

資料 5 技術資料

技術資料は、次のリストの通りであり、次ページ以降に添付する。資料の番号は、対応する本文の節No.毎につけてある。

- 資料 2.4.1.2-1 気象水文資料
- 資料 2.4.1.2-2 気象水文観測所位置図
- 資料 2.4.1.2-3 計画地域内の気象水文特性
- 資料 2.4.1.2-4 低水解析
- 資料 2.4.1.2-5 設計洪水 (PMF) に対する検討
- 資料 2.4.1.2-5A 確率洪水解析
- 資料 2.4.1.2-6 堆砂量解析
- 資料 2.4.1.2-7 蒸発量検討
- 資料 2.4.1.3-1 対象地域の地形・地質
- 資料 2.4.1.3-2 ボーリング・テストビット位置図
- 資料 2.4.1.3-3 ボーリング柱状図
- 資料 2.4.1.3-4 現地透水試験結果
- 資料 2.4.1.3-5 ボーリングコア写真
- 資料 2.4.1.3-6 一軸圧縮試験結果
- 資料 2.4.1.3-7 岩級区分
- 資料 2.4.1.3-8 顕微鏡写真
- 資料 2.4.1.4-1 材料調査項目一覧表
- 資料 2.4.1.4-2 材料室内試験結果
- 資料 2.4.1.4-3 テストビット柱状図
- 資料 2.4.1.4-4 材料ボーリング柱状図
- 資料 2.4.1.4-5 材料調査写真
- 資料 2.4.1.4-6 ダム盛立材料採取可能量調査
- 資料 2.4.1.4-7 フィルダム盛立材料 (参考)
- 資料 2.4.1.5-1 BSWMの土壤断面記載及び土壤分析
- 資料 2.4.1.5-2 土壤調査における調査項目の区分基準
- 資料 2.4.2.5-1 樹木特性
- 資料 2.4.2.5-2 インファンタ地区植林実績
- 資料 2.4.2.5-3 サンタバーバラ植林実績
- 資料 2.4.2.5-4 バンガシナン州の苗畑
- 資料 2.4.2.6-1 入植地の土壤調査分析
- 資料 2.4.2.6-2 BSWMの入植地土壤調査報告書 (和訳)
- 資料 2.5-1 環境影響評価資料 (傾斜度、眺望等)
- 資料 3.3.2.1-1 灌漑水路縦断図
- 資料 3.3.2.1-2 水収支計算
- 資料 3.3.2.2-1 ダム位置の選定

資料 3.3.2.2- 2	ダム容量カーブ及びダム体積カーブ
資料 3.3.2.3- 1	ダム堤体の安定計算
資料 3.3.2.3- 2	ダム浸透流の検討
資料 3.3.2.3- 3	ダム洪水吐の配置及び流入部長さの検討
資料 3.3.2.3- 4	ダム高さ（付加高さ）の検討
資料 3.3.2.3- 5	ダム洪水吐の水理的検討
資料 3.3.2.3- 6	底樋位置の選定及び仮排水路トンネルとの比較
資料 4.1- 1	仮排水路（転流工）計画検討
資料 4.1- 2	カットオフ部の雨期のオーバーフローに対する検討
資料 4.1- 3	D/D再委託予定の調査項目と数量
資料 5.1- 1	西部バリオス計画諸元

資料 2.4.1.2 - 1

気象・水文資料の収集

Pre-F/Sの時に収集された資料に追加して、次の水文資料を収集、整理した。

(A) 雨量資料

Dagupan観測所雨量資料	1961年～1995年
Mabini観測所雨量資料	1959年～1979年
Iba観測所雨量資料	1961年～1995年

(B) 流量資料

Nayom測水所流量資料	: 1971～1979年を追加補充した。
Mabini測水所流量資料	: 1959～1979年を追加補充した。
Banban堰測水所流量資料	: 1996年5月～10月を追加補充した。
Nayom堰測水所流量資料	: 1996年6月～10月を追加補充した。
その他	: 中部ルソン、既存計画中のダム設計洪水量

(C) 堆砂資料

設計検討に有効な堆砂実績についての資料はなかった。

(D) 蒸発量資料

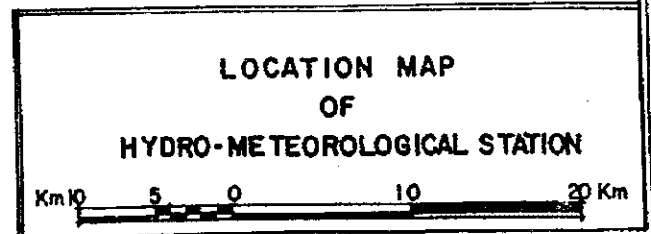
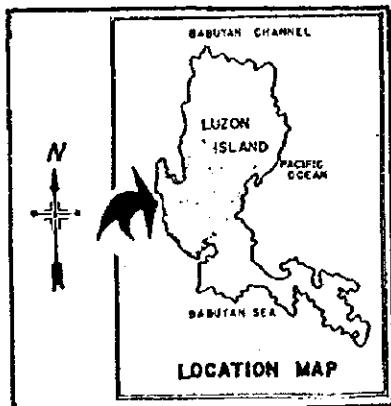
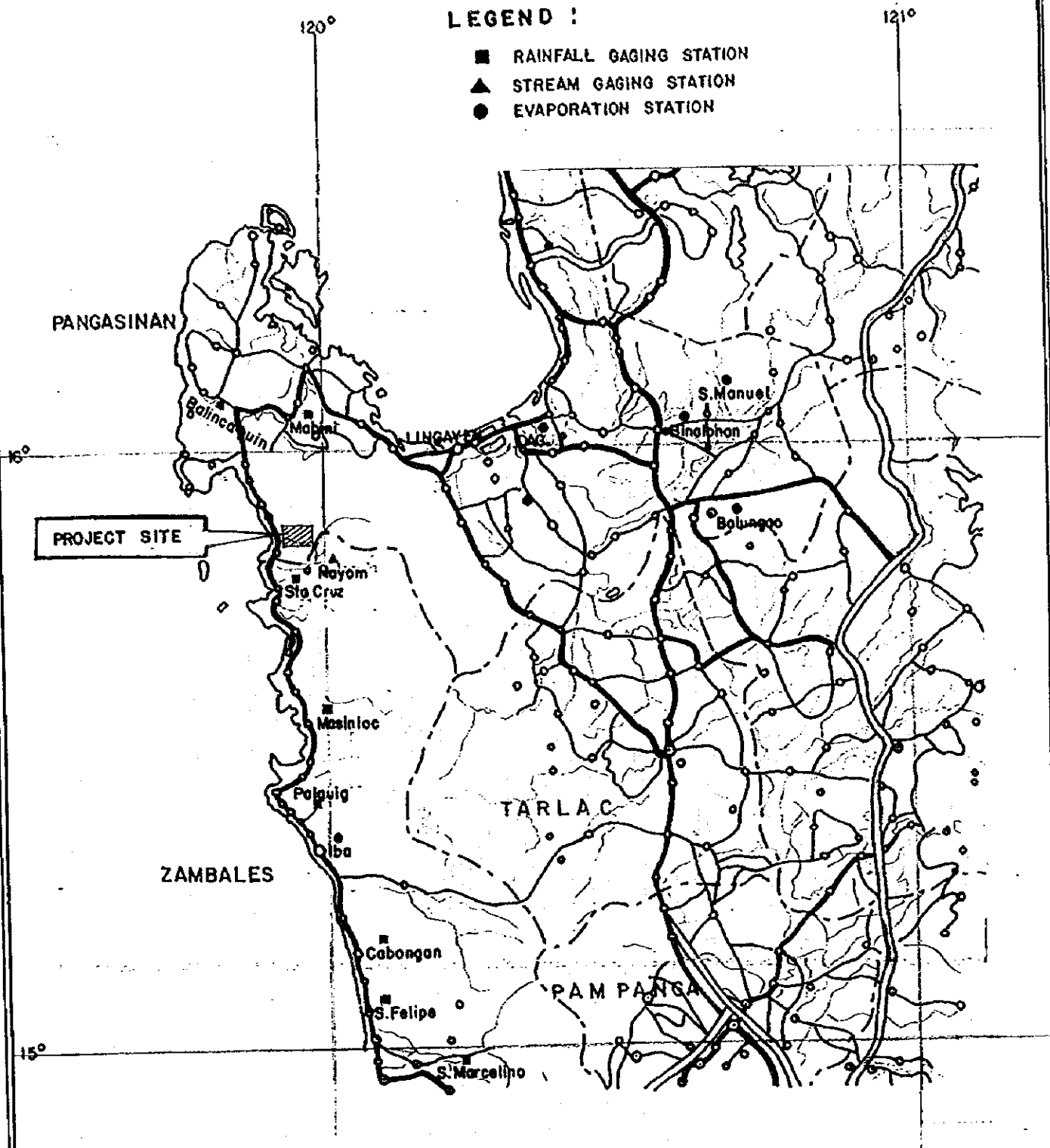
Pre-F/Sに使用されたSan Mannel以外の資料はなかった。

次ページの表に周辺地域の気象水文観測記録の期間を示す。

資料2.4.1.2-2 氣象水文觀測所位置圖

LEGEND :

- RAINFALL GAGING STATION
- ▲ STREAM GAGING STATION
- EVAPORATION STATION



資料 2.4.1.2-3 計画地域内の気象・水文特性

計画地域内の気象特性としてモンスーンの影響により雨期と乾期の区別が顕著である。(表5.2.2-1参照)。
表5.2.2-1は計画地域内にあるサンタ・クルス雨量観測所の月別雨量を示すが、これによると年平均雨量
3,000mmの約90%は5月～10月の雨期の降雨量である。

Table Monthly Rainfall Data At Sta Cruz

Monthly Rainfall Data

Station: Bolawon, Sta Cruz, Zambales
Coordinates: 15 deg 46' N 119 deg 55' E
Elev.: 0.00 m

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1976										328.3	11.8	26.4	
1978	3.3	2.5	24.6	20.1	842.3	383.5	287.2	482.3	531.2	101.5	T	6.3	2,684.8
1977	29.7	0.2	T	26.4	369.4	177.2	728.4	817.2	680.2	45.0	149.1	0.0	3,022.8
1978	0.0	0.0	0.0	19.6	196.2	520.2	615.0	1,316.7	419.8	230.2	27.5	2.5	3,347.7
1979	0.0	0.0	0.0	153.6	420.9	170.0	453.7	935.9	282.4	177.9	32.2	30.7	2,657.3
1980	T	1.5	35.3	25.9	174.4	107.0	999.8	338.4	723.0	194.6	112.1	3.0	2,715.0
1981	5.2		0.0	19.0	82.4	794.6	572.6	1,048.5	450.2	202.6	92.4	4.9	
1982	0.0	2.3	7.2	45.9	174.3	383.5	581.6	177.5	32.4	11.8	0.0	51.7	1,468.2
1983	22.4	10.9	0.0	0.0	10.9	255.9	389.5	683.7	307.6	140.2	61.2	0.0	1,882.5
1984													
1985	T	12.4	0.7	139.8	91.0	1,096.4	202.1	783.5	390.5	240.3	30.2	4.9	2,991.8
1986	3.4	3.3	30.5	T	481.0	178.7	754.5	1,445.5	699.5	165.0	85.0	7.1	3,853.5
1987	0.0	0.0	0.0	T	89.4	541.4	479.1	319.3	485.1	89.7	61.5	16.9	2,082.4
1988	6.4	74.5	5.1	84.8	445.4	448.9	667.6	487.1	590.8	682.8	86.3	0.0	3,579.7
1989	5.1	2.5	39.5	25.7	198.3	298.5	739.2	859.8	710.6	256.8	95.2	3.8	3,234.8
1990	0.0	2.3	0.0	T	235.5	954.2	762.4	1,217.9	653.0	173.1	60.1	48.3	4,106.8
1991	0.0	4.3	26.7	33.3	55.7	1,014.6	1,045.7	1,292.2	1,093.3	256.8	14.6	20.8	4,858.0
1992	5.4	0.4	0.2	65.8	199.9	584.3	1,119.6	912.3	443.8	53.6	16.4	T	3,401.7
1993	8.6	0.0	33.2	62.4	10.6	88.8	280.8	644.2	601.1	365.3	147.8	178.2	2,421.0
1994	62.6	1.0	4.0	32.7	237.4	404.8	1,167.8	495.7	323.2	164.2	0.0	3.0	2,896.4
1995	0.0	T	0.0	T	271.4	276.3	730.5	557.5	432.9	283.2	16.6	7.6	2,576.0
Mean	8.0	6.6	10.9	39.7	241.8	456.8	662.0	779.7	613.5	208.1	55.0	20.8	3,009.0

上記降雨量によって、計画地域を流れるNayom川の流量も乾期と雨期の差が著しい。

表-5.2.2-2はNayom川に設置された測水所の月別平均流量(m³/s)を示し、表-5.2.2-3は月別流入量(m³)を示すが、これによると年間平均流入量235百万m³の約82%は雨期6ヶ月に流入する。

MONTHLY RUNOFF DATA AT NAYOM RIVER

Name of Station: Nayom River
 Location: Gulsguls, Sta. Cruz, Zambales
 Drainage Area: 128 sq km

Unit: CMS
 Lat: 15 deg 48'31"
 Long: 119 deg 58'48"

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL MEAN
1956	1.11	1.00	0.79	0.85	2.23	1.72	4.34	12.70	58.32	5.77	7.37	3.94	8.35
1957	2.48	1.68	1.55	1.53	1.37	2.28	55.70	17.57	10.53	5.19	1.78	1.26	8.58
1958	0.91	0.91	0.83	0.61	0.78	9.36	26.48	13.66	17.94	10.55	3.34	1.98	7.28
1959	1.52	1.21	1.19	0.94	2.41	2.50	2.35	6.30	10.92	2.86	1.98	1.69	3.03
1960	1.35	0.78	0.30	0.13	0.32	2.04	1.92	31.29	17.67	12.62	4.08	2.64	6.26
1961	1.91	1.69	1.45	1.19	1.16	7.37	15.65	12.23	20.29	14.39	5.28	2.86	7.13
1962	1.89	1.30	0.95	1.18	1.11	1.96	27.67	12.64	17.04	6.75	3.24	1.54	6.44
1963	0.99	0.95	0.66	0.45	0.36	8.94	10.34	10.02	18.47	8.04	2.99	2.26	5.37
1964	1.40	0.80	0.45	0.31	0.42	5.56	6.89	27.19	15.51	19.12	5.75	5.42	7.40
1965	2.79	2.02	1.63	2.13	4.11	11.94	18.29	13.55	12.15	5.82	3.40	1.64	6.62
1966	1.12	1.06	1.04	0.95	4.21	5.00	9.24	8.62	35.07	7.16	5.87	4.75	7.01
1967	2.39	1.12	0.95	0.96	0.84	10.29	12.95	21.06	9.60	16.30	6.38	3.33	7.18
1968	4.21	7.27	1.95	1.83	2.36	3.40	5.06	50.87	20.32	10.10	3.61	2.50	9.45
1969	2.10	1.26	1.02	1.11	1.99	8.92	40.09	19.53	14.05	7.68	3.87	2.16	8.65
1970	1.92	2.26	1.65	0.87	2.49	6.02	11.36	20.88	31.73	11.69	6.46	5.30	8.55
1971	0.44	0.40	0.62	1.12	1.22	1.63	3.20	14.55	3.35	11.49	18.72	5.21	5.16
1972	1.11	0.98	1.02	0.09	0.50	2.15	57.08	15.80	0.90	1.37	1.14	0.93	6.92
1973	0.92	2.26	1.65	0.95	1.31	1.83	2.15	5.24	4.35	2.05	1.26	0.93	2.08
1974	0.83	0.70	0.46	0.33	0.64	0.44	3.10	30.40	2.27	31.44	3.14	0.70	6.20
1975	10.74	10.31	7.36	7.73	9.12	8.10	9.33	18.29	12.93	9.87	4.95	3.05	9.32
1976	2.08	1.44	0.62	0.14	20.67	13.49	20.33	19.54	27.43	11.35	9.13	7.13	11.11
1977	5.40	5.07	4.29	4.26	5.26	10.89	12.40	12.62	54.66	11.54	12.29	7.78	12.21
1978	4.60	4.18	3.92	3.64	3.96	8.07	13.97	41.78	18.45	10.10	5.27	3.14	10.09
1979	3.72	3.55	3.29	3.38	7.28	6.80	9.39	32.46	8.77	9.10	5.27	3.14	8.01
MEAN	2.41	2.26	1.65	1.53	3.17	5.86	15.82	19.53	18.45	10.10	5.27	3.14	7.43

MONTHLY RUNOFF DATA AT NAYOM RIVER

Name of Station: Nayom River
 Location: Gulsguls, Sta. Cruz, Zambales
 Drainage Area: 128 sq km

Unit: MCM
 Lat: 15 deg 48'31"
 Long: 119 deg 58'48"

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL TOTAL
1956	2.97	2.51	2.12	2.20	5.97	4.46	11.62	34.02	151.17	15.45	19.10	10.55	262.14
1957	6.64	4.06	4.15	3.97	3.67	5.91	149.19	47.06	27.29	13.90	4.61	3.37	273.83
1958	2.44	2.20	2.22	1.58	2.09	24.26	70.92	36.59	46.50	28.26	8.66	5.30	231.02
1959	4.07	2.93	3.19	2.44	6.45	6.48	7.63	16.87	28.30	7.66	5.13	4.53	95.69
1960	3.62	1.95	0.80	0.34	0.86	5.29	5.14	83.81	45.80	33.80	10.58	7.07	199.05
1961	5.12	4.09	3.88	3.08	3.11	19.10	41.92	32.76	52.59	38.54	13.69	7.93	225.60
1962	5.05	3.14	2.54	3.06	2.97	5.08	74.11	33.85	44.17	18.08	8.40	4.12	204.60
1963	2.65	2.30	1.77	1.17	0.96	23.17	27.69	26.84	47.87	21.53	7.75	6.05	169.76
1964	3.75	2.00	1.21	0.80	1.12	14.41	18.45	72.83	40.20	51.21	14.90	14.52	235.41
1965	7.47	4.89	4.37	5.52	11.01	30.95	48.99	36.29	31.49	15.59	8.81	4.39	209.77
1966	3.00	2.56	2.79	2.46	11.28	12.96	24.75	23.09	90.90	19.18	15.22	12.72	220.90
1967	6.40	2.71	2.54	2.49	2.25	26.67	34.69	56.41	24.88	43.66	16.54	8.92	228.15
1968	11.28	18.22	5.22	4.74	6.32	8.81	13.55	136.25	52.67	27.05	9.36	6.70	305.17
1969	5.62	3.05	2.73	2.88	5.33	23.12	107.38	52.31	36.42	20.57	10.03	5.79	215.23
1970	5.14	5.47	4.42	2.26	6.67	16.60	30.43	55.92	82.24	31.31	16.74	14.20	270.40
1971	1.18	0.97	1.66	2.90	3.27	4.22	8.57	38.97	8.68	30.77	48.52	13.95	163.68
1972	2.97	2.46	2.73	0.23	1.34	5.57	152.88	42.32	2.33	3.67	2.95	2.49	221.96
1973	2.46	5.47	4.42	2.46	3.51	4.74	5.76	14.03	11.28	5.49	3.27	2.49	65.38
1974	2.22	1.69	1.23	0.86	1.71	1.14	8.30	81.42	5.88	84.21	8.14	1.87	198.69
1975	28.77	24.94	19.71	20.04	24.43	21.00	24.99	48.99	33.51	26.44	12.83	8.17	293.81
1976	5.57	3.61	1.66	0.36	55.36	34.97	54.45	52.34	71.10	30.40	23.66	19.10	352.58
1977	14.46	12.27	11.49	11.04	14.09	28.23	33.21	33.80	141.68	30.91	31.86	20.84	383.87
1978	12.32	10.11	10.50	9.43	10.61	20.92	37.42	111.90	47.82	27.05	13.66	8.41	320.15
1979	9.96	8.59	8.81	8.76	19.50	17.63	25.15	86.94	22.73	24.37	13.66	8.41	254.51
MEAN	6.46	5.49	4.42	3.96	8.49	15.20	42.38	52.31	47.82	27.05	13.66	8.41	235.65

資料 2.4.1.2-4 低水解析

貯水池の水源はNayom川の支流であるSan Felipe川である。San Felipe川での流量観測は既設のBan Ban堰及びSan Felipe堰を含めて実施されていないので、地域周辺の雨量及び流量観測資料より貯水池への流入量を推定することとした。

—基礎資料—

解析に使用した基礎資料は5.2.1に記載した通りである。本計画の貯水池、Nayom測水所及びマビニ測水所の集水面積及び流域の植生は次の通りである。

貯水池・測水所名	集水面積	流域の植生
San Felipe 貯水池	23.68km ²	老年期の丘陵はブッシュで掩れ、一部沢に沿って樹木が密生している。
Nayom 測水所	128.00km ²	同 上
Mabini 測水所	242.00km ²	同 上

—解析法の選定—

解析手法としては一般に雨量から推定する方法例えばタンクモデル法及び測水所流量実測値から流域比換算を行なう等の方法がある。そのいずれかを選定するため、San Felipe川に最も近く(ダム予定地の南西4km)、比較的長期間の資料のあるNayom川流量資料と各観測所の雨量、流量資料との相関を求めた。その結果は下表の通りである。

表 Nayom流量と各観測所の相関

月雨量又は月流量	Dagupan 雨量	0.05
	Mabini 雨量	0.74
	Iba 雨量	0.72
	Mabini 雨量	0.87
雨期流量又は雨期流量	Dagupan 雨量	0.11
	Mabini 雨量	0.66
	Iba 雨量	0.60
	Mabini 雨量	0.86
乾期流量又は乾期雨量	Dagupan 雨量	0.64
	Mabini 雨量	0.57
	Iba 雨量	0.76
	Mabini 雨量	0.78

表に示す通りNayom測水所流量と各観測所の雨量、流量の間にはMabini測水所の流量と乾期におけるIba観測所の雨量以外には高い相関は得られなかった。従って雨量よりタンクモデル法等によって流入量を算出する事は困難かつ合理的ではない。一般に河川の流況は流域内の降雨量、地形、植生及び流域面積に左右される。San Felipe川の流域と本流であるNayom川流域の地形・植生はほぼ同じであり、かつ位置も極めて近いので本計画の貯水池推定流入量はナヨム測水所の資料を基に流域比換算で算出することとした。

—貯水池流入量—

ナヨム測水所の実測値より算出した貯水池への推定流入量は次の通りである。

MONTHLY RUNOFF DATA AT SAN FELIPE RIVER

	MONTHLY RUNOFF DATA AT SAN FELIPE RIVER												ANNUAL MEAN
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Name of Station: San Felipe River													Unit: CMS
Station Location: Infanta, Pangasinan													Lat: 15 deg 45'31"
Drainage Area: 23.68 sq km													Long: 119 deg 58'48"
1956	0.21	0.19	0.15	0.16	0.41	0.32	0.80	2.35	10.79	1.07	1.36	0.73	1.54
1957	0.46	0.31	0.29	0.28	0.25	0.42	10.30	3.25	1.95	0.96	0.33	0.23	1.59
1958	0.17	0.17	0.15	0.11	0.14	1.73	4.90	2.53	3.32	1.95	0.62	0.37	1.35
1959	0.28	0.22	0.22	0.17	0.45	0.46	0.53	1.17	2.02	0.53	0.37	0.31	0.56
1960	0.25	0.14	0.06	0.02	0.06	0.38	0.36	5.79	3.27	2.33	0.75	0.49	1.16
1961	0.35	0.31	0.27	0.22	0.21	1.36	2.90	2.26	3.75	2.66	0.98	0.55	1.32
1962	0.35	0.24	0.16	0.22	0.21	0.36	5.12	2.34	3.15	1.25	0.60	0.28	1.19
1963	0.18	0.18	0.12	0.08	0.07	1.65	1.91	1.85	3.42	1.49	0.55	0.42	0.99
1964	0.26	0.15	0.08	0.06	0.08	1.03	1.27	5.03	2.87	3.54	1.06	1.00	1.37
1965	0.52	0.37	0.30	0.39	0.76	2.21	3.38	2.51	2.25	1.08	0.63	0.30	1.23
1966	0.21	0.20	0.19	0.18	0.78	0.93	1.71	1.59	6.49	1.32	1.09	0.88	1.30
1967	0.44	0.21	0.18	0.18	0.16	1.90	2.40	3.90	1.78	3.02	1.18	0.62	1.33
1968	0.78	1.34	0.36	0.34	0.44	0.63	0.94	9.41	3.76	1.87	0.67	0.46	1.75
1969	0.39	0.23	0.19	0.21	0.37	1.65	7.42	3.61	2.60	1.42	0.72	0.40	1.60
1970	0.36	0.42	0.31	0.16	0.46	1.11	2.10	3.86	5.87	2.16	1.20	0.98	1.55
1971	0.08	0.07	0.11	0.21	0.23	0.30	0.59	2.69	0.62	2.13	3.46	0.96	0.96
1972	0.21	0.18	0.19	0.02	0.09	0.40	10.56	2.92	0.17	0.25	0.21	0.17	1.28
1973	0.17	0.42	0.31	0.18	0.24	0.34	0.40	0.97	0.60	0.38	0.23	0.17	0.38
1974	0.15	0.13	0.09	0.03	0.12	0.08	0.57	5.62	0.42	5.82	0.58	0.13	1.15
1975	1.99	1.91	1.36	1.43	1.69	1.50	1.73	3.38	2.39	1.63	0.92	0.56	1.72
1976	0.38	0.27	0.11	0.03	3.82	2.50	3.76	3.61	5.07	2.10	1.69	1.32	2.06
1977	1.00	0.94	0.79	0.79	0.97	2.01	2.29	2.33	10.11	2.13	2.27	1.44	2.26
1978	0.85	0.77	0.73	0.67	0.73	1.49	2.58	7.73	3.41	1.87	0.98	0.58	1.97
1979	0.69	0.66	0.61	0.63	1.35	1.26	1.74	6.01	1.62	1.68	0.98	0.58	1.48
MEAN	0.45	0.42	0.31	0.28	0.59	1.08	2.93	3.61	3.41	1.87	0.98	0.58	1.38

—推定流入量の信頼性—

ナヨム測水所の流域比換算によって推定された貯水池流入量の信頼性を確認するため、第1次基本設計現地調査(1996年4月)にダム予定地の直下流にあるバンバン堰に水位標を設け、日流量の測定を行ない推定流入量との比較を行なった。その結果は次表の通りである。

表 BanBan 堰、貯水池月平均流量 (単位m³/s)

月	Ban Ban堰流量	貯水池確定流入量
5	0.88	0.59
6	0.85	1.08
7	3.34	2.93
8	13.40	3.61
9	8.78	3.41

バンバン堰実測値が貯水池推定流入量に比し6月を除き大きいのは、今年はルソン島全般に豊水年と思われること、及びバンバン堰は毎日3回水位測定を行なったので高水位の測定値が影響しているものと思われる。また貯水池推定年流入量はサンタ・クルス観測所の年雨量の0.56(流出係数)である。これらのことから貯水池推定流入量は若干過小の気味はあるが、ほぼ妥当なものと考えられる。

設計洪水 (PMF) に対する検討

1. 設計洪水流量の規模について

フィリッピンでは、小～中規模ダムで下流に人家の少ない地点の設計洪水量としては、一般に 50 年～100 年確率洪水量が採用されている。また、本プロジェクトの F/S 調査では、農業省 BSWM によって、設計洪水流量は 100 年確率洪水量が採用されている。また、ダムサイトにおける洪水痕跡調査（ダムサイト直上流に約 35 年間住んでいる人からの証言）から算定した既往最大洪水量は 180～200m³/s 程度となった。さらに、西部バリオス灌漑基本設計調査（我が国の無償）では、200 年確率洪水の 20% 増を採用している。

しかし、事業団との協議の結果、本プロジェクトの基本設計調査では、PMF（可能最大洪水量）を設計洪水流量として採用することになった。水文データが不十分であることや、万一の事故も発生しないように、十分な安全を確保すべきと判断されたからである。

2. 確率洪水流量解析について

設計洪水には、ピーク流量ばかりでなく、洪水波形（ハイドログラフ）を設定する必要があり、まず確率洪水流量解析を行った。その規模は、PMF が算定されない場合には通常採用されている、200 年確率洪水の 2 割増とした。

基本設計調査に当り現地調査及び BSWM と打合せた結果、ダムが計画されているサンフェリペ川及び隣接するナヨム川には洪水観測記録がないが、BSWM には全国規模で各区域毎の河川の確率洪水量（ハイドログラフ）を算出するプログラムが完成していることがわかった。従って、まず計画地点近傍の雨量観測所の記録の評価（記録の期間や信頼度等）及び相関解析を行い、雨量記録としては、IBA 観測所のものが最も代表的で適していると判断した。また、IBA 観測所は、BSWM の解析の代表地点の一つであり、IBA 観測所の雨量強度式を使って 200 年確率のハイトグラフを作成し、引き続いて洪水ハイドログラフを作成した。（但し、解析は、電算プログラムの中で一連の作業として行われる。）

解析の結果、200年確率洪水量（ピーク）は $446\text{m}^3/\text{s}$ となり、これの20%増は $535\text{m}^3/\text{s}$ （比流量約 $23\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ）となった。

この解析については、資料2.4.1.2-5Aにまとめた。

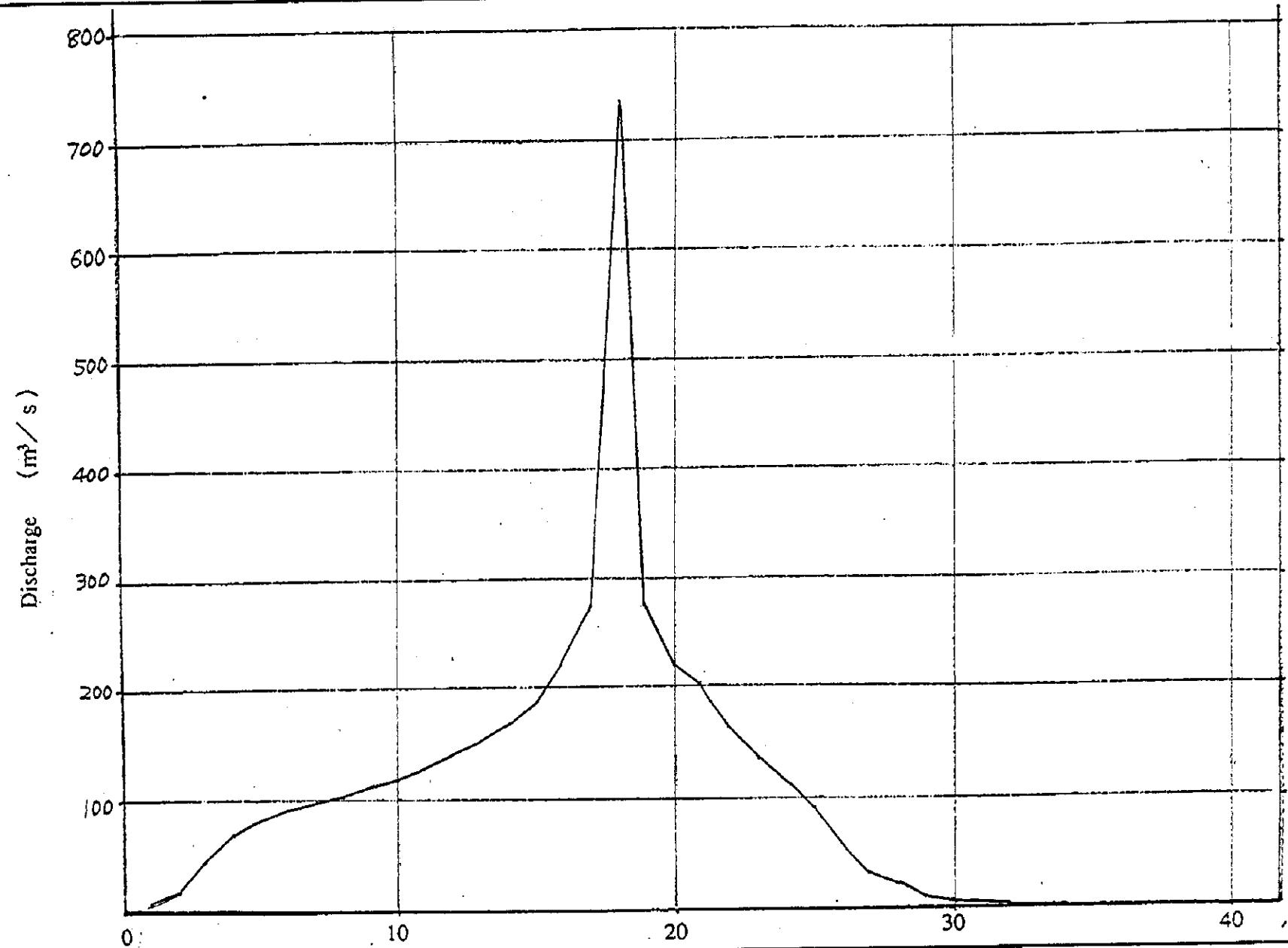
3. PMFの算定について

PMF（可能最大洪水量）に対しては、その算定精度が高くないこともあるが、安全率を上げるために検討した。

PMFを算定するには、まずPMP（可能最大降雨量）を算定する必要がある。Hershfieldの簡便手法（添付資料1を参照）によって算定したところ、PMP最大可能日雨量は約 $1,000\text{mm}$ という結果を得た。

これをラショナル式を使って、洪水量を求めると、 $736\text{m}^3/\text{s}$ （ km^2 当り $31\text{m}^3/\text{s}$ ）となった。

ピーク流量は、200年確率の2割増に対して、1.375倍となり、200年確率の2割増のハイドログラフを、この倍率で引き伸ばしをして、これを設計洪水ハイドログラフとした。次ページの図に示す通りである。



Time in Hour

インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

Fig 2 Flood Hydrograph

4. PMFの確率規模

PMFが、確率規模としてどの程度になるか検証した。

フィリピンのDPWH（公共事業省）で採用しているクリーガー公式($C=75$)によると、本プロジェクトの場合は、比流量は約 $24 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ($568 \text{ m}^3/\text{s}$)となり、200年確率洪水量（ピーク）の2割増の、 $535 \text{ m}^3/\text{s}$ （比流量約 $23 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ）にほど一致する。PMFの $736 \text{ m}^3/\text{s}$ (km^2 当り $31 \text{ m}^3/\text{s}$)は、相当割高の数値となる。しかし、我が国の建設省で採用している比流量公式では、平均より多少高い程度で、九州四国地区のそれに近い。

さらに、設計洪水として採用した200年確率洪水量（ピーク）の2割増及びPMFが、何年確率程度の洪水になるのか検討した。つまり、別紙のように、確率降雨量を算定し、合理式によって洪水流量を算定してみた。（添付資料2を参照）結果は次のようになった。

200年確率洪水	428 $\text{m}^3/\text{秒}$
その2割増	514 $\text{m}^3/\text{秒}$ （ほぼ1000年確率）
PMF	736 $\text{m}^3/\text{秒}$ （10000年確率の14%増）

なお、上記の設計洪水流量は、貯水池への流入量であり、洪水吐においては、貯水池の貯溜効果により、流出量は軽減される。（この算定は別途行う）

<紹介>

最大可能降水量の一推定法

吉岡和徳*

はじめに

治水計画における計画降雨設定の代表的手法として、実績降雨引き伸ばしによるものがあるが、この手法では引き伸ばしに伴って生じる短時間降雨量の決定を行う必要を生じる。すなわち、実績降雨を、設定された降雨継続時間に従って所定の総降雨量にまで引き伸ばした際に、過大な時間降雨量を与えることがあるので、合理的な時間降雨強度の限界値を設定する必要を生じるのである。

この問題は、言葉を変えれば、所定の計画規模において、与えられた継続時間に対応する最大可能降水量を推定することである。この方面の研究には、気象学的立場から物理的に発生可能な降水量を推定するものと、統計学的立場から、実績降雨資料を解析処理することにより生起可能な降水量を推定するものがある。今回ここに紹介するのは後者の立場に立つものであって、1973年にWMOが刊行した Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation に Statistical Estimates と題して掲載されたものである。計画降雨の算定にあたって参考になるとと思われるので、ここに紹介する次第である。

この最大可能降水量の推定手法は約 1,000 km² 以内の流域における簡便手法として、Hershfield により開発されたものである。降雨データさえそろっていただどこでも使用可能で、その推定作業が比較的簡単であることを特徴としている。本誌においてはかなり広く使用されており、1,000 km² 以上の流域に対しても用いられているようである。ただ、この手法により得られる最大可能降水量は地点雨量であるために、通常、面積雨量へ変換するためのグラフを作成する必要がある。

1. 推定手法の内容

1) 基本式

リターンビリオド T の降水量 x_T が年最大降水量の n 年間平均値 \bar{x}_n とその標準偏差 σ とによって

$$x_T = \bar{x}_n + k\sigma \quad \dots\dots(1)$$

k : 統計的変数

と表わすことができるものとすれば、同様に最大観測降水量 x_m は

$$x_m = \bar{x}_n + k_m\sigma \quad \dots\dots(2)$$

で表わされる。

*電設省利川局調査課技術第一係長

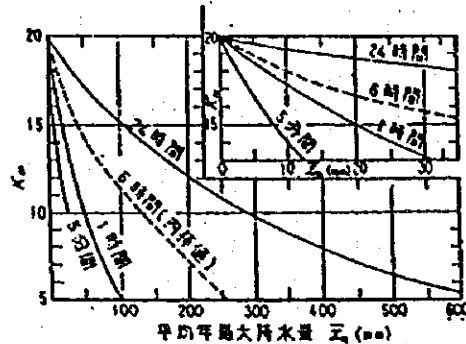


図-1 x_m 値

x_m の値について Hershfield の計算結果を示したものが図-1である。これは約 2,600 の観測所（うち90%が米国内）の降雨記録を使って計算したものであり、図には各降雨継続時間をパラメーターとして x_n の値に対応する x_m 値が示されている。

2) 異常な最大値に対する修正

比較的短期間の観測中に現われる、異常に大きな値に対する x_m の修正値についても、実績データの解析によってそれぞれ図-2および図-3のように求まっている。ここで \bar{x}_m 、 σ_m はそれぞれ最大値を除いて計算したものである。

3) サンプルサイズに対する修正

x_m 、 σ_m とも観測記録期間が長くなるほど大きくなる傾向にある。図-4は観測記録期間に対する修正値を示している。50年以上については解析データの不足から計算し

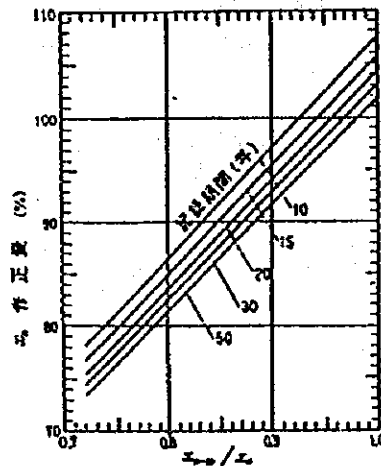


図-2 最大値に対する平均値の修正係

ていないが、修正はほとんど不要のようである。

4) 毎正時(あるいは固定時刻)観測に対する修正

降雨データは通常毎正時(8時から翌日の8時:1日)あるいは固定時刻(6時から12時:6時間、3時から4時:1時間)間隔で得られるが、これからは真の最大雨量よりも小さな値が得られる傾向にある。たとえば年最大観測日雨量は毎分ごとに測られた年最大観測1440分雨量よりも小さい。

Hershfield は数千に及ぶ観測所の年間データを解析した結果、観測の単位時間に相当する継続時間の最大降水量に対しては、最終的に求められた値を1.13倍すれば真の最大降水量となるとしている。同様に降雨継続時間が複数の観測単位時間よりなるものに対しても図-5の修正係数を掛ければよいとしている。たとえば毎正時観測による年最大日雨量なら1.13、1時間毎の観測による年最大24時間雨量なら1.01を掛ければよいことになる。

5) 面積雨量への変換

これまでに述べられた手法はあくまで、地点雨量に対するものであり、これを必要に応じて面積雨量に変換せねばならない。これは過去に多くの研究が成されているところの雨量-面積-時間(DAD)解析の問題である。ここに一例として図-6に示したのは米国における降雨についての解析例である。ここでは25km²までは地点雨量=面積雨量として扱われている。

2. 作業手順

- 1) まず対象観測所の降雨データを整理し、各年最大値を選び出し、 $\Sigma_{n=1}^N \sigma_n$ および $\Sigma_{n=1}^N \sigma_{n-1}$ を求める。
- 2) 図-2、図-3および図-4を用いて $\Sigma_{n=1}^N \sigma_n$ の修正を行なう。
- 3) 図-1から $\Sigma_{n=1}^N \sigma_n$ を修正して $\Sigma_{n=1}^N \sigma_n'$ の値を求める。
- 4) 式(2)によって地点最大可能降水量 $\Sigma_{n=1}^N \sigma_n'$ を計算する。
- 5) 得られた結果を、求める最大値の降雨継続時間を構成する観測単位時間数に従って、図-5を用いて修正を行なう。
- 6) 得られた地点最大可能降水量を図-6によって面積雨量に変換する。

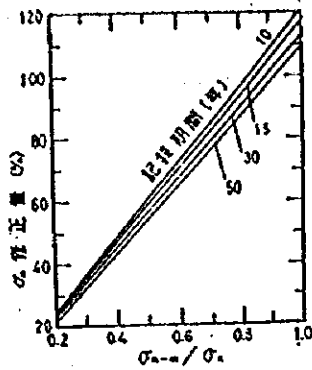


図-3 最大値に対する標準偏差の修正係数

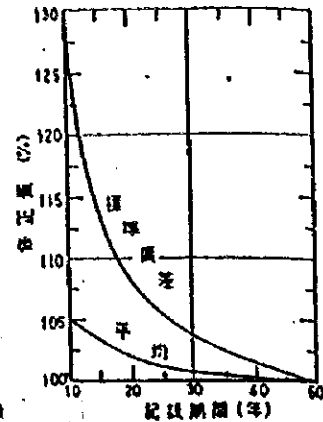


図-4 記録期間に対する修正係数

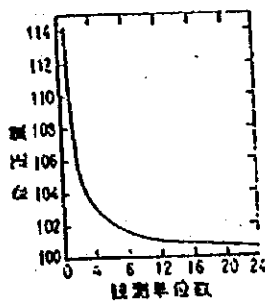


図-5 観測単位数に対する修正係数

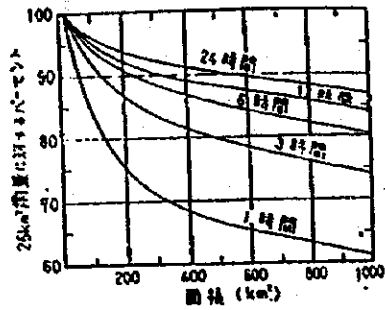


図-6 DA法

3. 注意

ここに紹介した数値および図表は米国における観測記録をもとに作られたものであって、我が国において Hershfield の手法を使用する際には改めて作り直しおねがひならないことはいうまでもない。もちろんこれらの数値自身も米国内全域に適用可能というわけではなく、地域によっては高すぎあるいは低すぎるであろう。著者によると、一般的にいて、この手法による最大可能降水量は、従来の気象学的に求められたものより低く出る傾向があるそうである。この手法および数値はあくまでも簡便をねらって米国全域を対象に作られたものであり、精度の高い数値を必要とするときにはさらに詳細な検討が必要であろう。たとえば $\Sigma_{n=1}^N \sigma_n$ の値は、ここで考慮された降雨継続時間とか平均年最大降水量といったもの以外の要因に左右されることが考えられるからである。

参考文献

WMO: Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation. pp 95-107. 1973.

(投稿原稿)

合理式による洪水ピークの推定

1. 設計降雨量の決定

確率雨量は1961年～1995年(35年)間各年の最大日雨量に基づき、超過確率計算法(岩井法)により求めた。

結果は次の通りである。(添付図参照)

200年確率日雨量	581 mm
1000年確率日雨量	700 mm
5000年確率日雨量	820 mm
10,000年確率日雨量	875 mm

2. 設計洪水流量の算定 (ラジナル式による)

$$Q = \frac{1}{3.6} f Y_t A$$

ここで Q : 設計洪水流量 (m^3/s)

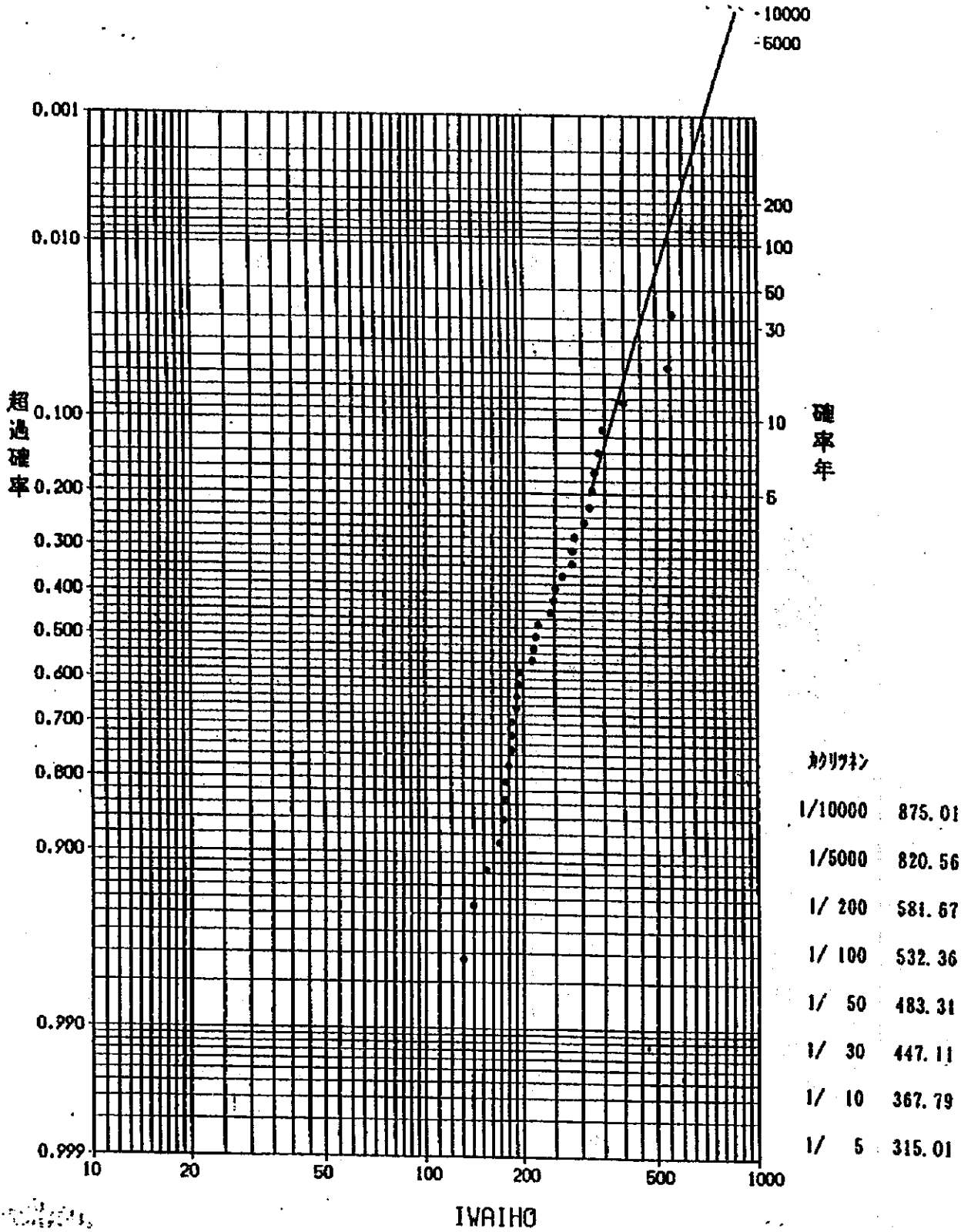
f : 流出率

Y_t : 洪水到着時間内の平均降雨強度 (mm/hr)

A : 集水面積

結果は次の通りである

200年確率洪水	428 m^3/s
1000年確率洪水	515 m^3/s
5000年確率洪水	604 m^3/s
10,000年確率洪水	644 m^3/s



技術資料 2.4.1.2-5A : 確率洪水量解析

200年確率洪水量の洪水ハイドログラフを作成した。

－解析データ－

ダムが計画されているサン・ヘリベ川及び隣接するナヨン川には洪水観測記録がない。従って、洪水吐はゲートなしで計画されていることもあり、周辺雨量観測所による200年確率雨量を基にユニットハイドログラフ法により200年確率洪水量を算出する。

－雨量資料－

計画地点近傍には、北よりDagupan, Mabini, Sta Cruz及びIbaに雨量観測所がある。

計画地点に最も近い観測所はSta Cruzにあるが、観測期間が短い(22年)。観測期間が最も長い(41年) Mabini観測所は短時間における雨量強度を算出するに十分な資料がない。(JICA, Mabini, Agricultural Development Project 1982年)

Dagupan及びIba観測所には36年間の資料がある。

計画地点に最も近いSta Cruz観測所とDagupan及びIba観測所の月雨量、雨季雨量及び乾季雨量の相関を求めると表5.2.4-1である。

表 1 Sta Cruz と Dagupan, Iba の雨量相関

月雨量	Dagupan	0.35
	Iba	0.89
雨季雨量	Dagupan	0.32
	Iba	0.81
乾期雨量	Dagupan	0.23
	Iba	0.56

表に示される通り計画地域内にあるSta Cruz観測所とIba観測所間には高い相関があるので、雨量資料が長期に整備されたIba観測所の雨量資料を採用することとした。

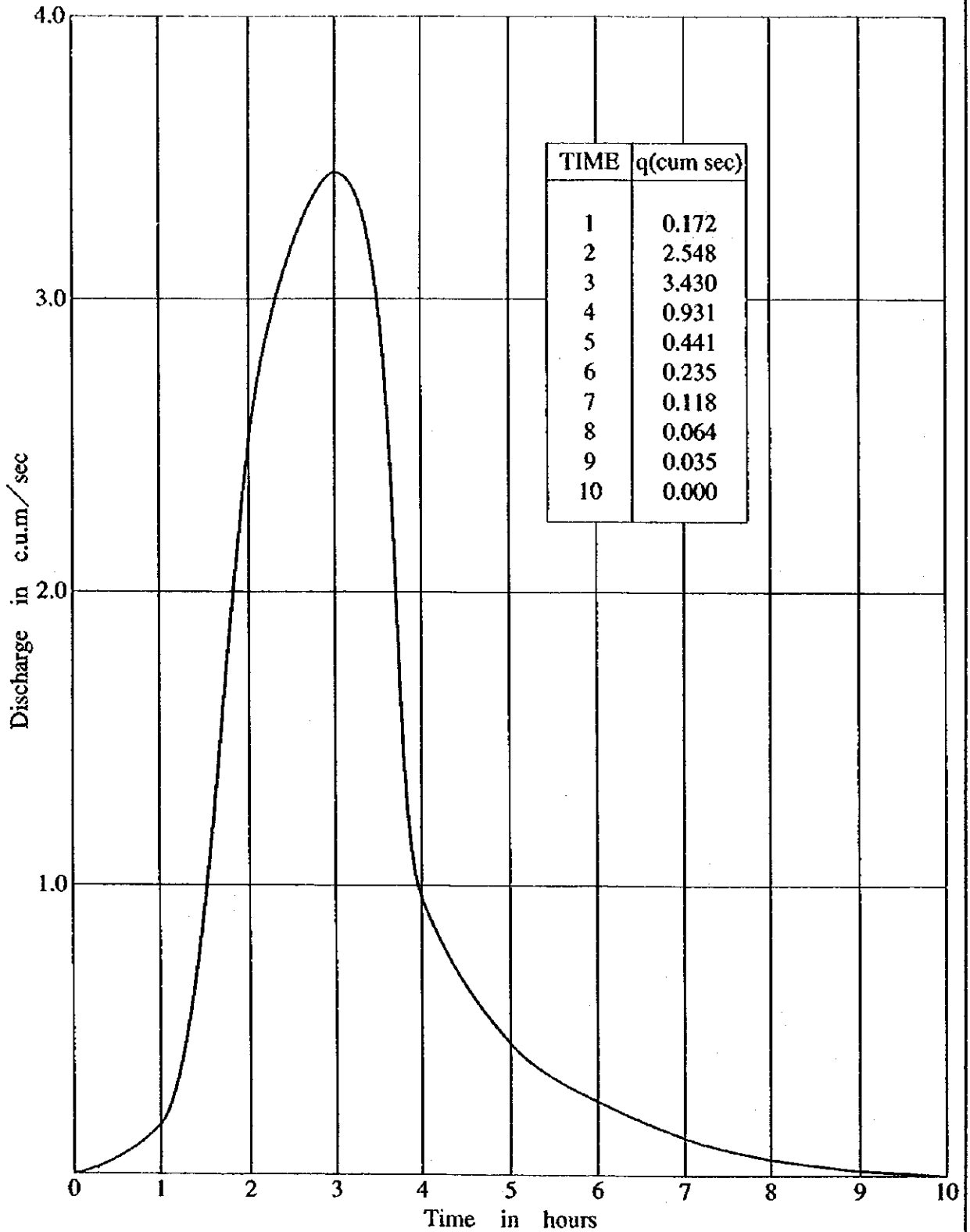
－洪水量の算定－

図 1に示すユニットハイドログラフ、及び別途算出したハイエットグラフを基に200年確率洪水量を算出した。

計算結果は表 2 及び図 2 の通りである。

それによると200年確率洪水量は $446.25\text{m}^3/\text{s}$ となり、単位流域面積当り比流量は $18.8\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ となる。比較の参考として、図 3 に、ルソン島中部における既設及び計画地点のピーク比流量曲線を示す。

Fig 1 UNIT HYDROGRAPH



BASIC DESIGN FOR
INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND
ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

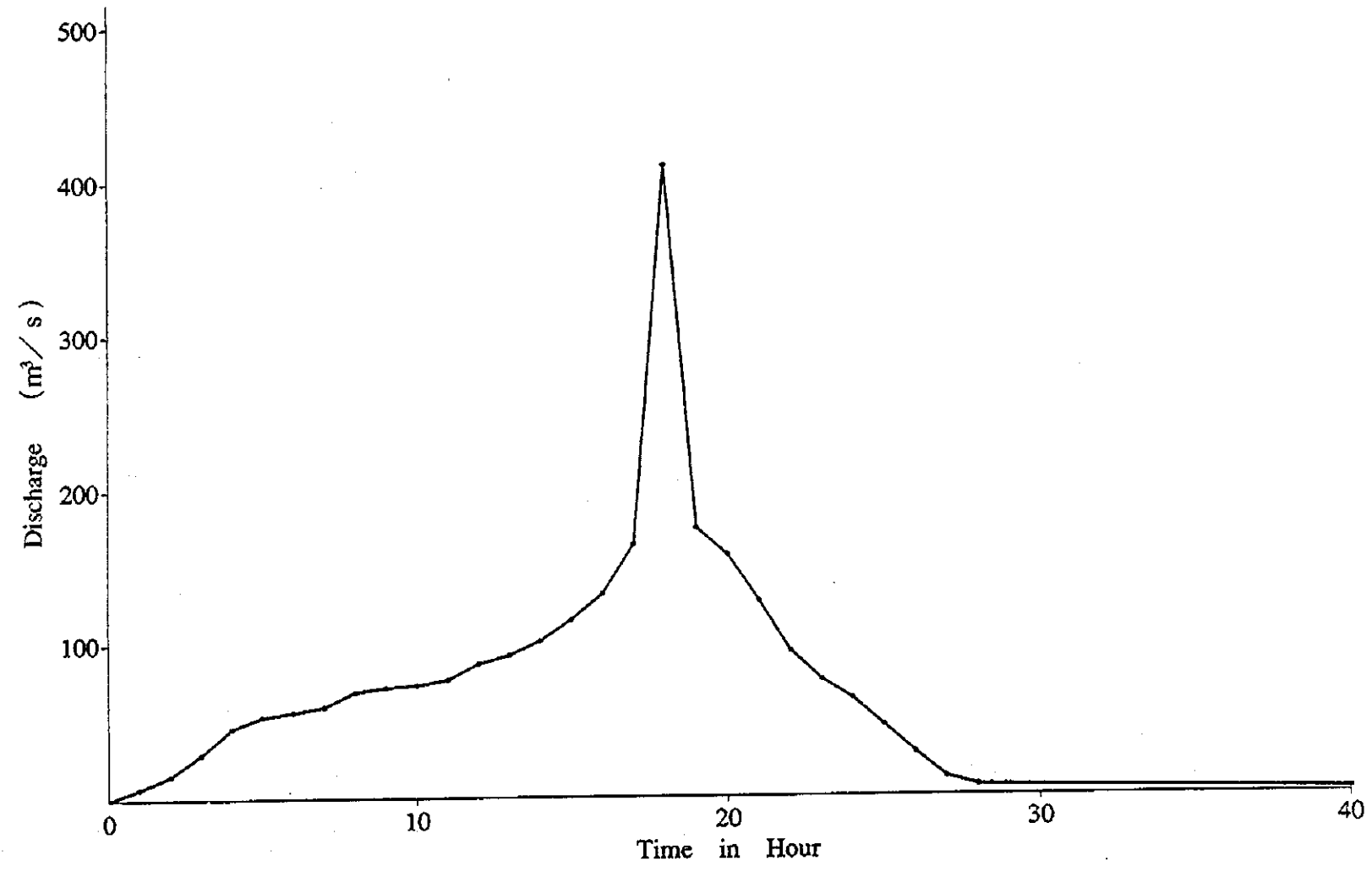
表 2

RAINFALL-RUNOFF ROUTING
 200 Year Return Period
 Drainage Area = 23.68 sq km
 Reservoir Area = 1.15 sq km

Time hours 1	U. H. Ordinates cms 2	Direct Rainfall mm 3	Excess Rainfall mm 4	Surface Runoff cms 5	Direct Runoff cms 6	Base Flow cms 7	Total Runoff cms 8
1	0.172	7.69	1.69	0.29	2.46	0.99	3.74
2	2.548	7.89	5.89	8.16	2.52	0.99	9.67
3	3.430	8.10	8.10	24.02	2.59	0.99	27.60
4	0.931	8.58	6.58	38.79	2.74	0.99	42.51
5	0.441	8.85	6.85	45.54	2.83	0.99	49.38
6	0.235	9.15	7.15	50.22	2.92	0.99	54.13
7	0.118	9.89	7.83	53.81	3.14	0.99	67.04
8	0.064	10.23	8.23	59.17	3.27	0.99	63.43
9	0.035	10.68	8.68	64.66	3.41	0.99	69.06
10	0.000	11.77	9.77	67.78	3.78	0.99	72.51
11		12.45	10.45	72.69	3.98	0.99	77.66
12		13.25	11.25	78.70	4.23	0.99	83.92
13		15.40	13.40	84.77	4.92	0.99	90.67
14		18.91	14.91	95.08	5.40	0.99	101.45
15		18.93	16.93	107.68	6.05	0.99	114.72
16		26.40	24.40	122.17	8.43	0.99	131.59
17		35.51	33.51	154.97	11.34	0.99	167.30
18		59.30	97.30	413.54	31.72	0.99	446.25
19		21.81	19.81	168.82	8.97	0.99	189.87
20		14.21	12.21	127.69	1.54	0.99	159.22
21		11.13	9.13	119.61	3.57	0.99	124.17
22		9.47	7.47	93.05	3.03	0.99	97.07
23		8.33	6.33	78.53	2.86	0.99	79.18
24		7.50	5.50	63.09	2.40	0.99	66.40
25				52.03	0.00	0.99	53.02
26				30.33		0.99	31.32
27				12.21		0.99	13.20
28				6.05		0.99	7.03
29				3.07		0.99	4.00
30				1.45		0.99	2.44
31				0.60		0.99	1.07
32				0.29		0.99	1.27
33				0.07		0.99	1.06
34						0.99	0.99
35						0.99	0.99
36						0.99	0.99
37						0.99	0.99
38						0.99	0.99
39						0.99	0.99
40						0.99	0.99
41						0.99	0.99
42						0.99	0.99
43						0.99	0.99
44						0.99	0.99
45						0.99	0.99
46						0.99	0.99
47						0.99	0.99
48						0.99	0.99
49						0.99	0.99
50						0.99	0.99

Drainage Area = 23.68 sq km
 Reservoir Area = 1.15 sq km
 Effective Area = 23.68 - 1.15 = 22.53 sq km

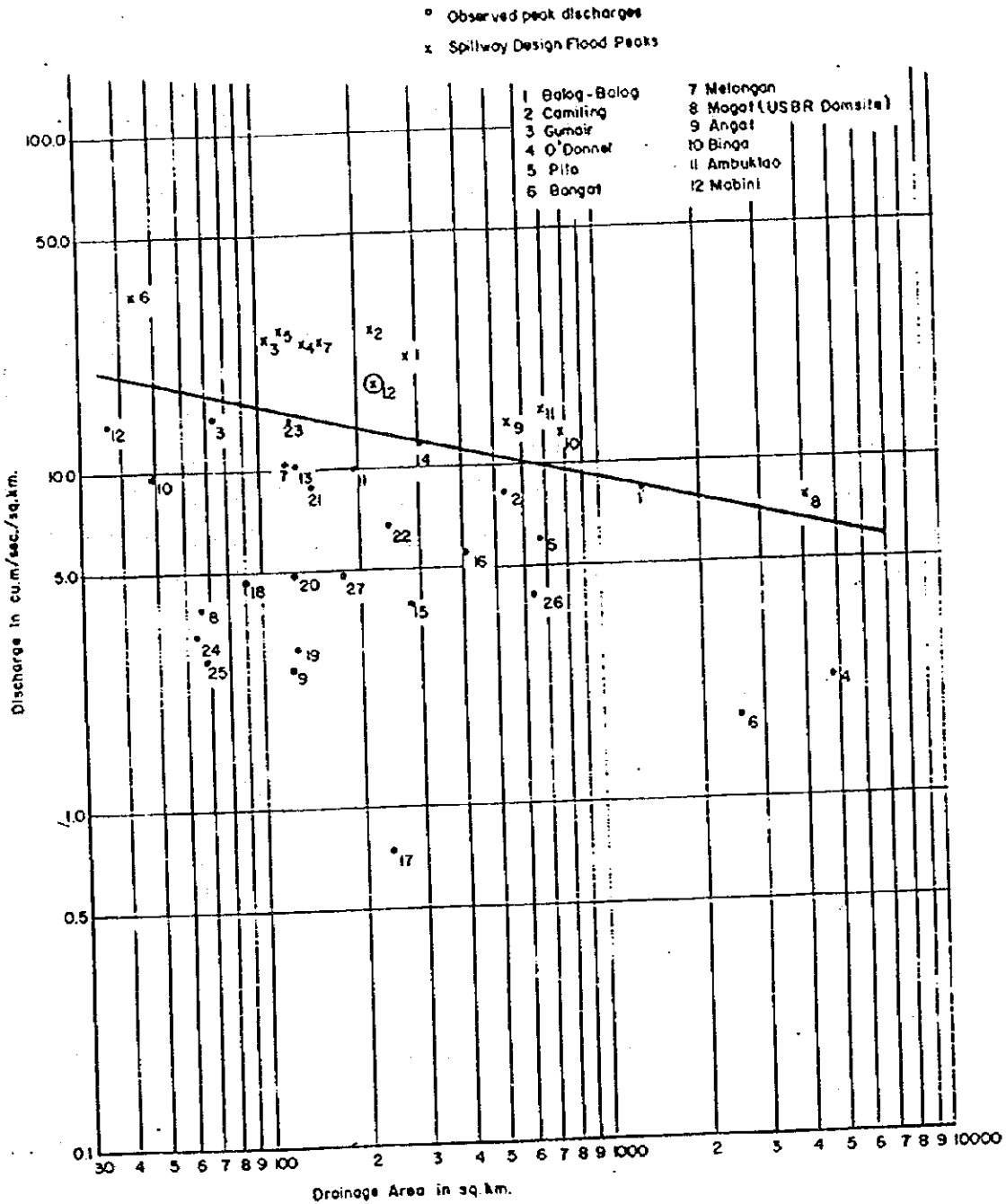
Fig 2 Flood Hydrograph



BASIC DESIGN FOR INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

3

Fig. PEAK DISCHARGE V.S. DRAINAGE AREA



5

2.6.1.2-

資料 2.4.1.2-6 堆砂量解析

貯水池に流入する土砂は兩岸の山腹の浸蝕によってもたらされ、浸蝕を促進する要因は降雨の強度及び分布、流域を形成する山地の傾斜や植生及び出水時の表土の含水状況等に左右される。

計画地点の地形・植生の特性を把握するため次の調査を行なった。

- i. 計画周辺地域の堆砂実績調査
- ii. 貯水池周辺の地形及び植生調査

これは地表踏査、航空機による上空よりの調査及び新旧航空写真の比較等によって行なわれた。

本貯水池周辺の地形は激しい浸蝕の完了した老年期のなだらかな丘陵をなし、一部降雨によるガリが散在するものの、全般に熱帯性の草やつる草で掩われ沢に沿って所々に樹木が点在している。

またガリの発達も経年的に著しい変化は認められなかった。

堆砂についての調査はルソン島中央部特にアグノ川水系において一部実施されているが、San Felipe川及び近傍の河川について流出土砂の測定資料はない。

従って近傍類似河川の推定実績を基に堆砂量を推定することとした。近傍類似河川として、1989年基本設計調査が実施された西部バリオス地点はルソン島西部を南北に縦走するザンバレス山脈の東山麓に位置し、本計画地域はザンバレス山脈の西山麓に位置するが、流域の地形、植生は本計画地域に類似している。西部バリオス地域も堆砂についての観測資料がなく、地形、植生状況の類似したRio Chico川(Zaragoza, Nueva Ecija)の流入土砂の試験所室内試験を基にした推定値 $126.2\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ を採用し100%の余裕を考慮している。

本ダム地点の50年推定堆砂量を上記推定値を基礎に算出すれば、

$$V_{50} = 126.2\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 50\text{年} \times A = 150,000\text{m}^3$$

但しA：流域面積 23.68km^2

となる。

一方、本計画地点の北方約25kmに位置するBalinaquin川に計画されたMabini農業開発計画報告書(1982年JICAによって実施されたF/S)によれば、Balinaquin川の年間推定堆砂量は $1,400\text{m}^3/\text{km}^2$ ($1,670\text{ton}/\text{km}^2$)と推定されている。これはCentral Luzon Development計画($1,670\text{ton}/\text{m}^3$)、Magat川総合開発計画($1,711\text{ton}/\text{km}^2$)及びUpper panpanga川計画($1,949\text{ton}/\text{km}^2$)の推定値を根拠に推定されたもので、本計画地域の地形・植生等から直接これを適用することは必ずしも適当でない。

また現在フィリピンで施工された小規模溜池の堆砂実績を西部バリオスを含めNIAに求めた所、大小を含め貯水池の堆砂測定は実施されておらず、従ってその実績を示す資料は得られなかった。

これらのことから堆砂量を推定する資料として我が国における比堆砂平均値を示す表5.2.5-1地方別比堆砂量平均値及び表5.2.5-2流域面積100km²以下の貯水ダムにおける比堆砂量推定表も参考にし、本貯水池の年間比堆砂量は西部ハリオスの推定値の2倍強となる300m³/km²/年を採用することとした。

他方本貯水池の最低水位は対象灌漑地域や移転地住民の上水供給のための水路損失等を考慮し標高37.00に設定する必要があり最低水位以下の死水量は40万m³である。この死水量を全部堆砂量とした場合、年間約8千m³の流入土砂即ちkm²当り約340m³/年の土砂流入に対応出来ることとなる。

表一 地方別比堆砂量平均値

地方名	平均値①	平均値②	平均値③	年		
				① 12+	② 19+	③ 11+
北海道	1070	676	297			
東北	602	485	237	29	37	28
関東	900	572	492	14	22	16
関西	1840	1220	594	26	37	
北陸	1290	730	594	22	39	83
近畿	801	695	469	12	14	15
中国	520	173	308	9	27	24
四国	2380	2270	1220	20	22	17
九州	1050	610	523	19	32	33

電中研所調査資料より

表一 流域面積100km²以下の貯水ダムにおける比堆砂量推定表(単位:m³/km²/年)

(1) 地形	(2) 流域面積 地質	2	5	10	20	30	50	100
早 壮 年 期	A地帯	100 ~300			300 ~800		800 ~1,200	
	B地帯	100 ~200			200 ~500		500 ~1,000	
	C地帯	100 ~150			150 ~400		400 ~800	
晩 壮 年 期	A地帯	100 ~200			200 ~400		500 ~1,000	
	B地帯	100 ~150			150 ~400		400 ~1,000	
	C地帯	50 ~100			100 ~350		300 ~500	
老 年 期	B地帯	50以下	50 ~100		100 ~350		300 ~500	
	C地帯	50以下		50 ~100		100 ~200		
準 平 原	B地帯	50以下		50 ~100		100 ~200		
	C地帯		50以下		50 ~100		100 ~200	

(財)日本営繕土木総合研究所刊行「ダム貯水」より

資料 2.4.1.2-7 蒸発量解析

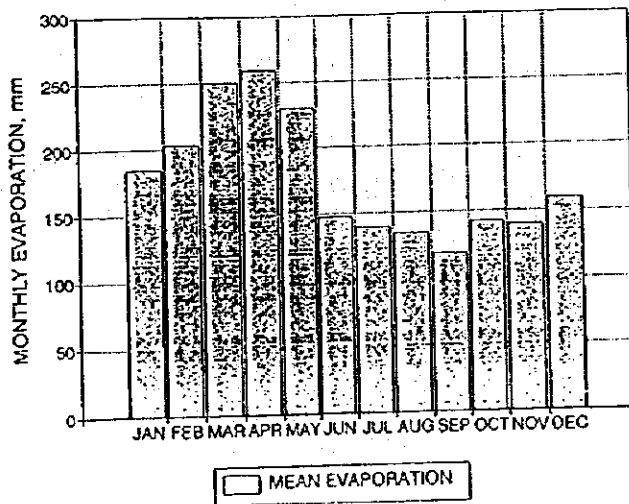
蒸発量は気温、湿度、天候及び風速に左右されるが、更に気圧や高度にも影響をうける。本計画地点のあるパンガシナン州で計画地点に最も近い蒸発量観測所はインファンタ市の北東に位置するSan Manuelにある。観測所は1958年PAGASAにより設置され、現在に及んでいる。最大蒸発量は4月に観測され、最小蒸発量は9月に観測されている。

平均蒸発量は2,100mmである。貯水池よりの蒸発量は計画地点に最も近い本観測所の資料を採用する事とした。

下表及び下図は、各々San Manuelにおける毎月の蒸発量を示す。

FIG. 6
MONTHLY EVAPORATION AT SAN MANUEL, PANGASINAN

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1958	229.90	203.70	293.10	313.40	282.20	142.80	147.30	154.10	123.20	145.30	179.60	207.30
1959	205.50	235.20	281.90	311.90	256.00	230.10	163.20	140.50	155.40	178.50	176.00	203.70
1960	211.80	222.20	294.60	234.40	225.10	155.40	189.40	122.20	129.30	153.70	193.00	186.70
1961	242.60	221.20	257.10	283.70	192.30	144.00	106.70	121.20	108.50	105.20	133.40	147.10
1962	165.10	293.40	224.80	203.50	201.70	155.20	105.70	121.40	96.00	134.60	146.60	174.50
1963	180.10	198.10	179.80	256.50	254.80	114.80	106.40	124.00	97.00	141.20	140.50	145.50
1964	172.00	228.80	253.00	269.00	191.80	121.70	142.50	111.80	112.80	121.20	84.10	122.70
1965	144.50	153.90	204.00	197.00	197.20	145.50	151.40	149.10	128.80	164.60	136.10	171.10
1966	152.00	195.50	282.20	269.90	215.50	128.50	145.10	166.40	114.60	170.10	113.60	137.50
1967	174.20	225.40	286.60	269.40	290.10	135.30	167.10	118.30	142.60	167.60	148.00	199.00
1968	211.50	218.20	290.50	279.30	251.10	156.00	132.20	115.50	122.90	122.60	136.00	128.00
1969	145.50	180.00	236.70	245.50	260.20	145.60	144.90	170.50	106.80	116.60	120.70	136.80
1970	153.90	158.90	197.90	232.80	172.60	131.30	118.60	120.40	106.30	126.60	106.10	108.10
MEAN	184.51	203.42	250.17	258.95	230.11	146.66	138.96	134.26	118.78	142.23	139.52	159.08



資料 2.4.1.3-1 対象地域の地形・地質

1. 地 形

対象地域は、ルソン島中央盆地の西側を南北に走る Zambales 山脈の西縁に位置している。(図1参照) Nayon 川は Zambales 山脈の分水界から西流し、Infanta 南西方で南支那海に注いでいる。Nayon 川の右岸支流の San-Felipe 川が本計画の対象河川である。すなわち、San-Felipe 川が Zambales 山脈の山地から丘陵地に移る位置にダムサイトを計画し、その上流をダム流域とし、その面積は23.6km²である。ダム流域を画す

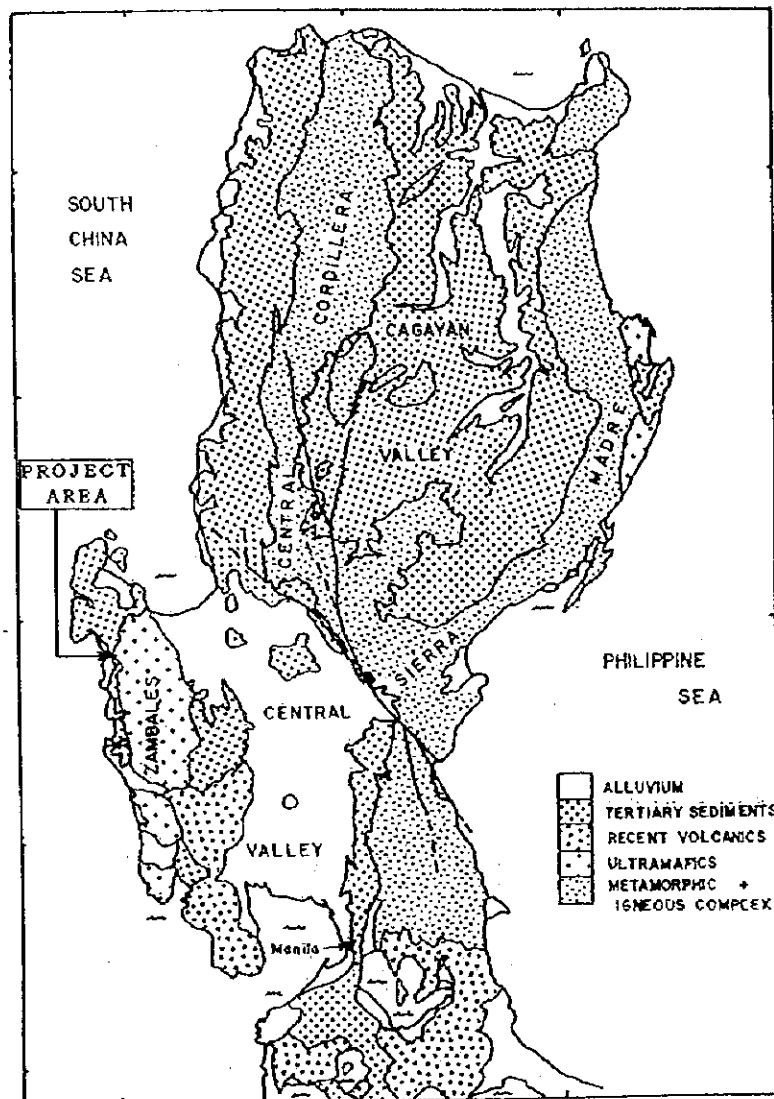


図 1 Geological reference map of Luzon (quoted from E. R. Geary et al., 1983).

る分水界は、標高 100~300m の山地で構成され、ダムサイト東方の Mt. Nangradin (標高 310m) も含まれている。その山地の傾斜は一般に緩く、そのダム流域の上流部の地形は侵食輪廻の老年期を示し、準平原化している。それ故、San-Felipe 川の上流部の河川勾配は緩く約 1/110 である。ダム流域の地形から判断すると、Zambales 山脈の隆起量は、ルソン中央谷盆地の東側の急峻な Central Cordillera 山脈や Sierra Madre 山脈に比較して、小さいものと推定される。

2. 地 質

当地域から東方の Zambales 山脈は 図 1 及び 図 2 に示すように、主として Ophiolite (オフィオライト) である塩基性及び超塩基性の火成岩で構成される。Ophiolite は白亜期~古第三紀 始新世の海洋底での火成活動により生じたもので、海洋底での海成堆積物及び玄武岩質枕状溶岩(噴出岩)、玄武岩質~輝緑岩質の岩脈及び岩床(半深成岩)、斑れい岩~輝緑岩(塩基性深成岩)及びかんらん岩(超塩基性深成岩)からなる。図 3 で示される Ophiolite の塩基性及び超塩基性岩の断面は、海洋地殻と上部マントルを形成すると推定される岩石の典型的なモデルである。図 4 に示される当地域周辺の地質について、このモデルを当てはめると、その北西側の玄武岩質枕状溶岩は海洋底表面の岩相を示し、その南東側の斑れい岩~輝緑岩は海洋地殻の、また、かんらん岩は上部マントルの深い岩相を示している。斑れい岩~輝緑岩の分布するダム流域は、このモデル(図 3)にもとづいて、海洋底下深度 2~3km の海洋地殻に相当するものと考えられる。

その後、第三紀漸新世~中新世に、石英閃緑岩がこれらの Ophiolite 中に貫入し、San-Felipe 川流域の北西に隣接する Bayambang 川流域において、1.5×2.5km 規模の岩株として露出している。San-Felipe 川流域における斑れい岩中の石英脈は、第三紀漸新世~中新世の石英閃緑岩の火成活動によって生成されたものである。石英脈を伴う斑れい岩は、上述の火成活動と関係のある熱水変質作用によって、しばしば、珪化、緑泥石化及び粘土化している。すなわち、網状石英脈をもつ斑れい岩は、ダム予定地において珪化作用及び緑泥石化作用によって硬質な岩石に変わり、そして、白色粘土採掘場では粘土化作用によって白色粘土(恐らくカオリン鉱物を含む)に変わっている。

斑れい岩からなる山地の南西に位置する丘陵地は、浅海成堆積層である粘土岩、シルト岩、砂岩、礫岩及び石灰岩層から構成される新第三紀中新世の Zambales 層群からなる。同層群の石灰質シルト岩層が当地区 Bambam 部落から入植予定地にいたる区域に広く露出している。(厚さ 10m 以上の石灰質シルト岩層をボーリング MBH-1 及び

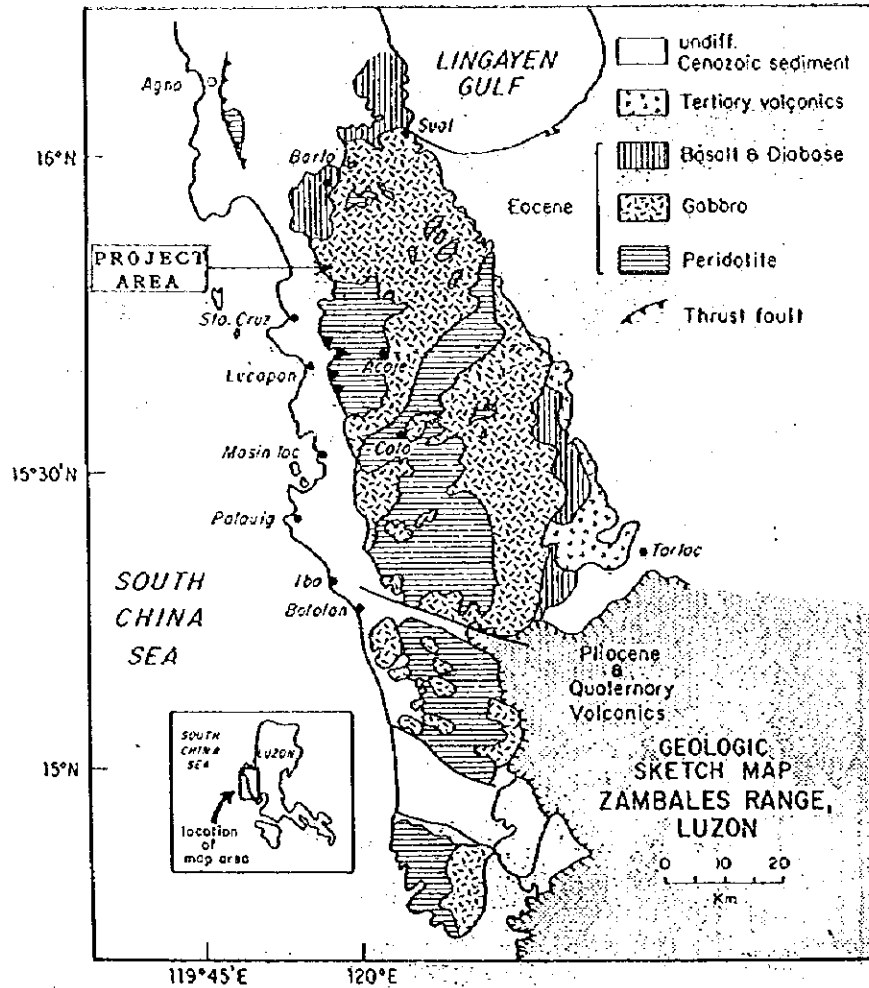


Fig 2 Generalized geological map of Zambales Range based on the Geological map of the Philippines, mapping by the Philippines Bureau of Mines (quoted from James W. Hawkins et al., 1983).

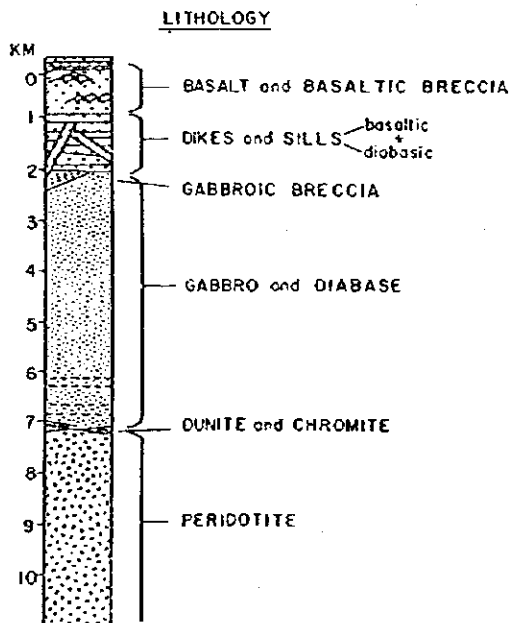
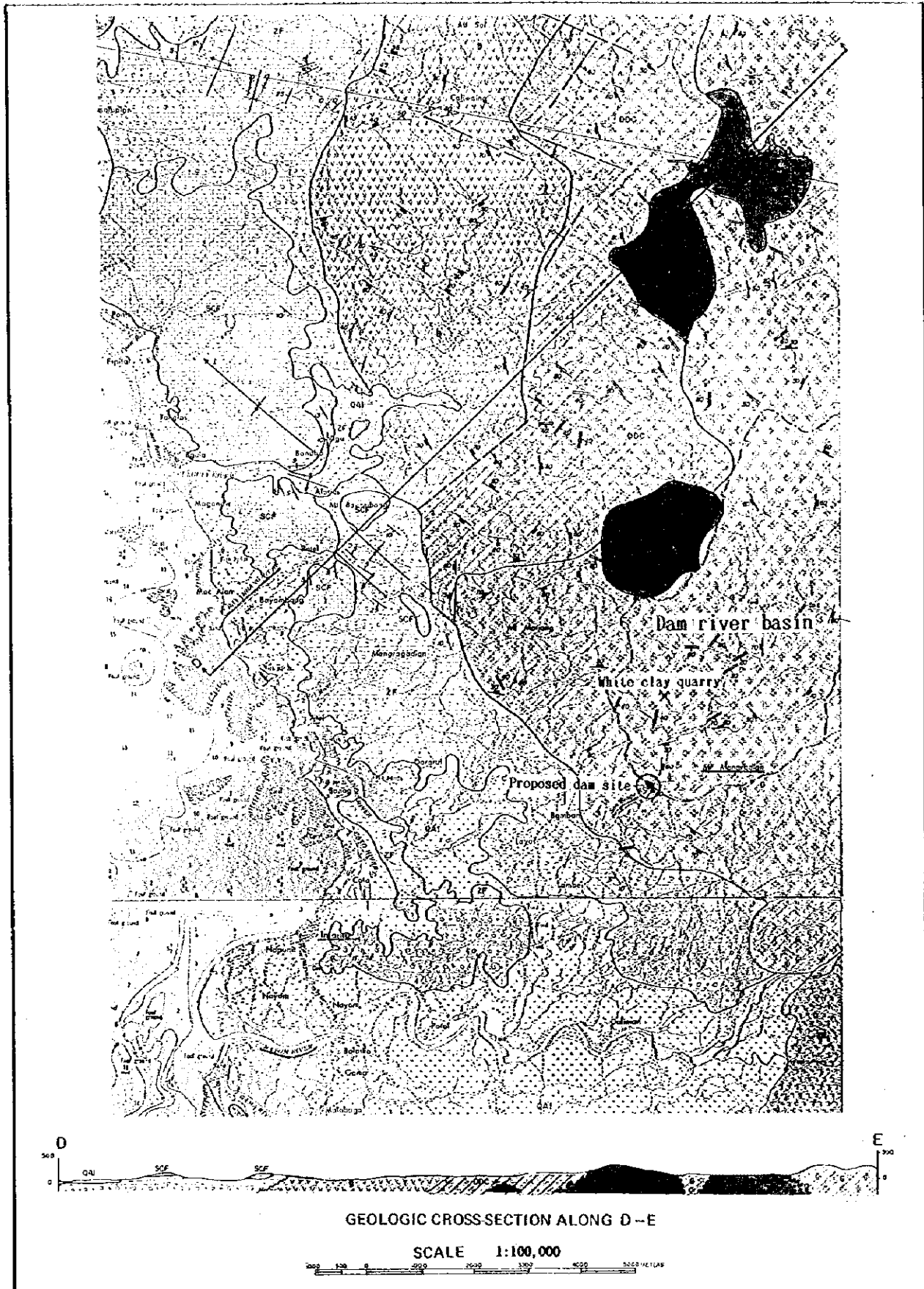
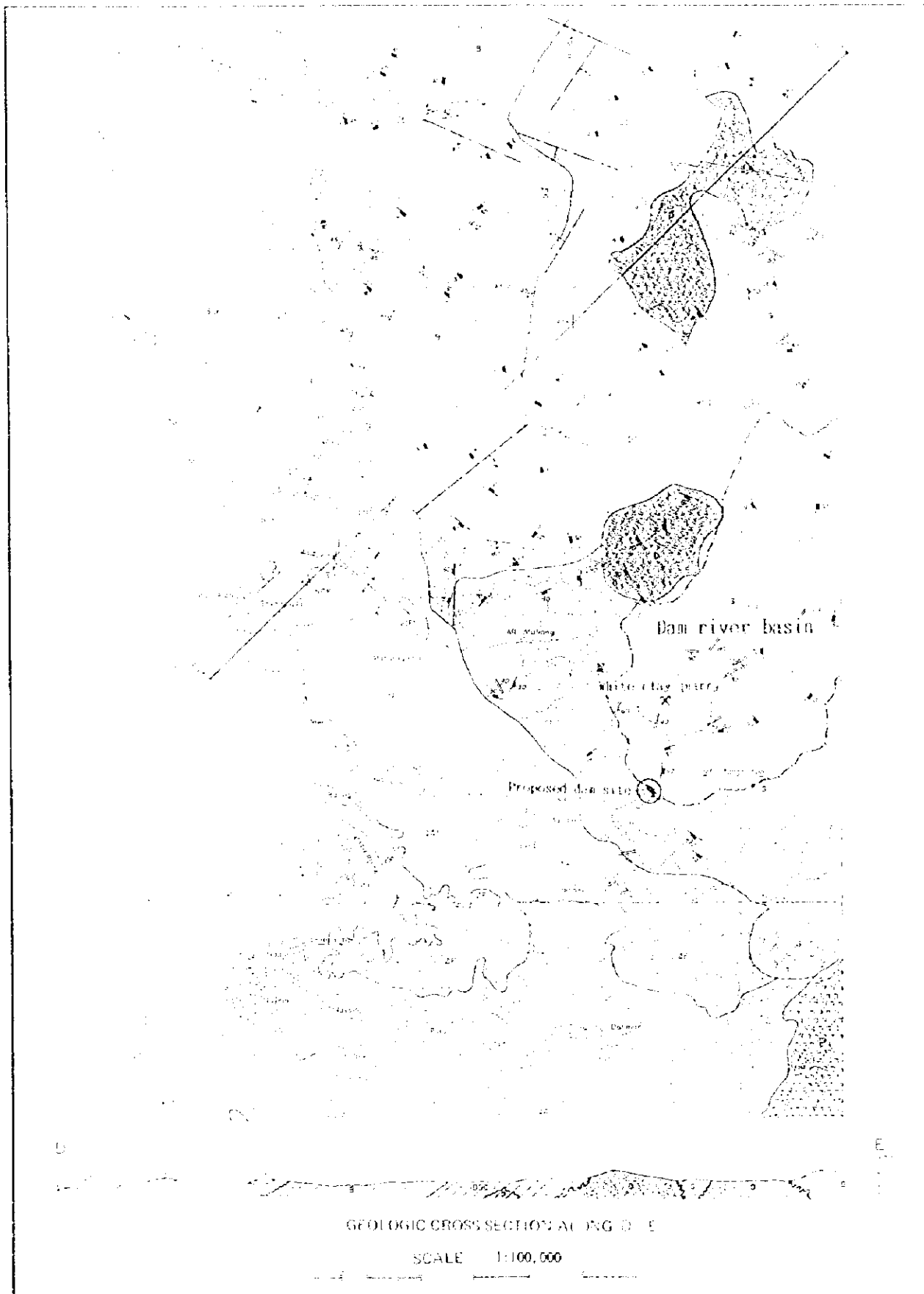


Fig 3 Stratigraphic column of the Zambales ophiolite (igneous units). Thickness of the different unit are only approximate. (Quoted from E. E. Geary et al., 1983)



インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図4 対象地域地質図

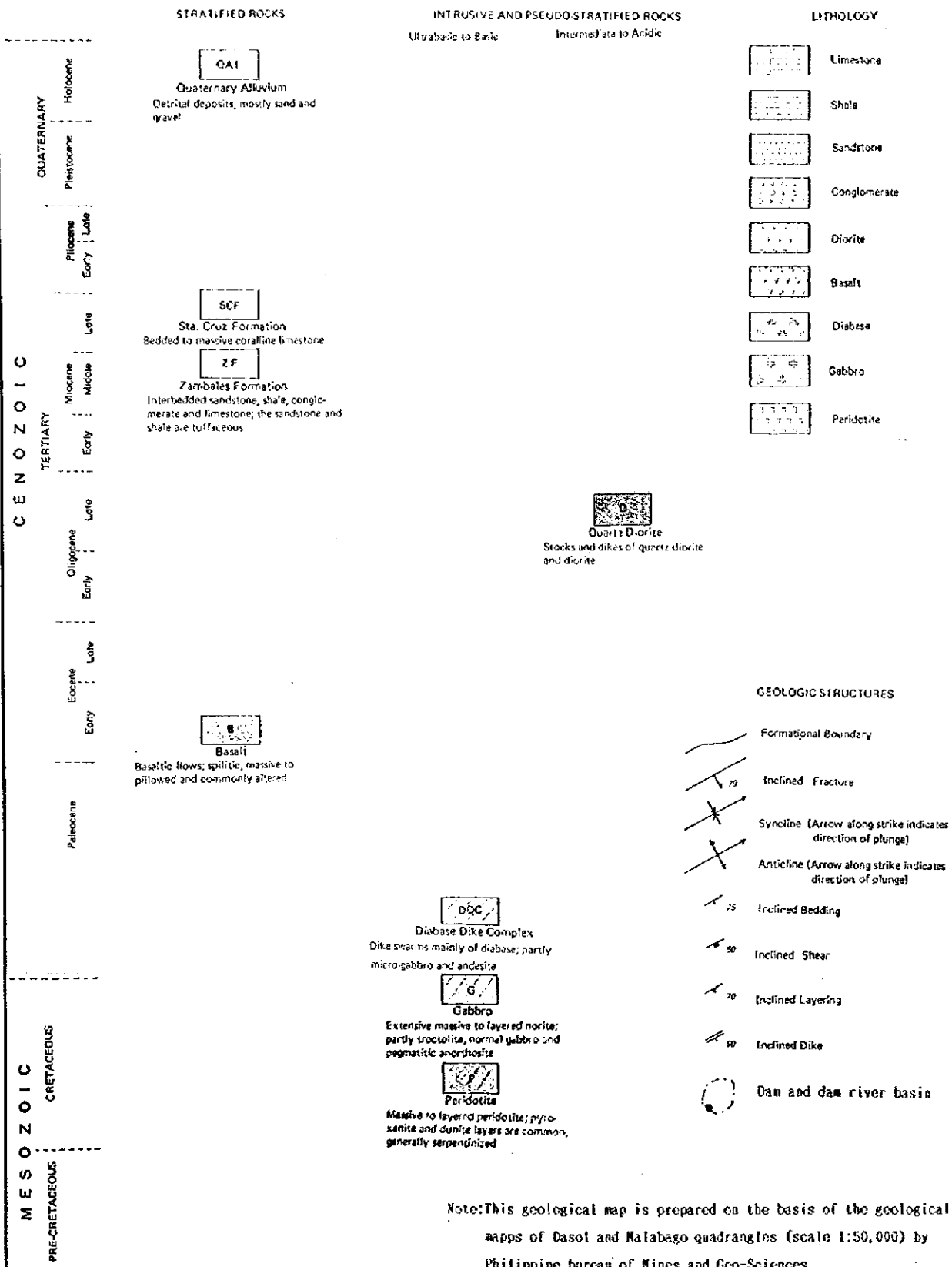


インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図 4 対象地域地質図

EXPLANATION

STRATIGRAPHY



Note: This geological map is prepared on the basis of the geological maps of Dasol and Malabago quadrangles (scale 1:50,000) by Philippine Bureau of Mines and Geo-Sciences.

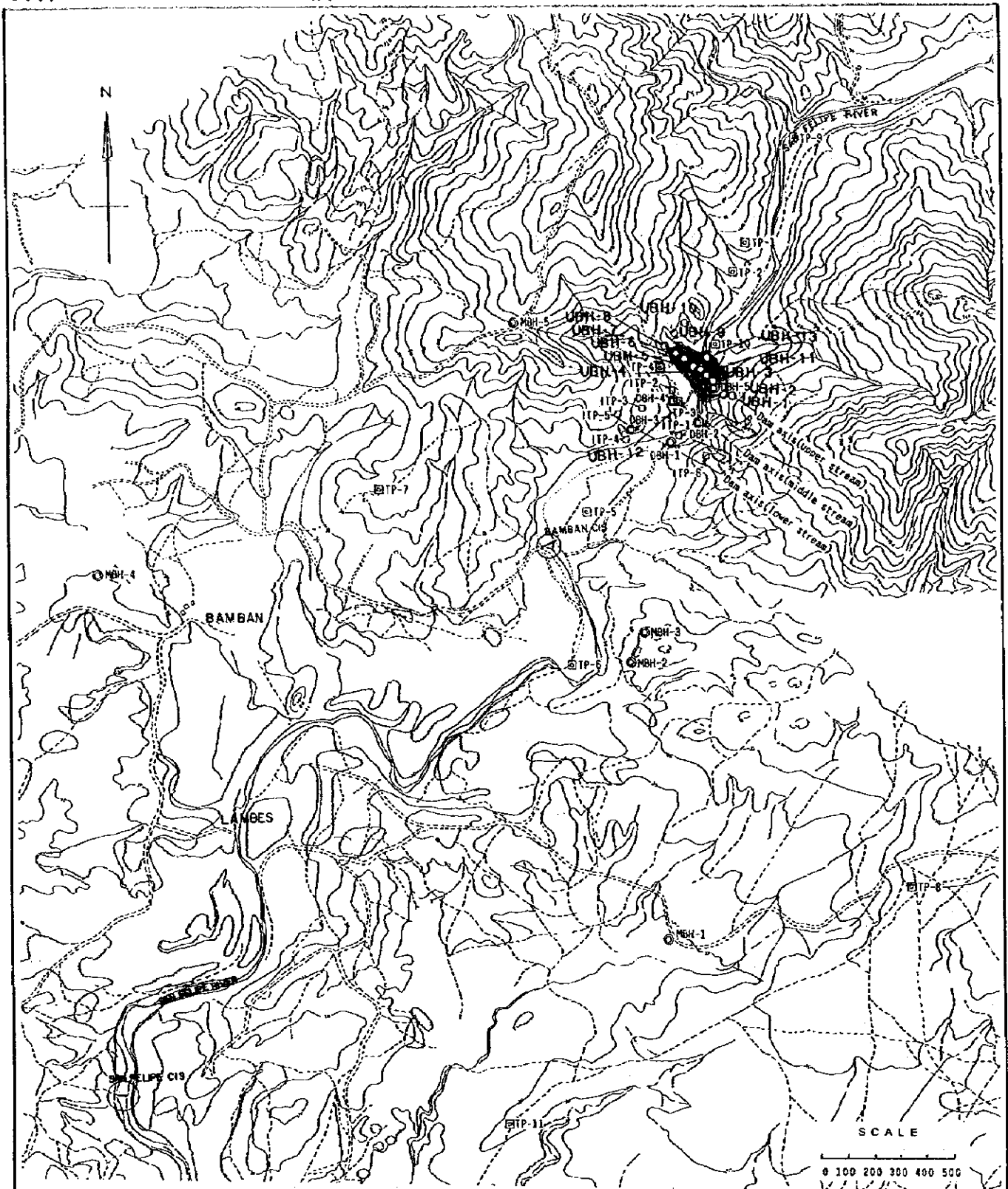
インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図 4 対象地域地質図

MBII-4で確認)

第四紀更新世～完新世の河岸段丘堆積物と崩積土がSan-Felipe川沿いにみられ、また、崩積土は山地の南西山麓にもみられる。いずれも小規模で、河岸段丘は段差が小さい。また、第四紀完新世の現河床堆積物及び沖積扇状地堆積物もSan-Felipe川に沿って分布している。第四紀完新世の沖積層が、丘陵地と南支那海との間でNayom川、San-Felipe川、その他の河川に沿って広く発達している。

資料 2.4.1.3-2 ボーリング及びテストピット位置図



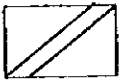
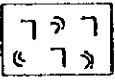
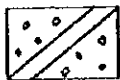
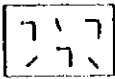

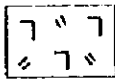
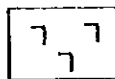

Explanation

- | | |
|--|---|
| OBH-1 Bore hole at dam site by this investigation (1996) | TP-1 Test pit by this investigation (1996) |
| MBH-1 Bore hole for rock material by this investigation (1996) | ITP-1 Test pit by previous investigation (1980) |
| UBH-1 Bore hole at dam site by this investigation (1997) | Proposed dam |
| | Proposed dam axis |

インファンタ地区天水農業 環境整備計画基本設計調査 国際協力事業団	資料2.4.1.3-2 ボーリング及び テストピット位置図
---	-------------------------------------

資料 2.4.1.3-3 ボーリング柱状図、現地透水試験結果及びコア写真

Geological Explanation for Drilling Log

<u>Overburden</u>	<u>Basement rock</u>
 Oxidized residual zone (mainly red clay)	 Argillized gabbro (partly change to clay along fructures by weathering)
 Oxidized zone (brown clay, including rock fragments)	 Altered gabbro (mafic min- erals change to chlorite)
 Recent river deposits (gravel and sand)	 Silicified gabbro (sometimes including quartz veinlets and networks)
	 Gabbro (its rock facies part- ly change to fine-gabbro, basalt and anorthosite)
	 Calcareous siltstone

Explanation for Drilling Log

Classification criteria for rock foundation of dam

See next Table

R Q D (Rock quality designation)

$$\left[\frac{\text{Total length of cylindrical cores which are more longer than 10cm length at 1m stage (cm)}}{100\text{cm}} \right] \times 100(\%)$$

Maximum core length

Maximum core length at 1 m stages (cm).

Coefficient of permeability

Coefficient of permeability (k) by constant head test

DRILLING LOG (DRILL HOLE NO. IDH-1)

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole NO. IDH-1
 Longitude _____
 Latitude _____
 Collar Elevation 58.0 m
 Direction - Dip 90°

Location Right Bank at Dam Site (Middle stream axis)
 Drilling Time from _____ up to _____
 Last Ground Water Level in Hole _____ m
 Last Hole Diameter _____ cm

Total Drilling Length 25.00 m
 Total Core Length 9.33 m
 Total Core Recovery 37 %
 Drilling Machine _____
 Pump _____

Scale Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	R (%)	Q (%)	D (%)	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				Diagram	Field Permeability Test	Drilling Date
											Depth (m)	Blows Per Foot (cm)	Blows Per 30 cm	Blows Per 100 cm			
1	1.00	Red dish brown	Weathered gabbro		Red clay including plant roots.	0	0	18	100								
2	2.00 2.45	(clay)			Red clay	0	0	0	200								
3	3.30	Yellowish gray			Yellowish gray clay	0	0	0	300								
4	4.00 4.45	Dark gray (core)			Gray clay sometimes included solid gabbro core	0	3	21	400								
5	5.45	Gray clay			Gray clay	0	0	0	500								
6	6.00				Gray clay sometimes included solid gabbro core.	0	2	9	600								
7	7.00	Dark gray (core)				0	0	7	700								
8	7.80 8.15					0	2	41	800								
9	9.00					0	3	63	900								
10						0	2	26	1000								
11	11.30	(Sludge)			Gray clay.	0	8	10	1100								
12	12.70					0	1	100	1200								
13	13.60		Argillized gabbro, partly weathered		Brownish white clay	0	0	0	1300								
14	13.85	Green ish gray			Argillized and chloritized gabbro, including quartz veinlets, quartz networks and iron stains.	0	5	18	1400								
15	15.10		Altered gabbro			0	7	36	1500								
16	16.50				Chloritized gabbro including quartz veinlets and networks. The width of quartz veinlets are several millimeters to several centimeters. The dip of veinlets are 20°, 45° and 75°. Also the dip of joints are 20°, 45° and 60°. No iron stains.	0	4	43	1600								
17	17.30		Dark gray			0	4	59	1700								
18	18.30					0	3	50	1800								
19	19.70		Silicified gabbro			0	16	42	1900								
20	20.30				Silicified and chloritized gabbro including quartz veinlets. Fracture and joints are little bit few. Dip of veinlets are 20°, 45° and 60°. The width of quartz veinlets are 1 to 3 centimeters.	45	30	100	2000								
21	21.75					85	32	100	2100								
22	23.25					100	32	100	2200								
23	23.25					100	45	100	2300								
24	25.00					100	45	100	2400								
25	25.00																

DRILLING LOG (DRILL HOLE NO. IDH-3)

THE INFANTA INFLOODING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole NO. IDH-3 Location Left Bank at Dam Site (Middle stream axis) Total Drilling Length 30.00 m
 Longitude _____ Drilling Term from _____ up to _____ Total Core Length 14.70 m
 Latitude _____ Last Ground Water Level in Hole _____ m Total Core Recovery 49 %
 Collar Elevation 55.3 m Last Hole Diameter _____ cm Drilling Machine _____
 Direction - Dip 90° Pump _____

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unite	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	R (%)	Q (%)	D (%)	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				Diagram		Field Permeability		Ground Water Level in Hole (m)	Drilling Rate
												Depth (m)	Blow Per Each Meter	Blow / Total Penetration Length (cm)	N-Value	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (CR) (%)	Lu (cm/s)	Lu (cm/s)		
1	1.00	1.00	Reddish brown (clay)	Weathered gabbro		Red clay including plant roots.	0	0	0	100	100	100	0	1	20	100	Diagram	Lu =			
	1.45	1.45					0	0	0	165	2	125	11								
2	2.00	2.00					0	0	0	290											
	2.45	2.45					0	0	0	265	15	21	34	54							
3	3.00	3.00					0	0	0	300											
	3.45	3.45	Gray (clay)				0	0	0	345	15	17	37	52							
4	4.00	4.00		Argillized gabbro, partly weathered	Argillized gabbro	Argillized gabbro	0	0	0	100	100	100	0	1	20	Diagram	Lu =				
	4.45	4.45					0	0	0	445	41	47	89								
5	5.00	5.00					0	0	0	500											
	5.45	5.45					0	0	0	545	43	30	85								
6	6.00	6.00		Altered gabbro		Chloritized gabbro including quartz veinlets and networks. Gabbro become softer by chloritization.	0	7	22							Diagram	Lu =				
7	7.00	7.00	Greenish gray				0	7	15												
8	8.00	8.00					0	8	10												
9	9.00	9.00					0	2	17												
10	10.00	10.00					0	0	13												
11	11.50	11.50					0	3	10												
12	13.00	13.00					0	18	100												
13	14.70	14.70					0	7	72												
14	15.20	15.20					0	5	100												
15	16.60	16.60	Dark gray				0	7	91												
16	17.65	17.65		0	10	83															
17	18.20	18.20		10	7	40															
18	19.40	19.40		0	10	93															
19	21.40	21.40		0	6	100															
20	22.90	22.90		0	13	100															
21	23.40	23.40		0	10	100															
22	24.80	24.80		0	10	100															
23	25.50	25.50		0	10	100															
24	26.50	26.50		0	10	100															
25	27.10	27.10		0	15	100															
26	28.10	28.10		0	15	100															
27	29.20	29.20		12	12	100															
28	29.90	29.90		15	10	100															

DRILLING LOG (DRILL HOLE NO. DBH-3)

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole NO. DBH-3
 Longitude _____
 Latitude _____
 Collar Elevation 50.8 m
 Direction - Dip 90°

Location Right Bank at Dam site (Lower stream axis)
 Drilling Term from Oct. 28 upto Nov. 14
 Last Ground Water Level in Hole 11.2 m
 Last Hole Diameter 10.0 cm

Total Drilling Length 20.00 m
 Total Core Length 1.82 m
 Total Core Recovery 9 %
 Drilling Machine ACKER
 Pump BEAN ROYAL 525

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unite	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Standard Penetration Test	Diagram			Field Permeability Test			Drilling Date
								R	Q	D	Depth (m)	Lugeon Value	Coefficient of Permeability (cm/sec)	
1			Reddish brown (clay)	Weathered gabbro		Reddish brown clay which is altered from gabbro due to the weathering processes.	0 10 20							
2		3.00	Yellowish to Reddish brown (clay)			Yellowish brown clay to Reddish brown clay.	0 10 20							
3		4.50	Yellowish brown (clay)			Yellowish brown clay including minor amount of the gabbro fragments	0 10 20							
4							0 10 20							
5							0 10 20							
6							0 10 20							
7							0 10 20							
8							0 10 20							
9							0 10 20							
10							0 10 20							
11		11.00		Gabbro		Cracky gabbro totally exclusion of the quartz veinlets. Some part of gabbro grading to the basaltic facies.	0 3 15							
12							0 2 15							
13							0 4 20							
14							14 14 14							
15		15.00	Dark gray			Slightly cracky gabbro without quartz veinlets	0 3 27							
16							0 3 20							
17							0 3 26							
18							0 3 27							
19							0 3 18							
20		20.00												

DRILLING LOG (DRILL HOLE NO. DBH-4)

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole NO. DBH-4
 Longitude _____
 Latitude _____
 Collar Elevation 44.9 m
 Direction - Dip 90°

Location Right Bank at Dam Site (Middle stream axis)
 Drilling Term from Nov. 1 up to Nov. 5
 Last Ground Water Level In Hole 10.45 m
 Last Hole Diameter 10.0 cm

Total Drilling Length 20.00 m
 Total Core Length 7.0 m
 Total Core Recovery 35 %
 Drilling Machine TMS-5
 Pump BEAN ROYAL 525

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification for Rock Mass Properties	R (%)	Q (%)	D (%)	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test			Diagram		Field Permeability Test		Ground Water Level in Hole (m)	Drilling Dose
													Depth (m)	Blow Per Each 30 cm	Blow Per Total Penetration Length (m)	R	Q	D	Depth (m)		
		0.00	Reddish brown (clay)	Weathered gabbro		Reddish brown clay, which encloses some of the gabbro blocks and fragments, is the final product of the original gabbro, after extensive weathering processes.		0	8	15	100	100	0	10	20	30	40	50			
		3.00						0	6	30	200	8	8	8	24						
		3.00						0	3	35	350	3	6	6	17						
		4.00	Yellowish brown			Yellowish brown clay including the argillized gabbro fragments.		0	0	0	350	0	0	0	15						
		5.00						0	0	0	450	0	0	0	15						
		6.00						0	0	0	500	0	0	0	15						
		7.00						0	0	0	550	0	0	0	15						
		8.00						0	0	0	600	0	0	0	15						
		8.00						0	0	0	650	0	0	0	15						
		8.00						0	0	0	700	0	0	0	15						
		8.00						0	0	0	750	0	0	0	15						
		8.00						0	0	0	800	0	0	0	15						
		9.00	Brownish gray	Argillized gabbro partly weathered		Argillized gabbro is dominated. Some of the fresh gabbro are partly included.		18	18	40											
		10.00						0	7	20											
		11.00						0	0	0											
		12.00						0	6	60											
		13.00						0	6	42											
		14.00						0	3	42											
		15.00	Dark gray					0	9	42											
		16.00						0	6	50											
		17.00				Silicified gabbro		10	10	70											
		17.65						50	20	85											
		18.00				Silicified gabbro including thin quartz veinlets, of which width are about 1 millimeter, and several quartz patches (1 centimeter x 1 centimeter).		62	20	87											
		20.00						56	18	85											
		21.00																			
		22.00																			
		23.00																			
		24.00																			
		25.00																			
		26.00																			
		27.00																			
		28.00																			
		29.00																			

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH - 2	Location	DAM AXIS	Total Drilling Length	30.00	m
Longitude	244.318	Drilling Term from	7.07 up to 7.12.97	Total Core Length	15.48	m
Latitude	233.825	Last Ground Water Level in Hole	18.18	Total Core Recovery	52.00	%
Collar Elevation	60.033	Last Hole Diameter		Drilling Machine	LY - 38	
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535	

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria J.C. - Soil Foundation (% D O C) Max Core Length (cm) Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				N-Value	Diagram		Field Permeability Test			
								Blow Count (Each 30 cm)	Blow Count (Total)	Blow Count (Average)	Blow Count (Standard Deviation)		Max Core Length (cm)	Core Recovery (CR) (%)	Depth (m)	Upper Value	Coefficient of Permeability (cm/s)	Date
		1.00	reddish brown	CLAY		Silty CLAY	DL	0.55	1	2	2	5/30						
		2.00		Altered GABBRO		GABBRO, argillized, apparently boulder	DL	1.55	3	2	1	6/30						
		2.50		CLAY		Silty CLAY	DL	2.55	2	2	3	7/30						
				Altered		GABBRO, argillized		3.55										
			mottled	GABBRO				4.00	3	3	7	10/30						7/07
								4.55										
								5.00	3	4	4	11/30		5.0		3.0×10^{-9}		
								5.55										
								6.00	7	7	10	24/30						
								6.55										
								7.00	6	7	9	22/30						
								7.55										
								8.00	8	10	14	32/30						
								8.55										
		9.00	mottled	Altered GABBRO		GABBRO, argillized, with fragments of resistant rock	DL	9.00	12	17	19	48/30						
		19.00		GABBRO		GABBRO, highly fractured, chloritized		9.55										
								10.00	15	20	22	57/35		10.0		1.4×10^{-9}		7/09
								0.30			22							
								0.30			48							
								0.30			30							
								0.20			40							
								0.40			63							
								28.30			60							
								0.23			62			15.0		1.5×10^{-9}		7/10
								0.30			38							
								0.30			68							
								0.40			60							
								0.75			75						1.6×10^{-9}	18.18
		18.50		GABBRO		GABBRO, chloritized, with slick fracture filling	CM	26.100			80							
								30.100			95							
								0.95			100							
		21.00		SCHIST		GABBRO, SCHIST	CL	21.100			100							
		21.50						0.75			100							
				GABBRO		GABBRO, chloritized, highly fractured, with silica fracture filling	CM	40.140			100							
								27.150			100							
		24.00				GABBRO, chloritized, with silica fracture filling	CM	71.110			100							
								49.100			100							
								59.100			100							
								41.100			100							

END OF BORING AT 30.00 M

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH - 3	Location	DAM AXIS	Total Drilling Length	30.00	m
Longitude	267.863	Drilling Term from	6.17 up to 7.05.97	Total Core Length	16.42	m
Latitude	203.490	Last Ground Water Level in Hole	9.45	Total Core Recovery	55.00	%
Collar Elevation	41.755	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	LY - 38	
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535	

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria D.D.R. (%)	Max Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				RQD Diagram	Field Permeability Test					
										Blows per Each 15 cm	Blows per 30 cm	Blows per 45 cm	Blows per 60 cm		Depth	Value	Coef. of Permeability (cm/s)	Water Level	Date	
		2.00	reddish brown	CLAY		Silty CLAY, with some gabbro, pebbles and cobbles	D			0.55	1.00	1	2	3	6/30					
		4.55	mottled	CLAY		Silty CLAY, with trace of gabbro, pebbles	D			1.55	2.00	2	2	4	8/30					
										2.55	3.00	2	4	5	11/30					
										3.55	4.00	3	5	7	15/30					
										4.55	4.62	50/8			50/8					
								0	20	14										
				Altered GABBRO		GABBRO, argillized, with traces of resistant fragments	D			6.55	7.00	14	18	13	45/30					
										7.55	8.00	5	8	14	27/30					
										8.55	9.00	20	11	8	39/30					
										9.55	10.00	3	7	13	29/30					
										10.55	11.00	6	10	12	28/30					
		12.55																		
			greenish gray	GABBRO		GABBRO, chloritized, highly fractured to brecciated	CL			0	24	15								
										0	35	35								
		14.70								0	45	45								
										0	35	100								
		15.60	gray			GABBRO, slightly silicified	CH													
										34	137	91								
										42	50	100								
			greenish gray	GABBRO		GABBRO, chloritized, highly fractured, with silica fracture filling	CH			92	105	100								
										41	150	100								
										27	45	100								
										27	40	100								
										85	150	100								
										65	110	100								
										90	100	100								
										92	100	100								
		24.00																		
			gray	GABBRO		GABBRO, slightly chloritized, with silica along fractures and embedded fragments of gabbro in silica, grading to coarse grained	CH			93	150	100								
										70	150	100								
										87	100	100								
										64	100	100								

END OF BORING AT 30.00 M

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH - 5	Location	DAM AXIS	Total Drilling Length	30.00	m
Longitude	332.927	Drilling Term from	up to	Total Core Length	17.72	m
Latitude	119.821	Last Ground Water Level in Hole	7.55	Total Core Recovery	59.00	%
Collar Elevation	44.328	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	BELL	
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535	

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria for Rock Foundation (%)	DOR (%)	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Depth (m)	Standard Penetration Test				Blow Total Per centimeter Length	N-Value	Diagram		Field Permeability Test							
												Blows per Each 10 cm	4	10	20			Max. Core Length (cm)	Core Recovery (CR) (%)	Depth (m)	Logon	Value	Core Permeability (cm/s)	Water Level	Date		
			brown	CLAY		Silty CLAY, with gabbro, pebbles and cobbles	D	0	27	27																	
		2.00										2.00	4	6	7	17/30											
			mottled	Altered GABBRO		GABBRO, highly argillized, with remnants of resistant fragments	D					2.55	3	3	3	9/30											
												3.55															
												4.00	2	3	7	7/30											
												4.55															
												5.00	5	6	4	15/30											
												5.55															
												6.00	4	5	6	15/30											
												6.55															
												7.00	6	9	11	25/30											
												7.55															
												8.00	11	15	22	48/30											
												8.55															
												9.00	16	21	42	82/30											
												9.55															
												10.00	17	22	35	74/30											
												10.55															
												11.00	17	24	37	75/30											
												11.55															
												12.00	18	25	37	80/30											
												0	30	60													
												0	30	100													
			greenish gray	GABBRO		GABBRO, chloritized, with trace of silicification, with some section highly chloritized, highly fractured to brecciated	CL	0	63	68																	
												117	110	87													
												11	94	94													
												0	100	100													
												0	143	95													
												0	63	100													
												0	150	100													
												58	137	100													
												0	150	100													
												15	150	100													
		23.20		GABBRO		GABBRO, highly chloritized, with 9 1/2 stickworks	CL																				
												28	150	100													
												0	50	100													
		26.70																									
			greenish gray	GABBRO		GABBRO, chloritized, highly fractured	CL																				
												47	150	100													
												0	150	100													

END OF BORING AT 30.00 M

2-4-1-3-3(15)

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH - 6	Location	DAM AXIS	Total Drilling Length	30.00 m
Longitude	376 079	Drilling Term from	7.22 up to 7.24 97	Total Core Length	11.02 m
Latitude	64 022	Last Ground Water Level in Hole	14.50 m	Total Core Recovery	37.00 %
Collar Elevation	52.407	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	BELL
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification (% L, % S, % G, % O, % C)	DOR (%)	Max Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				N-Value (blows)	Diagram		Field Permeability Test							
											Depth (m)	Blows per 30 cm	Blows per 10 cm	Blows per 5 cm		Max Core Length (cm)	Core Recovery (CR) (%)	Depth (m)	Logon	Value	Coefficient of Permeability (cm/s)	Water Level	Date		
			reddish brown	CLAY		Silty CLAY	D				0.55	1	2	2	5/30										
		2.00	brown	CLAY		Silty CLAY	D				1.55	4	4	5	13/30										
		3.00	reddish brown	CLAY		Silty CLAY	D				2.55	7	8	9	24/30										
		4.00					D				3.55	15	33	36	90/30										
		5.00	greenish gray	CLAY		Silty CLAY, with trace of gabbro pebbles	D				4.55	13	21	15	49/30								5.0	4.6 x 10 ⁻³	
		6.00									5.55	29	30	34	93/30										
		7.00									6.55	17	20	18	55/30										
		8.00									7.55	15	15	16	48/30										
		9.00									8.55	13	15	23	52/30										
		10.00									9.55	17	19	25	63/30										
		11.00				GABBRO, argillized					10.55	18	20	30	63/30									7/22	
		12.00									11.55	15	21	27	63/30										
		13.00				Altered GABBRO					12.55	25	30	44	49/30										
		14.00									13.55	37	39	42	118/30										
		15.00									14.55	27	30	46	103/30										
		16.00									15.55	30	40	45	116/30										
		17.00									16.55	26	24	22	72/30										
		18.00									17.55	17	39	41	97/50										
		18.55									18.55	18	50	15	66/15										
		19.00									0	42	68												
		20.00				GABBRO, chloritized, highly fractured, with silica fracture filling	CL					55	60	100										20.0	1.9 x 10 ⁻³
		21.00									39	150	100												
		22.00									28	150	100												
		23.00									8	150	100												
		24.00									0	50	100												
		25.00									0	150	100												
		26.00									23	150	100												
		27.00									7	150	100												
		28.00									42	50	100												
		29.00																							
		30.00																							

END OF BORING AT 30.00 M

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH - 07	Location	DAM AXIS	Total Drilling Length	35.00 m
Longitude	414.500	Drilling Term from	7.26 up to 7.30.97	Total Core Length	11.01 m
Latitude	14.500	Last Ground Water Level in Hole	21.40 m	Total Core Recovery	31.46 %
Collar Elevation	65.412	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	BELL
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria D.O.P. (%)	Max Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test						R Q D Diagram		Field Permeability Test					
										D (m)	Blows per Foot 10 cm	Blows per Foot 30 cm	Blows per Foot 60 cm	Blows per Foot 90 cm	Blows per Foot 120 cm	Max Core Length (cm)	Core Recovery (CR) (%)	Depth (m)	Logon Value	Coef. of Permeability (cm/s)	Water Level	Date	
			reddish brown	CLAY		Silty CLAY, with embedded gabbro pebbles	D	0	80	80	0.55	1.00	2	3	3	7/30							
		3.00	gray	Residual GABBRO		GABBRO, apparently cobbles and pebbles	DL	0	18	33	2.55	3.00	2	3	5	10/30							
		4.00				GABBRO, argillized					4.55	5.00	3	4	7	14/30			5.00			4.9×10^{-3}	7/26
				Altered GABBRO							5.55	6.00	3	5	8	26/30							
											6.55	7.00	5	7	9	21/30							
											7.55	8.00	6	9	10	25/30							
											8.55	9.00	6	9	11	26/30							
											9.55	10.00	11	10	25	46/30			10.00			4.7×10^{-3}	7/27
											10.55	11.00	15	18	20	53/30			(53)				
											11.55	12.00	11	17	22	50/30			(50)				
											12.55	13.00	10	12	20	42/30			(42)				
											13.55	14.00	21	32	29	92/30			(92)				
											14.55	15.00	32	22	21	75/30			(75)	15.00		2.9×10^{-3}	
											15.55	16.00	27	22	21	70/30			(70)				
											16.55	17.00	9	10	17	36/30			(36)				
			gray			GABBRO, argillized					17.55	18.00	25	42	38	105/30			(105)				7/28
											18.55	19.00	18	34	40	92/30			(92)				
											19.55	20.00	19	36	42	97/30			(97)	20.00		2.3×10^{-3}	
											20.55	21.00	19	29	36	84/30			(84)				21.40
											21.55	22.00	36	38	39	113/30			(113)				
											22.55	23.00	11	40	42	93/30			(93)				
											23.55	24.00	11	23	45	79/30			(79)				
											24.55	25.00	35	40	42	117/30			(117)	25.00		1.8×10^{-3}	
		23.00	greenish gray	GABBRO		GABBRO, chloritized, highly fractured with silica along fractures	CL	0	40	73													
								0	150	100													
								0	125	100													7/29
								0	150	100													
								0	20	100													

END OF BORING AT 30.00 M

DRILLING LOG

THE INFANTIA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH - 8	Location	DAM AXIS	Total Drilling Length	30.00	m
Longitude	452 235	Drilling Term from	8.01 up to 8 07 97	Total Core Length	10.42	m
Latitude	34.131	Last Ground Water Level in Hole	4.25	Total Core Recovery	34.73	%
Collar Elevation	73.410	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	BELL	
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535	

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria Dr. Rock Foundation (% COC)	Max Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				Diagram	Field Penneability Test				
										Blows per 30 cm	Blow Total	Blow Total	Blow Total		Max Core Length (m)	Core Recovery (CR) %	CR %	CR %	
		1.00	reddish brown	CLAY		Silty CLAY, with traces of organic materials	D			0.55	3	7	8/30						
			light brown	CLAY		Silty CLAY, with altered gabbro and some resistant rocks	D			1.55	2	3	7/30						
										2.00	3	4	10/30						
										2.55	3	4	10/30						
										3.00	3	4	10/30						
										3.55	4	5	8/30						
										4.00	5	8	17/30						
										4.55	6	7	7/30						
										5.00	6	7	20/30						
										6.55	8	10	11/30						
										7.00	9	10	30/30						
										7.55	8	10	21/30						
										8.00	5	8	10/30						
										8.55	6	8	20/30						
										9.00	6	8	20/30						
										9.55	8	10	18/30						
										10.00	8	10	34/30						
										10.55	8	10	18/30						
										11.00	6	10	14/30						
										11.55	8	15	31/30						
										12.00	8	15	31/30						
										12.55	11	10	10/30						
										13.00	11	10	10/30						
										13.55	11	18	27/30						
										14.00	11	18	27/30						
										14.55	22	34	30/30	(86)	15	0			1.8 x 10 ⁻³
										15.00	22	34	30/30						
										15.55	18	27	27/30	(72)					
										16.00	18	27	27/30						
										16.99	0	40	40						
											0	41	41						
											0	30	30						
											0	37	37						
											0	42	42						
											0	47	47						
											0	68	68						
											0	97	84						
											0	80	84						
											0	125	100						
											47	150	100						
											10	100	100						
											35	125	100						

END OF BORING AT 30.00 M

2.4.1.3-3 (12)

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH-10	Location	SPILLWAY	Total Drilling Length	30.00 m
Longitude	463.238	Drilling Term from	8.17 up to 8.20.97	Total Core Length	16.50 m
Latitude	44.512	Last Ground Water Level in Hole	12.00 m	Total Core Recovery	55.00 %
Collar Elevation	59.837	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	LY-38
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria (I.C.R. Rock Foundation)	D.O.R.	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test					Diagram		Field Permeability Test							
											D (m)	Blows per 10 cm	Blows per 30 cm	Blows per 10 cm (N)	Blows per 30 cm (N)	N-VA (kg)	Min. Core Length (m)	Core Recovery (CR) (%)	Depth (m)	Logon Value	Coefficient of Permeability (cm/s)	Water Level	Date		
		0.00	Eight brown			Silty CLAY, with trace of organic remains and pebbles of gabbro	D				0.55	1.00	2	3	3	8/30									
		1.00	Eight brown	Altered GABBRO		GABBRO, highly argillized	D				1.55	2.00	2	2	4	8/30									
		2.00	Eight brown to gray												2.55	3.00	2	4	3	11/30					
		3.00									3.55	4.00	2	4	7	13/30									
		4.00									4.55	5.00	7	9	11	27/30									
		5.00									5.55	6.00	21	28	24	73/30									
		6.00									6.55	7.00	15	26	24	85/30									
		7.00									7.55	8.00	19	27	30	76/30									
		8.00									8.55	9.00	29	47	49	125/30									
		9.00									9.55	10.00	29	30	45	104/30									
		10.00									10.55	11.00	27	30	42	99/30									
		11.00	gray to black	GABBRO		GABBRO, angular to sub-angular	CL				0	35	35												
		11.00																							
		12.00	greenish gray			GABBRO, chloritized, highly fractured	CL				0	20	20												
		13.00																							
		14.00	gray	GABBRO		GABBRO, slightly silicified	CM				0	40	40												
		14.40	gray	GABBRO		GABBRO, chloritized	CL				12	80	80												
		15.00	gray	GABBRO		GABBRO, slightly silicified	CM				20	75	75												
		15.30																							
		16.00	greenish gray	GABBRO		GABBRO, chloritized, with silica fracture filling	CL				40	100	100												
		17.00																							
		18.00	greenish gray	GABBRO		GABBRO, highly chloritized, with breccia fragment	CL				15	150	100												
		19.00																							
		20.00				GABBRO, chloritized, highly fractured, with silica along fractures apparently silica stickworks					0	150	100												
		21.00																							
		22.00	greenish gray	GABBRO			CM				25	150	100												
		23.00																							
		24.00																							
		25.00																							
		26.00																							
		27.00																							
		28.00																							
		29.00																							
		30.00																							
		30.00																							

END OF BORING AT 30.00 M

2.4.1.3-3 (3)

DRILLING LOG

THE INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

Drill Hole No.	UBH-12	Location	SPILLWAY	Total Drilling Length	30.00	m
Longitude	233.913	Drilling Term from	8.09 up to 8.15.97	Total Core Length	16.67	m
Latitude	36.760	Last Ground Water Level in Hole	6.55	Total Core Recovery	56.00	%
Collar Elevation	42.800	Last Hole Diameter	cm	Drilling Machine	BELL	
Direction - Dip	Vertical	Geologist		Pump	535	

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Core Color	Geologic Unit	Geologic Column	Core Description and Geological Observation	Classification Criteria for Rock Foundation	Max. Core Length (cm)	Core Recovery (%)	Standard Penetration Test				R.O.D. Diagram	Field Permeability Test				
										Blow per Each 30 cm	Blow per 10 cm	Blow per 5 cm	Blow per 2.5 cm		Depth (m)	Logon	Value	Core Permeability (cm/s)	Water Level
			reddish brown	CLAY		Silty CLAY, with fragments of angular gabbro	D	0	65	65	1.55								
		6.90		CLAY		Silty CLAY, with embedded gabbro	D	0	30	45	2.00	1	1	3	5/30				
		7.53		CLAY		GABBRO, gravel, angular to rounded pebble to cobble sizes	D	0	25	50	2.55								
				Alluvial			CL	0	20	40	3.00	2	2	3	7/30				
							CL	0	25	50	3.55								
							CL	0	25	50	4.00	2	2	3	7/30				
							CH	0	20	40	4.55								
							CH	0	25	50	5.00	2	2	3	7/30				
							CH	0	23	48	5.55								
							CH	0	23	48	6.00	8	7	8	21/30				
							CH	0	25	50	6.55								
							CH	0	20	40	7.00	7	8	8	29/30				
							CH	0	35	70									
		14.00				GABBRO, chloritized, with silica fissure filling, highly fractured	CH	0	40	40									
							CH	40	25	50									
							CH	11	43	43									
							CH	0	45	45									
							CH	0	43	86									
							CH	0	70	47									
							CH	52	40	80									
							CH	9	125	83									
							CH	13	80	80									
							CH	61	140	100									
							CH	85	110	100									
							CH	53	150	100									
			greenish gray			GABBRO, chloritized, with silica fissure filling, highly fractured	CH	39	150	100									
							CH	54	95	100									
							CH	49	106	100									

END OF BORING AT 30.00 M

