

フィリピン国  
メトロセブ水道区  
(MCWD)

フィリピン国  
メトロセブ水道区水道事業運営・  
管理技術支援プロジェクト  
業務完了報告書

平成25年3月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

横浜ウォーター株式会社

東大
J R
13-017



フィリピン国  
メトロセブ水道区  
(MCWD)

フィリピン国  
メトロセブ水道区水道事業運営・  
管理技術支援プロジェクト  
業務完了報告書

平成25年3月  
(2013年)

独立行政法人国際協力機構  
横浜ウォーター株式会社



## 目 次

### 0. 要約

### 1. プロジェクトの概要

- 1.1 プロジェクトの背景・経緯…………… 1-1
- 1.2 プロジェクトの目的…………… 1-1
- 1.3 プロジェクトの方針…………… 1-2
- 1.4 プロジェクトの対象位置…………… 1-3
- 1.5 現地業務日程及び本邦研修…………… 1-4

### 2. 活動内容

- 2.1 水道事業運営・管理全般(水道事業経営含む)…………… 2-1
  - 2.1.1 経営・財務体質の現状と課題の抽出…………… 2-1
  - 2.1.2 顧客サービスの現状と課題の抽出…………… 2-5
  - 2.1.3 広報の現状と広報強化策の検討…………… 2-9
  - 2.1.4 組織運営・職員意識等の現状と課題の抽出…………… 2-11
  - 2.1.5 日本の水道事業運営ノウハウの適用を通じた改善策と  
業務指標 (PI) 導入に向けた検討…………… 2-13
- 2.2 無収水率低減と 24 時間給水のための配水ブロックシステムの整備  
(配水システム・漏水対策)…………… 2-19
  - 2.2.1 既存 DMA から配水ブロックシステムの構築に向けたモデル  
ブロックの選定…………… 2-19
  - 2.2.2 管網及び付帯設備(仕切弁、消火栓等)の整備と漏水量測定、漏水  
調査の指導の実施…………… 2-21
  - 2.2.3 近隣 DMA 集合体と配水池(高架水槽等)からなるブロックを形成する  
ための、管網計算による最適な配水管網の構築に向けた検討…………… 2-29
  - 2.2.4 既存漏水調査計画に基づく新規計画の策定支援…………… 2-32
  - 2.2.5 新規漏水調査計画でのモデルブロックにおける漏水調査…………… 2-32
  - 2.2.6 ブロック間及び DMA 間の緊急時(事故時)バックアップの検討…………… 2-37
  - 2.2.7 老朽配水管更新計画の作成支援…………… 2-38
  - 2.2.8 既存地理情報システム(GIS)から総合マッピングシステムへの  
移行の検討…………… 2-40
  - 2.2.9 管路研修施設の導入に向けた基本概念形成、簡易設計の検討…………… 2-43

2.3 地下水源からの給配水の水質改善と既存浄水場の処理能力強化 (浄水処理・水質管理) .....	2-46
2.3.1 既存浄水場の凝集沈殿池の急速及び緩速攪拌、整流装置改良の 検討 .....	2-46
2.3.2 既設急速ろ過池の改良の検討 .....	2-52
2.3.3 既設浄水場流出系統の管網解析と整備案の検討 .....	2-58
2.3.4 水質基準を超える鉄・マンガンを多く含む地下水における 除鉄・除マンガンの方策の検討 .....	2-61
2.3.5 地下水水質の現状と課題、現在講じられている水質改善策の 検討 .....	2-63
2.3.6 水質検査、凝集剤注入率設定等の現状と課題の把握と改善案の 検討 .....	2-63
2.4 本邦研修 .....	2-66
2.4.1 コース概要 .....	2-66
2.4.2 研修評価 .....	2-72
2.4.3 研修員・研修環境 .....	2-75
2.4.4 研修成果の活用 .....	2-76
3. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓(業務実施方法、運営体制等)	
3.1 思想、ポリシーの相違 .....	3-1
3.2 相手側組織内での移転技術導入の検討に要する時間 .....	3-1
3.3 技術支援から得られるノウハウ .....	3-2
3.4 新成長戦略に向けて .....	3-2
3.5 国庫補助、一般会計繰入システムの導入 .....	3-3
3.6 使用する(専門)用語の統一 .....	3-3
3.7 文書化・マニュアル化 .....	3-3
4. プロジェクトの達成度	
4.1 既存浄水場の処理能力強化 .....	4-1
4.1.1 凝集・沈殿処理 .....	4-1
4.1.2 急速ろ過池の更生 .....	4-1
4.2 給水栓水質の改善 .....	4-2
4.2.1 硝酸の低減化 .....	4-2

4.2.2 鉄・マンガンの低減化	4-2
4.3 水質検査の見直し	4-2
4.4 無収水率低減に向けた総合的な対策	4-3
4.4.1 漏水の削減	4-3
4.4.2 漏水調査機器について	4-4
4.5 連続した24時間給水の実施	4-5
4.6 給水区域の拡大に向けて	4-6
4.7 組織運営強化に向けた人材育成	4-6
4.7.1 職員の自主的な改善や提案について顕彰する取組み	4-6
4.7.2 職員満足度の向上に向けた取組み	4-7
4.8 財源確保に向けた市・州・政府等への働きかけ	4-7
<b>5. 上位目標の達成に向けての提言</b>	
5.1 水安全宣言に向けて	5-1
5.1.1 安定した24時間給水を目指して	5-1
5.1.2 給水圧力分布マップと残留塩素濃度分布マップ	5-1
5.1.3 直結給水化と受水槽管理	5-2
5.2 顧客満足度向上と組織運営強化に向けて	5-3
5.2.1 統計的な顧客意識調査(一般家庭及び業務用顧客)の実施	5-3
5.2.2 顧客満足度向上	5-3
5.2.3 広報戦略の策定	5-3
5.2.4 組織運営・人材育成の強化	5-4
5.3 SCADA システム	5-4
5.4 トレーニングセンターの設立に向けた研修項目、施設、運営方法	5-5
5.4.1 MCWD内外に向けた研修施設	5-5
5.4.2 研修講師の養成	5-7
5.4.3 出張及び受入研修	5-8
5.4.4 研修事業のビジネス化	5-8

5.5 統合型マッピングシステムへの移行	5-8
5.5.1 正確な配水管路(施設)の管理	5-8
5.5.2 迅速な漏水対応と有収率の向上	5-9
5.5.3 アセットマネジメントへの活用	5-9
5.6 水道メータのリサイクル技術の活用	5-10
5.6.1 水道メータの維持管理	5-10
5.6.2 水道メータ更新	5-10
5.6.3 他水道区への展開	5-11
5.6.4 ビジネス化への道	5-11
5.7 他の水道区への波及	5-11
5.7.1 トップランナーとしてのモデル水道区	5-11
5.7.2 他水道区へのビジネス化	5-11
5.8 下水道の整備	5-12
<b>6. さいごに</b>	
6.1 本プロジェクトを通して	6-1
<b>7. 付属資料</b>	
7.1 現地セミナー資料	7-1
7.2 現地業務日程表(第1次～第4次現地業務)	7-41
7.3 MCWD への報告(第1次～第4次現地業務)	7-51
<b>8. 参考資料</b>	
8.1 MCWD 2020 PLAN と Corporate Plan 2013	8-1

## 図表リスト

表 2-1-1	現在の直営事業と委託化状況	2-2
表 2-1-2	委託化を検討している業務	2-3
表 2-1-3	2012 年に実施した主な広報の取組み	2-10
表 2-1-4	提案 PI における MCWD の現状	2-18
表 2-2-1	選定モデル DMA の概要	2-20
表 2-2-2	DMA9C における供給水量、各戸使用水量、無収水率	2-23
表 2-2-3	DMA11A における供給水量、各戸使用水量、無収水率	2-24
表 2-2-4	DMA25A における供給水量、各戸使用水量、無収水率	2-24
表 2-2-5	更新対象と解消策	2-32
表 2-2-6	漏水調査工程	2-33
表 2-2-7	無収水削減対策に関する漏水調査機器、無収水率の歴史と今後の目標値	2-36
表 2-2-8	更新管路選定表	2-39
表 2-2-9	新規に統合型マッピングシステムを導入する場合の概算費用	2-42
表 2-2-10	現行システムを用いデータ更新する場合の概算費用	2-43
表 2-3-1	提案した迂流装置の設計値 (5,000m <sup>3</sup> /日処理時、10,000m <sup>3</sup> /日処理時)	2-50
表 2-3-2	急速ろ過池の逆洗時間・水量	2-58
表 2-3-3	井戸 W34B 及び W35 の主な水質及び揚水可能量	2-61
表 2-3-4	本プロジェクトにおける水質検査の変更点	2-64
表 2-4-1	研修日程表	2-67
表 2-4-2	研修カリキュラム	2-68
表 2-4-3	研修員名簿	2-71
表 2-4-4	研修評価	2-72
図 1-3-1	業務実施のフロー	1-3
図 1-4-1	プロジェクト対象位置(右図緑色内)	1-4
図 2-2-1	DMA システム(左)と配水ブロックシステム(右)の模式図	2-19
図 2-2-2	MCWD 給水区域 DMA マップと各検討対象モデル DMA	2-21
図 2-2-3	漏水調査機器の変更による無収水率削減の効果(2012 年)	2-25
図 2-2-4	更新工事対象 DMA (DMA25A)	2-28
図 2-2-5	更新工事路線図	2-28
図 2-2-6	未 24 時間給水区域と抽出した配水管ネットワーク	2-31
図 2-2-7	漏水調査メッシュ(500m×500m メッシュ)とカラー化識別範囲	2-34
図 2-2-8	四半期別無収水率データ (MCWD 全体平均)	2-34
図 2-2-9	無収水率の歴史と今後の目標値	2-36
図 2-2-10	漏水点のカラー化 (MCWD 給水区域の一部)	2-39
図 2-2-11	管路研修施設簡易設計	2-44

図 2-3-1	Tisa 浄水場平面図	2-46
図 2-3-2	沈澱池平断面図(左:現状、右:将来の改善案)	2-48
図 2-3-3	上下迂流式攪拌装置図(上:平面図、下:断面図)	2-49
図 2-3-4	上下迂流式攪拌装置俯瞰図	2-50
図 2-3-5	上下迂流式攪拌装置プレート平面図	2-51
図 2-3-6	攪拌装置効果測定(沈殿処理水濁度測定)	2-51
図 2-3-7	沈殿処理水流出管の改善	2-52
図 2-3-8	当初案の表面洗浄装置	2-53
図 2-3-9	ろ過材ふるい分け洗浄装置	2-55
図 2-3-10	ろ過材構成図	2-56
図 2-3-11	現状の急速ろ過池の1分ごとの逆洗排水	2-57
図 2-3-12	硝酸濃度分布図(当初)	2-59
図 2-3-13	硝酸濃度分布図(現在)	2-59
図 2-3-14	浄水場流出水系統と硝酸高濃度深井戸群との希釈(現状配管)	2-60
図 2-3-15	硝酸希釈案	2-61
図 2-3-16	除鉄・除マンガン処理プラント	2-62
図 2-3-17	ジャーテストによる凝集剤の最適注入率の決定	2-65
図 2-4-1	研修全体概念図	2-66
図 4-4-1	漏水率の復元と削減	4-3
図 4-4-2	DIP と PVC 管の耐用年数の比較	4-4

## 略語

C/P: Counter Part (カウンターパート: 対象組織対応者)

CS: Customer Service (顧客サービス)、Customer Satisfaction (顧客満足度)

DBS: Distribution Block System (配水ブロックシステム)

DIP: Ductile Iron Pipe (ダクタイル鉄管)

DMA: District Metered Area (水道メータで給水量を測定・管理するために区切られた給水区域)

EDP: Environmental Development Project (環境開発事業)

EISCP2: Environmental Infrastructure Support Credit Program – Phase II (産業公害防止支援政策金融事業(II))

ES: Employee Satisfaction (職員満足度)

GIS: Geographic Information System (地理情報システム)

GP: Galvanized Iron Pipe (亜鉛メッキ鋼管)

GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)

HIVP: High impact polyvinyl chloride pipe (硬質塩化ビニル管)

IBNET: The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (世界銀行が中心に掲載運営している世界の水道事業体の業務指標に関するウェブデータベース)

ISO: International Organization for Standardization (国際標準化機構)  
JICA: Japan International Cooperation Agency (独立行政法人 国際協力機構)  
JWWA: Japan Water Works Association (日本水道協会)  
LCC: Life Cycle Cost (ライフサイクルコスト、生涯費用)  
LWUA: Local Water Utilities Administration (地方水道公社)  
MCWD: Metropolitan Cebu Water District (メトロセブ水道区)  
NRW: Non-Revenue Water (無収水)  
NTU: Nephelometric Turbidity Unit (ホルマジン標準液に基づく濁度単位 度:カオリン $\approx$ 0.7 $\times$ NTU)  
PAC: Polyaluminum Chloride (ポリ塩化アルミニウム:凝集剤)  
PDCA: Plan – Do – Check – Act (計画→実行→評価→改善の繰返しにより、業務改善する手法)  
PEP: Polyethylene Pipe (ポリエチレン管)  
pH: potential Hydrogen (水素イオン指数)  
PI: Performance Indicator (業務指標)  
PR: Public Relation (広報)  
PSI: Pound per Square Inch (ポンド毎平方インチ:圧力の単位)  
PVC: Polyvinyl Chloride (塩化ビニル樹脂)  
SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition (監視制御システム)  
SEAWUN: Southeast Asian Water Utilities Network (東南アジア水道事業体ネットワーク)  
WD: Water District (その地域における水道区・水道公社)  
WSP Water Safety Plan (水安全計画)  
YWC: Yokohama Water Company (横浜ウォーター株式会社:受託者)  
YWWB: Yokohama Waterworks Bureau (横浜市水道局:補強)

## 術語(五十音順)

**攪拌強度・GT 値**: フロック形成における攪拌条件の指標。攪拌強度(G 値)は、小さ過ぎるとフロックの成長が遅くなるが、大き過ぎるとせん断力によりフロックを破壊してしまう。経験上、G 値は 10~75(1/s)が適切であると言われている。この攪拌強度(G 値)に、攪拌継続時間を加味した指標として、攪拌継続時間 T をかけた GT 値が提唱され、実績データから 23,000~210,000 の値をとることが、良好なフロック形成の条件としている。

**緩速ろ過**: 原水が比較的きれいな場合に適するもので、通常、普通沈澱池で原水中の懸濁物質を自然沈降により沈澱除去した後に、緩速ろ過池で 4~5m/日のろ過速度でろ過し、さらに塩素消毒を行う浄水方式である。緩速ろ過池での浄化機能は、砂層表面や砂層内に繁殖した藻類や細菌などの生物によって構成された粘質の生物膜の作用によるものであり、良質で安定した水が得られる。

**急速ろ過**: 原水を薬品により凝集沈澱処理して濁質物質をできるだけ沈澱池で除去したのち、急速ろ過池で 120~150m/日のろ過速度でろ過し、さらに塩素消毒を行う浄水方式である。急速ろ過池での浄化機能は物理的ろ過作用を主体とするため、濁質は効果的に除去できるが、細菌

の一部は通過し、アンモニア性窒素やマンガンなどの溶解性物質はほとんど除去できない。  
そのため、前塩素処理などの薬品処理を行うことが必要となる。

**凝集剤:**凝集剤は、正荷電を持つ金属水酸化物で、水中の微細な粒子(濁質)のもつ負荷電を中和し、粒子同士を引き付け合わせ、大きな固まり(フロック)にして沈降させるための薬剤である。水道では硫酸バンドとも呼ばれる硫酸アルミニウム、PAC(パック)とも呼ばれるポリ塩化アルミニウムが用いられている。凝集効果を高めるため、pH調整剤及び凝集補助剤を併用することもある。

**ジャーテスト:**回転数を制御できる数連の回転翼をもったジャーテスターと呼ばれる試験装置を用い、凝集・沈澱に最適な凝集剤添加量を決定する試験。凝集剤注入率を変化させて同様に試験を繰り返す。

**損失水頭:**管渠に水が流れるときに、管内面の凸凹との摩擦や、流入・流出及び、管断面の急拡・急縮、管の分岐・合流などにより失われるエネルギーを水頭(水圧を高さと表す)で表したものの。ろ過池の損失水頭の場合は、懸濁物質の充填ろ過材間隙内への抑留に伴い、ろ過材粒子間の水路(みずみち)が閉塞し、通水抵抗が増すことによる砂層内の静水圧の低下を水頭で表したものの。

**濁度:**水の濁りの程度で、精製水1リットル中に標準カオリン1mgを含むときの濁りに相当するものを1度(1mg/L)としている。原水濁度は浄水処理に大きな影響を与え、浄水管理上の最も重要な指標である。また、給水栓中の濁りは、給・配水施設や管の異常を示すものとして重要である。

**DMA:** District Metered Area の略語で、水道メータで給水量を測定・管理するために区切られた給水区域を意味する。区域を仕切弁で区切り、1点ないし複数点から水を流入させ、区域内で水を消費させる。流入側の親メータの水量(配水量)から、各戸に設置されている水道メータ使用量の総和(有収水量)を差し引くことで、区域内の無収水量(=配水量-有収水量)を算出することができる。

**配水ブロックシステム:**給水区域を配水池及び配水ポンプを核に、いくつかの配水区域に分割し、さらにその中を分割して、ブロックごとに水量及び水圧を管理するシステムをいう。配水区域の設定には、給水区域の需要の形態、地形条件及び地勢条件に配慮し、特に、標高差の大きいときは高区と低区に分離する。配水区域内の配水本管は管網を形成するのが望ましい。配水ブロックは、地形、地勢を考慮して適当な広さに分割し、配水支管網により各需要者に給水するが、必要に応じて増圧ポンプや減圧弁を設ける。また、異常時における給水の影響範囲を少なくするため、隣接する配水区域間や配水ブロック間は相互融通を可能としておくが望ましい。

**フラッシュミキサー:**凝集剤を注入した後、直ちに急速な攪拌を与えて凝集剤を原水中に均一に行き渡らせるための混和装置のことである。凝集剤が原水と反応して濁質粒子の荷電を中和する、いわゆる水和反応は短時間に終了するので、混和池の滞留時間は短くてよいが、その間に多量の攪拌エネルギーを投入する必要がある。攪拌方式として、フラッシュミキサーなどの機械攪拌方式と、水流を激しくぶつけ損失水頭を攪拌エネルギーに変える水流式がある。損失水頭が少なく、攪拌強度が自由に換えられる機械式が多く採用されている。

**フロック**：凝集剤の注入により、原水中の濁質は負荷電が中和されて反発力を失い、ファンデルワールス力により互いに吸着し、マイクロフロックと呼ばれる粒子塊を生じる。さらに、凝集剤の水和によって生じた水酸化アルミニウムなどの鎖状の高分子が、マイクロフロック同志を結合し、直径数ミリメートルに及ぶ大きな粒子塊を生じる。水分を多量に含み、フワフワして綿毛に似ているのでフロックと呼ばれる。フロックは、濁質そのものに比べ飛躍的に沈降性が向上するので、沈澱の前処理としてフロック形成が行われる。

**ポリ塩化アルミニウム (PAC)**：1960年代、日本で開発された無機高分子凝集剤。アルミニウムをあらかじめ加水分解重合させたもので、硫酸アルミニウムと比較すると、適正凝集 pH 範囲、適正注入率の許容幅、高・低濁時の凝集効果、アルカリ消費量、フロックの沈降速度などの面で有利である。凝集沈澱・ろ過後の処理水には、アルミニウムの一部が残留するが、適正な注入処理を行えば、残留するアルミニウムの量はごく微量である。

**硫酸アルミニウム**：凝集剤として広く用いられ、固形と液体がある。通称、硫酸バンド、または単に、バンドと呼ばれている。近年、取り扱いやすさなどにより、固形よりも液体が一般的に広く使用されている。液体硫酸アルミニウムは通常、酸化アルミニウムとして 8.0～8.2% 含有しているが、これ以上の濃度になると結晶が析出しやすくなる。

### 単位換算表

Pressure	MPa (N/mm <sup>2</sup> )	bar (Mdyn/cm <sup>2</sup> )	PSI (lbf/in <sup>2</sup> )	atm (Standard Atmosphere)
MPa (N/mm <sup>2</sup> )	1	10	145.04	9.869
bar (Mdyn/cm <sup>2</sup> )	0.1	1	14.504	0.9869
PSI (lbf/in <sup>2</sup> )	0.006895	0.06895	1	0.06805
atm (Standard Atmosphere)	0.101325	1.01325	14.696	1

### 外貨換算レート (2013 年 3 月)

1 PHP (フィリピンペソ) = 2.260 JPY (日本円)

1 USD (米国ドル) = 91.84JPY (日本円)



## 0. 要約

### 0.1 プロジェクトの目的ならびに目標

本プロジェクトの附帯先事業である「産業公害防止支援政策金融事業(Ⅱ)」(EISCP2)及び「環境開発事業」(EDP)では、上下水道を含め、フィリピン国の環境保全への寄与を目的に、フィリピン開発銀行(DBP)を通じ、環境分野における設備投資のための中長期資金の融資がなされている。

EISCP2の融資対象であるメトロセブ水道区(Metropolitan Cebu Water District: MCWD)から、特に無収水対策及び既存浄水場の能力強化を中心に、我が国の優れた水道運営・管理ノウハウを活用し、MCWDの上水道サービスを改善したいとの要望が出されたため、本プロジェクトにおいては、水道事業運営・管理、水質管理、無収水対策に関する技術支援を行うことにより、既往の円借款事業の効果増大に資することを目的として実施する運びとなった。

また、我が国の水道運営・管理は主に地方自治体又は地方自治体が設立した法人等が担っており、上記の技術支援は、同じ境遇を持つ自治体等が創設時から現在までの同様のさまざまな問題点を解決してきた経験を基に行うことが可能である。本プロジェクトにおいては、自治体等有する優れたノウハウの活用をさまざまな面から検討を行うものとした。また、MCWD以外の水道区においても、水道事業運営・管理ノウハウの活用に対する潜在的ニーズは強いことから、MCWDへの支援はフィリピンにおける我が国の水道運営・管理ノウハウ活用のモデルケースとして、今後、EDPから資金を借り入れる他の水道区への展開が期待されている。さらに、こうした取り組みは、我が国政府の「新成長戦略」の実現に資するものである。

メトロセブにおける生活環境改善および基礎的社会サービスの拡充を図ることを上位目標に位置づけ、MCWDの上水道運営・管理の改善による給水サービス等の拡充を通じたEISCP2の効果発現と他の水道区への波及効果によるEDPの効果的な実施促進が図られることをプロジェクト目標とする。

### 0.2 業務日程

本プロジェクトは、横浜ウォーター株式会社(YWC)が受託し、以下の日程で現地業務ならびに本邦研修を行った。

第1次現地業務	2012年 3月11日(日)～ 3月24日(土)	(14日間)
第2次現地業務	2012年 6月12日(火)～ 6月30日(土)	(19日間)
本邦研修	2012年 7月23日(月)～ 8月 3日(金)	(2週間)
第3次現地業務	2012年10月14日(日)～11月 1日(木)	(19日間)
第4次現地業務	2013年 2月 3日(日)～ 2月23日(土)	(21日間)

### 0.3 報告書内容

プロジェクトチームは、これまでに業務実施計画書、業務中間報告書をまとめ、国際協力機構（JICA）ならびにMCWDに報告した。第4次現地業務でMCWDに本プロジェクトの結果を報告するとともに、今後MCWDが継続して改善していくべき課題について協議した。その内容を含めてこの業務完了報告書にまとめた。

### 0.4 活動内容と結果

プロジェクトチームは、これまでに現地業務ならびに国内作業を通じて、MCWDにおける水道事業運営・管理全般、無収水率低減と24時間給水達成を目途に配水整備、地下水の水質改善と既存浄水場の処理能力強化について、現状MCWDが抱える課題を把握し、様々な問題解決に向けた検討と提案を行ってきた。

また、現地業務の間に、MCWD実務者が参加した本邦研修(2週間)を実施した。

#### (1) 浄水場の凝集沈殿池の急速及び緩速攪拌、整流装置の改良

MCWDのTisa浄水場には横流沈殿池から急速ろ過池と緩速ろ過池の双方へ沈殿処理水が流れている。通常の浄水処理では、凝集剤注入により十分原水と混合攪拌した後、緩速攪拌によってフロック形成を図り、フロックは沈殿池で効果的に沈殿・除去される。しかし、Tisa浄水場では、適正な凝集剤注入と注入後の攪拌が十分に行われていないためフロック形成がなされず、沈殿池での沈殿処理が行われないうまま、ろ過池に送られていた。この結果、ろ過処理に全ての濁質除去の負荷がかかっており、ろ過砂表面は定常的に逆洗浄をしても表面の泥層が除去できないままになっていた。

健全なるろ過を行うためには、沈殿池での濁質除去が必要となり、十分なフロックを形成させる必要がある。本プロジェクトでは、(a)適正な凝集剤注入率の決定、(b)フロック形成のための緩速攪拌装置の導入、(c)急速ろ過池の更生工事について、検討を行い実施してきた。

攪拌を行う方法については、現場の事情を考慮し、電力を使用しない上下迂流型攪拌装置を沈殿池前方に配置した。これは、廃材を有効利用した攪拌装置で製作費を極力安価にすることができた。本プロジェクト期間内では装置全体の四分の三までの完成であったが、沈殿処理濁度は装置を導入しない場合と比べて57%向上した。

攪拌には、適正な凝集剤注入が求められ、現場でジャーテストを行う指導を行い、機械式ジャーテスターがなくても人力でテストを実施できるようになった。ジャーテストの手法も「急速攪拌—沈殿」であったものを「急速攪拌—緩速攪拌—沈殿」に変えることによって、効率的な凝集剤注入率が得られることを体験した。また、急速ろ過池は築造から28年が経過するがその間、メンテナンスを一度も行っていないことがわかり、我が国で実施されている一連のろ過池更生作業を指導した。作業には作業用機械がないため、MCWD職員による人力での作業となったが、その一つ一つの作業が職員自らの創意工夫から実施された。

## (2) 高濃度の硝酸、鉄、マンガンの改善

Tisa浄水場の東南地区に硝酸の濃度が高い深井戸群があり、一部基準を超える状況であった。一方、Tisa浄水場処理水は硝酸濃度が低いため、現在の配水管網を使用して、この浄水場流出水を深井戸群の水と混和(希釈)させることで濃度の低減化を図る管網整備を計画した。

鉄・マンガン濃度が高い二つの深井戸では、2011年度の確認調査時の提案後から、酸化ろ過による実証プラントが建設され、本プロジェクトでその改良がなされた。

その他、本プロジェクトでの協議の末、水質検査体制が見直され、残留塩素、硝酸について給水管の検査地点が増えた。本プロジェクトを通じて、市民に安全な水を供給するための意識がさらに高まったと言える。

## (3) 無収水率低減と24時間給水のための配水整備に向けて

高い無収水率にあるDMAならびに24時間給水が達成できていないDMAから、モデルDMAとして各3区域を抽出した。

MCWDの配水管網では樹脂管が多く使用されている。これまでの漏水探知機は人が漏水音を感知するもので水圧がある程度高く、鉄管に生じた漏水に対して有効に働くが、水圧の低い樹脂管からの漏水の発見は難しいものであった。本プロジェクトでは、携行機材(レンタル品)として、樹脂管の漏水探知に長けている漏水探知機を搬入し、モデルDMAにおいて漏水調査を実施した。モデルDMA内において、58.8%、39.8%、34.0%であった無収水率は、2012年12月または2013年1月までの半年間の漏水調査と漏水修理で、それぞれ、47.5%、7.8%、21.3%へ減少した(平均-19ポイント)。MCWDの全体の2012年度の無収水率は25.2%である。

本プロジェクトでは、この間、MCWDの既存の漏水調査計画と管路更新計画に対し、改善提案を行った。これまで、MCWDは、DMAを基に漏水調査地域(ポリゴンメッシュ)を選定していたが、YWWBで採用している漏水調査メッシュ(500m×500m)を新たに導入することを決定した。また、管路更新計画の優先度を評価するため、この漏水調査メッシュ内に漏水箇所をプロットし、そのメッシュ内の漏水箇所数から漏水集中路線を特定し、管路更新計画に反映させることを決定した。

MCWDでは、2012年度から、主要更新管路はPVC管からDIPに変更するという重大な決定を下した。2011年度の幹部による本邦研修以来、高価であるが耐久性に富み、漏水発生率が低いDIPに対して、強い関心を持っていた。本プロジェクト内での協議ならびに本邦研修を通して、DIPの採用を決めたことは、MCWDの無収水低減対策が着実に進み、MCWD2020PLANで設定した2020年度の無収水率15%の目標に届くものと期待される。

MCWDの給水平均時間は23.15時間であるが、24時間給水が達成されている地域が多い中、DMAの区域設定上、高台の地域では24時間給水が実施されていない。本プロジェクトでは、24時間給

水ができない理由を議論し、解決するための対策をどのように実施していくかについて、2つのDMAについてまとめることができた。

今後、MCWDは給水区域拡大を目指しているため、24時間給水を第一に考え、どのように水道計画・配水計画を立てていくかについて議論を交わした。

#### (4) 管路研修施設の導入に向けた基本概念形成、簡易設計

管路研修施設については、MCWDにおいて優先度の高い要望であり、予め、建設予定地を確保してあったことにより、建設に向けた現実性は高く、また、MCWD内での関連する議論は円滑に進んでいった。

2011年度にMCWD幹部の本邦研修が実施され、YWWBの管路研修施設を使用した研修を実施した。本プロジェクトにおいて、実務者の本邦研修を実施し、管路研修施設での研修を体験したことにより、施設の設計に向け、機能や構造について深く理解された。帰国後、簡易設計書が作成され、その後、詳細設計ならびに工事積算書も作成された。予定地にて詳細設計図を基に議論し、多くの改善提案が出された。本施設の敷地面積は約2,000m<sup>2</sup>で、漏水調査エリア、給水管接続エリア、配水管接続(漏水修理)エリアで構成され、座学施設と倉庫が併設される。

管路研修施設の漏水調査施設は、設計よりも施工が困難である。漏水音の再現は非常に困難で、この施設で特訓が行えなければならぬため、簡単な漏水音から熟練者でも発見が難しい漏水音の再現まで、試行錯誤しながら工事に取り組むことを期待している。

#### (5) 水道事業運営全般に関する課題の抽出

MCWDにおける水道事業運営全般、ならびに、水道料金徴収の現状と課題の抽出を行い、それらに関する提言を行ってきた。

また、本プロジェクトでは、家庭用の利用者、民間水道事業者の存在を踏まえた顧客サービスや満足度向上に向けた方策の検討、ならびに、経営・財務体質強化に向けた改善案の検討を行った。加えて、市民による水道サービスに対する適正な理解を促進するための広報強化の方策の検討を行ってきた。

これらの課題抽出や検討の中で、YWWBの経験を基に様々な提案を行ってきた。相互に、歴史と地域性の差があり、YWWBの経験すべてが有効であるとは言えないが、MCWDからは多くの点で興味を持ち改善に向けた取り組みが見られた。

#### (6) 業務指標(PI)導入に向けた検討

日々行われている職員個人の業務や作業は、MCWD全体で文書、マニュアルや報告書という形で共有することにより、また、職員同士が他者の業務や作業を理解することにより、自然に組織全体でチェックがなされ、そこから、疑問が発生すれば、その解決に向けて、自らが改善を行うことになり、組織の向上につながっていくと考える。

これらを、実際に行うためには、業務指標(PI)により数値的に状況を把握することで、組織の方向性を診断することができることから、これらの改善に向けたPIによる評価を検討した。これ

らのPIは、施設や装置のようなハード面を導入することだけを評価するものではなく、職員個人や組織全体の能力を評価するものであり、怠ることによって評価値が低くなる性質がある。古いデータの検索は難しいと思われるが、これからの組織強化のために、本プロジェクトでMCWDならびに他の水道事業体の評価を行うツールとして、MCWDならびにその他の水道区に対して提案したものである。

- 1) 文書化率(%)：全計画・事業に対し、完全な文書の体系になっている計画・事業の率
- 2) マニュアル化率(%)：全作業に対し、完全なマニュアルが整備されている作業の率
- 3) 人事異動率(%)：全職員の内、評価期間内に人事異動で他部門へ異動した人の率
- 4) 人事異動回数(回/人)：全職員の内、職員が人事異動した回数の全職員の総数
- 5) 職員提案率(数/人)：全職員の内、評価期間中に職員より提出された提案の総数

## 0.5 プロジェクトでの課題・工夫・教訓

本プロジェクトでは、プロジェクトチームがMCWD職員と同じサイドから、また、同じ視点に立ち、これまで経験してきたYWWBの水道事業を照らし合わせて、MCWDの水道事業における問題点や課題について、議論してきた。

維持管理については、我が国で当然のごとく実施されていなければならないことが、当地においては、なされていないこともあり、それらを紹介することで彼らへのヒントとなり、日本で経験してきた背景を理解し、導入の必要性を理解させることが重要である。法律、習慣、風土の違いから、我が国で実施してきている全てが、当地において有効であるかは定かではない。しかしながら、それらの問題や課題について、解決できそうな経験を持っていたり、見たり、聞いたりしていることは、アドバイスには十分である。

また、水道事業体では、維持管理の多くを委託作業にて外部に発注している。当初は水道事業体の職員が人力で作業していたものであるが、その後、外部委託し、専門の民間会社が省人力化による機械化で効率よく作業を進めるノウハウを確立してきた経緯がある。プロジェクトチームでも基本のノウハウは当地で紹介できるが、専門の民間会社に頼るところも多くある。今後は、民間会社との連携で、当地に適した技術の導入を図っていくところになるであろう。

## 0.6 上位目標の達成に向けて

水道事業の成熟は、上水道の水量の確保から始まり、24時間給水が達成されると、水質に関心が向けられる。水質は、その国の水質基準により遵守されるべきであり、いかなる場合も基準を超えてはならない。水質の安全性を確保するためには、良好な原水が求められ、汚水により汚染されることのないよう、下水道整備の充実が図られるものである。

水道の始まりは水量の確保であり、24時間給水の完全実施が絶対である。水質の安全性は、間欠給水の状態では期待できない。また、水質(水量、水圧)は、SCADAによる常時監視がなされなければ、自信を持って安全な水を供給しているとは言えない。

フィリピン国第二の都市であり、世界中からも多くの観光客が訪れる観光都市セブにおいて、「水安全宣言」が発表され、安全、安心な水環境を構築されることを強く望む。

また、本プロジェクトでの活動が、MCWD以外の水道区に対しても、それぞれの水道事業へのヒントとなり、フィリピン国、ならびに、東南アジア各国における水環境の改善につながることに期待する。

## 1. プロジェクトの概要

### 1.1 プロジェクトの背景・経緯

フィリピン国では大統領令第198号等に基づき、各地域に設立された水道区や地方自治体が上下水道サービスを提供しているが、上下水道整備の遅れ、不安定な給水、劣悪な水質、高い漏水率、水道区の脆弱な経営・財務状況等様々な課題がある。本円借款附帯プロジェクト(以下「本プロジェクト」という。)の附帯先事業である「産業公害防止支援政策金融事業(Ⅱ)」(EISCP2)(1999年度承諾案件)及び「環境開発事業」(EDP)(2008年度承諾案件)では、上下水道を含め、フィリピン国の環境保全への寄与を目的に、フィリピン開発銀行(DBP)を通じ、環境分野における設備投資のための中長期資金の融資がなされている。

EISCP2の融資対象の一つであるメトロセブ水道区(Metropolitan Cebu Water District: MCWD)は財務的に比較的優良な水道区であり、配水管整備等事業が実施されているものの、これまでに行われた確認調査(「メトロセブ上水道事業運営・管理現状確認調査」(2011年3月))等によると、依然高い無収水率や劣悪な水質、不十分な給水サービス(24時間給水地域の限定)、地下水に代わる水源開発の必要性、表流水を水源とする既存の浄水場の能力発揮不足等が課題となっている。このような状況に対し、上記確認調査時および、その後に行われた本邦研修(「メトロセブ上水道事業運営・管理研修」(2011年7月))を通して、MCWDからは、特に無収水対策及び既存浄水場の能力強化を中心に、我が国の優れた水道運営・管理ノウハウを活用し、MCWDの上水道サービスを改善したいとの要望が出されてきた。

かかる背景のもと、本プロジェクトは水道事業運営・管理、水質管理、無収水対策に関する技術支援を行うことにより、既往の円借款事業の効果増大に資することを目的として、本案件を実施する運びとなった。

また、我が国の水道運営・管理は主に地方自治体又は地方自治体が設立した法人等(以下「自治体等」)が担っており、上記の技術支援は、同じ境遇を持つ自治体等が創設時から現在までの同様のさまざまな問題点を解決してきた経験を基に行うことが可能である。本プロジェクトにおいては、自治体等が有する優れたノウハウの活用をさまざまな面から検討を行うものとした。また、MCWD以外の水道区においても、水道事業運営・管理ノウハウの活用に対する潜在的ニーズは強いことから、MCWDへの支援はフィリピンにおける我が国の水道運営・管理ノウハウ活用のモデルケースとして、今後、EDPから資金を借り入れる他の水道区への展開が期待されている。さらに、こうした取り組みは、我が国政府の「新成長戦略」の実現に資するものである。

### 1.2 プロジェクトの目的

メトロセブにおける生活環境改善および基礎的社会サービスの拡充を図ることを上位目標に位

置づけ、MCWDの上水道運営・管理の改善による給水サービス等の拡充を通じたEISCP2の効果発現と他の水道区への波及効果によるEDPの効果的な実施促進が図られることをプロジェクト目標とする。

### 1.3 プロジェクトの方針

本プロジェクトの方針として、MCWDに対し、水道事業運営(経営)、配水システム・漏水対策、浄水・水質に関し、我が国の水道事業運営の経験、技術、ノウハウを活用し、MCWDの水道事業運営の現状と課題を分析すると共に、解決策の提案を行い、今後のMCWDの水道事業運営の改善に結びつけるための技術支援を行うとともに、MCWD職員向けの本邦研修を実施し、技術移転を行った。各業務項目を以下に、業務実施のフローを図1-3-1に表す。

#### 1.3.1 水道事業運営・管理全般(水道事業経営含む)

- (1) 経営・財務体質の現状と課題の抽出
- (2) 顧客サービスの現状と課題の抽出
- (3) 広報の現状と広報強化策の検討
- (4) 組織運営・職員意識等の現状と課題の抽出
- (5) 日本の水道事業運営ノウハウの適用を通じた改善策と業務指標(PI)導入に向けた検討

#### 1.3.2 無収水率低減と24時間給水のための配水ブロックの整備(配水システム・漏水対策)

- (1) 既存DMAから配水ブロックシステムの構築に向けたモデルブロックの選定
- (2) 管網及び付帯設備(仕切弁、消火栓等)の整備と漏水量測定、漏水調査の指導の実施
- (3) 近隣DMA集合体と配水池(高架水槽等)からなるブロックを形成するための、管網計算による最適な配水管網の構築に向けた検討
- (4) 既存漏水調査計画を基づく新規計画の策定支援
- (5) 新規漏水調査計画でのモデルブロックにおける漏水調査
- (6) ブロック間及びDMA間の緊急時(事故時)バックアップの検討
- (7) 老朽配水管更新計画の作成支援
- (8) 既存地理情報システム(GIS)から総合マッピングシステムへの移行の検討
- (9) 管路研修施設の導入に向けた基本概念形成、簡易設計の検討

#### 1.3.3 地下水源からの給配水の水質改善と既存浄水場の処理能力強化(浄水・水質)

- (1) 既存浄水場の凝集沈殿池の急速及び緩速攪拌、整流装置改良の検討
- (2) 既設急速ろ過池の改良の検討
- (3) 既設浄水場流出系統の管網解析と整備案の検討
- (4) 水質基準を超える鉄・マンガンを含む地下水における除鉄・除マンガンの方策の検討
- (5) 地下水水質の現状と課題、現在講じられている水質改善策の把握
- (6) 水質検査、凝集剤注入率設定等の現状と課題の把握と改善案の検討

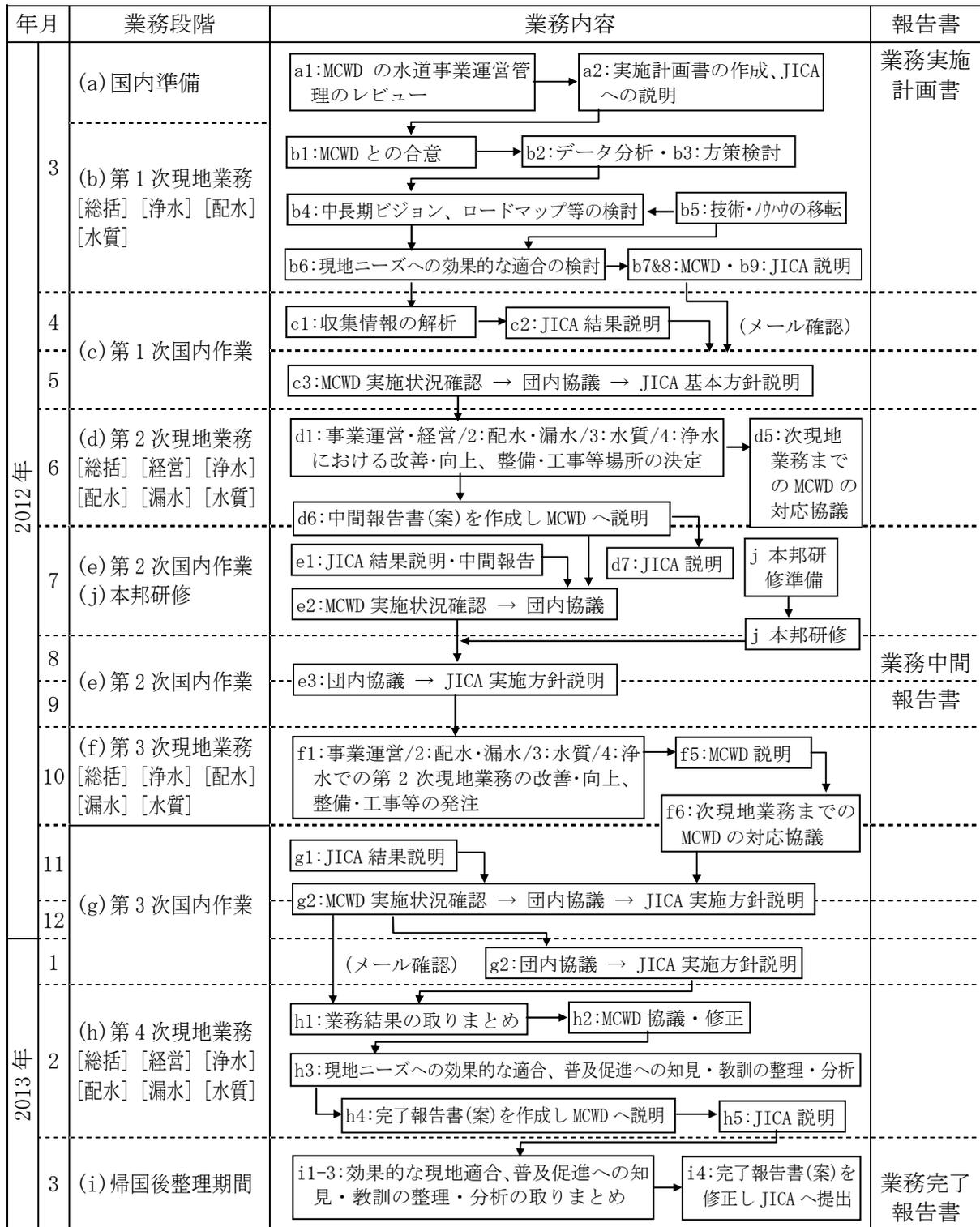


図 1-3-1 業務実施のフロー

#### 1.4 プロジェクトの対象位置

本プロジェクトは、MCWDの給水区域となるフィリピン中部のビサヤ地域に位置するセブ州内の

Cebu City (セブ市)、Mandaue City (マンダウエ市)、Lapu-lapu City (ラブラブ市)、Talisay City (タリサイ市)、Compostela Municipality (コンポステラ町)、Lilo-an Municipality (リロアン町)、Consolacion Municipality (コンソラシオン町)、Cordova Municipality (コルドバ町)の4市4町(図1-4-1右の緑色内)において実施した。



図 1-4-1 プロジェクト対象位置(右図緑色内)

### 1.5 現地業務日程及び本邦研修

第1次現地業務	2012年 3月11日(日)～ 3月24日(土) (14日間)
	総括・浄水・配水・水質 4名
第2次現地業務	2012年 6月12日(火)～ 6月30日(土) (19日間)
	総括・経営・浄水・配水・漏水・水質 6名
第3次現地業務	2012年10月14日(日)～11月 1日(木) (19日間)
	総括・浄水・配水・漏水・水質 5名
第4次現地業務	2013年 2月 3日(日)～ 2月23日(土) (21日間)
	総括・経営・浄水・配水・漏水・水質 6名
本邦研修	2012年 7月23日(月)～ 8月 3日(金) (2週間)
	配水コース・水質コース 10名受入

## 2. 活動内容

本プロジェクトはMCWDの水道事業運営(経営)、配水システム・漏水対策、浄水処理・水質管理に関し、我が国の水道事業運営の経験、技術、ノウハウを活用し、MCWDの水道事業運営の現状と課題を分析すると共に、解決策の提案を行い、今後のMCWDの水道事業運営の改善に結びつけるための技術支援を行うものである。また、MCWD職員向けの研修を行い、技術移転を図ることを活動方針としてきた。

以下に、2.1 水道事業運営・水道事業経営含む管理全般、2.2 無収水率低減と24時間給水のための配水ブロックシステムの整備、2.3 地下水源からの給配水の水質改善と既存浄水場の処理能力強化、ならびに、2.4 本邦研修における活動内容を記す。

### 2.1 水道事業運営・管理全般(水道事業経営含む)

MCWDの水道事業運営全般の現状と課題について、2.1.1 経営・財務体質、2.1.2 顧客サービス・顧客満足度、2.1.3 広報、2.1.4 組織運営・職員意識、2.1.5 水道事業運営全般の改善策等に注目して抽出し、改善策の検討と提言を行った。なお、「Corporate Plan 2013」にあるデータはここでは記載しないため、添付資料を参照のこと。

#### 2.1.1 経営・財務体質の現状と課題の抽出

##### (1) 経営計画

MCWDでは、財務諸表を掲載した単年度の「Annual Plan」を毎年策定してきているが、本プロジェクト期間中に、より長期(2020年まで)の経営計画である「2020PLAN」を策定し、近く公表予定(2013年初旬)である。

この経営計画は、水道給水普及率の向上、24時間給水の実現、漏水率の低減など、MCWDの目指すゴールを達成するために求められる2020年までの取り組みや指標を示したものとなっている。また、MCWD内の各部署への周知徹底を図るため、計画で示された目標数値を年度に落とし込んだ「Corporate Plan」の策定や、ポスターの作成・掲示などを行っている。

課題とされていた中長期の経営計画の「柱」が策定されており、さらに計画の目標値について、毎年度の事業計画に落とし込み、予算・決算時等に計画の進捗状況も把握しているなど、進捗が図られている。今後、中長期計画の職員間における共有の徹底と顧客に対する経営状況の情報公開という側面での広報が求められる。

以下は、「2020PLAN」の主なポイントである。

##### (a) カバー率<sup>\*1</sup>の目標設定

2011年：39.28% → 2020年：66%

##### (b) 業務用シェア拡大に向けた目標設定

カバー率<sup>\*1</sup>： (家庭用) 2011年：32% → 2020年：60%  
(業務用) 2011年：42% → 2020年：80%

料金収入比率：（家庭用）2011年：99.5% → 2020年：70%  
（業務用）2011年：0.5% → 2020年：30%

\*1 カバー率=1日の水供給量/1日の水需要量×100

年間事業計画である「Corporate Plan 2013」（事業年度は1月から12月）には、「2020PLAN」で掲げた目標値を達成するための当年度目標値が示され、「料金収入」「給水戸数」等の目標値は月単位の目標にまで落とされている。

本プロジェクトにおいて、中長期経営計画の職員間における共有の徹底と顧客に対する経営状況の情報公開の必要性について提言を行ったところであるが、これについての取組についてMCWDに確認したところ、2013年度は市民への広報を行うことよりも、職員へのマインドセットを強化することのことである。「Corporate Plan 2013」の中で「目標達成に向けたマインドセット」について述べられており、「2020PLANの達成はリーダーだけでなく、職員一人ひとりの取組にかかっている」とし、組織一丸となって目標達成するため、将来像の共有や目標達成に向けた戦略についての説明会(セミナー)を実施し、目標達成に向けた職員一人ひとりの責任や貢献についての意識向上を図るとしている。

その他の経営に関する現状として、MCWDでは、業務指標(PI)による経営状況の把握に努めている。すでに実施している調査(顧客意識調査)やDATABOOK、「2020PLAN」で目標数字を挙げているが、他に有効であると考えられる指標についてMCWDの全ての部署でPIについて検討し、PIの抽出を行った(2.1.5にて詳述)。

また、事業の直営・委託の検討を表2-1-1、表2-1-2の通り行っており、経営のスリム化に努めている。

表2-1-1 現在の直営事業と委託化状況

	Direct Management	Outsourcing
Facility designing, Planning, Construction	Less than 50,000,000 PHP	50,000,000 PHP or more
O&M of Tisa WTP	Carrying out, currently	Planning in future.
Maintenance of water pipes	Carrying out, currently	Planning in future.
Distribution of payment voucher	Carrying out, currently	Replacement of retirees is not replenished. Outsourcing in stages.
Cleaning services	Carrying out, currently	Replacement of retirees is not replenished. Outsourcing in stages.
Water meter reading	Carrying out	No plan
Water tariff collection	Carrying out mainly.	Water charge payment window that is located in the banks and supermarket has already been commissioned.

表2-1-2 委託化を検討している業務

Business	Work/Operation that is planning to outsourcing
Install and Sustain the Infrastructure	- Land Acquisition - Survey & Design
Operate and Maintenance	- Road Restoration - Fabrication of fittings - Septage & Sewerage management
Service Customers	- Call Center - Installation - Reconnection - Disconnection
Business Support	- Buildings, grounds & facilities Maintenance - Carpentry works - Transportation & Equipment Maintenance - Dental & Medical Examination - Psychological Testing for applicants - Equip/material testing - IT hardware maintenance - IT Systems Development

出展：Corporate Plan 2013

## (2) 水道料金

水道事業経営の重要な原資である水道料金について、第2次現地業務において調査を行い、特筆される点について、以下にまとめた。

- ◆料金の決定方法は、国の最低所得調査やパブリック・ヒアリングを行った上で案の策定を行い、その後、MCWD 議会に諮った上で、LWUA (地方水道公社) で決定される。2004 年から 2005 年に掛けて 10% の値上げを、2005 年から 2006 年に掛けて再度 10% の値上げを実施したが、それ以降、値上げは実施されていない。
- ◆LWUA において、現行から 60% 以上の値上げをすることは制限されているが、過去にそこまでの値上げを行ったことはない。
- ◆2011 年、60 歳以上の住民は交通・病院・薬など全て 5% 割引とする法律が施行された。それに伴い、水道使用登録者が 60 歳以上の場合、水道料金も 5% 割引をしているが、政府からの補填はない。なお、これに限らず、その他、全てに対し政府補助はない。
- ◆他行政の水道使用に対し、その支払いは行われぬ。一例として、消防用水、消防訓練用水についての使用料金は支払われぬ。また、MCWD は地下水に変わる水源確保としてダム建設を計画しているが、MCWD 単独での建設を実施するしかない状況である。過去、何度か働きかけはしているが、理解を得られない。

既に確認調査時に把握できているように、消防用水と消火栓設置・維持管理費の負担など、他会計からの繰り入れがない一方で、60歳以上の住民への割引(補助)が国から求められている。

水道料金の値上げが難しい状況で、持続可能な水道事業経営を続けるためには、国や他行政への補助金要請の協議は、継続して検討すべき課題である。LWUAと一体となった協議の実施などについて行う必要がある。

### (3) 競合する民間水道事業者の状況

MCWDの給水人口ベースでの水道普及率(供給人口/供給エリアの全人口×100)は約56%であり、その他約44%の水供給実態の把握が課題となっている。MCWD担当者によると、未普及エリアの内訳で最も割合が大きいものは「自家井戸」、次いで「民間水道事業者」、「トラック運搬給水」、「河川、沢水、泉からの直接取水」となっている。

民間水道事業者の実態把握のため、MCWDの未普及エリアで水道事業を担っている企業(PWRI社副社長)へヒアリングを実施した。要点は以下のとおりである。

- ◆PWRI社は、MCWDの供給エリア内での民間水道事業者大手3社のうちのひとつ。
- ◆SMモール(大型スーパーマーケット)、コカ・コーラ社、ホテル等に供給している。
- ◆水道料金はMCWDより低く設定している(31m<sup>3</sup>/月以上使用の場合、MCWDは48PHP/m<sup>3</sup>だが、PWRIは35PHP/m<sup>3</sup>)。
- ◆MCWDの未普及エリアである小さな集落(5~6グループ)から要望があり、井戸を掘削し、水道水として供給しているが、顧客の水道料金の支払い状況は芳しくない。
- ◆集落がMCWDの配水管から離れていることで、MCWDの配水管から分水して受水させてもらう際に、MCWDへ支払う配管接続料金が、集落への水道料金設定に対し、かなり高額である。
- ◆MCWDと比較すると、大手3社と言われる民間水道事業者でも、シェアや給水量はMCWDの数%(PWRIは約2~3%)である。MCWDから見ると、顧客を取り合う敵対関係とは言えない。特に、海水淡水化のRO膜処理水をMCWDに用水供給しているMactan ROCK社は、むしろMCWDをMactan ROCK社の顧客として認識している(MCWDへの用水供給量：バナワ地区2,000m<sup>3</sup>/日、マクタン島5,000m<sup>3</sup>/日)。
- ◆PWRI側からは「MCWDは水質・水供給量の安定について高いレベルで対応している」と認識している。

競合する民間水道事業者は、MCWDと比較すると水道料金が低く設定されている。全体のシェアはMCWDに比べ数%とはいえ、大型商業施設を顧客にするなど、今後、2020PLANに示されているとおり、業務用を拡大していく計画を立てているMCWDにとっては、その面では競合会社といえる。

業務用顧客拡大の成功の可否は財務体質強化に直結するともいえる。業務用顧客に対する料金設定の検討や支払いの利便性など満足度の向上に取り組むとともに、MCWDの大きな強みである良好な水質・安定した水供給量、また高い顧客サービスをアピールするなど、差別化して売り込んでいくことが求められている。

ただし、家事用で比較した場合は競合とは言えず、未普及エリアをカバーしている協力会社とも言える。この面では、民間水道事業者とより連携を密にすることで、セブ州4市4町に対し効果的な給水サービスを図れる可能性があるのではないと思われる。

合わせて、今後も引き続き、未普及エリアの水供給実態の調査と、民間水道事業者の実態把握を行うための情報収集を行うことが必要である。

## 2.1.2 顧客サービスの現状と課題の抽出

### (1) 業務用顧客の意識

2020PLANにもあるように、今後シェア拡大のターゲットとしている業務用顧客のニーズ等を把握するため、現在MCWDの大口顧客となっている企業や大型住宅の (a)大型スーパーマーケット(ショップワイス社)、(b)高級マンション(パーシモン・レジデンス)、(c)不動産業(メガワールド社)へのヒアリングを行った。

- ◆食料品を扱っているスーパーマーケットでは、MCWDの給水水質に大きな信頼を置いており、他の民間水道事業者と比較した結果、料金は若干高いものの、前者の理由によりMCWDにした。なお、同社では、トイレや清掃用の水は、敷地内のタンクで貯めた雨水を利用しており、雑用水利用により、コスト縮減を図っている。
- ◆断水が発生する際、テレビやラジオによる予告アナウンスがあり、それに対処する時間が確保できるので不便さを感じない。
- ◆給水申し込みから開設までのスピード、トラブル時の対応と迅速さ、水質などに関し、MCWDのサービスレベルには3社とも満足している。
- ◆支払いの利便性については、銀行振り込み等を要望する声が聞かれた。
- ◆災害時等の給水がどうなるのかを心配する声があったことから、給水訓練の実施等をMCWD側と協議することを提言した。

業務用顧客にヒアリングをした結果、MCWDに対する評価は良好であった。顧客の満足度は一定程度満たされているようである。

しかし一方で、他民間企業と比較した場合の若干の料金の高さや、銀行振り込み等支払いの利便性、断水時の防災トレーニングなど、要望も多く寄せられた。これらについては、MCWDにフィードバックするとともに、今後、業務用利用者に対する意識調査の実施と、そこで得たニーズを事業に反映させるなど、確実に新規の業務用顧客を獲得するための取組みを実施することが必要ではないかと提言した。

業務用顧客拡大の成功の可否は、財務体質強化に直結するともいえる。MCWDの大きな強みである良好な水質・安定した水供給量、また高い顧客サービスに対するアピールなど、差別化して売り込む策の一つとして、経営企画部(CPD: Corporate Planning Department)において、業務用顧客に対して積極的な売り込みを実施している。

「Corporate Plan 2013」の中では、積極的な営業の展開のため、部署の組織再編も検討しており、現在は広報部(PAD: Public Affairs Department)と給水接続部(SCID: Service Connection & Installation Department)においても、市場調査や営業を実施しているため、組織再編を計画しているところである。

計画の中では料金設定の見直しについても触れられており、大口顧客を獲得するための料金設定として、最初の30m<sup>3</sup>/月の単価を上げ、逡増率を下げるなどの策を計画している。

## (2) 水道メータ検針

MCWDの水道メータ検針作業は直営で行われており、検針員は現在18名在籍している。MCWDには約135,000の水道メータが設置されている。検針間隔は1か月間隔で実施されており、1か月内の検針可能日数を平均22日で検針する場合、1人1日約340メータを検針することになる(我が国では約250~400)。検針業務には2004年からハンディ・ターミナルを用いている。



MCWDの給水方式はStub-Out(集中給水栓取出し)と呼ばれ、1箇所の給水栓取出し部で数個から二十数個の水道メータが並び、素早い検針を可能としている。また、水道メータの並び順に検針コードを入れておくなど工夫を図り、1つの水道メータを5~6秒でチェックできており、検針スピードはかなり早い。漏水箇所の発見、水量の増減があった場合、報告書を本庁舎1階に設置されているアクションセンター(相談係)に提出し、対応を図っている。

検針員は全員、職員認識票(ID)を必ず装着し、揃いのユニフォーム(上着のみ共通)を着用して検針業務を行っている。検針の際、顧客の敷地内に入る際も丁寧に声がけをするなど、礼儀正しい対応をしている。自らの担当エリアでの水道メータ配置地図なども作成し、引継ぎの際にすばやい対応ができるようにしている。

業務用顧客の大口径の水道メータ検針では、鋼製の二重蓋になっており、一人では対応しきれず、二人がかりになる場面が散見できた(右写真)。現状より効率的に検針するためには、メータボックスと蓋の構造について早急な検討が必要である。



## (3) 料金徴収及び給水停止

MCWDの料金徴収は水道メータ検針を毎月行っているため、毎月徴収することになっている。YWWBでは、通常2か月間隔での検針・徴収を基本としており、業務用使用者などで月間使用量が多量になり、使用者から申請があった場合、例外的に1か月間隔での検針・徴収としている。これは、水道メータ検針に基づく料金請求には、一回ごとに人件費や郵送料などの経費がかかることから、経費を節減するために、検針間隔を2か月間隔にしている。一方、MCWDでは、1か月間隔での検針・徴収とする理由として、貧困層が多く、2か月分の料金徴収だと支払いきれない顧客が多くなる懸念があるためとしている。

料金支払票は、委託された配送業者が各戸に配布している。料金支払票は、バーコードで情報を読み取れるようになっており、裏面には給水停止に至るまでの注意書きが、こと細かく書かれている。

MCWDでは、YWWBにはない、水道料金を期日までに支払いたくなる制度を実施している。水道料金の期日前支払いには、請求額は5%割引を適用しているが、期日後の遅延支払いには15日毎に

請求額の2%が課金される。5%割引と2%課金では、大きな差があり、顧客は支払い期日を越さないよう、仕事を途中抜けてまで支払いに来ている。

料金支払いでは、MCWD本庁舎1階に料金支払センターがあり、受付時間7:30から16:00までに、多い日には約6,000人が支払いに来所する。支払締め切りが近い日には相当混雑している。

受付窓口は9口あり、銀行のように受付札をとり、番号順に呼ばれる。待合席は十分にあり、窓口対応は1人1分以内に完了している。しかしながら、それ以上に来所者が多く、必然的に待ち時間は長くなっている。支払窓口は、MCWD本庁舎1階の料金支払センターの他、4か所の分庁舎で対応しており、全て直営で運営されている。MCWD直営の支払窓口(写真上)の他、外部委託されている銀行の料金支払い窓口が17箇所、ショッピングモールや大型スーパーマーケットなどにある料金支払い窓口(写真下：大型ショッピングモール)が22箇所あり、どちらも、今後、拡張していく予定である。



将来的には、顧客の利便性を図ることはもとより、MCWDの料金徴収の効率性を高めるために、銀行口座引き落とし、インターネット・バンキング、クレジットカード支払いについても検討していく予定としている。

現状の料金支払票のみの支払方法であることから、窓口での混雑は避けられない。その点を考慮し、MCWDが料金支払窓口の拡充に取り組んでいることは評価できる。近い将来では、直営支払窓口での混雑緩和につながるとともに、外部委託化を進めていくことにより、将来的には直営支払窓口自体の削減も期待できる。

銀行自動引落としやクレジットカード支払いの必要性と経営の効率化についても認識しており、拡充に取り組んでいる。特に、今後、シェアを伸ばそうとしている業務用顧客からは、現段階でも上記の支払いを希望している企業が多くあり、導入の要望も高いため、早期の拡充が望まれるところである。

料金未払い顧客に対する給水停止までの流れは、我が国の対応からすると、非常に厳格な対応をしている。YWWBのケースでは、検針サイクル(1サイクル2か月)が3回目となる6か月後まで未納が続く場合にはじめて停水となる。MCWDでは、検針サイクル(1サイクル1か月)が2回目の2か月目から1週間経過すると停水となる。期日前支払いには5%の割引をしている一方で、未納が続く場合は、支払い期限を15日経過するたび2%の課金となされる。さらに、給水停止をしても支払いがない場合は、料金課が支払督促状を送り、なおかつ、それでも払わない場合は法制課が最終通告を送り、法的な措置を取る案件となる。YWWBでは期限超過に課金はないが、停水手続きに人件費が発生していることから、スタディケースとして参考となる。なお、水道料金の未納率は約5%

で、平均すると給水停止の顧客は毎月約300件程度である。

停水措置までの期間が短いことは、後述する新規顧客に対するオリエンテーション・セミナーにおいて、MCWDの水道給水企業としての義務と顧客の料金支払いの義務について、事前に十分な説明がなされているためである。新規顧客は、未納による停水を十分に理解したうえで契約することでMCWDと給水契約を行っている。

料金支払い窓口の拡充や利便化については、本プロジェクトでの提言のほか、MCWD自ら改善を進めている分野であり、既に一步進んだ取組みがなされていた。2012年12月から、MCWDのウェブページ上で支払い確認ができ、料金支払票が印刷できるシステムを導入している。顧客は、顧客番号と氏名、もしくは顧客番号と水道メータ番号を入力することで、このシステムにアクセスすることができる。これには、新聞等を使い、実施について広く広報している。

まだ導入したばかりで、その効果は今後の検討事項であり、今まで送付していた料金支払票とのダブルスタンダードという課題はあるが、いずれはウェブページからインターネット・バンキング等に接続し、自動決済が行えるシステム構築を検討している。まだ実現には時間がかかるようであるが、利便化に向けた大きな第一歩と言える。

なお、携帯電話やパソコンが使えない顧客に対しても、直接窓口で支払いができるよう、窓口拡充策は続ける予定であり、近年多く開設され始めたコンビニエンスストアも拡張対象として検討している。

#### (4) 顧客の声の取扱共有

MCWDでは、CS(Customer Service：顧客サービス)を一元化できるよう、料金徴収・給水停止を担う部署と、料金支払票を発行する部署、広報・広聴を担当する部署を一つの部に再編している。その再編の中で実施している取組みの一つとして、顧客の声の取り扱い一元化がある。各部署で得た顧客の要望や対処が必要な事項などをアクションセンター(相談係)に集約し、対応する部署に迅速に情報提供ができるようにする、というものである。

今後、顧客対応の向上を図るためには、情報提供するだけでなく、各部署がどのような対応をしたのかまで集約する必要があるのではないかと提言した。

#### (5) オリエンテーション・セミナー

MCWDでは、給水開始を希望する顧客との間で、給水契約前に水道供給者と受給者との関係を築く取組みとして、オリエンテーション・セミナーを開催している。これは、毎週水曜日と土曜日にMCWD本庁舎ならびに分庁舎で開催されている。写真右は、第2次現地業務期間中に行われていた水曜日のMCWD本庁舎でのセミナー風景である。

開催内容は、新規の給水契約(水道メータ設置)を希望する顧客に対し、受講を課すもので、約3時間程度のセミナーを行っており、水源や水道事業の大切さ、節水、支払いのルールまで、資料等を配布し、最初に全ての重要事項について周知させ



ることを目的としている。これらの説明は、写真右のように水道メータの仕組みを説明しているが、プレゼンテーション能力の高い職員が実施しており、水道に対する知識の薄い顧客に対し、分かりやすい内容、言葉で説明を行っている。



MCWDは、企業としての給水契約義務を説明するとともに、顧客にも受水の権利だけではなく、水道メータ管理や支払期限等の義務が発生することを説明し、理解させている。受講した顧客は、受講証明書を給水申込書に添付し、手続きを行うことで、給水が受けられることになっており、反対に、このセミナー受講と義務違反に対する承諾を行わなければ、給水が受けられない。なお、まとまった数の住民から要望があれば、新しくできた街(サブ・ディビジョン：日本の団地に相当)に出張し、本セミナーを実施するサービスも行っている。

現在、YWWBでは「顧客に水道事業経営をいかに理解してもらうか」「顧客とのリスク・コミュニケーション」などが求められている。MCWDにおいて、すでに顧客との相互理解を深める方策が取られていることに興味を覚えるところである。

MCWDでは、今後、新規顧客が増加することを見越し、本セミナーの開催方法を検討しているようであるが、草創期とも言える早い段階でこのような取組みに着手していることは、将来的に非常に有益である。YWWBでこのようなセミナーを開催することは難しいと思えるが、顧客とのコミュニケーションを築く取組みとして参考にできると考える。

## (6) 顧客アンケートの実施

MCWDでは、本庁舎に支払いに来た顧客に対して、およそ2年に1度の頻度で顧客アンケートを実施している。2009年は5,665サンプル、2010年は2,015サンプルで実施した。主な質問項目としては、(a)水質、地域内の水供給、(b)水道料金、(c)料金支払いの利便性、(d)要望・苦情の取扱、(e)MCWD職員の態度、などである。

質問項目については5段階で評価しており、2009、2010年とも全ての質問項目で高い評価を得ており、2010年の全体評価は4.23である。質問項目は、水道事業のハード面・ソフト面とバランスよく満足度を問うものとなっているが、調査対象が来庁者のみと偏っており、属性(居住地、年齢、水道使用量など)把握も実施していない。

今後、経営計画や顧客満足度向上に活用していくための調査とするためには、未普及エリアも含む、より広い地域での調査実施や属性の把握、また業務用利用者への調査実施が必要となる。

## 2.1.3 広報の現状と広報強化策の検討

### (1) 広報計画・戦略

MCWDでは、年間を通じて様々な広報・イベントを実施している。また、様々な広報グッズや広報媒体が発行されており、内容も工夫されている。これらの中から、二、三の事業を取り上げる。

- ◆MCWD では独自のカレンダーを作成しており、MCWD の水道施設の写真や水道に関するイベントがある月には、前年のイベントの写真を掲載するなど、月ごとに PR したいことを写真とコメントを入れている。30 年ほど前から継続した取り組みであり、約 135,000 部作成し、無料で顧客に配布している。
- ◆月に一、二回の各種イベントの開催や、MCWD の水道水の安全性を PR するため、水道水を提供する一日フリー・ドリンキング・イベントなどを開催している。
- ◆政府機関向けの事業報告として、パンフレット(Annual report)を毎年作成している。これは、一般向けのパンフレットでない。

このように様々な取り組みをしている一方で、それら広報・イベントが「どのような目的なのか」、「誰を対象にしているか」といった年間計画の策定が不十分という課題はあるが、年間スケジュールや費用対効果を考慮した上での広報計画について「Corporate Plan 2013」において「積極的な広報戦略」として事業が明記されていることが確認できた(表2-1-3)。計画の中では、様々な媒体(テレビ、ラジオ、新聞、庁舎壁面等)の活用や、学校向けの広報の実施などについて触れられている。企業としての広報戦略を事業計画に明記し、全職員で共有する取り組みとしては評価できる。

MCWDでは、「水道水の安全性をアピールする広報」の強化が求められており、それらを明確にした年間スケジュールの作成や、費用対効果を考慮した上での広報計画の必要性が重要視される。例えば、他企業の広告を掲載することより広告費を徴収する印刷費用の削減や、単独でなく他団体と連携したイベントの実施などを例示した。

表2-1-3 2012年に実施した主な広報の取り組み

Date	Contents
January	- Free drinking station in Sinulog (2 days)
February 1st 13th	- MCWD Anniversary, Free breakfast for consumer - Buhisan Dam 100th Anniversary - City hall shower and Free drink
March 22nd	- UN (United Nation) World Water Day promotion
December 25th	- St. day Free drink - Distribute the MCWD original Calendar to all customers - Distribute the MCWD original Tumbler to the customer who installed 50mm meter

対象者を絞った広報の一つとして、YWWBで取り組んでいる小学校への出前水道教室を参考に、2013年6月から試行的に実施する。フィリピンの学校制度は、Elementary School(7歳から始まる7年制)とHigh School(Junior 3年制、Senior 2年制)があり、そのどちらも対象としたいとのことである。実施内容としては、水源の大切さやMCWDの役割などの理解を促すとともに、「利き水」や「ろ過実験」など、YWWBで実施している体験型の内容を取り入れて実施する予定である。

第4次現地業務にて、この企画について意見交換し、実際に実施する場合は、ターゲットにす

る学年の絞込み(授業で水関係のカリキュラムがある学年など)が必要であることを確認した。

より身近にMCWDを感じてもらおう広報戦略の一環としてのキャラクター(マスコット)設定は、MCWD側も興味を持っており、「Corporate Plan 2013」において新たな企業イメージ形成の一環として、マスコットの活用について触れられた。MCWD創設40周年を迎える2015年には、記念式典を実施する予定であり、その前段で、市民参加型のマスコットデザインの募集とコンテストを実施し、記念式典にて新しいマスコットを披露する計画を立てている。

他に、日常サービスの継続的な改善、ユニフォームのリニューアル、企業等と連携したイベント実施など、新たな企業イメージの形成に向けて取組みを進めている。また、MCWDの企業イメージ向上や信頼を高めるための広報として、テレビ・コマーシャルが2012年9月に作成され、放送は今後実施する予定である。

## (2) 特徴的な広報媒体

フィリピン国では、個人がフェイスブック®のアカウントを持つ割合が高いことに対応し、MCWDではフェイスブック®ページを作成しており、約770人のフォロワーがいる(2013年2月現在)。

また、MCWDではテレビ・ラジオ・新聞も活用しており、PRとして活用するほか、情報発信として緊急性のある広報(断水等)にも利用している。

MCWDでは、今後、効果のある広報媒体について把握し、強化していくためにも、顧客意識調査の中で、広報について目にする機会があるかどうかなどを聞き、広報戦略に活用していくことが必要である。

### 2.1.4 組織運営・職員意識等の現状と課題の抽出

MCWDでは、組織運営や職員のモチベーション向上の観点から見ると、非常に興味深い取組みがなされているので報告する。

#### (1) 人事関係

MCWDの雇用は、基本的に各部門(経理・広報など)別でスタッフ募集がある。例えば、広報担当の責任職として元新聞記者が採用されるなど、専門的な知識を各部署で活かしている。よって、採用後は専門職としてその分野についての職務を果たすことになる。専門的に雇用された職員は、その能力を十分に発揮しており、非常に有効な人事である。このように専門を活かす人事の必要性がある一方で、本プロジェクトで多くの職員と議論を重ねる中では、技術部門において他部門の経験がないことに起因する知識・技術の共有が進んでいない状況も散見された。2.1.1及び2.1.2でも述べた通り、MCWDでは今後、業務委託化の推進に取り組むとともに、組織再編も計画している。将来的には、少数精鋭で事業運営する必要がある出てくることを考慮すると、現在の段階から、専門的な業務に専任する職員の育成だけでなく、水道事業の多方面な知識や技術を有している職員を育成することは重要な施策であると考えられる。

研修に関しては、人事部において職員のスキルアップとしての研修を実施しており、職員に対し、受講したい研修のアンケートを取りニーズを把握し、実施に反映させている。

ただし、個人だけでなく組織の能力レベルを高め、縦割り組織の弊害を生じさせないために人事異動は有効な施策の一つである。横浜市では概ね2～6年の間隔で人事異動を行い、数年経過すると複数の部門を経験することとなり、ベテランになるにつれて、その経験値はさらに高くなる。MCWDにおいても、現在でも本人の希望があれば異動も可能であり、昇任して、別部署に異動する職員もいるが、今後、仕組みとして戦略的に検討するに値する施策であることを提言した。

## (2) 職場環境

MCWD本庁舎内の各課職員の個人デスクは広く、個人作業ができるようパーティションがなされておき、オフィス環境は快適である。また、適度に音楽がかかっていたり、職場内パーティー(クリスマスパーティ等)の時に職員が作成したポスターや、職場の仲間で撮影した大きなポスター(写真上)などが飾られ、アットホームな雰囲気を演出している。



一方、会議室の壁には、その部署の最新の業務マップやデータが貼り付けられており、資料も整理されており、会議に集中できる体制がとられている。

国家資格である公認会計士合格を獲得した職員を褒め称える顔入りの大きなポスター(写真下)が本庁舎建物の出入口に貼られており、職員のスキルアップを推奨する環境作りがあり、モチベーションが上がる雰囲気がある。



## (3) 厚生

MCWDでは、職場横断で参加するスポーツ大会が一年を通じて毎週土曜日に開催されている。6月から10月までは、フィリピン国で一番の人気を誇るバスケットボールの大会が開催される。MCWD全社員の中から全10チーム(1チームあたり10～15名)が参加しており、チームメンバーは、様々な職場の職員で構成されている。若手職員から幹部職員まで、皆がゲームを真剣にプレーしながらも、楽しみながらこのひと時を有意義に過ごしている様子であった。職員が企画する開会式では、様々なイベントを擁し、観客を楽しませている。



## (4) 経営層と職員の意識

MCWDの責任職は、よく職員に声掛けをしており、廊下で共に議論する姿が多く見られた。上下関係が築かれながらも垣根が低く、双方がそれを認識し、業務に励んでいる。本プロジェクトでは、幹部層と多くの議論を交わしてきているが、部下の指導・教育に真剣に取り組みな

らも、その真剣さには愛情が込められており、幹部層の人間として、また、能力の質の高さを感じた。

これらは、MCWD総裁がカリスマ的な指導者として存在していることが大きく影響している。経営層も、幹部になる際には事務・技術に関わらず、必ずマネジメントに関する資格を取得するよう総裁が促しているため、自らが率先して勉強していることが、MCWD組織全体の向上に結びついているのではないだろうか。

経営層の意識が非常に高く、事務・技術部門両方において事業全体を把握している一方で、MCWDのC/Pらとヒアリングや協議をする中で、各職員から聞きだす数値やデータに対し、大きく異なる場合が多々あった。これは、計画や事業に関し、文書化された物が少なく、また、文書化されていても各職員がその存在を把握していないためである。

幹部層だけでなく、全職員が事業運営について客観的に把握できるデータや文書を整えることや、現場の職員自らが課題を見つけ改善していく取組みも、組織全体のレベルアップとして、今後求められると提言した。

## 2.1.5 日本の水道事業運営ノウハウの適用を通じた改善策と業務指標(PI)導入に向けた検討

### (1) 現状分析

本プロジェクトでは、技術系の配水システム・漏水管理、浄水処理・水質管理に関し、我が国の水道事業運営におけるノウハウや技術をMCWDに適用させるため、どのように移転していくか検討してきた。MCWDの現状に対して、我が国で行われている水道事業運営から見て、不満足、未実施であるものが見受けられた。それらを改善することで、我が国の事業運営ノウハウを導入させる土壌ができる。以下に、これまでに見受けられた事象について列記し、改善の可能性を検討することとした。

#### 1) 図面の管理・マニュアルの整備

これまでTisa浄水場の平面図は無いと言われていたが、第2次現地業務の終盤に見つかったということで提出された。しかしながら、沈澱池、ろ過池等の詳細構造図は未だ無いということで、本プロジェクト中に測量、図面作成する工程を示した。

浄水場の運転管理マニュアルはなく、運転管理は現場オペレータ任せにしている状況にある。浄水処理の運転管理の変更や改善について、どの部門の管理なのか誰が責任者かが明確でなく、あまり重要視していないようである。加えて、浄水場内の水質サンプリング地点についても水質試験室が詳細を把握していないため、不適切な地点での採水がこれまで継続されていた。

本プロジェクトでは、MCWDのC/P及び幹部と組織管理の在り方を議論した上で、初めて水質試験室の職員が浄水処理の改善に携わるようになった。

#### 2) 浄水・送配水システム全体の把握

水質改善において、硝酸の希釈方法に関する議論の中で、Tisa浄水場と地下水源井戸、及

びJaclupan Subsoil Water(河川伏流水)についての水運用、送配水系統を正確に理解しているのは、ほんの一部の職員だけであり、その図面の存在についても他の職員には知らされていなかったため、共有化されていない状況である。

専門部署に職員が配置されていて、その中の詳細については理解しているが、担当部署の前後左右の状況については、不明なことがあっても致し方ないと感じている雰囲気が見受けられる。水道システムは、水一滴の処理を見れば、リレー式で前から来たものを後ろに渡していくものであるが、その渡され方や渡し方についても理解しておかなければ、満足な処理ができないのも水道システムである。浄水と送配水に携わる職員には、浄水と送配水を通じて理解することが必要である。

### 3) 歴史的背景の共有

漏水調査計画を検証している際に、MCWDにおける漏水調査についての過去の経緯、背景について、職員間で共通の認識がなかった。これを理解しているのは一部の班長クラスと古くから在籍する職員であった。これは、共有できる文書化されたものが無いためであり、今回の現地業務の中で「漏水調査の歴史と将来計画」なる簡易文書を作成し、相互に確認した。

漏水調査同様、マッピングシステムについても、その仕様及び機器の一覧等について、第2次現地業務のヒアリングでは明確な回答が得られなかったが、第3次現地業務で初めてその文書が提出された。MCWDの業務の中で共有文書の存在が認識されていない状況で、実際にあまり利用されていないことが想定される。また、マッピングシステムの導入経緯について、記載されたものがなかったので第3次現地業務で経緯を作成し、相互に確認し、MCWDの中で共有することとなった。

### 4) 行政間のデータ共有と連携

マッピングの基礎となるGISデータについて、MCWDのデータは古く、実際と齟齬が生じているため、新規改訂が検討されている。そこでMCWD以外のセブ市行政機関での存在調査を依頼していたが、第3次現地業務の調査で初めて、セブ市都市計画部門のGISデータの存在が確認でき、データ情報についても入手できた。

一方、市内の水道管の弁室が、設置後、道路行政部による舗装工事においてオーバーレイされ、バルブ操作ができない状況にあるばかりでなく、バルブ、管の存在位置が不明確になっている状況がある。これらについては、いずれも他の行政機関との連携を日常的にもっと積極的に行うことで水道事業運営が大幅に改善される。

このようなことが問題点であることをMCWD職員が認知し、解決すべき課題に向けて、行政間での協議を行うようにしむけられたことは、本プロジェクトの成果である。

### 5) 文書化

MCWDでは、ISO9001を取得し、水安全計画(WSP)を作成済み(一サイクル完了の検証は未実施)であることは、非常に優れているところである。これら両方を自ら取り組み、すでに完了している事業体は稀である。

しかし、これらに共通で重要な要素である「文書化」による「共有」が進んでいないところが多々見受けられたことから、これらの運営・PDCAサイクルがあまり機能していないことが想定される。

IS09001と水安全計画では、共に文書化とマニュアル化が謳われ、点検報告などがフォーマット化されていることから、それを着実に実施することで本項目は改善されるため、IS09001と水安全計画の見直しは早急に行われることが期待される。

## (2) 改善に向けた業務指標(PI)の導入

以上(1)の現状分析から、日々行われている職員個人の業務や作業は、MCWD全体で文書、マニュアルや報告書という形で共有することにより、また、職員同士が他者の業務や作業を理解することにより、自然に組織全体でチェックがなされ、そこから、疑問が発生すれば、その解決に向けて、自らが改善を行うことになり、組織の向上につながっていく。

これらを、実際に行うためには、業務指標(PI)により数値的に状況を把握することで、組織の方向性を診断することができる。以下にこれらの改善に向けたPIによる評価を検討した。

なお、MCWDでは「2020PLAN」において、各事業部(Department)より事業評価を行うためのPIを収集し、PLAN内で評価するとしている。MCWD議会へPLANの説明をする場が、第3次現地業務期間内にあり、その前後にてMCWDがまとめたこれらPIの精査を行った。全61個のPIのタイトルが集められたが、PIとしての基本的事項である、容易に収集しやすいデータであること、誰が収集しても同じ数値が得られることという条件において、一部容易でないもの、また、そのデータが経年で評価することが難しいもの等があったため、C/Pとの間で議論し、修正を行った。

ここで、PI作成に関する5つの基本概念の確認を以下に表す。

- ◆ データ収集と計算式が容易であること
- ◆ 説明が容易であること
- ◆ 顧客に対し、その結果が容易に説明できること
- ◆ 年度末(評価期末)に結果を見直せるものであること
- ◆ 長期にわたり評価が可能で、目標を設定できること

現在のMCWDの「2020PLAN」内の各部から提出されたPIについて、以下のような修正を行った。

- ◆ 全てのPIに呼びやすく認識しやすい4桁程度の番号を付けること
- ◆ 過去のデータを使用し、これまでの状況を表とグラフで示すこと
- ◆ このPI値はなぜ高いのか、なぜ低いのか、また、この値であることの理由を示すこと
- ◆ PIの値が悪い場合は、なぜ、どこが、悪いのかを分析すること
- ◆ 分析した結果は、次の施設更新時や施策改定時に反映させること
- ◆ 他の水道区に対して公表し、比較データを収集すること
- ◆ 既存のSEAWUN、IBNET、ISO24510等のPIデータとの連携を図ること

本プロジェクトでは、プロジェクト内で新しい評価をするためのPIを創造することを目的としている。現状分析を反映して、ここでは、「文書化率」「人事異動率」「職員提案率」について提案した。

なお、各PIに議論用の認識番号を付けたが、日本水道協会 JWWA Q100 のPIの番号とは関連付けなくてもよいとした。

## 1) 文書化率

これまでにプロジェクトチームでは、MCWDのC/Pらとヒアリングや協議をしてきたが、各職員から聞きだす数値やデータに対し、大きく異なる場合が多々あった。これは、計画や事業に関し、文書化された物が少なく、また、文書化されていても各職員がその存在を把握していないケースが見られた。

- ◆既存の漏水調査計画において、文書化されたものが存在せず、計画は各班の班長のみが把握するだけで、職員はその日その日で班長の指示に従い行動する状況である。
- ◆管路更新計画において、企画部が各年度の更新対象表を所有しているが、それが共有されておらず、また、管路更新の定義や目的、年度目標、最終目標等が文書化されていないため、職員が表から判断する場合、異なった判断が発生し、統一した見解が得られていない。
- ◆マッピングシステムでは、第2次現地業務の際には不明だったシステム図やシステムマニュアルが存在することが判明した。

組織として、文書の管理は事業運営において、大きな意味を持っている。このPIを評価することで、組織の原動力である職員の基礎的なポテンシャルを図ることが可能となる。また、この数値は100%であることが望まれるため、それ以下の場合、早急に文書化する努力が必要となる。新事業や新計画が発生する都度、母数が増えるため文書化が伴わない場合、この評価値は低下するため、経年の努力が必要となる。

### 1011 文書化率(%)

$$= \frac{\text{完全な文書}^{※1} \text{の体系になっている計画・事業(数)}}{\text{全計画・事業(数)}} \times 100(\%)$$

※1: 完全な文書とは、図表のみでの構成ではなく、その計画・事業について、背景、目的、内容(文章、図表等)、参考資料、改訂履歴等から構成されるものを指す。

### 1012 マニュアル化率(%)

$$= \frac{\text{完全なマニュアル}^{※2} \text{が整備されている作業(数)}}{\text{全作業(数)}} \times 100(\%)$$

※2: 完全なマニュアルとは、維持管理作業を行う際に、点検項目、点検間隔、作業手順、点検報告書(本書及び書き方見本)等から構成されるものを指す。

## 2) 人事異動率

MCWDに限らず、アジア諸国では、たとえば浄水部門の職員は長年に渡り、その業務のみに専念する傾向があり、配水部門のような他の部門に異動することは稀である。我が国でも課題として挙げられるが、縦割り組織になる可能性が高い。2.1.4の人事関係の部分でも触れたが、水道事業は数多くの職種から成り立っており、水道事業の多方面な知識や技術を有している職員が多いことは、その組織の能力が高いといえる。本プロジェクトにおいて、浄水・水質部門と配水部門で硝酸の低減対策を協議した際に、両部門を理解している職員は活発に議論に参加できていたが、同一部門のみしか経験できていない職員は相対的に控えめで議論に参画できない面が見られた。YWWBでは概ね2～6年の間隔で人事異動を行い、数年経過すると複数の部門を経験することとなり、ベテランになるにつれて、その経験値はさらに高くなる。人事異動の習慣は馴染みが薄いとしても、組織の能力レベルを高めるための人事異動を一つのPIとし、毎年の指標にベンチマークを設定し経年比較することで我が国のスキルの移転を図ることを企画した。

### 1021 人事異動率(%)

$$= \frac{\text{年度内に人事異動で他部門へ異動した人数(人)}}{\text{全職員数(人)}} \times 100(\%)$$

### 1022 人事異動回数(回/人)

$$= \frac{\text{一人の職員が人事異動した回数の全職員の総数(回)}}{\text{全職員数(人)}}$$

## 3) 職員提案率

Tisa浄水場の普通沈澱池において、攪拌機能としての上下迂流装置設置を検討し、実際に装置の製作・設置を行うとともに、急速ろ過池の維持管理として、ろ過材の更生、ろ過層(砂上水深)の適正管理を行ってきた。各々の作業は、機械施工ではなく人力施工であることから非常に労力を酷使することであったが、達成感はMCWDの職員に深く根付いたと思っている。このような作業を実施するには、誰かが企画・提案し、組織全体で方針を決定し、作業を実行することとなる。これまでも、MCWD内で多くの事業や提案がなされてきており、それらを評価することで、持続性のある水道事業が職員の能力から生み出され、またモチベーションを高めることができると思われる。提案についてのPIを作成し、その評価を行うことで、より活発な組織が築かれていくものと期待する。

### 1031 職員提案率(数/人)

$$= \frac{\text{評価期間中に職員より提出された提案の総数(数)}}{\text{全職員数(人)}}$$

現状の MCWD でのこれらの PI を表 2-1-4 にまとめる。なお、分母・分子データは 2012 年度のデータである。

表 2-1-4 提案 PI における MCWD の現状

Number	Name of PI	PI value			Numerator
		2010	2011	2012	Denominator
1011	Documentation preparation rate (%)			57.7	30 (number) 52 (number)
1012	Procedure manual preparation rate (%)		92.1	88.9	56 (number) 63 (number)
1021	Personnel transfer rate (%)	4.92	6.35	4.99	43 (person) 861 (person)
1022	Personnel transfer times (times/person)	0.0320	0.0242	0.0314	27 (times) 861 (person)
1031	Staff suggestion rate (number/person)	0.0206	0.0219	0.0290	25 (number) 861 (person)

これらのPIは、施設や装置のようなハード面を導入することだけを評価するものではなく、職員個人や組織全体の能力を評価するものであり、怠ることによって評価値が低くなる性質がある。古いデータの検索は難しいと思われるが、これからの組織強化のために、本プロジェクトでMCWDならびに他の水道事業体の評価を行うツールとして提案するものである。

## 2.2 無収水率低減と 24 時間給水のための配水ブロックシステムの整備(配水システム・漏水対策)

### 2.2.1 既存 DMA から配水ブロックシステムへの構築に向けたモデルブロックの選定

#### (1) MCWD の現況

MCWDでは給水方式としてDMA(District Metered Area)を採用している。DMAとは「水道メータで給水量を管理する区切られたエリア」を意味し、一箇所もしくは複数箇所からの水道水の流入量を流量計(流量メータ)で計測し、区切られた区域内の各戸に設置されている水道メータの使用量の全戸分の合計を差し引きすることで、ある期間内のDMA内での損失流量が計測できる(損失流量[m<sup>3</sup>]=流量計の数値[m<sup>3</sup>]-Σ各戸の水道メータの数値[m<sup>3</sup>])。これより、DMA内の無収水率が計測できる(無収水率[%]=損失流量[m<sup>3</sup>]÷流量計の数値[m<sup>3</sup>]×100%)。

各戸メータの流量はメータ検針時(平均330戸/日)に計測されることから、DMA内の全ての各戸メータの同時期の使用量は計測できないため、流入する流量計の水量データと各戸メータの水量データの間には若干のタイムラグがあり、正確な無収水率は計測できないが、無収水率の傾向を評価するには満足するデータである。

正確にDMA内の無収水量(漏水量)を計測するには、夜間の水使用量が少なくなるときの小流量対応の記録式流量計を設置して計測することで、全戸が水道を使用しない一瞬(サンプリング間隔:2秒程度)の最小流量を探することで、DMA内の無収水量を計測できる、夜間最小流量測定法がある。これは、一夜でなく一週間程度以上を計測することで、より最小流量を計測できる可能性が高くなるので、昼間は通常使用流量の設置されている流量計で計測し、夜間に小流量対応の記録式流量計で計測できるよう、流量計まわりをバイパス式や切り替え式に整備する必要がある。

DMAを区切る際には、地形(地盤高さ)を考慮しなければならない。地盤高さが高い所への給水は給水圧力が下がり、低い所への給水は給水圧力が上がるため、極端な地盤の高低差がある場合は、DMAを分割する必要がある。MCWDでは給水システムにDMAを採用しており、現在、62のDMAに分割しており、DMA内は平均約2,400戸である。102か所の深井戸から揚水し直接給水する直結給水と10か所ある配水池に一旦貯水し給水する形式がある。また、ダム表流水をTisa浄水場で処理し、自然流下で近隣DMAへ送水している。

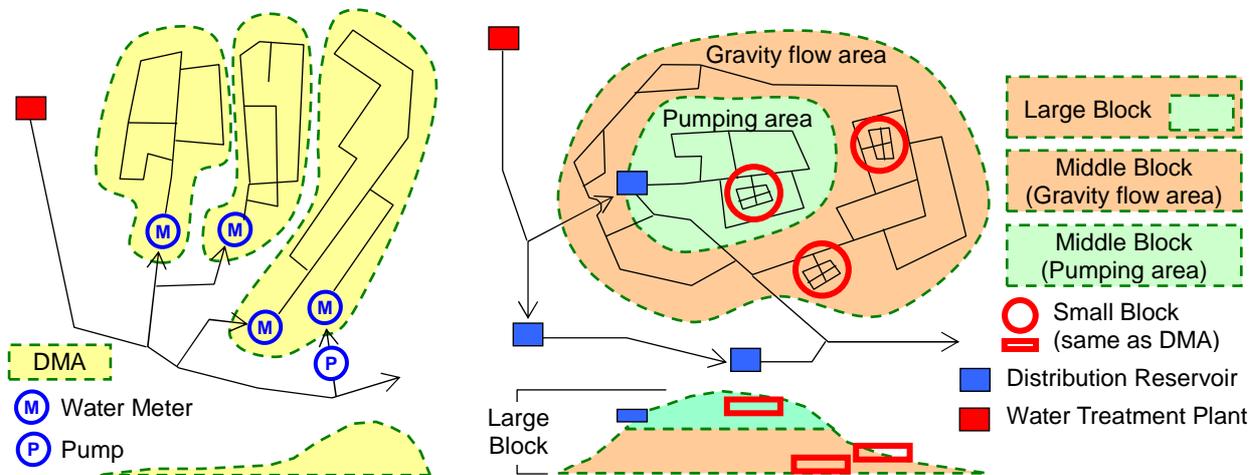


図2-2-1 DMAシステム(左)と配水ブロックシステム(右)の模式図

一方、配水ブロックシステム(DBS: Distribution Block System)は、YWWBでは1971年から採用されており、各配水池を中心として給水圧力の調整を目的とした配水システムである。各ブロックは大・中・小に分かれる。大ブロックは一つの配水池から供給される区域全体を1ブロックとしている。この大ブロックの中を配水池からポンプを経由して給水されるポンプ系区域と配水池から直接給水される自然流下系区域に分割した区域が中ブロックである。その中ブロックをさらに地盤高さや給水戸数を勘案し、給水圧を一定の範囲内に収めるとともに、ブロック内の給水人口も一定の範囲内に収めて管理しやすく分割した最小単位のブロックが小ブロックである。規模的にはこの小ブロックがMCWDにおけるDMAに相当するものであるが、標高差や人口規模等給水能力とのバランスには見直すべきDMAが散在する。また、各ブロック間を事故時等相互に連絡できる管を布設することで相互に(地形やポンプ揚程によっては一方向のみの場合もあるが)バックアップが可能となり、管路工事や事故による影響(断水区域・断水時間)を最小限に収めることで、安定した24時間給水が実現できることとなり、高度な水道サービスを提供できる。

横浜市は地形的に多くの丘陵や谷(小河川)があり起伏が激しいため、YWWBでは水圧管理に適したDBSを全国に先駆けて導入したことにより、複雑な地形にもかかわらず24時間安定した給水体制を確保している。

## (2) MCWD へ DBS 導入についての検討

2011年に実施したMCWD幹部本邦研修にて、YWWBにおけるDBSについて講義を行ったところ、その有効性に着目した幹部より、MCWDにおいて、現行のDMAにDBSの要素を入れて配水システムの運用ができないか検討するとされていた。業務指示書において検討課題として表題に上がり、第1～2次現地業務においてDBSに関する協議にて導入効果と負担等について話し合った。

MCWDでは、深井戸からの直接給水が多く、配水池は少ないことから、ブロックが組みにくいこと、すでにMCWDは多額の管網整備費用をかけDMAを構築し、現状で既にほぼ完成形に達していることから、結果として、既存DMAからDBSへの構築は現状では無理に行わず、DBSの長所(バックアップ、24時間給水の持続等)を既存DMAへ導入することについて、モデルDMAを対象に検討を行うこととした。

表2-2-1 選定モデルDMAの概要

Section	Model DMA	Priority	Remarks
(a) High NRW rate area, Frequency leakage occurrence pipeline	25A	1	Rehabilitation pipeline construction
	11A	2	Commercial area / Densely populated area
	9C	3	Densely populated area
(b) Less than 24 hours water supply and low water pressure area	16	1	High elevation area
	17	2	High elevation area
	19&20	3	High elevation area

モデルDMAは、主に(a)高漏水率・漏水多発地区(路線)、(b)未24時間給水地区を抱えるDMAから、最優先に改善すべきDMAを一か所選定し、さらに次の候補として各2か所を選定した。こちらは業

務進捗状況により検討を進めることとした。本項での(a)及び(b)の検討対象モデルDMについては表2-2-1、MCWD給水区域全体図との関係を図2-2-2に示す。

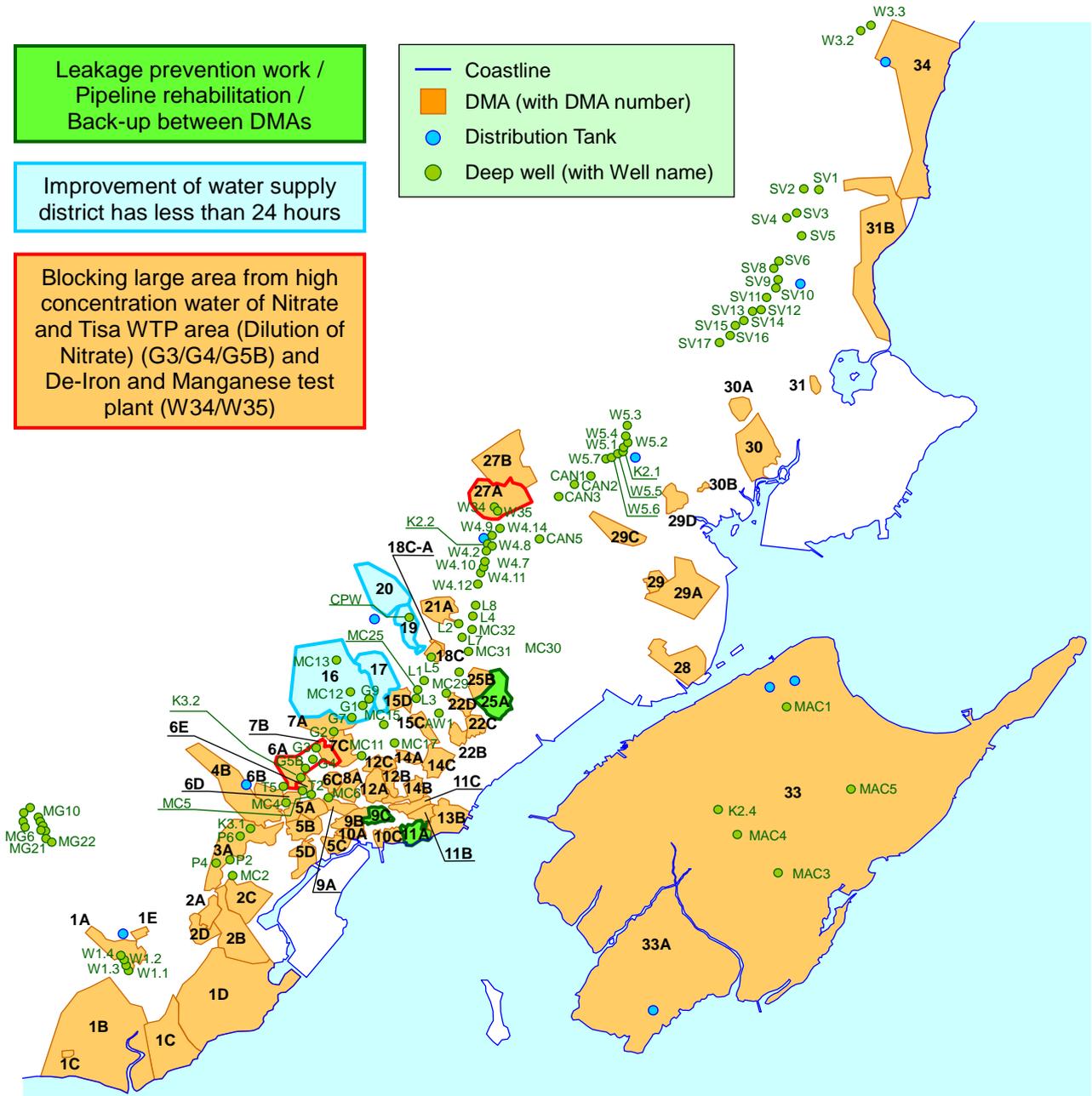


図2-2-2 MCWD給水区域DMAマップと各検討対象モデルDMA

## 2.2.2 管網及び付帯設備(仕切弁、消火栓等)の整備と漏水量測定、漏水調査の指導の実施

### (1) MCWDにおける漏水調査の現況

MCWDが実施している漏水調査は、市域を北部地区(マクタン島含む)と南部地域に分け、配水事務所(北部・南部)において、それぞれ3班編成(各班5名体制)で実施している。調査方法は月間の漏水調査スケジュールを組み、昼間調査、夜間調査、最少流量計調査を1週間ごとにローテーション

ョンを組み、調査を実施している。

既存の漏水調査機器類は全体で、音聴棒(5本)、漏水探知機(12台)、相関式漏水探査機(3台)であるが、故障している機械もあり、技術職員数に比して調査機器類が不足しており、効率的な漏水調査が実施されない状況がある。

## (2) 漏水調査機器の導入

本プロジェクトで導入した供与機材は、時限レンタル品として日本国内でレンタルし、第2次現地業務時に現地へ搬入した。機材は、樹脂管位置探査機と漏水探査機を兼ねるグッドマン社の製品「D305」3基、流量測定機器としてフジテコム社製品の超音波流量計「ポータフローC」1基を選定した。漏水探査機は、当初、面的調査を可能とするロガー式ゾーン探査機を予定したが、モデルDMAの対象管路のほとんどが樹脂管(PVC管：ポリ塩化ビニル管、PE管：ポリエチレン管)であり、第1次国内作業において、樹脂管の配水管網ではロガー式ゾーン探査機の性能が十分に発揮できないことが判明したため、上記の樹脂管用に開発されたD305に変更した。

D305は、通常使用している漏水探知機と同じく、調査員1名に対し探査機1台を使用することから、当初の複数センサーロガーによる効率的な面的調査ができなくなったため、予算上限までの3基を導入し、複数の調査員がより多くの漏水探査ができる体制を敷くこととした。

第2次現地業務において、MCWDの漏水調査担当部署の3班から職員を招集し、使用方法の説明と各モデルDMAにおいて漏水調査を行った。

漏水調査区域のDMA25Aは、2011年以前の無収水率は52.2%であり、DMA25Aの無収水率は、MCWDの当時の平均約28%に対し、非常に高い状況であった。この区域内に埋設されている配水管種はPVC管で、給水管は口径50mmの亜鉛メッキ鋼管(GP: Galvanized Iron Pipe)を配水管から分岐させ地上に露出し、数多くの水道メータ(25基前後設置されている箇所もあり)を設置している。メータ以降(下流)は口径13mm～25mmのGPで地上(または地下)に露出配管にて給水を行っている。

今回、搬入した漏水調査機器は、横浜市にあるグッドマン社(日本企業・中小企業)により新開発された樹脂管漏水探索と樹脂管路探索の複合機である。本製品は、PVC管及びPE管のような樹脂管の漏水調査に適した調査機器である。

調査方法は、樹脂管配管に付帯する仕切弁や消火栓、あるいは水道メータ等いずれかの金属部分に電極を取り付けるとともに、漏水調査を実施する周辺の土中にアースを取った後、本体より電磁波をかけることで金属部分から管内の水が媒体となり、電磁波が管内を伝わっていくことにより、漏水個所では電磁波が地中に漏洩拡散するため電磁波強度が急激に落ちる変化を察知することで、漏水個所の特定を行うものである。一方、管内に流れる電磁波を受信することで管路の埋設位置を確認することが出来るという1台で2役をなす製品である。

一般的に使用されている漏水探知器での樹脂管の漏水調査は、漏水音が漏水探知機のセンサーに伝わりにくいため、漏水個所を発見するには、熟練した聞き分け力と地道な漏水調査が必要である。一般的な漏水調査では増幅された漏水音をヘッドホンから聞き分けるため、聞き分ける能力を高めるためには、長い経験が必要となる。また、振動や騒音が大きい交通量の多い道路内で

は、雑音等が漏水音を遮り、漏水調査には不向きであるが、本製品では、電磁波のモニター表示の変化から簡単に漏水を発見することが出来るため、交通量の多い道路でも調査が容易となる。

また、流量測定用として、フジテコム社(日本企業)の超音波流量計を搬入した。本製品は、管延長方向に間隔を離れた天地方向の2点(A点・B点)にセンサーを設置し、A点を出発した一定速度の超音波は、B点に進む間に配水管内の水流のスピードに乗って少しだけ早く届く。この速度差が変換・計算され、A-B間を流れる水流の速度(流速)になる。管内面積に流速を乗じることで単位時間当たりの流量が算出されることとなる。精度としては、配水管に電磁流量計を設置する方が正確であるが、工事を伴わず簡易に外部から超音波で既設管の流量を測定するため、多少精度は落ちる。

### (3) 漏水調査・流量調査の実施と評価

第2次現地業務にて、漏水調査及び樹脂管埋設位置の確認作業を行った。調査した2日間で、大小7か所の漏水を発見し、早急に修理を実施した。D305は地震の少ない東南アジアにおいて配水管として使用されているPVC管やPE管のような樹脂管での漏水調査に適した機器であることをMCWD職員が実感した。本プロジェクトの期間内ではプロジェクトチームの帰国後も、本調査機器を活用して、MCWD職員により数多くの調査を実施した。

樹脂系配管の漏水調査において、本機の効率性の高さを確認することができた。MCWDとの協議において、2012年7月から9月までの調査区域を、特に漏水率低減化が急がれるモデルDMAにおいて、本機を活用した調査を実施した。表2-2-2~4の通り、DMA9C、11A、25Aは、2012年5月末で無収水率は58.8%、39.8%、34.0%であったが、第2次現地調査(6月)以降、9月末までの無収水率目標値として40%、30%、25%に下げることが目標とする漏水調査を実施し、結果、無収水率は52%(流入メータのメンテナンスにより推定値)(+12ポイント)、31.9%(+2ポイント)、30.0%(+5ポイント)であった。最終的に2012年12月または2013年1月時点で、DMA9C、11A及び25AのNRW率は、47.5%(最高NRW率から-11ポイント)、7.8%(同-32ポイント)、21.3%(同-13ポイント)であった。

表2-2-2 DMA9Cにおける供給水量、各戸使用水量、無収水率

9C	Connection	Inlet Vol. (m <sup>3</sup> )	Meter Count (m <sup>3</sup> )	NRW rate (%)
Jan., 2012	763	46,056	19,837	56.9
Mar., 2012	759	45,764	19,175	58.1
Apr., 2012	760	45,390	18,088	60.2
May, 2012	758	45,952	18,941	58.8
Jun., 2012	758	44,784	20,366	54.5
Jul., 2012	757	44,897	19,068	57.5
Dec., 2012	755	34,033	17,995	47.1
Jan., 2013	755	34,795	18,280	47.5

DMA9Cの流入メータは計測量が正確に作動しているか、第2次現地業務時に搬入した超音波流量計にて測定した。流入メータの水量は超音波流量計の流量と大き

く異なっていたため、8月よりメンテナンスしてメータ試験室にて流量検査、分解点検し器差調整後、12月に流量計測を開始した。なお、このようなメンテナンスを行なう場合は、予備のメータを用意しておき、流量計測に欠損データを出さないようにすることは、データ計測をする際の注意すべき点である。

本DMAは漏水調査を実施して確実に漏水発見・修理を行ってきており、無収水率は下る傾向にあるが、DMA内に埋設されている配水管は20年以上経過している老朽管であり、漏水の復元が想定されるため、重点区域として4か月に1度、漏水調査を実施していく必要がある。

表 2-2-3 DMA11A における供給水量、各戸使用水量、無収水率

11A	Connection	Inlet Vol. (m <sup>3</sup> )	Meter Count (m <sup>3</sup> )	NRW rate (%)
Jan., 2012	1,120	69,242	43,514	37.2
Feb., 2012	1,122	64,783	39,312	39.3
Mar., 2012	1,123	73,950	44,429	39.9
Apr., 2012	1,123	70,023	40,735	41.8
May, 2012	1,127	66,976	40,293	39.8
Jun., 2012	1,127	65,414	39,080	40.3
Jul., 2012	1,140	57,538	40,236	30.1
Sep., 2012	1,131	55,452	37,752	31.9
Oct., 2012	1,132	48,858	36,314	25.7
Nov., 2012	1,127	41,406	38,046	8.1
Dec., 2012	1,126	42,978	39,644	7.8

網掛け部分は、10月から、漏水が多発していた未使用管の撤去工事を行なったため、極端に無収水率が低減している。本来、未使用管となった時点で、使用管の管端で管栓するべきである。MCWDでは、残置管を撤去する習慣がなく、長期にわたり放置していたが、プロジェクトチームとの協議を経て撤去が実施された。

本DMAでは、漏水調査をこまめに実施しており、漏水調査、漏水発見、漏水修理が確実に実施されたことから、無収水率が削減されてきており、職員の漏水探知技術の向上、漏水修理体制の強化が図れた結果である。

表 2-2-4 DMA25A における供給水量、各戸使用水量、無収水率

25A	Connection	Inlet Vol. (m <sup>3</sup> )	Meter Count (m <sup>3</sup> )	NRW rate (%)
Jan., 2012	1,206	60,440	36,035	40.4
Feb., 2012	1,212	55,392	34,559	37.6
Mar., 2012	1,213	55,628	37,342	32.9
Apr., 2012	1,217	50,249	36,612	27.1
May, 2012	1,217	60,378	39,837	34.0
Jun., 2012	1,217	60,825	39,650	34.8
Jul., 2012	1,220	59,455	38,254	35.7
Aug., 2012	1,222	55,174	39,095	29.1

25A	Connection	Inlet Vol. (m <sup>3</sup> )	Meter Count (m <sup>3</sup> )	NRW rate (%)
Sep., 2012	1,222	53,856	37,683	30.0
Oct., 2012	1,222	57,536	39,481	31.4
Nov., 2012	1,222	57,384	39,246	31.6
Dec., 2012	1,222	63,413	41,530	34.5
Jan., 2013	1,222	51,973	40,912	21.3

漏水調査と修繕工事により、順調に無収水率が減少してきているが、12月に急に上がり、1月には急に下がっている。これは、水道使用量が多くなるクリスマスのもので、検針員が各戸の水道メータ検針を早めに終わらせたため、通常の間月使用日数が少なくなる一方、流入メータは通常の日数で計上されたため、12月は無収水率が大きくなった。翌月は逆に月間使用日数が多くなったため、1月は無収水率が急激に小さくなった。図2-2-3内の近似式直線では長期傾向が見える。

本DMAもDMA11A同様、こまめな調査が実施されており、確実に無収水削減に寄与されている。本プロジェクトで更新工事を行なった新設管の埋設後には、更なる無収水率の削減効果が表れると想定している。

上記の無収水率結果をグラフにすると、傾向は図2-2-3の通りである。各DMAでの傾向は近似式直線(1次式)を当てはめ、増減傾向を評価した。

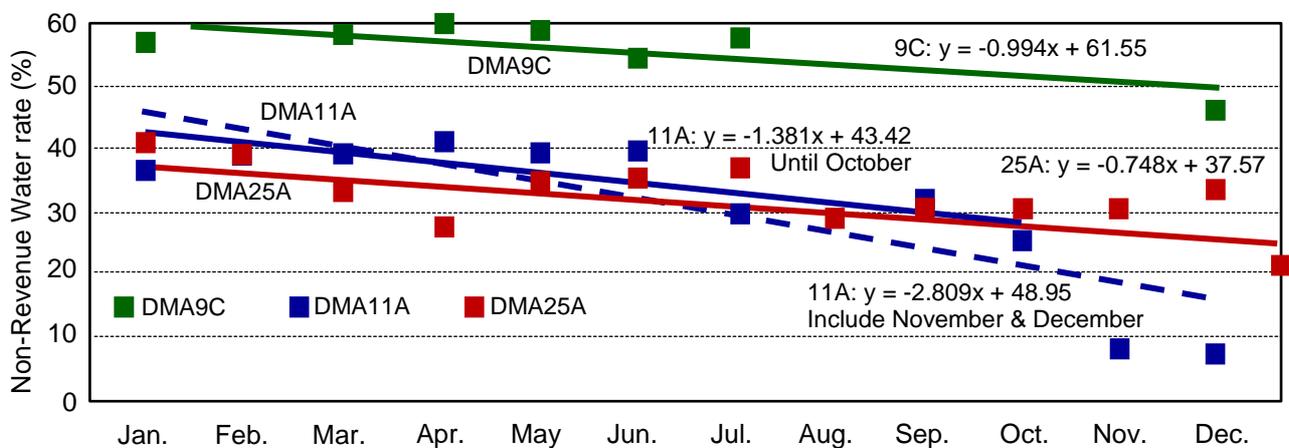


図 2-2-3 漏水調査機器の変更による無収水率削減の効果 (2012 年)

2012年10月に実施した第2次現地業務時での評価として、DMA11A、25A地区では漏水調査と漏水修理を行った結果、無収水率が下がってきており、これまでの地道なMCWDの努力の成果と今回搬入した漏水調査機器D305が有効に機能していると思われる。一方、セブ市の中心街にあるDMA9C地区は、同様の調査を実施したが、無収水率は低下していない。その理由として、老朽管更新が

十分に行われず、違法接続が多くあり、さらには、流入側流量計の精度管理が確認されていない等の問題が判明した。管網整備は間に合わないにしても、不法接続と流入側流量計整備は対策が容易に行えることから、2012年10月～12月の対策後に、DMA11A、25Aと共に、再調査することとした。

第4次現地業務では、無収水率が高く、減少する傾向がみられないモデルDMA9C内に設置されている流入流量計、流出流量計について、使用水量の少ない夜間に、超音波流量計を用いて流量測定を行い精度の調査をした。また、このDMA内では給水管の違法接続があり、継続して違法接続の特定作業を行うことが必要である。



#### (4) 漏水調査結果を基にした管路更新工事路線の選定

東南アジア諸国において、漏水調査を行っているにもかかわらず、無収水率(ここでは漏水率とする)が高い主な原因としては、長期にわたり耐久性の低い水道管を使用していることが挙げられる。このような水道管は漏水が発生し発見され、その箇所を修理しても、同様な他の弱点箇所から漏水が発生する可能性が高い。しかし、漏水が発見されなければ、漏水し続ける管となってしまう。

継続的な管路更新工事は、無収水低減対策の一番手であり、これなしに無収水率低減の達成はできないと言える。また、漏水調査後、漏水修理は行うが履歴を残していないことが多く、履歴を残すことは、地図上にデータを落とし、図示化することで脆弱管路の傾向、地盤(土壌)の影響、幹線道路(交通量)の影響等、漏水が発生させる要因が視覚的に理解でき、管路データ(布設年度、管材、埋設深さ、他)と相関することにより、管路更新の優先度を明確に決定することができ、予算を有効に活用することにつながる。

YWWBのような送配水管延長が約9,100kmもある場合は、配水管路データベースにより優先度を条件計算により算出したうえで、現場条件を加味して優先管路の選定検討をしている。限られた予算の中でいかに効率的に効果を発現していくかは経営にとって重要である。この概念は、本邦研修で講義を行い、MCWD研修員にも理解され、今後、実行されていくことになることと期待している。

さて、第2次現地業務にて漏水調査機器を搬入し、漏水調査をモデルDMA(DMA25A)で実施した。このDMAは無収水率が約35%であり、MCWDの平均からは約10%高い地域である。本地域内の漏水調査を行ったところ、ある路線において集中して漏水が発見された。この路線は1995年1月に布設された口径100mmのPVC管で布設後18年が経過している。この路線沿いには工場があり、流通拠点として大型トラックが日夜通行している。管の土被り(埋設深度)が浅いことから、車両荷重は

土圧により分布せず、管に直接荷重が伝わることで管に負荷をかけ続けている。漏水調査の他、周辺建物や交通状況を把握することも漏水対策(調査)と言える。

今回実施した漏水調査で漏水箇所を地図上に落とし、漏水箇所を分析することで、漏水多発管路をリスト化し、対象管路の優先度を決定する。これは、管路更新計画の一連の流れである。MCWDでもこれを機に今後の管路更新計画を作成するうえでのモデルケースとなることが期待される。

図2-2-4には、DMA25A内の全配水管路(赤線)と漏水調査により発見した漏水箇所(青星印)をプロットした。図2-2-5では地域内の漏水多発路線のうち、MCWDと協議し、更新工事を行う選定した工事場所を青線で示す。

工事路線は、住所：W.Cabalse Street and Holyname Street, Brangay Mabolo, Cebu CityにおけるPVC管(口径100mm)約530mの布設替工事である。この工事は単なる布設替え工事ではなく、枝状配管となっている2箇所をループ化することも目的としている。1箇所は、口径75mm管路と配水本管を接続するもので、もう1箇所はDMA端部同士を接続するものである。前者の接続は工事内で簡易に接続可能であるが、後者は幹線道路で道路管理者と協議中であるが、交通規制や道路掘削(占用)許可を得ることが難しく、本プロジェクト期間内で完了すること不可能となった。

そこで、再度、管網計算を行い、先の前者の口径75mmと配水本管を接続し、ループ化した状態で、後者を接続しない場合の検討を行った。現状、工場では自己井戸を使用しているため、この付近の水需要は少なく、ループ化させないことによる給水圧はそれほど変わらないことが確認された。

しかし、近い将来、水需要が増加した場合、端部同士を接続させることは、水運用上、効果的になることは明らかであるので、引き続き道路管理者との交渉を継続していくこととした。

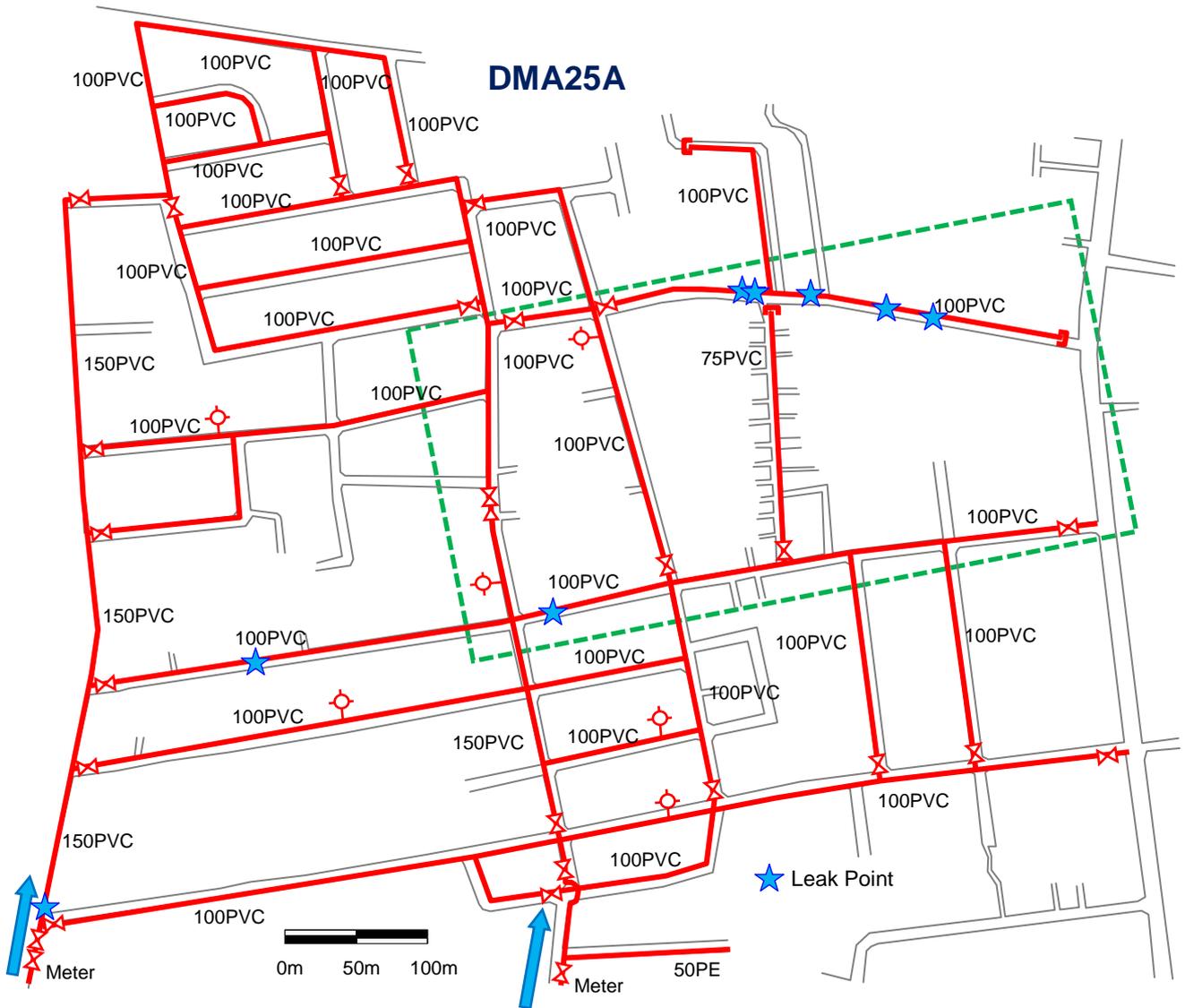


図 2-2-4 更新工事対象 DMA (DMA25A) 緑点線内は漏水多発地帯(図 2-2-5 参照)

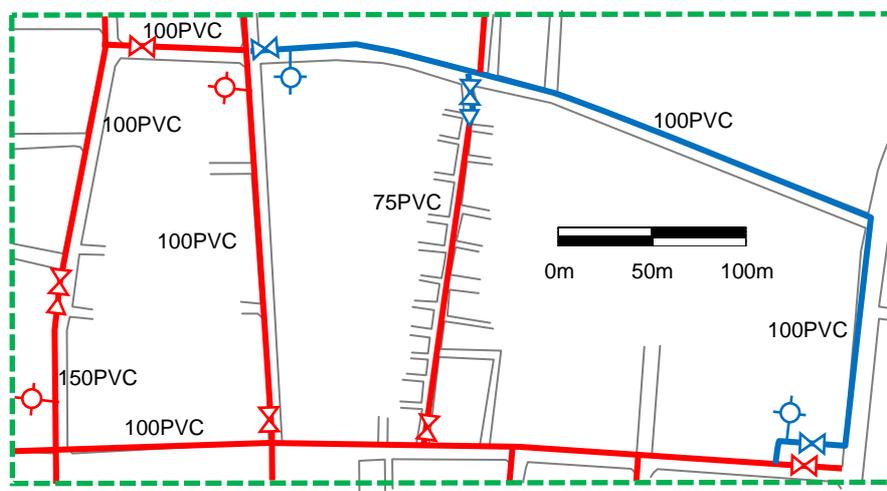


図 2-2-5 更新工事路線図(青線ルート：約 530m)

### 2.2.3 近隣 DMA 集合体と配水池(高架水槽等)からなるブロックを形成するための、管網計算による最適な配水管網の構築に向けた検討

モデルDMAにおいて、最適な配水管網の構築に向けた検討を行った。MCWDでは既にDMAの整備を順調に進めているため、本プロジェクトではあえてDBSへのブロック形成は行わないこととしたが、給水時間が24時間未満のモデルDMA地域の問題を解消するためには、DBSにおけるブロック管理の長所を生かした取り組みが必要と考え、これについての検討を行った。

#### (1) 24 時間未満給水地区の原因

一般的に、24時間未満給水地区には、以下のような複数の要因がある。

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| (a) ポンプ揚程の不足    | (e) 給水地点が地形上、高台に位置する  |
| (b) 配水管口径の不足    | (f) バックアップ・ループ化の未整備   |
| (c) DMA内給水人口の過多 | (g) 高架水槽の不足           |
| (d) 時係数の過小      | (h) 幹線事故による断水・電力供給の停止 |

(a) (b)は更新時に施設能力を強化することにより解決できるが、これには現在MCWDが計画しているポンプ施設更新整備計画、配水管更新計画等に基づく更新により、相応の費用を掛けて、高いポンプ能力設備への更新、口径を増強した管の整備をすることとなる。MCWDで多く使用されているPVC管は更新サイクルが鉄管系に比べて短い、更新費用が鉄管系より安価であることから、別途進めている漏水多発管の優先更新と合わせて、率先して管路更新を進める計画に見直しを図ることとする。

(c)では、当初のDMA設定当時には区域内給水人口は適正であったにもかかわらず、当該区域外部からの人口の流入増加に対し、DMAの見直しが追いついていないため、使用水量が適正水量に対し超過し、給水区域の端部では時間帯によって給水量が足りなく、断水が発生している。(a) (b)とともに更新時において管網計算を行う際に、将来系の区域内人口を想定する必要があり、かつ、(d)時係数をDMA(配水ブロック)毎に設定し、(e)常に最高水位到達地点を考慮し、時間当たりの最大配水量をシミュレーションする必要がある。24時間給水を可能とするためには、時係数を明確に設定することにより、通常時のみならず、最大配水時にも給水圧が確保できることとなる。

上記の対策がとられている場合でも、外部要因としては(h)事故・停電等による断水が24時間給水を妨げる要因となる。そのような状況下であっても、(f) (g)のような事故時対応を想定した配水ネットワークの構築が必要である。

#### (2) MCWD における 24 時間未満給水地区の解消に向けて

本プロジェクトでは、MCWDのモデルDMAにおいて、24時間給水が実施されていない地域の状況について、何が問題でどのように解決していけば良いのかを議論してきた。第2次現地業務で行ったセミナーでも紹介し、都度、議論の場でショートセミナーを行い、MCWDの状況下において、以下の視点に注目することを確認してきた。

- (a) 配水圧が低い → 更新時に、揚程の高いポンプに切り替える
- (b) 管口径が細い → 更新時に、口径の太い配水管に切り替える

- (c) 水需要が多い → DMA(給水区域)の分割、(少ない場合は)統合等の調整を行う
- (d) 停電が頻繁に → 配水池や高架水槽等の貯留槽を設置し、以降、自然流下で給水する
- (e) 工事での断水 → DMA間のバックアップ配管、ループ配管の整備をする

また、現状の解決策のみでなく、以下のような中長期的な視点に立ち、これらの整備が必要であることも確認してきた。

- (A) 目標年次の給水区域の給水人口の設定(高・中・低位人口予測)
- (B) 目標年次までの一人一日当たりの水道使用量の設定(原単位設定)
- (C) 漏水調査の実施方法
- (D) 負荷率の設定

これらは、管網やポンプ機材の整備、配水池・高架水槽の築造等が必要となり、ハード面の施設整備が求められる。本技術支援プロジェクトでは、ハードの整備提供はないため、課題抽出や課題解決に向けたノウハウの提供までを行うこととした。

### (3) 検討結果

第3次現地業務において、MCWD並びにプロジェクトチームで24時間給水が達成されていないDMA16 (Guadalupe)、DMA17 (Capitol: Oppra)、DMA19&20 (Nivel)の山沿いの高地にあり、達成するための条件は非常に厳しい状況にある3地域について、課題解決に向けた道筋について議論・検討を行った。

セブ市内に位置するこれら3地域は、海岸沿いの平坦地から山側へ上る斜面に位置している。一つのDMAとしては標高差が大きく、現状では管理が非常に難しい。YWWBの配水システムはDBSを用いているが、このような高低差のある大ブロックは存在する。大ブロックから中ブロックを介し、給水区域の最小単位の小ブロックに分割すると高低差も適度に分割され、管理の複雑さは緩和される。しかしながら、MCWDでは、YWWBの小ブロックに対応するこれらDMAが大きい高低差を有するため、配水圧の管理が出来ずに、結果として、高台において24時間給水が不可となっている。

管網計算を行う際、時間当たりの平均使用水量を用いるのではなく、その水量に時係数を換算して最大給水時にも給水できるように水道計画・設計をすることにあるが、MCWDでは、水量データからの計算値ではなく、経験値的に時係数“2.0”を用いている。時係数については、深く理解を得るためのショートセミナーを行い、時係数の算出をMCWDに促した。

24時間給水対策は、上述の(a)から(e)のすべてに要因があり、主に(a)～(c)が該当すると想定される。YWWBでは小ブロック内の高低差は、約30m以内としているが、これらの地域では40～60mの標高差があり、一つのDMAで管理することは困難で、DMAの分割が必要となる。高台でも深夜ならびに昼間の約21時間は給水されるため、ポンプ性能は十分ではないにしても満足されているが、配水管の布設は古いもので1975年以前(約40年前)の配水管もあり、すでに更新時期をはるかに超えている。その当時の人口からは、相当増加しており、既設の配水管口径は現状では小さく、配水に支障をきたしている路線が出てくる。管網計算と漏水調査の結果を管路更新計画に反映さ

せて、今後、MCWDでDMA分割の検討を行うこととした。

下図は、検討するDMA内の給水管を除いた配水本管(配水支管含む)を抽出した。YWWBの計画部門では口径400mm以上(場合によっては口径300mm以下も検討することもある)の配水本管のみを管網計算の対象としているが、MCWDでは配水支管(口径50mm)までを対象として計算している。本検討では、配水圧力の計算に影響の少ない小口径の配水支管は除いて計算を行うこととし、現状で水圧が不足している箇所を割出し、その対象管路の更新計画の優先順位を高くすることを提案し、本項の結果とした。

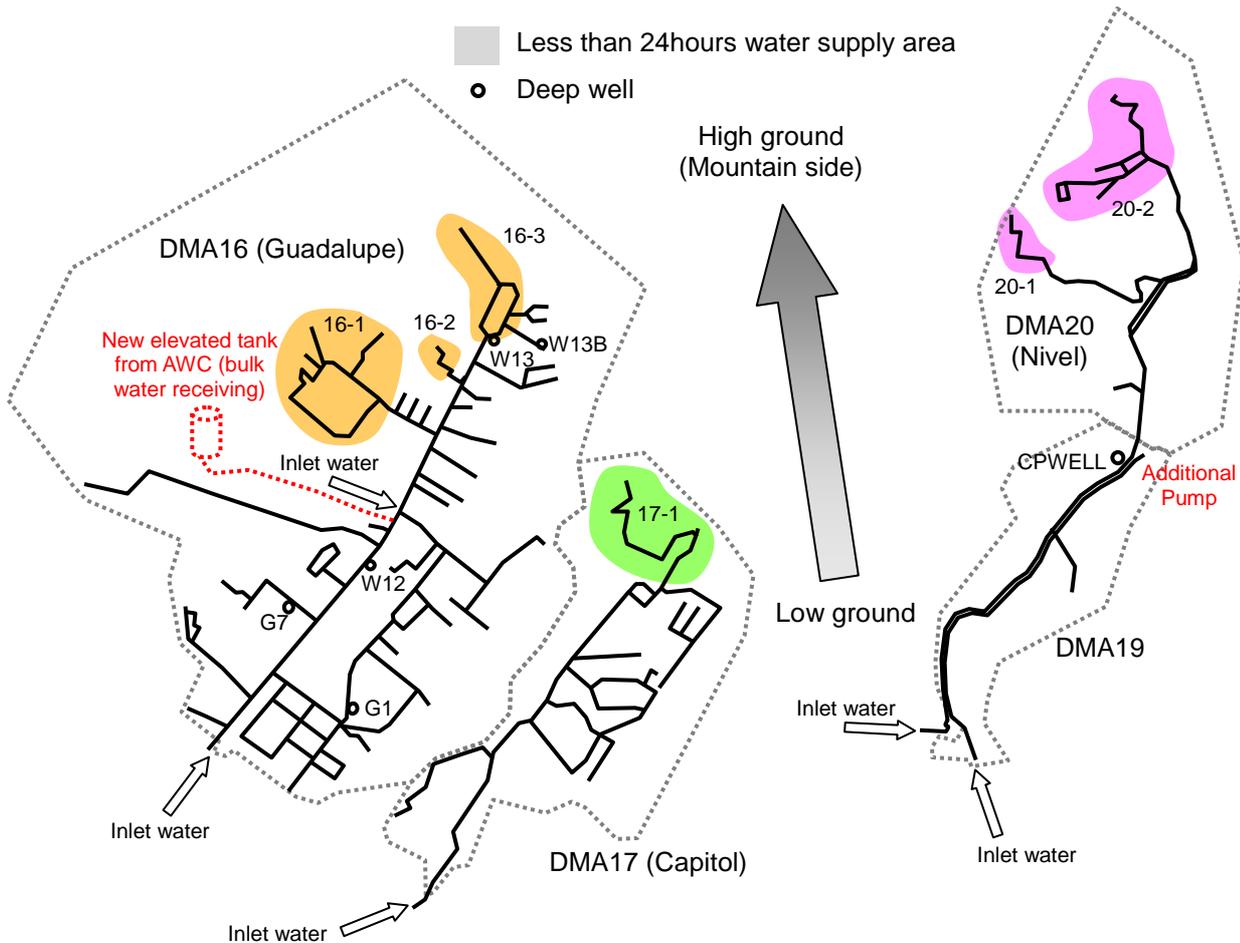


図 2-2-6 未 24 時間給水区域と抽出した配水管ネットワーク

更新の条件として、現状の水圧が7PSI (約0.5kgf/cm<sup>2</sup>) 以下である極端な低水圧区域を対象に14PSI (約1.0kgf/cm<sup>2</sup>) 以上を確保する手段を検討した。結果について、表2-2-5に表す。表中のPoint欄は、図2-2-6内に記す番号に相当している。

多くは、24時間未満給水区域が広いことにより、更新する管路延長が長いため、管路更新時には管口径を増径するとともに、直近の対策としてはポンプ増圧(交換)を行うことで、対策が図られることとなる。

第3次現地業務後の2012年11月に、MCWDでは上述の直近の対策として、DMA19&20のポンプ場内に追加ポンプを設置し、Point番号20-1&2の低水圧を解消した。しかしながら、増圧により、一

部の低地盤は逆に高水圧になってしまったため、今後、減圧弁の導入や仕切弁による水圧調整が必要と思われる。

表2-2-5 更新対象と解消策

DMA	Point	Characteristics of object area	Rehabilitation plan
16	16-1	High elevation area	Need introduction of booster pump (more than 15m) between J73 and J84 on P36
	16-2, 3	Less W13 & W13B pump capacity	Pump capacity upgrade (more than 15m). But MCWD will disuse these pumps, because Nitrate concentration becomes high level.
	16-1~3	Total solution for high elevation	Install new high elevated tank (Bulk water receiving from AWC: ABEJO Water Company) and supply to area of 16-1~3.
17	17-1	High elevation area	Need introduction of booster pump (more than 15m) between J43 and J32 on P27 (200m on this side of J32) Or introduction of elevated tank where higher than J32
19&20	20-1, 2	High elevation area	Install additional pump (same performance as existing pump) in the pumping station. (→ Double capability)

#### 2.2.4 既存漏水調査計画に基づく新規計画の策定支援

#### 2.2.5 新規漏水調査計画でのモデルブロックにおける漏水調査

##### (1) 漏水調査計画の現状

漏水調査計画は、MCWDにおいて最も重点を置いている計画である。2012年7月に実施した本邦研修での漏水調査の講義及び実習にて提案してきた(a)漏水調査用メッシュによる調査区域の区分け、(b)漏水調査結果を老朽管更新計画へ反映する、の2点について、現行の漏水調査計画に反映していくことを視野に入れ、第3次現地業務において、現行計画のレビューを行った。それ以前より、現行の漏水調査計画書の提示を求めてきたが、ヒアリングで議論する中では共有化された文書としてはまとまっていないことが判明した。

ヒアリングの中で、漏水調査の計画性について、以下のように理解できた。北部・南部支所に3班ある漏水調査チームの班長が集まり、漏水調査に関する打合せを行っている。地域内を受け持つそれぞれの班は、班長が区域内を分割し、その日の状況(天候、交通規制等)により調査区域を決定している。日々の作業計画は存在しているが、長期にわたる計画性が欠けることは、MCWDでもそれを認めている。

本プロジェクトでは、漏水調査メッシュを導入することにより、メッシュ内に漏水発見箇所をプロットし、かつ、箇所数をランク分けし、メッシュ単位でカラー化することで、給水区域内における漏水の傾向が把握できることになる。これにより、老朽管の存在箇所や重量車両交通など道路事情の傾向や、メッシュに土壌性質分布図を重ねることにより管路布設の状況がビジュアル的に把握でき、今後の対策・計画に反映できることになる。

YWWBでは、海成粘土層(腐食性土壌)では配水管の腐食が速く進み、劣化速度が速いため、腐食による漏水が起きやすくなることが判明し、ポリスリーブ(ポリエチレン製のコーティングシー

ト)を配水管に巻き、腐食防止の措置が図られたケースがある。また、軟弱地盤地域ではいち早く可撓性に富む耐震管を導入してきた経緯がある。

MCWDでの配水管布設における土被り(管頂位置までの深さ：YWWBでは通常120cm)が浅い(50cm程度以下の箇所もある)ため、重量車両が通過する際の車両衝撃が土層による圧力分散をまかないきれないため、配水管に対して破壊衝撃を与えやすい。メッシュ(サブメッシュ)により、これらの影響路線が色分けされることにより、今後、埋設深度をより深く布設する対策が図れるようなことが期待される。

## (2) メッシュ単位での漏水調査導入とその評価について

第3次現地業務では、MCWDの給水区域におけるメッシュ設定を議論し、アドバイスをを行った。これらを踏まえて、第3次国内作業中にMCWDでメッシュ設定(東西500m×南北500m)を行い、パイロット地区(DMA9C、11A、25A)内において、一日、一週間の漏水調査作業量を勘案しながらメッシュの大きさを検証した。2012年11月以降のモデルDMAでの漏水調査計画は、表2-2-6の通り行った。

表 2-2-6 漏水調査工程

	2012							2013		
	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
DMA9C				■ ■			■ ■		■ ■	
DMA11A			■ ■			■ ■			■ ■	
DMA25A	■ ■		■ ■			■ ■			■ ■	

上記計画に基づき調査を行い、モデルDMAメッシュ内の調査完了を待ち、メッシュ内の漏水発見個所のプロットと共にカラー化を行うことになる。漏水調査結果を管路マップにメッシュを重ねたものの上にプロットすることができるため、モデルDMAのみならず、MCWD全体の漏水マップがメッシュ上にプロットされ、その漏水発見個所数に応じカラー化し漏水状況の傾向を把握できる(図2-2-7)。メッシュ内をカラー化することは、漏水多発地区や配水管路路線の健全度の状況が把握できる。漏水多発路線では、漏水を発見しては修理する作業を繰り返しており、その後も漏水を引き起こすであろう老朽管路線として更新対象管路に定義し、老朽管更新計画での優先更新管路として選定し、早期の工事リストに加えることが必要とされる。経年的な状況を判断するために、カラー化のレベル判断値(漏水箇所数に対応するカラー識別)は、統一された判断値を使い続けていきたいところである。現在、MCWDの無収水率は約25%であり、高い率であると言える。このことは、漏水箇所が比較的に多く存在するためであるが、漏水防止作業の成果により、無収水率が削減されていくと漏水が発見される箇所数は少なくなってくる。「2020PLAN」での2020年における無収水率の目標値は15%である。カラー識別は、2020年までの無収水率25~15%までは同一の識別範囲を用い、無収水率15%が達成された後、再度、カラー識別範囲を設定することで、新たな目標設定下で漏水防止に取り組むことが必要となるであろう。

以上の新しい漏水調査計画と管路更新計画について議論を行い、その後、MCWDで計画に関する

文書を整備し、共有化することで本項の目的が達成されることとなる。

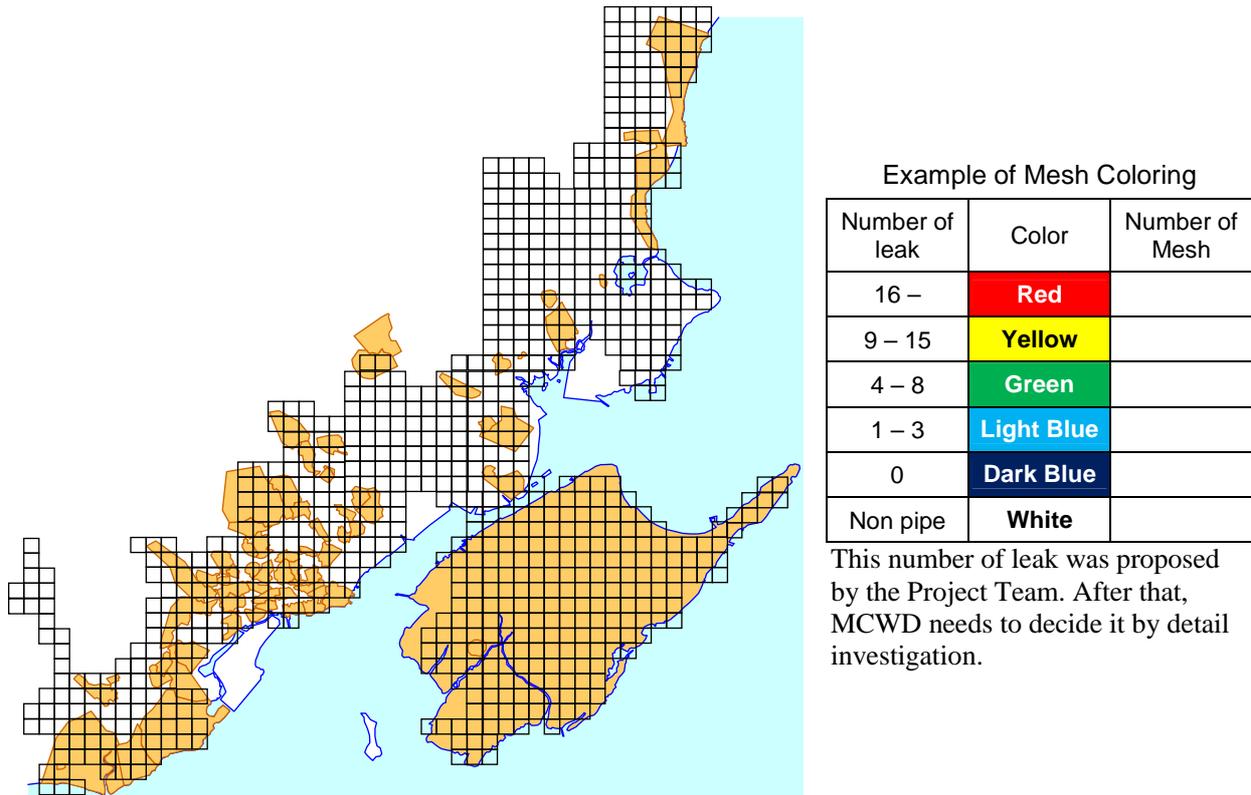


図2-2-7 漏水調査メッシュ (500m×500mメッシュ) とカラー化識別範囲

Year	Stage	NRW(%)
2009	Jan. to Mar.	30.4
	Apr. to Jun.	28.8
	Jul. to Sep.	30.5
	Oct. to Dec.	31.4
2010	Jan. to Mar.	30.0
	Apr. to Jun.	28.0
	Jul. to Sep.	27.0
	Oct. to Dec.	29.6
2011	Jan. to Mar.	29.8
	Apr. to Jun.	28.1
	Jul. to Sep.	27.5
	Oct. to Dec.	27.6
2012	Jan. to Mar.	27.4
	Apr. to Jun.	26.2
	Jul. to Sep.	25.5
	Oct. to Dec.	25.2

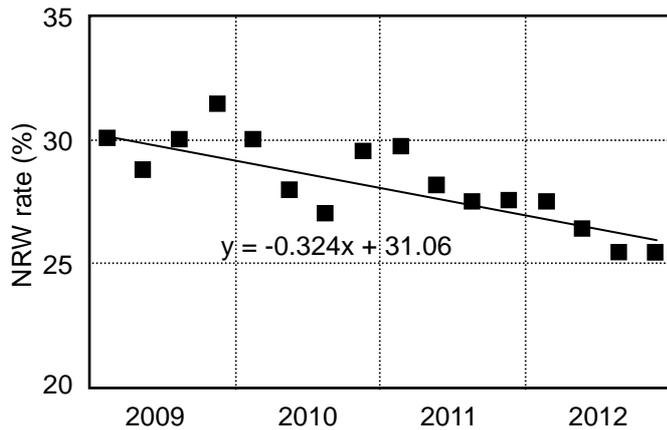


図2-2-8 四半期別無収水率データ (MCWD全体平均)

なお、協議の場では、現在の漏水調査計画をレビューし、2013年から2020年までの漏水調査計画(案)を編集した。この計画では、MCWDの給水区域内を4つの区域に分け、1チーム6名の4チーム(2012年現在、3チーム)とし、日作業延長2.6kmを維持し、4か月で区域を1巡できる計画とした。これを基に上記で述べたメッシュのカラー化を行い、カラー化されたメッシュにより漏水調査区

域の優先性、濃淡化を行い、順次改善しながら効率的な漏水計画にしていくこととした。

なお、2009年から2012年までの無収水率は、図2-2-8の通りである。

### (3) 今後の課題

この漏水調査計画(案)を実施するに当たり、以下のような課題について議論してきた。これらについては、今後、MCWD内でさらに議論し方向性を決めていくこととなる。

(a) 無収水率を削減するために、老朽管更新は LCC(ライフサイクルコスト)を検討し、耐用年数の長い強靱なダクタイル鉄管(DIP)を使用する。

→DIP は、塩化ビニル管(PVC 管)に比べ5 倍以上の使用年数が期待されることから、MCWD では、これまでの本邦研修やプロジェクトチームとの協議を受け、DIP の導入を決定した。新規導入時のコストは、DIP は PVC 管に比べ高いが、DIP の使用期間中に PVC 管が5 回以上の入れ替えを行なうとすると、その入れ替えに相当する管材料費の他、繰り返される布設替え工事費用等、もろもろの経費が掛かることから、DIP を選択したことは妥当といえる。また、DIP(ポリエチレンスリーブ保護あり)は漏水発生率が PVC 管に対して37 倍以上(HIVP: 硬質塩化ビニル管との対比)、発生しにくい効果があることから、無収水率をさらに下げたいと考える MCWD にとっては必然の選択とも言える。

(b) 現状、残置されている未使用管は順次撤去する。

→これから、管路更新が頻繁に行なわれるとなると、管路の残置は避けたいところである。残置管の存在は、漏水発見時の煩雑さや誤接続を招く原因となる。特に空になった PVC 管の残地は、後々の交通荷重による管の破裂、道路陥没等による二次災害の原因にもなることから道路管理者との協議にもよるが、撤去費用が適当と思われる範囲内では、極力撤去することを基本とすることは道路管理の面からも必要とされる。

(c) 管網内の流量、水圧を常時監視するシステムの設置を検討する。

→今後、無収水率を25%から15%へ目指し、これを維持していくために、漏水の早期発見、早期修理が必要となる。そのためには DMA 内の流量、水圧を常時モニタリングすることによって常態時の数値を把握し、大きな異常変化を早期に察知する必要がある。管網内の状況把握には SCADA システムの導入が必要であると考えられる。MCWD では、2012 年7 月より DMA17~21 をモデル地区として、SCADA 導入に向けての研究を始めた。

(d) 水圧の高い一部の区域に減圧弁、調整弁を設置する。

→24 時間未満給水地域対策として、これまで改善策を図ってきたが、給水圧が確保できた反面、給水圧がさらに高くなる地域が一部発生してしまうこととなったため、対策として、減圧弁の導入や既設仕切弁の開度調整による圧力調整を細かく行なう必要が出てきた。弁故障の際には、これ以上の対策が図れなくなるため、更なる管網解析により管路更新する際に適切な管網を整備する必要がある。

(e) 給水区域全域に漏水調査メッシュを採用する。

→第4 次現地業務でメッシュ利用による漏水調査とメッシュのカラー化の導入が確認された。健全な管路更新に向けて、これからカラー識別による漏水発見数に関するランク分けを検討しているところである。

表2-2-7に、MCWDにおける無収水削減対策に関する漏水調査機器、無収水率の歴史と今後の目標値を示した。表網掛け部分の無収水率は、2012年については6月までの上半期までのデータによる予定値(実際は25.2%であった)、それ以前は実績値、2013年以降は目標値である。

表2-2-7 無収水削減対策に関する漏水調査機器、無収水率の歴史と今後の目標値

Year	Detection staff	Length/Team (Length/day)	NRW rate	Detection instrument	Cycle
1995	10 (1 team)	1.0km/day (1.0km/day)	37.5 %	Leak Detector: 1	3 years
1996			38.1 %		
1997			38.5 %		
1998			38.6 %		3 years
1999			37.9 %		
2000			35.5 %		
2001	6 (1 team)		34.3 %	Leak Detector: 3 Pipe Locator: 2 Correlator: 1	3 years
2002			33.9 %		
2003			32.1 %		
2004			31.9 %		3 years
2005			27.7 %		
2006			29.0 %		
2007		29.6 %			
2008		29.4 %	3 years		
2009 (-Jun.)	29.4 %				
2009 (-Dec.)	6 (2 teams)	1.0km/day (2.0km/day)	29.4 %	Leak Detector: 4 Pipe Locator: 2 Correlator: 1	2 years
2010	6 (3 teams)	2.6 km/day (7.8km/day)	28.6 %	Leak Detector x 8 Pipe Locator: 2 Correlator: 1	6 months
2011			28.2 %		
2012			26.4 %		
2013	6 (4 teams)	2.6 km/day (10.4km/day)	26.1 %	Leak Detector: 14 Pipe Locator: 2 Correlator: 1 Acoustic Rod: 7 Leak Noise Correlating Logger: 1 Leak Noise Logger with SMS: 1	4 months
2014			24.7 %		
2015			23.1 %		
2016			21.5 %		
2017			19.9 %		
2018			18.3 %		
2019			16.6 %		
2020			15.0 %		

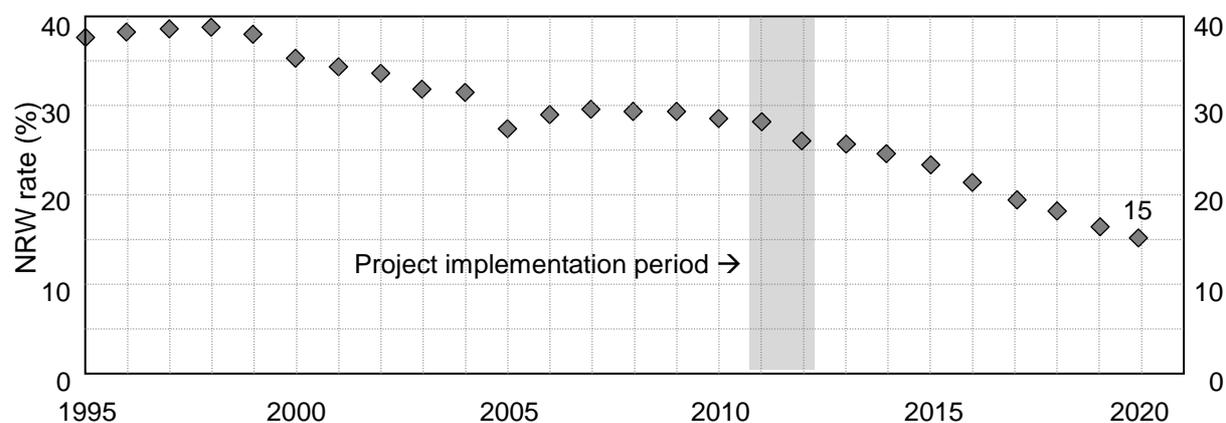


図2-2-9 無収水率の歴史と今後の目標値

## 2.2.6 ブロック間及びDMA間の緊急時(事故時)バックアップの検討

当初、本プロジェクトでは、上記2.2.3のモデルDMAでの管路更新工事を行うことが、業務指示書に記載されており、更新工事に関しMCWDと検討してきたが、工事材料調達のための発注手続きを考慮すると、第2次現地業務の段階(2012年6月)で24時間未達給水地区DMAの管網解析が完了していない、また、時係数を考慮した将来系のDMAの最大水量使用時の管網解析に着手できていないことから、管路更新工事については、漏水管理で行っている漏水多発管路の管路更新工事、および、管栓管路のループ化工事をそれに充てることとした。

第2次国内作業の期間に、MCWDのC/Pにより工事対象DMA内の管網解析を行い、隣接DMAからのバックアップが必要かどうかについて検討した。今回の漏水多発管路の管路更新工事は図2-2-4、図2-2-5のように樹脂状配管を延長してループ化する工事を計画した。管路のループ化により給水圧の均等化、残留塩素停滞の解消、断水影響範囲の減少が図られることから、ループ化することについてMCWD内での推進を望んでいる。

本更新工事における作業工程上、付近の水圧不足は発生せず、また、工程では既設管からの給水を続けながら、既設管の隣に設置することが可能なため、既設本管から新設本管に切り替える際の短い時間(本管洗浄時間含む)が断水になるだけである。これより、隣接DMAからのバックアップは行わなくても給水が保たれると判断した。

我が国(YWWB)では、既設管を更新する場合、狭い道路事情により、水道管の布設工事を行う場合、(1)仮設管の布設、(2)仮設管への接続切り替え(3)既設管の撤去、(4)新設管の布設、(5)新設管への接続切替え、(6)仮設管の撤去を行い、新設管は撤去した既設管と同じ場所に布設される。これも一種の水道工事におけるバックアップ対策である。我が国では、道路管理者より既設管は撤去することを指示されるが、MCWDにおいては、本既設管は撤去せず、残置するとのことである。よって、作業工程は、(1')新設管の布設、(2')新設管に接続切替えのみである。

YWWBでも自己所有の水道用地内で、撤去が困難な箇所では撤去せず残置する場合があるが、その際は残置管内に中込め材が注入され、管損傷の際に道路陥没しないよう対策が図られている。MCWDにおいても、今後、他のライフライン(下水汚水、雨水排水、通信、電気、他)が道路地下埋設物占有をするようになると、これまでのような残置管放置は困難となってくるであろう。

MCWD内では、DMA間のバックアップの検討としては、現在、それに向けて整備する構想はないが、将来的には、十分、検討すべきと考えている。

2011年の幹部研修において、水運用の講義時にYWWBの水運用を紹介した際、DBSにおいてブロック間のバックアップは重要であることを示し、その後、MCWD内でどのような形でバックアップの思想がどのように導入されるかが議論された。本プロジェクト内でのヒアリングにおいて、2012年7月の本邦研修で再度、水運用を講義に取り入れるよう要望があり、研修に反映させた。

今後、MCWDでは高品質の給水サービスを行なっていくことになるが、顧客への給水は断水をなるべく起こさないことが求められる。どこで事故が発生するか予測できないのと同じように断水

がどこで発生するかは予測できない。しかし、断水の都度、仕切弁の操作、配水系統の切り替えを考えるのでは、断水時間は長くなり、断水状態(管内が空になる状態)から汚染水の侵入を招いたり、復水作業(管内を再度満水にする作業)を行なう時には、汚染水の洗浄だけでなく、通常は管内面に付着していたスケール等が水流の変化により刺激されることで、剥離し汚れが管内に拡散し、管内洗浄に予想以上の時間を要したり、管内空気の除去が不十分であると管内に残った空気が水流を阻害して、健全な給水量が送水できないなど、結果的に予想以上に長時間の断水を余儀なくされることとなる。

断水の時間を短くすることで復水が容易に行なえることから、ある場所で事故が発生した場合は、どの区間が断水となるかを把握し、断水回避にどのような切り替え作業を行なうかを議論し、作業工程を検討することなど日頃のシミュレーションをマニュアル化することが必要である。

現在、MCWDはDMA内での通常時の健全な給水を達成するため、全力を注いでいるが、24時間給水が達成された際には、次の目標として、事故時においても可能な範囲で24時間給水を継続させるためのバックアップ体制を研究するとしている。本邦研修での研修資料が役に立つことを願うところである。

### 2.2.7 老朽配水管更新計画の作成支援

MCWDでは既に老朽管更新計画を作成しているが、更新計画の定義付けについて、本邦研修での講義を基に、今後、C/Pと共に見直し作業を図ることとした。

第3次現地業務において、上記2.2.4ならびに2.2.5において漏水調査に関し、現行までの活動を歴史的にまとめた。また、2020年までの漏水調査のチーム構成、調査機器構成、調査サイクル、調査延長等も含めて文書化した。さらには、漏水調査メッシュ(500m×500m)の導入を決定し、メッシュ化されたマップにて漏水発生状況を把握し、管路更新に反映していくことを決めた。

漏水調査と管路更新は重要な関係があり、本項では漏水調査後に漏水調査メッシュへ漏水点をプロットし、メッシュ内の漏水発見点数からカラー識別した次の工程について述べる。

MCWDの一部の配水管網を取り出し、漏水調査結果をメッシュ化された管網マップに漏水点をプロットし、漏水点数に応じたカラー識別表により、メッシュ内を色付けした(図2-2-10)。これから、メッシュ座標:C1、B2、D2、D3が漏水多発区域とわかる。C1内に着目すると、B1からD1まで続く路線[1]に漏水が集中している。この路線に起こる漏水多発の原因として、(a)老朽管、(b)布設時から比べ重量車両が多く通行した、(c)埋設深度(土被り)が浅い、(d)施工不良、などが挙げられる。この管をそのまま使用しても、継続的に漏水が発生することが予測されることから、更新工事を行なうことが第一の無収水率削減につながる。ただ、管路を入れ替えるのではなく、新規管路は原因に応じた対策を施さなければならない。上記例の対策としては、(b)管材料として、耐用年数が長いダクタイル鉄管(DIP)に変える、(c)管材料にもよるが土被りを深くする、管防護を導入する、などを考慮して新設管路の設計を行なうことが必要である。同様にこのメッシュ内には図中[2]～[4]の管路更新を検討すべき路線がある。原因(a)の老朽管ではないが、漏水が多発する場合は、(b)～(d)のようなその他の原因によることが多い。

管路更新計画は老朽管更新計画であるが、老朽管の定義から外れる管であっても、これらの管路更新候補から周辺状況、重要度に応じて対象管路の選定を行なうことが必要である。

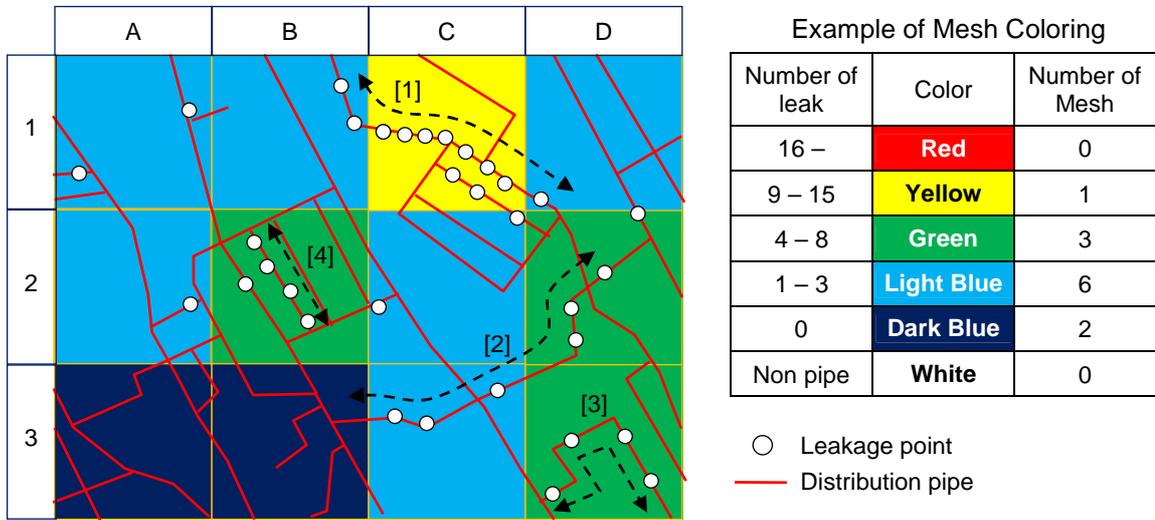


図2-2-10 漏水点のカラー化 (MCWD給水区域の一部)

現在、MCWDでは布設当時の配水管から更新する際には、(1)特別な事情、(2)非常に高い漏水発見率の管路、(3)やや高い漏水発見率の管路、(4)老朽管や石綿管、(5)管網解析による提案の順で管路更新を計画している。上記(2)(3)の指標としては、表2-2-8を用いているが、少々複雑である。これは、管路ごとの漏水状況や管路状態について評価しランク分けしている。YWWBでも検討会を作り同様の管路更新計画に客観的判断を可能とする数式を用いた判断表を作成している。

プロジェクトチームとしては、まず、先述のメッシュ内の漏水数のみに着目し、その後、メッシュ内と隣接メッシュの状況を確認し、管路が最適な状態であるための対策(工事)を考慮することを提案した。

表2-2-8 更新管路選定表

Grade	Description	
5	More than 5 body leaks per 300 meters in the pipeline for the past 12 months; or more than 7 failures per 300 meters for the last 12 months	
4	4-5 body leaks per 300 meters in the pipeline for the past 12 months; or 6-7 failures per 300 meters for the last 12 months	
3	2-3 body leaks per 300 meters in the pipeline for the past 12 months; or 4-5 failures per 300 meters for the last 12 months	
2	1 body leak per 300 meters in the pipeline for the last 12 months; or 2-3 failures per 300 meters for the last 12 months	
1	Zero body leak in the pipeline for the last 12 months; 1 failure per 300 meters for the last 12 months	

Grade	Structural condition	Risk description
5	Metallic	leaking pipelines with contamination occurrences; leaking pipeline with entire or portion of length totally submerged in canal/drainage
	Plastic	

Grade	Structural condition		Risk description
4	Metallic	Major corrosion, delamination, cracking or pipe loss and/or collars broken or deteriorated rubber rings	Leaking pipeline with maintenance access problems; leaking pipeline with entire or portion of length located inside a drainage but not submerged
	Plastic	Old PVC pipes (white colored) with discoloration, plastic pipes with high discoloration	
3	Metallic	Significant corrosion, deterioration, cracking or pipe loss and/or collars or joint cracked affected by tree roots	Leaking pipeline with entire or portion of length located near a canal
	Plastic	Old PVC pipes (white colored) without discoloration	
2	Metallic	Minor corrosion or deterioration evident and/or minor connection deterioration	Leaking pipeline with no possible contamination problem but dilapidated to pipe age
	Plastic	Plastic pipes with slight discoloration	
1	Metallic	No corrosion or deterioration evident or connection as new	Leaking pipeline with no possible contamination problem
	Plastic	Plastic pipes with no discoloration	

上表は、これまでMCWDで熟慮してきた管路更新計画であり、急にプロジェクトチームの提案した方針に切り替えることは難しい。しかし、MCWDでは、漏水調査と管路更新にプロジェクトチームの提案した漏水メッシュを導入することを決定し、現在、カラー化の識別表のランク分けを検討するまでに至っている。

## 2.2.8 既存地理情報システム (GIS) から総合マッピングシステムへの移行の検討

### (1) 現況について

MCWDにおけるマッピングシステムについて、地形図はGoogle Earth®より地形データを取得し、Micro Station®(以下、MST®とする)を用い道路・建物の線画を作成している。配水管路の工事が行なわれると、その工事帯周辺の詳細測量を行ない、その部分の詳細な道路形状、建物の配置が正確に地形図データに反映される。管網データは、MST®内のレイヤーで管理されると同時に、管網解析で使用するWater GEM®(以下、WGM®とする)上でもその管網データが使用されている。地形図作成、配水管路(施設)情報管理、管網解析、事業運営用図面作成等、複数の業務に関し、MST®、WGM®やその他のソフトウェアを用途に応じて使い分けている。

本プロジェクト当初、幹部よりYWWBで導入している統合型マッピングシステムの導入を検討したいと聞いていたが、担当職員は現行の用途に応じた使い分けを十分習得しており、難なく各作業をこなしていることから、現状のシステムで運用を続けたいと思っていることが判明した。

### (2) マッピングシステム化について

ここで、統合型マッピングシステム導入のメリットについて、以下に紹介する。

- (a) 紙情報を電子データ化することにより、紙資料保管場所の省スペース化が可能
- (b) 工事竣工データ、工事関連図書を一元管理することにより業務の効率化が可能

- (c) 職員の経験や勘に依存しない工事計画や断水対策が可能
- (d) 管網解析等のシミュレーションが可能
- (e) 電子データ化することにより、多数の職員間での最新データの共有化が可能
- (f) 災害時に外部からの復旧支援者へデータ提供(紙・電子データ)が可能

また、デメリットとしては、システムの安定性の面で、市販の汎用性の高いシステムに比べ、特注部分の多いシステムでは初期不良が多いため、システムが安定するまで時間を要する場合がある。当初から安定したシステムを望むのであれば、すでに多くの実績がある汎用性の高い製品であることが望まれる。

マッピングシステムに関するシステム必要経費は、初期費用(システム購入費、開発費)と維持管理費が必要である。初期費用が低くても、維持管理費が高い場合があることから、システムは、当初選定したシステム企業と長期間随意契約を行うことが多いため、維持管理費も考慮してメーカーの選定を行うことが望ましい。開発費は、市販品では開発費込みの価格で販売されているが、特注部分の多いシステムでは開発費が別途必要になる。開発費を低く抑えるためには、機能を絞ることが望ましいと言える。維持管理費では、マッピングシステムは導入することが目的でなく、長期間使用し続け、常にデータ更新を行う必要があり、維持管理費が必要となる。システムに取り込むデータ量が増えるほど、データ更新時の作業が増え、人件費や作業時間が多く必要になる。また、データ量が増えれば、PCの性能を高くすることも検討しなければならない。そのため、維持管理費を低く抑えるためには、データ量をむやみに増やすことなく運用の範囲内で最小限に収めることも必要である。

### (3) MCWD に適応したシステムの検討について

第2次現地業務にて補強したマッピングシステム専門会社：国際航業株式会社(以下、KKCとする)により、標記にある既存GISとマッピングプログラムから総合型マッピングシステムへの移行について、問題点の把握を行った。

統合型マッピングシステムに関しては、基本機能の確認と今後必要となる応用機能の検討として、現行システムに装備されている機能を確認するとともに、機能の利用状況を調査することが必要となり、マッピングシステムと管網解析システムの連携も検討する必要があるとした。

MCWDではデータベースに関して、GPS計測に(過度の)期待をしており、マクタン島内に設定した延長8kmのパイロット地区において、GPS計測したロードマップ(基盤図)整備を進めている。既設管は、道路を掘削してGPS計測を行い、新しく整備した基盤図に書き込んでいる。この手法でセブ市全域を整備することの時間的難度、費用対効果を提示し、議論が必要であることを提案した。その結果、MCWDも本手法を継続していくことは大変な労力を要し代替え案を探していることが判明した。

また、MCWDでは、1977年(昭和52年)に撮影した航空写真をロードマップに利用してきたことから、近年の水道工事図面(竣工図等)との整合が取れないことが問題となっているため、上記の課題とも合わせロードマップの新規作成を提案した。

さらに、管網解析システムのデータについて、マッピングデータベースと管網解析データベースは連動しているものの、MST®で作成した工事竣工管路データがWGM®の管網計算用の節点(Node)

をベースとした分割管路に変換され、再度MST®に反映される連動・連携がスムーズ(タイムラグの縮小)に進む必要があることも提示した。

地形図データの更新から、新規マッピングシステムを導入する場合の概算費用を表2-2-9に示す。これはKKCが日本の水道事業体を参考に、MCWDの規模を対象としてMCWDに統合型マッピングシステムを導入するとした場合の金額である。

#### (4) MCWD 内での検討について

上記のとおり、MCWDでは、マッピングシステムに使用する地形図(基盤)データが相当古いという指摘をKKCより受けたため、表2-2-9(Cost左欄)のKKCから提案する統合型マッピングシステム構築案を検討するとともに、2012年10月から、MCWDでは国内で上記のことが可能か検討を始めた。

表2-2-9 新規に統合型マッピングシステムを導入する場合 (Cost左欄) と  
現行システムを用いデータ更新する場合 (Cost右欄) の概算費用

Item	Contents	Cost (PHP)	
		Introduction New System	Using Present System
(A) Detail Study / Research	KKC staffs research and study.	1,800,000	0
(B) Creation of Digital Road Map	Aerial Photograph (Scale:1/1000)→ Road Map Creation (0.5 – 1 year)	44,200,000	
	Aerial Photograph (Scale:1/500)→ Road Map Creation (1 – 1.5 years)		5,000,000 (by MCWD staff)
(C) Introduction of PC	Server PC: 1 (400,000 PHP/pcs)	400,000	400,000
	Client PC: 20 (80,000 PHP/pcs)	1,600,000	1,600,000
	Digitizer: 2pcs, Scanner: 2pcs	400,000	400,000
(D) Input Pipelines and Facilities	Pipeline 800km (9,000 PHP/km), others	8,900,000	0 (by MCWD staff)
(E) Software new installing	1 Server and 20 Clients	6,600,000	0
Total Amount		63,900,000	7,400,000

上表(C)に関しては、ハードウェアであることから、PCの性能面を満足すれば国内外を問うことはないため、フィリピン国内でPCを購入する場合、より安価で購入できると思われる。費用的に大部分を占める(B)の基盤図作成であるが、メトロマニラの航空測量会社(GEODATA社)が2011年に航空写真を撮影しており、アーカイブとして利用することをMCWDは現在交渉している。この写真はスケールが1/500~1/300と非常に詳細に撮影されており、セブ市中心部の込み入った住居間の小道も鮮明に表示されているため、MCWDでは本アーカイブの使用を切に願っている。使用条件と価格面の交渉を行なってきており、安価な航空写真の利用が望まれる。写真から地形データへの変換は、GISデータの良否が問われるところであるが、MCWDには航空写真から地形データの

デジタル化を担当する専門職員(この2名の職員は他に管網解析も行なっている)がいる他、デジタル化ができる職員が数名在籍しており、専門業者に依頼する場合よりは多少時間はかかるが、完成精度は非常に高いものがある。したがって、航空写真データの入手が可能であれば、(B)については非常に安価で作成できることとなる。同様に(D)の配水管網(施設)の入力は、現在使用しているMST®のデータが使用できることから、計上する必要はないが、現在使用している基盤図は、35年前のものであるので、一部の配水管網で管路工事が行なわれていない箇所(例えば、基幹送水管や浄水場流出管路などの大口径基幹管路)では、管路布設位置がずれて表示される場合がある。最新の基盤図に更新した場合には、このような整合性をとる必要があり、手間をかけて補正することが必要となる。なお、(E)のソフトウェアはYWWBで使用しているプログラムを基にしたものである。MCWDでは既存のMST®とWGM®を使用する場合、初期投資はすでに終わっているが、バージョンアップ費用はこれからも必要となってくる。

## 2.2.9 管路研修施設の導入に向けた基本概念形成、簡易設計の検討

業務指示書には含まれていないが、JICAとMCWDとの協定書において管路研修施設に関する支援があり、プロジェクトチームとして、本課題について、標記の通り検討を行った。このことは、MCWDからは優先度の高い要望であり、MCWDで予め、建設予定地を確保してあったことにより、建設に向けた現実性は高く、また、MCWD内での関連する議論は円滑に進んでいった。これは、前年度に行われた幹部層の本邦研修にて、YWWBの管路研修施設での実地研修を経験しており、YWWBの研修施設と同等の規模と現地(MCWD)に適応した研修内容をすでに検討していたため、目的、研修内容、施設規模などが明確になっていたことによると思われる。

第1次現地業務にて、研修施設建設予定地(Tisa浄水場に隣接するTisa配水池のMCWDが有する空き地)を視察し、簡易測量を行い、敷地面積(約2,000m<sup>2</sup>)を算出した。その後の本邦研修では、管路研修施設での実習はもとより、実習後、YWWBの管路研修施設を参考として、MCWDで展開するために、どのような研修施設を敷地内に配置するかについて、ワークショップを開催した。また、研修最終日の研修成果発表会では、研修施設導入に向けた基本概念の形成、ならびに簡易設計図面(図2-2-11参照)を作成し、研修員のアクションプランとしてまとめた。導入する研修施設としては、(1)漏水調査、(2)配水管路布設、(3)給水装置接続の3部で構成され、座学施設は、現状、事務所に併設されている屋根付きの集会スペースを利用することとしていた。

第4次現地調査時に、座学施設に関し、十分なスペースが確保できないことから、研修施設建設予定地をTisa配水地横の空き地から、水質試験所、漏水管理室、水道メータ更新作業所のあるTalaman支所にMCWD所有の空き地があり、こちらの方がスペース的には広いことから、建設予定地をTisaからTalamanに移転することが決定された。スペース的には広いが、草木が茂り、用地造成に多少費用がかかることを除けば、MCWDの基幹施設が集中するTalamanは研修場所としての立地は非常によい。また、市中からTisaへ移動するためには交通手段は徒歩、バイクタクシー、タクシーになるが、途中の通事情は非常に悪いため、安全性に課題が残る。一方、Talaman

は交通機関が十分に機能しており、交通の面では遥かにTisaより優れている。しかしながら、Tisaには、Tisa浄水場が隣接しており、管路研修のみならず、浄水処理の研修も同一箇所で行なえるというメリットがある。MCWDとの協議では、MCWD内での浄水研修は管路研修に比べ少ないので、管路研修を重視した研修計画を立てたいとのことであった。

今後、MCWDでは、管路研修施設の詳細設計をTalamanbに合わせるために配置の再検討を要することとなる。

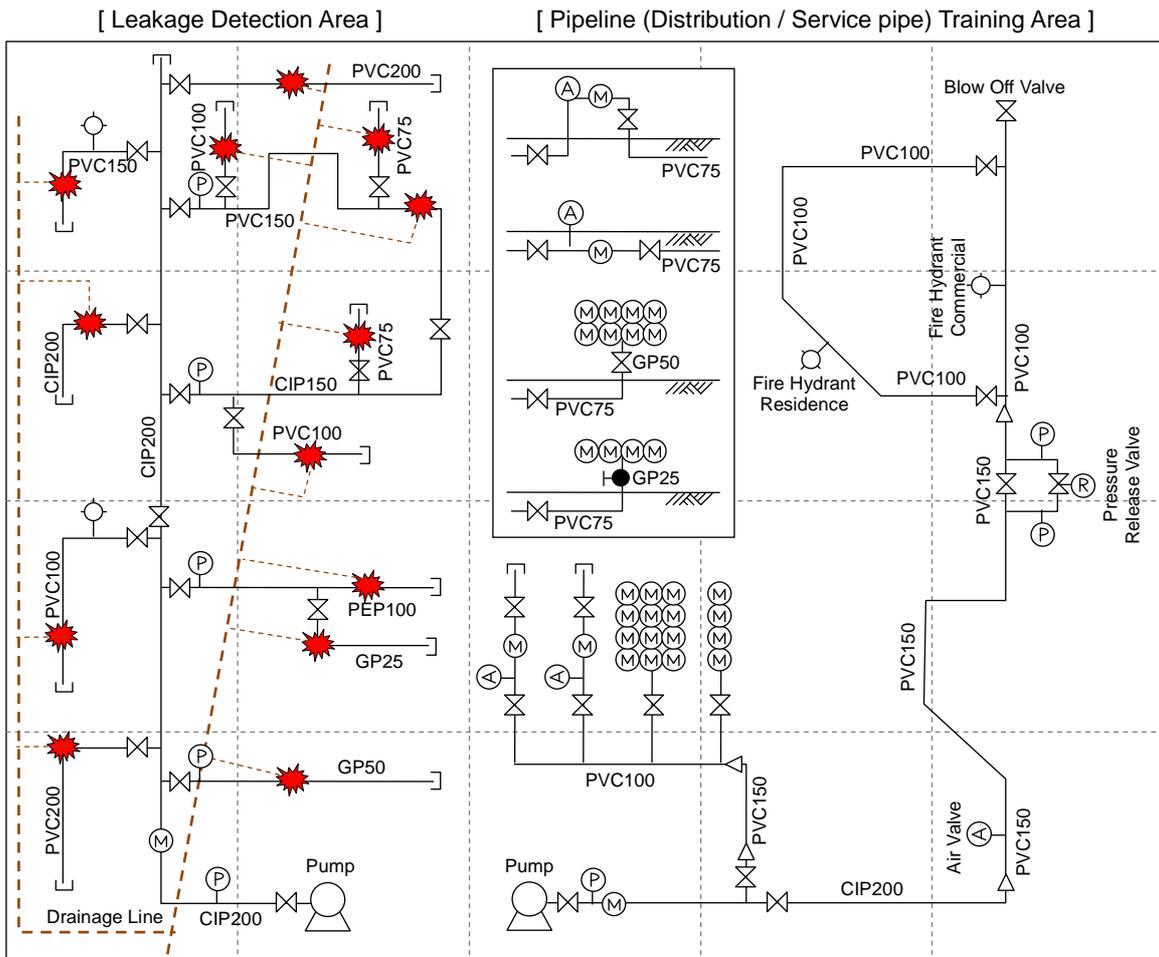


図 2-2-11 管路研修施設簡易設計 (フィールド 50m×40m : 1メッシュ 10m×10m)

上図の簡易設計を基に、本邦研修終了後、MCWDの配水部門(漏水、配水設計、マッピング)の研修参加職員が中心となって設計を行い、第3次現地業務において、その設計に関する検証を行った。作成した詳細設計から、増圧ポンプの位置、漏水排水柵の位置、漏水排水渠の流れ勾配、表面舗装の雨水排水勾配など、設計段階では気づきにくい、機能的に重要なポイントについて指摘した。また、使用材料は、MCWDで通常使用されているPVC管やPEPの新管(新材)だけではなく、経年管の設定として撤去管や廃管材を用いたり、今後、MCWDで導入が予定されるDIP(ダクタイル鉄管)を布設することも提案した。加えて、漏水調査区域の工事は設計通りの施工ができるかは、設計段階では保障できないところがあり、漏水音を発生させる方法を、漏水発生排水の排除方法を、また、漏水擬似音の作成方法を、試行錯誤して見出してもらいたいところである。

総工費約850万PHP(Tisaの場合)を費やして築造する本施設は、MCWD内部の研修に用いるのみならず、他の水道区からの受入研修を企画している。詳細設計および工事積算(予算確保済み)が完了し、工事施工への取り掛かりが待たれるところであるが、Talamanbへの建設予定地変更を受け、工事は2013年中に開始することを目標としている。

## 2.3 地下水源からの給配水の水質改善と既存浄水場の処理能力強化(浄水処理・水質管理)

### 2.3.1 既存浄水場の凝集沈殿池の急速及び緩速攪拌、整流装置改良の検討

#### (1) 浄水場ならびに浄水処理における現状

MCWDの浄水場ならびに浄水処理における現状を以下にまとめる。なお、鍵括弧内の数字は、図2-3-1内の施設の番号を表す。

MCWDには、既存施設として、1912年に築造された計画処理量約10,000m<sup>3</sup>/日のTisa浄水場(図2-3-1)がある。浄水場の上流約2kmにあるBuhisanダムからの導水管路で浄水場まで自然流下で運ばれた原水は、[1]着水井・分配槽の吹出部にて、凝集剤としてポリ塩化アルミニウム(PAC)または硫酸アルミニウムを注入している。吹き出し流量の多少によっては十分な攪拌とは言えないが、そのまま、管路(約350m)にて[2]沈殿池2池へ運ばれる。沈殿池は横流式の薬品沈殿池である。沈殿池はM字形の2往復路(4路)に仕切られており、上流から下流の処理方向へは約140m流れることとなる。上澄水は、隣接する[3]急速ろ過池(3池)と[4]緩速ろ過池(1池)に送られ、ろ過される。ろ過処理水は、[5]逆洗浄水槽にもポンプ送水される。また、ろ過処理水は、塩素注入後、自然流下で配水管網にて市民に給水される。

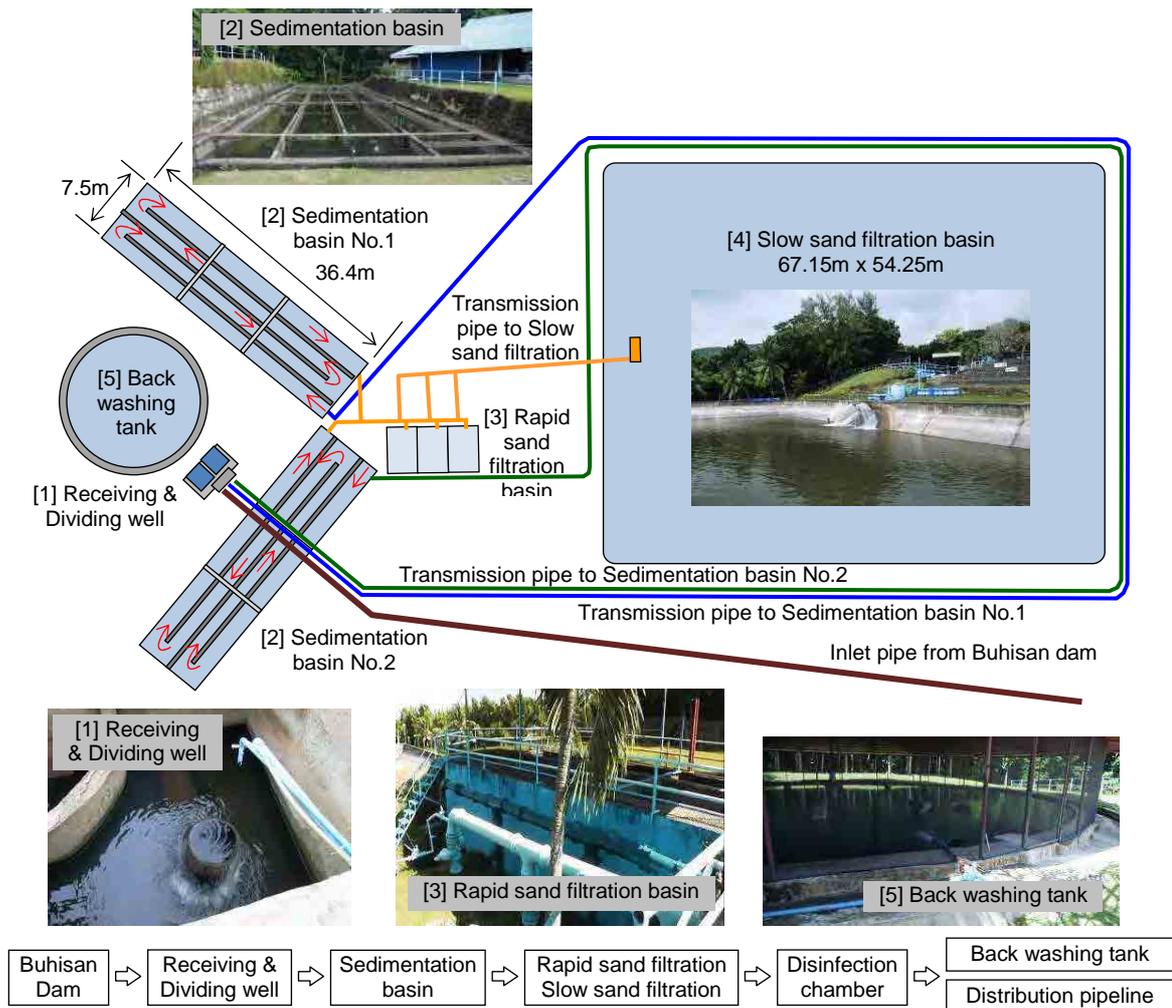


図 2-3-1 Tisa 浄水場平面図

Tisa浄水場の水源であるBuhisanダムは有効貯水量約200,000m<sup>3</sup>、堤高27mの水道専用ダム施設で、集水区域は630ha程度である。Tisa浄水場への導水管は堤上端から18.5m、清掃時に用いる排水・排泥管は23mの位置にそれぞれ接続されている。

ダムサイト近くには住居や工場は見当たらず、更にダム入口には警備担当者が交代勤務で24時間入場を規制していることから、管理上の問題は見当たらない。

集水域に大きな集落や工場がないためダムへの流入水は非常に良好であり、現在のところ原水に関する水質の問題はない。しかしながら、有効貯水量・集水面積ともに非常に少なく、ここ数年、エルニーニョ現象が原因で起こる少雨期にはダム貯水率0%を記録し、浄水処理が不能になることも年によっては数回起きることがある。また、堆砂が進んでいて、実際の有効貯水量は上述の約200,000m<sup>3</sup>よりもさらに少なくなっているため、MCWDでは浚渫を計画している。堆砂が進んだ背景には、集水区域での不法な伐採により表土が流出していることが挙げられることから、行政機関による厳格な規制が望まれる。

MCWDとしては、配水量の約95%を占める地下水の水質劣化(後述)が進みつつある中で、新たな表流水の水源を求めている。古くから新設ダム構想があるが、安全で豊かな水源を確保できることを望むところである。ダムの様子を右写真にて示す。



## (2) 浄水処理の問題点

浄水処理に関して確認調査以降、凝集剤攪拌、沈澱効果、ろ過性能、逆洗性能について、問題点が挙げられてきた。この項では、凝集剤の攪拌から沈澱池での沈降について、改良点を検討し、実際に装置を作成し、実証(実験)した結果を述べる。

Tisa浄水場の着水井で凝集剤は注入されるものの、分配槽へ落ちる僅かな落差と送水管曲管部で僅かに発生する乱流だけで、原水と凝集剤が攪拌されると導入当初は判断されたようであるが、それらだけでは十分な攪拌効果が得られていないことは、沈殿処理水を未処理水と比較することで明らかである。

通常、適正量の凝集剤が注入され、十分な急速・緩速攪拌が行われていれば、凝集した濁質(フロック)が沈澱池で沈降するはずである。しかしながら、(a)凝集剤注入率が低いこと、(b)十分な急速・緩速攪拌がなされていないこと、または、(c)流速が速く沈降が完了しないこと等、複数の原因で沈殿処理が不十分であることが分かった。

以下に、これらの原因について述べる。

(a) 本浄水場では、凝集剤注入率を流入量表から算出しているため、適正な凝集剤注入ができ

ていない。注入率表では、流入量だけが変数のため、濁度の高低やpH値が考慮されないばかりでなく、全体的にみても少量で算出されていた。凝集剤注入率を決定する方法として、ジャーテストが挙げられるが、MCWDでは、機械式ジャーテスターは水質試験室に常設されているだけである。そこで、第1次現地業務にて、現地にて機械式ジャーテスターがなくても、2～3人が手動で行うジャーテストを実施したところ、YWWB方式とMCWD方式では緩速攪拌（フロック成長）のあるなしが判明した。緩速攪拌を導入することで効率的で適正な凝集剤注入が達成できることを視覚的に見せることができた。また、第1次国内作業にて、YWWBで実施しているジャーテストをビデオ撮影し、第2次現地業務でのセミナーでジャーテストの様態を上映した。ジャーテストについては、2.3.6にて後述する。

- (b) 上記の適正な凝集剤注入率はジャーテストにより算定されるが、最適な凝集沈殿となる攪拌条件を得るため、Tisa浄水場原水で様々な条件においてテストを行い、急速攪拌＋緩速攪拌（＋静置）が最良の沈殿効果を示したことから、急速攪拌＋緩速攪拌を浄水場内に導入すべきであることを確認した。

導入に向けて、本邦研修に参加したMCWD職員からは、研修で見学したYWWB小雀浄水場3系沈殿池に設置されているような攪拌槽を築造し、槽内に電動式フラッシュミキサーを設置する案を提案してきたが、浄水場敷地内の空きスペースと地盤高さ（水位）より、費用的に大規模な改造となることから、当初の確認調査で提案してきた沈殿池入口への自然流下式上下迂流装置の導入を進めることとした。導入する迂流装置は電力を使用しないため、着水井以降の浄水処理工程において、停電時も機能を維持できることを強調して提案したことで納得したようである。

- (c) 本浄水場の沈殿池は、矩形池を2往復水路（M字型）に仕切られていることから、浄水処理量を小流量5,000m<sup>3</sup>/日、計画処理量10,000m<sup>3</sup>/日における池内流速は、目視では流れが非常に緩やかで水流を確認できないが、約45cm/分、90cm/分となる。水道施設設計指針（日本水道協会）では、池内流速は40cm/分以下を基準としており、指針と比較すると流速は基準を超えている。このことは沈殿池を2往復水路（4路）に仕切り、流れ方向に細長い池として運用していることによる（図2-3-2:左側）。沈殿機能を向上させるためには、大規模な工事を伴うが隔壁を撤去し、広い断面で一様に流すことも一案である（図2-3-2:右側）。

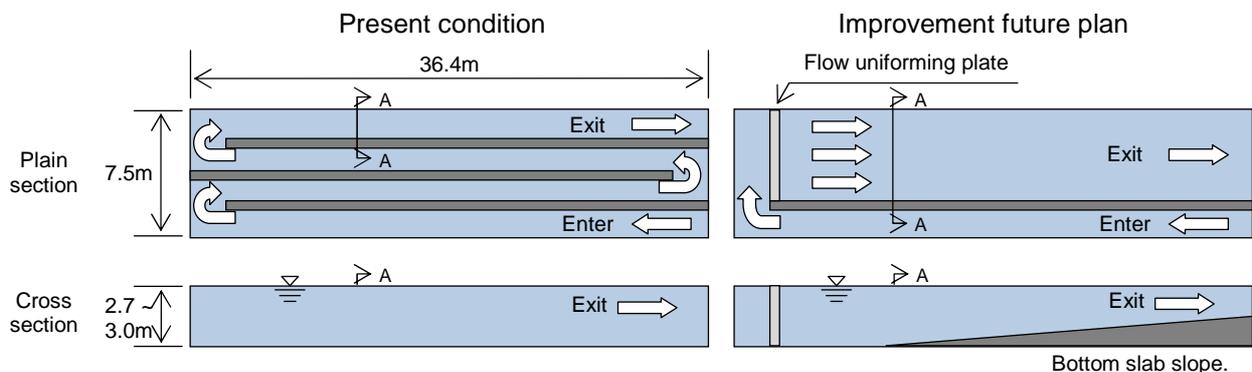


図2-3-2 沈殿池平面断面図（左：現状、右：将来の改善案）

また、現状の沈殿池底板は平坦になっているが、沈降物質(フロック)の量は整流板直後から徐々に減少し、流出口付近では極僅かになることから、底板に排泥用としてスロープを設ける(図 2-3-2:右側下)ことで沈降距離が短くなり、フロックは底板に落ちやすくなる。

現状の沈殿池内において、フロック形成は目視では確認できなかったことに象徴される沈殿処理の機能不全は以上の原因による。記録簿から計算した原水濁度→沈殿処理水濁度は、平均値 9.9NTU (6.9度)→6.7NTU (4.7度)であったが、沈殿池が有効に機能している場合、本浄水場の状態であれば、処理水濁度は1度(1.4NTU)程度またはそれ以下になっていても過言ではない。

### (3) 浄水処理の問題点の課題解決

これらの問題点の解決案として、第1次現地業務において、MCWDとの協議の結果、上下迂流装置を沈殿池流入部に設置し、沈殿処理機能の改善が図れるか、沈殿池1池に装置を設置し、他の1池を対象池として比較実験を実施することを決定した。さらに、上下迂流装置の構造(形状、材質)についても検討した。

第2次現地業務では、詳細設計として攪拌強度(GT値)を計算し、迂流装置の前段に設置間隔20cmの迂流板を11枚、後段に設置間隔50cmの迂流板を10枚設置することを提案した。沈殿池の構造上、攪拌強度が指針値より小さいが、その中でも数値が最大となる設置枚数を上記条件にて計算すると、小流量(5,000m<sup>3</sup>/日)時に8,300を得る。

表2-3-1に計算結果を、また、上下迂流式攪拌装置図の平面図・断面図を図2-3-3に、鳥瞰図を図2-3-4に示す。

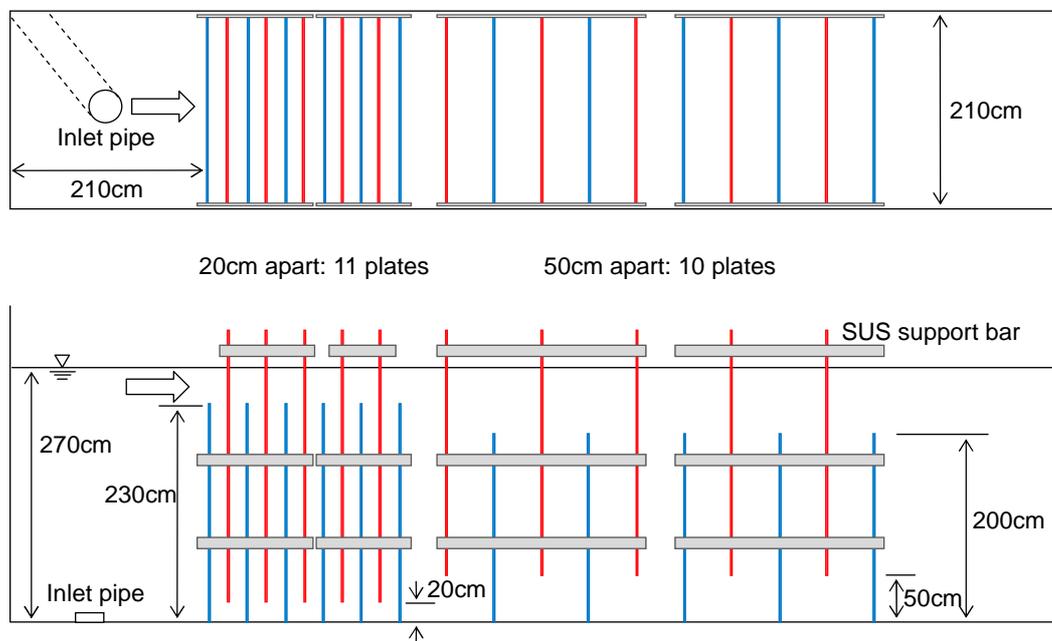


図 2-3-3 上下迂流式攪拌装置図(上:平面図、下:断面図)

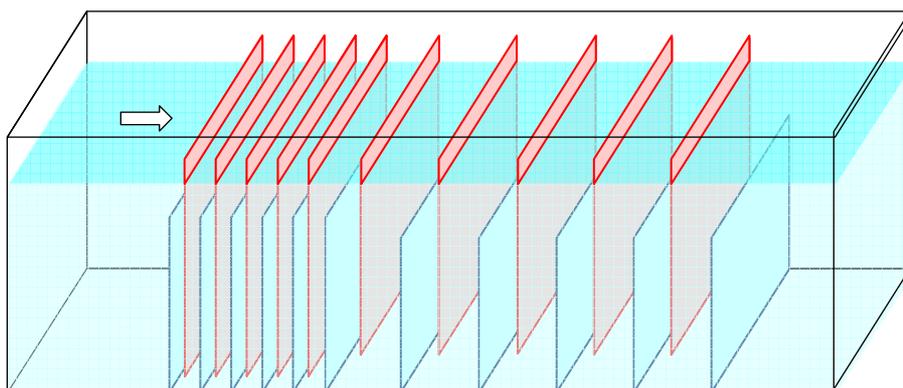


図 2-3-4 上下迂流式攪拌装置俯瞰図

表2-3-1 提案した迂流装置の設計値 (5,000m<sup>3</sup>/日処理時、10,000m<sup>3</sup>/日処理時)

Treatment water volume of Tisa WTP	Residence time (min)	Flow velocity (Front part   Rear part)	Head loss	GT Value (Mixing intensity)
5,000m <sup>3</sup> /day	25.8	7cm/sec   3cm/sec	0.6cm	8,300
10,000m <sup>3</sup> /day	12.9	14cm/sec   6cm/sec	2.5cm	11,800
Design Criteria for Waterworks Facilities	20 – 40	15 – 30cm/sec		23,000 – 210,000

第2次国内作業以降、第3次現地業務までに、MCWDにて迂流板を塩化ビニル等の樹脂材、板設置補強材をPVC管や鋼材にて装置を作成した。

材料は安価で入手できること、補修が可能であることを条件とし、廃材の有効利用が可能であれば、これに越したことはないとした。安価での製作を期待していたが、強度を維持する厚さを有する木材合板、プラスチック板等の新材販売価格は180cm×90cmの大きさのものが2,000～4,000PHP/枚と、板材だけでも約12万～25万PHP必要となることが調査の結果、判明した。

プロジェクトチームとMCWDで材料について模索していたところ、浄水場で常時使用している凝集剤のポリ塩化アルミニウム(PAC)の空き容器(耐薬品性ポリエチレン製ケミカルドラム：200リットル用)(右写真)があり、天地の蓋及び底板を切り取り、筒の状態を展開すると約180cm×85cmのポリエチレン板ができ、約60缶で材料は賄えられることが可能となった。この空き容器は、製造・配送業者による回収(リサイクル)制度がなく、浄水場内に廃棄するまで残置されており、



MCWDでは常日頃、処分に困窮していた。価格ゼロである廃材の有効利用となり、空き容器は常時供給されるので、補修材としても常に備蓄されている状況にある。

迂流板を支えるフレームについても、MCWDの配管工事での余剰管や撤去管材料を利用することとした。PVC管(口径50mm)の廃管を組合せて、図2-3-5内の写真のような頑丈なフレーム枠を製作

した。このフレーム枠に先のポリエチレン板を全面に貼り付けることで、1枚の迂流板が完成する。全体でこの迂流板を図2-3-5のように21枚製作することとした。図2-3-3、図2-3-4の装置図内の迂流板配置の色と同色で表してある。

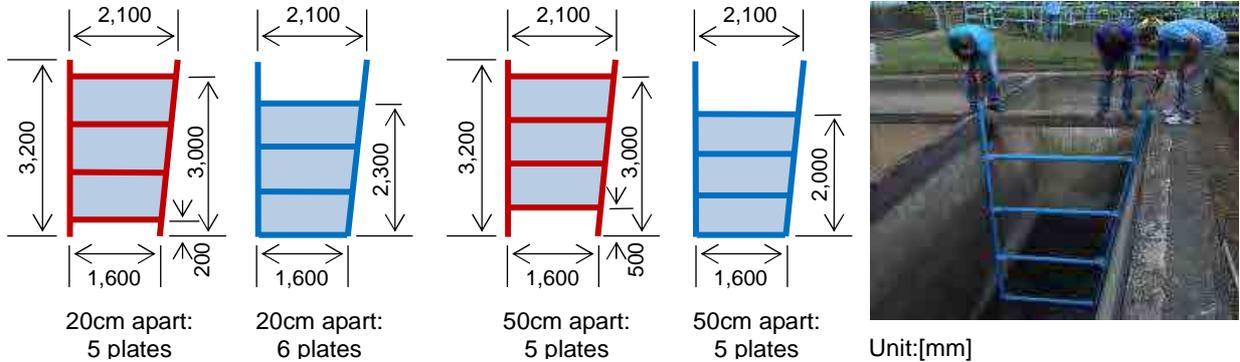


図 2-3-5 上下迂流式攪拌装置プレート平面図

第3次国内作業以降、第4次現地業務までに、MCWDで沈澱池No. 2に攪拌装置を設置し、沈澱池No. 1側は対象池として、図2-3-6の沈澱池平面図内の4つの濁度測点を計測し、処理工程の比較を行った。なお、濁度測点は、実験池の沈澱池No. 2は[0]～[3]の4測点、対象池の沈澱池No. 1は[1]～[3]の3測点とした。

迂流板が6枚であった11月の濁度計測の結果、流入濁度→流出部付近濁度で比較すると、既存の方式(対象池)では平均で14.6NTU→7.6NTUと除去率は48%であったが、攪拌装置追加により実験池では14.6NTU→6.7NTUと除去率は54%に上がった。

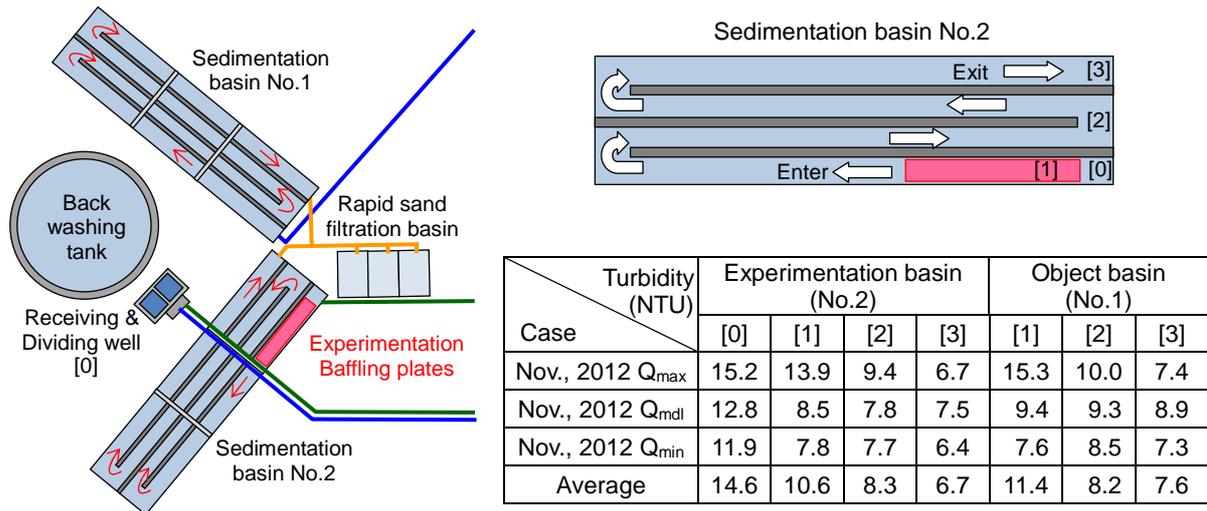


図 2-3-6 攪拌装置効果測定(沈殿処理水濁度測定)

それ以降は、相次ぐ台風の被害とそれに伴い濁度計を浄水場以外で使用する事になったため12月以降の濁度計測結果は存在しない。

迂流板を15枚完成させた2月の濁度計測結果は、流入濁度6.5NTU→流出部付近濁度で比較する

と、既存の方式(対象池)では、4.7NTU(平均除去率28%)であったが、攪拌装置追加により実験池では、3.6NTU(平均除去率44%)となった。

この結果から、手作りの上下迂流式の攪拌装置により、沈殿能力を約57%向上させることができ、ろ過池への濁質過負荷を低減できた。

沈殿池処理水流出としての集水管は、図2-3-7のような立ち上がり管であり、かつ、水面下にあるため、沈降中のフロックが流出しやすいと考えられる。このことから、堰負荷(取出し水量/堰全長)を小さくして池内流速への影響を小さくすること、ならびに、上澄水の集水を目的として、トラフを用いた表面取水を検討するよう提案した。

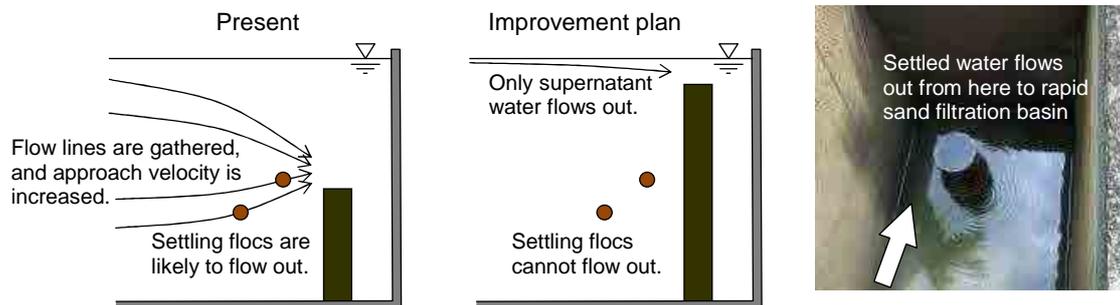


図 2-3-7 沈殿処理水流出管の改善

### 2.3.2 既設急速ろ過池の改良の検討

#### (1) ろ過処理における現状

MCWDで唯一のダムであるBuhisanダムの築造は、アメリカ植民地時代の1912年である。第1次現地業務を実施した2012年3月は、Buhisanダム築造100周年を祝う式典が盛大に開催されていた。

Tisa浄水場もBuhisanダムと同時期に築造されたが、当時は、沈殿池以降は緩速ろ過池(67.15m×54.25m×1池、ろ過面積:3,643m<sup>2</sup>、ろ過速度:2~3m/日)のみが築造された。確認調査時、MCWDでは、緩速ろ過池は急速ろ過池に比べ処理性能が良いとされていた。緩速ろ過池は、3か月に1度、ろ過砂表面の掻き取り作業を行っており、定期的なメンテナンスを行っている。

その後、MCWDは、緩速ろ過池のメンテナンス中も浄水処理が行えるように、沈殿池と緩速ろ過池の間の空き地に急速ろ過池(3池)を1985年に築造した。急速ろ過とは、ろ過速度が緩速ろ過の50倍程度、一般的に120m~150m/日と非常に速く、沈殿処理水が十分な厚さを持つろ過層内を通過する際に、不純物をろ過材で濾(こ)す方式であり、一定時間後、ろ過材の隙間が濾された不純物で目詰まりすることから、ろ過方向と逆の方向から洗浄(逆洗浄)する必要がある。

なお、沈殿池は、Tisa浄水場築造当時からまったく改造されておらず、緩速ろ過に適した沈殿池としての役目を担ってきている。しかしながら、現在は、急速ろ過池が併用されていることから、また、緩速ろ過池のメンテナンス時には、急速ろ過池が単独で運転されることから、沈殿池は急速ろ過池にも対応する沈殿池となるべく、上記2.3.1において、沈殿処理までの改善策を検

討・実施してきた。

2011年の確認調査におけるろ過砂表面の観察では、表面はシルト状物質で覆われており(写真右)、逆洗浄を繰り返しても池内からシルト状物質を排除できない状態であった。これは、不十分な沈殿処理のため、濁質がフロックになれずに沈降できなかつたため、本来、沈殿池内でフロックとなり沈降するはずの濁質は、大量にろ過池に流れ込み、多くが表面に溜まることで、ろ過工程に過大な負荷を課していた。また、逆洗浄水の水圧は逆洗浄水槽からの自然流下で0.05MPa程度と小さく、かつ、逆洗浄水槽の容量が小さく洗浄時間も短かつたことから、十分な逆洗浄が行えていないと判断し、抜本的な逆洗浄対策が必要であるとした。



これらを受けて、本プロジェクトのプロポーザルならびにインセプション・レポートでは、逆洗浄水槽の容量は増量できないまでも、適切な逆洗浄時間や逆洗浄弁の開度調整の検討、ならびに、表面のシルト層を破碎させるための表面洗浄装置を導入する提案を行った。この案は、YWWBの浄水場の急速ろ過池で採用されている表面洗浄装置(回転式または固定式)の技術を取り入れるもので、ろ過池洗浄を逆洗浄のみでなく、表面洗浄でろ過砂表面に覆われている濁質を破碎し、逆洗浄で排出する洗浄方法である。当初、導入する予定であった表面洗浄は、図2-3-8にあるような固定式洗浄装置を考えていた。

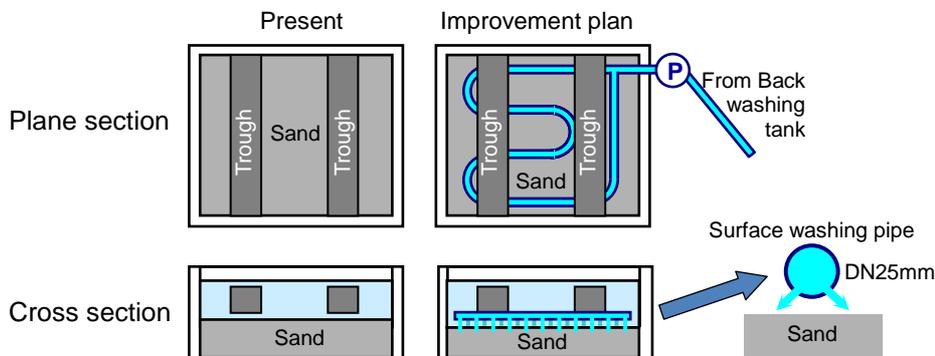


図 2-3-8 当初案の表面洗浄装置

第1次現地業務において、MCWDからのろ過池運用のヒアリングでは、緩速ろ過池は四半期毎に表層の掻き取りとその補充を行っているが、急速ろ過池のメンテナンスは特に行われておらず、築造(1985年)から28年間、ろ過砂の更生(洗浄)、槽内の躯体点検、下部集水装置の点検や補修に関しては、現職の浄水場管理スタッフはまったく経験がないとのことであった。

築造以来28年間、ろ過池の更生工事が行われなかつた間に進行した不陸(写真右：本来、水平であるろ過砂利層表面が波打って不均一になる現象)の程度を第2次現地業務において計測したところ、ろ過池の



砂利層表面は最も深いところは水面下150cm、最も浅いところは水面下91cmと、59cmもの高低差がついていることが確認された。この原因として、下部集水装置の目詰まりや水路(みずみち)と呼ばれる水の通り道の発生が考えられる。

不陸現象は、沈殿処理水のうち十分なる過を行われずにろ過池を通過している水が存在することにつながることで、また上述のように逆洗浄で排出しきれなかったシルト質の堆積があったこと、さらにはろ過継続時間を24時間(YWWBでは72時間)と短く設定した運用を強いられていることから、急速ろ過池の機能が大幅に減少していると判断した。そして失われた機能を回復させるため、ろ過池の抜本的なメンテナンスである更生工事が必要であると推奨した。

沈殿池の改善にてフロックの沈降が図られ、濁度の下がった沈殿処理水がろ過池に送られること、ならびに、後述する急速ろ過池の(大掛かりな)改善(メンテナンス)を行うことにより、表面洗浄装置を用いずとも十分にろ過処理が可能となるとも思われたため、本プロジェクトにおいて表面洗浄装置の設置は行わず、洗浄装置設置のコンセプトをMCWDに提供するまでとし、ろ過池のメンテナンスに関するできる限りの方策を伝授することとした。

## (2) ろ過処理における改善

MCWDでは、急速ろ過池稼働後、ろ過材(砂、砂利)、下部集水装置の更生(メンテナンス)を行っていないことから、MCWDの現地職員で今後も継続できるようなメンテナンスを改善提案することとし、本プロジェクトの期間内で成果が評価できるものをMCWDと検討し、実行することとした。

改善項目として、1)ろ過材の洗浄とふるい分け、2)池内部の清掃、下部集水装置の点検補修、3)ろ過砂不陸防止措置、ろ過材の補充先の選定、4)逆洗浄の洗浄弁開度の設定と洗浄時間、を行い、急速ろ過池全体の機能回復を図ることとした。

### 1) ろ過材の洗浄とふるい分け

これまでにMCWDでは、ろ過材のメンテナンスは、逆洗浄時に流出してしまったろ過砂の補充を行うだけで済ましていた。我が国では、概ね10年に一度、ろ過池の更生工事(オーバーホール)を行っている水道事業者が多い。これは、ろ過池の健康診断というより、入院治療と言える。健康診断のレベルは、浄水場職員による日々の点検や修繕であるが、入院治療である更生工事は、健康診断を超えた悪い箇所を治療する行為であり、そう何度も行うものではない。

ろ過材は、毎日、沈殿処理水をろ過する過程でろ過材自身に濁質を付着(吸着)させて清浄なろ過水を生成している。ろ過材が汚れてくるとろ過効率が劣り(ろ過閉塞)、設定条件(損失水頭、ろ過時間)を超える前に、逆洗浄を行うことで、ろ過材間に詰まった閉塞を除去し、ろ過効率を復活させるが、ろ過と逆洗浄を延々と繰り返す間に、ろ過材は徐々に汚れていき、逆洗浄しても汚れが落ちにくくなるため、概ね10年に一度、ろ過池の更生工事にて、再生するものである。

日本の水道事業者では、古くは、現場職員が更生作業を行っていた。ふるい掛け作業は、ろ過池からろ過材を人力で運び出し、ろ過材寸法の基準外の材料をより分ける際に、ろ過材をふるい掛けするが、水を掛けながらふるうことで、材料同士の摩擦で表面の汚れを落とすことが

でき、汚れも洗い流すことができる。

第2次現地業務におけるセミナーにおいて、YWWBで現在行われている専門業者によるろ過池更生作業を紹介した。我が国の更生作業は、専門業者によりほとんど機械化された工程により、作業が展開されている。フィリピンにおいて、このような専門業者はないが、YWWBにおいても、当初は人力作業で行っていたことから、MCWDに対し、人力で行えるよう、ろ過材のふるい分け洗浄についてアドバイスを行った。

図2-3-9は、説明に使用したろ過砂のふるい分け洗浄の図と、ろ過砂利のふるい分けを同様の原理で行っている写真である。右の模式図のように洗浄前のろ過砂を上段の2.0mmのふるいに掛け、2.0mm以上の砂は留まり、ろ過砂利にて再度選別される。下段に進んだ砂は0.3mmのふるいに掛けられ、0.3mm以下の砂は通過し、別目的利用の廃材として排除される。下段に残った砂は適正な大きさ(0.3～2.0mm)のろ過砂として、行き場のないふるいの中で砂同士が擦れ合い、上方からの洗浄水で汚れを洗い落とすことで洗浄される。

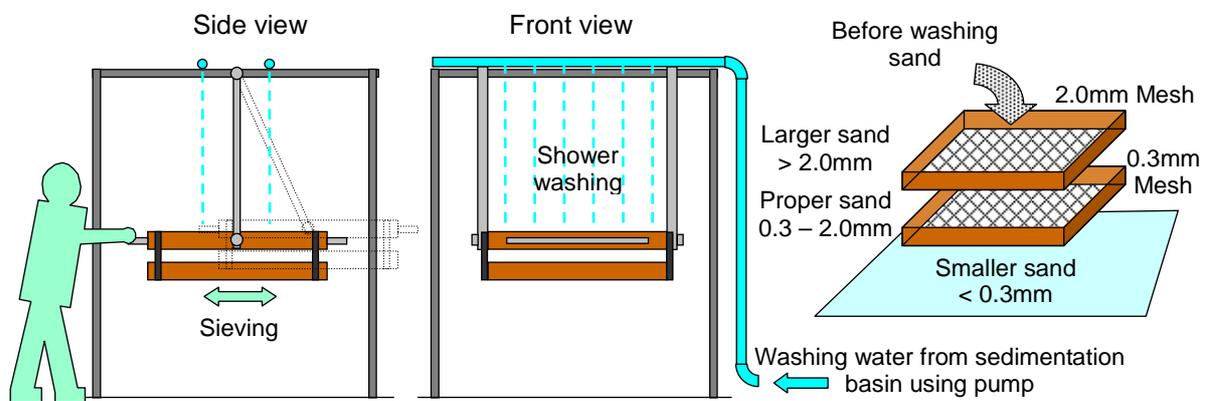


図 2-3-9 ろ過材ふるい分け洗浄装置

なお、これらの方式でふるい分け洗浄を行うと、水質にもよるが、濃いこげ茶色の洗浄廃水が排出される。我が国では、浄水場からの放流水の水質基準以下でなければ、河川放流できないが、MCWDでは、浄水場敷地内の山中に放流している。排水処理施設がないため、このようにしているが、先進諸国が直面してきた環境配慮に、近い将来に対応せねばならないため、排水処理の知識は研修等で身に付けておくことを期待する。

写真右は、MCWDで作成したろ過砂利のふるい分け装置である。奥側上部から砂利を放ち、振動させて傾斜に沿って砂利が転がる間に、ふるい分けを行うものである。この装置で4段階の大きさの砂利に選別するものであるが、転がる間のふるい時間が短いため、上段に残る砂利が多く残る傾向があるため、上段に残った砂利は数回ふるう必要がある。また、ろ過砂利は玉石が望ましいが、碎石に近い砂利もあるため、ふるい分けは数回行わなければならない。



## 2) 池内部の清掃、下部集水装置の点検補修

現在の浄水場管理部門・浄水処理・水質部門の職員は、誰も池内の構造を見たことがないということで、過去にメンテナンスが行われていないと判断した。

ろ過池の更生工事を行うに当たり、ろ過池の細部について補修を行い、今後の定期点検をどのように行うかについて、MCWD内で議論することとした。写真右では、ろ過池内のろ過材を搬出し、中央の集水本管にPVC管の多孔管が接続されている下部集水装置が見える。



なお、多孔管は下向きに集水孔が開けられている。多孔管は全て取り外し、管の破損状況と集水孔の目詰まりを確認し、集水本管へ再接続した。築造当時は逆洗浄水に気泡を混ぜて空気洗浄をしていたらしいが、現在は空気を取り入れる立て管のみ存在するだけで、現在は使用されていない。壁面のメンテナンスの際に不要な空気取り入れ管の撤去を行った。

## 3) ろ過砂不陸防止措置、ろ過材の補充先の選定

既設ろ過池の構造確認では、図2-3-10の様に砂層厚・砂利層厚ともに我が国の標準構成よりも厚いことがわかった。第3次現地業務にて、砂層厚・砂利層厚についてYWWBの事例をもとに提案を行い、議論の結果、図右のような新構成で復旧することとした。

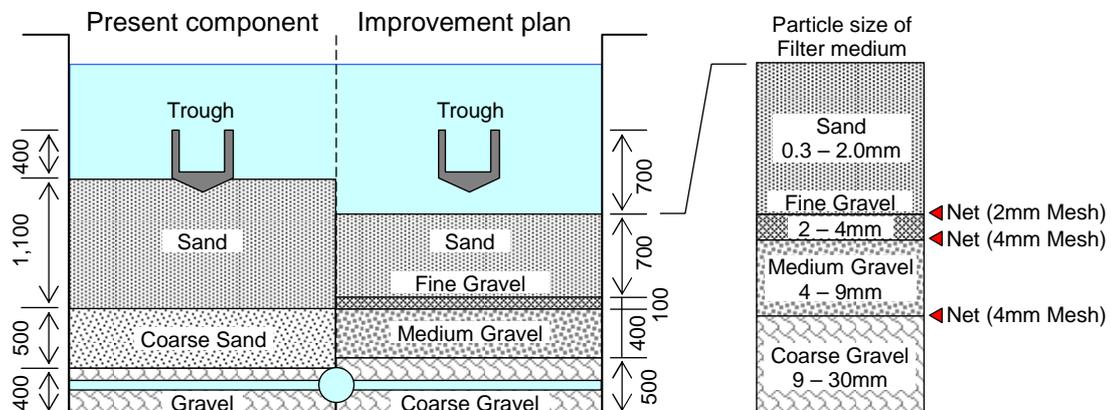


図2-3-10 ろ過材構成図

下部集水装置が多孔管の場合、逆洗浄時に平面状均等に逆洗水が浮上せず、一種の水の流れ道(水路：みずみち)が発生し、均等なるろ過材の洗浄が出来なくなることがある。この場合、水の通らない部分が固まることによって、それを繰り返すと、層を成して平らに敷き詰められたはずのろ過材の各層の表面が凸凹となる。これを不陸現象と呼び、充分なるろ過がなされないままろ過池を通過するリスクがある。YWWBでは、ろ過砂層とろ過砂利層の間にステンレス製のメッシュネットを敷き、不陸防止を図っている。急速ろ過池においてこの不陸現象が起きているためMCWDでも各層の間に不陸防止を目的としてネットを設置することとした。耐久性の強いステンレス製のメッシュネットは高価であることから、ナイロン製の防虫ネットや投網を試験的に導

入することとした。これらのメッシュネットは人が乗っても破れないほどの丈夫な素材であるが、池壁面にPVC板を噛まし、ステンレスボルトで打ち付けて固定させるため、逆洗浄時に砂利や砂の繰り返される材料同士の擦れにより、運用開始後、どの程度の耐用性があるか、これから検証していくことが必要である。

最下層の砂利は、我が国で使用しているような玉石砂利ではなく、コンクリート用砕石砂利を使用していた。玉石砂利は河川敷に見られる角の取れた丸い石である。購入すると高価な玉石砂利ではあるが、MCWDの伏流水(Jaclupan Subsoil Water)取水地(MCWD所有地)内に豊富にあることが判明したことから、砕石砂利に代わり、これら9mm～30mmの玉石を選別して使用することとした。

ろ過材を池内へ搬入する際、ろ過材は擦れ合い、汚れが排出される。十分な逆洗浄による洗浄を行う必要がある。

また、運用開始時に池内に水を張る際、逆洗管からろ過材内部(空隙)の空気をゆっくり排気しながら通水を行うこと等をMCWDと確認した。これは、排気が十分行われていないと、空隙が圧縮され、圧縮空気がろ過材を外部に破裂させる危険性があるためである。

#### 4) 逆洗浄の洗浄弁開度の設定と洗浄時間

第1次現地業務において、(1)の現状を踏まえ、ろ過池の逆洗状態を調査したところ、逆洗弁全開で15分間洗浄しても洗浄水が低濁度にならず、通常の8分程度の逆洗浄時間では洗浄が不十分であることがわかった。



図2-3-11 現状の急速ろ過池の1分ごとの逆洗排水

逆洗浄時、砂層の膨張率が20～30%の時に、ろ過砂相互の擦れ合い効果が得られることで、最も少ない水量で逆洗浄を行うことができる。現在の逆洗流速では砂層を膨張させることができず、洗浄時間を長く取っても洗浄が不十分となっている。砂層を膨張させる、つまり、砂を浮遊させるということは、砂の沈降速度とほぼ等しい上向きの流速をかけることである。熱帯海洋性気候に属するMCWDでは、水温が高いため水の粘性が小さい。したがって、砂の沈降速度はYWWBのそれよりも大きい。結果、逆洗流速をYWWBの倍程度にすることが必要になるが、既存の逆洗水槽では圧力が足りないと思われる。逆洗圧力を増加する方策として、高架水槽の建設が考えられるが、洗浄圧力の増加には砂が流出する危険を考慮する必要がある。また、下部集

水装置が多孔管であり、目詰まりを起こしていることが確認されたことから、一様に洗浄されていなかったと想定される。これらの点からも、ろ過池更生工事において、ろ過材の層厚の調整を行い、不陸防止措置を図ることで、現在の逆洗施設のままで運用していくこととした。

### (3) 改善の優先順位

ろ過池の洗浄に用いる水は、浄水処理後の水、つまりMCWDの生産した水の一部である。逆洗浄に使用する水量を増やすと、洗浄排水の量が増え、浄水ロスが多くなることとなる。したがって、これら(2)における4項目の改善により、急速ろ過池全体の機能回復を図る必要はあるが、MCWDにおいては水温が高いという環境条件を踏まえ、高水温のため効率が悪くなるろ過池の洗浄装置の改善よりも、前述の沈殿池での濁質除去によるろ過池への負荷低減を重視することが望ましいと考える。

表 2-3-2 急速ろ過池の逆洗時間・水量

	Backwashing time (min)	Backwashing water volume (m <sup>3</sup> )	Backwashing water flow rate (m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> )	Rate of water treatment loss (%)
Normal backwashing of MCWD	8	40	0.33	1.2
Investigation of backwash condition (This time)	15	146	0.57	4.3
Design Criteria for Waterworks Facilities	4 - 6	-	0.6 - 0.9	-

### 2.3.3 既設浄水場流出システムの管網解析と整備案の検討

2011年の確認調査時に浄水場流出システムの現状分析を実施し、浄水場の東南方面に硝酸濃度が高い井戸群があることを確認した。硝酸は、健康影響として新生児において体内で硝酸が亜硝酸へ還元され、メトヘモグロビン血症を引き起こす可能性があるため、高濃度で含まれる水を新生児の飲用に供するには注意が必要である。

濃度低減には、化学的処理(電気的エネルギーを用いてイオンを除去する電気透析法やイオン交換法など)と物理的処理があるが、浄水場からの配水管が比較的近くに敷設されていることから、費用の面でははるかに安価となる物理的処理を選択した。

そこで、改善策として、Tisa 浄水場の浄水との希釈による濃度の低減化を検討し、希釈案の検討を要することを提言した。現地業務では、国内作業を通じ、硝酸の濃度分布を調査し、硝酸の測定結果を基に、特に高濃度地域の深井戸 G3、G4、G5B 及び K3.2 周辺の給水区域における希釈方法を検討した。なお、フィリピン国における硝酸の水質基準値は 50mg/L(亜硝酸の基準値は 3mg/L)が設定されている。この数値は硝酸態窒素に換算すると 11mg/L 程度であり、我が国における水質基準の「硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 10mg/L」と同程度の基準が設定されていると言える。

(1) 硝酸濃度分布図による確認

水質測定結果を基にして、G3、G4、G5B及びK3.2を中心としたDMAエリアの井戸及び市内給水栓の硝酸濃度分布を確認した。当初の硝酸濃度分布図を図2-3-12に示す。Tisa浄水場及びTisa配水池からの給水エリアは硝酸濃度目標値50mg/L未満を満足しているが、井戸からの直接給水エリアは50mg/Lを超過している。ただし、浄水場浄水及び井戸からの供給水の混合状況を把握するには、現在の測定地点数では不十分と判断し、測定地点の追加(給水栓9地点、PWRI供給点1地点)を決定した。

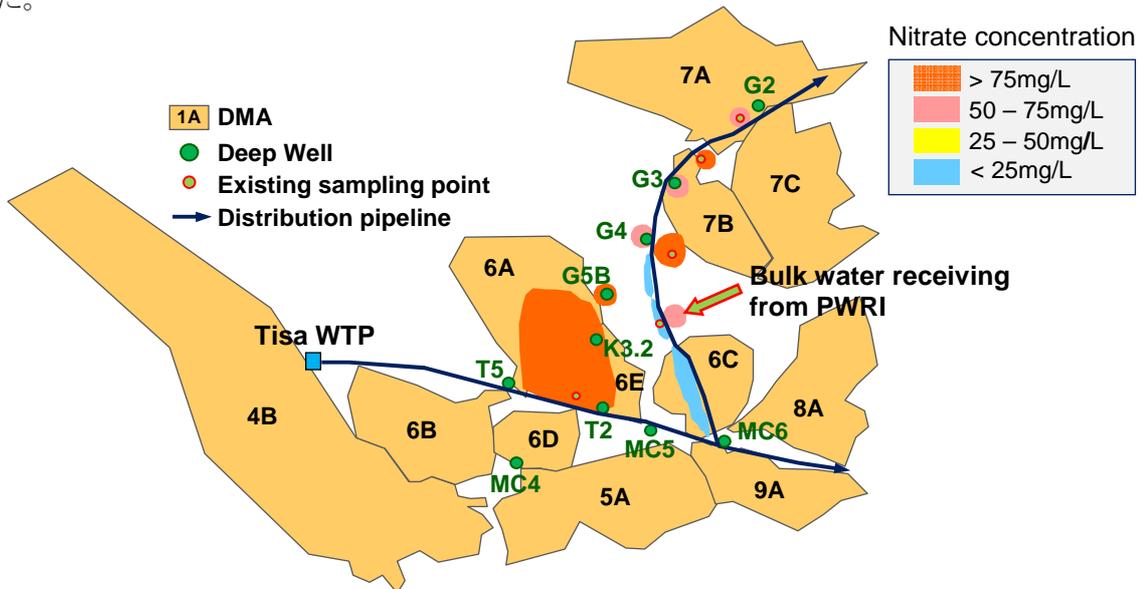


図2-3-12 硝酸濃度分布図(当初)

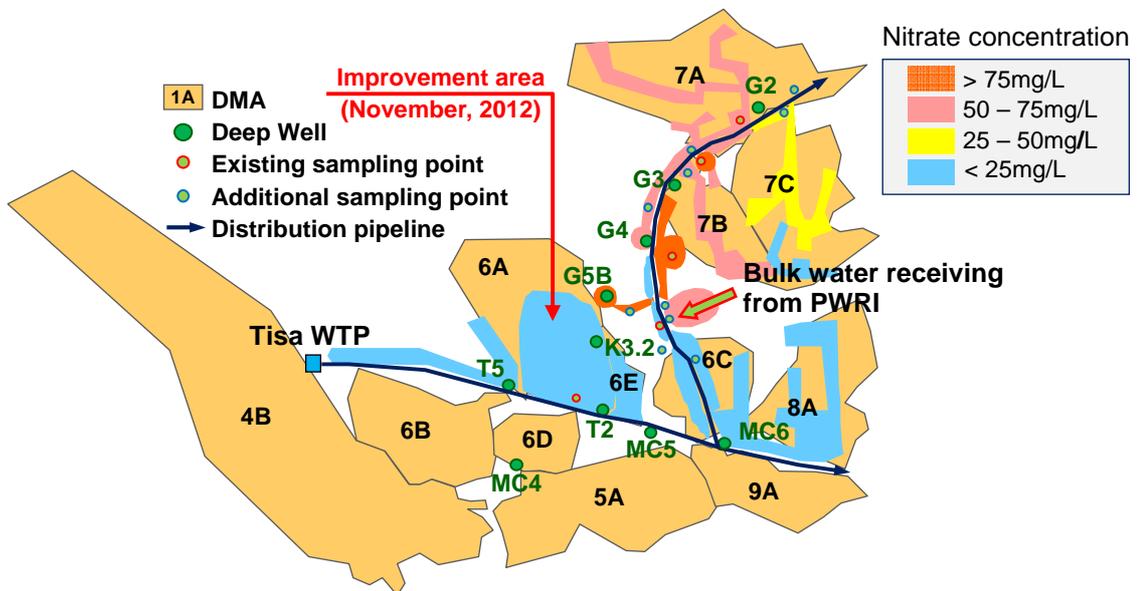


図 2-3-13 硝酸濃度分布図(現在)

新たな測定結果を基にした第4次現地業務における硝酸濃度分布状況を図2-3-13示す。これにより、本DMAエリアにおける硝酸濃度分布を全て把握できたため、低減化方法の決定に向けて大きな判断材料となった。なお、2012年11月にDMA6Eにある高硝酸濃度の深井戸K3.2を閉鎖し、給

水をTisa系統に切り替えた結果、6A及び6Eに係るエリアは低減化を達成した。このように出来る  
ところから手をつけて、素早く対処できたことは非常に高く評価できた。

## (2) 希釈方法の検討

希釈方法決定に向けては、硝酸濃度測定結果を基にして、水質試験所と配水部門の連携した取  
り組みが重要となる。まず、最初に水質試験所が月1回の頻度で給水栓等から採水し、水質分析  
を行うことにより、硝酸濃度分布図を作成することが出来た。そのデータを元にMCWDと協議し、  
低減化に向けて、Tisa浄水場浄水及びPWRI供給水による希釈案を確認した。その際には、各井戸  
の揚水量の把握、Tisa系統配水量の測定などにより、希釈可能な水量を確認した。

結果、G3、G4、G5B及びPWRI受水量の合計流量は最大3,200m<sup>3</sup>/日で、布設されているTisa系統  
の配水本管(口径400mm)の流量は2,700m<sup>3</sup>/日(実測)であった。これらを全て合流させた場合、従  
来の硝酸濃度は55%程度に希釈されることとなる。

現状の配水管網(図2-3-14)では、高濃度の硝酸を含む深井戸G3、G4、G5BはTisa系統の配水本  
管(口径400mm)に接続されず、そこから分岐された配水支管(口径200mm)に接続されている。深井  
戸G3、G5BはPWRI受水による若干の希釈が可能であるが、深井戸G4は配水支管からの使用水量(給  
水量)では高濃度の硝酸を低減することはできない。

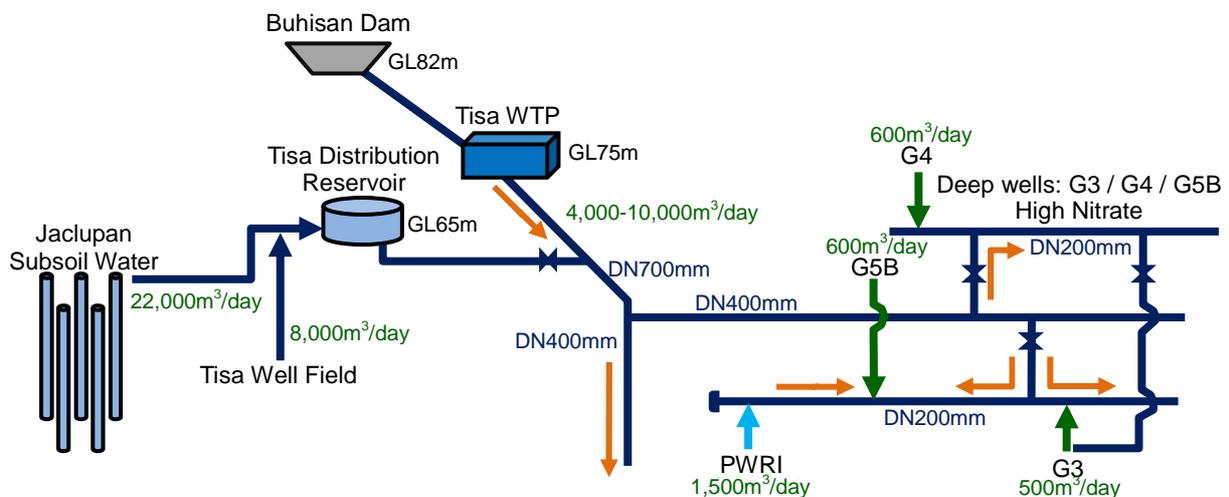


図 2-3-14 浄水場流出水系統と硝酸高濃度深井戸群との希釈(現状配管)

改良案としては、高濃度の硝酸を含む深井戸G3、G4、G5B及びPWRI受水点を全てTisa系統の配  
水本管に接続することで、Tisa系統浄水による希釈後に配水され、将来的にも濃度目標値50mg/L  
未滿を十分に満足することができる。改良案を図2-3-15に示す。

MCWDの管路更新計画の最優先設定とする提言を行い、早期の管網改良工事を期待するところ  
である。

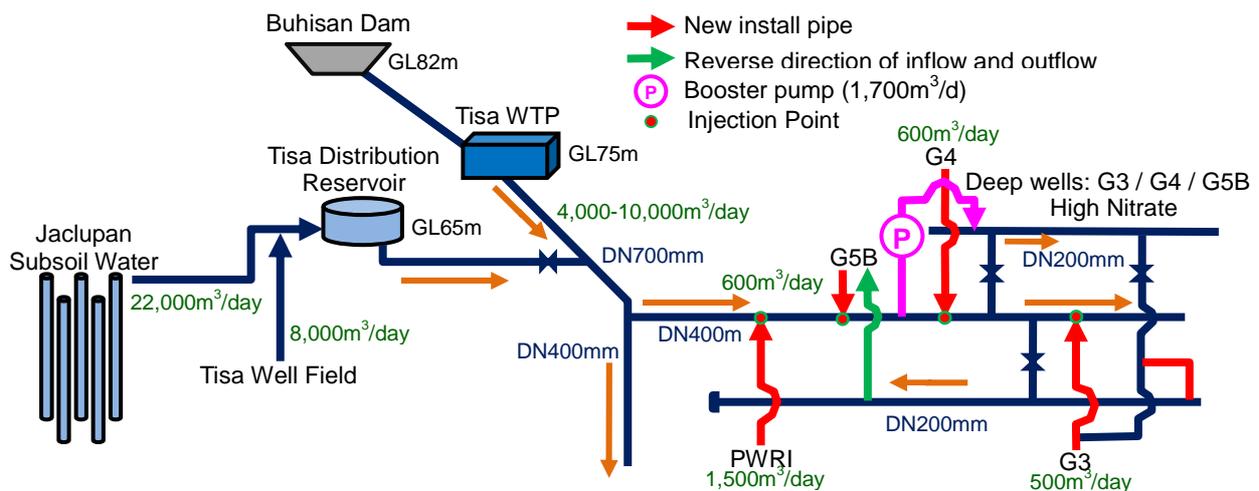


図 2-3-15 硝酸希釈案

### 2.3.4 水質基準を超える鉄・マンガンを多く含む地下水における除鉄・除マンガンの方策の検討

MCWDの抱える水道水質問題は、約95%の給水割合を占める地下水に硝酸、鉄、マンガン濃度の高い地点があり、フィリピン国の水質基準上限付近の数値である。現状は、これらの地下水は消毒用の塩素を加えた後、そのまま給水されているものと配水池に集め給水されるものがある。

鉄、マンガン濃度の高い地下水井戸はW34B及びW35の2箇所があり、地下水水質は表2-3-3のとおりである。MCWDでは塩素処理等により酸化し、ろ過材で吸着させる方法を検討してきたが、2011年の確認調査時に調査団より、消毒用の酸化剤によるマンガン低濃度化の実証実験装置の設置を提案したところ、MCWDはその半年後に実験対象井戸(W34B)を選定し、酸化装置を設置する工事を行い、実証プラント(写真下)にて実験を行った。

表2-3-3 井戸W34B及びW35の主な水質及び揚水可能量

Water Examination Item	W34B	W35
Iron (mg/L)	0.12 ~ 2.9	0.32 ~ 0.86
Manganese (mg/L)	0.30 ~ 0.77	1.3 ~ 1.7
pH	6.86	6.86
Color	2	2.7
Total Hardness [Ca, Mg] (mg/L)	490	480
Ammonium Nitrogen (mg/L)	Non Detection	Non Detection
Pumping Capacity (m³/day)	600	600



実証プラントは2012年8月中旬までの約1年間にわたり稼働させた。ろ過処理後の鉄及びマンガンは目標値以下にまで低下しており、除鉄・除マンガンに一定の効果があることを測定記録から確認した。しかし、逆流洗浄によるオーバーフロー水の排水先や電力供給不足(頻繁な停電)のため、稼働停止に至ることが多かった。さらに2013年以降に前面道路の拡幅予定があり、撤去を余

儀なくされている状況である。なお、撤去までの間は実験設備として使用し、サビ対策の点からタンク底板をエポキシ樹脂に交換するなど意欲的な取り組みは評価できる。なお、現在はW34Bからの供給エリアは鉄・マンガン濃度が低く水質が問題ないPWRIからの受水に変更されている。

MCWDでは新たな実証実験として、W34Bと同様に鉄及びマンガン濃度が高いW35を対象に、鉄・マンガンの酸化に触媒として働くマンガンゼオライト(製品名：Birm Water Filtration Media)(写真右)を用いたろ過装置の導入を対策案の一つとして実験を進めた。装置の構成は、グラスファイバー製の筒状容器に、粒状のマンガンゼオライトを充填し、上部に蓋をするように流入管、流出管が接続された制御部が付く形式となる。制御部は通常モード、逆洗モードなどを備えており、タイマー運転する場合は電源供給が必要となる。



将来導入する場合にMCWDでは、タイマー運転ではなく、逆洗時には職員が手動で行うマニュアル運転を想定している。なお、W35とW34Bは同一の配管から、それぞれ分岐した位置関係にある。マンガンゼオライトによる机上実験を2012年7月に実施し、除鉄・除マンガン効果を確認した。オンサイト実験はW35において連続通水試験を継続しており、効果継続時間の確認による運転方法確立が期待される。



なお、導入に際しては、流量を考慮した装置の大型化が必要である。また、W34Bで一定の効果を確認した実証プラントを小型化した装置(写真右)の製作を開始した。製作にあたり、錆防止のため一部鉄材の変更を提案した。対策案決定に際しては、水質面とコスト面の比較が重要であることを議論した。

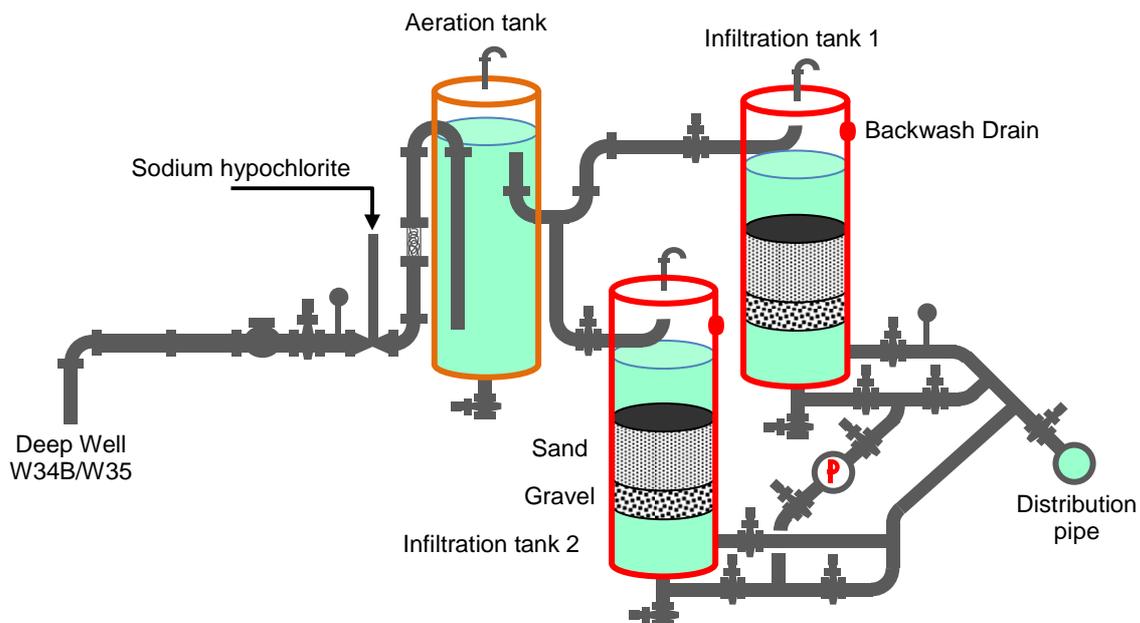


図 2-3-16 除鉄・除マンガン処理プラント

### 2.3.5 地下水水質の現状と課題、現在講じられている水質改善策の検討

地下水が地質からの影響を受けやすく、濃度が高い硝酸・鉄・マンガンについて、上記2.3.3にて硝酸の希釈による水質改善を、また、2.3.4において鉄とマンガンに対する検討を行い、除鉄・除マンガンの実証実験を実際の深井戸(W34B/W35)において実施した。

給水している地下水井戸の水質検査結果は、「MCWD Artesian Well Monthly/Annual Reports Physical chemical section」に記載されている。年1回検査項目としては、塩化物イオン、フッ素、硝酸、亜硝酸、シアン、硫酸、カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガン、アルミニウム、銅、クロム、pH、色度、全硬度、濁度、電気伝導率、塩基度、浮遊物質、蒸発残留物がある。

2012年の検査結果をフィリピン国水質基準と照らし合わせると、濃度が基準値上限付近にある項目として硝酸、塩化物イオン、フッ素、全硬度、蒸発残留物がある。この中でフッ素は高濃度な場合の健康影響として斑状歯を引き起こすため、注意を要する。フッ素除去は、化学的処理を行う場合、電解等の特別な設備が必要であり、費用もかかるため、希釈や水源切り替え等の物理的処理が望ましい。なお、鉄、マンガンが高い井戸は現在未給水のため、検査結果書には記載されていない。

硝酸、ならびに、鉄・マンガンに関する、今後の地下水水質の改善について、以下に記す。

#### (1) 硝酸

今回は特に硝酸濃度が高い井戸G3、G4、G5B及びK3.2を含むエリアをモデル地区として選定し、2.3.3のとおり、希釈による改善を図ることとした。その他にも数地点の高濃度の硝酸を有する深井戸(G1、L5、W2B、W13)があることを確認しており、MCWDではそれらの解消に向けて化学的処理も含めた新たな検討を開始した。

方法としてイオン交換樹脂やRO膜の導入等が挙げられるが、硝酸のみの除去を目的とした場合には他の方法に比べて高価なRO膜ではなく、イオン交換樹脂で十分な効果が見込める。よって、化学的処理の導入にはイオン交換樹脂を第一案として検討を開始した。

#### (2) 鉄・マンガン

鉄・マンガン濃度の低減化に向けて、W34B及びW35における砂ろ過やマンガンゼオライト実験を継続しているが、電力供給問題や道路拡張計画等があり、処理水の実供給は行わなかった。既に両井戸の供給エリアは水質に問題のないPWRI受水に変更しており、水質は改善されている。ただし、MCWDでは両井戸の揚水量分も安全な水質で供給できれば、新たな給水エリア拡大にも繋がると考えており、鉄・マンガン低減化技術の確立は期待される場所である。

### 2.3.6 水質検査、凝集剤注入率設定等の現状と課題の把握と改善案の検討

MCWDにおける水質検査は、全て水質試験所で行われている。給水栓や配水池の検査は現在の体制が望ましいが、Tisa浄水場処理工程に伴う水質検査項目や頻度が不十分であったり、凝集剤注入率設定が経験則より決定されるなど、現場における水質検査等の現状把握や課題の抽出、更に

は改善案の検討を行った。

### (1) 水質検査の見直し

MCWDは水質検査項目、検査頻度及び検査地点を「WSP SCHEDULE OF VERIFICATION」に記載している。本プロジェクトにおいて協議を進める中で、検査地点を増やすなどによって、更なる水質管理の改善を図った。変更点を表2-3-4に示す。残留塩素については、MCWD供給エリアの安全性確認のため検査地点を増やす必要があり、所有のポータブル型残留塩素計1台では対応が難しく、新たに1台を追加調達した。将来的には供給エリアの残留塩素状況マップ作成を行うなど、残留塩素状況が一目で分かるような取り組みが望まれる。

表2-3-4 本プロジェクトにおける水質検査の変更点

Examination Item	Before Project	After Project
Nitrate	No sampling and testing for consumer	Sampling and testing for consumer
Residual Chlorine	25 sampling points testing for direct supply well	50 sampling points testing for direct supply well

### (2) 浄水場浄水処理工程に伴う水質検査

Tisa浄水場の現状の水質監視体制は、浄水課(Production Division)所属の職員が3交代制で24時間常駐し、水質監視を行っている。現場における水質検査はpH及び濁度、それぞれ携帯型計器を用いて8時間ごと1日3回実施し紙媒体に記録している。検査地点は着水井、沈殿池、急速ろ過池、緩速ろ過池、送水井、浄水池の計6地点であり、送水量を1日1回記録している。今回の浄水場改造後に沈殿処理水、急速ろ過水など新たな重要管理点や測定項目の計画作成を進めている。

本プロジェクトにおける議論において、MCWDでは浄水場内に水質試験所分室を設置し、水質管理する将来像を描いていることを確認した。これが実現した場合、水質を常時監視し、直ちに浄水処理に反映させることが可能なため、非常に望ましい取り組みである。

凝集剤注入率設定では、Tisa浄水場での凝集剤注入率の決定方法は、ジャーテストではなく、原水濁度別の着水量に応じた注入率表に従っている。現場においてジャーテストを行い、最適な凝集剤注入率の決定方法を2011年度実施の確認調査にて提案したが、現場ではジャーテスターがないため、注入率表を使用している。今回の浄水場改造により、注入率表の更新とジャーテスト方法の見直しを予定している。

浄水場の凝集剤は主に凝集剤としてポリ塩化アルミニウム(PAC)を使用しており、PACの搬入が間に合わなかった場合に硫酸アルミニウムを使用している。PAC注入は電動ポンプ装置で制御しており、装置の校正も十分行われていた。電動ポンプは2011年度の確認調査にて、調査団からMCWDに導入提案をした後、迅速に導入・設置されており、運転管理上、高く評価できる取り組みである。

第1次現地業務にて、ジャーテストによる実験(写真下)を行い「浄水場スタッフに対するジャーテスト指導」及び「緩速攪拌によるフロック形成状況」を目的とした。実験はMCWDの沈殿処理方式(急速攪拌3分+静置15分)とYWWB方式(急速攪拌2分+緩速攪拌5分+静置15分)のそれぞれでジャーテストを実施し、フロック形成及び沈降状況を比較した。結果、YWWB方式の処理水(上澄水)の方が良好な水質であることが明確に目視確認され、フロック形成装置の必要性について、MCWDの職員に認識してもらうことが出来た。



第2次現地業務でのセミナーにおいても、ジャーテストの重要性を説き、現場導入を図った。ジャーテストは古くは(現在でも)手動で行っていたことから、ジャーテストのような装置がなくても、実験は十分に可能である。

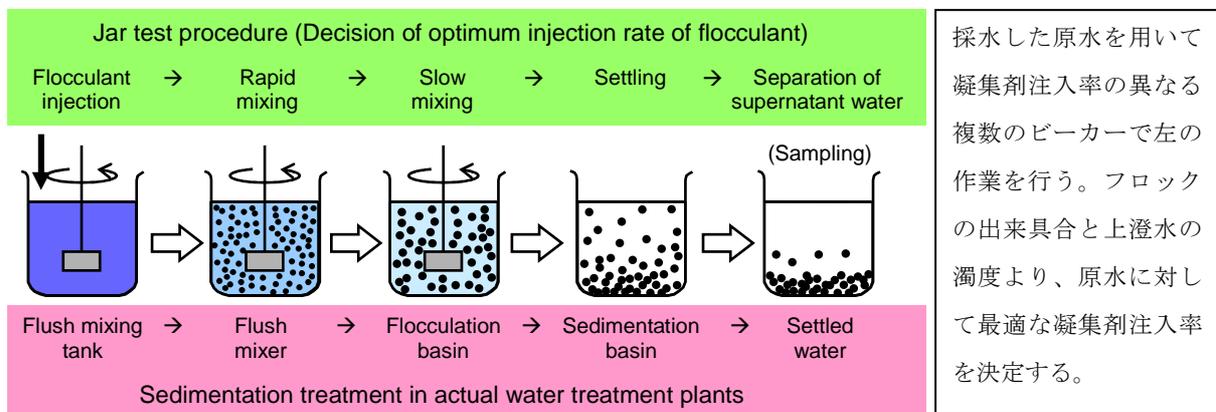


図 2-3-17 ジャーテストによる凝集剤の最適注入率の決定

本プロジェクト開始前は、全く機能していないとも言える沈殿池の沈殿効果を高めるために急速攪拌だけでなく、緩速攪拌を行うことでフロック形成を助長し、ろ過池の負担を軽減できることが明確になり、本ジャーテストの結果を基にして、MCWDと協議し、沈殿池入口部分への緩速攪拌装置の導入を決定した。緩速攪拌装置の構造、寸法等については、上記2.3.1を参照のこと。

また、安全・安心な水供給の観点から、第2次現地調査時には、Tisa浄水場の後塩素注入設備が故障しており、浄水場出口の残留塩素が確保できない状況であった。そのため浄水場出口直後にTisa配水池出口の水と合流することにより残留塩素を確保している状況であった。現在は後塩素注入設備の修繕を完了しており、安全な水の供給を行っている。

なお、浄水場出口と配水池出口にはそれぞれ弁があり、流量制御可能であるが、現在は弁室が道路舗装によるオーバーレイされて操作できない状況である。こちらも早急な改善が必要となっている。

## 2.4 本邦研修

### 2.4.1 コース概要

本邦研修は、フィリピン国別研修「メトロセブ上水道事業運営・管理」(Training on Water Supply Operation and Management for Metropolitan Cebu Water District)をコース名称とし、2012年7月23日(月)から8月3日(金)までの2週間、MCWD職員からなる10名の研修員が参加して実施した。

研修概念を図2-4-1に示す。

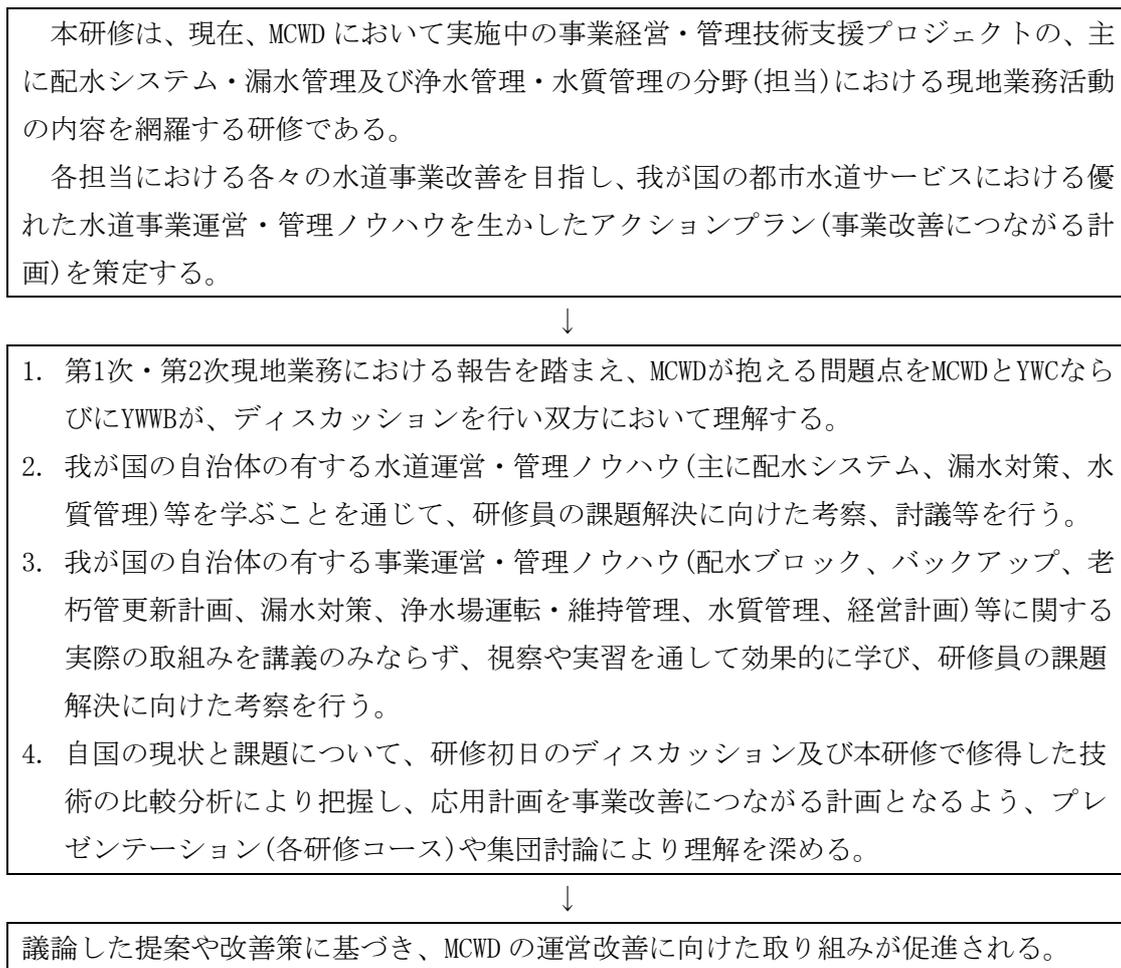


図 2-4-1 研修全体概念図

日程表ならびに研修カリキュラムは、表2-4-1、表2-4-2の通りである。第1次ならびに第2次現地業務期間中にMCWDより研修内容の要望を聞き、可能な限り、研修項目にそれらを反映させた。

研修員10名は、表2-4-3の通りである。構成は、配水コース:技術職8名(内1名は技術系経営職)、水質コース:化学職2名である。

表 2-4-1 研修日程表

コース		[配水管理コース]8名(経営1名)		[水質管理コース]2名	
日程		午前(9:30-12:00)	午後(13:30-16:00)	午前(9:30-12:00)	午後(13:30-16:00)
7月22日	日	来日			
7月23日	月	[共00] JICA ブリーフィング @YIC/SR	[共01] YWC・YWWB 表敬訪問 / ディスカッション @YWWB	[共00] JICA ブリーフィング @YIC/SR	[共01] YWC・YWWB 表敬訪問 / ディスカッション @YWWB
7月24日	火	[共02] 日本と横浜の水道事業 / 水道経営について @YIC/SR	[配03] 水道計画 / 配水計画 @YIC/SR	[共02] 日本と横浜の水道事業 / 水道経営について @YIC/SR	[質04] 水質検査・データ管理の概要 @YIC/SR
7月25日	水	[共05] 浄水場の運転・維持管理 @小雀浄水場		[共05] 浄水場の運転・維持管理 @小雀浄水場	
7月26日	木	[配06] 配水ブロックシステム / 水運用計画(バックアップ計画) @YIC/SR		[質07] 水源水質調査 @西谷浄水場 → 相模湖、津久井湖	
7月27日	金	[配08] 漏水調査計画 / 研修施設での漏水調査訓練 @管路研修施設(西谷浄水場)		[質09] 化学試験(ICP 発光分析) @水質検査室(西谷浄水場)	
7月28日	土	研修資料のまとめ			
7月29日	日	研修結果報告の準備			
7月30日	月	[配10] 管路研修施設の設計 / 給水管材料 @西部工事課 [経11] 経営プラン / 料金関係(市場調査、給水申込み) / 広報 @YWWB		[質12-1] 生物試験1 @水質検査室(西谷浄水場)	
7月31日	火	[配13-1] マッピングシステムの設計、プログラミング、航空測量、データ変換 @国際航業(東京都府中市)		[質12-2] 生物試験2 @水質検査室(西谷浄水場)	
8月1日	水	[配13-2] マッピングシステム(水道局の視点から) @西谷分庁舎	[配水13-3] マッピングシステム(オペレータの視点から) @西谷分庁舎	[質14] 配水管網上の水質管理 @菊名ウォータープラザ	[質15] 市内採水点での水質調査 @市内
8月2日	木	[配16] 水道メータ管理 / 給水管材料 @中村メータヤード	[配17] 配水管路更新計画 @YIC/SR [経18] 顧客満足 / KAIZEN / ES @YWWB	[質19] 親子水道教室見学(施設見学 / 夏休みの宿題・自由研究、水道実験、利き水等) @川井浄水場	
8月3日	金	[共20] 研修結果報告準備 @YIC/SR	[共21] 研修結果報告会 / ディスカッション / 評価会 / 終了式 @YIC/SR	[共20] 研修結果報告準備 @YIC/SR	[共21] 研修結果報告会 / ディスカッション / 評価会 / 終了式 @YIC/SR
8月4日	土	離日			

[共]: 共通、[配]: 配水、[質]: 水質、[経]: 経営、YIC: JICA 横浜国際センター、SR: セミナールーム

表 2-4-2 研修カリキュラム

項目	日時	研修内容・狙い、形態(括弧内)	講師・講義場所
[共 01] キックオフ・ディスカッション	7/23(月) 午後	事前に研修員に対し、水道事業経営に関する質問票に記入してもらい、それらの内容について討議し、各都市の問題点を把握する。これまでの YWWB の経験やノウハウからコンサルティングができれば、問題点の解決につながる一助になりえる。研修開始時に討議することで、研修員は研修で習得すべきものを確認し、研修実施者側は本研修でそれらの問題点が解決できるようにサポートしていく。(討議)	横山 健(YWC) @YWWB 本庁舎
[共 02] 日本と横浜の水道事業/水道経営	7/24(火) 午前	研修に入る前に日本ならびに YWWB の水道の状況を説明する。国としての厚生労働省の役割から、各都市の水道事業体までの日本の概要と、横浜市に特化した水道事業について説明する。セブとの比較を都度行いながら、異なる水道事業の環境について、研修員の疑問をその場で解いていく。(講義)	田中 健夫・竹内 明子(YWWB) @YIC/SR
[配 03] 水道計画 / 配水計画	7/24(火) 午後	水道計画は、将来の水需要(水道普及人口)を想定し、その規模に見合う水道施設を段階的に、かつ、適切に配置していくものである。YWWB で行っている水道計画、水需要予測および配水計画を紹介する。水利権を有さない地域もあるが、研修員の要望により YWWB の水利権についても紹介する。(講義)	横山 健(YWC) @YIC/SR
[質 04] 水質検査・データ管理の概要	7/24(火) 午後	西谷浄水場内にある水質試験室でどのような水質検査を行っているか、日本の水道法を絡め、水質検査計画、検査項目・頻度等について学ぶ。YWWB の全浄水場では品質管理の国際規格 ISO9001 の認定を、また、試験・検査の国際規格 ISO/IEC17025 の認定を取得した検査室で水質検査を行い水質管理している。厳しい品質管理と高い技術水準の水質検査する体制を学び、各都市の参考となるものを吸収する。(講義)	中井 喬彦(YWWB) @YIC/SR
[共 05] 浄水場の運転・維持管理	7/25(水)	YWWB で最大の小雀浄水場の大規模都市浄水場において、浄水処理工程、運転管理、維持管理手法について学ぶ。沈澱方式について横流式沈澱池に沈降傾斜板を設置し、急速ろ過している。良好なフロックを形成するための凝集剤注入率設定と急速攪拌、急速ろ過での表面洗浄・逆洗浄の水量・時間配分、発生汚泥の処理の維持管理等について学習する。 浄水場運転管理・浄水場電機設備の維持管理の講義を受け、浄水場内を見学する。見学コース：着水井→混和池→沈澱池→ろ過池(ろ過池洗浄工程)→排水処理施設→水質試験室(途中、薬品庫、自家発電設備、受電室、魚類監視装置、管廊内水質計器を見学)(講義・見学)	古谷 智仁(YWWB) @小雀浄水場
[配 06] 配水ブロックシステム / 水運用計画	7/26(木)	SCADA システムとして、市外の水源から市内浄水場や配水管網までを統合的にコンピュータによるシステム監視とプロセス制御を行っている YWWB の水道総合監視システムや水運用計画を紹介する。YWWB では、配水ブロックシステムを採用しており、ブロックには大中小があり、小ブロックは DMA と同様である。1971 年に配水池を構成単位とする大ブロックを構成し、その大ブロック内をポンプ系と自然流下系の中ブロックに分割している。さらに小ブロックを現在約 250 に分割し管理を行っている。水道施設の事故時にも断水を発生させないブロック間のバックアップシステム、適正水圧での給水体制を構築するシステムについて紹介する。(講義)	横山 健(YWC) @YIC/SR

項目	日時	研修内容・狙い、形態(括弧内)	講師・講義場所
[質 07] 水源水質調査	7/26(木)	MCWD では、ダム表流水の比率は約 5%であるが、将来のダム建設により、表流水の占める割合は高くなる。水道局における水源水質調査に同行し、MCWD のそれと比較することにより、最適な原水採水方法について見出すことができる。また、本採水を後日研修講義で行う化学試験、生物試験の原水とすることで、一連の流れの中で重要な採水について学び、比較することとする。(講義・実習)	増野 美奈子 (YWWB) @西谷浄水場→ 相模湖・津久井湖
[配 08] 無収水低減対策・漏水防止計画	7/27(金)	YWWB の漏水率は近年、約 5%を維持し続けている。戦後 70～80%と言われた漏水率をどのように減少させていったのか、YWWB の漏水対策の変遷、漏水調査機器の紹介を行う。また、漏水発見に有効的である相関式漏水探知理論を解説し、DMA 内で行う漏水量測定に有効な夜間最小流量測定の概要について講義を行う。YWWB が有する西谷浄水場内の管路研修施設において、漏水調査の実習を行う。漏水発見現場が修理待機の状況であれば、現地にて漏水探査の調査を実施してみる。また、漏水修理現場にて修理工事の過程を、日本の安全性かつ能率性を重視した工事の視点で見学する。(講義・実習)	YWWB テクニカルメンバー @管路研修施設 (西谷浄水場)
[質 09] 化学試験(ICP 発光分析)	7/27(金)	YWWB で行っている水質検査計画に基づく水質検査のうち、化学分析について紹介する。なかでも MCWD の興味のある ICP 発光分析について解説し、試験方法等を実習する。前日に水源にて採水した原水を基に化学試験を行う。(講義・実習)	本庄 泰明 (YWWB) @西谷浄水場
[配 10] 管路研修施設の設計 / 給水管材料	7/30(月)	本プロジェクトにおいて、JICA と MCWD との間で結ばれた契約の中で管路研修施設の設計支援があり、重要な位置を占めている。MCWD 側も本施設を今後重要な施設になると位置付けており、施設の基本概念の作成、基本設計を行うことは今回の研修で優先度の高い内容である。研修施設を持つ YWWB の施設を参考にし、MCWD でどのような内容の施設を導入していくのが良いかを研修員を中心に決定していく。また、それが、アクションプランの一つとなることが望まれる。(講義・実習)	横山 健(YWC) @西部工事課
[経 11] 経営プラン / 料金関係(市場調査、給水申込み) / 広報	7/30(月)	ビジネスを展開する場合、その長期・中期・短期的な事業の方向性を示し、これに連動した財政計画を策定して運営していくことが重要である。YWWB では、どのようにこれら長期ビジョン(10 年以上)と 3 年間の中期経営計画を策定して事業を運営しているのかを解説する。財政状況は日本と大きく異なるが、経営を推進する計画策定の概念を学ぶ機会とする。各都市の状況により、水道料金体系は異なっており、どれが正しい料金体系かを示すことは難しい。独立採算制により水道事業を行うために、いかに収支のバランスをとるか、YWWB の料金体系を元に解説する。水道料金の検針から請求行為、収納までの事例を説明し、各都市での事例比較を行う。(講義)	竹内 明子・市川 孝幸(YWWB) @YWWB 本庁舎
[質 12] 生物試験	7/30(月) ～ 7/31(火)	水質検査計画に基づく水質検査のうち、生物分析について紹介する。取水のほとんどが地下水である MCWD では生物試験は少ないが、今後、表流水に移行していく中で必要となる生物分析について解説し、試験方法等を実習する。前日に水源にて採水した原水を基に生物試験を行うものとする。(講義・実習)	佐々木 眞一 (YWWB) @西谷浄水場

項目	日時	研修内容・狙い、形態(括弧内)	講師・講義場所
[配 13] マッピングシステム	7/31(火) ～ 8/ 1(水)	水道水造水の要は浄水場であるが、以降、顧客に給水するまでは配水施設(配水管)が要である。配水管網の図面管理が不十分な場合、経年管布設替、管網拡張、系統切替では設計時に管網情報が得られない。YWWB ではデジタル管路台帳システム(マッピング)を採用しているが、紙情報時代からの変遷がある。それらの時代を振り返りながら、研修員の各都市で対応できる管路台帳システムを模索することを目指す。 また、YWWB の視点以外にオペレータの視点から見たマッピングについて、講義・見学・実習を行い、前段には、オペレータの本社でのマッピングの設計について学ぶ。(講義・見学)	千葉 雅広 (YWWB) @西谷分庁舎  中村 三友 (KKC) @国際航業東京事務所
[質 14] 配水管網上の水質管理	8/ 1(水) 午前	水質管理、水質検査は浄水場までで終わるのではなく、それ以降の長距離にわたる配水管網においても管理、検査が必要となる。水道施設割合からすれば四分の三は配水管網に充てられることから、配水管網における水質とは、どのようなものかを、写真をメインに構成し重要な案件を講義していく。(講義)	佐藤 均了 (YWWB) @菊名ウォータープラザ
[質 15] 市内採水点での水質調査	8/ 1(水) 午後	MCWD では、市内採水点の設定ポイントが少ない。MCWD での硝酸濃度の高い井戸群と浄水場処理水の希釈により硝酸濃度の減少をモニタリングするにも定点測量が必要となり、採水ポイントは採水する目的や採水業務にあたる作業員数、分析するサイクルタイムにより決定される。多に越したことはないが、効率と費用のバランスから、採水しやすい場所の選定が可能となることを本講義より望む。(視察・実習)	沖 恒二(YWWB) @市内採水地点
[配 16] 水道メータ管理・給水装置維持管理	8/ 2(木) 午前	日本製水道メータの構造、計量法を紹介し、有効率約 90%以上(日本全国平均)を記録する水道メータとその給水方式について解説する。 実習では、水道メータを分解し、再度組立を体験する。また、停水措置の際に使用する器具、水道メータボックスの構造を紹介する。水量計量試験室にて、小口径(13mm)から大口径(300mm)の水道メータの計量試験の実習を行う。(講義・実習)	横山 健(YWC) @中村メータヤード
[配 17] 配水管路更新計画	8/ 2(木) 午後	YWWB の経年管更新計画を紹介し、平成 20 年の老朽管改良(耐震化)計画報告書を基に老朽管を使用するリスクについて、老朽管を更新するプログラムについて講義を行う。(講義)	横山 健(YWC) @YIC/SR
[経 18] 顧客満足 / KAIZEN / ES	8/ 2(木) 午後	顧客サービスと広報活動は、水道事業体と顧客(及び未顧客)を結ぶツールであるので、YWWB の様々な活動を紹介するとともに、各都市でどのような活動を行っているかを研修員同士で情報共有し、成果と改善点を見出していく。(講義)	国安 暁子・山下 みや美・他 (YWWB) @YWWB 本庁舎
[質 19] 親子水道教室見学	8/ 2(木)	YWWB では、広報・顧客サービスの一環として市内の小学校を職員が訪問し、水道水ができるまでの過程を模型や実験装置を用いて授業を行っている。今回は親子水道教室の開催風景を紹介する。内容は、施設見学、夏休みの宿題・自由研究へのヒント、水道実験、利き水等である。(見学・実習)	YWWB 水質課・川井浄水場職員 @川井浄水場
[共 20] アクションプラン作成指導	8/ 3(金) 午前	アクションプラン発表の作成指導は事前にアクションプランの説明を行い、プレゼンテーションとして、内容(実現可能性)や構成(見栄え)等が適切かどうかを YWC が検証する。(指導)	横山 健(YWC) @YIC/SR
[共 21] アクションプラン発表会・研修評価会	8/ 3(金) 午後	YWC、YWWB の研修講師らが聴講する中、研修員のアクションプランを各コースごと発表する。各所有時間は、発表時間は 20 分、その後質疑応答を 5 分の 25 分間である。 加えて、事前に回答しているクエスチョネアにより、この場で研修の評価を行う。(発表・討議)	横山 健(YWC) @YIC/SR

表 2-4-3 研修員名簿

No.	Name 氏名 [Call me]	Post 職位	Occupation 所属	Pics 写真
1 配	Edgar Dy ORTEGA 配水 M [エドガー]	Division Manager C 課長職	Production and Distribution Department 浄水・配水部	
2 配	Jose Eugenio Buenconsejo Jr SINGSON マッピング M [ユージーン]	Department Manager C 次長職	Maintenance Support Services Department 修繕部	
3 質	Rico Cesar BONTILAO 水質 M [リコ]	Principal Engineer 主任技術者	Production and Distribution Department 浄水・配水部	
4 配 経	John Neville Torres MACABINTA 経営 M [ジョンマック]	Division Manager C 課長職	Corporate Planning Department / Planning & Monitoring Division 経営企画部/計画調査課	
5 配	Veronico Perino CASTRO 漏水 M [ベルカス]	Principal Engineer C 主任技術者	Pipelines Maintenance Department – North 配水維持部/北部	
6 配	Jorge Luna GABRIENTE 漏水 M [ホルヘ]	Department Manager C 次長職	Pipelines Maintenance Department – South 配水維持部/南部	
7 質	Rebecca Lagunzad HUSAYAN 水質 F [ベッキー]	Supervising Chemist 監理化学者	Production and Distribution Department 浄水・配水部	
8 配	Andrew Laput MAGNO マッピング M [アンドリュウ]	Division Manager C 課長職	Engineering Department / Planning Division 技術部/計画課	
9 配	Richard Gemarino MISAL マッピング M [リチャード]	Division Manager C 課長職	Engineering Department / Planning Division 技術部/計画課	
10 配	Rainier Kho QUINONES 漏水 M [レンニャー]	Supervising Engineer A 監理技術者	Pipelines Maintenance Department – South 配水維持部/南部	



### 3) アクションプラン発表

配水コース、水質コースより各1名、また、配水コース内の経営部門担当者1名を含めた計3名の研修員より、今回の研修で何を学び、どのような項目を上司に報告、同僚に広めていくかについて、また、本プロジェクトでの活動と照らし合わせて、研修員らの今後の活動について、プレゼンテーションを行った。

#### (a) 配水コース

発表内容は、管路研修施設の企画と簡易設計ならびに導入スケジュール、配水ブロックにおけるバックアップ、24時間給水に向けた原因説明と解消への取り組み、ならびに老朽管路更新計画の見直し、マッピングシステムの改良についてである。

#### (b) 水質コース

発表内容は、沈澱池における緩速攪拌装置の導入、急速ろ過池のろ過材の更生と池内部の点検修理、Buhisan ダムにおけるエアレーション処理の研修、ダム・浄水場における水質モニタリングに関する研究についての予算承認とその後のスケジュールリングについてである。

#### (c) 経営部門

発表内容は、YWWBにおける顧客サービス、職員満足度、広報、KAIZENについて、MCWDで策定している中期経営プラン「MCWD 2020 Plan」にどのように反映させていくかについてである。

### 4) 見学・実習・演習

浄水処理システムは、表流水の比率は極小だが、将来のダム開発、表流水浄水処理に向けての知見を得ることができた。また、管路研修施設の導入に向けた実施訓練(漏水探知)演習、施設設計の演習は非常に有意義であった。

### (3) 研修期間・配列・内容

昨年度に続き、配水管理コース及び水質管理コースの二種類を設定した。水質管理コースは、人数が2名で個別対応が可能であった。また、配水コースは、配水・漏水・マッピングの3分野7名に対してそれぞれの分野を網羅する形のコースが設定できていたため、全研修員から十分満足できる評価を得ることが出来たと考える。

なお、第2次現地業務において水道事業経営分野1名の本邦研修参加に当たって、事務分野の特別コース設定の要請を受け、延べ1日半の経営コースを設定した。

また、2011年度のMCWD幹部研修やこれまでの現地業務を通して、本研修の内容について十分意見交換ができていたことが、今回の評価に大きな役割を果たしている。

第2次現地業務では、研修内容の最終確認を行い、追加の要望等を可能な限り反映させることができたため、現地業務の進行状況に即した研修内容を提供できたと考える。

各講義で必要に応じて質疑応答等、議論されており、このような対応が研修員の理解を促し、

MCWDとYWWBのケースを比較する良い材料になったようである。

配水管理コースでは、小雀浄水場内施設の視察を通して、Tisa浄水場での課題解決策として提案していた、沈殿池への緩速攪拌装置、阻流板設置の有効性などに深い理解を得られた。また、管路研修施設設計の講義に先立ち、管路研修施設での各種研修を実施しており、これが施設のイメージをもって基本設計に取り組む手助けとなっていたと考える。マッピングでは、国際航業株式会社の講義と絡めることで、各種情報のデジタル化の流れを理解するとともに、水道を含む他企業ライフライン情報を統括する機関(道路管理者等)についても議論がなされ、MCWDでの課題解決へ向けて多くのヒントを与えられた。

水質管理コースでは、水源(相模湖/津久井湖)で原水水質サンプリングを行い、化学試験及び生物試験の講義・実習で用いることで水源の状況をイメージした上で取り組める内容になっていた。各講義で採水器具や電子顕微鏡などに関心を示し、MCWDでの採用について検討する姿勢も見られた。

経営部門では、事前に研修員から要望を受けた内容で構成したと同時に、対象者が1名であったため、1.5日という短時間の中でも充実した内容になっていたと考える。

各講義内容について、全体的な概要説明などいくつかの項目で重複している部分が多少あり、評価会では削除すべき項目との指摘があった。YWWBとしても横浜市の概要等、講義冒頭で重複する内容について省略するよう呼びかけているが、まだ十分に反映されていないことが改めて認識された。今後、重複しがちな本市概要等の省略を徹底し、研修期間を通してスムーズな講義内容の展開を目指す。

今年度は、配水管理コースについては主にYWCが講義を担当し、水質管理コースについてはYWWBが講義を担当する形で研修を行なった。水質コースで一部日本語での対応もあったが、国際協力分野における漏水対策及び水質管理の豊富な実績を生かし、それに恥じない講義・実習を提供できたと考えている。

また、本研修は、2011年度のMCWD幹部を対象とした本邦研修受入に続き2回目であるとともに、プロジェクトの現地業務を実施した後に行われたため、YWCとYWWBの間で事前に役割分担を整理しておいたことから、同一研修内で2コースを、一部日程では3コースを平行しての実施であったが順調に進めることができた。

研修参加者からのクエスチョネアでの評価は、適当であるとの見解であるが、評価会ではより長い研修期間の設定を望んでいる。また、カリキュラムについては、(実施前にMCWDとプロジェクトチームが十分に協議していたこともあり、)非常に高い評価を得た。

#### (4) テキスト・機材・施設

テキストは、フラットファイルを事前に配布し、講義ごとにファイルに綴じる形式とした。講義の都度、質問時間を多くとり、その場で解決こととしたため、研修日報は課さなかった。

JICAセミナールーム内での温度環境について、室内冷房がかなり効いているセブとは異なっ

いたため、暑かった、心地良くなかった、とのコメントが多く寄せられた。

### 2.4.3 研修員・研修環境

#### (1) 資格要件

YWCによるMCWDからのアプリケーション・フォームの取り付けを手間取り、その内、1名については、査証発給時にパスポートの取得が間に合わなかった事態があり、今後、受託側としては、確実にアプリケーション・フォームの取り付け並びにパスポートの取得確認を行う必要がある。

研修員は、MCWD組織内において上級幹部職である日本における次長職、課長職級から、現場でのリーダー役となる上級技術者や監理技術者が参加した。いずれの研修員もMCWD内では、各所属における主要な職員達であることから、研修員としての資格は十分にある。

なお、語学(英語)のレベルは、次項にも述べるが、資格相当以上にある。

#### (2) 研修参加への意欲・受講態度

中部フィリピン(ビサヤ)地域では、標準語のセブアノ語、国の公用語のフィリピン語(タガログ語)に加えて、米国の文化を多く受け入れていることから、英語の普及度が非常に高い。日本と同じく小学校卒業後に教育制度の中で英語を学ぶが、英語のレベルは日本とは比べ物にならないくらい高い。

本研修では、英語で講義が可能な講師を多く取り入れ、研修を行ったことから、通訳を介する時間を短縮できたためスムーズな講義を行えた。通訳が入らず、ディスカッションが行えたため、研修員の講義等への参加意欲は高く保つことができ、受講態度においても真面目に取り組む姿勢が続いていた。

フィリピン国のように英語を公用語に近い言語として使用している国(アフリカ諸国)では、通訳を介することなく講義を行う体制を多く整える必要がある。

#### (3) 研修環境

2011年3月の大震災による省電力環境下であり、施設内の冷房状況は、研修員にとっては非常に環境の悪い中での研修であったようである。

講義外ではあるが、研修内である生活に関する環境としては、評価会において、不満が表れた。中でも、JICA横浜以外の宿泊施設について、無線LAN(Wi-Fi)の未整備、英語テレビチャンネルがない、英語を話せるスタッフが常駐していない、などであった。

また、英語ができない日本人が多く、市内での移動に際し、道を尋ねても回答が得られなかったという英語(英会話)に関する不満が多かった。研修監理員や受入側スタッフがいない時のことであるが、何らかの対策が取れないものか思う。

#### 2.4.4 研修成果の活用

本研修は、技術支援プロジェクト内の一つのプログラムであることから、MCWDには研修員の得た知見に加えて、さらに、マッピングシステムや管路設計、モデルケースの管網計算など、次の段階として、さらに詳細な活動内容を求めている。研修で得た知見について、技術支援プロジェクト内で研修員が業務内容の中核をなし、プロジェクトチームと共にプロジェクトを進めていくことに期待し、現に達成されてきたことを嬉しく思う。

#### 研修写真集 (1/3)



[共 01] YWC・YWWB 表敬 (7/23)



[共 01] 表敬訪問参加者集合写真 (7/23)



[共 01] キックオフ・ディスカッション (7/23)



[共 02] 日本と横浜の水道事業・水道経営 (7/24)



[質 04] 水質検査・データ管理の概要 (7/24)



[共 05] 浄水場の運転・維持管理 (7/25)

研修写真集 (2/3)



[質 07] 水源の水質調査 (7/26)



[配 08] 漏水防止対策 (7/27)



[配 08] 漏水調査 (7/27)



[配 08] 配水管・給水管修理 (7/27)



[質 09] 化学試験(ICP 発光分析) (7/27)



[配 10] 管路研修施設の設計 (7/30)



[質 12-1] 生物試験1 (7/30)



[経 11] 経営プラン・市場調査等 (7/30)



[質 12-2] 生物試験2 (7/31)



[配 13-2] マッピングシステム (8/1)

研修写真集 (3/3)



[配 13-3] マッピングシステム (8/1)



[質 14] 配水管網上の水質管理 (8/1)



[質 15] 市内採水点での水質調査 (8/1)



[配 16] 水道メータ管理 (8/2)



[質 19] 親子水道教室視察 (8/2)



[経 18] 水道事業に関する討議 (8/2)



[共 21] ファイナル・ディスカッション (8/3)



[共 21] 閉講式 (8/3)



[共 21] 閉講式(終了証授与) (8/3)



[共 21] 閉講式参加者合同写真 (8/3)

### 3. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓(業務実施方法、運営体制等)

#### 3.1 思想、ポリシーの相違

これまで、MCWDの総裁をはじめとする幹部研修(7人)、実務者研修(10人)を通じて、我が国の水道事業の実態を知ることにより、我が国におけるスキル、ノウハウ、システム等が優れていることは、MCWDにも理解されているところである。しかしながら、一つ一つの事業・業務・作業工程におけるそれらのスキル等について、MCWDでこれまで実施されてきているものには、組織として自信を持って導入し運営してきている自負もあることから、我が国のスキル等を導入するに際しては今までのMCWDとどのように異なるか、どれだけ合理性があるかという説明を十分に行い、理解を得る必要がある。

今回の技術支援プロジェクトでは、水道事業体を対象としており、実際に水道事業運営の長い歴史経験を有していなければ、MCWD側の思想やポリシーを超えて理解させ、更に、我が国のスキル等の導入が得策であることを納得させることは困難と思われる。例えば、ある分野でMCWDの実態がYWWBでの30年前の状態であるならば、いきなり現在の先端技術を導入するよりも、YWWBで20年前程度の実態を説明し、当時の技術を提案してあげることが理解されやすく、コスト的にも受入れやすいと実感している。具体的には沈澱池での手作りの上下迂流装置の導入、現場での2~3人の手動によるジャーテスト実験、大変な労力ではあったが職員の直営作業による急速ろ過池の更生工事など、現在の先端技術ではなくYWWBで過去に経験してきた技術ノウハウを提言したものである。現場のオペレータも最初は怪訝な様子であったが、一緒に考え、議論したうえで導入し、その効果を実感してからは提言に納得し、満足そうな笑顔と喝采が得られた。

#### 3.2 相手側組織内への技術移転導入の手法について

本プロジェクトでは、これまでに様々な提案を行ってきたが、目的は、あくまでMCWD側が理解し自己判断で改善していく持続可能な人材育成、ノウハウを伝授することにある。したがって、基本は指示・命令ではなく、プロジェクトチームの提案がMCWD側に理解され、納得された上で提案を受け入れ、導入することに努めている。具体的な導入に際しては、MCWDにおける上級幹部の合意、組織としての決定が必要となることから、MCWDへの提案はC/Pのみでなく、上級幹部の出席のもと、一同に議論し、検討してきた。

相互に納得した上での合意には時間が必要となることから、プロジェクトの進行上、現地業務時間内で決定しなければならないことと、次期現地業務までの国内作業中に相互に検討を行っておくことを相互に確認し、13か月の短い期間を有効に使うことに努めてきた。

また、水道事業は水質・浄水・配水・漏水・経営・CS等幅広い分野であるが、相互に連携して総合的な視点で運営していくことが重要である。本プロジェクトでは各専門家メンバー全員の意思統一と相互にMCWDのC/Pを交えて議論することによって、MCWD側のC/Pも相互に議論できる環境・習慣を創ることに努めてきた。これによって、浄水場の運転管理に水質・配水スタッフが関与することになり、水質・配水・漏水及び経営スタッフが同じテーブルで議論するようになっている。

### 3.3 技術支援から得られるノウハウ

本プロジェクト及び事前の確認調査(2011年度)においても、プロジェクトチームが心がけていたものの一つに相手側の長所を見つけることをお願いしてきた。技術支援プロジェクトではあるもののアドバイスや提言を行うことばかりではなく相手側から得られるものが必ずあるはずと考えそれを指摘し共有することで相手側の自信にもなり、横浜の参考にもなると考えたものである。実際にミーティングや報告会等で横浜より素晴らしい点、横浜でも取り入れたい点などについて指摘すると拍手喝さいとなり、全員が笑顔になっていた。

MCWDにおける、新規水道加入者への丁寧なオリエンテーションとその中での契約内容の徹底、これによって滞納者への罰金制度が問題なく導入されるとともに、優良納入者への割引制度も取り入れている。これらは議論にはなるもののYWWBでは導入できていない素晴らしい制度と言える。更には未納者への給水停止もYWWBでは6か月経たないと実施できないがMCWDでは2か月後に実施している。これらもオリエンテーションで契約義務として説明しているので、住民も納得しているとのことである。

水質部門では鉄・マンガン除去方法について、酸化・ろ過方法を提言すると直ぐに直営で実験プラントを作ってしまうこと、上下迂流装置の製作作業も我々が滞在中に少しでも実験したいと徹夜作業で製作したこと、急速ろ過の砂利層に砕石でなく玉石を使用することを提案した際には、すぐにMCWD所有の河川敷から玉石を集めてくるなど、研究熱心で機敏性に富んでいるなど感心するばかりである。

本プロジェクトで導入した新しい漏水探知機D305や超音波流量計の操作にも、好奇心旺盛で我々も覚えたいという前向きな姿勢は、幹部から現場職員までMCWD職員に共通しているカラーである。

### 3.4 新成長戦略に向けて

本プロジェクトでは、相互に水道事業を運営・管理している同業者という仲間意識が醸成されてきたと感じている。このことから、現地での現場からも、幹部からも種々のニーズが出されてきた。

マッピングシステムの導入検討では、途中での専門業者の追加補強が認められ、先進的な日本企業から技術移転についてMCWDと協議を行うことができた。また、急速ろ過池の維持管理では定期的な更生工事が必須であるという考えをMCWDは認識したところであるが、今後、MCWDをはじめとして東南アジアへ広めていくためには機械化、自動化された更生工事ノウハウを持つ日本企業を紹介していく機会を創っていきたいと考えている。第2次現地業務のセミナーにおいて、スライドやビデオで紹介している。

更には、将来的に低い漏水率を目指し、維持していくためには、漏水破裂等事故時に迅速な対策を取るためにも、道路上にある仕切弁等のマンホール鉄蓋の維持管理が重要であり、日本企業の有するすぐれた製品を紹介していくことも必要と考える。本プロジェクトでは、日本企業から6セッ

トの小型マンホール室・鉄蓋の無償提供を受け、第4次現地業務で導入し、現場に設置したところである。

### 3.5 国庫補助、一般会計繰入システムの導入について

日本では、時代のニーズに応じて変化はあるものの、現在では水道水源開発、水道広域化、高度浄水等の施設整備やライフライン機能強化等事業費では配水池の増設、水道管路耐震化等に国庫補助制度が導入されている。また、横浜市から水道事業への一般会計繰入金としては、消火栓設置及び維持管理費用や消防用水、生活保護世帯等に対する水道料金減免措置、災害対策としての水道施設整備等がある。

しかしながら、フィリピン国ではこれらの制度が皆無であり、逆に60歳以上の高齢者に対する5%の水道料金補助制度が導入され、実質的な料金値下げとなっている。

水は国民が生活するために必要な命の水であり、社会活動を支える重要なインフラ施設である以上、水道事業体だけでなく、市・州も国もその財政負担を担う責務があると考えられる。水道事業体が連携して、国の関係機関や市・州の財政部との定期的な人事交流などによっていろいろな補助システムを創ってきた日本での歴史的経緯も踏まえ、他事業体とも連携しながら、粘り強く国や市・州政府からの補助制度の導入に努力するよう提案してきた。

### 3.6 使用する(専門)用語の統一

我が国内でも水道事業に関する専門用語に複数の言い方があるが、国が違い、かつ、双方外国語で会話を行っている中、使用する専門用語にズレが生じ伝わらないことがある。我が国の水道事業関係者は、日本水道協会発行の「水道用語辞典」内の英語表現を標準としているが、MCWD側ではもちろん、個人レベルでも用語の相違が多くある。経験上、数種類の言い方で対応しているが、ISO24510-12において標準化された用語のように、世界的に標準的な用語を揃えたいものである。

### 3.7 文書化

これまでにプロジェクトチームでは、MCWDのC/Pらとヒアリングや協議をしてきたが、各職員から聞きだす数値やデータが職員によって大きく異なる場合が多々あった。これは、計画や事業に関し、文書化(共有化)された物が少なく、また、文書化されていても各職員がその存在を把握していないケースが多く見られた。

文書化された物がない場合、ヒアリングの際には、複数の担当者から聴取する必要があり、内容が異なる場合は、精査が必要となる。

既存の漏水調査計画においては、文書化されたものが見受けられず、職員はその日その日で班長の指示に従い行動する状況である。管路更新計画においては、企画部が各年度の更新対象表を所有しているが、それが共有されておらず、また、漏水調査や管路更新の定義、目的、年度目標、最終

目標等が文書化されていなかったため、職員が表から判断する場合、異なった判断が発生し、統一した見解が得られていなかった。マッピングシステムでは、不明だったシステム図やシステムマニュアルが、その後存在することが判明した。

文書の管理は事業運営において重要な意味を持っていることから、本プロジェクトではC/Pとの議論においては、話だけでなく、極力、文書化された書類・データの提示を求め、既存の文書が無い場合にはディスカッションして作成することを推進してきた。さらには、組織の原動力である職員の基礎的な位置づけを図るためにも文書化率をPIとして評価することを提案した。

## 4. プロジェクトの達成度

### 4.1 既存浄水場の処理能力強化

#### 4.1.1 凝集・沈澱処理

上下迂流方式の攪拌装置を製作・設置・運用し、沈澱池での濁度除去率向上を達成した。2.3.1で記述したように、迂流装置を導入することにより沈澱池で除去できる濁質は57%向上(2013年3月時点)した。実際に、沈澱池を常時監視している浄水場運転管理スタッフからも迂流装置は高い評価を得ていて、第4次現地業務時に歓待を受けることとなった。

本プロジェクトでの検証期間中は最大処理水量で運用することがなかったが、この装置(写真右中央の青い装置)は水の流れを利用して攪拌するため、処理水量が大きくなるほど攪拌効果が大きくなり、より沈降しやすいフロックを形成できると期待される。



攪拌装置導入に伴い、凝集剤注入率を改善することができる。ジャーテストに基づき、最適な凝集剤注入率を決定していく予定である。

本プロジェクトを通じて、MCWD職員が沈澱工程における凝集処理が重要であることを理解した。今後、移転したノウハウに基づき、適切な凝集処理により可能な限り濁度負荷を沈澱池で低減させることで、浄水水質が良好に推移していくことを期待する。

#### 4.1.2 急速ろ過池の更生

現在、3池ある急速ろ過池(写真右)の内1池(写真奥)において、MCWDでは初めてとなるろ過池の更生作業を実施した。ろ過材の洗浄・ろ過層の不陸解消、下部集水装置の目詰まり解消等をMCWD職員の直営で多大な労力を要したが改善することができた。



ろ過能力の復元により、ろ過水水質が向上するだけでなく、ろ過継続時間が延長し、現在1日1回(24時間間隔)の頻度で行っている急速ろ過池の逆洗浄の頻度を下げることができ、浄水ロス量の低減化にもつながると期待される。逆洗浄の頻度変更については、今後、実池で試行しながら決定されていく予定である。また、ろ過層および下部集水管の目詰まりが解消したことで逆洗浄の効果自体も回復される予定である。

本プロジェクトを通じて、MCWD職員が急速ろ過池の維持管理、更生工事について深く理解したことで、今後、移転したノウハウに基づき、残り2池を順次更生するとともに、定期的な更生を続けることで急速ろ過池の能力を維持していくことが望まれる。

## 4.2 給水栓水質の改善

### 4.2.1 硝酸の低減化

特に硝酸濃度が高い深井戸G3、G4、G5B、K3.2を中心としたモデル地域を選定し、濃度低減化に取り組んだ。低減化の方法は、化学的処理と物理的処理があるが、費用の面から、はるかに安価となる物理的処理を選択し、Tisa系統の浄水を用いて希釈を図ることとした。

深井戸K3.2地域は、Tisa浄水場に近いことから井戸を閉鎖し、給水を全てTisa浄水場流出水系統へ切り替えたことで、低減化を成功させた。一方、深井戸G3、G4、G5給水地域は、各井戸の揚水量や硝酸濃度の把握、Tisa系統の配水量測定などにより、希釈可能な水量が確保できるかを確認しながら、配水管系統の改善案を検討した。

本プロジェクトにより、長年、問題となっていた高濃度の硝酸地域での給水に対し、管網改良工事による解決の見通しが立てられたことにより、水質の安全性はかなり高まることとなる。

MCWDでは、これまで問題解決に配水部門の技術者と浄水・水質部門の技術者が相まって作業することはなかったと思われるが、本プロジェクトがそれらを結束させ、問題解決の礎になれたことは、今後のMCWDの問題解決プロセスの一役を担ったと思われる。

### 4.2.2 鉄・マンガンの低減化

鉄、マンガン濃度が高い深井戸はW34B及びW35の2箇所(DMA27内)あったが、本プロジェクト内において両井戸の供給エリアを水質に問題のないPWRI(民間企業)からの受水へ変更したことで当面の低減化は達成した。プロジェクト当初は砂ろ過やマンガンゼオライト実験による低減化に取り組んだが、電力供給問題や道路拡張計画等があり、処理水の実供給は行われなかったが、MCWDでは両井戸の揚水量分も安全な水質で供給できれば、新たな給水エリア拡大にも繋がると考えており、今後も実験を継続し、鉄・マンガン低減化技術の習得に努めていくとしている。

本項目は、2011年の確認調査でMCWDに提案した実証プラントが、実際に装置化され、実試験を行える段階までに辿り着けたことに大きな意味がある。問題点を解決するために、工夫や努力することをMCWDが行い、その成果を実感できたことは、これからのMCWDにとって大きな教訓となったはずである。

## 4.3 水質検査の見直し

本プロジェクトにおいて協議を進める中、水質検査地点を増やすなどの助言を行い、更なる水質管理の改善を図ることができた。

変更した検査項目は硝酸と残留塩素の2点あり、硝酸については、プロジェクト前は顧客の給水栓検査を行っていなかったが、健康影響に係る項目であり、給水エリアの分布状況を把握する必要性があることを認識し、給水栓にて月1回の測定を開始した。残留塩素については、各DMAの代表的な直接給水井戸25地点であったものを50地点に倍増させた。残留塩素の有無は飲料用として供する

ために必ず把握しておかなければならない項目であり、より細かな残留塩素状況把握に繋がった。

「安全な水」を顧客に給水することは、水という製品を販売することと言える。製造販売者として、製品の品質について責任を持てるかどうか問われていることに係ってくる。製造者として、品質は常に保証したいところであることから、水質検査は万全の検査体制が組めるまで手を抜いてはいけない。「安全な水」は我が国でも横浜に近代水道が布設されて以来、常に守られてきたことである。本プロジェクトを通じて、MCWDにも組織全体に、この概念が浸透してきていると感じており、MCWDが我が国の水道事業体のレベルに近づいてきていると思うところである。

#### 4.4 無収水率低減に向けた総合的な対策

##### 4.4.1 漏水の削減

無収水率は、全配水量に占める水道料金等の徴収分以外の水量を全配水量で除算した率になるが、その水量の大部分は主に漏水量で、その他にはメータ不感水量、不明水(盗水)が挙げられる。

漏水率の低減は漏水量を減らすことであり、(a)漏水している箇所を減らす、(b)漏水している時間を短くすることは間違いがないが、さらに、(c)漏水する危険性を排除すること(予防対策)も重要である。

晴天時に道路面に水溜りができていれば、明らかに漏水していると判明する地上漏水の場合、発見は容易である。しかしながら、地下漏水は、配水圧が低い当地において、地下に水道(みずみち)を作り、地上まで吹き上がらず、発見まで相当の時間がかかる場合もある。漏水調査は、この漏水箇所を探索し、漏水箇所を修理することで漏水を止めることができる。この「漏水を止める」こととは、過去に発生し、現在続いている漏水を止めただけであるので、現在から見れば削減したと言えるが、過去から見ると元に戻っただけである(図4-4-1左)。漏水率を過去の状態より良く(低減)するためには、「数多く」の漏水を発見し、早期の修理または管路更新により漏水率を下げることにある(図4-4-1右)。この状況では漏水調査のサイクルは短く、対策工事の実施は漏水削減の効果を大きくすることで、唯一、漏水率の低減が可能となる。漏水箇所が多数ある管路の場合は、漏水箇所の修理より管路更新の方が効果は遥かに大きい。数多い漏水箇所を抱える管路は、修理しても他の箇所から漏水するので、そのような管路は予防措置として耐用年数前でも更新することで、漏水が発生する危険性を排除していくことになる。

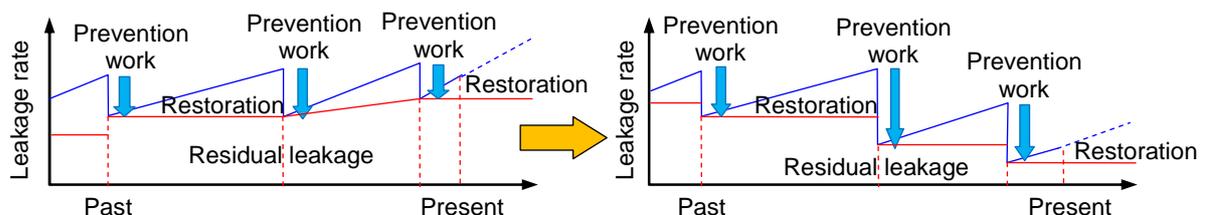


図4-4-1 漏水率の復元と削減

MCWDでは、図4-4-1を十分に理解した上で、これまでに、漏水箇所の発見率を高めるため、漏水調査を3チームから4チームに増やし、早期修理を実施し、無収水率低減に努めている。またプロ

ジェクトチームとの協議、ならびに本邦研修を通じて、MCWDは管材料をPVC管からDIPへの変更を決定した。PVC管をDIPに変えることによって、漏水の予防措置が図れることにある。

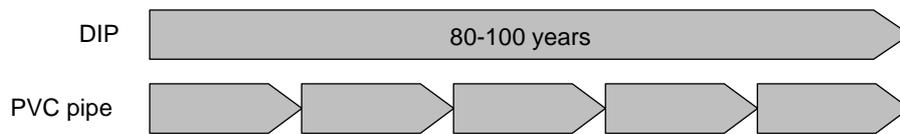


図4-4-2 DIPとPVC管の耐用年数の比較

DIPはPVC管に比べ、材料価格は高く、初期投資費としては高額になるが、耐用年数がPVC管に比べ5倍超と非常に長いため、更新毎に掘削、布設替え、道路補修を繰り返すことなく、使用し続けることができる。また、漏水発生率はPVC管に比べ約40倍も低いため、漏水対策の予防措置としては、十分な対策を行なうこととなる。このMCWDのDIP導入決定は、本プロジェクトの大きな成果といえる。

#### 4.4.2 漏水調査機器について

漏水調査機器の進歩は、音聴調査の音聴棒から始まり、漏水探知機、線的・面的調査の相關式漏水探知機、データロガーと革新を続け、調査に必要となる伝播には、音、振動、音圧のみでなく、電流やアルゴンガスなどを使用することで、これまで熟練により得た音による聞き分け能力に頼ることなく、機器の解析理論を知りえた上ではあるが、短時間の練習で漏水を簡易に発見できる探査機器が市場に出てきた。また、これまでの調査機器は高額で開発途上国では一台すら購入できない高価な製品であったが、我が国をはじめ、欧米各国の調査機器メーカーの努力により、開発が急速に進み、当時から比べ価格はかなり安価となり、開発途上国でも複数台購入できる環境が整いつつある。

開発途上国では、数十年前に入手(購入)した漏水探知機を家宝のごとく大切にしまっているか、過度の使用により故障し、その後、修理できずにしまわれているかのどちらかであると思われる。漏水調査機器はPCと同程度のサイクルで買い換えることができると言っても過言ではないくらい、安価になってきている。いつまでも使いにくく、重く、古い漏水探知機器を置いておくよりも、最新の機器を導入し、効率の良い漏水調査を行なうことが得策といえる。

MCWDでは、今回搬入した漏水探知機「D305」のグッドマン社の漏水探知製品に興味を持ち、次期、買替え時は検討したいとのことである。このように、MCWDが製造メーカーの営業説明だけで高額な製品を導入するのではなく、YWWBで実際に使用したり、検討している漏水探知製品について議論したことは、MCWDが真剣に漏水対策に取り組んでいることの証明である。

漏水探査機器を購入したは良いが、使用方法を十分に理解しないまま使用し、本来の性能が発揮されないままである可能性が高いこともある。MCWDにおいて、第2次現地業務で漏水調査機器を搬入し、現地研修を行って以降、OJTにて使用方法を学んでいるが、一部に誤った使用方法が見られ、第3次現地業務時に修正をしたことで、第4次現地業務までに相当の漏水発見の効果をあげた。このように、漏水調査は調査機器を正しく使用し、繰り返し練習をすることで、十分に成果を得

られるが、その練習ができる機会がないと無理な話である。無収水率が20%を下回ってくると、なかなか、配水管網内に目立った(はっきり分かる)漏水は少なくなってくる。そのような中では、漏水を発見するための練習は、トレーニングヤードを設け効率的な研修を行なうことで解決される。MCWDでは、2011年度の幹部研修開催以降、トレーニングヤードに対し非常に関心を持っており、トレーニングヤードをどのように導入することができるかについて、本プロジェクトに期待していた。本邦研修を経て第3次現地調査までに管路研修施設の詳細設計を進めてきており、予算化後、すぐにでも着工できる状況にある。

本施設は、漏水探査のみならず、これからMCWDが導入するDIPの管接合、配水支管取出し(管分岐)、漏水修理、また、多くの延長を有するPVC管の漏水修理や管分岐の演習としての配水施設トレーニングヤード、各戸水道メータの設置(接続)演習としての給水装置接続トレーニングヤード等を備えたものである。

現在、MCWDの無収水率は25%台にまで下げることができた(年度当初目標は27%)が、依然、無収水率は高い状態であり、今後さらに、MCWDの策定した「2020PLAN」での無収水率の目標15%(2020年)に向け取り組んでいくところである。

#### 4.5 連続した24時間給水の実施

MCWDでは、2013年2月現在、平均給水時間は23.15時間であり、ほとんど24時間給水を達成している地区がありながら、極一部の地域では、10数時間程度の給水時間のところがある。

24時間給水を続けている場合は、配水管内が常に有圧状態で仮に漏水があっても水は管内から外へ出ては行っても、漏水箇所から外の水が入ってくることはほとんどない。これが、給水が途絶えることで、有圧でなくなり、漏水箇所から管外の汚染された(清浄でない)水が管内に入ってくることになる(Contamination: 汚染)。給水が再開されると、その汚染された水が混じった状態で給水される。また、漏水箇所から空気が混入することもあり、給水が再開されると排除されなかった空気は配水管網に対して偏圧や気泡発生等の原因となる。YWWBでは工事等で一度断水された管路では、消火栓から排水する管内洗浄の実施、急速空気弁からの管内空気排出の確認、排出水の水質検査を入念に行い、水質確認がなされなければ、給水することができない。それでも少量の空気が水道水と絡まることで微気泡が発生し、白濁しているように見えるため、苦情が多く寄せられる。水道水の水質を向上させようとするMCWDにとっては、24時間給水を実施しなければ、水質の向上は達成されない。

本プロジェクトでは、24時間給水未滿のDMAにおける対策について議論した。管網解析部門の職員には多くのリクエストをし、結果について都度、議論を行なった。3箇所のモデルDMAの内、DMA19&20(Nivel)は増設ポンプの設置により既に解決し、DMA16(Guadalupe)は用水供給を受ける高架水槽の設置により解決策が確認された。DMA17(Capitol)については、高架水槽設置やブースターポンプ設置などの解決策が出されたが、決定には至っていないところであり、今後、MCWDでの議論の結果が待たれるところである。

本プロジェクトを通じて、MCWDはこの問題を解決させる方法をすでに見出してきており、ここ

数年で全て解決させることが出来るところまで来ている。

24時間給水の実施は、MCWDの目指す「安全な水の供給」をするための第一歩であり、これを解決しなければ、安全な水(水質)を保障することはできない。現在、数箇所残る24時間給水未満のDMAに対する早急な改善措置を施し、MCWD全体として24時間給水が実施されることを望む。

#### 4.6 給水区域の拡大に向けて

民間水道事業者の全体シェアはMCWDに比べ数%とはいえ、大型商業施設を顧客にするなど、業務用を拡大していく計画を立てているMCWDにとっては競合会社とも言える。

業務用利用者に対する意識調査の実施と、そこで得たニーズを事業に反映させるなど、確実に新規の業務用顧客を獲得するための取組みを実施することが必要である。

「Corporate Plan 2013」では、未普及エリアや業務用顧客を対象とした意識調査について、新規に実施される予定であり、MCWDでは、未普及エリアを含む一般顧客3,000サンプル(全体約135,000戸)、業務用顧客100サンプル程度(全体約700件)で意識調査を実施する予定である。

このような調査は1度だけ実施しても意味がなく、継続して実施することで傾向の把握や計画策定の参考となることをMCWDは認識し、計画的に継続実施していくことを決定した。

MCWD水源環境調査センター(EWRKC: Environmental Water Resource Knowledge Center)は、これまで継続して、未普及エリアの水供給実態の調査を実施している。MCWDがカバーしきれていない地域に給水している民間水道事業者と連携することや新たな民間企業の発現などで給水区域を拡大していくという対策も考えられる。

これには、我が国から企業の参入も可能であると思われ、MCWDと連携することで、水道事業展開を行うことができる。連携とはいえ、MCWDは給水区域の拡大が図れ、我が国の企業も水道事業のビジネス展開の第一歩(船出)になる可能性も期待できる。

#### 4.7 組織運営強化に向けた人材育成

##### 4.7.1 職員の自主的な改善や提案について顕彰する取組み

MCWDでは今後、業務委託化の推進に取り組むとともに、組織再編も計画している。将来的には、少数精鋭で事業運営を行う必要が出てくることを考慮すると、幹部層の育成だけではなく、全職員が自ら考え、実践することが必須になると考えられる。

新たに提案したPIにも「職員提案率」があり、この数値を上げていくためにも、改善に寄与した職員の顕彰を行うことは、自主的な提案が積極的になされる風土作りに寄与すると考えられる。今後、次期リーダーの育成や、職員の能力向上の全体的な底上げをしていくためにも、このような取組みの効果的な導入はポイントとなる。

YWWBで、このような顕彰の機会を設定していることを紹介したところ、MCWDにおいても、アンバーサラー等の機会を捉えて、職員顕彰についての検討を始めたところである。

#### 4.7.2 職員満足度の向上に向けた取組み

MCWDでは、人事部門において、職員数の見直しや各種業務の委託化の検討と合わせて、人事考課導入や役職の検討なども計画している。少数精鋭を実践していく過程において、職員の声を聞き、人事や人材育成制度に反映することは今後必要な施策である。

YWWBにおける職員満足度調査や分析過程について紹介したところ、上記のような今後の人事施策を進めるに当たって、業務・厚生・給与・労働環境・会社の方針等に関する職員の意識や満足度を把握し、施策に活かす取組みについての検討を始め、下半期には調査を開始する予定である。担当幹部職員が本邦研修に参加し、そこで得たノウハウをMCWDの施策に取り入れたことは、本プロジェクトの成果と言える。

#### 4.8 財源確保に向けた市・州・政府等への働きかけ

持続可能な水道事業経営を続けるためには、国や他行政への補助金要請等の協議は継続して検討すべき課題である。我が国と異なり、現在のフィリピン国では非常に難しい課題ではあるが、今後、地下水源のみならず、表流水源の確保も視野に入れているMCWDにとっては、ダム建設のための財源確保は非常に重要な事項である。

このことについては、本プロジェクトにおいて繰り返し提言しており、MCWD側でも、州政府への働きかけを検討し始めた。長期的な取組みとなるが、今後の進展が期待される。



## 5. 上位目標の達成に向けての提言

### 5.1 水安全宣言都市に向けて

#### 5.1.1 安定した24時間給水を目指して

一般的に、24時間安定給水を確保するためには、まず、水源の確保が求められる。現状は地下水源の割合が約95%であるが、今後の需要量増加に対処するため、水質に問題がないことが条件となるが、水量が安定的に確保できるようであれば、新たにダムや表流水を水源とする浄水施設の整備も検討する必要がある。これらの検討には、計画給水量が施設整備の基本となることから、水需要予測が重要であり、関連市町村の人口予測、都市計画、地域開発等必要なデータの収集・解析を十分行なわなければならない。

浄水処理水は、常時、需要量に見合う量の供給ができるかにかかっており、さらに、配水にポンプを使用する場合は、24時間連続稼動が可能となるような電力の確保も必要である。

配水施設整備としては、配水池や高架水槽の整備を行い、浄水施設やポンプ設備が一時的に停止しても需要量に見合う水量の確保が必要となる。この際、配水池や高架水槽は(高水圧を避ける必要があるが)できるだけ高地盤に築造し、自然流下による給水地域を広く確保することや、一日の給水量の時間変動を吸収できる貯留量を確保しなければならない。また、配水施設整備では、配水池を拠点とした配水ブロックやバックアップの考え方を有効に活用する必要がある。

MCWDではDMAシステムを導入しているが、現在、24時間給水が実施できていないDMAの特徴は、ポンプ能力が低いために高地での水圧確保ができないことや、配水管が細いため多くの需要に十分な水量が送れないことなどである。配水システムにおいて、これらの問題を協議し解決案として、ポンプの増設、高架水槽の設置等の策を見出してきたが、ポンプ類の連続稼動には、電力の安定供給確保が欠かせない。MCWDのみでは解決できない部分もあるが、施設の重要度に応じては、今後、自家発電設備の導入も検討する必要がある。今後の目標として、2015年頃までには24時間給水未達成DMAの解消を行うことが大前提である。

同時に給水区域の水圧分布図を作成し、全DMAにおける水圧管理・監視を行う必要がある。

これらの過程においては、予定外の断水も避けられないが、管内負圧による汚染水の管内流入を防ぐためには、水圧管理の常時モニタリングを行い配水管網の弱点を改善していくことや漏水箇所を削減していく努力が必要である。

#### 5.1.2 給水圧力分布マップと残留塩素濃度分布マップ

##### (1) 給水圧力分布マップ

「水安全宣言」を行う上では、水質の安全性確保、十分な水量供給に加え、適切な圧力での供給も考慮に入れながら、施設整備、維持管理を進めていかななければならない。その上で、給水圧力分布マップを作成することは、維持管理上も有効な資料となる。

管網解析による水圧と実際の水圧を測定し比較することで、漏水等の可能性や老朽鉄管の錆膨れによる予想以上の断面積減少の把握が可能となる。また、高水圧地区における管破裂や漏水防止対策として、適切な地点に減圧弁などの設置を検討するためにも必要である。

維持管理の視点では、給水エリアの中の高台に連続で測定できる水圧計の設置を行うことで、水圧管理を適正に行うことができる。特に、24時間給水を行なう際には、昼夜の需要量の差が大きい場合の水圧差の把握は重要となる。

## (2) 残留塩素濃度分布マップ

「水安全宣言」は、水道水が飲用できる状態になるということが目標となるが、安全であるかの一つの要素を容易に把握する指標として、残留塩素濃度の確認が挙げられる。

配水管網の中で、マッピングシステムと連動させながら、マップのメッシュごとに測定点を決めるなどして、残留塩素濃度を定期的に測定しデータを地図に落とすことで、残留塩素消費量の多い管網等の発見につながり、管網の改善や更新計画の優先度付け等、問題点が浮き彫りになることで、日常の水質管理という点からも有用になる。また、残留塩素濃度が高いと、需要者から塩素臭などの苦情にもつながることから、残留塩素濃度を把握し、地図上にプロットして管理しておくことで対応が行いやすくなるなど活用の幅が広がる。

将来的には、給水エリア内全体の残留塩素の確保と濃度の均等化を図ることが必要となるが、給水エリアによっては補給塩素設備を設置する必要もでてくるであろう。

### 5.1.3 直結給水化と受水槽管理

#### (1) 直結給水化

一般的に、水道の供給が24時間安定して行なわれていない場合には、需要者は個別に受水槽を設置して水を確保する。中には水道水と雨水を同じ受水槽で貯留していることもあり、水質劣化は明らかである。

新鮮な水道水を直接供給する上では、直結給水は理想的であるが、水道事業者が安定給水を確実に実施できない限り、需要者は経験的に受水槽の使用を続けてしまう。直結給水を実施する際には、まず水道事業者が需要者の実態調査として、使用水量、用途、配水管の整備状況等を十分検討し、直結給水の拡大を図っていくことが必要である。

直結給水には、配水管の動水圧により直接給水する直結直圧式と、給水管の途中にポンプなど増圧給水設備を設置し、増圧して給水する直結増圧式がある。特に、十分な検討無しに直結増圧給水を行なうと、配水管の圧力低下を招き、管路破損、漏水箇所からの外部汚染水など吸引等の事故に繋がるため、注意が必要である。また、直結給水は、配水管の断水時など給水管に接続されている受水槽や装置等からの逆流による水質汚染を防止するために、逆流防止対策を講じる必要がある。

こうしたことから、直結給水は、配水管の水圧等の供給能力と配水管の整備計画と整合させ、逐次対象範囲を拡大していくことが望ましい。

## (2) 受水槽管理

受水槽は、配水管の水圧が変動しても、受水槽以降の給水圧力、給水量を一定に保持できること、一時に多量の水使用が可能であること、断水時や災害時にも水の確保ができるなどの長所がある一方で、定期的な点検や清掃など適正な管理が必要なことを十分認識する必要がある。

特に小規模の受水槽は、定期的な点検や清掃など適正な管理がおろそかになる傾向があるので、MCWD職員が管理の重要性をきちんと認識し、受水槽の設置者に対する指導、助言、監督を行う必要がある。

受水槽を設置する際には、受水槽への給水が配水管の能力に比較して単位時間当りの受水量が大きい場合、定流量弁など受水量を調整するバルブを設けるか、タイムスイッチ付電動弁の設置により水圧が高い時間に限って受水するよう、付近の給水に支障が出ないように対策をとる必要がある。

## 5.2 顧客満足度の向上と組織運営強化に向けて

### 5.2.1 統計的な顧客意識調査(一般家庭及び業務用顧客)の実施

MCWDの「Corporate Plan 2013」の中で実施予定としている意識調査を確実に実施することは、業務用顧客のニーズ把握、家庭用顧客の満足度把握、また未普及エリアの顧客ニーズ把握が統計的に分かってくる。また、設問の設定により、広報施策の認知度や効果的な広報手段の把握など、事業運営の参考となる情報を得る手段にもなる。今後は、事業に活用するための設問設定や、顧客意識・ニーズの傾向を把握するための継続実施が重要となってくる。

実施結果を分析し、事業へ反映させることはもちろんであるが、結果についての組織内共有や市民への公表も視野に入れて取り組むことが重要となる。

### 5.2.2 顧客満足度向上

顧客の利便性向上という意味で、緊急性があり導入効果が高い取組みは、やはり料金支払窓口・料金支払方法の拡充である。MCWDでも様々な取組みが進められ、また計画もあることが確認できたので、インターネット・バンキング、コンビニエンスストア支払いなどの継続的な拡充が望まれる。

また、様々な部署・事業の委託化が検討されているが、委託に伴うサービスレベルの維持についても視野に入れ、チェック体制の確立などを検討することも必要である。

なお、職員一人一人が自ら考え、「顧客満足」のために業務を行うという意識付けをしていくことは、組織全体のレベルアップになるとともに顧客満足度の向上にもつながるため、継続して取り組むべき項目である。職員の改善活動推進や顧客対応力向上セミナー等の人材育成に関する取組みが期待される。

### 5.2.3 広報戦略の策定

MCWDでは、様々な広報がなされているが、今後は費用対効果の徹底と目的別・対象者別の計画

が重要になってくる。また、各イベントや広報施策で伝えるメッセージを明確にすること(例えば、MCWDの企業としての信頼性、環境への貢献など)で、実施する広報の効果が高まることが期待できる。

企業や他団体と連携した広報の取組み(イベント実施や広告の掲載等)についても、MCWDが単独で実施するよりも、費用面や影響度において効果が高いため、積極的な取組みを進めることを期待する。

#### 5.2.4 組織運営・人材育成の強化

MCWDにおいて、今後予定されている組織再編や事業委託など、将来的に少数精鋭で事業運営する必要が出てくることを考慮すると、事業運営について客観的に把握できるデータや文書の整備、また、水道事業の多方面な知識や技術を有する職員育成など、人事・人材育成の施策を戦略的に検討する必要がある。

検討に当たっては、職員の満足度調査やヒアリングなどを並行して実施し、PDCAで施策効果を検証するとともに、職員の声を反映していく取組みも必要であると考えられる。

### 5.3. SCADA システム

配水区域の管理制御は、設備の自動制御や集中管理によって人為的エラーを抑制し、オペレータの省力化や安定かつ効率的な施設運用が求められる。近年のIT化の進展により、配水の各施設、設備などの運転状態や流量・水圧・水位・水質などの計測信号を収集し、設備機器の運転制御を行うことが以前にも増して容易・安価に行なうことが可能となっている。

SCADA システムは、流量・水圧・水位・水質などの測定信号や機器運転・故障などの状態情報を収集・分析し、個々の情報を基に監視・操作・制御を行うシステムであり、配水プロセスの安定化、安全な運転管理、効率的かつ効果的な運転などを行うために重要な役割を果たす。その主な機能は、以下のとおりである。

- (1) 施設の運転状況の正確な把握を行う。
- (2) 的確な運転操作及び異常時に迅速な対応を行う。
- (3) 施設の自動制御を行う。

SCADA システムを用いて遠隔監視・自動制御化を図れることは当然のこと、水安全計画に基づき、各種計装機器類の配置を最適に行うことにより、水の安全に大きく寄与できるシステムを構築することが可能である。

また、YWWB には、これまでの実績に基づく運転管理および保全管理に関するマニュアル化を含めてノウハウを有しており、継続的に安定的なシステムの運用を図ることが出来るものである。

MCWD にとって、DMA と SCADA システムを連携して活用することにより、夜間最小流量法の適用など、より効率的で効果的な漏水管理も可能となり、無収水率低減にも大きく寄与すると思われる。

MCWD でも SCADA の必要性を認識しており、導入に向けた取組みが始まったところであるが、早期の導入が期待される。

## 5.4 トレーニングセンターの設立に向けた研修項目、施設、運営方法

本プロジェクトでは、管路研修施設についての簡易設計および詳細設計を行い、MCWDにおいて工事積算まで完了し、予算化後の着工を待つところまできた。本項では、管路に関する研修施設のみではなく、水道事業全体に係る研修まで視野を広げることとする。

MCWDは、設立から約40年の歴史を有しており、技術水準はフィリピン国内においては相当高い。したがって、これまでの知識の蓄積をベースに、より高い技術力を有した技術者及び作業員を育成することで、フィリピン国内における水道事業体のトップランナーとしての位置付けを確立することが期待される。またMCWDで研修講師を養成することで、これらの技術がフィリピン国内において水平展開されることも期待される。

しかし、技術水準が高いとは言え、急速ろ過施設の運転維持管理、水質管理、無収水対策、配水管理などの分野に関する技術に関しては、教えることは、また、違ったノウハウ・スキルが必要となる。講師職員の訓練によるスキル向上が強く求められる。

これらに対応するための研修、訓練施設及び訓練コースの設立を期待するところである。

### 5.4.1 MCWD 内外に向けた研修施設

安全な水の安定供給の点から、MCWDにおいて能力向上が必要と考えられる主な分野は、以下のとおりである。

- (1) 薬品沈殿及び急速ろ過による浄水処理における維持管理及び運転管理
- (2) 水質分析
- (3) 配水管網管理
- (4) 無収水対策(漏水探知及び修繕)
- (5) 事業運営、財政計画、施設整備計画
- (6) その他

これらの各項目において、必要な研修施設は、以下のものが考えられる。

#### (1) 薬品沈殿及び急速ろ過による浄水処理における維持管理及び運転管理

薬品沈殿池における適正な薬品注入量及び攪拌強度を把握できる模擬的施設が有効であり、縮小タイプの傾斜板横流式沈殿池、もしくは大型のジャーテスト用機材を設置し、フロック形成プロセス、適正注入量等の修得を図ることを目的とする。

ろ過においては、連続運転時間、逆洗浄時間、洗浄水量を把握できる模擬的施設が有効であり、透明カラムによる模擬的ろ過池により、上記の運転管理の留意点について修得を図る。

いずれの施設においても、各プロセスにおいて濁度等の水質データを計測できるように、分析のための採水が可能なサンプリング管もしくは自動水質計器を設置し、処理プロセスによる沈殿処理水及びろ過水の水質変化を把握可能とすることが望ましい。

これらは研修用として使用するのみならず、MCWDにおいては今後、新規水源開発の可能性もあることから、新たな原水水質に対して適正な処理プロセスを検討する上で、実証実験施設としての使用も可能となり、フィリピン国内における浄水技術をリードする施設としての活用も期待される。また、維持管理用施設としては、浄水施設で多く使用されているポンプや電動機などのポンプ設備について日常点検、修繕などの訓練が実施可能な施設が必要である。

## (2) 水質分析

既存水源の原水水質変動に対する即応や、今後の新規表流水水源の開発への対応のために、ジャーテストによる凝集剤の適正注入率の決定について、職員に定着させる必要があり、関連機材の充実が望まれる。MCWDがTisa浄水場内の試験所設置を検討していることから、それら施設の充実をサポートし、場内における水質の常時監視、浄水処理への迅速な反映を図るとともに、外部研修に対しても併用することで、オンサイトでの監視手法をフィリピン国内へ波及させるなど、有効活用を図ることが期待される。

また、現状の問題となっている鉄・マンガンについてはICP発光分光分析法、硝酸についてはイオンクロマトグラフ法による分析が我が国では一般的であり、これらの装置はMCWDにおいて導入予定であることから、水質試験室の充実を図り、これらを活用したMCWD内部の演習、さらに他水道区向けの演習などにも活用を図ることが可能となる。

これらにより、水質基準の遵守、濁度管理や残留塩素濃度管理を徹底した安全な水供給、農薬などの有害物質による汚染対応などに関する能力の向上に対しても有効と考えられる。

## (3) 配水管網管理

安全な水の安定供給、漏水量の削減、これらによる水資源の有効活用、水圧の適正化によるエネルギーの有効活用のために、適正な配水管網管理は非常に重要である。さらに、これらの徹底管理により、経営改善につながることも十分に期待される。これらの目的に対して、実際の流量や水圧などの把握及び流量、水圧、管口径、管材料などの条件を変更した際のシミュレーションが実施でき、管網の詳細状況を把握できることが必要である。したがって、管網解析ソフトなどにより管網計算が可能となるような環境整備及び育成が必要となる。

実地施設としては、実際の流量や水圧をモニタリングできる機器(流量計、圧力計など)を管網内のどこに設置すれば適切かなどを把握することが必要であり、これについては、実際の管網内にパイロットエリアを形成し、水量と水圧をモニタリングすることが有効と考えられるが、本プロジェクトで作成した管路研修施設の配水管理フィールドを活用したい。また、データロガーなどを用いたデータ蓄積による状況把握、もしくは常時遠隔監視により、現況を把握することが必要である。このパイロットエリアを外部向けも含め研修用のフィールドとして活用し、管網状況の把握のための訓練を行うことが管網管理技術の向上に有効と考えられる。

## (4) 無収水対策(漏水探知及び修繕)

漏水探知及びその修繕については、本プロジェクトで作成した管路研修施設の漏水探査フィー

ルドにて、削孔した管により模擬的な漏水を発生させ、音聴棒、漏水探知機などの使用方法を修得する訓練ヤードを整備し、漏水探知の能力向上を図ることになる。この施設をMCWD内部向け及び他の水道区向けの研修に利用可能と考えられる。

また修繕については、MCWD内もしくは他の水道区で一般的に利用されている管種(主にPVC管やPE管)に対して、また、これからMCWDで導入することが決まったダクタイル鉄管に対する修繕の訓練が可能となる資機材を用意し、研修を行うことは有効と考えられる。

#### (5) 事業運営、財政計画、施設整備計画

技術面の能力向上とともに、施設、設備を適切に運転、維持管理するためには、持続可能な経営の確立が必須である。確実な料金徴収、収入の効率的な予算配分、中長期的な財政計画の確立、アセットマネジメントに基づいた適切な維持管理計画、施設整備計画、更新計画の確立などの修得を図り、各種計画策定のサポートを実施する。各種計画を策定できるよう、考え方や策定手法をMCWDに対して浸透させた後、他の水道区へも水平展開を図ることが考えられる。

#### (6) その他

その他の分野として、水道システム全体を把握できる講義が必要と考えられる。技術者及び作業員、また浄水分野、配水分野などの工程に従い分業されて業務が実施されている場合、水処理分野、配水分野など単体の分野に関する知識は有していても、水道全体のシステムにおける、それぞれの担当業務の位置付けや意義を理解することは、「安全な水宣言」「安定供給」のためにも有効と考えられる。また、このような情報は、現場の実務者以上に管理クラス以上のトップマネジメントの理解が促進される必要があるため、これらの幹部職員も含めた意識改善が図られることを期待する。

### 5.4.2 研修講師の養成

MCWD内の職員の能力向上に対しては、日本人専門家による特定の職員への指導のみでは、職員全体への波及効果は十分とはいえず、また持続的な技術力の維持という面においても難しい。したがって、MCWD内で核となる職員を育成し、その職員を起爆剤として活用することで、MCWD全体の技術力の向上及び維持を図ることが有効と考えられる。さらにそれらの職員が研修講師として他の水道区への技術移転を図ることで、フィリピン国内の水道区の職員能力向上を達成することが期待される。

上記施設を活用してMCWD内の講師候補となる職員に対して、日本人専門家によるTOT(Training of Trainers)を実施する。各分野の講師養成に先立ち、水安全宣言を目的として明確にするために、水安全計画の意義、一般的な水道施設の各工程の役割を把握するための全体的な研修を実施する。可能となればフィリピン国内での自立的な技術力向上の枠組を構築することも期待される。その後、各講師候補者へ担当分野に関する技術について専門的TOTを実施し、組織内講師として育成を図る。担当分野の技術のみならず、講師としてのスキルを養成することも必要となる。ここで育成された講師が、MCWD内の内部研修において講師を務め、MCWD職員のスキルアップを進める。

以降、他水道区を対象とした研修においても講師を務め、MCWDを核としたフィリピン国内の水道区の能力向上を図ることとなる。

#### 5.4.3 出張及び受入研修

前項で育成された講師を他水道区へ派遣し講義を実施すること、また一定期間駐在し、OJT(On the Job Training)を進めることで、他の水道区も含めた技術者の能力向上を進める。一方、複数の水道区からの職員を研修員としてMCWDに集め、整備された施設を活用して研修を実施することも、効率的と考えられる。

#### 5.4.4 研修事業のビジネス化

前述の外部向け研修を他の水道区を対象として実施することで、フィリピン国内の水道技術者の能力向上を広く図るとともに、整備された研修施設の有効活用も可能となる。

ただし、MCWDにおいても、所管業務を抱えながらの研修実施となるため、研修参加費をMCWDの収入とするなどのインセンティブを確保できる仕組みを構築すること、またMCWD職員が講師を担当することが想定されることから、MCWDにおける現状の人員、業務実施体制を勘案しながら、研修スキームの検討を行う必要がある。

また、既存の関連機関(WHO等)と協働して研修実施が可能となるようなビジネスモデルを検討することも期待される。

### 5.5 統合型マッピングシステムへの移行

#### 5.5.1 正確な配水管路(施設)の管理

正確な配水管路(施設)情報をマッピングシステム上で表現するためには、現状の水道施設が有する情報の全てをそのプロパティにデータ登録することで可能となる。登録するデータ種別を多くするほど利用可能なデータが増える等のメリットはあるが、更新が必要となった時、更新すべきデータ量が増え、修正作業量やシステム維持管理費が増えることに注意を要する。

システムで必要とするデータ項目を入力するが、項目例としては、配管ルート、工事施工年度、管種、口径、分岐部、消火栓、バルブ等が挙げられる。

システムの運用上、実際の配水管路(施設)を忠実に表現するために、配水管等の工事の都度、最新のデータに更新する必要がある。これはシステムの補正と言われるが、目的としては、(a)工事時の断水地区の最少化や的確な系統の切替え作業をするための最適な水運用を行なうこと、(b)配水管路(施設)に対する正確なアセットマネジメントを行うこと、(c)サブプログラムの管網解析による正確なシミュレーションを行うこと、(d)他企業(電気、通信等)の工事時に地下埋設物(配水管等)へ被害を与えないようにすること、等を目的として、データを最新で正確なものに補正する必要がある。

以下、YWWBで行なわれている補正方法を紹介する。工事業者が工事関連書類を作成し、YWWB工

事担当者が、工事業者の作成した書類をチェックし、問題があれば工事業者による修正後に再提出させる。工事担当者が工事関連資料を添付した補正依頼書をマッピングシステム担当者に引渡し、マッピングシステム担当者が工事関連資料をチェックし、システムに反映(入力)する。また、図面等の紙資料をスキャンし、デジタルファイリングする。これらの作業により、マッピングシステムに入力した数値データとともに図面情報等も最新のものに補正されることになる。

注意点としては、マッピングシステムの入力作業者の質が低いと、誤った情報が入力されて不具合が起きたり、修正のための作業時間が多くなるなどの原因となるため、作業者のスキル向上は重要である。

これらの配水管路(工事)情報がマッピングシステムに反映されるまでの時間を短縮するには、マッピングシステムにデータを入力する作業以外の部分(工事業者が工事関連図書を作成し、マッピングシステム担当者に提出するまでの時間)も効率化することで可能となる。

### 5.5.2 迅速な漏水対応と有収率の向上

マッピングシステムに蓄積されている配水管の情報より、布設年度データを用いて老朽管を定義しピックアップすることで、それらの管路を優先的に更新することで漏水予防の対策を図ることができる。

管路へ影響を与える土質が分布する場合、例として腐食性土壌や液状化土壌のエリアをマッピングシステム上にデータ化して範囲をプロットすることにより、土壌毎に更新計画を策定することが可能となる。

また、交通状況を把握することにより、管路布設時は重量車両が通行していなかったが、地域開発により重量車両が頻繁に通行するなど、状況の変化が見られることもあり、埋設深度をより深くすることや管路防護対策をとること等で漏水対策を、また有収率の向上を図れることになる。

### 5.5.3 アセットマネジメントへの活用

限られた予算の中で、水道事業を持続的にこなしていくためには、資産(アセット)状況の正確な把握が施設の建設・更新を考えていく上で欠かせない。MCWDにとどまらず途上国の水道事業体では、資産管理は十分といえず重要な課題となっている。適切なアセットマネジメントの実施は、水道事業を安定的に持続して経営していくために求められており、マッピングシステムは、水道資産の中でも大きなウェイトを占める管路の状況把握に効果を発揮する。

マッピングシステムの配水管路(施設)情報である、管種、口径、布設延長、布設(工事)年度等を利用することにより、配水管路の効率的な更新計画を策定することが可能となる。更新計画策定の中で重要な更新順位、工事費の算定には、布設年度、漏水修理件数などのデータから優先順位を、また、管種・口径別の単位延長当り標準工事費から更新工事費が算出可能となる。このような情報を検討することにより、更新計画の前倒しや遅延を検討し、平準化された予算の範囲内で更新計画を進めることが可能となる。

## 5.6 水道メータのリサイクル技術の活用

水道メータは信頼性の高い部品を選択することで、長期にわたり使用でき、コスト削減にもつながることとなる。計測精度の向上は、顧客との計測水量に関するトラブルが減少し、MCWDと顧客との信頼関係を向上させ水道料金の徴収がスムーズになり料金回収率の向上にもつながる。

MCWDでは、給水区域内約135,000戸ある水道メータを更新期間10年として交換しており(我が国は計量法により検定満期据替期間8年で交換)、毎月約1,100個の水道メータを取替え、MCWDの水道メータ試験室にて、分解、点検調整、試験、組立を行い再利用するリサイクルシステムを確立している。これは、過去にYWWBでも行なってきた過程である。YWWBに蓄積された技術ならびに、これまでに培ったMCWDの水道メータのメンテナンスやリサイクルに関する技術、知識を融合させることにより、これまで以上に活用することが期待できる。

### 5.6.1 水道メータの維持管理

MCWDの水道メータは、イスラエルをはじめ、日本(東南アジア法人)、中国の水道メータ部品を輸入し組み立てている。

水道メータの維持管理に関する技術は、熟練作業職員個々のノウハウやスキルに依存しないためには、マニュアル化が必要である。また、毎月1,100個の口径の異なる水道メータを更新していくためには、一日当たり約50個のペースで水道メータを分解、点検修理、器差実験を行わなければならない。点検修理では、部品の不足を生じさせることは、このペースを乱すこととなり、部品管理も重要な業務といえる。

また、水道メータを継続使用するためには、今後の使用に耐えうるかの判断も重要となる。途中で不良を起こす可能性のあるものは10年という長期間を考慮し、使用するべきかどうかをマニュアル化することも必要である。これは、水道メータの耐久性・信頼性の確保の面から、信頼性の高い部品を選択することで、長期にわたり使用でき、コスト削減にもつながることとなる。計測精度の向上は、顧客との計測水量に関するトラブルが減少し、MCWDと顧客との信頼関係が深くなることで、水道料金の徴収がスムーズになり、料金回収率の向上にもつながる。

MCWDでは、水道メータの器差実験を行なっており、計測精度の維持は、水道メータの性能を十分理解していなければならない。小流量時では、器差がマイナス側(実際より流れない)に大きくなり、測定されるメータ性能範囲外のため器差には入らないが、小流量の計測精度についても把握しておく必要がある。

### 5.6.2 水道メータ更新

現在、MCWDでは、10年間隔で水道メータの更新を行なっているが、この更新については、検証を行なっておく必要がある。我が国での検定満期据替期間の設定は、主に、以下の通りである。

- (1) 定期的な更新として、何年目のどの時点で取替えるのか
- (2) 未使用(新品)水道メータの精度を検証する
- (3) 推奨される使用期間を算定するためのデータ収集として、点検補修から設置し、水道メータ精度が低下するまでの期間を調査し、使用期間を検証する

今後、MCWDがフィリピン国内のトップランナーとして他の水道区をリードしていくためには、これらの検証や研究を独自に行い、常に他の水道区から一目置かれる存在と認識されることが必要となる。

### 5.6.3 他水道区への展開

MCWDは職員数ならびに職種について、他の水道区と比べ圧倒的に優位(豊富)にあり、一水道区として、通常の業務を行なうに足りる人材を確保している。裏を返せば、他の水道区は基幹業務以外の業務が疎かになる傾向がある。

水道メータのメンテナンスは職員(職人)の能力に負うところが大きい。現状、MCWDにはメータ維持管理に関する技術的余裕が多少あることから、今後さらに、職員の能力向上、マニュアル整備等を図ることによって、他水道区から業務の委託を受けることが可能となる。また、職員育成の面から、他水道区からの研修員を引き受けるなどの展開が期待できる。

### 5.6.4 ビジネス化への道

MCWDにメーターリサイクル技術が確立されれば、それを基に、国内の他水道区から業務を請負うことによるビジネス化が考えられる。さらには、我が国の優れた水道メータ製造企業と連携することでより信頼性・長寿命化を図り、国外からの受託化といったことも視野に入れ、MCWDと日本企業の共栄も検討の場に上るものと期待できる。

## 5.7 他の水道区への波及

### 5.7.1 トップランナーとしてのモデル水道区

フィリピン全国にある水道区の大部分は小規模水道区で、その多くは、初期の設備投資に要した過重債務を抱え、財務状況が悪く、施設の不備・老朽化に対処できずにサービスの質が低下し、結果として、給水栓数が減少するという悪循環に陥っており、安全な水供給の観点からは、むしろ後退が懸念される状況にある。

本プロジェクトにおいては、特に無収水対策及び既存浄水場の能力強化を中心に上水道サービスの向上のための活動を行ってきた。上記のような悪循環を断ち切るためには、身の丈にあった取り組みを連続的に行うことが肝要であり、本プロジェクトでは、現地の施設を有効活用した持続的で具体的な提案を行ったものである。これは、YWWBが、水道事業運営の過程で蓄積された経験の一部が活かされたものである。

今回のプロジェクトを受け、最小の投入で上水道サービスの向上につなげることによって、様々な問題が連鎖的に重なっていく悪循環を好循環に変化させ、技術的にも財政的にも健全にし、さらには新規投資を受けることができるモデル水道区としてMCWDが発展していくことが期待できる。

### 5.7.2 他水道区へのビジネス化

上述のとおり、投資をできるだけ抑えながらも、効果的な手法での技術的改善が必要である。

一方で、MCWD自らが資金を調達し、財政面の健全化の一助とすることも必要である。

本プロジェクトで導入された技術や、前述の水安全宣言や、研修事業、水道メータのリサイクル等、我が国の高度な水道事業運営のノウハウは、他の水道区においてもニーズは高いと考えられる。この技術を現地化し、現地の価格でビジネスとして展開することで、MCWDにおいては財政的な貢献があり、他の水道区においては、現地の価格で上水道サービス向上につながる知識を得ることができ、フィリピン国内の水道区間における広域的な好循環が生まれると考えられる。

このようなビジネス展開と地域間の連携が行われれば、いわゆる健全な資金需要を生み出し、民間資金やODAを始めとする公的融資の投入につながっていく。この段階に至るためには、さらなる我が国からのサポートが必要であるものの、我が国の民間企業が進出するきっかけとなり、新成長戦略の一端を担う可能性は十分にあるものと考えている。

## 5.8 下水道の整備

本プロジェクトは水道事業運営全般にわたる技術支援プロジェクトであり、MCWDの水道事業運営はフィリピン国のトップランナーとして期待される場所である。

一方、MCWDはフィリピン国第2の都市圏、東南アジアでも高名な観光都市としての基盤を支える上下水道のインフラ事業者でもある。

更なる発展と持続可能な観光都市としても期待される都市圏としては、先進的な衛生都市、モデル上下水道区をめざして、下水道の整備が急がれる場所である。

## 6. さいごに

### 6.1 本プロジェクトを通して

YWCでは、本プロジェクトの事前調査として、「メトロセブ上水道事業運営・管理現状確認調査」(2011年2月25日～3月31日)を実施し、MCWDが抱える課題についての概要を調査するとともに、MCWDの総裁はじめ幹部との親交を深めることができた。また、フィリピン国別研修「メトロセブ上水道事業運営・管理」(2011年7月19日～7月27日)では、総裁を含む幹部7名を研修員として受入れ、我が国の水道事業の実態を認識していただいた。更には、本プロジェクト内でも国別研修「メトロセブ上水道事業運営・管理」(2012年7月23日～8月3日)を実施し、MCWDのC/Pを中心とした実務担当者10名を研修員として受入れ、横浜を中心として我が国の水道事業の実態を体験していただいた経緯がある。

本プロジェクトを通じては、MCWDの総裁はじめ幹部の方たち、C/Pを中心とした実務担当者たち、さらには現場事務所の方たちからの熱い歓待を受けるとともに、熱心な議論ができたことに深く感謝している。本プロジェクトは技術支援プロジェクトとはいえ、横浜とメトロセブでは歴史も風土も違う中で、メトロセブはかつてフィリピン国の首都であったこと、現在も全国第2の首都圏であり、高名な観光都市であること、さらにMCWDでも、100年前、米国によって建設されたBuhisanダムを今もって運転管理している等、その歴史と38年の事業運営実績を持っていることは尊重しなければならないと認識している。

こうしたことから、プロジェクトチームは、MCWDへの一方向な提言やアドバイスを行うのではなく、相互に協議を重ね、同じ水道事業運営を経験してきた同志が同じ目線に立って、現地の実情に合った改善提案やアドバイスを行うことに心がけてきた。例えば、MCWDの現在の漏水調査体制はどういう背景があって、今の体制になっているのかを紐解き、MCWDの漏水調査チーム全員が同じ背景を共有したうえでYWWBの発展事例を紹介し、MCWDの実態に適合させながら、どう改善していくのが効率的かを議論しながら、MCWD職員の納得のもとに、新たに漏水調査メッシュ管理の手法等を導入することになったのである。こうした経緯は、浄水部門、水質部門、配水部門、事業経営部門でも同じように展開されてきた。これができるのもMCWD職員が非常に前向きで、かつ、熱心だったためであり、我々、プロジェクトチームも刺激され、やりがいを感じながらプロジェクトを推進することができたと思っている。

MCWDでは、近く、全域での24時間給水を実現し、無収水率15%の達成、水安全宣言の実施、普及率のさらなる拡大を目指している。一方で、フィリピン国の他水道区の実態を見据えながら、管路研修施設をはじめとして、水道事業全般の研修施設の充実化も目論んでいる。

MCWD総裁をはじめ、職員の前向きな姿勢を強く感じており、MCWDがフィリピン国のトップランナーとして活躍している姿が容易に想像できる。

MCWDと共に本プロジェクトで行ってきた活動の一つ一つが、フィリピン国内で同様の問題に直面

し、解決策に悩んでいる多くの水道区に対して、問題解決のヒントになればと期待するところである。

本プロジェクトの推進に、全面的に協力をしていただいたMCWDに深く感謝する。