Ⅰ．サラ町（カピス県）

1．潜在水源の分析

1．1　地形・地質

サラのポブラシオンは海岸より10km内陸に入った標高20mの平野の上に位置する。高さ 200～ 300mの山陵が町の北～西部を囲み、小水系により閉折されていて、これらの水系に沿って発達する山間平地をはじめ、ポブラシオン周辺の平野は、概ね水田として開けている。

地質はFig.Ⅰ－2に示したように、山地にはサラ閃緑岩が広く分布し、平野部は、これを覆う沖積層からなる。

1．2　既存水源

サラ町には水道組合があり、2の水系の表流水を堰止めて建設したダム（コボトンガンダム、アグバヤティンダム）から、配水管により約6km引っ張ってポブラシオンの各戸に給水している。しかしながらこれらの給水システムは1930年に建造されたものであり、老朽化して完全には機能していない。

この他にアグバヤティンダムの南を流れるアリバヨッグ川は、前記の2水系よりは流量が多いが、水田の灌漑に使用されている。

水道施設が不完全であるため、浅井戸を使用している住民も多い。これらをまとめてFig.Ⅰ－3に水源位置を示した。

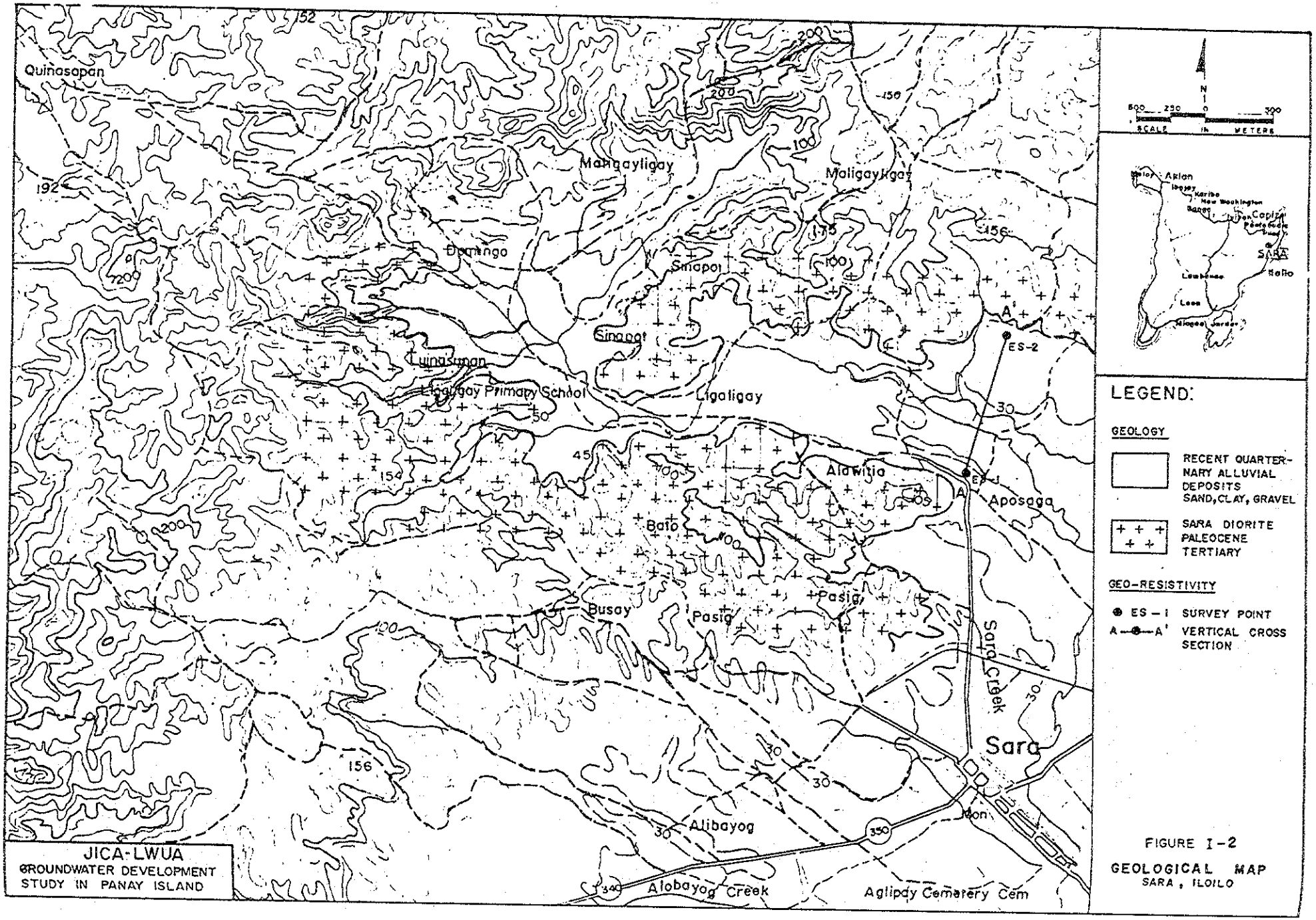


FIGURE I-2
GEOLOGICAL MAP
SARA, ILOILO

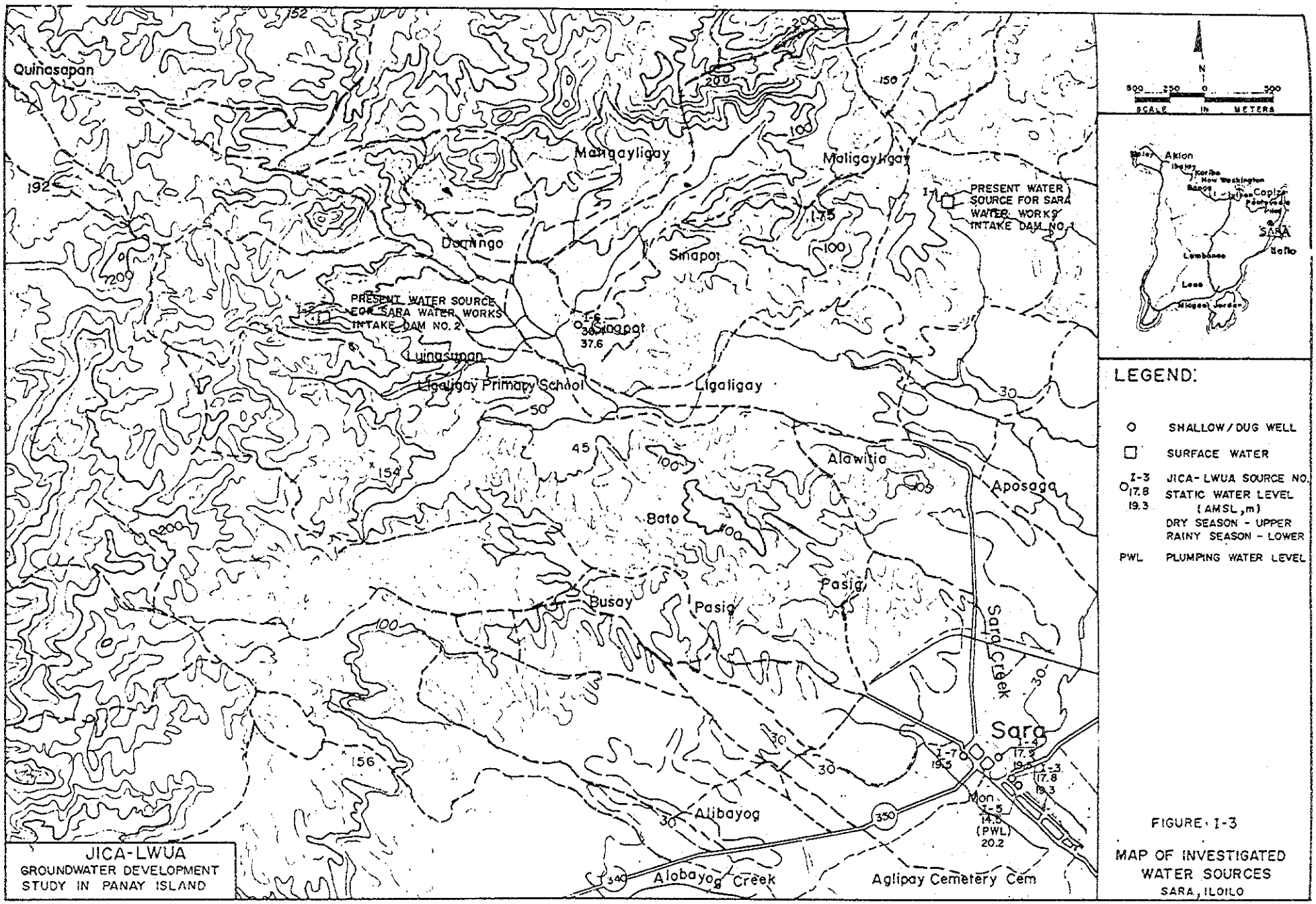


FIGURE I-3

MAP OF INVESTIGATED WATER SOURCES

SARA, ILOILO

表ⅡⅠ－1　井戸調査表

水源No.	位置	地質	井戸の深さ m	井戸の標高 m	井戸静水位 乾期 水位高 m	井戸静水位 乾期 水位標高 m	井戸静水位 雨期 水位高 m	井戸静水位 雨期 水位標高 m	備考
No.1 コボトンガンダム	ボブラシオン 北6km	閃緑岩						雨期 177㎥／日 乾期 259㎥／日	
No.2 アグバヤティンダム	ボブラシオン 西北5.5km	〃						雨期 197㎥／日 乾期 2,205㎥／日	
アリバヨック川	ボブラシオン 北西々5km	〃						雨期 430㎥／日 乾期 3,800㎥／日	
I-3	ボブラシオン	風化した閃緑岩	15.48	22.5	−4.74	17.8	−3.20	19.3	
I-4	〃	〃	21.0	22.9	−4.95	17.9	−3.35	19.5	
I-5	〃	〃	16.51	21.5	-6.98*	14.5*	−1.29	20.2	*揚水中
I-6	バランガイ マラバヤ	〃	24.81	41.1	−4.65	36.4	−3.50	37.6	
I-7	ボブラシオン	〃	24.79	22.5	—	—	−2.99	19.5	

表Ⅱ　Ⅰ－1よりみて、井戸の深さに比し、静水位が高いことが目立つ。

井戸掘削時の資料がないため、沖積層中の地下水か、風化した閃緑岩中の地下水なのか詳らかでない。

1．3　潜在水源の調査

1．3．1　電気探査の結果

電気探査では沖積層の下部に賦存する閃緑岩体中の地下水を求めるべく、Fig.Ⅰ－2に示した地点にて測定した。その解析結果は表Ⅱ　1－2に示したが、付近で実施されたボーリングの資料がないために、解析結果と対比して、判断することがむずかしい。

表ⅡⅠ－2　　電気探査解析結果

測点 No.	標高(海抜) m.	地　形	比　抵　抗　層					
			1		2		3	
			ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m
ES-1	35	沖積平野	27	0.8	41	10	780	－
ES-2	38	〃	58	0.6	19	4	630	－

1．4　水質分析

Fig.Ⅰ－3に示した地点の表流水、井戸の水質分析結果を表ⅡⅠ－3に示す。

表ⅡⅠ－3　水質分析結果

	水源No.	所有者	水温 ℃	pH	電気伝導度 μS/cm	全鉄 ppm	マンガン ppm	アンモニア性窒素 ppm	備考
乾期	I-1	水道組合	—	8.3	240	nil	nil	<0.4	No.1 コボトンガンダム
	I-2	〃	27.5	8.0	220	nil	—	nil	No.2 アグバヤティンダム
	I-3	個人	30.5	6.7	250	<1.0	nil	—	
	I-4	DPWH	33.0	6.6	190	nil	nil	nil	
	I-5	公設市場	29.5	6.6	800	nil	—	—	
	I-6	マラバヤ小学校	30.0	6.8	240	nil	—	—	
	I-7	個人	29.3	6.2	480	1.5	nil	nil	
雨期	I-1	(上記)	28.2	7.4	205	nil	—	nil	
	I-2	(〃)	27.0	8.1	175	nil	—	nil	
	I-3	(〃)	29.4	6.9	132	—	—	—	
	I-4	(〃)	30.5	6.7	184	—	—	—	
	I-5	(〃)	28.9	6.6	620	nil	—	nil	
	I-6	(〃)	28.8	6.9	328	0.2	—	nil	
	I-7	(〃)	28.6	6.3	472	1.0	—	nil	
	アリバヨッグ川		28.2	8.0	170	Tr.	—	nil	

本調査地域においても、表流水のpHはアルカリ性であり、一方井戸水はやや酸性であること、また公設市場の深井戸の水は、電気伝導度が他に比し、著しく高く、電解質物が多いことが目立つ。

2.　結論と要望事項

今回の調査期間は極めて短く、充分な調査ができなかったが、沖積層の厚さは薄く、そのため沖積層中には大量の水を包含する帯水層はない。深井戸による地下水開発は、閃緑岩体中の裂か水を対象とせざるを得ない。このためには、未だ調査不足と言えよう。

したがって当面、既存給水施設の修理により、給水量の増加を図ると共に、アリバヨッグ川の水開発が給水容量の増加に最も効果のある、手段である故に、灌漑用水利用者との接渉が望ましい。

J. ランブナオ町（イロイロ県）

1. 潜在水源の分析

1. 1 地形・地質

調査地域は標高 200m未満の低い山地がゆるやかに連続し、その間をハラウル川の一支流のウリアン川が南西から北東方向に曲流している。ランブナオ町のポブラシオンはこのウリアン川により形成された最上位の標高 160m～ 170mの河岸段丘に位置する。

調査地域の地質はFig. J－2に示したように、新第三紀鮮新世のウリアン層はウリアン川両岸に広く分布露出している。ウリアン層は比較的厚いシルト岩中に、薄い砂質岩を挟む。軟弱、塊状のため、走向、傾斜は全般的に測り難いが、全体的には走向は N10°～20° E 、傾斜は水平である。

河岸段丘がウリアン川両岸の山腹に数段認められ、上部はシルト質、下部は砂礫となる。沖積層はウリアン川の流路に沿い堆積しており、アンティケ山脈を形成している古期岩類の亜円礫を主とした砂礫層よりなる。

1. 2 既存水源

ウリアン川の流域面積は 115km²であり、年間流出量は1.46億m³（NWRC報告）であり、一日当りに換算すると 400,000m³／日となる。一方流量計を使って、乾期のウリアン川の流量を測った結果は、65,000m³／日と計算されき、約 1/6となる。一方雨期の1988年10月1日に測った流水量は 430,000m³／日であった。

このように流量は豊富で、ポブラシオンから僅か 1.3kmしか離れていないが、ポブラシオンと川との比高が90mもあるために、伏流水の利用は行われていない。

住民は段丘堆積物中の地下水を対象として掘られた浅井戸に依存している。

これらの井戸の位置はFig. J－3に示した。

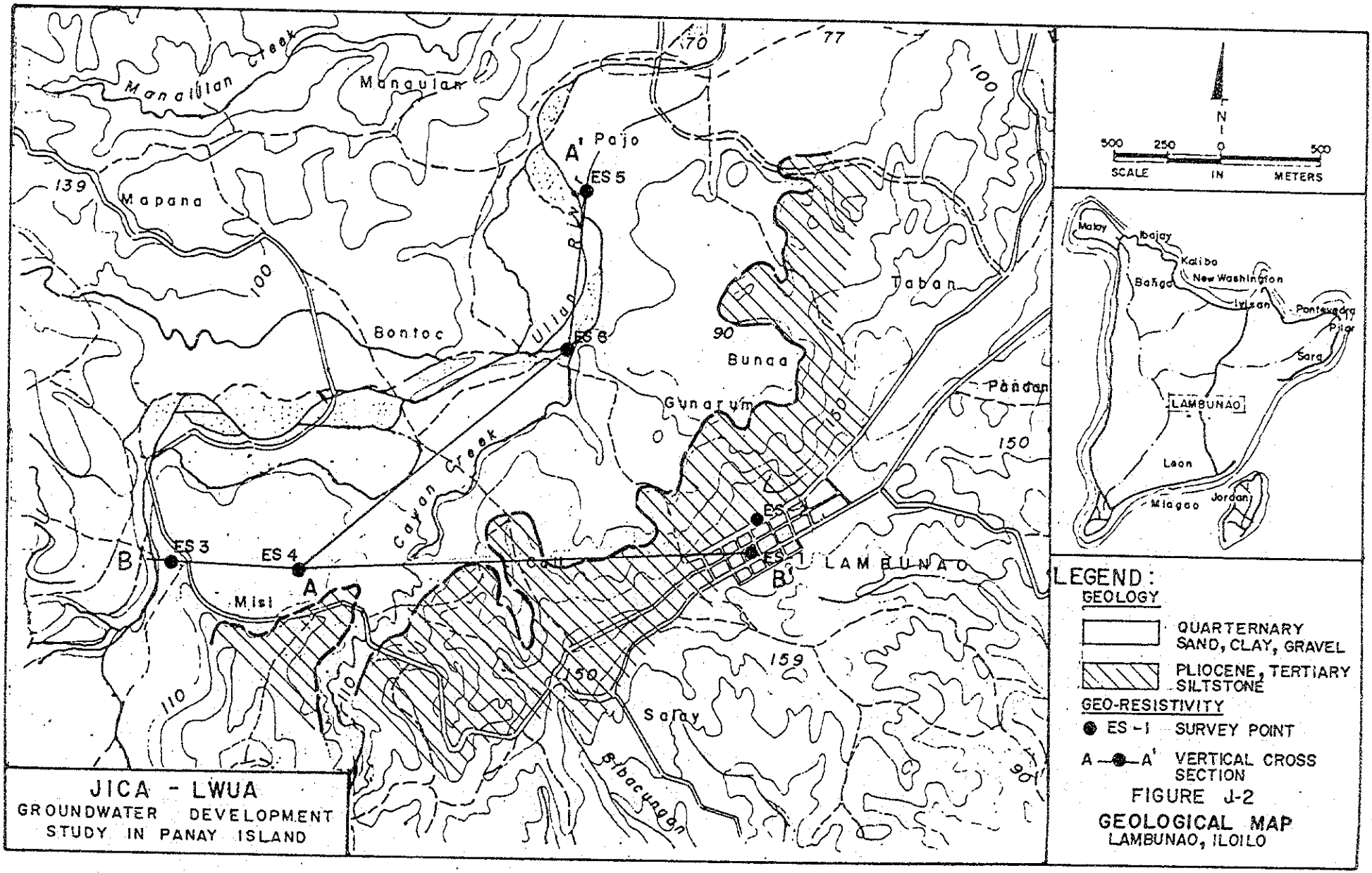
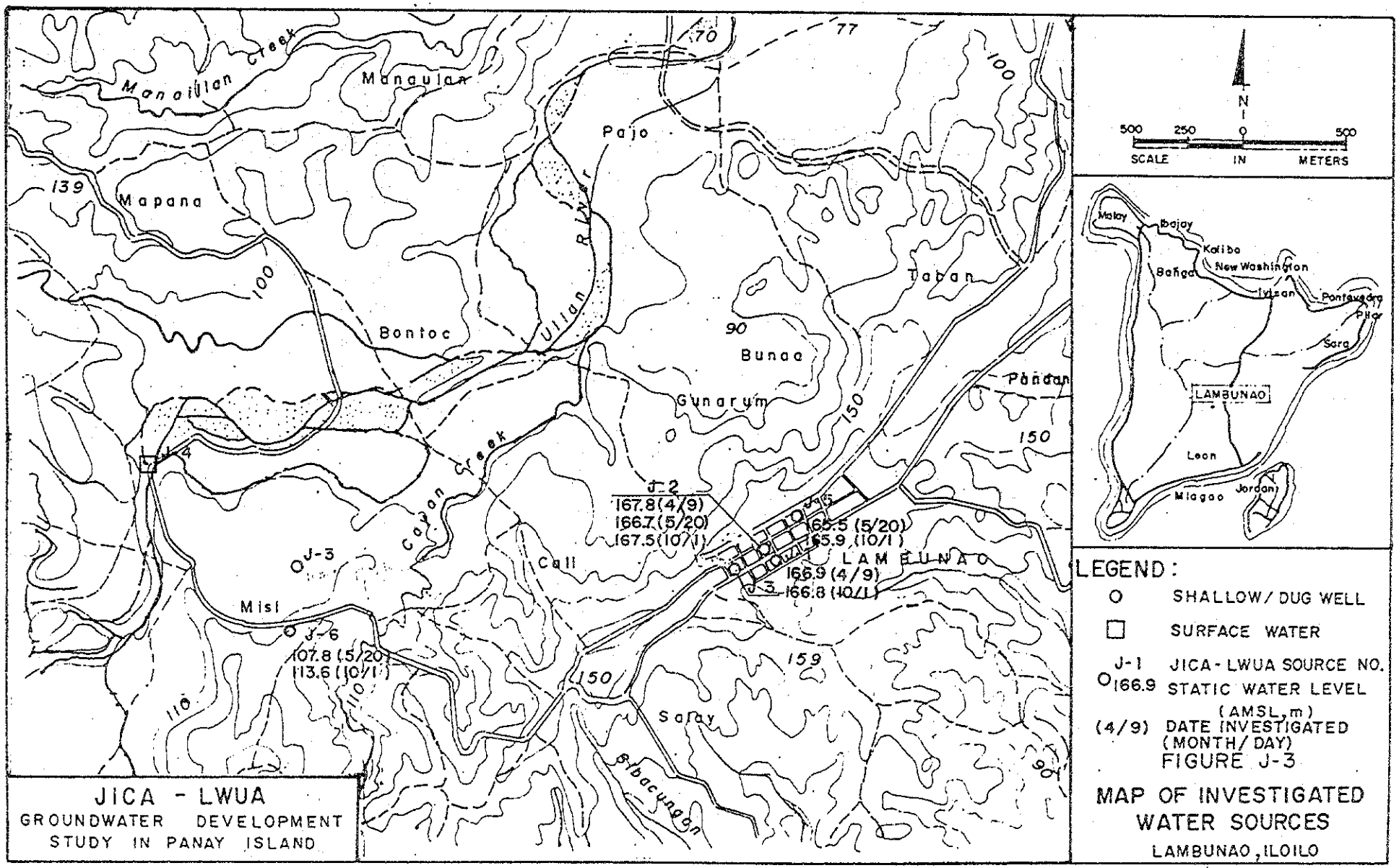


FIGURE J-2
GEOLOGICAL MAP
LAMBUNAO, ILOILO


Manailian Creek
Manaulan
Pajo
Mapana
Bontoc
Ulian River
Tapan
Bunao
Gunarum
Pandan
Cajan Creek
Call
Misi
Saray
Sibacungan
LAMBUNAO
J-2
167.8 (4/9)
166.7 (5/20)
167.5 (10/1)
J-3
J-4
J-5
165.5 (5/20)
165.9 (10/1)
166.9 (4/9)
166.8 (10/1)
J-6
107.8 (5/20)
113.6 (10/1)
170
77
100
139
90
150
159
110
N
500 250 0 500
SCALE IN METERS
Malay
Ibajay
Kalibo
New Washington
Banga
Ivisan
Pontevedra
Pilar
Sara
LAMBUNAO
Leon
Miagao
Jordan
LEGEND:
SHALLOW/ DUG WELL
SURFACE WATER
J-1 JICA-LWUA SOURCE NO.
166.9 STATIC WATER LEVEL (AMSL, m)
(4/9) DATE INVESTIGATED (MONTH/ DAY)
FIGURE J-3
MAP OF INVESTIGATED WATER SOURCES
LAMBUNAO, ILOILO
JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY IN PANAY ISLAND

表ⅡＪ－１　井戸調査表

水源No.	位置	地質	井戸の深さ m	井戸の標高 m	井戸静水位 乾期 水位高 m	井戸静水位 乾期 水位標高 m	井戸静水位 雨期 水位高 m	井戸静水位 雨期 水位標高 m	備考
J-1	町役場	段丘堆積物	10.98	169.3	−2.39	166.9	−2.45	166.8	
J-2	ﾎﾟﾌﾗｼｵﾝ	〃	4.53	168.8	−1.00	167.8	−1.32	167.5	1988.4.9
J-2	〃	〃	4.53	169.8	−2.08	166.7	−	−	1988.5.20
J-5	〃	〃	7.15	167.0	−1.45	165.5	−1.05	165.9	
J-6	ES-4付近	〃	7.54	114.0	−6.18	107.8	−0.36	113.6	

段丘堆積物の厚さは、それ程厚くなく、また下部のウリアン層は難水層であるため、調査地域においては、深井戸による地下水開発は難しい。

１．３　潜在水源の調査

１．３．１　電気探査結果の評価

電気探査は、河岸段丘の下位にあるウリアン層中の帯水層を把握するべく、Fig.Ｊ－２に示した地点で測定した。解析結果は表ⅡＪ－２に示したが、全般的に比抵抗値は小さく、帯水層になりうるような、砂質、砂礫質部はなかった。

表ⅡJ－2　電気探査解析結果

測点 No.	標高 (海抜) m	地形	比抵抗層 1 ohm.m	1 m	2 ohm.m	2 m	3 ohm.m	3 m	4 ohm.m	4 m	5 ohm.m	5 m
ES-1	170	上位段丘	12	0.7	60	2.2	7	30	3	56	8	—
ES-2	168	〃	60	0.5	15	3.8	4	34	2	—	—	—
ES-3	105	沖積層	19	0.9	48	5.4	1	21	15	—	—	—
ES-4	108	〃	5	1.0	11	20	4	—	—	—	—	—
ES-5	75	〃	45	1.0	180	4.2	<2	—	—	—	—	—
ES-6	80	〃	7	1.0	29	11	3	—	—	—	—	—

1．3．2　その他の水源

その他の水源として、イロイロ・アンティケ県境に近い、ランブナオ町の最も西のバランガイ・コバタンガンにティナゴン・ダカット湖がある。湖はランブナオから県道を行くこと16kmで達し、周囲をコンディレラ山脈に囲まれた火口の中にある。湖面は50,000㎡あり、その水は高さ 250mの火口壁を刻んで、ウリアン川に流下する。この湖について既に次のことが判っている。

1) 湖水面は、夏の永い日照の時も変わらない。湖の周囲には沢山の泉が噴き出して水面を維持している。
2) 時々6月～7月の間に水の色が赤く変色することがある。
3) 台風の時には湖からの流出水は深さ 0.6mに達する。
4) 湖の深さを計る為に約 120mのコードが使われたが、底につく迄にコードが切れたため不明である。

1987年6月、水道・灌漑用にこの水を開発するために、政府機関からの援助が決定された。このプロジェクトはウリアン総合灌漑プロジェクト（Ulian CIP.）と呼ばれ、ランブナオ町から水道システムについては、LWUAに要望されている。現在、世界銀行の資金援助による、ハラウル川総合開発計画(MRMP)は、30,200haの地域を4つの灌漑システムにより灌漑する計画で NIAにより進められており、JRMP-Stage I と呼ばれている。その灌漑地域はFig. J－6に示してある。

更にJRMP-Stage II では灌漑面積を36,000haに拡げ、20,000Kwの発電と、家庭用水、工業用水を供給すべく、ハラウル川に 145mのアッチダム（有効貯水量3.37億m³）の建設が計画されている。

ティナゴン、ダガット湖の地質工学的な調査は、1987年12月にランブナオ町およびNIA 等の共同で行われた。

いづれにしても、ランブナオ町の給水システムの水源として、ティナガヨンダガット湖を開発することが優先的なことである。

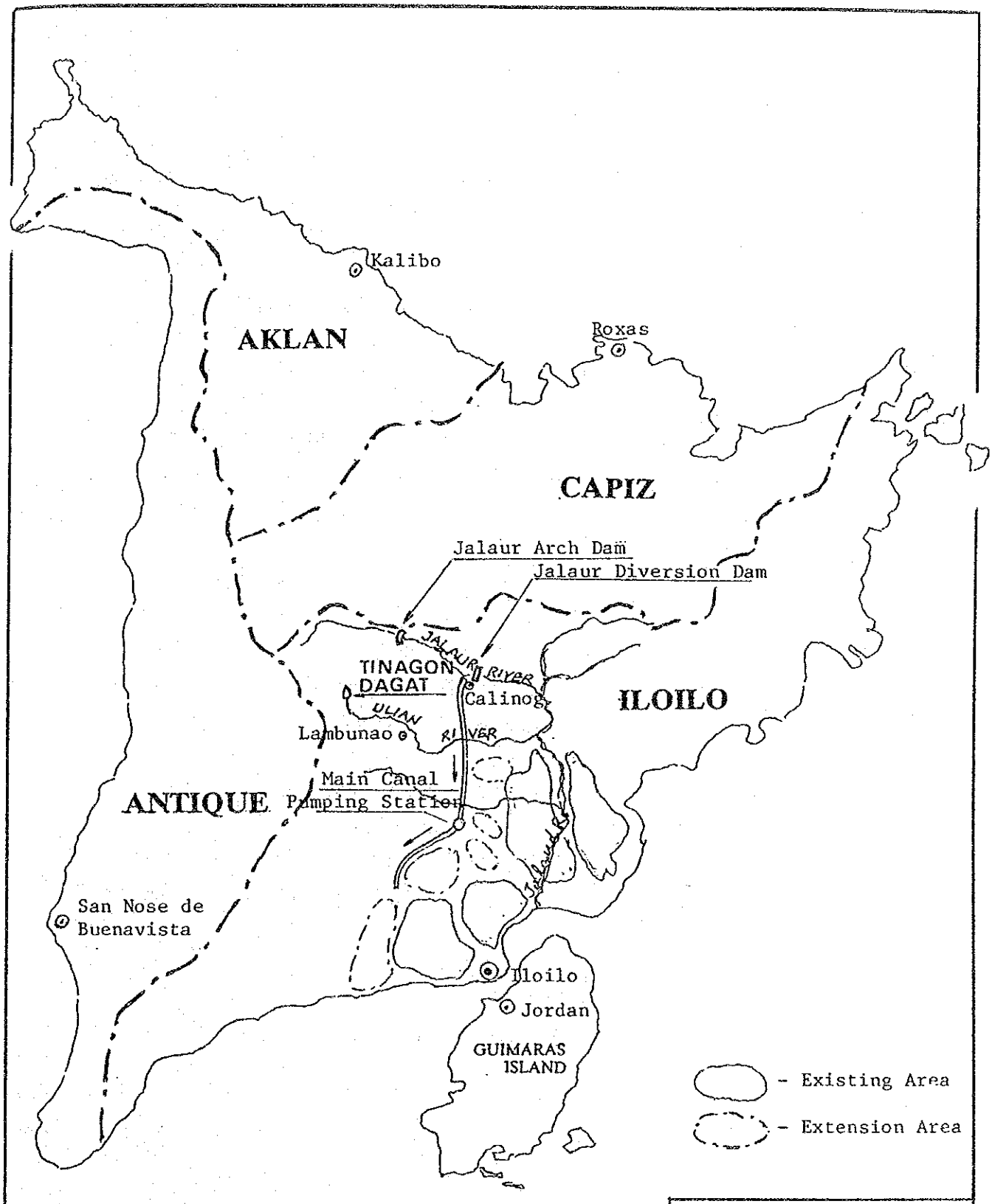
1．4　水質分析

Fig. J－3に示した各井戸における観測結果は次表のとおりである。

表II J－3　　水質分析結果

	水源 No.	所有者	水温 ℃	pH	電気伝導度 μS/cm	全鉄 ppm	マンガン ppm	アンモニア性窒素 ppm	備考
乾期	J-1	町役場	28.2	7.0	550	nil	nil	nil	
	J-2	共同	28.2	6.8	820	nil	nil	nil	
	J-3	〃	28.7	6.8	290	0.1	nil	nil	
	J-4	ウリアン川	32.1	8.6	3,680	nil	nil	nil	
雨期	J-1	(上記)	28.3	7.0	337	nil	—	nil	
	J-2	(〃)	29.7	6.9	540	Tr.	—	0.4	
	J-4	(〃)	26.5	8.4	344	nil	—	nil	
	J-5	個人	27.2	7.4	700	—	—	—	
	J-6	〃	28.4	6.8	427	Tr.	—	nil	

本調査地においても、表流水がアルカリ性であることが目立つ。



JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE J - 6
TINAGON DAGAT AND JALAUR RIVER MULTIPURPOSE PROJECT

2. 結論と要望事項

調査地域の基盤をなすウリアン層は、不透水性のシルト質岩が厚いため、帯水層の存在の可能性は少ないので、深井戸による地下水開発は大変むずかしい。

概念的には、ウリアン川の河床水を給水システムの水源とすることが、最も実用的な方法だが、給水施設の建設費および川からポブラシオンまでのポンプの揚程が大きいため、揚水費が高くなることに留意すべきである。

K. レオン町（イロイロ県）

1. 潜在水源の分析

1. 1 地形・地質

調査地域は標高 100m前後の低平な丘陵地帯をなし、その間をシバロン川が南に流れている。シバロン川の両岸には、数段の河岸段丘がのっており、ポブラシオンは最上位の段丘上に位置し、シバロン川水面との標高差は約60mである。

調査地域の地質は、Fig. K－2に示したように、新第三紀層のタラオ層が基盤をなし、その上位に河岸段丘堆積層がのっている。沖積層はシバロン川沿いに薄く分布する。

基盤のタラオ層は主にシルト岩よりなるが、時に砂岩の薄層とリズミカルな互層をなし、その走向、傾斜は概ね N50° E、20° SEである。

段丘堆積物は、その厚さ5～10mで、アンティケ山脈を構成しているチャート、硬砂岩、閃緑岩等の円礫と土砂からなる。

沖積層は、シバロン川沿いに、同様岩種の円礫と土砂からなり、厚さは10m未満である。

1. 2 既存水源

表流水としては、ポブラシオンの東 0.5kmを流れるシバロン川は、流域面積 107km²、しかもポブラシオンと比高は10m程度であり、水源としての開発が最も可能性がある。

流速計を使用した流量を観測した結果は次のとおりである。

i） 全流量は乾期(1988.4.12) には、21,800m³／日、雨期 (1988.10.8)には、883,700m³／日と計算された。

ii） 河川断面は乾期は2.3m²であり、雨期は9.4m²であった。

iii） 平均流速は乾期で0.11m/s、雨期は1.09m/secである。

NWRCによれば、シバロン川の年間流出量は 1,272mm、すなわち、1.36億m³と報告されたている。したがって平均日流量は、373,000 m³／日であり、乾期に測定した測定量は、その6％に当たり、雨期の測定量は237％に当たる。

シバロン川の平均日流出量に関するNWRCの1957年以来の記録を表ⅡK－1に示した。

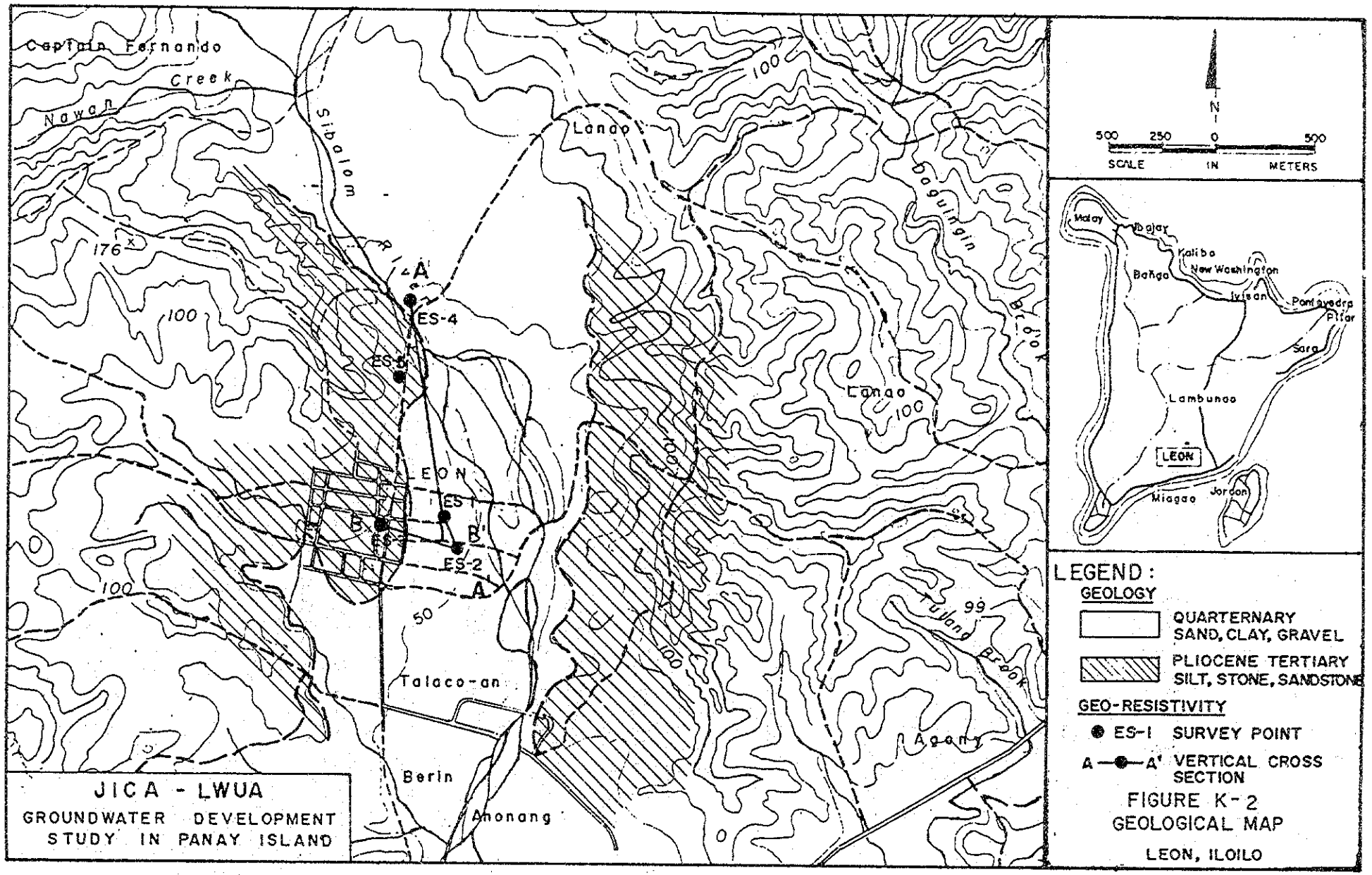


FIGURE K-2
GEOLOGICAL MAP
LEON, ILOILO

表IIK-1 AVERAGE DAILY DISCHARGE (SIBALOM RIVER at Omambong, Leon, Iloilo) Unit: cu.m/sec.

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1957	7.32	2.01	1.20	1.61	1.14	1.71	16.54	12.94	7.55	6.82	1.22	0.54
1958	0.36	0.33	0.22	0.17	0.65	1.79	5.18	4.32	8.41	14.18	********	3.51
1959	0.77	0.33	0.84	0.70	0.80	2.28	5.39	4.12	5.05	3.22	3.02	1.41
1960	0.33	0.14	0.14	0.25	0.42	6.51	4.40	9.26	4.09	8.11	2.10	0.40
1961	0.45	0.53	0.36	0.38	1.12	1.79	7.53	9.02	5.82	5.77	1.74	1.27
1962	0.85	0.92	0.79	1.41	0.98	2.46	6.82	11.40	10.51	7.49	2.75	1.41
1963	1.22	1.11	1.11	1.36	1.54	1.75	1.86	8.61	13.65	3.59	0.48	3.52
1964	0.16	0.16	0.16	0.17	0.22	3.80	9.91	14.23	0.89	2.14	9.04	3.27
1965	2.93	1.51	0.63	0.74	1.13	6.13	13.66	3.90	3.36	2.93	1.18	1.12
1966	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********
1967	13.08	10.94	9.21	1.17	8.14	19.13	50.24	38.19	7.89	**********	**********	**********
1968	0.23	0.16	0.14	0.14	0.18	0.23	1.21	7.30	2.55	2.90	3.39	3.38
1969	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	12.59	2.05	0.29	0.66
1970	0.21	0.13	0.14	0.12	0.21	0.76	4.85	2.10	1.35	7.00	3.69	1.69
1971	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********
1972	1.53	0.70	0.61	0.26	1.12	0.56	0.88	2.10	26.08	7.08	3.48	6.40
1973	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********
1974	2.04	1.46	0.92	0.87	0.99	4.89	**********	**********	3.38	4.97	1.43	1.79
1975	1.63	********	0.62	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********	**********
1976	**********	**********	**********	**********	**********	1.50	1.01	0.94	**********	**********	**********	1.16
MAXIMUM	13.08	10.94	9.21	1.61	8.14	19.13	50.24	38.19	26.08	14.18	9.04	6.4
AVERAGE	2.21	1.46	1.14	0.67	1.33	3.69	9.25	9.17	7.54	5.59	2.60	2.10
MINIMUM	0.16	0.13	0.14	0.12	0.18	0.23	0.88	0.94	0.89	2.05	0.29	0.4
SampleNo	15	14	15	14	14	15	14	14	15	14	13	15
ST. DEV.	3.51	2.79	2.26	0.53	2.00	4.69	12.69	9.35	6.43	3.26	2.24	1.62

レオンのポブラシオンの下流3kmにあるオマムボングで観測された平均日流出量は338,600㎥／日で年間の流出量は1,056mmとなり、NWRCの報告数字とほぼ平衡している。

レオン町には給水システムがない為に、住民は個人またはDPWHの作った浅井戸により飲料水を賄っている。これらの浅井戸はいづれも段丘堆積物より水を得ている。ポブラシオンの近くに USAID基金により1985年に掘られた深井戸があるが、この井戸の深度や揚水試験に関する信頼できるデータは全くない。ポブラシオンにおいて観測した井戸については、Fig.K－3および表ⅡK－2に示した。

表ⅡK－2　井戸調査表

水源No.	位置	地質	井戸の深さ m	井戸の標高 m	井戸静水位 乾期 水位高 m	井戸静水位 乾期 水位標高 m	井戸静水位 雨期 水位高 m	井戸静水位 雨期 水位標高 m	備考
K-3	ポブラシオン	段丘堆積物	8.53	55.4	-3.71	51.7	-1.54	53.9	USAIDの深井戸
K-4	〃	〃	4.05	55.6	-2.92	52.7	-1.00	54.6	
K-6	〃	〃	8.96	57.6	-6.62	51.0	-1.45	56.1	
K-7	〃	〃	8.02	58.7	-5.28	53.4	-0.60	58.1	
K-8	〃	〃	9.63	59.4	-6.17	53.2	-1.20	58.2	
K-9	〃	〃	7.37	61.9	-6.32	55.6	-0.88	61.0	
K-10	〃	〃	6.61	60.0	-4.46	55.5	-1.17	58.8	

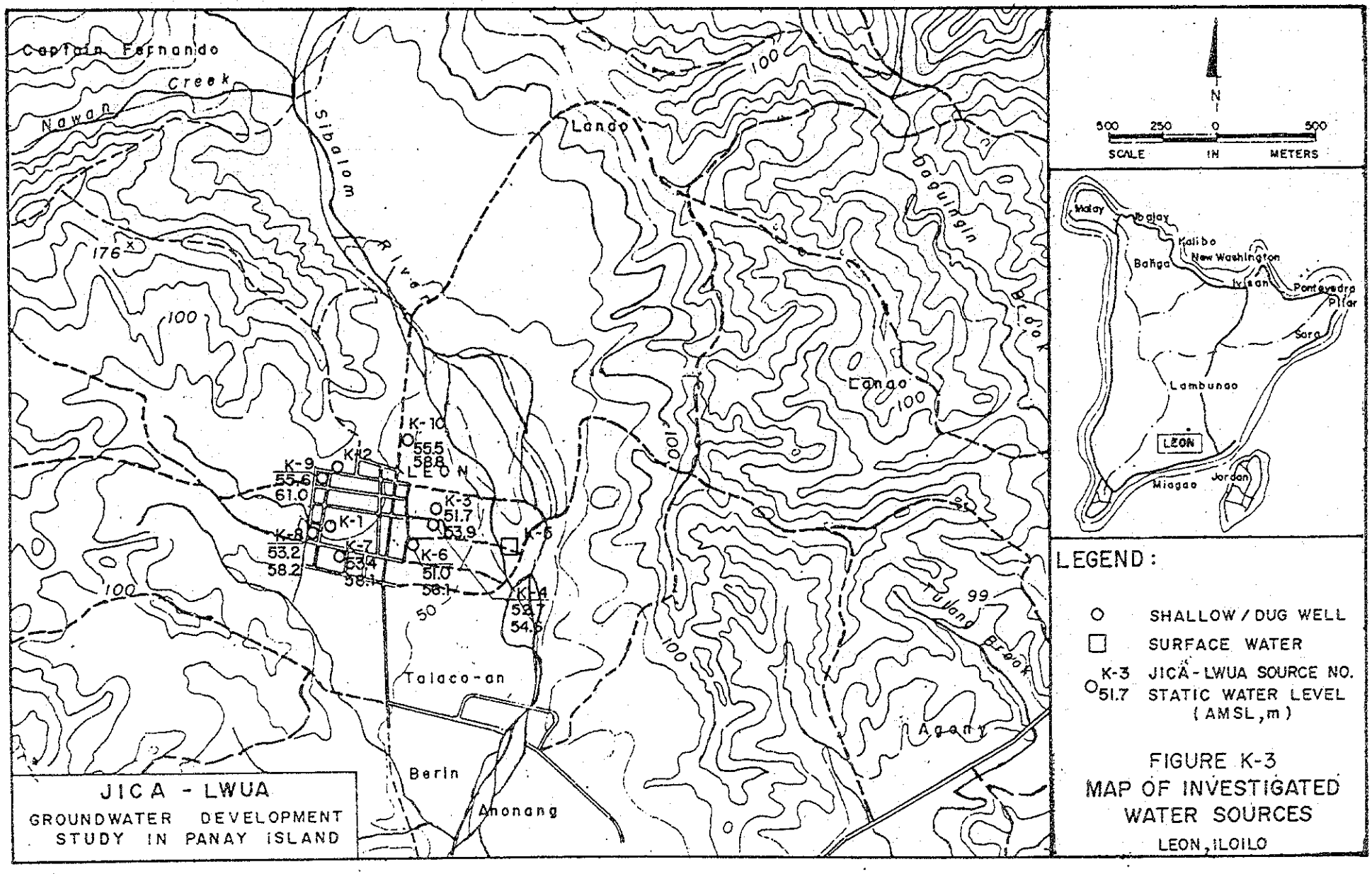


FIGURE K-3
MAP OF INVESTIGATED WATER SOURCES
LEON, ILOILO

表ⅡK－3より、地下水面は北西から南東に傾いており、また雨期の静水位は乾期に比し、2～3m上昇することが判った。

また K-3の深井戸に自動水位記録計をとりつけて、1989年4月19日より10月4日までレオン町役場吏員の管理の下にモニターされたが、その間の4ケ月の記録は取扱を間違ったため、中断してしまい、あまり役に立たなかった。

この記録によると、最も低い地下水位は、1988年5月31日の3.35mであり、最も高い地下水位は、1988年6月8日であった。

1．3　潜在水源の調査

1．3．1　電気探査結果の評価

電気探査は基盤のタラオ層、河岸段丘、沖積層の分布する地域全てにわたって、それらの中に胚胎する帯水層に焦点を絞り、Fig.K－2に示した地点で実施した。その解析結果は表ⅡK-3に示したが、段丘堆積層や沖積層は厚さが薄く、大量の水は期待できない。またタラオ層の比抵抗値は非常に低く、粘土質の岩質であり、帯水層賦存の可能性は低い。

表ⅡK－3　　電気探査解析結果

測点 No.	標高(海抜) m	地　形	比抵抗層									
			1		2		3		4		5	
			ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m
ES-1	56	沖積平野	130	1.2	195	2.7	8	43	4	－	－	－
ES-2	55	〃	32	0.8	48	5.0	15	40	1	－	－	－
ES-3	60	段　丘	6	0.5	37	12	2	－	－	－	－	－
ES-4	58	〃	35	0.5	7	12	2	－	－	－	－	－
ES-5	65	〃	100	0.7	7	5.4	12	8.4	6	36	0.3	－

1．4　水質分析

Fig.K－3および表ⅡK－3に示した井戸の水質分析結果は次のとおりである。

表ⅡK－4　　水質分析結果

	水源No.	所有者	水温 ℃	pH	電気伝導度 μS/cm	全鉄 ppm	マンガン ppm	アンモニア性窒素 ppm	備考
乾期	K-1	共同	29.2	7.1	730	0.3	nil	0.3	
	K-2	〃	28.2	6.8	1,620	1.5	nil	2.8	
	K-3	使用していない	29.2	7.7	750	7.0	nil	1.8	
	K-4	個人	28.9	7.0	1,150	0.3	nil	nil	
	K-5	シバロン川	34.2	8.2	720	0.2	nil	nil	
雨期	K-1	(上記)	29.3	7.2	770	0.5	－	0.4	
	K-2	(〃)	28.0	7.1	1,330	0.2	－	0.4	
	K-4	(〃)	27.8	7.3	1,510	Tr.	－	Tr.	
	K-5	シバロン川	27.4	8.6	310	－	－	－	
	K-6	個人	28.9	7.2	720	nil	－	nil	
	K-7	〃	29.2	7.2	550	－	－	－	
	K-8	〃	28.8	7.3	510	Tr.	－	nil	
	K-9	〃	28.0	7.2	860	－	－	－	
	K-10	〃	29.2	7.3	730	nil	－	nil	

表ⅡK－4によると、K-2、K-4の井戸の水質は、電気伝導度、全鉄、アンモニア性窒素等の含有が高く、水質汚染が著しい。またここでもシバロン川のpHはアルカリ性である。

2.　結論と要望事項

地質条件により考えて、タラオ層は不透水性のシルト質の地層が優勢のために、深井戸により大量の地下水をとり出すことは難しい。

参考までに地下水収支について概算すると、

$Q = P - E - D - M$

Q　：　地下水既存量
P　：　年間降水量
E　：　蒸発散量
D　：　河川流出量
M　：　土壌水分増加量（この場合、無視）

表K－6によれば、P－E＝197.4mm となる。一方オマムボング観測所におけるシバロン川流出量、1,056mmを代入すると、Qは負になり、説明がつかない。

シバロン川の水量は乾期でも豊かなため、ポブラシオンの給水システムの水源として、それを利用することは有効である。

L. ミアガオ町（イロイロ県）

1. 潜在水源の分析

1. 1 地形・地質

ミアガオ町は、その源をアンティケ山脈に発し、南に流れるトゥマグボク川の河口に位置する。トゥマグボク川は標高 100m程の低平な丘陵地帯を曲流して、その両側に河岸段丘を形成している。ポブラシオンは最上位の河岸段丘にある。

調査地域の地質は、新第三紀のタラオ層が基盤をなし、その上位に河岸段丘堆積物がのっている。トゥマグボク川に沿っては沖積層が分布する。

タラオ層は主にシルト岩よりなり、ときに砂岩の薄層を挟む。その一般走向はN50° E、30° ～45° SEである。

段丘堆積層は、トゥマグボク川の両岸に数段発達する。その厚さは10～20mで、主に新第三紀堆積岩の礫・土砂よりなる。

沖積層は、礫・砂・粘土から構成され、その厚さは10m未満である。

1. 2 既存水源

町の水道組合は、106 km²の流域面積を持つトゥマグボク川から、収水暗渠により水を得ている。この取水点より、1km上流にフィリピン大学ビサヤ分校の（UPV)収水暗渠が建設されている。UPV開校により人口増加が予測され、町の水道使用量に影響がでる。そこで集水暗渠の 100m上流で、トゥマグボク川の流量観測を行った。トゥマグボク川は数本の小さな流れに分かれているため、ある程度の深さと流量計の使える程度の流速をもつ、2の比較的大きい流れで行った。

その結果は次のとおりである。

i） 河川断面は乾期で0.13m²、雨期では6.25m²であった。
ii） 全流出量は乾期で4,900 m³／日、雨期では264,000 m³／日と計算された。
iii） よって平均流速は乾期で約0.44m／秒、雨期では0.49m／秒である。

住民は段丘堆積層に掘られた井戸から水を得ている。静水位が比較的低いので、量的には最低要求量にギリギリである。Fig. L－3に観測した井戸の位置を示した。

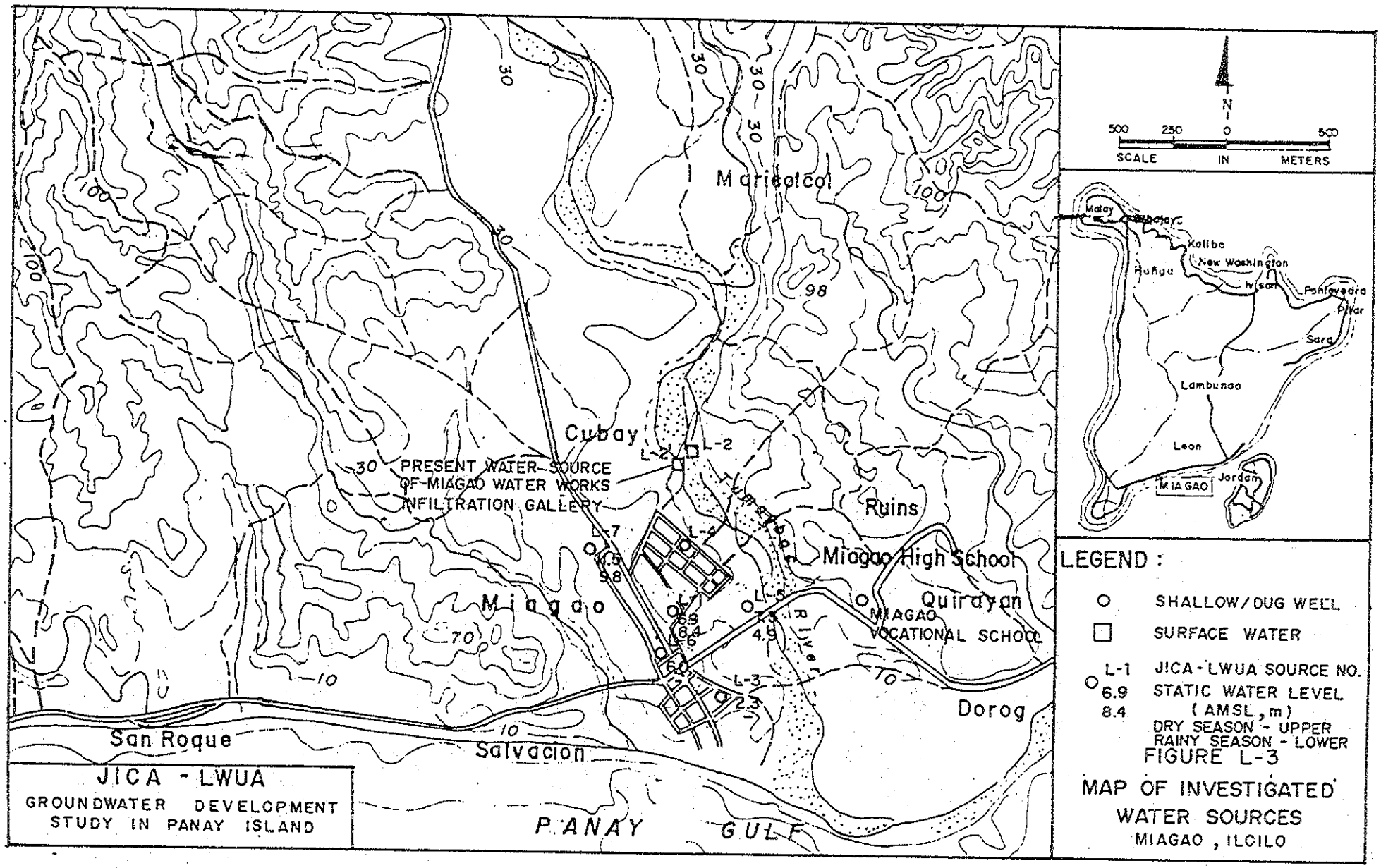


FIGURE L-3

MAP OF INVESTIGATED WATER SOURCES

MIAGAO, ILOILO

表ⅡL－1　井戸調査表

水源 No.	位置	地質	井戸の深さ m	井戸の標高 m	井戸静水位 乾期 水位高 m	井戸静水位 乾期 水位標高 m	井戸静水位 雨期 水位高 m	井戸静水位 雨期 水位標高 m	備考
L-1	ポブラシオン	段丘堆積層	4.66	10.7	-3.75	6.9	-2.34	8.4	
L-3	公設市場	〃	(29.27)*	12.3	(-10.00)*	2.3	—	—	DPWHデータによる
L-4	トゥマグボク川の傍	〃	8.48	8.2	0.63	8.8☆	0.62	8.8	チェックバルブがあるため
L-5	〃	〃	4.42	7.7	-0.40	7.3	-2.75	4.9	
L-6	バランガイタカス	〃	(23.80)*	23.1	(-17.10)*	6.0	—	—	DPWHデータによる
L-7	バランガイマティ	〃	(24.50)*	25.8	(-14.30)*	11.5	-15.96	9.8	DPWHデータによる

上記の結果を総合すると、

i）　ポブラシオンには30mを越す井戸はない。自由地下水を使用している。

ii）　地下水面は北西から南東方向に傾いている。

iii）　台地の急斜面のために、地下水位は急速に海の方向に傾いている。

iv）　トゥマグボク川に沿った低地では、地下水位は海水面上、約 6.5mである。

1983年DPWHが、サザン・イロイロ・ポリテクニック・カレッジの運動場に掘った、φ140mm,深さ76mの井戸があるが、塩水侵入とイヤな臭いのため、すぐに放棄された。この原因としては、掘った位置が海岸に近かった為と思われる。

1．3　潜在水源の調査

1．3．1　電気探査結果の評価

Fig.L－2に電気探査を実施した地点を図示した。その解析結果を表ⅡL－2にまとめた。

表ⅡL－2　　電気探査解析結果

測点 No.	標高(海抜) m	地　形	比抵抗層 1		2		3		4		5	
			ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m
ES-1	35	高位段丘	27	5.4	11	11	2	25	138	65	7	—
ES-2	28	〃	9	1.0	4	2.2	13	7	10	20	1	—
ES-3	25	中位段丘	8	2.2	24	8	8	48	2	—	—	—
ES-4	20	沖積平野	34	1.1	23	7	2	—	—	—	—	—
ES-5	20	中位段丘	9	1.1	4	7	2	—	—	—	—	—
ES-6	18	下位段丘	42	0.4	8	16	6	26	20	63	1	—
ES-7	26	高位段丘	5	1.3	7	7	14	55	2	—	—	—

段丘堆積層はあまり厚くなく、比抵抗も低いため、砂質部分は少ない。

沖積層も厚さ約7mで、シルト質である。基盤岩も低比抵抗で粘土質である。堆ES-1地点には、地表下25m～65mの間に砂質部があり、帯水層の可能性がある。

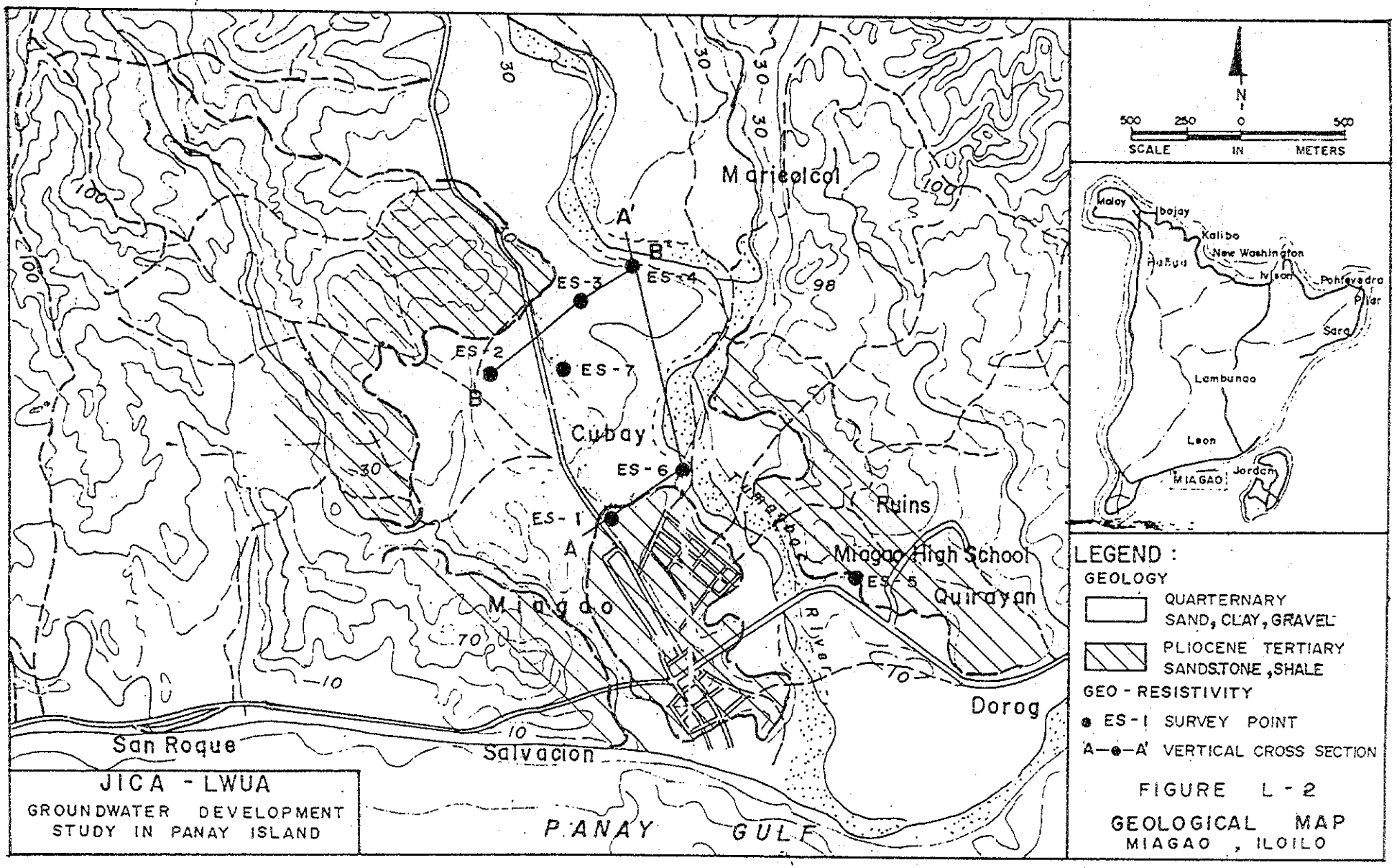


FIGURE L-2
GEOLOGICAL MAP
MIAGAO, ILOILO

1．3．2　観測井掘削

上述の電気探査の結果に基づき、ES-1地点の近傍に観測井を掘削した。

観測井は1989年３月10日～31日の間、鉱研Model OE-8L2を使用して、182.5 mを掘削した。井戸柱状図はFig. L－６に示したように、18.65m～26.20m間に有機質粘土、砂、礫を夾在していて、以深 182.5mまで泥岩が連続し、帯水層となり得るような砂礫層は全く存在しなかった。したがって、当地域に試験井を掘る計画は中止して、観測井は放棄した。このように電気探査結果と、井戸柱状の結果とが異なった原因については、現在のところ判らない。

1．4　水質分析

Fig. L－３に図示した井戸について水質分析を行った。結果は下表の通り。

表ⅡL－３　水質分析結果

	水源No.	所有者	水温 ℃	pH	電気伝導度 μS/cm	全鉄 ppm	マンガン ppm	アンモニア性窒素 ppm	備考
乾期	L-1	小学校	29.8	7.2	2,030	0.2	nil	0.3	
	L-2	トゥマグボク川	34.5	8.9	500	nil	nil	0.3	
	L-2'	〃	30.8	7.8	610	0.2	nil	0.3	
	L-3	公設市場	31.0	7.8	1,430	0.5	nil	1.8	
雨期	L-1	(上　記)	29.2	7.6	1,350	nil	－	nil	
	L-2	(　〃　)	27.2	8.4	450	nil	－	nil	
	L-2'	(　〃　)	28.0	7.8	500	nil	－	nil	
	L-4	個　人	28.5	8.0	1,080	－	－	－	
	L-5	〃	28.3	7.4	1,150	nil	－	nil	
	L-6	〃	28.1	8.2	1,000	－	－	－	
	L-6'	〃	28.6	8.0	550	nil	－	1.6	

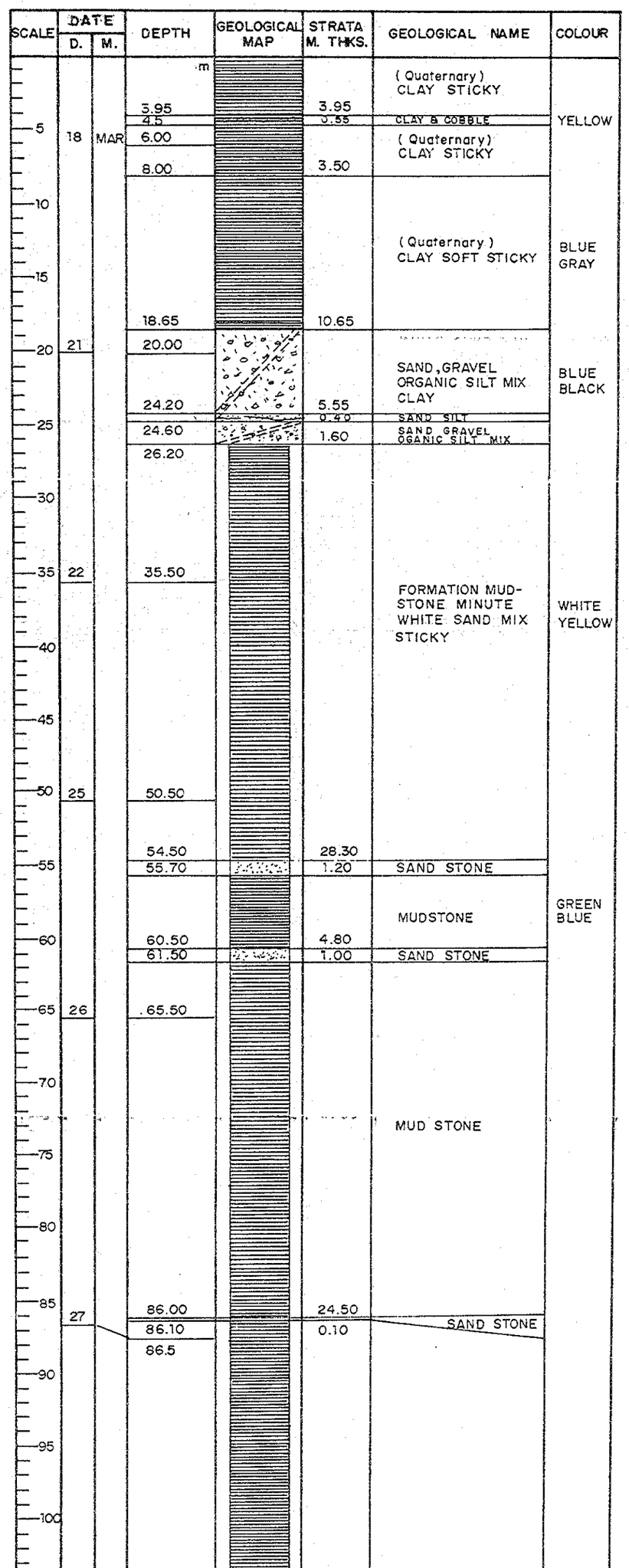
上記の結果をみると、トゥマグボク川の水は、浅井戸の水に比し、電気伝導度が低い。また全般的にpHが大きく、アルカリ性であることが特徴である。

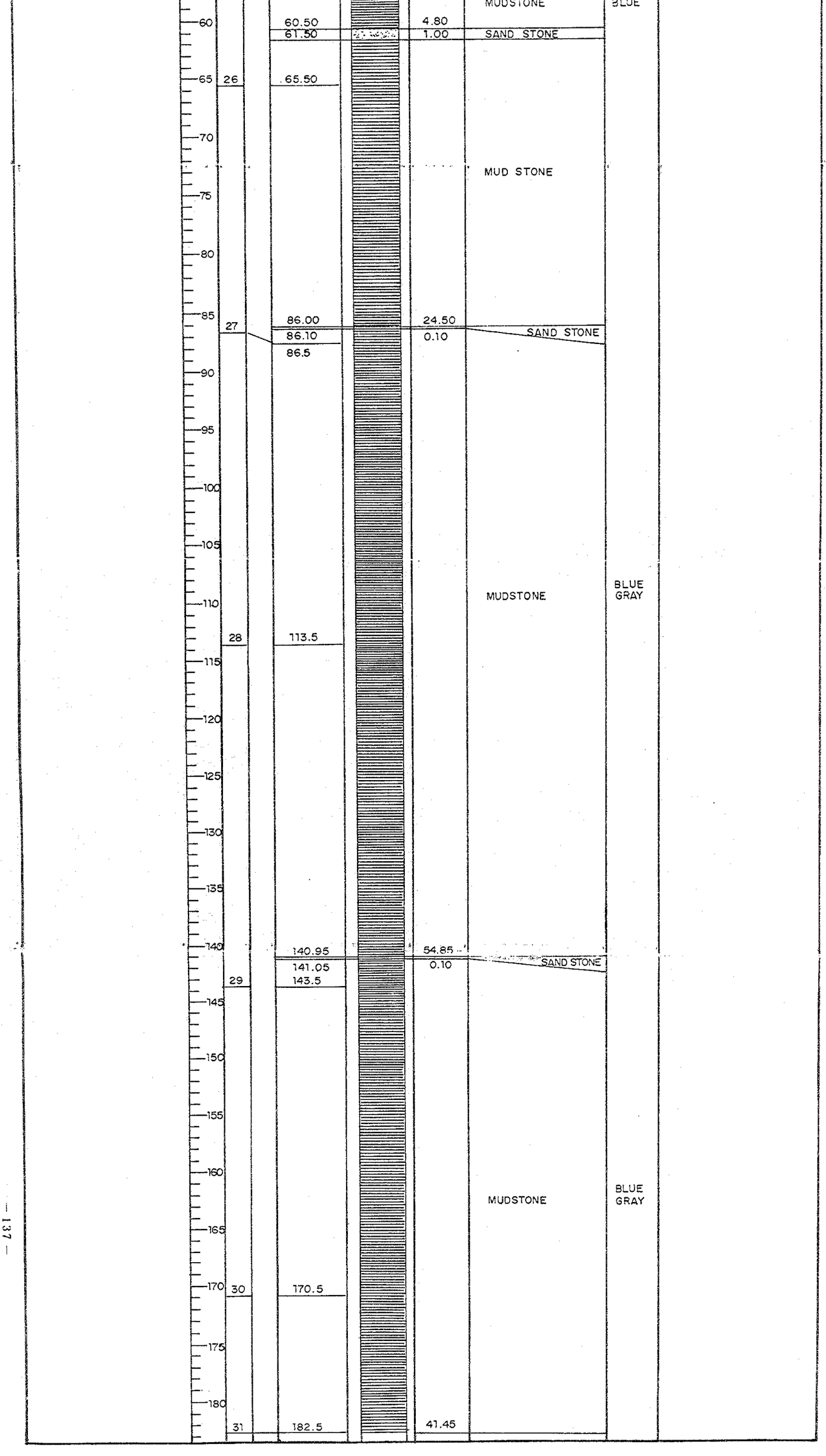
FIG. L-6 OBSERVATION WELL DATA SCALE :

LOCATION : MIAGAO, ILOILO

WELL NO. : 1 DEPTH : 182.5 m DIAMETER : Ø 110mm CASING PIPE : Ø 50mm PVC

DATE : 10 TO 31 MARCH, 1989 TOTAL : 22




MUDSTONE
BLUE
60.50
4.80
61.50
1.00
SAND STONE
26
65.50
MUD STONE
86.00
24.50
27
86.10
0.10
SAND STONE
86.5
MUDSTONE
BLUE GRAY
28
113.5
140.95
54.85
141.05
0.10
SAND STONE
29
143.5
MUDSTONE
BLUE GRAY
30
170.5
31
182.5
41.45
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180

2．結論と要望事項

観測井を 182.5m掘削したが、不幸にも給水システムに充分な帯水層はポブラシオンの近くにはないことが判った。トゥマグボク川の上流の、内陸部の砂岩優勢の地域ならば、深井戸により地下水を得られる可能性は大きい。

一方トゥマグボク川の水は信頼できる。表流水の流量が比較的少なく、UPV の取水により影響をうけるだろうが、ある程度の河床水（伏流水）は期待できよう。

M. ホルダン町（イロイロ県）

1. 潜在水源の分析

1. 1 地形・地質

ホルダン町はパナイ島の南側にイロイロ海峡を夾んで存するギマラス島の北部に位置する。対岸のイロイロ市との間には日中ほぼ1時間に1便の渡船も就航しており、島の共通の要衝となっている。ギマラス島は全般的には台地状の地形をなし、その周辺は急崖をもつ海に臨んでいる。この台地は数本の水系により浸食されて、山腹斜面は比較的急であり、河口付近に小規模な沖積平野が存在する。

調査地域の北半は新第三紀の石灰岩より構成され、この割れ目から地下水は多くの泉となって湧出している。南半部には凝灰岩や一部に泥岩層が分布する。

沖積層は小河川の河口付近に拡がっており、内陸部より運ばれた砂・粘土よりなる。

1. 2 既存水源

ホルダン町の水道組合の給水システムの水源はいくつかの湧泉であるが、いづれも水量が少なく、時間給水をしている。ポブラシオンに隣接するバランガイ　ホスキンにも湧泉を水源とする給水システムがある。

いづれにしても、これらの給水システムは住民の要望を満たしていないため、住民は浅井戸や河川水に依存している。内陸部のサンミゲル地区では天水を使用している。

調査した湧泉の位置はFig. M－2に示した、各湧泉の湧出量を次表に示す。

表ⅡM－1　泉の湧出量

名　称	場　所	乾　期	雨　期	備　考
バランスプリング	ギマラスバルクシュガー工場		220㎥／日	JWDで使用
テオドロスプリング	テオドロセメント工場	枯　渇	——	〃
クエバスプリング	リサール	少　量	——	〃
アギライスプリング	役場の裏山	極　微	少　量	〃
ビリスプリング	ポブラシオン	枯　渇	——	個人所有
シンガロンスプリング	ホスキン	少　量	56.4㎥／日以上	不　明
イビルスプリング	役場の近傍	——	35㎥／日以上	〃
M－5　スプリング	役場から3.5 km	——	1,721㎥／日	〃
M－2　スプリング	役場から4.5 km	50㎥／日	3,230㎥／日	〃
パラディンスプリング	サンミゲル	観測せず	4,929㎥／日	〃
カバジャンガンスプリング	ホスキン	——	12㎥／日	〃

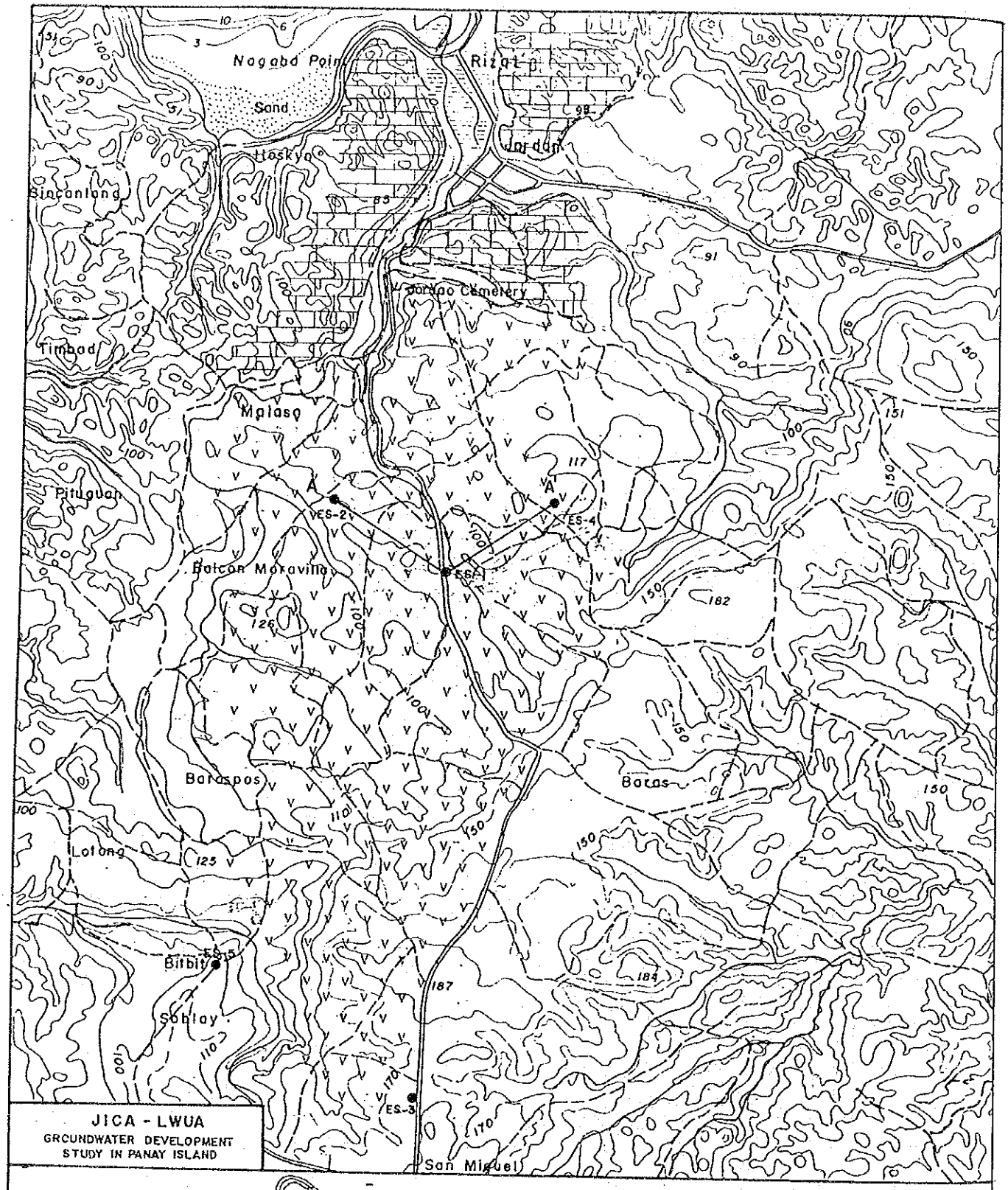


FIGURE M-2
GEOLOGICAL MAP
JORDAN, ILOILO

このように調査地域の泉は乾期の湧出量が極めて少ない。ポブラシオンから11km離れたベナビスタ（イロイロ海峡に面している）には、石灰洞穴から大量の水が湧出していて、これを船に積んで対岸のイロイロ市の工場や漁船に売っている。しかしながら海岸線が絶壁のため、ホルダン～ベナビスタ間には道路がなく、ホルダンの給水用水源としては、現在のところ可能性は少ない。

この他、川沿いの平野や内陸部では浅井戸が使用されているが、量的には極めて少ない。次表に調査した井戸（Fig.M－2参照）について記した。

表ⅡM－2　井戸調査表

水源No.	位置	地質	井戸の深さ m	井戸の標高 m	井戸静水位 乾期 水位高 m	井戸静水位 乾期 水位標高 m	井戸静水位 雨期 水位高 m	井戸静水位 雨期 水位標高 m	備考
M-4	ポブラシオン	沖積層	1.19	8.5	−0.10	8.4	0.14	8.6	
M-5	ES-2付近	崖錐	3.40	70.0	−2.30	67.7	自噴	自噴	
M-6	ES-4付近	〃	3.49	95.0	−3.10	91.9	0.0	95.0	

表ⅡM-1、表ⅡM-2に示した如く調査地域の湧出量は、乾期と雨期とでは著しく異なることが特徴である。テオドロセメント工場にはスプリングの他、深井戸（深度不明）があるが、技術的データが残っていない。

1．3　潜在水源の調査

1．3．1　電気探査結果の評価

ホルダン町の地質は主に石灰岩よりなり、山地が多いため、電気探査はポブラシオンから若干と離れた平坦面にて実施した。（Fig.M－2参照）

その結果については、表ⅡM－3にとりまとめた。

表ⅡM－3　　電気探査解析結果

測点 No.	標高 (海抜) m	地　形	比　抵　抗　層										
			1		2		3		4		5		6
			ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m	m	ohm.m
ES-1	100	丘の山腹	94	1.9	19	11	33	16	17	21	32	46	18
ES-2	70	丘の麓	4	0.6	13	10	48	100	34	－	－	－	－
ES-3	180	〃	220	0.8	550	7.5	160	20	650	30	88	－	－
ES-4	95	沖積平野	13	0.8	390	2.3	17	76	51	－	－	－	－
ES-5	100	〃	24	2.2	16	11	9	22	17	－	－	－	－

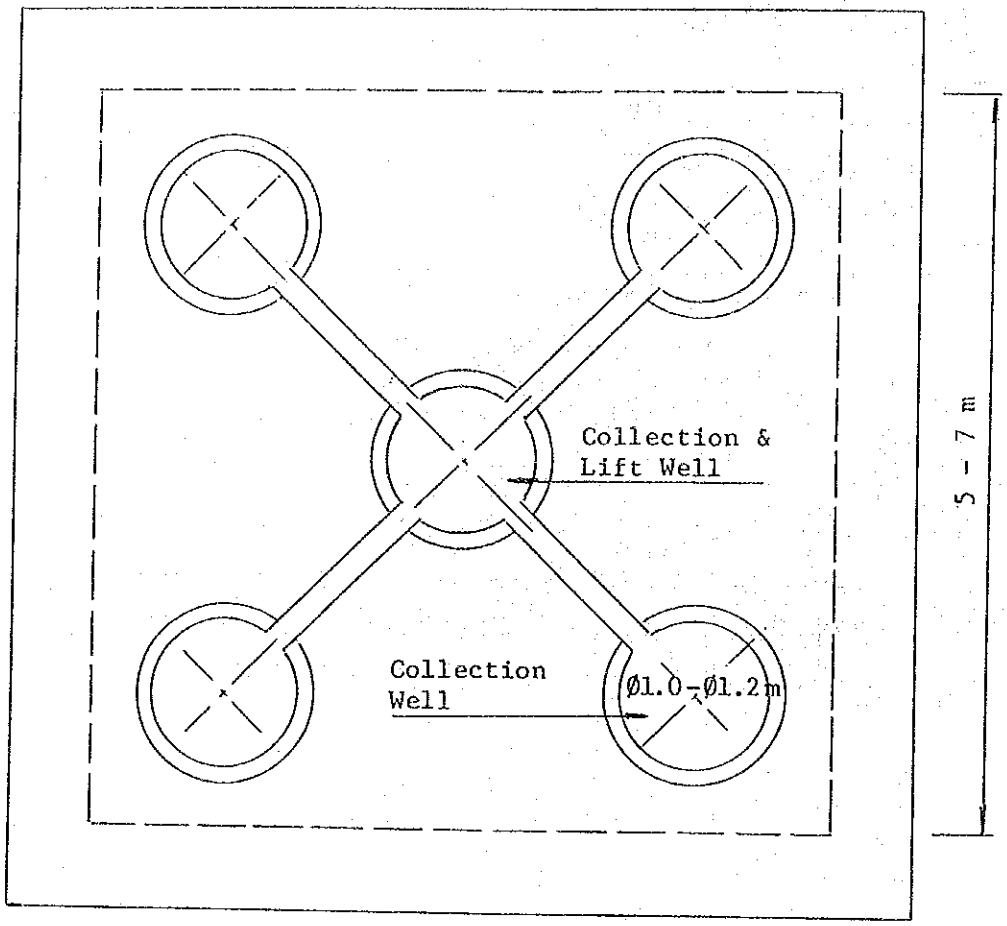
信頼できる地質形状図がないため、電気探査結果と対比することが難しい。特に石灰岩地帯の地下水は石灰岩中の不規則な割れ目を流れているため、解析は難しい。全体的に調査地域の年間を通しての地下水観測状況は乏しいと思われる。

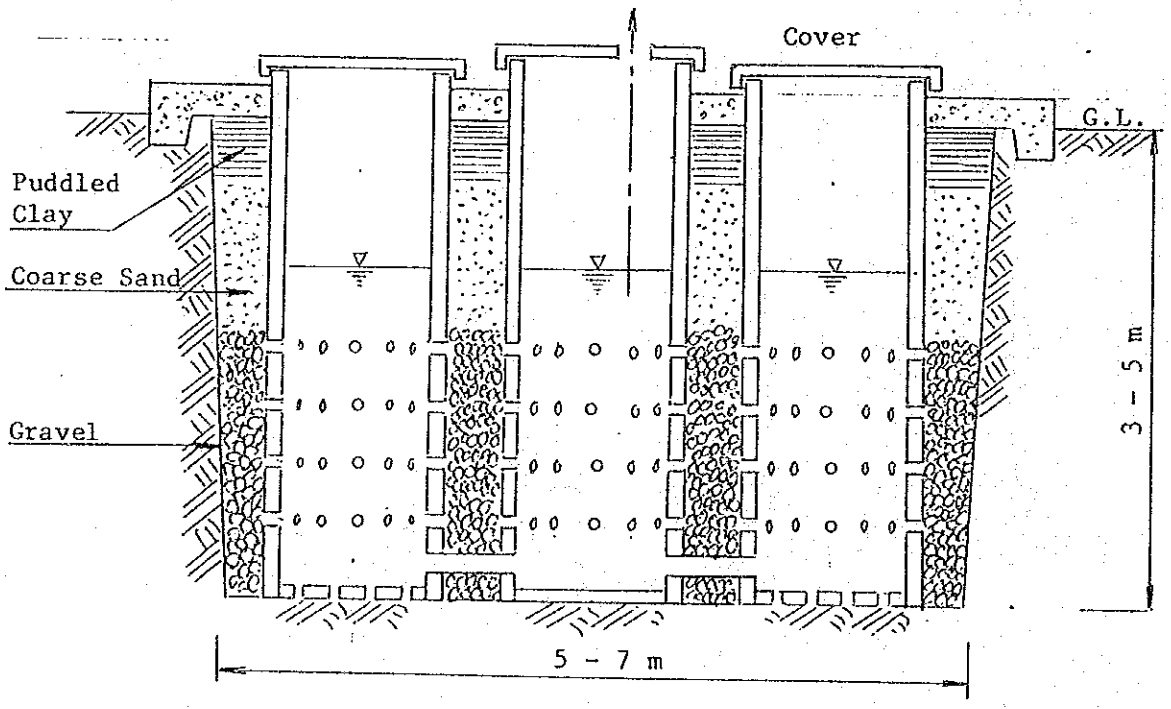
1．3．2　他の水源

既述のベナビスタにあるボロボロスプリングは、ポブラシオンから11kmも離れていて、しかもその間道路もないので、直ちに水道水源としては考えられないが、アイディアとして次のようなことを考えてみたらどうか。

i）　泉の所有者と交渉してみる。
ii）　ベナビスタ町の関係者と交渉してみる。
iii）　リサール地区に受水槽等各種設備を建設するための財政的措置。

またバランガイ、サンミゲルは、ギマラスサブプロビンスの首府になっていて、官公署・病院等があるが、その水源は天水と浅井戸の水に依存している。サンミゲル地区は標高 150mの高台上にあり、ポブラシオンからは 8.5kmも離れていて、その周辺に良い水源がない。幸いにも病院の付近では地下水位が高い点から、これを対象にして Fig. M－6のようなウォーターギャラリーを考えた。





JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT
STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE M - 6
WATER GALLERY

1．4　水質分析

表ⅡM－4　　水質分析結果

	水源No.	所有者	水温 ℃	pH	電気伝導度 μS/cm	全鉄 ppm	マンガン ppm	アンモニア性窒素 ppm	備考
乾期	M-1		27.8	7.0	630	nil	nil	nil	アグイライスプリング
	M-2		28.7	7.0	450	1.0	nil	0.5	No.1スプリング
	M-3	共同	29.4	7.0	840	5.0	nil	0.5	中央小学校
	M-4	個人	28.7	7.1	620	0.3	nil	0.3	
雨期	M-1	(上記)	27.4	7.2	610	nil	—	nil	
	M-2	(〃)	28.2	7.4	400	Tr.	—	nil	
	M-3	(〃)	28.8	7.2	740	5.0	—	2.6	
	M-4	(〃)	27.5	7.2	600	0.5	—	nil	
	M-5	個人	28.3	7.2	510	—	—	—	
	M-6	〃	28.4	7.5	355	Tr.	—	—	
雨期	テオドロスプリング	個人	28.0	7.4	472	—	—	—	
	クエバスプリング	不明	27.5	7.5	510	—	—	—	
	カバジャンガンスプリング	〃	27.5	7.2	382	nil	—	nil	ホスキン
	同上流河川水	〃	27.0	7.2	550	nil	—	nil	ホスキン
	イビルスプリング	〃	27.7	7.1	480	—	—	—	
	No. 1	〃	27.3	6.4	205	nil	—	nil	サンミゲル病院
	No. 2	〃	27.2	6.0	180	nil	—	nil	サンミゲル病院
	バラディンスプリング	〃	27.8	4.7	120	—	—	—	
	同河川水	〃	28.1	4.9	55	—	—	—	
	シンガロンスプリング	〃	27.5	7.0	550	—	—	—	
	ビリスプリング	〃	27.5	7.3	430	—	—	—	

バラディンスプリングは乾期でも、相当量の湧出量があるが、pH 4.7と著しく酸性なことが惜しまれる。

2．結論と要望事項

調査地域の大部分が石灰岩地帯であり、石灰岩中の裂か水を深井戸で求めることは困難である。また基盤岩も火山砕屑岩のため、透水性は悪く、更に精査しないと、深井戸による地下水開発の可否は判らない。

III. 概念的施設設計

1. 基本事項および共通事項

概念的施設設計は、下記の基本事項および共通事項によって行なうものとする。

1. 1 基本方針

水道施設の計画は次の様な基本方針によって行なうものとする。

(1) 水道施設のシステムは既存施設の状況と地方水道公社（LWUA）が定めた施設計画設計基準によって計画するものとする。

(2) 施設規模および既存施設の改善拡張計画は計画目標年次（1995年）における計画値に基づいて決定する。

(3) 水源開発が必要とされる場合は深井戸による地下水開発を第一義とし、これが困難と判断された場合は湧水、河川伏流水を使用するものとする。

(4) 当施設設計は水源設備、導水設備、配水池、配水本管等の主要設備について行なうものとする。

1. 2 計画目標年次、計画給水区域、計画給水人口

(1) 施設設計における計画目標年次は事業の緊急性を考慮して中期的な整備改善計画とし、LWUAとの協議の結果、1995年と設定した。

(2) 目標年次における計画給水区域は中期的整備計画における給水区域として、人口集中区域であるポブラシオンを原則とし、その他人口集中度の高い隣接バランガイが存在する場合は、これを加えるものとする。

(3) 計画給水人口は次の方法で算定した。

① 給水区域人口は国家経済開発庁（NEDA）が1980年の国勢調査の結果をもとに1981年から2000年までの各年における町別人口を予測している。一方、各町では1970年と75年の国勢調査をもととして将来人口を予測している。これらNEDAの予測値および各町の予測値に基づいて全町の人口を設定し、1980年の国勢調査によるポブラシオンと各バランガイの人口比率を用いて給水区域内の人口を算定する。

② 計画給水人口は区域内人口の内、ポブラシオン内の普及率を80%、バランガイ内の普及率を40%として設定する。

1．3 原単位水量、計画給水量

(1) 原単位水量は現在の単位水量をLWUAの計画設計基準と1987年にJICAが行なった「地方給水計画フィージビリティスタディ」における資料より90ℓ／人・日～115 ℓ／人・日と推定し、目標年次（1995年）における各原単位を次のように設定した。

家庭用水： 1988年から1990年までの年平均増加率を 2.0%、1990年から1995年までの年平均増加率を 1.5%として 100～ 130ℓ／人・日とする。また、各町ごとの原単位は現在の水道使用状況を考慮して決定する。

営業用水： 給水栓数を住民 100人当りに1．2栓とし、1栓当りの給水量を 1.4㎥／日とする。

公共施設用水： 給水栓数を住民 2,000人当りに 1.0栓とし、1栓当りの給水量を 5.2㎥／日とする。

(2) 計画給水量は上記原単位水量によって需要量を算定し、日平均給水量、日最大給水量、時間最大給水量をLWUAの設計基準に基づき次のように算定する。

① 日平均給水量は、需要量に不明水量を加算したものとする。不明水量は新設パイプラインにおいては25%、新旧併用パイプラインにおいては40%とする。

② 日最大給水量は、給水人口30,000人以下の場合で日平均給水量の 1.3倍とする。

③ 時間最大給水量は、下記の数式によって算定する。

時間最大給水量／日最大給水量＝2.2 － 0.3 log (給水人口／1,000)

1．4 施設設計

施設設計に当たってはLWUAの施設設計基準に基づいて行なうものとし、各施設は次のように計画する。

(1) 水源施設

① 深井戸における取水可能性は本調査の揚水試験結果または、LWUAが行なった試験結果によって決定する。

② 湧水、伏流水、表流水等の取水可能量は本調査において実施した乾期における流量測定の結果によって決定する。

③ 取水施設の能力は日最大給水量を計画値として決定する。

(2) 導送水施設

① 導送水施設の能力は日最大給水量を計画値として決定する。

② 使用する管種は口径 200mm以上は鋼管とし、それ以下は塩化ポリビニール管(PVC管) とする。

(3) 配水施設

① 配水池容量はLWUAの施設設計基準により、1日最大給水量の10%～13.5%とする。

② 配水管口径は時間最大給水量を計画値とし、最少動水圧を商業地域で14.0m、居住地域で7.0 mとして決定する。

③ 配水管の管種は口径 200mm以上は鋼管とし、それ以下は塩化ポリビニール管(PVC 管) とする。

④ 計画する配水管は給水区域内をループ状に布設する配水本管のみとし、給水管、配水栓等は本計画から削除する。

1．5 概算工事費

(1) 概算工事費の算定には、LWUAが作成した1989年度工事単価表を使用するものとし、これに記載されていない項目については1983年に作成された「工事単価基準」をもとにLWUAによって採用された物価上昇率（1987年までは年平均15%、1987年から1989年までは年平均７%）を用いて算定し、これを用いるものとした。

(2) 工事費は全てフィリピン、ペソで算定し、総工事を米ドルと日本円に換算する時は1989年９月の交換レートを用いる。

US＄1.00= 145.70 円=20.78 ペソ

(3) 概算工事費には用地買収費、補償費、事務費等の間接経費は含まないもととする。

２．施設概念設計

Ａ．マライ町（アクラン県）

１．水道施設の現状

ポブラシオン地区に1970年代の初めにレベルⅢの水道施設が建設されたが、この施設の操業は貧弱な維持管理のために数年後には断念され、放置されたままである。現在の飲料水源は当地区内の浅井戸のみであり、家庭排水等による汚染の危険性が高くなっている。

なお、当初に建設されたレベルⅢの水道施設は次のとおりであった。

取水設備　：　湧水受桝（ポブラシオン地区より約 2.5km地点の山中）
配水池　　：　鉄筋コンクリート造、容量60㎥（湧水受桝より下流 300m地点）
導送水管　：　取水口～ポブラシオン間　口径 100㎜、延長 2.5km
配水管　　：　ポブラシオン地区内

２．水需要予測および計画給水量

２．１　原単位水量

現在の家庭用水原単位をLWUAの設計基準等により90ℓ／人・日と推定し、目標年次における原単位を 100ℓ／人・日と設定する。

また、営業用水、公共用水の原単位は前記したとおりとする。

２．２　計画給水区域

計画給水区域はポブラシオン地区とポブラシオン地区に隣接し、湧水水源を持っているダムロッグバランガイとする。

２．３　人口予測

NEDAが作成した人口予測と町行政が作成した人口予測を参考として次の様に設定した。なお、ポブラシオン内人口とダムロッグバランガイ内の人口は1980年国勢調査時の各地区での人口比率によって設定した。

表ⅢA－1　マライ町人口予測

年　度	全町人口	給水区域人口		
		ポブラシオン	ダムロッグ	計
1980	9,148	709	404	1,113
1985	9,810	760	430	1,190
1990	10,370	800	460	1,260
1995	10,550	820	470	1,290

2．4　給水人口および水需要量

給水人口は、目標年度における普及率をポブラシオンで80%およびバランガイで40%として算定し、前記原単位水量を用いて算定した結果次のとおりである。

表ⅢA－2　給水人口および需要量

給水区域	ポブラシオン	ダムロッグ	計
給水人口	660	190	850
給水栓数			
家庭用	132	38	170
営業用	8	2	10
公共施設用	1	1	2
計	141	41	182
水需要量(㎥／日)			
家庭用	66	19	85
営業用	11	3	14
公共施設用	5	5	10
計	82	27	109

2．5　計画給水量

日平均計画供給量は水需要量に不明水量を加算したものとし、日最大給水量および時間最大給水量はLWUAの設計基準に基づいて次の様に設定する。

なお、不明水量は本計画において全ての施設を新設するものとして25%とする。

日平均給水量　：　145 ㎥／日
日最大給水量　：　189 ㎥／日
時間最大給水量　：　419 ㎥／日

3．　水道施設計画

3．1　施設改善方針

3．1．1　水源施設

既存水源とその下流にある湧水の水質は飲料水としての水質に充分適応しており、また、その湧水量も1995年における需要量をカバー出来るものである。さらに、これらの湧水は山間地にあり、給水区域へは自然流下で送配水が可能である。よってこの既存湧水を有効に利用するものとする。

3．1．2　送配水施設

現在放置されている送水管（口径 100㎜、延長約 1.3km）は布替えおよび一部補修を行なって有効利用するものとする。

既存の貯留槽は老朽化しているため、これを廃止し、低段スプリングと上段スプリングとの湧水を集合させるための貯留槽を設るものとする。また、施設改善のためにもう一ヶ所の配水池を新設するものとする。

ポブラシオン地区内には使用されていない配水管が残存しているが、大部分が破損しているため、全ての配水管を新設するものとする。

3．2　施設改善計画

3．2．1　取水設備

(1) 湧水量を有効に取水するために既設取水桝を再築造する。
(2) 追加水源として下流側スプリングに3ヶ所の取水桝を新築する。
(3) これらの改造によって年間を通じて 650㎥／日以上の取水量を確保る。

3．2．2　導送水設備

(1) 低段スプリング付近に第一貯留槽を新設し、ここで各スプリングからの湧水を集合させる。
(2) 取水桝からの既設導水管（φ100 ㎜、ℓ＝ 800m）は修理および再布設して有効使用する。
(3) 低段スプリングからの導水管および既設導水管以後の導水管を新設する。

3．2．3　配水設備

(1) 新しい配水池を低段スプリングの下流約 1.2㎞地点に新設するものとし、容量は日最大給水量の13%程度とする。
(2) 配水池からの配水本管は全て新しいものを新設する。

3．2．4　必要施設内容

<u>取水設備</u>

上段取水桝　：　鉄筋コンクリート造、巾 2.0m×長 2.5m×高 1.3m×1基
低段取水桝　：　鉄筋コンクリート造、巾 2.0m×長 2.0m×高 1.3m×3基

<u>導送水設備</u>

低段取水用導水管　：　φ 100㎜×60m×3本
既 設 導 水 管　：　φ 100㎜× 800m
新 設 導 水 管　：　φ 100㎜× 700m

配水設備

No. 1 配水池 ： 地上式水槽
巾 3.0m×長 3.0m×高 2.5m×容量18㎥×1池

No. 2 配水池 ： 地上式水槽
巾 3.5m×長 3.5m×高 3.0m×容量30㎥×1池

塩素注入タンク ： 巾 1.5m×長 2.5m×高 2.0m×1槽

配水管 ： φ 150㎜× 1,950m
φ 100㎜× 1,700m

なお、主要施設の配置図、施設系統図、配水管網図は各々 FigA－4、A－5、A－6に示すとおりである。

3．3 主要施設の概算工事費

施設名		工事費（千ペソ）
取水設備		
上段取水桝 1基		11.0
下段取水桝 3基		26.4
導送水管		
既設管改修	（φ100 ㎜、ℓ＝ 800m）	80.0
新設管布設	（φ100 ㎜、ℓ＝ 880m）	440.0
配水施設		
配水池No. 1	（18㎥）	52.1
配水池No. 1	（30㎥）	82.7
塩素注入タンク	（7.5㎥）	14.5
配水管	（φ150 ㎜、ℓ＝ 1,200m）	648.0
配水管	（φ150 ㎜、ℓ＝ 750m）	405.0
配水管	（φ100 ㎜、ℓ＝ 1,700m）	459.0
中間バルブ	（φ150 ㎜、3ヶ所）	17.0
中間バルブ	（φ100 ㎜、2ヶ所）	9.0
合計		2,244.7 （15.7百万円 または0.11百万ドル）

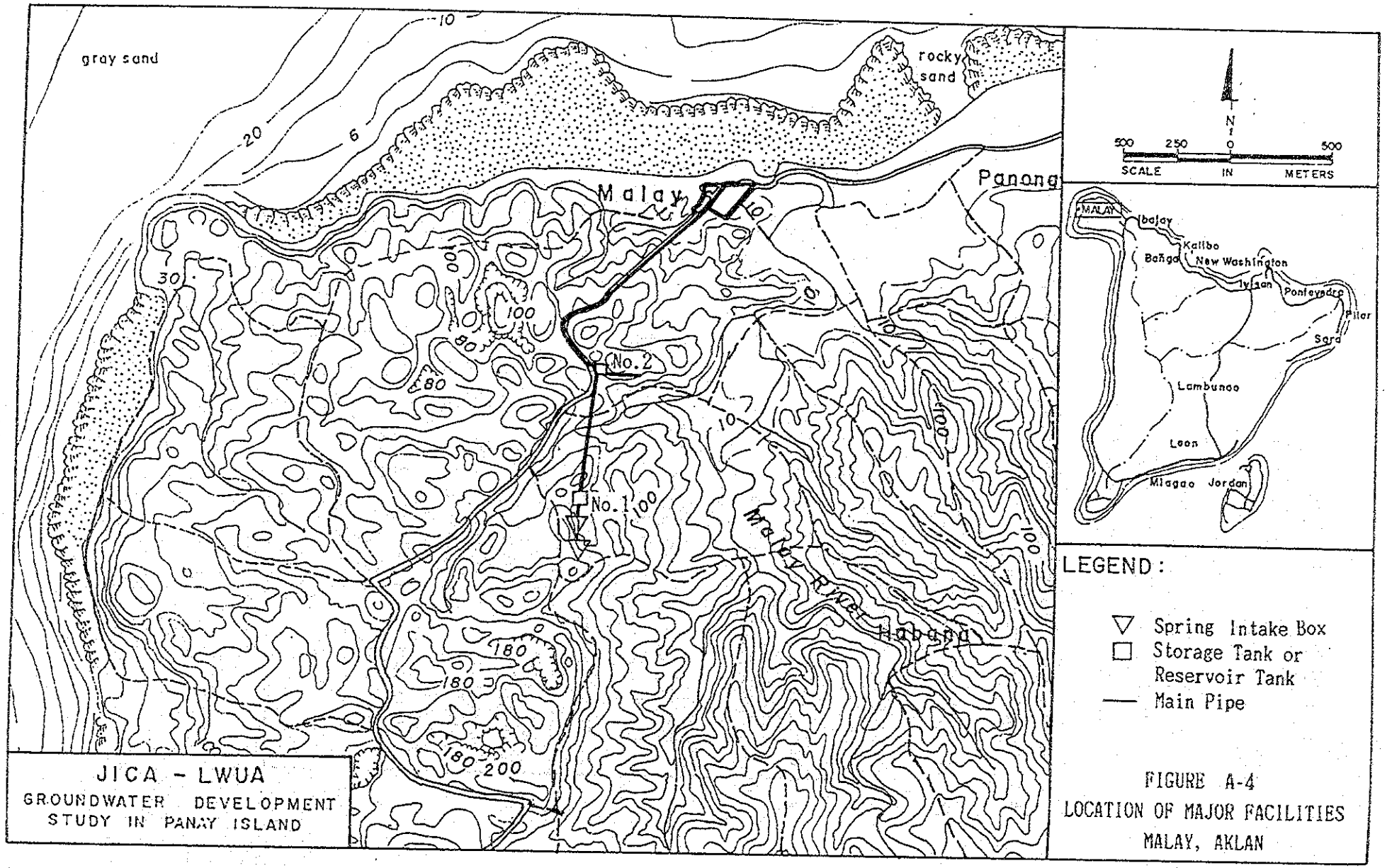
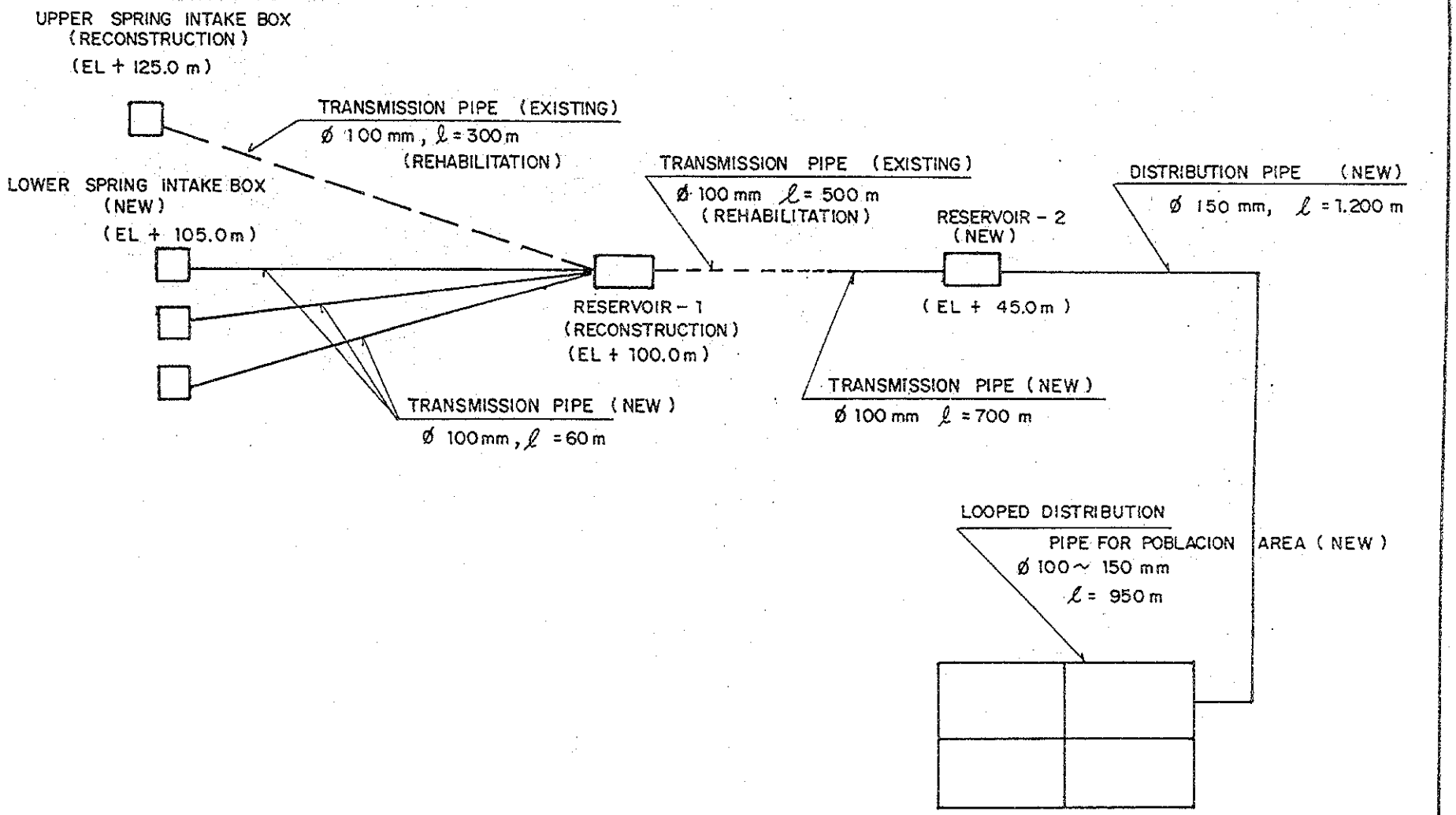
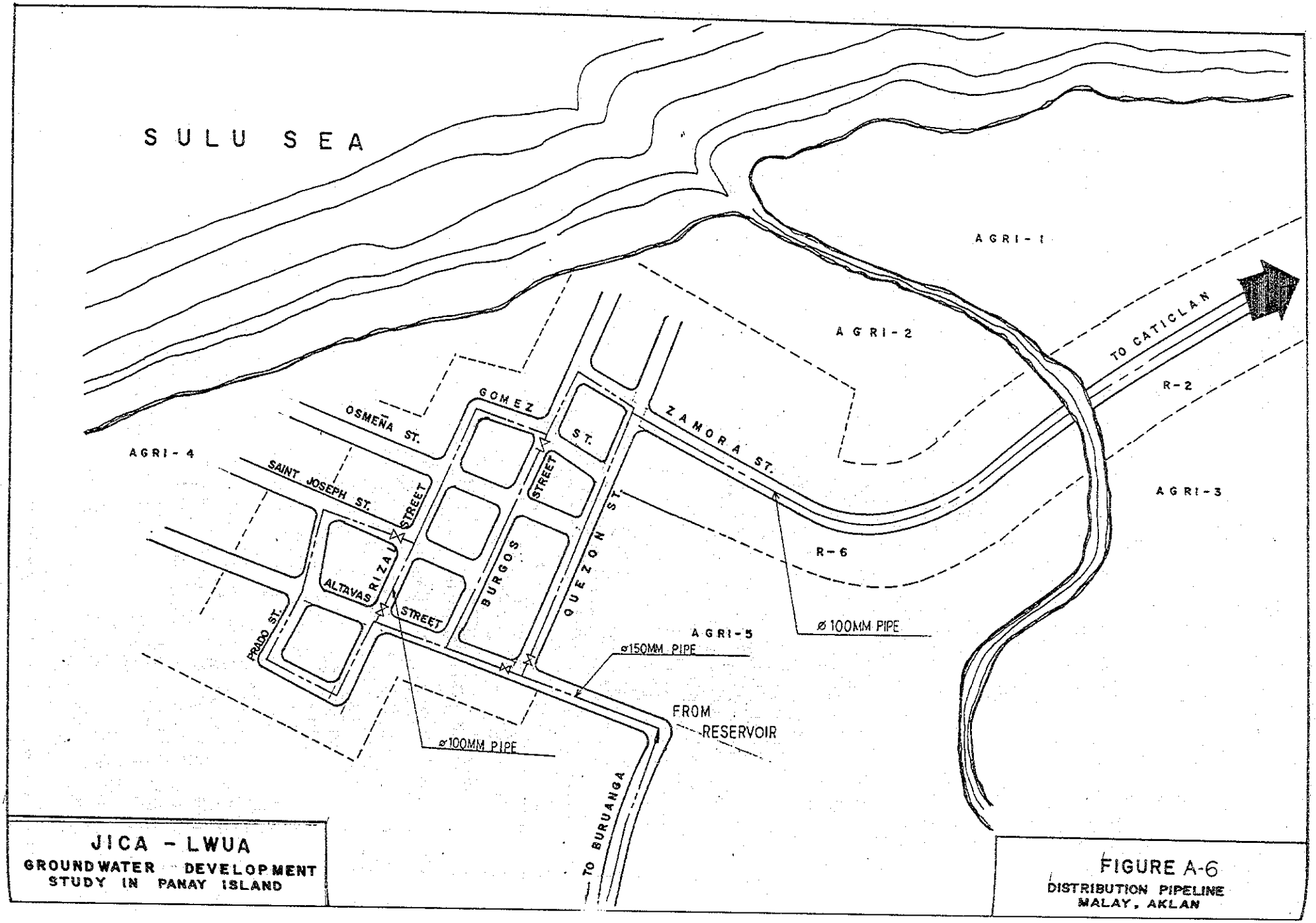


FIGURE A-4
LOCATION OF MAJOR FACILITIES
MALAY, AKLAN



JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT
STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE A-5
FLOW DIAGRAM
MALAY, AKLAN



JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE A-6
DISTRIBUTION PIPELINE
MALAY, AKLAN

B. イバハイ町（アクラン県）

1. 水道施設の現状

既存の水道施設は1979年から1980年にかけて米国の国際開発機関の資金によって建設され、現在イバハイ水道組合（IWA)で運営されている。

この施設はポブラシオン内に 175戸の給水栓をもつレベルⅢの施設で、その施設内容は次のとおりである。

取水設備 ： 深井戸（φ200 ㎜、深36m、水中ポンプ揚水量16㎥／時）
配 水 池 ： 高架水槽（鉄筋コンクリート、高15m、容量15㎥）
導 水 管 ： GIパイプφ50～φ100 ㎜
配 水 管 ： PVC/PV/GI パイプ、主としてφ50㎜
給 水 栓 ： 175 戸（内 150戸メーター付）

IWA はLWUAの下部組織に編成せず、町独自の組織として運営され、水道料金を徴収している。しかしながら町行政府は建設費の負債償却として県行政府へ毎月水道料金の収入より 433ペソ支払う必要があり、財政的な事情によりこれが困難な状況となっている。このため最近この施設は県行政府へ返却され使用されていない状況である。

また、その他の施設としてマロコバランガイとリザールバランガイには小規模のレベルⅡ施設（共同栓）があるが、これらの規模が小さいため、ポブラシオン地区に給水する能力はもっていない。

2. 水需要予測および計画給水量

2. 1 原単位水量

既存施設による給水状況が不明確であるため、現在の家庭用水原単位をLWUAの規準により 100ℓ／人と推定し、目標年次における原単位を 112ℓ／人と設定する。

2. 2 計画給水区域

計画給水区域は、多くのバランガイがポブラシオン地区より隔たっているため、ポブラシオン地区のみとする。

2．3　人口予測

NEDAが作成した人口予測と町行政が作成した人口予測を参考として次の様に設定した。なお、ポブラシオン内の人口予測は1980年国勢調査による人口比率によって設定した。

表ⅢＢ－１　　イハバイ町人口予測

年　度	全町人口	給水区域内人口（ポブラシオン）
1980	31,311	2,297
1985	33,400	2,450
1990	35,130	2,580
1995	36,430	2,670

2．4　給水人口および水需要量

給水人口は、目標年次における普及率をポブラシオン地区で80%として算出する。また、水需要は前記原単位水量を用いて次の様に算定した。

表ⅢＢ－２　　給水人口および需要量

給水区域	ポブラシオン
給水人口	2,140人
給水栓数	
家庭用	428
営業用	26
公共施設用	1
計	455
水需要量(㎥／日)	
家庭用	240
営業用	36
公共施設用	5
計	281

2．5　計画給水量

計画日平均給水量は水需要量に不明水量を加算したものとし、日最大給水量および時間最大給水量はLWUAの設計基準に基づいて次の様に設定する。なお、不明水量は既存施設の増改築を行なうものとして40%とする。

日平均給水量　：　468 ㎥／日
日最大給水量　：　608 ㎥／日
時間最大給水量　：1,280 ㎥／日

3．　水道施設計画

3．1　施設改善方針

3．1．1　水源施設

ポブラシオン内にある既存井戸水はアンモニア性窒素および鉄分含有量高いため、現在は飲料水に利用されていない。このため本調査において新たな地下水開発のためにイバハイ川沿いで、ポブラシオンより約 3.6km南方地点に観測井を築造し、地質状況および地下水状況を調査した結果、有効な水源に確保が困難である事が判明した。一方イバハイ川は乾期においても充分な流量があり、水質的にも良好な状況であるため、この河川水を水源として利用するものとする。

3．1．2　送配水施設

ポブラシオン内の配水設備は近年まで使用されており、今後も利用出来ると考えられるため、水源～ポブラシオン間の送水管、およびポブラシオン内の給水本管のみを増設し、既存高架水槽および給配水枝管等はそのまま利用するものとする。

3．2　施設改善計画

3．2．1　取水設備

(1)　イバハイ川の伏流水を取水するための集水埋管と設備を新設する。
(2)　取水ポンプ設備を新設する。ポンプ能力は日最大給水量を計画揚水量とする。
(3)　塩素注入設備（粒材または粉体注入）を新設する。

3．2．2　送配水施設

(1) 取水設備～新設配水池間の送水管を新設する。

(2) 既存高架水槽が小さいため、ポブラシオンの南端に高架式配水池を新設する。
また、配水池の容量は日最大給水量の１５％程度とする。

(3) ポブラシオン内配水本管を新設し、目標年次における時間最大給水量を配水可能な施設とする。なお、既設高架水槽および既設給配水管と接続し、これらを有効利用する。

3．2．3　必要施設内容

取水設備

集　水　埋　管　：φ 600㎜、延長 100m
取 水 ポ ン プ　：揚水量0.65㎥／分×揚程40m×２台
塩素注入タンク　：１基

送水設備

送　　水　　管　：φ 150㎜、延長 3,000m

配水設備

配　　水　　池　：高架式配水池
内径 6.0m×深 3.5m×容量99㎥×１基
配　　水　　管　：φ 100㎜、延長 2,400m
φ 150㎜、延長 2,300m

なお、主要施設の配置図、施設系統図、配水管網図は各々 Fig　B－8、B－9、B－10に示すとおりである。

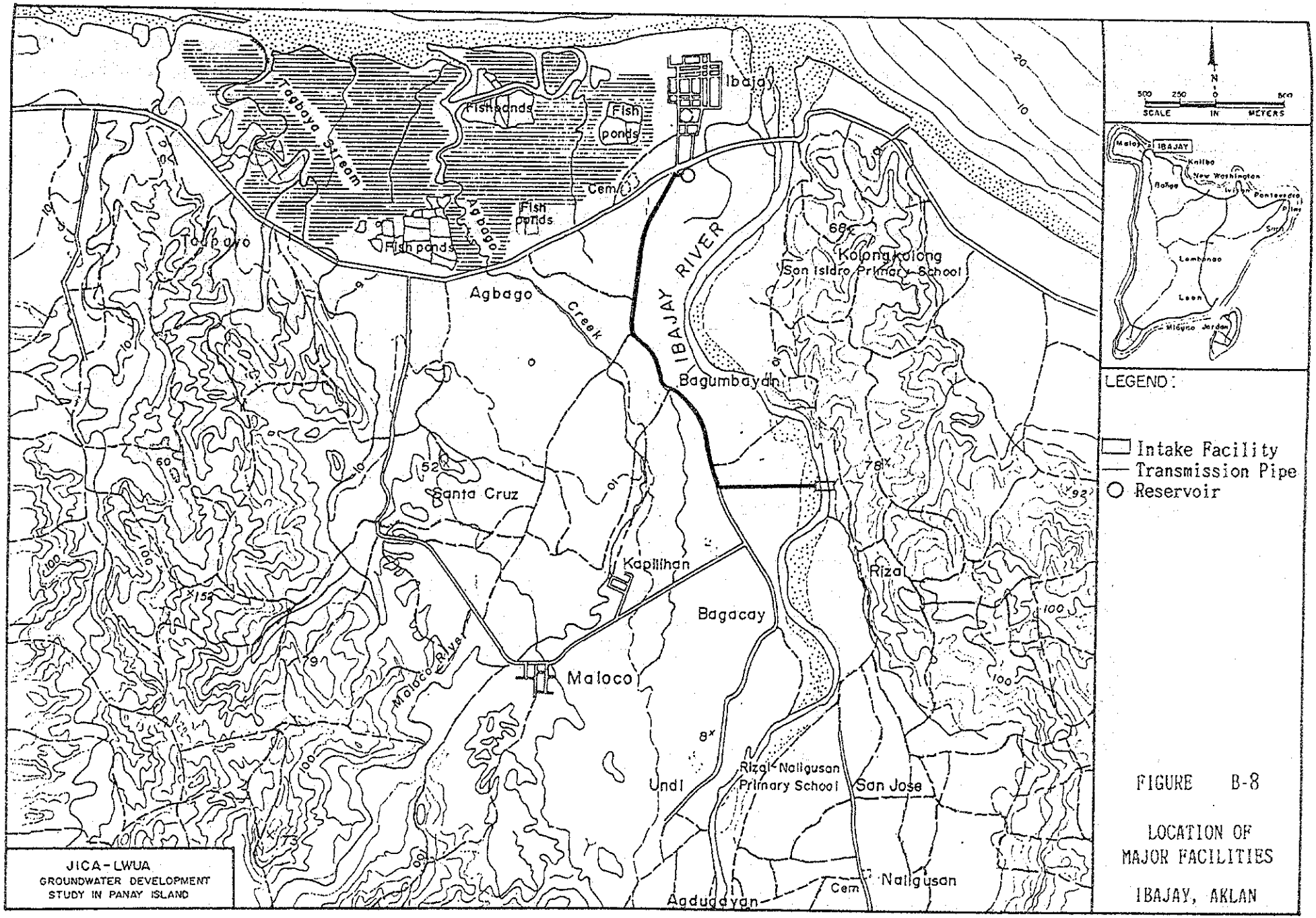
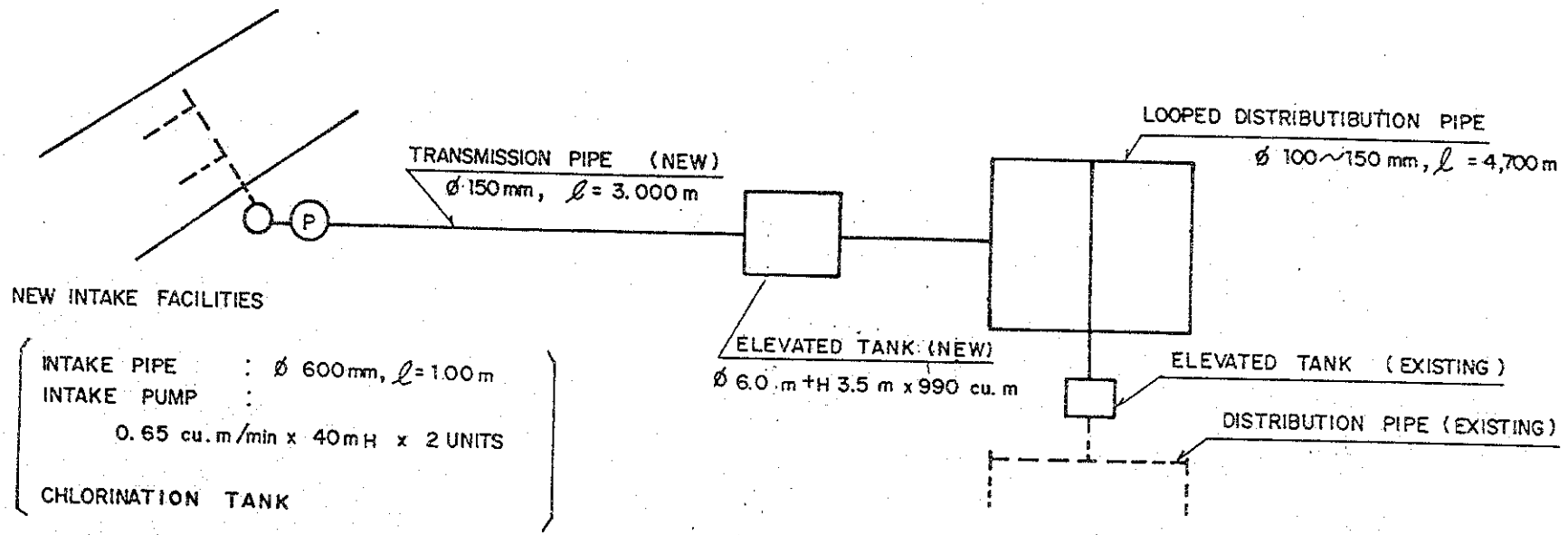


FIGURE B-8

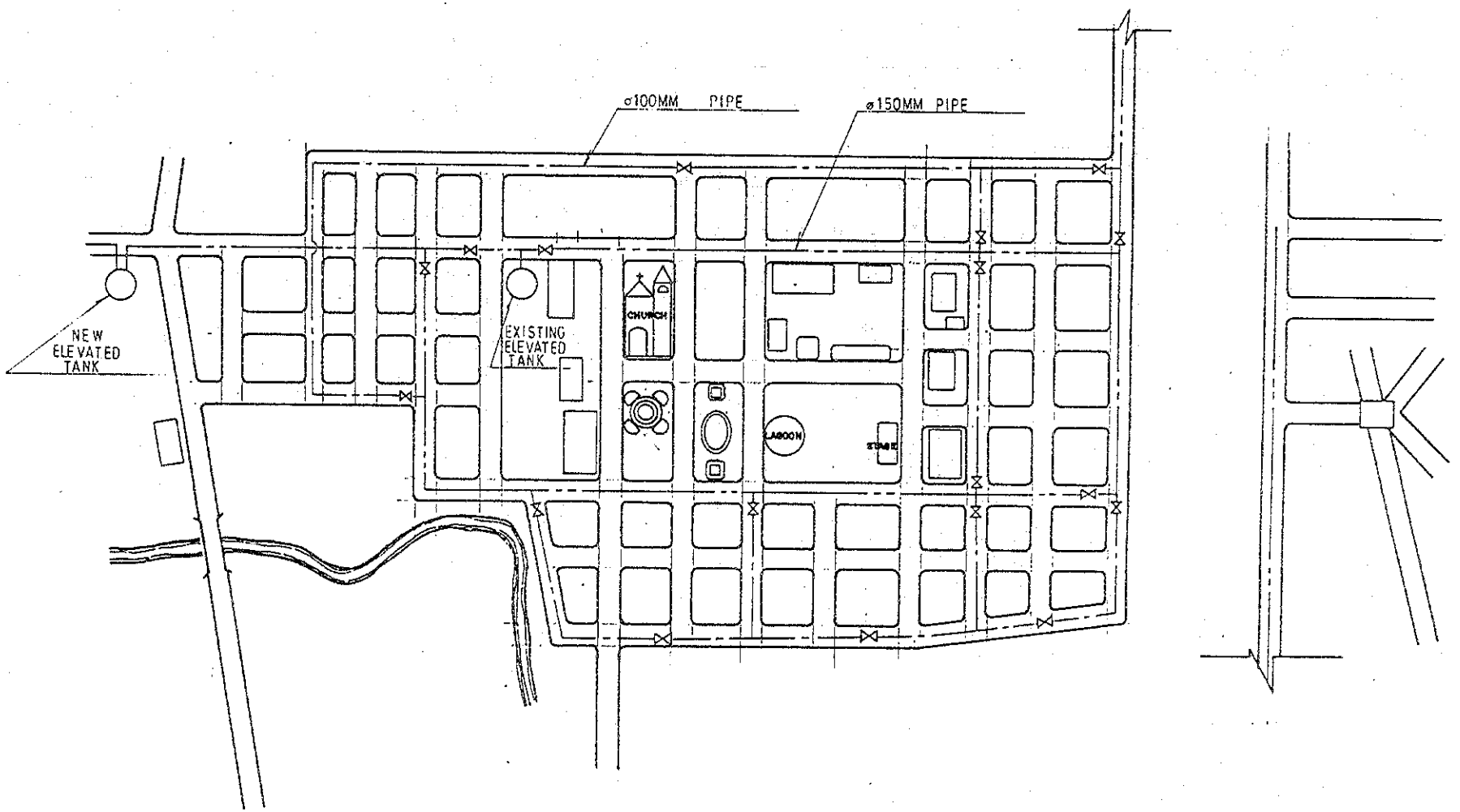
LOCATION OF MAJOR FACILITIES

IBAJAY, AKLAN



JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT
STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE B-9
FLOW DIAGRAM
IBAJAY, AKLAN



JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE B-10
DISTRIBUTION PIPELINE
IBAJAY, AKLAN

3．3　主要施設の概算工事費

施　設　名		工　事　費（千ペソ）
取水設備		
集水埋管	（φ600 鋼管，ℓ＝ 100m）	370.0
ポンプ設備	（0.65㎥／分×40m×２台	836.3
塩素注入タンク		14.5
送水設備		
送水管	（φ150 鋼管，ℓ＝3000m）	1,890.0
配水施設		
高架式配水池	（容量99㎥）	738.0
配水管	（φ100 鋼管，ℓ＝2,400 m）	648.0
配水管	（φ150 鋼管，ℓ＝2,300 m）	1,242.0
中間バルブ	（φ100 鋼管，１３ヶ所）	58.5
中間バルブ	（φ150 鋼管，５ヶ所）	28.5
合　　計		5,825.8 （40.8百万円　または0.28百万ドル）

C. ニュー・ワシントン町（アクラン県）

1. 水道施設の現状

当地区には小規模のレベルⅡの水道施設があったが、塩水の侵入、取水ポンプ設備の破損および水量の不足等のために使用されておらず、現在は大部分の住民が公共または個人の浅井戸にたよるか、水売人より飲料水を購入している状況である。

町行政府は、この水不足を解消するために、カリボ水道区より水道水を購入することも考えており、一方、カリボ水道区組合はニュー・ワシントンを当組合の給水区域に併合する意向をも表明している。

2. 水需要予測および計画給水量

2．1 原単位水量

LWUAの設計基準に従って現在の家庭用水原単位を 100ℓ／人・日と推定し、目標年次のそれを 112ℓ／人・日と設定する。

2．2 計画給水区域

ニューワシントンにおける多くのバランガイは内陸地方にあり、沼地によってポブラシオンより隔離している。このため、本計画の給水区域は人口の多いポブラシオン地区のみとする。

2．3 人口予測

NEDAが作成した人口予測と町行政府が作成した人口予測に基づいて次のように決定した。なお、ポブラシオン内の人口は1980年の国勢調査による人口比率によって設定した。

表ⅢC－1　ニュー・ワシントン町人口予測

年　度	全　町　人　口	給水区域内人口（ポブラシオン）
1980	26,201	4,047
1985	29,350	4,530
1990	32,290	4,990
1995	34,900	5,390

2．4　給水人口および水需要量

給水人口は目標年次における普及率をポブラシオン地区で80%として算定する。また、水需要量は前期原単位を用いて次のように算定した。

表ⅢC－2　給水人口および需要量

給　水　区　域	ポブラシオン地区
給　水　人　口	4,310
給水栓数	
家庭用	862
営業用	52
公共施設用	2
計	916
水需要量（㎥／日）	
家庭用	432
営業用	73
公共施設用	10
計	566

2．5　計画給水量

計画日平均給水量は水需要量に不明水量を加算したものとし、日最大給水量および時間最大給水量はLWUAの設計基準に基づき、次のように設定する。

なお、不明水量は本計画で、全送配水施設を新設するものとして25%とする。

日平均給水量	:	755㎥／日
日最大給水量	:	982㎥／日
時間最大給水量	:	1,970㎥／日

3．水道施設計画

3．1　施設改善方針

3．1．1　水源施設

本調査で、現地踏査および電気探査による水文地質調査を行った結果、当地区には水道水源として有効な地下水を開発することが困難であると判断された。この結果、水道水源は当地区の外部に求めざるを得ないため、カリボ町で開発可能な深井戸水源を共用し、当地区まで送水するものとした。

この結果、ニューワシントンとカリボ両町における水道施設は水源の有益性を施設の経済的維持管理のために統合されるべきであると考えられる。

3．1．2　送配水施設

ポブラシオン内にある既存配水池や給配水管は配水能力が小さく、大部分が破損し、放置されたままのため、本計画においてすべての送配水施設を新たに築造するものとする。

3．2　施設改善計画

3．2．1　取水設備

取水設備は、カリボ水道区の新設深井戸を併用するものとする。

3．2．2　導送水設備

(1)　カリボ水道区のNo.1配水池より、送水された水をカリボ空港付近に増圧ポンプ場を新設し、ポブラシオン内の新設配水池まで送水する。

(2) 増圧ポンプ場よりポブラシオン内配水池までの送水管（φ150 ㎜、延長8.0 km）を新設する。

3．2．3 配水設備

(1) ポブラシオン内に高架式配水池を新設し、その容量は日最大給水量の15%程度とする。

(2) ポブラシオン内に配水本管をループ状に新設する。

3．2．4 必要施設内容

取水設備

なし。

導送水設備

増圧ポンプ設備：φ100 ㎜×揚水量 1.0㎥／分×揚程53.0m×出力15kW、2台
送　　水　　管：φ 150㎜、延長 8,000m

配水設備

高架式配水池：内径 7.5m×水深 3.5m×容量 154㎥、1槽
配 水 本 管：φ 150㎜、延長 1,600m

なお、これら主要施設の配置図、施設系統図、配水管網図は Fig. C－5、C－6、C－7に示すとおりである。

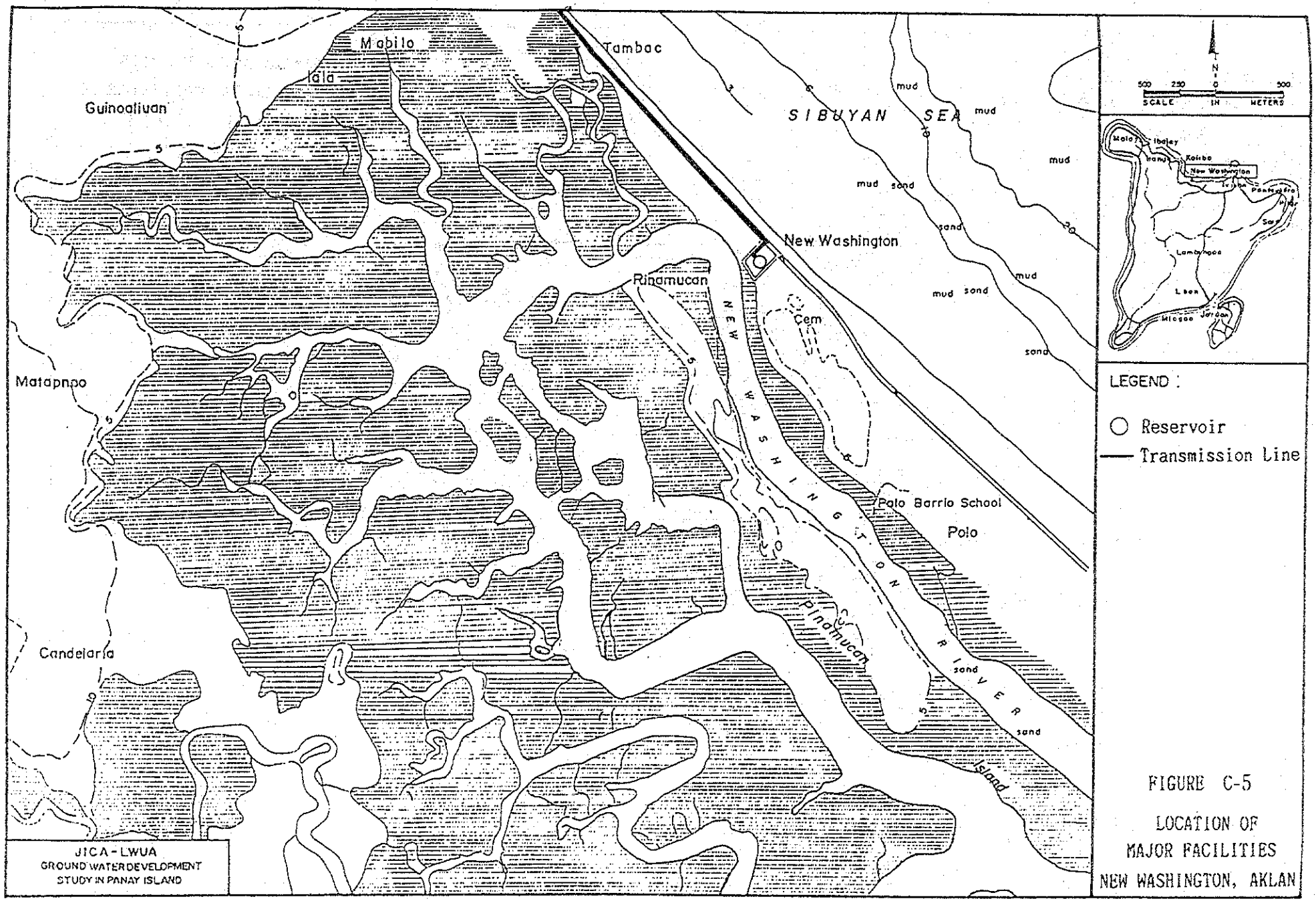
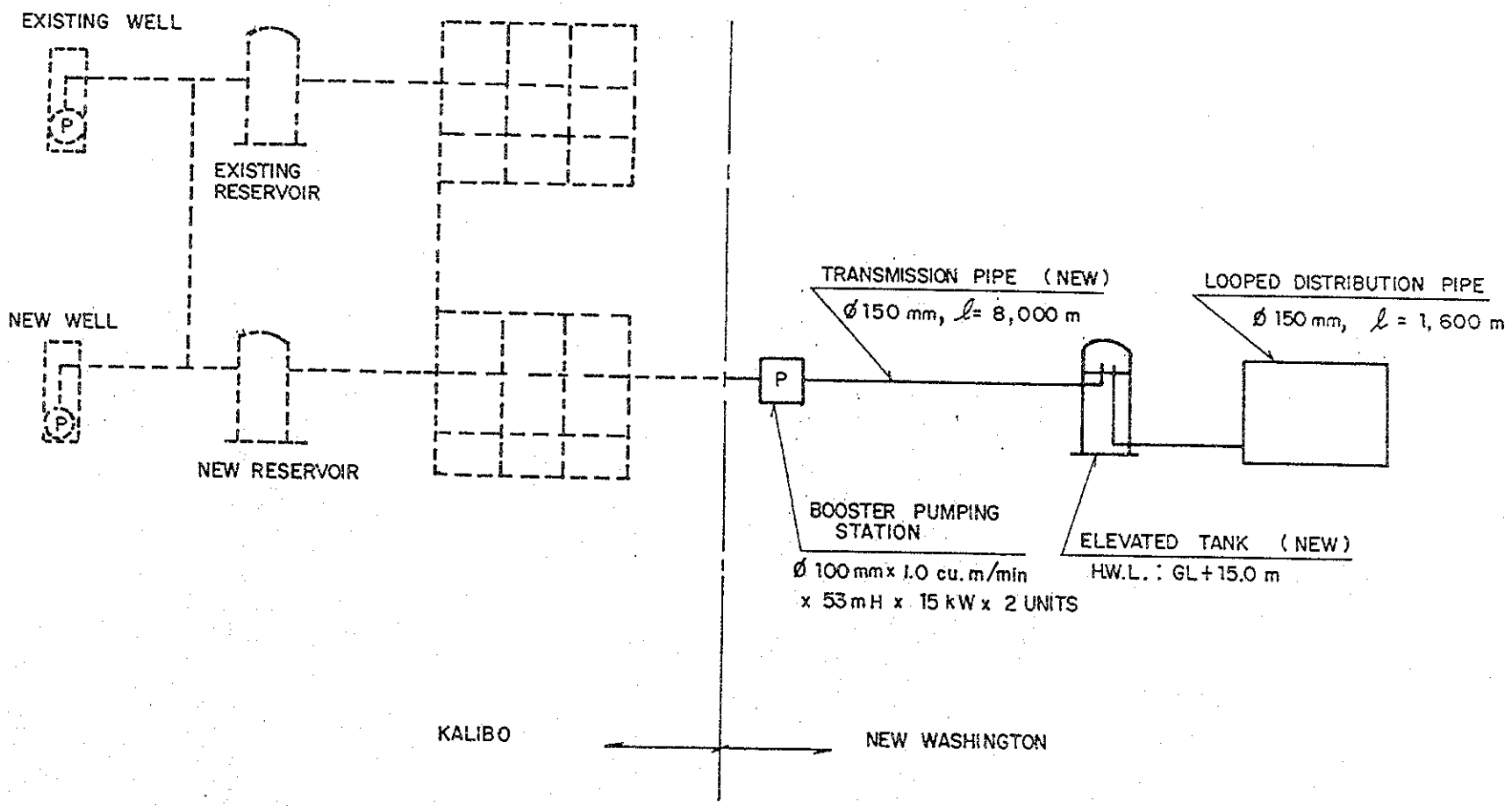


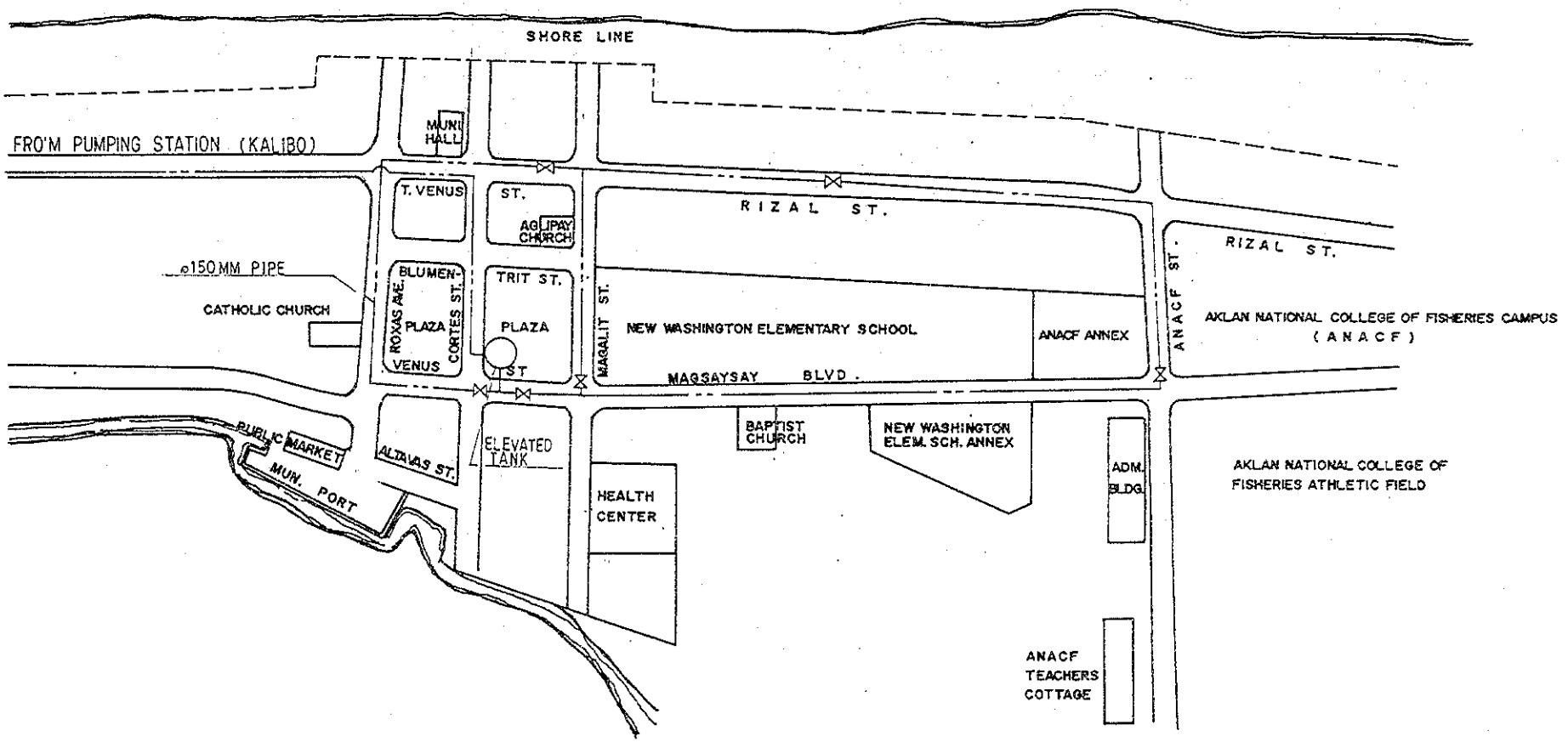
FIGURE C-5

LOCATION OF MAJOR FACILITIES NEW WASHINGTON, AKLAN



J I C A - L W U A
GROUNDWATER DEVELOPMENT
STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE C-6
FLOW DIAGRAM
NEW WASHINGTON, AKLAN



JICA - LWUA
GROUNDWATER DEVELOPMENT
STUDY IN PANAY ISLAND

FIGURE C-7
DISTRIBUTION PIPELINE
NEW WASHINGTON, AKLAN

3．3　主要施設の概算工事費

施　設　名	工　事　費（千ペソ）
取水設備	
導送水設備	
増圧ポンプ場（φ100 鋼鉄、2台）	1,130.4
送水管　（φ150 鋼鉄、ℓ＝ 8,000m）	5,040.0
配水設備	
高架式配水池（容量 154㎥）	1,148.4
配水本管　（φ150 鋼鉄、ℓ＝ 1,600m）	864.0
中間バルブ　（φ150 鋼鉄、6ケ所）	34.2
計	8,217.0 （57.6百万円　または 0.40 百万ドル）

D. カリボ町（アクラン県）

1. 水道施設の現状

カリボ水道区では、現在レベルⅢの水道施設によって、2,200 所帯、12,500人に対して日約 2,600㎥／日の給水を行っている。

なお、現在の給水区域は、ポブラシオン地区と隣接バランガイのみであるため、その他地区では、少数住民が水給水車（容量 2.0㎥）に受水しているが、その他の住民は浅井戸または深井戸にたよっている。

現在の水道施設の概要は次のとおりである。

- 深井戸（φ250 ㎜、深さ70.0m、エンジン駆動取水ポンプ付）　1ケ所
- 塩素注入設備（塩素ガス注入方式）　1式
- 円筒型配水池（鉄筋コンクリート造、容量 400㎥）　1ケ所
- 給配水管（φ50～φ200 ㎜）　1式

以上の施設は現在良好な状態で維持されているが、今後の給水人口の増加と需要量の増加には容量が不足しており、追加水源および配水施設の拡張が必要となるものと考えられる。

2. 水需要予測および計画給水量

2．1 原単位水量

現在カリボ町における1日給水量は約 2,600㎥／日である。これに対し使用水量はカリボ水道区で不明水量が約30%程度あるものと想定しており、 1,820㎥／日と推定している。

また、現在給水人口は13,200人であり、営業用水、公共施設用水を含めた1人当たりの使用水量は 146ℓ／人・日と算定される。

この内、実質の家庭用水原単位は1987年にJICAが行った「フィリピン国地方都市上水道整備計画調査」で採用した推定値を参考として約80%または、 115ℓ／人・日と推定した。この現単位水量をもとに、目標年次の家庭用水単位水量は 130ℓ／人・日と設定する。

2．2　計画給水区域

目標年次における計画給水区域は徒に区域の拡張を求めず、現在の給水区域の普及率を向上することを第一義とし、これに未給水区域の隣接バランガイを包含するものとする。この結果、計画給水区域はポブラシオン地区およびバランガイ、アンダガウ、バチャオスール、ニューバスワン、オールドバスワン、エスタンシア、プクと設定する。

2．3　人口予測

将来人口予測は、NEDAとカリボ町でそれぞれ行っているがカリボ町で行った予測は1987年のみであり、将来分がないためにNEDAが行った人口予測に基づいて設定した。

なお、各地区の人口は1980年の国勢調査による人口比率によって設定した結果表ⅢＤ－１のとおりである。

表ⅢＤ－１　カリボ町人口予測

	1980	1985	1990	1995
町全域	40,019	46,830	53,600	60,200
給水地区				
ポブラシオン	11,150	13,050	14,950	16,770
アンダガウ	4,673	5,470	6,270	7,030
バチャオスール	715	840	960	1,080
ニューバスワン	3,311	3,870	4,440	4,980
オールドバスワン	1,355	1,590	1,820	2,040
エスタンシア	3,997	4,680	5,360	6,010
プク	2,516	2,940	3,370	3,780
計	26,362	32,440	37,170	41,690

2．4　給水人口および水需要量

現在の給水人口は12,500人であり、計画給水区域の現在人口に対する普及率は37%である。目標年次における普及率は水源開発の必要性と、事業費を考慮して、ポブラシオン内を70%、バランガイ内を40%と設定して、給水人口を推定する。また、水需要量は前記原単位を用いて次のように算定した。

表ⅢD－2　給水人口および需要量

給水区域	ポブラシオン	アンダガウ	パチヤオスル	ニューバスワン	オールドバスワン	エスタンシア	ブク	計
給水人口	11,740	2,810	430	1,990	820	2,400	1,510	21,700
給水栓数								
家庭用	2,348	562	86	398	164	480	302	4,340
営業用	141	34	5	24	10	6	4	224
公共施設用	12	1	1	1	1	1	1	18
計	2,501	597	92	423	175	487	307	4,582
水需要量（㎥／日）								
家庭用	1,526	365	56	259	107	312	196	2,821
営業用	197	48	7	34	14	8	6	314
公共施設用	62	5	5	5	5	5	5	92
計	1,785	418	68	298	126	325	207	3,227

2．5　計画給水量

日平均計画給水量は水需要量に不明水量を加算したものとし、日最大給水量および時間最大給水量はLWUAの設計基準に基づき、次のように設定する。なお、不明水量は、現在の平均不明水量比30%を今後改善してゆくものとし、LWUAの基準により、25%とする。

日平均給水量　：　4,302　㎥／日
日最大給水量　：　5,600　㎥／日
時間最大給水量　：　10,080　㎥／日

3.　水道施設計画

3．1　施設改善方針

3．1．1　水源施設

計画年次における水需要に対応するため、新たな水源を開発する必要があり、本調査において、アクラン川右岸に観測井および試験井を築造し、地下水調査を行った結果、試験井より日量約 3,000㎥／日は充分に取水可能であることが判明した。よって既存取水井の補足水源として、試験井を利用するとともに新たな深井戸を１ヶ所築造するものとする。なお、取水量は、ニューワシントン町の計画給水量も合わせて取水するものとする。

3．1．2　送配水施設

(1) 現在の導水施設に、２ヶ所の新設配水池への導水管およびニュー・ワシントンへの送水管を新設する。

(2) 給水区域の拡張を行うために２ヶ所の配水池および配水本管を増設する。

3．2　施設改善計画

3．2．1　取水設備

(1) 既存深井戸と試験井との中間地点に深井戸を新設する。

(2) 試験井と新設深井戸に取水ポンプ設備および塩素注入設備を新設する。各々の取水量は 3,000㎥／日とし、既存深井戸は主としてポブラシオン地区を対象として現況のまま使用する。

3．2．2　導送水設備

(1) 既存導送水管はそのまま利用する。

(2) 2ヶ所の新設水源から2ヶ所の新設配水池まで各々送水管を布設し、既設配水池へもバイパスとして接続する。

(3) ニュー・ワシントンへ送水するための送水管を布設する。

3．2．3 配水設備

(1) 全給水区域を3分割し、既存配水池、配水管は主としてポブラシオン地区を対象とする。その他のバランガイ地域は2分割して各々配水設備を増設拡張する。但し、各区域は相互連絡させておくものとする。

(2) 2ケ所の配水池を新設し、ポブラシオン地区以外の給水区域に配水を行う。なお、配水池容量は操業貯留として日最大給水量の15%、非常時貯留として2時間分および消火用貯留として 120㎥とし決定する。

(3) 給水区域は次の3分区に分割する。

第1分区 ： ポブラシオン
第2分区 ： バチャオスール、ニューバスワン、オールドバスワン
第3分区 ： アンダガオ、エスタンシア、プク

(4) 各分区内の配水本管は目標年次の時間最大給水量が給水可能となるよう、ループ状に増設拡張する。

3．2．4 必要施設内容

取水設備

深　井　戸 ： φ 250㎜×深さ85.0m、1ケ所
取水ポンプ設備 ： 深井戸用水中モーターポンプ
φ125 ㎜×揚水量 2.2㎥／分×揚程60.0m×37kW 2台
塩素注入設備 ： 塩素ガス注入機 2台

導送水設備

新設井戸No.1～新設配水池No.1間送水管 ： φ200 ㎜、延長、 2,800m
新設井戸No.2～新設配水池No.2間送水管 ： φ200 ㎜、延長、 2,800m
新設配水池～ニューワシントン増圧ポンプ ： φ150 ㎜、延長、 2,000m