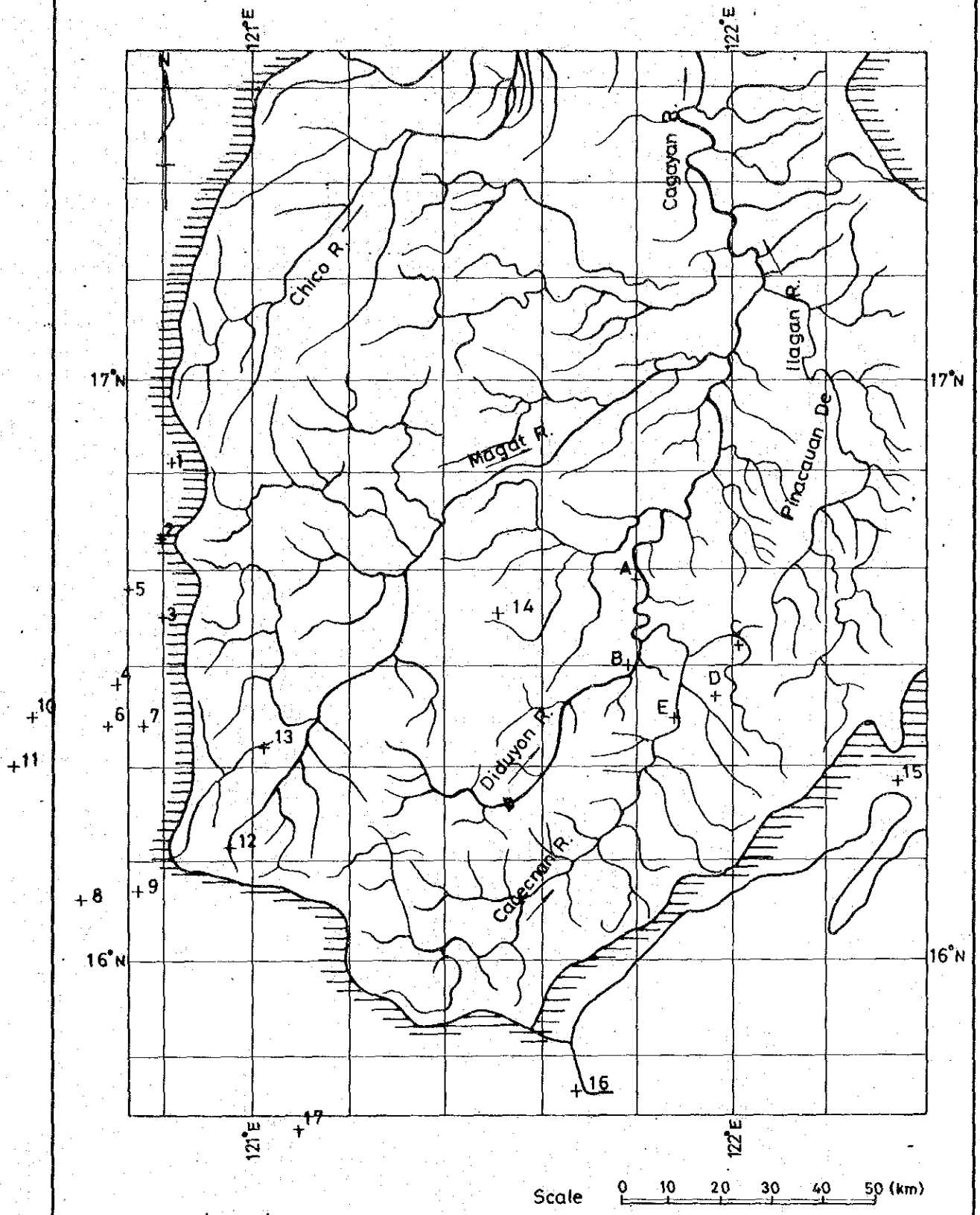
Table 2-5-2 Location of Existing Discharge Gauging Stations

Name of Station			C.A. (km^2)	Period of observation
A 1	Cagayan R.	Pangal, Echague, Isabela	4,244	1959 -
B 2	Addalam R.	Guinalvin, Aglipay, Nueva Viscaya	721	1965 -
C 3	Diduluan R.	Minuri, Jones, Isabela	272	1965 -
D 4	Dabubu R.	Dabubu, Pequino, San Agustin, Isabela	162	1965 -
E 5	Cagayan R.	Dipaddiw Maddela, Nueva Viscava	2,323	1968 -

Table 2-5-3 List of Gauging Stations Newly Established for the Diduyon Project

Name			Approx. EL	Description of site	Item of Observation	Equipment/ Instruments	Observation Frequency	Start of Observation
Meteorological Gauging Stations								
1 KASIBU	A	16°18.96'N 121°17.50'E	701m	Near Mun. Hall, 500m NW of town hall	Rainfall intensity	8"W.B. STD	Twice daily	7-29-1978
	B	16°18.92'N 121°17.64'E	685m	10m from weather obsr. house, fenced	- do -	Leopold Steven, Auto Rainfall, RFC	Continuous	8-09-1978
2 KAMAMASI		16°15.95'N 121°25.35'E	639m	Beside observer's house, on top of tree	- do -	8" W.B. STD	Twice daily	7-19-1978
3 ALAYAN		16°18.64'N 121°24.00'E	653m	At center of rice fields	- do -	- do -	- do -	8-10-1978
4 PACKET (SIGUEM)		16°16.60'N 121°20.25'E	640m	5m NW from observer's house	- do -	- do -	- do -	8-09-1978
5 BIYOY		16°14.50'N 121°24.30'E	623m	10m NW from observer's house	- do -	- do -	- do -	9-04-1978
6 PAPALONGAN		16°15.70'N 121°27.26'E	645m	Near Consultant's bunkhouse, 200m W of house	Wind direction -velocity	SIAP Auto recorder	Continuous	6-22-1979
Discharge Gauging Stations								
	A	16°15.84'N 121°26.30'E	563m	Staff gauge nailed to wooden frame support of auto. W.L. recorder	Water level	Wooden staff gauge	Twice daily	7-20-1978
	B	- do -	-do-	Beside big tree river bank (right side)	- do -	Leopold Auto W.L.recorder	Continuous	9-05-1979
2 AGLIPAY		16°28.62'N 121°37.91'E	95m	Staff gauge bolted to rock at river bank	- do -	Wooden staff gauge	Twice daily	8-26-1979

Distribution of Rainfall / Discharge Gauging Stations

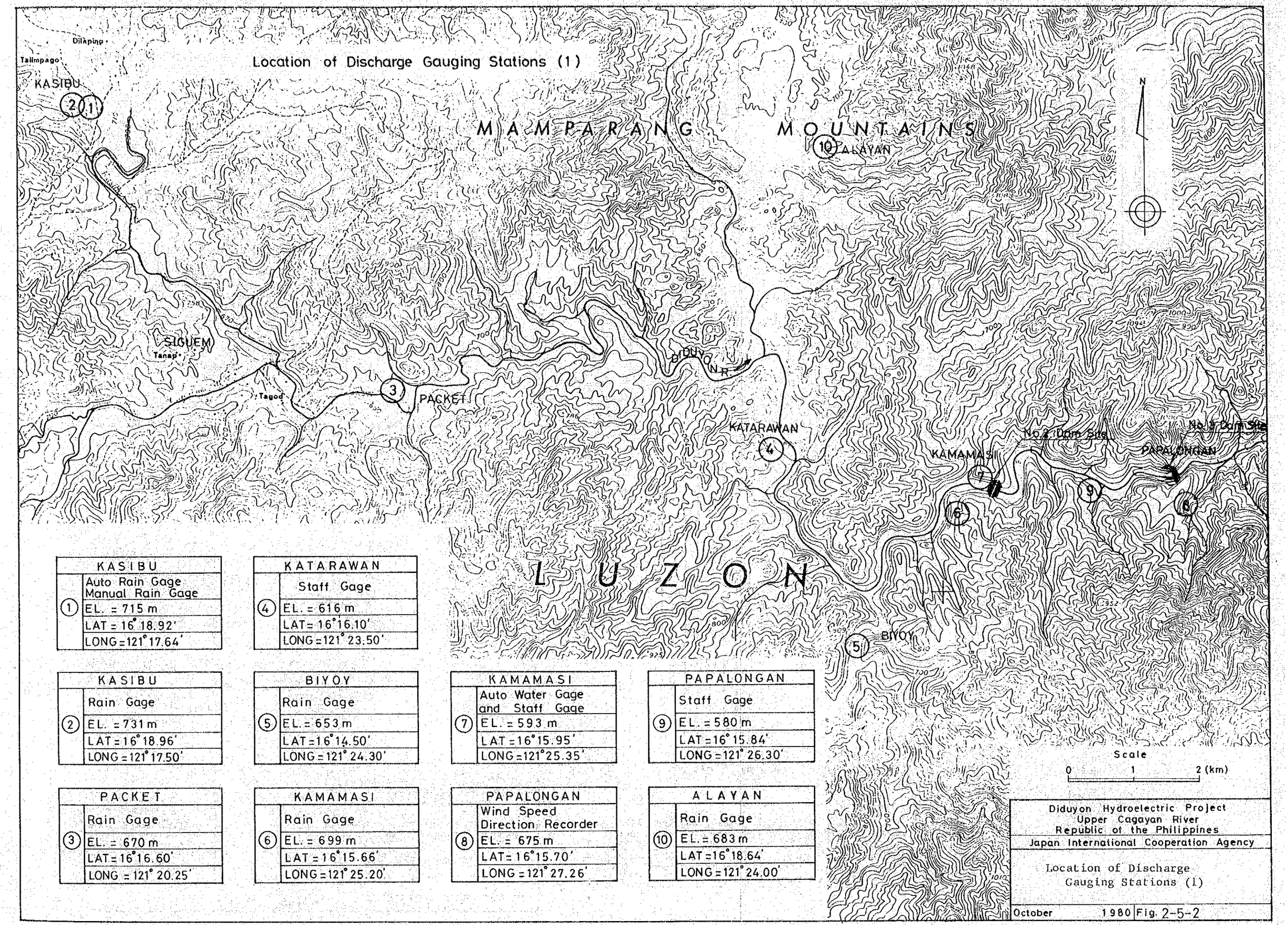


Legend

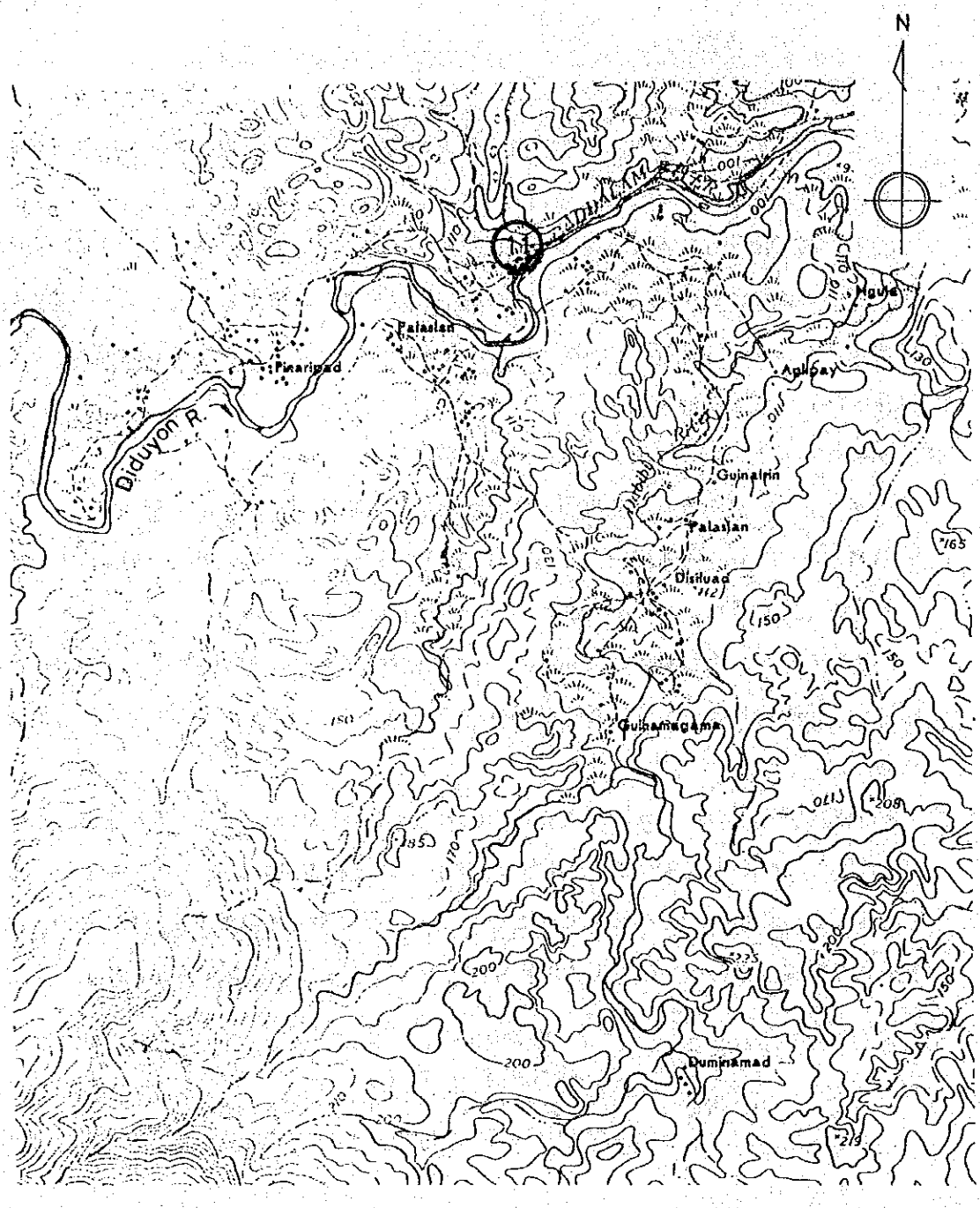
+1 ~ +17 ---- Rainfall gauging station

+A ~ +E ---- Discharge gauging station

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Distribution of Rainfall/Discharge Gauging Stations
October 1980 Fig. 2-5-1


Location of Discharge Gauging Stations (1)
MAMPARANG MOUNTAINS
LUZON
KASIBU
Dilaping
Talimpago
SIGUEM
Tanap
Tagod
PACKET
DIDUYON R.
KATARAWAN
KAMAMASI
No.2 Dam Site
No.3 Dam Site
PAPALONGAN
ALAYAN
BIYOY
N
Scale
0 1 2 (km)
KASIBU
① Auto Rain Gage Manual Rain Gage
EL. = 715 m
LAT = 16°18.92'
LONG = 121°17.64'
KATARAWAN
④ Staff Gage
EL. = 616 m
LAT = 16°16.10'
LONG = 121°23.50'
KASIBU
② Rain Gage
EL. = 731 m
LAT = 16°18.96'
LONG = 121°17.50'
BIYOY
⑤ Rain Gage
EL. = 653 m
LAT = 16°14.50'
LONG = 121°24.30'
KAMAMASI
⑦ Auto Water Gage and Staff Gage
EL. = 593 m
LAT = 16°15.95'
LONG = 121°25.35'
PAPALONGAN
⑨ Staff Gage
EL. = 580 m
LAT = 16°15.84'
LONG = 121°26.30'
PACKET
③ Rain Gage
EL. = 670 m
LAT = 16°16.60'
LONG = 121°20.25'
KAMAMASI
⑥ Rain Gage
EL. = 699 m
LAT = 16°15.66'
LONG = 121°25.20'
PAPALONGAN
⑧ Wind Speed Direction Recorder
EL. = 675 m
LAT = 16°15.70'
LONG = 121°27.26'
ALAYAN
⑩ Rain Gage
EL. = 683 m
LAT = 16°18.64'
LONG = 121°24.00'
Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Location of Discharge Gauging Stations (1)
October 1980 Fig. 2-5-2

Location of Discharge Gauging Stations (2)



AGLIPAY, QUIRINO	
(11)	U.P.C Staff Gage
	EL. = 95m
	LAT = 16° 28.62'
	LONG = 121° 37.91'

Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

Location of Discharge Gauging Stations (2)

October 1980 Fig. 2-5-3

2－5－3　高水流量

(1)　概　要

ダムの設計に当たっては、ダム洪水吐と建設期間中の仮排水路の計画に必要な計画洪水流量を算定する必要がある。

ダムの形式により、洪水吐については２００年確率、またはその1.2倍の洪水流量を、また仮排水路については２年以上２０年確率洪水流量を採用するものとする。既往洪水実測値およびKinematic Wave法による降雨からの流出ハイドログラフの検討によって高水流量を推定した結果を次に記す。

(2)　カガヤン川全流域の実測洪水流量からの推定

カガヤン川流域の各河川で実測された洪水ピーク流量を表２－５－４に示す。表中の２３地点は、いずれも流域面積が１００km^2以上の地点だけを選び、最小１６２km^2、最大6,２６６km^2である。資料年数は２～２５年間で、１９６５年現在の資料である。

これらの値から流域面積Ａ（km^2）に対する比流量ｑ（m^3／ｓ／km^2）の関係を$q = C \cdot A^P$の形で近似し、包絡線となるような常数Ｃ，Ｐを定めると、$q = 137A^{-0.41}$が得られる（図２－５－４）。

本計画地点下流のパンガル測水所（C.A.＝4,２４４km^2）における１９５９年から１９７０年の１２年間にわたる年最大ピーク流量は、ＢＰＷの流量資料によると表２－５－５のとおりである。この値を用いて再帰年Ｔ＝２年～２００年に対する確率洪水流量を積率法による対数正規分布法とグンベル法による極値分布式で求めると、下の値を得る（図２－５－５）。

再帰年 T（年）	確率洪水流量 対数正規分布 Q_P（m^3／ｓ）	グンベル分布 Q_P（m^3／ｓ）
1,０００		４０,４００
２００	２７,５００	３２,２００
１００	２４,５００	２８,６００
２０	１７,６００	２０,３００
１０	１４,５００	１６,６００
２	6,７００	7,０００

この値はC.A.＝4,２４４km^2に対する値であるから、これを任意の流域面積をもつ地点の確率洪水流量に換算する必要がある。洪水の比流量ｑ（m^3／ｓ／km^2）と流域面積Ａ（km^2）の間にク

リーガー式 $q = C \cdot A^P$ の形を想定する。ここでPの値として、カガヤン川流域の２３地点で実測された洪水ピーク値から算出された値 $P = -0.41$ を用いることとし、上記で求めた Q_P から各再帰年Tに対応するCの値 C_T を下表のように求める。Q_P の値としては、安全側をとりグンベル分布による値を用いる。

T（年）	Q_{PT}（m^3/S）	$qPT = Q_{PT}/A$（m^3/s）	$C_T = qPT/A^{-0.41}$（m^3/s）
1,000	40,400	9,519	292
200	32,200	7,587	233
100	28,600	6,739	207
20	20,300	4,783	147
10	16,600	3,911	120
2	7,000	1,649	51

この C_T を用いて№２ダムサイト（C.A.＝４６２km^2）と№３ダムサイト（C.A.＝４７７km^2）の各再帰年に対する確率洪水流量を求めると表２－５－６のようになり、２００年確率洪水流量は№３ダムサイト（コンクリート重力式ダム）で8,900m^3/s、№２ダムサイト（ロックフィルダム）で10,500m^3/sとなる。

(3) 降雨量からの推定

通常、検討地点の流出解析を行うためには、対象流域を代表するハイエトグラフとこれに対応するハイドログラフの実測値を必要とする。

すなわち代表的な数個の実測ハイエトグラフとハイドログラフに基づいて流域の流出特性を示す諸常数を定め、これを用いて計画降雨に対応する計画洪水流量を求めることができる。今回検討の対象とするカガヤン川上流域については、まだ観測設備と実測資料が整っていないため、引用すべき実測雨量記録がない。また、下流のパンガル測水所においても、観測は量水標の定時読み取りだけで、洪水時ハイドログラフの資料がない。したがって、今回の推定にあたっては、流出解析に必要な常数は、既往の検討から経験的に認められる平均的な値を（実測値から検証することとなしに）用い、降雨については次のような方法による。

i) 流域近傍の観測所における長期間の資料がないため、フィリピン共和国全土を対象として整理された２８年間の年最大日雨量値を基礎資料として用いる。

ii) バギオ市で観測されたハイエトグラフの中から最大値を与える１９６７年１０月１６－１７

日の雨量実測値を用いて検証する。

これらの方法は、少なくともこの地点に対し十分に安全側すなわち大き目の高水流量を与えるはずであるから、ダムの洪水量検討という目的に合う方法と言えよう。

1) 流出解析の方法

流域降雨量から流出量を算定する流出解析法としては、単位図法を初め種々の手法が試みられている。ここでは流域の地形特性をモデル化して、直接計算に組み入れることのできるKinematic Wave 法により流出計算を行う。この方法は、流域を幾つかの矩形斜面と流路の組合せとみなし、これら斜面他流路における雨水流下現象を水の運動方程式と連続方程式により水理学的に追跡するものであり、基礎式は次のとおり。

河道に対し；

$$Q = AR^{2/3}\ j^{1/2}/n \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q(t) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

流域斜面に対し；

$$h = K \cdot q^{P} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = \alpha r_e \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

ただし　j；水面勾配　　h；水深

A；流水断面積　　Q；河道流量

n：マニングの粗度係数　　q：斜面単位流量

r_e：有効雨量　　$K = (N/\sqrt{\sin\theta})^{P}$, $P = 3/5$

α：単位変換の定数　　N：等価粗度

θ：斜面傾斜角度

(1)、(2)、(3)、(4)式を連立して数値積分すれば解が得られる。実際計算では、上式中の斜面の等価粗度Nと、有効雨量r_eの取り方が問題であり、流域ごとに実測値から求めるべきであるが、今回の計算では経験的な値としてN＝1.0を用い、また、有効雨量については簡単なため合理式における山地河川の流出係数を考慮して、実降雨量の７０％が有効降雨であると仮定する。流域の地形は1/250,000 地形図と1/50,000 地形図を基にしてモデル化を行った。図２－５－６に流域内地形モデルと常数を示す。

2) 流域近傍日降雨量による流出解析

a) 日 降 雨 量

１９４８年から１９７５年の２８年間にわたってフィリピンを襲った１１２コの台風（サイ

クロン）のうち、年最大24時間雨量をもたらした28コについて、24時間雨量と観測地点を表2－5－7に示す。この表からわかるように、28年間のうち、カガヤン上流域西方100kmのバギオ市における降雨量の最大となっている年が9年間含まれており、しかもそのうち5コは上位7位以内にはいっていることから、フィリピン共和国全土を対象とした本資料をカガヤン川上流域の確率降雨量算定の基礎資料として用いた場合、大き目に出るきらいはあるとしても、妥当性がないとは言えない。この28コの資料から再帰年T＝2～200年に対する確率日降雨量をグンベル法による極値分布式で求めると次のようになる。

再帰年 T（年）	確率日降雨量 R_{24}（mm/24hr）
200	1,345
100	1,212
20	901
10	763
2	404

b）ハイエトグラフ

上表で求めた200年確率日雨量を基にして洪水波形算定に必要な降雨波形を合成した結果（図2－5－7）を用い、3通りのパターンについて流出計算を行う。降雨波形の合成に際して採用した仮定と条件は下のとおり。

(i) 降雨波形の単位時間は、洪水ピークの到達時間以内とする。二、三の試算結果から、6時間に選ぶ。

(ii) 日雨量から6時間単位の雨量強度への換算には、一般に知られている降雨の継続時間T（hr）と総雨量の関係式$R=\alpha T^{\beta}$を用いる。係数βについてはカガヤン川支流チコ川流域の実測記録値から得られる値$\beta=1/2$を用いる（チコ川計画資料による）。このとき$\alpha=R_{24}/24^{1/2}$で求められる。

(iii) 降雨の継続時間は48時間とし、安全側をとって前期降雨があったのち後半の24時間内で降雨のピークが来るようなハイエトグラフを作成する。

(iv) 先に求めた確率日雨量は点降雨量であり、流域平均雨量への換算はLower Aqno Report資料から作成した図2－5－8のDepth—Area—Duration Curveによる。

計算結果は、ハイエトグラフの形状による洪水ピーク値Qp の差異は顕著でなく、ディドヨン№3ダムサイトで8,652㎥/sの値を得る。このハイエトーハイドログラフを図2－5－9に、また、№2ダムサイトのハイエトーハイドログラフを図2－5－10に示す。

3) バギオ市豪雨記録による流出解析

バギオ市観測所から過去に観測された降雨量の資料（6時間ごとの降雨記録）をNPCから入手した。それによると表2－5－8に示す期間に降雨の最大値があり、このハイエトグラフを各日で示すと図2－5－11のとおりである。一般に言われているように1967年10月16日と17日の2日間の資料（1日最大降雨量1,216㎜）が極値を与えるので、これを基にして検討を進め、条件については既述の流域近傍日降雨量による流出解析と同様にして検討した。

このようにしてディドヨン地点の№2、№3の両ダムサイトについて求めたハイドログラフを図2－5－12に示す。№3ダムサイトでは6,753㎥/secの値が得られた。

(4) 計画洪水流量

以上のように所要の再帰年に対する確率洪水流量をカガヤン川流域の既往実測洪水流量から算出し、またこれとは別個に降雨量から流域の流出量を流出解析により求めた。その結果を整理すると次の表のとおりである。

なお、今までにダムサイトで実測された日最大流量は614㎥/secである。

ディドヨンダムサイト200年確率洪水流量（㎥/sec）

ダムサイト（ダム形式）	カガヤン川全流域のピーク洪水量からの推定	降雨量からの推定	
		200年降雨量からの推定	バギオ豪雨からの推定
№2ダムサイト（フィルダム）	10,500	10,100	7,900
№3ダムサイト（コンクリート重力ダム）	8,900	8,652	6,753

コンクリートダムでは一般に設計洪水量として２００年確率洪水量が用いられている。上表に見られるとおり、周辺河川のピーク洪水量を整理して得られた値と、降雨による流出解析によって得られた値の間には、基本的に矛盾はなく、両者はよく合っていると見なし得る。したがって、ディドヨンダム洪水吐の設計に使用する高水流量として、上記計算値のうちの最大値として№３ダムサイト（コンクリートダム）で8,900㎥/s、№２ダムサイト（フィルダム）で10,500㎥/sの値を採用する。フィルダムの場合はコンクリートダムの２０％増しの高水量が採用されている。

図２－５－１３は、カガヤン川流域における既往実測洪水についての比流量(q)と流域面積(A)についての包絡線、再帰年２～1,000年についてのq～A、および近傍の他プロジェクトでの計画値を参考として示したものであり、また、台風と流出量については、図２－５－14にパンガル地点との相関を同じく参考として示す。

Table 2-5-4

Observed Peak Flows in Cagayan River Basion

No.	River	Station	Drinage Area (km^2)	Maximum Discharge (m^3/sec)	Specific Discharge ($m^3/sec/km^2$)	Period of Observation	Number of Year
1	Cagayan	Dippaddiw	2,323	13,071	5.626	1959-65	7
2	Dabubu	Dabubupequino	162	344	2.123	64-65	2
3	Oibulan	Minuri	272	666	2.448	64-65	2
4	Addalam	Guinalvin	721	1,420	1.969	64-65	2
5	Diadi	Cabulay	196	663	3.382	55-65	11
6	Cagayan	Pangal	4,244	17,550	4.135	58-65	8
7	"	Palattao	6,266	8,063	1.286	61-65	5
8	Matuno	Bante	558	790	1.415	56-65	10
9	Magat	Bats	1,784	1,540	0.863	58-65	8
10	Ibulad	Hap io	606	645	0.899	64-65	2
11	Magat	Oscariz	4,150	6,795	1.637	41-65	25
12	Taotao	Caipilan	430	531	1.234	55-65	11
13	Pin. De. Ilagan	Mananga	1,565	1,800	1.150	64-65	2
14	Casile Creek	Casile	195	241	1.235	49-65	17
15	Siffu	Munoz	686	997	1.453	48-65	18
16	Pin. De. Tumauni	Antagan	170	1,004	5.905	64-65	2
17	Pinacauan	Larionalts	655	2,775	4.236	55-65	11
18	Pangul	Pangul	312	4,014	12.865	55-65	11
19	Paret	Calantac	907	2,476	2.729	57-65	9
20	Chico	Pasonglao	1,987	4,040	2.033	63-65	3
21	Matalag	Escolta	655	1,195	1.824	64-65	2
22	Dummon	Calaoagan	308	1,238	4.019	64-65	2
23	Sinunouogan	Simay	189	1,265	6.693	59-65	7

Source : Technical Series No. 18
Envelope Curve for Peak
Discharges in the Republic
of the Philippines
Jan., 1973

Table 2-5-5

Annual Maximum Discharge
at Pangal (C.A. = 4,244 km^2)

Year	Discharge (m^3/sec.)
1959	17,550
60	4,810
61	5,270
62	7,560
63	6,790
64	4,300
65	1,460
66	12,320
67	16,010
68	5,030
69	1,460
70	9,710

Source: Chico River

Hydrology Report No. 2
Flood Studies
Feb., 1975

Table 2-5-6 Design Flood Discharge

T year	Diduyon No. 2			Diduyon No.3		
	Specific Discharge ($m^3/s/km^2$)	Flood Discharge (m^3/s)		Specific Discharge ($m^3/s/km^2$)	Flood Discharge (m^3/s)	
		100%	120%		100%	120%
1,000	23.60	10,900	13,100	23.29	11,100	13,300
200	18.83	8,700	10,500	18.59	8,900	10,700
100	16.73	7,700	9,300	16.51	7,900	9,500
20	11.88	5,500	6,600	11.73	5,600	6,700
2	4.12	1,900	2,300	4.07	1,900	2,300

Table 2-5-7 Annual Highest 24-hr Rainfalls

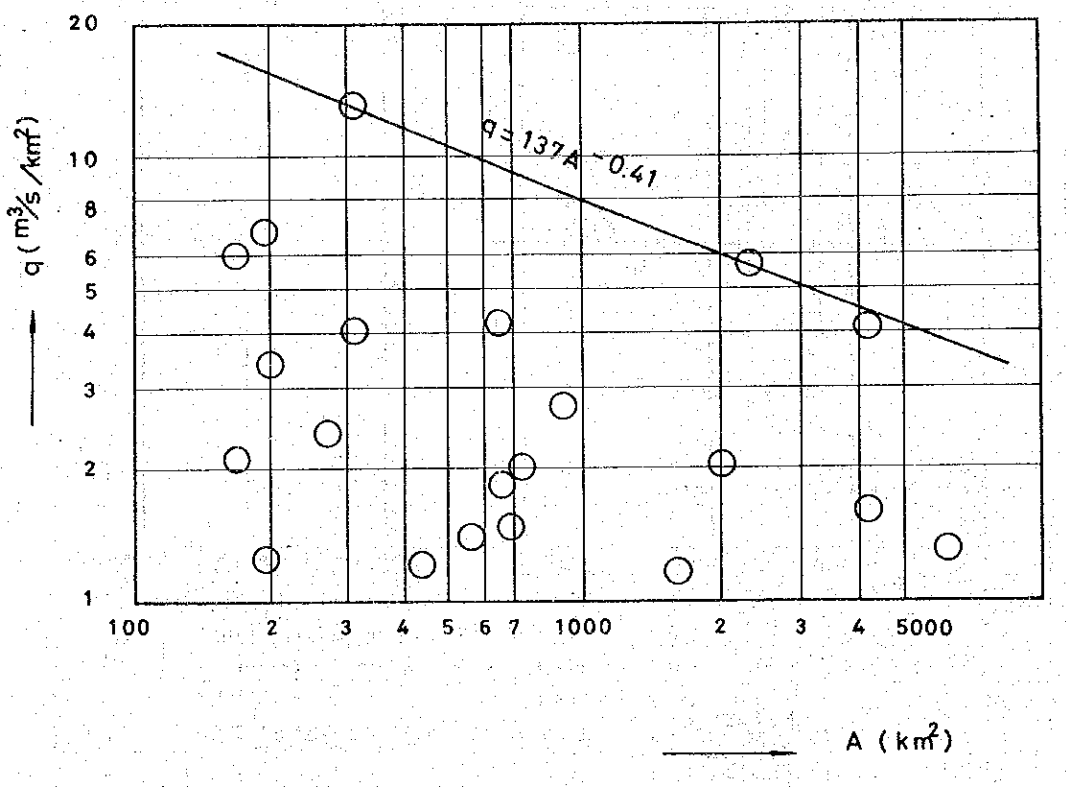
No.	Year	Rainfall (mm)	Location
1	1948	530	Clarian
2	9	391	Daet
3	1950	418	Balatoc Mr. Province
4	1	754	Atoc
5	2	432	Valderama, Antique
6	3	214	Laoag
7	4	368	Ilagan, Isabela
8	5	389	Baguio
9	6	283	Casiguran
10	7	423	Baler
11	8	459	Virac
12	9	388	Catbalagan
13	1960	356	Iba
14	1	288	Laoag
15	2	409	Laoag
16	3	320	Baguio
17	4	417	Virac
18	5	368	Baguio
19	6	316	Roxas
20	7	1,216	Baguio
21	8	650	Baguio
22	9	546	Baguio
23	1970	235	Catbalagan
24	1	121	Legaspi
25	2	480	Baguio
26	3	331	Baguio
27	4	818	Baguio
28	5	278	Legaspi

Table 2-5-8

Six-hr Maximum Rainfall Data
at Baguio City

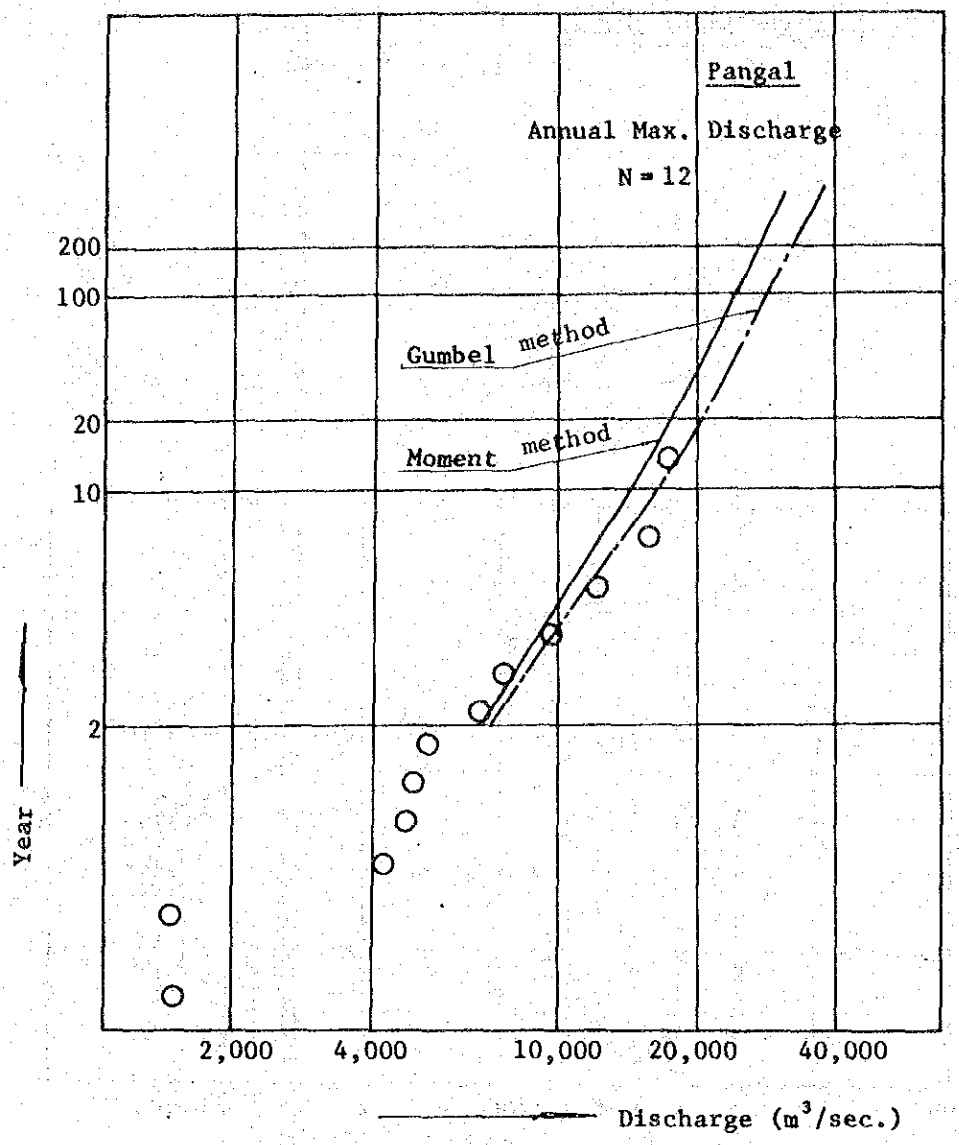
DATE	2:00 P.M.	8:00 P.M.	2:00 A.M.	8:00 A.M.	TOTAL
May 25, 1976	171.7	141.2	162.1	130.3	605.3
June 30, 1976	57.7	132.4	95.5	99.8	385.4
October 11, 1974	157.0	390.2	151.4	82.8	781.4
July 17, 1972	57.7	128.3	142.2	151.4	479.6
June 6, 1967	22.4	80.0	53.3	57.2	212.9
October 16, 1967	0.3	10.2	96.3	268.0	374.8
October 17, 1967	445.8	334.5	167.4	31.7	979.4

Envelope Curve for Observed Peak Flows In Cagayan River Basin



Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Envelope Curve for observed Peak Flows in Cagayan River Basin	
October 1980	Fig. 2-5-4

Logarithmic Normal Distribution of Flood Discharges



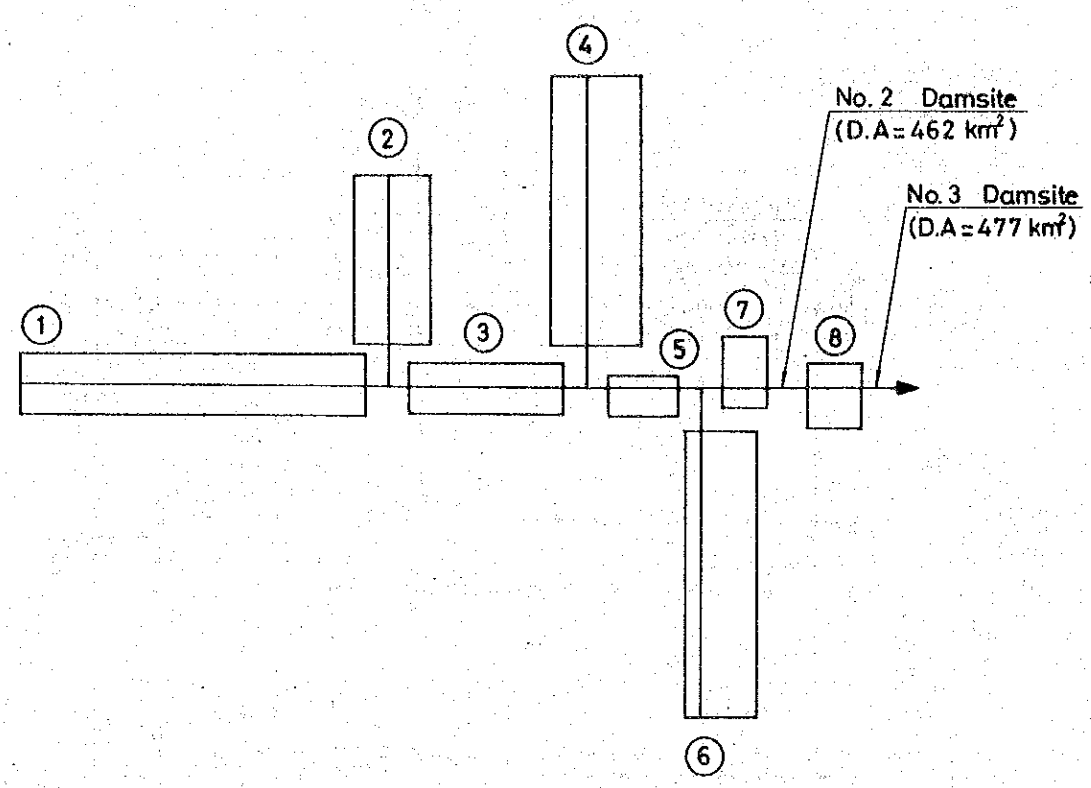
Return Period (year)	Flood Discharge (m /sec)	
	Moment Method	Gumbel Method
200	27,500	32,200
100	24,500	28,600
20	17,600	20,300
10	14,500	16,600
2	6,700	7,000

Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency

Logarithmic Normal Distribution of Flood Discharges

October 1980 Fig. 2-5-5

Hydrological Model of Diduyon Drainage Area for Kinematic Wave Method



Block	River Channel		Left Bank Area			Right Bank Area			Drainage Area
	L	i	L	i	A	L	i	A	ΣA
	km	10^{-3}	km	10^{-3}	km^2	km	10^{-3}	km^2	km^2
1	24.45	64.4	2.25	158	55.01	2.22	123	54.28	109.29
2	11.9	29.8	2.96	152	35.22	2.4	100	28.56	63.78
3	11.15	1.8	1.67	109	18.62	1.82	110	20.29	38.91
4	18.85	7.5	3.7	68	69.75	2.39	105	45.05	114.80
5	4.95	1.1	0.85	155	4.21	2.12	110	10.49	14.70
6	20.15	33.7	1.31	118	26.40	3.91	105	78.79	105.19
7	3.15	4.8	3.71	129	11.69	1.21	153.5	3.81	15.5
8	3.80	4.8	1.18	160	4.48	2.79	110	10.60	15.08
Total									477.25

L : Length

i : Slope

A : Area

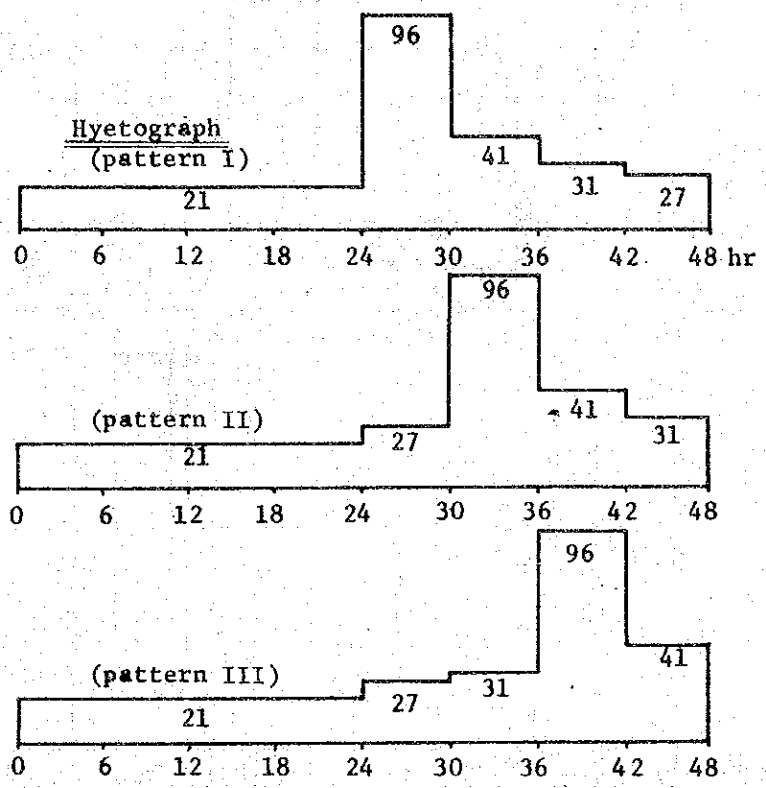
Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

Hydrological Model of Diduyon Drainage Area for Kinematic Wave Method

October 1980 Fig. 2-5-6

Rainfall Patterns for Computation of Flood Waves



1. 200-year probable daily rainfall (spot rainfall) R_{24} = 1345 mm
2. 6-hour continuous rainfall $R_t = R_{24}(t/24)^{1/2} = K_t^{1/2}$*

$(K = 1{,}345/24^{1/2} = 275)$

t (hr)	Rt (mm)	Δ Rt (mm)	rt (mm/hr)	P**	r (mm/hr)
6	673	673	112	0.86	96
12	953	280	47	0.87	41
18	1167	214	35	0.88	31
24	1345	178	30	0.89	27
48	1905	560	23	0.91	21

Diduyon No. 3 Dam

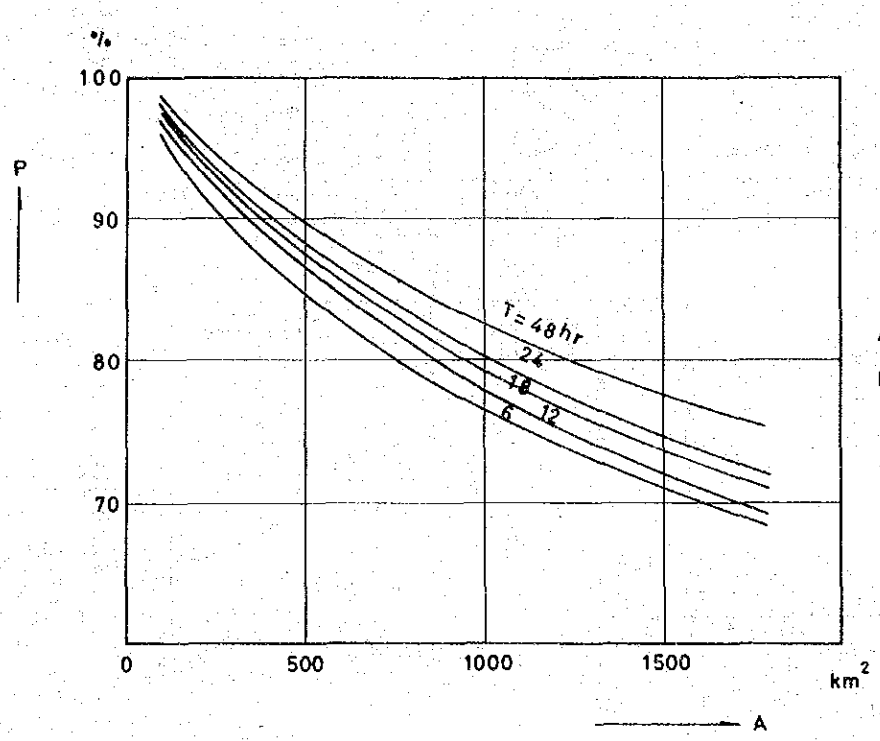
D.A. = 477 km^2

* $R_t = \alpha t^{1/2}$, $R_{24} = \alpha 24^{1/2}$ } $\frac{R_t}{R_{24}} = (\frac{t}{24})^{1/2}$

** Refer to Fig. 2-5-8

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Rainfall Patterns for Computation of Flood Waves
October 1980 Fig. 2-5-7

Depth - Area - Duration Curve



Legend

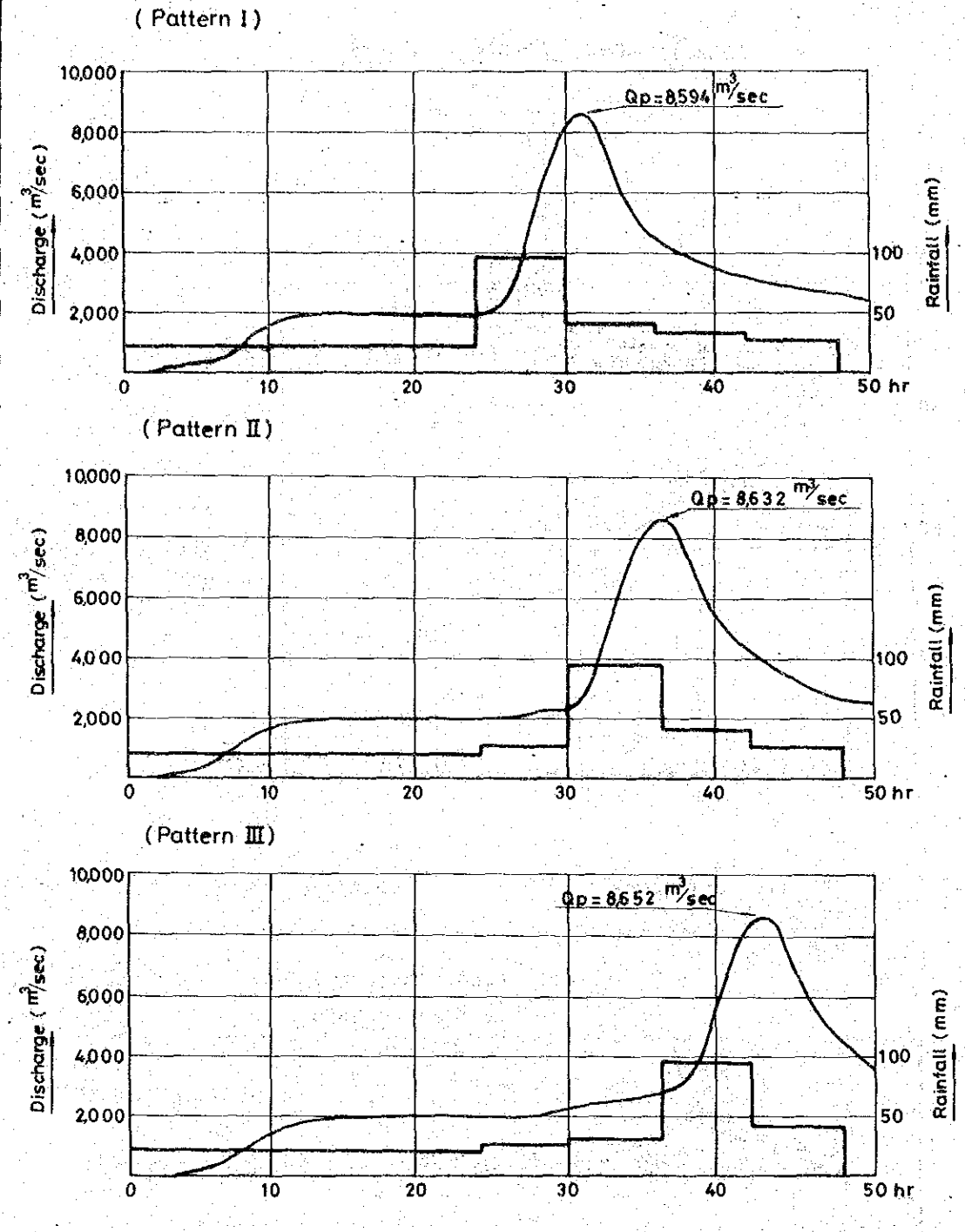
A: Area (km^2)

P: Average Rainfall as % of Point Rainfall

Source: Lower Agno Dev. Plan
By Electroconsult,
July, 1976

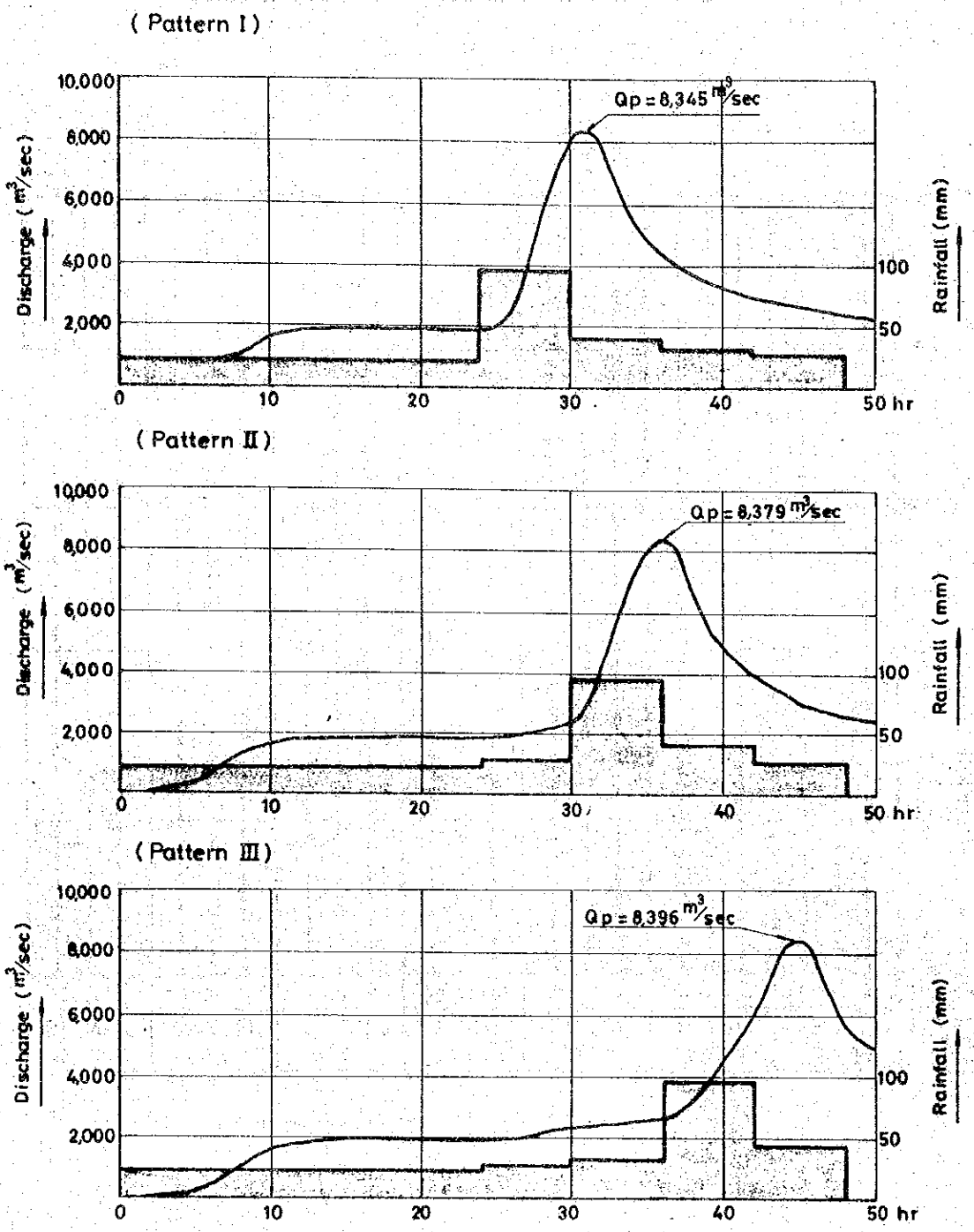
Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Depth-Area-Duration Curve	
October 1980	Fig. 2-5-8

Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at No. 3 Damsite



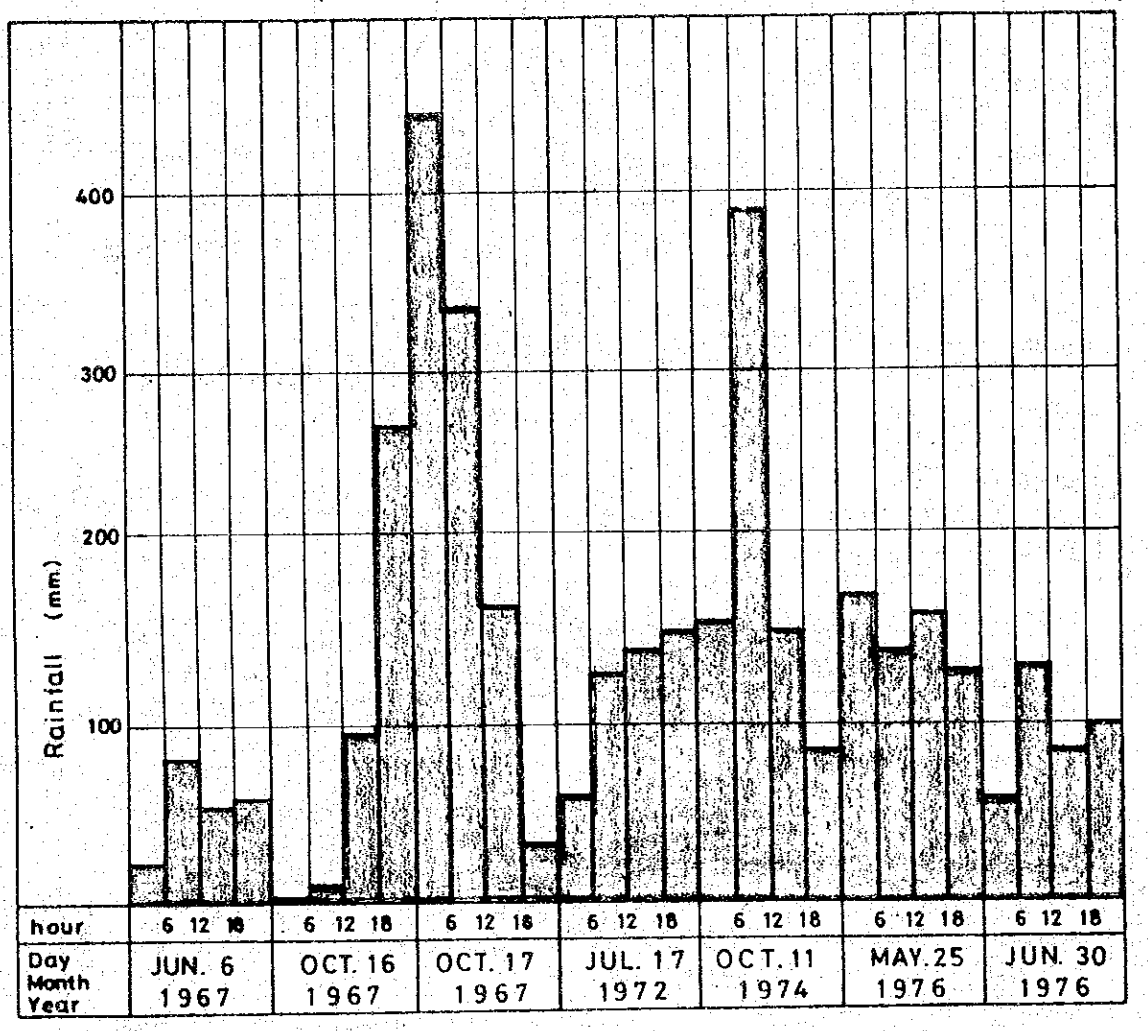
Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at No. 3 Damsite	
October 1980	Fig. 2-5-9

Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at No. 2 Damsite



Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at No. 2 Damsite	
October 1980	Fig. 2-5-10

Rainfall Intensity at Baguio City



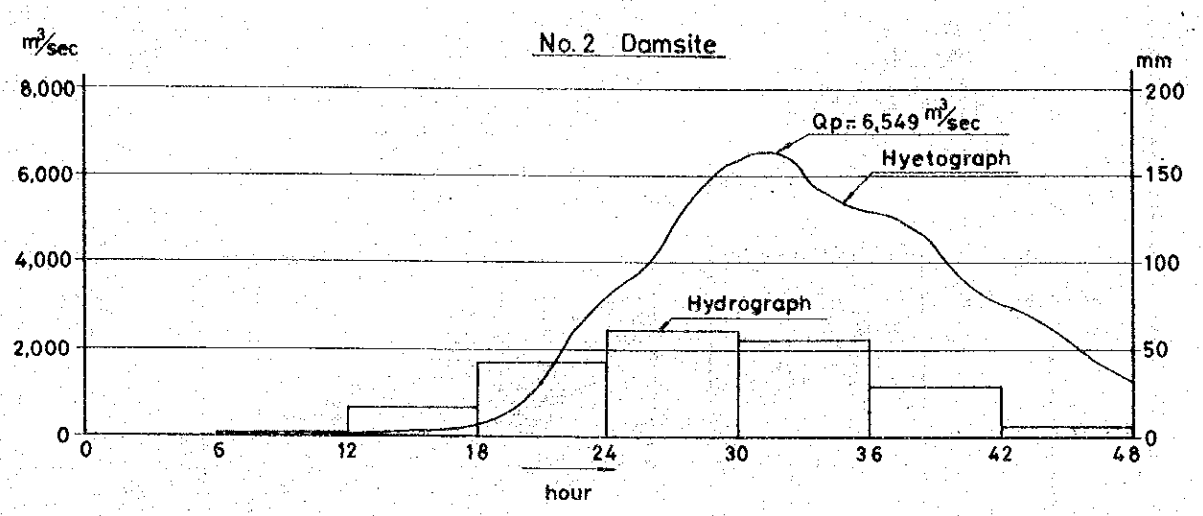
Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

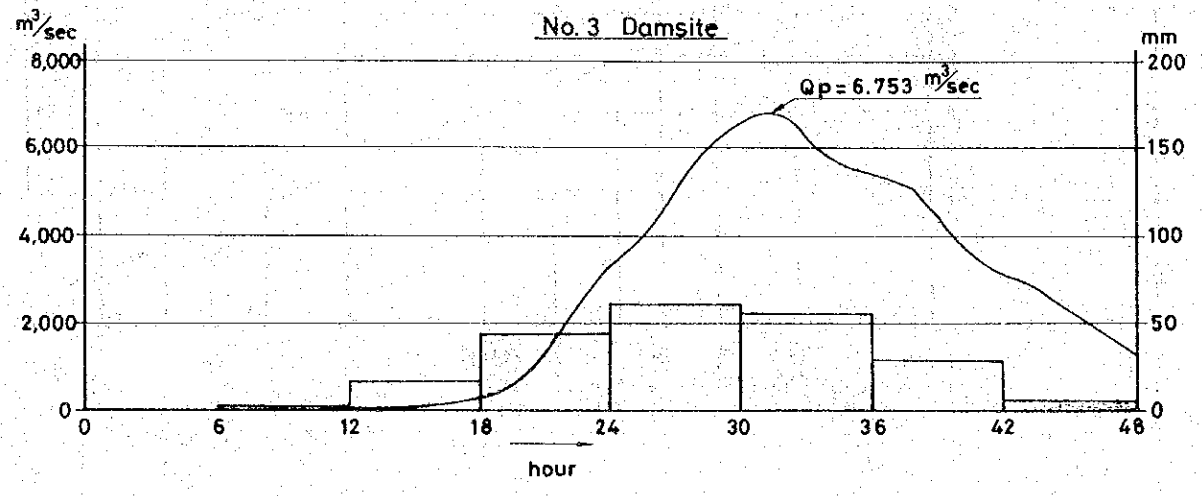
Japan International Cooperation Agency

Rainfall Intensity at Baguio City

October 1980 Fig. 2-5-11

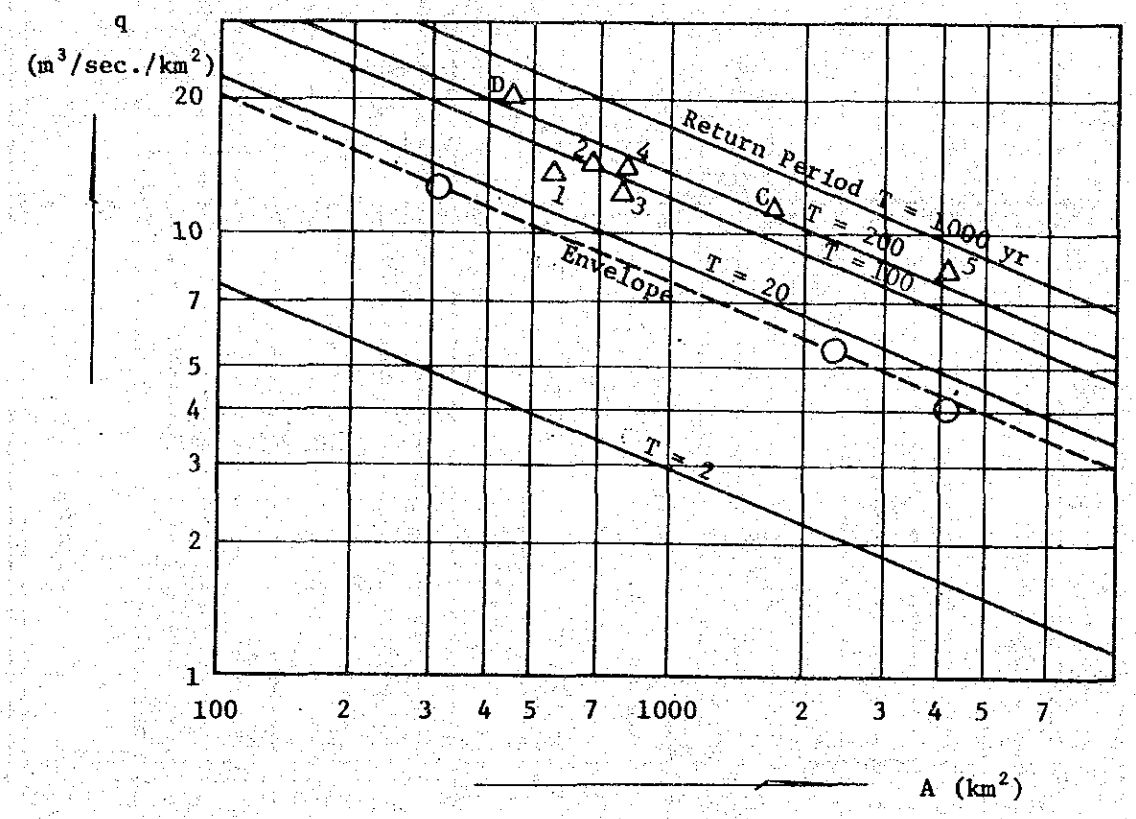
Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at Diduyon Damsite (Converted from Rainfall at Baguio)





Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Peak Flood of Hyetograph and Hydrograph at Diduyon Damsite	
October 1980	Fig. 2-5-12

Relation between Specific Discharge and Catchment Area (North Luzon)



1: Angat
2: Ambuklao
3: Binga
4: UPRP
5: Magat

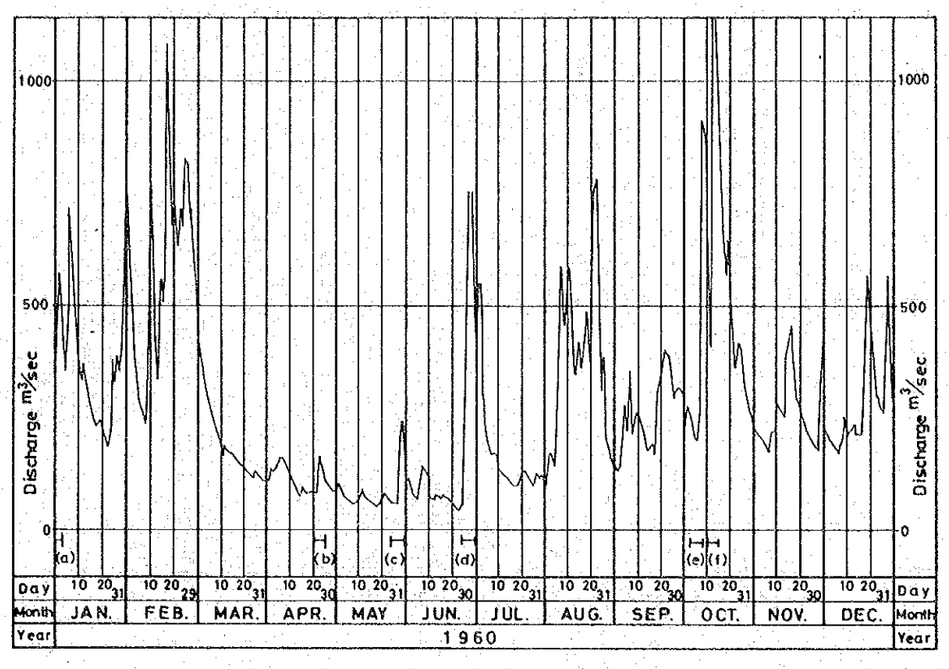
C: Cabingatan
D: Diduyon

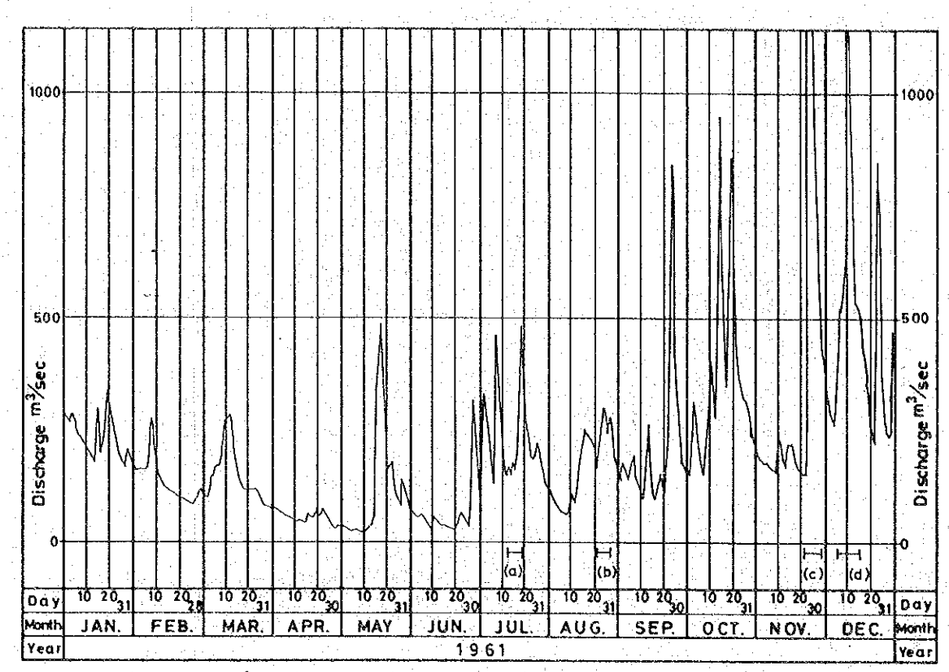
Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Relation between Specific Discharge and Catchment Area (North Luzon)
October 1980 Fig. 2-5-13

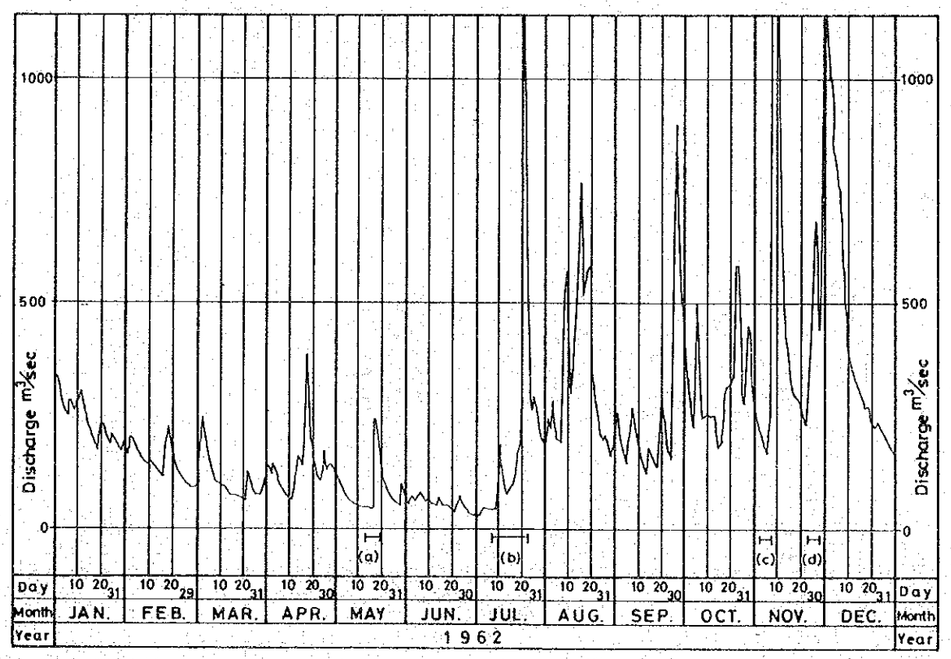
Station Name : Pangal

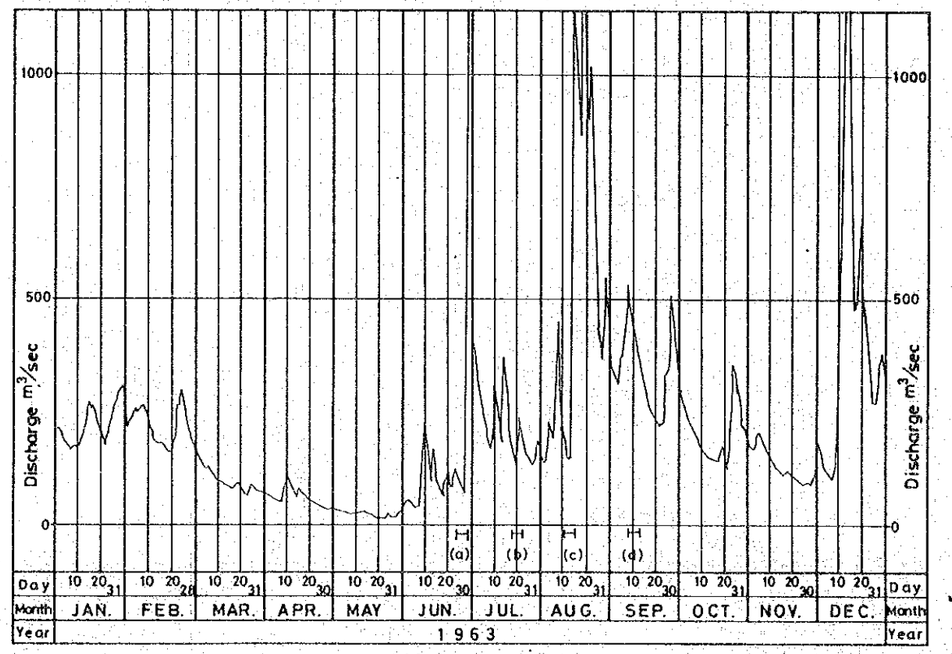
Catchment Area : 4244 km²

Daily Discharge at Pangal (1)









1960

		1	2	3
(a)	HARRIET	122 Kts Virac	954.6mb Virac	205.7mm Caranan
(b)	KAREN	35 Kts Surigao	1.001.9mb Cebu	173.0mm Surigao
(c)	STORN	34 Kts Manila		229.1mm Mia
(d)	OLIVE	100 Kts Legaspi	995.4mb Virac	356.4mm Iba
(e)	KIT	100 Kts Lalanan	972.0mb Legaspi	261.9 mm Catbalagan
(f)	LCLA	38 Kts Dagupan	993.0mb Casiguran	325.9 mm Iba

1961

		1	2	3
(a)	STORM	33 Kts Lacag	992.0mb Tuquegarao	137.2 mm Lacag
(b)	LORNA	43 Kts Basco	997.0mb Lacag	287.8 mm Lacag
(c)	STORM	52 Kts Calapan	991.9mb Aurora	182.9mm Casiguran
(d)	ELLEN	96 Kts Virac	982.4mb Virac	207.8 mm Virac

1962

		1	2	3
(a)	HOPE	50 Kts Tacloban	995.5mb Paet	98.1mm Surigao
(b)	KATE	56 Kts Manila	998.1mb Aparri	319.5mm Dagupan
(c)	JEAN	44 Kts Legaspi	995.3mb Catarman	285.5mm Casiguran
(d)	LUCY	65 Kts Cugao	989.7mb Cebu	183.4mm Hinatuan

1963

		1	2	3
(a)	DIDING	65 Kts Casiguran	978.0mb Casiguran	218.9mm Baguio
(b)	ISING	43 Kts Vigan	999.5mb Tuquegarao	172.0mm Laoag
(c)	LUDING	87 Kts Virac	963.0mb Virac	247.4mm Iba
(d)	ONYANG	48 Kts Manila		319.5mm Baguio

Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

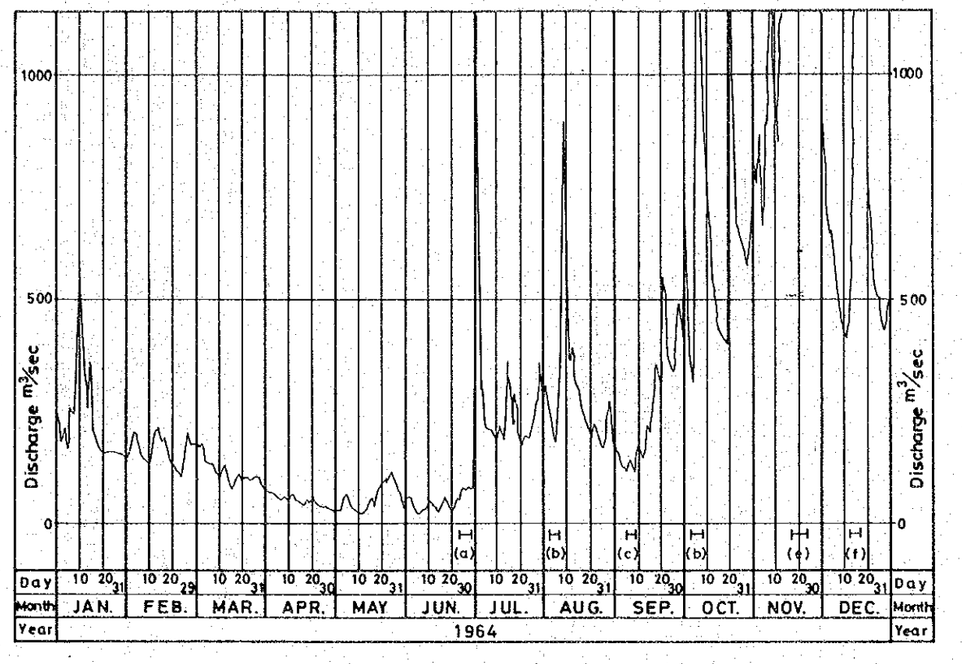
Daily Discharge at Pangal (1)

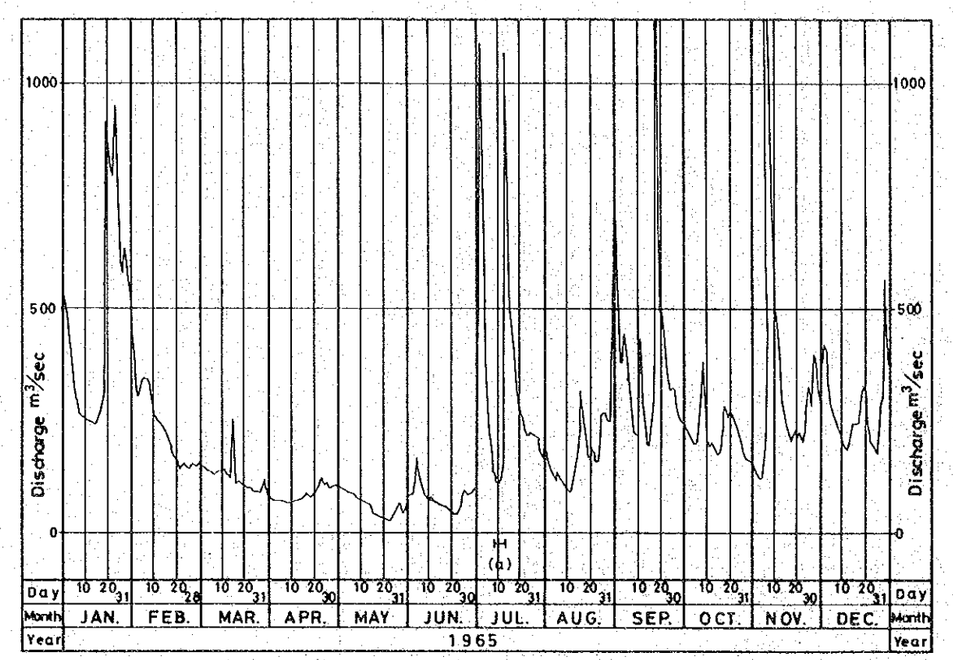
October 1980 Fig. 2-5-14 (1)

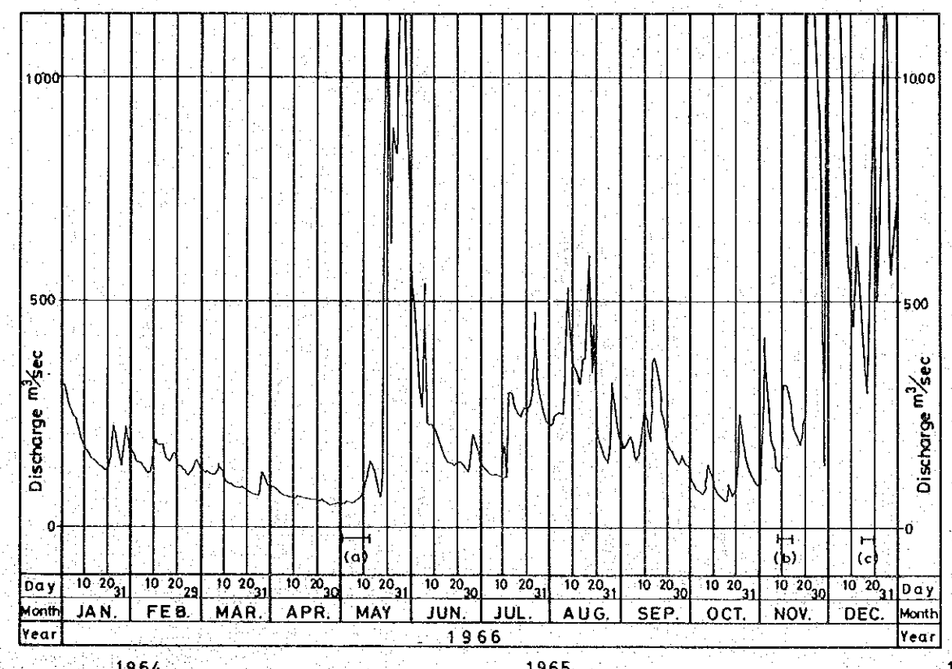
Station Name : Pangal

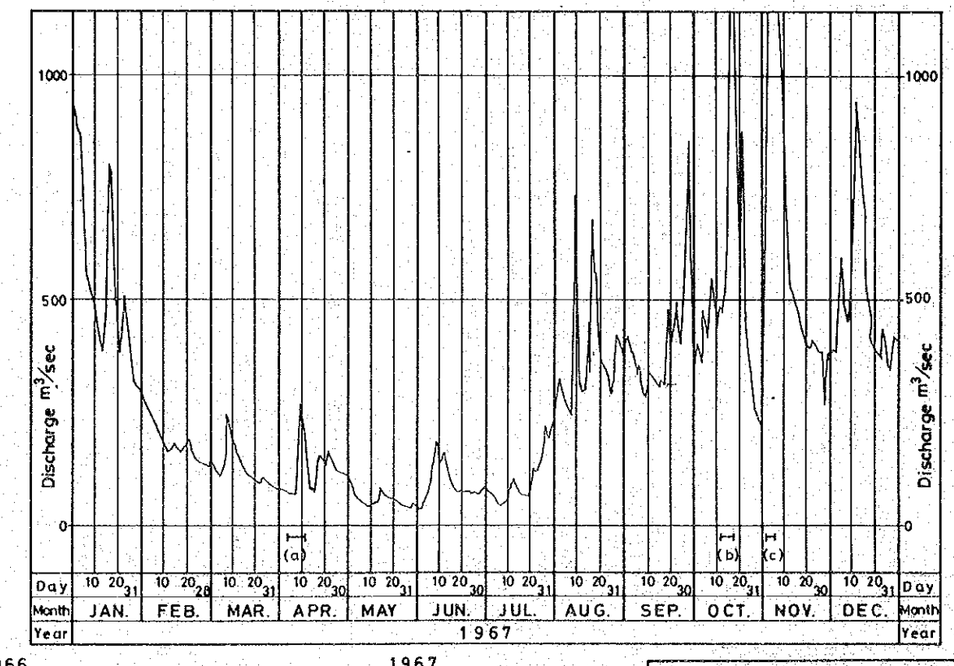
Catchment Area : 4244 km²

Daily Discharge at Pangal (2)









1964

		1	2	3
(a)	DADING	69 Kts Infanta	974.0mb Infanta	209.6 mm Lucena
(b)	SENIANG	60 Kts Baguio	973.9mb Aparri	562.4mm Baguio
(c)	ARING	56 Kts Tuguegarao	991.0mb Tuguegarao	86.6mm Vigan
(d)	DORANG	78 Kts Casiguran	979.9mb Casiguran	168.7 mm Baguio
(e)	INING	48 Kts Casiguran	992.2mb Cebu	242.8mm Casiguran
(f)	NANING	85 Kts Virac	970.0mb Virac	416.6mm Virac

1965

		1	2	3
(a)	MILING	97 Kts Tuguegarao	954.4mb Tuguegarao	368.0mm Baguio

1966

		1	2	3
(a)	KLARING	105 Kts Tacloban	967.9mb Borongan	315.5mm Roxas
(b)	UDING	72 Kts Infanta	974.6mb Virac	244.4mm Balea
(c)	ANING	100 Kts Masbate	977.4mb Borongan	264.3mm Borongan

1967

		1	2	3
(a)	KARING	91 Kts Tuguegarao	974.6mb Tuguegarao	157.8mm Tuguegarao
(b)	TRINING	113 Kts Tuguegarao	962.7mb Tuguegarao	1,215.7mm Baguio
(c)	ILMING	100 Kts Masbate	970.6mb Daet	158.5mm Masbate

Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

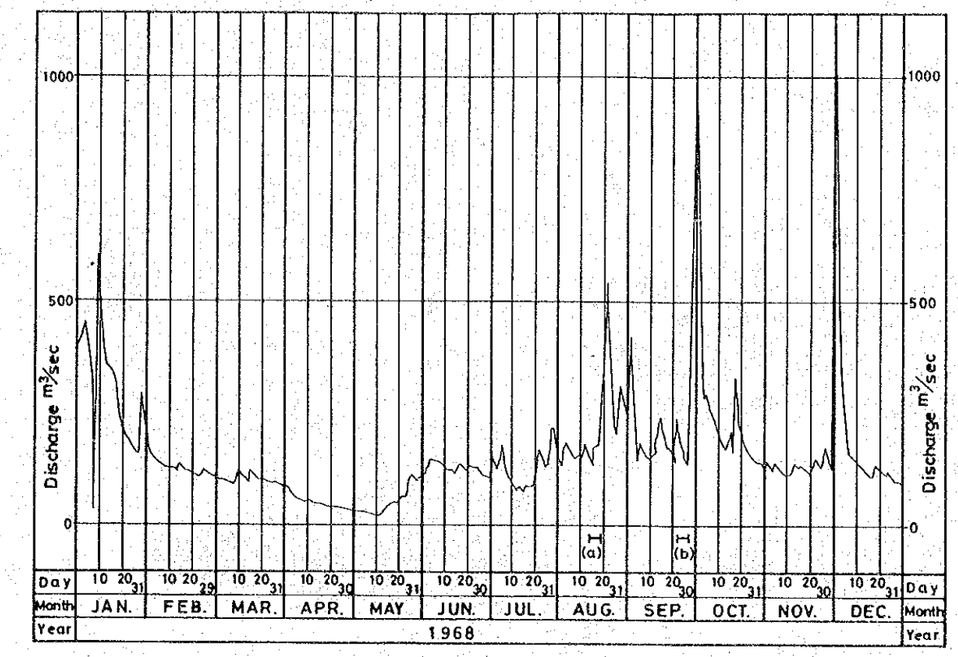
Daily Discharge at Pangal (2)

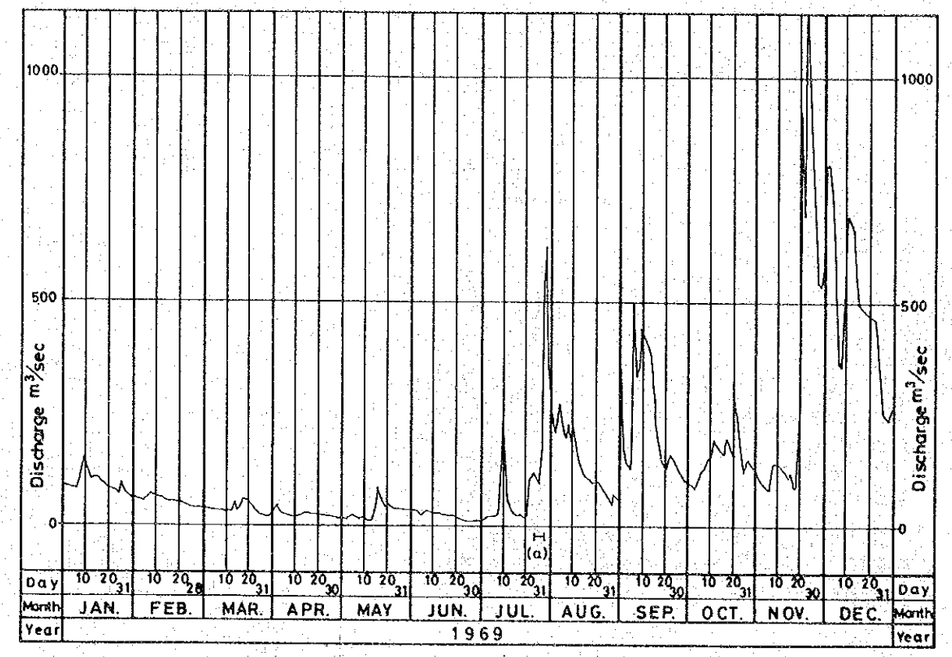
October 1980 Fig. 2-5-14(2)

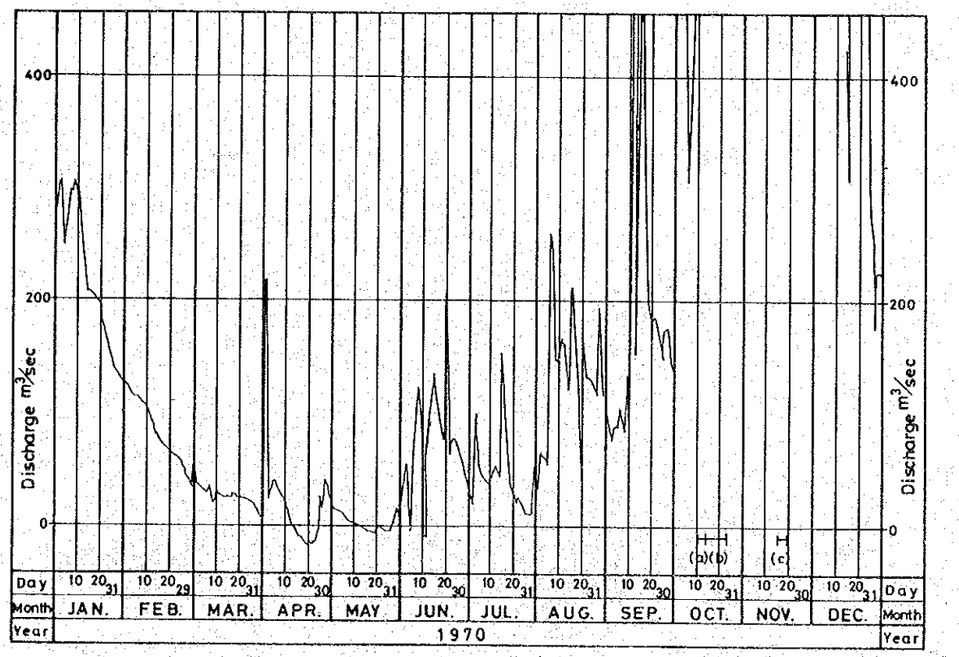
Station Name : Pangal

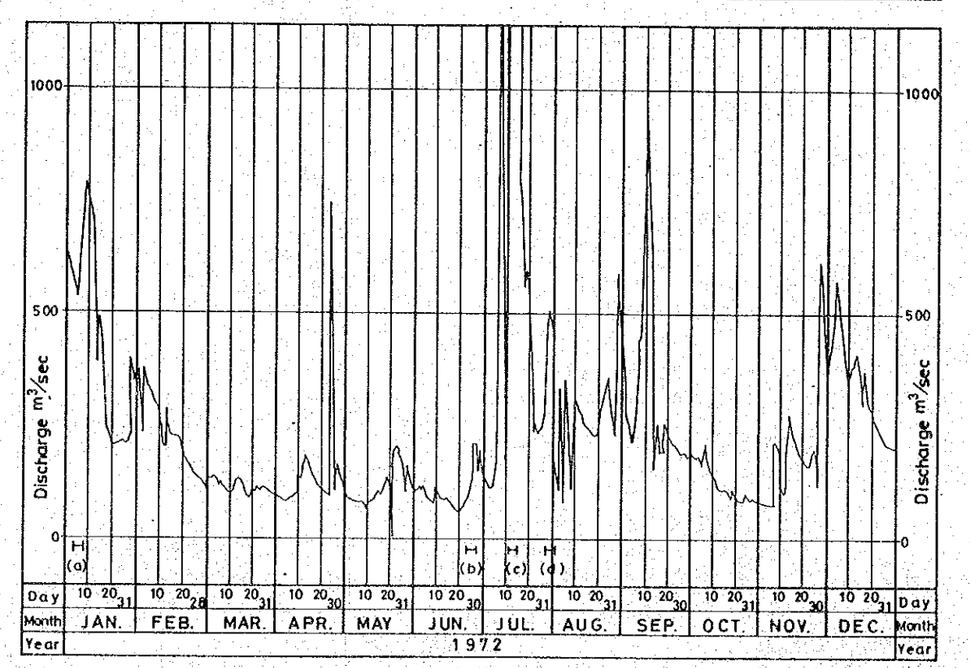
Catchment Area : 4244 km²

Daily Discharge at Pangal (3)









1968

		1	2	3
(a)		70 Kts Tuguegarao	977.8 mb Aparri	364.1 mm Baguio
(b)	NITANG	86 Kts Vigan	966.3 mb Aparri	649.7 mm Baguio

1969

		1	2	3
(a)	ELANG	113 Kts Calayan	967.7 mb Calayan	222.5 mm Calayan

1970

		1	2	3
(a)		375 KPH Virac	950.7 mb Virac	234.8 mm Catbalagan
(b)	SITANG	100 KPH Cuyo	988.9 mb Cuyo	123.4 mm Cuyo
(c)	YOLING	200 KPH Central	954.8 mb Infanta	204.6 mm Virac

1972

		1	2	3
(a)	ASIANG	56 Kts Roxas	993.4 mb Roxas	189.2 mm Roxas
(b)	KONSING	205 KPH Legaspi	970.7 mb Legaspi	236.6 mm Legaspi
(c)	GLORING	110 KPH	956.0 mb	479.6 mm Baguio
(d)	DEPRESSION	35 KPH	999.0 mb	217.9 mm Science

Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

Daily Discharge at Pangal (3)

October 1980 Fig. 2-5-14(3)

2－5－4　低水流量

(1)　概　要

水力発電所計画において、発電所の常時出力、最大出力、年間可能発生電力量を計算するうえで、河川流量（流況）は、地形条件から決まる落差と並んで、最も重要な要素の一つである。

計画取水地点の河川流量を求めるには、(i)その地点または同一流域内の実測流量記録を用いる方法、(ii)流域内または近傍観測所の降雨記録から流出解析により当該地点の流量を計算する方法に大別される。また、流量実測記録があっても資料期間が短い場合やその精度に問題がある場合には、信頼度を向上させるために流出解析もあわせて行なわれる。流量実測記録としては発電所の形式（貯水池式、調整池式、流れ込み式）、利用可能な水文資料の種類、観測時間間隔等によって、月平均流量、１０日平均流量、半旬流量、日流量等が用いられる。大規模な貯水池式発電所で河川流量の年間調整を行う場合には、月平均流量、１０日平均流量等が用いられる。

このように、河川流量の計算は地点の計画様式、資料の内容、目的等によっていろいろな面があるが、ディドヨン地点の場合、貯水池式ではあるが、低水流量は貯水池の規模や発電所の出力や性格を規定する性格を持っているので、低水流量についても検討する必要があり、当該地点付近の確実な定測流量記録が不足と考えられるところから、この必要性を無視することはできない。

(2)　降　雨

現在のフィージビリティスタディが始まるまで、貯水池地域での降水量記録はなかった。流域周辺にある気象観測所（いずれも低標高で、ダムから２０～８０㎞離れている）の記録によると、年降水量は６００～2,８００㎜の範囲内で、特に大きい記録では5,４００㎜というものもある。ディドヨンダム流域では乾期と雨期の明確な区別はない。また近隣低地で晴れた日でもディドヨン高地帯では霧やにわか雨の形で雨が降るなど、周辺地域と違った降雨パターンが認められるが、これは本地点の地形的特質によるもので、降水量の大半は台風や熱帯性低気圧によってきおこされることは言うまでもない。台風シーズンは一般に７月から１１月で、雷を伴う激しい降雨も７月から１１月に生じている。最大日降雨についての現地実測は始まったばかりであるが、既述のとおり当地点西方１００㎞に位置するバギオで日最大降雨量1,２１６㎜（１９６７年）が記録されており、本地点の計画算定上一つの重要な参考資料となる。バギオ豪雨の降雨強度パターンを図２－５－１１に示す。

フィージビリティスタディの過程において流域内に降雨測定所が設けられた（表２－５－３、図２－５－２参照）。この実測結果によって当地域内降雨の型と量が明らかになった。たとえば１９７９年の年間降雨量は、図２－５－１５に見られるようにカママシ地点で3,256㎜である。日降雨量を表２－５－９(1)～(10)，図２－５－１６、月降雨量については表２－５－１０に示し、１９７９年の月降雨量の比較図を図２－５－１７に示す。ガヤン（アラヤン）では日最大降雨量５３８㎜を示し、また、月最大降雨量はカシブで1,426㎜（１９７８年１０月）の記録を示した。

(3) 河川流量

従来ディドヨン川では下流アダラム川のアグリパイの測定結果しかなかったので、本調査期間中にダムサイト付近での直接実測を行うことになった。ＪＩＣＡとＮＰＣとの打合せにより、流量観測設備の設置と観測、資料整理はＮＰＣの手で行われることになった。

測水所の位置図は、図２－５－２に示すとおりである。ＮＰＣの実測による水位流量曲線、河川実測水位、測水断面流量表を図２－５－１８、１９、表２－５－１１に示す。

(4) 蒸発散

1) 蒸発散の計算式

低水流出解析（日流量計算）に必要な流域損失量（蒸発散量）についてはこの地点についての実測値がない。自然河川流域の蒸発散量には、地被・表土・地形・地質などの流域の諸要素をはじめ、日射・気温・湿度・風速などの気象要素が複雑に関係し、また、凝結に対する考慮なども必要であり、正確な推定は困難である。しかし、貯水池計画検討のためにはこの項についての推定が必要なので、実用的に妥当と思われる方法で計算を行った。

計算方法としてはThornthwaite公式による。

$$Ep = 0.533 \quad Do \ (10\,tj/J)^{a}$$

$$a = 0.000000678\,J^{3} - 0.0000771\,J^{2} + 0.01792\,J + 0.49236$$

$$J = \sum_{j=1}^{12} (tj/5)^{1.514}$$

ここに　Ep：　月平均蒸発散能（㎜/day）

Do：　可照時間　　（12hr/day）

tj：　j月の月平均気温（℃）

2) 可照時間

ディドヨン地点のDo：可照時間（12hr/day）について求めると、緯度16°付近の範囲で下記のような値が使用されるものとする。

月	1	2	3	4	5	6
Do	0.94	0.965	0.998	1.035	1.065	1.077
月	7	8	9	10	11	12
Do	1.075	1.05	1.01	0.98	0.95	0.93

3）温　度

ディドヨン地点の温度の実測値は、ようやく本調査期間に始められて、資料の蓄積は十分でないので、本地点の北方60㎞（標高EL250m）にあるマガット地点の年間実測値を基にし、雨地点の標高差による温度低下を考慮して、ディドヨン貯水池付近の温度として下記の値を使用することとした。

（unit：℃）

month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	mean
Magat	21.3	21.	22.3	26.2	27.3	27.3	27.	26.4	24.9	24.5	23.3	21.7	293.2	24.4
Diduyon	17.8	17.5	18.8	22.7	23.8	23.8	23.5	22.9	21.4	21.0	19.8	18.2	251.2	20.9

4）検討結果

上記の値を用いて検討した結果、蒸発散量は年間964㎜、月平均80.3㎜の蒸発散量が考えられることになる。

また、蒸発散量を月別に展開するため、マガット地点の実績を基に検討した結果、次表の値を得た。

unit：㎜

month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	mean
蒸発散量	62.4	68.6	94.9	112.5	113.9	88.1	86.8	76.3	76.2	73.8	56.3	53.8	963.6	80.3

ディドヨン貯水池の蒸発散量として

日平均　9,636㎜／365日＝2.6㎜／日

を採る。この数値から、降雨のない日に蒸発散量3㎜／日が生じるものとして、貯水池計画に織り込むこととする。

(5) 流出解析

1）タンクモデル法の概要

タンクモデル法は、流域の降雨量を知って、これから対象地点の流出量を算出する流出解析手法の一つであり、短時間の洪水波形の算出にも、長期間にわたる低水解析にも用い

られる。タンクモデルは、流域をいくつかの模型容器におきかえて、流出機構を模擬するものであり、通常は図に示したようにタンクを3段～4段直列に並べたモデルが使われる。各タンクの右側の孔は流出孔を表わし、底の孔は浸透孔を表わす。雨はタンクモデルの最上段の容器に注入され、2段目以下の容器は1段上の容器の浸透孔から水を受ける。各容器内の水は、一部は側面の流出孔から外部に流出し、一部は浸透孔から下段の容器に移行する。各段の容器の側面からの流出の和が河川流量となる。

n段目のタンクについて流出量を$q_n(t)$、浸透量を$P_n(t)$とすれば、

$$q_n(t)=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad h_n(t) \leqq h_{n1}$$

または、

$$q_n(t)=\alpha_{n1}(h_n(t)-h_{n1}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad h_{n1} \leqq h_n(t) \leqq h_{n2}$$

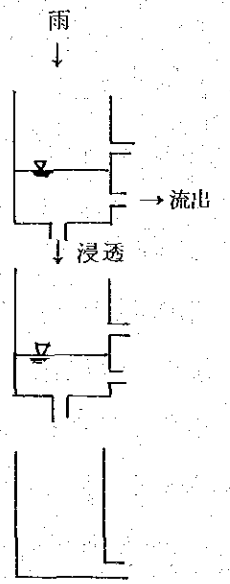
または

$$q_n(t)=\alpha_{n2}(h_n(t)-h_{n2})+\alpha_{n1}(h_n(t)-h_{n1}) \cdots\cdots \text{(i)}$$

$$\cdots\cdots\cdots \quad h_{n2} \leqq h_n(t)$$

$$P_n(t)=\beta_n \cdot h_n(t) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{(ii)}$$

$$P_{n-1}(t)-q_n(t)-P_n(t)=\frac{dh_n(t)}{dt} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{(iii)}$$



が成りたつ。

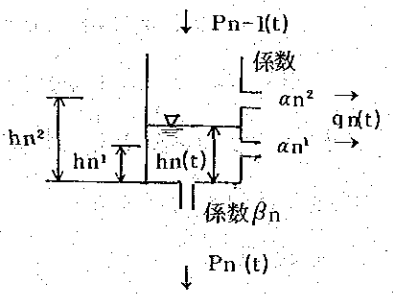
ここに　α_{ni}：流出孔の係数（単位　1/day）

β_n　：浸透孔の係数（　〃　）

$h_n(t)$：t dayにおけるタンク水深（mm）

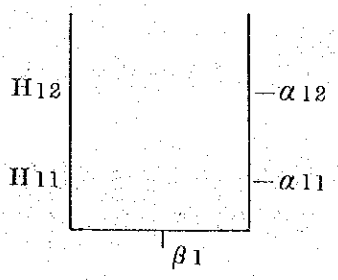
h_{ni}：流出孔の位置（底面からの深さmm）

したがって、各タンクについて(i)、(ii)、(iii)を連立して逐次積分を行えば、$\sum_{n=1}^{n} q_n(t)$が河川流出高として得られる。タンクモデルの作成は、上記の各タンクのα・β・h_i等の常数を見出すことにあるが、非線型であるため、これらを一義的に決定することができないので、実降雨を与えた場合の計算流出高$q_c(t)$が実測河川流出高$q_o(t)$に合うように試行錯誤法で進める必要がある。



2）検討結果

タンクモデルとして図に示す直列3段貯留型のモデルを作成した。

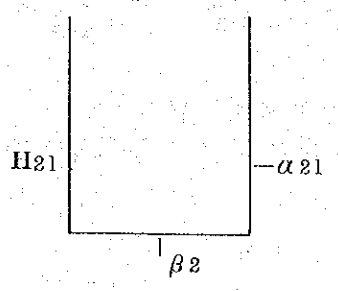


α11 : 0.02

α12 : 0.13

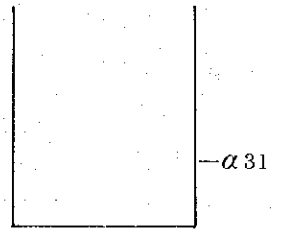
α21 : 0.01

α31 : 0.008



β1＝ : 0.22

β2＝ : 0.12



H11 : 20

H12 : 70

H21 : 20

最適解として採用するタンクモデルの条件として、カママシ地点における1979年実測流量を用い、上記のモデルでカママシ地点降雨量から算出した計算流量が低水時のハイドログラフの波形によく再現されること、および計算期間（1979年）中の計算流量と実測流量の平均値が等しくなることの2点に重点を置いて検討を進める。

降雨については、流域内の観測地点間の相関関係を検討した結果、表2－5－12、表2－5－13に示すとおり相関が良いので、降雨流量ともにカママシ地点の実測値を用いる。

計算のハイドログラフは図2－5－20に示すとおりで、波形はよく合致していることが判る。

計算値と実測値の日相関係数は0.84であり、平均値は計算値30.9m^3/s、実測値23.3m^3/sである。

なお、計算値の30.9m^3/sは、後述の流量平均値30.84m^3/sとほぼ同じ数値を示している。

Table 2-5-9(1) Daily Rainfall at Kasibu

(Unit: mm)

Year 1978

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	-	-	-	-	-	-	-	0	0.20	10.00	40.50	5.00
2	-	-	-	-	-	-	-	0	3.00	8.00	53.00	10.00
3	-	-	-	-	-	-	-	0.03	10.00	8.00	35.00	10.00
4	-	-	-	-	-	-	-	0.02	11.00	2.00	15.00	0
5	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0	4.00	0	0
6	-	-	-	-	-	-	-	10.60	26.00	9.00	0	0
7	-	-	-	-	-	-	-	0	25.00	0	0	0
8	-	-	-	-	-	-	-	6.00	8.00	56.00	0	0
9	-	-	-	-	-	-	-	14.00	54.00	70.00	0	0
10	-	-	-	-	-	-	-	53.00	11.00	70.50	0	0
11	-	-	-	-	-	-	-	2.00	0	30.00	0	2.00
12	-	-	-	-	-	-	-	0.30	5.00	32.00	0	3.00
13	-	-	-	-	-	-	-	1.00	2.00	16.00	0	12.00
14	-	-	-	-	-	-	-	11.00	13.00	23.00	0	2.00
15	-	-	-	-	-	-	-	3.00	5.00	25.00	0	9.00
16	-	-	-	-	-	-	-	0	68.00	31.00	0	15.00
17	-	-	-	-	-	-	-	0	67.00	27.00	0	10.00
18	-	-	-	-	-	-	-	0	8.00	38.00	10.00	11.00
19	-	-	-	-	-	-	-	3.00	14.00	41.00	18.00	9.00
20	-	-	-	-	-	-	-	39.00	10.00	97.00	67.00	7.00
21	-	-	-	-	-	-	-	3.00	13.00	13.00	0	10.00
22	-	-	-	-	-	-	-	48.00	55.00	26.00	0	6.00
23	-	-	-	-	-	-	-	64.00	17.00	30.00	0	7.00
24	-	-	-	-	-	-	-	53.00	18.00	29.00	0	15.00
25	-	-	-	-	-	-	-	13.00	14.00	49.00	0	24.50
26	-	-	-	-	-	-	-	0	25.00	134.00	0	0
27	-	-	-	-	-	-	-	0	107.00	130.00	0	0
28	-	-	-	-	-	-	-	0	60.00	102.00	0	0
29	-		-	-	-	-	-	0	1.00	99.00	0	0
30	-		-	-	-	-	-	12.00	0	95.00	0	0
31	-		-		-		0.10	0		92.00		13.00
TOTAL	-	-	-	-	-	-	0.10	336.60	550.20	1426.30	238.50	180.50

Table 2-5-9(2) **Daily Rainfall at** Kasibu

(Unit: mm)

Year 1979

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1			19.0			34.0		28.0	22.0	54.0	9.0	4.0
2					5.0	27.0	10.0	16.0	5.0	55.0	5.0	8.1
3						28.0	50.0	26.0	20.0	50.0	4.1	9.0
4						30.0	77.0	19.0	18.0	72.0	4.0	8.1
5						15.0		23.0	25.0	58.0	5.0	5.2
6		20.0				67.0	11.0	23.0	13.0	67.0	8.0	3.0
7	0.1					93.0	12.0	27.0	8.0	48.0	7.0	9.0
8	0.1					40.0	12.0	32.0	4.0	21.0	8.0	6.0
9								15.0	17.0	34.0	6.0	8.0
10								9.0	11.0	40.0	8.0	6.0
11		3.0						9.0	5.0	33.0	10.0	9.0
12								5.0	27.0	37.0	12.0	
13								33.0		35.0	9.0	
14					10.0			23.0	5.0	20.0		
15					5.0			7.0	14.0	28.0		
16		10.0			10.0				10.0	10.0	3.0	
17					3.0				5.0		3.0	
18				60.0	5.0						13.0	
19				15.0		18.0					14.0	
20				27.0						9.0	15.3	
21			30.0	28.0		3.0	40.0			7.0	12.4	
22				35.0		3.0				10.0	12.2	11.0
23				40.0		12.0				4.0	11.2	7.0
24						14.0				6.0	13.5	3.0
25					20.0	12.0	50.0	15.0	61.0		16.4	9.0
26						3.0	10.0	11.0	61.0		10.4	5.2
27		5.0					14.0		8.0		7.0	
28		8.0	10.0			10.0	21.0		11.0		5.0	
29	0.2		5.0			10.0	13.0	20.0			11.0	
30							3.0	10.0			6.0	
31								6.0				
TOTAL	0.4	46.0	64.0	205.0	58.0	422.0	323.0	357.0	350.0	698.0	248.5	110.6

Table 2-5-9(3) **Daily Rainfall at Kammasi**

(Unit: mm)

Year 1978

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	5.60	101.20	10.80
2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.20	9.00	90.60	2.60
3	-	-	-	-	-	-	-	-	51.40	9.00	65.20	8.00
4	-	-	-	-	-	-	-	-	6.40	0	12.20	34.80
5	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60	3.60	1.00	1.40
6	-	-	-	-	-	-	-	-	39.60	8.20	4.80	5.20
7	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12.20	16.20	9.60
8	-	-	-	-	-	-	-	-	43.60	57.80	2.00	0
9	-	-	-	-	-	-	-	6.00	45.40	108.00	0	0
10	-	-	-	-	-	-	-	16.80	9.60	62.00	0	20.00
11	-	-	-	-	-	-	-	3.40	2.40	13.20	0	41.60
12	-	-	-	-	-	-	-	2.20	0	0	0	10.80
13	-	-	-	-	-	-	-	8.40	13.40	0	17.60	21.00
14	-	-	-	-	-	-	-	8.60	17.20	0	0	24.60
15	-	-	-	-	-	-	-	4.40	1.20	8.20	1.00	7.20
16	-	-	-	-	-	-	-	0	8.00	19.40	0	4.60
17	-	-	-	-	-	-	-	0	112.20	4.00	10.20	0
18	-	-	-	-	-	-	-	0	63.20	36.80	11.60	15.00
19	-	-	-	-	-	-	-	5.40	38.80	20.80	20.20	20.20
20	-	-	-	-	-	-	-	30.20	5.80	22.20	15.20	19.60
21	-	-	-	-	-	-	-	11.20	28.00	8.00	21.20	24.80
22	-	-	-	-	-	-	-	13.40	20.60	3.20	23.40	18.60
23	-	-	-	-	-	-	-	48.40	69.60	43.40	0	24.00
24	-	-	-	-	-	-	-	52.80	16.40	3.20	0	23.80
25	-	-	-	-	-	-	-	33.60	24.00	30.60	6.20	19.80
26	-	-	-	-	-	-	-	2.60	9.80	100.40	1.80	0
27	-	-	-	-	-	-	-	0	136.00	52.20	1.00	3.20
28	-	-	-	-	-	-	-	1.40	124.20	0	2.00	4.40
29	-		-	-	-	-	-	1.60	16.80	51.20	24.40	3.40
30	-		-	-	-	-	-	7.20	5.60	86.60	0	5.60
31	-		-		-		-	4.40		100.80		6.60
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	262.00	714.00	879.80	449.00	391.20

Table 2-5-9(4) Daily Rainfall at Kamamasi

(Unit: mm)

Year 1979

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1	3.0		12.2			24.0	7.2		5.0	71.6	7.4	18.4
2	4.2					15.0	16.8		83.4	110.6	34.0	18.2
3				6.2		22.0	9.8	14.0	16.2	84.6	34.0	8.6
4			1.2	2.6		14.0		2.4	11.2	42.0	15.2	3.0
5		2.0					8.8	4.0	1.8	22.8	23.0	2.0
6							5.2			23.4	33.0	8.4
7	7.0	6.6					31.0	3.0		8.0	6.0	32.0
8	12.6					1.2		6.2		9.2	10.8	6.4
9						2.2		9.6	20.2	3.4	10.2	6.8
10						5.2		5.8	32.0	-	16.0	3.0
11						2.0		1.8		13.0	4.0	3.0
12				2.4	21.4		2.2	5.8	9.0	16.6	12.2	2.4
13				3.8	2.6		24.6		8.8	2.0	41.0	14.6
14	8.2	1.3		2.6	11.2	2.0	26.0		26.4		58.0	7.6
15				5.4	23.2	3.6			11.2		16.0	
16		1.3		3.0	2.6	10.4		1.0	4.6		7.6	
17		1.4		4.2	30.6	23.0			12.6			
18		2.4		6.0			5.2		10.2		6.0	
19	1.2			18.2					27.0		23.4	12.0
20	5.0			31.8			2.0		3.6	4.0	70.6	2.0
21				14.0			1.4		3.6	16.4	61.6	3.0
22				5.0		51.6			2.4	11.6	26.0	21.8
23						13.0				7.0	18.0	21.6
24			51.2		51.0		7.0			15.6	42.4	19.4
25			4.4		89.0		46.0	2.2		8.2	96.2	38.8
26						49.4	33.6	13.6	59.8		42.0	26.0
27		4.4				32.6	6.2				42.4	28.8
28		6.4		9.0		42.0	19.4	1.4	24.6		44.2	
29						2.0	4.8		15.0		46.4	
30	4.6						26.4				23.6	
31								12.6	55.8			
TOTAL	45.8	25.8	69.0	114.2	241.6	315.2	283.6	83.4	444.4	470.0	871.2	307.8

Table 2-5-9(5) **Daily Rainfall at** Siguem

(Unit: mm)

Year 1978

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3.80	99.60	6.40
2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	54.20	13.40	2.00
3	-	-	-	-	-	-	-	-	23.00	6.00	3.00	3.00
4	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	0	0	17.80
5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	7.80
6	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	10.20	0	0
7	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00	38.00	0	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	74.20	0	1.00
9	-	-	-	-	-	-	-	12.80	40.00	116.00	0	0.80
10	-	-	-	-	-	-	-	55.00	31.20	18.20	0	4.00
11	-	-	-	-	-	-	-	3.80	0	12.80	0	11.20
12	-	-	-	-	-	-	-	2.00	13.00	14.20	0	22.00
13	-	-	-	-	-	-	-	5.40	4.00	1.00	0	31.00
14	-	-	-	-	-	-	-	4.20	12.00	0	0	22.00
15	-	-	-	-	-	-	-	4.60	61.00	2.60	0	11.00
16	-	-	-	-	-	-	-	0	50.00	20.80	0	17.00
17	-	-	-	-	-	-	-	0	93.00	16.00	0	17.00
18	-	-	-	-	-	-	-	0	17.80	10.00	5.00	20.00
19	-	-	-	-	-	-	-	4.00	21.00	3.20	1.20	25.20
20	-	-	-	-	-	-	-	14.00	8.20	1.00	0	32.00
21	-	-	-	-	-	-	-	7.20	5.80	10.40	0	26.00
22	-	-	-	-	-	-	-	37.00	41.20	21.20	0	18.00
23	-	-	-	-	-	-	-	66.00	75.00	45.20	0	12.00
24	-	-	-	-	-	-	-	36.00	34.00	6.00	0	10.00
25	-	-	-	-	-	-	-	25.00	0	6.00	0	7.00
26	-	-	-	-	-	-	-	2.60	40.00	328.40	2.00	0
27	-	-	-	-	-	-	-	0.20	102.00	44.40	2.40	0
28	-	-	-	-	-	-	-	0	81.00	0	1.00	3.00
29	-		-	-	-	-	-	0	2.00	40.00	0.40	8.00
30	-		-	-	-	-	-	13.00	2.00	33.80	0	2.00
31	-		-		-		-	2.00		31.00		0
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	294.80	799.20	968.40	128.00	337.20

Table 2-5-9(6) **Daily Rainfall at** Siguem

(Unit: mm)

Year 1979

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1			13.0		16.0	3.0				28.0	0	3.0
2						69.0	20.0		16.0	26.0	10.0	6.0
3						16.0	25.0	16.0	50.0	37.0		
4						10.0		20.0	45.0	9.0		
5										6.0	28.0	6.0
6				3.0			12.0	20.0		10.0	1.8	11.0
7									22.0	6.0	4.0	7.0
8		4.0				12.0	64.0	15.0	4.0		3.0	
9						51.0			16.0			3.0
10												6.0
11					12.0					38.0		
12					10.0				11.0	20.0	10.0	3.0
13						4.0			10.0		14.0	3.0
14							23.0		9.0		2.0	
15					11.0	11.0	3.0		12.0		20.0	
16		2.0		27.0	8.0					2.0	7.0	
17				2.0	27.0	15.0			22.0			
18					17.0				32.0		6.0	
19							18.0		40.0	9.0	12.0	13.0
20				50.0						6.0	18.0	2.0
21						30.0					27.0	3.0
22			3.0	16.0		29.0			6.0	2.0	20.0	5.0
23									4.0		3.0	13.0
24			50.0		51.0						21.0	12.0
25			3.0			9.0	50.0		2.0	7.0	10.0	17.0
26					13.0	13.0	21.0	39.0	50.0		21.0	13.0
27						20.0	60.0				18.0	18.0
28		7.0				10.0			8.0		19.0	13.0
29							8.0	20.0	11.0		12.0	
30							4.0		3.0		6.0	
31							50.0	14.0				
TOTAL		13.0	69.0	98.0	165.0	302.0	358.0	144.0	373.0	206.0	292.8	157.0

Table 2-5-9(7) **Daily Rainfall at** Alayam

(Unit: mm)

Year 1978

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	2.40	150.80	11.40
2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	25.00	38.00	0
3	-	-	-	-	-	-	-	-	79.60	2.00	10.20	5.20
4	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	0	3.20	15.00
5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4.00	0	0
6	-	-	-	-	-	-	-	-	2.60	2.00	2.00	7.80
7	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	12.00	4.60	1.40
8	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	100.00	2.20	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	11.20	183.00	1.20	0
10	-	-	-	-	-	-	-	15.00	5.40	10.00	0	11.80
11	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0	3.00	0	35.60
12	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.80	0	0	14.00
13	-	-	-	-	-	-	-	1.00	22.00	0	11.80	29.80
14	-	-	-	-	-	-	-	2.00	1.20	0	0	6.80
15	-	-	-	-	-	-	-	5.00	0	13.00	1.20	30.60
16	-	-	-	-	-	-	-	0	88.20	13.00	0.80	10.00
17	-	-	-	-	-	-	-	0	44.00	14.20	4.20	2.40
18	-	-	-	-	-	-	-	0	27.40	3.40	0	29.00
19	-	-	-	-	-	-	-	3.00	0	3.00	28.00	5.60
20	-	-	-	-	-	-	-	71.00	3.00	43.80	27.60	9.20
21	-	-	-	-	-	-	-	25.00	1.40	5.40	47.00	11.00
22	-	-	-	-	-	-	-	47.00	82.00	9.00	0	4.00
23	-	-	-	-	-	-	-	63.00	21.80	55.80	0	24.20
24	-	-	-	-	-	-	-	17.00	30.00	9.00	0	4.40
25	-	-	-	-	-	-	-	30.00	0	10.40	10.00	7.60
26	-	-	-	-	-	-	-	1.00	11.40	538.80	0	0
27	-	-	-	-	-	-	-	0	117.60	24.00	0	0.60
28	-	-	-	-	-	-	-	0	30.00	1.40	3.20	6.00
29	-		-	-	-	-	-	1.00	0	49.00	4.60	8.60
30	-		-	-	-	-	-	8.00	14.00	95.60	2.00	5.00
31	-		-		-		-	3.00		81.80		6.60
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	275.00	653.60	1404.00	352.60	311.20

Table 2-5-9(8) **Daily Rainfall at Alayan**

(Unit: mm)

Year 1979

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1	3.6	0.2	7.2			15.2		0.2	5.8	43.6	2.2	25.8
2	2.2	0.6			36.4	15.4			40.0	31.4	27.4	9.2
3	0	1.0	1.0			6.8		11.4	75.8	42.2	4.0	5.2
4	0	0.4				16.0			2.2	67.2	2.0	3.6
5	0	3.4						7.8	8.4	9.4	8.2	2.4
6	0.4	2.2						3.6		8.6	55.4	12.0
7	1.4	2.0				25.0		14.2		4.6	7.2	25.2
8	0.8	2.0				17.0		19.8		3.2	7.8	5.4
9	0	0.4						7.4	20.0	4.2	0.4	2.0
10	0	1.6						0.4	7.4	2.2	0.2	
11	0.8								11.0	8.2	3.0	2.6
12	0.8				23.2			4.4	3.0	7.0	2.6	1.0
13	1.2			1.4	12.4				6.0	8.0	29.0	6.8
14	1.0				4.2				12.0		25.8	2.6
15	0	2.6			22.6	12.4			16.8		11.4	
16	0	0.4		14.6	2.2			3.2	18.2		5.8	0.8
17	0	2.4		28.0	7.8	25.4			14.8			
18	0			4.0	39.6				1.0	2.2	41.0	
19	2.0			48.8	12.0				20.2		16.6	4.2
20	1.6			87.2					5.4	7.4	7.0	1.0
21	0			13.4		17.6			1.0	0.2	2.4	1.8
22	0			7.2		35.8			7.4	2.2	4.4	11.6
23	0			1.0		8.6			2.2	8.2	15.2	19.0
24	0		31.0		67.2					2.8	22.2	23.4
25	0		5.0						18.8	2.2	40.0	30.6
26	0					12.6		2.4	11.2		39.2	16.0
27	0	10.2				15.6		1.4	4.0		15.0	8.6
28	0	5.0		42.0	1.0	15.0			6.2		16.0	0.8
29	0					2.2			18.2		20.0	
30	17.0					2.2		10.4	17.6		18.8	
31	0							23.8		4.0		
TOTAL	32.8	47.4	44.2	247.6	228.6	242.8		100.4	354.6	269.0	450.2	221.6

Table 2-5-9(9) Daily Rainfall at Biyoy

(Unit: mm)

Year 1978

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.20	6.20	16.50
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.30	5.10	10.50
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.70	8.10	14.80
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.40	5.40	21.10
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3.40	13.40
6	-	-	-	-	-	-	-	-	12.80	8.20	8.60	3.10
7	-	-	-	-	-	-	-	-	21.60	3.60	16.40	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	2.20	23.60	20.30	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	59.20	12.20	0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	4.60	92.40	9.70	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	0	107.20	8.20	6.30
12	-	-	-	-	-	-	-	-	3.60	51.60	2.00	6.00
13	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	24.80	2.10	6.20
14	-	-	-	-	-	-	-	-	21.80	1.60	4.20	15.50
15	-	-	-	-	-	-	-	-	11.20	0	4.30	17.90
16	-	-	-	-	-	-	-	-	57.00	8.40	10.50	20.00
17	-	-	-	-	-	-	-	-	0	7.80	19.00	23.40
18	-	-	-	-	-	-	-	-	42.40	3.70	13.70	17.90
19	-	-	-	-	-	-	-	-	0	41.60	9.30	0
20	-	-	-	-	-	-	-	-	0	73.20	6.50	0
21	-	-	-	-	-	-	-	-	3.80	42.40	12.80	0
22	-	-	-	-	-	-	-	-	37.40	65.00	10.70	0
23	-	-	-	-	-	-	-	-	53.60	61.72	13.00	0
24	-	-	-	-	-	-	-	-	0	69.50	8.40	1.00
25	-	-	-	-	-	-	-	-	57.00	71.91	5.50	6.40
26	-	-	-	-	-	-	-	-	93.40	110.12	0	2.00
27	-	-	-	-	-	-	-	-	34.60	101.24	0	6.10
28	-	-	-	-	-	-	-	-	5.80	71.21	6.00	0
29	-		-	-	-	-	-	-	8.40	38.80	5.20	0
30	-		-	-	-	-	-	-	1.60	14.10	10.40	0
31	-		-		-		-	-		14.80		0
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	512.80	1190.30	237.20	198.10

Table 2-5-9(10) Daily Rainfall at Biyoy

(Unit: mm)

Year 1979

DAY	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1	0	8.5	0	0	3.2	20.6	11.4	0	47.6	0	9.3	1.0
2	0	4.2	0	0	2.1	24.0	5.2	0	34.4	0	5.3	3.0
3	0	4.2	0	0	0	16.6	2.0	0	10.2	0	3.0	6.2
4	0	3.0	0	0	0	11.3	4.2	0	3.0	0	3.2	1.0
5	0	3.2	0	0	4.2	18.8	0	0	0	2.1	5.0	0
6	0	1.0	0	0	8.4	11.5	0	0	0	7.2	9.4	2.1
7	0	0	0	0	2.1	3.0	0	0	0	3.0	3.1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	5.3	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	8.3	4.1	6.3	0
10	0	0	0	0	0	0	8.3	0	4.1	11.4	5.1	0
11	0	0	0	0	3.2	0	16.6	0	9.4	9.4	14.5	0
12	0	2.1	0	0	1.0	0	10.6	0	0	14.7	10.6	3.2
13	0	2.1	0	0	4.2	0	7.3	0	6.2	13.7	3.2	2.1
14	0	5.1	0	3.2	5.3	0	4.1	0	4.1	5.2	2.1	2.0
15	0	5.3	0	0	0	21.2	10.4	0	4.2	1.0	0	4.2
16	0	7.4	0	0	0	21.2	7.3	0	9.6	0	3.2	4.1
17	0	8.3	0	7.3	0	74.2	2.0	0	4.2	0	3.0	3.0
18	0	2.1	0	2.1	3.2	60.3	4.2	0	6.3	0	4.3	2.0
19	0	0	0	0	1.0	32.4	9.3	0	12.5	0	8.3	0
20	0	0	0	0	8.4	0	5.1	0	8.3	9.4	15.8	0
21	0	0	0	3.2	2.1	0	0	0	3.0	7.2	14.8	0
22	0	0	0	0	3.1	0	0	0	2.0	9.4	15.7	0
23	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	3.0	12.6	0
24	0	4.2	0	0	0	51.2	0	0	0	9.2	19.0	0
25	0	2.1	0	0	0	74.0	0	0	0	0	12.4	0
26	0	2.1	0	0	0	102.6	0	0	0	0	12.6	0
27	0	2.0	0	0	0	83.3	3.2	0	50.4	0	12.5	0
28	0	1.0	0	0	0	32.3	6.3	4.2	0	0	15.8	0
29	0	4.2	0	0	0	13.2	9.4	6.3	0	0	14.7	0
30	0		0	0	0	0	14.6	2.0	0	0	7.9	0
31	0		0		0	3.0	10.6			3.1		0
TOTAL		75.3	0	15.8	51.5	674.7	152.1	12.5	227.8	114.1	258.0	33.9

Table 2-5-10 Monthly Rainfall in Project Area

Date	Kamamasi	Gayan (Alayan)	Biyoy	Poblacion (Kasibu)	Siguem	Paguet
1978. 7	-	-	-	0.1	-	-
" 8	262.0	275.0	-	336.6	294.8	-
" 9	-	653.6	512.8	550.2	799.2	-
" 10	879.8	1404.0	1190.3	1426.3	968.4	-
" 11	449.0	352.6	237.2	238.5	128.0	-
" 12	391.2	311.2	198.1	180.5	337.2	-
Total	1982.0	2996.4	2138.4	2732.2	2527.6	-
Mean	495.5	599.3	534.6	455.4	505.5	
1979. 1	45.8	32.8	0.0	0.4	-	-
" 2	25.8	47.4	75.3	46.0	-	13.0
" 3	69.0	44.2	0.0	64.0	-	69.0
" 4	114.2	247.6	15.8	205.0	-	98.0
" 5	241.6	228.6	51.5	58.0	-	165.0
" 6	315.2	242.8	674.7	422.0	-	302.0
" 7	283.6	-	152.1	323.0	-	358.0
" 8	83.4	100.4	12.5	357.0	-	144.0
" 9	444.4	354.6	227.8	350.0	-	373.0
" 10	470.0	269.0	114.1	698.0	-	206.0
" 11	871.2	450.2	258.0	248.5	-	292.8
" 12	307.8	221.6	33.9	110.6	-	157.0
Total	3332.0	2239.2	1615.7	2882.5	-	2177.8
Mean	277.67	203.56	134.64	240.21	-	197.98

Table 2-5-11 Tabulation of Daily Water Level and Discharge at Kamamasi

1979

Drainage area at gaging station 462 Sq. Kms.

Day	January		February		March		April		May		June		July		August		September		October		November		December		Day
1	22.46	1.00	14.00	0.72	11.28	0.62	13.16	0.69	16.00	0.79	16.88	0.82	22.14	0.99	31.34	1.26	22.79	1.01	37.22	1.42	23.77	1.04	43.41	1.58	1
2	21.82	0.98	13.72	0.71	11.55	0.63	12.89	0.68	14.84	0.75	19.61	0.91	20.55	0.94	25.10	1.08	33.51	1.32	67.65	2.15	24.10	1.05	44.20	1.60	2
3	21.50	0.97	13.44	0.70	11.55	0.63	12.62	0.67	13.72	0.71	27.13	1.14	33.51	1.32	23.44	1.03	29.56	1.21	73.15	2.27	26.11	1.11	42.23	1.55	3
4	21.18	0.96	13.16	0.69	8.52	0.51	12.62	0.67	14.28	0.73	28.51	1.18	37.22	1.42	34.24	1.34	24.76	1.07	78.31	2.38	22.79	1.01	39.51	1.48	4
5	20.86	0.95	12.89	0.68	10.51	0.59	12.62	0.67	14.00	0.72	24.76	1.07	28.51	1.18	29.21	1.20	27.82	1.16	62.28	2.03	24.10	1.05	37.22	1.42	5
6	20.55	0.94	12.62	0.67	10.51	0.59	12.62	0.67	13.72	0.71	20.86	0.95	24.10	1.05	25.43	1.09	26.11	1.11	50.71	1.76	33.14	1.31	35.72	1.38	6
7	20.23	0.93	12.62	0.67	10.25	0.58	12.89	0.68	13.44	0.70	18.99	0.89	25.10	1.08	25.43	1.09	27.47	1.15	44.60	1.61	34.24	1.34	36.85	1.41	7
8	19.92	0.92	12.62	0.67	10.00	0.57	12.62	0.67	13.16	0.69	23.11	1.02	35.72	1.38	23.44	1.03	23.44	1.03	40.67	1.51	29.91	1.22	45.00	1.62	8
9	19.30	0.90	12.89	0.68	9.75	0.56	12.62	0.67	12.89	0.68	36.85	1.41	28.51	1.18	28.16	1.17	24.43	1.06	37.98	1.44	29.21	1.20	39.51	1.48	9
10	18.99	0.89	12.62	0.67	9.50	0.55	12.35	0.66	12.89	0.68	37.60	1.43	24.10	1.05	29.21	1.20	26.79	1.13	35.72	1.38	27.13	1.14	38.36	1.45	10
11	18.69	0.88	12.35	0.66	9.25	0.54	12.08	0.65	12.62	0.67	27.13	1.14	22.79	1.01	27.13	1.14	26.11	1.11	34.98	1.36	27.47	1.15	36.10	1.39	11
12	18.38	0.87	12.08	0.65	9.25	0.54	12.08	0.65	12.62	0.67	22.79	1.01	22.14	0.99	24.10	1.05	22.46	1.00	38.74	1.46	26.79	1.13	33.51	1.32	12
13	18.08	0.86	11.81	0.64	9.00	0.53	11.81	0.64	14.84	0.75	19.61	0.91	21.82	0.98	23.11	1.02	22.14	0.99	33.87	1.33	26.45	1.12	33.14	1.31	13
14	17.78	0.85	11.55	0.63	9.00	0.53	11.81	0.64	16.00	0.79	18.08	0.86	25.43	1.09	22.14	0.99	22.46	1.00	22.46	1.00	32.78	1.30	32.78	1.30	14
15	17.48	0.84	12.08	0.65	8.76	0.52	12.08	0.65	16.00	0.79	19.61	0.91	29.56	1.21	20.86	0.95	25.43	1.09	26.79	1.13	38.36	1.45	32.05	1.28	15
16	17.18	0.83	12.08	0.65	13.72	0.71	12.08	0.65	17.18	0.83	17.78	0.85	24.43	1.06	20.23	0.93	24.76	1.07	32.05	1.28	35.72	1.38	31.34	1.26	16
17	16.58	0.81	12.08	0.65	13.72	0.71	14.56	0.74	14.84	0.75	18.08	0.86	21.18	0.96	19.61	0.91	31.34	1.26	30.98	1.25	33.87	1.33	30.62	1.24	17
18	16.58	0.81	12.08	0.65	13.44	0.70	14.28	0.73	24.10	1.05	18.69	0.88	19.92	0.92	18.99	0.89	28.16	1.17	29.56	1.21	32.05	1.28	29.21	1.20	18
19	16.00	0.79	12.08	0.65	13.16	0.69	13.72	0.71	23.44	1.03	17.78	0.85	19.30	0.90	18.69	0.88	30.27	1.23	28.86	1.19	35.72	1.38	29.56	1.21	19
20	16.58	0.81	11.55	0.63	13.16	0.69	15.13	0.76	18.08	0.86	16.88	0.82	19.61	0.91	18.08	0.86	33.51	1.32	28.16	1.17	37.60	1.43	28.86	1.19	20
21	16.00	0.79	11.28	0.62	13.44	0.70	30.27	1.23	16.00	0.79	16.29	0.80	25.77	1.10	17.78	0.85	28.51	1.18	28.51	1.18	39.12	1.47	28.86	1.19	21
22	15.42	0.77	11.02	0.61	13.72	0.71	21.50	0.97	14.84	0.75	15.71	0.78	21.82	0.98	17.18	0.83	25.43	1.09	28.16	1.17	35.72	1.38	29.91	1.22	22
23	14.84	0.75	10.76	0.60	13.72	0.71	33.87	1.33	14.00	0.72	27.47	1.15	19.30	0.90	16.88	0.82	27.47	1.15	27.47	1.15	36.47	1.40	30.98	1.25	23
24	14.56	0.74	10.51	0.59	17.18	0.83	22.46	1.00	14.28	0.73	20.86	0.95	18.38	0.87	16.58	0.81	26.11	1.11	28.51	1.18	37.22	1.42	33.87	1.33	24
25	14.28	0.73	10.25	0.58	22.46	1.00	13.90	0.90	33.87	1.33	19.61	0.91	18.38	0.87	16.29	0.80	24.10	1.05	28.16	1.17	37.98	1.44	36.85	1.41	25
26	14.00	0.72	10.00	0.57	17.48	0.84	16.58	0.81	26.11	1.11	21.50	0.97	31.69	1.27	16.58	0.81	23.11	1.02	26.79	1.13	49.06	1.72	38.36	1.45	26
27	13.72	0.71	10.00	0.57	15.42	0.77	15.42	0.77	20.86	0.95	23.77	1.04	45.80	1.64	21.82	0.98	38.36	1.45	26.11	1.11	47.83	1.69	39.89	1.49	27
28	13.16	0.69	10.00	0.57	14.28	0.73	15.42	0.77	18.38	0.87	28.86	1.19	35.35	1.37	18.38	0.87	32.78	1.30	25.77	1.10	45.80	1.64	41.44	1.53	28
29	13.16	0.69			11.02	0.61	29.21	1.20	17.18	0.83	26.11	1.11	27.47	1.15	17.18	0.83	34.61	1.35	25.77	1.10	43.41	1.58	39.51	1.48	29
30	13.16	0.69			13.44	0.70	18.38	0.87	17.78	0.85	21.50	0.97	25.10	1.08	20.23	0.93	36.10	1.39	25.10	1.08	43.01	1.57	34.61	1.35	30
31	13.16	0.69			13.16	0.69			16.00	0.79			25.77	1.10	18.99	0.89			24.10	1.05			33.14	1.31	31
Total	535.60		334.14		381.20		473.65		517.96		672.41		800.47		685.83		829.90		1,129.19		1,016.93		1,106.6		
Mean	17.28		11.93		12.30		15.79		16.71		22.41		25.82		22.12		27.66		36.43		33.90		35.70		
Max.	22.46		14.00		22.46		33.87		33.87		37.60		45.80		34.24		38.36		78.31		49.06		45.00		
Min.	13.16		10.00		8.52		11.81		12.62		15.71		18.38		16.29		22.14		22.46		22.79		28.86		

REMARKS: Discharges based on rating curve,

$Q = 22.46330825\ h^{1.440225614}$

Discharge measurements from May 1979 to January 1980 were used to develop the rating curve.

Total	8,483.88
Mean	23.44
Max.	78.31
Min.	8.52

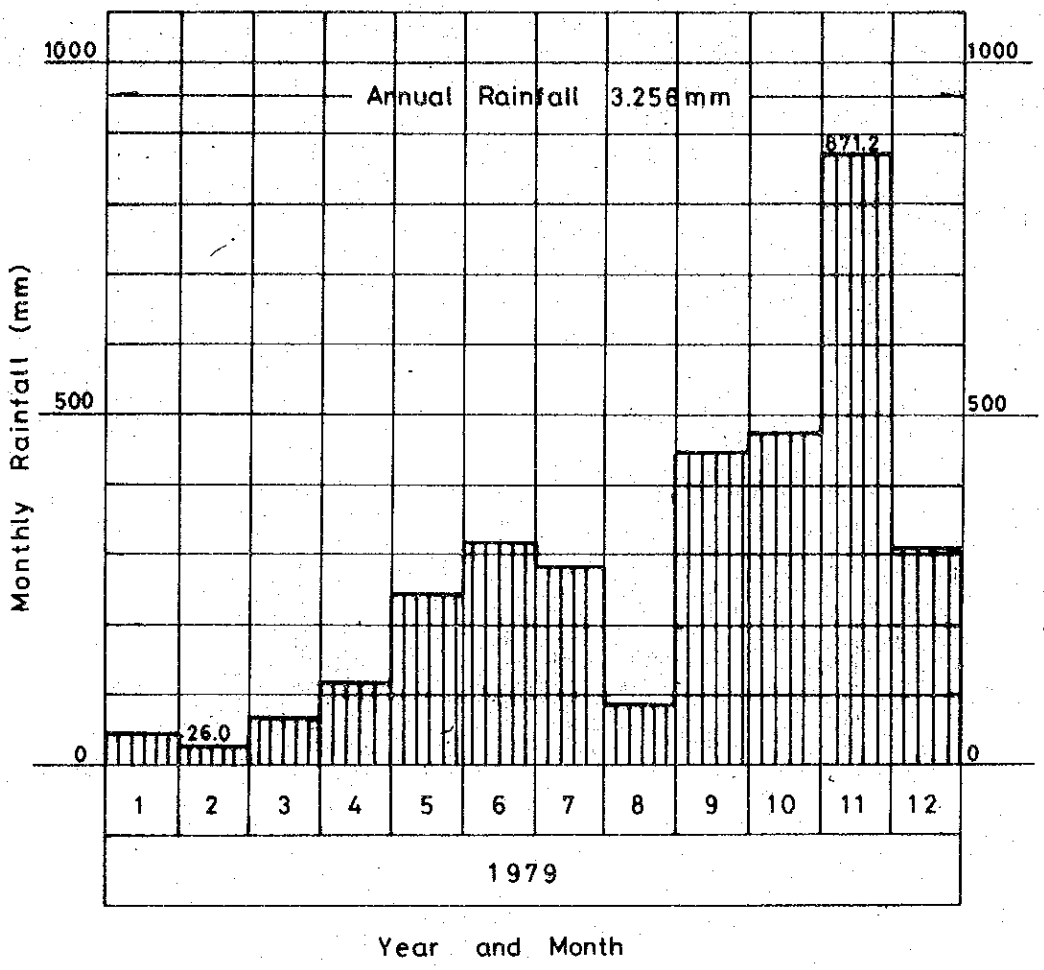
Table 2-5-12 Correlation of Daily Rainfall

x \ y	Kamamasi	Gayan Alayan	Biyoy	Poblacion Kasibu	Siguem	Paquet
Kamamasi		r=0.602 y=-0.775 +1.060x	r=0.289 y=5.087 +0.234x	r=0.536 y=4.912 +0.513x	r=0.647 y=1.351 +0.805x	r=0.445 y=3.470 +0.317x
Gayan	n=234		r=0.444 y=7.986 +0.213x	r=0.609 y=7.780 +0.350x	r=0.895 y=5.421 +0.594x	r=0.933 y=-0.532 +1.442x
Biyoy	n=484	n=209		r=0.434 y=6.988 +0.509x	r=0.406 y=7.756 +0.596x	r=0.0942 y=6.046 +0.0948x
Poblacion	n=510	n-234	n=484		r=0.604 y=3.308 +0.735x	r=0.238 y=4.841 +0.195x
Siguem	n=145	n=144	n=119	n=145		
Paquet	n=334	n=59	n=334	n=334		

Table 2-5-13 Correlation of Monthly Rainfall

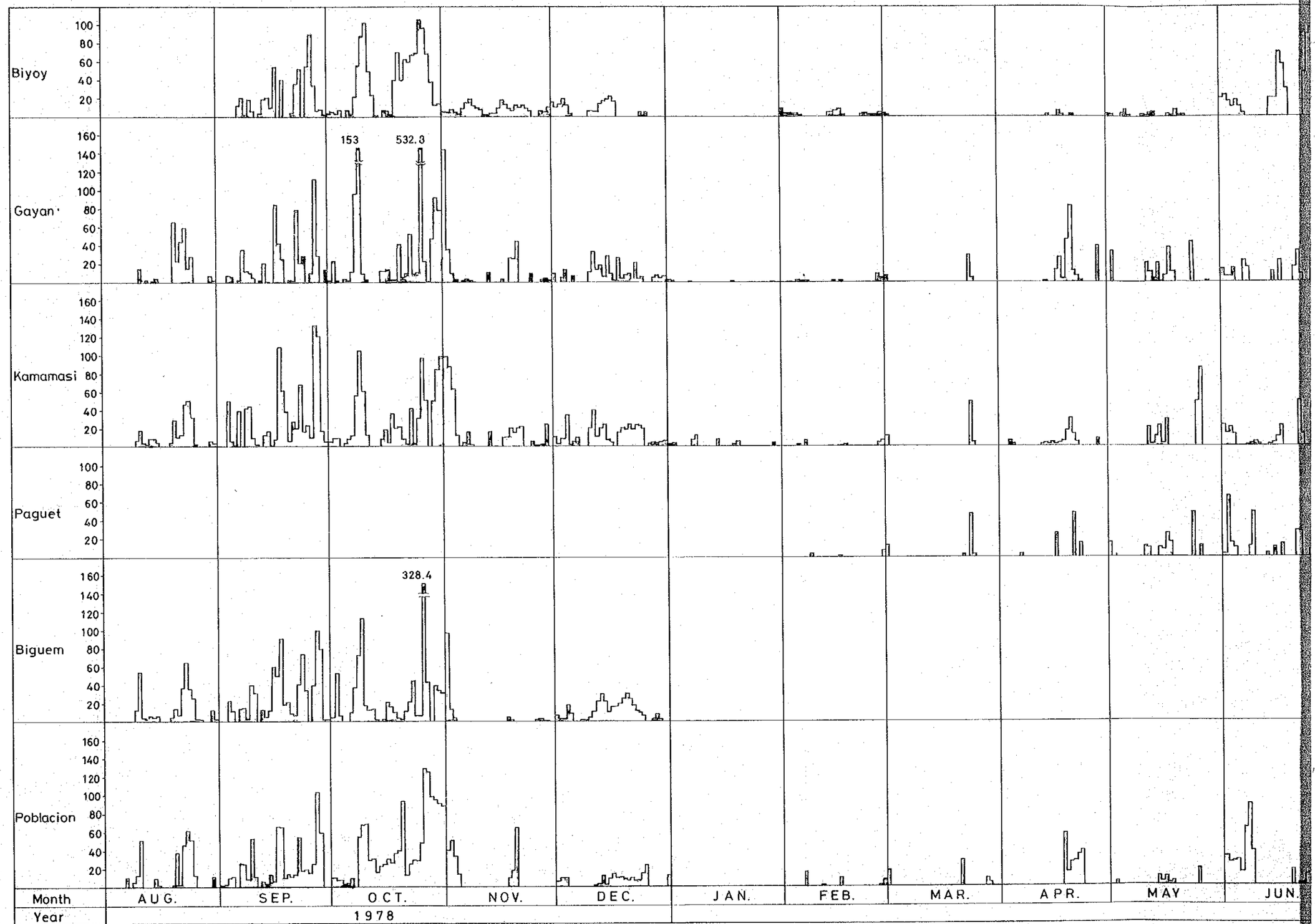
y	Kamamasi	(Alayan) Gayan	Biyoy	(Kasibu) Poblacion	Siguem	Paquet
Kamamasi		r=0.80171 y=-19.30780 +0.98013x	r=0.67992 y=-53.961550 +0.81144x	r=0.66344 y=27.34985 +0.88062x	r=0.88482 y=-171.47540 +1.21811x	r=0.66263 y=102.38142 +0.32596x
(Alayan) Gayan	n=15		r=0.88403 y=-42.10709 +0.85345x	r=0.88216 y=23.84888 +0.93781x	r=0.87852 y=106.86182 +0.66523x	r=0.81082 y=25.62321 +0.70865x
Biyoy	n=15	n=15		r=0.84634 y=111.53108 +0.93058x	r=0.86400 y=164.05872 +0.73726x	r=0.60156 y=144.01553 +0.36741x
(Kasibu) Poblacion	n=16	n=16	n=16		r=0.85794 y=176.48051 +0.60217x	r=0.52156 y=115.33820 +0.31542x
Siguem	n=4	n=5	n=4	n=5		-
Paquet	n=11	n=10	n=11	n=11	-	

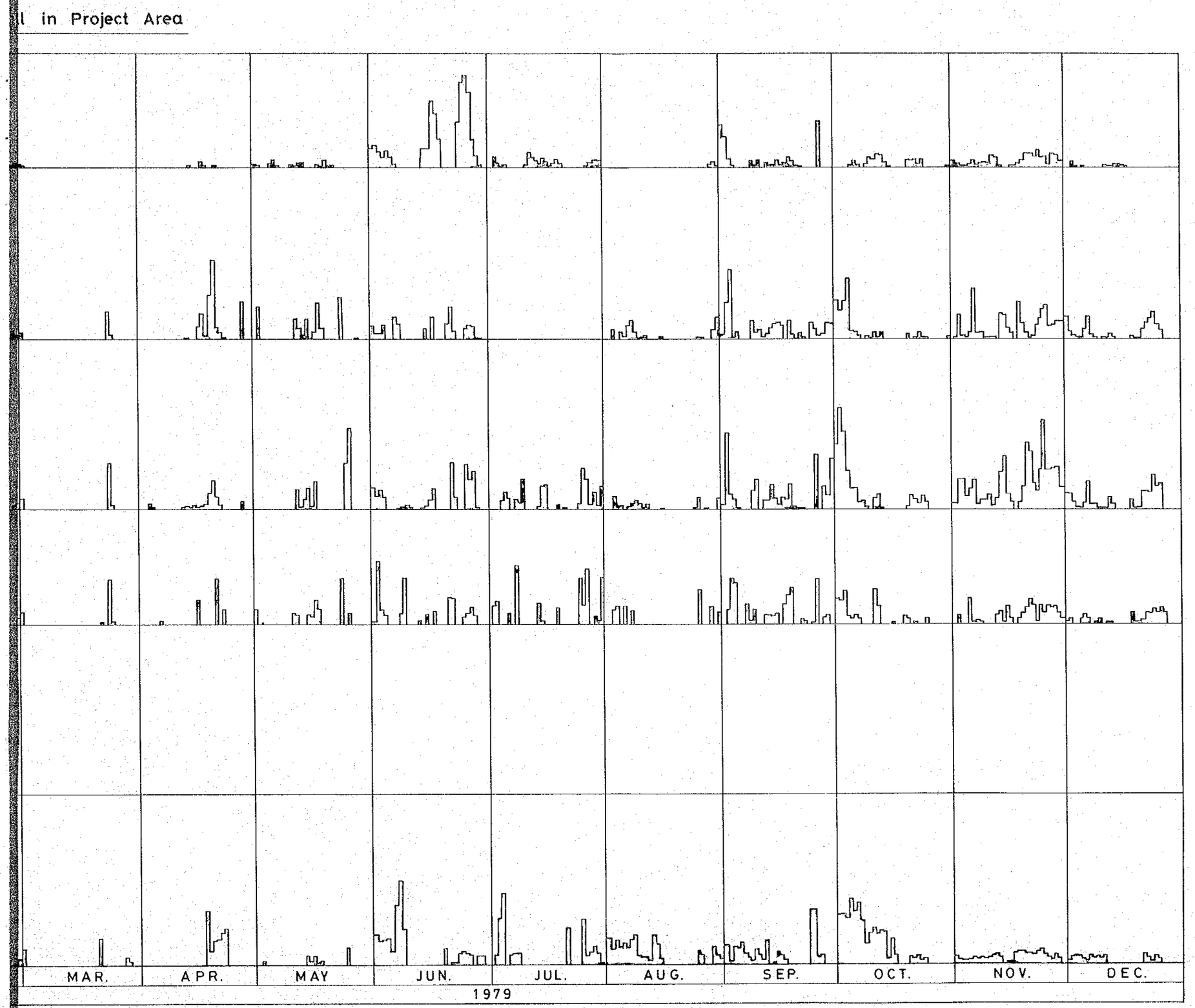
Monthly Rainfall Record at Kamamasi



Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines	
Japan International Cooperation Agency	
Monthly Rainfall Record at Kamamasi	
October 1980	Fig. 2-5-15

Daily Rainfall in Project Area





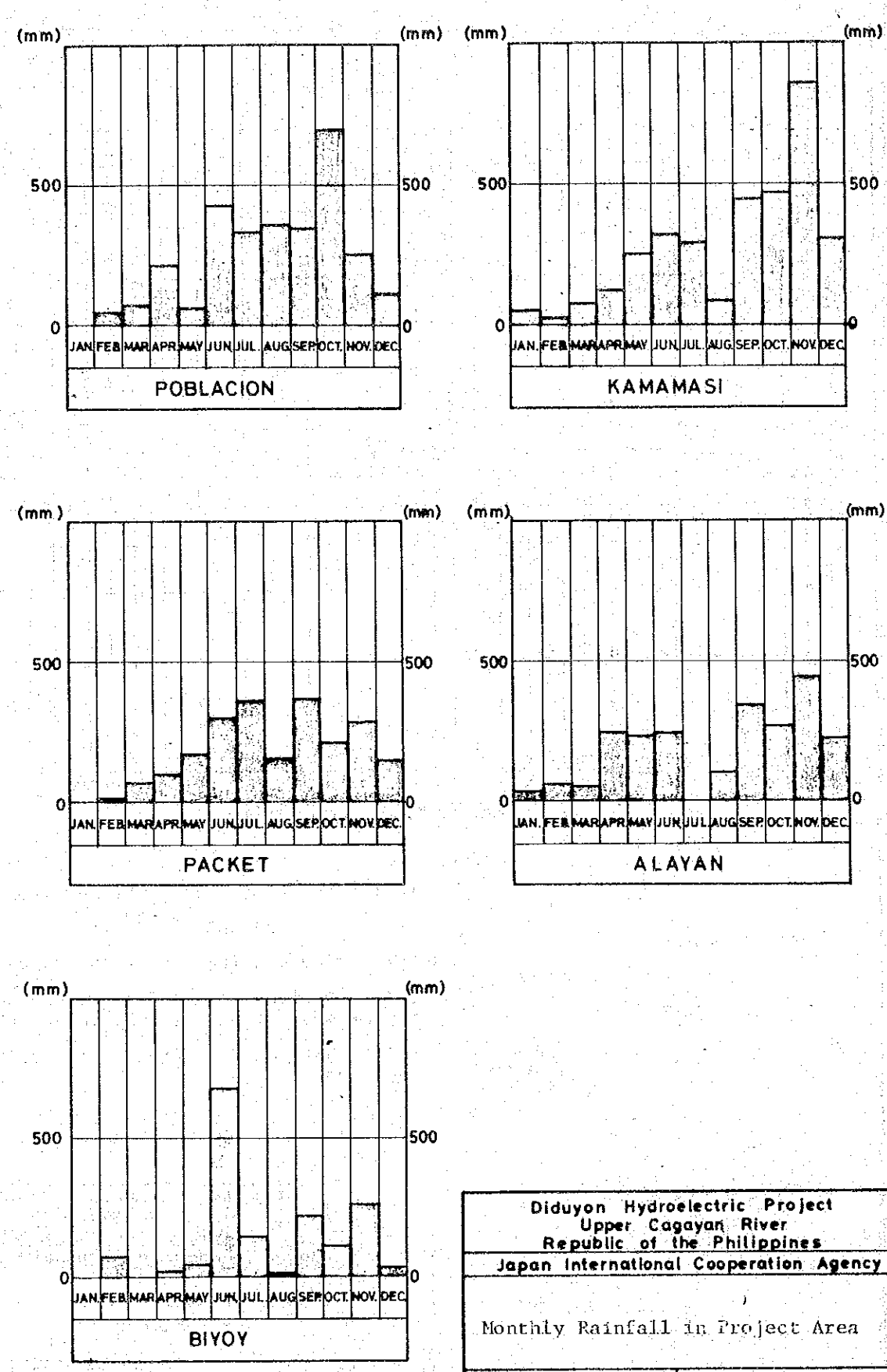
Diduyon Hydroelectric Project
Upper Cagayan River
Republic of the Philippines

Japan International Cooperation Agency

Daily Rainfall in Project Area

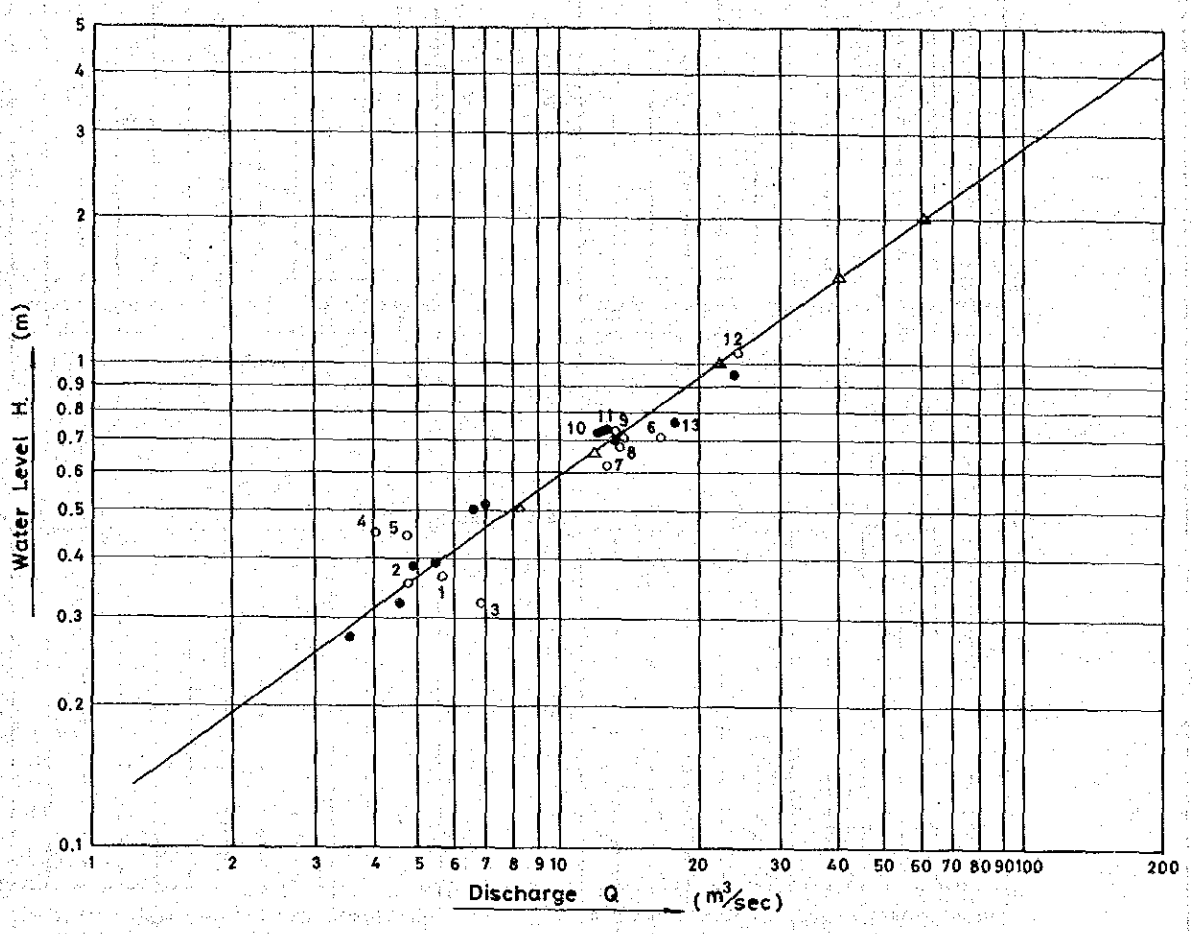
October 1980 Fig.2-5-16

Monthly Rainfall in Project Area
(1979)



Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Monthly Rainfall in Project Area
October 1980 Fig. 2-5-17

Discharge Rating Curve at Kamamasi



* Note : Curve Fitted by Power Equation

$$Q = 22.4633H^{1.44023}$$

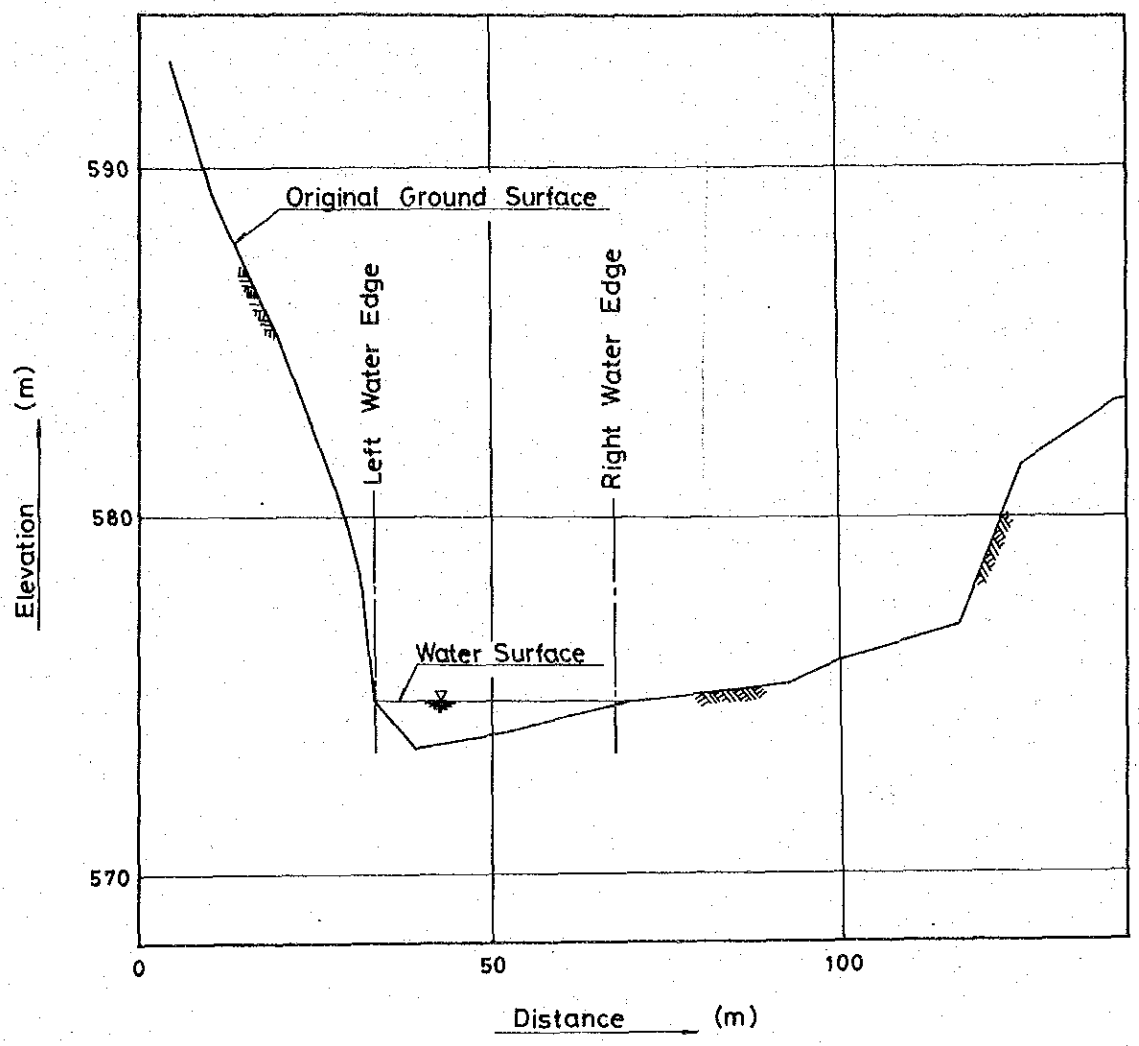
Δ - Points Derived from Power Equation

o - Points Derived from Actual Discharge Measurements from May 1979 to January 1980

o - Points Derived from Discharge Measurements for 1980

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Discharge Rating Curve at Kamamasi
October 1980 Fig. 2-5-18

Cross-Section of Kamamasi Gauging Station

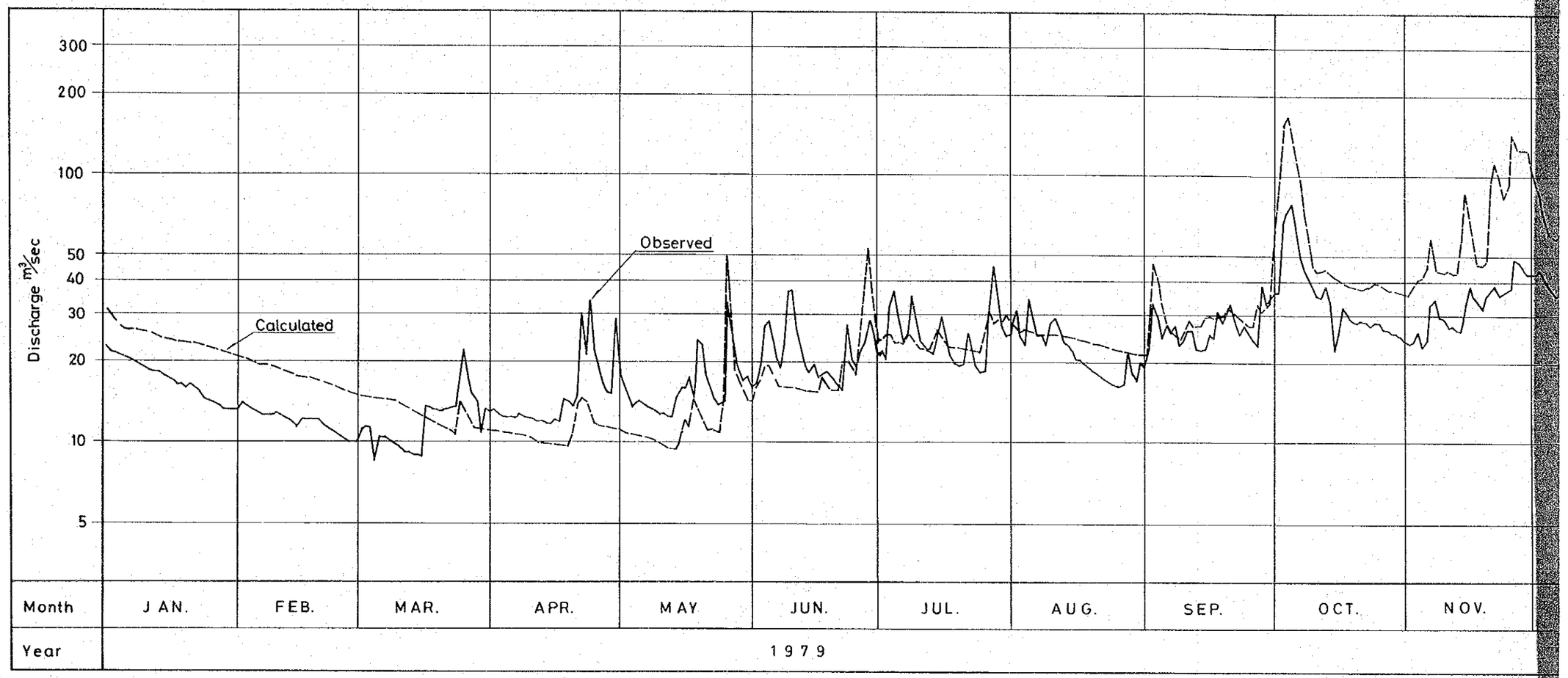


Note :

Gauge Height	: 0.34 m
Date	: June 23, 1980
B.M.Elevation	: 578.89 m
Time	: 6:00 a.m.
"0" Level of Staff Gauge	: 574.5 m

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Cross-Section of Kamamasi Gauging Station
October 1980 Fig.2-5-19

Daily Discharge at Kamamasi, Observed and Calculated



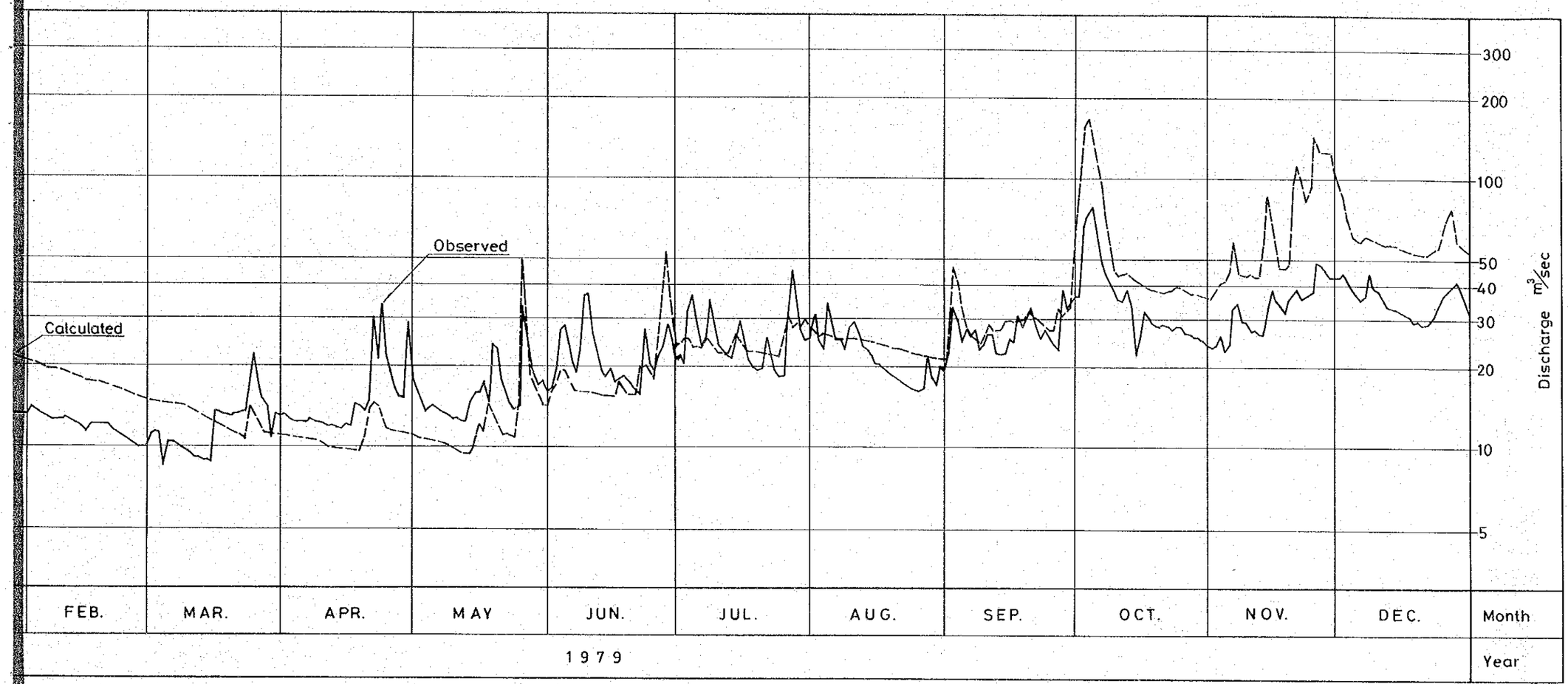
Station : Kamamasi

Drainage area : 462 km²

——— Observed Daily Discharge

- - - - Calculated by Tank Model Method

Daily Discharge at Kamamasi, Observed and Calculated



Station : Kamamasi

Drainage area : 462 km²

——— Observed Daily Discharge

- - - - Calculated by Tank Model Method

Diduyon Hydroelectric Project Upper Cagayan River Republic of the Philippines
Japan International Cooperation Agency
Daily Discharge at Kamamasi Observed and Calculated
October 1980 Fig. 2-5-20