

ルワンダ共和国
農業動物資源省

ルワンダ共和国
東部県地方開発協カプログラム
(灌漑農業) 準備調査
報告書

平成 21 年 7 月
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先

株式会社 三・コンサルタンツ

序 文

日本国政府は、ルワンダ共和国政府の要請に基づき、同国の東部県地方開発協力プログラム（灌漑農業）にかかる準備調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は平成 21 年 2 月 27 日から 5 月 6 日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団はルワンダ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 21 年 7 月

独立行政法人国際協力機構
理 事 上 田 善 久

伝 達 状

今般、ルワンダ共和国における東部県地方開発協力プログラム（灌漑農業）準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 20 年 2 月より平成 21 年 6 月までの 4 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ルワンダ共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 21 年 7 月

株式会社 三・コンサルタンツ
ルワンダ共和国
東部県地方協力プログラム
（灌漑農業）準備調査団
業務主任 千葉 伸明

要約

1 調査の目的

ルワンダ国農業省（MINAGRI）は、農業改革戦略計画（SPAT）の効果的な実践に寄与するために、農地改善、耕作地確保および丘陵地灌漑を通じた商業的農業の実施を全国 101 ヶ所で行うことを目的として、丘陵地灌漑整備計画（Land-husbandry, Water harvesting and Hillside-irrigation Project、以下 LWH プロジェクトと称す）を立案した。そして、我が国に対し、このうちの 4 ヶ所の灌漑施設整備に関する無償資金協力を要請した。本件調査は、この要請に基づいて実施する協力準備調査であり、以下を調査の目的とする。

- ① 我が国に対し要請された LWH プロジェクトに係る 4 ヶ所の灌漑施設整備計画に関し、技術的・経済的妥当性、現地の自然条件、社会経済（社会、経済、文化、制度、予算、技術レベル、営農、維持管理など）の現況、環境社会配慮を踏まえ、計画の妥当性と実施可能性（フィージビリティ）を調査する。
- ② 上記調査を踏まえ、今後第 2 次協力準備調査（基本設計レベル）が行われる場合の調査範囲、内容、要員等を含む調査計画の検討・策定に協力する。（各施設や機材の優先順位を確認するとともに、施設設計に必要な基本的資料を入手し、基本設計調査を実施する場合の留意点なども取りまとめる。）
- ③ 機構が実施する協力プログラムの検討を行う。（本調査は同時に機構が実施する協力プログラム準備調査の一部をなすものであり、本調査と協力プログラム準備調査の関係に留意し、協力プログラムの枠組・戦略における LWH プロジェクトの位置付けを明確にする。）
- ④ 技術協力プロジェクト「東部県南部地方農業開発支援計画（仮称）」に係る必要性・妥当性検討に必要な情報収集等を行う。
- ⑤ 協力プログラムの枠組みに基づき、「LWH プロジェクト」と「技術協力プロジェクト」との連携の可能性、両スキームの相乗効果が得られるような協力内容の検討を行う。

2 調査対象地域概要

現地調査対象地区は 4 サイトであり、東部県に位置するブゲセラ郡、ンゴマ郡およびガツィボ郡に位置する。各々のサイト名をブゲセラ 2 ガショラ、ンゴマ 21 レメラ、ンゴマ 22 ルレンゲ、およびガツィボ 31 ルガラマと呼称する。帰国後ブゲセラ 3 リリマ及びブゲセラ 4 ムセニの 2 サイトについて追加要請があり、既存資料及び現地視察結果から検討した。

ブゲセラ 2 ガショラは、キガリから南南東約 33km、東部県南部に位置し、幹線舗装道路から約 500m の地点が堤軸予定地点である。堤軸から下流約 3km に Rumira 湖があり、流域の降雨は Rumira 湖に流入している。ブゲセラ 3 はブゲセラ 2 のとなりの沢に計画され、下流でブゲセラ 2 と合流し、Rumira 湖に流入している。ンゴマ 21 レメラ及びンゴマ 22 ルレンゲは、キガリから東南東約 57km に位置し、隣接したサイトである。両計画地点の谷の流水は約 10km 下流の Mugesera 湖に流入している。ガツィボ 31 ルガラマはキガリの東北東約 45km 地点にあり、標高約 1668m の山裾に位置し、流域の降雨はアカゲラ川支流の Rwagitima 川に流入している。ブゲセラ 4 はキガリの南方約 23km 地点にあり、下流の広い湿地帯を通して Akanyaru 川に流入する。

調査対象地区を管轄する地方行政区分、受益地区関係イミドゥグドゥの人口、および農家経済調

査結果より得た現況の営農状況を各々下表に示す。ンゴマ 22 ルレンゲ地区は、谷底の河床がルレンゲおよびレメラセクターの行政区界となっているため、各セクターから一つずつの2つのセルが関係する。ブゲセラ3 リリマも同様である。ブゲセラ3とブゲセラ4はLWH実施設計書による。

関係イミドゥグドゥは一サイト当たり2から6村となっている。各サイトの関係イミドゥグドゥの世帯数は、サイトにより約280戸から約1,090戸に至る。女性の世帯主の比率は、約20～30%となっている。現況の営農状況は、天水に依存するため耐乾性のあるソルガム、キャッサバ、さつまいも、ハリコトトビーンが主体であり、一部野菜作が見られる。主食作物として、メイズ、バナナの栽培もみられる。ンゴマ 22 ルレンゲ地区では小規模であるが水田稲作が行われている。

表1 調査対象地区を管轄する行政区

| サイト | 郡 | セクター | セル | イミドゥグドゥ |
|--------------|------|-------------|-----------|--|
| ブゲセラ2 ガシヨラ | ブゲセラ | ガシヨラ | Kagomashi | (3) Akagako, Kuwuganda, Kagomashi |
| ンゴマ 21 レメラ | ンゴマ | レメラ | Bugera | (4) Rweso, Gisumuzu, Mumini I, Mumini II |
| ンゴマ 22 ルレンゲ | ンゴマ | ルレンゲ | Rujambara | (4) Nyabaganza, Gitobe, Mbonwa, Masyoza |
| | | レメラ | Ndekwe | (2) Gikomero, Rugando |
| ガツィボ 31 ルガラマ | ガツィボ | ルガラマ | Gihuta | (2) Gashenvi I, Agatare |
| ブゲセラ3 リリマ | ブゲセラ | リリマ ガシヨラ | | (2) Gasarwe, Nyabagendwa |
| ブゲセラ4 ムセニ | ブゲセラ | ムセニ | | (3) Bishinge, Gakurazo, Kijuli |

表2 調査対象地区の人口

| サイト | 世帯数 | 男性 | 女性 | 計 | 平均家族 構成員 | 女性世帯主 の戸数(%) | |
|--------|------|-------|-------|-------|-------------|-----------------|-----------|
| ブゲセラ2 | 279 | 483 | 654 | 1,137 | 4.1 | 91 (33%) | |
| ンゴマ 21 | 409 | 710 | 944 | 1,654 | 4.0 | 106 (26%) | |
| ンゴマ 22 | ルレンゲ | 684 | 978 | 1,379 | 2,357 | 3.4 | 150 (22%) |
| | レメラ | 405 | | | | | |
| | 計 | 1,089 | | | | | |
| ガチボ 31 | 301 | 912 | 1,399 | 2,311 | 7.7 | 66 (22%) | |

表3 現況の営農状況（農家経済調査結果より）

| 調査農家 | 調査農家の栽培作物割合(%) | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|--------------|--------------|-----|-------|-------|-------|------|------|-----|
| | ハリコト トビーン | キャッサバ | ソルガム | メイズ | さつまいも | バナナ | | | | |
| ブゲセラ2 40戸 | 93% | 83% | 80% | 80% | 50% | 35% | | | | |
| 調査農家 | 調査農家の栽培作物割合(%) | | | | | | | | | |
| | キャッサバ | ソルガム | さつまいも | ビーン | トマト | メイズ | キャベツ | にんじん | たまねぎ | バナナ |
| ンゴマ 21 39戸 | 62% | 56% | 51% | 41% | 23% | 15% | 15% | 13% | 8% | 3% |
| 調査農家 | 調査農家の栽培作物割合(%) | | | | | | | | | |
| | ソルガム | ハリコト トビーン | メイズ | 米 | キャッサバ | さつまいも | バナナ | キャベツ | | |
| ンゴマ 22 37戸 | 68% | 46% | 32% | 19% | 19% | 11% | 8% | 3% | | |
| 調査農家 | 調査農家の栽培作物割合(%) | | | | | | | | | |
| | メイズ | ソルガム | ハリコト トビーン | バナナ | 米 | キャッサバ | さつまいも | キャベツ | | |
| ガチボ 31 38戸 | 63% | 42% | 37% | 16% | 11% | 5% | 5% | 5% | | |
| 調査農家 | 調査農家の栽培作物割合(%) | | | | | | | | | |
| | 豆類 | キャッサバ | ソルガム | メイズ | さつまいも | 大豆 | 落花生 | バナナ | | |
| ブゲセラ3 33戸 | 100% | 94% | 91% | 85% | 82% | 39% | 18% | 9% | | |

| ブゲセラ 4 調査農家 33 戸 | 調査農家の栽培作物割合(%) | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----|------|------|-----|-------|-------|
| | 豆類 | キャッサバ | 落花生 | ソルガム | 商品作物 | メイズ | さつまいも | ジャガイモ |
| | 97% | 97% | 73% | 67% | 58% | 48% | 45% | 27% |

3 ダム計画に係る検討

ダム建設の計画に当たり、施設建設地点上流域を中心として各種の自然条件調査を実施した。調査項目は、気象・水文調査、河川・集水流域状況調査、貯水池堤体軸選定踏査、堤軸ボーリング調査、築堤材料調査、概略断層調査、地震調査、および測量調査である。ダム計画におけるサイト状況の検討結果を下表に整理する。

表 4 ダム計画に係る現状調査結果

| 項目 | ブゲセラ 2 ガショラ |
|--------|---|
| サイト | 流域は幹線道路を挟んで広がっているが、道路上流の森林は政府の軍用地のため、軍用地内に堤体は設けず、谷ダムの満水位が軍用地内に及ばないように設計とする。 |
| 堤体軸の予定 | 道路下流 400m 程度の地点が兩岸の地形から堤体積を少なくする上で妥当である。上流では貯水深が小さい。それより下流は右岸が開き、堤体積が大きくなる。本地区では、東側の沢を取り込んだケースも考えられ、検討を行なったが、受益面積が小さくなり、効果は小さい。 |
| 地質 | 兩岸の表土は花崗岩の風化土で全体に覆われている。築堤材としては不透水性土となる。中央低地に川はなく砂分の多い地質である。大きな出水時のみみずみちを形成し、細粒分亡しているようである。下流の右岸西側からの沢との合流点付近は、流水はないが砂地であり、厚さは 3m 以上ある。但し、かなり堅く水たまりもあるので透水性は小さいようである。礫は斜面の畑地に散在する。花崗岩の風化で残された石英質の礫であるが、多くはない。堤体材料には花崗岩を母岩とした風化土砂を使用する。ボーリング調査の結果、兩岸は 3m 以深で堅固な基礎であるが、河床部では 6m 程度である。基礎の透水性は約 3 ルジオン以下であり、不透水性である。 |
| その他 | 本サイトおよび東側の隣接流域からの洪水排水が、隣接するブゲセラ 3 地区の受益を通過することになる。ブゲセラ 2 ガショラが設置された場合は、洪水吐からの排水と、隣接流域からの排水が、ブゲセラ 3 で埋設が計画されているパイプラインと河床部で交差することになり、影響は避けられない。このためブゲセラ 3 地区に関しては、影響の出ないよう受益地の変更が必要となる。MINAGRI 担当者は、これを了承した。 |

表 5 ダム計画に係る現状調査結果

| 項目 | ンゴマ 21 レメラ |
|--------|---|
| サイト | 本サイトは、LWH 報告書の流域図とは異なることが判った。このため現地担当者への確認と GPS 計測によりサイトを確定した。右岸はやや急峻で自然の灌木地帯、左岸は緩やかな畑地である。 |
| 堤体軸の予定 | 要請の堤軸の直下流の右岸河床部に湧水地点があり、周辺住民の取水場所でコンクリート構造物にパイプが設置されている。河川にはわずかながら水が流れており、乾期にも絶えないと言う。100m 上流にも湧水地点があるが、現在は荒地になっており、取水施設もない。この上流の湧水地点より上流には、河川は無くなっており、地形は急上昇している。要請ダム軸から 180m で標高が 10m 上昇、貯水深が 10m 減ると言うことで、良好なサイトとは言えない。また、上流の湧水地点を貯水池内に取り込んだ場合、貯水圧力が作用し、逆流あるいは下流の湧水地点から貯水が漏水するとも考えられる。従って、堤体軸は上流の湧水地点よりさらに上流に設ける必要がある。谷の縦断形状が 1/20 と比較的急峻なため、要請軸から 580m 上流に、比較的良好的なポケットを持った軸が計画される。堤高 16.6m、堤頂長は 400m で、貯水量 442,000m ³ (堤体築堤材料を貯水池内より調達した場合) が見積も |

| | |
|----|---|
| | られる。元の要請軸も約 370mではあるが地形から貯水量は比較的少ないと考えられる。 |
| 地質 | 表面は花崗岩類あるいは砂質—泥質堆積岩の風化土と考えられ、不透水性の築堤材としては、左岸アバットの花崗岩類の風化帯が良好と推定される。河床に砂分はあまり存在しないが、テストピット地点の右岸の地下水が高く、河床堆積物が溜まっていることが考えられる。不透水性の築堤材としては、強風化岩が良好と推定されるが、現在室内試験中である。砂質系は不明だが、高標高部に小礫が有るので、礫岩の風化とも考えられる。岩材料は礫岩、花崗岩類が考えられる。両岸山頂部には岩の露頭カ所もあり、やや遠いが石材の入手は可能である。 |

表 6 ダム計画に係る現状調査結果

| 項目 | ンゴマ 22 ルレンゲ |
|--------|--|
| サイト | LWH 報告書の流域図は別地点であり、地元担当者がサイトとした地点を、GPS にて確認しサイトを確定できた。両岸とも緩やかな畑地である。要請軸付近の川にはボックスカルバートの橋があり、当初は両岸の道路をここで交叉させる計画があったが、その後進展していないとのことである。幅 1mの川には水が流れており、乾期にも絶えないと言う。要請軸より 1,140m上流に湧水があり、放流パイプの取水施設があり、周辺の住民に利用されている。 |
| 堤体軸の予定 | 堤体積の小さくなる軸を選定することが出来る。堤体により現在のカルバートは撤去される。上流取水施設の構造をばより 1m下を満水位とし、ダムの高さを決定すれば貯水池との影響はない。 |
| 地質 | 表面は花崗岩類あるいは砂質—泥質堆積岩の風化土と考えられ、不透水性の築堤材としては、左岸アバットの花崗岩類の風化帯が良好と推定される。河床に砂分はあまり存在しないが、テストピットより粘土質の河床堆積物が溜まっていることが考えられる。右岸は砂質—泥質岩の風化帯が浅い。岩石材料は、周辺の急傾斜地形のカ所に賦存する可能性はある。両岸尾根部には岩の露頭が見られる。 |

表 7 ダム計画に係る現状調査結果

| 項目 | ガツィボ 31 ルガラマ |
|--------|--|
| サイト | 急峻な山地を背景にした 3つの沢が合流しながら、サイト予定地付近では 1本の川となっている。川の形状は両岸が垂直に切り立っておりガリーを形成している。ダムとしては作りにくい河川断面である。川の両岸平坦地から河床までの比高は約 15m程度有り、両岸平坦部を貯水域とするならば、堤高は 15m以上となる。ガリー内の堤体と平坦部の堤防との変化部での沈下の差等の配慮が必要である。河床は砂礫であり、フィルター材等に使用可能である。このガリーは規模を徐々に小さくし、道路との交点では流れの向きを変え、道路の横を流下する。さらに 700m流下後、道路横断暗渠工高で道路下を横断している。横断後の周囲に水路はない。洪水時にはここから土砂を含んだ排水が水田に流入し、稲を倒伏させ、土砂の堆積を引き起こす。 |
| 堤体軸の予定 | ガリー状河川の縦断勾配は比較的急峻で、ガリー内では貯水量は少ない。両岸平坦地を貯水池に加えれば貯水量は増す。3つの沢（ガリー）の合流点は周辺が削られ、貯水容量的に多少は有利だが、堤高から上流に軸を設ける必要がある。 |
| 地質 | 砂泥質堆積岩や花崗岩類が大きく変性を受けた麓に、急峻な沢が流れ込みガリー状に浸食していったと思われる。ガリーの両岸は約 15m以上の垂直な面を維持しており、急流速には浸食されやすいがある程度の強度は持っており、複雑な変成岩類ではあるが、透水性の地質ではないことから貯水池の可能性はある。フィルター等の砂礫系はガリー及び排水路の床部にあるので採取可能である。ダム軸上流に築堤材料採取用テストピットを掘削し、材料調査を行っているが、材質は硬く細粒分は少ないため遮水材料としては期待できない。従って、築堤材料掘削による貯水量増は見込めず、他に土取り場を見つけ出す必要がある。 |
| その他 | LWH の先行 8 サイトでの実施設計調査に伴い作成されたインセプションレポートでは、隣接するガツィボ 32 サイトが、ガツィボ 31 ルガラマの受益地もカバーするようにデザイン |

| | |
|--|--|
| | <p>されている。また、道路を横断した下流の水田地帯は、RSSP がダム建設による水田造成を採択し、既に 2009 年 4 月より事業が開始されている。従って、下流水田地区は既に水需要が満たされており、本地区から水田への灌漑用水供給はできない。</p> |
|--|--|

表 8 ダム計画に係る現状調査結果

| 項目 | ブゲセラ 3 リリマ |
|--------|---|
| サイト | ブゲセラ 2 のとなりの沢に位置する。ブゲセラ 2 と同様、流域は幹線道路を挟んで広がっているが、道路上流の森林は政府の軍用地である。堤軸付近の現況勾配は、左右岸とも約 1 : 7 である。 |
| 堤体軸の予定 | LWH 実施設計書によれば、道路下流 400m 程度の地点で、満水位が郡用地に影響の内容に設定されている。堤高は 16.2m となっている。堤体標準断面には上流に不透水性ブランケットを設け、堤体基礎部の浸透量の減少を計る。厚さ 1 m、延長は最大水頭の 5 倍としている。 |
| 地質 | サイト付近の花崗岩類は強度の風化を受け、砂または砂礫質土になっている。風化の深度は付近の道路法面やテストピットで観察されたように深い (5m 以上)。洪水吐部は花崗岩類の強～中風化岩である。ダム軸電気探査結果から、ダム軸の河床付近 50m 間は、風化が非常に進んでいる粘性土砂状の風化岩か河床堆積物で、河床堆積物は非常に少ない。また、河床部 150m 間は 15-20m の深さの風化帯で、土砂状から亀裂のある岩盤状と推定される。兩岸の表層付近からは、花崗岩類の風化した粗い砂が分布していると、推定される。築堤材料は、周辺から採取可能であり、不透水性 (コア) 材料は、貯水池敷き内から採取可能である。半透水性材料 (砂質材)、フィルター材およびロック材は周辺より採取。 |
| その他 | ブゲセラ 2 の洪水吐からの排水と、隣接流域からの排水が、ブゲセラ 3 で埋設が計画されているパイプラインと河床部で交差することになり、影響は避けられない。このためブゲセラ 3 地区に関しては、影響の出ないよう受益地の変更が必要となる。 |

表 9 ダム計画に係る現状調査結果

| 項目 | ブゲセラ 4 ムセニ |
|--------|---|
| サイト | <p>現況サイトは標高 1 4 0 0 m 前後の比較的平坦な地形であるが、5 万分の一地形図によると、上流は 1 5 0 0 m 以上の高い山が連なっており、急峻な山間の地形を呈している。下流に行くに従い、兩岸の勾配も緩くなる。サイト下流約 2km から湿地帯が広がり、北西約 5km の地点で Nyabarongo 川支流 Akanyaru 川に流入する。Akanyaru 川合流地点までは広い湿地帯が続いている。</p> <p>貯水池の上流と下流に湧水地点がある。上流は満水位より高く、下流は丘の中腹で、距離は 300m 程度離れている。従って、貯水池に直接影響はしない。集水域および受益地の 98% は 16% 以下の斜面勾配である。</p> |
| 堤体軸の予定 | 上流は急峻で、下流に行くほど河谷形状が開き兩岸の勾配が緩くなる。従って、貯水量は河床幅および兩岸の勾配から、下流へ行くに従って大きくなるが、同様に堤頂長、堤体積も大きくなる。本ダム軸を決定するに際しては、民家への影響を考慮して、下流ダム軸案を比較検討する必要がある。実施設計でのダム規模 (堤高 26.5m = ダム天端 EL144.5m - 遮水ゾーン基礎標高 EL118.0m)、コアゾーン底幅 30.5m および深い断層破碎帯を考慮すると、セメントミルクグラウトによる基礎処理か、堤高 15m 以下の均一ダム (グラウトなし) の選択と考えられる。 |
| 地質 | <p>先カンブリア紀の基盤であり、サイト全域と周辺は石英の介在する雲母片岩の支配的な変成岩に覆われている。貯水池兩岸の斜面には、雲母片岩の露頭が見られるが、強度に風化されている。母岩は広範囲に残積土に覆われており、強度に深くまで風化している。</p> <p>谷部は暗褐色の無機質シルト質粘土に覆われ、厚さは約 4m である。兩岸部は基盤岩の風化による厚い土砂層によって覆われている。洪水吐上流部の地質は、強～中風化岩であり、その厚さは 5m 以上である。</p> <p>ダム軸電気探査結果から、ダム軸左岸は良好な岩盤が比較的浅く、右岸も表層の風化帯は厚いが特に問題はないが、河床部付近に断層が推定される。解析図上からは、明確ではな</p> |

いが土木地質的に対処可能かどうか明らかになってはおらず、本計画としては、着工前に断層ボーリング調査を必要とし、場合によってはダム軸を Prefeasibility Phase 時点のダム軸も含めて調査する必要がある。

4 営農計画に係る検討

調査対象地区において灌漑用水の利用が可能になれば、灌漑による効果が高くかつその投資に見合う高収益作物の導入が必要となってくる。本プロジェクトにおける営農計画は、農家経済調査により判明した農家の意向（もし灌漑用水が使用可能となった場合に導入したい作物）を最大限に尊重した上で、ダムの有効貯水量等の技術的な条件や LWH の方針を踏まえて計画するものとする。特に、もし十分な用水が得られれば稲作を導入したいとする農家の意向がガツィボ 31 ルガラマを除く 3 地区で高いため、稲作導入の検討も行っていく。下表に、対象地区の農家経済調査結果による農家の導入作物に対する意向を示す。

表 10 農家の導入作物に対する意向（農家経済調査結果より）

| 作物 | ブゲセラ 2 | ンゴマ 21 | ンゴマ 22 | ガツィボ 31 |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| 調査農家戸数 | 40 | 39 | 37 | 38 |
| メイズ | 55% | 79% | 16% | 82% |
| キャベツ | 55% | 41% | 59% | - |
| トマト | 30% | 28% | 41% | 3% |
| にんじん | 33% | 28% | 30% | 3% |
| 他の野菜 | 53% | 26% | 57% | 84% |

他の野菜:たまねぎ、なす、ねぎ等

表 11 農家の稲作導入に対する意向（十分な用水が得られる場合）

| 作物 | ブゲセラ 2 | ンゴマ 21 | ンゴマ 22 | ガツィボ 31 |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| 調査農家戸数 | 40 | 39 | 37 | 38 |
| 米 | 100% | 100% | 84% | 24% |

5 運営・維持管理体制に係る検討

「ル」国の分権化政策、既存プロジェクト実施状況や農村での経済活動の調査結果を踏まえると、施設の運営・維持管理は、その施設を使用する受益農民が協同組合を組織して運営管理に当たることが基本とされる。セクターや郡の地方政府は監督局として、農民組織で解決できない問題を、順次セクター、郡と上げていき解決を図るという体制となる。中央政府である MINAGRI や MINALOC は、このような組織体制を通じて貧困層支援プログラムや化学肥料、改良種子普及プログラムを農民に行き渡らせようとする仕組みである。MINALOC は郡一セクターを通じてハンドポンプ給水施設での貧困層への水利用費補助金を給付している（無償事業地区での聞き取り）。また、MINAGRI も化学肥料の半額補助やメイズのハイブリッド種子の無料配布を郡一セクターを通じて実施している。本件調査におけるプロジェクト実施後に必要となる施設の運営・維持管理についても、受益農民による協同組合設立により進めていく方針とする。

「ル」国では、経済的な活動を実施する住民の団体として協同組合（Cooperative）を定義し、非経済的な活動を目的とする団体は Association として区分している。協同組合は、Ministry of Trade and Industry 管轄の Rwanda Cooperative Agency (RCA) が協同組合の政府登録等の業務を行っており、こ

れに対し Association の登録は Ministry of Justice の管轄となっている。ルワンダ政府は、ビジョン 2020 や MDGs、および EDPRS で設定されている目標実現のために、住民による協同組合を目標実現のための現実的な手段として位置づけ、その設立を推進しているため、この方針を則って本プロジェクトの農民組織化を検討していく必要がある。

「ル」国の既存灌漑地区では、農業協同組合が組合内に水管理コミティーを設け、灌漑施設管理・水管理も行っているのが一般的である。ドナー支援による RSSP やルクセンブルグのプロジェクトにおいても、灌漑施設を整備した後は、受益農民による農業協同組合設立を支援し、その農協に灌漑施設管理・水管理を移管している。一方で、LWH 担当者との協議においては、MINAGRI としては、灌漑施設の水管理協同組合は、農業協同組合とは別途設立してより集中した施設管理・水管理を進めて行く方針であることが述べられた。「ル」国では、貧困削減や経済成長の実現のために住民による協同組合設立を推進しており、受益農民による農業協同組合設立は、プロジェクト地区の灌漑農業活性化のためにも有効であると考えられる。本プロジェクトでは、農業協同組合と水利組合を独立した二つの組織として設立するか、あるいは両者を統合した組織とするかは、受益農民とコンサルテーションを行い、受益農民の意向により最終的な組織化の形態を決定する方針とする。

6 環境社会配慮に係る検討

環境社会配慮調査は、関連法令、環境行政、「ル」国環境影響評価制度に係る手続き、そしてプロジェクト立地環境について調査を行い、環境影響調査 (EIA) を実施するための今後スケジュール、配慮事項について検討を行った。本件のような貯水池を含む灌漑プロジェクトは環境影響評価を行う必要があり、本件も完全な EIA 作業が求められることが想定される。「ル」国環境影響評価制度に基づく本件の EIA 作業プロセスは以下の通りである。

1. 本件 JICA 無償プロジェクトの「ル」国側実施機関を確定する。
2. 実施機関が確定された後、日本国側は基本設計を行い施設の基本諸元及びプロジェクト実施による環境社会上の影響範囲を確定し、事業実施機関が行う EIA 実施申請を支援する。
3. 事業者がプロジェクト概要書からなる申請書を環境審査機関である REMA に提出後、REMA はスクリーニングを行い、本件プロジェクトの EIA に係る TOR が決定される。
4. TOR が確定された後、事業者は EIA の実質作業を行う EIA Expert を指名する。
5. EIA Expert が決定された後、JICA 基本設計調査チームは、基本設計調査結果に基づき、EIA Expert が行う EIA 作業の支援を行う。
6. RSSP の場合、事業者による EIA 申請から REMA による承認まで約 4 ヶ月を要したということであり、本件の場合、余裕をみて申請から承認までの期間を 4~6 ヶ月の期間を設定する。その後、日本国政府と「ル」国政府間で E/N が締結されることが想定されるが、E/N 後、事業実施機関は本件プロジェクトの実施認可を行い、土地収用手続きを行う。

本件の JICA 無償プロジェクトを実施するうえで影響が想定されるか、又は、影響の程度が不明な環境影響について、調査及び影響に対する緩和策を講じる必要がある。以下に主な環境影響に対する特筆すべき課題を列記する。

- 水没する農地に対する土地収用計画及び補償（計画ダムサイト上流部には家屋はなく、家屋の水没による住民移転はないが、各サイトとも計画の実施により計画ダム上流側に農地が存在することが確認された。下流側にも、灌漑用の水路が敷設され一部の農地に影響が出てくることが想定される。）
- 土地無し農民への対応（土地無し農民の存在が確認された。本件プロジェクト完成後設立が予定される水利組織における灌漑施設の維持管理要員としての職の確保や新規の圃場整備における彼らへの土地の割当て等の対策を講じることが考えられる。）
- 工事中の環境問題（ダム計画サイトに至る村道は工事用道路として使用されるものと考ええるが、幹線道路からの入り口部分は一部家屋が沿道に存在しており、工事中の騒音・振動問題や事故等の問題が想定される。）

7 技術支援に係る検討

本プロジェクト実施に際しての技術支援は、無償資金協力事業の枠内で実施するソフトコンポーネント、および JICA の他のスキーム（技術協力プロジェクトおよび JOCV）との連携による支援の可能性を検討する。無償資金協力事業におけるソフトコンポーネントは、灌漑施設建設工事期間の後半部において実施が想定される。他スキームとの連携の可能性については、まず、技術協力プロジェクト「東部県南部地方農業開発支援計画（仮称）」が 2009 年度に開始予定であり、本件無償資金協力による灌漑施設建設工事期の前後での連携が考えられる。JOCV 派遣による連携は、本調査により事業の妥当性が確認され、建設が開始され、竣工する時期（2011 年中期頃が想定される）に派遣を行うことによりプロジェクト終了後の灌漑施設の効果的な活用に向けて支援を得られるものと想定される。

1) 無償資金協力事業におけるソフトコンポーネント

無償資金協力事業で想定されるソフトコンポーネントの基本内容は以下の 3 種類が想定される。「ル」国では、灌漑施設の管理は基本的に政府による直接の管理ではなく、農民組織に管理が委ねられている。このため、灌漑施設を管理し、水利用を受益者間で調整する農民組織（水利用組合）を設立する必要がある。この農民組織化を支援することが第一のコンポーネントとなる。次いで、建設される灌漑施設の操作・管理を実際に行うことになる農民への技術研修の実施、更に灌漑用水を用いた経済的な営農を実施するための灌漑営農研修が想定される。

2) 技術協力プロジェクトとの連携

プロジェクトの妥当性が確認され、プロジェクトの実施が決定した後、農協の設立支援、また設立後の活動支援において技術協力プロジェクト「東部県南部地方農業開発支援計画（仮称）」との連携が考えられる。同技プロは 2009 年度内に開始予定であり、本プロジェクトに先行して実施されることになる。このことを考慮し、灌漑施設が建設されて可能となる水管理組合又は農協内の水管理コミティー設立は無償資金協力事業のソフトコンポーネントとして実施し、技プロ側からは、灌漑施設建設に先立って農協の設立支援を行うことが考えられる。灌漑施設完成後は、M&E を技プロにおいて実施する。また、できれば農協の事務所建設+PC 等の機材供与を技プロで支援する

ことが可能であれば、組合活動促進に寄与する可能性がある。更に、ネリカ米導入のためのパイロットサイトを本件プロジェクトサイトに設置し、展示活動を技プロの中で実施することも一案である。

3) JOCV との連携

現在も、プロジェクト対象地域に近い、ブゲセラ郡ルフハセクター、ンゴマ郡キブンゴセクター、ニャガタレ郡カラングジセクター等に、食用作物・稲作栽培、野菜栽培、および村落開発普及の JOCV 隊員が派遣されており、派遣条件としては問題ないといえる。但し、活動のための移動手段について配慮が必要となる。プロジェクトの実施により灌漑農業が可能となれば、より高収益を期待できる野菜作や水田稲作の展開が可能となる。しかしながら、調査対象地域の現状では、天水に依存した農業であるため、住民は耐乾性の強いキャッサバやソルガムを中心に栽培しており、野菜栽培を広く展開していくためには技術支援が必要になる可能性がある。またンゴマ 22 ルレンゲ地区では水田稲作の展開が期待され、野菜栽培、稲作栽培の協力隊員派遣を検討する余地がある。農協の支援については、上記の技術協力プロジェクトとの連携を検討することから、活動の重複は避けなければならないが、例えば農協が販売する生産物を、加工して販売する支援を行う村落開発普及員の派遣も考えられる。

8 各サイトの妥当性に係る検討

これまでに実施した自然条件調査、社会経済調査、環境社会配慮調査、運営・維持管理調査等各種調査から得られた結果から 6 サイトの妥当性を検討する。

算定した各サイトのダム貯水容量、および灌漑可能面積を下表に示す。ガツィボ 31 サイトを除く 5 地区では、基準となる 50ha 以上の灌漑可能面積を確保しうる。

| サイト | ブゲセラ2 ガショラ | ンゴマ21 レメラ | ンゴマ22 ルレンゲ | ガツィボ31 ルガラマ | ブゲセラ3 リリマ | ブゲセラ4 ムセニ |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| 集水面積 Area(km2) | 3.24 | 2.06 | 8.81 | 0.53 | 3.05 | 3.83 |
| 堤高 (m) | 15.2 | 16.6 | 15 | 16 | 16.2 | 20 |
| てんば標高 (EL.m) | 1367 | 1431 | 1368 | 1436 | 1373 | 1404.5 |
| 堤長 (m) | 367 | 400 | 200 | 220 | 297 | 429 |
| 常時満水位 (EL m) | 1365 | 1429 | 1366 | 1434 | 1371 | 1402 |
| 総貯水容量 (m3) | 456,500 | 442,000 | 1,371,000 | 23,000 | 487,000 | 901,472 |
| 有効貯水量 (m3) | 375,000 | 396,300 | 1,132,900 | 14,600 | 419,600 | 812,500 |
| 堤体積 (m3) | 111,000 | 140,000 | 65,000 | 35,000 | 121,500 | 241,700 |
| 地盤標高 (EL m) | 1352 | 1414 | 1353 | 1422 | 1357 | 1384.5 |
| 灌漑可能面積 ケース1 (ha) | 102 | 48 | 314 | 1 | 149 | 72 |
| | パイナップル、バナナ | アボカド、バナナ | 水田+パイナップル | コーヒー、バナナ | バナナ、パイナップル | バナナ、マンゴー |
| 灌漑可能面積 ケース2 (ha) | 67 | 61 | 165 | 2 | 75 | 146 |
| | メイズ、野菜、バナナ | メイズ、野菜、バナナ | 水田、メイズ、野菜、バナナ | メイズ、野菜、バナナ | メイズ、野菜、バナナ | メイズ、野菜、バナナ |
| 灌漑可能面積 ケース3 (ha) | 51 | 49 | — | — | 57 | 110 |
| | 水田、メイズ、野菜、バナナ | 水田、メイズ、野菜、バナナ | — | — | 水田、メイズ、野菜、バナナ | 水田、メイズ、野菜、バナナ |

表 10 各サイトのダム諸元

内部収益率 (IRR)、投資効率 (B/C)、および純現在価値 NPV を算定した。B/C および NPV の算定に用いる割引率は 12% を適用する。経済的内部収益率 (EIRR) が、LWH に示される資本の機会費用 12% を上回る、また B/C が 1 以上、および NPV が正の値であれば、事業による追加便益が追加投資額を上回ることになる。算定は日本からの投入を考慮しない直接工事費ベースで行なった。表 11 に各指標のケース別、地区別算定結果を示す。

表 11 各サイトのケース別事業評価結果

| サイト | ケース | IRR (%) | | B/C (割引率 i=12%) | | NPV (000 Rwf) (i=12%) | |
|---------|-----|-------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------------|-----------------|
| | | 経済的 | 財務的 | 経済的 | 財務的 | 経済的 | 財務的 |
| ブゲセラ 2 | 1 | 15.4 | 16.4 | 1.29 | 1.38 | 380,563 | 524,149 |
| | 2 | 8.6 | 9.5 | 0.77 | 0.83 | -255,393 | -203,513 |
| | 3 | 8.4 | 7.7 | 0.76 | 0.71 | -227,945 | -291,594 |
| ブゲセラ 3 | 1 | 24.3 | 25.9 | 2.20 | 2.34 | 1,337,807 | 1,603,678 |
| | 2 | 12.6 | 13.8 | 1.04 | 1.12 | 37,538 | 118,544 |
| | 3 | 12.1 | 11.3 | 1.01 | 0.95 | 6,722 | -42,666 |
| ブゲセラ 4 | 1 | 12.0 | 12.9 | 1.00 | 1.07 | 4,509 | 88,774 |
| | 2 | 15.9 | 17.2 | 1.27 | 1.36 | 435,934 | 615,268 |
| | 3 | 13.8 | 12.9 | 1.13 | 1.06 | 175,285 | 89,985 |
| ンゴマ 21 | 1 | 4.8 | 4.4 | 0.45 | 0.42 | -701,114 | -797,259 |
| | 2 | 4.4 | 4.8 | 0.51 | 0.53 | -680,516 | -697,459 |
| | 3 | 4.8 | 3.8 | 0.53 | 0.48 | -566,755 | -676,374 |
| ンゴマ 22 | 1 | 23.8 | 22.5 | 2.10 | 1.97 | 2,888,640 | 2,741,268 |
| | 2 | 18.2 | 16.9 | 1.44 | 1.34 | 699,874 | 591,913 |
| ガツィボ 31 | 1 | n.a. | n.a. | 0.002 | 0.005 | -526,147 | -562,857 |
| | 2 | n.a. | n.a. | 0.04 | 0.04 | -505,937 | -541,206 |

表 12 に、妥当性検討の総合評価結果を示す。どのサイトも環境に対する深刻な影響はないものと考えられる。また、ブゲセラ 2 ガショラおよびンゴマ 22 ルレンゲでは、既存の農業協同組合に施設維持管理の受け皿になってもらうことも可能である。ンゴマ 22 ルレンゲが、灌漑可能面積が他のサイトに比して圧倒的に広く、また堤体積に対して貯水容量も大きく経済的であり、最も高い効果が見込めると判断され、最優先地区と位置付けられる。一方、ガツィボ 31 ルガラマは、ガリーによる大規模な対策工が必要になる上に貯水容量、灌漑可能面積も非常に小さく、ガツィボ 32 計画に含まれることが可能であり、妥当性は著しく低いと判断される。ンゴマ 21 レメラは、河床部に高透水性部があり、ブランケット等の漏水抑止工法の検討が必要である。ブゲセラ 4 ムセニは、LWH プロジェクトでの設計堤高が 26.5m と高く、また、河床部に断層があるため、堤軸位置を変更し、堤高、貯水容量、灌漑面積について比較検討する必要があると考えられる。その場合、堤体規模、貯水池規模が縮小され工事費は安くなるが、灌漑面積も縮小されることが予想される。

表 12 各サイトの妥当性検討結果(1)

| | ブゲセラ 2 ガシヨラ | ンゴマ 21 レメラ | ンゴマ 22 ルレンゲ | ガツィボ 31 ルガラム | ブゲセラ 3 リリマ | ブゲセラ 4 ムセニ |
|---------|---|---|--|--|--|---|
| 概要 | 集水面積：3.24km ² 総貯水容量：456,000m ³ 有効貯水量：375,000m ³ 堤高：15.2m 堤長：367m 堤体積：111,000m ³ | 集水面積：2.06km ² 総貯水容量：442,000m ³ 有効貯水量：376,300m ³ 堤高：16.6m 堤長：400m 堤体積：140,000m ³ | 集水面積：8.81km ² 総貯水容量：1,371,000m ³ 有効貯水量：1,132,900m ³ 堤高：15.0m 堤長：180m 堤体積：65,000m ³ | 集水面積：0.53km ² 総貯水容量：23,000m ³ 有効貯水量：14,600 堤高：16m 堤長：220m 堤体積：35,000m ³ | 集水面積：3.05km ² 総貯水容量：487,000m ³ 有効貯水量：419,600m ³ 堤高：16.2m 堤長：297m 堤体積：121,500m ³ | 集水面積：3.83km ² 総貯水容量：912,600m ³ 有効貯水量：812,500m ³ 堤高：26.5m 堤長：429m 堤体積：241,700m ³ 堤軸位置及び堤体規模の再検討が必用であり、大幅に変更の可能性が高い。 |
| 技術的観点 | <ul style="list-style-type: none"> ・技術的に問題はない。基礎地盤の透水性、支持力も問題ない。築堤材料はサイト内から採取可能。築堤時に水分調節の配慮が必要である。 ・Bugesera3 計画との受益地及びパイプライン計画との調整が必要。 ・幹線道路に影響が出ないよう配慮が必要。 ・施工中、下流湖に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量/堤体積=4.1 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存湧水に対する配慮が必要。 ・河床部の高透水性部に対する追加調査と検討が必要。 ・河床部の傾斜が比較的急であるため、比較的高い堤高が必要になり、堤体積に対して貯水容量が小さく、やや不経済である。 ・築堤材料はサイト内から採取可能。築堤時に水分調節の配慮が必要である。 ・施工中、下流水路に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量/堤体積=3.2 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存湧水に影響がないよう配慮が必要。 ・既存ボックスカルバート橋梁は撤去される。 ・常時流水があり、下流で灌漑を行なっているので、施工中の仮排水路の検討が必要。 ・築堤材料はサイト内から採取可能。築堤時に水分調節の配慮が必要である。 ・堤体積に対して貯水容量が大きく、経済的である。 ・施工中、下流水田に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量/堤体積=21.1 | <ul style="list-style-type: none"> ・ガリーの規模が大きいため、堤高が高くなる。 ・上流側ガリーに対する大規模な対策工が必要となる。 ・受益面積が非常に小さい。 ・築堤材料はサイト内から採取可能であるが、築堤時に水分調節等注意深い施工の配慮が必要である。 ・Gatsibo 32 計画の受益に含めることが妥当である。 ・洪水調節機能が期待されているが、下流排水路の改修で対処可能である。 ・下流水田地域への土砂流入防止の効果は期待できる。 ・貯水容量/堤体積=0.7 | <ul style="list-style-type: none"> ・Bugesera2 計画との受益地及びパイプライン計画との調整が必要。 ・基礎の透水性及び支持力確認のための補足地質調査が必要である。 ・LWH 実施設計書によれば、築堤材料はサイト付近のものを使用可能である。 ・住居の移転が不可能であれば、貯水位及び堤軸位置の比較検討が必用である。 ・施工中、下流湖に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量/堤体積=4.0 | <ul style="list-style-type: none"> ・河床部に断層がある可能性があり、断層部の補足地質調査及び断層部の処理の検討が必要。 ・LWH 実施設計書では堤高約 26m で計画されており、15m を大きく超える。堤高を 15m 程度に抑えるよう堤軸位置及び貯水容量、灌漑面積等の比較検討が必要である。 ・LWH 実施設計書によれば、築堤材料はサイト付近のものを使用可能である。 ・施工中、水路に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量/堤体積=3.7 |
| | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ |
| 営農・維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・現況でソルガムを多く栽培しているが、メイズ、野菜などの栽培、稲作転換及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・新たに運営・維持管理組織を設立する必要がある。 ・現況でソルガムを多く栽培しているが、メイズ、野菜などの栽培及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・水田の拡大が期待できる。 ・斜面部ではソルガムを多く栽培しているが、メイズ、野菜などの栽培及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・新たに維持管理組織の設立が必要である。 ・現況でバナナやソルガムを多く栽培しているが、野菜などの栽培及び単収の増大により生産額の増大が期待できるが、受益は非常に限られる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・現況でバナナやソルガムを多く栽培しているが、野菜などの栽培、稲作転換及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・現況でバナナやソルガムを多く栽培しているが、湿地部の新規開発、野菜などの栽培、稲作転換及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 |
| | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ |

表 13 各サイトの妥当性検討結果(2)

| | ブゲセラ 2 ガシヨラ | ンゴマ 21 レメラ | ンゴマ 22 ルレンゲ | ガツィボ 31 ルガラマ | ブゲセラ 3 リリマ | ブゲセラ 4 ムセニ |
|---------|---|---|--|--|---|---|
| 環境・社会配慮 | <ul style="list-style-type: none"> 下流に湖があり、施工中の濁水が流入しないように注意が必要である。集水域、湛水域の大部分は開発された農地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる住居等はない。 湛水域の大部分は補償対象農地である。 | <ul style="list-style-type: none"> 集水域、湛水域の大部分は開発された農地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる住居等はない。 湛水域の大部分は補償対象農地である。 | <ul style="list-style-type: none"> 集水域、湛水域の大部分は開発された農地及び湿地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる住居等はない。 湛水域において国有地である湿地の割合が大きい。 最も受益戸数が多い。 | <ul style="list-style-type: none"> 環境に対する影響は特にない。 移転対象となる住居等はない。 | <ul style="list-style-type: none"> 下流に湖があり、施工中の濁水が流入しないように注意が必要である。集水域、湛水域の大部分は開発された農地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる恐れがある住居が4件ある。 湛水域の大部分は補償対象農地である。 | <ul style="list-style-type: none"> 集水域、湛水域の大部分は開発された農地及び湿地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる恐れのある住居が3件ある。湛水域の大部分は補償対象農地である。 |
| | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ | ○ |
| 社会経済 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は50ha以上ある。 経済性はあまり良くない。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は50ha以上確保可能である。 堤体積が大きく、経済性はあまり良くはない。 天端道路により兩岸の交通が容易になる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積が165ha以上と大きい。 堤体積が小さく、貯水容量が大きいため、最も経済的である。 天端道路により兩岸の交通が容易になる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は極めて小さい。 経済性が極端に悪い。 天端道路によりガリー兩岸の交通が容易になる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は50ha以上ある。 作物によっては経済性は良くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> 貯水池の再検討により灌漑面積は大幅に変更になり、ブゲセラ 2、3 と同程度の規模になると予想される。その場合、経済性もブゲセラ 2、3 と同程度となる。 |
| | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C (現計画規模による) |
| ケース 1 | 102ha、4.1億、10.3%、0.86 パイナップル、バナナ | 48ha、4.1億、1.9%、0.30 アボカド、バナナ | 314ha、8.3億、16.7%、1.4 パイナップル、水田 | 1ha、1.7億、—、0.002 コーヒー、バナナ | 149ha、3.5億、17.3%、1.47 パイナップル、バナナ | 72ha、3.7億、7.6%、0.67 マンゴー、バナナ |
| ケース 2 | 67ha、3.5億、4.4%、0.51 メイズ、野菜、バナナ | 61ha、4.4億、1.1%、0.34 メイズ、野菜、バナナ | 165ha、5.1億、11.4%、0.96 水田、メイズ、野菜、バナナ | 2ha、1.7億、—、0.03 メイズ、野菜、バナナ | 75ha、2.9億、7.4%、0.69 メイズ、野菜、バナナ | 146ha、5.1億、9.8%、0.85 メイズ、野菜、バナナ |
| ケース 3 | 51ha、3.0億、4.3%、0.51 水田、メイズ、野菜、バナナ | 49ha、3.8億、1.4%、0.36 水田、メイズ、野菜、バナナ | — — | — — | 57ha、2.5億、7.4%、0.67 水田、メイズ、野菜、バナナ | 110ha、4.3億、8.3%、0.75 水田、メイズ、野菜、バナナ |
| | △ | △ | ◎ | × | ○ | △ |
| 総合評価 | <ul style="list-style-type: none"> 技術的に大きな問題はない。 灌漑面積はあまり大きくはないが、農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる | <ul style="list-style-type: none"> 基礎地盤の高透水部に対する技術的検討が必用。 灌漑面積はあまり大きくはないが、農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積が十分にあり、受益農家戸数も多く、経済性も優れている。最も効果が大である。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積が極端に小さく、受益農家戸数も少なく、効果が極めて小さい。 Gatsibo 32 計画に含まれることが妥当である。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積はあまり大きくはないが、農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる 事業費はガツィボ 31 を除いて最も安くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> 貯水池の再検討が必用。 再検討により、ブゲセラ 2、3 と同程度の灌漑面積になると予想される。 農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる |
| 優先順位 | 3 | 5 | 1 | × | 2 | 3 |

* 工事費を直接工事費の1.5倍とし、EIRR、B/Cを算出

目 次

序文

要約

目次

略語・略記

調査対象地域位置図

写真集

頁

第 1 章 調査概要

| | | |
|-------|------------|-----|
| 1.1 | 要請内容 | 1-1 |
| 1.2 | 調査の目的 | 1-1 |
| 1.3 | 調査団の構成 | 1-2 |
| 1.4 | 調査日程 | 1-3 |
| 1.5 | 主要面談者 | 1-4 |
| 1.6 | 調査結果概要 | 1-4 |
| 1.6.1 | 先方との協議結果 | 1-4 |
| 1.6.2 | 現地調査（踏査）結果 | 1-5 |
| 1.6.3 | 結論要約 | 1-9 |

第 2 章 要請の確認

| | | |
|-------|--------------------|------|
| 2.1 | 要請の経緯及び内容 | 2-1 |
| 2.2 | 上位計画 | 2-2 |
| 2.2.1 | ルワンダビジョン 2020 | 2-2 |
| 2.2.2 | ルワンダ貧困削減戦略(PRSP) | 2-3 |
| 2.2.3 | 農業改革戦略計画 (SPAT) | 2-3 |
| 2.2.4 | 経済開発貧困削減戦略 (EDPRS) | 2-3 |
| 2.2.5 | 国家稲作生産計画(NRP) | 2-4 |
| 2.2.6 | LWH | 2-5 |
| 2.2.7 | 郡開発計画 (DDP) | 2-6 |
| 2.3 | サイトの状況と問題点 | 2-7 |
| 2.3.1 | ブゲセラ 2 ガショラ | 2-7 |
| 2.3.2 | ンゴマ 21 レメラ | 2-11 |
| 2.3.3 | ンゴマ 22 ルレンゲ | 2-14 |
| 2.3.4 | ガツイボ 31 ルガラマ | 2-18 |
| 2.3.5 | ブゲセラ 3 リリマ | 2-21 |
| 2.3.6 | ブゲセラ 4 ムセニ | 2-24 |
| 2.4 | 要請内容の妥当性の検討 | 2-26 |

第 3 章 調査結果

| | | |
|-------|--------------|------|
| 3.1 | 主な検討結果 | 3-1 |
| 3.1.1 | 各サイトのダム計画の検討 | 3-1 |
| (1) | ブゲセラ 2 ガショラ | 3-1 |
| (2) | ンゴマ 21 レメラ | 3-7 |
| (3) | ンゴマ 22 ルレンゲ | 3-11 |

| | | |
|--------|-------------------------------|------|
| (4) | ガツイボ 31 ルガラマ | 3-15 |
| (5) | ブゲセラ 3 リリマ | 3-19 |
| (6) | ブゲセラ 4 ムセニ | 3-22 |
| (7) | 土質試験の目的と試験結果 | 3-27 |
| 3.1.2 | 貯水池計画の概要 | 3-41 |
| (1) | 流出量の検討 | 3-41 |
| (2) | 堆砂量の検討 | 3-43 |
| (3) | 貯水容量 | 3-45 |
| (4) | 灌漑可能面積 | 3-46 |
| (5) | 受益農家数 | 3-47 |
| (6) | 受益地 | 3-48 |
| (7) | 丘陵地灌漑農業 | 3-54 |
| 3.1.3 | 概略施工計画の検討 | 3-57 |
| (1) | 築堤材料の施工可能日数 | 3-57 |
| (2) | 築堤工事の工程 | 3-57 |
| (3) | 施工必用日数の概略検討 | 3-58 |
| 3.1.4 | 営農計画の検討 | 3-60 |
| 3.1.5 | 運営・維持管理体制の検討 | 3-64 |
| (1) | 「ル」国における協同組合設立の位置づけ | 3-64 |
| (2) | 調査対象地域における既存農協の活動状況 | 3-65 |
| (3) | 運営維持管理体制 | 3-65 |
| 3.1.6 | EIA | 3-70 |
| (1) | 今後のスケジュール | 3-70 |
| (2) | 事業者の確定 | 3-72 |
| (3) | EIA Expert の指名と基本設計調査チームによる支援 | 3-72 |
| 3.1.7 | 環境社会配慮調査 | 3-72 |
| (1) | 関連法令 | 3-72 |
| (2) | 環境行政 | 3-76 |
| (3) | 「ル」国環境影響評価に係る手続き | 3-77 |
| (4) | プロジェクト立地環境 | 3-79 |
| 3.1.8 | 技術支援（ソフトコンポーネント）の検討 | 3-81 |
| (1) | ソフトコンポーネントの概要 | 3-81 |
| (2) | 灌漑施設・水管理のための農民組織化 | 3-81 |
| (3) | 技術研修 | 3-83 |
| (4) | 技術協力プロジェクト及び青年海外協力隊との連携の可能性 | 3-86 |
| 3.1.9 | 事業の経済性評価 | 3-86 |
| (1) | 事業の経済性評価の方針 | 3-86 |
| (2) | 事業費 | 3-87 |
| (3) | 事業の経済的便益 | 3-89 |
| (4) | 事業の財務的評価および経済的評価 | 3-90 |
| (5) | 感度分析 | 3-90 |
| 3.1.10 | 先方政府負担事項 | 3-91 |
| 3.2 | その他の調査結果 | 3-92 |
| 3.2.1 | 自然条件調査 | 3-92 |
| (1) | 気象・水文調査 | 3-92 |
| (2) | 河川・集水域状況調査 | 3-94 |
| (3) | 貯水池堤体軸選定踏査 | 3-95 |
| (4) | 堤軸ボーリング調査 | 3-95 |
| (5) | 築堤材料調査 | 3-95 |
| (6) | 概略断層調査 | 3-95 |
| (7) | 地震調査 | 3-96 |

| | | |
|-------|------------------------------|-------|
| (8) | 測量調査 | 3-96 |
| 3.2.2 | 社会経済調査 | 3-96 |
| (1) | 社会経済調査実施概要 | 3-96 |
| (2) | 第1日目：キーインフォーマントインタビュー | 3-98 |
| (3) | 第2日目：農家説明会 | 3-99 |
| (3) | ベースライン調査 | 3-101 |
| 3.2.3 | 実施済み無償資金協力事業の調査 | 3-104 |
| (1) | ンゴマ郡ムラマセクター（ハンドポンプ付き深井戸給水施設） | 3-105 |
| (2) | カヨンザ郡ムカランジェセクター（配管系給水施設） | 3-106 |
| (3) | LWHプロジェクトへのImplication | 3-107 |
| 3.2.4 | 他ドナーとの関連 | 3-108 |
| 3.2.5 | 維持管理費 | 3-108 |
| 3.2.6 | 調達事情 | 3-109 |
| (1) | 施工業者の調査 | 3-109 |
| (2) | 労務、機械、資材価格調査 | 3-109 |
| (3) | 公共の電気、水道水、電話の使用可能性の調査 | 3-109 |
| 3.2.7 | ルワンダ国政府組織 | 3-110 |
| (1) | 農業省（MINAGRI） | 3-110 |
| (2) | MINAGRI傘下の公社 | 3-112 |
| (3) | プロジェクト計画対象郡 | 3-115 |
| (3) | プロジェクト計画対象セクター | 3-116 |

第4章 提言

| | | |
|-------|----------------------|-----|
| 4.1 | 基本設計調査実施に関する提言 | 4-1 |
| 4.1.1 | 基本設計調査の方針 | 4-1 |
| 4.1.2 | 基本設計調査の内容 | 4-2 |
| 4.1.3 | 基本設計調査の団員構成 | 4-6 |
| 4.1.4 | 再委託調査の内容 | 4-7 |
| 4.1.5 | 技術協力プロジェクト等との連携に係る提言 | 4-8 |

添付資料

1. 会議記録
2. 社会経済調査結果
3. 測量調査結果
4. 土質試験結果
5. 水質試験結果
6. 地質調査結果
7. 調査対象地域の予備的スコーピング
8. 経済分析
9. 調達事情

表および図

表

| | | |
|----------|---------------------------------|-----------|
| 表 2.3.1 | イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数 | -----2-8 |
| 表 2.3.2 | イミドゥグドゥ毎の土地所有形態 | -----2-9 |
| 表 2.3.3 | 農地面積毎の世帯数 | -----2-9 |
| 表 2.3.4 | イミドゥグドゥ毎の土地利用 | -----2-9 |
| 表 2.3.5 | ブゲセラ 2 ガシヨラ地区の農家の主要栽培作物 | -----2-10 |
| 表 2.3.6 | ブゲセラ 2 ガシヨラ地区の現況作付け状況 | -----2-10 |
| 表 2.3.7 | 調査農家の平均年間所得 | -----2-10 |
| 表 2.3.8 | 所得階層別の調査農家割合 | -----2-10 |
| 表 2.3.9 | イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数 | -----2-12 |
| 表 2.3.10 | 農地面積毎の世帯数 | -----2-12 |
| 表 2.3.11 | ンゴマ 21 レメラ地区の主要栽培作物 | -----2-13 |
| 表 2.3.12 | ンゴマ 21 レメラ地区の現況作付け状況 | -----2-13 |
| 表 2.3.13 | 調査農家の平均年間所得 | -----2-14 |
| 表 2.3.14 | 所得階層別の調査農家割合 | -----2-14 |
| 表 2.3.15 | イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数 (ルレンゲセクター側) | -----2-16 |
| 表 2.3.16 | ンゴマ 22 ルレンゲ地区農家の主要栽培作物 | -----2-16 |
| 表 2.3.17 | ンゴマ 22 ルレンゲ地区の現況作付け状況 | -----2-17 |
| 表 2.3.18 | 調査農家の平均年間所得 | -----2-17 |
| 表 2.3.19 | 所得階層別の調査農家割合 | -----2-17 |
| 表 2.3.20 | イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数 | -----2-19 |
| 表 2.3.21 | ガツイボ 31 ルガラマ地区農家の主要栽培作物 | -----2-20 |
| 表 2.3.22 | ガツイボ 31 ルガラマ地区の現況作付け状況 | -----2-20 |
| 表 2.3.23 | 調査農家の平均年間所得 | -----2-21 |
| 表 2.3.24 | 所得階層別の調査農家割合 | -----2-21 |
| 表 2.3.25 | ブゲセラ 3 現況作付け割合 | -----2-23 |
| 表 2.3.26 | ブゲセラ 3 農家所得割合 | -----2-23 |
| 表 2.3.27 | ブゲセラ 4 作付け割合 | -----2-26 |
| 表 2.4.1 | 各サイトの妥当性検討結果(1) | -----2-27 |
| 表 2.4.1 | 各サイトの妥当性検討結果(2) | -----2-28 |
| 表 3.1.1 | 遮水材料試験結果 | -----3-25 |
| 表 3.1.2 | 土質及び砂礫材料の統一分類と諸性質の関係遮水材料試験結果 | -----3-31 |
| 表 3.1.3 | Bugesera2 Testpit 2A | -----3-32 |
| 表 3.1.4 | Bugesera2 Testpit 2B | -----3-33 |
| 表 3.1.5 | Ngoma21 Testpit 2A | -----3-34 |
| 表 3.1.6 | Ngoma21 Testpit 2B | -----3-35 |
| 表 3.1.7 | Ngoma22 Testpit 2A | -----3-36 |
| 表 3.1.8 | Ngoma22 Testpit 2B | -----3-37 |
| 表 3.1.9 | Gatsibo31 Testpit 2A | -----3-38 |
| 表 3.1.10 | Gatsibo31 Testpit 2B | -----3-39 |
| 表 3.1.11 | 土質試験結果の総括 | -----3-40 |
| 表 3.1.12 | ブゲセラ 2 ガシヨラ 3 月別降雨量 | -----3-42 |
| 表 3.1.13 | 流出量計算結果 | -----3-43 |
| 表 3.1.14 | Catchment Characterization form | -----3-45 |
| 表 3.1.15 | 各サイトの有効貯水量 | -----3-45 |
| 表 3.1.16 | 灌漑可能面積計算結果 | -----3-47 |

| | | |
|----------|--|-------|
| 表 3.1.17 | ブゲセラ 2 ガシヨラ地区の現況作付け状況 | 3-48 |
| 表 3.1.18 | 計画作付け形態 ブゲセラ 2 ガシヨラ | 3-48 |
| 表 3.1.19 | 計画作付け形態 ブゲセラ 3 リリマ | 3-49 |
| 表 3.1.20 | ンゴマ 21 レメラ地区の現況作付け状況 | 3-50 |
| 表 3.1.21 | 計画作付け形態 ンゴマ 21 レメラ | 3-50 |
| 表 3.1.22 | ンゴマ 22 ルレンゲ地区の現況作付け状況 | 3-52 |
| 表 3.1.23 | 計画作付け形態 ンゴマ 22 ルレンゲ | 3-52 |
| 表 3.1.24 | 計画作付け形態 ブゲセラ 4 ムセニ | 3-53 |
| 表 3.1.25 | 概略工期検討 ケース 1 | 3-59 |
| 表 3.1.26 | 概略工期検討 ケース 2 | 3-59 |
| 表 3.1.27 | 対象地区の現況作物 | 3-60 |
| 表 3.1.28 | 農家の導入作物に対する意向（農家経済調査結果より） | 3-60 |
| 表 3.1.29 | 農家の稲作導入に対する意向（十分な用水量が得られる場合） | 3-60 |
| 表 3.1.30 | ブゲセラ 2 地区作付け計画：ケース 1 | 3-61 |
| 表 3.1.31 | ブゲセラ 2 地区作付け計画：ケース 2 | 3-61 |
| 表 3.1.32 | ブゲセラ 2 地区作付け計画：ケース 3 | 3-61 |
| 表 3.1.33 | ンゴマ 21 地区作付け計画：ケース 1 | 3-62 |
| 表 3.1.34 | ンゴマ 21 地区作付け計画：ケース 2 | 3-62 |
| 表 3.1.35 | ンゴマ 21 地区作付け計画：ケース 3 | 3-62 |
| 表 3.1.36 | ンゴマ 22 地区作付け計画：ケース 1 | 3-62 |
| 表 3.1.37 | ンゴマ 22 地区作付け計画：ケース 2 | 3-63 |
| 表 3.1.38 | ガツイボ 31 地区作付け計画：ケース 1 | 3-63 |
| 表 3.1.39 | ガツイボ 31 地区作付け計画：ケース 2 | 3-63 |
| 表 3.1.40 | ブゲセラ 3 地区作付け計画：ケース 1 | 3-63 |
| 表 3.1.41 | ブゲセラ 4 地区作付け計画：ケース 1 | 3-64 |
| 表 3.1.42 | プロジェクト地区での農協活動の状況 | 3-65 |
| 表 3.1.43 | 土地法と農業・灌漑プロジェクト開発との関係 | 3-75 |
| 表 3.1.44 | プロジェクト概要書 | 3-77 |
| 表 3.1.45 | 標準変換係数（SCF）の推定 | 3-86 |
| 表 3.1.46 | 事業評価に用いる単価一覧（2009 年 4 月現在） | 3-87 |
| 表 3.1.47 | サイト別の事業費(000Rwf)：ケース 1 | 3-88 |
| 表 3.1.48 | サイト別の事業費(000Rwf)：ケース 2 | 3-88 |
| 表 3.1.49 | サイト別の事業費(000Rwf)：ケース 3 | 3-88 |
| 表 3.1.50 | RSSP 地区の米生産量モニタリング結果 | 3-89 |
| 表 3.1.51 | 事業実施による年増加便益（計画単収達成時） | 3-89 |
| 表 3.1.52 | 各サイトのケース別事業評価結果 | 3-90 |
| 表 3.1.53 | 経済的内部収益率（EIRR）の感度分析（単位%）：ケース 2 | 3-91 |
| 表 3.2.1 | 気象データリスト | 3-92 |
| 表 3.2.2 | 水質試験結果 | 3-94 |
| 表 3.2.3 | 測量調査項目 | 3-96 |
| 表 3.2.4 | 社会経済調査（再委託）工程 | 3-96 |
| 表 3.2.5 | 社会経済調査実施状況 | 3-98 |
| 表 3.2.6 | 各セクターの特徴 | 3-99 |
| 表 3.2.7 | インタビュー参加者による農業問題のランキング | 3-99 |
| 表 3.2.8 | 第 2 日目の質疑応答 | 3-100 |
| 表 3.2.9 | 調査農家の世帯員数 | 3-101 |
| 表 3.2.10 | 調査農家における核作物の作付けの雨期垂割合及び平均収穫量 （ガシヨラ） | 3-102 |
| 表 3.2.11 | 調査農家における核作物の作付けの雨期垂割合及び平均収穫量 （レメラ） | 3-102 |
| 表 3.2.12 | 調査農家における核作物の作付けの雨期垂割合及び平均収穫量 | |

| | | | |
|----------|--|-------|-------|
| | (ルレンゲ) | ----- | 3-102 |
| 表 3.2.13 | 調査農家における核作物の作付けの雨期垂割合及び平均収穫量 (ルガラマ) | ----- | 3-102 |
| 表 3.2.14 | 農業用水をめぐる紛争 | ----- | 3-103 |
| 表 3.2.15 | 各サイト調査農家の平均年間農家所得 | ----- | 3-103 |
| 表 3.2.16 | 所得水準別サンプル調査農家戸数 | ----- | 3-104 |
| 表 3.2.17 | MINAGRI 年間予算 | ----- | 3-111 |
| 表 3.2.18 | プロジェクト開発予算に占めるドナーからの資金援助とその割合 | ----- | 3-111 |
| 表 3.2.19 | 計画対象 3 郡の職員数 | ----- | 3-116 |
| 表 3.2.20 | 郡の予算実績 (2007 年度) | ----- | 3-116 |
| 表 3.2.21 | ンゴマ郡の税収以外の歳入 (2007 年度) | ----- | 3-116 |
| 表 4.1 | ソフトコンポーネントの計画方針 | ----- | 4-4 |
| 表 4.2 | 測量調査計画 | ----- | 4-7 |
| 表 4.3 | 地質調査計画 | ----- | 4-7 |
| 表 4.4 | 想定される工程と各スキームの連携 | ----- | 4-11 |
| 表 4.5 | 想定される各活動の投入 | ----- | 4-11 |

図

| | | | |
|----------|---|-------|------|
| 図 2.3.1 | ブゲセラ 2 ガショラ位置図 (5 万分の 1 地形図より) | ----- | 2-7 |
| 図 2.3.2 | ブゲセラ 2 ガショラ周辺地質図 | ----- | 2-8 |
| 図 2.3.3 | ンゴマ 21 レメラ位置図 | ----- | 2-11 |
| 図 2.3.4 | ンゴマ 21 レメラ地区地質図 | ----- | 2-11 |
| 図 2.3.5 | ンゴマ 22 ルレンゲ位置図 (5 万分の 1 地形図) | ----- | 2-14 |
| 図 2.3.6 | ンゴマ 22 ルレンゲ地質図 | ----- | 2-15 |
| 図 2.3.7 | ガツイボ 31 ルガラマ位置図 | ----- | 2-18 |
| 図 2.3.8 | ガツイボ 31 ルガラマ地質図 | ----- | 2-18 |
| 図 2.3.9 | ブゲセラ 3 リリマ周辺地質図 | ----- | 2-21 |
| 図 2.3.10 | ブゲセラ 4 位置図 | ----- | 2-24 |
| 図 2.3.11 | ブゲセラ 4 地質図 | ----- | 2-24 |
| 図 3.1.1 | 堤体軸位置図 | ----- | 3-1 |
| 図 3.1.2 | ブゲセラ 2 Case1 および Case2 の位置関係 | ----- | 3-1 |
| 図 3.1.3 | ブゲセラ 2 およびブゲセラ 3 流域配置図 | ----- | 3-2 |
| 図 3.1.4 | ブゲセラ 2 およびブゲセラ 3 受益地配置図 | ----- | 3-2 |
| 図 3.1.5 | ブゲセラ 3 およびブゲセラ 2 Case2 受益地配置図 | ----- | 3-3 |
| 図 3.1.6 | ブゲセラ 3 とブゲセラ 2 ガショラの位置関係 | ----- | 3-3 |
| 図 3.1.7 | 排水路 (河道) の位置図 | ----- | 3-4 |
| 図 3.1.8 | ブゲセラ 3 に対する受益地の代替案 | ----- | 3-5 |
| 図 3.1.9 | ブゲセラ 2 およびブゲセラ 3 周辺地質図 | ----- | 3-5 |
| 図 3.1.10 | ブゲセラ 2 ボーリング調査位置図 | ----- | 3-6 |
| 図 3.1.11 | ブゲセラ 2 縦平面図 | ----- | 3-7 |
| 図 3.1.12 | ブゲセラ 2 完成予想図 | ----- | 3-7 |
| 図 3.1.13 | ンゴマ 21 レメラ及びンゴマ 22 ルレンゲ流域 (5 万分の 1 地形図より) | ----- | 3-8 |
| 図 3.1.14 | ンゴマ 21 地質図 | ----- | 3-8 |
| 図 3.1.15 | ンゴマ 21 ボーリング調査位置図 | ----- | 3-9 |
| 図 3.1.16 | ンゴマ 21 縦平面図 | ----- | 3-10 |
| 図 3.1.17 | ンゴマ 21 完成予想図 | ----- | 3-10 |
| 図 3.1.18 | ンゴマ 22 ボーリング調査位置図 | ----- | 3-12 |
| 図 3.1.19 | ンゴマ 22 縦平面図 | ----- | 3-14 |
| 図 3.1.20 | ンゴマ 22 完成予想図 | ----- | 3-14 |
| 図 3.1.21 | ガツイボ 31 ルガラマサイト位置図 | ----- | 3-16 |

| | | |
|----------|---|-------|
| 図 3.1.22 | ガツイボ 32 サイトとの位置関係 | 3-16 |
| 図 3.1.23 | ガツイボ 31 地質図 | 3-17 |
| 図 3.1.24 | ガツイボ 31 縦平面図 | 3-18 |
| 図 3.1.25 | ガツイボ 31 完成予想図 | 3-18 |
| 図 3.1.26 | ブゲセラ 3 当初位置図 | 3-19 |
| 図 3.1.27 | ブゲセラ 3 ダム軸移動後最終位置図 | 3-19 |
| 図 3.1.28 | ダム軸電気探査結果 | 3-20 |
| 図 3.1.29 | ブゲセラ 3 およびブゲセラ 2 築堤材料採取計画位置図 | 3-20 |
| 図 3.1.30 | 築堤材料の粒度分布 | 3-21 |
| 図 3.1.31 | ダム軸平面縦断図 | 3-21 |
| 図 3.1.32 | ブゲセラ 4 位置図 | 3-22 |
| 図 3.1.33 | ブゲセラ 4 ダムサイト平面図 | 3-23 |
| 図 3.1.34 | ブゲセラ 4 地質図 | 3-24 |
| 図 3.1.35 | ダム軸縦断電気探査結果 | 3-24 |
| 図 3.1.36 | ダム軸上流 140m 貯水池縦断電気探査結果 | 3-24 |
| 図 3.1.37 | ブゲセラ 4 築堤材料採取計画位置図 | 3-25 |
| 図 3.1.38 | ダム軸平面図 | 3-26 |
| 図 3.1.39 | 堤体標準断面図 | 3-26 |
| 図 3.1.40 | ダム鳥瞰図（上流より） | 3-27 |
| 図 3.1.41 | 遮水性材料の粒度範囲 | 3-30 |
| 図 3.1.42 | 塑性図 | 3-31 |
| 図 3.1.43 | ブゲセラ 2 土質試験結果(1) | 3-32 |
| 図 3.1.44 | ブゲセラ 2 土質試験結果(2) | 3-33 |
| 図 3.1.45 | ンゴマ 21 土質試験結果(1) | 3-34 |
| 図 3.1.46 | ンゴマ 21 土質試験結果(2) | 3-35 |
| 図 3.1.47 | ンゴマ 22 土質試験結果(1) | 3-36 |
| 図 3.1.48 | ンゴマ 22 土質試験結果(2) | 3-37 |
| 図 3.1.49 | ガツイボ 31 土質試験結果(1) | 3-38 |
| 図 3.1.50 | ガツイボ 31 土質試験結果(2) | 3-39 |
| 図 3.1.51 | Sediment yield data for East and South Africa | 3-44 |
| 図 3.1.52 | ブゲセラ 2 及びブゲセラ 3 受益地範囲 | 3-48 |
| 図 3.1.53 | Ngoma21 受益地範囲 | 3-49 |
| 図 3.1.54 | Ngoma22 受益地範囲 | 3-51 |
| 図 3.1.55 | ブゲセラ 4 受益地範囲 | 3-53 |
| 図 3.1.56 | 多段式ため池システム | 3-55 |
| 図 3.1.57 | ため池と開水路の組み合わせシステム | 3-56 |
| 図 3.1.58 | 築堤工事の施工手順 | 3-58 |
| 図 3.1.59 | JICA 無償プロジェクトと EIA 実施スケジュール | 3-71 |
| 図 3.1.60 | 土地収用に係る手続き | 3-76 |
| 図 3.1.61 | 環境影響評価に係る手続きフロー | 3-78 |
| 図 3.1.62 | 農業協同組合と水利組合又は農協配下の水管理コミティのメンバー の関係 | 3-82 |
| 図 3.2.1 | 地質情報図 | 3-96 |
| 図 3.2.2 | 所得水準別サンプル農家戸数 | 3-104 |
| 図 3.2.3 | MINAGRI 組織図 | 3-112 |
| 図 3.2.4 | RADA 組織図 | 3-113 |
| 図 3.2.5 | MINAGRI 組織再編後の東部県 Zone Office の組織図 | 3-114 |
| 図 3.2.6 | 郡組織図 | 3-115 |

略語・用語集

| | |
|----------------|--|
| 1 AfDB | アフリカ開発銀行 |
| 2 CAADP | アフリカ農業開発共同プログラム |
| 3 CARD | アフリカ稲作振興のための共同体 |
| 4 CDC | 地域開発委員会 |
| 5 CDF | 共同開発基金 |
| 6 CDP (PDC) | 地域開発計画 |
| 7 DDP | 郡開発計画 |
| 8 DFID | イギリス国際開発庁 |
| 9 EDPRS | 経済開発貧困削減戦略 |
| 10 EIA | 環境影響評価 |
| 11 GDP | 国内総生産 |
| 12 ICT | 情報コミュニケーション技術 |
| 13 IEE | 初期環境影響評価 |
| 14 IFAD (FIDA) | 国際農業開発基金 |
| 15 IOC / IOO | 実施・運営指示 |
| 16 ISAR | ルワンダ農業科学研究所 |
| 17 JOCV | 青年海外協力隊 |
| 18 KIST | キガリ科学技術大学 |
| 19 LWH | Land-husbandry, Water-harvesting and Hillside-irrigation Project |
| 20 M&E | モニタリング・評価 |
| 21 MINAGRI | 農業動物資源省 |
| 22 MINALOC | 地方行政・コミュニティー開発・社会事業省 |
| 23 MINECOFIN | 財務・経済計画省 |
| 24 MINICOM | Ministry of Commerce, Industry, Investment Promotion, Tourism and Cooperatives |
| 25 MININFRA | インフラストラクチャー省 |
| 26 MINITERE | 国土・環境・森林・水・鉱山省 |
| 27 MTEF | Medium Term Expenditure Framework:中期支出枠組み |
| 28 NAP | 国家農業政策 |
| 29 NRP | 国家稲作生産計画 |
| 30 OCIR CAFE | ルワンダコーヒー栽培産業界事務所 |
| 31 OCIR THE | ルワンダ紅茶栽培産業界事務所 |
| 32 PGNRE | 国家水資源管理プログラム |
| 33 PRSP | 貧困削減戦略書 |
| 34 PSCU | Project Support and Coordination Unit |
| 35 PSTA (SPAT) | 農業改革戦略計画 |
| 36 RAB | Rwanda Agricultural Development Board |
| 37 RAEDB | Rwanda Agricultural Export Development Board |
| 38 RADA | ルワンダ農業開発公社 |
| 39 RARDA | ルワンダ動物資源開発公社 |
| 40 RCA | Rwanda Cooperative Agency |
| 41 REMA | ルワンダ環境マネジメント局 |
| 42 RHODA | ルワンダ園芸開発公社 |
| 43 RNE | オランダ国大使館 |
| 44 RSSP | 世界銀行による農村セクター支援プロジェクト |
| 45 Rwf | ルワンダフラン (1 dollar US=560Rwf、2006年4月現在) |
| 46 SWG | セクターワーキンググループ |
| 47 TICAD | アフリカ開発会議 |
| 48 USAID | 米国国際開発庁 |
| 49 WARDA | West Africa Rice Development Association |
| 50 WB | 世界銀行 |

調査対象地域位置図



建設が想定される農業用貯水池の型式



現地写真集



ブゲセラ 2
貯水池上流端部
右は幹線道路



ブゲセラ 2
受益地現況
中央奥はブゲセラ 3 との合流点



ブゲセラ 2
下流道路
左側が上流側で、排水路はない。
年に数回越流する程度であるとい
う。
右側約 200m で Rumira 湖



ンゴマ 21
堤軸下流湧水。
NGO によって建設されたもの。



ンゴマ 21
下流受益地から上流側を望む。
奥のパナナ畑上流約 200m が堤字
句計画位置。



ンゴマ 21
堤軸計画地点河床部。
ソルガム畑。



ンゴマ 21
河床部ソルガム及びバナナ畑。



ンゴマ 22
中央右の橋梁直下流が堤軸計画地点。
奥は下流。水田が見られる。



ンゴマ 22
堤軸右岸部から上流を望む。



ンゴマ 22

堤軸下流約 3km 地点右岸側から
上流側を望む。

低地での水田及び斜面でのソル
ガムを中心とした畑作。



ガツイボ 31

上流山の頂上付近からサイトを
望む。

中央に大きく発達したガリーが
見られる。

中央合流点下流が堤軸計画位
置。



ガツイボ 31

堤軸付近のガリー

深さ約 15m、幅約 15m



ガツイボ 31

堤軸計画地点付近から下流の畑地を望む。



ブゲセラ 4

上流側から堤軸計画地点付近を望む。



ブゲセラ 4

河床部の畑地。



RSSP プロジェクトによって建設された Kanyanyanba Dam。
てんば上流側にパラペット。
手前正面越流型洪水吐。



ルクセンブルグによる援助の建設中のポンプ場
ディーゼルエンジン式



ワールドビジョンの支援による
土壌保全事業
ブゲセラ郡ガショラセクター
斜面に等高線に沿って約 50m 間
隔で溝を掘るだけの簡単なもの。
雨水の流下速度を抑制し、地下浸
透の促進あるいは貯留の効果も
わずかながら期待できる。
Food for Work によって行なわれた。

第1章 調査概要

1.1 要請内容

概要：ルワンダ国（以下「ル」国）東部県南部地方に点在する6ヶ所（当初4ヶ所、追加要請2ヶ所）の農業用貯水池の新設を行なう。各サイトの位置は以下の通りである。

| サイト | 郡 | セクター | 備考 |
|---------|------|----------|------|
| ブゲセラ 2 | ブゲセラ | ガシヨラ | |
| ブゲセラ 3 | ブゲセラ | リリマ、ガシヨラ | 追加要請 |
| ブゲセラ 4 | ブゲセラ | ムセニ | 追加要請 |
| ンゴマ 21 | ンゴマ | レメラ | |
| ンゴマ 22 | ンゴマ | ルレンゲ、レメラ | |
| ガツイボ 31 | ガツイボ | ルガラマ | |

1.2 調査の目的

「ル」国は農業改革戦略計画（SPAT-II）の効果的な実践に寄与するために、農地改善、耕作地確保および丘陵地灌漑を通じた商業的農業の実施を全国101ヶ所で行うことを目的として、丘陵地灌漑整備計画（Land-husbandry, Water harvesting and Hillside-irrigation Project、以下LWHプロジェクトと称す）を立案し、我が国に対し、このうちの6ヶ所の灌漑施設整備に関する無償資金協力を要請した。しかしながら、対象サイトの情報・資料が十分でないことから、必要なデータや情報を収集・分析した上で要請内容の妥当性を確認する必要がある。かかる経緯から、本協力準備調査は、要請案件の必要性及び妥当性を確認するとともに、無償資金協力案件として適切な基本設計調査を実施するため、以下を調査目的とする。

- ① 我が国に対し要請されたLWHプロジェクトに係る6ヶ所の灌漑施設整備計画に関し、技術的・経済的妥当性、現地の自然条件、社会経済（社会、経済、文化、制度、予算、技術レベル、営農、維持管理など）の現況、環境社会配慮を踏まえ、計画の妥当性と実施可能性（フィージビリティ）を調査する。
- ② 上記調査を踏まえ、今後第2次協力準備調査（基本設計レベル）が行われる場合の調査範囲、内容、要員等を含む調査計画の検討・策定に協力する。（各施設や機材の優先順位を確認するとともに、施設設計に必要な基本的資料を入手し、基本設計調査を実施する場合の留意点なども取りまとめる。）
- ③ 機構が実施する協力プログラムの検討を行う。（本調査は同時に機構が実施する協力プログラム準備調査の一部をなすものであり、本調査と協力プログラム準備調査の関係に留意し、協力プログラムの枠組・戦略におけるLWHプロジェクトの位置付けを明確にする。）
- ④ 技術協力プロジェクト「ブゲセラ郡における持続的な米等穀物増産のための技術協力プロジェクト 基本計画策定」に係る必要性・妥当性検討に必要な情報収集等を行う。
- ⑤ 協力プログラムの枠組みに基づき、「LWHプロジェクト」と「技術協力プロジェクト」との連携の可能性、両スキームの相乗効果が得られるような協力内容の検討を行う。

1.3 調査団の構成

| 担当 | 氏名 | 所属 |
|-------------|-------|----------------------|
| 総括 | 神 公明 | JICA アフリカ部東部アフリカ課 課長 |
| 農業プログラム企画 | 鈴木 文彦 | JICA ルワンダ支所 企画調査員 |
| 計画管理 | 鯉沼 真里 | JICA 農村開発部乾燥畑作地帯第1課 |
| 業務主任/灌漑施設 | 千葉 伸明 | (株)三祐コンサルタント |
| 測量/地質調査 | 千田 勉 | (株)三祐コンサルタント |
| 社会経済/環境社会配慮 | 中西 三平 | (株)三祐コンサルタント |
| 経済分析 | 畑 明彦 | (株)三祐コンサルタント |

1.4 調査日程

| 現地調査工程表 | | | | | | |
|---------|-------|-------------|--|--|--|-------------------------------------|
| 日曜 | 曜日 | 官ベース 調査団 | コンサルタント調査団員 | | | |
| | | | 業務主任/ 灌漑施設 | 測量/ 地質調査 | 社会経済/ 環境社会配慮 | 経済分析 |
| | 2月27日 | 金 | 移動:成田(1830)発(LJL503)→中部南、中部(2245)発(LJL5097)→F14(1555)着 | | | |
| | 2月28日 | 土 | 移動:F14(1045)発(EK719)→ナイロビ(1455)、ナイロビ(2215)発(KG478)→キガリQ2(40)着 | | | |
| | 3月1日 | 日 | 資料整理 | 移動:中部(100)発(LJL50315)→F14(1555)着 | | |
| | 3月2日 | 月 | JICA事務所表取打合せ、関係官庁表取 | 移動:F14(1045)発(EK719)→ナイロビ(1455)、ナイロビ(2215)発(KG478)→キガリQ2(40)着 | | |
| | 3月3日 | 火 | 心セブール(ボート)説明・協議(MNAGARE/RADA) | | | |
| | 3月4日 | 水 | サイト視察等(ツグセウ都庁表取、打ち合わせ) | | | |
| | 3月5日 | 木 | サイト視察等(ツグセウ都庁表取、打ち合わせ) | | | |
| | 3月6日 | 金 | サイト視察等(シゴマ都庁表取、打ち合わせ) | | | |
| | 3月7日 | 土 | サイト視察等 | | | |
| | 3月8日 | 日 | 団内会議、再委託準備 | | | |
| | 3月9日 | 月 | 再委託契約見積もり依頼 | 既存資料収集・分析(地形、地質、水文) | | |
| | 3月10日 | 火 | 既存資料収集・分析 | 現場概況踏査(自然条件) | | |
| | 3月11日 | 水 | 調査事務調査 | " | | 移動:キガリ(2325)発(KG221)→ナイロビ(1645)着 |
| | 3月12日 | 木 | 再委託契約見積もり依頼 | " | | 移動:ナイロビ(1230)発(KG472)→キガリ(1255)着 |
| | 3月13日 | 金 | 再委託契約交渉 | " | | 現場概況踏査(富農状況) |
| | 3月14日 | 土 | 4サイトにかかる妥当性の検討(第2次) | 4サイトにかかる妥当性の検討(第2次) | | " |
| | 3月15日 | 日 | 4サイトにかかる妥当性の検討(第2次) | 4サイトにかかる妥当性の検討(第2次) | | 4サイトにかかる妥当性の検討(第2次) |
| | 3月16日 | 月 | JICA総括(日)入り、調査団報告 | | | 既存資料収集・分析(社会経済) |
| | 3月17日 | 火 | ブリーフィング、ミニッツ協議 | " | | 既存資料収集・分析(社会経済) |
| | 3月18日 | 水 | 現場視察 | 現場視察 | | 現場概況踏査(富農状況) |
| | 3月19日 | 木 | ミニッツ調印、JICAルワンダ支所報告 | 実施済み無償案件(給水案件)の調査 | | 実施済み無償案件(給水案件)の調査 |
| | 3月20日 | 金 | ミニッツ調印、JICAルワンダ支所報告(予備日) | " | 移動:羽田(2040)発(LJL187)→開空等、開空(2315)発(LJL5099)→F14(1555)着 | " |
| | 3月21日 | 土 | 地区事例調査(灌漑施設) | 地区事例調査(灌漑施設) | 移動:F14(1045)発(EK719)→キガリ(1240)着 | 地区事例調査(富農・運営) |
| | 3月22日 | 日 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | | 資料整理、団内会議 |
| | 3月23日 | 月 | 既存灌漑施設・圃場調査(Bugesera2) | 測量調査(Sabes) | 環境社会配慮調査(Bugesera 2) | 社会経済調査(Gatsibo 31) |
| | 3月24日 | 火 | 既存灌漑施設・圃場調査(Gatsibo 31) | 測量調査(Bugesera 2) | " | 富農状況調査(Gatsibo 31) |
| | 3月25日 | 水 | 運営・維持管理調査(Ngoma 22) | 測量調査(Ngoma 21) | 環境社会配慮調査(Ngoma 21) | 社会経済調査(Ngoma 22) |
| | 3月26日 | 木 | 既存灌漑施設・圃場調査(Ngoma 22) | 地質調査(Ngoma 21) | " | 富農状況調査(Ngoma 22) |
| | 3月27日 | 金 | 他Fナーの動向に係る調査 | 測量・地質調査(Ngoma 22) | 環境社会配慮調査(Ngoma 22) | 既存資料収集・分析(富農・運営) |
| | 3月28日 | 土 | 地区事例調査 | 測量・地質調査(Ngoma 22) | 地区事例調査(環境・社会配慮) | 地区の運営・維持管理に係る調査 |
| | 3月29日 | 日 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 |
| | 3月30日 | 月 | 地区事例調査 | 地質調査(Bugesera2) | 地区事例調査(環境・社会配慮) | 地区の運営・維持管理に係る調査 |
| | 3月31日 | 火 | 既存資料収集・分析 | 地質調査(Gatsibo 31) | 環境社会配慮調査(Gatsibo 31) | 既存資料収集・分析(富農) |
| | 4月1日 | 水 | 実施済み無償案件(給水案件)の調査 | 地質調査 | 環境影響調査 | 実施済み無償案件(給水案件)の調査 |
| | 4月2日 | 木 | " | " | " | " |
| | 4月3日 | 金 | 調査事務調査 | 気象・水文、河川調査 | 既存資料収集・分析(環境・社会配慮) | 既存資料収集・分析(富農) |
| | 4月4日 | 土 | 実施済み無償案件(給水案件)の調査 | 地質調査 | 既存資料収集・分析(環境・社会配慮) | 実施済み無償案件(給水案件)の調査 |
| | 4月5日 | 日 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 |
| | 4月6日 | 月 | JICA、MNAGRI打ち合わせ | JICA、MNAGRI打ち合わせ | JICA、MNAGRI打ち合わせ | JICA、MNAGRI打ち合わせ |
| | 4月7日 | 火 | 地区事例調査 | 地区事例調査 | 環境影響調査 | 地区の運営・維持管理に係る調査 |
| | 4月8日 | 水 | 施設の概略設計、概略計算、維持管理計画の作成 | 施設の概略設計、概略計算、維持管理計画の作成 | " | " |
| | 4月9日 | 木 | " | 地質調査 | " | " |
| | 4月10日 | 金 | 4サイトにかかる妥当性の検討(第3次) | 4サイトにかかる妥当性の検討(第3次) | 4サイトにかかる妥当性の検討(第3次) | 4サイトにかかる妥当性の検討(第3次) |
| | 4月11日 | 土 | " | " | " | " |
| | 4月12日 | 日 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 |
| | 4月13日 | 月 | 施設の概略設計、概略計算、維持管理計画の作成 | 測量、地質調査結果解析 | 社会経済調査、環境影響調査結果分析 | 便宜の算定 |
| | 4月14日 | 火 | " | " | " | 経済分析 |
| | 4月15日 | 水 | MNAGRI、RADAと現場状況確認 | MNAGRI、RADAと現場状況確認 | " | " |
| | 4月16日 | 木 | " | " | " | " |
| | 4月17日 | 金 | 4サイトの妥当性の検討(最終) | 4サイトの妥当性の検討(最終) | 4サイトの妥当性の検討(最終) | 4サイトの妥当性の検討(最終) |
| | 4月18日 | 土 | " | " | " | " |
| | 4月19日 | 日 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 |
| | 4月20日 | 月 | 4サイト等の優先順位の手、無償資金援助力としての妥当性検討等 | 4サイト等の優先順位の手、無償資金援助力としての妥当性検討等 | 4サイト等の優先順位の手、無償資金援助力としての妥当性検討等 | 4サイト等の優先順位の手、無償資金援助力としての妥当性検討等 |
| | 4月21日 | 火 | 報告書作成 | 報告書作成 | 報告書作成 | 報告書作成 |
| | 4月22日 | 水 | MNAGRI、RADAと協議(協力対象内容、負担事項、運営維持管理等) | MNAGRI、RADAと協議(協力対象内容、負担事項、運営維持管理等) | MNAGRI、RADAと協議(協力対象内容、負担事項、運営維持管理等) | MNAGRI、RADAと協議(協力対象内容、負担事項、運営維持管理等) |
| | 4月23日 | 木 | 協議結果の整理、とりまとめ | 協議結果の整理、とりまとめ | 協議結果の整理、とりまとめ | 協議結果の整理、とりまとめ |
| | 4月24日 | 金 | 中間報告書提出 | 中間報告書提出 | 中間報告書提出 | 中間報告書提出 |
| | 4月25日 | 土 | 追加サイト調査 | 協議結果の整理、とりまとめ | 追加サイト調査 | 協議結果の整理、とりまとめ |
| | 4月26日 | 日 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 資料整理、団内会議 | 移動:キガリ発→ナイロビ着、ナイロビ発→キガリ着 |
| | 4月27日 | 月 | 地質再委託調査準備 | 移動:キガリ(1110)発(KG468)→ナイロビ(1340)着、ナイロビ(1640)発(EK720)→F14(1555)着 | | |
| | 4月28日 | 火 | 気象・水文資料収集 | 移動:F14(1045)発(LJL5090)→開空(1720)着、開空(1915)発(LJL188)→羽田(2025)着 | 移動:F14(1045)発(LJL5090)→開空(1720)着、開空(1915)発(LJL188)→羽田(2025)着 | |
| | 4月29日 | 水 | 既存灌漑施設・圃場調査 | | | |
| | 4月30日 | 木 | 地質再委託調査準備 | | | |
| | 5月1日 | 金 | 報告書作成 | | | |
| | 5月2日 | 土 | " | | | |
| | 5月3日 | 日 | " | | | |
| | 5月4日 | 月 | " | | | |
| | 5月5日 | 火 | 移動:キガリ(1800)発(KG477)→ナイロビ(1130)着、ナイロビ(1140)発(KG310)→F14(1555)着 | | | |
| | 5月6日 | 水 | 移動:F14(1045)発(LJL5090)→開空(1720)着、開空(1915)発(LJL188)→羽田(2025)着 | | | |

1.5 主要面談者

1. 農業動物資源省

(Ministry of Agriculture and Animal Resources : MINAGRI)

| | |
|-------------------------|---|
| Mathilda Agnes Kalibata | State Minister |
| Ernest Ruzindaza | Permanent Secretary |
| Epimaque Nsanzabaganwa | Director, Planning Unit |
| Silvin Songa | Contract Manager, LWH |
| Prime | Head of Soil and Water management nit, RADA |
| Ntirivamunda Fabien | Crop Production, RADA |
| Cyubahiro Edouard | Rice Production |
| Erick Kabayiza | Head of Horticulture Production, RHODA |

2. ンゴマ郡 (Ngoma District)

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| Francois Nyotwagira | Mayor |
| Charles Ntageruka | Vice mayor |
| Gilbert | Agriculture Officer, Ngoma District |
| Narcisse Ntabana | Environmental Officer, Ngoma District |
| Mudenge | Agriculture Officer, Rurenge Sector |
| Claudine | Agriculture Officer, Remera |

3. ガツィボ郡 (Gatsibo District)

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Vianney Murego | Mayor |
| Jean Claude Butera | Agriculture Officer, Gatsibo District |
| John Mushumba | Executive Secretary, Rugarama Sector |
| Alexis | Agriculture Officer, Rugarama Sector |

4. ブゲセラ郡 (Bugesera District)

| | |
|------------------|--|
| Gaspard Musonera | Mayor |
| Julius | Vice Mayor |
| Jean de Dieu | Agriculture Officer, Bugesera District |
| Benoit Gatebuka | Agriculture Officer, Gashora Sector |

5. JICA ルワンダ支所

| | |
|-------|-------|
| 村上 博 | 所長 |
| 成田 映太 | 企画調査員 |
| 鈴木 文彦 | 企画調査員 |

1.6 調査結果概要

1.6.1 先方との協議結果

ミニッツに記載されている主な項目は以下の通りである。

(1) 無償資金協力のフレームワーク

双方は無償資金協力のフレームワークについて確認し、ルワンダ側は日本の無償資金協力の仕組みについて理解した。

(2) フィージビリティースタディー

調査団は 2 月 28 日から開始された東部県の 4 ヶ所の灌漑地区のフィージビリティースタ

ディーについて説明した。調査結果の概要は4月24日にルワンダ川に提出し、最終報告書はすべての調査結果の解析が完了する6月に提出される。4つの候補地の妥当性が検証された場合、JICAは基本設計調査団を派遣する。

(3) 環境社会

ルワンダ側は、無償資金協力事業実施に際してEIA及びIEEが必要であり、ルワンダ側担当部署がこれを行なうことを説明した。

調査団は2009年4月22日にMINAGRIに対して中間報告を行った。おもな協議内容は以下の通りである。

(4) ガツィボ 31

調査団は、ガツィボ 31 地区は、地形形状から貯水容量が小さくなり、受益面積が非常に小さく、妥当性に欠けることを説明。MINAGRIはガツィボ 31 を計画の対象から除外することに合意し、代替地区加えることを要望した。MINAGRIは代替候補地を検討することとした。

(5) 基本設計調査

MINAGRIは基本設計調査のスケジュールを質問した。調査団は8月頃になるだろうと回答した。JICAはできるだけ早く行なわれるようすすめることを約束した。

(6) 事業主体

MINAGRIが事業主体となり、郡は事業実施過程の一部を担当する。

1.6.2 現地調査（踏査）結果

(1) 調査対象地域

現地調査対象地区は4サイトであり、東部県に位置するブゲセラ郡、ンゴマ郡およびガツィボ郡に位置する。各々のサイト名をブゲセラ 2 ガショラ、ンゴマ 21 レメラ、ンゴマ 22 ルレンゲ、およびガツィボ 31 ルガラマと呼称する。帰国後ブゲセラ 3 リリマ及びブゲセラ 4 ムセニの2サイトについて追加要請があり、既存資料及び現地視察結果から検討した。

ブゲセラ 2 ガショラは、キガリから南南東約 33km、東部県南部に位置し、幹線舗装道路から約 500m の地点が堤軸予定地点である。堤軸から下流約 3km に Rumira 湖があり、流域の降雨は Rumira 湖に流入している。ブゲセラ 3 はブゲセラ 2 のとなりの沢に計画され、下流でブゲセラ 2 と合流し、Rumira 湖に流入している。ンゴマ 21 レメラ及びンゴマ 22 ルレンゲは、キガリから東南東約 57km に位置し、隣接したサイトである。両計画地点の谷の流水は約 10km 下流の Mugesera 湖に流入している。ガツィボ 31 ルガラマはキガリの東北東約 45km 地点にあり、標高約 1668m の山裾に位置し、流域の降雨はアカゲラ川支流の Rwagitima 川に流入している。ブゲセラ 4 はキガリの南方約 23km 地点にあり、下流の広い湿地帯を通過して Akanyaru 川に流入する。

ンゴマ 22 ルレンゲ地区は、谷底の河床がルレンゲおよびレメラセクターの行政区界となっているため、各セクターから一つずつの2つのセルが関係する。ブゲセラ 3 リリマも同様である。ブゲセラ 3 とブゲセラ 4 は LWH 実施設計書による。

関係イミドゥグドゥは一サイト当たり2から6村となっている。各サイトの関係イミドゥグドゥの世帯数は、サイトにより約280戸から約1,090戸に至る。女性の世帯主の比率は、約20～30%となっている。

(2) ダム計画

1) ブゲセラ2

流域は幹線道路を挟んで広がっているが、道路上流の森林は政府の軍用地のため、軍用地内に堤体は設けず、谷ダムの満水位が軍用地内に及ばないような設計とした。道路下流400m程度の地点が両岸の地形から堤体積を少なくする上で妥当である。本地区では、東側の沢を取り込んだケースも考えられ、検討を行なったが、受益面積が小さくなり、効果は小さい。ブゲセラ2ガショラが設置された場合は、洪水吐からの排水と、隣接流域からの排水が、ブゲセラ3で埋設が計画されているパイプラインと河床部で交差することになり、影響は避けられない。このためブゲセラ3地区に関しては、影響の出ないよう受益地の変更が必要となる。堤高15.2m、堤頂長は367mで、貯水量456,500m³、灌漑面積49から67haが見積もられる。

2) ンゴマ21

本サイトは、右岸はやや急峻で自然の灌木地帯、左岸は緩やかな畑地である。要請の堤軸の直下流の右岸河床部に湧水地点があり、周辺住民の取水場所でコンクリート構造物にパイプが設置されている。100m上流にも湧水地点があるが、現在は荒地になっており、取水施設もない。この上流の湧水地点より上流には、河川は無くなっており、地形は急上昇している。

上流の湧水地点を貯水池内に取り込んだ場合、貯水圧力が作用し、逆流あるいは下流の湧水地点から貯水が漏水するとも考えられる。従って、堤体軸は上流の湧水地点よりさらに上流に設ける必要がある。谷の縦断形状が1/20と比較的急峻なため、要請軸から580m上流に、比較的良好なポケットを持った軸が計画される。堤高16.6m、堤頂長は400mで、貯水量442,000m³（堤体築堤材料を貯水池内より調達した場合）、灌漑面積47から61haが見積もられる。

3) ンゴマ22

両岸とも緩やかな畑地である。要請軸付近の川にはボックスカルバートの橋があり、当初は両岸の道路をここで交叉させる計画があったが、その後進展していないとのことである。幅1mの川には水が流れており、乾期にも絶えないと言う。要請軸より1,140m上流に湧水があり、放流パイプの取水施設があり、周辺の住民に利用されている。堤体積の小さくなる軸を選定することが出来る。堤体により現在のカルバートは撤去される。上流取水施設の構造てんばより1m下を満水位とし、ダムの高さを決定すれば貯水池との影響はない。堤高15.0m、堤頂長は200mで、貯水量1,371,000m³、灌漑面積165から314haが見積もられる。

4) ガツィボ31

急峻な山地を背景にした3つの沢が合流しながら、サイト予定地付近では1本の川となっている。川の形状は両岸が垂直に切り立っておりガリーを形成している。ダムとしては作りにくい河川断面

である。川の両岸平坦地から河床までの比高は約 15m程度有り、両岸平坦部を貯水域とするならば、堤高は 15m以上となる。ガリー内の堤体と平坦部の堤防との変化部での沈下の差等の配慮が必要である。ガリー状河川の縦断勾配は比較的急峻で、ガリー内では貯水量は少ない。LWH 実施設計書では、隣接するガツィボ 32 サイトが、ガツィボ 31 ルガラマの受益地もカバーするようにデザインされている。また、道路を横断した下流の水田地帯は、RSSP がダム建設による水田造成を採択し、既に 2009 年 4 月より事業が開始されている。従って、下流水田地区は既に水需要が満たされており、本地区から水田への灌漑用水供給はできない。堤高 16.0m、堤頂長は 220mで、貯水量 23,000m³が見積もられるが、灌漑可能面積は極めて小さく、妥当性はきわめて低く、MINAGRI と協議の結果、実施対象に含めないことになった。代替案としてガツィボ 32 計画に含まれることが妥当である。

5) ブゲセラ 3

ブゲセラ 2 のとなりの沢に位置する。ブゲセラ 2 と同様、流域は幹線道路を挟んで広がっているが、道路上流の森林は政府の軍用地である。堤軸付近の現況勾配は、左右岸とも約 1 : 7 である。LWH 実施設計書によれば、道路下流 400m程度の地点で、満水位が軍用地に影響の内容に設定されている。堤体標準断面には上流に不透水性ブランケットを設け、堤体基礎部の浸透量の減少を計る。厚さ 1m、延長は最大水頭の 5 倍としている。ブゲセラ 2 の洪水吐からの排水と、隣接流域からの排水が、ブゲセラ 3 で埋設が計画されているパイプラインと河床部で交差することになり、影響は避けられない。このためブゲセラ 3 地区に関しては、影響の出ないよう河床部の受益地の変更が必要となる。堤高 16.2m、堤頂長は 297mで、貯水量 487,000m³、灌漑面積 55 から 75ha が見積もられる

6) ブゲセラ 4

現況サイトは標高 1 4 0 0 m前後の比較的平坦な地形であるが、5 万分の一地形図によると、上流は 1 5 0 0 m以上の高い山が連なっており、急峻な山間の地形を呈している。下流に行くに従い、両岸の勾配も緩くなる。サイト下流約 2km から湿地帯が広がり、北西約 5km の地点で Nyabarongo 川支流 Akanyaru 川に流入する。Akanyaru 川合流地点までは広い湿地帯が続いている。貯水池の上流と下流に湧水地点がある。上流は満水位より高く、下流は丘の中腹で、距離は 300m 程度離れている。従って、貯水池に直接影響はしない。集水域および受益地の 98%は 16%以下の斜面勾配である。上流は急峻で、下流に行くほど河谷形状が開き両岸の勾配が緩くなる。従って、貯水量は河床幅および両岸の勾配から、下流へ行くに従って大きくなるが、同様に堤頂長、堤体積も大きくなる。河床部に断層があり、実施設計でのダム規模（堤高 26.5m＝ダム天端 EL144.5m－遮水ゾーン基礎標高 EL118.0m）、コアゾーン底幅 30.5m および深い断層破碎帯を考慮すると、セメントミルクグラウトによる基礎処理か、堤高 15m 以下の均一ダム（グラウトなし）の選択と考えられる。本ダム軸を決定するに際しては、民家への影響を考慮して、下流ダム軸案を比較検討する必要がある。従って、貯水池規模は LWH プロジェクト実施設計から大幅に縮小する可能性がある。LWH 実施設計での規模は、堤高 26.5m、堤頂長は 429mで、貯水量 1,384,500m³、灌漑面積約 106 から 146ha が見積もられる。

(4) 営農計画

現況の営農状況は、天水に依存するため耐乾性のあるソルガム、キャッサバ、さつまいも、ハリコットビーンが主体であり、一部野菜作が見られる。主食作物として、メイズ、バナナの栽培もみられる。ンゴマ 22 ルレンゲ地区では小規模であるが水田稲作が行われており、斜面の高い位置ではコーヒーも栽培されている。本プロジェクトにおける営農計画は、農家経済調査により判明した農家の意向（もし灌漑用水が使用可能となった場合に導入したい作物）を最大限に尊重した上で、ダムの有効貯水量等の技術的な条件や LWH の方針を踏まえて計画するものとした。特に、もし十分な用水が得られれば稲作を導入したいとする農家の意向がガツィボ 31 ルガラマを除く 3 地区で高いため、稲作導入の検討も行った。

(5) 運営・維持管理体制

「ル」国の既存灌漑地区では、農業協同組合が組合内に水管理コミティーを設け、灌漑施設管理・水管理も行っているのが一般的である。ドナー支援による RSSP やルクセンブルグのプロジェクトにおいても、灌漑施設を整備した後は、受益農民による農業協同組合設立を支援し、その農協に灌漑施設管理・水管理を移管している。一方で、LWH 担当者との協議においては、MINAGRI としては、灌漑施設の水管理協同組合は、農業協同組合とは別途設立してより集中した施設管理・水管理を進めて行く方針であることが述べられた。「ル」国では、貧困削減や経済成長の実現のために住民による協同組合設立を推進しており、受益農民による農業協同組合設立は、プロジェクト地区の灌漑農業活性化のためにも有効であると考えられる。本プロジェクトでは、農業協同組合と水利組合を独立した二つの組織として設立するか、あるいは両者を統合した組織とするかは、受益農民とコンサルテーションを行い、受益農民の意向により最終的な組織化の形態を決定する方針とする。

(6) 環境社会配慮

環境社会配慮調査は、関連法令、環境行政、「ル」国環境影響評価制度に係る手続き、そしてプロジェクト立地環境について調査を行い、環境影響調査 (EIA) を実施するための今後スケジュール、配慮事項について検討を行った。本件のような貯水池を含む灌漑プロジェクトは環境影響評価を行う必要があり、本件も完全な EIA 作業が求められることが想定される。

本件の JICA 無償プロジェクトを実施するうえで影響が想定されるか、又は、影響の程度が不明な環境影響について、調査及び影響に対する緩和策を講じる必要がある。以下に主な環境影響に対する特筆すべき課題を列記する。

- ・ 水没する農地に対する土地収用計画及び補償
- ・ 土地無し農民への対応
- ・ 工事中の環境問題

(7) 技術支援

本プロジェクト実施に際しての技術支援は、無償資金協力事業の枠内で実施するソフトコンポーネント、および JICA の他のスキーム（技術協力プロジェクトおよび JOCV）との連携による支援の可能性を検討した。無償資金協力事業におけるソフトコンポーネントは、灌漑施設建設工事期間

の後半部において実施が想定される。他スキームとの連携の可能性については、まず、技術協力プロジェクト「東部県南部地方農業開発支援計画（仮称）」が2009年度に開始予定であり、本件無償資金協力による灌漑施設建設工事期の前後での連携が考えられる。JOCV派遣による連携は、本調査により事業の妥当性が確認され、建設が開始され、竣工する時期（2011年中期頃が想定される）に派遣を行うことによりプロジェクト終了後の灌漑施設の効果的な活用に向けて支援を得られるものと想定される。

1.6.3 結論要約

これまでに実施した自然条件調査、社会経済調査、環境社会配慮調査、運営・維持管理調査等各種調査から得られた結果から6サイトの妥当性を検討した。

どのサイトも環境に対する深刻な影響はないものと考えられる。また、ブゲセラ2 ガショラおよびンゴマ 22 ルレンゲでは、既存の農業協同組合に施設維持管理の受け皿になってもらうことも可能である。ンゴマ 22 ルレンゲが、灌漑可能面積が他のサイトに比して圧倒的に広く、また堤体積に対して貯水容量も大きく経済的であり、最も高い効果が見込めると判断され、最優先地区と位置付けられる。一方、ガツィボ 31 ルガラマは、ガリーによる大規模な対策工が必要になる上に貯水容量、灌漑可能面積も非常に小さく、ガツィボ 32 計画に含まれることが可能であり、妥当性は著しく低いと判断される。ンゴマ 21 レメラは、河床部に高透水性部があり、ブランケット等の漏水抑止工法の検討が必要である。ブゲセラ 4 ムセニは、LWH プロジェクトでの設計堤高が26.5mと高く、3件の住居の移転の必要がある可能性もあり、また、河床部に断層があるため、堤軸位置を変更し、堤高、貯水容量、灌漑面積について比較検討する必要がある、その場合、貯水池規模、灌漑面積が大幅に縮小される可能性が大きい。

第2章 要請の確認

2.1 要請の経緯及び内容

「ル」国において農業は労働人口の 87%、GDP の 47%を占める主要産業である。主要産品は換金（輸出）作物としてのコーヒーおよび紅茶であるが、天候や国際価格変動など外部要因に左右されやすい。一方、農民の多くが営むのは、「ル」国農業生産の大部分を占めるソルガム、メイズ、芋類等の自給作物生産である。農家一戸当りの平均耕地面積は 0.76ha と小さく、丘陵地が多い為、雨季の土壌浸食も著しく、天水依存型の不安定な営農と収奪的農業による土壌劣化の進行により生産性が低いままとなっている。近年の旱魃時には食糧不足や栄養失調児童の問題が各地域で顕著になっている。

「ル」国が現在抱えるこうした状況の改善に向け、食糧の安全保障を確保するための丘陵地の営農技術改善、土壌保全や湿地帯の開発、および貧困削減のための生計向上や生活改善を目的とした地方農村の経済生産活動の活性化・多様化による農業・農村開発が求められている。

「ル」国政府の国家開発計画は、国家開発の長期ビジョンを示す Vision2020 を中心に展開している。この目標に向け PRSP が良い統治と民主的 decentralization を通じて住民による持続可能な開発が効果的に実施されるために採択された。農業セクターにおける PRSP の事業は本件調査の主管官庁である農業省（MINAGRI）が策定した政策と計画に基づき実施されている。

また、国家農業政策（NAP）が 2004 年に MINAGRI により策定され、次いで農業改革戦略計画（SPAT-I；2008 年 6 月より第 2 次計画 SPAT-II）が PRSP と NAP の戦略と政策を具現化するために 2005 年 1 月に採択された。SPAT1 の事業実施を通じて農業セクターは近代化を図り、市場経済のもと営農技術の改革、民間と公共のパートナーシップ等を促進し、包括的な農業改革を実施している。

また、PRSP および SPAT-I のそれぞれの教訓・成果を基に、Vision 2020 のゴール達成に向けた経済開発貧困削減戦略（EDPRS）が 2007 年 7 月に策定された。この計画において、農業農村開発は国の経済発展および貧困削減を牽引する重要な産業分野と位置づけられている。

このような状況下、「ル」国は JICA の技術協力による持続的農業・農村開発に係る開発調査「東部県ブゲセラ郡持続的農業・農村開発計画調査_2006.2-2009.2」から得られた情報、教訓を踏まえ、「ブゲセラ郡における持続的な米等穀物増産のための技術協力プロジェクト」の実施支援をわが国に要請している。

さらに、「ル」国は SPAT-II の効果的な実践に寄与するために、農地改善、耕作地確保および丘陵地灌漑を通じた商業的農業の実施を全国 101 ヶ所で行うことを目的として、丘陵地灌漑整備計画（Land-husbandry, Water harvesting and Hillside-irrigation Project、以下 LWH プロジェクトと称す）を立案し、我が国に対し、このうちの 4 ヶ所の灌漑施設整備に関する無償資金協力を要請した。

このため、上記技術協力および無償資金協力の両要請に対し、両スキームの相乗効果が得られるような効果的な協力内容を検討すること、また、2008 年 5 月に開催された TICAD IV で明らかにさ

れた我が国の対アフリカ援助の具体的な支援方針の一つである「アフリカ稲作振興のための共同体：CARD [今後 10 年間でサブサハラ・アフリカのコメ生産量の倍増を目指す]」に沿った「ル」国におけるコメ増産の道筋を明らかにすることを目的とした本協力プログラム準備調査を実施する運びとなった。

当初の調査対象地区は 4 サイトであり、以下の通りである。

ブゲセラ 2 ガショラ：東部県ブゲセラ郡ガショラセクター

ンゴマ 21 レメラ：東部県ンゴマ郡レメラセクター及びルレンゲセクター

ンゴマ 22 ルレンゲ：東部県ンゴマ郡ルレンゲセクター

ガツィボ 31 ルガラマ：東部県ガツィボ郡ルガラマセクター

ブゲセラ 2 ガショラは、キガリから南南東約 33km、東部県南部に位置し、幹線舗装道路から約 500m の地点が堤軸予定地点である。堤軸から下流約 3km に Rumira 湖があり、流域の降雨は Rumira 湖に流入している。ンゴマ 21 レメラ及びンゴマ 22 ルレンゲは、キガリから東南東約 57km に位置し、隣接したサイトである。両計画地点の谷の流水は約 10km 下流の Mugesera 湖に流入している。ガツィボ 31 ルガラマはキガリの東北東約 45km の地点にあり、標高約 1668m の山裾に位置し、流域の降雨はアカグラ川支流の Rwagitima 川に流入している。

対象 4 サイトについて、郡及びセクターの農業担当官とともに現地を確認し、ンゴマ 21 レメラ、ンゴマ 22 ルレンゲについては、当初入手していた LWH 報告書に示された位置と異なっていることが判明し、新たに位置を確定し、MINAGRI に説明し、同意を得た。

現地調査結果、ガツィボ 31 の必要性、妥当性が著しく低いと判断され、ルワンダ政府に報告した。ルワンダ政府は代替サイトを希望したが、具体的な候補地は見つからず、候補地として LWH においてすでに実施設計が済んでいるブゲセラ 3 及びブゲセラ 4 等が上げられた。

調査団帰国後、ルワンダ政府よりブゲセラ 3 及びブゲセラ 4 の追加要請があり、検討対象に含めることとなった。追加要請サイトは以下の通りである。

ブゲセラ 3 リリマ：東部県ブゲセラ郡リリマセクター

ブゲセラ 4 ムセニ：東部県ブゲセラ郡ムセニセクター

ブゲセラ 3 リリマはブゲセラ 2 から北西約 1.5km の隣接した沢に計画されており、下流でブゲセラ 2 からの流路と合流し、Rumira 湖に流入している。ブゲセラ 4 ムセニは、キガリ南方約 23km、Kanazi の南西約 8km 地点にあり、下流は Akanyaru 川の湿地帯である。

2.2 上位計画

2.2.1 ルワンダビジョン 2020

「ル」国政府の国家開発計画は、国家開発の長期ビジョンを示す Vision2020 を中心に展開している。ルワンダビジョン 2020 は、2020 年までの方向性および指標がまとめられた「ル」国の国家開発計画の基盤となるものであり、その基本として、以下にまとめた 5 つの柱と 4 つの分野横断的項

目が挙げられている。

1) 5つの柱

- 良い統治（Good Governance）による効果的、効率的な国家統制
- 人的資源の開発と知識をベースとした経済
- インフラストラクチャーの開発
- 競争的かつ創造的文化を有する企業家の成長による民間が牽引する経済
- 生産的高価値と市場志向型農業

2) 4つの分断横断的項目

- 男女平等
- 環境保護
- ICTを含めた文化、科学、技術
- 地域的および国際的融和

この目標に向け貧困削減戦略文書 PRSP が良い統治と民主的的地方分権化を通じて住民による持続可能な開発が効果的に実施されるために採択された。

2.2.2 ルワンダ貧困削減戦略文書（PRSP）

農業セクターにおける PRSP の事業は本件調査の主管官庁である MINAGRI が策定した政策と計画に基づき実施されている。PRSP は 2002 年 6 月に公表され、地方開発と農業の転換を通じて貧困を撲滅させることを目的としたものであり、「ル」国政府における貧困削減政策枠組みの中の 1 つとなっている。

MINAGRI は国家農業政策（NAP）を 2004 年に公表し、この政策を実施するための農業改革戦略（SPAT）を 2005 年 1 月に策定した。一方、2002 年以降「ル」国政府は PRSP の成果・教訓を 3 冊の年次進捗報告書にとりまとめ、PRSP は PRSP1 と改称され 2005 年にその結果が評価された。

2.2.3 農業改革戦略文書（SPAT）

NAP の政策に基づき SPAT は 2005 年 1 月に IFAD、DFID およびオランダ国大使館（RNE）の支援により策定された。目的は 30 以上のプロジェクトの実施を通じて農業の生産性の増大、収入機会の多様化、および天然資源の保全と管理を行い「ル」国の貧困削減と経済成長を支援することである。SPAT は 4 つのプログラムから成る。プログラム 1 は持続的な農業生産を図るための強化と開発であり、プログラム 2 は農民組織結成の支援と生産者の能力強化、プログラム 3 は農業関連産業の開発、プログラム 4 は組織開発と定めている。4 つの事業は 2005 年～2008 年までの 4 ヶ年で 167 百万 US\$が見積もられており、これらの事業の成果・教訓を踏まえた SPAT II は 30 の郡を包括的に支援する予定である。

2.2.4 経済開発・貧困削減戦略書（EDPRS）

第 1 次貧困削減戦略書（PRSP, 2002-2005）の成果・教訓をもとに経済開発・貧困削減戦略書（EDPRS, 2008-2012）がビジョン 2020、「ル」国 7 ヶ年開発プログラムおよびミレニアム開発目標を具現化するための中期フレームワークの第 2 次 5 ヶ年計画として 2007 年 7 月に策定された。これらの上位

目標達成のために人的資源開発を強力に推進し 1)「ル」国による活動を最優先とすること、2)開発のための資源の総動員、3)セクター全体を調停することによる政策実施の改善の 3 点を重要施策として掲げている。農業セクターでは PSTA、CAADP (Common African Agricultural Development Program) の枠組みおよびビジョン 2020 の戦略に沿って以下の 4 つのプログラムを開発戦略として掲げている。

- 持続可能な農業生産システムの促進と家畜資源生産の強化
- 顧客志向型の研究・普及サービス支援による生産者の専門的営農技術の質的向上
- 競争力強化や作物転換改善による市場へのアクセス拡大
- 高品質農業セクターのための有効で効率的な組織機能の強化

さらに、「ル」国は SPAT-II の効果的な実践に寄与するために、農地改善、耕作地確保および丘陵地灌漑を通じた商業的農業の実施を全国 101 ヶ所で行うことを目的として、丘陵地灌漑整備計画 (Land-husbandry, Water harvesting and Hillside-irrigation Project、以下 LWH プロジェクトと称す) を立案した。

2.2.5 国家稲作生産計画 (NRP)

1980 年代より「ル」国は不十分な天然資源管理、過剰開墾に伴う土壌の肥沃度低下、土壌流失、旧態依然の自給自足農業等の理由により食料不足に苦しんでいる。結果として農業生産性の低下となり食料の自給自足が達成出来ないため輸入や食料援助に依存している状況である。この状況を打破するため米、メイズ、豆類、ジャガイモの主食 4 作物の生産拡大を国家戦略として位置づけている。中でも米は以下の理由により増産を奨励している。

- 米作は生産性が高く食料の安全保障を可能にする。他の作物と異なり湿地での作付けを可能にし、7ton/ha の籾生産が期待できる。
- 米は味が良く、取り扱いや貯蔵が便利であるため学校、病院などの公共施設や都市部で好まれている。このため、農民は市場へ安定的に出荷できる。また、国内市場も未だ満たしていないが COMESA (東部南部アフリカ共同市場) に対する強力な輸出の可能性を秘めている。
- 他の主要作物に反して米作は洪水常習谷地での栽培が可能であり、他の主要作物の栽培を丘陵地で行うことにより有効な土地利用を可能にする。
- 米の生産は地域経済の貨幣化を促進し生産者や関連する人々の生計向上に寄与する。
- 米は保存、売買および輸送が容易であるため収穫後ロスを最小にし、高値のときに売却できる。
- 米作の副産物は家畜の餌となり畜産振興に寄与できると共に、それにより貴重な蛋白源や家計収入にも寄与する。

上記現状を背景として、2003 年に策定された「Marshland Master Plan」に基づき米の自給自足ならびに輸出を図るために、国家稲作生産計画 (2006-2016) が策定された。この計画の内容は以下に示すとおりである。

1) 目標

本事業の目的は国家食料安全保障を確保し経済成長を促進し貧困削減を図ることであり、具体的な目標として以下の2点が挙げられる。

- 3カ年で「ル」国のコメの自給を達成する。
- 輸出のための余剰米を生産する。

2) 重点課題

- 現行の籾生産 5tons/ha から 7tons/ha へ単収を増大する。
- 現在の耕作地 7,456ha(2004年)を約 8.9 倍に当たる 66,094ha(2009年)へと拡大する。
- 2004年の米生産量 49,942ton を 2009年には約 18.5 倍の 925,316ton まで増産する。
- 2期作のための耕作地開拓のために灌漑・排水施設の建設や維持管理を行う。
- 収穫時の質・量を高め、収穫後ロスを少なくするため、出荷や加工処理施設を整備する。

3) 事業対象地域

事業実施最優先地域は Cyangugu、Umutara、Kibungo および Kigali Ngali. で次いで Butare、Gitarama、Ruhengeri および他の県を対象とする。

4) 目標達成に必要な成果

目標達成のためには以下の成果を達成する必要がある。

- 稲作生産のために 66.094 ha の湿地開拓が実施される。
- 全ての米生産者は稲作技術の研修を受ける。
- 全ての米生産者は農協に加盟する。
- 全ての米生産者は必要な肥料、種子、殺虫剤等の購入が可能となる。
- 出荷、加工施設等の十分な施設が完備される。

5) 想定される効果

同計画のシナリオによると 2009年にはコメの自給が達成でき輸出が可能となる。年平均輸出額は約 1.75 億ドルと予測される。初期投資の 3,299 億 Rwf は 6年後の 2011年には回収される計画となっている。

2.2.6 丘陵地灌漑整備計画 (LWH)

本件調査の直接の背景である LWH プロジェクトは、土地資源管理、ウォーターハーベスティングおよび丘陵地灌漑事業を通じた農業生産の向上・持続的成長および市場指向による農業産品の商業化・多様化を図り、食料安全保障、地域住民の生活改善、社会経済成長支援、および環境改善の促進を目的としている。また、地方行政の参加のもと、地方レベルでの参加型による市場を睨んだ計画や開発を促進するため、政府や民間セクターの職員や組織の強化を図ることを目的としている。

MINAGRI が策定した同プロジェクトの灌漑施設整備計画によれば、今後 2012年までに全国 17 郡において 101カ所の農業用貯水池を建設するとしている。第1期(2009~2010年)として 32ヶ

所、続く第2期（2011～2012年）では69ヶ所の貯水池を建設することでおよそ10,000haの灌漑地区を開発する。総事業費は約200百万ドルで、30百万ドルをルワンダ国負担、80百万ドルを日本、カナダ、中国などのドナーグラント、90百万ドルをローンにより支弁する計画である。第1期事業で3,100ha、第2期事業で6,900haの丘陵地灌漑農業が可能となる。また、約30,250haの土地が集約的で包括的な土地資源管理の技術の実践の恩恵を被る。受益農民は自らの農地で商業的農業に従事することが可能となる。これらの施設整備とともに、中央政府、郡、セクター職員の能力向上・強化を図り、加えて地域コミュニティとの連携を強化するものである。この目的達成のために以下の5項目を実践することとしている。

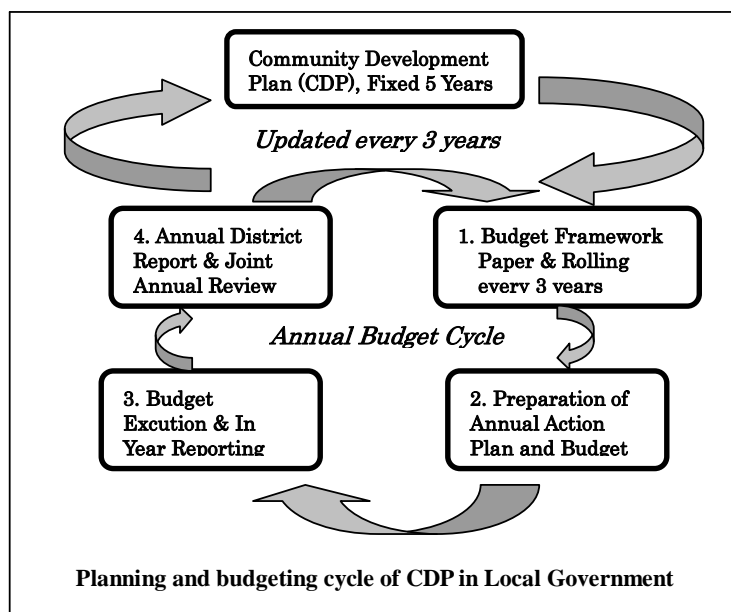
- 土壌侵食や土壌肥沃度低下の軽減や不安定な降雨に対応した農業生産システムの改善、持続性、強化を図る。
- 高付加価値作物、果樹、森林管理および飼料作物の開発を通じて輸出品目の多様化を促進する。
- 受益農民による丘陵地灌漑を促進するため土壌・水の保全管理、土壌肥沃度の改善、ウォーターハーベスティング、貯水池の管理等を実証する。
- 土地資源管理の改善、ウォーターハーベスティングおよび丘陵地灌漑の導入や流通改善を通じてモデル農民組織の設立・支援を図る。

2.2.7 郡開発計画

ビジョン2020に基づき、地方分権化の一環として、各郡が独自で道路、学校、病院など各分野における公共事業計画をまとめた郡開発計画（DDP: District Development Plan）を発表している。

地方政府の役割は国家政策とガイドラインに基づき、住民のニーズに応じた行政サービスを行うことである。これらの目的達成のために必要となる地域開発計画（CDP）の策定や予算編成のためのガイドライン作成は、財務・経済計画省（MINECOFIN）および地方

行政・コミュニティ開発・社会事業省（MINALOC）で2007年に完了している。CDPは長期開発計画をも視野に入れた5ヵ年計画が基本である。郡CDPは毎年のアクションプランと予算配分を郡独自で作成し、その成果や活動、要員配置が評価される。右図に示すように5ヵ年毎に郡CDPは策定され3ヵ年毎にその計画の見直を行う。CDPは2007年以降、DDP（郡開発計画）と名称を変更した。



2.3 サイトの状況と問題点

本節では、各サイトにおける、地形、地質、および社会経済状況について整理する。地形および地質については、サイトの踏査および既存資料分析により整理した。社会経済状況については、セクターやセルの関係者聞き取り調査、サイト踏査、および農家経済調査を実施して把握に努めた。調査対象地域における土地利用、農地規模別農家割合等のデータは、セクターあるいはセル事務所において整備されておらず、ガショラセクターを除いては、人口以外のデータはほとんど得ることができなかった。そのような制約があった上で得られたデータを整理する。農家経済に関するデータは、個別農家経済調査を実施し、その結果を解析した。

2.3.1 ブゲセラ 2 ガショラ

1) 地形

ブゲセラ 2 ガショラは、ガショラセクター事務所の南西約 5 km の地点にあり、MINAGRI が計画中のブゲセラ 3 のサイトと下流で合流し、Rumira 湖へ注いでいる。河道部分に常時流水は見られず、痕跡のみ散見される。湖までは耕作道として使用されている。ブゲセラ 2 ガショラの上流域は軍用地であり、施設を設けることが出来ない。軍用地との境界は、貯水池予定上流の道路であり、道路下の排水暗渠より、上流軍用地からの排水が流入する。軍用地内は樹木で覆われており、道路下流の現況農地とは植生が異なる。現況兩岸の勾配は非常に緩く、左岸斜面部 1:7、右岸斜面部 1:10 である。貯水効率を考慮するとダムサイトの地形としては堤頂長の長い、やや不経済なサイトと言える。

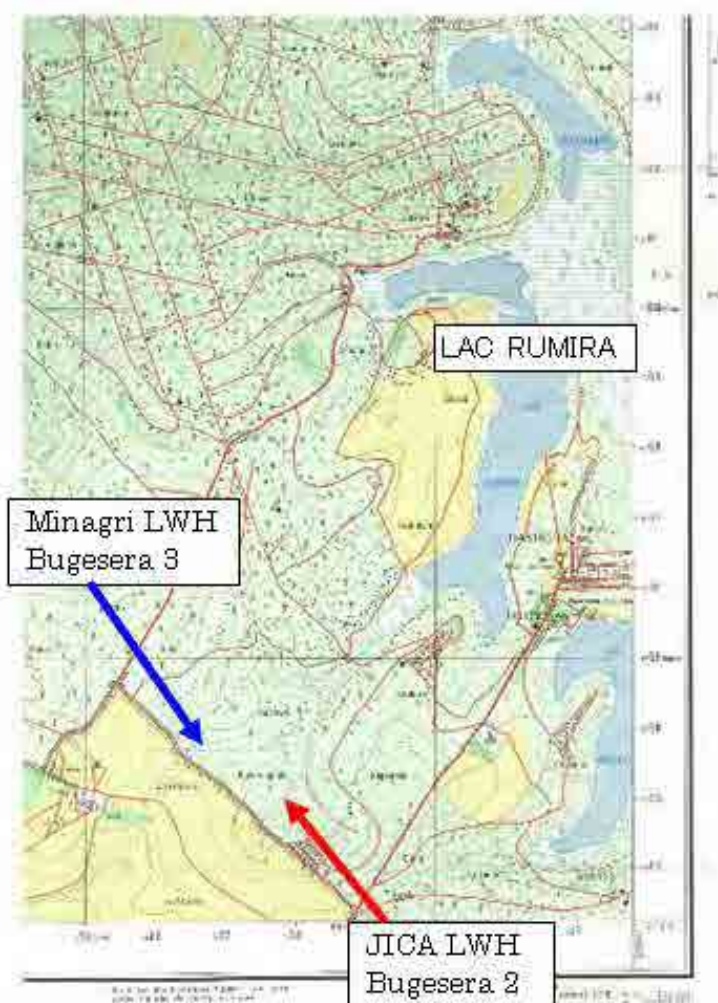


図2.3.1 ブゲセラ2ガショラ位置図
(5万分の1地形図より)

2) 地質

周辺全域は先カンブリア紀の貫入岩体である花崗岩類で覆われており、基盤はその厚い風化帯である。谷地形の中央部の最も低い中央付近が川であるが、常時流水は見られず伏流または涸れ沢となっている。地質図（ベルギー地質研究所作成）有るとおり、河床部には沖積層（粘土、砂、礫等）が分布している。ダム軸付近下流の別の沢との合流点に砂土取り場があるが、固結しており水が溜まっていることから透水性は小さいと思われる。従って、表層は砂質土で透水性は大きい、その下は固結した砂か花崗岩類の風化帯と考えられる（地質調査結果を用いて更に分析する）。築堤材

料調査用テストピットによれば河床から 10m程度高い両岸は表土 30cm程度でそれ以下は砂混じり粘性土である。花崗岩類の強風化帯と考えられる。

3) 社会・経済

ガショラセクターにおけるプロジェクト計画地域には、Kagomasiセルに帰属する Akagako, Kuwuruganda, 及び Kagomasi の 3つのイミドゥグドゥ（集落）が含まれる。計画ダムの湛水により水没する家屋はなく、上記集落の農家は全て下流側に位置する。

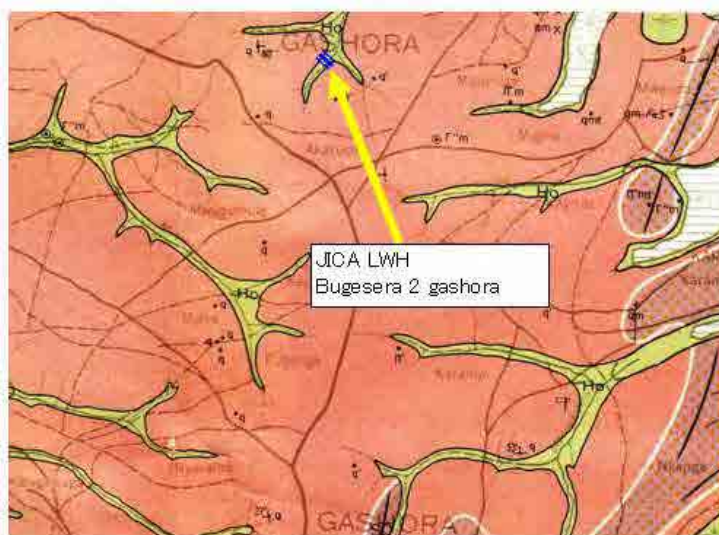


図2.3.2 ブゲセラ2ガショラ周辺地質図

a. 人口、家族構成及び世帯数

表 2.3.1 にイミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数を示す。計画地周辺の集落には、78 から 116 世帯の農家が居住しており、1 世帯当たりの平均家族数は、4.1 人となっている。女性が世帯主の世帯は、イミドゥグドゥ全体の世帯数の 25%を超えており、Kagomasi イミドゥグドゥでは、42.4%もの割合で最も高い結果を示している。これらの世帯は全て計画ダムの下流側に位置している。

表 2.3.1 イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数

| | | イミドゥグドゥ | | |
|------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Akagako | Kuwuruganda | Kagomasi |
| 2002 | 世帯数 | 66 | 89 | 65 |
| | 男性 | 122 | 211 | 132 |
| | 女性 | 221 | 172 | 189 |
| | 人口 | 343 | 383 | 321 |
| 2008 | 世帯数 | 78 | 116 | 85 |
| | 男性 | 147 | 192 | 144 |
| | 女性 | 231 | 218 | 205 |
| | 人口 | 378 | 410 | 349 |
| | 女性が世帯主の割合 (%) | 21 (26.9) | 34 (29.3) | 36 (42.4) |

出典：調査団による聞き取り

b. 土地所有形態

表 2.3.2 にイミドゥグドゥ毎の土地所有の形態に係る状況を示す。計画地周辺の農家は、土地無し農家が最も多く、次に借地、個人所有の土地と続く。土地無し農家のイミドゥグドゥ全体に占める割合は、Akagako 及び Kagomasi イミドゥグドゥでは、約半数の世帯が土地無し農家である一方、Kuwuruganda イミドゥグドゥでは、約 72%の世帯が土地無し農家となっており、計画地周辺は土地無し農家が非常に多い地域となっている。また、借地で耕作を行っている農家は、4,000～15,000Rwf/年の借地料を支払っている。

表 2.3.2 イミドゥグドゥ毎の土地所有形態

| イミドゥグドゥ | 無土地 | 借地 | 一部借地 + 所有土地 | 所有土地 | 地主不在の 土地 | 計 |
|-------------|-----|----|----------------|------|-------------|-----|
| Akagako | 39 | 21 | 9 | 9 | - | 78 |
| Kuwuruganda | 84 | 20 | 11 | 1 | - | 116 |
| Kagomasi | 42 | 28 | 10 | 5 | - | 85 |

出典：調査団による聞き取り

c. 農地面積

農地面積毎の世帯数を表 2.3.3 に示す。各イミドゥグドゥとも 0.5ha 未満の農地を耕作している農家が最も多く、2ha 以上の農地を耕作している農家は最も少ない。0.5 以上 2ha 未満の農地は世帯数にバラツキが見られる。

表 2.3.3 農地面積毎の世帯数

| イミドゥグドゥ | 0 ha | 0 < 0.5 ha | 0.5 < 1.0 | 1.0 < 1.5 | 1.5 < 2.0 | 2.0 ha 以上 |
|-------------|------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Akagako | 39 | 12 | 9 | 8 | 10 | 0 |
| Kuwuruganda | 84 | 19 | 4 | 6 | 2 | 1 |
| Kagomasi | 42 | 20 | 6 | 9 | 6 | 2 |

出典：調査団による聞き取り

d. 土地利用

イミドゥグドゥ毎の土地利用を表 2.3.4 に示す。計画地周辺部は、農地が大部分を占めており、農地のなかでも水田を耕作している農家はなく、ソルガム、メイズ、バナナ及び豆類を耕作している農家がほとんどである。

表 2.3.4 イミドゥグドゥ毎の土地利用

| イミドゥグドゥ | 総面積 (ha) | 農地 (ha) | | | 森林 (ha) | その他 (ha) |
|-------------|-------------|---------|----|-------|------------|-------------|
| | | 水田 | 畑地 | 多年生作物 | | |
| Akagako | 60 | 0 | 40 | 18.8 | 1.2 | 0 |
| Kuwuruganda | 72 | 0 | 60 | 11 | 1.0 | 0 |
| Kagomasi | 72 | 0 | 62 | 7 | 3.0 | 0 |

出典：調査団による聞き取り

e. 農村生活

集落には、電気を使っている世帯はほとんどなく、燃料は薪を使っており、照明はケロシン・ランプを使っている。給水施設については、Kagomasi イミドゥグドゥに 1 箇所共同水栓があり、各集落から共同水栓までは最大 2.5km 離れている。水質は良好であるが、水量が十分でない住民から不満が出ている。保健施設については、病院はないが診療所が 1 箇所ある。医者はいなく看護師で対応している。主な病気はマラリア、呼吸器系疾患及び寄生虫病となっている。教育施設については、小学校が 4 箇所、中学／高等学校が 2 箇所あるほか、保育園がある。

f. 地域の抱える問題と問題解決方法

乾季には農業用の水が確保できない。湿地が農業開発に利用されていない。市場性を高める農産物の加工施設が十分でない。生活上の問題として、土地の相続等の問題がある。この場合、セクターの長が関係者間に入り、協議及び和解させる方法を取っている。法律もあり、罰則規定もある。地域には、裁判組織もあり、当事者はここに上訴できる。農協では、土地の管理がうまくいっていないのが通常である。

g. 営農

調査対象地区では、天水に依存した農業が営まれている。ブゲセラ郡は東部県においても比較的降雨が少ない上、調査対象地区の谷は浅く、河床部も水が流れておらず、バナナ等の必要水量の多い作物はあまり多く作付けされていない。ソルガム等の耐乾性の強い作物を中心に栽培されているのが観察される。農家経済調査結果（40戸より聞き取り）によると、主要作物はキャッサバ、ソルガム、ハリコットビーン、メイズ等である。表 2.3.5 に作物別作付け農家割合を示す。

表 2.3.5 ブゲセラ 2 ガシヨラ地区農家の主要栽培作物

| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合(%) (例：40戸中93%の農家が豆を栽培している) | | | | | |
|---------------------|--|-------|------|-----|-------|-----|
| | 豆 | キャッサバ | ソルガム | メイズ | さつまいも | バナナ |
| 40戸 | 93% | 83% | 80% | 80% | 50% | 35% |

農家経済調査結果および現地踏査結果を踏まえ、想定されるプロジェクトの受益地区における現況作付け状況を下図のように推定した。作物は混作が主体であるがソルガム、メイズ、豆、キャッサバが比較的広く作付けされている。

表 2.3.6 ブゲセラ 2 ガシヨラ地区の現況作付け状況

| 作物 | 作付け割合 | 単/混作 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | | |
|-------|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--|--|
| ソルガム | 22% | 混作が主 | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| メイズ | 12% | 混作が主 | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| さつまいも | 7% | 混作が主 | ■ | ■ | | | | | | | | ■ | | | | |
| 豆 | 30% | 混作が主 | | | ■ | | | | | | | ■ | | | | |
| キャッサバ | 24% | 混作/単作 | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | |
| 食用バナナ | 4% | 単作 | ■ | | | | | | | | | | | | | |

h. 農家所得

農家経済調査結果によると、本地区の調査対象農家の年間平均所得は約 147,000Rwf であった。このうち 81%を作物販売による所得が占める。作物生産物の自家消費分を貨幣評価した場合、約 158,000Rwf と換算され、これを合わせた農家の平均年間所得+自家消費評価額は、約 304,000Rwf となる。自家消費評価額を合わせた農作物の所得割合は91%となる。所得階層（自家消費評価額加算）でみると、年間 500,000Rwf 未満の農家戸数が 90%を占める。

表 2.3.7 調査農家の平均年間所得

| 項目 | ブゲセラ21ガシヨラ | |
|-----------|------------|------|
| | Rwf | (%) |
| 作物 | 118,521 | 81% |
| 畜産 | 17,008 | 12% |
| 漁獲 | 0 | 0% |
| 木材・林産物 | 1,625 | 1% |
| 農業労賃 | 7,710 | 5% |
| その他 | 1,550 | 1% |
| 計（現金所得） | 146,414 | 100% |
| 自家消費作物評価 | 157,813 | |
| 計（評価額） | 304,227 | |
| 作物+自家消費評価 | 276,334 | 91% |

表 2.3.8 所得階層別の調査農家割合

| 年間所得+自家消費 評価(Rwf) | ブゲセラ2ガシヨラ | | |
|----------------------|-----------|------|------|
| | 戸数 | 割合 | 累積 |
| < 100,000 | 8 | 20% | 20% |
| 100,000 < 200,000 | 7 | 18% | 38% |
| 200,000 < 300,000 | 8 | 20% | 58% |
| 300,000 < 400,000 | 6 | 15% | 73% |
| 400,000 < 500,000 | 7 | 18% | 90% |
| 500,000 < 600,000 | 0 | 0% | 90% |
| 600,000 < 700,000 | 2 | 5% | 95% |
| 700,000 < 800,000 | 0 | 0% | 95% |
| 800,000 < 900,000 | 0 | 0% | 95% |
| 900,000 < 1,000,000 | 1 | 3% | 98% |
| 1,000,000 < | 1 | 3% | 100% |
| 計 | 40 | 100% | |

同じ走向の断層が多く認められる。県央部は全般に珪岩や片岩等の変成岩が分布し、比較的風化を受けにくいため、露頭も多く観察され、地形的には稜線部に分布することが多い。泥質岩や砂岩よりなる堆積岩類は相対的に風化や浸食作用に弱いため、谷地形部に分布している。が分布している。谷を埋める沖積層は一般に粘土、砂、砂礫層より構成されている。地質図（ベルギー地質研究所作成）によれば、本サイトの基盤は泥質岩である。周辺に断層が推定されるが、古い時代の活動で、構造上堤高 15m前後の小規模な貯水池に影響はない。

3) 社会・経済

プロジェクト計画地域には、Remera セクターの Bugera セルに帰属する Rweso、Gisunzu、Mumini I 及び Mumini II の 4 つのイミドゥグドゥ（集落）が含まれる。計画ダムの湛水により水没する家屋はなく、また、家屋は計画ダムの直近部にはなく離れている。

a. 人口、家族構成及び世帯数

表 2.3.9 にイミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数を示す。計画地周辺の集落には、95 から 110 世帯の農家が居住しており、1 世帯当たりの平均家族数は、4.0 人となっている。女性が世帯主の世帯は、イミドゥグドゥ全体の世帯数の 19% を超えており、Mumini II イミドゥグドゥが最も高く 32.6% と世帯数の約 3 割を占めている。

表 2.3.9 イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数

| | | イミドゥグドゥ | | | |
|------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Rweso | Gisunzu | Mumini I | Mumini II |
| 2002 | 世帯数 | N/A | 87 | N/A | N/A |
| | 男性 | N/A | 152 | N/A | N/A |
| | 女性 | N/A | 211 | N/A | N/A |
| | 人口 | N/A | 363 | N/A | N/A |
| 2008 | 世帯数 | 96 | 110 | 108 | 95 |
| | 男性 | 198 | 192 | 201 | 119 |
| | 女性 | 232 | 241 | 233 | 238 |
| | 人口 | 430 | 433 | 434 | 357 |
| | 女性が世帯主の世帯数 (%) | 27 (28.1) | 27 (24.5) | 21 (19.4) | 31 (32.6) |

出典：調査団による聞き取り

b. 農地面積

農地面積毎の世帯数を表 2.3.10 に示す。全てのイミドゥグドゥのデータは得られなかったが、Gisunzu イミドゥグドゥの場合、0.5ha～1.0ha 未満の農地を耕作している農家が最も多く、次に 0.5ha 未満の農地を耕作している農家が続く、2ha 以上の農地を耕作している農家は、全世帯の約 8% 程度を示している。

表 2.3.10 農地面積毎の世帯数

| イミドゥグドゥ | 0 ha | 0 < 0.5 ha | 0.5 < 1.0 | 1.0 < 1.5 | 1.5 < 2.0 | 2.0 ha 以上 |
|-----------|------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rweso | N/A | N/A | N/A | N/A | 20 | N/A |
| Gisunzu | 13% | 25% | 29% | 15% | 10% | 8% |
| Mumini I | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Mumini II | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |

出典：調査団による聞き取り

c. 農村生活

ブゲセラ 2 ガシヨラと同様、電気を使っている世帯はほとんどなく、燃料は薪を使っており、照明はケロシン・ランプを使っている。給水施設については、集落から 3km 離れたところ（ダム建設現場の下流側）の湧水と共同水栓が 2 箇所あり飲料用に使っている。湧水の水量は十分であるが、共同水栓の水量は十分でない。保健施設については、病院はないがクリニックが 2 箇所ある。主な病気はマラリア及び寄生虫病となっている。

d. 地域の抱える問題と問題解決方法

現在のところ、大きな問題はない。問題が発生すれば、イミドゥグドゥのリーダーが紛争当事者の間に入り問題解決を図る。

f. 営農

本地区においても天水に依存した農業が営まれているが、ブゲセラ郡に比較してヌゴマ郡は降雨が多い。このため、圃場内での雑草の繁茂が観察される。対象地区の谷は深く、村落から遠隔にあるため、栽培管理のために農民が谷底の圃場に通う頻度が比較的小さいように思われる。農家経済調査結果によると、本地区農家の主要栽培作物はキャッサバ、ソルガム、さつまいも、ハリコットビーン等である。また野菜の栽培を行っている農家もみられる。表 2.3.11 に作物別作付け農家割合を示す。

表 2.3.11 ンゴマ 21 レメラ地区農家の主要栽培作物

| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合(%) (例: 39 戸中 62%の農家がキャッサバを栽培している) | | | | | | | | | |
|---------------------|---|------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| | キャッサバ | ソルガム | さつまいも | ビーン | トマト | メイズ | キャベツ | にんじん | たまねぎ | バナナ |
| 39 戸 | 62% | 56% | 51% | 41% | 23% | 15% | 15% | 13% | 8% | 3% |

農家経済調査結果および現地踏査結果を踏まえ、想定されるプロジェクトの受益地区における現況作付け状況を下図のように推定した。作物は混作が主体であるがソルガム、さつまいも、豆、キャッサバが比較的広く作付けされている。また野菜作も他地区に比して多い。

表 2.3.12 ンゴマ 21 レメラ地区の現況作付け状況

| 作物 | 作付け割合 | 単/混作 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|-------|-------|-------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| ソルガム | 29% | 混作が主 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| メイズ | 7% | 混作が主 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| さつまいも | 17% | 混作が主 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| 豆 | 16% | 混作が主 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| 野菜(1) | 4% | 単作 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| 野菜(2) | 4% | 単作 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| キャッサバ | 18% | 混作/単作 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |
| 食用バナナ | 5% | 単作 | [作付け期間の斜線表示] | | | | | | | | | | | |

g. 農家所得

農家経済調査結果によると、本地区の調査対象農家の年間平均所得は約 425,000Rwf であり、他地区と比較して最も高い所得額となっている。作物販売による所得は 50%で、他の農家収入源の割合が高いことがこの地区の特徴であり、高所得の要因ともなっている。作物生産物の自家消費分を貨幣評価した場合、約 155,000Rwf と換算され、これを合わせた農家の平均年間所得+自家消費評価額は、約 580,000Rwf となる。自家消費評価額を合わせた農作物の所得割合は 63%となる。所得階層（自家消費評価額加算）でみると、約 6 割の調査農家が年間 500,000Rwf 未満となっている。

表 2.3.13 調査農家の平均年間所得

| 項目 | ンゴマ21レメラ | |
|-----------|----------|------|
| | Rwf | (%) |
| 作物 | 211,351 | 50% |
| 畜産 | 44,282 | 10% |
| 漁獲 | 7,692 | 2% |
| 木材・林産物 | 82,538 | 19% |
| 農業労賃 | 0 | 0% |
| その他 | 79,231 | 19% |
| 計（現金所得） | 425,094 | 100% |
| 自家消費作物評価 | 155,333 | |
| 計（評価額） | 580,427 | |
| 作物+自家消費評価 | 366,684 | 63% |

表 2.3.14 所得階層別の調査農家割合

| 年間所得+自家消費 評価 (Rwf) | ンゴマ21レメラ | | |
|-----------------------|----------|------|------|
| | 戸数 | 割合 | 累積 |
| < 100,000 | 6 | 15% | 15% |
| 100,000 < 200,000 | 5 | 13% | 28% |
| 200,000 < 300,000 | 4 | 10% | 38% |
| 300,000 < 400,000 | 6 | 15% | 54% |
| 400,000 < 500,000 | 3 | 8% | 62% |
| 500,000 < 600,000 | 3 | 8% | 69% |
| 600,000 < 700,000 | 1 | 3% | 72% |
| 700,000 < 800,000 | 3 | 8% | 79% |
| 800,000 < 900,000 | 0 | 0% | 79% |
| 900,000 < 1,000,000 | 1 | 3% | 82% |
| 1,000,000 < | 7 | 18% | 100% |
| 計 | 39 | 100% | |

h. 農民組織

対象地区に関係するイミドゥグドゥの住民は、地域に設立されているコーヒー農協、バナナ農協等に参加している。コーヒー農協およびバナナ農協の組合員数は各々400名、115名である。組合への入会費として各々20,000Rwf、5,000Rwfが徴収されている。

2.3.3 ンゴマ 22 ルレンゲ

1) 地形

ンゴマ 22 ルレンゲ地区は、Kabarondo の町から南南西方約 11 km であり、Gitaraga の北側の谷を東から西に流下する Rwabishanyi 川地点である。流域はンゴマ 21 レベラと一部背中合わせになっている。下流は河川名を変えながらンゴマ 21 レメラの下流の Nkungu 川と合流し Mugesera 湖に注ぐ。周辺地形は、地質構成によって大きく影響されており、ンゴマ 21 レメラと同様である。



図 2.3.5 ンゴマ 22 ルレンゲ位置図 (5 万分の 1 地形図)

稜線部から谷底に到る地形の変化を見ると、稜線部は延長方向に対し全般に幅数 100m でなだらかな地形が広がっているが、山腹斜面の上部 3/4 程度は、地形の勾配が平均的に 20~30° 程度の急勾配の斜面となり、所々で岩盤が露出し、表土の分布も貧弱である。山腹斜面の下部 1/4 は、崖錐層に被覆された勾配が 15° 以下の緩い斜面が形成され、谷底の沖積低地に到っている。沖積低地の標高は 1,400m 付近にあり、標高 1,400m から 1,500m まで緩やかな地形となり、それ以上は急峻である。

ダムサイト上流は大きく二つの沢に分かれている。サイト地点は通年水の絶えることが無く、その理由は左岸側の沢から常時湧水があるという。下流では河床部付近に水田が広がっている。湧水は住民の生活用水になっており、ダム設置上配慮した設計とすることとする。

2) 地質

全般に先カンブリア紀の造山帯（約 11 億年前）に属しており、中～低圧の変成作用を受けた砂質～泥質堆積物の南北に伸びる帯状の分布を示す他、ほぼ同じ走向の断層が多く認められる。県央部は全般に珪岩や片岩等の変成岩が分布し、比較的風化を受けにくいいため、露頭も多く観察され、地形的には稜線部に分布することが多い。泥質岩や砂岩よりなる堆積岩類は相対的に風化や浸食作用に弱いいため、谷地形部に分布している。谷を埋める沖積層は一般に粘土、砂、砂礫層より構成されている。



図 2.3.6 **ンゴマ 22 ルレンゲ地質図**

地質図（ベルギー地質研究所作成）によれば、本サイトの基盤は泥質岩である。周辺に断層が推定されるが、古い時代の活動で、構造上小規模な貯水池に影響はない。なお、上流の湧水地点は断層路線に近い。貯水池設計では、湧水施設標高から 1 m 下を本貯水池の満水位とし、住民の水利用に支障の無いように配慮した。

3) 社会・経済

プロジェクト計画地域は、ルその谷底がルレンゲセクターとレメラセクターの行政区界となっている。ルレンゲセクターは、Rujambara セル、レメラセクターは Ndekeme セルがプロジェクト関係セルとなる。Rujambara セルには、Nyabaganza、Gitobe、Mbonwa 及び Masyoza の 4 イミドゥグドゥが、Ndekeme セルには、Gikomero 及び Rugando の 2 イミドゥグドゥ、計 6 つのイミドゥグドゥが確認された。計画ダムの湛水により水没する家屋はなく、また、集落は計画ダムの直近の谷部ではなく、これより標高の高い丘陵部にあり計画地から離れている。

a. 人口、家族構成及び世帯数

表 2.3.15 にイミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数を示す。ルレンゲセクター側には、684 世帯の農家が居住しており、1 世帯当たりの平均家族数は、3.4 人となっており他サイトより少ない数字になっている。女性が世帯主の世帯は、イミドゥグドゥ全体の世帯数の 20% を超えている。レメラセクター側の 2 イミドゥグドゥについては、Gikomero 及び Rugando の世帯数のデータが、それぞれ

れ、171 及び 234 世帯と得られたが、その他のデータは入手できなかった。

表 2.3.15 イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数（ルレンゲセクター側）

| ルレンゲセクター | | イミドゥグドゥ | | | |
|----------|----------------|------------|-----------|----------|-----------|
| | | Nyabaganza | Gitobe | Mbonwa | Masyoza |
| 2008 | 世帯数 | 170 | 169 | 172 | 173 |
| | 男性 | 245 | 243 | 246 | 244 |
| | 女性 | 350 | 345 | 348 | 336 |
| | 人口 | 595 | 588 | 594 | 580 |
| | 女性が世帯主の世帯数 (%) | 42 (24.7) | 38 (22.5) | 36(20.9) | 44 (25.4) |

出典：調査団による聞き取り

b. 農村生活

電気を使っている世帯はほとんどなく、燃料は薪を使っており、照明はケロシン・ランプを使っている。農民の飲料水は、小川から水を汲んで沸かして使っている。その他の水源としては、計画地周辺には9箇所の湧水があるが、利用可能なのは5箇所だけである。保健施設については、病院はないが診療所が1箇所ある。主な病気はマラリア、寄生虫病、呼吸器系疾患及び腸チフスとなっている。セクターには、17箇所の保育園、4箇所の小学校及び1箇所の中学・高校がある。

c. 地域の抱える問題と問題解決方法

計画地域の集落では、天候上の問題や生産した穀物の流通上の問題等を抱えている。地域で発生した農民間の軋轢については、農協が基本的に解決するようになっているが、農協で解決できない場合、裁判や警察が対応する。

d. 営農

本地区は、ンゴマ 21 レメラ地区と隣接した谷地であり、作付け状況は類似しているが、河床部は湿地帯を形成しており、河床の小川を利用して3年前（2006年）から水田が約15ha開墾されて稲作が行われている。水田は均平化が十分になされておらず、また昨季に収穫された稲が水田横に積まれていたが、不実籾が多く稲藁に残されており、単収が低いことが推定できる。農家経済調査結果(37戸)によると、農家の主要栽培作物はソルガム、ハリコットビーン、メイズ、米等である

表 2.3.16 ンゴマ 22 ルレンゲ地区農家の主要栽培作物

| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合(%) (例:37戸中68%の農家がソルガムを栽培している) | | | | | | | |
|---------------------|---|--------------|-----|-----|-----------|-----------|-----|------|
| | ソルガム | ハリコッ トビーン | メイズ | 米 | キャッサ バ | さつまい も | バナナ | キャベツ |
| 37戸 | 68% | 46% | 32% | 19% | 19% | 11% | 8% | 3% |

農家経済調査結果および現地踏査結果を踏まえ、想定されるプロジェクトの受益地区における現況作付け状況を下図のように推定した。本地区の特徴である水稲の他、ソルガム、メイズ、豆が比較的広く作付けされている。またキャベツ栽培も湿地でみられる。

表 2.3.17 ンゴマ 22 ルレンゲ地区の現況作付状況

| 作物 | 作付割合 | 単/混作 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|----------|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 水稻 | 15% | 単作 | | | | | | | | | | | | |
| ソルガム | 24% | 混作が主 | | | | | | | | | | | | |
| メイズ | 20% | 混作が主 | | | | | | | | | | | | |
| さつまいも | 5% | 混作が主 | | | | | | | | | | | | |
| 豆 | 24% | 混作が主 | | | | | | | | | | | | |
| 野菜(キャベツ) | 2% | 単作 | | | | | | | | | | | | |
| キャッサバ | 5% | 混作/単作 | | | | | | | | | | | | |
| バナナ | 5% | 単作 | | | | | | | | | | | | |

農家経済調査結果によると、本地区の調査対象農家の年間平均所得は約 241,000Rwf であり、このうち作物販売による所得は 91%を占める。作物生産物の自家消費分を貨幣評価した場合、約 118,000Rwf と換算され、これを合わせた農家の平均年間所得+自家消費評価額は、約 359,000Rwf となる。自家消費評価額を合わせた農作物の所得割合は 94%に上る。所得階層（自家消費評価額加算）でみると、73%の調査農家が年間 500,000Rwf 未満となっている。

表 2.3.18 調査農家の平均年間所得

| 項目 | ンゴマ22ルレンゲ | |
|-----------|-----------|------|
| | Rwf | (%) |
| 作物 | 219,297 | 91% |
| 畜産 | 8,703 | 4% |
| 漁獲 | 0 | 0% |
| 木材・林産物 | 0 | 0% |
| 農業労賃 | 0 | 0% |
| その他 | 13,108 | 5% |
| 計（現金所得） | 241,108 | 100% |
| 自家消費作物評価 | 118,068 | |
| 計（評価額） | 359,176 | |
| 作物+自家消費評価 | 337,365 | 94% |

表 2.3.19 所得階層別の調査農家割合

| 年間所得+自家消費 評価(Rwf) | ンゴマ22ルレンゲ | | |
|----------------------|-----------|------|------|
| | 戸数 | 割合 | 累積 |
| < 100,000 | 3 | 8% | 8% |
| 100,000 < 200,000 | 7 | 19% | 27% |
| 200,000 < 300,000 | 10 | 27% | 54% |
| 300,000 < 400,000 | 4 | 11% | 65% |
| 400,000 < 500,000 | 3 | 8% | 73% |
| 500,000 < 600,000 | 5 | 14% | 86% |
| 600,000 < 700,000 | 3 | 8% | 95% |
| 700,000 < 800,000 | 0 | 0% | 95% |
| 800,000 < 900,000 | 1 | 3% | 97% |
| 900,000 < 1,000,000 | 0 | 0% | 97% |
| 1,000,000 < | 1 | 3% | 100% |
| 計 | 37 | 100% | |

e. 農民組織

対象地区河床部に形成されている水田地帯の稲作農家は、TWIFATANYE という名称の農協を設立している。しかし、この農協はまだ政府登録が完了していないとのことである。組合員数は約 180 人であり、そのうち約 100 人がルレンゲセクター側、約 80 人がレメラセクター側ということである。水田面積は約 15ha であることからメンバー1 人当たり 0.08ha の面積となる。上記の関係イミドゥグドゥの世帯数から推定すると、ルレンゲセクター側、およびレメラセクター側で水田にアクセスできている農家は、各々15%、および 20%程度となっている。

また、住民がグループでお金を出しあい、集めたお金をグループのメンバーが順番に受け取って投資、住居の改修、葬式費用に使う、いわゆるメリーゴーラウンド活動が広く行われているようで

ある。例えば、ルレンゲ側では 90 人のグループが一人週 100Rwf ずつ出し合い、集めたお金をメンバーが順番に個人の投資に用いている。レメラ側にも同様の活動がある。「ル」国には元々伝統的な互助制度が農村に存在し、費用を出し合って共同する伝統が現在も息づいているようである。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。

2.3.4 ガツィボ 31 ルガラマ

1) 地形

ガツィボ 31 ルガラマ地区は、Murambi の町から北方約 9 km であり、Nyagahanga のテーブル状台地の東側急斜面の北半分を削りながら下る 3 本の沢が合流し、大規模なガリーを造り、傾斜のある耕作地を下り、Gihuta 川となる。川はさらに道路暗渠を通過し、水田となっている Rwagitima 川に流入する。サイトはガリーの合流点直下流の Gihuta 川である。左岸アバット部には石英の岩塊が点在している低い峰を、右岸はガリーの対岸となる。ガリーは、両岸が鉛直に切り立った崖で、底幅は 3 m から 15 m 位まで様々に変化する。底部は全線砂礫材であり細粒土はない。鉛直の崖面は赤褐色一色で、礫状の面が見えるが連続した物ではない。ガリーの底部付近は水平に薄く切り込まれたような形状があり、流水の浸食による物と推定される。所々に、崖の面が崩落した後があるが、下部を水平に切り込まれた後、足元をすくわれたように自重で崩落した物であろう。

2) 地質

地質は、全般に先カンブリア紀の造山帯（約 億年前）に属しており、中～低圧の変成作用を受けた砂質～泥質堆積物の変成岩と、ほぼ同時代の貫入岩体である花崗岩類が基盤岩を構成している。変成岩類は南北に伸びる帯状の分布を示す。

地質図（ベルギー地質研究所作成）によれば、広く花崗岩類の中ではあるがサイトは片岩または砂泥質堆積岩の範囲にある。しかし、変成を強く受けており、様々な鉱物（石墨、硫化鉍、雲母）があり、

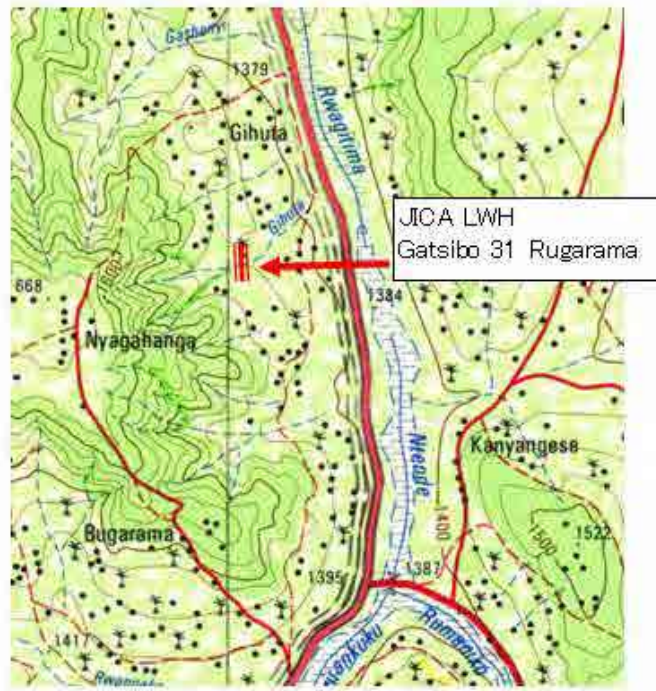


図 2.3.7 ガツィボ 31 ルガラマ位置図

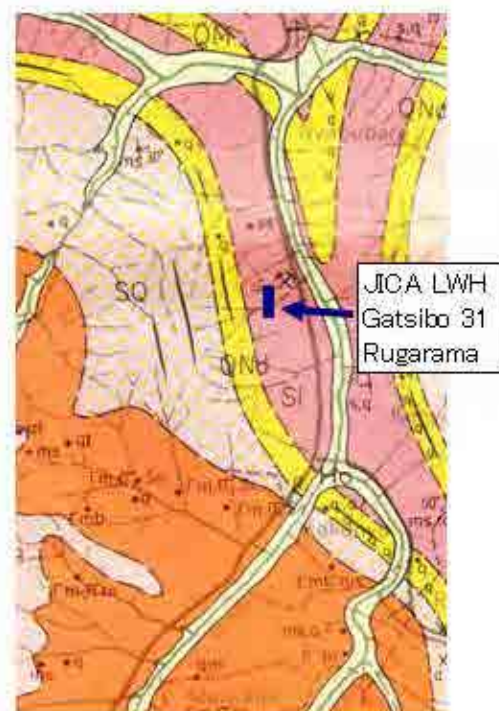


図 2.3.8 ガツィボ 31 ルガラマ地質

風化した片麻岩や花崗岩もある。

テーブル状の台地の斜面部は、雲母の多い灰白色の変性を受けた花崗岩類が砂状となって層（礫部分もある）をなしており、軽く、集中豪雨のような流水にきわめて弱く、流水の進行方向と重力による下方への浸食が進んだためと思われる。台地上部は変成を受けたフェライトや灰色の片麻岩や、白色や赤銅色の雲母片岩、結晶片岩、電気石を含んだ花崗岩類からなっている。



ガツィボ 31 ルガラマ地区のガリーの様子

3) 社会・経済

プロジェクト計画地域には、ルガラマセクターの Gihuta セルに帰属する Gashenyi I 及び Agatare の 2 つのイミドゥグドゥが含まれる。計画ダムの湛水により水没する家屋はない。

a. 人口、家族構成及び世帯数

表 2.3.20 にイミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数を示す。計画地周辺のイミドゥグドゥには、それぞれ、125 世帯及び 176 世帯の農家が居住しており、1 世帯当たりの平均家族数は、7.7 人と他の 3 サイトに比べ多くなっている。女性が世帯主の世帯は、2 つの世帯数総数の 20% を超えている。

表 2.3.20 イミドゥグドゥ毎の人口及び世帯数

| | | イミドゥグドゥ | |
|------|--------------------|--------------|--------------|
| | | Gashenyi I | Agatare |
| 2008 | 世帯数 | 125 | 176 |
| | 男性 | 405 | 507 |
| | 女性 | 721 | 678 |
| | 人口 | 1,126 | 1,185 |
| | 女性が世帯主の 世帯数 (%) | 30 (24.0) | 36 (20.5) |

出典：調査団による聞き取り

b. 農村生活

料理用の燃料には薪を使っており、照明については一部の農家は電気を使っているが、大部分はケロシン・ランプを使っている。飲料水については、農民は 10 箇所の共同水栓と低地にある 2 箇所の井戸を利用している。保健施設については、病院はないが診療所が 1 箇所ある。主な病気はマラリア、結核、寄生虫病、腸チフス及び HIV となっている。セクターには、5 箇所の小学校及び 1 箇所の中学・高校があるが、保育園については教会が幼児の世話をしている。

c. 地域の抱える問題と問題解決方法

土地の境界を巡り農民間で摩擦が生じることがあるが、こうした軋轢に対しては、農協が基本的に問題解決を行っている。農民で解決できない場合、政府（裁判所）が対応する。

d. 営農

本地区は、急斜面の丘陵部と幹線道路を挟んだ下流の湿地帯水田地区からなる。丘陵部では、メイズ、ソルガム、ビーン、バナナ等が栽培され、湿地帯では水田稲作が営まれている。本地区では、MINAGRI のプログラムにより 2008 年にハイブリッドメイズの種子が配布されており、メイズの作付けが多くなっている。

表 2.3.21 ガツィボ 31 ルガラマ地区農家の主要栽培作物

| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合(%) (例：38 戸中 63%の農家がメイズを栽培している) | | | | | | | |
|---------------------|--|------|--------------|-----|-----|-----------|-----------|------|
| | メイズ | ソルガム | ハリコッ トビーン | バナナ | 米 | キャッサ バ | さつまい も | キャベツ |
| 38 戸 | 63% | 42% | 37% | 16% | 11% | 5% | 5% | 5% |

農家経済調査結果および現地踏査結果を踏まえ、想定されるプロジェクトの受益地区における現況作付け状況を下図のように推定した。想定される受益地区は、上流部の丘陵斜面となるので、水稲、また低地で作付けが多いキャベツは現況の代表作物から除外した。ソルガム、メイズ、食用バナナが比較的広く作付けされている。メイズは、MINAGRI の政策によるハイブリッド種子の無料配布が本地区でなされており、作付け割合の高さの一要因と推定される。

表 2.3.22 ガツィボ 31 ルガラマ地区の現況作付け状況

| 作物 | 作付け割合 | 単/混作 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|-------|-------|-------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| ソルガム | 24% | 混作が主 | [作付け期間のグラフ] | | | | | | | | | | | |
| メイズ | 34% | 混作が主 | [作付け期間のグラフ] | | | | | | | | | | | |
| さつまいも | 2% | 混作が主 | [作付け期間のグラフ] | | | | | | | | | | | |
| 豆 | 15% | 混作が主 | [作付け期間のグラフ] | | | | | | | | | | | |
| キャッサバ | 4% | 混作/単作 | [作付け期間のグラフ] | | | | | | | | | | | |
| 食用バナナ | 21% | 単作 | [作付け期間のグラフ] | | | | | | | | | | | |

e. 農家所得

農家経済調査結果によると、本地区の調査対象農家の年間平均所得は約 135,000Rwf であり、このうち作物販売による所得は 75%を占める。作物生産物の自家消費分を貨幣評価した場合、約 73,000Rwf と換算され、これを合わせた農家の平均年間所得+自家消費評価額は、約 209,000Rwf

となる。他地区に比して最も低い水準となっている。自家消費評価額を合わせた農作物の所得割合は84%になる。所得階層（自家消費評価額加算）で見ると、92%の調査農家が年間500,000Rwf未満となっている。

表 2.3.23 調査農家の平均年間所得

| 項目 | ガツィボ31ルガラマ | |
|-----------|------------|------|
| | Rwf | (%) |
| 作物 | 101,493 | 75% |
| 畜産 | 18,283 | 13% |
| 漁獲 | 0 | 0% |
| 木材・林産物 | 0 | 0% |
| 農業労賃 | 1,389 | 1% |
| その他 | 14,278 | 11% |
| 計（現金所得） | 135,443 | 100% |
| 自家消費作物評価 | 73,181 | |
| 計（評価額） | 208,624 | |
| 作物+自家消費評価 | 174,674 | 84% |

表 2.3.24 所得階層別の調査農家割合

| 年間所得+自家消費 評価(Rwf) | ガツィボ31ルガラマ | | |
|----------------------|------------|------|------|
| | 戸数 | 割合 | 累積 |
| < 100,000 | 13 | 36% | 36% |
| 100,000 < 200,000 | 12 | 33% | 69% |
| 200,000 < 300,000 | 5 | 14% | 83% |
| 300,000 < 400,000 | 1 | 3% | 86% |
| 400,000 < 500,000 | 2 | 6% | 92% |
| 500,000 < 600,000 | 1 | 3% | 94% |
| 600,000 < 700,000 | 1 | 3% | 97% |
| 700,000 < 800,000 | 0 | 0% | 97% |
| 800,000 < 900,000 | 0 | 0% | 97% |
| 900,000 < 1,000,000 | 0 | 0% | 97% |
| 1,000,000 < | 1 | 3% | 100% |
| 計 | 36 | 100% | |

f. 農民組織

本地区の下流部にある湿地帯には 2003 年に ADRA (NGO) の支援により設立された米農協 (COPRORIZ-Ntende) がある。組合員数は 916 名で受益面積は約 180ha である。この組合は 4 部屋からなる一軒家の事務所を構え、2008 年に Ministry of Trade and Industry から、優良農協として表彰されている。丘陵部で水田に農地を有していない農家も、様々なグループ活動を行っており、手工芸 (女性グループによるバスケット作り)、牛飼育、養蜂、ミシン裁縫等のグループが存在している。

2.3.5 ブゲセラ 3 リリマ

1) 地形

ブゲセラ 3 リリマは、ブゲセラ 2 ガシヨラの北側尾根を越えた隣接する沢にある。下流でブゲセラ 2 と合流し、Rumira 湖へ注いでいる。ブゲセラ 2 と同様に河道部分に常時流水は見られない。集水域の道路より上流側は、ブゲセラ 2 と同様に軍用地で樹木に覆われている。堤軸付近の現況勾配は、左右岸斜面とも約 1 : 7 である。(図 2.3.1 参照)

2) 地質

ブゲセラ 3 の地質は、キガリ南東部と南西部を覆う貫入岩の一部として、花崗岩質の火成岩の貫入の上位に位置する。このような貫入はブゲセラ郡東部及びニャンザ郡中央部で観察され

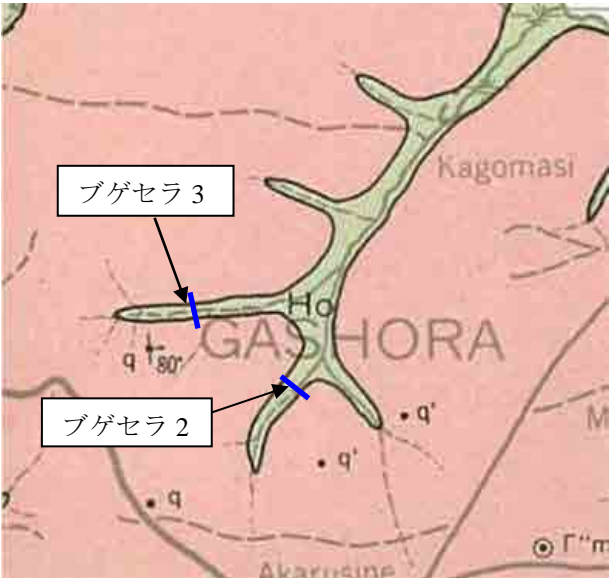


図 2.3.9 ブゲセラ 3 リリマ周辺地質図

る。しかしながら、ブゲセラ 3 を含む多くの地点では貫入の露頭は観察されなかった。道路切り土法面や掘削面は強風化岩を示し、それらは雲母を多く含む石英である。サイト付近の花崗岩は強度の風化を受け、砂または砂礫質土になっている。風化の深度は付近の道路法面やテストピットで観察されたように深い（5m 以上）。谷の左岸部では花崗岩が強度に風化され、細粒から粗粒を示している。地質構造に関しては、岩は、後から発達した石英脈の節理によってのみ影響されている。風化した露頭のほとんどでは、これらの脈は強度と耐久性を示し、樹枝状を示している。深い亀裂や断層、褶曲はない。

谷中央部には粘性土が堆積しており、その厚さは谷中央部で約 3m であり、暗灰色、無機質であり、固結し、不透水性である。左岸部は残積粘土質砂であり、基盤岩の花崗岩の風化によってできたものである。層厚は約 10m と推定される。谷部の下層には細粒礫質土が分布する。洪水吐部は花崗岩の強～中風化岩である。

3) 社会・経済

計画地点は、ブゲセラ郡ガショラセクターの Gasarwe イミドゥグドゥ及びリリマセクターの Nyabagendwa イミドゥグドゥを含む。

a. 人口、家族構成及び世帯数

MINAGRI が実施した社会・経済に係るサンプル調査結果によれば、計画地周辺の 91% が世帯主が男性であり、残りの 9% が女性の世帯主になっている。1 世帯当たりの平均家族数は 6.1 人であり、世帯主の 88% が結婚しており夫婦が同居しているが、9% が寡婦又は寡夫、3% が未婚の世帯となっている。

b. 土地所有形態

61% の農家は法的な書類を有していないが、15% は土地所有証書を有している。24% の農家は政府によって土地を割り当てられたが、土地を販売する法的権利は保有していない。

c. 農地面積

平均農地面積は 1.16ha であり、33% が 0.5ha 以下、18% が 0.5～1.0 ha、49% が 1.1～3ha を所有している。また、45% の農家は平均 0.7ha の別の所有している。15% の農家が平均 0.3ha の農地を借りている。農民は分散した農地で別々の作物を作っている。農地は作物なしの状態では RWF650,000/ha、バナナなどが植わった状態で RWF1,200,000/ha で売られている。

d. 土地利用

計画地周辺の土地利用は、ほとんど、キャッサバ、ソルガム及びメイズ等の畑作であり水田はない。LWH 実施設計書によると、計画貯水池域内には住居はないが、貯水池に近接した住居が 4 件あり、移転の必要があるとしている。

e. 農村生活

イミドゥグドゥには井戸があり、1 日平均 80lit/戸を井戸から運んでおり、1 回 20lit 平均 1 時間を水汲みに要している。井戸の水は 10RWF/20lit で売られている。電気を使っている世帯はなく、ほとんどの住民は薪を燃料とし、ケロシン・ランプを用いて照明に使っている。世帯数の 61% が何ら

かの教育を受けており、このうち、58%が初等教育、3%が中等教育を受けている。39%は、何の教育も受けていない。

f. 営農

調査対象地域の農家は、様々な種類の作物を耕作している。調査地域の主要作物は、表 1.2.25 に示すとおりで、豆類とキャッサバ、ソルガム、メイズ、サツマイモが多くの農家で栽培され、次にピーナッツやプランタンバナナが続いている。調査地域は、雨季の降水量が十分でなく、雨季が終わって降雨がない日が長期に及んだ場合の穀物の成長に必要な水が十分でないなど、穀物収量が増えるのに限界がある。

表 2.3.25 ブゲセラ 3 現況作付け割合

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-------|------|-----|-------|-----|-------|-------|--------|
| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合 (%) (例: 33 戸中 100%の農家が豆類を栽培している) | | | | | | | | |
| 33 戸 | 豆類 | キャッサバ | ソルガム | メイズ | サツマイモ | 大豆 | ピーナッツ | プランタン | その他の穀物 |
| | 100% | 94% | 91% | 85% | 82% | 39% | 18% | 9% | 3%以下 |

出典: "Detailed Survey and Design Study - Volume 4-5 Bugesera - 4: Socioeconomics", MINAGRI 2008

対象地区に最も近い村の市場はサイトから 1km の Rwibikara にあり、未舗装の道路で状態は良くないが、年間を通して通行可能である。対象地区に最も近い主要市場はサイトから約 3km の Gashora にあり、比較的よい状態の道路で、年間を通じて通行可能である。

g. 農家所得

対象地域の平均所得は RWF336,076 であり、その収入源は以下の通りである。

表 2.3.26 ブゲセラ 3 農家所得割合

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---|--------|-------------|------------|------------------|------------|---------|--------|----------|
| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合 (%) (例: 33 戸中 94%の農家が農作物販売による収入を得ており、その平均は RWF230,116 である。) | | | | | | | | |
| 項目 | 農作物 | 家畜 | 農作業 以外労働 | 臨時農 業労働 | 臨時農 業以外 労働 | 長期農 業労働 | 商売 | 送金 | 木材販 売 |
| 農家数による割合 | 94% | 55% | 3% | 39% | 12% | 3% | 3% | 6% | 6% |
| 平均収入 | 230,116 | 60,417 | 168,000 | 139,231 | 45,100 | 156,000 | 360,000 | 75,000 | 22,500 |

出典: "Detailed Survey and Design Study - Volume 4-5 Bugesera - 4: Socioeconomics", MINAGRI 2008

h. 農民組織

農家の 42%は農民組織のメンバーであり、そのうちの 63%は生産、市場開拓、貯蓄、クレジットをおもな活動内容としたものである。

2.3.6 ブゲセラ 4 ムセニ

1) 地形

ブゲセラ 4 ムセニは、キガリの南方約 23km、Bugesera 3 及び Bugesera 2 の西方約 18km の地点の Musenyi セクターにある。現況サイトは比較的平坦であるが、5 万分の一地形図によると、上流は高い山が連なっており、急峻な山間の地形を呈している。下流に行くに従い、兩岸の勾配も緩くなる。サイト下流約 2km から湿地帯が広がり、北西約 5km の地点で Nyabarongo 川支流 Akanyaru 川に流入する。Akanyaru 川合流地点までは広い湿地帯が続いている。

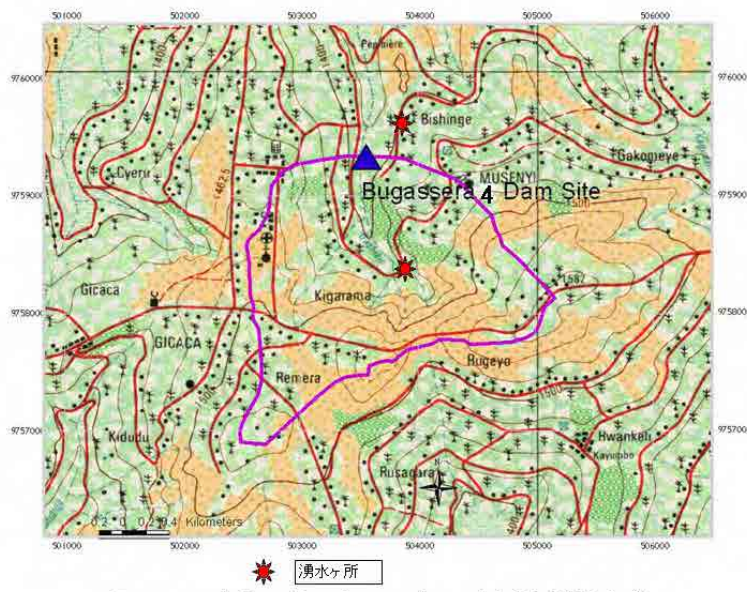


図 2.3.10 ブゲセラ 4 位置図

貯水池としては比較的良好なサイトである。なお、上流と下流に湧水地点がある。上流は満水位より高く、下流は丘の中腹で、距離は 300m 程度離れている。従って、貯水池に直接影響はしない。

集水域および受益地の 98% は 16% 以下の斜面勾配である。

2) 地質

先カンブリア紀の基盤であり、サイト全域と周辺は石英の介在する雲母片岩の支配的な変成岩に覆われている。貯水池兩岸の斜面には、雲母片岩の露頭が見られるが、強度に風化されている。これらの岩は、上下流方向に傾斜した基盤を形成し、急傾斜の片理面と不連続面を示すと考えられる。岩は、母岩を横断する石英脈に特徴付けられる熱水変成の影響を受けている。母岩は広範囲に残積土に覆われており、強度に深くまで風化している。

谷部は暗褐色の無機質シルト質粘土に覆われ、厚さは約 4 m である。兩岸部は基盤岩の風化による厚い土砂層によって覆われている。洪水吐上流部の地質は、強～中風化岩であり、その厚さは 5 m 以上である。

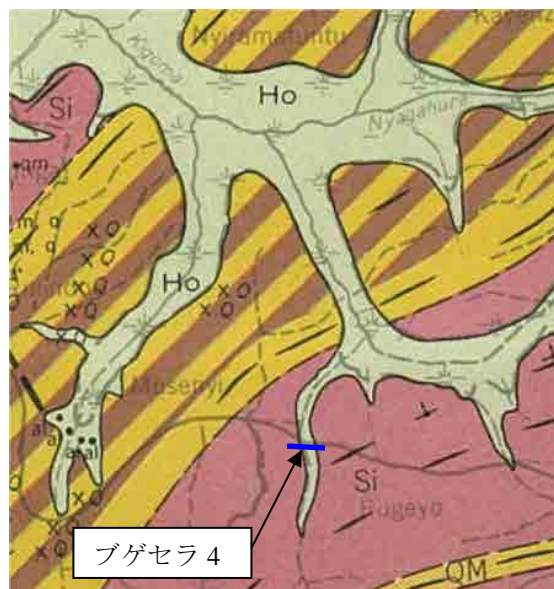


図 2.3.11 ブゲセラ 4 地質図

3) 社会経済

計画地には、ムセニセクターに属する Bishinge、Gakurazo 及び Kijuli の 3 つのイミドゥグドゥが含

まれる。

a. 人口、家族構成及び世帯数

MINAGRI が実施した社会・経済に係るサンプル調査結果によれば、計画地周辺の 64%が世帯主が男性であり、残りの 36%が女性の世帯主になっている。1 世帯当たりの平均家族数は 5.1 人であり、世帯主の 61%が結婚しており夫婦が同居しているが、27%が寡婦又は寡夫、6%が離婚家族、残りの 6%が未婚の世帯となっている。

b. 土地所有形態

大多数の世帯（81%）は土地を保有しているが、このうち、わずか 3%が土地登記証を持っているに過ぎず、残りの土地所有者は何の法的な書類も保有していない。残りの 16%は、政府が土地を割当てた世帯であるが、土地を販売する法的権利は保有していない。LWH 実施設計書によると、計画貯水池域内には住居はないが、貯水池に近接した住居が 3 件あり、移転の必要があるとしている。

c. 農地面積

計画地の平均の農地面積は 1.5ha であり、内訳は、0.5 ha 未満の土地を所有する世帯数は全世帯数の 18%、0.5～1.5ha の土地を所有する世帯が 31%、残りの 51%が 2～4.5ha の土地を所有している。一方、全世帯数の 27%が平均面積 0.25ha の別の耕作地を保有し、全世帯数の 12%が平均面積 0.04ha の土地を借りている。

d. 土地利用

計画地周辺の土地利用は、ほとんど、キャッサバ、ソルガム及びメイズ等の畑作であり水田はなく、計画堤軸下流側にユーカリを主体とする林が位置する。

e. 農村生活

電気を使っている世帯はなく、ほとんどの住民は薪を燃料とし、ケロシン・ランプを用いて照明に使っている。飲料水については、計画地より上流及び下流に湧水が、各々、1 箇所ずつあり近くの住民が飲料水に使っている。上流に位置する湧水箇所は、NGO が整備したもので、住民は煮沸して飲んでいる。

世帯数の 70%が何らかの教育を受けており、このうち、52%が初等教育、9%が中等教育を受けておる。30%は、何の教育も受けていない。

f. 営農

調査対象地域の農家は、様々な種類の作物を耕作している。調査地域の主要作物は、表 AAA に示すとおりで、豆類とキャッサバが最も多く、次にピーナッツやソルガムが続いている。一方、調査地域は、雨季の降水量が十分でなく、雨季が終わって降雨がない日が長期に及んだ場合の穀物の成長に必要な水が十分でないなど、穀物収量が増えるのに限界がある。

表 2.3.27 ブゲセラ 4 作付け割合

| 調査農家 (有効回答 数) | 各作物を農家が栽培している割合 (%) (例: 33 戸中 97%の農家が豆類を栽培している) | | | | | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|------|------|-----|-------|-------|--------|
| 33 戸 | 豆類 | キャッサバ | ピーナッツ | ソルガム | 商品作物 | メイズ | さつまいも | ジャガイモ | その他の穀物 |
| | 97% | 97% | 73% | 67% | 58% | 48% | 45% | 27% | 24%以下 |

出典: "Detailed Survey and Design Study - Volume 4-5 Bugesera - 4: Socioeconomics", MINAGRI 2008

対象地区に最も近い村の市場はサイトから 1km の Musenyi とサイトから約 2km の Gichacha にある。未舗装の道路であり、Musenyi へ行く道路の状態は良いが、Gichacha へ行く道路の状態は良くない。

g. 農家所得

調査地域の農家の年間平均所得は、199,419 Rwf であり、作物の販売が最も多く、その他（商売等）及び畜産による収入がこれに続く。

h. 農民組織

調査地域の農家の 59%が、何らかのグループのメンバーになっており、このうち、85%が穀物生産の農協に所属している。住民意識調査では、調査した住民の 82%が作物の流通グループに所属したいという意向がある。

2.4 要請内容の妥当性の検討

各種調査から得られた結果から 6 サイトの妥当性を検討した。

表 2.4.1 に、妥当性検討の総合評価結果を示す。どのサイトも環境に対する深刻な影響はないものと考えられ、ブゲセラ 2 及びブゲセラ 3 の直下流には湖があるので、特に工事中の濁水処理には注意が必要である。また、ブゲセラ 2 ガショラおよびンゴマ 22 ルレンゲでは、既存の農業協同組合に施設維持管理の受け皿になってもらうことも可能である。ンゴマ 22 ルレンゲが、灌漑可能面積が他のサイトに比して圧倒的に広く、また堤体積に対して貯水容量も大きく経済的であり、最も高い効果が見込めると判断され、最優先地区と位置付けられる。一方、ガツィボ 31 ルガラマは、ガリーによる大規模な対策工が必要になる上に貯水容量、灌漑可能面積も非常に小さく、ガツィボ 32 計画に含まれることが可能であり、妥当性は著しく低いと判断される。ブゲセラ 4 は、LWH 報告書では堤高 26.5m で計画されており、貯水容量が大きいため灌漑面積も大きい、断層、堤高を考慮して再検討が必用であり、その場合大幅に貯水池規模及び灌漑面積が大幅に縮小する可能性がある。

表 2.4.1 各サイトの妥当性検討結果(1)

| | ブゲセラ 2 ガシヨラ | ンゴマ 21 レメラ | ンゴマ 22 ルレンゲ | ガツイボ 31 ルガラマ | ブゲセラ 3 リリマ | ブゲセラ 4 ムセニ |
|---------|---|---|---|--|--|---|
| 概要 | 集水面積：3.24km ² 総貯水容量：456,000m ³ 有効貯水量：375,000m ³ 堤高：15.2m 堤長：367m 堤体積：111,000m ³ | 集水面積：2.06km ² 総貯水容量：442,000m ³ 有効貯水量：376,300m ³ 堤高：16.6m 堤長：400m 堤体積：140,000m ³ | 集水面積：8.81km ² 総貯水容量：1,371,000m ³ 有効貯水量：1,132,900m ³ 堤高：15.0m 堤長：180m 堤体積：65,000m ³ | 集水面積：0.53km ² 総貯水容量：23,000m ³ 有効貯水量：14,600 堤高：16m 堤長：220m 堤体積：35,000m ³ | 集水面積：3.05km ² 総貯水容量：487,000m ³ 有効貯水量：419,600m ³ 堤高：16.2m 堤長：297m 堤体積：121,500m ³ | 集水面積：3.83km ² 総貯水容量：912,600m ³ 有効貯水量：812,500m ³ 堤高：26.5m 堤長：429m 堤体積：241,700m ³ 堤軸位置及び堤体規模の再検討が必用であり、大幅に変更の可能性が高い。 |
| 技術的観点 | <ul style="list-style-type: none"> ・技術的に問題はない。基礎地盤の透水性、支持力も問題ない。築堤材料はサイト内から採取可能。築堤時に水分調節の配慮が必要である。 ・Bugesera3 計画との受益地及びパイプライン計画との調整が必要。 ・幹線道路に影響が出ないよう配慮が必要。 ・施工中、下流湖に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量／堤体積＝4.1 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存湧水に対する配慮が必要。 ・河床部の高透水性部に対する追加調査と検討が必要。 ・河床部の傾斜が比較的急であるため、比較的高い堤高が必要になり、堤体積に対して貯水容量が小さく、やや不経済である。 ・築堤材料はサイト内から採取可能。築堤時に水分調節の配慮が必要である。 ・施工中、下流水路に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量／堤体積＝3.2 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存湧水に影響がないよう配慮が必要。 ・既存ボックスカルバート橋梁は撤去される。 ・常時流水があり、下流で灌漑を行なっているのので、施工中の仮排水路の検討が必要。 ・築堤材料はサイト内から採取可能。築堤時に水分調節の配慮が必要である。 ・堤体積に対して貯水容量が大きく、経済的である。 ・施工中、下流水田に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量／堤体積＝21.1 | <ul style="list-style-type: none"> ・ガリーの規模が大きいため、堤高が高くなる。 ・上流側ガリーに対する大規模な対策工が必要となる。 ・受益面積が非常に小さい。 ・築堤材料はサイト内から採取可能であるが、築堤時に水分調節等注意深い施工の配慮が必要である。 ・Gatsibo 32 計画の受益に含めることが妥当である。 ・洪水調節機能が期待されているが、下流排水路の改修で対処可能である。 ・下流水田地域への土砂流入防止の効果は期待できる。 ・貯水容量／堤体積＝0.7 | <ul style="list-style-type: none"> ・Bugesera2 計画との受益地及びパイプライン計画との調整が必要。 ・基礎の透水性及び支持力確認のための補足地質調査が必要である。 ・LWH 実施設計書によれば、築堤材料はサイト付近のものを使用可能である。 ・住居の移転が不可能であれば、貯水位及び堤軸位置の比較検討が必用である。 ・施工中、下流湖に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量／堤体積＝4.0 | <ul style="list-style-type: none"> ・河床部に断層がある可能性があり、断層部の補足地質調査及び断層部の処理の検討が必要。 ・LWH 実施設計書では堤高約 26m で計画されており、15m を大きく超える。堤高を 15m 程度に抑えるよう堤軸位置及び貯水容量、灌漑面積等の比較検討が必要である。 ・LWH 実施設計書によれば、築堤材料はサイト付近のものを使用可能である。 ・施工中、水路に影響を与えないために、濁水処理が必要である。 ・貯水容量／堤体積＝3.7 |
| | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ |
| 営農・維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・現況でソルガムを多く栽培しているが、メイズ、野菜などの栽培、稲作転換及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・新たに運営・維持管理組織を設立する必要がある。 ・現況でソルガムを多く栽培しているが、メイズ、野菜などの栽培及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・水田の拡大が期待できる。 ・斜面部ではソルガムを多く栽培しているが、メイズ、野菜などの栽培及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・新たに維持管理組織の設立が必要である。 ・現況でバナナやソルガムを多く栽培しているが、野菜などの栽培及び単収の増大により生産額の増大が期待できるが、受益は非常に限られる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・現況でバナナやソルガムを多く栽培しているが、野菜などの栽培、稲作転換及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の農協があり、組織運営の経験があり、運営・維持管理を担当できる。 ・現況でバナナやソルガムを多く栽培しているが、湿地部の新規開発、野菜などの栽培、稲作転換及び単収の増大により生産額の増大が期待できる。 |
| | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ |

表 2.4.2 各サイトの妥当性検討結果(2)

| | ブゲセラ 2 ガショラ | ンゴマ 21 レメラ | ンゴマ 22 ルレンゲ | ガツィボ 31 ルガラム | ブゲセラ 3 リリマ | ブゲセラ 4 ムセニ |
|---------|---|---|--|--|---|---|
| 環境・社会配慮 | <ul style="list-style-type: none"> 下流に湖があり、施工中の濁水が流入しないように注意が必要である。集水域、湛水域の大部分は開発された農地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる住居等はない。 湛水域の大部分は補償対象農地である。 | <ul style="list-style-type: none"> 集水域、湛水域の大部分は開発された農地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる住居等はない。 湛水域の大部分は補償対象農地である。 | <ul style="list-style-type: none"> 集水域、湛水域の大部分は開発された農地及び湿地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる住居等はない。 湛水域において国有地である湿地の割合が大きい。 最も受益戸数が多い。 | <ul style="list-style-type: none"> 環境に対する影響は特になし。 移転対象となる住居等はない。 | <ul style="list-style-type: none"> 下流に湖があり、施工中の濁水が流入しないように注意が必要である。集水域、湛水域の大部分は開発された農地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる恐れがある住居が4件ある。 湛水域の大部分は補償対象農地である。 | <ul style="list-style-type: none"> 集水域、湛水域の大部分は開発された農地及び湿地であり、貯水池建設による環境への影響はほとんどない。 移転対象となる恐れのある住居が3件ある。湛水域の大部分は補償対象農地である。 |
| | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ | ○ |
| 社会経済 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は50ha以上ある。 経済性はあまり良くない。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は50ha以上確保可能である。 堤体積が大きく、経済性はあまり良くはない。 天端道路により兩岸の交通が容易になる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積が165ha以上と大きい。 堤体積が小さく、貯水容量が大きいため、最も経済的である。 天端道路により兩岸の交通が容易になる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は極めて小さい。 経済性が極端に悪い。 天端道路によりガリー両岸の交通が容易になる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積は50ha以上ある。 作物によっては経済性は良くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> 貯水池の再検討により灌漑面積は大幅に変更になり、ブゲセラ 2、3 と同程度の規模になると予想される。その場合、経済性もブゲセラ 2、3 と同程度となる。 |
| | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C | 灌漑面積、工事費、EIRR、B/C (現計画規模による) |
| ケース 1 | 102ha、4.1 億、10.3%、0.86 パイナップル、バナナ | 48ha、4.1 億、1.9%、0.30 アボカド、バナナ | 314ha、8.3 億、16.7%、1.4 パイナップル、水田 | 1ha、1.7 億、—、0.002 コーヒー、バナナ | 149ha、3.5 億、17.3%、1.47 パイナップル、バナナ | 72ha、3.7 億、7.6%、0.67 マンゴー、バナナ |
| ケース 2 | 67ha、3.5 億、4.4%、0.51 メイズ、野菜、バナナ | 61ha、4.4 億、1.1%、0.34 メイズ、野菜、バナナ | 165ha、5.1 億、11.4%、0.96 水田、メイズ、野菜、バナナ | 2ha、1.7 億、—、0.03 メイズ、野菜、バナナ | 75ha、2.9 億、7.4%、0.69 メイズ、野菜、バナナ | 146ha、5.1 億、9.8%、0.85 メイズ、野菜、バナナ |
| ケース 3 | 51ha、3.0 億、4.3%、0.51 水田、メイズ、野菜、バナナ | 49ha、3.8 億、1.4%、0.36 水田、メイズ、野菜、バナナ | — — | — — | 57ha、2.5 億、7.4%、0.67 水田、メイズ、野菜、バナナ | 110ha、4.3 億、8.3%、0.75 水田、メイズ、野菜、バナナ |
| | △ | △ | ◎ | × | ○ | △ |
| 総合評価 | <ul style="list-style-type: none"> 技術的に大きな問題はない。 灌漑面積はあまり大きくはないが、農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる | <ul style="list-style-type: none"> 基礎地盤の高透水部に対する技術的検討が必要。 灌漑面積はあまり大きくはないが、農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積が十分にあり、受益農家戸数も多く、経済性も優れている。最も効果が大である。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積が極端に小さく、受益農家戸数も少なく、効果が極めて小さい。 Gatsibo 32 計画に含まれることが妥当である。 | <ul style="list-style-type: none"> 灌漑面積はあまり大きくはないが、農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる 事業費はガツィボ 31 を除いて最も安くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> 貯水池の再検討が必用。 再検討により、ブゲセラ 2、3 と同程度の灌漑面積になると予想される。 農業生産額の増大による貧困削減に貢献できる |
| 優先順位 | 3 | 5 | 1 | × | 2 | 3 |

* 工事費を直接工事費の 1.5 倍とし、EIRR、B/C を算出

第3章 調査結果

3.1 主な検討結果

3.1.1 各サイトのダム計画の検討

(1) ブゲセラ2 ガシヨラ

1) サイト

隣接計画中のブゲセラ3サイトのLWHの実施設計書が入手できたので、基本データはこのブゲセラ3とほぼ同様である。なお、流域は隣接計画中のLWHブゲセラ3サイトと同様道路を挟んで広がっているが、道路上流の森林は政府の軍の用地のため、セクター担当者と協議し、軍用地内に堤体は設けず、谷ダムの満水位が軍用地内に及ばない様な設計とする。

ブゲセラ3サイトは、道路より下流に貯水池を設けており、軍用地に影響が及ばないようにしている。流域面積は大きくないが、堤高あるいは軍用地への水位の影響などを勘案し、貯水の可能な貯水容量の堤体軸が決定される。

2) 堤体軸の選定

道路下流 400m程度の地点が両岸の地形から堤体積を少なくする上で妥当である。上流では貯水深が小さい。それより下流は右岸が開き、堤体積が大きくなる。その下流でブゲセラ3の下流との合流点で左岸が開く。その下流もなだらかで開いた地形である。

本地区では、貯水量を出来るだけ大きくして欲しいという要望もあり、妥当な範囲でダム軸を下流に設けることとした。これがCase Iである。

一方、Case IIは東側の沢を取り込んだ場合であり、十分可能性を含んだ案と予想される。セクターの代表もCase IIの案についても可能性を検討して欲しいとの要望があったが、検討した結果、受益地が錯綜することから、本計画ではLWHの計画趣旨も考慮し、当初計画通りCase Iを採用することとした。

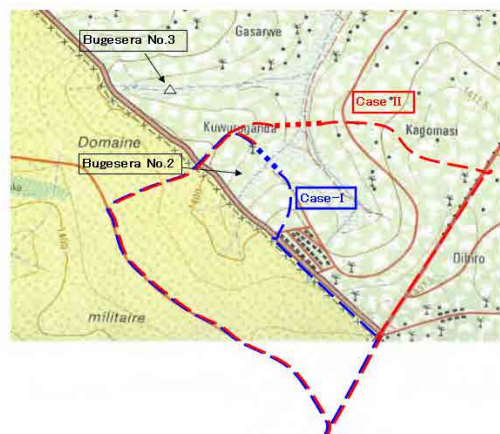


図 3.1.1 堤体軸位置図(LWH 報告書)

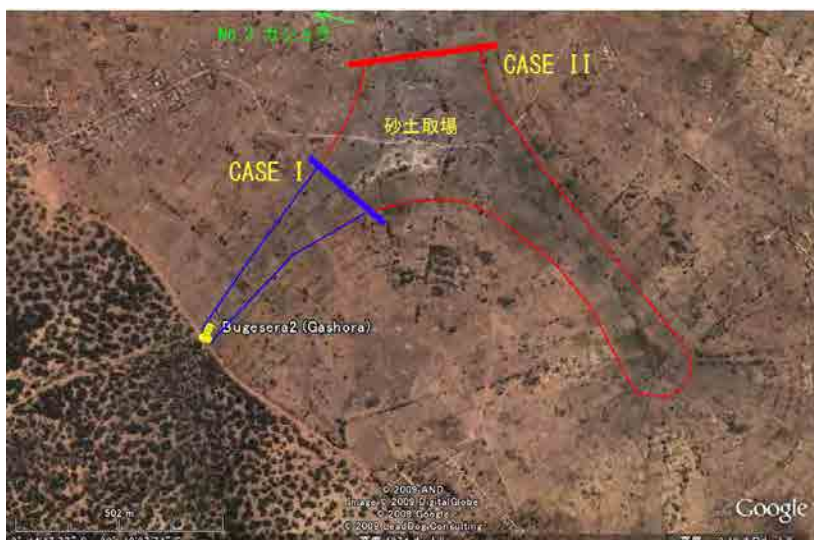


図 3.1.2 ブゲセラ2 Case I および Case II の位置関係

[検討 1 : Bugesera 2 ダム軸比較検討 Case II について]

i) Bugesera 2 計画比較案

LWH計画では、Bugesera 2 は、実施設計の完了した Bugesera 3 の流域 3 に隣接した沢の流域 2 に設ける計画である。

当然、ダムのおおきさ、集水域などにより、貯水量が決定され、さらに灌漑計画から受益面積が算定される。Bugesera 2 のサイトに隣接する流域 1 は、現在は受益地として耕作されておらず、場合によっては Bugesera 2 と合体して、約 2 倍の貯水容量を持つ Bugesera 2 Case 2 として、比較検討の対象になる可能性が考えられた。

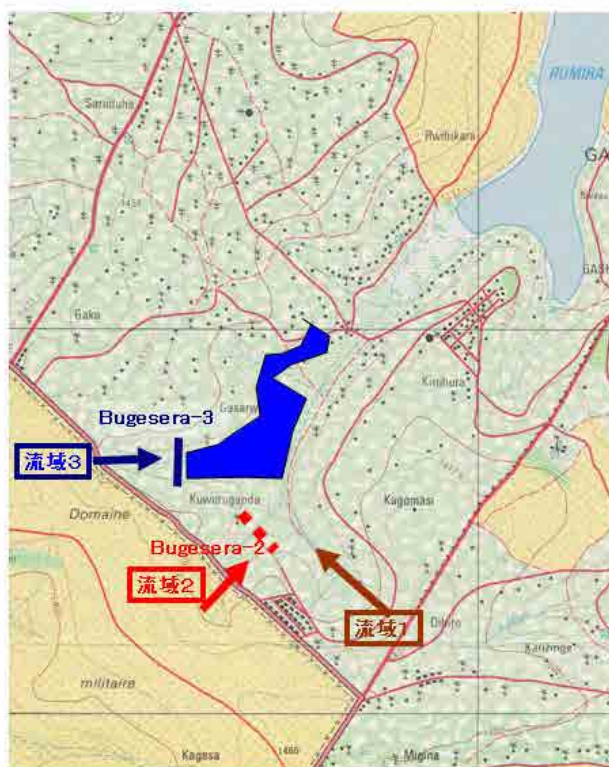


図 3.1.3 Bugesera 2 および Bugesera 3 流域配置図 (LWH 報告書)

ii) Bugesera 3

計画 LWH 計画の Bugesera 3 は、流域 1, 2, 3 の合流付近から下流の左岸側をかんがいする計画としており、その受益面積は 55 ha である。その下流約 500 m で、RUMIRA 湖へと続く。

iii) Bugesera 2 原案 Case I

一方、Bugesera 2 の原案の通りの計画であれば、流域 1 を受益地として取り込むことが可能で、Bugesera 3 の受益地範囲の対岸である、右岸側に収めることが可能である。

図 3.1.4 にその配置を示す。

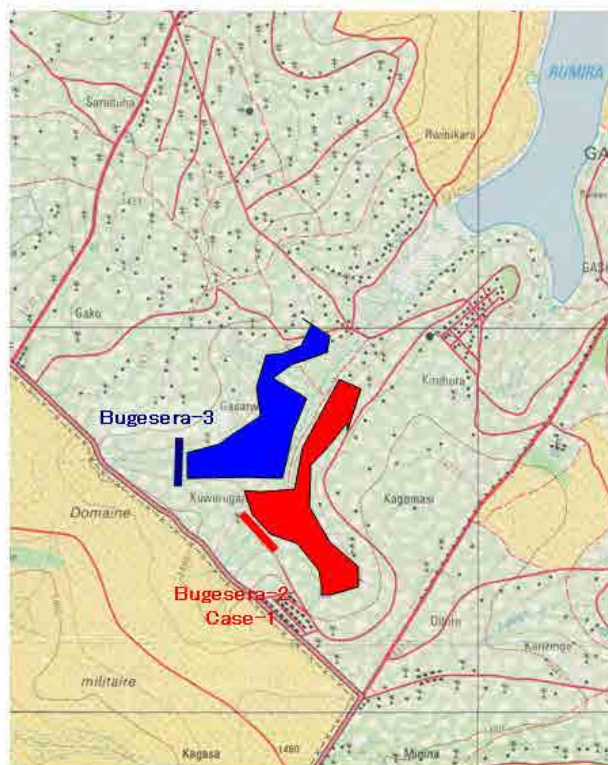


図 3.1.4 Bugesera 2 及び Bugesera 3 受益地配置図 (LWH 報告書)

iv) Bugesera 2 比較案 Case II

Bugesera 2 を、流域 1 を合体させた貯水池として、検討すると、貯水量は原案の約 2 倍となり、受益面積もそれだけ多くかんがい可能となる。

その計画を、図 3.1.5 に示す。

図に示したように、RUMIRA 湖まで延長しても貯水量に見合う十分な受益面積が取れない。

したがって、工事費に見合う、収益が確保されるかどうかは疑問である。

他方、RUMIRA 湖の水位を何らかの事情で上昇させられない場合には、調節池としての役割となるので、貯水量を大きく確保することは有意義なこととなる。

現状では、調整池としての特別な意義は無いことから、Bugesera 2 は、原案通り、流域 2 を集水域とし、流域 1 を受益地として考慮する案が妥当である。

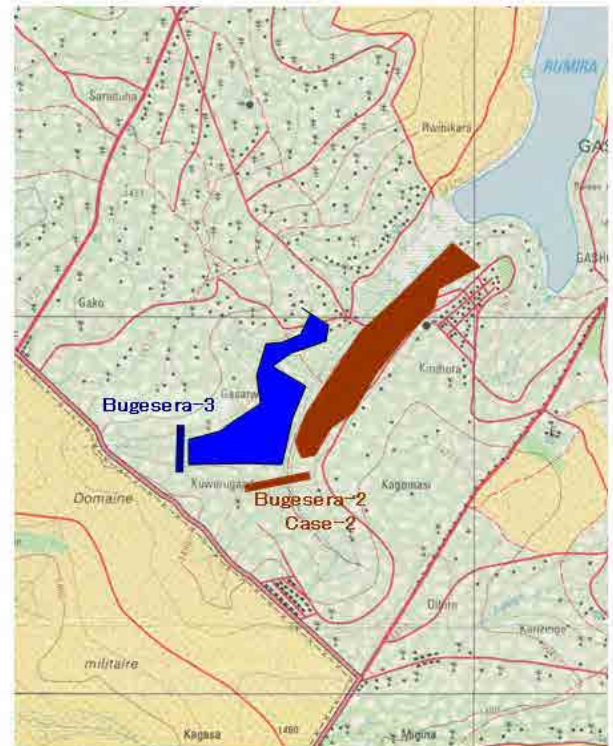


図 3.1.5 ブゲセラ 3 および ブゲセラ 2Case1 受益地配置図 (LWH 報告書)

[検討 2 : Bugesera 3 受益地の河床部右岸側の移転について]

MINAGRI は、LWH ブゲセラ 3 に対して影響がない計画を要望したが、現に、ブゲセラ 2 ガシヨラおよび隣接流域からの洪水排水が、ブゲセラ 3 の受益を通過することになり、灌漑施設の、2 次パイプラインが河床部に敷設される計画となっており、ブゲセラ 2 ガシヨラが設置された場合は、洪水吐からの排水と、隣接流域からの排水が、河床部で埋設されたパイプラインと交差することになり、影響は避けられない。例え、ブゲセラ 2 ガシヨラが設置されなくても、この問題は発生するので、将来的にこの施設維持管理が問題になる。(現地調査に同行した MINAGRI の担当者の意見では、工事实施の際に変更可能なので、ここの部分の受益地を移すので、JICA によりブゲセラ 2 ガシヨラを作った場合にも、問題は発生しない、との確認が得られた。)

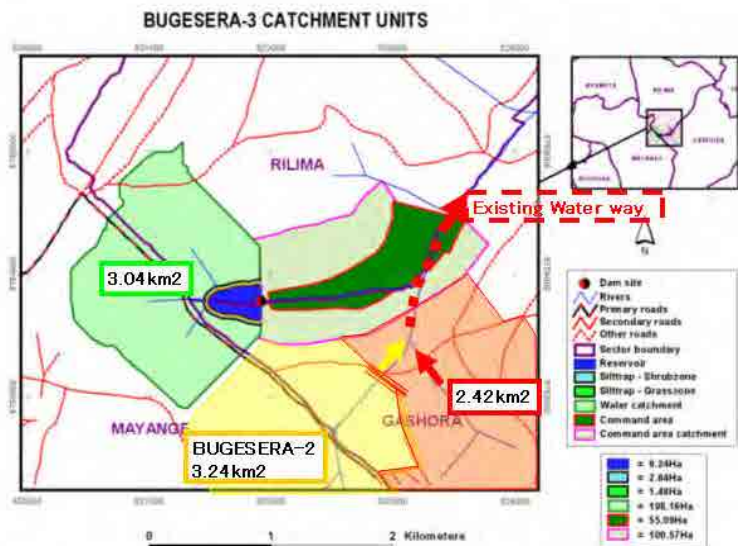


図 3.1.6 ブゲセラとブゲセラ 2 ガシヨラの位置関係 (LWH 報告書)

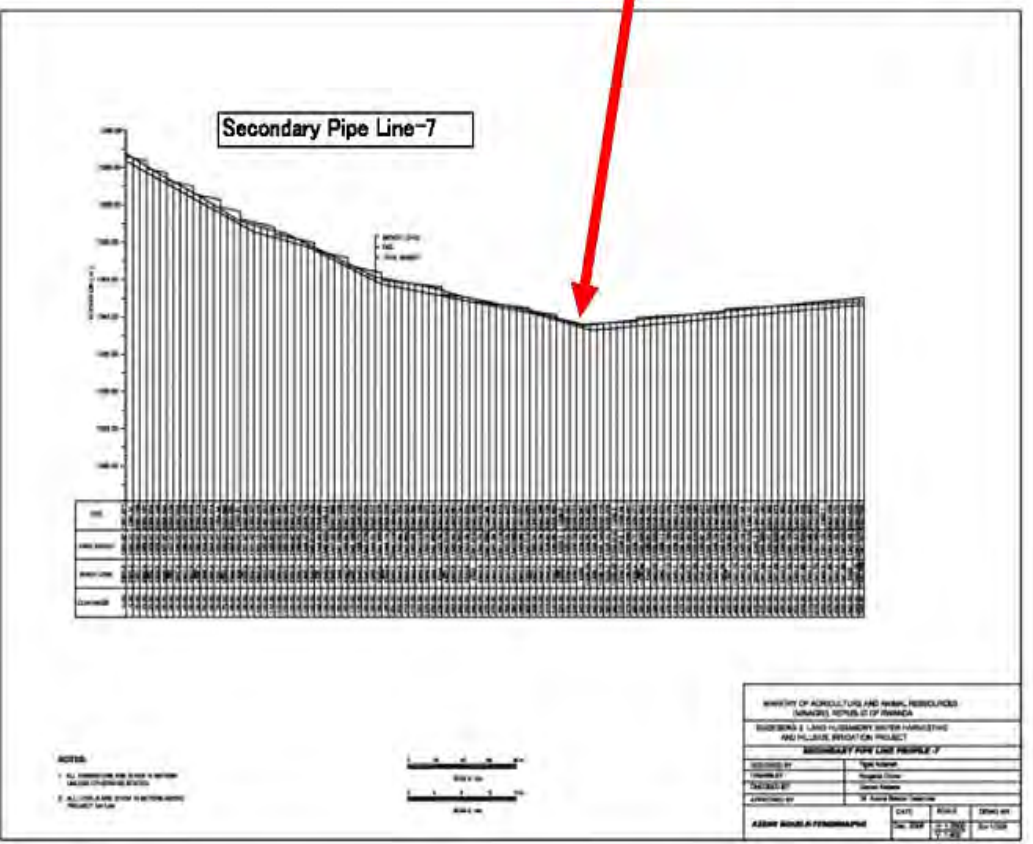
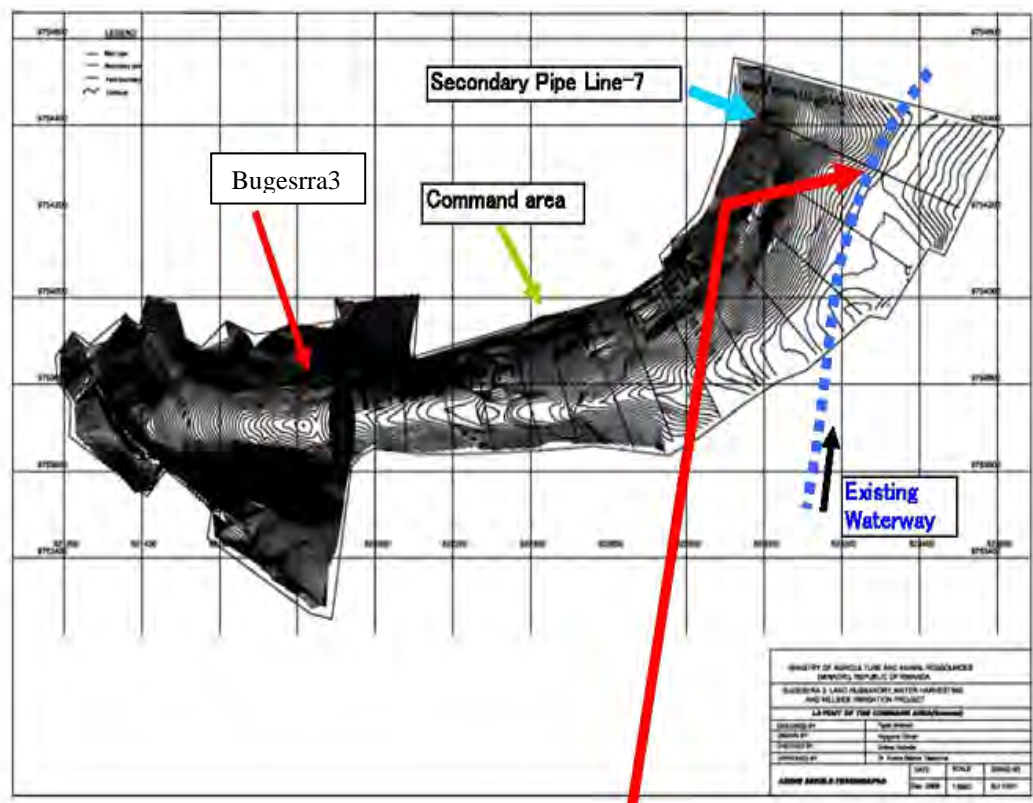


図 3.1.7 排水路（河道）の位置図（LWH 報告書図より）

なお、次図に示す、受益地の移動を行えば、河道は安全に確保され問題は発生しない。

(ブゲセラ2の Case I と Case II の比較検討では、すでに流域変更後の図を使用している)

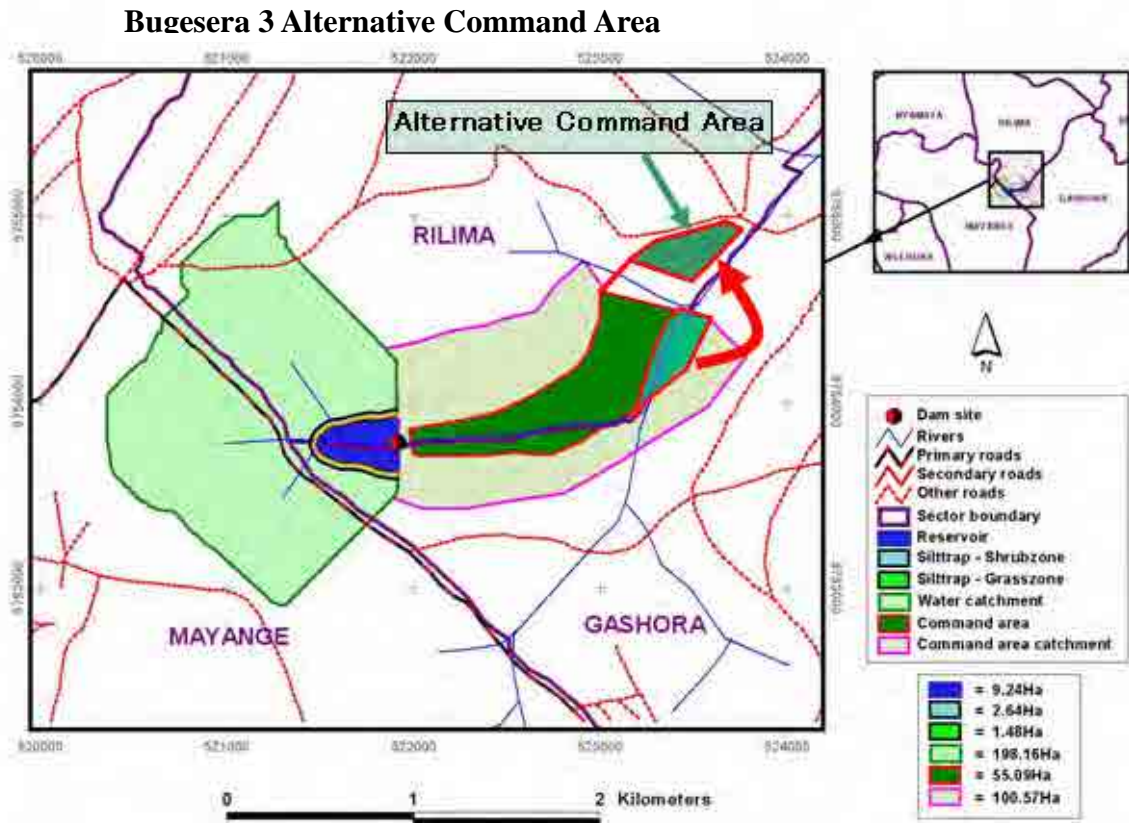


図 3.1.8 ブゲセラ3に対する受益地の代替案

さらにブゲセラ3は、現地調査終了・帰国後、MINAGRI より追加要請があり、本準備調査に加えられることとなった。今後 JICA が BD 以降担当することになったため、上記競合問題は計画上から十分避けうるということが考えられる。

3) 地質

周辺全域は先カンブリア紀の貫入岩体である花崗岩類で覆われており、表層はその厚い風化帯である。谷地形の中央部の最も低い中央付近が川であるが、常時流水は見られず伏流または涸れ沢となっている。図 3.1.9 ブゲセラ2およびブゲセラ3周辺地質図(ベルギー地質研究所作成)に有るとおり、河床部には沖積層 Ho(粘土、砂、礫等)が分布している。周辺全体に雲母片岩を中心とした花崗岩質の岩が分布している。

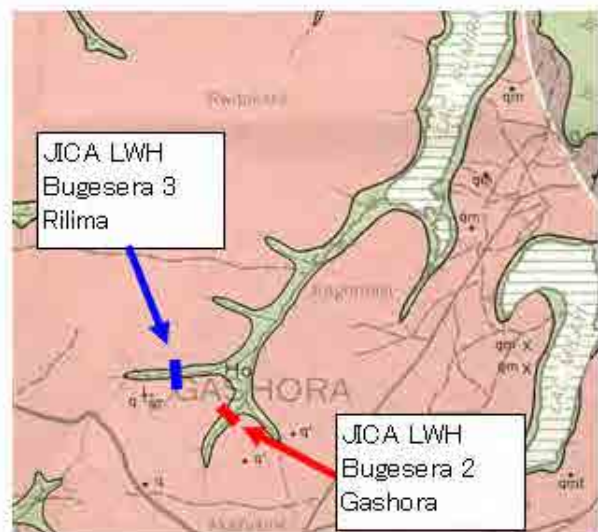


図 3.1.9 ブゲセラ2及びブゲセラ3周辺地質図

現地踏査結果では、両岸の表土は花崗岩類の

風化土で全体に覆われている。築堤材としては不透水性土となる。谷を形成している中央低地に川はなく、砂分の多い沖積層である。大きな出水時のミズミチを形成し、細粒分は流亡しているようである。下流の右岸西側からの沢との合流点付近も流水はないが、砂地であり、砂土取場になっている。厚さは3m以上有る。ただし、かなり堅く、水たまりもあるので透水性は小さいようである。礫は斜面の畑地に散在する。花崗岩類の風化で残された石英質の礫であるが、多くはない。堤体材料には花崗岩類を母岩とした風化土砂を使用する。

—ダム軸ボーリング地質調査結果—



図 3.1.10 ブゲセラ 2 ボーリング調査位置図

BH1:表層から深度3mまでは赤褐色の砂あるいは砂礫混じりの粘性土である。

3-1 1mはN値50以上の風化砂岩である。

(テストピットによれば4m以深が風化砂岩のようである。)

透水試験結果は、0-5m: 1.5ルヂオン、5-10m: 1ルヂオンと不透水性基礎である。

BH2:表層から深度7.5mまでは黄褐色系の砂あるいは砂礫混じりの粘性土である。

深度1.5mでN値12, 3mでN値20, 4.5mでN値15, 6mでN値38である。

深度7.5m以上はN値50以上の風化砂岩である。

透水試験結果は、0-5m: 3.2ルヂオン、5-10m: 1ルヂオン、10-15mは1ルヂオン以下の不透水性基礎である。

BH3:表層から深度4.5mまでは、黄褐色の砂礫混じり粘性土である。

深度1.5mでN値17, 3mでN値58である。

深度4.5m以深は風化砂岩である。

以上の、ボーリング調査結果によれば、両岸は3m以深で堅固な基礎であるが、河床部は6以深が確実な基礎のようである。

基礎の透水性は、表層から深度5mで水圧30m程度で、約3ルヂオン以下であることから不透水性の基盤と考えられる。

注意すべきは、河床部での深度4.5mのN値が15であることから、地下水の水ミチの可能性もあり、カットオフ掘削時に注意する必要がある。

4) 築堤材料調査

築堤材料を貯水池内採取の可能を調査するため、ダム軸上流の両岸にテストピットを掘り、土質材料について室内試験を行い、本堤遮水材料としての使用の可能性について調査した。調査結果、

いずれの材料も遮水材料として使用可能であるが、施工時の含水量調整の配慮が必要である。試験結果の詳細は「(7)土質試験の目的と試験結果」に示す。

5) ダム軸計画平面縦断面図

現時点で想定されるダム軸平面縦断面図を以下に示す。

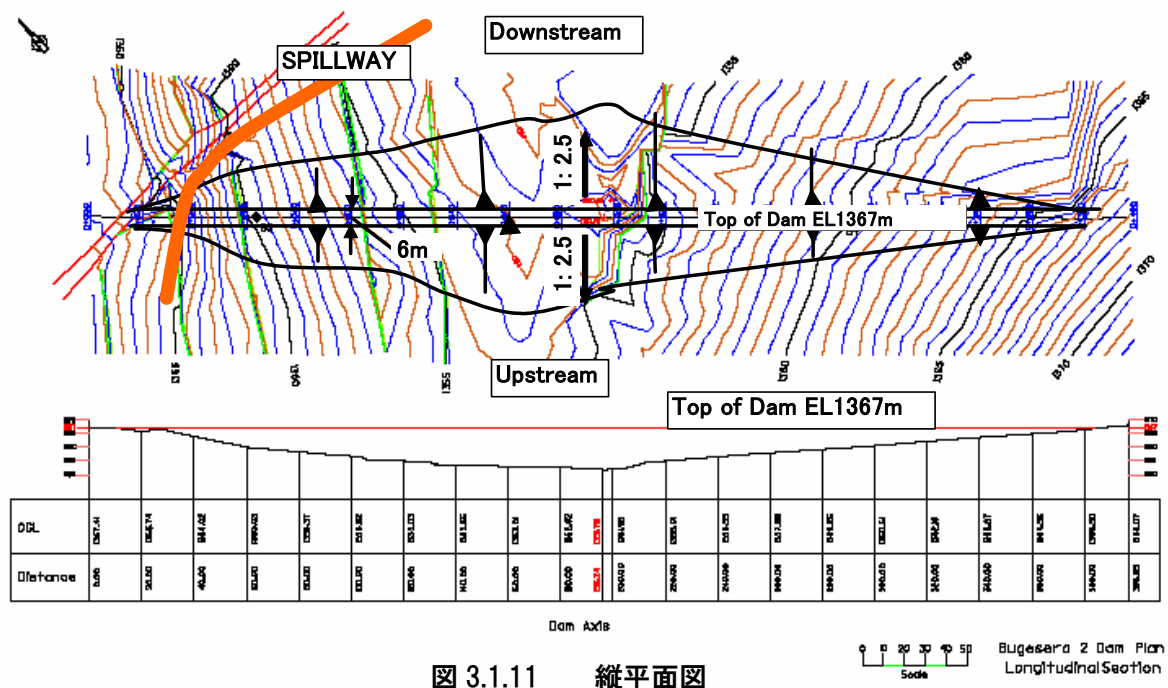


図 3.1.11 縦断面図

6) 完成予想図



図 3.1.12 ブゲセラ2 完成予想図

(2) ンゴマ 21 レメラ

1) サイト

LWHのンゴマ 21 レメラは、現地サイトとLWHの流域図は別物である。現地担当者が示した地点は、後刻 GPS により計測された地点を図面上に落とし、サイトを確定した。名称は、現地担当

者の指摘では、レメラ2ではなく、レメラであった。ンゴマ22のレメラという名称はサイト位置からルレンゲが正しいとすることで、ンゴマ21を単にレメラと呼ぶこととした。右岸はやや急峻で自然の灌木地帯、左岸は緩やかな畑地である。

2) 堤軸の選定

要請の堤軸の直下流の右岸河床部に湧水地点があり、周辺住民の取水場所でコンクリート構造物にパイプが設置されている。河川には、わずかながら水が流れており、乾期にも絶えないと言う。住民の話では100m上流にも湧水地点があり、水田を作っていたとのこと。現在は荒れ地になっている。取水施設はない。この上流の湧水地点より上流には、河川は無くなっており、地形は急上昇している。

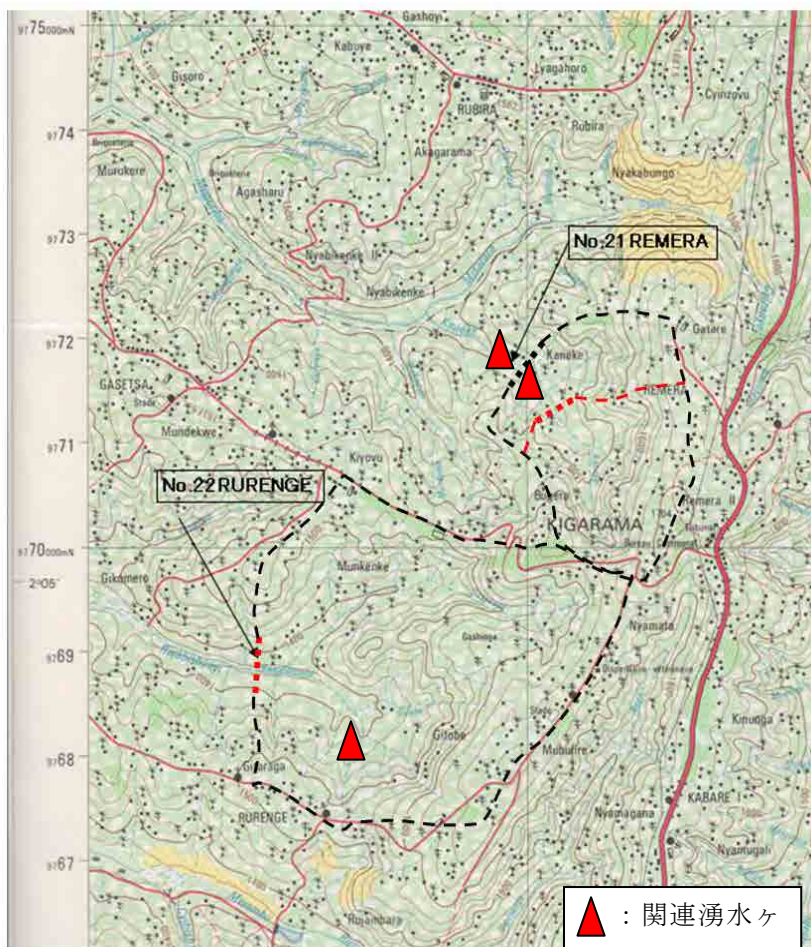


図 3.1.13 ンゴマ 21 レメラ及びンゴマ 22 ルレンゲ流域 (5 万分の 1 地形図よ

要請ダム軸から 180m で標高が 10m 上昇、貯水深が 10m 減ると言うことで、良好なサイトとは言えない。また、上流の湧水地点を貯水池内に取り込んだ場合、貯水圧力が作用し、逆流あるいは下流の湧水地点から貯水が漏水するとも考えられる。従って、堤体軸は上流の湧水地点よりさらに上流に設ける必要がある。

谷の縦断形状が 1/20 と比較的急峻なため、要請軸から 580m 上流に、比較的良好的なポケットを持った軸が計画される。堤高 16.6 m、堤頂長は 400m で、貯水量 442,000m³ (堤体築堤材料を貯水池内より調達した場合) が見積られる。元の要請軸も約 370m ではあるが地形から貯水量は比較的少ないと考え

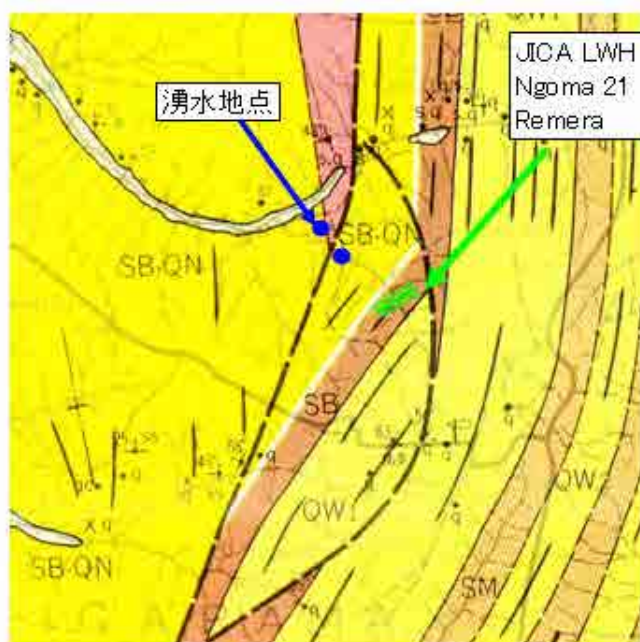


図 3.1.14 ンゴマ 21 地質図

られる。

3) 地質

表面は花崗岩類あるいは砂質—泥質堆積岩の風化土と考えられ、不透水性の築堤材としては、左岸アバットの花崗岩類の風化帯が良好と推定される。河床に砂分はあまり存在しないが、テストピット地点の右岸の地下水が高く、河床堆積物が溜まっていることが考えられる。不透水性の築堤材としては、強風化帯が使用可能である。砂質系は不明だが、高標高部に小礫が有るので、礫岩の風化とも考えられる。岩材料は礫岩、花崗岩類が考えられる。両岸山頂部には岩の露頭カ所もあり、やや遠いが石材の入手は可能である。

—ダム軸ボーリング地質調査結果—



図 3.1.15 Ngoma 21 ボーリング調査位置図

BH1: 表層から深度 7.5 m までは赤褐色のシルト質粘性土である。

7.5 - 10 m は赤褐色から黄灰色に変化し、礫混じりシルト質粘性土となる。

0 - 1.5 m は N 値 5 で、3 m で N 値 12、4.5 m で N 値 8、6 m で N 値 12、7 m で N 値 21、9 m で N 値 54 である。

(テストピットによれば表層以下には礫混じり粘性土砂があり、ボーリングとは多少異なる。)

BH2: 表層から深度 7.5 m までは赤褐色のシルト質粘性土である。

7.5 - 10 m は赤褐色のシルト質粘性土から均一な風化岩に徐々に変化する。

0 - 1.5 m は N 値 5 で、3 m で N 値 12、4.5 m で N 値 15、7.5 m で N 値 20、9 m で N 値 50 以上である。

BH3: 表層から深度 6 m までは赤褐色の堅い粘性土である。

6 - 10 m は赤褐色の礫が混じる堅い粘性土である。

標準貫入試験結果は、0 - 1.5 m は N 値 13 で、3 m で N 値 17、4.5 m で N 値 26、6 m で N 値 36、7 m で N 値 35、9 m で N 値 33 である。

透水試験結果は、0 - 5 m が 1.5 ルヂオン、5 - 10 m が 1 ルヂオン以下である。

深度 3 m で粘性土で N 値 12 以上であれば、堤高 16 m 程度の均一ダムの基礎としては、安定性の問題は少ない。左岸部と河床部は深度 9 m まで約 N 値 20 以下で、風化岩の二次堆積物とも考えられ、右岸部は深度 4.5 m から N 値 26 以上である。また河床部では 9 m で N 値 50 以上の風化岩盤であるが、岩盤ラインは地山側で上昇していない可能性がある。

河床部は深度4mをカットオフの基礎とすることが可能である。

4) 築堤材料

貯水池内から築堤材料の遮水材料を採取する計画で、テストピットを上流兩岸に掘削し、室内試験を行い、本堤遮水材料としての使用の可能性について調査した。調査結果、兩岸の材質はほぼ同じであり、河床部を除いて遮水材として使用可能であるが、施工時には含水量の調整の配慮が必要である。試験結果の詳細は「(7)土質試験の目的と試験結果」に示す。

5) ダム軸計画平面縦断面図

現時点で想定されるダム軸平面縦断面図を以下に示す。

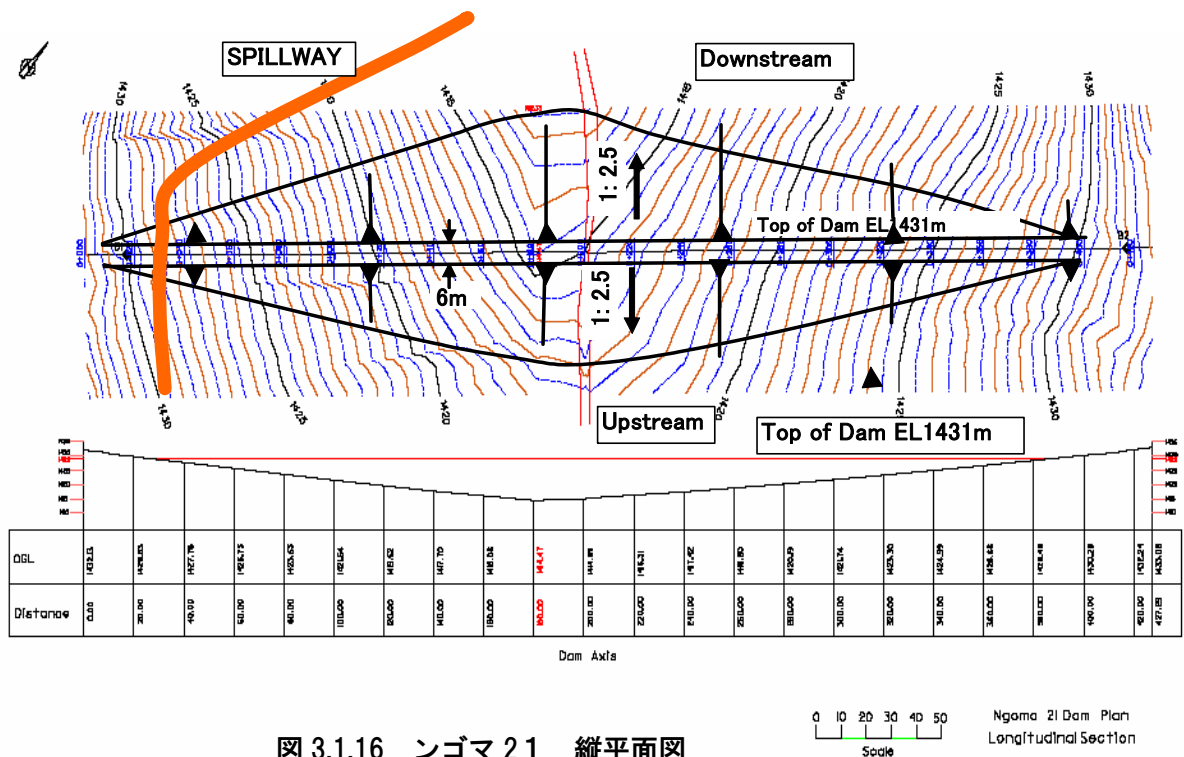


図 3.1.16 Ngoma 21 縦断面図

6) 完成予想図



図 3.1.17 Ngoma 21 完成予想図

(3) Ngoma 22 ルレンゲ

1) サイト

LWH がレメラとしていた流域図は別地点であり、地元担当者がサイトとした地点を、後刻 GPS にて確認し、確定できた。担当者はサイト右岸をレメラ、左岸をルレンゲであるとし、名称はルレンゲと決定した。

両岸とも緩やかな畑地である。要請軸付近の川にはボックスカルバートの橋があり、当初は両岸の道路をここで交叉させる計画があったが、その後進展していないとのことである。幅 1 m の川には水が流れており、乾期にも絶えないと言う。要請軸より 1,140m 上流に湧水ヶ所があり、放流パイプの取水施設があり、周辺の住民に利用されている。

貯水池完成後も、取水施設は使用されなければならないので、貯水池水位は、その標高より低くしたい。上流取水施設の構造のてんば EL 1 3 6 7 m より 1m 下を満水位 (FWL 1 3 6 6 m) とし、ダムの高さを決定すれば取水施設への影響はない。



2) 堤軸の選定

要請ダムサイトは、地形上から両岸の迫った地形で、堤体積の小さくなる軸を選定することが出来る。ダム軸付近にある現況のカルバートは撤去され、堤体天端が両岸を結ぶ代替え施設となる。

3) 地質

表面は花崗岩類あるいは砂質—泥質堆積岩の風化土と考えられ、不透水性の築堤材としては、左岸アバットの花崗岩類の風化帯が良好と推定される。河床に砂分はあまり存在しないが、テストピットより粘性のある河床堆積物が溜まっていることが考えられる。右岸は砂質—泥質雲母変岩の

風化帯が浅い。岩石材料は、周辺の急傾斜地形に賦存する可能性はある。両岸尾根部には岩の露頭が見られる。

—地質調査結果—

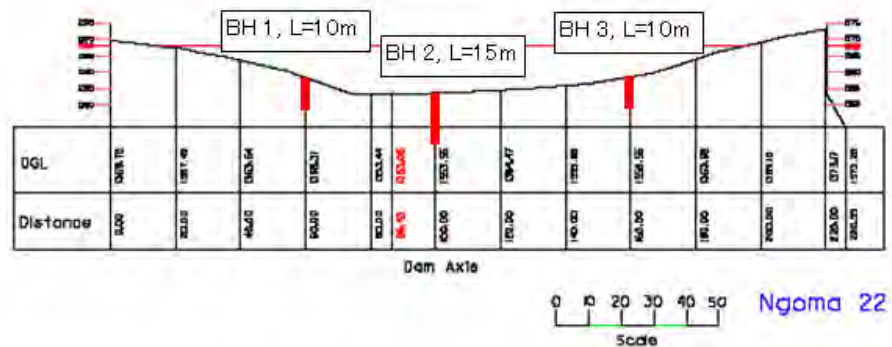


図 3.1.18 ンゴマ 22 ボーリング調査位

BH1: 表層から深度 6 m までと 7 - 7. 8 m は赤褐色の堅い粘性土である。

6 - 7 m と

7. 8 - 9 m は黄褐色の礫混り質粘性土、

9 m 以下は灰褐色の堅い粘土となる。

標準貫入試験結果は、1. 5 m は N 値 7 で、3 m で N 値 8、4. 5 m で N 値 12、6 m で N 値 12、7 m で N 値 21、9 m で N 値 54 である。

透水試験結果は、0 - 5 m 3 ルヂオン以下、5 - 10 m 2 ルヂオン以下である。

BH2: 表層から深度 3 m までは暗灰白色の砂混じり粘性土である。

3 - 10 m 石英が一部含まれた破碎礫状の花崗岩類であり、10 - 11. 5 m は破碎礫状の玄武岩、11. 5 - 15 m は赤色風化花崗岩である。

標準貫入試験結果は、1. 5 m は N 値 4 で、3 m 以深は N 値 50 以上である。

透水試験結果は、0 - 5 m 7 ルヂオン以下、5 - 10 m、10 - 15 m は高透水性のため計測できなかった。

BH3: 表層から深度 1. 5 m までは暗褐色の粘性土。1. 5 m から 4. 5 m までは黄褐色の粘性土。4. 5 m から 7. 5 m までは灰褐色の粘性土。7. 5 m 以下は赤褐色の硬い年度となる。

標準貫入試験結果は、1. 5 m は N 値 8 で、3 m で N 値 9、4. 5 m で N 値 9、6 m で N 値 33、7. 5 m で N 値 48、9 m で N 値 70 である。

透水試験結果は、0 - 5 m 2 ルヂオン以下、5 - 10 m 1 ルヂオン以下である。

透水試験結果によれば、河床部は 5 m まで 7 ルヂオン程度と不透水性基礎と考えられる。

しかし、5 m 以深では高透水性の可能性もある。左岸部の地山の透水性は深度 10 m まで 3 ルヂオン未満であり、アバット部の不透水性の厚さは 10 m 以上を期待できる。

ダムの貯水の影響が河床深部の高透水性ゾーンに直接及ばなければ、貯水池として成立するが、上流湛水域内で影響の有無を調査する必要がある。

一方、設計上は、カットオフを出来るだけ浅い不透水性基礎内に納め、残置する不透水性の厚

さを確保することが重要になる。従って、より確実性を高めるためには、上流側に不透水性ブラケットを設けることが良い。

地質調査としては、

ダム軸上、河床部付近で追加2地点、河床に沿って上流に、ダム軸より25m、50mの2地点、合計4地点のボーリング追加調査（計40m＝10m×4点）が必要となる。

透水試験では0－5m、5－10mでの区間深度の透水試験結果であるので、5m以深の何mから透水性が大きくなるか、この基礎部の高透水性ゾーンの詳細な把握のために、短区間（1m区間）深度での透水試験が必要となる。また、高透水ゾーンの透水係数を正確に計るために、容量の大きい送水ポンプを使う必要もある。

4) 築堤材料

貯水池内から築堤材料の遮水材料を採取する計画で、テストピットを上流両岸に掘削し、室内試験を行い、本堤遮水材料としての使用の可能性について調査した。調査結果、左岸側の材質は遮水材として適しているが、右岸側は風化岩盤が浅いため、土取り場としては左岸側を使用することとする。試験結果の詳細は「(7)土質試験の目的と試験結果」に示す。

5) ダム軸計画平面縦断面図

現時点で想定されるダム軸平面縦断面図を以下に示す。

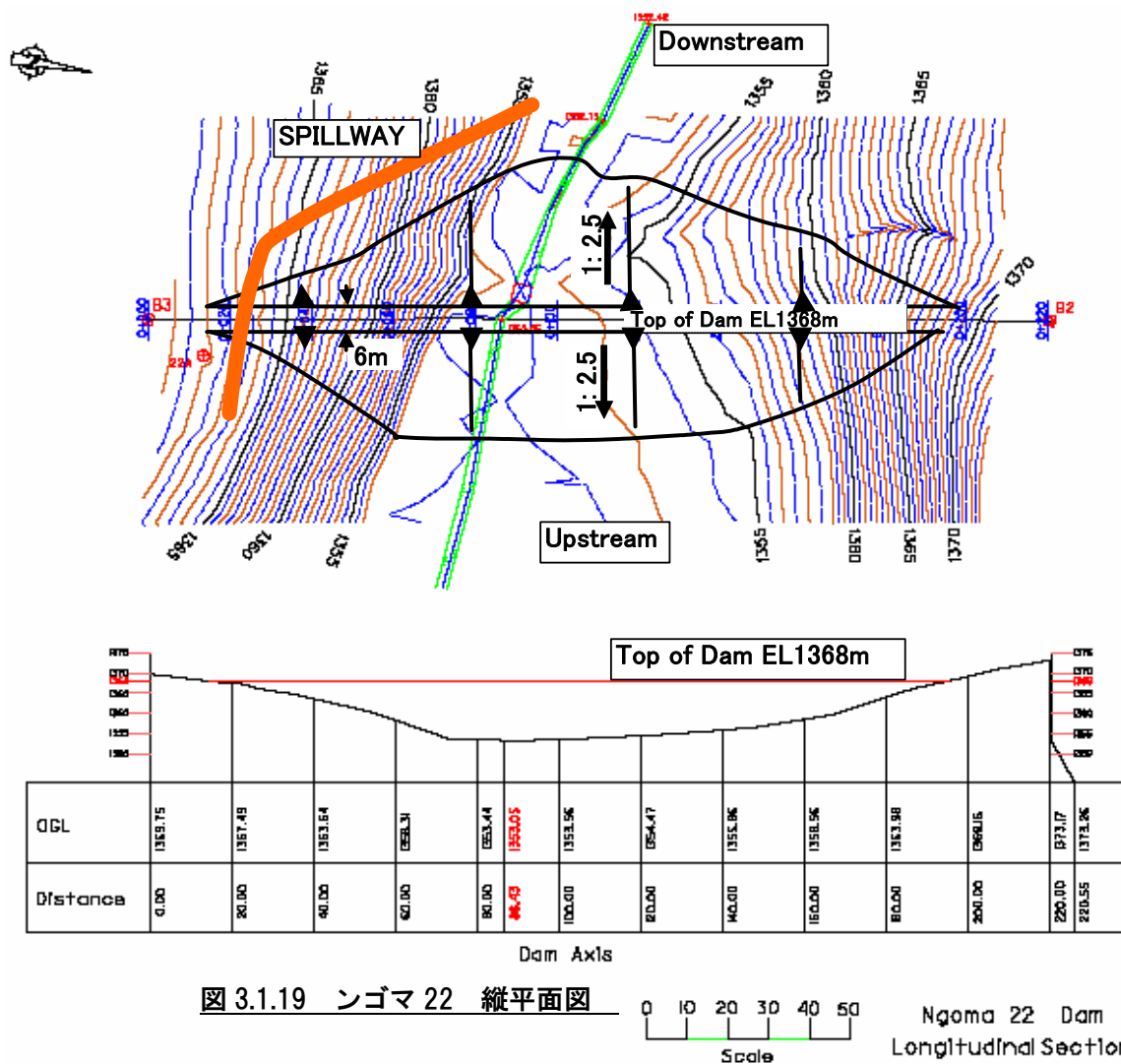


図 3.1.19 Ngoma 22 縦断面図

5) 完成予想図



図 3.1.20 Ngoma 22 完成予想図

(4) ガツィボ 31 ルガラマ

1) サイト

急峻な山地を背景にした3つの沢が合流しながら、サイト予定地付近では1本の川となっている。川の形状は両岸が垂直に切り立っており、ガリーを形成している。ダムとしては作りにくい河川断面である。川の両岸平坦地から、河床（水は表面に見えず、砂礫）までの比高は約15m程度有り、両岸平坦部を貯水域とするならば、堤高は15m以上となる。両岸にやや低い張り出し尾根があるので、そこを堤軸とすれば不可能ではないが、ガリー内の堤体と平坦部の堤防との変化部での沈下の差等の配慮が必要である。

ガリー（山頂からの俯瞰写真）



ダム軸右岸

ガリーの直壁、下部が抉られている



ガツィボ 31 ルガラマのガリー状況

上流は両岸が迫り、滑落のおそれがあり危険である（下流の現況排水路にも溜まっている）。堤体でこのガリーを横断する場合は、両岸を1:1.0より緩く掘削し、築堤する必要がある。

ガリー上部平坦面との接続箇所は、さらに緩和勾配を設け、築堤後の沈下量の急変を避けなけれ

ばならない。

このガリーは、規模を徐々に小さくし、道路との交点では流れの向きを変え、道路の横を流下する。さらに 700m 流下後、道路横断暗渠工高 1 m×幅 1.5mのおむすび型コルゲートパイプで道路下を横断している。横断後の周囲に水路はない。洪水時にはこの管からの土砂を含んだ排水が水田に流入し、稲を倒伏させ、土砂の堆積を引き起こす。水田の受益者は、灌漑用水の補給は別の新設ダム（RSSP-LWH Gatsibo 32）で十分であり、ガツィボ 31 のダムについては土砂の流亡対策のみの要望であり、RSSP-LWH Gatsibo 32 は、LWH の実施設計によると Gatsibo 31 の集水流域を 50% 以上取り込むことにより、MINAGRI は Gatsibo 31 を JICA 現地調査終了後、計画を断念した。

2) 堤体軸の選定

ガリー状河川の縦断勾配は比較的急峻で、ガリー内では貯水量は少ない。

要請軸は 3 つの沢（ガリー）の合流点下流であり、左岸の岩の露頭する丘と右岸のなだらかな張り出し尾根を結ぶ軸であるが、右岸の標高は高く下流の平坦な地形に取り付けることが出来る。合流点下流は貯水容量的に多少は有利だが、兩岸平坦地からガリー底部標高までの標高差は約 15 m であり、貯水容量はガリー内のみとなり、貯水量は決定的に不足する。

また、洪水吐は、ガリーの地形との関連で平面形状、路線、標高、勾配等の配置に十分注意が必要である。

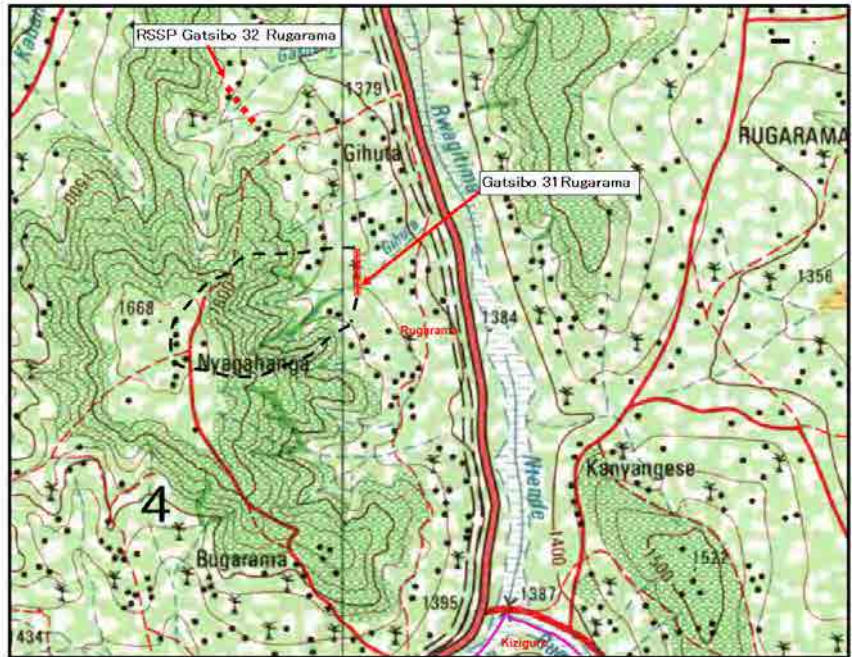


図 3.1.21 ガツィボ 31 ルガラマサイト位置図

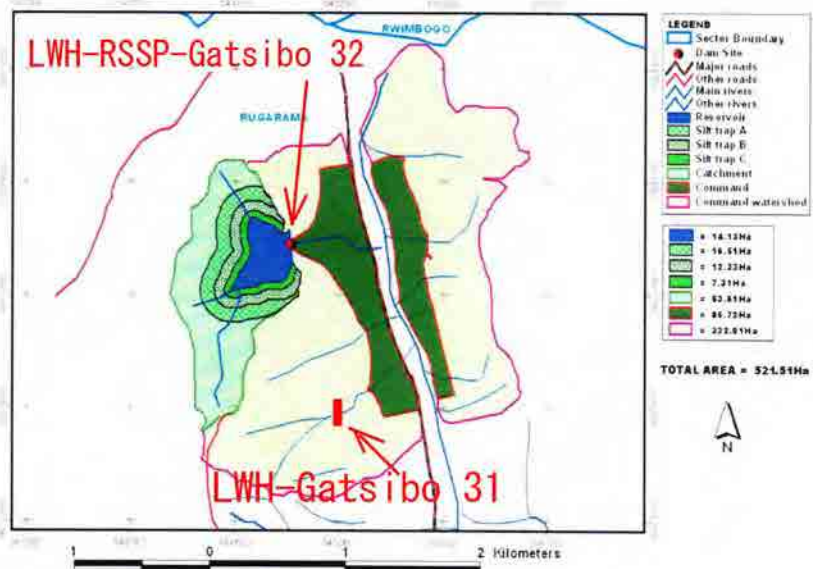


図 3.1.22 ガツィボ 32 サイトとの位置関係
(LWH 報告書図より)

3) 地質

砂泥質堆積岩や花崗岩類が大きく変性を受けた麓に、急峻な沢が流れ込みガリー状に浸食していったと思われる。ガリーの両岸は約 15m 以上の垂直な面を維持しており、急流速には浸食されやすいが、ある程度の強度は持っており、複雑な変成岩類ではあるが、透水性の地質ではないことから、貯水池の可能性はある。ガリーの底部よりやや高いところに礫質部が露頭しており、その下部がえぐられている。

フィルター等の砂礫系はガリー及び排水路の床部にあるので採取可能である。石英が露頭する山を左岸アバットとする意見があり、場所によっては基盤の岩が浅い処に分布の可能性もある。しかし、その分布は容易に推定できない。ダム軸上流に、築堤材料採取用テストピットを掘削し、材料調査を行っているが、遮水材としては深度 4 m 程度までで、それ以深は風化岩である。また、含水比が 10% 程度以下と乾燥側であり施工時の含水比管理が重要となる。

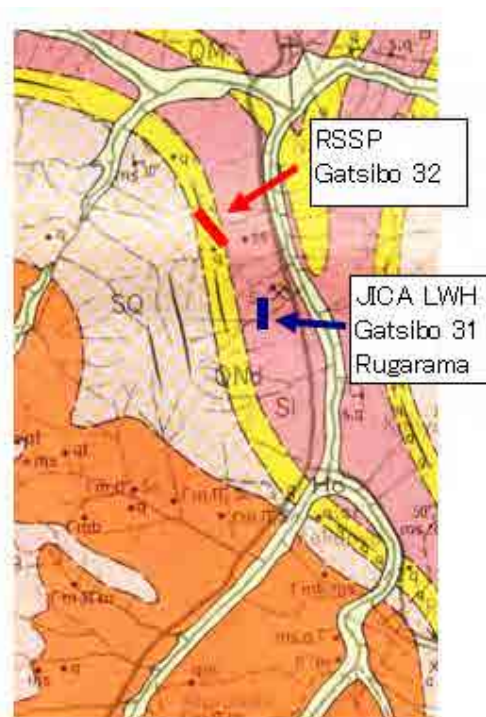


図 3.1.23 ガツィボ 31 地質図

現地調査中間報告の時点で、ガチィボ 31 の妥当性がなく、MINAGRI より、計画断念の表明があり、地質調査ボーリングについては、JICA の同意の元に中止した。

4) 築堤材料

貯水池内から築堤材料の遮水材料を採取する計画で、テストピットを上流両岸に掘削し、室内試験を行い、本堤遮水材料としての使用の可能性について調査した。調査結果、両岸のテストピットとも 5m 以深は風化岩であり、築堤材料としては使用できない。また、含水比が低く、施工時の含水費調整が困難と考えられる。

5) ダム軸計画平面縦断面図

現時点で想定されるダム軸平面縦断面図を以下に示す。

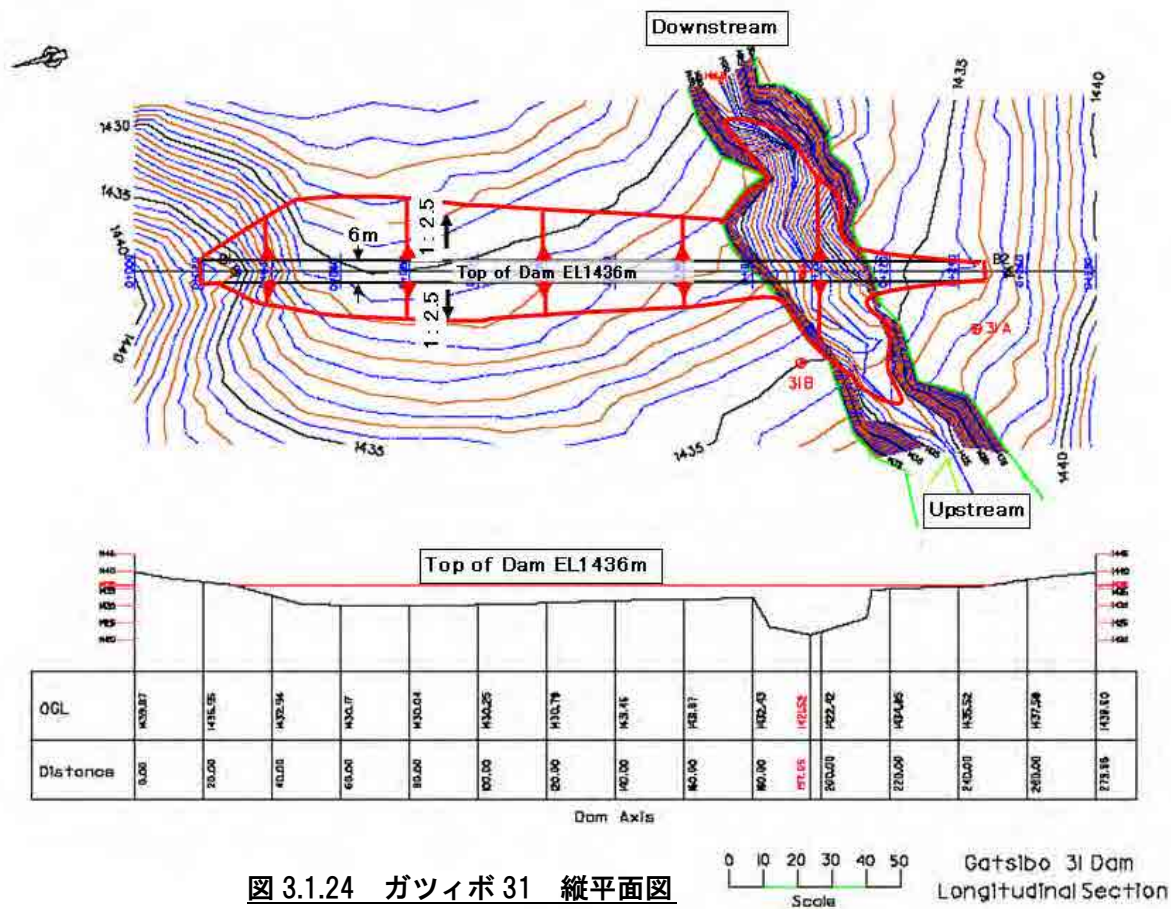


図 3.1.24 ガツィボ 31 縦断面図

6) 完成予想図

ガツィボ 31 を堤高 15 m 程度で、設置するとした場合である。JICA 現地調査後、ガツィボ 31 は今回の計画から除外された。

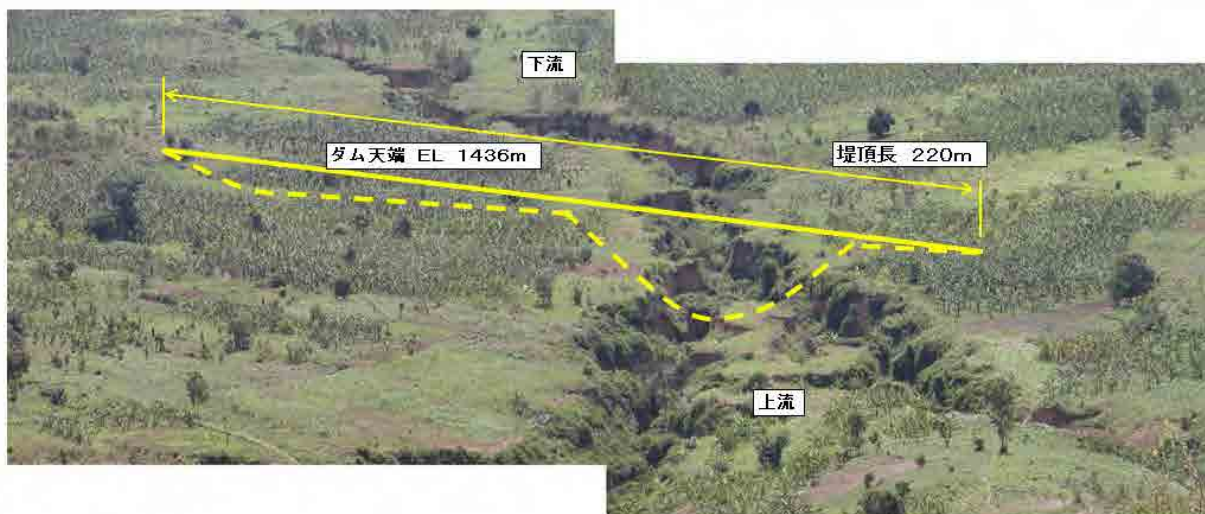


図 3.1.25 ガツィボ 31 完成予想図

(5) ブゲセラ 3 リリマ

LWH のブゲセラ 3 は、実施設計がおこなわれており、基本諸元が確定している。以下の記述については、LWH 実施設計書よりの引用を含めている。

1) サイト

ブゲセラ 3 リリマは、ブゲセラ 2 ガシヨラの北側尾根を越えた隣接する沢にある。下流でブゲセラ 2 と合流し、Rumira 湖へ注いでいる。ブゲセラ 2 と同様に河道部分に常時流水は見られない。集水域の道路より上流側は、ブゲセラ 2 と同様に軍用地で樹木に覆われている。堤軸付近の現況勾配は、左右岸斜面とも約 1 : 7 である。

2) 堤軸の選定

図 3.1.26 ブゲセラ 3 当初位置図に示したとおり、上流の樹木の茂った軍用地および周辺丘陵地を集水域とし、貯水位が軍用地に及ばない様、満水位を決定している。しかし、その後の測量結果から、当初位置では、満水位を軍用地に影響の無い範囲で高く設定した場合、河床標高が低いため、堤高が 20 m を越えたと思われる。そこで、受益地面積を確保するため満水位を固定し、上流へダム軸を移動し、貯水量を勘案し、結果的に堤高 16.2 m になったと推定される。ブゲセラ 3 はブゲセラ 2 に比べ、河床勾配および両岸の地形勾配がやや急峻であることがわかる。

3) 地質

ブゲセラ 3 の地質は、キガリ南東部と南西部を覆う貫入岩の一部として、花崗岩類の火成岩の貫入の上位に位置する。このような貫入はブゲセラ郡東部及びニャンザ郡中央部で観察される。しかしながら、ブゲセラ 3 を含む多くの地点では貫入の露頭は観察されなかった。道路切り土法面や掘削面は強風化岩を示し、それらは雲母を多く含む石英である。サイト付近の花崗岩類は強度の風化を受け、砂または砂礫質土になっている。風化の深度は付近の道路法面やテストピットで観察されたように深い (5m 以上)。谷の左岸部では花崗岩類が強度に風化され、細粒から粗粒を示している。地質構造に関しては、岩は、後から発達した石英鉍脈の節理によってのみ影響されている。風化し



図 3.1.26 ブゲセラ 3 当初位置図
(LWH 報告書より)

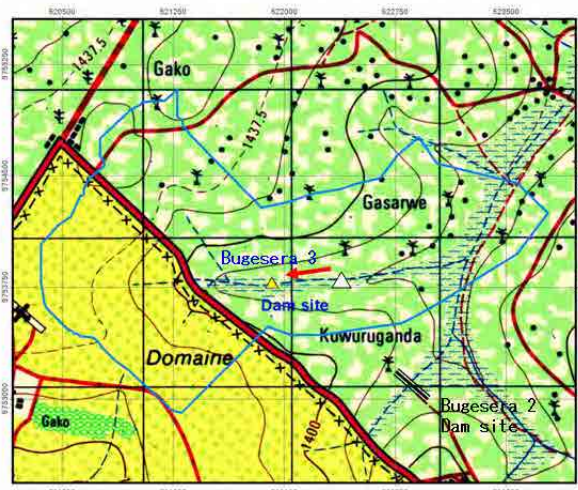


図 3.1.27 ブゲセラ 3 ダム軸移動後最終位置図

た露頭のほとんどでは、これらの鉱脈は強度と耐久性を示し、樹枝状を示している。深い亀裂や断層、褶曲はない。

谷中央部には粘性土が堆積しており、その厚さは谷中央部で約 3m であり、暗灰色、無機質であり、固結し、不透水性である。左岸部は残積粘土質砂であり、基盤岩の花崗岩類の風化によってできたものである。層厚は約 10m と推定される。谷部の下層には細粒礫質土が分布する。洪水吐部は花崗岩類の強～中風化岩である。ダム軸電気探査結果は、以下の通りである。

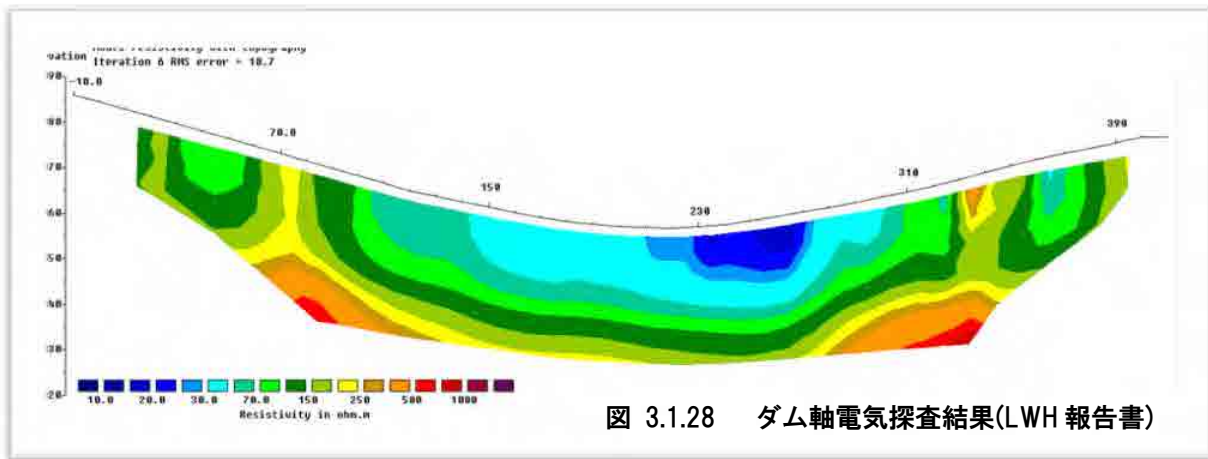


図 3.1.28 ダム軸電気探査結果(LWH 報告書)

ダム軸の河床付近 50m間は、風化が非常に進んでいる粘性土砂状の風化岩か河床堆積物で、河床堆積物は非常に少ない。また、河床部 150m間は 15-20mの深さの風化帯で、土砂状から亀裂のある岩盤状と推定される。両岸の表層付近からは、花崗岩類の風化した粗い砂が分布していると、推定される。

堤体標準断面には上流に不透水性ブランケットを設け、堤体基礎部の浸透量の減少を計る。厚さ 1 m、延長は最大水頭の 5 倍としている。

築堤材料は、周辺から採取可能であり、不透水性（コア）材料は、貯水池敷き内から採取可能である。半透水性材料（砂質材）、フィルター材およびロック材は周辺より採取。採取予定地を次図に示す。

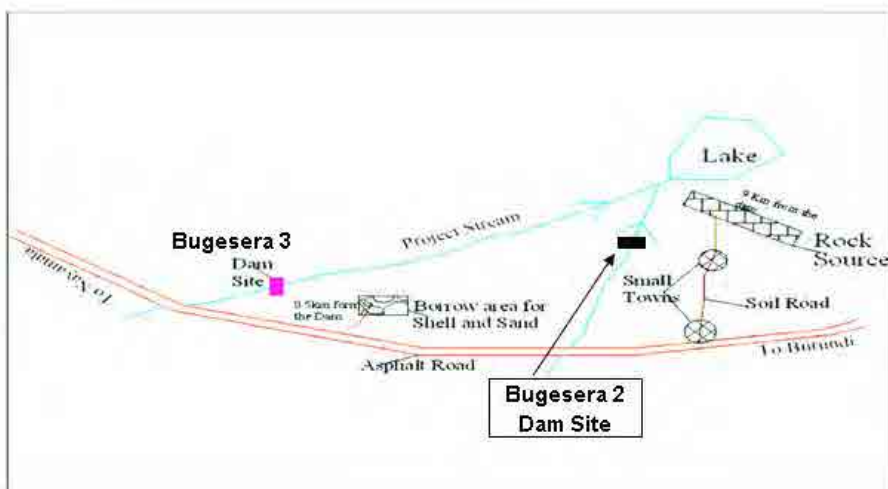


図 3.1.29 ブゲセラ 3 およびブゲセラ 2 築堤材料採取計画位置図(LWH 報告より)

4) 築堤材料調査

各種材料について、粒度分布を求めている。いずれも妥当としている。
不透水性材についての塑性指数は 20 以上あり妥当としている。

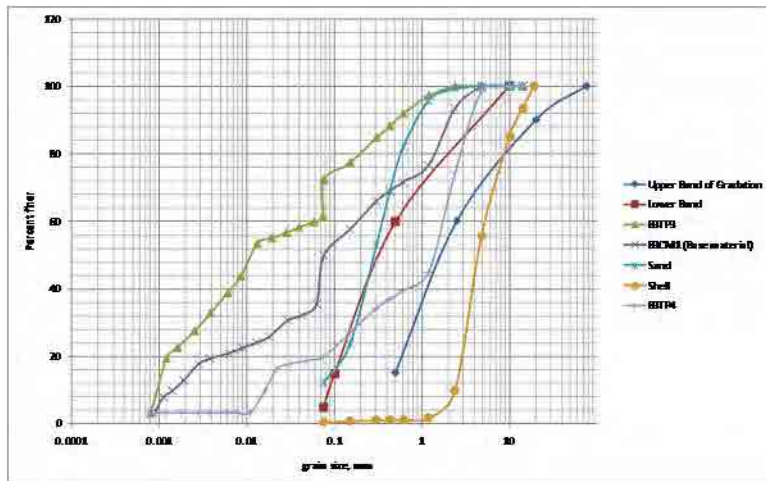


図 3.1.30 築堤材料の粒度分布(LWH 報告書より)

5) ダム軸計画平面縦断面図

現時点で想定されるダム軸平面縦断面図を以下に示す。

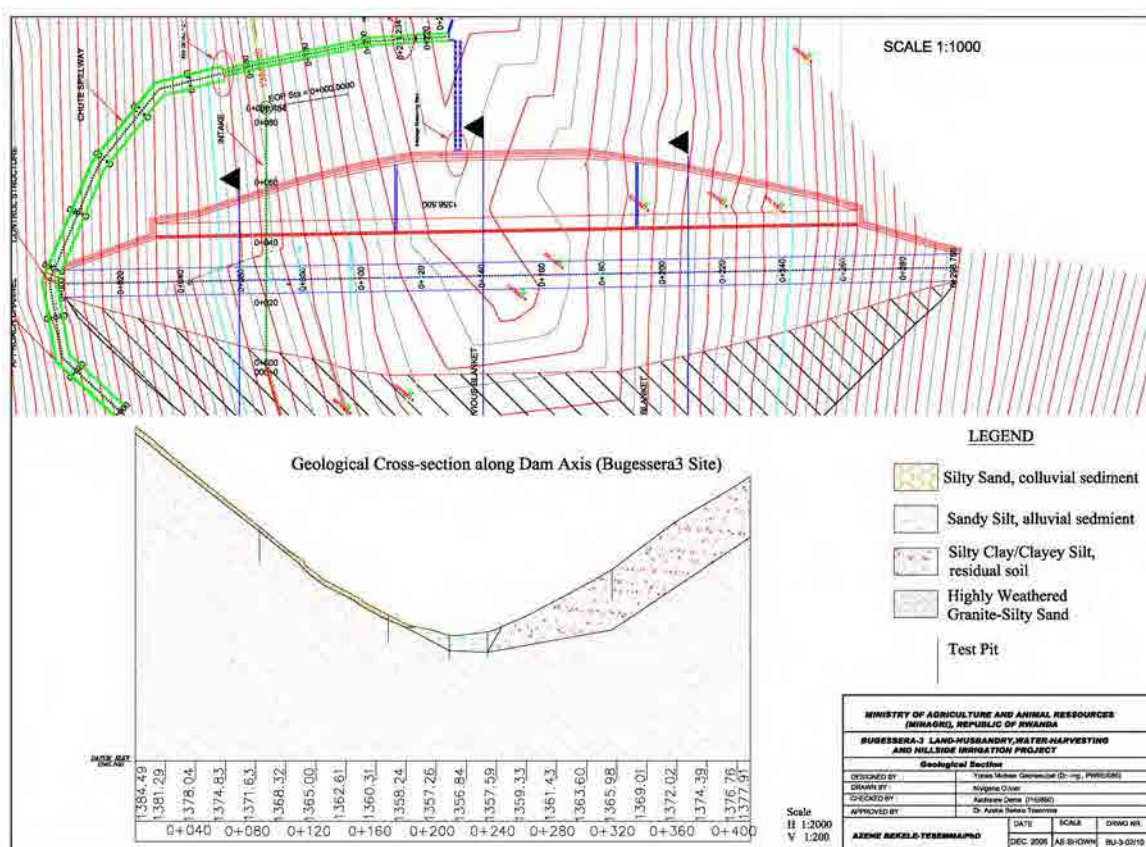


図 3.1.31 ダム軸平面縦断面図 (LWH 報告書より)

(6) ブゲセラ 4 ムセニ

LWH のブゲセラ 4 は、実施設計がおこなわれており、基本諸元が確定している。以下の記述については、LWH 実施設計書よりの引用を含めている。

1) サイト

ブゲセラ 4 ムセニは、キガリの南方約 23km、ブゲセラ 3 及びブゲセラ 2 の西方約 18km の地点のムセニセクターにある。現況サイトは標高 1 4 0 0 m 前後の比較的平坦な地形であるが、5 万分の一地形図によると、上流は 1 5 0 0 m 以上の高い山が連なっており、急峻な山間の地形を呈している。下流に行くに従い、両岸の勾配も緩くなる。サイト下流約 2km から湿地帯が広がり、北西約 5km の地点で Nyabarongo 川支流 Akanyaru 川に流入する。Akanyaru 川合流地点までは広い湿地帯が続いている。

貯水池の上流と下流に湧水地点がある。上流は満水位より高く、下流は丘の中腹で、距離は 300m 程度離れている。従って、貯水池に直接影響はしない。

集水域および受益地の 98% は 16% 以下の斜面勾配である。

2) 堤軸の選定

図 3.1.32 ブゲセラ 4 位置図に示したとおり、上流は急峻で、下流に行くほど河谷形状が開き両岸の勾配が緩くなる。従って、貯水量は河床幅および両岸の勾配から、下流へ行くに従って大きくなるが、同様に堤頂長、堤体積も大きくなる。

本ダム軸を決定する際の考慮点として、次の点がある。

- ① 貯水池予定地付近に民家があり、満水位はある程度以上は上げられない。
- ② 下流の受益地の灌漑予定標高は 1390m 程度をパイプライン（道路路線？）標高としているので、満水位を出来るだけ上げたい。
- ③ 堤軸付近の下流にこの谷地形を横断する、現況道路があるが、それより下流は地形が急激に開き、堤頂長、堤体積が急増する。

出来るだけ、満水位を上げ受益地を広げたいが、民家の移転に影響する。

LWH の Inception Report によれば次の記述がある。

「Prefeasibility Phase でダム軸は決定されたが、2008 年 8 月 1 日の現地踏査の際、その軸より約 100m 以上上流により良好な軸があるとの決定がされた。その新規軸は E0503520, N9759368

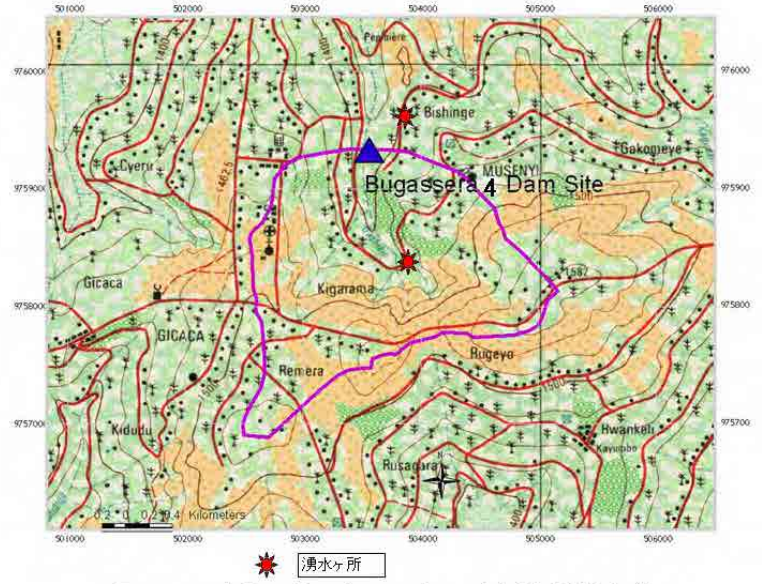


図 3.1.32 ブゲセラ 4 位置図

覆われている。貯水池両岸の斜面には、雲母片岩の露頭が見られるが、強度に風化されている。これらの岩は、上下流方向に傾斜した基盤を形成し、急傾斜の片理面と不連続面を示すと考えられる。岩は、母岩を横断する石英脈に特徴付けられる熱水変成の影響を受けている。母岩は広範囲に残積土に覆われており、強度に深くまで風化している。

谷部は暗褐色の無機質シルト質粘土に覆われ、厚さは約4mである。両岸部は基盤岩の風化による厚い土砂層によって覆われている。洪水吐上流部の地質は、強～中風化岩であり、その厚さは5m以上である。ダム軸電気探査結果は、以下の通りである。

ダム軸電気探査結果は、以下の通りである。

上記調査結果から、「ダム軸左岸は良好な岩盤が比較的浅く、右岸も表層の風化帯は厚いが特に問題はないが、河床部付近に断層が推定される。ダ

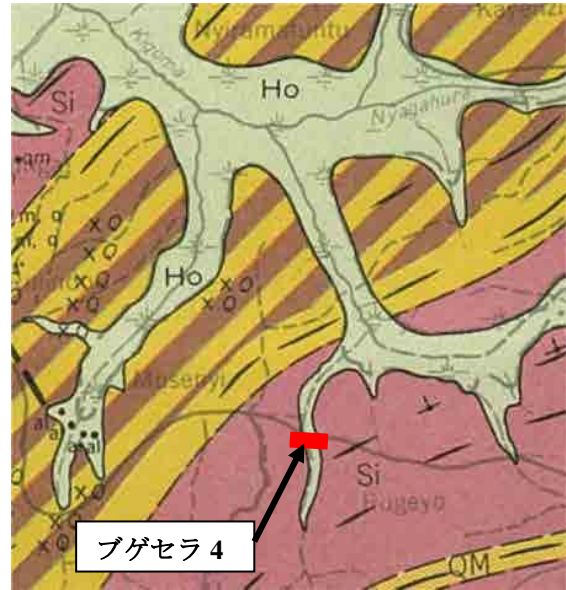


図 3.1.34 ブゲセラ 4 地質図

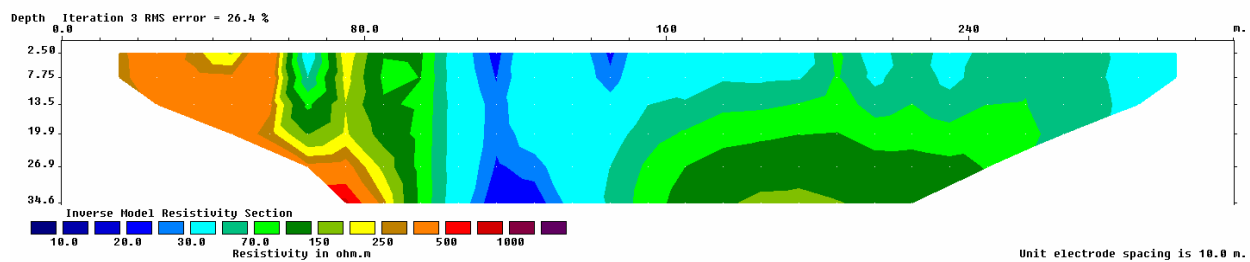


図 3.1.35 ダム軸縦断電気探査結果 (LWH 報告書)

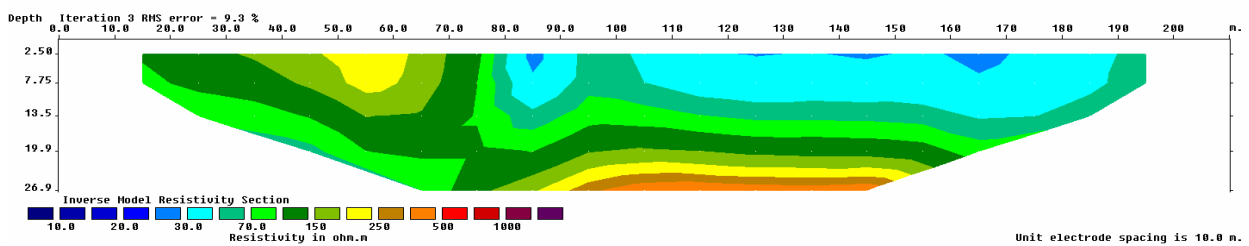


図 3.1.36 ダム軸上流140m貯水池縦断電気探査結果 (LWH 報告書)

ム軸上流にてダム軸に平行に調査を行ったが、河床部付近に断層の影響らしき物が推定される。ベルギー地質調査所の地質図では表記されていないので、確定できないが、工事期間中注意した施工が必要である。」とされている。解析図上からは、明確ではないが土木地質的に対処可能かどうかは明らかになってはおらず、本計画としては、着工前に断層ボーリング調査を必要とし、場合によってはダム軸を Prefeasibility Phase 時点のダム軸も含めて調査する必要がある。また、実施設計でのダム規模 (堤高 26.5m=ダム天端 EL144.5m - 遮水ゾーン基礎標高 EL118.0m)、コアゾーン底幅 30.5m および深い断層破碎帯を考慮すると、セメントミルクグラウトによる基礎処理か、堤高 15m 以下の均一ダム (グラウトなし) の選択と考えられる。

4) 築堤材料調査

実施設計書によると遮水材料は次の通り。塑性指数がやや小さい。

表 3.1.1 遮水材料試験結果

| Soil parameter | Result |
|--------------------------|----------------------|
| Fine fraction | 70% |
| LL of fine fraction | 37.90% |
| PI of fine fraction | 19.70% |
| Clay fraction | 18% |
| Specific gravity | 2.62 |
| permeability | 3.7e-8 m/s |
| ϕ° | 28° |
| C' | 0 kPa |
| Natural moisture content | 8% |
| Bulk density | 17 kN/m ³ |

築堤材料は、周辺から採取可能であり、不透水性（コア）材料は、貯水池敷き内から採取可能である。半透水性材料（砂質材）、フィルター材およびロック材は周辺より採取。採取予定地を次図に示す。

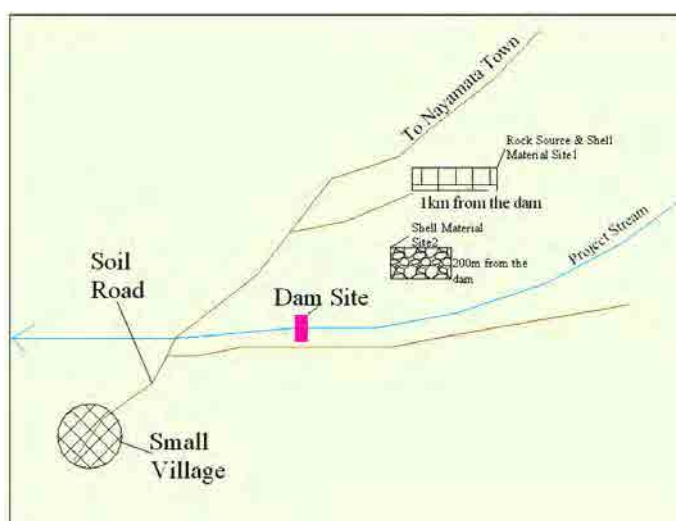


図 3.1.37 ブゲセラ 4 築堤材料採取計画位置図

5) ダム計画図

実施設計ダム軸平面図を以下に示す。

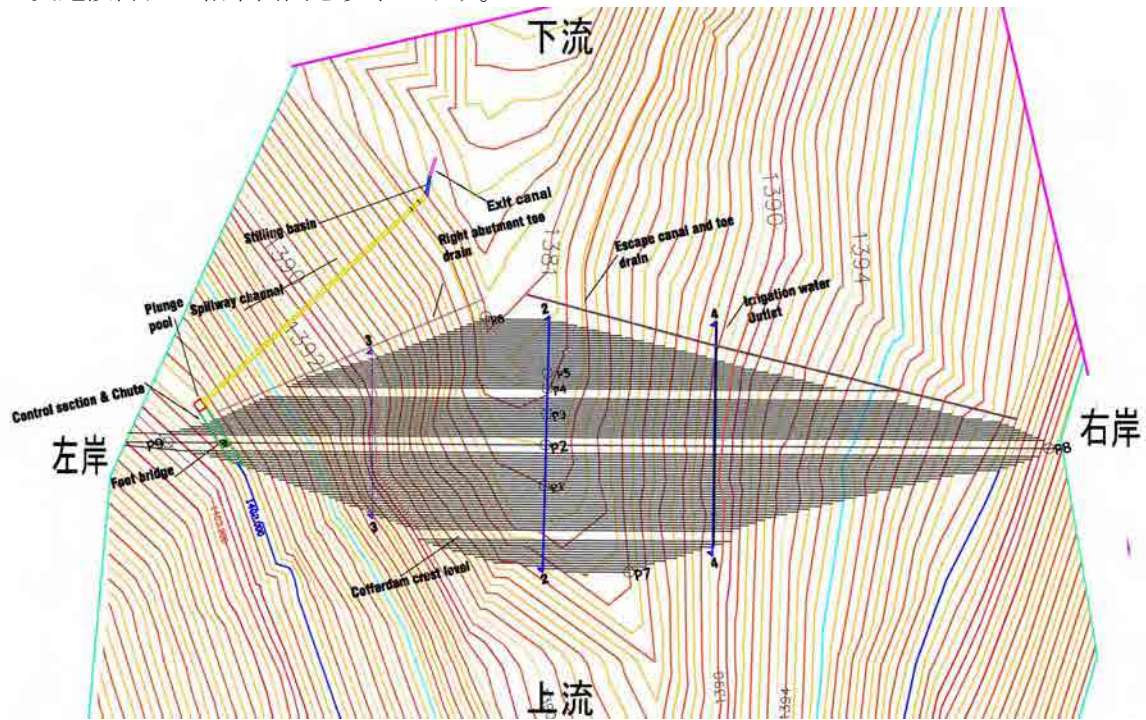


図 3.1.38 ダム軸平面図 (LWH 報告書)

実施設計堤体標準断面図を示す。

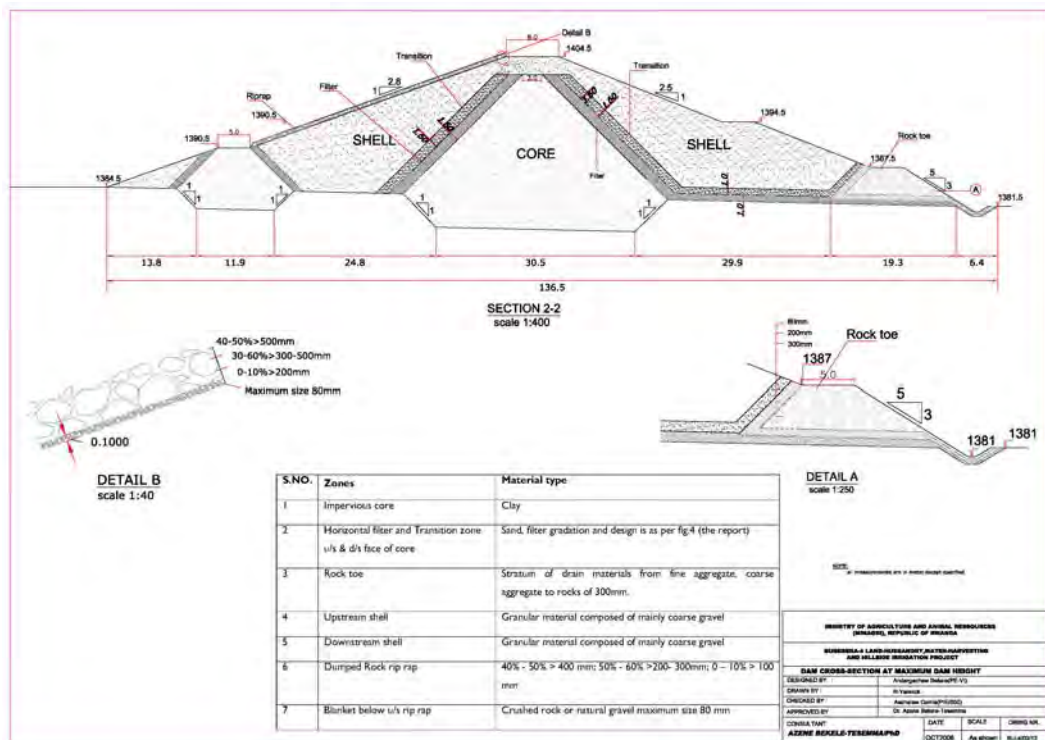


図 3.1.39 堤体標準断面図 (LWH 報告書)

6) 予想図



図 3.1.40 ダム鳥瞰図(上流より)

(7) 土質試験の目的と試験結果

1) 目的

今回の事前調査において、土質試験を行った目的は、各ダムサイトでの現地採取材料がダム（均一型）築堤材料として使用可能かどうかを確認するためである。ダムタイプは均一型を基本タイプと考えているので、遮水材料の試験である。

2) 材料の適正

本件調査において、各サイトの遮水材料の室内試験を行った。

遮水材料は、基本的に母岩の現位置風化材で、二次堆積材料は少なく、適当な礫の混入もなく、細粒分（粘土・シルト）が多い。

不透水性材料としての使用は全く問題ないが、乾燥側であるため施工時加水の必要がある点及び礫分が少なく細粒分が多いため施工性にやや劣り、クラックの発生しやすい点等に対する配慮をさせれば、現地材料を均一ダムの築堤材料として十分使用可能である。

また、同様の材料を使用している RSSP プロジェクトでの最新の施工事例を観察した結果、施工はしっかりとなされており、問題となるような漏水は見られず、本件においても施工上の注意を守れば問題ないと考えられる。なお、マレーシアでも同様の材料で堤高 30m のダムを建設しているので、問題ないと言える。

3) 試験結果

堤体遮水材料としての適正を判断するための試験結果とその判断は次の通りである。

① 透水性

粒度試験結果から、すべての材料が以下の項目を満足しており、遮水性については使用可能である。

細粒分(0.075mm 以下)を 10%～15%以上含有し、

粘土分(0.005mm 以下)を 5%程度以上含有していること。

② 変形性及び強度

液性限界・塑性限界の試験から塑性指数を求め、すべての材料が塑性図からCL、CH材料に分類され、遮水材料としての適正が確認された。

③ 築堤工事時の残存間隙水圧

試験結果から、50%粒径について米国開拓局の基準に基づいて検討した。Ngoma22 Rurengeの右岸の材料は活動の可能性の高い材料であるが、岩盤が浅く、左岸側のみ使用の予定である。他はすべて滑動の恐れは20%未満で特に問題ではない。また、すべて乾燥側の材料であることから、施工時の加水管理を行えば、湿潤側の材料に比べ問題は少ないと言える。

④ クラックが発生しやすい遮水材料

米国開拓局の施工事例より、試験結果のほとんどがこの粒度範囲にあると言える。しかし、開拓局の事例から、乾燥側の施工で塑性指数が15以下の場合にクラックが発生し易いといわれている。試験結果からはBugesera2 Gashoraの両岸テストピットの深部で11.3、10.4と小さいので、湿潤側での施工に配慮が必要である。それ以外については塑性指数15程度以上であり、最適含水比付近での施工に配慮すれば問題ない。

一方、不透水性材料が堤体表面付近に露出する箇所は、乾燥クラックが発生しやすい。堤体天端、堤体下流のり面などは、ロック材を張るか、砂礫分の多い保護ゾーンを設けるか、或いは堤体標準断面の外側に表土を戻して植生に対応するか、検討が必要である。

⑤ 現場含水比

現場含水比が非常に小さいので、施工時に最適含水比まで加水する必要があるがすべての現場について指摘される。詳細の判断は今後の力学試験結果から得られるが、施工時の水の確保が重要であることは確実である。

4) LWHプロジェクト他地区の事例

LWHプロジェクトでは、8ダムの実施設計を終えており、その築堤材料試験結果から、参考に主要点を抜粋する。細粒分が多いのが同様の特徴である。

① ブゲセラ3

ブゲセラ2と隣接のダムであるブゲセラ3の実施設計書には、コア材について次の記述がある。

「米国統一分類によればCLである。試験結果から、低透水性、高密度と良好な剪断強度が得られる。(試験は最適含水比+2%)

しかし、「4. ダムの設計」では、土質試験結果のバックデータが添付されていないが、「圧縮性が高く妥当ではないので、実施時には土取場から材料を採取し、土質試験を行い、コア材としての妥当性について、地質土質のレポート(Chapter 3)にあるように詳細にわたって検討されなければならない。」としており、塑性指数が、9.6%と15%(クラックの発生が少ない)よりかなり小さいためと、推定される。隣接の本件調査のブゲセラ2においても塑性指数が10%程度の試験結果が2資料(6資料中)あるので、同様の傾向を示していると言える。

ブゲセラ3については、実施設計書の「4.17 施工工期」で次のように述べている。「ダムは小さいので3から4ヶ月以内に工事可能である。その場合年間で最も乾燥した時期を考慮し、ダム工事は6月後半から9月中頃までとすべきである。」ただし、雨期には大降雨時のみ、水の流下が認められるので、築堤材料に加水する点で、雨期の方が施工上都合がよい。乾期は雨は非常に少なく、周辺に水はない。

② ブゲセラ 4

実施設計書には、コア材について次の記述がある。「米国統一分類によればC Lである。試験結果から、低透水性、高密度と良好な剪断強度が得られる。(試験は最適含水比+2%)」

本サイトのコア材についての注意事項は示されていない。本ダムのダムタイプはゾーン型を採用しているため、コア材の主たる機能の不透水性に注目したためであろう。

③ ガチボ 8

実施設計書には、コア材について次の記述がある。「試験結果から、低透水性、高密度と良好な剪断強度が得られる。」

塑性指数は21%であり、問題ない。

④ カロンギ 12

C L材、塑性指数 19.3%、細粒分 89.5%、粘土分 3.2%。遮水材量として問題ない。

⑤ カロンギ 13

ダムサイトの土取場は粘土分が5%以下であり、下流に土取場を求めた。C L材。実施設計書には、コア材について次の記述がある。「試験結果から、低透水性、高密度と良好な剪断強度が得られる。」

⑥ カヨンザ 15

S C材であり、他ダムと傾向が異なる。塑性指数 12.6、粘土分は4%。実施設計書には、コア材について次の記述がある。「試験結果から、低透水性、高密度であるが剪断強度は大きくはない。」

⑦ ニャンザ 23

C L材で、試験結果からも遮水材として使用可能。堤高は天端 EL 1,715mから現地盤標高 EL 1,698.8mと、16.2mであるが、基礎に岩盤があり、カットオフを掘り込んで岩着させ、グラウトを計画している。

5) マレーシアの事例

マレーシアの例を、本件調査の試験と比較した。

岩盤が現位置にて長期間風化が進行し、砂礫を含まず、極限まで風化している材料である。ルワングの資料は含水比が低い、マレーシアの資料は、気候の違いにより含水比が高い。しかし、同様の細粒分の含有と、塑性指数の分布は同様の傾向が伺われる。

マレーシアの材料は均一ダムの築堤材料として使用されるが、堤高は30mである。

6) 判定方法

① 粒度範囲

遮水性材料の粒度範囲としての適性は次図の範囲で示された遮水ゾーン粒度範囲が目安になる。また、乾燥側の施工条件で施工した場合に、クラックの発生しやすい範囲を示したものである。この図は、アメリカ開拓局で施工したダムのうち、遮水ゾーンにクラックが発生した17個のダムの調査結果を基に作成したものである。塑性指数が15以下の低～中塑性粘土に属する材料でクラックが発生しやすいといわれている。

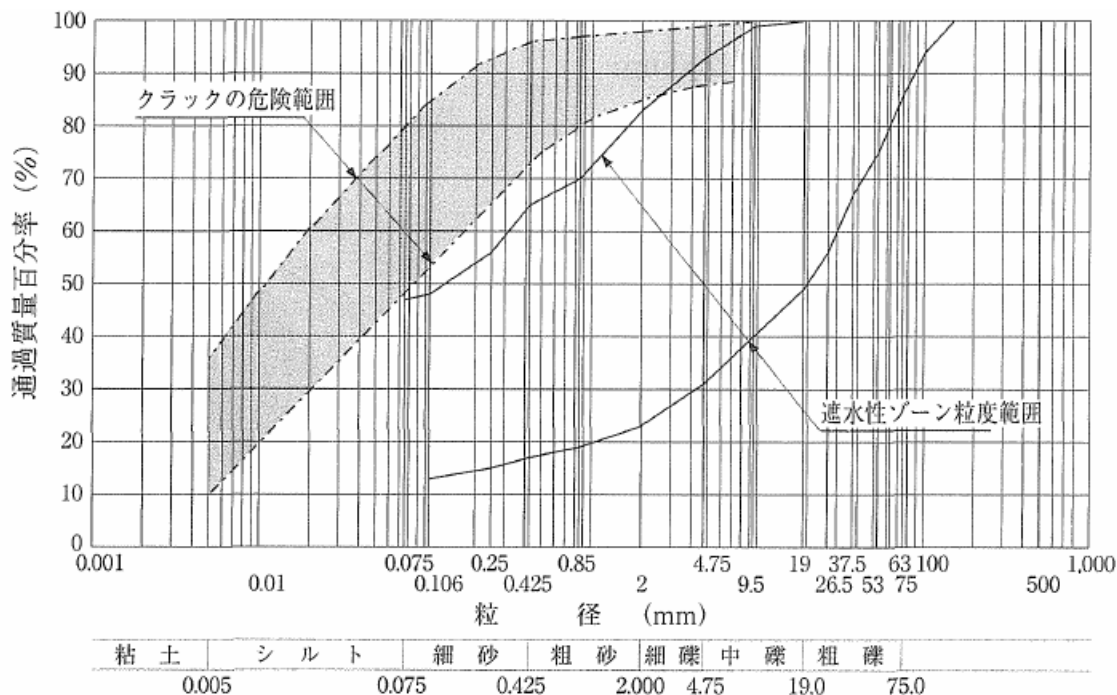


図 3.1.41 遮水性材料の粒度範囲

② 粒度分布

ある粒径をもった土粒子の混合割合を粒度という。普通、ふるい分け試験によって得られた重量比で示される。ふるい分け試験では、目の粗いふるいを上から順番に重ね、試料を一番上に乗せてふるうことで、土が粒径ごとに分けられる。ある粒径のふるい目を通過した土の量の重量百分率(%)を縦軸に、粒径を対数目盛の横軸にしてプロットしたものを粒径加積曲線という。このグラフから重量百分率 50%にあたる粒径を、有効粒径 D_{50} と定義する。これが、ある土の中の代表的な大きさの粒子ということになる。

完全な不透水性材料は、工事中に最適含水比より湿潤側で築堤した場合、間隙水圧が残存し、滑動の安定性上から問題となる場合がある。米国開拓局の調査で、均一ダム of 工事中・完成後の滑動したダムについて調査した結果、 D_{50} (50%粒径) との関係が高いことが判明した。

| | | |
|---|---|--------------|
| $D_{50} = 0.006 \text{ mm}$ 以下 | : | 100%のダムが滑動 |
| $D_{50} = 0.006 \text{ mm} \sim 0.02 \text{ mm}$ (細粒) | : | 50%のダムが滑動 |
| $D_{50} = 0.02 \text{ mm} \sim 0.06 \text{ mm}$ (中粒) | : | 10~20%のダムが滑動 |
| $D_{50} = 0.06 \text{ mm}$ 以上 | : | 0%のダムが滑動 |

③ 土質分類

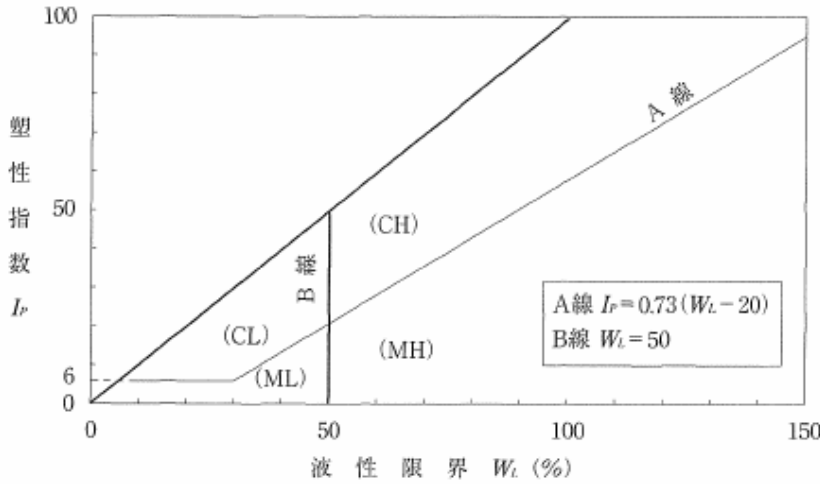


図 3.1.42 塑性図

液性限界と塑性指数を図 3.1.42 上にプロットし、土質分類を決める。

表 3.1.2 から CL 及び CH であれば、遮水材として適している。

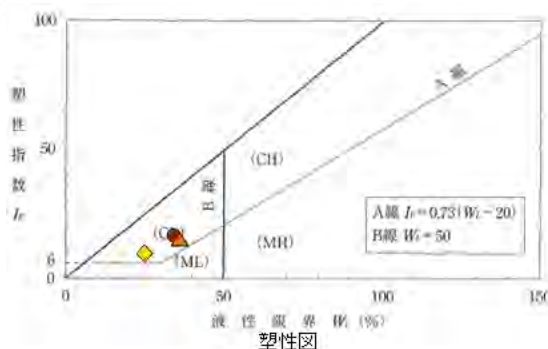
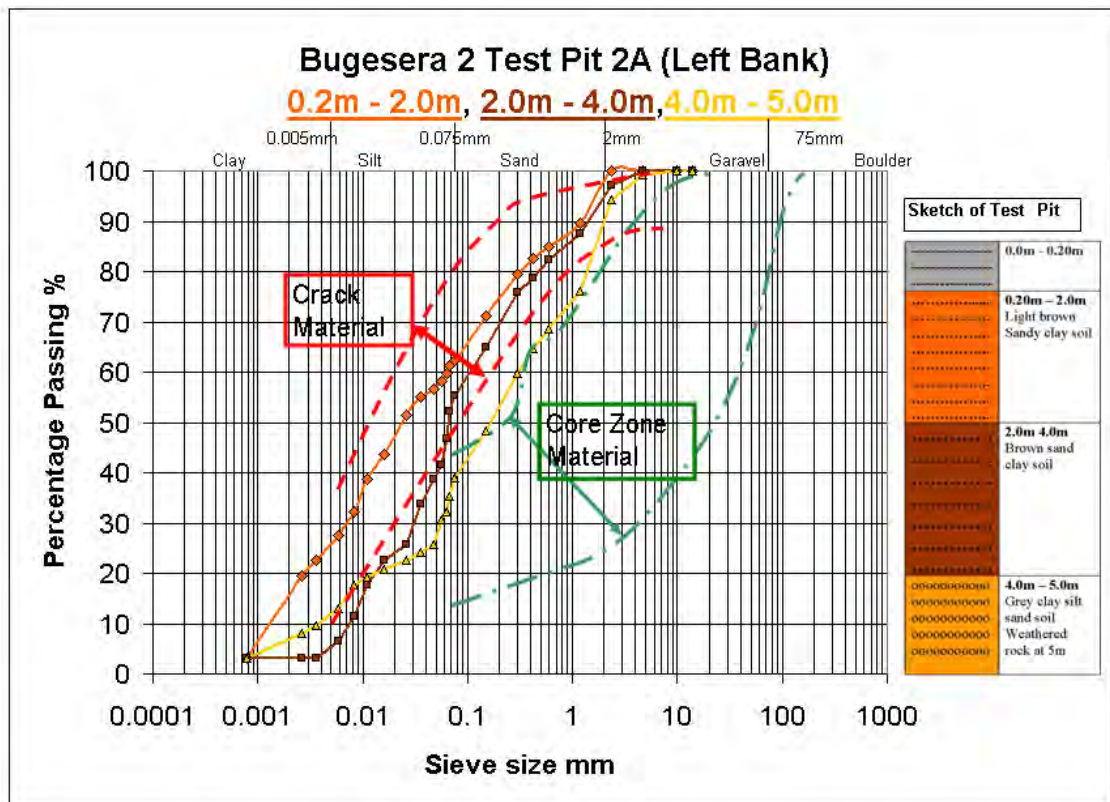
表 3.1.2 土質及び砂礫材料の統一分類と諸性質の関係

| 分類記号 | 標準突出め | | 間隙比 e ₀ | レベリング 抵抗性 | 透水係数 k(cm/sec) 範囲(平均) | 透水性 | 剪断強度 | | | 剪断 強度 | 施工管理 の難易 | 開拓時 遮水 ゾーン 実現数 | 築堤材 料適否 (ゾーン) | 圧縮率(%) | | 基礎地盤適否 | |
|-------|-------------------------------|----------|-----------------------|--------------|---|------------|---|---|------|----------|-------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|--------|---------------|
| | rd max (t/m ²) | Wopt | | | | | C ₀ (Kg/cm ²) | C _{sat} (Kg/cm ²) | φ(°) | | | | | 1.4 Kg/cm ² | 3.5 Kg/cm ² | 支持力 | 透水対策 |
| GW | >191 | <133 | • | 高 | 1 ⁻⁴ -1 ⁻¹ (2.7 [±] 1.3 [±]) | 透 | • | • | >38 | 非常に高 | 非常に易 | — | 適(透) | <1.4 | • | 良 | 完全止 水型 |
| GP | >176 | <124 | • | 高~中 | 5 ⁻³ -1 ⁻⁴ (6.4 [±] 3.4 [±]) | 透~非 常に透 | • | • | >36 | 高 | 非常に易 | — | 適(透) | <0.8 | • | 良 | 斜面先 トレンチ |
| GM | >183 | <145 | • | 高~中 | 1 ⁻² -1 ⁻⁴ (3 [±]) | 半 | • | • | >34 | 高 | 非常に易 | 4 | 適(不) | <1.2 | <3.0 | 良 | 不要 |
| GT | >184 | <147 | • | 非常に高 | 1 ⁻⁴ -1 ⁻⁴ (3 [±]) | 不 | • | • | >31 | 高 | 非常に易 | 4 | 適(不) | <1.2 | <2.4 | 良 | 不要 |
| SW | 1.91±0.08 | 13.3±2.5 | 0.37± | 高~中 | 5 ⁻⁶ -6 ⁻² (•) | 透 | 0.40±0.04 | • | 38± | 非常に高 | 非常に易 | — | 適(透) | 1.4± | • | 良 | 不完全 止水壁 |
| SP | 1.76±0.03 | 12.4±1.0 | 0.50±0.03 | 低~非常 に低 | 5 ⁻⁴ -6 ⁻⁴ (7.2 [±]) | 透~半 | 0.23±0.06 | • | 36± | 高 | 易~中 | — | 適(透) | 0.8±0.3 | • | 良~不良 | 不要 |
| SM | 1.83±0.02 | 14.5±0.4 | 0.48±0.02 | 低 | 1 ⁻² -6 ⁻⁴ (7.5 [±] 4.8 [±]) | 半~不 | 0.52±0.05 | 0.20±0.07 | 34± | 高 | 易~中 | 16 | 適(不) | 1.2±0.1 | 3.0±0.4 | 良~不良 | 不要 |
| SM-SC | 1.91±0.02 | 12.8±0.5 | 0.41±0.02 | — | (8.0 [±] 6.0 [±]) | — | 0.51±0.22 | 0.15±0.06 | 33±3 | — | — | 3 | — | 1.4±0.3 | 2.9±1.0 | — | — |
| SC | 1.84±0.02 | 14.7±0.4 | 0.48±0.01 | 高 | 1 ⁻⁴ -6 ⁻⁵ (3.0 [±] 2.0 [±]) | 不 | 0.76±0.13 | 0.11±0.06 | 31±3 | 高~中 | 易~中 | 7 | 適(不) | 1.2±0.2 | 2.4±0.5 | 良~不良 | 不要 |
| ML | 1.65±0.02 | 19.2±0.7 | 0.63±0.02 | 低~非常 に低 | 1 ⁻⁴ -6 ⁻⁴ (5.9 [±] 2.3 [±]) | 不 | 0.68±0.13 | 0.09± | 32±2 | 中~低 | 中~非常 に難 | 7 | 適(不) | 1.5±0.2 | 2.6±0.3 | 不良 | 斜面先 トレンチ |
| ML-CL | 1.75±0.02 | 16.8±0.7 | 0.54±0.03 | — | (1.5 [±] 1.7 [±]) | — | 0.64±0.17 | 0.22± | 32±3 | — | — | — | — | 1.0±0.2 | 2.2±0.0 | — | — |
| CL | 1.73±0.02 | 17.3±0.3 | 0.56±0.01 | 高 | 1 ⁻⁴ -1 ⁻⁴ (8.0 [±] ±.0 [±]) | 不 | 0.88±0.10 | 0.13± | 28±2 | 中 | 易~中 | 10 | 適(不) | 1.4±0.2 | 2.6±0.4 | 良~不良 | 不要 |
| OL | • | • | • | 中 | 1 ⁻⁴ -1 ⁻⁵ (•) | 不 | • | • | • | 低 | 中~難 | — | 否 | • | • | 不良 | 不要 |
| MH | 1.31±0.06 | 36.3±3.2 | 1.15±0.12 | 中~高 | 1 ⁻² -1 ⁻⁷ (1.6 [±] 1.0 [±]) | 非常に 不 | 0.73±0.33 | 0.20±0.01 | 25±2 | 低 | 難~非常 に難 | — | 否 | 2.0±1.2 | 3.8±0.8 | 不良 | 不要 |
| CH | 1.50±0.03 | 25.1±1.2 | 0.80±0.04 | 非常に高 | 1 ⁻⁴ -1 ⁻⁴ (5.0 [±] ±.0 [±]) | 非常に 不 | 1.04±0.34 | 0.11±0.06 | 19±5 | 低~中 | 非常に難 | 1 | 適(不) | 2.6±1.3 | 3.9±1.5 | 不良 | 不要 |
| OH | • | • | • | — | (•) | — | • | • | — | — | — | — | — | • | • | 不良 | 不要 |
| Pt | • | • | • | — | — | — | • | • | — | — | — | — | — | • | • | — | 基礎から 取除くこと |

注) 1. 本表は、アメリカ開拓局、アメリカ陸軍土木部、Earth and Earth-Rock Dams 等の資料から作成したものである。数字は信頼度 90 系の平均値を示す。
 2. 日本の土と完全に一致しないかもしれないが、概略設計の精度としては十分であろう。
 3. •は資料不足を示す。
 4. C₀: 最適含水比時の値。 C_{sat}: 飽和時の値。透水係数の (1⁻²-1⁻¹)は (1×10⁻²-1×10⁻¹)の略である。以下同じ。

7) 各サイトの試験結果

| Test performed | | Test Results | | |
|----------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | Left Bank Test Pit Depth (m) | Gashora 2A 0.20m-2.0m | Gashora 2A 2.0m-4.0m | Gashora 2A 4.0m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 9.8 | 11.5 | 6.8 |
| 3 | Atterberg i)Liquid Limit % | 35.2 | 32.6 | 25.9 |
| | ii)Plastic Limit % | 18.9 | 15.7 | 14.6 |
| | iii)Plasticity Index % | 16.3 | 16.9 | 11.3 |
| 4 | Specific Gravity | 2.67 | 2.68 | 2.7 |

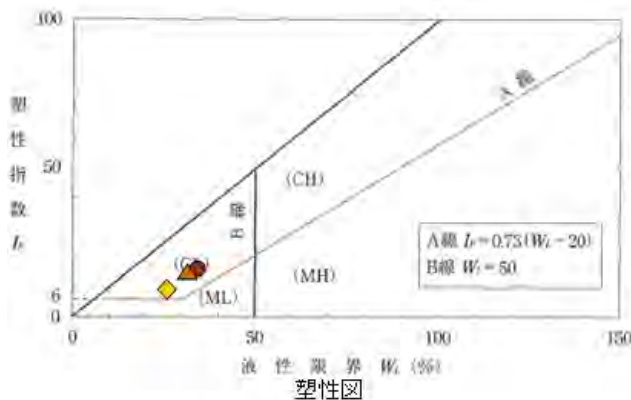
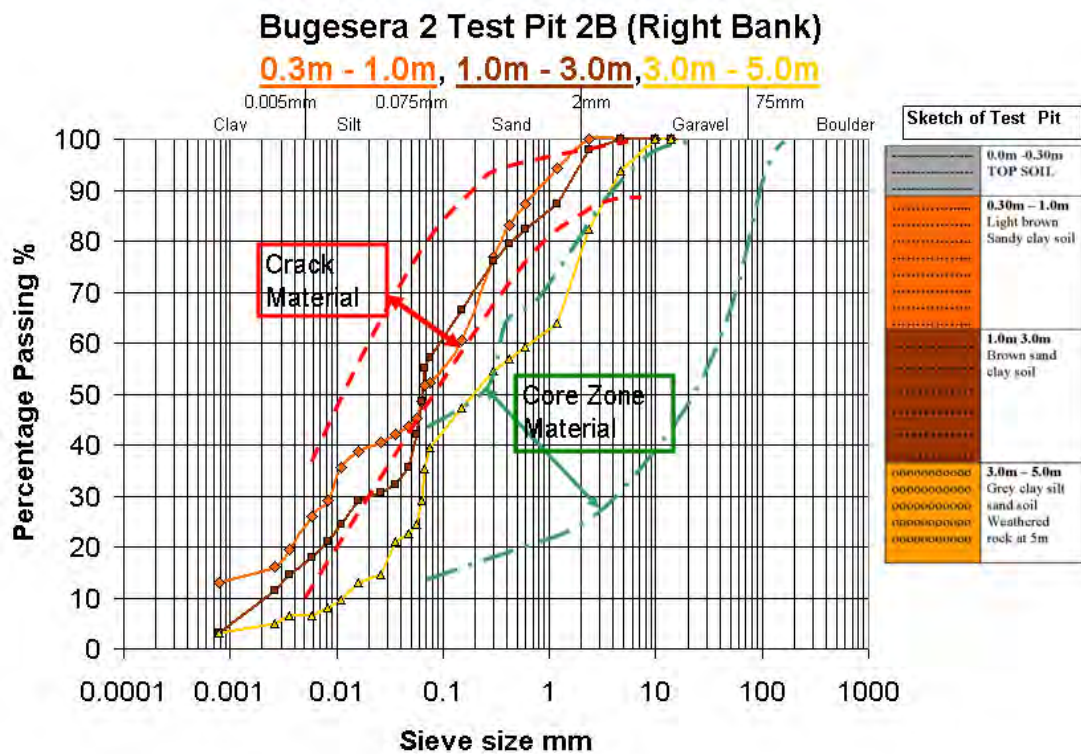


| | 0.2m-2m | 2m-4m | 4m-5m |
|------|---------|-------|-------|
| 液性限界 | 35.2 | 32.6 | 25.9 |
| 塑性指数 | 16.3 | 16.9 | 11.3 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CL | CL |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.43 ブゲセラ 2 土質試験結果(1)

不透水性材料として、妥当である。

| | Test performed | Test Results | | |
|---|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Right Bank Test Pit Depth (m) | Gashora 2B 0.30m-1.0m | Gashora 2B 1.0m-3.0m | Gashora 2B 3.0m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 10.5 | 11.8 | 4.6 |
| 3 | Atterberg i)Liquid Limit % | 30.4 | 33.1 | 26.3 |
| | ii)Plastic Limit % | 15.6 | 17.6 | 15.9 |
| | iii)Plasticity Index % | 14.8 | 15.5 | 10.4 |
| 4 | Specific Gravity | 2.68 | 2.67 | 2.7 |



塑性図より

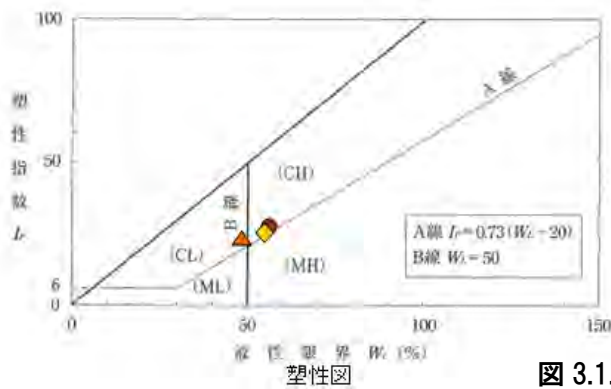
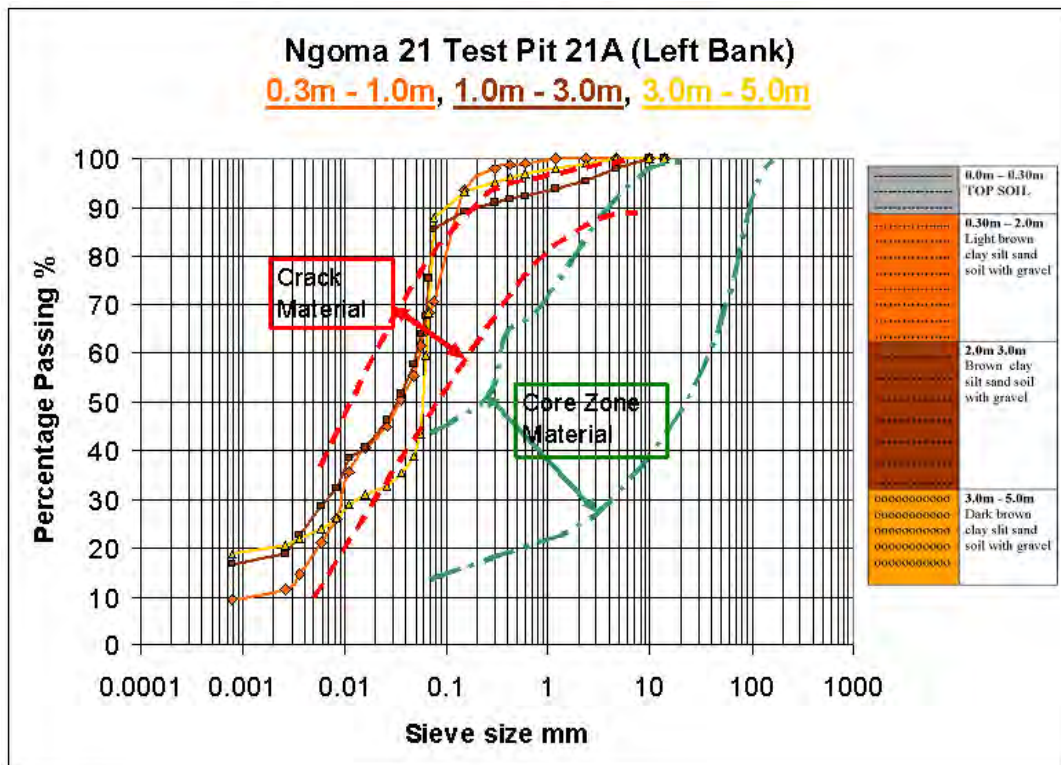
| | 0.3m-1m | 1m-3m | 3m-5m |
|------|---------|-------|-------|
| 液性限界 | 30.4 | 33.1 | 26.3 |
| 塑性指数 | 14.8 | 15.5 | 10.4 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CL | CL |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.44 ブゲセラ 2 土質試験結果(2)

不透水性材料として、妥当である。

また、両岸の材質はほぼ同様であり、河床部をのぞいて遮水材料として使用可能である。ただし、現場含水比が小さいので、築堤時には加水する必要がある、施工に配慮が必要。

| 表 3.1.5 Ngoma 21 Testpit 21A (Left Bank) Laboratory Test | | | | |
|--|------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Test performed | | Test Results | | |
| 1 | Left Bank Test Pit Depth (m) | Ngoma 21A 0.30m-1.0m | Ngoma 21A 1.0m-3.0m | Ngoma 21A 3.0m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 12.5 | 10.8 | 13.6 |
| 3 | Atterberg i)Liquid Limit % | 48.9 | 56.6 | 54.9 |
| | ii)Plastic Limit % | 25.4 | 28.8 | 27.9 |
| | iii)Plasticity Index % | 23.5 | 27.8 | 27 |
| 4 | Specific Gravity | 2.65 | 2.66 | 2.65 |



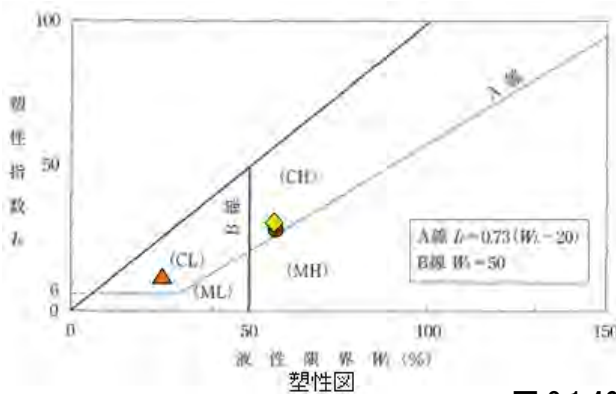
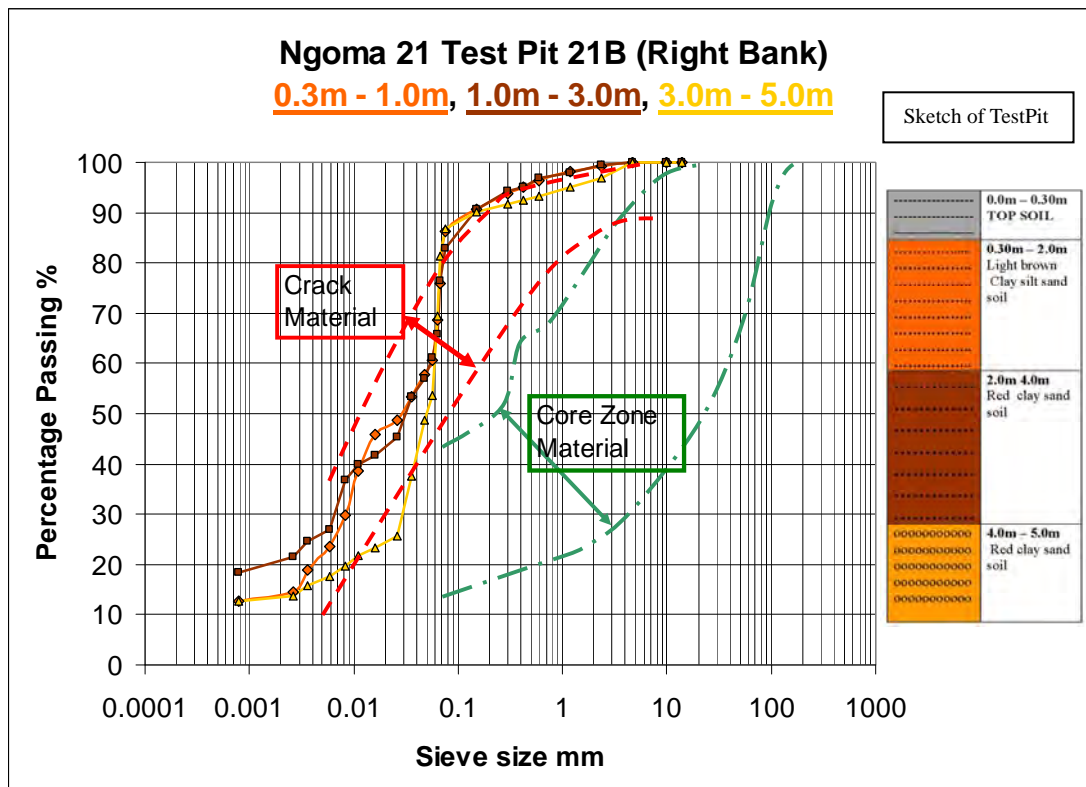
塑性図より

| | 0.3m-1m | 1m-3m | 3m-5m |
|------|---------|-------|-------|
| 液性限界 | 48.9 | 56.6 | 54.9 |
| 塑性指数 | 23.5 | 27.8 | 27 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CH | CH |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.45 ンゴマ 21 土質試験結果(1)

不透水性材料として、妥当である。

| Test performed | | Test Results | | |
|----------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Right Bank Test Pit Depth (m) | Ngoma 21B 0.30m-1.0m | Ngoma 21B 1.0m-3.0m | Ngoma 21B 3.0m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 12.5 | 14.6 | 16.5 |
| 3 | Atterberg i) Liquid Limit % | 34.2 | 57.7 | 57.6 |
| | ii) Plastic Limit % | 19.7 | 29.3 | 28.9 |
| | iii) Plasticity Index % | 14.5 | 28.4 | 28.7 |
| 4 | Specific Gravity | 2.67 | 2.64 | 2.64 |



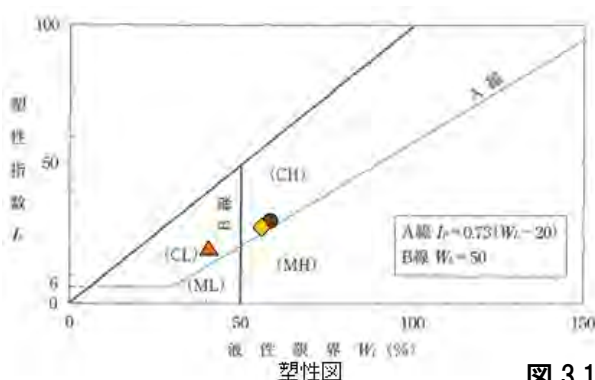
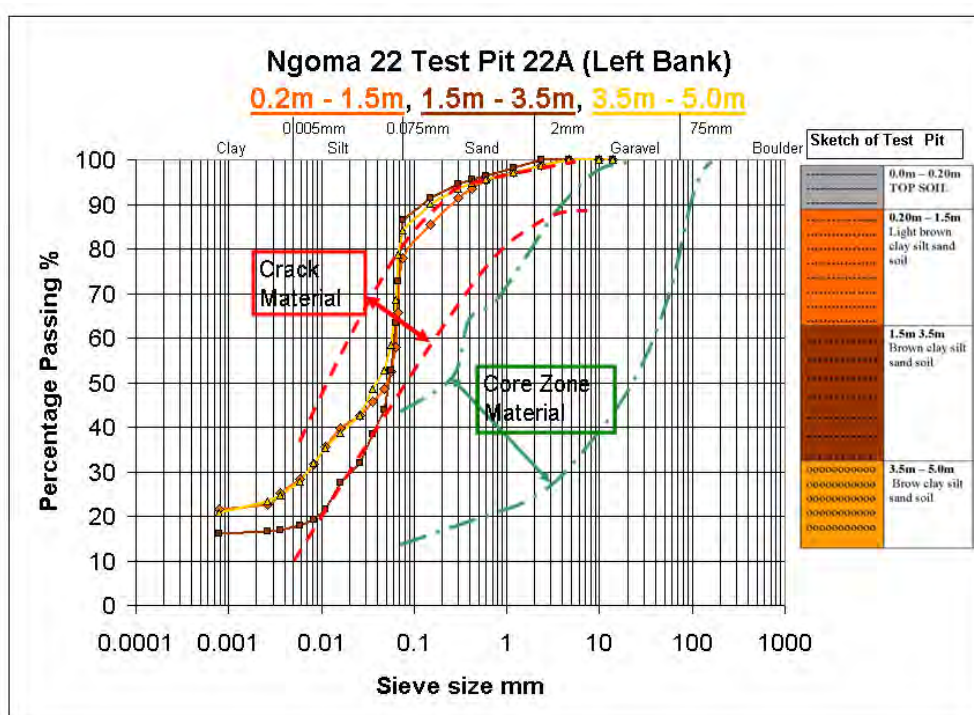
塑性図より

| | 0.3m-1m | 1m-3m | 3m-5m |
|------|---------|-------|-------|
| 液性限界 | 34.2 | 57.7 | 57.6 |
| 塑性指数 | 14.5 | 28.4 | 28.7 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CH | CH |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.46 ンゴマ 21 土質試験結果(2)

不透水性材料として、妥当である。また、両岸の材質はほぼ同様であり、河床部をのぞいて遮水材料として使用可能である。

| Test performed | | Test Results | | |
|----------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Left Bank Test Pit Depth (m) | Ngoma22A 0.20m-1.5m | Ngoma22A 1.5m-3.5m | Ngom 22A 3.5m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 9.6 | 10.4 | 11.6 |
| 3 | Atterberg i)Liquid Limit % | 40.9 | 58.6 | 55.6 |
| | ii)Plastic Limit % | 19.2 | 28.7 | 27.9 |
| | iii)Plasticity Index % | 21.7 | 29.9 | 27.7 |
| 4 | Specific Gravity | 2.65 | 2.66 | 2.7 |



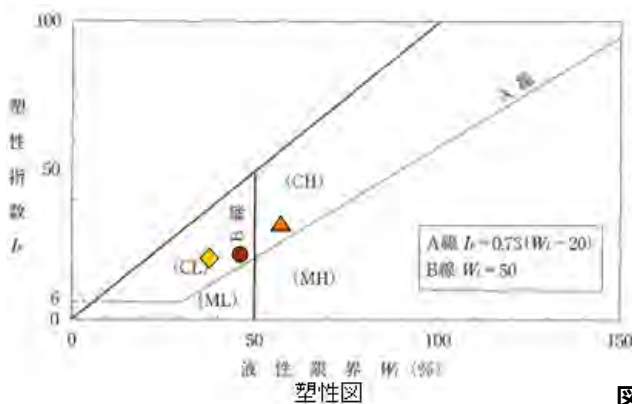
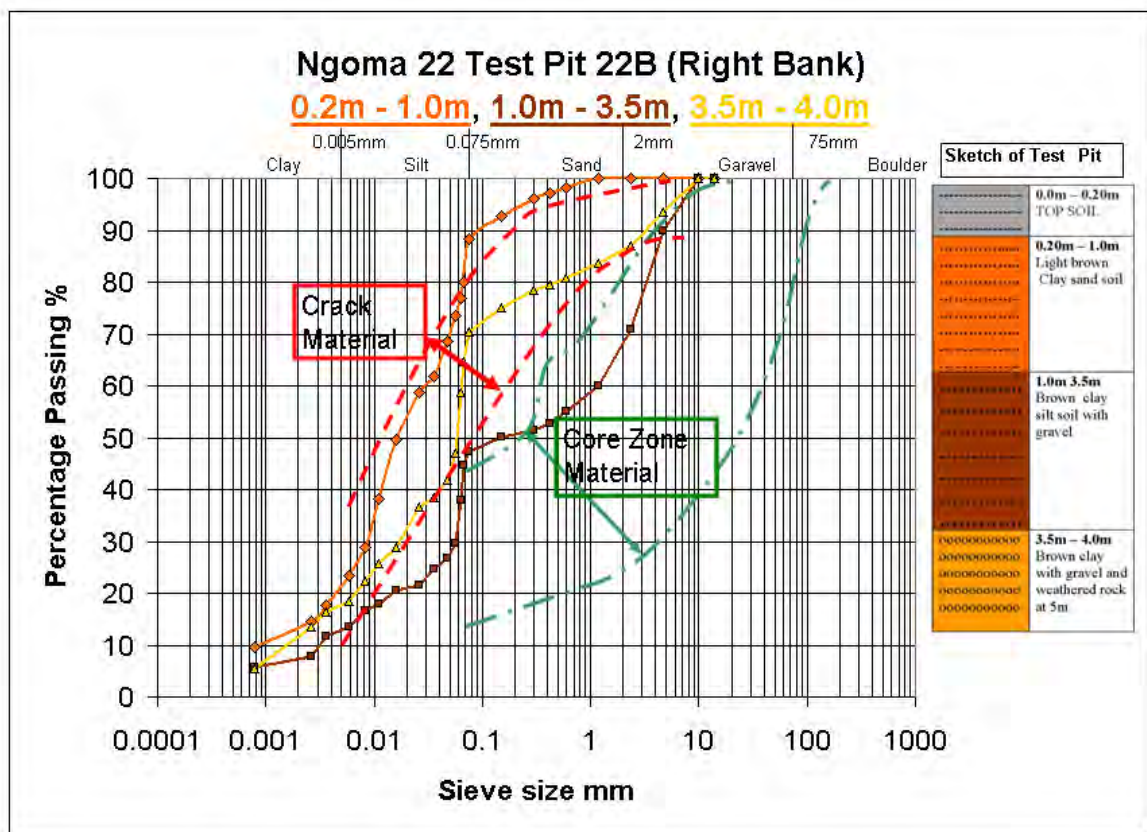
塑性図より

| | 0.2m-1.5m | 1.5m-3.5m | 3.5m-5m |
|------|-----------|-----------|---------|
| 液性限界 | 40.9 | 58.6 | 55.6 |
| 塑性指数 | 21.7 | 29.9 | 27.7 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CH | CH |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.47 ンゴマ 22 土質試験結果(1)

不透水性材料として妥当である。

| Test performed | | Test Results | | |
|----------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Right Bank Test Pit Depth (m) | Ngoma 22B 0.20m-1.0m | Ngoma 22B 1.0m-3.5m | Ngoma 22B 3.5m-4.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 7.6 | 9.6 | 6.8 |
| 3 | i)Liquid Limit % | 57.9 | 44.7 | 38.4 |
| | ii)Plastic Limit % | 27.5 | 22.8 | 17.6 |
| | iii)Plasticity Index % | 30.4 | 21.9 | 20.8 |
| 4 | Specific Gravity | 2.65 | 2.63 | 2.7 |



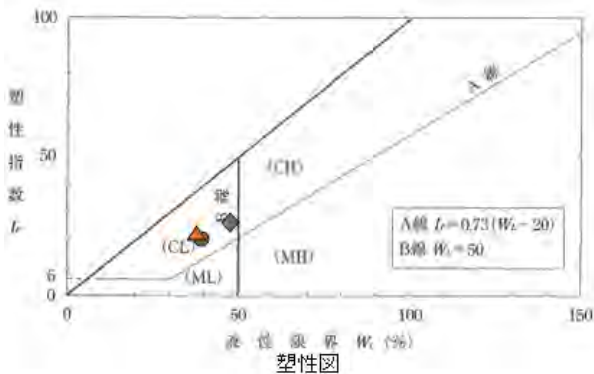
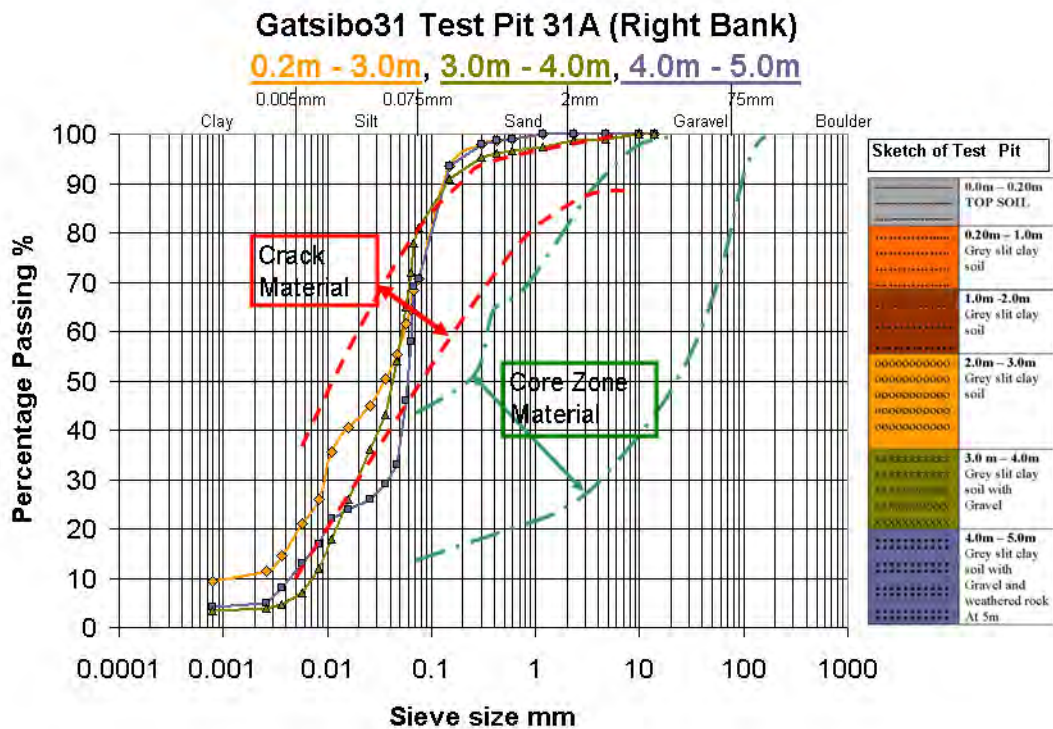
塑性図より

| | 0.2m-1.5m | 1.5m-3.5m | 3.5m-4m |
|------|-----------|-----------|---------|
| 液性限界 | 57.9 | 44.7 | 38.4 |
| 塑性指数 | 30.4 | 21.9 | 20.8 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CH | CL | CL |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.48 ンゴマ 22 土質試験結果(2)

左岸と右岸の状況が異なり、左岸は5 mまで粘性土が続く。一方、右岸は左岸に比べやや含水比は高いが礫混りであり、深度5 m以深では風化岩盤であり、土取場は左岸側が有利。

| Test performed | | Test Results | | |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Right Bank Test Pit Depth (m) | Gatsibo31A 0.20m-3.0m | Gatsibo31A 3.0m-4.0m | Gatsibo31A 4.0m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 8.6 | 10.4 | 7.5 |
| 3 | Atterberg i)Liquid Limit % | 38.8 | 39.5 | 47.9 |
| | ii)Plastic Limit % | 17.5 | 18.5 | 23.9 |
| | iii)Plasticity Index % | 21.3 | 21 | 24 |
| 4 | Specific Gravity | 2.7 | 2.68 | 2.64 |



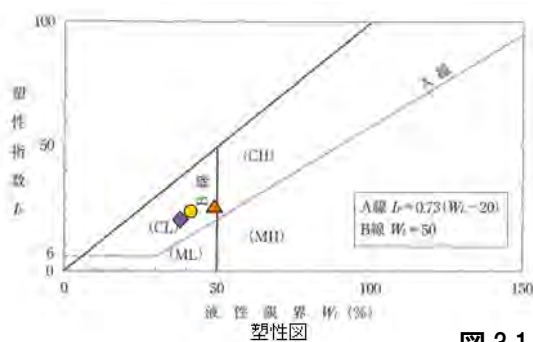
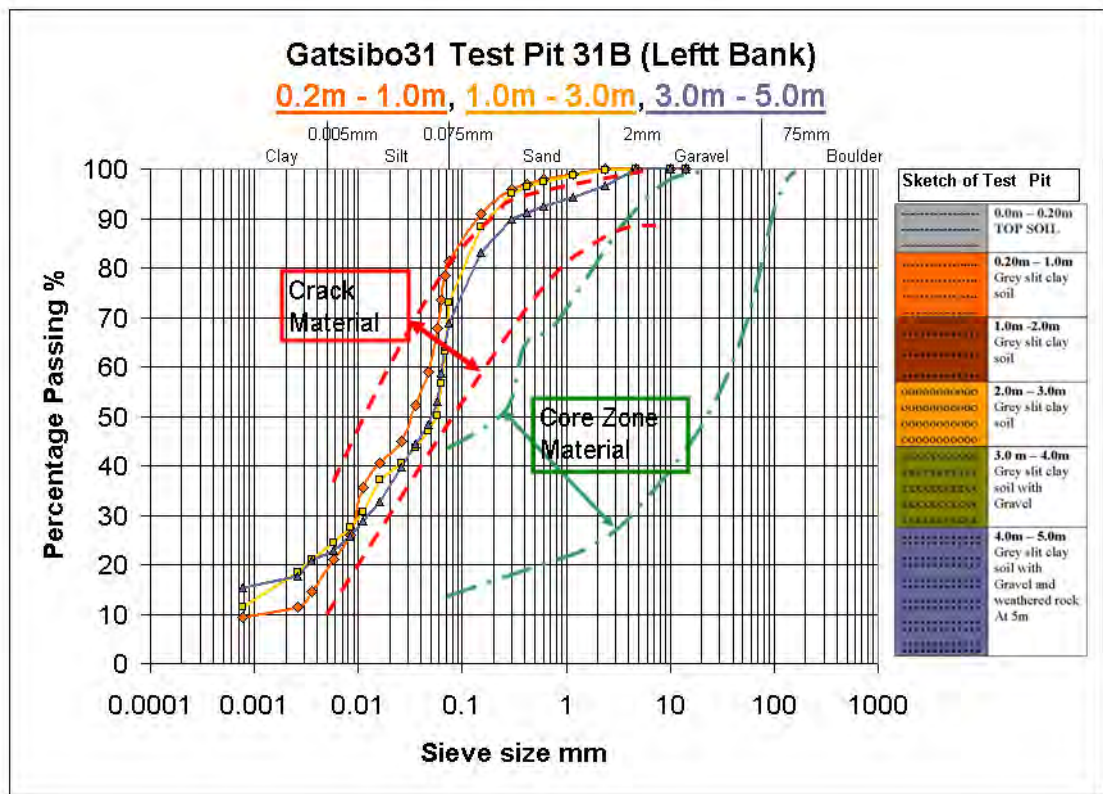
塑性図より

| | 0.2m-3m | 3m-4m | 4m-5m |
|------|---------|-------|-------|
| 液性限界 | 38.8 | 39.5 | 47.9 |
| 塑性指数 | 21.3 | 21 | 24 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CL | CL |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.49 ガツィボ 31 土質試験結果(1)

自然含水比がかなり小さい。4 m以深は風化岩であり、施工性が良くない。

| Test performed | | Test Results | | |
|----------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Left Bank Test Pit Depth (m) | Gatsibo31B 0.20 -1.0m | Gatsibo31B 1.0m-3.0m | Gatsibo31B 3.0m-5.0m |
| 2 | Natural Moisture Content % | 10.4 | 11.9 | 6.2 |
| 3 | Atterberg | | | |
| | i)Liquid Limit % | 48.6 | 40.2 | 37.2 |
| | ii)Plastic Limit % | 24.8 | 17.6 | 16.7 |
| | iii)Plasticity Index % | 23.8 | 22.6 | 20.5 |
| 4 | Specific Gravity | 2.66 | 2.67 | 2.69 |



塑性図より

| | 0. 2m-1m | 1m-3m | 3m-5m |
|------|----------|-------|-------|
| 液性限界 | 48.6 | 40.2 | 37.2 |
| 塑性指数 | 23.8 | 22.6 | 20.5 |
| マーク | ▲ | ● | ◆ |
| 土質分類 | CL | CL | CL |
| | 粘土 | 粘土 | 粘土 |

図 3.1.50 ガツィボ 31 土質試験結果(2)

両岸のテストピットとも 5 m 以深は風化岩であり、築堤材料としては使えない。また、自然含水比がほとんど 10 % 以下であり、施工時の加水含水比調整が困難な材料である。

表 3.1.11 土質試験結果の総括

| サイト | ブゲセラ2 ガショラ | ガツイボ31 ルガラマ | ンゴマ21 レメラ | ンゴマ22 ルレンゲ |
|------------|--|---|---|--|
| 土粒子の単位体積重量 | 2.65～2.70の土粒子単位体積重量としての一般値を示し、起源鉱物あるいは粘土鉱物の特異性を示唆するものはない。 | | | |
| 自然含水比 | <p>全般論として、細粒分含有率が少なくなれば自然含水比が低くなるという意味で、細粒分含有率と自然含水比の間には正の相関関係がある。「熱帯地方」という枠組みの中でルワンダ国での今回の試験結果を捉えるために、マレーシア国での経験データと比較した。試験結果は上述の相関性の上に乗るものであり、当該試料の粒度状態に対応した自然含水比という形で理解すべきものと考えられる。自然含水比状態に対する降雨量の影響は、塑性限界と自然含水比の強い相関性から、一降雨量が同程度であるが故に明瞭な相関性が現れたとも考えられるが直接的には現れておらず、土の物性が自然含水比状態を決定しているものと推測される。</p> <p>また、最適含水比が塑性限界よりも3%～5%程度低くなるという一般的な粘性土の締め固め特性に基づき、塑性限界の含水比から最適含水比を推測し自然含水比と対比すると、自然含水比は概ね最適含水比付近にあるものから最適含水比よりも15%程度乾燥側にあるものまであり、変化幅が大きいものと考えられる。自然含水比の深度依存性を見てみた。左上がりの相関性を期待したが、中にこの傾向を示すものがあるものの、0.42mm以下細粒分の塑性限界含水比に基づき最適含水比を推定するという手法の限界もあり、全体の傾向性は見いだし得ない。</p> | | | |
| | 自然含水比は約5%～12%を示す。最適含水比付近～最適含水比よりも数%乾燥側の状態にあるものと推測される。 | 自然含水比は約7%～12%を示す。最適含水比付近～最適含水比よりも10%強乾燥側の状態にあるものと推測される。 | 自然含水比は約11%～17%を示す。最適含水比～2.3%～最適含水比よりも15%弱乾燥側の状態にあるものと推測される。 | 自然含水比は約7%～12%を示す。最適含水比～5.6%～最適含水比よりも15%程度乾燥側の状態にあるものと推測される。 |
| 粒度 | <p>熱帯の気象条件と数千年～億年単位の地質年代の古さが重なると、細粒土は粘土化が極限近くまで進行し、砂、礫をほとんど含まず大半が粘土、シルト分から構成されるようになるのが、熱帯地方における一面の特徴である。Gashora地区を除く3地区にこの特徴が顕著に現れており、3地区の粒度試験結果では、粘土、シルト分が70%～90%を占めている。</p> <p>土の透水性は、粘土、シルトの細粒分含有量に左右される。締め固められた土層が不透水性を示す目安は、細粒分含有量15%程度、とされている。これに照らせば、試験試料の全てが不透水性土であると考えられる。</p> <p>粘土粒子は薄片状であるのに対し、シルト粒子は粉末状のイメージで捉えられる。このため、電気的な拘束を受ける粘土中の間隙水に比べ、これを受けないシルト中の間隙水はより不安定となる。従ってシルトの特徴が卓越する土では、せん断強度、施工性が含水比状態に大きく影響される。試験結果の粒度曲線中には、シルト相当粒度範囲で極端な立ち上がりを示すものがあり、要注意である。</p> | | | |
| | 粘土、シルト分含有量は約40%～60%と、4試料中で最も少ない。粒度曲線は滑らかで数ミリ程度の細礫まで含む。粒度面から見て強度的にも優れているものと推測される。 | 粘土、シルト分含有量が約70%～80%を示す一方、粘土分含有量には約7%～30%の幅がある。Gatsibo Aは、粘土分含有量が少なく粒度曲線はシルト相当範囲で急激な立ち上がりを示し、取り扱い上、要注意である。 | 粘土、シルト分含有量が約80%～90%、粘土分含有量は約20%～30%を示す。粒度上の均質性が高いが、粒度曲線はS字上を呈し砂分以上の含有量が少ないので、せん断強度は細粒分の締め固め程度に支配されたものとなる。 | 粘土、シルト分含有量が約45%～90%を示す一方、粘土分含有量は約17%～30%と安定している。Rulenge Bには、10mm程度の礫までを含んだ粒度分布のよいものもある。テストピットが岩脈上に位置したことによるものと考えられる。 |
| コンシステンシー | 試験結果全体では低塑性のものが卓越し、統一土質分類はCLが主体となる。「低塑性」を言い替えば、「より弾性的」となるので、せん断強度面では比較的優れているものと推測される。 | | | |
| | 塑性指数は約11～17を示す低塑性の砂質粘性土である。低塑性は、砂分、シルト分含有の影響が試験結果に現れたことによるものと推測される。 統一土質分類 CL (-0.42mmについて) | 塑性指数は約21～24を示す中塑性のシルト質粘土である。粘土分の多寡は塑性指数に現れていない。 統一土質分類 CL (-0.42mmについて) | 塑性指数は約14～29を示す。塑性指数30弱の高塑性のものが主体となるシルト質粘土である。 統一土質分類 CH、一部 CL (-0.42mmについて) | 塑性指数は約21～31を示す。塑性指数30前後の高塑性のものと、20強の中塑性のものからなるシルト質粘土である。 統一土質分類 CH及びCL (-0.42mmについて) |