

国際協力事業団  
フィリピン国会省  
国家水資源委員会  
公共事業・道路

フィリピン国  
全国総合水資源開発計画調査

最終報告書

和文要約

平成10年8月

LIBRARY



1146275(1)

日本工営株式会社  
日本上下水道設計株式会社

社 調
J R
98-100







国際協力事業団  
フィリピン国会  
国家水資源委員会  
公共事業・道路省

フィリピン国  
全国総合水資源開発計画調査

最終報告書

和文要約

平成10年8月

日本工営株式会社  
日本上下水道設計株式会社

## 最終報告書の構成

和文要約

Volume I: Executive Summary

Volume II: Main Report

Volume III-1 : Supporting Report

Part - A : Socio-Economy

Part - B : Hydrology

Part - C : Groundwater Resources

Part - D : Dam and Related Facility Engineering

Volume III-2 : Supporting Report

Part - E : Municipal and Industrial Water Demand

Part - F : Agricultural Water Demand

Part - G : Groundwater Resources Development Planning

Volume III-3 : Supporting Report

Part - H : Surface Water Resources Planning

Part - I : Environmental Study

Part - J : Institutional Framework for Water Resources Management

Part - K : Database

Part - L : Workshop Using Project Cycle Management (PCM)

Part - M : Water Demand by Administrative Region

Volume IV : Data Book



1146275 (1)

通貨換算率

US\$1.00 = Pesos 27.6679

Peso 1.00 = ¥ 4.165

1997年7月現在

## 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、同国の総合水資源開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年3月から平成10年8月までの間、3回にわたり日本工営株式会社の高柳剛男氏を団長とし、同社及び株式会社日本上下水道から構成される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なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

本調査では、平成9年3月から平成10年2月までの間、建設省東北地方建設局河川調査官(当時)の坂之井和之氏を委員長とし、また平成10年3月以降、建設省東北地方建設局河川調査官の越知繁雄氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。 終りに、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10年8月

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎

平成 10 年 8 月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎殿

## 伝 達 状

フィリピン国全国総合水資源開発計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書はフィリピン政府が将来の社会・経済成長に合わせて水資源開発・管理事業の実施に際して寄与すべき資料として作成いたしました。

本報告書は、主要流域及び主要都市への上水供給に対する水資源開発計画を含めた、西暦 2025 年に向けたフィリピン全土における水資源開発・管理計画に係る調査結果を記述しております。本調査では、短期水資源開発戦略として、近い将来に最も深刻な水不足が予想されるマニラ首都圏、セブ市、バギオ市の三主要都市への上水供給を目的とした水資源開発計画に関するマスタープラン及びフィージビリティ調査の実施を提案しております。又、フィリピン国の水資源にかかわる法制度の強化策として暫定案及び最終案の二案を提案しております。

本報告書は、要約、主報告書、付属報告書および資料集から構成されております。要約はマスタープランの枠組みと調査結果の概要、主報告書は各分野の調査結果と結論、水資源開発計画の詳細、並びに同マスタープランを実現するために有効な勧告、三分冊から構成される付属報告書には各分野毎の詳細な調査・検討結果及び手順を記載しました。また、資料集には、気象・水文資料、灌漑及びダム計画にかかる基礎資料を掲載しております。

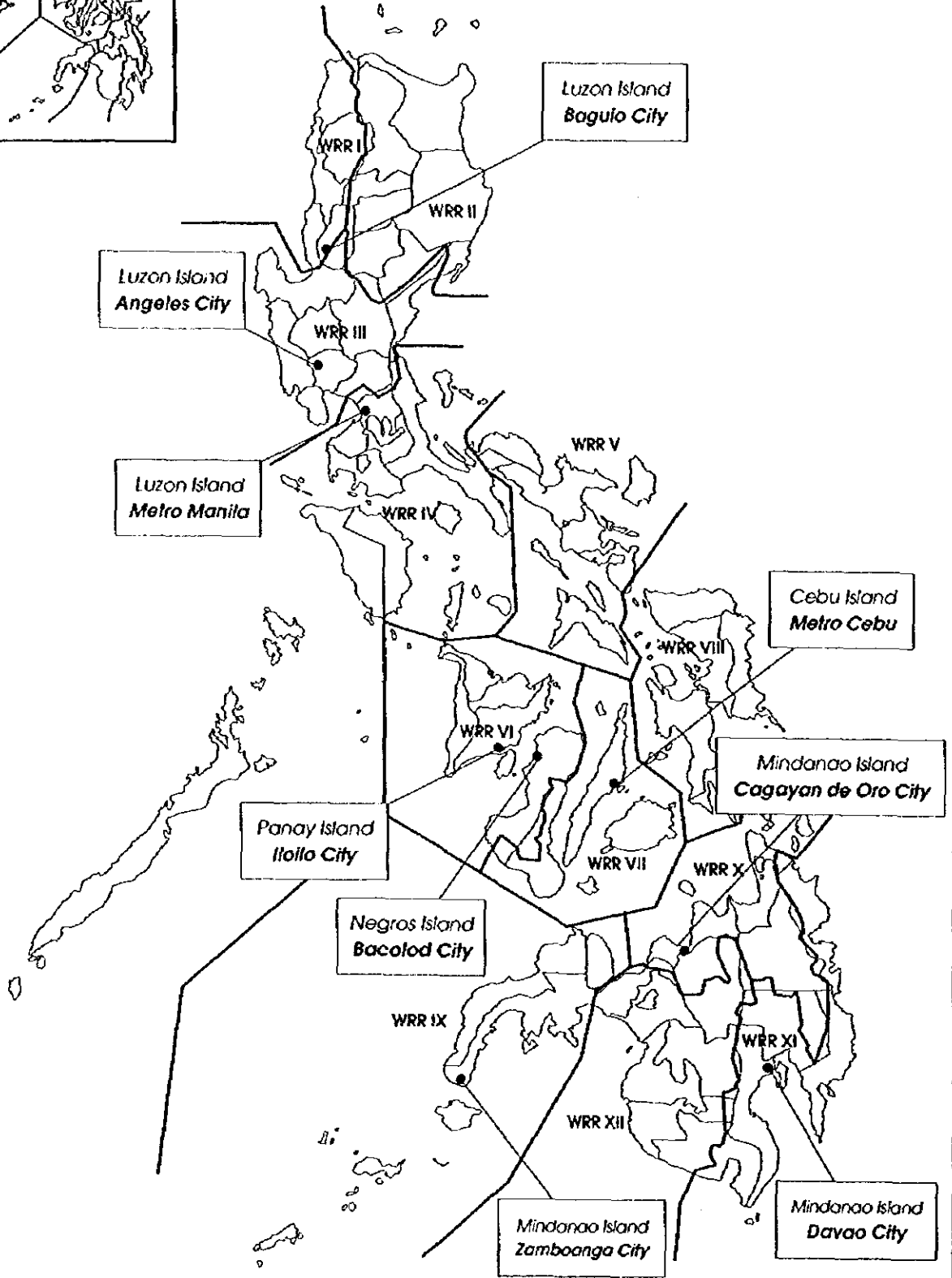
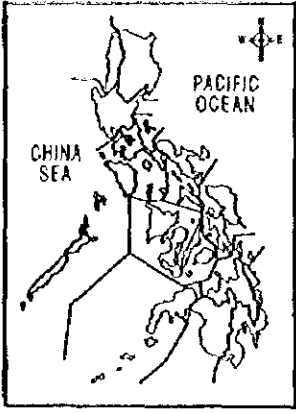
本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援とご助言を賜った貴事業団、作業監理委員、外務省、建設省、在フィリピン日本大使館、並びにフィリピン政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。本調査の結果がフィリピンの今後の発展のために少しでも貢献できることを切に願う次第であります。

高 柳 則 男

フィリピン全国総合水資源開発計画調査 調査団長







上工水供給計画対象の主要都市位置図

## フィリピン全国総合水資源開発計画調査のアウトライン

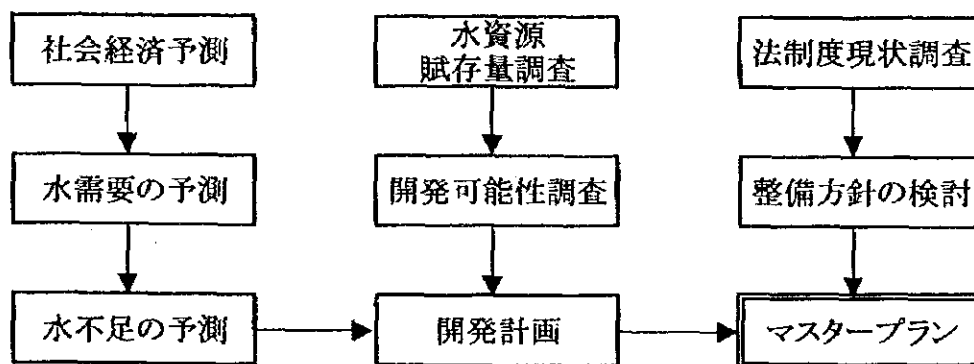
### 1. 調査の目標

本調査の目標は、日比両国間で1996年9月25日に締結された実施協定に以下のように規定されている。

- 対象地域 : フィリピン全土約 300,000 km<sup>2</sup>
- 目標年 : 西暦 2025 年

### 2. 調査項目

全国総合水資源開発計画（マスタープラン）は、基本的に二つの計画よりなる。即ち、目標年迄の水需要を満足する水資源開発計画と、計画を実施していくための法制度の整備計画である。マスタープラン策定のための調査項目は以下の通り。



### 3. 調査の結果

#### 3.1 社会・経済予測

##### 人口予測

本調査では、フィリピン全国、水資源区別、及び州別の人口予測を同国の統計局の予測を基に実施した。全国の人口予測結果を以下に示す。

(単位: 百万人)

年	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
人口	68.3	76.3	84.2	91.9	99.0	105.5	111.5

西暦 1995 年から西暦 2025 年迄の期間における年平均の人口の伸び率は 1.6% となる。

### 国内総生産 (GDP)

本調査では、将来の経済成長に対して高位経済成長及び低位経済成長の二つのケースを設定し、各々のケースに対して産業別に国内総生産 (GDP) 及び地域の総生産 (GRDP) を予測した。高位経済成長ケースに対する予測結果を 1985 年の物価換算で示したのが下表である。

(単位：10 億円)

セクター	西暦年						
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
農業	173.0	202.6	246.5	300.0	373.8	477.1	623.5
工業	285.2	431.7	656.9	996.9	1,498.9	2,249.7	3,434.6
サービス	345.2	479.7	672.8	943.6	1,323.5	1,900.0	2,791.7
計	803.4	1,114.0	1,576.2	2,240.5	3,196.2	4,626.8	6,849.8

セクター毎の西暦 1995 年から西暦 2025 年迄の期間における年平均伸び率を以下のように予測した。

セクター	高位経済成長ケース	低位経済成長ケース
農業	4.4%	1.8%
工業	8.7%	5.9%
サービス	7.2%	5.8%
全セクター	7.4%	4.7%

### 3.2 水需要

人口と経済の伸びに伴う水需要を予測した。高位経済成長ケースにおける全国の水需要を以下のように予測した。

(単位：百万トン/年)

セクター	西暦年						
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
農業	-	38,167	46,664	52,419	60,003	65,955	72,973
都市	4,421	5,186	6,174	7,376	8,720	10,283	12,427
計	-	43,353	52,838	59,795	68,723	76,238	85,400

都市用水需要には、家庭用水、工業用水及びサービス用水を含む。

### 3.3 水資源賦存量

超過確率 50%に相当する日流量迄が利用可能であると仮定して表流水の賦存量を概算し、地下水と表流水の合計から成る総水資源賦存量を下表のように推定した。

(単位：百万トン/年)

水資源区	地下水	表流水	計 (総賦存量)
VII (最小水資源区)	879	3,770	4,649
X (最大水資源区)	2,116	42,100	44,216
その他の水資源区の計	17,205	160,360	177,565
計	20,200	206,230	226,430

### 3.4 水不足の生ずる恐れのある水資源区

西暦 2025 年における高位経済成長ケース、低位経済成長ケースに対する各水資源区毎の水需給収支を検討した結果、以下の四つの水資源区が他の水資源区よりも水需給が逼迫する可能性が高いと予測した。

将来水不足を起 こす可能性が高 い水資源区	西暦 2025 年における水需要に対する水資 源賦存量の割合	
	高位経済成長ケース	低位経済成長ケース
水資源区 II	1.57	2.58
水資源区 III	0.69	0.86
水資源区 IV	2.10	2.87
水資源区 VII	1.70	2.09

### 3.5 主要 9 都市の水需要

今後水需給が逼迫すると考えられる 9 都市を選定し、これらの都市の地下水開発可能量及び西暦 2025 年における水需要量を下表に示す通り予測した。

(単位：百万トン/年)

都市	水資源区	地下水開発 可能量	水需要量		伸び率 2025/1995
			1995 年	2025 年	
マニラ首都圏	IV	191	1,068	2,883	2.7
セブ市	VII	84	59	342	5.8
ダバオ市	XI	56	50	153	3.1
バギオ市	I	15	12	87	7.3
アンヘレス市	III	137	11	31	2.8
バコロド市	VI	103	37	111	3.0
イロイロ市	VI	80	9	47	5.2
カガヤンデオロ市	X	34	29	98	3.4
ザンボアンガ市	IX	54	28	203	7.3

西暦 2025 年に於いても地下水で水需要を完全に賄える主要都市は、アンヘレス市、イロイロ市である。更に、工業用水に対して地下水の一部の再利用が実現した場合には、バコロド市でも地下水で水需要を満たすことが可能であると予測される。

### 3.6 水資源開発事業の候補

既往の調査で検討された開発事業に加え、50,000分の1の地形図上で検討した新たな開発事業の中から本計画に採用すべき候補案件を選定し、それらによる有効貯水容量は以下の通り。

水資源区	案件数	有効貯水容量の合計 (百万トン)
I	4	1,133
II	10	7,354
III	16	5,156
IV	3	1,609
V	2	1,101
VI	3	465
VII	6	589
IX	1	14
X	1	102
XI	4	878
XII	2	1,218
合計	52	16,619

### 3.7 水資源に関する法制度上の課題

- ・ 水資源に関する権利・義務が多くの省庁に分散しており、統合化された施策がとれていない。
- ・ NWRB は国家水資源評議会の事務局であるが、水問題の調整をとるためには、法制度的にも予算上もまた技術的にも十分な力を与えられておらず、調整が不十分である。

## 4. 総合基本計画（マスタープラン）

### 4.1 主要流域に対する水資源開発計画

フィリピン全国の20主要流域の各々に対して行った水需給収支解析の結果、西暦2025年迄に17主要流域において水不足が生じるものと予測した。これらの水不足を生じる主要流域の各々に対して、上記貯水池式ダムプロジェクトの候補案件の中から幾つかの案件を選定し、西暦2025年迄の水需要を満たす水資源開発計画を提案した。その結果、上述した水不足が心配される4水資源区を流れる主要河川流域に関しては、以下の貯水池式ダムプロジェクトの実施を提案した。

水資源区	主要流域	現在進行中のBOT案件 (貯水池式ダム)	提案された新規貯水池式ダム案件
II	カガヤン	-	マリグII、マツノ、アダラムA、イラグエンB
	アブルグ	-	アグルブ
III	アグノ	サンロケ	バログバログ
	バンパンガ	カセクナン流域間導水	バリンティンゴン、バヤバス・マッシム
IV	バシグ・ラグナベイ	-	-
	アムナイ・パトリク	-	アムナイ
VII	主要河川はない。		

注)：バシグ・ラグナベイ流域に対しては二つのSWIM (小規模ダムプロジェクト) が提案されている。

水資源区 IV 及び、VII の水不足は夫々マニラ首都圏、セブ市の需要によるものである。これらの主要都市の将来の水需要に対しては、以下に述べる様に、複数の上工水供給プロジェクトを提案している。

#### 4.2 選定された9主要都市に対する上工水供給プロジェクト

選定主要9都市の各々に関して、西暦2025年迄の水需要を満たすため過去の調査、並びに本調査で選定された上工水供給プロジェクトを以下に示す。

主要都市	上工水供給を目的とした水資源開発の候補案件	
	地下水開発	表流水開発
マニラ	なし	(i)* ラグナ湖の開発 (ii)* マニラ水供給計画 III (ライバン・ダム計画) (iii) カナンーウミライ流域間導水 (iv) バヤバス・ダム及びマッシム・ダム (v) カリワーコゲオ導水 (vi) バンパンガノーバリチェス導水
セブ	井戸23本 (現在工事中)	(i)* マナンガII ダム (ii) マルボグーマナンガ流域間導水 (iii) ルサランープランバトー流域間導水 (iv) ボホールーセブ導水
バギオ	豪州の援助案件 (現在工事中)	(i) BOT 案件 (ii) 既存給水施設のリハビリ (iii) ラボイ・ダム (iv) ラボイ・取水堰
ダバオ	深井戸6本 (現在工事中)	BOT 案件 (同 BOT 案件の代替案として、ダバオII多目的ダムが提案されている)
アンヘレス	深井戸18本	不要
イロイロ	深井戸65本	不要
バコロド	OECF有償案件 追加深井戸46本	不要 (但し、地下水開発計画の代替案として、バゴ多目的ダムが提案されている)
カガヤンデオロ	深井戸4本 (現在工事中)	BOT 案件 (ブラノグ・バタン・ダム)
ザンボアング	深井戸60本	パソナカ・ダム

注)：\*を付したマニラ市及びセブ市に対するプロジェクトは既にフィージビリティ調査、又はそれに匹敵する程度の調査が完了している。

本調査では上記計画を組み合わせることで西暦 2025 年迄の水資源開発シナリオを各都市毎に策定した。更に、将来、並びに現状においても最も水需給が逼迫しているマニラ首都圏、セブ市、並びにバギオ市に対する上工水供給プロジェクトの内、本調査で新たに選定又は検討が加えられたプロジェクトに関して経済及び社会・自然環境の観点から予備的評価を行った。その結果、プロジェクトによっては今後明確にすべき環境影響の項目はあるものの、以下のプロジェクトに対して 10% を超す比較的高い内部収益率が算定された。

主要都市	表流水開発
マニラ	1 カナンーウミライ流域間導水
	2 マッサム・ダム及びバヤバス・ダム
	3 カリワーコゲオ水供給
セブ	1 マルボグーマナンガ流域間導水
	2 ルサランーブランバトー流域間導水
	3 ボホールーセブー水供給
バギオ	1 ラボイ・ダム

今後、各都市毎に最優先プロジェクトを選定するため、測量調査、地質調査、水文調査等の現場調査を含む、上工水供給計画に関する地域水資源開発マスタープラン並びに同マスタープランで選定された再優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

### 4.3 法制度の改善

本調査で提案されたフィリピン国の水資源にかかわる法制度の強化策は、以下に述べる暫定案及び最終案の二案からなる。

#### 暫定案 (NWRB の強化)

- NWRB を大統領府に所属させ、その後環境・資源省 (DENR) に所属させる。
- 水資源評議会は同国の水資源開発・管理方針を決定する最高位の機関として十分に機能させるため、同評議会のメンバーは責任をもってその任務を果たせる者に限る。
- NWRB の地方事務所を設け、現在他の政府機関が代行している NWRB 関連の業務を担当させる。
- NWRB に法制部署を設ける
- NWRB の職員、並びに彼らに対する教育・訓練の場を増やし、設備の充実を図る。これに関連して、将来水資源マスタープランの見直しに必要となるダムエンジニアの育成が望まれる。
- データ収集システムを改善し、全国水情報ネットワークを設置する。

#### 最終案

- フィリピン国水資源庁を設立するための立法化の手続きを進める。同水資源庁は、同国の水資源関連機関の統合及び調整に責任を持ち、加えて NWRB の此れ迄の権限及び機能を併せ持つものとする。



#### 4.4 水資源開発に関する短期戦略

本マスタープランにおける検討結果として、主要都市に対する水需給の改善を計ることが最大の緊急課題である。中でも、近い将来、最も水需給が逼迫するのは、マニラ首都圏、セブ市、バギオ市の三都市と考えられる。本マスタープランでは、国家的見地に立ってこれらの地域に対する水資源開発計画を提案したが、これを枠組みとしたこれら三都市の各々に対する上工水供給プロジェクトに関する地域水資源開発マスタープラン、並びにその中で選定された優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

##### (1) マニラ首都圏に対する上工水供給事業

増大するマニラ首都圏の上工水需要を給水区域内の水資源で賄うことは不可能である。本調査では、マニラ東方に位置するアゴス川流域（カナン及びカリワ川の本流）は、将来のマニラ首都圏への上工水供給用の水源として最も有望と考え、その開発を短期戦略の一つとした。しかしながら、アゴス川流域には、過去に NPC の下でフィージビリティ調査が行われた水力発電計画が存在しており、同計画にはダム貯水池の開発が含まれている。これらの状況を考慮に入れ、アゴス川流域に対する、マニラ首都圏への都市用水供給に重点を置いた、水資源開発計画に対するマスタープランを実施すると共に、同マスタープランで選定された最有望案件に関するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

##### (2) セブ市に対する上工水供給事業

本調査では、セブ市水道局が進めている案件の他に、本マスタープランで新たに選定した、マルボグ-マナンガ流域間導水事業、ルサラン-プランバト流域間導水事業を含めたセブ市周辺の表流水開発事業を短期戦略の中に含めた。これらの案件に関するマスタープランの実施を推奨する。加えて、同マスタープランで選定した最優先事業に対するフィージビリティ調査の早期実施を推奨する。

##### (3) バギオ市に対する上工水供給事業

本マスタープランを通じて、バギオ市が最も深刻な水不足の状況下にあることが判明した。本マスタープランではラボイ川の開発を含む案件を検討したが、表流水開発の場合は導水に必要な揚水の費用が相当高くなる。従って、今後、バギオ市周辺に位置する諸都市における地下水開発も含めた総合的な水資源開発計画に関するマスタープランの実施を提案する。このマスタープランの中で、現在バギオ市水道局が強く要望している、既存水源施設の改修事業の早期実施に関する検討を行うものとする。更に、同マスタープランで選定された最優先事業に対するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

## 5. 勸告

- 短期戦略として提案した案件（マニラ首都圏、セブ市、バギオ市への上水供給計画に関するマスタープラン及び最優先プロジェクトに関するフィージビリティ調査）の早期実施
- 水資源の法制度改善に関する暫定案の実施
- データ（特に水文に関係）収集システムの整備、並びに全国水情報ネットワークシステムの設置
- 提案した案件に対する詳細な環境影響評価の実施
- 水管理の徹底
- 総合基本計画を社会の変動に柔軟に対応させるための定期的見直しの制度化
- 特定流域に対するマスタープランの策定

## 略語

### 1. 組織

BAS	:	Bureau of Agricultural Statistics
BAI	:	Bureau of Animal Industry
BFAR	:	Bureau of Fisheries and Aquatic Resources
BSWM	:	Bureau of Soils and Water Management
DA	:	Department of Agriculture
DENR	:	Department of Environment and Natural Resources
DPWH	:	Department of Public Works and Highways
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
LDC	:	Livestock Development Council
LWUA	:	Local Water Utilities Administration
MWSS	:	Metropolitan Waterworks and Sewerage System
NEDA	:	National Economic and Development Authority
NIA	:	National Irrigation Administration
NPC	:	National Power Corporation
NSO	:	National Statistics Office
NWRB	:	National Water Resources Board
PTFWRM	:	Presidential Task Force on Water Resources Management
PWRA	:	Philippine Water Resources Authority

### 2. 單位

GWh	:	giga-watt hour
ha	:	hectare
kg/head	:	kilogram per head
km	:	kilometer
km <sup>2</sup>	:	square kilometer
lpcd	:	liter per capita per day
lps and l/p/s	:	liter per second
m	:	meter
MCM or million m <sup>3</sup>	:	million cubic meter
MCM/year	:	million cubic meters per year

mg/l	: milligram per liter
m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /year	: cubic meters per square kilometer per year
m <sup>3</sup> /sec	: cubic meter per second
mm	: millimeter
mm/day	: millimeter per day
mm/year	: millimeter per year
MT/ha	: million ton per hectare
MW	: mega-watt

### 3. 水質にかかわる化学的指標

BOD	: Biochemical Oxygen Demand
DO	: Dissolved Oxygen

### 4. その他

AAGR	: Average Annual Growth Rate
ARMM	: Autonomous Region for Muslim Mindanao
BOT	: Build-Operate-and-Transfer
CAR	: Cordillera Administrative Region
CPI	: Consumer Price Index
CIS	: Communal Irrigation System
DD	: Diversion Dam
GDP	: Gross Domestic Product
GNP	: Gross National Product
GRDP	: Gross Regional Domestic Product
GVA	: Gross Value Added
IOSPs	: Irrigation Operation Support Projects
M&I	: Municipal and Industrial
MTPDP	: Medium-Term Philippine Development Plan
MTIP	: DPWH-Medium Term Infrastructure Program prepared by DPWH
MWSP III	: Manila Water Supply Project III
NCR	: National Capital Region
NIPAS	: National Integrated Protected Areas System
NIS	: National Irrigation System
NRW	: Non-Revenued Water

<b>NSDW</b>	<b>: National Standard for Drinking Water</b>
<b>NWIN</b>	<b>: National Water Information System</b>
<b>O&amp;M</b>	<b>: Operation and Maintenance</b>
<b>OMR</b>	<b>: Operation, Maintenance and Repair</b>
<b>PD</b>	<b>: Presidential Decree</b>
<b>PDP</b>	<b>: Power Development Plan</b>
<b>SRIP</b>	<b>: Small Reservoir Impounding Project</b>
<b>STW<sub>s</sub></b>	<b>: Shallow Tube Wells</b>
<b>SWIM<sub>s</sub></b>	<b>: Small Water Impounding Management Projects</b>
<b>USA</b>	<b>: United States of America</b>
<b>WD</b>	<b>: Water District</b>
<b>WRDP</b>	<b>: Water Resources Development Project</b>
<b>WRR</b>	<b>: Water Resources Region</b>



# フィリピン全国総合水資源開発計画調査

## 最終報告書

### 和文要約

#### 目次

序文  
伝達状

調査対象位置図  
上工水供給計画対象の主要都市位置図

フィリピン国全国総合水資源開発計画調査のアウトライン

	<u>ページ</u>
<b>S1 序章</b> .....	S-1
S1.1 調査の目的及び枠組.....	S-1
S1.2 報告書 .....	S-2
S1.3 プロジェクトサイクルマネジメントの手法を用いたワークショップ の開催.....	S-3
S1.4 謝辞 .....	S-5
<b>S2 自然・社会環境</b> .....	S-7
S2.1 河川及び主要河川流域 .....	S-7
S2.2 水資源区及び行政区 .....	S-7
S2.3 気象水文.....	S-8
S2.4 地下水開発可能量の算定 .....	S-9
S2.5 社会・経済現況 .....	S-10
<b>S3 水利用及び水資源開発の現状</b> .....	S-12
S3.1 都市用水 .....	S-12
S3.2 灌漑用水.....	S-13
S3.3 表流水開発及び水力発電 .....	S-14
S3.4 地下水資源.....	S-15
S3.5 洪水防御 .....	S-17
S3.6 水質 .....	S-18
S3.7 水利用及び水資源開発に関する現状の制度上の問題点 .....	S-18

<b>S4</b>	<b>水需要予測及び地下水開発計画</b> .....	<b>S-19</b>
S4.1	水需要予測の一般手順.....	S-19
S4.2	社会経済フレームワークの設定 .....	S-19
S4.3	都市用水需要予測 .....	S-20
S4.4	工業用水需要予測 .....	S-21
S4.5	農業用水需要予測 .....	S-22
S4.6	地下水開発計画 .....	S-24
<b>S5</b>	<b>主要流域に対する表流水開発計画</b> .....	<b>S-26</b>
S5.1	水資源区毎の水需給収支 .....	S-26
S5.2	既存および新規貯水池式ダム計画.....	S-27
S5.3	西暦2025年迄の主要流域に対する表流水開発計画.....	S-27
<b>S6</b>	<b>選定主要都市に対する水資源開発計画</b> .....	<b>S-30</b>
S6.1	対象都市の選定.....	S-30
S6.2	主要9都市に対する水需要予測.....	S-30
S6.3	地下水開発可能量の算定 .....	S-31
S6.4	選定主要都市に対する表流水開発計画 .....	S-32
S6.5	マニラ市、セブ市及びバギオ市に対する上工水供給事業の工事費算 定と内部収益率 .....	S-35
<b>S7</b>	<b>法制度上の提言</b> .....	<b>S-37</b>
S7.1	暫定案.....	S-37
S7.2	最終案.....	S-38
<b>S8</b>	<b>データベース</b> .....	<b>S-39</b>
<b>S9</b>	<b>短期水資源開発戦略とその推進に関する提案</b> .....	<b>S-40</b>
S9.1	マニラ市に対する上工水供給事業.....	S-40
S9.2	セブ市に対する上工水供給事業.....	S-40
S9.3	バギオ市に対する上工水供給事業.....	S-40
<b>S10</b>	<b>勧告</b> .....	<b>S-41</b>



## 附表

表-1	水資源区毎の地下水開発可能量
表-2	西暦2025年現在の水資源区毎の上工水需要量
表-3	首都圏上下水道公社（MWSS）の給水量及び水道料金回収実績
表-4	西暦1996年に於ける既存国家灌漑システムのリスト
表-5	西暦1996年に於ける既存共同灌漑システムのリスト
表-6	フィリッピン国の包蔵水力
表-7	西暦2025年に於ける水資源区毎の水資源開発可能量と水需要の比較
表-8	水資源開発に関するダム候補リスト
表-9	将来水需給逼迫を起こしうる主要都市の選定基準
表-10	将来水需給逼迫を起こしうる都市の選定結果
表-11	選定された主要都市に対する水需要予測結果
表-12	マニラ市水供給候補プロジェクトの主要諸元
表-13	セブ市水供給候補プロジェクトの主要諸元
表-14	バギオ市水供給候補プロジェクトの主要諸元
表-15	主要都市の水供給プロジェクトの建設費
表-16	水供給プロジェクトに対する社会及び自然環境インパクトの評価結果

## 附図

- 図-1 水資源区と主要流域の位置図
- 図-2 行政区及び水資源区の境界
- 図-3 各行政区内の州
- 図-4 気候区分図
- 図-5 広域地下水利用図：水資源区 I
- 図-6 広域地下水利用図：水資源区 II
- 図-7 広域地下水利用図：水資源区 III
- 図-8 広域地下水利用図：水資源区 IV
- 図-9 広域地下水利用図：水資源区 V
- 図-10 広域地下水利用図：水資源区 VI
- 図-11 広域地下水利用図：水資源区 VII
- 図-12 広域地下水利用図：水資源区 VIII
- 図-13 広域地下水利用図：水資源区 IX
- 図-14 広域地下水利用図：水資源区 X
- 図-15 広域地下水利用図：水資源区 XI
- 図-16 広域地下水利用図：水資源区 XII
- 図-17 マニラ首都圏の等地下水位図
- 図-18 セブ市の塩水侵入図
- 図-19 現在の公共水道普及率（1995年）
- 図-20 各水資源区の公共水道水生産量（1995年）
- 図-21 現在の公共水道用水需要量（1995年）
- 図-22 灌漑開発計画の位置図：水資源区 I
- 図-23 灌漑開発計画の位置図：水資源区 II
- 図-24 灌漑開発計画の位置図：水資源区 III
- 図-25 灌漑開発計画の位置図：水資源区 IV
- 図-26 灌漑開発計画の位置図：水資源区 V
- 図-27 灌漑開発計画の位置図：水資源区 VI
- 図-28 灌漑開発計画の位置図：水資源区 VII
- 図-29 灌漑開発計画の位置図：水資源区 VIII
- 図-30 灌漑開発計画の位置図：水資源区 IX
- 図-31 灌漑開発計画の位置図：水資源区 X
- 図-32 灌漑開発計画の位置図：水資源区 XI
- 図-33 灌漑開発計画の位置図：水資源区 XII
- 図-34 各水資源区の人口予測
- 図-35 各水資源区の人口密度予測
- 図-36 各水資源区の地区総生産予測（高位経済成長ケース）
- 図-37 各水資源区の一人当たりの地区総生産予測（高位経済成長ケース）
- 図-38 井戸標準断面

- 図-39 水資源区毎の将来の地下水開発
- 図-40 地下水開発費積算の為の標準施設図
- 図-41 水資源区 Iの貯水池式ダム位置図
- 図-42 水資源区 IIの貯水池式ダム位置図
- 図-43 水資源区 IIIの貯水池式ダム位置図
- 図-44 水資源区 IVの貯水池式ダム位置図
- 図-45 水資源区 Vの貯水池式ダム位置図
- 図-46 水資源区 VIの貯水池式ダム位置図
- 図-47 水資源区 VIIの貯水池式ダム位置図
- 図-48 水資源区 IXの貯水池式ダム位置図
- 図-49 水資源区 Xの貯水池式ダム位置図
- 図-50 水資源区 XIの貯水池式ダム位置図
- 図-51 水資源区 XIIの貯水池式ダム位置図
- 図-52 高位経済成長下でのラオアグ流域の表流水需要
- 図-53 高位経済成長下でのアブラ流域の表流水需要
- 図-54 高位経済成長下でのカガヤン流域の表流水需要
- 図-55 高位経済成長下でのアブルグ流域の表流水需要
- 図-56 高位経済成長下でのアグノ流域の表流水需要
- 図-57 高位経済成長下でのパンパンガ流域の表流水需要
- 図-58 高位経済成長下でのパシグ-ラグナ流域の表流水需要
- 図-59 高位経済成長下でのアムナイ-パトリック流域の表流水需要
- 図-60 高位経済成長下でのビコール流域の表流水需要
- 図-61 高位経済成長下でのパナイ流域の表流水需要
- 図-62 高位経済成長下でのハロール流域の表流水需要
- 図-63 高位経済成長下でのイログ-ヒラバンガン流域の表流水需要
- 図-64 高位経済成長下でのアグサン流域の表流水需要
- 図-65 高位経済成長下でのタゴロアン流域の表流水需要
- 図-66 高位経済成長下でのカガヤン・デ・オロ流域の表流水需要
- 図-67 高位経済成長下でのダバオ流域の表流水需要
- 図-68 高位経済成長下でのタグム-リブガノン流域の表流水需要
- 図-69 高位経済成長下でのブアヤン-マルンガン流域の表流水需要
- 図-70 高位経済成長下でのアグス流域の表流水需要
- 図-71 高位経済成長下でのミンダナオ流域の表流水需要
- 図-72 マニラ首都圏水供給プロジェクト位置図
- 図-73 マニラ首都圏上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-1)
- 図-74 マニラ首都圏上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-2)
- 図-75 マニラ首都圏上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-3)
- 図-76 セブ市水供給プロジェクト位置図
- 図-77 セブ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-1)
- 図-78 セブ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-2)
- 図-79 セブ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-3)
- 図-80 バギオ市水供給プロジェクト位置図
- 図-81 バギオ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-1)

- 図-82 バギオ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-2)
- 図-83 ダバオ市への上工水供給用ダムサイト位置図
- 図-84 ダバオ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-1)
- 図-85 ダバオ市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-2)
- 図-86 サンボアング市上工水供給プロジェクトの実施計画
- 図-87 カガヤン・デ・オロ市上工水供給プロジェクトの実施計画
- 図-88 アンヘレス市上工水供給プロジェクトの実施計画
- 図-89 イロイロ市上工水供給プロジェクトの実施計画
- 図-90 バコロッド市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-1)
- 図-91 バコロッド市上工水供給プロジェクトの実施計画(シナリオ-2)

#### 付属資料

## 和文要約

### S1 序章

#### S1.1 調査の目的及び枠組

本調査の目的は国際事業団とフィリピン国政府の担当庁である全国水資源評議会 (NWRB)との間で1996年9月25日に締結された実施協定に以下の通り明記されている。

- (i) フィリピン国の12水資源区を対象とする水資源の開発と管理のための基本計画を策定する。
- (ii) 調査を通じて、フィリピン国側のカウンターパートに技術移転を行う。

本調査の対象地域は約300,000平方キロメートルの面積を有するフィリピン国全土である。本調査は各水資源区及び主要流域の水需給収支に焦点を当て、水収支計算の結果、水資源区あるいは主要流域内で水不足が予想された場合、水需要を満たし、水不足を解消する方策を国家的見地に立って検討した。こうした方策に関して開発規模と、時間軸（開発時期）を決定することにより国家水資源開発の基本計画とした。

灌漑、工業、サービス産業及び家庭用水が河川維持用水と共に水需要を構成する。水需要は産業別、水資源区毎及び主要流域毎に、目標年次である2025年までの期間に亘って予測した。

一方、将来の水需要を満たすための主たる水源は表流水と地下水であるが、ある地域では脱塩装置を導入することで海水も代替水源と考えることができる。本調査では、表流水及び地下水の賦存量を水資源区及び流域毎に推定し、将来の水需要を満たすための残存賦存量に対する開発計画を提言している。

こうした水資源区あるいは流域を単位とする水需給収支の予測に加え、人口密度や、経済活動の故に集中的な水利用が予測される都市地域に対しても水収支の予測を行った。こうした都市地域での水不足に対応する方策の提案も行った。

これらの水資源開発事業を空間的、時間的に配置して、国家水資源開発基本計画を策定した。本調査では、水不足の重大性を指標として、これらの開発事業の中から優先案件を選定した。このように、選定した優先案件の初歩的のフィージビリティの検討を行い、短期戦略を形成した。

水管理の必要性はこれまでの多くの調査でも指摘されてきた。本調査では水管理を法・制度の面から改善する方法について検討を行った。提案された改善方法は、本基本計画の一角を担っている。

基本計画策定作業を支援するために調査の一環としてデータベースを構築した。データベース構築のもう一つの目的は水関連の正しい情報を遅滞なく入手することを可能にするシステムをNWRBに与えることにより、その水管理能力の向上をはかることにある。

本調査は、15人の様々な分野の専門家よりなる調査団、並びにフィリピン政府から派遣されたカウンターパートと事務所スタッフにより1997年3月から1998年8月までの18ヶ月間にわたって実施された。最終報告書（案）作成迄の調査期間は13ヶ月に及び、この間に着手報告書、中間報告書各1部、進捗報告書2部が作成され、フィリピン政府側の運営委員会で協

議された。また、第三次現地調査では最終報告書（案）に関する協議が行われ、その結果に基づき本最終報告書が取りまとめられた。

尚、技術移転は重要な調査の目的であったが、各専門家とカウンターパートとの間では調査作業の実施を通じて、また、政府一般職員にたいしては開催したセミナー、検討討論会を通じて技術移転をおこなった。さらに、カウンターパートの中から特に2名が選ばれて、JICAが実施した日本国内における研修に参加する機会が与えられた。

## S1.2 報告書

本調査の全ての結果は、本最終報告書に記載されている。本最終報告書は以下の分冊から構成されている。

第I巻	: 要約（和文及び英文）	
第II巻	: 主報告書（英文）	
第III-1巻	: サポートイング・レポート（英文）	A. 社会経済 B. 水文 C. 地下水資源 D. ダム及び関連施設計画
第III-2巻	: サポートイング・レポート（英文）	E. 上工水需要予測 F. 農業用水需要予測 G. 地下水開発計画
第III-3巻	: サポートイング・レポート（英文）	H. 表流水開発計画 I. 環境 J. 組織・法制度 K. データベース L. プロジェクト・サイクル・ マネージメント (PCM)
第IV巻	資料集（英文）	M. 行政区別水需要

要約にはマスタープランの枠組みと調査の結論を簡潔に記載すると共に、水の需給収支と、将来の水不足に対処するために必要なアクション・プランを取りまとめている。

主報告書には、本調査の結果と結論、並びにそこに至らしめた概念と手順を記載した。マスタープラン策定に適用された基準や仮定が採用理由と共に論じられている。主報告書には、マスタープランを実現するために有効な勧告も記載した。

主報告書に加え、マスタープラン策定に用いた各分野毎の詳細な調査・検討結果及び手順を述べるため三冊から成るサポートイング・レポートを作成した。サポートイング・レポートは、主報告書を補足するため12の分野及び行政区別水需要に関する報告書から構成されている。

更にIV巻の資料集には主要な収集資料を収納した。それらは気象・水文資料、灌漑関連資料、並びに既存及び計画段階のダムの主要諸元である。

### S1.3 プロジェクトサイクルマネジメントの手法を用いたワークショップの開催

第二次現地調査の中間点で全国水資源開発マスタープランについてのワークショップを開催することになった。このワークショップでは多くの情報や、意見が利害の反する省庁から提示されたため、JICA 調査団の基本計画策定に対し、多くの示唆を与えることとなった。

同ワークショップ開催の主目的は以下の通り。

- i) 案件に関連する諸問題の精査。
- ii) 問題解決の戦略立案。同ワークショップでは PCM の手法を採用した。
- iii) 対話による本マスタープランに対する意見の聴取。

#### (1) ワークショップ開催のための準備業務

1998 年 1 月 15 日、NWRB の協力を得て JICA 調査団は水資源開発基本計画に関するワークショップを PCM の手法を用いて実施した。フィリピンでは PCM の手法は未だ馴染みが薄く、特に本案件のようなマスタープランの段階のワークショップに適用するのは初めての試みであったため、PCM 専門家の任期である 1997 年 12 月 21 日から 1998 年 1 月 16 日までの間に下記の準備業務を行った。

#### 準備作業

参加者の選定は PCM の手順の中でも重要である。通常、ワークショップの参加者は、受益者、案件によって影響を受ける団体、関係省庁及び専門家から構成される。今回の対象案件がマスタープラン段階であることから、政府関係機関の共通認識を確立することに主眼を置き、水資源に関連するフィリピン国の 14 省庁の実務担当者により参加者を構成することとした。

#### PCM 手法の説明

ワークショップの開催に先立ち、1998 年 1 月 8 日に PCM 手法の紹介・説明を関係者に対して実施した。その際、PCM 手法を図表（フリップチャート）と説明書を用いて解説し、事例の紹介を行った。

#### 司会者（モデレータ）への指導・教育訓練

NWRB の要望もあり、ワークショップの司会者になるための指導・教育訓練を「司会者への道」という資料を用いて 1998 年 1 月 14 日に実施した。この資料はワークショップの運営方法について詳細に述べており、この種の指導・教育訓練に度々用いられるものである。更に、司会者の任務と役割について指導を行った。

#### (2) PCM 法によるワークショップの開催

フィリピン国の水資源開発基本計画を討議する第一回ワークショップは 1998 年 1 月 15 日、BSWM の講堂で開催された。同ワークショップは JICA 調査団と NWRB の共催のかたちを取り、予め用意された議題に従って進行した。

同 PCM によるワークショップの参加者 45 名は、所属官庁、専門業務、又は各人の希望分野に応じて水資源管理、都市用水、並びに灌漑の三グループに分けられた。これら三グループの各々に対して、上述したモデレータとしての指導・教育訓練を受けた NWRB のカウンターパート又は JICA 調査団員が、副モデレータに指名された。

第2回ワークショップは1998年6月26日に同講堂で実施した。第二回日のワークショップにおいても前回とほぼ同様の参加者を得たが、ワークショップ開始当初より実質的な協議に入った。

### (3) ワークショップの成果

#### 参加者分析

グループ別の討議の開始に先立ち、参加者分析及び問題分析について全体討議を行った。ここでは何が案件に所属もしくは関係し、何が問題であるかを討議した。参加者分析の全体討議によって水利権を保有する省庁を明確にした。更に詳細な分析はグループ毎に行い、参加者と目標組織を確認した。各グループで討議の対象とした組織は以下の通りである。

グループ	目標・組織
水資源管理	水に関係する組織全部
都市用水	MWSS
灌漑用水需要	農民

参加者分析の討議を通じて、水資源の対象とするべき目標・組織をあらゆる側面から検討した。更に、各目標・組織のもつ問題、例えば水用途の違い、需要の違い等を抽出した。参加者分析の結果は、サポーティング・レポートの中の“L. プロジェクト・サイクル・マネジメント (PCM)”に記載してある。

#### 問題分析

この分析の第一歩は、中核となる問題を明確にすることにある。それらは以下の通りであった。

グループ	中核となる問題
水資源管理	法制上の枠組みが弱体であること
都市用水	技術的経験の不足。飲料に不適格な水質
灌漑用水需要	農民が灌漑に十分な人が得られないこと

問題分析の詳細はサポーティング・レポートの中の“L. プロジェクト・サイクル・マネジメント (PCM)”に記述した。樹形図を用いた討議により問題解決の方法に関してグループ別に以下の結論を得た。

グループ	問題解決の方法
水資源管理	法制度の強化
都市用水	水資源開発
灌漑用水需要	水管理方法の改善

#### プロジェクトデザインマトリックス (PDM)

問題分析、目的分析、プロジェクトの選択などの一連の分析作業の結果を基に、プロジェクトの概要表 (PDM) が第2回のワークショップの参加者によって作成された。最終的にそれぞれのグループで作成された3つのPDMは、サポーティングレポートの中の“L. プロジェクト・



サイクル・マネージメント (PCM)"の表 L-14 に添付されているように、一つの概要表にまとめられた。ワークショップの参加者によって策定された総括プロジェクト概要表では、プロジェクト目標はマニラ市民への安全で適切な水の供給と流域内の農民への灌漑用水の供給である。このプロジェクト対話を通じて、プロジェクト目標を達成するためには以下に示す諸条件が達成されている必要があることが確認された。

総括概要表のプロジェクト目標を達成するための条件

組織上の観点	水源開発の観点	灌漑用水問題の観点
マニラ市の水供給のマスタープランの作成	水源が適切に開発される。	適切な灌漑用水が農民に供給される。
強固な組織の枠組みが法律的に設置される。	水供給サービスが大きく改善される。	適切な灌漑用水管理体制が設立される。
組織上の責任主体 WRAP が成立する。	水質が改善される。	水源が改善される。
水関連組織 (NWRB) が強化される。	地下水の過剰揚水が停止する。	灌漑組織の維持管理が改善される。
水文データの収集ネットワークシステムが創設され、改善される。	帯水層への塩水の進入が減少する。	貯水池への堆砂流入量が減少する。

PDM によって認定された期待される成果はそれ自体が有望なプロジェクトとみなせる。その緊急度、重要性および資源の利用可能性によって これらの成果を上げるために、国家経済の成長と調和を計って計画され、実施される必要がある。本調査で策定されたプロジェクト概要表はマスタープラン段階で設定されたものであり、今後プロジェクトの目標を達成するためには新たな発見と状況に応じて修正していく必要がある。

#### S1.4 謝辞

調査実施期間を通じ、フィリピン政府は調査に絶大な協力をした。政府関係部署の代表によって構成された運営委員会（委員長 NWRB 事務局長 Luis M. Sosa 氏）はその会議を通じて JICA 調査団の舵取り役を十分に果たした。調査団は委員会からの提言が調査を適正な方向に導くのに有効であったことを認識すると共に委員会に対し謝意を表するものである。

現地調査期間中に資料収集に費やすことが出来た時間が短かったにもかかわらず、資料収集は一応の成果をおさめることが出来た。調査団が資料の提供を求めた関係機関の各部署による好意的な協力がなければ、成功は覚つかなかっただろう。調査団は、日々の業務処理に追われ、繁忙を極めていの中でこれらの部署が示してくれた協力を高く評価するものである。

調査団はソサ事務局長以下 NWRB の職員に対し衷心からの謝意を述べるものである。カウンターパートとしての NWRB 職員の活動は調査団の要請に十分に答えるものであった。

調査団は、日本国政府の協力に対しても感謝の意を表するものである。外務省は在フィリピン大使館を通じて、フィリピン政府との間で本調査に関する協定を締結するのに労をいとわなかった。更に調査の正しい方向性維持のため、その職員を割いて作業監理委員会に委員を指名した。

建設省から指名された作業監理委員はその委員長の重責を荷った。建設省の水資源開発に関する永年の経験は、作業監理委員会を通じて調査団を指導するのに有効であった。また建設省から DPWH に派遣された JICA 専門家は現地調査の期間中、調査団に様々な勧告を行った。これらは全ての調査にとって有効かつ支援となった。

水資源開発公団も、その職員を作業監理委員に任命し、調査団を支えた。公団の水資源開発に関する知見は監理委員会での発言となって調査団の業務に有効に反映されている。

JICA 東京本部及びフィリピン事務所の調査に対する支援は絶大であった。また在フィリピン JICA 各専門家のグループも折りにふれ有用な意見を調査団に与えた。ここに特に謝意を述べるものである。

これらの支援・協力を得て、調査が成功裏に終了したことを報告できることに調査団一同大いなる感謝の意を表するものである。

## S2 自然・社会環境

### S2.1 河川及び主要河川流域

フィリピンの国土 30 万平方キロメートルには独立した河川（流域が 40 平方キロメートルを超えるもの）が 343 確認されている。流域が最大の河川はカガヤン川で、ルソン島の北部をやや東によって南から北に流れる。第 2、第 3 の河川はミンダナオ川、アグサン川でミンダナオ島を潤している。国土が多く島の島にわかれていたことに加え、地殻活動の激しい地域に位置することから山がちで河川は勾配が大きく比較的流路長が短い。従って、大きな流域面積を有する河川は少ない。

そのなかにあつて先の 3 河川は構造線に沿った河谷を流れ例外的な流域を持つ。それでもカガヤン川にしてその流域面積は 27,300 平方キロメートルにすぎない。同国では 990 平方キロメートル以上の流域面積を有する河川を主要河川と定義している。主要河川は以下に列記する通りである。

ルソン島	ラオアグ (Laoag) アブラ (Abra) カガヤン (Cagayan) アブルグ (Abulug) アグノ (Agno) パンパンガ (Pampanga) パシグーラグナ (Pasig-Lagna Bay) ビコール (Bicol)
ミンドロ島	アムナイパトリク (Amnay-Patrick)
パナイ島	パナイ (Panay) ハロール (Jalaur)
ネグロス島	イログヒラバンガン (Ilog-Hilabangan)
ミンダナオ島	アグサン (Agusan) タゴロアン (Tagoloan) カガヤンデオロ (Cagayan De Oro) タグムリブガアノン (Tagum-Libuganon) ダバオ (Davao) ブアヤンマルングン (Buayan-Malungun) アグス (Agus) ミンダナオ (Mindanao)

これら主要河川の総流域面積は、111,300 平方キロメートルに及び、フィリピンの国土面積の約 37% に相当する。これらの主要流域の位置を図-1 に示した。

### S2.2 水資源区及び行政区

フィリピンは州を行政単位としているが、一般的にはいくつかの州をまとめた行政区 (Administrative Region) を単位とすることが多い。しかしながら、水資源を対象とする場合、

分水嶺、地形、並びに気候区を考慮する必要がある、別途水資源区 (Water Resources Region : WRR) という区分を導入している。

行政区は 12 の通常区と 4 つの特別区から成る。特別区のなかにはマニラ首都圏に該当する NCR が含まれる。

一方、水資源の開発や管理に利用するため、フィリピン全土は水文学的見地から 12 の水資源区に区分されている。それぞれの水資源区の名称は以下の通りである。

WRR I	イロコス (Ilocos)
WRR II	カガヤン溪谷 (Cagayan Valley)
WRR III	中部ルソン (Central Luzon)
WRR IV	南部タガログ (Southern Tagalog)
WRR V	ビコール (Bicol)
WRR VI	西部ビサヤス (Western Visayas)
WRR VII	中部ビサヤス (Central Visayas)
WRR VIII	東部ビサヤス (Eastern Visayas)
WRR IX	南西部ミンダナオ (Southwestern Mindanao)
WRR X	北部ミンダナオ (Northern Mindanao)
WRR XI	南東部ミンダナオ (Southeastern Mindanao)
WRR XII	南部ミンダナオ (Southern Mindanao)

上記の水資源区の位置は図-1 に示されている。また、行政区の位置を図-2 に、各行政区内の州を図-3 に示す。

## S2.3 気象水文

フィリピンの気象は、図-4 に示す通り、4 気候区に分けて論じられる。これらの 4 気候区の特徴は以下の通りである。

- タイプ 1 : 南西季節風の影響を強く受け、北東季節風の影響を受けない地域で、主に西海岸に分布する。11 月から 4 月にかけて乾燥し、その他の期間は比較的降雨が発生する。
- タイプ 2 : 地形的には北東季節風によって降雨がもたらされるが、南西季節風によっても降雨が発生する。従って、年間を通じて明確な乾季が存在しない。比較的北東向きの海岸沿いの地域に分布する。11 月から 1 月にかけて大量の降雨が発生する。
- タイプ 3 : 東部と西部を南北にはしる 2 つの山塊のかげとなる比較的内陸部に分布する地域の気候タイプである。年間を通じて明確な雨季と乾季の区別は無いが、相対的に 11 月から 4 月の期間に降雨量が少なく、又他の気候区と比べて年降水量は少ない
- タイプ 4 : 基本的には北東季節風によって降雨が発生する地域の気候タイプであるが、季節風の弱まる 4 月以降に台風による降雨がみられることもある。従って、この気候タイプの地域では、年間を通じて降雨がみられ、一般に多雨

地帯を形成している。この気候区はルソン島、ビサヤスの東海岸やミンダナオ島の南部に分布している。

フィリピンの年間降水量は 1900 mm から 4500 mm に達し、世界的にも多雨地帯といえる。降雨の成因としては地形性、台風性、並びに熱帯集束帯の移動にともなう対流性が主であるが、前線の影響による降雨も発生する。

国土が小さい島に分かれており、山がちであるため流域も小さく別れ流路も短い。従って、一般的に河道は急勾配を呈し、多くの河川の流出率は 0.6 から 0.7 に達する。近年、開発による流域の荒廃が深刻で滞留時間の短い流出が洪水、並びに既存のマグットダム・貯水池で見られる様に堆砂流入量の増大の問題を引き起こしている。従って、流域保全を含めた水資源開発計画の重要度はますます高まっている。

## S2.4 地下水開発可能量の算定

### フィリピンの地下水ポテンシャルの予備的算定

本調査では、最近の雨量データに基づいて作成された年降雨量の等雨量線図を用い、年降雨量の 5 % が地下水涵養量に相当するものとして、フィリピン全土における地下水ポテンシャルを算定した。同地下水涵養量の割合に関しては、フィリピン国内で最近 JICA が行った地下水に関する調査結果を参考にして安全側の値を採用しており、年降雨量が 3000 mm の場合年間の地下への浸透量は 150 mm に相当する。更に、浅井戸又は深井戸の建設により地下水開発が可能な地域を明らかにするため、図-5 から図-16 に示す様に、水資源区毎に広域地下水利用図を作成した。

一般に、都市化が進むにつれてコンクリート、アスファルト、並びに他の不透水性材料で表土が覆われるため、地下水涵養量が次第に減少していくものと考えられる。一方、灌漑面積の増大は地下水涵養量の増大につながる。将来の都市化の進捗、並びに灌漑面積の増大の予測結果を考慮に入れて、将来の地下水涵養量を推算した。

上記の手法により州単位で推算された西暦 2025 年迄の地下水涵養量の値を水資源区毎に集計を行った。その結果を表-I に示す。

### 地下水環境に関する現状の問題点

フィリピンでは、最近の地下水利用の増大に伴い、地下水への塩水の進入、地下水の汚染、並びに地盤沈下等の地下水環境に関連する問題が注目されている。

沿岸区域においては程度の差こそ見られるが、海水の内陸部への侵入が発生している。この現象には、海水と地下水の水頭・比重・粘性の差や、対象となる地層の透水性が大きく影響する。特に、マニラ首都圏とセブ市では、図-17 及び図-18 に示す様に、顕著な塩水侵入が見られる。これらの地域における問題はいずれも過剰な地下水の取水により引き起こされている。

フィリピンの現状を考えると、主な地下水の水質汚染源としては下水、工場排水、農業等が挙げられる。従って、人口が集中している地域や工業地域では、今後、地下水の汚染を引き起こす可能性がある。地盤沈下は主に沖積土の地区に発生しているが、マニラ首都圏及びセブ

市等の海岸線に近い人口集中地区では、圧密を受け難い地盤か又は硬い地盤から成るため、未だ顕著な地盤沈下の発生は報告されていない。

#### 地下水調査及び地下水のモニタリングに関する提言

これ迄、フィリピンにおける地下水調査は、水源不足が発生した地域に対してのみ限定的に実施されている。今後、国家レベルの地下水資源の保全等を考慮すると、地下水涵養量や水収支の算定の精度を上げるため、基礎的な地下水調査を推進する必要がある。

一方、現在発行されている同国の環境白書の中では、地下水環境について触れられていない。このため、地下水への塩水の進入、地下水の汚染、並びに地盤沈下等に関して、全国レベルでの地下水モニタリングシステムを早急に確立し、将来の地下水環境問題に備えることが推奨される。

## S2.5 社会・経済現況

### 人口

西暦 1995 年迄の過去 35 年間で、フィリピンの総人口は 27 百万人から 69 百万人へと平均年率 2.7 % で増加した。最近 5 年間 (1990 年～1995 年) では、南タガログ地区 (行政区 IV) は平均年率 3.5 % と最も高い伸びを示し、首都圏地区 (NCR) がこれに次いでいる。又、フィリピンの総人口に占める割合も両地区が最も高く、それぞれ 14.5 %、13.8 % に達している。

### 国内総生産及び地区国内総生産

1985 年から 1996 年迄の 11 年間で、国内総生産 (GDP) は実質価格 (1985 年価格) で、571,883 百万ペソから 848,451 百万ペソへと平均年率 3.7 % で増加し、国民一人当たり GDP は、名目価格及び実質価格で各々平均年率 10.0 %、0.9 % で増加した。

NEDA は中期国家開発計画 (1993 年～1998 年) の見直しの中で、1993 年及び 1994 年の両年で経済は順調に回復したと評価している。この最近の経済成長は電力供給問題の解決により加速し、4.4 % の GDP の増加となった。国内生産は海外労働従事者からの送金により所得の流入と相まって、5.3 % の国民総生産 (GDP) の伸び率を示した。この伸び率は中期開発計画の目標値、3.5～4.5 % を上回るものである。経済に対する自信の高まりと積極的な市場経済政策により、農業部門を除く全ての産業部門は好調に推移した。部門別平均増加率は、農業部門で 2.2 %、工業部門で 3.8 %、サービス部門 4.3 % であった。

地域別総生産 (GRDP) を見ると、1985 年から 1995 年の間で、実質年価格で CAR 地区が 4.5 % と最も高い平均年率の伸びを示し、中部ルソン地区 (行政区 III) がこれに次いでいる。首都圏地区 (NCR) の総生産は、同国の国内総生産に対し 30.3 % に及ぶ最大の割合を占め、南タガログ地区が 15.7 % でこれに次いでいる。

一人当たり地域別総生産 (per Capita GRDP) について見ると、名目価格で NCR 地区が 67,894 ペソ (1995 年) と最も高く、逆に ARMM 地区は 8,630 ペソと最も低くなっている。過去 5 年間 (1990 年～1995 年) の年平均増加率では、西ミンダナオ地区 (行政区 IX) が 13.1 % と最も高く、実質価格でも水準は違うもののほぼ同じ傾向がうかがわれる。

### 労働力市場

フィリピン全体の総労働人口は、1982年の18.5百万人から1995年の28百万人へと平均年率3.3%で増加した。労働人口に対する就業者人口の割合は91.6%（1995年）に達しており、農業部門が44.1%と依然として最大のシェアを保っている。フィリピンの労働市場は1993年から1995年にかけての国家経済の回復によって改善している。同期間においては、労働人口は平均年率2.6%で増加し、工業及びサービス部門における経済回復により、1994年及び1995年の両年に雇用創出の増加が見られた。1995年において、夫々の部門が最大の比重を占める地域は、農業部門ではARMMの91.6%、工業部門ではNCRの26.8%、サービス部門では同じくNCR地区の71.7%となっている。

### 物価水準およびインフレーション

インフレ率は1988年の12.2%から1996年の8.4%へと落ち着いている。この期間の年平均インフレ率は10.8%であった。1997年に入って、インフレ率はさらに安定している様に思えるが、バブル経済の崩壊の恐れや大幅なペソの対ドル切り下げ等により再び上昇することも予想される。地区別に見ると、1988年から1995年の間で、NCR地区が最も高いインフレ率を記録し、南ミンダナオ地区（行政区XI）を除いて2桁のインフレ率を示した。

### 国家財政

国家財政収支は、1970年以来赤字続きであったが、1994年以降黒字に転じた。1996年における税収入は国内収入庁（Bureau of Internal Revenue）による徴税策の改善により歳入全体の89.6%を占め、現在、税収基盤強化のための包括的税制改革法案を策定中である。最近3年間（1995年～1997年）の歳出計画によると、政府の歳出は372,081百万ペソから476,170百万ペソへと28%の増加が見込まれていた。その内、水資源開発費はわずか1%前後に止まっている。

### ペソ対米ドル為替比率

西暦1976年から西暦1997年迄の期間にペソ対米ドル為替比率は7.440ペソから28.771ペソへ増加した。1996年には同為替比率が比較的安定していたが、1997年7月以降徐々に切り下げられ、1998年1月現在で40ペソ前後の大幅な切り下げとなっている。

### S3 水利用及び水資源開発の現状

#### S3.1 都市用水

##### 既存水供給システム

フィリピン国の既存水供給システムは、大きく公共水道施設及び私有の水供給施設の二つに分類される。公共水道施設は、以下に説明する様に、更にレベル-III、レベル-II 及びレベル-I の三種類に分類される。

- i) レベル-III 通常、地方水道庁 (LWUA) の技術及び財政援助により各地方水道公社が運営している各戸給水システム。現在、フィリピン全土に 404 のレベル-III の公共水道システムが存在する。
- ii) レベル-II 上記のレベル-III システムと比べ給水能力並びに給水範囲は共に限られており、バランガイ (Barangay) 地区に対して設置されている複数の共同水栓から成る公共水道システム
- iii) レベル-I 手動式ポンプによって汲み上げられる地下水又は湧泉を水源とする、バランガイのへき地部に設置されている単一の共同水道施設

フィリピン国における各水資源区の都市部及び農村部の公共水道普及率は下表の通りである。

フィリピン国における水源区毎の公共水道普及率 (%)

(単位：%)

分類	水資源区												全国
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
都市部	74	64	64	66	67	69	69	69	69	69	84	69	68
農村部	75	67	67	69	79	80	77	80	76	78	77	74	75
計	74	67	67	66	76	73	73	77	73	74	80	72	72

上表に示す通り、全国レベルでの公共水道の普及率は 72 % に達し、残りの 28 % は個人所有の施設から成る。全国の公共水道の普及率を、マニラ首都圏と他の地域、並びに水道施設別に分類すると下表の通りとなる。

フィリピン国の公共水道普及率

水道形態	都市部			農村部	合計
	マニラ	地方都市部	小計		
レベル-III	62%	30%	39%	5%	22%
レベル-II 及びレベル-I	-	40%	29%	70%	49%
計	62%	70%	68%	75%	72%

##### 公共水道に対する現在の水需要量

公共水道施設の内、レベル-III に対する現在の水需要は、マニラ首都圏上下水道公社 (MWSS) と地方水道庁 (LWUA) から収集した資料に基づいて算定した。一方、レベル-II 及びレベル-I については、過去に作成された州単位の給水計画に示されている給水人口、並びに一人当たりの消費水量を仮定して求めた。



現在、工業用水の需要量を統計的に集計できる資料はないため、NWRB のデータベースに登録された水利権毎の認可水量から現在の工業用水需要量を推測した。

これらの手法により求められた水資源区毎の現在の水需要量を表-2、図-20 と図-21 に示し、以下に取りまとめた。

1995年現在のフィリピン国における都市用水及び工業用水需要量  
(単位：百万トン/年)

都市用水	工業用水	合計
22,178.7	2,233.6	4,412.3

### 主要都市での水道問題と課題

フィリピンでは、現在マニラ首都圏、セブ市、バギオ市における水需給の逼迫が著しくなっており、以下にこれらの都市における都市用水供給の現況と問題点を記述する。

a. マニラ首都圏：マニラ首都圏では、人口の増加と活発な経済活動により、水需給の逼迫度が著しくなっている。加えて同市の無収水率は、表-3 に示す様に、水源での取水量の約 50 % を占めている。1997 年 8 月より、水道施設の維持管理や水道料金回収に係わる民営化が実施されたが、増大する今後の水需要を満たすため、水源・給水施設の拡張及び改善を進めることが急務となっている。

b. セブ市：セブ市水道公社の 1995 年度の年次報告によると、同公社の日供給水量 11,220 トンは同市の総需要水量の 36 % に止まっている。同市では、現在、水道用水源の不足と共に配水施設の老朽化による漏水が深刻な問題となっている。従って、同市の水需給バランスを改善するためには、今後水源開発計画の推進と共に、水管理の方策を検討し、実施していく必要がある。

c. バギオ市：同市の水供給は深刻な状況にある。現地調査期間中に行われた聞き込み調査の結果では、21,500 戸に及ぶ総給水戸数の内、平均約 8 割の戸数に対しては週 4 時間程度の給水しか行われていないことが判明している。特に、市内の比較的標高の高い住宅地域では、配水管内圧力の極端な不足から、全く給水できない状態に至っている。同市水道公社は、水源の不足による水供給能力の低下に加えて水道施設の老朽化の問題に直面している。

### S3.2 灌漑用水

1996 年 12 月現在、フィリピン全土には合計 11,089 個の灌漑システムがあり、それらは、国家灌漑システム (National Irrigation System : NIS)、共同灌漑システム (Communal Irrigation System : CIS)、転流ゼキ方式灌漑システム (Diversion Dam : DD)、小規模ため池方式灌漑システム (Small Water Impounding Management : SWIM) 並びに浅井戸灌漑システム (Shallow Tube Well : STW) の 5 方式に分類されている。これらの灌漑システムが占める全農地面積は約 1.36 百万ヘクタールに達しており、フィリピン全土の耕作可能面積 3.2 百万ヘクタールの約 43 % を占めている。各灌漑システム別の農地面積を以下に示す。

フィリピン国における灌漑システム別農地面積

番号	灌漑システムの名称	灌漑システムの数	農地面積 (1,000ha)
1	NIS	173	651.8
2	CIS	9,107	670.0
3	DD	256	21.2
4	SWIM	569	15.9
5	STW	984	2.9
全国		11,089	1,361.8

上記五種類の灌漑システムの内、地下水を水源としている浅井戸灌漑システム (STW) の農地面積がフィリピンの総灌漑面積に占める割合は 0.2 % と極めて小さい。又、上表に示される様に、NIS 及び CIS が全体の約 97 % を占めている。これら既存灌漑システムのリストを表-4 及び表-5 に取り纏め、各水資源区における灌漑計画の位置を図-22 から図-33 に示す。

### S3.3 表流水開発及び水力発電

#### (1) 既存の大規模ダム

これ迄フィリピン国内に建設されたダムは、大規模ダム及び SWIM プロジェクト等で建設された小規模ダムの二種類に大きく分類される。高さ 15 m を超えるダムは同国内に現在 16 個在り、人口百万人当たりの同規模のダム数は 0.24 と、日本の 19.7 及び米国の 24.5 と比べ極めて少ない数に止まっている。

現在、フィリピン全土には、多目的ダムとして建設された、アンガット・ダム、マガット・ダム、パンタバンガン・ダム、ピンガ・ダム、アンブクラオ・ダムの計 5 個の大規模ダムが存在する。これらのダムは、全てルソン島内の主要流域内に位置し、例外なく水力発電所が併設されている。今後とも、フィリピン国内で建設される大規模ダムは、灌漑、都市用水供給、洪水調節に加えて、常に水力発電を一つの目的として建設されるものと推測される。これらの貯水池式ダム以外に、比較的大きな貯水池容量を有する既存計画としてはミンダナオ島のアグス川上に階段状に建設された水力発電プロジェクトが上げられる。アグス川上のこれらのプロジェクトは上流のラノウ湖の調節容量と急峻な河川勾配を利用している。

上記 5 個のダムの内、マガットおよびパンタバンガン・ダムに関しては、NPC と NIA が合同で貯水池内の堆砂量調査を行っている。その結果、マガット・ダムでは、1990 年の地震の後、極めて大きな堆砂量の増大が確認されている。

上記合同調査団のレポートによれば、1990 年度の地震の後、マガット・ダムの上流域で大規模な地滑りの発生が同貯水池内の異常な堆砂量の増大につながっている。更に、同レポートは、森林伐採等により、流域の荒廃が進んでいることを強調している。その結果、今後も現在の堆砂流入が続くと、当初の計画では 100 年を有していた同貯水池の寿命は 43 年に短縮するものと見込まれている。この状況を改善するため、関係政府機関は、効果的な森林保護計画、大規模な植林、並びに様々な土壌侵食対策の実施により、同ダムの集水域の 50% 以上を復元することを推奨している。

## (2) 流域管理

上述したように、フィリピン国内の主要ダムの幾つかは、当初計画したよりも大きな堆砂流入量により貯水池が埋没しつつあり、貯水池の寿命が短くなっている。さらに最近の調査によれば、灌漑施設への堆砂流入量も目立って大きくなっており、灌漑施設に対する排砂のための費用が膨大となっている。従って、流域の荒廃を取り戻し、貯水池に関しては、貯水池の正常な機能を取り戻し、貯水池の寿命を出来る限り長く保つため、適切な対策を講じる必要がある。

既存貯水池の堆砂問題に対処する場合には、上述したマガット貯水池に対して計画された流域管理計画の実施を推奨する。

さらに、水資源開発計画に新規貯水池を計画する際にも、最適な開発規模の検討に加え、上記フィリピン国内の流域の荒廃状況、並びに既存貯水池への堆砂流入量の増大を考慮に入れ、恒久的なプロジェクトの運営を可能にする流域管理計画を併せて策定することを推奨する。

## (3) NPC の水力開発計画

これ迄、フィリピン国内の主要な貯水池式ダム計画の多くは、水力発電に重点を置いて、NPC の主導の下で策定されている。NPC は将来の電力需給を自国の資源で出来る限りまかなうため、過去の調査で実施が提案された水力発電プロジェクトに関しては、遅かれ早かれ、外貨または BOT 方式により実施する予定である。

これ迄選定された、フィリピン全土の水力開発地点は 245 個所に及び、それらの発電設備容量の合計は 2,278 MW に及んでいる。10,000 kW 級の水力開発地点が全土にわたって未開発のまま残っており、各主要電力系統毎の包蔵水力は以下に示す通りである。

フィリピン国における未開発の包蔵水力

(単位:MW)

主要電力系統			全国
ルソン	ビサヤス	ミンダナオ	
7,316	417	2,297	10,030

NPC が作成した 1996 年度電力開発計画によれば、フィリピン国内の電力需要は、西暦 2005 年までに年率 11.9% で増大し、西暦 2005 年には電力需要及び電力量の売上高が、各々 16,256 MW、93,313 GWh に達するものと予測されている。従って、将来の電力需要を満たすため、今後新たに開発される水力発電が重要な役割を果たすものと期待される。

## S3.4 地下水資源

### S3.4.1 都市用水への地下水利用現況

#### レベル-III 給水システム

地下水に依存するレベル-III の給水地区は、マニラ首都圏を中心とする MWSS の給水地区とその他の各地方水道公社の給水地区の二つに大別される。前者の場合には、MWSS が 265 個の井戸を保有しているが、その内 59% に相当する 156 個の井戸は、塩水の進入、地下水位の低下、並びに施設の老朽化等の理由により地下水の取水を停止している。

MWSS を除く他の各地方水道公社が管轄する給水地区では、レベル-III の総数の約 86 %が地下水を水源として利用している。

### 給水システム別地下水取水量

上述したレベル-III 給水システム以外に、地下水はレベル-II 給水システム、公共水道及び個人所有のレベル-I 給水システム、並びに商業用水の水源として利用されている。

水資源毎の上記給水システム別の地下水取水量を以下の表に示す。

フィリピン国における都市用水のための地下水取水量

(単位：百万トン/年)

水資源区	レベル-III		レベル-II	レベル-I		商業用水	合計
	マニラ	地方都市		公共水道	個人所有		
I	-	24.7	2.7	11.8	6.6	0.2	46.0
II	-	7.2	3.5	17.4	11.2	0.0	39.3
III	-	135.8	7.0	43.7	28.6	0.4	215.5
IV	26.9	99.4	11.3	37.1	71.5	8.9	255.1
V	-	32.8	4.3	26.1	11.6	0.0	74.8
VI	-	45.7	5.4	34.8	15.4	2.4	103.7
VII	-	70.4	4.5	30.1	14.7	0.5	120.2
VIII	-	6.3	3.8	20.8	8.7	0.6	40.2
IX	-	30.4	3.7	19.8	10.4	0.0	64.3
X	-	44.6	3.7	20.5	11.3	0.0	80.1
XI	-	47.0	3.0	18.6	8.3	0.3	77.2
XII	-	15.8	4.5	31.4	15.1	1.7	68.5
全国	26.9	560.1	57.4	312.1	213.4	15.0	1,184.8

### S3.4.2 フィリピン国の地下水利用現況

上記の都市用水以外に使用されている、工業、灌漑等に関する地下水量は、NWRB のデータベースに登録されている水利権毎の認可水量に基づいて推算した。その結果、フィリピン国における現在の地下水取水量の合計は、以下の表に示す通り、2,518 百万トン/年に上るものと見込まれる。

フィリピン国における現在の地下水取水総量

(単位：百万トン/年)

水資源区	都市用水	工業用水	灌漑用水	他用水	合計
I	46.0	5.3	64.0	0.0	115.3
II	39.3	0.7	29.2	0.2	69.4
III	215.5	83.7	120.1	4.3	423.6
IV	255.1	202.2	46.1	20.1	523.5
V	74.8	1.6	25.6	0.6	102.6
VI	103.7	45.6	110.6	34.9	294.8
VII	120.2	88.0	64.0	29.5	301.7
VIII	40.2	20.4	9.4	0.2	70.2
IX	64.3	1.4	19.9	0.2	85.8
X	80.1	43.3	40.6	4.1	168.1
XI	77.2	16.0	41.1	26.5	160.8
XII	68.5	6.3	125.1	2.5	202.4
全国	1,184.8	514.4	695.6	123.1	2,517.9

### S3.5 洪水防御

フィリピンでは、急峻な地形による洪水流出はこれまでに度々甚大な洪水被害をもたらしてきた。特に、同国では、ミンダナオ島の中・南部地域を除き、洪水被害の多くは4月から11月にかけて同国を通過する台風により引き起こされてきた。一般に、同国の主要河川の多くは台風によって発生する洪水流量に対して十分な疎通能力を有していない。

同国では、公共事業・道路省 (DPWH) が洪水防御・排水計画を担当している。1994年に基本的社会基盤整備に割り当てられた139億ペソの内、その14%に相当する19億ペソが洪水防御の予算として支出された。

過去に行われた全国レベルの洪水防御計画において、ラオアグ川、アグノ川、パンパンガ川、ピコール川、アムナイーパトリック川、パナイ川、ハロール川、イログ川、アグサン川、タゴロアン川、並びにミンダナオ川の主要流域の各々に対して洪水防御計画が策定されている。同計画では、下流域の低平地における洪水被害の低減を目的として、河道の疎通能力拡大のための浚渫を含む河川改修計画が提案されている。しかしながら、全国的に見て洪水防御計画の策定は未だ十分ではなく、また同計画の策定以降に土地利用が大きく変化していることもあり、今後計画の見直しが必要となっている。

上記全国レベルの洪水防御計画の策定後、特定流域に対するマスタープラン又はフィジビリティ調査レベルの幾つかの調査が行われた。公共事業・道路省が作成した中期社会基盤整備計画によれば、フィリピン政府は上記主要流域及びマニラ首都圏に対する洪水防御及び排水計画に重点を置く様計画している。

上記中期社会基盤整備計画の中で提案された洪水防御・排水計画を実現するには約210億ペソの予算が必要になるものと見込まれている。同計画で提案された洪水防御の多くは堤防及び洪水防御壁から成るが、土地利用の変化を考慮して河川改修に偏らない洪水防御計画の見直しが

必要となっている。特に今後水資源開発の為に貯水池ダムを計画する場合には洪水調節機能を持たせた他目的ダムを立案することが推奨される。1987年に作成されたカガヤン流域のマスタープランでは、下流域の洪水被害の低減を計るため河道浚渫と多目的ダムの建設を組み合わせた包括的な洪水防御計画が策定されている。本調査で水資源開発計画のために取り上げた73箇のダム計画（表-8参照）の内、19のダムが洪水調節機能を併せ持つ様計画されている。

### S3.6 水質

フィリピン政府はこれ迄マニラ首都圏内及びその周辺を流れるバシグ川、マリキナ川等の河川の水質について度々調査を行っており、その結果、高い生物化学的酸素要求量（BOD）及び低い溶存酸素（DO）値が検出されている。これは、マニラ周辺の河川が未処理の下水により汚染されていることを示している。又、マニラ首都圏以外のルソン島内の河川、並びにピサヤス、ミンダナオ地区の河川の下流域でも、家庭、工業、農業廃棄物による河川水の汚染が報告されている。

フィリピンでは、表流水の水質はAA、A、B、C、D、SA、SB及びSCに分類されており、この内、AAとAに分類される河川水が都市用水に適する水質であるとされる。フィリピン国内の凡そ半分の河川が飲料水として利用可能なAA及びAの水質に分類されている。

### S3.7 水利用及び水資源開発に関する現状の制度上の問題点

フィリピン政府は、適切な水資源開発・管理に導くための全国レベルの水資源マスタープランが未策定であること、水資源管理に責任を持つ政府機関が複雑でその数が多いこと、水法の施行が不十分であること、並びに信頼でき得る水資源データが不足していることが、水資源に関する差し迫った問題であると認識している。

NWRBは同国の水資源部門の調整、並びに管理を委任されているが、予算及び人員が限られており、効果的に水法を施行出来ない状況にある。又、統合的な水利用及び土地利用に適用可能な最新の水資源基本計画は未策定なため、水資源関連の各政府機関は独自に策定した方針及び計画に従って水資源開発・利用を進めている。このため、過剰又は無調整な取水、並びに無調整な廃水の流出により、水利用の面で悪影響を及ぼし各セクター間であつれきが生じている。

## S4 水需要予測及び地下水開発計画

### S4.1 水需要予測の基本方針

フィリピン全国に対する水需要予測は以下の基本方針に従って行われた。

- i) 水需要予測は、本調査の社会経済調査により設定された社会経済フレームワークに従って、都市用水、工業用水、並びに農業用水の各部門別に行う。
- ii) 水需要予測の基本年を西暦 1995 年、並びに目標年を西暦 2025 に設定し、水需要予測はこれらの年に加えて、それらの中間年である西暦 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2020 年に対しても行うものとする。
- iii) 工業用水及び農業用水に対する水需要予測は、高位経済成長ケース及び低位経済成長ケースの二つの異なるケースに対して行うものとする。
- iv) 水需要予測は全国レベルの予測に加えて、水資源区別及び主要流域別に行うものとする。

### S4.2 社会経済フレームワークの設定

将来のフィリピンの社会経済フレームワークとして、国家経済開発庁 (NEDA) から収集したデータに基づいて、人口、就労人口、国内総生産 (GDP) に対して将来予測を行った。GDP に関しては、高位経済成長ケース及び低位経済成長ケースの二つの異なる条件の下での将来予測を行った。

#### 人口

フィリピンの総人口に関しては、国家統計局 (NSO) が行った西暦 2000 年から西暦 2025 年迄の予測結果の中位値を採用した。その結果、西暦 1995 年の総人口 68.6 百万人は、今後年平均 1.6 % で増加し、西暦 2025 年には 111 百万人に達するものと見込まれている。これらの年次別フィリピン総人口の予測データは、州別及び水資源区別の人口予測を行う際、コントロール・トータルとして用いた。更に、NSO は行政区別人口予測を西暦 2020 年まで完了している。このため、本調査では、NSO の予測手法を適用し、本調査の目標年である西暦 2025 年の行政区毎の人口を予測した。一方、NSO は州別人口予測を完了していなかったため、行政区別人口予測と実質的に同じ手法を用いて州別人口を予測した。これらの手法により予測された水資源区別の人口及び人口密度の予測結果を図-34、図-35 の各々に示す。

#### 国内総生産 (GDP)

##### (i) 高位経済成長ケース

高位経済成長ケースにおけるフィリピンの国内総生産 (GDP) に関しては、NEDA が策定した最新の中期開発計画 (1997 年～2001 年) 及び暫定的な長期開発計画 (2001 年～2025 年) を参考にして将来の伸び率を予測した。NEDA は 1998 年二月時点で未だ最終的な長期開発計画の策定を完了していなかったため、第二次調査期間中に同計画の最終版を入手することが出来なかった。しかしながら、NEDA の暫定的な長期開発計画に提示されている将来の GDP の伸び率は、同国の過去の伸び率と比べ妥当な範囲にあると判断される。本調査では、高位経済成長

ケースの国内総生産の予測は NEDA の開発計画に基づいて決定するものとし、低位経済成長ケースは各国際機関の経済成長予測を参考にして決定した。

その結果、高位経済成長ケースにおけるフィリピンの国内総生産は今後年平均 7.4% で増加し、西暦 1995 年度の国民総生産額 803,450 百万ペソが西暦 2025 年には 6,849,796 百万ペソ迄増加するものと予測されている。部門別の年増加率をみると、工業部門が 8.7% と最も高く、これに次いでサービス及び農業部門で各々 7.2%、4.4% と予測されている。予測された各水資源区毎の国内総生産の値を図-36 と図-37 に示す。

#### (ii) 低位経済成長ケース

最近の急激な経済変動及びペソの対 US ドル下落によって今後上記高位経済成長ケースの達成が危ぶまれる事態が生じる可能性があるため、本社会経済フレームワークの中に低位経済成長ケースの国内総生産を設定することとした。一方、将来の水需給の逼迫がここに予測した低位経済成長ケースに繋がることも予想される。世界銀行、アジア開発銀行等の国際機関による経済予測並びに日本等の先進国における過去の経済成長を参考にして、低位経済成長ケースにおける国内総生産の年平均伸び率を、西暦 2000 年から西暦 2025 までの期間に対して 5.0%、西暦 1996 年から西暦 2025 の期間に対して 4.8% になるものと予測した。西暦 2025 までの低位経済成長ケースにおける国内総生産の年平均伸び率 4.8% は、高位経済成長ケースの年平均伸び率より約 2.6% 低く設定されている。行政区別及び水資源区別の総生産 (GRDP) は、国民総生産 (GDP) をコントロールトータルとして算出した。

#### 就業人口

全国ベースの総就業人口の予測は、i) 1987 年以後の過去の総就業人口の傾向、ii) 最新の中期開発計画、iii) 将来の年平均人口増加率を適用して行った。その結果、西暦 1995 年には 26 百万人であったフィリピン全土の就業人口は、今後年平均 2.1% で増加し、西暦 2025 年には 49 百万人に達するものと予測されている。部門別の就業人口の年平均伸び率をみると、工業部門が 3.1% と最も高く、サービス部門の 2.7% がこれに次いでいる。農業部門の就業人口の年平均伸び率に関しては、1.1% と各部門の中で最も低い伸び率にとどまるものと予測されている。

### S4.3 都市用水需要予測

公共水道施設に対する都市用水需要量は、給水地区の人口、一人当たりの消費水量、水道普及率、並びに水道施設の漏水率によって決定される。

上記社会経済フレームワークにおいて設定された将来人口予測結果を都市用水の水需要予測に適用した。又、レベル-III 給水システムにおける将来の一人当たりの消費水量は、過去に行われたマニラ首都圏に対するマスタープラン調査及び州毎の水道計画の中で設定された値を参考にして決定した。これらの過去の計画によれば、MWSS の給水地区であるマニラ首都圏では、一人当たりの消費水量が西暦 1995 年における 159 リッター/日が、西暦 2025 年には 259 リッター/日に増加すると予測されている。

レベル-II 及びレベル-I 給水システムに関しては、現在平均 30 リッター/日である一人当たりの消費水量が五年おきに 2 リッター/日ずつ増加し、西暦 2025 年には 40 リッター/日に達する



ものと予測した。

現在のフィリピン政府の方針では、西暦 2000 年における公共水道の普及率の達成目標を都市部で 75%、農村部で 79%と設定している。本調査では、西暦 2020 年におけるこれらの地区の達成目標をそれぞれ 95%及び 93%と設定し、西暦 2025 年には全国平均普及率が 95%に達すると仮定した。この様に設定された公共水道の普及率をモデルケースとして以下の表に示す。

公共水道普及率 (モデルケース)

地区	西暦年						
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
都市部	69%	75%	80%	85%	90%	93%	95%
農村部	73%	79%	85%	91%	93%	95%	95%

本調査では、都市部における将来の公共水道の普及率の拡大はレベル-III 給水システムの増設によって達成されると仮定した。他方、農村部では、上記の将来の普及率を実現するためレベル-II 及びレベル-I が拡充され、現在のレベル-III 給水システムの普及率は西暦 2025 年迄現状のまま変わらないものと仮定した。上述した過去の水道計画を参考にして、公共水道の漏水率は西暦 2025 年迄にマニラ首都圏で 30%、他の水道公社の給水地区で 20%迄改善されるものと仮定した。

上述した予測手法及び仮定に基づいて、西暦 2025 年迄に期間における公共水道に対する水需要量を水資源区、州、並びに主要流域毎に算定した。その結果、西暦 2025 年における同国の公共水道に対する都市用水の需要量は、現在の年消費水量の約 3.7 倍にのぼる 72.9 億トンと予測される。又、個人所有の給水施設に対する水需要を含めた、西暦 2025 年における都市用水の総需要量は、74.3 億トンと予測される。

#### S4.4 工業用水需要予測

過去のフィリピンにおける工業生産高と NWRB のデータベースに登録された工業川水に対する水利権認可水量との間の相関係数は 0.88 と得られ、両因子の間に非常に高い相関関係があることが明らかとなった。このため、基本的にこの関係が将来に亘って持続されるものとして、次の回帰式を工業用水需要量の予測に適用した。

$$WD = 0.00485 \times GDP + 525.275$$

ここに、

WD : 工業用水需要量 (億トン/年)

GDP : 工業セクターの生産高 (億ペソ/年)

工業用水の将来需要量は、上記の回帰式に社会経済予測で得られた将来の工業セクターの GDP 予測値を代入することにより求めた。

工業用水の将来の水源に関しては、同セクターにおける表流水の主な利用者である鉱山会社の

多くが現在操業を停止、又は延期していることから、将来の工業セクターへの表流水の供給量は現状と変わらないものと仮定した。

更に、西暦 2025 年迄には工業用水として供給された地下水の 30%は回収され、工業用水として再利用されるようになるものと仮定した。将来深刻な水不足が予想されるセブ市、並びにマニラ首都圏を含めたパシグーラグナ流域では更に徹底した回収水の利用を実施することが必要となるため、工業セクターへ供給される地下水に対して三回利用を仮定し、将来の水需要を算定した。

上記方法により、高位経済成長ケース及び低位経済成長ケースの各々において工業用水の将来需要量の予測を行った。その結果、高位経済成長ケースでは西暦 2025 年の工業用水需要量は、現在の需要水量の 2.24 倍に相当する 4,997.6 百万トン/年に増大するものと見込まれる。低位経済成長ケースの場合、西暦 2025 年の工業用水需要量は 3,310.1 百万トン/年と予測され、現在の需要水量の 1.48 倍に相当している。

## S4.5 農業用水需要予測

### S4.5.1 データ及び農業開発の現状

本調査で収集したデータは、既存灌漑施設に関するもの、NIA と BSWM の灌漑開発 10 年計画及び過去に実施された灌漑計画に関する報告書で、NIA や BSWM がその源である。BAS からは畜産、養鶏および漁業に関する情報を収集した。畜産、養鶏、漁業の開発計画については DA, LDC および BFAR からその情報を得た。当国における灌漑計画の主管は NIA および BSWM である。NIA は国営の公団で大規模灌漑計画を実施している。一方、BSWM は農業省から委託されて小規模灌漑を管轄している。

過去 30 年間の灌漑事業に対する莫大な投資は農業生産高のめざましい増大となって表れた。1996 年現在、11,081 の灌漑事業が 1.36 百万ヘクタールを灌漑している。これは灌漑可能面積の 43%に相当する。NWRB の水利権台帳によれば、1,382 件の地下水灌漑の許可が出されている。ヘクタール当りの給水量を 1.5lps とするとほぼ 14,400ha の灌漑がなされており、推定取水量は 21,200lps となる。

フィリピンの灌漑システムは、必ずしも期待しただけの面積に給水してはいない。灌漑システムは、雨季の偏り、渇水、洪水、病中害のほか、次ぎの理由により、十分な成果をあげられない。すなわち、給水区域の中に一部水のかからない高地があること、排水不良の低地があること、水路や水路構造物の老朽化などである。また、排水システムの不足、農道の補修が不十分なこと、集水域の荒廃、不適切な操作、維持管理のための予算不足および操作員の技術不足も理由としてあげられる。灌漑の成果をあげるためには、物理的、法制度上の改善が必要である。

畜産、養鶏、漁業の開発は現在のフィリピンにおいて、極めて積極的に推進されている。1996 年現在、13.6 百万頭のうち 8.37 百万頭がと殺され、1.53 百万トンの食肉を生産した。鶏は 100.3 万羽で、0.95 百万トンの鶏肉を生産している。ここでは、畜産の対象は牛、水牛および豚である。鶏はブロイラーのみを対象としている。漁業としては、水需要量の観点から、ミルクフィッシュ（ウグイ）および海老を対象とした。1996 年現在、これらのための養漁場の総面積は、139,832 ha に達している。

#### S4.5.2 農業開発計画

NIAはその10年開発計画で、1997年から2006年の間に、373,845ヘクタールの灌漑面積の開発および882,056ヘクタールの修復事業を目論んでいる。この計画はマガット流域の植林、関連施設や道路の修復を含めたものとなっている。また、更に67個のSWIM事業が実施される。BSWMもこの期間に310,016ヘクタールの開発を計画している。NIAは2006年以後、特に開発計画をもっていない。しかしながら、本調査では2007年以後2025年までは開発を維持するものと予測した。予測にあたり、当10年計画の年間開発の割合をほぼ踏襲するものと想定した。その結果、1997年から2025年に至る間の灌漑開発面積は、1.5百万ヘクタールに達するものと見込まれている。一方、生産高は社会経済フレームワークで設定された農業セクターのGDPの予測値に整合させた。

畜産開発の中期計画によると、1998年までに牛、水牛、豚は、各々3百万頭、2.5百万頭、10.8百万頭に、また、ブロイラーは100百万羽以上に達することになっている。漁業開発の中期計画によると、1998年までに生産量を2.4トン/ヘクタールにすることとしている。最近、共和国法No.8435により、水産資源の保護、生産高の改善が決められた。1998年以後の生産計画はこれまでのところ立案されていない。従って、本調査では、社会・経済調査によって予測されたGDPのうち、農業セクターの生産高に一致するように畜産・水産の生産高を決めた。それによると、2025年における畜産、および養鶏の生産高は、それぞれ44.7百万頭、2,517羽である。また、ミルクフィッシュおよび海老の養魚面積は210,038ヘクタールと見込まれている。

#### S4.5.3 農業用水需要量

農業用水需要量は、二つのシナリオ、即ち高位経済成長ケース及び低位経済成長ケースの各々に対して予測した。また、農業用水需要量は州毎、水資源区毎、並びに主要流域毎に求めた。1996年現在の総農業用水需要量は25,533百万トンあるいは69.95百万トン/日と推定される。この内、18,527百万トンあるいは72.6%は灌漑によるものである。畜産と養鶏によるものは407百万トンあるいは0.42%、漁業は6,899百万トンあるいは27%を占める。

農業用水需要の予測は以下の仮定のもとに行った。

ケース1（高位経済成長ケース）では、全灌漑面積が西暦2025年で2.86百万ヘクタールになるものとした。これは、2006年以後にも灌漑開発が進むものとしている。ケース2（低位経済成長ケース）では、2006年以後、灌漑面積の拡大はないものと仮定している。作付率は既存の灌漑地区に対して175%、新規灌漑地区に対して200%を仮定した。単位収穫は西暦2025年に5.5トン/ヘクタールに達するものと想定し、ケース1では29.8百万トン、ケース2で18.8百万トンの米の生産を予測した。将来の灌漑用水需要量は、灌漑面積と10日間毎の用水量データから求めた。畜産と養鶏の用水需要は、一頭あるいは、一羽あたりの単位用水量に生産量をかけて求めた。ミルクフィッシュの場合、養魚場の単位用水量は0.926リッター/秒/ヘクタール、海老の場合、3.15リッター/秒/ヘクタールを用いた。これらの単位用水量はNWRBの水利権の審査に用いられている数値である。2025年には高位経済成長ケースの場合、農業用水需要量は72,973百万トンあるいは200百万トン/日に達する。このうち、59,884百万トンが灌漑による。畜産と養鶏による需要は434百万トン、漁業が12,655百万トンである。低位経済成長ケースでは、全体で51,925百万トン、あるいは100.2百万トン/日、内訳はおおよそ、

灌漑	38,836 百万トン
畜産	218 百万トン
漁業	10,806 百万トン

と予測した。

NIA 及び BSWM から収集した開発計画に基づき、西暦 2006 年における灌漑のための地下水需要量は 4,694 百万トンと算定される。本調査では、地下水需要量に関しては 2025 年迄この水準を保つものと仮定した。即ち、西暦 2006 年以降には、地下水を用いた新規灌漑開発はないものと仮定した。

#### S4.6 地下水開発計画

将来の水需要に対して地下水が補うべき水量は以下の仮定に基づいて算定した。

- i) 公共水道のうちレベル-III 給水システムに関しては、現状で地下水水源にのみ依存している水道公社では今後共地下水開発が可能な限り、将来の水需要を満たすため地下水開発を続けるものと仮定した。一方、現在表流水を利用している水道公社は、今後表流水開発を推進して将来の水需要に対処していくと仮定した。レベル-II 及びレベル-I 給水システム、並びに私有水源施設に関しては、今後も現在と同様に地下水のみの開発によって水需要量を賄うものと仮定した。
- ii) 工業用水の将来水需要量に関しては、上述した様に表流水を主に利用している鉱業セクターの成長が見込まれないため、今後の追加水需要量に対しては、可能な限り地下水の開発で対応するものと仮定した。

上記の仮定に基づいて地下水が分担すべき将来の水需要量を求め、水資源区及び主要流域別に策定した。更に、セクター別及び給水システム別の地下水開発量を求めた。これらのフィリピン全土に対する地下水開発計画は、その策定に適用された手順、手法、並びに仮定と共に、サポーティング・レポートの“G. 地下水開発計画”の中で詳述している。

本調査では、フィリピン国内で採用されている井戸の標準設計を参考にして、図-38 に示す様に、井戸の標準断面を決定した。将来の地下水開発計画の策定に際しては、既存の井戸で生じている井戸の耐用年数及び地下水揚水量の減少と共に、水資源区毎の水理地下水の条件を考慮に入れて将来必要とされる井戸の開発数量を算定した。

西暦 2025 年迄に新規に建設が必要とされる深井戸を図-39 に示した。同図から明らかな様に、水資源区 III 及び IV において最も多くのレベル-III 給水システム用の新規深井戸の建設を必要としている。

新規地下水開発の建設費は、井戸の建設費の他に導水・配水施設及び浄水施設の必要性を考慮に入れて算定した。図-40 に、同建設費算定に用いられた地下水の標準給水システムを示す。西暦 2025 年迄にフィリピン全土で地下水開発に必要とされる投資額を経済成長シナリオ毎に以下の表に取り纏めた。

フィリピン全土における将来の地下水開発（深井戸施設建設）事業費

（単位：10億ペソ/5ヶ年）

経済成長ケース	西暦年					
	2000	2005	2010	2015	2020	2025
高度経済成長	47.5	54.1	49.9	57.0	46.0	51.7
低度経済成長	47.3	53.4	48.9	55.5	44.2	48.9

## S5 主要流域に対する表流水開発計画

### S5.1 水資源区毎の水需給収支

サポーティング・レポートの中の各セクター毎のレポートで説明しているように、主要河川流域毎の水需要をセクター別に 2025 年までの期間に対して 5 年間隔で算出している。都市用水、工業用水、農業用水を水資源区毎に集計して各水資源区の年次別総水需要量を求めた。農業用水需要については、さらに作付率を考慮して求めた灌漑のための取水量、畜産および漁業用水に分解して求めている。同水需要量は、高位経済成長ケース及び低位経済成長ケースの各々に対して求めた。水資源区毎の水需給収支検討を目的として、表流水の利用可能量に関しては、自然日流量に対して超過確率 50%に相当する流量が可能量であると仮定して概算した。各水資源区の総水資源利用可能量はこれら表流水の可能量に表-1 に示した地下水の可能量を加算して求めた。水資源区毎の水資源利用可能量と西暦 2025 年における水需要の比較結果を表-7 に示し、以下にとりまとめた。

水資源区別の利用可能量と水需要（西暦 2025 年）の比較

水資源区 番号	総利用可能量 (地下水+表流水) (1)	西暦 2025 年における 総水需要量		可能量と水需要量 の割合	
		ケース-1 (2)	ケース-2 (3)	ケース-1 =(1) / (2)	ケース-2 =(1) / (3)
I	11,348	3,041	2,874	3.78	3.95
II	19,625	12,466	7,618	1.57	2.58
III	12,521	18,168	14,618	0.69	0.86
IV	21,110	10,052	7,368	2.10	2.87
V	11,045	4,167	2,841	2.65	3.89
VI	20,644	7,595	6,206	2.72	3.33
VII	4,649	2,729	2,226	1.70	2.09
VIII	18,457	1,956	1,644	9.44	11.22
IX	17,282	4,598	3,616	3.76	4.78
X	44,216	3,682	2,253	12.01	19.63
XI	18,675	4,141	2,390	4.51	7.81
XII	26,858	12,806	6,946	2.10	3.87

注) : ケース-1; 高位経済成長ケース  
 ケース-2; 低位経済成長ケース

表-7 に示す様に、ほとんどの水資源区で、2025 年においても農業用水需要は支配的である。一方、水資源区 IV ではマニラ首都圏の都市用水量及び工業用水量が大部分を占める。マニラ首都圏とセブ市を除き、都市用水、工業用水の需要を満たすために、大規模なダム開発を必要としないことが伺える。マニラ首都圏とセブ市では、都市、工業用水需要が大きく拡大する。

上記水資源区毎の水資源利用可能量と西暦 2025 年における水需要を比較した結果、水資源区 II、III、IV 及び VII が他の水資源区に比べて将来水不足を起こす可能性が高いと判断される。特に、水資源区 III において比較的厳しい水不足の発生が予見されている。目下、水資源区 III では、二つの大規模ダム開発計画、即ち、サンロケ多目的ダムプロジェクト及びカセクナン流域間導水プロジェクトが進行中である。これらの水資源開発プロジェクトの完成によって水資源区 III の水需給状況は好転することが見込まれる。更に、カセクナン流域間導水計画によって増大するパンパンガ河の水を、マニラ首都圏や水資源区 IV のその他の地区へ流域変更するこ

とで、水資源区 IV の水需給状況が好転するものと期待される。

## S5.2 既存及び新規貯水池式ダム計画

既存の貯水池式ダム計画に関しては、現地調査期間中に NPC 及び NIA からデータを収集した。更に、将来の水需要量を満たすため新規貯水池式ダムが必要な流域に対しては、1:50,000 の地形図上で貯水可能地点を選定した。これらの既存及び新規貯水池式ダム計画を表-8 に取りまとめた。

## S5.3 西暦 2025 年迄の主要流域に対する表流水開発計画

表流水を開発して、供給可能量を増加せしめるためのダム計画において、その主要諸元は主に、NPC と NIA の資料に基づいて決定した。また、それだけでは不十分な場合、前述のように 1:50,000 の地形図上でダム計画に関する予備的な検討を行い、貯水池式ダムの主要諸元及び開発可能水量を決定した。各主要流域で西暦 2025 年迄の水需要量を満たすために新規貯水池ダムの開発の必要があるかどうかを決定するため、NIA から入手した灌漑用水需要データに対応する 10 日平均水需要量及び 10 日平均流量データに基づき水需給収支計算を行った。同水需給収支計算では以下の条件を考慮した。

- i) 社会経済フレームワークで設定された高位経済成長ケースが実現されるものと仮定し、同ケースに対応する将来の水需要を採用する
- ii) BOT 方式により現在計画又は建設段階にある貯水池式ダムプロジェクトは当初の予定どおり完成する。

上記の条件下で行われた水収支計算の結果、以下の 17 主要流域で西暦 2025 年迄に水不足が生じるものと予想された。

西暦2025年までに水不足が予想される主要流域

	主要流域	水資源区	地域
1	ラアオグ	水資源区 I	ルソン
2	アブラ	水資源区 I	ルソン
3	カガヤン	水資源区 B	ルソン
4	アブルグ	水資源区 II	ルソン
5	アグノ	水資源区 III	ルソン
6	バンバンガ	水資源区 III	ルソン
7	アムナイーパトリック	水資源区 IV	ルソン
8	ピコール	水資源区 V	ルソン
9	バナイ	水資源区 VI	ビサヤス
10	ハロール	水資源区 VI	ビサヤス
11	イログ-ヒラバンガン	水資源区 VI	ビサヤス
12	タゴロアン	水資源区 X	ミンダナオ
13	カガヤン・デ・オロ	水資源区 X	ミンダナオ
14	タグムーリブガノン	水資源区 XI	ミンダナオ
15	ダバオ	水資源区 XI	ミンダナオ
16	ブアヤン-マルンゴン	水資源区 XI	ミンダナオ
17	ミンダナオ	水資源区 XII	ミンダナオ

従って、上記 17 主要流域では、西暦 2025 年迄に進行中又は BOT による開発のほか新たにダム開発が必要となることが判明した。特にルソン島の流域では深刻な水不足が予想される。水不足を解消するために、表-8 に示した貯水池式ダム候補の中から、優先プロジェクトを選定した。同優先プロジェクトの選定基準は以下の通りである。

- NPC又はNIAが早期開発を提案している貯水池式ダムを優先する。
- 調査が先行している貯水池式ダムを優先する（実施設計、フィージビリティ調査、プレ・フィージビリティ調査、マスタープラン調査の順とする）
- 自然環境や社会的な悪影響の少ない貯水池式ダムを優先する。

上記選定基準に従い、西暦 2025 年迄に水不足が予想される流域に対して、以下の表に示す通り、新規貯水池式ダムプロジェクトを選定した。



主要流域毎に提案された新規貯水池式ダム計画

番号	主要流域	水資源区	西暦2025年迄に完成が提案された 新規貯水池式ダムプロジェクト	
			プロジェクト数	プロジェクトの名称
1	ラオアグ	水資源区 I	2	バルシグアン・ヌエバ多目的ダム計画 チナ・ガスガス・クラ多目的ダム計画
2	アブラ	水資源区 I	1	ピノンガン多目的ダム計画
3	カガヤン	水資源区 II	4	マリグ II多目的ダム計画 マツノ多目的ダム計画 アダラム A 水力発電計画 イラグエン B 水力発電計画
4	アブルグ	水資源区 II	1	アグルプ水力発電計画
5	アグノ	水資源区 III	1	バログバログ多目的ダム計画
6	バンバンガ	水資源区 III	2	バリンティンゴン多目的ダム計画 バヤバス・マシムダム計画
7	アムナイーパトリック	水資源区 IV		アムナイ多目的ダム計画
8	ピコール	水資源区 V	1	タリサイ多目的ダム計画
9	バナイ	水資源区 VI	1	バナイ多目的ダム計画
10	ハロール	水資源区 VI	1	ハロール多目的ダム計画
11	イログ-ヒラバンガン	水資源区 VI	1	イログ No.1 多目的ダム計画
12	タゴロアン	水資源区 X	1	タゴロアン多目的ダムプロジェクト
13	カガヤン・デ・オロ	水資源区 X	1	ブラノグ・バタン水力発電計画
14	タグムーリブガノン	水資源区 XI	1	ブホナオ多目的ダムプロジェクト
15	ダバオ	水資源区 XI	1	ダバオ II 多目的ダム計画
16	ブアヤン-マルガノン	水資源区 XI	1	ディムロック多目的ダム計画
17	ミンダナオ	水資源区 XII	1	プーランギ多目的ダム計画
計			22	

上記 17 主要流域の各々に対して提案された貯水池式ダムの位置を図-41 から図-51 に示した。又、それらのダムプロジェクトの実施計画を図-52 から図-71 に、各流域の表流水に対する水需要と共に示した。

上記で選定された 22 個の貯水池式ダム計画に対する、西暦 2025 年迄の現在価格での投資額を 5 年間隔で以下の通り算定した。

貯水池式ダムに対する現在価格での投資額

(単位: 百万米ドル/5ヶ年)

西暦年	2000	2005	2010	2015	2020	2025
現在価格での投資額	383	3,077	714	445	1,602	389

## S6 選定主要都市に対する水資源開発計画

### S6.1 対象都市の選定

水資源区又は流域では水需給収支に問題がない場合でも、需要が集中する都市部では水需給の逼迫が生じる可能性がある。将来、水需給が逼迫する可能性の高い都市を選定する為、以下の項目について判定基準を設定した。

- i) 現在の地下水揚水量
- ii) 現在利用している水資源の種類
- iii) 人口
- iv) 人口密度
- v) 現在の水需要量に対する地下水開発可能量の割合
- vi) 将来の水需要量に対する地下水開発可能量の割合

フィリピン国では、都市用水は地下水が開発可能な限り、それに依存している。上記 ii) において、表流水を利用している場合は、同給水地区では将来の水需要量を満たすには、地下水源が質又は量の面で不十分であることを示している。

上記の各々の項目に対して設定した判定基準を表-9 に示す。同基準では、水需給の逼迫度が高くなると共に、高得点が与えられることとなる。レベル-III タイプの給水システムで運営されている主要都市に対して、上記判定基準を適用した結果、表-10 に示す結果が得られた。得点 10 をこえる次の 9 都市を将来最も水需給が逼迫する都市として選定した。

- i) マニラ首都圏
- ii) セブ市
- iii) ダバオ市
- iv) バギオ市
- v) アンヘレス市
- vi) バコロット市
- vii) イロイロ市
- viii) カガヤンデオロ市
- ix) ザムボアンガ市

### S6.2 主要 9 都市に対する水需要予測

上記の主要 9 都市の各々に関して、都市用水を上水及び工業用水に分け、それらの各々に対して水需要予測を行った。

上水の需要予測では、これらの都市への給水を管轄している水供給公社から収集したデータを参考にして、給水人口及び給水セクターを決定した。一方、同予測に必要となる原単位及び無収水率は、LWUA の設計基準及び関連する収集レポートの値に基づいて決定した。工業用水需要に関しては、基本的に各水資源区の水需要予測に適用した方法を用いた。水需要予測の結果を表-II 並びに以下にとりまとめた。

西暦 2025 年における主要 9 都市の水需要量

項目	マニラ 首都圏	セブ市	ダバオ市	バギオ市	アンヘレス 市	バコロッド 市	イロイロ 市	カガヤン デオロ市	ザンボア ンガ市
(1)西暦 1995 年 の水需要量 (百万トン)	1,068	59	50	12	11	37	9	29	28
(2)西暦 2025 年 の水需要量 (百万トン)	2,883	342	153	87	31	111	47	98	203
割合 (2)/(1)	2.7	5.8	3.1	7.3	2.8	3.0	5.2	3.4	7.3

上表に示される通り、西暦 2025 年における各主要都市の水需要量は、セブ市、バギオ市、イロイロ市、ザンボアング市を除き西暦 1995 年の水需要量の 2 倍から 3 倍となるものと予測される。他の 4 都市では高い人口の伸び及び給水人口の増大により、水需要が 5 倍以上となるものと予測される。加えて、ザンボアング市では、高い工業用水需要の伸びが見込まれている。

### S6.3 地下水開発可能量の算定

上記の主要 9 都市に関して西暦 2025 年迄の水需要を満たす為に表流水開発が必要かどうかを確認する為、これらの都市内及びその周辺域における地下水開発可能量を現地調査期間中に収集した資料及び情報に基づいて算定した。但し、過去の調査で地下水開発可能量が既に算定済みの主要都市に関しては、過去の調査の算定結果を適用することとした。これに相当する都市は、マニラ首都圏、セブ市、イロイロ市並びにダバオ市の四都市である。

過去に地下水開発可能量に関する調査が行われていない都市に関しては、利用可能な地下水データに応じて異なる二つの手法のいずれかを用いて地下水開発可能量を算定した。これらの二つの手法の内、一つは既存の井戸の揚水記録、透水係数等の水理地質データが利用可能である場合に滞水層中の流動量を求め地下水開発可能量を算定する手法である。他の手法は、それらの水理地下水データが利用出来ない場合に、年平均降雨量に対して地下水涵養量の割合を仮定して地下水開発可能量を算定する手法である。これらの手法により、主要 9 都市に対する地下水開発可能量は以下の表に示す通り算定された。

選定主要都市の地下水開発可能量

(単位:百万トン/年)

マニラ 首都圏	セブ市	ダバオ市	バギオ市	アンヘレス 市	バコロッド 市	イロイロ 市	カガヤン デオロ市	ザンボア ンガ市
191.0	60.1	84.4	14.5	137.3	103.3	79.9	34.3	53.8

## S6.4 選定主要都市に対する表流水開発計画

以下に、これら9都市に対する上工水供給を目的とした将来の水源地開発計画を提案する。

### (I) マニラ首都圏

特に乾季間慢性的な水不足が生じているマニラ首都圏の水需要を満たす為、現在ウミライーアンガット流域間導水プロジェクトが建設段階にある。更に、MWSS (マニラ首都圏上水道公社) は、ラグナ湖の開発、並びにマニラ上工水供給プロジェクト III (Manila Water Supply Project III : MWSP III) の実施を計画している。

本調査では、過去の JICA のマスタープランで指摘された様にラグナ湖に関しては水質の問題があること、又 MWSP III に含まれているカリワ川上流に計画されているライバン・ダム地点は濁水が危惧される石灰岩から成ることから、これらのプロジェクトの代替案として以下のプロジェクトを検討した。

- i) カリワーカナン流域間導水プロジェクト (Kaliwa-Kanan Transbasin Project: KKTP)
- ii) カナンーウミライ流域間導水プロジェクト (Kanan-Umiray Transbasin Project: KUTP)
- iii) マッシム・バヤバス・ダムプロジェクト (Massim and Bayabas Dam Project)
- iv) パンパンガーノバリチェス導水プロジェクト (Pampanga-Novaliches Water Supply Project)
- v) カリワーコゲオ導水プロジェクト (Kaliwa-Cogeo Water Supply Project)

上記代替プロジェクトを図-72 に示す。又、これを提案された上工水供給プロジェクトと組み合わせることにより作成された三種類の開発シナリオを図-73 から図-75 に示す。これらの新規プロジェクトの主要諸元は表-12 に示してある。

3 つの開発シナリオはいずれもアゴス河の主要支川であるカナン川、カリワ川に主たる水源をもとめる。カナン川の雨季はアンガットダムのそれと大いにことなる。従ってその開発はダム近傍の水源地開発に比べて大きな利点がある。ラグナ湖の開発のような小規模の事業を次々と実施する計画は、投資効率に難はあるものの、経済変動、即ち水需要の変動に適宜対応する柔軟性を有する。アゴス河の水をアンガットダムに転流する計画は、各施設を縦列に集中して配置する事になり、投資効率が高くなるかわりに、システムの信頼性は、カナンーカリワ導水に比べて低くなる。各シナリオの特性は以下の通りである。

シナリオ I 経済変動に対する柔軟性を重視したシナリオ。ただし、上述した様に、ラグナ湖の開発に関しては水質上の問題、並びにライバン・ダムに関しては地質上の問題に直面する可能性がある。システムの信頼度は高い。なぜならば、カナンの水は新たに建設されるカナンーカリワルートを経てマニラに転送されるからである。新たな導水および浄水施設を建設する必要から投資額は大きくなるものと見込まれる。

シナリオ II 水源をアンガット・ダム、カナン川、パンパンガ川に分散してシステムの高信頼性を追求したシナリオ。パンパンガ河からの導水に関しては、水質上の問題が生じる可能性あり、また運転コストが高いことを覚悟しなければならない。大規模の建設がなされるので投資額は大きくなるものと見込まれる。

シナリオ III カリワ堰のような中規模開発の積み重ねであるため、経済変動に対する柔軟性にとむシナリオと位置づけられる。即ち、各プロジェクトの開発を需要の伸びをみながら次々と実施していくことが比較的可能である。

## (2) セブ市

セブ市の水道局は将来の水需要を満たす為、以下のプロジェクトの実施を計画している。

- a. マナンガ・フェーズ II・ダム・プロジェクト (Mananga Phase II Dam Project)
- b. ボホールーセブ導水プロジェクト (Bohol-Cebu Water Supply Project)
- c. 海水の淡水化

本調査では上記の事業に加えて、セブ市周辺の比較的大きな流域面積を有する水源を有効に利用する為、以下のプロジェクトを代替プロジェクトとして提案した。

- i) マルボグーマナンガ流域間導水プロジェクト  
(Malubog-Mananga Transbasin Project: MMTP)
- ii) ルサランープウランバトー流域間導水プロジェクト  
(Lusaran-Pulanbato Transbasin Project: LPTP)

上記プロジェクトの位置を図-76 に示し、これらの事業を組み合わせることにより作成された、西暦 2025 年迄のセブ市の上工水需要を満たすための三種類の開発シナリオを図-77 から図-79 に示す。提案したプロジェクトの主要諸元を表-13 に示す。将来、セブ市の水需要は一層大きくなり、同市の近傍の水資源では賄えない事態が想定される。海水の脱塩装置による水の製造を考えない限り、ボホール島からの導水の様な大規模な導水が必要である。各シナリオの特性は以下の通りである。

- シナリオ I ボホール島に建設するテボロダムによる環境、社会に対する影響が課題となる。海底導水施設の設計、建設、維持管理のため新しい技術の導入が必要となる。大規模な建設業務であり経済変動に対する柔軟性に欠ける。
- シナリオ II 基本的にシナリオ I と同じ概念のもとに考えられたシナリオであるが、水源をできるかぎりセブ島内で手当てしようとするシナリオ。
- シナリオ III 水源をセブ島内のみで充足するシナリオ。そのため海水の淡水化をはかる。淡水化装置の能力は水需要の伸びに応じて拡張することが可能で、経済の変動に対する柔軟性の高いシナリオである。水供給が気候変動に影響を受ける心配が無い。しかしながら、淡水化装置のエネルギー消費が大きく、運転コストが大きくなる。

### (3) バギオ市

本調査では、バギオ市への上工水供給用の水源としてラボイ川の開発を提案し、以下の二つのプロジェクトを策定した。

- i) ラボイ・ダムプロジェクト (Laboy Dam Project)
- ii) ラボイ取水堰プロジェクト (Laboy Weir and Ponds Project)

上記事業の位置を図-80に示す。これらの事業と現在進行中又は実施予定の事業を組み合わせた開発シナリオを図-81及び図-82に示す。提案した事業の諸元を表-14に示す。

地形条件から考えられる水源はラボイ川とアンブクラオ・ダムである。いずれにしても、高揚程の揚水が必要であり、運転費が高くなるのは避けられない。シナリオの特性は以下の通りである。

- シナリオ I 主たる水源はラボイダムをつうじて取水するラボイ川である。揚程は約 700 m。ラボイ貯水池の機能を保全するため排砂が技術上の課題である。投資額を押さえることを考慮したシナリオ。
- シナリオ II 水源をラボイ川とアンブクラオダムにもとめる。この場合、ラボイ川にダムのかわりに堰を設けて取水する。アンブクラオ貯水池の水は一旦 200 m 揚水され、ラボイ堰に運ばれる。堰からはラボイ川の水と一緒にバギオ市まで 700 m 揚水される。開発は需要の伸びをみながら、2 段階で実施されよう。まずラボイ堰と揚水施設が、ついでアンブクラオ貯水池からの揚水施設が建設される。

### (4) 他の六都市

上述した地下水開発可能量の算定結果、他の六都市の内、アンヘレス市、イロイロ市、並びにバコロッド市の三都市に関しては西暦 2025 年の水需要量を上回る豊富な地下水が開発可能であることが明らかとなっている。残りの三都市、即ちダバオ市、カガヤンデオロ市、並びにサンボアンガ市に関しては、将来の水需要を満たすため西暦 2025 年迄に表流水開発を推進する必要がある。これら三都市の内、ダバオ市及びカガヤンデオロ市の水供給公社は BOT 方式で表流水開発の推進を計画している。一方、サンボアンガ市に対しては、現在同市への水供給の水源であるツマガ川上にパソナカ・ダムの建設を提案した。本調査では、更に、ダバオ市及びバコロッド市に対して計画されている BOT プロジェクト及び地下水開発の代替案として、それぞれ多目的ダムを提案した。これらのダムは、ダバオ川上のダバオ II ダム、並びにバコロッド市の近くを流れるバゴ川上のバゴ・ダムである。ダバオ川上に計画されたダム地点の位置を図-83に示す。

マニラ市、セブ市及びバギオ市以外の主要六都市に対する上工水供給のための開発シナリオを図-84から図-91に示す。

## S6.5 マニラ首都圏、セブ市及びバギオ市に対する上工水供給事業の工事費算定と内部収益率

### S6.5.1 内部収益率

マニラ首都圏、セブ市、並びにバギオ市の主要三都市に対して提案した上工水供給プロジェクトの経済性を予備的に検討する為、工事費及び便益の算定を行った。表-15 にこれらの上工水事業の工事費算定結果を示す。

上工水供給によって得られる便益額の算定には、西暦 1997 時点における各水道局内の現行水道料金及び一家庭当たりの収入額に基づいて得られた、以下の支払可能性 (Affordability to Pay) に相当する値を適用した。

- マニラ首都圏	:	8.9	ペソ/トン (0.296 米ドル/トン)
- セブ市	:	15.9	ペソ/トン (0.575 米ドル/トン)
- バギオ市	:	13.5	ペソ/トン (0.488 米ドル/トン)

水力発電から得られる便益の算定するため、水力発電に対する代替火力としてジーゼル発電所を選定した。NPC (電力公社) から収集したジーゼル発電所の建設費及び維持管理費費に関する資料に基づき、代替火力の KW 価値及び KWh 価値は各々1,098.2 米ドル/kW、0. 0403 米ドル/kWh と決定された。各新規上工水供給プロジェクトに対する経済分析はこれらの手法及び仮定を適用して行われた。

### S6.5.2 環境影響に関する予備的評価

上述したマニラ首都圏、セブ市、並びにバギオ市の主要三都市に対して提案した上工水供給プロジェクトの実施に伴って起こり得る社会及び自然環境への影響の程度を表-16 にとりまとめた。

予備的経済評価の結果と共に、予備的環境影響評価の結果を次の表に示す。

マニラ首都圏、セブ市、並びにバギオ市に対する上水供給プロジェクトの予備的評価結果

番号	主要都市	プロジェクト名	内部収益率 (%)	プロジェクト実施に伴って起こり得る環境影響の項目
1.	マニラ首都圏	カナンーウミライ流域間導水プロジェクト	19.7	B & C
2.	- 同上 -	マッシュム・バヤバス・ダムプロジェクト	14.9	B & D
3.	- 同上 -	カリワーコゲオ導水プロジェクト	13.4	無し
4.	- 同上 -	パンバンガーノバリチェス導水プロジェクト	8.2	無し
5.	セブ市	マルボグーマナンガ流域間導水プロジェクト	12.9	D
6.	- 同上 -	ルサランブウランバトー流域間導水プロジェクト	12.5	D
7.	- 同上 -	ボホールーセブ導水プロジェクト	11.1	A & B
8.	バギオ市	ラボイ・ダムプロジェクト	10.7	無し
9.	- 同上 -	ラボイ取水堰プロジェクト	3.6	無し

注: 環境影響評価項目;

- A: 農耕地の水没
- B: 住民移転
- C: 国家保護地区の包含
- D: 貯水池内の鉱物の体積又は水質問題
- E: 貴重種への悪影響

上表に示す通り、マニラ首都圏に対する水供給プロジェクトに関しては、今後のフィージビリティ調査によって明確にすべき環境問題があるが、カナンーウミライ流域間導水プロジェクト及びマッシュム・バヤバス・ダムプロジェクトの二つの上水供給プロジェクトが12%以上の相対的に高い内部収益率を示している。セブ市に対して提案された三つの上水供給プロジェクトの内部収益率はいずれも12%に近い値が得られており、今後更に詳細な比較検討を行い、優先プロジェクトを選定することが推奨される。一方、バギオ市に対する二つの上水供給プロジェクトは、標高約1,500メートルに位置するバギオ市への水の揚水に要する電力コストが高く、その結果として低い内部収益率となっている。従って、バギオ市周辺の地下水源を含めた総合的な水供給マスタープランを実施し、今後優先して実施すべき水供給プロジェクトを決定する必要がある。



## S7 法制度上の提言

限りある水資源の管理を効率良いものとするため、本調査の一環として水資源に関する法制度上の強化策を提言する。水資源管理により焦点をあてた手法を用いて水資源・利用に関する問題及び必要とされる水資源・利用の効率的な統合・調整に対応するため、これ迄フィリピン政府により様々な調査・検討が行われてきた。これらの調査・検討の中には、世銀と日本政府の融資の下でフィリピン政府のために作成した“NWRB 改革アクション・プラン”に関する補助的調査が含まれる。現在世銀が実施中の水資源開発計画（Water Resources Development Project : WRDP）は、同調査の幾つかの提案事項の内、三ヶ所の地方事務所の設置、NWRB の職員増、職員の教育・訓練及び事務所設備の拡充、重要な水資源調査の推進、並びに地方での業務の拡大から成る NWRB の強化策を、制度に関するアクション・プランとして採用している。

上記の他に重要な法制度に関する調査は、大統領府（PTTFWRDM）が行ったフィリピンの水資源関連セクターの統合及び調整に責任を持つ水資源庁（Water Resources Authority of the Philippines : WRAP）の設置に関する調査・検討である。

本調査で提言された水資源に関する法制度の強化策は、これらの過去の調査における提言を十分に反映させたかたちで取り纏められている。本調査で提案された強化策は、以下に述べる様に暫定案と最終案の二案からなる。

### S7.1 暫定案

本調査で提案した暫定案は、現状の法律や組織に基づいて構築されたものである。同暫定案は恒久的に完全な強化策ではないが、大規模な組織及び制度上の改革を必要としない。従ってこの方策は複雑な手続きや時間を要することなく、即応的な効果を発揮せしめることが期待できる。同暫定案の焦点は既存の NWRB の強化である。

暫定案における主な制度上の強化策及び改良点は以下の通りである。

- i) NWRB を大統領府直屬とし、その後環境・資源省（DENR）に所屬させるものとし、政府機関内での役所の立場を強化し、水資源関連の政府機関の統合を促進する。
- ii) 水資源評議会は同国の水資源開発・管理方針を決定する最高位の機関として十分に機能させるため、同評議会のメンバーは責任をもってその任務を果たせる者に限る。
- iii) NWRB の地方事務所を設け、現在他の政府機関が代行している NWRB 関連の業務を担当させる。又、それを維持する予算処置を講じる。
- iv) NWRB を投資委員会の技術委員会のメンバーに入れる。特に水及び水資源に関する案件の審議に際しては必須メンバーとする。
- v) 全ての水資源開発計画、政策、行動を統括し、調整をとるため基本計画を策定する。
- vi) NWRB に法務部をもうけ、訴訟、争議の解決にあたらせる。
- vii) NWRB 内部に水資源関連データの収集・保存システム（全国水情報ネットワークシステム）を設置し、更に多方面の技術スタッフを雇用することにより、NWRB

スタッフの技術力の向上を計る。本件に関連して、特にダム技術者を養成することが望まれる。

- viii) 水料金を上げ、又罰金をとるようにする。これらによる収入を水資源の調査費やデータの収集の費用にあてる。

上記の方策を講じることにより、水資源関連の政府機関の間で NWRB の調整能力が向上するものと期待される。これらの方策は NWRB に水利権の制御能力をも高め、また水文・気象データの収集並びに水資源施設の情報と収集・分析能力を高めることとなる。

## S7.2 最終案

本調査で提案した最終案は、NWRB に代って水資源管理・開発にかかわるあらゆる業務を所掌する新しい政府機関（新官庁）の創設である。本最終案を実現するためには、新たな立法とその施行が必要であり、然るべき時間を要するものと想定される。

提案する新官庁の組織上の形態は以下の通りである。

- i) 提案する新官庁は NEDA と同等の地位にあること
- ii) 新官庁の長官は内閣を構成する大臣の位にあること
- iii) 新官庁は流域別の役所を必要に応じて作ることができる
- iv) 新官庁は地方事務所をもち、調停、水利権の発給、水資源の監視、水に関するデータの収集、争議の解決、水計画のコンサルテーション及び水の配分を行う。
- v) 新官庁は法務、調整、情報及び投資の機能を保有する。更に、新官庁の事務所内に、将来の水資源マスタープランの策定に際して先導的な役割を担うため、ダム技術者並びに水資源関連の技術者を配置する。
- vi) 地方事務所の活動は国家として定めた指針に基づいて行われる。又、地方事務所は管轄地区内の水資源開発・管理計画の実行に責任をもつ
- viii) 新官庁は既存 NWRB の機能を肩代りする。従って NWRB は消滅する

1997 年 8 月、水資源に関する大統領直轄府は、WRAP (Water Resources Authority of the Philippines : フィリピン水資源省) 設立の法案を作成し、議会に上提した。法案は議案 No. 9896 として国会の審議待ちの状態となっている。同法案の内容は、本調査で提案している最終案とほとんど同じ内容であり、最終案は同法案の発効・促進で実現されるものと考えられる。

但し、1998 年 2 月時点で同法案は公聴会にかけられているとの情報があるが、現時点では同法案が何時国会で可決されるか定かではない。今後同法案の実効迄に長い時間を要する場合には、上述した暫定案が施行されることが推奨される。

## S8 データベース

本調査期間中に収集したデータの蓄積、並びに本調査業務を通じて必要に応じてそれらのデータの取り出す機能を兼ね備えたデータベースの構築を行った。現在、NWRB はフィリピン全土の地下水データ及び水利権データに関するデータベースを稼働させており、環境・資源省 (DENR) も水資源に関するデータベースの構築を進めている。本調査では、フィリピン政府が進めているこれらのデータベースを勘案して、将来他のデータベースとの間でデータのやりとりが出来る新規データベースの構築に努めた。

本調査のデータベースのオペレーティング・システムとしてマイクロソフト・ウインドウズ NT を選定し、データベース用に購入したコンピュータ機種であるコンパック・プロライアント 800 に搭載した。又、データベース用の幾つかのソフトウェアに対して比較検討を行い、本調査のデータベースに対して最適なソフトウェアとしてマイクロソフト・アクセスを選定した。

本調査で構築されたデータベースは、雨量データ、流量データ、ダムデータ、地下水データ、灌漑データ、並びに社会・経済データ毎のデータベースから構成され、コンピュータ上の地形図から所望する地区の雨量又は水位観測所を選定出来る機能を兼ね備えている。

本調査完了後 NWRB が本データベースの維持管理を行うこととなるが、同維持管理がスムーズに行える様にするため JICA 調査団は、本データベースの操作マニュアルを作成し、NWRB へ提出した。

世銀が行った水資源開発計画 (WRDP) 調査の中で、全国水情報ネットワークシステム (National Water Information Network : NWIN) の設置が提案されている。同システムの導入により現在各政府機関が独自に保管しているデータベースがコンピュータ・ネットワーク・システムで繋がれ、同国の全ての水資源関連データに対して統括的管理及び利用が可能となるものと期待されている。同システムの中核を担うデータベースは NWRB に設置される予定であり、現在 NWRB は同システムを適切な時期に導入する様計画している。

## S9 短期水資源開発戦略とその推進に関する提案

本マスタープランにおける検討結果として、主要都市に対する水需給の改善を計ることが最大の緊急課題である。フィリピン国内の主要都市の中でも、近い将来、水需給が最も逼迫するのは、マニラ首都圏、セブ市、バギオ市の三都市と考えられる。従って、本マスタープランでは、これら三都市の各々に対して、上工水供給プロジェクトに関する地域水資源開発マスタープラン、並びに同マスタープランで選定された優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

### S9.1 マニラ首都圏に対する上工水供給事業

増大するマニラ首都圏内の上工水需要を同市域内の水資源で賄うことは不可能である。本調査では、市の東方に位置するアゴス川流域（カナン及びカリワ川の本流）は、将来のマニラ首都圏への上工水供給用の水源として最も有望と考え、その開発を短期戦略の一つとした。しかしながら、アゴス川流域には、過去に NPC の下でフィージビリティ調査が行われた水力発電計画が存在しており、同計画にはダム貯水池の開発が含まれている。これらの状況を考慮に入れ、アゴス川流域に対する、マニラ首都圏への都市用水供給に重点を置いた、水資源開発計画に対するマスタープランを実施すると共に、同マスタープランで選定された最有望案件に関するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

### S9.2 セブ市に対する上工水供給事業

本調査では、セブ市水道局が進めている案件の他に、本マスタープランで新たに選定した、マルボグ-マナング流域間導水事業、ルサラン-プランバト流域間導水事業を含めたセブ市周辺の表流水開発事業を短期戦略の中を含めた。これらの案件に関するマスタープランの実施を推奨する。加えて、同マスタープランで選定した最優先事業に対するフィージビリティ調査の早期実施を推奨する。

### S9.3 バギオ市に対する上工水供給事業

本マスタープランを通じて、バギオ市が最も深刻な水不足の状況下にあることが判明した。しかしながら、本マスタープランで検討したラボイ川の開発の場合、導水に必要な揚水のための運転費用が相当高くなる。従って、バギオ市周辺に位置する諸都市における地下水開発も含めた総合的な水資源開発計画に関するマスタープランの実施を提案する。このマスタープランの中で、現在バギオ市水道局が強く要望している、既存水源施設の改修事業の早期実施に関する検討を行うものとする。更に、同マスタープランで選定された最優先事業に対するフィージビリティ調査の実施を推奨する。

## S10 勧告

### a) 提案した短期戦略の推進

本調査は深刻な水不足に対処するため、いくつかの水資源開発計画を提案した。これらの中で、マニラ首都圏、セブ市、バギオ市への水供給のための提案は緊急性を要する。本調査で、初歩的ではあるがこれらの提案の妥当性を確認し、国家的見地から短期戦略案件として位置づけた。短期戦略案件の実行第一歩として提案された地域マスタープラン及びフィージビリティ調査をできるだけ速やかに実施することを提案する。これらの案件はいずれも当該流域から膨大な水量を取水することになるので、水源となる流域を含む対象地域に対して上水供給に重点を置いたマスタープランを実施し、同マスタープランで選定された優先プロジェクトに対してフィージビリティ調査を実施することが推奨される。同調査において、社会や環境に対する影響調査も、経済、財務及び技術評価と共に注意深く実施する必要がある。

加えて、優先案件に関するフィージビリティ調査に際しては、流域保全計画を併せて策定し、将来に亘って持続可能な開発計画とすることが推奨される。

### b) 法制に関する暫定案の実施

水資源管理の法制面からの強化の一環として NWRB の調整機能強化を暫定方策として提案した。暫定案を実施するために必要となる法改正はほとんど無く、細則の改訂により実行可能である。一方、現時点では、最終案の実現まではかなりの時間がかかるものと思われる。従って暫定案の早期実現が強く望まれる。

### c) データ収集システムの改善、並びに全国水情報ネットワークの設置

水文データ、気象データ、地下水データは水資源の賦存量を決定するものであり、水資源管理の基礎となるものである。データの精度が賦存量推定の精度を左右する。本調査中、精度に疑問のあるデータが少なからず見受けられた。精度の問題のほかに、観測所の数及び配置も十分とはいえない。継続した観測と、実時間データの収集を可能にするためテレメータ化されたデータ収集施設の導入を勧告する。テレメータ化されたデータ収集システムはリアルタイムでの水管理にも有効である。

一方、現在、同国の水文データに関しては、BRS, NPC, NIA 等の水資源関連機関がそれぞれ観測を行い、これら各機関が独自のデータベースの中にそれらの水文資料を保管している。今後、水文データを含む水資源関連資料に対して各政府機関が共通に利用することを可能にするため、世銀が行った水資源開発計画 (WRDP) で提案された全国水情報ネットワーク (NWIN) を設置することが推奨される。

### d) 環境への配慮

水不足はすでに深刻化しており、更に増大する水需要に対処するためには貯水池型のダム建設は避けられない。また大規模な導水施設の建設も不可避である。これらの大規模な工事は環境に対し相当の影響を与える。次の段階の調査では、これらのマイナス効果をいくらかでもやわらげる方策について真剣に取り組む必要がある。エコダムのように、建設それ自体が環境改善に寄与する水資源施設があれば理想的である。しかしながら、環境問題は多くの項目が複雑にからみ合っており、ひとつの側面でプラスに作用するものが別の面でマイナスの効果を生じることがある点に留意をして取り組む必要がある。

#### e) 水需要の管理

経済成長と人口増加はどうしても水需要の増加を促進せずにはおかない。生活水準の向上も水需要を増加させる。一方、本調査は現在の高原単位の一因が水管理の拙劣さにあることも否定できないことを明らかにした。

都市用水の無収水率は 50%に達する。損失の多くは不法な取水と漏水によるものである。灌漑効率も非常に低い状況にある。損失の大部分は圃場と水路からのものである。当基本計画では都市用水供給の損失率は 2025 年までにマニラ首都圏で 30%、並びに他の主要都市で 20%迄改善されるものと仮定している。又、もう一つの仮定は工業用水の循環利用である。水資源の開発コストが大きなものとなるマニラ首都圏やセブ市に於ける水道料金は 2025 年には高価なものとなるので、結果工業用水の 3 回使用が一般的となるものと仮定した。調査の結果、水資源開発への将来投資額は莫大なものとなることが予想されている。もし水の循環利用が達成されなかったならばこの投資は、更に大きなものとならざるを得ない。ここに仮定した事を実現するように水管理を向上させることは極めて大切なことである。

本調査で行われた水需要予測によれば、西暦 2025 年においても農業用水が同国の総水需要量の約 90%を占めるとの結果が得られている。農業セクターにおける徹底した水管理、特に灌漑用水に対する灌漑効率を向上させることにより農業用水を他のセクターへ転用させることが可能となり、他のセクターでの水需給緩和に大きく貢献するものと期待される。従って、水需要の大部分を占める農業用水に関しては、今後余剰水を他のセクターへ転用出来得る程度迄徹底した水管理を実施することが望まれる。一方、各セクター間の水のアロケーションを潤滑に進めるためには、上述した様に、同国の統括的水利用の推進を担当している NWRB の強化が推奨される。

#### f) マスタープラン（基本計画）の定期的見直し

本調査では、予測された社会・経済状況に伴う水需要を満たすべき水資源開発基本計画を策定し、提案している。社会経済の予測は、NEDA が 1997 年 7 月時点で提供した暫定的な長期開発計画にもとづくものである。しかしながら、一国の社会経済は時の経過に伴って変化するのである。場合によっては、ある国の経済活動が地球規模の要求の影響を受けることもあり得る。本マスタープランでは、高位経済成長ケースの場合でも西暦 2025 年迄に灌漑可能面積の約 90%が開発されるとの仮定を採用している。然しながら、予想される世界的な食糧不足によっては、西暦 2025 年以前に灌漑可能面積の 100%開発が求められ、採用した仮定を変更する必要があることもあり得る。このように変化する状況に対応し得るよう、一旦策定した基本計画を定期的に見直すべく勧告するものである。

#### g) 特定流域に対するマスタープランの実施

本調査は、分水嶺、地域、並びに行政の境界を越えて将来の水需要を満たし得る、フィリピン全土を対象とした包括的な水資源マスタープランの策定を目的としていることに留意する必要がある。加えて、本調査では、原則として過去の調査で提案された貯水池式ダムを含む水資源開発プロジェクトはそれらの主要諸元を変更せずに、そのまま本調査に適用している。それらのプロジェクトの幾つかは水力発電開発を単独目的として計画されている。本調査では、これらのプロジェクトに対し、発電所から放流された水を取水し、灌漑及び都市用水に利用する様計画されている。過去の調査で提案されたこれらの貯水池式ダムに加えて、本調査を通じて五万分の一の地形図に基づいて各流域毎に新規ダムプロジェクトが選定されている。

本調査で取り上げた貯水池ダムに関しては、将来水需要及び水使用が変化した場合、各セクター毎の最適な費用及び便益のアロケーションに従ってプロジェクトの諸元を再検討する必要性が生じる可能性がある。よって、将来ある流域に対して水需要予測、水資源開発ポテンシャル、並びに貯水池式ダムの最適化に関する詳細な検討が必要となった場合には、本調査で策定された水資源開発のフレームワークに従って同流域に対する水資源開発のマスタープラン調査を実施することが推奨される。その際、洪水調節に関しても十分配慮した他目的ダム計画の立案が望まれる。