社会開発協力部報告書

No. 7

フィリピン国
パナイ島地下水開発計画
事前調査報告書

昭和63年2月

国際協力事業団

開 二
88 — 018

フィリピン国
パナイ島地下水開発計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY
1041992[7]

昭和63年２月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入月日 '88. 4. 04	118
	61.8
登録No. 17419	SDS

序　　文

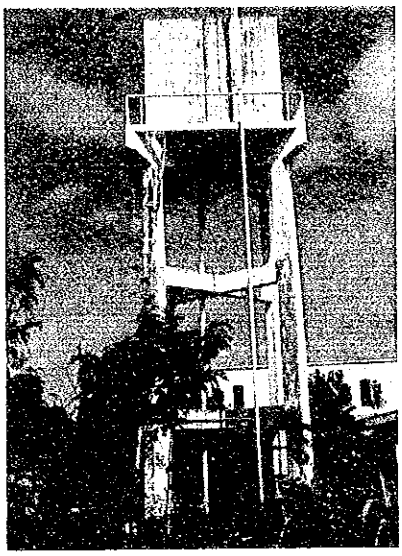
日本国政府は，フィリピン国政府の要請に応え，パナイ島地下水開発計画に係る調査を行うことを決定し，国際協力事業団が実施することになった。

事業団は，社会開発協力部 山下生比古を団長とする４名からなる事前調査団を昭和62年12月１日から12月14日までフィリピン国に派遣した。

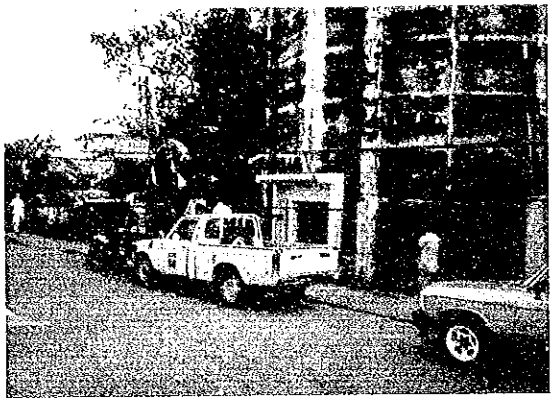
調査団は，現地踏査を行うとともに，フィリピン国政府関係者と本格調査について協議を行った。本報告書は，その結果をとりまとめたものである。本報告書が，今後の本格調査を立案検討し実施するに際し参考となることを期待するとともに，今回調査実施にあたり多大の御協力をいただいたフィリピン国政府，在フィリピン日本大使館並びに関係各位に対し厚くお礼申し上げる次第である。

昭和63年２月

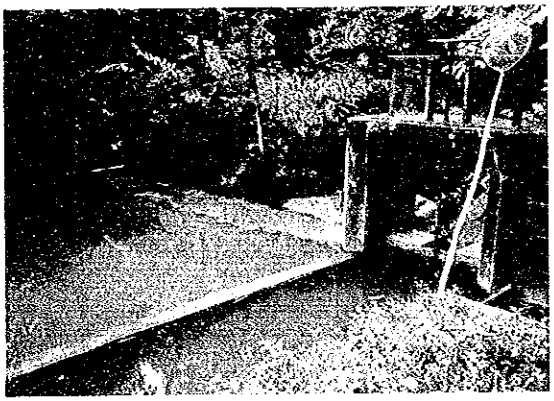
国際協力事業団
理　事　　玉　光　弘　明



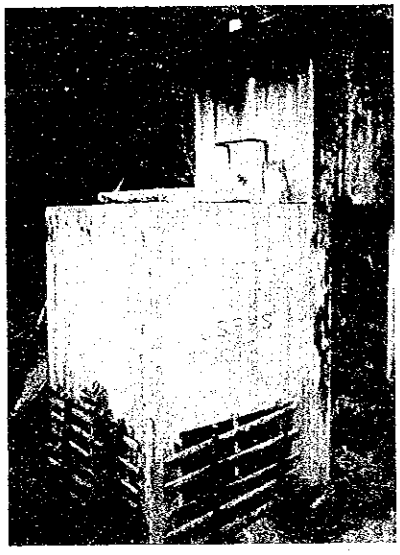
イバハイ水道区での高架水槽



バンガの水道区事務所及び自動車



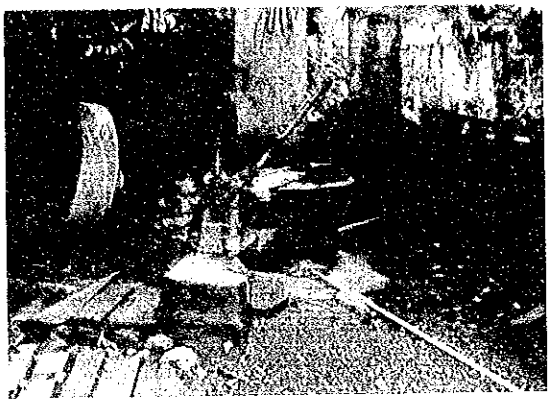
サラの上水道取水施設



サラ上水道のUSPHSの援助で作られた塩素注入槽

ミヤガオ：ポンプ場

ミヤガオ：河川からの暗渠取水地点



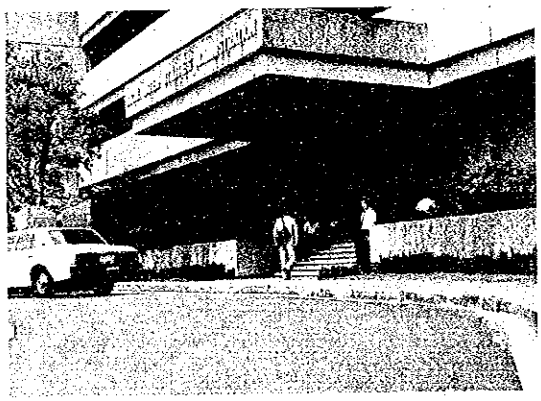
ピラルの浅井戸

ランブナウでの浅井戸：
手押しポンプの修理作業

バンガでの深井戸

I／A署名　　1987.12.9

LWUA所有のボーリング機材での掘削
(ダオ・アンティケ県)　　1987.12.5



地方水道公社マニラ庁舎玄関

フィリピン国パナイ島地下水開発事前調査報告書

目　　次

第１章　概説 ……1
　１－１　要請の背景 ……1
　１－２　調査の目的 ……1
　１－３　調査の日程 ……1
　１－４　調査団の構成 ……1

第２章　協議内容 ……3

第３章　調査の概要 ……5
　３－１　地方水道事業の概要 ……5
　３－２　パナイ島の概要 ……6
　３－３　調査対象地の現地調査結果……12
　３－４　現状と問題点……24

第４章　本格調査の実施方針……27
　４－１　調査の基本方針……27
　４－２　調査の実施方針……27

付属資料
　1　Implementing Arrangement ……31
　2　Minutes of Meetings ……39
　3　面会者リスト……43
　4　収集資料リスト……45
　5　本格調査必要機材リスト……47
　6　ボーリング機材供与の比側要請書……49

第1章　概　　説

第1章 概　説

1－1　要請の背景

1980年11月の国連総会において1981～1990年の10年間を「国際水道と衛生の10カ年」(International Drinking Water Supply and Sanitation Decade) とすることが正式決定された。この10カ年計画を受け，フィリピン国においても，水道整備にたずさわる公的機関が中心となり「総合上水道プログラム1980－2000 (Integrated Water Supply Program 1980－2000)」が作成された。

上記計画では，短期・中期・長期の整備目標が明らかにされ，またどのような地域から水道施設を整備すべきかの優先順位の基準が示されている。

都市の水道整備を実施している地方水道公社 Local Water Utilities Administration（以下 LWUA と言う）は，フィリピン国中央部に位置するパナイ島の主な municipality（以下自治体と言う）で Pre-feasibility 調査を行い，施設の老朽化等により各自治体では現在の必要給水量も満たされないとの調査結果を示した。この問題を解決するためには新しい水源の開発と給水システムの拡張整備が必要であり，LWUA はパナイ島の重要自治体を選定し本件調査に関する協力を要請してきたものである。

1－2　調査の目的

フィリピン国パナイ島における地下水開発計画について，① LWUA との協議，②現地実態調査，③ Implementing Arrangement（以下 I/A と言う）の締結，④本格調査実施方針の設定を目的として事前調査団が派遣された。

1－3　調査の日程

昭和62年12月1日より12月14日までの14日間で，詳細は表1－1に示す通りである。

1－4　調査団の構成

山下　生比古	団　　長	国際協力事業団社会開発協力部部長
岩田　東一	協力企画	国際協力事業団社会開発協力部開発調査二課
植村　嘉之	水文地質	八千代エンジニヤリング㈱
多田　　稔	ボーリング	八千代エンジニヤリング㈱

表1－1　調査団の日程表

日順	月　日	曜日	行　　程	調　査　内　容	
1	12月1日	火	東京 $\xrightarrow{PR431}$ マニラ	10：00AM	成田発
				2：00PM	マニラ着
				4：00PM	JICAマニラ事務所打合わせ
				5：30PM	大使館表敬
2	2日	水	マニラ	10：00AM	LWUAとの打合わせ
3	3日	木	マニラ $\xrightarrow{PR141}$ イロイロ	9：10AM	マニラ発
				10：30AM	イロイロ着
				2：00PM	ランブナウ視察
4	4日	金	イロイロ	8：30AM	サラ，レオン視察
5	5日	土	イロイロ	8：30AM	ダオ（ボーリングサイト），ミヤガオ視察
6	6日	日	イロイロ $\xrightarrow{PR144}$ マニラ	8：30AM	収集整理
				3：50PM	イロイロ発
				4：50PM	マニラ着
7	7日	月	マニラ	10：00AM	LWUAとのI/A打合わせ
				2：00PM	LWUAとのM/M打合わせ
8	8日	火	マニラ	10：00AM	LWUA総裁との打合わせ
				10：30AM	I/A修正案の作成
				2：00PM	M/M修正案の作成
				3：00PM	資料，情報の収集
9	9日	水	マニラ	10：00AM	I/Aサイン
				11：30AM	JICAマニラ事務所報告
				2：00PM	資料整理
10	10日	木	マニラ $\xrightarrow{PR432}$ 成田	2：20PM	(A班) マニラ出発
				7：15PM	成田着
			マニラ $\xrightarrow{PR141}$ イロイロ	9：10AM	(B班) マニラ出発
				10：30AM	イロイロ着
			イロイロ ⟶ ロハス	2：30PM	ロハス水道区表敬
				3：00PM	ポントベドラ，ピラ視察
11	11日	金	ロハス ⟶ カリボ	8：00AM	イビサン，バンガ，カリボ，ニューワシントン視察
12	12日	土	カリボ	8：00AM	イバハイ，マライ視察
13	13日	日	カリボ ⟶ イロイロ	8：00AM	カリボ出発
				1：30PM	イロイロ着
			イロイロ $\xrightarrow{PR144}$ マニラ	5：20PM	イロイロ出発
				6：20PM	マニラ着
14	14日	月	マニラ $\xrightarrow{PR432}$ 成田	9：00AM	JICAマニラ事務所報告
				10：00AM	LWUA現地調査報告
				2：20PM	マニラ出発
				7：15PM	成田着

第２章　協議内容

第2章　協議内容

事前調査団は日本側I/A案に関し，12月2日，7日，8日(詳細は日程表参照)にLWUAと協議を行った。

LWUAは過去に開発調査の経験があり，I/A (Implementing Arrangement) の協議には大きな問題は無かったが，協議の主な内容は以下の通りである。

1. 調査対象について

当初の要請ではパナイ島の4県15自治体となっていたが，アンティケ県においてLWUAは独自にボーリングを開始していた。そのため，アンティケ県の5自治体を対象から除外し，他の3県でIVISAN，KALIBO，MALAYの3自治体を追加し，合計13自治体を対象とすることになった。

2. ボーリング調査対象自治体について

比側は可能な限り多くの自治体でボーリング調査を希望したが，今回の調査では調査期間の制限もあり，電気探査等の基礎調査の結果に基づき4自治体を選ぶことで合意した。

3. 給水計画等について

出発前の打合せでは，選定された自治体について概略の基本設計を行う予定であったが，比側の要望は全対象都市につき簡単でもよいから概念設計を行ってほしいというものであった。検討の結果，作業量に大幅な変更が無いところ，比側の要望を受け入れることとした。

また，I/Aとは別に締結したミニッツの内容は以下の通り。

(1) I/Aの補足説明

① 調査地域

調査地域はイロイロ県，カピス県及びアクラン県により選定された下記の13自治体である。

イロイロ県：ミヤガオ，レオン，ランブナウ，サラ（4自治体）

カ ピ ス県：ピラル，ポントベドラ，イビサン（3自治体）

アクラン県：ニューワシントン，バンガ，カリボ，ヌマンシア，イバハイ，マライ（6自治体）

② 試験井戸

この13自治体について実施される現地調査（電気探査を含む）結果に基づいて，試験井戸建設の候補自治体を4地点選定する。試験井戸建設が順調に進み，作業工程に余裕ができた場合は新たに試験井戸を建設することもある。

③　観測井

揚水試験の観測井は既設井戸を最大限利用するものとするが，適当な位置に井戸がない場合には，小口径の井戸を設ける。

④　最終報告書

最終報告書は，自治体別に分冊して印刷，製本する。

(2)　調査団からのLWUAへの要望事項

①　調査の円滑実施のためのアレンジメント

LWUAは，調査対象地域である13自治体を訪ね，調査が円滑に実施できるように協力体制を確保する。地方選挙終了後，本格調査団が現地入りするまでの適当な時期に実施されたい。

②　航測写真及び地図

LWUAは，調査対象地域に関連する航測写真，地形図，街路地図等の入手に関する便宜供与を行う。

③　カウンターパート

LWUAは，上水道，地質，物探，地下水，ボーリング，水質及び水文分野のカウンターパートないしは，支援要員を提供する。

④　水質分析

現地で採水された試料は，LWUAの試験所で水質分析を行うものとする。

(3)　ボーリング機材の供与は比側の正式要請にも含まれていたが，今回の調査でも，LWUA総裁より理由書（別添付属資料）とともに再度強い要請がされた。比側との協議及び現地視察により，調査団としては，以下の理由によりボーリング材料の供与は必要であるとの結論に達した。

1.　LWUAは現在6台のリグを所有しているが，故障が多く，プロジェクトが計画通り進んでいない。

2.　後に述べるようにLWUAの業務が農村部にも拡大されることになり，リグの必要性がますます高まる。

3.　LWUAの職員が供与されたリグを十分に使いこなせる能力を持っている。

第３章　調査の概要

第3章　調査の概要

3－1　地方水道事業の概要

フィリピン国における水道事業実施は主として次の4つの組織で行われていた。

① Metropolitan Waterworks and Sewerage System (MWSS)

② Local Water Utilities Administration (LWUA)

③ Ministry of Public Works and Highways (MPWH)

④ Rural Waterworks Development Corporation (RWDC)

MWSSはマニラ首都圏, LWUAは地方都市部, MPWHとRWDCは農村部の水道施設の整備を行っていた。アキノ政権になって，水道事業実施の見直しが行われ，1987年1月30日付の行政命令（Executive Order）124号により，RWDCは廃止されLWUAに移管されることとなった。1987年8月6日，公共事業大臣よりLWUA総裁にあてLWUAの組織改革についてのガイドラインが発出された。LWUAはガイドラインに従い，委員会で組織改革を検討中であり，1988年1月には最終案が決定される予定である。

LWUAによる水道整備事業は地方都市に設立された水道区（Water District：地方水道整備法に基づく準公共団体）に対して資金面，技術面及び経営面からの援助を行うことにより実施される。

水道区は，その水道区の計画給水区域を行政区域に含む地方公共団体（県・市・町）の議会による水道区設立についての議決によりはじめて法人格が与えられる。

水道区の経営政策の決定は5名から成る理事会（Board of Directors）によって行われ，理事会によって任命された事業管理者（General Manager）が実務上の運営管理を総理する。

水道区の経営管理は，関係地方公共団体とは全く独立して行われ，特別の定めによる場合を除きその経費は料金収入をもって充てられる。

水道事業の整備水準はレベル1，2，3の3つに区分される。

① レベル1：Point Source Systemとも呼ばれ，井戸に手押しポンプを設置したもの

② レベル2：Communal Faucet Systemとも呼ばれ，井戸等の水源に動力ポンプを設置し，高架槽を通じて，何カ所かの共同水栓に給水するもの

③ レベル3：Individual House Connection Systemと呼ばれ，レベル2の水道を各戸給水にしたもの

LWUAの本件責任者によれば，今後は主としてMPWHがLevel Iを，LWUAがLevel II, IIIを実施するとのことであった。

3－2　パナイ島の概要

(1)　地形

パナイ島はフィリピンのほぼ中央部を占めるビサヤ諸島の西側，東経122～123°，北緯11°付近に位置するほぼ三角形の島で，面積は約8,032km²でフィリピン第6番目の島である。

パナイ島の地形の特徴は，西側と東側が山地で中央部が平野に3区分される。西側の山地はアンティケ山脈で，標高100～150mの山体がほぼ南北方向に延びている。東側の山地は標高1,000m以下の山体であり西側のアンティケ山脈に比較すると連続性は悪く，独立した山体が多い。この2山体地区に挟まれた中央地帯がパナイ平野であり，南北に連続し大部分は標高数10m以下の水田地帯であるが，50～100mの台地または丘陵，200m以下の小山体がみられる。

(2)　地質

パナイ島の地質はフィリピン鉱山局による地質図（図3－1）が出版されているが，これによる地質状況は次の3つに区分される。西側のアンティケ山脈は中生代後期より第三紀初期の地層であり，火山岩類や砂岩，頁岩の堆積岩類で構成され，一部石灰岩が分布する。この地区は南北方向のスラスト断層が顕著である。

東部の山地は第三紀初期の地層であり，安山岩を主とする火山岩類と砂岩，頁岩を主とする堆積岩類から成り，これらの岩に貫入して生成した花崗岩類により構成されている。

以上の山地に挟まれた中央部は第三紀後期より第四紀の地層である。第三地層は堆積岩類や火山岩類であり，最上部は第四紀洪積層の段丘堆積層及び第四紀沖積層の堆積層である。

(3)　水文

パナイ島の年降雨量は図3－2に示すように，2,000～4,000mm/年である。特に，アンティケ山脈の西側での降雨量が多く，東側の平坦部に向うにしたがって降雨量が少なくなる。イロイロ市気象観測所での年間の降雨量と気温の変化は表3－1に示すように，5月から11月に降雨量が多くなり，12月から4月までが少なくなる。平均気温は25.7～28.5°Cの範囲で年変化は少ない。

島の東側の方が乾季，雨季の差が明瞭となる傾向がある。

(4)　河川

主な河川はカピス県を流れるパナイ川とイロイロ県のジラウル川でそれぞれの流域面積は1,483km²と1,503km²である。

パナイ島での流量観測点は18カ所設けられており，その位置は図3－3に示す通りである。

GEOLOGICAL MAP OF THE PHILIPPINES

図 3 — 1 BUREAU OF MINES AND GEO-SCIENCES

STRATIGRAPHY

STRATIFIED ROCKS:

Q — Quaternary alluvial, lacustrine, beach and residual deposits.

NQV — Pliocene, Pleistocene and Recent volcanic deposits; mostly andesites and basalts with associated dacites and rhyodacites in places, occurring manily as lava flows in volcanic centers and pyroclastics in their aprons; olivine-pyroxene basalt constitute largely the Lanao-Bukidnon volcanic plateau.

NQS — Pliocene to Pleistocene sediments both marine and terrestrial, includes extensive reef limestone and water-laid pyroclastics; also localized terrace gravel deposits.

N_2 — Upper Miocene sediments and volcanics; largely marine clastics, reef limestone and andesitic-basaltic pyroclastics and lavas.

N_1 — Late Oligocene to Middle Miocene sediments and volcanics; mainly marine sandstone, shale and reef limestone; some conglomerate, coal measure and marine andesitic-basaltic pyroclastics and lavas.

Pg — Paleocene to Oligocene sediments and volcanics; mainly marine sandstone, shale and limestone; dacite and andesite lavas and pyroclastics in Catanduanes, southern Sierra Madre and eastern Mindanao; mainly arkosic and quartzitic shales and sandstone in Mindoro and Palawan.

KPg — Undifferentiated Cretaceous to Paleogene strata; commonly mapped as metavolcanics and metasediments consisting mainly of spilites chert, pelagic to hemipelagic sediments and turbidites.

K — Cretaceous sediments and volcanics; mainly Upper Cretaceous spilitic to non-spilitic basalt, andesite, chert, pelagic to hemipelagic sediments, turbidites, limestone, sandstone and shale; Lower Cretaceous constitute the bulk of the Cretaceous in Cebu but has not been reported in other areas.

J — Middle to Upper Jurassic arkose, subgraywacke, mudstone and conglomerate identified only in Mindoro (Mansalay Formation).

Pz-Mz — Carboniferous to Middle Jurassic radiolarite, sandstone, shale, limestone and conglomerate regionally metamorphosed to quartzite, slate, phyllite, marble and mica schist; limited to Mindoro, Romblon Island Group, Buruanga Peninsula, Cuyo Islands, Buruanga Island Group, northern Palawan and probably Zamboanga Peninsula.

INTRUSIVE AND PSEUDOSTRATIFIED ROCKS:

Intermediate to acid; mainly diorite, granodiorite, quarts diorite and monzonite; tonalite, adamellite, gabbro, syenite and granite are localized facies.

Basic and ultrabasic; mainly peridotite, dunite and layered gabbro; peridotite and dunite are generally serpentinized; troctolite, norite, trondjhemite.

METAMORPHIC ROCKS:

Schist, phyllite, gneiss, marble and quartzite ranging from the greenschist to pyroxenite facies. (Color follows age of original rock)

STRUCTURAL SYMBOLS

High-angle fault, arrow shows relative direction of strike-slip movement

Normal fault, hachures on downthrown side, dashed where inferred

Thrust fault, saw-teeth on overriding side, dashed where inferred

Boundary of lithologic unit

Anticlinal axis with plunge

Overturned anticline

Synclinal axis with plunge

Overturned syncline

Quaternary volcanic center

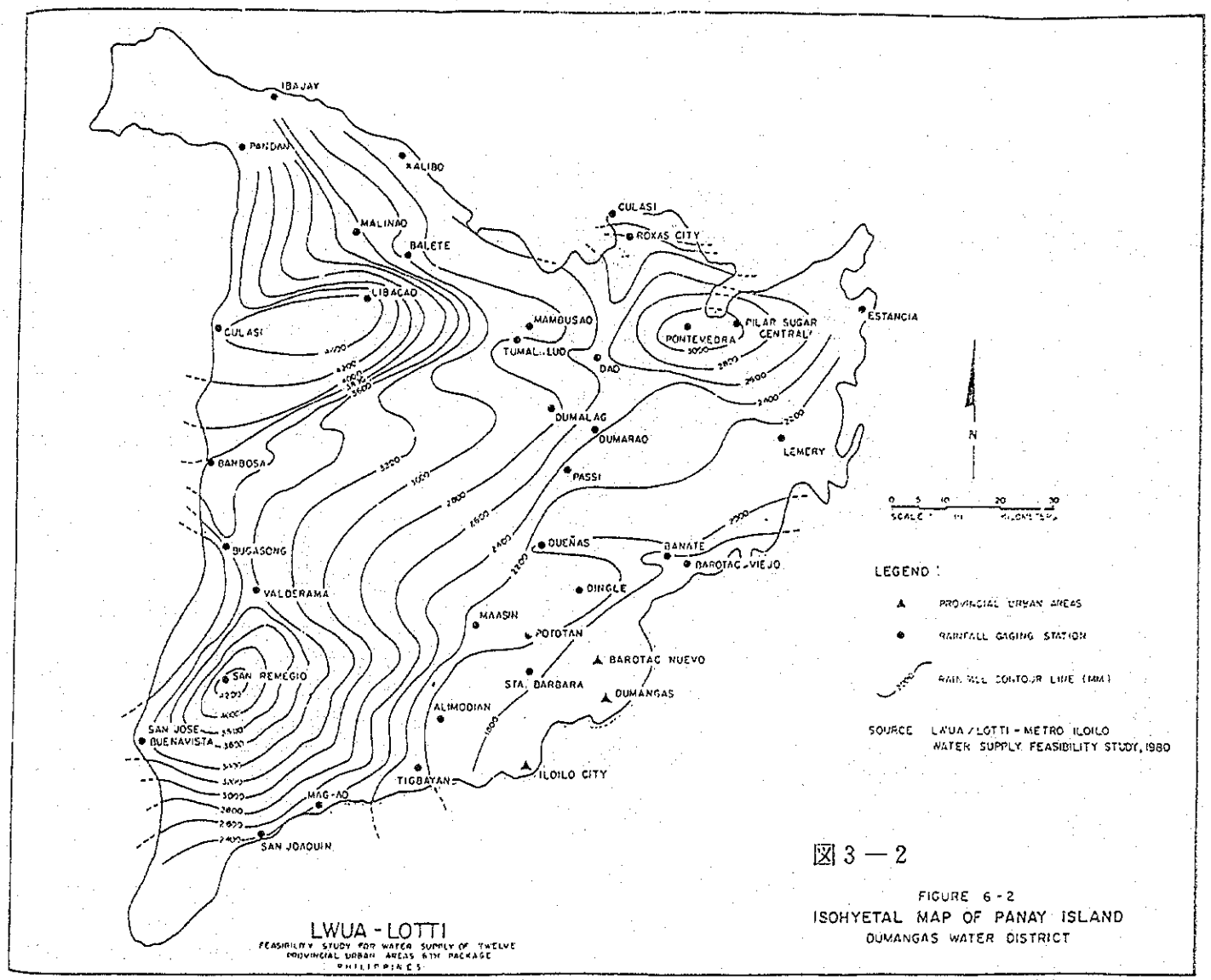


図 3 — 2

FIGURE 6 - 2
ISOHYETAL MAP OF PANAY ISLAND
DUMANGAS WATER DISTRICT

表3－1　CLIMATOLOGICAL DATA[1)]

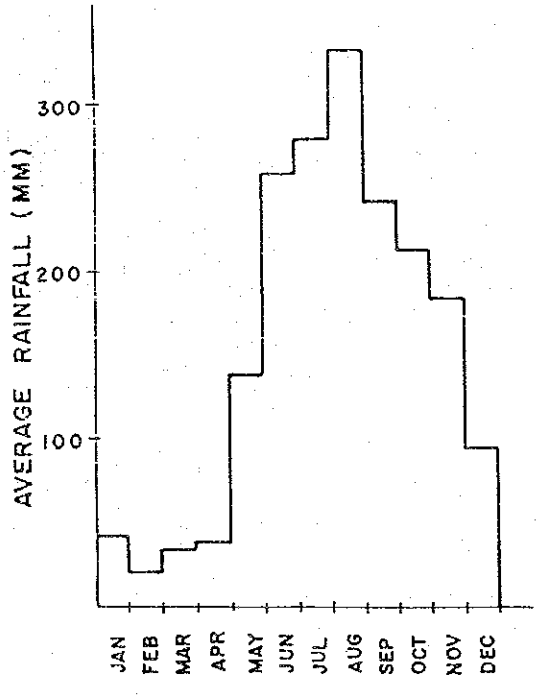
(1951—1970)

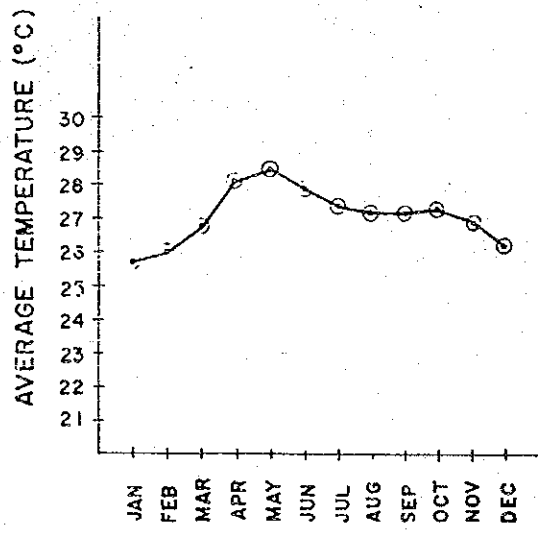
ILOILO OITY CLIMATOLOGICAL STATION

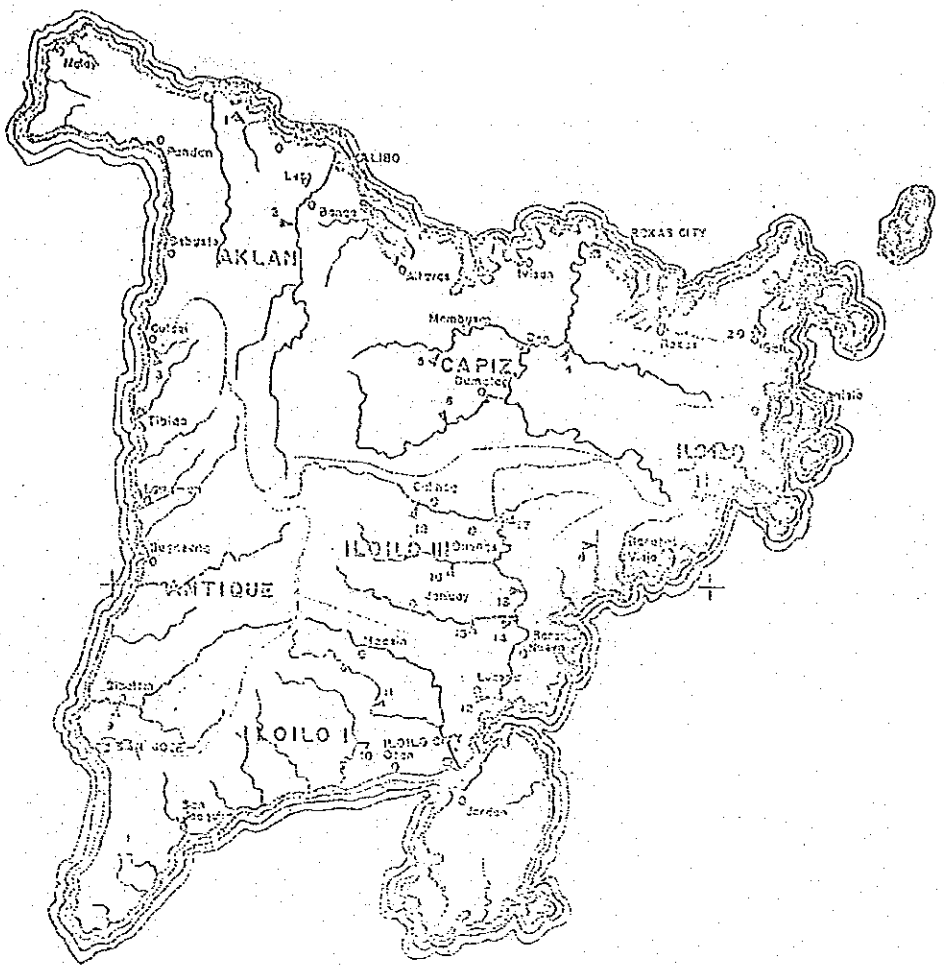
UMANGAS WATER DISTRICT

Month	Rainfall (mm)	Temperature(°C)
January	42.0	25.7
February	20.0	26.0
March	33.7	26.8
April	38.6	28.1
May	137.7	28.5
June	258.7	27.9
July	280.1	27.4
August	332.8	27.2
September	242.6	27.2
October	212.9	27.3
November	184.0	26.9
December	95.4	26.2
Annual	1,878.5	27.1

1) Source : LWUA/Lotti Metro Iloilo Water Supply Feasibility Study, 1980







STATION NO.	RIVER	LOCATION
1	Tangalan	Panayakan, Tangalan, Aklan
2	Aklan	Rosario, Malinao, Aklan
3	Bacong	Valderama, Culasi, Antique
4	Maayon	Palaguian, Ma-ayon, Capiz
5	Mambusao	Tumlalud, Mambusao, Capiz
6	Panay	Santa Rita, Cuartero, Capiz
8	Barotac	Rizal, Barotac Viejo, Iloilo
9	Sibalom	Pangpang, Sibalom, Antique
10	Sibalom	Omambong, Leon, Iloilo
11	Inabasan	Coline, Alimodian, Iloilo
12	Jalaur	Nabitasan, Leganes, Iloilo
13	Jalaur	San Matias, Dingle, Iloilo
14	Jalaur	Callan, Pototan, Iloilo
15	Suague	Mina, Pototan, Iloilo
16	Ulian	Pador, Dueñas, Iloilo
17	Jalaur	Poblacion, Passi, Iloilo
18	Jalaur	Simsiman, Calinog, Iloilo
20	Sibajao	Santa Ana, Batad, Iloilo

Water Resources Region No. 6

1971 STREAM GAGING STATIONS

Scale Kilometers

25 0 25 50

図３－３　流量観測点位置図

(5) 地下水資源

パナイ島での地下水資源はフィリピン鉱山局による水文地質図（図３―４）によれば，イロイロ市に流下するジラウル川の沖積平野で地下水が期待できるが，その他の地域はかなり低い評価になっている。

(6) 産業

パナイ島の主な農産物は米，砂糖きび，ココナツであり，トウモロコシ，アバカ，果物，コーヒ，カカオも作っている。漁業も島の重要経済活動となっている。鉱工業もあるが比重は小さい。

(7) 行政区

パナイ島はイロイロ県，カピス県，アクラン県，アンティケ県の４県からなり，それぞれの面積は次の通りである。

イロイロ県	5,324km²
カピス県	2,633
アクラン県	2,522
アンティケ県	1,818

県庁の所在地はイロイロ市（イロイロ県），ロハス市（カピス県），カリボ（アクラン県），サンホセ（アウティケ県）である。

３―３　調査対象地の現地調査結果

３―３―１　調査対象地の位置および道路状況

調査対象となる自治体は次の13市町村である。

			人口（1980年）
1	ランブナウ	（イロイロ県）	45,435人
2	サラ	〃	33,538
3	レオン	〃	31,552
4	ミヤガオ	〃	45,816
5	ポントベドラ	（カピス県）	30,489
6	ピラル	〃	30,104
7	イビサン	〃	資料なし
8	バンガ	（アクラン県）	25,034
9	カリボ	〃	130,000
10	ニューワシントン	〃	26,119
11	ヌマンシア	〃	16,216

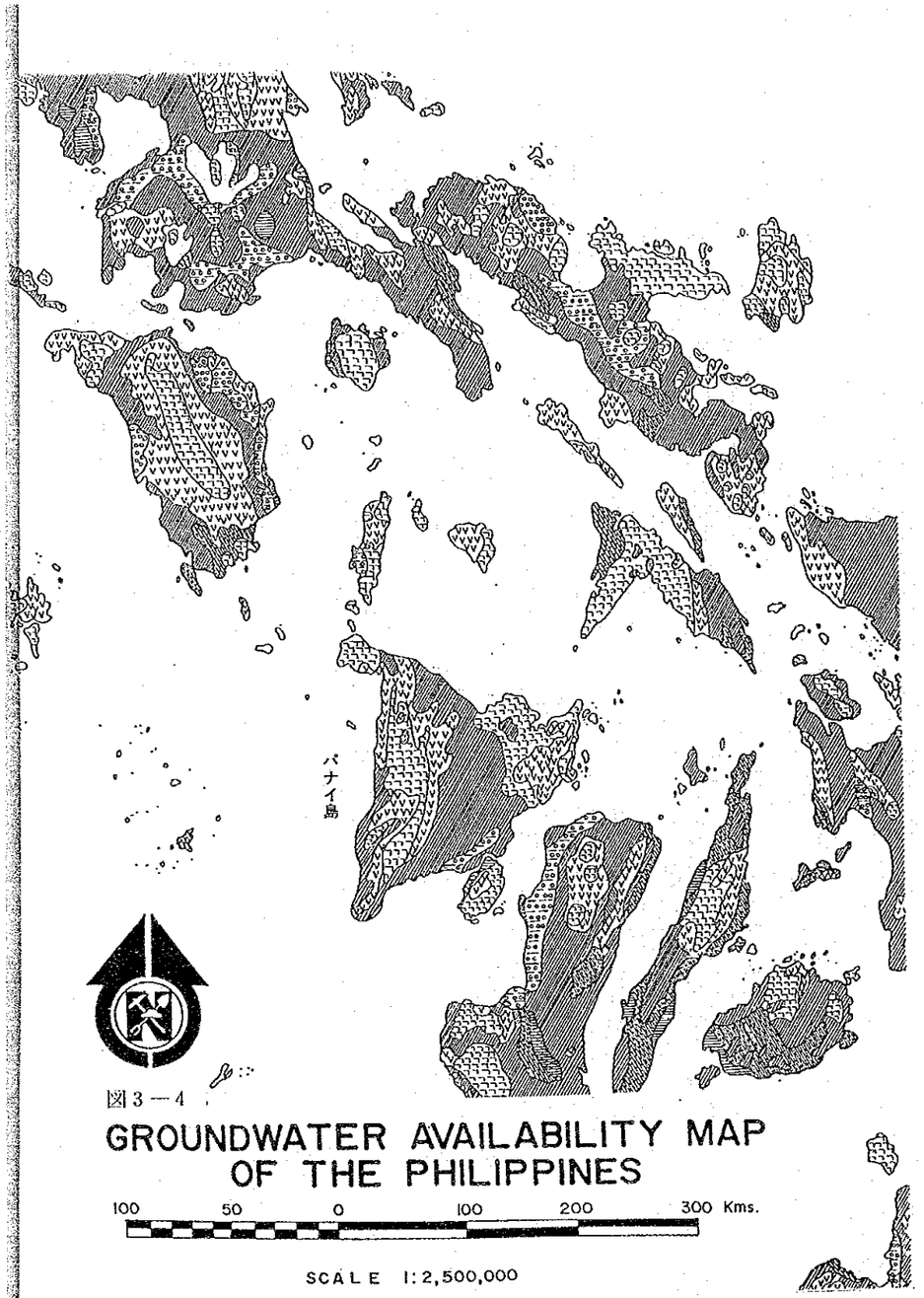


図3—4

GROUNDWATER AVAILABILITY MAP OF THE PHILIPPINES

I ROCKS IN WHICH FLOW IS DOMINANTLY INTERGRANULAR

(A) EXTENSIVE AND HIGHLY PRODUCTIVE AQUIFERS - with an average potential recharge of 0.5 to 1 meter, greater near influent rivers, with known production well yields mostly between 50 to 100 L/s but as high as 150 L/s in some sites. High to very high permeability.

Quaternary thick unconsolidated sand and gravel aquifers in flood plains, alluvial fans, terrace and beach deposits.

Pliocene, Pleistocene and Recent pyroclastics dominated by tuff with ash and cinder, mostly at the aprons of volcanic centers. Known springs as strong as 90 L/s.

Pliocene to Pleistocene marine and terrestial sediments of interbedded shale, siltstone and conglomerate with thick unconsolidated sand and/or gravel layer as the main aquifer.

(B) FAIRLY EXTENSIVE AND PRODUCTIVE AQUIFERS - with average annual potential recharge charge of 0.3 to 0.8 meters; greater near influent rivers; with known production well yields mostly about 20 L/s but as high as 60 L/s in some sites. Moderate to high permeability.

Quaternary unconsolidated sand and gravel in flood plains, alluvial fans and terrace deposits.

Pliocene, Pleistocene and Recent pyroclastics dominated by tuffs with ash and cinder deposits mostly at the aprons of volcanic centers. Strong springs reported.

Pliocene to Pleistocene sediments, both marine and terrestial; includes water-laid pyroclastics, and localized terrace deposits. Known springs as strong as 600 L/s in Cantubang, Laguna.

(C) LOCAL AND LESS PRODUCTIVE AQUIFERS - well yields mostly about 2 L/s but as high as 20 L/s in some sites. Very low to moderate permeability.

Quaternary coastal aquifers whose yields are restricted by sea water intrusion and inland aquifers that are restricted by low storage due to limited aquifer area and/or thickness, or to recharge potential due to thick clay cover.

Pliocene to Pleistocene semi-consolidated to unconsolidated sediments, both marine and terrestial; includes water laid pyroclastics and localized terrace deposits. Well yields mostly within 0.3 to 7 L/s. Aquifers usually have limited thickness.

Upper Miocene to Pliocene sediments and volcanics, mainly sandstone, shale, some conglomerate, coal measures, and marine andesitic and basaltic pyroclastics. Known well yields mostly 2 L/s for the younger rocks and less than 0.01 to 0.5 L/s for the older rocks with a few production well yields of less than 10 to 30 L/s pumped from the Baguio City Aquifer.

II ROCKS IN WHICH FLOW IS DOMINANTLY THROUGH FRACTURES AND/OR SOLUTION OPENINGS.

(A) FAIRLY EXTENSIVE AND PRODUCTIVE AQUIFERS WITH HIGH POTENTIAL RECHARGE

Limestone — Volcanics

Quaternary lava flows at the peripheries of volcanic center areas; highly fractured and with known production well yields of mostly 5 to 15 L/s and spring yields of up to 60 L/s.

Pliocene to Pleistocene coralline limestone, bedded to massive but highly karstic with known production well yields of mostly 5 to 15 L/s but as high as 30 L/s in some sites.

Lower to Upper Miocene coralline limestones, bedded to massive but highly karstic with known production well yields of less than 3 to 30 L/s. Strongest N_1L spring in Leite, Cagayan yields a minimum flow of 80 L/s and N_2L springs in Samar of up to 1000 L/s.

(B) FAIRLY TO LESS EXTENSIVE AND PRODUCTIVE AQUIFERS WITH LOW TO MODERATE POTENTIAL RECHARGE.

Limestone — Volcanics

Pliocene-Pleistocene coralline limestone, bedded to massive with few interconnected solution cavities, not sufficiently tested; with known domestic well yields of 3 L/s or less.

Pliocene, Pleistocene and Recent lava flows close to volcanic cones and/or at hydrologic divides; largely untested.

Cretaceous to Upper Miocene coralline limestone and marble, bedded to massive not sufficiently tested, with most public well yields of less than 1 L/s. Strong springs yield reported in local but highly fractured rocks.

III LOCAL GROUNDWATER-REGIONS UNDERLAIN BY IMPERMEABLE ROCKS GENERALLY WITHOUT SIGNIFICANT GROUNDWATER, EXCEPT IN RESIDUUM, SUFFICIENTLY LEACHED AND/OR FRACTURED ZONE.

(A) ROCKS WITH LIMITED POTENTIAL, LOW TO MODERATE PERMEABILITY

Quaternary lava flows, mostly andesite and basalt. Groundwater for domestic purposes locally obtainable in sufficiently fractured zones.

Upper Oligocene to Middle Miocene sediments and volcanics, fairly to hard consolidated sandstone (mostly wackes), shale; conglomerate, moderately to steeply folded and marine andesitic-basaltic lavas and pyroclastics.

Paleocene to Oligocene sediments and volcanics, mainly marine sandstone, shale and limestone, dacite, andesite lavas and pyroclastics in Catanduanes, southern Sierra Madre, Panay and eastern Mindanao. Undifferentiated Cretaceous to Paleogene sediments and volcanics commonly mapped as metavolcanics and metasediments, consisting mainly of spilites, chert, pelagic to hemi-pelagic sediments and turbidites. Cretaceous sediments and volcanics, mainly Upper Cretaceous spilitic to non-spilitic basalt, andesite, chert, pelagic to hemi-pelagic sediments, turbidites, limestone, sandstone, shale in Rizal, Catanduanes and Bohol, with much lower yields in the latter two provinces.

Paleocene to Miocene diorite, granodiorite, quartz diorite and monzonite, tonalite, adamellite, gabbro, syenite and granite are localized facies. Limited pumpable groundwater from leached zones 0.01 to 0.6 L/s, discharge of 20 to 200 L/s in Baguio Gold mine openings. Water is soft to moderately hard.

Cretaceous to Paleocene basic and ultrabasic rocks, mainly peridotite, dunite and layered gabbro. Peridotite and dunite generally serpentinized. Shallow water yields of less than 0.01 to 0.3 L/s. Yields of 3 L/s obtained from thrust zones. Water is soft to moderately hard.

Middle to Upper Jurassic arkose, subgraywacke, mudstone, conglomerate and Carboniferous to Middle Jurassic limestone, conglomerate, sandstone, radiolarite regionally metamorphosed to quartzite, slate, schist and marble. Strong spring yields from marble in Puerto Galera, Mindoro.

(B) ROCKS WITHOUT ANY KNOWN SIGNIFICANT GROUNDWATER OBTAINABLE THROUGH DRILLED WELLS. LARGELY UNTESTED

Quaternary lava flows, mostly andesite and basalt. Generally massive or slightly fractured but fractures are usually tight and not interconnected.

Upper Oligocene to Upper Miocene volcanics dominated by andesite and/or basalt lava flows. Generally massive or with fractures already healed by clay and/or secondary minerals.

Paleocene to Oligocene volcanics dominated by andesite and/or basalt lava flows, and slightly metamorphosed sedimentary rocks. Undifferentiated Cretaceous to Paleogene strata, commonly mapped as metavolcanics and metasediments consisting mainly of spilites, chert, pelagic to hemi-pelagic sediments and turbidites. Cretaceous slightly metamorphosed sediments and volcanics; mainly Upper Cretaceous spilitic to non spilitic basalt, andesite, chert, pelagic and hemi-pelagic sediments, turbidites, limestone, sandstone and shale. Lower Cretaceous constitute the bulk of Central Cebu occurrence. Small springs, 1 to 2 L/s. Soft to hard water.

Cretaceous to Paleocene basic and ultrabasic rocks, mainly peridotite, dunite and layered gabbro. Peridotite and dunite are generally serpentinized.

Middle to Upper Jurassic arkose subgraywacke, mudstone and conglomerate, identified only in Mindoro. Shallow dug well yields of 0.01 L/s and spring yields of 1 L/s. Soft to hard water. Carboniferous to Middle Jurassic radiolarite, sandstone, shale limestone and conglomerate regionally metamorphosed to quartzite, slate, phyllite, marble and schist, limited to Mindoro, Romblon Island Group, Busuanga Island Group northern Palawan, Buruanga Peninsula, northwest Panay, some Cuyo Islands and probably Zamboanga Peninsula. Restricted yields of 0.01 L/s obtained by shallow dug wells that tapped fractures. Soft to moderately hard water.

Hydrogeologic symbols

Groundwater potential boundary

Quaternary volcanic center

Republic of the Philippines
Ministry of Natural Resources
BUREAU OF MINES AND GEO-SCIENCES

12	イバハイ	〃	31,214
13	マライ	〃	資料なし

各自治体の位置を図3－5に示す。

パナイ島の道路状況はイロイロ県が一番整備されている。道路は舗装道路と未舗装道路に区分される。現地調査の中で確認した道路の舗装状況は図3－5に示す通りである。

特に，未舗装区間では木の橋が多くなり，場所によっては車両の通過重量が5 ton以下に制限されている所がある。イバハイ↔マライ間は1カ所橋が流されており，橋の取替え工事も数カ所あった。この区間は山際をぬって走るため崖崩れの危険もある。

また，イビサイ↔バンガ間では降雨により道路が冠水状態になる所が2，3カ所ある。特に，アルタバスの近くがひどく，12月11日には約200mの区間で冠水しており，深い所でひざ位の深さになっていた。この冠水区間は12月13日には消えていた。

3－3－2　現地調査結果

(1) ランブナウ（イロイロ県）

イ）地形

標高約100mの台地であるが，周辺部は沢が切れ込んでいる。

ロ）地質

第四紀の粘土，砂，砂礫であるが，ボーリング資料によればその厚さは場所によりかなり異なり，浅い所で約20mで基盤の第三紀層（頁岩）に到達するが，深い所は58mでも基盤に到達していない。

ハ）地下水

天水田の上流端が地下水の湧水帯にあたると考えられ，雨季の地下水位は地表面の近くにあると考えられる。今回の調査でも地下水位は浅井戸で70cmの位置にあった。乾季の地下水位は低下する模様で，特に旱魃のひどい場合には浅井戸が涸渇するようである。

市町村役場には深さ15m径1.4mの井戸があり，地上6mの高架槽（8 m^3程度）に毎日2回揚水している。揚水時には水位が10m程度降下するが翌朝には元の水位まで回復する。地表から20m付近の産水量はあまり大きくないと判断される。

ニ）水質

浅井戸2カ所で電気伝導度（EC）と水温（T）を測定した。測定結果は下記の通りである。

EC：300～320μ℧/cm

T：28～30℃

ホ）上水道

給水施設は市町村の役場内の給水だけで，一般住民への給水施設はない。水道区は設立されているが実質的に機能していない。

(2) サラ（イロイロ県）

イ）地形

標高約50mの広い平野であり，周辺に小山体または丘陵が見られる。

ロ）地質

ボーリング資料によれば深さ約17mで基盤の砂岩に到達している所があるが，深度20mでも第四紀の砂層の所もある。20m以上の掘削資料はない。現在上水道の水源はダムによる河川水を取水しているが，その基礎岩盤は花崗岩であり，本地域の基盤岩は花崗岩の可能性が大きい。

ハ）地下水

サラの周辺は水田地帯であるので，地下水位は浅いと考えられる。調査団が視察した機械削り井戸は内径5インチ，深さ約18mであり，小型のポンプ（1.5インチ級）が設置されていた。

ニ）水質

現在取水しているカズツンガンダム（堤高1.5mの取水堰）での水質は次の通りである。

EC：260μ℧/cm

T：26℃

ホ）上水道

サラの給水施設はレベル3であり，12,000人に給水している。施設の構成は取水堰，砂ろ過槽，塩素注入施設，貯水槽，導水管，配水管からなる。

水源は1930年に築造されたカズツンガンダムとアグバヤティングダムで貯水容量は2つのダム共，同じような規模で，80,000USガロン（約300m^3）である。

給水施設の管理は市町村で実施している。水道区は設立されていない。

市町村側としては，特に乾季の給水量が少なくなること，また，給水地域の拡大の必要から，新たな水源として地下水を開発したいとしている。

(3) レオン（イロイロ県）

イ）地形

標高100m以下の台地で西方はアンティケ山脈の東山麓に接している。

ロ）地質

ボーリング資料では最も深い所で33m付近まで第四紀の砂，粘土が分布している。

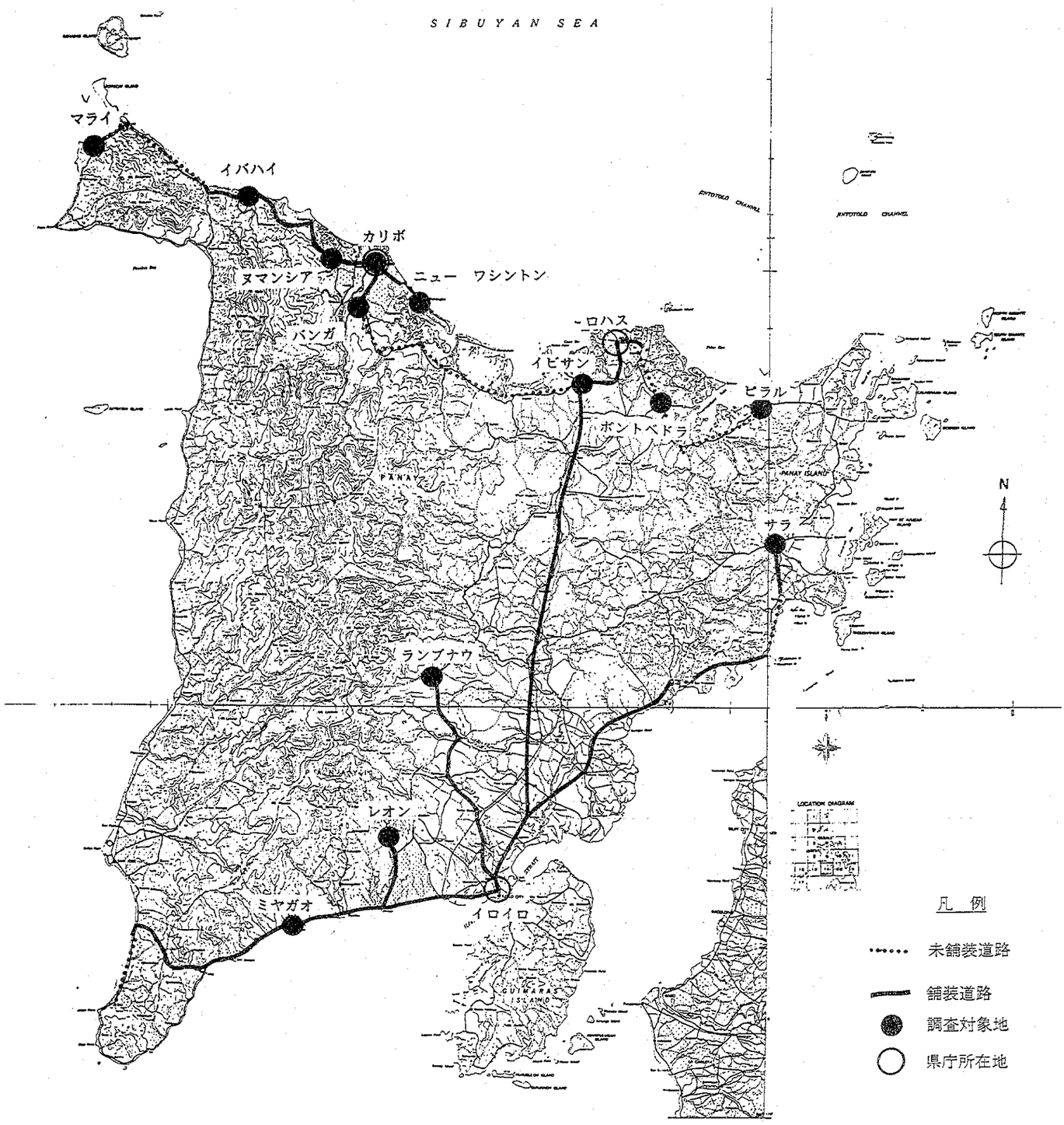


図3－5　調査対象地の位置及び道路状況

しかし，シバルン川の河岸に成層した砂岩が露出しており，比較的浅い所でこの基盤の砂岩に到達するものと予想される。

ハ）地下水

USAIDの試験井戸を視察した。井戸の諸元は口径6インチ，深さ21mで産水量は7.5～8.5l/secであるが，この井戸はふたせず放置されていた。水位は地表面下1.8m程度である。

ニ）水質

レオンのすぐ側にあるシバロン川の水質は次の通りである。

EC：780μ℧/cm

T：32°C

ホ）上水道

給水施設はなく，また水道区も設立されていない。

(4) ミヤガオ（イロイロ県）

イ）地形

標高100m以下の丘陵地である。

ロ）地質

ボーリング資料では，最大で深さ約48m付近まで第四紀の粘土，砂，砂礫であり，それ以深が基盤岩となっている。

ハ）地下水

ミヤガオの市街地は小高くなった丘の上にあり，すぐ側を流れる川との高低差から市街地での地下水位は深いと思われる。

ニ）水質

河川水の水質は次の通りである。

EC：600μ℧/cm

T：33°C

ホ）上水道

給水施設はレベル3にある。水源は河川水で河床の下に浸透暗渠を設けて取水している。給水施設の管理は市町村で実施しているが，まだ，水道区は設立されていない。

(5) ポントベドラ（カピス県）

イ）地形

パナイ川（ポントベドラ川）河口付近で，囲りは広大な沖積平野である。

ロ）地質

広範囲に沖積層が分布するものと予想されるが，ボーリング資料によると最も深い

もので深度29mで基盤と思われる砂岩に着岩し，それ以浅は粘土，砂，砂礫となっている。ロハス水道区が1978年に実施した調査によれば，第四紀層はパニタンから下流に向って深くなっており，火成岩が基盤として出ている。

ハ）地下水

浅井戸が利用されている。パナイ川はパニタンの下流で二またに分岐していて，ポントベドラ川と下パナイ川に分かれる。流量的にはポントベドラ川の方が大きい。地形的に平坦であることから，河口付近は感潮河川の可能性もあり，深井戸の場合は塩水の侵入も考えられる。

ポントベドラ川の氾濫の時には，井戸も泥水によって冠水してしまうので，水質が悪くなるとのことであった。

ニ）水質

測定していない。

ホ）上水道

給水施設はない。水道区は1986年11月に設立された。

(6) ピラル（カピス県）

イ）地形

規模は小さいが標高100m以下の沖積平野であり，南側には標高数100mの山体がある。

ロ）地質

ボーリング資料によると深い所で20m付近までが粘土，砂の沖積層であるが，基盤岩は砂岩，火山岩類である。

ハ）地下水

浅井戸が利用されている。地下水開発のF/S調査はWater-Colombo社（スイス）が1983年に実施しており深井戸（ロータリーボーリング）を1本掘っている。この井戸の産水量は0.025l/secで要求水量9l/secに較べて大きく劣っている。

ニ）水質

浅井戸では次の通りである。

EC：900μ℧/cm

T：28℃

ホ）上水道

給水施設はレベル3にあり，200カ所の配水口がある。水源は町から5km（平坦部4km，山岳部1km）の取水堰（堤高1m位）で表流水を取水している。この取水堰は非常に古く，き裂が入っているので，乾季の水量が減った時にうまく取水できないと

のことであった。

(7) イビサン（カピス県）

イ）地形

標高数10mの沖積地帯であるが，周辺部は数100mの小山体にかこまれている。

ロ）地質

ボーリング資料では深い所で約40m付近まで沖積層の粘土，砂，砂礫が分布し，それ以深が基盤の砂岩や火山岩となっている。

ハ）地下水

浅井戸の他に，12～15m程度の機械掘り井戸が20本ある。

ニ）水質

ハンドポンプの設置されている口径70cmの浅井戸での水質は次の通りである。

EC：560μ℧/cm

T：28°C

ホ）上水道

給水施設はレベル3にあり，400カ所の配水口がある。元々ロハス市の水源であったツラロ取水堰（堤高1m以上）の表流水を利用している。既設の導水管は漏水が生じており，乾季の給水量が落ちる。

給水施設の管理者はRWDCで水道区は設立されていない。ロハス市の水道区に入るという話もある。

(8) バンガ（アクラン県）

イ）地形

丘陵地帯より平野地帯への漸移部に位置している。

ロ）地質

ボーリング資料では深度20～30m付近まで砂，粘土，礫の沖積層が分布するが，それ以深が基盤岩の砂岩となっている。

ハ）地下水

浅井戸が利用されている。機械掘り井戸は1本あり，口径は6インチである。深さについては178mと言っているが疑わしい。

ニ）水質

機械掘り井戸は揚水中であった。ここでの水質は次の通りである。

EC：260μ℧/cm

T：28°C

ホ）上水道

給水施設はあるが，水源である井戸の揚水コストが高いために稼動していない。給水施設の管理者は自治体である。

(9) カリボ（アクラン県）

イ）地形

アルカン川（Alcan River）の河口付近に発達した広大な沖積平野である。

ロ）地質

ボーリング資料では深いものでも深度37mまでが沖積層の砂，粘土，砂礫が厚く分布し，基盤岩には到達していない。したがって，本地域の基盤岩はかなり深い所に分布するものと予想される。

ハ）地下水

浅井戸の他に，カリボ市の水道区は3本の機械掘り井戸をさく井している。3本のうち1本が現在，給水施設の水源として利用されている。この井戸の諸元は口径10インチ，深さ70m，産水量2.2m³/min（設計値4.2l/sec）である。他の2本は海水の浸入や産水量が少ないため利用されていない。

ニ）水質

測定していない。

ホ）上水道

給水施設はレベル3であり，2,200カ所の配水口があるが，上述の水源が需要より小さいため時間給水を余儀なくされている。給水施設の管理者はカリボ市の水道区である。現在の水源が井戸1本であるので事故が起きれば給水が全面的にストップすること，また，給水地域の拡張のため新しい井戸のさく井が急務となっている。

(10) ニューワシントン（アクラン県）

イ）地形

潟洲状の沖積低地帯である。

ロ）地質

沖積層が広く，また厚く分布しており，ボーリング資料は少ないが，深度20mまでは基盤岩は確認されていない。

ハ）地下水

海に突き出した砂洲であるので，淡水は地表面の近くに浅くレンズ状に賦存していて，浅井戸で地下水を利用している。地下水位は地表面から0.6mであった。基本的に地下水資源は乏しいと判断される。

ニ）水質

浅井戸での水質は次の通りである。

EC：700μ℧/cm

T：測定できず

ホ）上水道

給水施設はあるが，水源が不足しているので稼動していない。将来の水源はカリボからの給水が有力である。市長代行の意見では，導水管は建設費が高いので給水車による給水の方がよいとの話であった。水道区は設立されていない。

(11) ヌマンシア（アクラン県）

イ）地形

アクラン川の左岸に位置し，広大な沖積平野である。

ロ）地質

カリボとほとんど変りない。

ハ）地下水

囲りが水田地帯であるので地下水は浅く，また，第四紀層も厚いので産水量は比較的大きい。これまでのさく井結果によれば，第1帯水層が深度6～10mにあり，高い産水量であるが水質的に鉄分が多い。これに対して，第2帯水層は深度25～32mにあり，産水量は少し劣るものの水質は良好である。

ニ）水質

測定していない。

ホ）上水道

給水施設はレベル3にある。水道区は最近設立されており，1987年10月にLWUAにより新しい井戸（口径8インチ，深さ40m）がさく井された。これを受けて，12月21日に配水施設建設の配水管，配水口400カ所等の応礼がなされる予定である。

(12) イバハイ（アクラン県）

イ）地形

海岸沿岸に発達した沖積低地である。

ロ）地質

ボーリング資料がないので沖積層の厚さは不明であるが，少なくとも数10mの厚さが予想され，基盤岩は周辺の地質より石灰岩または砂岩と予想される。

ハ）地下水

囲りは水田地帯であることから地下水位も浅く，多くは浅井戸で利用されている。機械掘り井戸は深さ36mの井戸が1本あり，水中ポンプ（3.5pH）が設置されている。

ニ）水質

上述の機械掘り井戸の水質はイロイロ市の水道区の試験所で分析した結果，飲料水

として良好であるとの結果を得ている。

ホ）上水道

給水施設はUSAIDによって建設され，水源は地下水で，10m³の高架槽と190カ所の配水口がある。給水施設の管理者はRWDCであるが，現在，水道区を設定する段階にある。

(13) マライ（アクラン県）

イ）地形

海岸沿岸に発達した沖積地帯であるが，面積は小さい。周囲は山体がせまっている。

ロ）地質

ボーリング資料がないので沖積層の厚さは不明であるが，石灰岩の山体が町周辺をかこんでいるため，これが基盤岩となり浅い位置に分布するものと予想される。

ハ）地下水

浅井戸が利用されている。町から5 km先に湧水がある。

ニ）水質

浅井戸での測定結果は次の通りである。

EC：540μ℧/cm

T：28°C

ホ）上水道

給水施設はなく，水道区は設立されていない。LWUAとしては，マライの近くにあるボラカイ島（砂浜の美しい観光地）への飲料水の補給先として水源を開発したいとの意向である。

3－4 現状と問題点

(1) 水源開発の現状

基本的には利水地点で水源が得られる地下水が最も望ましい。しかしながら，所要の水量が得られなかったり，揚水時に井戸の水位低下が大きく電力が多くかかる場合には好ましくない。このように上水道の水源を考える場合，先ず第一に，地下水開発の可能性を検討することとなっている。

ロハス市の水道区の事例で見ると，1978年にLWUAが，CAMP DRESSER & McKEE INTERNATIONAL社に発注して地下水の調査を実施している。この調査では35～45mの深さの試験井戸が掘られたが，生産井となる井戸は1本もなかった。この結果を受けてUSAIDでJAMES M MONTGOMERY社が河川水による上水道施設計画のF/S調査を実施した。現在4,500万ペソのローンを受けて取水施設，水処理施設の

Phase Ⅰの事業が進行している。

今回の調査対象自治体の中には，地下水開発に不向きな地点が出てくるかも知れないが，その事が明白になれば，その時点で地表水への開発を中心とする方向づけを出す事が望ましい。

(2) 調査実施上の問題点

調査実施上の問題点は次の通りである。

① パナイ島の北側は降雨量が多く，降雨日数も多いと考えられる。このため，電気探査の実施計画には降雨量のことを考慮しておくこと。

② イバハイ↔マライ間は特に道路事情が悪く，大型のリグの搬入は難しいと考えられる。

リグの型式としては，オフロード形式のものの方が移動に有利と考えられる。

③ 掘削深度は第四紀層にまでで考えると100m程度で良いがかならずしも第四紀層内に有望な帯水層があるとは限らない。このため基盤が石灰岩，砂岩，溶岩の場合は150～200mまで掘削して地下水開発の可能性を検討する必要がある。

第 4 章　本格調査の実施方針

第4章　本格調査の実施方針

4—1　調査の基本方針

(1)　地下水開発の範囲

一般的な地下水開発は第四紀層の帯水層（砂，砂礫層）からの揚水を言うが，今回選定されたパナイ島の調査対象地は，必ずしもこの条件を満足していない地区がある。このような地区についても適当な新規水源を開発する必要があることから，本格調査で取扱う地下水には湧水，河川伏流水，基盤岩内の地下水を含める。

(2)　地下水開発の可能性の検討方針

①　湧水，河川伏流水については，乾季の取水可能水量を把える。

②　第四紀帯水層については，帯水層である砂，砂礫層の分布が十分な拡がりを持っているかどうかを把える。

③　基盤岩内の地下水は一般的に最も難しい開発調査となるので，地質構造の変遷，水脈流形成の可能性，電気探査，コア ボーリング調査結果を十分考慮して実施されたい。

(3)　試験井戸

試験井戸のさく井の目的は次の2つである。

①　生産井への転用

②　水文地質基礎資料の入手

今回，4本の試験井戸を掘ることとなっているが，やはり主軸は前者の生産井への転用をはかれることである。

(4)　今後へのつながり

LWUA側の本調査に対する期待も大きく，次のステップについてもLWUA自身でフォローアップする可能性が強いので，各調査対象地区の次のステップへの橋渡しのできる成果が望まれている。

4—2　調査の実施方針

4—2—1　調査の目的

本格調査の目的はパナイ島の自治体水道給水のための地下水開発ポテンシャルを検討することと，調査を通じてフィリピン側のカウンターパートに必要な技術移転を行うことである。

4—2—2　調査対象地

イロイロ県，カピス県，アクラン県より選定される13自治体である。

4－2－3　調査の内容

調査内容は資料収集，現地調査，試験井戸調査，地下水解析，上水道概念設計の５つからなる。

(1)　資料収集

これまでに事前調査団が収集した諸資料に加え，地下水開発，上水道概念設計に必要な資料，情報等を収集する。

○社会・経済

○土地利用

○開発計画

○物理条件：地形，水文，気象，地質，水文地質

○水供給及び需要

○給水施設

○地下水に関する既往調査

(2)　現地踏査

a）現地踏査

地形，地質，水文地質は地下水開発のための評価を行う上で重要であり，広域的な水文地質構造の解明を行うものとする。

水文，気象は地下水開発量の試算を行う上で必要な資料を得るものとする。

既設給水施設の視察は施設のかかえる問題点の把握及び今後の上水道事業の方向を定めるための基礎情報を収集するものとする。

b）電気探査

各調査対象地区で現地踏査により地下水の状況を推測し，それに適した電気探査を行い，地下の水文地質に関する情報を得るものとする。

c）既設井戸での水質調査

水質調査は調査団が実施する簡易水質分析とLWUAの試験所で行う詳細分析（フィリピン飲料水基準による）からなる。前者についてはできる限り多くの井戸で測定するものとするが，後者については代表的なサンプルを分析してもらうこととなろう。

d）井戸基本台帳作成及び地下水位測定

各調査対象地及びその周辺も含めできる限り多くの井戸を調査するものとする。地下水位測定はポータブル水位計による広域の一斉地下水位調査と，試験井戸候補地の地下水開発を検討する上での地下水位の季節変化を把えるための自記水位計（１カ月巻）の観測からなる。

(3)　試験井戸調査

a）実施計画書の作成

現地調査結果の他に，リグ，資機材の搬入のための道路状況，天候の長期予測等を含め，最も合理的な実施計画を作成するものとする。

b）観測孔の設置

試験井戸での揚水試験による地下水位の低下を観測するための観測孔は原則的に既設の井戸を利用するものとする。しかしながら，適当な位置に既設の井戸がない場合や，電気探査の調査結果を検証する必要がある場合には，コア ボーリング等により観測孔を設ける。

c）試験井戸の建設及び技術移転

LWUA のさく井の１チームが提供されるので，試験井戸の建設を通じてさく井に必要な技術移転を行うものとする。

d）揚水試験及び解析

揚水試験は段階揚水試験と72時間連続揚水試験*を行うものとする。ただし，産水量が少なく揚水試験の継続が不可能な場合はこの限りではない。得られた試験結果は水文地質構造のモデルに合った解析手法を用いて，透水量係数，貯留係数等の水理常数を求めるものとする。

(4) 地下水開発ポテンシャルの評価検討

a）水文地質解析

収集資料の分析，現地踏査及び電気探査結果等に基づいて，各調査対象地及びその周辺の水文地質構造を明らかにするものとする。

b）地下水開発可能量の検討

水文地質構造に従って，水収支の各要素（降雨，蒸発，地表流出等）の量的把握を行い概略の水収支計算を行う。また，地下水賦存量を算出し，地下水開発行為を行った場合のインパクトについて検討するものとする。

パナイ島の降雨量が2,000～4,000mm/年であり，今回の開発規模は大きくないので，シミュレーション計算の必要は特にない。

c）水需要予測

原則的には現在 LWUA が調査に適用している手法に準じて行うものとする。

(5) 給水施設概念設計

a）施設計画

各調査対象地の上水道を新設または拡張整備するために，水源，導水施設，貯水施

---

* 自記水位計により計測することが便利であり，測水用のパイプを設置する。

設，配水施設の概略図を作成し，その概略の規模を把握し，次ステップの調査計画をたてるものとする。

b）工事費

次ステップの調査費，施設建設費の概算を行うものとする。

4－2－4　JICAの便宜供与

JICAの本調査に対する便宜供与事項は付属のImplementing Arrangementに示す通りである。本格調査の内容は多岐にわたっており，調査団は総括に当る団長を含め下記の分野の専門家が必要になると思われる。

1)　総括

2)　地形・地質

3)　物理探査

4)　試錐（ボーリング）

5)　水文・水質

6)　上水道計画

7)　施設設計

付　属　資　料

IMPLEMENTING ARRANGEMENT ON THE TECHNICAL COOPERATION

FOR

THE GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY IN PANAY ISLAND

IN

THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES

AGREED UPON BETWEEN

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

AND

THE LOCAL WATER UTILITIES ADMINISTRATION

Manila, December 9, 1987

Porthos P. Alma Jose
Administrator
Local Water Utilities
Administration

山下 生比古

Ikuhiko Yamashita
Leader, Japanese
Preliminary Survey Team
The Japan International
Cooperation Agency

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of the Philippines (hereinafter referred to as "GOP"), the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") has decided to conduct the Groundwater Development Study in Panay Island in the Republic of the Philippines (hereinafter referred to as "the Study") and exchanged the Notes Verbales with the GOP concerning the implementation of the Study.

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of GOJ, will undertake the Study in accordance with the relevant laws and regulations enforced in Japan. On the part of GOP, Local Water Utilities Administration (hereinafter referred to as "LWUA") shall act as the counterpart agency to the Japanese Study team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study. The present document constitutes the implementing arrangement between JICA and LWUA under the above mentioned Notes Verbales exchanged between the two governments.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

1. To evaluate the groundwater development potential for municipal water supply in Panay Island

2. To transfer technology to the Philippine counterpart personnel in the course of the Study.

III. THE STUDY AREA

The Study area will cover thirteen (13) municipalities in three (3) provinces of Panay Island. Four (4) municipalities will be selected for test well drilling and related investigation.

IV. SCOPE OF THE STUDY

Scope of the Study will include the following:

1. data collection and review
    - 1.1 socio-economy
    - 1.2 land use
    - 1.3 development plans
    - 1.4 physical conditions
        - a. topography
        - b. hydrology and meteorology
        - c. geology and hydrogeolology

1.5 water supply and demand
1.6 water supply facilities
1.7 previous studies on groundwater

2. field survey
   2.1 reconnaisance
      a. topography
      b. hydrology and meteorology
      c. geology and hydrogeology
      d. existing water supply facilities
   2.2 electrical sounding
   2.3 water quality analysis for existing wells
   2.4 well inventory and groundwater level observation
   2.5 discharge measurement of surface water

3. analysis and evaluation of groundwater and recommendations
   3.1 hydrogeological analyis
   3.2 groundwater development potential
   3.3 water demand forecast
   3.4 recommendations

4. test well drilling and related investigation for selected municipalities
   4.1 preparation of implementation program
   4.2 execution of observation holes
   4.3 execution of test well construction
   4.4 observation and analysis
      a. geological loggings
      b. pumping tests
      c. water quality analysis
      d. analysis of test wells

5. groundwater supply system
   5.1 conceptual water supply system
   5.2 rough cost estimate of the system

V. STUDY SCHEDULE

The Study will be conducted in accordance with the tentative schedule attached in ANNEX I.

VI. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports to LWUA in English.

1. Inception Report (10 copies)
   At the beginning of the field survey

2. Progress Report (10 copies)
   At the middle of the field survey

3. Interim Report (10 copies)
At the end of the field survey

LWUA will submit to JICA its comments within one month after the receipt of Interim Report

4. Draft Final Report (10 copies)

LWUA will provide JICA its comments within one month after receipt of the Draft Final Report

5. Final Report (30 copies)

Within two months after receipt of the comments on the Draft Final Report by LWUA.

VII. UNDERTAKING OF GOP

In accordance with the Notes Verbales exchanged between the GOJ and GOP, GOP shall accord privileges, immunities and other benefits to the Japanese Study Team and, through the authorities concerned, take necessary measures to facilitate smooth conduct of the study.

1. (1) GOP shall be responsible for dealing with claims which may be brought by the third parties against the members of the Japanese Study team and shall hold them harmless in respect of claims or liabilities arising in the course of or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims or liabilities arising from the gross negligence or willful misconduct of the above mentioned members.

(2) GOP shall secure the safety of the Study team during the implementation of the Study.

2. LWUA shall at its own expense, provide the Study team with the following, in cooperation with other agencies concerned:

(1) Available data and information related to the Study shown in IV.1

(2) Counterpart personnel

(3) Administrative and technical support staff

(4) Suitable office space in Manila including appropriate furnishings and sub-offices in Panay Island

(5) Credentials or identification cards to the members of the Study team

(6) Two service vehicles with drivers for entire duration of the Study

3. LWUA shall make necessary arrangements with other governmental and non-governmental organizations concerned for the following:

(1) To secure the safety of the members of the Japanese Study team

(2) To secure permit for the members of the Japanese Study team to enter, leave and sojourn in the Philippines for the duration of their assignments therein

(3) To exempt the members of the Japanese Study team from taxes, duties, fees and other charges on equipment, machinery and other materials brought into the Philippines for the conduct of the Study

(4) To exempt the members of the Japanese Study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emolument or allowance paid to the members of the Japanese Study team for their services in connection with the implementation of the Study

(5) To provide the necessary facilities to the Japanese Study team for remittance as well as utilization of the funds introduced into the Philippines from Japan in connection with the implementation of the Study

(6) To secure permission for entry into private properties or other areas for the conduct of the Study

(7) To secure permission to take all data and documents related to the Study out of the Philippines to Japan by the Study team

(8) To provide medical services as needed and the expenses will be borne by the members of the Japanese Study team.

VIII. UNDERTAKING OF GOJ

In accordance with the Notes Verbales exchanged between GOJ and GOP, GOJ through JICA, shall take necessary measures for the implementation of the Study.

1. To dispatch, at its own expense, Study team to the Republic of the Philippines

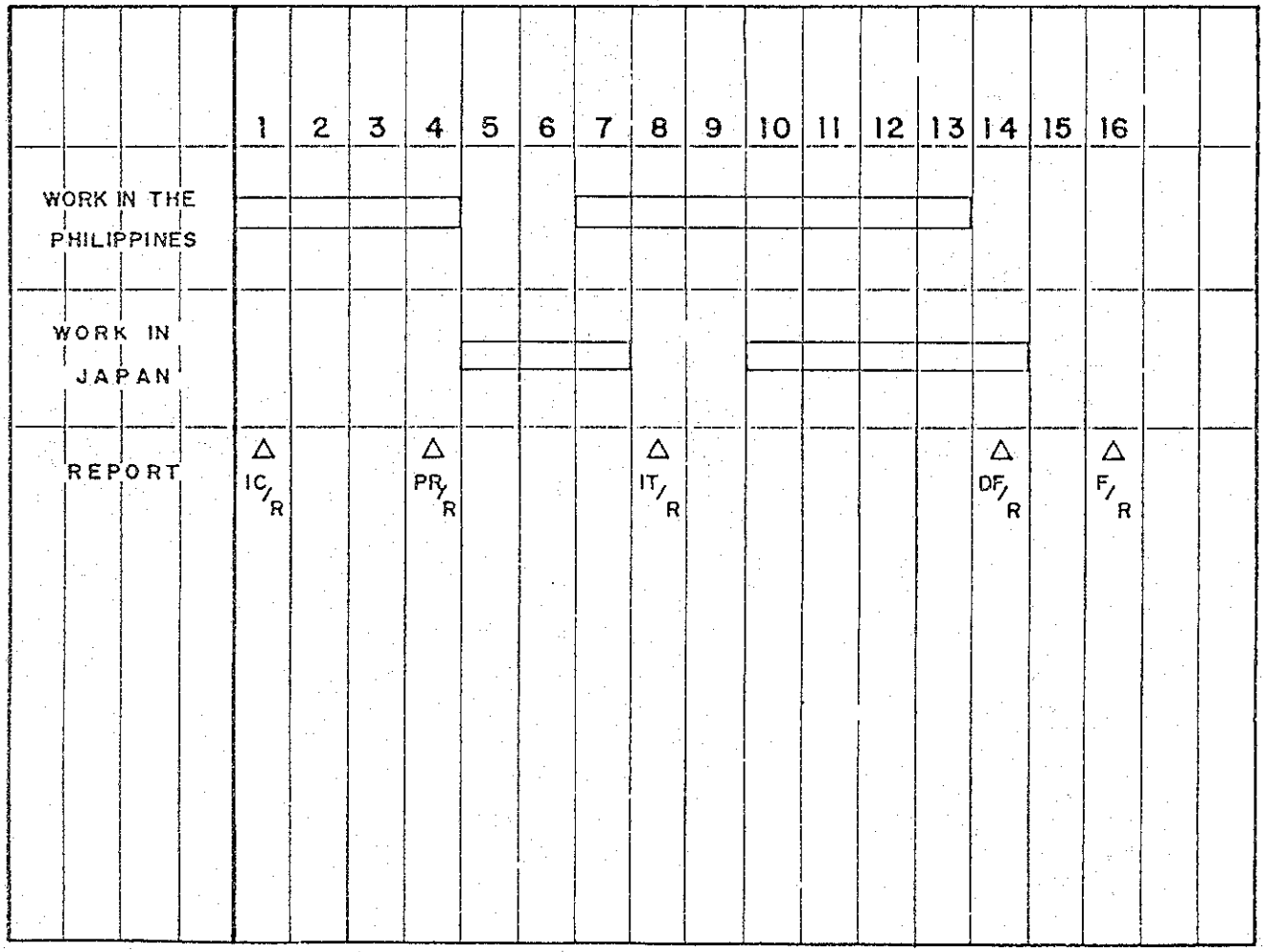
2. To pursue technology transfer to the Philippine counterpart personnel in the course of the Study

IX. CONSULTATION

JICA and LWUA shall consult with each other in respect of any matter that may arise in the interpretation or implementation of this arrangement.

ANNEX I

TENTATIVE SCHEDULE



MINUTES OF THE MEETING

GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY IN PANAY ISLAND

IN

THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES

Manila, December 9, 1987

Porthos P. Alma Jose
Administrator
Local Water Utilities
Administration

山下 生比古

Ikuhiko Yamashita
Leader, Japanese
Preliminary Survey Team
The Japan International
Cooperation Agency

MINUTES OF THE MEETING

The Japanese Preliminary Survey Team and the Philippine counterpart of LWUA held a series of discussion during December 1 to December 9, 1987 concerning the Implementing Arrangement for the Groundwater Development Study in Panay Island. The following minutes were prepared to confirm the main issues discussed and matters agreed upon by both parties.

I. Clarification or additional explanation for Implementing Arrangement

1. The Study Area

The study area will comprise of the following:

AKLAN

1. Kalibo
2. Numancia
3. New Washington
4. Banga
5. Ibajay
6. Malay

ILOILO

1. Miagao
2. Sara
3. Leon
4. Lambunao

CAPIZ

1. Ivisan
2. Pontevedra
3. Pilar

Test wells will be drilled in four (4) municipalities which will be selected based on the result of field survey including electrical soundings. If circumstances allow, additional drilling of other selected municipalities will be done.

2. Execution of observation holes

The existing wells can be used as alternatives for observation holes.

3. Reports

Final report shall be prepared for every municipality (one volume per municipality).

II. Both parties agreed on the following items:

1. LWUA to visit and coordinate with the thirteen (13) municipalities in order to get the cooperation for study. The time of visit shall be after the local election up to the start of full-scale study.

2. LWUA to arrange for the use of aerial photographs of the municipalities and provide the necessary maps including street maps.

3. LWUA to provide counterpart or support staff in the field of water supply, geology, geophysics, groundwater, drilling, water quality, hydrology and administration.

4. LWUA to conduct water quality analysis

III. OTHERS

1. LWUA requested the donation of a set of drilling rig, support vehicles and equipments. LWUA has on-going and future drilling projects all over the country, and experience shows that implementation schedule has been always slowed down due to frequent breakdown of existing rigs. The Japanese Preliminary Survey Team took note of it.

2. LWUA explained the difficulty of providing two service vehicles with drivers in Panay Island because there's no LWUA offices there. However, LWUA will coordinate with the existing Water Districts in the Island for possible use of vehicles during the field survey.

3. LWUA explained the difficulty of the use of one of the three geoelectric survey equipments for this project because presently those equipment are being used all over the country and is already scheduled for future programs.

面会者リスト

地方水道公社（LWUA）

1	Mr. Porthos P. Alma Jose	: Administrator
2	Mr. Vitaliano J. dela Vega	: Deputy Administrator for Regulatory
3	Mr. Alfredo B. Espino	: Manager, Planning Department
4	Mr. Ulie G. Basa	: Civil Engineer / Iloilo WD
5	Mr. Jorge Mateo	: Professional Engineer D, Water Resources Division
6	Mr. Carlos	: Civil Engineer / Roxas WD
7	Mr. Avelino M. Domingo Jr.	: General Manager / Kalibo WD

イロイロ県庁

1	Mr. Mosohni Baticados	: Officer-in-charge Governor

調査対象市町村関係者

1	Mr. Protacio Roncesvalles	: ランブナウ Officer-in-charge Mayor
2	Mr. Elmo S. Escrupulo	: サラ Waterworks Supervisor, Sara Municipal Waterworks System
3	Mr. Bobby C. Villan	: レオン Coordinator, Municipal Planning Department
4	Mr. Raquel Olandia	: ポントベドラ Municipal Planning and Development, Coordinator
5	Mr. Robert Alba	: ピラル General Manager of Pilar Water District
6	Mr. Nicasia Pisuena	: イビサン Officer in Charge
7	Mr. Romulo Magsingon	: バンガ Municipal Secretary
8	Dr. Eriberto Venus	: ニューワシントン Officer in Charge

9　Mr. Romulo Gomez　：ヌマンシア
General Manager of Numancia Water District

10　Mr. Jesus Venus　：イバハイ
Superintendent of Ibajay Water Works

ロハス水道区

1　Mrs. Carmen Andrade　：Chairman of the Board

カリボ水道区

1　Mr. Robert Cheng　：Vice Chairman

在フィリピン日本大使館

1　安　達　一　彦　　一等書記官

JICA マニラ事務所

1　大　島　勝　彦　　次　　長

2　小　澤　勝　彦　　所　　員

収集資料リスト

1. General Information on the Operations of the LWUA
2. Provincial Water Utilities Act of 1973(as amended)
3. Local Water Utilities Administration(1986 Annual Report)
4. The LWUA Primer
5. Pre-feasibility Study Report(Leon, Sara, Banga, Pontevedra, New Washington)
6. 柱状図
7. River Discharge Data
8. パナイ島の各種地図(Geologic Map, Isohyetal Map, Hydrologic Map, Groundwater Specific Capacity Map, Groundwater Maximum Safe Capacity Map, Cyclogram Map)
9. Water Supply Feasibility Study, Roxas City

本格調査必要機材リスト

	機　材　名	数　量	仕　　様
1)	電気探査装置	1式	スタッキング型，パワーブースター付き，探査深度150～200m
2)	簡易水質計及び採水器	各1台	携帯用 測定項目：pH，温度，溶存酸素，濁度，電気伝導度
3)	簡易水位計	1台	携帯用，測定範囲50m
4)	自記水位計（浅井戸用）	3台	フロート式，測定範囲0～10m，記録期間1カ月以上
5)	流速計	1台	アナログ直読式，測定範囲0.1～2.7m/s
6)	ボーリング機材	1式	トラクター搭載型，ロータリーヘッド 泥水ポンプ設備 掘さく用具 ケーシング用具及び事故回復用具 井戸洗浄用機材 ケーシングパイプ，スクリーン，付属品 検層器 揚水試験設備
7)	資材運搬用車輛	1台	3トン簡易クレーン付中型トラック

JUSTIFICATION FOR THE NEEDS OF DRILLING EQUIPMENT

The Local Water Utilities Administration (LWUA) is tasked to undertake the development of water supply systems throughout the country.

From its creation in 1973 to the present, LWUA has, so far conducted about 100 Feasibility Studies and has constructed about 70 water supply systems. In its experience about 90% of all feasibility study projects required the construction of test/exploratory wells to ascertain water sources for said studies. In most cases however, the studies encountered delays their completion as test well drilling are hampered by lack of drilling equipment.

In 1981, LWUA acquired 6 drilling rigs to increase the capability of LWUA in developing sources. Three of these drilling rigs are rotary type one of which is capable of drilling to a maximum depth of 300 meters while the other is capable of drilling to a maximum depth of 150 meters. The other 3 drilling rigs are percussion type of similar make and capable of drilling to a maximum depth of about 100 meters.

Each of the LWUA drilling rigs are able to complete 1 well every 3 months on the average or a toal of 24 wells per year. However, LWUA conducts about 30 Feasibility Study projects per year which require approximately 25 test/exploratory wells. In addition, about the same number of production wells has to be drilled to meet the water requirements of these projects. Furthermore, there are other completed water supply systems which are expanding and needs the drilling of additional production wells to support their expansion program. The overall drilling activity is about 70-80 wells per year.

With the limited capability of LWUA in tackling the drilling of wells, local drillers are being contracted by LWUA to construct these wells beyond the capability of LWUA.

However, it takes a much longer time for these drilling contractors to accomplish the drilling work due to limited financial capability or old/aging drilling equipment which often breaks down during the drilling program. Furthermore, only a limited number of drilling contractors are capable of drilling large diameter wells of depths ranging from 150-300 meters deep. Hence, the drilling program for source development especially for the drilling of production wells are being delayed.

Since most of the wells to be drilled are in the range of 150-300 meters, only 5 drilling contractors with an average of 3 drilling rigs per contractor are capable of doing such undertaking. A backlog in the drilling program is being experienced and continously increases as it can not be handled by LWUA as well as drilling contractors being hired by LWUA. In effect, the delayed completion of source development also delays the completion of the design and construction program of the water supply systems because they are very dependent on the former.

Recommendation:

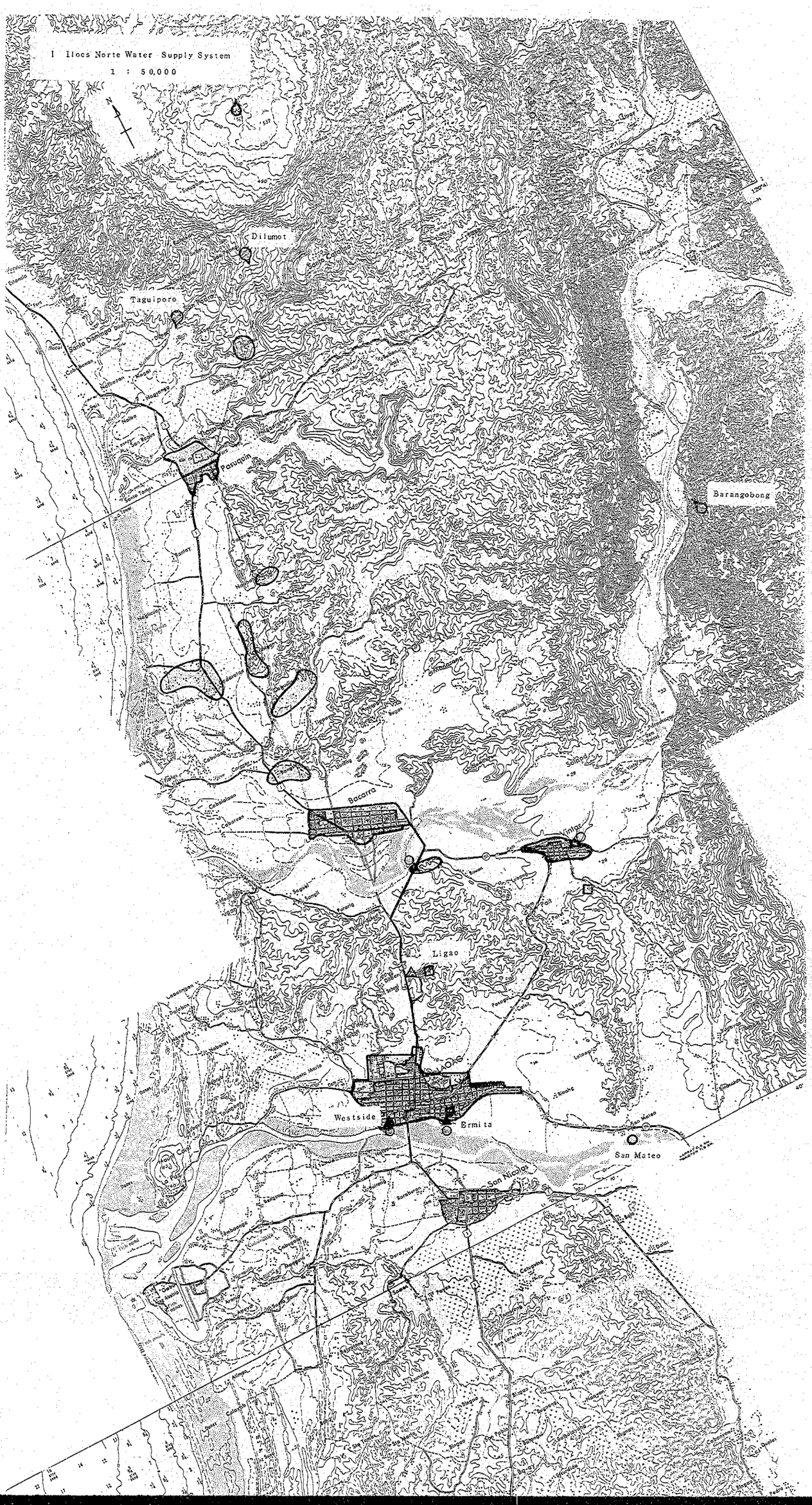
1. Increase the capability of LWUA to drill additional wells by acquiring additional drilling rig(s).

2. Such drilling rig should be capable of drilling to a maximum depth of 300 meters.

Conclusion:

With the acquisition of additional drilling rig(s), the present backlog in the drilling of test/production wells will be reduced considerably. The present and the additional drilling rigs will be very active as the number of water supply systems being developed is increasing annually considering that the area of coverage of LWUA has tremendously increased due to the LWUA-RWDC merger.

PORTHOS P. ALMA YOSE
Administrator
LWUA


I Ilocs Norte Water Supply System
1 : 50,000
N
Dilumot
Taguiporo
Pasuquin
Barangobong
Bacarra
Ligao
Westside
Ermita
San Mateo
San Nicolas

凡例
記号
内容
給水区域
主要送配水管
配水池
ポンプ場
井戸
湧水
＊塗りつぶしていないものは、現在使用していない施設である。（休止中、廃止中）
Ermita
San Mateo
Westside
Ligao
Tamorong
Bocong
Bacon
Sorsogon
Bacon
Bacon

JICA