

国際協力事業団

マンダレー市開発委員会

国境地域少数民族開発省、開発局

ミャンマー国

マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査

最終報告書

要 約

平成 15 年 7 月

株式会社 協和コンサルタンツ
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

ミャンマー国
マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査

最終報告書の構成

和文 要約

Vol. I EXECUTIVE SUMMARY

Vol. II MAIN REPORT

Vol. III SUPPORTING REPORT

Vol. IV DATA & DRAWINGS

通貨換算率：

本調査においては以下の通貨換算率を用いた。

US\$ 1 = Kyat 450 = JPY 120

(2002 年 11 月現在)

序文

日本国政府はミャンマー国政府の要請に基づき、同国のマンダレー市セントラルドライゾーン給水計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 13 年 5 月から平成 15 年 7 月までの間、4 回にわたり株式会社協和コンサルタンツ、国際事業部部長の田口雅行氏を団長とし、同社及び株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルより構成された調査団を現地に派遣しました。

また、平成 13 年 3 月から平成 15 年 8 月の間、国際協力事業団、国際協力専門員の大村良樹氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

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

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

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 15 年 7 月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗

伝達状

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗 殿

今般、ミャンマー国におけるマンダレー市セントラルドライゾーン給水計画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。

本報告書は、二つの構成からなっております。一つはミャンマー国の第 2 の都市マンダレー市を対象とし、2020 年を目標とした水道施設の整備方針にかかるマスタープランであります。今一つは、同国の中央部に位置する乾燥地域に分布する 110 村落を対象とした給水改善計画です。

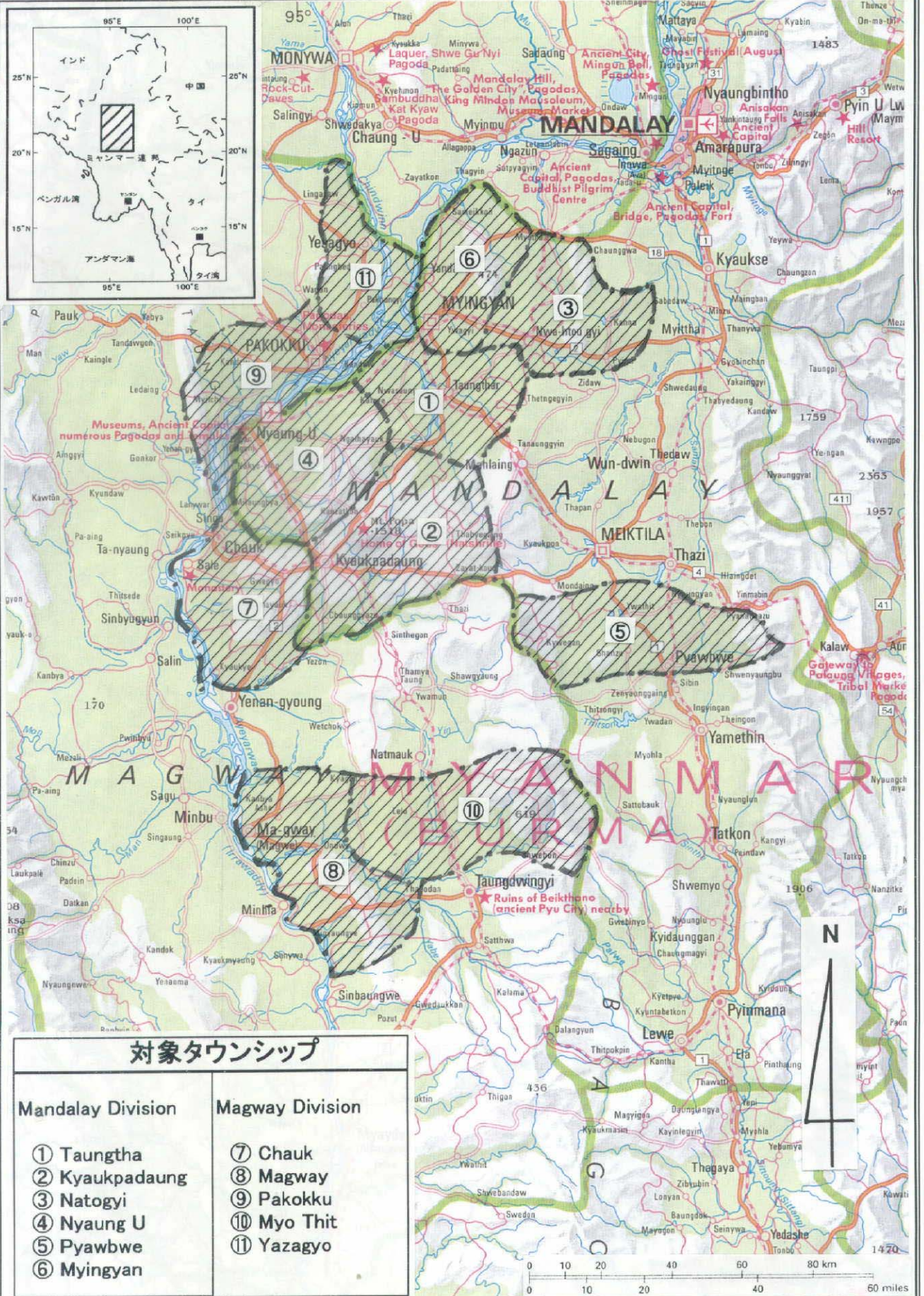
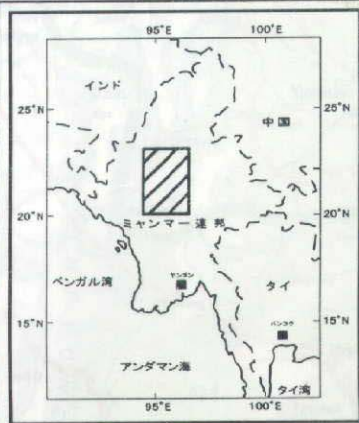
本報告書は、要約、主報告書、付属書、データ及び図面集から構成されております。要約は調査の概要、主報告書は各調査段階で実施された調査解析の結果の要旨、付属書にはマスタープランや計画策定のための詳細な調査内容及び検討結果を記載しました。また、データ及び図面集にはフィールド調査の解析データや設計図面を掲載しております。

本報告書を提出するにあたり、多大なご支援とご助言を賜った貴事業団、外務省、駐ミャンマー国日本大使館ならびにミャンマー国政府関係機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。本調査の結果がミャンマー国の将来の水道事業と社会の発展のために貢献できることを切に願う次第であります。

平成 15 年 7 月

マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査

団長 田口 雅行



調査対象地域位置図

マンダレ - 市セントラルドライゾ - ン給水計画調査
最終報告書

要 約

目 次

要 旨

要 約

第1章 緒 論

1.1	調査の背景	- 1 -
1.2	調査の目的	- 1 -
1.3	調査対象地域	- 2 -
1.4	調査工程	- 3 -

第2章 マンダレ - 市の給水計画 - 5 -

2.1	マンダレー市の概要	- 5 -
2.2	給水施設の現況	- 5 -
2.3	マンダレー市の水資源	- 8 -
2.4	マンダレー市の水需要予測	- 11 -
2.5	施設の段階的建設計画	- 11 -
2.6	水道施設の整備計画	- 12 -
2.7	プロジェクトの建設計画及び事業費	- 22 -
2.8	財務・経済分析	- 23 -
2.9	技術移転	- 23 -
2.10	結論と勧告	- 24 -

第3章 セントラルドライゾーン給水計画 - 27 -

3.1	地形・地勢	- 27 -
3.2	水理地質概況	- 28 -
3.3	水利用の現況	- 31 -
3.4	村落給水事業の現状	- 31 -
3.5	調査対象地域の地下水分布調査	- 33 -
3.6	地下水ポテンシャルと水利用の開発方針	- 39 -
3.7	計画の内容	- 40 -
3.8	経済分析	- 49 -
3.9	技術移転	- 49 -
3.10	結論と勧告	- 50 -

図表リスト

<u>図表番号</u>	<u>図表のタイトル</u>	<u>頁</u>
要 旨		
表 2.7.1	プロジェクトの段階整備計画と建設費	S7
表 3.4.1	DDA による「村落給水整備 10 年計画」の対象	S11
表 3.7.1	計画井戸本数	S13
表 3.7.2	調達資機材	S14
図 2.4.1	水需要予測	S4
図 2.5.1	プロジェクト実施工程	S5
要 約		
第 1 章 緒論		
表 1.3.1	マンガレー市	-2-
表 1.3.2	セントラルドライゾーン	-2-
表 1.4.1	調査工程表	-4-
第 2 章 マンダレー市の給水計画		
表 2.3.1	表流水水源の評価	-8-
表 2.3.2	地下水開発量の評価	-9-
表 2.6.1	計画施設の内容	-21-
表 2.7.1	水道施設の段階整備計画	-22-
表 2.7.2	表流水を利用する取水・浄水施設及び配水施設の建設費	-22-
図 2.1	マンガレー市の給水施設	-6-
図 2.3.1	地下 100m～120m 深の電気抵抗値の分布	-10-
図 2.4.1	水需要予測	-11-
図 2.5.1	プロジェクト実施工程	-12-
図 2.6.1	計画給水施設の概要	-14-
図 2.6.2	計画給水施設の配置	-15-
図 2.6.3	計画取水・浄水場配置図	-18-
図 2.6.4	計画取水場施設図	-19-
図 2.6.5	計画浄水場平面図	-20-

第3章 セントラルドライゾーン給水計画

表 3.2.1	セントラルドライゾーンでの主な帯水層の特徴	-30-
表 3.2.2	帯水層の水質	-30-
表 3.4.1	D D A による「村落給水整備 10 年計画」の対象	-32-
表 3.4.2	村落給水の現状	-32-
表 3.5.2	今回設置しない井戸ポンプ仕様	-36-
表 3.5.1	試験井の建設結果	-38-
表 3.7.1	対象村落における生産井の建設計画 (1/4 ~ 4/4)	-42-
表 3.7.2	計画井戸本数	-41-
表 3.7.3	計画調達資機材	-47-
表 3.7.4	現地調達資材	-47-
図 3.1.1	セントラルドライゾーンと調査地域	-27-
図 3.2.1	セントラルドライゾーンの地質図	-29-
図 3.5.1	試験井建設村落の選定フロー	-34-
図 3.5.2	試験井建設村落位置図	-35-
図 3.5.3	試験井掘削工程	-37-
図 3.7.1	井戸構造図	-52-
図 3.7.2	ポンプ舎構造図	-53-
図 3.7.3	配水タンク (1000、2000 ガロン)	-54-
図 3.7.4	配水タンク (3000、5000 ガロン)	-55-
図 3.7.5	除鉄装置参考図 (鋼板製タイプ)	-56-
図 3.7.6	除鉄装置参考図 (レンガタイプ)	-57-
図 3.7.6	屋根を利用した雨水集水装置参考図	-58-

略語・度量衡一覧

略 語

ADB	アジア開発銀行
BAJ	ブリッジ・アジア・ジャパン（日本の非政府援助団体）
BPS	配水ポンプ場（マンダレー市には BPS1 及び BPS2 の 2 ヶ所がある）
BHN	人間の基本的要求
CMC	井戸掘削に用いる泥材の増粘化安定剤
DDA	開発局（国境地域少数民族開発省に属する部局、本調査のカウンターパート）
EC	電気伝導度（水質評価の 1 指標）
EIRR	経済的内部収益率
FIRR	財務的内部収益率
GAD	総務局（DDA の前身）
GIS	地理情報システム
GNP	国民総生産
JICA	国際協力事業団
KOICA	コイカ（韓国の国際援助の実施団体）
MCDC	マンダレー市開発委員会（同市の行政主体、本調査のカウンターパート）
NDWQS	ミャンマー国の飲料水暫定基準
NGO	非政府組織
OPEC	石油輸出国機構
pH	水素イオン指数（ペーハーと呼ぶ、水質基準の指標のひとつ）
TDS	不溶解性物質（水質基準の指標のひとつ）
UNDP	国連開発計画
UNICEF	国連児童基金
WHO	世界保健機構
WRUD	水資源開発局（農業灌漑省に属する部局）
WTP	浄水場
φ	パイ（配管の直径）

度 量 衡

長さ

mm	ミリメートル
cm	センチメートル
m	メートル
km	キロメートル

面積

mm ²	平方ミリメートル
cm ²	平方センチメートル
m ²	平方メートル
km ²	平方キロメートル
ha	ヘクタール

体積/容積

cm ³	立方センチメートル
m ³	立方メートル
lit(s).	リットル
gal(s)	英国ガロン (4.54596 lit)

重量

mg	ミリグラム
g	グラム
kg	キログラム

時間

s, sec	秒
min	分
h, hr	時
d	日
m	月
y	年

速度

mm/d	ミリメートル毎日
mm/y	ミリメートル毎年
cm/s	センチメートル毎秒
cm/month	センチメートル毎月
m/s, m/sec	メートル毎秒
m/min	メートル毎分

水量/流量

gph	ガロン毎時
gpd	ガロン毎日
lpcd	1 人 1 日当りリットル
LPS, l/s	リットル毎秒
l/min	リットル毎分
l/d	リットル毎日
l/m	リットル毎月
mg/l	ミリグラム毎リットル
mgpd	100 万ガロン毎日

通貨

Ks	チャット (ミャンマー通貨)
US\$	米ドル

電気/動力

HP	馬力
kV	キロボルト
kW	キロワット
Ω	オーム (電気抵抗値)
μS/cm	マイクロジーメンズ (電気伝導度)

要 旨

第1章 緒論

1.1 調査の目的

ミャンマー国政府の要請に基づき、同国マンダレー市とセントラルドライゾーンの 11 のタウンシップ*¹⁾に分布する村落を対象としてそれぞれ給水計画を策定する。

1) マンダレー市上水道整備計画

MCDC (マンダレー市開発委員会) 管轄の 5 つのタウンシップを調査対象として、2020 年を目標年次とした上水道整備計画を行う。本調査には、人口増加等の要因による旧市街地の水源を含む上水道整備計画について開発調査を行う。

2) セントラルドライゾーン給水計画

セントラルドライゾーンに点在する村落を対象とした給水計画の策定を行う。本調査は、セントラルドライゾーンの水理地質解析調査を中心に、既往の地下水開発に関する調査成果や、従来行われてきた当該地域の村落給水整備に関する背景を踏まえ、持続可能な村落給水計画について開発調査を行う。

1.2 調査対象地域

本調査の対象地域は、マンダレー市 (人口約 80 万人、面積約 117 km²) とセントラルドライゾーンに分布する 11 のタウンシップであり、半乾燥地域に属する。

1.3 調査工程

平成 13 年 5 月、現地調査を開始し、平成 15 年 1 月まで 2 段階にわたる現地調査を実施した。この中で、第 1 段階調査においては、既存資料の収集や社会状況調査を含む基礎調査を実施した他、水資源賦存量調査に関連する物理探査、既存井戸の水位調査、既存井戸水質の継続調査等を実施した。平成 14 年 5 月から第 2 段階現地調査に移行し、マンダレー市の水道施設整備のマスタープランを作成する一方、セントラルドライゾーンにおいては、調査井を建設して水理地質状況を詳細に調査した。これらの結果は国内解析作業を経て、平成 15 年 3 月ドラフトファイナルレポートとしてまとめられた。同年 6 月には、同レポートの提出及び説明のため調査団が派遣された。7 月、ドラフトファイナルレポートに対するミャンマー国側の意見書が送付され、これに基づいて加筆訂正を加えて、本最終報告書が完成された。

*1) ; ミャンマー国ではヤンゴン市とマンダレー市以外の地方都市はタウンシップと呼ばれる行政体を形成している。タウンシップは DDA の管轄下に属し、その行政権は市街地にとどまらず域内の全ての村落を含んでいる。

第2章 マンダレー市の給水計画

2.1 マンダレー市の概要

マンダレー市は現在ミャンマー国第2の都市であり、ヤンゴンにつぐ商業都市であると同時に交通、通信の要衝として発展している。マンダレー市はタウンシップ（注；前ページ脚注のタウンシップとは異なり、行政権はない）と呼ばれている5つの区域から構成され、面積117km²、人口は約80万2000人（2000年）である。

2.2 給水施設の現況

（1）給水サービス

マンダレー市の上水道事業はマンダレー市の行政を担当するマンダレー市開発委員会（Mandalay City Development Committee 以下 MCDC）に属する上下水道局によって、運営されている。現在の上水道施設は、ADB、OPEC、およびミャンマー経済銀行融資のもと、1983年から1992年に建設された。現在の給水人口は行政人口の約50%に相当する40万人、給水区域は65km²（行政面積の約60%に相当）である。主な上水道施設は井戸（生産井）、浄水池、配水ポンプ場および配水管網から構成されている。

- 取水量：109,000 m³/日
- 配水量：96,000 m³/日
- 有収水量：39,000 m³/日
- 無収水量：57,000 m³/日（漏水水量、不払い水量も含む）
- 水道料金：10 Ks/m³（使用量30m³/月まで）、15 Ks/m³。（30 m³/月以上）

3ヶ月毎に、水道メータによる計量水量に応じて徴収される。MCDC 所有のマーケット、市庁舎、他の公共施設等は徴収免除。

（2）既存の上水道施設

- 1) 取水施設：深さ100 m以上の28本の深井戸。中継ポンプ場を介して市内へ送水する。
- 2) 消毒施設：1994年に塩素の漏えい事故が発生し故障し、修復できなかった。
- 3) 中継ポンプ場：2つの中継ポンプ場BPS1、BPS2があり、以下の施設内容である。

BPS1：電動機駆動式(410 kW)ポンプ3台 + エンジン駆動式(880 HP)ポンプ1台

配水タンク：容量23,000 m³

BPS2：BPS1の東南約2.5 km地点にあり、南部給水区域の圧力不足を解消する目的。

配水タンク：容量2,300 m³、BPS1から送水本管（φ300 mm）で送水される。

電動機駆動式(110 kW)ポンプ2台 + 同形式(55 kW)1台

4) 配水池：

マンダレーヒル配水池：容量12,500 m³ (1991年建設)。

本配水池は建設後約10年の間使用されていなかったが、2002年にMCDCが建設したNo.28生産井から受水し、使用が開始された。

高架水槽：矩形鋼製タンク（容量 500 m³） - 2 基

5) 送配水管

送水管：生産井群～BPS 1：ダクタイル鋳鉄管（φ400～900 mm）総延長 6,774 m。

配水管：ダクタイル鋳鉄管（φ200～800 mm）総延長 87 km。

小配水管：ダクタイル鋳鉄管（φ100 mm - 延長 65 km、150 mm - 延長 136 km）

共同水栓：東南部地域の既存給水地域の外を対象。井戸＋地上タンク式 54 ヶ所。

施設構成 - 口径 100 mm、深さ 20～40 m、揚水方法：エアリフトポンプ

2.3 マンダレー市の水資源

本マスタープランでは、本市の西側を流れるイラワジ川とこの川の支流であり、市の南部を流れるドッタワジ川の流況資料や水質試験等により、水道水源としての利用価値を評価した。また、市全域の地下水利用の実態を把握し、本調査で実施した水理地質調査、試験井建設、既存井戸のモニタリング等の調査結果をベースに、当該地域の地下水賦存量を解析して、将来の地下水利用の可能性を評価した。

(1) 表流水の評価

上記解析の結果、以下の理由により本調査の最終目標 2020 年までの水源としてはイラワジ川が有利であると結論づけられた。

- 1) イラワジ川、ドッタワジ川とも本市の水道水源として十分な流量を有しており、取水量の問題はない。
- 2) 両河川とも水道水源として懸念される水質汚染はないが、ドッタワジ川の水質はイラワジ川に比して、溶解性物質、浮遊物、蒸発残留物、濁度等が数倍～10 倍程度高いため、浄水施設の維持管理費が高くなることが予想される。
- 3) イラワジ川は市の中心部から数 km と近いが、ドッタワジ川は約 21km と遠いため、送水管延長が長くなり建設コストが大きくなる。

(2) 地下水の評価

既存データと本調査で実施した電気探査の結果を総合し、全市の地下 300m までの比抵抗分布状況を把握した。また、1 年間に亘り市内 15 本の井戸を対象とした月 1 回の水質・水位の定期観測、さらに全市 100 箇所の井戸等を対象とした水質・水位の一斉観測を乾期 2 回実施した。更に、市の南部地区を対象に、調査井（φ6"、180m 深）1 本とモニタリング井（φ4"、60～120 m）5 本を建設し地層の確認をするとともに揚水試験を実施した。これらの調査を基に市全域にわたる地下水流動状況、地下の帯水層定数を求め、地下水収支を含む地下水シミュレーションを実施した。

これらの結果から導かれた将来の開発可能地下水量は、既存生産井を含むイラワジ川

沿いの市の北西地域で 36,000 m³/日、一方、工業地域を中心とする南部地域で 24,000 m³/日と算定された。この 80%程度を適正揚水量とし、将来の開発地下水を北西部地域で 26,000 m³/日、南部地域では 22,000 m³/日と決定した。

2.4 マンダレー市の水需要予測

MCDC の水需要は下図のとおり、日平均水量で 2000 年の 12 万 m³/日から 2010 年 21.5 万 m³/日、2015 年 26.4 万 m³/日、2020 年 30.5 万 m³/日へ増加することが予想される。2001 年現在、日平均需要に対し給水量が約 2.4 万 m³ 不足している。将来、水不足が増加することは明白であり、緊急的な対応を必要としている。

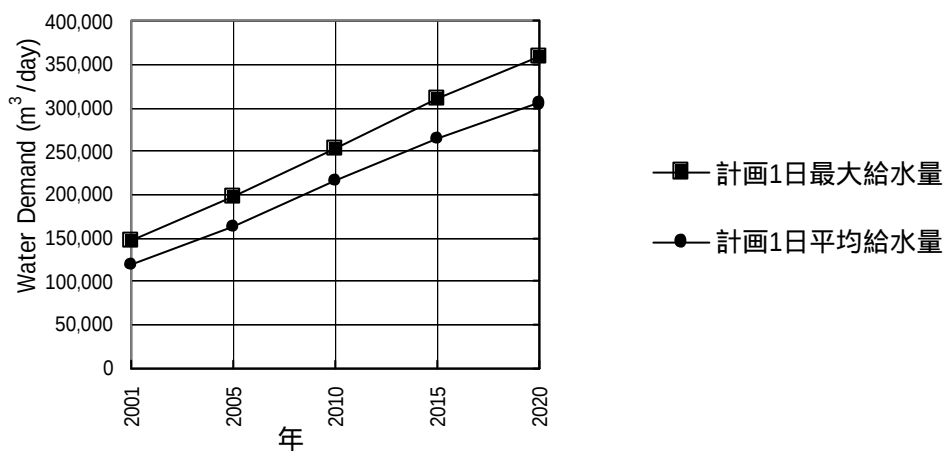


図 2.4.1 水需要予測

2.5 施設の段階的建設計画

計画プロジェクトはマンダレー市の水需要の伸びに基づいて、以下の2段階により実施される。実施工程は図 2.5.1 に示す通りである。

第1段階：既存水道施設の拡張計画

2004～2005年；緊急プロジェクト（地下水開発及び既存施設の改善）
2005年；BPS1 関連の既存配水管網の拡充。

第2段階：表流水利用施設（取水・浄水施設建設及び配管網の整備）

2006～2008年；第1期工事、100,000(m³/日)容量分。
2009～2010年；第2期工事、50,000(m³/日)容量分。
2014～2015年；第3期工事、50,000(m³/日)容量分。



本調査においては既存施設の有効利用を前提とし、将来の水需要の増加と給水区域の拡張にあった施設整備の実施を目的として、以下の計画諸元とする。

計画人口（2020 年）	1,098,800 人
計画給水人口	988,900 人
生活用水量原単位	180 lpcd
業務営業用水量原単位	36 lpcd
計画有効率	70%
計画 1 日平均給水量	305,000 m ³ /日
地下水系施設(緊急プロジェクトによる拡張分)	22,500 m ³ /日
（既存施設との合計	135,000 m ³ /日)
新浄水場(イラワジ川水源)	170,000 m ³ /日
計画 1 日最大給水量	359,000 m ³ /日
地下水系施設(緊急プロジェクトによる拡張後)	159,000 m ³ /日
新浄水場（イラワジ川水源）	200,000 m ³ /日
計画時間最大配水量	22,437 m ³ /時
地下水系施設(緊急プロジェクトによる拡張後)	9,937 m ³ /時
新浄水場（イラワジ川水源）	12,500 m ³ /時

(1) 施設整備の内容

本調査で提案する施設の内容は、以下に記述する通りである。

1) 第1段階：既存水道施設の拡充計画

i) 緊急プロジェクト

ア) 地下水開発による給水量の増加策

- 深井戸：既存生産井群の北側と南側延長線上にそれぞれ 2、3 本（合計 5 本）
26,000 m³/日を新たな水源とする。
深井戸構造：仕上がり径 φ300 mm、深さ 150 m
- 水中ポンプ：北側 φ200 mm x 75 l/s x 110 kW -2 セット
南側 φ200 mm x 75 l/s x 90 kW -3 セット
- 送水管：φ300 ~ 500 mm、ダクタイル鋳鉄管 L = 6,140 m

イ) 既存施設の改善策

- 増圧ポンプ場(BPS1)のポンプ増設：400 mm x 30 m³/min x 45 m ? 2 台
- 増圧ポンプ場(BPS2)のポンプ交換：200 mm x 7.5 m³/min x 50 m ? 1 台
- 配水池の増設(BPS1)：12,500 m³ x 1 池
- 消毒施設の設置(BPS1)：高度さらし粉式- 1 式
- 配水管及び流量計-2 式

ウ) 緊急プロジェクト実施の方法

資機材供与型 + 施設建設型プロジェクト：

生産井 5 本の建設や送水管の敷設は、必要な資材、消耗工具及び部品等を供給すれば、市によって建設することが可能である。一方、配水池、増圧ポンプ施設、消毒施設等の工事は、MCDC の技術力に照らして、工事規模が大きいことや未経験施設であるため、コンサルタントの監理の下、コントラクターによる建設体制を敷くことが必要である。

ii) 既存配水管の拡充計画

既存配水区域のうち将来 BPS1 によって中継される給水区域、約 2,200ha の配水管網を一部補強することにより緊急プロジェクトによって増加する配水量を効果的に給水する。

総延長 = 50,980 m、配管口径=100 ~ 600 mm

2) 第2段階：表流水を水源とする取水・浄水施設の建設案

地下水の開発後には、表流水を浄化する本格的浄水システムが不可欠となる。

計画浄水量は 200,000 m³/日(2020 年計画)、取水量は 220,000 m³/日(同)。

計画施設は以下の通りであり、水需要の増加に合わせ、段階的に整備建設する。

- 取水場：施設位置はイラワジ川左岸 2 地点及びドッタワジ川右岸 1 地点から、河川特性、水質汚染の影響、施設の維持管理、既存施設の有効利用等を考慮し、イラワジ川左岸北部点の河川敷を造成。
構造形式：水門型、取水ポンプ：5 台（1 台予備）配置
- 導水管：ダクタイル鋳鉄管（口径 1,350 mm、延長 5,600 m）
敷設ルート：イラワジ川外周道路内
- 浄水場：マンダレーヒルの約 2km 西に位置する遊水池区域に造成する。
* 浄水方式：凝集沈殿 + 急速ろ過方式

2.7 プロジェクトの建設計画及び事業費

(1) 建設計画と建設費

各計画プロジェクトの実施年は水需要の増加やプロジェクトの緊急性に合わせて、以下の段階整備計画を提案する。

表 2.7.1 プロジェクトの段階整備計画と建設費

施設名 (実施年)		第 1 段階		第 2 段階		
		緊急プロジェクト (2004 ~ 2005 年)	既存配水管拡充工事(BPS1 関連) (2005 年)	第 1 期工事 (2006 ~ 2008 年)	第 2 期工事 (2009 ~ 2010 年)	第 3 期工事 (2014 ~ 2015 年)
浄水施設規模		-	-	100,000m ³ /日	50,000m ³ /日	50,000m ³ /日
取水施設	土 木 構 造	深井戸-5 本 26,500m ³ /日	-	220,000m ³ /日	-	-
	ポンプ/ 送水管	4.5 m ³ /min x5 台	-	38.2m ³ /min x3 台 φ 1350 L=5.6km	38.2m ³ /min x1 台	38.2m ³ /min x1 台
浄水施設	沈砂池	-	-	1 系統	1 系統	-
	沈殿池、ろ過池	-	-	2 系統	1 系統	1 系統
	浄水池	-	-	1 池	1 池	-
	送水管	φ 300 ~ 500 mm L=6.14 km	-	φ 1000 ~ 1200 mm L=2.86 km	φ 1000 mm L=2.9 km	-
	建築等	-	-	完成	-	-
配水施設	配水池 ポンプ その他	12,500 m ³ x1 池 30m ³ /minx2 台 消毒施設 1 式	-	17,000 m ³ x 1 池	25,000 m ³ x 1 池	-
	配水管	φ 600 ~ 900mm L=0.62km、その他	φ 100 ~ 600mm L=51.0km	φ 100 ~ 600mm L=67.4km	φ 100 ~ 1200mm L=170.8km	φ 100 ~ 800mm L=120.8km
建 設 費 (US\$ 1000)	内容別	7,115	5,849	55,447	46,949	24,275
	段階別	12,964		126,672		
	総合計	139,636				

提案したプロジェクトの建設費のうち、第1段階計画に含まれる緊急プロジェクトの費用の合計は711万ドル（機材調達費486万ドル、施設建設費208万ドル、現地側負担工事費17万ドル）と見積もられる。また、既存配水管の拡充計画の事業費の合計は585万ドル（工事費495万ドル、その他費用90万ドル）と見積もられる。取水・浄水施設の整備を伴う第2段階工事の総額は12,667万ドル、その内工事費は10,735万ドル、その他の経費として1,932万ドルと積算される。総事業費は13,963万ドルと見積もられる。

(2) 施設の維持管理費

緊急プロジェクト施設の維持管理費は5,469ドル/月が見込まれる。計画浄水場の第1期工事で100,000 m³/日施設が完成後、維持管理費は54,742ドル/月、第3期工事で200,000 m³/日施設が完成後には102,038ドル/月が見込まれる。

2.8 財務・経済分析

事業初期の水道料金を0.15ドル/m³に、料金上昇率を年間4%相当に設定すれば本事業全体の財務的内部収益率（FIRR）は8.0%と算出された。この時、第1段階の緊急プロジェクト、BPS1関連の既存配水管網の拡充計画及び第2段階の表流水を利用する取水・浄水施設建設計画のFIRRはおおの13.0%、14.3%及び7.1%であった。

経済的内部収益率(EIRR)としては、本事業全体では8.1%と算出された。案件毎のEIRRでは、第1段階の緊急プロジェクトにおいて12.3%、BPS1関連の既存配水管網の拡充計画で13.8%、第2段階の取水・浄水施設建設計画で7.3%と算定された。

2.9 技術移転

本調査の実施を通じて、主に以下の地下水の開発手法が技術移転された。その内容は、1) 井戸建設に関連する掘削記録、電気検層、等に関する報告書の作成方法、2) 地下水モニタリング、3) 井戸データベースの構築、4) 地下水シュミレーションプログラムの操作方法等である。

2.10 結論と勧告

本マスタープランで提案する計画は以下の通り、大きく2段階から構成される。

第1段階：既存水道施設の拡張計画

2004～2005年；緊急プロジェクト（地下水開発及び既存施設の改善）
2005年；BPS1関連の既存配水管網の拡充

第2段階：表流水利用施設（取水・浄水施設建設及び配管網の整備）

2006～2008年；第1期工事、100,000(m³/日)容量分2009～2010年；第2期工事、50,000(m³/日)容量分2014～2015年；第3期工事、50,000(m³/日)容量分

現在の日平均給水量は水需要に対し 24,000m³/日程度下回るが、既存給水地域の外側、特に南側の周辺部への宅地化の広がり、また南部にある工業団地への労働力供給源となる住民の増加等により、給水地域の拡張及びそのための水源確保が緊急的課題となりつつある。

提案する緊急プロジェクトは、5本の生産井と配水池の建設、加圧ポンプ設備の追加等により、安全な水を十分に配水するものである。提案する施設は既存施設と同種であり、地元の技術力で十分に運営管理が可能である。提案された緊急案件を含む既存施設の拡張計画は技術的に妥当であり、現在課題となっている水不足を改善するために有効であり、高い効果を発揮することが期待される。

表流水を水源とする水道施設に対しては、MCDC には施設運営の経験がないため、将来の施設導入のための準備を始める必要がある。施設の運転管理技術の習得は、施設の建設契約に基づき提供される他、水道技術に関する研修コースへの参加も効果的である。

提案されたプロジェクトの実施と借款の返済のためには、水道料金の値上げは避けられない。財務分析の結果、水道料金を当初 0.15 ドル/m³ とし年間 4%相当の上昇を前提とした場合、本事業全体の財務的内部収益率（FIRR）は 8.0%と算出された。MCDC が水道料金を改定し、プロジェクトに対する借款のほかに、建設費の一部を補助金で賄われる場合には、プロジェクトの健全な運営が見込まれる。本格的な取水・浄水施設の建設事業へ向けて、MCDC は市民の支払意思を維持し、事業費、財務運営、工期等の厳密な管理を実施する必要がある。

提案されたプロジェクトは当国第 2 位の大都市であるマンダレー市の社会経済活動と将来の発展に不可欠であり多大な貢献が期待される。プロジェクトを効果的に実施するため以下の勧告を行う。

- 水道財政の独立採算制を含む管理体制の強化
- コンピューターを導入した、施設の運営管理記録、施設台帳、資機材管理、調査設計、データベース等の業務管理手法の確立
- 地下水モニタリング体制の強化確立
- 配水管網の管理強化
- 浄水技術の運営管理等に関する訓練、学習
- 水道料金の改定
- 水道部の組織改定
- 下水道施設の整備及び関連調査の実施

第3章 セントラルドライゾーン給水計画

3.1 地形・地勢

本調査の対象地域はミャンマー国のほぼ中央に位置し、周辺国との国境をなす山岳地域に囲まれた標高 45 m ~ 70 m 程度の盆地に位置している。気候は 5 月 ~ 10 月の雨期と 11 月 ~ 4 月の乾期に大別され、年平均降雨が 500 ~ 1000 mm の半乾燥地域である。調査対象は、マンダレーとマグエの 2 管区に分布する 11 のタウンシップであり、総面積 16,500 km² で四国ほどの面積に相当する。当地域の人口は約 320 万人であり、その内約 80% が村落部に居住している。

3.2 水理地質概況

セントラルドライゾーンには、暁新世岩、漸新—中新世のペグー層群、鮮新世から更新世にかけてのイラワジ層等の第三紀堆積岩類が分布する。調査対象地域は、特に、ペグー層群、イラワジ層と第四紀の未固結堆積物等が分布する。

調査地域の地質は、新しいものから順に第四紀未固結堆積物、主にイラワジ層およびペグ層群により構成される。

ペグー帯水層は塩分を含む場合が多いため、飲用水にあまり適さない。イラワジ帯水層は、基準値を超えない程度に溶存成分を含むものが多いが、場所により飲用に適さない水質も認められる。

3.3 水利用の現況

村落では生活用水は主として雨水を貯めた溜池に頼っている。水汲みは主として女性や子供たちが担当し、バケツをつるした天秤棒を担いで溜池から自宅へ水を毎日数度運ぶのが日課である。家々には直径 1.0m 程度の水甕が数個おかれ、汲んできた水を貯めている。乾期も半ばを過ぎると溜池の水位が浅くなり、泥混じりの茶色の水になるが村人は干上がるまでこの水を大切に使う。溜池の水がなくなると、村から数キロ離れた井戸まで牛車に水樽を載せて水買いに出かけることになるが、これは男の仕事である。

セントラルドライゾーンにおいて国際援助機関の援助により数千本を超える井戸が建設されてきた。このため多くの村落で水不足が改善されたものの、当地域においては依然として井戸がない村や、井戸があっても塩水や高い鉱物含有のため飲めないなど生活用水に窮している村が多い。これらの村々では、井戸建設により良好な水が安く得られるようになることが強い願いとなっている。

井戸が建設された村では住民により水委員会が組織され、井戸の運転、料金徴収等の活動が村民の参加により実施されている。深井戸にはエンジン駆動ポンプや水中ポンプ(発電機付)が設置され、燃料代を賄うため自村民から 10 ~ 25 Ks/50 ガロン (10 ~ 20 円/m³) を徴収し、他村民からはその倍以上の料金を取るのが普通である。

3.4 村落給水事業の現状

村落給水の改善事業は主に UNDP や UNICEF 等の援助により 1960 年代から農業灌漑省の水資源利用局 (WRUD) をカウンターパートとして実施されてきた。2001 年、村落給水改善事業の実施権限が WRUD からそれまで地方都市の給水事業を担当してきた DDA に移管されたため、UNDP や UNICEF プログラムの主管局は DDA に一元化された。

現在、DDA は村落の水事情の改善を最優先事業と位置付け、2000 年から 2010 年の 10 年間にセントラルドライゾーンの 3 管区を対象に村落給水施設の整備に関する「10 年計画」を策定し事業を推進している。同事業の対象は表 3.4.1 に示す通りである。

表-3.4.1 DDA による「村落給水整備 10 年計画」の対象

管区名	タウンシップ数	村落数	戸数	人口 (2000 年)	予測人口 (2010 年)
サガイン	34	5,460	716,384	3,913,874	4,678,262
マグエ	25	4,792	557,119	2,977,279	3,558,748
マンダレー	26	5,550	789,069	3,903,805	4,666,227
合計	85	15,802	2,062,572	10,794,958	12,903,237

DDA は村落給水整備 10 ヶ年計画において絶対的に水量が不足する村落から優先的に対応することとしている。計画では深井戸、浅井戸、手掘り井戸 (dug well)、溜池、湧水利用等を、村々の自然条件、経済条件等に適合した対応策として想定している。

3.5 調査対象地域の地下水分布調査

(1) 既存井戸モニタリングと物理探査

対象地域の地下水ポテンシャルを把握するため調査対象 11 の各タウンシップにおいて、既存井戸から 10 本程度をモニタリング井と定め、1 年間にわたり水位観測と簡易水質分析をおこなった。さらに、110 の全対象村落において 2 ヶ所づつ電気探査を実施し、各村の地下水層の深さや広がりをも想定した。

(2) 試験井建設村落の選定

地表調査の結果をもとに深めるため、調査対象の各タウンシップから 2 村を選定し、全 22 村において試験井を建設した。試験井の建設サイトは、調査対象村落全 110 村に関し、村落の水供給の逼迫度及び井戸掘削機械の搬入の難易度、地下水性状等を勘案し、決定された。

(3) 試験井の建設

本調査の第 3 年次において、調査団員の指導の下、DDA の所有する 200m 深級井戸掘削機 (1983 年から 86 年に日本が供与した) 3 台を修理し、新たに事業団が投入した 300m 深級井戸掘削機を加えた 4 台体制とし、カウンターパート側の井戸掘削部隊への技術移転を兼ねて、試験井の掘削を開始した。工事は 2002 年 6 月から 2003 年 1 月まで継続され、深さ 200m

～300m 井戸 21 本と深さ 60m の浅井戸 2 本の合計 23 本が建設された。

調査井は建設後、村落の生産井として有効利用される予定であったため、本調査において深井戸用ポンプ 21 セットが調達された。なお、浅井戸 2 本にはエアリフトポンプが現地調達された。建設された調査井の内、3 本は揚水量が不十分あることや地下水位が深すぎるためポンプを設置しなかった。また、1 本は自噴井であったのでポンプが不要であった。これら 4 箇所をのぞく 17 本の井戸にポンプを設置した。なお、井戸用のポンプ小屋、地上貯水槽及びポンプ周りの小配管等はカウンターパート機関の責任で建設された。

3.6 地下水ポテンシャルと水利用の開発方針

(1) 地下水ポテンシャル

各種現地調査の結果、対象地域における利用可能な主な地下水は、地域に広く分布しているイラワジ層とペグー層の褶曲部や断層部等の空隙が発達した地層部に存在する地下水(「裂か水」と称す)である。現地調査結果から、セントラルドライゾーンの地下水は全体として水量的には村落給水を対象とする場合、十分な開発ポテンシャルを有しているといえる。ただし、裂か水は一般的に面的な広がり乏しく、狭い範囲に存在するため、地域の水理地質や既存井戸のデータ等から地層の特性を十分に把握し、物理探査を入念に実施し、その区域の水理地質状況にあった適切な井戸形状を決定することが重要である。

(2) 水利用の開発方針

セントラルドライゾーンの村落に対する地下水開発は、1980 年代以降、UNDP や UNICEF 等の外国の援助によって実施されてきており、井戸が建設された村やその周辺の村落にとって重要な水源として利用されている。既存の井戸施設は村民によって組織された水委員会によって運転管理され、そのための費用も水道料金として徴収されている。まだ井戸がない村々では、既存の井戸建設例を参考に、自村に井戸を建設することを強く希望している。それらの村では井戸の運転管理や費用を自分たちで賄う意欲も高い。調査対象地域の村落では人口が数百人から 2,000 人程度の規模が一般的あり、村落間の距離が数キロ離れている。以上の状況に加え、調査された地下水ポテンシャルを考慮すれば、本地域の給水状況を改善するためには、地下水開発に基づく村落ごとの給水整備(点水源システム)が経済的であり、運営管理上も有利であると判断される。

3.7 計画の内容

(1) 計画の目的

計画の目的は、村内に生活用水を確保することにより、乾期に数時間かけて村外へ水汲みに行く負担を軽減する。これにより、衛生的な生活向上や余剰時間の有効利用による収入増等が期待される。

(2) 計画の位置付け

計画対象は本調査で対象とされたマンダレー管区及びマグエ管区にある 11 タウンシップに所属する 110 村落とする。村落の人口は 2001 年現在 117,100 人であり、2010 年には総人口は 137,500 人に上る。本計画は DDA が推進している「村落給水整備の 10 年計画」の実施に欠かせないプロジェクトとして位置付けられ、本計画なくては「同 10 年計画」の実現は不可能であると言える。

(3) 地下水開発計画

対象村落の近隣には恒常的に利用可能な河川や湧水等の水源がなく、地下水の利用が最も安定的で現実的な水源とされる。現地調査の結果、対象地域においては深さ 200 m から 300 m の井戸建設を前提とすれば、概ね地下水の利用が可能であると結論づけられた。ただし、対象となる水源が水理地質上、狭い範囲に分布する裂隙水となるケースが多く、井戸建設には電気探査や電気検層等の結果を綿密に解析し、良好な帯水層を見逃さないよう十分に配慮する必要がある。

1) 計画井戸施設

井戸構造は本調査の水理地質調査と試掘井調査の結果を踏まえ、井戸仕上がり口径を 150 mm とし、深度 200 m と 300 m の 2 タイプに分ける。計画における建設井戸本数は、下表に示す通り全体で 120 本とする。

表 3.7.1 計画井戸本数

管区	タウンシップ名	深度 200m 程度井戸	深度 300m 程度井戸	合計
マンダレー	Taungtha	12	1	13
	Kyaukpadaung	5	4	9
	Natogyi	14	-	14
	Nyaung-U	8	3	11
	Pyawbwe	8	-	8
	Myingyan	9	2	11
マグエ	Chauk	1	11	12
	Magway	9	-	9
	Pakokku	11	1	12
	Myothit	13	-	13
	Yesagyo	8	-	8
	Total	98	22	120

井戸の揚水方法は、地下水状況や実績を考慮して「電動機＋容積ポンプ」の組合せが望ましい。各井戸にはポンプ小屋を建設し、1 基の貯水タンクと井戸周り小配管を敷設する。水はタンクに設置する蛇口から供給される。

2) 計画実施期間と実施の方法

本計画の工事は 2004 年度から開始し 5 年間で完成することとし、「村落給水整備の 10 年計画」と連携し、その実施促進を図ることを目的とする。

DDA が保有する既存掘削機には、本計画の実施に投入する余裕がない。JICA が本調査の試験井掘削のために 2002 年に投入した 300 m 級の井戸掘削機械 1 台は、調査の過程で消耗したスペアパーツやアクセサリーを補充することを前提に、本計画に投入する。計画井戸本数を 5 年間に完成させるため、新たに深度 200 m～300 m 級の井戸建設に対応可能な掘削機 2 台とその他の支援機材及び関連資機材が必要となる。さらに、本計画において井戸補修機材を調達し、合わせて井戸補修技術の移転を行うことにより、能力の低下した既存井戸施設が改修され、揚水量が回復されれば、既存施設の再利用が可能となる。

DDA は、前身である GAD (General Affairs Department) として、1983 年と 1986 年に JICA が実施した 11 地方都市を対象とした 2 つの給水計画において供与された、6 台の井戸掘り機械と関連機材及び井戸資材を使って、独自に計画を実施してきた経験を有しており、ここに提案する計画においても同様に必要な資機材が調達されれば、工事実施は自国の予算措置を講じて実施する事が可能である。

3) 資機材調達計画と費用

本計画の内容を実施するために必要な機材調達は表 3.7.2 の通りである。

表 3.7.2 調達資機材

	機械用途	機械名	仕様	数量
1	井戸掘削機械	1) トラック搭載型井戸掘削機	深度 300m 級	2 台
2	掘削ツール、アクセサリー	1) 掘削ツール、アクセサリー	深度 300m 級用	2 式
		2) 掘削ツール、アクセサリー	JICA 調達掘削機(Top 500)用 (DDA 既存リグ借用分含む)	1 式
3	関連支援機材	1) エアコンプレッサー		3 台
		2) 重量運搬トラック		2 台
		3) 中型資材運搬用トラック		2 台
		4) 給水車	8m3、4WD	3 台
		5) 作業用ピックアップ	4WD、W-キャビン	4 台
		6) 移動式ワークショップ	アクセサリー、ツール含む	1 台
		7) トラック搭載型井戸補修機材		1 式
		8) 揚水ポンプ機材		3 式
4	井戸資材	ケーシングφ12"		3,600 m
		ケーシングφ6"		22,270 m
		スクリーンφ6"	ステンレス巻線型	3,930 m
		セントライザー等		1 式
		ベントナイト、CMC		1 式
5	井戸ポンプ	エンジン駆動式容積型ポンプ	1000gal/hr～5000gal/hr	121 台
6	調査機材等	孔内検層機	400m 深度対応	1 式
		水質分析機具		1 式

海外から調達されるべき資機材の予算は約 9.0 百万 US ドルと見積もられる。ミャンマー側の実施内容は、ポンプ小屋、貯水タンク、小配管等の建設及び井戸建設工事にかかる機材の燃料費、人件費等の経費であり、約 35 万 US ドルと見積もられる。

4) 維持管理計画

対象村落においては、概ね水委員会が組織されており、既存の溜池や井戸等の施設の維持管理や衛生改善等の活動を実施している。本調査において建設される施設も同様に水委員会の責任に負う事となる。対象村落では他村での例から深井戸の管理運営に関する基本的知識は有しており、指導を通して維持管理が可能となることが期待される。各村落は本計画の実施機関である DDA が管轄するタウンシップ開発委員会に所属している。各タウンシップには技術員が常駐しており、彼らが各村落との良好な関係に基づいた支援体制を構築し、村落に対する定期的な水使用や衛生に関する啓蒙、施設の維持管理方法の講習等に積極的に関与する必要がある。

井戸建設機械の維持管理は DDA の責任である。DDA には今のところ大型機械を修理できるワークショップが整備されていないため、本計画の実施を前提とした場合、他の省庁が有しているワークショップを利用することが有効である。省庁間の調整のため中央政府の積極的な関与が重要である。

3.8 財務・経済分析

水料金は、施設の運転経費と一般的な補修費が賄えることと、住民の収入に占める水道料金の支出を考慮し、20～25 Ks/50gallons 程度が妥当であると判断した。

事業実施において補助金を入れない場合、FIRR 7.0%程度を確保するためには、水料金を 80 Ks/50gallons 程度にする必要があり、対象地域の村落の支払い可能額を大幅に越えているため、本事業実施は補助金を前提とすることが妥当である。

初期投資額のうち機材調達費、及びポンプ更新費の約半分を補助金で賄うと仮定した場合、水料金が 20 Ks/50gallons で FIRR が 7.0%と算定された。

3.9 技術移転

現地調査は調査団員とカウンタパート側技術者の連携の下、協力しながら主な技術移転を以下の通り実施した。

(1) 試掘井の建設

日本人技術者 2 名の指導の下、DDA の井戸掘削班 4 チームが約 8 ヶ月間にわたる 23 本の調査井建設を通して井戸掘削技術の再教育を実施した。

(2) 物理探査調査

本調査において DDA 土木技術者との連携により 110 の全ての対象村落において電気探査・電磁探査の技術移転を実施した。本調査において納入された電気/電磁探査機器を使用し、対象の村落において電探結果に基づき、帯水層の位置を想定し、その結果を試掘井の建設に応用した。

(3) 井戸データベースの構築

GIS ソフトを用い井戸データベースを構築した。調査対象の 11 タウンシップを網羅し、地域の既存井戸の各種データを入力した。今後データを充実させ、効率的な地下水開発のツールとしての利用が期待される。

3.10 結論と勧告

提案プロジェクトはミャンマー政府が当地域で推進している水供給改善事業の一環としてなくてはならないものと位置付けられる。本プロジェクトは地下水により、110 村落に住む 137,000 人（2010 年）に安全で十分な生活用水を提供することができる。これらの村々では、計画の実施によって、長時間を要する水汲み労働が軽減され、農村社会の経済活動や保健・公衆衛生の改善に貢献することができる。

経済分析において、本事業の便益として、乾期の他村への水汲み時間の減少分を賃金労働への転化、水料金の低減による使用水量の増加、および衛生環境の改善による医療費の低減等を考慮すると EIRR が 5.7%と算定された。求められた数値の低さから、本プロジェクトを有償案件として実施するのは難しいが、本事業が BHN の案件であることの重要性を勧告すると、実施することの妥当性は高い。

先方実施機関にとっては、本計画の実施に必要な資機材のうち、海外から調達すべき資機材の調達が困難である。また、過去の経験から豊富な井戸建設能力を有しているスタッフもいるが、井戸掘削機械の老朽化に加え、未熟な掘削技術者の訓練も必要である。DDA には資機材の修理体制も十分でなく、本計画の実施には他の省庁に所属するワークショップの利用を考慮する。そのため、先方政府が各省庁間の調整を実施し、協力体制を構築することが求められる。

施設の完成後、村落の水委員会が水道料金の徴収を含め運営維持管理してゆく。水委員会の運営方針や財政管理の独自性は尊重されるべきではあるが、対象村落における財政力、技術力の未熟さを考慮し、実施機関である DDA の責務としての村落支援は不可欠である。そのため、DDA の本部機構に村落給水を担当する専属部署を設置し、タウンシップ事務所においても専属スタッフを置くことが望ましい。また、建設段階はもとより維持管理段階においても、対象村落に対する定期的モニタリングを実施し、必要に応じて施設の点検・修理、経理運営、運転技術の訓練等を実施することが望ましい。また、そのための予算措置を講ずることも不可欠である。

また、完成後のプロジェクト効果をより持続的なものにするためには、地域において活動している各種 NGO や国際援助機関の専門家ベースの連携支援等が効果的である。

要 約

第1章 緒論

1.1 調査の背景

ミャンマー連邦（以下「ミ」国という）は北緯 10 度～28 度、東経 92 度～101 度に位置し、面積約 67.8 万 km²（日本の約 1.8 倍）、人口 4,640 万人、1 人当り GNP 約 270 米ドル（97 年度）で、1948 年に英連邦からの共和国として独立した東アジア西端に位置する国家である。国土は西部をバングラデシュ、インドと、東部は北から中国、ラオス、タイと国境を接し、南西部はベンガル湾に、南部および南東部はアンダマン海に面している。

1988 年の政変以来、それまで全権を掌握していた国家法秩序回復評議会（SLORC）は、1997 年 11 月に規律ある民主制の実現等を目的として、国家平和開発評議会（SPDC）に改組され、ASEAN への加盟、市場経済の導入及び近隣諸国との関係緊密化等に努めている。

同国の経済社会インフラの状況については未だ整備途上にあるが、特に給水分野については全国を一元的に所掌する機関がない。同分野に対しては、これまで我が国をはじめ、UNICEF、UNDP、ADB 等の国際機関の援助が行われているものの、首都ヤンゴン市や同国第二の都市であるマンダレー市においても全体計画の未整備、施設の老朽化、運営体制の遅れなど多くの課題を抱えている。また、地方部では深刻な水源不足に直面している村落も多い。

かかる状況を背景として、2000 年 3 月、ミャンマー国政府から我が国に対し給水分野に係る調査実施の正式要請があった。しかしながら、同要請には、国境地域少数民族開発省、農業灌漑省、ヤンゴン市開発委員会、マンダレー市開発委員会による 4 つの要請が含まれていたため、2000 年 7 月、要請内容の整理を行うため JICA は予備調査団を派遣し、調査の結果、「ヤンゴン市給水改善計画調査」及び「マンダレー市・セントラルドライゾーン給水計画調査」の 2 案件として調査を実施することとなった。

本調査はこのうちの「マンダレー市・セントラルドライゾーン給水計画調査」である。

1.2 調査の目的

ミャンマー国政府の要請に基づき、同国マンダレー市とセントラルドライゾーンの 11 のタウンシップを対象としてそれぞれ給水計画を策定するが、以下の内容を含むものとする。

1) マンダレー市上水道整備計画

MCDC 管轄の 5 タウンシップを調査対象として、2020 年を目標年次とした上水道整備計画を行う。本調査には、人口増加等の要因による旧市街地の水源を含む上水道整備計画について開発調査を行う。

2) セントラルドライゾーン給水計画

セントラルドライゾーンに点在する村落を対象とした給水計画の策定を行う。本調査は、セントラルドライゾーンの水理地質解析調査を中心に、既往の地下水開発に関する調査成

果や、従来行われてきた当該地域の村落給水整備に関する背景を踏まえ、持続可能な村落給水計画について開発調査を行う。

1.3 調査対象地域

本調査の対象地域は、マンダレー市（人口約 80 万人、面積約 117 km²）及びセントラルドライゾーンに分布する 11 のタウンシップであり、半乾燥地域に属する。対象地域の各タウンシップ面積、人口を表 1.3.1、表 1.3.2 に示す。

表 1.3.1 マンダレー市

タウンシップ名	面積 (km ²)	人口 (2000 年 7 月)
Aung Mya Thar Zan	28.57	215,774
Chan Aye Thar Myay	13.08	205,385
Ma Ha Aung Myay	14.81	187,798
Chan Mya Thar Zi	25.12	144,543
Pyi Gyi Thar Gon	35.64	48,207
合 計	117.22	801,707

表 1.3.2 セントラルドライゾーン

管区	タウンシップ名	面積 (km ²)	人口 (2000 年 10 月推定値)		
			都市部	村落部	計
マンダレー	Taungatha	1,298	68,113	168,080	236,193
	Kyaukpadaung	1,940	95,137	234,767	329,904
	Natogyi	1,410	68,741	169,631	238,372
	Nyaung U	1,492	82,153	202,727	284,880
	Pyawbwe	1,750	83,443	205,910	289,353
	Mingyan	958	105,161	259,501	364,662
マグウェイ	Chauk	1,080	42,563	222,988	265,551
	Magway	1,790	52,091	272,904	324,995
	Pakokku	1,790	58,182	304,816	362,998
	Myo Thit	1,970	27,990	146,642	174,632
	Yezagyo	970	47,769	250,263	298,032
合 計		16,448	713,343 (23.1%)	2,438,229 (76.9%)	3,169,572 (100%)

1.4 調査工程

平成13年5月、第1次現地調査を開始し8月末フェーズⅠ基礎調査を予定通り終了し、9月プログレスレポートを現地政府側へ説明/提出した。この間フェーズⅡ調査の業務のうち、水資源賦存量調査に関連する物理探査、既存井戸の水位調査、既存井戸水質の継続調査等を実施した。しかし、9月に試掘井戸の建設用資機材が現地に予定通り到着しないことが判明したため急遽試掘調査の延期を決め、関連調査団員の派遣を中止した。11月、資機材の現地到着が翌年度になることが明確となったため調査の全体工程を見直し、調査団員の派遣時期の延期を含め調査内容を変更した。同11月、JICAは社会開発調査部社会開発調査2課木邨課長を団長とするミッションを現地に派遣し、調査期間の延期と業務内容の変更に先方政府側に説明し理解を得るとともに、先方が本調査の継続を望んでいることを確認した。平成14年2月、第1次現地調査のまとめと第2次現地調査で予定する調査内容の工程や問題点等を確認するため確認ミッションが派遣された。

平成14年1月、JICAが購送した補修機材が現地に到着し、3月末、DDA保有の既存井戸掘削機3台の修復作業が完了した。4月末、新規井戸掘削機1台が現地に到着したため、5月20日から第2次現地調査を再開し、同年12月末まで調査を継続した。これら調査結果をインテリムレポートとしてまとめ、本年1月初旬先方政府側へ提出し、その内容を説明した。

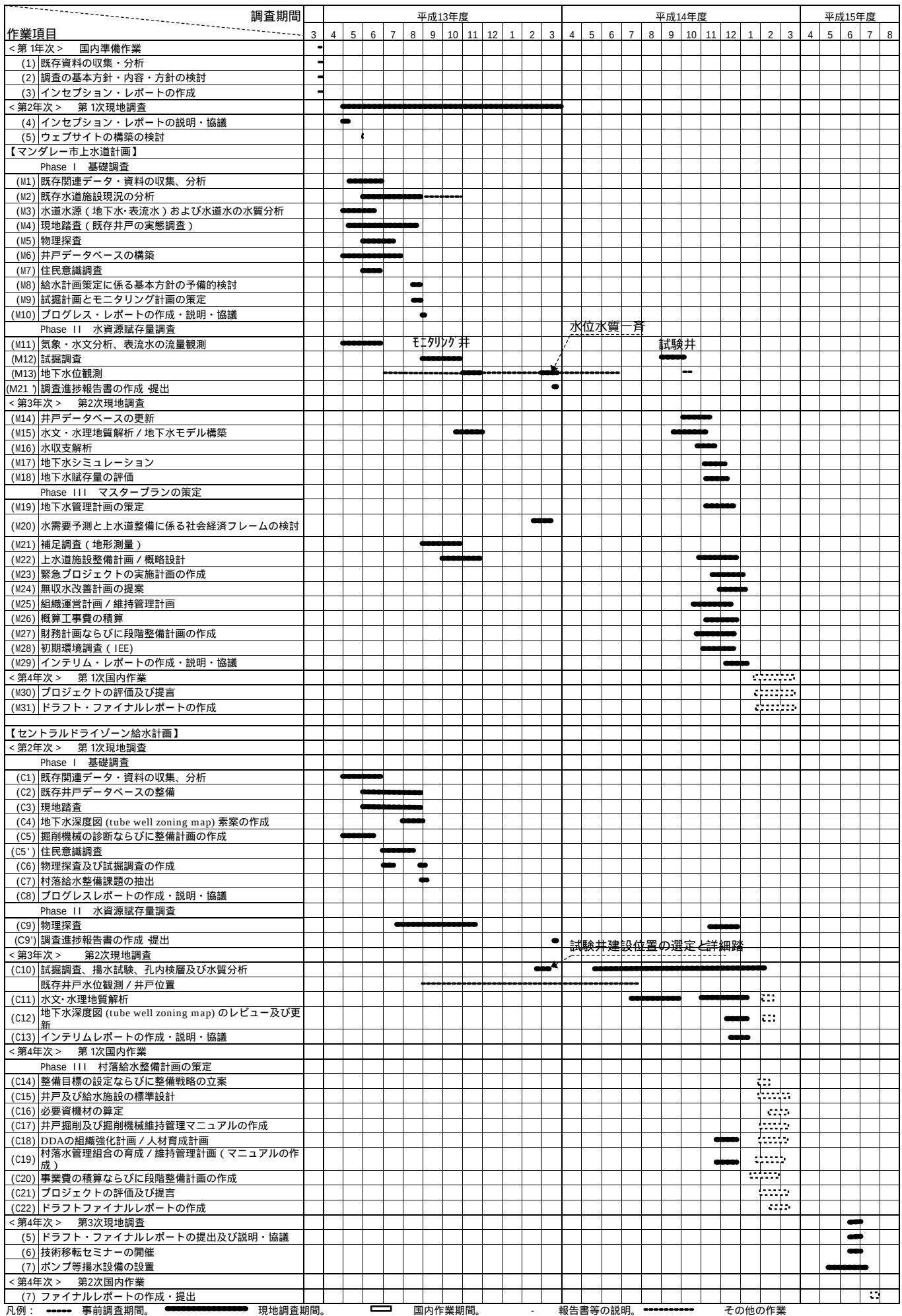
また、2003年1月、現地において作業監理委員会が開催され、インテリムレポートの内容を踏まえ、今後の国内解析作業の課題に等について協議を行った。

本調査は2003年3月末まで国内解析作業を継続し、これらの結果をドラフトファイナルレポートとしてまとめ、ドラフトファイナルレポートの説明ミッションが2003年6月に派遣された。同年7月、ドラフトファイナルレポートに対するミャンマー国側の意見書が送付され、これに基づいて加筆訂正を加えて、本ファイナル報告書が完成された。

調査の工程表をベースに表-1.4.1に示す。

なお、本調査において本調査の趣旨、調査内容、進捗等を広報するため、ホームページを開設すべく、ミャンマー国の通信事情を調査した。その結果、ミャンマー国においてはインターネット市場が十分に育成されていないこと、通信に対する国内規制があること等から、ホームページの開設を申請しても、いつ許可が下りるか分からない状況であることが判明した。そのため、今回の調査の時間的制約やミャンマー国からの情報発信の難しさを考慮して、本調査のホームページ開設を断念した。

表-1.4.1 調査工程表



凡例： 事前調査期間。 ●●●●●●●●●● 現地調査期間。 □ □ □ 国内作業期間。 - 報告書等の説明。 その他の作業

第2章 マンダレー市の給水計画

2.1 マンダレー市の概要

マンダレー市は 1856 年、ミンドン王の時代に建設が開始され、1859 年建設が終了すると同時に首都となった。以降 1885 年英国に占領されるまで、王都として君臨した。同国の中心部に位置するマンダレー市は現在ミャンマー国第 2 の都市であり、ヤンゴンにつぐ商業都市であると同時に交通、通信の要衝として発展している。マンダレー市は図 - 2.1 に示すとおり、5 つの区（タウンシップと呼ばれている）から構成され、面積 117km²、人口は 2000 年実績で約 80 万 2000 人である。

2.2 給水施設の現況

（1）給水サービス

マンダレー市の上水道事業はマンダレー市の行政を担当するマンダレー市開発委員会 (Mandalay City Development Committee 以下 MCDC) に属する上下水道局によって、運営されている。現在の主たる上水道施設は、ADB、OPEC、およびミャンマー経済銀行融資のもと、1983 年から 1992 年に建設された（以下 ADB プロジェクトと呼称）。現在の給水人口は行政人口の約 50% に相当する 40 万人、給水区域は行政面積の約 60% に相当する 65km² である。主な上水道施設は井戸（生産井）、浄水池、配水ポンプ場および配水管網から構成されている。

- 取水量：109,000m³/日
- 配水量：96,000m³/日
- 有収水量：39,000 m³/日
- 無収水量：57,000 m³/日（漏水水量、不払い水量も含む）
- 水道料金：10Kyat/m³（使用量 30m³/月まで）、15Kyat/m³。（30m³/月以上）

3 ヶ月毎に、水道メータによる計量水量に応じて徴収される。MCDC 所有のマーケット、市庁舎、他の公共施設等は徴収免除。

（2）既存の上水道施設（図 2.1 参照）

1) 取水施設

取水施設は深さ 100m 以上の 28 本（2002 年 7 月時点）の深井戸である。これらの生産井のうち 25 本がイラワジ川沿いに位置しているが、残り 2 本は 2 つの配水ポンプ場に 1 本ずつ配置されている。もう 1 本はマンダレー配水池の西 1.2km 付近に建設され、生産水としてマンダレーヒルの配水池に送水している。

2) 消毒施設

消毒施設は塩素注入設備である。1994 年に塩素の漏えい事故が発生し故障した。MCDC の財政難により、修理がなされず、今日まで使用されていない。これまで 8 年余りの間、幸いにも水系伝染病の発生がなかったが、MCDC は同施設の復旧を強く望んでいる。