

## 第Ⅲ章 水道事業改善の行動計画

水道事業の改善目的は、給水サービス・レベル規準（水質と水量）に合致した水道事業の運営を達成することである。その改善項目は、計画対象 2015 年の「MCWD 水道事業があるべき姿」を予測した後、現況（第Ⅱ章）と比較して何をすれば解決可能かを行動計画として策定した。

本計画を構成する節とその内容を以下に列記する。

### Ⅲ-1：計画策定の基礎

事業改善の要求事項を抽出するための基礎的な計画諸元を決定することが目的で、主に「水需要量の予測」と「需要と供給の水収支」を策定した。

### Ⅲ-2：技術面での改善要求事項

2015 年需要量に見合った水量を適切なサービス・レベルで供給することを目的とし、設計基準を選択して水道システム／施設の改善に必要な事項を検討・設計した。

### Ⅲ-3：管理面での改善要求事項

改善された水道システム／施設を適正に管理・運営（維持管理）するために必要な事項を提案した。

### Ⅲ-4：初期環境影響評価

上水道システム／施設の改善事業を実施するために必要な手続き・事項を検討した。

### Ⅲ-5：施設改善事業の実施

水道システム／施設の改善に必要な事業費の積算、優先事業の選択及びその優先事業の段階的实施について検討した。

### Ⅲ-6：財務的実行可能性

優先事業を実施するための財務条件と、事業実施による財務改善について検討・評価した。

## Ⅲ-1 計画策定の基礎

### Ⅲ-1.1 水需要予測

#### (1) 総論

水需要予測は、目標年における上水道システムの規模を決定する上で基本的な因子である。セブ都市圏上水道及び衛生改善計画の目標年は、2015 年に設定されているが、計画策定地域の上水道及び衛生に関する長期的な状況を展望するために、更に 15 年先（すなわち 2030 年）の水需要予測についても検討することとした。但し、この長期的水需要量予測は、一つの参考的なシナリオとして見なすべきであることを付記する。

最近における水需要に関する既往の調査としては、MCWD の水需要予測と「中央セブ水資源管理行動計画 (Water Resources Management Action Plan for the Central Cebu: 呼称 Water Remind) 2005-2030」が挙げられ、その概要を以下に記述する。

- MCWD 水需要予測：MCWD 管轄地域における総需要量と給水想定需要量（これら定義は後述）について、2028 年までの予測を行っている。しかし、採用している基礎的な条件は古く（例えば、人口統計は 2000 年国勢調査、他の条件は 1995 年調査資料に基づく）、見直しの必要性に迫られている。

- **Water Remind :** 中央セブにおける 2030 年までの水需要予測が行われており、とりわけ最新の調査である。しかし、人口の基準資料はやはり 2000 年国勢調査に準拠しており、人口の予測値の一部に、2007 年国勢調査資料による実績値と不整合な部分が見られる。

直近調査資料を活用し、水需要予測に関する上記の既存調査結果について見直した結果を以下に記述する。

一般に、既存水道顧客の水使用統計資料が需要量予測の基礎として用いられる。MCWD は、水道利用者を 3 分類（世帯顧客、商工業顧客、行政機関）している。従って、同分類毎に需要量予測を行い、各需要量を積み上げて総需要量を予測する。

更に、以下の定義に基づく総需要量：Total Demand と給水想定需要量：Niche Demand（図 III-01 参照）の双方について予測した。

- 総需要量： MCWD 管轄地域 4 市 4 町全体の水需要量
- 給水想定需要量： MCWD の既存給水区域に未給水区域のうち住民が MCWD に接続する意志がある（または接続しそうな）区域を加えた地域の水需要量

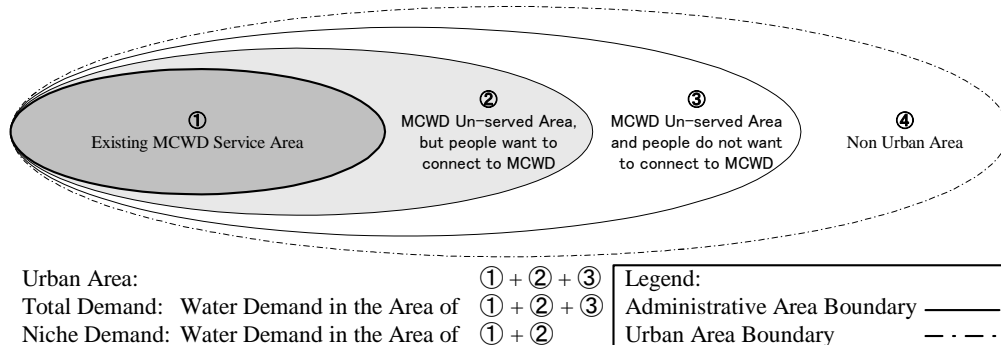


図 III-01 総需要量と給水想定需要量の定義

上述した総需要量は、MCWD 水道事業と直接関連しない。この理由として、セブ都市圏における MCWD 給水区域には、幾つもの民間業者による給水事業が多くの世帯へ接続し、多数の商工業事業者が独自の給水施設を稼働させているからである。一方、給水想定需要量は、上述したセブ都市圏の現状を加味した上で、施設拡張や改修を含めた MCWD 水道事業を計画するための需要予測量である。

給水想定需要量を予測する手法の概要を図 III-02 に示す。

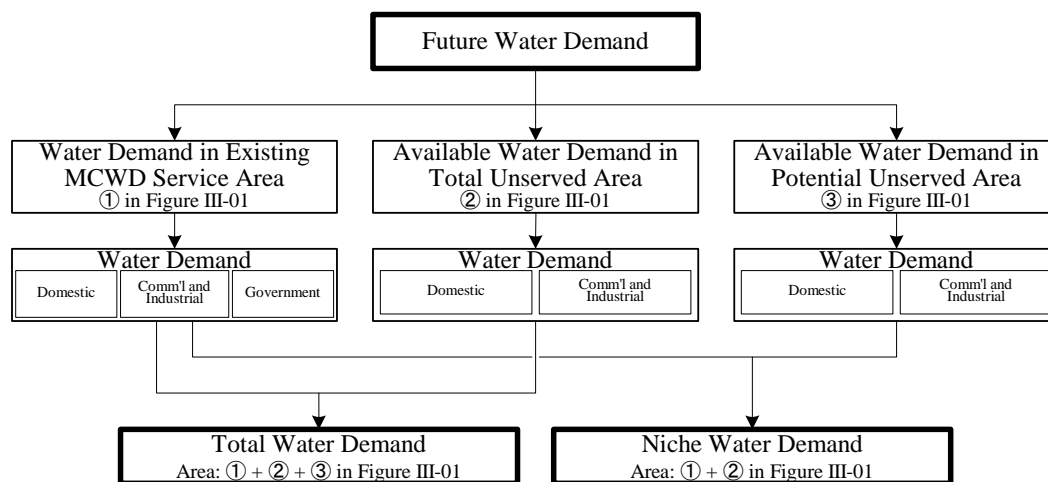


図 III-02 水需要予測の方法

## (2) 生活用水需要量

<人口予測>

- 総人口の予測

表Ⅲ-01 に国家統計局の国勢調査資料に基づくセブ都市圏の過去 12 年間の人口推移を示す。セブ都市圏の人口は、1995 年の 130 万人から 2007 年には 185 万人に増加しており、年平均 3.0%の増加率である。

表Ⅲ-01 過去 12 年間の人口及びその増加率の推移

地方自治体	国勢調査結果			年平均増加率 (%/年)		
	1-Sep-95	1-May-00	1-Aug-07	1995-2000	2000-2007	1995-2007
Cebu City	662,299	718,821	798,809	1.77	1.46	1.58
Lapu-lapu City	173,744	217,019	292,530	4.88	4.20	4.47
Mandaue City	194,745	259,728	318,575	6.36	2.86	4.22
Compostela	26,499	31,446	39,167	3.73	3.07	3.33
Consolacion	49,205	62,298	87,544	5.18	4.80	4.95
Cordova	26,613	34,032	45,066	5.41	3.95	4.52
Lilo-an	50,973	64,970	92,181	5.33	4.94	5.10
Talisay City	120,292	148,110	179,359	4.56	2.67	3.41
合 計	1,304,370	1,536,424	1,853,231	3.57	2.62	2.99

文献：国家統計局

しかし、2000 年～2007 年の年平均増加率は、全ての地方自治体（市町）において 1995 年～2000 年の増加率よりも低下している。このことは、居住可能空間には限度があり、人口増加率にある飽和値が存在することを示唆している。

Water Remind においては、2005 年～2030 年の人口増加率を年率 1.6～2.8% と想定し、人口密度の高い市町では小さな増加率、人口密度の低い市町では大きな増加率をそれぞれ採用している。しかし、Cebu 市と Talisay 市に関しては、想定された人口増加率が 2000 年～2007 年の実績値よりも大きな値であり、過大な想定であると考えられる。

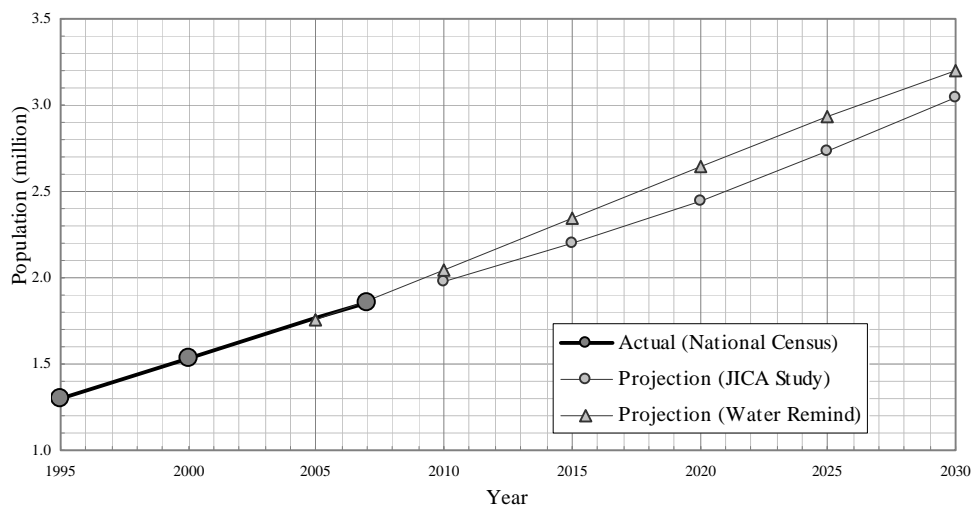
従って本調査では、Cebu 市と Talisay 市については 2000 年～2007 年の実績増加率を適用し、それ以外の市町は、Water Remind で用いられた増加率を採用した。将来の人口予測結果を表Ⅲ-02 に示す。

表Ⅲ-02 人口予測

地方自治体	2007	2010	2015	2020	2025	2030	推定 増加年率
Cebu City	798,809	834,300	897,000	964,400	1,036,900	1,114,900	1.46 %
Lapu-lapu City	292,530	321,100	375,200	438,300	512,100	598,300	3.16 %
Mandaue City	318,600	344,300	391,800	445,900	507,400	577,500	2.62 %
Compostela	39,167	42,500	48,700	55,900	64,000	73,400	2.77 %
Consolacion	87,544	91,800	99,500	107,700	116,700	126,400	1.61 %
Cordova	45,066	47,600	52,000	56,900	62,200	68,100	1.81 %
Lilo-an	92,200	98,900	111,100	124,800	140,300	157,600	2.36 %
Talisay City	179,359	194,100	221,400	252,600	288,200	328,800	2.67 %
合 計	1,853,231	1,974,600	2,196,800	2,446,700	2,728,000	3,045,000	2.19 %

セブ都市圏の将来人口は、2007 年の 185 万人から 2015 年には 220 万人に、更に 2030 年に

は 300 万人に達するものと見込まれる。Cebu 市の人口が最大で、Lapu-lapu 市と Mandaue 市がこれに続く予測される。セブ都市圏の人口実績値と予測値を比較したものを、図Ⅲ-03 に示す



図Ⅲ-03 セブ都市圏の人口予測

● 給水人口の予測

MCWD 資料 (Concessionaire Breakdown Summary) による 2007 年世帯用接続数は、共同水栓と団地の接続数を含め 111,898 であった。平均世帯人数を 5.1、平均利用世帯数を 52 世帯 / 共同水栓と仮定すれば、2007 年における給水人口は 646,406 人と推計できる。従って、総人口に対する給水人口の割合 (水道普及率) は 35% となる。

調査団が実施した「世帯調査 (2009 年 2 月)」では、MCWD 未給水区域の世帯の 33% が MCWD への接続を希望した。しかし、この 33% 世帯のうち 7% 世帯は、地形的条件から MCWD 接続が困難な地域に位置している。残りの 26% の世帯に対し MCWD は拡張を行い、近い将来これらの世帯が給水サービスを受けられるようにすべきであると考えられ、未給水区域の 26% の人口は、2015 年に給水サービスを受けられるものと想定した。長期的には、このパーセンテージは 5 年毎に 5% ずつ増加を続け、2030 年において MCWD の給水普及率が 50% 以上に達する (提案目標値) と想定した。

表Ⅲ-03 に示すように提案する目標値は、過去の人口統計結果を基とした場合の推計値とほぼ同様と考えられる。

表Ⅲ-03 国勢調査結果による推計参考値

内 容	セブ都市圏人口	給水人口	備 考	
国勢調査結果	2000	1,536,424	458,792	*1 : 接続数 36,787 × 5.1
	2007	1,853,231	646,406	*2 : 5.0% × 2.19 / 2.72
	増加人口	316,807	*1 187,614	*3 : 646,406 × (1.04 <sup>23</sup> - 1)
	2000-2007	(2.72% / 年)	(5.0% / 年)	この結果 2030 年給水人口は、約 160 万と推計され、提案目標値とほぼ同じである。
実績ベースの推計人口	増加人口	1,191,769	*3 946,000	
	2007-2030	(2.19% / 年)	(*2 4.0% / 年)	

この給水普及率目標値により、表Ⅲ-04 に示すように MCWD の給水人口は、2015 年において 94.7 万人、2030 年において 156.3 万人になるものと予測され、給水普及率はそれぞれ 43% 及び 51% になるものと推定した。

表Ⅲ-04 MCWD 給水人口の予測

地方自治体	2007(実績)	2010	2015	2020	2025	2030
Cebu City	385,499	385,499	432,174	518,489	566,116	622,609
Lapu-lapu City	45,585	74,239	131,285	168,112	215,396	275,514
Mandaue City	109,186	133,638	182,536	214,241	254,136	304,005
Compostela	4,299	5,343	7,892	10,114	13,278	17,753
Consolacion	25,061	32,002	44,415	50,844	58,418	67,218
Cordova	8,314	12,400	19,672	23,473	27,929	33,185
Lilo-an	30,115	33,317	42,756	52,476	72,370	83,149
Talisay City	38,347	54,545	85,941	105,194	129,293	159,175
セブ都市圏	646,406	730,982	946,671	1,142,944	1,336,936	1,562,609
全人口	1,853,231	1,974,600	2,196,800	2,446,700	2,728,000	3,045,000
給水普及率	34.9 %	37.0 %	43.1 %	46.7 %	49.0 %	51.3 %

また、「世帯調査」による MCWD 未給水世帯の約 40%は、近隣の MCWD 給水世帯から水をもたらしていることが判明している。表Ⅲ-05 で示すように、更に 42.7 万人が間接的に MCWD 給水を受けているということで、これらの人口も裨益者に含めた場合、2007 年における給水普及率は 58%と算定される。

表Ⅲ-05 MCWD の間接給水者の推計世帯数と人口

①2007 年の 世帯用 給水栓契約数	2007 年における MCWD 給水区域近隣のバラングイ			
	②バラングイ 世帯総数	③=②-①MCWD 非給水世帯数	④=③×40% 非給水世帯の 40%	⑤=④×5.1 非給水人口の 40%
111,631	320,867	209,236	83,694	426,839

<1 人 1 日使用水量>

1 人 1 日使用水量は、生活用水需要量を予測する上で基本的な因子である。表Ⅲ-06 は、ここ数年における 1 人 1 日使用水量の実績を示したものである。

表Ⅲ-06 1 人 1 日使用水量 (Lpcd)

利用者分類	2005	2006	2007	2008	備考
各戸給水栓	175	175	168	170	2007 給水人口： 569,319
共同給水栓	16	17	17	15	2007 給水人口： 60,200

文献：MCWD 統計資料

各戸給水栓利用者の 1 人 1 日使用水量は、170～175 Lpcd の範囲で推移しており、変動幅は小さい。前述したようにこの使用水量には、MCWD の非給水世帯の 40%への供給水量が含まれている。「世帯調査」結果によるこうした世帯は、平均 30 Lpcd の水を使用していた。この 30 Lpcd が近隣の MCWD の給水者から供給されているものとするれば、各戸給水栓利用者の使用水量 170～175 Lpcd のうち、147～152 Lpcd が接続者自身の使用に供され、残りの 23 Lpcd が近隣への非給水世帯へ供給している水量となる。

一方、給水人口の約 10%が共同水栓に依存しており、これらの使用水量は 15～17 Lpcd と非常に少ない。その理由は、多くの世帯が数少ない給水栓（ほとんどの場合、1～2 水栓）を共有しているためである。「世帯調査」によると約 70%の共同水栓利用者は、ボトル水や井戸水等を併用しており、これらを加えた使用水量は平均で 25 Lpcd であった。

将来の消費水量について、セブ都市圏住民の水利用状況は、複数水源への微妙なアクセス権により飽和状態であると考えられ、その増加は考慮しないこととした。結論として、生

活用水需要量予測に用いる 1 人 1 日使用水量は、表Ⅲ-07 に示す数値を採用する。

**表Ⅲ-07 生活用水需要量予測に用いる 1 人 1 日使用水量採用値**

利用者分類	1 人 1 日使用水量	備 考
各戸給水栓	150 Lpcd	給水人口の 90%
共同給水栓	25 Lpcd	給水人口の 10%

<生活用水の需要量>

未給水区域の生活用水需要量は、先に設定した 1 人 1 日使用水量と MCWD の未給水人口に基づいて予測した。これに MCWD 既存給水区域の需要量を加えて生活用水の需要量を推計した。表Ⅲ-08 に生活用水の総需要量を、表Ⅲ-09 に給水想定需要量をそれぞれ示す。

セブ都市圏における生活用水の総需要量は、2007 年の 24.4 万 m<sup>3</sup>/日から 2015 年には 29.2 万 m<sup>3</sup>/日に増加し、2030 年には 41.2 万 m<sup>3</sup>/日になるものと予測される。

**表Ⅲ-08 生活用水の総需要量 (m<sup>3</sup>/日)**

地方自治体	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Cebu City	51,870	56,750	65,372	74,639	84,608	95,333
Lapu-lapu City	30,992	34,920	42,359	51,035	61,182	73,035
Mandaue City	26,278	29,816	36,278	43,786	52,242	61,881
Compostela	1,024	1,282	1,802	2,465	3,294	4,349
Consolacion	7,842	8,427	9,486	10,613	11,851	13,184
Cordova	4,612	4,961	5,566	6,240	6,968	7,780
Lilo-an	2,768	3,968	6,420	9,590	13,702	17,264
Talisay City	17,697	19,724	23,478	27,768	32,663	38,245
セブ都市圏	143,083	159,848	190,760	226,135	266,509	311,071
既存 MCWD	98,705	98,705	98,705	98,705	98,705	98,705
総需要量	241,788	258,553	289,465	324,840	365,214	409,776

これに対し給水想定需要量は、2007 年の 9.9 万 m<sup>3</sup>/日から 2015 年には 15.2 万 m<sup>3</sup>/日に増加し、2030 年には 23.3 万 m<sup>3</sup>/日に増加するものと見込まれる。

**表Ⅲ-09 生活用水の給水想定需要量：基準年からの増量分 (m<sup>3</sup>/日)**

地方自治体	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Cebu City	0 :基準年 の加算分	6,418	18,286	24,835	32,603	41,722
Lapu-lapu City		3,940	11,784	16,847	23,349	31,615
Mandaue City		3,343	10,027	14,361	19,815	26,632
Compostela		143	491	795	1,227	1,839
Consolacion		949	2,646	3,525	4,560	5,763
Cordova		559	1,553	2,072	2,681	3,400
Lilo-an		438	1,728	3,057	5,776	7,250
Talisay City		2,214	6,506	9,138	12,432	16,517
セブ都市圏	0	18,002	53,020	74,630	102,444	134,738
既存 MCWD	98,705:2007 年基準給水量					
給水想定需要量	98,705	116,707	151,725	173,335	201,149	233,443

### (3) 商工業用水の需要予測

MCWD 商工業給水契約者の水使用量は、表Ⅲ-10 に示すとおりである。給水契約件数が減少する中、使用水量は横ばいであったが、2008 年には増加に転じている。全体的に、セブ都市圏における商工業セクターは、近年際立った成長を呈していない。同時に、水使用においても、表Ⅲ-10 にみられるように目立った増加はない。このため、Water Remind では、商業と工業分野の水需要密度の年平均増加率を、それぞれ 3.2% と 0.6% に想定した。

表Ⅲ-10 商工業給水契約者の水使用量

指 標	2005	2006	2007	2008	年平均増加率 2005-2008
給水契約件数	3,529	3,439	3,381	3,369	-1.5 %
水使用量 (m <sup>3</sup> /日)	15,157	15,490	15,160	16,714	3.3 %

MCWD の水使用実績からは、総使用水量の約 13% が商工業活動の目的に使用されている。多くの企業は、私有井戸を活用しているが、水利用実態に関する有用な情報はほとんどない。

調査団実施の「事業者調査 (2009 年 2 月)」では、MCWD 非契約者の 12.8% が MCWD に接続したいと回答している。更に、MCWD 非契約者の 80% が私有井戸水を使用しているが、その私有井戸の 40% は、無許可で建設されたものであることが判明した。こうした無許可の井戸水利用者は、2015 年までの想定として、将来的には厳しく規制され、最終的に、MCWD 接続へ転換するものとして、以下に示す率の非契約者が MCWD の契約者に編入されることになる。

- $12.8\% + 87.2\% \times 80\% \times 40\% = 40\%$  (2015 年までに MCWD 需要へ編入)

ただし、MCWD 契約者となった場合でも、当該事業者は私有井戸を継続して活用することが予想される。「事業者調査」による水消費量は、以下のとおりである。

- MCWD 及び他水源： 25.0 m<sup>3</sup>/日
- MCWD 接続のみ： 17.2 m<sup>3</sup>/日 (上述の 68.8 % 相当)

このことから、MCWD 接続への転換業者の 70% 消費水量が、MCWD 需要へ編入されることを想定した。この想定に加えて、Water Remind プロジェクトが想定した表Ⅲ-11 に示す条件を適用して商工業用水の需要量を予測した。

表Ⅲ-11 商工業用水の需要量における予測条件

項 目	想 定
商業地域面積 (2005 年)	370 ha
工業地域面積 (2005 年)	350 ha
商業用水需要密度 (2005 年)	29.26 m <sup>3</sup> /ha/day
工業用水需要密度 (2005 年)	129.37 m <sup>3</sup> /ha/day
需要密度の年間増加率 (2005~2030 年)	
• 商業用水需要	3.20 %
• 工業用水需要	0.69 %
給水想定需要量算定に際しての非 MCWD 給水者の商工業用水需要量が MCWD へ編入する率	2007: 0.0 % 2015: 40.0 % × 0.7 = 28 % 2030: 60.0 % × 0.7 = 42 %

商工業用水の総需要量と給水想定需要量について、それぞれの予測結果を表Ⅲ-12 及びⅢ-13 に示す。セブ都市圏における総需要量は、2007 年の 7.6 万 m<sup>3</sup>/日から 2015 年には 8.3 万 m<sup>3</sup>/日となり、2030 年には 9.9 万 m<sup>3</sup>/日になるものと予測される。総需要量に対する MCWD が給水する商工業用水の割合は、2007 年の 20% から 2015 年には 41% に増加し、更に 2030 年には 51% に増加するものと見込まれ、結果として給水人口と同様の増加傾向を示している。

表Ⅲ-12 商工業用水の総需要量 (m<sup>3</sup>/日)

地方自治体	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Cebu City	23,858	24,795	26,603	28,411	30,671	32,932
Lapu-lapu City	19,721	20,247	21,288	22,329	23,630	24,932
Mandaue City	21,562	21,973	22,808	23,644	24,671	25,699
Compostela	745	795	890	986	1,123	1,260
Consolacion	515	548	616	685	781	877
Cordova	937	986	1,096	1,205	1,356	1,507
Lilo-an	1,967	2,082	2,315	2,548	2,863	3,178
Talisay City	6,411	6,658	7,164	7,671	8,288	8,904
セブ都市圏	75,715	78,082	82,781	87,479	93,383	99,287

表Ⅲ-13 商工業用水の給水想定需要量 (m<sup>3</sup>/日)

LGUs	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Cebu City	8,475	10,189	13,551	15,034	16,710	18,747
Lapu-lapu City	3,416	5,183	8,420	9,638	10,915	12,453
Mandaue City	1,831	3,946	7,705	9,007	10,305	11,855
Compostela	118	189	334	404	491	598
Consolacion	31	85	195	246	309	386
Cordova	150	238	415	497	597	720
Lilo-an	120	326	735	919	1,138	1,404
Talisay City	1,019	1,611	2,740	3,208	3,716	4,331
セブ都市圏	15,160	21,767	34,094	38,953	44,181	50,494
総需要量に対する割合	20.0 %	27.9 %	41.2 %	44.5 %	47.3 %	50.9 %

#### (4) 行政機関の水需要量

行政機関の最近における水使用量は表Ⅲ-14 に示すとおりである。水使用量は、僅かに増加傾向を示しているが、給水契約件数は減少している。基本的に MCWD は全ての行政機関に給水していることから、行政機関の需要量は一定値とみなし 2,300 m<sup>3</sup>/日とした。

表Ⅲ-14 行政機関の水需要量

指 標	2005	2006	2007	2008	2009-2030
接続件数	189	184	181	173	----
水需要量 (m <sup>3</sup> /日)	1,678	1,858	2,087	2,304	2,300

#### (5) 水需要予測結果

<総需要量及び給水想定需要量>

総需要量と給水想定需要量の予想結果をそれぞれ表Ⅲ-15 及びⅢ-16 に要約する。

セブ都市圏における総需要量は、2007 年の 32.0 万 m<sup>3</sup>/日から 2015 年には 37.5 万 m<sup>3</sup>/日に増加し、更に 2030 年には 51.1 万 m<sup>3</sup>/日に増加するものと予測される。一方、給水想定需要量は、2007 年の 11.6 万 m<sup>3</sup>/日から 2015 年には 18.8 万 m<sup>3</sup>/日に増加し、更に 2030 年には 28.6 万 m<sup>3</sup>/日に増加するものと予測される。



表Ⅲ-15 総需要量の予測結果 (m<sup>3</sup>/日)

総需要量	2007	2010	2015	2020	2025	2030	
Cebu City	世帯・共同水栓用	51,870	56,750	65,372	74,639	84,608	95,333
	商工業用	23,858	24,795	26,603	28,411	30,671	32,932
	合計	75,728	81,545	91,975	103,050	115,279	128,265
Lapu-lapu	世帯・共同水栓用	30,992	34,920	42,359	51,035	61,182	73,035
	商工業用	19,721	20,247	21,288	22,329	23,630	24,932
	合計	50,713	55,167	63,647	73,364	84,812	97,967
Mandaue	世帯・共同水栓用	26,278	29,816	36,278	43,786	52,242	61,881
	商工業用	21,562	21,973	22,808	23,644	24,671	25,699
	合計	47,840	51,789	59,086	67,430	76,913	87,580
Compostela	世帯・共同水栓用	1,024	1,282	1,802	2,465	3,294	4,349
	商工業用	745	795	890	986	1,123	1,260
	合計	1,769	2,077	2,692	3,451	4,417	5,609
Consolacion	世帯・共同水栓用	7,842	8,427	9,486	10,613	11,851	13,184
	商工業用	515	548	616	685	781	877
	合計	8,357	8,975	10,102	11,298	12,632	14,061
Cordova	世帯・共同水栓用	4,612	4,961	5,566	6,240	6,968	7,780
	商工業用	937	986	1,096	1,205	1,356	1,507
	合計	5,549	5,947	6,662	7,445	8,324	9,287
Lilo-an	世帯・共同水栓用	2,768	3,968	6,420	9,590	13,702	17,264
	商工業用	1,967	2,082	2,315	2,548	2,863	3,178
	合計	4,735	6,050	8,735	12,138	16,565	20,442
Talisay City	世帯・共同水栓用	17,697	19,724	23,478	27,768	32,663	38,245
	商工業用	6,411	6,658	7,164	7,671	8,288	8,904
	合計	24,108	26,382	30,642	35,439	40,951	47,149
合計	世帯・共同水栓用	143,083	159,848	190,760	226,135	266,509	311,071
	商工業用	75,716	78,084	82,780	87,479	93,383	99,289
	合計	218,799	237,932	273,540	313,614	359,892	410,360
調整量	世帯・共同水栓用	98,705	98,705	98,705	98,705	98,705	98,705
	行政機関用水量	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
総需要量	319,804	338,937	374,545	414,619	460,897	511,365	

表Ⅲ-16 給水想定需要量の予測結果 (m<sup>3</sup>/日)

想定需要量	2007	2010	2015	2020	2025	2030	
Cebu City	世帯・共同水栓用	0	6,418	18,286	24,835	32,603	41,722
	商工業用	8,475	10,189	13,551	15,034	16,710	18,747
	合計	8,475	16,607	31,837	39,869	49,313	60,469
Lapu-lapu	世帯・共同水栓用	0	3,940	11,784	16,847	23,349	31,615
	商工業用	3,416	5,183	8,420	9,638	10,915	12,453
	合計	3,416	9,123	20,204	26,485	34,264	44,068
Mandaue	世帯・共同水栓用	0	3,343	10,027	14,361	19,815	26,632
	商工業用	1,831	3,946	7,705	9,007	10,305	11,855
	合計	1,831	7,289	17,732	23,368	30,120	38,487
Compostela	世帯・共同水栓用	0	143	491	795	1,227	1,839
	商工業用	118	189	334	404	491	598
	合計	118	332	825	1,199	1,718	2,437
Consolacion	世帯・共同水栓用	0	949	2,646	3,525	4,560	5,763
	商工業用	31	85	195	246	309	386
	合計	31	1,034	2,841	3,771	4,869	6,149
Cordova	世帯・共同水栓用	0	559	1,553	2,072	2,681	3,400
	商工業用	150	238	415	497	597	720
	合計	150	797	1,968	2,569	3,278	4,120
Lilo-an	世帯・共同水栓用	0	438	1,728	3,057	5,776	7,250
	商工業用	120	326	735	919	1,138	1,404
	合計	120	764	2,463	3,976	6,914	8,654
Talisay City	世帯・共同水栓用	0	2,214	6,506	9,138	12,432	16,517
	商工業用	1,019	1,611	2,740	3,208	3,716	4,331
	合計	1,019	3,825	9,246	12,346	16,148	20,848
合計	世帯・共同水栓用	0	18,002	53,020	74,630	102,444	134,738
	商工業用	15,160	21,767	34,095	38,953	44,181	50,494
	合計	15,160	39,769	87,115	113,583	146,625	185,232
調整量	世帯・共同水栓用	98,705	98,705	98,705	98,705	98,705	98,705
	行政機関用水量	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
想定需要量	116,165	140,774	188,120	214,588	247,630	286,237	

<需要予測結果の比較>

本需要予測結果と既往の MCWD 需要予測及び Water Remind 水需要予測結果を比較したものを表Ⅲ-17 に示す。

本調査の 2015 年及び 2030 年の総需要予測結果は、Water Remind よりも小さめの人口増加率を採用したため、Water Remind 予測とわずかながら違いが見られる。

2015 年の給水想定需要量は、MCWD の既往水需要予測とほとんど同じ数値であるが、その内訳は異なる。全般に、MCWD の既往水需要予測は、将来の水需要量を低めに見積もっている傾向が見られる。

表Ⅲ-17 水需要予測結果の比較 (m<sup>3</sup>/日)

分類		2007	2010	2015	2020	2025	2030
総需要予測	MCWD						
	世帯・共同水栓用	126,272	134,427	148,872	164,476	181,360	199,480
	商工業用	77,011	84,647	99,173	116,348	136,415	160,128
	調整量	71,839	71,838	71,839	71,839	71,839	71,840
	合計	275,122	290,912	319,884	352,663	389,614	431,448
Water Remind	世帯・共同水栓用	201,200	226,219	278,233	330,247	388,068	445,890
	商工業用	75,715	78,082	82,781	87,479	93,384	99,288
	合計	276,915	304,301	361,014	417,726	481,452	545,178
JICA 2009	世帯・共同水栓用	143,083	159,848	190,760	226,135	266,509	311,071
	商工業用	75,716	78,084	82,780	87,479	93,383	99,289
	調整量	101,005	101,005	101,005	101,005	101,005	101,005
	合計	319,804	338,937	374,545	414,619	460,897	511,365
給水想定需要量	MCWD						
	世帯・共同水栓用	18,125	19,282	21,331	23,540	26,162	28,713
	商工業用	77,011	84,647	99,173	116,348	136,415	160,128
	調整量	71,839	71,839	71,839	71,839	71,840	71,839
	合計	166,975	175,768	192,343	211,727	234,417	260,680
JICA 2009	世帯・共同水栓用	0	18,002	53,020	74,630	102,444	134,738
	商工業用	15,160	21,767	34,095	38,953	44,181	50,494
	調整量	101,005	101,005	101,005	101,005	101,005	101,005
	合計	116,165	140,774	188,120	214,588	247,630	286,237

(6) 無収水 (NRW)

浄水量に対する NRW の割合は、2008 年 MCWD 資料によると 29.0% であり、その内訳は未請求水量が 0.2%、商業損失が 0.8%、物理的損失が 28.0% であった。物理的損失のほとんどは MCWD 管網からの漏水であり、これは体系的な漏水管理と修理を定期的を実施することで漏水量削減が可能となり、ひいては水需要の抑制に繋がる。

MCWD は、向こう 8 年間でシステム損失を 10% 削減する目標である。この目標に沿って無収水率は、2015 年において 20% に減少する (第Ⅲ章第 3 節参照) ものとした。2015 年以降は、無収水率を年間 0.2% の割合で更に継続削減し、2030 年には無収水率が 17% に到達するものと想定した。

表Ⅲ-18 無収水率の想定

Rate of NRW (%)	2007	2008	2010	2015	2020	2025	2030
	30.0	29.0	25.0	20.0	19.0	18.0	17.0

(7) 水需要総量 (生産ベース) の予測

水需要総量 (生産ベース) の予測結果を表Ⅲ-19 に示す。

表Ⅲ-19 水需要総量の予測結果：セブ都市圏全域 (m<sup>3</sup>/日)

水需要予測結果		2007	2010	2015	2020	2025	2030
水道区	有収水						
	生活用水量	98,705	116,707	151,725	173,335	201,149	233,443
	商工業用水量	15,160	21,767	34,095	38,953	44,181	50,494
	行政機関用水量	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
	小計	116,165	140,774	188,120	214,588	247,630	286,237
	無収水量	49,785	46,925	47,030	50,335	54,357	58,626
	給水想定需要量	165,950	187,699	235,150	264,923	301,987	344,863
その他	生活用水量	143,083	141,845	137,740	151,505	164,066	176,333
	商工業用水量	60,556	56,317	48,685	48,526	49,202	48,795
	小計	203,639	198,162	186,425	200,031	213,268	225,128
	総需要	369,589	385,861	421,575	464,954	515,255	569,991

MCWD 給水区域の水需要総量は、2007 年の 16.6 万 m<sup>3</sup>/日から 2015 年には 23.5 万 m<sup>3</sup>/日に増加し、更に 2030 年には 34.5 万 m<sup>3</sup>/日に増加するものと予測される。これに対し、MCWD 給水区域以外の水需要総量は、2007 年の 20.4 万 m<sup>3</sup>/日からわずかに減少することになるが、これは将来において MCWD の給水区域が拡張されると見込んでいるためである。

また、表Ⅲ-20 とⅢ-21 にセブ本島とマクタン島の水需要の内訳を示す。マクタン島においては、MCWD の給水区域の水需要が 2015 年では 2007 年の 2 倍に、2030 年においては 4 倍以上に増大するものと予測される。

表Ⅲ-20 水需要総量の予測結果：セブ本島 (m<sup>3</sup>/日)

水需要予測結果		2007	2010	2015	2020	2025	2030
水道区	生活用水量	90,367	103,871	130,051	146,077	166,780	190,089
	有収水						
	商工業用水量	11,594	16,346	25,260	28,818	32,669	37,321
	行政機関用水量	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
	小計	104,261	122,517	157,611	177,195	201,749	229,710
	無収水量	44,683	40,839	39,403	41,564	44,287	47,050
	給水想定需要量	148,944	163,356	197,014	218,759	246,036	276,760
その他	生活用水量	115,817	114,801	111,489	121,488	130,283	138,872
	商工業用水量	43,464	40,505	35,136	35,127	35,728	35,529
	小計	159,281	155,306	146,625	156,615	166,011	174,401
	総需要	308,225	318,662	343,639	375,374	412,047	451,161

表Ⅲ-21 水需要総量の予測結果：マクタン島 (m<sup>3</sup>/日)

水需要予測結果		2007	2010	2015	2020	2025	2030
水道区	生活用水量	8,338	12,836	21,674	27,258	34,368	43,353
	有収水						
	商工業用水量	3,566	5,421	8,835	10,135	11,512	13,173
	行政機関用水量	--	--	--	--	--	--
	小計	11,904	18,257	30,509	37,393	45,880	56,526
	無収水量	5,102	6,086	7,628	8,771	10,072	11,578
	給水想定需要量	17,006	24,343	38,137	46,164	55,952	68,104
その他	生活用水量	27,266	27,044	26,250	30,017	33,782	37,461
	商工業用水量	17,092	15,812	13,549	13,399	13,474	13,266
	小計	44,358	42,856	39,799	43,416	47,256	50,727
	総需要	61,364	67,199	77,936	89,580	103,208	118,831

### Ⅲ-1.2 水源評価と開発可能性

#### (1) 水源評価

前オスマニア水道から事業を引き継いだ 1974 年以来、セブ都市圏給水サービスの改善対策として、幾つかの水源開発計画を MCWD は策定してきた。ここでは、Water Remind 資料を適用して、異なる水源開発計画のライフ・サイクル・コストについて評価する。比較する水源は、(1) 表流水、(2) 地下水及び (3) 海水である。表Ⅲ-22 には、各水源開発の対策別効果を示す。同表に示した内容に従い、事業費と運営費の積算結果を表Ⅲ-23 に示す。

全対策は、共通単位（生産水単価：ペソ/m<sup>3</sup>）にて対比した。ライフ・サイクル・コストは、事業 25 ヶ年に亘る全費用を含み、それらを生産する全水量で割り付けている。ただし、水道単価の変動や運転費の段階的エスカレーションは試算外である。予備的に、正味原価（Net Present Value：NPV）と費用対収益比（Benefit Cost Ratio：BCR）を加え、表Ⅲ-24 に示したとおり 3 種類の指標を比較した。

表Ⅲ-22 水源対策の推定効果

水 源	取 水	対 策 備考 (流域面積、原水送水手法)	対策の推定効果	
			実現性	容 量
表流水	Mananga ダム	流域 69 km <sup>2</sup> (Mananga)、MCWD 給水区域内	技術的には高い 手続き上は低い	69,500
	Lusaran ダム	流域 55 km <sup>2</sup> (Lusaran)、トンネル送水		97,200
	Kot-kot ダム	流域 33 km <sup>2</sup> (Koy-kot)、MCWD 給水区域内		40,200
	Luyang ダム	流域 37 km <sup>2</sup> (Luyang)、送水管		22,100
地下水	井 戸	約深度 80~100 m、MCWD 給水区域内	高い	500
海 水	淡水化	マクタン島内 (MCWD 給水区域内)	非常に高い	15,000

資料： Financial Report, Water Remind Project, December 2005

注： ダム計画は、最高ダム高さを適用した。容量の単位は m<sup>3</sup>/日。

表Ⅲ-23 事業費と運転費の積算結果

水 源	取 水	対 策 建設期間	施設当たりの生産費 (ペソ)	
			事業費 (百万ペソ)	運転費 (百万ペソ/年)
表流水	Mananga ダム	2 カ年	1,011	70
	Lusaran ダム		383	77
	Kot-kot ダム		481	59
	Luyang ダム		751	59
地下水	井 戸	1 カ年	3.6	0.4
海 水	淡水化	2 カ年	901	134

資料： Financial Report, Water Remind Project, December 2005

注： 建設期間は、行政手続きに必要な期間を含まない。

表Ⅲ-24 ライフ・サイクル・コスト (ペソ/m<sup>3</sup>) 及び費用対収益比の比較

水 源	対 策 取 水	ライフ・サイクル・コスト		正味原価 (NPV) 百万ペソ	費用対収益比 (BCR) 比
		最 低	最 高		
表流水	Mananga ダム	5.2	6.9	344 - 554	1.2 - 1.4
	Lusaran ダム	2.9	3.0	1,891 - 1,904	2.8 - 3.2
	Kot-kot ダム	5.4	6.1	298 - 425	1.3 - 1.4
	Luyang ダム	7.8	13.1	482 - 75	0.6 - 0.9
地下水	井 戸	2.8	2.8	11 - 13	2.7 - 2.8
海 水	淡水化	34.8	36.6	1,498 - 1,338	0.2

資料： Financial Report, Water Remind Project, December 2005

注： 表流水の開発費には、行政手続き及び住民移転費用を含まない。井戸の正味原価は、その数量による。

これらの水源別指標を比較した結果、開発を優先すべき水源を①地下水、②表流水そして③海水とした。最初に地下水を可能な限り開発した上、根本的な対策とはなり難いが、短期的な水源不足を海水淡水化にて賄うこととし、同時に、長期的な水源不足に対応する表水開発推進計画を勧告する。

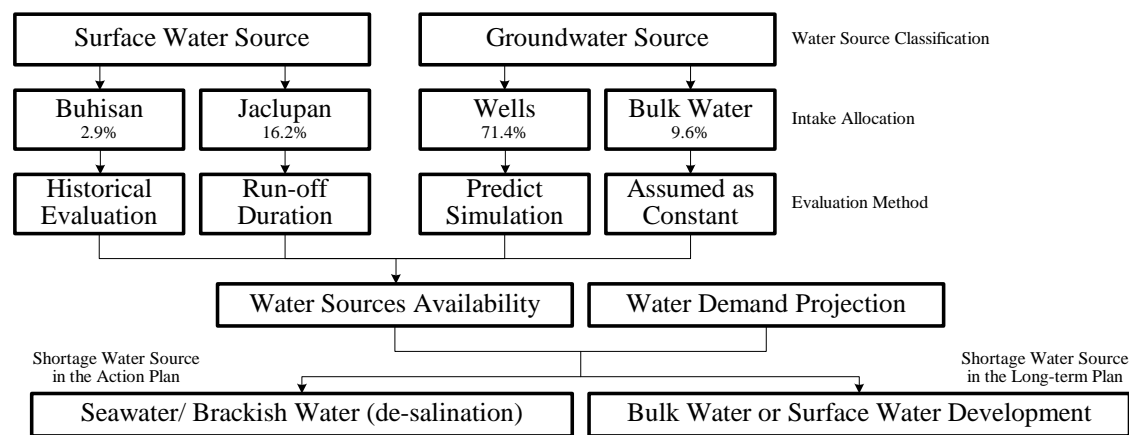
## (2) 水源の開発方針

国勢調査 2007 年によると、セブ州人口の 71%が面積僅か 12%のセブ都市圏に居住している。人口集中に伴う水危機を解決するため、地下水規制等の水関連法規を修正し、行政が広域水資源管理 (例えば、セブ島水資源管理委員会等の設立等) を行う必要がある。当該対策がなされない場合、セブ都市圏の社会経済は、給水インフラの負の遺産を背負い続けると共に、これまでと同様に次世代へ再転嫁することになる。

このような状況下で MCWD は、最善の努力と法令の遵守を伴い、給水サービスの改善を行なうこととなる。水源開発可能性については、以下の方針に基づいて評価した。

- 地下水  
開発可能量は、現地下水規制の状況下において、本調査にて構築した地下水流動モデル（予察シミュレーション）を活用して試算する。行動計画では、地下水ポテンシャルの範囲で開発可能量を目標とした施設整備とする。長期的な展望（2030年参考値）では、地下水ポテンシャルまでの開発推進とした。
- 表流水  
既存の表流水取水施設を活用し、当該河川の5ヶ年渇水年確率の流量内をベースに、過去の取水記録及び実現可能な改善対策により取水可能量を算定する。新規表流水開発は、行動計画に期間的制限があり間に合わないため、本計画に含めないこととする。ただし、長期的な展望では、次に示す用水供給の事業進捗により、表流水開発（ダム）が不可欠と考えられることから、それに必要な準備を進めるべきである。
- 用水供給  
現時点で契約されている用水供給量、または実績用水供給量を行動計画として採用する。新規用水供給計画（カルメン導水事業等）は、第三者による契約先との進捗に大きく左右されるため、本行動計画には含めず、契約の実現化が進んだ際に再考慮する。
- 水収支  
需要と供給の水収支不足分は、行動計画（2015年）において海水淡水化により賄うことを基本とする。また、長期計画（2030年）では、MCWD 給水区域外からの用水供給または表流水開発とする。

簡単な水源開発の策定手順を図Ⅲ-04に示す。



図Ⅲ-04 水源開発の策定手順（水源の割合は、2008年12月時点）

### (3) 水源開発の可能性

取水施設の現状、過去の取水記録、現地踏査及びモデル構築条件を勘案し、MCWDによる水源開発の可能性を試算した。以下は、水源別に評価した開発目標値である。

<地下水>

人口統計値がある計画基準（2007年）での地下水開発量は、年平均で 118,300 m<sup>3</sup>/日である。

- \* 井戸本数： 井戸 119 井（98 生産井、11 観測井、10 井は改修中）
- \* 井戸深度： 地表下 70～110 m
- \* 取水位置： 石灰岩からの取水 104 井、15 井は石灰岩と沖積層の混合

地下水開発可能量は、地下水モデル（呼称 Cebu-GWM-09）による予察流動解析結果から算出した。その分析結果は、MCWD による開発可能量 176,000 m<sup>3</sup>/日である。モデル構築及び予察の詳細情報は、第三章 1.3 及び付属報告書を参照する。

#### <表流水>

##### Buhisan ダム

生産能力は、4,700 m<sup>3</sup>/日と評価した。1912 年に建設された本ダムは、以下の技術仕様である。

- \* 設計能力： 10,000 m<sup>3</sup>/日
- \* ダム高さ： 27 m（基準面不明）
- \* 貯水量： 130 万 m<sup>3</sup>
- \* 流域面積： 6.1 km<sup>2</sup>

Buhisan 流域の 5 ヶ年渇水確率による流量は、MCWD 取水記録から 0.4 mm/日（× 6.1 km<sup>2</sup> = 2,440 m<sup>3</sup>/日）と試算した。現在の貯水量は、堆砂により 60 万 m<sup>3</sup>（設計値の約 46%相当）に削減されている。平均月間取水量（1995 年 1 月～2008 年 12 月：168 ヶ月）は、雨期（5 月～11 月）4,820 m<sup>3</sup>/日、乾期（12 月～4 月）4,730 m<sup>3</sup>/日である。取水量の減少は、堆砂の排出を目的とした維持排水が主な理由で、雨期初めに毎年実施している。

##### Jaclupan 埋渠

設計能力は 40,000 m<sup>3</sup>/日で、適切な施設改修を段階的に行なえば可能と判定した。本取水施設は、1997 年 10 月に運転を開始し、以下の技術仕様である。

- \* 設計能力： 40,000 m<sup>3</sup>/日
- \* 井戸数： 21 井（15 生産井、6 観測井）
- \* 堰高さ： 5.4 m（下流部底面から越流上面まで）
- \* 流域面積： 69 km<sup>2</sup>

平均月間取水量は、1997 年 10 月から 2008 年 12 月の期間で 24,600 m<sup>3</sup>/日と算出できる。設計水量が取水できない主要な原因として考えられる点は、(1)堰下部河床からの流下：貯留量の減少、(2)浸透層面の目詰まり：浸透速度の減少そして(3)井戸ろ過層の物理的な目詰まり：井戸損失の増加である。

以下に記述した施設改修計画を提案し、段階的に実施することを勧告する。この内、伏流水を遮水するため、シート・パイル施工を本行動計画で採用した。施設図の詳細は、付属報告書を参照する。

- \* 堰下部の伏流水遮水
  - ✓ 調査方法： 伏流水流動（観測井 2 箇所水位観測と揚水試験実施）
  - ✓ 改善対策： シート・パイル施工（幅 60 m×深さ 30 m）
- \* 浸透層の目詰まり除去
  - ✓ 調査方法： 取水中の水位観測（測量含む）
  - ✓ 改善対策： バックウォッシュ施設の追加（下流部への排出含む）
- \* 井戸ろ過層の物理的目詰まり除去
  - ✓ 調査方法： 取水井戸の段階揚水試験（水質分析含む）
  - ✓ 改善対策： 井戸改修（物理工法と化学工法及びその混合）

当該取水施設の上流 5 km 地点に、河川流量観測施設がある。Mananga 流域の 5 ヶ年渇水確率による流量は、2.1 mm/日（× 69 km<sup>2</sup> = 144,900 m<sup>3</sup>/日）と試算した。

<用水供給>

現状の用水供給量 23,000 m<sup>3</sup>/日を、単に継続するものと推定した。現時点までに MCWD は、3 用水供給業者と 4 契約を締結している。接続地点での供給量は；

* Foremost 社 (井戸) :	Lagtang 配水池接続	5,500 m <sup>3</sup> /日
* Abejo south 社 (井戸) :	配水管接続	5,500 m <sup>3</sup> /日
* Abejo north 社 (井戸) :	配水管接続	7,000 m <sup>3</sup> /日
* Mactan Rock 社 (海淡) :	配水管接続	5,000 m <sup>3</sup> /日

表Ⅲ-25 には、行動計画における水源開発可能性を示した。なお、地下水開発可能性は、地下水モデルの流動解析にて 176,000 m<sup>3</sup>/日と推定したが、行動計画 2015 年までの開発可能性として 158,000 m<sup>3</sup>/日を適用した。水源開発位置と需要密度の位置関係の分析結果により、2015 年までの需要量に対する水源開発量には限度があると言わざるを得ない。

表Ⅲ-25 行動計画における水源開発可能性

表流水		地下水 (汽水開発含む)		合 計
Buhisan ダム	Jaclupan 埋渠	井 戸	用水供給	
4,700 m <sup>3</sup> /day	40,000 m <sup>3</sup> /day	158,000 m <sup>3</sup> /day	23,000 m <sup>3</sup> /day	225,700 m <sup>3</sup> /day
2 %	17 %	74 %	7 %	100 %

Ⅲ-1.3 地下水開発可能性の予察

詳細な検討内容は、付属報告書第 I 章パート B を参照する。

(1) Cebu-GWM-09 の適用

本調査では、地下水流動モデル (Cebu-GWM-09) を適用して現在の地下水開発規制に従い開発可能性を分析した。構築した地下水モデルの特徴を以下に示す。

- 地下水モデリングは、水理地質環境の挙動を予測するためのツール (モデル) を構築する科学的プロセスである
- モデルは、地下水システムを評価できる「生きた計画立案ツール」で、有効な新しい情報がある場合には更新することが可能である
- 地下水に関する開発者や行政監視官が地下水システムへの影響を評価する材料となる
- モデルは解析目的によって単純にも複雑にもなり得る

一方でモデルは、現実をそのまま再現することは非常に困難で、以下に記述する限界がある。

(a) ソフトウェア

有限要素法 (FEM : finite element method) の長所である不圧帯水層の流動、自由な幾何境界やメッシュ縮尺等を抑えてまで、有限差分法 (FDM : finite difference method) を活用した地下水ソフト調達を決断した。

(b) 作業期間

本調査を開始してから地下水モデルによる予察を評価するまで、約 8 ヶ月間を要した。同期間では、モデル構築 (キャリブレーション含む) に 2 ヶ月間を割り当てた。

(c) 水理地質環境の再現

調査地北部に多く分布する円錐カルスト、シンクホール (ドリーネ)、洞窟等の地形から、石灰岩層の特徴として亀裂・溶食の発達が発達推定できる。今回の計画策定で活用した地下水ソフトは、亀裂/溶食の分布帯を流動する地下水の取り扱いが難しい。



(d) 入手できなかった資料

今回のモデル構築における注記情報は、以下に記述する項目である。

- ✓ Water Remind 結果から適用した水収支情報を検証できない
- ✓ 非 MCWD 井戸情報が皆無である
- ✓ 水理地質資料がなく、モデル領域内に未検証地域がある

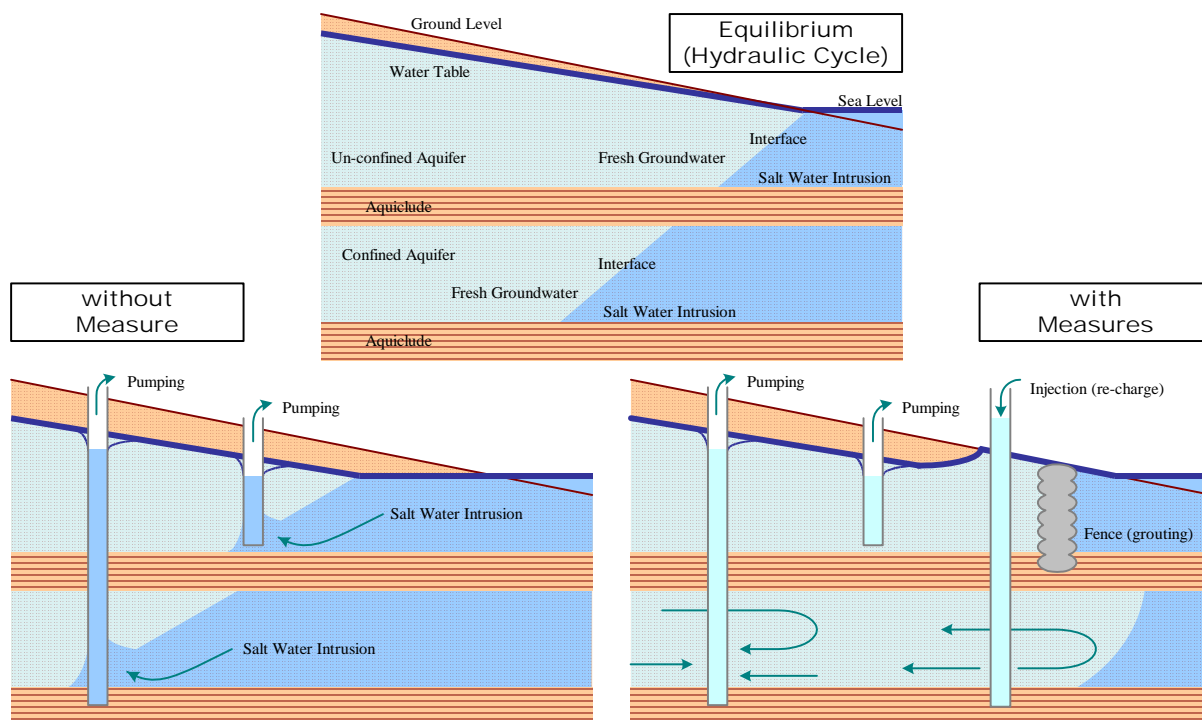
(2) 地下水ポテンシャルの判定基準

セブ都市圏は、NWRB により「塩水侵入による水危機地域」と指定された。最新の地下水規制によると、現時点における地下水への塩水侵入レベルは考慮されていない。当該地下水規制の指針には、以下の項目が付記されている。

- 危険地域は、地形（標高 70m 以下）により制限する
- 塩分濃度が 210 mg/L を超えた井戸水源は、その揚水量を削減しかつ水質モニタリングを実施する義務を課す
- 塩分濃度が 250 mg/L を超えた井戸水源は、揚水を停止して廃棄処置を命じる

セブ都市圏では、海岸沿いの沖積層を対象に地下水開発が可能である。本地下水調査では、丘陵地域に分布する石灰岩層を対象として地下水ポテンシャルを試算した。この方針は、これまで多くの沖積層を開発対象とする MCWD 井戸が、水質の経年悪化により放棄されてきたことに由来している。

本調査の課題点は、塩水侵入に対する「社会受容」である。地下水資源開発による利益は、そこにある社会全体で公平に分配されることが重要と思われる。地下水規制は、最も遵守しなければいけない地下水ポテンシャルの判定基準であり、今後も公聴会等を通じて規制の見直しを検討すべきである。加えて、地下水ポテンシャルの検討では、「人為的な保護策」を施さないことを基本とした。このことは、図Ⅲ-05 右下に示すように、「地下フェンス構築」や「注入井戸建設」を伴わない淡水地下水開発を意味している。



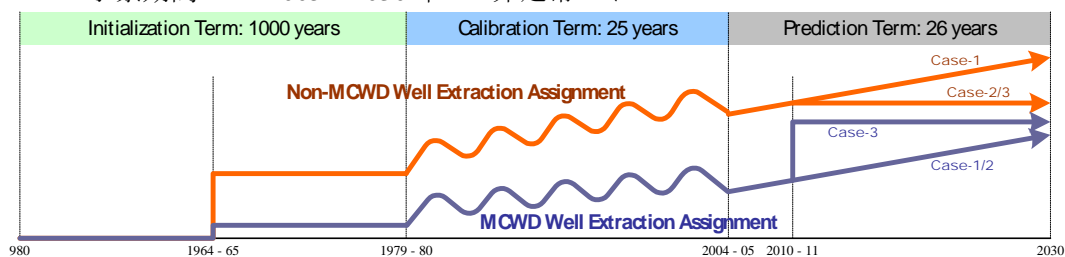
図Ⅲ-05 地下水開発可能量の予察イメージ





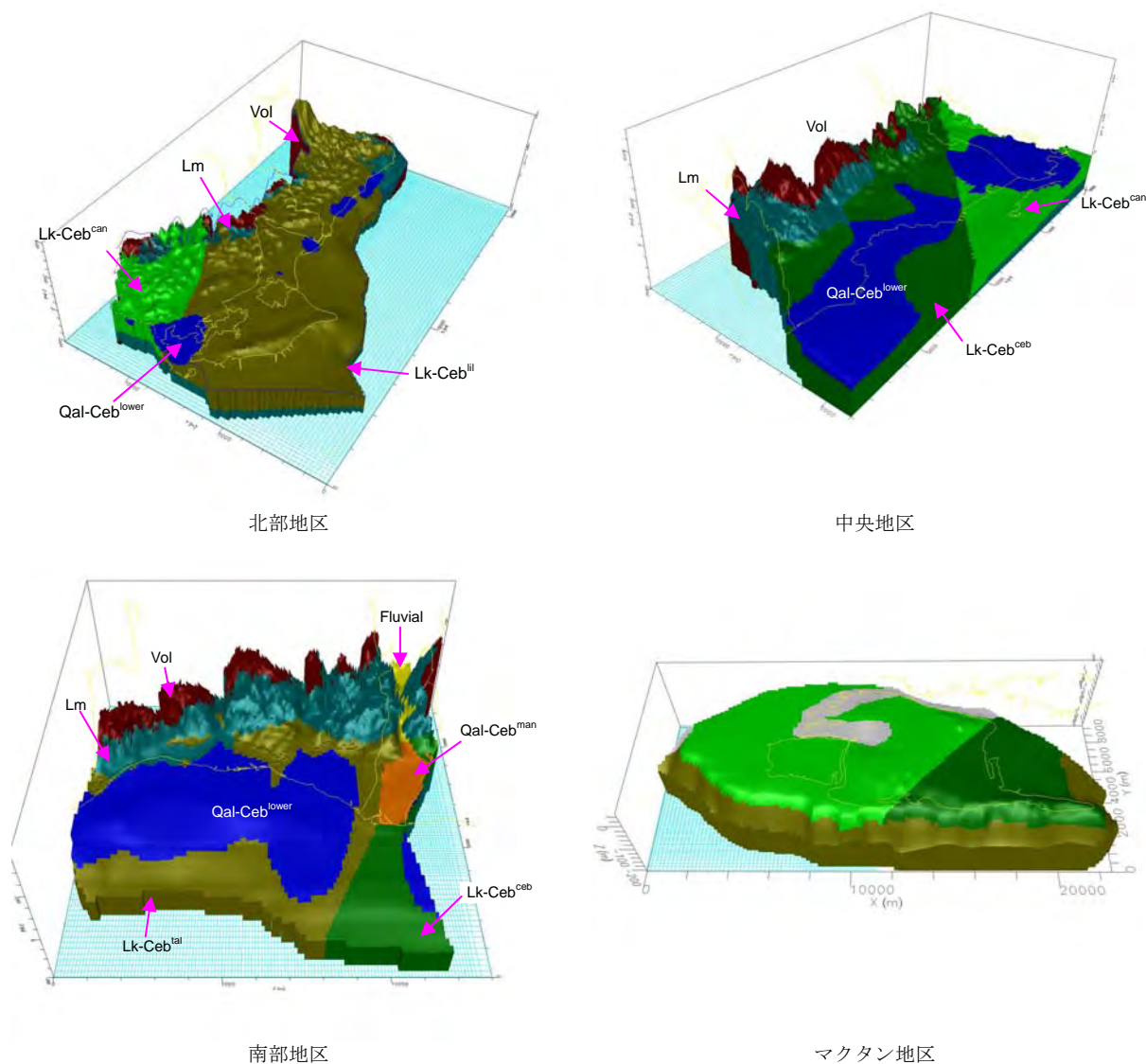
図Ⅲ-07 調査対象地域・水資源管理流域・モデル領域の関係図

- モデリング手順：地下水モデル構築には、以下に示す①初期化、②調整期間及び③予察期間の設定が必要である。Water Remind のタンク・モデルにて解析された水収支項目を有効活用するため、以下及び図Ⅲ-08 に示す時間軸設定を採用した。
  - ✓ 初期化 980～1979年： 定常ストレス
  - ✓ 調整期間 1980～2004年： 非定常ストレス
  - ✓ 予察期間 2005～2030年： 非定常ストレス



図Ⅲ-08 モデリングに採用した時間軸設定

- 流体密度
  - 海水： 塩分濃度 19,000 mg/L (密度 1.025)
  - 淡水： 塩分濃度 20 mg/L (密度 1.000)
- 水理定数：図Ⅲ-09 に示す地層区分をベースとしたゾーニングにより、設定した水理定数(透水係数/有効間隙率/貯留係数)を採用した。



図Ⅲ-09 水理定数のゾーニング

● 境界条件

- ✓ 流動境界：水位定数 ( $h=0$  m) を海拔 200 mbsl までの海域とした
- ✓ 地下水取水と涵養量は「Water Remind Project」から転用し、MCWD 地下水取水量のみ実測値を採用した
- ✓ 流体境界として、海域側は定数 19,000 mg/L 塩分濃度、陸域側は定数 20 mg/L 塩分濃度と推定した
- ✓ 流入流体の塩分濃度は、涵養 20 mg/L、塩水浸入 19,000 mg/L を適用した
- ✓ 現存する 2 河川 (Mananga と Kot-kot) と地下水体の流出入量は、「Water Remind Project」の水収支費目に含まれることとした

● 非定常ストレス

水収支コンポーネントは、「Water Remind」の調査結果を採用した。

● モデル調整 (キャリブレーション)

<調整対象>

調整の基となるデータは、塩分濃度と地下水水位 (1980~2004 年 : 25 年間) とする。モデ

ルにて計算した出力データは、スクリーン標高の中間値とした。

<調整項目>

調整対象の比較により、モデル水理定数とそのゾーニング及び追加する非 MCWD 井戸からの揚水量を調整した。

(4) 予測シミュレーション

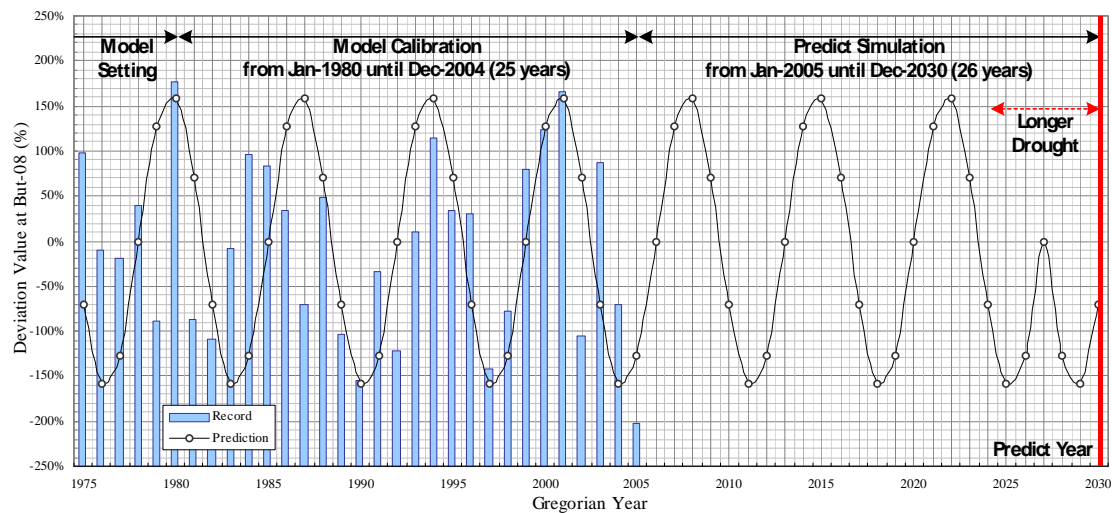
以下の条件にてシミュレーションを行った。

● 時間枠

2005年1月～2030年12月（26年：312ヶ月間）

● 適用ストレス

自然涵養は、「Water Remind」の調査結果を傾向分析のベースとして採用した。自然涵養量の標準偏差値は、降雨量の標準偏差値（図Ⅲ-10）と比例させて将来条件を予測した。予測期間の最後に、気候変動を考慮して長期渇水期を採用した。



図Ⅲ-10 予測した年間降雨量パターン

● 予察条件の筋書き

シナリオ-1： MCWD 井戸及び非 MCWD 井戸共に、2030年までの地下水取水量を予測人口増加率と連動させて増加する（対策を講じない場合）。

シナリオ-2： MCWD 井戸は、シナリオ-1と同様の取水量増加を見込み、非 MCWD 井戸は、地下水規制の実施により2011年1月以降は2010年12月時点の取水量を2030年まで維持する（地下水規制を非 MCWD に適用する場合）。

シナリオ-3： 非 MCWD 井戸は、シナリオ-2と同様に地下水規制下で2011年から一定値を採用する。MCWD 井戸からの取水量は、地下水規制による条件下において、推定した井戸群から地下水ポテンシャル相当量を2011年1月～2030年12月まで継続して取水する（地下水ポテンシャル評価）。

● 地下水開発可能量

表Ⅲ-27 に地区別の地下水ポテンシャルを示す。現況と地下水ポテンシャルを比較すると、北部地区（Lilo-an 市から Compostela 町）及びマクタン地区（Lapu-lapu 市と Cordova 町）では、過剰取水と評価（現状でも一部の水源井で高塩分濃度の地下水を取水）する。

表Ⅲ-27 MCWD 給水区域内における地下水開発可能量

地区	地下水モデル		予測シミュレーション				開発計画		
	WRMUs	Q-07	Exist.	Q-add	Q-30	Location	Additional Q	Total Q	
北部	Compostela	799	0	14,800	14,800	-	14,001	-8,163	32,600
	Kot-kot	4,042	0	0	0	-	-4,042		
	Lilo-an	6,076	0	3,000	3,000	-	-3,076		
	Cansaga	29,846	0	3,700	14,800	North	-15,046		
0			11,100	South					
中央	Butuanon	28,986	0	17,000	30,600	North	1,614	41,451	109,800
			0	13,600		South			
	Cebu	39,363	0	24,000	79,200	Cebu River	39,837		
			0	55,200		Others			
南部	Mananga	5,528	0	12,000	12,000	-	6,472	24,672	30,200
	M-Talisay	0	0	18,200	18,200	-	18,200		
マクタン	Mactan	3,671	1,080	2,160	3,140	-	-431	-431	3,240

注：取水量（Q）の単位は m<sup>3</sup>/day。

- Q-07 : 2007年既存井からの取水量
  - Exist : 予測シミュレーションに転用した既存井からの取水量
  - Q-add : 既存井に加えて予測シミュレーションした仮想井戸からの取水量
  - Q-30 : 2030年まで予測シミュレーションした井戸からの取水量
  - Additional Q : 2007年既存井をベースとした追加可能な取水量
  - Total Q : MCWDが開発可能な取水量
- 詳細は付属報告書第Ⅰ章パートB第3節図B.Ⅲ-16を参照。

### Ⅲ-1.4 水供給収支の検討

#### (1) MCWD 区域における現況の水収支

2007年時点において、MCWDは平均して約166,000 m<sup>3</sup>/日の水を給水している。その水源内訳は、地下水、表流水及び用水購入であり、水源毎の給水量は表Ⅲ-28に示すとおりである。

給水量166,000 m<sup>3</sup>/日のうち、地下水が71%（118,300 m<sup>3</sup>/日）のシェアを占めており、表流水の割合は19%（31,700 m<sup>3</sup>/日）である。Jaclupanに関しては、ポンプの能力は40,000 m<sup>3</sup>/日で設計されているが、施設劣化により取水量の現状はわずか27,000 m<sup>3</sup>/日に留まっている。設計能力を確保するため、施設改修が求められる。MCWDは3民間業者から用水を購入しており、契約水量の総量は15,000 m<sup>3</sup>/日であるが、実際には平均して16,000 m<sup>3</sup>/日の水が購入されている。

表Ⅲ-28 2007年における水源別給水量（m<sup>3</sup>/日）

水源	地下水 地域内井戸	表流水		用水購入 3契約者	合計
		Buhisan	Jaclupan		
給水量	118,300	4,700	27,000	16,000	166,000

注：詳細は付属報告書第Ⅰ章パートB第3節図B.Ⅲ-16を参照。

2007年の水収支は、表Ⅲ-29に示すように推計される。マクタン島においては、MCWDは5本の井戸を保有しており、合計で約3,500 m<sup>3</sup>/日の地下水を揚水している。また、Mactan Rock社から用水を購入しており、その契約水量は5,000 m<sup>3</sup>/日である。したがって、約8,500 m<sup>3</sup>/日の給水をセブ本島から受けていると推定される。

表Ⅲ-29 2007 年における実績水収支 (m<sup>3</sup>/日)

地域	需 要		供 給	
セブ本島	世帯用	90,367	井戸	114,800
	商工業用	11,594	Buhisan	4,700
	行政機関	2,300	Jaclupan	27,000
	無収水	44,683	用水購入	11,000
			マクタン島への送水	-8,500
	合計	148,944	合計	149,000
マクタン島	世帯用	8,338	井戸	3,500
	商工業用	3,566	用水購入	5,000
	行政機関	--	セブ本島から受水	8,500
	無収水	5,102		
		合計	17,006	合計
MCWD 合計	世帯用	98,705	井戸	118,300
	商工業用	15,160	Buhisan	4,700
	行政機関	2,300	Jaclupan	27,000
	無収水	49,785	用水購入	16,000
		Total	165,950	Total

注：2009年9月より新規用水購入7,000m<sup>3</sup>/日が契約された。

## (2) MCWD 区域における 2015 年の水収支

地下水流動モデルのシミュレーション結果によれば、MCWD 管轄区域における地下水の最大利用可能量は 176,000 m<sup>3</sup>/日と推定しており、これは今後の新規開発可能量が 57,700 m<sup>3</sup>/日しかないことを意味している。しかもシミュレーションでは、この最大利用可能量は水源地域に井戸が最適に配置された場合（古い井戸の廃棄と新規井戸の建設を含めて）に可能となる利用量である。

更に 2015 年までにおいては、古い既存井の廃棄も含め総量で 158,000 m<sup>3</sup>/日の地下水が利用可能（今後の新規開発可能量 39,700 m<sup>3</sup>/日）であるとしている。

このように、利用可能な地下水ポテンシャルは非常に限られていることから、以下に示すように、MCWD 地域内の他の利用可能な水源を最大限活用して水需給収支を取る必要がある。

- Jaclupan 取水施設の調査と対策を進め、施設能力を 40,000 m<sup>3</sup>/日（設計能力）に回復させる。
- 民間の水会社 3 社から購入している用水量の確保を継続する。
- 供給側でなお発生する不足量は、マクタン島において海水淡水化（行動計画として）を行うことにより賄う。
- セブ本島からマクタン島への送水量は、本島の水需給収支上送水可能なレベルまで抑制する。

2015 年における水収支は、表Ⅲ-30 のように提案する。なお、表Ⅲ-31 及びⅢ-32 に MCWD 給水区域全体及びマクタン島における年次水収支を参考値として示す。

表Ⅲ-30 2015年における計画水収支 (m<sup>3</sup>/日)

地域	需要		供給	
セブ本島	世帯用	130,051	井戸	154,500
	商工業用	25,260	Buhisan	4,700
	行政機関	2,300	Jaclupan	40,000
	無収水	39,403	用水購入	18,000
			マクタン島へ送水	-20,100
	合計	197,014	合計	197,100
マクタン島	世帯用	21,674	井戸	3,500
	商工業用	8,835	用水購入	5,000
	行政機関	--	セブ本島から受水	20,100
	無収水	7,628	海水淡水化	28,000
		合計	38,137	合計
MCWD 合計	世帯用	151,725	井戸	158,000
	商工業用	34,095	Buhisan	4,700
	行政機関	2,300	Jaclupan	40,000
	無収水	47,030	用水購入	23,000
			海水淡水化	9,600
	合計	235,150	合計	235,300

表Ⅲ-31 短・中期的水需給収支の見通し：MCWD 合計 (m<sup>3</sup>/日)

水需要収支		2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015
需要量		165,950	187,699	197,189	206,679	216,170	225,660	235,150
供給量	井戸	118,300	120,300	126,000	134,000	142,000	150,000	158,000
	Buhisan	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
	Jaclupan	27,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
	用水購入	16,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000
	海水淡水化	--	--	3,500	5,000	6,500	8,000	9,600
Total		166,000	188,000	197,200	206,700	216,200	225,700	235,300

表Ⅲ-32 短・中期的水需給収支の見通し：マクタン島 (m<sup>3</sup>/日)

水需要収支		2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015
需要量		17,006	24,343	27,102	29,861	32,619	35,378	38,137
供給量	供給	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
	井戸	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	用水購入	8,500	15,900	15,100	16,400	17,700	18,900	20,100
	セブ本島からの受水	--	--	3,500	5,000	6,500	8,000	9,600
	海水淡水化	--	--	3,500	5,000	6,500	8,000	9,600
合計		17,000	24,400	27,100	29,900	32,700	35,400	38,200

### (3) MCWD 区域における長期的な水収支

前述したように、MCWD 区域における地下水の最大利用可能量は 176,000 m<sup>3</sup>/日と推定される。マクタン島において提案している海水淡水化施設の容量を 9,600 m<sup>3</sup>/日に固定すれば、MCWD 区域における利用可能な水源量は 253,300 m<sup>3</sup>/日となる。すなわち、MCWD 区域の水源は 2018 年までの需要量しか賅えず、それ以降は MCWD 区域の外側に新規水源を求める必要がある。

2030 年においては、表Ⅲ-33 に示すように MCWD 区域外からの導水必要量は 91,600 m<sup>3</sup>/日と推計される。加えて、セブ本島からは 50,000 m<sup>3</sup>/日の水量をマクタン島へ送水する必要がある。50,000 m<sup>3</sup>/日は既存橋梁添架管でまかなえる設計水量を超える。



表Ⅲ-33 2030年における水収支予察 (m<sup>3</sup>/日)

地域	需要		供給	
セブ本島	家庭用	190,089	井戸	172,500
	商工業用	37,321	Buhisan	4,700
	政府機関	2,300	Jaclupan	40,000
	無収水	47,050	用水購入	18,000
			マクタン島へ送水	-50,000
		MCWD 区域外から	91,600	
	合計	276,760	合計	276,800
マクタン島	家庭用	43,353	井戸	3,500
	商工業用	13,173	用水購入	5,000
	政府機関	--	セブ本島から受水	50,000
	無収水	11,578	海水淡水化	9,600
		合計	68,104	合計
MCWD 合計	家庭用	223,443	井戸	*1 <b>176,000</b>
	商工業用	50,494	Buhisan	4,700
	政府機関	2,300	Jaclupan	40,000
	無収水	58,626	用水購入	23,000
			海水淡水化	9,600
			小計	*2 <b>253,300</b>
			MCWD 区域外から	*3 <b>91,600</b>
	合計	344,863	合計	344,900

\*1: MCWD 区域内の地下水の最大利用可能量

\*2: MCWD 区域内の水源の最大利用可能量

\*3: MCWD 区域外から 91,600 m<sup>3</sup>/日の新規水供給が必要である。

表Ⅲ-34 に MCWD 給水区域全体及びマクタン島における 2030 年までの水収支を参考値として示す。

Water Remind によれば、新規水源開発の候補事業としては北部における地下水開発 (Carmen, Danao)、と南部における開発 (Pangdan)、及び Luyang-Carmen、Lusaran ダム、Kotkot ダムにおける表流水開発が提案されている。

表Ⅲ-34 長期的水需給収支の見通し (m<sup>3</sup>/日)

水需要収支	MCWD 区域合計				マクタン島				
	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030	
需要量	235,150	264,923	301,987	344,863	38,137	46,164	55,952	68,104	
供給量	井戸	158,000	176,000	176,000	176,000	3,500	3,500	3,500	3,500
	Buhisan	4,700	4,700	4,700	4,700	--	--	--	--
	Jaclupan	40,000	40,000	40,000	40,000	--	--	--	--
	用水購入	23,000	23,000	23,000	23,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	セブ本島から受水	--	--	--	--	20,100	28,200	37,900	50,000
	海水淡水化	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600
	MCWD 区域外から	--	11,799	48,700	91,600	--	--	--	--
合計	235,300	265,000	302,000	344,900	38,200	46,200	56,000	68,100	

.....

## Ⅲ-2 技術面での事業改善

### Ⅲ-2.1 設計方針と基準

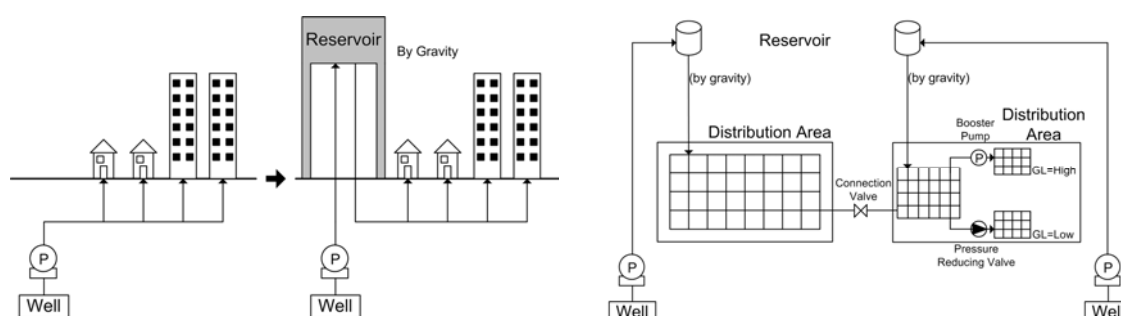
上水道施設改善の目的は、以下の目標を達成することである。

- 2015年の需要量に見合った水量を供給する
- 適切な水供給サービス・レベルを達成する

#### (1) 水供給システムの設計方針

図Ⅲ-11 に示す水供給システムを設計方針とした。

- 自然流下式配水システム
- ブロック配水システム



図Ⅲ-11 設計方針：自然流下式配水システム（左）及びブロック配水システム（右）

#### <自然流下式配水システム>

自然流下式配水システムは、配水量の日変動に対して配水池の貯留水で対応できるため、送水ポンプ運転を一定にできる利点があり、ポンプ加圧式配水システムと比較して省エネルギー型である。ただしマクタン島では、その地形から高架タンクを建設しなければならない。

加えて、取水施設に自家発電施設が少ない状況であるが、停電下でも配水池の貯留水が給水できるため給水停止リスクを軽減できる。

#### <ブロック配水システム>

現在の複雑な単一配水管網を適正規模の配水区に仕切り、配水管理の適正化及び簡素化を図る。

#### (2) 水供給施設の設計基準

主な施設設計基準は、以下を参照とした。なお、日本水道協会の水道施設設計指針 2000 は、浄水施設設計（急速ろ過施設と海水淡水化プラント）に活用した。

- MCWD 技術基準マニュアル 2003
- フィリピン国家飲用水水質基準 2007
- NWRB 地下水規制
- 水道施設設計指針 2000

地下水と海水淡水化処理水は、以下水質項目で基準を満たさない可能性があるものの、MCWD 水質年鑑と設計技術者の経験によれば、健康障害が発生する程度には至っていない。また、当該水質項目のための高度処理の追加は、生産水コストの高騰を招く。従って、経済性の観点から、処理水の配水前に他水源との混合を確保する運用手法を適用することとした。

水質指標	原水水質 (mg/L)	飲用水水質基準(mg/L)
* ホウ素 (B)	1.0	< 0.5
* 硝酸塩 (NO <sub>3</sub> )	60	< 50
* 硬度 (炭酸カルシウム換算)	400	<300
* 総溶解性固形物 (TDS)	600	<500

設計時に活用した解析ソフトは以下の二つであり、現況解析と施設設計に利用した。

- \* 地下水解析： Visual-MODFLOW 2009 (開発可能量の推定)
- \* 管網解析： WaterCAD-5000 (給水圧の解析)

MCWD 技術基準マニュアル等から適用した主要な設計基準を以下に示す。

#### <設計流量>

施設設計に用いる計画水量には次の3種類がある。

- \* 日平均給水量
- \* 日最大給水量
- \* 時間最大給水量

日最大水量と時間最大水量は、日平均水量に配水区の給水人口に応じた係数を乗じて算定した。給水人口別の日最大給水量と日平均給水量の比率は、下記の MCWD 技術基準が示されている。本施設設計では、最大配水区の給水人口が 224,730 であることから、配水区係数 1.20 : 1.00 を全配水区へ適用した。

給水人口範囲	日最大給水量：日平均給水量
≦ 30,000	1.30 : 1.00
30,000 < ≦ 200,000	1:25 : 1.00
200,000 <	1.20 : 1.00

同様に給水人口が 200,000 を超える配水区を想定し、時間最大給水量と日最大給水量の比率を MCWD 基準から試算すると  $1.5 (=2.2 - 0.3 \times \log \text{給水人口}/1,000)$  が得られる。一方で MCWD は、給水人口 20,000 以上の LUWA 設計基準 (図Ⅲ-12 参照) を適用している。その理由は、非生活用水の中心が観光と商業であるセブ都市圏において、LWUA 設計基準 (時間最大給水量：日最大給水量=1.8) を適用して計画の安全性を考慮しているためである。この結果、以下の設計流量比を施設設計に採用した。

- \* 日平均給水量：日最大給水量：時間最大給水量=1.0 : 1.2 : 2.2 ( $1.2 \times 1.8 = 2.16 \approx 2.2$ )

#### <配水池容量>

MCWD 基準では、給水人口を変数とした配水池容量を次式で求めている。

- \* 貯留容量 =  $0.224 - 0.0416 \times \log (\text{給水人口}/1,000)$

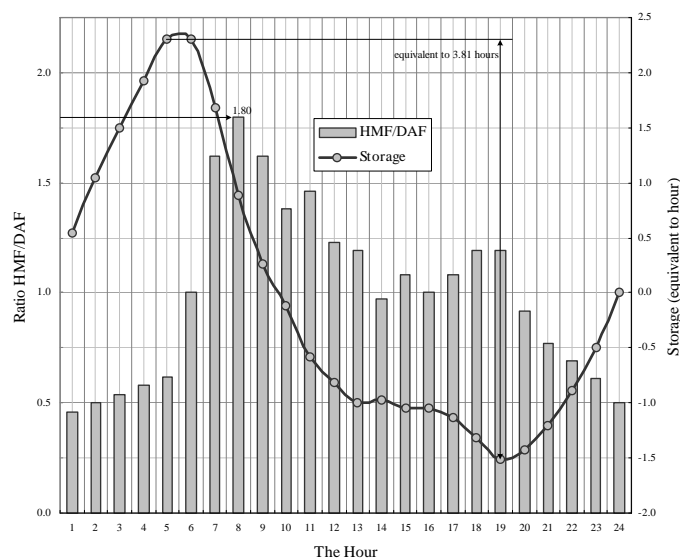
人口	配水池容量
200,000	日平均給水量の 3 時間分
20,000	同 4 時間分
2,000	同 5 時間分

配水池が具備すべき機能を以下に示す。

- \* 配水量の日変動を貯留水にて緩衝する
- \* 停電下の断水リスクを低減する

配水池容量は、給水量 (= 使用量) 変動曲線に基づいても計算を行うことができる。しか

しながら、MCWD 基準は、変動係数に係る資料が含まれていない。従って、LWUA 設計基準の日変動資料を用いて、配水池容量を試算する。図Ⅲ-12には、日最大給水量：時間最大給水量の比と貯留量（日平均水量の時間換算値）が示されている。



図Ⅲ-12 LWUA 基準を適用した配水池容量計算

上図Ⅲ-12 で示したように配水池容量は、日変動と貯留量変移の資料を基に日平均給水量の 3.81 時間分となる。運用上の高水位側と低水位側に余裕（1 時間分程度）を加え、配水池容量の設計値は、6 時間分相当の容量（ $3.81 + 2 = 5.81$ ）とした。

<給水水圧>

MCWD 基準は、時間最大給水量の配水時で以下の最低水圧を設計要件としている。従って、最低給水水圧を 0.07 MPa（7m 水頭に相当）とした。また、最低給水水圧の確保が困難な区域では、加圧ポンプ場設置を考慮する。

区 域	最低水圧	最高水圧
市街化区域	0.14 MPa	0.69 MPa
非市街化区域	0.07 MPa	0.69 MPa

<浄水処理>

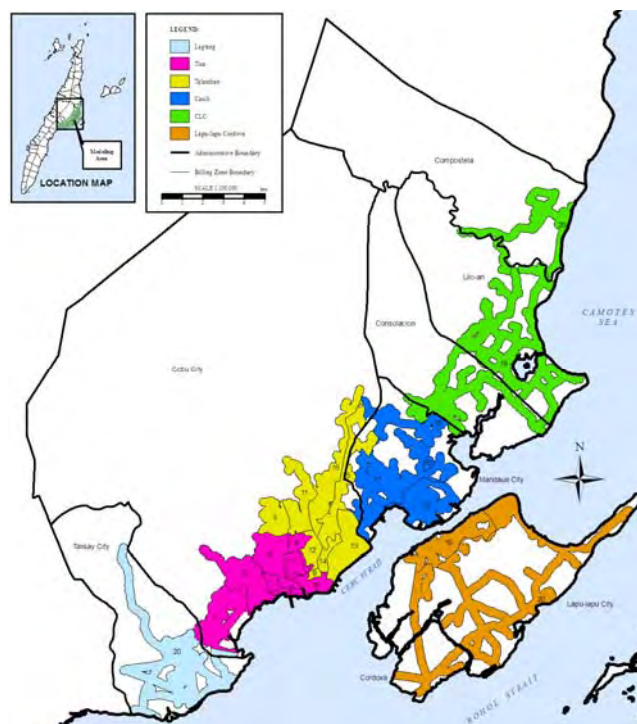
浄水及び海水淡水化の処理設計に関しては、MCWD 及び LWUA 基準に含まれていない。このため浄水処理設計は、日本水道協会の施設設計指針を適用した。

## Ⅲ-2.2 供給システムへの水の適正な配分

### (1) 供給システムのブロック化

以下に示す地域特性を考慮して、図Ⅲ-13 に示す 6 配水区を提案した。北より CLC 配水区（Compostela 町、Lilo-an 町及び Consolacion 町）、Casili 配水区（Mandaue 市）、Talamban 配水区（Cebu 市北部）、Tisa 配水区（Cebu 市南部）、Lagtang 配水区（Talisay 市）そして Mactan 配水区（マクタン島の Lapu-lapu 市と Cordova 町）である。

- \* 2015 年の地区別の水需要の分布状況
- \* 既配水池の位置と容量
- \* 現配水管網の配水能力
- \* 地方自治体の境界



図Ⅲ-13 6 配水区の設定

(2) 配水区の需要量

給水人口は、各地方自治体別の給水人口予測と Cebu 市の現水使用記録（2008 年）を基に、生活用水量が給水人口に比例すると仮定して配水区へ配分した（表Ⅲ-35 参照）。

表Ⅲ-35 配水区別給水人口

配水区	2015	2030	地方自治体
CLC	95,063	168,120	Compostela, Li-loan, Consolacion
Casili	182,536	304,005	Mandaue City
Talamban	207,444	298,852	48% of Cebu City
Tisa	224,730	323,757	52% of Cebu City
Lagtang	85,941	159,175	Talisay City
Mactan	150,957	308,699	Lapu-lapu City, Cordova
合計	946,671	1,562,608	-

配水区別の需要量も同様に、各地方自治体の需要量予測をもとに配分した。Cebu 市への配水を行う Talamban 配水区と Tisa 配水区は、MCWD 料金徴収区分に基づく水使用量（2008 年 12 月）に応じて比率配分した。結果を表Ⅲ-36 に示す。

表Ⅲ-36 配水区別需要予測 (m<sup>3</sup>/日)

配水区	Dec-2008	2015	2030
CLC	9,590	15,409	26,513
Casili	16,444	32,258	53,002
Talamban	35,108	46,539	61,022
Tisa	37,099	48,764	62,940
Lagtang	6,453	14,641	26,234
Mactan	13,186	30,509	56,526
合計	117,871	188,120	286,237

需要量に漏水等の無収水量を加算したものが供給量になる。無収水率は、現況の 2007 年約 30%が 2015 年 20%に、更に 2030 年 17%を達成すると推定した。配水区別の供給量を表Ⅲ-37 に示す。

表Ⅲ-37 配水区別給水量 (m<sup>3</sup>/日)

配水区	2008 (12月)		2015		2030	
	需 要	供 給	需 要	供 給	需 要	供 給
CLC	9,590	13,701	15,409	19,261	26,513	31,943
Casili	16,444	23,491	32,258	40,323	53,002	63,858
Talamban	35,108	50,154	46,539	58,173	61,022	73,521
Tisa	37,099	52,986	48,764	60,956	62,940	75,831
Lagtang	6,453	9,219	14,641	18,301	26,234	31,607
Mactan	13,186	18,836	30,509	38,136	56,526	68,104
合 計	117,871	168,387	188,120	235,150	286,237	344,864

### (3) 水源から配水区への適正配分

水源開発地域と需要分布には不均衡があり、開発した水源を需要発生地へ再配分する必要がある。この配分は、配水池間の送水管により配分し、各配水区需要に応じた供給量を確保することが目的である。

各配水区で 2015 年に利用可能な水源量は、地下水開発可能量のモデリング結果と各地方自治体からの井戸建設許可の進捗を勘案して推定した。表Ⅲ-38 に配水区別の需要量と供給量（水源）の収支状況を示す。

表Ⅲ-38 2015 年需要量及び供給量収支 (m<sup>3</sup>/日) (1/2)

配水区	分 類	需 要	供 給	差分量
1-CLC	Demand 2015	19,261		
	To Reservoir from wells		14,557	
	Direct Feeding by wells		9,041	
	Bulk (Abejo North)		7,000	
	Balance	19,261	30,598	11,337
2-Casili	Demand 2015	40,323		
	To Reservoir from wells		9,918	
	New Wells		18,700	
	Balance	40,323	28,618	-11,705
3-Talamban	Demand 2015	58,173		
	To Reservoir from wells		20,825	
	Direct Feeding by wells		29,439	
	New Wells		22,800	
	Balance	58,173	73,064	14,891
4-Tisa	Demand 2015	60,956		
	To Reservoir from wells		6,902	
	Direct Feeding by wells		15,030	
	Buhisan-Tisa		4,700	
	Jaclupan: Existing		27,000	
	New Jaclupan: Improved		13,000	
	Balance	60,956	66,632	5,676

注) 需要と供給のバランスを考える上で、Tisa と Talamban の間の新規水源は Talamban 配水池に流入し、Talamban と Casili の間の新規水源は Casili 配水池に流入するものとする。

表III-38 2015年需要量及び供給量収支 (m<sup>3</sup>/日) (2/2)

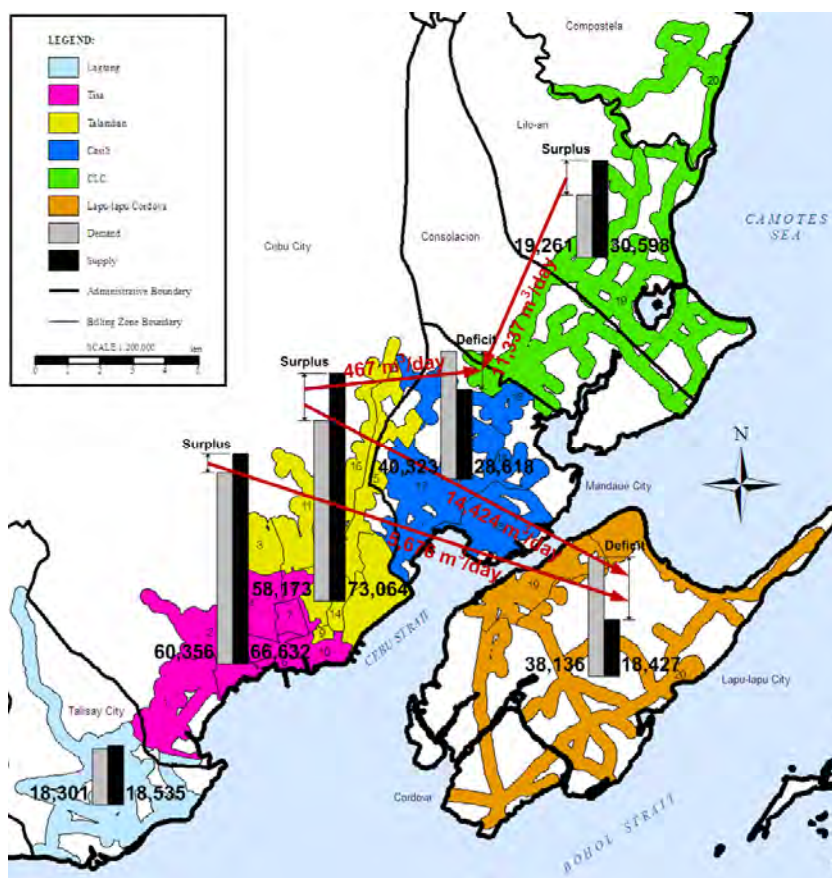
配水区	分類	需要	供給	差分量
5-Lagtang	Demand 2015	18,301		
	To Reservoir from wells		6,218	
	Direct Feeding by wells		1,320	
	Bulk (Abejo South and Foremost)		11,000	
	Balance	18,301	18,538	237
6-Mactan	Demand 2015	38,136		
	Direct Feeding by wells		3,827	
	Bulk (Mactan Rock)		5,000	
	New De-salination		9,600	
	Balance	38,136	18,427	-19,709

注) 需要と供給のバランスを考える上で、Tisa と Talamban の間の新規水源は Talamban 配水池に流入し、Talamban と Casili の間の新規水源は Casili 配水池に流入するものとする。

表III-38 に示す 6 配水区は、供給と需要の収支から 3 分類できる。

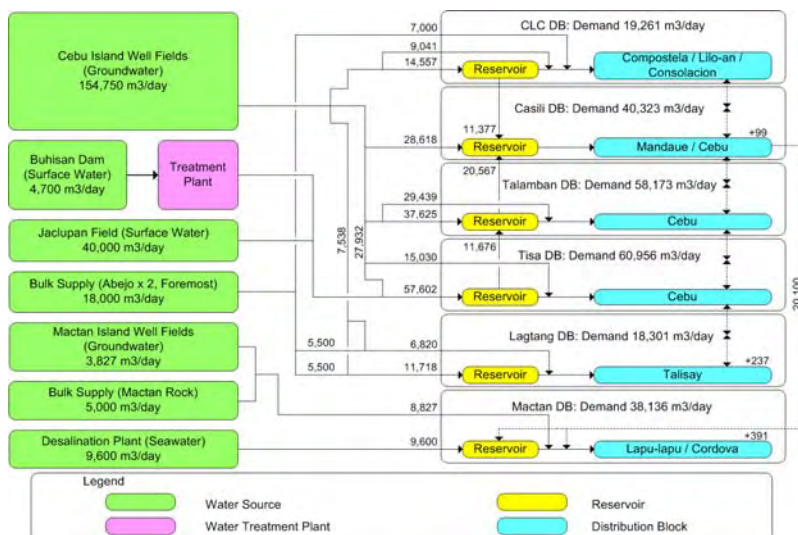
水収支	配水区
供給 (水源) > 需要	CLC、Talamban 及び Tisa
供給 (水源) = 需要	Lagtang
供給 (水源) < 需要	Casili 及び Mactan

2015 年配水区分間で供給・需要収支を平衡させるため、図III-14 に示す送水 (移送) が必要となる。



図III-14 配水区分間の水源と需要を平衡させるための水の流れ

水源別の供給量と配水区分別の需要量を考慮し、2015 年における水源と配水区 (配水池) 及び配水区分間 (配水池間) の水の流れについて図III-15 にまとめた。



図Ⅲ-15 2015年水源と需要量の収支 (m³/日)

### Ⅲ-2.3 水供給施設改善

#### (1) 井戸開発

開発計画は、以下の手順により策定する。

- \* 既存井資料（水質・水量）を検討し、(1) 生産井継続、(2) 取水量削減＋生産井継続及び(3) 廃止（観測井）に分類する
- \* 現予備井（地方自治体認可待ち）及び建設中井戸（配水池へ未接続）は、行政手続き及び事業進捗のMCWD判断により、一部を生産井へ変換する
- \* 供給量の不足分を新規地下水開発で賄い、(1) 地下水モデルによる開発可能位置と計画取水量及び(2) 原水送水管の経済的配置を考慮する
- \* 新規井戸からの送水は配水池へ接続する

<適応範囲>

表Ⅲ-39に示した井戸開発範囲のように、取水施設を含む新規井戸の建設と既設井改修を含む。井戸構造、取水ポンプ能力、送水ポンプ延長等は、個別条件に応じた仕様とする。

表Ⅲ-39 地下水開発の範囲

形態	井戸 2010年と2015年の状況	開発		Intake Facility		
		改修	建設	施設	機電	送水
生産	2015年までに新規建設	-	○	○	○	○
	2010年既存井が2015年以降も継続	○	-	不 含		
	2010年予備井から2015年生産井へ転換	○	-	不 含		
予 備	2010年予備井が2015年以降も継続	適用外				
観 測	2010観測井が2015以降も継続	地下水保全計画		適用外		
	2010年生産井が2015年観測井へ転換					

注：施設は、井戸・ポンプ配電盤・地上送水管等を含む。

<特記事項>

#### 新規井戸建設

最適井戸開発配置（Cebu-GWM-09 予察結果）が、新規井戸設計の基準となる。セブ都市圏の地下水環境と井戸の運転面での大きな問題点を以下に記述する。



- \* 塩水侵入： 淡水と汽水との境界面を内陸部及び地表面へ移動させる
- \* 硝酸汚染： 特に丘陵部の住宅開発地域で、未処理の生活排水または腐敗槽の機能低下により地下水が汚染される
- \* 溶出外皮： 石灰岩層を流動する地下水のカルシウム分が、井戸スクリーンへ付着して取水効率を低下させる
- \* 揚砂分： 井戸スクリーンの腐食、カルシウム分の付着、ポンプ能力の設計ミス等により発生する

井戸建設時の水理地質資料は、将来の地下水環境を保全するために重要な情報である。以下資料を建設時に収集する仕様とした。

- \* 篩分試験、物理検層、揚水試験、塩淡境界探査（水質試験含む）

### 現況井戸改修

井戸改修の目的は、井戸取水効率の向上とし、評価方法として以下試験を含めた。

- \* 段階揚水試験（揚砂試験含む）

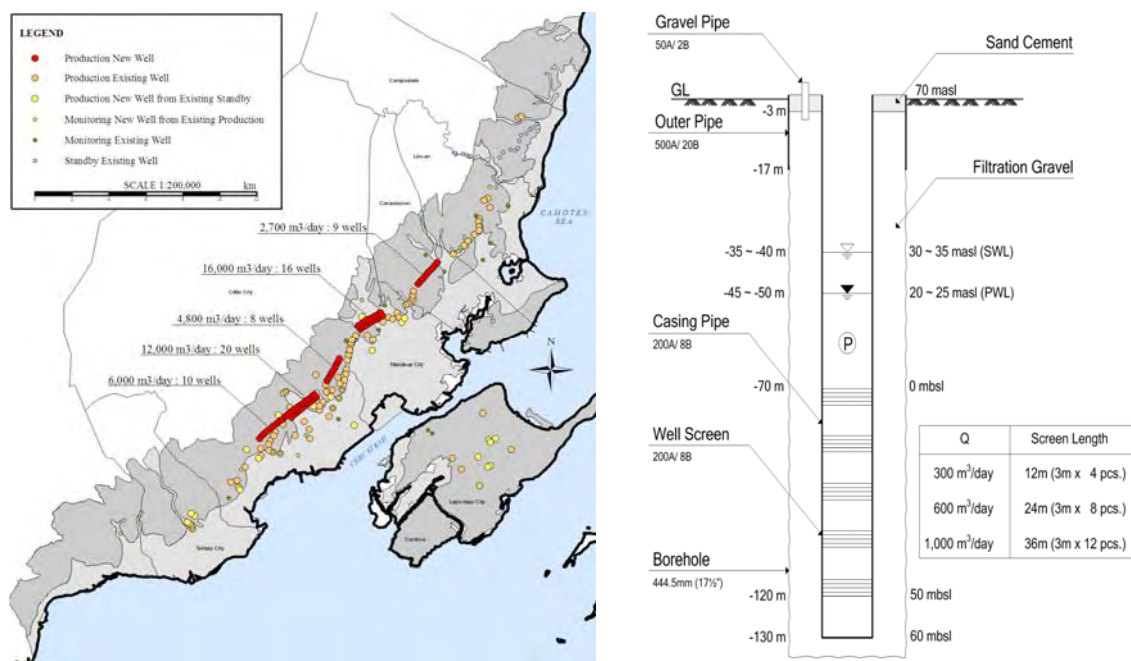
### <新規井戸開発>

新規の井戸建設数を表Ⅲ-40 に、その位置および井戸標準図を図Ⅲ-16 に示す。新規井戸の建設に関連する事業数量を表Ⅲ-41 に示す。

表Ⅲ-40 行動計画における新規井戸の開発量 (m<sup>3</sup>/日)

配水区 (地方自治体)	水源井地 (流域)	井戸数	計画取水量	水源井地開発量
Casili 配水区 (Mandaue/ Cebu)	Cansaga 南地区	9	300	2,700
	Butuanon 北地区	16	1,000	16,000
Talamban 配水区 (Cebu)	Cebu 北地区	8	600	4,800
	Cebu 河川区	20	600	12,000
	Cebu 南地区	10	600	6,000
合 計		63	-	41,500

注：水源井地内での取水総量を管理しながら建設する。



図Ⅲ-16 新規開発井戸の位置と標準断面

表Ⅲ-41 新規井開発の事業数量

分類	数量	
新規井戸	✓ 200A diameter × 130 m in depth with well screen of 12 m	9 wells
	✓ 200A diameter × 130 m in depth with well screen of 24 m	38 wells
	✓ <u>200A diameter × 130 m in depth with well screen of 36 m</u>	<u>16 wells</u>
	合計	63 wells
取水ポンプ	✓ 300 m <sup>3</sup> /day (0.21 m <sup>3</sup> /min.) × 60 m total head	9 pumps
	✓ 600 m <sup>3</sup> /day (0.42 m <sup>3</sup> /min.) × 65 m total head	38 pumps
	✓ <u>1,000 m<sup>3</sup>/day (0.70 m<sup>3</sup>/min.) × 60 m total head</u>	<u>16 pumps</u>
	合計	63 pumps
注：揚水管の総延長は、1井当たり一律 60 m (63井) とする。		
原水送水管	✓ Casili DB	12.5 km
	✓ <u>Talamban DB</u>	<u>19.0 km</u>
	合計	枝管： 31.5 km

<既存井戸改修>

改修井の数量を表Ⅲ-42 に示す。改修の留意点を以下に示す。

表Ⅲ-42 2015年までに改修を行う井戸の概要

配水区	2015年における井戸仕様			配水区配水量に占める 地下水取水の割合*1
	井戸数	取水総量 (m <sup>3</sup> /日)	平均揚水量 (m <sup>3</sup> /日井)	
CLC	20	23,598	1,180	123%
Casili	6	9,918	1,653	25%
Talamban	35	50,264	1,436	86%
Tisa	22	21,932	997	36%
Lagtang	7	7,538	1,077	41%
Mactan	11	3,827	348	10%
合計	101	117,077	-	-

注\*1： CLC 配水区の余剰水は Casili 配水区へ送水する。Mactan 配水区の地下水占有率は 10%と低く、不足分は、海淡水・用水供給とセブ本島からの輸送水に依存する。

段階揚水試験（揚砂試験含む）

井戸開発の技術仕様と同様で、改修効果の評価を目的に改修前後の 2 回実施する。

井戸の改修方法

改修目的は井戸効率の回復で、改修に伴う便益は地下水生産費の削減（井戸耐用年数の延長とポンプ電気料の削減）である。老朽化した井戸の取水量を代替するため、新規の井戸を築造してきた施設基準を改める。以下に改修仕様・方法及び施工手順を勧告する。

化学的及び物理的な改修工法が、炭素化合物や微細粒子の付着・堆積を取り除くために採用する。更に、井戸浚渫も必要である。周辺の井戸への影響や水質的な安全性を考慮し、以下の薬品を化学的改修法の仕様として採用した。

\* 燐酸ソーダ（7～10%溶液）により 24 時間以上浸漬

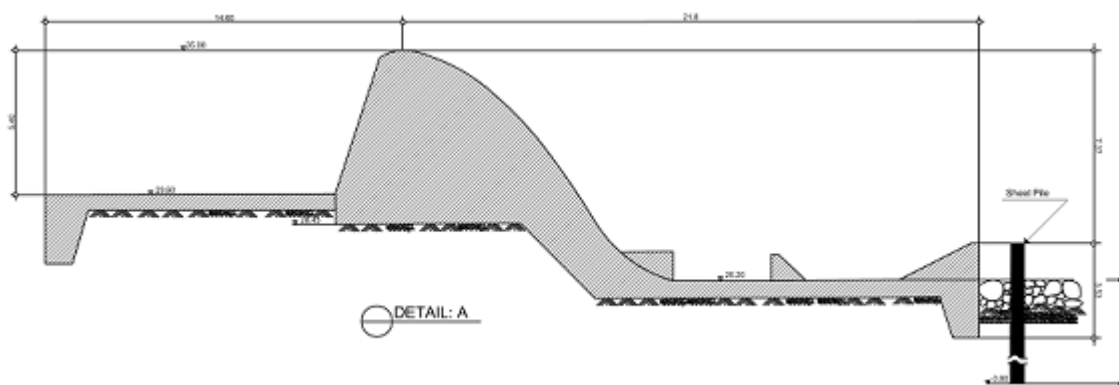
物理的手法は、MCWD 基準を参照した。スクリーン内圧強度に合わせ、以下のいずれかの方法もしくは組み合わせた手法を適用する。

- \* 過剰揚水（断続）と逆洗（注水）
- \* 機械的サージングとブラッシング
- \* 高速・高圧の水（または空気との混合）によるジェッティング

## (2) Jaclupan 取水施設の改修

Jaclupan 取水施設の改修目的は、取水能力回復（当初の 40,000 m<sup>3</sup>/日）である。段階的な調査と改修（Ⅲ-3.1 参照）が必要である。当面の改修方法として、水源井地の水位を高く安定させるために、堰下部からの伏流水流出量を減らす地下壁を計画する。

図Ⅲ-17 に鋼矢板を打ち込む場所を示す。詳細な構造の設計は基盤である石灰石までの深度についての地質調査を行った後に行う。



図Ⅲ-17 Jaclupan 施設改修案

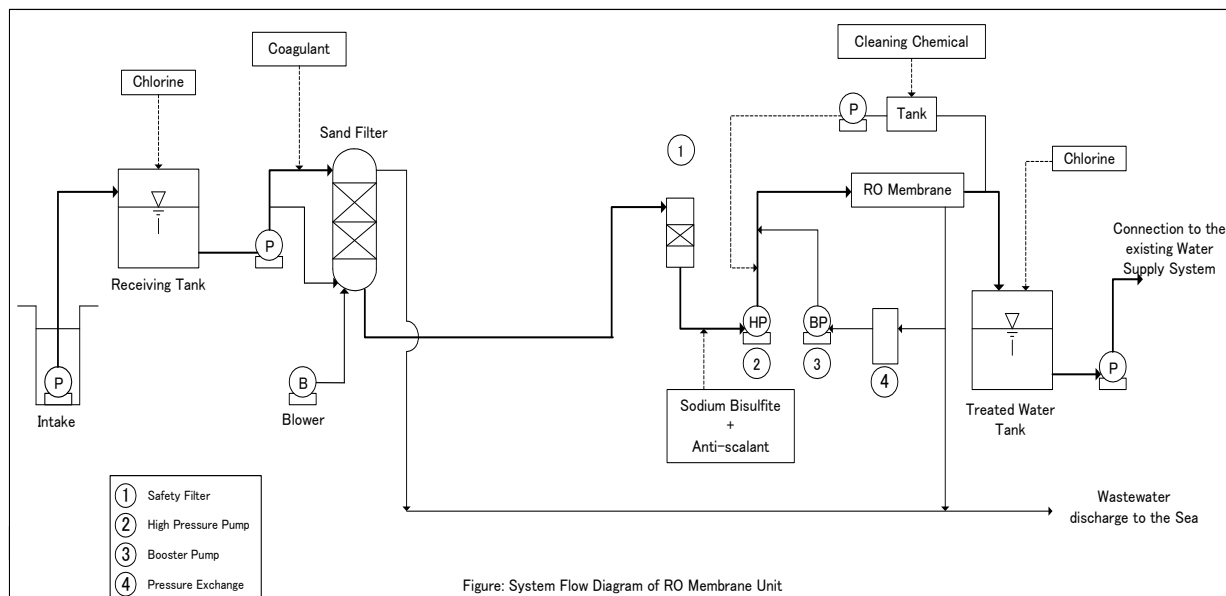
## (3) 海水淡水化施設建設

2015 年の需要に対応し、海水淡水化プラントの生産能力を 9,600 m<sup>3</sup>/日とする。図Ⅲ-18 に示すように、マクタン島 Punta Engano 村落を建設候補地として選定した。当該用地は、施設建設に十分な敷地面積を有し、将来の能力拡張に必要な敷地も可能である。原水は、Hilutungan 海峡側に建設する暗渠から取水し、濃縮排水は Magellan 湾側に放流する。



図Ⅲ-18 海水淡水化プラントの候補地及び取水・排水位置

候補地の選定、取水・放流方法及び処理方式は、JBIC 報告書（セブ都市圏地区：水供給のための海水淡水化施設に関するフィージビリティ調査 2005 年）及び JICA 報告書（環境と気候変動のための無償資金協力に関する準備調査 2009 年）を参考にした。当該調査の概要は、付属報告書に記載した。提案する処理フローを図Ⅲ-19 に示す。



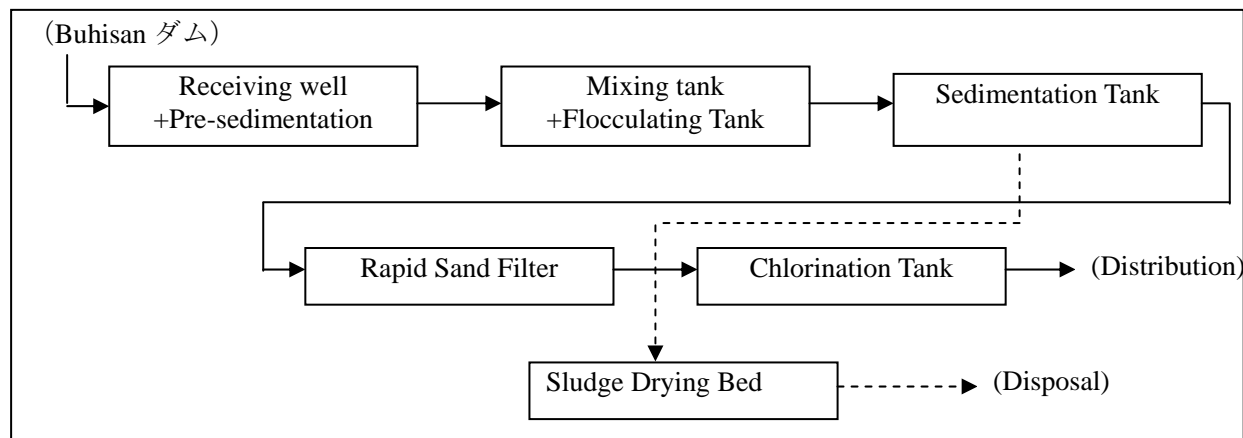
図Ⅲ-19 海水淡水化プラントの浄水プロセス

生産水は、マクタン島 Pusok 村落の新規高架水槽へ送る。需要に応じ、暫定的に輸出加工区用配水池への送水送も勘案する。水質面において、ろ過処理水を地下水（セブ本島からの送水）と混合供給する運用を勧告する。

#### (4) Tisa 浄水場の改修

既存 Tisa 浄水場は、約 100 年前に建築され施設の老朽化が進んでいる。さらに現在浄水した水を貯留・配水する施設が無い状況を鑑み、新規の配水池を築造する用地を生み出すために、既存の緩速ろ過施設を、省スペース型の急速ろ過施設に改修する計画を含行った。改修後の浄水処理能力は、過去の運転資料に基づき 10,000 m<sup>3</sup>/日とした。施設の必要面積は、現施設面積から大幅に削減することが可能で、余剰用地に新規 Tisa 配水区に必要な新配水池を建設することが可能となる。

現浄水処理工程にも、緩速ろ過施設予備及び緊急時対応を目的に急速ろ過施設が設置されているが、当該施設の老朽化も激しく新規建設を提案する。原水がダム表流水であるため、降雨量の季節変動に応じて処理水量が変化することは避け難い。このため過年度の運転実績に基づき、最大能力を 10,000 m<sup>3</sup>/日とするが、2015 年日平均浄水量を 4,700 m<sup>3</sup>/日と計画する。浄水工程を図Ⅲ-20 に示す。



図Ⅲ-20 Tisa 浄水場の処理工程

## (5) 配水池の容量拡張

各配水区で必要とする配水池の総容量、現況の施設容量さらに追加で必要となる容量について計算した結果が表III-43 である。

表III-43 2015 年配水池の容量算定表

配水区	日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	算定した容積 (m <sup>3</sup> )			
		必要容積	既存容積	追加容積	設計容積
CLC	19,261	4,815	5,000	-	
Casili	40,323	10,081	5,000	5,081	5,000
Talamban	58,173	14,543	5,000	9,543	10,000
Tisa	60,956	15,239	5,000	10,239	10,000
Lagtang	18,301	4,575	5,000	-	
Mactan	38,136	9,534	* <sup>1</sup> 5,200	4,334	4,000

注\*1: MEPZ の配水池の容量は 3,200m<sup>3</sup> で既設の Pusok 高架水槽の容量は 2,000m<sup>3</sup>。

新規配水池 4 ヶ所は、既配水池に隣接する位置に建設する。特に、Tisa 配水池では、既存浄水場を改修して敷地を確保し、既存配水池と隣接する位置に建設する。

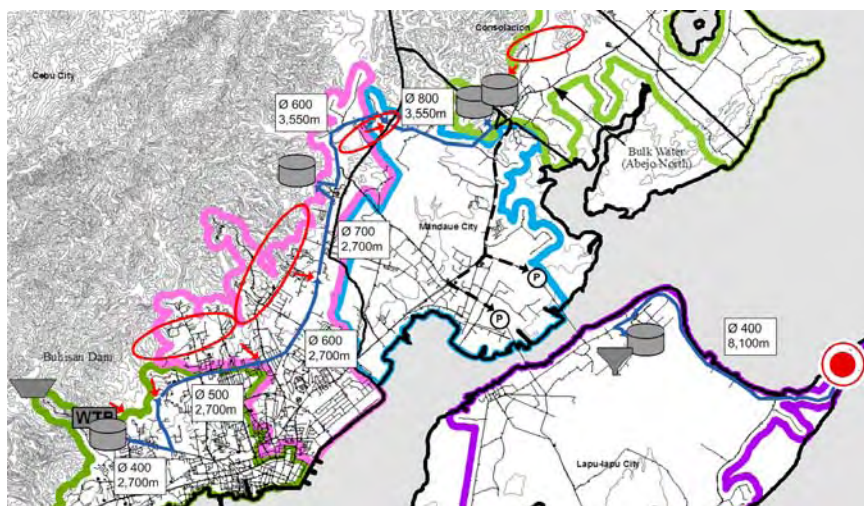
## (6) 導水管

### <配水池間>

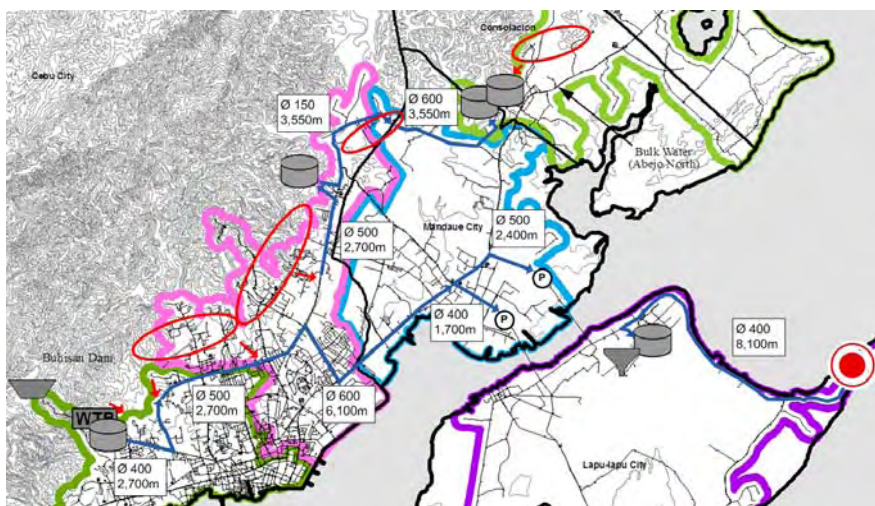
供給（水源）と需要の地域的収支は、配水池間で水をやり取りすることにより、各配水区の需要に見合った供給量を調整する。具体的には、CLC 配水区の余剰水源を Casili 配水区へ送水し、Mactan 配水区へは Tisa 及び Talamban 配水区内の水源から新規 Casili 配水池を経由して送水する。

各配水区での需要を満たす追加水源から配水池に送る配管路は、上述した導水管路と同じ区間がある。この場合、二条管敷設より一条管敷設が経済的で、井戸水源からの流入を受ける度に管径は大きくなり、必要な管径の配管を設計して積算に用いるものとした。

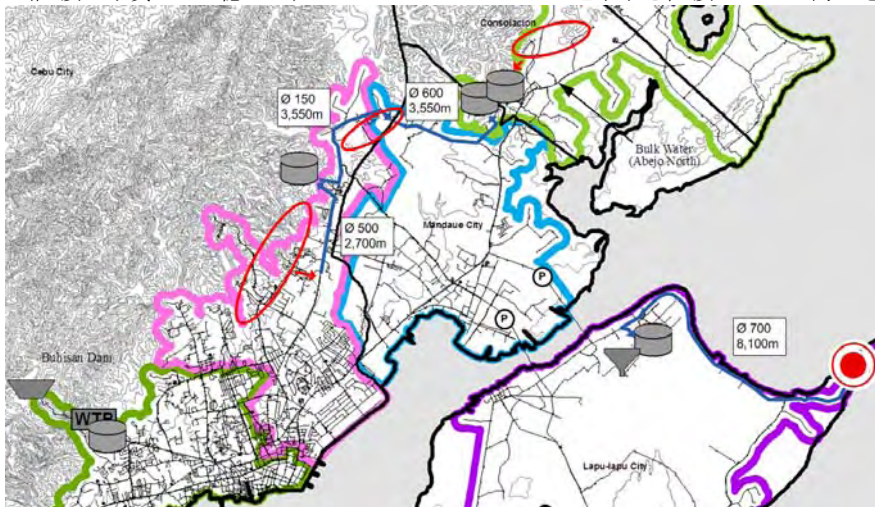
導水管費用を算定する上で、管路及び水源で代替案がある。一つ目は、各配水区の需要を満たす水源の送水管路とマクタン島への送水管路を分離する案で、管路総延長は長くなるが、小管径の設計が可能である。二つ目の案は、海水淡水化の施設能力を 9,600 m<sup>3</sup>/日から 30,000 m<sup>3</sup>/日に増強し、セブ本島からマクタン島への送水を廃止する案である。この場合は、高額な海水淡水化施設の維持管理費が課題点である。これら比較検討案を図III-21 に示す。



選択肢 1（直接工事費 10.76 億ペソ）：地下水を Casili 配水池に集水後、マクタン島へ送水する。



選択肢 2 (直接工事費 10.91 億ペソ) : Tisa・Talamban からの地下水を直接マクタン島へ送水する。



選択肢 3 (直接工事費 13.23 億ペソ) : 海淡プラント能力を 9,600 m<sup>3</sup>/日から 30,000 m<sup>3</sup>/日に増強

**図Ⅲ-21 配水池間の導水管路選定のための代替案比較**

需要・供給収支と経済性を検討した結果、オプション-1 の導水管路が最適案と判定した。

<海水淡水化プラント送水ルート>

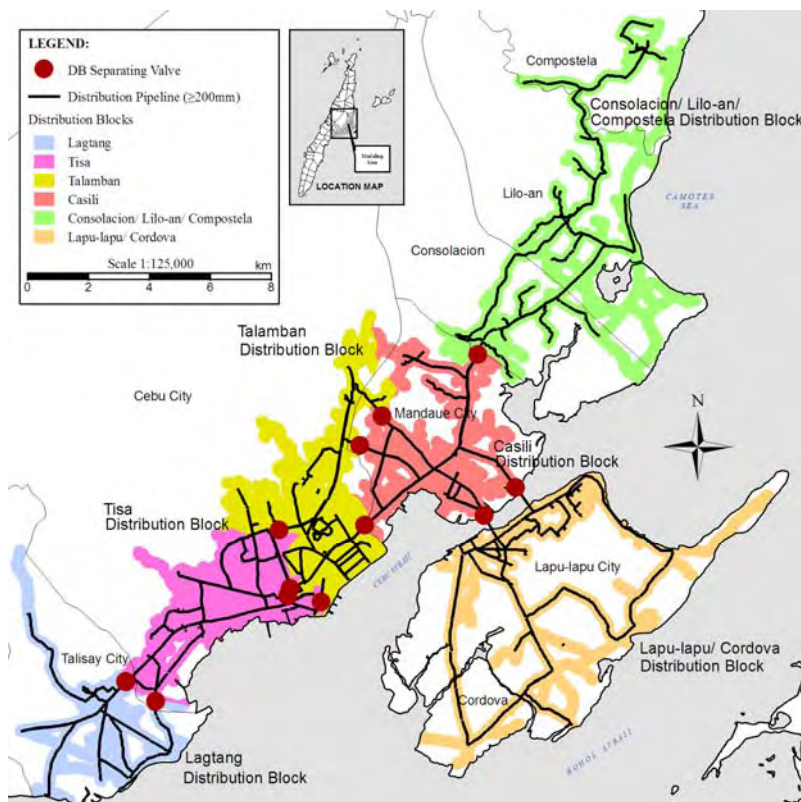
海水淡水化プラントから新設 Pusok 高架水槽への送水管路を図Ⅲ-22 に示す。セブ本島から送られた水と混合後、消費者に給水される。



**図Ⅲ-22 海水淡水化プラントからの送水管ルート**

(7) 配水管網

提案する 6 配水区分離のバルブ主要位置を図III-23 に示す。

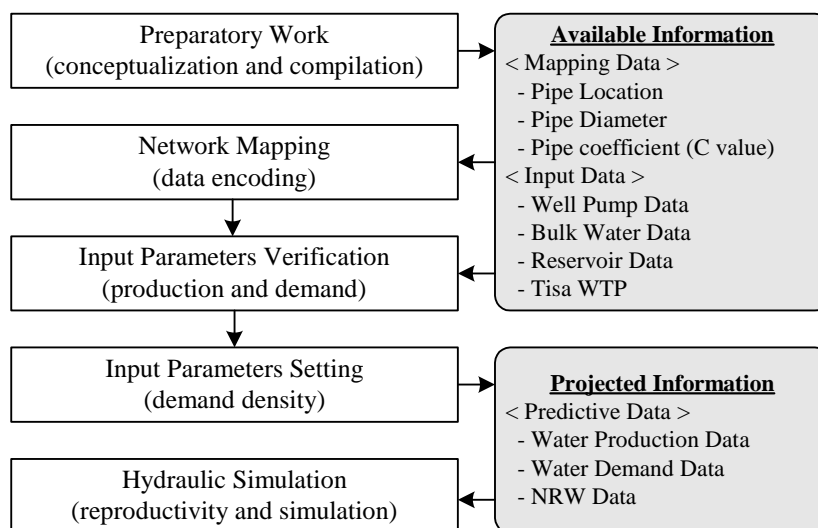


図III - 23 配水区を分離する主要バルブ位置図

各配水区は、専属する配水池から給水されるが、既存井戸から配水管への直接注入は暫定的に存続する。マクタン島の既 Pusok 高架水槽は、送配兼用として設計・運用（フローティング式）されているが、セブ本島からの直接送水管接続により自然流下式配水池（フィル・アンド・ドロー式）への変更を勧告する。

<送配水管管網解析>

既存送配水管の管網解析及び改善案は、水理解析ソフト（WaterCAD）を用いて分析した。管網水理モデルの構築方法を図III-24 に示す。



図III-24 管網水理モデル構築フロー

ヘーゼンウィリアムズ水理公式の摩擦係数（ $C=110$ ；通常の採用値）は、管内面の状態（及び流体粘性）に依存する。摩擦係数値は、発生する全管損失水頭（曲がり・分岐等）を考慮した包括的な値である。表Ⅲ-44 に送配水管網解析に入力した配水量を示す。

表Ⅲ-44 2015 年送配水管網への入力配水量 (m<sup>3</sup>/日)

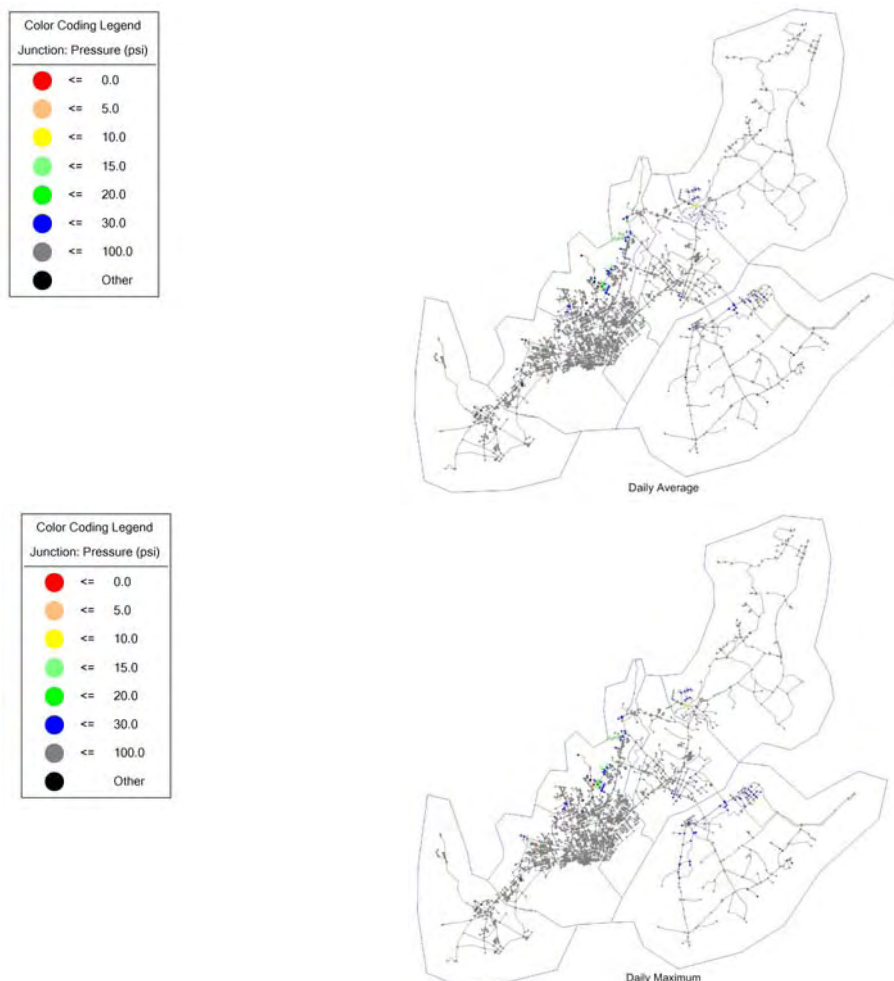
配水区	日平均給水量	日最大給水量	時間最大給水量
CLC	19,261	23,113	42,374
Casili	40,323	48,388	88,711
Talamban	58,173	69,808	127,981
Tisa	60,956	73,147	134,103
Lagtang	18,301	21,961	40,262
Mactan	38,136	45,763	83,899

注： 日平均給水量：日最大給水量：時間最大給水量=1.0：1.2：2.2

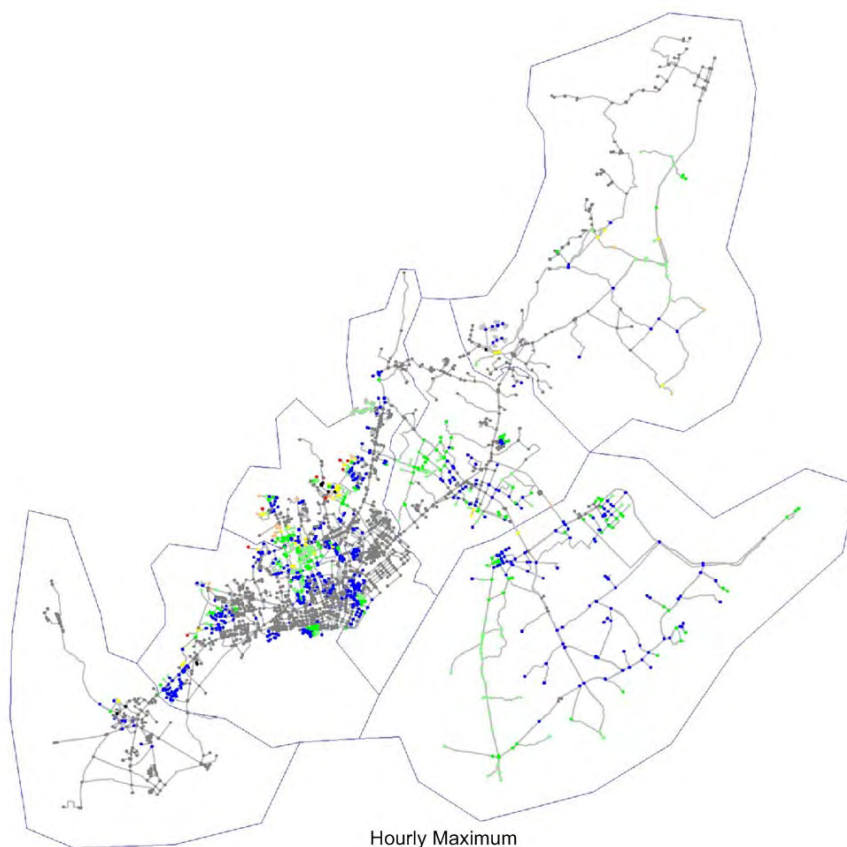
管網計算結果を図Ⅲ-25 に示す。なお、MCWD の実施中事業と本行動計画を併せた配水管網情報を以下に記述する。

- \* ノード数： 2,890（2008 年 12 月時点では 2,851）
- \* パイプ数： 4,164（2008 年 12 月時点では 3,551）

上記の数値情報によると、計画する配管は概ね布設替え及び二条管で（ノード数は概ね同等、パイプ数増加）、新規拡張は限られている。以下に、最低給水水圧以下（<0.07 MPa）のノード数を示す。







図Ⅲ-25 改善計画における管網計算結果 (2/2)

- \* 日平均給水量： 14 ノード
- \* 日最大給水量： 15 ノード
- \* 時間最大給水量： 92 ノード (図Ⅲ-25 に赤色で示した負圧を 9 ノード含む)

管網解析結果を踏まえ、配水管網改善にて 2 ヶ所の増圧ポンプ場を提案した。同時期 (2010 年 3 月) に、MCWD 技術部から、増圧ポンプ場が必要となる地区を含む低給水圧改善事業が計画されているため、本計画においては増圧ポンプ場を取り下げた。

#### Ⅲ-2.4 配水区別の改善事業数量

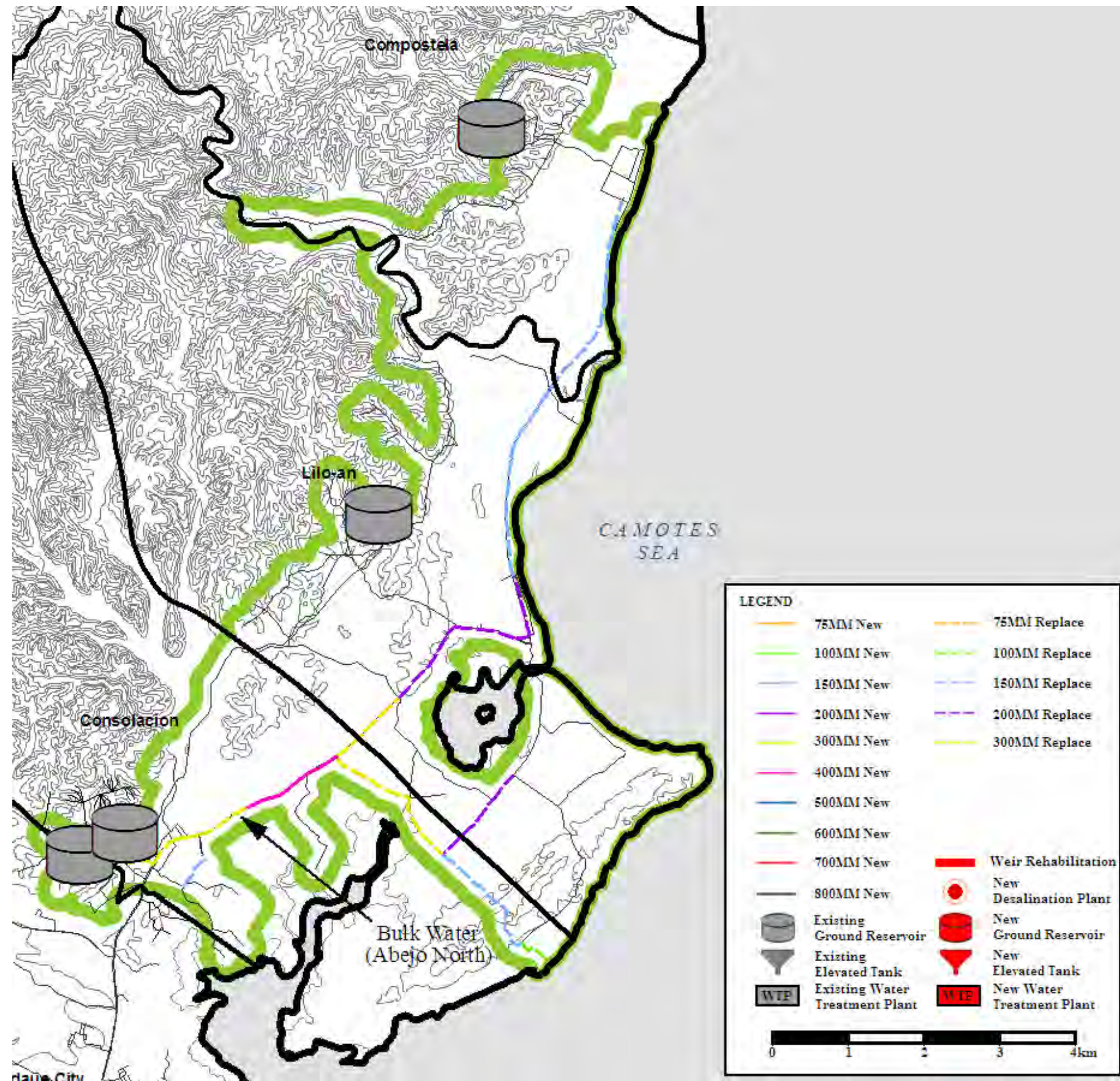
表Ⅲ-45 に改善事業の全体数量を示す。配水区別の事業数量を表Ⅲ-46 からⅢ-51、対応する位置図を図Ⅲ-26 からⅢ-31 に示す。

表Ⅲ-45 改善事業の全体数量

	項 目	単 位	数 量
1-1	地下水（井戸）建設	井	63
1-2	地下水（井戸）改修	井	101
1-3	Jaclupan 堰改修	ヶ所	1
1-4	Tisa 浄水場改修	ヶ所	1
1-5	Mactan 海水淡水化プラント建設	ヶ所	1
2-1	配水池建設（V = 10,000 m <sup>3</sup> ）	ヶ所	2
2-2	配水池建設（V = 5,000 m <sup>3</sup> ）	ヶ所	1
2-3	給水塔建設（V = 2,000 m <sup>3</sup> ）	ヶ所	2
3-1	導水管布設（100mm 及び 150mm）	m	31,500
3-2	送水管布設（400mm～800mm）	m	26,788
3-3	配水池間送水管用ポンプ場建設	ヶ所	2
3-4	配水本管布設（300mm～700mm）	m	32,206
3-5	配水支管布設（75mm～200mm）	m	37,014
3-6	流量計設置	ヶ所	6
4-1	無収水削減対策（第Ⅲ章 3 節を参照）	式	1

表Ⅲ-46 事業数量：CLC 配水区

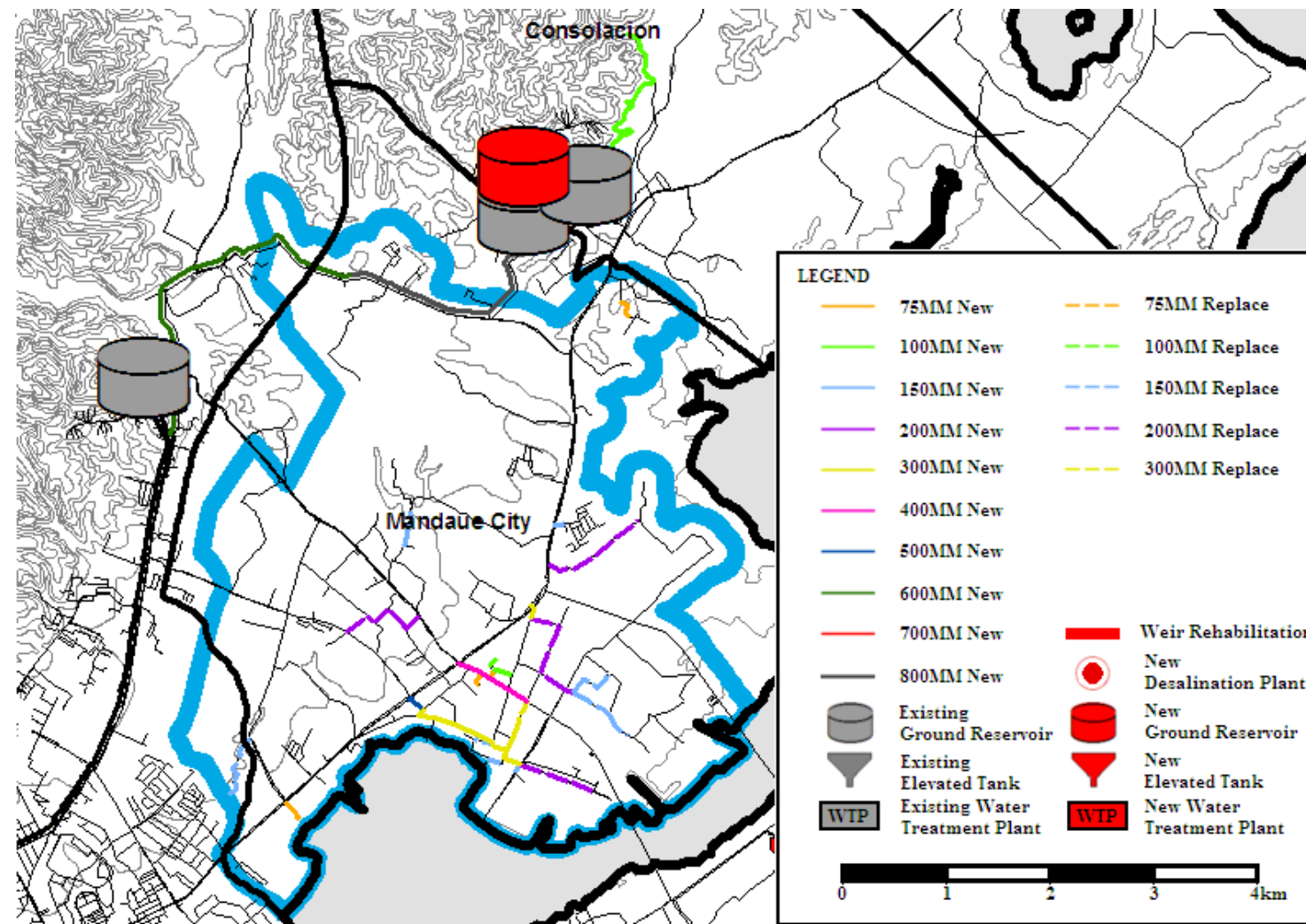
日平均給数量 (無収水含む)	19,261 m <sup>3</sup> /day	
主要施設	地下水 (井戸)	
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
		0
地下水 (井戸) 補修		
	数量	20
配水管		
1) 管布設		
口径 (mm)	延長 (m)	
75	249	
100	495	
150	5,119	
200	7,096	
300	5,657	
400	1,367	



図Ⅲ-26 整備位置図：CLC 配水区

表Ⅲ-47 事業数量：Casili 配水区

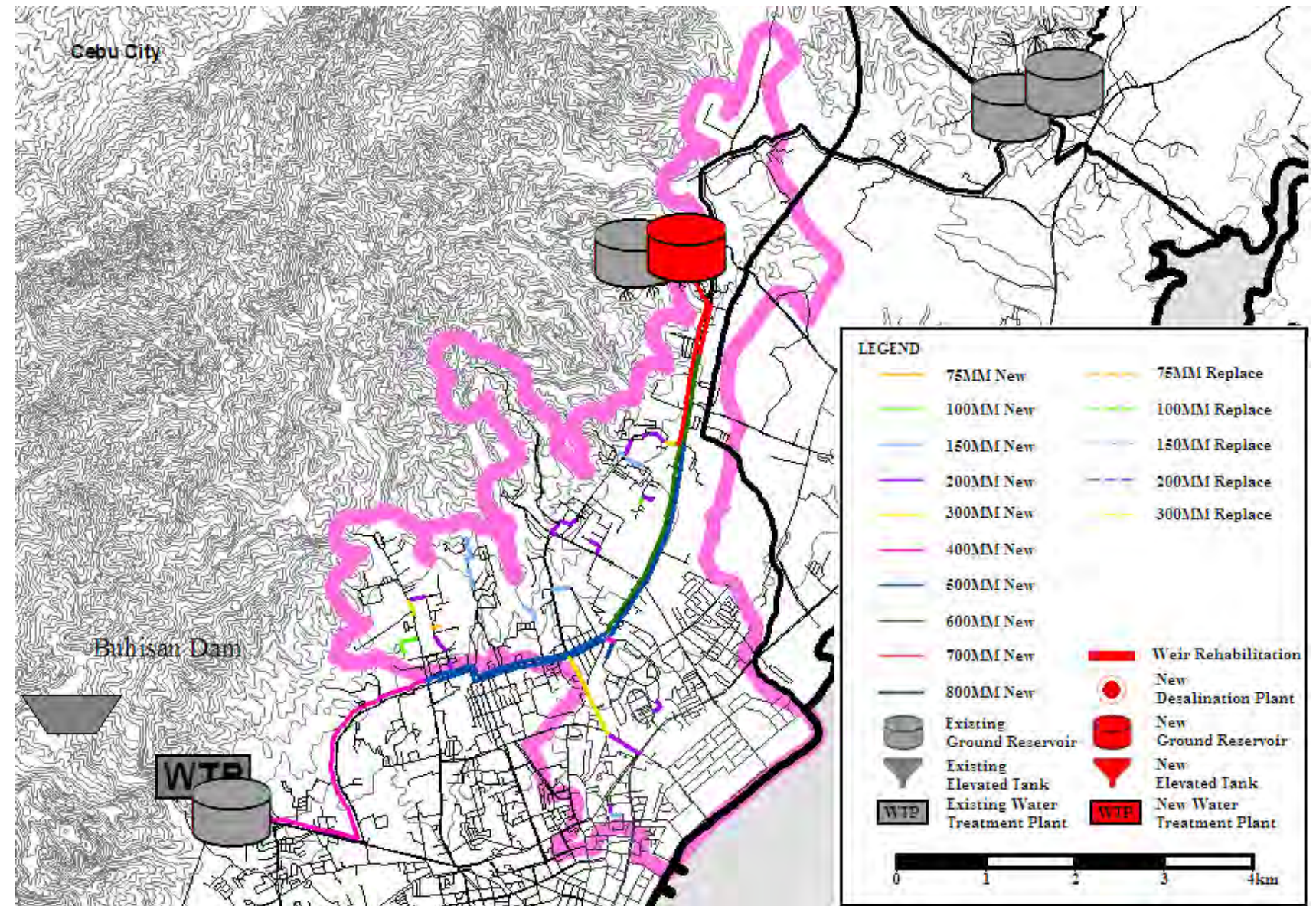
日平均給数量 (無収水含む)	40,323m <sup>3</sup> /day	
主要施設	地下水 (井戸)	
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
	300 m <sup>3</sup> /day/well	9
	1,000 m <sup>3</sup> /day/well	16
	地下水 (井戸) 補修	
		数量
		6
	導水管	
	1) 井戸から配水池間送水管用の管	
	口径 (mm)	延長 (m)
	100	4,500
	150	8,000
	送水管	
	1) 配水池間用送水管	
	口径 (mm)	延長 (m)
	600	3,550
	800	3,550
	2) 送水管用ポンプ	
	容量 (m <sup>3</sup> /hour)	数量
	381	4+2 (Stand-by)
配水管		
1) 管布設		
口径 (mm)	延長 (m)	
75	691	
100	575	
150	2,786	
200	4,119	
300	2,098	
400	773	
500	190	
配水池		
容量 (m <sup>3</sup> )	数量	
5,000	1	



図Ⅲ-27 整備位置図：Casili 配水区

表Ⅲ-48 事業数量：Talamban 配水区

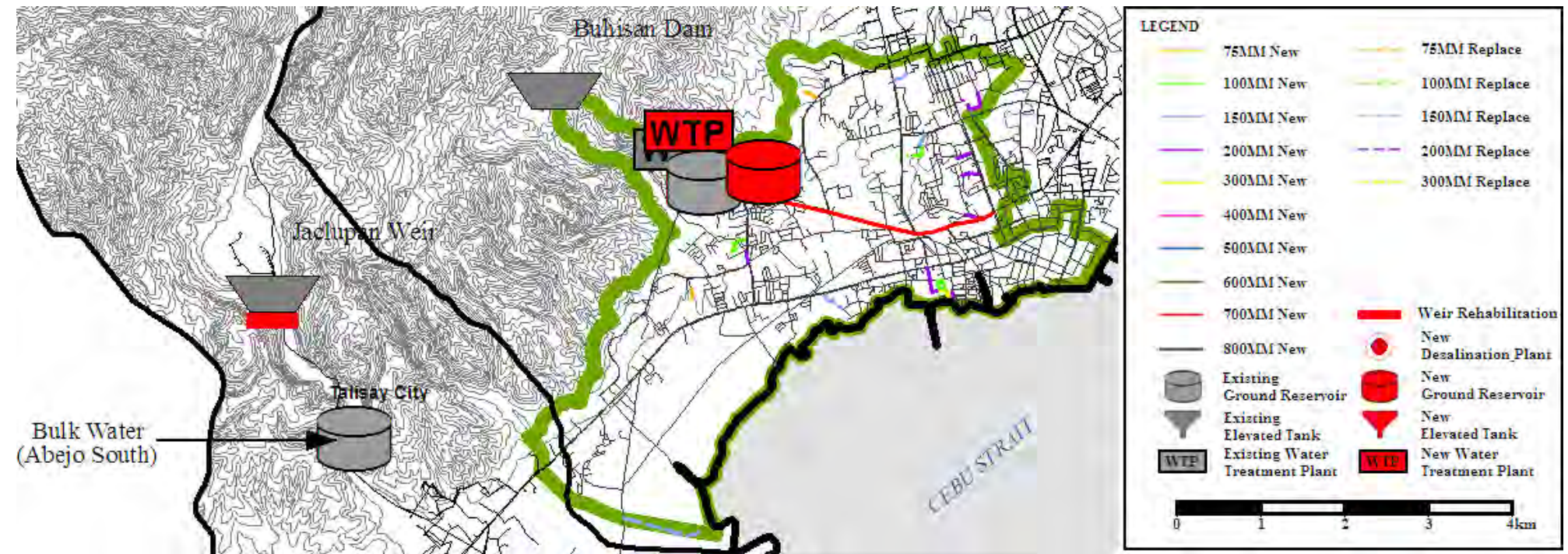
日平均給数量 (無収水含む)	58,173 m <sup>3</sup> /day	
主要施設	地下水 (井戸)	
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
	600 m <sup>3</sup> /day/well	38
地下水 (井戸) 補修		
	数量	35
導水管		
1) 井戸から配水池間送水管用の管		
口径 (mm)	延長 (m)	
150	19,000	
送水管		
1) 配水池間用送水管		
口径 (mm)	延長 (m)	
400	2,700	
500	2,700	
600	2,700	
700	2,700	
2) 送水管用ポンプ		
容量 (m <sup>3</sup> /hour)	数量	
396	3+2(Stand-by)	
配水管		
1) 管布設		
口径 (mm)	延長 (m)	
75	85	
100	408	
150	1,707	
200	3,491	
300	1,346	
400	102	
500	4,901	
600	1,021	
700	980	
2) 増圧ポンプ場		
容量 (m <sup>3</sup> /h)	数量	
取り下げ		
配水池		
容量 (m <sup>3</sup> )	数量	
10,000	1	



図Ⅲ-28 整備位置図：Talamban 配水区

表III-49 事業数量：Tisa 配水区

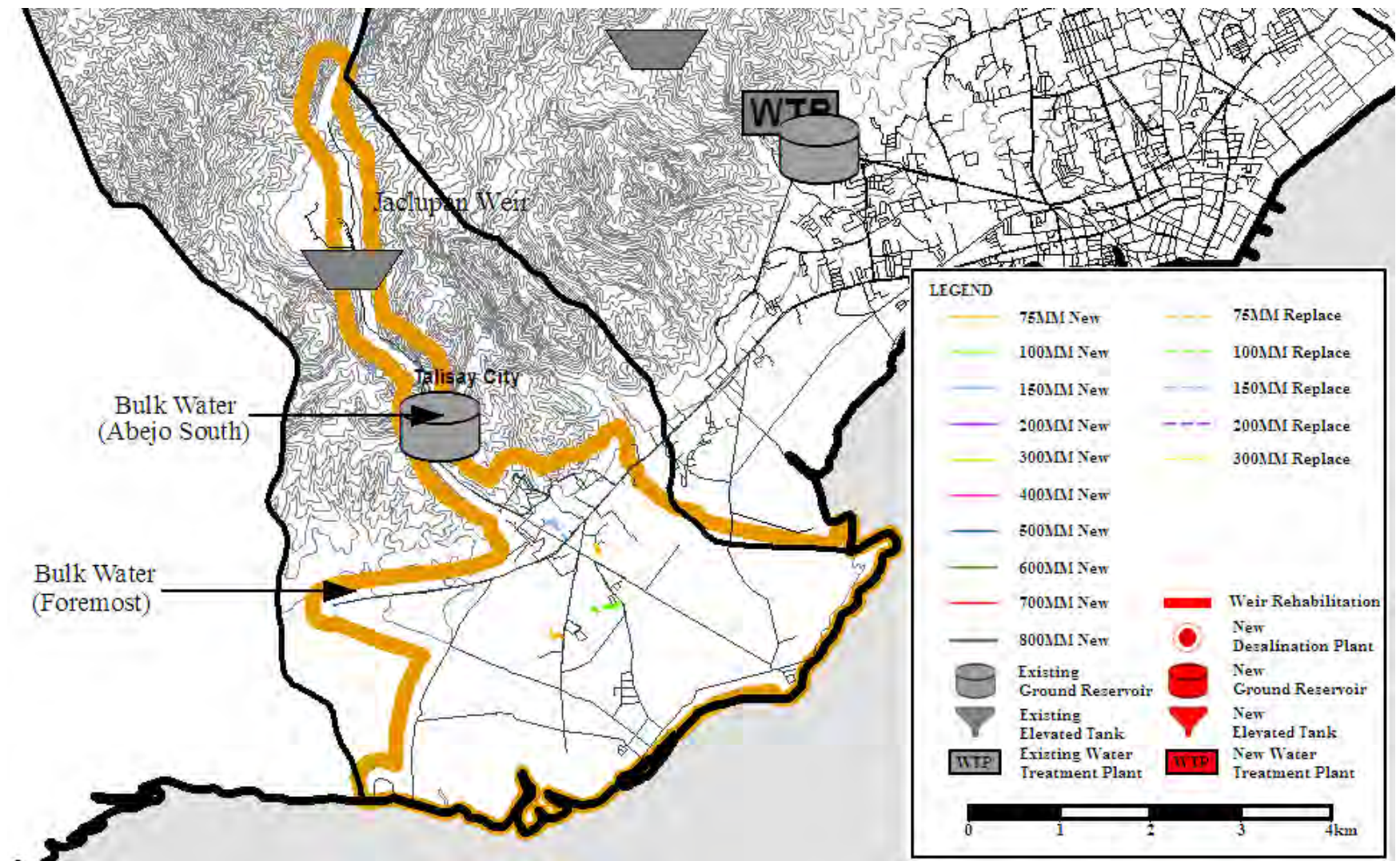
日平均給数量 (無収水含む)	60,956 m <sup>3</sup> /day	
主要施設	地下水 (井戸)	
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
		0
地下水 (井戸) 補修		
	数量	22
配水管		
	1) 管布設	
	口径 (mm)	延長 (m)
	75	359
	100	1,238
	150	713
	200	1,667
	300	257
	700	3,951
配水池	容量 (m <sup>3</sup> )	数量
	10,000	1
浄水場改修		
	数量	1
Jaclupan 堰改修		
	数量	一式



図III-29 整備位置図：Tisa 配水区

表Ⅲ-50 事業数量：Lagtang 配水区

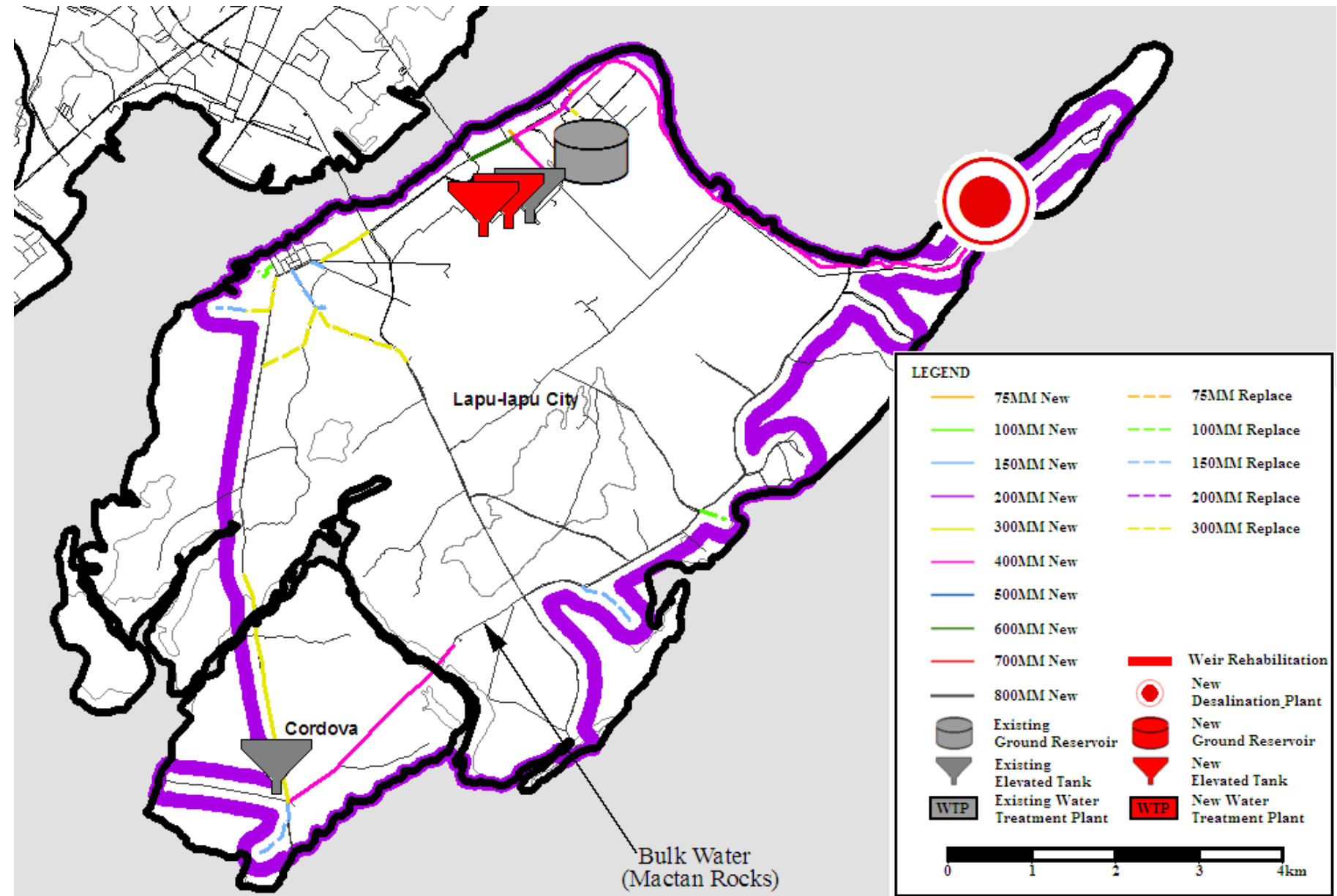
日平均給数量 (無収水含む)	18,301 m <sup>3</sup> /day	
主要施設	地下水 (井戸)	
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
		0
地下水 (井戸) 補修		
	数量	7
配水管		
1) 管布設		
口径 (mm)	延長 (m)	
75	374	
100	386	
150	1,298	



図Ⅲ-30 整備位置図：Lagtang 配水区

表Ⅲ-51 事業数量：Mactan 配水区

日平均給数量 (無収水含む)	38,136 m <sup>3</sup> /day	
主要施設	地下水 (井戸)	
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
		0
地下水 (井戸) 補修		
	数量	11
送水管		
	1) 送水管	
	口径 (mm)	延長 (m)
	400	8,100
	600	788
配水管		
	1) 管布設	
	口径 (mm)	延長 (m)
	75	137
	100	634
	150	3,100
	200	287
	300	6,589
	400	2,771
	700	203
給水塔		
	容量 (m <sup>3</sup> )	数量
	2,000	2
海水淡水化プラント		
	容量 (m <sup>3</sup> /day)	数量
	9,600	1



図Ⅲ-31 整備位置図：Mactan 配水区

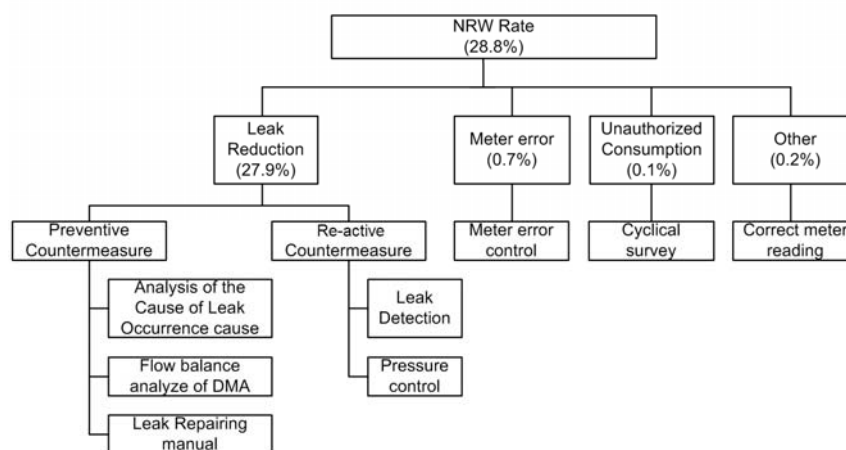


### Ⅲ-3 管理面での事業改善

#### Ⅲ-3.1 無収水削減

##### (1) 基本方針

配水量分析結果から、2008年無収水率は28.8%で、漏水が占める割合は27.9%（無収水率の96.8%）、量水器誤差による損失は0.7%（無収水率の2.4%）、その他損失は約0.3%（無収水率の1%）である。効果的な無収水削減は、漏水削減を対象とすることが明白である。従って、漏水削減を最重要課題として計画策定する。漏水削減対策は、予防対策と対症療法対策に大きく2分（図Ⅲ-32参照）できる。



注：無収水の比率は、2008年度報告書「Operation Highlight」による

図Ⅲ-32 目的分析

##### (2) 策定手法

給水区全域の管路漏水探知及び修理を2008年まで2年間で行ったが、期間短縮により漏水の回帰率を抑制して削減効果を高めることができる。2年間を6ヶ月に短縮すれば、漏水削減率100%に対し回帰率が25%となり、残りの75%分の削減効果が見込める。漏水探知結果の分析から、初回の6ヶ月間で2.5%の削減が可能と判断し、初期間の削減目標率を2.5%と定め、以降は前期削減率の75%を削減目標率とする。この結果、2015年に無収水率を19.8%に削減する。2015年までの各期目標を下表Ⅲ-52に示す。

表Ⅲ-52 無収水削減の目標値

時 期	無収水率	向上ポイント	削減量 (m <sup>3</sup> /日)
2009年12月	29.4%	0.0%	0
2010年7月	26.9%	2.5%	1,223
2011年1月	25.0%	1.9%	917
2011年7月	23.6%	1.4%	688
2012年1月	22.5%	1.0%	516
2012年7月	21.8%	0.8%	387
2013年1月	21.2%	0.6%	290
2013年7月	20.7%	0.4%	218
2014年1月	20.4%	0.3%	163
2014年7月	20.1%	0.2%	122
2015年1月	19.9%	0.2%	92
2015年7月	19.8%	0.1%	69
合 計			4,686

注記: 表中の2009年12月のNRWは2009年8月までのデータから推定。

### <予防対策>

予防対策は、潜在漏水を直接削減するものではなく、漏水削減業務の適正化を図ることによって漏水量の復元を予防するものである。

#### \* 漏水修理規定の整備

漏水修理は、再発防止のため適正に実施することが重要で、そのため漏水修理規定を整備する。整備する新规定には、修理方法の基準・規格を明確にして、道路の掘削・埋め戻しなど管工事に伴う付帯工事に関する規定も含める。道路の掘削及び埋め戻し、再舗装は、道路管理者と協議の上定める。

#### \* DMA 内の水収支分析

無収水分析を主目的として、DMA 内の水収支に関する資料収集が重要となる。この分析精度を高めるために、以下項目の資料収集が必要である。この分析を基に、より効果的な無収水削減対策の策定が可能となる。

- ✓ 水収支
- ✓ 量水器検針水量
- ✓ 夜間最小流量

#### \* 漏水発生原因の分析

漏水修理に関する統計資料は発生原因の特定に必要である。以下に示す資料収集が必要である。

- ✓ 漏水発生地点の位置情報
- ✓ 管情報（口径・材質・敷設深度）
- ✓ 発生状況（漏水・修理・埋め戻し）

### <対症療法対策>

対症療法対策は、漏水の探知及び修理と水圧の適正な管理により直接漏水量を削減する対策である。故に、短期戦略では他に優先して漏水量削減対策に取り組む。

#### \* 問題点と目標値

- ✓ 漏水削減  
現在、2年間をかけて全域の漏水調査を実施している。しかし、漏水探知と修理をしているにも拘わらず2006年からNRWは30%前後で推移している。
- ✓ 主な原因
  - 回帰漏水量の期間が短く、2年間のうちに多くの漏水が発生している。
  - 2年間の調査期間に削減する漏水量と回帰漏水量が等しく相殺されている。
  - 多くの小さな漏水が探知されず潜在している。

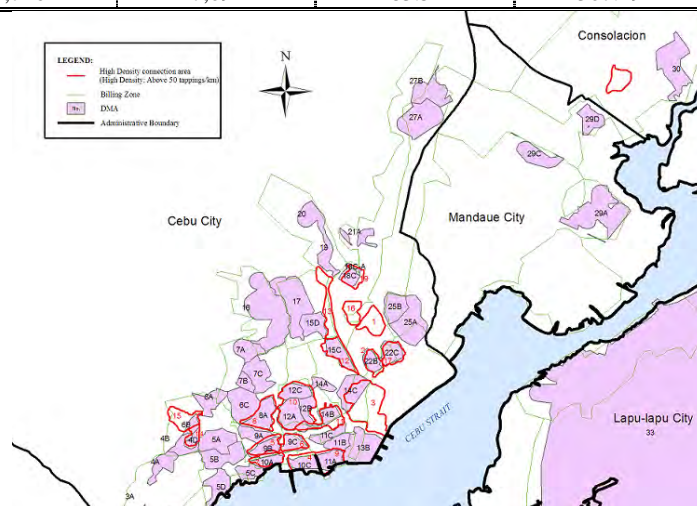
漏水対策の効率を上げ、この状況に対処するため、

- ✓ 給水密度の高い地区を選定して昼間作業地区とする（表Ⅲ-54及び図Ⅲ-34参照）。
- ✓ 目視と音聴による詳細な施設点検を昼間に行う。
- ✓ 地下漏水の探知を夜間路面音聴により実施する。

この、2項目の調査方法を組み込んだ漏水探知を行う。また、削減漏水量と回帰漏水量の均衡状態を崩し、削減効果を高めるため2年の巡回周期を6ヶ月に短縮する。給水区域内を給水密度（50 Tapping/km以上）の高い地区と低い地区に分けて昼間作業と夜間作業に振り分ける。

表Ⅲ-53 給水密度の高いDMA地区

区域番号	接続数	給水栓数	給水管延 (km)	接続数/km	給水栓数/km
1	1,780	332	3.21	554.52	103.43
2	1,031	351	6.77	152.29	51.85
3	5,329	1,190	15.16	351.52	78.50
4	2,244	953	5.37	417.88	177.47
5	1,007	260	4.17	241.49	62.35
6	698	278	2.34	298.29	118.80
7	1,120	341	3.63	308.54	93.94
8	827	201	2.66	310.90	75.56
9	1,015	330	4.01	253.12	82.29
10	3,399	866	8.97	378.93	96.54
11	1,610	313	4.25	378.82	73.65
12	846	332	4.04	209.41	82.18
13	1,360	235	6.90	197.10	34.06
14	566	131	1.61	351.55	81.37
15	583	176	2.18	267.43	80.73
16	484	83	1.68	288.10	49.40
17	792	252	3.10	255.48	81.29
18	605	350	1.81	334.25	193.37
19	420	118	1.65	254.55	71.52
合計	25,716	7,092	83.51	307.49	84.92



図Ⅲ-33 給水密度の高い地区

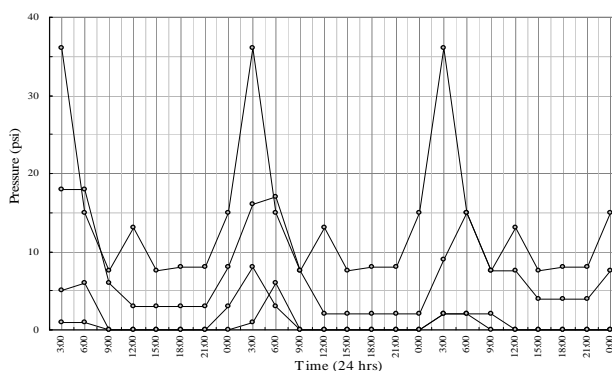
● 漏水調査チームの再編成

給水全区域内の漏水探知を6ヶ月で一巡させるため、4名1班の調査チームを5班編成する。2班は昼間作業を行い他の2班は夜間作業を行う。他の1班は他の部署や住民からの依頼を受けて漏水地点の指摘業務を行う。

● 水圧管理

MCWDが測定した155ヶ所の水圧資料では、夜間の平均最高水圧は36 psi（水頭25m相当）である（図Ⅲ-34参照）。

この時間帯の水圧をMCWDの計画配水圧20 psi相当に2時間だけ減圧すると、0.62%のNRW削減効果がある。3時間減圧できれば約1%の削減効果がある（表Ⅲ-54参照）。夜間の



図Ⅲ-34 給水水圧の時間変動

減圧対策は利用者の理解が得られやすく、大きな施設改善を必要とせず、すぐに取り組むことが出来る効果の高い対策である。

表Ⅲ-54 夜間水圧削減効果

月	水供給量		無収水率	漏水量÷時間	水圧換算	2時間削減量	削減効果率
	(m <sup>3</sup> /月)	(m <sup>3</sup> /日)					
	a	a'					
1月	5,367,626	173,149	31.81%	2,295.19	1,704.35	1,181.67	0.68%
2月	5,120,984	182,892	31.33%	2,156.53	1,601.39	1,110.28	0.61%
3月	4,630,311	149,365	26.72%	1,663.00	1,234.90	856.19	0.57%
4月	4,930,308	164,344	28.65%	1,898.64	1,409.88	977.51	0.59%
5月	4,909,896	158,384	26.63%	1,757.44	1,305.03	904.81	0.57%
6月	4,944,438	164,815	29.05%	1,930.52	1,433.56	993.92	0.60%
7月	5,171,595	166,826	29.44%	2,046.74	1,519.86	1,053.76	0.63%
8月	5,192,146	167,489	27.96%	1,951.02	1,448.78	1,004.48	0.60%
9月	5,116,623	170,554	31.50%	2,166.45	1,608.75	1,115.39	0.65%
10月	5,372,596	173,310	29.76%	2,149.34	1,596.05	1,106.58	0.64%
11月	5,019,232	167,308	30.16%	2,034.80	1,510.99	1,047.61	0.63%
12月	5,132,831	165,575	29.24%	2,034.80	1,497.90	1,038.53	0.63%
合計	60,908,585		29.36%			12,390.74	0.62%

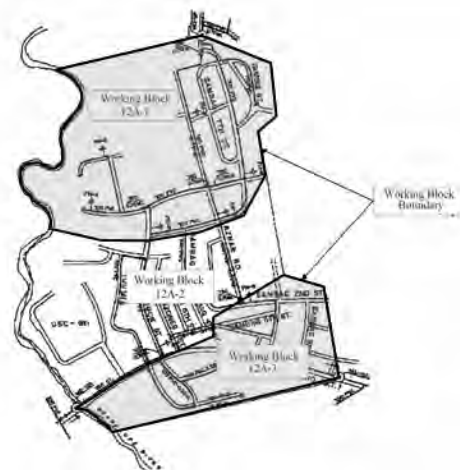
注記 1:水圧換算に使用した公式 : $Q=Q_0 \sqrt{P/P_0}$

注記 2: 36 psi は PDD が測定した 155 箇所の夜間平均最高水圧

注記 3: 20 psi 相当は MCWD が計画する給水圧

• DMA システムと調査作業ブロック

漏水調査班は、一日の作業量を単位とした調査区を設定している。本来、漏水量の回帰率や発生状況の統計は、DMA 毎に整理・統計・分析されるが、実際は DMA と調査区の間に関連性を持たせていない。調査区は、DMA を細分化して設定し、設定参考例を図Ⅲ-35 に示す。



図Ⅲ-35 DMA と調査区の設定

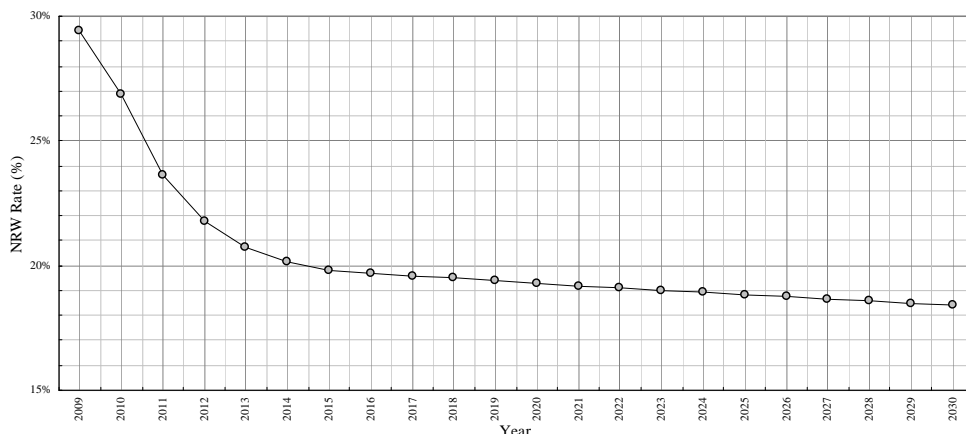
(3) 短期戦略への要求事項

短期削減に必要な要求事項を以下に示す。

漏水調査班の再編成 (5 班 20 名)	予防対策班の構成
<ul style="list-style-type: none"> <li>技術者..... 1 名×5 班</li> <li>調査員..... 2 名×5 班</li> <li>運転手..... 1 名×5 班</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術者..... 1 名</li> <li>作業員..... 3 名</li> </ul>
漏水修理の想定箇所 (合計 1,210 箇所)	漏水探知用機器
<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模漏水..... 121 箇所</li> <li>小規模漏水..... 1,089 箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏水探知機..... 10 セット</li> <li>音聴棒..... 10 本</li> <li>鉄管探知機..... 5 セット</li> <li>金属探知機..... 5 セット</li> <li>調査用車両..... 5 台</li> </ul>

(4) 長期的な削減目標

2015 年に無収水率を 20% に削減して以降、同水準の維持活動を継続することにより、無収水率は徐々に削減され、2030 年には 18.4% に改善される目標 (図Ⅲ-36 参照) を想定する。



図Ⅲ-36 無収水削減の長期的目標値

### Ⅲ-3.2 節水対策

#### (1) 概要

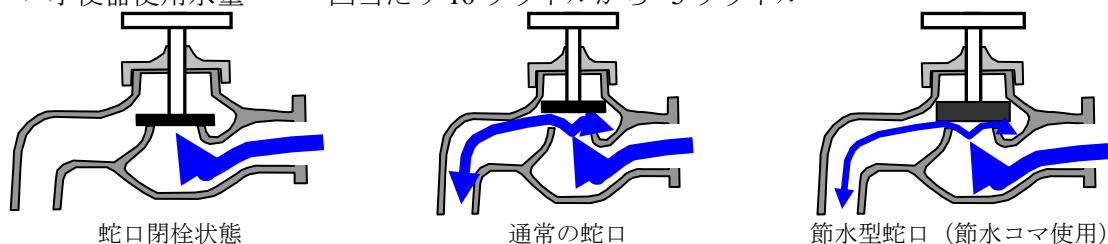
近い将来の人口増加、個人消費量の増大に拠る大幅な供給量増加が必要であるが、新規水源開発には水利権の新規取得、海水淡水化による生産コストの上昇等多くの課題がある。これらの問題に対処し、安定供給を継続するためには一層の節水対策が必要となる。

米国カリフォルニア州 Los Angeles 市では、2009年7月に個人の水利用権を制限し節水機器の導入を義務付ける“Green Building Program”を法制化して節水対策に取り組んでいる。

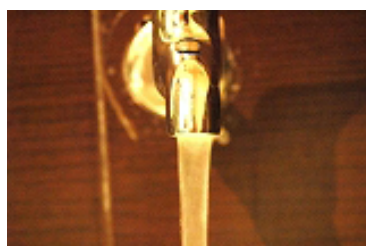
#### (2) 節水型機器

多くの日本国内の水道事業所では、節水型機器の使用を推奨している。節水型機器の節水効果の例として、便器と蛇口の例を紹介する。節水型便器使用による節水効果は、24リットル/人日、節水コマ（図Ⅲ-37 参照）の節水効果は、水圧 0.1 MPa の場合 6リットル/分、そして通常の蛇口からシルキータイプの蛇口に交換した場合（図Ⅲ-38）の節水量 6リットル/人日である。

- \* 大便器使用水量 一回当たり 16リットルから 10リットル
- \* 小便器使用水量 一回当たり 10リットルから 5リットル



図Ⅲ-37 節水型蛇口



図Ⅲ-38 一般の蛇口とシルキータイプの蛇口

### Ⅲ-3.3 貧困層対策

#### (1) 貧困の定義

現在、地方自治体の貧困状況や収入レベルに関するデータは未整備である。しかし、セブ州全体の貧困状況は、表Ⅲ-55 に示す通りである。

表Ⅲ-55 セブ州の貧困状況

指 標	数 値	
2006 年一人年間所得の貧困境界	セブ州都市部	14,467 ペソ/年
	セブ州村落部	12,107 ペソ/年
2006 年一人年間食費の貧困境界	セブ州都市部	9,917 ペソ/年
	セブ州村落部	8,825 ペソ/年
比国の貧困国民発生率	2006 年	32.9 %
	2003 年	30 %
比国の貧困世帯発生率	2006 年	26.9 %
	2003 年	24.4 %
セブ州の貧困世帯発生率	2006 年	33 %
	2003 年	29.4 %

出展：National Statistical Coordination Board

セブ州における一人当たりの貧困境界食費年額は、都市部で 9,917 ペソ、農村部で 8,825 ペソである。これは、社会経済調査結果による 1 世帯当たり平均 5.9 人のセブ都市圏では、1 日 3 回適正な食事を食べることができるのに、4,876 ペソ/世帯・月必要であることを意味している。従ってこの節では、貧困世帯を月世帯所得 5,000 ペソ以下と定義する。社会経済調査によると、このような貧困層は、23.1%を占める。

#### (2) 貧困世帯の水利用

<水消費量と費用：表Ⅲ-56 及び表Ⅲ-57 参照>

水利用単価に関して、最も高額な水 (0.061 ペソ/ リットル) は、月世帯収入が 5,000 ペソ以下の世帯が利用している水である。これは、最も貧困な世帯が最も高額な水を利用していることを示している。

表Ⅲ-56 収入階層ごとの水消費量と費用

世帯収入 (ペソ/月)				消費水量		水費用			水単価 (PHP/L)
収入幅	平均	回答	%	世帯 (L/ month)	Lpcd	世帯 (PHP)	一人 (PHP)	収入に 占める割合	
回答拒否	-	52	7.0%	21,010	121	566	94	-	-
< 5,000	3,040	172	23.1%	6,104	42	372	66	12.3 %	0.061
5,000 ≤ to <10,000	7,347	284	38.1%	10,046	59	468	75	6.4 %	0.047
10,000 ≤ to <15,000	12,764	131	17.6%	11,864	58	566	79	4.4 %	0.048
15,000 ≤ to <20,000	17,286	42	5.6%	14,005	71	580	84	3.4 %	0.041
20,000 ≤ to <25,000	22,490	22	3.0%	15,980	73	655	82	2.9 %	0.041
25,000 ≤ to <30,000	28,692	13	1.7%	24,426	136	582	97	2.0 %	0.024
30,000 ≤	44,299	30	4.0%	24,554	110	769	103	1.7 %	0.031
合 計	10,381	746	100.0%	11,435	65	499	78	4.8 %	0.044

一方、一日一人当たり平均消費量に関しては、貧困世帯の場合 41.7 リットルと裕福世帯の半分もしくは 1/3 である。

表Ⅲ-57 平均水単価と月額平均費用

水源タイプ	水単価 (ペソ/リットル)	世帯費用 (ペソ/月)	一人当たり費用 (ペソ/人月)
B1 (MCWD 各戸)	0.03	479.3	77.1
B3 (MCWD 共同)	0.17	435.5	77.3
B4 (MCWD 間接)	0.30	308.5	53.5

水の種類ごとの単価に関しては、共同栓 (B3) の単価は MCWD 各戸栓 (B1) の 5.7 倍となっている。一方、MCWD の水を近所から購入する水の単価は MCWD 各戸栓 (B1) の 10 倍である。結果として、月世帯収入が 5,000 ペソ以下の貧困世帯は、月収の 12.3% を水代として支払わなくてはならず、これは 372.45 ペソになる。

< 共同栓：表Ⅲ-58 参照 >

共同栓利用者の多く (72.3%) は他の種類の水も同時に利用しており、共同栓のみを利用している利用者より多くの水代を支払っている (109.3 ペソ/人月)。

表Ⅲ-58 共同栓利用者の水消費量と費用

水利用者	回答	%	世帯月収	世帯 月間水消費量 (リットル)	一人当たり 日消費水量 (リットル)	平均月間水費用 (PHP)		水費用の収入に占める 割合 (%)
						世帯	一人 当たり	
全共同栓	11	1.5%	7,163.64	4,065.45	24.0	547.09	97.1	7.6 %
共同栓のみ	3	0.4%	5,833.33	4,000.00	21.1	440.00	69.5	7.5 %
共同栓併用	8	1.1%	7,662.50	4,090.00	25.4	587.25	109.3	7.7 %
非共同栓	735	98.5%	10,432.47	11,545.18	65.5	498.23	77.6	4.8 %
合計	746	100.0%	10,380.66	11,434.74	64.9	499.01	77.9	4.8 %

< 水汲み：表Ⅲ-59 及び 60 参照 >

家の外からの水汲みをする世帯数は、裕福世帯よりも貧困世帯の方が多い。月世帯収入が 5,000 ペソ以下の最も貧困な世帯 (87.8%) は、月世帯収入が 30,000 ペソ以上の世帯 (36.7%) よりも水汲みに行く割合が多い。

表Ⅲ-59 収入階層ごとの水汲み

世帯月間収入	屋外からの水汲み							
	あり		なし		無回答		合計	
	世帯数	%	世帯数	%	世帯数	%	世帯数	%
回答拒否	28	53.8%	24	46.2%	0	0	52	100.0%
< PHP 5,000	151	87.8%	21	12.2%	0	0	172	100.0%
PHP 5,000 < PHP 10,000	201	70.8%	83	29.2%	0	0	284	100.0%
PHP 10,001 < PHP 15,000	91	69.5%	39	29.8%	1	0.8%	131	100.0%
PHP 15,001 < PHP 20,000	19	45.2%	23	54.8%	0	0	42	100.0%
PHP 20,001 < PHP 25,000	9	40.9%	13	59.1%	0	0	22	100.0%
PHP 25,001 < PHP 30,000	5	38.5%	8	61.5%	0	0	13	100.0%
PHP 30,000 ≤	11	36.7%	19	63.3%	0	0	30	100.0%
合計	515	69.0%	230	30.8%	1	0.1%	746	100.0%

水汲みをする世帯は、1) B3：共同栓、2) B4：近所から購入する水、3) A：ボトル／精製水を利用している。A：ボトル／精製水を利用している世帯は、車／オートバイ／トライシクルで店に行ったり、店の配達を利用したりしている。

しかしながら、水汲みは主要な問題とは考えられない。回答者の半数以上が、屋外からの水汲みを 11 m 以内で行っている。事実、ほとんどの回答者は近隣から 11 m 以内で水を得ており、特にボトル／精製水では、動力付きの車輛を使って買う世帯があることから、全ての住宅タイプを見ても、水汲みの平均距離は 127.60 m である。

したがって、水汲みは問題ではないが、貧困層にとっての高価な水が問題である。共同栓は、貧困世帯へ飲用水を供給しているものの、実際の価格は高く、多くの貧困世帯は共同栓が不都合（混雑）であるため、他の種類の水に依存しなくてはならない。

表Ⅲ-60 水汲みの距離

屋外からの距離	回答数	%
Less than 5 meters	82	15.9%
5 - 10 meters	176	34.1%
11 - 20 meters	106	20.5%
21 - 30 meters	45	8.7%
31 - 40 meters	8	1.6%
41 - 50 meters	24	4.7%
51 - 100 meters	28	5.4%
101 - 500 meters	19	3.7%
Above 500 meters	27	5.2%
合計	515	100.0%

### (3) MCWD の貧困層へのアプローチ

<共同栓の経緯>

MCWD 共同栓供給制度は、供給地域内の低所得世帯に対し、安全・低価格の水供給の機会を提供することを意図したレベルⅡプログラムとして 1975 年に開始した。

共同栓に関心のある世帯は、正式な申請書を MCWD 提出し、共同栓システム導入を要望することが求められた。申請者評価は MCWD が実施し、世帯の経済状況、人口、水圧など地域のニーズに合致しているか確認する。申請書が MCWD 査定を通過すると、その世帯は講習を受け、共同栓の運営・維持管理方法を習得する。MCWD は、共同栓協議会の体制と運営における調整機関として、30～60 人会員から構成する非公式コミュニティグループに供する。

共同栓協議会の方針は、MCWD の貧困層への水供給に対する試みとしての功績である。コミュニティ開発の考えを巡る中で、共同栓管理は簡潔かつ水代徴収が簡単であると考えられる。なぜなら水は、現金で購入されるからである。これらの前向きな特性にもかかわらず、共同栓システムを実施する中で MCWD は、いくつかの問題に直面してきた。事実、いくつかの共同栓協議会は、貧弱な資金管理や不適切なコミュニティ開発プロジェクト、会計年報の更新不備、水代支払いの遅れあるいは滞納などの多くの困難にぶつかった。

そこで MCWD は、2008 年にフランチャイズ方式によるアプローチを開始した。2008 年 6 月 21 日付 MCWD 理事会議決代 072-2008 は、共同栓システムとその契約に関する実施規則の改訂を承認した。以下に、新旧制度（従前：共同栓協議会方式、新規：フランチャイズ方式）を比較する。



1. 申請者
  - \* 従前 共同栓協議会会員のみ
  - \* 新規 無規制
2. 要件
  - \* 従前 低所得社会層に属している貧困家族（どこまでが貧困家族かという明確な定義はない）。
  - \* 新規 MCWD が定めた貧困地域であること（Cebu 市 Mandaue 市に多いが未定義）
3. 申請に必要なもの
  - \* 従前 正式な申告書のみ
  - \* 新規 共同栓が設置される土地の所有者からの同意書、理事会議決書及び法人設立条項（NGO と協同組合）、MCWD の窓口としての担当責任者の任命書
4. 会員の要件
  - \* 従前 協議会あたり最低 30 世帯
  - \* 新規 特になし
5. 共同栓の数
  - \* 従前 協議会あたり最大 3 水栓（会員数に限定しない）
  - \* 新規 最大 2 水栓（1 栓あたり 15 世帯）
6. 共同栓管理
  - \* 従前 共同栓協議会は共同栓運用のために以下の役員を選出する。ただし、MCWD によるきめ細かい直接的監督の下による。MCWD への支払い余剰金である協議会資金は、コミュニティ事業に利用される。  
代表 - 協議会の管理責任者  
書記 - 全ての協議会会議の記録係  
会計 - 会計と会計報告書作成  
監査 - 会計監査
  - \* 新規 MCWD と NGO、協同組合、事業者等とのフランチャイズ関係により行われる。共同栓管理は、完全にフランチャイズに委任される。共同栓の管理、運営を再委託することを完全に禁止する。MCWD は、共同栓の設置と管理について全規制・調整を行なう。共同栓資金以外のプロジェクトについて制約はない。
7. 販売価格
  - \* 従前 以下が標準価格であるが、必ずしもこれによらない。

2 ガロン（約 7.5 リットル）	0.25 ペソ
1 灯油缶（約 20 リットル）	0.65 ペソ
1 コンテナ（約 22 リットル）	0.75 ペソ
  - \* 新規 以下の販売価格は、厳格に定められており遵守されなくてはならない。販売価格は、共同栓使用者に分かるように共同栓の上に掲示する。

1 ガロン（3.8 リットル）	0.25 ペソ
1 バケツ（8.5 リットル）	0.75 ペソ
1 コンテナ（約 22 リットル）	1.50 ペソ
8. 財務諸表と監査
  - \* 従前 協議会は MCWD へ収入状況を報告しなければならない。協議会とその資金は MCWD 監査を受ける。
  - \* 新規 MCWD はフランチャイズの運営と資金の監査を即時に行う。

## 9. 罰 則

- \* 従前 運用規則に反した場合、共同栓は接続解除もしくは無効になる。
- \* 新規 改訂された運用規則に違反した場合は通常料金が適応される。

## 10. 共同栓料金

- \* 従前 特に無し
- \* 新規 現在の共同栓料金は変更ないよう調整される

### <事例調査>

共同栓システムについて MCWD はいくつかの問題・課題に直面したため、以下の項目について事例調査を実施した。

1. 共同栓協議会／フランチャイズの背景についてその歴史、組織の合理性、またバランガイの状況も踏まえ確認する。
2. MCWD の共同栓の要件に即して、現在の共同栓協議会/ フランチャイズの状況进行评估する。
3. 共同栓協議会／フランチャイズの運営に対する主な問題・課題を明らかにする。
4. 共同栓協議会／フランチャイズの管理や方針に関する将来計画を明らかにする。

2009年4月にこの事例調査を実施した時は、共同栓協議会／フランチャイズは192あり、そのうち87がフランチャイズに移行していた。この事例調査は、i) 存続している共同栓協議会、ii) 既に運営していない共同栓協議会、iii) フランチャイズに移行したものを事例として調査した。事例調査は表Ⅲ-61の共同栓協議会／フランチャイズを対象に実施した。

**表Ⅲ-61 事例調査対象：共同栓協議会／フランチャイズ**

状 況	CWA/CWS の契約者名	地方自治体
存続している 共同栓協議会	The Communal Water Associations in San Vicente, Liloan – the Sitio Ibabao and Sitio Tabaylawom CWAs	Mandaue City
	The Communal Water Associations in Catarman, Cordova particularly the Catarman II B CWA	Cordova
	The Villamanga Communal Water Association in Opao, Mandaue City	Mandaue City
既に運営していない 運営協議会	The Non-Existing Communal Water Associations in Guizo, Mandaue City	Mandaue City
	ATU Carbon Market Multi-Purpose Cooperative in Cebu City	Cebu City
フランチャイズ移行 して継続運営	Saac Seaside Community Association, Inc. in Mactan, Lapu-lapu City	Lapu-lapu City
	Alvin Flores/Cantila Communal Water System 4 in Poblacion Occidental, Consolacion	Consolacion

既に運営していない共同栓協議会というのは、2ヶ月間支払いを滞納し、MCWDが接続を解除したものである。さらに、如何なる住民も、滞納代金と4,950ペソの加入金を支払うと、接続を解除された共同栓を購入することができ、通常の個人栓に変換することができる。2009年9月時点、全ての共同栓協議会はフランチャイズへの移行が完了した。表Ⅲ-62に更新された状況を示す。

**表Ⅲ-62 共同栓協議会/ フランチャイズの状況**

Status	No.
Active CWA/ CWS	153
Closed CWA/ CWS	95
Inactive CWA/ CWS	12
Converted to Residential	6
Total Installation	266

<取り組むべき課題>

事例調査結果から得られた、今後の課題点を以下に示す。

課 題	結 果
1. 共同栓協議会／フランチャイズ受益者の選定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 貧困家族の明確な定義がない</li> <li>・ もはや貧困でなくなり共同栓協議会／フランチャイズを解消する際の判断基準がない</li> <li>・ 水販売業者である受益者の存在</li> </ul>
2. 組織支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共同栓協議会／フランチャイズの組織能力強化のための支援活動がない</li> <li>・ 共同栓事業の性格から組織支援をする MCWD の能力と担当する職員の数が限られる</li> <li>・ 利害関係者の対立を阻止する仕組みがない</li> <li>・ 行政や NGO からの支援が必要（行政や NGO からの支援を受けて共同栓管理を行っている効果的な協議会が存在する）</li> </ul>
3. 水販売価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 限定的なモニタリングのため、販売価格が異なる</li> <li>・ 利用者が実際にいくら支払っているか、また水の価格についての満足度についての実態を直接利用者にインタビューして確認していない</li> <li>・ 共同栓協議会／フランチャイズは漏水を計算する知識・技術に欠ける</li> </ul>
4. 管理者への給料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共同栓協議会／フランチャイズごとに給料や報酬が異なる</li> <li>・ 販売担当者の給料や報酬に関する方針がない</li> <li>・ 給料の不均一が協議会の販売担当者とフランチャイズとの間の摩擦になりうる可能性がある</li> </ul>
5. 盗水と不当接続	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2008 年 7 月 21 日の共同栓運用規則改定は、不当接続に関する課題について触れていない</li> <li>・ 盗水に関する被害からフランチャイズを守る仕組みがない</li> </ul>
6. 共同栓協議会のプロジェクトのための収入利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協議会毎に共同栓協議会のプロジェクトのために収入利用について異なる解釈が成されている（“収入はメンバーの社会条件の改善のために使われる”という一節は多くの解釈を招いている）</li> <li>・ 収入の利用／留保に関するガイドラインの不在は、協議会内の対立を生み、収入の乱用を招く恐れがある</li> </ul>
7. 共同栓協議会からフランチャイズへの移行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MCWD の議決によりフランチャイズ制が導入されたが、このことは既存の共同栓協議会の不安を招く（うまくいっている NGO や協同組合はフランチャイズ制を好むが、協議会がうまくいっている協同組合が果たしている役割を担う準備が整っておらず、この移行のための準備時間も十分ではなく、準備のための支援も十分ではない）</li> </ul>
8. フランチャイズ内での収入配分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ フランチャイズ内での収入配分の懸念（もしフランチャイズが NGO か協同組合であれば問題ないが、プロジェクトを通じて収入がメンバーに再配分される可能性がある。もしフランチャイズが協議会からの移行であれば、収入の配分は対立を生むはかない収入になるかもしれない）</li> </ul>

<行動計画の内容>

フランチャイズ方式による共同栓設置を継続して推進し、同時に運営モニタリングを実施し、適切な時点でフランチャイズ方式を再検討する。

Ⅲ-3.4 組織・制度強化

MWCD は、比国で ISO 9001 認証取得した最初的水道区であった。今日まで ISO 認証を維持している。

表Ⅲ-63 に示すように、職場雇用の従業員は 2009 年度 14～115 名で変動している。職場雇用者は、現場の要求する特別業務従事者である。年度末で、1000 接続数当たり 4.63 名の比率（正社員及び臨時雇いは全要員の 64%）は過年度に比べ良好で、労働生産性の向上を示している。

MCWD の 2005～2009 年の業績は、表Ⅲ-64 に示される如く各評価項目において総じて良好であった。しかしながら、期日内徴収効率（表Ⅲ-64 の項目 7）は同期間低下している。更に重要な問題は無収水の悪化である。2015 年迄に、無収水を最大 20%のレベルに止める方策について、組織を挙げて取り組む必要がある。

表Ⅲ-63 MCWD 要員数 2009 年

月	雇用者				計
	正規	臨時	契約	職場雇用	
1 月	492	79	277	29	877
2 月	492	78	279	14	863
3 月	497	79	274	49	899
4 月	499	80	275	57	911
5 月	501	80	274	115	970
6 月	502	80	273	114	969
7 月	503	81	269	94	947
8 月	504	82	272	69	927
9 月	506	81	272	15	874
10 月	505	80	272	19	876
11 月	506	80	274	33	893
12 月	509	79	277	57	922

出典: MCWD 企画部

表Ⅲ-64 MCWD 主要評価項目 2005 - 2009

主要項目	2005 <sup>1</sup>	2006 <sup>1</sup>	2007 <sup>1</sup>	2008 <sup>1</sup>	2009 <sup>2</sup>
1. システム・リカバリー比率 (SRR) <sup>2</sup> (%)	72.57	72.15	70.66	70.78	70.10
無収水(NRW) <sup>2</sup> (%) <sup>3</sup>	27.73	29.04	29.55	29.40	30.30
2. 給水量 (000 m <sup>3</sup> )	53,009	56,564	59,178	60,739	62,647
3. 販売水量 (000 m <sup>3</sup> )	38,179	39,912	41,626	43,003	43,591
4. 純収入 (千ペソ)	806,941	955,386	1,052,652	1,090,400	1,092,003
5. 回収済収入 (千ペソ)	750,822	890,062	985,607	1,007,874	1,025,776
6. 料金回収率 (%)	93	93	94	92	94
7. 期間内回収効率 (%)	66	65	63	55	60
8. 年間供用接続数	6,945	5,758	7,455	5,445	6,514
9. 累積供用接続数	105,532	110,361	116,417	120,390	126,935
10. 接続修理数 (SCR)	18,146	18,155	18,956	18,395	14,010
SCR 対応時間 (時間)	6.87	7.28	7.65	5.50	5.10
11. 導水管修理数 (MR) (箇所)	491	602	535	530	502
MR 対応時間 (時間)	10.47	8.63	9.40	6.78	7.10
12. 接続改修対応数	8,150	9,099	9,940	5,272	6,381
13. 水道メーター検査指示数	13,768	10,898	9,564	10,616	該当しない
14. 職員正規比率 (正規/臨時職員)	582	568	572	568	588
15. 千接続当り職員数	5.75	5.31	4.98	4.72	4.63
16. 職員当り収入 (千ペソ)	146.16	131.17	199.87	206.27	205.19

出典<sup>1</sup>: MCWD 年次報告書、出典<sup>2</sup>: SRR 及び NRW は共に未請求の無料給水を含む、出典<sup>3</sup>: MCWD 企画部

### (1) 合理化と組織改革

MCWD は現在独自で、顧客サービス改善、業務効率化の主要な問題に対処するため、組織を見直し中である。これは、効率的サービスの提供、広域化する顧客層との交渉に適し且つ事業の財務効率を改善する組織構築を意味する。

2008 年に MCWD 業務の改善、水質汚染改善に向けた真摯な努力が始まり、次の改善すべき領域が確定している。

- 地下水以外の供給源を目指した水資源管理
- 配水システム：受容可能な水圧と給水時間を達成し地下水の汚染阻止を目指す最大級の複合システム
- 無収水削減に戦略的、組織的且つ個人レベルで取り組み、インフラ漏水指標導入する
- 現行規定の水質達成
- データ管理：GIS（無収水改善の為施設漏水とリンク）の活用、即ち報告された漏水、再発した漏水の分析、意思決定に必要な情報の記録
- 顧客情報、分類の更新
- 顧客及び未接続客需要を補足する顧客管理
- MIS：多様な方法での情報抽出や、事業各部が主要指標を収集するのにより大きな役割を果たすことを確実にする方法への着目
- 相互依存するグループ間の協調や交流促進のための、組織合理化

結果として、MCWD の組織改革は下記原則に立って行われることになっている。

- 各業務単位の役割の合理化と、組織内での思考様式の集約
- 随時的組織や委員会により、現在担われている重要業務を恒常的機能として確立／制度化（例：無収水削減や顧客マーケティング）
- コアではない活動/プロセスの外部委託の考慮
- 部門、部、課の業務負担の平均化
- 組織改革案で多くとも、現状の部門、部数の維持

MCWD の業務手続および事務の流れの見直しは、企画部（CPD）主導で行われている。内務機能と外注可能な機能、そして業務機能のギャップと外部委託可能分野を表Ⅲ-65 とⅢ-66 に示した。組織案は企画部による分析がベースとなっている。

表Ⅲ-65 MCWD の内製業務と外注業務（1/2）

内製業務	外注業務
● 経営企画	-
● 経営情報サービス： ✓ PC 機器の予防的維持管理	✓ システム開発
● 内部監査	-
● 法 務	✓ 訴 訟 ✓ 土地収用、収用手続き
● 請 求： ✓ 検 針 ✓ 請求分析	✓ 請求書送付
● 財務管理： ✓ 財務計画	✓ 料金回収
● 会 計： ✓ 簿 記 ✓ 給与支払	-
● 対外折衝	✓ 顧客サービス
● 人的資源管理： ✓ 人 事 ✓ 司書サービス	✓ 採 用 ✓ 教育訓練 ✓ 健康診断
● 資材管理： ✓ 調 達 ✓ 倉庫・在庫管理	✓ 一般事務
● 生産・給水	-

出典：：MCWD 企画部

表Ⅲ-65 MCWD の内製業務と外注業務 (2/2)

内製業務	外注業務
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 給水栓接続： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 接続手続き</li> <li>✓ 新規接続工事</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 断水・サービス取りやめ</li> <li>✓ 給水再開</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持管理・支援サービス： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ メーター検査</li> <li>✓ ポンプ維持管理</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 検査・調整</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境及び水源情報センター： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水源開発・利用</li> <li>✓ 地下水井改修・モニタリング</li> <li>✓ 水源地管理</li> </ul> </li> </ul>	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>● エンジニアリング： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 計 画</li> <li>✓ 設 計</li> </ul> </li> </ul>	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建 設： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 施工管理</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 施設建設</li> <li>✓ 水道管敷設</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道管維持管理： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 配水管の維持管理</li> <li>✓ 大規模改修</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 漏水対策</li> <li>✓ 道路復旧</li> <li>✓ 導水管改修</li> </ul>

出典：MCWD 企画部

表Ⅲ-66 MCWD の主要機能に於けるギャップと外注範囲

機能	確認されたギャップ	外注内容
戦略と 事業計画策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 主要関係者対応（自治体・政府機関）</li> <li>✓ マーケティング計画</li> </ul>	
水源開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ネットワーク・モデリング</li> <li>✓ インフラ整備計画</li> <li>✓ 需要管理</li> </ul>	
資産管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 施設管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 土木施設の建設</li> <li>✓ 送水管路の建設</li> </ul>
水道施設の 運営維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ モニタリングと是正処置</li> <li>✓ 資産パフォーマンスデータ収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 漏水対策</li> <li>✓ 道路復旧</li> <li>✓ 付帯施設の建設</li> </ul>
顧客サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ トップ 50 顧客対応</li> <li>✓ マーケティング計画の実行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 請求書送付</li> <li>✓ 料金回収</li> </ul>
組織運営支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 職場健康・安全の管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ システム開発</li> <li>✓ 訴訟・土地収用</li> <li>✓ 施設維持管理</li> <li>✓ 車輛維持管理</li> <li>✓ 健康診断</li> </ul>

出典：MCWD 企画部

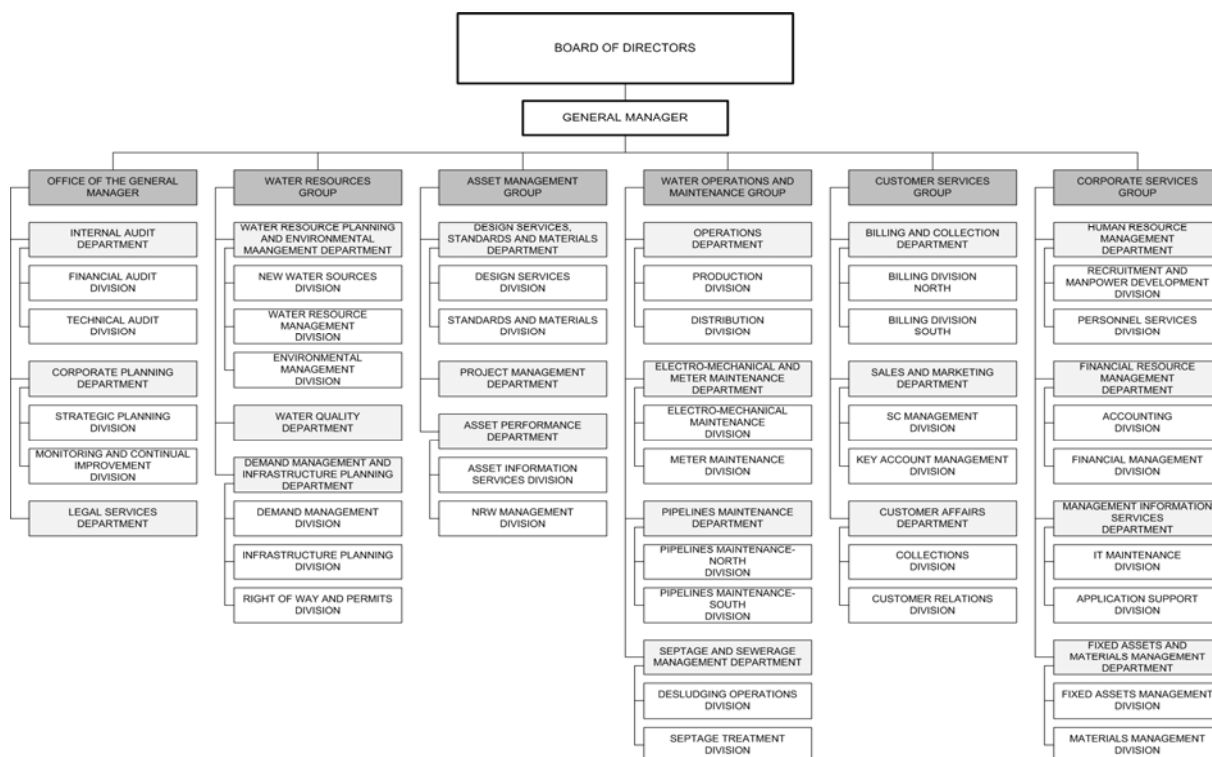
企画部提案の MCWD 組織案は、図Ⅲ-39 のように部門数及び部数は変わらないが、総課数は減少している。部門名は、内務機能を反映して改名している。同様に、部名、科名もある程度変化し、創設、廃止、昇格、降格もある。MCWD の組織改革の第一段階として、できるかぎり早期（2010 年）に顧客サービス部門の構築、運営を行う予定である。

外注戦略は、健全な経営慣習として容認できるが、注意点と示唆を以下に挙げた。

- 外部委託に対する示唆項目として、道路等占有権、土地取得、法的手続、新規職員雇用と職員技能訓練は再考し、外注すべき範囲・手続き・費用が効果的かつ採算的か一層の明確化を図る。人材開発の計画と工程は、人材開発部の主業務として残すべきである。
- 給与支払事務は、人事情報、即ち、雇用給与歴、勤務・休暇記録、報償リスト等を蓄積、維持している人材開発部に移すべきである。

- 請求書送付業務に加え、検針機能を外注することが考えられる。

組織改革計画は、取締役会で承認され、その取締役会では組織改革の過程で情報が十分に提供、日々更新されていた。当該計画は、3期にて実施予定で2010年開始になっている。第1期は、財務と顧客サービスの機能改善が焦点となる。



図Ⅲ-39 MCWD 企画部-組織構成案

## (2) 法基盤と組織改革規制

MCWD の組織改革は、行政命令第 366 (EO-No.366) 及び予算管理省 (DBM) と民間サービス委員会 (CSC) の関連諸規定に拘束される。水道区 (LWD) としては、MCWD の組織構成は、大統領令第 198 号 62 条に準拠する LWD マニュアルで定められた、LWUA の組織制度基準に従うことが求められる。

一方で EO 第 366 は、政府主要出先機関全てを網羅しているが、MCWD のような設立定款を伴う法律の履行は、予算管理省の優先リストには載っていないが、MCWD の組織改定/合理化は EO 第 366 から除外されない。かくして表 III-67 のように EO 第 366 に従わざるを得ず、職階名や職名が代わる度に民間サービス委員会の承認が必要となる。

2010 年に計画された組織改正の第 1 期は、財務と顧客サービス機能が対象である。しかしながら、合理化法は特別手続き、例えば変革管理チーム (CMT) やコンサルテーションを要求しており、MCWD はこれらを行わず、組織改正の実現可能性が低くなっている。更に、EO-第 366 は、全面的組織改正実施を要求している。従って、段階的実施のために MCWD を承認する EO を取得する必要がある。

表Ⅲ-67 EO-No.366 による MCWD 組織改革／合理化への適用

指示項目	内 容
Coverage	All Departments of the Executive Branch and their component units/ bureaus, including all corporations... attached to or under the administrative supervision of a Department.
Framework And Objectives	The rationalization and service delivery improvement framework shall be as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Focusing government efforts on its vital/ core functions and the priority programs and projects under the 10-Point Agenda of the Administration, and achieving the poverty-reduction targets under the Millennium Development Goals;</li> <li>• Improving the quality and efficiency of government services by eliminating/ minimizing overlaps and duplication, and by rationalizing delivery and support systems, organizational structures and staffing;</li> <li>• Improving agency accountability for performance and results; and</li> <li>• Implementing programs and projects of government within allowable resources.</li> </ul>
Actions on Functions/ Programs/ Projects/ Activities	The possible actions on the functions/ programs/ activities/ projects of MCWD are as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scaling Down: a reduction in the intensity or magnitude of a function, program, activity or project either by eliminating selected components, reducing the geographical, demographic or clientele coverage, the types of services rendered, or the level of outputs.</li> <li>• Phasing Out: the gradual elimination or discontinuance of a function, program, activity or project through the sequential or selective abolition of its component parts, until such time that said function, program, activity or project ceases to exist.</li> <li>• Abolition: the elimination or discontinuance of a function, program, activity or project.</li> <li>• Strengthening: the act of increasing the targets of a core function, or its expected goods/ services and the desired impact of these, or widening its clientele/ geographical coverage by infusing additional physical, financial and other resources to it.</li> </ul>
Creation of the Change Management Team (CMT)	In the case of MCWD, a CMT shall be created by the GM to conduct the strategic review of its operation and organization. It shall have at least one (1) representative of the MCWD-accredited union sitting in as member. Sub-CMT for different organizational levels or areas of concern may be created. Each sub-CMT should likewise have at least one (1) union or rank and file representative sitting in as member.
Functions of the CMT	The CMT shall perform the following functions: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conduct a strategic review of the operations and organization of all component units of MCWD.</li> <li>• Identify MCWD core functions, programs, activities and projects;</li> <li>• Identify the functions, programs, activities and projects which can either be scaled down, phased out or abolished; or can be strengthened and where more resources need to be channeled;</li> <li>• Prepare a Rationalization Plan for the review and endorsement of the DBM to, and subsequent approval by, the President;</li> <li>• Conduct consultation meetings with the affected personnel and other stakeholders on the effort; Oversee the actual implementation of the Rationalization Plan;</li> <li>• Mitigate the impact of the rationalization effort; and</li> <li>• Coordinate and consolidate the processes and outputs of the sub-change management teams.</li> </ul>
Contents of the Rationalization Plan	The Rationalization Plan shall contain the intended shifts in the functions, programs, projects, activities, organizational units, staffing and personnel of MCWD
Approvals	The Plan shall be endorsed by all members of the CMT and approved by the GM and the BODs prior to submission to the DBM for evaluation and approval/ endorsement to the President for final approval.

現段階では、合理化と組織改正手続きを進める変革管理チーム創設が不可欠である。これが労働提供者の必要な変革と協力への全面的容認を得て、現実の労働経験に基づく実質的インプット、過去の組織形態から新しい合理化された組織へのスムーズな移行、その結果として改革が成功を収める確率を高めると考えられる。

.....



## Ⅲ-4 初期環境評価

### Ⅲ-4.1 環境社会影響の予備的スコーピング

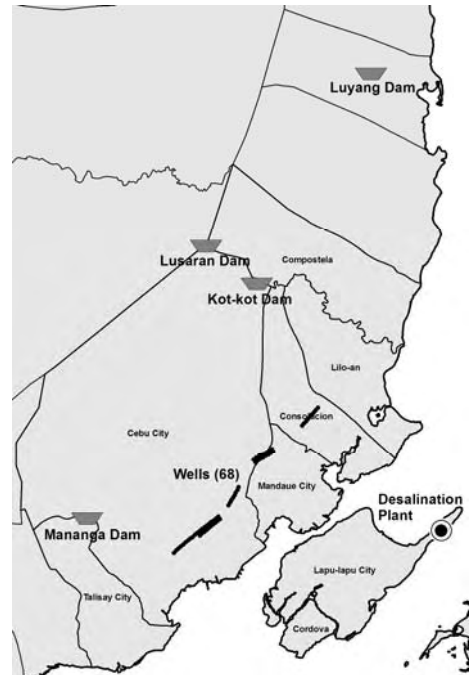
#### (1) 代替案比較

##### <水源開発>

水源開発事業に係る代替案(図Ⅲ-40参照)として、下記の3案を環境社会配慮の観点から検討した。

- \* 表流水開発： Mananga、Lusaran、Kot-kot、Luyang 流域におけるダム開発
- \* 地下水開発： Consolacion 町、Mandaue 町、Cebu 市域における井戸開発
- \* 海洋水開発： Mactan 島における海水淡水化施設開発

各代替案の長所と短所を検討するため、用地取得・土地の改変面積(非自発的住民移転、土地利用、景観等への影響に関係)、自然保護地域の存在(動植物・生態系、景観等への影響に関係)について比較した。また、想定されるその他の主要な環境社会影響についても定性的に検討した。各代替案に対して想定される主要な環境社会影響の比較表を、ライフ・サイクル・コスト(LCC)、費用対収益比(BCR)とともに、表Ⅲ-68に示した。



図Ⅲ-40 水源開発地域の位置図

表Ⅲ-68 各代替案に対して想定される主要な環境社会影響の相対比較

代替案	表流水開発(ダム)	地下水開発(深井戸)	海洋水開発(海水淡水化)
土地の改変 用地取得	Mananga ダム: 流域 69 km <sup>2</sup> Lusaran ダム: 流域 55 km <sup>2</sup> Kot-kot ダム: 流域 33 km <sup>2</sup> Luyang ダム: 流域 37 km <sup>2</sup> 住民移転が生じる。	合計 12,600 m <sup>2</sup> *1  住民移転は生じない。	6,050 m <sup>2</sup>  住民移転は生じない。
	影響は大きい	影響は小さい	影響は小さい
護地域 自然保	Luyang ダムを除き、候補地は中央セブ地域保護景観(CCPL)に位置する。	候補地に保護地域は存在しない。	候補地に保護地域は存在しない。
	影響は大きい	影響は小さい	影響は小さい
環境社会影響 想定される主要な	大規模な土地の改変により、事業区域及びその周辺の陸域生態系への影響が想定される。 浮遊物質(SS)、生物化学的酸素要求量(BOD)、溶存酸素(DO)等の水質悪化、水温変化、下流河川の生態系への影響が想定される。	井戸からの地下水の汲み上げにより、地下水位の低下や塩水侵入が生じると想定される。	施設による海水の取水、濃縮海水の放流により、海域生態系への影響が想定される。
	LCC	2.9~13.1 ペソ/m <sup>3</sup>	2.8 ペソ/m <sup>3</sup>
BCR	0.6~3.2	2.7~2.8	0.2

注：LCC 及び BCR は、Ⅲ-1 節を参照。注釈\*1：井戸建設用地は、平均必要面積 200 m<sup>2</sup>/井と推定した。

出典：Water Remind 及び JICA 調査団

地下水（井戸）開発事業においては、沖積層に位置する MCWD が運営する既存井戸の多くが、塩水侵入により廃止されていることを考慮し、丘陵地の石灰岩層に新規井戸を建設することとした。また、新規井戸の建設候補地域は、非自発的住民移転や地盤沈下等の環境社会影響を可能な限り回避・低減するためにも望ましいものと判断した。

海洋水（海水淡水化）開発事業においては、良好な水質の海水を取水できること、並びに、取水施設を海水淡水化施設と海洋の両方に近接して設置できることを考慮し、海水淡水化施設の候補地は Mactan 島の北東端とした。また現在、候補地に居住者は存在しないことを確認しており、事業による非自発的住民移転は回避できるものと想定される。

以上より、提案した水源開発事業は、事業目的を達成する上で最適な代替案であり、想定される環境社会影響についても、計画段階で可能な限り回避・低減されているものと判断した。

#### <水供給システム・施設改善>

水供給システム・施設改善事業の内容は以下のとおりである。

- \* 配水池： 既設配水池近傍における追加配水池の設置
- \* 配管： 新規配管の設置、更新及び並行設置
- \* 維持管理： 漏水探知及び修理による無収水（NRW）削減

配水池は、高所に位置するという地形的な好条件を考慮し、既存配水池の近接地に建設するものとする。また現在、候補地に居住者は存在しないことを確認している。配管については、既存道路の地下に設置する。一方、無収水（NRW）削減対策については、大規模なインフラ開発を必要としない。

以上より、提案された水供給システム・施設改善事業において想定される環境社会影響は、計画段階で可能な限り回避・低減されているものと判断した。

### (2) 環境社会影響の予備的スコーピング

提案する行動計画の実施により想定される、環境社会面への影響を予備的に特定した。JICA 環境社会配慮ガイドライン（2004 年）に基づき、社会環境・自然環境・汚染に係る影響を、A～D の各段階に分類した。

- \* A： 重大な影響が想定される。
- \* B： 一定程度の影響が想定される。
- \* C： 影響の程度は不明である。
- \* D： 影響は想定されない。

提案する「地下水開発事業（取水井施設）」、「海洋水開発事業（海水淡水化施設）」、「水供給システム・施設改善」の実施により想定される環境社会影響を、表Ⅲ-69、Ⅲ-70 及びⅢ-71 に示すとおり、それぞれ予備的に特定した。本スコーピング案は、F/S 段階で検討する、より詳細な事業計画に基づき修正・更新する必要がある。

### (3) 環境社会影響の内容

#### <水源開発>

表Ⅲ-69 及びⅢ-70 に示したとおり、取水井事業、海水淡水化事業に伴う主要な環境社会影響の要因は、以下に集約される。

### 地下水開発

\* 用地取得

事業の実施により、合計で約 12,600 m<sup>2</sup>の用地取得が必要となり、土地利用、動植物・生態系へ一定程度の影響を及ぼす。非自発的住民移転は回避できると想定されるものの、土地所有者の生計に影響が生じる可能性がある。

\* 地下水の汲み上げ

地下水の汲み上げに伴う、地下水位の低下及び塩水の侵入が懸念され、周辺地域の現状の地下水利用への影響が想定される。

\* 建設工事

事業の建設段階では、二酸化窒素や浮遊粒子状物質等の大気汚染物質、建設発生土等の建設廃棄物、工事騒音・振動が一時的に生じると想定される。

### 海洋水開発

\* 用地取得

事業の実施により、約 6,050 m<sup>2</sup>の用地取得が必要となり、土地利用、動植物・生態系へ一定程度の影響を及ぼす。非自発的住民移転は回避できると想定されるものの、土地所有者の生計に影響が生じる可能性がある。

\* 海水の取水及び濃縮海水の放流

海水取水及び濃縮海水放流に伴う、漁業等の地域資源利用への影響、沿岸・海域生態系への影響及び水質汚濁が想定される。

\* 建設工事及び施設稼働

事業の建設段階では、二酸化窒素や浮遊粒子状物質等の大気汚染物質、建設発生土等の建設廃棄物、工事騒音・振動が一時的に生じると想定される。また、工所用機械の使用や施設の稼働に伴い、燃料や電力消費による温室効果ガスの排出が想定される。

### <水供給システム・施設改善>

表Ⅲ-71 に示したとおり、配水池・配管整備事業に伴う主要な環境社会影響の要因は、以下に集約される。

\* 用地取得

合計で約 358 m<sup>2</sup>の用地取得が必要となり、土地利用、動植物・生態系へ一定程度の影響を及ぼす。非自発的住民移転は回避できると想定されるものの、土地所有者の生計に影響が生じる可能性がある。

\* 配水池の存在

配水池の存在による地域景観への一定程度の影響が想定される。

\* 建設工事

事業の建設段階では、二酸化窒素や浮遊粒子状物質等の大気汚染物質、建設発生土等の建設廃棄物、工事騒音・振動が一時的に生じると想定される。

表Ⅲ-69 井戸開発事業により想定される環境社会面への影響 (1/2)

項目	評価	根拠・理由
1 非自発的住民移転	D	候補地は丘陵地に位置し、住居地を避けて建設することが可能と想定される。現段階で事業区域は特定されていないものの、非自発的住民移転は回避できるものと考えられる。
2 雇用や生計手段等の地域経済	B	候補地は私有地であると想定され、土地所有者の生計に影響を及ぼす恐れがある。しかしながら、各井戸の必要用地面積は小規模であり、影響は限定的と想定される。
3 土地利用や地域資源利用	B	事業による土地の総改変面積は小規模 (12,600 m <sup>2</sup> ) であり、土地利用や地域資源利用への影響は軽微と考えられる。
	B	建設された井戸からの地下水の汲み上げにより、事業区域周辺の住民による地下水利用が存在する場合には、影響が想定される。
4 地域分断などの社会制度	D	地域分断等の社会制度への影響は想定されない。
5 既存の社会インフラや社会サービス	D	既存の社会インフラへの影響は想定されない。事業により、対象地域の給水サービスが向上することが期待される。
6 貧困層・先住民族・少数民族	C	現段階で影響の程度は不明である。候補地における貧困層・先住民族・少数民族の存在の有無を確認する必要がある。
7 被害と便宜の偏在	C	現段階で影響の程度は不明であるが、裨益者と被影響住民との間で、被害と便宜の偏在が生じる可能性がある。
8 文化遺産	C	現段階で事業区域は特定されていないものの、必要に応じ文化遺産を避けて井戸建設が可能と考えられる。
9 地域内の利害対立	C	現時点で影響の程度は不明であるが、裨益者と被影響住民の間で、利害の対立が生じる可能性がある。
10 水利用、水利権、入会権	B	地下水取水量が増加するものの、NWRB による取水許可量を超過しない。(MCWD は、NWRB より 177,894 m <sup>3</sup> /day の地下水取水を許可されている。) しかしながら、本事業により、周辺地域の現況の地下水利用状況への影響が生じる可能性がある。
11 公衆衛生	D	公衆衛生に係る負の影響は想定されない。安全な水の供給による、正の影響が期待される。
12 災害、HIV/AIDS のような感染症	D	災害、感染症に係る負の影響は想定されない。安全な水の供給による、感染症に係る正の影響が期待される。
13 事故	C	現時点で影響の程度は不明であるが、建設工事中の事故が生じる可能性がある。

社会環境

出典: JICA 調査団

表Ⅲ-69 井戸開発事業により想定される環境社会面への影響 (2/2)

項目	評価	根拠・理由
14 地形・地質	D	地形・地質に影響を及ぼす大規模な土地の改変は想定されない。
15 土壌浸食	D	土壌浸食に係る影響は想定されない。
16 地下水	B	新規井戸からの地下水の汲み上げにより、地下水位の低下や塩水侵入が生じる可能性がある。
17 湖沼・河川状況	D	河川の流れの変更等は想定されない。
18 海岸・海域	D	海岸・海域への影響は想定されない。
19 動植物、生物多様性	B	事業による総用地取得面積は小規模 (12,600 m <sup>2</sup> ) であり、陸域生態系への影響は軽微と考えられる。また、候補地に自然保護地域は存在しない。
20 気象	D	気象への影響は想定されない。
21 景観	D	景観に影響を及ぼす大規模構造物の建設は想定されない。
22 地球温暖化	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴う温室効果ガスの排出が想定される。
23 大気汚染	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴い、SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , PM10, TSP 等の大気汚染物質が、一時的に排出されると想定される。
24 水質汚濁	B	新規井戸からの地下水の汲み上げにより、塩水侵入が生じる可能性がある。
25 土壌汚染	D	土壌汚染に係る影響は想定されない。
26 廃棄物	B	少量と考えられるが、工事中の建設発生土や廃材等の廃棄物の排出が想定される。
27 騒音・振動	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴い、一時的な騒音・振動が想定される。
28 地盤沈下	D	地下水開発は石灰岩層で実施されるため、地盤沈下は想定されない。
29 悪臭	D	悪臭に係る影響は想定されない。
30 底質	D	底質への影響は想定されない。

出典: JICA 調査団

表Ⅲ-70 海水淡水化事業により想定される環境社会面への影響 (1/2)

項目	評価	根拠・理由
1 非自発的住民移転	D	現在、候補地に居住者は存在せず、非自発的住民移転は回避されると想定される。
2 雇用や生計手段等の地域経済	B	候補地は私有地であり、土地所有者の生計に影響を及ぼす恐れがある。
3 土地利用や地域資源利用	B	事業による土地の改変面積は小規模(6,050 m <sup>2</sup> )であり、土地利用や地域資源利用への影響は軽微と考えられる。
	B	海水の取水及び濃縮海水の放流により、地域漁業への影響が想定される。
4 地域分断などの社会制度	D	地域分断等の社会制度への影響は想定されない。
5 既存の社会インフラや社会サービス	D	既存の社会インフラへの影響は想定されない。事業により、対象地域の給水サービスが向上することが期待される。
6 貧困層・先住民・少数民族	D	候補地に貧困層・先住民・少数民族は存在しないと想定される。
7 被害と便宜の偏在	C	現段階で影響の程度は不明であるが、裨益者と被影響住民との間で、被害と便宜の偏在が生じる可能性がある。
8 文化遺産	D	候補地に文化遺産は存在しないと想定される。
9 地域内の利害対立	C	現段階で影響の程度は不明であるが、裨益者と被影響住民の間で、利害の対立が生じる可能性がある。
10 水利用、水利権、入会権	C	現段階で影響の程度は不明である。候補地周辺の水利用、水利権、入会権の状況を確認する必要がある。
11 公衆衛生	D	公衆衛生に係る負の影響は想定されない。安全な水の供給による、正の影響が期待される。
12 災害、HIV/AIDS のような感染症	D	災害、感染症に係る負の影響は想定されない。安全な水の供給による、感染症に係る正の影響が期待される。
13 事故	C	現時点で影響の程度は不明であるが、建設工事中及び施設供用後の事故が生じる可能性がある。

社会環境

出典: JICA 調査団

表Ⅲ-70 海水淡水化事業により想定される環境社会面への影響 (2/2)

項目	評価	根拠・理由
14 地形・地質	D	地形・地質に影響を及ぼす大規模な土地の改変は想定されない。
15 土壌浸食	D	土壌浸食に係る影響は想定されない。
16 地下水	D	地下水への影響は想定されない。事業により、地下水開発への過度の依存による、塩水侵入が緩和されることが期待される。
17 湖沼・河川状況	D	河川の流れの変更等は想定されない。
18 海岸・海域	B	海水の取水及び濃縮海水の放流による海岸・海域への影響が想定される。
19 動植物、生物多様性 気象	B	事業による用地取得面積は小規模(6,050 m <sup>2</sup> )であり、陸域生態系への影響は軽微と考えられる。また、候補地に自然保護地域は存在しない。
	B	濃縮海水の放流による海域生態系への影響が想定される。
20 気象	D	気象への影響は想定されない。
21 景観	D	景観に影響を及ぼす大規模構造物の建設は想定されない。
22 地球温暖化	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に、並びに、供用後の海水淡水化施設の稼働に伴う温室効果ガスの排出が想定される。
23 大気汚染	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴い、SO <sub>2</sub> 、CO、NO <sub>2</sub> 、PM10、TSP等の大気汚染物質が、一時的に排出されると想定される。
24 水質汚濁	B	濃縮海水の放流による水質汚濁が想定される。
25 土壌汚染	D	土壌汚染に係る影響は想定されない。
26 廃棄物	B	工事中の建設発生土や廃材等の廃棄物の排出が想定される。
27 騒音・振動	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴い、一時的な騒音・振動が想定される。 供用後の施設の稼働に伴う騒音が発生するが、影響は限定的と想定される。
28 地盤沈下	D	地盤沈下に係る影響は想定されない。
29 悪臭	D	悪臭に係る影響は想定されない。
30 底質	C	現時点で影響の程度は不明であるが、海水の取水及び濃縮海水の放流により、底質への影響が生じる可能性がある。

出典: JICA 調査団

表Ⅲ-71 水供給システム・施設改善事業により想定される環境社会面への影響 (1/2)

項目	評価	根拠・理由
1 非自発的住民移転	D	現在、候補地に居住者は存在せず、非自発的住民移転は回避されると想定される。
2 雇用や生計手段等の地域経済	B	候補地は主に私有地であり、土地所有者の生計に影響を及ぼす恐れがある。
3 土地利用や地域資源利用	B	事業による土地の改変面積は小規模（358 m <sup>2</sup> ）であり、土地利用や地域資源利用への影響は軽微と考えられる。
4 地域分断などの社会制度	D	地域分断等の社会制度への影響は想定されない。
5 既存の社会インフラや社会サービス	D	既存の社会インフラへの影響は想定されない。事業により、対象地域の給水サービスが向上することが期待される。
6 貧困層・先住民族・少数民族	C	現段階で影響の程度は不明である。候補地における貧困層・先住民族・少数民族の存在の有無を確認する必要がある。
7 被害と便宜の偏在	C	現段階で影響の程度は不明であるが、裨益者と被影響住民との間で、被害と便宜の偏在が生じる可能性がある。
8 文化遺産	D	候補地に文化遺産は存在しないと想定される。
9 地域内の利害対立	C	現段階で影響の程度は不明であるが、裨益者と被影響住民の間で、利害の対立が生じる可能性がある。
10 水利用、水利権、入会権	D	事業そのものは、水利用、水利権、入会権への影響を及ぼさない。
11 公衆衛生	D	公衆衛生に係る負の影響は想定されない。安全な水の供給による、正の影響が期待される。
12 災害、HIV/AIDS のような感染症	D	災害、感染症に係る負の影響は想定されない。安全な水の供給による、感染症に係る正の影響が期待される。
13 事故	C	現時点で影響の程度は不明であるが、建設工事中及び施設供用後の事故が生じる可能性がある。

社会環境

出典: JICA 調査団



表Ⅲ-71 水供給システム・施設改善事業により想定される環境社会面への影響 (2/2)

項目	評価	根拠・理由
14 地形・地質	D	地形・地質に影響を及ぼす大規模な土地の改変は想定されない。
15 土壌浸食	D	土壌浸食に係る影響は想定されない。
16 地下水	D	事業そのものは、地下水への影響を及ぼさない。
17 湖沼・河川状況	D	河川の流れの変更等は想定されない。
18 海岸・海域	D	海岸・海域への影響は想定されない。
19 動植物、生物多様性 気象	B	事業による総用地取得面積は小規模（358 m <sup>2</sup> ）であり、陸域生態系への影響は軽微と考えられる。また、候補地に自然保護地域は存在しない。
20 気象	D	気象への影響は想定されない。
21 景観	B	配水池の建設による地域景観への影響が想定される。
22 地球温暖化	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴う温室効果ガスの排出が想定される。
23 大気汚染	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴い、SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , PM10, TSP 等の大気汚染物質が、一時的に排出されると想定される。
24 水質汚濁	D	事業そのものは、水質汚濁を及ぼさない。
25 土壌汚染	D	土壌汚染に係る影響は想定されない。
26 廃棄物	B	少量と考えられるが、工事中の建設発生土や廃材等の廃棄物の排出が想定される。
27 騒音・振動	B	工事中の建設機械の稼働、工事用車両の走行に伴い、一時的な騒音・振動が想定される。
28 地盤沈下	D	地盤沈下に係る影響は想定されない。
29 悪臭	D	悪臭に係る影響は想定されない。
30 底質	D	底質への影響は想定されない。

出典: JICA 調査団

### Ⅲ-4.2 初期環境影響への支援

事業の実施により想定される主要な環境社会影響については、以下に示す緩和方策、モニタリングを実施することが望ましい。

#### (1) 環境社会影響の緩和方策

- 用地取得（全提案事業に共通）

提案事業の候補地では、非自発的住民移転は回避できると考えられるが、候補地の殆どは私有地であり、土地及び資産に対する公平かつ適切な補償が必要となる。事業者（MCWD）は、共和国法 7279 号及び共和国法 8974 号等の関係法令に準拠し、F/S 調査段階で、必要に応じ「土地取得・住民移転計画（LARAP）」を策定する必要がある。

- 建設工事による環境汚染（全提案事業に共通）

提案事業の建設工事段階では、大気汚染、騒音・振動、廃棄物等の典型的な環境汚染が一時的に発生し、事故が生じる可能性がある。事業者（MCWD）及び建設工事業者は、建設機械の適切な運用、作業員・職員の教育訓練等の、環境・安全対策を講じることが望ましい。

- 塩水侵入（地下水開発事業）

塩水侵入に関しては、以下の2つの規制が存在する。

- \* 「国家飲料水水質基準」（DOH、2007年）
- \* 「地下水規制」（NWRB、2007年）

「国家飲料水水質基準」では、「地下水中の塩化物イオンの最大濃度は250 mg/Lを超えないことが望ましい」と定めており、「地下水規制」では、「地下水源の塩分濃度が210 mg/Lを超える場合には、汲み上げ量を削減し厳格なモニタリングを実施すること、塩分濃度が250 mg/Lを超えた場合には、直ちに井戸を廃止すること」と定めている。

上記の条件を勘案し、本調査（詳細は付属報告書第Ⅰ章パートB「水源管理」参照）では、井戸から汲み上げた地下水中の塩化物イオン濃度が200 mg/Lを超過しないことを条件に、地下水モデリング及び予測シミュレーションを実施した。また、費用対効果の観点から「地下フェンス構築」や「注入井戸建設」といった人工的な保護策を考慮しないこととした。その結果、MCWD 営業地域の地下水ポテンシャルは175,840 m<sup>3</sup>/日と結論付けた。

提案事業の汲み上げ地下水量は158,000 m<sup>3</sup>/日を計画し、予測された地下水ポテンシャルの上限以内である。よって、提案事業の実施による塩水侵入の影響は、事業の計画段階で可能な限り回避・低減されているものと判断される。同時に、地下水ポテンシャル量は、関係法令の改正等に伴い、再検討、更新を要することに留意が必要である。

事業者（MCWD）は、F/S 調査と並行して実施するEIAにおいて、塩水侵入と地下水位低下に係る詳細な検討を行うことが求められる。特に、地下水位低下や塩水侵入による、周辺地域の現況の地下水利用に対する影響について検討する必要がある。

- 海水取水と濃縮海水放流（海水淡水化事業）

事業者（MCWD）は、F/S 調査と並行して実施するEIAにおいて、提案事業による漁業、海域生態系、水質汚濁に係る影響を詳細に検討することが求められる。海域の水質、潮流、サンゴ礁の分布、動植物相等の海域環境を調査し、取水・放流水の水量や水質とともに、取水・放流施設の位置等を、海域環境への影響を可能な限り回避・低減できるよう、計画することが望ましい。

- 地域景観への影響（水供給システム・施設改善事業：配水池）

事業者（MCWD）は、F/S 調査と並行して実施するEIAにおいて、提案事業による地域景観への影響を検討し、配水池の大きさや高さとともに、形状や配色について検討し、地域景観への影響を可能な限り低減することが望ましい。

## (2) 環境社会影響のモニタリング計画

- 用地取得（全提案事業に共通）

事業者（MCWD）は、F/S 段階で策定される「土地取得・住民移転計画（LARAP）」に基づき、提案事業による被影響住民の生計回復状況をモニタリングし、必要な対策を講じることが求められる。

- 建設工事による環境汚染（全提案事業に共通）

事業者（MCWD）は、F/S 段階で策定される「環境管理計画（EMP）」に基づき、建設工事業者の監督や環境モニタリングを実施し、必要な対策を講じることが求められる。

● 塩水侵入（井戸開発事業）

事業者（MCWD）は、地下水の水質や水位を定期的にモニタリングし、地下水質が「国家飲料水水質基準」や「地下水規制」を満足しないことが確認された場合には、取水量の削減や井戸の廃止等の対策を講じることが求められる。

● 濃縮海水放流（海水淡水化事業）

事業者（MCWD）は、放流される濃縮海水の水質や、漁業、海域生態系への影響の有無を定期的にモニタリングし、提案事業による影響が確認された場合には、必要な対策を講じることが求められる。

(3) 比国環境影響評価制度に基づく必要手続き

「環境自然資源省令 30 号の改定手続きマニュアル第 2 版」（2008 年）に規定された、提案事業に関わる EIA 必要手続き判別表を表Ⅲ-72 に示す。未分類事業については、事業概要書を提出し、環境自然資源省環境監理局（DENR/ EMB）による審査を経て、必要手続きが決定される。

表Ⅲ-72 EIA 必要手続き判別表（抜粋）

事業概要		EIA 必要手続き			
事業種	事業規模の基準	環境に多大な影響を及ぼす事業（ECP） 環境影響評価ステートメント（EIS）	環境上重要な地域（ECA）内で実施される ECP 以外の事業（Non-ECP）		
			環境影響評価ステートメント（EIS）	初期環境評価（IEE）	事業概要書（PD）
水供給システム（井戸開発）	生産井戸の数	適用外	> 6 井その他（例：暗渠等）	≤ 6 井	適用外
水供給システム（配水のみ）	給水レベル*		適用外	レベルⅢ	レベルⅡ / Ⅰ
配管	配管延長		≥ 50 km	< 50 km	NA

注：給水サービス・レベルⅢは各戸給水栓、同レベルⅡは共同水栓、同レベルⅠは点水源（LWUA 定義）

出典：「環境自然資源省令 30 号の改定手続きマニュアル第 2 版」（2008 年）

第Ⅱ章 4.4 節 (2) で述べたとおり、環境自然資源省 環境監理局 第 7 地方事務所（DENR/ EMB Region 7）は、管轄地域全域を ECA と見做している。よって、提案事業に求められる EIA 必要手続きは、表Ⅲ-73 に示すとおり整理される。

事業者（MCWD）は、F/S 調査時に、提案事業に求められる EIA 手続きやセブ都市圏における ECA の分布について、環境監理局 第 7 地方事務所と詳細に協議することが望ましい。また、各提案事業それぞれに対して EIA を実施するのではなく、複数の提案事業を統合した事業に対して、1 つの EIA を実施することも可能である。

表Ⅲ-73 提案事業の EIA 必要手続き

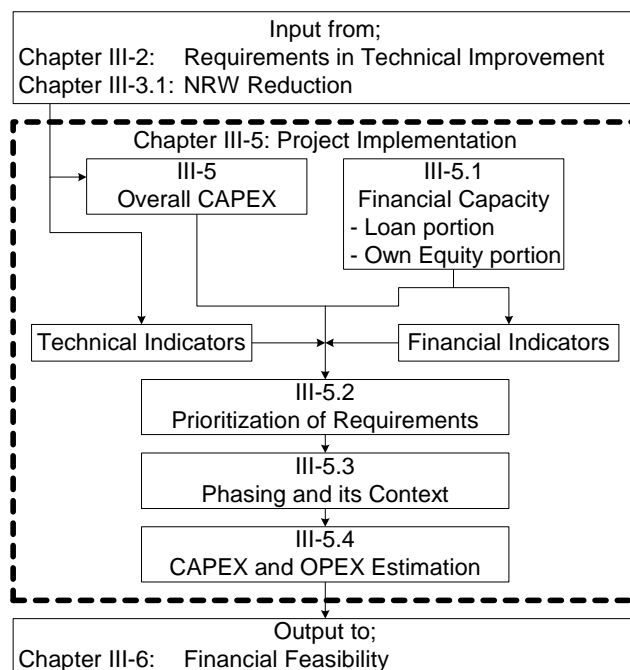
事業種	事業概要	EIA 必要手続き	
井戸開発	63 井戸	環境影響評価ステートメント（EIS）	
海水淡水化	海水淡水化施設	未分類（環境監理局の事業概要書(PD) 審査により決定）。	
水供給システム・施設	配水池		4 配水池
		配管	配管約 130 km

出典: JICA 調査団

.....

### Ⅲ-5 施設改善事業の実施

改善事業の実施は、セブ都市圏居住者及び水道事業者（MCWD）の双方へ明白な裨益をもたらさなければならない。これら裨益は、過去の顧客サービスに関する問題改善（例えば、新規顧客の接続制限、水供給の一時停止、低給水水圧等）であり、かつ MCWD の財務的に持続的な事業運営へと強く関係すべきである。当該改善事業の計画立案フローを図Ⅲ-41 に示す。



図Ⅲ-41 事業計画立案フロー

最初に、無収水対策を含めた水道施設改善の全事業費を図Ⅲ-74 に示す。

表 Ⅲ-74 施設改善の全事業費（単位：億ペソ）

No	費目	2011	2012	2013	2014	2015	合計	備考
A	建設費	6.36	5.99	8.41	5.11	10.81	36.68	
B	機材調達費	0.11	-	-	-	-	0.11	
C	土地収用費	0.91	1.50	-	-	-	2.41	
D	エンジニアリング・コンサルタンツ・サービス費	1.24	0.84	0.51	1.08	-	3.67	A × 10 % : 調査・設計
E	書類申請手続諸費	0.32	0.30	0.42	0.26	0.54	1.83	A × 5 % : 施工監理
F	物理的予備費	0.45	0.44	0.48	0.33	0.58	2.28	(ΣA to F) × 5 %
H	物価変動予備費	1.43	1.38	1.50	1.03	1.83	7.18	(ΣA to F) × 15.73 %
I	付加価値税	1.09	1.05	1.15	0.79	1.39	5.47	(ΣA to F) × 12 %
年間支払額合計		12.07	11.66	12.68	8.72	15.42	60.54	> 250 million PHP/year
内訳		借入金による調達可能分					44.28	A + A × (G + H)
		自己資金による調達必要分					16.26	上記外

注：物価変動予備費 = 15.73%は、年間 6% ずつ上昇した場合を想定し、2013 年をベースとした。

MCWD年次事業投資（2008年～2015年）は、1.0億ペソ～5.4億ペソを計画（一部実績）しており、平均投資額は2.5億ペソ／年次である。全施設改善事業の実施を想定すると、過去のMCWD財務状況から資金不足に陥ると考えられ、財務的に全事業の実施は困難と予測する。これは、水道料金引上げを行った場合においても同様と考えられる（第Ⅲ章6.1節を参照）。

全施設改善事業を2015年までに実施した場合を想定し、予測されるMCWDの財務状況を表Ⅲ-75に示す。これらを検討した結果、施設改善案のうち優先度の高いものについて、一定の基準を設けた上で選別することが必要と判断した。

**表Ⅲ-75 純利益と現金出納：全施設改善事業を実施した場合（億ペソ）**

財務指標	予測値						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
ケースⅠ：水道料金 現行据え置き	純利益	2.51	1.96	1.48	0.53	-0.01	-1.03
	現金出納	1.94	-3.19	-3.82	-2.36	-3.89	-3.29
	収 支	9.36	6.17	2.36	-0.08	-3.89	-7.18
ケースⅡ：水道料金 2011年10%値上げ	純利益	2.51	3.15	2.74	1.84	1.34	0.91
	現金出納	1.94	-1.99	-2.56	-1.05	-2.55	-1.35
	収 支	9.36	7.37	4.81	3.76	1.22	-0.14

注：本調査では、余剰資金の定義を現金及び現金同等物と短期投資の年次キャッシュ・フローの合計とした。

### Ⅲ-5.1 資金調達限度額

#### (1) 目的と査定方法

施設改善事業の実施限度額を把握することを目的として、MCWDの資金調達限度額を予測する。事業実施限度額を把握する上で、各配水区事業の投資コストに係る収益性を予測して比較分析を行った。全体としての事業費は、以下の考えに基づき各配水区で算定した。

- \* 単一の配水区が対象となるコストの内訳（水源、導水管、浄水場、海水淡水化プラント、配水池、配水管）は、水使用区分に拠り配水区別に分類する
- \* 複数の配水区が対象となるコストの内訳（送水管）は、各配水区別の給水量に従い割り当てる

例えば、ほとんどの送水管布設費は、Mactan配水区に割り当てられる。その理由は、送水される水はMactan配水区において使用されるからである。

#### (2) 対象金融機関

水道区への長期融資を受け持てる金融機関は、フィリピン開発銀行（DBP）及びLWUAが挙げられる。DBPはフィリピン水基金（PWRF）の活用により、一方LWUAの場合は自己資金あるいは国際協力機関（ADB、WB、JICA）との共同資金から融資が行われる。なお、DBPは現在、MCWDに約10億ペソの長期貸付を行っている。

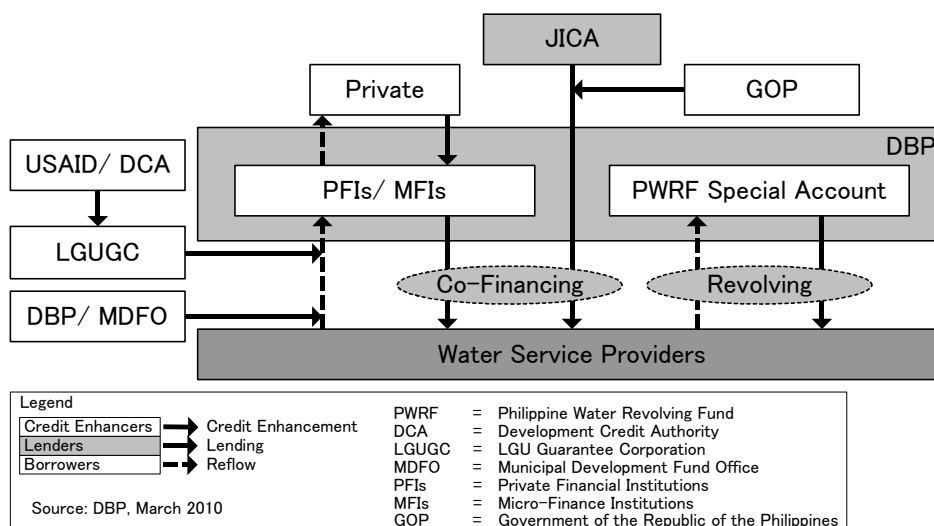
DBPにより運用されているPWRF及びLWUAの融資体系と貸付条件は、現時点において以下のとおりである。

##### <DBPが運用するPWRF>

PWRFは、フィリピンの上下水道事業に係る革新的な資金調達手段を提供することを目的に設立された。貸付対象者は地方自治体、水道区その他の水供給事業者であり、貸付対象は、間接費を除くほとんどの事業に係る支払い（土地購入費用、設計費、税金等は自己資金からの拠出）となっている。図Ⅲ-42は、PWRFの融資体系と貸付条件を示す。

利率： 市場金利を適用し、現利率は約9.3%（下水道事業へは約8.8%：水道事業より0.5%低い利率適用）である。

返済及び貸付期間： 貸付期間は、事業に係るキャッシュ・フローを踏まえて設定される。上限は、3年間の猶予期間を含む20年間までとなっている。



図Ⅲ-42 PWRFの融資スキーム (DBP 融資リーフレットから引用)

その他の要件：

- \* 貸付先が純利益を計上していること
- \* 貸付先の債務返済比率（元利金返済前キャッシュ・フロー／元利金返済額）が 1.5 以上となること
- \* 貸付先の貸付金額に対する担保提供が可能なこと
- \* DBP の単一借入人への貸付限度額（Single Borrower's Limit: SBL）は、約 50 億ペソ以下であること（SBL は DBP の資本合計額の 5%）
- \* 融資対象となる水道事業の FIRR は、12%以上が望ましい

#### <LWUA>

レベルⅢの水道事業の場合、融資対象となる事業は、既存水道施設の稼働・修復、新規・既存施設その他の包括的な開発事業となっている。事業コストの 50%～100%が融資対象とされている。

“貸付期間”と”利率”との関係：

- \* 10 年間を上限とした場合 = 9.2 %
- \* 20 年間を上限とした場合 = 9.5 %
- \* 30 年間を上限とした場合 = 9.8 %
- \* 40 年間を上限とした場合 = 10.2 %

### (3) MCWD の資金調達限度額

MCWD 借入れ及び自己資金を分析して、資金調達限度額を以下のように試算した。

#### <借り入れによる資金調達限度額>

MCWD の過去数年間に互る債務返済能力と財務的持続性は、多額の借入金残高のため比較的低くなっていたが、借入金残高の減少と収益性の向上により、次第に改善されている。

PWRF から借り入れを行うと仮定した場合、MCWD の現在の財務状況から、追加的な借入限度額は約 11 億ペソと考えられる。この借入限度額は債務返済比率を 1.5 として算定しており、DBP の PWRF 運用上の要件を適用した。

本事業の投資規模と水道施設の収益性に鑑み、一定の財務状況の改善が必要であると考えられる。このため 2011 年に平均水道料金（水道料金収入／給水量）を 10%引き上げたと仮

定した場合の資金調達限度額についても検討を行った。この仮定では、借入限度額は約 15 億ペソに増加することが見込まれる。

表Ⅲ-76 は、MCWD の借入による資金調達限度額と算定に用いた財務指標を示している。

**表Ⅲ-76 財務指標及び借入による事業期間中の資金調達限度額（億ペソ）**

指 標	現在の水道料金の場合	水道料金引き上げの場合
純利益の平均	2.17	2.82
年間債務返済可能額の平均	1.20	1.63
借入による事業期間中の資金調達可能額	11.00	15.00

注：前提条件；

- ・ 純利益並びに債務返済能力の平均は、2007 年から 2009 年までの実績値を加味し、2010 年から 2015 年までの予測を行っている。
- ・ 借入れ条件は、DBP の条件を適用し、貸付期間 20 年、年利率 9.3%としている。
- ・ 現在の平均水道料金は 26.0 ペソ/m<sup>3</sup>、2011 年の 10%引き上げ後を 28.6 ペソ/m<sup>3</sup>としている。

#### <自己資金による資金調達可能額>

現在、MCWD 事業が安定していることから、每期利益を計上しており、余剰資金を積み上げている。

現在の余剰資金残高（本検討では、現金及び現金同等物と短期投資の年次キャッシュ・フローの合計としている）は 7.4 億ペソであり、大規模な水道施設事業が行われないと仮定した場合、2015 年の残高は 18 億ペソと予測される。また、10%の水道料金引き上げを行った場合の 2015 年の残高は 24 億ペソと予測される。

表Ⅲ-77 は、2010 年までと 2015 年までの MCWD の資金調達限度額について、現在の水道料金と水道料金を引き上げた場合の両方を要約している。表Ⅲ-77 中の自己資金は、年次の余剰資金から債務返済に係る支出を差し引いた金額であり、それぞれの借入金額に対応する債務返済が行われることを想定して算定している。資金調達限度額は、MCWD の支出のタイミングにも左右される。

**表Ⅲ-77 MCWD の資金調達限度額（億ペソ）**

資金調達の分類	現在の水道料金の場合	水道料金引き上げの場合
借入金	11.0	15.0
自己資金	6.1 から 12.0	6.1 から 15.6
合 計	17.1 から 23.0	21.1 から 30.6

注： 自己資金金額は、2011 年に借入が行なわれ、借入金の元本及び利息、コミッション料の支払いは自己資金額より差し引かれるという仮定で計算されている。

### Ⅲ-5.2 施設改善の優先事業

事業計画の最初に示したとおり施設改善の実施は、MCWD に対しては持続的な事業運営、需要者に対しては社会サービスの向上をもたらすべきである。提案する施設改善事業は、水量及び水質の観点で給水サービスの向上を含むが、水質改善は Tisa 浄水場改修のみが該当しており、現給水サービス向上へ大きく影響を与えない。よって優先事業の選定では、量的なサービス改善を重視して評価する。当該観点から、優先事業の選定に際して以下の基準を踏まえ総合的に判断した。

#### <MCWD の裨益：財務指標（Tisa 浄水場改修を除く）>

- ・ 事業費制限：資金調達限度額
- ・ 財務改善：配水区改善による総収益率

<需要者の裨益：給水サービス指標>

- 需要量：配水区別の追加需要量と需要増加率（2015年と2007年の需要量）
- 給水水圧：配水区別の低給水水圧による給水量（2015年における事業未実施の場合）

(1) 財務指標に係る予測

<MCWD の財務指標>

前表Ⅲ-77 に示したように、水道料金の引き上げが行われた場合の MCWD の資金調達限度額は、20.6～29.0 億ペソの範囲であると予測される。このうち、借入金による資金調達限度額は、15.0 億ペソと計算される。

表Ⅲ-78 は、Tisa 浄水場改修を除く施設改善の全事業費（56.76 億ペソ）と各給水区別事業費、それらの総収益率についてまとめた。Lagtang 配水区は、投資額が低いことと 2015 年の計画給水量を達成できる見込みであることから、他の配水区と比較して高い総収益率となっている。なお、配水区別事業費は、配水区の供用施設に係る改善費用について、配水区需要に見合った比率で配分して積算した。従って、配水区別事業費は、単独事業費と評価事業費で異なる。

表Ⅲ-78 各給水区域の事業の総収益率（億ペソ）

配水区	水質改善を除く事業費	同左による事業の総収益率と比較評価
CLC	3.61	13 %
Casili	6.45	20 %
Talamban	8.65	11 %
Tisa	6.06	15 %
Lagtang	0.36	79 %
Mactan	31.62	3 %
合計	56.76	10 %

注：総収益率算定的前提条件；

- 上記の総収益率は、投資コストに対する総収益率を示している（このため、追加的な運営・維持管理費用は、計算において考慮されていない）。
- 借入れ条件は、貸付期間 20 年、年利率 9.3%としている。
- この算定において、水道料金の引き上げは考慮されていない。

<需要者給水サービス指標>

追加される需要量及び需要増加率を表Ⅲ-79に示す。Casili 配水区及びMactan 配水区において追加される需要量は、他の配水区と比較し高い増加率を示す。

表Ⅲ-79 配水区別需要量とその指標

配水区	需要量 (m <sup>3</sup> /日)		指標		
	2007年：A	2015年：B	増加量 m <sup>3</sup> /日	占有率 %	増加率 %
CLC	9,384	15,409	6,025	8 %	164 %
Casili	16,682	32,258	15,577	22 %	193 %
Talamban	35,449	46,538	11,090	15 %	131 %
Tisa	36,491	48,765	12,274	17 %	134 %
Lagtang	6,256	14,641	8,385	12 %	234 %
Mactan	11,904	30,509	18,605	26 %	256 %
合計	116,165	188,120	71,955	100 %	162 %

注：無収水（2007年 30%、及び 2015年 20%）は需要量に含まない。



給水水圧改善に際し、2015年における配水区別低給水水圧ノード率（配管接続点での割合）とそのノードにおける需要量を表Ⅲ-80に示す。Talamban 配水区及びTisa 配水区は、両方の指標においてサービス・レベルが低くなる。

表Ⅲ-80 2015年において事業を行わない場合の低給水水圧

配水区	水圧* (psi)	低給水水圧ノード		低給水水圧による需要（無収水含む）	
		点数	率	m <sup>3</sup> /日	率
CLC	≤ 10	51	57 %	27,287	64 %
	全ノード	89		42,381	
Casili	≤ 10	88	26 %	30,501	34 %
	全ノード	345		88,691	
Talamban	≤ 10	865	90 %	115,512	90 %
	全ノード	966		127,989	
Tisa	≤ 10	879	94 %	129,129	96 %
	全ノード	931		134,072	
Lagtang	≤ 10	7	5 %	5,245	13 %
	全ノード	141		40,300	
Mactan	≤ 10	103	50 %	41,102	49 %
	全ノード	208		83,897	
MCWD	≤ 10	1,993	74 %	348,776	67 %
	全ノード	2,680		517,330	

注：WaterCAD シミュレーション結果（2015年時間最大需要+改善事業未実施の場合）から算出。

## (2) 指標比較

選定基準に従った評価指標を表Ⅲ-81にて比較する。

表Ⅲ-81 配水区別の選別指標まとめ

配水区	財務指標 総収益率	サービス指標			改善事業効果
		需要増加比率	需要増加率	低圧需要率	
CLC	(M) 13	(L) 8	(M) 164	(M) 64	H×0+M×3+L×1
Casili	(M) 20	(H) 22	(M) 193	(L) 34	H×1+M×2+L×1
Talamban	(M) 11	(M) 15	(L) 131	(H) 90	H×1+M×2+L×1
Tisa	(M) 15	(M) 17	(L) 134	(H) 96	H×1+M×2+L×1
Lagtang	(H) 79	(M) 12	(H) 234	(L) 13	H×2+M×1+L×1
Mactan	(L) 3	(H) 26	(H) 256	(M) 49	H×2+M×1+L×1
MCWD	10	100	162	67	

注：H 高位、M 中位、L 低位。

## (3) 優先事業の選定

投資額が小さいLagtang 配水区（0.36億ペソ）及び投資額が大きいMactan 配水区（31.62億ペソ）を優先事業候補として選定した。MCWDの資金調達限度額を20.6～29.0億ペソと想定した結果、Mactan 配水区における全事業の実施を断念せざるを得ない。つまり、施設改善の総事業費の40%以上を占めるセブ本島～マクタン島間の送水事業は、残りの改善事業の進捗、或いは表流水開発事業が実現可能となった際に考慮すべきと判断した。ただし、Mactan 配水区の需要は高く、BHNの観点から海水淡水化プラントと送水管を優先事業として選択する。

次にCasili 配水区、Talamban 配水区及びTisa 配水区が優先事業候補となる。MCWDは、今後の継続した給水サービス向上事業を実施する必要がある、余剰資金もしくは借入金を利用した資金調達が不可欠である。ここで、Casili 配水区は高い総収益率であること、大きい追加需要量及び高い需要増加率を鑑み、優先事業として選択する。

最後にTisa 配水区の施設改善事業は、Talamban 配水区と比較し総収益率が大きいため、優先事業として選択する。

#### (4) 優先事業の財務評価と事業数量

表Ⅲ-82に提案する優先事業への投資額とそれらの総収益率を示す。なお、Tisa 浄水場改修は、残りの非優先事業に含まれる。

表Ⅲ-82 優先事業の事業費 (億ペソ)と総収益率 (%)

配水区	事業費	総収益率	施設改善の事業内容
Casili	10.20	14 %	配水区域内の全施設改善を含む
Tisa	6.06	15 %	Tisa 浄水場改修を除く配水区域内の全施設改善を含む
Lagtang	0.36	79 %	配水区域内の全施設改善を含む
Mactan	8.63	6 %	海水淡水化プラントと導水管のみ
合 計	25.25	14 %	-
内 訳*	借入金対象額	17.91	内訳*: 借入金調達可能額は 15.00 億ペソ、従って MCWD の自己資金調達額は 10.25 億ペソとなる。
	自己資金対象額	7.34	

注：上記の総収益率は、投資コストに対する総収益率を示している。指標は FIRR とは異なる、これは追加的な運営・維持管理費用計算において考慮されていないためである。借入れ条件は、貸付期間 20 年、年利 9.3%としている。この算定において、水道料金の引き上げは考慮されていない。

表Ⅲ-83 に提案する優先事業の施設改善数量を示す。

表Ⅲ-83 優先事業における施設改善数量

項 目	配水区				合 計
	Casili	Tisa	Lagtang	Mactan	
取水	新規井戸建設	26			26 井
	既存井戸改修	6	22	7	35 井
	Jaclupan 改修		1		1 ケ所
	海水淡水化施設建設				1 施設
配水池	5,000 m <sup>3</sup>	10,000 m <sup>3</sup>			2 ケ所
管網	原水送水管	17.7			17.7 km
	導水管	5.2		8.9	14.1 km
	主要配水管	3.1	4.2		7.3 km
	副配水管	8.2	4.0	2.0	14.2 km
	流量計	1	1	1	3 ケ所
無収水削減	1	1	1		3 式

### Ⅲ-5.3 事業の段階的实施とそれらの関連性

#### (1) 期分け

優先事業は、3期に分類することができ、2011年施工開始から2015までの施工完了までの期分け実施内容を以下に示す。

第1期：準備作業（計画レビュー、詳細設計及び工事契約を含む）

第2期：建設（施工監理を含む）

第3期：維持管理（保証期間と引渡検査を含む）

契約の分割は、建設期間及び施工分類により様々な選択が想定できる。提案事業の分類は、検討課題や調査及び土地収用の完了が契約前に要求されるため、後者に示した施工分類が望ましい。契約分類において考慮すべき主な項目を以下に記述する。

- \* 井戸建設及び改修は、単一業者による複数年契約が望ましい
- \* Jaclupan 改修は、水理地質調査を行ったうえで再設計すべきである
- \* 海水淡水化施設は、プラント・メーカーとの契約が望ましい
- \* 配管布設工事（導水管・送水管・配水管）は、単一業者による複数年度契約が望ましい
- \* 無収水対策は、MCWD自身で行うべきである

## (2) 建設工程と工種の関連性

建設の優先順位は、水源開発から開始する。新規井戸建設は、導水管設計に関連する。既存井戸改修は、新規水源が配水池へ接続してから実施可能である。Jaclupan 施設改修及び海水淡水化プラント建設は、各々単独工程で実施可能である。

上述した工種別の関連性を踏まえ、建設工程案を表Ⅲ-84 に示す。

表Ⅲ-84 建設工程案

Description		2011	2012	2013	2014	2015
Water Source	1-1 Well: Construction					
	1-2 Well: Rehabilitation					
	1-3 Jaclupan: Rehabilitation					
	1-4 Desalination: Construction					
Reservoir	2-1 Tisa: Construction					
	2-2 Casili: Construction					
Pipeline	3-1 Raw Water: Installation					
	3-2 Transmission: Installation					
	3-3 Main Distribution: Installation					
	3-4 Secondary Distribution: Installation					
	3-5 Flow Meter: Installation					
Others	4-1 NRW Reduction: Pipe Repairing					

Legend:

Phase-1: Preparatory Work

Phase-2: Construction

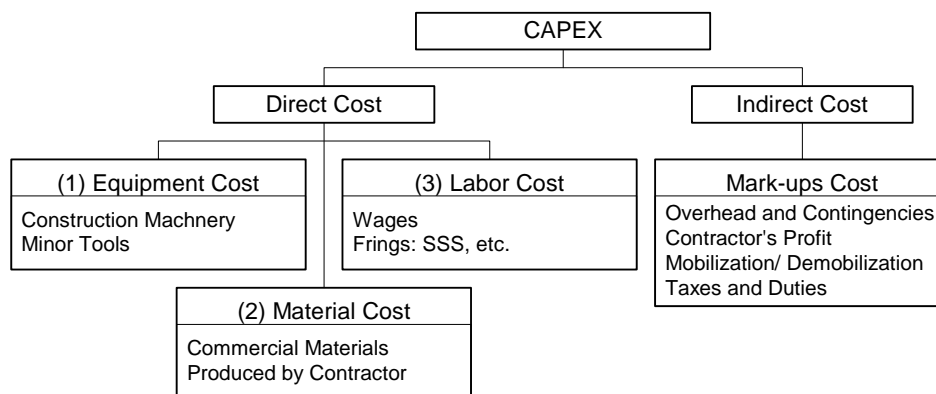
Phase-3: Operation and Maintenance

## Ⅲ-5.4 事業費と維持管理費の積算

優先事業における資本投入費及び優先事業の完了後に必要な維持管理費を算定した。以下に積算手法及び条件を示す。なお、詳細な積算資料は、資料 CD を参照する。

### (1) 事業費

事業費の積算は、LWUA 積算標準に準拠し、図Ⅲ-43 にその費目構成を示す。



図Ⅲ-43 事業費積算における LWUA 標準

<直接工事費>

- \* 建設機器費： 単位コンクリート量に対する標準建設時間及び単位時間あたり稼動賃料を採用した。軽微な工具に係る費用は、労務費の部掛かり率（5%～20%）を採用した。
- \* 建設材料費： 汎用されている材料は、セブ市までの輸送及び荷解きを含めた見積額である。契約業者の製品コストは、単位あたり（延長、容量及び重量）で見積を徴収した。
- \* 建設労務費： 比国労務標準単価を採用した。

<間接工事費>

- \* 諸経費及び予備費
  - ✓ 技術非及び事務監理費
  - ✓ 移動手当
  - ✓ 事務費
  - ✓ 建設保険費
  - ✓ 諸雑費（室内試験費等）
- \* 比国法規による積算基準
  - ✓ VAT（付加価値税） = 直接費及び間接費の12%
  - ✓ 業者管理費、予備費及び書雑費<直接費の10%
  - ✓ 業者利益幅<直接費の12%
  - ✓ 搬入搬出費<直接費の1%

基本的に事業費は、(1) 見積徴収、(2) MCWD 契約における過年度価格もしくは(3) 過年度における MCWD 契約価格を参考として積算した。国連通貨基金（IMF）によると、比国の年次国内総生産率は、6.4%-2004年、4.9%-2005年、5.4%-2006年、6.3%-2007年、5.8%-2008年であり、平均で5.8%であった。故に、単に6%を物価高騰率として採用した。

事業費構成は、以下分類にて借入金による調達対象分及び自己資金による調達対象分を踏まえて再分類した。表Ⅲ-85に優先事業費を示す。

- \* 建設費： 直接工事費＋搬入／搬出費＋業者利益＋保険料
- \* 機材供与費： 単独項目
- \* 土地収用費： 単独項目
- \* 技術費： 詳細設計費＋施工管理費
- \* 書類申請手数料： 法規に遵守した手数料（調査費含む）
- \* 予備費： 物理的予備費＋物価変動費
- \* 付加価値税： 国税

表Ⅲ-85 優先事業における事業費 (億ペソ)

費目	2011	2012	2013	2014	2015	小計		備考
A 建設費	4.77	1.59	2.56	2.71	3.20	14.83	58.8 %	
B 機材調達費	0.06	-	-	-	-	0.06	0.2 %	
C 土地収用費	0.91	0.62	-	-	-	1.53	6.1 %	MCWD 聴き取り
D 調査・設計費	0.64	0.26	0.27	0.32	-	1.49	5.9 %	A × 10 %
E 施工監理費	0.24	0.08	0.13	0.14	0.16	0.75	3.0 %	A × 5 %
F 書類申請手続諸費	0.12	0.04	0.06	0.7	0.08	0.37	1.5 %	A × 2.5 %
G 物理的予備費	0.34	0.13	0.15	0.16	0.17	0.95	3.8 %	(ΣA to F) × 5 %
H 物価変動予備費	1.06	0.41	0.48	0.51	0.54	3.00	11.9 %	(ΣA to F) × 15.73 %
I 付加価値税	0.81	0.31	0.36	0.39	0.41	2.28	9.0 %	(ΣA to F) × 12 %
年間支払額合計	8.94	3.44	4.02	4.29	4.56	25.25	100.0 %	
内訳	借入金による調達対象分					17.91	71.0 %	A + A × (G + H)
	自己資金による調達対象分					7.34	29.0 %	他

注：物価変動予備費 = 15.73% 年間 6% ずつ上昇した場合を想定し、2013 年をベースとした。

## (2) 優先事業後の維持管理費

維持管理費構成も LWUA 標準積算に基づく。維持管理費の分類費目は；

- \* 人件費： 給与、臨時労働者等（価格変動を含む）
- \* 薬品費： 浄水処理薬品費（価格変動）及び消毒費（供給量及び価格変動）
- \* エネルギー費： 主に電力費（+井戸と海水淡水化プラント）
- \* 維持費： 率による積算
- \* その他費用： 事務所維持費、保管費、車両費等

維持管理費に対する MCWD 過年度の資料は、同じ費目分類となっているが、消費数量及び公共料金が適切に細分化管理されていない。よって、維持管理費の積算は、現在の維持管理比を基本として、追加費用と比率計算結果にて算出した。

エネルギー費の主要な項目は電力費（全体の 12.1%）であるが、過年度の比率は比国の一般的な他水道区と比較して低い。小規模水道区（5,000 給水接続未満）では、エネルギー費（電力費）は維持管理費の 30~35%を占め、また、人件費との比率は 60%程度である。加えて、このエネルギー費の占有率や人件費との比率は、給水規模の拡大と共に経営効率の向上により、更に増加する傾向がある。過年度の電気量支払い記録では、MCWD から VECO (Visayas Electric Co. Ltd.) への支払は、大口契約の特徴（一般単価 6.70 ペソ/kWH、MCWD 単価 2.60 ペソ/kWH）である。表Ⅲ-86 に維持管理費の積算結果を示す。

表Ⅲ-86 優先事業における維持管理費 (億ペソ)

項目	2007		2015		備考
A 人件費	3.23	64.8 %	4.50	40.7 %	無収水削減スタッフ費含む
B 薬品費	0.05	1.1 %	0.12	1.1 %	新規井戸に対する消毒費含む
C 電力費	0.60	12.1 %	1.33	12.1 %	海水淡水化プラント+井戸電力費等
D 維持費	0.28	5.7 %	0.75	6.8 %	無収水削減対策費含む
E その他	0.82	16.4 %	2.53	22.8 %	訓練費+事務用品費等含む
合計	4.99		9.23		

注：備考におけるコメントは、物価変動率以外の事項について示す。

.....

## Ⅲ-6 財務的実行可能性

### Ⅲ-6.1 財務状況の改善

LWUA の水道施設運営マニュアルでは、適切な水供給サービスを維持する上で、比国水道区は運営・維持管理に必要な十分な収益を受け取る必要があるとしている。MCWD 財務分析では、優先事業を実施する場合の要件として、水道料金の引き上げを仮定した。そこで、MCWD の水道料金引き上げに関して、(1) 財務的観点に基づく合理的根拠と (2) 料金引き上げ効果の観点から検討を行った。

#### (1) 財務的観点に基づく水道料金引き上げの合理的根拠

水道料金；第Ⅲ章 3.2 節 (4) 事業経営状況で述べられているように、MCWD の現水道料金体系において、30 m<sup>3</sup>/月までの基本+使用料金は、比国水道区の全国平均と比較して低く設定（平均値の約 83%）されている。一方、30 m<sup>3</sup>/月を超える使用料は、同全国平均と比較し大幅に高く設定（平均値の約 190%）されている。

表Ⅲ-87 は、接続栓あたりの月次水使用量について、世帯用、商工業用とその他の用途別に計算したものである。世帯での平均使用水量である 27 m<sup>3</sup>/月は、水道料金の低い 30 m<sup>3</sup>/月までの階層にあたる。一方、商工業用（及びその他の用途）については、この階層より大幅に多い使用量となっている。言い換えると、費用負担という意味では、81%を占める家庭の水使用は比較的安く、他の用途が費用の多くを負担している。

表Ⅲ-87 接続栓あたりの平均月使用水量

用途	給水栓数		使用水量（'000 m <sup>3</sup> /月）		単一接続栓の月平均使用水量（m <sup>3</sup> ）
世帯用	115,252	97%	3,075	81%	27
商工業用	3,315	2%	514	14%	155
その他	422	1%	192	5%	454
合計	118,989	100%	3,781	100%	31

注：分析は 2008 年 12 月時点のデータに基づく。

現状は、利用者による負担割合が大きく偏っていることから、MCWD では現在、水道料金体系の見直しについて検討している。当該背景を受け、本事業の実施が水道料金引き上げを必要としていることから、水道料金体系の見直しと併せて料金の引き上げを行う方法について検討した。一つの方法として、比国水道区の平均水準を参考に、大口需要者と小口需要者との費用負担ギャップを縮小することにより、全体として水道料金収入を増加させるという方法が考えられる。水道サービスの質の向上及び持続可能性の観点から、30 m<sup>3</sup>/月をひと括りとして検討すべきである。

#### (2) 水道料金引き上げの効果

後述する財務予測から、提案する優先事業が財務的に実行可能とされるには、事業コストの資金調達面と事業の財務的実行可能性の両方の観点から、少なくとも水道料金の引き上げが必要であると考えられる。一方、水道料金の引き上げを行わない場合は、財務状況が悪化すると予測される。こうした分析を踏まえ、大規模な水道事業を実施する上で、財務上の改善措置を同時に図る必要がある。

優先事業の実施について、現水道料金を据え置いた場合と、水道料金を引き上げた場合について、その財務的効果を分析した。水道料金を引き上げた場合の財務的効果の分析では、事業開始年度にあたる 2011 年に平均水道料金を 10%引き上げることを想定した。表Ⅲ-88 は、

それぞれの場合における水道料金引き上げの効果を比較している。

**表Ⅲ-88 水道料金引き上げによる収益の増加** (億ペソ/年)

収益の予測ケース	予測値					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
現水道料金据え置き事業を実施しない	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16	11.16
水道料金引き上げ	事業を実施しない	11.16	12.28	12.28	12.28	12.28
	優先事業を実施する	11.49	12.93	13.32	13.52	13.64

注：水道料金引き上げは、2011年に+10%を想定した。2010年の優先事業実施には、NRW削減事業を含む。

### Ⅲ-6.2 投資コストの回収

優先事業を実施するにあたり、現水道料金を据え置いた場合と水道料金の引き上げた場合（2011年に10%）の両方について収益を分析した結果、優先事業の財務的実行可能性の確保は、十分な水準の水道料金引き上げを前提とすることが示された。財務分析における前提条件は以下のとおり。

- 分析期間： 2010年～2015年
- 実施事業： 本事業計画以外にMCWDの行う水道施設事業は財務分析には含めない
- 水供給量： ベースライン（水道料金据え置きで改善事業未実施）は、分析期間に互り2009年度を基準とする
- 用水供給量： 分析期間に互り2009年度を基準とする
- 借入金額： 15億ペソを想定する
- 借入れ条件： 貸付期間20年、年利率9.3%
- 有収率： 事業実施により、優先事業の対象配水区域で2010年より上昇（第Ⅲ章3.1節）
- 施設の完成・稼働開始の目標年は2015年とする。

#### (1) 事業実施による収益増加

<ベースライン（水道料金据え置きで事業を実施しない場合）>

事業を実施しない場合の給水量と収益について、過去3年間の傾向及び2015年の予測値を表Ⅲ-89に示す。

**表Ⅲ-89 給水量と収益の予測：ベースライン(事業を実施しない場合)**

項目	実績値			予測値
	2007	2008	2009	2015
給水量 ('000 m <sup>3</sup> /年)	41,626	43,003	43,591	44,261
収益 (億ペソ/年)	10.76	11.09	11.06	11.16

<優先事業（水道料金据え置きで優先事業を実施した場合）>

優先事業を行った場合の給水量と収益について、2007年の実際値と2015年の予測値を比較すると、表Ⅲ-90のようになる。

**表Ⅲ-90 給水量と収益の予測：優先事業**

項目	実績値	予測値	変動	
	2007	2015	(増加金額：億ペソと比率)	
給水量 ('000 m <sup>3</sup> /年)	41,626	60,706	19,080	46%
収益 (億ペソ/年)	10.76	15.86	5.10	47%

収益の増加は、水の産出量の増加と有収率（SRR）の向上という2要素に分けられる。表

Ⅲ-91 は、これらの要素による給水量と収益への効果を示している。

**表Ⅲ-91 事業効果の内訳**

項目	給水量増加の効果		SRR 向上の効果	
	金額	%	金額	%
給水量 (’000 m <sup>3</sup> /年)	12,687	31%	6,393	15%
収 益 (億ペソ/年)	3.43	31%	1.67	16%

**(2) 事業費**

優先事業に係る事業費支出は、事業期間において、表Ⅲ-92 に示す時期と金額を想定している。建設費は、借入れによる資金調達限度額である 15 億ペソまで借入金により調達されることを想定した。

**表Ⅲ-92 事業費と借入金額の予測 (億ペソ)**

事業費	予測値					合 計
	2011	2012	2013	2014	2015	
借入金の対象	5.76	1.60	3.15	3.15	4.24	17.91
余剰自己資金の対象	3.15	1.46	0.92	1.04	0.77	7.34
合 計	8.91	3.07	4.07	4.19	5.01	25.25
借入金額	4.82	1.34	2.64	2.64	3.56	15.00
自己資金投資額	4.09	1.73	1.43	1.55	1.55	10.25

**(3) 運営・維持管理費**

<ベースライン (水道料金据え置きで事業を実施しない場合) >

事業を実施しない場合の運営・維持管理費について、過去 3 年間の傾向及び事業期間の予測値を表 Ⅲ-93 に示す。

**表 Ⅲ-93 運営費・維持管理費：ベースライン (億ペソ)**

運営維持管理費	実績値			予測値					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
運営費	5.87	6.09	6.54	6.57	6.70	6.82	6.94	7.07	7.20
維持管理費	1.57	1.67	1.47	1.64	1.65	1.67	1.69	1.70	1.72
合 計	7.44	7.76	8.01	8.21	8.35	8.49	8.63	8.77	8.92

注：運営・維持管理費は、年次報告書を参照している。

<優先事業>

優先事業を行った場合の運営・維持管理費及び新規借入金に係る費用の予測値は、表Ⅲ-94 のようになる。

**表Ⅲ-94 運営費・維持管理費及び支払利息：優先事業 (億ペソ)**

運営維持管理費	予測値					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
運営費	6.63	6.79	6.97	7.12	7.27	10.25
維持管理費	1.64	1.66	1.67	1.69	1.71	2.11
合 計	8.27	8.45	8.64	8.81	8.98	12.37
新規借入金に係る支払い利息	-	0.44	0.56	0.79	1.02	1.32



#### (4) 純利益及びキャッシュ・フロー

<ベースライン（事業を実施しない場合）>

事業を実施しない場合の純利益及びキャッシュ・フローについて、過去3年間の傾向及び事業期間の予測値を表Ⅲ-95に示す。

表Ⅲ-95 純利益及びキャッシュ・フロー：ベースライン（億ペソ）

純利益及びキャッシュ・フロー		実績値			予測値					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
水道料金 据え置き	純利益	2.29	2.45	2.20	2.20	2.16	2.11	2.07	2.03	1.99
	余剰資金の増加	1.53	1.90	2.02	1.95	1.89	1.83	1.76	1.69	1.62
	余剰資金残高	3.50	5.40	7.42	9.37	11.26	13.09	14.85	16.54	18.16
水道料金 引き上げ	純利益	2.29	2.45	2.20	2.20	3.28	3.26	3.24	3.23	3.22
	余剰資金の増加	1.53	1.90	2.02	1.95	3.02	2.98	2.93	2.89	2.84
	余剰資金残高	3.50	5.40	7.42	9.37	12.39	15.37	18.30	21.19	24.03

注：水道料金を引き上げた場合の予測値は、2011年の引き上げを想定している。

<優先事業>

優先事業を実施した場合の純利益とキャッシュ・フローの予測値を表Ⅲ-96に示す。水道料金の引き上げが行われない場合、事業の実施により純利益及びキャッシュ・フローは次第に下降することが予測される。一方、事業の実施に伴い水道料金の引き上げが行われた場合、事業収益と水道料金引き上げがもたらす収益性の向上により投資額が回収可能と考えられる。この結果、水道料金引き上げの場合は、2015年以降に財務的安定性が保たれることが予測される。

表Ⅲ-96 純利益及びキャッシュ・フロー：優先事業（億ペソ）

純利益及びキャッシュ・フロー		予測値					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
水道料金 据え置き	純利益	2.48	2.17	2.25	2.09	1.89	1.73
	余剰資金の増加	1.91	-2.62	-0.21	-0.17	-0.59	0.40
	余剰資金残高	9.33	6.70	6.49	6.32	5.74	6.14
水道料金 引き上げ	純利益	2.48	3.36	3.50	3.39	3.22	3.44
	余剰資金の増加	1.91	-1.44	1.04	1.13	0.75	2.11
	余剰資金残高	9.33	7.89	8.93	10.05	10.80	12.91

注：水道料金を引き上げた場合の予測値は、2011年の引き上げを想定している。

#### (5) 財務比率分析

ベースライン並びに優先事業実施について、水道料金の引き上げが行われた場合と行われなかった場合の財務比率について分析した。上述の通り、事業実施によるMCWDの収益性は、水道料金の引き上げが伴わない場合は大きく損なわれることが予測され、債務返済能力と財務的持続性にも悪影響を及ぼすことが予測される。

表Ⅲ-97及びⅢ-98は、ベースライン並びに優先事業を行った場合のMCWDの財務比率を示している。財務比率の算定式は以下のとおり。

- \* 債務返済能力      負債資本比率      = 長期負債 ÷ 資本
- \* 財務的持続性      資本資産比率      = 資本      ÷ 資産
- \* 収益性              純利益率            = 純利益    ÷ 売上高

表Ⅲ-97 財務比率： ベースライン（事業を実施しない場合）

財務比率	実績値			2015 の予測値	
	2007	2008	2009	現在の水道料金の 場合	10%の水道料金引 き上げの場合
債務返済能力	1.09	0.86	0.73	0.24	0.19
財務的持続性	0.39	0.45	0.48	0.70	0.75
収益性	0.21	0.22	0.20	0.18	0.26

表Ⅲ-98 財務比率： 優先事業

財務比率		予測値					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
水道料金 据え置き	債務返済能力	0.59	0.74	0.69	0.70	0.71	0.75
	財務的持続性	0.53	0.50	0.52	0.53	0.53	0.52
	収益性	0.22	0.18	0.19	0.17	0.15	0.11
水道料金 引き上げ	債務返済能力	0.59	0.75	0.73	0.68	0.64	0.60
	財務的持続性	0.53	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58
	収益性	0.22	0.26	0.26	0.25	0.24	0.20

(6) 全事業の未実施部分を実施した場合の予察

優先事業に加え、全事業の未実施部分を実施した場合の財務的実行可能性についても分析した。表Ⅲ-99 及びⅢ-100 は、優先事業に含まれなかった部分を、2015 年の優先事業完了後に実施したと仮定した場合の財務状況の予測を示している。財務評価の予察上で、事業期間を2016年から2020年の5ヶ年とした場合と、2016年から2025年の10ヶ年とした場合の2通りを想定した。なお、財務状況を比較するため、両表では2015年以降を2年毎に示した。

表Ⅲ-99 全事業の未実施部分を5年間で実施した場合（億ペソ）

純利益及びキャッシュ・フロー		優先事業	全事業の未実施部分				
		2015	2017	2019	2021	2023	2025
水道料金 据え置き	純利益	1.73	0.85	-0.16	-1.21	-2.21	-3.67
	余剰資金の増加	0.40	-1.18	-2.64	0.43	-0.54	-2.53
	余剰資金残高	6.14	4.49	-0.05	-1.51	-1.91	-5.67
水道料金 引き上げ	純利益	3.44	2.65	1.70	0.93	0.01	-1.36
	余剰資金の増加	2.11	0.62	-0.78	2.57	1.68	-0.23
	余剰資金残高	12.91	14.82	13.96	16.77	20.78	21.58

表Ⅲ-100 全事業の未実施部分を10年間で実施した場合（億ペソ）

純利益及びキャッシュ・フロー		優先事業	全事業の未実施部分				
		2015	2017	2019	2021	2023	2025
水道料金 据え置き	純利益	1.73	1.38	0.90	0.44	-0.17	-1.16
	余剰資金の増加	0.40	0.35	-0.46	-0.10	-0.51	-0.16
	余剰資金残高	6.14	7.24	6.73	5.77	5.15	4.06
水道料金 引き上げ	純利益	3.44	3.17	2.76	2.38	1.83	1.12
	余剰資金の増加	2.11	2.15	1.40	1.83	1.49	2.12
	余剰資金残高	12.91	17.56	20.74	23.61	26.96	30.19

当該予察結果では、全施設改善の未実施部分事業を実施した場合、MCWDの財務状況は大きな債務負担により悪化することが予測される。水道料金の引き上げが伴う場合においても、

減価償却費、支払い利息等の費用が膨らむことにより、純利益は減少すると考えられる。現時点の財務分析から、上記の2つのケースでは、事業期間を10ヶ年とした方が望ましいと考えられる。非優先事業を実施する場合、2015年以降に目標年次を再設定した事業改善計画の策定による実施の検討が行なわれるべきである。

財務分析の前提条件は以下のとおり。

- \* 全事業の未実施部分の全建設費は、優先事業と同じ借入金条件により調達する
- \* 2015年以降の残余事業は、2015年時点の水需要と同等と想定している
- \* その他、優先事業と同じ前提条件で財務分析を行なう

### Ⅲ-6.3 事業評価

優先事業について、財務的内部収益率（FIRR）を用いて財務的実行可能性の検討を行った。以下に、水道料金の引き上げがある場合と無い場合について、分析結果を示した。

#### (1) 基準値

優先事業の FIRR は、表Ⅲ-101 に示すとおり、比較的低いと言える。これは、セクションⅢ-5.1 資金調達限度額に前述のように、事業の性質上、投資により期待される収益増加に比して投資金額が大きいためであると考えられる。また、海水淡水化施設の稼働に要する電力費用の大幅な増加を始めとした O&M 費用の増加により、収益性は低くなると考えられる。

表Ⅲ-101 優先事業の FIRR

水道料金の引き上げが無い場合	10%の水道料金引き上げがある場合
8.6%	14.7%

注：算定根拠

- ✓ 事業施設の利用年数を25年間とする。
- ✓ 建設期間を2011年から2015年とする。
- ✓ 収益は2015年から増加し、事業施設の利用年数に互り継続する。

#### (2) 感度分析

表Ⅲ-102 は、想定される優先事業のリスク要因と FIRR への影響との関係を示した。

表Ⅲ-102 FIRR の感度分析

リスク要因		水道料金の引き上げが無い場合	10%の水道料金引き上げがある場合
事業施設完成の遅延	1年	8.0%	13.7%
	2年	7.2%	12.2%
競争による収益低下	1%	7.9%	14.1%
	2%	7.2%	13.5%

#### < 事業施設完成の遅延 >

比国の水道事業では、土地取得その他の要因による建設の遅延が見られる。事業完了の遅延は、当初予定されていた期間（この場合2039年まで）の収益を減少させると考えられる。

#### < 競争による収益低下 >

他の水供給業者との競争は、MCWD の収益減少をもたらすことが考えられる。

#### (3) 優先事業の実施における前提条件

これまでの分析から、優先事業の財務的実行可能性は、水道料金の引き上げを前提に認

められるということが示された。十分な水準の水道料金引き上げを適切な時期に行うことが、借入金による資金調達限度額を確保するためのみならず、優先事業を実施する場合の財務的実行可能性の観点から前提となると考えられる。

.....