生活基盤

### 3-2-1. 教育

計画地域の9村落における小学校は、Nyabaganza、Ursagara、Gitobe、Gikomeroの4校が設置、運営されている。また、中学校はNdekwe、Bugeraセルに各1校が設置・運営されており、Rujambara、Muhurireセルには設置されていない。小学校卒業後Rujambaraセルでは約20km離れたRugeseセルへ、Muhurireセルでは約10km離れたKabuyaセルに設置された中学校へ通学している。

小学校3校の男女別の生徒数ならびに就学率を推定する。就学率は村落の総人口から、就学該当年齢(学齢人口)の児童数を推計し現状の小学校の通学児童数から算出した。「ル」国の小学校の就学該当年齢は6歳から13歳である。全国人口統計から、学齢人口(6歳から13歳の人口比率)は14%と予測されるため、村落の男女それぞれの総人口から学齢人口を推定した。(総人口×就学該当人口比率)

Muhurire Gitobe小学校の就学率は、Gitobe村以外の周辺村落からの児童数の統計がなく、就学該当年例(学齢人口)が把握できないため、推定出来なかった。

表 3-2-1-1 小学校の児童数と就学率

Ndekwe		Gikomero	Rugando	Ruhuha	計	学齢人口	就学率
小学校	男性	64	-	-	64	206	31%
	女性	56	-	-	56	194	29%
	計	120	-	-	120	400	30%

Rujambara		Nyabaganza	Mbonwa	Masyoza	Urusagara	計	学齢人口	就学率
小学校	男性	79	-	-	68	147	188	78%
	女性	59	-	-	59	118	149	79%
	計	138	-	-	127	265	337	79%

Muhurire		Gitobe	計	学齢人口	就学率
小学校	男性	119	119	-	-
	女性	85	85	-	-
	計	204	204	-	-

出典：学齢人口：総人口の14%を就学該当児童数と仮定する。Statistical year book 参照

出所：JICA 調査団作成

全国統計によると「ル」国全体の小学校への就学率は男女ともに95%であり、計画地域の小学校の就学率はかなり低い。また、Nyabaganza村落での聞き取りによると、学校施設の問題点としては、不十分な教室数、机、椅子、黒板などの施設の不足がある。Nyabaganza小学校には2教室しかなく、午前・午後の2部制で運用されていた。

### 3-2-2. 保健衛生

「ル」国の村落において最も身近な診療施設はHealth Postである。Health Postには看護婦2名が日勤と夜勤の交代制で勤務している。マラリア検査、幼児のワクチネーションプログラム、下痢

性疾患など簡単な検査と治療が行われている。また、緊急時には各セルに設置されている Health Center に輸送する体制もとられている。Ndekwe、Muhurire、Bugera の各セルには、Health Center が設置されているが、Rujambara セルには Health Center は設置されていない状況である。Health Center には Medical Assistant<sup>1</sup>と看護婦が勤務し簡単な手術や HIV 検査などの他、母子保健指導や出産も行われる。緊急時には、救急車による郡病院への輸送する連絡体制も取られている。

### 3-2-3. 電気

電化は Remera と Kibungo 間の幹線道路沿いは進んでいるが、村落での普及は遅れている。東部ベースライン調査によると、ンゴマ郡で電化されている農家 6.6% である。また、計画地域に電化されている村落はない。

農家ではケロシンランプとパラフィンランプが利用されている。ケロシンは、200mL(200RWF) 単位で販売され、約一週間の利用が可能である。しかし農家では、現金収入を得る機会が限られているため、ケロシンやパラフィンを定期的に購入することはできない。

### 3-2-4. 通信

「ル」国では有線電話は普及していない。MTN、TIGO および Rwandatel 各社による携帯電話サービスが提供されている。「ル」国では携帯電話普及は目覚ましいものがあり、村落内でも携帯電話を利用している光景をよく見にするが、村落内では電話機の充電や料金チャージが出来ないため、普及の制限要素となっている。

### 3-2-5. 情報へのアクセス

村落住民の行政サービス情報へのアクセスは、郡→セクター→セル→村落のトップダウン型で行われている。村落住民は、村落議会やセル議会のメンバーから行政サービスや普及サービスの情報を得ている。村人の個人的な情報獲得手段としては、ラジオが一般的である。ラジオ局は国営ラジオ局の傘下にあるコミュニティラジオと、Kibungo を基地局とする商業ラジオ局 IZURA が稼働している。

### 3-2-6. 道路・交通

キガリ市から本計画対象地域へ向かう幹線道路は、Remera セクター内で未舗装の道路となる。計画地域には舗装道路はない。道路は傾斜地に敷設されている事に加え、土質が粘土質であるため、雨季には劣悪な状況になる。また、交通手段としては、路線バス等の定期路線はなく、バイクによる輸送も見られるが、自転車が最も普及している。地域の農産物輸送の手段としては主に自転車が利用されているが、物資の運搬は人力に頼り、頭上に載せて運ぶ方法が一般に行われている。

---

<sup>1</sup> Medical Assistant は、4年間の医療関係の学部を卒業していることが条件となる。



### 3-2-7. 給水

計画地域の一部地域のみで、水道水(tap water)が供給されているが、多くの村落では、毎日、谷の湧き水から水を運んでいるのが現状である。水汲み労働は居住環境にもよるが、1日3~4回20ℓのポリタンクを主に女性が頭上に乗せて運んでいる。また、子供たちも5~10ℓのポリタンクにより水汲みを行っている。

### 3-3. 村落社会

#### 3-3-1. 就労状況

ンゴマ郡の「郡開発計画書」によれば、同郡では全世帯の90%以上が農業に従事している。計画地域の村落でも、世帯数の90%以上が農業で生計を維持していると考えられる。農業以外の就労は、キオスクや、バーの経営、キブンゴでの日雇い労働等が確認された。

#### 3-3-2. 生活時系列

村落調査により、平均的な農家の生活時系列を男女別に示す。農家は朝食を食べる習慣はなく、多くの家庭が、夕食のみの1日1食で暮らしている。また、午前中に農作業を行い、昼過ぎに帰宅し、女性は水汲み、薪の採取、家事、夕食の仕事を担当している。男性は、家畜の世話や、家屋周辺での仕事を行い、会合に参加している。夕食後就寝となる。

表 3-3-2-1 村落での生活パターン

時間	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
男性	<p>起床 ←..... 農作業 .....→ 家畜の世話 畑仕事 会合 就寝</p>																		
女性	<p>水汲み 薪集め 家事</p>																		

出所：JICA 調査団

#### 3-3-3. 農家家計

全国統計によると農村世帯での月別平均支出は27,500RWFであるが、村落調査結果から、計画地域での月額平均支出は、13,775RWFでありかなり低い。このうち約10%が食品支出、90%が食品以外の支出であった。これら食品支出のうち、穀物が10%、バナナ・イモ類が10%、豆・野菜が20%となっており、油脂・砂糖・塩が35%である。農業生産に関する支出は、12% (177,260RWF) である。教育費は7%、医療費は7%、電話代7%、の割合であった。

### 3-3-4. 食生活

東部ベースライン調査結果によると、農村部での食事は1日2食が普通である。Ndekwe、Bugera、Rujambara、Muhurireの各セルでの聞き取り調査では、大多数の家庭が1日1食であった。村落住民にとって、米は高価な主食であり、通常はキャッサバ、バナナ、ソルガムサツマイモの蔓などが主食となっている。食肉は1年に1回程度、冠婚葬祭、セレモニー、クリスマス時に食されている。牛乳は主に自家消費されている。

### 3-4. 営農の現況

計画地域の上流・中流/下流から無作為に選んだ61戸の農家からのアンケート調査によると、1世帯当たり平均5名の家族構成で平均耕作面積は、水田0.1ha、畑地0.7haとなっている。(表3-4-1、3-4-2)畑地では88%(全41戸中)にあたる36戸の農家で、水田では32%(全41戸中)にあたる13戸の農家で面積計測が実施されており、農家の土地に対する意識の高さが伺える。水田計測面積が低いのは、1区画当たりの面積が小さいためと思われる。

土地の取得方法は、購入、相続、借地、新規開拓と大きく4つに分類される(図3-4-1)。農家は4つの方法を駆使して土地を取得している。新規耕作は2005年に土地法が新しくなり、Marshlandが本格的に保護される以前に開墾したものである。

このような状況で、耕地利用率も高くRemera、Rurenge両セクター受益対象農家61戸の調査で2戸を除く、すべての農家で100%となっている。せまい土地で多様な作物を栽培することにより、旱魃、病害、食料の安全保障等への対策が経験として慣習化している。

また、アンケートによると、稲作は87%の農家で作付けされており、次にマメ類77%、ソルガム74%の順になっている(図3-4-2)。現在Ngoma22で実施されている作付け体系は、稲作については二期作が主流である。生育期間中に施肥を2回実施しており、除草してから施肥をする基本は守られている。ソルガムについては、イモ類、マメ類の作付け後、栽培されており、1月からのシーズンAに集中している。トウモロコシについては、9月からのシーズンAに栽培が集中している(図3-4-3)。作付け体系は、水稻-水稻(2期作)、イモ類-ソルガム、マメ類-ソルガム、マメ類-トウモロコシ、トウモロコシ-ソルガム、バナナとマメ類の混作などがある。堆肥は、Remera sectorで70%、Rurenge Sectorで45%の農家で施用している結果となった(表3-4-3)。ただし、施肥量や堆肥の材料については不明である。

年間所得は500ドル以下で(2009年準備調査)で農外収入はほぼ無い状況である(19戸に対するアンケート調査で17戸が農外収入無し、Barの経営が1戸、バナナビールの販売が1戸)。

表 3-4-1 受益予定者土地所有状況 (Remera sector)

	水田(m2)	畑地(m2)	利用状況	理由
農家1	未測定	12580	未回答	
農家2	未測定	未測定	未回答	
農家3	375	5200	未回答	
農家4	未測定	14000	100%	
農家5	未測定	3000	100%	
農家6	未測定	未測定	100%	
農家7	未測定	20000	50%	short of rain
農家8	未測定	10000	100%	
農家9	未測定	14200	100%	
農家10	未測定	1500	未回答	
農家11	未測定	未測定	未回答	
農家12	未測定	3900	100%	
農家13	未測定	1750	100%	
農家14	600	15000	75%	fallow
農家15	374	5000	100%	
農家16	未測定	未測定	100%	
農家17	2250	1600	100%	
農家18	未測定	未測定	100%	
農家19	1125	2100	100%	
農家20	未測定	3050	100%	
平均	945	7525		

表 3-4-2 受益予定者土地所有状況 (Rurunge sector)

	水田(m2)	畑地(m2)	利用状況	理由
農家1	未測定	595	100%	
農家2	未測定	3000	100%	
農家3	未測定	8700	100%	
農家4	1128	1848	100%	
農家5	未測定	450	100%	
農家6	未測定	600	100%	
農家7	未測定	8400	100%	
農家8	795	5800	100%	
農家9	600	1750	100%	
農家10	2350	23400	100%	
農家11	1027	2560	100%	
農家12	未測定	13000	100%	
農家13	未測定	5600	100%	
農家14	1000	1800	100%	
農家15	未測定	1200	100%	
農家16	未測定	1875	100%	
農家17	400	20800	100%	
農家18	未測定	10000	100%	
農家19	未測定	3000	100%	
農家20	未測定	5242	100%	
農家21	1000	1575	100%	
平均	1038	5771		

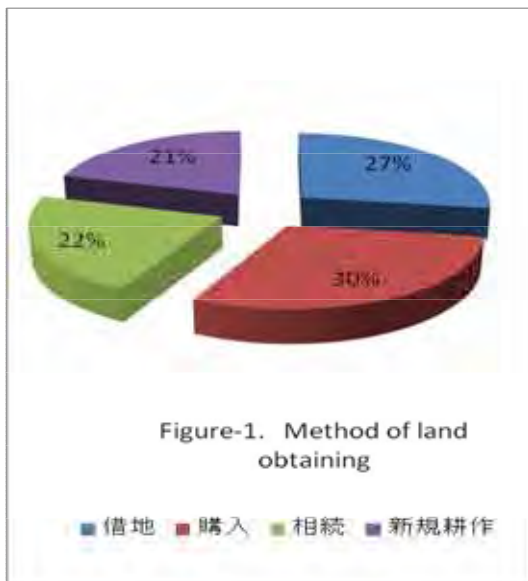


図 3-4-1 土地の取得方法

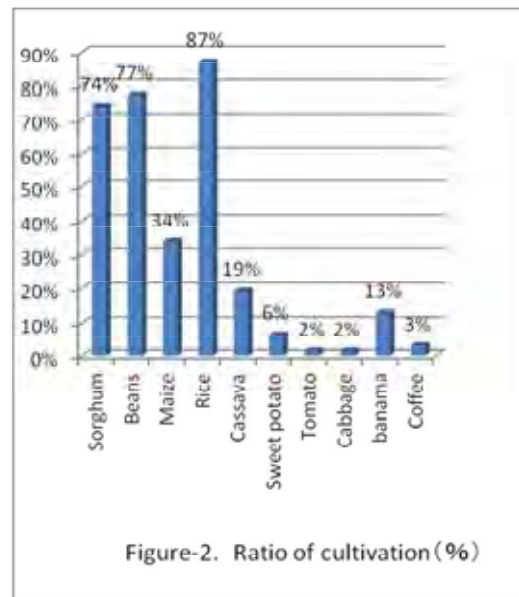


図 3-4-2 耕作割合

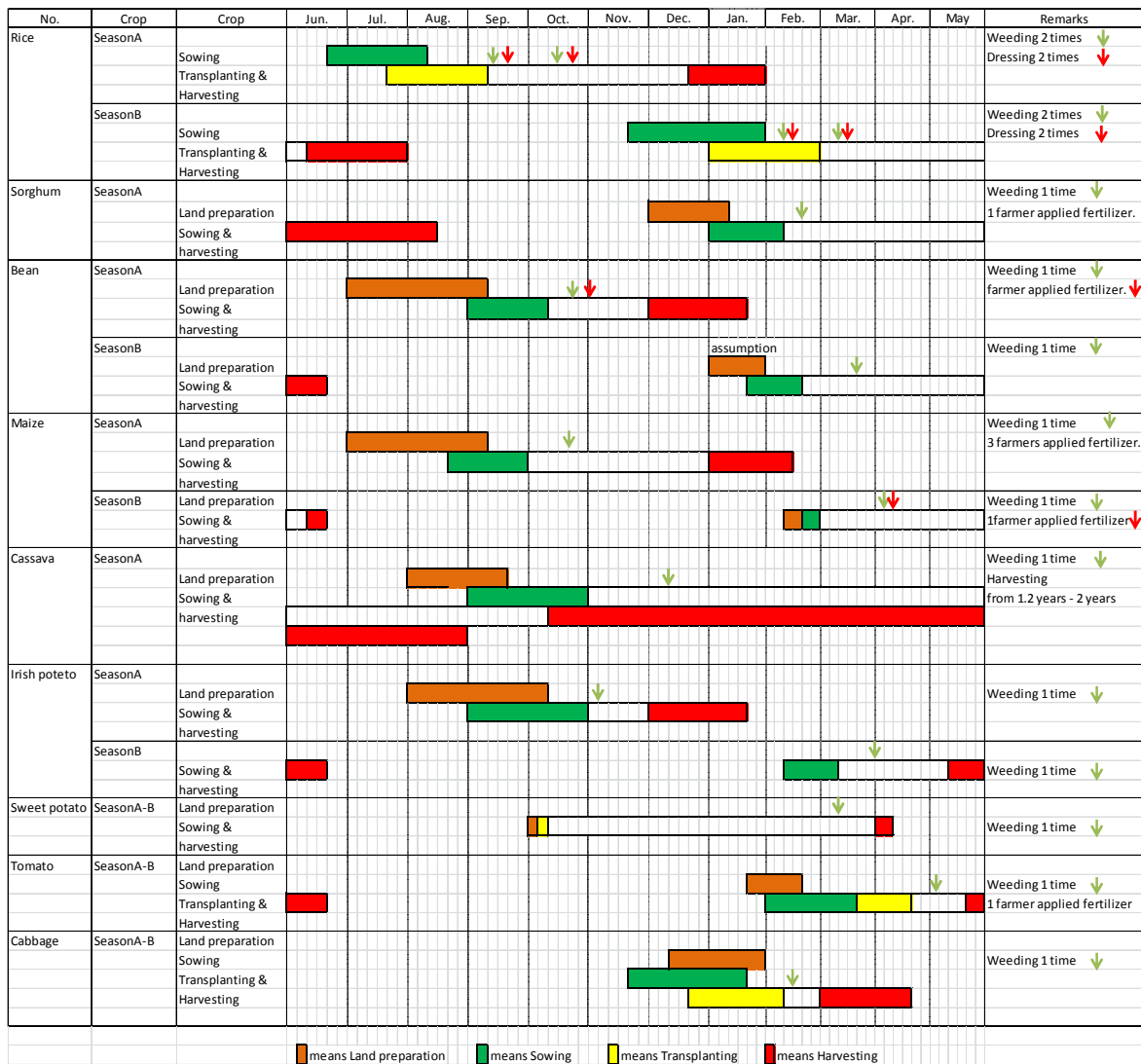


図 3-4-3 現況作付体系

表 3-4-3 堆肥

	堆肥	無施用	無回答	施用率(%)
Remera農家20戸	14	6	0	70
Rulenge農家41戸	19	17	6	45

### 3-5. 営農関連調査

#### 3-5-1. 減水深調査

##### (1) 調査概要

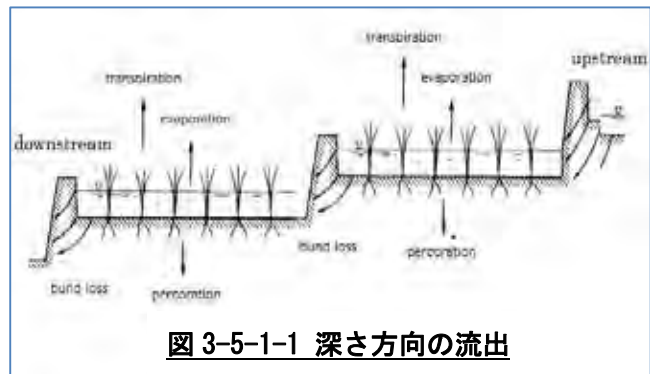
##### (a) 調査目的

受益地となる下流水田の減水深を調査し、水田の灌漑必要水量を評価する基礎データとする。

##### (b) 減水深の定義

水田 1 筆当たりの水の動きは、田面水位の増減を示す減水深で表される。減水深は水田で費やされる水量を 1 日当たりの水の減少した水深で表す (mm/日)。また、減水深は、田面水の流出入量だけでなく(図 3-5-1-1)に示すよう畦からの流出量である畦浸透量、田面水表面からの蒸発量、イネの蒸散量および地下への降下浸透量があり、以下の式で表せる(表 3-5-1-2)。

- ・減水深 = 蒸発散量 + 浸透量
- ・蒸発散量 = 水面蒸発量 + 葉面蒸散量
- ・浸透量 = 畦浸透量 + 降下浸透量



##### (c) 調査数量

**表 3-5-1-1 減水深調査**

調査日時	第 1 回調査				第 2 回調査		
	3月28日	3月29日	4月1日	4月12日	4月21日	4月23日	4月25日
調査位置	Point A	Point B	Point C	Point D	Point E	Point F	Point G

Fig. 3-5-1-2 参照



**図 3-5-1-2 減水深調査位置図**

(d) 調査要領

シリンダーと木製ゲージを設置する前に水田の水口及び水尻を止め、近接田への漏水がある場合には畦塗り実施後、水位測定用シリンダーと木製ゲージを設置する。シリンダー、木製ゲージ設置位置は、水口と水尻が対角線上にある場合は、対角線と直交する線上の3地点、水口と水尻が対角線上にない場合は、水口・水尻から3m離れた2カ所とそれらの中間点1カ所とした。また、シリンダー、木製ゲージの他に、重量法によって蒸散量、蒸発量、雨量を測定する目的で、以下の要領でプラスチックバケツを設置した。

- ・蒸散測定用； 水を張ったプラスチックバケツ3つのそれぞれに稲を一株ずつ入れ、シリンダーの脇に配置。
- ・蒸発測定用； 水を張ったプラスチックバケツ2つを配置。
- ・雨量測定用； 空のプラスチックバケツ1つを配置。
- ・測定時間； 11時から16時30分までの5.5時間。

減水深の評価方法は以下の通りである。

- ・一日当たりの減水量 = (測定用のシリンダーと木製ゲージの値(減水量)) × 24/5.5
- ・一日当たりの蒸発散量 = (蒸散量 + 蒸発量) × 12時間 ÷ 5.5 × 1.15

(FAO Irrigation paper No56 による日長計算値)



Repairing of the bund



Cylinder and stick



Cylinder and stick



Plant for evapotranspiration

## (2) 調査結果

## (a) 蒸発散量

表 3-5-1-2 蒸発と蒸発散量

	Weather	Evaporation (mm/day)	Evapo- transpiration (mm/day)
28-Mar.	fine	2.20	5.00
29-Mar.	cloudy	0.80	2.30
01-Apr.	cloudy	0.40	1.50
12-Apr.	fine	1.05	4.57
21-Apr.	cloudy,rain	1.07	4.16
23-Apr.	cloudy	1.30	4.45
25-Apr.	cloudy	0.95	3.70

第 1 回調査 (28-Mar.~12-Apr.) の蒸発量、蒸発散量はサンプリングに基づき求めた。

第 2 回調査 (21-Apr.~25-Apr.) では、植物体が大きくなったため、準備過程で受けるサンプルの損傷の影響が測定結果に大きく現れるので、現場試験により蒸発散量を評価することが不適當と判断し、FAO の Penman-Monteith 法による推定蒸発散量とした。

## (b) 減水深

## [第 1 回調査]

シリンダーと木製ゲージを設置した PointB(上流)、PointC(中流)、PointD(下流)について比較すると、降下浸透量、畔浸透量それぞれで PointB で 18.3 mm/day、51.5 mm/day、PointC で 20.1 mm/day、122.6 mm/day、PointD で 20.0 mm/day、88.3 mm/day と畔浸透量が降下浸透量を上回っている(表 3-5-1-3)。

3箇所の平均値の割合を比較すると畔浸透量が80%、降下浸透量が20%となっている(図 3-5-1-3)。

表 3-5-1-3 減水深計算値

date	site	weather	Perforation loss (mm/day)	bund loss (mm/day)	Total water loss in depth (mm/day)
28-Mar.	pointA	fine	7.9	-	-
29-Mar.	pointB	cloudy	18.3	51.5	69.8
01-Apr.	pointC	cloudy	20.1	122.6	142.7
12-Apr.	pointD	fine	20	88.3	108.2

Remark: each figure is on the average of three.

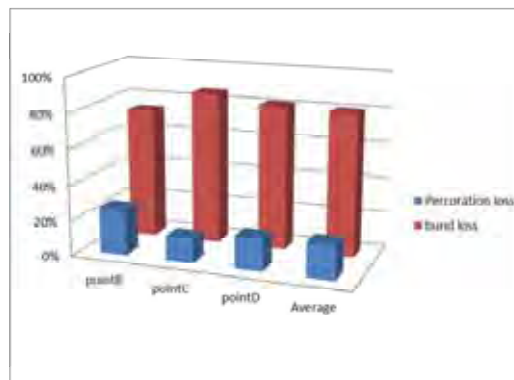


図 3-5-1-3 浸透量の割合

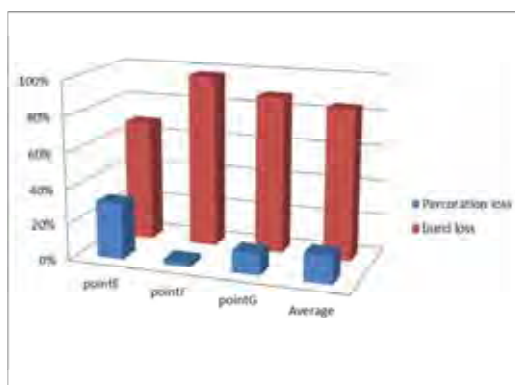
[第2回調査]

PointE(上流)、PointF(中流)、PointG(下流)における調査結果は、降下浸透量、畔浸透量それぞれについて、PointE ; 13.5 mm/day、29.3 mm/day、PointF ; 6.0 mm/day、213.7 mm/day、PointG ; 10.0 mm/day、72.7 mm/day となっており、畔浸透量が降下浸透量を上回っている(表 3-5-1-4)。3箇所の平均値の割合を比較すると畔浸透量が 85%、降下浸透量が 15%である(図 3-5-1-4)。

**表 3-5-1-4 減水深計算値**

date	site	weather	Percoration loss (mm/day)	bund loss (mm/day)	Total water loss in depth (mm/day)
21-Apr.	pointE	cloudy,rain	13.5	29.3	42.8
23-Apr.	pointF	cloudy	6.0	213.7	219.7
25-Apr.	pointG	cloudy	10.0	72.7	82.7

Remark: each figure is on the average of three.

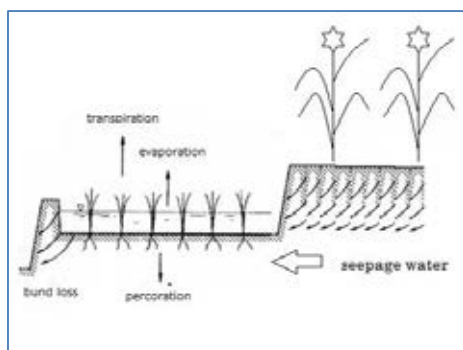


**図 3-5-1-4 浸透量の割合**

両調査の平均減水深は降下浸透で 13.6 mm/day、畦浸透量で 96.4 mm/day であった。

[畦浸透量に与える降雨の影響]

第2回調査・4月21日の結果で、畦浸透量が際立って小さくなっている。これには、調査中の降雨の影響が現れたものと考えられる。(12時40分から14時45分まで：降雨量20mm；雨量観測データ)。降雨自身は、シリンダー内、圃場内に等しく影響するので、畦浸透量が影響を受けるのは、地下水および地表水の圃場への流入である(図 3-5-1-5)。



**図 3-5-1-5 畑地からの浸透水**

測定開始時と降雨終了時の水尻の濁りを比較すると、後者の方の濁りがより顕著であり、地表水の流入の影響が大きかったことをうかがわせる。





Outlet of the paddy field (10:55)



Outlet of the paddy field (16:30)

### 3-5-2. インテークレート調査

#### (1) 調査概要

##### (a) 調査目的

受益地となる畑地においてインテークレートを調査し、適切な畑地灌漑方法を検討する基礎データとする。

##### (b) インテークレートの定義

###### i) 積算浸入量 (D)

積算浸入量は浸入により減じた水深の累積値であり、測定結果を両対数紙の横軸に経過時間 (T) をとり、縦軸に積算浸入量 (D mm) をとると、ほぼ直線式を示すので次の式が成立するといわれている。

$$D=C \cdot T^n$$

ここに、T：給水を始めてからの経過時間(min)

C：定数 (T=1 のときの D)

n：定数(直線の勾配)

###### ii) インテークレート(浸入速度) (I)

インテークレートは、浸透の程度を表す指標であり、次式により定義される。

$$I=60 \cdot C \cdot n \cdot T^{n-1}$$

ここに、I：intake rate (mm/hr)

T：給水を始めてからの経過時間(min)

N：定数(直線の勾配)

###### iii) ベーシックインテークレート ( $I_b$ )

インテークレートは、灌漑を始めてから時間が経過するに伴い次第に減少し、ついには一定の値に落ち着く。この状態におけるインテークをベーシックインテークレートといい不飽和土壌における透水性を表す。ベーシックインテークレートは浸入率曲線の時間による変化率が 10%以下に低下したときの値として定め、ベーシックインテークレートに達するまでの時間(T)は  $T=600 \cdot (1-n)$  で表される。ベーシックインテークレート ( $I_b$ ) は C , n の値から次式によって求めることができる。

$$I_b=60 \cdot C \cdot n(600 \cdot (1-n))^{n-1} \quad (\text{mm/hr})$$

なお、測定された浸入曲線から( $I_b$ )を求めるには、( $T$ )に対応する浸入速度を求めればよい。

(c) 調査数量／位置

調査は、(図 3-5-2-1)に示す 5 地点で実施した。A 及び B については、ベーシックインタークレートの値が高かったため、再度近隣圃場にて実施した(D、E)。A、D については自然状態時と湿潤状態時について計測した。

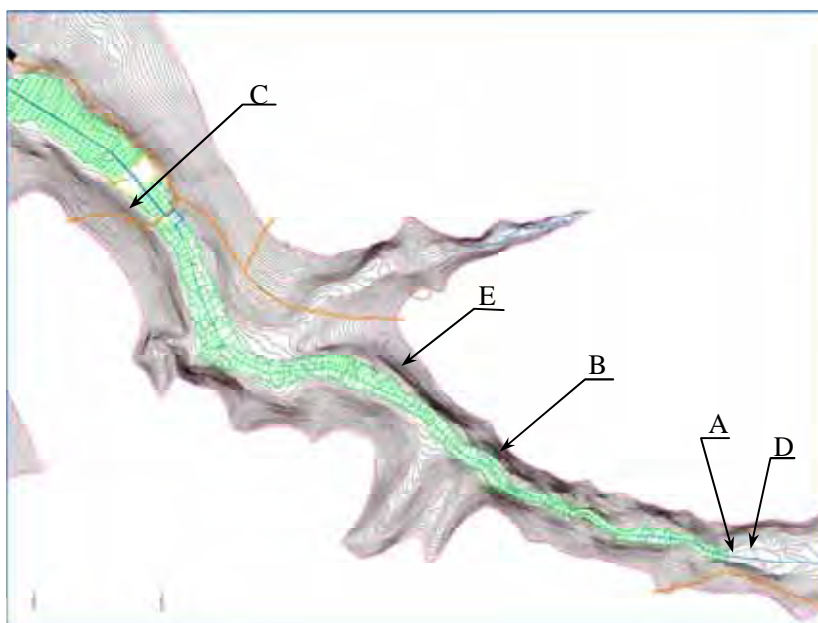


図 3-5-2-1 インタークレート調査位置図

(d) 調査要領

[用具／器機]

鉄製シリンダー3本(直径 15cm、長さ 35cm、内側にメモリテープを貼っている)、緩衝池用円形枠(直径 58cm、長さ 35cm)、電子秤、500cc フラスコ、給水バケツ 4 本/20L、シリンダー打ち込みよう木槌、同木片、水準器、クリノメーター、ストップウォッチ、ビニール布、ロート

[要領／手順]

自然状態及び湿潤状態における圃場について 3 箇所に緩衝池用円形枠を深さ 20cm となるように設置した。枠の中心にシリンダーを 20cm 深となるよう木片と木槌で埋め込んだ。その際、水準器を使い垂直となるよう留意した。外枠に水を張り、シリンダー内にビニール布を敷き(泥濘化防止目的)、水をロートでシリンダー内に充填した。その後直ちにビニール布を取り除き、ストップウォッチによる計時を行った。1、5、10、15、20、25、30、40、50、60 分おきにシリンダー内のメモリを読み取った。また、適宜水の減り加減に留意し、500cc のフラスコと電子秤で正確な量の水を加えていった。なお加える前の水を水位と加えた後の水位もメモした。

翌日同時刻における湿潤状態時での計測を上記同様の方法にて実施した。



緩衝池用円形枠設置



シリンダーの埋め込み



測定開始



1 回当たりの水量は 500cc



減水量の計測



1 圃場 3 箇所を実施

(2) 調査結果

表 3-5-2-1 インテークレート調査結果一覧表

調査位置／条件	調査日時	栽培作物／地形	ベーシックインテークレート
A, 自然状態	4月3日	サツマイモ／平地	580 mm/hr
A, 湿潤状態	4月4日	同上	78 mm/hr
B, 自然状態	4月8日	ソルガム／傾斜地(10° )	672 mm/hr
C, 自然状態	4月12日	飼料作物／平地	75 mm/hr
D, 自然状態	4月21日	アイリッシュポテト／平地	628 mm/hr
D, 湿潤状態	4月22日	同上	490 mm/hr
E, 自然状態	4月23日	ナス跡地／平地	34 mm/hr

4月3日(自然状態：上流 LocationA：サツマイモ畑：平地)

実測値の(表 3-5-2-2(1))より、積算浸入量変化率 10%に相当するインテークレート値は 580 mm/hr となる。故にベーシックインテークレート  $I_b=580$  mm/hr

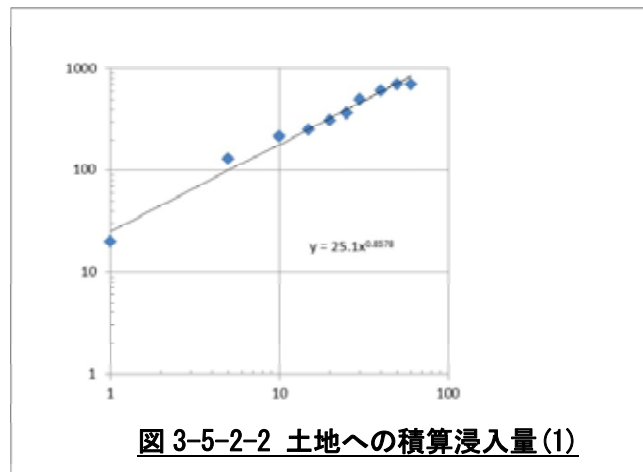


図 3-5-2-2 土地への積算浸入量(1)

表 3-5-2-2 インテークレート調査結果(1)

経過時間	積算侵入量	インテークレート	変化率
1	20	1029	
5	130	819	550%
10	220	742	69%
15	253	700	15%
20	313	672	24%
25	370	651	18%
30	500	634	35%
40	610	609	22%
50	700	590	15%
60	707.5	575	1%

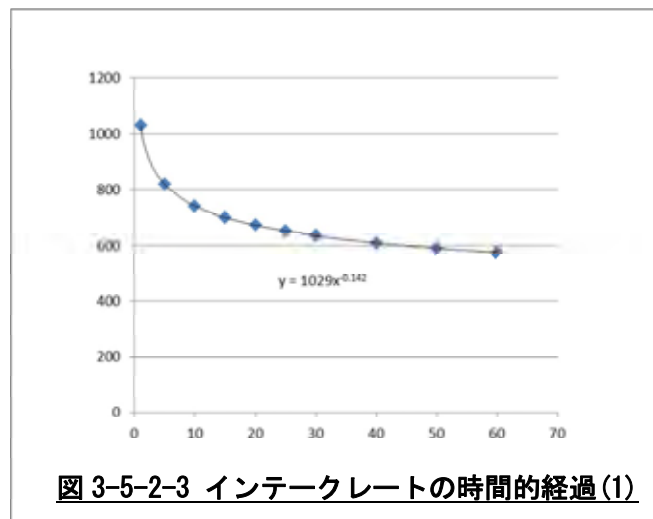


図 3-5-2-3 インテークレートの時間的経過(1)

4月4日(湿潤状態：上流 LocationA：サツマイモ畑：平地)

同様な方法により、ベーシックインテークレートは  $I_b=78 \text{ mm/hr}$  と推察される。

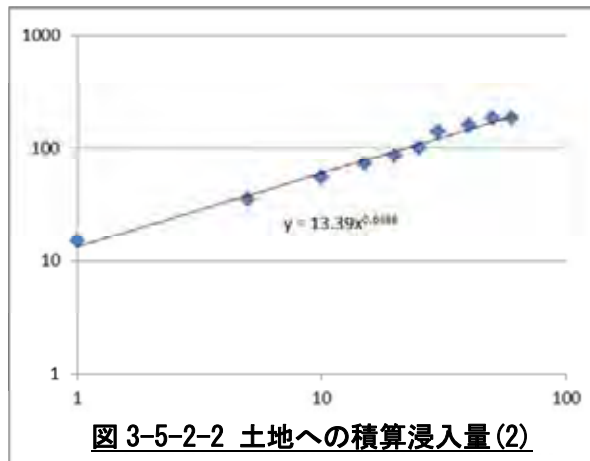


図 3-5-2-2 土地への積算浸入量(2)

表 3-5-2-2 インテークレート調査結果(2)

経過時間	積算侵入量	インテークレート	変化率
1	15	457	
5	35	221	133.3%
10	55	162	57.1%
15	72.5	135	31.8%
20	85	118	17.2%
25	100	107	17.6%
30	140	98	40.0%
40	160	86	14.3%
50	185	78	15.6%
60	185	72	0.0%

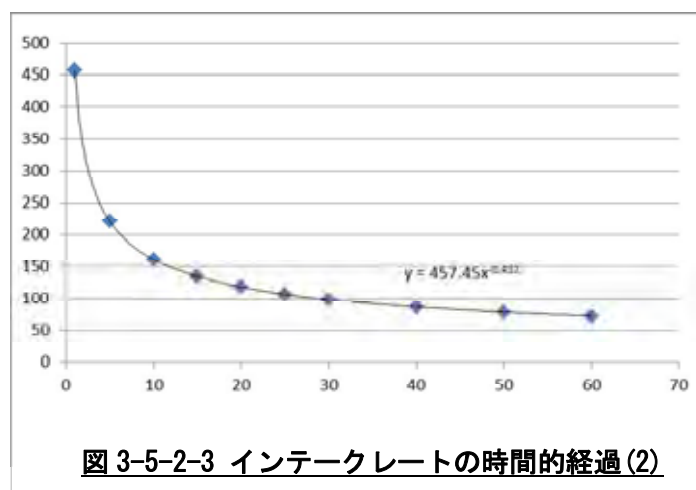
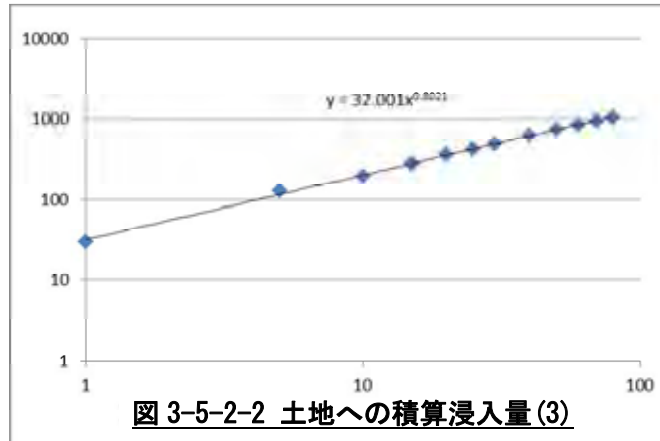


図 3-5-2-3 インテークレートの時間的経過(2)

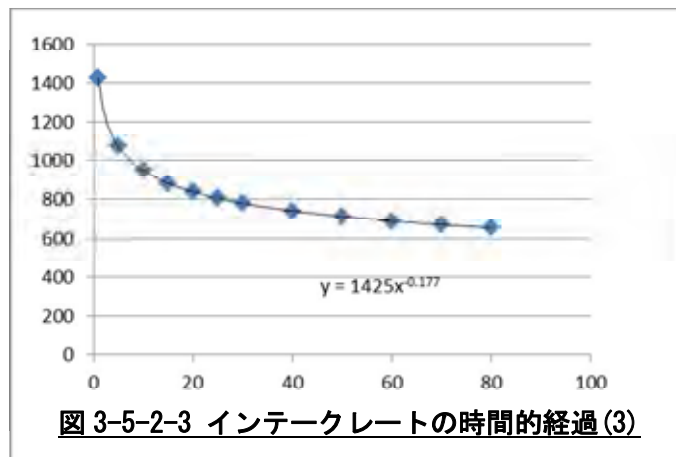
4月8日(自然状態：中流 LocationB：ソルガム畑：傾斜地(斜度 10° )

同様な方法により、ベーシックインテークレートは  $I_b=672 \text{ mm/hr}$  と推察される。



**表 3-5-2-2 インテークレート調査結果 (3)**

経過時間	積算侵入量 mm	インテークレート	変化率
1	30	1425	
5	130	1072	333%
10	198	948	52%
15	282	882	43%
20	359	838	28%
25	422	806	17%
30	492	780	17%
40	624	741	27%
50	747	713	20%
60	849	690	14%
70	944	672	11%
80	1044	656	11%



4月12日(自然状態：下流 LocationC：Reed canarygrass (飼料作物)：平地)

同様な方法により、ベーシックインテークレートは  $I_b=75 \text{ mm/hr}$  と推察される。

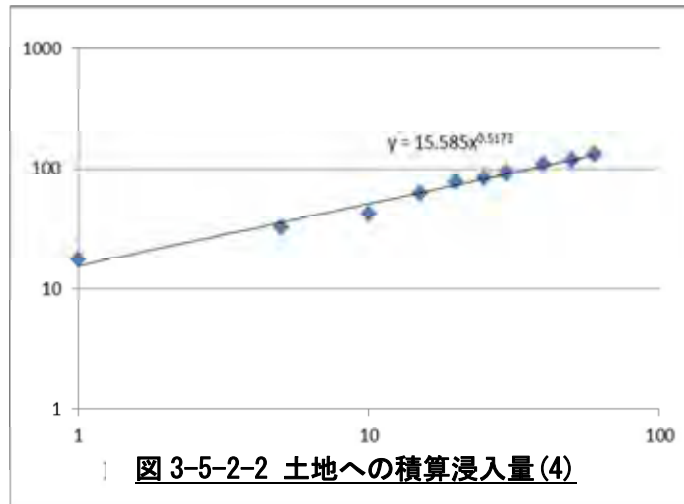


表 3-5-2-2 インテークレート調査結果(4)

経過時間	積算侵入量	インテークレート	変化率
1	17.5	483.7	
5	32.5	222.4	86%
10	42.5	159.2	31%
15	62.5	130.9	47%
20	77.5	113.9	24%
25	85	102.3	10%
30	92.5	93.7	9%
40	110	81.5	19%
50	118.75	73.2	8%
60	132.5	67.0	12%

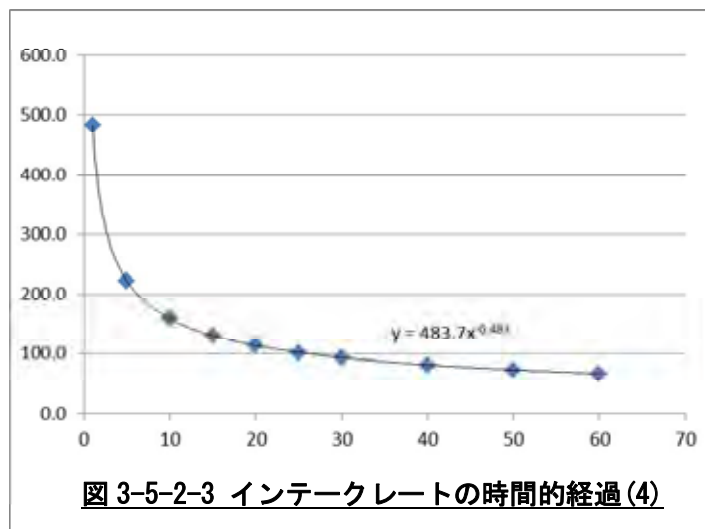


図 3-5-2-3 インテークレートの時間的経過(4)



4月21日(自然状態：上流 LocationD：Irish-potato畑：平地)

同様な方法により、ベーシックインテークレートは  $I_b=628 \text{ mm/hr}$  と推察される。

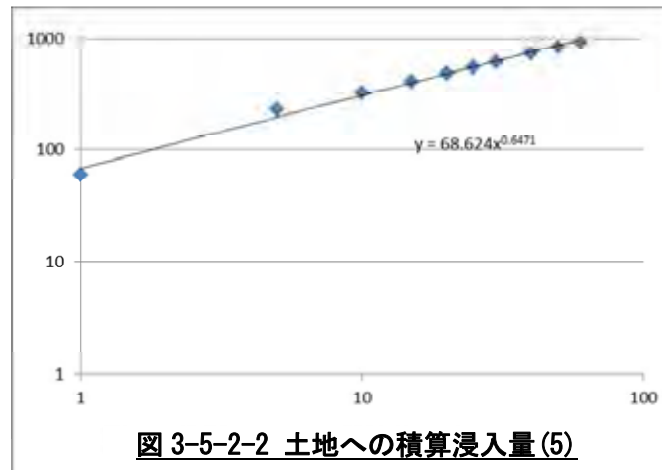


図 3-5-2-2 土地への積算浸入量(5)

表 3-5-2-2 インテークレート調査結果(5)

経過時間	積算浸入量	インテークレート	変化率
1	60	2664.4	
5	230	1509.8	283%
10	320	1182.2	39%
15	410	1024.6	28%
20	485	925.7	18%
25	550	855.6	13%
30	615	802.3	12%
40	727.5	724.8	18%
50	830	669.9	14%
60	912.5	628.2	10%

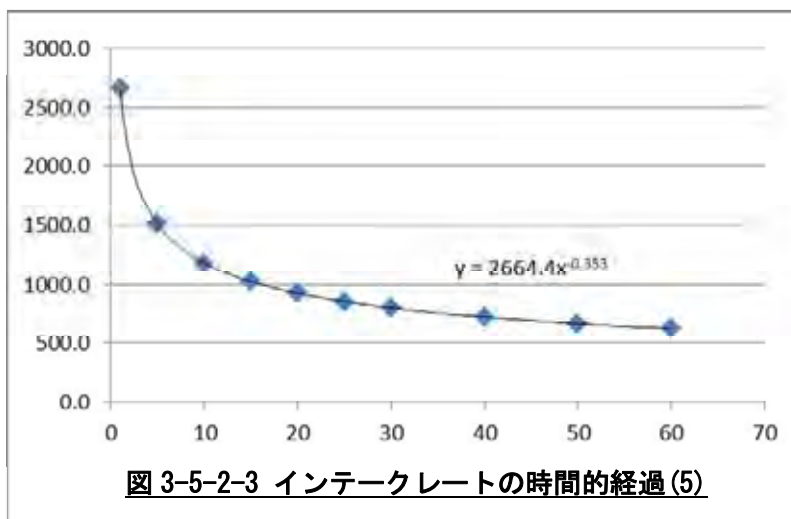


図 3-5-2-3 インテークレートの時間的経過(5)

4月22日(湿潤状態：上流 LocationD：Irish-potato畑：平地)

同様な方法により、ベーシックインテークレートは  $I_b=490 \text{ mm/hr}$  と推察される。

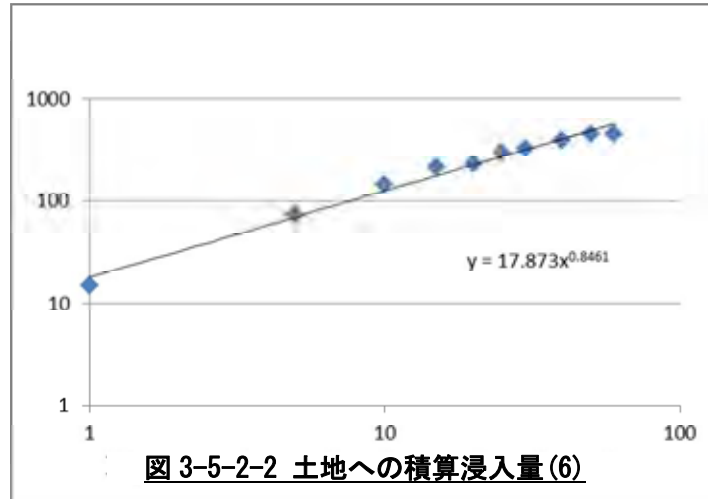


図 3-5-2-2 土地への積算浸入量 (6)

表 3-5-2-2 インテークレート調査結果 (6)

経過時間	積算侵入量	インテークレート	変化率
1	15	907.3	
5	72.5	708.3	383%
10	145	636.6	100%
15	215	598.1	48%
20	230	572.2	7%
25	295	552.9	28%
30	330	537.6	12%
40	390	514.3	18%
50	452.5	496.9	16%
60	455	483.2	1%

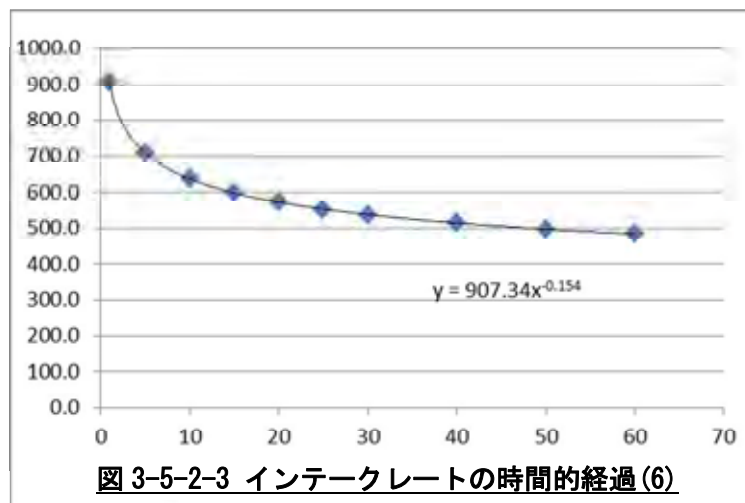


図 3-5-2-3 インテークレートの時間的経過 (6)

4月23日(自然状態：中流 LocationE：ナス跡地：平地)

同様な方法により、ベーシックインテークレートは  $I_b=34 \text{ mm/hr}$  と推察される。

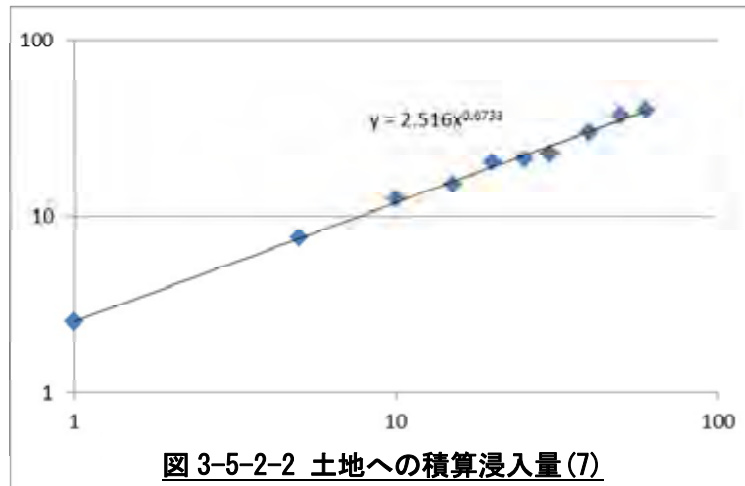


図 3-5-2-2 土地への積算浸入量 (7)

表 3-5-2-2 インテークレート調査結果 (7)

経過時間	積算侵入量	インテークレート	変化率
1	2.5	101.6	
5	7.5	60.1	200%
10	12.5	47.9	67%
15	15	42.0	20%
20	20	38.2	33%
25	21	35.5	5%
30	22.5	33.5	7%
40	30	30.5	33%
50	37.5	28.3	25%
60	40	26.7	7%

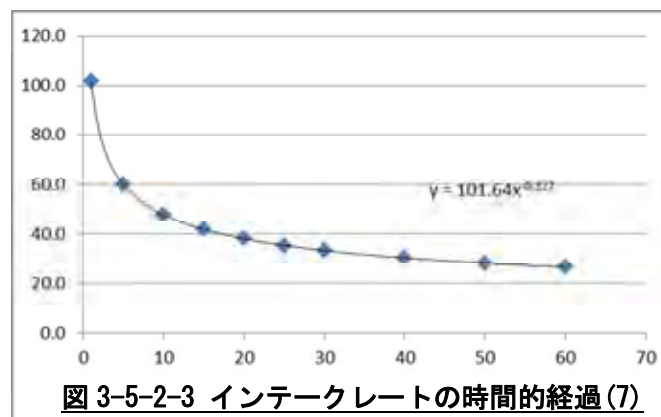


図 3-5-2-3 インテークレートの時間的経過 (7)

(3) 考察

インテークレートは、特定の条件下で灌漑水又は降雨水が土壌中に侵入する割合で、一般に mm/hr で表され、不飽和土壌における透水性の指標となり、畑地灌漑においては、灌漑方式や適正灌漑強度の決定の重要な因子となるものといわれている(畑地灌漑)。また、アメリカではベーシックインテークレートが 7.6 mm/hr 以上あれば深層浸透損失が大きいので、地表灌漑は採用できないとしている。日本の場合、ほとんどこの値を上回っているのが普通である(丸山ら 灌漑排水 上巻 養賢堂 P133)。畑地灌漑によるといずれの土壌条件でも 30mm/hr 以下となっている(表 3-5-2-4)。

中下流(調査位置 C, E)で2桁台があるものの、すべて 30 mm/hr 以上であり、特に上流では大きな値となっているので、本計画対象の圃場は高い透水度を有していることが明らかとなった(表 3-5-2-3)。従って、本プロジェクトでは、畑地灌漑の方法として、畝間灌漑、スプリンクラー灌漑は不適當であると判断され、作物の根元だけを灌漑するような節水灌漑手法を採用する必要があるものと考えられる。

表 3-5-2-3 ベーシックインテークレート

	A (mm/hr)	B (mm/hr)	C (mm/hr)	D (mm/hr)	E (mm/hr)
Natural Condition	580	672	75	628	34
Field Capacity	78	-	-	490	-

注) Natural condition ; 自然状態

Field Capacity ; 24 時間経過後の湿潤状態

表 3-5-2-4 許容灌漑強度(mm/hr) (畑地灌漑より抜粋)

土壌	平坦地	傾斜地
砂質土	30	20
壤土	15	10
粘土質	10	7

### 3-6. 水資源賦存量調査

#### 3-6-1. 水文等補足調査

(1) 水文・気象事象の長期変動傾向

(a) 収集データ

以下の水文気象データを収集した。

**表 3-6-1-1 水文気象データ一覧**

種別	観測所	諸元	期間	備考
降雨	Kigali 空港	月別降水量	1998~2011	
	Kigali 空港	日降水量	1971~2009	2009 年度業務より
	Kigali 空港	月別 24 時間最大	1971~2008	2009 年度業務より
	Kibungo	日降水量	1932~1993	2009 年度業務より
	Kibungo	月別降水量	2011	欠落あり
	Gahororo	日降水量	1960~1994	
気温	Kigali 空港	月別最大・最低	1998~2011	
	Kigali 空港	日最大・最低	1971~2008	2009 年度業務より
	Kibungo	日最大・最低	1973~1993	2009 年度業務より
	Kibungo	月別最大・最低	2011	欠落あり
	Gahororo	日最大・最低	1960~1994	
日照時間	Kigali 空港	月別日照時間	1998~2007	欠落あり
	Kigali 空港	日照時間	1971~2008	2009 年度業務より
	Kibungo	日照時間	1990~1992	2009 年度業務より
湿度	Kigali 空港	月平均	1998~2011	
	Kigali 空港	日平均	1971~2008	2009 年度業務より
	Kibungo	日平均	1990~1992	2009 年度業務より
	Kibungo	月別平均	2011	欠落あり
風速	Kigali 空港	月最大	1974~1993	2009 年度業務より
	Kibungo	日最大	1974~1991	2009 年度業務より
蒸発量	Kigali 空港	日積算	1971~1993	2009 年度業務より
	Kibungo	日積算	1990~1993	2009 年度業務より

(b) 水文・気象事象の長期変動傾向

i) 降雨量

Kigali 空港の過去 40 年間の年降水量の変化は (図 3-6-1-1) のとおりとなり、長期減少傾向が現れている。

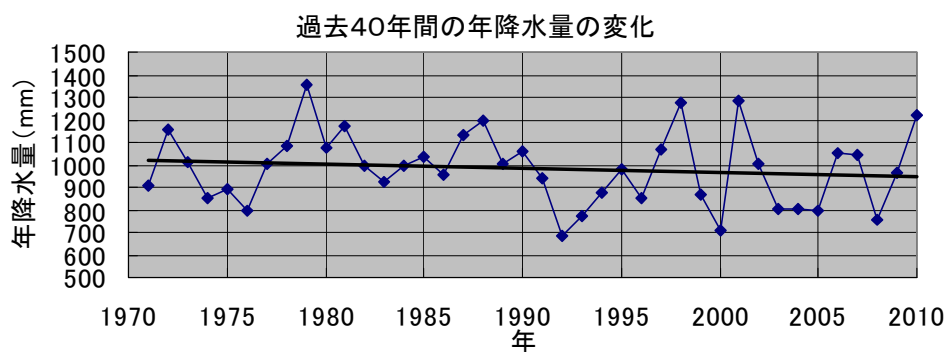


図 3-6-1-1 過去 40 年間の年降水量の変化

この減少傾向は、大雨期 (3,4,5 月) の減少傾向が強まっていることに影響されたものである。

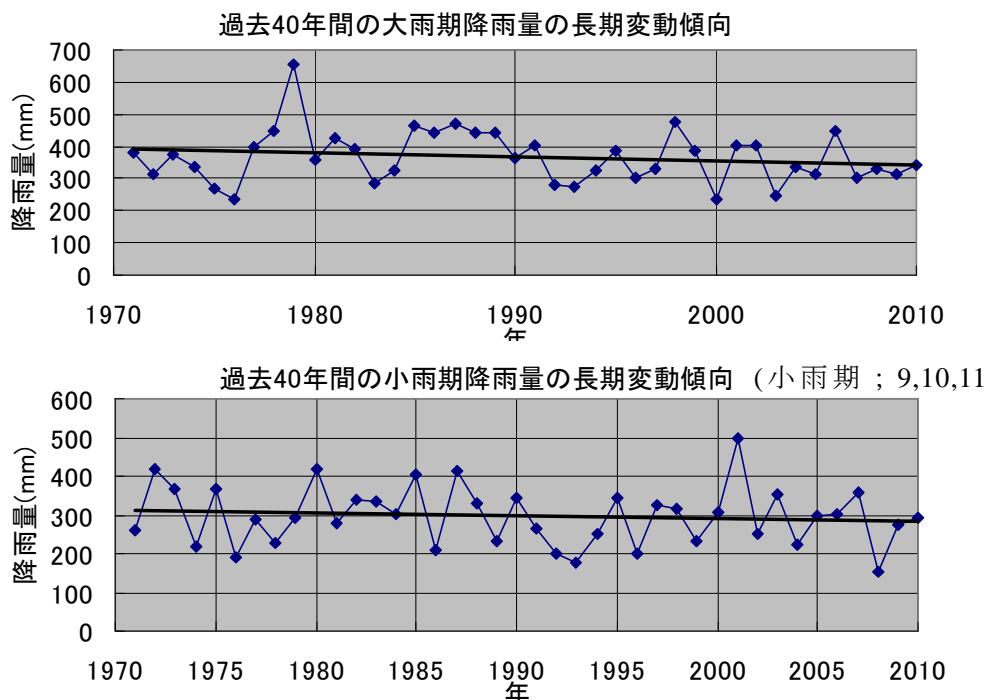


図 3-6-1-2 過去 40 年間の降雨量の長期変動傾向

) 気温

日最大気温年間平均値の推移を過去 40 年間についてみると、約 1.5 上昇したという結果となった。地球温暖化がルワンダでは顕著に現れている。

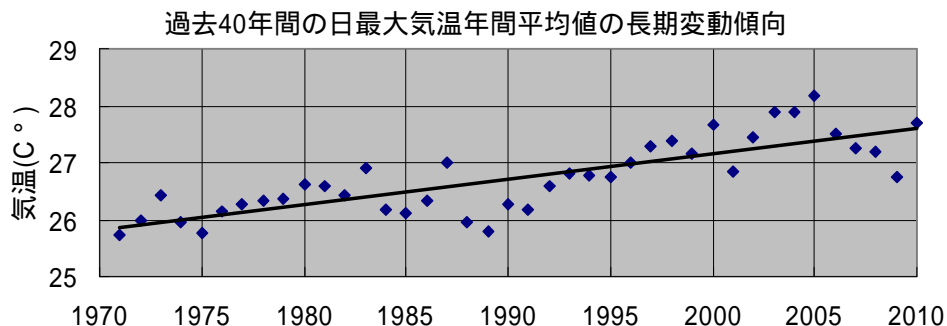


図 3-6-1-3 過去 40 年間の日最大気温平均値の長期変動傾向

(2) ダムサイトにおける降雨および流量観測

ダムサイトおよび近傍には、MINAGRI 派遣の中野 明久 灌漑アドバイザー（JICA 専門家）により雨量計および流量観測施設が設置されており、本年 2 月に観測を開始した。

なお、流量観測施設は、広頂堰，水位計，気圧計，洪水時浮遊土粒子捕獲装置，自動記録計を備えている。



図 3-6-1-4 流量観測施設位置



雨量観測施設



流量観測施設



### 3-6-2. 水源計画調査

#### (1) ダムサイト周辺概査

##### (a) 概要

踏査日時；3月6日，7日

従事者；中野アドバイザー、Mr. Jules、徳、日置、Mr. Fred、Mr. Yahaya

##### (b) ダムサイト



図 3-6-2-1 流量観測施設位置

ダムサイトは、左右2つの扇形状浸蝕谷に生まれた泉を源とする小川の合流点下流に位置する。

上流の谷は平なべ状で山腹勾配も緩やかであり、ある程度の貯水量を確保しようとするれば、それなりに堤高は高くなる。



ダムサイト右岸の道路は2車線道路に改修されている。堤高次第では山側への移設が必要となる。



ダムサイト右岸の丘陵斜面には、エロージョン防止を目的として等高線沿いに集水溝が掘削されていた。この溝は緩斜面への Land Husbandry としても位置づけられるものである。また、上段の写真に見られるような不完全ではあるが段状の整形も行われている。なお、ダム軸のほぼ延長線上、斜面上位に牛舎があり、3頭の牛が飼育されている。壮年の男性3人がその世話をしている。以下を聞き取った。

- ・イミツグズー政策で家族は丘陵上の住居に住んでいる。
- ・牛に必要な水の量は、一日当たり 70ℓ。
- ・大人3人に必要な水の量も、一日当たり 70ℓ。
- ・牛に斜面を降りさせ、流れから水を飲ませることは法律で禁じられている。



なお、ダムサイト周辺ではコーヒー、アボガド、バナナ、マンゴー、グアバ、パパイヤ、ライムなどの果樹が認められる。ここで、コーヒーおよびバナナは果樹園として栽培されているが、他は農地の一角あるいは家庭の庭先に植えられている。



コーヒー(手前)とバナナ



マンゴー

## (c) 中国ダムの谷

中国の支援により築造されたフィルダムが左岸側の尾根を挟む隣接谷に存在する。2010年に観察された放流ゲートの漏水は、修理されないまま現在に至っている。



この谷には、左岸山腹の道路沿いにかなりの数の手押しポンプ井戸が中国の支援により造られたが、現在生きているのは2基のみである。水質は良好である。

谷の左岸側枝谷には、泉を水源として水田が開かれている。

中国谷の水田には、現在、作付けされていないものがある。これらは、契約した仲買人が買い付けに来るのが遅れたために農民が収穫米を売るのが遅れ、そのために作付けすべき時期に種籾、肥料の購入ができなかったことによるものである。



合流点では、中国ダムの谷からの流れが多く、その水流の勢いに押されてンゴマ-22の谷からの流れはせき上げられたような状態となっている。

(d) ンゴマ-22 谷の水田

水田は、ダムサイト直下から下流合流点にかけての約 3km に渡り、幅 70m 前後で広がっている (約 20ha)。水源は谷中央を流れる川および左右岸山腹の泉から得ている。河川水は、簡易堰でせき上げたものを水田に導水後、河川に戻すことを繰り返す形で、反復利用されている。水田の一区画は 20m×20m 前後で小さい。



(e) 合流点下流の状況

河川は、合流点から約 2.5km 下流で Gashonvi 側からの流れと合流し、Lake に注ぐ。この合流点からの 2.5km 区間の川沿いには水田が開かれている。この間では河川水をチェックゲートによりせき上げ、灌漑用水を取水している。



チェックゲートによるせき上げ取水と周囲の水田

また、Gashonvi 側では、Gashonvi から Ruyuvu および Gashonvi から Kamiranzovu にかけての谷底平地には水田が広がるが、湖方向への水田の広がりには Gishike 集落の下あたりまでで、以降は湿地帯となっている。湿地帯にはパピルスが厚く繁茂している。このような湿地帯は国有地で、湿地保全政策上、開発が制限されている。



Gashonvi 付近の水田の広がり



Pepiniere を遠望する付近の湿地帯と繁茂するパピルス

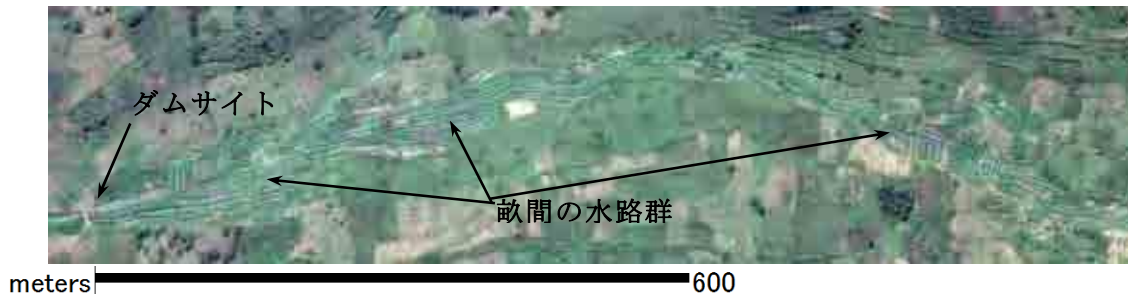


Goshovi 谷の奥にあるダム（堤高約 20m、堤頂長約 200m、所属不明）

(2) 河川流況・灌漑実態調査

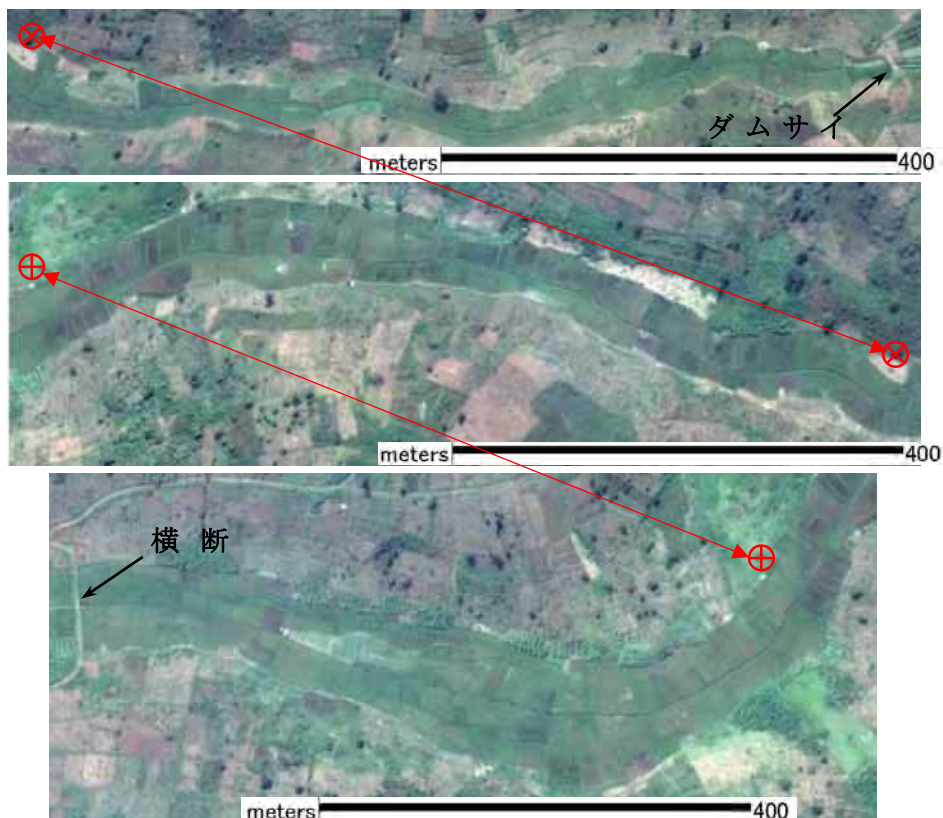
(a) ダムサイト上流の状況

ダムサイト上流の谷底部では、ダムサイトから上流ほぼ 11km に渡り、泉からの湧水を畝間に導き入れた畑作が行われており、川は存在していない。ダムサイト地点で初めてまとまり、1本の川となっている。その意味では、ダムサイトは谷間の最狭窄部に選定されている、ということができる。



(b) ダムサイト下流の河川流況・灌漑実態 (4月8日踏査)

川は、圃場内に消える～復活する、を繰り返しながら流下している。複数枚の圃場となったときに山側まで水路を回しているが、圃場の畦沿いを水路としている場合も多い。4月8日時点では、2枚を除き水田は全て作付けされ、若干不足気味の所もあるが一応水はいきわたっている。





ダムサイト下流約 50m 地点・せき上げと取水口



畦沿いの空間は隣の水田への導水路の役割



水は圃場から川へ、川から圃場へ、を繰り返しながら流下する。全体が一つの川様である。



所々で泉の湧水も引き込んでいる。



圃場内の畦沿い水路（トンネル経由で隣へ）



圃場内水路の水量が少ないと、稲に水がかからない。



せき上げと右岸山側への導水路（下流約 2km）



山側水路からの取り入れ口、畑の畝間へも。  
(山側への導水は、複数枚の圃場がある場合)



山側～圃場内、圃場内～山側へ、を繰り返す。



横断道路部で川は3本に分かれる。



左岸山裾水路。



本流



右岸山裾水路。

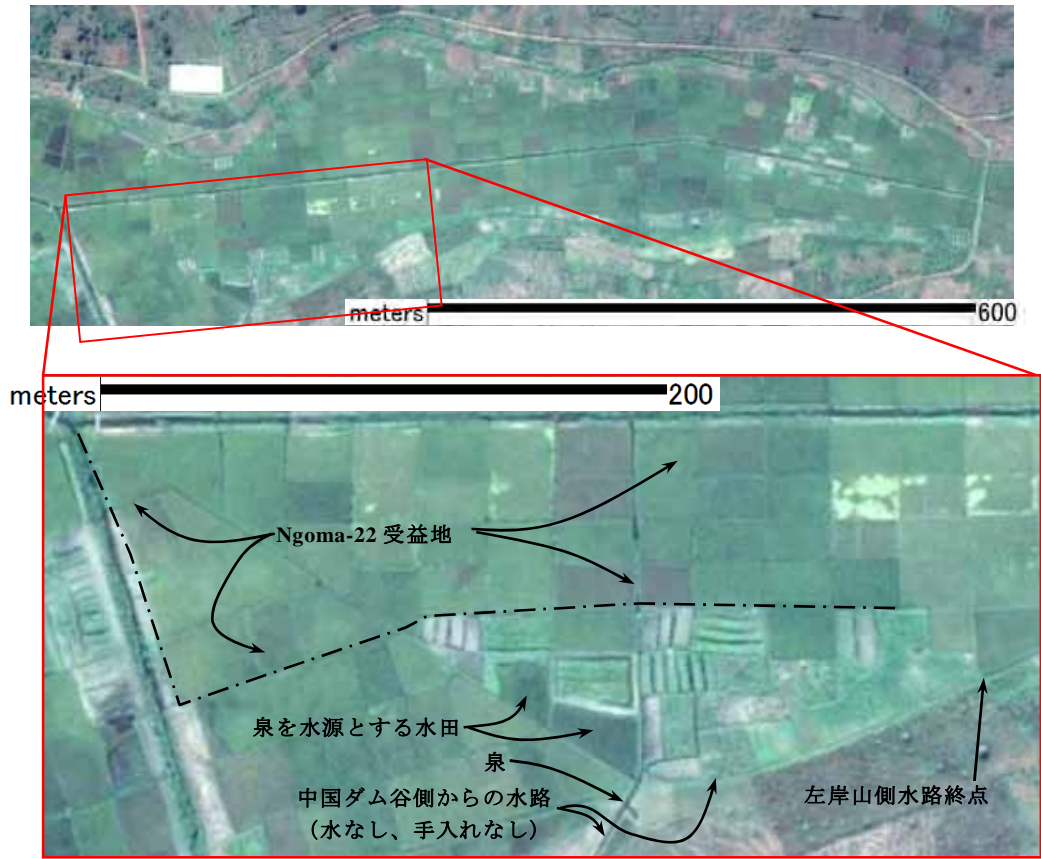


本流せき上げと山側への導水（合流点上流約70m）



山側水路の終点（合流点上流約250m）  
(中国ダムの谷系用水路との接続を締め切っている)

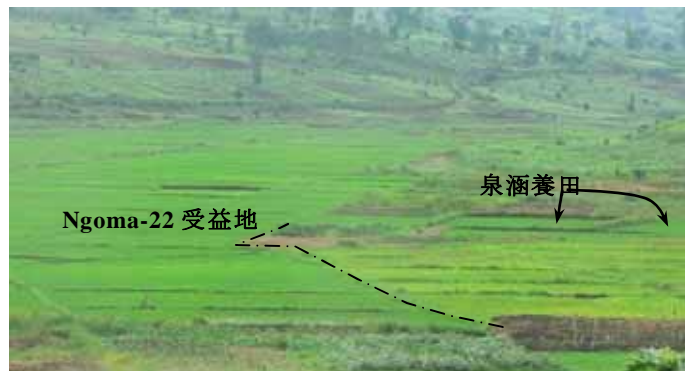




丘陵山麓の泉



左側；中国ダムの谷側受益地（作付けせず）



(c) 河川流量観測結果

合流点直上流観測点での Ngoma-22 河川流量は、3 月末から 4 月中旬は 70ℓ /sec 前後で、ダムサイト地点観測流量のほぼ 3 倍強、5 月の雨季に入ると約 2 倍となっている。

表 3-6-2-1 河川流量観測結果

Date	Name	Meeting Piont	Bridge	X-section1	X-section2
		(ℓ/sec)	(ℓ/sec)	(ℓ/sec)	(ℓ/sec)
25/3/2012		69.8	183		
1/4/2012		71.3	241		
8/4/2012		73.5	345		
19/4/2012		68.3	52		
25/4/2012		236	806		
1/5/2012		210	881	150	90
12/5/2012		218	158	196	172
20/05/2012		223	958	106	188

観測地点位置図



## (3) 湧水調査

## (a) 概要

現地踏査；3月7日（概査），3月12日（補足調査）

調査内容；現地踏査及び湧出量観測（主な泉について約10日間隔で実施）



**図 3-6-2-2 湧水調査位置**

## (b) 踏査結果

ダムサイトを流れる流れの源をたどれば湧水地点に行き着く。ンゴマ-22 の谷には多くの湧水地点が存在するが、湧水地点の存在とその上位の地形形状の間には、ひとつの傾向性があるように見受けられる。すなわち、扇形の浸蝕地形の下位に湧水地点が存在することが多い。これは、扇形の浸蝕地形が集水盆の役割を果たしているためであると推測される。



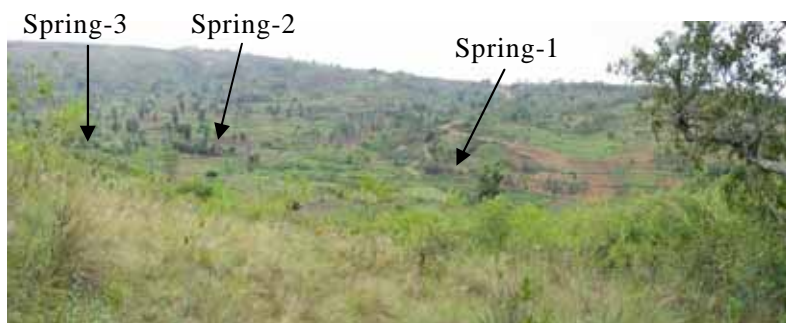
Spring-1



Spring-2



Spring-3



Spring-4



Spring-4'



Spring-5



Spring-5'



Spring-5''



Spring-6



Spring-6'



Spring-7



Spring-7 と後背の扇形浸蝕地形



Spring-8



Spring-9

(c) 湧出量観測

i) 測定状況



ii) 測定結果

表 3-6-2-2 湧出量観測結果

Name Date	Spring 1 (ℓ/sec)	Spring 6 (ℓ/sec)	Spring 7 (ℓ/sec)	Spring 8 (ℓ/sec)	Spring 9 (ℓ/sec)
12/3/2012	0.91	0.45	0.24	0.28	0.56
25/3/2012	1.00	0.43	0.26	0.29	0.56
1/4/2012	1.05	0.45	0.26	0.29	0.59
8/4/2012	1.00	0.50	0.30	0.27	0.63
19/4/2012	1.05	0.48	0.43	0.25	0.67
25/4/2012	1.67	0.81	0.77	0.30	1.11
1/5/2012	1.72	0.83	0.83	0.26	1.05
12/5/2012	1.72	1.00	1.00	0.28	1.02
20/05/2012	1.58	0.92	0.89	0.26	1.05

## (4) 揚水試験

## (a) 試験目的

- ・ 灌漑用水源として利用することができる帯水層の存在を確認すること。
- ・ 帯水層から揚水可能な地下水の水量を把握すること。

## (b) 試験計画

## 1) 試験孔の削孔と位置

既存井戸による揚水試験についても考慮したが、Ngoma-22 の谷およびその周囲の丘陵上に既存井戸が存在しなかったため、新たに試験孔1孔を掘削することとした。

試験孔は、雨水が集まり高い地下水位が形成されている可能性が高い谷地形の端部、揚水後の地下水をダムからの用水路に乗せる都合、掘削機械の搬入～据付を考慮し、ダムサイト左岸アバット部上流の(図 3-6-2-3)の位置に選定する。



図 3-6-2-3 揚水試験位置



2) 試験期間

4月上旬～5月上旬、約1ヶ月

3) 試験内容

**表 3-6-2-3 揚水試験内容**

試験孔削孔		揚水試験	
削孔長	30m(孔内水位が低い場合は延長)	予備試験	試験器機、測定機器の確認。 段階揚水試験時の適正揚水量推定。
削孔径	揚水試験用ポンプおよびケーシングパイプ建て込みを考慮し176.4mmとする。	段階揚水試験	3増加段階、2減少段階。試験は3時間以上継続する。試験時の孔内水位を記録する。
削孔時の記録	削孔対象地盤の状況を、削孔時のスライム等から推測し記録する。	定量揚水試験	一定揚水量の元での連続揚水試験。試験時間は48時間以上。回復段階も追跡する。
ケーシングパイプ建て込み	揚水試験時の孔壁保護のためにケーシングパイプを建て込む。	記録及び解析	試験結果を解析し、静的地下水位、動的地下水位、帯水層についての情報を整理する。



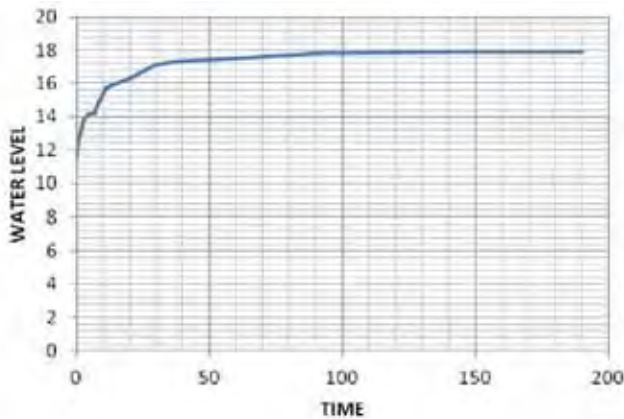
試験孔の削孔状況



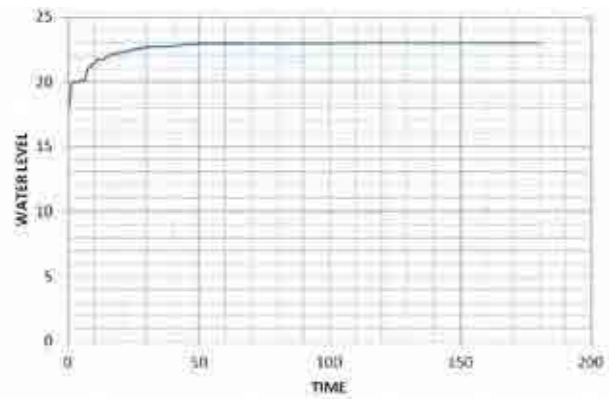
定量揚水試験・揚水状況



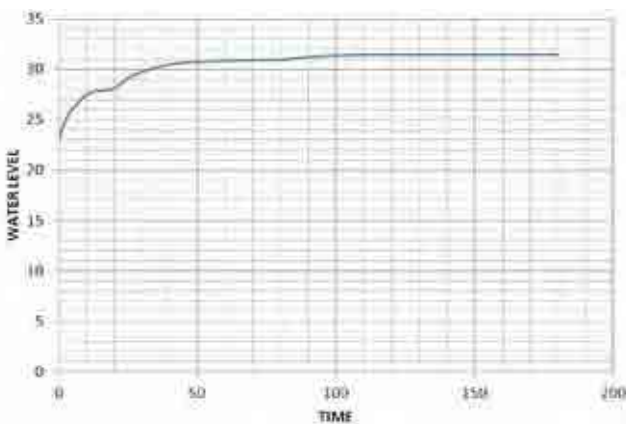
試験結果



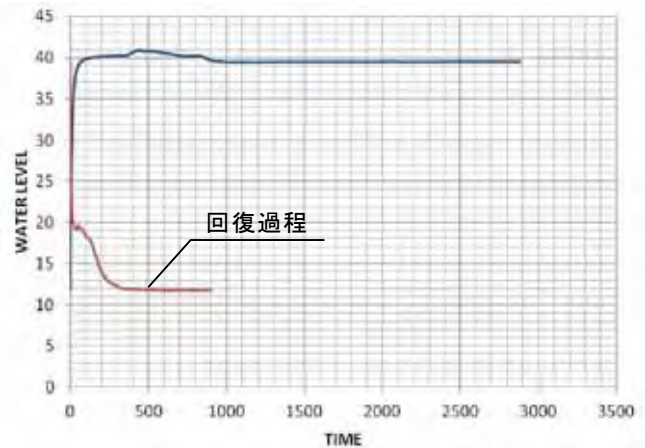
段階揚水試験 [揚水量 1,500ℓ /h]



段階揚水試験 [揚水量 2,500ℓ /h]



段階揚水試験 [揚水量 3,500ℓ /h]

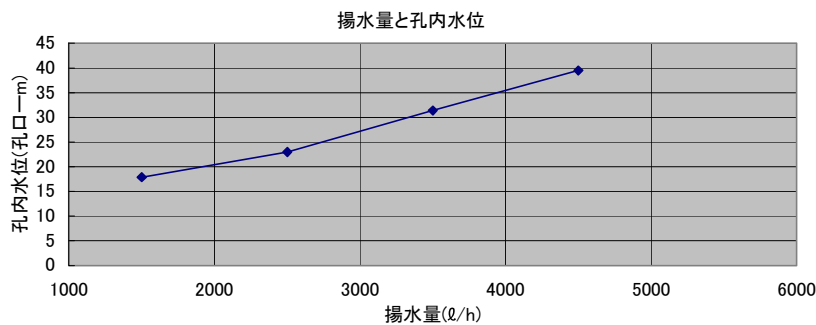


48時間定量揚水試験 [揚水量 4,500ℓ /h]

**図 3-6-2-4 揚水試験結果**

(c) 揚水可能最大量

揚水量が少ないと孔内水位は高く保たれる。この孔内水位は揚水量の増加とともに低下する（**図 3-6-2-5**）。この関係は帯水層位置まで保たれると考えられ、次項より帯水層位置が深度 46m~48m であることを踏まえると、揚水可能最大量は 5,000ℓ /h 程度になるものと推測される。



**図 3-6-2-5 揚水量と孔内水位**

(d) 試験孔の水理地質

試験孔の水理地質は模式的に以下のとおりである。揚水された地下水は、深度 46m~48m の帯水層からのものである。帯水層は砂分を含む赤色土層よりなる。

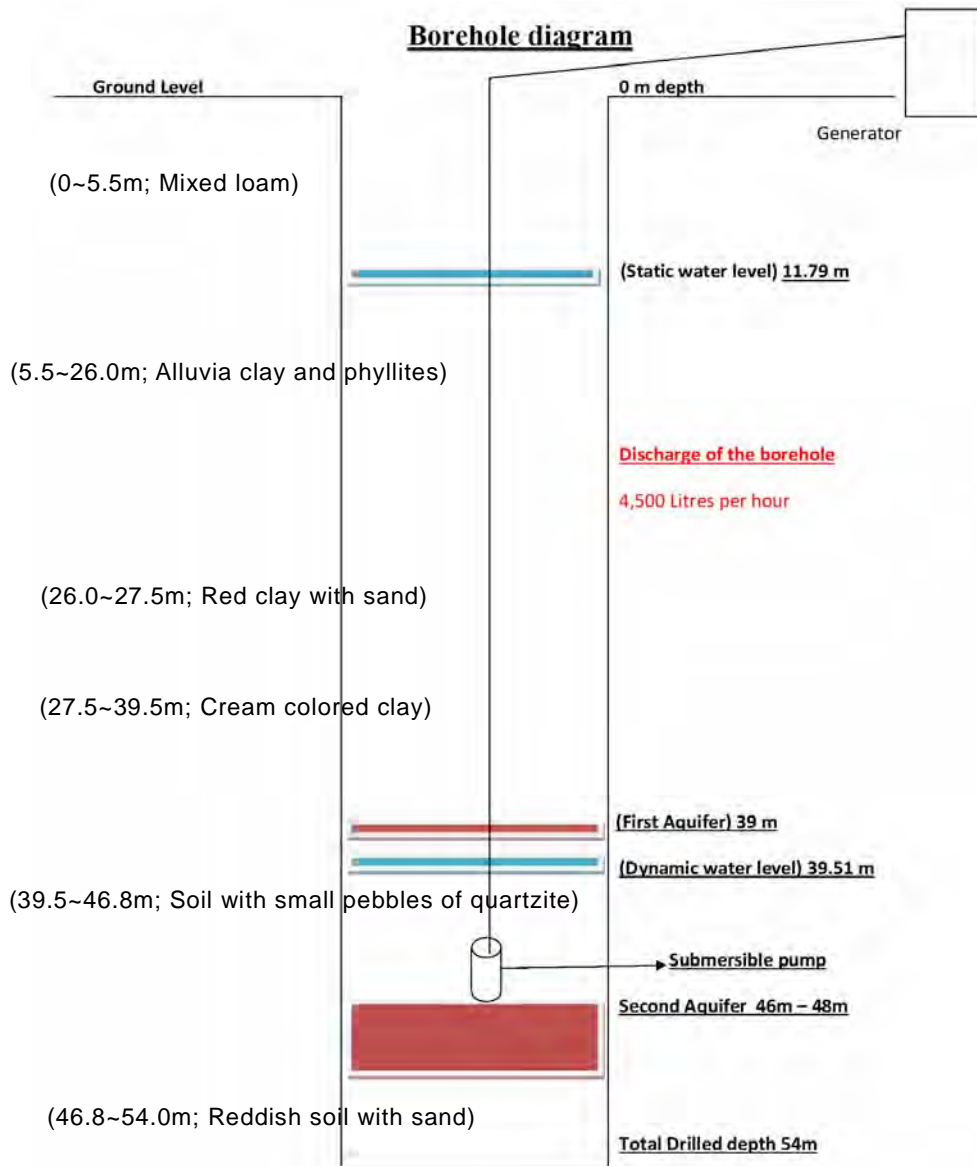


図 3-6-2-6 試験孔の水理地質模式図

## (5) 地下水利用可能性調査

## (a) 涸れ谷

## i) 概要

調査日時；201年3月16日，18日

調査者；徳、日置、Mr. Fred

調査位置；

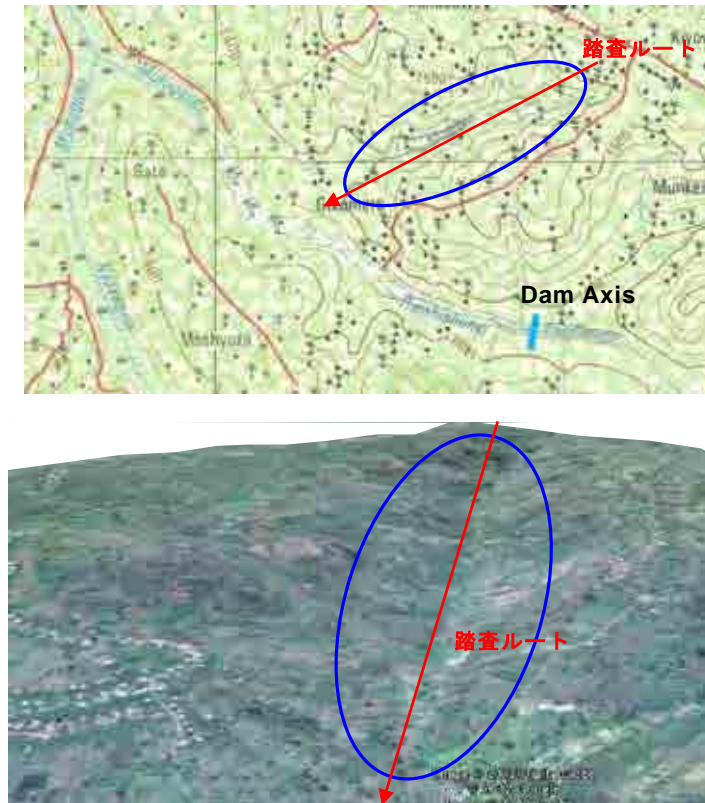


図 3-6-2-7 地下水利用可能性調査位置

## ii) 踏査

丘陵斜面の下位にはバナナが栽培されており、地表水を捕捉する溝が約 25m 間隔で掘削されている。



1. 左枝谷奥の斜面からの沢遠望



2. バナナ園内の表流水遮断工

斜面を降りきると、右側枝谷が遠望される。扇形の浸蝕地形となっているが、枝谷出口は、谷起源の堆積物か浸蝕残地形か、盛り上がったようになっている。その下流側は急斜面で 5m 程度の落差がある。斜面を降りきった地点の地表面は湿っており、湧水は見られないものの掘れば水面が現れそうな状態である。



3. 右側枝谷遠望・出口部の盛り上がり



4. 急斜面下の湿地的状況

約 20m 下ったバナナ園脇の溝では湧水が浸出し、流れを形成している。流れの底は鉄バ



5. バナナ園脇溝からの湧水



6. 湧水の流れと鉄バクテリ

クテリアと見られる沈積物で明褐色を呈する。谷の底幅は約 15m 程度で狭い。

少し下流で、左岸側枝谷の扇形浸蝕地形が現れる。谷の出口は同様に谷起源の堆積物か浸蝕残地形か、盛り上がった丘状になっている。その盛り上がりのふもとに泉が湧出している。



7. 左側枝谷の扇形浸蝕地形と出口の盛り上がり



8. その麓での泉の湧出

しばらく行くと谷幅が広がる。幅約 50m 程度。流れの流量が増え 0.2~0.3ℓ /sec 程度となる。右側に枝谷が開けるが、奥の扇形浸蝕地形は大規模で谷が深い。出口部は丘陵状となっている。



9. 谷の広がり流れ



10. 深い右側枝谷と出口部の丘陵状盛り上がり

約 100m 下流で谷幅は狭くなり、谷底の勾配は逆勾配気味となる。ここでは流れは小さくなり伏流している。50m 程度この状態が続いた後急勾配となり、谷底幅は再び広がる。流れは回復し、水汲み場となっている。流量は約 0.5ℓ /sec である。



11. 狭くなった谷幅と緩やかな河床勾配



12. 急勾配を降りきったところの水汲み

水汲み場の脇に掘削したテストピットには地盤面下 70cm の位置に地下水の水面が現れた。水位は流れの水位と同じである（目視）。



13. テストピット-1 と孔内の水位

この下流で谷幅が再び狭まり、河床部の勾配は逆勾配かと感じるほど緩やかとなる。河床勾配の、谷幅が狭くなったところでの緩勾配と谷幅が広がったところ（狭窄部末端）での急勾配は、洪水により運ばれた土砂の堆積によるものと推測される。テストピット-1の下流約50m地点の狭窄部で掘削したテストピット-2でも、孔内に地下水が現れた。水面位置は地盤面下60cmである。



14. 谷幅の変化に伴う階段状地形（TP-2 右斜面より上流）



15. テストピット-2の孔内水

テストピット-2の下流約50m地点、左岸側斜面上で河床部よりも約2.5m高い位置でテストピット-3を掘削したが、孔内に地下水は現れなかった。



16. TP-2, TP-3を掘削した谷狭窄部



17. TP-3の状況

さらに行くと谷は広くなり、右側から枝谷が入ってくる。上部は扇形の浸蝕地形でかなりの奥行きを持つ。枝谷への登り道には粘板岩の露頭がある。枝谷の麓に少量の湧水（約0.001ℓ/sec）が出ている。



18. 枝谷登り道の粘板岩露頭



19. 枝谷麓の湧水

以降、谷幅は広まり平坦地形が続く。その間には流れが洗濯場として利用されている状況、人工水路に引き込まれ灌漑利用が行われている状況等が確認された。谷出口の手前約300m 地点の水汲み場を最後に、流れは消滅する。谷出口は道路が横切り、ぬかるみ状態にもなっていない。



20. 洗濯場



21. 人工水路(流量約 1ℓ /sec)



22. 出口手前左岸側の小規模扇形浸蝕地形が深い



23. 出口手前右岸側からの谷、奥行き



24. 出口手前 300m 地点の流れ(約 0.09ℓ /sec)



25. 谷の出口を横切る道路



図 3-6-2-8 踏査写真の位置

iii) 考察

谷底・河床部の縦断勾配と谷幅との間に特徴的な関係がある。谷幅狭窄部で緩勾配となり、狭窄部の末端、谷幅が広がる始点部で急勾配となる。谷幅の広いところは平坦であるが、狭窄部のところよりは縦断勾配は急である。これが3, 4回繰り返され、最後の谷出口部では流れは完全に地下にもぐっている。この階段状の縦断形状は、洪水時に運ばれてきた土砂が狭窄部に残り残された結果生じたものと推測される。堆積物はシルト質～砂質粘土から成るが、地下水位は地表面近くの高いところにあり、テストピット掘削中に地下水が出てくる状態で、水平方向の地下水の流動性は比較的高いものと推測される。よって、地下水を灌漑用水資源として利用できる可能性は高いものと考えられる。

出口部では消えるものの谷のほぼ全線に渡り観察される流れは、泉からの湧水である。3月16日の降雨により中断された後の作業となった3月18日の状況では、湧水量も降雨の影響を受け増加したが、2倍、3倍といったオーダーであり、階段状の縦断形状の影響も受けて、表流水がどっと押し寄せる状態ではない。従って、表流水は地下水涵養源として利用するとしてダムアップして貯留するが、地表水として利用するのは湧水の集合としての河川水のみとするのが妥当と考えられる。

このための構造物としては、半地下ダム兼砂防ダムの構造物が考えられる。

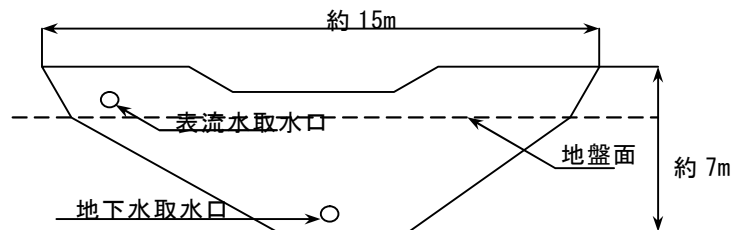


図 3-6-2-9 半地下ダム兼砂防ダム模式図



## (b) 扇形浸蝕地形の谷

## i) 概要

湧水地点踏査により、湧水地点の多くで、その上部に扇形浸蝕地形の谷が存在していることを把握し、扇形地形が集水盆の役割を果たしているのではないかと推測した。そこで、小川あるいは泉が存在するかどうかを目的に現地踏査を実施するとともに、これらが無い場合には、浅部に地下水が存在するかどうかを目的としたテストピット掘削調査を行った。調査位置は(図 3-6-2-10)に示すとおりである。



図 3-6-2-10 テストピット掘削調査位置

## ii) 左岸下流端の谷 (3月24日踏査)



1:50,000 地形図では浸蝕地形は明瞭ではないが、現地では小規模ながら扇形浸蝕地形が広がっている。中央部が張り出し浸蝕地形は左右それぞれ独立しており、その沢筋がひとつにまとまることはない。この谷には小川は存在しなかったため、丘陵に向かって右側の谷でテストピットを行った。



丘陵に向かって右側の谷の浸蝕地形



テストピット

テストピットは深度 0.8m で茶褐色から灰褐色に変化した。これらの部分は硬質の角礫（径 5cm~30cm）を含有しており、運積土と考えられる。1.6m からは黄色の粘板岩強風化部となった。掘削深度は 1.7m である。地下水は出現しなかった。

なお、深度 0.4m の位置にラテライト質の礫層が存在した。

### iii) 左岸下流の谷（3月25日踏査）



ここでも中央部に台地が張り出しており、谷は左右それぞれ別個に存在し、出口で一緒になることはない。左側の谷では主にソルガムが栽培されているのに対し、右側の谷は一面のバナナ園となっている。左岸側の谷には集水盆的受け皿の平坦部が存在するが、右岸側の谷は浸蝕が進んで谷は深く切れ込み、左岸側の谷のような平坦部は残っていない。どちら側の谷にも小川あるいは泉は存在しなかったため、丘陵に向かって左側の谷でテストピット掘削調査を行うこととした。



丘陵に向かって左側の谷



丘陵に向かって右側の谷

テストピットは深度 4.9m まで掘削したが、地下水は出なかった。壁面は赤褐色の均質な砂質粘土で、少量の石英質の角礫を含むことから、花崗岩の原位置極風化物であると推測される。



テストピット掘削 (D=4.9m)

iv) 右岸下流の谷 (4月1日踏査)





谷の出口部の傾斜を上ると、平坦な地形が続く。小川は無い。



谷の出口部から約 200m 地点で小さな流れが出現した。



さらに約 50m ほどで湿原状となる。



その上流側では多数の湧水地点がある



谷の奥にも湧水があり、乾季も涸れな

v) 合流地点下流の谷 (4月1日踏査)



谷の出口部の斜面を登ると谷の勾配は緩やかとなる。



谷出口から約 200m 地点で小さな流れが出現。



谷出口から約 300m 地点に湧水地点。流量約 20 /sec



周囲は畝間に水が溜まり、湿地状態となっている。



谷出口から約 400m で谷幅が狭まり、谷底の勾配は急となる。これを上った所に湧水、乾季も涸れない。



谷の奥はバナナ園となっている。

## vi) 本流左岸の谷 (4月1日踏査)



谷の出口は平坦で開けており、ソルガム等が栽培されている。大雨時には少量のごり水が谷から流出するとのことであるが、流路らしきものはない。出口から約 200m で谷幅は狭まり、緩やかな上り勾配となる。谷底は湿っており今にも流れが現れそうであるが現れず、どこまでもこの状態が続く。奥の山麓には大雨のあと泉が出現するが、やがて消えるとのことである。



## vii) 地下水利用可能性の評価

谷の奥に湧水が存在するためには、扇形浸蝕地形とある程度以上の流域面積が必要である。

表 3-6-2-4 地下水利用可能性の評価

位置	利用可能性
左岸下流端の谷	可能性はあるが、井戸による汲み上げ又は集水横孔による吸出しが必要。
左岸下流の谷	可能性はあるが、井戸による汲み上げ又は集水横孔による吸出しが必要。
右岸下流の谷	涸れ谷と同様な簡単な構造物での地下水利用が可能である。
合流地点下流の谷	涸れ谷と同様な簡単な構造物での地下水利用が可能である。
本流左岸の谷	可能性はあるが、井戸による汲み上げ又は集水横孔による吸出しが必要。

## 3-6-3. 水利現況調査

## (1) 生活用水実態調査

## (a) 概要

調査日時；3月9日～3月10日

調査従事者； 徳、日置、Mr. Fred、Mr. Yaya

調査位置； Kawalondo Sector, Remera Sector



図 3-6-3-1 生活用水実態調査位置

(b) 水道ポンプ場

- ・ 建設 ; 1988 年、2008 年修繕工事(赤十字支援)
- ・ 水源 ; 湧水(無処理)
- ・ 能力 ; 6~7ℓ /sec, 24 時間運転 (電動ポンプ、能力 22~24m<sup>3</sup>/hour, 揚程約 250m)
- ・ 管理 ; EWSA (Energy, Water and Sanitation Authority)
- ・ 水価 ; 10~20 RWF(消費者→水道栓所有者), 10RWF(水道栓所有者→EWSA)



- ・ カバー範囲 ; Kwaronzo Sector, Remera Sector, Luramira Sector

(c) 消費水量

大人一人当たりの消費水量は、平均的にジェリー缶（23ℓ）一缶である。子供の場合は少な目となる。牛についても同様に平均的にジェリー缶一缶であるが、成長過程での個体差が大きいようで、成牛では二缶を必要とする場合もある。

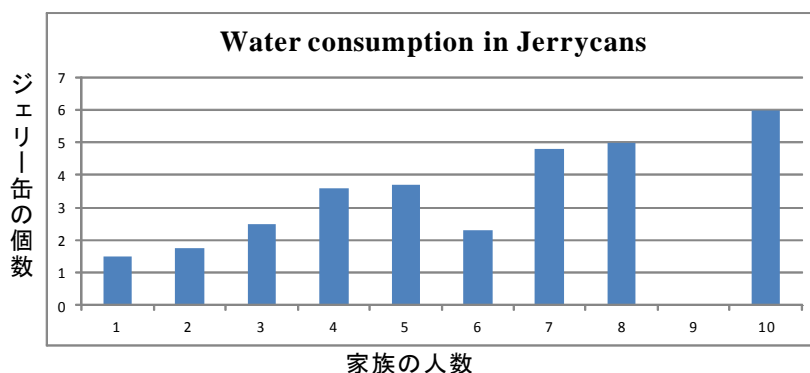


図 3-6-3-2 ジェリー缶による消費水量



表 3-6-3-1 ジェリー缶による消費水量と家族人数

Family Size \ NO of Cans	1	2	3	4	5	6	7	Average
1	1	1						1.5
2	1	3						1.75
3		6	1		1			2.5
4		3	6	2	3			3.6
5		1	7		3	1		3.7
6		2	3	1				2.3
7		1		2		2	1	4.8
8			1		1		1	5
9								
10						1		6

(d) 生活用水の入手先

回答者 56 人中の 64% の家庭が泉から生活用水を得ている。水道栓の間隔が長いことあるいは水道管が幹線道路上のみにあるために、水道栓から入手するにも長距離を運搬しなければならないこと、経済的負担が大きいこと等が原因となっている。

	Number	Percentage
Spring Water	36	64%
Tap Water	20	36%
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100%</b>



図 3-6-3-3 生活用水の入手先

(e) 洗濯場所

回答者 56 人中の 44% の家庭が泉で洗濯すると回答した。用水路の敷設に際し、既存の泉の保全あるいは整備を考慮することが必要となろう。

	Number	Percentage
Spring	25	44
Home	31	56
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

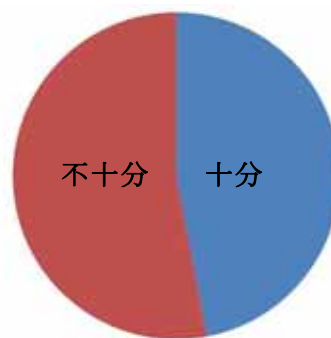


図 3-6-3-4 洗濯場所

(2) 灌漑用水調査

回答者 38 人中の半数以上、53%の農民が灌漑用水が不十分と回答した。2 月植え付け～6 月末収穫、8 月植え付け～12 月末収穫の年 2 回の作付けを行う中で、水不足時期として 6 月～8 月を上げる農民が多かった。

	Number	Percentage
Enough	18	47
Not enough	20	53
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>100</b>



**図 3-6-3-5 灌漑用水調査**

6 月、7 月の稲の刈入れ時の水不足には疑問があるが、8 月植え付け時の水不足については 9 月の小雨期に植え付けをあわせれば解決できる問題であると考え、なぜ 1 カ月ずらさないかを質問したところ、稲の生育期と小雨期の低温が重なることを避けるためであるとの答えがあった。

### 3-7. 受益地調査

#### 3-7-1. 受益候補地の概査

##### (1) 土地利用状況

##### (a) 踏査概要

踏査日時；2012年4月14日

踏査実施；日置晴夫

踏査位置、呼称；

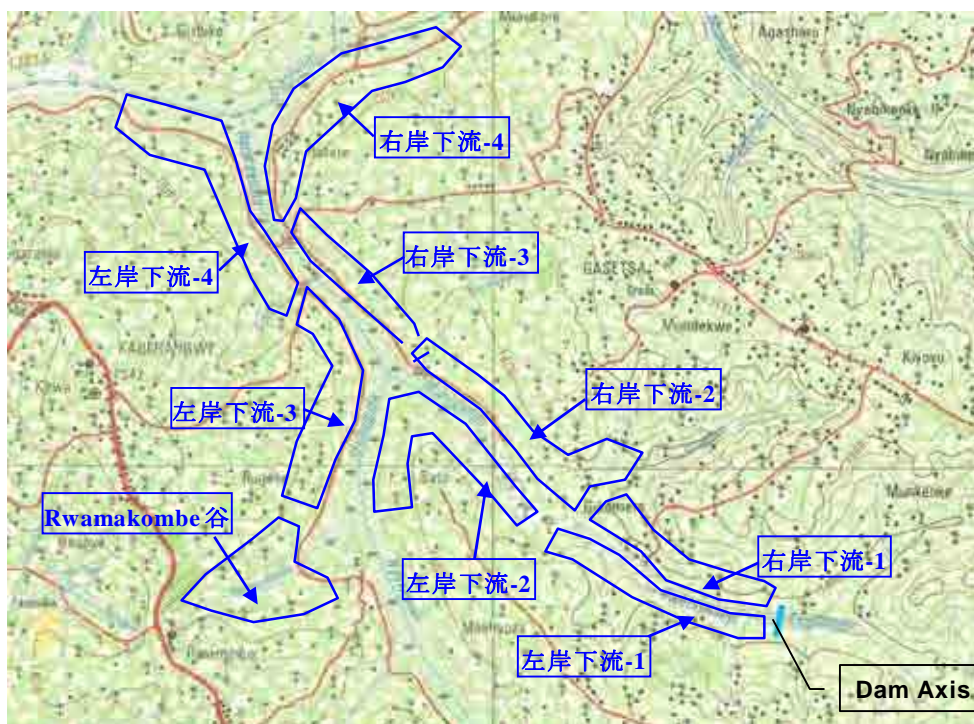


図 3-7-1-1 土地利用状況踏査位置

(b) 踏査結果

i) 左岸下流-1

**表 3-7-1-1 左岸下流-1 の踏査結果**

	栽培作物	備考
上流側	ソルガム主体、豆類	河床部から 15° 程度の緩斜面が続く。Progressive terracing 施工済み。
中間部	ソルガム、豆類、芋、キャッサバ、牧草	下位斜面は 25° 程度の急斜面。上部では 10° ~15° 程度。Progressive terracing 施工済み。キャッサバ、豆類の混植が見られる。
下流側	ソルガム、豆類、バナナ、芋、一部にタバコ	奥に扇形浸蝕地形。谷出口に張り出した台地面から奥は平坦。斜面部～谷底はバナナ園。出口の台地の畑はラテライト礫で覆われている。Land husbandry 低密度。



緩斜面上のソルガム、豆類の栽培



ラテライト質の礫で覆われた畑での豆類とキャッサバの混植



扇形浸蝕谷の谷底部バナナ園

ii) 左岸下流-2

**表 3-7-1-2 左岸下流-2 の踏査結果**

	栽培作物	備考
上流側	ソルガム、豆類、バナナ、芋、牧草、一部でキャベツ	扇形浸蝕谷、出口部 10° ~15° の緩斜面は頂部で平坦となり、奥は急斜面。Land husbandry なし。
中間部	バナナ、ソルガム、芋、豆類	バナナとソルガム、バナナと芋、豆類の混植が見られる。雑草地も結構ある。Land husbandry なし。斜面急勾配
下流側	ソルガム、豆類、バナナ	斜面は下で 15° ~20° 、上部は 10° ~15° 。頂上の集落内では果樹、牧草地もある。Progressive terracing あり。



牧草栽培とバナナ園



バナナと芋、豆類の混植



ソルガム、豆類と頂部のバナナ、Progressive terracing

iii) 左岸下流-3

表 3-7-1-3 左岸下流-3 の踏査結果

	栽培作物	備考
上流側	ソルガム、豆類	斜面は 15° 前後でなだらか。Land husbandry あり。
中間部	ソルガム、豆類、バナナ、	水田との間に広い畑あり。
下流側	キャッサバ	



緩斜面上のソルガム、豆類



水田との間の広い畑地、ソルガムキャッサバ、キャベツ

iv) 左岸下流-4

**表 3-7-1-4 左岸下流-4 の踏査結果**

栽培作物	備考
ソルガム、豆類、バナナ	下流側となるほど、バナナ栽培が盛んである。



豆類、ソルガム、バナナ

v) 右岸下流-1

**表 3-7-1-5 右岸下流-1 の踏査結果**

	栽培作物	備考
上流側	ソルガム(6)：豆類(4)。	斜面は河床部から 15° 程度で立ち上がり、頂面は 10° 程度の緩勾配。Progressive terracing 施工済み。
中間部	ソルガム、豆類 急斜面では豆類が多い。	河床部から立ち上がる斜面は 20° ~25° 程度と急。上部は緩斜面。Land husbandry 工の密度が低い。
下流側	ソルガム、豆類、バナナ、 牧草	10° ~15° 程度の緩斜面、立ち上がり部で若干急。Progressive terracing 施工済み。



ソルガム、豆類、Progressive terracing



急斜面部では豆類の栽培が多くなる



ソルガム、豆類（涸れ谷出口の緩斜面）

vi) 右岸下流-2

**表 3-7-1-6 右岸下流-2 の踏査結果**

	河床部への遷移部	下位斜面
上流側	バナナ、ソルガム、牧草	10° ~15° の緩斜面。Progressive terracing あり。
中間部	バナナ、ソルガム、豆類	10° ~15° の緩斜面。Progressive terracing あり。
下流側	バナナ、ソルガム、豆類	10° 前後の緩斜面、上部で 15° ~20° と急。Progressive terracing あり。



ソルガム、豆類、バナナ



## vii) 右岸下流-3

表 3-7-1-7 右岸下流-3 の踏査結果

栽培作物	備考
ソルガム、豆類	樹木、雑草の生えたところもある。



樹林とソルガム、豆類の混交

## viii) 右岸下流-4

表 3-7-1-8 右岸下流-4 の踏査結果

栽培作物	備考
ソルガム、豆類	扇形浸蝕谷の奥ではバナナが栽培されている。 Gashonvi 付近では、水田との間に平地があり、野菜が栽培されている。



斜面上のソルガム、豆類の栽培



谷出口のソルガム、奥のバナナ



丘陵裾平地での野菜栽培

ix) Rwamakombe 谷

**表 3-7-1-9 Rwamakombe 谷の踏査結果**

栽培作物	備考
ソルガム、豆類、バナナ、米	谷底部は雑草地が多い。斜面から丘陵頂部は開墾されており、ソルガム、バナナ、豆類が栽培されている。



Rwamakombe 谷全景



谷出口からの情景、荒地上のところも多い。



谷間の水田と斜面上のソルガム



バナナと豆類、芋の混作

## (c) 踏査結果の総括

栽培されている作物は、ソルガムが主で、豆類、バナナがこれに次ぐ。バナナは丘の頂上の集落近傍、谷間で栽培されていることが多い。やせた畑ではキャッサバ、芋が栽培されている。キャベツ、タバコの栽培も一部で行われている。メイズはソルガムに混じりごとくたまに見られるが、メイズ単独では栽培されていない。混作も行われており、ソルガムと豆類、ソルガムとメイズ、バナナとソルガム、バナナと豆類、バナナと芋、バナナと豆類と芋、とあらゆるとっていいほどの組み合わせがあるが、混作が主体ではない。

なお、Land Husbandry については、右岸側ではほとんどのところで Progressive Terracing が行われているが、急斜面部では行っていないところもある。一方、左岸側については、未実施なところ、不鮮明なところもかなりある。

\* 後日、MINAGRI 側に確認したところ、当サイトに見られる Progressive Terracing は、不十分かつ不完全なもので、一般的な水準での Progressive Terracing と評価できるものではないとのことである。

## (2) 地形その他の現地条件

## (a) 地形

Ngoma-22 の谷では、枝谷の出口部および丘陵端のなだらかな地形のところを除き、基本的に、斜面裾部の河床部から高さ 20m 程度までのところが、 $20^{\circ}$  前後の急勾配（最急勾配は  $25^{\circ}$  程度）、それ以降は  $10^{\circ}$  ～ $15^{\circ}$  程度の緩勾配となっている。現時点で Land Husbandry として受益地の一部を除き行われている Progressive Terracing は、耕地を平準化するものではないので、灌漑農業をこのような急斜面部で行う際の作業性を考えれば、Land Husbandry のランクを 1 ランク上げた Radical Terracing を実施するのが望ましい。



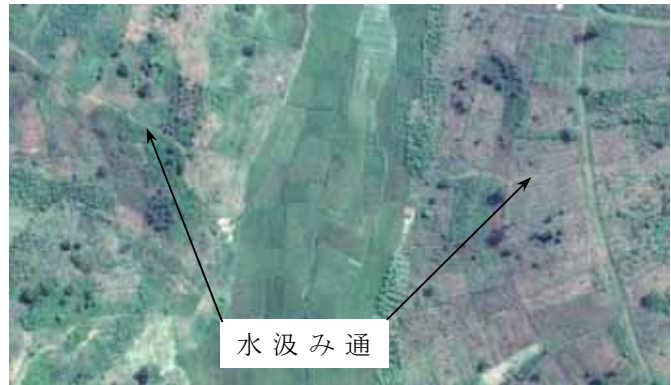
右岸受益地、丘陵裾部の急斜面



左岸受益地、急斜面上でのソルガム栽培

(b) 耕作道路、維持管理用道路

現在、受益地斜面には、下の泉に水を汲みに来る村人達が往来する人道以外には、道らしいものは一切なく、隙間なく畑が開かれている。将来の農作業の合理化、生産性の向上のためには耕作道が必要であり、灌漑用水の通路として、その維持管理



および利水使用のための通路としても、維持管理道路が必要となる。これをどのように編成するのか、区画整理的な大きな変革を現在の土地所有者が受け入れることができるのか、これは乗り越えなければならないかなり大きな問題である。

### 3-7-2. 湛水域内調査

ダム湛水域（水没予定地）内調査を実施し、域内の土地利用状況を以下のとおり確認した。

#### (1) 調査概要

- ・ 調査日時： 2012年5月28日
- ・ ダム湛水面積： 14.96ha  
(常時満水位 FWS1,390.60m 以下、後述「3-3-2. 施設計画調査」参照)
- ・ 調査位置：



図 3-7-2-1 湛水域内調査位置

#### (2) 調査結果

調査結果を以下に示す。

- ・ 湛水域は平坦地と傾斜地で構成されており、その面積比率は概ね 1:2 である。  
(平坦地 1 : 傾斜地 2 = 平坦地 5ha : 傾斜地 10ha, 合計 15ha)
- ・ 湛水域内における耕作面積率は平坦地、傾斜地共に約 70% である。  
(平坦地内耕作面積 5ha×70% = 3.5ha, 傾斜地内耕作面積 10ha×70% = 7.0ha)
- ・ 平坦地では河川を利用した用水路が縦横に張り巡らされている。ただし、分水工などの取水施設は設けられておらず、畝間灌漑が行われている。
- ・ 平坦地では主にサツマイモ (sweet potato) が栽培されている他、キャベツ (cabbage)、ニンジン (carrot)、トマト (tomato) などの栽培が確認された。
- ・ 傾斜地では主にソルガム (sorghum) が栽培されている他、トウモロコシ (maize)、キャッサバ (cassava)、豆類 (beans) などの栽培が確認された。
- ・ なお、別途実施されたインタビューによれば、150 区画前後に細分化された平坦地の農地は所有権を有していない農家に占有されており、ほとんど雨期のみ耕作されている。

湛水域内の作目別栽培面積を次表に示す。

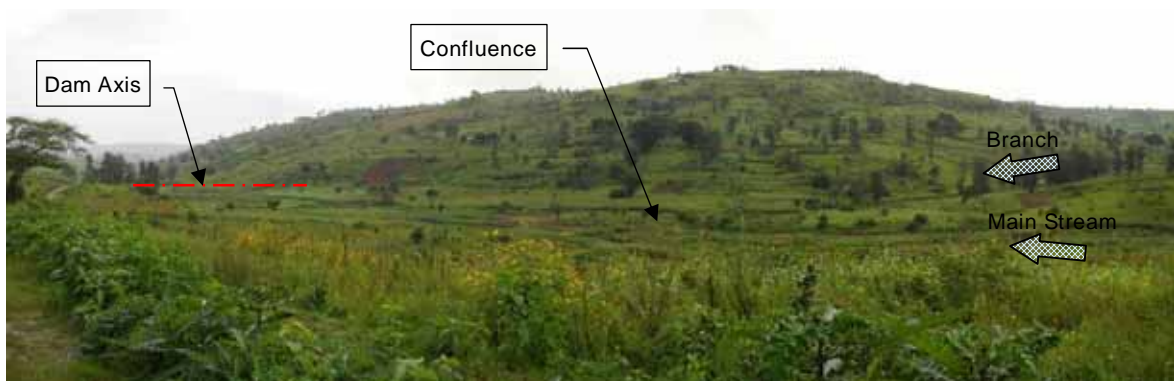
表 3-7-2-1 作目別栽培面積

Landform	Crop	Area (Approx.)
Flat Area	Sweet Potato	2.45 ha ( 70 %)
	Cabbage	0.70 ha ( 20 %)
	Carrot	0.18 ha ( 5 %)
	Tomato	0.18 ha ( 5 %)
	Sub-total	3.50 ha ( 100 %)
Slope Area	Sorghum	4.90 ha ( 70 %)
	Maize	1.05 ha ( 15 %)
	Cassava	0.70 ha ( 10 %)
	Beans	0.35 ha ( 5 %)
	Sub-total	7.00 ha ( 100 %)
Total		10.50 ha -

### 1. Panoramic View of Reservoir Area (May 28, '12)



View from Left Bank at Upstream to Reservoir Area



View from left Bank at Midway Point to Reservoir Area



View from Left Bank at Dam Axis to Reservoir Area



## 2. General View – Flat Area (May 28, '12)



General View in Flat Area (Left: Sweet Potato, Right: Sweet Potato)



General View in Flat Area (Left: Cabbage, Right: Carrot & Sweet Potato)



General View in Flat Area (Left: Cabbage, Right: Chinese Chive)

### 3. General View – Slope Area (May 28, '12)



General View in Flat Area (Left: Sorghum, Maize & Cassava, Right: Sorghum)



General View in Flat Area (Left: Sorghum, Right: Sorghum & Maize)



General View in Flat Area (Left: Sorghum, Right: Beans)

### 3-7-3. 測量

灌漑計画策定の基礎資料とするため、地形測量を実施した。測量は現地測量会社への再委託とした。

以下に、再委託調査内容を記載する。

**表 3-7-3-1 地形測量調査内容**

調査項目	数量
任意基準点を起点とした仮基準点を対象地区内に設置する。	1 L.S
平面測量 (1:1000)	0.7 km <sup>2</sup>
ダム軸の縦断図	180 m
現況土地利用図	0.7 km <sup>2</sup>
報告書作成 (測量図面、TBM 座標)	1 L.S

また、次頁以降に再委託調査結果 (平面図および土地利用図) を参考として添付する。

なお、基準点に関する現地状況、取り扱いは以下の通りである。

#### 基準点の欠如

ルワンダ国内にかつて存在した基準点 (ベンチマーク) は、1994 年～1995 年のジェノサイドに伴う混乱期にほとんどが破壊された。ダムサイト近傍には全く存在せず、最も近く、そして唯一のものが KAYONZA のロータリーに存在するがあるものである。ダムサイトからは 60km 程度離れている。

#### GPS 測量における標高測定値の問題

ルワンダ国をカバーする衛星の個数が少ないために、GPS による標高測定値の誤差が大きい。このため、GPS 測定値から標高を決めることは行われていない。

#### ルワンダ国(MINAGRI)で現時点行われている等高線 (標高) 決定方法

ルワンダ国で現時点において最も高い信頼度を有するものは 1/500,000 地形図である。MINAGRI では全土をカバーする 10m グリッドの標高データを持っており、これに対し地形コンターを入れることができるが、その結果は、1/500,000 地形図の標高に照らし修正している。

#### ダムサイト基準点の設置

1/500,000 地形図上にダム軸を設定し、これを延長し EL.1,400.0 m 等高線との交点の x, y 座標を求めた。この点を現場に基準点として復元し、その標高値を EL.1,400.0 m と宣言した。

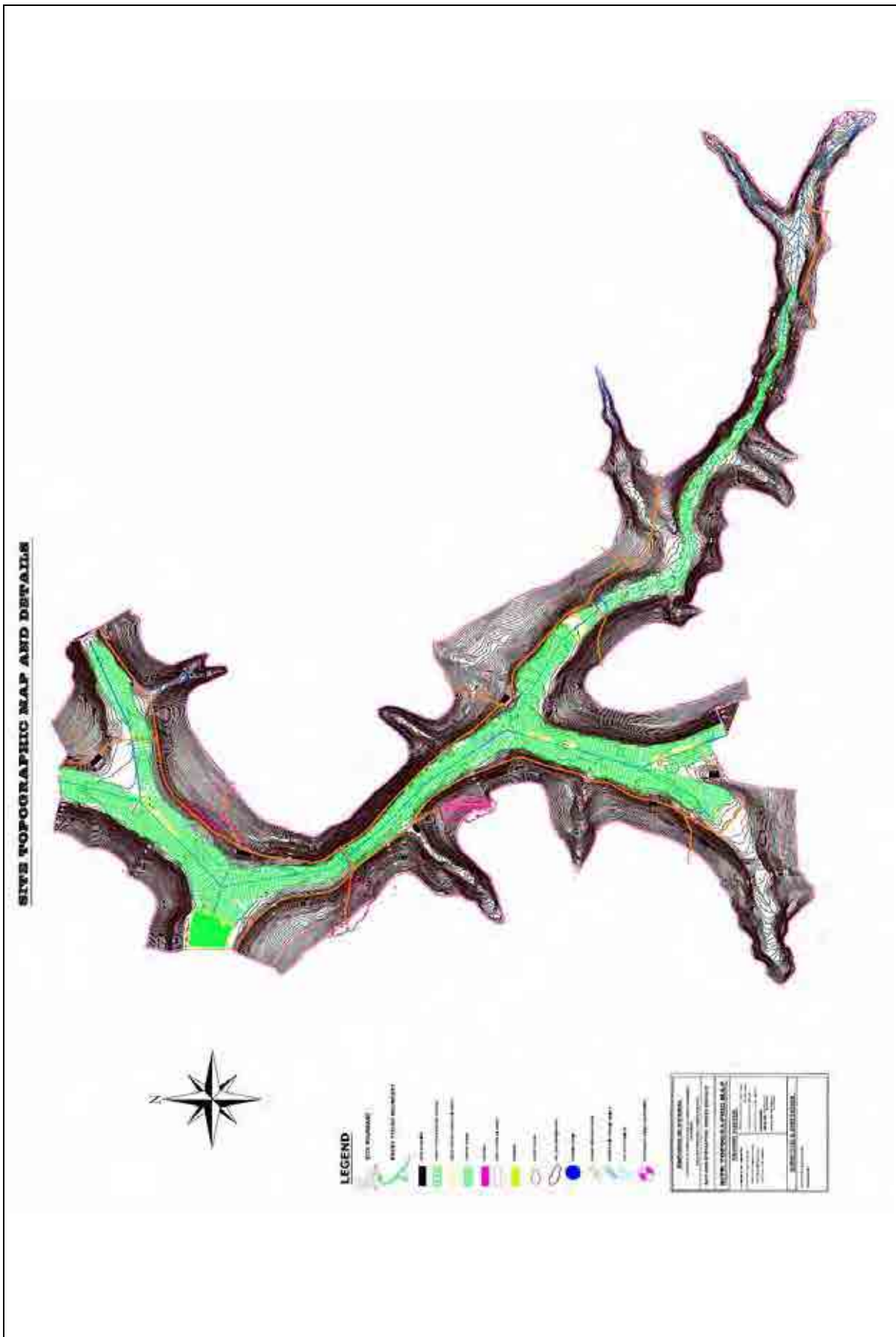


図 3-7-3-1 平面測量図

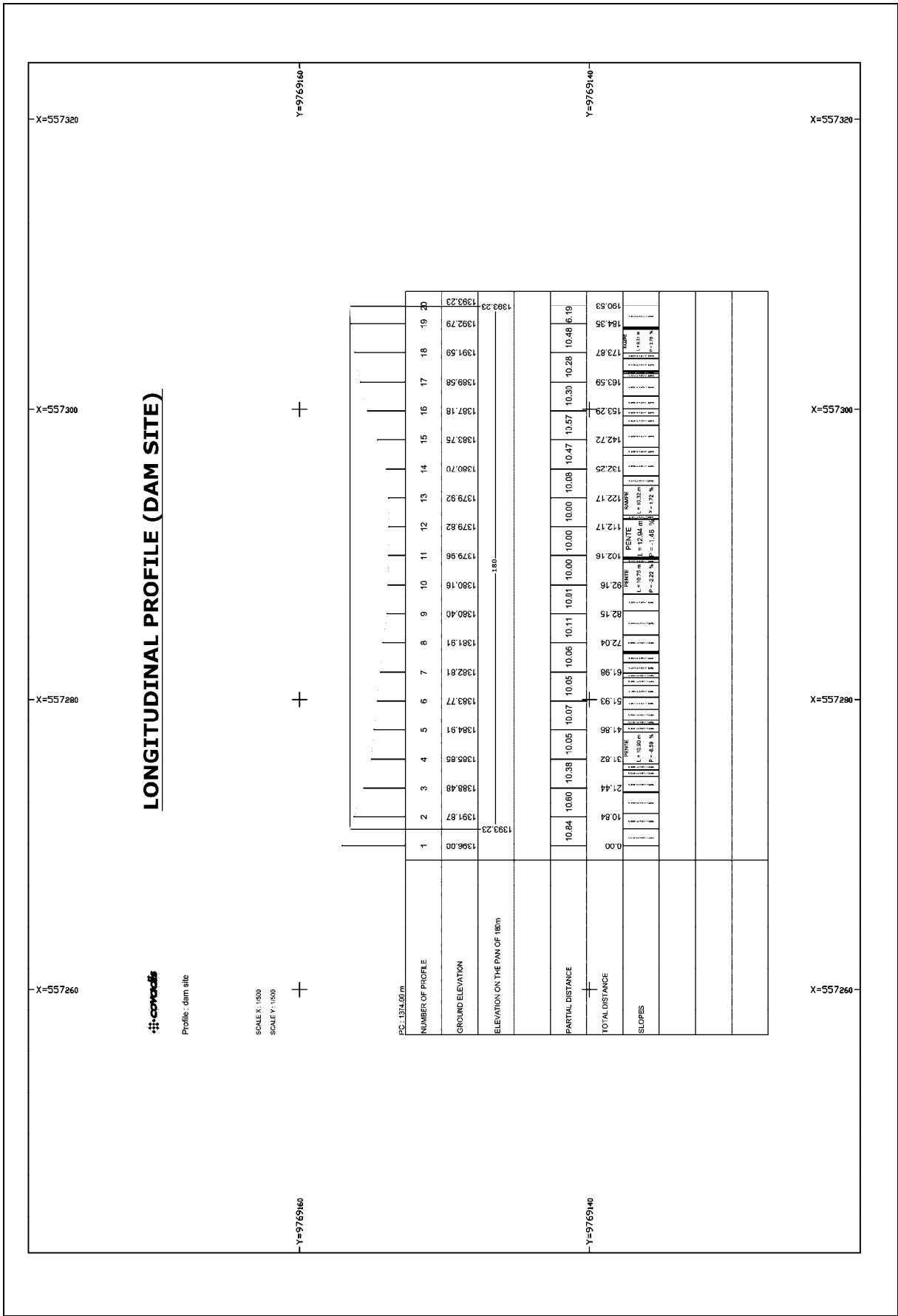


図 3-7-3-2 ダム軸の縦断面図

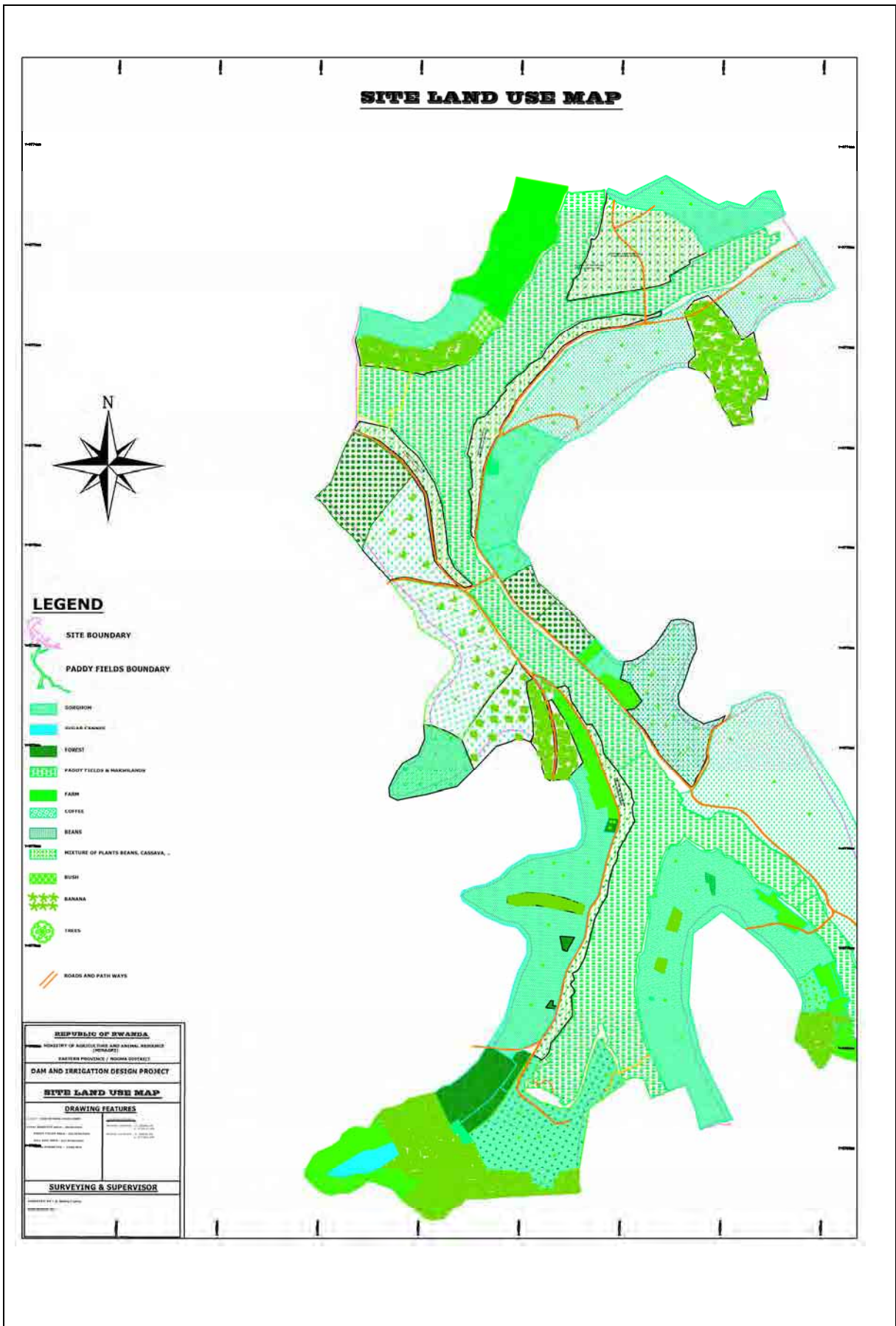


図 3-7-3-3 現況土地利用図 (1/2) -下流側

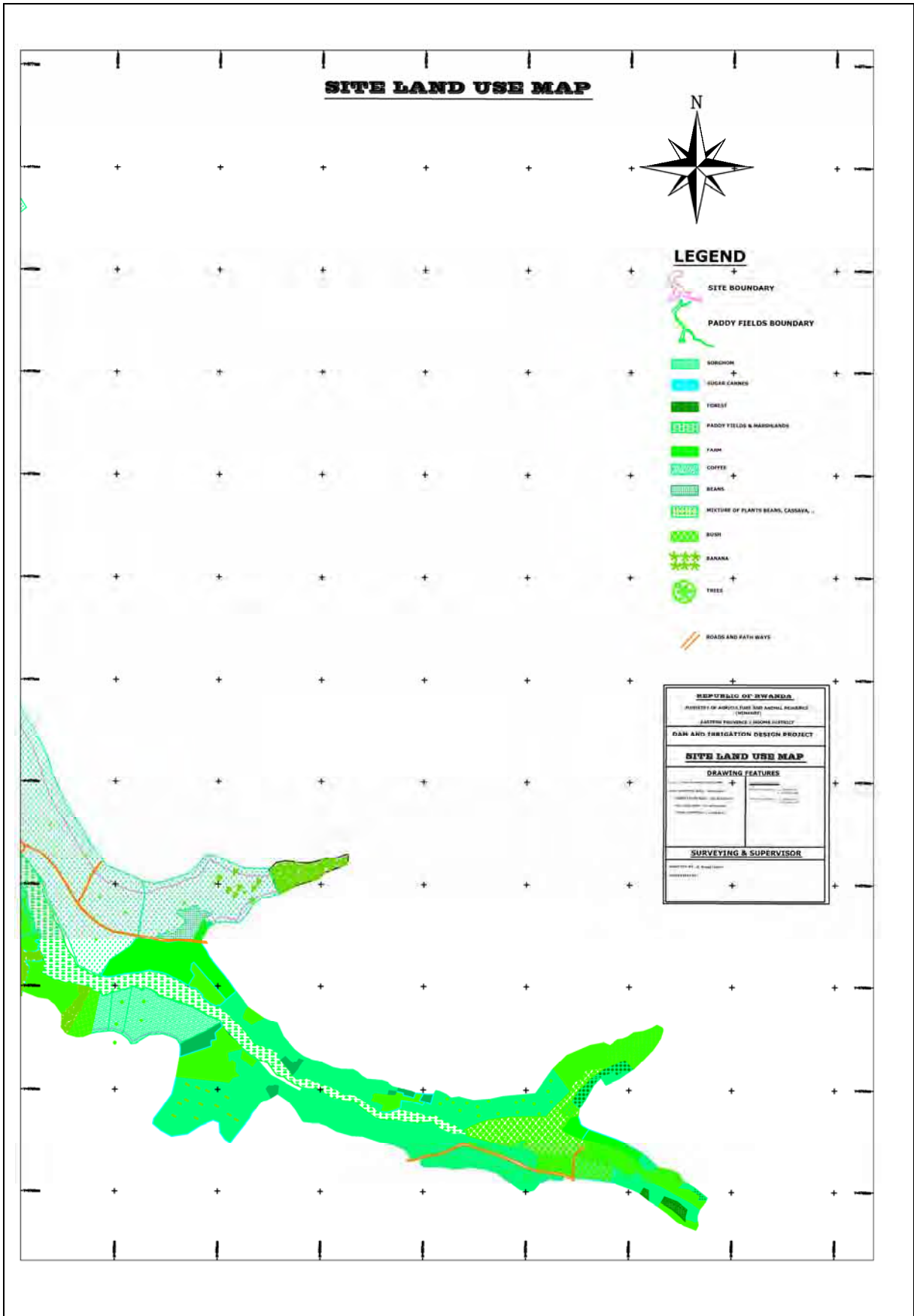


図 3-7-3-4 現況土地利用図 (2/2) -上流側

### 3-8. 水管理組合に関する法制度

「ル」国では 2011 年 12 月 12 日に大臣令(No.50 of 12/12/2011)が發布され、農業動物資源省においても水管理組合（Water Users Association: WUA）を設立する官報（No.011/11.30 of 23/11/2011）が発行された。この法律を円滑に実行に移すため、農業動物資源省内に WUAs Support Unit が組織され、2011 年 12 月から活動を開始した。水管理組合の組織と機能は以下の通りである。

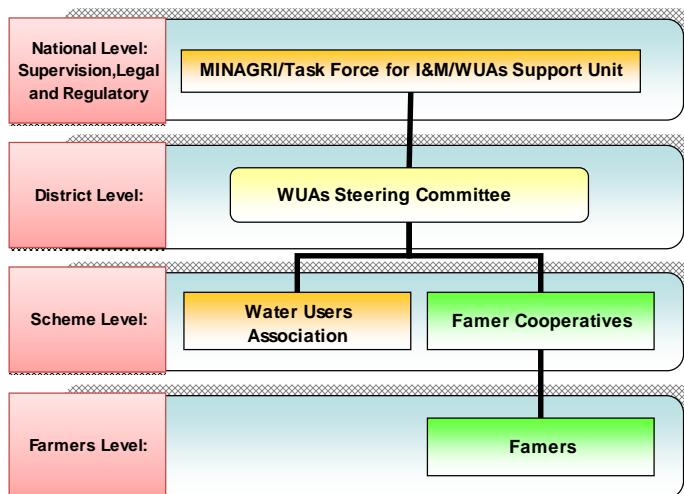


図 3-8-1 水管理組合関連機構図

出所)：農業動物資源省

大臣令では灌漑施設には水管理組合を組織化することが条項にあり、各県に設置された WUA’s ステアリングコミッティーが水管理組合を技術的にサポートする仕組みになっている。水管理組合メンバーから徴収された水利費は、水利施設の維持管理と改修のため WUA’s ステアリングコミッティーが管理することになっている。

水管理組合に関わる法律（2011 年 12 月施行）概要

- ・ 水管理組合は「ル」国におけるすべての灌漑スキームに組織される
- ・ 政府によって建設された現在および将来建設予定の灌漑施設に運用される
- ・ 水管理組合は公正、公平に運営されなければならない
- ・ 水管理組合は公平な水配分を行わなければならない
- ・ 水管理組合は作物の単収を上げるため新技術を導入する

出所)：農業動物資源省

WUA’s Support Unit は今年度、25 の水管理組合を組織化する計画であり、そのために今年度予算：58,697,000 RWF（97,020US\$）が計上されている。来年度予算は、動物資源省内で折衝中であった。

WUA’s Support Unit の活動計画表（概略）を(表 3-8-1)に示す。



表 3-8-1 WUA Support Unit の活動計画表

予算 (RWF)	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
<b>Establishment of WUA</b> 13,228,950							
Documentation							
Organization of constitutive general assembly							
Preparation of WUAs bylaws							
<b>Training and capacity buildir</b> 20,789,850							
Training of WUAs leaders							
Training of WUAs members							
<b>Information and Communicati</b> 3,779,700							
<b>Staff Training</b> 2,000,000							
<b>Meeting and Workshops</b> 7,559,400							
<b>Plan of Actions</b> 1,889,850							
<b>Studies</b> 7,559,400							
<b>Monitoring and Evaluation</b> 1,889,850							
<b>Total</b> 58,697,000							

出所) : 農業動物資源省

### 3-9. 水管理組合の現状

現在、「ル」国で組織・運営されている水管理組合を視察し、運営維持管理状況を分析した。

ケース 1, ケース 2 は、ダム施設に組織されている水管理組合である。ケース 3 は分水工を運営維持管理している水管理組合である。3 ケース共に水管理組合による施設の維持・管理の事例として今後の施設運用において有用である。

#### 3-9-1. ケース 1 : Ntende ダム、Kiliba ダム (Rwagitima 地区 Gatsibo-District) <sup>1</sup>

##### (1) 施設概況

Ntende ダム : 堤高 4.5m、貯水面積 64ha、総貯水量 70 万 m<sup>3</sup>、受益面積 575ha、受益者数 3,015 人

Kiliba ダム : 総貯水量 40 万トン

##### (2) 施設管理及び水管理組合の運営状況

組織体制 : WUA は管理者 1 人、全職員 12 人。10 ゾーンに 1 人ずつ配属し、残りの 2 人は、担当するダムの水管理を行っている。組織加入率は、100%

水利費の徴収 : 750RWF/人を徴収しているが、200RWF/a に変更。水利費回収率は、100%。

<sup>1</sup> 出典 : 2012 年 3 月 22 日 Ntende ダム、Kiliba ダム (Rwagitima 地区) JICA 鈴木技術審議役、JICA 中野専門家、日置 (三祐コンサルタント) 視察メモより

## (3) サポート体制

RSSP(Rural Sector Support Project: 農村セクター支援プロジェクト)によりトレーニングを受け、施設建設後も運営維持管理について継続的にサポートを受けている。

## (4) 特記事項

**作付け時期の変更**；水稻作付けは 575ha の内 509ha で実施。

ゲートは、1 月以降の乾季には、早朝から日中まで開放し管理されている。

作付けカレンダーは、RSSP の調査結果を踏まえ、農業省推奨 (Feb~Jun) よりも約 3 か月の前倒しを実施。(前作期は作付の準備が間に合わずスキップした事が要因として考えられる。(Kiliba ダムのゲートは修理交換中だった)

このような作付時期の変更は、他に類似の実施地区がない先進的なチャレンジである。目的は水不足への対応、節水と考えられる。

## (5) 灌漑ローテーション

灌漑地区は A、B 二区画に分割され、2 日おき、各地区にローテーションで灌漑が行われている。

**3-9-2. ケース 2: 中国ダム (Ngoma District) <sup>2</sup>**

## (1) 地区概況

中国によって 1987 年に建設されたダムである。建設当初は、中国人技術者の指導の下、WUA が組織された。種籾も中国から提供され、栽培から収穫後処理まで中国からの技術指導で行われていたようである。収穫後は Rwamagana の加工処理施設で精米、貯蔵されていた。当時の加工施設は現在も稼働している。1987 年から 1994 年までは中国の技術指導で円滑に運営されていたが、1994 年の紛争によりすべての農民が耕作を放棄した。2000 年より地方行政により入植が行われ稲作が再開された。しかし、水路の一部は修理が必要であり、また WUA 組織はあるが、機能していない。

(2) 施設概況<sup>3</sup>

流域面積：29.4k m<sup>2</sup>、堤頂長：157.8m、総貯水量：40 万 m<sup>3</sup> (推定)、堤頂幅：4.5m  
1985 年に建設開始、1987 年工事完了

## (3) 水管理組合の運営状況

組織体制：組織されていない。

水利費の徴収：行われていない

定例会議の実施：行われていない

役員の処遇：役員への報酬は支払われていない

<sup>2</sup>中国ダム調査 日置 (三祐コンサルタンツ)

## (4) 施設管理

ゲート管理は、農民のリクエストにより開閉を行っている。ゲート管理者には組合より報酬を支払うことになっているが支払われていない。水路の維持管理は、農民が自主的に行っている。

## (5) サポート体制

稲作栽培及び施設運営に関するトレーニングなどは行われていない。

**3-9-3. ケース 3 : Inkingi Y'Ubunhizi Cooperative (Bugesera District)**

## (1) 地区概況

昔から山間部の傾斜地にバナナ、コーヒー、ソルガムを栽培してきたが、2003 年に World Food Program (以下 WFP) の沼地開発プロジェクトにより開発された土地である。以前は排水が不十分なため、沼地で作物栽培が出来なかったが、WFP により水路が建設され稲作栽培が始まった。

## (2) 施設概況

分水工 (4 箇所)、水路総延長 3.6km、受益面積 32ha

## (3) 水管理組合の運営状況

組織体制 : 2011 年に PAPSTA (Support Project for the Strategic Plan for the Transformation of Agriculture : 農業改革戦略的プラン支援プロジェクト) プロジェクトにより、4 箇所の分水工が建設され、同年 8 月に WUA が結成された。組織活動は、主に乾期 (8 月から 10 月、1 月から 3 月中旬) に行った実績がある。役員は、プレジデント 1 人、メンバー 16 人で構成され、4 箇所の分水工にそれぞれ 9 グループが組織されている。1 箇所の分水工に 4 人ずつのメンバーがゲートの開閉を行っている。

- ・ 水利費の徴収 : 500RWF / シーズン / 人、1 年 1,000RWF (2 シーズン) の徴収計画であるが、まだ徴収されていない。
- ・ 定例会議の実施 : 水配分会議は乾期にのみ 1 週間に 1 回程度行っている。会議では、ゲートの開け閉めを協議している。(議事録は取られていない)
- ・ 役員の処遇 : 役員への報酬は、支払われていない。

## (4) 施設管理

ゲート管理及び水路の維持管理は、農民が自主的に行っている。

## (5) サポート体制

稲作栽培及び施設運営に関するトレーニングなどは行われていない。

(6) 灌漑ローテーション

ゲート管理は、週一回開催される水配分会議によって決定されるが、各水田の作業状況によりゲートキーパーと話し合い行われている。組織設立当初からの慣習により行われているため争いは起こっていない。



分水工



主水路（下流）



取水口



2次水路

(出所：JICA 調査団)

3-9-4. 水管理組合の評価と提言

今回視察した各水管理組合状況の評価を行った。

表 3-9-4-1 水管理組合状況評価

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
組織・運営			
組織体制	○	△	○
水利費の徴収	◎	×	×
定例会議の実施	不明	△	○
役員への処遇	×	×	×
施設			
施設管理	○	△	○
サポート体制			
トレーニング	○	×	×
継続的指導	○	×	×
総合評価	A	C	B

注：◎100%行われている。○良好に行われている。△障害はあるが行われている。×行われていない。A よい。B 普通 C 問題あり

(出典：JICA 調査団)

ケース 2 では、1985 年に建設されたダムの灌漑施設が良好に機能していないことが、水管理組合活動が円滑に運用されていない要因である。村人からの聞き取りによると、ダム建設当時は施設が良好に運用され、水管理組合も機能していたとの事である。

ケース 3 では、新規に施設が建設されたが、トレーニングや継続的な指導が行われていないため、水管理組合の組織化や、活動を展開するための阻害要因となっている。

プロジェクトにより灌漑施設が建設された後は、受益農民自身に施設の維持管理を移管することが「ル」国での方針となっている。また今回の水管理組合の法律の制定により、灌漑施設には水管理組合を設立することが定められている。しかしながら、施設が建設され、水管理組合の組織化が行われても、その後のサポートが行われていないケースでは課題が散見され、施設の維持管理や水の有効利用の持続性のために継続的な指導が必要である。

今回のモデル地区「ンゴマ 22」地域においても、セクターや郡事務所が灌漑地区の管理から営農まで支援する役割を担っているが、組織化や、組織運営のノウハウを含めた指導が必要である。すなわち、受益者が灌漑施設と灌漑用水を共同で管理する資源であるという共通認識を持ち、受益者全員が参加する水管理組合の構築を目指す必要がある。このため、計画段階で利害関係者の要望を反映させることが必要であり、地域住民の水管理に対する理解を深めていくことが重要であると考えられる。

### 3-10. その他の農民組織

「ル」国には、様々な形態の農民組織があり、これらは伝統的、慣習的な互助組織、共同作業グループ、頼母子講、協同組合、連合グループ、協同組合連合のような組織である。

村落では、村長が中心となり、道路の清掃・改修、草取り、水路のメンテナンス等の奉仕活動（Umganda）を行っている。また、住民グループがお金を出し合い集めたお金をメンバーが順番に受け取り、急な出費や住居の改修に使う、いわゆる頼母子講活動が広く行われている。このように「ル」国の村落には、伝統的な互助制度が現在も息づいており、このような伝統は農民組織設立において長所となるであろう。

代表的な伝統的農民組織活動は以下の通りである。

#### 3-10-1. Umganda : 公共事業に対する住民の労働奉仕

Umganda は古くから農村部に残る公共事業に関する労働奉仕活動が発端となっており、参加はほぼ強制となっている。事業はセクターが中心となっており、その活動内容は、セクターもしくは住民の発案によるものがほとんどである。住民は Umganda の度に開催される集会において、意見を述べることができる。集会ではその妥当性を検討し、地域社会全体として取り組むことが妥当と判断された場合に次の活動内容として通知される。

原則各家庭から大人 1 名が出席（参加）し、欠席した場合は 500Frw をセクター事務所に支払い、Umganda のための経費（施工材等の購入）として支出される。

### 3-10-2. Ubudehe : 近隣住民の互助的な組織

Ubudehe は古くから残る互助会組織であり、セル単位で必ず一つ存在する。同組織は作物栽培の共同作業を実施することを目的としている。

### 3-10-3. Gacaca : インフォーマルな調停方法

村落では「ガチャチャ」と呼ばれる、インフォーマルな調停方法が存在していた。ガチャチャは紛争前から地域社会で実践されており、先に起こった紛争犯罪（軽犯罪に限定）を裁く際にもその一翼を担っていた。現在は行われていない。

### 3-10-4. Ibmina : 頼母子講(インフォーマルなファイナンス)

村落で行われている金融の形態である。住民グループがお金を出し合い、集めたお金をメンバーが順番に受け取り、急な出費や住居の改修に使う活動が広く行われている。運用規模としては、1週間に 200RWF 程度のお金を 5～10 農家で拠出している。