

マラウイ共和国
リロングウェ西地区地下水開発計画
基本設計調査報告書

平成17年 6月
(2005年)

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部

無償
JR
05-073

序 文

日本国政府は、マラウイ共和国政府の要請に基づき、同国のリロングウェ西地区地下水開発計画にかかる基本設計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16年10月25日から、12月22日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、マラウイ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ました。帰国後の国内作業の後、平成17年4月20日から4月29日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、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。

最後に、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17年6月

独立行政法人国際協力機構

理事 小島 誠二

伝達状

今般、マラウイ共和国におけるリロングウェ西地区地下水開発計画基本設計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16年10月より平成17年6月までの8ヵ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、マラウイ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。

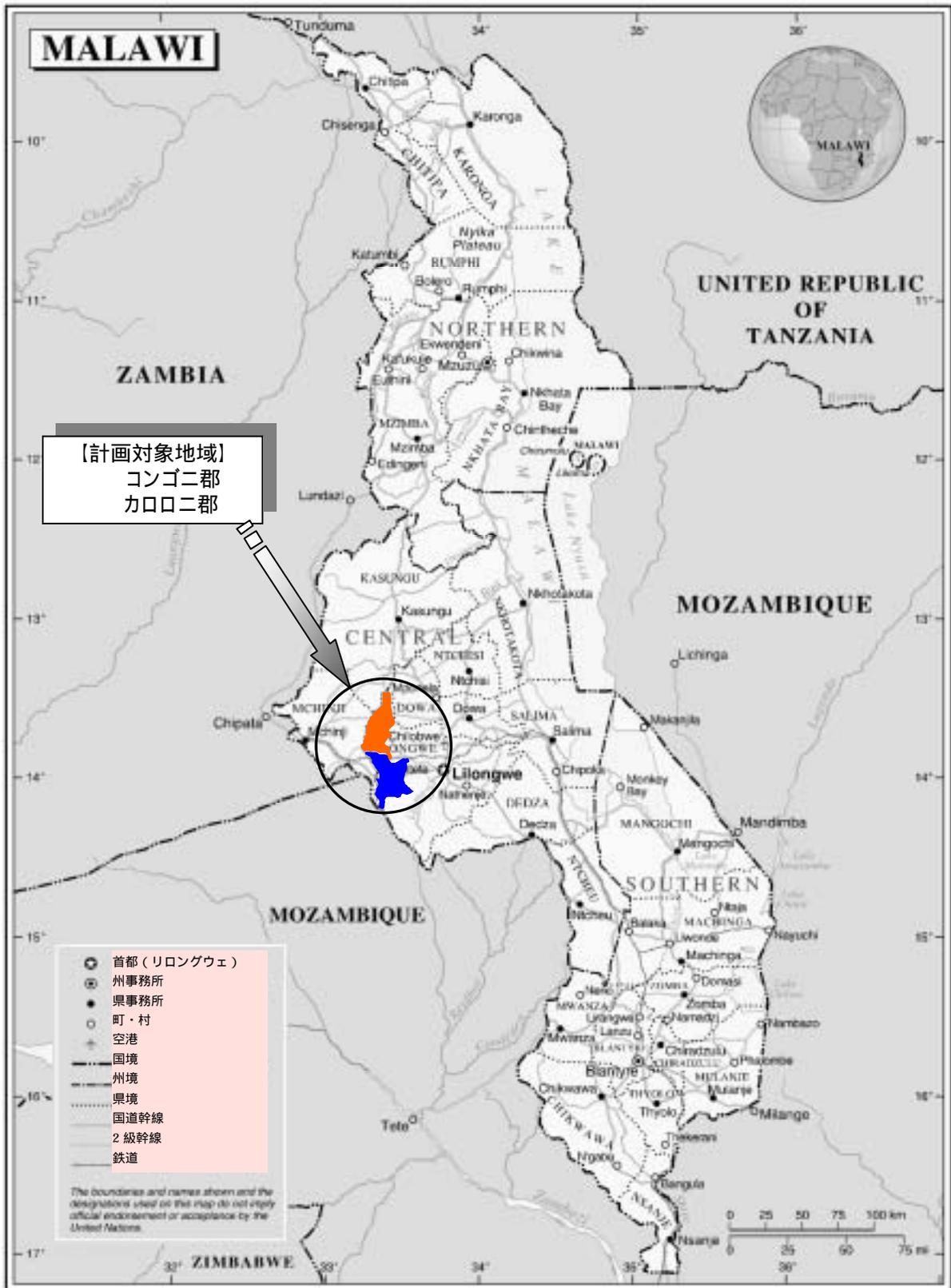
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成17年6月

日本技術開発株式会社

マラウイ共和国
リロングウェ西地区地下水開発計画
基本設計調査団

業務主任 山貝 廣海

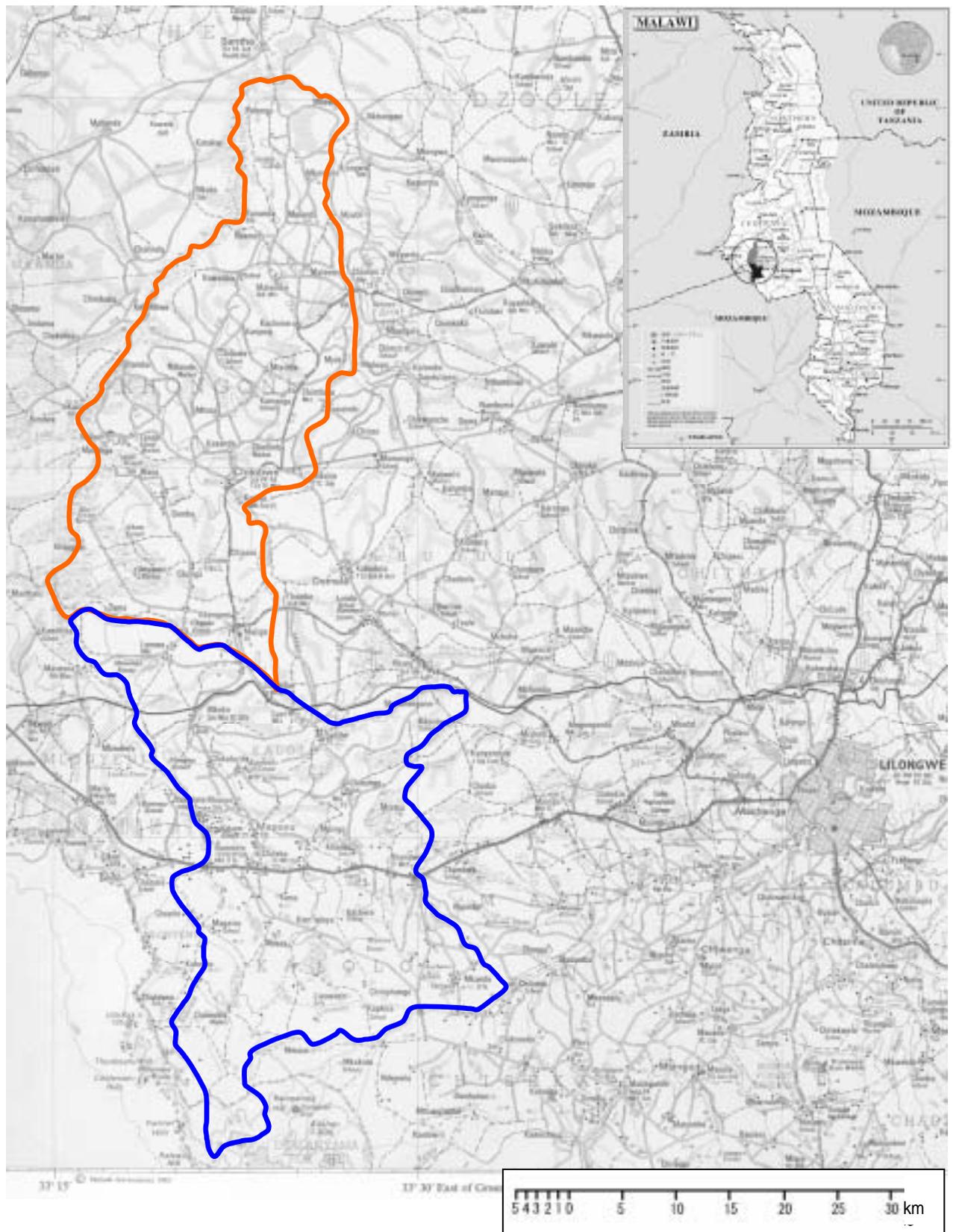


【計画対象地域】
 コンゴニ郡
 カロンゴ郡

- 首都 (リロングウェ)
- 州事務所
- 県事務所
- 町・村
- ✈ 空港
- 国境
- - 州境
- 県境
- 国道幹線
- - 2 級幹線
- 鉄道

マラウイ国 基礎情報

首 都 : リロングウェ 言語 (公用語) : チェワ語、英語 面積 : 11.8 万 km² (日本の 0.3 倍)
 総人口 : 1,100 万人 (2003 年世銀推計) 平均人口増加率 (1987-1998 年) : 約 2%
 経済指標 : GNI (国民総所得) : 17 億ドル (160 ドル / 人 : 2002 年世銀)
 GDP (国民総生産) : 19 億ドル (178 ドル / 人)
 GDP 構成比 : 農業 36.5%、工業 14.8%、サービス 48.7%
 社会状況 : 宗教 : キリスト教半数・その他イスラム教・伝統宗教、平均寿命 : 37.5 才、5 才以下死亡率 : 18.2%
 15 才以上の識字率 : 61.8%、HIV 感染率 (女性 15-24 才) : 15%
 自然状況 : 対象地域の気候 : 熱帯性サバンナ気候、年間降雨量 : 700 ~ 1,000mm、雨季 12 月 ~ 翌年 3 月



プロジェクトサイト位置図



給水事情

コンゴニ 郡 Khofi 村
(要請No.128,人口341)

水位が低く6 mまで掘り下げた浅井戸。急なスロープは危険であり、男性が水汲みを行う場合もある。

水の濁りが著しく、特に雨期には表流水が流入する



現況の給水施設（浅井戸）

コンゴニ郡 Kakoloweko村
(要請No.121)

1970年代に深井戸が建設されたが、98年以降故障したままであり、従来の浅井戸を使用している。

現在は住民の給水施設委員会はなく、維持管理のトレーニングも受けていない。



計画地域西縁のナミテテ川

飲料水源としても利用されているが、不衛生でありコレラ等の水因性疾病の発生原因となっている。



道路状況（カロロ 郡南部）

村落へのアクセスは概ね良好であるが、雨期には泥濘化し、大型車の通行は不能となるため、施工計画に配慮。乾期でも老朽化した木橋は注意を要する。

サイトへのアクセス道路は、マラウイ国側で改修するが、住民協力で可能な軽微な改修のみである。



老朽化した木橋



過去の無償資金協力による調達機材

機材は、水資源開発省傘下の深井戸建設基金（BCF）により運営・維持管理されている。修理費は、省からの受託収入の約8-10%程度が充てられている。

手前：深井戸掘削機(2001年度)
奥：揚水試験車両(1997年度)



啓発普及員（水資源開発省、保健省等の地方職員）によるCBM活動

深井戸建設の前から開始し、給水施設委員会(10名)の選出後、深井戸の希望位置を選定し、組織運営、衛生的生活習慣、井戸管理費の徴収・保管等が住民参加手法を導入しながら指導される。

ポンプ管理人(委員の内3名)に対する技術指導も行う。

図表リスト

図

図 1 - 1 - 1	飲料水の水源別構成比	1 - 2
図 2 - 1 - 1	実施期間組織図	2 - 1
図 2 - 1 - 2	地方分権政策に基づく県の組織	2 - 2
図 2 - 1 - 3	井戸のポンプ分布図	2 - 6
図 2 - 1 - 4	対象地域内の既存井戸稼働状況	2 - 7
図 2 - 2 - 1	リロンゲ県的主要道路網図	2 - 16
図 2 - 2 - 2	計画対象地域の水系分布図及び年間降雨量	2 - 17
図 2 - 2 - 3	月別平均降水量と平均気温（1994-2004 年）	2 - 18
図 2 - 2 - 4	年間降雨量の推移（1994-2004 年）	2 - 18
図 2 - 2 - 5	地形区分図	2 - 21
図 2 - 2 - 6	地質図	2 - 23
図 2 - 2 - 7	風化岩層中の滞水層模式図	2 - 25
図 2 - 2 - 8	水利地質図	2 - 26
図 2 - 2 - 9	電気探査位置図	2 - 30
図 2 - 2 - 10 (1)	比抵抗断面図	2 - 32
図 2 - 2 - 10 (2)	比抵抗断面図	2 - 33
図 2 - 2 - 10 (3)	比抵抗断面図	2 - 34
図 2 - 2 - 11	カロ口郡 Mtsina/Kalata 村における水平探査結果例	2 - 37
図 2 - 2 - 12	コンゴニ郡 Chimonboli 村における比抵抗 2 次元探査 の比抵抗断面図	2 - 38
図 2 - 2 - 13	水質試験採水地点位置図	2 - 43
図 2 - 2 - 14	大腸菌、一般細菌汚染状況水源別頻度分布図	2 - 44
図 3 - 2 - 1	安全な水の給水率分布	3 - 8
図 3 - 2 - 2	期別深井戸建設計画（カロ口郡）	3 - 28
図 3 - 2 - 3	期別深井戸建設計画（コンゴニ郡）	3 - 29
図 3 - 2 - 4	計画対象地域の基盤地質概念図	3 - 32
図 3 - 2 - 5	深井戸掘削標準断面図	3 - 49
図 3 - 2 - 6	深井戸付帯構造物 平面・断面図	3 - 50
図 3 - 2 - 7	深井戸構造物廻りの木製フェンス及び 排水路 平面図・立面図・断面図（参考図）	3 - 51
図 3 - 2 - 8	深井戸付帯構造物廻りの木製フェンス及び 排水柵 平面図・立面図・断面図（参考図）	3 - 52
図 3 - 2 - 9	施工体制（1 年目工事）	3 - 56
図 3 - 2 - 10	施工体制（2 年目及び 3 年目）	3 58
図 3 - 2 - 11	CBM 研修工程	3 74

表

表 1 - 3 - 1	我が国の無償資金協力による地方給水プロジェクト	1 - 7
表 1 - 4 - 1	地方給水分野における開発支援プロジェクト	1 9
表 2 - 1 - 1	水資源開発省の予算推移	2 - 4
表 2 - 1 - 2	建設年代別/出資者別の井戸	2 - 8
表 2 - 1 - 3	要請村落における深井戸の状況	2 - 8
表 2 - 1 - 4	既存深井戸のポンプ種類	2 - 9
表 2 - 1 - 5	修復可能な深井戸の内訳	2 - 10
表 2 - 1 - 6	修復が出来ない深井戸の内訳	2 - 10
表 2 - 1 - 7	既存深井戸における管理の状況	2 - 11
表 2 - 1 - 8	過去の無償資金協力による調達機材の稼動状況	2 - 12
表 2 - 1 - 9	過去の無償資金協力による調達機械の状況	2 - 13
表 2 - 2 - 1	平均降雨量と平均気温 (1994 年 ~ 2004 年)	2 - 18
表 2 - 2 - 2	流域毎の流出量及び流出係数	2 - 19
表 2 - 2 - 3	電気探査調査地点の内訳	2 - 28
表 2 - 2 - 4	電気探査測定機器仕様	2 29
表 2 - 2 - 5	電気探査結果一覧表	2 - 31
表 2 - 2 - 6	既存井戸付近での電気探査結果	2 - 40
表 2 - 2 - 7	水質試験の水源別内訳	2 - 41
表 2 - 2 - 8	主な社会状況調査結果	2 45
表 2 - 2 - 9	就業区分	2 - 45
表 2 - 2 - 1 0	過去 1 2 ヶ月の世帯収入	2 - 45
表 2 - 2 - 1 1	水因性疾病の罹患状況	2 - 46
表 2 - 2 - 1 2	保健センター毎の担当範囲	2 - 47
表 2 - 2 - 1 3	保健センター毎のコレラ、赤痢患者数	2 - 48
表 3 - 1 - 1	協力対象事業による給水率向上の目標	3 - 2
表 3 - 2 - 1	MoWD 所有深井戸掘削機材の実積 (成功井戸本数)	3 - 9
表 3 - 2 - 2	マラウイ国の主要井戸掘削会社	3 - 10
表 3 - 2 - 3	協力対象村落 (郡) の選定	3 - 27
表 3 - 2 - 4	村落人口規模と深井戸の必要数及び計画数	3 - 27
表 3 - 2 - 5	隣接地域 (ムチンジ地区地下水開発計画) における施工実績	3 - 30
表 3 - 2 - 6	自然条件調査結果に基づく深井戸掘削深度と成功率	3 - 31
表 3 - 2 - 7	郡別各期の井戸建設計画	3 - 34
表 3 - 2 - 8	機材計画	3 - 36
表 3 - 2 - 9	深井戸建設工事標準車両編成	3 - 37
表 3 - 2 - 1 0 (1)	資機材の仕様及び数量	3 - 44
表 3 - 2 - 1 0 (2)	資機材の仕様及び数量	3 - 45
表 3 - 2 - 1 1	ナミテテ基地の整備内容	3 - 55

表 3 - 2 - 1 2	深井戸工事における主要機材と車輛の標準編成（1年目工事）	3 - 56
表 3 - 2 - 1 3	深井戸工事における主要機材と 車輛の標準編成（2年目、3年目工事）	3 - 58
表 3 - 2 - 1 4	資材運搬トラックの運用計画（2年目以降工事）	3 - 59
表 3 - 2 - 1 5	施工区分一覧表	3 - 61
表 3 - 2 - 1 6	品質管理に係る分析・試験方法（深井戸工事）	3 - 63
表 3 - 2 - 1 7	品質管理に係る分析・試験方法（付帯構造物工事）	3 - 64
表 3 - 2 - 1 8	ソフトコンポーネント活動表	3 - 72
表 3 - 2 - 1 9	ソフトコンポーネント実施工程表	3 73
表 3 - 2 - 2 0	各期の成果品	3 74
表 3 - 2 - 2 1	業務実施工程表	3 77
表 3 - 2 - 2 2	掘削・揚水試験1班の機材に対する維持修理費	3 89
表 4 - 1 - 1	実施計画による効果と現状改善の程度	4 1

略語表

ADC	: Area Development Committee	地域開発委員会
AEC	: Area Executive Committee	地域執行委員会
AfDB	: African Development Bank	アフリカ開発銀行
BCF	: Borehole Construction Fund	深井戸建設基金
BH	: Borehole	深井戸
CBM	: Community Based Management	村落主体の給水施設維持管理
CDA	: Community Development Assistant	地域開発アシスタント
CDP	: Community Development Plan	コミュニティ開発計画
CIDA	: Canadian International Development Agency	カナダ国際開発庁
DB	: Data Base	データベース
DC	: District Commissioner	県長官
DCT	: District Coordination Team	県調整チーム
DDP	: District Development Plan	県開発計画
DEC	: District Executive Committee	県執行委員会
DHO	: District Health Office	県保健事務所
DPD	: Director of Planning and Development	計画・開発局長
EU	: European Union	欧州連合
GIS	: Geographical Information Systems	地理情報システム
GNI	: Gross National Income	国民総所得
GNP	: Gross National Product	国民総生産
GPS	: Global Positioning System	全地球測位システム
GVM	: Gross Vehicle Mass	車両総重量
HA	: Health Assistant	保健員
HMIS	: Health Management Information System	健康管理情報システム
HSA	: Health Surveillance Assistant	保健調査員
IDA	: International Development Association	国際開発協会(第二世銀)
JICA	: Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JSRM	: Joint Sector Review Meeting	セクター合同レビューミーティング
KfW	: Kreditanstalt fur Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
lpcd	: liter per capita a day	一日当りのリットル
MASAF	: Malawi Social Action Fund	マラウイ社会活動基金
MDGs	: Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MoH	: Ministry of Health	保健省
MoWCCS	: Ministry of Women, Child Welfare and Community Services	女性・児童・地域社会省

MoWD	: Ministry of Water Development	水資源開発省
MPRS	: Malawi Poverty Reduction Strategy	マラウイ貧困削減戦略
NGO	: Non Governmental Organization	非政府組織
NORAD	: Norwegian Agency for Develop Cooperation	ノルウェー開発協力庁
NSO	: National Statistics Office	政府統計局
NWDP	: National Water Development Project	国家水開発プロジェクト
OJT	: On the Job Training	オンザジョブトレーニング
PC	: Pump Caretaker	ポンプ管理人
PRSP	: Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略書
PSW	: Protected Shallow Well	保護浅井戸
SW	: Shallow Well	浅井戸
TA	: Traditional Authority	伝統的首長又はその治める郡
TOT	: Training of Trainers (extension workers)	普及員養成研修
UNDP	: United Nations Development Program	国連開発計画
UNICEF	: UN International Children's Emergency Fund	国連児童基金(ユニセフ)
VHWC	: Village Health Water Committee	村落衛生・水委員会
VLOM	: Village Level Operation & Maintenance	村落レベルの維持管理
WHO	: World Health Organization	世界保健機構
WMA	: Water Monitoring Assistant	水モニタリングアシスタント
WPC	: Water Point Committee	給水施設委員会
WRD	: Water Resource Department	水資源局
WSSCC	: Water Supply and Sanitation Collaborative Council	水供給衛生協調会議
WSSD	: Water Supply and Sanitation Department	給水・衛生局

要 約

マラウイ国は、人口 1,100 万人（2003 年）の 60%以上が年収 40 ドル以下であり、特に労働人口の 85%を占める農業とその関連産業の従事者の大半が貧困層となっている。政府は 2002 年 4 月のマラウイ貧困削減戦略（MPRS）において、給水・衛生分野の目標として安全な水へのアクセス率を 65.6%(2001 年)から 84%(2005 年)に向上させることとし、水資源開発省（Ministry of Water Development: MoWD）を中心に、国際機関や NGO の支援を得ながら深井戸の新設 7,500 本、リハビリ 2,000 本、自然流下式水道施設のリハビリ 15 施設及びコミュニティレベルの給水・衛生施設維持管理能力の強化等に取り組むとしている。

深井戸が中心となる地方部の給水施設は、マラウイ国内の掘削機材や技術力の限界から水理地質条件やアクセス条件の難しい地域において普及が特に遅れ、給水率の地域間格差を生んでいる。また、給水施設に対するコミュニティレベルの維持管理（Community Based Management: CBM）プログラムは 1999 年に住民参加型手法を取り入れた改良が行われたものの、予算と普及員のキャパシティが極く限られたものであるため、維持管理体制やモニタリング活動の定着していない深井戸施設が多く、低い稼働率の原因となっている。

2004 年時点での地方給水率は依然 75%程度と推計され、MPRS の目標達成が困難なことが明らかとなったことから MoWD は 2005 年に予定される MPRS の見直しを受けて、さらに給水率向上に向けて地方給水事業を進める予定である。

MoWD は、給水率の低い地域を中心に独自予算による「深井戸分散計画」や国際支援による給水衛生プロジェクトを実施してきたが、我が国の無償資金協力による過去 4 件の地下水開発計画が成功裏に実施されている実績を踏まえ、水供給衛生協調会議（Water Supply and Sanitation Collaborative Council）の給水施設マッピング調査（2003 年）の結果、最も劣悪な給水事情を示したリロングウェ県の西地区（カロロ郡、コンゴニ郡）に対する深井戸施設の建設計画に関して 2003 年 10 月我が国に無償資金協力を要請してきた。

この要請を受け、独立行政法人国際協力機構 JICA は 2004 年 7 月に予備調査を行い、10 月 25 日から 12 月 22 日まで基本設計調査団を派遣した。調査団は、先方政府関係者との協議、サイト調査を実施し、帰国後調査結果を検討・解析のうえ、基本設計概要書に取りまとめた。この基本設計概要書説明のため、JICA は 2005 年 4 月 20 日から 4 月 29 日まで調査団を派遣した。

要請内容は、リロングウェ県西部の 2 郡 254 村落における深井戸建設と掘削機 1 式など深井戸建設関連機材の調達及びコミュニティトレーニングと普及員養成（CBM プログラム）に対する技術支援であった。調査団は、要請地域を調査対象地域とし、深井戸建設、機材調達及び技術支援の基本設計に必要な現地調査を実施した。

調査団は要請の 254 村落に対して、各サイトの人口、既存給水施設などの給水事情、水理地質条件による地下水開発の可能性、アクセス条件、村落の社会経済条件、深井戸施設に対するコミュニティの意識、他のプロジェクトとの重複等を検討し、協力対象として妥当な深井戸建設村落と建設本数を計画した。

調査対象地域では、推計人口 221,000 人余りに対して 202 箇所の深井戸施設が稼働し、深井戸

給水率 23%と給水事情が極めて劣悪であることが明らかとなっていたが、各村落の社会条件調査では、人口推計の根拠としていた 1998 年の国勢調査の対象となっていない村落がかなりあり、近年人口の社会増減も多いことから、本調査の聞き取りによる村落人口を基本として、各村落の計画対象人口とした。

既存の給水施設としては修復可能な故障した深井戸を含め、計画井戸・既存井戸とあわせて最大 500 人（将来人口 570 人）に 1 箇所（深井戸）が配置されるように施設配置計画を行った。計画給水量は、浅井戸等の現況水源での飲料水使用量に相当する一人 1 日 15 リットルとした。

水理地質条件は、大半が片麻岩地域であり、南端部の花崗岩類や片岩類の地域を含めて帯水層は風化帯の厚さに応じて大きく変化するものの、隣接するムチンジ地区の地下水開発の実績からハンドポンプによる揚水量を満足する深井戸は 90%の成功率が得られると評価できた。しかし、片麻岩のうち約 1/3 を占める石墨質片麻岩の分布する地域では高い確率で高い鉄分を含む井戸水が検出され、使用されない井戸もある。鉄分の分布は垂直方向、水平（主に東西）方向に変化して一様ではないので、本計画では掘削中に鉄分濃度を深度毎に確認して、高い鉄分を含む帯水層からの取水を避ける対策や同村落内での再掘削を行うなどの対策を講じることにより水質による不成功が発生しても全体としては 80%の成功率で深井戸建設が可能と判断した。代表的な要請村落における電気探査結果及び調査対象地域内の既存井戸建設データより、深井戸の深度は 30～80m、平均 45m と設定された。

要請村落へのアクセスは概ね問題ないが、井戸掘削機材の通行が困難な湿地や狭隘なアクセス路（5 箇所）については、施工前までにマラウイ国が住民の協力を得て改修することとした。

以上の調査結果を検討して、社会状況調査により、深井戸の受入意志のない 1 村、既存給水施設による給水が可能で 13 村および周辺の要請村落との共同利用が適当と判断された 6 村を除き、234 村（群）を無償資金協力の協力対象サイトとして選定した。

深井戸建設機材の調達の実現性と数量については、計画対象地域において効率的で十分な掘削作業を行うこと考慮しつつ、マラウイ国における民間を含めた掘削能力が量的にも質的にも不足していることを補って今後の地下水開発による地方給水事業を促進する必要性並びに実施機関の組織力、技術力及び維持管理能力等を検討して決定した。また、調査・モニタリング用機材についても、運用・維持管理計画に基づき妥当な仕様、数量を決定した。

深井戸施設の運営・維持管理は、村落レベルで施設毎に設立される給水施設委員会（WPC）が行い、県職員及び県レベルの水資源開発省職員がモニタリング及び技術的支援を行う。このための住民啓発活動は、衛生教育を含めてCBMプログラムに沿って行われるが、住民参加型手法を取り入れたマニュアルに対して、これを実行するための普及員は人数、経験とも不足している。本協力対象事業では、ソフトコンポーネントとして水資源開発省、保健省、女性・児童・地域社会省の地方職員から選出された普及員の養成及び普及員が行うコミュニティトレーニングに対して技術支援を行う。また、その一環としてWPCの維持管理に対するモチベーションの向上を目的としてWPC相互間の意見交換を行うスタディツアーを実施し、村落レベルのポンプ管理人の中からポンプの重大な故障に対しても修理できる地域修理人（エリアメカニック）を養成し、公的認証制度のもとでの民間セクターの維持管理方法の導入を試行する。

深井戸建設工事の内容

項目	要請内容・ 国家目標	基本計画	決定根拠
協力対象地域	リونغウイ県2郡 (加叻, コンゴニ郡)	リونغウイ県2郡 (加叻, コンゴニ)	WSSCC の給水施設マッピング調査成果により対象地域の安全な飲料水給水施設の普及率が極めて低いことが明らかとなり、他の大規模な深井戸建設事業が計画されていない。
深井戸建設	500 本 (要請書 2003 年) 254 村落 (予備調査 2004 年)	296 本 234 村落	予備調査で要請された協力対象地域の要請村落(254 村落)に対し、以下の村落を除外し、234 村落を対象とした。 ・既存の深井戸等で十分給水される村落 13 村落 ・人口規模や村落の複雑な境界から共同利用で計画 6 村落 ・浅井戸 2 井が最近建設され、深井戸の受入を拒否 1 村落 また、人口の多い村落では 1 本当たり現況 500 人以上とならないように同一村落に複数本(2 本 46 村、3 本 3 村、4 本 2 村、5 本 1 村)を計画した。
井戸給水諸元 1 本当たりの 利用人口 1 人当たり の給水量 運搬距離 基準揚水量	国家目標 250 人/1 本 27 lpcd 500m 以下 -	100 ~ 570 人/ 本 最低 15 lpcd 概ね 500m 以下 12 (リットル/分)	現況の飲料水使用量を深井戸で給水するため、一人 1 日 15 リットルを確保する。 基準揚水量 12 リットル/分で 1 日 12 時間利用すると 8,640 リットル / 日の揚水が可能であり、最大約 570 人に飲料水を供給できる。
掘削深度	-	30 ~ 80m 平均 45m	代表的な要請村落における電気探査の結果による帯水層基底深度から設定。対象村落内の掘削地点は、詳細設計時に給水施設委員会の選定する候補地点において、物理探査を行って最良の位置を推奨し、委員会の合意を得て決定。
成功率	-	80 %	電気探査結果による帯水層の評価と隣接地域の施工実績を対比・検討し、また対象地域に点在する高鉄分井戸を考慮して、総掘削数に対する成功井戸の割合を 80%とした。

機材調達の内容

機材名	仕様・内容	数量
・ 井戸掘削用機材 深井戸掘削機 高圧コンプレッサー	・トラック搭載型(4×4、GVM 16.5 t 以下) (最大掘削深度 100m 以上) ・トラック搭載型(4×4、GVM 16.5 t 以下) 2.0 MPa, 20 m ³ /min 以上	1 台 1 台
井戸テストロップメント・揚 水試験機材	・トラック(4×4、3t クレーン付、GVM 10t 以上、積載 3t、190 PS) ・コンプレッサー(0.7 MPa × 3.5 m ³ /min 程度) ・発電機(3相、10 KVA/ 50 Hz、AC 380V) ・水中ポンプ(揚程 50 m、吐出量 Max 100 l/min、揚水パイプ共) ・エアリフト・揚水試験ツールズ(パイプ類、ノッチ箱) ・揚水試験機材(水位測定器、PHメーター、電気伝導度計)	1 台 1 台 1 台 1 台 1 式 1 式
カーゴトラック ピックアップ 電気探査器	・4×4、GVM 13t、積載能力 5.5 t、3t クレーン付 ・シングルキャビン/ダブルキャビン各 1 台(4×4、77 PS 程度以上) ・探査深度 200m 以上(400V、1~200 mA、12V/24A、ケーブル、電極、解析ソフト)	2 台 2 台 1 組
・ 調査・モニタリング 機材 モーターバイク GPS	・オフロードタイプ、100~125 cc、10 PS 程度 ・ポータブルタイプ	3 台 2 台
GIS テクニカル運用機 器	・GIS ソフトウェア ・コンピュータ (CPU 2.4 GHz±、RAM256 MB、HD 40 GB±、CD-RW、3.5" FD、TFT 17") ・カラープリンター	1 式 1 台 1 台

本プロジェクトは、無償資金協力の3期分け事業として実施を予定する。第1期は機材調達と現地業者を活用した深井戸建設(24本)、第2期、第3期は過去の無償資金協力で調達した掘削機材と新規調達機材及び現地業者の機材を組み合わせた計3台の体制で深井戸建設(156本、116本)を行う。3期を通した工期は、実施設計・入札業務に17.7ヶ月、機材の製作、輸送、引渡に9.0ヶ月、深井戸建設(296本)に24.7ヶ月、また普及員の養成を含めたCBM活動とこれらに対する技術支援に26ヶ月を要し、全体工期としては約3年となる。本プロジェクトの実施に係る概算事業費は9.64億円(日本国側9.52億円、マラウイ国側1,230万円)である。

対象地域の深井戸給水率は、国家目標である深井戸1本当たり250人の給水に基づけば現在の推定人口221,300人に対して約23%と推定され、M P R Sの達成目標(84%)や他地域の給水率を大きく下回り、多くの住民が非衛生的で不安定な水源に依存している。本プロジェクトでは、給水施設の不十分な234村落に296本の深井戸施設(ハンドポンプ、受水エプロン、排水路、洗濯場付き)を建設することにより、1井戸250人の給水とすれば74,000人の給水人口の増加が期待され、2008年には当地域の深井戸給水率は49%に向上する。本計画では、より多くの住民に安全な飲料水を供給する目的で、現況の飲料水使用量一人1日15リットルの給水を基準に、現況500人を最大利用人口として深井戸の配置計画を行い、直接の裨益人口は132,000人となる。また、間接効果として、衛生的な給水施設の増加と利用者住民への啓発活動による施設の持続性や衛生意識の向上により、地域の水因性疾病罹患率が低減することが期待される。

さらに、機材調達によって協力対象事業の実施後に予定される水資源開発省の地下水開発計画が効率的に進められることが期待できる。一方、プロジェクトで実施する啓発活動により住民主体の運営・維持管理体制が確立し、県レベルの行政職員や地域のポンプ修理人がモニタリング等を通して村落レベルの施設の運営・維持管理をサポートする体制が構築される。

過去の無償資金協力による井戸掘削関連機材は、水資源局と傘下の深井戸建設基金(B C F)のもとで運営・維持管理されており、政府の開発予算でB C Fへの支払われる深井戸建設費から維持・修理費が賄われている。新規調達される井戸掘削機材は、老朽化した過去の調達機材に代わるものとして現況の人員と維持修理体制を引き継ぎ、持続的な運営・維持管理が確保でき、マラウイ国の地下水開発による地方給水事業を促進すると判断される。

以上の内容で本プロジェクトを実施することにより、特に給水率の低い地方の給水事情を改善し、M P R Sの国家目標(給水率84%)の目標達成に資することができる。

上記の観点から本プロジェクトを我が国の無償資金協力による協力対象事業として実施することは妥当と判断される。さらに、以下の点が改善・整備されれば本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施しうると考えられる。

- ・ 地方分権化政策のもと、給水施設のモニタリングに対して県レベル以下の組織と予算を確保し、持続的な維持管理体制を整備する。
- ・ 保健省が実施する衛生改善活動や女性・児童・地域社会省の地域振興活動との協力関係が得られ、給水施設を中心としたコミュニティの活動が活発になる。

目次

序文	
伝達状	
位置図/写真	
図表リスト/略語表	
要約	
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-2
1-1-3 社会経済状況	1-3
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-5
1-3 我が国の援助動向	1-7
1-4 他ドナーの援助動向	1-9
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-3
2-1-3 技術水準	2-5
2-1-4 既存の施設・機材	2-5
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-15
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-15
2-2-2 自然条件	2-17
2-2-3 その他(社会経済状況、水因性疾病等)	2-45
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の基本設計	3-4
3-2-1 設計方針	3-4
3-2-2 基本計画	3-22
3-2-3 基本設計図	3-46
3-2-4 施工計画/調達計画	3-53
3-2-4-1 施工方針/調達方針	3-53
3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項	3-60
3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分	3-61

3 - 2 - 4 - 4	施工監理計画/調達監理計画.....	3 - 61
3 - 2 - 4 - 5	品質管理計画.....	3 - 63
3 - 2 - 5	資機材等調達計画.....	3 - 65
3 - 2 - 6	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 67
3 - 2 - 7	実施工程.....	3 - 75
3 - 3	相手国分担事業の概要.....	3 - 78
3 - 4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 82
3 - 5	プロジェクトの概算事業費.....	3 - 87
3 - 5 - 1	協力対象事業の概算事業費.....	3 - 87
3 - 5 - 2	運営・維持管理費.....	3 - 88
3 - 6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3 - 91
第4章	プロジェクトの妥当性の検証.....	4 - 1
4 - 1	プロジェクトの効果.....	4 - 1
4 - 2	課題・提言.....	4 - 2
4 - 3	プロジェクトの妥当性.....	4 - 4
4 - 4	結論.....	4 - 4

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前計画表（基本設計時）
6. 参考資料／入手資料リスト
7. その他の資料・情報

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

マラウイ共和国（以下マラウイ国）では、1994年の「国家水開発計画」のもと、国際支援と国家事業により手押しポンプ付深井戸と沢水を利用した自然流下式水道の開発を中心とする地方給水事業を進めてきた。特に、1998年からは水資源開発省の「深井戸3,000本計画（1998～2001）」や世界銀行の資金によるマラウイ社会活動基金（MASAF）を通じた深井戸建設が進み、日本、ドイツ、カナダなどの国際支援やNGOによる深井戸建設を加えて年間2,500本以上の深井戸が建設されるようになり、着実に安全で安定的な飲料水へのアクセス率が向上した。図1-1-1に示すように1998年の国勢調査と2000年の人口・健康調査を比較しても、この間地方部において深井戸による給水人口が10%以上増加したことが全国レベルの飲料水給水率向上に貢献しているといえる。自然流下式水道の進展は、図1-1-1の地方部の共同水栓による給水率の増加として8%から12%への増加として現れているが、マラウイ国全体として水源に適する清潔な恒常河川が少ないことから、適用地域が限られている。

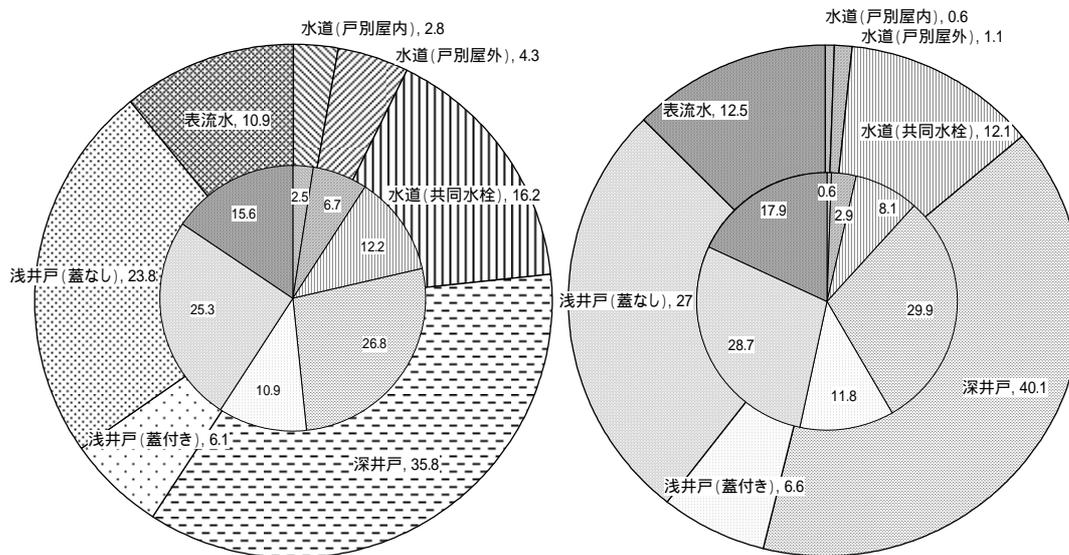
このように地方給水事情は徐々に改善されてはいるものの、地方部においては2000年時点で依然として40%以上の国民が伝統的な手掘りの浅井戸や河川・沼地などの表流水を飲料水としており、水因性疾病の発生原因となるばかりでなく、高い幼児死亡率とも関係しているといわれている。また、2001年以降水資源開発省の深井戸建設数は半減し、MASAFも2002年に終了した第2期と2005年から実質開始される第3期の狭間にあることから、最近の深井戸建設数は減退している。

地方給水事業の課題は、低い深井戸施設の稼働率と給水率の地方格差の解消である。

深井戸の稼働率の低さは、持続可能な維持管理体制が十分でないため、一旦故障すると井戸が放置される傾向があるためとされている。マラウイ国では90年代初頭から利用者住民による維持管理が容易なAFRIDEVタイプのポンプに統一するとともに、村落レベルでの維持管理を基本とする政策のもとにコミュニティベースの維持管理（Community Based Management：CBM）プログラムを推進してきた。しかし、この政策を採用する以前の古い井戸が多く残っている一方で、コミュニティに組織された給水施設委員会のトレーニングが十分行われなかったり、組織ができて持続性がなかったりして、維持管理・修理体制が機能していないことも多い。一方、政府側でも維持管理を担当する水資源開発省の地方職員数が少なく、特に維持管理の持続性を高めるために導入した参加型手法による住民啓発活動の実施能力が不足し、長期的なモニタリングを行うための移動手手段や予算も極めて不十分である。

一方、地方給水率の地域間格差を生じている原因としては、水理地質条件やアクセス条件の悪い地域が取り残される傾向にあること、および水資源開発省、MASAF、NGOなど深井戸開発事業者が独自に開発を計画し、相互の連携・調整が希薄であることが考えられる。

マラウイ国内の深井戸掘削機は、多くがトラック搭載型であるが、大型の掘削機は地方の老朽化した木製橋や丘陵地の起伏の多い隘路及び DAMBO と呼ばれる湿地上の道路などへのアクセスが困難な場合があり、このようなアクセスの悪い地域の地下水開発が取り残される傾向にある。また、良質の地下水が得にくい地域では、水質問題により掘削成功率が低下し、住民による使用拒否も発生するため、深井戸の普及が遅れる傾向にある。



(全国) 内円：Malawi Population and Housing Census 1998年 人口比
 (地方部) 外円：Malawi Demographic and Health Survey 2000年 世帯比

図 1-1-1 飲料水の水源別構成比

1 - 1 - 2 開発計画

(1) 上位計画

地方給水事業に関しては、マラウイ貧困削減戦略(Malawi Poverty Reduction Strategy: MPRS, 2002年4月)を上位計画とし、その中で地方インフラ整備は、近代化や農業と中小企業の成長の必須要件であり、その一環として給水事業の促進を位置付け、65.6%の飲料水給水率(2000年の人口・健康調査、家族単位)を2005年までに84%に引き上げることを目標に設定している。そのためには以下の活動が必要であるとしている。

深井戸施設のリハビリテーション	2,000本
新規の深井戸建設	7,500本

一方、国連のミレニアム開発目標 (Millennium Development Goals (MDGs), 2002 年)に掲げられた「2015 年までに安全な飲料水への非アクセス率を半減する。」という目標については、マラウイ政府はサミットにおいて同意しているが、MPRSより低い目標設定であることから、実施機関である水資源開発省は上位計画として認識していない。また、ベースラインの設定が明確でなく、根拠とする統計資料も定まっていない。しかし、MPRSの目標が支援機関やNGOへの期待値に基づき、政府独自の開発計画も目標を満足する成果を得ていないことなどから、NGOの中にはより現実的な設定目標であると考えられる意見もある。

2003年に提出された本プロジェクトに対する要請もMPRSの目標を達成する一環であったが、実施/達成年度の繰り越しを含めて、2005年にMPRSの全般的見直しを行う。

水資源開発省は、キャパシティの強化を主とする「戦略プラン 2003-2006」を策定し、組織環境、政策・計画・法的枠組み、ジェンダーバランス、HIV/AIDSの流行、および技術・情報マネジメントの5分野についてアクションプランを作成している。特に、技術・情報マネジメント分野では、全国レベルの水資源情報を管理するため、ステークホルダー間の情報共有化を図り、省内に水資源センターの設立を目指している。

(2) 地方分権化

水資源開発省では、1998年の地方分権化政策承認をうけ、2003年に各県への権限委譲の準備を始め、ガイドライン (Devolution of Functions to Assemblies, Guidelines and Standards; January 2003) を策定した。

しかし、県の実施体制は要員、技術力とも自ら計画・実施するレベルではなく、現段階では、中央省庁やドナーの実施するプロジェクトを調整するに留まっている。

リロングウェ県は2002-2005年の開発計画を策定しているが、少なくとも給水事業については水資源開発省やNGOのプロジェクトに対しておおよその見込みを述べているだけである。なお、MASAFは、従来、計画から実施の全てに渡り自らが主導していたコミュニティ支援事業について04/05年度から始めたMASAFプログラムでは、県を計画の実施主体とする資金援助事業に切り替えた。このため、水資源開発省は地方給水事業を進めるに当たり、今まで以上に県との計画調整が必要となっている。

本プロジェクトの実施は、深井戸建設工事は水資源開発省が実施機関となるが、住民啓発活動 (CBMプログラム)の実施は、県協力チーム、県レベルの省出先機関職員が活動することになる。

1 - 1 - 3 社会経済状況

マラウイ国は、アフリカ大陸東南部に位置する人口1,100万人(2003年)一人当たりGNP170ドル(2003年)面積11.8万km²の内陸国である。経済面では、1980年代初頭から経済構造調整計画を実施し、90年前後には6%の経済成長率を達成するに至ったが、その後の干魃や財政支出の増加によって不安定な経済運営を余儀なくされている。農業が国民総所得(GNI: Gross National Income)の約40%、労働人口の約85%、輸出の90%を占めているが、主要産物であるタバコ、茶、砂糖等は国際価格の動向に左右されやすく、経済基盤は脆弱である。2000年以降も主力輸出産品のタバコの国際価格の低迷や原油輸入価格の高騰などにより通貨の下落が続いており、2000年4月に1米ドル46.5MKであったが同年11月には80MKに急激な下落を記録したのち、段階的に下落し、2004年は107MK前後で比較的安定していたが2005年に入って再び下落傾向を示している。経済成長率は、2001年に-5%と落ち込んだ後、2002年に2%、2003年は4.5%と上昇しているが、人口の約60%以上が年収40ドル以下であり、特に労働人口の85%を占める農業・農業関連産業従事者を中心とする貧困人口を削減するには不十分である。

1 - 2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

マラウイ国政府は、国民、特に地方に居住する国民に対する適切な社会基盤整備を通して貧困削減に取り組んできた。給水・衛生事業は、地方の社会基盤整備の主要なセクターであるが、長引く財政上の困難さから多くを国際援助機関の支援やN G Oの活動に依存しながら進められてきた。上位計画であるM P R Sの目標も、これらの支援を前提として設定されている。

我が国は、地下水による地方給水計画について 1987 年より 2002 年までに南部州、北部州各 1 件、中部州で 2 件、計 4 件の無償資金協力を実施し、マラウイ国政府から高い評価を得ている。このような背景のもと、マラウイ国政府は、給水率の特に低いリロングウェ県西部の 2 郡における地下水開発計画に関して 2003 年 10 月我が国に無償資金協力を要請してきたものである。

要請地域は、首都リロングウェの西ないし北西約 30～50km にあり、農業に適した高原の平地が広がっているため、マラウイ国の農業開発にとって重要な地域であり、主食のメイズのほか、換金作物としてタバコの一大生産地となっている。対象の 2 郡は、マラウイ国内で最も給水施設の普及が遅れている地域であり、総人口 22 万人（2004 年推計）の約 3 / 4 は、DAMBO と呼ばれる沼地、河川及び手掘りの浅井戸など非衛生的で、乾季に干上がりやすい不安定な水源に依存している。また、安全な給水施設である深井戸は約 340 本あるが、稼働率は 60%程度であり、これを向上させるために利用者住民による持続的な維持管理が不可欠であり、利用者が安全な飲料水の重要性を理解し、施設を自らの共有財産として適切に管理する能力を定着させることが必要と考えられている。

マラウイ国から要請のあった本プロジェクトの全体的な枠組みは以下のとおりである。

上位目標

- ・ 適切な飲料水へのアクセスにより、住民の生活環境が改善される。
- ・ 住民が給水施設の計画からモニタリングまで参加し、技術的訓練を受けることにより施設が持続的に維持管理される。
- ・ 住民が水因性疾患と健康・衛生的生活習慣の関係を理解し、安全な水を適切に使用することにより、健康が改善され、貧困が削減される。

プロジェクト目標

- ・ 対象村落に徒歩 500m 以内のアクセスで安全・安定的な給水点を提供される。
- ・ 衛生環境が改善され、コレラなどの水因性疾患の発生を防止する。
- ・ 給水施設を所有し、運営し、維持できるようコミュニティの能力を開発する。

我が国への要請内容

【施設建設】

- ・ 500 箇所のハンドポンプ付き深井戸給水施設（エプロン、排水施設、洗濯場を含む）
（2004 年 7 月、予備調査により 254 村落における深井戸給水施設に改められた）
- ・ 上記施設についての C B M トレーニング
- ・ C B M 普及員のトレーニング

【機材調達】

トラック搭載型掘削機(1 式)、関連機材、支援車両、調査・モニタリング機材等

対象地域：リロングウェ県西部の以下の郡（Traditional Authority：T A）

カロロ郡、コンゴニ郡

相手国実施機関：水資源開発省水資源局

(Department of Water Resources, Ministry of Water Development)

施設計画と受益者

深井戸建設により、既存施設利用者を含め、対象地域の住民 17 万 3 千人以上が恩恵を受ける。

1 - 3 我が国の援助動向

マラウイ国における我が国の援助による地方給水関係プロジェクトは、昭和 62 (1987) 年度の地下水開発計画 (北カウインガ地区) に始まり、平成 14(2002)年度まで以下の無償資金協力が実施されている。これらの他、地方給水分野では1996 年以来 N G O や地方村落に対する草の根無償資金協力が実施されている。また、J I C A は主として N G O から構成される水供給衛生協調会議 (W S S C C) が行った給水施設マッピング調査を支援している。

表 1 3 1 我が国の無償資金協力による地方給水プロジェクト

年度	案 件 名	金額(千円)	概要
昭和62年 (1987)	地下水開発計画 (北カウインガ地区) 期	677,000	深井戸建設機材 (2式) の調達
昭和63年 (1988)	地下水開発計画 (北カウインガ地区) 期	161,000	深井戸建設工事 (82本)
平成元年 (1989)	地下水開発計画 (北カウインガ地区) 期	151,000	深井戸建設工事 (82本)
平成 4年 (1992)	ムチンジ地下水開発計画 期	646,000	深井戸建設機材 (1式) の調達 及び深井戸建設工事(80本)
平成 5年 (1993)	ムチンジ地下水開発計画 期	237,000	深井戸建設工事(110本)
平成 6年 (1994)	ムチンジ地下水開発計画 期	271,000	深井戸建設工事(110本)
平成 8年 (1996)	ムジンバ西地区給水計画	74,000	実施設計調査
平成 9年 (1997)	ムジンバ西地区給水計画 国債1/3期	633,000	深井戸建設機材 (1式) の調達
平成10年 (1998)	ムジンバ西地区給水計画 国債 2/3 期	330,000	深井戸建設工事(180本)
平成11年 (1999)	ムジンバ西地区給水計画 国債 3/3 期	238,000	深井戸建設工事(120本)
平成13年 (2001)	リロングウェ・デッサ地下水開発計画 期	498,000	深井戸建設機材 (1式) の調達 深井戸建設工事(36本) ソフトコンポーネント(1式)
平成14年 (2002)	リロングウェ・デッサ地下水開発計画 期	518,000	深井戸建設工事(141本) ソフトコンポーネント(1式)

2003 ~ 2004 年に実施された給水施設マッピング調査によれば、上記過去の無償資金協力によって建設された深井戸の稼働率は、北カウインガ地区 67%、ムチンジ地区 73%、ムジンバ西地区 77%、デッサ地区 100%であり、全国レベルでの平均稼働率が 6 割程度とされる中では比較的良好な状態を保っているが、建設後の経過年数とともに故障する井戸が増える傾向を示している。利用者住民による維持管理体制は、ムチンジ地区以降のプロジェクトサイトで採用されているが、プロジェクト後にマラウイ国が行う施設のモニタリングやコミュニティへの支援が十分機能していないことが故障状態の多くなる原因の一つと考えられ、長期的稼働率の向上に向けた課題となっている。

本計画において留意すべき既往案件からの教訓としては、以下のような点が挙げられる。

- プロジェクト後のフォローアップ・モニタリングの重要性： 予算不足から水資源開発省による村落訪問に偏りが見られる。医療保健センターをベースに村落調査活動をしている保健省との連携強化をモニタリング計画案作成時に重視し、効率化を図る。また、村落への訪問がルーチン化しないよう、改善・改良という目的から活動のレビューを行う。
- 村落におけるリーダーシップと住民組織間の横断的つながりの重要性： 施設の管理や組織運営は組織毎に善し悪しがある。住民組織化にあたり、指導力に留意したリーダーの選出を図る。相互訪問・スタディツアーなどを通じて経験交流を進め、組織強化と動機付けにより運営・維持管理活動のボトムアップを図る。
- 社会活動基金（MASAF：世銀融資）やNGOなどによりMoWD管轄以外の深井戸建設が増えているため、計画の重複がないことを確認し、もしあれば事前に調整する。
- マラウイ国負担となるアクセス道路の確保は、必要な改修を具体的に確認して準備する。特に、改修工事が重機を必要とするような大規模な場合には、地方道路を管理する県にその施工計画を確認する。

1 - 4 他ドナーの援助動向

全般的に、減少傾向にある途上国援助を効率的に使うために、各ドナーはそれぞれに方針をクリアにし、援助の投入分野や支援対象を絞るという傾向が見られる。また、給水施設の建設については、各プロジェクトの目的から、水資源開発省以外にも大統領府、保健省、農業省、教育省に対する支援の一部にも含まれている。近年の地方給水分野における2国間援助及び国際機関による代表的な支援プロジェクトは、下表のとおりである。

表 1-4-1 地方給水分野における開発支援プロジェクト

実施年度	計画名	ドナー名	規模 (百万)	種別	概要
2004-2009	地方給水総合開発 (Mzimba & Ntchisi) -Integrated Rural Water Supply for Mzimba and Ntchisi	AfDB	1,290.0	借款	ハ°イ°給水、深井戸、CBM
2003-2006	M A S A F III -Malawi Social Action Fund Phase 3 (コミュニティ開発(CDP)の一部として給水計画)	IDA	US\$60.0	借款	給水は CDP の 1 割程度 (大統領府)
2003-	井戸修復と CBM(Mzimba/ Nkhatabay) Rehabilitation of 120 Boreholes & CBM in Mzimba & Nkhatabay	NOR AD	22.7	無償	井戸修復 120
2002-2005	マンガチ東部深井戸建設 -Mangochi East Borehole Construction	KfW	550.0	無償	深井戸 300 本
2000-2002	コミュニティ給水計画 COMWASH -Community Water , Sanitation and Health Project	CIDA	659.4	無償	深井戸、ハ°イ°給 水、CBM 等
1997-2003	PROSCARP (土壌、水、衛生) Promotion of Soil Conservation and Rural Production	EU	EURO 21. 2	無償	井戸新設 660 保 護・修復 725 他 (農業省)
1996-2003	地方給水・衛生 (NWDP*1 の内 8%)	IDA	US\$ 6.8	借款/ 無償	深井戸 500 本、 CBM マニュアル 他
1996-2003	サービス・水資源管理 (NWDP*1 の内 13%)	IDA	US\$11.0	借款/ 無償	トレーニング・試験機 材・研究 他

*1: NWDP (National Water Development Project) 国家水資源開発計画

EU は、1994 年から実施している「GOM/EC 小規模プロジェクトプログラム」のもとで、深井戸建設を支援してきた。2004 年 11 月～2005 年 6 月の間に、全国で 68 の深井戸の建設が予定されている。プロジェクト申請から実施まで、県が中心的な役割りを果たしている。現在 2002 年に実施されたレビュー調査の結果を受け、プログラムの再構築が行なわれている。

ドイツ (KfW) は、現在マンガチ東部村落給水プロジェクトを実施しているが、水セクターは優先セクターから外されることが決定された。今後の優先セクターは、Health、Education および Social Justice の 3 セクターである。もっとも忠実に CBM 活動をマニュアルに従って実施していると、マラウイ政府は評価している。現在、村落毎のポンプ管理人では修理できない重大な

故障に対応するため、エリアメカニックの養成を行っているが、施設毎のポンプ管理人の中からより高度な修理のできる人材を選別してトレーニングを施しているだけであり、修理を行っても通常のメンテナンスと同様に無償である。今後、職業あるいは副業として成り立つように報酬制度や部品の仕入れ・保管などビジネス研修を開始している。CBM 活動を含むプロジェクト全体の運営はコンサルタント（GITEC）の雇用する 100 名以上のスタッフで行われている。

カナダ（CIDA）により支援されている村落給水・衛生改善プロジェクト”COMWASH”（Community Water, Sanitation and Health Project）は、マラウイ南部における給水施設設置プロジェクトである。現在 CIDA は散発型の村落給水施設建設は実施せず、自然流下式水道のみを対象とした支援を行なっている。コストが安く、維持管理も容易で、使用者レベルでの負担が非常に軽いことを理由に挙げている。なお、CIDA は援助国間の調整を行っている”Aid Coordination Group”の議長国を務めている。

ノルウェー（NORAD）は、UNICEF との協調で井戸のリハビリテーションとCBM活動への支援を行うほか、「水・衛生政策（Water Sanitation Policies）」策定に対する支援を行なっている。

世銀グループからコミュニティ強化のために拠出されている**マラウイ社会活動基金（MASAF）**については、2003年6月にMASAF IIIへの6000万US\$拠出が決定された。過去実施されてきたMASAF IおよびIIとは異なり、地方分権化促進を目的としているところが特徴である。村落給水施設建設への支援は、コミュニティレベルの需要主導による「コミュニティ管理プロジェクト（Community Managed Projects）」のもとで実施されるが、県の策定する県開発計画に沿って予算が振り分けられる。

UNICEFは、小学校をはじめとする教育施設における給水施設のリハビリテーションおよび衛生教育を含む衛生環境改善活動を展開しており、農村部における新規の深井戸設置などの活動は展開していない。重点地域は8地域あるが、うち中央地域は3地域（Dowa, Kasungu, Mchinji）となっている。特徴的なのは、ニーズに基づいた支援ではなく、子どもの権利を守るためのアプローチ（「権利に基づくアプローチ」）を採用していることである。2005年中に450コミュニティ、5,150の学校に実施することを目標としている。

現在マラウイ国の村落給水に関しては、Inter Aide や World Vision を始めとする複数のNGOが支援活動を行っている。NGOの活動は、手掘り、あるいは、手動掘削機械による浅井戸（ポン

プ付き)の建設、スペアパーツ流通網の整備、給水施設管理のための住民組織の研修・強化、衛生教育、など多岐にわたっている。給水施設の建設と併せて保健・衛生分野について力を入れて活動を行っているのが特徴である。

Inter Aide は、リロングウェ県を対象として”Madzi ndi Moyo (水と生命)”プロジェクトを展開している。これは、給水施設の建設、トイレの整備、手洗い習慣の普及を通して衛生状況の改善を目指すものであるが、施設は主として手掘り浅井戸の改修による保護や簡易な掘削器具による井戸建設(深井戸と称しているが実際は最大 20m 程度であり、表流水の影響度合いは浅井戸と同等)あるいは既存の深井戸の修理と水場の整備に留まっているため、本計画との重複はない。これらの井戸建設と改修では本計画と同様のアフリデフポンプを採用するとともに、スペアパーツ販売店の拡充(村落の雑貨屋の中から選出してトレーニングを施す)やポンプの重大な損傷の修理や定期点検を請け負う「地域職人(Local Artisan)」の養成を行っている。販売店は、本計画による新設井戸のポンプに対しても供給できるようになればメリットを得ることになり、また Local Artisan については、本計画で養成を予定しているエリアメカニックと同様の目的で養成されているものであるため、エリアメカニックのカバーする地域の選定に留意しながら、対象地域全体の修理能力が向上するように連携を図る。さらに、Inter Aide は撤退後の準備としてこれまでの活動を引き継ぐ現地 NGO の設立を支援しているため、今後の動向に注意し、実施段階で連携を検討する必要がある。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

地下水開発事業は、MoWDにおいて水資源局が計画及び実施を担当し、給水・衛生局が給水施設の運営維持管理を担当している。本プロジェクトの主管部局は、水資源局である。深井戸施設の運営・維持管理は、これを利用するコミュニティが委員会を組織して行うが、コミュニティへの啓発活動は、給水・衛生局が担当する。MoWDは、計画・設計・管理を行う本部組織と計画を実施する州水資源開発事務所（北、中、南部）以下の組織からなる。

MoWD内の組織は、図2-1-1に示すとおりである。

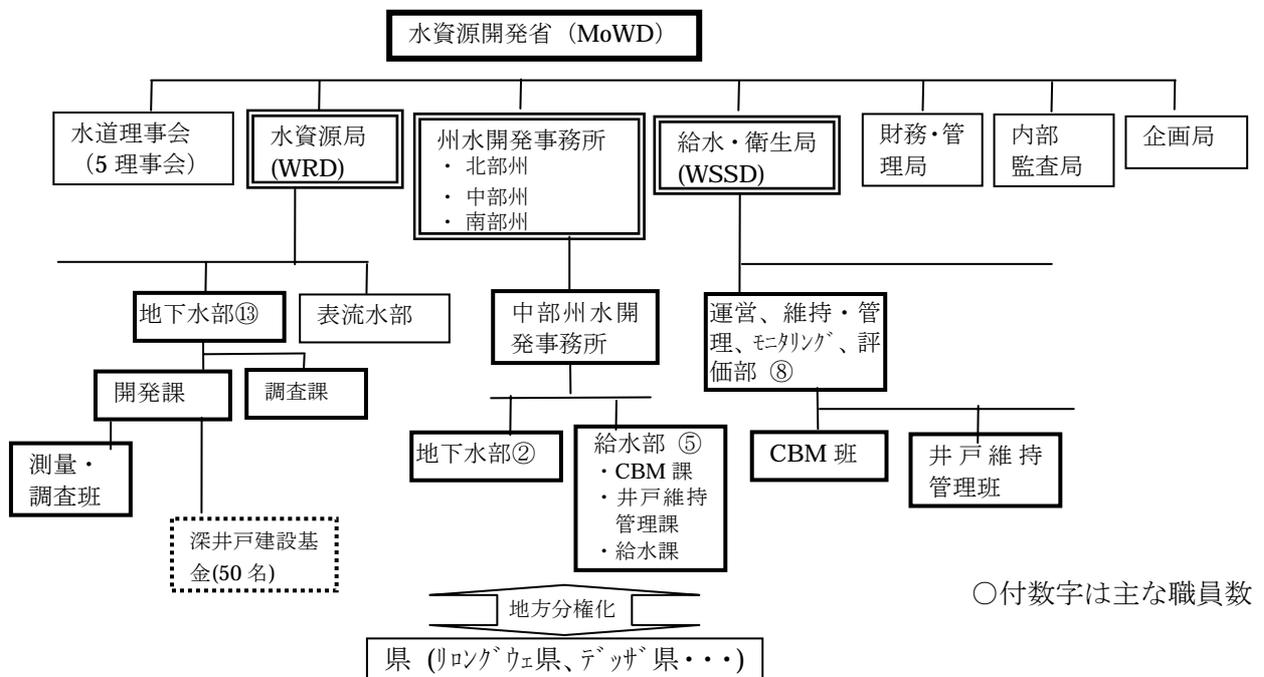


図 2 1 1 実施機関組織図

プロジェクトを実施する水資源局は、水資源の調査、開発、管理を行い、深井戸の計画・開発を行う地下水部は次の職務内容について、水理地質技術者（本部5名、州事務所計5名、計10名）を中心に運営されている。

- ・ 水理地質に関するデータの整理
- ・ 地下水資源に関する開発計画の策定、開発及び管理
- ・ 地下水を水源とする井戸等の給水施設の建設

また、プロジェクトの一部として実施するコミュニティへの啓発活動を実施する給水・衛生局の職務は以下のとおりである。

- ・ 給水・衛生計画の計画・設計・監理

- ・ 運営、維持管理、修理、モニタリング、評価の実施
- ・ 給水施設を所有するコミュニティに対する運営・維持管理の啓発教育

完成後の深井戸施設は、受益者住民が自ら組織する村落衛生・水委員会 (Village Health Water Committee : V H W C)および同一村落内に複数の井戸がある場合は、井戸毎の給水施設委員会(Water Point Committee : W P C)が運営・維持管理を行う。このため、地方給水事業の一環として、井戸建設時に水に係る衛生教育と施設の運営、維持管理についての住民への啓発教育を行う C B M (Community Based Management)プログラムが実施される。

M o W D の州事務所及び県出先事務所に所属する C B M コーディネーターや水モニタリングアシスタント (Water Monitoring Assistant : W M A) は、C B M 活動の普及員となり、V H W C / W P C の活動や井戸状態のモニタリング及び技術的アドバイスをを行う。

1998年の地方分権化政策により、深井戸建設を含む地域の社会資本整備は県を中心に計画、実施、維持管理される方針に転換された。現在、各県では地方自治・地域開発省のもとで地方組織の整備を進めているが、開発分野が多岐に渡り、十分なキャパシティがあるとはいえない。対象地域を含むリロングウェ県では、県開発計画(2002～2005年)を作成しているが、作成時点で財政的に独立していないため、県内で実施される中央省庁の開発計画をまとめ、更なる開発の必要性を示す内容となっている。

地域開発計画に係る県以下の組織を図 2-1-2 に模式的に示す。

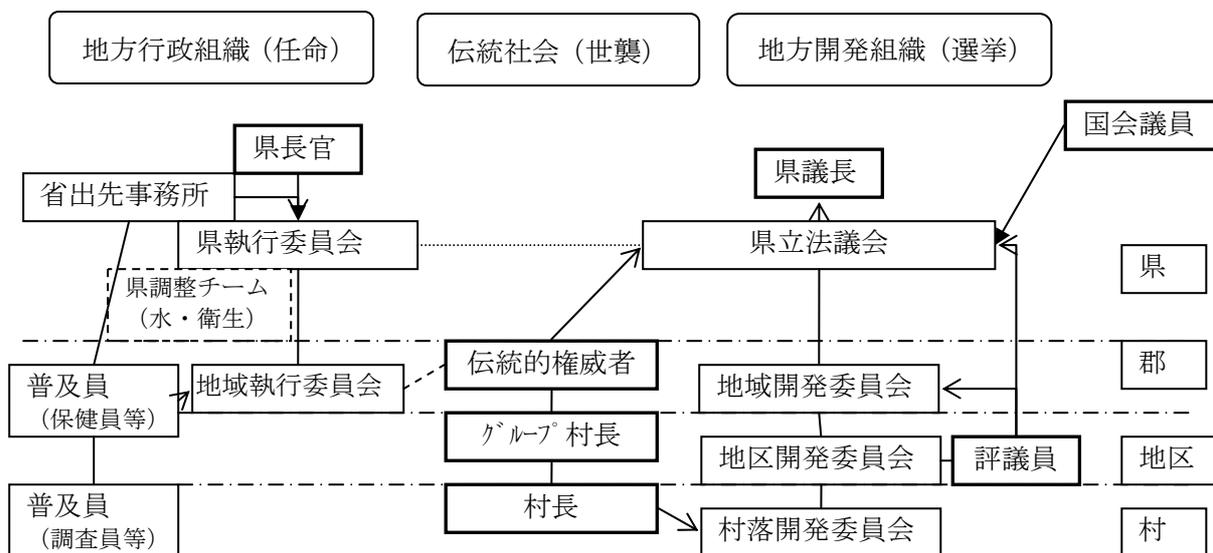


図 2 - 1 2 地方分権政策に基づく県の組織

県の組織は中央省庁から任命される行政組織、主に地域からの選出者で構成される立法議

会組織および世襲制の伝統的社会組織に分けられる。また、県以下の階層としては、地域 (Area)、地区 (Ward)、村のレベルに区分され、地域は伝統的地域社会を単位として伝統的権威者 (Traditional Authority: TA) を地域の名称として使用している (以下邦文としてはこれを「郡」と表記する)。伝統社会は、郡以下グループ村長、村長というピラミッドを形成しているが、選挙制度の上では郡を村組織とは独立した数区分の地区に分け、それぞれ地区評議員 (Ward Councilor: WC) を選出している。県立法議会 (District Assembly) は、地区評議員のほか TA および地域選出の国会議員などから構成され、県立法議会議長を選出し、村、地域の開発要請に基づき県レベルの開発計画を策定することになっている。

また、行政組織は、県長官 (District Commissioner: DC) を筆頭に計画・開発局長 (Director of Planning and Development: DPD) 以下県で採用される職員と各省庁の県出先機関の職員からなり、各省県事務所代表者が DC のもとに県執行委員会 (District Executive Committee: DEC) を組織して開発計画を実施する。DEC 以下には TA ごとに各省の普及員が配置され、地域執行委員会が TA レベルの活動を行うことが原則であるが、保健省が地域レベルで保健員 (Health Assistant: HA)、村レベルで多くの調査員 (Health Surveillance Assistant: HSA) を配置している以外、他省では現在県単位で数人を配置する程度である。給水・衛生プロジェクトでは、CBM 活動を実施するにあたり、水資源開発省、保健省、女性・児童・地域開発省等複数の省にまたがる普及員を動員するため、DEC 内に県調整チーム (District Coordination Team: DCT) を結成して実施協議を行う。

2 - 1 - 2 財政・予算

水資源開発省の開発予算は、国家開発予算の 10~16% を含め、マラウイクワチャ (MK) ベースでは 16 億 MK 以上を確保しているが、ドルベースでは 33 百万 US\$ (2000/01) から 15 百万 US\$ (2003/04) と過去 4 年で半減している。開発予算は、国全体として 8 割程度が外国からの資金援助によるものであり、MoWD においても 02/03 年度以降 8 割以上を占めている。

省内の開発予算の 1/2~2/3 は、都市給水、ダム及び自然流下式水道を主とする「給水・衛生」関連で占められ、深井戸建設を中心とする水資源開発予算は 00/01 年度には 5.67 億 MK で省予算の 1/3 を占めたが、漸減して 03/04 年度には 2.06 億 MK となり、省開発予算の 13% を占めるに過ぎない。これは、01/02 年度まで 3 年間の 3,000 本深井戸計画が終了したこと、EU が深井戸建設を農業開発の一部に組み入れたことや地方分権化によりドナーの支援先が県組織にシフトしたことなどによると考えられる。しかし、地下水部の傘下にある深井戸建設基金 (Borehole Construction Fund: BCF) の受託収入が減っておらず、県実施のプロジェクトへの技術的支援も MoWD の職務であることから、水資源開発に関わる省の能力は維持されている。

上記の「3,000本計画」を除き、開発予算のうちの自国予算は、ほとんど外国援助プロジェクトに対する自国負担分であり、プロジェクト毎に借款の場合プロジェクトコストの20%前後、無償援助の場合数%～10%程度の自国予算が配分されている。02/03年度以降の実績では、MoWD全体として15～20百万US\$、地下水に関連するプロジェクトとして1～3百万US\$の自国予算が配分されている。なお、井戸掘削関連機材の維持修理費は、上記BCFの受託収入から確保されている。

表 2 1 1 水資源開発省の予算推移

単位:百万MK

予算区分		年度	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004
国家開発予算			11,186	10,416	13,132	15,438
水資源開発省	経常予算		117	184	135	117
	開発予算		1,591	1,682	1,914	1,592
	計		1,708	1,866	2,049	1,709
	受託収入(BCF ^{*1})		26	31	33	-
開発予算の内訳	水資源関連	開発予算(水資源開発)	567	486	332	206
		第1部(国際援助)	247	137	280	118
		第2部(国内予算)	320	350	53	88
		水資源関連 計	567	486	332	206
	給水・衛生関連	開発予算(維持管理)	70	106	33	43
		第1部(国際援助)	54	85	15	27
		第2部(国内予算)	16	21	19	15
		開発予算(給水・衛生)	954	895	1,050	1,128
		第1部(国際援助)	894	764	927	1,010
		第2部(国内予算)	60	131	124	118
		開発予算(CBM)	5	112	135	144
		第1部(国際援助)	5	71	94	142
		第2部(国内予算)	- ^{*2}	41	41	2
		給水・衛生関連 計	1,024	1,001	1,084	1,170

参考為替レート(1月1日) 1 USD = 47.49MK 68.87 MK 87.27 MK 104.76 MK

*1 BCF: 深井戸建設基金 *2 :給水・衛生予算に含まれる

2 - 1 - 3 技術水準

地下水開発による地方給水事業を担当する水資源局地下水部の職員は、マラウイ大学で地質、地下水または機械工学を修めた技師（本部5名、州事務所5名）を中心に運営され、省の「分散井戸建設計画」や国際援助機関によるプロジェクトなど、地下水を水源とする地方給水事業の計画、実施について多くの実績を持っている。

また、給水・衛生局の運営・維持管理、モニタリング、評価部は、住民主体の維持管理体制を進める啓発活動（CBM）班に、海外で参加型開発等の研修を受けた要員を配置し、州事務所や県出先事務所に配置された深井戸維持管理員（Borehole Maintenance Officer）やモニタリングアシスタント（Water Monitoring Assistant: WMA）を統括している。住民啓発活動については、NGOやMASAF等他の給水・衛生プロジェクトにおける経験を有するものもいるが、住民参加型手法を取り入れたアプローチについての知見は十分ではない。

2 - 1 - 4 既存の施設・機材

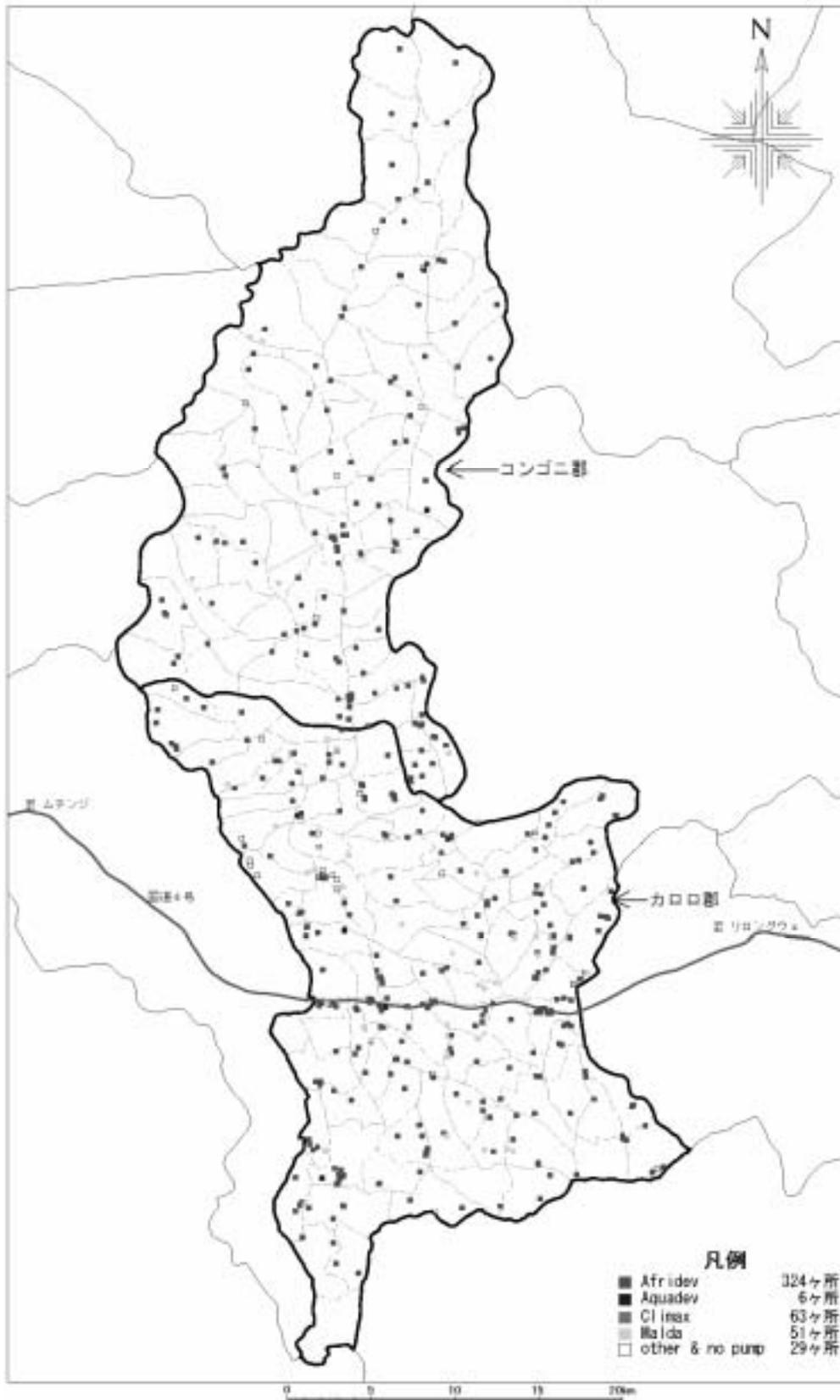
(1) 既存の深井戸給水施設

<対象地域の既存井戸施設>

2004年に行なわれた給水施設マッピング調査によると、計画対象地（カロロ郡およびコンゴニ郡）に存在するポンプ付き井戸は、カロロ郡331本、コンゴニ郡141本であるが、ポンプの故障や廃棄により稼働率は54%に留まっている（図2-1-3及び図2-1-4参照）。また、このうち機械式掘削による深井戸は227本、127本であり、同様に稼働率は65%、42%である。表2-1-2に示すように1980年代まではほとんど政府による建設、それ以降は複数のドナーにより建設されてきている。近年では、マラウイ社会活動基金（MASAF）による施設設置が多くなっているが、コンゴニ郡ではNGOであるInter AideおよびEUが数多く建設している。

<要請村落における既存深井戸の状況>

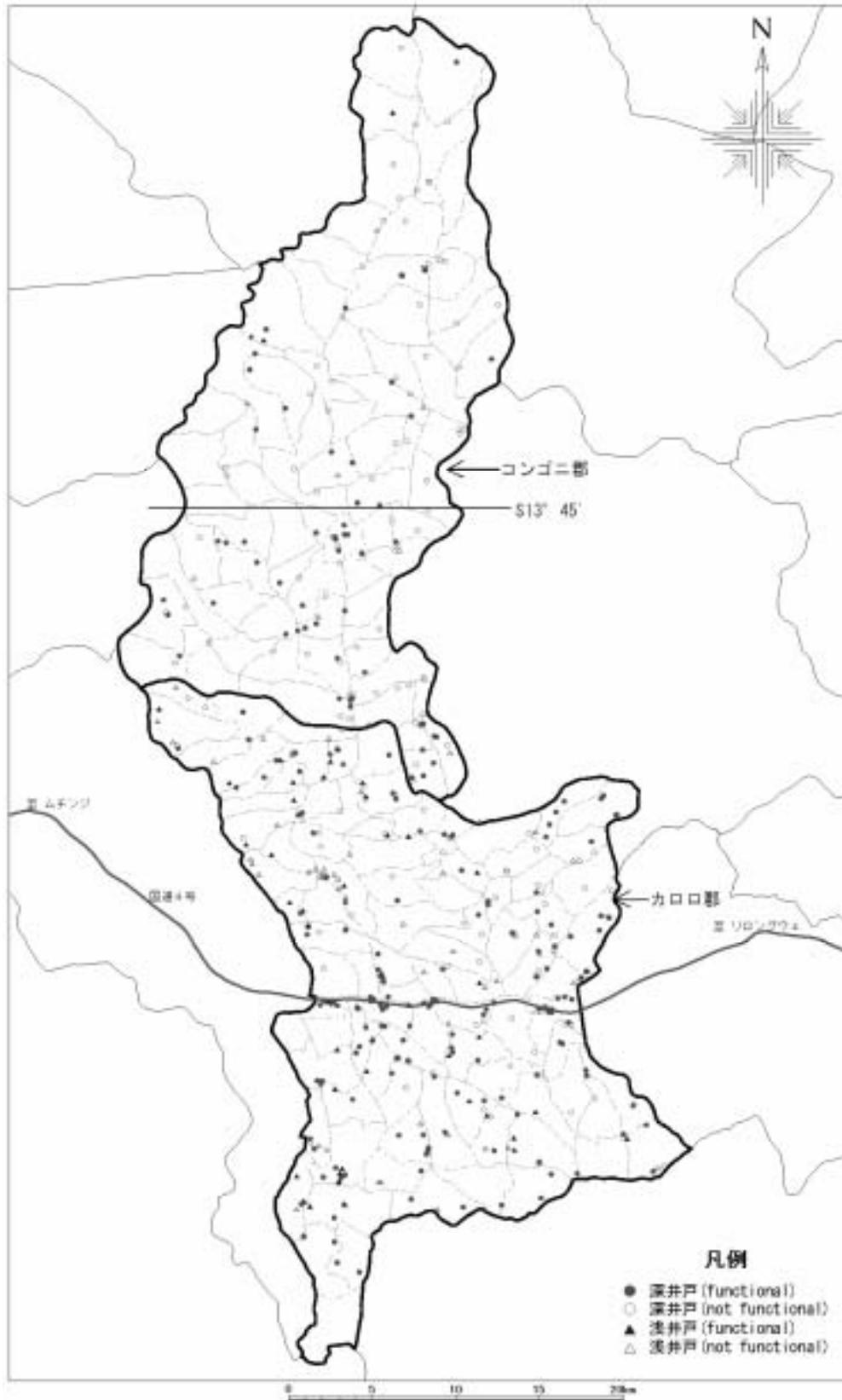
254ヶ所の全要請村落を対象として、既存深井戸の状況について調査を実施したが、57の村落に67ヶ所の既存の深井戸があり、内24ヶ所の深井戸が稼働中で、故障中の深井戸でも22ヶ所は修復の可能であることが確認できた（表2-1-3参照、詳細は巻末の資料編参照）。



給水施設マッピング調査(2003年 WSSCC)

(■ Malda Pump は浅井戸対象のポンプ)

図 2 1 3 井戸のポンプ分布図



給水施設マッピング調査(2003年 WSSCC)

図 2 1 4 対象地域内の既存井戸稼働状況

表 2 1 2 建設年代別/出資者別の井戸

Fund 年代	政府		MASAF		Inter Aide		EU		ルケセンブ ルグ	W-Vision		ドイツ		他・不明		合計	
	カロロ	コンゴニ	カロロ	コンゴニ	カロロ	コンゴニ	カロロ	コンゴニ	カロロ	カロロ	コンゴニ	カロロ	コンゴニ	カロロ	コンゴニ	カロロ	コンゴニ
~1970	15	11														15	11
1970's	51	30								1				5		56	31
1980's	16	1							3	9	2			2		30	3
1990														1		0	1
1991	1											1		1		3	0
1992	3	1							1	1						5	1
1993	2								8			2		1		13	0
1994			1						5	1		2		5		14	0
1995									1					3	1	4	1
1996				1					1		1				2	1	4
1997	1		2	1			1							2	1	5	3
1998	10	11	5	6					1	1				9	4	26	21
1999	4		8	3			10							8	4	30	7
2000	1		11	10			9	1	1				1	2	4	24	16
2001	2		4	2			19							1		26	2
2002	4		6	3	6	1	2				1		3	2	1	20	9
2003	1		1		14									1	1	17	1
2004					10											10	0
不明	14	26		1	15									3	3	32	30
計	125	80	38	27	45	1	40	2	21	12	5	5	4	45	22	331	141

給水施設マッピング調査結果(2004)をもとに調査団作成

表 2 1 3 要請村落における深井戸の状況

郡	稼働中の 深井戸数	故障中の深井戸 (ヶ所)			合計 (ヶ所)
		修復可能	修復不可	計	
カロロ	11	7	13	20	31
コンゴニ	13	15	8	23	36
計	24	22	21	43	67

1) 既存深井戸のポンプの種類と修復が可能な深井戸の状況

マラウイ国では1980年代から村落レベルの給水施設は住民自身で維持管理する運動を展開し、住民でも修理可能なアフリデフポンプが1990年代の初頭にUNDP/世銀によって開発されて普及品が生産開始されてからは、それまで主流であったクライマックスポンプ(英国製)、ブッシュポンプ(マラウイ製)に変わってアフリデフポンプを村落給水用の深井戸用人力ポンプとして統一することとした。ただし、タンクへの揚水を必要とする保健所な

どでは揚程が高く、堅牢なクライマックスポンプが依然として利用されている。

要請村落における既存深井戸のポンプの種類は表 2-1-4 に示すとおりであり、アフリデフポンプが 62%、クライマックスポンプが 27%を占めている。一方、リハビが可能な故障中の深井戸におけるポンプの種類は表 2-1-5 に示すとおりであり、稼働中の深井戸と修復可能な故障中の深井戸に限定するとアフリデフが 80%、クライマックスが 11%となり、アフリデフポンプが普及しつつあることを示している。逆に、クライマックスは古い井戸に多く、稼働率も低く、修復不可能で程度に故障している場合が多い。

表 2 1 4 既存深井戸のポンプの種類

ポンプの種類	カロロ郡	コンゴニ郡	計
アフリデフ(Afridev)	14(9)	27(13)	41(22)
クライマックス(Climax)	12(1)	6	18(1)
アクアデフ(Aquadev)	1	0	1
ブッシュ(Bush)	0	1	1
不明	4(1)	2	6(1)
計	31(11)	36(13)	67(24)

注：() 内は稼働中のポンプの数

修復が可能な深井戸は、表 2-1-5 に示すとおり 22ヶ所あり、内 17ヶ所はポンプの部品修理レベルであるが、残りの 5ヶ所はポンプ自体が老朽化し、修理部品の調達も困難な状況にあり、同時に受水エプロンのコンクリートが著しく破損しているため、元の機能に回復させるには、新しいポンプへの交換と水場、洗い場、排水路等の付帯施設工事が必要になる。

ポンプの修理が必要な深井戸については、定期的な点検や消耗部品の交換が実施されていないことによる日常の維持管理活動に起因するものであるが、その他の主な不具合としてポンプロッドや揚水管（PVCパイプ）の破損等が挙げられる。ポンプロッドの場合、電解質の地下水（弱酸性）によって溶解が進行したものと考えられ、耐腐蝕性（ステンレス等）のロッドを使用することによって、ある程度消耗の速度を緩和することが可能となる。また、揚水管の破損については、据付当初の管の歪みに起因することが多く、正確なポンプの据付工事を行なうことによって解決することができる。

表 2 1 5 修復可能な深井戸の内訳

郡	ポンプの種類	必要な修理（ヶ所）			計 （ヶ所）
		ポンプ部品の 交換と補充	ポンプ本体の 交換	ポンプの交換と 付帯施設工事	
カロロ	アフリデフ	4	1		5
	クライマックス	1			1
	その他			1(アクアデフ)	1
コンゴニ	アフリデフ	10			10
	クライマックス	1		2	3
	その他			2	2
計	アフリデフ	14	1		15
	クライマックス	2		2	4
	その他			3	3
	計	16	1	5	22

2) 修復が不可能な深井戸の状況

修復が不可能な深井戸の理由として、表 2-1-6 に示す 3 点が考えられる。

表 2-1-6 修復が出来ない深井戸の内訳

修復が出来ない理由	郡		
	カロロ	コンゴニ	計
① 使用されずに長期間（10 年以上）放置されており、修復工 事を実施しても、元の状態に回復する可能性が少ない	6	2	8
② 深井戸内部が土砂で充填されている	4	2	6
③ 水質・水量に問題があり修復しても利用する住民がいない	3	3	6
④ 不明		1	1
計	13	8	21

①については、主に 1980 年代以前に建設された深井戸で、しかも 10 年以上も故障したまま放置された状態にあり、且つこの年代のケーシングとスクリーンは鋼管が使われていたため、弱酸性の地下水により腐蝕等で深井戸自体寿命に達している可能性が高いと考えられる。

②の深井戸はポンプヘッドが外されたため、ケーシング内が子供等による悪戯で土砂等により埋められており、再利用できない状態になっている。

③の深井戸は、稼動時から水量・水質に問題があり、故障しても住民から積極的な修理の意志が起こらず、放置されたままの状態になっている。住民からの聞き込みでは、これに該当する深井戸 6 ヶ所の内、5 ヶ所が「鉄分が多く含まれ飲料水として利用できなかった」とされる。

3) 既存深井戸の管理の状況

調査の対象となった 67 ヶ所の深井戸の内、5 ヶ所については学校や農業省等の公の組織によって管理されている深井戸であるが、残り 62 ヶ所の深井戸のうち管理組織が設立された実績のある深井戸は 30 ヶ所しか確認できなかった（表 2-1-7 参照）。

表 2-1-7 既存深井戸における管理の状況

郡	公組織（学校、農業省）による管理（箇所）	裨益住民による給水施設の管理*			（箇所） ポンプ修理のトレーニングを受けた実績あり
		管理組合の設立	維持管理費の集金		
			定期的	故障時のみ	
カロロ	3	12	6	1	5
コンゴニ	2	18	4	3	6
計	5	30	10	4	11

* :故障中の深井戸でも、過去に実績がある場合は計上した

管理組織設立の実績がある深井戸の大半は 1990 年代以降に建設または修復工事の行なわれたものであるが、維持管理費の集金が実施されている組合は約 1/2、またポンプ修理のトレーニングを受けている組合は約 1/3 にしかすぎず、十分に組合の活動が機能しているとは言えない。さらに、最近建設された深井戸の場合でも、施設を建設するだけで全く維持管理のための住民教育の行なわれていない例もあり、ひとたび故障すると、どのように対応すべきかその手立て、知識を全く持ちあわせていない村落も見受けられた。

計画対象地域の深井戸の建設は、M o W D による管理とは別に、住民への維持管理教育のプログラムを持たない他の政府機関、他ドナー、NGO 等種々の組織により個々に進められてきた経緯があり、同時に建設に携わった関係者（深井戸建設業者、住民教育担当）の質も多岐に亘るため、十分に C B M プログラムを根付かせることができなかったことが、上記のような維持管理上の問題を引き起こしている。

(2) 既存深井戸掘削機材

M o W D の所有する深井戸関連機材の主体は、我が国の無償資金協力で調達されたものである。主要な機材の状況は表 2-1-8 に示すとおりである。過去 4 件の無償資金協力により計 5 台の深井戸掘削機（トラック搭載型ロータリー・エアハンマー併用）、及びエアコンプレッサー車、揚水試験機材、支援車両等が調達されている。

掘削機の中でも最も古い北カウイング地区で調達した 2 台（車両登録年 1988 年）は、1 台は廃車状態、他の 1 台も走行・掘削作業の能力が相当に低下している（廃車トラックからエンジンを積替えている）。その後のムチンジ地下水開発計画（1992 年登録）、ムジンバ西給水計画（1997 年登録）、リロングウェ・デッサ地下水開発計画（2001 年登録）では、各 1 台の掘削機が調達され、他の関連機材とともに年間 100～150 本程度の深井戸建設に使用されている。

調達機材のうち、工事管理に使用するピックアップトラック以外の主要な井戸掘削機材は、2001/02年度の組織変更で会計上独立した「深井戸建設基金 (Borehole Construction Fund: BCF)」によって、維持修理されている。BCFは、掘削工、機械工、電気工、運転手等約50人の技術職員から構成され、水資源局の管理のもとに、ほとんどMoWDの発注する深井戸建設工事を実施しており、機材の維持・修理部品費は、受託収入の中から確保されている。

下表は、過去の無償資金協力による調達機材の稼働状況である。2001年に調査した状況と比較すると掘削機とコンプレッサーを搭載するトラックは年間5千km前後、揚水試験車両は年間1万km前後、トラック類は年間2万km前後、ピックアップは年間5万km程度の走行距離を示している。事故による廃車もあるが、利用頻度の激しいピックアップ、トラック類は調達後5～10年を経て17～28万kmの走行で耐用を終えている車両が多い。

表 2 1 8 過去の無償資金協力による調達機材の稼働状況

過去のプロジェクト	主な機材	掘削機	コンプレッサ	揚水試験機材	トラック		ピックアップ	
					5t クレーン	3t クレーン	シングル	ダブル
北カウインガ (1988)		××	△△	××	××	×	×	
ムチンジ (1992)		○	○	○*2	△×	○	×	
ムジンバ西 (1997)		○	○	○*1	—	○○	×××	
リロングウェ・テッサ (2001)		○*3	○	○*2	—	○	○	
計		3	3	3	0	4	3	

○：ほぼ良好、△：老朽化により機能不全、×：廃車（状態）

*1: 水中ポンプは故障し、MoWDが更新

*2: 水中ポンプ故障中

*3: 2005年4月転倒事故により修理準備中

表 2 1 9 過去の無償資金協力による調達機械の状況

所在地: LL=Lilongwe, BL=Blantyre, ZB=Zomba, BK=Balaka, MZ=Muzuzu

機械	プロジェクト名 (登録年)	所在地	車両番号	調査結果
掘削機 (リグ)	北カウインガ 地区地下水開発 (1988) 以下 NK (88)	LL	MG-081	車両: 走行距離: 39,615 km : エンジン及び車体の老朽化著しく廃車状態。 リグ: 形式: FSW-7T-S22 : 老朽化著しく能力回復は困難。
		LL	旧 MG-178L	車両: 走行距離: 未確認 (2000年 B/D 時 55,524 km) MG-176L (廃車) のエン ジンを取付け現在ムジンバで稼動中。経年的な磨耗・破損が激しい。 リグ: 形式: FSW-7T-S22 現在稼動状態にあるものの老朽化が著しく、能力回復は困難。
	ムチンジ地区 (1992) 以下 MC (92)	LL	021-MG-087	車両: 走行距離: 208,932 km 2001年にオーバーホール、2003年に消耗部品の交換、整備し現在稼 動中。消耗部品の補充が必要。 リグ: 形式: FSW-7T-S30 : 同上。
	ムジンバ西地区 (1997) 以下 MZW (97)	BK	旧 MG-254U	車両: 走行距離: 未確認 (2000年 B/D 時 11,691 km) 現在稼動状態にあるものの、経年的な磨耗・破損が進んでおり、各 部の部品の交換、整備が必要といわれる。 リグ: 形式: FSW-7T-S38 : 同上
	リロングウェ ・デッサ地区 (2001) 以下 LD (01)	LL	021-MG-200	車両: 走行距離: 6,004km 状態は良好。2003年に消耗部品の交換、整備し現在稼動中。消耗部 品交換、整備が必要。 リグ: 形式: FSW-7T-S38 : 同上
5 t ク レ ー ン 車	NK (88)	-	旧 MG-167L	廃車 (1990)
		LL	旧 Mg-168L	走行距離: 199,894 km: 廃車状態。
	MC (92)	LL	021-MG-096 旧 MG-933P	走行距離: 200,111 km 運行可能だが、各部の経年的な損耗・破損が激しく能力回復は困難。 走行距離: 172,139 km : 廃車 (1999年)
3 t ク レ ー ン 車	NK (88)	LL	旧 MG-176L	走行距離: 距離計無く不明: 廃車状態。
		ZB	旧 MG-176L	走行距離: 88,325 km (車軸、後部スプリング破損、廃車状態)
	MC (92)	LL	MG-092	走行距離: 187,032km 状態は良好。2001年にオーバーホール、2003年に消耗部品の交換、整備 し現在稼動中。消耗部品の補充が必要。
	MZW (97)	LL	旧 MG-251U	走行距離: 149,599km 状態は良好。サスペンションの整備が必要。
			旧 MG-252U	走行距離: 151,823 km 状態は良好。サスペンションの整備が必要。
LD (01)	LL	021-MG-117	走行距離: 38,780 km 2003年に消耗部品の交換、整備し、状態は良好。消耗部品の補充が必要。	
コ ン ブ レ ッ ク サ ー 用	NK (88)	LL	021-MG-080	走行距離: 65,045 km 稼動状態にあるが、エンジン本体、燃料循環系、動力伝達系、冷却系、制 動系等に全面的な経年的磨耗・損傷が激しい。
		LL	021-MG-085	走行距離: 84,200 km 同上
	MC (92)	LL	旧 MG-932P	走行距離: 63,120 km 2001年にオーバーホール、2003年に消耗部品の交換、整備し現在稼動中。 消耗部品の補充が必要。
	MZW (97)	BK	旧 MG-253U	走行距離: 未確認 (2000年 B/D 時 13,320 km) 状態はほぼ良好。消耗部品の交換、整備必要。
	LD (01)	LL	021-MG-201	走行距離: 6,250 km 状態はほぼ良好。定期整備程度の消耗部品があれば良い。

機械	プロジェクト名 (登録年)	所在地	車両番号	調査結果	
揚水試験車	NK (88)	LL	旧 MG-173L	走行距離: (2000 年 B/D 時 60,981 km)2002 年に <u>廃車</u>	
			旧 MG-174L	走行距離: (2000 年 B/D 時 17,459 km) <u>廃車</u> 。	
	MC (92)	LL	旧 MG-928P	走行距離: 64,500 km 2001 年にオーバーホール、2003 年に消耗部品の交換、整備し現在稼動中。 消耗部品の補充が必要。	
	MZW (97)	LL	021-MG-097	走行距離: 58,942 km 状態は良好。消耗部品の交換、整備必要。	
	LD (01)	LL	021-MG-119	走行距離: 44,976 km 状態は極めて良好。定期整備程度の消耗部品の交換、整備必要。	
ステーション ワゴン	NK (88)	BL	旧 MG-181L	<u>廃車</u> 。	
		LL	旧 MG-145L	<u>廃車</u> (1996)。	
	Mc (92)	LL	旧 MG-927P	<u>廃車</u> (1996)。ボディのみ残存。	
		BL	021-MG-079	走行距離: 317,774 km; <u>廃車</u> (2003)。	
ピックアップ	NK (88)	-	-	2 台とも <u>廃車</u> 。	
	MC (92)	-	-	2 台とも <u>廃車</u> 。	
	MZW (97)	ダブル Cab	BT	021-MG-035	未確認
			LL	021-MG-074	走行距離: 281,032 km; エンジンのトラブル多く、現在不稼動。
			MZ	021-MG-081	走行距離: 未確認 (2000 年 B/D 時 176,204 km); 現在不稼動。
	LD (01)	シングル Cab	LL	021-MG-072	走行距離: 217,601 km 2001 年にオーバーホールし現在良好であるが、消耗部品の交換、整備必要。
			BT	021-MG-082	走行距離: 未確認 (2000 年 B/D 時 133,600 km) 2001 年にトランスミッション、サスペンション等の部品交換・整備を行い、 現在稼動中であるが消耗部品の交換、整備必要。
	LD (01)	ダブル Cab	LL	021-MG-115	走行距離: 128,728km; 5,000km 毎に点検 (フィルタ、オイル等)、 摩耗したタイヤは、交換を申請後予算執行まで 2 ヶ月。その他良好
シングル Cab		LL	021-MG-114	走行距離: 94,926km 同上	
コンプレッサー	NK (87)	LL	(MG-080)	現在不稼動状態 (磨耗・損傷が著しい)。	
			(MG-085)	稼動状態にあるものの、経年な磨耗・損傷が進んでいる。	
		-		スクラップ状態。	
	MC (92)	LL	(MG-173L)	コンプレッサー、エンジンともに各部の部品の交換、整備が必要。	
		LL	(MG-931P)	2001 年にオーバーホール、2003 年に消耗部品の交換、整備し現在稼動中。 消耗部品の補充が必要。(PDSH-750)	
	MZW (97)	LL	(MG-928P)	2001 年にオーバーホール、2003 年に消耗部品の交換、整備し現在稼動中。 消耗部品の補充が必要。(PDS-125s)	
		BK	(MG-253U)	状態は良好。消耗部品の交換、整備が必要。(PDSH-750)	
	LD (01)	LL	(MG-097)	状態は良好。消耗部品の交換、整備が必要。(PDS-125)	
LL		(MG-201)	状態は良好。定期点検・整備が必要。(PDSj-750)		
	LL	(MG-119)	状態は良好。定期点検・整備が必要。(PDA125S-5B1)		
ゼネレーター DCM-27PI	NK (87)	LL	(MG-174L)	廃車	
		ZB		ダイナモ損傷でスクラップ。	
	MC (92)	LL	(MG-928P)	2001 年にオーバーホール、2003 年に消耗部品の交換、整備し現在稼動中。 消耗部品の補充が必要。	
	MZW (97)	LL	(MG-097)	エンジン等の部品の交換、整備が必要	
	LD (01)	LL	(MG-119)	エンジン等の定期点検・整備が必要。	
修理車	LD (01)	LL	021-MG-118	車両: 走行距離: 33,583 km, 良好。定期点検・整備程度必要。 修理機材: 形式 MWG8-12CJ 各機器の状態は良好であるが、電気ドリルの破損及び一部工具の 紛失などがあり定期点検・整備及び工具類の補充が必要。	

2 - 2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2 - 2 - 1 関連インフラの整備状況

リロングエ県はマラウイ国首都のリロングエ市を中央部に配し、リロングエ市からは国内の主要都市や隣接国を結ぶ幹線道路が放射状に広がっている。マラウイ国内の道路網は、一級国道(Main Road)、二級国道(Secondary Road)、三級国道(Tertiary Road)、県道(District Road)、一般道路(Other Road)に分類されており、計画対象地域周辺の一般道路を除く主要道路網は図 2-2-1 に示す通りである。

① 一級国道 M (アスファルト舗装)

首都のリロングエ市からムチンジ県を經由しザンビア国に向かう M12 道路が対象地域内のカロロ郡を横断しており、アスファルト舗装された幅員 8 m の道路であるため、大型車輛の通行に支障はない。

② 二級国道 S、三級国道 T、県道 D (未舗装)

コンゴニ郡では、二級国道の S115 が東西方向に横断し、S117 が南北方向に縦断している他、東西に延びる三級国道 T342 と T344 が配置されている。また、コンゴニ郡の南部から M12 と交差し、カロロ郡南東部に延びる三級国道 T345 が幹線道路となっている。この他に、コンゴニ郡の北部とカロロ郡の北東部に上記国道を補填する県道が配置されている。

道路の幅員は、二級国道で 5.5 m、三級国道、県道で 3.0 m~5.5 m が確保されており、両サイドには排水側溝が設けられている。これらの道路は随所で凹凸が認められたが、碎石等の路盤材で敷きならされており、定期的にグレーダー等による修復が行なわれているため、乾期であれば大型車両の通行に問題はない。

また、河川や DAMBO (自然条件の項参照) を跨ぐ橋梁は、制限重量が 20 ton となっているので、大型車両の通行に十分に耐えられる構造となっている。なお、コンゴニ郡北部への首都からのアクセスは通常 S115 を利用することになるが、2004 年雨期の洪水でコンゴニ郡東側の郡境となる河川 (Nambuma 川) を跨ぐ橋梁が流され、現在復旧工事が行なわれている。

③ 一般道路 (未舗装)

対象地域内の各村落間は、図 2-2-1 に示す主要道路以外にも車両の通行が可能な一般道路が網の目状に張りめぐらされて結ばれている。道路の幅員は、一部の道路では二級から三級国道並みの 5.5 m 前後が確保されており、概ね 3 m 以上である。しかし、一部の村落で集落へのアクセスとなる短い区間 (支線道路) の幅員が深井戸工事の大型車両が通行するためには不足している場合があり、工事のための拡幅が必要となるが、村落住民の労力で十分に改修できるレベルである。また、道路の状況は、未舗装であり上記の国道や県道に比べ凹凸に富み多少悪く

なるが、対象地域の地形が比較的起伏の少ない準平原状であるため、河川又は DAMBO の横断部で緩やかな勾配を伴う程度で、急勾配の道路はない。DAMBO 等を横断する低地部は大型車の通行が可能な小規模の橋梁が設けられている場合もあるが、雨期に泥濘化や冠水し、乾期でも湿地状を呈する建設機械の走行性の悪い道路も認められる。しかし、大半の村落は DAMBO を避けた迂回コースによって大型車両によるアクセスが可能である。

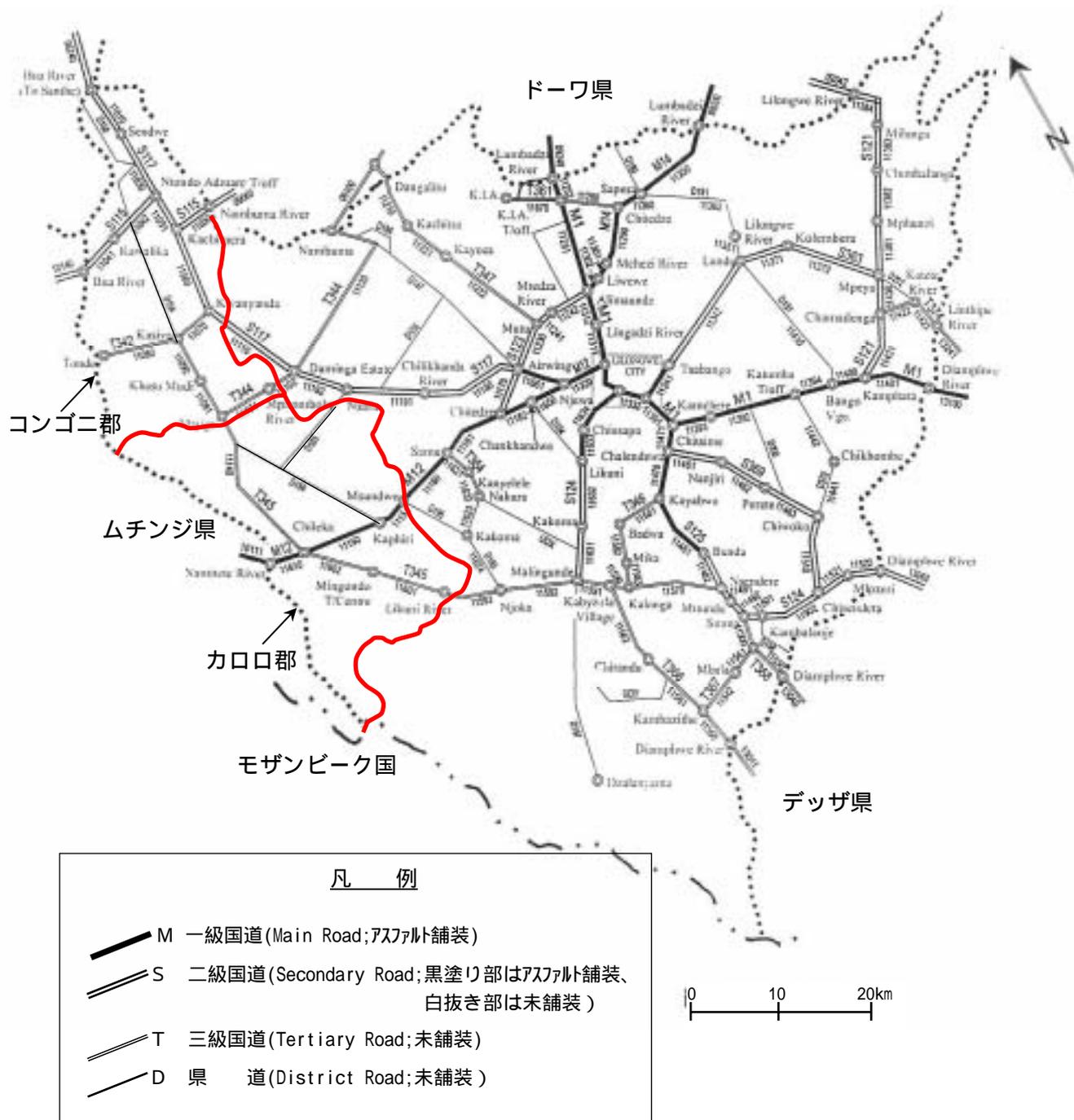


図 2-2-1 リロンゲ県の主要道路網図

2 - 2 - 2 自然条件

(1) 気象・水文

1) 気象

マラウイ国は、熱帯性サバンナ気候に属し、11～3月の雨期と4～10月の乾期に分られる。また、年間1,000mm前後の雨量が期待できるため、山地等一部の急峻地を除くほぼ全域が耕作可能地となり、自然条件に恵まれている。

計画対象地域に近くの気象観測所としては、Chitedze 及び Lilongwe 国際空港(LIA) (図 2-2 参照) にあり、過去10年間の平均気温及び降水量は表 2 2 1、図 2 2 3 に示す通りである。

月平均気温は乾期の4～9月が16～21℃(最高気温23～28℃)、10～12月に気温は上昇し、平均23～24℃、最高30～31℃となる。しかし、雨量の集中する1月～3月は、直射日光の当る時間が短くなり、最高気温は26～27℃の範囲で、平均気温も22℃前後となる。

対象地域の年間降雨量は概ね900～1,000mmであり、年間降雨量の約95%が11～3月の雨期に集中している。過去10年間の年間降雨量の推移は、図 2-2 4 に示す通り年によって極めて不規則であり、Chitedze 観測所では、干ばつ年の1994/95年は478.5mm/年、豊水年の1998/99年には1,285.1mm/年を記録している。

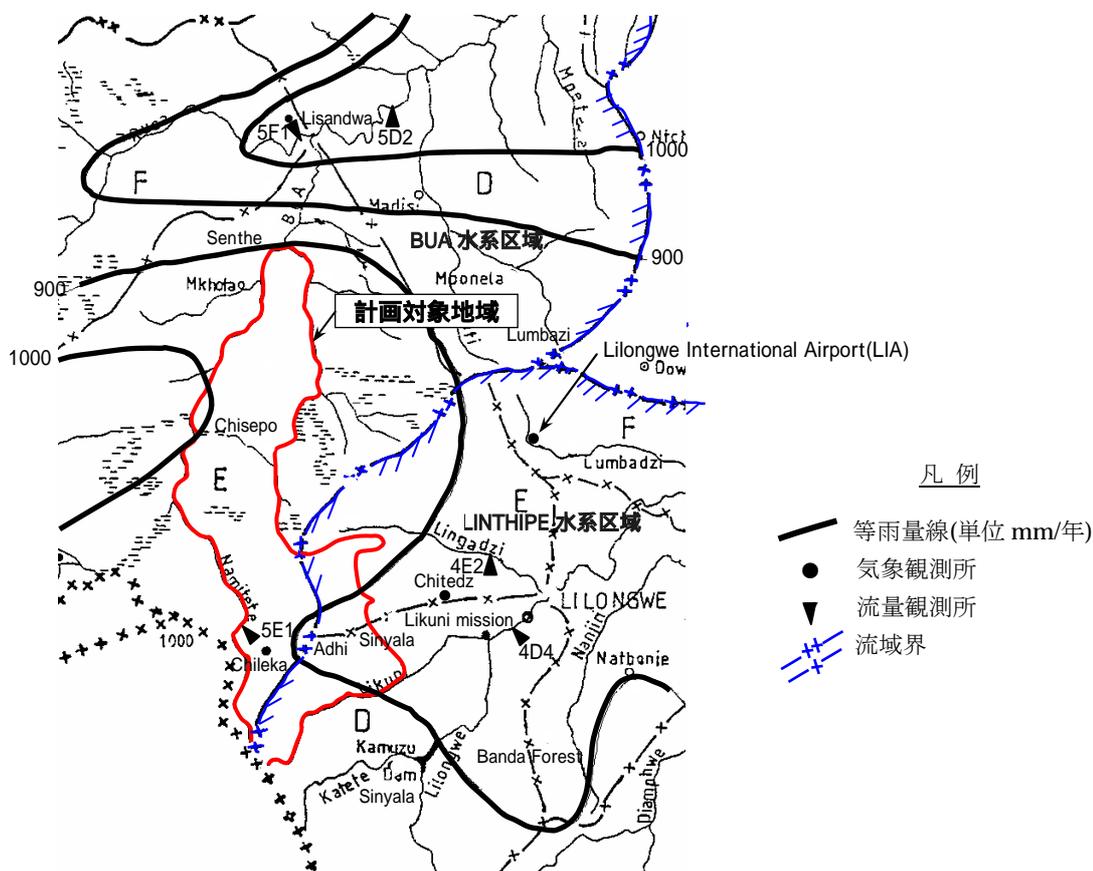


図 2-2-2 計画対象地域の水系分布図及び年間降雨量

表 2 2 1 平均降雨量と平均気温 (1994～2004年)

測定項目	観測所	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	年間平均
平均降雨量 (mm)	Chitedze	0.1	0.3	1.0	11.5	60.5	179.2	248.9	208.9	150.9	38.2	2.1	0.8	902.2
	L.I.A.	0.2	0.3	1.4	13.1	44.0	202.6	217.7	224.1	141.9	29.8	1.6	1.0	877.6
平均気温 (°C)	Chitedze	16.6	18.2	21.0	23.0	24.5	23.5	22.6	22.3	22.5	20.8	19.0	16.8	20.9
	L.I.A.	15.6	17.7	20.5	22.5	24.0	22.8	22.0	21.7	22.0	20.5	18.4	16.4	20.4

マウイ国気象庁資料

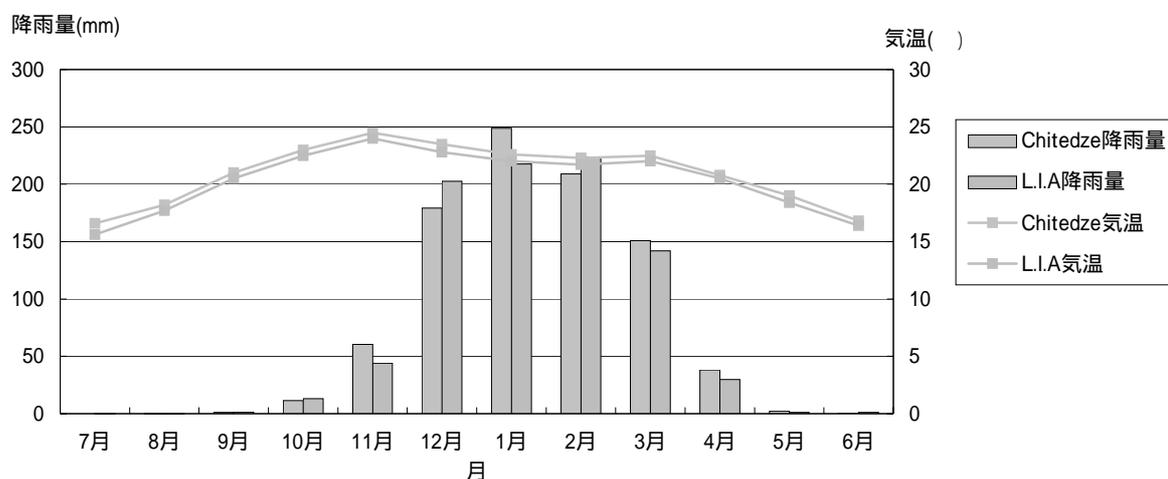


図 2 2 3 月別平均降水量と平均気温 1994-2004年

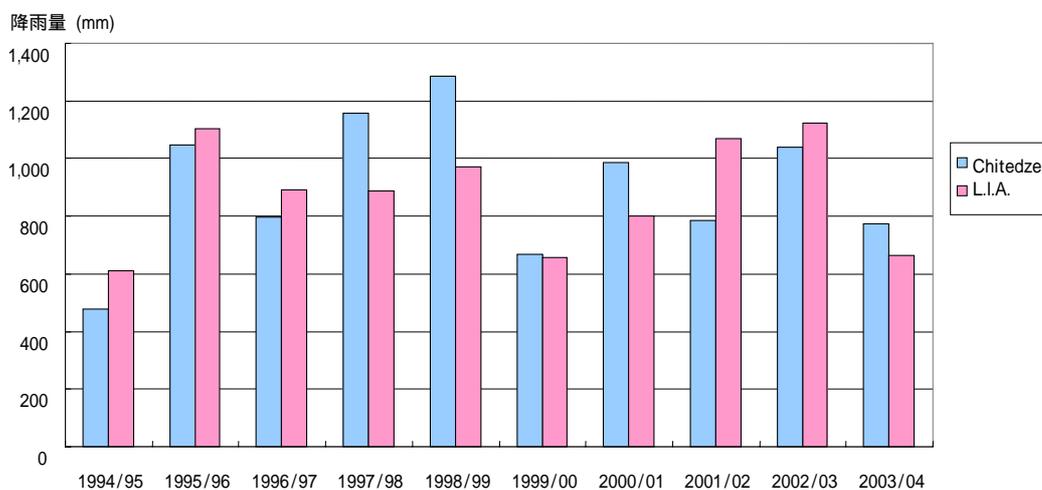


図 2 2 4 年間降雨量の推移 1994-2004年

2) 河川流量

計画対象地域は、マラウイ湖に流入する Bua 川と Linthipe 川水系の流域に当たり、コンゴニ郡の全域とカロロ郡の西側が Bua 川の、カロロ郡の東側が Linthipe 川の流域に属している。各河川では流量の観測が行なわれており、流量観測所の位置及び観測の結果は図 2-2-2、表 2-2-2 に示す通りである。

年間の平均流量は、Linthipe 川水系の場合年間降雨量の 16~23%であるが、Bua 川水系では 9~22%と相対的に少なくなる。Bua 川流域には途中で DAMBO（次項の地形を参照）等の表流水の停滞する区域が発達するため、蒸発等により多量の河川水が失われてしまうことを示している。

表 2 2 2 流域毎の流出量及び流出係数

流域名		Linthipe		Bua			月平均雨量 (mm)	
河川名		Lilongwe	Lingadzi	Bua	Namitete	Rusa		
測点名		4D4	4E2	5D2	5E1	5F1		
流域面積	(km ²)	1.870	585	6.790	147	2.580		
平均流量(月例) (1952~1982年の観測データより、欠測は除外)	(m ³ /sec)	11月	0.847	0.278	0.142	0.189	0.004	60.5
		12月	5.96	3.34	5.00	0.629	1.55	179.2
		1月	15.3	8.08	18.4	1.78	7.23	248.9
		2月	32.4	11.7	57.5	4.43	21.4	208.9
		3月	26.4	8.57	80.4	2.74	30.1	150.9
		4月	13.0	3.55	47.9	1.12	18.7	38.2
		5月	5.05	0.834	17.0	0.471	6.27	2.1
		6月	2.76	0.401	5.44	0.295	1.76	0.8
		7月	1.90	0.345	2.94	0.191	0.674	0.1
		8月	1.22	0.249	1.82	0.111	0.305	0.3
		9月	0.682	0.109	0.970	0.058	0.137	1.0
		10月	0.408	0.071	0.342	0.018	0.037	11.5
年間総流量	(百万 m ³ /年)	275	122	598	30	199	-	
	(mm/年)	147	208	88	201	77	902.2	
年平均流出係数		0.16	0.23	0.10	0.22	0.09		

(水資源局資料(1986)を編集)

(2) 地形・地質

1) 地形

マラウイ国は南緯 9° ~17°、東経 33° ~36° のアフリカ大陸南東部に位置する内陸国で、全国土面積は 118,000 km² であるが、そのうち 23,000 km² はマラウイ湖が占めている。国土は南北に細長く延び(855 km)、北東部でタンザニア、北西部でザンビア、東部及び南部でモザンビークに接している。マラウイ国東部には地質学上著名なアフリカ大地溝帯(Great Rift Valley)が南北に走っており、その陥没部がマラウイ湖(東西 30~75 km×南北 550 km、海拔 474 m)となっている。

マラウイ国はその地形特性から次の4つに区分できる。(図2-2-5 地形区分図参照)

① 地溝帯低地部

マラウイ湖湖岸と南部の Shire 河谷及び Chilwa 湖周辺の起伏の少ない地域で、標高は 600m 以下である。地溝帯の断層崖は、海拔 474 m の湖面から水深 500 m の深さまで急落している。この断層崖は Shire 河谷の両側に沿って南に延びている。

② 地溝帯斜面地帯

地溝帯低地部と高原地帯とに挟まれた急斜面をなす部分で、南北方向の帯状に国土を縦断している。標高は 500~1,100 m で、開析が進行しており、侵食作用により地表面には基盤岩が露出している。

③ 高原地帯

高原地帯は標高 1,100~1,400 m で、ザンビアとの国境に至る西部地域の大半とモザンビーク国境に至る南東部地域を占め、緩やかに起伏する平坦な準平原的な地形を示す。

④ 山岳地帯

山岳地帯は標高 1,400 m 以上で、高原地帯の中に孤立した形で存在する。北部の Nyika Plateau (最高標高 2,600 m)、中部の Viphya Mountain(最高標高 2,058 m)、及び Dedza Mountain (最高標高 2,198 m)、南部の Zomba Mountain(最高標高 2,085 m)及びマラウイ最高峰の Mulanje Mountain (最高標高 3,000 m)等が代表的である。

プロジェクト対象のリロングエ県西部地区は、Lilongwe Plain と呼ばれる、標高 1,050~1,200m 程度の「高原地帯」に属し、緩やかにアンジュレーションした平坦面が形成されている。

Lilongwe Plain は、厚く岩盤の風化土壌や沖積層に覆われ、耕地として適しており、広く畑地として活用されているが、コンゴニ郡の北端部やカロロ郡の南端部には、比高差 50~150m

程度の特徴的な残丘状の岩山が点在している。

また、プロジェクト対象地域西側、ムチンジ県と境界には、Bua 川水系の Namitete 川が流れており、コンゴニ郡全域とカロロ郡の西半分が、この BUA 川水系に属している。一方、カロロ郡の東側半分の地域は、Linthipe 川水系に属している。これ等水系の支流がプロジェクト地域内の Lilongwe Plain に樹枝状に発達しており、この水系に沿って DAMBO と呼ばれる草原湿地が形成され雨期には冠水状態となる。

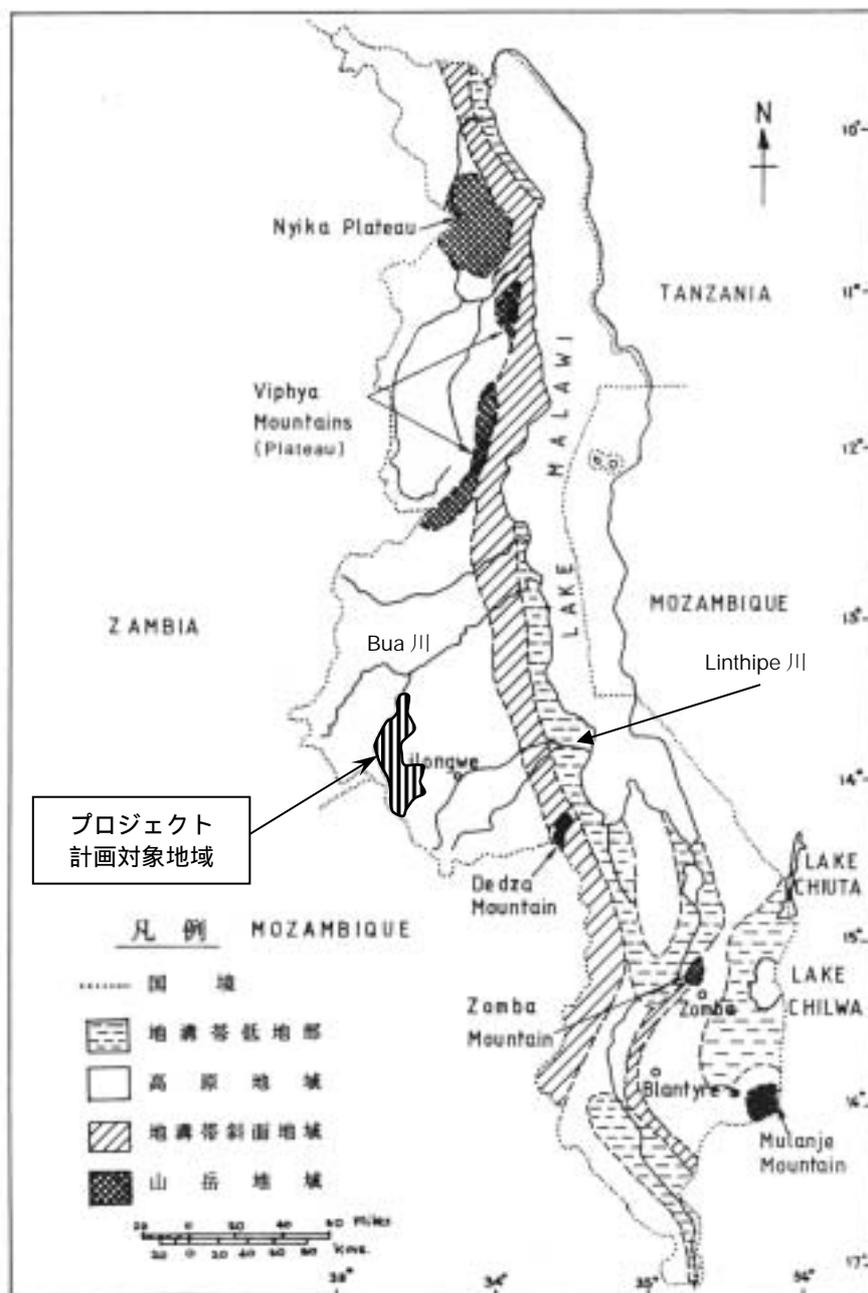


図 2-2-5 地形区分図

2) 地質

マラウイ国の大部分は先カンブリア紀～古生代初期のモザンビーク帯に属しており、片麻岩を主とする変成岩類と、これらに貫入する同時代の花崗岩、斑れい岩等の深成岩類が分布している。この他、古生代二畳紀のカルー系堆積岩類、中生代ジュラ紀のカルー系火山岩類、中生代白亜紀以降の堆積岩類などが分布するが、基盤岩であるモザンビーク帯の分布区域に比べるとその分布範囲は極めて狭く、北部と南部の一部に見られるのみである。

モザンビーク帯は度重なる造山運動により、構造的な変形を受けている。構造線は北西-南東方向が卓越し、南北及び東西方向がこれに次いでいる。新生代になって活動を開始した断層運動によって、マラウイ国を縦断する地溝帯が形成され、この活動に伴い地溝帯の周辺は破碎され、数多くの断層破碎帯や引っ張り割れ目群（走向は概ね南北方向が主体）ができている。

計画対象地域は、地溝帯の西側の高原地帯に位置し、一部の残丘状の岩山を除き、全般に基盤岩類の風化土壌や湿地帯の DAMBO 等に堆積した沖積層によって厚く覆われている。

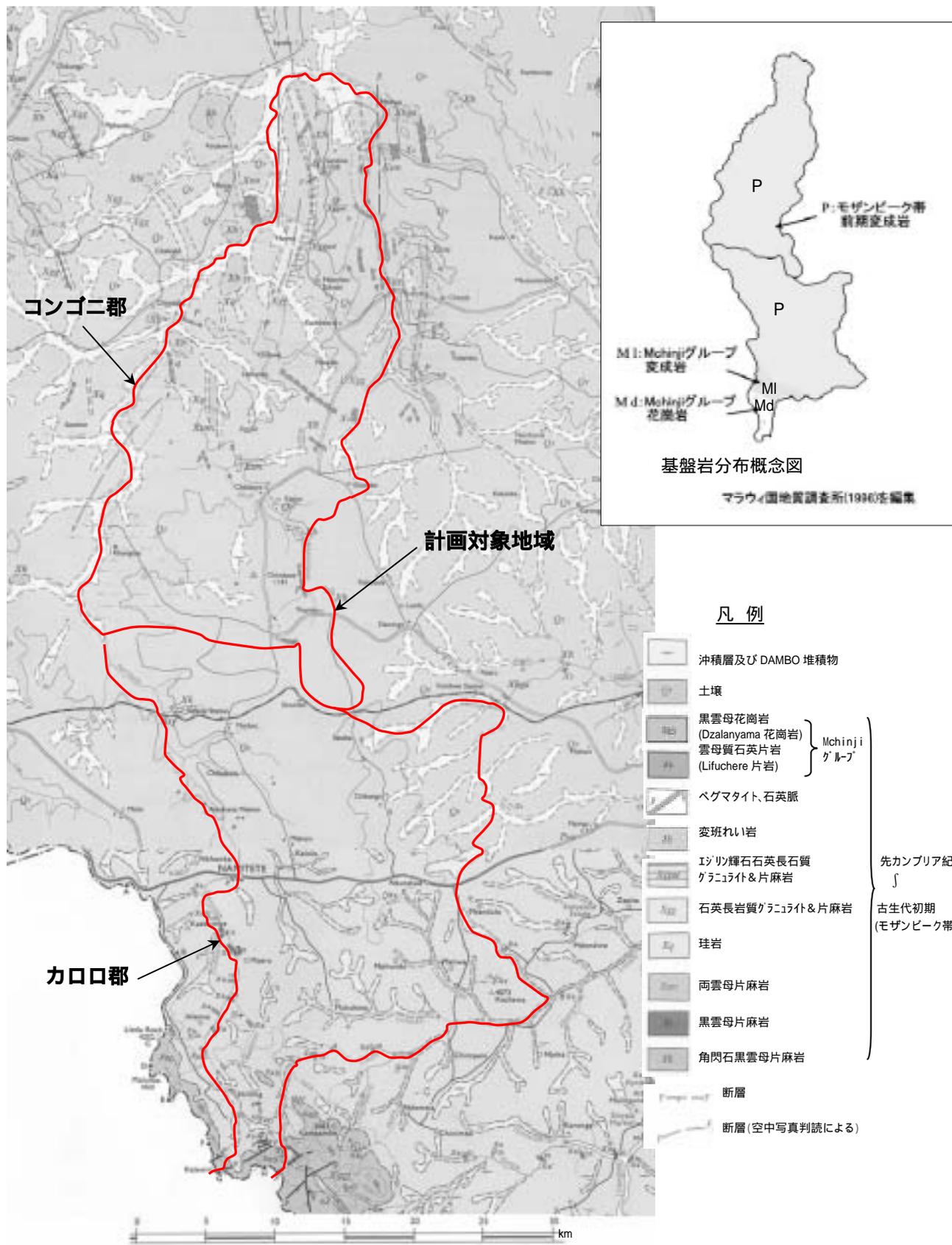
計画対象地域の地質図及び基盤岩分布概念図は、図 2-2-6 に示す通りである。

① 基盤岩類

計画対象地域のモザンビーク帯は、基盤岩分布概念図で区分した通り前期の変成岩 (P) と Mchinji グループと称する後期の変成岩 (M1) 及び深成岩 (Md) が分布している。

前期の変成岩 (P) はほぼ全域に分布し、地質図に基づき説明すると、石英長石質グラニュライト及び片麻岩 (Xgg)、角閃石雲母片麻岩 (Xh')、黒雲母片麻岩 (Xs)、珪岩 (Xq) 等より構成され、一部で石墨（黒鉛）、ざくろ石、エジリン輝石等の鉱物が含まれている。この内、石墨が目すべき鉱物として資源調査が行なわれているが、採算性の問題から採掘されるまでには至っていない。また、これ等の変成岩中には、変斑れい岩 (Xb)、ペグマタイト (p)、石英脈 (q) 等の貫入岩体認められ、その分布はコンゴニ郡の中、北部地区が顕著である。

カロロ郡の南西端部境界付近には、北西から南東に向けて Mchinji グループの地層が帯状に分布している。Mchinji グループは 2 層に分けられ、北側の Lifuchere 片岩 (M1) と呼ばれる雲母質石英片岩 (Xa) と南側の Dzalanyama 花崗岩 (Md) と呼ばれる黒雲母花崗岩 (XgD) より構成されている。XgD 層の南東側延長方向（地区外）には標高 1,500～1,600m の山脈 (Dzalanyama Range) が形成され、その分水界はモザンビーク国との国境をなしている。



出典：マラウイ国地質調査所(1972)及び(1989)

図 2 2 6 地 質 図

(地質構造)

本地域における変成岩は全般に縞状構造が発達し、前期変成岩(P)の場合縞状構造は全般に N-S 性の走向が卓越しているが、Mchinji グループ(Ml, Md)では NW-SE 性の走向が一般的である。

基盤岩を通る断層等の裂罅帯の分布は、大半の地域が風化土壌等の表層堆積物に厚く被覆されている関係上、非常に不明瞭なのが特徴である。本地域では、コンゴニ郡の北部において縞状構造と同じ走向の N-S 性断層やリニアメントが報告されている他、Mchinji グループの Dzalanyama 花崗岩(Md)分布区域では、縞状構造の走向と直交する NE-SW 性の断層が認められるにすぎない。

(風化の状況)

基盤岩の表層は、上部に土砂状から軟岩状の脆弱な状態の強風化帯が分布し、その下部に亀裂の発達する弱風化帯が続いている。地形的に残丘状の岩山が形成されている区域では当然のことながら風化帯がほとんど存在しなくなる。一方、平坦な高原地帯では、隣接するムチンジ県の例から判断して、風化帯の厚さは変化に富んでおり、特に表層堆積物の下に岩脈類が分布するような場合には地形面が平坦であっても、極めて薄くなることが多い。

② 表層堆積物

表層堆積物は、Bua 川水系や Linthipe 川水系沿いの低地や DAMBO 沿いに分布する沖積層とこれらの低地より少し高い部分に分布する基盤岩の風化土壌に区分することができる。

風化土壌は、茶褐色のラテライトまたはラテライト質の土壌が主体となり、土壌状の場合耕作土に適した粘性土状を呈しているが、ラテライトは固結し軟岩状を呈している場合が多い。また、Mchinji グループの地層が分布する地域では、一般に灰黄色を呈し、石英粒子を多量に含む砂質土壌が分布している。

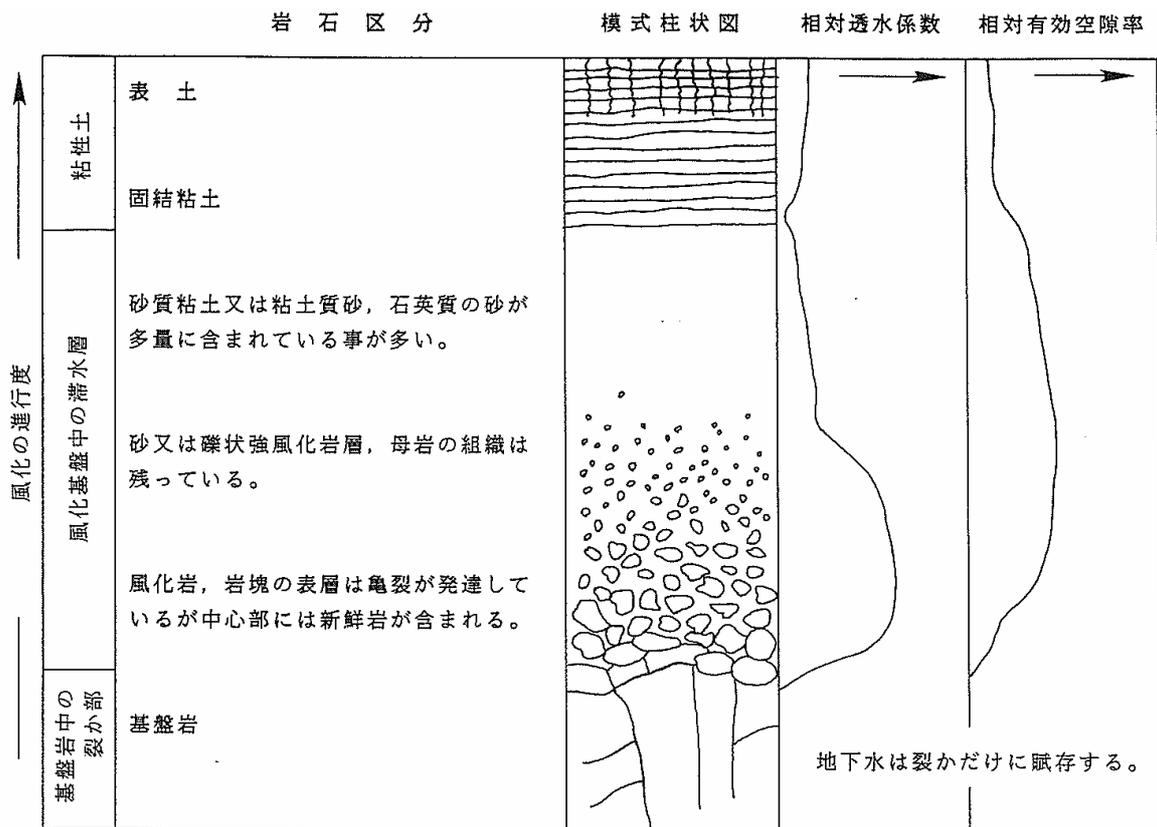
沖積層や DAMBO 堆積物は灰色を呈し、停滞水域特有のシルト等粒径の細かい地層が主体となるが、河川の勾配が緩く流路の移動が激しいため、層相の変化に富み、随所で砂質土や有機質土を挟んでいる。

(3) 水理地質

1) 水理地質の概要

計画対象地域の高原地帯は、表層堆積物によって被覆されているが、全般に片麻岩を主とする基盤岩の風化部（土砂状～亀裂発達）が分布し、良好な滞水層が形成されている地域である。（図2-2-8 水理地質図参照）しかし、風化帯の厚さは現在の地形に関係なく変化に富んでおり、風化帯のほとんど存在しない地点もあり、特に、貫入岩体の分布する場所では風化帯が薄く、地下水の賦存はほとんど期待できない。

計画対象地域内の滞水層の分布状況を模式的に示せば図2-2-7のようになり、安全な地下水の賦存する滞水層となるのは、亀裂の発達した風化岩層となる。また、風化帯上部の土砂～砂礫状を呈する強風化岩層の場合は、雨期乾期に影響され水位の変動が激しいのが特徴である。



出所：水資源局

図 2 2 7 風化岩層中の滞水層模式図

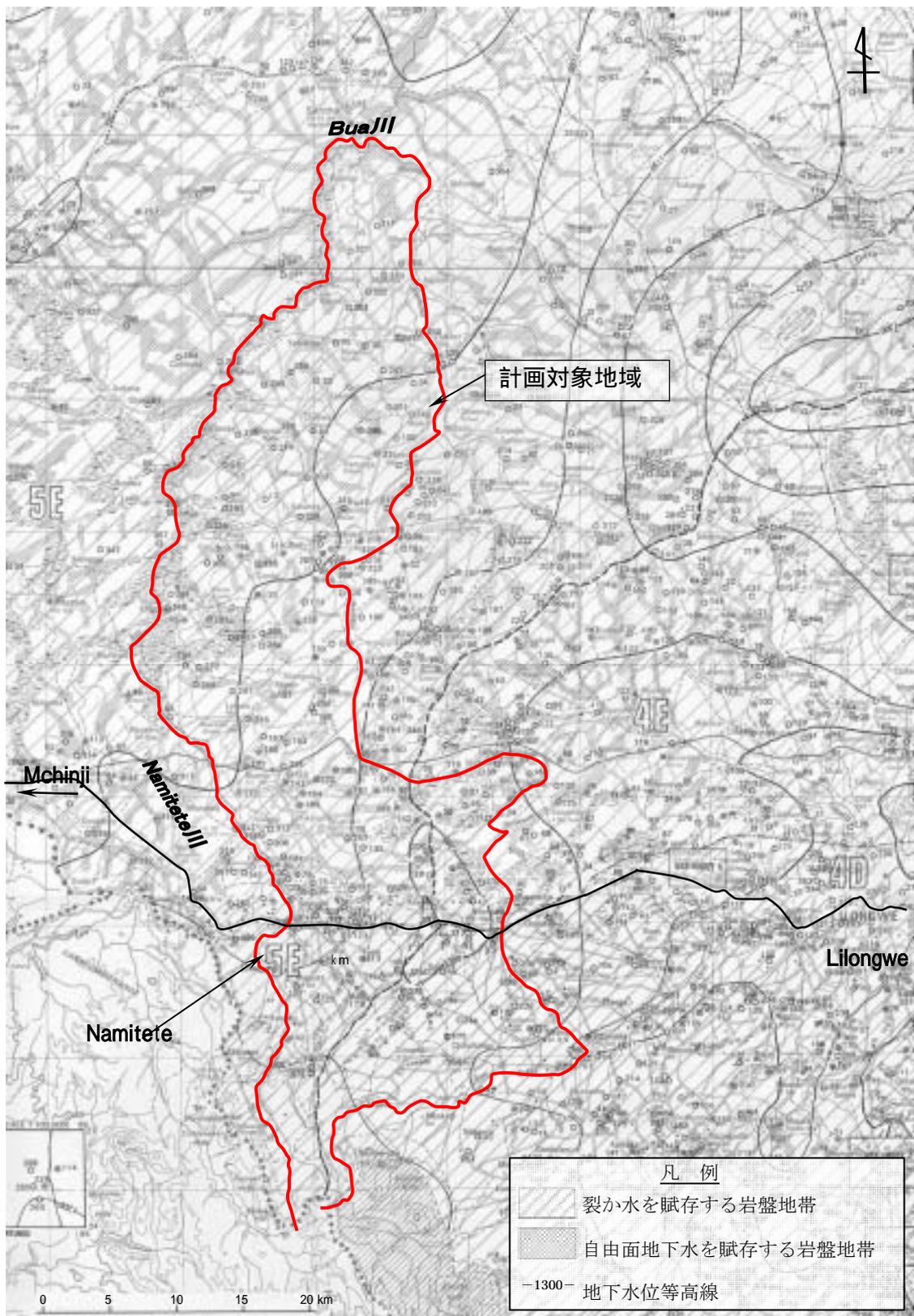


図 2 2 8 水理地質図

出典: Hydrogeological Reconnaissance Map, DEDZA and LILONGWE(1987)

また、風化岩層以外では、断層等の構造線に沿って分布する基盤岩中の破碎帯からも豊富な地下水が期待できる。このような亀裂の発達した断裂系は、前述の地質構造の項で記載した走向の断層が通るものと予想されるが、当該地域のように地形的な特徴が無く厚く表層堆積物に被覆されている場合、その連続性を追跡するためには、詳細な物理探査等を実施する必要がある。

以上の滞水層の他に、沖積層、DAMBO 堆積物、風化残留土等表層堆積物中の砂質土、礫質土等粒径の粗い部分が滞水層となっている。この地下水は、自由面地下水の形態を有し、降雨量の多寡に左右されやすい特徴がある。現在、計画地域内の各所において多数の手掘り井戸が使われているが、上記理由から乾期において地下水涸渇の問題に直面している。即ち、その賦存量は、滞水可能な地層の層厚も薄く連続性に欠けるため限界があり、永続的な地下水として活用される可能性は少ない。

2) 地下水の流動と地下水涵養

地表より降雨によって涵養された地下水は、全般に計画対象地域の西縁部を流れる Namitete 川に向かって東から西に 1/200 の動水勾配で流動し、Namitete 川沿いの地域では河川勾配と同じ 1/1,250 の動水勾配で南から北に流動している。

対象地域内における年間の地下水涵養量は、過去の資料より試算すると以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{地下水涵養量} &= \text{面積} \times \text{年間平均涵養量} \\ &= 1,179 \text{ Km}^2 \times 20 \text{ mm/年}^* \\ &= 2,358 \text{ m}^3/\text{年} \end{aligned}$$

* : リロングエ北方 Dowa West の涵養量 4~36(mm/年)の平均値

3) 地下水の賦存状況（物理探査結果）

計画対象地域内で電気探査を実施し、探査結果及び既存井戸資料を参考にして、水理地質構造の検討を行った。探査地点は、図2-2-9の電気探査位置図に示すとおり計画対象地域内の広域的な水理地質状況が把握できるよう配置されている。また、計画対象地域の滞水層の分布の状況は、前項でも述べた様に変化に富んでいるため、垂直探査だけでなく水平探査、比抵抗二次元探査等も活用し、水理地質構造の解析に努めた。探査地点、探査方法の内訳は表2-2-3に示す通りである。

表 2 - 2 - 3 電気探査調査地点の内訳

郡	垂直電気探査 測定村落数（測点数）	水平電気探査 測定村落数	比抵抗二次元探査 測定村落数
カロロ	35 (39)	10	—
コンゴニ	41 (52)	10	2
計	76 (91)	20	2

[測定方法及び測定機器]

① 調査対象地域をカバーするように代表的な村落を対象に、垂直電気探査を実施した。電極配置はシュランベルジャー法により、測定深度（AB/2）100mを目安として探査を実施した。

② 風化帯の基底深度が比較的起伏に富んでいると推定される地域の村落では、水平探査により風化部の発達状況、貫入岩の分布状況、及び基盤岩の破碎帯等比抵抗の異常箇所の分布状況を把握した後、地下水開発候補地を選定し①の方法により垂直探査を実施した。水平探査の測線延長は250m～600m、測定間隔は10m、測定深度（AB/2）は40mで実施した。

③ 上記②までの探査結果から複雑な滞水層構造が予想される村落において、より精度の高い地下の地質情報を得るため、測線長390m、電極間隔10m、データ取得深度90mの比抵抗二次元探査を実施した。

測定器としてMcOHM Mark-2及びSYSCAL R1 Plusを使用し、現地調査では地表面の接地抵抗が高い場所が在るため重合方式の機器を使用しS/N比の向上に努めると同時に、電極棒の複数接地や接地電極棒周囲への散水等を行い測定の精度を高めた。機器の仕様は、表2-2-4に示す通りである。

表 2 - 2 - 4 電気探査測定機器仕様

機 能		型 式	McOHM Mark-2 (Model-2115A) : OYO (日本) 製	SYSCAL R1 Plus : IRIS (仏) 製
送信部	出力電圧		400V-pp max.	Max. 600V
	出力電流		1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200mA	Max. 2,500mA
	最大出力			200W
受信部	入力インピーダンス		10 MΩ	10MΩ
	測定電位		±25mV, ±250mV, ±2500mV	-5V~+5V
	分解能		1 μV	1 μV
	S/N 比		90 dB (with 50/60 Hz)	
	スタック回数		1, 4, 16, 64 (途中停止可能)	Min.3 ~ Max.255
	測定サイクル		3.7 sec	500ms, 1000ms, 2000ms
	データファイル		最大ファイル 128、 最大データ 2,000	
	インターフェイス		RS-232C	RS-232C
	外部コントロール		Power booster (Model-2917)	
	電 源		DC 12V : 内蔵充電電池 5Ah、 外部 12V BATT.	DC 12V : 内蔵充電電池 7Ah、 外部 12V BATT.
	動作温度範囲		0~50°C	-20~+70°C
	寸法・質量		(W)206×(H)281×(D)200mm 約 9 kg (含内蔵バッテリー)	(W)310×(H)215×(D)310mm 約 9.5 kg (含内蔵バッテリー)

[測定結果]

各探査地点の調査結果は表 2 - 2 - 5 の電気探査結果一覧表に整理した。また、各探査地点で得られたデータは巻末に資料編に示す通りである。

① 垂直電気探査の結果

垂直電気探査のデータは、深度 (AB/2 : m) と見掛比抵抗値 (a : Ω-m) の関係を VES 曲線にまとめ、標準曲線及び補助曲線との照合法により解析を行い、地下の比抵抗値を求めた。計画対象地域内の水理地質状況については、図 2 - 2 - 1 0 の比抵抗断面図に示す通りである。

電気探査結果は、3~7 層の比抵抗層に区分でき、比抵抗値は 1~7,800 Ω-m の広い範囲に分布する。滞水層の比抵抗値は、20~500 Ω-m 程度の範囲の地層と想定されるが、地下水の賦存状況は地層の成層状態によって左右されるもので、測定された ρ a 曲線の形状が目安となる。ここでは比抵抗層の変化の状況 (測定された ρ a 曲線の形状) 及び前項の「図 2 - 2 - 6 基盤岩分布概念図」から、水理地質条件は大きく A、B、C、D の 4 つのタイプに分類することができる。

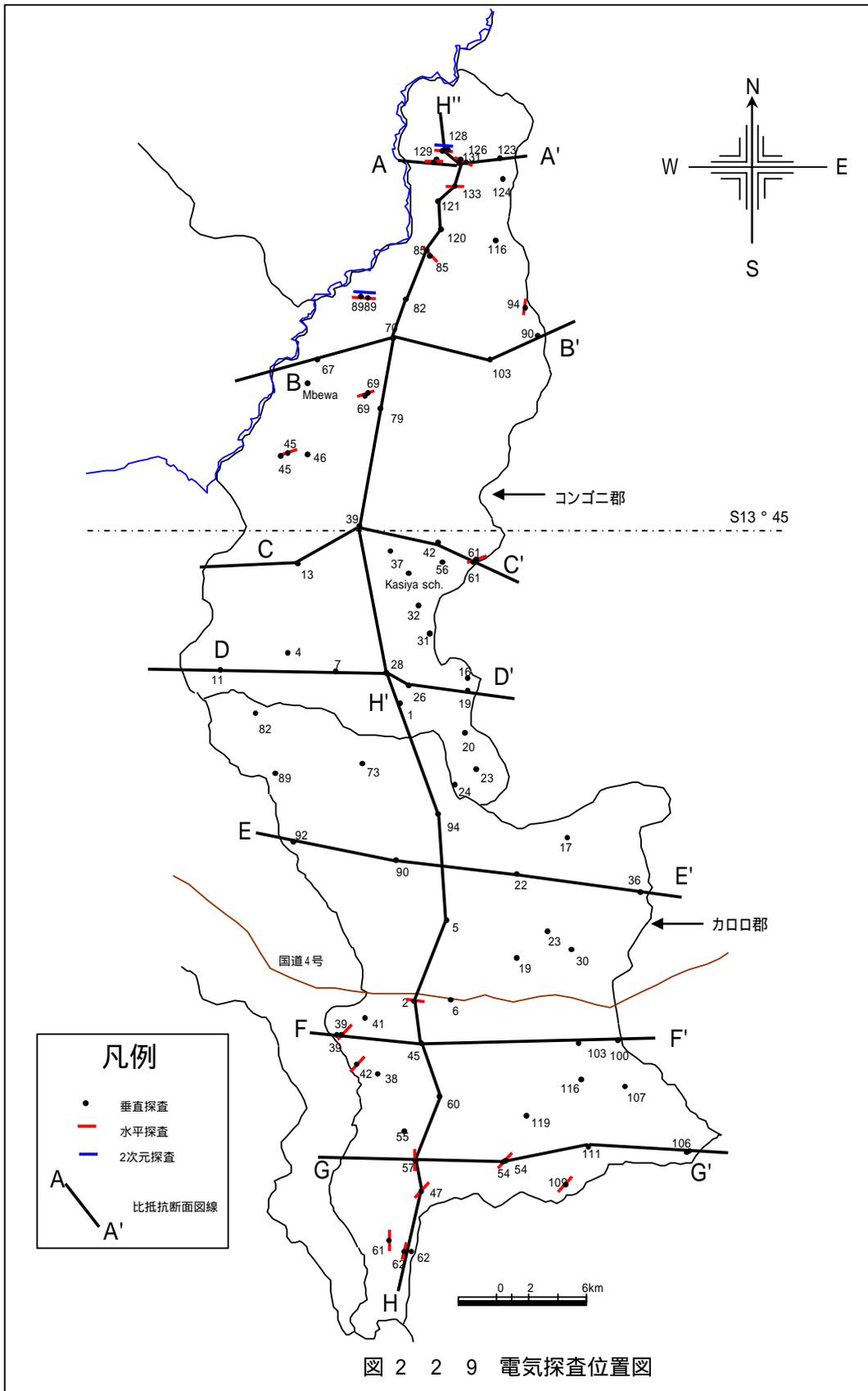


図 2 2 9 電気探査位置図

表 2 2 5 電気探査結果一覧表

カロロ郡

No.	村落名	垂直電気探査結果			水平電気探査結果		BH No.
		滞水層の比抵抗値 (-m)	滞水層基底面 (m)	VES曲線のタイプ	見掛け比抵抗値 (-m)	HES曲線のタイプ	
2(a)	Dzuluwanda	80	55	A	99 ~ 200	b	
2(b)	Dzuluwanda	110	65	A			
5	Guliguli (B)	120	45	A			
6	Nkhwambela	90	45	A			DP65
17	Phulamazira	60	40	A			R13
19	Mpingo (II)	50	38	C			LFP28
22	Mzungu	100	65	C			
23	Mngongonda	30	65	C			
30	Kumtsizi	120	45	A			
36	Danbo	106	32	A			RM58
38	Mizati	34	40	A			
39(a)	Chiipila Sanga	120	42	A	80 ~ 300	c	
39(b)	Chiipila Sanga	260	30	B			
41	Chiipila Kakoma	40	50	A	16 ~ 60	d	
42	Guliguli (A)	90	30	B	55 ~ 200	d	
45	Geremani	52	61	C			
47	Nyanda	260	28	B	280 ~ 900	c	
54(a)	Mtsina / Kalata	120	35	A	60 ~ 310	c,d	
54(b)	Mtsina / Kalata	480	45	B			
55	Chadza	180	45	A			
57	Ntchisi	165	25	B	120 ~ 240	b	
60	Chingondo	35	30	A			
61	Chipanga	160	35	D	200 ~ 900	d	
62(a)	Mbang'ombe	180	45	D	169 ~ 320	b	C28
62(b)	Mbang'ombe	260	36	D			
73	Chimbwala	30	35	A			
82	Jonasi	25	65	C			
89	Lusha	45	25	C			
90	Dzinja	120	38	A			
92	Kadzoni	38	45	A			FC96
94	Kafunde	120	25	B			
100	Kalonga	90	30	A			
103	Semu	280	40	B			
106	Mliu	65	20	C			X25
107	Chithangile	22	45	C			
109	Chaponda	55	40	A	35 ~ 84	b	
111	Chikalipo	260	45	C			
116	Zakaliya	60	55	C			
119	Makanga	95	45	C			

コンゴニ郡

No.	村落名	垂直電気探査結果			水平電気探査結果		BH No.
		滞水層の比抵抗値 (-m)	滞水層基底面 (m)	VES曲線のタイプ	見掛け比抵抗値 (-m)	HES曲線のタイプ	
1	Khongoni (A)	20	40	C			LFP22
4	Kanjanja	60	40	A			
7	Levi	43 ~ 50	40	C			
11	Benjamani	110	65	A			
13	Waya	70	45	A			FC116
16	Mkhata	55	25	B			
19	Salima	35	25	C			NBC013
20	Kapudzama	80	26	C			DANIDA
23	Mtabvu	65	25	C			No.24
24	Imfa (Chiputu)	90	45	C			UBD025
26	Naferanje	65	42	C			NBC008
28	Nyanga	42	50	C			RB32
31	Gulumba	62	26	C			
32	Sixpence / Nabuzi	36	26	C			
37	Mbewa (II)	60	38	A			
39	Mwachipula	45	44	C			
42	Mtswati	80	42	C			
45(a)	Malenga	32	35	A	42 ~ 140	d	
45(b)	Malenga	50	35	A			
46	Mangilira	120	38	C			SB/07/430
56	Madzonga	32	30	C			UBC029
61(a)	Mwadzimbini	45	50	C	33 ~ 76	b	
61(b)	Mwadzimbini	58	50	C			
67	Bondo	81	54	A			RM49
69(a)	Kazambala	65	40	A	39 ~ 160	b	
69(b)	Kazambala	80	35	A			
70	Chigowo	30	34	A			SB/07/323
79	Chilowa	76	28	A			E317
82	Kawalika	55	48	A			
85(a)	Msema	120	35	A	28 ~ 180	c	
85(b)	Msema	240	35	A			
89(a)	Chimonbo (II)	120	38	A	33 ~ 580	c	
89(b)	Chimonbo (II)	150	16	B			
90	Makowa	30	45	C			DM13
94	Kasalika	40	45	A	46 ~ 70	a	
103	Kaodzera (B)	74	75	A			
116	Mwanda	100	45	A			
120	Magengera	22	45	A			
121	Kakoloweko	90	45	A			DM9
123	Kachera	86	40	A			
124	Changwe	55	32	A			
126	Mkwinda	140	18	C			
128(a)	Khofi	40	40	A	7.4 ~ 300	c	
128(b)	Khofi	60	32	A			
129(a)	Makwenbe	30	34	A	22 ~ 62	b	
129(b)	Makwenbe	29	35	A			
131(a)	Mwanmbakulu	30	62	C	31 ~ 97	b	
131(b)	Mwanmbakulu	60	55	C			
133(a)	Nkhawa	40	45	A	38 ~ 220	c	
133(b)	Nkhawa	120	24	B			
	Kasiya Sch.	34	32	C			B/H
	Mbewa	140	45	A			DM17

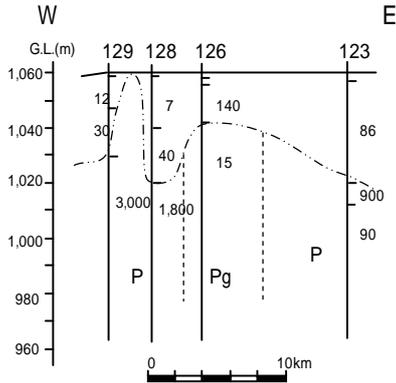
垂直電気探査結果:VES曲線のタイプ区分

型	特徴
A	P層・M1層の分布域、表層部及び最下層が高い比抵抗値を示し中間層が相対的に低い比抵抗値を示す
B	P層・M1層の分布域、A型と比較して基盤岩が浅くから分布する
C	P層の分布域のうち石炭を挟むことが予想される地域(Pg)最下層の比抵抗値が低い
D	Md層の分布域、A型に類似、滞水層の比抵抗値が高い

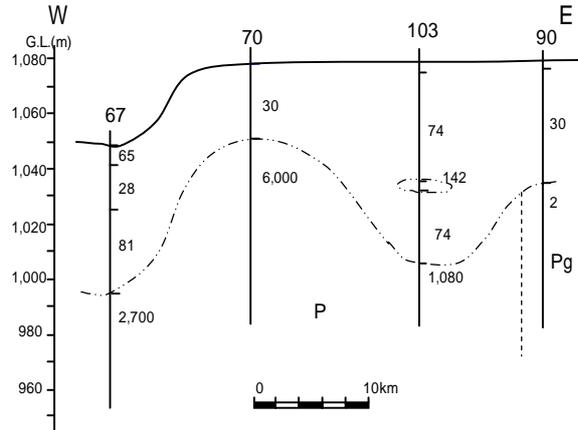
水平電気探査結果:HES曲線のタイプ区分

型	特徴
a	変化が少ない
b	小刻みな変化
c	水平方向に変化
d	凹凸が激しい

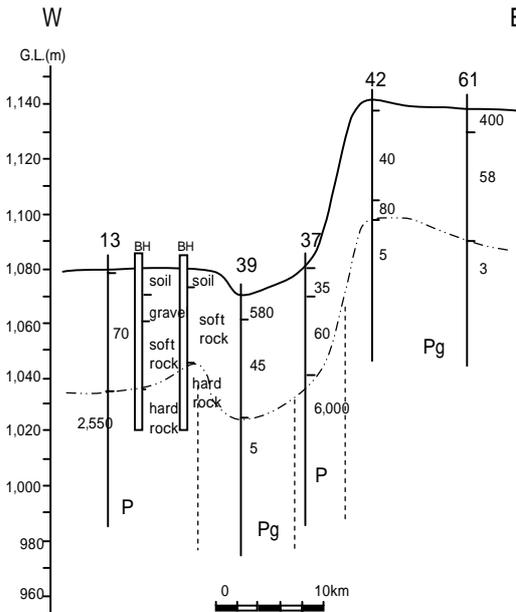
A-A'断面 コンゴニ郡



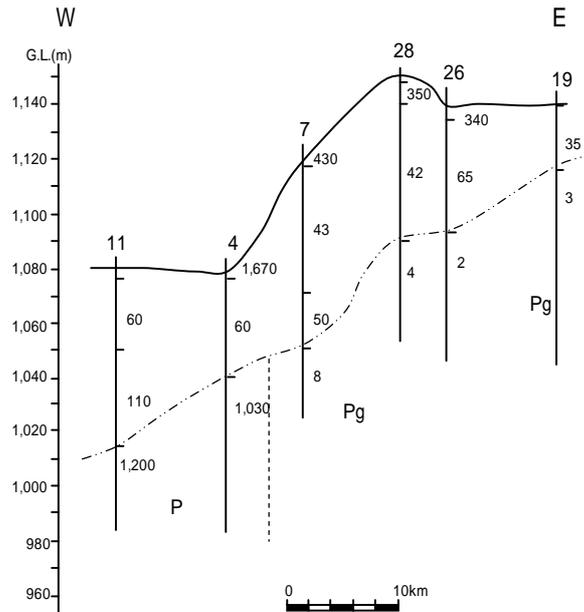
B-B'断面 コンゴニ郡



C-C'断面 コンゴニ郡



D-D'断面 コンゴニ郡



(凡例)

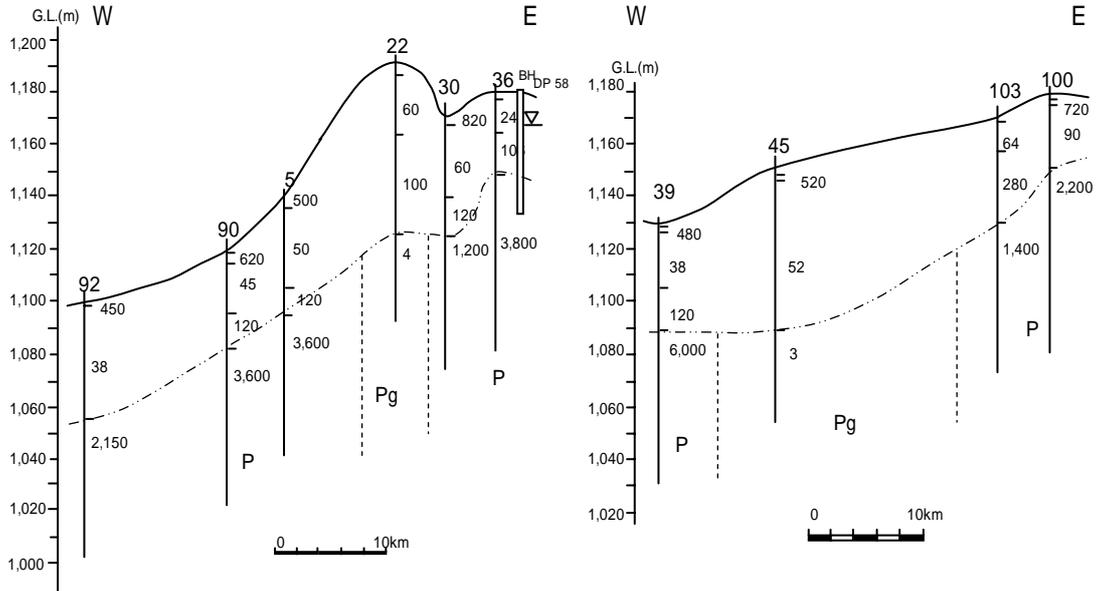
- 132 ← 電気探査位置
- 280 ← 比抵抗値 (-m)
- 帯水層推定基底面

- Md : 花崗岩 } Mchinji
- Ml : 雲母質石英片岩 } グループ
- P : 主に片麻岩
- Pg : 同上(石墨質)

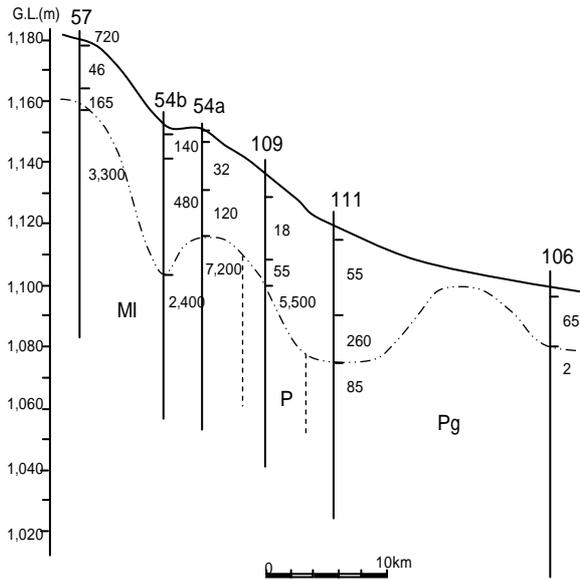
図 2 2 10 (1) 比抵抗断面図

E-E'断面カ口口郡

F-F'断面カ口口郡



G-G'断面 カ口口郡



(凡例)

132 ← 電気探査位置
 280 ← 比抵抗値(Ω-m)
 帯水層推定基底面

Md : 花崗岩 } Mchinji
 MI : 雲母質石英片岩 } グループ
 P : 主に片麻岩
 Pg : 同上(石墨質)

図 2 2 10 (2) 比抵抗断面図

H-H'-H''断面 カロロ郡/コンゴニ郡

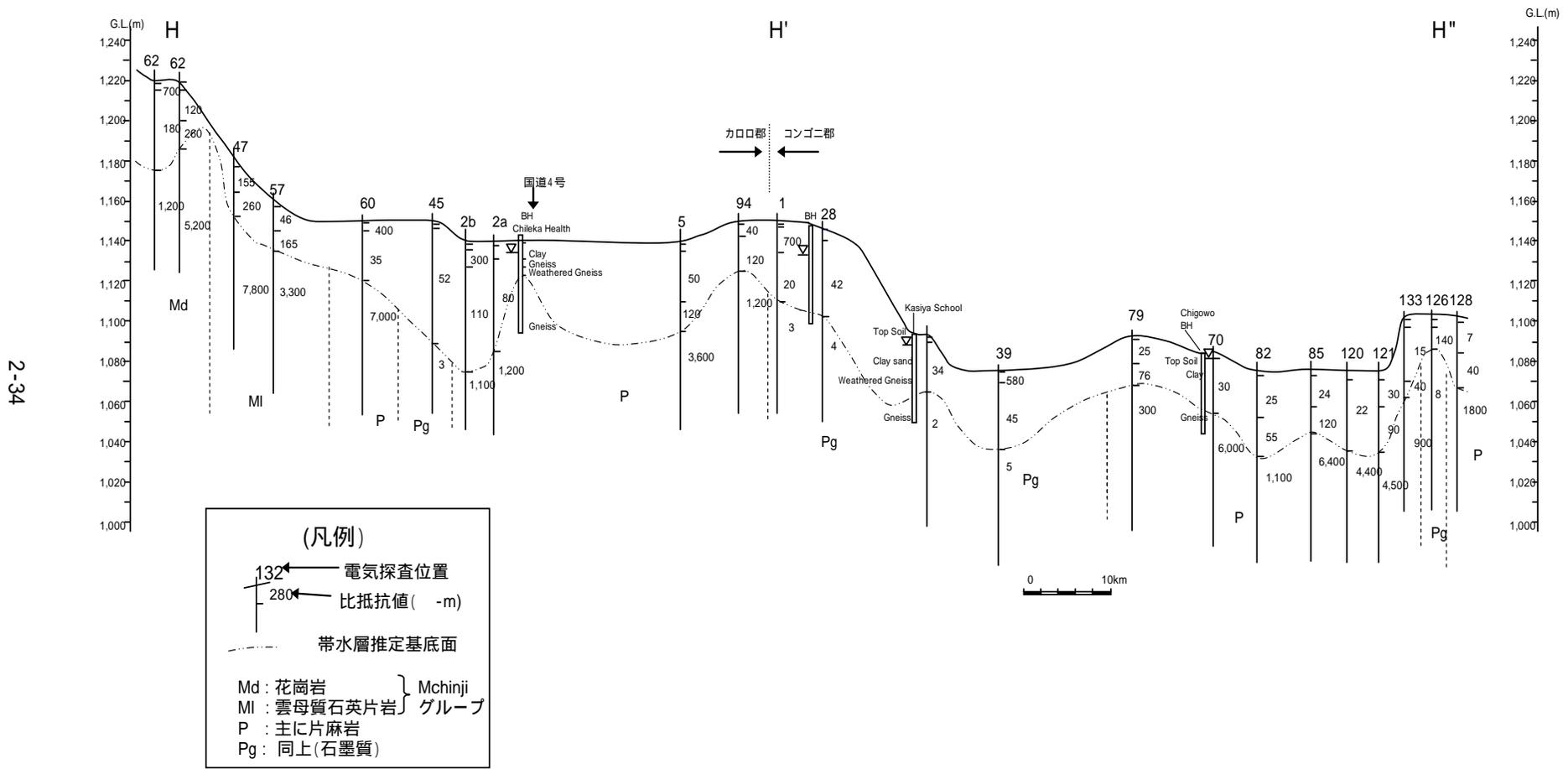


図 2 2 10 (3) 比抵抗断面図

・A型

地表部と地下深部が相対的に高い比抵抗値を示し、中間層が低い比抵抗値を示している。この型はB型と共に、「図2-2-6 基盤岩分布概念図」のP層及びM1層の分布地域に見られ、主にコンゴニ郡の北部及び西部、カロロ郡の北西部から南部及び東部が該当する。未風化の基盤岩までの深度が比較的深い事（風化岩層が厚い）を特徴とし、この風化岩層が良好な滞水層となっている。基盤岩までの深度及び滞水層の比抵抗値と層厚により地下水の賦存量が左右されるが、基盤層の比抵抗値が高い場合は亀裂の少ない透水性の低い地層が分布し、基盤岩の比抵抗値が低い場合は地下水を胚胎する亀裂の発達していることが予想される。

滞水層の比抵抗値は概ね22～240Ω-m程度、滞水層基底面の分布深度は28～75m程度になる。

・B型

VES曲線の形状はA型と類似するが、未風化の基盤岩と推定される最下層の境界深度が浅いことを特徴とする。また、風化岩が厚い場合でも地層の比抵抗値は相対的に高い値を示し、地下水の賦存が貧弱な弱風化岩が分布していると予想されるため、実施設計の段階では水平探査等も実施し、少しでも地下水開発条件の有利な地点を探ることが必要と判断される。B型の比抵抗曲線を示す村落は、カロロ郡の南西部でP層とM1層の境界付近地域で相対的に多くなる傾向が認められる。

滞水層の比抵抗値は概ね55～480Ω-m程度、滞水層基底面の分布深度は16～45m程度とA型と比較して浅い。

・C型

この型は、「図2-2-6 基盤岩分布概念図」のP層分布地域の内石墨を挟むことが予想される区域（Pg層）において認められ、コンゴニ郡の南東部からカロロ郡の南東部にかけて帯状に分布している。表層部から中間層にかけての比抵抗層の分布はA型と類似するが、最下層である基盤岩は、挟まれている石墨が導電性である関係上、比抵抗値は低い事を特徴とする。地質図解説書（マ国地質調査所：MCHINJI-UPPER BUA AREA（1968））の記載によるとコンゴニ郡の南東部のKhongoni Court及びカロロ郡の中西部のNamitete Missionにおいて非常に比抵抗値の低い石墨の分布が確認されており、探査の結果と整合するものである。また、本層の分布地域では相対的に風化岩層が厚く分布し、比抵抗値から見た滞水層の条件は比較的良い。

滞水層の比抵抗値は概ね20～260Ω-m程度であり、滞水層基底面の分布深度は18～62m程度である。

・D型

この型は、「図2-2-6 基盤岩分布概念図」のMd層の分布地域に見られ、カロロ郡の南西端部のDzalanyama山地付近において分布する。A型に類似するが、推定される滞水層の比抵抗値が概ね160~260Ω-m程度であり、A型と比較してやや高めの値を示している。滞水層基底面の分布深度は35~45m程度となる。

② 水平電気探査の結果

水平電気探査の結果は、距離(m)と見掛比抵抗値(ρ_a : Ω-m)のグラフ(HES曲線)に表し、巻末の資料編に整理した。この探査による水平方向の見掛比抵抗値の変化から、地下深部における水平方向の地質(岩質、貫入岩体、地層境界等)の変化、風化帯の厚さの変化、断層破碎帯の分布等について推定するもので、本調査では解析されたHES曲線は、下記の通り4パターンに分けることができる。

(型)	(HES曲線の特徴)	(予測される地質の状況と地下水開発に際しての留意事項)
a:	変化が少ない。	地質的な変化はほとんど無く、測線上の深井戸工事のための条件は変わらない。垂直探査で風化帯が浅くなる地域では、測線の方角を変えて再調査を行なう必要がある。
b:	小刻みな変化あり。	見掛比抵抗値が低い箇所は深部まで風化が進んでいると推定され、深井戸工事の条件は相対的に良い。
c:	水平方向に大きく変化する。	測線上で異なった地層が分布し、風化帯が厚くなると予想される地点を、深井戸工事位置として選定する。尚、見掛比抵抗値が急激に変わる測線上の境界部には、地下水開発に有利な断層や貫入岩体との接触部で裂隙が発達している可能性もある。*
d:	局部的に大きな凹凸が認められる。	凹部は断層等で局所的に裂隙が発達している可能性が高く、地下水開発にとって有利である。ただし、断層等の裂隙帯は狭い帯状の分布をしめすため、位置の選定は慎重に行なう必要がある。*

* 風化帯の比抵抗値が10 Ω-m以下の非常に低い値を示す場合には、難~不透水層の分布する可能性があり、垂直探査及び他のデータを合わせて総合的に解析する必要がある。

各調査地点のHES曲線の分類は表2-2-5においても区分されているが、明らかになった点を整理すると、下記の通りである。

i. P層及びM1層が分布し、垂直探査による分類A,Bに属する地域では、16測線中7測線で、水平方向に岩質が変化しており(分類c)、同時に3測線では断層等の裂隙帯を横断(分類d)していることが分かった。また、この内7測線が地下水の貧弱な比較的風化帯の薄い地域に属していることを考え合わせると、詳細設計段階の位置選定において水平

探査が極めて有効となる。

P 層分布地域の分類 c, d に跨る測定結果例として、カロロ郡 Mtsina/Kalata 村における水平探査の結果例を図 2-2-11 に示す。

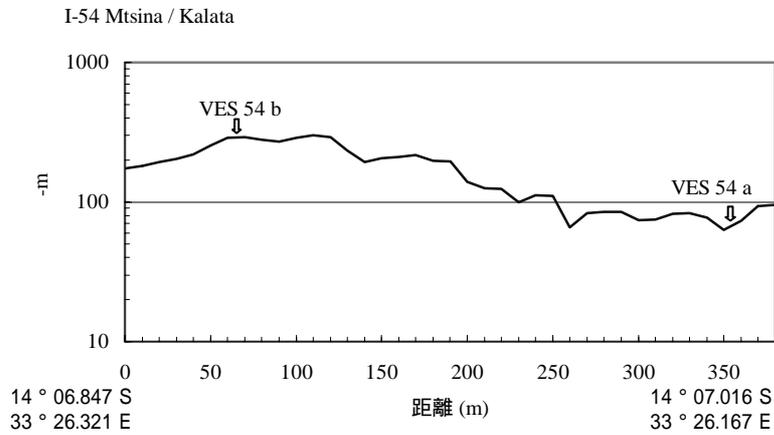


図 2 2 11 カロロ郡 Mtsina/Kalata 村における水平電気探査結果例

この要請村落では地表面は平坦で地形的な面から風化の形状を把握することが難しいが、この図からは距離程約 260m 付近及び約 350m 付近が、掘削の候補地として挙げられる。即ち、測線始点側より距離程約 250m 付近までが見掛比抵抗値数 100 Ω-m 以上を示し風化帯が浅いか、或いは基盤岩中の割れ目が少なく地下水開発の困難な区域と推定される。一方、距離程約 250m 付近より測線の終点側までの区間は岩質が異なり、見掛比抵抗値は約 100 Ω-m 以下を示し風化帯の層厚が増し基盤岩中の割れ目が多いと推定されるもので、特に、距離程 260m と 350m には裂罅帯又は局所的な深部風化帯を横断していると予測されたため、地下水開発にとって有利となる。この結果に基づき距離程 350m において垂直電気探査を行なったが、滞水層として有望な比抵抗値の地層が確認された。

ii. Pg 層分布地域の場合は、未風化基盤岩の比抵抗値が低い値になる関係もあり、水平探査から破碎帯等を見つけ出すことが難しいが、全般に分類 b に属する比較的变化の少ない HES 曲線が得られた。

iii. Md 層の分布区域では、全般に見掛比抵抗値が高くなっており、滞水層の分布も限られているため、分類 d に属する HES 曲線が得られる測線の水平探査から掘削候補地の選定されることが、効率の良い調査を行なうための決め手となる。

③ 比抵抗 2 次元探査の結果

水平電気探査において、HES 曲線が分類 c に属し地質状況の変化が特に激しいと考えられるコンゴニ郡北部の 2 村落を選定し、比抵抗二次元探査を実施した。サイト調査によって計測・収録された見掛比抵抗データに地形データ等を加えて編集・補正を行い、比抵抗二

次元探査解析ソフト「ElecImager/2D : OYO 製」によって解析し、その結果をカラー断面図に整理した。

i . Chimonbo II 村 (S. No. II-89)

この村落は、地表部は風化土壌に被覆され明瞭な分布状況を把握することは困難であるが、変斑れい岩の貫入岩体の分布が予測されており、調査の結果下図に示す通り測線の始点から距離程 220m にかけて変斑れい岩と予想される高比抵抗値の地層の分布が確認できた。

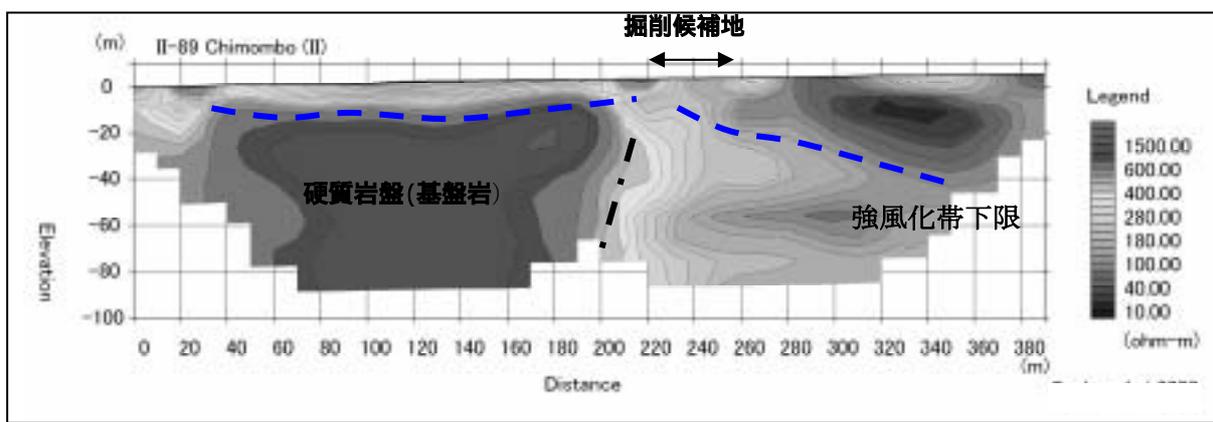


図 2 2 12 コンゴニ郡 Chimonbo II 村における比抵抗2次元探査の比抵抗断面図

この断面からは距離程 220~260m 付近が掘削の候補地として挙げられる。即ち、貫入岩の分布地域は強風化帯も 10m 未満程度の層厚しかなく、滞水層としての評価は低い。一方、距離程約 260m 以降では風化岩が分布するが、比抵抗値が約 10Ω-m 前後と低く粘性土の存在が考えられ、難透水性の地層となっている可能性がある。しかし、貫入岩体との接触部は貫入時の衝撃で一般に亀裂が発達しており、距離程 220~260m 付近が井戸掘削の候補地となる。

ii . Khofi 村 (S. No. 128)

この村落は片麻岩の分布地域であるが、岩質の異なる地層が分布しており、距離程 250m 付近から終点側にかけての地域は風化帯が薄く、地下水の賦存の期待できない地層の分布することが確認された (資料編の解析断面図参照)。

[滞水層の評価]

滞水層の比抵抗値は、地下水の比抵抗値と密接な関係にあり次式で示される。

$$\rho = F \times \rho_w$$

ここに、

ρ : 地層の比抵抗値
 ρ_w : 地下水の比抵抗値
 F : 地層係数

(地層の間隙率に関係し、滞水層の場合は一般的に $F=1.0\sim 8.0$ の値が適当と考えられている)

電気伝導度からの換算値では、調査対象地での地下水の比抵抗値 ρ_w は $8.9\sim 54.9\ \Omega\text{-m}$ 程度を示している。これを上式に代入すると、滞水層の比抵抗値 ρ はおよそ $8.9\sim 440\ \Omega\text{-m}$ 程度となる。電気探査結果で滞水層と考察した比抵抗値 ($\rho = 20\sim 480\ \Omega\text{-m}$) は、地層係数から考察した滞水層の比抵抗値の範囲に概ね含まれる。但し、調査対象地域の地下水の電気伝導度は $8.9\sim 1,130\ \mu\text{ S/cm}$ と、場所によってかなり相違があり、この範囲の比抵抗値を示す地層を滞水する可能性のある地質として考えておく必要がある。

[物理探査のまとめ]

既存井戸付近で実施した電気探査の結果は、表 2 - 2 - 6. に示すとおりであり、既存井戸データを参考に、調査地域における滞水層の比抵抗特性等を検討し整理すると、以下の通りである。

① 想定する滞水層の比抵抗値は、約 $20\sim 480\ \Omega\text{-m}$ の範囲にある。

② 十分な水量が期待できる滞水層基底面までの平均深度は以下の様である。

- ・ VES 曲線 A 型 : 46m
- ・ VES 曲線 B 型 : 45m
- ・ VES 曲線 C 型 : 46m
- ・ VES 曲線 D 型 : 44m

③ ただし、比較的風化帯の薄い B 型、D 型の地層が分布する地域では、水平電気探査 (比抵抗二次元探査)、電磁探査等により水平方向の基盤地質の状況を把握し、この結果に基づき垂直電気探査によって滞水層の状況を確認することが肝要である。

表 2 2 6 既存井戸付近での電気探査結果

郡	No.	村落名	BH No.	深度(m)	最大揚水量(lts/min)	地下水位(m)	地質	物理探査結果と滞水層			
								帯水層の比抵抗(-m)	帯水層の基底深度(m)	地下水の比抵抗値(-m)	VES曲線のタイプ
KALOLO	6	Nkhwambela	DP65	-	-	-	-	90	45	-	A
KALOLO	17	Phukamazira	R13	-	-	-	-	60	40	41.0	A
KALOLO	19	Mpingo (II)	LFP28	-	-	-	-	50	38	-	C
KALOLO	23	Mngongonda	FC25	45.75	102.2	-	Gneiss	30	65	-	B
KALOLO	36	Dambo	RM58	45.73	68.4	12.19	Gneiss	106	32	-	A
KALOLO	62	Mhang'ombe H.C.	C28	-	-	-	-	180	45	-	D
KALOLO	92	Kadzoni	FC96	-	-	-	-	38	45	-	A
KALOLO	106	Mliu	X25	-	-	-	-	65	20	-	C
KHONGONI	1	Khongoni (A)	LFP22	-	-	-	-	20	40	-	C
KHONGONI	2 / (7)	Kambuyana / (Levi)	DM23	45.75	209.0	3.36	Weathered Gneiss, Gneiss	43	40	-	C
KHONGONI	13	Wayya	FC116	45.75	27.4	21.35	-	70	45	-	A
KHONGONI	19	Salima	NBC013	-	-	-	Gneiss	35	25	-	C
KHONGONI	20	Kapudzama	DANIDA	-	-	-	-	80	20	8.8	C
KHONGONI	23	Mtabvu	No.24	-	-	-	-	65	25	-	C
KHONGONI	24	Imfa (Chiputu)	UBD025	-	-	-	-	90	45	-	C
KHONGONI	26	Naferanje	NBC008	-	-	-	-	65	42	54.9	C
KHONGONI	28	Nyanga	RB32	48.80	102.2	10.64	-	42	50	-	C
KHONGONI	46	Mangilira	SB/07/430	30.00	-	3.28	Black hard rock (Graphitic Gneiss ?)	120	38	25.0	C
KHONGONI	56	Madzonga	DP128 / UBC029	61.00	45.6	18.30	Gneiss	32	30	19.5	C
KHONGONI	67	Bondo	RM49	-	-	-	-	81	54	-	A
KHONGONI	70	Chigowo	SB/07/323	45.00	150.0	2.76	Gneiss	34	30	34.8	A
KHONGONI	79	Chilowa	E317	-	-	-	-	79	28	-	A
KHONGONI	90	Makowa	DM13	-	-	-	-	30	45	-	C
KHONGONI	121	Kakoloweko	DM9	-	-	-	-	90	45	-	A
KHONGONI	-	Mbewa	DM17	-	-	-	-	140	45	-	A
KHONGONI	-	Kasiya Sch.	-	49.00	140.0	4.59	Weathered Granite, Granite	32	35	19.6	C

(4) 水質

対象地域の村落住民が日常的に生活用水として利用している水源の水質の把握を目的として、深井戸 (BH)、浅井戸 (SW)、保護浅井戸 (PSW) 等から採水された試料を対象に水質試験を実施した。試験の方法は、室内水質試験と簡易水質試験に分けられ、それぞれ試験項目は下記の通りである。

(共通の水質試験項目)

色、濁り、味覚、臭気、水素イオン濃度 (pH)、電気伝導度、フッ素、硝酸塩、亜硝酸塩、全鉄、マンガン、一般細菌、大腸菌群

(室内水質試験のみ実施した項目)

塩素、硫酸塩、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、全硬度、砒素、カドミウム、クロム、ホウ素

試料数は室内水質試験が 20 試料、簡易水質試験が 46 試料となり、採水地点の水源別内訳は表 2-2-7 に示す通りである。

表 2 2 7 水質試験の水源別内訳

試験方法	郡	水源の種類 (ヶ所)			計 (ヶ所)
		深井戸 (BH)	浅井戸 (SW)	保護浅井戸 (PSW)	
室内 水質試験	カロロ	7	0	4	11
	コンゴニ	6	3	0	9
	計	13	3	4	20
簡易 水質試験	カロロ	13	8	6	27
	コンゴニ	12	6	1	19
	計	25	14	7	46

各試料の採水地点及び試験の結果はそれぞれ図 2-2-1 3 と巻末の資料編に示すとおりである。また、資料編の水質試験結果一覧表には、各試験項目の WHO ガイドライン値とマラウイ国の MoWD の飲料水水質暫定基準値を併記したが、マラウイ国の水質暫定基準は WHO ガイドライン値よりも大幅に緩い基準値が設定されている。

各試験項目別の特徴は、下記の通りである。

色、濁り

BH の場合大半の井戸水が無色透明であったが、鉄分の多く含まれている（鉄分の含有量 10mg/ℓ以上が目安）コンゴニ郡の一部試料では、採水時の無色透明が試料ビン内で放置すると、徐々に茶色に濁り出すものが認められた。一方、SW は手掘りで井戸壁が保護されておらず土壌や表流水が混入しやすい構造のため、約 70%の井戸水が白色に濁っていた。また、PSW の場合は、地表部からの汚染が防止され井戸内部も土砂が混じらない構造になっているが、約 20%の井戸水で白色の濁りが認められた。

この他、20%の BH において、井戸水に雲母片の混入が確認されたが、これはグラベル材（スクリーンと孔壁の間に充填するフィルター材）の品質か、井戸の仕上げ工事が不十分な事に起因するものである。

味覚、臭気

油臭、鉄臭、苦味が感じられる BH が 11ヶ所で認められ、この内 8ヶ所の BH で WHO ガイドライン値 (0.3mg/ℓ) よりも多くの鉄分が含まれていたが、鉄分を多く含む井戸水でも、ほとんど味、臭気の感知できないことがある。即ち、マラウイ国の水質暫定基準値 (3mg/ℓ) を越える鉄分について、対象地域の住民から全く飲用に耐えないとされている水がある反面、良質の水として評価されている場合もあり、溶存成分の分析値が必ずしも味覚、臭気の指標にはなっていない。また、SW、PSW の場合は全般に無味無臭であることが確認された。

水素イオン濃度 (pH)

水素イオン濃度は 6 前後のわずかに酸性の水が主体となり、BH の水は相対的に 6 以下を示すことが多い。一方、SW の場合若干値が高く、カロロ郡では 7.0 ~ 7.5 の範囲を示すいく

つかの SW が認められる。隣接するムチンジ県の例では、地下水が pH 6 前後以下の場合ポンプの鉄製品を腐食させやすい性質を有していることが明らかになっており、耐腐食性の製品の調達を検討する必要がある。

電気伝導度

コンゴニ郡において $1,130 \mu\text{S}/\text{cm}$ と高い値を示し、村落の住民からも飲料水として利用されていない BH が認められたが、他の生活用水は全般に $600 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下の値となり、溶存成分が少ないことを示している。

硝酸、亜硝酸

硝酸、亜硝酸は健康に係わる項目であり、硝酸については全般にマラウイ国暫定基準値の $100 \text{mg}/\ell$ 以下の分析値が得られ、亜硝酸の含有量も極めて少ない。ただし、カロロ郡における一部の PSW (3ヶ所) では、WHO ガイドライン値である $50 \text{mg}/\ell$ に近似した $40\sim 45 \text{mg}/\ell$ を含有する水が認められ、地表部から汚水等が浸透し影響を受けていることを裏付けている。

塩素、硫酸

全般に WHO ガイドライン値の範囲に収まっている。

フッ素

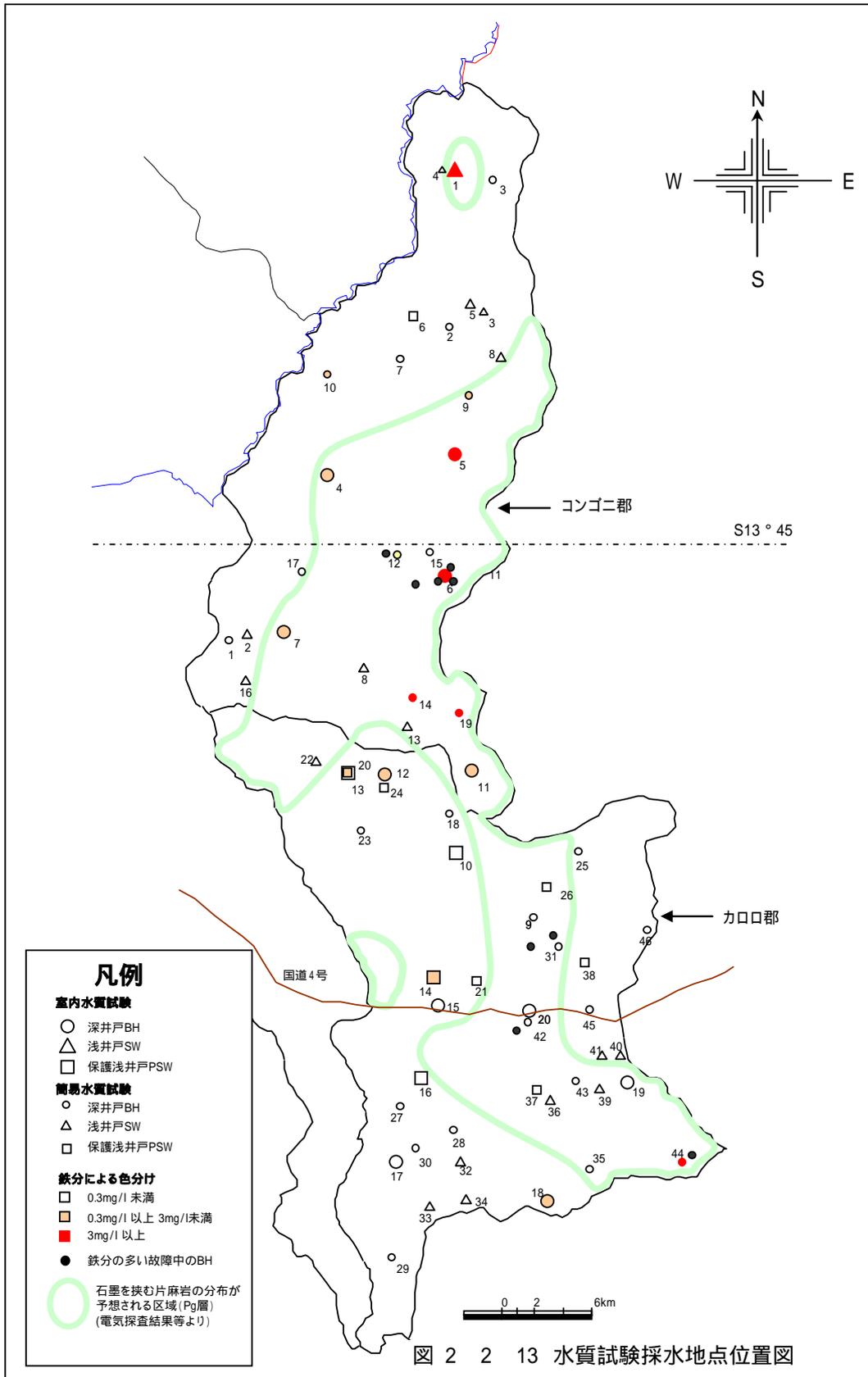
マラウイ国内ではフッ素の含有量が多く問題となる地域もあるが、計画対象地域内では最大 $1.2 \text{mg}/\ell$ 程度であり、マラウイ国暫定基準値 ($3 \text{mg}/\ell$ 、WHO ガイドライン値 $1.5 \text{mg}/\ell$) の範囲に収まっている。

ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム

これ等の項目はいずれも溶存量が極めて少なく、問題にはならない。

全鉄、マンガン

コンゴニ郡北端の Khofi 村で全鉄 $20.5 \text{mg}/\ell$ 、マンガン $0.88 \text{mg}/\ell$ と両項目の溶存量が極めて高い SW が認められたが、SW、PSW の場合概ね WHO ガイドライン値 (全鉄 $0.3 \text{mg}/\ell$ 、マンガン $0.5 \text{mg}/\ell$) 以下の値を示している。一方、BH の場合マンガンは $0.5 \text{mg}/\ell$ 未満であるが、全鉄に関しては BH から採水した 38 試料の内、14 試料 (37%) が WHO ガイドライン値を上回り、7 試料 (18%) がマラウイ国暫定基準値 ($3 \text{mg}/\ell$) を越えていることが明らかとなった。この他にもサイトにおける聞き込み調査では、鉄分が多いため故障したまま放置されている BH が 10ヶ所 (コンゴニ郡 6ヶ所、カロロ郡 4ヶ所) で認められた。マラウイ国暫定基準値以上の鉄分を含む BH 及び鉄分が多く放置されている BH の位置をプロットすると (図 2-2-13 参照) いずれも先に記載した石墨を挟む片麻岩 (Pg 層) の分布地域に該当し、鉄分の含有量が非常に高くなる可能性のある範囲は計画対象地域の東縁部を南北に延びる帯状の区域に認められる。



全硬度

全般に WHO ガイドライン値以下である。

砒素、カドミウム、クロム、ホウ素

コンゴニ郡 Kamange D. Tunk 村の BH では、カドミウムが WHO ガイドライン値と同じ 0.003 mg/ℓ (マラウイ国暫定基準値 0.01 mg/ℓ) を示したが、他の試料はいずれも上記項目の溶存量が極めて少なく、WHO ガイドライン値の範囲に収まっている。

大腸菌、一般細菌

マラウイ国暫定基準では、一般細菌は特に規定されていないが、大腸菌は 1 mg 中 50 個以下とされている。この基準値を目安として、水源別の大腸菌と一般細菌の検出状況の頻度分布を整理すると、図 2-2-14 に示す通りである。

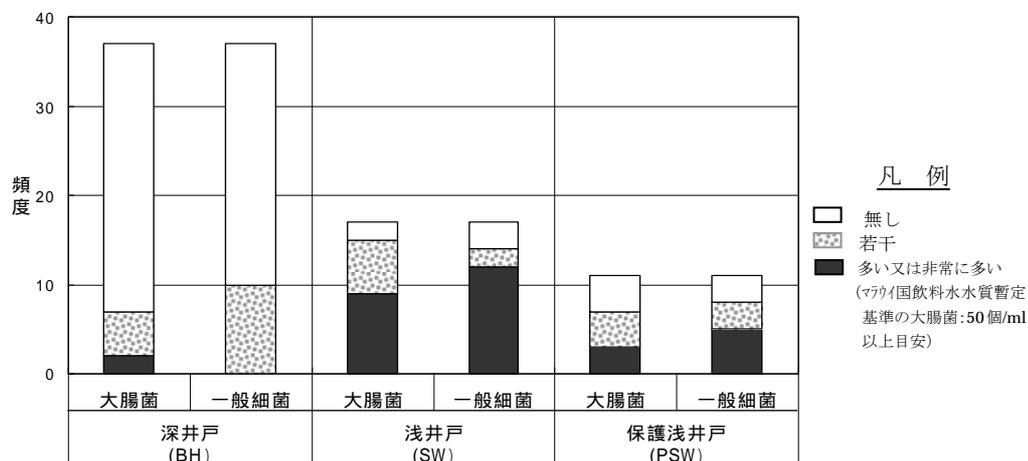


図 2-2-14 大腸菌、一般細菌汚染状況水源別頻度分布

SW の場合、全般に肉眼でも濁りが認められるものが多く、明らかに汚染を受けていることが推測でき、約 80~90%以上の井戸から大腸菌、一般細菌が検出された。また、表層が構造物で被覆されポンプで水を汲み上げる PSW の場合でも 70%前後の井戸で汚染を受けていることが明らかとなった。したがって浅層の地下水は地表部からの汚染を受け易い状況であり、SW 又は PSW で生活用水を得ている大半の村落住民は、「下痢、赤痢、コレラ等の水因性疾病が過去に蔓延した」と答えている。特に、カロロ郡ではコレラの蔓延により人口が著しく減少した村落もある。このような経験から、一部の SW、PSW では保健省の指導により定期的 (1 回/2 週間~6 ヶ月) に滅菌剤が投入されている村落も認められるが、間隔が長すぎると一時的な滅菌の効果しか期待できない様である。

また、BH で汚染を受けている井戸は 20%前後認められるが、その原因として、以下の点と考えられる。

- 滞水層の深度が浅く汚染された地下水が汲み上げられている、
- ポンプの修理時に人為的に汚染された 等

2 - 2 - 3 その他（社会経済状況、水因性疾病等）

本案件要請リストに挙げられた 254 村落において、社会経済調査として、村長および各村住民 3 名（世帯を代表する男性もしくは女性：合計 762 人（うち 58 % が男性））に対する質問表による聞き取り調査を行った。聞き取り用の質問表は調査団が作成し、聞き取りは現地コンサルタント再委託にて実施した（詳細は、巻末資料参照）。

表 2 2 8 主な社会状況調査結果

項目		TA	合計	カロロ郡		コンゴニ郡		
村落数			254	121		133		
平均世帯数（家族数）／村落			74.06	80.7		66.46		
平均年収（MK：主な職業から）			27,933	26,751		29,057		
				雨期	乾期	雨期	乾期	
使用水源 回答者数 （人）	深井戸		80	73	49	42	31	31
	浅井戸（ポンプ付き）		34	31	17	14	17	17
	浅井戸（蓋なし）		454	413	228	214	226	199
	川、ダンボ		180	165	70	64	110	101
水使用量（平均、L / 日・人）			27.28	27.19	27.55	27.48	27.04	26.92
飲料水使用量（平均、L / 日・人）			10.58	10.86	9.98	10.31	11.13	11.36
水汲み回数（平均、回 / 日）			5.66	5.68	5.68	5.62	5.69	5.69

<経済活動および収入について>

回答を得た 739 世帯の 98%以上が農業を主たる収入源としていた。過去 1 年間の現金収入は、主たる収入源から平均 28,000MK であり、一部副業を持っている世帯では、加えて平均 7,000MK の収入があった。

表 2 2 9 就業区分

農業	670 世帯	90.7%
農業労働者	58 世帯	7.8%
公務員	4 世帯	0.5%
その他	7 世帯	0.9%
回答世帯数合計	739 世帯	100%

表 2 2 10 過去 12 ヶ月の世帯収入

過去 12 ヶ月の世帯収入／収入源		主たる職業から	他の職業から
収入合計平均（回答世帯数）		27,993 MK (705)	7,021 MK (295)
男性	平均収入(世帯数)	30,624 MK (415)	8,022 MK (166)
女性	平均収入(世帯数)	24,159 MK (290)	5,733 MK (129)

<給水施設の有無および使用水源について>

村長回答によると、調査対象村落のうち約4分の3には給水施設がなく、既存の給水施設は7割以上が素掘りの浅井戸であった。実際の使用者（住民）からは、使用水源として、川およびダムボ（149人）、素掘りの浅井戸（409人）、ポンプ付浅井戸（31人）、深井戸（58人）の4つが挙げられた。飲み水および料理用の水の使用量は、水源の種類に関わらず、5～10リットルという回答が最も多く、次いで、10～15リットルであった。水質に関しては、「味がよい」とする声の割合が、ポンプ付浅井戸と深井戸の使用者で特に高かった。川およびDAMBOを水源とする世帯および素掘りの浅井戸の使用者では、「味がよい」の回答は多くなく、「塩味がする」、「鉄の味がする」、「色がついている」など水質を気にする声が多く聞かれた。

<水因性疾病について>

コレラ、チフス、赤痢といった感染症を含む下痢性疾患、眼の疾病および皮膚疾患の発生状況について住民から聞き取りをしたところ、ポンプ付浅井戸を除く3つの水源において、下痢がもっとも多く、眼の疾病および皮膚疾患に関しては、全ての水源において使用者の半数近くが回答した。いずれの水源においても類似したパターンの発生を示していることから、水因性疾病の減少には水源の整備と同時に、最終的には住民に対する衛生教育などを通じた「水の使い方」に関する指導が必要なことがうかがわれる。

表 2 2 11 水因性疾病の罹患状況

	川・DAMBO		蓋なし浅井戸		ポンプ付浅井戸		深井戸	
	世帯数	%	世帯数	%	世帯数	%	世帯数	%
住民の自己申告による罹患疾病								
下痢	116	78	273	67	8	26	33	57
赤痢	53	36	90	22	10	32	15	26
コレラ	24	16	75	18	3	10	9	16
チフス	13	9	53	13	0	0	4	7
眼の疾病	67	45	234	57	14	45	28	48
皮膚疾患	68	46	153	37	14	45	27	47
水源使用者計	149	-	409	-	31	-	58	-

なお、上記結果は、住民による自己申告をもとにしているが、より正確なデータとしては対象村落をカバーする各地の保健医療センター（Health Centre）を通して収集されたものがある。本案件の対象村落をその担当域に含むセンターは10を越える。各保健医療センター名およびそれぞれの担当域人口は、以下の通りとなっている。

表 2 - 2 12 保健センター毎の担当範囲

保健医療センター名	担当域世帯数	担当域村落数	担当域人口(人)
Chileka	9,725	211	50,864
Chiwe	1,993	44	10,164
Lemwe	n.d.	n.d.	n.d.
Mbang'ombe 2	2,716	77	13,997
Ming'ongo	3,333	105	17,728
Ndaula	5,086	197	25,513
Nthondo	5,421	115	27,226
Khongoni	4,672	98	24,796
Chilombwe/Majiga	n.d.	n.d.	n.d.
Khasu	2,645	48	14,380
Chikowa	10,100	261	56,600
Malembo	n.d.	n.d.	n.d.
Kabudula Hospital	4,746	124	24,306
Nsaru	6,651	159	34,647

- * 一部村落は、カロロおよびコンゴニ郡外の保健医療センターが担当している
 - * カロロ郡北部の Lemwe およびコンゴニ郡南部の Chilombwe、北部の Malembo は、比較的新しく設置されたためデータなし
 - * 上記に加えて Namitete の St. Gabriel Hospital も非常に広域の住民に利用されている
- 出典： DHO/Lilongwe

リロングウェ県保健事務所 (District Health Office) は、加えて、担当地域内における疾病発生状況などを、域内に点在する保健医療センターからの報告をもとにしたデータベースを管理している。HMIS (Health Management Information System) と呼ばれるシステムである。下は、今回入手した最新データをもとに本案件対象村落をカバーする保健医療センターのデータを抜粋したものである。全ての情報がタイムリーに提供されているとは言えないが、将来プロジェクトの効果を推し量る有用なデータベースである。特にコレラやチフスなどは医学的検査の後確定する疾病であるため、より正確な情報が得られる。本案件対象地域においては、赤痢およびコレラといった感染症が数多く発生していることが把握できる。

表 2 2 13 保健センター毎のコレラ、赤痢患者数

		2002 年	2003 年	2004 年 1-6 月	合計
T.A. Khongoni の対象村落をカバーする保健医療センター (HC)					
Chikowa HC (Lilong)	赤痢 (5 才以下) - 新規	5	60	5	70
	赤痢 - 新規患者	34	109	9	152
	その他の下痢 - 新規	323	829	489	1641
Chilobwe Majiga HC	赤痢 (5 才以下) - 新規	0	0	42	42
	赤痢 - 新規患者	0	0	51	51
	その他の下痢 - 新規	0	0	1011	1011
Kabudula Hosp	コレラ - 新規患者	77	0	0	77
	赤痢 - 新規患者	29	56	22	107
	赤痢 (5 才以下) - 新規	0	15	0	15
	その他の下痢 - 新規	567	627	254	1448
Khasu HC	その他の下痢 - 新規	28	63	0	91
Khongoni HC	赤痢 (5 才以下) - 新規	0	58	57	115
	赤痢 - 新規患者	85	153	48	286
	その他の下痢 - 新規	55	132	47	234
T.A. Kalolo の対象村落をカバーする HC					
Chileka Disp	赤痢 (5 才以下) - 新規	186	346	95	627
	赤痢 - 新規患者	75	388	149	612
	その他の下痢 - 新規	233	612	334	1179
Chiwe HC	コレラ - 新規患者	3	0	0	3
	赤痢 (5 才以下) - 新規	0	63	2	65
	赤痢 - 新規患者	108	11	0	119
	その他の下痢 - 新規	107	228	171	506
Mbang'Ombe 2 HC	コレラ - 新規患者	0	4	0	4
	赤痢 (5 才以下) - 新規	70	31	22	123
	赤痢 - 新規患者	62	43	40	145
	その他の下痢 - 新規	22	34	16	72
Ming'Ongo HC	赤痢 (5 才以下) - 新規	2	40	38	80
	赤痢 - 新規患者	3	233	93	329
	その他の下痢 - 新規	266	361	267	894
Ndaula HC	赤痢 (5 才以下) - 新規	23	45	2	70
	赤痢 - 新規患者	20	76	3	99
	その他の下痢 - 新規	200	145	58	403
Nsaru HC	赤痢 (5 才以下) - 新規	8	10	2	20
	赤痢 - 新規患者	15	21	12	48
	その他の下痢 - 新規	137	316	89	542
Nthondo HC	赤痢 (5 才以下) - 新規	6	42	5	53
	赤痢 - 新規患者	12	56	2	70
	その他の下痢 - 新規	295	170	50	515

出典 : HMIS data base (Dec. 2004) at DHO/Lilongwe

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3 - 1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

1998年の国勢調査によれば、全国民の85%（約847万人）が居住する地方において、安全な飲料水とされる自然流下式上水道と深井戸による給水人口は約352万人であり、給水率は41.5%である。

水資源開発省(Ministry of Water Development; M o W D)は、地方給水事業として1998/99年度より「分散深井戸建設計画（通称3,000本計画）1998-1999」とこれを引き継ぐ年間数百本の深井戸建設を国家予算により実施し、これに加えて日本やドイツなど国際援助機関とNGOの協力により、2004年までに総計7,000本以上の深井戸が建設される見通しを持ち、84%の給水普及率を達成する計画であった（通称「7,000本計画」）。

この間、国家政策としては2000年のミレニアムサミットにおいて「2015年までに安全な水への非アクセス率を半減する」というミレニアム開発目標（MDGs）に賛同し、2002年4月のマラウイ貧困削減戦略（MPRS）- マラウイ国PRSP - においては、給水・衛生分野の目標として安全な水へのアクセス率（家族数ベース、保護された浅井戸を含む）を当時の65.6%から2005年には84%に向上させることとしている。MDGsの目標を達成するためには、毎年1.1%の給水率向上を維持する必要があるという試算（UNDP）があり、約1,000万人の住む地方部においては3%程度の人口増加率を考慮すると毎年40万人の給水人口増加が必要となる。村が分散し、恒常河川の少ないマラウイ国地方部では、ハンドポンプ井戸による給水が主となり、仮に全ての給水人口増加を深井戸で賄うとすれば毎年1,600本の井戸の増加が必要となる。

しかし、2004年時点での地方給水率は依然65%程度と推計され、MPRSの目標達成が困難なことが明らかとなり、「マ」国政府としては2005年に予定されるMPRSの見直しを受けて、さらに給水率向上に向けて地方給水事業を進める予定である。そして、上位計画の達成目標値の如何にかかわらず、今後も相当数の深井戸建設が主要な地方給水事業のコンポーネントとなることは確実である。

2004年、NGOの水供給衛生協調会議（Water Supply & Sanitation Collaborative Council : WSSCC）が行った給水施設マッピング調査（Halving the Proportion of People without Access to Safe Water by 2015 – A Malawian Perspective）により、対象とした6県35郡（総人口の18%に相当）では、給水施設の普及に偏りがあることが明らかとなった。

M o W Dは、全てのマラウイ国民が安全な給水施設にアクセスするという最終的な目標に鑑み、地方給水事業を普及率の現状把握に基づいて進めることが重要と判断し、上記給水施設マッピング調査の結果、最も劣悪な給水事情を示したりロングウェ島の西地区（カロ口郡、コンゴニ郡）に対して深井戸施設の建設計画を策定した。この計画は、M P R Sの目標を達成するための上記 7,000 本計画の一部として位置づけられている。

対象地域における現在の推計人口は 22 万人あまり（1998 年の国勢調査にロングウェ島地方部の人口増加率 3.4%/年を考慮）であり、給水施設マッピングによる稼働中の深井戸は 202 本を数えていることから、国家目標である 250 人に 1 箇所の給水施設を想定すれば対象地域の給水率は約 23%に留まっている。

協力対象事業としては、水資源開発省から要請された 254 村落（群）に対して、既存給水施設（簡易な部品交換等で修復可能な故障井戸を含む）で給水可能な村落などを除き、妥当と判断されたサイトにおいて 296 本の深井戸施設を建設することにより、事業完了年（2008 年）の対象村落推計人口約 13.2 万人（対象地域総人口の約 54%）に対して、一人当たり日量 15 リットル以上の安全な飲料水を給水する。

ただし、マラウイでは、井戸 1 本当たりの給水人口を 250 人とする目標であり、これに従えば、現況の給水率 23%は、事業の実施により 49%に向上する。

表 3 - 1 - 1 協力対象事業による給水率向上の目標

	人口（増加率年 3.4%）			現況給水施設（2004）		プロジェクト後（2008）		
	1998 (センサス)	2004 (推計)	2008 (推計)	深井戸 稼働数	給水率	深井戸 建設数	深井戸 数累計	給水率
カロ口郡	104,939	128,250	146,603	148	29%	149	297	51%
コンゴニ郡	76,121	93,031	106,343	54	15%	147	201	47%
対象地域計	181,060	221,281	252,946	202	23%	296	498	49%

また、「国家水開発計画(1994)」では受益者住民自身による深井戸の維持管理が謳われ、1994 年以降の地下水開発計画では、給水施設の建設と一体としてコミュニティレベルの維持管理体制(Community Based Management: C B M)を確立する啓発普及プログラムが実施されてきている。さらに 1999 年に策定された C B Mプログラムの実施マニュアルにより、利用者住民は井戸建設の計画、施工、維持管理にわたり参加することになった。また、コミュニティトレーニングにも参加型手法を導入し、コミュニティに対して水と衛生に関する問題意識の向上をはかり、自らが深井戸施設の所有者として運営・維持管理の責任を持たせるようトレーニングすることとなっている。本プロジェクトにおいても参加型手法を取り入れた C B Mプログラムを実施することにより、トレーニングされた給水施設委員会

(Water Point Committee: W P C) が設立、維持され、建設された深井戸を持続的に維持管理できる体制を形成することを目標とする。

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトでは、対象地域における給水率の向上を達成するため、給水施設の不足する村落に深井戸施設を建設し、C B M活動を実施することとしている。これにより、約 132,000 人が安全な水に容易にアクセスすることができるようになることが期待される。

この中において協力対象事業は、深井戸建設に必要な井戸建設関連機材 (掘削機、支援車両、試験機材等) 1 式の調達を行うとともに、この調達機材とマラウイ国からの提供機材等を利用する深井戸掘削と現地施工業者を活用する深井戸建設 (あわせて 234 村落 (群) に 296 本) を実施するものである。

この協力対象事業では、建設した深井戸の持続的な利用を確実なものとするため、ソフトコンポーネントとして技術者を派遣し、マラウイ国側が実施する C B M プログラムに対して、参加型手法を定着させるため、活動の計画、実施、評価について技術的支援と活動促進の支援を行うとともに、長期的な維持管理体制の整備に向けた検討と提案を行う。また、啓発活動とモニタリング用に車両 (モーターバイク) の調達を行う。

さらに、建設した施設の維持管理と他の事業者と連携した統一的な給水事業を進めるため、建設された深井戸施設を含む協力対象地域を例とした給水施設のデータベース構築がもたれられ、その基礎として不足する情報機器の調達を行う。

3 - 2 協力対象事業の基本設計

3 - 2 - 1 設計方針

(1) マラウイ国からの要請内容及び現況

マラウイ国からの要請は、以下のとおりである。

施設建設

254 村における深井戸、及び付帯する水場、排水施設、洗濯場の建設

カロロ郡 121 村落、コンゴニ郡 133 村落

機材調達

< 井戸掘削用機材 >

- | | |
|--------------------------------|-----|
| 1) トラック搭載型井戸掘削機(4X4) | 1 台 |
| 2) トラック搭載型高圧コンプレッサー(4X4) | 1 台 |
| 3) 移動式井戸デベロップメントユニット(4X4) | 1 台 |
| 4) 揚水試験機材 | 1 式 |
| 5) カーゴトラック (5t クレーン付) (4x4) | 1 台 |
| 6) カーゴトラック (3t クレーン付) (4x4) | 1 台 |
| 7) ピックアップトラック (シングルキャビン) | 1 台 |
| 8) ピックアップトラック (ダブルキャビン) | 1 台 |
| 9) 電気探査器 | 1 器 |
| 10) 無線通信機 | 1 式 |
| 11) 上記調達機器のスペアパーツ | 1 式 |
| 12) 無償資金協力で調達済みの機材の修理パーツおよびツール | 1 式 |

< 調査・モニタリング用機材 >

- | | |
|------------------------|-----|
| 13) モーターバイク | 3 台 |
| 14) G P S | 2 台 |
| 15) 井戸台帳管理および解析用コンピュータ | 2 台 |

< 井戸建設資材 > (上記施設建設用)

- | | |
|----------------------|-----|
| 16) 手押しポンプ(アフリデフタイプ) | 1 式 |
| 17) ケーシング・スクリーンパイプ | 1 式 |

技術支援

- | | |
|----------------------------|-----|
| 1) コミュニティに対する C B M トレーニング | 1 式 |
| 2) 啓発普及員のトレーニング | 1 式 |

予備調査時にマラウイ国側から提出された要請サイトリストに従って、各サイトの人口、既存給水施設などの給水事情、水理地質条件による地下水開発の可能性、アクセス条件、村落の社会経済条件、深井戸施設に対するコミュニティの意識、他のプロジェクトとの重複等を検討し、協力対象として妥当な深井戸建設村落と建設本数を計画する方針とした。

掘削関連機材については、過去の無償資金協力で調達したM o W D所有の深井戸掘削機材の状況、維持管理体制及び本プロジェクトの深井戸建設数を考慮し、調達の必要性和妥当性を検討する方針とした。調査・モニタリング用機材は、給水施設の維持管理体制整備上の必要性和新規地下水開発計画への必要性を考慮し検討する。また、井戸建設資材の調達は施設建設の一部として考慮する。

「マ」国政府は、コミュニティが深井戸の計画から建設にも参加し、主体的に施設の維持管理を行う体制を構築するため、住民参加型手法を導入したC B M (Community Based Management) プログラムによる住民啓発活動を進めており、本プロジェクトについても新規深井戸建設と並行してC B Mプログラムによる啓発普及活動を実施する。しかし、普及員、特に参加型手法の経験ある普及員は数少ないため、新規開発計画にあたっては、普及員の養成とともにそのレベル向上のための技術支援を必要としている。また、無償資金協力の限られた実施期間内に、工事の進捗と調和したC B M活動を並行して実施するため、前無償資金協力のリロングウェ・デッサ地下水開発計画の実施経験を踏まえた効果的で効率的な活動計画立案、並びに活動の管理が必要である。

しかし、C B Mプログラムの実施は従来援助機関の資金に依存し、普及員の日当を含めて「マ」国側の予算措置はほとんど行われておらず、活動に必要な移動手段も確保されていない。リロングウェ・デッサ計画では、「マ」国政府も活動費の一部を負担したが、本計画ではより自立したプログラムの実施体制が求められた。水資源開発省は、普及員となる地方職員（保健省、女性・児童・地域社会省を含む）の人件費と日当などの手当については全て負担することで合意した。これは、活動経費のほぼ半額に相当し、これにより「マ」国側のオーナーシップが大いに増した。維持管理体制の整備は、「マ」国側の責任ではあるが、C B M活動は工事工程とも密接に関連しており、活動の促進の意味から日本側は車両費、燃料費等の活動経費の一部を負担することが必要な状態と判断される。

(2) 自然条件に対する方針

計画対象地域における水理地質条件を考慮し、質・量共に良好な地下水の開発を行なうことを基本的方針とし、施工方針においては気象条件を配慮した計画とする。

1) 水理地質条件に対する方針

計画対象地域の水理地質条件は、滞水層となる基盤岩風化帯の層厚が変化に富んでいるため、同じ要請村落内でも風化帯が薄く地下水の得にくい場所があると考えられ、地下水開発にとって最適の施工位置を選定する必要がある。一方、対象村落での実際の掘削位置は、CBMプログラムに基づき給水点委員会(WPC)の意向を考慮して位置が選定される関係上、実施前の段階におけるWPCとの十分な調整が重要となる。以上より、施工の成功率を高めるため、詳細設計段階においてWPCとの協議を通し、位置選定の詳細な物理探査を実施する方針とする。

また、掘削深度については、滞水層の基底までスクリーンを挿入するのに必要な深度とする。滞水層の基底(風化帯の基底)深度は基盤岩の岩質や位置により変化するが、上記詳細設計段階において詳細調査を実施することを前提に、基本設計段階では電気探査や既存の深井戸資料を基に、平均掘削深度及び各井戸の掘削深度を設定する。

2) 水質に対する方針

計画対象地域には石墨質の片麻岩の分布が予想される区域が約50%を占めており、この中の約30%の区域では、地下水にマラウイ国の暫定水質基準値3mg/L以上の全鉄が含まれている可能性の高いことが明らかになった。鉄分は健康項目でないが、味覚に係わるものであり、一部の既設井戸は住民に使われないまま放置されていた。このような事態を避けるため、鉄の含有量3mg/L未満を目標として成功率を設定する。なお、滞水層における鉄分の濃度は一様なものでなく、水平、垂直方向に変化するため、鉄の含有で問題となる地域の施工では、鉄分の多い層準から採水しないような井戸構造として仕上げるため、掘削中の鉄分濃度の測定(一定深度毎又は滞水層に当る毎)を施工業者に義務づける方針とする。

計画対象地域内には多数の浅井戸があるが、大部分の井戸から大腸菌、一般細菌が検出された。また、一部の浅井戸からは比較的高い濃度の硝酸塩も検出された。これらはいずれも地表から浸透した水により汚染されたものと推定されるため、深井戸の仕上げ工事では、滞水層以浅のケーシング周りをモルタル等の不透水性の材料で確実に埋め戻すこととし、同時に地表からの影響を受けやすい浅い滞水層の場合は、スクリーンを15m以浅に設けない井戸構造とする。

3) 気象条件に対する方針

年間降雨量(約900mm)の約95%が雨期の12~3月に集中し、この期間サイトへのアクセス条件が悪くなり作業効率が低下するため、雨期の施工条件を配慮した実施計画とする。

(3) 社会状況に対する方針

対象地域の人口規模・人口構成、既存水源、既存給水施設状況、必要生活用水量、水運搬距離・時間、アクセス状況、給水状況に対する住民の問題意識、村落衛生水委員会(Village Health Water Committee: V H W C)および給水点委員会(Water Point Committee: W P C)*¹の設立意志、維持管理活動への参加意志、維持費負担(トレーニング参加費用の負担を含む)に対する意識等を十分考慮し、対象村落を決定する。

給水計画で基本となる人口については、1998年の国勢調査から漏れた村やその後派生、設立した村が多く、タバコエステートでの季節労働による社会増減も多いことなどから、本調査で実施した社会条件調査および調査団による聞き取り調査資料を基本とする。

地方給水施設の国家目標普及レベル(250人に1つの給水施設、水運搬距離500m以下、一人当日給水量27Lpcd)に対して、対象地域はおしなべて劣悪な状態であるため、個々の深井戸における給水人口、単位給水量、水運搬距離は、国家目標値にとらわれず、事業規模の範囲内で地域全体として目標に近づけるように深井戸を計画する。

一人当たりの日給水量は、最低限飲料水の需要を満足するものとする。社会状況調査によれば現在の飲料水(調理用を含む)使用量は、平均約10(Lpcd)であり、15(Lpcd)未滿とする住民が8割を超えることから、15(Lpcd)とする。

調査対象村落は75~2,000人程度の規模でバラツキがあり、大規模な村落では2~10以上の分散した小村群からなっていることが多い。また、要請村落が数百mの距離で隣接している場合もある。

利用人口が極端に少ない場合には、1家庭当りの料金負担が過大となり、維持管理が十分に行われないおそれがあるため、隣接の要請村落との共同利用や、周辺村落から維持費を負担する利用者を勧誘するなどして、100人程度以上の利用者とし、維持費を確保する。

反対に利用人口が多すぎると、水場で待つ時間が増え、利便性が低下するだけでなく、過度な使用頻度によりポンプ及び井戸自体の老朽化を早める。したがって、必要最小限の飲料水(15Lpcd)を得るため、水汲み上げに要する時間*²から推定した利用人口の限界を考慮し、人口の多い村落では井戸1本当たりの利用人口が570人(現在人口で500人)を超えないように複数本の井戸を建設する方針とする。

*1: V H W Cは、村落毎に形成される衛生教育や衛生設備及び井戸等水源の管理を行う自治組織である。W P Cは、村に複数の井戸がある場合にV H W Cの下に深井戸単位で形成される施設維持管理を中心とする委員会である。

*2: 井戸1本の基準揚水量は、アフリデフポンプの揚水能力から判断して、0.2l/sec(12l/min)とすると、ポンプを1日12時間運転して、8,640L供給でき、570人に15Lを給水できる。

井戸までのアクセス距離は、500m 以内とすることが国家計画に謳われている。国勢調査結果から対象地域の人口密度は、他の農村部より高く、推定される人口密度（2008 年の推計人口密度 251 人/km²）と利用人口（570 人）から、この目標は概ね達成されると判断されるが、実際の掘削位置選定にあたっては、V H W C / W P C との協議により、アクセス距離を考慮して利用者にとって利便性のよい施設となる位置を決定する方針とする。

（４）掘削機調達の必要性検討および機材調達の方針

1) 上位計画目標達成のための M o W D の方針

地方給水分野は、M A S A F、国際支援機関、N G O、民間業者など多くが関与し、M o W D が政府機関の中心と位置づけられている。地方部の給水施設の多くが地下水を水源とするため、深井戸の建設、修復と持続的な維持管理体制の整備は、M o W D の主要な責務の一つである。

給水率の低い地域は、「マ」国を縦断する地溝帯の斜面に相当し、地下水滞水層の貧弱な岩盤地帯であるため、地下水開発のためには少ない滞水層を的確に把握する技術と起伏に富んだアクセス路に対応する井戸掘削機材の適切な搬入手段を必要としている。また、南部州のシレ川下流地域低地の一部では、良質な地下水が得にくい地域があり、位置選定や取水層の選択などの技術上の課題がある。

1990 年代末より、M D G s や M P R S を受ける形で国家プロジェクト、マラウイ社会活動基金（M A S A F）、国際支援機関および N G O の支援により井戸建設が増加し、各県に分散して建設される傾向となったが、その多くを担った国内の井戸掘削業者の機材や技術の制約もあり、上記の開発困難な地域が依然取り残され、給水率の地方格差はさらに拡大している。

最近の国際支援による給水施設建設も、普及率の低い地域に集中して行われ（C I D A : Thyolo 県、K f W : Mangochi 県、A f D B : Ntchisi, Mzimba 県）M o W D は、ドナー支援地域以外の低普及率

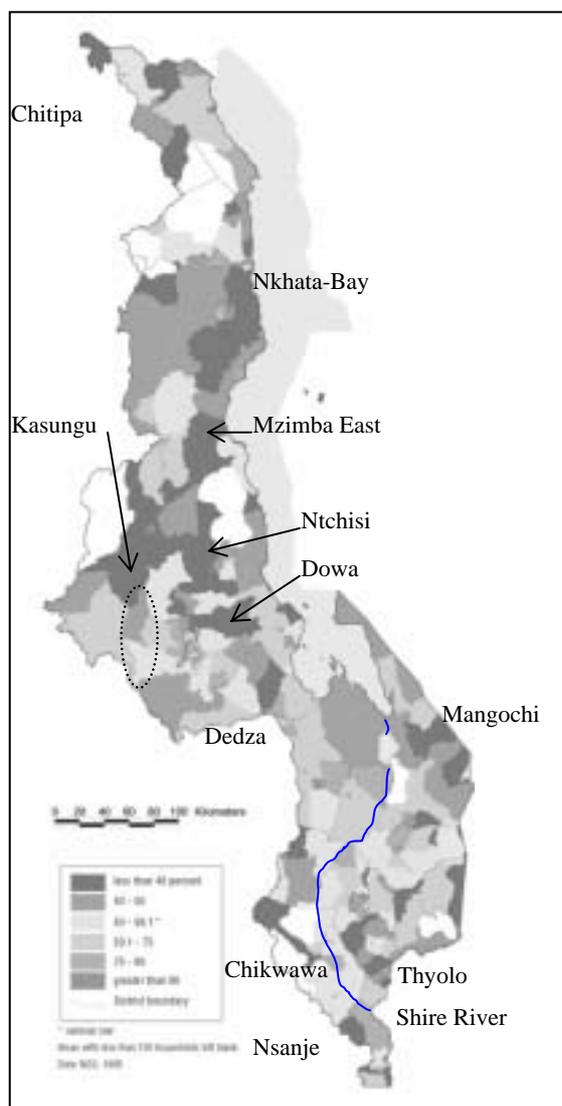


図 3 - 2 - 1 安全な水の給水率分布 (Malawi Population & Housing Census, 1998)

地域を中心に 2001 年より毎年深井戸建設 400～500 本を国家プロジェクトとして計画し、自ら所有する掘削機材を最大限使用して深井戸建設を行うとともに、民間井戸掘削業者にも委託している。しかし、政府所有の機材は、下表に示すように通常の耐用年数の 10 年を超えた 2 台を含む 4 台であり、実績としては、4 台稼働体制で年間 200 本程度の能力に限られている。また、アクセス道路の劣悪な地域では大型掘削機の搬入が困難となり、軟弱な粘土が厚く地表を覆う地域や地下水が岩盤の亀裂にのみ存在する地域など地下水開発のポテンシャルが低く、さく井工事の成功率も低くなる地域では適切で十分な事前調査を必要とする。これらの問題を抱える北端部の Chitipa 県、中部州の Kasungu 県、Dowa 県、南部州の Chikwawa 県、Nsanje 県などは、大型の岩盤用掘削機しか持ち合わせず、地下水探査技術のない民間業者による対応が難しく、依然として給水率 50% 以下の地域として残されていると考えられる。これらの地域で民間業者が施工不可能となった場合に、M o W D の掘削機がフォローして施工しているケースもあり、今後も M o W D の技術と掘削機の機動力を用いた地下水開発が必要とされている。

表 3 - 2 - 1 M o W D 所有深井戸掘削機材の実績(成功井戸本数)

機材 No. 調達年度 施工年度	MG-081 (1987)	MG-084 (1992)	MG-254U (1997)	MG-200 (2002)	TOTAL
2003/2004	46 深度 30m 以下	55	52	84	237 (15 ヶ月)
2002/2003	17	17 オーバーホール	45	-	79
2001/2002	12	54	36	-	102

M o W D は遅れている M P R S の目標達成や M D G s の給水目標を達成するために、M A S A F や 2 国間援助以外に今後省独自のプログラムとして年間 800 本の深井戸建設による地下水開発を行う計画を検討しており、民間業者に比べて安価で、多様な地質、地形条件に対応できる政府所有機材を可能な限り投入する方針である。

2) 掘削機材の運営・維持管理体制と予算

M o W D へは過去 4 回の無償資金協力により 5 式の掘削機が調達されたが、1987 年度の 2 台のうち 1 台は 2000 年に廃車となり、他の 1 台は駆動馬力が低下し、掘削深度は 30m 未満で、時速 30km 程度の走行のみ可能で、急勾配の登坂はできない状態であり、残り 3 台が主要な掘削機材となっている。

これら機材は、M o W D の水資源局が運営・維持管理しているが、会計上は省の開発予算、経常予算とは独立した深井戸建設基金(Borehole Construction Fund; B C F)によって運用されている。

B C F は、地下水の開発と管理のため 1969 年に設立された公的基金であり、かつては省内の

現業部門として予算上は開発予算に含まれていたが、1999～2002年の組織改革により、省の職員であった深井戸掘削技術者、揚水試験技術者、機械工、運転手など約50名の要員をBCFの職員とし、深井戸建設・修理業務を扱う組織として会計上独立させたものである。

BCFはMoWDの指示により国家プロジェクトを主に処理し、MoWDが受託した保健省（保健施設の給水施設、コレラ発生地域での緊急水源の確保）農業・灌漑・食糧安全省や教育省等の政府機関の業務も行っている。

BCFの収支は、主に政府から得られる受託業務収入（年間35～40万US\$相当）で職員給与・日当（約30%）、燃料費（約20%）、機材修理部品費（約10%）などを賄う独立した会計であり、健全な収支を維持している。

BCFの井戸建設費は、日本からの調達機材を使用していることもあり、1本あたりの掘削費は民間業者（5,000US\$前後）に対して1,000US\$以上安価であり、国家プロジェクトの実施予算の節減に役立っている。今後、政府機材の増強は、限られた予算内でより多くの深井戸掘削を可能にし、遅れている上位計画の目標達成に資すると判断される。

一方、現地民間業者は、1990年代末からMoWDの国家プロジェクトやMASAF資金による井戸建設の急増とともに増加したが、その後減少して現在掘削機を所有しているのは5社程度であり、これらが全国で10台程度あると言われる機材のほとんどである。他の5社程度の掘削会社は、他に1台を所有するリース会社や自社所有している会社から掘削機をリースしている。

表 3 - 2 - 2 マラウイ国の主要井戸掘削会社

	掘削会社名	所在地	所有機材	主な受注先
1	Chitsime Drilling	Lolongwe	3台	MASAF,MoWD,Private
2	Waterboring Cotractor	Lilongwe/Limbe	3台	GITEC/KfW 専従
3	J & F Drilling Contractors	Lilongwe	1台	NGO, Estate
4	Scandrill Limited	Lilongwe	1台	District/UNICEF
5	SAIFRO Ltd	Lilongwe	2台	新規参入（掘削会社を買収）
6	Artish General Dealers	Lilongwe	0	
7	Marko Ltd	Blantyre	0	
8	Select Drilling and Construction	Lilongwe	0	
9	Tropical Drilling Company	Lilongwe	0	
10	N3 Construction Company Ltd	Lilongwe	0	

MoWDやMASAFはそれぞれ年間数百本、ドイツのプロジェクトでも年間150本程度民間会社に発注を行っており、その他の民間需要も加えると600本程度の需要に対応していると考えられ、マラウイ国内の民間の井戸掘削機の稼働率はかなり高いと考えられる。しかし、民間機材では難しいアクセス路や多様な地質への対応能力の不十分さ（機材能力や技術力の不足）が問題となって契約しても履行できない多くの計画サイトがある。ドイツのプロジェクトの終了後においてもMoWDのプロジェクトに対する民間業者の年間掘削本数は最大でも400本程

度の能力とM o W Dでは見積っている。

今後、国家計画として年間 800 本の深井戸建設が必要とされているが、民間業者をさらに活用しても処理能力や技術に問題があり、国家目標を達成する上でB C Fの充実した消化体制を維持させることが極めて重要である。

3) 掘削機調達の方針

以上のように上位目標達成のため少なくとも年間 1,000 本以上の井戸建設需要があるなかで、M o W Dとしてはこのうち年間 800 本を目標とする深井戸建設を実施する方針であり、民間業者を最大限利用してもなお、技術的に対応できない地域を中心に最大 400 本程度は政府の機材で掘削する必要がある。現在のM o W Dの掘削能力が 200 本程度に限られることから、民間掘削業者の施工に対して安価で、多様な地質・地形条件に対応可能な政府の掘削能力を維持、向上させる意義が大きい。また、機材が増強されても過去の調達機材同様にB C Fは、受託収入から安定的に修理・部品費をまかない、長期に渡り比較的良好な状態を維持できると判断される。したがって、掘削機材及び関連する支援機材 1 式を調達する方針とする

4) その他の機材調達の方針

電気探査器と探査チーム用のピックアップ(ダブルキャビン)は、将来の地下水開発に必要な機材である。3 州の地方事務所には各 1 台の電気探査機が配備されているが、内 1 台が調達後 10 年以上を経て機能しないため、これを補充する。電気探査機は、民間業者にはほとんど無いため、掘削を民間会社に発注する場合にも政府の探査チームが派遣され、井戸位置の選定に使用されている。プロジェクト期間中、電気探査器は詳細設計時及び空井戸発生時の掘削地点調査に必要性が認められ、ピックアップはC B M活動の管理用車両としても使用される。

対象地域には、モニタリング要員としてM o W D中部州事務所の出先事務所であるナミテテ隊(Unit)に 1 名の Water Monitoring Assistant (W M A)が配置されているが、財政的理由により、移動手段は自転車しかなく、遠方のモニタリングはほとんど行われていない。M o W Dは、W M A 1 名がモニタリングする給水施設(深井戸)は 100 箇所としており、本計画完了後対象地域へ 2 名のW M Aの補充を予定しており、3 台のモーターバイクを必要としている(1 名のW M Aが 1 箇所の給水施設に対して 3~4 ヶ月に 1 回の巡回を予定しているほか、ポンプ修理、連絡等に使用する)。

「マ」国では、給水・衛生セクターのステークホルダーによるセクター合同レビューミーティング(Joint Sector Review Meeting(J S R M), 2001)が開かれ、情報管理システムについてM o W Dが給水・衛生セクターに関するデータの収集、分析、処理、保管および普及の責任を持つことが了解された。一方、J S R Mに参加したN G Oからなる協議会は、J I C Aの支援

を受けて自らの活動地域（6 県）について給水施設のインベントリー調査を行い、現地で確認できた深井戸、保護浅井戸など給水施設のデータベースを構築し、逐次新規のデータ更新も可能なものとしている。M o W D は、この調査、分析に賛同しているものの、今後施設の開発や管理に必要な深井戸掘削時の井戸構造や水理地質データが含まれるべきものと考えており、N G O 協議会との連携を深めてデータベースの改良を計画している。N G O 協議会としても、データの更新や拡充に当たっては、M o W D の所有する豊富な過去の井戸データやM o W D が発注する深井戸建設工事のデータが必須であり、連携を維持することを望んでいる。M o W D は、大学卒業の若手技術者 2 名をこれに従事させる計画であるが、財政的な理由により情報機器の整備ができず、N G O 協議会とのスムーズな情報の交換もできない状況にある。N G O 協議会では、地理情報システムG I S を用いた解析を行っており、今後M o W D としても、N G O 協議会との共同作業を行う過程で、G I S ソフトウェアの活用技術の習得も計画している。以上の点から、給水施設のデータベースをさらに有効なシステムにするため、M o W D とN G O 協議会の情報と技術の共有が必要であり、そのための基礎的なツールとして、コンピュータ、プリンターおよびG I S ソフトウェアの調達は、必要である。なお、解析技術の共有化は本計画で建設される深井戸施設を既存データベースに取り込む過程で達成されると期待される。

一方、リロングウェ・デッサ計画で調達した電気探査機には、水理地質構造を垂直の 2 次元断面で解析するための調査機材と解析ソフトウェアが付属し、複雑な地質構造を示す箇所での調査に使用された。要請されたノート型コンピュータは、現地でのデータの確認、解析を可能にし、誤ったデータや不足のデータを改めて取り直すことをなくし、特に遠方のサイトへの移動回数を減らすことにより、掘削位置決定にかかる経費の削減に有効である。しかし、本計画ではサイトが首都から近く、2 次元探査の実施上の効率が比較的良好なこと、および野外で使用する場合の故障や盗難に対するリスクを考慮し、調達しないこととする。

（ 5 ） 建設事情に対する方針

1) 現地掘削業者の水準と活用方針

1998～2000 年に実施された 3,000 本プロジェクトは、主にこれら民間業者が施工したが、約 1 割の井戸で完了直後の不具合（揚水が間欠になる、水位が低下して揚水ができなくなる、泥水が混入する、井戸孔壁が崩壊するなど）が生じている。これらの問題は水理地質的に不適切な位置選定、深度の不足、不十分な洗浄、グラベルパッキングの不良等に起因すると考えられる。3,000 本プロジェクトや井戸建設を多く発注していたM A S A F の第 2 期が終了したため、発注件数の減少とともに民間井戸掘削業者も減少して現在約十社となり、自社の機材を

所有する 5 社を中心に約 10 台の掘削機材が稼働している。民間業者は、このように技術的及び数量的に「マ」国の深井戸掘削需要を満足するレベルにないが、掘削それ自体の基礎能力は十分であると考えられ、本計画においては深井戸建設の一部に対し日本業者の監督下で民間井戸掘削業者の掘削機と技術者を借り上げて活用できると考えられる。

一方、本計画においては深井戸建設計画数が 296 箇所と多く、全て民間掘削業者からの借り上げで掘削するとすれば、前述のように同時に進行する MoWD や他機関の井戸建設プロジェクトの進捗にも重大な支障をきたす可能性があり、民間業者の掘削機活用も 1~2 台程度が限界と考えられる。同様に、MoWD の所有機材も全国的な深井戸建設計画を同時進行させる必要があり、本計画への既存機材の投入は最大 1 台である。

したがって、協力対象事業としては、新規に井戸掘削関連機材 1 式を調達し、既往の無償支援による調達機と民間機材を並行して活用することにより、効率的な施工体制をとり、施工期間の短縮を図ることが最も妥当と判断される。

2) 現地土木建設業者の水準と活用方針

ポンプヘッドの設置及び付帯施設(水場)の工事に関しては、これまでの日本の無償資金協力では現地工法が採られており、その他 MoWD の発注する深井戸建設工事でも同様の仕様で付帯施設が建設されている。したがって、ポンプ設置及び水場工事に関しては、その施設のグレードから施工が可能であると判断できるため、現地土木建設業者を活用する方針とする。

3) 労働力の水準・量及び労働条件

マラウイ国では、職種、職階に応じた工事従事者の確保が可能で、労働条件としては週休 2 日制が採用されている。現業部門では、休日も作業が行なわれている例が多く、作業従事者には割増賃金が支払われることになる。本計画では工期短縮を図るため、土曜日にも工事を行うこととし、月間作業日を 25 日とする。

(6) 現地資機材の活用に係る方針

施工に必要な資機材は、過去に日本の無償資金協力によって調達された MoWD の既存の掘削機材(掘削機、コンプレッサー、デベロップメント及び揚水試験用機材と同搭載車両、燃料タンク、給水タンク各 1 式)の提供を受け、これを活用するとともに、本計画のために各 1 台を新たに調達し、日本からの無償資金協力による機材は計 2 台で工事を実施する。この他、現地井戸掘削業者による施工を計画する。上記機材の調達準備期間においては現地業者 2 台体制、調達後は 1~2 台の現地業者と上記 2 台を合わせて常時 3 台体制を維持し、深井戸建設を行う。

現地で入手可能な資機材は積極的に活用することとし、生産量、品質、納期等に問題のない、セメント、骨材(砂利・砂)、レンガ、鉄筋、燃料(ガソリン・軽油)、ケーシング、スクリーン、揚水管等は現地調達とする。パッキング用グラベルは、マラウイ湖畔に良質な採取場があり、調達した政府機材で井戸建設を行う場合には、無償で採取可能である。民間機材を使用した場合も、同様の採取場から購入できる。

(7) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

1) プロジェクトの運営能力

地方分権化政策により、地方給水事業は県が計画・実施する体制に移行を始めているが、リロングウェ県を含む多くの自治体では、技術・要員とも不十分であるため、本プロジェクトではM o W Dの水資源局が直接の実施機関となり、主に建設を担当する一方、給水・衛生局が施設の運営維持管理を統括する。ただし、啓発普及活動に対する地方職員の手当は、県の開発予算から支出される可能性がある。

水資源局は、これまで我が国からの無償資金協力として過去4件を実施してきた経験から、無償資金協力のシステムを十分理解しており、本計画を遂行する上で支障のない組織とスタッフを備えている。無償資金協力に対するマラウイ国側の実施予算は、支援国やセクターによらず無償資金協力額の3~10%が国内開発予算から支出されている。本プロジェクトの実施に係るマラウイ国側の負担は、プロジェクト全体の実施管理のほか施工ヤードの整地等の準備、政府所有の井戸建設機材を使用する場合のB C F職員と啓発活動に参加する指導者、管理者及び普及員に係る人件費などである。なお、啓発活動予算の確保については、地方分権化に関連しては将来的には県が行うことになるが、本プロジェクトに関してはM o W Dが開発予算の一部として予算化する。これらは、「マ」国が受け入れる無償援助プロジェクトに対する上記の国内開発予算の範囲内である。

2) 深井戸施設の運営・維持管理

マラウイ国では、M o W Dの進めるC B M活動により、計画段階から完成以降にわたって住民参加を進め、村単位で給水施設の運営・維持管理の責任を持つように村落衛生水委員会(V H W C)を設ける方針としている。また、村に複数井戸がある場合は、同様に井戸毎に給水点委員会(W P C)が設けられる。V H W C / W P Cには故障の修理を含む長期的な維持費に相当する資金の確保と管理が指導される。

基本的にはW P Cの負担であるハンドポンプの日常的な予防的部品交換には年間1,000MK程度、数年に1度必要となる可能性のあるロッドや揚水管の修理に対する積立には年間3,000MK

程度、その他交通費、雑費を加えて深井戸毎に年間 5,000MK 程度の維持管理費の確保が望まれる。C B M活動を通して、住民には利用人口などを考慮して 5,000 ~ 10,000MK の料金徴収が指導される。社会状況調査の結果、年額 10,000MK の負担に対する反対はほとんど無く、C B M トレーニングへ無償で参加することに対しても 99%の対象村落で同意している。施工前のコミュニティトレーニングにより、施工開始まである程度の資金準備をさせるが、着工の条件とはしない。

一方行政側は、県レベルの執行委員会(District Execution Committee : D E C)や県コーディネートチームを組織し、郡(T A)毎の普及員(保健省 M o H ,女性・児童・地域社会省 M o W C C S ,および M o W D の各地方職員)からなる地域執行委員会(Area Executive Committee : A E C)が給水施設や衛生状態をモニタリングしながら、コミュニティによる給水施設の運営・維持管理をサポートすることとしている。現在、県への権限委譲が進む過程にあるため、プロジェクト完了後も深井戸施設のモニタリングが定期的に行えるように、県の予算を確保することが重要である。

施設の維持管理に係る啓発活動やモニタリングの方針は、1999年に住民参加と県以下の組織参加が導入され、住民へのアプローチから施設建設後のトレーニングに至るまで大幅に活動に要する時間を増し、効果の定着を図った。しかし、トレーニングガイドなどテキスト類はあるが、予算は給水・衛生プロジェクトの一環としてドナーの資金に依存してきており、普及員となる M o W D や関係する省の地方職員も参加型手法の経験を持つものは少ない。キャパシティ不足、財政難を考慮し、参加型手法を取り入れた啓発活動の計画、普及員の養成、コミュニティのトレーニング及びモニタリング体制への提言および民間修理技術者を養成して政府の維持管理体制を補完する方法の検討など持続的な維持管理体制整備の全般にわたり、日本側が協力対象事業のソフトコンポーネントとして支援を行う方針とする。なお、啓発活動及びモニタリングに必要なモーターバイクの調達が必要であるが、調達数量は施設建設完了後のモニタリング体制に準じて検討する。

3) 機材の運営・維持管理

深井戸掘削機材は、M o W D が監理する深井戸建設基金 B C F によって運営・維持管理されている。B C F は、掘削チーム、揚水試験チーム、ポンプ設置チームおよび機械工の計 50 名からなり、M o W D の発注する国家プロジェクトのほか、他省のプロジェクトや一部民間から深井戸建設等の委託業務を行っており、ここで得た収入は、基金として省の経常予算、開発予算とは別に管理され、人件費、燃料費、その他の経費を賄い、収入の 8 ~ 10% が機材の修理・部品費に充当されている。

掘削機材は、国際機関の援助によるプロジェクトや国家予算による分散井戸建設計画、コレ

ラ発生地域の緊急対策などに使用され、1台当たり年50本程度の深井戸建設を行っている。M o W Dが所有する稼働中の掘削機は、すべて過去の無償資金協力で調達したものであり、地方給水事業に充分貢献してきている。しかし、1988年度調達機材2台は標準的使用年数を大幅に超え、1台は廃車、他の1台も老朽化のため近郊の浅い井戸の掘削に限定される。

また、1992年度調達の掘削機材1台はリロングウェ・デッサ計画の実施時に整備されて以降も比較的良好な状態で維持されている。しかし、標準的使用年数を迎え、全般的な掘削能力の低下は避けられない。1997年度および2001年度調達の掘削機は、良好な状態を維持しており、定期整備程度のスペアパーツ・消耗品の補充が必要な程度である。

修理用の機材については、リロングウェ市内のワークショップに車輛修理用架台等があり、主要な修理機材が配置され、またリロングウェ・デッサ計画で調達された移動式ワークショップ車もサイトでの機材修理に利用され、効率的な掘削作業を支援している。ただし、技術的には油圧系統の修理などには一部対応できない場合があり、民間業者へ修理を委託している。

以上の点から、車輛を含めた掘削機材の維持管理については、通常の使用に耐える程度の技術レベルを有しており、また予算面においても上述したB C Fの一部が充当されているため、最小限のレベルを確保していると判断する。しかし、機材本来の機能を継続的に発揮するためには今まで以上に維持修理部品費を多く確保する必要がある。さらに技術的レベルや修理機材を補強すれば、なお機材の使用年数を延命化し、修理にかかる維持費を軽減することが可能と考えられる。

本プロジェクトでは、2001年調達の一部既存機材の提供を受けて施工する予定であるが、深井戸工事の準備工として修理・整備部品の補充と施工業者の機械工による修理・整備を行い、あわせてマラウイ側の機械技術者を修理に参加させ、維持管理・修理技術の向上の一助とする。

(8) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

本計画は、調達する機材を施設建設およびソフトコンポーネントで有効に利用する複合型の計画であり、機材のグレードは「マ」国における地下水開発計画に対して有効であるとともに、本計画で建設される施設のグレードや建設計画に対しても効率的に使用できる適切なレベルを確保する。

1) 施設建設

対象地域が全般に他の地域に比べて極端に給水率が低いことから、地域全体の給水レベルを一気に国家目標レベルに向上させることは、無償資金協力事業としてはプロジェクト規模が過大となる。本プロジェクトとしては、一人当たりの計画給水量を社会状況調査から最低限飲料

水が確保できる程度（15 ㍓/人日）に設定して、対象地域全体の給水率を少しでも向上させる方針とした。一人当たりの給水量レベルとポンプの揚水能力および1日の稼働時間から、井戸1本当たりの最大給水人口（570人）が設定される。これを給水施設計画レベルとし、既存給水施設に対しても適用し、要請村落における新たな給水施設の必要性を評価する際の現況給水レベルとする。

対象地域の要請村落254サイトのうち、既存給水施設など給水事情、施設維持費を確保するために必要な人口、住民の受け入れ意志など社会条件より妥当性の認められたサイトを協力対象とし、各サイトの対象人口に応じた箇所数を建設する方針とする。この際、対象村落の分布を考慮し、現況100人以下の村落は隣接の要請サイトとの共同使用、複数の要請サイトが狭い範囲で連続している場合は、1サイトとして必要井戸数を検討することとした。また、要請村落が複数の小村落に相当離れて分散する場合は、それぞれ十分な人口がある場合は小村それぞれに建設する方針とした。

深井戸建設は、一定の技術レベルを有する現地掘削業者を日本の業者による管理の下で活用しながら、調達機材と「マ」国側から提供される既往の無償資金協力調達機材を効率的に使って行い、現地の技術レベルで対応可能な付帯施設は、品質を確保しながら現地資機材・現地業者を活用する。

< 深井戸施設建設のグレード >

計画対象人口	現況：約 115,500 人 2008 年：約 132,000 人
一人当たりの給水量	飲料水 15 ㍓/人日 以上
深井戸 1 本の給水人口	現況：100 ~ 500 人 （将来人口 570 人以下）
水質	地表水の汚染を受けやすい箇所では深度 15 m 以上から取水 「マ」国における地方給水の非処理水に適用する水質基準に準拠

2) 機材調達

井戸掘削機材の能力として公称の掘削深度が用いられるが、これは吊り下げ可能な指定されたドリルパイプ等の最大長さを示し、総重量に基づいている。実際には、井戸の孔壁が崩壊したときには吊り下げたドリルパイプの重量以上の力で引き揚げる必要があるため、掘削予定深度の2倍程度の公称掘削能力を必要としている。

過去の無償資金協力実績から、「マ」国における深井戸の掘削深度は 30～90m であり、その多くが 50m 以下である。また、本計画での計画深度は 30～80m、平均掘削深度は 45m である。この点から公称の掘削能力としては、100～150m とすることが適当である。過去調達した機材の公称掘削能力は 150m であり、十分な掘削能力であることが実証されている。

公称能力 300～400m とする民間会社所有の掘削機は、概ね G V M 20 t 以上の大型トラックに搭載されているため、起伏の多い丘陵地や老朽化した地方道の橋梁での走行ができず、その結果このような地域の給水施設の普及を遅らせている。すでに調達した日本の掘削機材は、G V M 16 t 程度のトラックに搭載され、民間機材での搬入が困難な地域でも掘削を行っているが、それでもなおアクセスできない地域がある。一部民間会社では、トラクターに牽引させる型式の小型掘削機を用いて、このようなアクセスの難しい地域の井戸建設を行っているが、国道を運搬する大型トレーラー、国道からサイトへ牽引するトラクターをそれぞれ手配する必要があり、サイト間の移動時間も長く、効率的ではない。

本計画では、ほぼ平坦な地形で多くの深井戸を効率よく掘削できるような機動性が求められると同時に、将来の地下水開発計画に対しては、過去の調達機材と同等もしくはより軽量で起伏に富んだアクセス道路にも適用できる機材が求められる。

以上の検討から、井戸掘削機材のグレードは、G V M 16 t 程度もしくはそれ以下のトラック搭載型を条件に公称 100m 以上の掘削能力を有する機種とする。これを調達することにより、政府所有の掘削機材の対応能力の多様性が増すものと期待される。

モニタリング機材としてのモーターバイクは、未舗装道路がほとんどであるため、オフロードタイプが必要であり、2人乗りも可能な 100～125cc 程度が適当である。モーターバイクは C B M 活動にも必要であるが、プロジェクト期間中は集中的に多数必要である。調達台数は、プロジェクト完了後のモニタリングへの使用に基づいて、深井戸施設 100 箇所程度に 1 台必要と判断される。啓発活動期間に不足する台数は、普及員の所属する各省のモーターバイクとレンタル車を使用する。

3) ソフトコンポーネント

村落レベルの給水施設維持管理体制を構築するための住民啓発活動(C B M プログラム)は、参加型アプローチや施工計画との連携など考慮した活動計画と管理のため、技術的支援を必要としている。また、他ドナーに対しては活動費の全てをドナーに依存してきた中で、本プロジェクトに対しては「マ」国側が養成される普及員の候補者を選定し、手当を含む人件費の負担を約束している。「マ」国は、前リロングウェ・デッサ計画ではじめて C B M 活動費の一部を自

国予算から捻出したが、本計画で活動費のうち大きな割合を占める普及員の手当を負担することは、「マ」国側のオーナーシップが前進したととらえることができ、無償資金協力事業のもとで集中的なCBM活動を実施することを考慮すれば、その他の活動経費（車両、燃料、文具等）については、「マ」国側の負担に相応する日本の支援であると判断される。なお、従来受益者住民が施工後のワークショップに参加する際には支払っていた昼食相当の手当は、本計画の実施にあたっては支払わない方針とする。社会状況調査によれば、委員となってこのトレーニングに参加する場合に、手当なしで参加できると答えた住民は約99%である。

本プロジェクトでは、プロジェクトの効果を発現するためソフトコンポーネントとして社会開発関係の邦人コンサルタントを、計画、普及員養成段階から施工前後の必要な期間派遣して、技術支援を行うとともに、実施機関の活動促進のため活動に係る経費を負担する方針とする。

（9）工法 / 調達方法、工期に係る方針

1) 工法

滞水層の深さは変化に富んでいるため、詳細設計時に電気探査を実施して掘削位置と掘削深度を確認する。その際、CBM活動により形成されたWPCが希望する位置を候補地として考慮し、探査結果に基づく掘削位置決定について、WPCの了解を得る。

深井戸掘削は、効率と孔壁崩壊の防止等を考慮し、表層土砂部は泥水循環ロータリー掘削（仮ケーシングによる保護）、風化岩以下岩盤部はエアハンマー掘削とする。掘削口径は、ケーシング径(110mm)に対して、グラベルが確実に挿入できる余裕幅を確保する(171mm)。ただし、土砂部の厚さが変化して増すことも想定し、機材としては掘削径210mmの泥水掘削が可能な掘削ツールを用意する。

滞水層は、ハンマー掘削対象の風化岩と想定し、スクリーンケーシングの装着深度は、定期的な一定深度毎に中間揚水量の把握に努めることにより決定する。掘削深度は、滞水層基底まで掘削後、ケーシング孔内の砂だめを考慮して余堀を5m程度確保して設定する。

揚水試験は、段階揚水試験を予備的に行い、連続揚水試験の揚水量を設定する。基準揚水量は、アフリデフポンプの揚水能力が十分確保できる基準値とする。水質試験は、サイトにおいて簡易水質試験を行い、マラウイ国の未処理給水に対する基準値を超えた場合に室内詳細試験を実施する。

付帯施設は、「マ」国の標準となっている過去の無償資金協力によるデザインに準拠する。施工は現地業者を活用し、コンクリートなど品質管理を行う。ポンプの据え付け時には、住民代表を立ち合わせ、井戸構造を含めポンプの構造を説明し、理解を得る。

工期の設定は、単年度期分けが可能であり、以下のように検討すると3期分けが適当である。

- ・ 過去の実績と対象地域の条件を考慮して、複数台で掘削する時の機材の共有化をはかり、サイクルタイムを検討し、全体の掘削工程を検討する。
- ・ 雨期(12~3月)には、掘削機のアクセスが困難になるサイトが多いことを考慮する。
- ・ C B M活動との連携や施工監理を確実にするため、同時に作業する掘削機は3台を最大とする。
- ・ 施工数量が多いため、掘削作業開始前に対象地域内に資材倉庫を主とする施工基地を建設する。
- ・ 掘削作業着手前に、C B M活動を担う普及員が養成され、普及員により深井戸施設の維持管理に責任を持つW P Cが組織され、W P Cの意向を考慮した掘削位置選定を終了する。

詳細の施工計画は後述するが、準備工事や事前のC B M活動および雨期後半の施工が不能であることを考慮すると、3台の機材で計画の296本の深井戸を2年間で建設することは困難と判断される。

対象地域の給水状況は劣悪であり、可能な限り早期に深井戸掘削工事に着手することが望まれており、下記の機材調達を行う第1期においても、準備工事や利用者住民の受け入れ体制が整った後、施工期間は短いが現地業者の機材と要員を活用して深井戸建設を行う。

2) 調達方法

機材の調達先は日本国を基本とするが、掘削機に関しては「マ」国内の井戸掘削業者の使用機材がほとんど南アフリカ製であることを考慮し、南アフリカからの調達も検討する。また、施工前から啓発活動用に必要なモーターバイクとピックアップ(ダブルキャビン)1年目工事で現地業者による施工を管理するために必要なピックアップ(シングルキャビン)および調達の後のメンテナンスサービスが付属する情報機器等については、現地調達とする。

掘削関係機材は、製作・輸送期間を考慮すると約1年の調達期間を要する。期分け第1期に全ての機材を調達し、2期目以降の施設建設に供する。

(10) 貧困層への配慮、ジェンダーへの配慮に係る方針

過去給水施設の設置がされたサイトでは、コミュニティごとに年長者や貧困世帯への配慮

が見られた。例えば、年長者および貧困世帯の積立金を免除する、あるいは、家計に負担をかけずにコミュニティの給水施設管理資金への貢献する機会としてピース・ワーク参加を促すなどの例が見られた。このようなコミュニティ内の弱者への配慮に関して、ソフトコンポーネント実施中に必要に応じて具体的な例を挙げながら、気づきを促すような努力を払うこととする。

また、ポンプはもちろん、洗濯盆などほとんどすべてが、女性が毎日のように使う施設である。当然、使用状況、不具合、問題点などをもっともよく知るコミュニティメンバーが女性と言える。逆に、今回の調査においても男性は給水施設の現況を知らないことが多かった。このような状況を踏まえ、WPCメンバーの半数は女性を採用するようにし、使用者自身による施設の持続的な運営管理の確立を目指すものとする。さらに、普及員のコミュニティ訪問時などに、男女間の意見交流の機会を設けるなど、コミュニティレベルでの情報共有を推進し、コミュニティ全体にオーナーシップが浸透するよう努力する。

3 - 2 - 2 基本計画

(1) 全体計画

本プロジェクトは、マラウイ国の首都リロングウェからの西ないし北西へ 30～60km の直線距離の範囲に位置するリロングウェ県のカロロ郡およびコンゴニ郡 を対象地域とし、安全で安定的な給水施設の不足する 234 の地方村落（群）に対して 296 本のハンドポンプ付深井戸給水施設を建設するものである。併せて、これに必要な機材の調達と給水施設コミュニティへの啓発普及活動の支援を実施する。

計画に当たっては、対象地域全般が「マ」国内でも最も低い給水率に留まっている地域（現況 23%と推定）であることから、これを他地域の水準に近づけることを目標として、社会経済条件から深井戸 1 本当たりの利用人口 100～500 人を設定し、水理地質条件、既存井戸分布、アクセス条件等から深井戸建設に妥当な村落を選定した。

深井戸掘削深度および施工時に発生する不成功井戸は、1992-94 年実施の「ムチンジ地区地下水開発計画」が対象地域の西側に隣接し、同様の地質条件にあるため、この施工実績を参考とし、あわせて電気探査等の現地調査、対象地域の既存井戸資料を総合的に検討した。ムチンジ地区では、主要な基盤である片麻岩分布域で約 90%、花崗岩・片岩地域で約 70%の成功率を得た。しかし、対象地域では高い鉄分を含有する地下水が散見されるため、新規の深井戸工事において、水量が十分でも高い鉄分のために棄却される深井戸があると推定した^{*1}。高い鉄分を含む井戸水の分布は、石墨質基盤岩の分布する地域と関係していると考えられ、その発生頻度から掘削井戸の約 30%が高鉄分のため不成功になると推定した結果、さく井工事の成功率は全体として 80%と設定した。

$$\text{成功率} = \frac{\text{成功井戸数}}{\text{成功井戸数} + \text{空井戸数} + \text{高鉄分井戸数}}$$

地質区分	計画井戸数	水量不足井戸	高鉄分井戸	総掘削本数	成功率
鉄分の多い 石墨質片麻岩	69	8	38	115	60 %
片麻岩類	210	23	0	233	90 %
花崗岩・片岩	17	4	0	21	80 %
計	296	35	38	369	80 %

掘削深度は、74 村落での物理探査結果では 30～80m（平均 45m）が適当と判断され、地域や地質の偏り無く不規則に変化することを示した。また、選定された協力対象村落における具体

的な井戸掘削位置選定については、より確実な滞水層をとらえ掘削の成功率を高め、且つ住民の意向を反映させるため、詳細設計時に詳細な物理探査と住民組織との協議を実施することとした。

深井戸建設工事は、本プロジェクトでの調達機材 1 式とマラウイ国側から過去の無償資金協力で調達した掘削機 1 台とこれに付随する関連機材の提供を受けて行う。さらに、施工実績のある現地掘削業者の機材と要員を活用して、工期の短縮を図る計画とした。

ソフトコンポーネントとして、マラウイ政府が 1999 年から住民参加型手法を導入して改善した C B M プログラムのマニュアルを尊重しながら、不足する普及員の補強・養成と効果的な活動計画をおこない、本プロジェクトにおいても工事と連携して効率よく参加型手法を導入した C B M 活動が実施できるよう支援を行う。

* 1: 除鉄装置の採用について

鉄分を多く含む井戸に対して、高度な技術を必要としないエアレーションを利用した除鉄装置を採用し、失敗井とはせずに活用する方法もあるが、次のような理由から、掘削中の厳密な水質検査の実施(問題の有る滞水層のチェックとストレーナ位置決定の為)や問題が生じた時は位置を変えて掘り直すことにより対処する方針とする。

1. エアレーションによる除鉄効果

鉄分が有機鉄として含まれている場合エアレーションによる除鉄効果がほとんど期待できないことが一般に知られている。しかし、マラウイ国では地下水を対象にした地方の給水施設レベルにおいて除鉄装置は使われておらず、その効果を実証するデータが無いため、除鉄の効果を判定するための試験を現地において行なう必要がある。

2. 除鉄装置の維持管理

除鉄装置が採用された場合、W P C による装置の定期的な点検、洗浄、整備に加えフィルター材(細砂、グラベル等)の交換が必要となるが、これ等の材料はリロングエの骨材店やマラウイ湖畔から調達することになる。また、C B M プログラムに沿った W P C に対する除鉄装置の維持管理教育やトレーニングも必要になるが、C B M が根付いていないプロジェクトサイトの現状を考えると、まず第一にポンプの維持管理体制がしっかりと整備されることが最も重要となる。即ち、完成した給水施設が永続的に活用されるためには、W P C や村落住民の過大な負担(仕事量、予算)を極力避けることが望ましい。さらに、除鉄装置が普及していない現状を考慮すると、国内には装置の化学的な仕組みについて理解している技術者の存在がほとんど期待できないため、装置に大きな不具合が生じた場合修理されずにそのまま放置される危険性が高い。

3. 鉄分を含む滞水層の分布状況

鉄分を多く含む滞水層は、現地調査結果(踏査、資料等)や現地カウンターパートの説明から、水平方向、垂直方向共連続して広範囲に分布するものでなく、一定の地域において断続的に挟まれていると推定される。即ち、一ヶ所の村落内の滞水層が全て鉄分によって汚染を受けているものでなく、深井戸工事の位置を変えることにより、鉄分を多く含む滞水層を回避することが可能である。計画対象地域の場合片麻岩が南北の走向と垂直に近い傾斜で分布しているため、東西方向に工事位置を移動させることにより、水理地質条件(滞水層の性質)は変り易いと判断される。

(2) 施設計画

1) 目標年次

本プロジェクトは、給水施設の不足する村落を対象に緊急的に深井戸施設を建設するものであり、2008年を目標年次とする。

2) 給水諸元

「国家水開発計画(1994)」では、以下のように地方の給水目標を設定している。

- a) 深井戸の普及レベル： 250人に1箇所
- b) 1人当たりの給水量： 27 Lpcd (liter per capita per day)
- c) 安全な水の運搬距離： 500m以下。

本計画では、給水の現状と無償資金協力の規模を勘案し、以下のように給水計画レベルを設定する。

給水原単位

対象地域は、これらの目標に対して給水施設普及率が23%と極端に低く、全体に劣悪な給水事情である。協力対象事業として対象地域でより多くの住民に安全な水を供給することを目標とするため、対象村落での深井戸建設本数を計画するに当たり、個々の井戸の利用は250人に限らず、1人当たりの給水量も衛生面で最小限必要な量を設定する。

社会条件調査結果より、既存の浅井戸を利用している住民水使用量は、全水量としては上記国家目標値と同等の1日一人当たり25~30Lとする家庭が最も多いが、飲料水に限ると5~10Lとする家庭が最も多く、80%の住民が飲料水量は15L未満と答えている。本計画における給水原単位としては、飲料を優先して15Lpcdと設定する、

井戸1本あたりの利用人口

[最多利用人口]

井戸1本当たりの可能揚水量は、ハンドポンプ能力(12L/分)、稼働時間(1日12時間程度)から8,640L/日とすると、570人に15Lpcdの給水が可能である。目標年次2008年において576人以下の利用人口とするため、現在の人口で500人を最大利用人口に設定する(人口増加率年3.4%(NSO予測)を想定)。

利用人口が多い給水施設については、在来水源から水を得る場合、ソフトコンポーネントによる啓発活動の指導により井戸水を洗濯、水浴等へ使用することを制限する。また、水汲みの待ち時間が過度に増える場合には給水施設コミュニティ内で協議して、井戸から

の個人当たりの利用量の制限や利用時間の割り振りなどを自主的に設定する必要があることを注意するものとする。

[最少利用人口]

井戸の利用者が少なすぎる場合、井戸1本の利用効率が低くなるほかに、日常管理に必要な維持費を利用者が負担するCBMの原則から、現金収入の少ない村落ではその徴収が困難になり、持続的な利用に支障を来す危険性がある。

支払い可能な1家庭当たりの維持管理費は、20MK/月とする主婦が最も多く、約65%が20MK/月以上支払い可能と答えている。この額は、対象地域内で浅井戸の保護・改良およびポンプ据え付けを行っているNGOが住民に指導する金額でもあり、目処となる。年間のポンプ維持/管理費は最低5,000MK程度と考えられ、これを確保するためには、月額20MKを支払う家庭が20以上必要となる。一家族の構成を5人とする(National Census; 1998)、約100人が維持費確保の最少利用人口となる。

水運搬距離

対象地域の人口密度は、タバコエスレートなど非居住地域が多いにもかかわらず、カロ口郡172人/km²、コンゴニ郡134人/km²であり、100人/km²以下が一般的なマラウイの地方部としてはかなり高い値である。また、村落の多くは数百mの規模でまとまっており、概ね500m以下の運搬距離を確保できると考えられる。

一方で、現況の浅井戸利用者の運搬距離も90%以上が600m以下と答えており、水運搬距離の軽減効果は期待できない。

要請村落(群)の中には、1村が複数の小村に分割・分散している場合があり、運搬距離を考慮して人口が十分あれば、それぞれに井戸を計画した。

3) 深井戸配置計画

要請村落を調査結果に基づき検討し、人口に対して十分な既存深井戸(修理可能な故障井戸を含め)が存在する村落(群)並びに村長と村人がともに深井戸の受け入れ意志を示さなかった村落(群)を除いて、協力対象村落(群)を選定した。なお、水理地質的な地下水開発の可能性については、特に地下水の得にくい地域は見いだせないため、このクライテリアによる選定は行わなかった。ただし、後述のように高い鉄分含有を示す地域があり、水質による失敗井戸の確率を検討して成功率の設定に反映する。また、サイトへのアクセス条件としては、5サ

イトについて道路改修が必要と判断されたが、いずれも村人の協力による拡幅程度の軽度の修復であるため、アクセス上の問題を選定の条件にしない。

また、要請村落では、75人を対象人口とする村落（群）が1ヶ所あり、隣接する人口155人の村落（群）と共同使用する計画とした。さらに、複数の要請村落（群）が複雑な境界で連続している場合は、まとめて1要請村落群として計画した。

以上の対象村落選定を要請村落（群）数で示せば、表3-2-3のとおりである。

また、給水対象人口が、既存の深井戸利用者を除いても500人を超え、複数の井戸建設を必要とする要請村落（群）は、51村落（群）である。

社会状況調査の結果、対象地域ではエステートや国外への出稼ぎ労働による人口の社会増減が激しいことが明らかとなったため、詳細設計及び施工段階において人口変動の激しい村落の人口を確認し、大規模な変動が明らかになった場合には、本計画の深井戸計画本数の範囲内で配置計画の見直しの必要性を検討する。

実際の掘削位置選定にあたっては、詳細な物理探査結果と給水施設コミュニティの意向を検討し、既存井戸または新設する同村落内の深井戸と300m以上の離隔が確保されるよう配置を決定することとする。

各郡毎の深井戸建設村落と建設数量及び計画位置は、表3-2-4及び図3-2-2および図3-2-3に示すとおりである。また、深井戸建設の村落名は資料編に示した。

表 3-2-3 協力対象村落(群)の選定

		カロロ郡	コンゴニ郡	計
要請村落(群)		121	133	254
人口	既存井戸(修理可能な故障井戸含む)があり、対象人口に給水が可能(500人/本として)	-3	-10	-13
	人口が少なく、隣接する要請村落との共同使用が適当	-1	-	-1
複数の要請村落(群)が複雑な境界で接しているため、1要請村落群として計画することが適当		-	-5	-5
深井戸の新設を拒否(最近保護浅井戸2本が新設されたため)		-1	-	-1
協力対象村落(群)		116	118	234

表 3-2-4 村落人口規模と深井戸の必要数及び計画数 (最大給水人口= 500人/本)

要請村落の人口規模	深井戸必要数	既存井戸	村落毎の計画井戸数	カロロ郡		コンゴニ郡		計	
				村落数	井戸建設	村落数	計画井戸	村落数	計画井戸
100 - 500	1	0	1	85	85	82	82	167	167
501 - 1,000	2	1	1	3	3	10	10	13	13
		0	2	18	36	21	42	39	78
1,001 - 1,500	3	2	1	1	1	0	0	1	1
		1	2	4	8	2	4	6	12
		0	3	1	3	1	3	2	6
1,501 - 2,000	4	3	1	0	0	0	0	0	0
		2	2	1	2	0	0	1	2
		1	3	0	0	1	3	1	3
		0	4	2	8	0	0	2	8
2,001 - 2,500	5	4	1	0	0	1	1	1	1
3,000 - 3,500	7	2	5	1	5	0	0	1	5
計				116	151	118	145	234	296

4) 裨益人口

選定された協力対象村落の人口は、カロロ郡約 58,500 人(将来人口約 66,900 人)、コンゴニ郡約 57,000 人(将来人口約 65,100 人)、計 115,500 人(将来人口約 132,000 人)である。

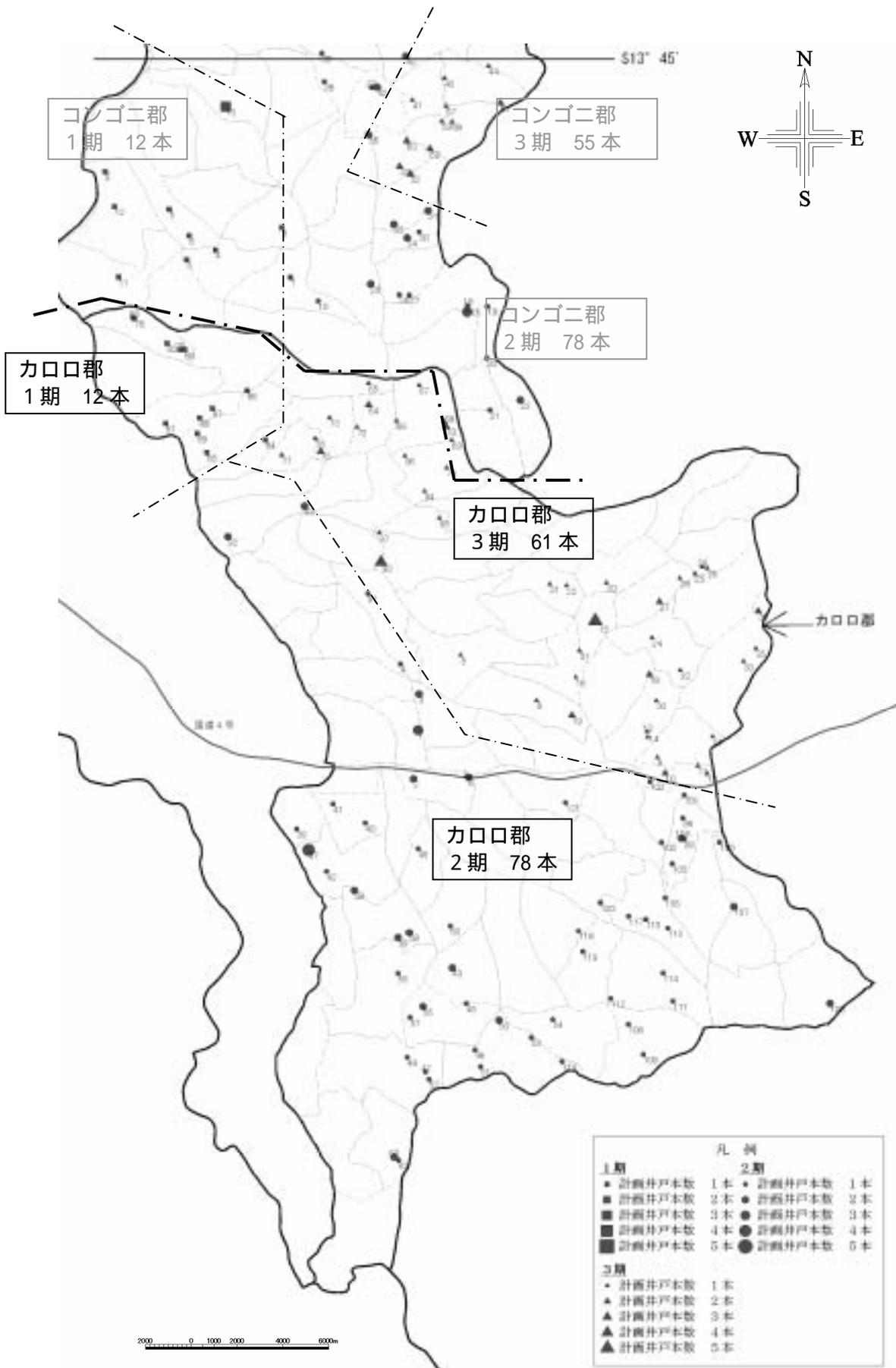


図 3 - 2 - 2 期別深井戸建設計画 (カロ口郡)

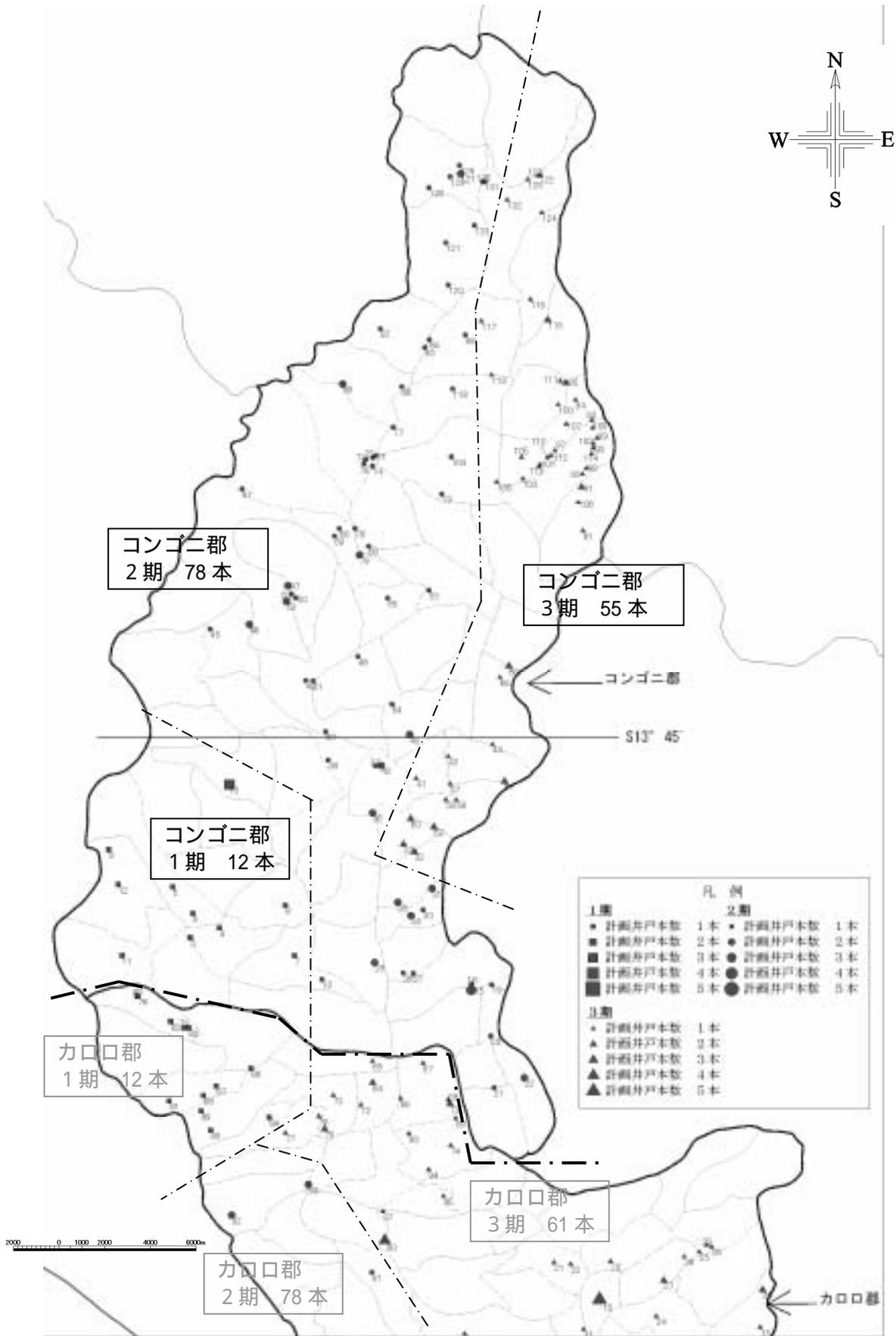


図 3 - 2 - 3 期別深井戸建設計画 (コンゴニ郡)

5) 水理地質条件とさく井工事の成功率

計画対象地域の西に隣接するムチンジ県においては、無償資金協力により 1992～94 年に 3 期分けて 300 本の深井戸が建設され、施工監理時に電気探査を行いながら掘削位置を選定して施工した結果、以下の成功率を得ている。

表 3 - 2 - 5 隣接地域（ムチンジ地区地下水開発計画）における施工実績

期分け	主な滞水層の地質	計画井戸数	総掘削本数	成功率 (%)	
第 1 期	花崗岩類 (Md) 片岩類 (MI)	80	112	71.4	
第 2 期	片麻岩類 (P)	110	115	95.6	89.8
第 3 期	片麻岩類 (P)	110	130	84.6	
通 期		300	357	84.0	

対象地域での対象となる滞水層は、ほとんど基盤岩の風化帯であり、水理地質的特徴も図 3 - 2 - 4 に示す基盤岩の地質分布によって異なる。現地調査では、水質試験、住民聞き取りにより、鉄分を 3 mg/L 以上含む地下水の分布が、上記の片麻岩類の一部ゾーンである「石墨質片麻岩類 (Pg)」の分布と相関していることが明らかとなった。Pg の地下水滞水層の構造は、P と同様で、地下水は同様の確率で揚水できると思われるが、水質上の問題で不成功となる可能性が相対的に高い。

対象地域内の既存井戸資料は、上部土砂層 10～15m、掘削深度 30～53m（平均 45.0m）を示し、黒色片麻岩、片麻岩、花崗岩等の地質の区分による深度の偏りや、地域の偏りはほとんど認められず、全体として滞水層の深さが変化していると考えられる。本調査の電気探査も、このような傾向を裏付ける結果を得ている。

表 3 - 2 - 6 は、電気探査、水質試験、既往の地質図などから検討された深井戸掘削に関する地質区分別の設定である。

表 3 - 2 - 6 自然条件調査結果に基づく深井戸掘削深度と成功率

地質区分		滞水層の状況			深井戸の 水質試験結果	深井戸掘削の 平均深度(m)	成功率の設定
		比抵抗値（電気探査の結果）		滞水層の基底深度 と起伏の状況			
		滞水層 (地下水を賦存す る風化岩)	未風化岩 (基盤岩)				
Md	Dzalanyama 花崗岩	約 120 ~ 180 -m 風化の程度により 値は変化する。	1,200 ~ 6,000 -m	数 m ~ 45 m 程度 滞水層基底境界は全 般に凹凸が激しい。	特に問題はない	44 m 程度（風化層の 厚い箇所において掘削 工事を行うことを前提 とする。）	隣接するムチンジ地下水開発におけ る、同じ地質条件の施工実績(71%)に基 づき、調査の精度をあげることにより、 成功率を 80%とする。
MI	Lifuchere 片岩 (雲母質石英片岩)	約 55 ~ 260 -m Md 層と比較してや や低めの値を示して いる。	1,000 ~ 6,000 -m Md 層と近似値 を示す。	数 m ~ 45 m 程度 Md 層と比較してや や浅い傾向を示す。滞 水層の基底深度は起伏 に富んでいる。	特に問題はない	45 m 程度	
P	石英長石質グラニュ ライト及び片麻岩 又は 黒雲母角閃石片麻岩	約 20 ~ 300 -m 母岩種類・風化程度 により値は変化。山が 点在する北部地区で は、一部強風化の粘土 層が分布し、比抵抗値 は著しく低い。	1,000 ~ 7,000 -m Md 層、MI 層と 比較して、やや高 めの値を示すこと が多い。	数 m ~ 75 m 程度 滞水層の基底境界は 起伏に富み、特にコン ゴニ郡北部の残丘が点 在する付近ではごく浅 いものとなる。	鉄分を若干多く含む場 合もあるが、概ね「マ」国の 水質暫定基準値（3mg/L） よりも少ない。	46 m 程度 北部の残丘が点在す る付近を除いたコンゴ ニ郡では、カロロ郡と 比較してやや深くなる 傾向が見られる。	隣接するムチンジ地下水開発におけ る、同じ地質条件の施工実績(89%)より、 成功率を 90%とする。
Pg	同上石墨質	約 20 ~ 80 -m P 層と比較してや や低めの値を示す。	数 ~ 100 -m 程度 P 層と比較し て、極端に低い値 を示す。	数 m ~ 65 m 程度 滞水層の基底境界は 起伏に富んでおり、P 層 と比較するとやや浅い 傾向が見られる。	全般に鉄分を多く含有 する傾向がある。 今回の調査において Pg 層でも特に Fe の含有量で 問題となる地域から採水 を行なった 13 ヶ所の深井 戸の内、5 ヶ所の深井戸か ら「マ」国水質暫定基準値 の 3mg/L よりも多い鉄分 が検出された。	46 m 程度	地下水の賦存状況は、P 層とほぼ同じ 条件のため、90%の確率で地下水が得ら れる。 (鉄分の含有量が問題となる区域) しかし、鉄分の含有量で問題となる地 域において、3mg/L を越える井戸を除外 すると 55%の成功率しか期待できない。 以上より、調査の精度を上げ、施工中の 管理を徹底させることを前提に、成功率 を 60%とする。(注釈参照)

3-31

注：Pg 層における地下水の鉄分は万遍無く多く含まれているものでなく、その含有量は水平方向、垂直方向共に変化に富んでいる。例えば、鉄分を多く含む深井戸に近接(200~300m)した深井戸で、ほとんど鉄分が検出されていない例がある。また、同じ井戸においても深度により鉄分の濃度が著しく異なることが多い。(現地M o W D職員談)

以上より、井戸掘削工事において、地下水の豊富な地層に当たる毎に Fe のフィールド分析を行い、鉄分の多い地層から採水出来ない様な井戸構造に仕上げ、工事の成功率を高めることが可能である。

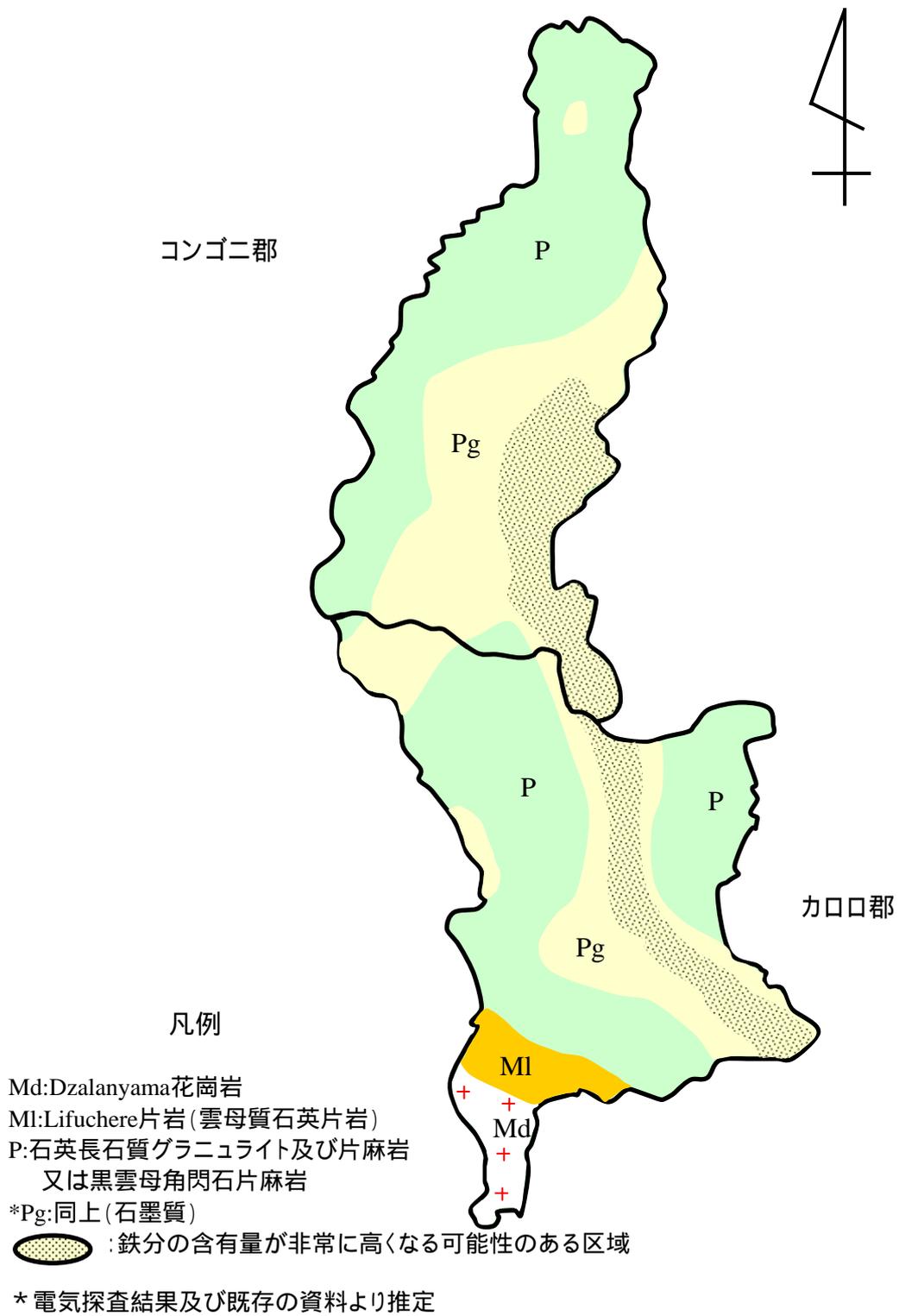


図 3 - 2 - 4 計画対象地域の基盤地質概念図

[不成功井戸に対する対処]

掘削予定深度に至っても、所要の揚水量が得られない場合及び水質不良の場合の対処は以下のとおりとする。

- a) 電気探査結果と掘削結果を対比し、掘削の終了、または掘進の延長について、施工監理者と協議により決定する。また、予定深度以浅でも、想定する滞水層がそれ以深で明らかに得られないと判断される場合には、協議により中止とすることができる。
- b) 深度を延長しても地下水が得られない場合、または上記の協議により掘削終了とされる場合、不成功井戸とする。
- c) 地下水が得られても、ケーシングを挿入したあとの揚水試験で基準の揚水量(12 (l/min)) が確保できない場合、不成功井戸とする。
- d) 現場における簡易水質試験を実施し、マラウイ国の水質暫定基準を超える場合は、その項目について室内試験を実施し、基準値を超えることが再度確認された場合は、水質不良の内容を検討し、協議により不成功井戸とする。
- e) 以上の結果、不成功井戸とされた場合は、同村落、同給水施設コミュニティ内で代替地点を追加電気探査等で選定し、V H W C / W P C の了解の下、同村落内の別地点で再掘削を行う。
- f) 掘削計画位置に同サイト内での再掘削は、2本を限度とする。
- g) 詳細設計及び事業実施段階では、要請村落のうち人口が予測を上回って急増していることが明らかになった村落がある場合には、上記の不成功井戸に対する代替村落としての検討を行う。

6) 期分けの計画案

C B M活動との連携がスムーズに行えること、現地業者の技術管理を確実に行うこと等を勘案し、3期分けの工事を計画し、図3-2-2～図3-2-3に示したように期別の施工範囲を計画する。

各期の数量と想定成功率は、表3-2-7に示すとおりである。

表 3-2-7 郡別各期の井戸建設計画

<カロロ郡>

地質区分	成功率	1期	2期	3期	村落数	計画井戸数
Pg	60%	0	11	13	16	24
Pg	90%	9	10	6	24	25
P	90%	3	40	42	62	85
Md, MI	80%	0	17	0	14	17
計		12	78	61	116	151

<コンゴニ郡>

地質区分	成功率	1期	2期	3期	村落数	計画井戸数
Pg	60%	0	26	19	30	45
Pg	90%	5	26	20	44	51
P	90%	7	26	16	44	49
Md, MI	80%	0	0	0	0	0
計		12	78	55	118	145

<計画対象地域>

地質区分	成功率	1期	2期	3期	村落数	計画井戸数
Pg	60%	0	37	32	46	69
Pg	90%	14	36	26	68	76
P	90%	10	66	58	106	134
Md, MI	80%	0	17	0	14	17
計		24	156	116	234	296

(3) 機材計画

1) 機材選定の基本方針

調達機材の機種及び数量の選定については、本計画の深井戸掘削工事を円滑に遂行させると同時に、工事完了後マラウイ国内の地下水開発において有効に活用できるよう、次の点を基本方針とする。

M o W D の組織、要員、実績、保有資機材等を参考に選定する。

計画対象地域は高原地帯に属し平坦な地形が形成されているが、対象村落の大半が舗装された国道から平均 50km 程度離れており、雨期には泥濘化する道路を移動することになるため、機動性・走行安定性に優れた機材を選定する。

掘削対象の地質は、表層に分布するルーズな土砂から破砕帯を夾在する硬岩まで多様であるため、これらの地質に適用できる機種を選定する。

その選択については、施工能率、工期、経済性等本プロジェクトにおける妥当性から検討する。

また、マラウイ国内にはきわめてアクセス条件の悪い地下水未開発の地域が多数残されているため、プロジェクト実施後の利用計画、維持管理体制等から判断される長期的な妥当性も検討する。

操作性、耐久性、将来性、交換部品の調達難易度、維持管理、実績、輸送梱包を含めた価格、アフターサービス等を考慮して選定する。

以上の機材選定の基本方針及び設計方針に基づき、M o W D 保有の深井戸建設用機材を考慮し、本プロジェクトを実施するために必要な機材と調達する機材をリストアップすると表 3 - 2 - 8 のとおりである。

表 3 - 2 - 8 機材計画

名称	要 請	必要機材	既存機材 の提供	持込機材等	新規調達
1)井戸掘削用機材					
1-1 トラック搭載型掘削機* ¹	1台	2	1		1
1-2 トラック搭載型コンプレッサー* ²	1台	2	1		1
1-3 移動式デベロップメントユニット・ 揚水試験機材 ((3)機材計画 3) , 参照)	1台	2	1		1
1-4 給水タンク (可搬 4m ³)	0台	1	1		
1-5 燃料タンク (地上設置 6m ³ 1基) (可搬 4m ³ 1基)	0台	2	2		
1-6 クレーン(5t)付カーゴトラック	1台	0			
1-7 クレーン(3t)付カーゴトラック	1台	4	1	1	2
1-8 ピックアップトラック(シングルキャビン)	1台	3	0	2	1
1-9 ピックアップトラック(ダブルキャビン)	1台	2	0	2	(1)* ³
1-10 ステーションワゴン	0台	2	0	2	
1-11 電気探査機	1台	1	0	0	1
1-12 無線通信機	1式	0			
1-13 上記調達機器のスペアパーツ	1式	1	0	直接工事費	
1-14 無償資金協力で調達済の修理 パーツ及びツールス	1式	1	0	直接工事費	
1-15 ワークショップ用機材	0式	1	0	直接工事費	
2)調査・モニタリング用機材					
2-1 モーターバイク	3台	12	4* ⁴	5(レンタル)* ⁴	3
2-2 GPS	2台	2	0	0	2
2-3 給水施設データベースの運用と解析用コンピ ュータ	2台	1	0	0	1
3)井戸建設資材					
3-1 手押しポンプ (アフリデフタイプ)	1式	1		直接工事費	
3-2 ケーシング・スクリーンパイプ	1式	1		直接工事費	

- * 1 : 調達機材としては、深度 100 m / 最終孔径 171mm 以上、トラック : 4×4、GVM 16.5t 以下。
* 2 : 調達機材としては、17 bar, 750 cmf 以上、トラック : 4×4、GVM 16t 以下。
* 3 : 新規調達の対象とするが、工事期間中は C B M プログラムに活用されるため、持ち込み車両は 2 台となる。
* 4 : C B M 活動 12 班に各 1 台。既存機材は、M o W D の他女性・児童・地域社会省から動員。

なお、施工体制は 3 - 2 - 4 項で記述するが、概略は以下のとおりであり、標準的な車輛編成は表 3 - 2 - 9 に示すとおりである。

[第1期]

現地民間業者の掘削機材と要員により 24 本の深井戸を掘削することとし、工程上の理由から 2 台体制とする。

掘削後、土木建設班（2 班程度）が付帯施設の建設とハンドポンプの設置を行う。

[第2期、第3期]

新規調達機と提供される既存掘削機の 2 台と現地業者掘削機 2 台によって常時 3 台体制を維持し、2 年間で 272 本の深井戸を建設する。作業は掘削班と揚水試験班に分ける。

掘削後、土木建設班（5 班程度）が付帯施設の建設とハンドポンプの設置を行う。

第2期には、第2期以降の工事に使用するマラウイ国から提供される機材の修理・整備を行なう。

表 3-2-9 深井戸建設工事標準車輛編成

作業実施体制 主要機材 及び車輛	第1期					第2期、第3期				
	掘削チーム		土木 建設班 (2 班)	総括/ 渉外/ 監理	*1 合計 台数	掘削チーム		土木 建設班 (5 班)	総括/ 渉外/ 監理	*1 合計 台数
	掘削班	揚水 試験班				掘削班	揚水 試験班			
ロータリー・エア ハンマー掘削機	(2)				0	2+(1)				2
コンプレッサー	(2)				0	2+(1)				2
揚水試験機		(2)			0		2+(1)			2
クレーン(3t)付 トラック	(4)				0	4+(2)				4
ステーション ワゴン				1	1				1	1
ピックアップ (シングルキャビン)	(1)		(2)	3*2	3	(1)		(5)	4*3	4
ピックアップ (ダブルキャビン)		(1)			0	1	1+(1)			2

()内は、現地業者から借り上げる想定機材

* 1：()内に示す数字を除く日本側業者の必要機材（新規調達 + 業者持ち込み）

* 2：監理用 3 台 = 掘削（1） + 揚水試験（1） + 土木（1）

* 3：監理用 4 台 = 掘削（1） + 揚水試験（1） + 土木（2）

2) 主要資機材の検討

掘削機の機種と掘削機に付随する機材

掘削機材の機種選定については、日本業者の掘削班が1チームで1年間52本の井戸建設を行うことを前提に、次の事項に留意する。

- ・ 過去に日本から調達した深井戸建設用機材の施工実績（掘削能力、能率）
- ・ 対象地域の自然条件、インフラストラクチャー等
- ・ マラウイ国政府の掘削機に対する要請内容と今後の地下水開発計画における使用予定

本計画の主たる機材となる掘削機については、計画対象地域の地質状況及び計画の内容及び計画完了後の活用も考慮し、次の条件を満足する機種を選定する。

- a) 対象地域の地質条件は、表層に比較的軟らかい未固結堆積物(3～36m)と強風化岩が分布し、下部は先カンブリア紀～古生代初期の片麻岩類等を主とする硬質岩によって構成されている。地下水の賦存は、強風化帯から硬質岩上部の裂つか帯に跨って期待される。したがって、これら多種多様の地質に適用できる機種である必要がある。
- b) 作業効率が良い機種であること。
- c) 崩壊性の軟弱な地層から硬質岩の分布する基盤岩まで比較的大口径で掘削できる能力を有する泥水正循環工法が採用できること。
- d) 硬質岩を高効率で掘進できる能力を有するエアハンマーの使用が可能なこと。
- e) 深井戸建設候補地が広範囲にわたり散在しているため、掘削機は機動性、操縦安定性に優れたトラック搭載型とし、泥水ポンプ、インジェクションポンプ(フォームドリリング用)、油圧起倒式櫓を備えたものとする。

具体的には、計画の孔径、深度、対象地質および作業効率のうえから、以下のタイプが選定される。

掘削工法としては、200mm 前後の掘削孔径に対して効率よく、硬質岩対応のエア掘削も併用できる泥水正循環ロータリー式を採用する。

ロータリーの駆動方式としては、100m までの掘削深度に対して能率がよいトップドライブ型を採用する。

計画の掘削長が最終掘削孔径 6-3/4”で 30～80m であり、掘削能力としては 100m 程度が必要である。一方、今迄に日本の無償資金協力で調達された掘削機は掘削能力 150 m クラスで 16 t 車に搭載された機動性と丘陵地の走行性を併せ持つ形式となっているが、マラウ

イ国内にはそれでも搬入の困難なサイトが多数残されている。以上より、水資源局の将来の活動区域にバリエーションを持たせるために、既存の掘削機よりも出来るだけ小型軽量化させることを目標に、掘削機の仕様はGVM 約 16t 程度以下のトラック搭載型掘削機とし、掘削孔径 6-3/4" に対して掘進能力 100m 以上として設定する。

掘削作業には掘削機本体以外に標準付属品と最小限の掘削作業に必要なツールを付随させるものとする。なお、本プロジェクトの掘削工事で消耗される掘削ツールズ(ビット類)及び維持・修理に必要なスペアパーツは直接工事費に計上する。

また、エアハンマー掘削には高圧コンプレッサーが必要であり、トラック搭載型掘削機と対で使用されるため、本プロジェクトで選定する掘削機にも、トラック搭載型高圧コンプレッサーを付随させる。エアコンプレッサーの能力は、孔径(6-3/4"~10-5/8")と深度(100 m)及び既存機の能力を基に以下のように設定する。

吐出し圧力 2.0 MPa 以上

吐出し空気量 20 m³/min 以上

3) その他導入機材の検討

移動式井戸デベロップメントユニット・揚水試験機材

デベロップメント・揚水試験機材は、一体ユニット型とした特注機材とそれぞれの機材とクレーン付きトラックを別に調達する方法があり、「マ」国側は前者を要請している。特注機材は、様々なデベロップメント手法に対応できるよう機能的に考案された日本独自の製品であるが、個別機材の組み合わせより一般に高価となる。一方、個別機材とすればトラックを他の輸送手段として使用できる利点があり且つ経済的であるため、個別の機材組み合わせで調達を行なう。

掘削班による井戸掘削後に行う孔内の洗浄、揚水試験による揚水可能量の判定及び水質試験は、揚水試験班により施工される。これら一連の作業を行うため洗浄(デベロップメント)と揚水試験の機材を1つの車輻に搭載して作業を行う。搭載する機材は、コンプレッサー、発電機、エアリフトツールズ、水中ポンプ、水位測定器、PHメーター、電気伝導度計である。

過去の無償資金協力で調達されたデベロップメント機材・揚水試験機材は、車輻に搭載された形式で合計5台である。1989年に調達された2台は事故や耐用年数を越えたため、廃車されており、残り3台が使用可能な状態である。

井戸の洗浄・揚水試験は、掘削作業に引き続いて行うため、掘削機1台に1セットのデベロップメント機材と揚水試験機材が必要である。MoWDにおいても2台の掘削機

に対して 2 セットのデベロップメント機材と揚水試験機材が必要であるため、リロンゲエ・デッサ地下水開発で調達された 1 台の提供を受け、且つ、新規にデベロップメント用機材と揚水試験機材を調達する。ただし、提供を受ける機材の水中ポンプが故障し使用できないため、ポンプ 1 台は持ち込み機材とする。

これらをサイトへ運搬する方法としては、機動性を持たせ効率的に作業が行なえるよう 3t クレーン付トラックに搭載させる。

支援車輛

(工事用支援車両)

施工計画の項に示すように、2 班の掘削班と 2 班のデベロップメント・揚水試験班に対して、資材の運搬と要員の移動のために表 2 - 2 - 7 の深井戸建設工事標準車両編制に示す支援車が必要である。

本プロジェクトで調達する掘削機材がプロジェクト実施後に運用されるための最小限の支援車輛として、3t クレーン付きトラック 2 台及びピックアップトラック (シングルキャビン)、ピックアップトラック (ダブルキャビン) 各 1 台を調達する。ダブルキャビンは、主に掘削位置選定のための物理探査に使用され、作業員と調査機材の運搬を兼ねる。

尚、トラックの要請は 3t クレーン付と 5t クレーン付が各 1 台となっているが、使用目的が掘削機のツールズ等の付属機材、給水、給油、グラベル、パイプ等の運搬に利用され、3t クレーンだけでも作業に支障をきたさないので、3t クレーン付きトラックを 2 台調達する。また、ピックアップトラック (ダブルキャビン) は工事中下記の C B M プログラムに使われるものであるが、計画完了後は物理探査班の専用車両として活用することを予定しており、要請では工事用の支援車両 (水資源局担当) に含まれている。

(啓発活動用車両)

・ピックアップトラック

ソフトコンポーネントの項で述べるように、M o W D が進める啓発活動 (C B M プログラム) を本プロジェクトで建設した深井戸給水施設の住民に対して行うに当たり、住民トレーニング等の啓発活動管理と資材運搬用としてピックアップトラック (ダブルキャビン) が 1 台必要となる。プロジェクト期間中は、工事支援車両として調達される上記ダブルキャビンを啓発活動に使用する。

・モーターバイク

V H W C / W P C の設立とモニタリングなど啓発普及活動においてはモーターバイクによるサイト訪問が効率的であるが、財政的問題から計画対象地域には配置されていない。工事期間中に C B M プログラムを遂行するためにはモーターバイクが 12 台必要となり、施設建設後の施設維持管理には、1 名の Water Monitoring Assistant が 100 カ所の給水施設を担当することになり、3 台のモーターバイクが必要となる。以上より、モーターバイクを 3 台新規に調達し、工事期間中に必要となる残りの 9 台については、各省所有の機材から提供できるものを使用するほか、レンタルのバイクで活動することとする。

電気探査器

電気探査器は、施工期間中空井戸が発生したときの補足調査のために必要不可欠な調査器具である。一方、過去に調達された電気探査器は、北部州、中部州、南部州の出先事務所に 1 台ずつ配置され、年間 150～200(点)と高い頻度で使われてきた。しかし、1992 年に調達の機器が老朽化し正常に作動しなくなり、各州 1 台体制が維持できなくなっているため、1 台の新規調達を行なう。

無線通信機

最近、マラウイ国では携帯電話網が普及しており、幹線道路近接した地域での通信状態に問題ない。工事中の定期連絡、緊急連絡は、携帯電話で充分間に合うため、無線通信機は調達の対象から除外する。

G P S

井戸の計画位置と実際の掘削位置を同定する手段として、また既存井戸との関係を確認して空井戸の代替位置を選定する場合の補助として G P S は有効である。工事中は各掘削班に 1 台、施工監理用に 1 台、計 3 台が必要となる。

また、工事終了後 M o W D が独自で地下水開発を実施する場合も、上記のとおり有効に活用されるため、要請どおり 2 台の G P S を新規調達とする。尚、工事中に不足する 1 台については請負業者の持込とする。

井戸台帳管理及び解析用コンピュータ

コンピュータは 2 台の要請になっているが、その内訳は 1 台が深井戸データベース用のデスクトップ型(カラープリンター含む)、他の 1 台は電気探査解析用のラップトップ型である。

地方給水施設のデータベース(D B)構築のための調査は、M o W D の承認を得て

WSSCCによりJICA、CIDA、UNICEFなどの資金を利用して実施され、2004年には7県で完了し、リロングウェ県を含む3県で調査が進んでいる。このDBは、調査員が発見した給水施設について目視、GPSによる位置測定およびヒアリングにより以下の情報を集めたものであり、「マ」国測量局で作成した電子地図情報を利用してGISによる解析が可能である。

(ア) 施設番号 (DBの管理No. および施設建設時の井戸番号 (あれば))

(イ) 位置 (GPSデータをグリッドに変換) 村落名、TA、県

(ウ) 水源の種類 (自然流下式水道の水栓、深井戸、保護浅井戸など)

(エ) ポンプタイプ

(オ) 稼働状況の区分

(カ) 建設年、建設資金源、サービス提供者 (CBM実施者または井戸掘削会社)

作成されたDBは、WSSCCのメンバー、ドナーおよびMoWDに公開され、新規データの登録更新も可能なシステムとなっている。WSSCCは、資金確保がなされれば今後も調査範囲を広げて、全国をカバーしていく方針である。

一方、MoWDはこの調査を公認し、賛同しているものの、自らの情報機器の不足もあり、DBを閲覧したり、GIS解析結果の打ち出し情報を得たりしているのみであり、積極的な関与はしているとはいえない。MoWDは、過去自らのプロジェクトとして建設した多くの深井戸について上記のような井戸No.、位置、村落名、建設年のほか深度、ケーシング径、揚水量、静水位、動水位、掘削対象地質等のデータを紙のカードに保管しており、表作成ソフトによりデジタル情報に変換する方針を持ってきたが、情報機器は上級職員が日常業務に使用するPC以外に稼働しておらず、まとまったDBを作成する目処が立たず、過去の掘削記録など開発計画や維持管理に必要な情報を効率的に検索することが難しく、情報の散逸も見受けられる。

WSSCCのDB構築が進んでいることから、MoWDは担当技術職員2名(大学卒)を配置してWSSCCと共同して自らの施設管理や開発計画に必要な上記の紙ベースのデータをこれに付加し、WSSCCとこれを共有化することが適当と考えており、付加情報を含めてGISソフトウェアによる解析を可能なものとする方針である。しかし、データベースを自らが使いやすい仕様とするためには、担当者レベルで使用できる専用のコンピュータを新規に調達する必要があり、構築したDBを地理情報システムの上で運用するためには、GISソフトウェアおよびカラープリンターも必須である。GISソフトウェアの活用技術については、WSSCCとの共同作業を行っていく過程のOJTで習得されることが期待されている。以上のMoWDの現状を勘案し、本計画で建設される深井戸を長期に確実にモニタリングすること、およびプロジェクト実施後対象地域での更なる給水

普及率向上を目指した開発計画の立案に対して必要な機材としてコンピュータ、カラープリンタおよびGISソフトウェアの各1式を新規に調達する。

その他の井戸掘削用、建設用資機材

工事に必要な井戸掘削用機材として、調達機器のスペアパーツ、調達済機材の修理パーツとツールズ及び井戸建設用資材として手押しポンプ、ケーシング・スクリーンパイプ各1式が要請に挙げられているが、これらは、直接工事費に計上する。

4) 資機材計画

以上の基本方針と検討結果に基づいて、工事に必要な機材および提供を受ける既存機材の種類と数量に基づき、資機材の調達計画を表3-2-10にまとめる。

表 3-2-10 (1) 資機材の仕様及び数量

資機材名称・仕様	調達数量
I. 井戸掘削用機材	
1. トラック搭載型深井戸掘削機	
1-1 トラック搭載型掘削機及び標準付属品	
a) トップドライブ型トラック搭載、泥水ロータリー・エアハンマー工法併用型掘削機能力 : 深さ 100 m 以上 (DTH ハンマー掘削 最終掘削孔径 171mm) ロータリーヘッド : 最大荷重 5,000 kgf 以上 プルダウン・ホールドバック力 : 5,000 kgf 以上 ドロークラス : 巻上力能力 1,700 kgf 以上 泥水ポンプ能力 : 吐出量 600 l/min 圧力 20 kgf/cm ² 程度 トラック仕様 : ディーゼルエンジン、右ハンドル 4×4、GVM 16.5 ton 以下、リグ駆動用 P T O 付 (P T O 無しの場合デッキエンジンでも可) エンジン出力 200 P S 程度	1 式
b) 標準付属品	1 式
1-2 同上ツールズ	
a) 掘削ツールズ:(泥水掘削及び DTH ハンマー掘削ツールズ他)	1 式
b) ケーシングツールズ:(サーフェイスケーシング、ケーシングホルダー他)	1 式
c) フィッシングツールズ:(ジャッキ、インサイド・アウトサイドタップ他)	1 式
d) 一般掘削工具:(パイプレンチ、トンク、ロープ類他)	1 式
2. トラック搭載型高圧コンプレッサー	1 式
コンプレッサー能力: 2.0 MPa, 20 m ³ /min 以上 特別付属品付 トラック仕様: 水冷式ディーゼルエンジン、右ハンドル 4×4、GVM 16.5 ton 以下、エンジン出力 200 P S 程度	
3. 井戸デベロップメントユニット・揚水試験機材	
3-1 トラック仕様:ディーゼルエンジン、右ハンドル、4×4、3t クレーン付、 GVM 10t 程度以上、積載能力 3t、エンジン出力 190 P S	1 台
3-2 コンプレッサー: 0.7 MPa × 3.5 m ³ /min 程度	1 台
3-3 発 電 機 : 3 相、10 KVA/ 50 Hz、AC 380V	1 台
3-4 水 中 ポンプ: 揚程 50 m、吐出量 Max 100 l/min、 揚水パイプ(径 40mm × 15 本)付	1 式
3-5 エアリフト・揚水試験用ツールズ ディスチャージパイプ 2" (80 m) エアパイプ 3/4" (80 m) デリバリーホース 2" (20 m) ノッチ箱 他	1 式
3-6 揚水試験機材 水位測定器 : 測定深度 100m、指示器(ブザーまたはランプ) ポータブル P H メーター: デジタル表示、測定範囲 pH=0 ~ 14 ポータブル電気伝導度計: デジタル表示、温度計付、0 ~ 20,000 μ S/cm	1 式

表 3-2-10 (2) 資機材の仕様及び数量

資機材名称・仕様	調達数量
4. 支援車輛	
4-1 クレーン付カーゴトラック トラック仕様 : ディーゼルエンジン、右ハンドル、 4×4、GVM 13 ton 以上、エンジン出力 190 PS 程度 積載能力 : 5,500 kg 以上 クレーン能力 : 3t クレーン付	2 台
4-2 ピックアップ(シングルキャビン) ピックアップ仕様: 水冷式ディーゼルエンジン、右ハンドル 4×4、エンジン出力 77 PS 程度以上 積載能力 : 1,000kg 程度以上	1 台
4-3 ピックアップ(ダブルキャビン) ピックアップ仕様: 水冷式ディーゼルエンジン、右ハンドル 4×4、エンジン出力 77 PS 程度以上 積載能力 : 500 kg 程度以上	1 台
5. 電気探査器(探査深度最大 200 m 以上) 最大電圧 400 V、電流 1~200 mA、供給電源 12V/24A ケーブル 400 m 巻ドラム 4 巻、電極 5 本、ハンマー 5 本、垂直探査解析ソフト	1 組
II. 調査・モニタリング機材	
1. モーターバイク モーターバイク仕様 : オフロードタイプ、100~125 cc クラス、出力 10 PS 程度	3 台
2. GPS GPS仕様 : ポータブルタイプ	2 台
3. コンピュータおよび周辺機器	
3-1 デスクトップ CPU : 2.4 GHz 程度、RAM : 256 MB、ハードディスク : 40 GB 程度、 ドライブ : CD-RW/DVD-ROM・3.5" FD、モニター : TFT 17 inches	1 台
3-2 カラープリンター(インクジェット式または同等品) プリントスピード : Black / 15 ppm, Colour / 11 ppm 解像度 : 2400×1200 dpi、インク : 4 色 プリントサイズ : 最大 A3 サイズ	1 台
3-3 GISソフト 仕様 : ArcView 3	1 式

3 - 2 - 3 基本設計図

深井戸建設工法及び付帯構造物の設計

深井戸建設工事の標準的手順の概要は以下のとおりである。

- A. 井戸の口元は孔径 12-1/4 インチ (311.2mm) で深さ 12m まで泥水掘りにて掘削し、内径 248.8mm のワークケーシングを挿入する。(必要に応じて口元には事前にサーフェイスケーシングを挿入する。)
- B. 以深の軟岩～硬岩部は孔径 6-3/4 インチ (171 mm) でエアハンマー工法により掘削する。(土砂が厚い場合には、8-1/2 インチ(216mm)で泥水掘りにより掘削する。対象地域では最大深度 40m が想定される。)
- C. 滞水層の深度では、ドリルパイプ(L= 3.0 m)掘削ごとに中間揚水量を測定し、記録する。所定の深度まで掘削した後、中間揚水量の記録から主要な取水層深度を検討し、ケーシングプログラムを決定し、4 インチ (PVC-Class10) のスクリーン及びケーシングを設置する。スクリーンのスリット幅は 0.8mm、開孔率 9% 以上とする。

ケーシングプログラムは、地層状況によるが、基本的にはスクリーンパイプは 3 本 (9m) とし、最下部に砂溜めとしてケーシングパイプ 1 本分 (3m) を置き、その上にスクリーンを設ける。
- D. GL-12m 以深にはフィルター材 (2～5mm) を、その上部には GL-4m まで残土を、さらにその上には地表までセメントを確実に充填する。
- E. エアリフト装置により、湧出する水が清水に変わるまで孔内洗浄を実施する。
- F. 水量、水質のチェックのため揚水試験、水質試験を行い、井戸の適否を判定する。揚水試験により 12 ㍓/分以上の揚水が安定的に得られることを成功井戸の基準とする。水質では、MoWD が地方給水事業用に設定した暫定基準を基準とする。

F. の試験の結果基準を満たせば、付帯構造物の建設及びポンプ据え付けを行い、井戸は完成する。A から D までの工程は掘削班が実施し、E から F の工程は揚水試験班が実施する。ポンプタイプは、既存資料から井戸の地下水位は約半分で 5m 以上有り、動水位は 20m 以上に達すると想定されることから深井戸用ハンドポンプが必要となる。深井戸用ハンドポンプは、住民による維持管理を考慮して要請書に記載されたアフリデフポンプが「マ」国の標準となっている。ハンドポンプの仕様は以下のとおりとする。

アフリデフ型ハンドポンプ

- 吐出口長 : 580mm

- ポンプロッド : ステンレス (AISI30A) アイフックジョイント
- プランジャー : 真鍮製
- ポンプスタンド : 三脚型
- 標準付属品 : 修理用スパナおよびフィッシングツール

なお、不成功の井戸は掘削土で埋戻す。

付帯構造物は、基本的条件として次の考え方に沿って設計する。

- ・ 深井戸周辺を清潔に保つとともに、受益者が利用し易いように各種設備(水汲み足場、洗い場、バケツスタンド等)を配置する。
- ・ 耐久性のある構造とする。
- ・ 水汲み作業に支障をきたさない面積として、受水エプロンは4m²程度確保し、かつ頭にバケツを乗せ易いようにバケツスタンドを設ける。
- ・ 井戸口元周辺部の泥濁化を防止するため、排水路長を十分考慮する。
- ・ 洗濯水が拡散する叩き洗いを防止するため、洗い場には2ヵ所に洗い盆を設け、表面に波形加工を施す(MoWDの標準デザイン)。
- ・ アフリデフポンプを使用するために、ポンプの背面に受水エプロンと同じ構造の足場を確保する。
- ・ 一般に排水路は、木の葉や土砂が溜まって排水が滞りやすいが、実績として問題の少ないMoWDの標準デザインを採用する。

なお、洗濯用洗い盆については調査対象村落のうち、85%以上で必要とする回答があり、上記の衛生上の理由から、全ての施設に付帯させる計画とする。一部の既存施設では、洗濯用洗い盆が使用されていない場合も見受けられるが、理由としては「川が近くにある」、「おむつなど不衛生なものを洗った住民がいたため、敬遠されている」などがヒアリングにより明らかとなった。啓発活動における衛生教育の一環として指導を徹底すれば、衛生環境と住民の利便性は向上すると判断される。

また、工事着手前に「マ」国側が住民の協力を得てアクセス道路を補修あるいは建設し、車輛の走行に支障のない状態にしておくことが肝要である。

[深井戸付帯構造物廻りのフェンス及び排水路/排水柵]

深井戸付帯構造物廻りのフェンス及び排水路/排水柵については、住民参加の一環としてWPCの責任で利用者住民が資材・労力を提供して建設されるものとする。

フェンスは現地で入手が容易な木製とし、深井戸付帯構造物内への家畜の進入を阻止し、

排泄物等から深井戸付帯構造物及びその周辺を清潔に保つためのものである。フェンスの参考例を図3-2-7および図3-2-8に示す。WPCの決定によってレンガ造とすることは妨げない。

排水路については、付帯構造物からの排水を放射状に設けた素掘りの溝に流し、地表に排水を留めおき不衛生な状況を作り出さないよう、地下に浸透される方式をとる。また、排水が浸透した排水路周辺は、作物の栽培に適した土地となるため、これらを利用して、換金作物（バナナ等）を栽培し、深井戸施設の維持管理費創出の一助とすることも推奨される。上記の排水路の参考例を図3-2-7に示す。

なお、プロジェクト・サイトの地形・地質条件等により、上記のような排水路の建設が困難な場合は、深井戸付帯構造物の末端に排水枘を設けるものとし、その参考例を図2-3-4に示す。

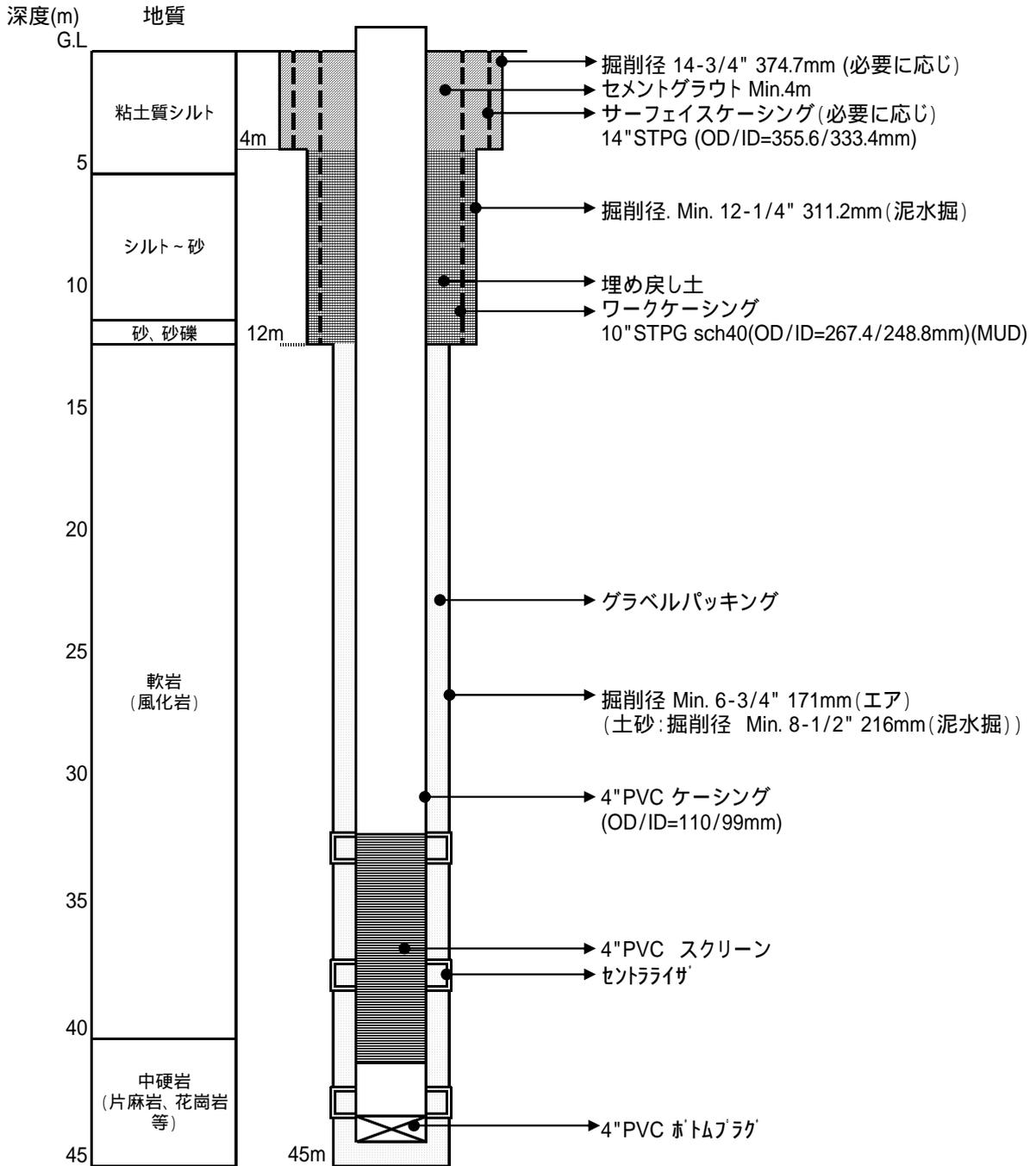


図 3 - 2 - 5 深井戸掘削標準断面図

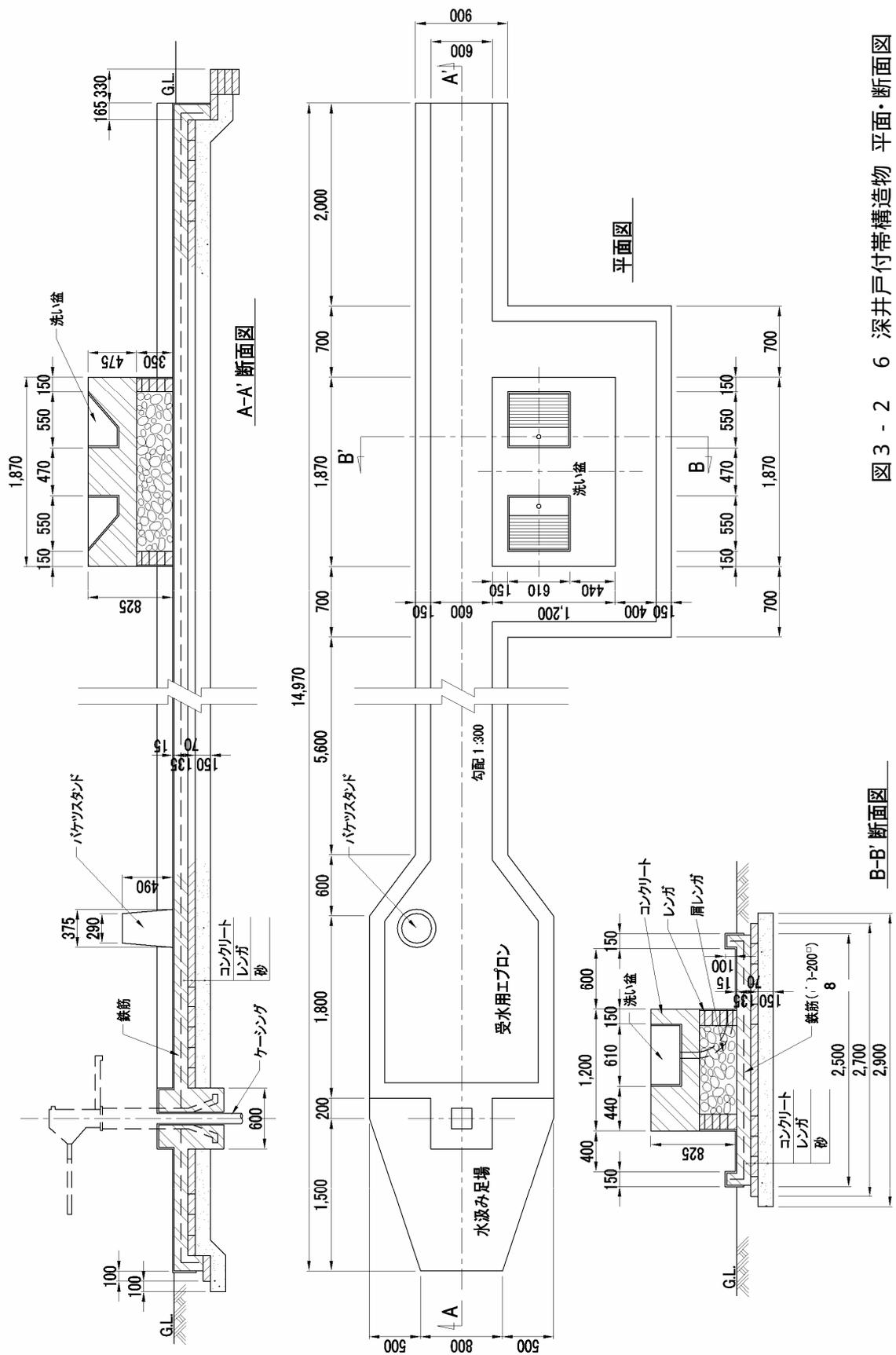
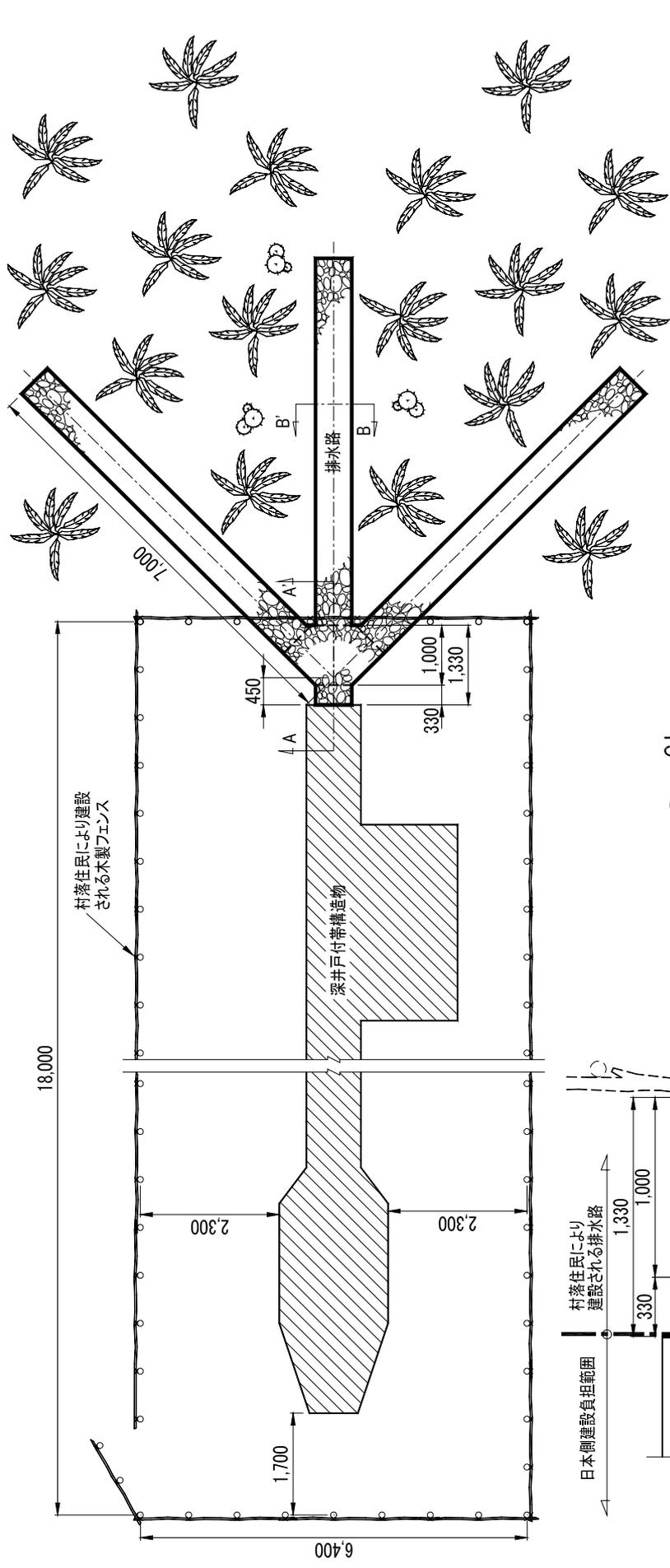
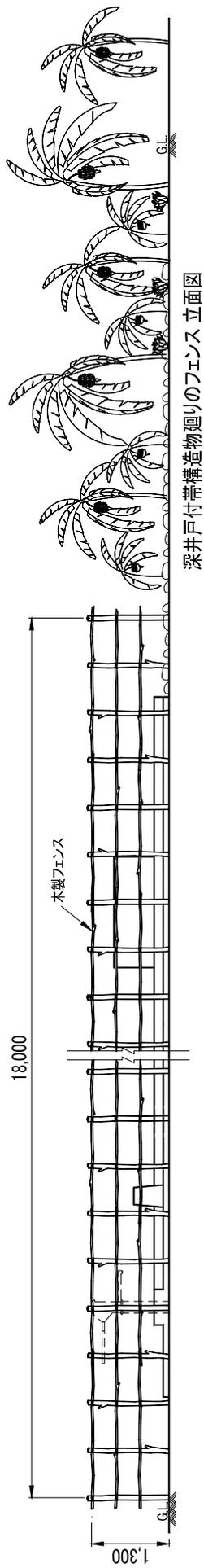


図 3 - 2 6 深井戸付帯構造物 平面・断面図

B-B' 断面図



深井戸付帯構造物廻りのフェンス及び排水路 平面図

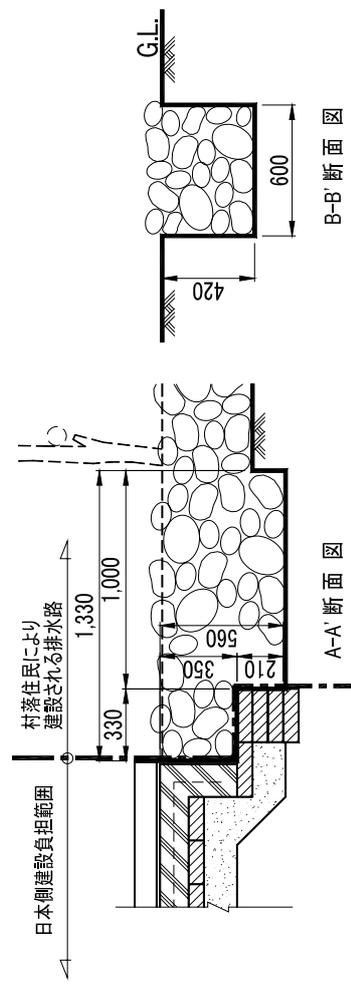
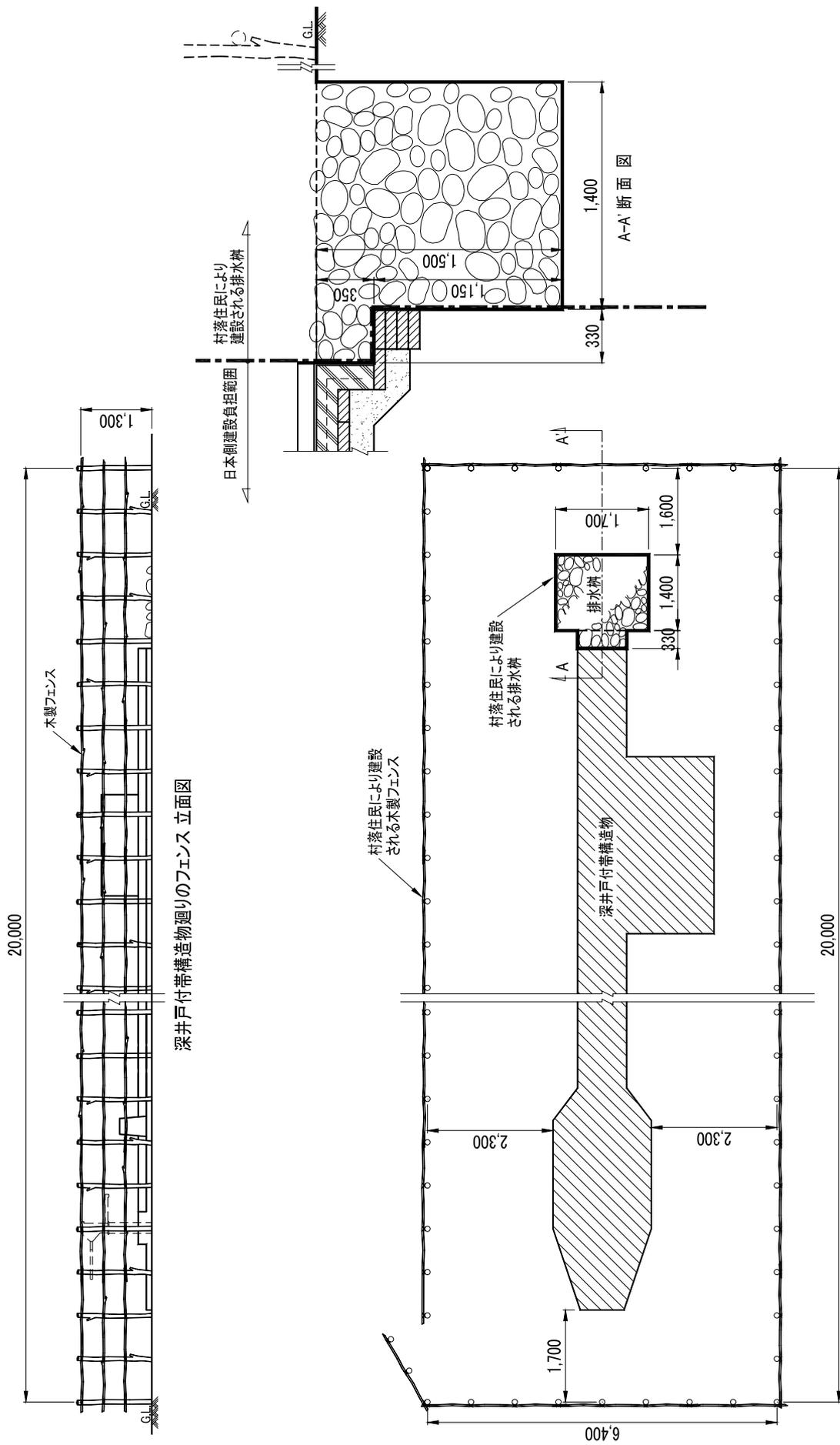


図 3 - 2 - 7 深井戸構造物廻りの木製フェンス及び排水路 平面図・立面図・断面図 (参考図)



深井戸付帯構造物廻りのフェンス及び排水枡 平面図

図 3 - 2 - 8 深井戸付帯構造物廻りの木製フェンス
及び排水枡 平面図・立面図・断面図（参考図）

3 - 2 - 4 施工計画/調達計画

3 - 2 - 4 - 1 施工方針/調達方針

(1) 基本事項

本計画の施工・調達にあたっての基本事項は下記のとおりである。

計画は、日本国の無償資金協力のシステムに従い、マラウイ国のM o W D水資源局が事業実施主体となり実施される。

本計画の実施設計、入札業務の代行、深井戸建設用資機材の調達及び深井戸建設工事監理業務は、日本の無償資金協力システムに従って、日本国籍のコンサルタントが担当する。

本計画の深井戸建設用資機材調達・納入及び深井戸建設は、日本国籍の請負業者が担当する。

M o W Dは、請負業者による工事に参加する有能な現地スタッフの確保を工事着手前までに完了しておく。

工事期間中、M o W D側は本プロジェクト実施のための要員を確保しておく。

輸入調達資機材に係わる免税措置等は、マラウイ国政府大蔵省の協力のもとでM o W Dが実施する。

現地の資機材調達に関して、M o W Dは工事に支障をきたさぬよう、施工実施スケジュールに従って優先的に供給されるよう便宜を図る。

(2) 施工体制と工程計画

1) 全体工程

工期の設定は、単年度期分けが可能であり、次の条件を検討した結果、3期分けが適当である。

- ・ 深井戸計画数量 (平均深度 45m、計 296 本)
- ・ 準備工 (ベース基地建設、民間業者選定・発注等 2ヶ月)
- ・ 調達機材の製造・輸送・検収等の所要期間 (新規深井戸掘削用機材：9ヶ月、軽車両・調査機材：6.5ヶ月)
- ・ 施工のサイクルタイム (掘削 3.1日/本、揚水試験 3.13日/本、付帯構造物 12日/ヶ所)
- ・ 過去の実績 (成功井戸年間 50本程度、不成功を含め 65本程度)
- ・ 雨期 (12~3月)の道路事情 - 掘削機等の大型機材のアクセスが困難 -
- ・ C B M活動との連携や施工監理を確実にする (施工着手前のW P C設立、住民の施工参加)

指導、施工後のトレーニング。同時作業は掘削機最大3台)

工事の全所要期間は、3班体制で

$$2.0(\text{準備工}) + 15.0(\text{掘削}) + 0.12(\text{最後の揚水試験}) + 0.47(\text{最後の付帯施設}) \\ = 17.59 \text{ ヶ月}$$

となる。これを乾期の8ヶ月で施工すると $17.59 \div 8 = 2 \text{ 年 余り } 1.59 \text{ ヶ月}$ となる。雨期は初期を除き、道路が泥濘化して車両がスタックするため、雨期に食い込んで施工できる期間は、1週間程度である。また、機材の故障・修理等による工程の遅延が年間2~3週間起きている実績もあることから、2年で工事を完了させることは困難であり、単年度3期分けの施工期間が必要である。

新規に調達する掘削機材と過去の無償資金協力で調達済の機材を有効活用することとするが、第1期目のE/Nから詳細設計、入札等の期間とこれら機材の製作・輸送期間や調達済み機材に必要な修理部品の製作・輸送と修理期間等を考慮すると、第1期にこれら機材を使用することが困難と判断される。したがって、主たる施設建設は2年目、3年目に実施することとする。

一方では、劣悪な給水施設状況から1年目における施設建設が求められること、1年目に養成されるCBM活動の普及員のトレーニングの仕上げとして実地研修が望まれることから、1年目においては準備工のみならず、現地業者の機材・要員を活用した施設建設も行う。現地業者に対しては、工程管理・品質管理の必要性と市場の機材数が限られることから、比較的短期間でも最大2台体制とする。施設数は、着工までのスケジュールを想定すると乾期の施工期間が約4ヶ月残されるのみとなるため、準備工の2ヶ月を差し引いた2ヶ月で掘削可能な深井戸本数24本(=6本/月・台×2台×2ヶ月)を第1期の施設建設数とする。これは、CBM活動が12班体制でそれぞれ2WPCを同時に設立させる計画であることから適当な施工計画数であり、次年度以降の本格的な活動計画に対して反省点などをフィードバックさせることにより、CBM活動の効果を高めることが期待できる。

2年目工事は新規調達掘削機1台と現地民間業者の掘削機2台の3台体制で工事を開始し、調達済掘削機の修理後の2年目工事の後半と3年目工事は、新規調達資機材、調達済掘削機、現地民間業者の掘削機各1台ずつの計3台体制とする。

民間業者の機材、調達済の機材ともに資材運搬用トラックが不足するため、共用トラック1台を請負業者の持ち込み機材に加えて効率的な施工サイクルを採用すると、全乾期と雨期の初期を掘削工事期間として掘削機1台当たり年間52本の施工とする計画が適当である。2年目工事では3台体制で156本(=52本×3台)の深井戸建設、3年目では残り116本(=296

本 24 本 156 本)を計画する。この場合、現地民間業者の掘削機による井戸建設数量は、2 年目 85 本、3 年目 39 本となる。

2) 施工体制

1 年目工事

本計画ではサイト数が多い為、工事の管理を容易にすべく、工所用資機材等の保管、ローカルスタッフの事務所（サイトオフィス）、倉庫等を配置するサイト基地を建設し、工用の資機材は基地より各サイトへ運搬する方法を採る。基地用地としては、対象地域内の主要な町である Namitete に M o W D の地方職員の基地があり、広い空き地が確保できるため、ここを無償で借用する。ただし、進入道路の整備及び基地内の整地が必要で、「マ」国政府の負担事項とした。

基地の規模は下記に示すとおりである。

建設する建物としては、事務所 1 室、資材室 3 室からなる管理棟 1 棟（95 m²）、トイレ、燃料タンク、砂利・砂・PVCパイプ、各資材のヤードである。管理棟は、最も経済的な工法として現地資材を主に用いる現地工法を用い、レンガ造とした。また、サイトの基地周囲には立入り防止柵を設置する。

表 3 - 2 - 1 1 ナミテテ基地の整備内容

施設名称	数量	規格	備考
事務所・倉庫棟	1 棟	現地工法、平屋 4 室、95m ² 、 事務室=20m ²	事務室、倉庫室（ハンドポンプ、維持用 機材、セメント及び泥剤） 資材係及び作業員 2 名常駐、日本人要員 及びローカルスタッフ立ち寄り、会議
トイレ	1 基	現地工法	地下浸透
資材ヤード		砂利及び砂用：コンクリートベース 打設、各 10m x 6m PVCパイプ用：10m x 6m（整地の み）	
大型車両駐車場		7m x 21m、砂利敷き	大型 6 台分
立ち入り防止柵		196m (L) x 2.5m (H)	標準規格

1 年目工事は、日本の請負業者による管理の下、現地業者の機材と要員を活用し、24 本の深井戸及び付帯施設を建設する。

深井戸掘削工事は、掘削作業と揚水試験に分かれ、1 年目工事では各 2 班で作業を実施し、それぞれ日常的に、技術管理、工程管理を行う必要がある。空井戸が発生した場合の水理地質的判断に基づく代替掘削位置の選定や現場における簡易水質試験結果、特に鉄の

含有量が多い場合の対応策を講じることも重要な現場管理業務である。したがって、本計画では、掘削技術を主に担当するさく井技師 1 名と、揚水試験、水質および地質の判断に係る担当者として水理地質技師 1 名を派遣する。

井戸掘削後は、掘削とは別班でハンドポンプ設置を含む水場等の付帯施設建設を行う。付帯施設工事は、日本の請負業者の土木技師 1 名が担当する。

以上の深井戸掘削、揚水試験、付帯構造物の施工体制は、図 3 - 2 - 9 及び表 3 - 2 - 1 2 に示すとおりである。

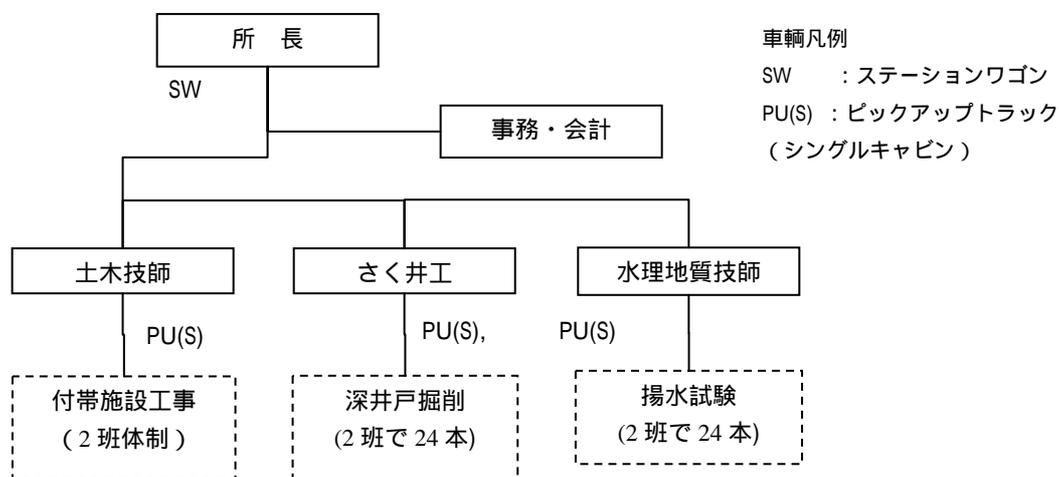


図 3 - 2 - 9 施工体制(1年目工事)

表 3 - 2 - 1 2 深井戸工事における主要機材と車輛の標準編成(1年目工事)

作業実施体制 主要機材及び車輛	編成と必要台数 ()内は現地業者からの借上機材						
	深井戸掘削(民間)		付帯構造物 班 (2班)	総括/ 渉外/ 監理	必要数量及び調達方法		
	さく井班 (2班)	揚水試験班 (2班)			合計	機材 調達	業者 持込
トラック搭載型掘削機	(2)				0		
トラック搭載型高圧コンプレッサ	(2)				0		
トラック搭載型揚水試験機		(2)			0		
クレーン(3t)付トラック	(4)				0		
ステーションワゴン(SW)				1	1		1
ピックアップシングル(PUS)	(1)		(2)	3	3	1	2
ピックアップダブル(PUD)		(1)			0		

2年目工事及び3年目工事

a) 深井戸建設工事

2年目工事は、156本の深井戸及び付帯施設の建設からなり、日本の業者が既存機1台、新規調達機1台、計2台の掘削機を用いて実施する71本と現地業者掘削機による85本からなる。

3年目工事は、116本の深井戸及び付帯施設の建設からなり、2期工事と同じ体制で取り組み、日本業者の直営工事を実施する深井戸工事77本と現地業者掘削機による工事39本より構成されている。

b) 既存機材の修理

2年目以降の工事で使用する既存掘削機材は供用を開始する前に日本における部品の製作と輸送の後、修理を行う。日本の請負業者の機械工1名が修理を担当し、中部州事務所にてBCF機材部職員とともに、約1ヵ月で整備・修理する。

本計画では、既存機材の修理部品・交換部品代は機材維持修理費率に基づき算出する。

提供を受ける既存機材で修理を必要とするものは以下のとおりとする。

- | | |
|-------------------|----|
| ・トラック搭載型掘削機 | 1台 |
| ・トラック搭載型高圧コンプレッサー | 1台 |
| ・デベロップメント・揚水試験車両 | 1台 |
| ・3tクレーン付トラック | 1台 |

施工体制は、図3-2-10に示す通りである。

掘削作業のためには支援車両が必要である。支援車両を含む深井戸工事における主要機材と車両の標準編成を表3-2-13に示す。

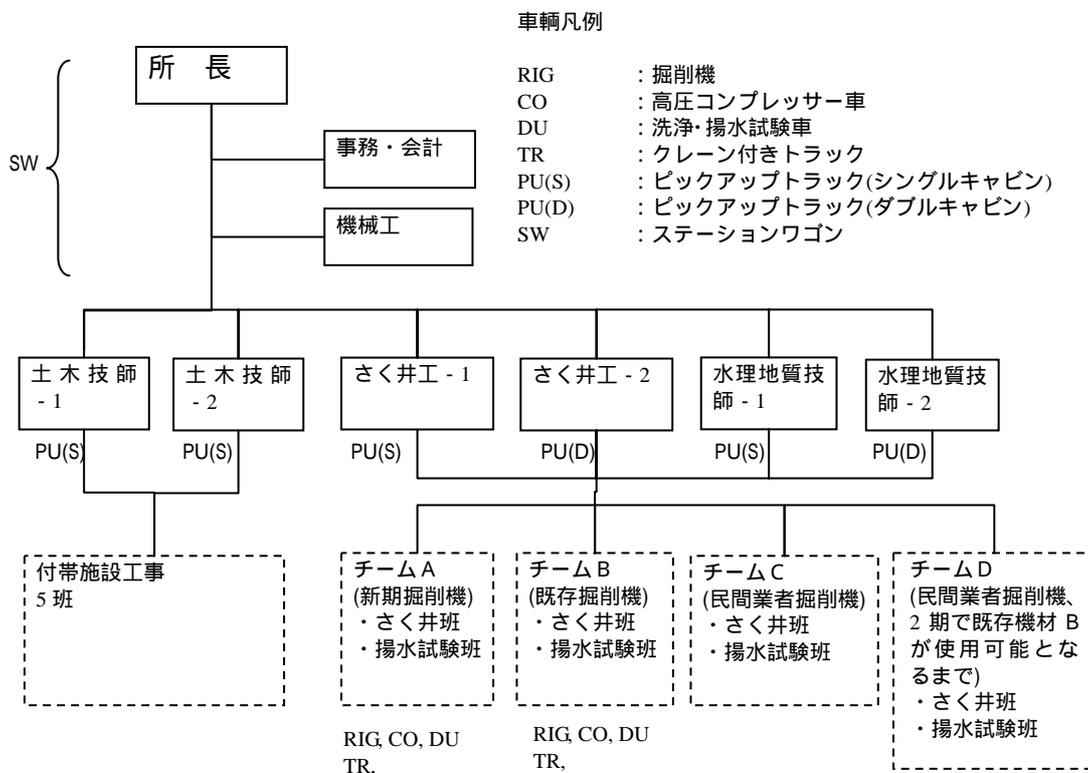


図 3 - 2 - 10 施工体制 (2年目及び3年目)

表 3 - 2 - 13 深井戸工事における主要機材と車輛の標準編成 (2年目、3年目工事)

作業実施体制 主要機材及び車輛	編成と必要台数 () は水資源開発省からの借用機材 () 内は現地業者からの借り上げ車輛										
	深井戸掘削						付帯 構造物 (5班)	総括/ 涉外/ 監理	必要数量及び調達方法		
	既調達機材		新規機材		民間	共通			合計	機材 調達	業者 持込
	さく井班	揚水 試験班	さく井班	揚水 試験班	さく井・ 揚水試験						
トラック搭載型掘削機	(1)		1		(1)			1	1		
トラック搭載型高圧コンプレッサー	(1)		1		(1)			1	1		
トラック搭載型揚水試験機		(1)		1	(1)			1	1		
クレーン(3t)付トラック	(1 ^{*1})		1 ^{*1}		(2)	2 ^{*2}		3	2	1	
ステーションワゴン							1 ^{*3}	1		1	
ピックアップ(S)	1		1		(1)		2 ^{*4}	4	1	3	
ピックアップ(D)		1		1	(1)			2		2	

*1 さく井班に専従

*2 さく井班の給水、グラベルの運搬用 計2台はさく井班2班で共用。

*3 総括/涉外、さく井民間班の監理用。

*4 付帯構造物班の監理用。

各支援車輛の運用と必要性は以下のとおりである。

c) 資材運搬用トラック類

表 3-2-1 4 に示すように、深井戸建設工事に必要な資材運搬用トラックは、掘削班と揚水試験班からなる A チーム、B チームの各チームに配属される 2 台と各チーム共通に使うもの 2 台、計 4 台が必要である。既存の掘削機と共にマラウイ側よりトラック 1 台の提供を受けることとし、新規調達 2 台、請負業者の持ち込み 1 台で対応する。

各車輛の稼働率は、車輛の故障修理や 1 台に想定している複数の作業が重なる場合を考慮した余裕を持たせ、臨機応変に役割を交代できる体制をとる必要がある。

表 3-2-1 4 資材運搬トラックの運用計画（2 年目以降工事）

車両名	用途	ベース基地	稼働率
トラック A	さく井班 A に専属、掘削用機材を運搬、掘削中はサイトにて資材の移動、朝夕は、井戸資材、人員、燃料をサイトまで運搬	サイト基地	1.0
トラック B	さく井班 B に専属、掘削用機材を運搬、掘削中はサイトにて資材の移動、朝夕は、井戸資材、人員、燃料をサイトまで運搬	サイト基地	1.0
トラック C	フィルター材の買い付け、サイト基地までの運搬、サイト基地から各サイトまでの運搬	サイト基地	0.53
トラック D	泥水掘削用水の運搬	サイト基地	0.64

d) ピックアップトラック

さく井工事は、3 チームで作業し、それぞれさく井班、揚水試験班からなる。さく井工 2 名がさく井班、水理地質技師 2 名が揚水試験班を管理、指導するため、4 台のピックアップトラックを配置する。管理、指導の他に作業員の移動、軽量資材の運搬および連絡支援のためにも使用するため、ダブルキャビン、シングルキャビン各 2 台とする。

また、付帯施設の工事現場（5 班が各 2 箇所同時施工）を管理するため、土木技術者 2 名に対して各 1 台のピックアップトラック（シングルキャビン）が必要である。

新規に調達する掘削機をプロジェクト実施後に運用するために最小限必要な支援車

輛の一部として、1 台のピックアップトラック（シングルキャビン）を調達する。これ以外に必要な 5 台のピックアップトラックについては持ち込みとする。

尚、本計画で調達されるピックアップトラック（ダブルキャビン）は、工事期間中 C B M 活動で使われているため、工事の支援車両には含まれない。

e) ステーションワゴン

工事の統括と渉外用に 1 台のステーションワゴンが工事業者の持ち込み機材として必要となる。

3 - 2 - 4 - 2 施工上/調達上の留意事項

深井戸建設用資機材の引渡し前に、現地業者の掘削機（リース）による深井戸工事が開始されるため、マラウイ国側はコンサルタントと連携を取り、以下の準備を完了しておくことが、本計画を実施する上で必要不可欠である。

- 1) サイティングのための物理探査が開始される前に、V H W C / W P C が設定されていることを確認する。
- 2) コンサルタントが行う電気探査に立ち会い、掘削候補地に対する住民の意向を把握し、コンサルタントとの協議を行う。電気探査の結果と住民の意向を調整し、井戸掘削位置を決定する。
- 3) 上記深井戸建設位置が決定次第、現地村落住民からの役務（工事位置の整地、道路工事）及び現地発生材（砂・ラテライト等）の提供によりアクセス道路の建設あるいは補修をしておくこと。
- 4) 住民の意向を把握・調整し、ファンドレイジング用（維持管理用）の耕作地を確保し活用できるよう、井戸排水路のレイアウトを決定しておくこと。
- 5) 水資源局が所有する Namitete に予定されているベースキャンプ（資機材置き場）設営用の敷地を、工事着工前ラテライト等により整地しておくこと。
- 6) 請負業者は、機械類のメンテナンスと修理に必要な機械工具類、交換部品等を持ち込み、深井戸建設工事中の軽微なトラブルは現地で対応できる体制になっているが、万一、大規模な修理が必要になった場合を考慮して、M o W D のワークショップにおいて修理が行える体制を整えておくこと。
- 7) 政府機材を運転する有能な現地スタッフ（B C F の職員）の確保をしておくこと。

3 - 2 - 4 - 3 施工区分/調達・据付区分

日本国側とマラウイ国側の施工分担範囲は、表 3 - 2 - 1 5 に示すとおりである。

表 3 - 2 - 1 5 施工区分一覧表

作業項目	日本担当分	マラウイ国担当分
ベースキャンプ用地及び深井戸建設用地の確保と整地		
ベースキャンプから深井戸建設用地へのアクセス道路の整備		
深井戸建設工事に必要な資機材の調達		*1
深井戸建設工事		*2
レンガ等建設資材の提供と排水柵の土木工事		*3
コミュニティによる深井戸の主体的維持管理を啓発教育（衛生教育を含む）する C B M プログラムの実施		

*1：過去の無償資金協力により調達された機材(1組)の提供

*2：深井戸建設工事に参加するマラウイ国側技術者の費用負担。

*3：C B M プログラムに基づく住民への啓発教育による。

3 - 2 - 4 - 4 施工監理計画/調達監理計画

コンサルタントは、交換公文署名後のコンサルタント契約を経て、実施設計、入札図書の作成、入札業務の代行及び業者契約締結後の深井戸建設用資機材の調達監理と施工監理を実施する。

(1) 実施設計

基本設計において、設定された深井戸工事対象村落において、詳細な物理探査を実施し、深井戸の施工位置、掘削深さを明示した実施設計報告書を作成し、マラウイ側に承認を得る。

(2) 入札図書の作成

(1)の結果に基づき、実施設計図書を作成するとともに、入札業務に必要な書類を作成し、その内容についてマラウイ側と協議し、承認を得る。

(3) 入札業務の代行

入札広告、入札参加申請書の受理、入札図書の配布、応札書の受理及びその分析・評価をマラウイ国の代理として実施し、マラウイ国政府と落札業者間の契約交渉での助言等を行

い、両者による業者契約締結の補助を行う。

(4) 資機材納入及び施工監理業務

コンサルタントは、深井戸建設工事と資機材調達に係る以下の施工監理と調達監理を行う。

[施工監理]

- 1) 請負業者が提出する施工計画書等の承認用図書類の内容を確認し、承認する。
- 2) 着手前打ち合わせにおいて請負業者に対し、決定された深井戸掘削位置を現地確認の上、指示する。
- 3) 施工中は、不成功井戸への対処や設計変更の必要な場合の対処など適時に行う。
- 4) 施工の進捗を常に把握し、工期内の完工に向けて必要な対処を検討し、協議および指示を行う。
- 5) 工事中に請負業者が行う品質管理の検査、承認を行う。
- 6) 工事の中間検査、最終検査を行う。

[調達監理]

- 1) 資機材納入業者が提出する承認図、調達機材の仕様等を確認し、承認する。
- 2) 工場の立会い検査を行う。
- 3) 積出港での検査を行う。
- 4) 現地において検収のため、最終検査を行う。

(5) 要員計画

本計画を担当する要員として、実施設計では業務主任と共に水理地質 1, 2, 3 を現地に派遣し、国内作業では機材計画担当、施設設計担当、入札/契約図書作成担当、積算担当及び検査担当を配置する。また、現地の施工監理においては、下記の要員を派遣し、その担当内容は以下のとおりである。

業務主任（スポット監理）

- ・ 契約業務の代行、施主の補助
- ・ 機材調達・深井戸建設の最終検査総括

検査監理

- ・ 機材調達業者打合せおよび機材製作図承認
- ・ 工場検査、出荷前検査の立ち会い及び船積み前検査の第三者検査機関への委託

施工監理・機材調達監理（常駐監理）

- ・ 調達監理（機材検収・引き渡し）
- ・ 不成功井戸の発生や設計変更の必要性が生じた場合の迅速な対処方針の決定
- ・ 工程管理
- ・ 請負業者が行う品質管理、材料管理の検査、承認
- ・ 工事工程と関連するソフトコンポーネントとの調整
- ・ 深井戸建設の中間、最終の検査

3 - 2 - 4 - 5 品質管理計画

(1) 深井戸掘削工事関連

コンサルタントは、深井戸掘削工事に関連して請負業者に対して、以下の項目の分析・試験等の実施を指示し、その結果を品質管理に反映する。

表3-2-16 品質管理に係る分析・試験方法(深井戸掘削工事)

工種	試験項目	試験頻度	備考
1．掘削工	湧出量検査 連続揚水試験 水質試験	掘進中3m 毎 井戸毎に1回 井戸毎	電気検層に代わり滞水層の位置を把握する。 12項目(pH、電気伝導度、大腸菌、一般細菌、アンモニア、全硬度、硝酸塩、全鉄、マンガン、フッ素、硫酸、塩化物)に関して、簡易水質試験を行い、「マ」国暫定水質基準を超える項目については、室内にて再試験を行う。 尚、「マ」国暫定水質基準値3mg/lを越える鉄分を含む可能性の高い地域の工事では、掘進中地下水に当たる毎に鉄分の簡易試験を実施し、その結果に基づき水質の概略判定を行うと同時に、スクリーン位置決定等井戸の仕上げ工事に反映させる。
2．グラベルパッキング	粒度分析	搬入毎に1回	

現地調達する資機材（PVC製のスクリーン及びケーシングパイプ）については、現場ストック時の劣化を防ぐため、メーカーに小口分割注文し、その都度、品質・形状（スリット幅、開孔率等）を確認する。

(2) 深井戸付帯構造物(水場)工事関連

コンサルタントは、付帯構造物工事に関連して請負業者に対して、下記の項目の分析・試験等の実施を指示し、その結果を品質管理に反映させる。

表 3-2-17 品質管理に係る分析・試験方法(付帯構造物工事)

工種	試験項目	試験頻度	備考
1. コンクリート工 (1) 試験練 (2) 現場打設	細骨材粒度分析	配合毎に1回	
	粗骨材粒度分析	同上	
	塩化物イオン濃度試験	同上	カンタブ
	圧縮強度試験	同上	7日及び28日強度
	スランプ試験	水場5カ所毎に1回	
	塩化物イオン濃度試験	水場5カ所毎に1回	カンタブ
	圧縮強度試験	水場5カ所毎に1回	7日及び28日強度
2. 鉄筋工	-	搬入毎	ミルシートによる

また、第三国から調達するアフリデフポンプについては、搬入毎に立会い検査を実施し、品質・機能等を確認する。現地調達する資機材（PVC製の揚水パイプ）については、現場ストック時の劣化を防ぐため、メーカーに小口分割注文し、その都度、品質を確認する。特に揚水管は検査棒を使用してジョイント・ソケット部分の曲がりの有無を検査し、使用時に揚水管とポンプ・ロッド間の摩擦により揚水管の破損が生じないようにその形状を確認する。

3 - 2 - 5 資機材等調達計画

マラウイ国の市場調査の結果、深井戸建設に必要な資材のうち、セメント、砂利、砂、ラテライト、フィルター材（グラベル）、レンガ、鉄筋、ケーシング及びスクリーン（PVCパイプ）は、マラウイ国内で現地調達が可能である。その他の資機材は、工事等での機材使用計画、マラウイ国内での輸入品の流通、品質、経済性等を考慮し、調達国、原産国を検討した。

(1) 現地建設資機材

セメントは、国内にセメント会社がある。砂利、砂、ラテライトはサイト内で調達が可能である。

泥剤は、掘削工事に必要な消耗品であり、輸入品である軽量の化学製品が流通しているので、これを現地調達する。

フィルター材は、マラウイ湖畔のマンガチにMoWDの採取場所があり、量・質とも問題ない。

レンガは、国内にレンガ工場が多くあり、入手は容易である。

鉄筋は、南アフリカからの輸入品があり、常時安定供給されている。

ガソリン・軽油も中東・南アフリカから輸入されており、品不足の現象は特に認められていない。

PVCパイプは、ケーシング、スクリーン、揚水管（ポンプ用）に必要となるが、マラウイ国内の製造業者より調達する。リロングウェの工場から質・量ともに問題なく調達できるが、現場ストック時の劣化を防ぐため、小口分割注文・短期納入とする。

軽車両は、1年目に現地業者の掘削機材を使用する工事及びCBM活動での使用が計画されているが、日本調達とすると間に合わないため、請負業者の持ち込みのケースと現地調達として調達期間を短くし、工事とCBM活動に供するケースの比較を行った。その結果、軽車両は国内に流通する輸入品を現地調達することとした。この場合、原産国は第三国を含める。

(2) 輸入資機材

1) アフリデフポンプ

アフリデフポンプは、日本で製造されておらず、現地でも生産体制に至っていないため、品質・量ともに実績のある第三国からの調達とする。

2) 深井戸掘削用機材

深井戸掘削用関連資機材は、「マ」国内で使用されている機材について製造・販売の実績がある日本および南アフリカ国からの調達を検討したが、南アフリカでの調査では要求仕様としたGVM 16t 程度以下のトラックに搭載する掘削能力 100m 以上の中型掘削機は見いだされず、提出された資料は全てGVM 19t 以上のトラックに 300m 級以上の大型掘削機が搭載されるものだけであった。また、南アフリカ製の機材は仕様の不明な項目も多く、問い合わせにも十分な回答が得られなかった。したがって、現時点では深井戸掘削用機材は、日本調達品として検討した。しかし、今後明確に要求仕様に適合する機材が開発されれば南アフリカからの調達を否定するものではない。

3) トラック類

「マ」国内では日本のトラックメーカー各社の代理店が揃っており、各社のスペアパーツも入手可能である。他に欧州のメーカーが代理店を開いているが、輸送費、本体価格の面で著しく有利であるとは考えられないので、車両類の調達国は日本とする。

4) 電気探査器他試験機材

電気探査器は、日本原産は1社に限られるが、日本国内ではこの他米国製、フランス製など第3国製品も調達可能である。「マ」国では、過去無償資金協力で調達した日本のメーカー1社の代理店を除き、メーカー各社とも代理店を持っていない。第3国調達と日本調達では、特に経済的な差は大きくないと考えられるため、日本を調達国とし、原産国は第三国を含める。

GPSは、英語表示可能な機材は第三国製品となる。調達国として特に日本とすることが経済的不利益とはならないと考えられるため、日本調達とする。

(3) 現地調達又は輸入による機材

コンピュータはマラウイ国内でも日本国内とほぼ同等の機能・仕様の製品が調達可能であるため、調達先はマラウイ国又は日本とする。GISソフトウェアの調達先は、第三国を含める。

3 - 2 - 6 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

「マ」国水資源開発省は、コミュニティレベルでの持続可能な給水施設維持管理と衛生改善を目的とする利用者への啓発教育活動について、住民参加型手法を導入して改善した C B M (Community Based Management : コミュニティベースの維持管理) プログラムを推進しており、過去我が国の既往プロジェクトである「ムチンジ地下水開発計画」(1992～94 年度)、
「ムジンバ西地区地方給水計画」(1997～99 年度)に対して、N G O 及び我が国の見返り資金を利用した C B M 活動(原型である建設後の活動のみ)を実施したほか、「リロングウェ・デッサ地下水開発計画」(2001～02 年度)においてはソフトコンポーネントによる支援を受けて改良型 C B M 活動が行われている。「マ」国は、世界銀行の地方給水・衛生プログラムで作成されたトレーニングマニュアル(普及員養成マニュアル、コミュニティトレーニングマニュアル)を基本マニュアルとして公認しており、内容も質的に十分なものであり、ドイツ、カナダ、U N I C E F などドナー機関も標準の給水施設管理手法として採用している。

この井戸建設前後を通して行われる C B M プログラムは、水資源開発省給水・衛生局地域給水衛生部が計画し、州水開発事務所給水部が実施を管理し、水資源開発省、女性・児童・地域社会省の出先機関に所属する普及員である Water Monitoring Assistant, Health Surveillance Assistant, Community Development Assistant から抽出される職員により実施される。施設の稼働率を高めるために維持管理体制の強化は極めて重要であり、特に施設建設後のモニタリング、フォローアップや、施設が故障した際の民間セクターを含む対応について、マラウイ側スタッフの能力の向上と体制整備を行う技術支援の必要性が認められる。

C B M 活動マニュアルは住民参加型手法を取り入れたものではあるが、普及員となる地方職員にはトレーニングの受講や実施経験者が少なく、さらなる実績の積み重ねのための技術的な支援が必要である。加えて、施設建設後の V H W C / W P C 支援のフォローアップ体制確立、スペアパーツ流通網の把握と活用、水料金の積立管理手法の整備、揚水管やポンプの重大な故障(メジャーブレイクダウン)に対する対応、衛生設備の普及や衛生習慣改善への連携促進、普及員のワークショップ実施能力の強化、スタディツアー実施等による水管理委員会のモチベーション向上・能力強化、など多くの課題を抱えている。これらの課題のほかにも、短く制限された無償資金協力事業の期間に合計 296 本の深井戸を集中して建設することから、「マ」国政府に対する財政的・人材的負担は集中的に大きくなり、工程管理による C B M 活動の効率的かつ効果的な実施と調整は非常に重要となる。このような状況のもと、工事工程とのスムーズな連携を図るためにもソフトコンポーネントによる活動計画策定と活動管理への支援が必要となる。

一方、財政面において、「マ」国側は本活動実施にかかる活動要員の人件費および日当の負担

については了解したが、その他の経費（車両、燃料、文具、会場費等）については資金調達の困難さから、日本側からの資金協力が強く望まれている。

（２）ソフトコンポーネントの目標

本案件におけるソフトコンポーネントの目標は、

「本プロジェクトにおいて設置される深井戸施設を、利用者住民が主体となり持続的に使用するための維持管理体制が整備される」

とする。

（３）ソフトコンポーネントの成果

成果 1	地方行政組織において、C B M活動（住民啓発活動）が効率・効果的に実施できる体制が整備される。
体制	現地政府（水資源開発省）のC B M担当官、本邦コンサルタント 1 名（スポット管理）

成果 2	住民が主体となった給水施設維持管理体制が整備される。
体制	地方行政組織の普及員、本邦コンサルタント 1 名（スポット）

成果 3	メジャーブレイクダウンを取り扱うエリアメカニックの養成により、地域レベルでの給水施設維持管理体制が強化される。
体制	現地政府（水資源開発省）のC B M担当官、ポンプ維持管理担当者、本邦コンサルタント 1 名（スポット）

*エリアメカニック：民間の地域修理技術者

（４）成果達成度の確認方法

分野	成果	達成度の確認項目（確認方法）
地方行政によるサポート能力の向上と定着	地方行政組織において、CBM 活動（住民啓発活動）が効率・効果的に実施できる体制が整備される。	1. 効率・効果的な CBM 活動計画が策定される
		2. サイト訪問報告がもれなく作成される（月報による）
		3. 活動が実施計画どおりに進行する（実施計画に対する達成度による）
		4. 実施機関に WPC を支援する体制・意識が整っている（定期協議議事録、インタビューによる）
		5. 本案件終了後のモニタリング、フォローアップ活動計画が作成される（活動計画提出による）

地域住民啓発普及	住民が主体となった給水施設維持管理体制が整備される。	1. 水管理委員会運営に関する書類（総会議事録、水料金集金記録など）が揃っている（サイト訪問時に確認）
		2. 水管理委員会の第1回会合を住民自ら開催できる（サイト訪問時に確認）
		3. 設置された給水施設に対するオーナーシップの意識が熟成されている（住民自ら維持管理するという意識=インタビューによる）
		4. 給水施設維持管理のための金額が積み立てられている（WPC水料金収集帳簿による）
		5. 住民の衛生意識が向上する（スタディツアー時のアンケート調査による）
地域給水施設の維持管理体制の改善	メジャーブレイクダウンを取り扱うエリアメカニックの養成により、地域レベルでの給水施設維持管理体制が強化される	1. 民間地域修理技術者の動員計画案の提出
		2. エリアメカニック養成プログラム案の提出
		3. 対象地域内で少なくとも1名のエリアメカニックが試行的に養成され、認証制度整備が開始
		4. 民間の地域修理技術者による維持管理体制案の承認

（５）ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

既往プロジェクトの現況、他ドナーとの意見交換およびC B M活動の主体となる水開発省地域給水・衛生局および州事務所との協議をとおして状況を把握し、基本的なC B M活動計画について以下のとおり合意している。

- 1) C B M活動への参加型手法の取り込み
- 2) 効果的な普及員の増強
- 3) 持続的な運営・維持管理体制の検討

住民参加型アプローチに対しては、普及員たちの一部は多くの知見は持ち、研修なども受けているが、経験不足の面は否めない。他省から参加する普及員や、リロングウェ・デッサ地区の案件において経験をつんだ普及員との実際の活動を通して、参加型手法の経験蓄積を図るものとする。普及員研修（TOT）の場においても、経験のある普及員のリソースパーソンとしての活用を提案する。

ソフトコンポーネントの活動としては、第1期はTOT、第2期はC B M活動への支援が主要活動、そして第3期は水管理委員会（WPC）に対するトレーニング結果の定着状況のモニタリングとC B M活動の評価による活動改善とともに、今回初めて実施する2つの活動、エリアメカニック養成研修とWPC向けスタディツアー実施への支援が主となる。

エリアメカニックは地域レベルでの維持管理体制向上のための新たな試みであり、スタディツアーはリロングウェ・デッサ案件でもその有用性が指摘された、現状では特別なインセンティブのないWPCのモチベーション向上と能力強化のための新たな活動である。なお、エリアメカニック養成研修の対象には、前述の第1、2期のWPC群のモニタリング・評価に基づき、最も必要性が高く、モチベーションや経済的な問題がないWPCを選定する。

また、エリアメカニックの養成に関しては、政府としては民間セクターを導入する新しい維持管理体制となるため、2年次にWMAを中心とする従来の政府や県の修理体制との関係や公的認定制度、責任範囲や経済活動としての権限など導入のフレームを検討、協議し、導入計画案を提出する。養成プログラムの詳細（研修形態と内容、実施時期、エリア分けなど）は、ソフトコンポーネント業務実施と平行に決めていくこととするが、第1～2期に設立されたWPCの中から、プロジェクト対象地域で活動するNGOの活動範囲や政府・県の意向を参考に、WPCを30～40含む地域を選定し、次のような流れで研修を実施するものとする。

- エリアメカニックの役目と業務、養成の目的と内容などを地域（エリア）内の選択されたWPCに説明し、それぞれ候補者として一人のポンプケアテイカーを推薦してもらう
- この推薦を受けたケアテイカーに対して、ポンプ修理の基礎研修、中級レベルの研修を行なう
- 実地研修も含めて2日ほど研修した後に、参加しているWPCのケアテイカーたちの投票で、さらなる上級研修に進むメンバーを推薦してもらう
- ▼ - 推薦されなかったケアテイカーたちはこの時点で研修を終了する

- 推薦を受けたケアテイカーたちがメジャーブレイクダウンに対応した上級レベルのポンプ修理研修を受ける
- ▼ - 研修を修了し、規定のレベルに達したケアテイカーには認定証または営業許可などを与える

このような2段階のアプローチをとることで、研修全工程を終えたケアテイカーたちは、研修と一緒に参加した他村落のケアテイカーたちに認知されたメジャーブレイクダウンに対応可能なエリアメカニックとなる。

また、メジャーブレイクダウンはポンプ設置後通常1、2年は起こらないことから、これを修理する役目のエリアメカニックの養成は、第1期の24サイトと第2期の156サイトのWPCの内からエリアメカニック研修の対象区域を選定し、第3期後半に実施するものとする。3期対象の116サイトは、今回はエリアメカニック研修実施の対象とはしない。なお、実際の養成人数やカバーエリアに関しては、実施時期におけるInter Aide（NGO）養成のLocal Artisansや他の類

似メカニックとの競合が起こらないように十分注意の上調整する。

CBM の本来活動の一環であるトイレの設置など衛生設備の普及は今回の無償資金協力に含めていない。また、工事期間（E / Nの有効期間）以降の活動支援についても含まれない。これらの点を考慮し、長期的な衛生環境向上とモニタリング・維持管理体制の確立に向けた検討を行う。以上の活動計画は、表 3 - 2 - 18 に示すとおりである。

（6）ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

本計画では、CBM活動が近い将来政府により自立的に行われることを促す意味で、普及員養成や活動の管理を含めて水開発省をCBM活動のリソースとして委託を行う。

CBM活動費は、開発予算のPart I（国外からの支援）に依存しており、独自予算の確保は困難である。協力対象事業は、ソフトコンポーネントの一部として、活動費の内、人件費（日当、手当を含む）以外の燃料費、車両費、文房具等の経費を支援する。人件費のうち、普及員の日当、手当は水資源開発省またはリロングウェ島の予算として確保される。

人材面に関しては、水開発省、保健省、女性・児童・地域社会省の3省が連携してカバーするが、現時点において、3省から普及員としてCBM活動に参加可能な候補者（36名）の提示を受けている。ここには「リロングウェ・デッサ地下水開発計画」においてソフトコンポーネントを通じて啓発普及員として経験を積んだ者が含まれており、本プロジェクトでは、これらの啓発普及員を有効に活用し、経験に基づく知見を共有化するなどして、CBM活動の質のさらなる向上を目指すものとする。

普及員の移動用のオートバイ、自転車は、調達機材のほか、マ国の関係省庁の現存機材を利用するが、活動全般をカバーするには過少であるため、一部ソフトコンポーネントが負担してリース車を使用するものとする。

表3-2-18 ソフトコンポーネント活動表

活動内容	所要日数	箇所数	
・県・郡レベルの啓発活動内容・指導体制の強化にかかる活動			
1. 活動実施前の計画説明・協力要請・情報収集			
水開発省の現状把握、他省への協力依頼と現状把握	4日間	1期	1ヶ所
		2期	-
		3期	-
2. 県ソフトコン委員会との計画協議			
関係省庁と実施体制・連携に対する協議、合意形成、県知事へのブリーフィング	2日間	1期	1ヶ所
		2期	-
		3期	-
3. オリエンテーション・ワークショップ			
DCT (District Coordination Team) へのオリエンテーション	3日間	1期	1ヶ所
		2期	-
		3期	-
4. 交換部品の流通確認と促進			
サイト周辺の販売店の調査、NGOとの連携・協議	3日間	1期	2 TA
		2期	-
		3期	-
・啓発普及員(普及員)の育成			
5. 啓発普及員(普及員)の養成			
啓発普及員の養成 (1チーム3名×12チーム) 自己評価とフィールドワークショップ準備	5日間	1期	36名
		2期	-
		3期	-
・モビリゼーション			
6. 村落における事前普及活動と第1回ワークショップ			
WPCの設立、委員選出、講習会の開催(衛生教育、積立金の管理など)、井戸希望地点選定	2日間 /1ヶ所	1期	24ヶ所
		2期	156ヶ所
		3期	116ヶ所
7. WPCの設立促進			
WPC設立後のフォローアップ、モニタリング活動	月に1回程度	1期	24ヶ所
		2期	156ヶ所
		3期	116ヶ所
・深井戸建設前協議と準備			
8. 井戸掘削希望地点の選定など			
井戸掘削希望地点の選定、建設用地、道路の整備、工事工程とCBMの調整		1期	24ヶ所
		2期	156ヶ所
		3期	116ヶ所
・深井戸建設時			
9. リフレッシュワークショップと第2回ワークショップ			
第1回ワークショップの復習、第2回ワークショップ:住民からの建設資材、労務の提供、施工・ポンプセット時の立会い	1日間/1ヶ所 建設期間中 (6-7日間)	1期	24ヶ所
		2期	156ヶ所
		3期	116ヶ所
・深井戸建設後			
10. 第3回ワークショップ			
第3回ワークショップ: WPCメンバーへの研修	5日間 /1コース / (3 WPC)	1期	8コース
		2期	52コース
		3期	39コース
・評価			
11. 評価の実施			
3期における1,2期の活動評価, 評価結果に基づく提言		1期	-
		2期	-
		3期	30 サンプル
・エリアメカニックの養成とスタディツアーの実施			
12. エリアメカニックの養成			
既存の養成マニュアルの検討・改訂、NGOとの連携模索のための調査、エリアメカニックの養成試行	6日間 /1研修	1期	-
		2期	-
		3期	1人 /30WPC
13. スタディツアーの実施			
第1期および第2期に設立されたWPC(180サイト)による相互訪問および自己評価	半日	1期	-
		2期	-
		3期	3人 /WPC
日本人コンサルタント(社会開発) 人/月 合計			
	1.50 MM	1期	1 回出張
	2.90 MM	2期	2 回出張
	2.40 MM	3期	1 回出張

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

第1期のコンサルタント契約後、普及員養成研修(TOT)を行った後、翌年深井戸建設実施を予定している24か所に対し、WPC設置と第1回トレーニングを行い、深井戸施設建設の詳細設計に反映する井戸掘削位置選定に参加させる。そして、翌年の深井戸建設予定地の整地、アクセス道路の整備、積立金の積立開始などの建設前の活動計画を策定するところまで研修を進める。

深井戸建設実施年度には、前年に設立されたWPCに対して、復習のための短日(1日)研修を行い、その直後に実際の建設工事に入る。建設中の住民参加指導、建設後のWPC研修は、深井戸建設の工程との調整を図りながら実施していく。建設後のWPCトレーニングは、近隣の3WPCを1グループとして実施する。

表3-2-19 ソフトコンポーネントの実施工程表

期別	内容	数量	期間	
第1期	コンサルタント支援	県・郡組織への介入と協議	1 県、2 郡	1.5 ヶ月
		普及員の養成	36 名(1 コース)	
		コミュニティビルドセッション&ワークショップ 1 支援	24 サイト一部	
	実施機関	コミュニティビルドセッション&ワークショップ 1	24 サイト	} 0.5 ヶ月 3.5 ヶ月
ワークショップ 2(建設中)		24 サイト		
ワークショップ 3(建設後)		24 サイト		
第2期	コンサルタント支援	コミュニティビルドセッション&ワークショップ 1 支援	156 サイト	1.7 ヶ月
		ワークショップ 2(建設中) 支援	24 サイト一部	
		ワークショップ 2(建設中) 支援	156 サイト一部	
	実施機関	コミュニティビルドセッション&ワークショップ 1	156 サイト	} 2.5 ヶ月 9 ヶ月
		ワークショップ 2(建設中)	156 サイト	
		ワークショップ 3(建設後)	156 サイト	
第3期	コンサルタント支援	ワークショップ 2(建設中) 支援	116 サイト一部	2.4 ヶ月
		エリアメカニック養成計画・協議		
		ワークショップ 3(建設後) 支援	116 サイト一部	
		モニタリング評価	30 サイト サンプル	
	実施機関	エリアメカニック養成(試行)	1 名 / 30 WPC	
		コミュニティビルドセッション&ワークショップ 1	116 サイト	} 2.0 ヶ月 7.5 ヶ月
ワークショップ 2(建設中)	116 サイト			
ワークショップ 3(建設後)	116 サイト			

下図は、1つのサイトにおけるCBM研修の工程概要である。

図3-2-11 CBM研修工程

CBMチームのローテーション		日												
		-1	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
(A) WPCリフレッシュトレーニング (ワークショップ1)	リグ1台に3チーム	●●●●●												
(B) 井戸掘削・施設建設	リグ3台に2-3WMA*		掘削工			土木工							ポンプ	
(C) 施工後トレーニング(ワークショップ2)	(1コース/3WPCs*) X 3チーム												トレーニング: 5日間	

(8) ソフトコンポーネントの成果品

表3-2-20 各期の成果品

第1期	<ul style="list-style-type: none"> ・ CBM活動実施計画 ・ 村落合意書(24WPC分) ・ 啓発普及員からのサイト訪問報告書と月報のまとめ(24WPC分) ・ 村落協議議事録(24WPC分) ・ 積み立て金状況一覧表(24WPC分) ・ スペアパーツ販売網調査報告(含料金表、活用案)
第2期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 村落合意書(156WPC分) ・ 啓発普及員からのサイト訪問報告書と月報のまとめ(156WPC分) ・ 村落協議議事録(156WPC分) ・ エリアメカニック養成研修案ほか関連報告 ・ 積み立て金状況一覧表(156WPC分)
第3期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 村落合意書(116WPC分) ・ 啓発普及員からのサイト訪問報告書と月報のまとめ(116WPC分) ・ 村落協議議事録(116WPC分) ・ 積み立て金状況一覧表(116WPC分) ・ エリアメカニック養成研修報告 ・ WPCスタディツアー実施報告 ・ プロジェクト完了後のモニタリング・フォローアップ活動計画書 ・ CBM活動評価報告書

(9) 相手国実施機関の責務

CBM活動の実施体制としては、施工工程との連携を図りながら、水資源開発省給水・衛生局と中部州事務所を中心として、リロングウェ県、保健省や女性・児童・地域社会省の地方職員を動員して進めることで了解された。また、地方分権化により、県(特に県調整チームDCCT: District Coordination Team)が主体的に参加し、予算を確保して活動する。水資源開発省給水・衛生局は、CBM活動を統括し、同分野への日本からの投入資金を管理する。また、DCCTの一員でもある水資源開発省中部州事務所がCBM活動を管理するものとする。

本プロジェクト終了後の継続的なフォローアップ、巡回指導とそれに必要な移動手手段の確保・関係機材の保守整備も水資源開発省をはじめとする関係省庁とリロングウェ島の責務となる。

3 - 2 - 7 実施工程

本計画は、下記のとおり3期に分けることができる。

(第1期) 調達：資機材の調達

施工：準備工事(ベースキャンプの設営等)

深井戸工事(現地業者の掘削機借り上げによる)

(第2期) 施工：準備工事(過去に調達され、本計画へ活用が予定される機材の修理)

深井戸工事(現地業者の掘削機借り上げ及び政府所有機材による工事)

(第3期) 施工：深井戸工事(現地業者の掘削機借り上げ及び政府所有機材による工事)

[第1期]

第1期は、交換公文(E/N)調印後、MoWDは日本国籍のコンサルタントと本計画の実実施設計に係るコンサルタント契約を締結する。コンサルタントは契約後、現地調査を実施し、入札図書の作成まで3.5ヶ月程度を要し、業者選定(日本国籍の資機材納入業者及び深井戸建設請負業者)のための入札を含めて6.0ヶ月程度とする。入札はコンサルタントがMoWDを支援して行い、落札者決定後、落札者とMoWDとの契約交渉を経て業者契約が結ばれる。

第1期で調達される資機材は、第1期の工事管理とCBM活動に供するため緊急を要する機材と第2期工事から使用する機材に分けられ、後者は製作に6ヶ月程度、輸送・通関に2ヶ月、検査引渡しに0.5ヶ月が見込まれる。前者の調達は後者の製作期間に並行して行われる。

施工については、深井戸建設工事を開始する前に、準備工事として、約2ヶ月でベースキャンプを設営し、その後日本国籍の請負業者の管理下で、現地業者から掘削機と技術者を借上げて24本の深井戸を建設する(2台体制で4.5ヶ月、工事準備期間を含めた全体施工期間は6.5ヶ月)。

ソフトコンポーネントについては、コンサルタントは契約締結後、MoWD及び県との共同作業によりCBM活動案を作成し、政府が行う啓発普及員のトレーニング、24カ所のVHWC/WPCの形成(約1.5ヶ月)を支援した後、実施機関と県が施工工程にあわせて給水施設コミュニティの施工参加・立会いを指導し、工事完了後の村人へのCBMトレーニング(24カ所)を実施する(計約3.5ヶ月)。その期間は、概ね5.0ヶ月が見込まれる。

[第2期]

第2期は、交換公文(E/N)調印後、第1期同様に、MoWDは日本国籍のコンサルタントと本計画の実実施設計に係るコンサルタント契約を締結する。コンサルタントは契約後、現地調査を実施し、入札図書の作成まで3.5ヶ月程度を要し、業者選定(深井戸建設業者)

のための入札を含めて 6.0 ヶ月程度とする。入札はコンサルタントが M o W D を支援して行い、落札者決定後、落札者と M o W D との契約交渉を経て業者契約が結ばれる。

第 2 期では、既存機材の修理用部品の製作・調達に 3.0 ヶ月、海上輸送・通関に 2.0 ヶ月を見込む。従って、契約後 5.0 ヶ月後に調達済機材用の修理部品が納入され、その後 1 ヶ月間の工事準備（調達済機材の修理・整備）を経て、調達済掘削機が第 2 期目の深井戸建設工事に参加する。

深井戸建設工事については、日本国籍の請負業者の管理下で、現地業者から 2 台の掘削機と技術者を借上げて 1 台は 52 本、残り 1 台で 33 本の深井戸工事を行うとともに、上記の請負業者が 1 期で調達された掘削機と、修理を行った掘削機を使って 71 本の深井戸建設工事を直営で実施する。全体施工期間は 10.7 ヶ月を要する。

ソフトコンポーネントの対象となる C B M 活動は、施工前の V H W C / W P C の形成（156 カ所）に約 2.5 カ月、施工中の参加・立会い（156 カ所）に 8 カ月、完工後のトレーニング（156 カ所）に 5.0 カ月を要する。これらはオーバーラップして進められ計約 11.5 カ月を要する。

〔第 3 期〕

第 3 期は、交換公文（E / N）調印後も第 1 期、第 2 期と同じ流れで進み、コンサルタント契約から入札図書の作成まで 3.2 ヶ月程度、業者選定（深井戸建設業者）の入札まで 5.7 ヶ月程度とする。

深井戸建設工事については、日本国籍の請負業者の管理下で、現地業者から掘削機と技術者を借上げて 39 本の深井戸工事を行うとともに、上記の請負業者が日本の援助で調達された掘削機を使い 77 本の深井戸建設工事を実施する。全体施工期間は 7.5 ヶ月を要する。

C B M 活動は、V H W C / W P C の形成（116 カ所）に約 2.0 カ月、施工の参加・立会い（116 カ所）に 6.0 カ月、完工後のトレーニング（116 カ所）に 3.0 カ月を要する。その間、ソフトコンポーネントとしては、エリアメカニックの養成（試行）完了後トレーニングの指導、第 1 期、第 2 期分（180 カ所）のモニタリング・評価とスタディツアーも行う（2.4 ヶ月）。

以上の実施工程を整理すると、表 3-2-2 1 に示すとおりである。

表 3-2-21 業務実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第1期	実施 入札 設計・	■ (現地調査)		□ (国内作業)		■ (入札図書承認)		▨ (PQ、入札・契約)		(計 6.0ヶ月)			
	施工・ 調達	□ [調達] (機器製作図承認)		□ (機器製作)		■ (掘削機、コンプレッサ、揚水試験機材、カゴトラック)		■ (検査・引渡)		(計 9.0ヶ月)			
		■ [施工] (工事準備(バーステップの設置等))		▨ (深井戸建設工事(現地業者掘削機：24本/2台))		(計 6.5ヶ月)							
	ソフト コンポ ナー	□ (準備・CBM活動計画案作成)		■ (CBM普及員の養成)		■ (WPC委員会の形成)		■ (施工参加・立会い)		▨ (完了後トレーニング)		(計 5.0ヶ月)	
第2期	実施 入札 設計・	■ (現地調査)		□ (国内作業)		■ (入札図書承認)		▨ (PQ、入札・契約)		(計 6.0ヶ月)			
	施工・ 調達	■ [施工] (修理用部品の製作)		□ (輸送・通関)		■ (工事準備(既存掘削機修理))		▨ (深井戸建設工事(156本、現地業者掘削機2台、水資源局掘削機2台))		(計 10.7ヶ月)			
		■ (WPC委員会の形成)		■ (施工参加・立会い)		▨ (完了後トレーニング)		(計 11.5ヶ月)					
	ソフト コンポ ナー	■ (WPC委員会の形成)		■ (施工参加・立会い)		▨ (完了後トレーニング)		(計 11.5ヶ月)					
第3期	実施 入札 設計・	■ (現地調査)		□ (国内作業)		■ (入札図書承認)		▨ (PQ、入札・契約)		(計 5.7ヶ月)			
	施工・ 調達	■ [施工] (深井戸建設工事(116本、現地業者掘削機1台、水資源局掘削機2台))		(計 7.5ヶ月)									
		■ (WPC委員会の形成)		■ (CBM施工参加・立会い)		▨ (CBM完了後トレーニング)		▨ (CBMモニタリング・評価・メンテナンス養成・スタッフツアー(第1、2期分))		(計 9.5ヶ月)			
	ソフト コンポ ナー	■ (WPC委員会の形成)		■ (CBM施工参加・立会い)		▨ (CBM完了後トレーニング)		▨ (CBMモニタリング・評価・メンテナンス養成・スタッフツアー(第1、2期分))		(計 9.5ヶ月)			

3 - 3 相手国分担事業の概要

マラウイ政府が分担すべき事業は以下のとおりである。

基本設計調査のミニッツに記載された「マ」国の分担事業（以下1）～6）の項目）については、協議により以下の通り確認された。

1) アクセス道路の整備：

深井戸建設サイトへのアクセス道路は、未舗装ながらほとんど掘削機を搬入できるが、一部狭隘な部分、湿地上で凹凸の激しい区間が有り、改修の必要な箇所5箇所を指摘している。

いずれも、住民の協力で拡幅、レベリングできる程度であり、CBM活動を通じて利用者住民に修繕するよう指導すれば、アクセス上の問題は発生しない。

<カロロ郡>

- 1) Chilembwe 村 (No.27): 湿地上の道路の起伏をレベリング
- 2) Mandindi 村 (No.33): 重機走行に必要な幅 3m の確保
- 3) Chingona (B) 村 (No.49): 同上
- 4) Lawudani 村 (No.51): 同上

<コンゴニ郡>

- 1) Kadyalu 村 (No.87): 湿地上の道路の起伏をレベリング

2) 井戸掘削用地の準備

深井戸建設用地がマラウイ側によって確保される必要がある。深井戸建設用地は、国が所有権を有し、住民が使用権を有するが、サイトは住民との協議と物理探査の結果により決定するので、MoWD担当者が同行する必要がある。深井戸建設用地は、掘削位置決定後、VHWC/WPCのもと住民により整地、整備される必要があり、事前の啓発活動の中で住民に指導する。

3) 現場事務所、倉庫、ヤード用の用地の準備

ベースキャンプ用地として、工事に必要な資材の仮設倉庫、セメント・砂・グラベルの置き場、燃料タンクの設置および工事用車両の保管に必要な用地が提供される必要がある。

MoWDの現地詰め所である Namitete Unit(約 3,600m²)内に確保されたベースキャンプ用地(2,500 m²)は、ほぼ平坦であるが、現在畑等に利用されている。掘削機やトラックの搬入に耐えうよう整地される必要がある。このため、新たな用地取得は必要ないが、過去のムチンジ、ムジンバ西、リロングウェデッサのプロジェクトの経験から、同様の整地工事が実施される必要がある。

4) 先方所有機材の貸与：

MoWDは、リロングウェ・デッサ計画で調達した以下の機材について、プロジェクト期間中無償で貸し出すことを了解している。

1) 掘削機材

- トラック搭載掘削機 (Lilongwe Dedza Project) 1 機
- トラック搭載コンプレッサー(Lilongwe Dedza Project) 1 機
- 3t クレーン付きトラック(GVM 16t)(Lilongwe Dedza) 1 台

2) デベロップメント・揚水試験機材 (除：故障した水中ポンプ)

- 発電機(1), コンプレッサー (1), 揚水パイプ類, ノッチ箱等 1 式
- 3t クレーン付きトラック (GVM 10t) 1 台

3) タンク

- 燃料タンク 1 基
- 給水用タンク (地上設置型、可搬型) 2 基

5) プロジェクトに参加する要員の確保とその経費の予算措置

MoWDの水資源局からは本プロジェクト全体を担当する職員が選任され、深井戸掘削をMoWD所有機材で実施する場合に携わるBCF職員が選任される。担当職員およびBCF職員の人件費(手当、交通費を含む)は、MoWDで予算確保する必要がある。

また、給水・衛生局では、CBM活動の普及員候補としてMoWD, MoH, MoWCCSの地方職員から、各12名、計36名を選定済みである。CBM活動に係る人件費の予算化は執行者となる県との協議によるが、基本的に県も日当等活動費用の予算化を了解している。

6) 他のドナー、NGO、関連機関との連絡・調整

主な関連機関としては、地域の開発計画を調整するリロングウェ県、対象地区で活動するNGOおよび給水・衛生セクターのドナーである。

リロングウェ県：地方分権化により県下における深井戸建設に当たっては、県長官および県計画・開発局との協議が必要となり、郡の地域開発委員会をとおして計画の実施について事前に周知させる。また、MASAFの資金による地域開発計画は、県により実施されるため、特に深井戸建設計画は本計画と重複しないよう調整する。

本計画により建設される深井戸施設は、プロジェクト実施後継続してモニタリングおよび衛生に関する指導を行う必要があり、MoWD給水・衛生局との連携を保って県組織が果たすべき責任について協議する。

NGO：計画対象地域で給水・衛生セクターの活動を行っている InterAide の活動状況をヒアリングし、本計画との重複をなくすように調整する。また、InterAide はポンプ修理について地域レベルの民間修理人（Local Artisan）を養成しているため、ソフトコンポーネントで計画するエリアメカニックとの競合を生じないように、コンサルタントとともに調整する。

給水施設データベースを構築している WSSCC（NGOグループ）の間では、MoWD所管の既存データや本計画で建設される新規の深井戸施設についてのデータを共有化するとともに、MoWD自らが必要なデータベースの形態となるように、積極的に拡充、改善をはかり、併せてMoWD職員がこのデータベースを運用する技術を習得させる。

ドナー：現在対象地域においては国際機関のプロジェクトはないが、中部州水道公社はナミテテ市街における水道計画についてアフリカ開発銀行に支援を要請している。給水対象エリアは本計画の計画対象村落とは異なる国道沿線のマーケットを中心とした地域であるが、その詳細は今後検討される予定であり、MoWDは本計画との重複を避けるよう調整する必要がある。

本計画のソフトコンポーネントで試行するエリアメカニックの養成については、KfWのマングチ東部での実績を参考とする。MoWDは、これを実施しているコンサルタント GITEC との間で円滑な協議がなされるよう調整する。

今後対象地域内においてその他の給水施設計画が投入される可能性があるため、MoWDは常にそれらの内容を吟味し、本計画の実施効果を損ねることがないように調整するとともに、効果をさらに向上させると考える場合には、適時にコンサルタントを含めた協議を行う。

MoWDは「マ」国の給水分野の中心となる国家機関としての経験から、いずれの機関に対しても円滑な連絡調整を行うことが可能である。

以上の分担事業にかかるマラウイ国側の負担は概略以下のとおりである。

マラウイ国負担経費	計	12,383,000MK	(約 12.6 百万円)
ベースキャンプ工事費		200,000MK	(約 0.2 百万円)
深井戸建設人件費		5,965,000MK	(約 6.1 百万円)
啓発活動人件費		6,218,000MK	(約 6.3 百万円)

このほか、以下の7)～18)に関しては、本プロジェクトの実施にあたって「マ」国側が実施する必要がある手続き項目および維持管理業務であるが、過去の無償資金協力実施の経験から問題なく処理可能と判断される。

- 7) プロジェクトに対する情報、データの提供
- 8) 銀行取極に基づく日本側の銀行のサービスへのコミッションの負担
- 9) 関税・租税の免税とプロジェクトの持ち込み資機材に対する通関に必要な手続き
- 10) プロジェクトで調達した資機材の速やかな荷揚げの確保と通関手続き及び国内輸送の促進
- 11) 認証された契約に基づいて、日本法人もしくは日本人が持ち込む資機材及び彼らのサービスに対する関税・内税及びその他の賦課免除
- 12) 認証された契約に基づいた業務に従事する日本人に対する入国許可及び滞在許可の便宜供与
- 13) 無償資金協力で調達された機材の運営・維持管理に必要な要員及び予算の確保
- 14) 無償資金協力のもとに調達された資機材の維持管理および適正かつ効果的な活用
- 15) 無償資金協力で負担されない計画の実施に必要な全ての費用の負担
- 16) 深井戸建設工事へのマラウイ国側技術者の参加
- 17) コミュニティによる深井戸の主體的維持管理を啓発教育(衛生教育を含む)するとともに、浸透枳、井戸まわりのフェンス等住民が自ら作成できる付帯施設について住民が責任をもって建設するよう指導する。

3 - 4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの運営・維持管理計画は、給水施設としての深井戸と調達機材の運営・維持管理に分けられる。維持管理体制は、プロジェクトの完了と同時に必要であり、プロジェクトの成否の鍵を握っている。特に深井戸は、その緊急性から個々の深井戸の完成後、プロジェクトの完了を待たずに使用に供されることになるため、建設工事着工前から工事と並行してその体制を整える必要がある。

(1) 給水施設の維持管理体制

M o W D は、利用者住民による維持管理が容易なアフリデフポンプを採用することにより、村落レベルにおいて深井戸施設を維持管理する V L O M (Village Level Operation and Maintenance) の方針のもと、井戸の所有権を利用者の自主管理組織に委譲し、自主的な維持管理が行なわれるよう、V H W C / W P C の設立推進、管理技術と保健衛生に関する講習会の開催及びモニタリングからなる C B M プログラムを推進している。M o W D は、住民参加型アプローチによる C B M プログラムを適用し、各村落における深井戸建設の計画段階から住民を参加させ、完成後オーナーシップを W P C に委譲し、維持管理責任を持たせる。

W P C は、正副委員長、正副会計、書記、ポンプ管理人 (3 名) など計 10 名の委員からなり、村長組織とは別にジェンダーを考慮して選挙または推薦により民主的に決定される。また、C B M 活動を通して委員会の運営、衛生的な水の利用法とその意義、維持費を料金として領収し管理する方法などが指導され、ポンプ管理人は日常点検と簡単な修理に係る技術的トレーニングを受ける。

対象地域の給水施設を受け持つ M o W D の出先事務所である Namitete Unit には 3 名の W M A (Water Monitoring Assistant) が配置され、モニタリングや重大な故障に対する修理の依頼に対応しているが、活動費と移動手段の不足により十分な対応ができていない。また、参加型 C B M 活動の経験もない。本事業の C B M 活動により普及員としてトレーニングを受ける W M A をプロジェクト後も 3 名配置する。

給水衛生プロジェクトを実施する場合、県の行政上は県執行委員会 (DEC) のもとに県計画・開発局長と保健省 (MoH)、女性・児童・地域開発省 (MoWCCS)、水資源開発省 (MoWD) などの県事務所代表からなる県調整チーム (DCT) を組織して C B M プログラムの実施について県と各省の協力体制を形成する。しかし、いままで DCT は常設の組織ではなく、プロジェクト実施後までプロジェクトサイトをフォローしていないことが多い。本プロジェクトでは、DCT は実施期間中の活動の一環として、C B M 活動の結果に基づきプロジェクト後にわ

たる持続的なモニタリング計画を協議して明示するものとする。その際、現在保健医療センター（HC）レベルで四半期ごとに実施されている情報収集のシステム（HMIS: 2-2-3 参照）の活用など、現実的かつ効率的なフォローアップ体制の確立を目指す。

政府のモニタリングや重大な故障の修理に対するフォロー体制を補う手段として、民間の地域修理技術者（エリアメカニック）制度の導入について試行する。これはCBMでトレーニングされたポンプ管理人の一部に対し、さらなるトレーニングを行って重大な故障に対する修理技術を向上させ、修了者の中からさらに信頼のおける者に対して、契約ベースで数十のWPCを受け持つ地域の修理技術者となるよう養成し、営業許可を与えるものである。

また、維持管理費の確保に関して、今回の現地調査においては、本案件対象村落の悉皆調査時の聞き取りに加え、リロングウェ・デッサ地下水開発計画対象村落（8サイト）、ムチンジ地区の深井戸設置村落（3サイト）における聞き取りを行なった。維持管理費の捻出方法としては、定期的な集金・積立よりも、ポンプが故障したときに必要金額を村落内で集めて間に合わせるといった場合が最も多かった。しかしこの方法では、重大な故障や突発的な故障に対応することは難しく、維持管理費確保の改善が必要である。他の捻出方法としては、大地主の農場において労働力を供することにより収入を売るといったピース・ワークによる現金創出や、村で製造したレンガの販売、メイズの仕入れ販売により収益を得るといったケースがあった。

集金においては、現金払いが難しい世帯に対してメイズによる現物支払いを可能とする村落や、年長者、貧しい世帯など現金収入の少ない家に対して支払いを免除している村落も見られた。これらの村では、「最も公平に管理費を工面できるのは全員で労働参加するピース・ワーク」という声が聞かれることが多く、言い換えれば、村落住民自身が社会経済環境を考慮した上で、「ピース・ワーク」という維持管理費捻出方法を好ましいと考えていると理解することができる。

集金方法には、他にもある。毎月の積み立ては、収穫期の一時的現金収入が収入のほとんどを占める農村部では実施が難しく、むしろ収穫月に一年分を集金するほうが現実的な方法かもしれない。また、コミュニティーレベルでの共同農作業を実施するには、土地および投入財（種子や肥料）の確保が問題（そのための資金が不足）となる可能性は低くない。前述したメイズの現物による支払いも、受け取ったWPCが市場で売り現金化する段になって、予定していた値段を下回るなどのリスクがある。

これに対し、ピース・ワークは、個人での現金調達方法としても行われているが、グループ、あるいは集団として取り組むことも可能な方法である。コミュニティーレベルにおいて集団でピース・ワークを実施する場合、目標額を設定することが多く、また、村落全体の努力の結果としての資金創出であり、コミュニティーで共有する給水施設運営には非常に適している。

この方法であれば、貧しい世帯も労働参加という形で貢献することが可能であり、弱者への配慮もされる。もっとも、これらの方法はコミュニティの状況に合わせてケースバイケースで検討すべきであるが、弱者への配慮という点から、貧しい世帯の多い村落では「ピース・ワーク」を捻出方法の柱とするのがよいと考えられる。いずれにしても CBM 活動の実施段階においてこれらの点に留意し、普及員が村落へアプローチする際に集金方法について統一した指導がなされるようソフトコンポーネントとして普及員の意思統一を図る。

CBM活動を通して住民が主体的に徴収・管理方法の改善を協議し、問題解決していくことが参加型アプローチの基本であるが、維持管理費の確保については、より広い視野で、具体的な良いアイデアを得るために、WPC間で経験（成功例、失敗例）を共有する目的でスタディツアーを実施する方針とする。もちろん実際には、スタディツアーのような直接交流に加えて、普及員による継続的な訪問指導・啓発が重要で、本案件においては第3期に、案件実施完了後のフォロー、モニタリング活動を作成する計画とした。本案件対象村落はその立地条件、住民の生計手段において非常に多様で、普及員の努力と資質によるところが大きくなるが、普及員研修（TOT）においても、村落間の経験共有の促進役であるという意識を強くもたせるように配慮する。

ポンプのスペアパーツ流通については、政府としては全国的な小売店チェーンに期待しているが、対象地域では国道沿いの Namitete に1店あるのみで、アフリデフポンプを使用する住民の多くは Inter Aide (NGO) の委託販売店や、Concern Universal (NGO) により研修を受けた個人商店を利用している。Inter aide による "Madzi Ndi Moyo" プロジェクトでは、対象地域全てをカバーするものでないが、カロロ郡に6店、コンゴニ郡に3店(どちらも2004年5月時点)の雑貨店がスペアパーツの委託販売を行う一方、保健省の保健医療センターとの提携を進めており、サプライチェーンの充実を図っている。本プロジェクトでは、Inter Aide との連携を進め、既存のスペアパーツ取扱店を活用するとともに、取扱店が不足する地域への出店を促すなどの働きかけを行い、スペアパーツへのアクセスを可能な限り改善していく。さらに、パーツは輸入品であり為替変動などで価格が一定ではないため、CBM活動実施中はパーツ価格や販売網の今後の動向などについて対象村落に情報提供の機会をつくり、必要に応じて積立目標額の再検討を行うものとする。

積立金の管理方法については、金融インフラへのアクセスが極めて限られた本対象地域では、既存施設に対してWPCがある場合には、会計係が現金もしくはスペアパーツの形で管理するか、あるいは、故障してから必要額を集金するという場合がほとんどであった。金融機関に口座を設けて管理する方法は、リロングウェ・デッサ地域では銀行口座、本計画対象地域では "SAWCO" という農業省の小規模金融システムを活用したりしている例がわずかに認められたが、郵便局は民営化が進行中で安定して積立金管理に使える状態にはなく、全般的

に利用しにくい状況にある。本計画においては、現実的な方法として基本的には積立金収集後スペアパーツの形で保管することを推奨していく。もっとも、ゴム類のパーツなどは劣化が進みやすいため、定期購入、定期更新を行うように指導してゆく。高価なパーツ（ロッドなど）については、農作物の収穫期に購入するなどの工夫するよう指導する。

（２）機材の維持管理体制

機材の管理責任はM o W Dの財務・総務局が担当しているが、実質的な機材の運営・維持管理は水資源局地下水部の指導・監理の下で、Borehole Construction Fund（B C F）に委ねられている。B C Fは、深井戸建設と修理によって水資源開発省の現業部門が得る収入を会計上管理する「基金」であったが、M o W Dは2001 / 02年より水資源局及びM o W D州事務所の井戸掘削班や機材班などの現業部門の職員をこの基金に帰属させるように組織変更したものである。その組織は、過去の日本の地下水開発業務において掘削技術や機材のメンテナンスに関するO J Tを受けた技術職員を含め、50名の職員から構成されており、M o W Dの各州事務所内を活動の拠点としている。各州事務所にはワークショップも備えているので、機材の一般的な修理が行える維持管理体制がとられている。因みに、新しい掘削機が配属される予定の中部州事務所のB C Fスタッフ（掘削班）は、ドリラー8名、機械工4名、運転手6名おり、掘削機2台の場合でも支障を来たさずに運営できる体制となっている。尚、施工現場では必要に応じ臨時の作業員を雇用し、工事が行なわれている。

B C Fの会計事務はM o W Dが全て行なっており、その予算はマラウイ国政府自身（99%）及び民間（1%）で実施する深井戸工事やリハビリテーション工事の対価として収入を得ている。1999～2003年の収入は、老朽化した1台を含む3台の掘削機材でUS\$に換算して、380,000US\$前後で推移しており、その内8～10%（30,000～40,000US\$）、機材1式当たり年間10,000～13,000US\$が車両を含む機材のスペアパーツおよび修理費に使われている。

上記の3台体制で約100本の井戸が掘削されている（修理期間や日本の無償資金協力への投入期間を除く）状況から、深井戸1本あたり維持修理部品費は300～400US\$と見積もられる。これは、日本における標準的な維持・修理部品費の機材本体費に対する比率に比べると約半分であるが、廃車からの部品や中古部品の流用など現地状況を考慮すると、機材の維持管理費として必要最小限の要求を満たしていると判断される。1988年に調達した機材が10年程度といわれる耐用年数を超えて長期間維持管理された実績から、新規に調達する掘削機材1式についても技術的には維持管理は可能と判断されるが、過去の無償資金協力で一部の機材を請負業者がオーバーホールしてきた経緯を考慮すると、今後の年間維持修理部品費は、5割程度多く見込んでおくことが必要である。

以上のとおり、M o W Dでは調達された掘削機等機材に対する維持管理のための組織・要

員は十分であるが、長期的な維持管理を可能にするためには維持修理部品費については増額を行うこと、ないし数年に1回の主要部品の交換修理に必要な同程度の積立が必要である。試算の根拠とした2003年以前の機材の使用実績は、収入のない日本の無償資金協力への投入や維持費が高額となる老朽化した機材の割合が多かったため、協力対象事業終了後に新規の調達機材を加えた体制では今まで以上に維持修理費を賄う余力が生まれることが期待できる。

モーターバイクは、M o W Dの州事務所の所属となり、使用者となるW M Aが維持修理記録を保管し、管理責任を持つことになっている。問題点としては、日常的なモニタリング活動に必要な燃料費が十分に確保されておらず、維持・修理部品費についても費用負担は明確ではない。今後、地方分権化政策が進むため、県の予算としてこれらの活動費を確保する恒常的な予算措置が必要である。また、維持・修理費についてはM o W Dで定期点検を含めて計画的に配分するように予算化する必要がある。モーターバイクは、転倒・盗難などの事故が多いので、M o W Dは安全な運転と保管方法の指導を行い、定期的に活動記録、走行距離、保管場所、損傷などの状態を報告させる必要がある。

パソコン、プリンターは、M o W D水資源局地下水課の所属とし、地方給水施設のデータベースの作成と利用のために使用する。M o W Dは担当技術者を選任し、機材とともにデータ、ソフトウェアの安全にも責任を持たせる。データベースの利用と構築について技術を習得するため、W S S C Cに技術指導を要請する一方で、M o W D所有の紙ベースのデータをデジタルデータとしてW S S C Cと共有し、データベース構築のための共同作業を行う。機材維持費としては、インクカートリッジが主となる。使用者には、プリント1枚当たりの単価を理解させ、目的外のプリントを制限するとともに、必要な維持費を確保する。

3 - 5 プロジェクトの概算事業費

3 - 5 - 1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、9.64 億円となり、先に述べた日本とマラウイ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。本概算事業費は即交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

概算総事業費

約 952 百万円

リロングウェ県 カロロ郡及びコンゴニ郡 234 村(群)(深井戸 296 本)

費目		概算事業費 (百万円)	
施設	深井戸掘削、洗浄・揚水試験、ハンドポンプ設置・付帯構造物建設	571	753
機材	深井戸掘削機、高圧コンプレッサ、洗浄・揚水試験機材、支援車両(クレーン付トラック、ピックアップトラック)、電気探査機、O&M用車両(モーターバイク)、GPS、データ入用コンピュータ	182	
実施設計・施工 / 調達監理・技術指導		199	

(2) マラウイ国負担経費 12,383,000MK (約 12.6 百万円)

ベースキャンプ整地費 200,000MK (約 0.2 百万円)

深井戸建設人件費 5,965,000MK (約 6.1 百万円)

啓発活動人件費 6,218,000MK (約 6.3 百万円)

(3) 積算条件

積算時点 平成 16 年 12 月

為替交換レート 1US\$ = 109.93 円

1MK = 1.0188 円

施工期間 3 期による工事とし、各期に要する詳細設計、工事及び機材調達の期間は、施工工程に示したとおり。

その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3 - 5 - 2 運営・維持管理費

1) 施設の維持管理費

MoWDが負担する給水施設の年間維持管理費としては、直接施設を管理するWPCと井戸に対するモニタリング/フォローアップに係る人件費及びその活動費である。

これらの経費は、人件費、手当、車輛（モーターバイク）維持修理費等からなり深井戸296本新設の場合、WMA3名が既存施設を含め約500ヶ所の井戸について、2~3ヶ月に1回のモニタリングとフォローアップを行う計画とすると年間MK752,000と見積もられる。

給与（3名）	MK5,000/月×12ヵ月×3名	=	MK	180,000
日当	MK300/日×15日/月×3名×12ヶ月	=	MK	162,000
モニタリング活動費（5L/日×MK100×20×12×3）		=	MK	360,000
車両維持・修理費（本体価格×約5%×3）		=	MK	50,000
計		=	MK	752,000

給与（年間18万MK）は経常予算に組み込まれるが、省全体の経常予算（実績は年間117~184百万MK）の0.1~0.15%であり、十分捻出可能な範囲である。

その他の経費(57.2万MK)は、給水・衛生関連の開発予算（実績は年間135~193百万MK）の0.3~0.4%であり、捻出可能な予算額と判断される。ただし、実績の開発予算の多くは外国支援プロジェクトに対して認められたマラウイ国負担分であり、プロジェクトの終了後の配分は極わずかであるため、改めて経常的な予算措置が必要である。今後、地方分権化により人件費、その他経費とも各県予算への移行が予想されるが、政府の実施方針は未だ明確でないため、事業の実施過程でMoWDは確実に県予算が確保されるよう関係機関との協議を行う必要がある。

WPCが負担する給水施設の年間維持管理費は、日常的な故障予防措置としての交換部品、数年に1度程度想定される重大故障（揚水パイプの破損、ポンプロッドの落下事故等）に対する部品費、修理委託費等への積立を考慮すると、深井戸1ヶ所当たり概ね最大MK10,000/年と見積もられる。

2) 機材の運営・維持管理費

< 深井戸掘削関連機材 >

主な運営費は、人件費、燃料費および消耗品費が主となり、過去の実績からそれぞれ受託収入の 30%、20%および 20%を当てている。新規調達機材を既存機材同様に使用すれば、収入からこれらの運営費を賄うことが可能である。

維持・修理費は、運営費同様に B C F の受託収入から支出され、機材の運転日数や掘削本数により異なる。現地事情や財政難を考慮し、現在 B C F の掘削単価を変更しないことを条件とし、経営努力と稼働率の向上により、2001 年以前の実績に比較して、掘削班 1 班当たりの収入に対する比率としては 3 ポイント増の 13%、維持修理費としては約 2 倍の 26,000 US\$の確保を目標とする。

表 3 - 2 - 2 1 掘削・揚水試験 1 班の機材に対する維持修理費

	過去の実績 (2001 年以前)	プロジェクト期 間中の維持修理費	プロジェクト実施 後の必要維持修理費
班数	3 (老朽化 1 台*1)	(新規調達機材 1 式)	4 (老朽化 1 台*2)
年間総掘削本数	105		200
1 班年間掘削本数	35	52	50
年間維持修理費	13,500 US\$	36,800 US\$	26,000 US\$ (の 70%)
収入に占める割合	10%	18% (仮想)	13%

*1：1988 年の調達機材

*2：1993 年の調達機材 (1988 年の調達機材は使用不能と想定する)

< 調査・モニタリング機材 >

モーターバイク (3 台、運転日 20 日 / 月、運転距離 100km/日)

運用条件 : WMA 3 名が既存施設を含め約 500 ヶ所の井戸について、2~3 ヶ月に 1 回のモニタリングとフォローアップを行う。

運営費 (燃料): 360,000 MK/年 (前項のモニタリング活動費)

維持管理費 : 50,000 MK/年 (前項の車両維持修理費)

これらは、これまで十分に確保されていないため、新たに定期的に予算を確保する必要がある。

燃料費は、施設の維持管理費であるため地方分権化政策の上では県が予算を確保する必要があるが、完全な職務の移行が制度化されるまで当面は MoWD が予算化する。維持・修理費は、モーターバイクを所有する MoWD の通常予算として確保することが妥当である。

G P S : 乾電池単 3 × 2 個 × 交換 6 回 / 年	MK	1,200
コンピュータ : インクカートリッジ 交換 2 回 / 年	MK	15,000
電気探査器 : 電極棒、ケーブル等の消耗品費	MK	150,000
以上 ~ の合計	MK	576,200

3 - 6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本プロジェクトが円滑に実施されるためには、実施前、実施中を通して下記の事項に関して関係者と協議を行い、必要な準備や処置を講ずることが重要である。

(1) アクセス道路の整備

マラウイ国は、深井戸建設工事に支障のないようにアクセス道路の整備を行う。道路は、ほとんど未舗装であり、雨期には毎年悪化するため乾期のはじめに主要な道路の整備を行う必要がある。特に、現状で大型車両の進入が困難と判断された狭隘なアクセス道路や DAMBO（湿地）上の凹凸の激しいアクセス道路など 5 箇所については、マラウイ国側が必要な拡幅やレベリングを行うことを確認している。

地方道路の管理は、県が責任を持つことになっているため、MoWD はリロングウェ県と十分協議して必要な改良が行われることを確認することが必要である。必要な改良は、草刈りや手作業によって可能である軽作業のみであるため、裨益住民を中心とするコミュニティに働きかけて実施される内容であるが、技術支援を行う CBM 活動において村毎に給水施設委員会を設立する際に住民へ説明し、実施の確認を行うことが肝要である。

(2) 過去の無償資金協力で調達した掘削関連機材の投入

水資源開発省は、過去の無償資金協力で調達した深井戸掘削機材のうち、リロングウェ・デッサ地下水開発計画での調達機材 1 式を協力対象事業の深井戸掘削工事に提供する予定である。しかし、このうち掘削機は事故により損傷し、修理の準備中である。本機の投入は第 2 年次から予定されるが、第 2 年次開始時点で機能回復状況を確認し、予定の掘削工事に支障あると判断される場合は 2005 年 4 月 26 日の協議議事録に従い、ムジンバ西地区給水計画での調達機材を代替機材として提供されるよう準備することが必要である。

また、掘削機以外についても今後何らかの状況の変化により、提供が困難となる場合には同様の対処について協議する必要がある。

(3) 他の深井戸建設工事との調整

プロジェクト対象地域においては、NGO や他の支援機関による深井戸建設計画が本計画の実施と重複しないよう調整する必要がある。地方分権化により、県がこれを調整する機関となるため、MoWD は県執行委員会、県開発委員会等と逐次連絡・調整を行うとともに、必要に応じて支援機関等と直接協議することが重要である。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4 - 1 プロジェクトの効果

表 4 1 1 計画実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善の程度
1. 協力対象地域の給水率は23%と推定され、国家目標や他の地方の給水率を下回り、過半数の住民が非衛生的で不安定な水源に頼っている。	<ul style="list-style-type: none"> 234 村落に 296 本の深井戸給水施設の建設。(ハンドポンプ、エプロン、排水路、洗濯場付き) 深井戸掘削機材・関連機材 1 式の調達。(掘削機、揚水試験機材、支援車両(トラック、ピックアップ)、探査機等各 1 式) 	<p>[直接効果]</p> <ul style="list-style-type: none"> 約 132,000 人の飲料水給水人口増加が期待され、2008 年に協力対象地域の給水率は 49%に向上する。 <p>[間接効果]</p> <ul style="list-style-type: none"> 衛生的な給水施設の増加により、地域の水因性疾患の罹患率が減少する。 プロジェクト終了後、地下水開発の遅れた地域やコレラ発生地域などにおける地方給水事業が、調達掘削機材類を使用して効率的に実施できる。
2. 住民主体の維持管理体制の確立を目指す啓発活動に、参加型手法を取り入れ、持続的な施設の運営・維持管理と衛生改善を目指す。参加型手法の実績が少なく、財政的に独自予算による実施は困難である。	<ul style="list-style-type: none"> 啓発活動の計画、実施にかかる技術支援（普及員教育 36 名、WPC 設立・維持管理トレーニング・衛生教育 296 ヲ所、地域修理人の養成、WPC 間のスタディツアー） モニタリング、啓発活動用の車両の調達（モーターバイク 3 台） 	<ul style="list-style-type: none"> 啓発普及員 36 名に参加型啓発活動の手法が理解され、啓発活動の実施能力が向上する。 設立された W P C で、維持費の徴収が開始される。 住民の主体的参加により深井戸施設が自主的に運営・維持管理される。

4 - 2 課題・提言

本プロジェクトの効果が発現・持続し、国家目標に向けた地方給水事業を推進させるためには、次の点について取り組むことが必要である。

(1) 給水施設のモニタリングにおける関係機関の協力

協力対象事業実施後、既存施設を含めた給水施設のモニタリングは、県レベルの行政組織のもとで行われるが、本事業の啓発活動により、運営・維持管理や衛生に関するモニタリングについてはコミュニティが参加して行うことになる。MoWDのCBM活動のために養成される普及員(MoWDのWMA、MoHのHSA及びMoWCCSのCDA(Community Development Assistant))は、県調整チーム(DCT)や県執行委員会(DEC)の指導のもとで、必要に応じてDCTの下部組織として郡(TA)毎に調整小委員会を形成し、TA内のコミュニティの参加を得てモニタリングを実施する。したがって、県組織で開発事業の中心となるDECと関係する3省の協力体制を維持し、既存井戸についても利用者が運営・維持管理する体制を構築することが重要である。

(2) ポンプ交換部品の流通

給水施設の持続的利用のためには、利用者が容易にポンプの交換部品を入手できるような流通体制の維持が必要である。プロジェクト開始時点には、交換部品が適正な価格で確実に入手できる体制が形成されていることが重要であり、マラウイ政府は流通状況を確認し、不適切な価格や流通量が不十分な場合には流通業者への指導を行う必要がある。

(3) 今後の地下水開発計画

国家レベルでの地下水開発計画は、WSSCCの給水施設マッピング調査等のインベントリー調査結果に基づき、飲料水給水普及率の低い地域を重点に進められるべきである。一方、地方分権化政策により今後の地方給水計画は県の開発計画に組み込まれることになりため、県の行政組織のもとでMASAFやNGOなど他の実施機関と計画相互の重複が無く、また新規の井戸掘削とリハビリテーションを組み合わせた適切な地方給水事業となるよう計画の調整が必要である。

また、本プロジェクトの効果を更に発展させるために以下の点を提言する。

(1) 県レベルの給水施設維持管理体制の整備

村毎にV H W Cを設立する活動は、M o Hも進めている事業であり、V H W Cは新規に建設される深井戸の運営・維持管理を行うことのみならず、民主的な委員の選出や水に関連する衛生知識についても指導され、その村の衛生状態を自ら改善していく自治組織となることが期待される。したがって、M o W DとM o Hは、省別に進められる活動相互の関連や連携を整理する必要がある。県レベルでは、県開発計画の中で給水施設のモニタリングを中心とする維持管理と村落レベルの衛生改善を無駄のない一体の活動としてとらえ、情報を共有化することが重要であり、そのために活動経費を予算化することが必要である。

(2) 総合的な地域開発

地方における安全で安定的な水源の提供は、衛生改善や地域の経済的発展の基礎であり、一方で、給水施設の持続的な維持のためには、コミュニティが衛生についての適切な認識を維持し、施設維持費を賄っていくための経済的負担に耐える収入を確保する必要がある。このように、水、衛生、生産性は相互に関連して地域振興の基礎となるため、住民参加で形成されたV H W Cを基に村落レベルの参加型開発を進める計画が立案されれば、本プロジェクトの効果がより大きく発現するものと考えられる。

4 - 3 プロジェクトの妥当性

協力対象事業では、事業事前計画表に示すとおり、生活の最も基本となる安全で安定的な水源を欠く地方村落の住民約 132,000 人に深井戸施設を提供し、住民主体の運営・維持管理を可能にする啓発教育を支援する。また、深井戸建設に伴って調達される深井戸建設機材は、今後のマラウイ国における地下水開発に貢献する。これにより、本プロジェクトは遅れている M P R S の国家目標（2005 年に給水率 84%）の達成に資することができる。

したがって、本プロジェクトを我が国の無償資金協力による協力対象事業として実施することは妥当であると判断される。

4 - 4 結論

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本プロジェクトが広く住民の生活環境の向上に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することは妥当性があると判断される。しかし、本プロジェクトで建設される深井戸の運営・維持管理については、資金の面で以下のような課題が発生する可能性がある。

- ・ 建設される深井戸施設の維持費は、利用者である住民が負担することになるが、対象村落は現金収入の少ない農村が多く、干ばつなどで農業収入が激減すれば料金の徴収が滞り、ポンプや井戸が故障しても修理できない場合が生じる。
- ・ 既存井戸に対してモニタリングや啓発活動を行うための十分な予算措置が困難であったため、利用者による管理体制がなく、維持費が徴収されていない深井戸が多く存在する。このため、本プロジェクトで建設する深井戸の利用者が維持費を負担する意志を持続するうえで障害となる。

したがって、以下の点が改善・整備されれば本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施しうると考えられる。

- ・ 県レベル以下の地方行政組織が、プロジェクトの実施に対して協力し、施設建設後のモニタリングやフォローアップに係る経費を予算化して持続的な維持管理体制を整備する。
- ・ M o H が進める地域の衛生改善活動や M o W C C S の地域振興活動との協力関係が得られ、給水施設を中心としたコミュニティの活動が活発になる。