

No.

フィリピン共和国  
地方都市水質改善計画  
事業化調査報告書

平成 14 年 3 月

国際協力事業団  
日本テクノ株式会社

無償一

CR(3)

02-071

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の地方都市水質改善計画にかかる事業化調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 14 年 2 月 12 日から 3 月 8 日までを事業化調査調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 14 年 3 月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 川 上 隆 朗

## 伝 達 状

今般、フィリピン共和国における地方都市水質改善計画事業化調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 14 年 2 月より平成 14 年 3 月までの 1.5 カ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、フィリピンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

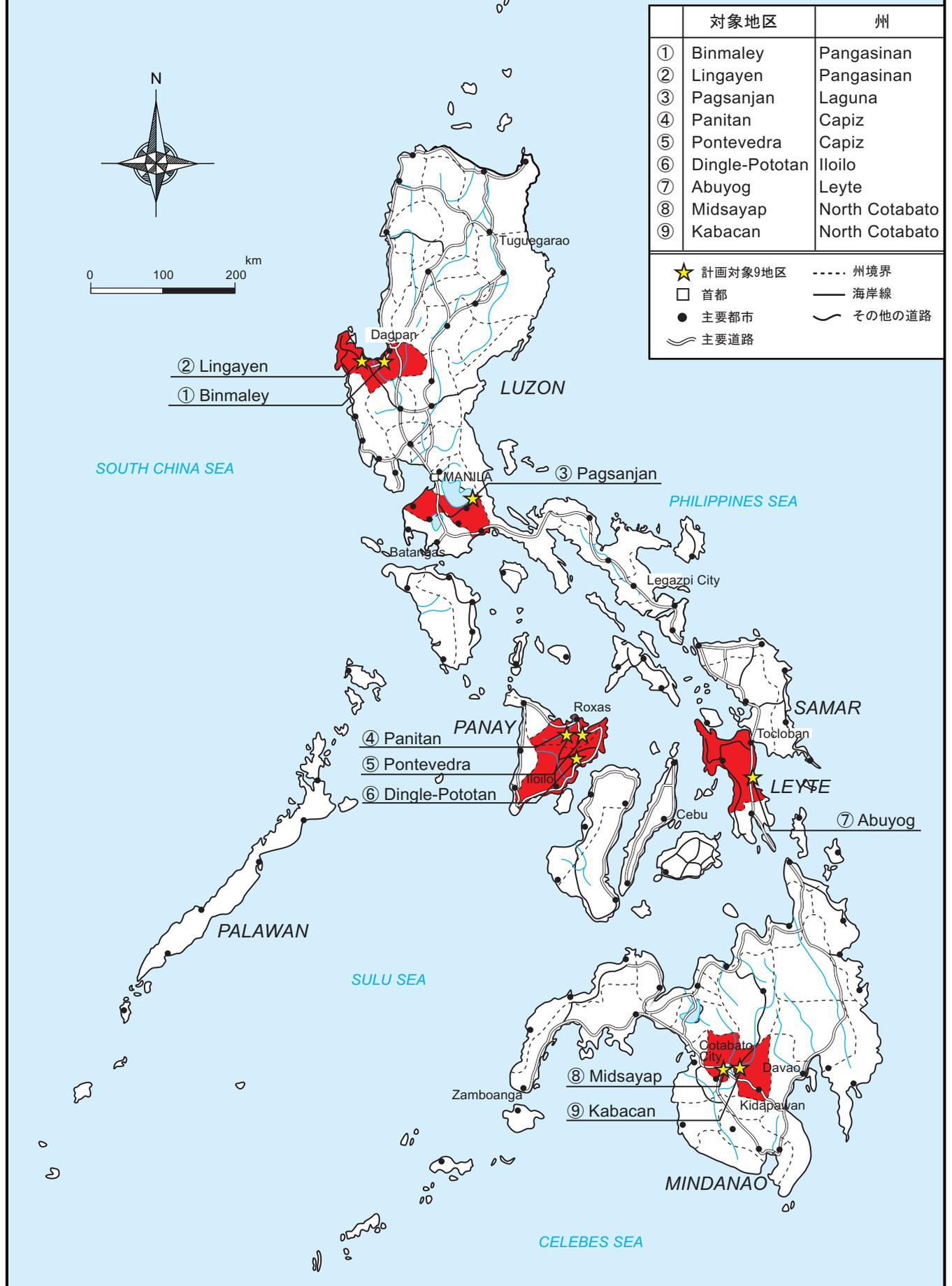
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

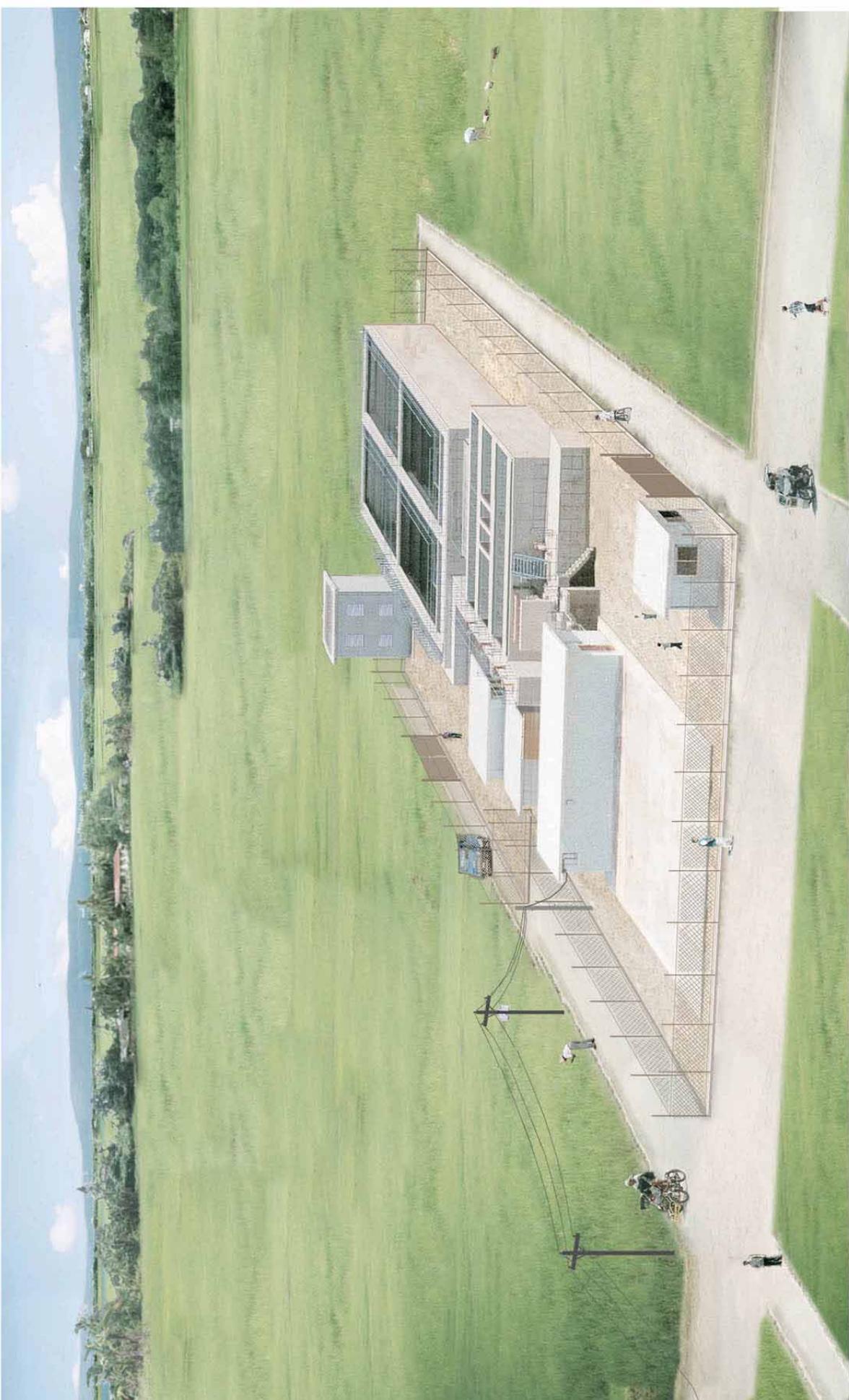
平成 14 年 3 月

日本テクノ株式会社  
フィリピン共和国  
地方都市水質改善計画  
事業化調査調査団  
業務主任 高松 幹 二

# フィリピン共和国地方都市水質改善計画

## 対象 WD 位置図





フィリピン共和国地方都市水質改善計画

## 付 図 一 覧 表

図 2 - 1	LWUA 組織図	2 - 2
図 2 - 2	典型的な WD 組織図	2 - 3
図 2 - 3	フィリピン国の気候区分と 調査対象地域周辺の降水量および気温	2 - 13
図 2 - 4	フィリピン国地形概況図	2 - 15
図 2 - 5	フィリピン国水理地質・地下水賦存図	2 - 17
図 2 - 6	Binmaley と Lingayen の水理地質	2 - 18
図 2 - 7	Pagsanjan の水理地質	2 - 19
図 2 - 8	Panitan と Pontevedra、Dingle-Pototan の水理地質	2 - 20
図 2 - 9	Abuyog の水理地質	2 - 21
図 2 - 10	Midsayap と Kabacan の水理地質	2 - 22
	各 WD の現状全体図	2 - 23
図 3 - 1	ICC システムのフローチャート	3 - 16
図 3 - 2	給水区における新旧システム概念図	3 - 18
図 3 - 3	給水区における新旧システム概念図	3 - 19
図 3 - 4	除鉄・除マンガン処理 ジャーテスト及び通水試験の概略図	3 - 22
図 3 - 5	色度処理 ジャーテスト及び通水試験の概略図	3 - 23
図 3 - 6	処理フロー概念図	3 - 26
図 3 - 7	処理系内の物質収支概念図( 典型例 )	3 - 32
図 3 - 8	実施体制図	3 - 68
図 3 - 9	事業実施フロー	3 - 71

## 付 表 一 覧 表

表 1 - 1	マスタープラン ( 1988-2000 ) の水道整備目標と給水率の実績値 .....	1 - 2
表 1 - 2	中期国家開発 5 ヶ年計画 1999-2004 の給水普及目標 .....	1 - 2
表 1 - 3	要請時の計画対象 WD 一覧 .....	1 - 5
表 1 - 4	変更後の対象水道区一覧 .....	1 - 6
表 1 - 5	開発調査の実績 .....	1 - 6
表 1 - 6	専門家派遣 .....	1 - 6
表 1 - 7	有償資金協力 .....	1 - 7
表 1 - 8	無償資金協力 .....	1 - 7
表 1 - 9	第三国・国際機関による協力の実績 .....	1 - 8
表 2 - 1	LWUA の財務収支 ( 1998 年 ~ 2001 年 ) .....	2 - 4
表 2 - 2	LWUA の WD 向け貸付資金状況 .....	2 - 5
表 2 - 3	各 WD の職員数( 2001 年 12 月末現在 ).....	2 - 6
表 2 - 4	各プロジェクトサイト既存施設一覧 .....	2 - 7
表 2 - 5	各 WD が有する既存水源の水質一覧 .....	2 - 8
表 2 - 6	計画対象地域の地形概要 .....	2 - 14
表 3 - 1	水質改善項目の処理方法 .....	3 - 2
表 3 - 2	対象 WD の現状一覧 ( 2001 年 ) .....	3 - 3
表 3 - 3	人口増加率の設定 .....	3 - 6
表 3 - 4	UFW 推定値 .....	3 - 7
表 3 - 5	2010 年の日最大給水量 ( 需要 ) の設定 .....	3 - 7
表 3 - 6	計画対象水源及び継続使用水源の決定 .....	3 - 9
表 3 - 7	各対象サイトの新規代替水源井開発の可能性 .....	3 - 10
表 3 - 8	本計画実施後の日最大給水量 .....	3 - 11
表 3 - 9	2010 年の計画給水量 .....	3 - 12

表 3 - 10	処理項目の事業化調査実測値と処理目標値	3 - 13
表 3 - 11	導水管敷設距離と仕様	3 - 21
表 3 - 12	種別通水試験の概要	3 - 24
表 3 - 13	消石灰の注入率 1	3 - 28
表 3 - 14	硫酸の注入率	3 - 28
表 3 - 15	硫酸アルミニウムの注入率	3 - 28
表 3 - 16	消石灰の注入率 2	3 - 29
表 3 - 17	マンガン除去に係る塩素注入率	3 - 29
表 3 - 18	マンガン、アンモニア除去に係る塩素注入率	3 - 29
表 3 - 19	ろ過槽洗浄に要される 1 日当たりの水量	3 - 30
表 3 - 20	日最大給水量の 8 時間分相当 (浄水槽容量)	3 - 31
表 3 - 21	各対象井の時間最大給水量と既存送水施設	3 - 33
表 3 - 22	送水管敷設距離と仕様	3 - 33
表 3 - 23	発電機容量	3 - 34
表 3 - 24	水質の測定計画	3 - 45
表 3 - 25	測定機器・分析機器の一覧	3 - 46
表 3 - 26	付属設備の一覧	3 - 46
表 3 - 27	コンクリートの品質試験	3 - 72
表 3 - 28	主要建設資材の調達計画	3 - 73
表 3 - 29	業務実施工程表	3 - 78
表 3 - 30	日本国側負担経費	3 - 81
表 3 - 31	各 WD 必要敷地面積一覧	3 - 81
表 3 - 32	各 WD 電力導入費一覧	3 - 82
表 3 - 33	計画後の各 WD の追加的電力費・薬品費支出一覧	3 - 83

表 3 - 34	各 WD 要員数一覧 .....	3 - 84
表 3 - 35	各 WD の VAT 負担額 .....	3 - 85
表 3 - 36	計画後の WD 年間運営予測 .....	3 - 86
表 4 - 1	本計画が実施される事による効果と改善の度合い .....	4 - 1

## 略語集

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
ASEAN	Association of South-East Asian Nations (東南アジア諸国連合)
AusAID	Australia's Agency for International Development (オーストラリア国際開発庁)
BHN	Basic Human Needs (基礎生活分野)
CNC	Certificate of Non-Coverage (環境影響評価対象外証明)
DA	Department of Agriculture (農業省)
DANIDA	Danish International Development Agency (デンマーク国際開発庁)
DENR	Department of Environment and Natural Resources (環境天然資源省)
DILG	Department of Internal and Local Government (内務・自治省)
DOH	Department of Health (保健省)
DPWH	Department of Public Works and Highway (公共事業道路省)
DTI	Department of Trade and Industry (貿易・産業省)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
ECC	Environmental Compliance Certificate (環境認証証明書)
EMB	Environmental Management Bureau (環境局)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GNP	Gross National Product (国民総生産)
ICC	Investment Coordination Committee (投資調整委員会)
JICA	Japan International Cooperation Agency

	(国際協力事業団)
<b>KfW</b>	<b>Kreditanstalt für Wiederaufbau</b> (復興金融公庫)
<b>LGUs</b>	<b>Local Government Units</b> (地方自治体)
<b>LWUA</b>	<b>Local Water Utilities Administration</b> (地方水道庁)
<b>MDC</b>	<b>Municipal Development Committee</b> (自治体開発委員会)
<b>MWSS</b>	<b>Metropolitan Waterworks and Sewerage System</b> (首都圏上下水道公社)
<b>NEDA</b>	<b>National Economic and Development Authority</b> (国家経済開発庁)
<b>NIA</b>	<b>National Irrigation Agency</b> (国家灌漑庁)
<b>NIES</b>	<b>Newly Industrializing Economies</b> (新興工業経済群)
<b>NPC</b>	<b>National Power Corporation</b> (国家電力庁)
<b>NWRB</b>	<b>National Water Resources Board</b> (国家水資源評議会)
<b>P</b>	<b>Peso</b> (比国通貨単位:ペソ)
<b>PDC</b>	<b>Provincial Development Committee</b> (州開発委員会)
<b>PDM</b>	<b>Project Design Matrix</b> (プロジェクト・デザイン・マトリックス)
<b>RDC</b>	<b>Regional Development Committee</b> (地域開発協議会)
<b>SIDA</b>	<b>Swedish International Development Agency</b> (スウェーデン国際開発庁)
<b>UFW</b>	<b>Un-accounted For Water</b> (無収水[漏水・配管洗浄水など収入が得られない水])
<b>UNICEF</b>	<b>United Nations Children's Fund</b> (国際連合児童基金)
<b>U.S.</b>	<b>The United States of America</b> (アメリカ合衆国)
<b>WD</b>	<b>Water Districts</b> (水道区)

## 要 約

## 要 約

比国政府は上下水道・衛生整備にかかる計画として 1987 年に「Water Supply, Sewerage and Sanitation Master Plan of the Philippines 1988-2000」(以下、基本計画)を策定した。これは、「社会的平等を伴う経済成長」を基本理念とするもので、この中で国民の基礎生活分野の重要課題の一つとして給水事業、即ち、大多数の家庭への安全な水供給を分権化された効率の良い水道事業運営により目指すこととしている。同基本計画は、Phase I (1988-1992 年)及び Phase II (1993-2000 年)に分かれ、それぞれで水道普及率の目標を設定しているが、目標の達成は Phase I で大きく遅れ、Phase II においても目標値には到達しなかった。地方都市部の水道普及率の目標と実績は下記の通りで、比国政府は基本計画の目標を事実上修正したものととして「中期国家開発計画」(1999-2004 年)を策定し、新たな取り組みを行っている。

基本計画における水道普及率 (目標値と実績値)

	1987 年	1992 年	2000 年
計画 (地方都市部)	-	77%	95%
実績 (地方都市部)	55%	58%	73%

※実績値は「フィリピン水道セクター評価」による

比国全体の水資源の計画管理は、関連省庁等により構成される「国家水資源評議会(National Water Resources Board: NWRB)」によって行われている。給水事業に関しては、マニラ首都圏を首都圏上下水道公社(Metropolitan Waterworks and Sewerage System: MWSS)の民営化により誕生した 2 社が担当し、人口 2 万人以上の地方都市を地方水道庁(Local Water Utilities Administration: LWUA)が、人口 2 万人以下の集落を公共事業道路省(Department of Public Works and Highways: DPWH)および地方自治体(Local Government Units: LGUs)が運営している。

本計画における実施機関である LWUA は、その傘下に 582 ヶ所の水道区(Water District: WD)を有している。WD は、地方中小都市の水道事業体で水道事業を自律的に運営しており、LWUA は WD に対して次のような活動を行い、技術・資金・経営の各面から支援し、地方水道の整備、普及を図っている。

- ① 財政援助:WD への条件付融資
- ② 技術支援:F/S、D/D、施工監理などプロジェクト開発に関する事業
- ③ 経営支援:トレーニング実施や相談窓口
- ④ 事業監督:水質基準統制、水料金規制など

比国地方部における WD は、規模が小さい水道事業体であることから、多くの場合、維持管理が容易な深井戸による地下水を水源としているが、比国固有の火山性の地質が原因で比国水質基準値を超える鉄・マンガン・色・異臭味等を含んだ原水を処理することなく、そのまま給水しているのが現状である。その結果、これらの水質の悪い水道水は住民の健康に直ぐに悪影響を及ぼすものではないが、その色、臭気、味により生活用水として用いることは困難で

住民の水道離れを招いている。さらに、これらの水質に起因して水道管内に溜まるスライム(管内沈殿物)を除去するためのフラッシング作業(管内洗浄)により断水が頻発し、無収水の増加を引き起こすとともに、住民の水道離れが加速する要因の一つとなっている。その結果、住民は高い売水を利用したり、汚染の恐れのある浅井戸を掘削して利用せざるを得ず、保健衛生上の問題も発生している。

かかる状況の中で、LUWA は全国から緊急的に水質改善を行う必要のある WD を、①原水の水質が比国の基準を満たさないWDであること、②融資による対象とならない小規模なWDであること、③施設設置用の土地が確保済みであるWDであること、④他の援助機関に要請していないWDであること、の 4 条件により検討し、ルソン・パナイ・レイテ・ミンダナオの4島に散在する 10 ヶ所の WD を選定し、浄水施設の設置と建設、井戸ポンプ、消毒施設、ポンプ・ステーション等の更新及び水質試験機器の調達からなる「地方都市水質改善計画」を策定し、1997 年 7 月日本国政府に対し、無償資金協力による実施を要請してきたものである。

日本国政府は、この要請に基づき基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団は 1999 年 8 月 23 日より 10 月 1 日にわたり「現地調査 I」とする本計画に関する1度目の調査を実施した。これに基づき、国内解析が行われ同年 11 月 15 日より 12 月 24 日まで「現地調査 II」とする調査が実施された。この調査において浄水プロセス検討に必要な現場確認テストを中心とする調査が継続して実施された。帰国後、国内作業において協議内容、現地調査内容、資料等を解析し、本計画の妥当性を検証した上、基本設計概要書案が作成され、2000 年 3 月 6 日より同月 15 日まで調査団が派遣され協議が行われた。その結果、基本的な事項を合意し、一部施設に関して更に検討を行うこととし、修正された最終的な基本設計概要書案が作成され、2000 年 6 月 26 日より 7 月 2 日まで調査団が派遣され、同報告書案の説明を行い、基本設計調査報告書がまとめられた。しかしながらその後、2001 年春までに比国側で実施される予定であった投資調整委員会 (ICC: Investment Coordination Committee) の承認手続きに時間を要し、2001 年 11 月に ICC の承認を得るに至った。

このため、基本設計調査(現地調査)から 2 年以上が経過したことから、対象地域における需要の増減傾向、水源井増設をはじめ他の計画の実施有無、基本設計調査で確認した既存水源の水量及び水質、資機材や労務等の調達事情の変化等の諸項目について再確認する必要があることから、2002 年 2 月 12 日から 3 月 8 日にわたり事業化調査が実施され、本事業化調査報告書を作成した。

本事業化調査では、基本設計調査実施後に行われた ICC 承認手続の段階で、ローカル・コスト負担が困難であることから事業実施の意思表明を行わなかったルソン島のソラナ WDを除き、残りの 9WD を対象として調査が実施された。

調査対象水道区

島名	LWUA 給水区	行政区	州	調査対象水道区
ルソン	Area 1	Region-4	Pangasinan	1.ビンマレイ 2.リンガエン
	Area 3	Region-5	Laguna	3.パグサンハン
パナイ	Area 5	Region-6	Capiz	4.パニタン 5.ポンテベドドラ
			Iloilo	6.ディングルーポトタン
レイテ	Area 6	Region-8	Leyte	7.アブヨグ
ミンダナオ	Area 8	Region-12	North Cotabato	8.ミッドサヤップ 9.カバカン

調査対象外水道区

ルソン	Area 1	Region-2	Cagayan	ソラナ
-----	--------	----------	---------	-----

事業化調査の結果概要は次の通り。

- ① 上記対象 9WD に関して、施設の設置対象水源及び継続使用を予定している水源の水質はいずれも基本設計調査時の結果と大きな変化はなく、水質改善項目及び処理フローに関する基本設計方針に変更はない。

表 1 対象とする水質の状況

対象 WD	井戸名称	鉄 (mg/L)	マンガン (mg/L)	アンモニア (mg/L)	色度 (度)	異臭味
ビンマレイ	Caloocan	0.04	0.03	0	120	硫化水素臭
	Fabia	0.04	0.03	0	80	硫化水素臭
リンガエン	Libsong	0.06	0.03	0	80	硫化水素臭
パグサンハン	Sabang	3.70	0.36	0	4	金気・硫化水素臭
パニタン	Phase2	9.70	1.40	2.3	6	金気臭
ポンテベドドラ	Sublangon	2.20	1.20	0	2	金気臭
ディングルーポトタン	Abangai	0.82	0.54	1.2	4	金気臭
アブヨグ	Barayong	4.30	1.8	5.1	20	金気・硫化水素臭
ミッドサヤップ	Villiarica	1.2	1.2	0	-	-
カバカン	No.2	1.3	1.1	0	-	-
比国基準値		<1.0	<0.5	(基準なし)	<5	異常なし

※ 下線部が水質改善対象

※ Binmaley WD は対象井戸が 2 井あるため計画対象井は 9WD10 井戸

※ Pontevedra WD のアンモニアは BD 調査において検出されており対処項目としておく

- ② 計画対象水源井ではないが、継続使用水源の中には産出量が小さくその後廃井となったものや、井戸更生工事を実施して使用可能となったものがあることが判明したため、これら最新の状況をベースに計画内容を再確認した。特に施設規模に関わる需要については、最新の人口の伸び率等を考慮して改めて検討を行い、ミンダナオ地区のカバカン WD については見直しの結果、規模の縮小を行った。

- ③ ルソン島ビンマレイ WD の Caloocan サイトにおいては、当初の浄水施設建設用地(1,100m<sup>2</sup>)を同地区内でより広い用地(約 5,000m<sup>2</sup>)の取得が可能となったため変更の申し出があり、検討の結果、新用地を建設予定地として計画を策定する事とした。
- ④ パナイ島ディンブルーポタン WD では、除鉄を目的とした実験プラントを技術、資金共に自力で設置、操業している事が判明したが、浄水機能が不十分で中長期的な操業は困難な施設と判断され、本計画による浄水施設建設は依然として必要であることが確認された。
- ⑤ ミンダナオ島のミッドサヤップ WD では計画対象井の揚水量が 2002 年初頭より本来の 1/3 にまで急激に減少している事が判明した。これは帯水層能力の減衰ではなく、水源井内のスケール生成その他の取水部における障害によるものと推測され、WD が早急な調査とそれに対応したりハビリの実施を行う事が確認された。

本計画における基本設計方針は以下のとおりである。

- ① 既存の地下水源を対象とする(新規の地下水開発は行わない)。
- ② 水質改善の対象は、鉄、マンガン、アンモニア、色、異臭味とする。目標とする水質基準は、原則として比国水質基準とする。浄水処理の方法は以下のとおり。

水質改善項目	目標値	処理方法
鉄	<0.3mg/L	エアレーションによる酸化後、析出した水酸化鉄を凝集沈殿処理もしくは急速ろ過で除去する。
マンガン	<0.05mg/L	ろ過材として適用するマンガン砂に適量の塩素剤を添加しながら接触させる接触ろ過で除去する。
アンモニア	N.D.	含有量を考慮しながら不連続点塩素処理で除去する。
色度	<5 度	フミン系有機物からなる色度は酸による前処理後の凝集沈殿処理で、水酸化鉄に起因する色度は鉄処理により除去する。
異臭味	異常なし	硫化水素臭はエアレーションによる除去を、金気臭は鉄処理により除去する。

※N.D.: 検出せずを意味し、調達される分析機材(定量下限値 0.02~0.1mg/L)において検出されないレベルとする。

- ③ 計画対象 WD は、検討の結果、比国側により選定された 9WD とする。
- ④ 計画年は比国側により実施された F/S に基づき、2010 年とし、計画給水量を決定する。なお、計画給水量の決定にあたっては、2010 年の需要を超過しない、現在の供給量を下回らない、既存送水施設の容量を越えない、水源の供給能力を上回らないことを基準とした。
- ⑤ 計画する施設は、地下水の揚水から浄水施設までとし、配水管網については対象としない。

なお、需要水量(計画給水量)を予測するために、2001 年 12 月までの各 WD の現状、LWUA の方針や比国給水セクターにおける一般傾向を勘案して下記の必要項目、計画人口を設定した。

- ① 基本となる人口は現在各 WD の中で給水活動を実施している集落(バランガイ)の人口とする。
- ② 人口増加率は LWUA や行政区の試算値、最近の人口増加実績から決定した。
- ③ 給水率は比国目標値や全国平均値により決定した。

- ④ 給水原単位は、LWUA の目標値及び実績値から 120L/人/日とした。
- ⑤ 無収水率は現状の無収水率 (1999～2001 年の平均値) から年率 1% の向上を見込んで決定した。但し、2010 年の無収水率が 25% を超える場合は 25% とした。
- ⑥ 日最大給水係数は 1.2 とした。

これらの検討結果、9WD を対象として 10 サイトに設置される取水、導水、浄水、送水及び排水等関連施設が計画された。取水、浄水施設についてはその一覧を表-2 に示す。

表 2 施設一覧

対象 WD	井戸名称	井戸深度 (m)	揚水可能量 (m <sup>3</sup> /日)	浄水施設とその目的			
				日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	エアレーション	凝集・沈殿	ろ過
ビンマレイ	Caloocan	250	1,555	1,555	臭気除去	色度除去	色度除去
	Fabia	350	1,728	1,728	臭気除去	色度除去	色度除去
リングエン	Libsong	250	2,434	2,434	臭気除去	色度除去	色度除去
パグサンハン	Sabang	250	1,097	1,097	鉄の酸化	-	鉄除去
パニタン	Phase2	250	1,296	1,296	鉄の酸化	鉄除去	マンガン除去
ポンテベドラ	Sublango	250	2,708	2,708	鉄の酸化	鉄除去	マンガン除去
ディングル・ポトタン	Abangai	250	2,592	2,592	鉄の酸化	鉄除去	マンガン除去
アブヨグ	Barayong	250	2,539	2,539	臭気除去・鉄の酸化	鉄除去	マンガン除去
ミッドサヤップ	Villiarica	250	2,030	2,030	鉄の酸化	鉄除去	マンガン除去
カバカン	No.2	300	2,592	2,270	鉄の酸化	鉄除去	マンガン除去

本計画では、浄水施設運営に必要な水質試験機器等が表-3 の通り調達され各 WD に配備される。

表-3.1 測定機器・分析機器

機器名	測定・分析項目	数量
pH計	pH	10
水温計	水温	10
電気伝導度計	電気伝導度	10
塩分計	塩分	10
溶存酸素計	溶存酸素	10
濁度計	濁度	10
色度計、その他	色度・臭気・味	10
比色計	残留塩素	10
吸光光度計	鉄	7
吸光光度計	マンガン	6
吸光光度計	アンモニア	4
CODメータ	COD	3
ジャーテスタ	凝集・沈殿	9

鉄、マンガン、アンモニア、COD の分析に必要な機器は、水質改善の対象となる WD にのみ調達する。また、鉄のみが水質改善項目となるパグサンハン WD には、ジャーテスタは調達しない。

表-3.2 付属設備・機器

機器名	使用目的	数量
ビーカー他	採水および化学分析用	10
収納庫	ガラス機器および測定器の収納と管理	10
薬品庫	試薬の収納と低温保存	10
パソコン	監視・管理データの整理と管理	10

これらの設置された施設及び調達された機器の持続的かつ効果的な運用を図るために、浄水場操業に関するトレーニング・プログラムを中心とするソフト・コンポーネントを計画する。

本計画の全体工程は詳細設計を含めて 41 ヶ月(第 1 期 20 ヶ月、第 2 期 21 ヶ月)が必要となる。また、本計画を我が国無償資金協力により実施する場合に必要な概算事業費は、19.62 億円(日本側負担分 19.20 億円:第 1 期 7.91 億円、第 2 期 11.29 億円。比国側負担は 42.28 百万円)と見積もられる。

各 WD は、本事業の浄水施設導入による維持管理に関し、一部の要員増を伴う他は、在来の施設操業の組織と体制の中で事業を実施していくことが可能である。浄水場操業費用は、動力費、薬品費、人件費等からなり、薬品費に関して消毒用以外の目的に使用することとなる塩素をはじめ、pH 調整用薬品や凝集剤が新たに加わる。また、施設動力用の電力費等の増加がある。水道料金については、個々の WD の地域特性や運営状況に大きく依存するが、その改定にあたっては、水質の大幅な改善に伴う総支出、見込まれる契約戸数の増加、現在の水道料金、裨益住民の収入等を考慮して決定される必要がある。現在、LWUA は住民の家計に占める水価をその収入の5%以内とすることを目標としており、本計画においてもその範囲内に収まるものと見込まれる。

本計画が実施されることにより次のような効果が期待される。

- ① 比国飲料水基準を満たしていない水質のままに給水を受けている本計画対象 WD の人口は 13.4 万人(2001 年)であり、その日平均使用水量は 14.7 千 $m^3$ /日である。本事業の実施によって 2010 年には日平均使用水量 18.3 千 $m^3$ /日で給水人口 23.9 万人に対して安全かつ安定した給水を実施することができる。
- ② 既存水源井の水質改善により、WD の運営状況が改善されるとともに、技術面及び運営面から同じように水質に起因する問題を抱えている他の多くの WD に対して波及効果が期待される。

本事業の実施によって 9WD の水質改善による多大な効果が得られるとともに、本計画が広く住民の BHN 向上に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。

しかし、本計画をより効率的かつ効果的なものとするためには、以下の点に留意する必要がある。

- ① 今後増大する需要に対しては、どの WD も新規水源開発を行う必要があり、地下水開発に当たっては量的な検討のみでなく質的な検討に留意することが必要である。また、水利権等法制度により自らの WD 地域外の水源開発は実質上困難な状況であり、比国の限られた水資源を考慮した場合、こうした水資源開発の枠組み

についても再検討し、有効利用のための改善策が講じられる事が望ましい。

- ② 本計画による浄水施設導入に伴って浄水場操業に関する訓練が必要となるが、本計画のソフトコンポーネントの実施により施設操業に対応できる技能レベルが向上し、塩素消毒を含む浄水プロセスが確実に実施されるとともに、LWUAによるWDに対する継続的な技術支援が行われる必要がある。
- ③ 本計画の実施によって水質改善が図られ、その結果フラッシング作業が減少することにより無収水の減少が期待される。本計画では対象井の送水点に流量メータを設置するが、複数井を保有するWDは全ての送水点に流量メータを設置し、配水量を管理し、各戸使用水量の把握とあわせて、無収水対策を積極的に進める必要がある。

# フィリピン共和国 地方都市水質改善計画

## 目次

序文	
伝達状	
計画対象地域図／完成予想図	
付図一覧表	
付表一覧表	
略語集	
要約	
目次	
第1章	プロジェクトの背景・経緯
1-1	当該セクターの現状と課題
1-1-1	現状と課題 ..... 1-1
1-1-2	開発計画 ..... 1-2
1-1-3	社会経済状況 ..... 1-3
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要 ..... 1-4
1-2-1	計画対象WD変更 ..... 1-5
1-3	我が国の援助動向 ..... 1-6
1-4	他ドナーの援助動向 ..... 1-7
第2章	プロジェクトを取り巻く状況
2-1	プロジェクトの実施体制
2-1-1	組織・人員 ..... 2-1
2-1-2	予算 ..... 2-4
2-1-3	技術水準 ..... 2-5
2-1-4	既存の施設・機材 ..... 2-6
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況
2-2-1	関連インフラの整備状況 ..... 2-10
2-2-2	対象地域の自然条件 ..... 2-12
第3章	プロジェクトの内容
3-1	プロジェクトの概要 ..... 3-1
3-2	協力対象事業の基本方針

3-2-1	設計方針		
3-2-1-1	基本方針	.....	3-1
3-2-1-2	計画給水量についての方針	.....	3-3
3-2-1-3	水質に対する方針	.....	3-12
3-2-1-4	自然条件に対する方針	.....	3-13
3-2-1-5	社会・経済条件に対する方針	.....	3-13
3-2-1-6	実施機関の運営・維持管理に 対する方針	.....	3-14
3-2-1-7	施設以外の調達に対する方針	.....	3-14
3-2-1-8	ICC関連	.....	3-14
3-2-2	基本計画(施設計画/機材計画)		
3-2-2-1	施設計画	.....	3-17
3-2-2-2	施設設計	.....	3-20
3-2-2-3	機材計画	.....	3-45
3-2-3	基本設計図	.....	3-47
3-2-4	施工計画/調達計画	.....	3-67
3-2-4-1	実施方針	.....	3-67
3-2-4-2	施工上の留意事項	.....	3-67
3-2-4-3	施工区分	.....	3-69
3-2-4-4	施工監理計画	.....	3-69
3-2-4-5	品質管理計画	.....	3-72
3-2-4-6	資機材調達計画	.....	3-73
3-2-4-7	ソフトコンポーネント計画	.....	3-74
3-2-4-8	実施工程	.....	3-76
3-3	相手国負担事業の概要	.....	3-79
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画		
3-4-1	維持管理体制	.....	3-79
3-5	プロジェクトの概算事業費		
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	.....	3-81
3-5-2	維持管理費	.....	3-82
3-5-2-1	薬品費・電力費	.....	3-83
3-5-2-2	人件費	.....	3-83
3-5-2-3	水道料金	.....	3-84
3-5-3	WD運営予測		
3-5-3-1	比国負担事項の資金調達手段	.....	3-84
3-5-3-2	支出	.....	3-85

	3-5-3-3	営業収入	.....	3-85
	3-5-3-4	無収水対策	.....	3-86
	3-6	留意事項	.....	3-86
第4章		プロジェクトの妥当性の検証		
	4-1	プロジェクトの効果	.....	4-1
	4-2	課題・提言	.....	4-2
	4-3	プロジェクトの妥当性	.....	4-3
	4-4	結論	.....	4-3
資料	1	調査団員氏名・所属	.....	A- 1
	2	調査行程	.....	A- 3
	3	関係者(面会者)リスト	.....	A- 6
	4	当該国の社会・経済状況	.....	A-11
	5	討議議事録(M/D)	.....	A-13
	6	事業事前評価表	.....	A-60
	7	参考資料 / 入手資料リスト	.....	A-62
	8	その他の資料・情報	.....	A-64
	9	図面集	.....	A-92
	10	維持管理費内訳(薬品費)	.....	A-113
	11	ソフトコンポーネント計画書	.....	A-114

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

# 第1章 プロジェクトの背景・経緯

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

フィリピン共和国(以下、比国)の水行政は、全国上下水道行政を担当するため 1955 年に発足した国家上下水道庁(NWASA)が 1972 年に首都圏、地方都市及び地方集落の三部門に分けられた。すなわちマニラ首都圏を首都圏上下水道公社(MWSS)が、人口 2 万人以上の地方都市を地方水道庁(LWUA)が、人口 2 万人以下の集落を公共事業道路省(DPWH)および地方自治体(LGUs)が管理監督することとなっている。また全国的な水資源の開発及び保全については関連 10 省庁(DPWH、DOH、DENR、DTI、NEDA、NPC、MWSS、LWUA、NIA、DA)によって構成される国家水資源委員会(NWRB)がこれにあたっている。1987 年には、国家経済開発庁(NEDA)、内務・自治省(DILG)、保健省及び公共事業道路省(DPWH)、国家水資源委員会(NWRB)等の水関連省庁によって「全国水供給・下水・衛生マスタープラン 1988-2000 年」が策定され、2000 年にむけて以下の 3 点を目標として全国給水整備が実施されてきた。1999 年に策定された「中期国家開発 5 ヶ年計画(1999-2004 年)」における水セクターに関してもその基本コンセプトは受け継がれてきている。

- 1) 最短期間で大多数の家庭への安全な水供給
- 2) 下水・衛生施設の普及率の向上
- 3) サービスの組織化

かかる状況のなかで本計画の実施機関である LWUA は給水普及率の向上を最重点に活動を実施している。その傘下に組織している水道事業体(WD)は合計 582 に上り、カバーする市町村は 680 と比国総市町村数全体の 45%を占める。給水人口は 1,013 万人で、これは MWSS がカバーする地域以外の総都市人口の 46%に相当する(LWUA Operation-Highlights、2002)。

WD 以外のその他地方水道に関しては、実施主体は地方自治体であるが、施設整備に当たっては DILG からの技術的支援、あるいは地方自治体の選択により LWUA からの財政的・技術的支援を受けて実施できるようになっている。

LWUA はその融資機能を通じて、比国内管轄下の給水事業拡大を図ってきた。現在までの総融資契約額(贈与含む)は、約 159.8 億ペソ(313.3 百万ドル)に達し、このうち実際に利用された融資額は 91.2 億ペソ(178.8 百万ドル)である。この融資対象となった WD は延べ 449(融資実施中 235WD、返済遅延 159WD、完済 135WD)になり、実施されたプロジェクトは 1,331 に達する(LWUA Operation-Highlights、2002)。

しかし、2001 年 12 月現在、前述の 582WDs の内、150WDs が未稼働の状態にあり、これらは資金不足により稼働できない、稼働するためのノウハウ・技術がない、人口規模が小さくて採算が取れない、水源がない、水質が悪い等の様々な問題を抱えている。LWUA はその役割の一つとして、この多様な問題を抱える未稼働 WD に対して、資金協力、組織強化、技術支援などを長年行ってきたが、稼働するには至っていない。

本計画対象地域は、水源となっている井戸水が鉄やマンガン含有するか、色・異臭味等を含む水質問題を有し、これら原水を未処理のまま給水しているのが現状である。水質の悪い水道水はその色、臭気、味のため生活用水として用いることが困難で住民の水道離れを招いている。また、これら水質に起因して水道管内に析出する沈殿物、付着物を除去するためのフラッシング作業(管内洗浄)により断水が頻発することも、その不便さから住民の水道離れが加速する要因の一つとなっている。住民の水道離れやフラッシング作業による無収水の増加は水道料金収入の低下を招き、各WDの経営に悪影響を及ぼしている。更に住民は高価な売水を求めたり、汚染の恐れのある浅井戸を掘削して利用したりせざるを得ず、保健衛生上の問題も発生している。

このような状況に対して比国は、ドナーの協力を得ながら、地方部における水道普及を図ってきたが、実質的に水質改善をターゲットとする協力は行われておらず、水質が悪い水源しか得られない地域での問題は依然として深刻なままである。

### 1-1-2 開発計画

比国政府は上下水道・衛生整備にかかる計画として、1987年に「Water Supply, Sewerage and Sanitation Master Plan of the Philippines 1988-2000」を策定した。同マスタープランは、Phase I (1988～1992年)とPhase II (1993～2000年)に分けられており、計画通りの整備が実施されれば、水道普及率の全国平均値を1987年の実績63%から2000年の94%に向上することが期待されていた。その各期毎の水道整備目標と水道普及率の実績値は表1-1に示す通りである。

表1-1 マスタープラン (1988-2000) の水道整備目標と給水率の実績値

地域	1987年現在の状況			Phase (1988～1992)		Phase (1993～2000)	
	人口 (比率%)	普及人口 (万人)	普及率 (%)	予測普及人口 (万人)	普及率(%) 目標→実績	予測普及人口 (万人)	普及率(%) 目標→実績
マニラ首都圏	816 (14%)	701	-	845	87 62	1,115	97 67
地方都市部	1,537 (27%)	838	55	1,377	77 58	2,351	95 73
地方部村落	3,383 (59%)	2,078	62	3,403	92 67	3,603	93 88
全国	5,736(100%)	3,617	63	5,625	87 64	7,069	94 80

しかしながら、全国水道普及率の実績値はPhase Iの目標値87%に対し64%(92年実績)、Phase IIの目標値94%に対し80%(2000年実績)に留まっている。この低い目標達成率に関しては、計画の途中でペソ不安があったことを割り引いて考えても、投資コストと普及率の達成率を考察するとその乖離が著しい。この要因としては、①目標に対する投資コスト計画が不十分であった、②普及率向上に対する技術計画・実行計画・適正技術の面で工夫が足りなかった、③水需要予測が甘かった、④水需要予測に対して政策的な水配分手法(共用栓の採用、需要抑制策、需要抑制型水道料金等)が欠落していた、⑤無収水量改善対策の欠如、⑥普及率算定における誤り、⑦適正技術の面での改善の欠如、が考えられる(JICA「フィリピン水道セクター評価」による)。

1999年12月に発表した「中期国家開発5ヵ年計画 1999-2004」においては、事実上マスタープランを修正する形で水セクターに関する目標を表1-2のように示している。

表1-2 中期国家開発5ヵ年計画1999-2004の水道普及目標

地域	1998年現在の状況			2004年までの目標		
	人口 (比率%)	普及人口 (万人)	普及率 (%)	予想人口 (比率%)	予測普及人口 (万人)	普及率 (%)
マニラ首都圏	1,200 (16%)	751	63	1,600 (19%)	1,440	90
地方都市部	2,000 (27%)	1,403	70	2,300 (28%)	2,011	87
地方村落部	4,100 (57%)	3,561	87	4,379 (53%)	4,000	93
全国	7,300 (100%)	5,715	78	8,279 (100%)	7,451	90

これによれば1998年において水道普及人口は全国平均で78%であった。そのうち、マニラ首都圏と地方都市部は各戸給水方式(レベル3)が、地方村落部ではポイント・ソース方式(レベル1)と共用栓方式(レベル2)が中心に普及していた。2004年までにはこの値を全国で90%までに上げることを目標としている。

給水事業においては、マニラ首都圏で民営化が開始されている。マニラ首都圏を担当するMWSSは1997年より給水地区を東西に2分割し、東地区をMWSS管内東部地区請負会社(Manila Water Company, Inc.: MWCI)、西地区をMWSS管内西部地区請負会社(Maynilad Water Services, Inc.: MWSI)の2民営化会社に25年間の契約(評価して問題が無ければ自動継続)で事業部門の運営を委託した。そして自らは計画管理部門として機能する体制となっている。マニラ以外でも財務体制が良好な給水事業体に対して投資・運営に関心をもつ民間企業が出現し、合意が得られれば民営化を促進していくのが今後の政策であるとしている。

### 1-1-3 社会経済状況

比国は太平洋西端に位置し、国土総面積は約29.82万km<sup>2</sup>(日本の80%に相当)で、約7,100の群島から構成される。南北1,850km 東西1,100kmにおよび、ルソン島、ミンダナオ島、サマル島、セブ島、レイテ島など11の大きな島だけで全体国土面積の96%を占める。国土の53%は森林、40%が耕地となっており、総人口は74百万人(1999年)と推定されている。

比国における経済開発計画は、NEDA(国家経済開発庁)が主体となって策定している。現行の開発計画は「中期国家開発5ヵ年計画1999~2004」で、1999年12月に発表された。同計画では、貧困からの解放、生活の向上を最重要課題とするとともに、新興工業国群(Newly Industrialized Economies)の仲間入りを果たすことを目標としている。また、同計画では水道普及率の向上を国民の基礎生活分野(BHN)の最重要課題の一つと位置付けている。

比国国内経済はアジア経済危機のため1998年にマイナス成長となった以外は、近年一貫して安定したプラス成長を遂げている。現在は、輸出の減少で生産・投資活動が低迷する中、民間消費を牽引役に底堅い成長を維

持っている。2001年第4四半期の実質GDP成長率は、前年比3.8%と底堅く推移し、2001年通年でも3.4%の成長となった。この背景には、農業生産の増加による農家所得の増加、携帯電話の急速な普及や規制緩和に伴うサービス部門での雇用増加などが挙げられる。インフレ率も2001年後半には緩和され、1月から11月期平均で6.3%であった。通貨ペソも1US\$=50~52Pesoで安定している。

財政に関しては、緊縮財政政策の継続などで国際的信認が高まっている。2001年の財政赤字は1,470億ペソ(名目GDP比率4%)と、目標の1,450億ペソをほぼ達成した。前エストラダ政権下、2000年までの3年間に見られたような政策目標を大幅に上回る財政赤字拡大に比べれば、現状は改善傾向を示していると言える。

貿易に関しては、主要輸出先である米国やNIES向けの電子電気機器の輸出減少により、2001年輸出額は前年比-15.6%と冷え込んだ。輸入も、原材料・中間財の輸入減少で同5.9%と低い伸び率にとどまっている。経常収支は、輸出の大幅減少に伴い黒字幅が縮小傾向にある。

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

LWUAは前述の如き状況を緊急に打開し、住民に衛生的な飲料水を安定的に供給するため、水質改善計画に係わる浄水施設およびその他関連機材の整備について1997年7月、「地方都市水質改善計画」を策定し、我が国に無償資金協力を要請してきた。

要請内容はLWUA傘下のWDで原水に鉄・マンガンが比国基準値以上に含まれているために水質改善の問題を有する29箇所(1.Angat、2.Santiago、3.Tuguegarao、4.Solana、5.Appari、6.Bagio city、7.Pagsanjan、8.Nasugbu、9.Balayan、10.San Pablo City、11.Naga city、12.Siniloan、13.Nabua、14.Matnog、15.Sorsogon、16.Odiongan、17.Lagaspi city、18.Silang、19.Manbusao、20.Panitan、21.Dingle-Pototan、22.Isabela、23.Abuyog、24.Pontevedra、25.Ibajay、26.Midsayap、27.Ipil、28.Siocon、29.Kabacan：下線部は要請サイト)の内から、①原水の水質が比国の基準を満たさないWDであること、②融資による対象とならない小規模なWDであること、③施設設置用の土地が確保済みであるWDであること、④他の援助機関に要請していないWDであること、の4条件を満たす10WDを選定し、それらに対して、①浄水施設の設置と建設、②井戸ポンプの更新、③消毒施設の更新、④ポンプ・ステーションのリハビリ/建設、⑤上記に関連する管路及び電気設備の設置、⑥水質試験機器の調達、を行うものである。要請時のプロジェクトサイトを表1-3に示す。

表 1-3 要請時の計画対象 WD 一覧

島名	給水区 LWUA / 1999	行政区	州	計画対象 WD
Luzon	Area 1	Region-2	Cagayan	1.Solana
	Area 3	Region-4	Laguna	2.Pagsanjan
			Batangas	3.Balayan
Area 4	Region-5	Sorsogon	4.Matnog	
Panay	Area 5	Region-6	Capiz	5.Panitan
			Iloilo	6.Pontevedra
				7.Dingle-Pototan
Leyte	Area 6	Region-8	Leyte	8.Abuyog
Mindanao	Area 8	Region-12	North	9.Midsayap
			Cotabato	10.Kabacan

#### 1-2-1 計画対象 WD の変更

調査の発端において、前掲対象地区中、Luzon 島給水区 Area-3 の Balayan WD および Area-4 の Matnog WD の 2WD に関して、要請後比国側により行われた水質調査の結果、比国水質基準を満たしていることが判明したことを理由に対象外とする申し出が LWUA からあった。

一方、鉄、マンガンと同様の水質問題として、フミン質によるとみられる着色や異臭味等により給水事業の運営上困難な状況に置かれている WD が 16ヶ所あり、その中から本計画対象サイトの選定条件 4 項目を満たしている 2ヶ所の WD、Luzon 島給水区 Area-1 の Binmaley WD と Lingayen WD が新規対象水道 WD として LWUA より要請された。

この結果、対象水道 WD 総数は 10 と変わりなく、これら WD に対して基本設計調査が実施された。しかしながら、基本設計調査終了後、対象 WD の一つである Solana WD が計画実施後の経済的負担が困難であるとし辞退を申し入れたため、これを受理し、プロジェクト対象地区は計 9 地区となり、次表に示す通りとなった。

表 1-4 変更後の対象水道区一覧

島名	給水区 LWUA	行政区	州	計画対象 WD
Luzon	Area 1	Region-4	Pangasinan	1.Binmaley*
				2.Lingayen
	Area 3	Region-5	Laguna	3.Pagsanjan
Panay	Area 5	Region-6	Capiz	4.Panitan
				5.Pontevedra
			Iloilo	6.Dingle-Pototan
Leyte	Area 6	Region-8	Leyte	7.Abuyog
Mindanao	Area 8	Region-12	North Cotabato	8.Midsayap
				9.Kabacan

Binmaley は計画対象水源を 2 共有する

### 1-3 我が国の援助動向

我が国から比国に対しての援助は、各セクターに対して広範囲に実施されている。水資源開発・水供給関連の実績を開発調査、専門家派遣、有償資金協力、無償資金協力の順で下表(表 1-5 から表 1-8)にそれぞれ示す。

表 1-5 開発調査の実績

実施年度	案件名
1993-1995	地方都市・下水・衛生セクター計画 (M/P)
1993-1995	メロマニラ上下水道総合計画 (M/P)
1993-1995	カビテ水供給計画 (F/S)
1996-1997	全国総合水資源開発計画
1997-2000	ビサヤ・ミンダナオ地方水供給・衛生計画策定支援調査
2000-2002	マニラ首都圏水資源開発計画調査(M/P、F/S)

出典:我が国の政府開発援助 ODA 白書

表 1-6 専門家派遣

科目	派遣期間
上水道(水道整備改革)	1999年3月-2002年3月
浄水処理改善(水質改善)	2001年1月-2002年1月
未稼動水道事業体整備計画	2001年7月-2002年1月

出典:国際協力事業団

表 1-7 有償資金協力

年度	案件名	事業費(億円)
1994	地方都市水道整備計画 ( )	62.12
1995	地方都市水道整備計画 ( )	61.31
1996	地方都市水道整備計画 ( )	72.28
1999	地方上水道整備計画 ( )	9.51

出典:我が国の政府開発援助 ODA 白書

表 1-8 無償資金協力

年度	案件名	事業費(億円)
1993	ピナトゥボ火山被災民生活水給水計画	10.77
	レイテ島上水道改修計画 (1/2期)	12.95
	バララ浄水場改善計画(詳細設計)	1.31
1994	レイテ島上水道改修計画 (2/2期 1)	4.30
	バララ浄水場改善計画	16.32
	ピナトゥボ火山被災民生活水給水計画	2.65
1995	レイテ島上水道改修計画 (2/2期 2)	10.74
	地方給水・衛生改善計画 (1/2期)	7.59
1996	地方給水・衛生改善計画 (2/2期)	8.84

出典:我が国の政府開発援助 ODA 白書

#### 1-4 他のドナーの援助動向

比国の水資源・水供給分野に対する援助を次頁の表 1-9 に示す。国際機関・二国間援助ともに活発であり、LWUA および水資源・水供給関連機関と外国援助機関との間で事業内容の連絡・調整等が行われている。当該水セクターに関する援助を行なっている国際機関・二国間援助機関としては、ADB、UNICEF、ドイツ、オーストラリア、デンマーク、スウェーデンがあり、対象となるテーマは、水資源開発、上水道整備、下水道整備、井戸建設と多岐にわたっている。国際機関では ADB(アジア開発銀行)が、そして二国間では我が国が最大の援助国である。

表 1-9 第三国・国際機関による協力の実績

ドナー名	案件名	完成年次	協力形態	内容
ADB	ADB 8-Municipal Water Supply Project	1999	有償	5島8都市給水計画
	Rural Water Supply and Sanitation Sector Project (RW3SP)	進行中	有償	20州のバラングアの給水施設整備、LGUs /BWSAs能力強化
	ADB 100-Small Towns Water Supply	2003	有償	100WDの能力強化支援 (施設整備、衛生教育など)
	Water Supply and Sanitation Sector Study	進行中	有償	政策的フレームワークの作成
AusAID	Baguio Water Supply Project	1999	有償	Baguio WDの拡充
	Central Visayas Water and Sanitation Project	1997	有償	水管理委員会設立と施設建設
	Northern Mindanao Water and Sanitation Project	進行中	有償	水管理委員会設立と施設建設
KfW	KfW Program	1999	有償	ルソン島9村地方給水計画
	KfW Program	1998	有償	ルソン島6村地方給水計画
	KfW Program	進行中	有償	ルソン島北中部20村地方給水計画
DANIDA	Negros Urban Water Supply Project-DANIDA Grant No.1	1999	無償	5都市給水計画
UNICEF	WATSANプログラム(CPC )	1982	無償	機材供与
	WATSANプログラム(CPC )	1987	無償	給水施設、トレーニング
	WATSANプログラム(CPC )	1993	無償	給水施設・トイレ紹介LGUs能力向上
	WATSANプログラム(CPC )	進行中	無償	5都市圏給水・衛生
SIDA	Water Resources Master Plan and Groundwater Development Study	進行中	無償	2地域の水資源マスタープラン及30地区の地下水開発計画

出典：LWUA

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

##### (1) LWUA

比国の水行政において、LWUA は人口 2 万人以上の地方都市を管理監督する水道事業運営機関であり、WD に対し、下記の通り資金面、技術面、経営面などから支援し、地方水道の整備、普及を推進している。

- ① 財政援助:WD への条件付融資
- ② 技術支援:F/S、D/D、施工監理などプロジェクト開発に関わる事業
- ③ 経営支援:トレーニング実施や相談窓口
- ④ 事業監督:水質基準統制、水料金規制など

LWUA は 1973 年に大統領令 198 号(PD198)によって創設された組織であり、大統領府に属する政府組織として、マニラ首都圏を除く地方都市部を対象とした WD の事業促進、開発規制および財政援助としての特殊貸付を行っている。また、1995 年に全国的な水不足を契機として大統領が Water Crisis Act を発布し、水資源、水利用の保全・合理化を指示した。これを受けて LWUA は組織および業務内容の見直しを実施した。その結果、近年大量の技術要員を整理し、その業務を外部コンサルタント等に委託し、合理化を図っている。LWUA の職員総数は 734 名(2002 年 4 月現在)で、その内訳はエンジニア 176 名、テクニシャン 50 名、財務 106 名、事務職 402 名である。また、本計画は、プロジェクト・マネージメント室が担当している。

LWUA 自体はスリム化を図っているが、具体的な民営化の予定はない。次頁に LWUA の組織図を示す。

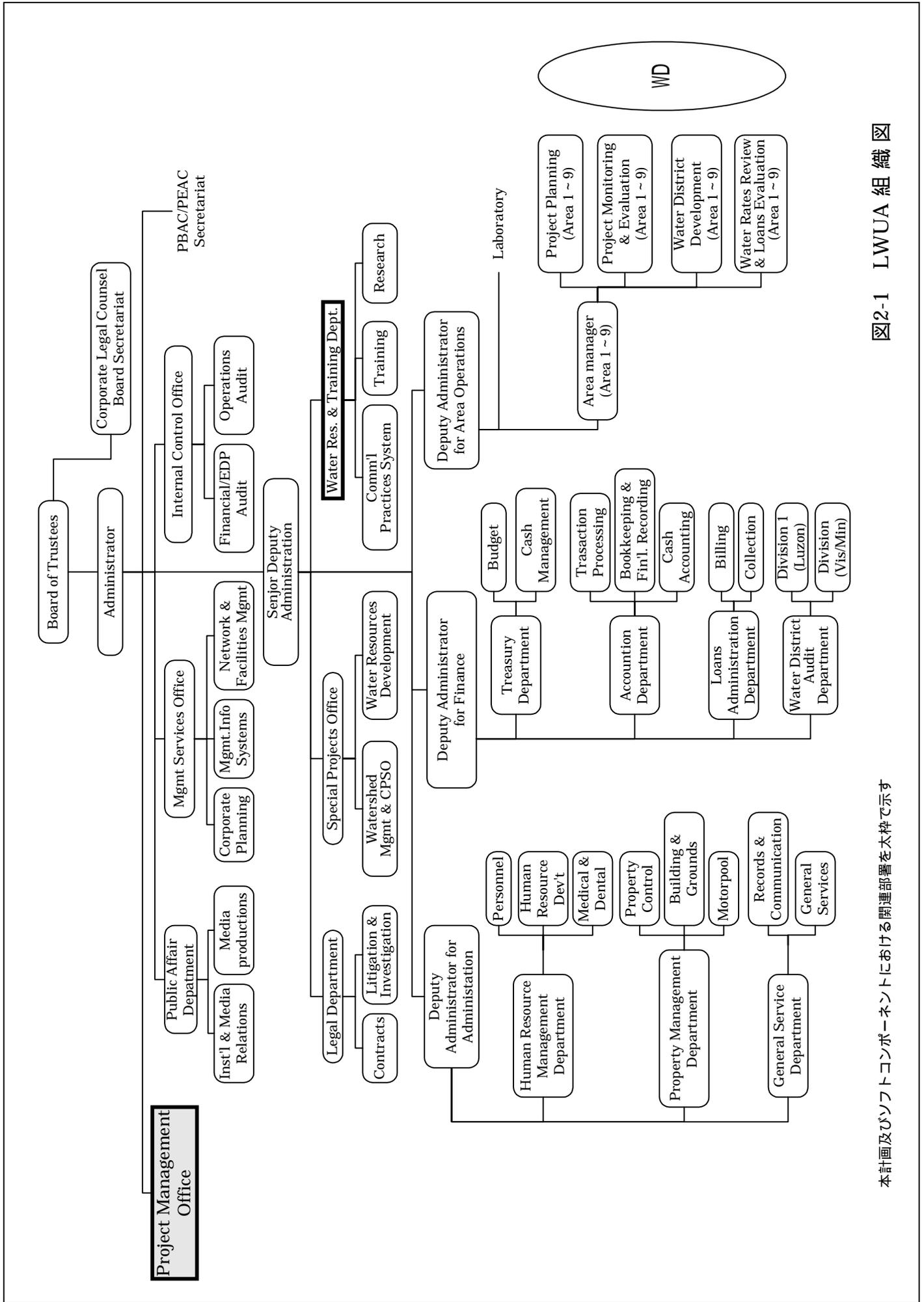


図2-1 LWUA 組織図

本計画及びソフトコンポーネントにおける関連部署を太枠で示す

(2) WD

施設完成後の料金徴収をはじめ運営、維持管理を実施する WD は、LWUA の指導のもと、通常の施設の操業と運営業務を総責任者（General Manager：GM）の下で行っている。WD 職員は水源地のポンプステーションのオペレーター、配管工、メータ検針係、水道料金係（請求書の発行）、会計係等から構成される。LWUA は各戸給水契約戸数 90 戸～110 戸当たり従業員 1 名でハンドリングすることを WD 運営合理化の指標としており、本計画対象 WD は 93 戸～130 戸の範囲に入っていることから、各 WD とも妥当な人員で経営にあたっているといえる。各 WD には GM の任免、予算案の承認、水道料金の変更を行う理事会がある。WD 理事会は規模の大小に関係なく、教育関係、婦人団体、商工団体、医師・技術関係、LWUA（担当 Area Manager）代表によって構成されている。LWUA の Area Manager は定期的に本部(マニラ)より各 WD を来訪し、事業監理し、運営・維持管理に関するアドバイス等を行っている。下記図 2-2 に典型的な WD の組織図を示す。

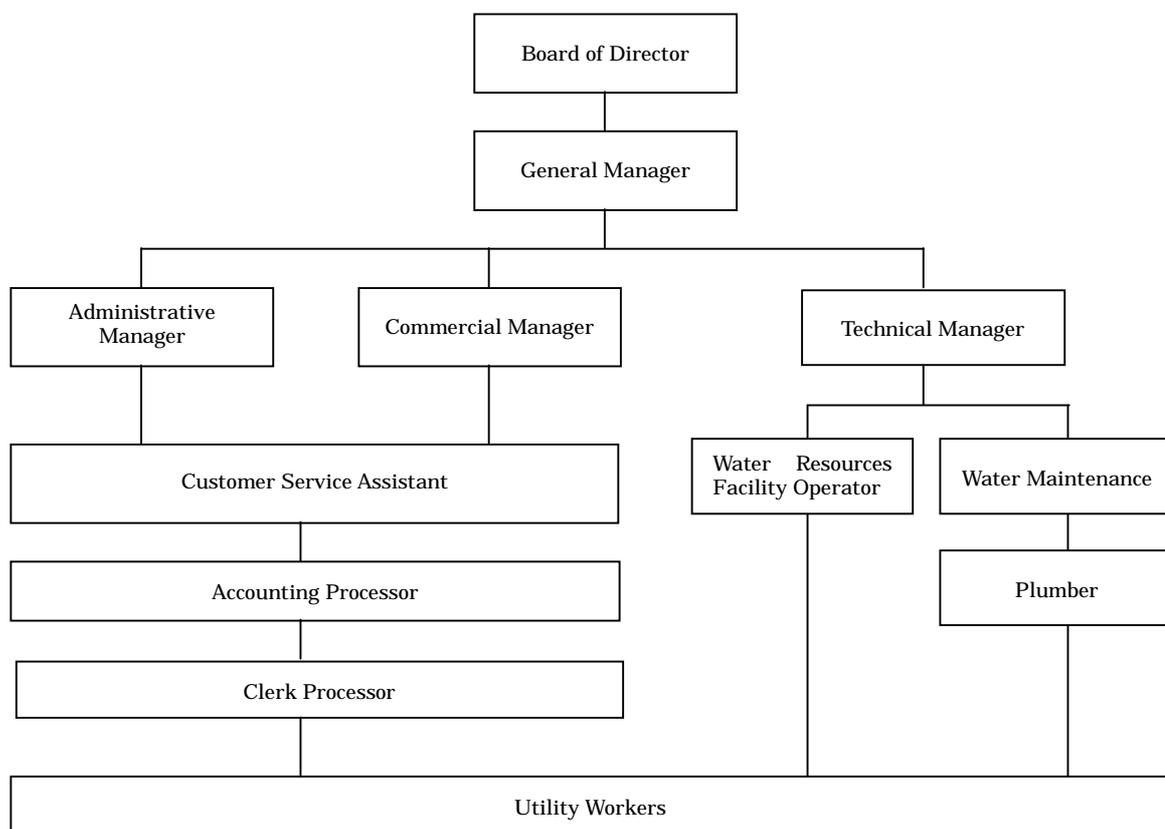


図 2-2 典型的な WD の組織図

## 2-1-2 予算

実施機関である LWUA の財務収支は下表 2-1 の通りである(会計年度は 1~12 月)。LWUA 予算の大部分は資金貸付によるローンオペレーション収入を原資とする。過去 4 年間、LWUA の純利益は総収入の伸びを上回る率で増加傾向にあり、良好な経営状態を示している。

LWUA の総収入の大部分は、WD 等に対して実施している投資資金貸付による利子収入である。LWUA への国庫からの交付金は実施されていない。2001 年 1~11 月期において、前述のローンオペレーション収入は総収入の 87.2%に相当する。残りの 12.8%は、エンジニアリング調査、施工管理、井戸掘さく、システム開発等からの収入である。また、国家からの資金によるファンド(Authorized Capital Stock の形で 25 億ペソ)の他、比国内金融機関、マルチ及びパイによる金融機関からの比較的低利の資金を利用し、一般に年利 12.5%前後、返済期間 10~26 年の条件で WD に貸し付けている。このような経営システムから、現行の LWUA は水道事業金融機関とも位置付けられる。

表 2-1 LWUA の財務収支 (1998 年-2001 年)

(単位：千ペソ)

	1998	構成比	1999	構成比	前年比	2000	構成比	前年比	2001*	構成比	前年比
		(%)		(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	(%)
総収入	925,282	100.0	904,361	100.0	-2.3	1,023,000	100.0	+13.1	903,727	100.0	+0.2
ローンオペレーション	742,494	80.2	814,884	90.1	+9.7	901,511	88.1	+10.6	787,685	87.2	+5.0
その他	182,788	19.8	89,477	9.9	-51.0	121,489	11.9	+35.8	116,042	12.8	+60.0
総支出	812,536	100.0	776,126	100.0	-4.9	846,860	100.0	+9.1	820,283	100.0	+28.0
利子・その他債務	230,860	28.4	190,000	24.5	+17.7	224,484	26.5	+18.1	191,916	23.4	-1.4
賃金・特別手当	271,780	33.4	283,955	36.6	+4.5	285,728	33.7	+0.6	271,858	33.1	+8.6
その他営業支出	309,896	38.2	302,171	38.9	-2.5	336,648	39.8	+11.4	356,509	43.5	+30.9
純利益	112,746		128,235		+13.7	176,140		+37.4	83,444		

出典：LWUA Financial Statements 1998 ~ 2001

(注) 2001 年度の数値は 11 月末日までのものであり、その前年比は 2000 年 11 月期比を示す。

LWUA の WD 向け貸付は 1998 年ベースで比較すると名目値で増加しているものの(次表 2-2 参照)、この間の物価上昇率(1998~2000 年平均 6.9%)を考慮すれば、ほぼ横這いとなっている。現在、施設の維持管理や新規施設の建設に際して資金を必要とする WD が多い中で、従来の LWUA からの融資の他に、各 WD が自己資金調達を実施する必要性が増加している。

表 2-2 LWUA の WD 向け貸付資金状況 (単位：千ペソ)

	1998 年 (12 月末時点)	1999 年 (12 月末時点)	前年比 (%)	2000 年 (12 月末時点)	前年比 (%)	2001 年* (11 月末時点)	前年比%
長期							
貸付金	6,834,823	7,543,710	+10.4	8,046,071	+6.7	8,492,586	+6.7
貸倒引当金	625,405	653,846	+4.5	672,988	+2.9	672,988	+2.9
未回収利子貸付金	62,494	77,795	+24.4	93,013	+19.6	87,772	+0.0
リスク	1,079	1,079	0	1,079	0	450	-58.2
短期							
貸付金	26,546	26,888	+1.3	26,610	-1.0	27,384	+26.7
未回収利子貸付金	135,512	103,250	-23.8	135,863	+24.0	150,202	+10.6
貸倒引当金	15,640	14,476	-7.4	14,476	0	17,028	+17.6

出典:LWUA Balance Sheets 及び Schedule of Assets 1998～2001 より作成

(注) 2001 年度の数値は 11 月 30 日までのものであり、その前年比は 2000 年 11 月 30 日時点との比を示す。

短期貸付金は返済期間 1 年未満、長期貸付金は返済期間 1 年以上。

## 2-1-3 技術水準

### (1) LWUA

LWUA は 1973 年発足以来、計画および設計等のために Civil Engineering 等比国公認の検定によって技術水準を満たした技術者を擁してきた。1995 年には効率的な業務活動を図るために事業内容の見直しを行う改組を実施し、改組後は外部コンサルタントに多くの業務を委託する体制となり、技術者は部内各署に移行し WD に対する支援業務に携わっている。また、Water Resource & Training Dept. による能力開発も実施されており、我が国よりの技術協力関係者により、その技術水準については一定の評価を得ている。

本事業に対応する部署は長官の直轄下の Project Management Office (現スタッフ 9 名) であり、同部署は LWUA 部内をはじめ対象 WD、関連他省庁との交渉、コーディネートとの接点となっている。LWUA は全国を 9 Area に分けて、Area Operation と称し Area Manager を責任者として業務を進めている。

### (2) WD

本計画対象 WD 毎の職員数は次項の表 2-3 の通りである。通常の事業運営に関しては、技術、事務いずれについても経験の長い職員が多い。本事業実施後も現在の技術職員が操業要員として当たるが、既存の取水、消毒、配水等水道施設の操業経験は長く、実務には明るい。各 WD の要員候補は、ソフトコンポーネントによる操業研修プログラムのもと、本計画のカウンターパートとして日本側の技術移転を受ける技術レベルを有すると判断される。

表 2-3 各 WD の職員数 (2001 年 12 月末現在)

WD	技師	事務	検針	その他	総職員数
Binmaley	3	2	2	14	21
Lingayen	2	5	3	16	26
Pagsanjan	4	12	2	9	27
Panitan	2	2	1	3	8
Pontevedra	3	3	2	13	20
Dingle-Pototan	4	9	2	11	26
Abuyog	1	2	2	4	9
Midsayap	4	9	2	12	27
Kabacan	2	5	2	10	19

出典: 事業化調査質問表

#### 2-1-4 各既存施設・機材

各プロジェクトサイトにおける既存施設の概要を表 2-4 に、また各 WD の現状全体図を章末に示す。基本的には各サイトとも水源井、ポンプ、消毒設備及び配管等により構成される給水施設によって給水が行われている。これらサイトに共通している傾向を下記に示す。

- ① 井戸は多層採水を採用している場合が多い。
- ② ポンプの動力源は電気を用い、WD によっては停電のために別の動力源(非常用発電機)が用意されている。
- ③ 取水ポンプによる圧力送水をしている場合が多い。
- ④ 配水管は主として樹枝状管路であるが、網目状のものもある。多くは各水源井からの管路が相互に連結されている。
- ⑤ 既存配管の管種は、鋳鉄管、鋼管、PVC 管及び石綿管と多岐にわたり、1960 年代に布設され、老朽化している箇所も多い。PVC 管の占める割合は 20~50%である。
- ⑥ 大規模な修理工事はできないが、堅軸タービンポンプ、水中モーターポンプ等の交換やエンジン整備レベルの維持管理をできる機材を有しており、それを操作する人材もいる。
- ⑦ 各 WD は次頁の表 2-4 に示す通り、既存配管をもって給水を行っている。本計画によって水質改善がされ、配水量も増える場合においても、管路接続点における管の口径、耐圧は問題がないことが確認されている。
- ⑧ 各 WD は、検針・請求書の発行、料金徴収を行っており、マンスリー・レポート、貸借対照表、損益計算書や運営月報を作成しており、アカウントビリティーは問題ない。

表 2-4 各プロジェクトサイト既存施設一覧

出典: 各 WD 提供の技術資料(2001 年 12 月入手)

No.	対象WD	水源名	井戸・泉	使用状況	井戸要項				管路長 (m)	既存施設概要
					口径 (mm)	深度 (m)	揚水量 (m³/日)	静水位 (m)		
1	Binnaley	Caloocan	井戸	○	250	1,555	9.0	17.1	水源井は大小 10 井あり、何れも水質は、色度が高く臭気もあるが、現在使用中である。本計画対象井である Caloocan と Fabia の 2 井を除き、産出量は小さい。井戸ポンプによる直接圧送方式が採用されており、各水源井よりの管路は相互に接続されている。塩素による消毒設備を有するが恒常的な使用はされていない。	
		Pobacion	井戸	○	120	342	6.8	14.2		
		Nagalangan	井戸	○	135	138	0.0	1.6		
		Naguilayan	井戸	○	117	173	8.5	15.2		
		Carmaley	井戸	○	129	173	-	-		
		Gayaman North	井戸	○	150	130	8.1	13.6		
		Gayaman South	井戸	○	152	130	10.1	16.8		
		Calli	井戸	○	113	86	11.3	16.3		
		Amancoro	井戸	○	122	70	9.8	20.2		
		Fabia	井戸	○	210	1,728	4.5	6.6		
2	Lingayen	Tongton	井戸	○	183	891	-	-	現在使用中の水源井は 3 井である。何れも色度、臭気を有し Binnaley 同様である。Tongton 及び Baay の産出量は Libsong と比べ小さい。2001 年に新設された井戸も上記同様に水質が悪くポンプは設置されていない。現在適切な注水量ではないが塩素剤による消毒が行われている。流末における残留塩素は認められていない。送水方式は井戸ポンプによる直接圧送であるが、時間帯によって地上型水槽よりの貯水を吸引して横型増圧ポンプを併用圧送している。	
		Libsong	井戸	○	250	2,434	3.3	15.4		
3	Pagsanjan	Libsong 2	井戸	×	-	-	-	-	水源は泉 1ヶ所、井戸 3ヶ所である。井戸の中 1ヶ所は、福さく後水質が悪く使用されないうままとなっている。他の 2井と泉 1ヶ所の水質は良い。泉の水量は 2001 年末よりわずかず減衰して来ている。塩素消毒設備はあるが、一部で故障を理由に使用されていない。	
		Baay	井戸	○	250	432	-	-		
		Sabang	井戸	△	62	1,097	3.6	14.5		
		Binan	井戸	×	-	-	-	-		
		Mabini	井戸	×	-	-	-	-		
		Rizal	井戸	○	139	345	2.0	3.0		
		San Juan	井戸	○	77	1,987	11.2	18.0		
		Lodge Spring	泉	○	-	1,987	-	-		
		Phase 2	井戸	△	36	1,296	3.0	7.0		
		4	Panlian	Phase 2	井戸	△	36	1,296		3.0
Phase 2	井戸			△	36	1,296	3.0	7.0		
5	Pontevedora	Sublangon	井戸	○	47	2,708	7.0	10.0	本 WD は、給水区域がそれぞれ独立した水源井をもつ事で 2 分されている。産出量の小さい井戸 (Hopona) は水質が良い。産出量が大きい井戸 (Sublangon) が、水質が悪い (相互の水量比は 1:3)。何れも現在使用中であり、送水方式はポンプ圧送である。塩素消毒は実施されているが各戸での残留は認められていない。	
		Hipona	井戸	○	125	864	8.0	10.0		
6	Dingle -Pototan	Morobo Spring	泉	○	-	640	-	-	水質の良い泉 2ヶ所、水質の悪い井戸 1ヶ所の水源を有し、何れも使用中である。当 WD が担当する自治体 Dingle と Pototan の両地区は管路で結ばれている。泉に近い Dingle 地区は常時水質の良い給水を受けている。水質の悪い井戸に近い Pototan 地区は、必要の少ない夜間のみ水質の良い給水機会を得ている。Pototan 側へ恒常的に水質の悪い給水を行うためにこの住民の不満は大きい。何れの水源からもポンプ圧送が行われている。塩素消毒は恒常的に実施されている。	
		Moroboro Spring	泉	○	-	1,553	-	-		
7	Abuyog	Abangal	井戸	○	40	2,592	7.0	14.0	使用中の既存井は 2ヶ所あり、水質は何れも悪い。水量も十分でなく新水源として郊外に深井戸を新設したが、産出量はあるが水質が悪くポンプを新設することなく未使用となっている。使用中の井戸からは、井戸ポンプによる圧送と、貯水槽からの重力送水とを随時同一管路を利用して行っている。塩素消毒は恒常的に実施されていない。	
		Bilo	井戸	○	84	864	0.0	21.0		
		Barayong	井戸	△	83	2,539	0.3	25.8		
8	Midsayap	Bunlay	井戸	×	-	-	-	-	この WD は、Midsayap の隣町 Libungan の給水も管轄しており、これらの配水系統はそれぞれ独立している (将来接続計画はある)。4ヶ所の井戸の内 1ヶ所が配水量の大部分 (約 80%) を占めるが、この主水源の水質が悪い。他の水源井の水質は良いが、水量は少ない。これらはポンプによる直送運転を行っている。塩素消毒は恒常的に実施されていない。	
		Canugive	井戸	○	60	130	-	-		
		Villarica	井戸	○	56	2,030	7.0	12.0		
		Kivanan	井戸	○	35	124	-	-		
		Kimagango	井戸	○	40	86	-	-		
9	Kabacan	Dilangalen	井戸	○	25	312	-	-	水源井は 2ヶ所あり、1号井の水質は良いが、2号井の水質は悪い。高架水槽に送水されてから配水されている。塩素消毒は恒常的に実施されていない。	
		No.1	井戸	○	101	1,233	5.5	9.9		
		No.2	井戸	○	100	2,592	3.0	10.6		
9	Kabacan	No.3	井戸	△	-	-	-	-		

○: 操業中, x: 廃棄, △: 未使用/休止

未使用 - 水源開発時に水質が悪いことを理由に放置され、給水施設が設置されていない。

休止 - 水源開発後、水質問題を有しながらも灌漑用水等として使用するため給水施設が設置されたが、その後水質の悪化に伴い使用を休止している。

表 2-5 各 WD が有する既存水源の水質一覧

No.	対象 WD	水源名	使用状況	分析日	水温 ℃	pH	電気伝導率 mS/m	色度	異臭味	COD(重加 <sub>5</sub> 酸 消費量)	鉄 mg/L	マンガン mg/L	アンモニア mg/L	
		単位			6.5~8.5			5	異常なし		1.0	0.5		
		比国基準値												
1	Binnaley	Cabocan	○	2002/Feb	31.5	8.05	53	120	硫化水素臭	23	0.04	0.03	ND	
		Poblacion	○	1999/Sep	29.3	7.70	58	40	異常なし	25	ND	ND	ND	
		Nagpalangan	○	1999/Sep	30.0	7.60	62	40	異常なし	20	0.20	0.20	0.5	
		Naguilayan	○	1999/Sep	31.0	7.30	40	50	硫化水素臭	8	ND	ND	ND	
		Canaley	○	1999/Sep	32.0	7.40	52	40	異常なし	20	0.20	0.20	ND	
		Gayaman North	○	1999/Sep	29.8	7.60	49	20	異常なし	10	ND	ND	ND	
		Gayaman South	○	2002/Feb	33.0	8.21	77	80	硫化水素臭					
		Calit	○	2002/Feb	29.5	8.17	59	20	異常なし					
		Amancoro	○											
		Fabia	○	2002/Feb	32.0	8.19	54	80	硫化水素臭	18	0.04	0.03	0.03	ND
2	Lingayen	Tongton	○	1999/Sep	31.0	8.24	61	30	硫化水素臭	50	0.50	ND	0.5	
		Libsong	○	2002/Feb	34.0	8.10	138	80	硫化水素臭	28	0.06	0.03	ND	
		Libsong 2	×											
		Baay	○	1999/Sep	32.6	8.08	284	30	塩味	50	0.50	ND	1.0	
3	Pagsanjan	Sabang	△	2002/Feb	28.5	6.95	92	4	金気・硫化水素臭	3	3.70	0.36	ND	
		Binan	×	1999/Sep	31.3	7.95	84	0	異常なし	10	0.21	0.11	ND	
		Mabini	×											
		Rizal	○	2002/Feb	29.3	7.71	91	0	硫化水素臭	5	0.11	0.07	ND	
		San Juan	○	2002/Feb	32.8	7.94	38	0	異常なし	4	0.03	0.03	ND	
		Lodge Spring	○	2002/Feb	30.8	7.22	39	0	異常なし	4	0.03	ND	ND	
		Phase 2	△	2002/Feb	27.0	6.82	63	6	金気臭	8	9.70	1.40	2.3	
		Sublangon	○	2002/Feb	27.5	6.69	179	2	金気臭	4	2.20	1.20	ND	
		Hipona	○	1999/Sep	27.5	7.36	35	0	異常なし	0	0.20	ND	ND	
		6	Dingle -Pototan	Morobo Spring	○	2002/Feb	25.6	6.81	58	0	異常なし	5	ND	ND
Moroboro Spring	○			2002/Feb	26.0	6.88	59	0	異常なし	7	0.26	0.03	ND	
Abangai	○			2002/Feb	27.5	7.36	154	4	金気臭	14	0.82	0.54	1.2	
Bito	○			1999/Sep	31.5	7.60	96	7	硫化水素臭	6	0.44	0.35	ND	
7	Abuyog	Barayong	△	2002/Feb	29.2	6.78	269	20	金気・硫化水素臭	23	4.30	1.80	5.1	
		Buntay	×	1999/Sep	31.7	7.18	244	50	硫化水素・腐敗臭	10	1.50	0.50	3.3	
		Canugive	○	1999/Sep	32.2	7.12	230	40	硫化水素・腐敗臭	13	2.00	1.20	ND	
		Villarica	○	1999/Nov	27.0	7.09	107	0	金気臭	8	1.70	0.97	ND	
8	Midsayap	Kiwanan	○	1999/Sep	29.0	6.87	110	0	異常なし	4	0.10	0.49	ND	
		Kimanggog	○	1999/Sep	28.8	6.83	102	2	異常なし	8	0.20	0.20	ND	
		Dilangalen	○	1999/Sep	29.0	7.18	124	0	異常なし	3	0.50	ND	0.1	
		No.1	○	1999/Sep	28.8	7.01	61	0	金気臭	11	0.46	0.26	ND	
9	Kabacan	No.2	○	1999/Nov	28.9	7.08	55	0	金気臭	4	1.70	1.90	ND	
		No.3	×	1999/Sep	28.1	6.84	35	0	金気臭	4	1.70	1.90	ND	

○：操業中、×：廃棄、△：未使用/休止

未使用 - 水源開発時に水質が悪いことを理由に放置され、給水用施設が設置されていない。  
 休止 - 水源開発後、水質問題を有しながらも給水用施設を設置し、使用していたが、その後水質の悪化に伴い使用を休止している。

各 WD が有する既存水源の諸元や給水活動の現状を表 2-4 に、既存水源の本計画に係る水質を表 2-5 に示す。なお、基本設計調査(以下「B/D」とする)において実施した各 WD の対象井及び現有他水源(廃棄水源は除く)の水質分析結果を資料編に示す。

(1) BinmeleyWD

B/D 以降新たに 3 井 (Gayaman South、Calit、Amancoro) を加え合計 10 井から取水を行い、配管の総延長 8,670m の拡張を実施している。これら 3 井は、既存井戸 (B/D 時未使用) に揚水ポンプや配管材を整備することにより稼動を開始したものである。

何れの水源も色度が比国基準値を超えており、COD も高い。

(2) LingayenWD

B/D 以降に Libsong 2 の新規掘さくが行われたが、高色度、硫化水素臭を帯びた水質を有していたことから水道水源として使用されること無く廃棄された。また B/D 以降に新規の配管敷設はない。

隣接する BinmaleyWD 同様に何れの水源も色度が比国基準値を超えている。

(3) PagsanjanWD

B/D 以降に WD 独自の井戸更正作業により Rizal から取水を開始する一方、取水施設の破損に伴って Binan を廃棄した。また、配管の総延長 2,500m の拡張を実施している。

Sabang の鉄が比国基準値を超えている。

(4) Panitan、PontevedraWD

B/D 以降の施設における変更はない。

PanitanWD の Phase2 及び PontevedraWD の Sublangon の鉄、マンガンは比国基準値を超え、アンモニアが検出されている。

(5) Dingle-PototanWD

B/D 以降に配管の総延長 2,300m の拡張を実施している。

Abangai の鉄、マンガンが比国基準値を超え、アンモニアが検出されている。

(6) AbuyogWD

B/D 以降の施設における変更はない。

Barayong は、鉄、マンガン、色度が比国基準値を超え、アンモニアが検出されている。B/D 以前に廃棄されていた Buntay 同様に、Bito、Canugive の各井戸は 1940 年代に建設されたものであり、施設の老朽化が進んでいる。また、何れもかなり強い硫化水素臭を帯びている。

(7) Midsayap、KabacanWD

B/D 以降の施設における変更はない。

MidsayapWD の Villicarica および KabacanWD の No.2 は、鉄、マンガンが比国基準値を超え

ている。なお、No.3 は B/D 以前に廃棄されている。

水質の良い水源と問題のある複数の水源井を持ち、双方の併用により給水活動を行う **Dingle-Pototan**、**Midsayap** 及び **KabacanWD** は、給水管路が相互接続されているため、時間帯によっては局地的に良い水質の給水区域があるものの、全体としては良質な水供給ができていないのが現状である。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

各プロジェクトサイトの主要産業は共通して第一次産業の農水産業であり、何れもフィリピンの典型的な地方都市である。町の中心部は **Poblacion** と呼ばれ、マーケット、銀行や行政の事務所等が集まっている。何れの対象 **WD** も市街を通る道路は舗装されている。近隣を移動する交通手段は **Jeepney** と呼ばれる比国固有の乗合バス、近距離であればバイクにサイドカーが取付けられている **Tricycle** と呼ばれるものと、またさらに近距離であれば自転車にサイドカーにつけられているものがある。住民が居住している家は、平屋ないし2階建てのブロックないし木材による構造である。団地などの集合住宅は一般的ではない。電化は全国に渡り進められてきており、地域によっては停電の頻度が高いが、プロジェクトサイトにおける大部分の家庭は給電されている。ともなう、各計画対象9WD のポンプステーションのポンプ設備類も電化されているが、未だ停電の頻度が高いため非常用発動発電機を備えている所もある。下水道の整備は進んでいない。雨水については、道路沿いの側溝や小水路にて排水されている。一部浄化槽を備える所もあるが、家庭雑排水は地下浸透や直接放流、し尿は汲み取りや地下浸透を行っている。ごみ処理は郊外や沿岸部でオープンダンピングが行われている。このため浅井戸が汚染を受ける危険性は高い。

#### (1) Binmaley

**Binmaley** は **Luzon** 島 **Pangasinan** 州に属し、下記(2)に示す **Lingayen** と隣接している。主要産業は農業と魚の養殖で、農場と養魚池はそれぞれ全面積の 20%及び 51%で合計 71%も占める。他の商工業は、家具製作や雑貨商など小規模なものである。**Binmaley** の近隣にある主要都市は環境局(EMB)の出先機関もある **Dagupan** で東へ 10km の距離にあり、そのベッド・タウンの様相を呈している。

#### (2) Lingayen

**Lingayen** は **Luzon** 島にある **Pangasinan** 州の州都でもある。この州の商工業の中心地は前述の **Dagupan** であり、行政機能は **Lingayen** に集約されている。主要産業は **Binmaley** と同じく農業と魚の養殖である。農場が全面積の 37%を占め、その大部分が稲作である。養魚池は 27%を占める。また、**Lingayen** 湾に面したこの町のビーチは観光地域になっている。近隣にある主要都市は **Dagupan** で東へ 15km の距離にある。**Binmaley** と同様に **Dagupan** のベッド・タウン化傾向にある。

### (3) Pagsanjan

Pagsanjan は Luzon 島 Laguna 州に位置する。観光名所となる滝があり、マニラ近郊ということもあって、年間 11 万人を越す観光客が訪問する観光地であり、ホテルも大小合わせて 10 軒にのぼる。他の産業は農業であり、米とココナッツが主要収穫作物である。商工業は雑貨商などの小規模なものである。本計画対象サイトの中で首都マニラまで北西へ 90km と最も近い距離にある。

### (4) Panitan

Panitan は Panay 島にあり、農業を主な産業としている。Panitan の全面積の内、67%は農場が占めている。そして労働人口の 31.4%が農業従事者である。他には 14.6%がサービス業に従事しており、残りは公務員、会社員、運送業などである。また、従業員数が 300 人の水産物加工工場と Capiz 電力会社の発電所等のある工業地区を抱えている。現在本 WD は水質問題から水源井が使用できず、隣接する Roxas WD から 15km に及ぶ管路で分水を受けている。しかし給水量に限りがあるため、これら工業地区では本プロジェクト実施による給水の増加を期待している。近隣にある主要都市は Capiz 州の州都である Roxas で、北へ 20km の距離にある。

### (5) Pontevedra

Pontevedra は、Panay 島にあり、その産業は砂糖きびを主要作物とする農業である。海に面していることもあり、産業の 12%は漁業関連が占める。街区の中心にマーケットがあり、他の商工業はガソリンスタンド、製氷工場や雑貨商店などの小規模なものである。近隣にある主要都市は州都である Roxas で北西へ 20km の距離にある。

### (6) Dingle-Pototan

Panay 島にある Dingle-Pototan は、行政上 Dingle と Pototan の 2 地区に分かれそれぞれに市役所があるが、WD としては 1 つの区域となっている。両市とも主要産業は農業で主に稲作、とうもろこし、砂糖きびが収穫物である。また、この地域には Iloilo 州に電力を供給している Iloilo 電力会社の発電所がある。他の商工業では米やとうもろこしの脱穀工場や竹細工、陶器、鞆などを製作している手工業がある。近隣にある主要都市は Iloilo 州の州都である Iloilo で、南へ 40km の距離にある。

### (7) Abuyog

Abuyog は Leyte 島にあり、Manila から Mindanao 島へ向う輸送の通過地点に位置する。主要産業は農業で、コプラ(乾燥ココナッツ)と米の生産が主要作物である。他には漁業や小規模雑貨商である。旧跡のある観光ビーチに近い Leyte 州の州都である Tacloban から南へ 65km の距離にある。

### (8) Midsayap

Mindanao 島にある Midsayap WD は、隣接する町 Libungan の西地区も給水区域として管理運営している。主要産業は農業で、全面積の 37%が農場であり、主要収穫作物は米である。他の商工業は農業関連のものが多く、脱穀工場や農機具の修理工場がある。また、イスラム教徒も居住しており、マット、帽子、籠製作の手工業に従事している。近隣にある主要都市は Cotabato で西へ 45km の距離に

ある。

### (9)Kabacan

KabacanはMindanao島にあり、約10,000人の学生を有するMindanao大学のキャンパスを有する。その生徒の90%が寄宿舎生活をしており、大学の存在によって給水量は季節的に変動する。主要産業は主に米ととうもろこしを生産する農業である。他には脱穀やパン、家具製造などがあるが、何れも小規模である。また、KabacanはDavaoからCotabatoに向かう街道沿いにあり、近隣の主要都市はNorth Cotabato州の州都であるKidapawanで東へ40kmの距離にある。

## 2-2-2 対象地域の自然条件

### (1) 気候

比国は熱帯性モンスーン気候に属し、降水の季節変化のパターンにより以下の気候区に4区分される。このため、比国の全土に分散する9WDにおいては、時期と位置によって降水パターンは全く異なることがあり、施工計画の日程については計画対象地区と気候区の関係に十分配慮する必要がある（「図2-3 フィリピン国の気候区分と調査対象地域周辺の降水量および気温」を参照）。

#### 1) TYPE-I (冬期乾燥夏秋雨期): 計画対象2WD (1.Bimmaley、2.Lingayen)

雨期と乾期が明瞭で、5～10月にかけての雨期と11～4月にかけての乾期に区別される。雨期の雨量は、年間降水量の大半となる2,000mm程度であり、年平均気温は27～28度である。比国の西岸に見られる気候で、稲作に適した降水が得られる。

#### 2) TYPE-II (無乾燥期冬雨期): 計画対象1WD (8.Abuyog)

年中通しての降水がある。1～2月にモンスーンの影響を受けた最大の降雨があり、また東海岸が乾期となる5～10月には熱帯低気圧による降雨がある。比国全土で最も年間降水量の多い地帯であり、年間降水量が3,000mmを超える地域もある。年平均気温は27～28度である。

#### 3) TYPE-III (短期乾燥多雨雨期): 計画対象6WD (3.Pagsanjan、4.Panitan、5.Pontevedra、6.Dingle-Pototan、8.Midsayap、9.Kabacan)

雨期と乾期が明瞭でなく毎月平均した降水を持ち、年間降水量は2,000mm程度である。11～4月は比較的乾燥しており、西海岸のTYPE-Iに近い気候区である。年平均気温は27～28度である。

#### 4)TYPE-IV (無乾燥期無多雨期): この気候区に属する計画対象WDはない。

毎月平均した雨水を持ち乾期がなく、年間降水量は2,000mm程度である。東海岸のTYPE-IIに近い気候区である。年平均気温は28度を超える。

- I 冬期乾燥夏秋雨期
- II 無乾燥期冬雨期
- III 短期乾燥多雨雨期
- IV 無乾燥期無多雨期

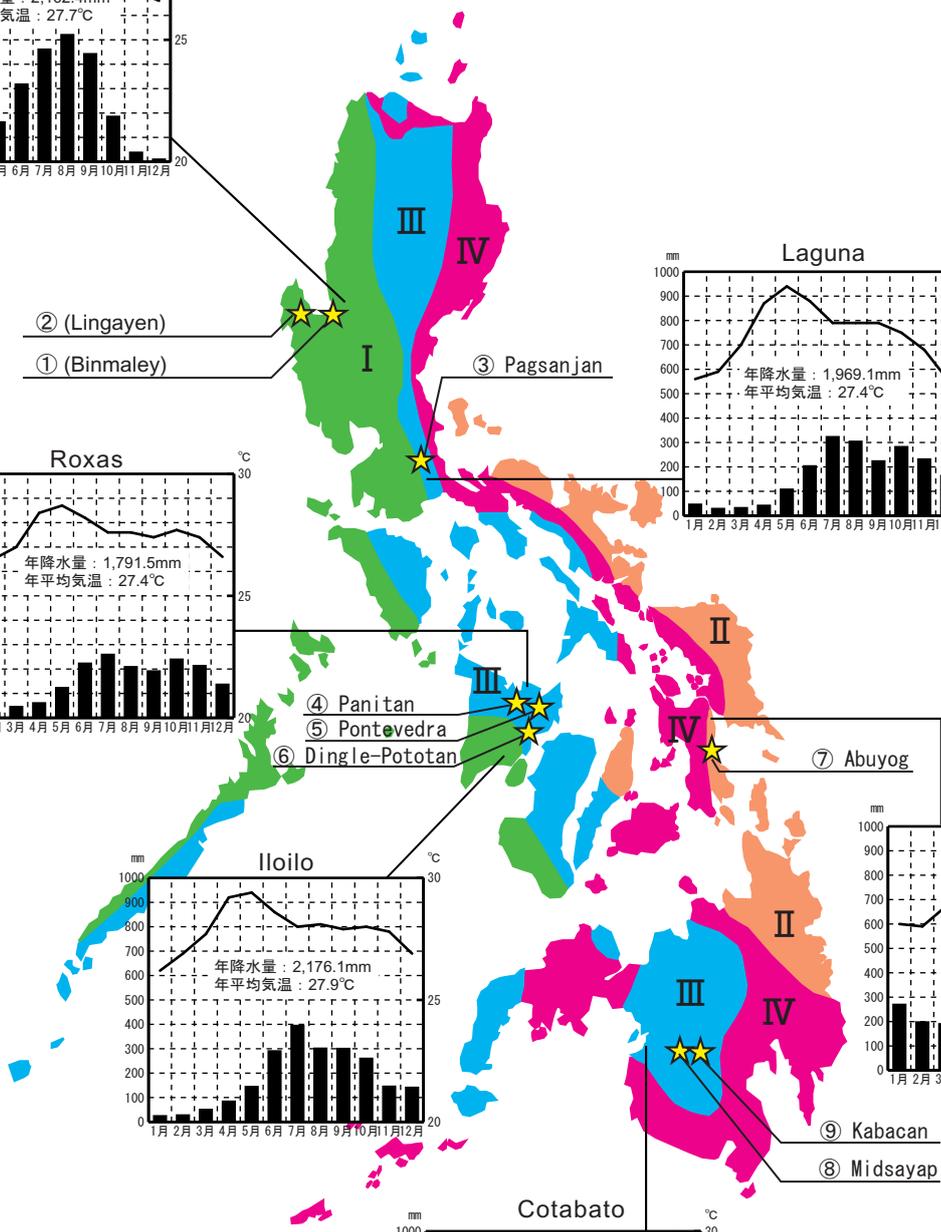
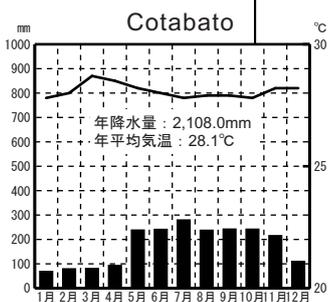
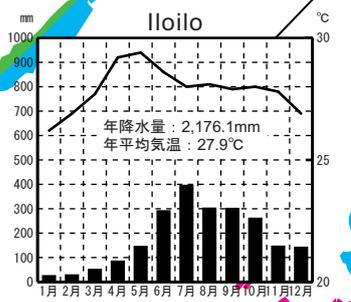
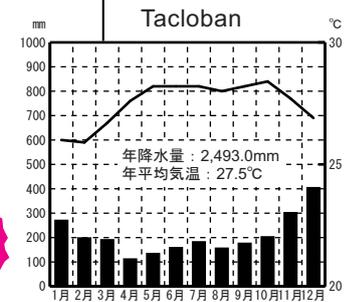
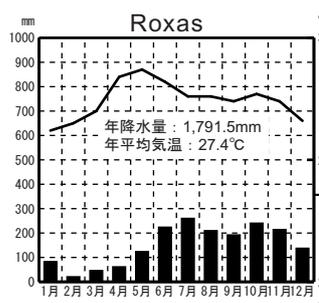
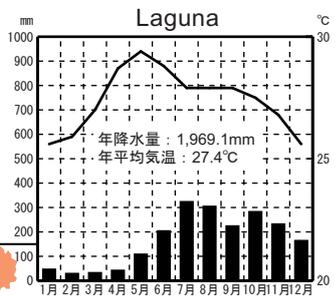
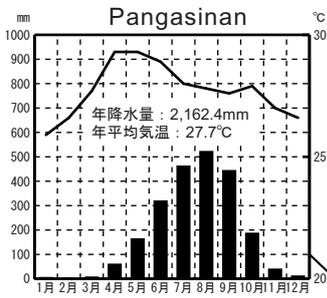
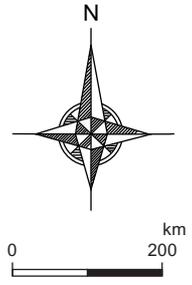


図2-3 フィリピン国の気候区分と調査対象地域周辺の降水量および気温

(2) 地形

比国は 7,100 以上の島から構成される火山列島で、第四紀の活火山が多い。計画対象の 9 地区のほとんどが火山に隣接ないし近い地域に位置しており、火山灰や火山砕屑物の影響を受けている。次表 2-6 は計画対象地域の地形的特徴を分類したものである。

表 2-6 計画対象地域の地形概要

計画対象地区	地形的特徴		標高(m)
1. Bimmaley	Luzon 島	海岸平野(平坦地)	0m-4m
2. Lingayen		海岸平野(平坦地)	0m-5m
3. Pagsanjan		丘陵地域	10m-40m
4. Panitan	Panay 島	河岸段丘(平坦地)	5m-20m
5. Pontevedra		海岸平野(平坦地)	0m-10m
6. Dingle-Pototan		丘陵地域	20m-80m
7. Abuyog	Leyte 島	海岸平野(平坦地)	0m-20m
8. Midsayap	Mindanao 島	丘陵地域	18m-30m
9. Kabacan		河岸段丘(平坦地)	19m-22m

地形的に対象地区は、どの地区も平坦な地形であるが、次の 3 つの地形的特徴に分類される。

- 1) 湾や海岸に面する標高 0m から 10 数 m の平坦な海岸平野  
4 地区(1.Bimmaley, 2.Lingayen、5.Pontevedra、7.Abuyog)
- 2) 河川沿いの平坦な河岸段丘  
2 地区(4. Panitan, 9. Kabacan)
- 3) 起伏に富む丘陵と平坦地の組み合わさった地区  
3 地区(3. Pagsanjan、6. Dingle-Pototan, 8. Midsayap)

計画対象のどの地区においてもアクセス道路はよく整備されており、計画実施上の地形的制約はない(図 2-4 フィリピン国地形概況図を参照)。

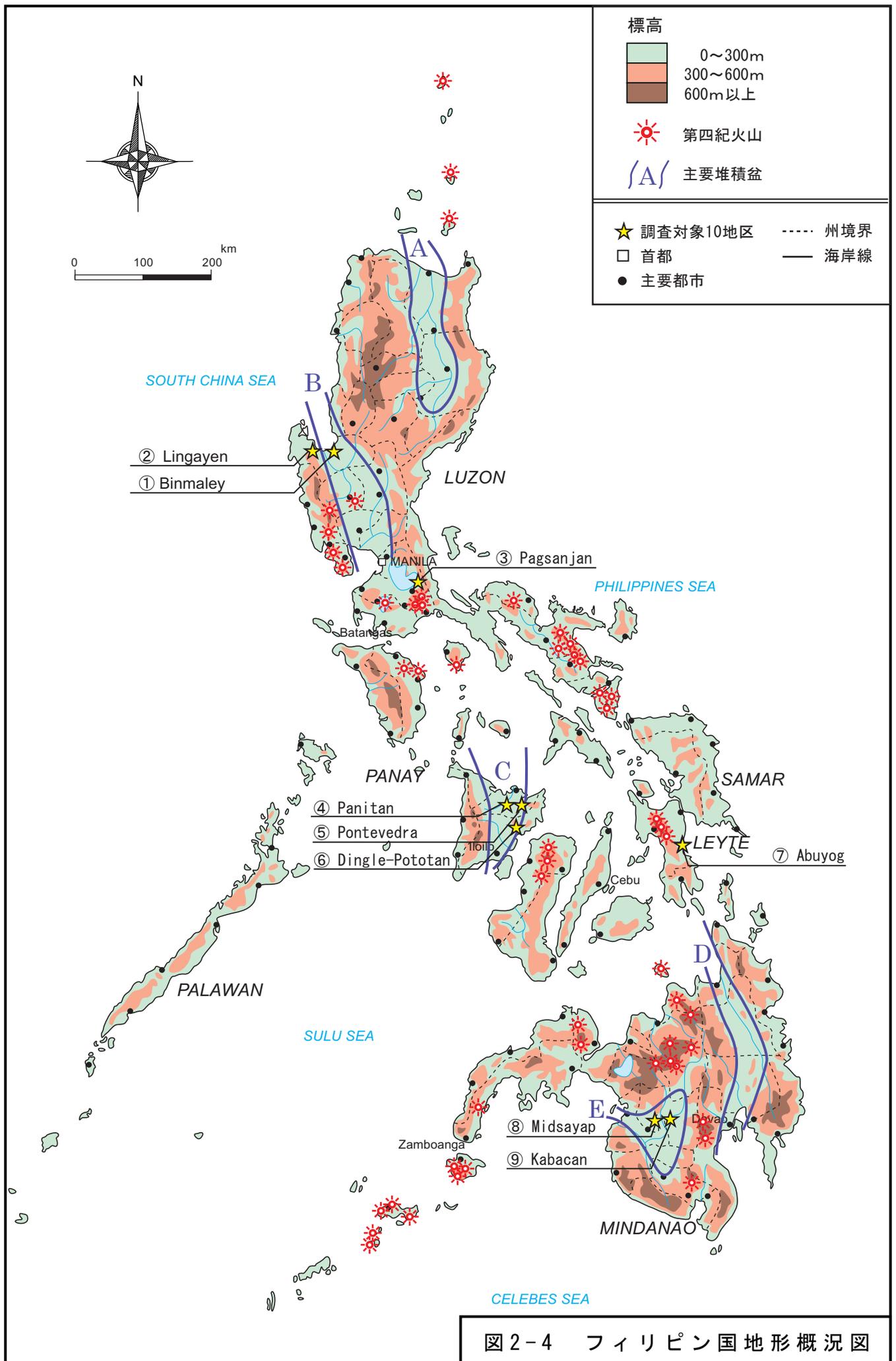


図2-4 フィリピン国地形概況図

### (3) 地質

比国は環太平洋造山帯に位置し、フィリピン海プレート沈み込みにより形成された火山列島である。基盤は年代不詳の変成岩・花崗岩類の基盤岩と白亜紀以降の火山岩、堆積岩、貫入岩によって構成され、幾多の造山運動を経た褶曲や断層により複雑な地質構造となっている。

計画対象地域は、ほとんどが平坦な沖積平野・洪積台地に位置し、火山性の厚い粘土、シルト層と砂質層が存在しており、地下水はこれらの砂質堆積物中に賦存している。

### (4) 水理地質

水理地質的にみた計画対象 **WD** の地下水は、すべて第四紀の新しい堆積物に発達するもので、以下のように要約することができる。

各 **WD** は海岸平野、河岸段丘そしてなだらかな丘陵地に位置し、砂礫とシルト、粘土、火山灰からなる未固結の堆積物が数百メートル以上の厚さで堆積している。地下水は、1)自由地下水、半被圧地下水、2)被圧地下水として存在し、どの計画対象地域も地下水賦存量は豊富である(図 2-5 フィリピン国水理地質・地下水賦存図を参照)。既存井と電気探査資料に基づき、各プロジェクトサイトの地下水賦存状況を図 2-6 から図 2-10 に示す。

#### 1)自由地下水、半被圧地下水

現在、住民が独自に浅井戸を建設し、主に生活用水として利用するのはこれらの地下水である。井戸深度は 5～10 数mで、手押しポンプで取水しているため 1 井当たりの揚水量は少ない。水質的に自由・半被圧地下水は、被圧地下水に比べて鉄・マンガン水質問題は少ない。しかし、リン、アンモニアなどを含む地表からの有機的な汚染の進行により、保健・衛生面での問題を有しやすいことから、**WD** の実施する給水の利用が推奨される。主として地下水を生活用水として利用している家庭でも、飲料水は容器詰めにされたミネラルウォーター類を購入するか、浅井戸よりの水を煮沸して利用している。

#### 2)被圧地下水

被圧地下水は、海岸平野・河岸段丘・丘陵地において深井戸(井戸深度 30m以上)により取水される。本計画対象地域では砂礫層、砂岩層が帯水層を構成する。水量が豊富で海岸平野に位置する計画対象地域では、被圧地下水盆が形成されており、自噴井もみられる。計画対象 **WD** の水源はこれら被圧地下水であり、井戸深度は 30～150m、静水位は数 m～10 数 m、揚水量は 100～1000 m<sup>3</sup>/日以上で、地下水賦存量は大きいものの、水質の問題が指摘されている。

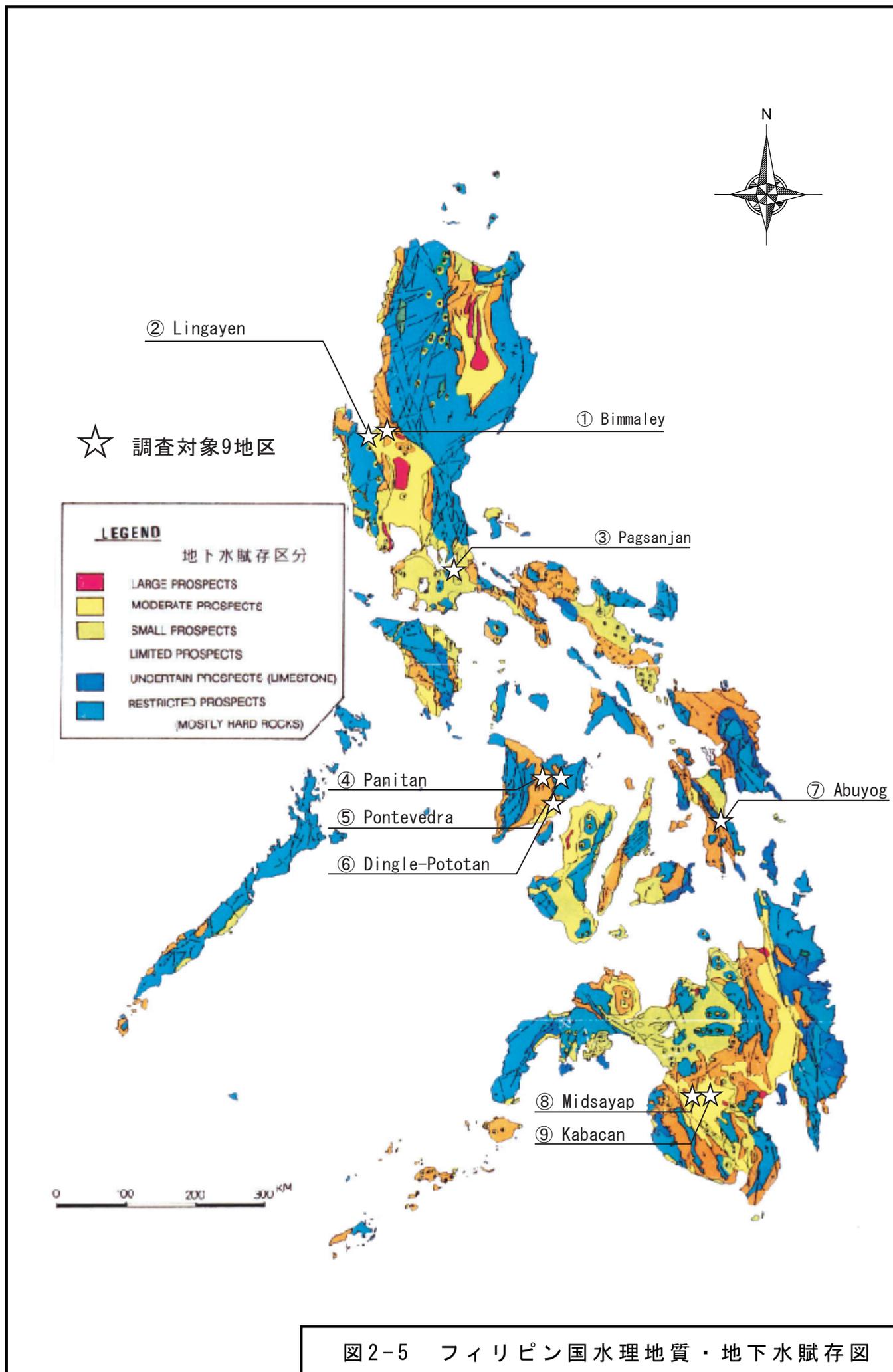
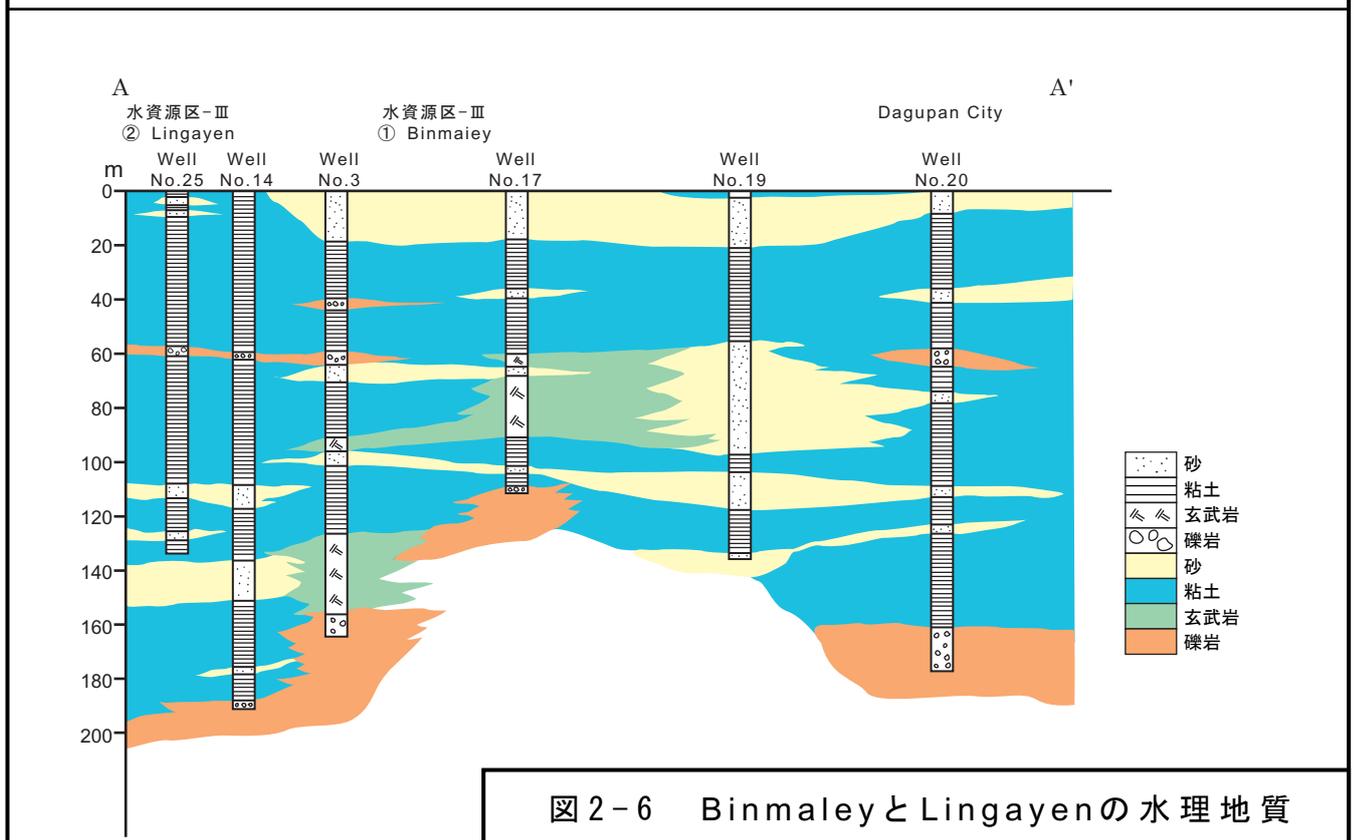
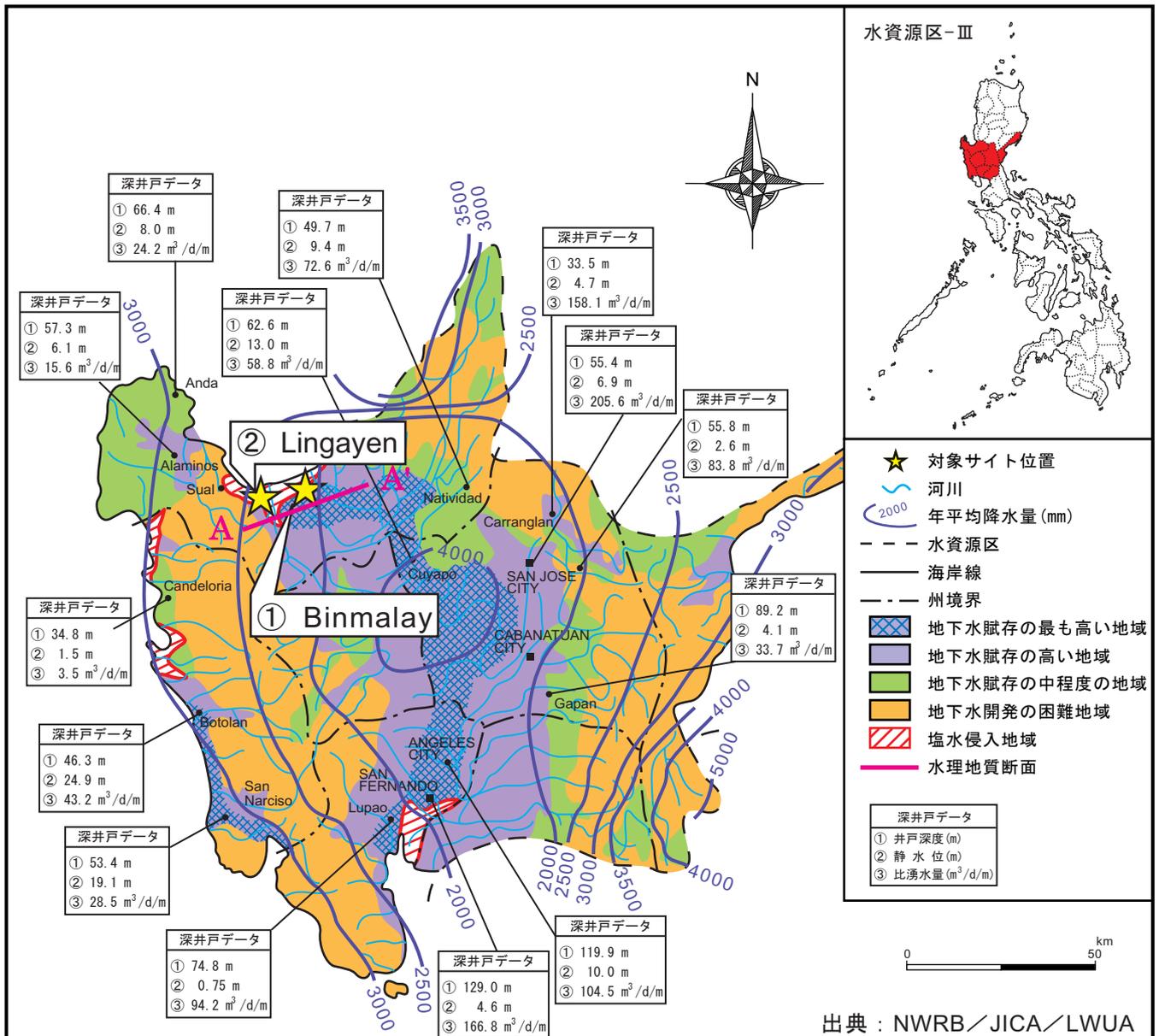
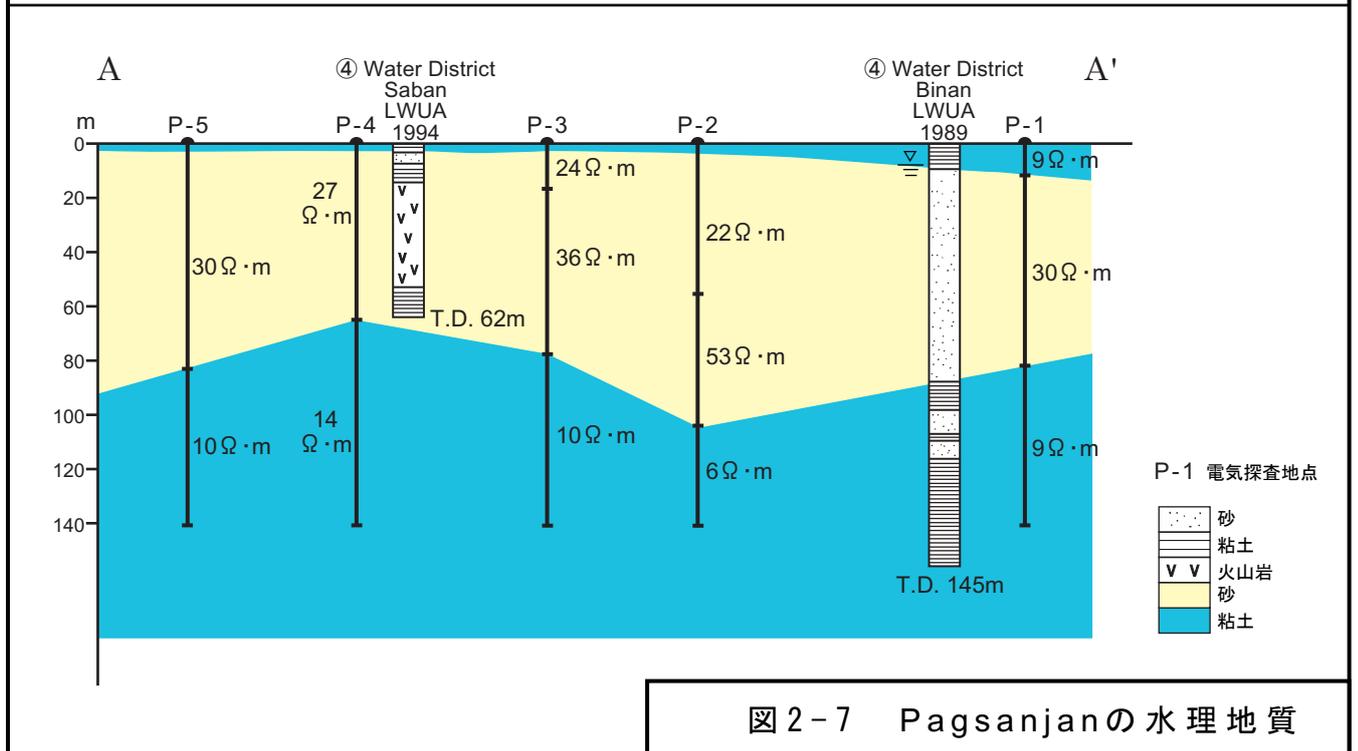
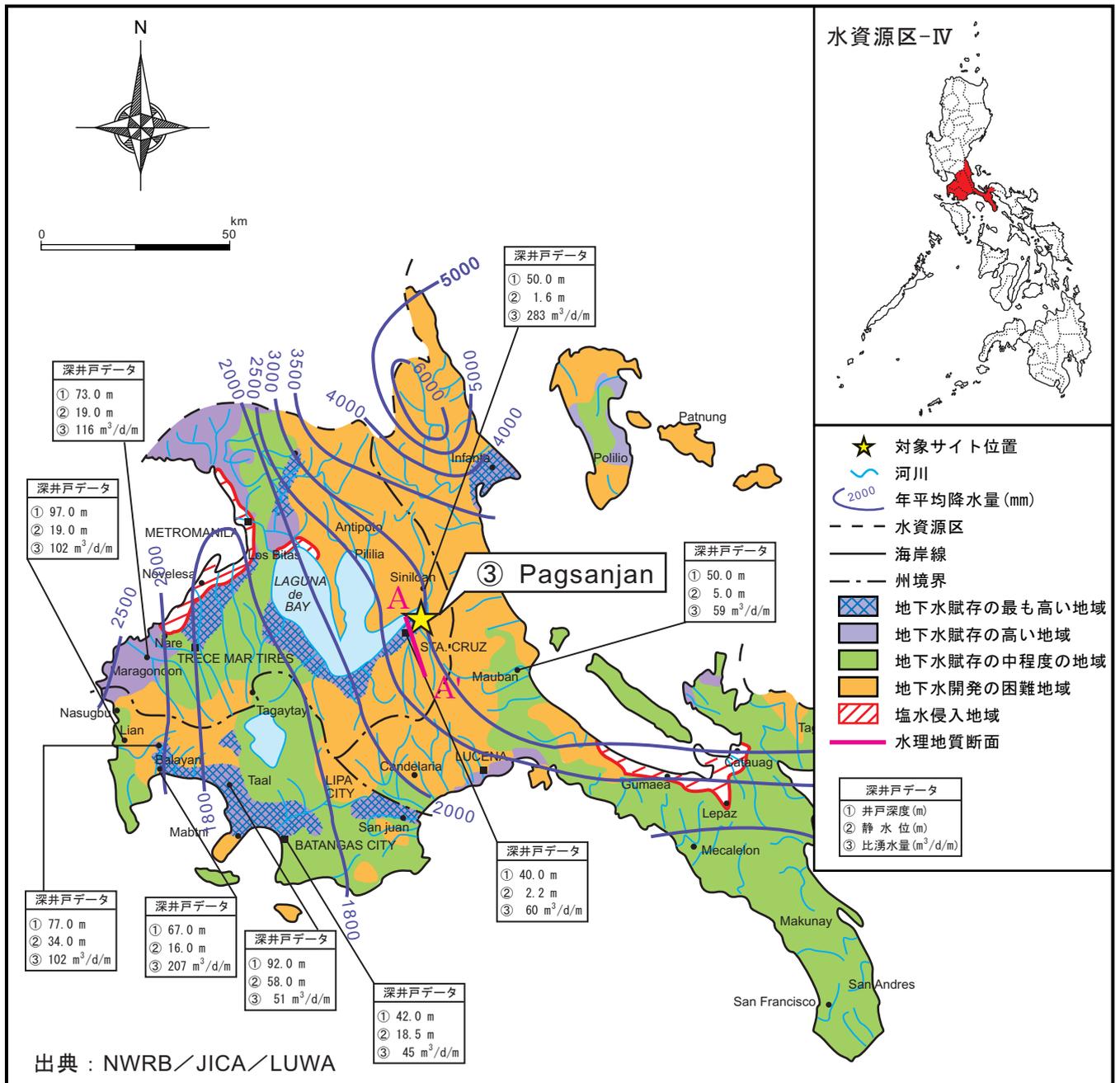


図2-5 フィリピン国水理地質・地下水賦存図





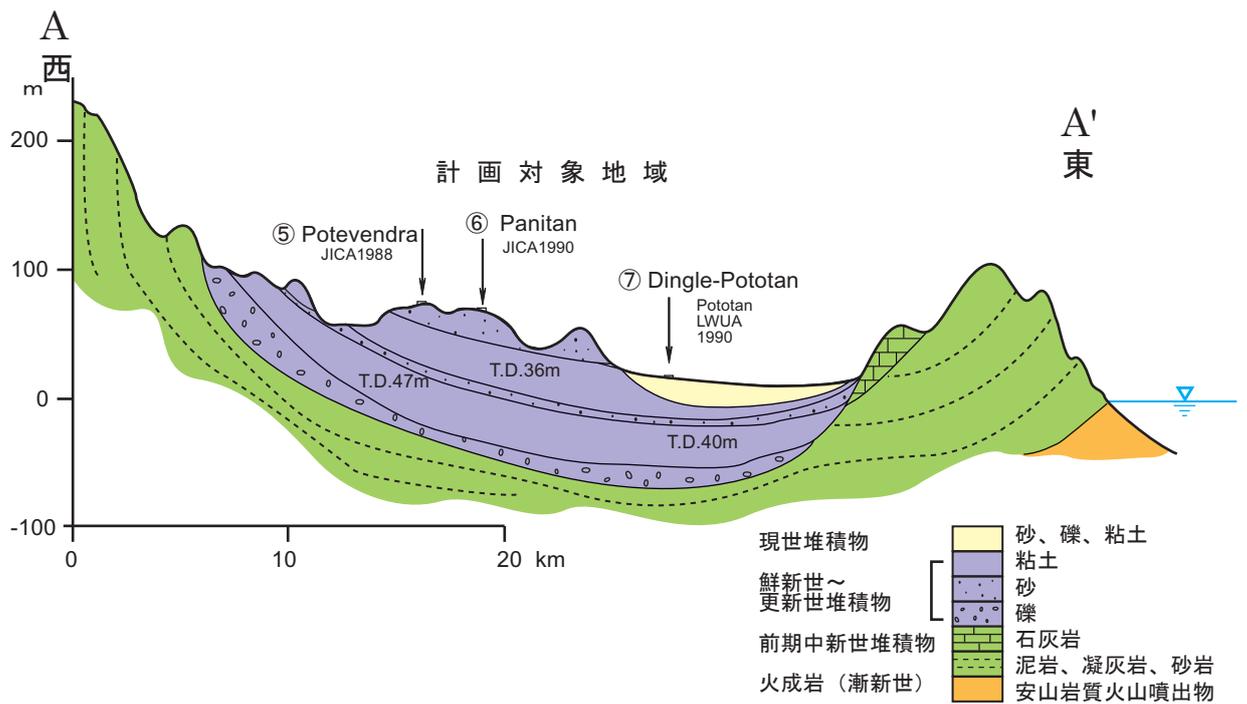
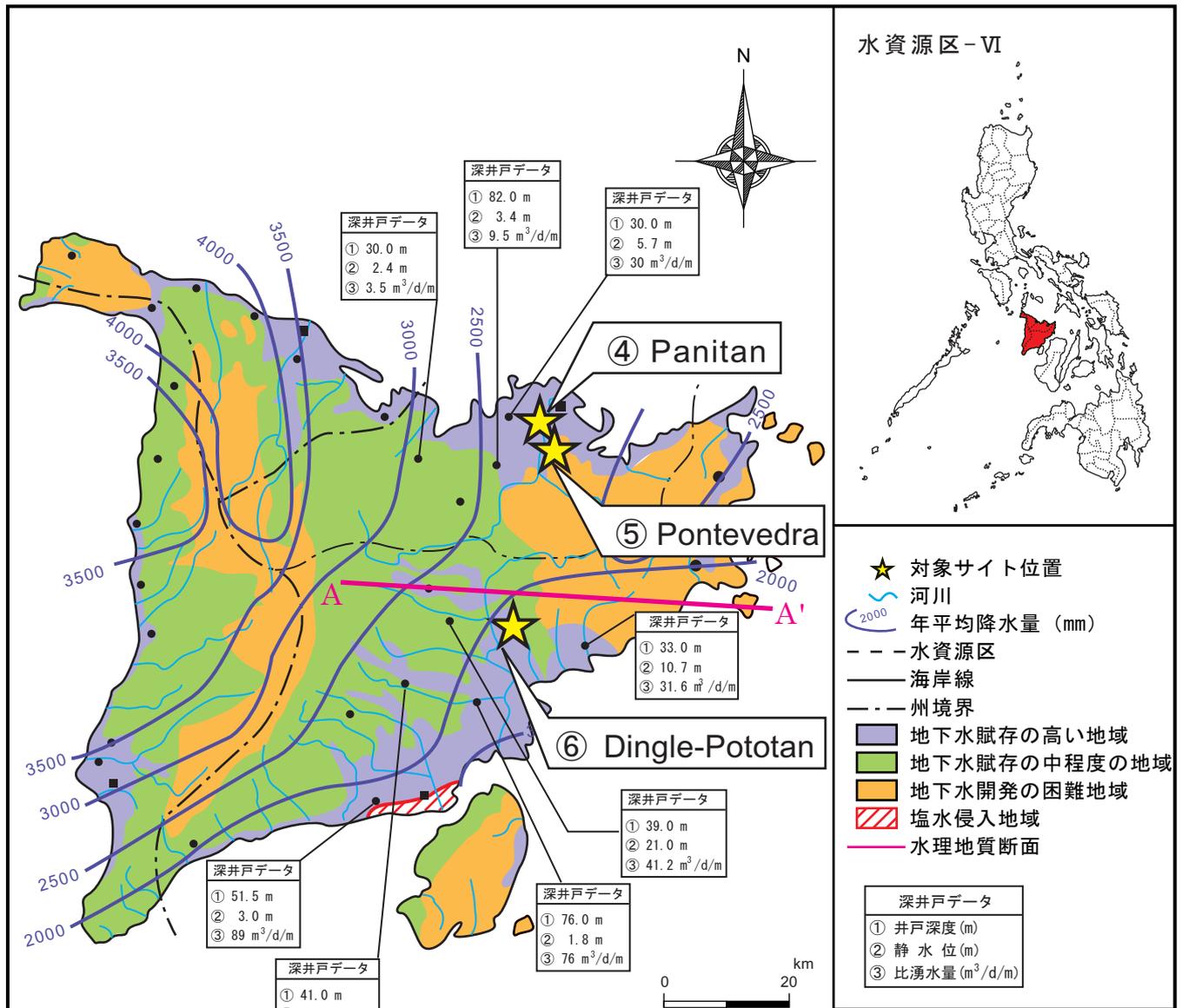
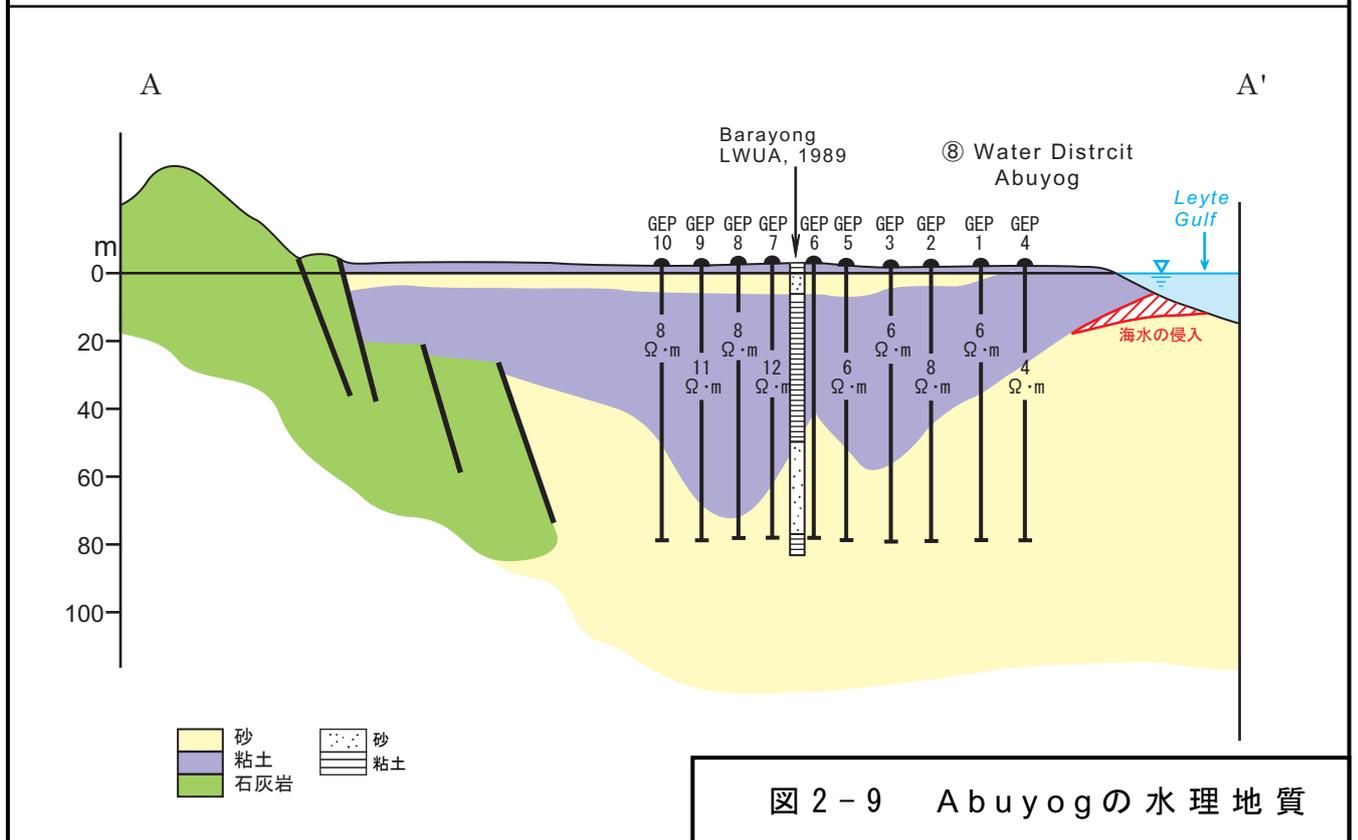
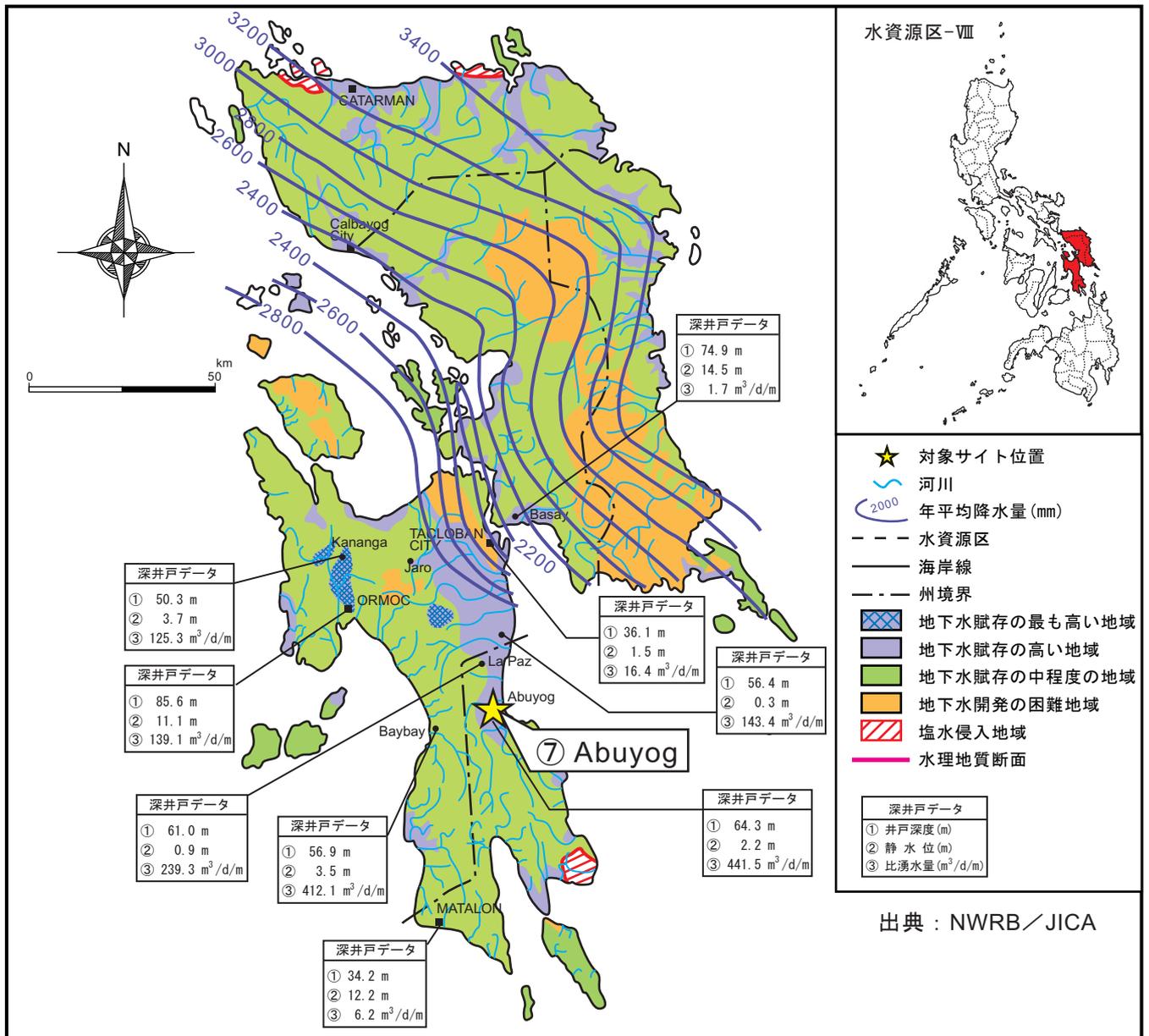
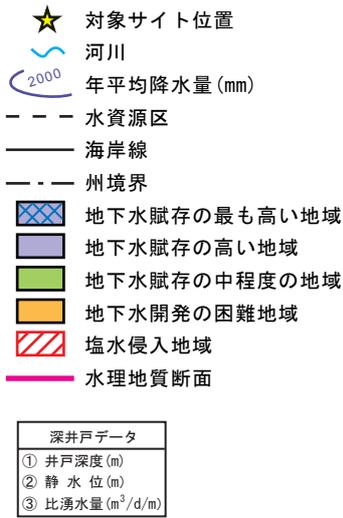
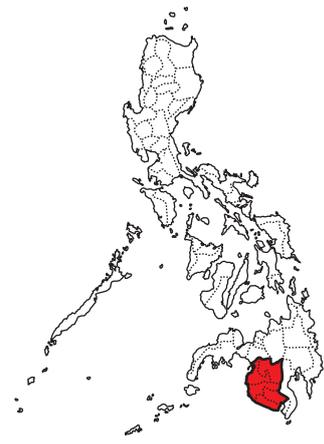


図 2-8 PanitanとPontevedra、Dingle-Pototanの水理地質



水資源区-XII



出典：NWRB/JICA/LUWA

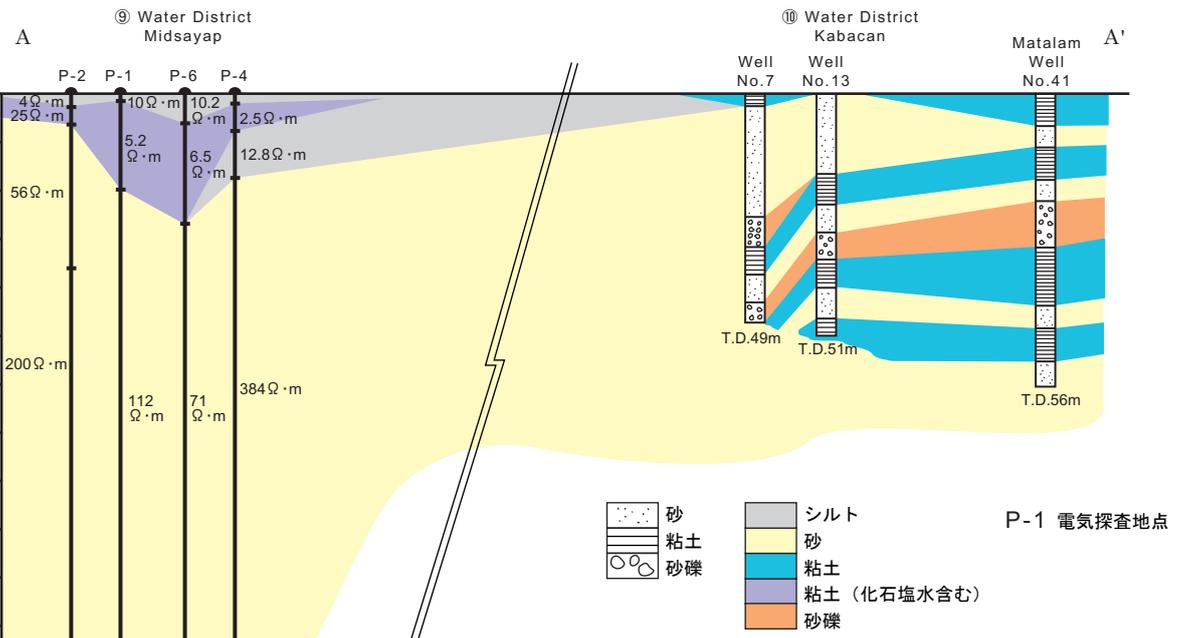
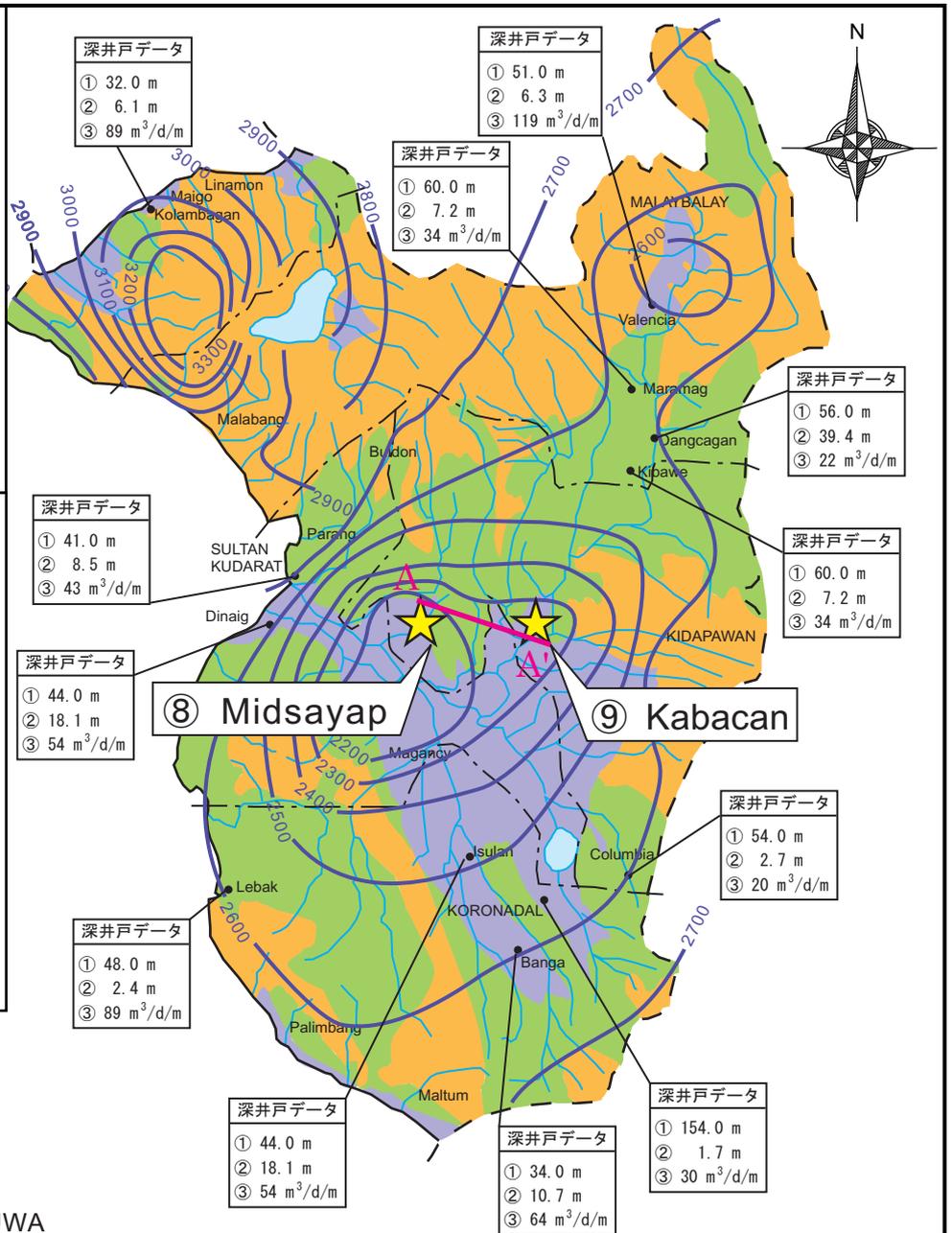


図2-10 MidsayapとKabacanの水理地質

## 各 WD の現状全体図

Bimmaley Caloocan

Bimmaley Fabia

Lingayen

Pagsanjan

Panitan

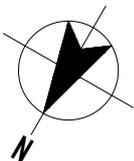
Pontevedra

Dingle-Pototan

Abuyog

Midsayap

Kabacan



Name	Caloocan
Source	Well (running)

Name	Gayaman South
Source	Well (running)

Name	Gayaman
Source	Well (running)

Name	Calit
Source	Well (running)

Name	Naguilayan
Source	Well (running)

Name	Camaley
Source	Well (running)

Name	Amancoro
Source	Well (running)

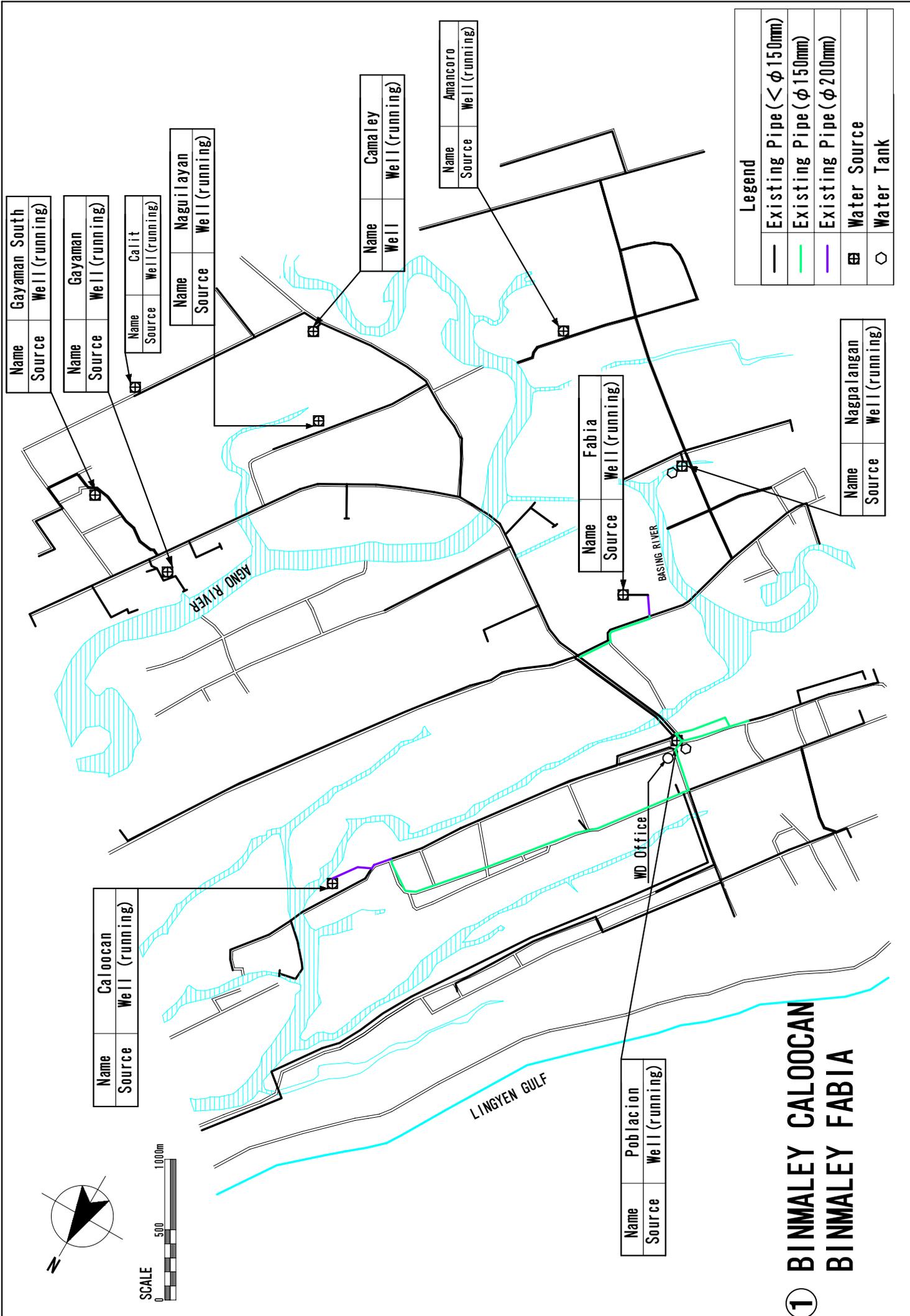
Name	Fabia
Source	Well (running)

Name	Nagpalangan
Source	Well (running)

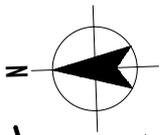
Name	Poblacion
Source	Well (running)

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 200mm)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank

# 1 BINMALEY CALOOCAN BINMALEY FABIA



# ② LINGAYEN



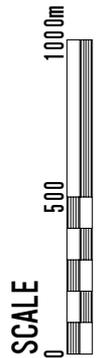
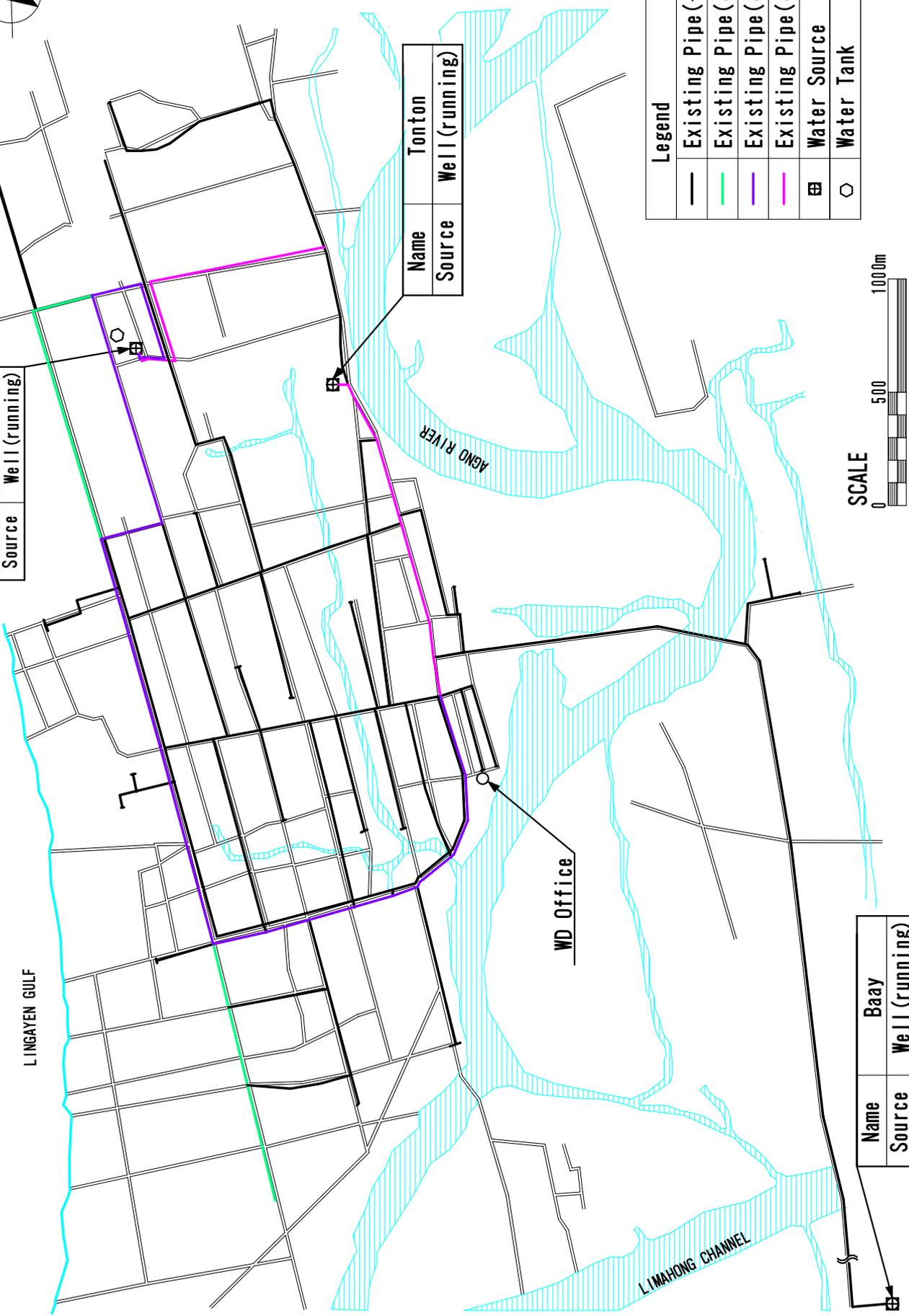
Name	Libsong 2
Source	Well (abandon)

Name	Libsong
Source	Well (running)

Name	Tonton
Source	Well (running)

Name	Baay
Source	Well (running)

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 200\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 250\text{mm}</math>)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank



### ③ PAGSANJAN

Name	Binan
Source	Well (abandon)

Name	Mabini
Source	Well (abandon)

Name	Rizal
Source	Well (running)

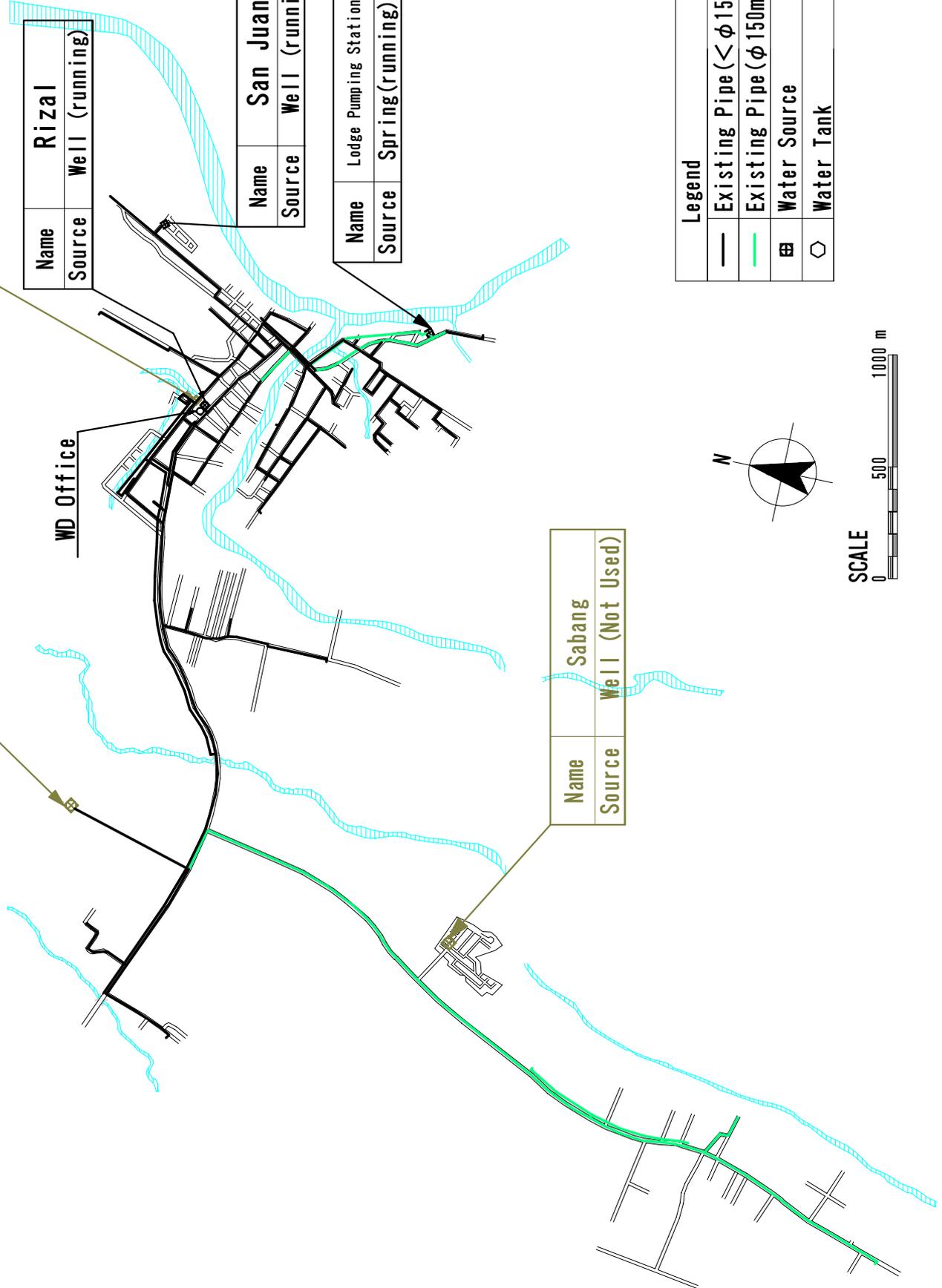
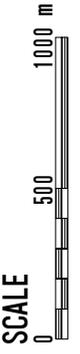
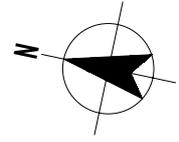
Name	San Juan
Source	Well (running)

Name	Lodge Pumping Station
Source	Spring (running)

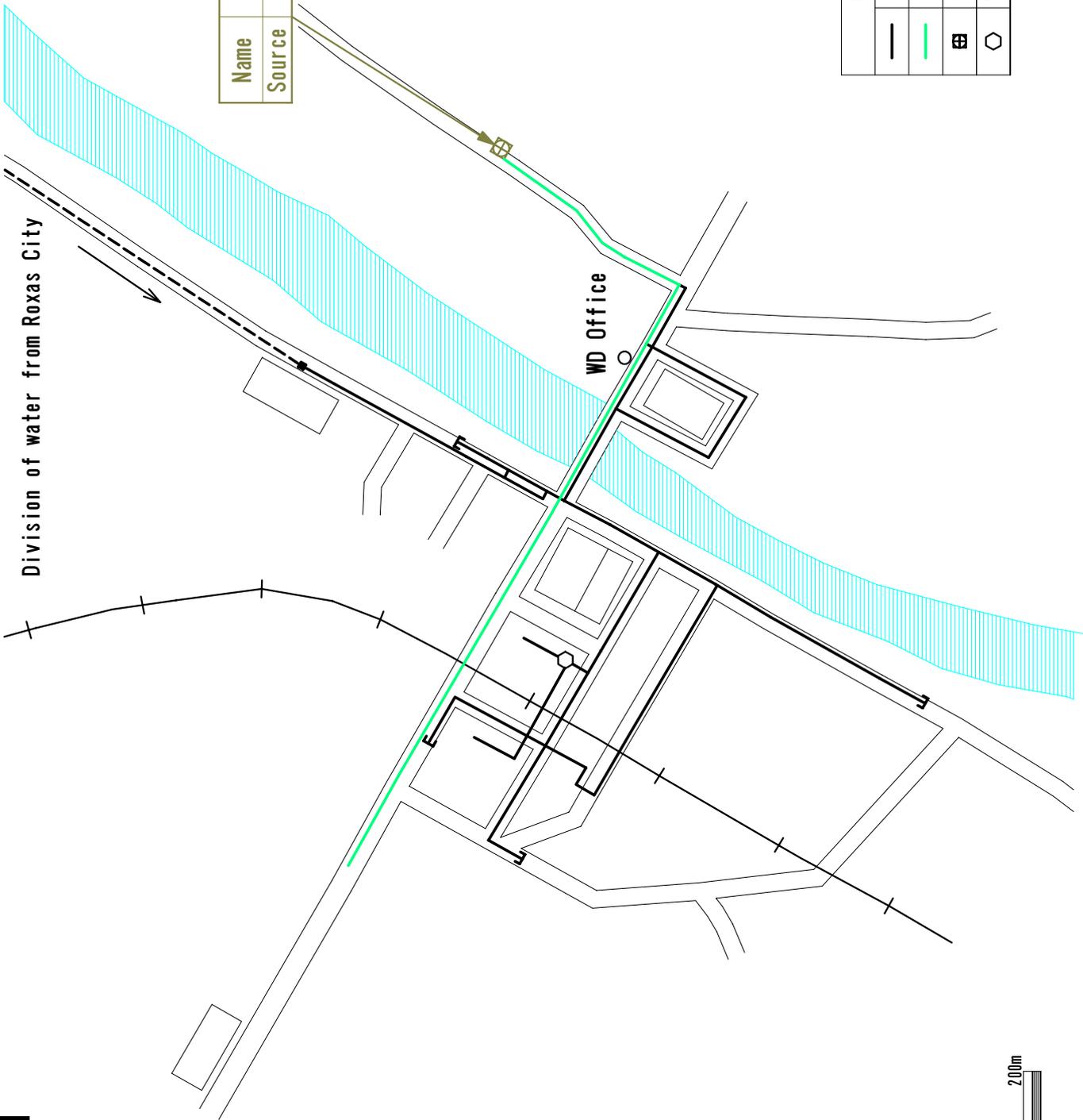
Name	Sabang
Source	Well (Not Used)

WD Office

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank

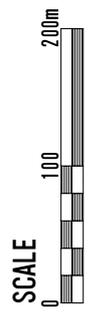
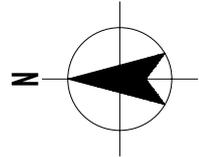


# ④ PANITAN



Name	Phase II
Source	Well (Not Used)

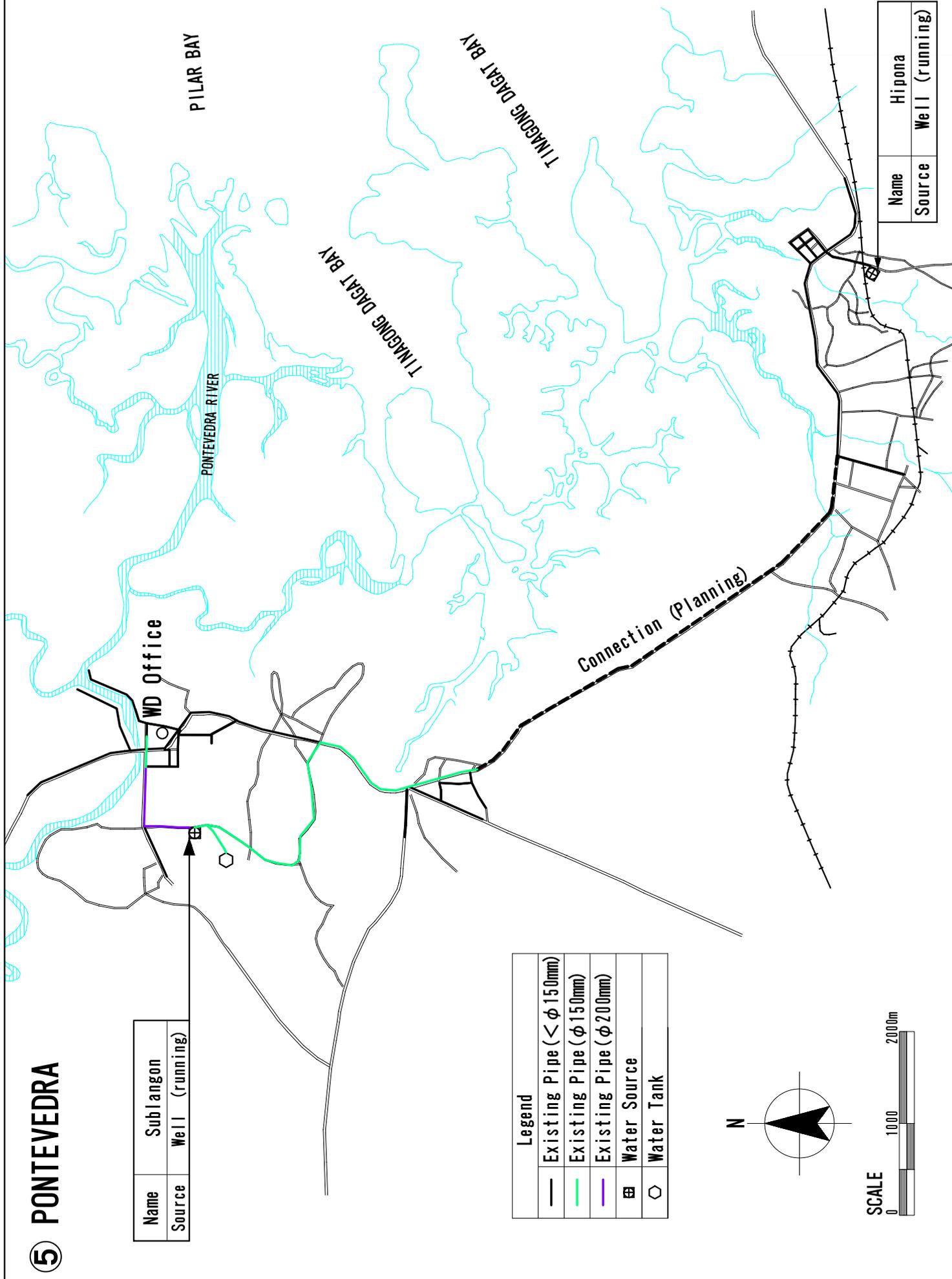
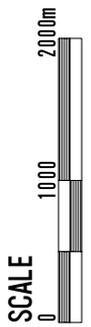
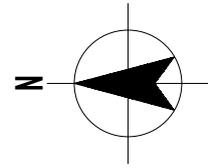
Legend	
—	Existing Pipe (< φ 150mm)
—	Existing Pipe (φ 150mm)
▨	Water Source
○	Water Tank



# ⑤ PONTEVEDRA

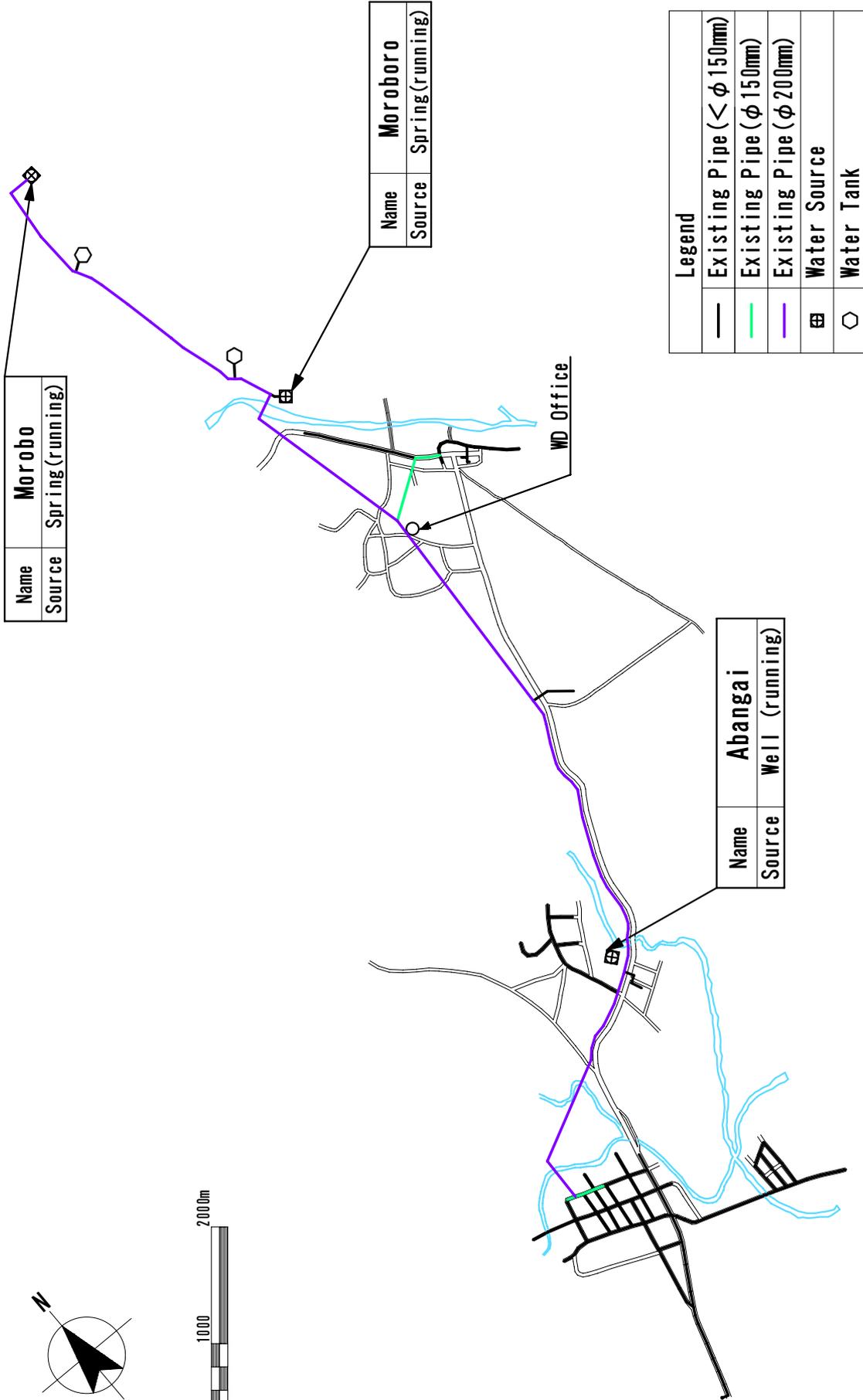
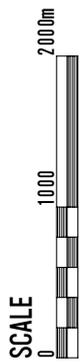
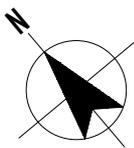
Name	Sublangon
Source	Well (running)

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 200mm)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank



Name	Hipona
Source	Well (running)

# ⑥ DINGLE-POTOTAN



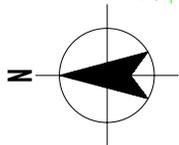
Name	Morobo
Source	Spring (running)

Name	Moroboro
Source	Spring (running)

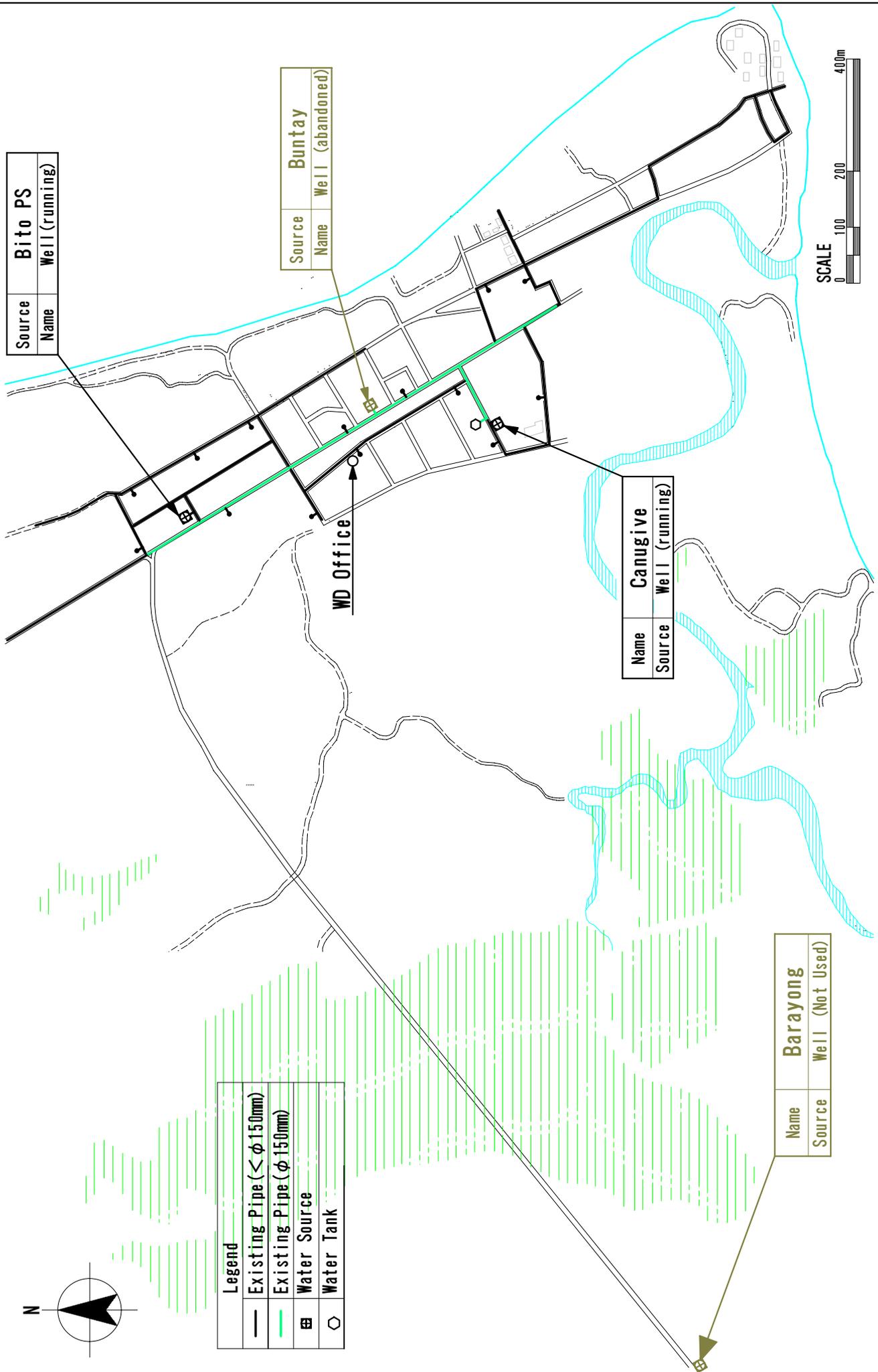
Name	Abangai
Source	Well (running)

Legend	
—	Existing Pipe (< φ 150mm)
—	Existing Pipe (φ 150mm)
—	Existing Pipe (φ 200mm)
⊞	Water Source
⬡	Water Tank

# 7 ABUYOG



Legend	
	Existing Pipe ( $< \phi 150\text{mm}$ )
	Existing Pipe ( $\phi 150\text{mm}$ )
	Water Source
	Water Tank

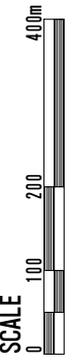


Source Name	Bito PS
Well (running)	

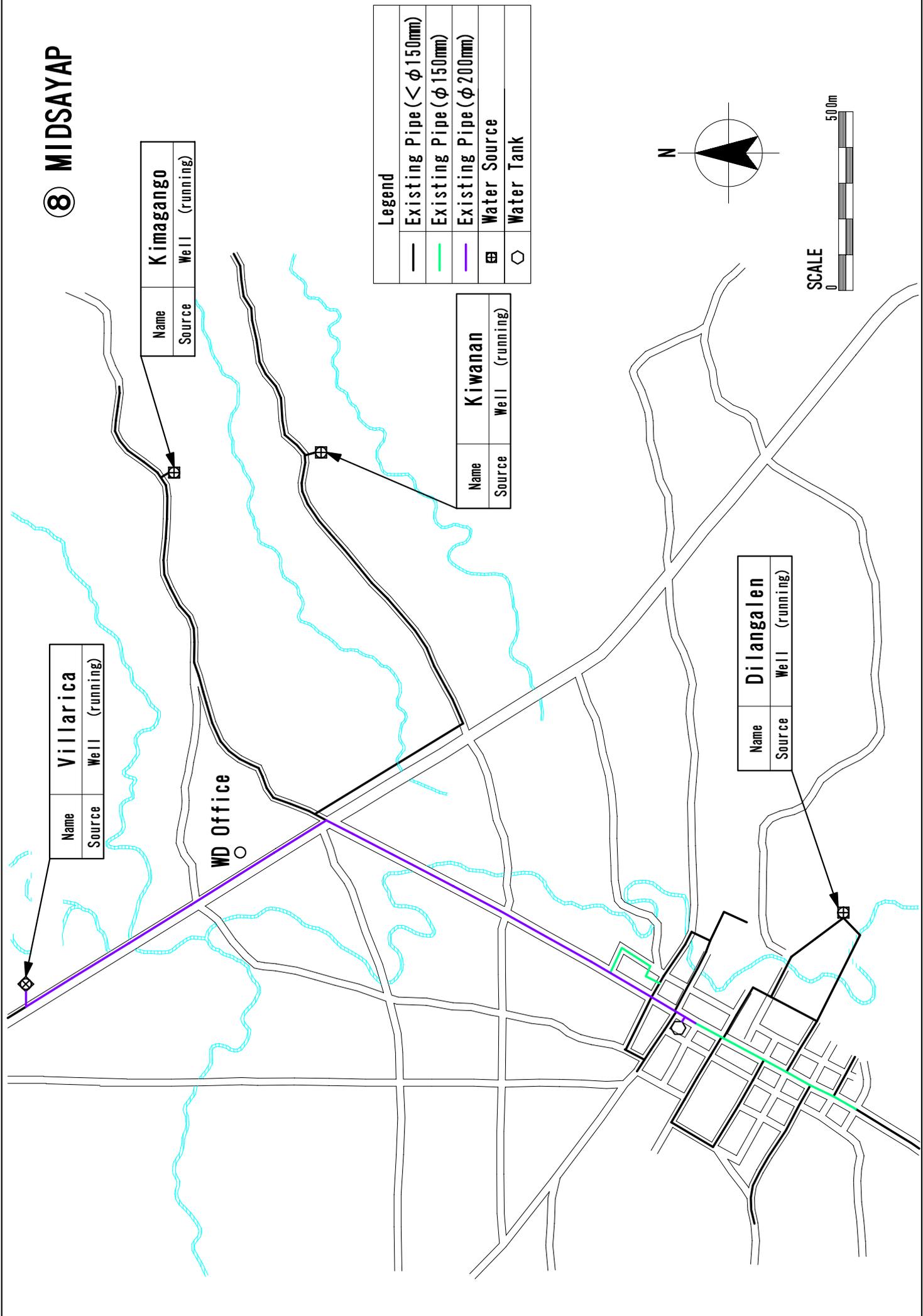
Source Name	Buntay Well (abandoned)

Name Source	Canugive Well (running)

Name Source	Barayong Well (Not Used)



# ⑧ MIDSAYAP



Name	Villarica
Source	Well (running)

Name	Kimagango
Source	Well (running)

Name	Kiwanan
Source	Well (running)

Name	Dilangalen
Source	Well (running)

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 200\text{mm}</math>)
⊞	Water Source
○	Water Tank

WD Office  
○

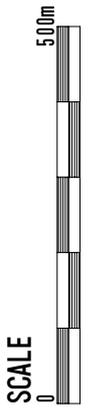
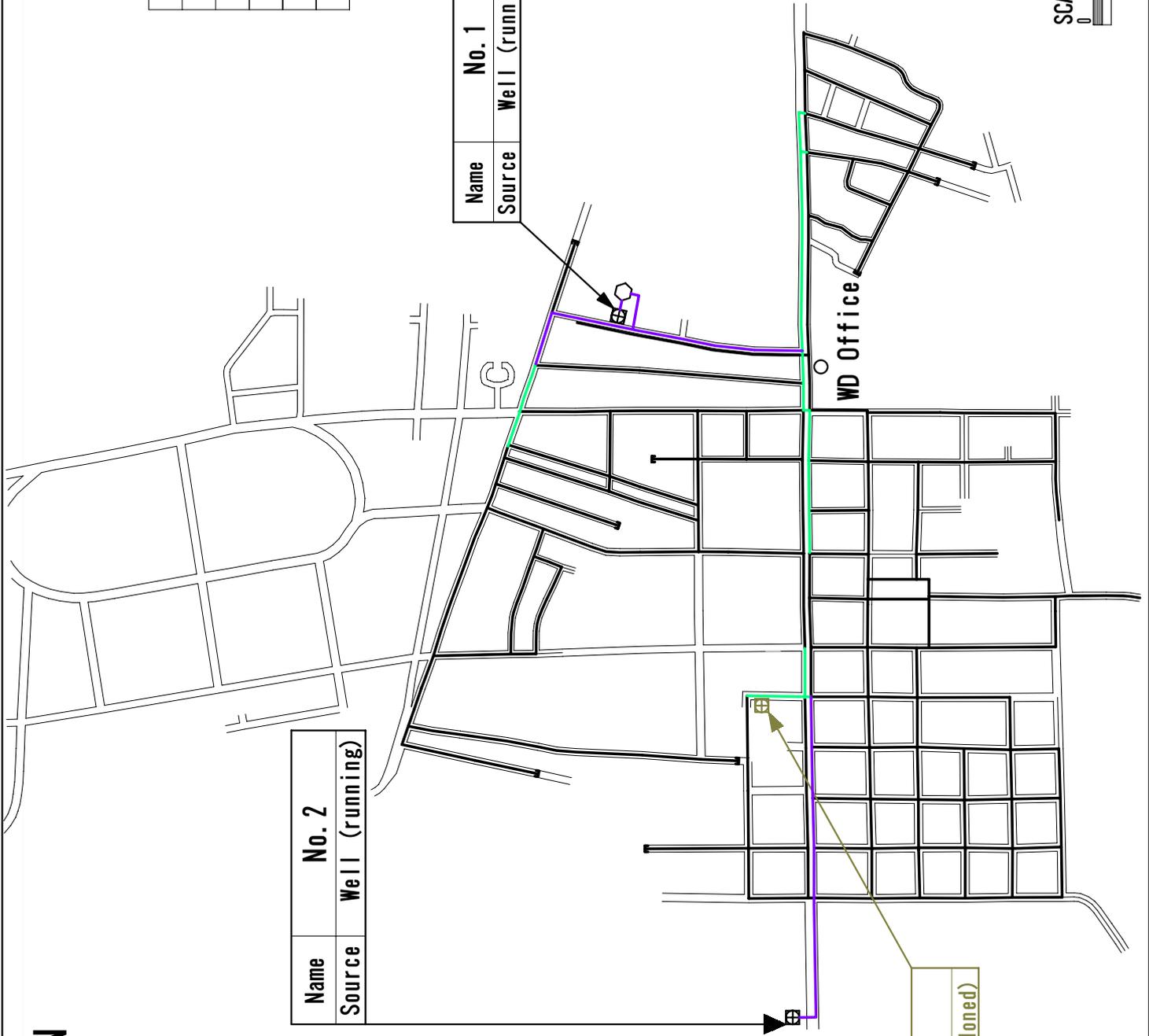
# 9 KABACAN

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 200\text{mm}</math>)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank

Name	No. 2
Source	Well (running)

Name	No. 1
Source	Well (running)

Name	No. 3
Source	Well (abandoned)



## 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

比国政府は、2000年を目標として進めてきた「給水・下水・衛生マスタープラン(1988-2000年)」を事実上修正する形で1999年12月に「中期開発5ヵ年計画(1999-2004年)」を策定し、その中で水セクターに関する目標を掲げている。すなわち、国民の基礎生活分野における重要課題の一つとして水道の普及率の向上をとり上げ、最短期間で大多数の家庭への安全な水供給を進めるため、水道事業体に対して分権化された効率の良い自律的な運営を求め、このための政策を推進している。

しかし、比国の地質に起因して、水源である地下水の水質に著しい問題を抱える地域があり、これらの地域では水質問題に起因する管路内スケール除去作業時の水量損失、それに伴う各戸水栓よりの赤水事故、断水等の給水サービスの低下や電力料金・給与の上昇に基づく妥当な水価設定への市民の不満、住民の水道ばなれ、そして普及率等の伸び悩みなどによる水道事業体の運営状況悪化等の問題を抱えているのが実情である。

本計画は、実施機関であるLWUA傘下で水質が著しく悪い9ヶ所のWDを対象として、浄水施設を建設することにより水質改善を行なうことを目的としている。本計画の実施により、比国水質基準を満たす水を供給することができるとともに、給水量および普及率が向上し、WDの運営状態が向上する事が期待される。

また、同時に、全国において地下水に同様の水質問題を持つ他のWDの問題解決を可能とする技術移転による波及効果が期待される。なお、計画対象WDは9ヶ所であるが、その中で対象水源井が2井あるWDが1ヶ所あるため設置される浄水施設の数は10サイトである。

### 3-2 協力対象事業の基本方針

#### 3-2-1 設計方針

##### 3-2-1-1 基本方針

本計画対象の9WDは、LWUA支援のもとに、計画年次を2010年とするF/Sまたはそれに準ずる技術調査を実施した。その計画に従い井戸掘さくや管路の延長等の事業を行ってきたが、財務上の理由で水質の改善が行えないほか、良質な新規水源の開発が進まず、せっかく掘った深井戸についても水質が不良なため放棄することも頻繁であり、比国水質基準値を満たす上水を給水することが困難となっている。

水源井を複数有するWDの中には対象井以外から良質な地下水を得られるところもあるが、個々の産出量が少なく、現在の水需要を満たすことができない状況にある。したがって、現状は、水質の悪い水源井からの水を供給せざるを得ない状況にあり、良質な水質を有する水源井が新規に開発されるか、本計画により水質問題を有する既存の水源井において水質改善が図られない限り良質な水の供給増大は見込めない。以

上より、新たな代替水源の確保が困難な状況下では、各 WD の主要水源である本計画の対象井の地下水が水質改善され、供給される意義は極めて大きい。

なお、本計画実施後において、対象水源井からの地下水が比国水質基準を満たした良質な上水として供給の増大が図られ、これに加えて同基準を満たしている既存水源から、供給可能水量を考慮しても、必ずしも 9WD すべてにおいて F/S 等で計画されている 2010 年の水需要を、満たすことはできないが、現況の劣悪な水質による給水の結果もたらされている多くの問題を、水質改善によって早期に解決することを優先する必要がある。

以上を踏まえた本計画における基本方針は以下のとおりである。

- ① 既存井の地下水を対象とする(新規の地下水開発は行なわない)。
- ② 水質改善の対象は、鉄、マンガン、アンモニア、色、異臭味とする。目標とする水質基準は、原則として比国水質基準とする。浄水方法は以下の通り。

表 3-1 水質改善項目の処理方法

水質改善項目	目標値	処理方法
鉄	<0.3mg/L	エアレーションによる酸化後、析出した水酸化鉄を凝集沈殿処理もしくは急速ろ過で除去する。
マンガン	<0.05mg/L	ろ過材として適用するマンガン砂に適量の塩素剤を添加しながら接触させる接触ろ過で除去する。
アンモニア	N.D.*	含有量を考慮しながら不連続点塩素処理で除去する。
色度	<5 度	フミン系有機物からなる色度は酸による前処理後の凝集沈殿処理で、水酸化鉄に起因する色度は鉄処理により除去する。
異臭味	異常なし	硫化水素臭はエアレーションによる除去を、金気臭は鉄処理により除去する。

\* N.D.: 検出せずを意味し、調達される分析機材(定量下限値 0.02~0.1mg/l)において検出されないレベルとする。

- ③ 計画対象 WD は、検証の結果、比国側により選定された 9WD とする。
- ④ 計画年は比国側により実施された F/S に基づき、2010 年とし、計画給水量を決定する。なお、計画給水量の決定に当たっては、2010 年の需要を超過しない、現在の給水量を下回らない、既存送水施設の容量を越えない、水源井の供給能力を上回らないことを基準とした。
- ⑤ 計画する施設は、地下水の揚水から浄水施設までとし、配水管網については対象としない。

### 3-2-1-2 計画給水量についての方針

#### (1) 計画対象 WD の現状

本計画の対象となる 9WD は、表 3-2 に示す通り 4 島にわたる 5 行政地区 (Region) に係る地方都市の水道区である。現在 LWUA 傘下に、要請当初の処理対象項目とされていた鉄・マンガンが問題となっている WD は 29 ヶ所、その後追加要請された着色・異臭等に問題のある WD が 16 ヶ所ある。本計画ではそれらの中からそれぞれ 7WD と 2WD が LWUA の要請時の選定 4 条件に基づき選ばれている。今回の調査の結果、各サイト共、LWUA の定めた選定条件に適合していることが確認された。

表 3-2 対象 WD の現状一覧 (2001 年)

島名	給水区 LWUA	州	対象 WD	給水人口 (人)	日平均使用水量 (m <sup>3</sup> /日)	給水原単位 (L/人/日)
Luzon	Area 2	Pangasinan	Binmaley	29,904	3,091	103
			Lingayen	18,126	1,811	100
	Area 3	Laguna	Pagsanjan	23,934	2,316	97
Panay	Area 5	Capiz	Panitan	2,740	362	132
			Pontevedra	9,210	820	89
		Iloilo	Dingle-Pototan	16,296	2,078	128
Leyte	Area 6	Leyte	Abuyog	4,746	466	98
Mindanao	Area 8	North Cotabato	Midsayap	11,190	1,495	134
			Kabacan	17,448	2,262	130
合計・平均				133,594	14,702	110

出典: 各 WD 提供の月報 (2001 年 12 月現在)

各 WD の現状をまとめると、次の通りである。

- ① 対象 9WD において、2001 年 12 月現在の給水人口は約 13.4 万人であり、日平均使用水量は 14.7 千 m<sup>3</sup>/日である。これらの給水の多くは、比国水質基準を満たさない水質の悪い水がそのまま供給されている。したがって、水質の良い水を供給するという観点からは実質的な給水原単位は、表中の数値よりもはるかに低いと言える。
- ② いずれの給水区も人口増加に伴う給水需要があるにもかかわらず、古いところでは 1929 年、新しいところでは 1992 年に使用を開始して以来、水質の悪い同じ水源井からの給水に依存した状況が続いている。このため水質に不満をもつ住民の料金不払いが生じるなど、新規の給水区域の拡張や給水契約の増大が困難な状況にあり、各戸給水接続料や水道料金による収入が伸び悩んでいる。また、大口の消費者と位置付けられる水産加工業者が存在し、それらから給水を求められても対応できない WD もある。
- ③ 各 WD の水源における水質は、色及び異臭・味による問題を有する他、程度の差はあるが鉄とマンガン含有している。鉄は給水系端末である給水栓等から酸化された鉄錆として黄褐色ないし赤褐色を呈したい

わゆる“赤水”となって流出し、金気臭を生じる。マンガンは塩素消毒の際、管路内で酸化物として付着し、酸化の進行と共に沈積が顕著となり黒色、褐色等の色状を呈した“黒水”を発生させる。一部の対象地下水は、アンモニアを含有しており、アンモニアによる塩素消費に伴い期待される塩素による消毒や残留効果が得られていない。フミン系有機物に起因する淡黄着色や、還元状態にある地下水の硫化水素臭を帯びた水源も使用されており、鉄・マンガン同様に、これらの異臭味が住民の水道離れを引き起こす要因の一つとなっている。

- ④ さらに、水質に起因して消毒塩素の消費量が増大するとともに、それによる反応で管路内に発生するスライム(管内沈殿物)障害を排除するため、効果は小さいが頻りに管末よりフラッシング作業が実施され、その際の排出水量が無収水量(WD 報告や推定値によれば、管路系からの漏水も含め 2001 年時点で 20～40%)となり状況の一層の悪化を招いている。
- ⑤ 水質の悪い水源井からの給水によって多くの問題を抱えてきた各 WD は、良質な地下水の産出を期待して新規井戸掘さくを試みてきている。しかしながらその開発に先立って実施している水理地質調査は地下水の量的評価を行うもので、質的な確証を得る調査は実施されていないため、その多くが“hit or miss”なものとなり成果が得られていない。現状では各 WD の管理区域外での水源開発はその当該区域との合意が必要であり、それなくして法制度上開発行為は許されないため、実態としては新規水源開発が非常に困難である。今後水資源開発を広域的に行うためには、法制度上の検討が必要となっている。

## (2) 計画年次の給水人口予測と需要水量予測

事業化調査において得た 2001 年 12 月までの運営報告を中心とした情報や各 WD 固有の関連情報、そして LWUA の方針や比国給水セクターにおいての一般的な傾向を考慮しながら計画年次(2010 年)の給水人口と需要水量を予測するため、下記の通り必要項目を設定した。

### ① 基本人口

事業化調査において把握できた 2001 年 12 月(最新)の人口情報は、WD 全体の人口と給水人口であり、WD の給水が実施されている集落(バランガイ)人口は、1999 年以降の最新情報として全ての WD で把握されていない。したがって、基本となる人口は、基本設計調査時に得られた 1999 年 9 月現在の給水の対象となっているバランガイ人口とする。

### ② 2010 年までの人口増加率

地方部における人口増加率の全国平均値 1.85%/年、地方都市における平均値 2.23%/年(何れも LWUA 試算値)、WD が属する行政区の試算値(6WD において現状の人口推移から将来予測としての有効回答を収集)、及び最近の人口増加実績を考慮した上で各 WD における適切な人口増加率を設定する(表 3-3 を参照)。なお、1999 年 9 月から 2010 年までの 11 年間を算定期間とする。

### ③ 2010 年における普及率

1999年の給水実績においてバランガイの水道普及率が地方都市部の平均(1998年、2000年の普及率はそれぞれ70%、73%)程度、もしくはそれ以上であるWDについては、1987年に策定されたマスタープランにある2000年の目標値である94%を適用する。1998年、2000年の地方都市部の水道普及率に満たない現状給水率の低いWDについては、2000年現在の全国平均値である80%を目標値として適用する。

④ 2010年の給水原単位

計画対象WDの2001年12月現在の給水原単位は、89～134L/人/日(平均値112L/人/日)で分布している。この実績値を考慮して、比国が2010年の目標とする原単位90～120L/人/日の上限値120L/人/日を各WDの設定原単位とする。

⑤ 2010年の不明水率(UFW)

LWUAによれば、UFW全国平均は1995年以来改善されていない。現状(2001年)のUFWを1999～2001年の各WD推定値の平均をとって決定した(表3-4を参照)。バルク買水によるWD給水活動を行い、送水側と受水側それぞれ本管に量水器が設置されておらず、現状のUFWを推定できないPanitanWDは、LWUAの統計によるUFWの全国平均値30%(MWSS試算値では32%)を勘案し、PanitanWDを除く他対象WDのUFW平均値28.6%を適用した。

2010年のUFWは、LWUAの目標である2010年までにUFWが年率1%の低減を見込んで、上記の通り設定した現状のUFWから9年間で9%の低減とした。ただし、それでも2010年のUFWが25%を超えるWDについては一律25%とするLWUA方針を適用する。

⑥ 2010年の日最大給水係数(日最大給水量/日平均給水量)

LWUAは、都市部で1.3、地方部で1.2と設定している。本計画では必要最小限の規模とするため、係数1.2を適用した。

以上の設定から2010年の計画給水人口、日平均給水量、日最大給水量を算出し表3-5に示す。

表3-3 人口増加率の設定

対象WD	BD調査(99年)以前に各WDが試算した人口予測		事業化調査(02年)に収集した最新の各WDが定めた人口予測		人口実績に基づく増加率の検証			
	増加率 (%)	予測の内容	増加率 (%)	予測の内容	BD調査で得ている人口 (A)	事業化調査で得た人口 (B)	(A)より得られる人口増加率	事業化調査でWDの人口算出に用いた人口増加率
Bimmaly	1.11	1995年以前の実績から2000～05年を予測	○	1995～2000年実績より00年以降を予測	62,375	72,625	3.08	2.23
Lingayen	0.83	1995年以前の実績から2005～10年を予測	○	2002年以前の実績より02年以降を予測	85,890	88,891	1.15	2.23
Pagsanjan	1.40	1990年以前の実績から'90～2000年を予測	○	1995～2000年実績より00年以降を予測	28,999	32,622	2.38	2.23
Panitan	1.98	1990～95年実績から2000～05年を予測	○	-	33,269	36,399	1.81	1.85
Pontevedra	1.67	1980～90年実績から2000～10年を予測	×	-	38,223	40,103	0.96	0.96
Dingle-Pototan	1.25	1995年以前の実績から2000～05年を予測	○	2002年以前の実績より02年以降を予測	28,876	29,544	1.15	1.60
Abuyog	0.79	1995年以前の実績から2005～10年を予測	○	2000年以前の実績より00～03年を予測	48,905	53,837	1.94	1.85
Midsayap	1.69	1975年以前の実績から'80～2010年を予測	×	-	96,771	-	-	1.85
Kabacan	1.37	1995年以前の実績から2005～10年を予測	○	2001年以前の実績より02年以降を予測	61,509	63,054	1.24	1.85

有無\*：各WDの属する行政区が人口予想をBD調査(99年)以降に実施しており、事業化調査(02年)に最新情報としての入手の可否を示す。

各WD-バランガイ総人口の増加予測

Binmaley	1995～2000年の人口実績から増加率は3.08%が得られている。2000年以降の人口成長はやや鈍るものの2.41%と予測されている。近隣都市DagupanおよびManilaのバットタウンとしての人口増加が認められており、少なくとも都市化が指摘される地方都市平均の2.23%の増加率は見込まれる。
Lingayen	2002年以降の人口成長率を過去の実績及び将来展望から2.38%と予測している。直近の過去3年間で1.15%の人口増加率しか記録されていないが、近隣都市DagupanおよびManilaのバットタウンとしての人口増加が期待される。都市化が指摘される地方都市平均2.23%を適用した。
Pagsanjan	1995～2000年の人口実績から増加率は2.38%が得られている。2000年以降は0.17%上昇の2.55%で予測されている。観光都市であり観光産業が盛んであり、少なくとも都市化が指摘される地方都市平均2.23%の増加率は見込まれる。
Panitan	1980～1990年に得られた人口実績から増加率1.25%と策定している。1995～2000年まで実績の人口増加率1.81%を得ていることより全国平均1.85%を適用した。
Pontevedra	1995～2000年の人口実績から0.96%を得ている。95年策定の人口予測において成長率の減少(1.88%→0.79%)が指摘されており、この0.96%を適用した。
Dingle-Pototan	2002年以降の人口増加率を過去の実績及び将来展望から1.6%と予測している。
Abuyog	人口実績において短期間の実績ではあるが1.15%を得ており、現状および人口増加率(予測)は全国平均(1.85%)を下回るレベルと判断されこの1.6%を適用した。
Midsayap	2000年(1975～2000年)までの人口実績に基づき2000～2003年の人口成長率(予測)を1.24%としている。
Kabacan	1995～2000年までの人口増加率は1.94%を得ており、全国平均1.85%を適用した。最近の実績値が得られていないことから、1995年に策定された人口予測(1.97～2.12%)も考慮し、全国平均1.85%を適用した。
Kabacan	2002年以降の人口増加率を過去の実績及び将来展望から2.00%と予測しているが、人口実績は(短期間の実績ではあるが1.24%)予測を下回っており全国平均1.85%を適用した。

表3-4 UFW推定値

対象WD	UFW: 最近3年間の推定値(%)		
	1999年	2000年	2001年
Binmaley	23.0	19.3	17.3
Lingayen	38.6	32.8	28.0
Pagsanjan	35.0	22.0	28.3
Panitan	-	-	-
Pontevedra	22.0	-	21.3
Dingl-Potaton	40.0	31.5	45.1
Abuyog	49.3	36.5	39.5
Midsayap	17.0	27.0	16.4
Kabacan	-	26.3	24.1
平均	32.1	24.4	27.5
			28.6

表3-5 2010年の日最大給水量(需要)の設定

対象WD	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	基本人口 1999年9月 (人)	99-2010年 人口増加率 (%)	2010年 全体人口 (人)	1999年 普及率 (%)	2010年 普及率 (%)	2010年 給水人口 (人)	2010年 給水原単位 (L/日/人)	99-2001年 UFW平均値 (%)	2010年 UFW (%)	2010年 日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	日最大 係数 (-)	2010年 日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)
Binmaley	45,479	2.23	57,966	49.8	80	46,373	120	19.9	10.9	6,245	1.2	7,494
Lingayen	36,416	2.23	46,415	46.1	80	37,132	120	33.1	24.1	5,870	1.2	7,044
Pagsanjan	25,020	2.23	31,890	70.3	94	29,977	120	28.4	19.4	4,463	1.2	5,355
Panitan	10,508	1.85	12,856	22.1	80	10,285	120	28.6	19.6	1,535	1.2	1,842
Pontevedra	20,800	0.96	23,106	40.9	80	18,485	120	21.7	12.7	2,540	1.2	3,048
Dingl-Potaton	30,042	1.60	35,774	49.8	80	28,620	120	38.9	25.0	4,579	1.2	5,494
Abuyog	15,703	1.85	19,212	33.5	80	15,370	120	41.8	25.0	2,459	1.2	2,950
Midsayap	34,218	1.85	41,863	30.0	80	33,491	120	20.1	11.1	4,520	1.2	5,424
Kabacan	17,069	1.85	20,883	93.4	94	19,631	120	25.2	16.2	2,811	1.2	3,373
合計・平均	235,255	-	289,965	48.4	-	239,364	-	28.6	18.2	35,022	-	42,024

C:  $A \times (1 + B/100)$ <sup>1)</sup>

E:  $D > 70$ の場合94%、 $D < 70$ の場合80%

F:  $C \times E/100$

I:  $H-9$  (ただし、 $H-9 > 25$ の場合  $I = 25$ )

J:  $F \times G/1000 \times 1 / (1 - I/100)$

L:  $J \times 1.2$

対象 9WD について、2010 年の需要は、給水人口は 23.9 万人であり、需要水量(日平均給水量)は 35.0 千 m<sup>3</sup>/日、2010 年の日最大給水量は 42.0 千 m<sup>3</sup>/日と設定できる。

### (3) 既存水源の継続使用と計画対象水源の選定

各計画対象 WD が有する水源のうち、水質改善の対象水源井、継続使用を実施する既存水源の選定に関し以下の通り検討を行った。その結果を表 3-6 に示す。

#### 1) 計画対象井の選定

- ① 水源の水質が色度、異臭味、鉄、マンガン、アンモニアを含み飲料水として不適切であるが、現在水道水源として稼動している、もしくは今後技術的に稼動可能であるもの。
- ② 水源井戸の水量が 1,000m<sup>3</sup>/日以上と大きく、水質改善が経済的に適切と認められるもの。
- ③ 水源としての建設年代が 1980 年以降のもので、将来的に 10 年以上水源として利用可能と見込まれるもの。

#### 2) 継続使用する既存水源の選定

- ① 本計画において水質改善の対象となる項目がそれぞれの水質基準値を満たしている。
- ② 対象水源井と量的規模を比較し、想定される維持管理を最小とする(水質基準を満たす水質を有する水源であっても、揚水量が対象水源井と比較して極端に小さく、給水区における管理設備数や要員数等の稼動効率が悪いものは継続使用しない)。

表 3-6 計画対象水源及び継続使用水源の決定

対象 WD	水源名	井戸・泉	口径	深度	揚水量	静水位	動水位	水質状況	現在の稼働状況	今後の使用計画	計画理由
			mm	m	m <sup>3</sup> /日	m	m				
Binmaley	Caloocan	井戸	250	250	1,555	9.0	17.1	不適 C、O			現在 10 ヶ所の水源が利用されているが、Caloocan、Fabia の 2 ヶ所(水量 1,550m <sup>3</sup> /日以上)を除く水源は水量が 350m <sup>3</sup> /日以下と小さく、かつ何れも色度 20 以上を有しており、水質改善を行うことが、技術的・経済的に困難である。
	Poblacion	井戸	150	120	342	6.8	14.2	不適 C		×	
	Nagpalangan	井戸	100	135	138	0.0	1.6	不適 C		×	
	Naguilayan	井戸	125	117	173	8.5	15.2	不適 C		×	
	Camaley	井戸	100	129	173	-	-	不適 C		×	
	Gayaman North	井戸	100	150	130	8.1	13.6	不適 C		×	
	Gayaman South	井戸	100	152	130	10.1	16.8	不適 C		×	
	Calit	井戸	150	113	86	11.3	16.3	不適 C		×	
	Amancoro	井戸	125	122	70	9.8	20.2	不適 C		×	
	Fabia	井戸	350	210	1,728	4.5	6.6	不適 C、O		×	
Lingayen	Tongton	井戸	200	183	891	-	-	不適 C		×	Libsong の水量は 2,430m <sup>3</sup> /日以上と大きく、水質改善によって WD 全体の給水状況を向上させることが可能である。他 2 ヶ所の水源の水質は、色度 30 以上であるため水質改善は技術的に困難である。
	Libsong	井戸	250	250	2,434	3.3	15.4	不適 C、O		×	
	Libsong2	井戸	-	-	-	-	-	不適 C	×	×	
	Baay	井戸	250	250	432	-	-	不適 C	○	×	
Pagsanjan	Sabang	井戸	250	62	1,097	3.6	14.5	不適 Fe	×		現在使用されている 2 ヶ所の井戸水源は継続して利用するが、これらの水源だけでは水量不足となるため、Sabang の水質改善を行って活用する。なお、現在使用している水源の水質は良好で水質改善の必要はない。
	Binan	井戸	-	-	-	-	-	不適 C	×	×	
	Rizal	井戸	200	139	345	2.0	3.0	適	○		
	San Juan	井戸	250	77	1,987	11.2	18.0	適	○		
	Lodge Spring	泉	/	/	1,987	/	/	適	○		
Panitan	Phase2	井戸	250	36	1,296	3.0	7.0	不適 Fe、Mn、NH <sub>3</sub>	×		WD が有する唯一の水源(Phase2)の水質改善を行い、独自水源による安定給水を図る。
Pontevedra	Sublangon	井戸	250	47	2,708	7.0	10.0	不適 Fe、Mn	○		現在の 2 水源は独立した給水区をなすため、水源は各配水網固有とする。Hipona(泉)は水質良好のため、Sublangon のみ水質改善を行う。
	Hipona	井戸	125	9	864	8.0	10.0	適	○		
Dingle-Pototan	Morobo	泉	/	/	640	/	/	適	○		2 ヶ所の泉の水質は良好であるが、現在の水需要を満たすために Abangai 井戸の水質改善を図る。
	Moroboro	泉	/	/	1,553	/	/	適	○		
	Abangai	井戸	250	40	2,592	7.0	14.0	不適 Fe、Mn、NH <sub>3</sub>	○		
Abuyog	Bito	井戸	200	84	864	0.0	21.0	不適 C、O	○	×	現在使用される井戸(Bito 及び Canugive)は何れも 1940 年代に建設され水質も悪く老朽化しているため、Barayong の水質改善後は利用を中止する。
	Barayong	井戸	250	83	2,539	0.3	25.8	不適 Fe、Mn、NH <sub>3</sub> 、C、O	×		
	Buntay	井戸	-	-	-	-	-	不適 C、O	×	×	
	Canugive	井戸	200	60	130	/	/	不適 C、O	○	×	
Midsayap	Villiarica	井戸	250	56	2,030	7.0	12.0	不適 Fe、Mn	○		Villiarica は水量が 2,003m <sup>3</sup> /日と大きいため水質改善の対象とする。Kiwanan、Kimagango 及び Dilangalen の水質は良好であるが揚水量が少なく、現状の稼働状況からも WD 運営上の効率性を向上させるため Villiarica の水質改善後は利用しない。
	Kiwanan	井戸	100	35	124	-	-	適	○	×	
	Kimagango	井戸	100	40	86	-	-	適	○	×	
	Dilangalen	井戸	150	25	312	-	-	適	○	×	
Kabacan	No.1	井戸	200	101	1,233	5.5	9.9	適	○		水量の多い(2,592m <sup>3</sup> /日)No.2 の水質改善を行う。No.1 の水質は良好で、水量(1,233m <sup>3</sup> /日)も多く WD 全体への寄与が認められるため、継続使用する。
	No.2	井戸	300	100	2,592	3.0	10.6	不適 Fe、Mn	○		

出典：各 WD 提供の技術資料(1999 年 9 月または 2002 年 2 月入手)

- 1) 水質状況は水質問題が指摘される項目であり、各記号 C：色度、O：異臭味、Fe：鉄、Mn：マンガ、NH<sub>3</sub>：アモニアを表す。
- 2) 稼働状況は、揚水、送水施設が設置されて稼働している場合を「」で、施設未設置で未使用の場合を「×」で表す。
- 3) 今後の使用計画は 印：本計画(水質改善)の対象井、 印：本計画後も継続使用する水源、×印：本計画後に廃棄または休止(火災等非常用)を予定、を示す。

(4) 新規代替水源井の検討

対象とするWD 地区内における代替水源井の開発の難易に関しては、9WD の有する条件がそれぞれ異なる。開発可能性のあるサイトであっても、新水源井の位置から既存給水地区までが長距離であることや、1井あたりの産出量が少ないために複数井の掘さくの必要性があるか、または可能性の高い地点が他の行政区域内であるため水利権が得られないなどの諸条件から何れのWD も代替水源を開発する妥当性が乏しく、本計画によって既存水源の水質改善を行うことが不可欠となっている。表 3-7 に各対象サイトの新規代替水源井開発に関する状況についてまとめた。

表 3-7 各対象サイトの新規代替水源井開発の可能性

ケース	内容	対象 WD
ケースⅠ	水量・水質ともに確保できる可能性のある井戸掘さく地点が、その WD が属する行政区域外にしか得られない。3-3-1-2 (1) ⑤で述べたように、比国の法制度上、双方の合意が得られれば、他地区に水源井を掘さくできるが、現実には合意達成は難しく、実態としては自らの地区以外の水源開発は困難である。	Binmaley Lingayen
ケースⅡ	良い水質が得られる可能性はあるが、産出量に多くを期待できず、需要を満たすためには、複数井の掘さくを必要とする。なお、Dingle-Pototan WD は、開発可能性のある地点周辺は同じ水理地質背景を持ち、後発井戸掘さくによる影響を受けやすい湧泉群が存在していることから、慎重な調査が実施されない限り積極的な開発は避けられるべき状況にある。	Panitan Pontevedra Dingle-Pototan
ケースⅢ	「ケースⅡ」に比較して産出量に期待できる可能性があり、水質も良いとみられる。ただし、既存の給水区域より遠隔の地点であるため管路設置をはじめ、電力の導入、ポンプ施設の維持管理等が必要となる。	Abuyog Midsayap Kabacan
ケースⅣ	水質、水量共に期待される可能性を有している地点があるが、狭隘な街区中にあるために用地の取得が極めて困難とされている。	Pagsanjan

(5) 本計画における計画給水量の決定

本計画は、計画後各WDの供給可能水量が2010年の需要(日最大給水量)を超過しないことを基本設計方針としている。WD全体の供給可能水量は、計画対象井からの供給可能水量と、本計画後も継続使用する既存水源からの供給可能水量の合計となるが、これが2010年の需要水量に対応した日最大給水量を超える場合は、この日最大給水量を計画給水量とする。その検討を表3-8に示す。

表 3-8 本計画実施後の日最大給水量

対象WD	対象井	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		対象井の 産出量 (m <sup>3</sup> /日)	供給可能水量			2010年 :需要水量 (日最大給水量)	需要と供給 可能水量の 差 (m <sup>3</sup> /日)	計画給水量		
			対象井 (m <sup>3</sup> /日)	継続使 用水源 (m <sup>3</sup> /日)	WD 全体 (m <sup>3</sup> /日)			日最大 給水量 (m <sup>3</sup> /日)	対象井の日 最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	対象井の 揚水量 (m <sup>3</sup> /日)
Binmaley	Caloocan	1,555	1,477	0	3,119	7,494	4,375	3,119	1,477	1,555
	Fabia	1,728	1,642						1,642	1,728
Lingayen	Libsong	2,434	2,312	0	2,312	7,044	4,732	2,312	2,312	2,434
Pagsanjan	Sabang	1,097	1,042	4,319	5,361	5,355	-6	5,361	1,042	1,097
Panitan	Phase2	1,296	1,231	0	1,231	1,842	611	1,231	1,231	1,296
Pontevedra	Sablangon	2,708	2,573	0	2,573	3,048	475	2,573	2,573	2,708
Dingle-Pototan	Abangai	2,592	2,462	2,193	4,655	5,494	839	4,655	2,462	2,592
Abuyog	Barayong	2,539	2,412	0	2,412	2,950	538	2,412	2,412	2,539
Midsayap	Villiarica	2,030	1,929	0	1,929	5,424	3,495	1,929	1,929	2,030
Kabacan	No.2	2,592	2,462	1,233	3,695	3,373	-322	3,373	2,140	2,253
合計		20,571	19,542	7,745	27,287	42,024	14,737	26,965	19,220	20,232

B:  $A \times 0.95$  (浄水施設の操業用水量として産出量の5%と設定)

D: B+C

E: 表3-5を参照

F:  $E - D$ 、 $F > 0$ の場合  $G = D$ 、 $F < 0$ の場合  $G = E$  (ただし Pagsanjan は  $G = D$  とする)

H:  $G - C$  (BinmaleyWDの Caloocan と Fabia は  $H = B$ )

I:  $H \div 0.95$  (浄水施設の操業用水量として産出量の5%と設定)

PagsanjanWDの計画日最大給水量:Gは、2010年の需要水量に対応した日最大給水量:Eよりも6m<sup>3</sup>/日多い。PagsanjanWDは、深井戸よりも継続的安定な取水が可能と言えない泉を主水源としていることから、計画対象井であるSabangの産出量(A)に対応した給水を実施する。KabacanWD全体の供給可能水量:Dは、Eに対して322m<sup>3</sup>/日の過大となり、同WD対象井であるNo.2の供給可能水量:Bに対して過剰分の縮小を行うことで調整(2,462m<sup>3</sup>/日→2,140m<sup>3</sup>/日)を図る。

(6) 計画給水量の評価

2010年の計画給水量を評価するため、表3-9を用いた。

2010年における1人1日当りの給水量は、3WD(Binmaley、Lingayen、Midsayap)を除いて80～120L/人/日の給水が可能であり、計画給水量として妥当な範囲と言える。上記3WDについては、39～50L/人/日の給水しか可能でないことから、新たな水源の開発が不可欠である。とりわけBinmaley、LingayenWDにおいては、上記(4)に述べた通り同WDが属する行政区域内に水量、水質ともに満たす井戸を確保することは困難である。水利権に関しては、行政区域を越えた取組が検討される必要があると言える。また、全てのWDにおいて限られた水源を有効に使用するため、配水管路系からの漏水等不明水量を最小限にする努力が求められる。

表 3-9 2010 年の計画給水量

対象 WD	A: 計画給水人口(人)	B: 本計画後の日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	C: 日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	D: 日平均使用水量 (m <sup>3</sup> /日)	E: 日 1 人当り使用水量 (L/人/日)
Binmaley	46,373	3,119	2,600	2,317	50
Lingayen	37,132	2,312	1,927	1,463	39
Pagsanjan	29,977	5,361	4,468	3,602	120
Panitan	10,285	1,231	1,026	825	80
Pontevedra	18,485	2,573	2,145	1,873	101
Dingle-Pototan	28,620	4,655	3,880	2,910	102
Abuyog	15,370	2,412	2,010	1,508	98
Midsayap	33,491	1,929	1,608	1,430	43
Kabacan	19,631	3,373	2,811	2,356	120
合計・平均	239,364	26,965	22,475	18,284	84

C:  $B \div 1.2$  (日最大係数)、 D:  $C \times (1 - 2010 \text{ 年の UFW}/100)$ 、 E:  $D \times 1000 \div A$

### 3-2-1-3 水質に対する方針

本計画の要請段階においては水質改善の対象項目は鉄及びマンガンであった。B/D 現地調査 I の発端において対象地区中、2 地区の WD に関して、比国側による要請後の水質調査の結果が比国水質基準を満たしていることが判明したことを理由に対象外とした。これらにかわって、鉄、マンガンと同様の水質問題として着色や異臭味等により給水事業の運営上困難な状況に置かれている WD があるため、それらから 2 ヶ所の WD が計画対象に加わり、対象項目に色、異臭味が新たに加わることとなった。

これを機に、B/D 現地調査 I 実施後の国内解析の段階で、水中のフミン質等の有機物質と消毒剤の塩素が反応して生成される副生成物であるトリハロメタン生成の可能性が指摘されたため、比国水質基準にはないものの、試験を実施することとした。採水地点が 4 島に散在、首都マニラを経て東京までの速やかな輸送等、制約された諸条件の中で、B/D 現地調査 II において全サイトのサンプル水に対してトリハロメタン生成能についての試験を実施した(巻末・資料 8 にある「トリハロメタン生成能測定結果一覧」を参照)。試験結果は、日本及び米国の基準値以下であり、今回の試験結果から処理対象項目に加えないこととした。

本計画の浄水施設が対象とする処理項目の実測値とその処理目標値を次表 3-10 に示す。これらの値は各項目の実測値として事業化調査で把握した現状水質を示す。水質改善の目標は、WHO 水質基準に準拠した比国水質基準を満たすことを大前提とするが、鉄・マンガンの処理に当たり、塩素消毒の際に塩素との反応で発色が起こらないことや、金気の異臭味が残留しないこと等を考慮し、目標値を設定した。アンモニアは比国水質基準の対象となっていないが、アンモニアの塩素消費がマンガン除去のプロセスに支障を及ぼすため処理対象項目とし、検出なしを目標値とする。色度、異臭味ともに比国水質基準に基づき処理目標値を設定した。

表 3-10 処理項目の事業化調査実測値と処理目標値

対象 WD / 対象井	処理項目	鉄 (mg/L)	マンガン (mg/L)	アンモニア (mg/L)	色度 (度)	異臭味
Binmaley	Caloocan	0.04	0.03	0.0	<u>120</u>	硫化水素臭
	Fabia	0.04	0.03	0.0	<u>80</u>	硫化水素臭
Lingayen	Libsong	0.06	0.03	0.0	<u>80</u>	硫化水素臭
Pagsanjan	Sabang	<u>3.70</u>	0.36	0.0	4	金気・硫化水素臭
Panitan	Phase2	<u>9.70</u>	<u>1.40</u>	<u>2.3</u>	6	金気臭
Pontevedra	Sublangon	<u>2.20</u>	<u>1.20</u>	<u>0.0</u>	2	金気臭
Dingle-Potota	Abangai	<u>0.82</u>	<u>0.54</u>	<u>1.2</u>	4	金気臭
Abuyog	Barayong	<u>4.30</u>	<u>1.80</u>	<u>5.1</u>	<u>20</u>	金気・硫化水素臭
Midsayap	Villiarica	<u>1.20</u>	<u>1.20</u>	0.0	-	-
Kabacan	No.2	<u>1.30</u>	<u>1.10</u>	0.0	-	-
比国水質基準		<1.0	<0.50	(基準なし)	<5	異常なし
処理目標値		<0.3	<0.05	N.D.	<5	異常なし

※ 下線部が処理対象項目

※ PagsanjanWD Sabang 水源のマンガンは 0.36mg/L であり、比国水質基準を下回り(BD 時も 0.22mg/L) 処理項目としない。

※ PontevedraWD Sublangon 水源のアンモニアは BD 調査において検出されており処理項目とする。

※ N.D.: 検出せずを意味し、調達される分析機材(定量下限値 0.02~0.1mg/L)において検出されないレベルとする。

#### 3-2-1-4 自然条件に対する方針

土地造成に当たっては、浄水プロセスの所要水位高低差のため盛土を必要とする。また、各 WD の浄水施設建設予定地における地質調査の結果、Lingayen、Panitan、Midsayap、Kabacan の各 WD が軟弱地盤と判定されている。該当 WD では、構造物に対し地耐力が不足するため地盤の改良や強化が必要である。

また、気温が高いことによる浄水施設内での偏流等を防ぐため沈殿池の流入部及び流出部に整流壁を設ける。

#### 3-2-1-5 社会・経済条件に対する方針

本計画の主コンポーネントである各浄水施設の工程上、それから排出される沈殿装置の汚泥(スラッジ)およびろ過装置の洗浄排水の放流にあたっては、サイト周辺の環境に配慮して浄水場内に簡易な排水処理施設を設ける。排水の受け入れ水槽から濃縮スラッジのみを取り出し、乾燥床においてスラッジの脱水を図る。これらの設備は、受入れ先となるクリーク、河川、農業水路等の周辺環境の保全に相應している。比国には我が国のような浄水場より排出される排水に関する規制はないが、本計画における各浄水施設からの排水の水質は調査結果よりみて、放流先のクリーク類に比較して量的にも質的にも、汚染問題を起こすことはない判断される。

また 9WD はいずれも、現在操業中の給水事業体であるため、実施段階では長期の断水発生等、住民の生活に支障をきたす事のないよう配慮する。

### 3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理に対する方針

9WD 何れも給水事業運営の実歴は長く、生産、配水および検針以後の水道料金回収等の通常業務は、整然と行なわれており、揚水機、管路系等の機材の整備保全に関しても、在来の施設について技術職員は良く機能している。

ただし、本計画により設置される浄水施設の操業は初めてのことであり、適切な対応が必要である。個々の電気、機械設備については、保守上の利便を考慮して手動を主体とする設計コンセプトによりつくられる本計画の設備の運転には、大量の増員を要することもなく、大きな困難はない。

しかしながら、浄水技術に関する基礎的な科学知識を理解した上で操業することが必要であるため、一般の機械設備のような試運転、引渡し期間中の運転指導のみでは、効果的な操業が得難いと判断される。対象とする原水が表流水と比較して変動の少ない地下水ではあるが、全 9WD を対象とした一定期間のグループ研修および個別の水質特性に応じた操業技術に関する研修プログラムをソフトコンポーネントにより実施される必要があると判断される。

### 3-2-1-7 施設以外の調達に対する方針

本計画では水質試験機器の調達が要請に含まれている。その内容は各対象 9WD に浄水場完成後、原水水質及び処理水水質の把握をはじめ、その運営維持を自主的に行うためのジャーテスター等の水質に関する基本的な計測機器を導入するもので、9WD(10 浄水施設)が対象とする処理項目と、それに対応して設置される処理装置に見合った最低限必要とされる機器類である。

### 3-2-1-8 ICC 関連

本計画実施上、国家レベルの開発投資計画としての妥当性について国家経済開発庁(NEDA)に設けられている投資調整委員会(ICC)の審査による承認(Endorsement)が必要で、それは以下の手続きにより行われる。

- ① 地方自治体の開発委員会(MDC)の承認
- ② 州開発委員会(PDC)の承認
- ③ 地域開発協議会(RDC)の承認
- ④ 国家経済開発庁(NEDA)の投資調整委員会(ICC)の承認

MDC から RDC までの承認取得手続きの主体は、各 WD となっている。また、上記投資計画承認手続きの前提として、環境影響審査手続きがあり、環境局(EMB)と環境天然資源省(DENR)に対して申請を行い、環境認証証明書(ECC)または環境影響評価対象外証明(CNC)を取り付けることが求められている(「図 3-1 ICC システムのフローチャート」を参照)。

LWUA は B/D 完了後、以上の各機関宛の手続きに必要な関連資料の準備を、B/D 内容をもとに 2000 年 9 月より行い、ICC への審査を 2001 年 1 月に申請した。また、時間の差異はあるが各 WD は、SolanaWD を除き開発関連手続きとして RDC、PDC、MDC 及び環境関連手続きとして ECC、CNC 等の

NEDA における承認条件を満たし、LWUA は、事業実施後の経済的負担が困難であるとして事業実施の意思表示を行わなかった SolanaWD を除き、9WD に関し一括して 2001 年 11 月によりやく ICC を取得した。

なお、ICC 再承認の必要があるのは以下の場合である。

- ① ICC 承認後、18 ヶ月以内にプロジェクトが実施されない場合
- ② プロジェクトコストが承認時から±10%以上変更した場合

本計画の場合、2 期目の E/N が当初 ICC 承認から 18 ヶ月後以降になることが想定されるが、比国側としては、1 期目の E/N が締結された時点で全てのプロジェクトが開始されたと判断することができるため、再承認は不要であることが確認された。また、事業化調査の結果、事業費に若干の変更が生じたが、基本設計からの変更は極めて小さく、再承認の必要のない範囲であった。

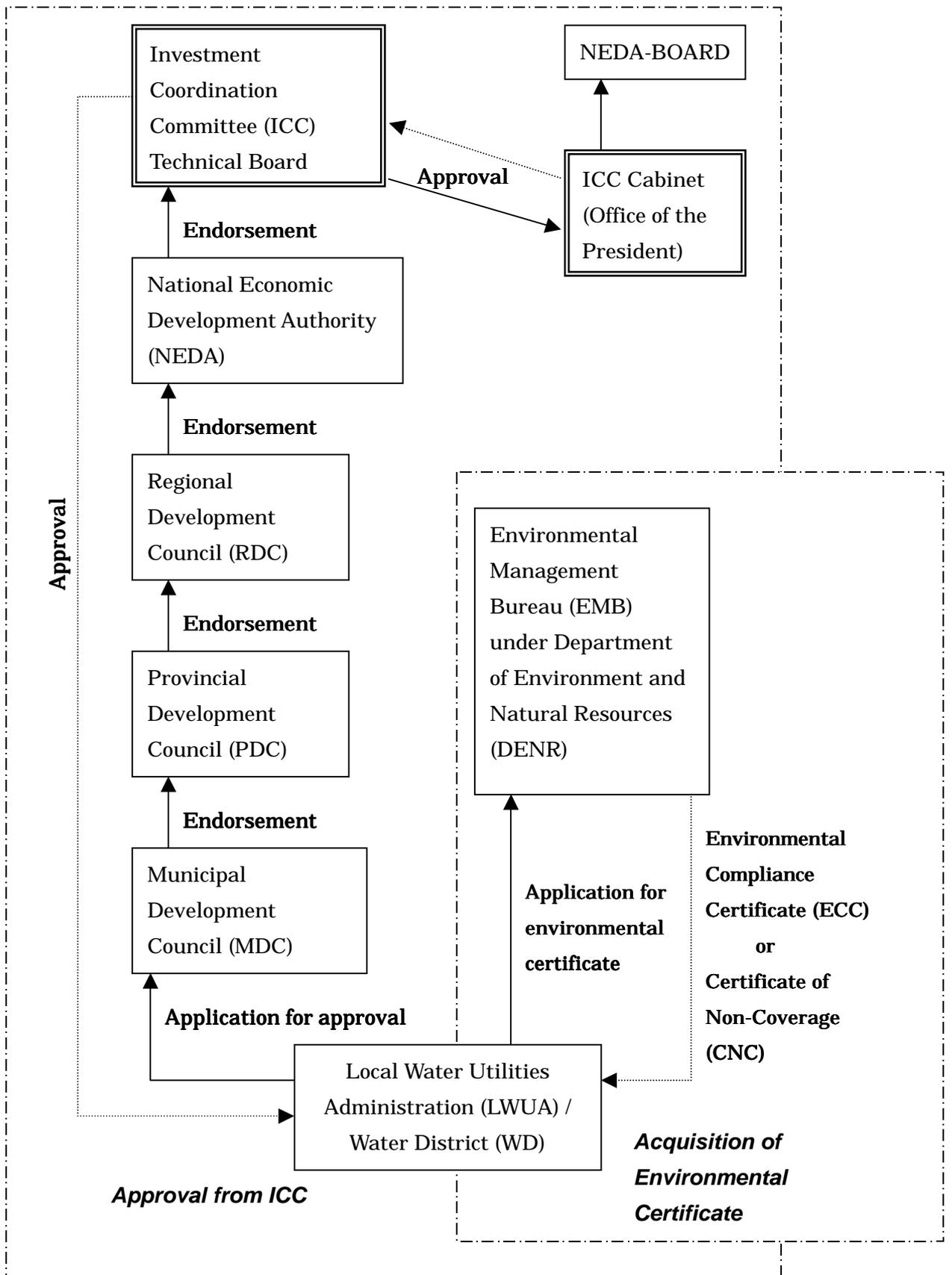


図 3-1 ICC システムのフローチャート

## 3-2-2 基本計画

### 3-2-2-1 施設計画

#### (1) 全体システムの構成

本計画の対象である 9WD の 10 水源井は、鉄、マンガン、色度、異臭味において比国水質基準を超えているが、何れの水源も浄水処理により、同基準を満たす水道水として供給可能であることが確認された。本計画で対象となるシステムは、取水施設及び導水施設から浄水施設を経て、処理水を供給する送水施設までとし、新規井戸の掘さく(新規の地下水開発)や配水管網の整備・設置は対象としない。

- ① 計画対象となる既存の水源井から水中モーターポンプ(取水施設)によって、各水源井の供給能力を上回ることなく取水された地下水(原水)は、各 WD 対象井によって距離の長短はあるが、既存または新設の導水管(導水施設)を経て、それぞれの浄水施設へ導かれる。
- ② 浄水施設の着水点に到達した原水は、何れもエアレーションによる鉄の酸化や硫化水素臭に抛る異臭味の除去を経て、それぞれの処理対象項目(鉄、マンガン、アンモニア、色度)に応じた浄水処理を行う。鉄は凝集沈殿処理もしくは急速ろ過、マンガンは接触ろ過、アンモニアは不連続塩素処理、色度は凝集沈殿処理によってそれぞれ処理される。その後塩素消毒が実施される。
- ③ 送水ポンプによって既存または新規の送水管路(送水施設)を経て在来運営されている給水区へ送水され、分岐した配水管から各戸へ給水される。送水量は既存送水施設の容量を越えない。
- ④ 浄水プロセスのうち凝集沈殿処理で発生するスラッジは、定期的な抜取りを行い、天日乾燥による脱水後埋立て処分される。ろ過層の洗浄排水は、排水処理施設によって上澄水を回収し、スラッジは天日乾燥による脱水後埋立て処分される。

#### (2) WD 別計画施設

導水施設、送水施設の設置は、各 WD の対象井によって異なる。

- ① BinmaleyWD Caloocan 及び Fabia、Dingle-Pototan WD Abangai の何れのサイトも対象井の取水施設と同一構内に浄水施設用地を取得できないため、浄水施設用地外に新規導水管の設置が必要となる。
- ② PagsanjanWD Sabang、AbuyogWD Barayong の何れのサイトも対象井が未使用で既存の配水管までを接続する必要があるため、浄水施設用地外に新規送水管を設置する。

給水区における新旧施設概念図を図 3-2、図 3-3 に示す。

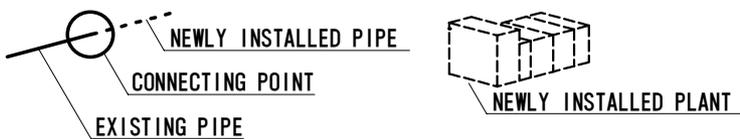
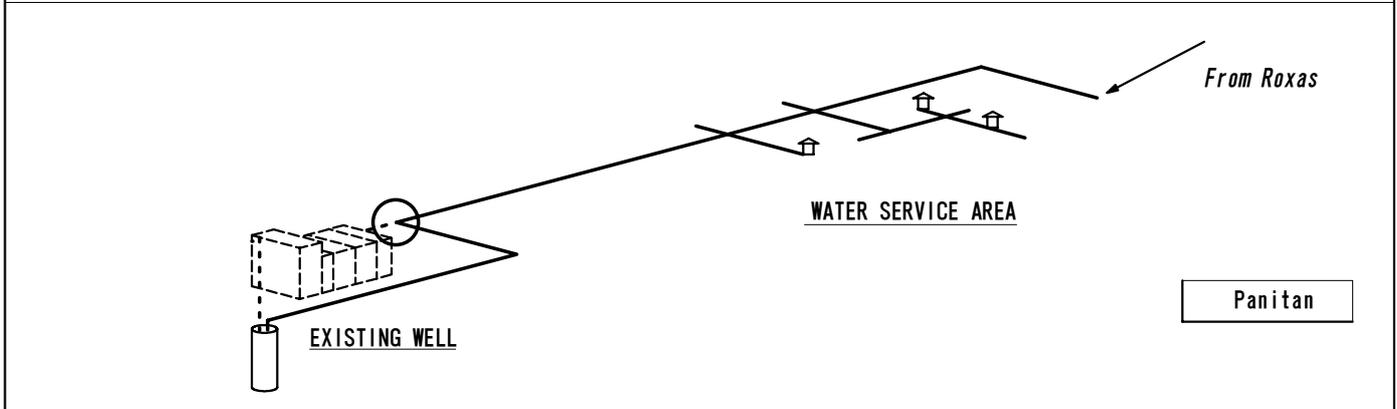
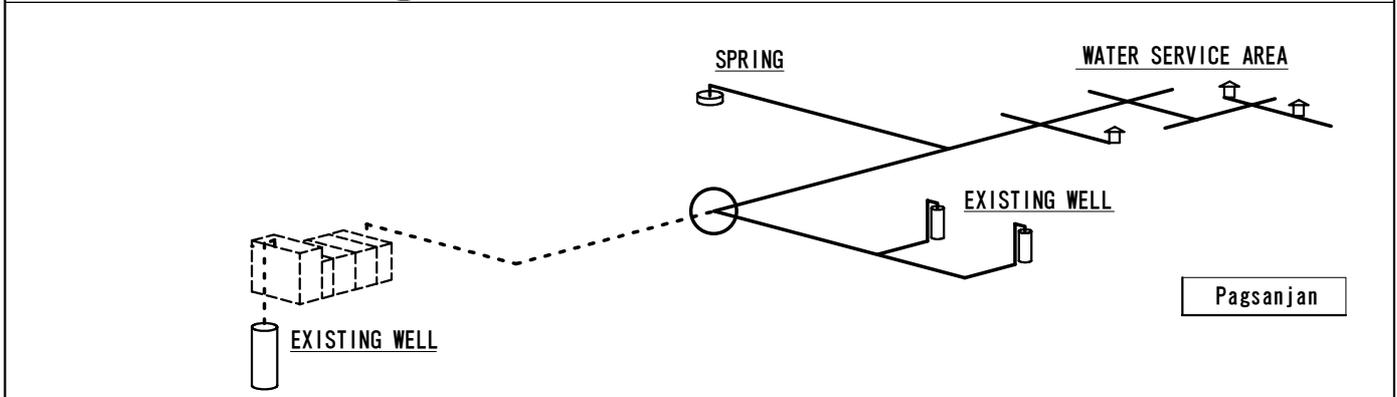
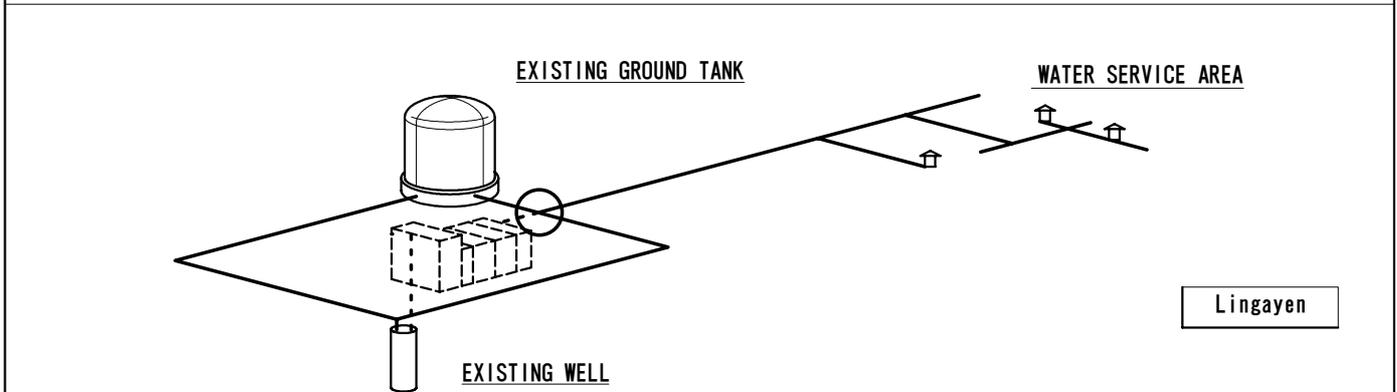
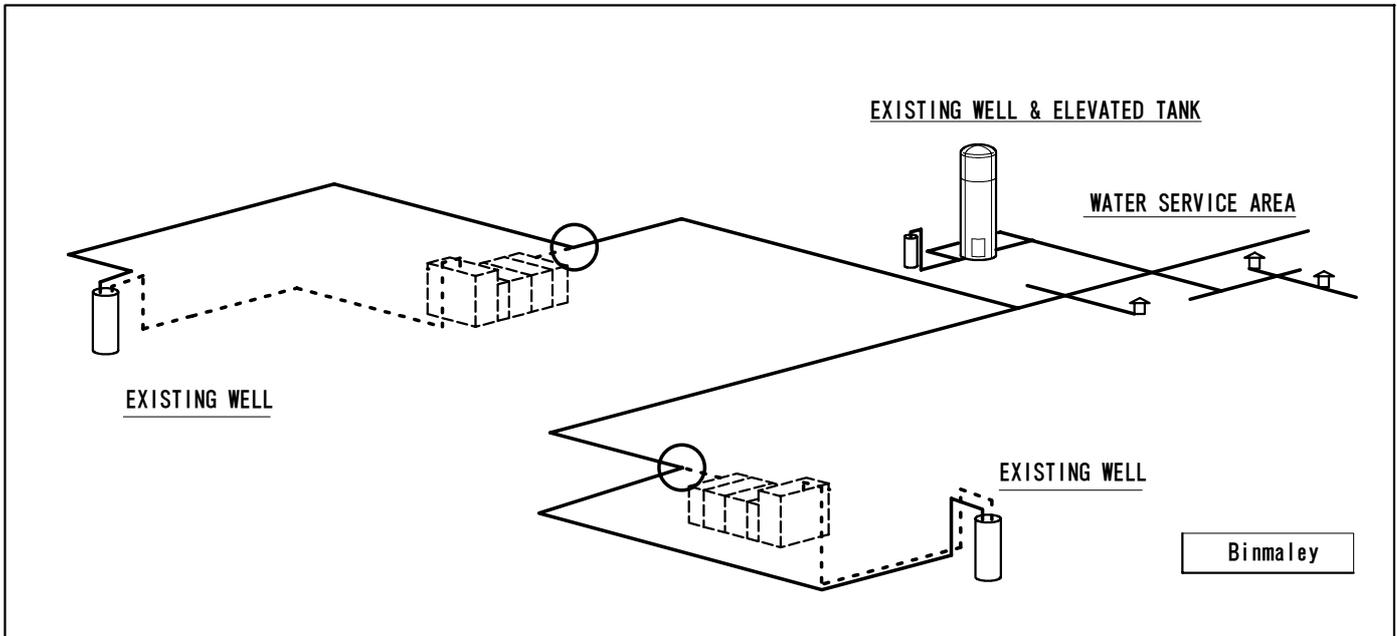


図3-2 給水区における新旧施設概念図 -①

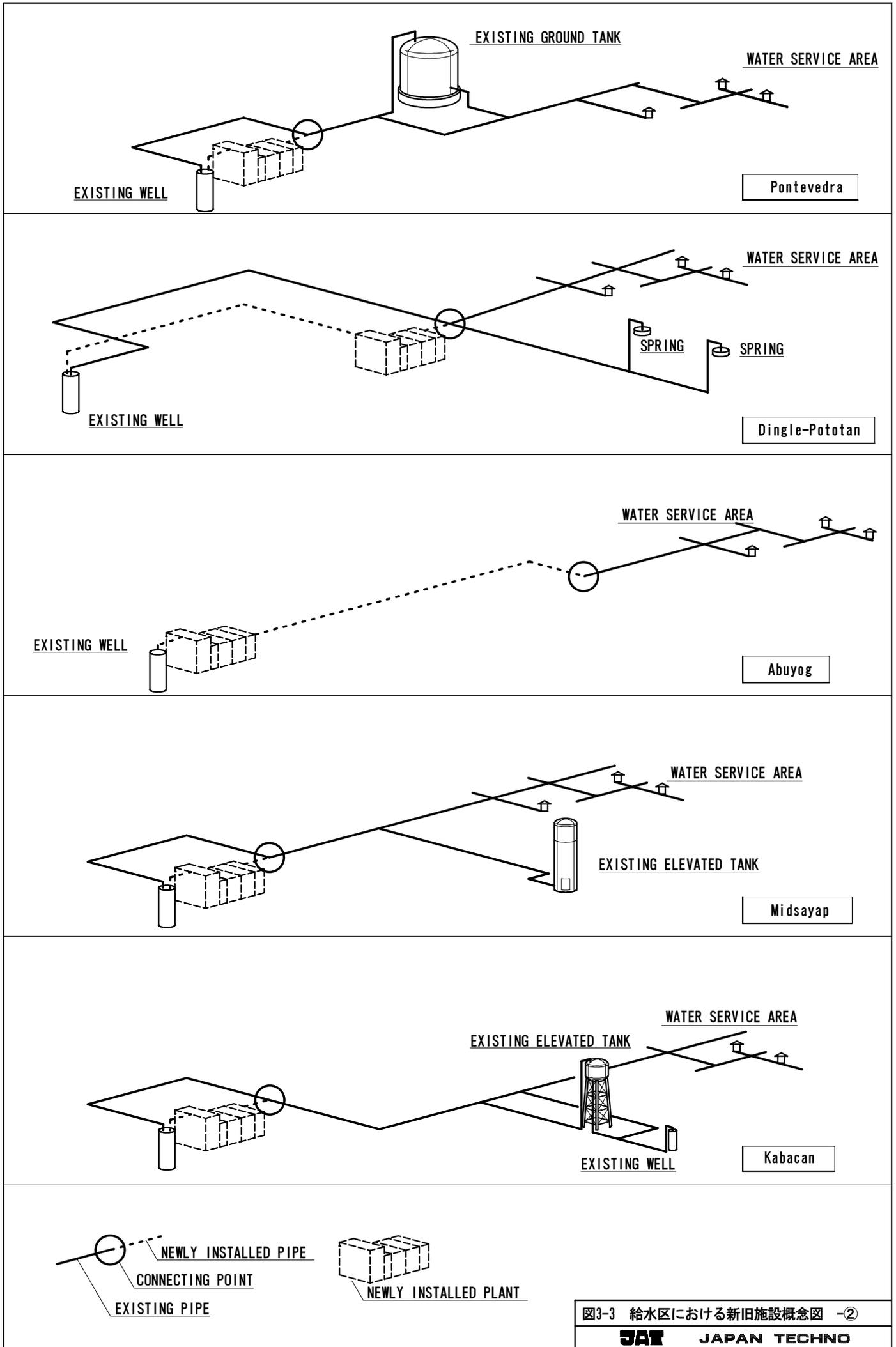


図3-3 給水区における新旧施設概念図 -②

### 3-2-2-2 施設設計

#### (1) 水源井

本調査においては既存揚水試験結果、水理地質学的、工学的な検討及び操業現場での計測等をもとに各水源井の諸元を取りまとめ、本計画の対象井を決定した(「表 3-6 計画対象水源及び継続使用水源の決定」を参照)。

水質分析結果にも示されるように、井内及びポンプ類に、水質に起因するスケール、いわゆるインクラステーション(水あか)発生のあるものが多く、取水の障害となっている。既存井に対し、燐酸塩類を使用する化学処理を伴うブラッシング等によるスクリーン部の清掃や除砂等の井戸更生作業を施工時に行う。

本事業の具現化段階における D/D 作業時に、段階揚水試験をはじめ、定流量揚水試験及び回復試験を実施し、より詳細な特性を把握する。

#### (2) 深井戸揚水ポンプ

本計画対象の水源井は前述の通り 9WD において 10 井あるが、そのうち 2 井(PagsanjanWD Sabang、AbuyogWD Barayong)は井戸完成後に水質が悪いことが判明し、使用されことなく放置されている。PanitanWD Phase2 は、水質悪化(顕著な鉄の増加)のため、現在その使用が見送られている(休止中)。これら 3 井には現在揚水ポンプが設置されてなく、新規設置が必要となる。

それら以外の WD のポンプは、井戸より取水後、給水系へ原水を調圧設備のないままに直接に圧送する方式を取っている。このため井戸ポンプの揚程を高くっており、変動する背圧を受けて過酷な条件下の運転となっている。また、老朽化も進んでいる。

本計画ではこれらを考慮して浄水設備の規模及び特性に対して、整合性のあるポンプに更新することとする。即ち水源井より浄水施設の着水点(エアレーション塔)までの揚水ポンプは水中モーターポンプで、圧力変動のない定常的な運転が行えるものとし、動力消費も効率的となる。なお、従来井戸揚水ポンプが送水ポンプの機能も併せてもっていたが、それには、後述の調圧設備をそなえた送水ポンプが設置されることとなる。

### (3) 導水施設

導水施設は、深井戸揚水ポンプによって水源井から揚水された原水を浄水施設まで導く管路施設（導水管）である。以下の 7WD (7 サイト) が取水施設と浄水施設が同一構内にあり、浄水施設用地内に導水管を設置する。

- LingayenWD Libsong
- PagsanjanWD Sabang
- PanitanWD Phase 2
- PontevedraWD Sublangon
- AbuyogWD Barayong
- MidsayapWD Villiarica
- KabacanWD No.2

本計画によって浄水施設用地外に導水管の設置を行う 3 サイトと、導水管仕様を表 3-11 に示す。

表 3-11 導水管敷設距離と仕様

対象 WD	対象井	導水管距離(m)	材質	径(mm)
Binamley	Caloocan	220	PVC	200
	Fabia	183	PVC	150
Dingle-Pototan	Abangai	810	PVC	150

### (4) 浄水施設

#### 1) ジャーテストと通水試験による処理プロセスの検討

浄水プロセスを検討するために対象井の水質試験を実施した B/D 現地調査 I に基づき、B/D 現地調査 II においてジャーテスト及び通水試験(図 3-4 除鉄・除マンガン処理:ジャーテスト及び通水試験の概略図、図 3-5 色度処理:ジャーテスト及び通水試験の概略図を参照)を実施した。まずジャーテストにおいて各処理に使用される試薬の最適注入率を把握し、それを反映して通水試験を実施している。通水試験は表 3-10 に示した各サイトの処理対象項目に対応して考察した。その通水試験の概要を表 3-12 に示す。ジャーテスト及び通水試験を評価し、計画施設の処理プロセスを検討した。

1. ジャーテスト(I~IV)で構成される

I ビーカーテスト

① エアレーションテスト



曝気後の発色を観察

② 塩素酸化テスト



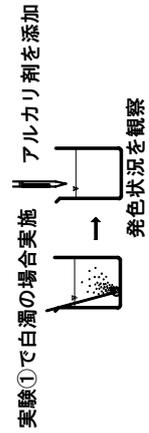
発色状況と沈殿物を観察

③ アルカリ性エアレーションテスト



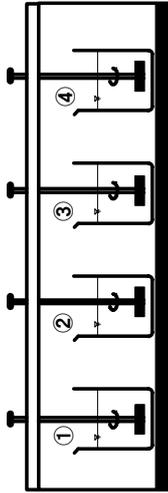
発色状況を観察

④ エアレーション後アルカリ剤注入テスト



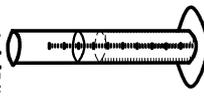
発色状況を観察

II 凝集テスト



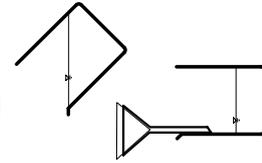
ビーカーテストを実施した試験料①②③④を用いた凝集テスト  
凝集剤の最適注入率を求める

III 沈降テスト



沈降速度の計測

IV ろ過テスト

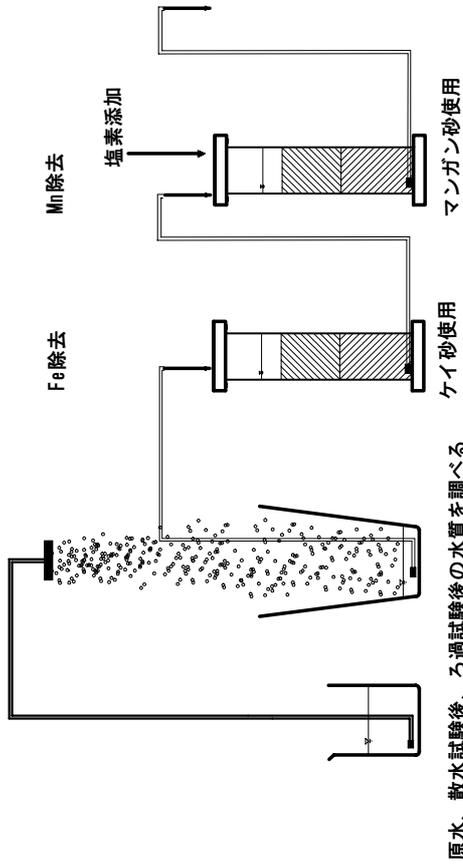


ろ過後の水質分析

2-1. エアレーション・ろ過試験(I・II)で構成される

II カラム通水試験

I 散水試験

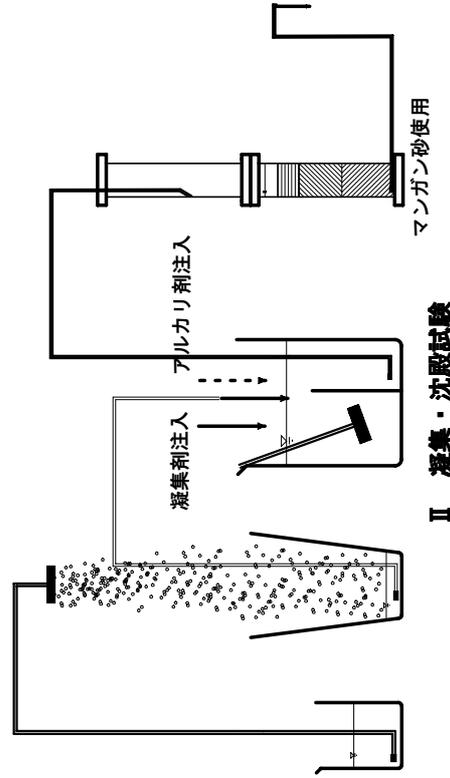


原水、散水試験後、ろ過試験後の水質を調べる

2-2. エアレーション・凝集沈殿・ろ過試験(I・II・III)で構成される

I 散水試験

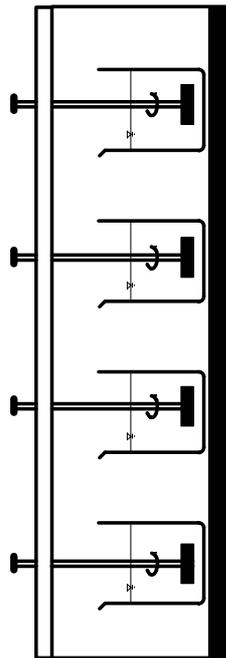
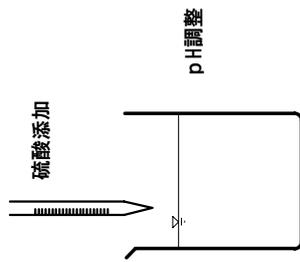
III カラム通水試験



II 凝集・沈殿試験

1. ジャーテスト(I~IIIで構成される)

I 凝集沈殿テスト



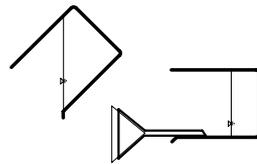
凝集剤の最適注入率を求める

II 沈降テスト



沈降速度の計測

III ろ過テスト



ろ過後の水質分析

2. エアレーション・ろ過試験(I・IIで構成される)

I 散水試験

II カラム通水試験

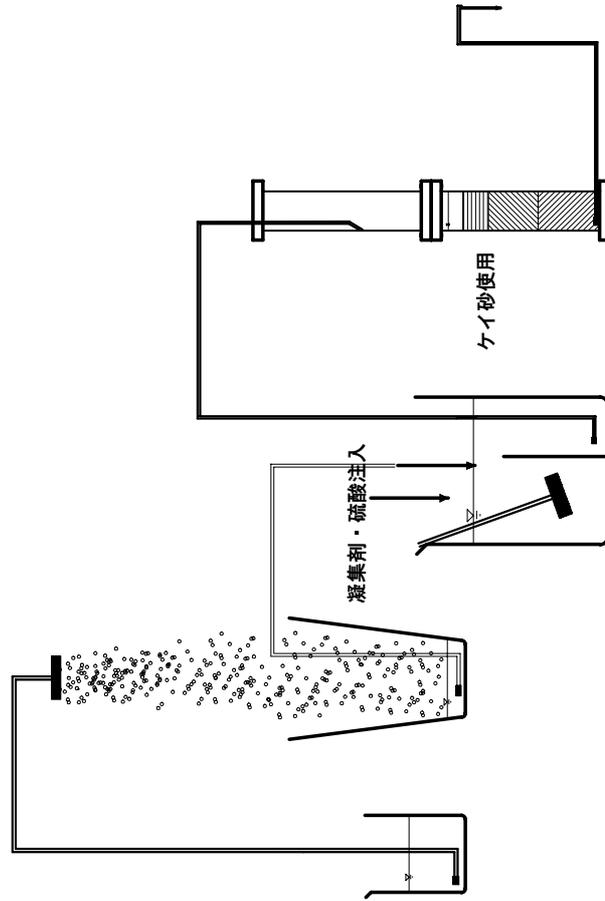


表 3-12 種別の通水試験の概要

種別	対象 WD (対象井)	対象処理項目	処理試験の内容
A	Pagsanjan (Sabang)	鉄	エアレーション+ケイ砂ろ過(除鉄)
B	Midsayap (Villiarica) Kabacan (No.2)	鉄、マンガン	エアレーション+凝集沈殿(除鉄)→マンガン砂ろ過(除マンガン)
C	Pontevedra (Sublangon) Dingle-Pototan (Abangai)	鉄、マンガン、アンモニア	エアレーション+凝集沈殿(除鉄)→塩素処理(除アンモニア) →マンガン砂ろ過(除マンガン)
C'	Panitan (Phase2)	鉄、マンガン、アンモニア	エアレーション+pH調整+凝集沈殿(除鉄) →塩素処理(除アンモニア)→マンガン砂ろ過(除マンガン)
D	Binmaley(Caloocan, Fabia) Lingayen (Libsong)	色度、異臭味	エアレーション(臭気除去) →pH調整+凝集沈殿(色度除去)→ケイ砂ろ過(色度除去)
E	Abuyog (Barayong)	鉄、マンガン、アンモニア 色度、異臭味	エアレーション+凝集沈殿(除鉄・色度・臭気除去) →塩素処理(除アンモニア)→マンガン砂ろ過(除マンガン)

※ 通水試験結果については添付資料(ジャーテスト、カラム試験結果)を参照

エアレーションはノズルによる散水方式を適用し、通水試験を負荷率  $0.4\sim 1.0\text{m}^2/\text{m}^3/\text{hr}$  の範囲で実施した。凝集に用いる硫酸アルミニウムの注入率は、ジャーテストにおいて得られた最適注入率を適用している。C'・D は凝集処理に pH 調整の必要性がジャーテストにおいて認められ、そこで得られた最適注入率を適用している。通水試験は、カラムに各処理に対応したろ過砂と支持材を充填し、ろ過速度  $120\sim 150\text{m}/\text{日}$  を適用している(これを「カラム試験」と呼ぶ)。

鉄除去のプロセスとして A はケイ砂による除鉄を、B・C は凝集沈殿による除鉄を実施した。マンガン除去のプロセスとして B・C・C'・E は、除鉄プロセスを経た処理水に所要量の塩素を添加し、マンガン砂によるろ過を行った(なお、C'・C'・E は、原水にアンモニアを含有しており、塩素添加に際しアンモニアの塩素要求量を考慮している)。

## 2) 浄水プロセスの決定

### ① エアレーション(対象サイト:A・B・C・C'・D・Eの全サイト)

鉄が対象処理項目となる A・B・C・C'・E の原水は、鉄を  $0.82\sim 9.7\text{mg}/\text{L}$  (B/D 時  $1.0\sim 9.0\text{mg}/\text{L}$ ) 含有している。溶存する水酸化第一鉄は、エアレーションを行うことにより酸化が促進され水酸化第二鉄へと変わる。前者第一鉄は水中における溶解度が高く水中に溶存するのに対し、後者第二鉄は溶解度が低いため析出する(鉄が溶存する溶液は無色透明であるのに対し、析出した溶液は茶褐色に変色する)。D の原水は、硫化物を  $0.2\text{mg}/\text{L}$  程度含有しており硫化水素臭の閾値を越えているが、エアレーションによる脱臭効果が認められた。A～E の何れのエアレーションも、負荷率  $0.4\text{m}^2/\text{m}^3/\text{hr}$ 、落差  $3\text{m}$  の適用でその効果が得られた。

### ② pH 調整剤と凝集剤(対象サイト:C'・D)

#### i) pH 調整(対象サイト C'・D)

D の原水は、着色成分としてのフミン系有機物を含有していると推測される。凝集沈殿による処理法によるが、フミン質の析出を促進し凝集性を高める最適 pH 領域(実測値  $\text{pH}5.8\sim 6.0$  の弱酸性域)での凝集処理を行う。BinmaleyWD Caloocan、Fabia 及び LingayenWD Libsong とも原水の pH は 8 を超えており、硫酸による pH 調整を行う。

C'の原水に対して、通水試験においてエアレーションとろ過を組み合わせた処理を行ったが、

処理後も、比国水質基準値  $1.0\text{mg/L}$  を超えるレベルの鉄の残留が認められた。これについて、エアレーション実施前後の pH の挙動から以下の考察ができる。同原水は pH6.6 (同試験時) に対し、エアレーション後は pH7.0 までの上昇に留まった。他の除鉄を行う A・B・C・E サイトの原水に比べエアレーションによる pH 上昇が抑制されていることが判明した。ケイ酸の存在下 (通例  $30\text{mg/L}$  以上) において、エアレーションによる pH の上昇 (通例 pH7 付近) を得られない場合は、ケイ酸による鉄の析出阻害 (鉄はケイ酸と結合してコロイド状の微粒子となる) に留意する必要がある。原水はケイ酸を  $87\text{mg/L}$  含有しており、この影響を受けている可能性がある。

同実験において、エアレーション後にアルカリ剤 (消石灰) を加えて pH 調整を行うことにより、上記同様の処理で除鉄の効果が得られた。アルカリ領域 (pH8.5 程度) にすることで、後続処理に及ぶケイ酸の影響を軽減することができたと推察できる。

ii) 凝集剤 (対象サイト: B・C・C'・D・E)

析出した水酸化第二鉄及び、着色成分に凝集性を持たせる。凝集剤として用いた硫酸アルミニウムは、後述する浮遊した析出粒子表面の電荷的中和に十分な効果があると考察できた。

③ 混和・凝集 (対象サイト: B・C・C'・D・E)

$300\text{min}^{-1}$  による急速攪拌 1 分間と  $30\text{min}^{-1}$  による緩速攪拌 10 分間により、径 2mm 程度のフロックを形成した。析出粒子の電荷の中和により、粒子間に作用していた反発力は失われフロック塊が形成されたと考察できた。

④ 沈殿 (対象サイト: B・C・C'・D・E)

沈殿操作により、混和・凝集によって生じた鉄、着色成分によるフロックは、30 分で 60%、60 分で 80% 程度の沈降が観察された。

⑤ ろ過

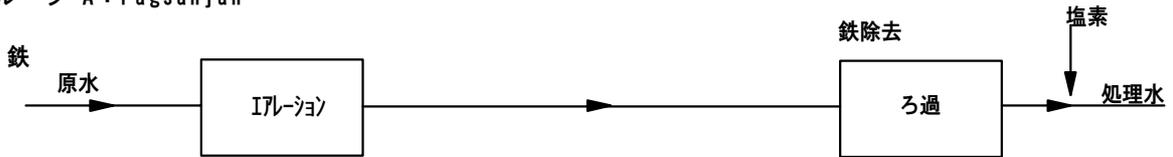
A: 前段エアレーション槽で析出した水酸化第二鉄は、ケイ砂で構成されるろ過層により除去される。

D: 凝集・沈殿処理でキャリアオーバーしたフロックは、ケイ砂で構成されるろ過層により除去される。

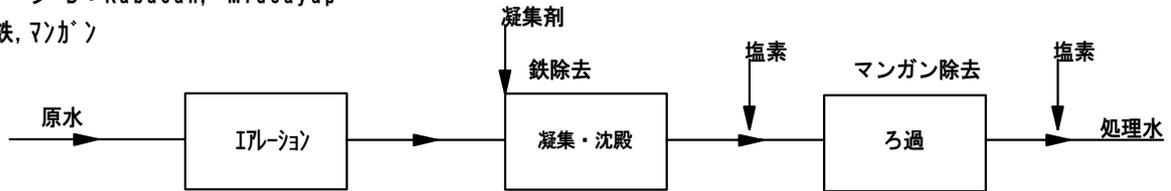
B・C・C'・E: 前段キャリアオーバー分の鉄フロックがマンガン砂で構成されるろ過層で除去されると同時に、マンガン砂によるマンガンの接触ろ過が認められた。この工程において遊離塩素を必要量加えながらマンガン砂にマンガン含有する水を通水すると、マンガン砂を触媒とした塩素による酸化が速やかに起きる。塩素の必要量は、理論値にある溶存マンガン濃度の 1.29 倍程度となった。塩素注入はろ過工程の前に行うが、C・C'・E の原水はアンモニアも含有しており、アンモニアによる塩素要求量分を加算する。

通水試験の結果と①～⑤の考察より、浄水処理プロセスは図 3-6 に示す通りとなる。

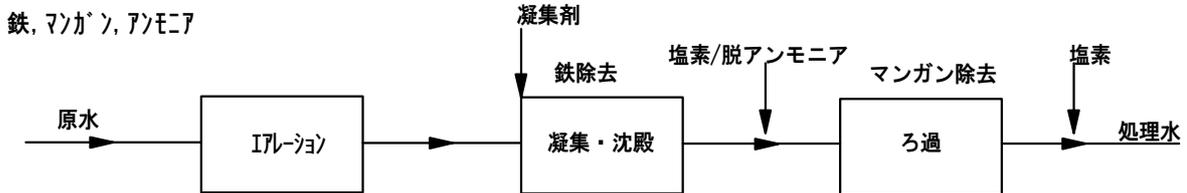
グループ-A : Pagsanjan



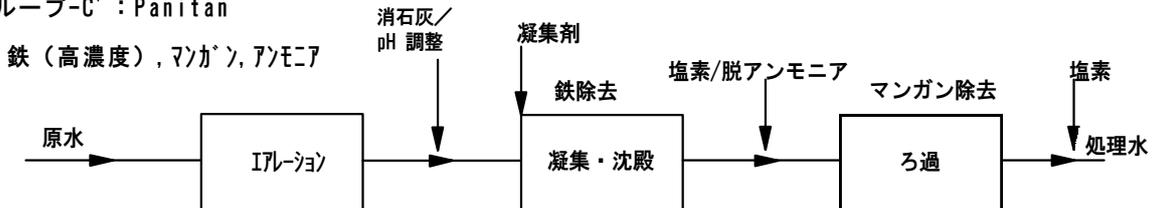
グループ-B : Kabacan, Midsayap  
鉄, マンガン



グループ-C : Pontevedra, Dingle-Pototan



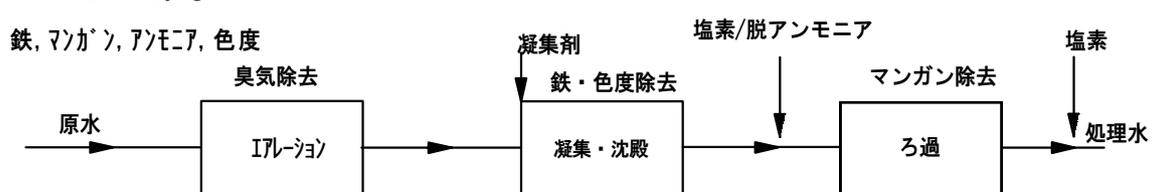
グループ-C' : Panitan



グループ-D : Binmaley (Caloocan, Fabia), Lingayen



グループ-E : Abuyog



**JAT** 図3-6 処理フロー概略図  
**JAPAN TECHNO**

### 3) 浄水施設の内容

上記処理プロセスで挙げた各施設のほかに、浄水処理施設として全対象サイトに浄水槽、逆洗排水槽、乾燥床を含め、下記のような機能と設計諸元に基づき、3-35 頁から 3-43 頁において 9WD10 サイト分の施設設計内容シートをまとめた。

以下に示す各施設は鉄筋コンクリート構造物であり、それらを接続する場内配管は鋼管とし、本管までの接続は PVC とする。

#### ① エアレーション塔

原水中に含まれる水酸化第一鉄を酸化し水酸化第二鉄を生成し、後続の沈殿池やろ過池で捕捉しやすい状態にする。また、硫化水素臭の原因となっている硫化物の除去をねらう。エアレーション方式は、散水方式を採用し、気液接触効率を高めるため、単位時間当りの原水単位量当りの面積(水面積負荷)0.4m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>/hr および、落差 3mを設定した。

散水方式を採用したエアレーション塔は構造物としてシンプルであり、通水試験においてもエアレーション効果が認められているため適用する。設計容量は各水源井の産出量に対応する。設置数は、清掃、補修、部品の取り替え時に時間を要して後続システムを停止させることのないよう各々 2 塔とする。

#### ② 混和・凝集・沈殿槽

急速攪拌は所定の攪拌強度を得るために機械攪拌(立型水中攪拌装置)に拠る混和を行うが、緩速攪拌はフロック形成を促すための攪拌を行う。急速攪拌を行う混和時間は(水道施設設計指針による標準 1~5 分及び現地で実施した通水試験を考慮し) 1.5 分とし、緩速攪拌を行う凝集槽の滞留時間は(水道施設設計指針による標準 20~40 分通水試験を考慮し) 30 分とした。なお、緩速攪拌には、動力装置を要さない上下迂流壁を適用する。形成フロックの破壊を防ぐため、フロックが形成されていく槽の上流から下流に向けて迂流板による損失を小さくするように、その間隔を広げて設置する。凝集槽における攪拌強度は全体として GT 値が 50,000 程度となるようにした。沈殿槽は横流式沈殿池とした。その水面積負荷の設定は、水道施設設計指針による標準 15~30mm/min や、各水源井の水質特性や原水の恒温性を考慮し、ジャーテスト等で観察したフロックの沈降速度から、水面積負荷 30mm/min、計画浄水量に対しての滞留時間を 2 時間とした。

混和・凝集・沈殿槽は、これら処理順の水理高低が自然流下で得られ、一体構造とすることができる。混和・凝集槽の設置数は 1 槽とし、沈殿槽の設置数は 2 槽とする。これは、沈殿槽において沈降汚泥や沈殿物の引抜等の清掃を行うため、水流の乱れを処理に影響させないよう 2 槽設置し、交互運転を行うためである。

#### ③ 薬品注入設備

##### i) pH 調整のための注入設備と混和槽

C'は、除鉄プロセスの前処理エアレーション後に消石灰溶液を添加する。消石灰(粉末: Ca(OH)<sub>2</sub>)を浄水場で生産される処理水に溶解させ、飽和溶液を調整した後、更に処理水で希

積し、小容量ダイヤフラムポンプを用いて処理系内(エアレーション後)に注入する。ジャーテスト及び通水試験において除鉄プロセスにおける最適pH8.5 となった結果に基づき 66mg/L (CaCO<sub>3</sub>換算値)とする。混和槽は、機械攪拌(立型水中攪拌装置)に拠る混和を行い、後続の凝集剤混和槽と同形状とする。

表 3-13 消石灰の注入率 1

対象 WD (対象井戸)	注入率(mg/L)
PanitanWD (Phase2)	66

D は、色度成分の凝集プロセスの前処理として凝集剤の混和前に、硫酸(30～35%希硫酸)を小容量ダイヤフラムポンプを用いて処理系内(エアレーション後)に注入する。注入率は、ジャーテスト及び通水試験より凝集プロセスにおいてpH を 5.8 程度にするのが最適という結果に基づき、平均 100mg/L(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>換算値)とする。混和槽は、機械攪拌(立型水中攪拌装置)に拠る混和を行い、後続の凝集剤混和槽と同形状とする。

表 3-14 硫酸の注入率

対象 WD (対象井戸)	注入率(mg/L)
Binmaley (Calocan)	100
Binmaley (Fabia)	100
Lingayen (Libsong)	100

ii) 凝集剤(硫酸アルミニウム)の注入設備

B・C・C'・D・E は、凝集剤の硫酸アルミニウム(8%液体硫酸アルミニウム)を混和槽に注入する。ジャーテストより求められた対象サイトの注入率一覧を表 3-15 に示す。

表 3-15 硫酸アルミニウムの注入率

対象 WD(対象井戸)	注入率(mg/L)
Binmaley (Calocan)	20
Binmaley (Fabia)	40
Lingayen (Libsong)	45
Panitan (Phase2)	20
Pontevedra (Sublangon)	20
Dingle-Pototan (Abangai)	20
Abuyog (Barayong)	20
Midsayap (Villicarica)	20
Kabacan (No.2)	20

iii) pH 調整のための注入設備

D の処理水の pH は 6 以下の弱酸性となる。処理水が飲料水水質基準(pH6.5～8.5)を満たすため、消石灰溶液(溶解方法は同上)を小容量ダイヤフラムポンプを用いて処理系内(ろ過処理後)に注入する注入率を表 3-16 に示す。ろ過処理後の集水槽に注入する。集水槽の水流はろ過槽下部集水装置からの処理水による上向流をなしており、各消石灰の注入率に対し十分な混和能力を有している。

表 3-16 消石灰の注入率 2

対象 WD(対象井戸)	注入率(mg/L)
Binmaley (Caloocan)	17
Binmaley (Fabia)	17
Lingayen (Libsong)	28

注入率は CaCO<sub>3</sub> 換算値

iv) 塩素注入設備

B はマンガン除去用に塩素注入を要する。さらし粉(粉末:有効塩素濃度 70%以上)を浄水場で生産される処理水に溶解させて飽和溶液を調整し、小容量ダイアフラムポンプを用いて処理系内(沈殿処理後)に注入する。注入点の沈殿槽集水部は、水理的特性から塩素注入率に対し十分な混和能力を有している。塩素注入率は理論値を採用し、原水中のマンガン含有量の 1.29 倍とする。注入率一覧を表 3-17 に示す。

表 3-17 マンガン除去に係る塩素注入率

対象 WD(対象井戸)	マンガン(mg/L)	注入率(mg/L)
Midsayap (Villiarica)	0.97	1.3
Kabacan (No.2)	1.90	2.5

注入率は Cl 換算値

C・C'・E はマンガン、アンモニア除去用に塩素注入を要する。注入率は理論値を採用し、原水中のマンガン含有量の 1.29 倍とアンモニア含有量の 7.6 倍の和とする。注入率一覧を表 3-18 に示す。

表 3-18 マンガン、アンモニア除去に係る塩素注入率

対象 WD(対象井戸)	マンガン(mg/L)	アンモニア(mg/L)	注入率(mg/L)
Panitan (Phase2)	1.20	5.91	46.5
Pontevedra (Sublangon)	0.96	0.45	4.7
Dingle-Pototan (Abangai)	0.68	4.03	31.5
Abuyog (Barayong)	1.90	7.24	57.5

注入率は Cl 換算値

A・B・C・C'・D・E(全サイト)において消毒用に塩素注入(方法は、前述のマンガン除去に係る塩素注入に同じ)を実施する。注入点は、ろ過処理後の集水槽に設ける。塩素注入率は、1mg/L 程度と想定されるが、運転時に配管網流末部での残留塩素を監視し、遊離塩素として 0.1mg/L 以上となるように設定する。

④ ろ過槽

ろ過槽は、ろ層や洗浄の状態が観測しやすい重力式(開放型)とする。ろ過速度は、水道施設設計指針による標準値 120~150m/日と、現地調査の通水試験の結果に基づき 150m/日を適用する。ろ過材は、A・D にケイ砂(有効径 0.6mm、密度 2670kg/m<sup>3</sup>)を、B・C・C'・E にマンガン砂(有効径 0.6mm、密度 2670kg/m<sup>3</sup>)を適用し、層厚は水道施設設計指針による標準値 60~70cm と現地調査の通水試験の結果に基づき 60cm とする。ただし、マンガン砂は、マンガンの除去の過程において自触媒作用で増殖するため、運転開始時にはマンガン砂 30cm とケイ砂 30mm の組合せとする。

A・B・C・C'・D・E(全サイト)において1日1回ろ層の洗浄(逆洗及び表面洗浄)を行う。逆洗は、浄水槽に設置した堅軸ポンプより浄水を用いて、単位水量(逆洗速度)0.7m<sup>3</sup>/min/m<sup>2</sup>、正味逆洗時間6分で行う。表面洗浄は浄水槽に(逆洗用ポンプとは別に)設置した堅軸ポンプより浄水を用いて、単位水量(表洗速度)0.2m<sup>3</sup>/min/m<sup>2</sup>、正味逆洗時間6分で行う。ろ層の洗浄をはじめ、補修や部品の取替えに時間を要してシステムを停止させないよう全サイトのろ過槽を2槽分割とする。1日当たりの逆洗及び表面洗浄に要される洗浄水を下表に示す。

表 3-19 ろ過槽洗浄に要される1日当たりの水量

対象 WD (対象井)	対象井の日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	ろ過槽層面積 (m <sup>2</sup> )	逆洗水量+表洗浄水量 (m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> )	洗浄時間※ (min)	洗浄水量 (m <sup>3</sup> )	日最大給水量に対する時間相当 (hr)
Binmaley (Caloocan)	1,477	11.4	0.9	10	103	1.7
Binmaley (Fabia)	1,642	12.7	0.9	10	115	1.7
Lingayen (Libsong)	2,312	17.8	0.9	10	161	1.7
Pagsanjan (Sabang)	1,042	8.0	0.9	10	72	1.7
Panitan (Phase2)	1,231	9.5	0.9	10	86	1.7
Pontevedra (Sublangon)	2,573	19.9	0.9	10	180	1.7
Dingle-Pototan (Abangai)	2,462	19	0.9	10	171	1.7
Abuyog (Barayong)	2,412	18.6	0.9	10	169	1.7
Midsayap (Villiarica)	1,929	14.9	0.9	10	135	1.7
Kabacan (No.2)	2,140	16.5	0.9	10	149	1.7

※ 洗浄時間: 正味洗浄時間6分に洗浄終了後の捨て水を見込んで10分とする

1日当たりに洗浄水量として日最大給水量の1.7時間相当分(計算値)が充てられることになる。実際の施設において、洗浄水量として全サイト一律2時間分を浄水槽に貯留する。

#### ⑤ 浄水槽

本計画における浄水槽は、濾過槽の逆洗時に必要とする水量の貯留機能と配水槽としての貯留機能も有している。即ち、浄水工程を経て浄水槽に流入する水量に対して需要水量の時間変動を調整でき、非常時においても一定時間の給水を可能にする。浄水施設からの浄水は毎時一定量で浄水槽に供給されるのに対し、配水量は需要水量に対応し時間変化がある。使用水量が減少する時間帯に浄水槽に配水量を貯え、使用水量が増加する時間帯に配水することで需給のバランスを満たす機能をこの貯留分が果たし給水の安定性を高める。

各WDが有する配水管網内の所定個所において管内圧記録測定器(マノ・グラフ)を設置し、24時間の圧力変動を記録、即ち、圧力降下が認められれば相対的な水量消費があったと見なし、消費の傾向を捉えた結果を検討し、B/D時の浄水槽容量が決定された。変動調整容量はサイトによって日最大給水量の6~8時間分であることから、検討対象とされていた6~12時間分に対して基本設計調査で8時間分を採用した。事業化調査において必要最低限の施設規模という観点で見直し、全てのサイトにおいて一律6時間分とした。配水槽としての調整容量の欠けている現状からすれば、6時間分でも有効である。更に浄水槽は、ろ過槽洗浄用の水量として日最大給水量の2時間分相当の水量貯留が要されることから、全体として8時間分の容量を有する。

浄水槽の清掃や補修時に時間を要しシステムを停止させないよう全サイトの浄水槽を2槽分割とする。各サイトにおける日最大給水量の8時間相当分を表3-20に示す。

表 3-20 日最大給水量の 8 時間分相当 (浄水槽容量)

対象 WD(対象井)	対象井の 日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日)	浄水槽容量 (m <sup>3</sup> )
Binmaley (Caloocan)	1,477	493
Binmaley (Fabia)	1,642	548
Lingayen (Libsong)	2,312	771
Pagsanjan (Sabang)	1,042	348
Panitan (Phase2)	1,231	411
Pontevedra (Sublangon)	2,573	858
Dingle-Pototan (Abangai)	2,462	821
Abuyog (Barayong)	2,412	804
Midsayap (Villiarica)	1,929	643
Kabacan (No.2)	2,140	714

なお、既存の水槽を有する WD もあるがそれ等は、調整容量に欠けていたり、水槽底盤の陥没や老朽化による漏水等があるため廃棄されたり、そのままでは使用不可能である。また、多くの WD が水槽までの管路を送水と配水を同じ管路で使用する方式をとっていることや、拡張時に水槽の所在位置に配慮せず不適切な管路を設けてきているため水槽の有効利用を図れていない。本計画において敢えてこれら既存水槽の一部を機能させるには、給水区域内における新規管路の布設や更新、増圧ポンプの設置及びそれに伴う複雑な制御操作を必要とする。このため既存水槽は、浄水施設の一環として系統的に設けられる浄水槽と同じ機能を有しない状態であり、本計画による新規施設との併用は行わない。

#### ⑥ 汚泥・排水処理

ろ過槽ろ材の洗浄に利用された逆洗排水は、逆洗排水槽に一時的に貯留される。ここで排水中のスラッジは濃縮沈降し、上澄水は凝集・沈殿槽に戻され再利用される。同水槽に排水循環用の水中ポンプを設置し、系内流入水量に対して最大 10%の水量で循環させる。これにより、系外に排出される水量を最低限に抑え、水資源の有効利用ができる。

この沈降濃縮されたスラッジは乾燥床に排泥ポンプで送り出され、沈殿池からのスラッジと共に脱水、天日乾燥される。これらの排泥されるスラッジは 0.5% (5kg/m<sup>3</sup>) 程度の濃縮とみなし、処理工程に使用される薬品量を考慮して処理系内の物質収支(図 3-7 処理系内の物質収支概念図を参照)を算出し、必要床面積を検討した。最終的にこの乾燥過程から乾燥汚泥と上澄水がそれぞれ系外に排出される。

乾燥汚泥は、浄水過程で除去された諸成分や添加された凝集剤が含まれており、その組成と量はサイトによって異なる。ろ過処理によって除鉄を行う A は水酸化鉄等が、凝集沈殿によって除鉄を行う B・C・E は水酸化鉄・水酸化アルミニウム等が、消石灰を用いて pH 調整を行い凝集沈殿によって除鉄を行う C'は水酸化鉄、水酸化アルミニウム、硫酸カルシウム等が、D は色度成分(フミン質など)がその主成分となり、各サイトの乾燥汚泥の発生量は 1 日当り 5~185dry-kg と想定される。

上澄水の組成は、原水由来の鉄、マンガン、フミン系有機物等に、凝集剤等の残留物といった乾燥汚泥に含まれなかったスラッジの成分が微量加わるものと考えられる。この上澄水は近くの排水溝、クリーク、河川に放流される。

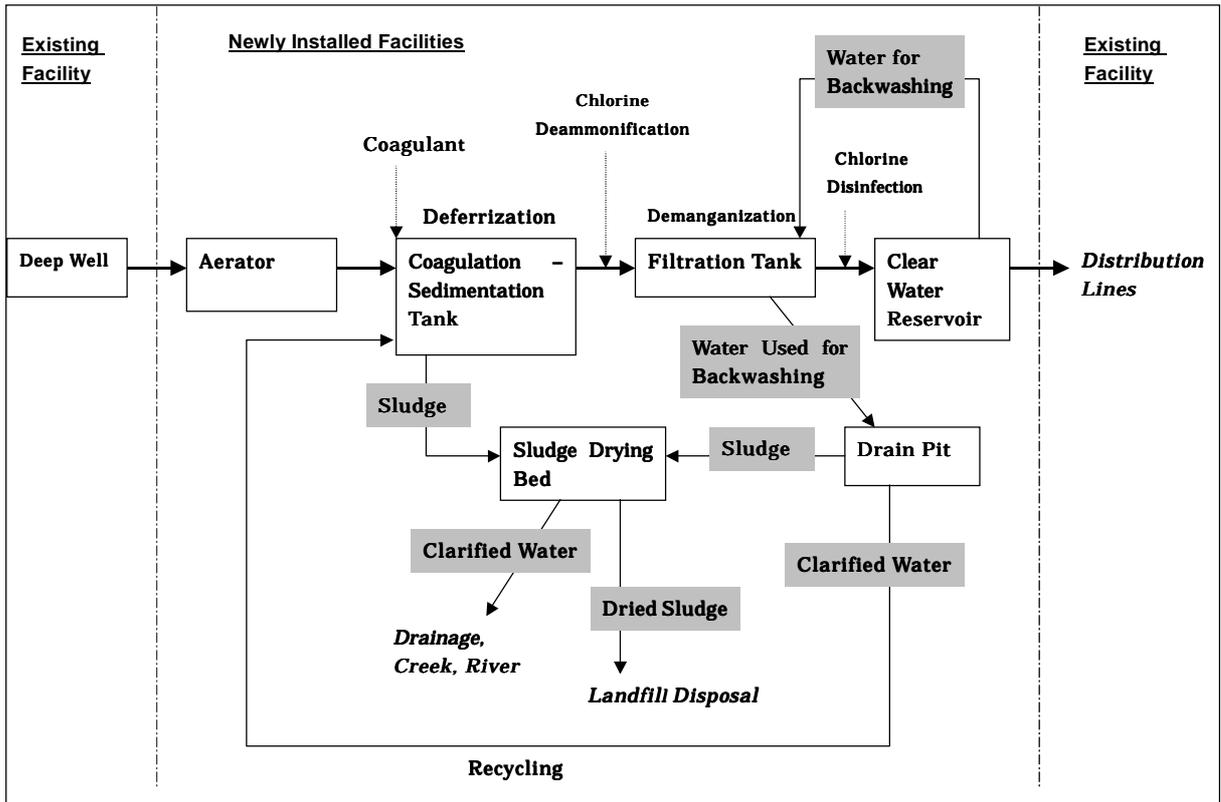


図 3-7 処理系内の物質収支概念図 ( 典型例 )

(5) 送水施設

1) 送水ポンプ

本計画対象の 9WD(10 サイト)いずれの水道システムも水源井から深井戸ポンプにより地下水を揚水後、塩素注入設備により消毒を施すのみで直送してきている。これらは、給水系の使用条件によって変動する背圧を緩衝する事なく直接受けて、送水を兼ねている深井戸ポンプの On-Off 運転が頻繁となってポンプ設備に負担がかかり、その保全を困難にしてきていた。

給水区域への所要圧力の関係から、それに見合った地上型水槽設置に適した高台が得られない地形条件にある本計画サイトは、構造物計画上も高架水槽設置にも不利な条件のもとにある。このため地下型浄水槽よりの浄水を汲み揚げ、送水するポンプの吐出側圧力の変化を適当に緩衝する圧力タンク方式によって操業を容易とするポンプ送水とした。本計画による浄水施設の設置によって水源井から深井戸ポンプにより直接送水される方式がなくなる。いずれのサイトも送水ポンプは新たな縦軸電動機駆動遠心ポンプの設置を必要とする。水撃作用についていずれのサイトについても検討を行ったが、その結果問題はないとされた。また、ポンプ吐出側には積算流量計が設置され送水量が把握される。

## 2) 管路施設

管路施設は浄水施設(浄水槽)より浄水を既存配水管へ送る送水管である。以下の 7WD(8 サイト)は、浄水施設に面して既存の管路施設があり主に浄水施設用地内に送水管を設置する。

- BinmaleyWD Caloocan
- BinmaleyWD Fabia
- LingayenWD Libsong
- PanitanWD Phase 2
- PontevedraWD Sublangon
- Dingle-PototanWD Abangai
- MidsayapWD Villiarica
- KabacanWD No.2

各対象井の時間最大給水量(係数 1.5)は 1.1~2.6m<sup>3</sup>/分であり、何れのサイトも下流側にある既存配管は、送水量に対する受容能力を有しており、既存送水施設の容量を越えない。本計画によって浄水施設用地外に送水管の設置を行う 2 サイトと、送水管仕様を表 3-22 に示す。

表 3-21 各対象井の時間最大給水量と既存送水施設

対象 WD	水源名	時間最大給水量(m <sup>3</sup> /min)	下流側口径[mm]	受容可能流量(m <sup>3</sup> /min)
Binmarey	Caloocan	1.5	200、150	3.53
	Fabia	1.7	200	2.26
Lingayen	Libsong	2.3	250	3.53
Pagsanjan	Sabang	1.1	150、150	2.54
Panitan	Phase2	1.3	150、150	2.54
Pontevedra	Sublagon	2.6	200、150	3.53
Dingle-Pototan	Abangay	2.5	200、200	4.52
Abuyog	Barayong	2.5	150、150、150	3.82
Midsayap	Villarica	2.0	200	2.26
Kabacan	No.2	2.2	200	2.26

(注)受容可能流量は流速 1.2m/s で計算を行った

表 3-22 送水管敷設距離と仕様

対象 WD	対象井	送水管距離(m)	材質	径(mm)
Pagsanjan	Sabang	215	PVC	150
Abuyog	Barayong	2,000	PVC	200

## 3) 非常用発動発電機

送電線網は至近にあり電力導入は比較的好条件下にある各 WD ではあるが、各地とも依然として停電は多い。このため停電時用に、施設内電動設備全てを対象にすることなく送水ポンプ用容量のみを考慮した発電機(3相、ディーゼル発電式)を用意して送水が行えるようにする。各 WD の発電機容量を表 3-23 に示す。

表 3-23 発電機容量

対象 WD	対象井	発電機容量(kVA)
Binmaley	Caloocan	98
	Fabia	92
Lingayen	Libsong	140
Pagsanjan	Sabang	58
Panitan	Phase 2	94
Pantevedra	Sublangon	139
Dingle-Pototan	Abangai	144
Abuyog	Barayong	149
Midsayap	Villiarica	114
Kabacan	No.2	139

停電時の対応としては、停電が生じても瞬時に自動的に発電機が稼動し、電源系統が切り替わり送水ポンプが連続して運転され、断水を生じさせないことが理想的である。しかし、これを導入すると装置が複雑になること、及び突然停電になってもポンプ自体には影響ないことから、手動にて発電機を稼動させ、その後送水ポンプのみを運転させることとする。

## (6) 付帯施設

### 1) 管理室

水質分析機器の保管場所、水質分析の実施場所、操作員の詰所として、トイレ付の管理室を設置する。構造はブロック構造とする。

### 2) 外構、その他

外構工事はフェンス、門扉、敷地内の整備が含まれる。フェンスはクリンプワイヤー式、門扉は L 鋼補強鋼鉄製ローラー式とする。敷地内は砂利を敷き、夜間の維持管理のため、場内照明を設置する。フィリピン基準に基づき、落雷被害防止のため避雷針を設置する。

# 施設設計内容シート

サイト名 Binmaley\_Caloocan

揚水量 1,555 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 1,477m<sup>3</sup>/d

回収水量 6.5m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 色度、異臭味

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 250m(深度)			更正作業
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.08m <sup>3</sup> /min(揚水量)×41m(揚程) 13kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 26m <sup>2</sup> 、所要容積 80m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m	
	硫酸混和槽	RC造 所要面積 1.4m <sup>2</sup> 、所要容積 2.2m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min	
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 1.4m <sup>2</sup> 、所要容積 2.2m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min	
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 19m <sup>2</sup> 、所要容積 38m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間30min	
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 40m <sup>2</sup> 所要容積 120m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m	
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 11.4m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、ろ過速度:150m/日	
	浄水槽	RC造、所要容積 493m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能 は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ) 4.2m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 12kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ) 1.2m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 11kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽	RC造、所要容積 54m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ) 0.11m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.4kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業 用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ) 0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床	RC造、所要容積 1.5m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日	
	薬品貯留槽	希硫酸貯留槽 所要容量2.5m <sup>2</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯留時間:7日 硫酸注入量	1台予備
硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量5.7m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)		1槽 2台	貯留時間:7日 凝集剤注入量(注入率20mg/L)	1台予備	
消石灰溶解槽、貯留槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)		2槽 2台	貯留時間:7日 消石灰注入量(注入率17mg/L)	1台予備	
塩素注入設備 さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)		1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備	
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 1.5m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 21kw(出力)	2台	時間最大給水量	
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽		

施設設計内容シート

サイト名 Binmaley\_Fabia

揚水量 1,728 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 1,642m<sup>3</sup>/d

回収水量 7.2m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 色度、異臭味

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考
水源	既存深井戸	350m/mφ(口径) 210m(深度)			更正作業
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.20m <sup>3</sup> /min(揚水量)×32m(揚程) 11kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 29m <sup>2</sup> 、所要容積 90m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m	
	硫酸混和槽	RC造 所要面積 1.4m <sup>2</sup> 、所要容積 2.2m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハドル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min	
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 1.4m <sup>2</sup> 、所要容積 2.2m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハドル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min	
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 19m <sup>2</sup> 、所要容積 38m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間30min	
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 44m <sup>2</sup> 、所要容積 132m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m	
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 12.7m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、ろ過速度:150m/日	
	浄水槽	RC造、所要容積 547m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ) 4.9m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 14kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ) 1.4m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 12kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽	RC造、所要容積 63m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ) 0.12m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.4kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業 用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ) 0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床	RC造、所要容積 3.3m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日	
	薬品貯留槽	希硫酸貯留槽 所要容量2.8m <sup>2</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽	貯留時間:7日	1台予備
硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量6.3m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)		2台	硫酸注入量		
消石灰溶解槽、貯留槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)		2槽	貯留時間:7日	1台予備	
消石灰注入量(注入率17mg/L)		2台	消石灰注入量(注入率17mg/L)		
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備	
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 1.7m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 24kw(出力)	2台	時間最大給水量	
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽		

# 施設設計内容シート

サイト名 Lingayen

揚水量 2,434 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 2,312m<sup>3</sup>/d

回収水量 10.1m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 色度、異臭味

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 250m(深度)			更正作業
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.69m <sup>3</sup> /min(揚水量)×39m(揚程) 19kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 41m <sup>2</sup> 所要容積 125m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m	
	硫酸混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 縦式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min	
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 縦式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min	
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 30m <sup>2</sup> 、所要容積 60m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値: 50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間30min	
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 62m <sup>2</sup> 、所要容積 186m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m	
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 17.8m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、ろ過速度: 150m/日	
	浄水槽	RC造、所要容積 771m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能 は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ) 7.0m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 20kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ) 2.0m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 17kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽	RC造、所要容積 90m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ) 0.17m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.6kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業 用水量): 10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ) 0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床	RC造、所要容積 5.2m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数: 4日	
薬品貯留槽	希硫酸貯留槽 所要容量4.0m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯留時間: 7日 硫酸注入量	1台予備	
	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量8.9m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯留時間: 7日 凝集剤注入量(注入率45mg/L)	1台予備	
	消石灰溶解槽、貯留槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	2槽 2台	貯留時間: 7日 消石灰注入量(注入率28mg/L)	1台予備	
	塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 2.3m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 32kw(出力)	2台	時間最大給水量	
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽		

### 施設設計内容シート

サイト名 Pagsanjan

揚水量 1,097 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 1,042m<sup>3</sup>/d

回収水量 4.6m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 62m(深度)			更正作業
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 0.76m <sup>3</sup> /min(揚水量)×39m(揚程) 9kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 18m <sup>2</sup> 、所要容積 55m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m	
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 8.0m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、ろ過速度:150m/日	
	浄水槽	RC造、所要容積 347m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能 は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ) 3.2m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 9kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ) 0.9m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 8kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽	RC造、所要容積 41m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ) 0.08m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業 用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ) 0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
乾燥床	RC造、所要容積 1.6m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日		
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備	
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 1.1m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 15kw(出力)	2台	時間最大給水量	
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽		

施設設計内容シート

サイト名 Panitan

揚水量 1,296 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 1,231m<sup>3</sup>/d

回収水量 5.4m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄、マンガ、アンモニア

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考	
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 36m(深度)			更正作業	
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 0.9m <sup>3</sup> /min(揚水量)×31m(揚程) 8kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備	
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 22m <sup>2</sup> 、所要容積 70m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m		
	消石灰混和槽	RC造 所要面積 1.4m <sup>2</sup> 、所要容積 2.2m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min		
	硫酸アルミニウム 混和槽	RC造 所要面積 1.4m <sup>2</sup> 、所要容積 2.2m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間 1.5min		
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 19m <sup>2</sup> 、所要容積 38m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、水滞留時間30min		
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 33m <sup>2</sup> 、所要容積 99m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m		
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 9.5m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂・マンガ砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+ 回収水量、ろ過速度:150m/日		
	浄水槽		RC造、所要容積 410m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能 は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ)	3.7m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 11kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m <sup>3</sup> /min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ)	1.1m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 10kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m <sup>3</sup> /min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽		RC造、所要容積 48m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ)	0.09m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業 用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ)	0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床	RC造、所要容積 38m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日		
薬品貯留槽	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量10.4m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽			1台予備	
	消石灰溶解槽、貯留槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	2槽	貯留時間:7日			
	消石灰注入量(注入率66mg/L)	2台				
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽		配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備	
		2台				
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 1.3m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 18kw(出力)	2台	時間最大給水量		
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽			

施設設計内容シート

サイト名 Pontevedra

揚水量 2,708 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 2,573m<sup>3</sup>/d

回収水量 11.3m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄、マンガン、アンモニア

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考	
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 47m(深度)			更正作業	
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.88m <sup>3</sup> /min(揚水量)×34m(揚程) 18kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備	
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 45m <sup>2</sup> 、所要容積 140m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m		
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 縦式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間 1.5min		
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 30m <sup>2</sup> 、所要容積 60m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間30min		
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 69m <sup>2</sup> 、所要容積 207m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m		
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 19.9m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂・マンガン砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、ろ過速度:150m/日		
	浄水槽		RC造、所要容積 858m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ)	7.9m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 22kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m <sup>3</sup> /min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ)	2.3m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 20kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m <sup>3</sup> /min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽		RC造、所要容積 102m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ)	0.19m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.7kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業用水量):10%以内	
排泥ポンプ(水中ポンプ)		0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量		
乾燥床	RC造、所要容積 4.8m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日			
薬品貯留槽	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量10.4m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯蔵時間:7日 凝集剤注入量(注入率20mg/L)	1台予備		
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備		
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 2.6m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 36kw(出力)	2台	時間最大給水量		
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽			

施設設計内容シート

サイト名 Dingle-Pototan

揚水量 2,592 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 2,462m<sup>3</sup>/d

回収水量 10.8m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄、マンガン、アンモニア

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考	
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 40m(深度)			更正作業	
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.8m <sup>3</sup> /min(揚水量)×44m(揚程) 22kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備	
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 43m <sup>2</sup> 、所要容積 130m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m		
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間 1.5min		
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 30m <sup>2</sup> 、所要容積 60m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間30min		
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 66m <sup>2</sup> 、所要容積 198m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m		
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 19m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂・マンガン砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、ろ過速度:150m/日		
	浄水槽		RC造、所要容積 821m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ)	7.0m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 20kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ)	2.0m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 17kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽		RC造、所要容積 90m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ)	0.18m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.6kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ)	0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床		RC造、所要容積 4.5m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 滞留時間:4日	
排水ポンプ(水中ポンプ)		0.08m <sup>3</sup> /min(排水量)×10m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	処理系内発生泥濃度0.5% (このサイトのみ、放流先の水位が高いので排水ポンプを設置する)		
薬品貯留槽	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量9.5m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯蔵時間:7日 凝集剤注入量(注入率20mg/L)	1台予備		
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備		
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 2.5m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 35kw(出力)	2台	時間最大給水量		
	圧力タンク	最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽			

### 施設設計内容シート

サイト名 Abuyog

揚水量 2,539 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 2,412m<sup>3</sup>/d

回収水量 10.6m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄、マンガン、アンモニア、色度、異臭味

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考	
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 83m(深度)			更正作業	
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.76m <sup>3</sup> /min(揚水量)×50m(揚程) 25kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備	
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 42m <sup>2</sup> 所要容積 130m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m		
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハートル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間 1.5min		
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 30m <sup>2</sup> 、所要容積 60m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間30min		
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 65m <sup>2</sup> 、所要容積 195m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m		
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 18.6m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂・マンガン砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、ろ過速度:150m/日		
	浄水槽		RC造、所要容積 804m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ)	7.0m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 20kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗用ポンプ(水中ポンプ)	2.0m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 17kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽		RC造、所要容積 90m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ)	0.18m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.6kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ)	0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床	RC造、所要容積 6.6m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日		
	薬品貯留槽	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量9.3m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯蔵時間:7日 凝集剤注入量(注入率20mg/L)	1台予備	
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備		
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 2.5m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 35kw(出力)	2台	時間最大給水量		
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽			

# 施設設計内容シート

サイト名 Midsayap

揚水量 2,030 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 1,929m<sup>3</sup>/d

回収水量 8.5m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄、マンガン

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考	
水源	既存深井戸	250m/mφ(口径) 56m(深度)			更正作業	
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.41m <sup>3</sup> /min(揚水量)×36m(揚程) 15kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備	
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 34m <sup>2</sup> 、所要容積 105m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m		
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハドル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間 1.5min		
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 24m <sup>2</sup> 、所要容積 48m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間30min		
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 52m <sup>2</sup> 、所要容積 155m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m		
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 14.9m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂・マンガン砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、ろ過速度:150m/日		
	浄水槽		RC造、所要容積 643m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ)	5.6m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 16kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.70m <sup>3</sup> /min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ)	1.6m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 14kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m <sup>3</sup> /min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽		RC造、所要容積 72m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ)	0.14m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.5kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業用水量):10%以内	
		排泥ポンプ(水中ポンプ)	0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)	1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量	
	乾燥床	RC造、所要容積 2.9m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日		
薬品貯留槽	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量7.4m <sup>3</sup> 定量タイフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯蔵時間:7日 凝集剤注入量(注入率20mg/L)	1台予備		
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量タイフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備		
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 2.0m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 28kw(出力)	2台	時間最大給水量		
		圧力タンク 最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽			

施設設計内容シート

サイト名 Kabacan

揚水量 2,253 m<sup>3</sup>/d

日最大給水量 2,140m<sup>3</sup>/d

回収水量 9.4m<sup>3</sup>/hr(最大)

水質改善対象 鉄、マンガン

施設名	設備名	仕様	数量	設計根拠	備考
水源	既存深井戸	300m/mφ(口径) 100m(深度)			更正作業
取水施設	深井戸ポンプ	水中ポンプ 1.6m <sup>3</sup> /min(揚水量)×35m(揚程) 16kw(出力)	2台	日最大給水量+浄水場操業用水量	1台予備
浄水施設	エアレーション塔	RC造、ノズル散水方式 所要面積 38m <sup>2</sup> 、所要容積 115m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量 水面積負荷 0.4m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr、落差 3m	
	硫酸アルミニウム混和槽	RC造 所要面積 2.3m <sup>2</sup> 、所要容積 3.4m <sup>3</sup> 立式水中攪拌機 ハドル径500m/mφ、0.75kw(出力)	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間 1.5min	
	凝集槽	RC造、上下迂流方式 所要面積 24m <sup>2</sup> 、所要容積 48m <sup>3</sup> 上下迂流式緩速攪拌 GT値:50,000	1槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、水滞留時間30min	
	沈殿槽	RC造、横流式沈殿池 所要面積 54m <sup>2</sup> 、所要容積 172m <sup>3</sup>	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量 水面積負荷 30mm/min、有効水深 3m	
	ろ過槽	RC造、重力式急速ろ過池 所要面積 16.5m <sup>2</sup> ろ過材:ケイ砂・マンガン砂	2槽	日最大給水量+浄水場操業用水量+回収水量、ろ過速度:150m/日	
	浄水槽	RC造、所要容積 714m <sup>3</sup>	2槽	(日最大+操業用水量)の8時間分	配水機能は6時間分
		逆洗用ポンプ(水中ポンプ) 5.6m <sup>3</sup> /min(逆洗水量)×10m(揚程) 16kw(出力)	1台	ろ過槽逆洗水量: 0.7m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
		表洗ポンプ(水中ポンプ) 1.6m <sup>3</sup> /min(表洗水量)×30m(揚程) 14kw(出力)	1台	ろ過槽表洗水量: 0.20m/min(流速) ×ろ過槽(1槽)面積(m <sup>2</sup> )	
	逆洗排水槽	RC造、所要容積 72m <sup>3</sup>	1槽	ろ過槽1槽当りの洗浄水量	
		回収ポンプ(水中ポンプ) 0.17m <sup>3</sup> /min(循環水量)×10m(揚程) 0.6kw(出力)	1台	回収水量/(日最大給水量+浄水場操業用水量):10%以内	
排泥ポンプ(水中ポンプ) 0.1m <sup>3</sup> /min(排泥量)×8m(揚程) 0.3kw(出力)		1台	逆洗水量+表洗水量-回収水量		
乾燥床	RC造、所要容積 3.3m <sup>3</sup> /槽	4槽	1日当りの処理系内発生泥量 (汚泥濃度0.5%) 滞留日数:4日		
薬品貯留槽	硫酸アルミニウム貯留槽 所要容量9.5m <sup>3</sup> 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	貯蔵時間:7日 凝集剤注入量(注入率20mg/L)	1台予備	
塩素注入設備	さらし粉貯留設備、溶解槽 定量ダイヤフラムポンプ 0.2kw(出力)	1槽 2台	配管流末の残留が遊離塩素として 0.1mg/L以上	1台予備	
送水施設	送水ポンプ	縦軸駆動遠心ポンプ 2.2m <sup>3</sup> /min(送水量)×50m(揚程) 31kw(出力)	2台	時間最大給水量	
	圧力タンク	最大圧力0.6MPa 最小圧力0.4MPa	1槽		

### 3-2-2-3 機材計画

現在水質分析は、各 WD の付近にある外部の分析所や LWUA 等に依頼し、定期的で大腸菌群、pH、濁度、鉄、マンガン等の項目について測定を行っている。本計画では下記に示す通り、処理対象項目や基本水質項目 (pH、水温、濁度等) については、機材を調達し、現地 (各浄水施設) で測定する。これら以外の水質項目 (大腸菌群、ヒ素、硫黄等のフィリピン水質基準項目) については、現状と同じく、外部機関や LWUA 等に依頼して測定する。なお、トリハロメタン等の測定が困難な水質についても LWUA の分析室で測定が可能となっており、今後、活用していくことができる。

#### (1) 調達機材の選定

各 WD の対象井の処理項目 (鉄、マンガン、アンモニア、色度、異臭味) のモニタリングを行う水質分析機材を調達する。フミン系有機質に起因する色度を対象とする BinmaleyWD Caloocan 及び Fabia と LingayenWD Libsong は、その指標として化学的酸素要求量 (COD) を適用する。各 WD に適用される浄水プロセスの操業状況を把握するために、pH、水温、電気伝導度 (EC)、塩分、溶存酸素 (DO)、濁度、色度、臭気、味のモニタリング機材を調達する。浄水プロセスに凝集沈殿処理を実施する浄水場 (PagsanjanWD Sabang を除く全てのサイト) には、凝集剤の最適注入率を決定する為のジャーテスタを調達する。

各浄水施設において処理状況の確認と処理工程の円滑化を図る必要から配備される水質分析関連機材は、日常的にまた頻繁に使用される事を配慮して選定する。従って、ポータブル型の測定器を主体に選定する。また、調達される水質分析機材は簡易な分析手法を採用しており、各 WD の浄水施設操業要員に対して施設引渡し時に行われるソフトコンポーネントによるトレーニングプログラムにより、各 WD 操業要員が、これらを用いた水質管理が可能な機材であることにも留意する。これらの機材を表 3-25 に示す。

機器の配備は 10 サイトとし、各サイトの浄水目的により選定された水質分析機材、関連機材の収納庫、水質分析データの管理用機器を調達する。これらの機材を表 3-26 に示す。

#### (2) 測定計画

各水質の測定計画は表 3-24 に示す。原水は井戸水であるが、異常が発生したときに迅速に対処可能な状態を保つため、原則として毎日測定する。測定項目は各 WD の処理対象項目と基本水質項目とする。ばっ気直後はその効果を調べるために、pH と溶存酸素を測定する。

処理水については、浄水システムが適正に運転されているかを確認する。測定項目は各 WD の処理対象項目と基本項目とする。測定回数については、水処理操作の適否を確認するために 1 日 2 回測定する。

水道水については、pH、濁度、色度、残留塩素を送水直後及び配水管末において測定し、水の安全性を確かめる。

外部に分析を依頼する項目として、大腸菌群、ヒ素、硫黄等のフィリピン水質基準項目やトリハロメタンについて 3 ヶ月に 1 回程度の測定が望ましい。

表 3-24 水質の測定計画

	測定対象	測定項目	採水場所	測定回数
原水	基本性状	pH、水温、EC、DO、濁度、色度、臭気・味	揚水直後	1 日 1 回
	処理対象項目	鉄、マンガン、アンモニア、COD		
※	基本性状	pH、DO	ばっ気直後	1 日 1 回
処理水	基本性状	pH、水温、EC、DO、濁度、色度、臭気・味	塩素添加前	1 日 2 回
	処理対象項目	鉄、マンガン、アンモニア、COD		
水道水	基本性状	pH、濁度、色度	送水直後及び配水管末	1 日 1 回
	滅菌処理状況	残留塩素		

EC: 電気伝導度、DO: 溶存酸素 ※ばっ気した直後の水

表 3-25 測定機器・分析機器の一覧

機器名	分析項目	使用目的	仕様	測定範囲	信頼度	個数	対象WD (設置サイト)
pH計		原水、水道水の監視	ガラス電極法	0-14 pH	±0.1	10	全対象 9WD (10 サイト)
水温計		原水、水道水の監視	白金測温抵抗体	0-50 °C	±0.2	10	全対象 9WD (10 サイト)
電気伝導度計		原水、水道水の監視	交流4電極法	10-200 mS/m	±1.0	10	全対象 9WD (10 サイト)
塩分計		原水、水道水の監視	電導率換算方式	0-1 %	±0.001	10	全対象 9WD (10 サイト)
溶存酸素計		原水、水道水の監視	隔膜ガルバニ電池法	0-10 mg/L	±0.1	10	全対象 9WD (10 サイト)
濁度計		原水、水道水の監視	散乱光測定方式	0-500 mg/L	±0.5	10	全対象 9WD (10 サイト)
色度計他		原水、水道水の監視	目視比色方式、 臭気・味:官能法	0-200 mg/L	±1	10	全対象 9WD (10 サイト)
比色計		水道水の監視	着色アルター比色法	0-5 mg/L	±0.1	10	全対象 9WD (10 サイト)
吸光光度計	鉄	原水、水道水の監視	簡易比色計による	0-10 mg/L	±0.1	7	Pagsanjan, Panitan, Pontevedra, Dingle-Pototan, Abuyog, Midsayap, Kabacan
吸光光度計	マンガン	原水、水道水の監視	簡易比色計による	0-2 mg/L	±0.1	6	Panitan, Pontevedra, Dingle-Pototan, Abuyog, Midsayap, Kabacan
吸光光度計	アンモニア	原水、水道水の監視	簡易比色計による	0-10 mg/L	±0.1	4	Panitan, Pontevedra, Dingle-Pototan, Abuyog
CODメータ		原水、水道水の監視	重クロム酸カリ酸性法	0-10 mg/L	±0.1	3	Binmaley, Lingayen, Abuyog
ジャーテスタ	凝集・沈殿	浄水プロセスの管理	4連 試薬注入装置付	-	-	9	Pagsanjan を除く 8WD (9 サイト)

表 3-26 付属設備の一覧

機器名	項目	仕様	式	対象WD (設置サイト)
ビーカー他	ガラス機器	ビーカー、フラスコ、メスシリンダー、ロート等	10	全対象 9WD (10 サイト)、各サイト 1 式
収納庫	機器収納	アルフレーム・アクリル板 (内容積 500L以上)	10	全対象 9WD (10 サイト)、各サイト 1 式
薬品庫	試薬管理	電気冷蔵庫 (内容量 300L以上)	10	全対象 9WD (10 サイト)、各サイト 1 式
パソコン	データ管理	CPU1GHz 以上、HDD40GB 以上、 CDR/RW モニタ17in プリンタ A4 以上付	10	全対象 9WD (10 サイト)、各サイト 1 式

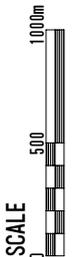
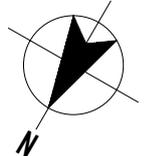
### 3-2-3 基本設計図

#### (1)基本設計(配管図)

- ① Bimmaley Caloocan  
Bimmaley Fabia
- ② Lingayen
- ③ Pagsanjan
- ④ Panitan
- ⑤ Pontevedra
- ⑥ Dingle-Pototan
- ⑦ Abuyog
- ⑧ Midsayap
- ⑨ Kabacan

#### (2)基本設計(配置図)

- ① Bimmaley Caloocan
- ② Bimmaley Fabia
- ③ Lingayen
- ④ Pagsanjan
- ⑤ Panitan
- ⑥ Pontevedra
- ⑦ Dingle-Pototan
- ⑧ Abuyog
- ⑨ Midsayap
- ⑩ Kabacan



**Target Well**

Name	Caloocan
Source	Well (running)

Name	Gayaman South
Source	Well (running)

Name	Gayaman
Source	Well (running)

Name	Calit
Source	Well (running)

Name	Naguilayan
Source	Well (running)

Name	Camaley
Source	Well (running)

Name	Amabeero
Source	Well (running)

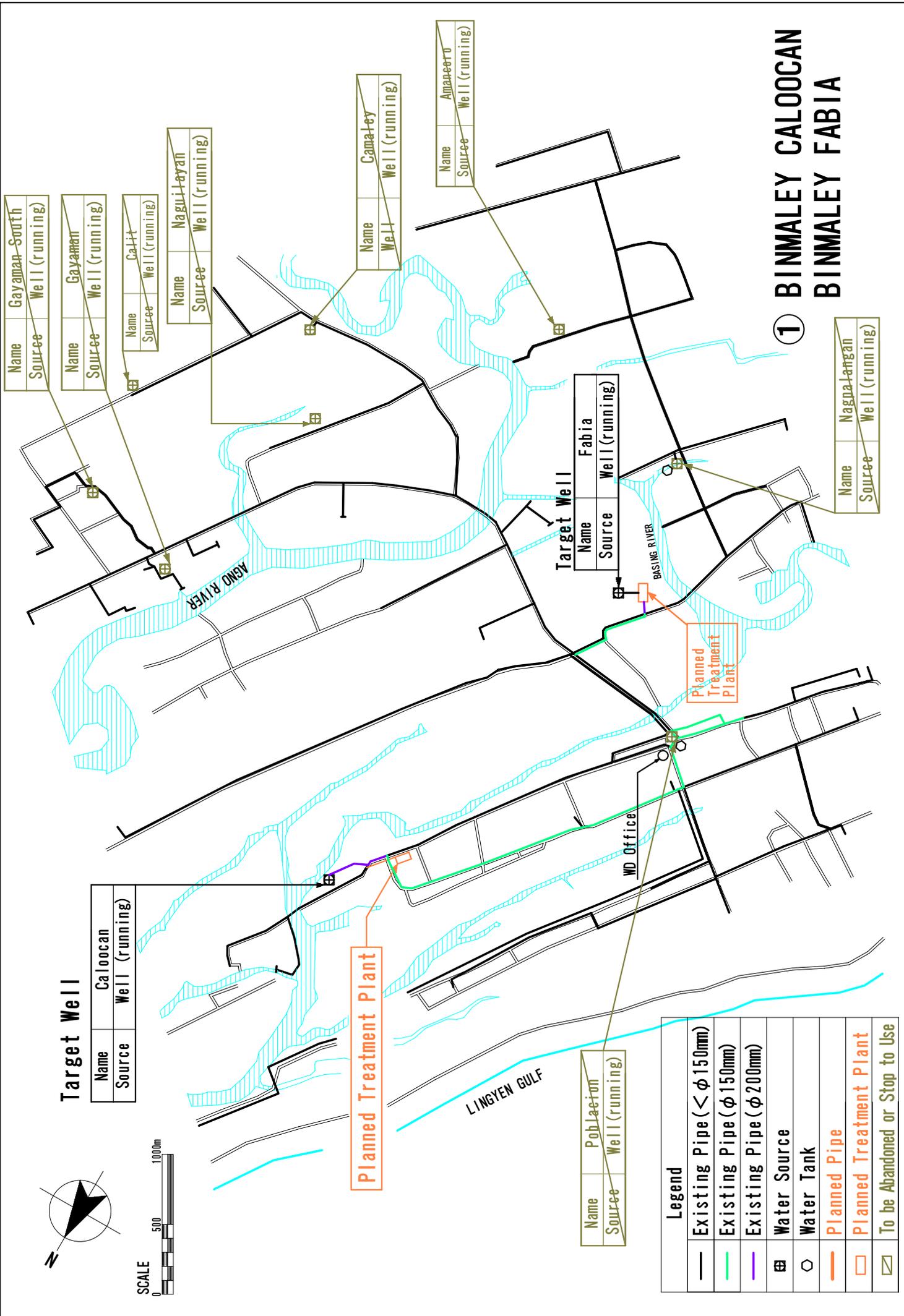
Name	Poblaeron
Source	Well (running)

Name	Nagualangan
Source	Well (running)

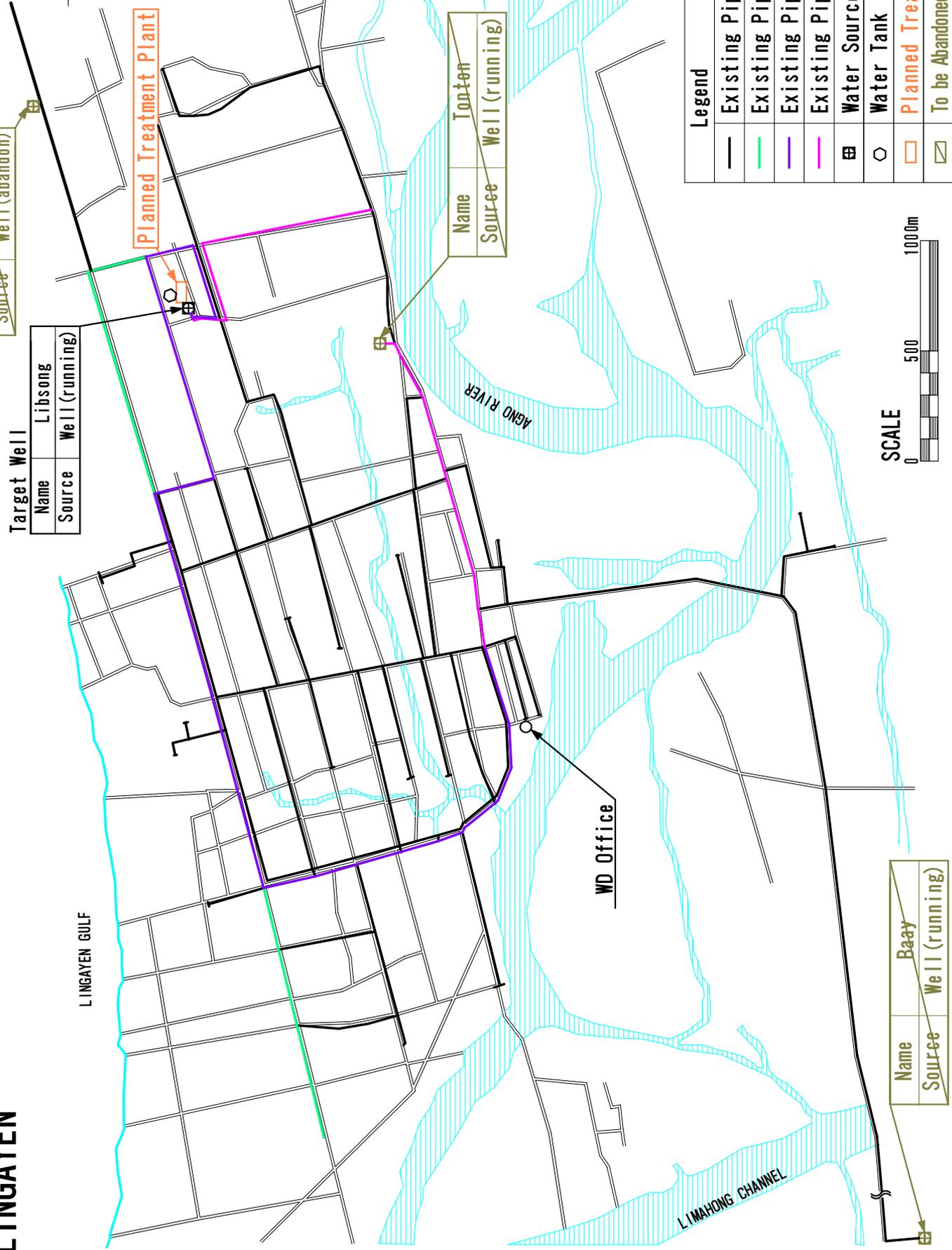
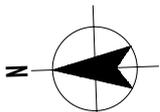
**Legend**

—	Existing Pipe (<math>\phi</math>150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math>150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math>200mm)
⊕	Water Source
○	Water Tank
—	Planned Pipe
□	Planned Treatment Plant
⊘	To be Abandoned or Stop to Use

**1 BINMALEY CALOOCAN  
BINMALEY FABIA**



# ② LINGAYEN



Name	Libsorg 2
Source	Well (abandon)

**Target Well**

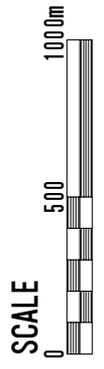
Name	Libsorg
Source	Well (running)

Name	Tonten
Source	Well (running)

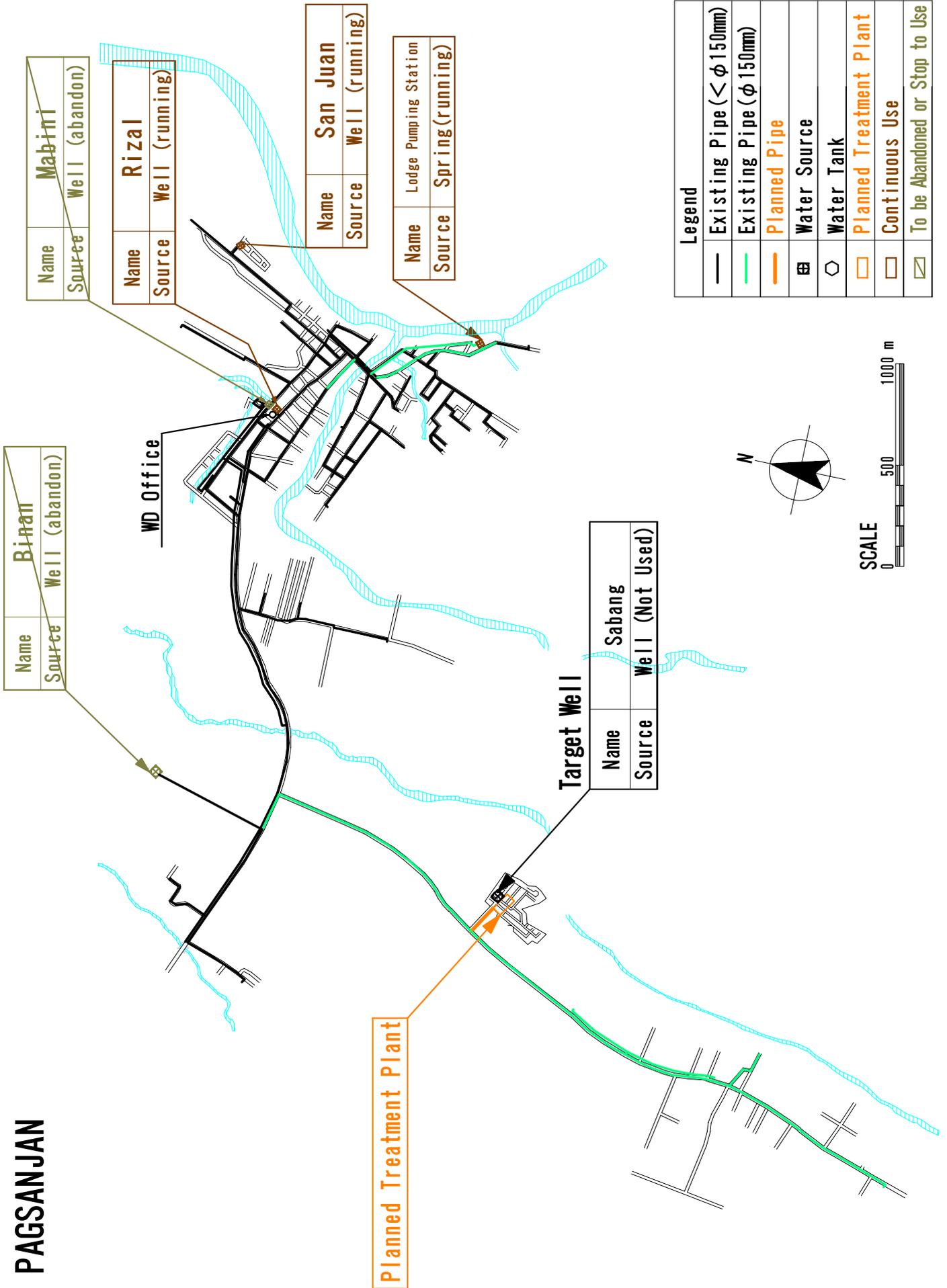
Name	Baay
Source	Well (running)

**Legend**

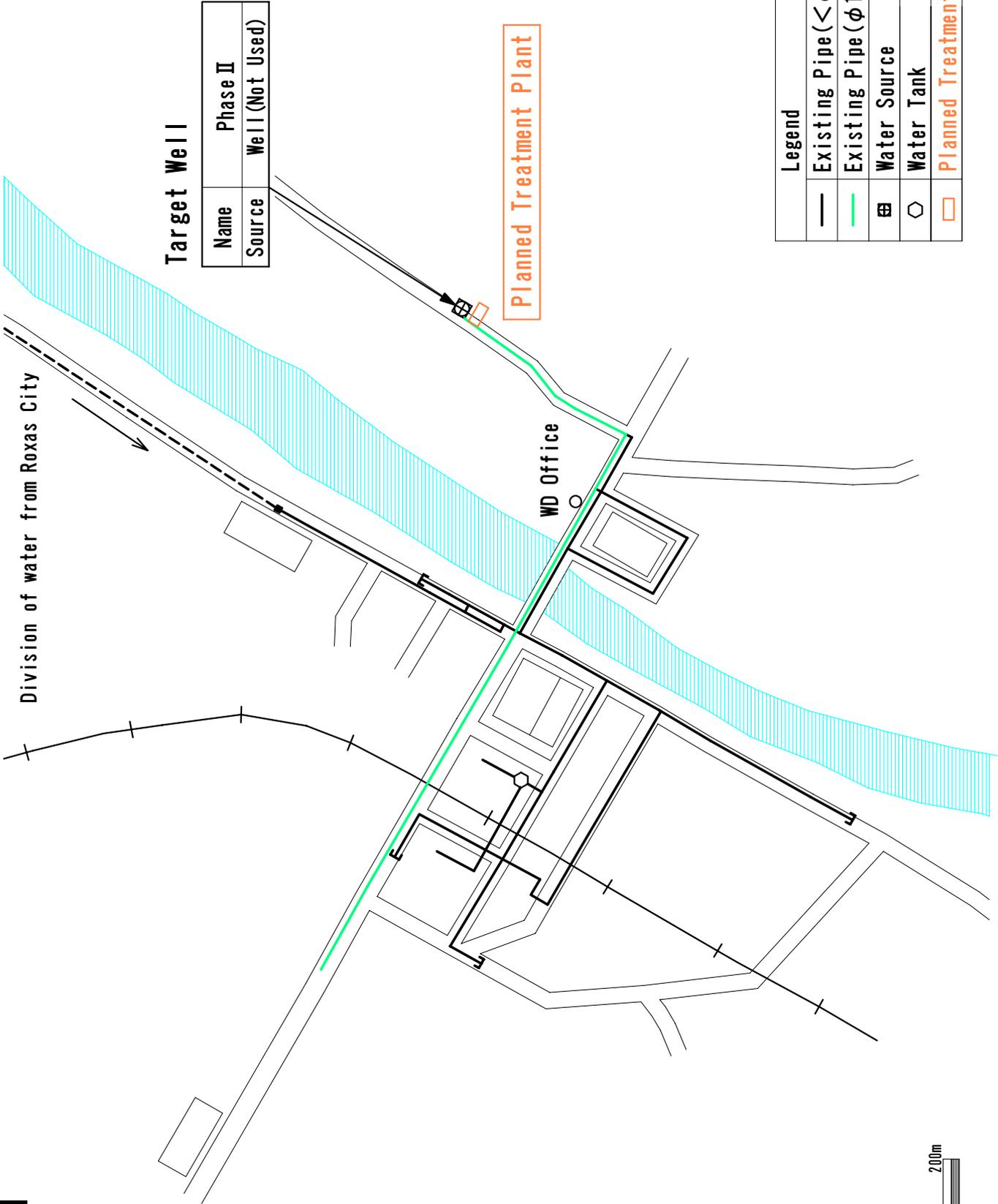
—	Existing Pipe ( $< \phi 150\text{mm}$ )
—	Existing Pipe ( $\phi 150\text{mm}$ )
—	Existing Pipe ( $\phi 200\text{mm}$ )
—	Existing Pipe ( $\phi 250\text{mm}$ )
⊕	Water Source
○	Water Tank
□	Planned Treatment Plant
▨	To be Abandoned or Stop to Use



### ③ PAGSANJAN



# ④ PANITAN

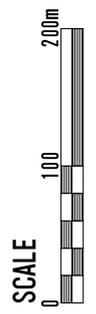
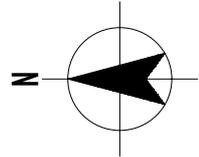


**Target Well**

Name	Phase II
Source	Well (Not Used)

**Legend**

—	Existing Pipe (<math>< \phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank
□	Planned Treatment Plant



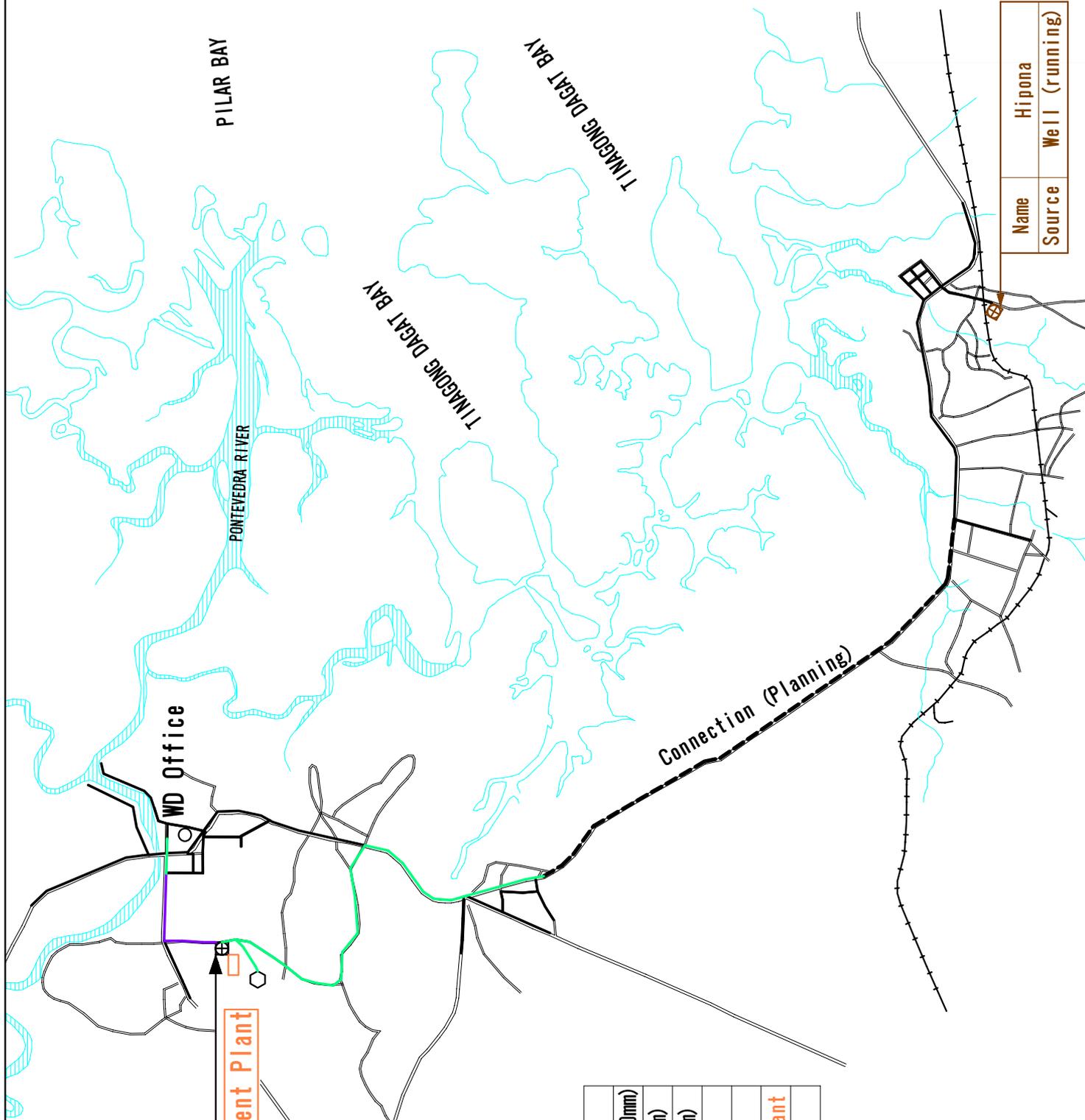
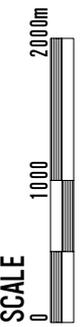
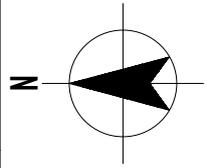
# ⑤ PONTEVEDRA

Target Well

Name	Sublangon
Source	Well (running)

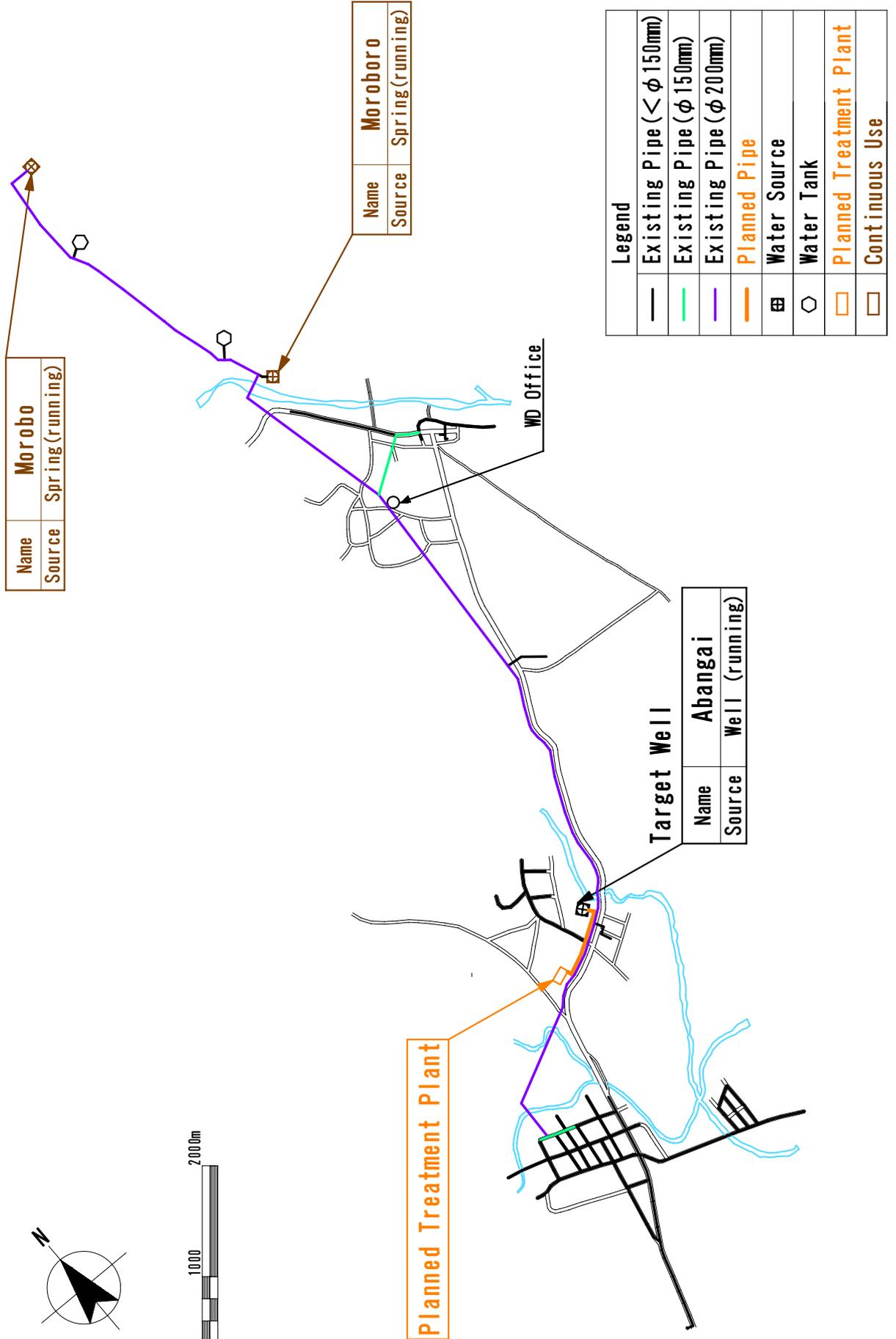
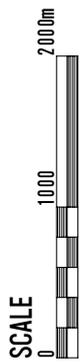
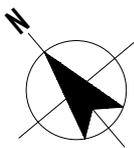
Planned Treatment Plant

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 150mm)
—	Existing Pipe (<math>\phi</math> 200mm)
⊕	Water Source
○	Water Tank
□	Planned Treatment Plant
□	Continuous Use

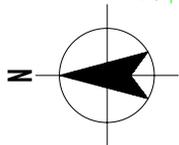


Name	Hipona
Source	Well (running)

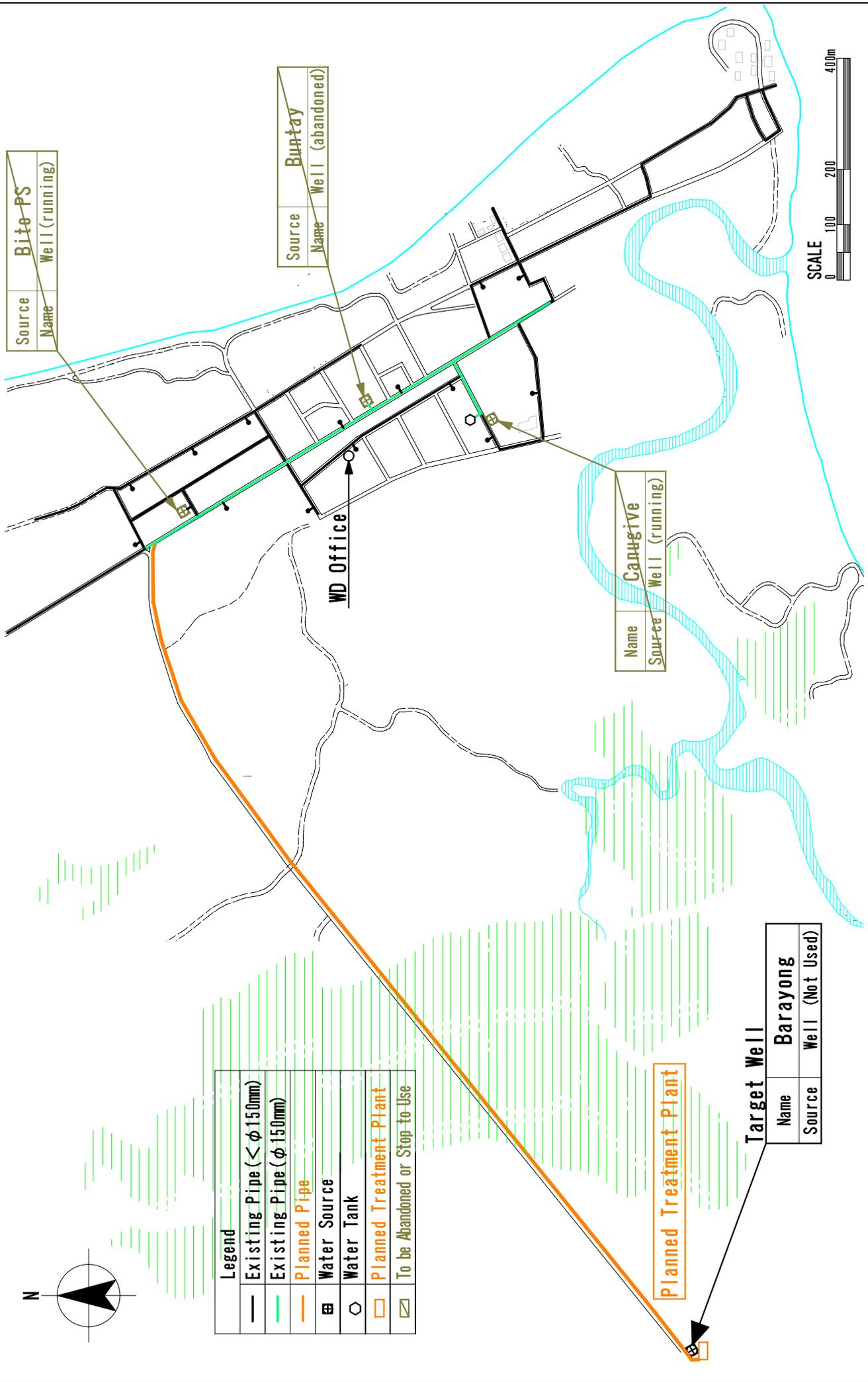
# ⑥ DINGLE-POTOTAN



# 7 ABUYOG



Legend	
	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
	Planned Pipe
	Water Source
	Water Tank
	Planned Treatment Plant
	To be Abandoned or Stop to Use

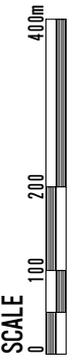


Source Name	Bito PS
Well (running)	

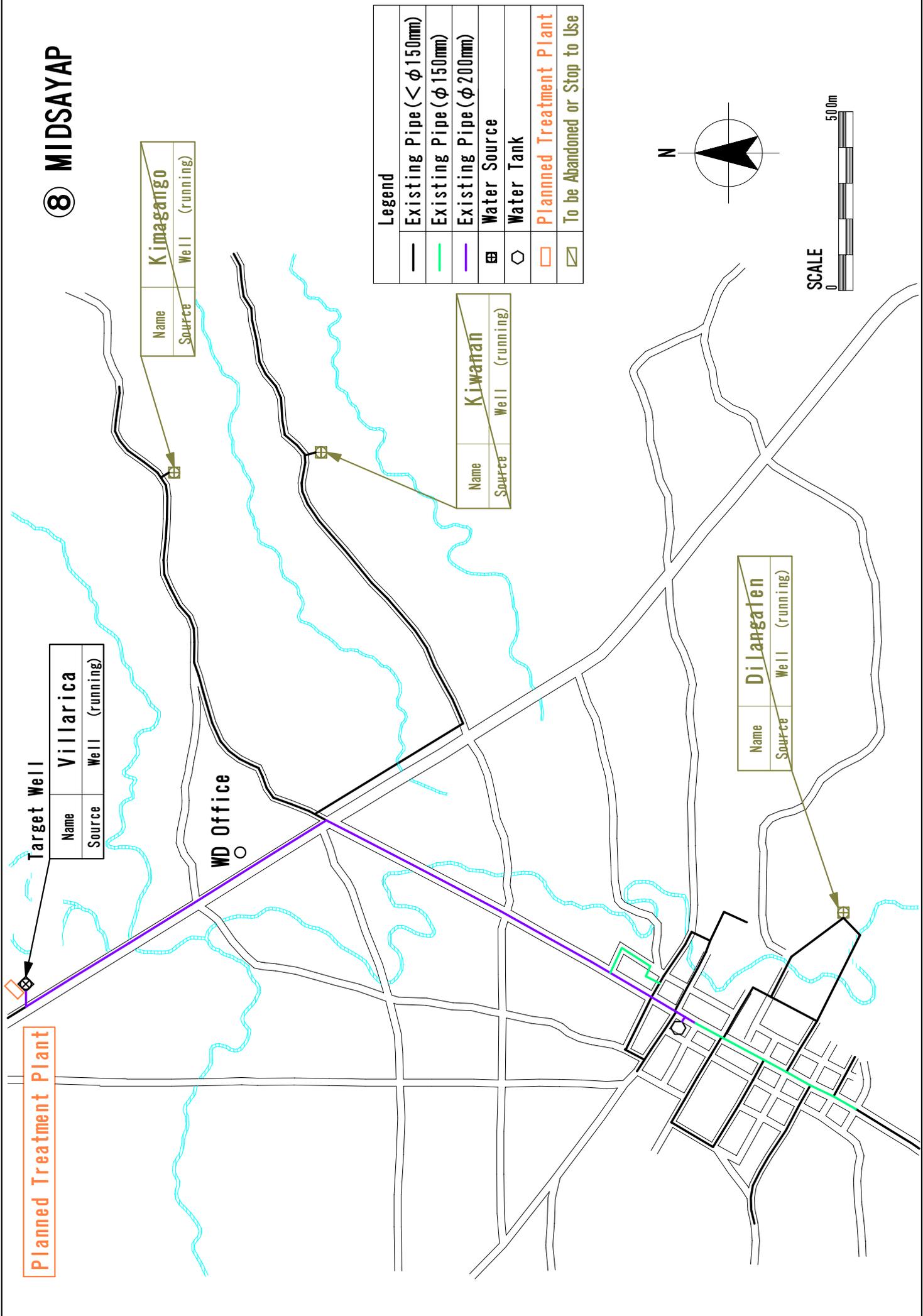
Source Name	Buntay
Well (abandoned)	

Name Source	Capugive
Well (running)	

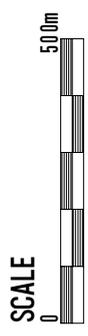
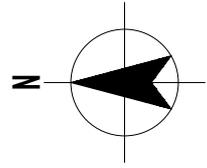
Name Source	Barayong
Well (Not Used)	



# ⑧ MIDSAYAP



Legend	
—	Existing Pipe (<math>< \phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 200\text{mm}</math>)
⊠	Water Source
○	Water Tank
□	Planned Treatment Plant
▤	To be Abandoned or Stop to Use



Target Well

Name	Source
Villarica	Well (running)

Name	Source
Kimagango	Well (running)

Name	Source
Kiwanan	Well (running)

Name	Source
Dilangaten	Well (running)

# 9 KABACAN

Legend	
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 150\text{mm}</math>)
—	Existing Pipe (<math>\phi 200\text{mm}</math>)
⊕	Water Source
⊙	Water Tank
□	Planned Treatment Plant
□	Continuous Use
□	To be Abandoned or Stop to Use

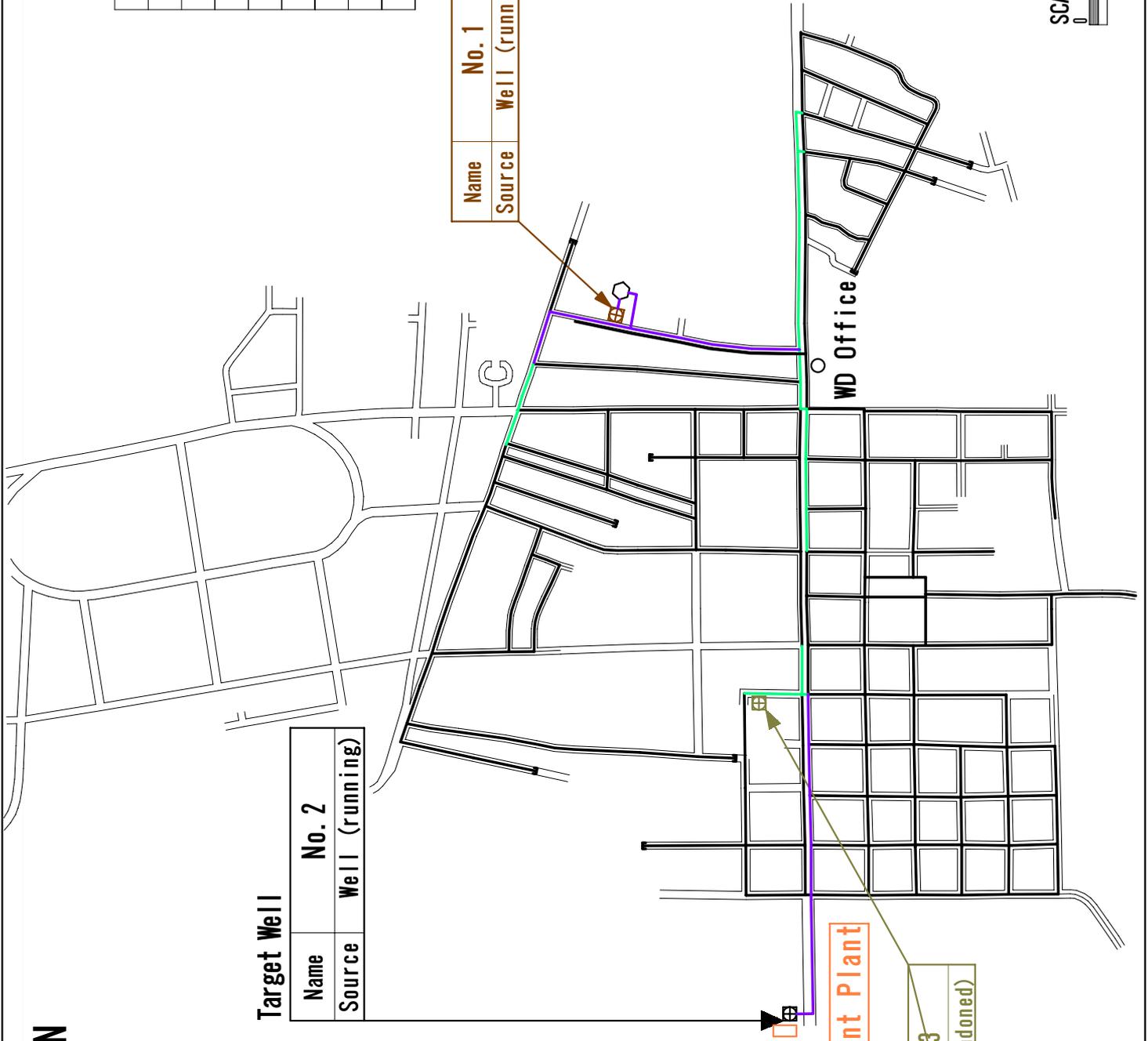
Target Well

Name	No. 2
Source	Well (running)

Name	No. 1
Source	Well (running)

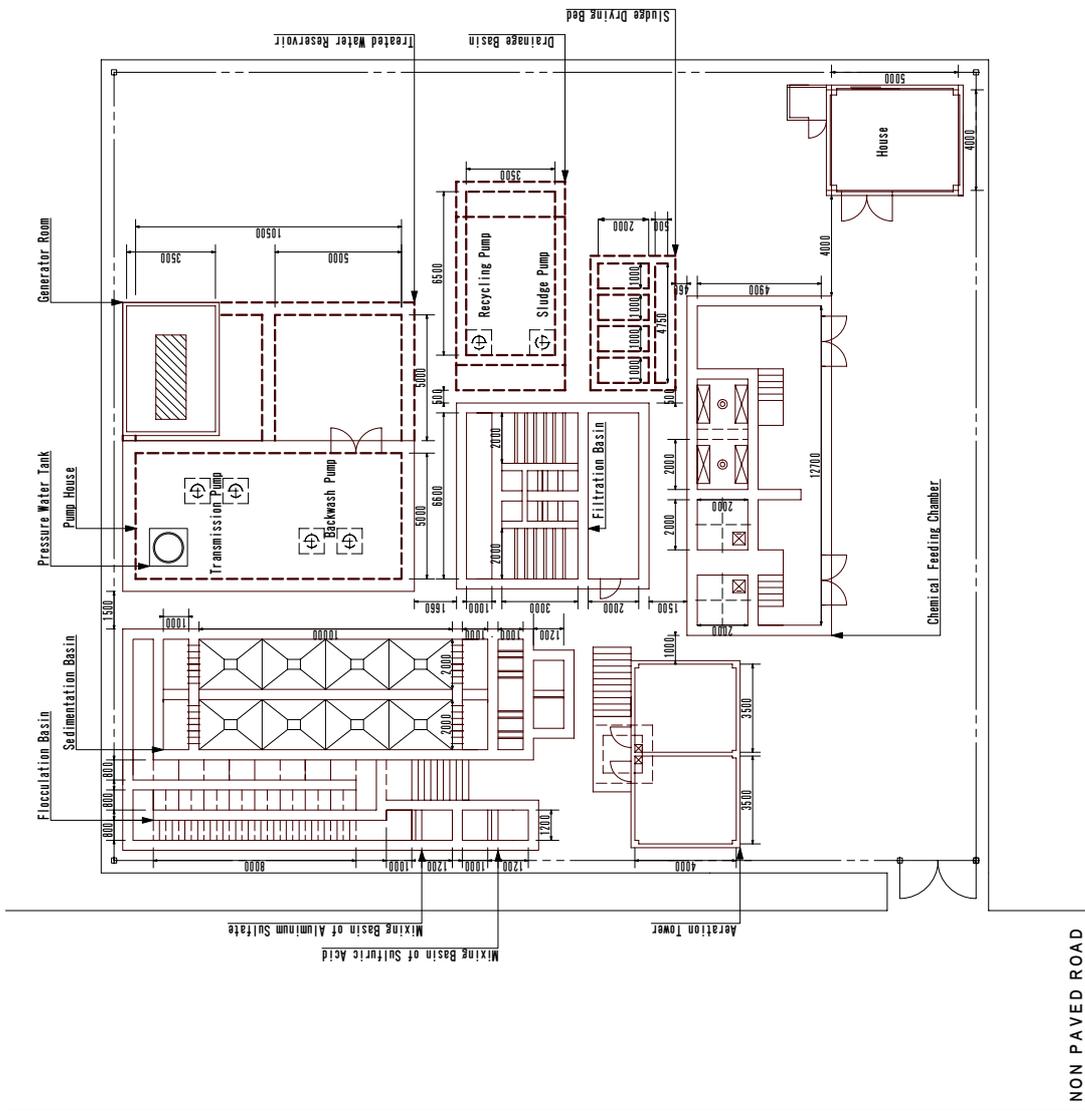
Planned Treatment Plant

Name	No. 3
Source	Well (abandoned)

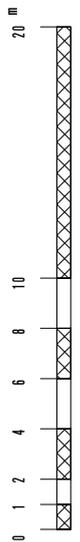


SCALE



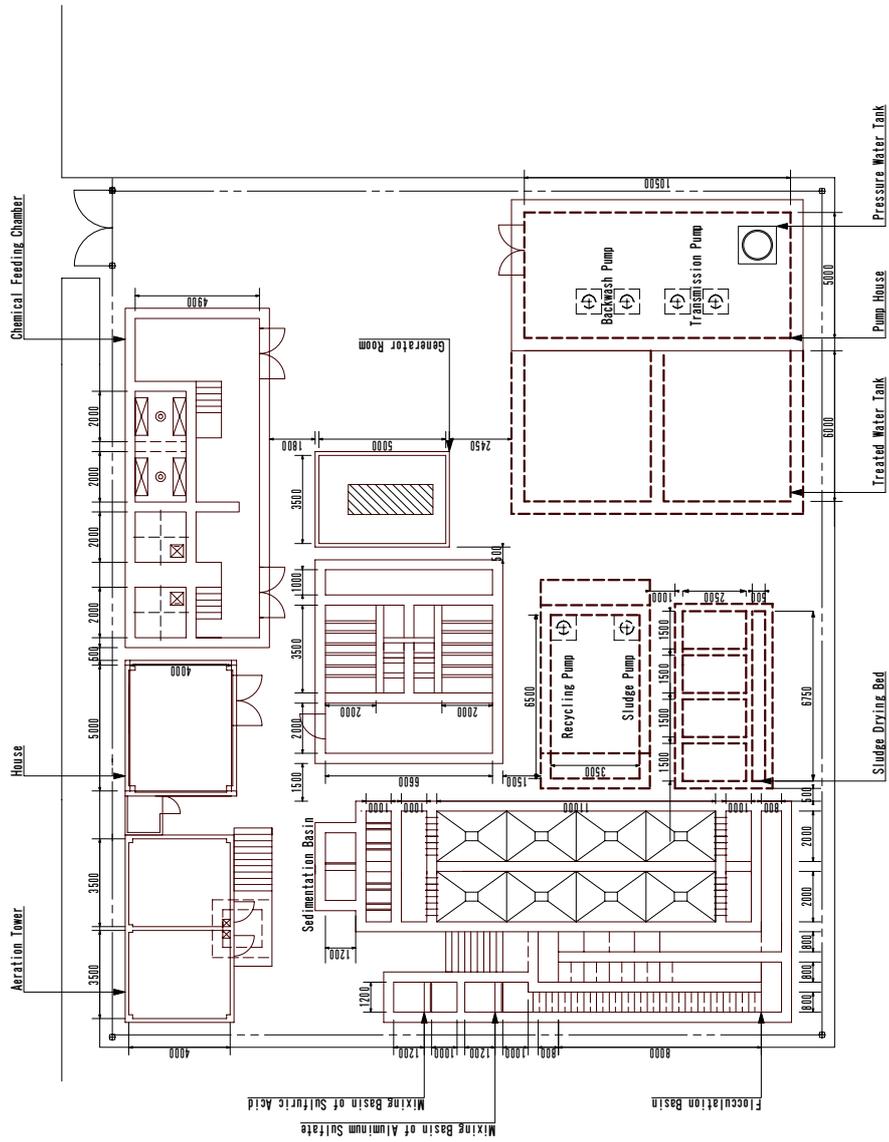


--- Underground Structure  
 — Ground Structure

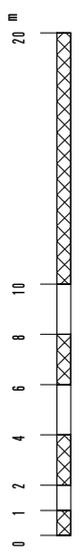


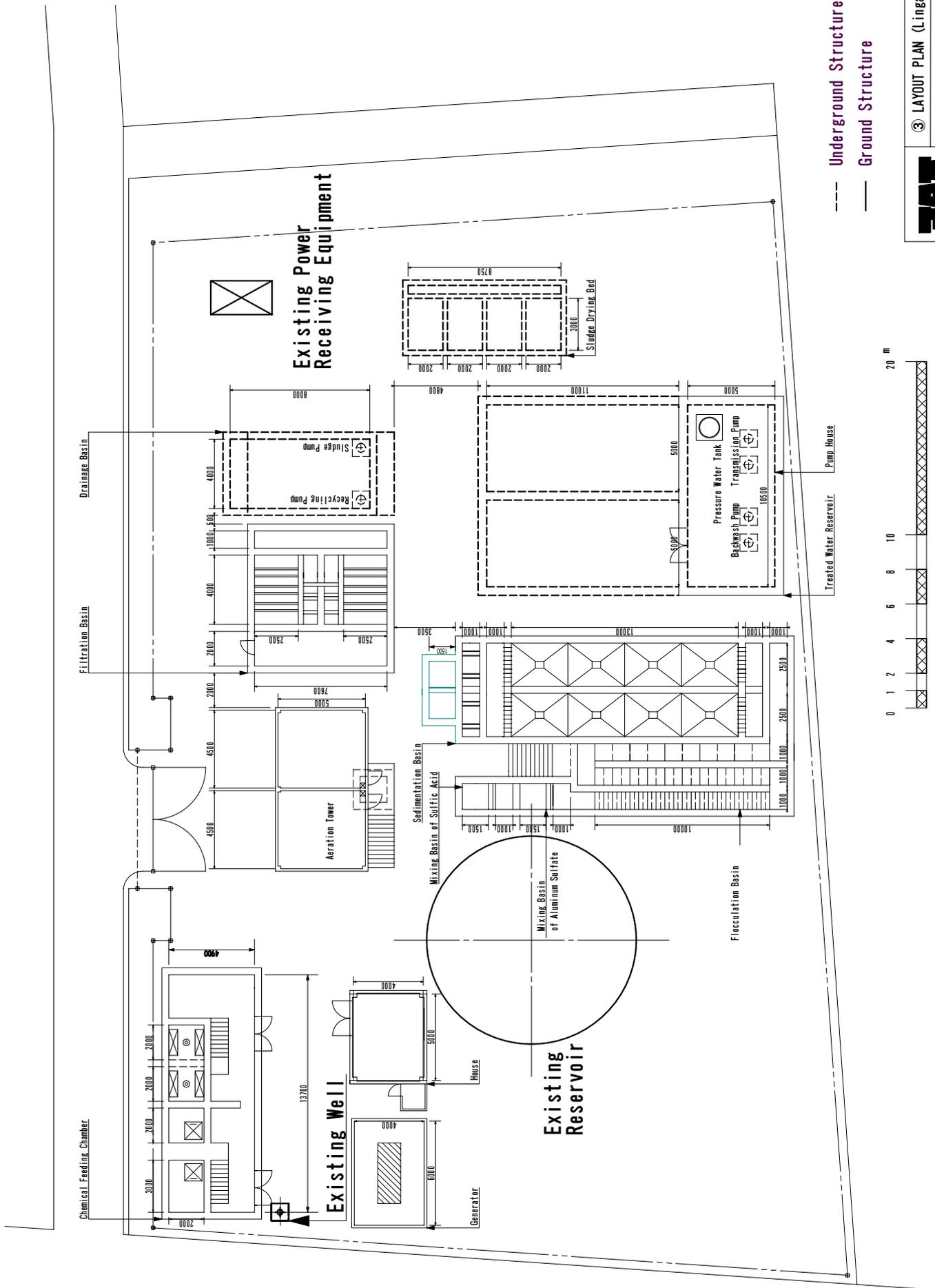


PAVED ROAD

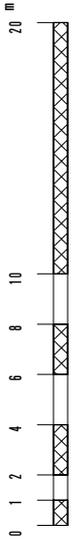


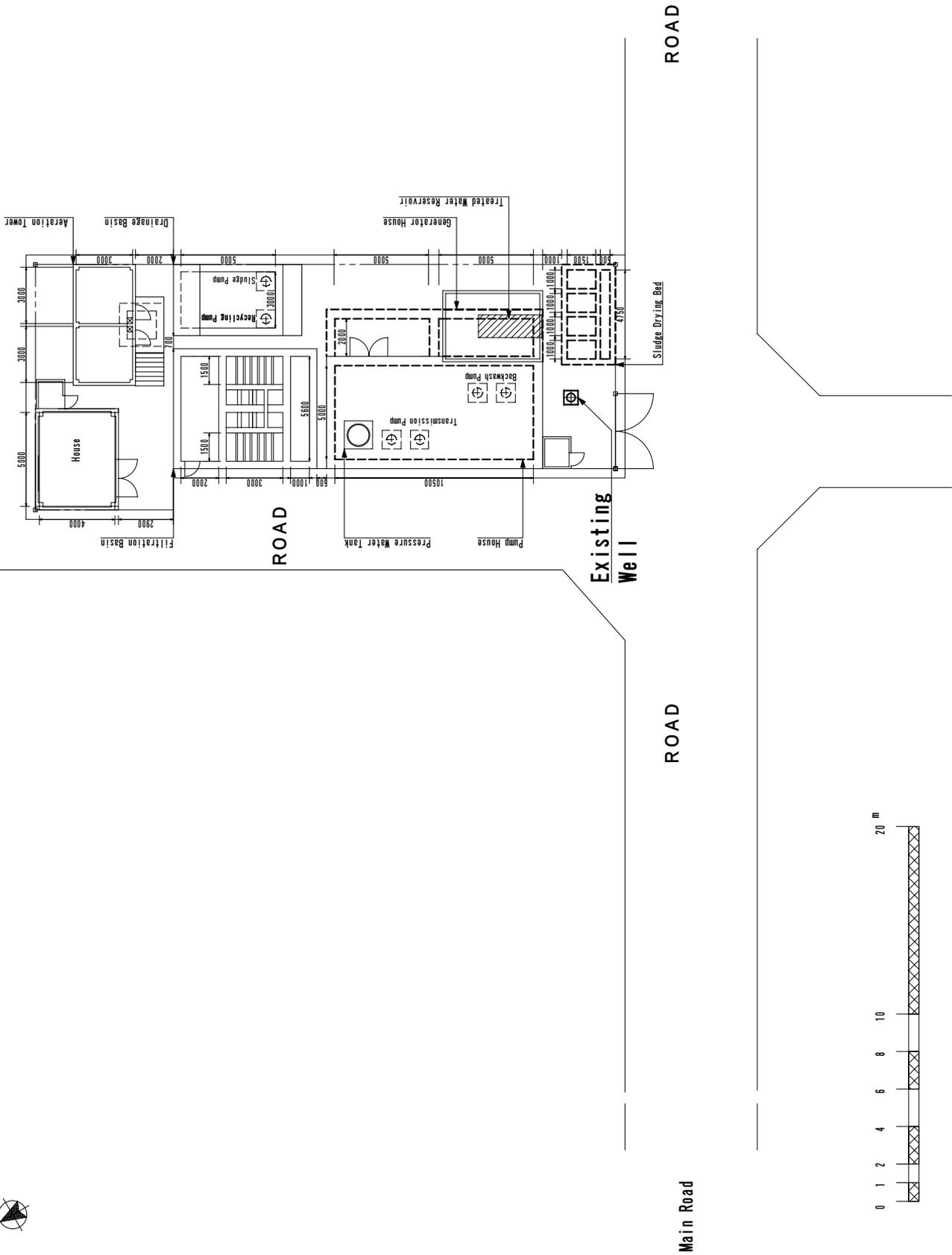
--- Underground Structure  
 — Ground Structure





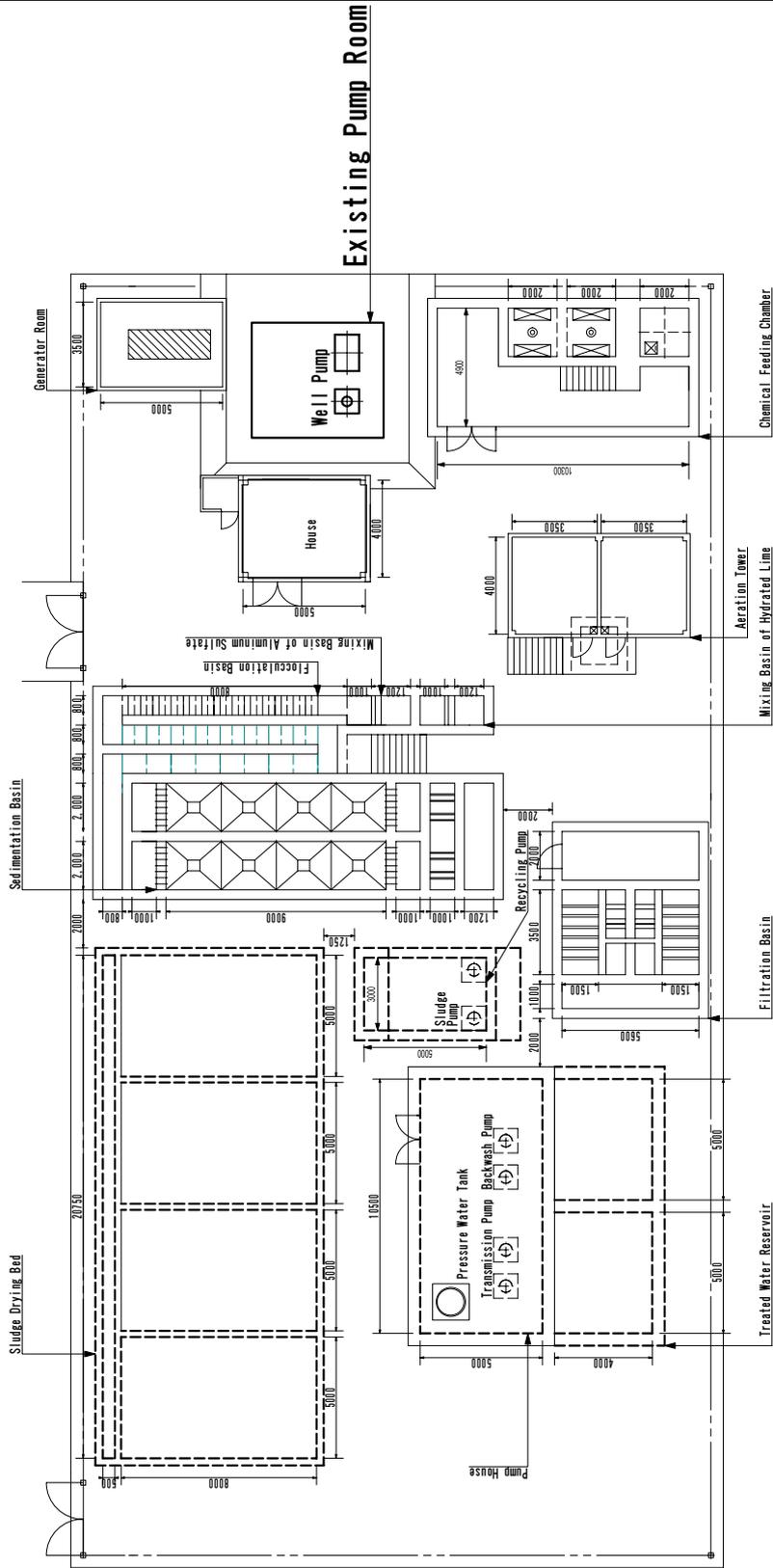
--- Underground Structure  
 — Ground Structure





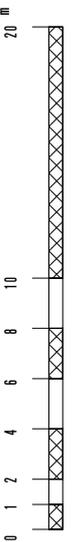


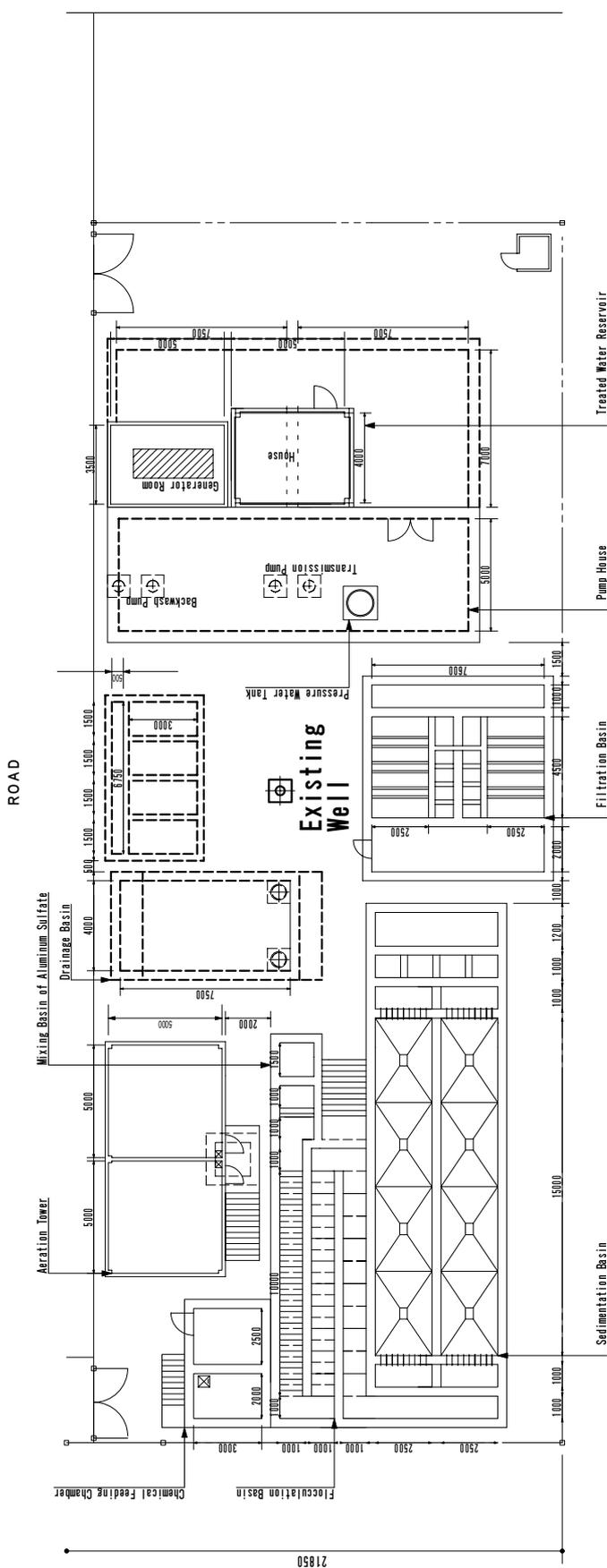
NON PAVED ROAD



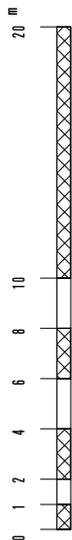
Existing Pump Room

--- Underground Structure  
 — Ground Structure



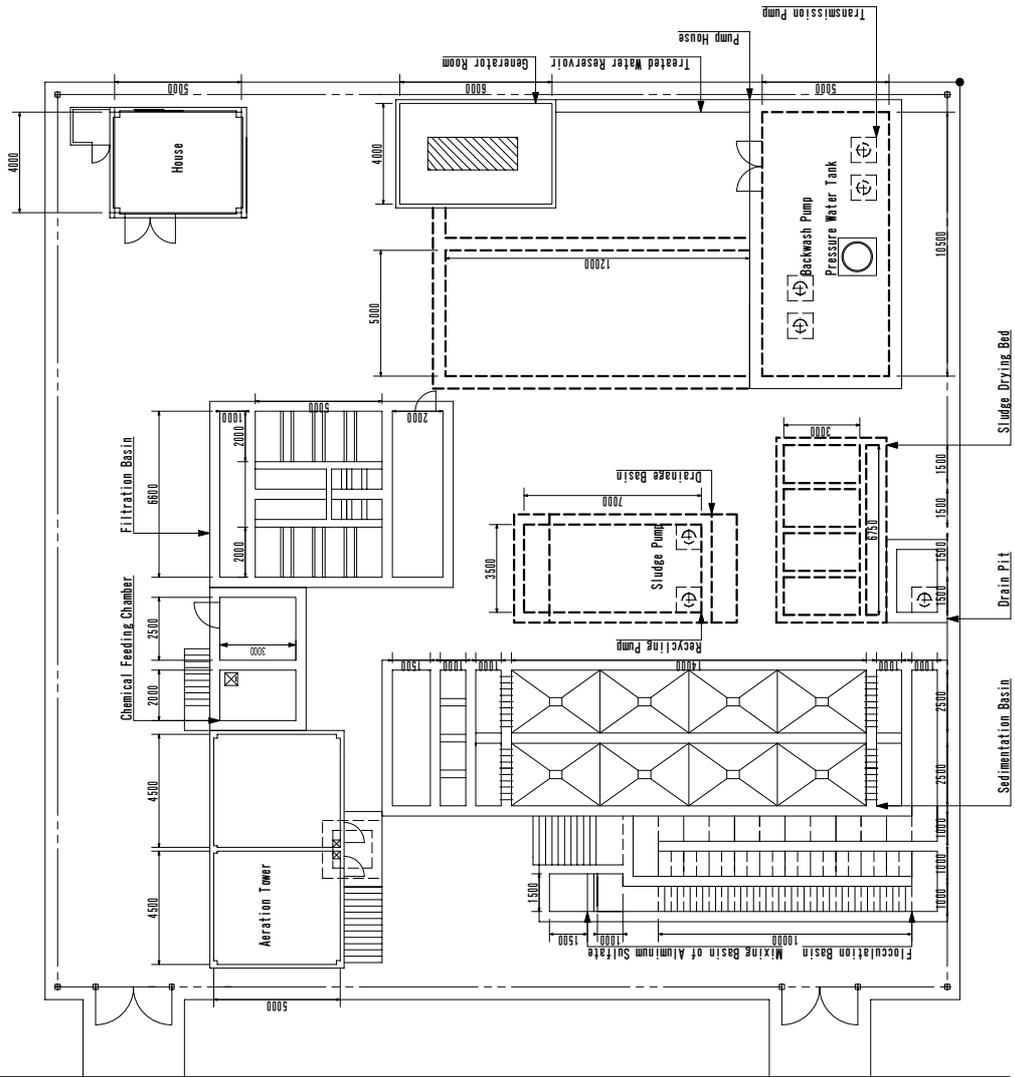


--- Underground Structure  
 ——— Ground Structure

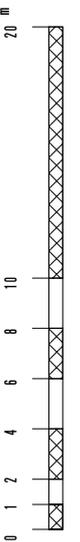




ROAD

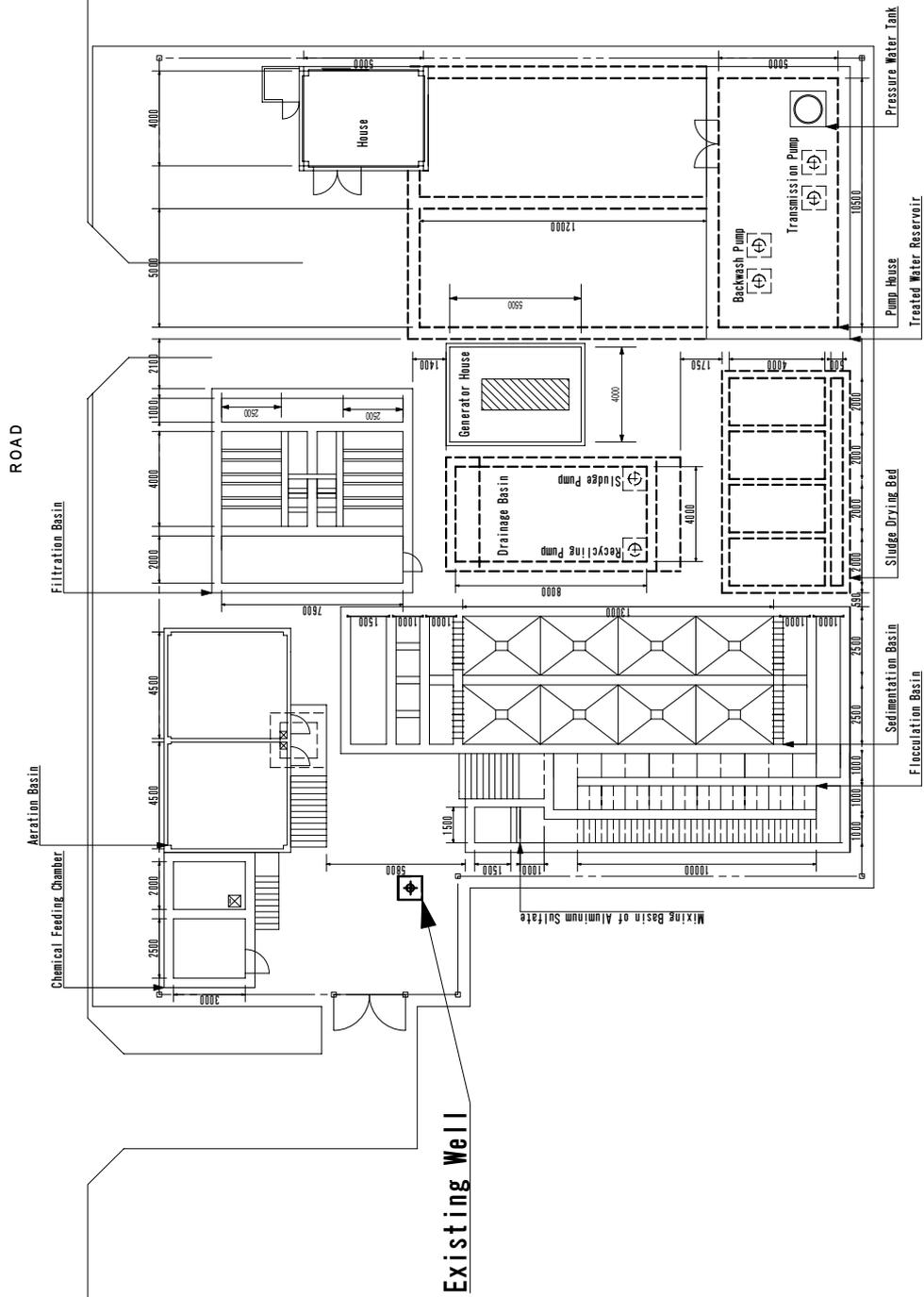


--- Underground Structure  
— Ground Structure

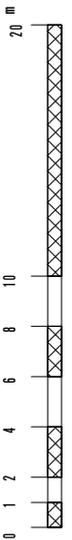


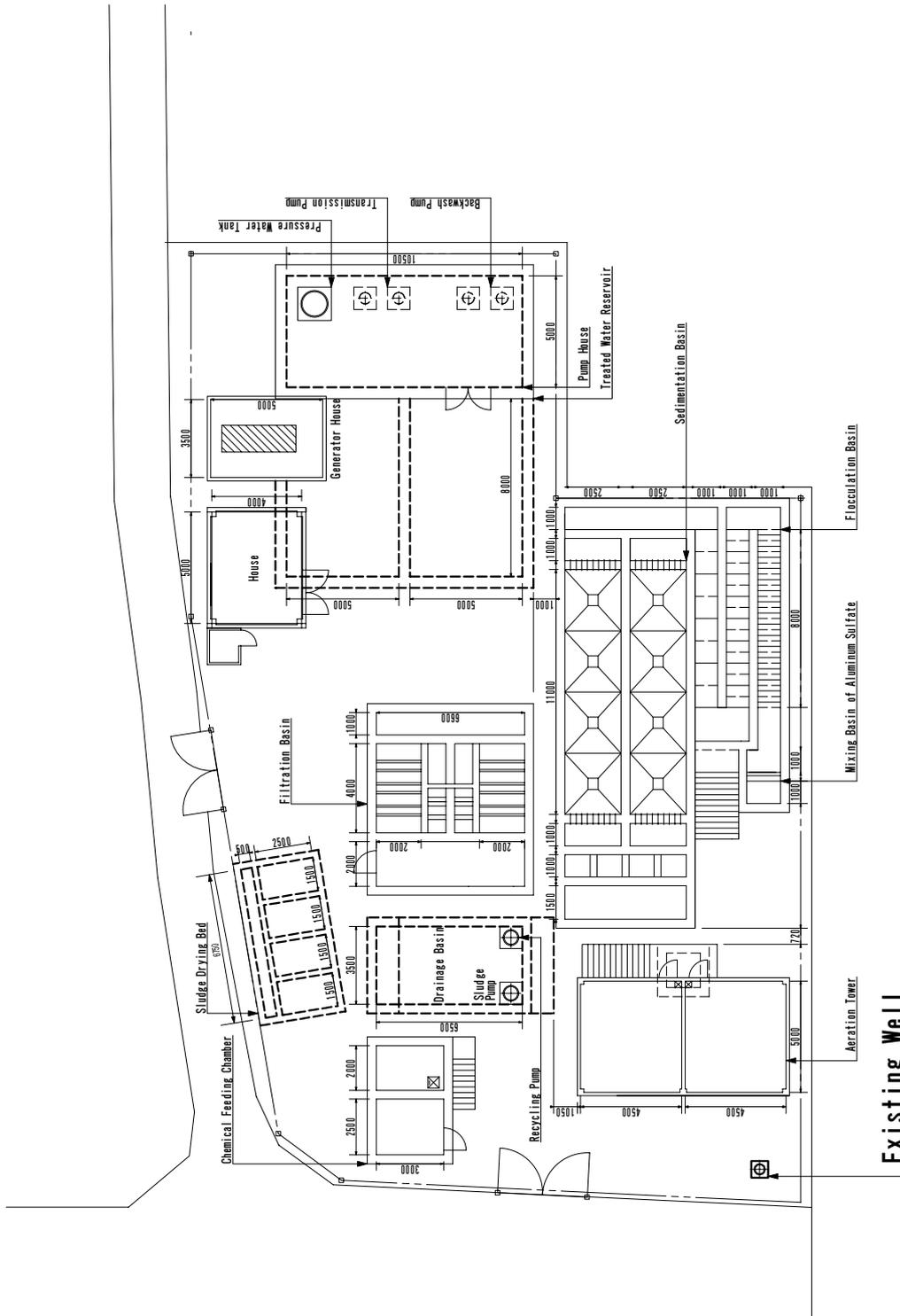
⑦ LAYOUT PLAN (ingle-Pototan)

JAPAN TECHNIO

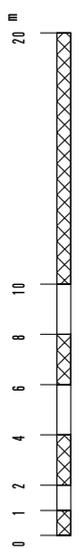


- Underground Structure
- Ground Structure



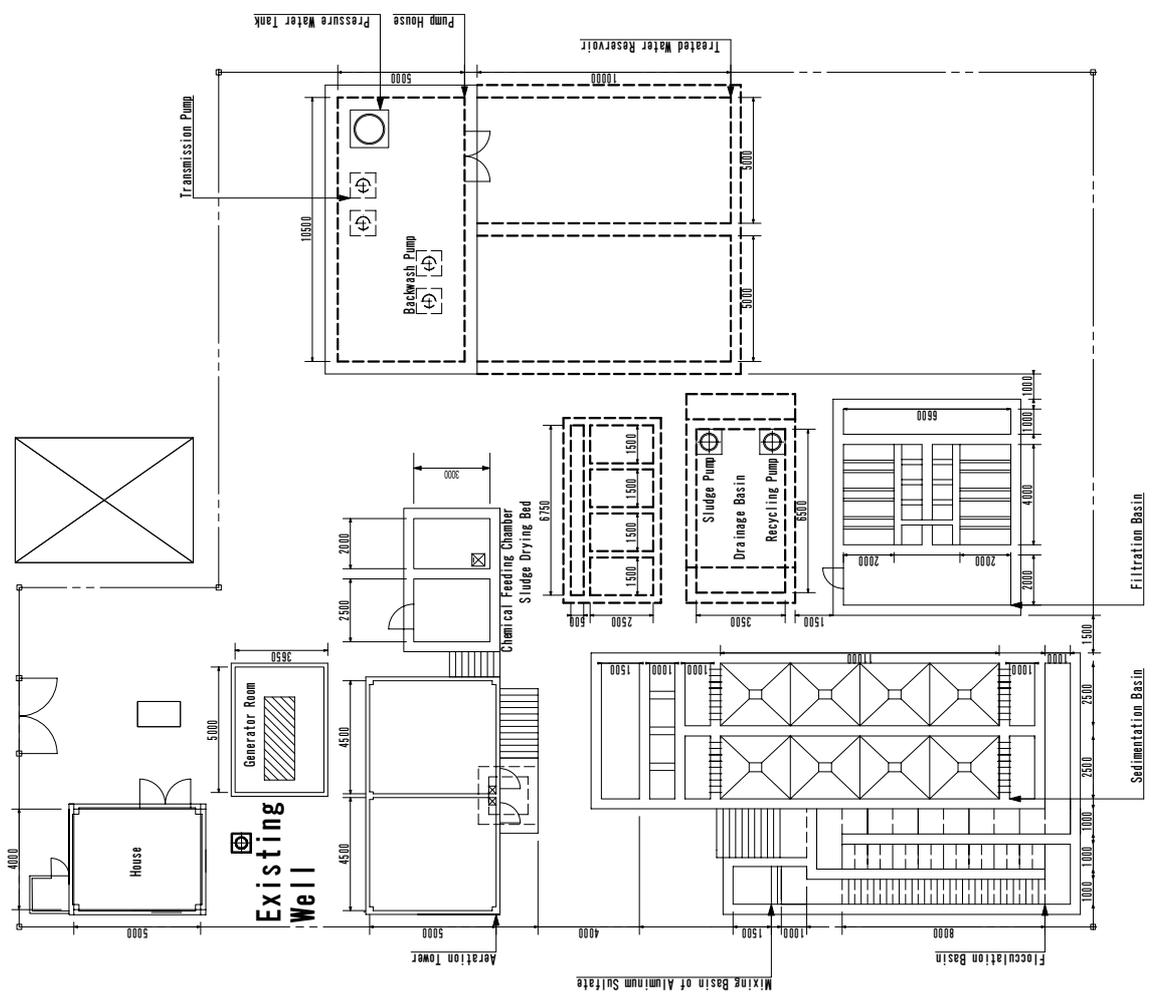


- Underground Structure
- Ground Structure

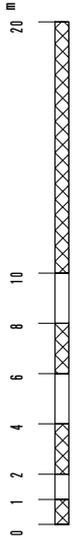




National Road



--- Underground Structure  
 — Ground Structure



### 3-2-4 施工計画/調達計画

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、事業実施計画は以下のようになる。本事業の実施体制を次頁図 3-8 に示す。

#### 3-2-4-1 実施方針

本事業の実施機関は LWUA と各 WD である。E/N 締結後、LWUA は実施設計、施工監理等に関して日本のコンサルタントと契約し、その支援のもとに浄水施設建設及び水質モニタリング機器の調達に関しての入札を実施する。入札及びその結果の評価に基づき、業者契約が行われる。無償資金協力としての本プロジェクトは LWUA と日本国企業の契約により実施される。

事業実施に当って、主契約者である日本国企業はコンサルタントの監理の下で、各施設の建設を実施すると共に関連資機材の調達を行う。

施設建設が完了し、機材類と共に検収後、維持管理は、各 WD の通常機構に編入される。

無償資金協力としての本事業の主契約者は日本国企業であり、工事実施に当っては、浄水施設建設等の類似水道プロジェクトに関する豊富な経験を有すると共に、その内容について十分な認識のある企業でなければならない。また、本計画が既存深井戸を使用して地下水を水源とする一貫した浄水施設建設を実施するものであるため、それらについての専門技術を有する企業が求められる。

また、施工に際しては 4 島にわたり各地に散在するサイトに対して施工される本プロジェクトでは、現地側の下請け業者を活用することは不可欠である。比国においては、一般建設をはじめ水道施設建設に関する現地の企業およびそれらに従事している人材は比較的多く、それらの能力は何れも、質的にも量的にも問題ない。

#### 3-2-4-2 施工上の留意事項

各施設の建設に係わる設計・施工上の法制、技術基準等にかかる、全ての問題は LWUA のもとで解決される。ただし、本計画で一部のサイト(BinmaleyWD、AbuyogWD)で必要な管路の道路横断工事とその後の復旧等については、他関連省庁との協議が必要である。

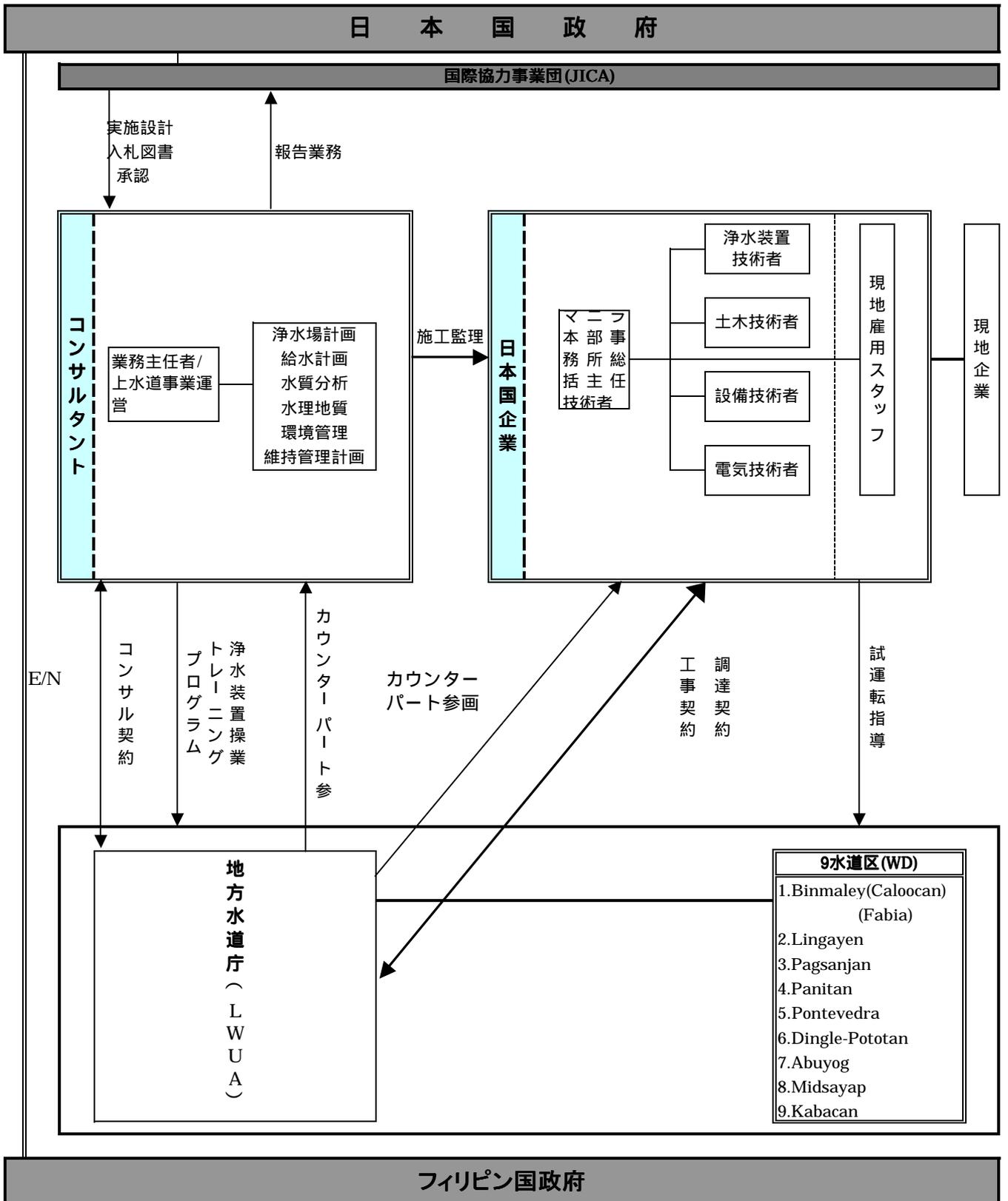


図3-8 実施体制図

B/D 調査にて各サイト 1 箇所の地盤調査ボーリング及び標準貫入試験を実施した結果、5m で岩盤を確認した Pontevedra を除き、各サイトとも沖積砂層または沖積粘土層が厚く分布している。しかし、各サイトとも比較的浅い個所に基礎の支持層となる締まった砂層や硬い粘土層が認められる。浄水施設の施工にあたっては、軟弱地盤と判断されるサイト(Lingayen, Panitan, Midsayap, Kabacan)については、その対策として支持層まで掘削を行い、基礎底面まで良質な砂と置き換える工法を主に採用するものとする。

いずれの WD も現在操業中であり、給水人口も多いことから、工事期間中に施工上の理由で長時間の断水等による住民生活への不便を与えることのない工事計画に配慮する。また、個々の WD における浄水施設完成後、給水系への通水に当り、従来の多くの WD の管路が無計画に相互連結されているため、有効な管内清掃フラッシング作業を実施する必要がある。作業プログラムが適切でない場合、折角、水質が改善されているのに、住民はその恩恵を享受できないこととなる。このため、給水区管路系に対応してフラッシング・プログラムをコンサルタントが策定し、日本側負担として WD と施工業者との連携のもとで住民生活に大きな不便を与えぬように実施する。

### 3-2-4-3 施工区分

本計画に係わる日本側の区分は下記の通りである。

- ① 4 島に散在する 9WD(10 サイト)に対して、それらサイトに現在運営されている WD の保持する対象深井戸を更生整備し、これを水源とした浄水施設を建設する。
- ② これら浄水施設の操業に必要な水質試験機材を調達する。
- ③ 本計画実施に関するコンサルタント業務を実施する。なお、ソフトコンポーネントとして維持管理に必要な比国側操業要員候補に対するトレーニング・プログラムの実施を含むものとする。

比国側の区分は、本プロジェクトの実施機関が総括業務を実施すると共に、他省庁と関連する事項に関しては、それらと整合を図り業務を推進する。

### 3-2-4-4 施工監理計画

実施設計をはじめとし、入札、契約関連業務、施工監理および運転指導に到るまでの業務が、無償資金協力制度のもとで日本のコンサルタントによって次のような手順で行われる。

段 階	内 容
工 事 前	1.実施設計 2.入札図書の作成 3.入札実施支援 4.入札結果評価 5.契約締結支援
工 事 中	6.施工監理 7.トレーニング・プログラムの作成、実施指導 8.検査、運転指導 9.報告書作成等

すなわち、工事前段階に関しては、基本設計調査の結果を踏まえて、まず現地調査作業を含む事業実施に必要な実施設計を対象サイト毎に行い、施設建設工事および調達される機材類の仕様を定め、これらに関連する入札図書を作成する。入札図書の作成に伴い、関連官庁と協議の上、入札業務のプログラムをつくり、その実施に当たっては、実施機関を支援する。また、入札結果については入札図書に照らして評価し、実施機関と日本国企業との契約業務を補助する。

次頁に示した図 3-9 「事業実施フロー」の通り、工事段階においては、現地に派遣する技術者によって、各計画サイトのサイト・トランスファー(工事着工前にコンサルタントから主契約者に対して正確な工事場所を現地にて指定すること)をはじめとしてプロジェクト推進上重要な問題について、各機関の整合をはかり品質管理、工程監理を実施する。施設の完成期においては、供給される設備機器の受け入れ検査および装置の点検を行い、運転要員に対するトレーニング・プログラムによる運転と保守に関する指導を実施し、竣工に際しての関連報告書を作成する。

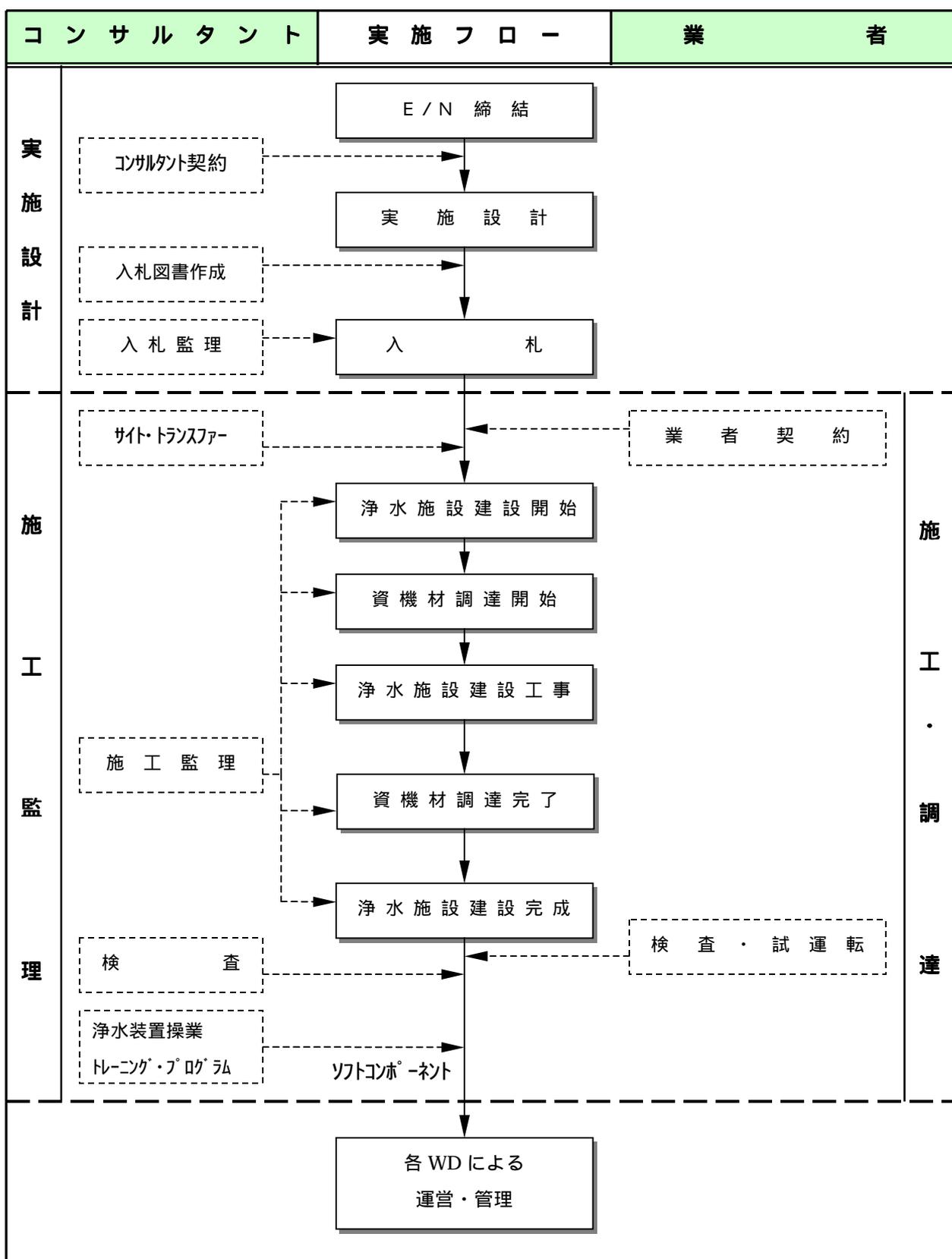


図 3-9 事業実施フロー

### 3-2-4-5 品質管理計画

3-2-2-2 で述べたように、本計画の沈殿池やろ過池などの各施設は鉄筋コンクリート構造物である。それらに接続する場内配管は鋼管であり、本管まで接続する配管は PVC とする。これらを建設するに当り、その品質管理方法について以下に示す。

#### (1) 建設用資材の品質確認

建設に使用する資材の品質管理については、日本と比べると不良品の混在率が高いといえる。従って、主契約者は発注前に購入する建設資材の品質の良否を確認した後に発注する。そして、再度、現場に資材が到着したときに、現場にいる主契約者の技術者がチェックを行なう。コンサルタントは、施工前にこれらの品質を確認する。

#### (2) コンクリート工事

本計画のコンクリート工事では、レディミクストコンクリートを採用する。比国の各州都等には、レディミクストコンクリートを製造する工場があり、各工場とも同国の建設事業において多数の実績を有している。本計画の対象サイトは、主要都市から 10～65km に位置しており、コンクリートの輸送時間は、建設現場までの輸送中にコンクリートの品質変化を招くことのない範囲にある。また、小規模の均しコンクリート等の軽微な箇所を対象とする場合は、バッチ式ミキサー等を使用して現場での機械練りを行う。

主要施設のコンクリート設計基準強度は、21Mpa とし、レミコン工場が納入するコンクリートの受入れ検査を現場で行う。コンクリートの圧縮強度試験は、打設区画及毎にテスト・ピースを採取し、7 日強度・28 日強度試験によって強度管理を行う。また、コンクリートの品質試験については表 3-27 の要領にて現場で実施する。

表 3-27 コンクリートの品質試験

試験	基準値	方法
スランブ試験	8～15cm	スランブコーンによる測定
空気量試験	1～6%	圧力式
塩化物濃度試験	0.3 kg/m <sup>3</sup> 以下	携帯式試験
骨材粒度分布試験	粒度分布確認	ふるい分け試験
骨材比重(密度)試験	2,500 kg/m <sup>3</sup> 以上	現場式

#### (3) 配管工事

現場に搬入された配管材については、継手、バルブも含め、目視や仮接合などを行なって全数について検査を行なう。接合した配管については目視や触手などにより検査した後、水圧試験を行う。試験方法は

仕様耐圧まで加圧し、1 時間後に 10%以内の圧力降下であれば合格とし、不合格の場合は原因を明らかにして、漏水箇所の補修等を行った後、再試験を行う。埋設配管は布設後埋め戻し前に水圧試験を行う。

主要なポンプは原則として、工場出荷時に揚水試験を行い、試験成績表を添付する。また、ポンプを設置した後も、流量と圧力(揚程)を測定して、性能曲線を合致しているか確認する。

#### (4) 出来形・品質の確認

工事完了後、コンサルタント及び実施機関が立会いの下、各施設の寸法について設計図と比較しながら出来形確認を行う。また、品質については、試験成績表や目視によって確認を行う。

#### (5) その他

- ・ コンクリートブロックはロット毎に圧縮試験を行なう。
- ・ 電気配線については絶縁試験を行なう。
- ・ 建具類は目視にて検査する。

### 3-2-4-6 資機材調達計画

調達される建設資材、機器類等については、特に建設資材等は品質や一定量の調達に支障のないかぎり、できるだけ比国内市場で調達する。また、機器類についても調達後の維持管理の容易さや、アフターケア体制の確保といった観点から日本製品以外の採用についても検討した。調達資機材の選定に当たっては、比国側業務従事者の習熟度、保守体制の有無、市場での流通性等を反映させ、表 3-28 のように調達計画を行う。

表 3-28 主要建設資材の調達計画

	調達国	理由
建設工事分		
建設資材類(コンクリート等)	現地	各サイトで、レディミクストコンクリート工場がある。鉄筋、型枠他資材も、各サイトで調達可能
配管類	現地	PVC、鋼管共比国にて製造し、市場に出回っており、品質も問題ない
ポンプ類	現地	比国でポンプ組立工場があり、アフターサービスも整っている。
電気機器類	現地	発電機、制御機器類は比国調達可能で、現地代理店でアフターケアも行う
ろ過装置類*	日本	形状が複雑なので、日本で製造・調達、設置後は高度な技術を必要とするメンテナンスは必要ない
機材調達分		
水質分析機器	日本	比国で販売されているものは非常に高価、日本製分析機器代理店もあり、交換部品も調達可能
保存庫、パソコン	現地	現地にて調達可能

\*:ろ過池における下部集水装置と表面洗浄装置

なお、施設建設の工事用資材については、従来実施されてきている各国援助やその結果に対する評価の実情からみて、現地市場からの資機材調達は、価格、質、量共に十分な実績を有すると判断できる。主要建設資材であるセメント、骨材、管材等については現地生産品も多く、現地価格も確立されているため、現地調達と

する。

### 3-2-4-7 ソフトコンポーネント計画

対象 9WD は何れも給水事業運営の経験が長く、生産、配水および検針以後の費用回収等の通常業務が行なわれており、揚水機、管路系等の機材の整備保全についても定期的に行っている。しかしながら浄水施設の操業は初めてのこととなるため、操作要員へのそれらに係る教育が不可欠となる。従来の機材調達時に実施されてきたような機材メーカーからの画一的な操作指導のみでは効果的な操業が難しく、水質改善のための浄水技術に関して、基礎的な科学知識を理解した上で操作を行なう必要がある。そのため、9WD を対象としてグループ研修および個別の水質特性に応じた操業技術に関する研修プログラムを策定し実施するものである。

本給水事業における操作指導のための課題としては、以下の点が挙げられる。

- ① 塩素消毒の意義、処理原理に関する基礎知識等、浄水技術に関する基本的な科学的知識の習得
- ② モニタリング機器を中心に水量・水質管理技術の習得
- ③ 洗淨排水の処理および発生、スラッジの処理管理技術の習得

#### 1) 目標

計画対象 WD の浄水施設操業員の操業技術が向上する。

#### 2) 成果(直接的効果)

本計画におけるソフトコンポーネント業務(日本側支援)を実施することにより、下記の成果が期待される。

##### ① 浄水施設の操業マニュアルが作成される。

水源井からの揚水、浄水装置本来の操作、送水側の需要への対応及び浄水用注入薬品の購入・貯蔵の計画に至るまで、後述 2)～5)までの成果が合成されて維持運営管理上に必要な実践的な事項がマニュアル化される。

##### ② 水量管理ができるようになる。

原水の適正揚水量が把握され、水源井よりの過剰揚水の防止が図られる。送水側のピーク時を含めた需要への対応が可能となる。処理場内の水量収支を把握することで、揚水の有効利用が図られる。

##### ③ 水質管理ができるようになる。

原水水質の把握と共に、処理水水質の評価が操業上不可欠であり、定期的な正規のラボへの依頼とは別に日常的な水質管理が可能となる。

④ 浄水処理技術が習得される。

浄水技術は、装置の適切な操業と必要薬品の適切な注入を把握する必要がある。本計画では、水質、水温等の変化が比較的少ない地下水を対象としており、安定した浄水装置の操業や薬品の必要注入量の変動がないと期待されるが、浄水技術の習得によって停電等の問題発生時への対応策をはじめ安全で安定した給水を実施する。

⑤ 排水、汚泥処理の技術が習得される。

本計画策定に当り比国環境庁による審査を経たが、それに対応した排水、汚泥の処理技術により周辺環境の保全を図ることができる。

3) 活動

① 操業計画マニュアル作成

各 WD 毎の操業計画について WD 要員と整理した内容(水源井からの揚水、浄水装置本来の操作、送水側の需要への対応及び浄水用注入薬品の購入・貯蔵等)をマニュアルとして作成する。

② 水量管理方法の習得

運転記録作成のため、装置系の量水器の検針及び記録手法を指導する。その後、水源井のより適切な揚水量、水需要の時間変動を考慮した送水につき指導し、数量をコンピュータ入力し処理系内水量収支の指導を行う。

施設稼働当初は給水人口数が低いため給水量が少ないが、混和池の滞留時間、沈殿池の表面積負荷、ろ過池のろ過速度等の操作条件は変えることが出来ないため、運転時間を短縮して対応する。処理水は浄化槽に蓄えられるので、満水になると浄水場の運転を停止させ、空水になれば稼働させる。

なお、送水ポンプは圧力タンクを介して自動運転(高圧になると OFF、低圧で ON)で運転されるので、給水量が少ない場合には、運転時間が自動的に短くなり、運転操作上は問題ない。

③ 水質管理方法の習得

調達される水質(鉄、マンガン、アンモニア、色、残留塩素等)分析器及び薬品(比色薬等)の取扱方法を指導する。また各浄水プロセス(エアレーション、凝集沈殿、塩素注入、ろ過等)における処理対象物質(鉄、マンガン、アンモニア、色度、異臭味)を説明し、水質分析により得られた数量をコンピュータ入力しデータベースを作成する。

④ 浄水方法の習得

処理原理(エアレーション効率、混和効率、滞留時間、表面負荷率、ろ過速度、洗浄手法、逆洗速度等)に関する基礎知識を教育した後、浄水処理に係る薬品の適切な注入手法(ジャーテストによる凝集剤の最適注入率、不連続点塩素処理に要される塩素要求量、酸・アルカリの注入率等)を指導する。また、浄水プロセスに要される薬品(硫酸、消石灰、硫酸バンド、さらし粉)の保存及び調整方法、危険物(硫酸、さらし粉)の取扱上の安全策及び停電時の対応について指導する。

#### ⑤ 排水・汚泥処理方法の取得

排水の発生および処理、発生スラッジの処理管理について指導する。

以上の活動結果は、各 WD 毎に作成された機材操作や薬品取扱等の操業マニュアルやトレーニングレポートによって、その達成の評価をする。

#### 4) 実施の時期、期間及び形態

実施の時期は、各 WD 施設建設の終盤における試運転開始後操業の安定を見越した引渡し時期以前を予定する。期間は各 WD サイトの特性(処理フローや規模等)に応じて実施する個別のオンサイト部分を各 10 日間とし、プログラム内容が共通部分となるものについては、期分け毎の地域グループ毎に個別プログラムに先立ってグループ研修として実施する。第 1 期ではパナイ島地区 Panitan、Pontevedra 及び Dingle-Pototan のグループ、第 2 期ではルソン島地区 Binmaley と Lingayen のグループとミンダナオ島地区の Midsayap、Kabacan のグループである。レイテ島地区の Abuyog の及びルソン島地区の Pagsanjan は、立地上それぞれの WD 毎に実施する。

#### 5) 実施体制

本ソフトコンポーネントの実施に係る要員:

- ①邦人コンサルタント(維持管理計画要員であり、水処理分野の知識と経験を有する)により、操業指導プログラムの実施及び管理を行うとともに、LWUA カウンターパートを通じ、各 WD との調整を図り、日本側の関係諸機関への報告、連絡及び協議等を担当する。
- ②実施機関である LWUA からは、カウンターパートが参画し、WD 要員の操業指導プログラムの実施を主導する。このカウンターパートは、水処理分野の知識と経験を有する者とする。
- ③本活動により指導を受ける WD の対象者は、各 WD の GM(General Manager) 及び浄水場操業要員(複数・最低 2 名)である。操業要員は各 WD により決定されるが、以前より給水施設の運営・維持管理に関与してきた者を原則とする。
- ④LWUA の Water Resources & Training Dept.との協力は、本計画におけるソフトコンポーネント実施を適切かつ効果的に実施する上で必要であり、同部との連絡・協議を十分行う。

#### 3-2-4-8 実施工程

本計画実施に当って、事業量及び制度上より 2 期分けの必要がある。このため下記の如き条件のもと検討を行った。

- ① 施工面より考えて同一地域で複数の近隣サイトを同じ期に実施する効率性
- ② 2期分けにおける事業量の均等性
- ③ 比国側より提示されている実施に当たってのサイト選定の優先順位に関する下記の如き考え方

- i) インパクト及び効果の高いサイトを優先(50%)
- ii) 難しい水質問題のあるサイトを優先(30%)
- iii) 土地確保が済んでいるサイトを優先(20%)

上記について具体的なサイトを下表を示す。

内容	サイト名
インパクト及び効果の高い	Panitan
難しい水質問題	Abuyog, Panitan
土地確保済み	全サイト

インパクト及び効果の高いサイトは Panitan であり、その理由は次に示す。Panitan は従来自己保有の水源井の水質悪化により、現状では水源施設が利用できず、現在隣接する Roxas 市から高価な水を購入しており、これが WD 運営費支出の大部分を占めている。そして、Roxas 市の生産量も余裕があるわけではなく、これ以上給水量の増加はできない。また、Panitan 市内に水産物加工品工場があり、Panitan の水供給量が増加すれば、すぐにもその水を使用するという需要もあり、同 WD の運営好転へ寄与するところが大きい。以上のことから、この WD をインパクト及び効果の高いサイトと評価した。

施工面から考えると同一地域で複数の近隣サイトを同じ期に実施することが事業実施上の効率性は高い。従って、下記の各グループは同じ期に実施する。

グループ 1: Luzon 島 Pangasinan 地方の Binmaley-C 及び-F、Lingayen、計 3 サイト

グループ 2: Panay 島の Panitan、Pontevedra、Dingle-Pototan、計 3 サイト

グループ 3: Mindanao 島の Midsayap、Kabacan、計 2 サイト

上記以外に、2 期分けで、工事量をほぼ均等にするという条件をいれ、まとめると各期の実施サイトは次表の如くなる。1 期目について Panitan はインパクト及び効果の高い、Abuyog は難しい水質、Pontevedra、Dingle-Pototan は上記グループ 2 に属するので Panitan を実施することになると、これらのサイトも対象となる。2 期目は残りのサイトになる。

期分け	サイト
第 1 期	Panitan、Pontevedra、Dingle-Pototan、Abuyog
第 2 期	Binmaley-C 及び F、Lingayen、Pagsanjan、Midsayap、Kabacan

Binmaley-C: Caloocan、Binmaley-F: Fabia

この 2 期に分割した全体実施工程を表 3-29 に示す。



### 3-3 相手国負担事業の概要

無償資金協力における本プロジェクトが実施されるに際して、比国政府は以下を行う必要がある。

- 1) 浄水施設建設に必要な土地を確保する。
- 2) 建設開始に先立ち、サイトの整地・アクセス道路・電源引込み及び排水路の整備を実施する。
- 3) 本事業実施に必要な比国の国内法による許認可に関する手続きを速やかに実施する。
- 4) 無償資金協力のもとで調達される資機材の仕向港における荷下ろし、通関のための全ての費用負担ならびに迅速な実施を確保する。
- 5) プロジェクトのための役務を提供する日本国民が、比国政府との契約に基づいて実施する業務に対して税金負担措置をとること。
- 6) プロジェクトのための役務を提供する日本国民に対して、業務遂行のための比国への入国及び同国における滞在に必要な便宜と安全保障を与えること。
- 7) 無償資金協力のもとで建設される施設および調達される資機材を適切かつ効果的に運営・維持管理し、それに必要となる人員、予算を割り当てる。
- 8) 銀行取極めに基づく銀行サービスのための銀行手数料を負担する。
- 9) 無償資金協力がカバーする以外の本プロジェクトのために必要な全ての費用を負担する。

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### 3-4-1 維持管理体制

本計画の対象となっている LWUA 傘下の 9WD は、短いところで 14 年、長いところで 24 年の給水事業運営の実績を有している。これ等の WD が現在維持管理している既存の給水システムは、湧泉の併用や貯水槽の有無などその構成に差異はあるが、基本的に何れもが深井戸からの地下水を主水源とし、商業電力を動力源として導入、深井戸揚水ポンプ・増圧ポンプ・消毒用塩素剤注入装置及び停電時使用の発電機等を備えたポンプステーションを中心に 9WD の平均として 1WD あたり 20Km 以上の長さおよび管路を保持して、各戸給水を実施している形態である。

給水事業運営の要となる水道料金に関しては、水生産コストに基づき従量制を採用し、LWUA の審査による料金設定を行い、各戸に水道メータを設けて請求書が発行され比較的高い集金率(85~97%、2001 年各 WD マンスリーレポート)のもとで給水事業が運営されている。これ等は事業規模が小さいため、スケールメリットが乏しく、財務体質は決して強固とは言えないが、新規に発足する給水事業体と異なり、本計画による水質改善のための浄水施設を導入することによって給水事業運営を発展させていくための素地を備えている。

また、浄水施設操業において恒常的に対応すべき技術事項を主として次に列記する。

- 1) 通常運転における維持管理
  - ・ ポンプ、ろ過槽、沈殿槽、消毒装置など各種装置の起動
  - ・ 上記装置の定常運転状態における通常の点検とその記録
  - ・ 上記装置の停止方法及び未使用中における管理
  - ・ 水質分析(原水、処理水)
  - ・ 水質に応じた薬品注入(注入率等の調整)
  - ・ 機械装置など各種機器の日常管理方法
  
- 2) 異常時への対応
  - ・ 停電時における対処
  - ・ 突発的な装置故障における対処
  - ・ 水質異常における対処
  
- 3) その他
  - ・ 水源井の定期点検及び井内清掃
  - ・ ろ過槽、沈殿槽の清掃・内部定期点検
  - ・ 各種装置・機器の予防保全
  - ・ 注入薬品をはじめ消耗品の購入計画と在庫管理

### 3-5 プロジェクトの概算事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約 19.62 億円(日本国側負担約 19.20 億円、比国側負担約 42.28 百万円)となり、先に述べた日本国と比国との分担に基づく双方の経費内訳は、以下のように見積られる。

##### (1) 日本国側負担経費

表 3-30 日本国側負担経費 (単位：億円)

事業費区分	第 1 期	第 2 期	合計
1) 建設費	6.83	10.05	16.88
a. 直接工事費	(5.39)	(8.07)	(13.46)
b. 共通仮設費	(0.26)	(0.41)	(0.67)
c. 現場経費	(0.82)	(1.17)	(1.99)
d. 一般管理費等	(0.36)	(0.40)	(0.76)
2) 機材費	0.10	0.13	0.23
3) 設計監理費	0.98	1.11	2.09
合 計	7.91	11.29	19.20

小数点第 3 位以下は四捨五入のため、必ずしも各項目の和と合計は一致しない。

##### (2) 比国側負担 15.90 百万ペソ(約 42.28 百万円)

- ① 施設建設用地(浄水施設、導水、送水、排水管路)の確保

表 3-31 各 WD 必要敷地面積一覧

No.			浄水施設建設に必要な敷地面積(m <sup>2</sup> )	土地取得費用(千ペソ)	日本円換算額(千円)
1	Binmaley	Calocan	1,100	770	2,048
		Fabia	1,000	700	1,862
2	Lingayen		2,370	1,659	4,413
3	Pagasanjan		330	231	614
4	Panitan		1,350	945	2,514
5	Pontevedra		1,150	805	2,141
6	Dingle-Pototan		1,200	840	2,234
7	Abuyog		1,200	840	2,234
8	Midsayap		1,000	700	1,862
9	Kabacan		1,250	875	2,328
Total			11,950	8,365	22,251

小数点第 1 位以下は四捨五入のため、必ずしも各項目の和と合計は一致しない。

上記のうち新規用地取得に必要とする費用は、**8,365,000(Peso)**と見込まれる。土地取得状況に関しては、本事業化調査で全対象サイトにて取得済みである旨再確認された。また、対象サイトの1つである BinmaleyWD (Caloocan) では、浄水施設建設予定地の変更が WD より報告されたため、調査団は土地の形状、土壌等を確認した。その結果、当初の予定地と比較して工事上の問題となるような大きな違いはないことを確認している。

② 一次側電力導入費 (Peso)

表 3-32 各 WD 電力導入費一覧

No.	WD		電力導入(千ペソ)	日本円換算額(千円)
1	Binmaley	Caloocan	659	1,753
		Fabia	659	1,753
2	Lingayen		876	2,330
3	Pagasanjan		586	1,559
4	Panitan		586	1,559
5	Pontevedra		876	2,330
6	Dingle-Pototan		876	2,330
7	Abuyog		876	2,330
8	Midsayap		661	1,758
9	Kabacan		876	2,330
Total			7,531	20,032

(3) 積算条件

- ① 積算時点 平成 14 年 3 月
- ② 為替交換レート 1 U S ドル = 128.29 円  
1 ペ ソ = 2.66 円
- ③ 施工期間 本事業実施に要する詳細設計、工事および機材調達の期間は、施工工程に示した。
- ④ その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3-5-2 維持管理費

在来施設による水生産に係る生産、施設の維持管理コストは、主に人件費・薬品費・電力費等によって構成されている。本計画による浄水施設の操業に伴う維持管理費も、その構成比は異なるが同じ構成である。相対的に見た人件費は、在来の運営においても必要とする部分が大きな比率を占め、固定的であり本計画実施分の比率は少ない。

### 3-5-2-1 薬品費・電力費

従来の薬品費に追加的に必要とされるものは、消毒用以外の目的に使用される塩素をはじめ、pH 調整用薬品や、凝集剤等の薬品費であり、動力費については、浄水施設動力用の電力費等の増加分である。本計画実施により生じる WD 毎の年間動力費及び薬品費の増加額を表 3-33 に示す。

表 3-33 計画後の各 WD の追加的電力費・薬品費支出一覧 (1,000 Peso/年)

	電力費	薬品費
Binmaley	5,093	2,904
Ligayen	3,942	2,298
Pagsanjan	1,926	50
Panitan	1,919	3,049
Pontevedra	3,576	860
Dingle-Pototan	3,793	4,010
Abuyog	4,002	3,929
Midsayap	2,898	328
Kabacan	3,140	488

従来でも維持管理費の中に占める取水及び送水等のため要する動力用の電力費の占める部分は大きい。

### 3-5-2-2 人件費

WD 全体の傾向として従来、人件費は運営上の支出における他の構成要素に比較して、その割合は大きい。本計画のため必要となる操業要員は、現在のポンプステーション要員を当てることを原則とし、増員は最小限にとどめることとする。

在来施設を操業していた要員が中核となり、本計画実施後の操業を担当することとなるが、それ等要員は、本計画のソフトコンポーネントによるトレーニング・プログラムの実施により施設操業に対応できる技能レベルにあると判断される。浄水施設操業に関する要員については、現在 WD にて使用されている井戸を計画対象としている場合は、既存ステーション要員がこれに対応するため原則として増員の必要がない。しかし現在 WD にて使用されていない井戸が計画対象井となっている場合は、これに対し増員の必要がある。また、プロジェクト開始により廃棄される水源井が存在する WD においても、計画対象井の操業開始に伴う業務量が既存要員で全てこなすことが難しい場合、その増員が必要である。WD 操業のための要員数を表 3-34 に示す。

表 3-34 各 WD 要員数一覧

	要員数(2001年12月現在)	プロジェクト実施後追加的に必要とされる増員数(人)
Binmaley	21	0
Ligayen	26	0
Pagsanjan	27	2
Panitan	8	2
Pontevedra	20	0
Dingle-Pototan	26	0
Abuyog	9	2
Midsayap	27	0
Kabacan	19	0

### 3-5-2-3 水道料金

各 WD において水料金設定は、その営業収入に直接影響を与えるもので、WD の維持運営に重きをなすものである。水道料金は、水質改善に伴う前述の支出、現在の水道料金、LWUA の制度上決められている値上げ率制限(現在 LWUA は、住民の家計に関する水価に関し、その収入の 5%以内を目安としている)及び水行政上の方針、裨益住民の収入等を考慮して決定する必要がある。

実際には各 WD とも毎月のミニマムチャージ(消費量 1~10m<sup>3</sup> まで固定料金で、支払いは消費量に係わらず一定)、それ以上の消費には 11~20m<sup>3</sup>、21~30m<sup>3</sup>、31~40m<sup>3</sup>、41m<sup>3</sup> 以上と段階的に消費量が増加するに従い支払い単価も上昇する従量制を採用している。また各 WD は水価格設定を、消費者による区分(世帯、商業・工業、政府機関)、送水管口径の大きさ等に、独自の設定を行っているが、単位水価格には WD 間で大きな差異はない。また、消費者区分による適用料金は世帯用料金が最も低く定められ、工業・商業用料金は概ね世帯用料金の倍程度の単価が設定されている。

### 3-5-3 WD 運営予測

#### 3-5-3-1 比国側負担事項の資金調達手段

WD は独立事業体であるものの、新規に多額の予算を要する事業については自己資金のみで実施することは難しく、LWUA から貸付を受けることになる。本プロジェクトにおいても、各 WD はプロジェクト実施に係る VAT 負担、土地購入費及び電力導入費を LWUA からの資金貸付によりまかなうこととなる。LWUA は、融資額に応じてその適用金利を定めており、これによれば本プロジェクトでは PagsanjanWD のみ年利 10.5%、その他 WD は 12.5%が適用されると予想される。また、返済期間は通常 26 年であり、本予測でもこれを適用する。

表 3 - 35 各 WD の VAT 負担額 (単位：千ペソ)

	Binmaley	Lingayen	Pagsanjan	Panitan	Pontevedra	Dingle-Pototan	Abuyog	Midsayap	Kabacan
①プロジェクトコストに係る VAT 負担	5,876	8,174	3,931	5,969	6,354	7,394	9,349	9,880	8,455
②土地取得費(含VAT)	1,470	1,659	231	945	805	840	840	700	875
③電力導入費(含VAT)	1,318	876	586	586	876	876	876	661	876
合計(①+②+③)	8,664	10,709	4,748	7,500	8,035	9,110	11,065	11,241	10,206
年間返済金額(26 年均等)	1,080	1,335	538	935	1,002	1,136	1,380	1,401	1,273

### 3-5-3-2 支出

各 WD の経常支出は、①本プロジェクトの実施により追加的に生じる営業支出(電力費、薬品費、人員増加に伴う人件費)、②従来(計画前)の各 WD が運営していく上で生じる支出、から構成される。

①の内、追加的に生じる電力費及び薬品費に関しては、前掲表 3-33 に示す通りである。また追加的増員に係る人件費については、増員を必要最低限にとどめ、前掲表 3-34 に示すように Pagsanjan、Panitan、Abuyog のみ操業要員として各サイト 2 人の追加的増員をおこなうものとする。また、②に関してはプロジェクト実施後も引き続き支出されるものとするが、今次運営予測では従来から変更はないものと仮定し計算した。

また、PanitanWD の場合、これまで自己 WD 内に水源を有していなかったために、近隣の RoxasWD から水を購入し販売していたが、本プロジェクトにより自己水源を有することとなるため、従来の水購入費が支出項目からなくなることとなる。

前述したように、VAT 負担額、土地取得費、電力導入費の LWUA からの貸付によるローンの返済も本支出に含まれる。

### 3-5-3-3 営業収入

各 WD の主営業収入は、水料金収入である。年間の営業収入の算出は、次式より算出する。

$$\text{日平均給水量} \times (1 - \text{無収水率}/100) \times \text{料金回収率} \times 365 \text{ 日} \times \text{水料金}(\text{m}^3/\text{Peso})$$

今回の各 WD の営業収入試算にあたっては、前述の LWUA 融資への返済及び営業支出の総額を上回るような営業収入を得るために必要となる 1m<sup>3</sup> 当たりの水料金を試算の判断基準とした。そしてこの単位水料金を各 WD の現行の料金体系と比較し、各 WD の収支予測、料金体系変更の必要性の有無を考察した。

この結果、対象 WD において特別な支出増もしくは収入減が発生しない限り、表 3-36 に示すように、何れの WD も利益が確保されると予測された。またこの場合の WD が運営上最低必要とする水料金は BinmaleyWD の 12 ペソ/m<sup>3</sup> から PanitanWD の 20 ペソ/m<sup>3</sup> と、各々ばらつきがあるものの全て現行の水料金体系内に収まる料金であった。よって本プロジェクト実施に際し、大幅な水料金引上げを実施する必要

は生じないものと予測される。

前述の試算値による料金設定は全て世帯需要で考えた値であり、現実には工業・商業消費は単位消費量・水料金ともに大きいことを鑑みれば、予想収入は余裕を見た安全値であり、WD 経営状況予測としては妥当であるといえる。

表 3-36 計画後の WD 年間運営予測 (単位：千ペソ)

	Binmaley	Lingayen	Pagsanjan	Panitan	Pontevedra	Dingle-Pototan	Abuyog	Midsayap	Kabacan
収入	23,640	19,662	17,119	7,672	10,930	17,968	11,421	16,371	13,344
支出	17,068	16,271	12,620	7,600	10,280	16,938	11,240	12,037	12,578
A.動力費	7,019	5,791	3,788	1,919	3,986	6,581	4,584	4,367	4,010
B.賃金	2,152	3,318	3,590	435	1,513	2,334	643	2,265	3,756
C.薬品費	2,975	2,361	52	3,115	884	4,082	4,050	340	508
D.その他運営維持監理費	2,907	2,765	4,321	544	1,908	2,621	477	2,835	1,944
E.LWUA 返済(本計画分)	1,080	1,335	538	935	1,002	1,136	1,380	1,402	1,273
F.その他負債	1,027	801	352	340	855	241	148	878	1,133
G.その他	0	0	7	368	104	0	0	0	0
収益	6,477	3,287	4,467	12	676	971	136	4,281	717

- ※ 千ペソ未満切捨て表示のため、支出項目の合計は必ずしも支出総額に合致しない。
- ※ 計画後のインフレは支出項目に反映しない。
- ※ WD 収入算出根拠: 日平均給水量(m<sup>3</sup>/日)×(1-不明水率/100)×365 日×料金徴収率(2001 年)×水料金単価(ペソ/m<sup>3</sup>)  
なお、水料金単価は各 WD の従来の料金体系を使用し、計画目標年次までの水料金単価に変更はないものとする。
- ※ 平均的な料金徴収率は 87%、対象 WD では 85~97% (2001 年、WD マンスリーレポート)。
- ※ LWUA からの貸付額により適用金利が異なるが、ここでは年利 12.5%(Pagsanjan のみ 10.5%)26 年均等返済を適用。
- ※ F 及び G は過去 3 年間の同項目の平均値を適用(出典: 各 WD 財務諸表)。

なお、この WD 経営予測に関する試算は、2010 年の人口予測を基にした給水需要を用いて算出した日平均使用水量を営業収入の予測に用いている。つまり、今後各 WD にて人口増加に伴う給水需要を満たすよう引き続き水源開発を実施し、また漏水対策も継続し、効率的な経営を目指していくことが前提となっている。本プロジェクトが対象水源の水質改善効果により住民の水道離れをとどめ、フラッシングによる無収水量を減少させることで、対象 WD の経営に寄与することは確実であるが、将来にわたり安定的な経営を継続して行なうためには WD 側の更なる経営改善努力が望まれる。

### 3-5-3-4 無収水対策

現在、対象 WD は鉄やマンガン分が配管内で沈殿し、これを除去するために、配管内のフラッシング作業を行っているが、本計画により鉄、マンガン分が除去されることにより、これらの無収水量は減少する。

上記以外の無収水は主に盗水と漏水である。盗水については各家々について徹底したチェックを行う、漏水防止については、一般的に困難な作業であるが、①配水管に流量計を設置する、②水が地表面に湧き出ている場所などを目視で確認する、などで漏水している場所を発見して修理し、無収水率の減少を目指す。

### 3-6 留意事項

Midsayap、Kabacan が含まれる Mindanao 島の北コトバト州はイスラム教徒の独立戦線の反乱により、2000 年 5 月以降現在まで危険度 3 の「渡航延期勧告」の対象地域となっている。実際 2000 年 6 月には対象サイトの一

つである Kabacan の市長が襲撃され、警備の兵隊が死傷している。また、本事業化調査における現地調査においても、MidsayapWD 及び KabacanWD への業務目的渡航は見合わせ、Dabao 市における関係者からの聞き取り調査や事前送付質問票による調査を実施した。現在でも海外のジャーナリストや現地の教師などが誘拐され身代金を要求されており、すぐにも治安が安定されるか不明であるが、この問題については動向を見守り、十分留意する必要がある。

## 第4章 プロジェクトの妥当性の検証

## 第4章 プロジェクトの妥当性の検証

### 4-1 プロジェクトの効果

本計画では対象WDにおいて、比国水質基準を満たす水を供給するため、各WDにばっ気、凝集、沈殿、ろ過を基本操作とした浄水場の建設を行う。本計画の効果は以下の通りである。

- ① 給水される水の水質が改善されることにより、各WDの裨益対象者の水衛生環境が良好になる。
- ② 浄水槽によって貯水機能を持たし、ピーク時をまかなうと共に停電時においてもその容量分をもって非常用発電機により給水が可能になる。
- ③ 現在よりも、水供給量が増加し、需要の増大にも対応できる。
- ④ 従来、鉄やマンガン、色度のある水質が配管内で析出し、水あかとなるため、これを取り除くためのフラッシング作業により無収水を生じていたが、この無収水分が減少する。
- ⑤ 水質分析機材の調達により、適切な水質管理を行うことが可能になる。
- ⑥ 水質改善により住民の水離れに歯止めがかかることで給水人口が増加し、その結果料金徴収が増加し、各WDの経営安定化が図られる。
- ⑦ 計画対象外においても、鉄やマンガン、色度の問題があるWDが多々あり、本計画を実施することによって、波及効果が期待される。

本計画を実施することによる効果と改善度合いについて、表4-1にまとめた。

表4-1 本計画が実施される事による効果と改善の度合い

現状と問題	本計画による対策	効果・改善の程度	
直接効果			
1. 本計画対象WDにおいて鉄・マンガン・色度等、著しく水質が悪い水を供給しており、住民の生活及び健康に問題が生じている。	ばっ気・凝集・沈殿・ろ過等の浄水プロセスを用いて、サイト毎の水質改善目標に適した装置を建設する。 日最大給水量 8 時間分の浄水槽と非常用発電機を設置する。	対象WDに対して、塩素消毒を含め、比国飲料水基準を満たす水を供給することが可能となる。 日平均使用水量として、18.3 千 m <sup>3</sup> /日を安定して給水することが可能になる。	
2. 安定した給水ができない。			
3. 鉄やマンガン、色度のある水質が配管内で沈殿するまたは水あかとなるため、これを取り除くためのフラッシング作業により無収水が多い。			水質が良好になるため、このようなフラッシング作業は減少し、無収水が減少する。
4. 水質が悪いことにより、住民の水道離れとなって、WDの運営を悪化させている。			改善された水質と安定した水の供給による住民の水道への信頼が得られ、給水量が増加し、収入も増加し運営の安定化が図られる。
間接効果			
5. 本計画以外にも鉄、マンガン、色度の水質が著しく悪いWDが多く存在する。		比国全体のWDに対して、技術的な波及効果が期待される。	

## 4-2 課題・提言

本事業の責任機関かつ実施機関でもある LWUA 及び実施機関である各 WD は、本事業の計画・実施のために必要な準備として、ICC 手続きをはじめ用地の取得等を行い、応分の役割を果たしてきた。

しかし、これからの実施段階で事業の効果の発現を着実なものとし、その持続のために対応すべき課題は少なくない。それらを以下に述べる。

### 1) 水質改善にかかる技術力の向上

対象 WD は、本計画により初めて浄水施設が建設されることから、浄水場の操業方法について、経験がないので、これを習得する必要がある。ソフトコンポーネントの実施により、基本的な操業方法は習得されるが、これだけでは浄水施設操業が完全に達成できるものではなく、LWUA による継続的な技術指導・支援が必要となる。

また、現状においては塩素消毒さえも満足に実施されていない WD もあるので、従業員に対する水質管理に対する意識改革が必要である。

トリハロメタンについては、トリハロメタン生成能試験を実施した結果、問題ないことが確認された。また、マンガンやアンモニア除去は塩素注入して行うが、その前駆物質は注入する前段階にある沈殿池で除去されるので、処理フローにおいても生じることはないと考えられる。しかし、塩素を使用していることから、トリハロメタン生成についてモニタリングを行うことが望ましい。

### 2) 新規水源開発

Binmaley、Lingayen、Midsayap については、良質かつ比較的規模の大きい既存水源が少ないことから、2010 年の需要水量を満たすことが出来ない。これらの WD はもちろんのこと、今後増大する需要に対しては、どの WD も新規水源開発を行う必要がある。但し、現状において比国では各 WD の区域外は、実質的に水源開発が困難であることから、このような水資源開発の枠組みについて再検討し、総合的な観点から水資源開発を実施する必要がある。これらについても、LWUA がイニシアティブをとって取り組む必要がある。

### 3) 無収水対策

現在、対象 WD は鉄、マンガン、その他の物質が配管内で沈殿し、これを除去するために配管内のフラッシング作業を行っているが、これらの物質が浄水施設にて除去されることによって、無収水量は減少する。

上記以外の無収水は主に盗水と漏水であるが、盗水については、啓蒙活動による住民の理解や各家々について徹底したチェックを行う等の対策が必要である。漏水防止については一般的に困難な作業ではあるが、漏水発見技術を習得する、配水管に流量計を設置し配水量の管理を徹底する、老朽化が激しい配管を優先して取りかえるなどして漏水削減に努めていく必要がある。本計画における給水量の検討においても、年 1% の無収水削減を見込んでおり、各 WD により真剣な無収水対策が実行される必要があると共に、LWUA の技術的支援が不可欠である。

### 4) LWUA からの財務的支援

本事業の対象 WD は、対象として選定される条件として、事業規模が小さい、財務体質が弱く他からの融資

等財政支援が得にくい等、無償資金協力事業の対象として相応しているところとして選ばれた WD である。

しかしながら用地取得、電力導入に要する費用をはじめ、比国法制上本事業費の一部に課せられる VAT については、各 WD が LWUA より融資を受けて負担することとしている。

無償資金協力事業実施の段階では、一旦 LWUA が VAT 負担について全ての責任を持つこととなっている。しかし、各 WD にとってその後の VAT 負担(LWUA からの借入額の返済)は大きく、LWUA による継続的な支援が不可欠であり、かかる優遇策や技術的な支援を含め具体的な対応が望まれる。

#### 5) 経営改善努力

上記4)で述べている本事業の対象 WD は、事業規模が小さく、財務体質が弱い。また、良質な水が供給されていないために、住民の WD に対する信頼が薄い。本計画で水質が改善されることに加え、住民に対する宣伝・啓蒙活動や配管の増設を行うことによる給水接続数の増加、料金徴収方法の合理化、無収水対策など水道経営の改善努力が望まれる。そして、経営改善についても LWUA の支援が必要である。

### 4-3 プロジェクトの妥当性

本事業の実施により対象 9WD において、比国水質基準を満足する水を安定して供給することが可能になる。また、施設内容を全くの等質とする事はできないとしても、本事業を通じて浄水施設に関する技術手法や運営上の情報及びコンセプトが、同様な水質改善の必要に迫られている他の多くの WD に波及する効果と意義は大きいと評価できる。また、各 WD は用地の取得をはじめ、税金等それぞれの負担分に関連してその責任を果たすべく取り組み、受容能力の存在を示している。

以上の通り各 WD での給水にかかる水質関連問題に対して、本計画の実施が果たす効果と意義は大きい。また、実施機関でもある受け入れ側の各 WD は、既に給水事業運営の実績を有し、本計画への対応も積極的である。無償資金協力事業として実施することは妥当と判断される。

### 4-4 結論

本計画は既に述べた通り多大な効果が期待できる。また本計画の実施により対象 WD のみならず LWUA 傘下の他 WD の水質改善への波及効果が期待される。