

付 録 一 II

材 料 調 査

目 次

	頁
第1章 概 要	II - 1
1.1 調査の内容	II - 1
1.2 材料採取予定地について	II - 1
1.3 室内材料試験	II - 2
第2章 コンクリート骨材	II - 3
2.1 現地調査	II - 3
2.2 室内試験	II - 3
2.3 評価と結論	II - 4
2.3.1 ムグミット川の河床砂れき堆積物	II - 4
2.3.2 リンバン川の河床砂れき堆積物	II - 4
2.3.3 原石山	II - 5
第3章 結論と勧告	II - 6

添 付 表 一 覧 表

表番号		頁
Ⅱ-1	材 料 調 査 の 数 量	Ⅱ-8
Ⅱ-2	テ ス ト ピ ッ ト お よ び 試 料 採 取 個 所	Ⅱ-9
Ⅱ-3	室 内 材 料 試 験 結 果 の 要 約	Ⅱ-10
Ⅱ-4	室 内 材 料 試 験 結 果	Ⅱ-11

添 付 図 一 覧 表

図番号

頁

Ⅱ - 1	材料試験の試料採取個所	Ⅱ - 12
-------	-------------------	--------

第1章 概 要

1.1 調査の内容

ムダミットー2水力発電計画は、取水ダム、導水路トンネルおよび発電所から成り、コンクリート重力取水ダムをリンバン川の支流ムダミット川の中流に発電所をリンバン川の中流域に設け、2つの地点を導水路トンネルで結んでいる。

材料調査は、コンクリートダム、導水路トンネルおよび発電所等の主要材料であるコンクリート骨材調査を実施した。現地調査はムダミット川およびリンバン川のダム地点および発電所地点周辺に散在する河床砂れき堆積物並びにダムサイト下流 0.1kmに位置する原石山地点とした。まず、コンクリート骨材の採取候補地点の選定および採取可能量の推定を行った。採取候補地点にはテストピットを掘り、室内試験用の試料を採取した。そして、その試料の物性を把握し、コンクリート骨材としての適否を判断するために室内試験を実施した。

1.2 材料採取予定地について

ムダミットー2計画で必要とするコンクリート総量は、ダム、導水路トンネルおよび発電所等を合わせて、約33,000m³である。したがって、コンクリート骨材の砂、砂利の量は約43,000m³を必要とする。

調査は、これらの所要量を十分に採取可能な場所と量および室内試験用の試料採取を実施した。

ムダミット川は山間を流れる幅わずか10~20mの溪流であり、河床砂れき堆積箇所は少しはあるものの、各所の量としては少ない。また、粒径が30~50cmの大きな玉石や岩石が多く、砂、砂利が少ない。ダム地点付近の岩質は主に頁岩および砂岩であり、かなり堅い岩である。また、砂岩の量は、ダムサイト下流0.1~0.2kmの原石山で必要量に足るものと判断される。

リンバン川の中流域に位置する発電所地点付近の川幅は、50~100mと広く、数多くの河床砂れき堆積箇所がある。河床砂れき堆積物は、最大粒径約50cmの玉石および岩石を含むが、砂の量は少ない。発電所地点での骨材所要量は、発電所地点付近に散在する河床砂

れき堆積物の採取可能総量で十分である。発電所地点付近の岩質は、主に頁岩であり、砂岩および石灰岩が部分的に存在する。

現地調査および室内試験に用いる試料の採取は、1987年6月中旬に実施した。

1.3 室内材料試験

室内材料試験は、河床砂れき堆積物及び原石山より採取した試料の諸物性値を室内材料試験より得て、コンクリート骨材として適切で使用可能かどうかの判定をするために実施した。また、地質調査用のボーリングコアについても物性および強度を知るために実施した。

試料は、採取した河床砂れき堆積箇所およびボーリング調査箇所より、クチン市内まで運搬し室内材料試験を行った。

テストピットの掘削、試料採取および室内材料試験は、JICA専門家の技術指導のもとにSESCO専門技術者によって、1987年6月下旬より8月中旬の間に実施した。材料調査の試験項目と数量については、表Ⅱ-1に示すとうりである。

第2章 コンクリート骨材

2.1 現地調査

河床砂れき堆積物の調査は、ムダミット川のダムサイト付近およびリンパン川の発電所サイトから上、下流3kmの区間で実施した。試料採取個所は、ムダミット川においては500m²およびリンパン川では5,000m²以上の河床砂れき堆積物がそれぞれ見込まれる個所とした。

調査の結果、ムダミット川およびリンパン川からそれぞれ2個所および5個所の採取候補地点を選んだ。河床砂れき堆積物の最大粒径は両河川とも30cm以上であった。試料採取はそれぞれの河床砂れき堆積個所に1個所のピットを掘り、室内試験用として最大粒径80mm以下の砂、砂利を採取した。試料は30kgを1袋としてビニール袋に密封し、クチン市まで運んで試験を行った。

試料採取個所、数量、最大粒径および採取重量を図II-1および表II-2に示す。

2.2 室内試験

河床砂れき堆積物の7個所の全試料について、次の項目の室内試験を実施した。

- 1) 細、粗骨材のふるい分析試験
- 2) 細、粗骨材の比重、含水比試験
- 3) 砂の有機不純物含有試験
- 4) 粗骨材の軟石ひっかき試験

全試料7個所の河床砂れき堆積個所の中から、相対的に堆積量の多い個所の3試料については、さらに、次の試験を実施した。

- 5) 細、粗骨材の安定性試験
- 6) 粗骨材のすりへり試験
- 7) 細、粗骨材の単位重量

上記に加え、原石山より採石に対し次の骨材破碎試験を実施した。

- 8) Aggregate Impact Value
- 9) Aggregate Crushing Value

7個所のボーリングコアの試料については次の試験を実施した。

10) 圧縮強度試験

11) 比重、含水比試験

各試験の方法は、“ASTM標準仕様1986”及び“B3 812”に基づいて実施した。それぞれの試験項目と数量は表Ⅱ-1に示し、表Ⅱ-3および表Ⅱ-4に試験結果を示す。なお、結果の評価については次節2.3の中で述べている。

2.3 評価と結論

2.3.1 ムダミット川の河床砂れき堆積物 (TME-1、2)

(1) ダムサイト近傍の河床砂れき堆積物は自然粒度状態ではコンクリート骨材として不適切である。最大粒径も約50cmと大きい。ダムのコンクリート骨材は一般的に最大粒径が100mm以下であるので、これより大きい粒径の砂利、玉石および岩石を取り除く必要がある。

ダムサイト付近の河床砂れき堆積物の全量は約2,000m³であるが、この中で適用できる砂、砂利の量は上述の理由により全量の4分の1以下であり、この付近での所要量約27,000m³に不足する。

(2) 砂利は軟石をやや含んでいるものの、すりへり率はそれほど大きくなく、他の問題も無いのでコンクリート骨材として使用できる。砂も何ら問題なく使用できる。粒径が少し大きく、比重が若干軽く、含水比もやや高いが問題になる程のものではない。

2.3.2 リンバンの河床砂れき堆積物 (TME-3、4、5、6、7)

(1) 発電所付近の河床砂れき堆積物は、最大粒径が約50cmと大きくそして砂の量も10%以下と少なく、自然粒度状態で直接使用することはできない。したがって、適切な粒径の砂、砂利をふるい分けて取り出す必要がある。

調査範囲内の河床砂れき堆積物の総量は約70,000m³であるが、上述の理由により、コンクリート骨材として使用できる量は約24,000m³である。発電所および導水路トンネル等に

必要なコンクリート骨材の所要量約16,000m³は、リンパン川の使用可能量で充分であるが、ムダミット側のダムおよび導水路トンネル等も含めたプロジェクト全体の所要量である約43,000m³には不足することになる。

(2) 砂利は軟石を少し含んでいるが、他に問題はなくコンクリート骨材として使用可能である。砂は小さな木片類の有機不純物等を含んでいるので、比重がやや軽くて、含水比も高く、安定性も悪い。したがって、この砂は使用前に十分に水洗いを行えば、粒度曲線も良いのでコンクリート骨材として使用可能である。

2.3.3 原 石 山

原石山の採石は、河岸の崖上の露頭から得られ、新鮮ではあるがわずかに着色がみられる。室内試験の結果から、これらの岩はコンクリート骨材として使用するに適した物理特性を有するということが判明した。

また、その量と砂岩の層が岩塊を形成しており、必要量以上採取可能である。

第3章 結論と勧告

(1) 河床砂れき堆積物の量について

ダム地点付近のムダミット川で採取可能な骨材量は、所要量に不足するので、リンバン川の砂、砂利をコンクリート骨材として使用することが考えられる。しかし、ダム地点から発電所地点までの運搬距離は約25kmと大変長く、道路は起伏の厳しい条件下の山間部を通るので、リンバン川から砂、砂利を運搬することは経済的に不利である。

ダム地点直下流ムダミット川の左岸に砂岩質の山腹があるので、ここを採石場候補として砕砂、砕石を行いコンクリート骨材として用いる。

発電所地点付近については、骨材の所要量はリンバン川河床砂れき堆積物の採取可能な骨材量で充分である。

コンクリート骨材を多くの河床砂れき堆積個所から採取する方法に2通りあり、1つは数多くの堆積個所から採取する方法と、もう1つは1、2個所の大きな堆積個所から採取する方法である。

前者の場合、数多くの堆積個所からコンクリート骨材として適切な粒径のみの骨材量を採取する方法であるが、今回の場合それぞれの堆積個所から得られる適切な粒径の量が、堆積量の30%以下と少ないので、数多くの堆積個所が必要となり、そして大粒径砂利の多くのふるい分け作業と骨材運搬の距離が広範囲に延びることとなる。

後者の場合、大粒径の玉石および岩石はコンクリート骨材用に砕砂、砕石して使用し、河床砂れき堆積物の中の使用可能な粒度については、もちろんふるい分けて使用することにすれば、わずか1、2個所の大きな堆積個所があれば良い。

両者の内どちらを選ぶかは詳しい経済比較によるが、現時点においては後者の方を勧める。

(2) ダム地点の採石場候補地について

コンクリート骨材約27,000m³の砕砂、砕石を得るために、ダム地点直下流ムダミット川の左岸を採石場候補地とする。ここの岩質は砂岩であり、ボーリングコア及び原石岩より

採取した石の室内試験によれば強度、比重および含水比ともにコンクリート骨材として十分な特性を持っている。

(3) ムグミット川およびリンバン川の砂、砂利の特性について

砂利は試験結果によれば、すりへり抵抗特性は良好であるが、軟石を若干含んでいるので、すりへり抵抗を要するコンクリート構造物に骨材として使用する場合は、事前に十分な試験を行った方がよい。

砂は小さな木片類等の有機不純物を含んでいるために、比重がやや軽く、コンクリート構造物を設計するときはこの事を十分考慮すべきである。したがって、砂は使用する前にきれいな水で十分水洗いする必要がある。

表 II-1 材料調査の数量

Work Item	Quantity
1. Field Investigation	
a. Test pitting	7
b. Sampling	7
2. Laboratory Test	
2.1 River deposits	
a. Sieve analysis (ASTM C136)	7
b. Specific gravity and absorption (ASTM C128 & C127)	6 (Sand) 7 (Gravel)
c. Organic impurities of sand (ASTM C40)	6
d. Scratch hardness of soft particles in gravel (ASTM C235)	7
e. Soundness (ASTM C88)	2 (Sand) 3 (Gravel)
f. Abrasion of gravel (ASTM C131 & C535)	3
g. Unit weight (ASTM C29)	2 (Sand) 3 (Gravel)
2.2 Drilled Core Sample	
a. Unconfined compression (ASTM D2938)	6
b. Specific gravity and absorption (ASTM C127)	6

表 II-2 テストピットおよび試料採取個所

Sampling No.	Distance from dam or powerhouse site	Volume of river deposit (m ³)	Maximum size of particles (cm)	Sampling weight (kg)
TME - 1	0.85 km upstream from dam site (Middle of river)	1,000 (250)	30 - 50	120
TME - 2	0.60 km upstream from dam site (Right bank)	600 (150)	30 - 50	90
TME - 3	2.50 km upstream from powerhouse (Left bank)	9,000 (3,000)	30 - 50	90
TME - 4	1.70 km upstream from powerhouse (Right bank)	18,000 (6,000)	30 - 50	180
TME - 5	0.70 km upstream from powerhouse (Left bank)	21,000 (7,000)	30 - 50	90
TME - 6	1.80 km downstream from powerhouse (Right bank)	7,800 (2,600)	20 - 30	90
TME - 7	2.20 km downstream from powerhouse (Left bank)	10,000 (5,000)	20 - 30	180
	Total volume	67,400 (24,000)		

Notes 1 : Figures in parentheses show the estimated volume of grain size under 10 cm.

2 : Rock type of TME - 1 and TME - 2 is shale and sandstone, while shale, sandstone and limestone for TME - 3 to 7.

表 II - 3 室内材料試験結果の要約

Places Item of Tests	Medamit River (TME-1 - TME-2)	Limbang River (TME-3 - TME-7)	Value in Generally accepted
A. Fineness Modulus of Gravel (F.M)	8.18	8.61	6.5 - 9.0
Fineness Modulus of Sand (F.M)	3.68	2.96	2.3 - 3.5
B. Specific Gravity of Gravel	2.553	2.588	2.5 - 2.7
Specific Gravity of Sand	2.438	2.361	2.5 - 2.7
C. Absorption of Gravel (%)	1.54	1.20	less than 3.0
Absorption of Sand (%)	3.12	3.72	less than 3.0
D. Organic Impurities of Sand	passed	not passed	
E. Scratch Hardness of Gravel (%)	5.6	4.6	less than 5.0
F. Soundness of Gravel (%)	1.8	4.2	less than 12.0
Soundness of Sand (%)	-	19.1	less than 10.0
G. Abrasion of Gravel (%)	13.6	15.7	less than 40.0
H. Unit weight of Gravel (t/m ³)	1.768	1.768	1.5 - 1.9
Unit weight of Sand (t/m ³)	-	1.335	1.4 - 1.8

表 II - 4 室内材料試驗結果

Place and Sample No.	Sieve Analysis (Percentage Passing)												Specific gravity (SSD)	Fineness modulus (F.M.)	Organic Impurities (%)	Soundness (%)	Hardness (%)	Scratch	Abrasion (%)	Weight (t/m ³)
	mm 75	mm 100	mm 150	mm 200	mm 300	mm 425	mm 600	mm 750	mm 900	mm 1060	mm 1250	mm 1500								
River bed deposit																				
TME-1 Coarse	100	76	52	26	5	0	-	-	-	-	-	-	8.69	2.558	1.39	-	6.4	1.8	13.6	1.768
TME-1 Original Coarse	100	87	71	40	22	0	-	-	-	-	-	-	7.67	2.548	1.68	-	4.7	-	-	-
TME-2 Original Coarse	100	91	81	62	50	35	24	12	7	3	1	0	5.93	2.438	3.12	Passed	-	-	-	-
TME-3 Original Coarse	100	72	44	7	0	-	-	-	-	-	-	-	8.56	2.600	1.07	-	6.7	-	-	-
TME-4 Original Coarse	100	93	87	66	28	11	0	-	-	-	-	-	7.95	2.566	1.70	-	12.1	8.2	21.0	1.779
TME-5 Original Coarse	100	94	89	71	38	23	13	10	8	5	1	0	7.31	2.336	4.13	Not Passed	-	15.8	-	1.382
TME-6 Original Coarse	100	79	31	18	18	18	18	17	10	3	1	0	7.79	2.590	1.14	-	1.8	-	-	-
TME-7 Original Coarse	100	96	53	22	1	0	-	-	-	-	-	-	8.86	2.593	1.01	-	2.6	0.2	10.3	1.756
Condition of Sample Cores																				
Drilled Core	Depth (m)	Ground Water	Rock Type	Diameter (cm)	Height (cm)	Specific gravity (SSD)	Absorption (%)	Compressive Strength (Kg/cm ²)	Remarks											
BME-1	15.05 - 15.80	Saturated	Sandstone	5.40	10.25	2.630	0.53	499.76												
BME-2	19.60 - 19.80	Saturated	Shale	5.40	9.97	2.690	0.29	21.52												
BME-3	5.30 - 5.55	Saturated	Shale	5.18	9.80	2.640	1.40	86.0												
BME-4	3.07 - 3.33	Saturated	Sandstone	5.17	9.90	2.620	0.20	561.8												
BME-4	17.15 - 17.35	Saturated	Sandstone	5.19	9.70	2.640	0.20	643.2												
BME-5	26.40 - 26.55	Saturated	Shale	5.40	9.60	2.570	1.83	172.74												

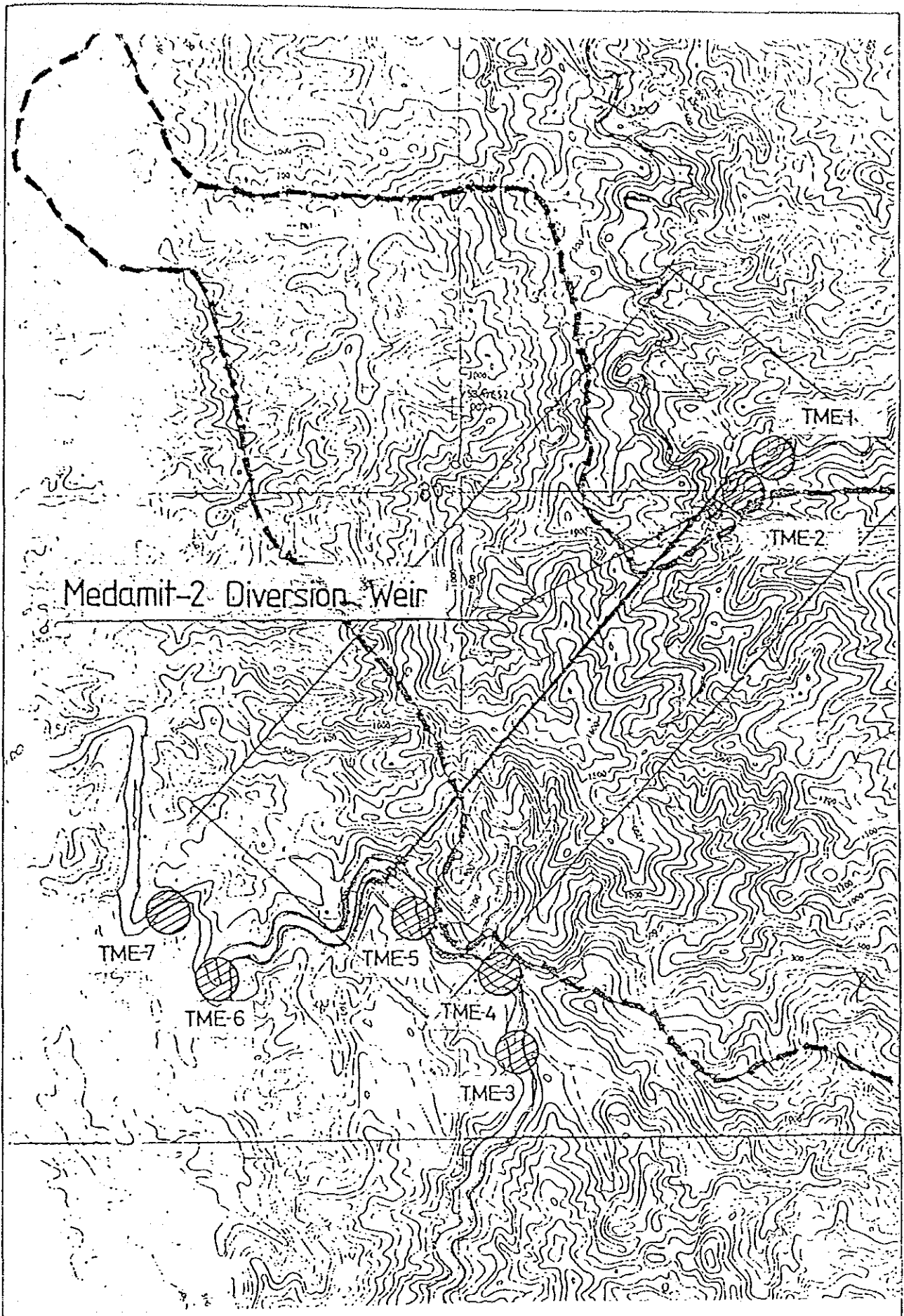


図 II - 1 材料試験の試料採取個所

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

付 録 一 III

水 文 解 析

目 次

	頁
第1章 概 説	Ⅲ - 1
第2章 気 象	Ⅲ - 2
2.1 気 候	Ⅲ - 2
2.1.1 サラワク州の気候	Ⅲ - 2
2.1.2 計画対象区域	Ⅲ - 3
2.2 降 雨	Ⅲ - 3
2.2.1 サラワク州	Ⅲ - 3
2.2.2 計画対象区域	Ⅲ - 4
第3章 水 文	Ⅲ - 5
3.1 低水解析	Ⅲ - 5
3.1.1 概 説	Ⅲ - 5
3.1.2 タンクモデル	Ⅲ - 5
3.1.3 タンクモデルの定数	Ⅲ - 6
3.1.4 取水口予定地点における流況曲線	Ⅲ - 7
3.1.5 年平均流量	Ⅲ - 7
3.2 高水解析	Ⅲ - 8
3.2.1 降雨解析	Ⅲ - 8
3.2.2 取水口予定地点における高水解析	Ⅲ - 10
3.2.3 発電所予定地点における高水解析	Ⅲ - 12
3.3 堆砂および水質	Ⅲ - 15
3.3.1 堆 砂	Ⅲ - 15

3.3.2	水	質	Ⅲ-15
3.4	水	利	權 Ⅲ-16

参考文献

添 付 表 一 覧 表

表 番		頁
表Ⅲ-1	気象観測所リスト	Ⅲ-18
表Ⅲ-2	代表雨量観測所における年降雨量	Ⅲ-19
表Ⅲ-3	ルボック・ラランにおける月降雨量	Ⅲ-20
表Ⅲ-4	取水口地点における日流量データ (1984)	Ⅲ-21
表Ⅲ-5	取水口地点における日流量データ (1985)	Ⅲ-22
表Ⅲ-6	取水口地点における日流量データ (1986)	Ⅲ-23
表Ⅲ-7	降雨確率解析	Ⅲ-24
表Ⅲ-8	クチンにおける豪雨記録	Ⅲ-24
表Ⅲ-9	24時間降雨に対する3時間降雨の割合	Ⅲ-25
表Ⅲ-10	計 画 降 雨	Ⅲ-25
表Ⅲ-11	類似プロジェクトにおける損失雨量	Ⅲ-26
表Ⅲ-12	確率洪水ピーク流量と洪水量	Ⅲ-26
表Ⅲ-13	ナンガムグミットにおける年最大ピーク流量	Ⅲ-27
表Ⅲ-14	ナンガムグミットにおける年最大ピーク流量の頻度解析	Ⅲ-28
表Ⅲ-15	ナンガムグミットにおける確率洪水量	Ⅲ-29
表Ⅲ-16	発電所予定地点における洪水ピーク流量	Ⅲ-30
表Ⅲ-17	リンバン河における水質分析結果	Ⅲ-31

添 付 図 一 覧 表

図 番		頁
図Ⅲ-1	貿易風の吹送パターン	Ⅲ-32
図Ⅲ-2	月平均、最大および最低気温	Ⅲ-33
図Ⅲ-3	月平均相対湿度	Ⅲ-34
図Ⅲ-4	月平均日照時間	Ⅲ-35
図Ⅲ-5	月最大地上風速	Ⅲ-36
図Ⅲ-6	ウコンにおける気象データ	Ⅲ-37
図Ⅲ-7	等雨量線図(年平均降雨量)	Ⅲ-38
図Ⅲ-8	代表雨量観測所における年降雨量	Ⅲ-39
図Ⅲ-9	等雨量線図(1月降雨量)	Ⅲ-40
図Ⅲ-10	等雨量線図(2月降雨量)	Ⅲ-41
図Ⅲ-11	等雨量線図(3月降雨量)	Ⅲ-42
図Ⅲ-12	等雨量線図(4月降雨量)	Ⅲ-43
図Ⅲ-13	等雨量線図(5月降雨量)	Ⅲ-44
図Ⅲ-14	等雨量線図(6月降雨量)	Ⅲ-45
図Ⅲ-15	等雨量線図(7月降雨量)	Ⅲ-46
図Ⅲ-16	等雨量線図(8月降雨量)	Ⅲ-47
図Ⅲ-17	等雨量線図(9月降雨量)	Ⅲ-48
図Ⅲ-18	等雨量線図(10月降雨量)	Ⅲ-49
図Ⅲ-19	等雨量線図(11月降雨量)	Ⅲ-50
図Ⅲ-20	等雨量線図(12月降雨量)	Ⅲ-51
図Ⅲ-21	計画区域位置図	Ⅲ-52
図Ⅲ-22	ルボックラランにおける月平均、最大および最小降雨量	Ⅲ-53
図Ⅲ-23	水文観測所位置図	Ⅲ-54
図Ⅲ-24	タンクモデル(カンボン・ギット)	Ⅲ-55
図Ⅲ-25	代表流況曲線(カンボン・ギット)	Ⅲ-56
図Ⅲ-26	タンクモデル(ブアン・ビディ)	Ⅲ-57
図Ⅲ-27	代表流量曲線(ブアン・ビディ)	Ⅲ-58

図 III-28	タンクモデル定数と流域面積の関係	III-59
図 III-29	ウコンにおける年降雨量の正規分布	III-60
図 III-30	取水口予定地点における流況曲線	III-61
図 III-31	比較的小流域における代表流量観測所の流況曲線	III-62
図 III-32	流域平均雨量への変換係数	III-63
図 III-33	時間雨量分布曲線	III-64
図 III-34	取水口予定地点における確率洪水ハイドログラフ	III-65
図 III-35	発電所予定地点における水位流量曲線	III-66
図 III-36	ナンガ・ムダミットにおける平均流況曲線	III-67
図 III-37	発電所予定地点における平均流況曲線	III-68
図 III-38	ナンガ・ムダミットにおける洪水ハイドログラフ(1)	III-69
図 III-39	ナンガ・ムダミットにおける洪水ハイドログラフ(2)	III-70
図 III-40	ナンガ・ムダミットにおける洪水ハイドログラフ(3)	III-71
図 III-41	無次元洪水ハイドログラフ	III-72
図 III-42	発電所予定地点における確率洪水ハイドログラフ	III-73

第 1 章 概 説

昭和61年度に実施された予備的調査に引き続き、ムダミット2水力発電計画に対する気象・水文調査を実施した。

今年度の気象・水文調査の目的は以下の通りである。

- － ムダミット河流域（取水口予定地点）およびリンバン河流域（発電所予定地点）における気象・水文データの収集整理。
- － ムダミット-2計画地点近傍における水文観測所の新設および流量観測所地点における水位・流量曲線の算定
- － ムダミット-2計画（取水口予定地点）における平均流量の算定
- － ムダミット-2計画（取水口予定地点および発電所予定地点）における計画高水の推定
- － ムダミット-2計画（取水口予定地点）における堆砂量の推定
- － ムダミット河およびリンバン河における水質調査

第 2 章 気 象

2.1 気 候

2.1.1 サラワク州の気候

サラワク州は熱帯雨林気候帯に属し、一年を通じて湿度は高い。一般に北東貿易風が10月中旬から4月中旬まで、また、南西貿易風が4月中旬から10月中旬まで発生する。それぞれの発生パターンを図Ⅲ-1に示す。

一般的に、南西貿易風は北東貿易風に比べ活発でないため、サラワク州の雨期は北東貿易風の発生時期と一致している。サラワク州南西地域ではこの北東貿易風の影響で雨期と乾期が季節的に顕著であるが、サラワク州の北東部（特に、サバ州との境界付近）では南西貿易風の影響をも受けるため雨期と乾期の区別は明確ではない。

サラワク州での気象データはマレーシア気象局により4観測所において比較的長期にわたって観測されている。各観測所の位置および緯度を表Ⅲ-1に示す。

日平均気温は年間を通じて約26℃と一定しており、その変化は日変化に起因している。各観測所における各月の日平均、最高および最低気温を図Ⅲ-2に示す。また、日平均相対湿度も季節的に微かな変化はあるものの図Ⅲ-3に示すように85%から87%で一定している。

日平均日照時間は5.7時間である。年間総日照時間は2,080時間と推定される。日照時間の月平均変化を図Ⅲ-4に示す。

地上最大風速は1964年9月にクチン空港において31.8m/sを記録している。日平均地上風速は0.9m/sから1.3m/sである。各月における最大地上風速を図Ⅲ-5に示す。

2.1.2 計画対象区域

計画対象区域およびその周辺ではウコン観測所において比較的長期間にわたって気象データが収集されている。データによれば月蒸発量は 104.1mm (2月) から 128.5mm (5月) まで変化している。年平均蒸発量は 1,382mm と推定された。

日平均気温は約27℃で年間を通じて一定である。気温変化の12.5℃は日変化に起因している。一方、平均相対湿度は82.5%で一定である。

日平均日照時間は5.41時間 (2月) から7.11時間 (5月) と変化している。年間総日照時間は 2,310時間である。また、平均地上風速は0.36m/s から0.41m/s である。最大地上風速のデータはない。

ウコンにおける気象データを図Ⅲ-6に示す。

2.2 降 雨

2.2.1 サラワク州

1986年に発行された「Sarawak Hydrological Year Book (1981-1982)」では136箇所の雨量観測所のデータが収集されている。比較的長期の記録の存在する代表的雨量観測所における年降雨記録を表Ⅲ-2に示す。また、図Ⅲ-7には年降雨量の等雨量線図を示す。

過去20年間におけるサラワク州の年平均降雨量は 3,700mm と推定される。年最大降雨量は1970年の 4,310mm であり、年最小降雨量は1972年の 3,272mm である。図Ⅲ-8にはサラワク州を代表する3箇所の雨量観測所の年降雨量を示す。図中のクチンは南西部、カピットは中央部、またウコンは北東部の代表観測所である。

図Ⅲ-9から図Ⅲ-20に示した月平均等雨量線図から判断して、第1行政区から第4行政区、第6行政区および第7行政区においては10月から2月にかけて雨期となるが、第5行政区では年間を通じて一定の降雨量が発生している。

2.2.2 計画対象区域

サラワク州における 136雨量観測所のうち、図Ⅲ-21に示すように、ロング・ナピール観測所がムダミット2地点に最も近接する雨量観測所である。しかしながら、ロングナピールにおける雨量データは信頼性に乏しい。

今回の解析では、取水口予定地点より、約 8.5km下流に位置するルボック・ララン木材伐採キャンプにて収集されていた雨量データを利用した。記録期間は1979年から1986年までの8年間であるが、1979年から1983年の5年間にわたる日雨量データは紛失しており、月雨量データのみである。

ルボック・ラランの月降雨量データと計画対象区域近傍で24年間にわたって記録されている。ウコン観測所との月降雨量データとの相関解析を実施し、計画対象区域での年平均降雨量を 4,487mmと推定した。相関解析をもとに推定したルボック・ラランでの月降雨量を表Ⅲ-3に示す。なお、相関係数は 0.662である。

年最大降雨量は1968年の 5,286mmであり、年最小降雨量は1985年の 3,751mmである。生成した月降雨量データから判断して顕著な雨期と乾期の区別はない。各月における降雨量の平均値、最大値および最小値を図Ⅲ-22に示す。

第3章 水 文

3.1 低水解析

3.1.1 概 説

流れ込み式発電計画は一般に10年間の日流量データを吟味して計画される。しかしながら、取水口予定地点における流量データは数ヵ月のみしか存在しない。今回の解析ではタンクモデル法によりナンガ・バックセットの日雨量データをもとに6年間の流量データを生成した。タンクモデル法における各流出孔の定数はサラワク州第1行政区のカンボン・ギットおよびブアン・ビディの同定結果を用いた。

流れ込み式発電計画の開発規模の算定にあたっては、日流量を大きい順に並び換えた流況曲線を利用した。

3.1.2 タンクモデル

タンクモデルは雨量データを用いて基準地点の流量データを推定する一つの有効な手法である。タンクモデルは一般に直列に連なった3個あるいは4個のタンクからなり、各タンクの側壁にはその流出量を河川の流量と見なす流出孔がある。

タンクモデルの基本方程式を以下に示す。

$$\begin{aligned} Q_n &= 0 && (X_n < H_1) \\ Q_n &= A_1 (X_n - H_1) && (H_1 < X_n < H_2) \quad (\text{式 III. 1}) \\ Q_n &= A_2 (X_n - H_2) + A_1 (X_n - H_1) && (H_2 < X_n) \end{aligned}$$

$$Z_n = b \cdot X_n \quad (\text{式 III. 2})$$

$$X_n' = X_n - Q_n - Z_n - E_n \quad (\text{式 III. 3})$$

$$X_{n+1} = X_n' + I_{n+1} \quad (\text{式 III. 4})$$

ここに、 X_n : n日目の貯留高
 Q_n : n日目の側壁からの流出量
 Z_n : n日目の浸透孔からの浸透量
 E_n : n日目の蒸発量
 X_n' : n日目終了時の貯留高
 I_{n+1} : (n+1)日目の流入量
 A_1 、 A_2 : 側壁流出孔の流出係数
 H_1 、 H_2 : " の高さ
 b : 浸透孔の浸透係数

3.1.3 タンクモデルの定数

今回の解析では直列4段モデルを採用し、各孔の係数を算定するため、カンボン・ギット（流域面積 440km²）およびブアン・ビディ（流域面積 217km²）の日流量データ、また各観測所の流域内の日雨量データを用いた。各観測所の位置を図III-23に示す。

雨量データの記録年数から判断して、ブアン・ビディに対してクロコンおよびカンボン・ギットに対してスグ・ブタック、カンボン・エンバンおよびパダワンのデータを利用した。後者の流域平均雨量算定にはティーセン法を用いた。実測流量との同定を行った期間はブアン・ビディに対して7年間およびカンボン・ギットは2年間である。

両観測所ともに高水流量に対する水位・流量曲線の信頼性が低いため低水流量での同定作業に主眼を置いた。カンボン・ギットにおける解析結果を図III-24および図III-25に示し、ブアン・ビディの解析結果を図III-26および図III-27に示す。

上述の結果を計画対象区域に応用するため、両観測所における浸透孔定数を流域面積比で示したものが図III-28である。結果として、取水口予定地点におけるタンクモデルの浸透孔定数を0.0022と推定した。

3.1.4 取水口予定地点における流況曲線

ムダミット河上流域には雨量観測所が無いため、取水口予定地点の 8.5km 下流に位置するルボック・ラランにおける雨量記録をタンクモデルへの入力として利用した。

ルボック・ラランにおける1984年から1986年での3年間の日雨量データをタンクモデルへ適用した。生成された取水口予定地点での日流量データを表Ⅲ-4から表Ⅲ-6に示す。

取水口予定地点における流況曲線を図Ⅲ-30に示す。

3.1.5 平均流量

代表流況曲線の算定にあたって、ルボック・ランにおける年降雨量の変化は正規分布にしたがうと仮定し、加重平均法を採用した。年降雨量の正規分布を図Ⅲ-29に示す。

各流況曲線に適用した加重は、それぞれの年降雨量の代表面積が正規分布総面積に占める割合とした。加重平均法によって求めた代表流況曲線を図Ⅲ-30に示す。

また、各流況曲線における平均流量へも加重平均法を適用し、年平均流量 $15.0\text{m}^3/\text{s}$ を得た。

推定した取水口地点における代表流況曲線と、サラワク州における比較的小流域面積をもつ流量観測所の流況曲線を比較したものを表図-31に示す。

3.2 高水解析

3.2.1 降雨解析

(1) 確率降雨

比較的長期間にわたってロング・スマドにおいて記録された毎年の日最大降雨量をもとに確率計算を行った。1日、2日、3日および5日年最大降雨量について2年、5年、10年、20年、50年、100年および200年確率降雨を算定した。

計算手法として(i)ガンベル法、(ii)岩井法および(iii)対数ピアソンⅢ型を採用し、降雨記録のプロットイングホジションとの整合性を検証した。表Ⅲ-7に確率降雨を示す。

上記3手法ともに整合性は良いので、マレイシアかんがい局で推奨するガンベル法を採用した。

(2) 流域平均雨量への変換係数

一般に、流域平均雨量は、その流域面積が増加するにつれ減少する傾向にある。地点雨量から流域平均雨量を推定するにはDAD解析が必要であるが、ムダミット河およびリンバン河流域には統計的手法で変換係数を推定する十分なデータはない。

したがって、図Ⅲ-32に示すマレイシアかんがい局の推奨する変換係数を採用した。ムダミット流域に対する変換係数を0.95と推定した。

(3) 雨量継続時間曲線

ロング・スマドでは時間雨量データがないため、クチン空港での集中豪雨記録をもとに時間雨量分布曲線を推定した。

今回の解析で採用した4個の降雨加累加曲線をⅢ-8に示す。データによれば24時間総降雨量のうちその80%が前期15時間以内に生起していることが判明した。

雨量継続時間曲線は図Ⅲ-33に示すように上述した4個の降雨累加曲線の算術平均をもって代表値とした。表Ⅲ-9には3時間雨量分布の24時間雨量に対する割合を示す。

(4) 計画降雨

計画降雨の算定にあたっては、バタンアイ水力発電計画における計画高水を参考とした。

上記計画ではダム地点で観測した5個の洪水記録をもとに確率洪水を算定している。確率洪水波形から判断して洪水の直接流出は30時間程度であり、洪水到達時間を減じると24時間降雨が確率洪水を生起させると考えられる。バタンアイ水力発電計画の対象流域面積は、1,200km²であり、ムダミット-2発電計画（流域面積 186km²）の計画降雨継続時間を24時間と推定することは十分安全といえる。

したがって、ムコ計画における計画降雨継続時間を24時間とし、流域平均雨量を下式で算定した。

$$R_{24} = C_t \times R_t \quad \dots\dots\dots (式Ⅲ・5)$$

ここに R_{24} : 24時間計画降雨 (mm)

C_t : 流域平均雨量の交換係数 (0.93)

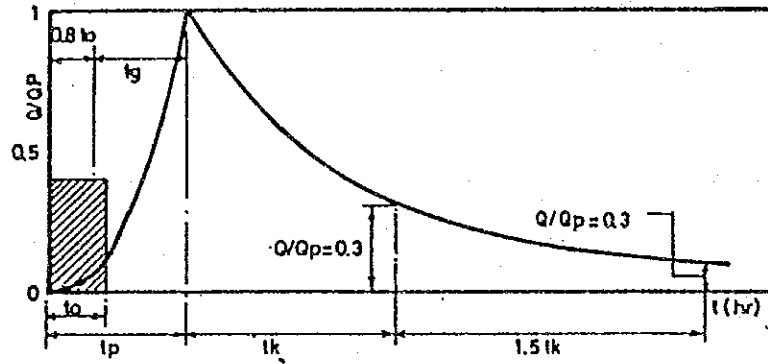
R_t : 確率日雨量 (mm)

算出した24時間計画降雨は8個の3時間雨量に分割した。計画降雨を表Ⅲ-10に示す。

3.2.2 取水口予定地点における高水解析

(1) 単位図の作成

ムダミット-2計画対象流域における単位図を中安総合単位図法により算定した。単位図の推定は下式による。



(1) ピーク遅れ時間

$$t_q = 0.5 + 0.058 L \quad (L < 15\text{km}) \quad \dots\dots\dots \text{(式 3.6)}$$

$$t_q = 0.21 \times L^{0.7} \quad (L > 15\text{km}) \quad \dots\dots\dots \text{(式 3.7)}$$

ここに、 t_q : ピーク遅れ時間 (hr)

L : 河道長 (km)

$$t_k = 0.47 (AL)^{0.25} \quad \dots\dots\dots \text{(式 3.8)}$$

ここに、 t_k : ピーク発生時間 (t_p) から

ピーク流量の30%流量になるまでの時間 (hr)

A : 流域面積 (km²)

(2) ピーク流量

$$Q_p = AR_o / [3.6 (0.3 t_p + t_k)] \quad \dots\dots\dots \text{(式 3.9)}$$

ここに、 Q_p : ピーク流量 (cms)

R_o : 単位有効雨量 (mm)

(3) 到達時間

$$t_p = T_1 = 0.8 t_o + t_q \dots\dots\dots (式 3.10)$$

$$t_1 = T_2 = t_p + t_k \dots\dots\dots (式 3.11)$$

$$t_2 = T_3 = t_p + t_k + 1.5 t_k \dots\dots\dots (式 3.12)$$

(4) 単位図

—洪水増水期

$$Q_r = (t / t_p)^{2.4} \quad (0 < t < t_p) \dots\dots\dots (式 3.13)$$

—洪水減水期

$$Q_r = 0.3 \exp [(t - t_p) / t_k] \quad (T_1 < t < T_2) \dots\dots (式 3.14)$$

$$Q_r = 0.3 \times 0.3 \exp [(t - T_2) / 1.5 t_k] \quad (T_2 < t < T_3) \dots\dots (式 3.15)$$

$$Q_r = 0.3 \times 0.3 \times 0.3 \exp [(t - T_3) / 2 t_k] \quad (t > T_3) \dots\dots\dots (式 3.16)$$

(2) 損失雨量

先行降雨による土壌の飽和を考慮し、初期損失雨量は考慮しなかった。一方、時間損失雨量を毎時 2.5mmと仮定した。

この時間損失雨量は表Ⅲ-11にまとめたサラワク州およびマレーシア半島部での発電水力計画を参考に推定した。

時間損失雨量は一般に流域面積の増加に伴い増加する傾向にある。従って、ムコ流域が急峻な山岳地形を形成しており流域面積も比較的小さいこと、また上流域での木材伐採が将来損失雨量を減ずるであろうことを考慮し、上表中の最小値である毎時 2.5mmを採用した。

(3) 確率洪水ハイドログラフ

確率洪水ハイドログラフは下記の手順により推定した。

(イ) 単位図を中安総合単位図法により推定する。

(ロ) 種々の再現期間に対する24時間計画ハイトグラフをもとに洪水ハイドログラフ(直接流出分)を推定する。

(ハ) 損失雨量として毎時 2.5mmを計画ハイトグラフより減じる。

(ニ) 基底流出量として年平均流量を採用する。

それぞれの再現期間に対応する取水口地点での確率洪水ハイドログラフを図Ⅲ-34に、また、ピーク流量および洪水流出高を表Ⅲ-12に示す。

3.2.3 発電所予定地点における高水解析

(1) 概 説

リンバン河はサラワク州第5行政区の南東部の山岳地帯に源を発し、流域面積 3,650km²である。ムダミット-2計画の発電所予定地点はリンバン河中流域に位置する。発電所予定地点の流域面積は 1,907km²である。

リンバン河には2箇所のナンガ・ムダミットおよびエンスンガイ流量観測所がマレイシアかんがい局によって設置されている。ナンガ・ムダミットは1966年から1984年の19年間にわたって流量記録が収集されエンスンガイでは1982年から現在まで6年間にわたって収集されている。今回の解析では比較的長期にわたるナンガ・ムダミットの流量データを利用した。

ナンガ・ムダミットは流域面積 2,810km²であり、ムダミット河との合流点直下流に位置している。低水時には干満の影響を受けるが、洪水記録は1967年から1984年のデータが利用可能である。

(2) 発電所予定地点における水位・流量曲線

発電所予定地点における水位・流量曲線はマンニングの等流公式を用いた。

$$Q = n^{-1.4867} A R^{0.867} I^{0.5} \quad (\text{式 III-17})$$

ここに、 Q ：流量 (m^3/s)

n ：マンニングの粗度係数 ($=0.050$)

A ：流積 (m^2)

R ：径深 (m)

I ：水面勾配

なお、計算に使用した水面勾配 ($1/220$) は 5 万分の 1 の地形図より推定した。水位・流量曲線を図 III-35 に示す。

(3) 発電所予定地点における流況曲線

発電所予定地点における流況曲線はナンガ・ムグミットにおける 1966 年から 1975 年の 10 年間の流況曲線をもとに流域面積比をもとに算定した。

ナンガ・ムグミットおよび発電所予定地点の流況曲線をそれぞれ図 III-36 および図 III-37 に示す。年平均流量はナンガ・ムグミットで $310\text{m}^3/\text{s}$ および発電所予定地点で $210\text{m}^3/\text{s}$ である。また、発電所予定地点における年平均水位は 55.740m と算定される。

(4) 頻度解析

ナンガ・ムグミットにおける年最大ピーク流量とその比流量を表 III-13 に示す。頻度解析にはガンベル法、岩井法および対数ピアソン III 型の 3 手法を用いた。結果を表 III-14 に示す。

洪水量についても頻度解析をガンベル法により行った。結果を表 III-15 に示す。

(5) 発電所予定地点における確率洪水ピーク流量

発電所予定地点における確率洪水ピーク流量の算定にあたってはクーリガーの比流量式を用いた。

$$q = 46 C A^b$$

(式Ⅲ-18)

$$b = 0.864 A^{-0.048} - 1$$

ここに、 q : 比流量 ($\text{ft}^3/\text{s}/\text{mile}^2$)

C : 定数

A : 流域面積 (mile^2)

計算結果を表Ⅲ-16に示す。

(6) 発電所予定地点における確率洪水ハイドログラフ

発電所予定地点における洪水ハイドログラフはナンガ・ムグミットで記録された洪水ハイドログラフをもとに推定した。

図Ⅲ-38から図Ⅲ-40に示す6個の洪水ハイドログラフを無次元化し、その算術平均をもって発電所予定地点での代表的な洪水ハイドログラフとした。(図Ⅲ-41)

確率洪水ハイドログラフは下記の手順により推定した。

(イ) 無次元化した洪水ハイドログラフを発電所予定地点へ適用する。

(ロ) 発電所予定地点で算定した種々の再現期間に対応するピーク流量を無次元化した洪水ハイドログラフへ乗ずる。

(ハ) 算定した確率洪水量と洪水ハイドログラフの整合性を高めるため、洪水減水期流量で調整する。

(ニ) 基低流量として年平均流量を採用する。年平均流量の算定にはナンガ・ムダミットでの年平均流量をもとに発電所予定地点とナンガ・ムダミットとの流域面積比を乗じて算定した。

発電所予定地点で算定した確率洪水ハイドログラフを図Ⅲ-42に示す。

3.3 堆砂および水質

3.3.1 堆 砂

河川流水中に含まれる堆砂量測定は1987年6月23日に実施されたが、流量・堆砂量曲線を推定するには不十分であるため、取水口予定地点における堆砂量をバクンおよびバクン・アイの両水力発電計画で推定された崩壊土砂量をもとに推定した。

上記計画においては50年計画堆砂量としてバクン・アイ計画では1.0mm/年に相当する1.25百万 m^3 およびバクン計画では0.5mm/年に相当する7.60百万 m^3 をそれぞれ推定している。

取水口予定地点における堆砂量は、安全側の計画値として年崩壊土砂量1.0mmとし、取水堰地点での通過堆砂量を0.19百万 m^3 と推定した。

3.3.2 水 質

発電所予定地点であるリンバン河においてはサラワク農業局により1974年4月に水質調査が実施されている。リンバン河における水質分析結果を表Ⅲ-17に示す。本調査においても水質調査を実施している。

3.4 水 利 権

取水口予定地点より上流において住居は存在せず、ムダミット河最上流に位置する住居は取水口予定地点より 8.5km 下流である。住民は河川水を飲料水として利用している。ムダミット-2計画ではムダミット河の河川水をリンパン河へ転流することになるので、ムダミット河下流における河川維持用水として $0.5\text{m}^3/\text{s}$ を確保することが望ましい。

なお、ムダミット河では上流域で伐採した木材搬出はすべて木材搬出道路が利用されており、河川流を利用した木材搬出は行なわれていない。

参 考 文 献

1. Drainage and Irrigation Department, Sarawak Hydrological Year Book, 1962 - 1982
2. Drainage and Irrigation Department, Estimation of the Design Rainstorm (Hydrological Procedure No.1), 1973
3. Drainage and Irrigation Department, Estimation of Design Rainstorm in Sabah and Sarawak (Hydrological Procedure No. 26), 1982
4. ENEX Mini-Hydro Consultants, Final Report on Hydrological Study in Sarawak, March 1982
5. L. Linsley, Hydrology for Engineers (Third Edition), McGraw-Hill, 1982
6. M + R International, Prefeasibility Study Limbang River Basin, January 1980
7. SAMA Consortium, Feasibility Report on Bakun Hydro-electric Project, November 1983
8. Snowy Mountains Engineering Corporation, Feasibility Report on Batang Ai Hydroelectric Project, December 1978
9. Toshio Takenouchi (JICA), Hydrological characteristics of Sarawak, October 1982
10. WMO, Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation (Operational Hydrology Report No. 1), WMO - No. 332, 1973
11. M. Suragawa, on the analysis of runoff structure about several Japanese rivers, Japanese Journal of Geophysics Vol.2 No.4, March 1961

表Ⅲ-1 気象観測所リスト

No	Name of Station	Location		Altitude (a.m.s.l.)	Recording period
		Latitude	Longitude		
1	Kuching aerodrome	01° 29'N	110° 20'E	21.7	1954-1986
2	Sibu aerodrome	02° 20'N	111° 50'E	7.5	1968-1986
3	Bintulu aerodrome	03° 12'N	113° 02'E	3.1	1968-1986
4	Miri aerodrome	04° 20'N	113° 59'E	17.0	1968-1986

表Ⅲ-2 代表雨量観測所における年降雨量

(Unit:mm)

Year	Rainfall Gauging Station		
	Kuching	Kapit	Ukong
1950	3,951		
1951	3,873		
1952	4,404		
1953	4,220		
1954	3,884		
1955	4,677		
1956	3,529	3,405	
1957	3,861	3,004	
1958	3,722	3,000	
1959	3,553	3,808	
1960	3,872	4,025	
1961	4,160	4,022	
1962	4,516	3,237	
1963	4,909	3,767	4,402
1964	4,792	3,535	4,374
1965	3,329	3,659	4,362
1966	3,696	4,529	3,804
1967	3,654	3,630	4,201
1968	4,441	3,706	5,150
1969	4,277	3,672	3,729
1970	4,262	4,714	3,592
1971	4,988	4,353	3,609
1972	3,099	3,178	3,801
1973	4,521	4,571	4,327
1974	3,325	3,479	4,395
1975	4,520	3,574	4,022
1976	3,770	3,151	3,268
1977	5,296	2,870	3,549
1978	4,236	3,558	3,533
1979	4,365	3,901	3,839
1980	4,651	4,633	4,519
1981	3,869	3,224	3,668
1982	3,327	4,473	3,252
1983	4,118	4,021	3,616
1984	4,488	4,170	4,469
1985	3,772	3,500	3,424
1986	4,264	3,530	3,122
Maximum	5,296	4,714	5,150
Minimum	3,099	2,870	3,122
Average	4,104	3,739	3,903

表Ⅲ-1-3 札幌ブロック・ラランにおける月降雨量

(Unit : mm)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
1963	846.7	463.6	367.0	188.7	406.0	238.5	279.5	362.1	308.1	382.5	376.8	356.8	4576.3
1964	286.5	282.9	310.9	507.6	360.0	341.5	585.5	270.8	494.1	429.6	532.6	387.2	4789.1
1965	449.4	385.2	490.8	474.5	491.0	253.8	234.6	309.1	287.4	464.0	470.8	470.8	4781.3
1966	328.9	264.5	350.1	369.9	260.8	299.5	298.8	441.5	264.5	418.9	464.8	661.5	4423.7
1967	428.3	470.0	304.4	354.0	331.7	387.0	287.3	221.9	405.6	551.9	424.9	511.0	4677.9
1968	508.2	385.6	510.9	455.7	467.4	484.5	407.3	360.2	388.9	565.7	304.1	447.9	5286.3
1969	325.8	364.9	309.7	266.3	393.2	327.8	308.6	441.7	236.4	523.2	443.8	414.5	4375.8
1970	452.1	242.5	387.7	309.3	413.5	319.3	263.0	296.6	371.9	394.8	443.0	393.9	4287.6
1971	319.6	415.7	276.2	238.0	322.8	254.5	214.9	465.8	436.7	504.5	411.2	437.1	4298.9
1972	556.4	299.8	343.1	544.0	280.7	311.0	213.1	241.1	321.7	401.2	596.4	313.3	4422.0
1973	195.7	211.8	348.7	570.6	404.1	491.6	376.9	326.2	551.0	363.1	382.5	536.7	4758.8
1974	487.9	477.2	328.9	374.1	345.8	295.5	394.6	373.1	597.9	341.0	387.9	398.4	4802.4
1975	609.0	259.6	289.7	268.9	476.8	342.8	375.0	295.1	436.4	342.8	412.1	455.4	4563.4
1976	507.5	353.2	268.3	289.5	354.8	296.3	250.5	307.5	207.4	487.1	384.1	374.5	4080.5
1977	440.8	165.6	444.7	297.5	363.8	402.9	300.6	244.0	251.8	393.8	566.7	388.0	4260.1
1978	534.6	225.3	267.5	280.8	467.5	354.5	382.4	278.8	345.3	311.2	392.4	389.5	4250.0
1979	214.0	273.0	434.0	403.0	160.0	669.0	505.0	246.0	389.0	570.0	613.0	351.0	4827.0
1980	515.0	179.0	145.0	462.0	363.0	205.0	417.0	538.0	298.0	408.0	638.0	636.0	4004.0
1981	499.0	347.0	333.0	311.0	675.0	184.0	177.0	113.0	352.0	306.0	652.0	346.0	4295.0
1982	427.0	313.0	173.0	481.0	362.0	358.0	187.0	305.0	328.0	435.0	343.0	519.0	4231.0
1983	409.0	153.9	147.4	191.8	468.4	345.0	230.6	439.1	390.7	220.9	443.7	667.9	4108.4
1984	643.5	465.1	353.4	454.2	629.5	326.4	304.3	243.4	327.2	557.7	381.4	303.9	4990.0
1985	316.6	94.6	395.2	365.1	637.7	81.5	227.5	202.9	322.8	477.8	334.5	295.2	3751.4
1986	422.8	146.0	389.6	586.3	247.1	356.8	163.2	304.1	281.5	725.0	251.1	172.7	4048.2
AVE.	446.8	302.5	333.0	376.8	403.4	330.3	307.7	317.8	358.1	440.7	443.8	426.2	4487.0

表Ⅲ-4 取水口地点における日流量データ (1984)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	(Unit : cms)		
											NOV	DEC	
1	15.8	16.0	10.6	9.8	8.8	77.6	8.6	7.7	14.0	6.6	8.2	17.6	
2	12.0	12.8	9.7	8.5	16.9	33.2	10.0	7.4	12.7	61.8	7.8	16.7	
3	9.2	12.0	9.0	9.1	25.2	23.9	8.9	7.2	8.9	121.8	7.6	12.4	
4	13.0	20.1	8.3	8.1	16.8	25.6	7.8	6.9	7.3	58.2	7.5	10.9	
5	22.0	14.1	8.1	14.9	20.7	18.3	7.5	6.8	6.8	81.9	7.4	10.2	
6	15.1	10.5	7.9	15.9	29.6	22.6	7.4	6.5	7.9	30.5	7.3	10.0	
7	16.3	51.8	7.8	15.8	38.2	15.0	8.4	6.3	9.7	22.5	7.9	9.9	
8	17.3	69.8	7.6	15.6	42.2	11.1	10.1	6.1	20.0	18.4	9.0	9.0	
9	35.9	26.3	7.5	15.5	24.2	9.6	12.9	6.0	26.7	16.4	11.4	9.3	
10	20.6	16.7	9.3	50.5	23.7	9.3	10.3	5.8	30.8	15.3	85.6	54.0	
11	14.2	10.8	11.9	26.3	22.1	23.3	11.2	5.6	33.2	17.8	28.3	28.3	
12	10.4	8.9	14.2	19.4	15.9	14.2	10.0	5.5	34.4	20.7	18.0	17.3	
13	35.9	9.6	10.4	14.2	14.3	11.2	9.2	5.5	22.5	13.6	11.0	11.7	
14	19.3	20.0	8.7	68.2	26.1	19.0	19.9	5.5	16.0	10.0	10.5	9.7	
15	36.2	17.4	7.7	23.6	18.4	83.2	18.0	5.4	11.9	8.5	9.4	8.5	
16	28.2	12.7	7.9	25.4	17.6	37.5	11.8	5.4	22.7	8.3	8.4	26.6	
17	31.3	54.4	18.5	17.6	20.0	22.5	9.4	5.3	14.3	8.0	7.8	15.3	
18	22.6	21.4	31.5	34.1	14.9	14.3	9.9	5.3	9.9	7.8	7.6	27.7	
19	17.3	23.9	18.1	24.6	11.6	10.2	12.6	5.3	10.8	7.6	14.2	17.0	
20	12.6	16.1	65.4	16.7	9.8	9.3	12.1	5.2	18.2	7.9	10.3	14.1	
21	9.7	15.8	24.9	11.9	8.9	9.1	18.8	5.2	16.0	9.1	15.3	10.4	
22	25.0	12.1	17.3	10.1	8.7	8.8	50.6	32.7	11.6	9.7	14.9	10.0	
23	29.6	10.4	27.4	19.8	11.5	8.5	20.9	22.8	9.4	17.0	10.2	8.7	
24	113.1	23.2	17.5	23.1	10.0	8.3	13.6	68.9	8.3	28.8	11.3	8.1	
25	83.4	15.8	13.1	16.3	10.2	8.1	9.5	22.7	7.8	17.1	9.2	7.9	
26	34.3	12.9	10.1	12.1	15.9	7.9	9.0	22.5	7.6	15.5	8.2	7.7	
27	21.8	33.9	9.2	10.1	14.1	7.6	10.5	13.5	7.4	11.5	35.1	7.4	
28	14.2	18.2	9.4	9.4	25.2	9.3	9.9	8.4	7.1	10.0	17.9	7.1	
29	35.2	12.8	8.7	9.6	51.4	8.3	8.7	8.1	6.8	21.6	11.8	6.9	
30	33.3		8.0	9.6	62.2	7.7	8.1	6.9	6.7	14.6	13.8	6.8	
31	21.1		12.1		29.5		7.9	6.7		10.1		6.7	
Average	26.6	20.7	14.1	18.9	21.4	19.2	12.4	10.9	14.2	22.9	14.4	13.7	
ANNUAL AVERAGE =													

表Ⅲ-5 取水口地点における日流量データ (1985)

DAY	(Unit : cms)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	6.4	6.8	4.8	8.7	8.3	25.8	4.8	5.7	19.9	21.1	35.4	32.7
2	6.3	6.7	5.6	9.2	7.4	16.4	4.8	5.5	12.4	12.8	21.5	27.1
3	6.3	6.6	4.9	36.4	6.7	11.0	4.8	5.2	7.4	8.9	14.4	21.8
4	6.6	6.5	7.9	27.2	6.6	9.0	4.7	5.0	6.6	15.5	9.4	21.0
5	18.2	6.4	17.5	18.9	6.5	22.3	4.7	4.8	5.7	19.0	8.7	60.7
6	62.5	6.4	12.7	19.9	6.6	16.3	4.7	4.7	5.6	21.0	7.8	36.7
7	21.6	6.3	8.7	21.0	11.0	12.0	4.7	4.7	5.5	22.1	7.5	23.4
8	23.4	6.3	6.5	21.8	17.7	11.1	4.7	4.5	5.4	22.8	8.2	16.0
9	14.4	6.2	5.6	22.4	21.6	9.5	4.6	4.4	5.4	13.9	8.8	11.2
10	10.2	6.2	5.6	15.2	23.8	8.4	4.6	4.3	8.7	11.0	9.1	9.2
11	8.1	6.2	5.4	9.9	20.0	8.2	4.6	4.3	7.0	9.0	9.4	11.9
12	7.3	6.2	5.2	7.7	12.3	7.9	4.7	4.3	6.3	7.5	10.0	9.5
13	7.1	6.1	5.0	7.5	10.9	7.6	4.7	4.3	5.5	6.9	9.4	9.0
14	7.0	6.0	13.1	7.3	64.8	7.2	4.8	4.3	5.4	6.8	9.9	8.0
15	6.7	6.1	7.8	8.9	52.5	7.0	4.7	4.2	5.3	6.7	12.3	7.8
16	6.4	6.1	6.9	25.7	23.1	6.7	4.8	4.2	5.3	6.6	10.7	8.3
17	6.2	6.0	5.5	24.6	18.4	6.6	13.7	4.2	8.0	6.4	9.3	11.3
18	6.0	6.0	5.4	14.8	20.2	6.4	8.3	4.1	6.1	6.2	8.3	9.5
19	13.0	5.9	5.3	9.4	17.8	6.2	7.9	4.1	6.6	6.1	7.3	9.4
20	17.1	5.8	5.3	8.3	13.9	5.9	8.4	4.8	6.3	6.6	6.9	8.2
21	11.4	5.6	5.6	8.0	44.6	5.7	16.5	4.4	6.1	12.4	6.7	7.2
22	20.8	5.4	15.9	7.2	27.5	5.5	10.8	4.8	19.7	21.5	6.6	7.0
23	12.7	5.2	49.9	7.4	26.6	5.3	22.0	4.2	13.9	13.9	6.5	6.9
24	8.8	5.2	75.8	7.1	20.1	5.1	23.0	4.2	37.2	15.7	6.4	6.7
25	7.4	5.2	36.1	7.8	14.2	4.9	13.5	7.1	20.8	10.9	6.3	6.6
26	16.4	5.2	26.3	7.0	21.6	4.9	8.2	12.9	13.5	9.5	6.2	6.9
27	13.7	5.1	19.0	6.8	38.2	4.9	6.3	7.6	8.4	7.6	27.5	7.7
28	12.1	4.9	14.1	13.8	75.2	4.9	6.2	5.7	13.6	25.4	14.1	8.3
29	8.8	9.0	9.0	9.1	36.3	4.9	6.1	8.5	27.3	28.5	9.2	7.8
30	7.2	8.1	8.1	7.7	31.3	4.8	6.0	10.3	23.1	50.0	100.8	6.8
31	6.9	7.7	7.7	13.6	28.8	5.9	5.9	42.7	10.9	88.4	13.8	6.5
Average	12.5	5.9	13.3	13.6	23.7	8.7	7.7	6.6	10.9	16.8	13.8	13.9
ANNUAL AVERAGE =	12.3 cms											

表Ⅲ-6 取水口地点における日流量データ (1986)

(Unit : cms)

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	6.4	10.1	6.6	9.2	138.7	17.4	5.7	9.5	7.7	8.0	28.4	14.3
2	6.3	7.9	5.7	17.6	34.6	19.7	5.7	10.7	11.0	11.6	30.5	8.9
3	6.2	7.7	5.6	17.1	20.9	21.0	5.7	11.4	15.9	16.4	29.4	7.9
4	6.1	7.4	5.5	38.5	15.3	21.8	5.6	7.5	9.9	22.9	18.1	17.6
5	6.0	7.1	5.4	24.7	18.4	22.3	5.5	6.4	7.3	37.8	14.8	13.3
6	5.9	6.9	5.3	19.5	13.9	22.6	5.4	6.0	6.3	33.7	10.6	10.6
7	5.8	6.6	5.3	16.2	19.1	13.7	5.2	5.5	6.1	34.2	9.9	8.1
8	5.7	6.3	5.3	14.4	23.5	10.8	5.0	5.5	6.1	34.6	9.7	6.8
9	5.6	6.2	7.1	13.6	26.3	9.0	4.8	5.5	10.5	34.9	9.7	6.7
10	5.5	6.2	9.8	9.8	17.8	17.5	4.7	5.4	17.1	43.2	9.7	6.7
11	5.5	7.1	7.2	74.1	14.4	25.8	4.7	5.2	18.1	102.3	9.2	6.6
12	5.4	8.5	5.8	28.4	10.0	15.4	4.7	5.0	17.1	35.2	15.0	6.5
13	5.4	10.6	5.6	69.9	8.1	80.5	4.6	5.2	19.6	26.6	10.4	6.4
14	5.4	8.1	6.7	35.0	7.9	36.7	4.6	6.5	12.0	42.3	9.2	6.3
15	5.4	6.6	9.3	22.9	7.7	22.2	4.6	20.0	8.0	21.6	7.8	6.2
16	14.6	6.3	7.8	14.5	7.4	22.2	4.6	55.9	7.9	13.8	7.7	6.1
17	15.9	6.2	33.7	10.8	7.1	22.0	4.6	19.7	7.3	9.6	7.5	6.0
18	9.6	6.1	22.8	9.5	7.8	20.8	4.6	17.1	7.1	8.5	7.3	12.0
19	7.0	6.1	23.1	8.3	7.5	13.3	4.5	14.4	6.5	8.2	7.1	9.6
20	5.9	5.9	17.6	8.1	6.9	9.8	4.5	12.2	6.3	13.5	6.9	8.5
21	5.8	5.8	12.6	7.9	6.8	8.1	5.2	8.2	6.2	13.5	6.8	7.8
22	66.0	5.7	30.4	7.8	6.7	7.9	4.6	7.0	6.0	9.9	6.6	6.5
23	50.6	5.5	19.7	7.9	6.4	7.7	4.6	11.5	5.8	9.7	6.4	6.2
24	41.8	5.3	12.2	7.9	6.3	7.6	4.6	8.2	6.2	14.4	6.2	6.1
25	26.2	5.1	6.2	10.5	6.0	7.3	5.9	8.5	5.7	9.9	6.1	6.1
26	31.8	18.3	9.2	8.8	5.8	7.0	4.9	7.4	5.7	8.3	6.0	6.0
27	19.2	11.3	36.1	8.0	5.5	6.7	5.2	6.9	7.6	9.3	7.1	5.9
28	45.5	8.6	23.2	7.8	5.4	6.4	4.9	6.3	21.8	88.4	9.8	5.8
29	43.0	26.7	26.7	8.0	5.4	6.2	4.9	6.2	15.0	27.1	16.5	5.8
30	25.7	17.3	17.3	7.2	8.4	5.9	4.8	6.1	11.3	31.0	24.1	5.7
31	16.6	11.1	11.1	13.4	13.4	10.9	10.9	6.6	6.6	69.2	11.8	5.7

Average 16.5
ANNUAL AVERAGE = 13.4 cms

表Ⅲ - 7 降雨確率解析

(Unit:mm)

STORM DURATION (DAYS)	RETURN PERIOD (YEAR)						
	2	5	10	20	50	100	200
A. Gumbel method							
1	72	94	108	122	139	152	165
2	100	130	149	168	192	210	229
3	122	164	192	219	253	279	305
5	161	211	245	277	319	350	381
B. Iwai method							
1	73	94	108	122	139	152	165
2	100	130	149	168	192	210	229
3	124	154	171	187	207	220	234
5	163	110	223	245	272	292	312
C. Log-Pearson Type-III method							
1	72	91	103	115	130	142	154
2	98	123	141	159	184	205	227
3	116	147	173	203	251	293	342
5	154	193	225	259	312	356	407

表Ⅲ - 8 クチンにおける豪雨記録

No	Period		Amount (mm)
	From	To	
(1)	Jan. 8, 1971	Jan. 9, 1971	355
(2)	Jun. 22, 1972	Jun. 23, 1972	247
(3)	Dec. 24, 1973	Dec. 25, 1973	198
(4)	Dec. 28, 1975	Dec. 29, 1975	193

表Ⅲ-9 24時間降雨に対する3時間降雨の割合

Duration (hr)	Accumulated (%)	Ratio (%)
0 - 3	9.7	9.7
3 - 6	24.4	14.7
6 - 9	40.0	15.6
9 - 12	60.5	20.5
12 - 15	82.3	21.8
15 - 18	89.5	7.2
18 - 21	95.3	5.8
21 - 24	100.0	4.7

表Ⅲ-10 計画降雨

(Unit:mm)

RETURN PERIOD (YEARS)	DURATION (HRS)								TOTAL
	3	6	9	12	15	18	21	24	
2	12	18	19	25	27	9	7	6	123
5	15	22	23	31	33	11	9	7	150
10	16	25	26	34	37	12	10	8	168
20	18	27	29	38	41	13	11	9	186
50	20	31	32	43	45	15	12	10	208
100	22	33	35	46	49	16	13	11	225
200	23	36	38	50	53	17	14	11	242

表 III-11 類似プロジェクトにおける損失雨量

Project	Location	Catchment Area (sq.km)	Loss Rate (mm/hr)
Klang Gates Dam	P. Malaysia	74	5.1
Jor Dam	"	123	7.2
Batang Ai	Sarawak	1,200	3.0
Pergau Dam	P. Malaysia	1,290	2.5
Temengor Dam	"	3,400	2.5
Kenyir Dam	"	4,580	2.5
Bakun	Sarawak	14,750	4.0

表 III-12 確率洪水ピーク流量と洪水量

CATCHMENT AREA (km ²)	RETURN PERIOD (years)	FLOOD VOLUME (10 ⁶ m)	PEAK DISCHARGE (m ³ /sec)	SPECIFIC DISCHARGE (m ³ /sec/km ²)
186	2	12.0	277	1.5
	5	16.6	361	1.9
	10	19.8	417	2.2
	20	23.1	473	2.5
	50	27.1	542	2.9
	100	30.2	595	3.2
	200	33.3	648	3.5

表Ⅲ-13 ナンガムダミットにおける年最大ピーク流量

Year	Peak Discharge (m^3/sec)	Specific Discharge ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$)
1966	771	0.274
1967	909	0.324
1968	922	0.328
1969	869	0.309
1970	926	0.330
1971	1,204	0.428
1972	858	0.305
1973	1,047	0.373
1974	1,028	0.366
1975	1,059	0.377
1976	1,035	0.368
1977	1,520	0.541
1978	782	0.278
1979	955	0.340
1980	788	0.280
1981	877	0.312
1982	745	0.265
1983	771	0.274
1984	879	0.313

Note : Catchment area at Nanga Medamit is 2,810 km^2 .

表Ⅲ-14 ナンガムダミットにおける年最大ピーク流量の頻度解析

(Unit:m³/sec)

Return Period (years)	Method			Adopted
	Gumbel	Iwai	LP TypeIII	
200	1,756	1,733	1,775	1,760
100	1,638	1,605	1,620	1,640
50	1,519	1,482	1,477	1,520
20	1,361	1,325	1,300	1,360
10	1,238	1,209	1,176	1,240
5	1,111	1,093	1,057	1,110
2	918	930	898	920

表Ⅲ-15 ナンガムダミットにおける確率洪水量

(Unit: $10^6 m^3$)

Duration (days)	Return Period (years)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	68.9	87.5	93.5	99.2	106.6	112.2	115.4
2	126.0	159.3	169.5	179.4	192.0	201.7	207.0
3	175.2	220.8	234.6	247.8	264.6	277.6	284.9
5	252.3	319.7	340.9	360.7	387.1	406.5	417.7
7	325.8	411.9	437.9	463.3	495.3	520.1	534.0
10	419.0	522.7	550.4	594.4	611.7	637.6	652.3
15	536.5	679.1	723.2	765.9	820.4	860.5	883.9

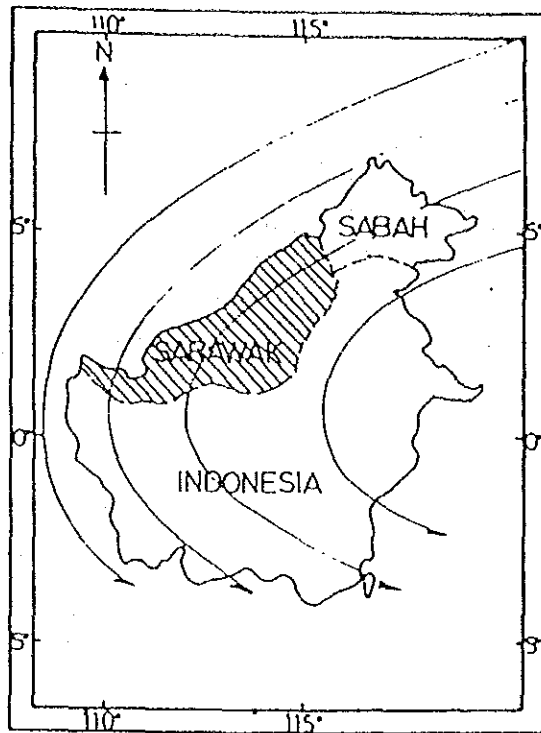
表Ⅲ-16 発電所予定地点における洪水ピーク流量

Return Period (years)	Nanga Medamit		C	Powerhouse Site	
	Q	q		Q'	Qadopt
200	1,760	0.625	18.013	1,492	1,500
100	1,640	0.582	16.785	1,391	1,400
50	1,520	0.540	15.557	1,289	1,300
20	1,360	0.483	13.919	1,153	1,150
10	1,240	0.440	12.691	1,051	1,050
5	1,110	0.394	11.360	941	940
2	920	0.327	9.416	780	780

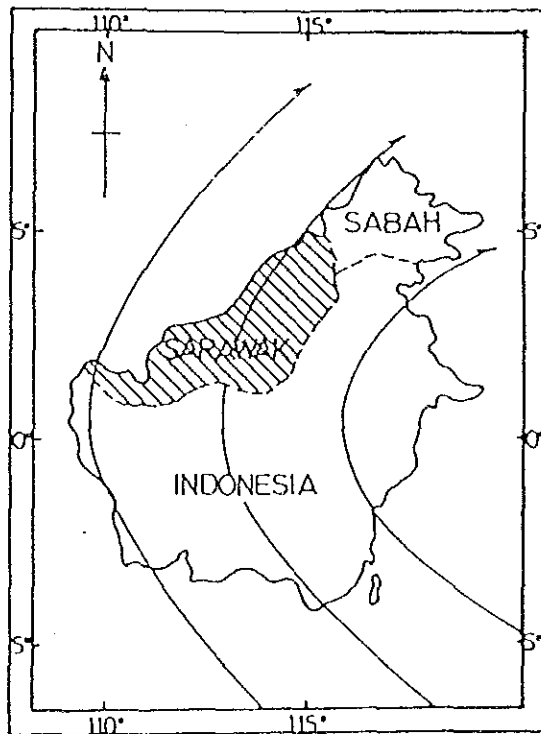
Note : Q : probable peak discharge (m^3/sec)
q : specific discharge ($m^3/sec/km^2$)
C : coefficient at Creager's equation
Q' : probable peak discharge (m^3/sec)
Qadopt : adopted value (m^3/sec)

表Ⅲ-17 リンパン河における水質分析結果

Description	Unit	Value
PH		7.2
Conductivity	pemkos/cm	35
Cl	ppm	1.0
SO ₄	ppm	10.0
Ca	meq/l	0.10
Hg	"	0.20
Na	"	0.14
K	"	0.01



Rainy Season

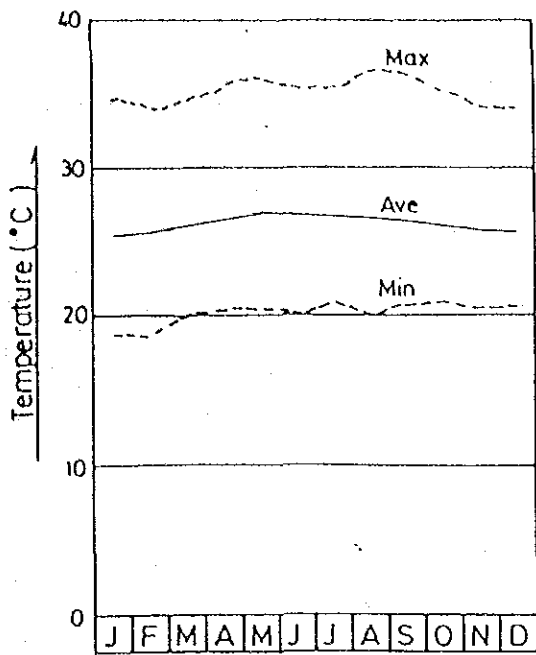


Dry Season

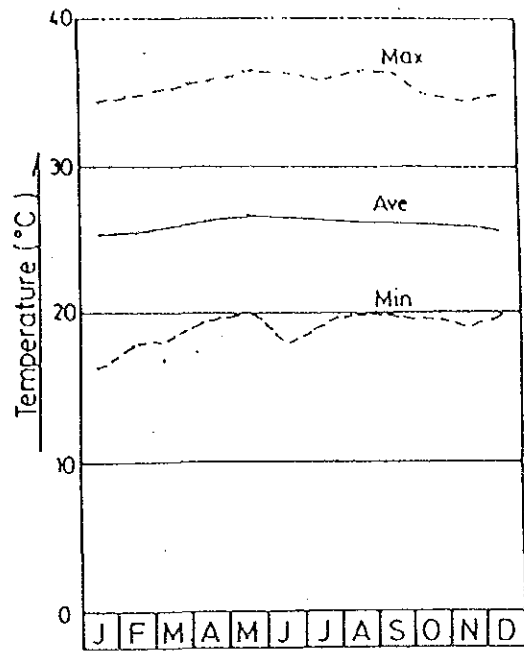
図 III - 1 貿易風の吹送パターン

GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK

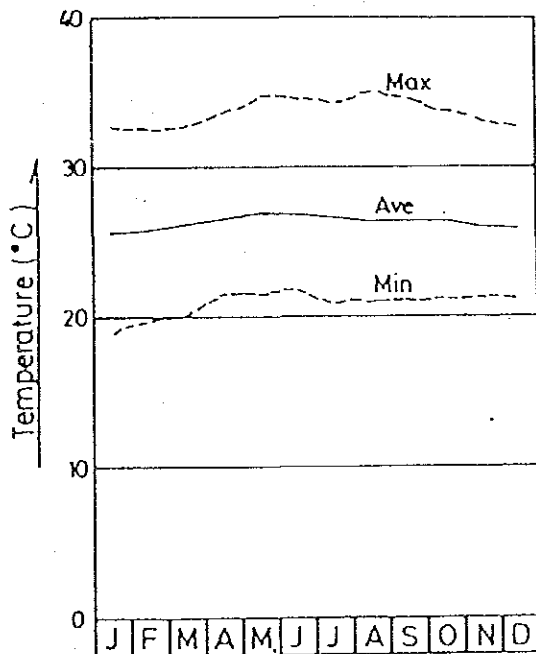
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



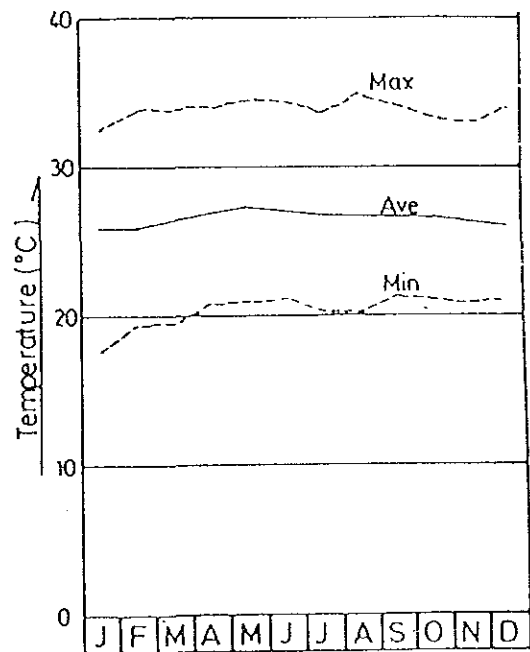
KUCHING
(1968 - 1981)



SIBU
(1968 - 1981)

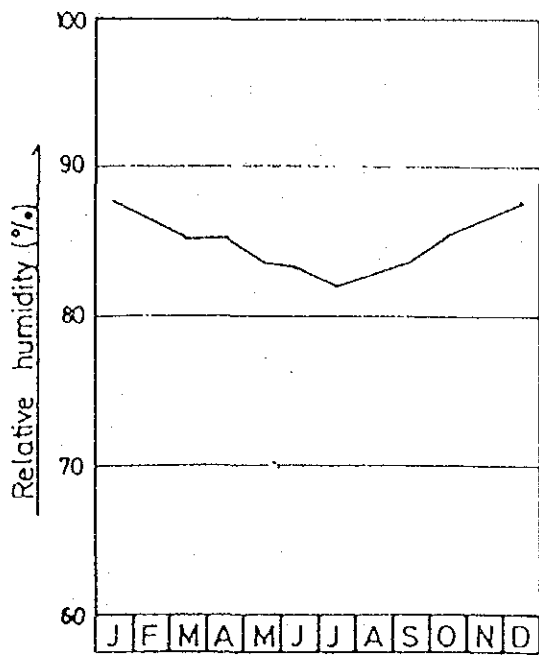


BINTULU
(1968 - 1981)

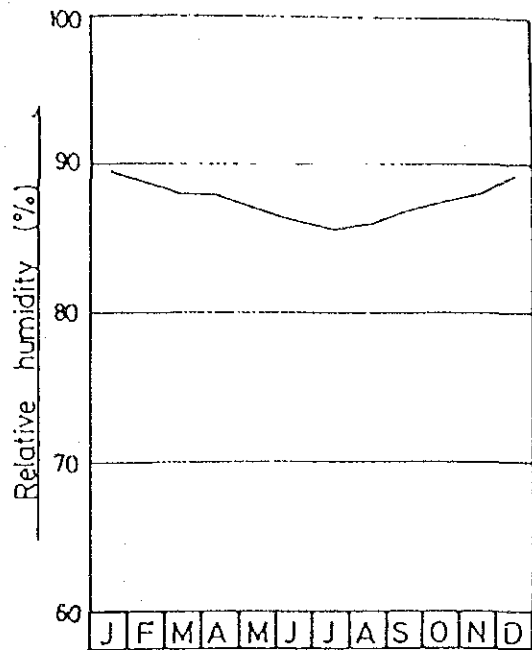


MIRI
(1968 - 1981)

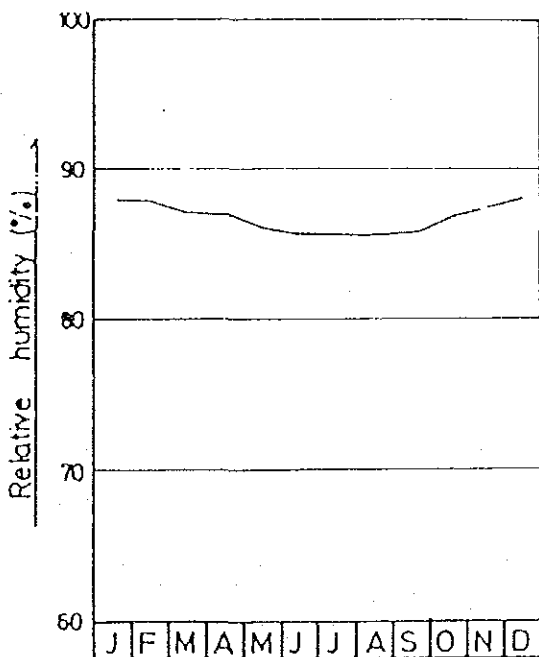
図 III - 2 月平均、最大および最低気温



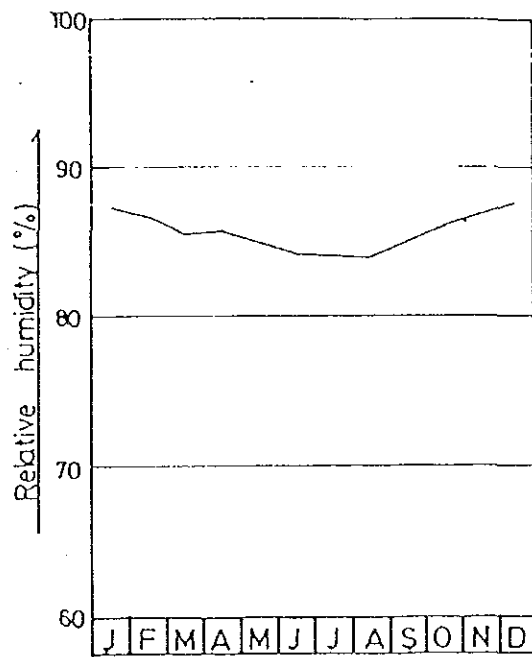
KUCHING (EL 25.6m)
(1968 - 1980)



SIBU (EL 7.5m)
(1968 - 1980)



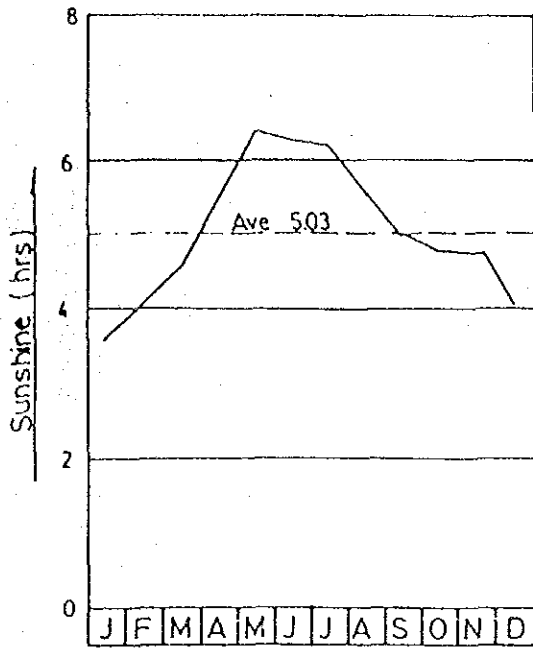
BINTULU (EL 3.1m)
(1968 - 1980)



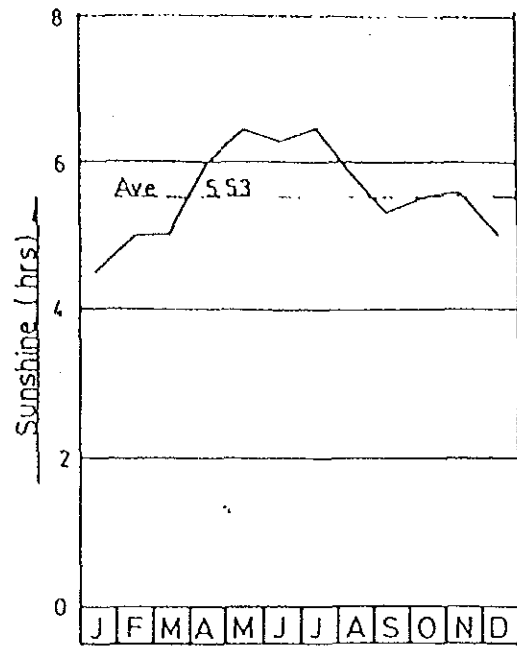
MIRI (EL 16.8m)
(1968 - 1980)

图 III - 3 月平均相对湿度

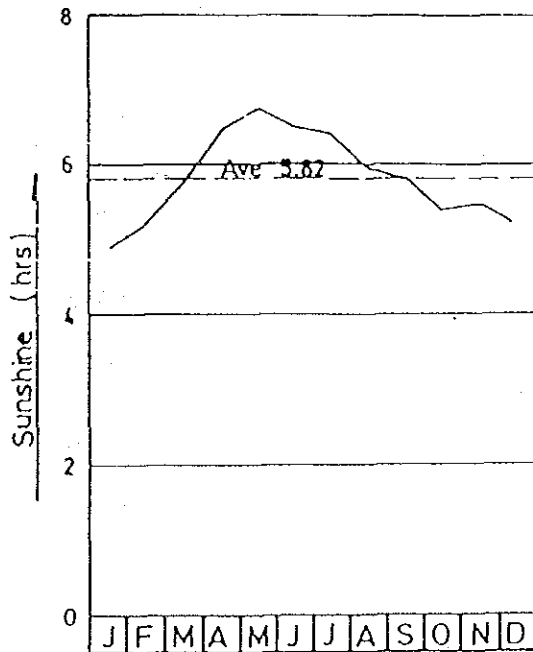
GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



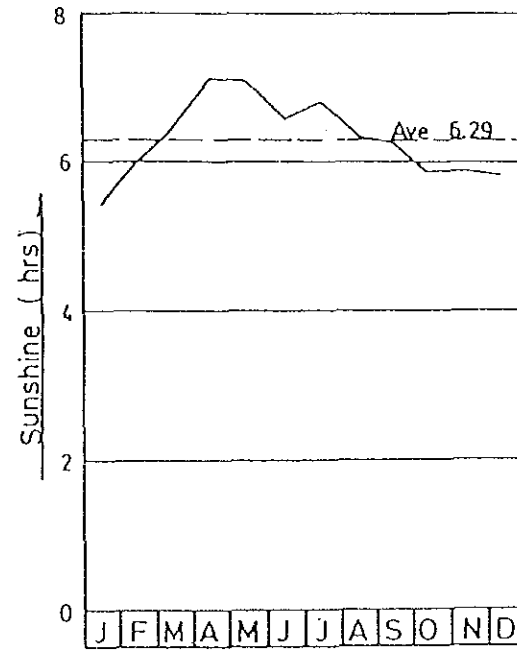
KUCHING



SIBU



BINTULU

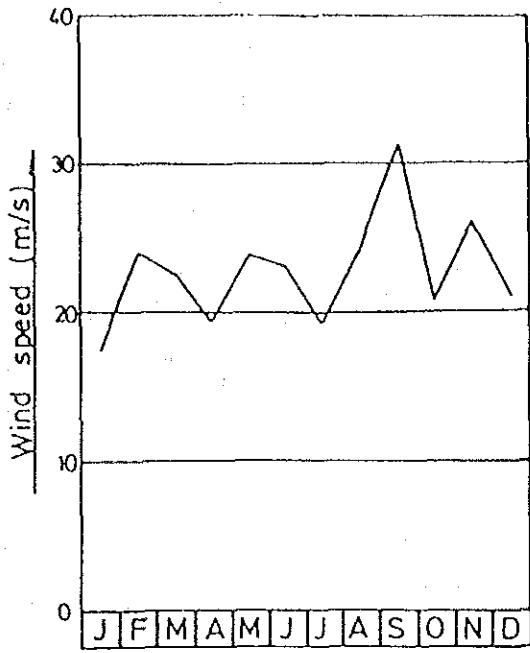


MIRI

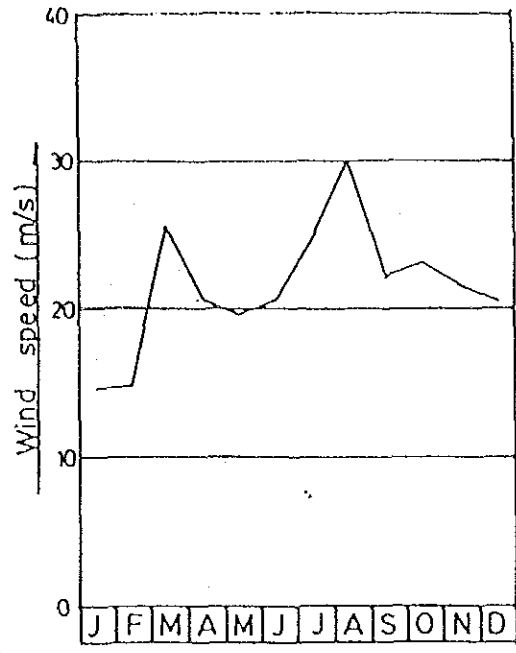
圖 III - 4 月平均日照時間

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK

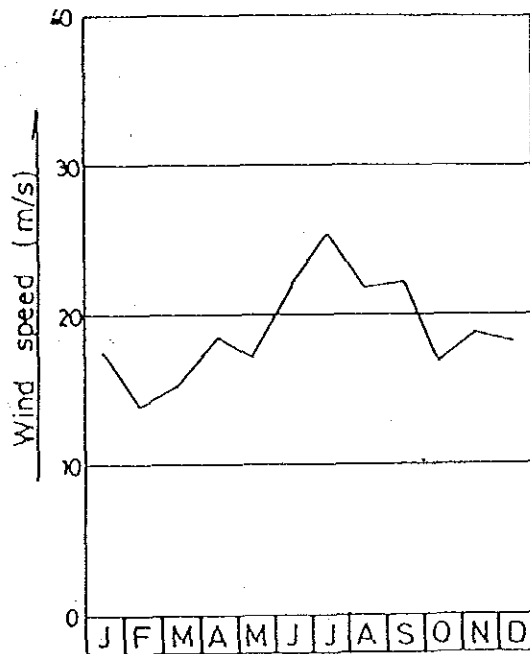
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



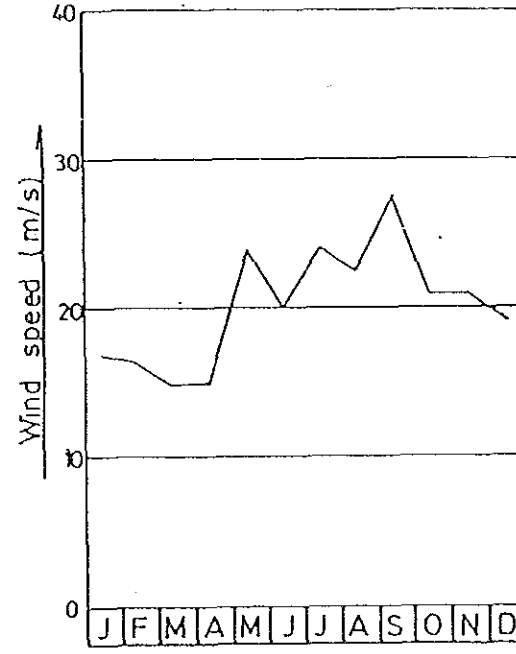
KUCHING
(1964 - 1981)



SIBU
(1964 - 1981)



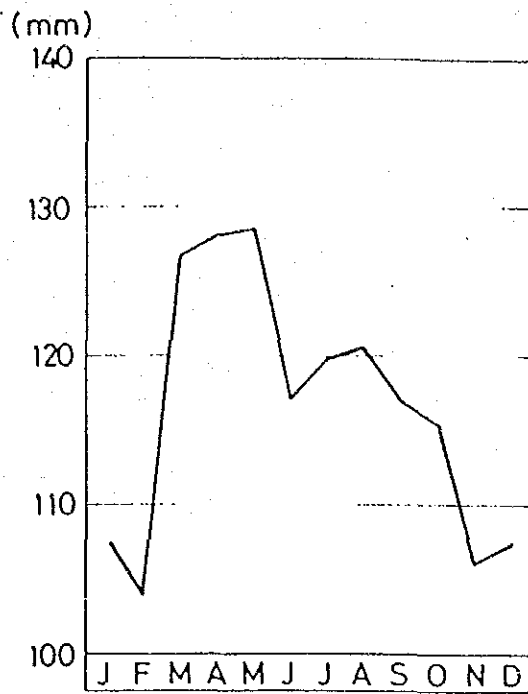
BINTULU
(1964 - 1981)



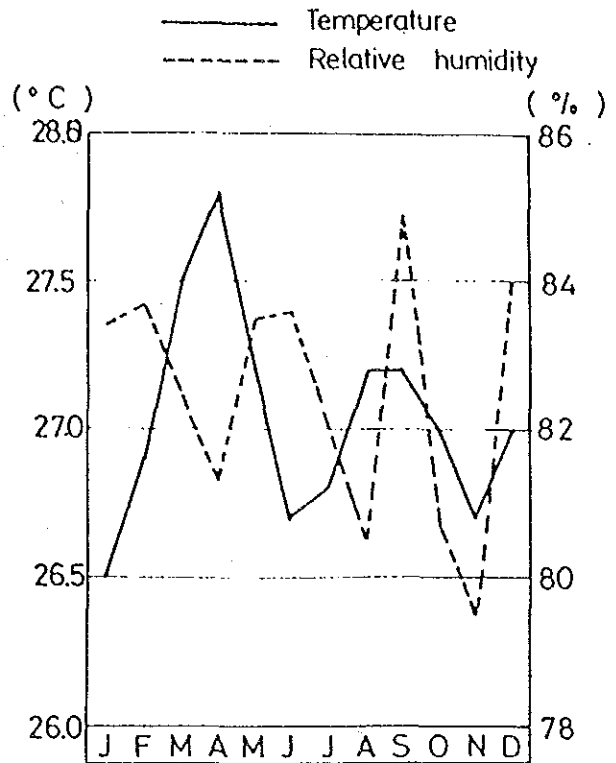
MIRI
(1964 - 1981)

图 III - 5 月最大地上风速

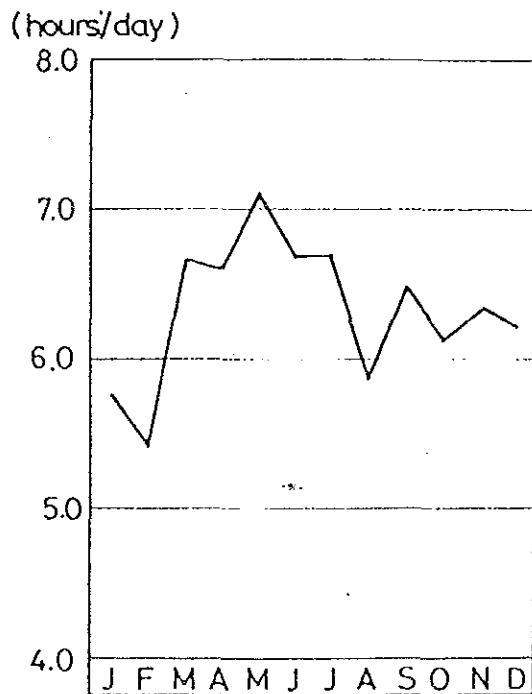
GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



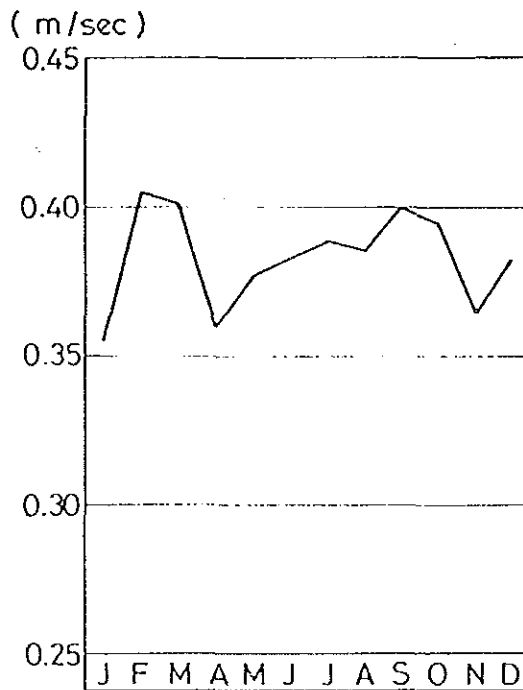
EVAPORATION



TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY



SUNSHINE HOUR



SURFACE WIND VELOCITY

図 III - 6 ウコンにおける気象データ

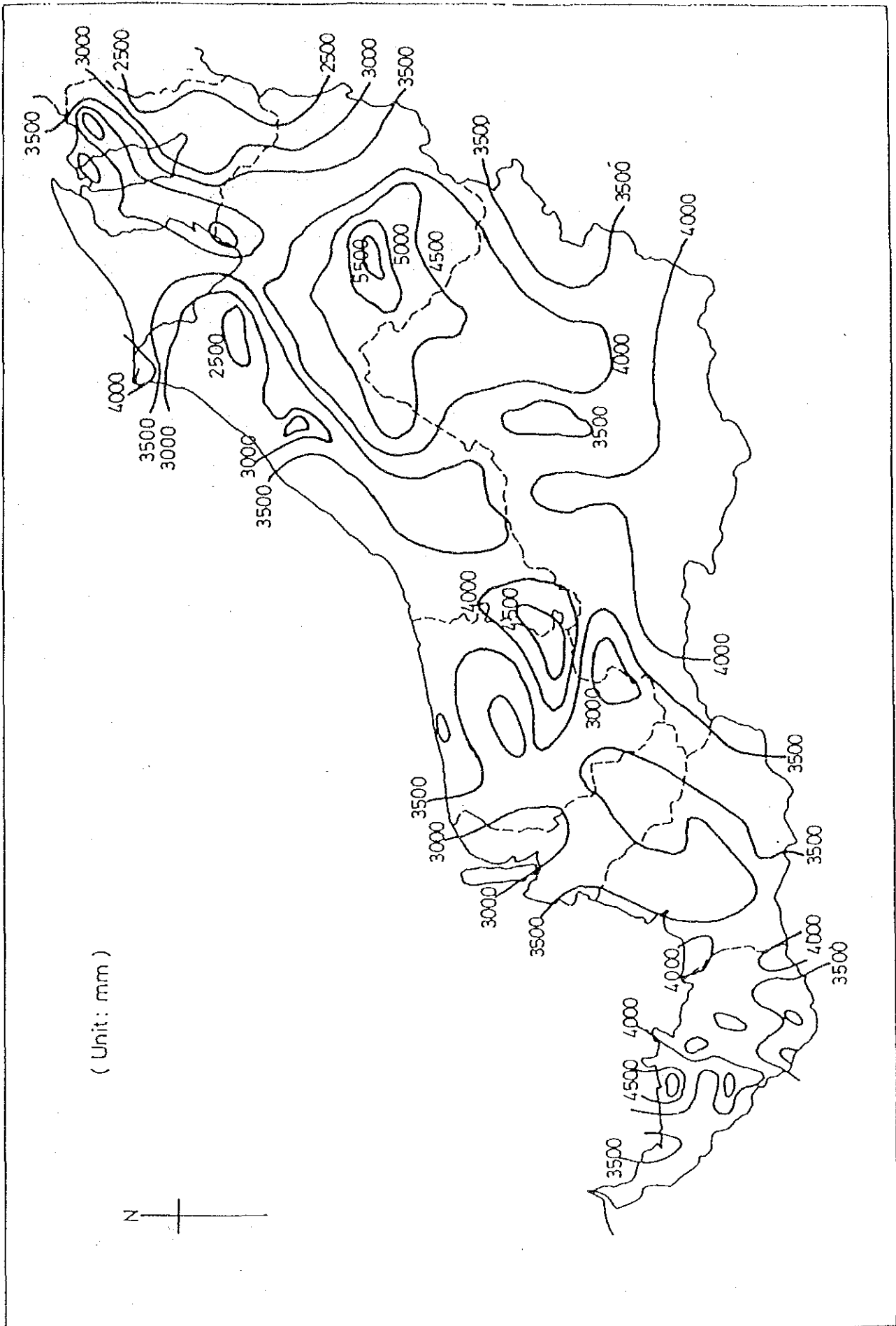


图 III - 7 等雨量线图 (年平均降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

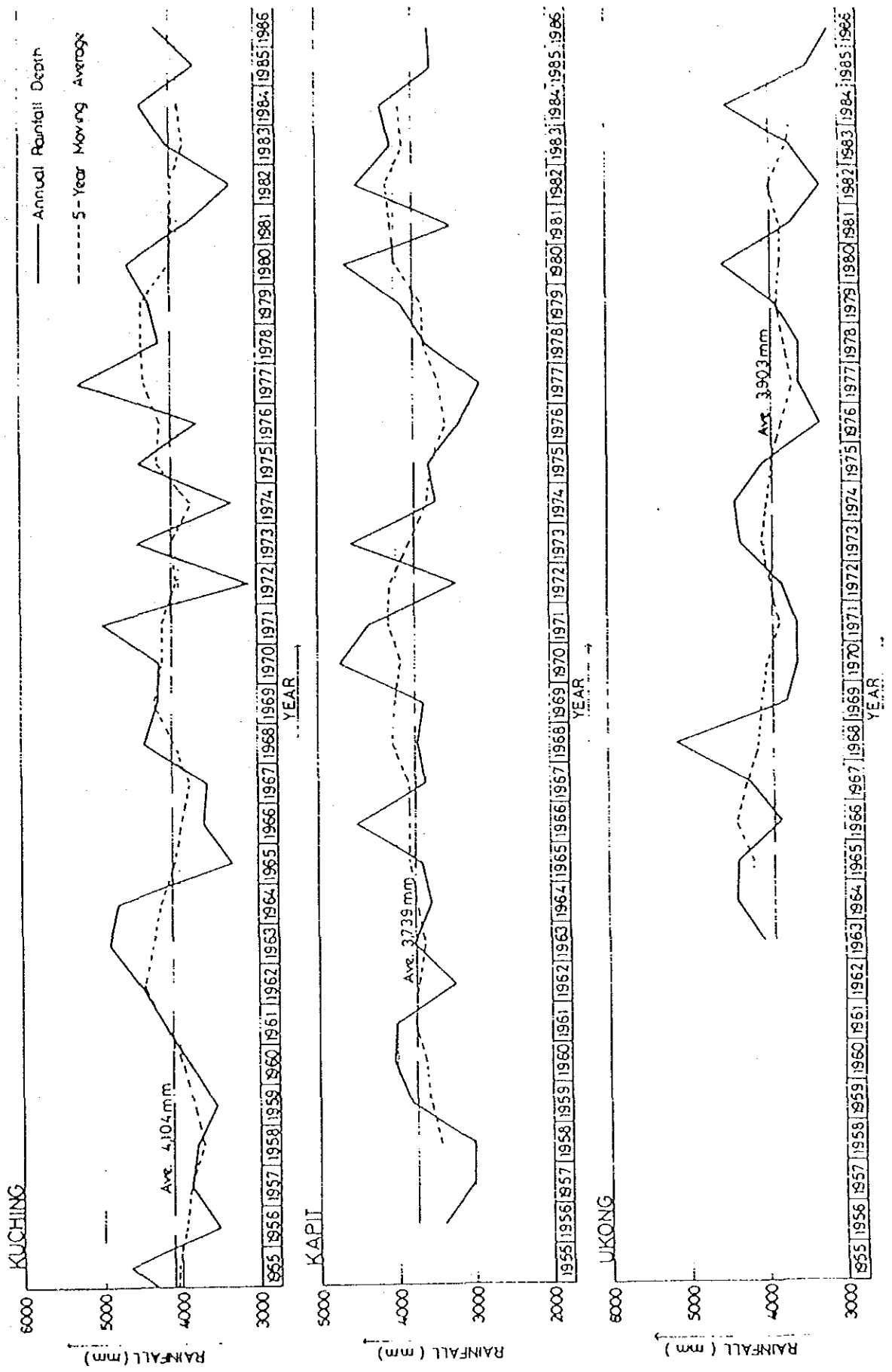
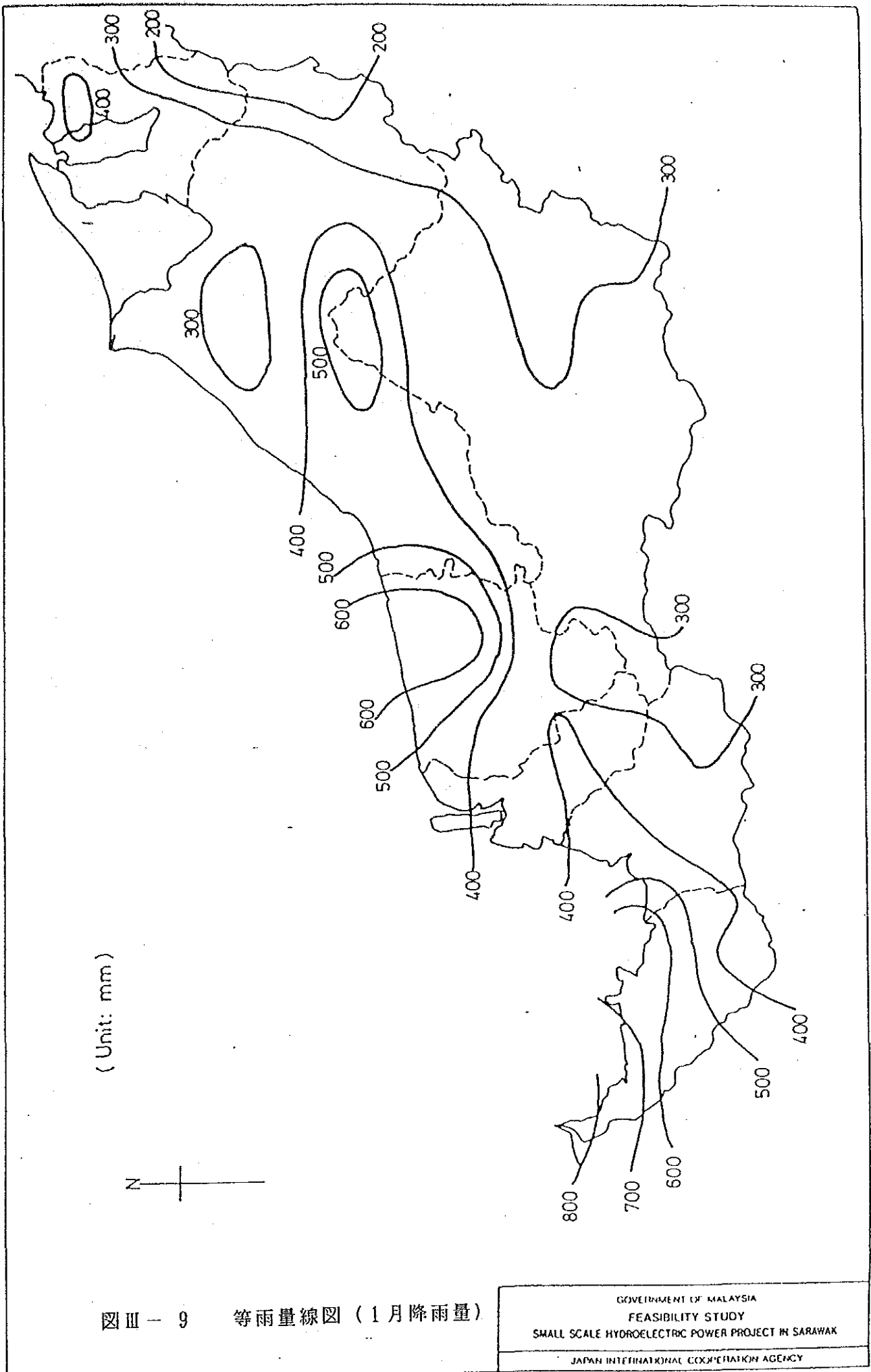
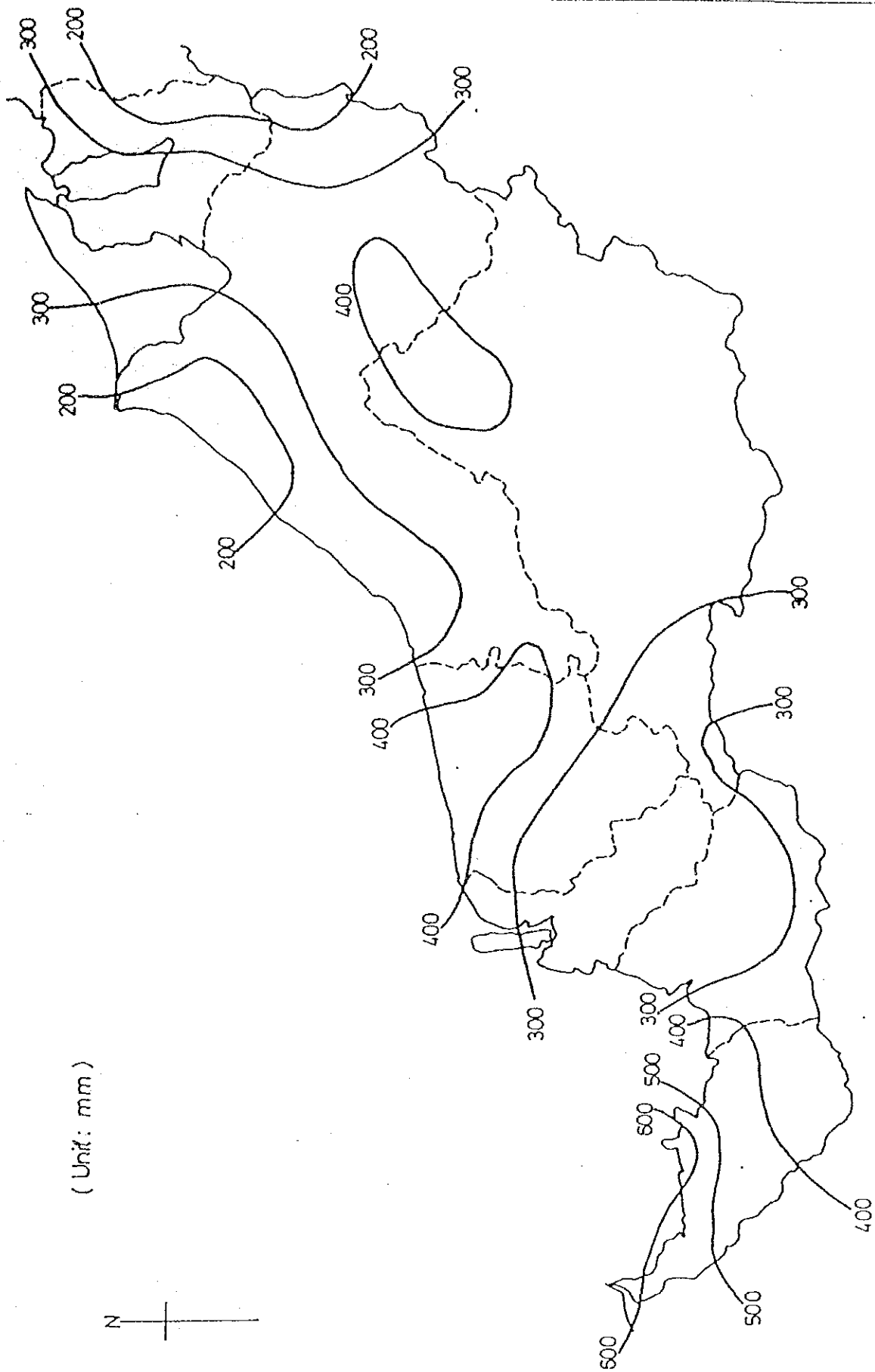


図 III - 8 代表雨量観測所における年降雨量

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





(Unit: mm)

图 III - 10 等雨量线图 (2月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

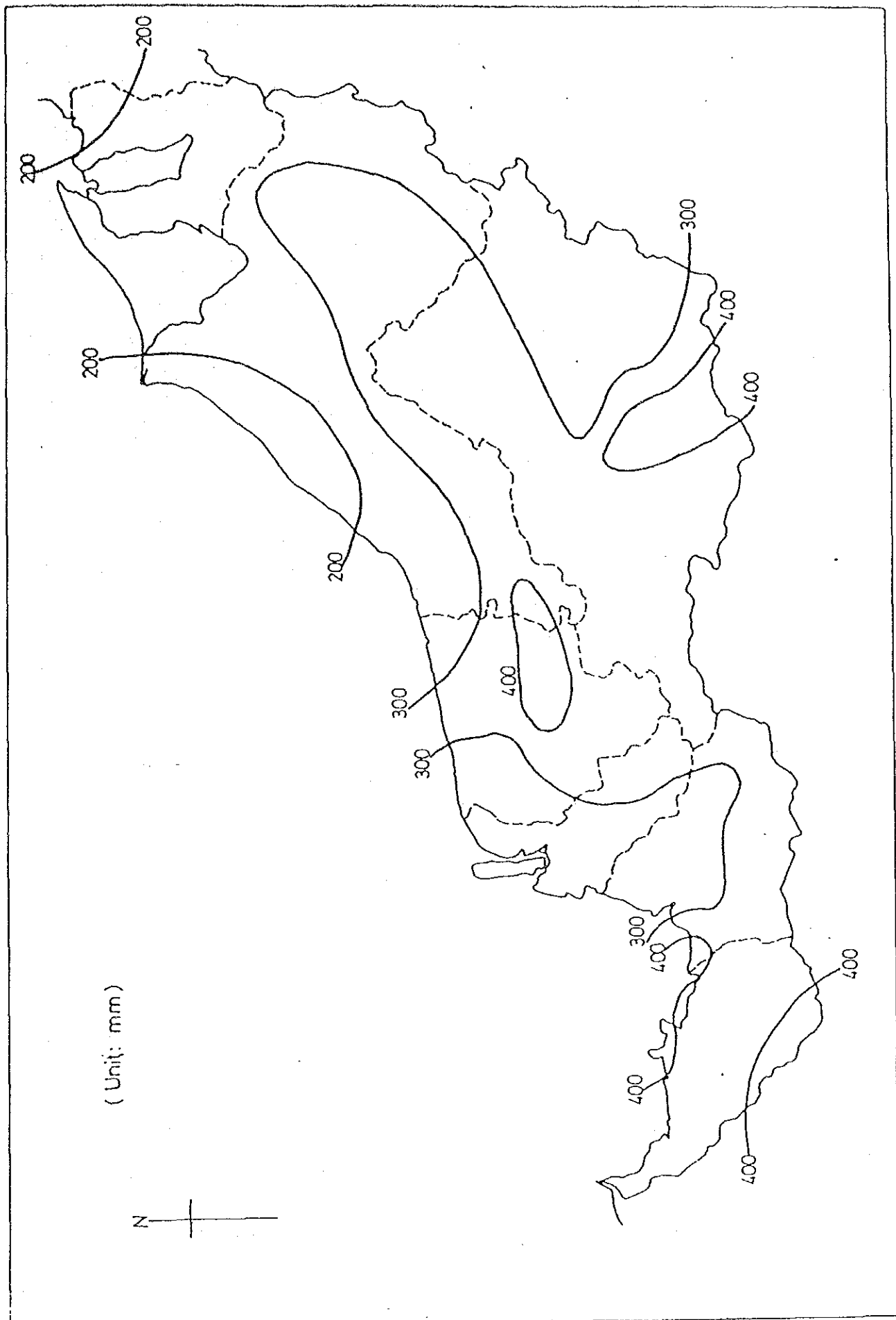


图 III - 11 等雨量线图 (3月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

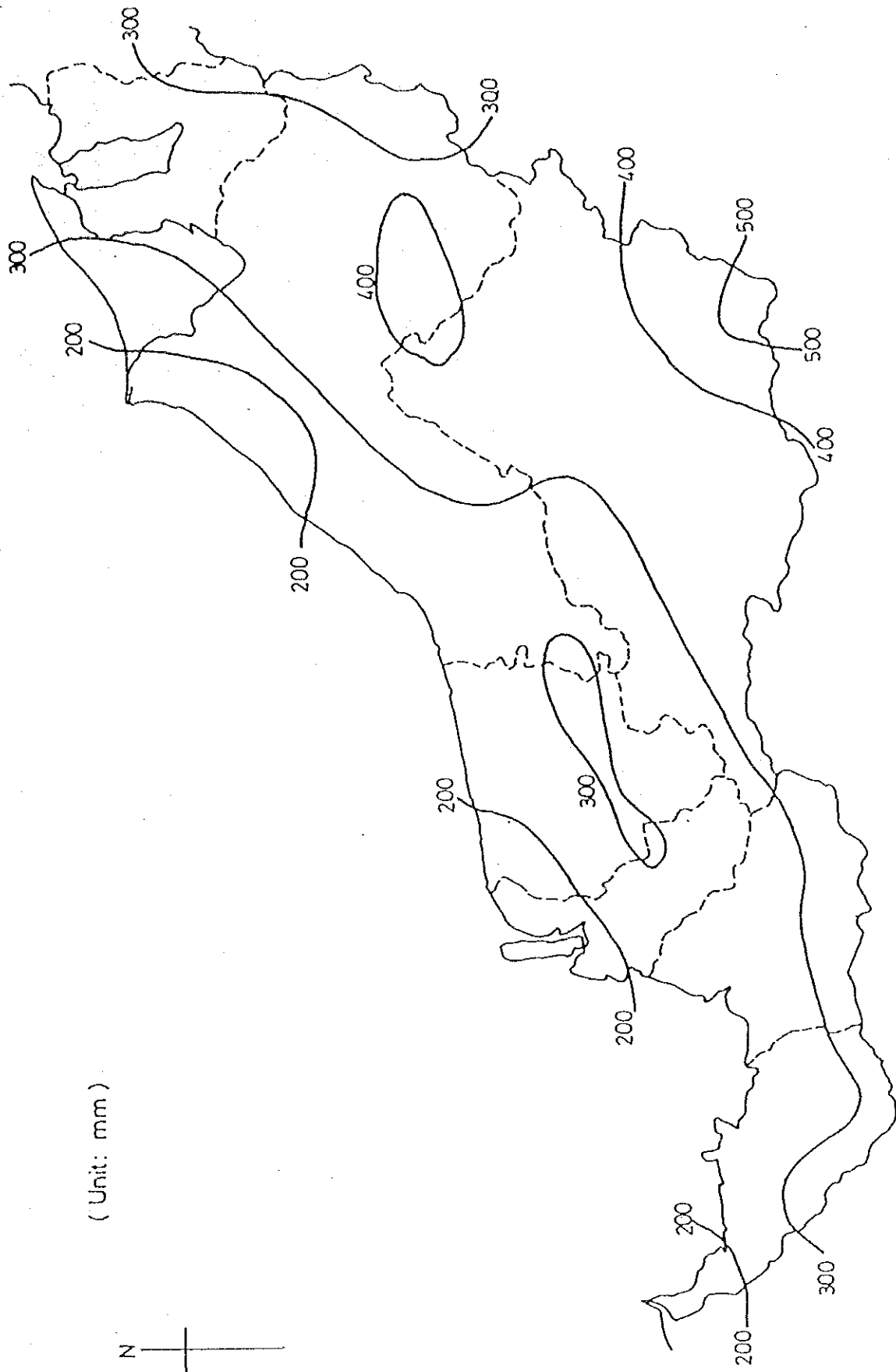


图 III - 12 等雨量线图 (4月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALL HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

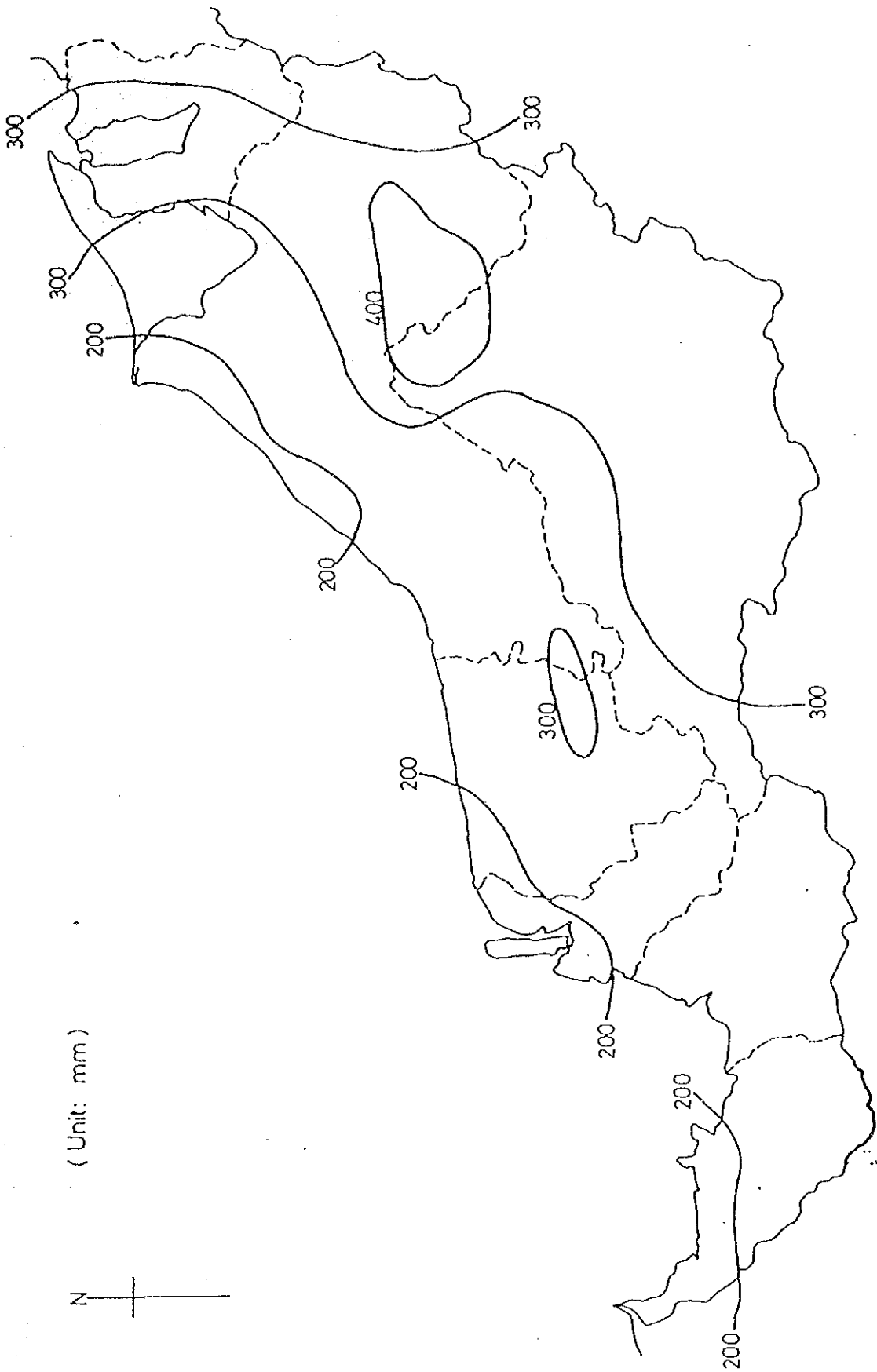


图 III - 13 等雨量线图 (5月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALL HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

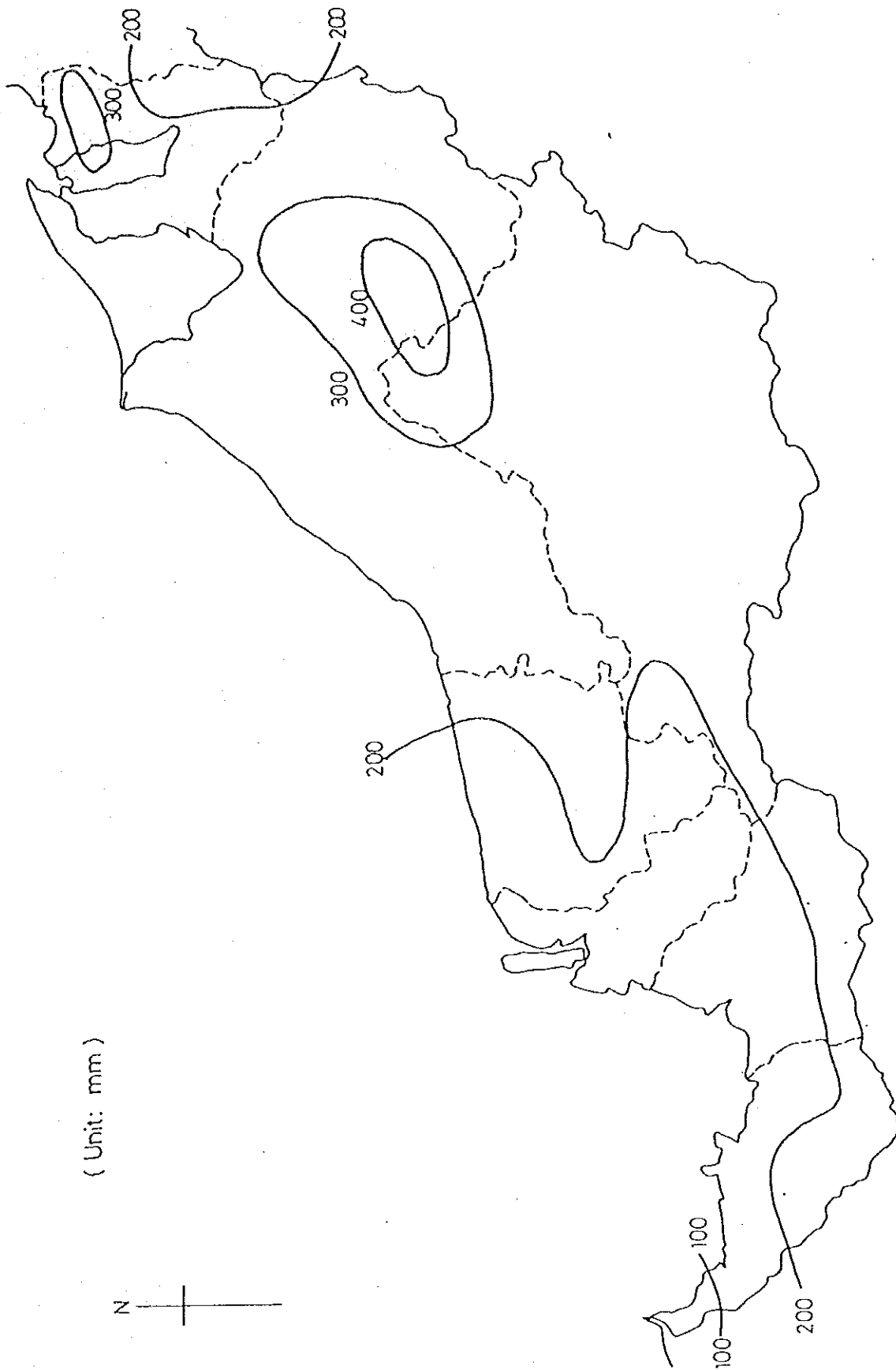


图 III-14 等雨量线图 (6月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

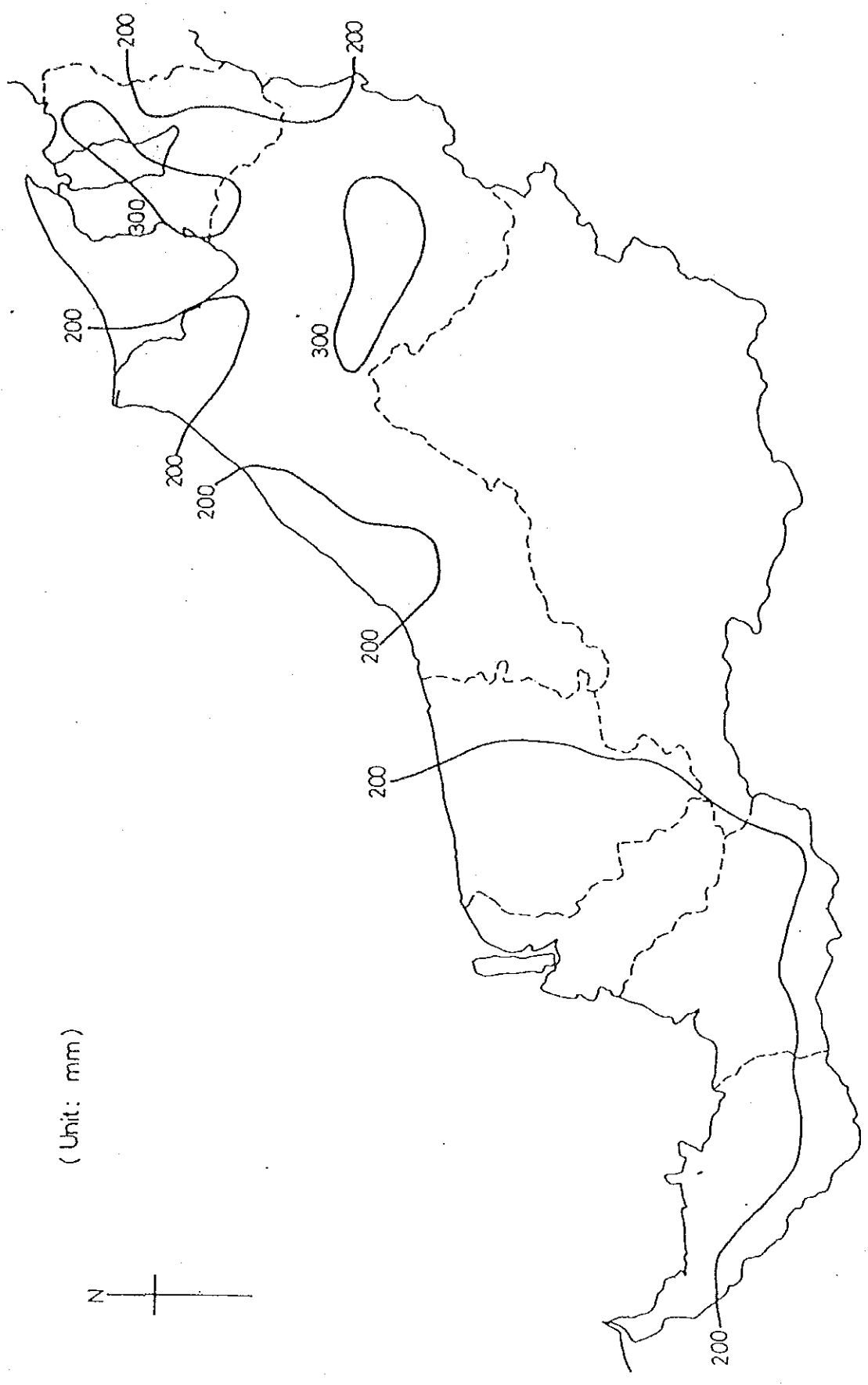


图 III-15 等雨量线图 (7月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

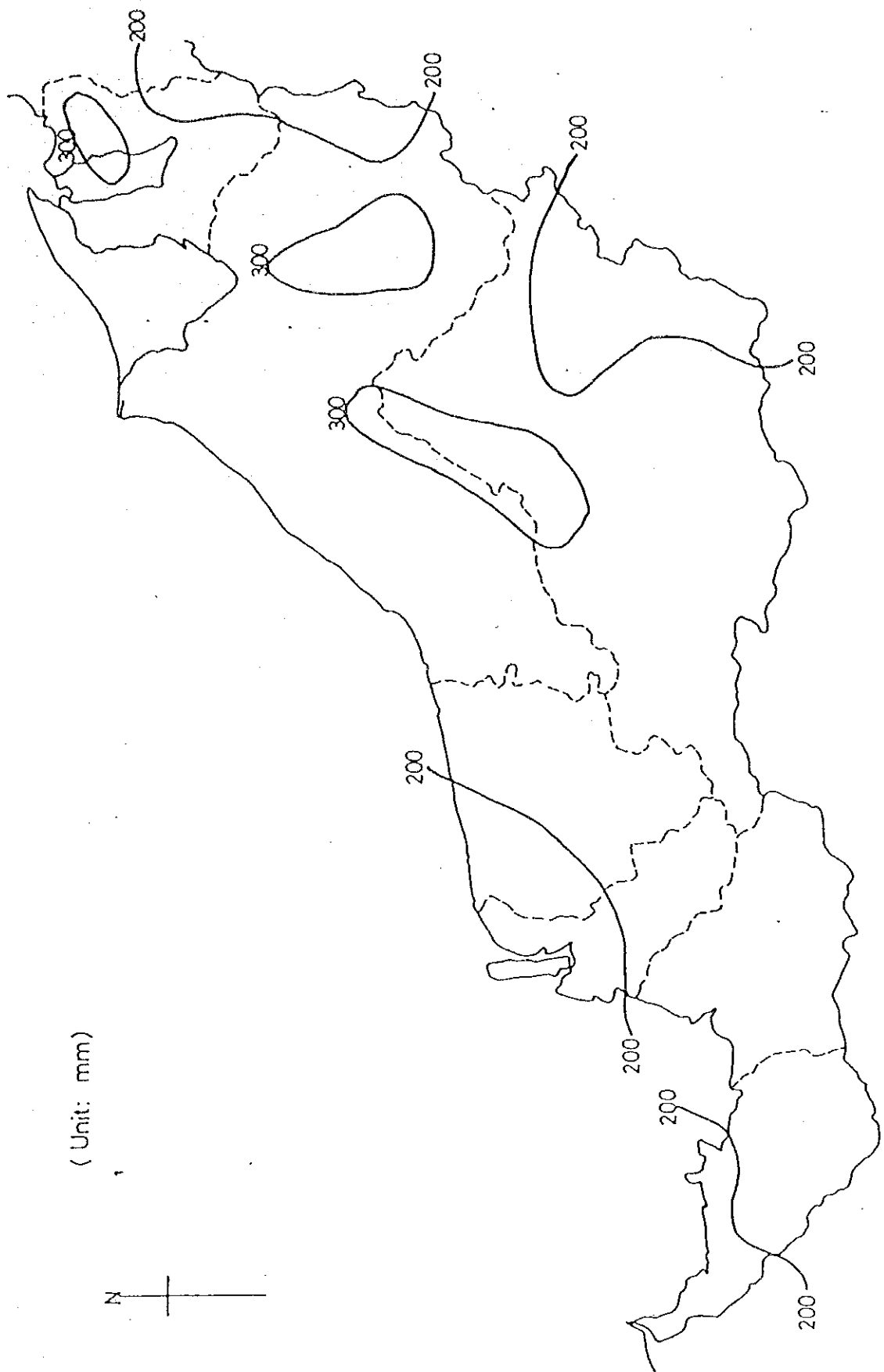


图 III - 16 等雨量线图 (8月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

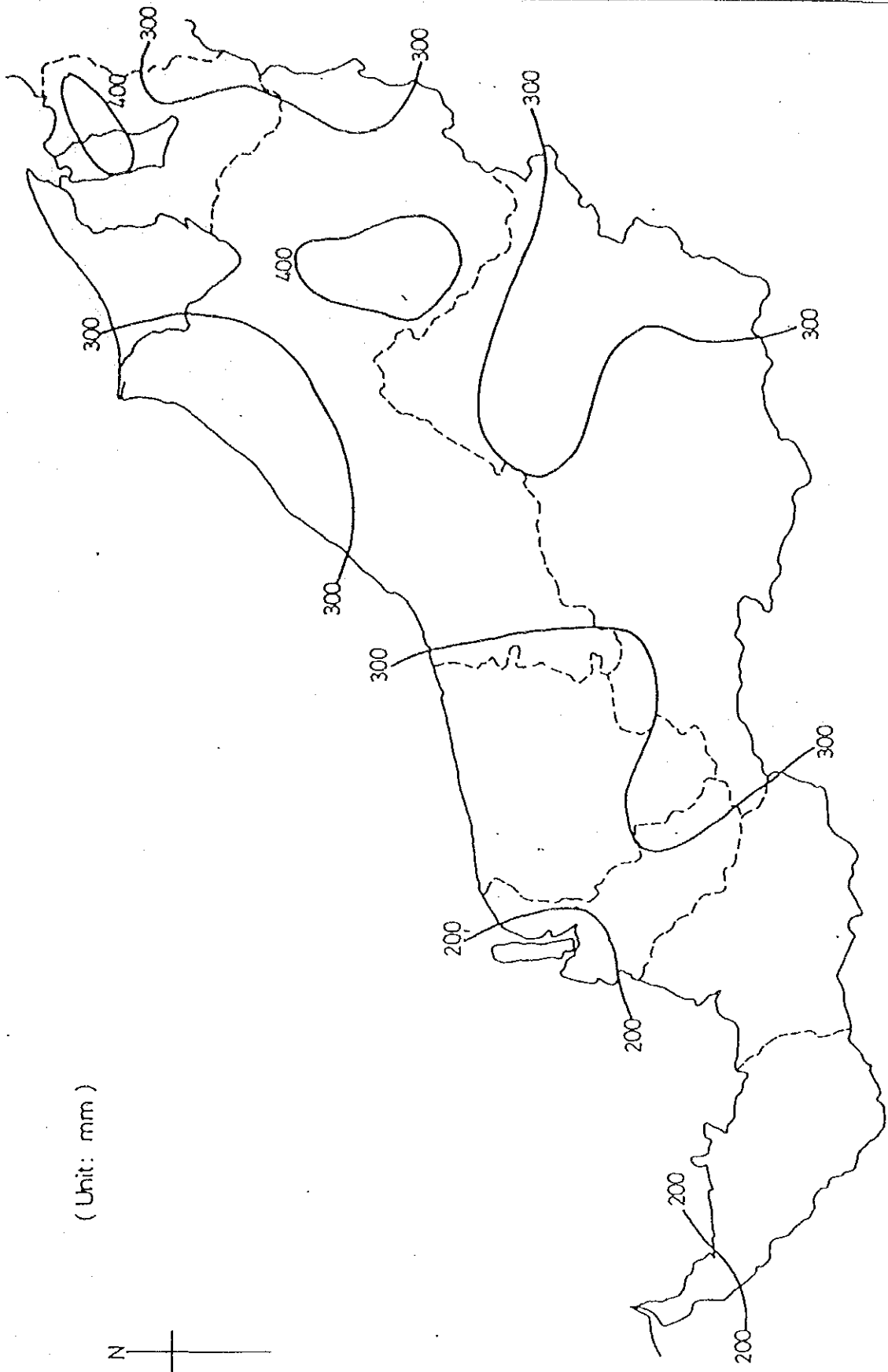


图 III - 17 等雨量线图 (9月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

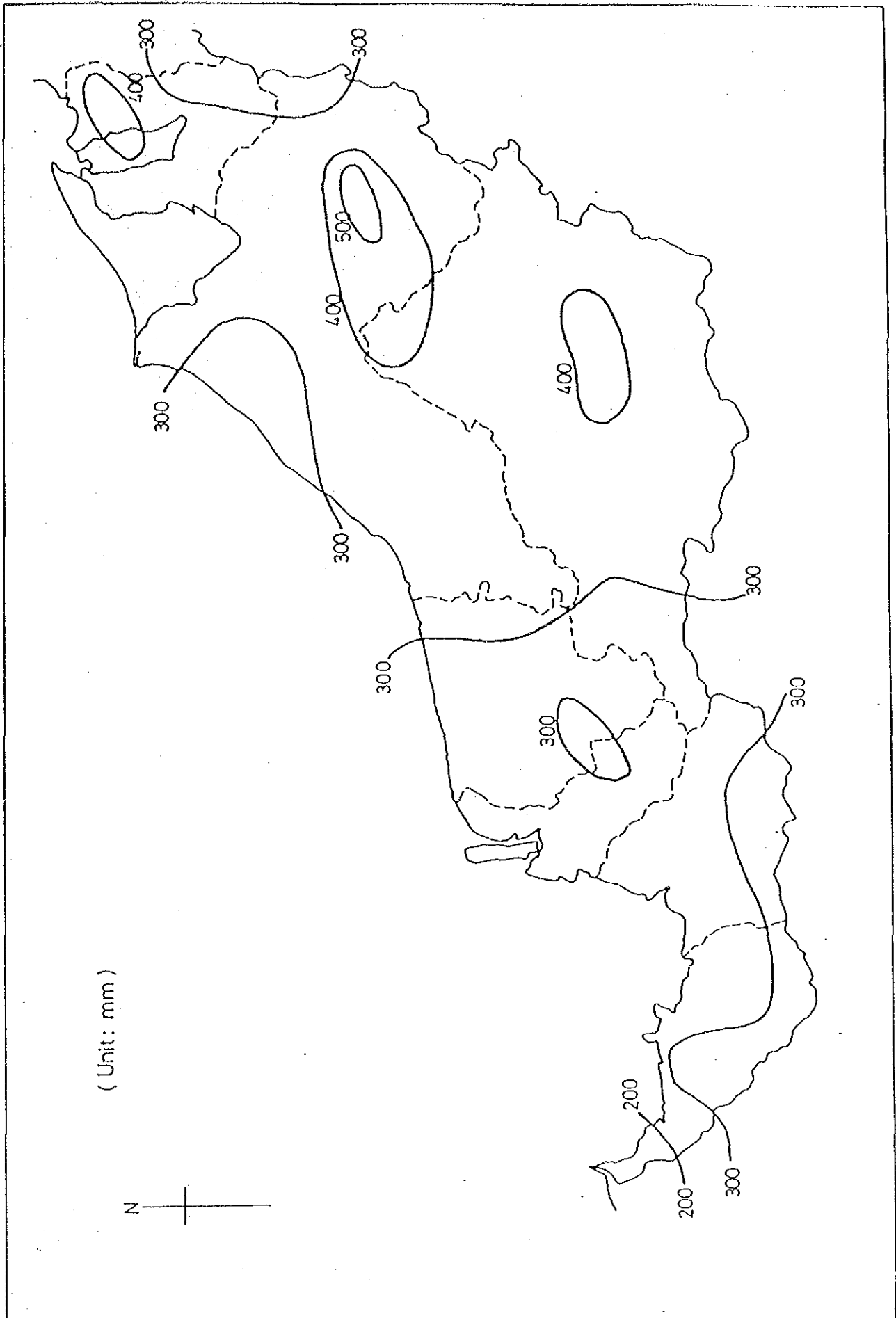


图 III - 18 等雨量线图 (10月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

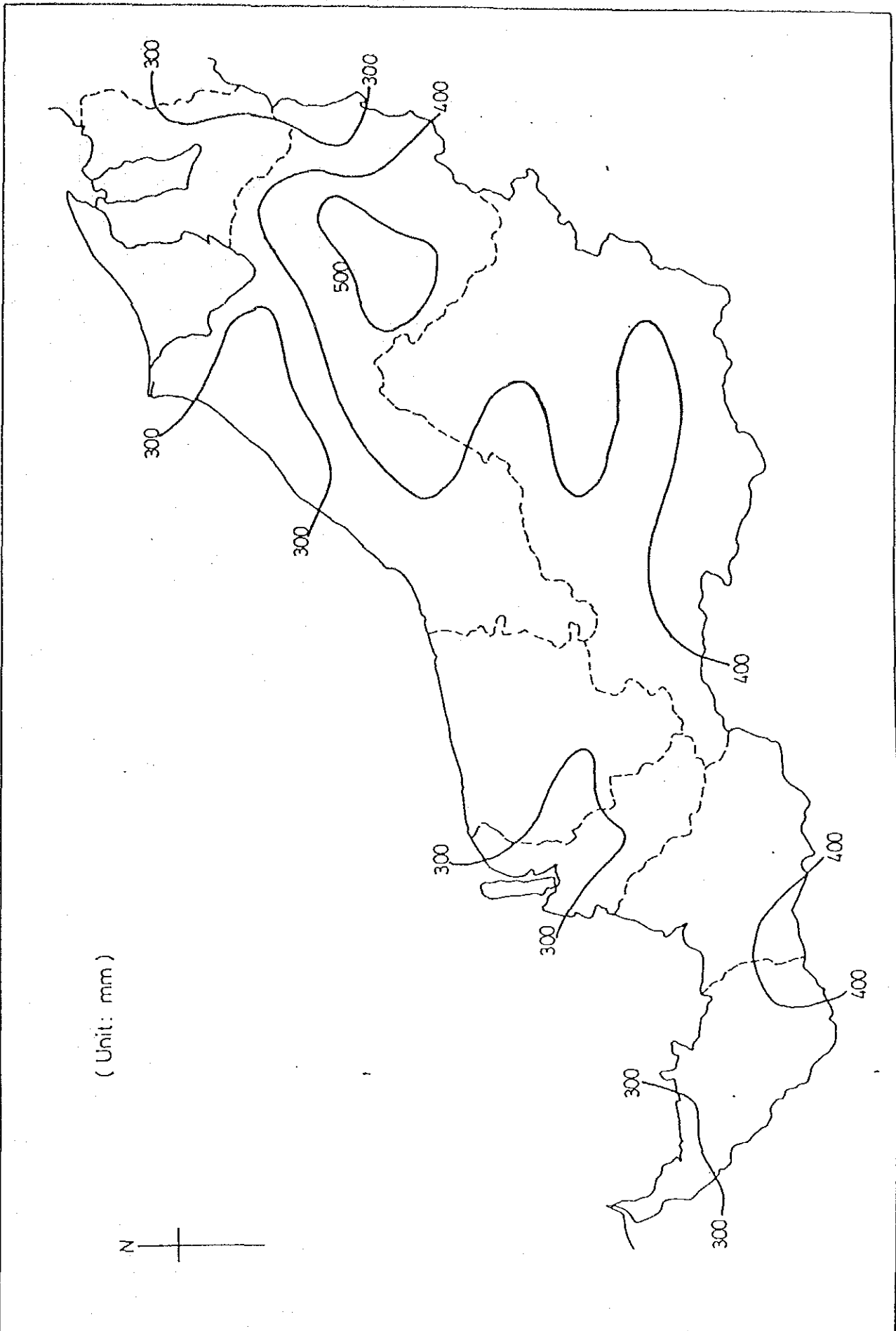


圖 III - 19 等雨量線圖 (11月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

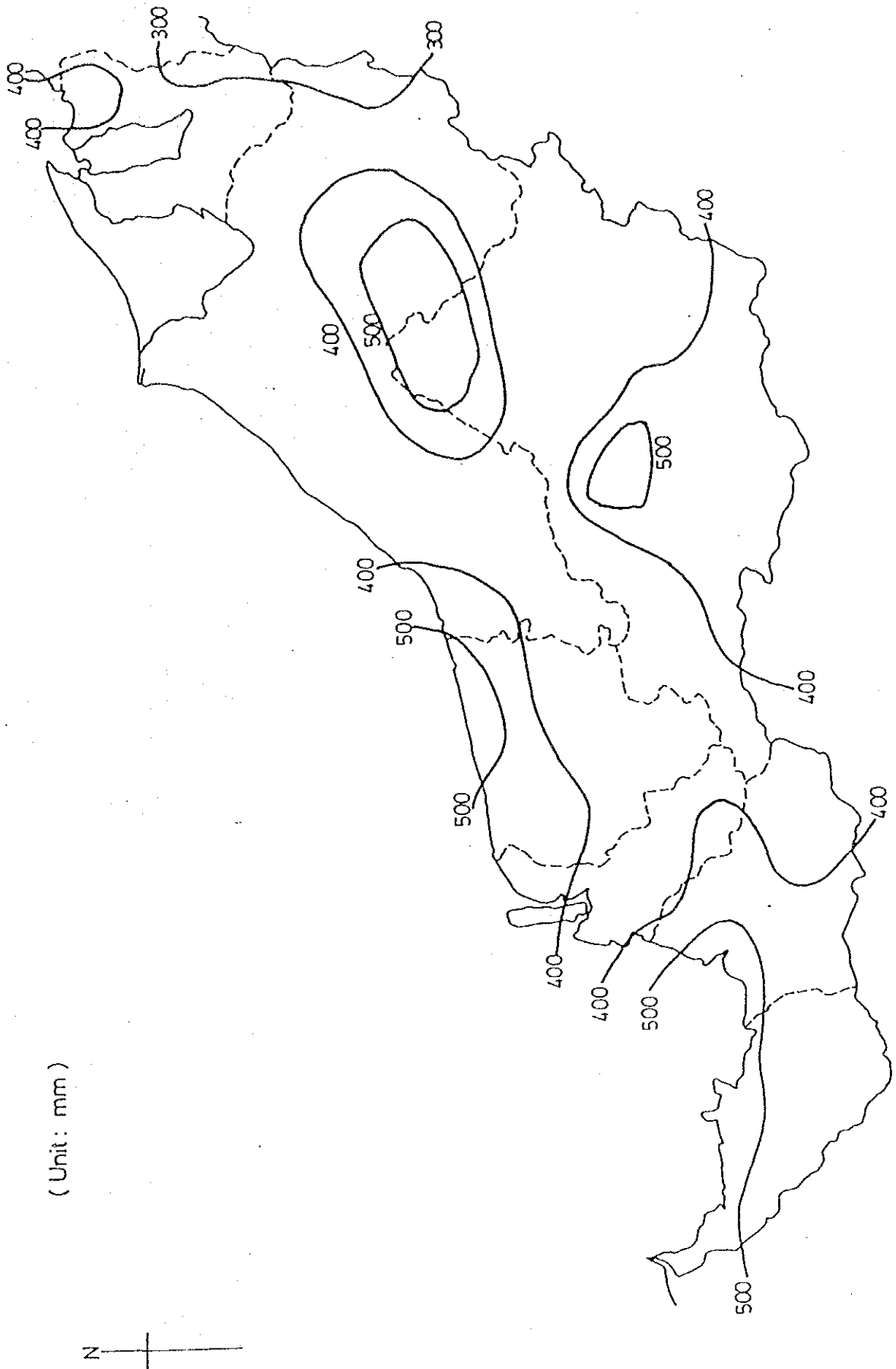
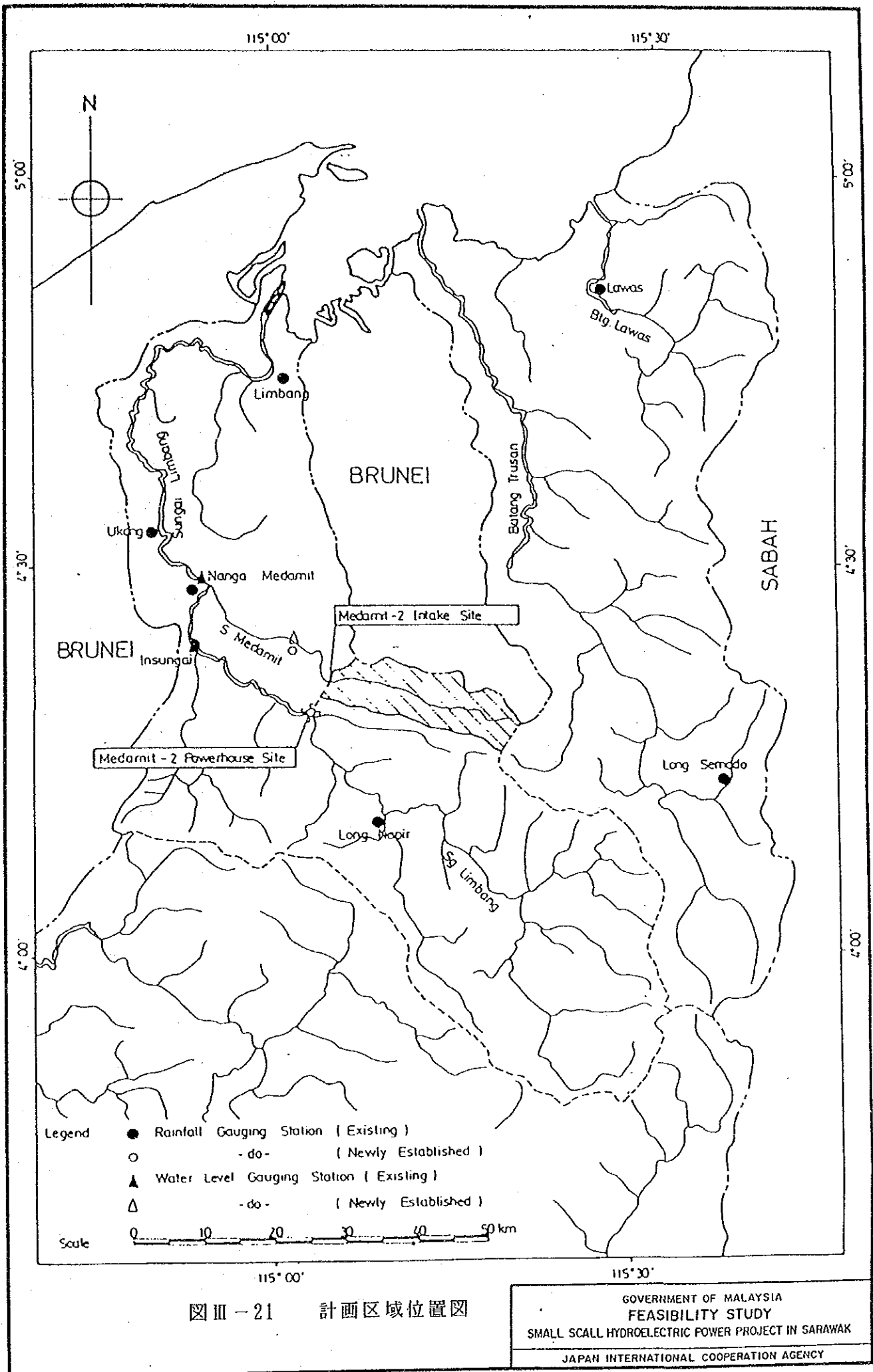


图 III - 20 等雨量线图 (12月降雨量)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALL HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



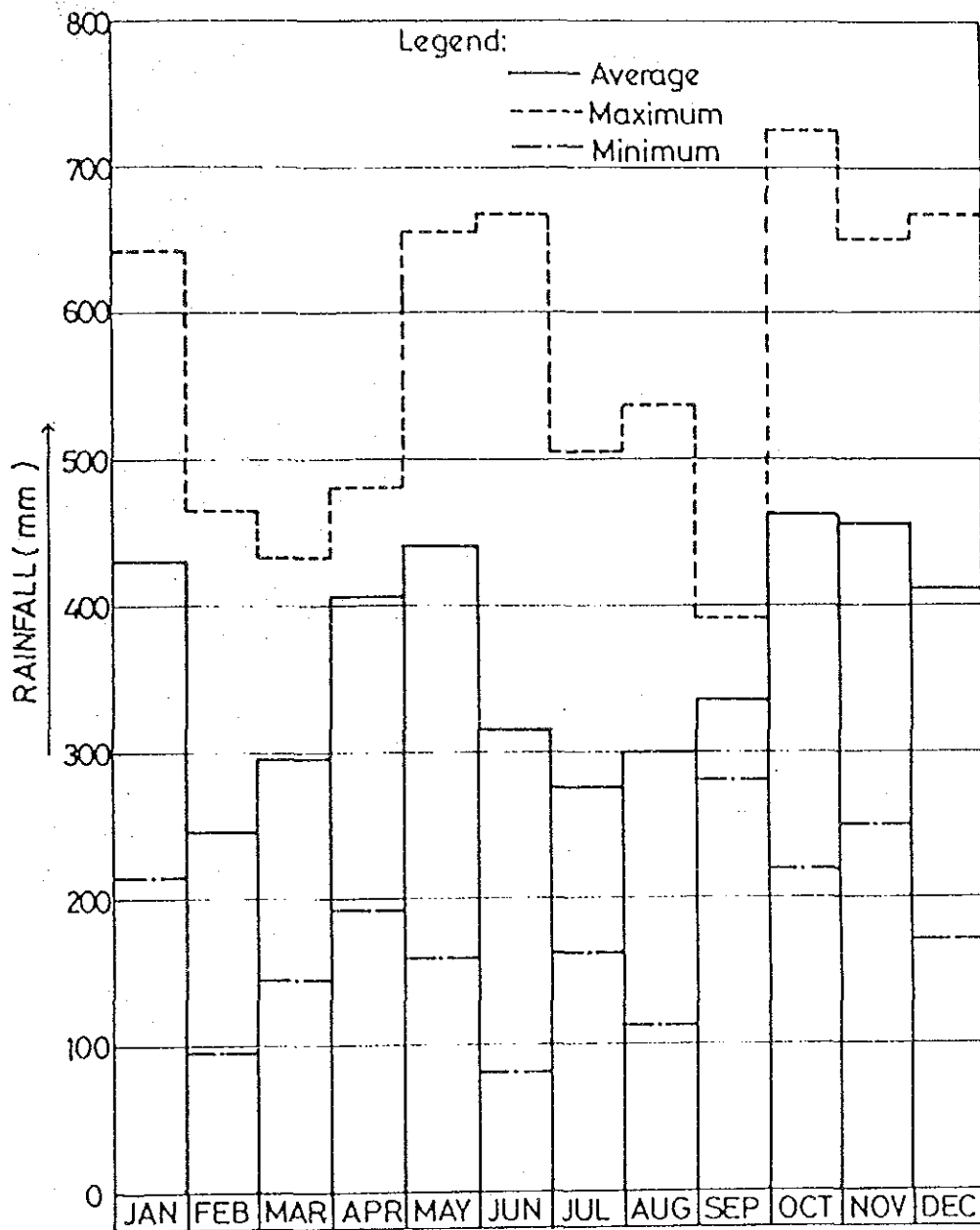


図 III - 22 ルボックラランにおける月平均、最大および最小降雨量

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

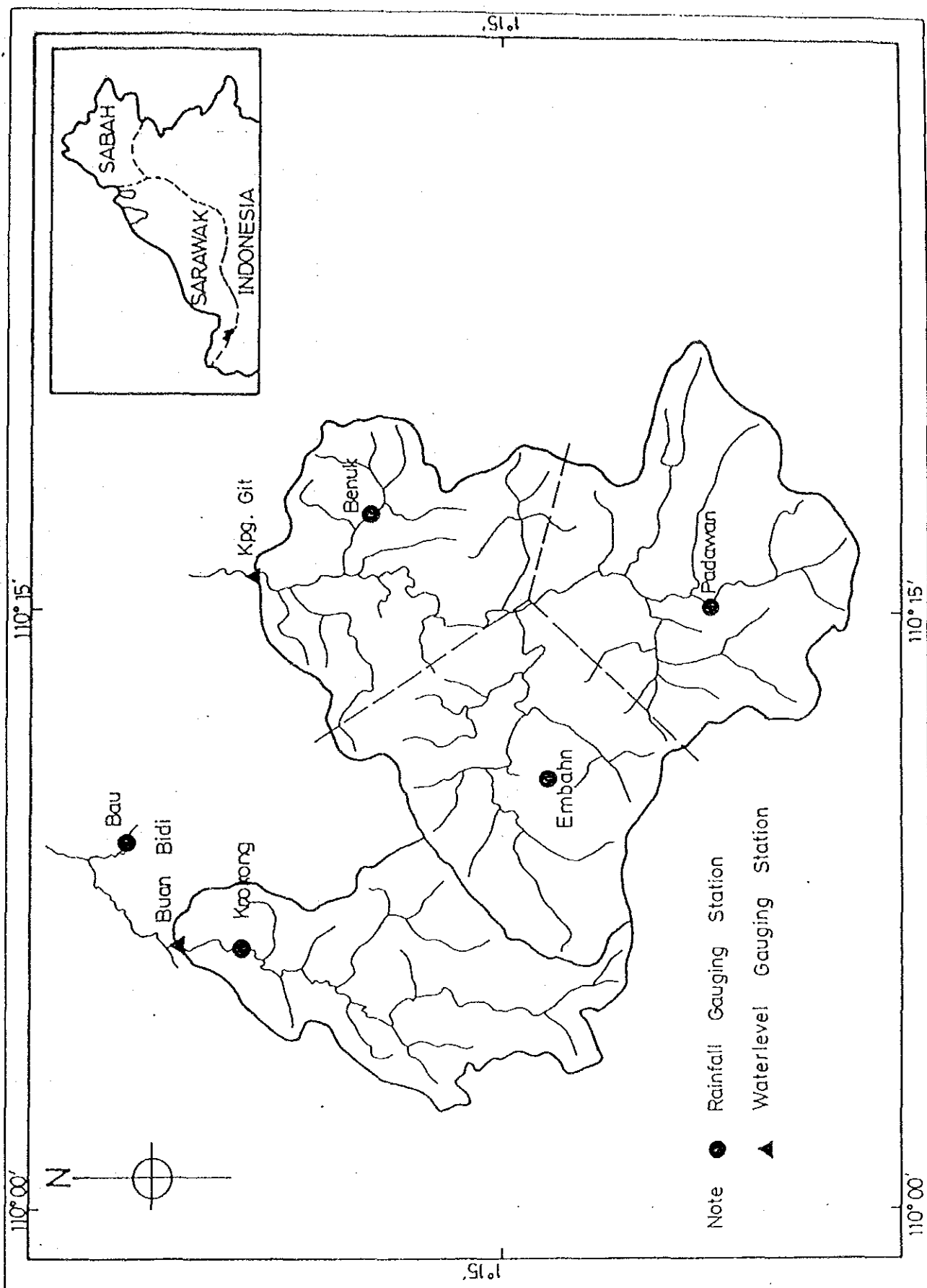


图 III - 23 水文觀測所位置圖

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

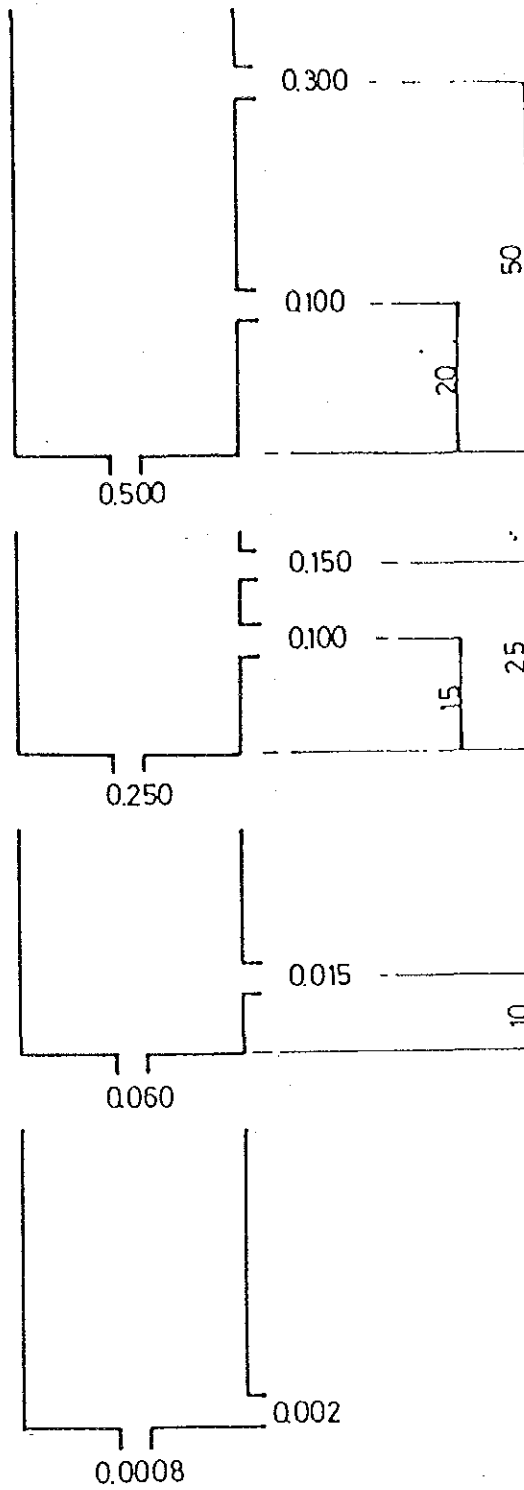


図 III-24 タンクモデル (カンボン・ギット)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

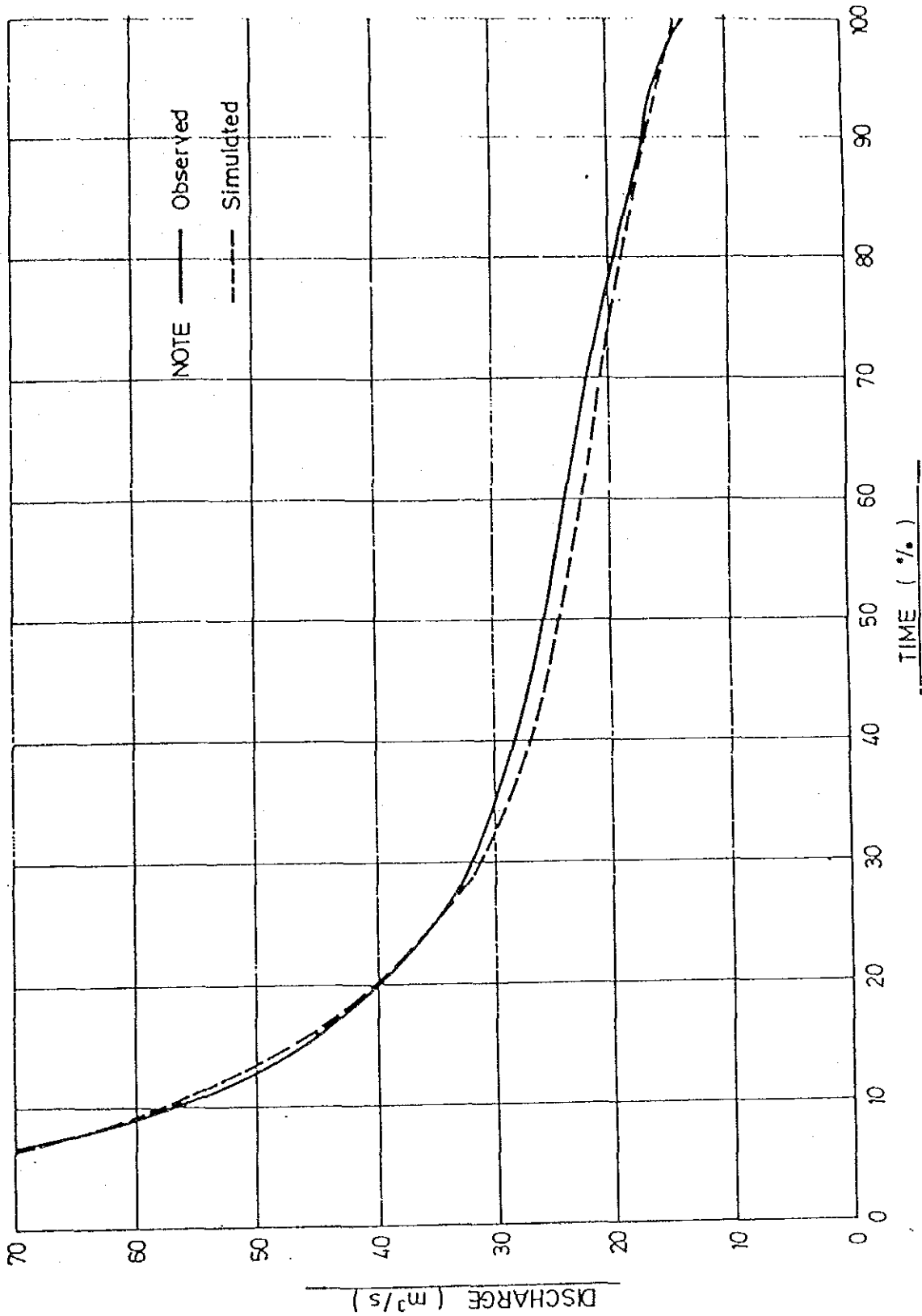


図 III - 25 代表流況曲線 (カンボン・ギット)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

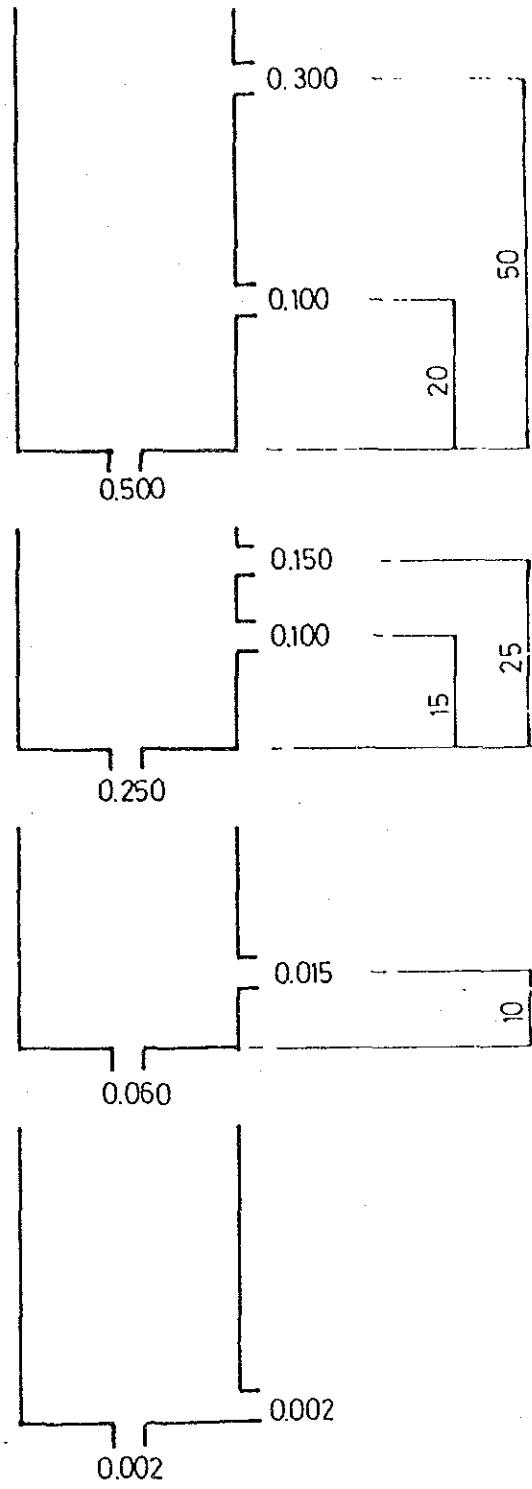


図 III - 26 タンクモデル (ブアシ・ビディ)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

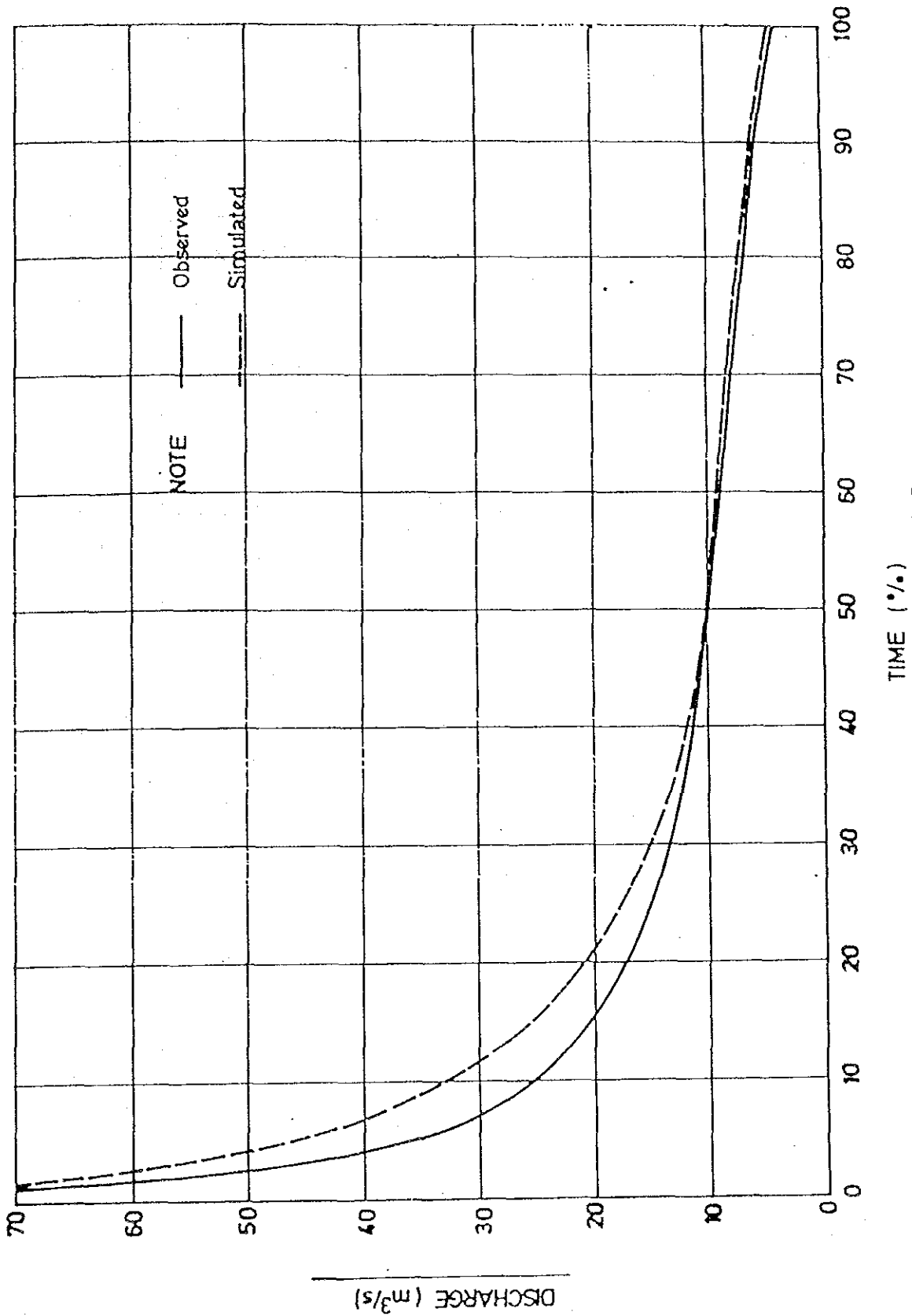


図 III-27 代表流量曲線 (ブアン・ビディ)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

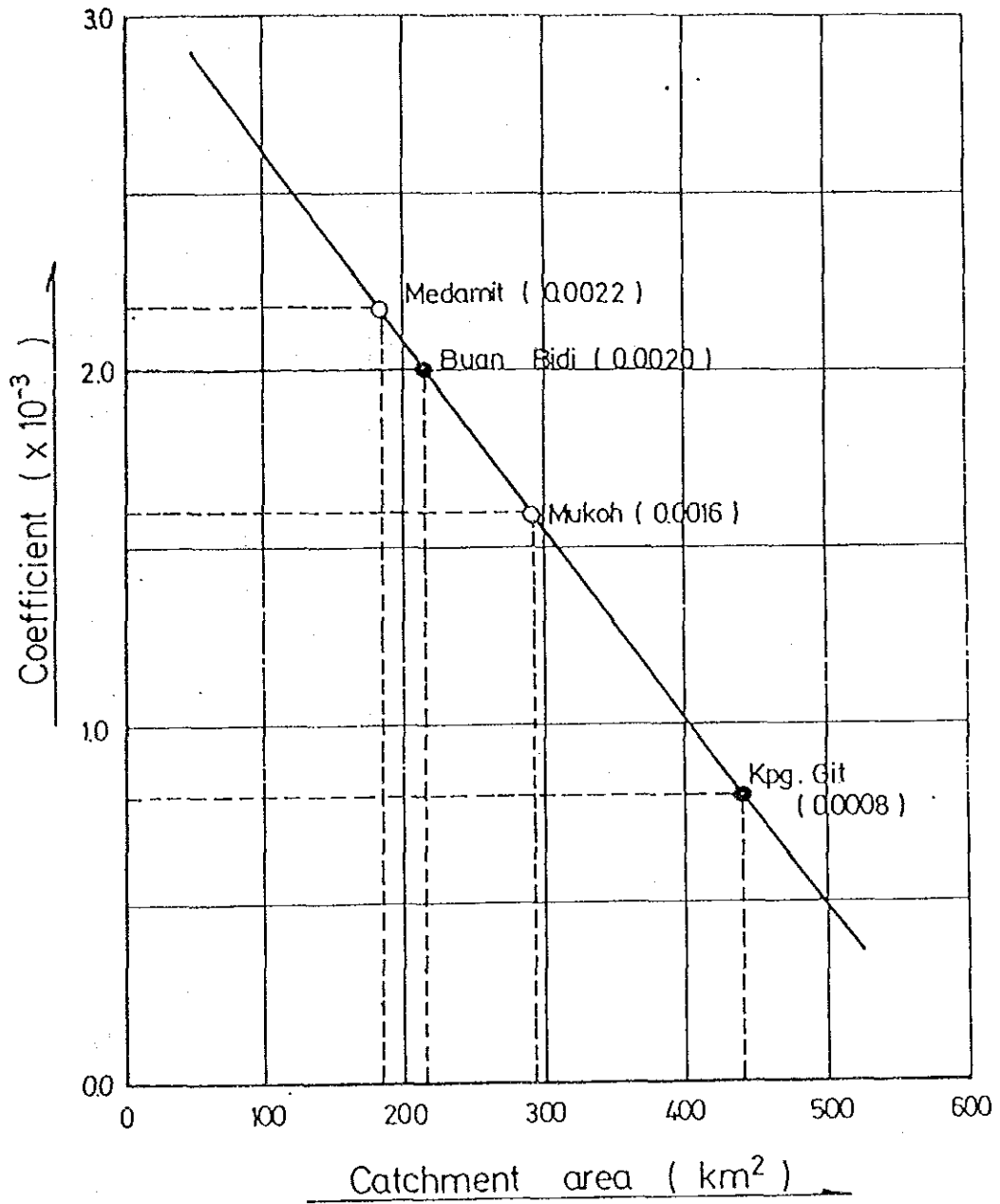


図 III - 28 タンクモデル定数と流域面積の関係

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

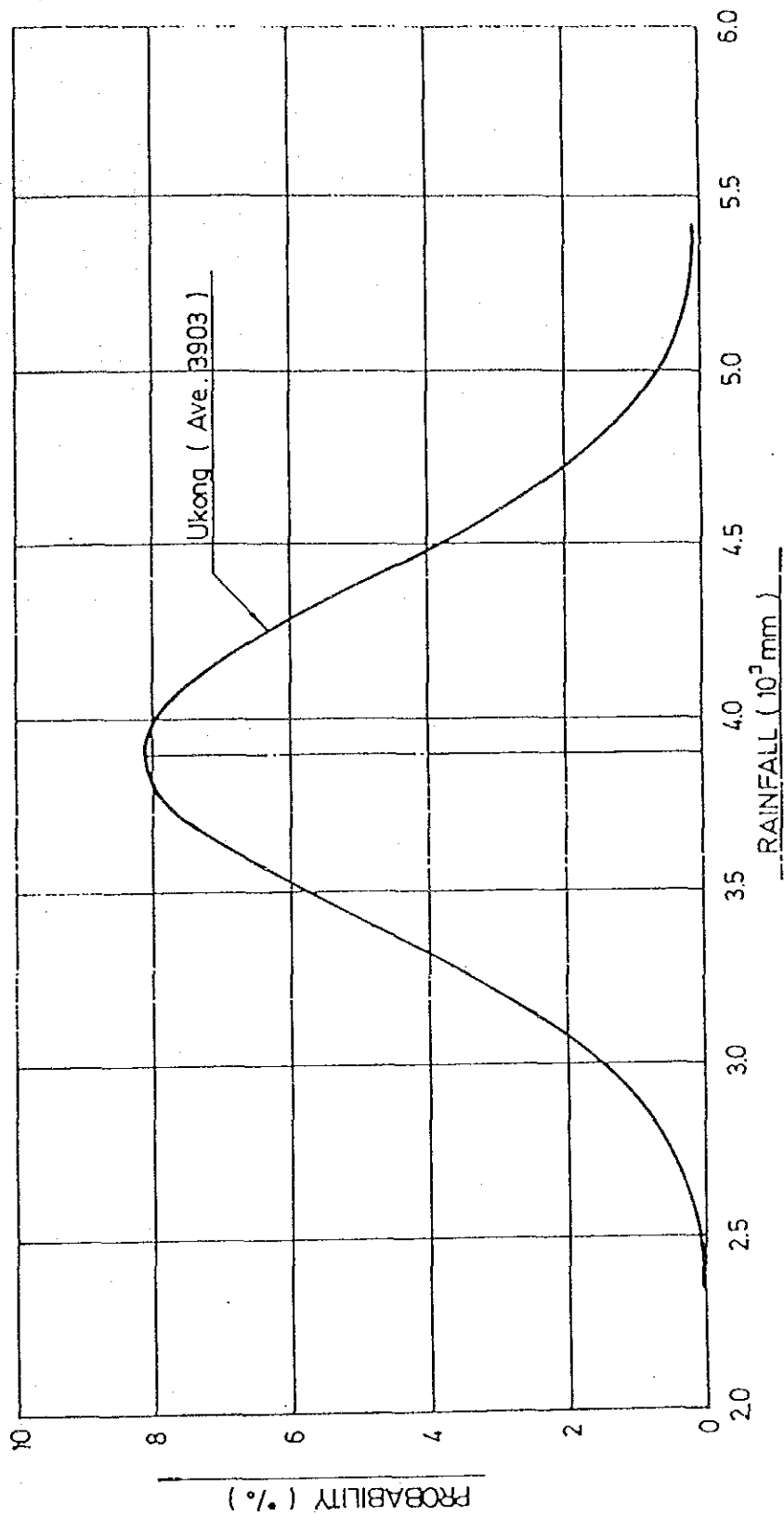


図 III - 29 ウコンにおける年降雨量の正規分布

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

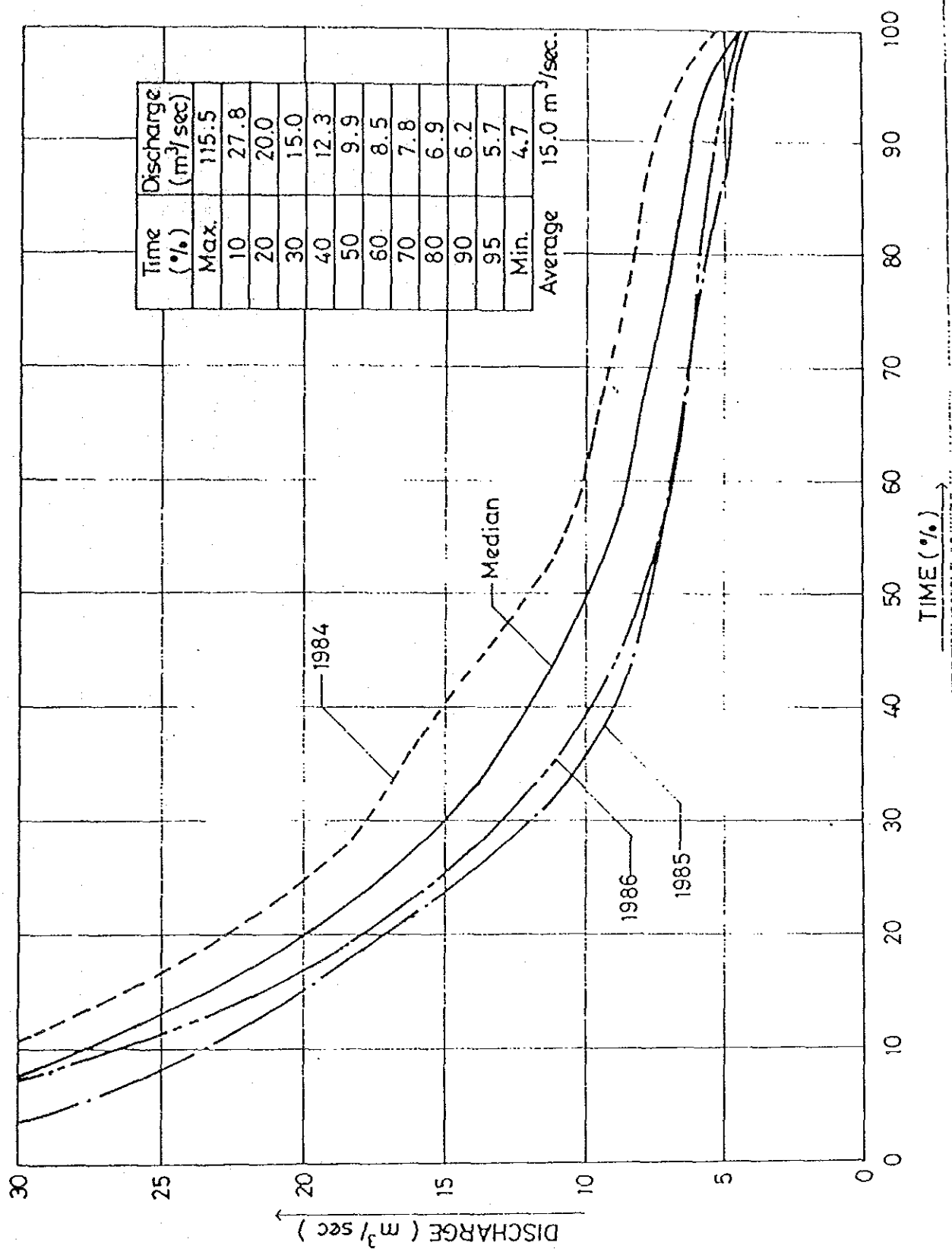


図 III - 30 取水口予定地点における流況曲線

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

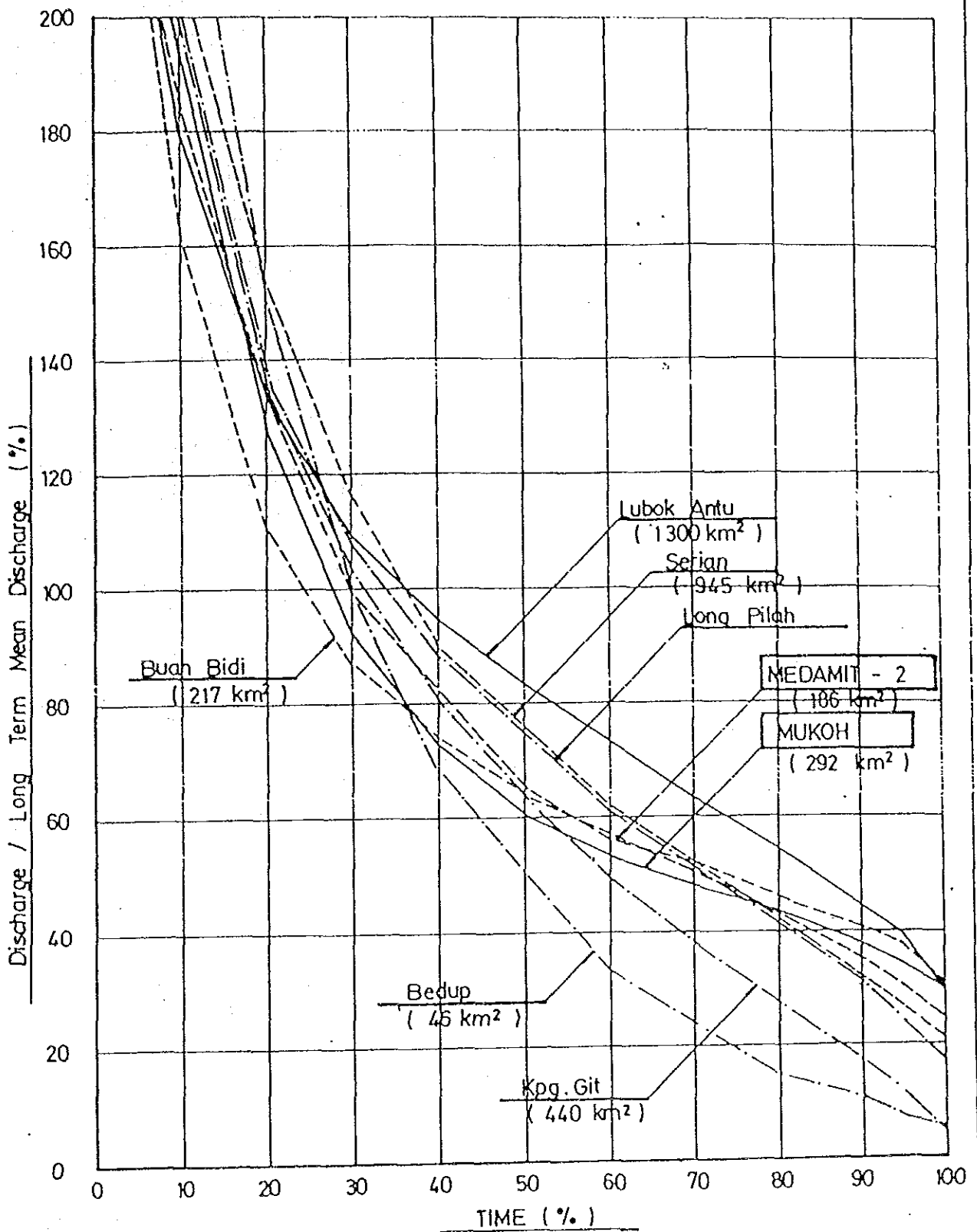


図 III - 31 比較的小流域における代表流量観測所の流況曲線

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

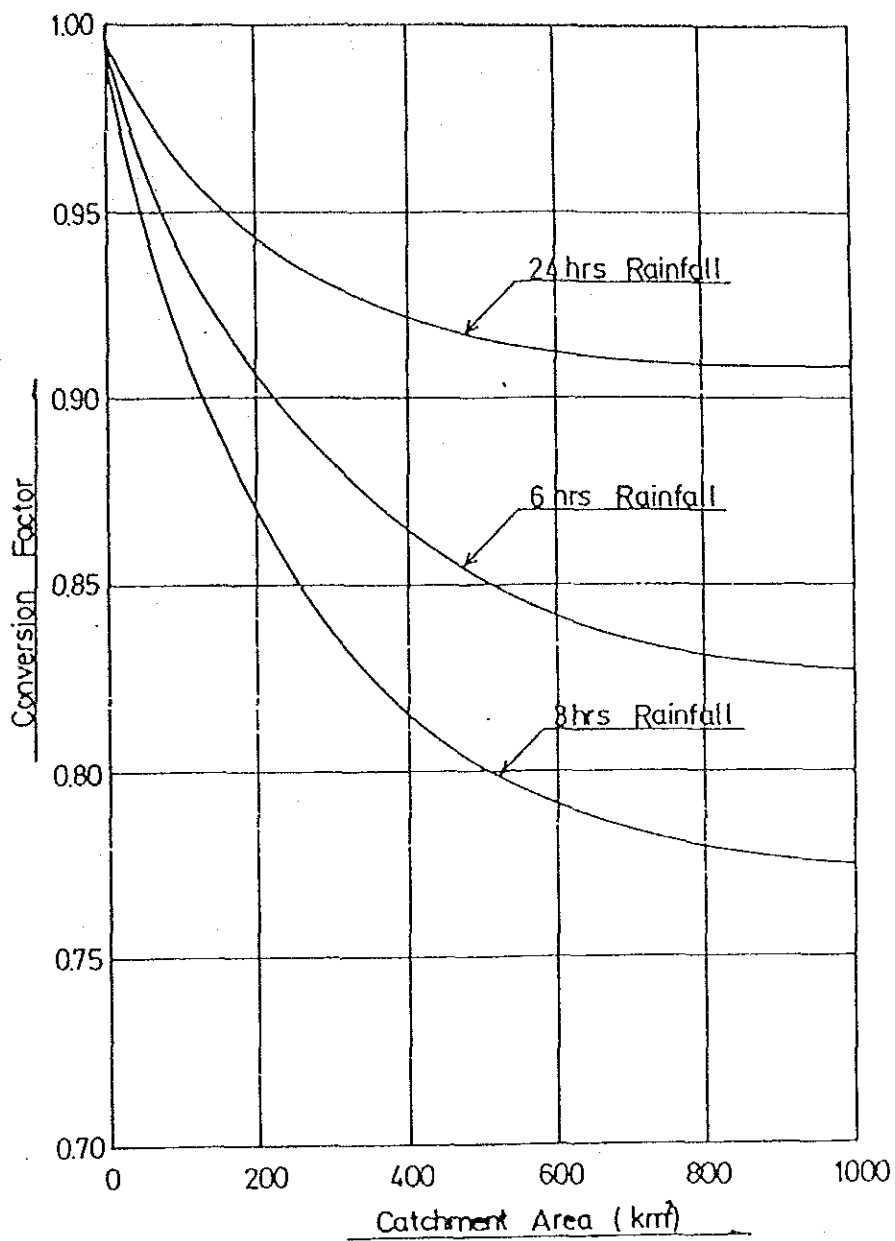


図 III - 32 流域平均雨量への変換係数

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

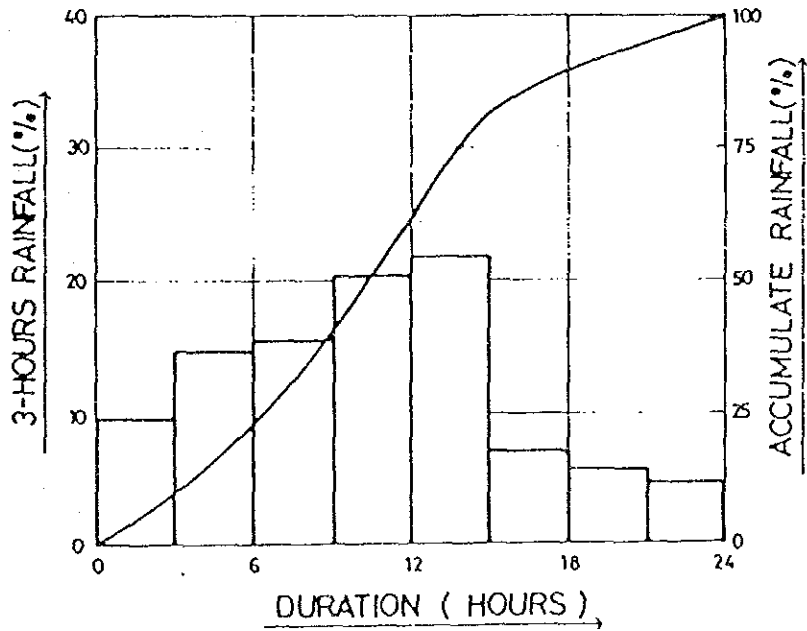
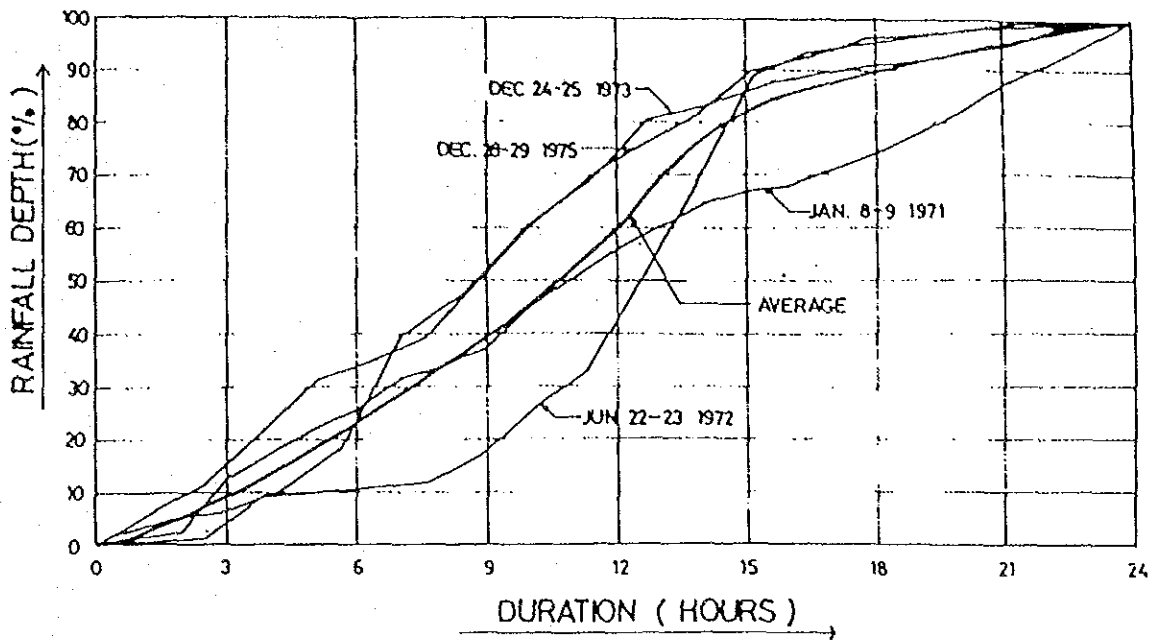


圖 III - 33 時間雨量分布曲線

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

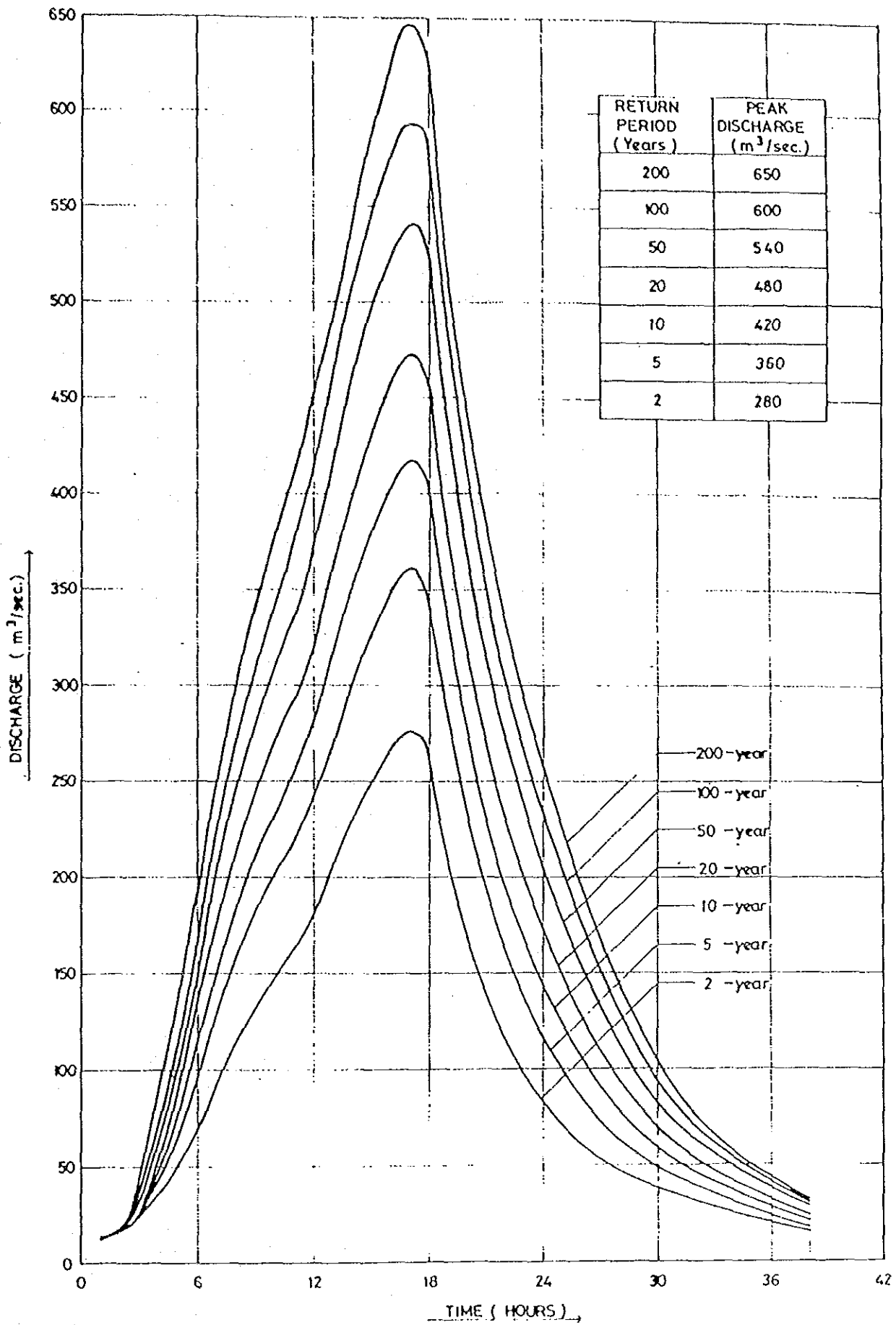


図 III - 34

取水口予定地点における確率洪水ハイドログラフ

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

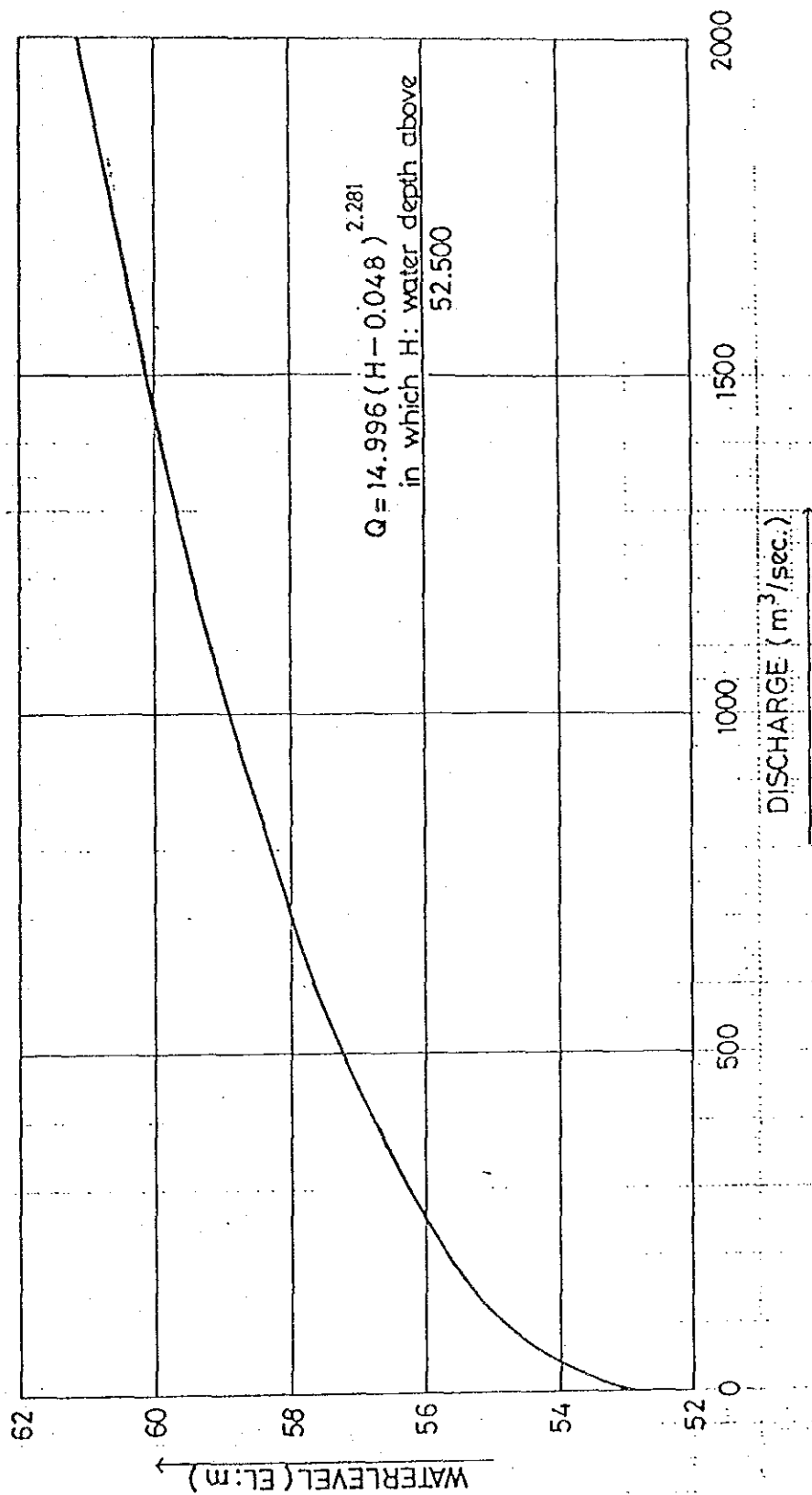


図 III - 35

発電所予定地点における水位流量曲線

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

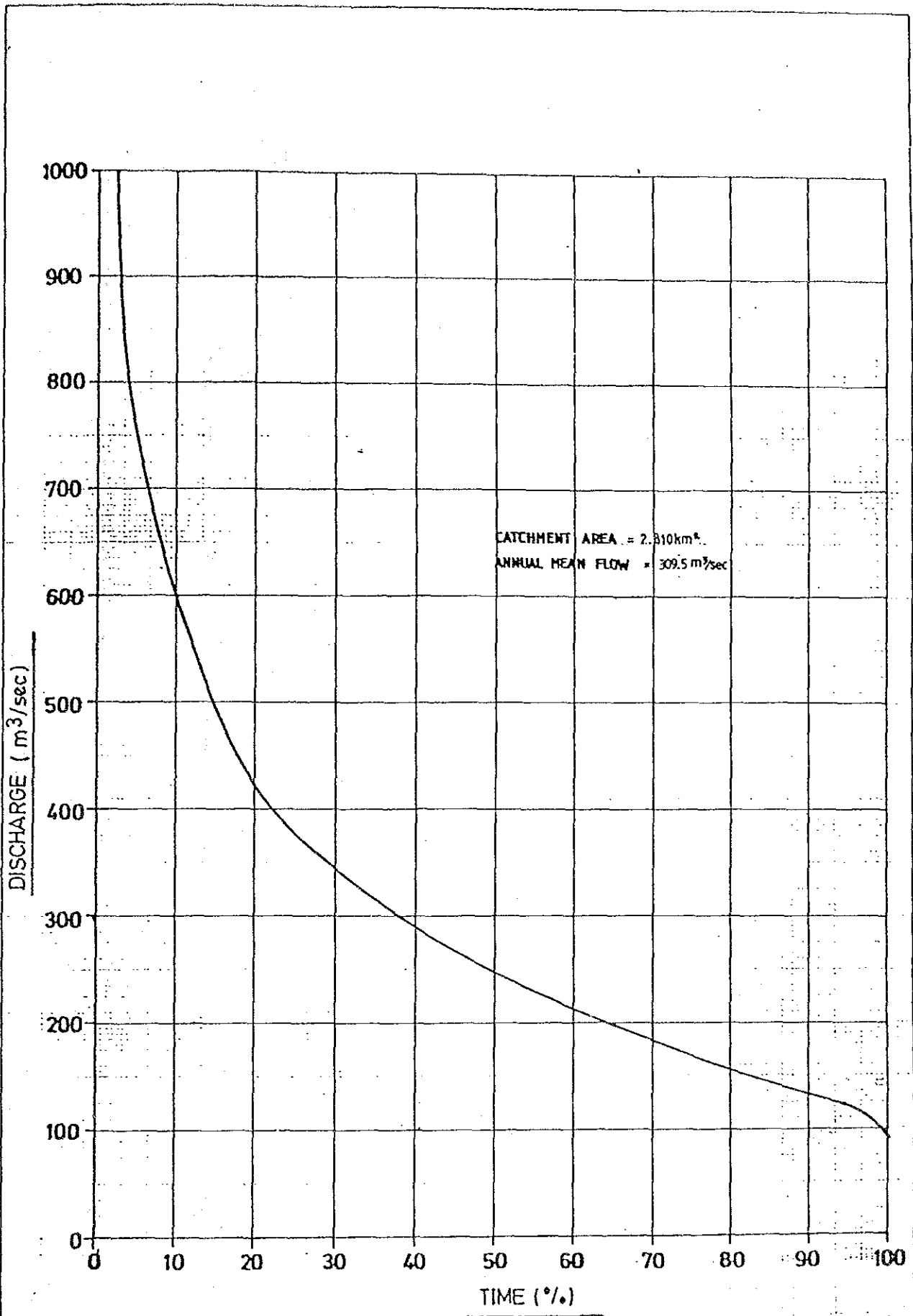


図 III - 36

ナンガ・ムダミットにおける平均流況曲線

GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

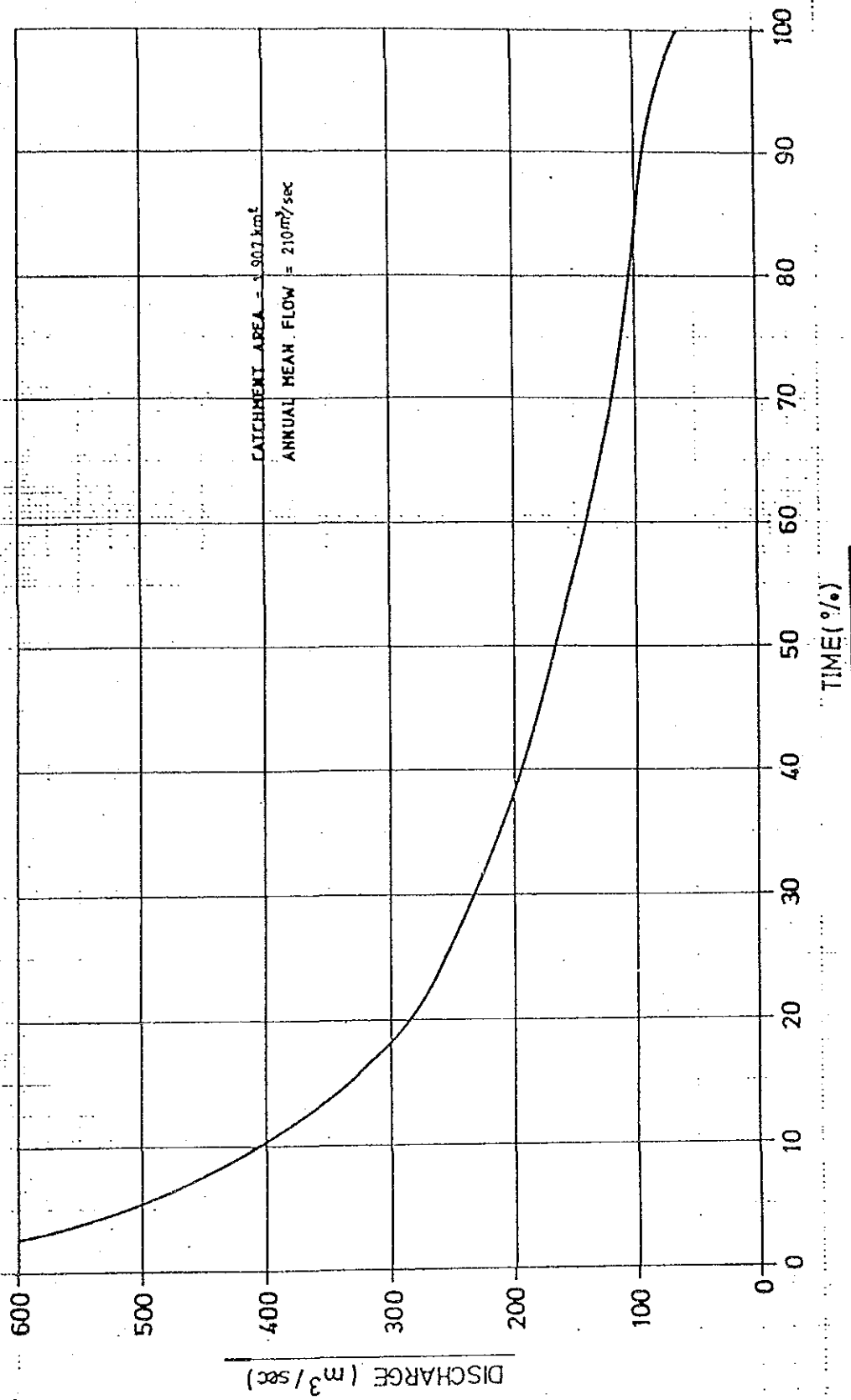


図 III - 37 発電所予定地点における平均流況曲線

GOVERNMENT OF MALAYSIA
FEASIBILITY STUDY
SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

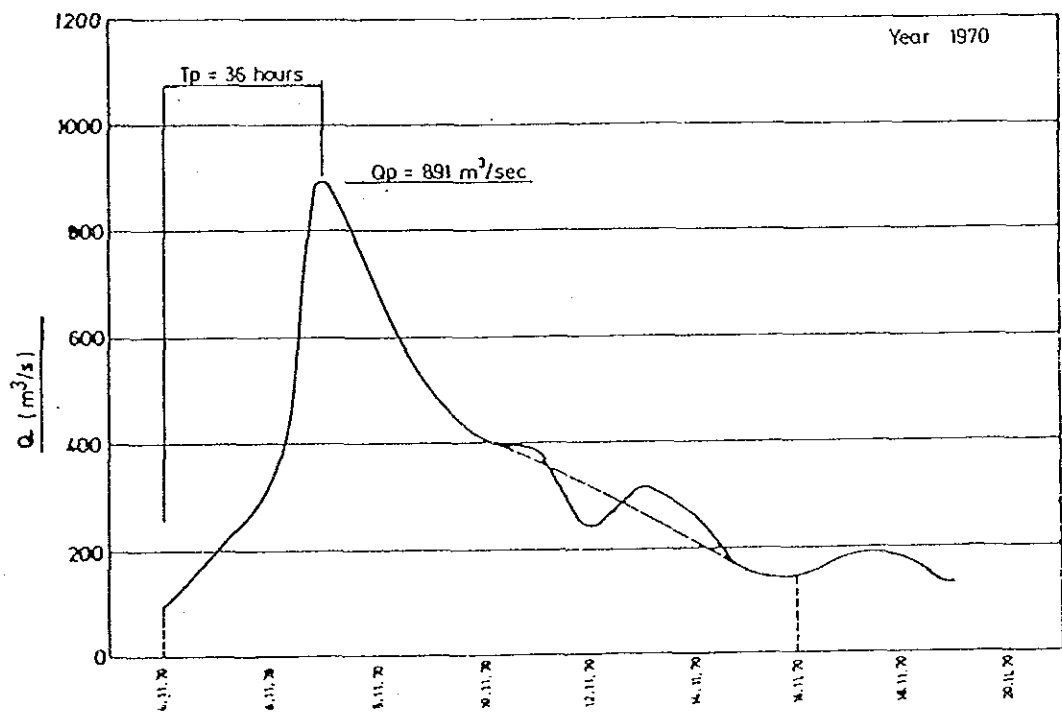
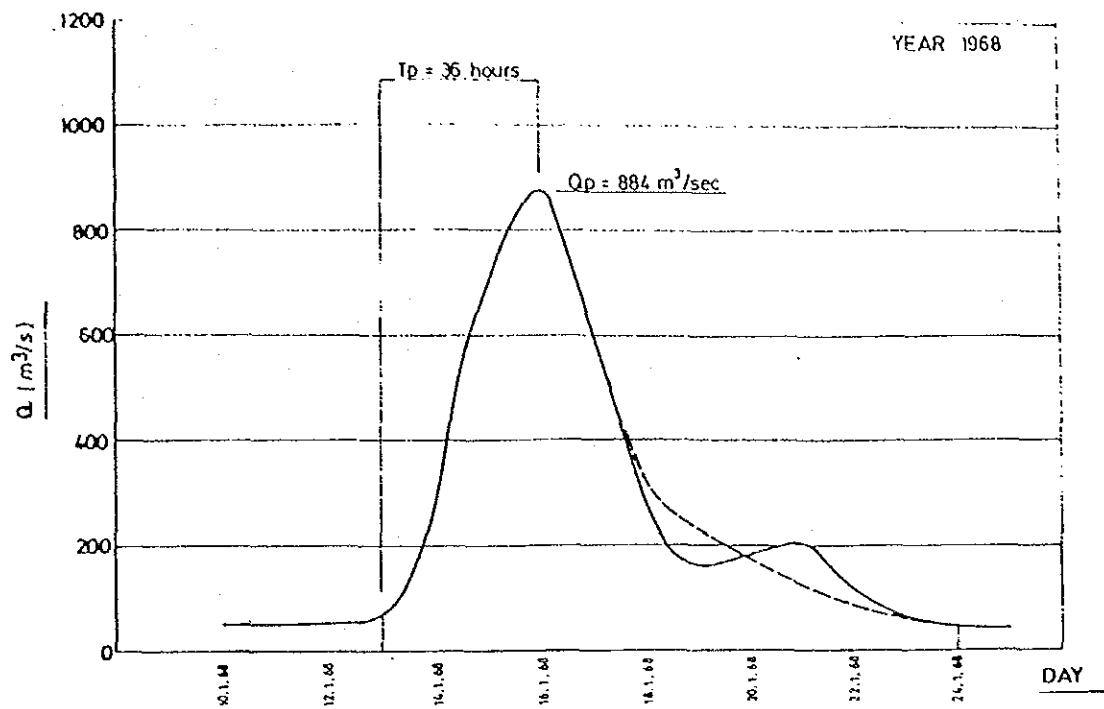


図 III-38 ナンガ・ムダミットにおける洪水ハイドログラフ(1)

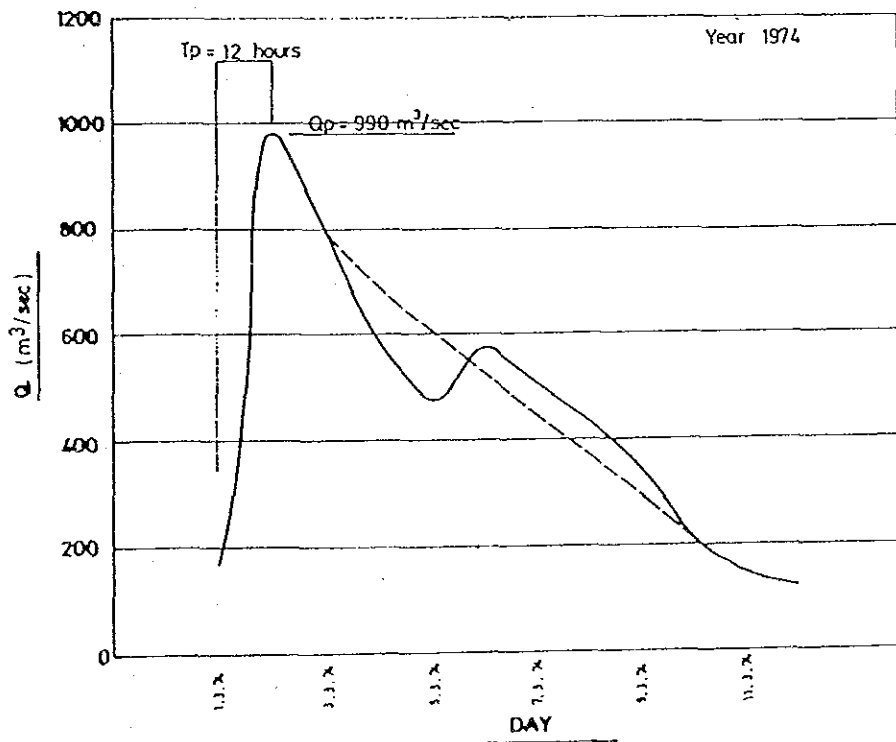
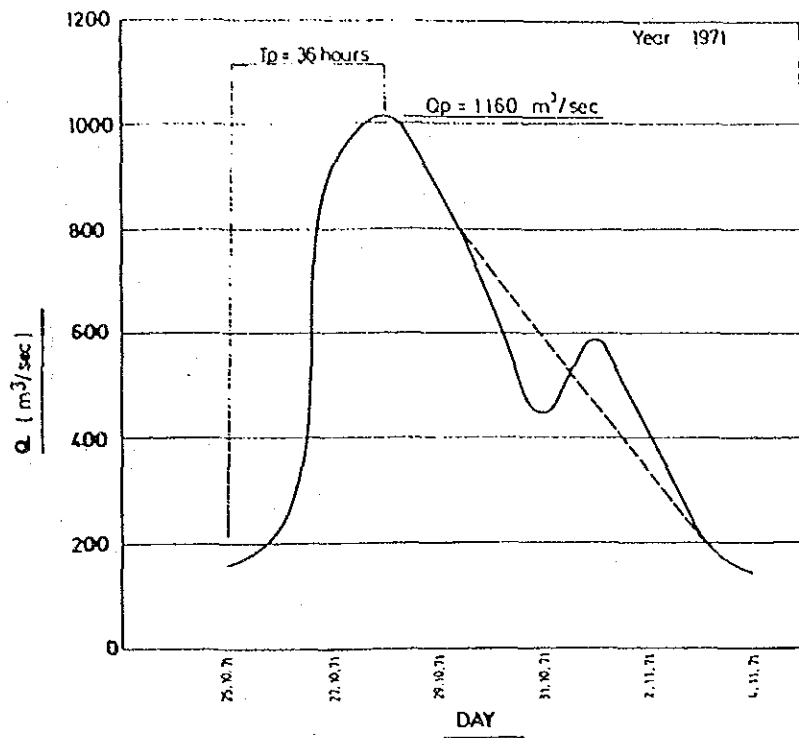


図 III-39 ナンガ・ムダミットにおける洪水ハイドログラフ(2)

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

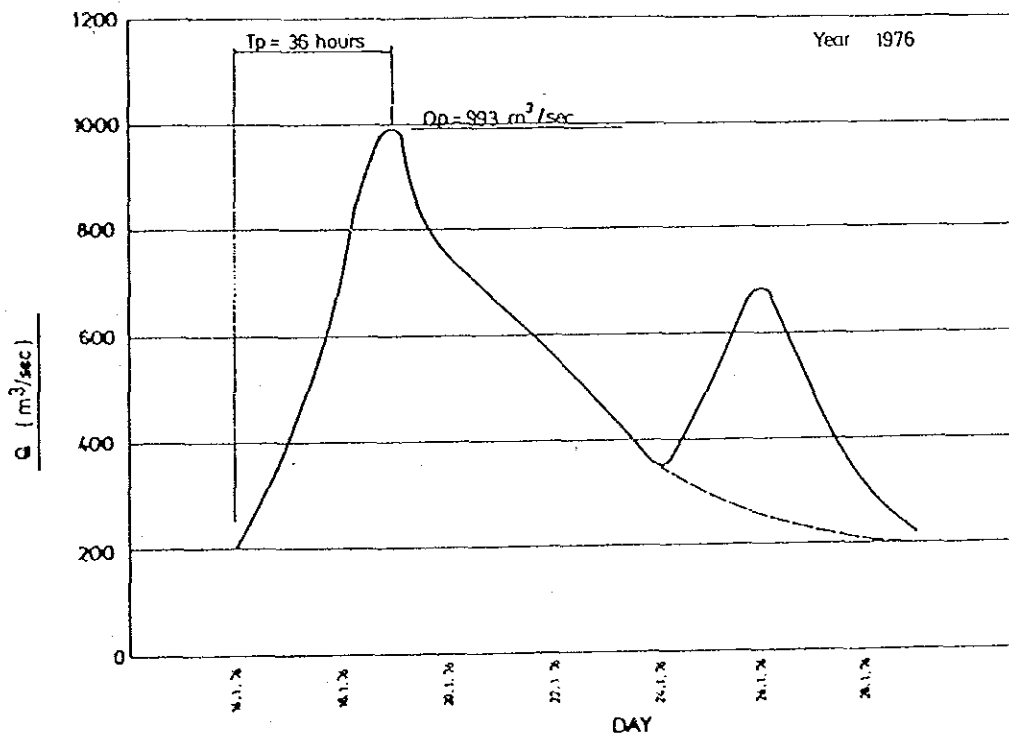
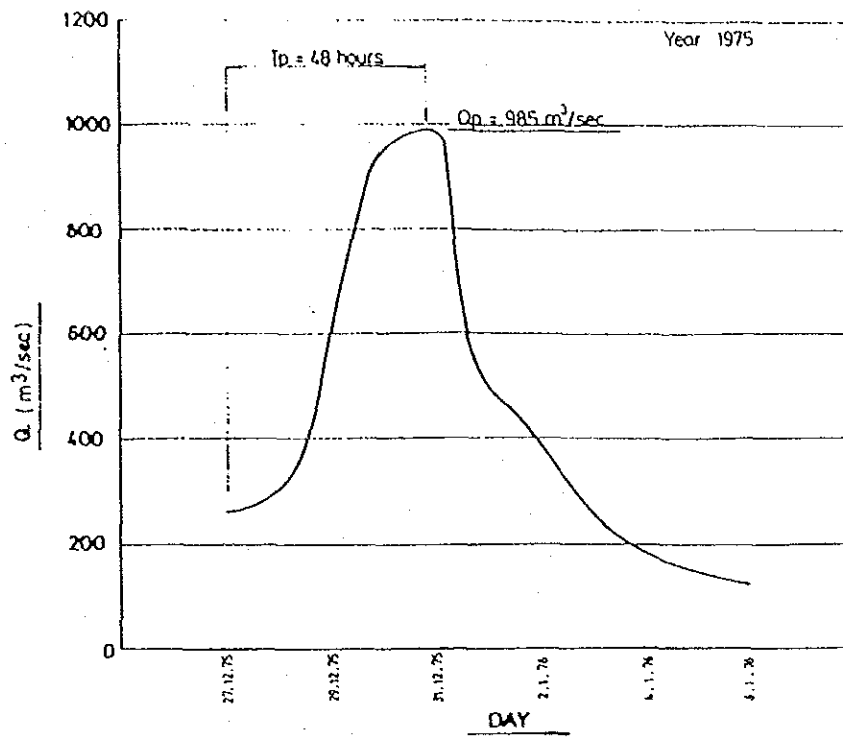


図 III-40 ナンガ・ムダミットにおける洪水ハイドログラフ(3)

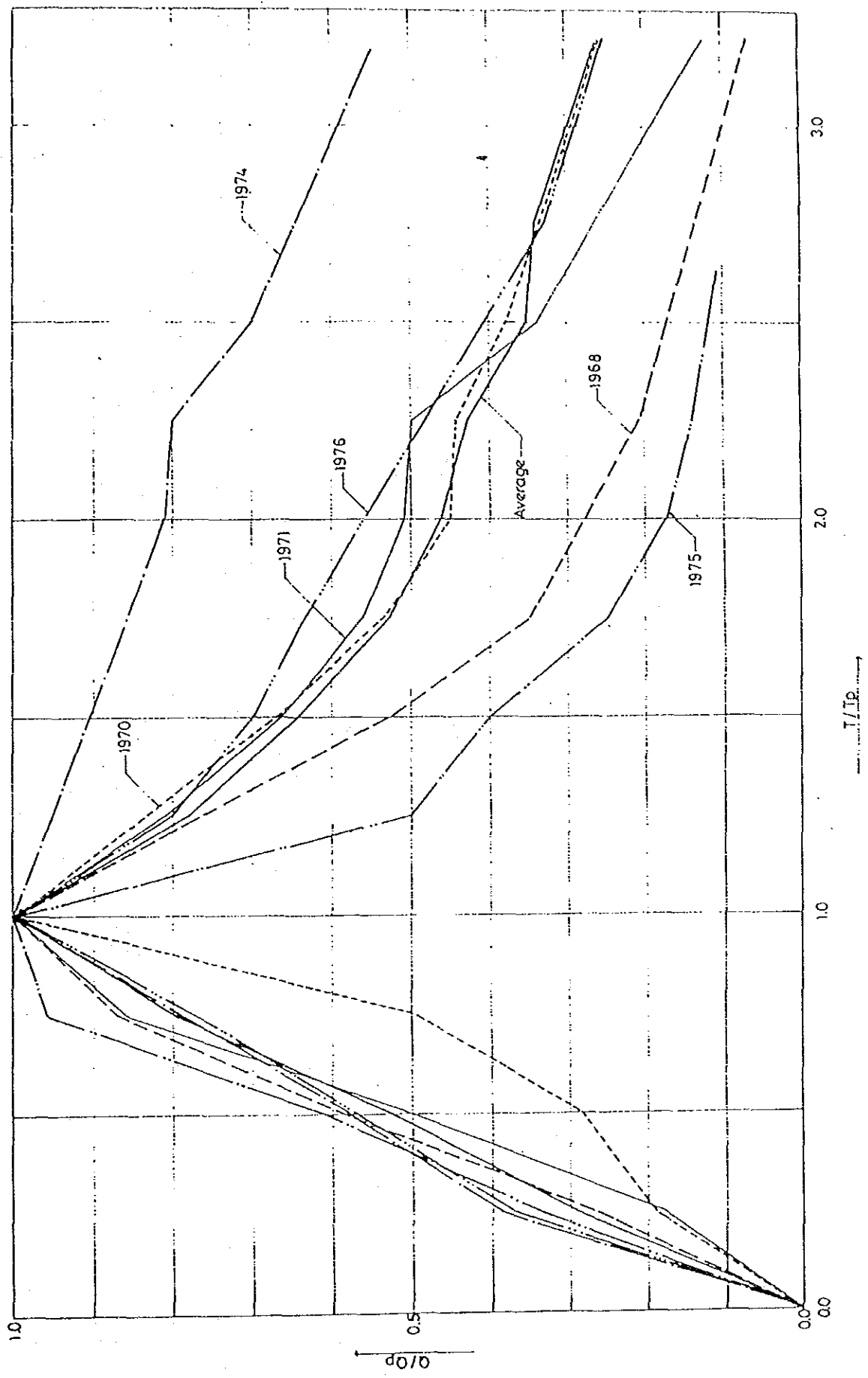


図 III - 41 無次元洪水ハイドログラフ

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

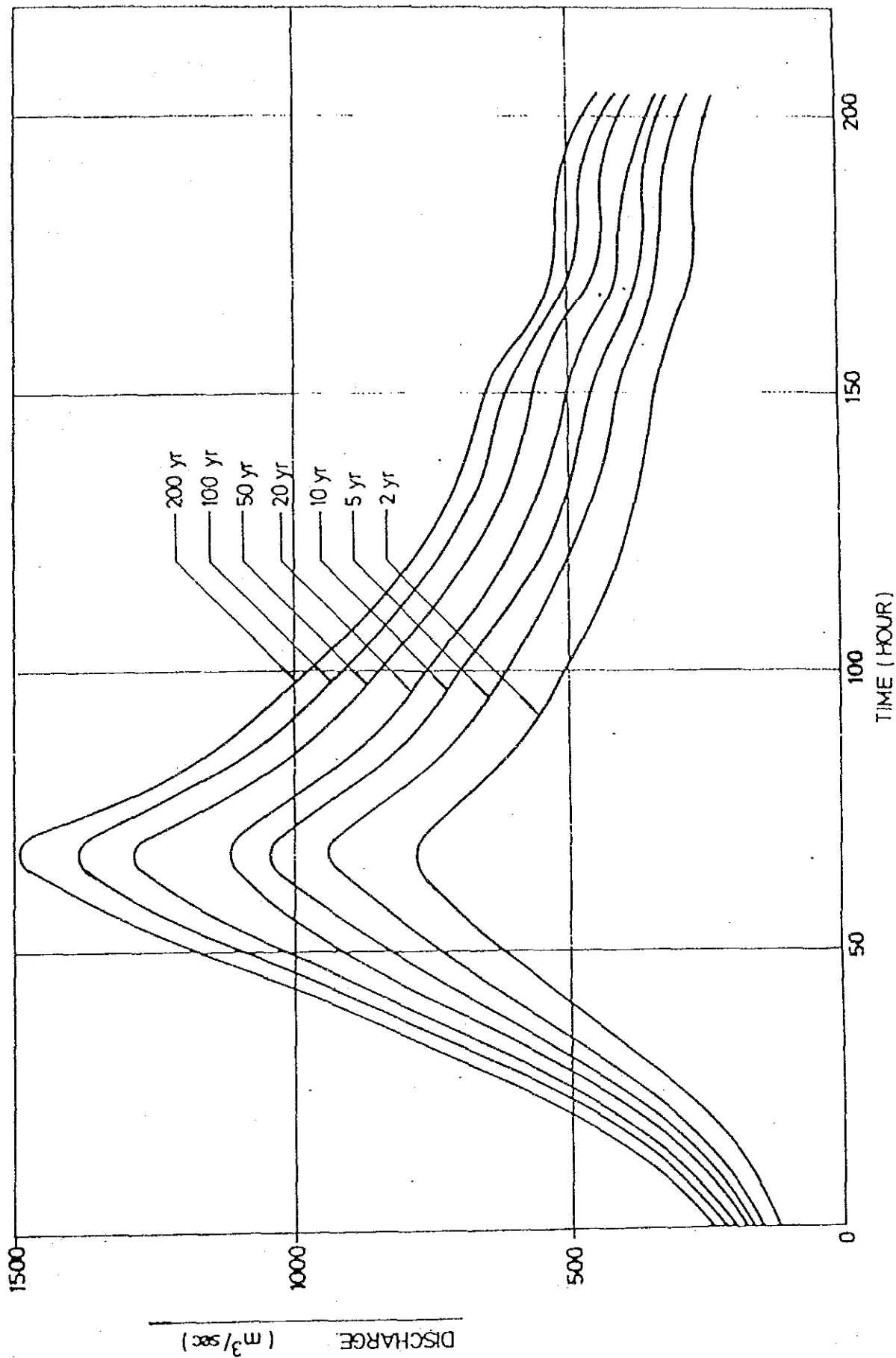


図 III - 42

発電所予定地点における確率洪水ハイドログラフ

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 FEASIBILITY STUDY
 SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER PROJECT IN SARAWAK
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

JICA