

## 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

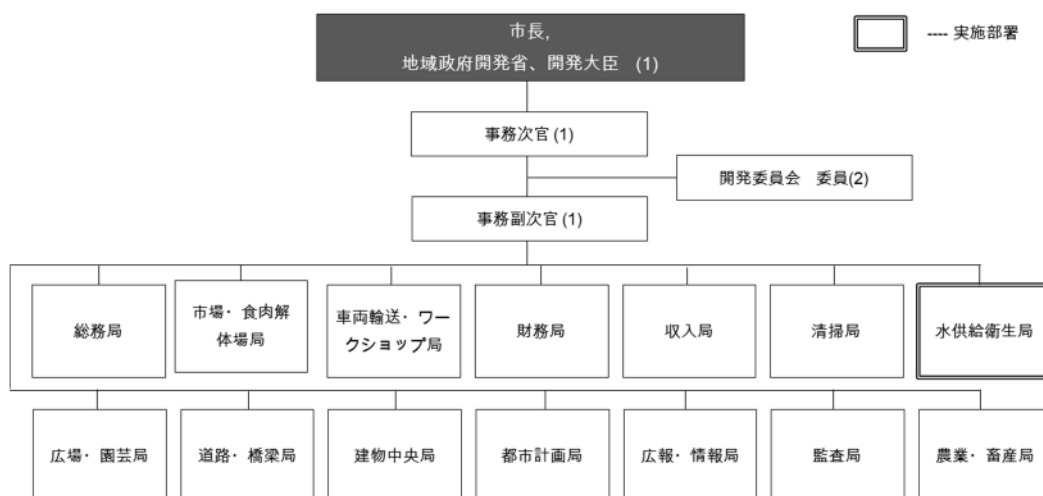
「ミ」国には、現在、水資源開発、都市水道及び村落給水を個別に管理する政府機関は存在する。水セクターにおいて、各省庁の役割分担は必ずしも明確になっていないが、総合的な情報を以下に示す。

- 都市水道を管轄する責任機関は明らかになっていない
- 一方、ヤンゴン、ネピドー、マンダレーの3大都市では、給水・衛生事業は市開発委員会（City Development Committee）によって管轄、運営されている。
- 畜産・漁業・村落開発省は、村落部への給水・衛生事業を管轄している
- 保健省は、公衆衛生の改善のため、村落部での給水・衛生事業の実施、飲料水の水質基準の策定、国立衛生研究所による水質検査などを行っている
- 村落部の給水・衛生事業において、畜産・漁業・村落開発省と保健省（MoH）の双方の役割調整は特に行われていないようである。

#### (1) マンダレー市開発委員会（MCDC : Mandalay City Development Committee）

MCDC の代表は市長であり、地域政府（Region government）の開発局長(Minister of Development Affairs)も兼任している。市長の下に事務次官（Secretary）、開発委員会委員、事務副次官（Joint Secretary）が配置され、その下に各部局が属している。開発委員会委員は現在2人であるが、2014年6月以降は5人となる予定である。MCDC は14つの部局から構成され、職員数は1,971人である（2014年4月現在）。

組織図を次図に示す。



出典：MCDC

図 2-1 MCDC 組織図

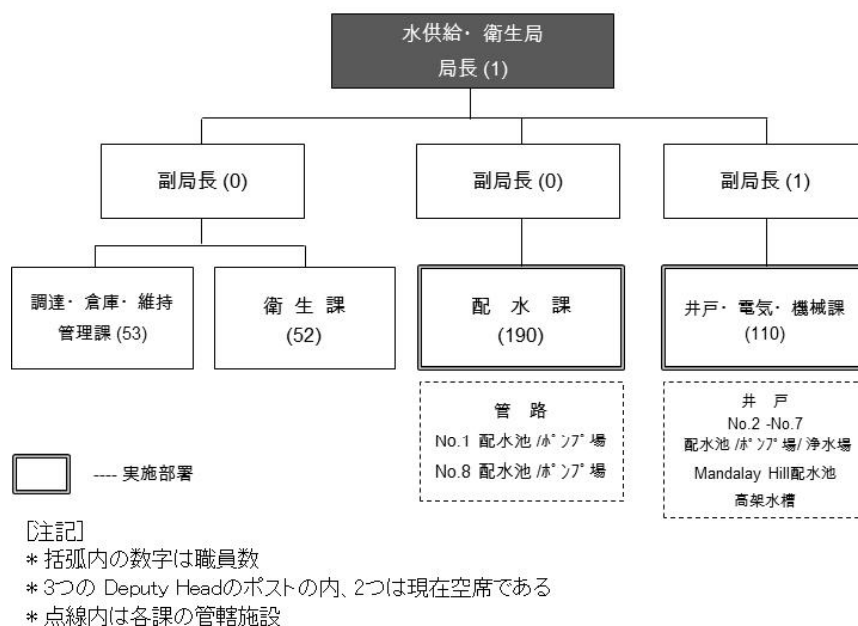
## (2) 水供給衛生局

### 1) 組織体制

水供給衛生局は、局長の下、3名の副局長のポストがある。3名の副局長が各課を管理する体制となっている。2014年5月現在、副局長のポスト2つは空席となっている。同局は、配水課、井戸・電気・機械課、衛生課、調達・倉庫・維持管理課の4課から構成される。職員数は契約職員を含めて407人となっている。

各タウンシップ事務所には、同局所属の職員が駐在している。ピジータゴンタウンシップの場合、維持管理担当と衛生担当の2名が配置されている。

組織図を次図に示す。



出典：MCDC 水供給衛生局

図 2-2 MCDC 水供給衛生局組織図

本対象事業の実施部署供給衛生局の配水課及び井戸・電気・機械課、検針・徴収員が所属する収入局とピジータゴンタウンシップ事務所となる。

### 2) 職員構成

水供給衛生局の1,000接続当りの職員数をみると、5.0人(407人÷80,753接続×1,000)であり、低所得国の平均20人(2008年のデータ)よりも低くなっている<sup>9</sup>。これに収入局水道料金課に所属するメータ検針員や料金徴収員の職員数を含んでも、6.1人(495人÷80,753接続×1,000)であり、この観点からみると、労働生産性はやや高い水準にあるといえる。

<sup>9</sup> IBNET (2011) “The IBNET Water Supply and Sanitation Performance Blue Book”

### (3) 収入局

収入局は局長の下、水道料金課、収入課、資産評価課の3つの部署がある。水道料金課が水道メータの検針、請求書の配布、水道料金の徴収業務を担当している。水道料金課には88名の職員が在籍している。

上水道顧客のいる各タウンシップには、同局所属の職員が駐在している。ピジータゴンタウンシップのタウンシップ事務所の場合、請求書配布、検針・徴収業務を行う外回りが2名、事務所に支払に訪れる顧客対応の内勤が1名、の計2名が配置されている。この2名でメータ接続顧客の約1,000世帯を担当している。

メータ検針と請求・徴収は3ヵ月毎に別々の業務として行われている。料金徴収は、徴収員が現金で回収し、タウンシップ事務所の窓口へ提出する。請求書受領後、40日以内に支払わなければ、罰金が科せられる。給水停止措置は、滞納が1-2年続いた時点で行われる。料金徴収率は、82-90%程度である。

### (4) 本プロジェクトと関連する MCDC 業務

本プロジェクトで関連が発生する業務は次の通りである。プロジェクト全体のマネジメント、施設の計画や設計、井戸の運転と維持管理、配水ポンプ場の運転と維持管理、配管の維持管理、配水管理、新規接続の申し込みの受け付け、各戸への給水栓接続工事、住民に対する普及啓発活動、地下水のモニタリング、水質分析、顧客対応、広報である。

## 2-1-2 財政・予算

### (1) MCDC の予算

地方自治体である MCDC には官公庁会計制度が適用されているため、収支計算書が作成されるのみで、国際会計基準に沿った財務諸表は特に作成されていない。

「ミ」国の予算年度は4月から翌年3月までとなっており、MCDC もそれに準じている。MCDC の歳出の原資は、地方政府を通して配分される国からの予算である。また、MCDC は事業を通して市民から徴収する事業収入を国に納めている。施設の大規模な新規建設・更新は国からその資本予算が配分される。

2011~2013年度のMCDC決算額(実績)を次表に示す。なお、2013年度資料は4月から翌年2月までの11ヵ月間の額となっている。

表 2-1 MCDC 決算（実績）の推移（2011-2013 年度）

部局名	(百万 kyat)			年平均増減率 FY2011-2013
	2011/2012	2012/2013	2013/2014	
歳入				
<b>税収入</b>	<b>8,251</b>	<b>9,225</b>	<b>9,485</b>	<b>7%</b>
1 収入局	8,004	8,976	9,246	7%
2 都市計画局	247	248	238	-2%
3 総務局	0	0	0	-43%
<b>経常収入</b>	<b>15,354</b>	<b>17,693</b>	<b>17,572</b>	<b>7%</b>
4 水供給衛生局	288	323	327	7%
5 収入局	3,469	3,967	4,070	8%
6 都市計画局	3,302	3,440	2,370	-15%
7 建物・中央保管局	1,950	2,428	2,291	
8 その他	36,244	7,535	8,514	-52%
<b>資本収入</b>	<b>21,649</b>	<b>9,757</b>	<b>15,333</b>	<b>-16%</b>
9 水供給衛生局	555	0	0	-100%
10 建物・中央保管局	20,684	8,236	13,003	-21%
11 その他	410	1,521	2,331	
<b>小 計</b>	<b>45,253</b>	<b>36,675</b>	<b>42,390</b>	<b>-3%</b>
歳出				
<b>経常支出</b>	<b>11,466</b>	<b>19,743</b>	<b>23,034</b>	<b>42%</b>
1 水供給衛生局	555	617	714	13%
2 車両輸送・ワークショップ局	3,204	3,987	4,810	23%
3 道路・橋梁局	2,792	8,017	9,581	85%
4 その他	4,915	7,123	7,928	27%
<b>資本支出</b>	<b>25,076</b>	<b>15,523</b>	<b>12,112</b>	<b>-30%</b>
5 建物・中央保管局	17,237	2,158	5,428	-44%
6 道路・橋梁局	3,407	2,609	3,180	-3%
7 その他	4,431	13,365	3,505	-11%
<b>小 計</b>	<b>36,542</b>	<b>35,267</b>	<b>35,146</b>	<b>-2%</b>
<b>全体収支</b>	<b>8,711</b>	<b>1,408</b>	<b>7,244</b>	<b>-9%</b>

\*「ミ」国の予算年度は、4月から翌年3月までとなっている。

出典：MCDC 収入局

2013/14 年度の MCDC の決算額（実績）は、収入額 424 億 Kyat、支出額 351 億 Kyat であり、全体収支は 72 億 Kyat の黒字であった。最近 3 年間の推移をみると、歳入は年平均-3%、歳出は年平均-2%と若干のマイナスとなっているものの、大きな変動はみられない。MCDC の自主財源となる税収入及び経常収入は、ともに年平均 7%増加している。一方、経常支出は最近 3 年間で年平均 42%と大幅に増加しており、特に、道路・橋梁局が著しい増加傾向を示している。

国からの配賦となる資本収入は、各部局の事業の有無によって増減するため比較的変動が大きく、最近 3 年間は年平均-16%の減少となっている。

MCDC で経常収入がもっとも大きい部局は収入局であり、全体の 49%を占めている。その収入局の中では、道路通行料・フェリー料金、土地・建物賃貸に続いて、水道料金収入が 3 番目の収入規模となっている。

水供給衛生局の経常収入額は約 3 億 Kyat であり、これは主に接続料金収入によるものであるが、MCDC 全体の経常収入額からみれば約 2%<sup>10</sup>と小さい。これに収入局で計上されている水道料金収入を加えると、水供給衛生事業収入は約 13 億 Kyat（表 2-2 参照）と MCDC 全体の経常収入の約 9%<sup>11</sup>になる。

<sup>10</sup> 経常収入に対する水供給衛生局収入額 327 百万 Kyat ÷ 17,572 百万 Kyat = 0.018

<sup>11</sup> 経常収入に対する事業収入額 (327 百万 Kyat + 1304 百万 Kyat) ÷ 17,572 百万 Kyat = 0.09



(2) 水供給衛生事業の財務状況

1) 水供給衛生事業収支

2011/12-2013/14 年度における水供給衛生事業の損益計算書を次表に示す。

ここでは、実際の水供給衛生事業収支を確認するため、水供給衛生局の収入額に、収入局の水道料金収入を反映させている。2011/12、2012/13 年度は決算（実績）、2013/14 年度は予算額を示している。

表 2-2 水供給衛生事業収支（2011-2013 年度）<sup>12</sup>

(1,000 Kyat)				
費 目	2011/2012	2012/2013	2013/2014	年平均増減率 FY2011-2013
<b>歳入(経常収入)</b>	<b>1,206,294</b>	<b>1,215,564</b>	<b>1,304,422</b>	<b>4%</b>
水道料金収入 (Kyat)* <sup>1</sup>	918,048	892,805	926,458	0%
水道料金収入 (US\$)* <sup>2</sup>	34	46	45	15%
接続料金収入	226,358	199,883	247,225	5%
し尿収集車賃貸料	19,513	16,568	17,205	-6%
その他	42,341	106,262	113,489	64%
<b>歳出(経常支出)</b>	<b>554,734</b>	<b>616,821</b>	<b>891,686</b>	<b>27%</b>
給与	138,861	217,779	280,621	42%
旅費	57	226	500	196%
材料・労務費	119,538	212,784	256,723	47%
維持管理費	114,703	185,917	3,992	-81%
その他	181,575	115	349,850	39%
<b>事業収支</b>	<b>651,560</b>	<b>598,743</b>	<b>412,736</b>	
<b>歳出(資本支出)</b>	<b>2,762,663</b>	<b>2,155,607</b>	<b>4,662,291</b>	<b>30%</b>
配水池建設費	1,280,111	96,782	272,184	-54%
下水道管網建設費	215,192	637,281	1,852,479	193%
機械・設備	956,493	414,325	941,000	-1%
その他	310,867	1,007,219	1,596,628	127%

\*1, \*2-- 水道料金収入は、MCDCの料金徴収体制では収入局の収入として計上されている。

外国人が宿泊するホテルからは、米ドルにて料金徴収されていたが、今期(FY2014/15)よりチャットでの支払いに変更されている。

出典:MCDC 収入局

最近3年間の平均経常収入の構成は、水道料金収入がもっとも多く全体の73%、それに続いて接続料金収入(18%)、その他(7%)となっている。経常収入に占める接続料金収入の割合が大きいのが特徴的である。

一方、最近3年間の平均経常支出の構成は、多い順から、その他(39%)、給与(31%)、材料・労務費(29%)、維持管理費(15%)、となっている。

2013/14年度の水供給衛生事業の経常収支は、約4億 Kyat の黒字である。

<sup>12</sup> 表2-2の2013/14年度の数值は予算額であるため、表2-1に示された水供給衛生局の決算値とは必ずしも一致していない。

資本支出の建設費は、基本的にマンダレー地域政府を經由して中央政府の国庫補助金から投入されており、MCDC の負担とはなっていない。国庫補助がないと仮定した場合、現在の経常収入と資本収支を合わせると全体収支で約 43 億 Kyat の赤字となる。そのため、水供給衛生局は現在水道料金等の経常収入で維持管理費をまかなえる状態にあるが、施設整備までまかなうことはできない状態である。

最近 3 年間の傾向をみると、経常収入の年平均増加率が 4%であるのに対して、経常支出のそれは 27%であり、経常支出の増加が著しい。特に、給与は約 2 倍、材料・労務費は約 3 倍となっている。材料・労務費の場合、その 85%以上は労務費が占めており、事業による日雇労働者の労務費の増加が、材料・労務費全体の増加に大きな影響を与えている。これらの費目については、今後の十分な注視が必要である。

## 2) 独立採算性への課題

国からの予算に基づく官公庁の会計制度が適用されており、独立採算性とはなっていない。

また、MCDC の同一部署が給水から徴収まで行っているわけではない。水道料金収入は収入局によって徴収されており、水供給衛生局が事業収支やコストリカバリーの達成状況をタイムリーに把握することは難しい。また、職員のコストリカバリーへの関心も低い傾向がみられる事も課題として挙げられる。

現在の予算制度は国によって定められているため、すぐに変革することは難しいが、少なくとも MCDC 内部で、水供給衛生事業の事業収入と事業費用を包括的に管理し、常にコストリカバリーの達成状況を把握しておく必要がある。そのためには、独立採算性への第一歩として、実際に事業運営に携わる担当部局が、事業の採算性を確認できる体制へと移行することが求められる。

また、水道料金の改訂にあたっては、MCDC で検討されているが、水供給衛生局は支出内訳資料を提供するだけに留まっている。将来的な収支の予測を検討して、具体的な水道料金案を提案できるよう、主導的な役割を担うことが必要である。

## (3) 水道料金体系

### 1) 水道料金

現在使用されている水道料金体系、及び過去 25 年間（基準年：1990 年）における MCDC 水道料金（一般家庭）と物価上昇率との比較表を下表に示す。

MCDC の水道料金は、用途別に従量制と定額制の双方が採用されているが、大部分の接続顧客には従量制が適用されている。外国人のホテル宿泊のみ、定額制が適用されている。

従量料金制は、水消費量に関わらず  $1\text{m}^3$  当りの単価が同じ均一型従量料金となっている。大口消費者にとっても単価は同じであるため、節水へのインセンティブは働きにくい。ヤンゴン市の水供給衛生事業を管轄するヤンゴン市開発委員会（YCDC）の水道料金と比較すると、MCDC の水道料金は YCDC よりも低く、一般家庭で約 6 割、商工業で約 7 割程度となっている。

表 2-3 MCDC 水道料金

体系	用途分類	単価	単位
従量制	一般家庭 政府機関 学校・病院 宗教施設	55	Kyat/m <sup>3</sup>
	商業的利用 レストラン、ホテル 商業施設 産業	77	Kyat/m <sup>3</sup>
定額制	ホテル宿泊客(外国人)	490	Kyat/人・泊

出典: MCDC 水供給衛生局

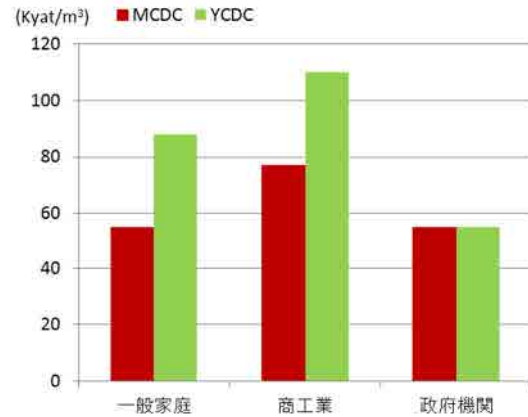


図 2-3 水道料金の比較 (MCDC と YCDC)

時系列でみた場合、物価上昇に比べて、水道料金（一般家庭）の上昇率はかなり緩やかな傾向がみられる。過去 25 年間で物価は約 70 倍上昇したのに比べて、水量料金（一般家庭）は約 10 倍であり、物価上昇率の約 1/7 程度の低い水準に留まっている<sup>13</sup>。

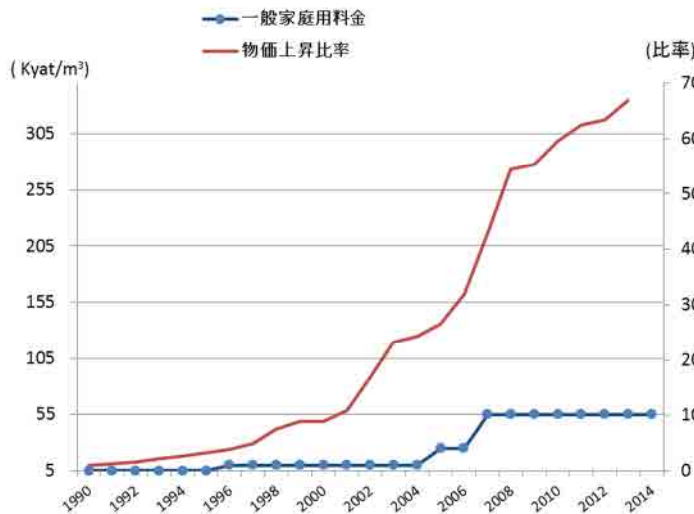


図 2-4 水道料金（一般家庭）及び物価上昇率の推移

## 2) 接続料金

接続料金は、MCDC が実際に給水管接続にかかった費用を顧客に請求している。そのため接続料金は、顧客毎に異なっている。接続料金の内訳は、大きく工事費、材料費、接続許可料に配水主管への接続料（定額）、事前調査費、登録料から構成される。これに、必要に応じて道路横断の工事費が上乗せされる。

MCDC によると、標準的な接続料金は 10-13 万 Kyat 程度とのことであり、水道料金に比べると接続料金は高い。

水供給衛生局の情報によると、給水管延長 100 フィート（約 33m）が典型的なケースであり、その場合の接続料金を次表に示す。

<sup>13</sup> 物価上昇率は、世界銀行ホームページの消費者物価指数を参照。

表 2-4 接続料金（給水管延長 100 フィート）

費目	金額 (Kyat)
1. 工事費	55,550
2. 材料費	55,860
3. 接続許可料 (1+2) x 15%	16,711
4. 配水主管への接続料 (DCIP 管)	1,500
(PVC管)	1,000
5. 事前調査費	5,000
6. 登録料	100
合計 (接続が DCIP 管の場合)	134,721
合計 (接続が PVC 管の場合)	134,221

出典：MCDC 水供給衛生局

### 3) 過料

MCDC は、顧客が水道料金の支払いを約 1~2 年滞納した場合、給水停止の措置をとる。ただ、その猶予期間は状況に応じて幅がみられる。

通常、顧客は請求後 40 日以内の支払いが義務づけられている。支払いが遅延した場合、MCDC は請求額の規模に応じて、四半期毎に過料を課徴している。例えば、3 カ月の請求額が 1-500 Kyat の場合、過料金は四半期毎に 100 Kyat 加算されていく。

### 4) プロジェクト対象地域への適正な接続料金の設定

水供給衛生局の情報によると、MCDC の標準的な接続料金は約 13.4 万 Kyat である。「ミ」国内及び他途上国の実績との比較、世帯平均月収の比較結果によると、同接続料金は比較的高い水準にあるといえる。

以下に検討結果を示す（詳細は資料 6-13：適正な接続料金設定のための検討資料を参照）。

#### ① 「ミ」国内における接続料金の比較

m<sup>3</sup> 当りの水道料金単価（一般家庭）に対する接続料金の比率を次表に示している。

仮に、他 4 都市の接続料金比率の範囲を目安としてマンダレー市にあてはめると、4,180 - 9,185 Kyat の範囲内が適当となる。

表 2-5 「ミ」国内の接続料金の比較

都市名	接続料金 (一般家庭) (Kyat)*1	m <sup>3</sup> 当りの水道料金 単価 (一般家庭)	m <sup>3</sup> 当りの水道料金単価に対 する接続料金比率*2
Mandalay (MCDC)	134,622	55	2,447 : 1
Yangon (YCDC)	6,700-27,900	77	76 : 1*3
Magway	22,600		113 : 1
Mawlamyaine	25,000		167 : 1
Monywa	10,000		125 : 1*4

\*1 --- マンダレー市、ヤンゴン市以外は、「UNICEF-JICA Urban WASH Sector Survey」結果を参照

\*2 --- 計算式：接続料金 / m<sup>3</sup> 当りの水道料金単価

\*3 --- 最も汎用している口径、価格を採用

\*4 --- 定額制料金のため、同料金を月額消費水量で除して計算

## ②他途上国との接続料金の比較

他4か国の途上国の接続料金と比較表を次表に示している。仮に、1人当たりの国民総所得(GNI)に対する接続料金割合の4%を目安としてマンダレー市にあてはめると、5,385 Kyat が適当となる。

表 2-6 他途上国との接続料金の比較

国名 (「ミ」国は都市名)	接続料金 (一般家庭) (Kyat) *1	1人当り GNI (US\$)	1人当り GNIに対する接続 料金割合 (%)
マンダレー市 (MCDC)	134,622	1,144 (2011)	12.3%
ヤンゴン市 (YCDC)	6,700-27,900	1,144 (2011)	6.1%
インド (20 事業体 平均)	36,251	1,514 (2011)	2.5%
ベトナム (67 事業体 平均)	33,450	1,343 (2011)	2.6%
バングラディッシュ (12 事業体 平均)	18,430	764 (2011)	2.5%
ウガンダ (NWSC)	18,126	558 (2011)	3.4%

\*マンダレー市およびヤンゴン市以外は接続料金をミャンマー通貨 (Kyat) に換算して計算。

換算レート: 1 US\$=953.99 Kyat, 1 VND=0.00005 US\$,

1 BDT=0.01266US\$ (<http://www.oanda.com>)

\*出典:

接続料金

インド --- ADB (2007): Benchmarking and Data Book of Water Utilities in India

ベトナム --- WB (2002): Benchmarking the Urban Water Sector Vietnam

バングラディッシュ --- WSP (2009): Benchmarking for Improving Water Supply Delivery

ウガンダ --- Promoting justice in Uganda's urban project (2009)

国民総所得 (GNI)

<https://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=Uganda>

## ③「ミ」国における世帯平均月収額と接続料金の比較

「ミ」国における世帯平均月収額と接続料金の比較表を次表に示している。仮に他3都市の割合を目安としてマンダレー市にあてはめると、8,695 - 25,773 Kyat が適当となる。

表 2-7 「ミ」国における世帯平均月収額と接続料金の比較

都市名	世帯平均月収に対する接続料 金割合(%)	低所得者層 (下位 20%) の世帯 月収に対する割合
Mandalay (MCDC)	43.3%	119.7%
Yangon (YCDC)	2.8%*1	—
Mawlamyaine	8.3%	—
Monywa	4.0%	—

\*1 --- 最も汎用している口径、価格を採用

## ④世界銀行の目安

世界銀行 (Tynan & Kingdom (2002))<sup>14</sup>が提案した、新規接続料金の上限は平均世帯月収の5%以下という目安を考慮すると、接続料金は12,500 - 15,000 Kyat 程度<sup>15</sup>が適当な水準であると推定される。

<sup>14</sup> Tynan & Kingdom (2002) Effective water service provision: performance targets for a well run utility, World Bank, Washington DC

<sup>15</sup> 平均世帯収入額 (中央値) となる「200,000-300,000 Kyat/月」の5%を基に推定。200,000 Kyat x 0.05 = 12,500 Kyat, 300,000 x 0.05 = 15,000 Kyat。

今後、MCDCは、特に低所得者である貧困層が多い地域では、接続料金の水準について十分な検討が必要である（2-2-5及び資料6-8：社会条件調査を参照）。

なおMCDCとの協議の結果、本事業対象の新規顧客（8,309接続）については登録料100 Kyat/世帯のみを課徴すること、「ミ」国側対象の新規顧客（643接続）は登録料及び供与される材料費を除く費用を課徴することで合意している（3-2-2-1の（4）参照）。

#### （4）住民の支払可能額

社会条件調査の結果によると、住民の平均世帯年収（全体）は中央値で3百万 Kyat、低所得者層（下位20%）は中央値で1.35百万 Kyatと推定される。水道料金の支払額の国際的な目安とされている年収の4%を適用して試算すると、世帯全体では120,000 Kyat、低所得者層（下位20%）では54,000 Kyatがその上限額と推定される。

現在、各世帯が生活用水に費やしている平均月水支出額は12,180 Kyatであり、この値は世帯年収（全体）の4.8%にあたる。低所得者層（下位20%）の場合10.8%にあたり、目安を超過する水準にあると推定される。

### 2-1-3 技術水準

#### （1）地下水開発

##### 1) 地下水探査

MCDCには、物理探査技術等を用いて地下水探査を行なう部署はない。

ミャンマー国においては、畜産・漁業・村落開発省地方開発局（DRD：Ministry of Livestock, Fisheries and Rural Development, Department of Regional Development）<sup>16</sup>の技術者が、我が国が過去に実施したプロジェクトを通じて、電気探査や電磁探査の調査解析技術を有している。

また、垂直電気探査の調査解析技術を有する民間コンサルタント会社も存在するが、その解析技術は必ずしも高いとは言えない。

##### 2) 井戸掘削技術

次項で詳述するように、MCDCは1985年から保有する井戸掘削機を用いて、生産井を建設している。「マングレー市セントラルドライズーン給水計画調査（M/P調査）」で、「井戸建設過程における掘削工程、地質状況、電気検層結果、揚水試験等のデータの収集とまとめが十分なされていないこと」が指摘され、これらに関連する技術移転がなされた。M/P調査以降（2002年以降）から本案件開始時まで、MCDCは自身の管理生産井として8本の径300mm井と5本の径200mm井の建設を行っており、上記の機材を使用した掘削経験を積み重ねている。ただし、M/P調査後に完成した個々の生産井に関しても、掘削記録して1冊の報告書のような形で閲覧できる状態にはなっておらず、より改善が望まれる状況にある。

<sup>16</sup>旧「少数民族開発省開発局」（DDA：Ministry of Progress of Border Areas and National Races and Development Affairs, Department of Development Affairs）

また、「ミ」国においては、DRD に、我が国が過去に実施したプロジェクトを通じて 11 台の井戸掘削機が調達されている他、「中央乾燥地村落給水技術プロジェクト」では、掘削技術等の技術移転が行なわれている。

「ミ」国の民間井戸掘削会社は、50～152mm（2～6 インチ）程度の小口径の井戸掘削を行なうための資機材や掘削技術を有している。しかしながら、上記以上の径の深井戸掘削を実施できる業者は限られ、また、その掘削能力（機材・掘削技術）も高いとは言えない。

### 3) 地下水管理技術

MCDC に対しては、M/P 調査において、①地下水モニタリング、②井戸データベースの構築、③地下水シミュレーションプログラムの操作方法、等の技術移転が行なわれている。

地下水モニタリングに関しては、井戸の水位・水質の 1 年間の定期観測と乾期に 2 度実施された一斉観測を通じて、技術移転が行なわれている。しかしながら、MCDC は M/P 調査以降、これらの地下水位観測を実施していない。これは、①MCDC が地下水位観測井を持たないため民間の生産井が観測対象となっていること、②一斉測水するための機材を十分に保有していないこと、等に起因していると考えられる。

また、住民が自己水源として無許可で井戸建設を進めていることもあり、井戸データベースの更新も十分には行なわれていない。井戸データベースの更新が行なわれていないこともあり、これらのデータを使用して行なう地下水シミュレーションも地下水管理のツールとして活用されていない。また、地下水シミュレーションモデルは 10 年位毎に見直すことが一般的であり、M/P 調査で構築された地下水シミュレーションモデルも新たなデータを加えて再構築する時期にきている。

## (2) 上水道施設

### 1) 設計

上水道施設の設計業務については、「ミ」国では水道設計指針は発行されておらず、職員の経験や個人で集めた資料に頼っている。また、マンダレー市内の既存給水区域の東部における配水管網は、低水圧や給水量の低下等の問題があることから、設計時に管網解析や水理解析が適切に実施されていない事が明らかである。

### 2) 運転維持管理

井戸の水中ポンプ及び配水ポンプに係る機械・電気設備については、配水拠点に配属されている常駐管理者が運転及び維持管理を行っている。しかし、配水量及び配水水圧の監視が実施されていないため、無収水量の把握は行われていない。また、MCDC 水供給衛生局は既設の取水用井戸の地下水位測定を行っていない。従って井戸の持続的利用を行うための適正揚水量が把握されていない。

浄水場については、運転維持管理職員が濁度管理及び緩速ろ過に関する知識がなく、既存の緩速ろ過施設の機能が失われている。また、塩素消毒についても WTP No.8（浄水場、WTP : Water Treatment Plant）に電解による塩素発生装置が据え付けられ、試運転はされたが、未だ本格運転に

はっていない。

送配水管路の漏水修理については、水供給衛生局の配水課が対処している。

ポンプ設備の運転記録、配水池の水位及び電力の供給状況等の運転維持管理記録については MCDC 職員が手書きで残しているものの、施設・設備の維持管理に必要な機材及び最新技術の知識が不十分であるため、維持管理全般の業務は適切に実施されていない。

既存給水区域のメータの検針及び水道料金の徴収は MCDC 収入局のタウンシップ事務所が担当している。今後、新しく水道施設が整備される給水区域については、メータ検針・徴収員の増員が必要である。さらに、新規給水接続の顧客確保のため、住民への啓発・普及活動が必要となる。

本プロジェクトでは、上水道施設及び設備の運転方法及び維持管理方法を施工業者が OJT (On-the-Job Training) により基本的な指導を実施する。但し、次の 2 つの維持管理に係る項目についてはソフトコンポーネントによる支援が行われる。1 つ目は過剰揚水による井戸の廃止を防ぐため、地下水モニタリング方法及びデータ分析についての指導、2 つ目は配水管網に設置される流量計及び水圧計から得られるデータより、配水状況及び無収水量の把握・分析を行い維持管理に活用する方法についての指導である。

新規給水接続の顧客確保のための住民への啓発・普及活動についても、活動の促進支援をソフトコンポーネントで実施する計画である。

### 3) 施工品質

MCDC は約 30 年前にフランスよりダクタイル鋳鉄管を調達・敷設しており、施工方法については一定の知識がある。

給水管接続に関しては、MCDC より工事許可を得た水道業者が接続工事を行っているものの、漏水は各所で発生している。この原因は給水管や給水装置の品質が悪い事が挙げられるが、給水管接続等の施工品質にも不安がある。本プロジェクトでは、MCDC に対し給水管接続工事の実施時に施工業者の OJT による指導が実施される。

### 4) 人材育成

MCDC の人材育成については、積極的に実施されている様子はない。また、海外機関からの支援による訓練実績は、ヤンゴン市開発委員会 (YCDC) の水・衛生局と比較しても非常に少ない。

## 2-1-4 既存施設・機材

### (1) 地下水水源施設・機材

#### 1) 井戸掘削機材

MCDC においては、1985 年から保有するオーストラリア製の井戸掘削機を用いて、井戸・電気・機械課の技術者が生産井 (井戸径 200~300mm) を建設している。上記掘削機は、掘削孔径 400mm~750mm、最大掘削深度 198m の能力を有し、関連資材とともに BPS No.2 で保管・管理されている。しかしながら、この井戸掘削機は、導入から 30 年近く経過しており、付属するコンプレッサ



一を含めて老朽化は否めない。



MCDC 保有井戸掘削機



左記井戸掘削機用コンプレッサー

## 2) MCDC 管理生産井

MCDC は、表 2-8 に示す井戸を地下水水源として維持・管理している。また、BPS No.7 の敷地内には 2 本の井戸 (PTW35、PTW36) が掘削され、この配水池の水源となっている。両井の様子は表 2-9 のようにまとめられる。

しかしながら、これらの既存生産井は、地下水位を測定できる井戸構造を有していないために、地下水位の測定・管理は実施されていない。このため、井戸の揚水量の減少の原因解明 (地下水位の低下に起因するものか井戸の老朽化に起因するものか等) に必要な資料の蓄積ができていない状況である。

MCDC が管理する生産井においては、MCDC の水質分析室で測定可能な下記項目については、水質検査が定期的に行われている。

- pH、色度、濁度、電気伝導度、カルシウム、総硬度、マグネシウム、塩化物イオン、総アルカリ度、鉄、マンガン、硫酸イオン

また、マンダレー市内の保健省の水質検査所で、BPS No.1 の吐出側の水の試料について大腸菌群と大腸菌の検査を定期的に行っている。

表 2-8 MCDC 管理生産井

No.	井戸名	接続配水池	最大可能取水量 <sup>1)</sup> (litter/sec.)		備考
			2002 年	現在 (2014 年)	
No.1	PTW-1	BPS. No.1	52.1	51.0	1988 年完成
No.2	PTW-2	BPS. No.1	52.1	51.0	1988 年完成
No.3	PTW-3	BPS. No.1	52.1	51.0	1988 年完成
No.4	PTW-4	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.5	PTW-5	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.6	PTW-6	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.7	PTW-7	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.8	PTW-8	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.9	PTW-9	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.10	PTW-10	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成
No.11	PTW-11	BPS. No.1	52.1	51.0	1989 年完成

No.	井戸名	接続配水池	最大可能取水量 <sup>1)</sup> (litter/sec.)		備考
			2002年	現在(2014年)	
No.12	PTW-12	BPS. No.1	52.1	51.0	1987年完成
No.13	PTW-13	BPS. No.1	52.1	51.0	1987年完成
No.14	PTW-14	BPS. No.1	非稼動	非稼動	1987年完成
No.15	PTW-15	BPS. No.1	52.1	51.0	1987年完成
No.16	PTW-16	BPS. No.1	52.1	51.0	1987年完成
No.17	PTW-17	BPS. No.1	52.1	51.0	1987年完成
No.18	PTW-18	BPS. No.1	52.1	51.0	1987年完成
No.19	PTW-19	BPS. No.1	52.1	51.0	1988年完成
No.20	PTW-20	BPS. No.1	52.1	51.0	1996年完成
No.21	PTW-21	BPS. No.1	52.1	51.0	1996年完成
No.22	PTW-22	BPS. No.1	52.1	51.0	1998年完成
No.23	PTW-23	BPS. No.1	52.1	51.0	1998年完成
No.24	PTW-24	BPS. No.1	52.1	51.0	1999年完成
No.25	PTW-25	BPS. No.1	52.1	51.0	1999年完成
No.26	PTW-26	BPS. No.2	52.1	51.0	2000年完成
No.27	PTW-27	BPS. No.1	52.1	51.0	2000年完成
No.28	PTW-28	Mandalay Hill Reservoir	46.3	46.3	2001年完成
No.29	PTW-29	Mandalay Hill Reservoir	46.3	46.3	2002年完成
No.30	PTW-30	BPS. No.2	—	52.1	2003年完成
No.31	PTW-31	BPS. No.3	—	37.8	2004年完成
No.32	PTW-32	BPS. No.3	—	37.8	2005年完成
No.33	PTW-33	Mandalay Hill Reservoir	—	46.3	2005年完成
No.34	PTW-34	BPS. No.2	—	52.1	2008年完成
No.35	PTW-35	BPS. No.7	—	50.5	2009年完成
No.36	PTW-36	BPS. No.7	—	50.5	2010年完成
No.37	φ200mmTW	BPS. No.5	—	10.1	2008年完成
No.38	φ200mmTW	BPS. No.6	—	12.6	2009年完成
No.39	φ200mmTW	BPS. No.6	—	12.6	2011年完成
No.40	φ200mmTW	Elevated Reservoir-1	—	12.5	2004年完成
No.41	φ200mmTW	Elevated Reservoir -2	—	12.6	2005年完成

1) : MCDC が想定している最大可能取水量

表 2-9 PTW35 及び PTW36 の仕様

項目	PTW35	PTW36
井戸深度	182.9m (600 フィート)	182.9m (600 フィート)
井戸口径	304.8mm (12 インチ)	304.8mm (12 インチ)
取水層	第三帯水層	第三帯水層
ポンプ位置	48.8m (160 フィート)	54.9m (180 フィート)
静水位	12.2m (40 フィート)	12.2m (40 フィート)
動水位	30.5m (100 フィート)	30.5m (100 フィート)
掘削年	2009年	2010年



PTW35 井



PTW36 井

(2) マンダレー市の既存水道施設

MCDC が管轄する水道施設は、地下水と表流水を水源とする施設に大別される。現在は、主に地下水が利用されており、全配水量の約 93%が地下水の給水である。

以下にそれぞれの施設の概要を示す。

表 2-10 水源別の施設概要及び配水状況

	利用水源	
	地下水	表流水
施設数	取水井：41 井 配水施設（配水池、配水ポンプ、高架水槽）：9 施設	浄水場：2 施設
配水量（全配水量に対する割合）	128,387m <sup>3</sup> /日 (約 93%)	10,100m <sup>3</sup> /日 (約 7%)

1) 地下水を水源とする水道施設

地下水を水源とする水道施設としては、配水ポンプ場、配水池及び高架水槽が整備されている。これらの施設を主な配水拠点として、配水ポンプによる圧送と配水池及び高架水槽から自然流下によりマンダレー市内の配水を行っているが、塩素消毒は行われていない。

配水池の合計容量は約 50,000m<sup>3</sup>であり、現状、1 日最大配水量<sup>17</sup>が 152,000m<sup>3</sup>/日とすると市の配水池の配水容量は 7.9 時間分となる。日本の水道施設設計指針の配水池容量は 12 時間以上としている。日本と比較して、マンダレー市の場合、水利用機器の普及率が低い等の理由から、配水量と時間との関係曲線は平均線より上のカーブの山が低くなり、時間変動調整容量がより少なくなることが予想される。これらの理由から、マンダレー市では消火用水も含めて 8 時間程度が適当と考える。これからすると配水池の合計容量と日最大配水量から計算すると 7.9 時間分の配水容量はほぼ満足する。但し、各々の給水区域（タウンシップ）は全ての配水池と繋がっているわ

<sup>17</sup> 1 日平均配水量 (138,487m<sup>3</sup>/日) × 日最大係数 (1.1) = 152,335.7 約 152,000 m<sup>3</sup>/日

けではないので、配水池容量が 7.9 時間分カバーできない給水区域や十分カバーできる地域がある。従って、将来、各配水池容量と対応する給水区域の日最大水量との最適なバランスを取ることが必要である。

配水ポンプは、取水量に対し、BPS No.5、及び BPS No.6 のポンプ容量が極端に小さい。これらのポンプの配水地域はチャンミータージータウンシップであり、将来ポンプの追加と配水管を敷設することで、新たな水源の開発なしで、給水量の増加及び給水区域の拡張が可能となる。その他のポンプはほぼ取水量とのバランスが取れている。

施設の概要を下表に示す。

表 2-11 配水拠点の施設概要

配水拠点	配水池施設			配水ポンプ施設	
	配水方法	形式	配水池容量	ポンプ容量	台数
BPS No.1	ポンプ配水	地上配水池	22,727m <sup>3</sup>	3,240m <sup>3</sup> /時	3 台
				3,880m <sup>3</sup> /時	1 台
BPS No.2	ポンプ配水	地上配水池	2,272m <sup>3</sup>	751m <sup>3</sup> /時	3 台
BPS No.3	ポンプ配水	地上配水池	2,272m <sup>3</sup>	450m <sup>3</sup> /時	2 台
BPS No.5	ポンプ配水	地上配水池	455m <sup>3</sup>	93m <sup>3</sup> /時	2 台
BPS No.6	ポンプ配水	地上配水池	455m <sup>3</sup>	160m <sup>3</sup> /時	2 台
BPS No.7	ポンプ配水	地上配水池	1,364m <sup>3</sup>	542m <sup>3</sup> /時	2 台
マンダレーヒル D/R	自然流下	地上配水池	11,363m <sup>3</sup>	-	-
ET No.1	自然流下	高架水槽	455m <sup>3</sup>	-	-
ET No.2	自然流下	高架水槽	455m <sup>3</sup>	-	-
WTP No.4	ポンプ配水	地上配水池	2,272m <sup>3</sup>	453 m <sup>3</sup> /時	2 台
WTP No.8	ポンプ配水	地上配水池	6,480 m <sup>3</sup>	1,634 m <sup>3</sup> /時	4 台

BPS : Booster Pump Station (配水ポンプ場)、D/R : Distribution Reservoir (配水池)、ET : Elevated Tank (高架水槽)、WTP : Water Treatment Plant (浄水場)

出典 : JICA 調査団

## 2) 表流水を水源とする水道施設

表流水を水源とする水道施設としては、2つの浄水場がある。両浄水場共に緩速ろ過を採用した浄水場であるが、濁度除去が十分できない設計であり、また、ろ過砂の管理等の運転維持管理が実施されていないため、稼働状況は悪化している。両浄水場からは配水ポンプによる圧送により配水が行われている。以下に施設概要を示す。

表 2-12 浄水場 (WTP) の施設概要

	浄水場名	
	WTP No.4	WTP No.8
建設年	2007 年	2013 年
取水先	農業用水 (表流水)	イラワジ川 (表流水)

処理方法	緩速ろ過、電解による塩素消毒	緩速ろ過、電解による塩素消毒
施設構成	自然流下による取水→前沈澱池→着水井→緩速ろ過池→配水池→配水ポンプ→配水	フローティング取水管及び取水ポンプによる取水→沈澱池→粗ろ過池→緩速ろ過池→配水池→配水ポンプ→配水
計画浄水量	9,000m <sup>3</sup> /日	45,000m <sup>3</sup> /日
実績浄水量	5,600 m <sup>3</sup> /日	4,500 m <sup>3</sup> /日
現在の 運転状況	以前設置された電解による塩素生成装置は故障し放置されているため、現在は塩素注入が行われていないが、北九州市が草の根技術協力で塩素消毒の導入を含めた技術支援を実施している。緩速ろ過池のろ材に藻が付着している状況も見受けられる。生物ろ過膜の形成もされていないようで、ろ過機能が失われている。	塩素消毒設備は設置済みではあるが、未だ稼働していない。各池において多量の汚泥が堆積しており、生物ろ過膜も形成されていないようで、ろ過機能が失われている。

### 3) その他の水源

MCDC は、上記の水源利用の他に、王宮の堀の水利用を住民に対し許可している。この堀の水はセダジーダム (Sedawgyi dam) からの水を運河にて送水したものであるが、利用可能水量は約 37,000m<sup>3</sup>/日に対し、1 日使用量は約 17,000m<sup>3</sup>/日である。利用用途は洗濯、水浴び及び清掃等である。

### 4) 送配水管

マンダレー市内に建設された配水拠点及び浄水場を起点とし、敷設されている送配水管総延長は、約 370km であり、管種はダクタイル鋳鉄管、鋳鉄管、鋼管及び塩化ビニル管である。管種毎の管路延長に係る台帳は MCDC に存在しない。ダクタイル鋳鉄管は 1988 年にフランス製のものが調達されていたが、近年は廉価な中国製を調達している。

配水管網は、配水拠点を中心に継接ぎ的に拡張されてきたため、水理的に適切な配管口径が設定されておらず、低水圧及び給水量の低下といった問題が市内各所で発生している。

表 2-13 既存送配水管の延長

用途	口径	延長
送水管	900mm～400mm	8.79km
配水主管 (配水幹線を構築する)	300mm～200mm	111.67km
配水支管 (配水管網を構築する)	150mm～100mm	252.26km
合計		372.72km

出典：MCDC 水供給衛生局

### 5) 給水管

給水管接続に関しては、前述した通り MCDC より工事許可を得た水道業者が接続工事を行う

ているものの、漏水は各所で発生している。この原因は給水管や給水装置の品質が悪い事が挙げられるが、給水管接続等の施工品質にも不安がある。現在、使用する給水管の管種は塩化ビニル管であり、その接続は接着で行っている。しかし、その接続時の施工品質が悪く、また給水管の埋戻しに使用する掘削発生土に大きな石が混じっている事等による管の破損により漏水の発生が多数見られる。

給水接続の申請の流れは、次の通りである。最初に接続希望者である住民が MCDC 水供給衛生局へ接続申請を行い、次に MCDC 水供給衛生局の職員が給水接続に係る材料費及び工事費を見積り、申請手数料と共に住民に請求する。その支払を住民が行った後に工事が実施される。

#### 6) 水質試験室

現在、No.1 ポンプ場内に水質試験室があり、2名の担当者が水質試験に係る資機材の管理を行っている。水質試験室には、室内温度を一定に保つ空調設備は無く、試薬の保管や水質試験の実施に適さない状況である。以下に MCDC が実施している水質検査項目及び検査機材を示す。

表 2-14 水質試験室に導入されている水質検査機材

No.	水質検査項目	機材名	検査範囲
1	DO	Sension 378 (HACH)	
2	BOD	Sension 378 (HACH)	
3	As	Test kit (HACH)	0-500 ppb
4	Cu	Test kit (HACH)	0-100 mg/l 及び 0-500 mg/l
5	CN <sup>-</sup>	Test kit (HACH)	0~0.2 mg/l
6	Pb	Test kit (HACH)	5-150 mg/l
7	pH	pH Meter/ Strip	
8	色度	Test Kit (HACH)	0-100 及び 0-500
9	濁度	Turbidity Meter (HACH 2100P)	0-1000
10	EC	DREL/5 With Conductivity (HACH)	
11	Ca	滴定試験	
12	硬度 (炭酸カルシウム量 (CaCO <sub>3</sub> ))	滴定試験	
13	Mg	滴定試験	
14	アルカリ度 (炭酸カルシウム量 (CaCO <sub>3</sub> ))	滴定試験	
15	Fe	Test Kit (HACH)	0-1.0 mg/l
16	Mn	Test Kit (HACH)	0-0.7 mg/l
17	硫化物	Test Kit (HACH)	0-200 mg/l
18	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	Test Kit (HACH)	0-50 mg/l
1	DO	Sension 378 (HACH)	
2	BOD	Sension 378 (HACH)	
3	As	Test kit (HACH)	0-500 ppb
4	Cu	Test kit (HACH)	0-100 mg/l 及び 0-500 mg/l
5	CN <sup>-</sup>	Test kit (HACH)	0~0.2 mg/l
6	Pb	Test kit (HACH)	5-150 mg/l
7	pH	pH Meter/ Strip	
8	色度	Test Kit (HACH)	0-100 及び 0-500

No.	水質検査項目	機材名	検査範囲
9	濁度	Turbidity Meter (HACH 2100P)	0-1000
10	EC	DREL/5 With Conductivity (HACH)	
11	Ca	滴定試験	
12	硬度（炭酸カルシウム量 （CaCO <sub>3</sub> ）として）	滴定試験	
13	Mg	滴定試験	
14	アルカリ度（炭酸カルシウム量 （CaCO <sub>3</sub> ）として）	滴定試験	
15	Fe	Test Kit (HACH)	0-1.0 mg/l
16	Mn	Test Kit (HACH)	0-0.7 mg/l
17	硫化物	Test Kit (HACH)	0-200 mg/l
18	硝酸態窒素及び亜硝酸態 窒素	Test Kit (HACH)	0-50 mg/l

出典：MCDC 水供給衛生局

水質分析は、以下のサンプリング地点について測定を実施している。測定頻度は、以下のとおりである。

サンプリング地点	測定頻度
BPS No.1	2 回/月
井戸	1 回/3 ヶ月
カンドージ湖 及びドッタワジ川	2 回/月

出典：UNICEF Urban WASH Sector Survey Field Survey and Situation Analysis Report, 2014)

測定項目は pH、色度、濁度、電気伝導度、カルシウム、マグネシウム、硬度、塩化物イオン、硫酸塩、アルカリ度、鉄、マンガンである<sup>18</sup>。

水質データは定期的に蓄積されているが、データの活用状況については明確な回答は得られず、水質管理には十分反映されていないようであった。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

ピジータゴンタウンシップについて、MCDC は上水道施設整備の計画を進めている。タウンシップ全体は A、B、C の 3 つのゾーンに分割され、それぞれ既存給水区域、本プロジェクトによって実施される区域、表流水によって給水される区域として区別している。各地域の給水の現状と計画は以下の通りである。

<sup>18</sup>表 2-14 の検査項目には含まれていないが、Test Kit (HACH) を用いた塩化物および硫酸塩の測定も可能と思われる。



## A 地域

MCDC が既に BPS No.7 の配水ポンプから給水を実施している地域である。水供給衛生局、配水課によると、A 地域ワード No.3、11、及び 12 の 3ワード合計の既存給水人口は 4,108 人である。

しかし、BPS No.7 の上水道施設は主としてチャンミャータージータウンシップに配水されている。本プロジェクトの 3 本の水源井候補地は、それぞれチャンミャータージータウンシップの配水区域に位置しており、計画された取水井付近の住民は既に BPS No.7 からの給水を受けている。

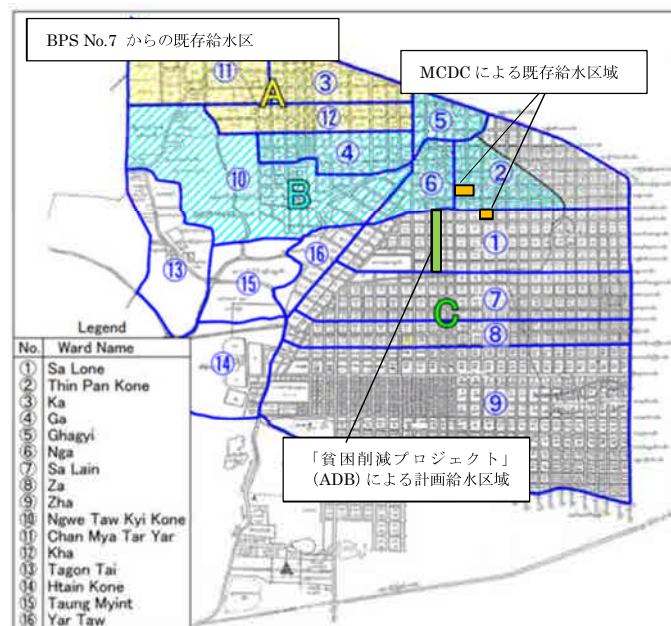


図 2-5 ピジータゴンタウンシップの上水道施設

## B 地域

本プロジェクトの計画対象地域である

B 地域では、茅葺の壁、トタン屋根の長屋式の家屋が多く、貧困層が多く居住していることから、深井戸の掘削や買水をする余裕がなく、多くの住民の生活用水は浅井戸から得ている状況である。

この地域には、地下水を水源とした給水人口 250 人の独立した既存給水区域がある。(図 2-5 の MCDC による既存給水区域) 現在、MCDC はこの上水道システムの給水サービスを公共水栓方式から戸別給水方式に変更するために、高架水槽、給配水配管の敷設を実施している。従って、この既存給水地域は本プロジェクトの給水対象地域から除外する。

MCDC は、既存給水地域を除いた B 地域周辺を日本の無償資金協力での支援対象地域として位置付けており、本地域が整備されることでタウンシップの住民の約 30%が配管による給水を受けることができると期待している。従って、本プロジェクトでは A 地域の既存の水道システムから独立した形で整備することとなる。

本プロジェクト対象地域への給水は隣接する A 地域から給水区域の拡張が考えられるが、既存の配水管の口径が不足していることから、本プロジェクトの計画給水区域への拡張は難しい。

## C 地域

MCDC の水供給衛生局は、C 地域については、将来、表流水（ドッダワジ川）を水源として水道施設を整備する計画としており、現在 BOT による入札が実施され、評価作業に入っている。(詳細は 1-4、(6) ピジータゴンタウンシップ上水道整備計画に記載している。)

本案件は、プロジェクトの基本的な条件 (BOT) である水道料金が低すぎるため、改定する場合でも、需要者である住民の同意を得られないばかりか、最終的に市長の決定が得られないことが考えられる。一方、BOT 事業をする場合、収入源である水道料金問題が解決されなければ、実施は非常に困難な状況であると考えられる

ADB によって実施される「日本貧困削減プロジェクト」の計画地域は、C 地域に含まれるワー



ド1の一部である。また、MCDCが既に2,800人に対し給水サービスしている地域がワード1の中にある(図2-5参照)。この上水道システムの水源はこの地域で独立した深井戸であるが、MCDCの予算上の問題から朝晩2時間の時間給水である。

## 2-2-1 関連インフラの整備状況

### (1) 廃棄物

マンダレー市の廃棄物は1日当たり750から800トン発生すると見積られている。その内MCDCによって収集される廃棄物はおよそ500トンである。現在MCDCが管理する廃棄物関連で働いている従業員数は約2千人、車両約340台<sup>19</sup>である。現在、MCDCは住民に対し、ゴミの減量化を提案している。

廃棄物の種別では、野菜くずが一番多く全体の38%、プラスチックが22%、木及び竹片と排水・汚物等がそれぞれ17%である。また、一部の民間会社が錫、アルミ、ワイン及びビールのビン、プラスチック等のリサイクルをしている。

本プロジェクトでは、BPS No.7において配水池及び配水ポンプ場を新設する。これらの施設の建設時には掘削残土が発生する。また、配水管敷設時にはアスファルトを含む掘削残土が発生する。これらの残土は、周辺環境の問題からMCDCが指定する場所まで運搬し投棄することが必要である。廃棄物の投棄場所は2000年以降すでに10か所が満杯のため閉鎖されており、現在は以下の2か所が投棄場所となっている。この2か所が建設残土の投棄場所として考えられる。

- Me khin Gone Extension : 約5 ha.
- Southern outpost of Mandalay : 約20 ha.

### (2) 下水道

マンダレー市では、下水道施設が未整備の状況である。市民の利用するトイレの方式は、全世帯の65%はピット式トイレ、18%がセプティックタンク、6%が通気改良型ピット式トイレを利用している。セプティックタンクが普及しているのは、ほとんど都市部に限られている。セプティックタンクの汚水は、MCDC衛生局が管理するバキューム車で回収され、約40km離れた郊外の酸化池で天日乾燥され、乾燥後の汚泥は肥料として使用されている。MCDCはこれらのセプティックタンクの汚水を搬送するために3m<sup>3</sup>の容量のバキューム車を15台装備している。

一般家庭からの雑排水は、道路沿いの開放型排水路を通して、マンダレー近郊の湖やイラワジ川に排出され、家内産業の廃棄物などと混ざって水質汚染の原因となっている。

一方、マンダレー市南部にある工業地帯(ゾーンI、ゾーンII)の工場排水は、管路で放流されるものの、未処理のまま開水路に排出されている。同工業地帯には93の工場が入っており、工場排水のBODも302-7,164 mg/Lと高い。

<sup>19</sup> Towards a Green Mandalay ADB 2014

### (3) 都市排水

既存の雨水排水及び洪水管理施設としては、以下の施設が整備されている。汚水と雨水の分流式下水道は、まだマンダレー市で整備されていない。

- 堤防（マンダレー市北部、東部、西部）
- 排水ゲート5カ所（マンダレー市西部）
- 都市部の主要排水路
- ポンプ場3カ所（マンダレー市西部）
- 調整池2カ所（マンダレー市西部）

多くの排水路は適切に維持管理されておらず、大量のごみによる詰りや植生により、十分に機能しているとはいえない。

雨水排水施設及び洪水管理施設の整備がまだ不十分であること、マンダレー市がイラワジ川左岸やドッタワジ川に近接していること等の原因により、マンダレー市は集中豪雨の際にたびたび洪水に見舞われている。

### (4) 電力

マンダレー市は主に水力発電所からの電力に頼っている。2012年時点でのマンダレー州内にある水力発電所及び設備容量を下表に示す。現在、55%の家屋が合法的に電力の供給を受け、26%の家屋は電力供給を受けている家屋から分電されている。17%の家屋が電線を接続していない状況である。

表 2-15 マンダレー州内における水力発電所及び設備容量

No.	発電所名	設備容量 (MW)
1	Yeywa	790
2	Kinda	56
3	Sedawgyi	25
4	Paunglang	280
合計		1,151

2013年はYeywaダムの貯水量が少なく、発電容量が少なかったため計画停電が実施されたが、その後状況は改善している。ADBが実施した社会条件調査の結果によると<sup>20</sup>、現在は約80%以上の住民が「常時電気がある」と回答している。

近年は世銀、ADB及び「ミ」国電力省が電力供給プロジェクトを計画しており、さらに電力供給状況は改善する見込みである。以下にマンダレー市に関する電力供給プロジェクトの概要を示す。

<sup>20</sup> Towards a Green Mandalay ADB 2014

表 2-16 計画中の電力供給プロジェクト

機関	プロジェクト名	内容
世界銀行 (WB)	ミャンマー電力プロジェクト	- 複合サイクル発電所：費用 US\$130 百万 - 技術支援及びアドバイザーサービス：US\$10 百万
アジア開発銀行 (ADB)	エネルギーセクター 初期調査	- 発電及び送配電のリハビリ - 水力発電統合包括開発計画 - 電化の普及
	46390-003: 配電改善 プロジェクト	33 kV 及び 11 kV 配電線の 66/11 kV and 33/11 kV への更新、11/0.4 kV トランスの更新、デジタルメータの更新。 対象地区：ヤンゴン、マンダレー、サガイン、マグウェイ地域
「ミ」国電力省	2013 年 7 月発表内容	2016 年までに水力、火力発電で 17 のプロジェクトを計画 中 合計 2,192MW の電力を新たに確保する予定
	2014 年 11 月の電力省 局長 Myint Oo 氏の発表	2031 年までに 4,581MW から 29,000MW へ容量増を見込む 15 年開発計画、2016 年度から 2030 年度までに 41 の新規 電力プロジェクトの対象地を決定。 20 の水力発電所をマンダレー地域、カチン州、カイン州 及びシャン州で計画。

現在の既存水道施設に対する電力供給状況については、2014 年度において停電が 79 回発生し、1 回当たりの停電時間は平均で約 2.3 時間であった。MCDC によると、BPS No.7 の井戸用水中ポンプ 1 台分の容量の自家発電機を 1 台、BPS No.1 の配水ポンプ 1 台分の容量の自家発電機を 1 台設置している。しかし、電力供給状況は年々改善していることから、2014 年から非常電源装置は稼働していないとの回答を得た。

## 2-2-2 自然条件

### (1) 気象

#### 1) 平均月降水量

マンダレー市の年間降水量（1991 年～2011 年）は、500mm（482mm：1995 年）から 1,500mm（1,542mm：2006 年）程度であり、1991 年から 2000 年の 10 年間の平均年降水量が 837mm、2001 年から 2011 年の 11 年間の平均年降水量は 962mm である。

また、4 月から雨が多くなり、雨季は 5 月から 11 月までとなるが、7 月は他の月と比べて降水量が若干少なくなる。

表 2-17 平均月降水量（1991年～2000年及び2001年～2011年）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1991年 ～2000年	0.3	7.5	11.1	53.3	128.7	95.8	73.1	142.5	186.3	99.2	36.4	3.1	837.3
2001年 ～2011年	1.6	0.4	7.4	39.8	186.4	103.8	71.5	168.4	178.3	162.7	31.0	10.5	962.0

（単位：mm）

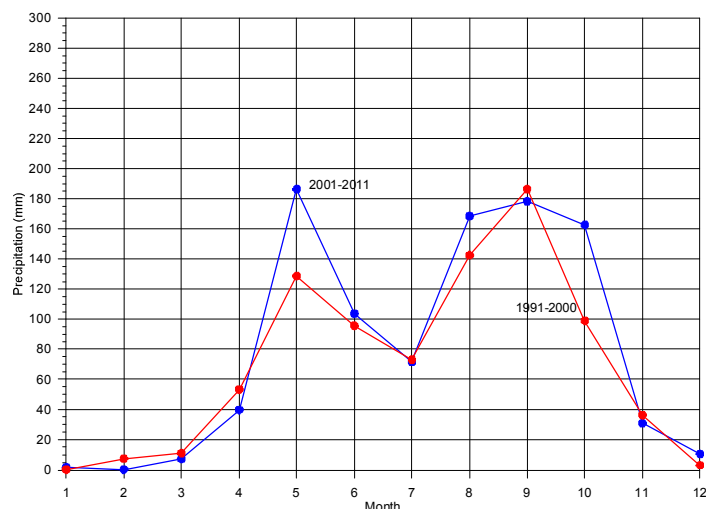


図 2-6 平均月降水量（1991年～2000年及び2001年～2011年）

2) 平均月気温

マングレー市は、4月が最も暑く最高気温が40℃近くになる。一方、12月から1月にかけて気温が低くなり、1月の最低気温は15℃以下となる。

表 2-18 平均月最高気温（1991年～2000年及び2001年～2011年）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1991年 ～2000年	29.8	32.4	36.0	38.0	37.0	35.4	35.2	34.0	33.7	33.4	31.2	29.1	33.7
2001年 ～2011年	30.0	33.5	37.2	39.3	36.3	35.3	35.3	34.4	34.1	33.5	31.7	28.5	34.1

（単位：℃）

表 2-19 平均月最低気温（1991年～2000年及び2001年～2011年）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1991年 ～2000年	13.5	15.8	20.1	24.3	25.8	25.9	26.1	25.9	25.1	24.0	20.2	15.0	21.8
2001年 ～2011年	14.2	16.3	21.2	25.4	26.0	26.4	26.4	25.8	25.6	24.3	20.0	16.3	22.3

（単位：℃）

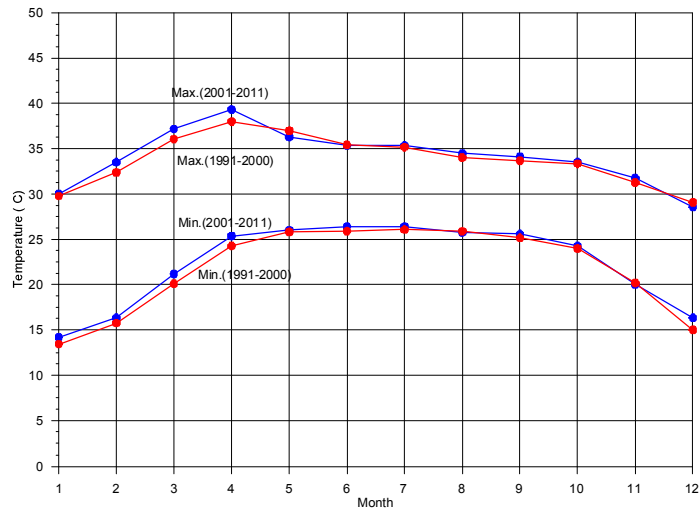


図 2-7 平均月最高/月最低気温 (1991年～2000年及び2001年～2011年)

### 3) 平均月相対湿度

マンダレー市の相対湿度は、3月が最も低く50%から55%程度で、9月から10月が高く80%程度となる。

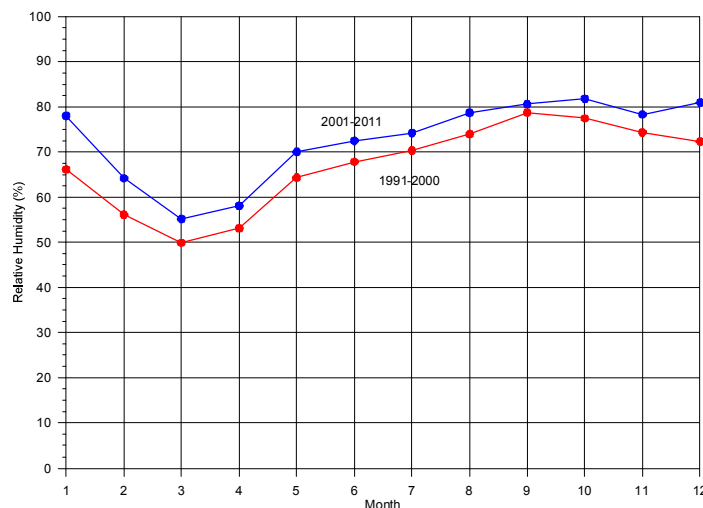


図 2-8 平均月相対湿度 (1991年～2000年及び2001年～2011年)

## (2) 水理地質概要

### 1) 地形地質概要

マンダレー市は、イラワジ川の中流部東岸に位置し、市の東側には中国-ビルマ国境山岳地帯の一部を構成するシャン台地の縁辺高地が広がる。マンダレー市街地の標高が約70mなのに対して、東側の縁辺高地の標高は約600mと比較的大きな標高差となっている。

イラワジ川はマンダレー市の西端を北から南に向かって流下し、市の南西部で西に屈曲する。この屈曲する辺りで東から流下するドッタワジ川がイラワジ川に合流する。

マンダレー市に広がる沖積平野の地質は、イラワジ川に沿って堆積した未固結の河成堆積物と東側のシャン台地から供給された山麓堆積物から構成されている。これらの堆積時代は第四紀中

期更新世から完新世で、層厚はイラワジ川近傍で約 180m である。市の西側に主として河成堆積物が、東側に山麓堆積物が分布し、両者は指交関係にあると推測されているが詳細な関係は把握されていない。

マンダレー市北西部の MCDC の井戸群のデータから、「マンダレー市セントラルゾーン給水計画調査（2003 年）」（M/P 調査）において、第四紀堆積物は下表のように分類されている。層相変化が激しく、大略東から西に向かって粘土の割合が大きくなる傾向にある。また、第 3 層として第四紀更新世の粘土層が分布するが、井戸群周辺において地盤沈下発生への報告はない。<sup>21</sup>

表 2-20 第四紀層の地質分類

地質時代	地層区分	層相	基底深度（地表面下）
完新世	第 1 層	粘土優勢砂泥互層	平均 30m（最大深度 40m）
	第 2 層	砂優勢砂泥互層	平均 70m（最大深度 72m）
更新世中期	第 3 層	粘土層（青色硬質粘土主体）	平均 90m（最大深度 97m）
	第 4 層	砂層と砂優勢砂泥互層の互層	最大深度 170m

## 2) 水理地質単元区分

前項で記した地質分類を基に下表のように水理地質単元が区分されている。

表 2-21 水理地質単元区分

水理地質単元	地質区分	層厚	地下水の種類	取水方法
第一帯水層	第 1 層	30m	不圧地下水	手掘り井戸
第二帯水層	第 2 層	40m	浅層被圧地下水（一部、不圧地下水）	浅井戸（管井戸）
加圧層	第 3 層	20m	加圧層	—
第三帯水層	第 4 層	70m+	深層被圧地下水	深井戸（管井戸）

## 3) 第三帯水層の水理地質的特徴

本調査の対象地域においては、第三帯水層が主要な取水層となる。この第三帯水層は、M/P 調査では以下のように評価されている。

- 水理地質調査から得られた主帯水層の透水係数は、既存生産井の位置するイラワジ川沿い北西部では 220m/日、工業地域を中心とする南部地域で 1.3m/日と大きく異なるため、井戸一本当たりの生産水量は、北西部で約 5,000m<sup>3</sup>/日、南部地域で約 800m<sup>3</sup>/日程度と 6～8 倍程度の差となる。
- 本調査の対象地域であるカンドシ湖とタウンタマン池周辺の深度 110m から 120m 付近には、上記の地域の間程度程度の比抵抗値（ $50 \geq \rho > 20 \Omega \cdot m$ ）の地層が分布し、砂や礫に富む層相の存在を示唆している。

<sup>21</sup>地下水開発における地盤沈下は粘土層に挟まれた砂礫層などの地下水を過剰揚水することによって、粘土層からの間隙水が砂礫層へ絞りだされ、その粘土層が収縮することにより発生する。つまり、適正な揚水量を維持することにより地盤沈下の発生を抑えることが重要である。

### (3) 自然条件調査結果概要

#### 1) 電気探査

##### ①調査目的

調査地域の水理地質構造を把握し、試掘地点及び今後の井戸掘削地点を選定することを目的として電気探査を実施した。

##### ②調査方法

- 探査地域は BPS No.7 からその西方のイラワジ川に至る地域を対象としており、測定点数は 20 点である（図 2-9 参照）。
- 探査手法は、地下の水平構造解明を得意とするシュランベルジャー法電極配置による垂直探査を用いた。また、目標とする探査深度を 200m とし、最大電極間隔は 660m である。
- 探査に使用した探査機器は仏国 IRIS 社製 SYSCAL-R2 である。
- 解析は、測定点ごとに米国 Interpex 社製 Resixp による一次元インバージョン解析を実施し、その後、比抵抗構造断面図を作成した。

##### ③調査結果

- 上記 20 地点とは別に、参照点として実施した既存井 PTW-35 及び PTW-36 近傍の探査結果から、第二帯水層下位の加圧層及び第三帯水層の粗粒部の識別が可能であることが明らかになった。
- 比抵抗構造断面図から、以下のことが認められる。
  - 第二帯水層と加圧層との境界は深度 50m～80m 間に分布し、大きな起伏もなく連続性が認められる。
  - 加圧層の厚さは 20m～30m 程度であり、その厚さは緩やかに変化する。
  - 加圧層と第三帯水層との境界は深度 80m～110m 間に分布し、大きな起伏もなく連続性が認められる。また、その境界深度は東側から西側に向かって浅くなる傾向が認められる。
- 試掘結果をフィードバックし再解析した結果、以下のことが認められる。
  - 井戸掘削候補地点の適性：どの候補地点にも十分な層厚を有して第三帯水層が連続して分布する。
  - 井戸構造の検討：第三帯水層の上面深度分布の推定から、BPS No.7 の東側から南側では、スクリーンパイプの位置を深度 100m～125m に設定できる。



Legend

- Existing production wells (PTW-35,36)
- ⊕ VES survey points and No.
- A-A' Cross sections (resistivity structure sections)
- Test drilling and Pumping test site

図 2-9 自然条件調査位置図

2) 試掘調査

① 調査目的

地下水地質状況を直接把握するとともに、揚水試験実験井として利用することを目的として、物理探査結果と用地取得の難易度を基準に選点された1地点において試験井戸掘削を実施した。

② 調査方法

- 試掘地点は、カンドーシ湖の東岸沿い、第7配水池の北方約1kmに位置し、市民公園に隣接する敷地（MCDCの広場・園芸局の管理地）である（図2-9参照）。
- 掘削深度は150m、最終掘削口径は16.5インチ(419.1mm)、井戸口径は12インチ(304.8mm)である。



- 掘削は、ミャンマー製ボーリングマシン（HXY-42T Core Drill Rig）にて、ロータリー工法による泥水掘削で行った。
- 予定掘削深度及び口径に達した段階で物理検層を実施した。検層に使用した機器は英国 Robertson Geologging 社製 RG MICROLOGGER で測定項目は、比抵抗、SP 及び自然ガンマである。
- 井戸仕上げに使用したケーシングパイプ及びスクリーンパイプの材質は、SGP（Steel Gas Pipe）である。

### ③調査結果

- 試掘結果を総合柱状図として、図 2-10 にまとめる。
- 掘削直後の孔内地下水位は 18m である。
- 深度 85m~115m 間は、高比抵抗、中ガンマ、低 SP 層であり、これは砂礫を多く含む帯水層を反映し、第三帯水層に相当する。この第三帯水層が分布する深度 90m~115m 間にスクリーンを設置した。
- 電気探査結果と併せて総合的な解析を行なうことにより、BPS No.7 の東側から南側の地質分布を下記のように想定し、井戸掘削仕様や井戸構造の検討資料等に用いた。
  - 第二帯水層下面（加圧層上面）：80m、加圧層下面（第三帯水層上面）：100m、第三帯水層下部細粒層上面：125m。

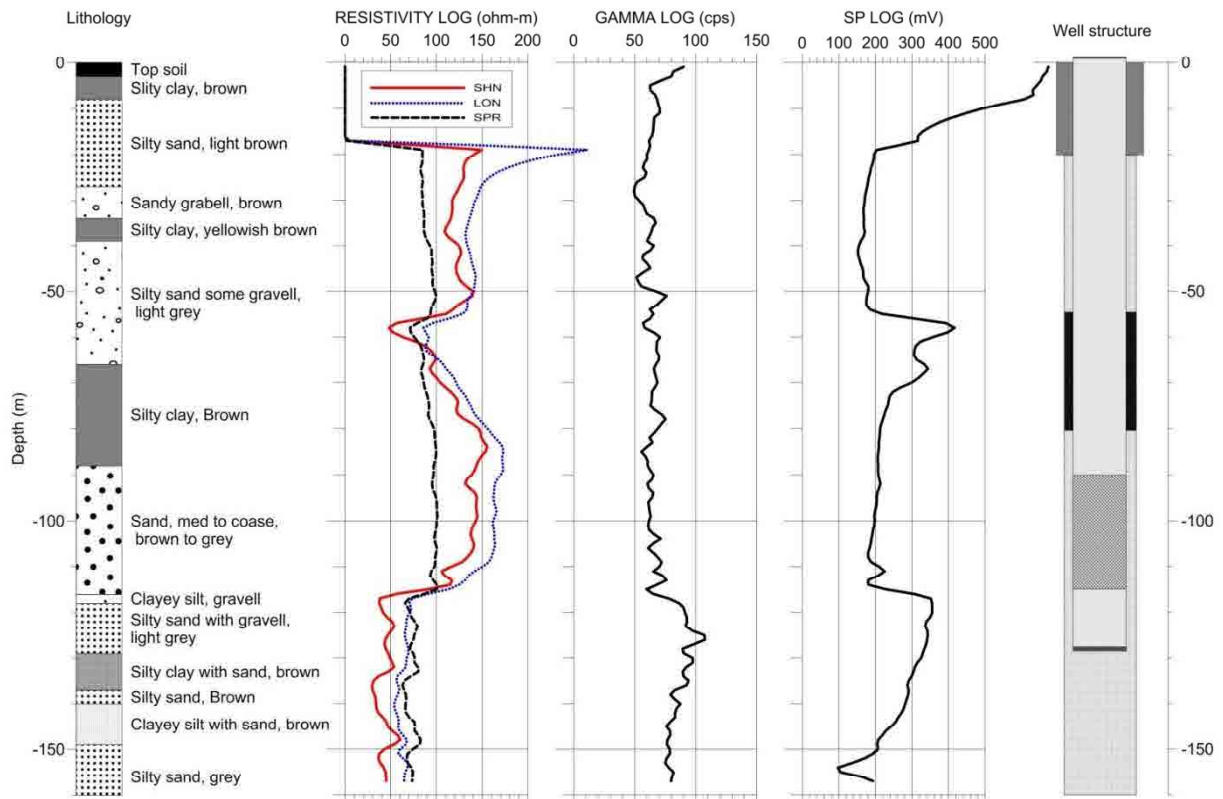


図 2-10 総合柱状図（試掘井戸）

### 3) 揚水試験

#### ①調査目的

上記の試掘井において、揚水能力を把握するとともに、地下水位低下量の推定に必要なデータを取得することを目的に揚水試験を実施した。

#### ②調査方法

- 揚水試験の内訳は、予備揚水試験、段階揚水試験（2時間×5段階）、連続揚水試験（24時間）、回復試験であり、予備揚水試験では水位低下や回復の特徴を把握して段階揚水試験や連続揚水試験の際の揚水量を決めるための簡単な（短時間の）試験を実施した。
- 揚水試験に用いた水中ポンプは、KSB社製のUMAI 150-9/22で、ミャンマー国で入手できる最大級のポンプである。

#### ③調査結果

段階揚水試験の結果は、下表に示すとおりである。また、帯水層損失係数（B）と井戸損失係数（C）は、 $B=3.88 \times 10^{-3} \text{day/m}^2$ 、 $C=6.68 \times 10^{-7} \text{day}^2/\text{m}^5$ となった。

表 2-22 段階揚水試験結果

段階	揚水量 Q (m <sup>3</sup> /日)	地下水位低下量 s (m)	比湧出量 Sc (m <sup>2</sup> /日)	井戸効率 Ew (%)
1	806.4	3.574	225.63	87.5
2	938.9	4.274	219.67	85.2
3	1143.4	5.170	221.15	85.8
4	1273.0	5.992	212.44	82.4
5	1301.8	6.314	206.17	80.0

連続揚水試験及び回復試験から求められた水理定数を下表に示す。

表 2-23 連続揚水試験及び回復試験で求められた水理定数

	透水量係数 (m <sup>2</sup> /日)	貯留係数
Cooper-Jacob 式	1,138	3.21E-25
Theis 式	561	7.57E-12
回復法	2,265	—

揚水試験結果から得られた水理定数を用いて、地下水位低下量の推計を行なった。

### 4) 地質調査

#### ①調査目的

配水池建設用地の基礎形式を検討するための地質調査（ボーリング調査）、配水管路の敷設工事における掘削地盤の状況を確認するための試掘調査を実施する。

## ②調査方法

下表に地質調査の内容を示す。

表 2-24 地質調査の作業内容

測量種別	測量対象	概算の測量規模
地質調査	配水池建設予定地	2 箇所 (15m/本) 標準貫入試験 (1m 毎)、地下水位変動調査 室内土質試験 (粒度試験、含水量試験、液性・塑性限界試験、 単位体積・重量試験、一軸圧縮試験、圧密試験)
試掘調査	配水主要管路	19 箇所 掘削幅：W0.5m×L1.0m×D1.5m

## ③調査結果

### 地質調査

配水池建設場所となる BPS No.7 敷地内において地質調査のボーリングを 2 箇所行った。その結果、配水池建設予定場所のボーリングでは地質はシルト質砂層で標準貫入試験による N 値は深度 1.5m~1.95m では N15、深度 3.0m~3.45m では N24、また Vesic 法により求められた地耐力は深度 2m で 20t/m<sup>2</sup>であった。従って、構造物の基礎支持層として杭基礎を必要としない良好な地盤で十分な地耐力があり、直接基礎による基礎構築が可能で圧密沈下の心配はない。

2 箇所のボーリングの孔内水位は、削孔開始日の計測は地表面よりそれぞれ 4.1m と 5.3m であったが、3 日後の計測では 9.4m と 9.2m であり地下水による地盤への影響はないと判断する。

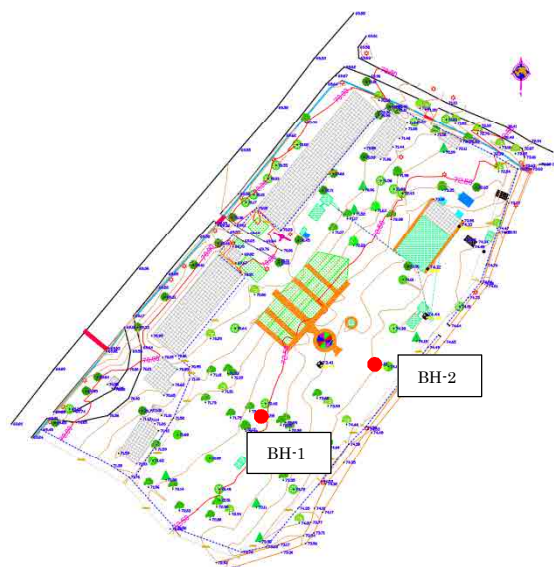


図 2-11 BPS No. 7 測量図

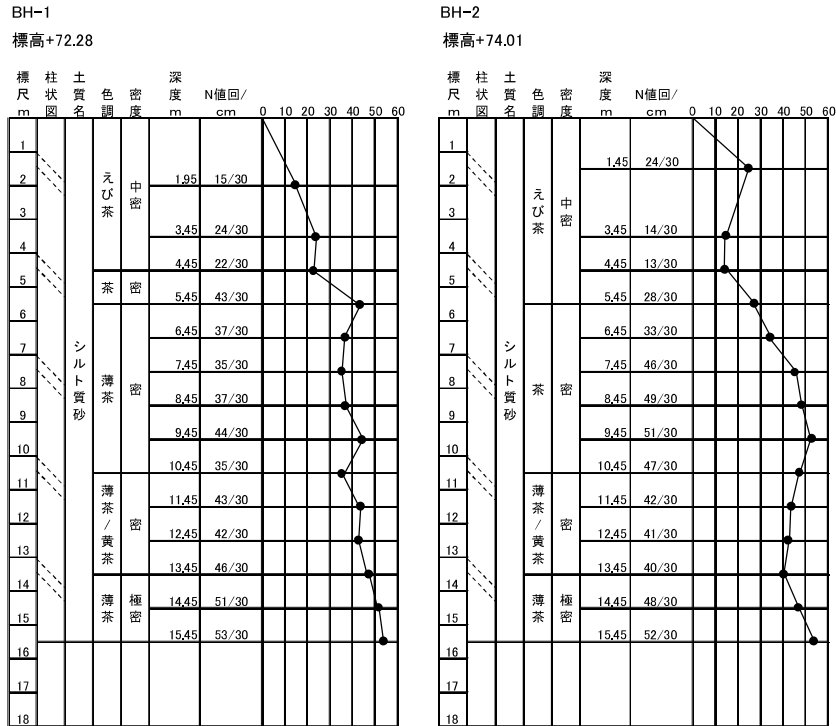


図 2-1-2 調査対象地点の柱状図

試掘調査

主要管路の計画ルートに沿って 19 箇所の試掘調査を行った。粒度分析結果より、全路線において礫層や玉石は確認されず、砂層、シルト層及び粘土層が主な土質として確認された。導水管路が計画されている BPS No.7 付近では砂層が 50%程度及びそれ以上認められた。配水管路ルートである BPS No.7 以東のルートでは、シルト層及び粘土層が中心の土質構成となっている。従って、配管敷設工事においてはトレンチ掘削において岩掘削等は発生しない。また、全路線において深さ 1.5m までは地下水位は確認できなかったため、大規模な水替え作業は必要としない。

5) 測量調査

測量調査は、以下に示す対象地区及び施設に対して実施した。対象地域は標高が 70m~75m の平坦な地形である。埋設物調査は、配水管ルートにおいて排水溝、電気ケーブル及び電話線等の地下埋設物について測量調査と並行して実施した。

表 2-25 地形測量の作業内容

測量種別	測量対象	概算の測量規模
平板測量	BPSNo.7 敷地内の新設配水池及び新設配水ポンプ場計画用地	合計：1ha
平板測量及び構造物調査	BPS No.1, 2, 3, 5, 6 及び 7、ET No.1 及び 2 の 9 か所の平板測量及び既設施設構造物測量	合計：1.2ha 9 か所の既設の配水ポンプ場の敷地に対する平板測量、構造物内レイアウト (7 断面)

測量種別	測量対象	概算の測量規模
路線及び縦断測量	BPSNo.7 からの配水管路	合計約 18.0km
埋設物調査	BPSNo.7 からの配水管路	合計約 18.0km

## 6) 水質調査

### ① 調査目的

水供給施設の整備を予定しているピジータゴンタウンシップ及び MCDC の既存水供給施設について、現状の水質を把握するとともに、塩素消毒施設設計のための水質情報を入手し、今後の水質改善を検討する際の基礎的な情報を得ることを目的とする。

さらに、新たに開発される水源である試掘井について、ベースラインとなる水質データを取得し、塩素消毒の実施等、必要な水質改善手段を検討するための情報を得ることを目的として調査を行った。

### ② 調査方法

#### 調査地点

調査地点及び試験方法を以下に示す。

新たに開発される水源のうち、試掘井 1 ヶ所で採水を行った。また、ピジータゴンタウンシップで用いられている水源水質の現状を知るために、公共水栓、個人用管井戸、ハンドポンプ、学校（管井戸）及び路上で飲料水を供するために用いられている水瓶の合計 31 ヶ所より採水した。

さらに、マンダレー市の既存水道施設である浄水場、配水池、配水ポンプ場及び高架水槽の合計 32 ヶ所より採水した。

水質測定は、簡易測定キットにより行ったが、試掘井及び既存水道施設については、簡易測定と同時に、外部委託によるラボ測定を行った。

表 2-26 調査地点及び試験方法

	地点名	サンプル数	簡易測定	ラボ測定
ピジータゴン TS	試掘井	1	Yes	Yes
	公共水栓	11	Yes	
	個人井戸(管井戸)	13	Yes	
	学校(管井戸)	1	Yes	
	ハンドポンプ	2	Yes	
	水がめ	3	Yes	
	合計	31		
マンダレー市街地	WTP (WTP No.4、原水及び浄水)	2	Yes	Yes
	D/R(マンダレーヒル配水池)	1	Yes	Yes
	BPS (配水ポンプ場)	7	Yes	Yes
	ET (高架水槽)	2	Yes	Yes
	家庭水栓	20	Yes	
	合計	32		

## 調査項目

簡易測定及びラボ測定の測定項目を以下に示す。簡易測定は、パックテスト及び Merck M-Quant Test (ヒ素) を用いた。ラボ測定はタイの業者に委託し、試験方法は Standard Methods (2012) に従って行った。

表 2-27 測定項目

測定項目	測定方法
○採水時測定	
気温、水温、臭気	気温計、水温計、官能試験
pH、EC、TDS、濁度、色度	水質計(pH、EC、TDS)、濁度計、色度計
○簡易測定	
Fe、Mn、Sulfide、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、NH <sub>4</sub> -N、Al、F、Chloride	パックテスト
As	Merck M-Quant test
E-coli、Fecal coli	試験紙(簡易測定)
○ラボ測定(委託試験)	
Alkalinity、Hardness、Chloride、Sulfide、Cyanide、Ca、Mg、F、Al、As、Cu、Fe、Mn、Pb、NO <sub>3</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NH <sub>4</sub> -N、Zn、Cd、Cr、Hg、Se、Na、TOC、TDS、Standard plate count、E coli	Standard Methods(2012)

## ③調査結果

資料 6 - 2 に結果を示す。

### ピジータゴンタウンシップ 既存給水施設 (簡易試験)

大腸菌群がすべての試料から検出されたため、衛生面において問題があるといえる。また、TDS、電気伝導度及び濁度が高いため、色、味等の水利用における快適さについても満足できない水質である

濁度について、3 ヲ所の公共水栓(No.14, No.20, No.7986)が、WHO 飲料水水質ガイドライン(第 4 版)に記されている値である、5NTU を超過した。また個人所有の管井戸では、20.8, 22.7 及び 33.0NTU の濁度が測定された。これら以外の公共水栓及び管井戸の濁度は、5NTU であった。

しかし、大腸菌群はすべての公共水栓で検出され、管井戸では 14 本中、9 本から検出された。すなわち、ピジータゴンタウンシップの住民が使用している水は衛生的に問題があるといえる。

### 既存給水施設 (簡易試験及びラボ試験)

MCDC の水道水質基準を、資料 6 - 7 - 2 の①に示した。

濁度は最大で 7.5NTU (WTP No.4 の浄水)であり、一部 (BPS/D/R No.6 House ConnectionNo.2) を除き、5NTU を下回っている。

大腸菌群については、ET No.1 を除く施設より検出されている。

MCDC の水道水質基準には定められていないが、BPS No.1、No.3、No.5、No.7 及び ET No.2 では糞便性大腸菌が検出された。

BPS No.2, No.6 及び ET No.1 では、各 BPS 及び ET では糞便性大腸菌が検出されなかったものの、そこから配水されている蛇口で糞便性大腸菌が検出されたため、配水管網内における汚染、ピットラトリン浸透水あるいはセプティックタンク排水による汚染の可能性が考えられた。

## 試験井の水質分析結果（簡易試験及びラボ試験）

フッ素は 1.1mg/L であり、WHO 飲料水水質ガイドライン値(1.5mg/L)より低い値であった。したがって、具体的な対応を検討する必要性はないと考えられる。本プロジェクトは、建設時にさらに 2 本の生産井を建設する。フッ素の値がガイドライン値に近いことから、これら井戸のフッ素濃度についてはモニタリングを行う。

### 2-2-3 環境社会配慮

#### (1) ベースとなる環境社会の状況

本事業の対象地であるマンドレー市は「ミ」国第 2 の都市であり、ピジータゴンタウンシップは全域がその市街地域に含まれる（写真 1）。農耕地は河川沿いの一部に点在するのみである。本事業の対象地には「ミ」国の法律や国際条約で定められた自然保護区や貴重な生態系は存在せず、また文化遺産や景勝地、少数民族ならびに先住民の居住区も立地していない。

「ミ」国における成人男女の労働参加率差は 7.1%であり、ASEAN 諸国の中ではラオス（3.0%）に次いで労働参加に対する性別差が少ない（世界銀行、2011）。タウンシップ内の給水地点における生活用水の水汲みも男性もしくは男女の共同作業として行われており、ジェンダーによる差異は認められない（写真 2）。「ミ」国の 9 割は上座仏教徒であり、上座仏教における一般的な認識では男性優位であるものの、社会制度上にジェンダー間の差異はない。また、マンドレー市の人口の 8 割を占めるビルマ族は双系制社会であり、財産相続や両親の扶養義務に男女区別はない。



写真 1 市内の状況



写真 2 水汲み作業の様子

#### (2) 環境カテゴリー分類

本事業は JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月）が定める上水道セクターに該当するが、環境影響を及ぼし易い事業特性は有さず、また影響を受けやすい地域を含まない。さらに住民移転も生じないことから環境カテゴリーは B に分類される。また、従来「ミ」国が準拠してきた ADB の同ガイドライン（ADB Environmental Assessment Guidelines）を用いても、本事業は都市給水・衛生セクターに該当し、環境カテゴリーは同じく B と分類される。

#### (3) 環境社会配慮制度ならびに組織

「ミ」国の環境社会配慮制度は整備途上にある。2011 年の環境保護・林業省（MoECF）の設立ならびに翌 2012 年の環境保全法（Environmental Conservation Law）の制定により、法制度と運営

実施体制の確立を開始した。現在、具体的な施行を規定する環境保全実施細則（Environmental Conservation Rules）の最終審査完了を待つ状態にある。

(4) 環境配慮に関連する法令や基準

表 2-28 に「ミ」国における環境関連法制度を整理する。

表 2-28 環境関連法規一覧

種類	名称	発行年	環境関連の記載内容
憲法	ミャンマー共和国憲法 (Constitution of the Republic of the Union of Myanmar)	2008年	国家による環境保護（第1章）、各州や自治体が有する環境保護を規定する権利（第4章）、国民による環境保全の義務化（第8章）
指針	ミャンマーアジェンダ21 (Myanmar Agenda21)	1997年	環境保全・劣化防止のための政策設定、持続可能な開発に資する環境と開発の調和の明言
開発戦略	国家持続可能な開発戦略 (National Sustainable Development Strategy : NSDS)	2009年	社会、経済及び環境問題における持続可能な開発の達成を策定
組織法	発展評議会法 (Development Committees Law)	1993年	適切な排水路又は排水管の建設、修理・改良を規定（第20条）
地方行政	マンダレー市開発法 (The City of Mandalay Development Law)	2002年	水道を含む25事業に関し、市域内の政策の策定、助言、監督及び遂行を行なう（第18条）。
環境	環境基本方針 (官報; Gazette Notification No. 26/94 dated 5 December 1994)	1994年	天然資源の保全を国と国民の責任とし、開発においては環境保護を最優先に設定。
	環境保全法 (Environmental Conservation Law)	2012年	国家の環境政策の実施、自然と文化の保護、生態系の保存、天然資源の減耗の禁止、環境意識の啓発、環境問題について政府部局並びに国際組織との連携促進
	環境保全実施細則 (Environmental Conservation Rules)	策定中	環境保全法の施行と運営実施体制に係る細則
森林	森林法 (Forest Law)	1992年	ミャンマーにおける森林の維持管理等に関する法律
	森林規則 (Forest Rules)	1995年	森林法の実施を促す省令
	国家森林政策 (National Forest Policy)	1995年	土壌、水、植生及び野生動植物の保全策
自然保護	野生動植物及び自然地区保護法 (Wildlife and Wild Plants and Conservation of Natural Areas Law)	1994年	保護区や野生等物、植物保護に関する法律
鉱物資源	鉱業法 (Myanmar Mines Law)	1994年	鉱山の操業によって悪影響が発生する可能性がある場合には環境保全対策を実施
	ミャンマー鉱山規則 (Myanmar Mines Law and Rules)	1996年	鉱山法の包括的な内容を網羅し、環境保護の報告・政府による検査への協力を義務化
水資源	水資源・河川保全法 (Conservation of Water Resources and Rivers Law)	2006年	水資源・河川の保全と保護、環境に対する負荷の軽減
文化遺産	文化遺産地域保全法 (Protection and Preservation of Cultural Heritage Regions Law)	1998年	文化遺産地域における禁止行為の取り決め
公衆衛生	公衆衛生法 (Public Health Law)	1972年	政府は特に環境保護を目的として監督を行い禁止事項を制定（第3条）
	伝染病予防管理法 (Prevention and Control of Communicable Diseases Law)	1995年	井戸、池及び排水設備の衛生対策を規定



「ミ」国では用地取得及び住民移転制度、環境影響評価、公害（汚染）防止・管理のための環境・排出基準など体系的な法整備は未確立の状態にある。また、環境管理基準については最終承認手続きを行っている飲料水質のみが具体的に提案されている（表2-29）。

表 2-29 ミャンマーにおける飲料水水質基準案（2006年）

- I Bacteriological quality
- II Physical quality
- III Chemical quality not of health significance
- IV Chemical quality not of health significance but may raise complains by

I Table-1. Bacteriological quality

Type of water sources	F-coli.	T-coli.	WHO Guideline (2011)		unit
			F-coli.	T-coli.	
Treated pipe water	ND.	0	ND.	0	No./100mL
Untreated pipe water	0	0	0	0	
Water in distribution system	0	0	0	0	
Unpiped water	0	0	0	0	
Bottle drinking water	0	0	0	0	
Emergency water	0	0	0	0	

II Table-2. Physical quality

Parameter consistent	Maximum Permissible Limit	WHO Guideline (2011)
Color	20 Pt-Co Scale (TCU)*	—
Taste and odour	(Not offense)	—
Turbidity	5 NTU**	—

III Table-3. Chemical quality of helth-significance

Parameter consistent	Maximum Permissible Limit	WHO Guideline (2011)
Arsenic	0.05 mg L <sup>-1</sup>	0.01 mg L <sup>-1</sup>
Cadmium	0.005 mg L <sup>-1</sup>	0.003 mg L <sup>-1</sup>
Chromium	0.05 mg L <sup>-1</sup>	0.05 mg L <sup>-1</sup>
Copper	2.0 mg L <sup>-1</sup>	2.0 mg L <sup>-1</sup>
Cyanide	0.07 mg L <sup>-1</sup>	—
Fluoride	1.5 mg L <sup>-1</sup>	1.5 mg L <sup>-1</sup>
Lead	0.01 mg L <sup>-1</sup>	0.01 mg L <sup>-1</sup>
Mercury	0.001 mg L <sup>-1</sup>	0.006 mg L <sup>-1</sup>
Nitrate (as NO3)	50 mg L <sup>-1</sup>	50 mg L <sup>-1</sup>
Selenium	0.01 mg L <sup>-1</sup>	0.04 mg L <sup>-1</sup>
Manganese	0.3 mg L <sup>-1</sup>	0.3 mg L <sup>-1</sup>

IV Table-4. Chemical quality not of helth-significance but may raise complains by consumers

Parameter consistent	Maximum Permissible Limit	WHO Guideline 2011
Alminum	0.1 mg L <sup>-1</sup>	—
Chloride	250 mg L <sup>-1</sup>	—
Hardness, total (as CaCO3)	500 mg L <sup>-1</sup>	—
Iron	1.0 mg L <sup>-1</sup>	—
pH	6.5 - 8.5	—
Sodium	200 mg L <sup>-1</sup>	—
Sulphate	400 mg L <sup>-1</sup>	—
Zinc	10 mg L <sup>-1</sup>	—
Calcium	200 mg L <sup>-1</sup>	—
Magnesium	150 mg L <sup>-1</sup>	—
Electric conductivity	150 mg L <sup>-1</sup>	—
Total dissolved solid	1000 mg L <sup>-1</sup>	—

\* Platinum Cobalt Scale (True Color Unit)

\*\* Nephelometric Turbidity Units

\*\*\* Millisiemens per meter

(5) 関連団体

従来、マンダレー管区では国際 NGO である World Vision Myanmar と CESVI Foundation が水・衛生セクターの活動を展開してきたが、現在は両団体とも休止中である。CESVI Foundation のマンダレー事務所はすでに存在せず、活動再開の予定もない。一方、World Vision Myanmar は 2015 年より地下水開発事業を開始する予定とのことであったが、具体的な対象エリアは未定であった。

(6) スコーピングと影響予測

本事業では住民移転が発生せず、事業用地は全て MCDC の所有地であり、公共用地としての取得に際し補償は発生しない。しかし、給水管敷設については一部私有地の使用が想定され、給水接続契約時に土地所有者より使用に係る了解を得る必要がある。

事業の準備段階においては、環境社会配慮にかかる深刻な負の影響は予見されない。一方、建設期間中においては一時的な騒音・振動の発生や交通規制などの負の影響が生じる。また、長期的な地下水の揚水が、水位低下をもたらす可能性があるため、適切なモニタリングを実施する必要がある。

給水施設の整備によって上水道の供給量が増え、必然的に下水道への排水が増加する可能性があるが、本事業の給水計画は現行の不衛生な浅井戸に代わる水源を開発するものであり、かつ潜在的に大量の水需要を有する工業地帯への給水が行われないことから、排水の増加は限定的であり、大きな負の影響が生じることは予見されない。

本事業計画に対するスコーピングと環境社会配慮調査の TOR を表 2-30 に示す。

表 2-30 スコーピングと環境社会配慮調査の TOR

項目	評価*		理由	環境社会配慮調査	
	P/C	O		項目	手法
非自発的住民移転・用地取得	D	D	本事業では住民移転は生じない。事業用地はすべて MCDC の所有地であり、MCDC の管理下にある。公共用地としての取得に当たり、補償は発生しない。給水管敷設に係る土地使用については、契約接続時に当該所有者からの了解を得る必要がある	—	—
雇用や生計手段等の地域経済	B+	D	工事期間中の一時雇用による地域経済への正の影響が期待できる。本事業では住民の移転は生じず、工事は MCDC 所有地、公共用地（道路）で行われることから、住民の生活・生計への影響は発生しない。	—	—
土地利用や地域資源利用	D	D	用地取得は発生せず、土地利用及び地域資源利用に影響を及ぼすことはない。	—	—
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は予見されない。また、適切な住民参加、情報公開を積極的に進め、住民、コミュニティーに十分な理解と協力を得られるようステークホルダー協議を実施した。	—	—

項目	評価*		理由	環境社会配慮調査	
	P/C	O		項目	手法
既存の社会インフラや社会サービス	B <sup>-</sup>	D	配水管の敷設工事期間中に片側通行、迂回路使用による交通渋滞、公共施設等へのアクセスに不便が生じる恐れはあるが、一時的なものである。配水管は地下埋設のため、供用後の影響はない。	プロジェクト予定地の現在のインフラサービス状況	関連機関へのヒアリング 現地調査
貧困層、少数民族・先住民、ジェンダー、子どもの権利	D	D	用地取得による影響はない。施設計画は敷地内に限定され、また、配水管敷設は道路下であるため、工事・運転による影響は発生しない。特定なコミュニティや住民に対して便益の発生や負の影響を与える可能性は極めて少ない。水使用によるジェンダーへの差異が生じる可能性は、国民性や宗教観からも予見されない。貧困層が対象地域内に含まれるため、給水管への接続費用の軽減は配慮されることが望ましいが、裨益効果は高い。	—	—
被害と便益の偏在	D	B <sup>+</sup>	施設及び配水管によって、衛生的な水が安定して水が利用できるようになる。	—	—
文化遺産	D	D	本事業の地域内に文化遺産は存在しない。	—	—
地域内の利害対立	D	D	本事業による利害の対立は予見されない。	—	—
水利用及び水利権	D	B <sup>+</sup>	表流水の利用は計画されておらず、断水リスクの減少や衛生的な水の供給による正の影響が期待できる。また、地下水の取水権は法的には未確立であり、慣例的には相互扶助の宗教観から、特段の問題は予見されない。	—	—
HIV/AIDS 等の感染症	D	D	建設作業員が流入するものの、本事業計画では工期の短縮が図られており、感染症の拡散は予見されない。	—	—
事故の増加	B <sup>-</sup>	D	工事車両の通行が増加するため、交通事故の危険性が増大する可能性がある。また、配水管の工事によって片側通行等の交通阻害に起因する事故が起こりうる。	送配水管の敷設ルート、交通量、幅員、車線数	文献調査 現地踏査
地形及び地質	D	D	大規模な地形・地質の変更を伴う開発行為ではない。	—	—
土壌浸食	D	D	土壌浸食を誘引する可能性はない。	—	—
地下水	D	B <sup>-</sup>	本事業によって地下水汚染は発生しない。運転段階においては水質検査が実施されるため、不衛生な水が供給される可能性もない。水量については揚水試験が実施されるものの、長期的には地下水位が低下する可能性があり、定期的なモニタリングが必要である。	地下水位、周辺の既存井戸、水理地質条件	定期モニタリング
水象	D	D	表流水の使用は計画されていない。	—	—
海岸	D	D	事業対象地域内に海岸は存在しない。	—	—
保護区	D	D	事業対象地域内に保護区は存在しない。	—	—
植物相、動物相、種の多様性	D	D	調査対象地域及び周辺に保護の対象となる種は存在しない。また、自然林、生態学的に重要な生息地等も含まれていない。本事業では河川への放流や森林・保護区内での活動計画はなく、生態系への重大な影響の懸念はない。	—	—

項目	評価*		理由	環境社会配慮調査	
	P/C	O		項目	手法
気象	D	D	本事業によって計画される施設の規模は、気象影響が生じ得る大きさではない。	—	—
景観	D	D	配水ポンプ場等の上水道施設建設に当たっては、完成予想図に示されているように緑化に努め、地域景観に影響を与えないように配慮することが重要である。廃棄物の収集はMCDCによって管理されており、工事中において地域の景観が損なわれる可能性はない。また、市街地に設置する施設や路面下の配管は景観に影響を与えない。	—	—
大気汚染	D	D	建設中は重機やトラック等の車両から硫黄酸化物や窒素酸化物を含む排気ガスや粉塵が発生する。また、供用中もポンプのディーゼルエンジンから同物質が発生するが、小規模であることと工事期間が短いことからその影響は軽微である。	—	—
水質汚濁	D	D	本事業では水系への排出が計画されておらず、汚濁が生じる可能性はない。	—	—
土壌汚染	D	D	本事業では土壌への排水が計画されておらず、汚染の可能性はない。	—	—
廃棄物	D	D	本事業によって建設廃棄物が発生することはない。また、配管の敷設に伴って発生する残土は、客土として撒き均される。	—	—
騒音・振動	B	D	建設工事の際に、重機や車両から騒音・振動の発生が予見される。一方、運転段階における騒音・振動発生は、その発生源が全て建屋内に設置される計画であるため、敷地外への影響はない。	環境基準 事業予定地 における騒音 と振動の 状況	文献調査 関係機関か らのヒアリ ング
地盤沈下	D	D	水位モニタリングと水位変動に基づく揚水量及び配水量の調整により、地盤沈下の発生を抑えることが重要である。	—	—
悪臭	D	D	異臭の発生は予見されない。	—	—
底質	D	D	水系への放水は計画されておらず、底質への影響はない。	—	—
地球温暖化	D	D	ディーゼル発電機を伴うポンプは二酸化炭素を発生させるものの、小型であり地球温暖化に影響することはない。	—	—

- A : 重大な影響が予想される項目  
B : ある程度の影響が予想される項目  
C : 現時点で影響が不明な項目（詳細な調査が必要、もしくは事業の進捗によって明らかになる項目）  
D : 影響が予測されない、もしくは軽微な項目  
+/- : 正 / 負の影響  
P : Plan（計画）  
C : Construction（建設）  
O : Operation（運転）

#### (7) ゼロオプションを含む代替案

本プロジェクトの対象給水地域の選定に関して3案（表2-31）、地下水開発に伴う井戸の掘削地点の候補として11地点（表2-32）を検討した。その結果、給水地域については地下水開発可能容量と緊急性を鑑みてB案が妥当と判断し、地下水開発候補地点については、1) 水源井

として必要な用地を将来に亘って借用でき、かつ、周辺住民の同意が得られること、2) MCDC の用地であり、使用許可が短期間で得られること、3) 水理地質条件が好適であること を総合的に勘案し、3 地点を選定した。なお、両表ともに、ハイライト部が最終的に選定した代替案である。

本事業を実施しない場合を想定比較しても、環境社会に与える深刻な負の影響は予見されない。

表 2-3 1 給水地域案の比較検討

	A 案	B 案	C 案
ワード	Ka、Chan Mya Tar Tar、Kha	Thin Pan Kone、Ga、Ghagyi、Nga、Ngwe Taw Kyi Kone	Sa Lone、Sa Lain、Za、Zha、Yar Taw
状況	地下水を水源とする MCDC の給水計画が進行中	地下水開発可能容量と緊急性を考慮すると妥当	表流水利用する他の給水計画の対象地域

表 2-3 2 地下水開発（井戸掘削）候補地点の比較検討

候補地（位置）	土地所有者	管理者
Next to war memorial	Dept. of Play Ground and Garden、MCDC	Dept. of Play Ground and Garden、MCDC
Playground next to transformer station	Dept. of Play Ground and Garden、MCDC	Dept. of Play Ground and Garden、MCDC
In front of Yinn Taw Su Taung Pyae Pagoda & Aung Myay Bon San Ka Toe Kyaung	Pagoda and Monastery	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
In front of Yinn Taw Su Taung Pyae Pagoda & Aung Myay Bon San Ka Toe Kyaung、side by KOICA well	Pagoda and Monastery	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
Inside of Aung Mingalar Monastery	Aung mangala Monastery	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
Behind New day gas station	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
Behind New day gas station、inside of Sanda Mon Pagoda	Sanda Mon Monastery	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
Inside of Sin Kyo Shwegukafkyaw Monastery	Sin Kyo Shwegukafkyaw Monastery	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
Inside of Sanda Mon Monastery	Sanda Mon Monastery	Dept. of City Planning and Land Administration、MCDC
Residence of Agriculture and irrigation office	Dept. of Agriculture and Livestock、MCDC	Dept. of Agriculture and Livestock、MCDC
Park in front of Basic Education High School No.7	Dept. of Play Ground and Garden、MCDC	Dept. of Play Ground and Garden、MCDC

※井戸掘削候補地は 11 地点、その内、網掛け部の 3 地点が本事業にて計画している井戸掘削用地である。

本事業では新たな水源として BPS No.7 の周辺で 3 本の新規生産井を整備する計画であり、既存の 2 本の生産井と同様に第三帯水層からの揚水が想定されている（図 2-13）。新規に掘削する生産井が既存井に及ぼす影響については、JICA による開発調査が 2003 年に終了して以降、地下水水位の観測が行われておらず、厳密な算定が為されていない。しかし、計画揚水量は理論上の安全値側に設定されており、直ちに負の影響が生じる可能性は極めて低い。今後、より精度の高い解析を行なうために、地下水水位の実測データの蓄積が必要である。



図 2-13 井戸掘削候補地

本給水計画地域の南西部に位置する Aung Chan Thar ワードは、全 200 世帯のうち 70 世帯が不法居住者で占められる貧困地域である (MCDC への聞き取り調査による)。一世帯は 3~7 名で構成され、現在は公共の浅井戸によって水需要を賄っている。本事業の実施によって当該地域にも衛生的な上水が供給され、水因性疾患の大幅なリスク減少が期待できる。また、計画地域全体の経済・社会活動が改善されることによって、貧困の削減に貢献することも予見される。さらに、上水道の整備に伴って地域住民の衛生や生活環境が改善されることは、一般家事を担う女性の日常生活に対し正の影響を与え得る。



写真 3 Aung Chan Thar ワード

以上の理由から、本事業の実施は実施しない案 (ゼロオプション) よりも妥当な選択であると

結論される。

#### (8) 緩和策とモニタリング計画

建設段階において発生する騒音・振動の発生に対する緩和策としては、適切な整備を施した低騒音かつ低振動の機材使用が挙げられる。また、運転段階における騒音・振動発生は、その発生源が全て建屋内に設置される計画となっており、施設外への影響はない。

一方、長期間にわたる井戸からの取水は広範囲に及ぶ地下水位変化を生じさせ、20年後には揚水井周辺において最大10～11m程度の地下水位の低下が予測されている。本事業では、新たな水源としてBPS No.7の周辺で3本の新規生産井を整備する計画であり、既存の2本の生産井と合わせ、計5本から成る井戸群が形成される。これら施設の適切な運転維持管理を行なうためには地下水位データの蓄積が必須であるため、本事業ではソフトコンポーネントによって地下水モニタリング体制の強化を支援する計画である。

#### (9) ステークホルダー協議

2014年6月12日に、ピジータゴンタウンシップ、水源井戸の周辺住民やワードの住民代表者、ADB関係者などをMCDCの会議室へ招聘し、75名の参加者によってステークホルダー協議を開催した。協議ではMCDCとJICA調査団との協働によってプロジェクトの説明を行い、また、今後の環境社会配慮手続きを紹介した。参加者からは、1日当たりの給水量の策定方法に関する質問、当該タウンシップの給水に関する現況説明と陳情、給水地域の拡大などの要望が挙げられた。また、プロジェクトに対する特段の反対意見は聞かれなかった。

#### (10) 結論

表2-33に、環境社会配慮調査の結果を総括する。本事業の実施により、自然環境ならびに社会的環境を著しく悪化させる可能性はないと判断する。ただし、事業の建設段階及び供与段階において、配慮すべき環境項目（軽微な負の影響）が予想されることから、必要に応じた状況確認とモニタリングの実施が必要である。

表 2-33 環境社会配慮調査の結果

環境影響項目		既存の社会インフラ・社会サービス	事故の増加	地下水	騒音・振動
スコアリング時	P/C	B <sup>-</sup>	B <sup>-</sup>	D	B <sup>-</sup>
	O	D	D	B <sup>-</sup>	D
理由		道路閉鎖や迂回路誘導による交通渋滞や、公共施設を含む目的地への到達時間の遅延が発生する可能性がある。	工事車両の通行増に伴う交通事故の増加と、配水管工事によって片側通行等の交通阻害に起因する事故が起こりうる。	長期的な揚水により、地下水位が低下する可能性は現段階で否定できない。	建設工事の際に重機や車両から騒音・振動の発生が予測される。
緩和策		交通量を考慮した工事時間帯の設定、工事の予定、内容、時間帯、代替経路に関する道路利用者への周知、交通誘導員の配置、工事車両運転手への道路交通法の指導と遵守	同左	適正揚水量の正確な算出と遵守。周辺の既存井戸も含む定期的な地下水位モニタリングの実施	建設工事時の騒音・振動が国際金融公社(IFC)の定める基準値以下になるよう、低騒音・低振動型の機材をしようしつつ、適切な運転維持管理を行う。
調査後の評価	P/C	B <sup>-</sup>	B <sup>-</sup>	D	B <sup>-</sup>
	O	D	D	B <sup>-</sup>	D
責任機関		施工業者 MCDC 交通警察	同左	MCDC	詳細設計コンサルタント 施工業者 MCDC
発生費用		(なし)	(なし)	(なし)	(なし)

- A : 重大な影響が予想される項目
- B : ある程度の影響が予想される項目
- C : 現時点で影響が不明な項目（詳細な調査が必要、もしくは事業の進捗によって明らかになる項目）
- D : 影響が予測されない、もしくは軽微な項目
- P : Plan（計画）
- C : Construction（建設）
- O : Operation（運転）

資料6-2に以下の資料を添付する。

- Screening Format
- Check List
- Monitoring Sheet (sample)
- Attendees List of Stakeholder Meeting



## 2-2-4 社会条件調査

### (1) 調査の概要

社会条件調査をピジータゴンタウンシップ内の300世帯を対象に実施した。調査概要を以下に示す。

項目	概要																																																						
調査対象地域	ピジータゴンタウンシップ全域 (16 ワード)																																																						
調査方法	一般家庭への個別訪問インタビュー調査																																																						
調査員	MCDC ピジータゴンタウンシップ事務所所員 10名																																																						
実施期間	2014年5月19日-28日																																																						
サンプル選定	層化無作為抽出法																																																						
サンプル数	<p>300 サンプル(一般世帯を対象) 原則、MCDC の水道サービス (個別接続) を受けていない世帯を対象とした。</p> <p>計画対象地域のタウンシップ人口で案分し、各タウンシップからのサンプル数を以下のように計画した。</p> <table border="1" data-bbox="671 922 1134 1348"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>ワード名</th> <th>サンプル数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Sa Lone</td><td>52</td></tr> <tr><td>2</td><td>Thin Pan Kone</td><td>49</td></tr> <tr><td>3</td><td>Ka</td><td>9</td></tr> <tr><td>4</td><td>Ga</td><td>11</td></tr> <tr><td>5</td><td>Ghagyi</td><td>23</td></tr> <tr><td>6</td><td>Nga</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>Sa Lain</td><td>15</td></tr> <tr><td>8</td><td>Za</td><td>15</td></tr> <tr><td>9</td><td>Zha</td><td>21</td></tr> <tr><td>10</td><td>Ngwe Taw Kyi Kone</td><td>23</td></tr> <tr><td>11</td><td>Chan Mya Thar Yar</td><td>16</td></tr> <tr><td>12</td><td>Kha</td><td>10</td></tr> <tr><td>13</td><td>Tagon Tai</td><td>31</td></tr> <tr><td>14</td><td>Htain Kone</td><td>8</td></tr> <tr><td>15</td><td>Taung Myint</td><td>7</td></tr> <tr><td>16</td><td>Yar Taw</td><td>4</td></tr> <tr> <td colspan="2">合計</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	No.	ワード名	サンプル数	1	Sa Lone	52	2	Thin Pan Kone	49	3	Ka	9	4	Ga	11	5	Ghagyi	23	6	Nga	6	7	Sa Lain	15	8	Za	15	9	Zha	21	10	Ngwe Taw Kyi Kone	23	11	Chan Mya Thar Yar	16	12	Kha	10	13	Tagon Tai	31	14	Htain Kone	8	15	Taung Myint	7	16	Yar Taw	4	合計		300
No.	ワード名	サンプル数																																																					
1	Sa Lone	52																																																					
2	Thin Pan Kone	49																																																					
3	Ka	9																																																					
4	Ga	11																																																					
5	Ghagyi	23																																																					
6	Nga	6																																																					
7	Sa Lain	15																																																					
8	Za	15																																																					
9	Zha	21																																																					
10	Ngwe Taw Kyi Kone	23																																																					
11	Chan Mya Thar Yar	16																																																					
12	Kha	10																																																					
13	Tagon Tai	31																																																					
14	Htain Kone	8																																																					
15	Taung Myint	7																																																					
16	Yar Taw	4																																																					
合計		300																																																					
調査項目	<p>○世帯状況・生計 世帯人口・構成、生計手段、世帯収入額、世帯支出項目と支出額、家屋・土地の所有権</p> <p>○水利用実態 生活用水の入手手段、主要水源、補完的水源、水源毎の用途、消費水量、給水時間・回数、水汲み労力 (距離、回数、時間)、生活用水への支払額、メータ所有権 (個別接続世帯)</p> <p>○現在の給水 (未給水) に対する住民意識・満足度 現在の給水 (未給水) 状況に対する問題点、給水サービス・利用料金への満足度、</p> <p>○将来の給水に対する住民意識 水道への接続意思、改善される給水サービスに対する支払意思額、個別接続への支払意思額、水道メータ設置に対する意識、水道料金 (個別給水) 負担への意識、将来の給水サービスに対する期待</p>																																																						

### (2) 世帯状況・生計

#### 1) 世帯人数・構成

回答を得られた全世帯の平均世帯人数は、5.8人であった。世帯で一緒に暮らす18歳以下の子供は、1世帯当たり平均3.0人であった。

## 2) 世帯収入

月世帯収入の回答額は、最低の「25,000 Kyat 以下」から最高の「1,000,000 Kyat 以上」まで幅があった。収入額の分布は、「200,001-300,000 Kyat」が全回答の 40% ともっとも多く、この金額帯を中心に高低にほぼ均等分布する形になっている。全回答の世帯収入は中央値で 250,000 Kyat、平均値で 310,500 Kyat であった。低所得者層の世帯収入は中央値で 112,500 Kyat、平均値で 114,300 Kyat であった。



図 2-14 世帯収入額の分布

## (3) 水利用状況

### 1) 主要水源および補完的水源の利用

個別給水接続されていない住民の生活用水（主要水源）の入手手段は、私有井戸が 87% ともっとも多い。補完的水源としては、ボトル水（67%）がもっとも多く、私有井戸（25%）、MCDC 公共水栓（4%）の順になっている。全世帯の約 63% が複数の水源を生活用水として利用している。

用途別にみると、飲食・飲料用として私有井戸（81%）に次いで、ボトル水（49%）が多い。私有井戸を所有している住民でも、回答者の約半数の住民はボトル水を購入し、飲食・飲料用水として利用している。

### 2) 水取得量と頻度

1 回当りの水取得にかかる取得量は、「50 ガロン（227.3 リットル）以上」がもっとも多く 46% を占めている。これは私有井戸からの水取得するケースが多いことに起因していると考えられる。水取得のためにかかる時間は 5 分以内が 87% ともっとも多く、その頻度は一日 2-3 回と回答した住民が 66% を占めている。

### 3) 消費水量

一人当たりの平均消費水量は、乾季で 118L、雨季で 87L であった。乾季と雨季の消費量の差は

約 30L 程度みられたが、これは乾季の方が飲料や水浴への消費量やその回数が増えることが主要因となっていると考えられる。

#### 4) 水支出額

世帯支出に回答のあった 293 世帯の内、水（飲料水、生活用水）を購入している世帯は 203 世帯であり、約 7 割に相当する。世帯支出に占める水支出額は、月平均 12,180 Kyat、中央値は 10,500 Kyat であった。年平均水支出額は 146,160 Kyat と推定され、この金額は全回答の世帯年収（中央値）4.8%、低所得者層の世帯年収（中央値）の 10.8%にあたる<sup>22</sup>。水道料金の支払可能額の目安とされる世帯年収の 4%と比較すると、前者は若干超過しており、後者は支払可能額の約 2 倍超の水準にあたる。

一方、MCDC の一世帯当たりの年間水道料金は 15,120 Kyat と推定される<sup>23</sup>。現在の水支出額は推定された水道料金の約 10 倍に相当する。また推定された水道料金は世帯年収（全回答）の 0.5%、世帯年収（低所得者層下位 20%）の 1.1%にあたり、支払可能額（推定）の範囲内となる。そのため現在の水道料金が適用されるとすると、新規水道接続により世帯の水支出額は大きく減少する。したがって本事業の実施において、水道への切り替えが進むと考える。なお、現在 3 割の住民は水支出がゼロであるが、これらの住民に対しても衛生的な水供給の対価として、世帯収入の 1%程度の出費は十分容認可能と考える。

#### 5) 水購入費用

水購入にかかる世帯当りの月平均支出額をみると、約半数の世帯が購入しているボトル水は 12,400 Kyat、利用者は限定的であるが公共水栓（MCDC 以外）11,000 Kyat、水売人 17,000 Kyat、となっている。

### (4) 給水に対する住民意識・満足度

#### 1) 主要水源に対する満足度

現在の主要水源に対する満足度は、「不十分な給水量（3.4 点）」、「サービス時間/ 不定期的な販売（3.6 点）」、「水取得までの手間（3.9 点）」、「水質（色、味、臭い）（3.5 点、3.4 点、3.5 点）」、「水価格（3.6 点）」のいずれの項目も 5 点満点中 3 点台と中程度であり、各項目とも満足度は高いとはいえない。「水質（色、味、臭い）」項目には、回答者の 98%以上から回答が得られており、同項目への関心が比較的高いと考えられる。

#### 2) 個別給水に対する期待

MCDC の個別給水に対する期待は、全項目において 4.1 点以上と高かった。もっとも期待が高い項目は、「安全な水の供給（改善された水質）」（4.9 点）であり、続いて「継続的な水供給」（4.7

<sup>22</sup> 平均値は、極端に高い数値があるとそれに引っ張られた高めの数値が出てしまい実状を十分に反映しない恐れがあるため、ここでは中央値を使用している。

<sup>23</sup> 1 世帯当たりの月間水道料金を 1,260 Kyat と推定（一般家庭向け単価 55 Kyat/m<sup>3</sup> x 給水量原単位 130L/人・日 x 5.8 人/世帯）

点)、「平等な水供給（公共性の確保）」(4.7 点)であった。全般的に、個別給水に対する期待はかなり高いといえる。

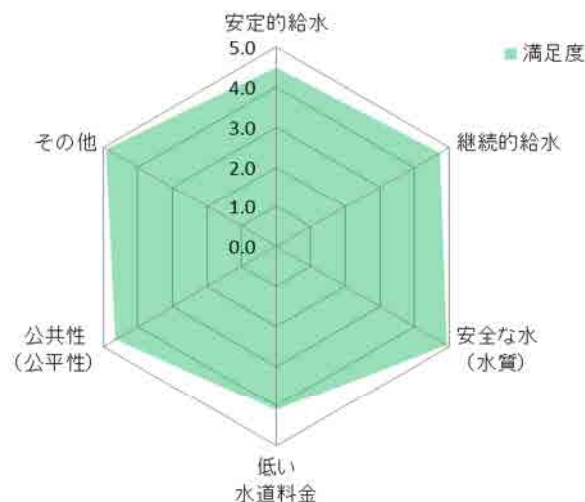


図 2-15 個別給水に対する期待

### 3) 支払意志額

将来、世帯が個別接続した際に、満足できる条件下（十分な給水量と安定的な給水）での、水道料金の月額支払意思額を尋ねた。回答額は、最低額の「1,000 Kyat 以下/世帯・月」から最高額の「10,000 Kyat 以上/世帯・月」まで幅がみられた。全回答者の 32%は「2,001-3,000 Kyat/世帯・月」と回答し、次いで「1,001-2,000 Kyat/世帯・月」(28%)、「1,000 Kyat 以下/世帯・月」(20%)の順であった。この3つで全回答の 80%を占めている。中央値は 2,500 Kyat であった。

この支払意志額と MCDC の水道料金(推定)<sup>24</sup>と比較すると、推定される月水道料金は 1,144 Kyat であり、これは支払意志額の約半分以下に相当する。そのため、推定される月水道料金は十分に支払意志額の範囲内におさまると想定される。

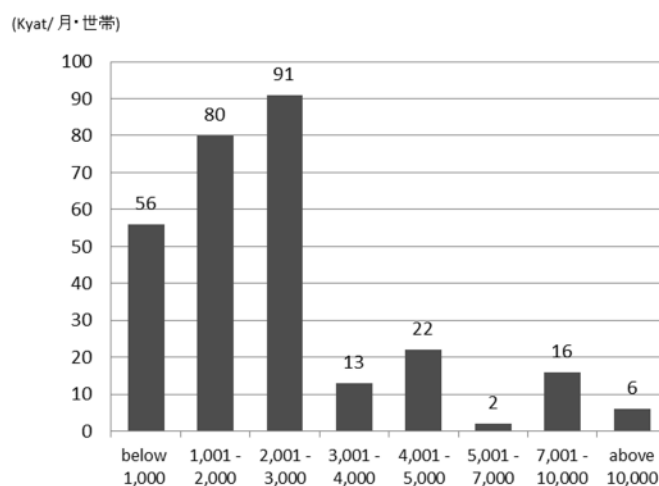


図 2-16 水道サービスへの支払意志額（満足できる給水条件）

<sup>24</sup> MCDC の月水道料金を 1,144 Kyat と推定(一般家庭向け単価 55 Kyat/m<sup>3</sup> x 雨季の月平均水消費量 20.8m<sup>3</sup>(社会条件調査結果))