

No. 5

マレーシア

テカイ河水力発電開発計画調査

報告書

第III巻 水文報告書

1983年9月

国際協力事業団

鉦計資
CR II
83-85/6

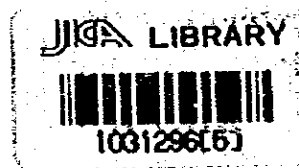
JICA

マレーシア

テカイ河水力発電開発計画調査

報告書

第Ⅲ巻 水文報告書



1983年 9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 6. 26	113
	643
登録No. 11658	MPN

は し が き

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国バハン州において早急に開発することが望まれているテンブリン川支流テカイ川の水力発電開発計画のフィージビリティ調査を行うこととなり、その実施を国際協力事業団に委託した。事業団はこの水力発電計画の重要性を考慮し、1981年3月1日から1982年12月15日まで、高比良敬一氏を団長とする各分野の専門家から成る調査団をマレーシアに派遣し、同国政府関係機関の協力を得て現地調査を実施した。

本報告書は、現地調査及び収集した資料に基づき、帰国後調査検討を行い、その成果を取りまとめたものである。本報告書が、マレーシアの電源開発に寄与するとともに、同国と日本との経済交流及び友好親善の一助となれば誠に喜ばしい次第である。

終わりに、今回の調査の実施に当たられた団員各位に謝意を表するとともに、熱意ある支援と協力を戴いたマレーシア国政府関係機関の方々、ならびに外務省、通商産業省及び在マレーシア日本国大使館の関係者各位に対し、この機会に心より感謝の意を表わすものである。

1983年8月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 轄

目 次

1. 序 論	1
1.1 目 的	1
1.2 予 見	1
1.3 单 位	2
2. 基 礎 資 料	3
2.1 気 象 資 料	3
2.2 流 量 資 料	4
3. 現 地 調 査	11
3.1 一 般	11
3.2 観 測 設 備	11
3.3 観 測 結 果	13
4. 降 雨	33
4.1 一 般	33
4.2 年 雨 量	33
4.3 月 雨 量	35
4.4 相 関 分 析	35
4.5 日 雨 量	41
4.6 確 率 雨 量	41
4.7 既 往 豪 雨	45
5. 蒸 発 及 び 蒸 発 散 量	49
5.1 蒸 発 量	49
5.2 実 蒸 発 散 量	49
6. 流 出	55
6.1 一 般	55

6.2	月	流	出	.....	59						
6.3	日	流	出	.....	61						
7.	低	水	流	出	.....	65					
7.1	基	礎	資	料	及	条	件	65			
7.2	低	水	流	出	モ	デ	ル	の	検	証	69
7.3	ダ	ム	サ	イ	ト	流	量	の	推	定	72
8.	洪	水	流	出	.....	79					
8.1	基	礎	資	料	.....	79					
8.2	洪	水	流	出	計	算	手	法	81		
8.3	洪	水	流	出	モ	デ	ル	の	検	証	84
9.	洪	水	調	節	.....	87					
9.1	一	般	.....	87							
9.2	基	本	高	水	流	量	87				
9.3	調	節	計	算	.....	92					

LIST OF APPENDICES

Appendix	Title	Page
A.	Maximum Rainfall Data used in Analysis	1
B.	Probability Curves	13
C.	Daily Discharge Tables and Duration Curves at	31
	Four stations	
D.	Daily Discharge Estimated for S. Tekai at Penut	71
E.	Rainfall Patterns at Stations	93
F.	Estimation of Plotting-position, Iwai Method and	117
	Curve Fitting.	
G.	Tank Model	125
H.	Storage Function Method	131
I.	Monthly Rainfall Data	135
J.	Adjusted Rainfall for the daily runoff model	153
K.	Rainfall and Discharge Data Used for Flood Runoff Model ..	167

LIST OF TABLE

TABLE NO	TITLE	
2.1	Rainfall Stations	17
2.2	Streamflow Stations	9
2.3	Sediment Measuring Stations	5
3.1	Actual Measurement of Discharge	17
3.2	Daily Discharge	25
3.3	Rainfall, Waterlevel, Discharge in Flood	27
3.4	Rainfall Observation	29
4.1	Rainfall in the Pahang Basin	34
4.2	Monthly Rainfall Correlation Table	37
4.3	Plotting-position and Curve-fitting Formula	42
4.4	Estimated Rainfall for a Period of 1000 Years and Durations	43
5.1	Evaporation Data	51
5.2	Actual Evapotranspiration Computed from Rainfall and Runoff	53
6.1	Streamflow Stations Used in Analysis	59
7.1	Mean Evaporation at Kangsar	65
7.2	Flow Regime at Penut	73
7.3 (1)	Flow Regime at the Lower Damsite	74
7.3 (2)	Flow Regime at the Upper Damsite	74
8.1	Rainfalls and Runoff Depth During Floods	80
9.1	Five Day Rainfalls for a eriod of 1000 Years.....	88
9.2	Adjustment Factors	89
9.3	Design Flood at the Upper Damsite	93
9.4	Design Flood at the Lower Damsite	96

LIST OF DRAWING

FIG. NO	TITEL	
2.1	Meterological Stations	6
3.1	Tekai Outline Map of Hydrology Investigation	12
3.2	Sungai Tekai Above Kuala Jemar Gauging Station	15
3.3	Rating Curve	24
4.1	Rainfall Correlation Coefficients	36
4.2	Spatial Distribution of Five Day Maximum Rainfall for 10,000 years and 1,000 years Period	44
4.3	Rainfall Duration Curve	46
4.4	Rainfall Patterns	47
5.1	Evaporation-Elevation Relationship	50
5.2	Annual Rainfall-Annual Runoff Relationship	54
6.1	Rating Curve (Penut)	56
6.2	The Correlation between Penut and Another Station	60
6.3	Comparison of Hydrographs	63
7.1	The Various Basic Tank Model for Calibration	67
7.2	Comparison between the Calculated and Recorded Hydrograph	70
7.3	Adopted Tank Model	71
7.4	Mass Curve (Upper Tekai Reservoir)	75
7.5	Mass Curve (Lower Tekai Reservoir)	77
8.1	Model of River System is S.Tekai	82
8.2	Concept of Effective Rainfall	83
8.3	Comparison between the Calculated and Recorded Hydrograph	86
9.1	Adjustment between the Actual Storm and the Design Storm	88
9.2	Basic Flood Discharge	91
9.3	The Spillway Rating Curve and the Reservoir Storage Curve (Upper Dam)	94
9.4	Reservoir Inflow, Stage, Outflow Hydrograph (Upper Dam)	95
9.5	The Spillway Rating Curve and the Reservoir Storage (Lower Dam)	97
9.6	Reservoir Inflow, Stage, Outflow Hydrograph (Lower Dam)	98

1. 序

論

1. 序 論

1.1 目 的

この報告書はテカイ川水力開発計画のフィーチャービリティ調査に関して実施した水文業務をとりまとめたものである。この業務の目的は次のとおりである。

- テカイ川流域の降雨、蒸発及び流出等に関する特性把握
- 調査期間中に集収された資料整理
- テカイ川 Penut 流量観測所及び他の観測所の流出把握
- 設計、計画に必要なダムサイトにおける流出量の推定
- ダム設計洪水流量及び確率洪水量の推定

1.2 予 見

なお、この水文業務の特徴は、フィーチャービリティ調査に必要な情報の提供であり、その主要業務は基礎データとりわけ気象資料のテカイ川流域近傍よりの推定である。

この調査においては、Pahang River Basin Study 及び Natinal Water Resource Study で得られた結果等を引用した。

詳細設計に必要な水文諸量の最終決定には水文データの追加及び今回実施した水文解析と関連した解析を実施する必要がある。

1.3 単 位

このレポートに関して単位はすべてメートル単位とする。

Metric Conversion Factors and Abbreviations

Length

1 millimetre (mm)	=	0.0394 inches
1 metre (m)	=	3.28 feet
	=	1.094 yards
1 kilometre (km)	=	0.621 miles

Area

1 square metre (m ²)	=	10.8 square feet
1 hectare (ha)	=	2.47 acres
1 square kilometre (km ²)	=	0.386 square miles

Volume

1 cubic metre (m ³)	=	35.3 cubic feet
	=	1.31 cubic yards
1 million cubic metres (m ³ x 10 ⁶)	=	811 acre feet

Discharge

1 cubic metre per second (m ³ /s)	=	35.3 cubic feet per second
1 litre per second (l/s)	=	13.2 imperial gallons per minutes

Mass

1 kilogram (kg)	=	2.20 pounds
1 tonne (t)	=	0.984 tons (long)

2. 基礎資料

2. 基礎資料

2.1 気象資料

2.1.1 一般

バハン川流域内の気象資料は多くの機構によって記録整理されている。降雨及び蒸発に関する記録及び編集はおもに D.I.D(Drainage and Irrigation Dep.)でおこなわれ、主要の気象観測所における資料集収は MMS (Malaysian Meteorological Service) によって実施されている。NEB は水力開発のための資料集収として数ヶ所の観測所を設置している。プロジェクトの為に降雨、蒸発及びその他の気象資料は NEB によって集収された。テカイ川流域近傍の観測所位置図は図 2.1 に示す。

2.1.2 気象資料

主要観測所及び補助観測所における気象データの測定及び記録は M.M.S によって実施されている。バハン州には Kuantan 空港及び Cameron Highlands の 2 つの主要観測所が存在する。テカイ川に近い Kuala Tahan では 1973 年以來、気象データの測定を実施している。主要観測所では降雨量、温度、湿度、風、気圧及び日照時間に関する測定記録を実施している。これらの測定値は気象月報として発行されている。

2.1.3 日雨量

バハン州において最初の日雨量の観測は、1898 年 Rumar Sakit Umum Kuantan で始まった。観測所の多くはバハン川沿い及び Raub の近辺に集中しており、テカイ川流域には 2 観測所 (sta 4227001 Stn Tele Ulu Tekai, sta 4127001 Kawasan 'B' Ulu Tekai) が設置されているが、記録開始は 1974 年と新しく欠測が多いのが実状である。従って近傍の降雨分布についての把握が必要である。

1979 年までの期間に対しては月雨量表で D.I.D から刊行され、記録は 5 年ごとに発行されている。1970 年以來集収された日雨量は年ごとに日雨量年表として D.I.D により整理され入手可能である。

2.1.4 蒸 発

1963年、パハン州にはUSクラス・パンを備えた蒸発量測定観測所がD.I.Dによって設置された。パハン川流域内には高標高部における唯一の観測所である Cameron Highlands があり、これはNEBによって1963年以来測定を実施している。テカイ川流域近傍では2地点 (Kuala Tahan , Kangsar) の蒸発量観測所がある。

2.2 流量資料

2.2.1 一 般

流量資料は水資源開発関連の調査には不可欠のものである。資料としては水位、流量、浮遊土砂等があり、これらは過去の変化量の決定及び合理的でかつ信頼できる将来予測の為、あらゆる状態の資料状況が要求される。

2.2.2 水 位

流量調査に最も有効な資料は水位標による水位測定であり、一般的に毎時測定がおこなわれている。水位標からの測定値はD.I.Dによって最高水位、平均水位、最小水位等が月報として編集されている。

2.2.3 流 量

パハン川流域で1972年以前に流量測定を実施している観測所は17地点であり、表2.2に示すとおりである。NEBの管轄観測所は10地点である。これらの中でこの調査の為に4観測所 (Jeram Teras , Kg. Pagi , Kuala Tahan , Penut) の流量資料が集取された。又、このプロジェクト調査中の1981年に上流ダム地点の近くに観測所 (Kuala Jemar) が設置された。

2.2.4 浮 遊 土 砂

1972年、実施された Pahang Basin Study チームのもとに、4地点の浮遊土砂観測所が設置された。(表2.3に観測所諸元を示す。) 1974年よりD.I.Dによって浮遊土砂の測定結果はWater Quality Recordとして編集発行されている。パハン川流域内の5観測所の平均濃度値は表2.3に示すとおりであり、テカイ川においては

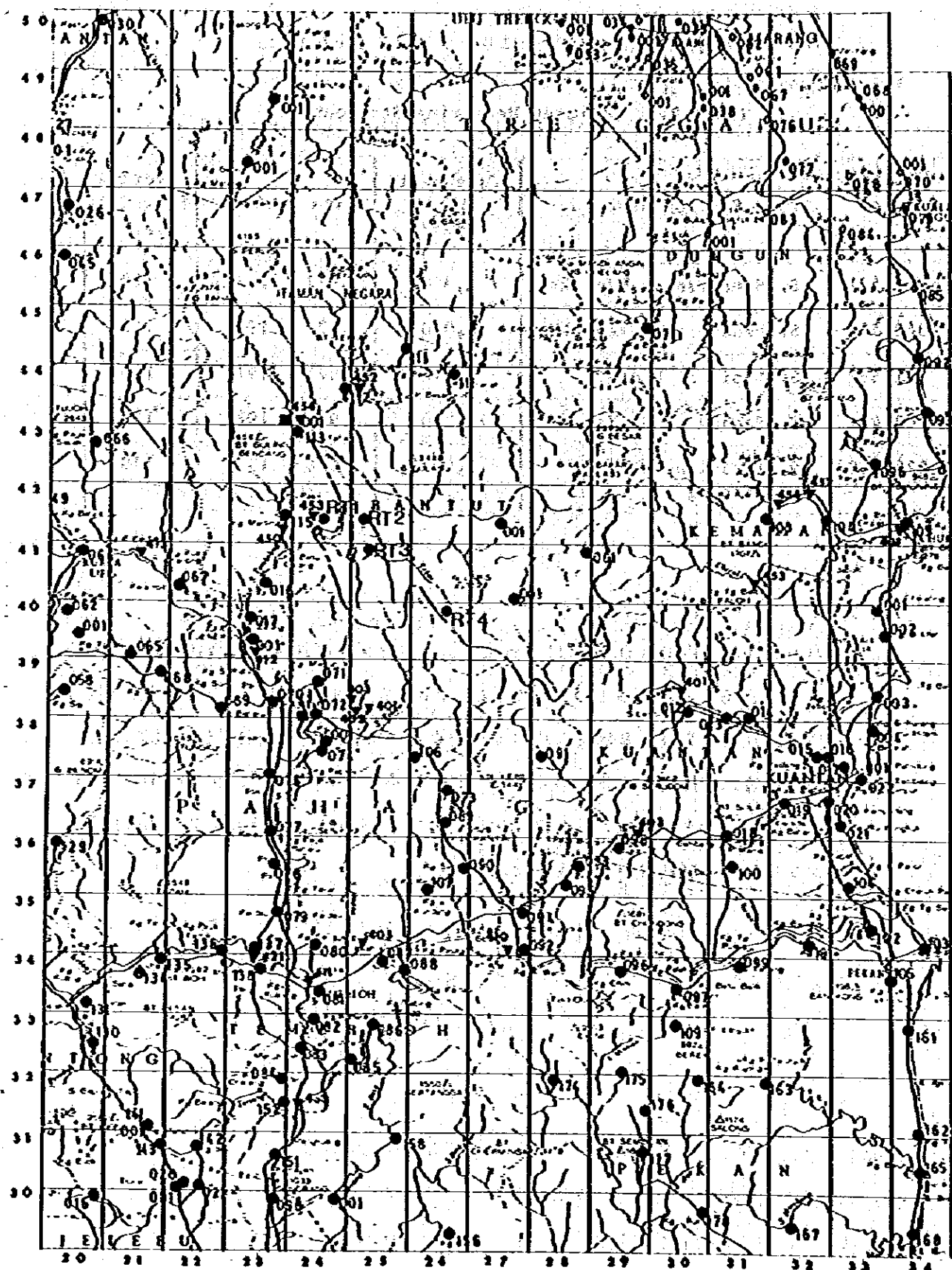
プロジェクト調査の期間中1981年にサンプリングを実施した。

Table 2.3 Sediment Measuring Stations

Station No.	Station Name	Catchment Area (km ²)	Data Period	Average Sed. Con. (ppm)
3423421	S. Semantan at Mentekab	2,920	1972 - 1978	110
3424411	S. Pahang at Temerloh	19,000	1972 - 1974	140
4019462	S. Lipis at Benta	1,670	1972 - 1976	130
4023412	S. Pahang at S. Yap	13,200	1972 - 1974	150
4223450	S. Tembeling at Kg. Merting	5,050	1974 - 1977	130

2.2.5 水 質

バハン川流域内ではD.I.Dによってサンプリング及び試験が実施され、水質資料は信頼できるものとなっている。1972年マレーシア政府はDARAを設立し、バハン州区域の社会事業及び基盤整備の事業促進を行っている。水質資料は水資源関連分野の団体等に情報提供するために作成されている。1974年以来、資料はD.I.Dによって編集発行されている。テカイ川に関しては1981年、プロジェクト調査期間中サンプリング及び試験が実施された。



1:1,000,000

Fig. 2.1 Meteorological Stations

- Rainfall
- ▼ Stream flow
- Evaporation

Table 2.1 Rainfall Stations

STATION NAME	STATION NO.	LOCATION		START OF RECORD	APPLI-CATION
		LAT	LONG		
STN. TELE. KG. MENERONG	4930038	LAT 04°56'20"	LONG 103°03'40"	11/66 DATE	A
STN. TELE. KG. ARING	4923001	LAT 04°56'15"	LONG 102°21'10"	11/74 DATE	A
HERAPOH	4620045	LAT 04°40'40"	LONG 102°00'30"	9/46 DATE	
KG. KUALA SAT	4525111	LAT 04°33'50"	LONG 102°58'25"	7/71 DATE	A
SEK. KEB. DASIR RAJAU, DUNGAN	4529071	LAT 04°33'50"	LONG 102°58'25"	9/66 DATE	A
SIN. KANJICUACA CAMERON H/L	4413034				B
SEK KEB KG PAGI	4424112	LAT 04°27'40"	LONG 102°29'00"	12/64 DATE	A
SEK KEB KG AUR GADING	4319048	LAT 04°21'05"	LONG 101°55'10"	8/66 KATE	
SNT TELE KUALA TAHAN	4324001	LAT 04°23'10"	LONG 102°24'10"	11/73 KATE	A D
PAYA TUPAI	4218043	LAT 04°13'50"	LONG 101°54'00"	2/69 DATE	
STN TELE BT BETONG	4219001	LAT 04°14'00"	LONG 101°56'25"	11/73 DATE	
KG MERTING	4223115	LAT 04°14'35"	LONG 102°23'00"	8/48 KATE	A, B, D, E
STN TELE ULU TEKAI	4227001	LAT 04°14'10"	LONG 102°43'40"	10/73 DATE	A, C, D
IBU BEKALAN AIR PCITIH	4231103	LAT 04°14'40"	LONG 103°11'55"	12/64 KATE	A
SEK. KEB. DASIR GAJAH	4232104	LAT 04°14'20"	LONG 103°17'50"	2/57 DATE	
RUMAH SAKIT K LIPIS	4120064	LAT 04°11'10"	LONG 102°02'35"	11/64 DATE	B

STATION NAME	STATION NO.	LOCATION		START OF RECORD	APPLI- CATION
		LAT	LONG		
STN KERETAPI KRAMBIT	4122067	LAT 04°07'10"	LONG 102°12'00"	1/61 DATE	
KG. CHEBONG	4123116	LAT 04°07'20"	LONG 102°20'45"	9/62 DATE	A
KAWASAN 'B' ULU TEKAI	4127001	LAT 04°06'10"	LONG 102°45'30"	10/73 DATE	A
J.K.R BENTA	4019001	LAT 04°02'00"	LONG 101°58'00"	1/75 DATE	B
STN TELE SG YAP	4023001	LAT 04° 0'55"	LONG 102°19'30"	11/73 DATE	
SEK.KEB KG TEMBELING	4023117	LAT 04°04'10"	LONG 102°19'10"	2/26 DATE	A
KG. BHARU, JERANTUT	3922069	LAT 03°54'55"	LONG 102°16'40"	6/24 DATE	B
RUMAH PAM PAYA KANGSAR	3924072	LAT 03°54'15"	LONG 102°26'00"	11/50 DATE	A,C,D
KG. PADANG LAUANG	3833022				B
J.K.R JEMROL	3726089	LAT 03°43'40"	LONG 102°38'40"	10/24 DATE	A,B
SIN KAJICUACA KUANTAN	3732019				B
PINTU KAWALANP KERTAM	3628001	LAT 03°37'45"	LONG 102°50'40"	6/25 DATE	
PAYA BUNGOR	3629098	LAT 03°41'30"	LONG 102°56'00"	5/32 DATE	A,B
LONDNG MENTAKAB	3523137	LAT 03°30'30"	LONG 102°20'10"	4/20 DATE	B

A : 月雨量相関分析

B : 確率雨量解析

C : 日流量算定及日

流量モデル決定

D : 洪水流出モデル決定

E : ダム設計洪水流量

算定

Table 2.2 Streamflow Stations

New Number	Stream and Station	Area (km ²)	Period of Record	Operator	Application
3424411	S. Pahang at Temerloh	19000	Jan. 1963 - date	DID	
4219414	S. Jelai at Padang Tengku	3400	May 1970 - date	DID	
4019462	S. Lipis at Benta	1670	Dec. 1964 - date	DID	
-	S. Dong at Kg Dong	215	Jan. 1914 - - Dec. 1917	DID	
-	S. Bentong at Bentong	240	Jan. 1931 - - Dec. 1940	DID	
3519426	S. Bentong at K Marong	240	Sept. 1965 - date	DID	
3022431	S. Teriang at Kg Juntai	905	Nov. 1974 - date	DID	
2920432	S. Teriang at Kg Chemor	228	Jan. 1948 - date	DID	
3318429	S. Benus at Janda Baik	70	July 1961 - date	NEB	
4413418	S. Bertam at Intake	21	Sept. 1956 - date	NEB	
3817467	S. Uang at Pinco Estate	200	Sept. 1965 - date	NEB	
3518427	S. Perting at Bentong	100	July 1961 - date	NEB	
3717468	S. Senpan at Power Station	85	Aug. 1961 - date	NEB	
3917466	S. Sia at Kg Sia	80	Sept. 1965 - date	NEB	
4224453	S. Tekai at Penut	1380	Mar. 1972 - date	NEB	A, B, C
4514417	S. Telomat Upstream Intake	88	Oct. 1955 - date	NEB	
4424452	S. Tembeling at Kg Pagi	2450	Sept. 1972 - date	NEB	B
4324454	S. Tembeling at Kuala Tahan	3220	Sept. 1972 - date	NEB	B
	S. Tembeling at Jeran. Teras	2700	Nov. 1973 - date	NEB	B
	S. Tekai at Kuala Jenar	1230	1981		

A : 日流出モデル検証

B : 日流量相関解析 (ベヌート観測所日流量欠測補値)

C : 洪水流出モデル検証

3. 現 地 調 査

3. 現地調査

3.1 一般

水文観測のための現地調査を1981年3月と6月に実施し、河川流量観測所を上部ダム計画地点より下流約2kmの河道が直線である地点を選定し、また雨量観測所を上部ダム計画地点附近とテルムス川流域地点の3地点を立案し、観測設備の設置を同年8月末日までに実施した。

流量観測は1981年と1982年の雨季11月中旬から12月中旬まで現地にキャンプして洪水量測定を実施した。

3.2 観測設備

流量観測設備は、水位計（NEB提供）、水位標、水面勾配標、洪水観測設備（流速計を後に取り付けて測定する方法と浮子により測定する方法）を設置した。

雨量観測設備は、長期捲自記雨量計（3ヶ月捲）を設置した。

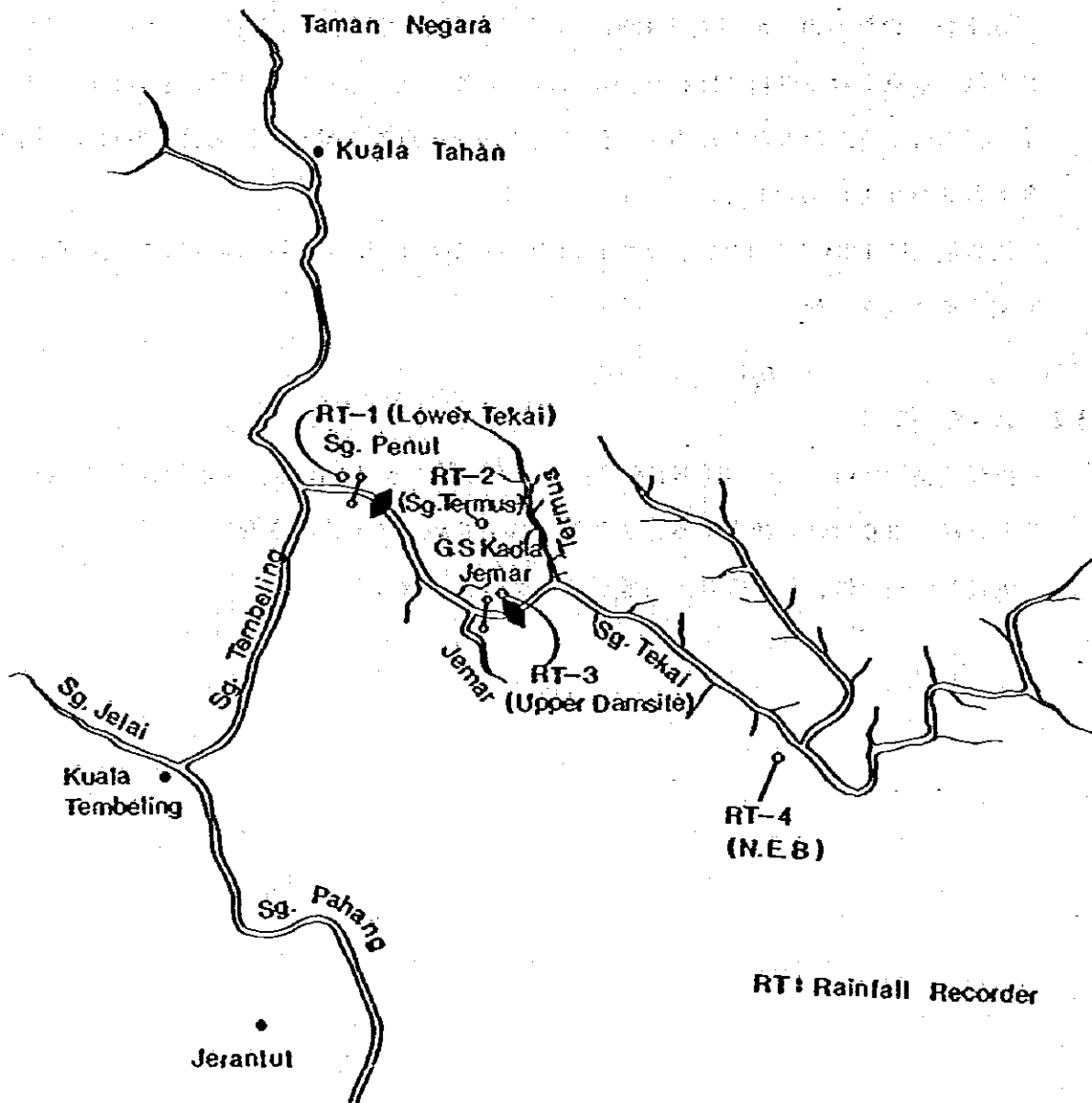


Fig.3.1 Tekai Outline Map of Hydrology investigation

3.3 測定結果

測定結果は下記に示す通りである。

流量観測所横断面図—図 3.2

流量測定実測値—表 3.1

水位流量曲線図—図 3.3

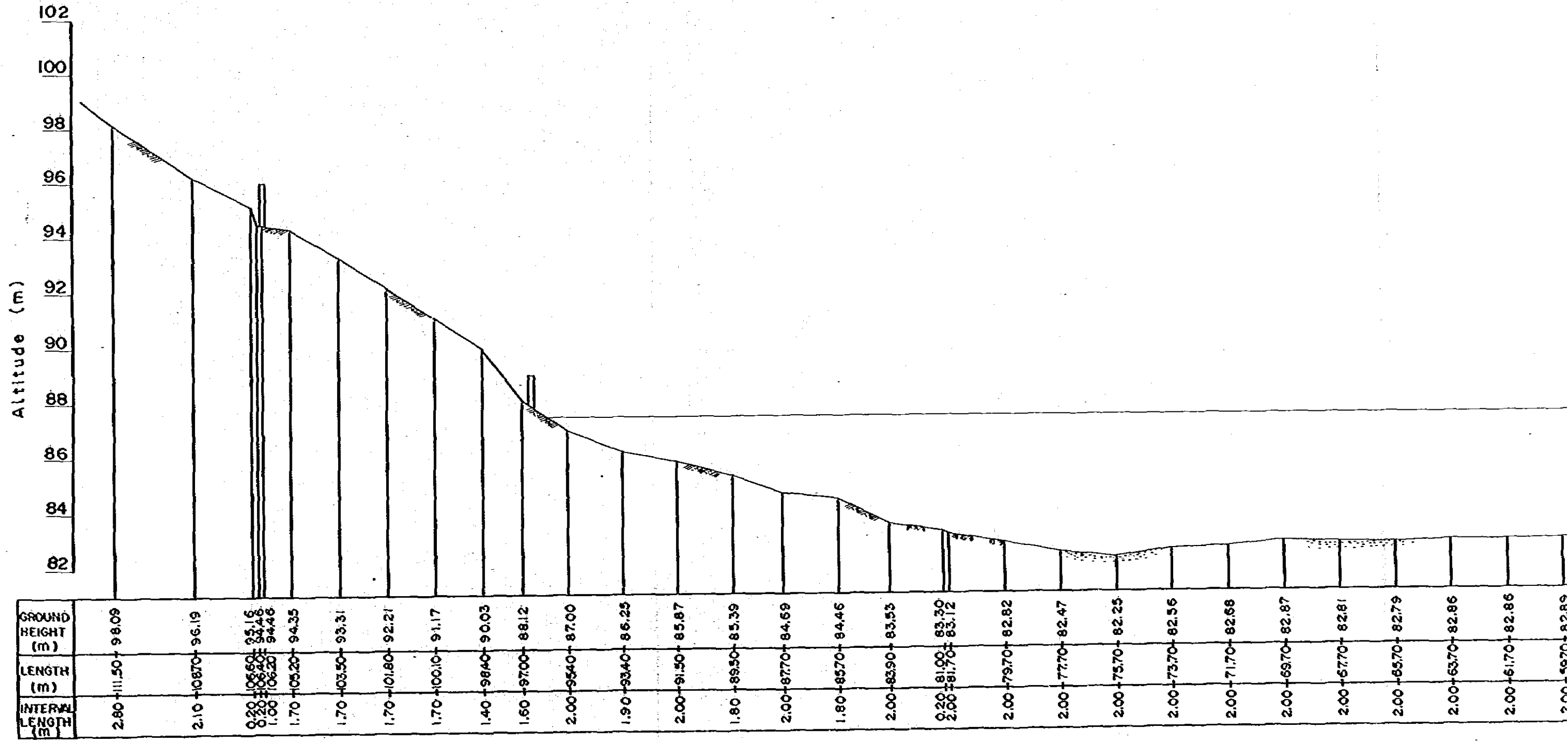
流量年表—表 3.2

高水日表—表 3.3

雨量観測値—表 3.4

SUNGAI TEKAI ABOVE KUALA JI

Cross - Section

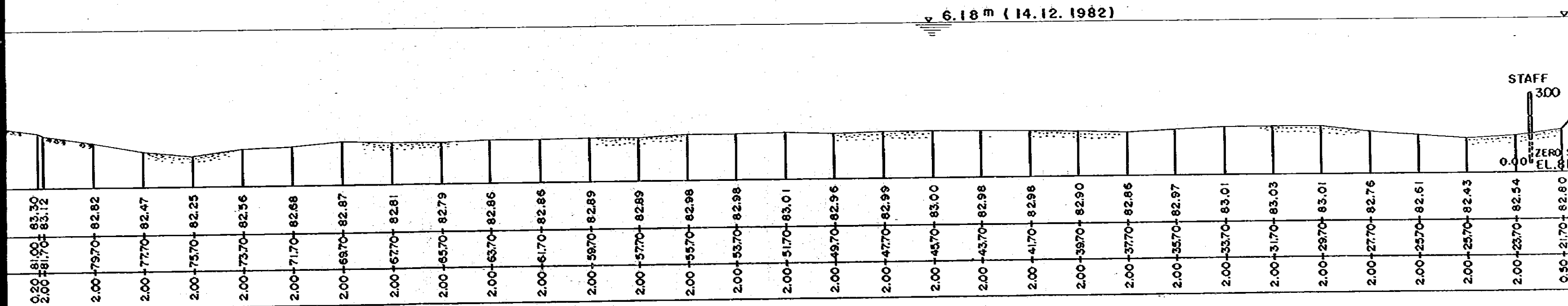


SUNGAI TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

Cross - Section

C.A = 1,230 Km²

Scale = 1 : 100



AUGING STATION

C.A = 1,230 Km²

Scale = 1 : 100

SURVEY DATE 4-DESEMBER 1981

SURVEYOR T.SUGAWARA
CHOW. Y.S

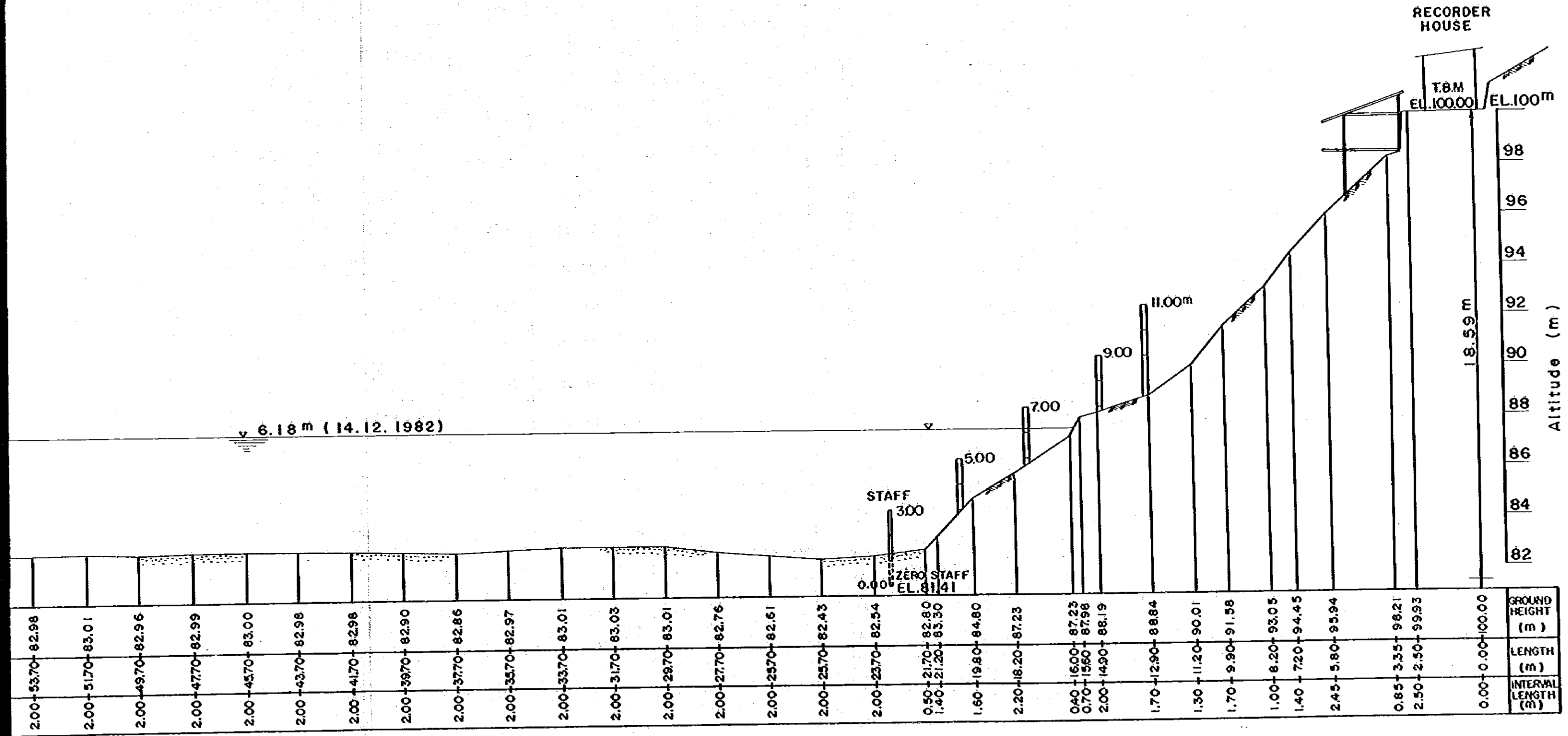


Fig. 3.2

Table 3-1 (1) Actual measurement of discharge

SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME: START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS- CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
1	7/8/1981	15 : 40 16 : 56	1.71	15.52	0.622	9.66	OTT 18231
2	8/8/1981	09 : 30 10 : 45	1.71	14.73	0.608	8.95	"
3	11/8/1981	15 : 34 16 : 26	1.70	15.66	0.573	8.98	"
4	12/8/1981	16 : 10 17 : 05	1.70	15.41	0.546	8.42	"
5	14/8/1981	17 : 45 18 : 45	1.70	16.08	0.463	7.45	"
6	22/9/1981	15 : 45 17 : 00	1.79	22.57	0.528	11.91	"
7	14/10/1981	08 : 40 10 : 30	2.06	38.20	0.832	31.80	"
8	17/10/1981	08 : 55 10 : 12	1.81	20.15	0.705	14.20	"
9	19/10/1981	08 : 45 10 : 40	1.97	33.31	0.751	25.01	"
10	22/10/1981	09 : 10 09 : 50	2.37	57.60	0.839	48.30	"
11	22/10/1981	09 : 55 11 : 00	2.32	51.20	0.852	43.60	"
12	23/10/1981	15 : 40 16 : 30	2.23	43.40	0.843	36.60	"
13	23/10/1981	09 : 05 10 : 00	2.31	50.18	0.845	42.39	"
14	24/10/1981	10 : 55 12 : 10	1.95	32.70	0.706	23.10	"
15	24/10/1981	16 : 00 17 : 05	1.91	29.90	0.732	21.90	"
16	25/10/1981	10 : 15 11 : 10	1.86	24.65	0.739	18.22	"
17	27/10/1981	13 : 25 14 : 00	2.27	48.77	1.115	54.36	"
18	29/10/1981	08 : 41 09 : 43	1.94	29.22	0.749	21.89	"

Table 3-1 (2) Actual measurement of discharge
 SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME : START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS- CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
19	8/11/1981	09 : 50 10 : 40	2.35	55.87	0.827	46.17	OTT 18231
20	9/11/1981	09 : 35 10 : 25	2.30	52.25	0.936	48.91	"
21	9/11/1981	14 : 25 15 : 10	2.62	75.40	1.024	77.21	"
22	10/11/1981	08 : 50 09 : 45	2.15	47.71	0.784	37.43	"
23	11/11/1981	09 : 17 10 : 00	1.97	31.85	0.801	25.52	"
24	12/11/1981	08 : 55 09 : 32	1.92	30.38	0.934	28.37	"
25	13/11/1981	08 : 58 10 : 10	3.10	111.08	1.197	132.91	"
26	14/11/1981	08 : 40 09 : 50	2.52	66.98	1.010	67.38	"
27	14/11/1981	14 : 25 15 : 20	2.48	62.70	1.013	63.50	"
28	15/11/1981	09 : 10 10 : 05	2.24	48.45	0.872	42.23	"
29	15/11/1981	14 : 30 15 : 15	2.21	46.90	0.958	44.91	"
30	17/11/1981	09 : 00 09 : 33	2.09	41.30	0.833	34.40	"
31	18/11/1981	08 : 40 09 : 20	2.02	38.92	0.727	28.29	"
32	24/11/1981	16 : 00 17 : 00	2.00	34.72	0.703	24.40	5TE 4793
33	25/11/1981	16 : 50 17 : 30	2.02	35.33	0.765	27.03	3TF 5073
34	27/11/1981	16 : 25 17 : 15	1.92	32.51	0.622	20.39	3TF 5073
35	29/11/1981	10 : 20 11 : 35	1.91	27.24	0.802	21.06	"

Table 3-1 (3) Actual measurement of discharge
SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS- CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
36	6/12/1981	10 : 00 11 : 35	1.85	26.10	0.770	20.09	3TF 5073
37	13/12/1981	10 : 00 10 : 45	2.14	45.95	0.836	38.40	"
38	13/12/1981	15 : 18 16 : 25	2.20	50.83	0.873	44.36	"
39	17/12/1981	09 : 12 10 : 08	2.74	79.08	1.059	83.78	OTTO-1- 2058
40	17/12/1981	13 : 38 14 : 32	2.60	71.71	1.001	71.80	"
41	18/12/1981	14 : 40 15 : 50	2.19	52.50	0.823	43.19	3TF 5073
42	22/11/1982	10 : 20 12 : 30	2.12	45.8	0.672	30.8	SANE 82306
43	23/11/1982	10 : 15 11 : 55	2.29	54.3	0.831	45.1	"
44	24/11/1982	11 : 20 12 : 09	2.39	48.6	0.969	47.1	A.OIT 18231
45	25/11/1982	09 : 50 11 : 25	2.36	58.2	0.904	52.6	SANE 82306
46	26/11/1982	10 : 30 11 : 25	2.23	49.5	0.814	40.3	"
47	27/11/1982	09 : 30 10 : 50	2.30	53.6	0.907	48.6	"
48	28/11/1982	10 : 17 11 : 30	2.34	57.3	0.913	52.3	"
49	29/11/1982	09 : 50 11 : 05	2.68	83.7	1.018	85.2	"
50	30/11/1982	10 : 50 11 : 20	2.46	69.8	0.890	62.1	"
51	1/12/1982	09 : 15 10 : 20	2.26	55.4	0.801	44.4	"
52	2/12/1982	10 : 55 11 : 55	2.20	48.0	0.838	40.2	"

Table 3-1 (4) Actual measurement of discharge

SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME: START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS- CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
53	3/12/1982	08 : 50 10 : 00	2.61	76.0	1.029	78.2	SANE 82306
54	4/12/1982	09 : 58 10 : 55	2.25	52.8	0.837	44.2	" "
55	5/12/1982	09 : 39 10 : 24	2.14	46.6	0.795	37.1	" "
56	6/12/1982	08 : 54 09 : 38	2.10	42.3	0.773	32.7	" "
57	7/12/1982	09 : 26 10 : 22	2.05	39.2	0.758	29.7	" "
58	8/12/1982	09 : 22 10 : 07	2.05	38.3	0.752	28.8	" "
59	9/12/1982	09 : 15 09 : 55	2.06	37.1	0.749	27.8	" "
60	10/12/1982	09 : 32 10 : 23	2.10	40.3	0.752	30.3	" "
61	10/12/1982		2.090	40.29	0.752	30.30	OTT 18231
62	11/12/1982		2.038	35.70	0.755	26.96	" "
63	12/12/1982		2.018	35.65	0.779	27.77	" "
64	12/12/1982		2.015	35.64	0.773	27.55	" "
65	13/12/1982		2.000	34.16	0.742	25.33	" "
66	13/12/1982		1.996	33.62	0.791	26.60	" "
67	14/12/1982		3.560	134.82	1.492	201.14	" "

Table 3-1 (5) Actual measurement of discharge
SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME: START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS- CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
68	15/12/1982		5.331	263.07	2.278	599.18	"
69	15/12/1982		4.965	216.48	2.140	463.20	"
70	15/12/1982		4.520	190.33	1.752	333.53	OTT 18231
71	16/12/1982		3.473	121.24	1.325	160.66	"
72	16/12/1982		3.368	111.24	1.310	145.69	"
73	16/12/1982		3.245	104.73	1.212	126.98	"
74	17/12/1982		3.013	83.37	1.206	100.56	"
75	18/12/1982		2.818	81.94	1.089	89.27	"
76	18/12/1982		2.755	72.78	1.088	79.21	"
77	19/12/1982		2.765	82.63	1.038	85.79	"
78	19/12/1982		2.675	78.62	1.030	81.15	"
79	20/12/1982		2.585	72.05	0.959	69.09	"
80	20/12/1982		2.565	75.03	0.929	69.38	"
81	21/12/1982		2.508	74.56	0.857	63.71	"

Table 3-1 (6) Actual measurement of discharge

SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS-CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
82	21/12/1982		2.490	71.56	0.876	62.69	" "
83	22/12/1982		2.445	69.79	0.827	56.38	" "
84	22/12/1982		2.453	70.06	0.805	57.75	" "
85	23/12/1982		2.435	71.06	0.835	59.35	" "
86	23/12/1982		2.400	68.77	0.801	55.09	" "
87	24/12/1982		2.353	69.32	0.733	50.84	" "
88	25/12/1982		2.518	81.90	0.821	67.24	" "
89	25/12/1982		2.600	86.39	0.877	75.79	" "
90	26/12/1982		2.413	74.57	0.748	55.78	" "
91	27/12/1982		2.345	68.89	0.792	54.55	" "
92	27/12/1982		2.305	58.32	0.870	50.77	OTT 18231
93	28/12/1982		2.270	51.34	0.908	46.60	" "
94	28/12/1982		2.260	52.97	0.860	45.56	" "
95	1/1/1983		2.110	42.91	0.798	34.22	" "

Table 3-1 (7) Actual measurement of discharge
SG. TEKAI ABOVE KUALA JEMAR GAUGING STATION

NO.	DATE	TIME: START, FINISH	WATER LEVEL (M)	AREA (M ²)	VELOCITY (M/SEC.)	DIS- CHARGE (M ³ /SEC.)	CURRENT METER NO.
96	2/1/1983		2.080	40.77	0.807	32.90	"
97	2/1/1983		2.073	41.07	0.798	32.70	"
98	3/1/1983		2.080	43.14	0.751	32.39	"
99	3/1/1983		2.087	41.94	0.841	35.26	"
100	5/1/1983		2.035	38.36	0.845	32.42	"
101	5/1/1983		2.030	33.85	0.797	30.17	"
102	6/1/1983		2.010	36.60	0.819	29.98	"
103	6/1/1983		2.005	35.86	0.840	30.12	"

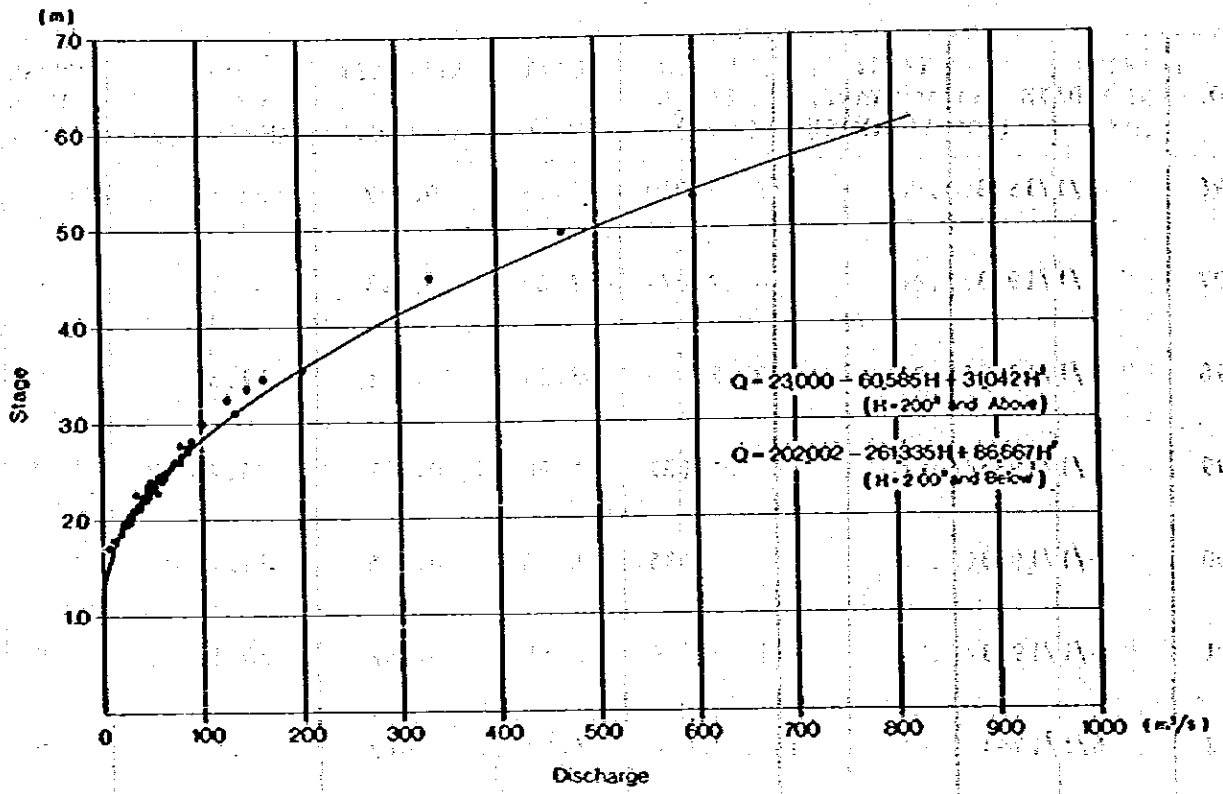


Fig. 3.3 Rating Curve

Table 3.2(1) Daily Discharge

Kuala Pahang : Jemar. Area 1,230 Km²

1981
(ms/s)

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Month
Day													Day
1									6.51	8.20	14.00	17.00	1
2									6.75	8.20	42.30	16.40	2
3									19.70	8.20	23.50	17.70	3
4									17.70	14.00	17.00	18.30	4
5									27.90	7.57	14.60	14.60	5
6									17.00	8.54	15.80	15.20	6
7									11.40	16.40	100.20	14.60	7
8									32.00	19.70	51.20	13.50	8
9									23.20	15.20	51.20	12.90	9
10									19.00	18.30	55.50	12.90	10
11									14.60	15.80	24.30	14.00	11
12									20.50	12.90	25.20	17.70	12
13									24.30	28.60	109.60	29.30	13
14									37.70	28.60	65.60	22.70	14
15									23.50	17.70	43.10	21.20	15
16									20.50	15.20	39.20	37.00	16
17								7.88	33.40	13.50	32.70	84.60	17
18								8.20	29.90	11.90	27.90	42.30	18
19								7.57	17.70	20.50	29.30	29.30	19
20								7.57	18.30	17.00	24.30	25.20	20
21								8.20	12.40	40.70	53.80	21.20	21
22								10.10	11.40	52.10	37.00	19.00	22
23								14.00	10.50	47.90	27.90	17.70	23
24								9.68	9.68	23.50	26.00	16.40	24
25								9.28	8.90	15.80	24.30	14.60	25
26								8.90	8.90	15.20	21.20	14.00	26
27								8.90	8.54	32.00	19.70	14.00	27
28								7.88	8.54	25.20	20.50	12.90	28
29								7.28	8.54	22.00	20.50	12.40	29
30								7.28	8.54	21.20	19.00	11.90	30
31								6.51	—	16.40	—	12.40	31
Total									17.32	19.94	35.20	20.70	Total
Ave.													Ave.

Table 3.2(2) Daily Discharge

Pahang : Tokel : Jemar Kuala Area 1,230 Km² 1982
(m³/s)

Month Day	1982												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Month Day
1	14.60								21.69	32.31	44.60	45.43	1
2	12.40								124.48	47.92	67.55	45.43	2
3	11.90								56.40	32.31	51.81	61.92	3
4	11.90								33.00	25.47	41.28	44.60	4
5	11.00								26.10	41.28	57.32	35.24	5
6	10.50								22.95	33.10	78.43	31.62	6
7	10.50								20.43	24.21	66.58	29.55	7
8	10.50								19.20	44.60	49.52	29.55	8
9	9.70								17.40	61.92	45.43	30.24	9
10	9.70								16.20	162.00	36.40	33.00	10
11									18.60	72.43	60.08	28.86	11
12									23.58	44.60	34.87	27.48	12
13									18.00	33.98	63.76	26.10	13
14									18.60	39.71	32.58	224.10	14
15									24.84	54.87	43.37	568.3	15
16									24.21	45.43	41.28	187.0	16
17									23.58	33.98	38.96	123.2	17
18									32.31	57.32	40.43	100.3	18
19									30.24	64.68	39.71	86.70	19
20									22.32	44.60	36.73	74.40	20
21									19.20	47.09	39.71	66.60	21
22									40.43	43.77	41.28	61.00	22
23									30.24	38.96	47.92	60.10	23
24									21.69	36.73	52.58	54.87	24
25									18.60	37.47	50.28	68.50	25
26									27.48	42.11	45.33	37.30	26
27									16.80	39.71	48.75	31.80	27
28									20.43	39.71	55.64	47.90	28
29									21.69	47.92	73.40	43.80	29
30									39.24	46.26	57.32	40.50	30
31										38.22		37.50	31
Total												2422.89	Total
Ave.									28.20	47.05	51.44	78.16	Ave.

Table-3.3 (1) Rainfall, Water Level, and Discharge in Flood

Specified number:
Year: 1982

Pahang River water system
Kuala Jemar Station

Tekai River
Basin area: 1,230 km²
Date of measurement: December 14, 1982

Time (h)	Water level(m)	Discharge (m ³ /s)	Rainfall (mm)	Remarks
0	2.00	26.1	0.5	Rainfall data is the measured value of the up-per damsite.
1	2.00	26.1	2.5	
2	2.00	26.1	5.5	
3	2.00	26.1	5.0	
4	2.00	26.1	3.5	
5	2.00	26.1	5.0	
6	2.01	26.8	10.0	
7	2.02	27.5	4.5	
8	2.06	30.2	1.0	
9	2.10	33.0	4.5	
10	2.12	34.5	9.0	
11	2.21	41.3	9.0	
12	2.30	48.8	10.0	
13	2.47	62.8	3.0	
14	2.73	87.8	7.5	
15	3.05	115.0	4.0	
16	3.40	176.0	5.5	
17	3.81	243.0	5.5	
18	4.30	336.0	9.0	
19	4.78	443.0	4.0	
20	5.33	582.0	6.0	
21	5.78	710.0	5.5	
22	6.03	786.0	1.0	
23	6.16	828.0	4.0	
24	6.18	834.0	1.5	Peak

Time (h)	Water level(m)	Discharge (m ³ /s)	Rainfall (mm)	Remarks
0	6.18	834.0	4.0	Peak
1	6.16	828.0	2.0	
2	6.13	818.0	0	
3	6.11	812.0	0	
4	6.08	802.0	0	
5	6.03	786.0	0	
6	5.99	774.0	0	
7	5.92	752.0	0	
8	5.83	725.0	0	
9	5.73	695.0	0	
10	5.54	640.0	4.5	
11	5.37	593.0	4.0	
12	5.19	545.0	0.5	
13	5.06	511.0	0	
14	4.94	481.0	0	
15	4.81	450.0	0	
16	4.72	428.0	0	
17	4.60	401.0	0	
18	4.52	383.0	0	
19	4.43	364.0	0	
20	4.35	347.0	0	
21	4.30	336.0	0	
22	4.21	318.0	0	
23	4.13	302.0	0	
24	4.03	283.0	0	

Table 3.3 (2) Rainfall, Water level, and Discharge in Flood

Specified number:
Year: 1982

Pahang River water system
Kuala Jemar Station
Tekai River
Basin area: 1,230 km²
Date of measurement December 16, 1982

Time (h)	Water level(m)	Discharge (m ³ /s)	Rainfall (mm)	Remarks
0	4.03	283.0	0	
1	3.96	270.0	0	
2	3.88	255.0	0	
3	3.82	245.0	0	
4	3.76	234.0	0	
5	3.69	222.0	0	
6	3.65	215.0	0	
7	3.60	207.0	0	
8	3.55	199.0	0	
9	3.50	191.0	0	
10	3.47	187.0	0	
11	3.42	179.0	0	
12	3.39	174.0	0	
13	3.36	170.0	1.0	
14	3.33	165.0	0	
15	3.30	161.0	0	
16	3.28	158.0	2.0	
17	3.26	155.0	0	
18	3.24	153.0	0	
19	3.22	150.0	0	
20	3.20	147.0	0.5	
21	3.17	143.0	0	
22	3.15	140.0	0	
23	3.13	137.0	0	
24	3.11	135.0	0	

Table 3.4(1) Rainfall Observations (RT-1)

1982
(mm)

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Month
Day													Day
1						7.5				36.0	17.0		1
2					0.5	61.0					1.0		2
3						54.5							3
4						0.5				15.5	15.0		4
5					24.0	2.0					2.5		5
6					13.5					38.5	0.5		6
7					67.0					58.5	3.5		7
8					0.5					11.0	7.0		8
9				3.0	1.0					4.5	12.0		9
10				0.5	2.5	1.5					10.5		10
11				25.0		0.5					33.0		11
12										18.5	0.5		12
13				7.5						3.0			13
14				1.0						9.5			14
15				25.0							0.5		15
16				62.0						4.0	6.0		16
17					8.0					38.0	18.5		17
18				16.5									18
19				5.0	49.0					11.5	0.5		19
20				6.0	2.5					7.0			20
21				3.5	1.5								21
22									54.5	6.5			22
23									2.5	0.5			23
24				25.0	4.0				0.5	6.0			24
25				19.5	1.5					22.0			25
26				20.5	14.5					0.5			26
27				0.5	0.5				2.5				27
28					12.0				20.0	22.0			28
29					31.5				2.5	9.0			29
30				32.5	12.5				1.5				30
31					2.0					2.5			31
Total					298.4					345.5			Total

Table 3.4 (2) Rainfall Observations (RT-2)

Month Day	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Month
	(mm)												Day
1									52.0		16.5		1
2									6.0				2
3											11.5		3
4									3.0		10.0		4
5									6.0		11.5		5
6											3.5		6
7									29.5				7
8									11.0		2.5		8
9									26.0		17.0		9
10									29.0		18.5		10
11									8.5		33.5		11
12											62.5		12
13									11.5		2.0		13
14									4.5		1.5		14
15									4.5				15
16											6.5		16
17													17
18									54.5		1.5		18
19													19
20									28.0		1.5		20
21											13.5		21
22									15.0		15.0		22
23													23
24									0.5		47.0		24
25													25
26									33.0		1.5		26
27													27
28									1.5		21.0		28
29									46.0		0.5		29
30									1.0		0.5		30
31											1.5		31
Total												376.0	Total

1982
(m.m)

Table 3.4(3) Rainfall Observations (RT-3)

Month Day	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Month
													Day
1										3.5			1
2										1.0			2
3													3
4										28.0			4
5										2.0			5
6													6
7										38.0			7
8										14.5			8
9										31.5	4.5		9
10										0.5	5.5		10
11											5.0		11
12											3.5		12
13											1.5		13
14													14
15											1.0		15
16											1.0		16
17											22.5		17
18											4.5		18
19													19
20											17.0		20
21											14.0		21
22									70.0		19.0		22
23											21.0		23
24											2.0		24
25											1.0		25
26											1.0		26
27										10.0	2.0		27
28													28
29										6.0			29
30										5.5			30
31													31
Total											133.5		Total

4. 降 雨

4. 降 雨

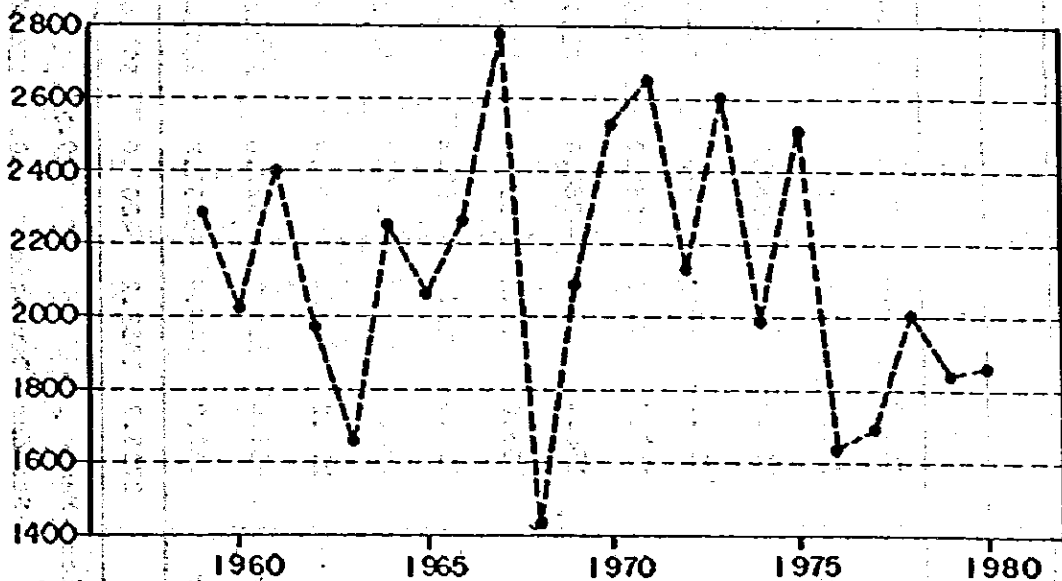
4.1 一 般

雨量観測所は、バハン川沿い及び Raub 近辺に多く配置されているが、テンプリン川及びその支川にはすくなく、テカイ川のダム流域内には2観測所が配置されている。しかしながらその観測開始は1974年と遅く、その記録は短い。その記録は欠測が多く、したがって降雨に関する記述の多くはテカイ川流域近傍の観測値から推論するものとする。

4.2 年 雨 量

年平均降雨量は最近10年間で Kuala Tahan で1,840 mm、東海岸部の Kuantan で2,750 mmの範囲となっている。

図2.1に示すようにテカイ川流域には2観測所(ウル・テカイ Stn 4127001, 422001)があり、テンプリン川及びケママンの境界部ではほとんど観測がおこなわれていない。このような観測所の不均等分布はテカイ川流域の年平均雨量の評価を困難なものとしている。テカイ川流域中央部の Ulu Tekai 観測所から南西約50 kmの Kangsar 観測所における1959年~1980年の年平均雨量は2,120 mmである。両観測所の月雨量の相関分析結果にもとづいて推算すれば Ulu Tekai 観測所の年平均雨量は2,210 mm程度である。



Secular Variation of Annual Rainfall at Kangsar

Table 4.1 Rainfall in the Pahang Basin

Month	KUANTAN				CAMERON HIGHLANDS				KUALA TAHAH			
	Mean	Min	Max	SD	Mean	Min	Max	SD	Mean	Min	Max	SD
January	191.2	6.8	744.6	211.4	88.4	34.0	277.0	69.2	89.9	8.6	218.0	67.3
February	155.4	2.6	313.9	105.4	117.1	58.4	255.3	56.7	67.3	1.8	129.4	43.0
March	120.9	4.1	268.7	93.1	152.3	39.0	315.6	89.2	60.8	23.8	140.2	37.4
April	157.3	22.1	262.6	93.5	306.1	72.9	539.0	130.4	173.9	60.4	281.0	86.4
May	169.0	71.1	282.2	67.5	287.2	172.7	446.5	92.4	197.2	62.4	310.0	85.1
June	188.4	66.9	380.4	103.7	158.5	62.2	261.9	61.2	129.2	39.3	226.9	54.7
July	156.0	73.2	327.9	74.9	158.2	32.5	285.8	76.6	142.7	12.6	228.8	66.7
August	138.5	63.1	352.8	82.8	151.6	56.8	294.2	80.4	111.9	38.0	198.5	58.0
September	224.9	143.3	299.7	52.2	233.2	131.5	400.1	93.0	186.6	91.7	334.9	71.6
October	273.2	71.4	407.8	92.9	321.1	122.3	560.4	121.9	209.5	93.3	277.8	57.6
November	431.0	156.2	1023.6	299.2	302.7	145.3	502.9	109.0	292.6	137.6	446.2	104.8
December	547.9	148.9	1461.8	406.4	157.9	27.3	358.0	100.7	178.9	26.8	388.9	112.3
Annual	2753.7	1859.2	4006.0	591.4	2434.3	2074.7	2844.8	287.0	1840.5	189.1	2254.8	606.9
Statistics of Mean Monthly Values	Mean	229.5	202.9	153.4	Standard Deviation	130.4 (124.8)	66.8	0.44	Coeff. of Variation	0.57	0.41	

4.3 月 雨 量

バハン流域内の3観測所における季節変化を月雨量の平均、最小、最大及び標準偏差などの統計値によって示す。これによれば、雨季は11月から2月、最も乾燥する時期は内陸部で6月から7月に発生し、海岸部では7月～9月に発生する(表4.1)。統計編集に用いられた観測所は次のとおりである。

o Kuantan

代表的な東海岸に属する観測所でダムサイトから南東100kmに位置し、その観測記録は長い。

o Cameron Highlands

バハン流域内の主要区域である高標高部代表する観測所である。

o Kuala Tahan

この観測所はダムサイトから西20km離れた観測所である。

4.4 相 関 分 析

テカイ川近傍の15観測所について1970年から1980年までの10年間の月雨量の相関回帰分析をおこなった。その結果得られた相関係数、回帰式は表4.2、図4.1に示すとおりである。テンブリング川及びテカイ川地域で相関が最も高いのはKg. Kuala SatとBakaranで両地点が75kmと離れているにもかかわらず、その相関係数は0.834である。Kg. Kuala Sat、Kg. Pagi及びKuala Tahanは予想に反してBakaranとの相関が高い。テカイ川流域内では2観測所(Stn. 4227001, 4127001)の相関が高い。Kg. Merting(テカイ川とテンブリング川の合流点直下にある)と他の観測所の相関はそれほど高くないという結果が得られた。さらに3次及び5次の重相関分析を実施した。Kg. Merting及び流域内の2観測所(Stn. 4127001, 4227001)に対する相関係数は良くならなかった。これには二つの原因が考えられる。1つは地域としての特性及び資料の数値に対する信頼性と推定される。

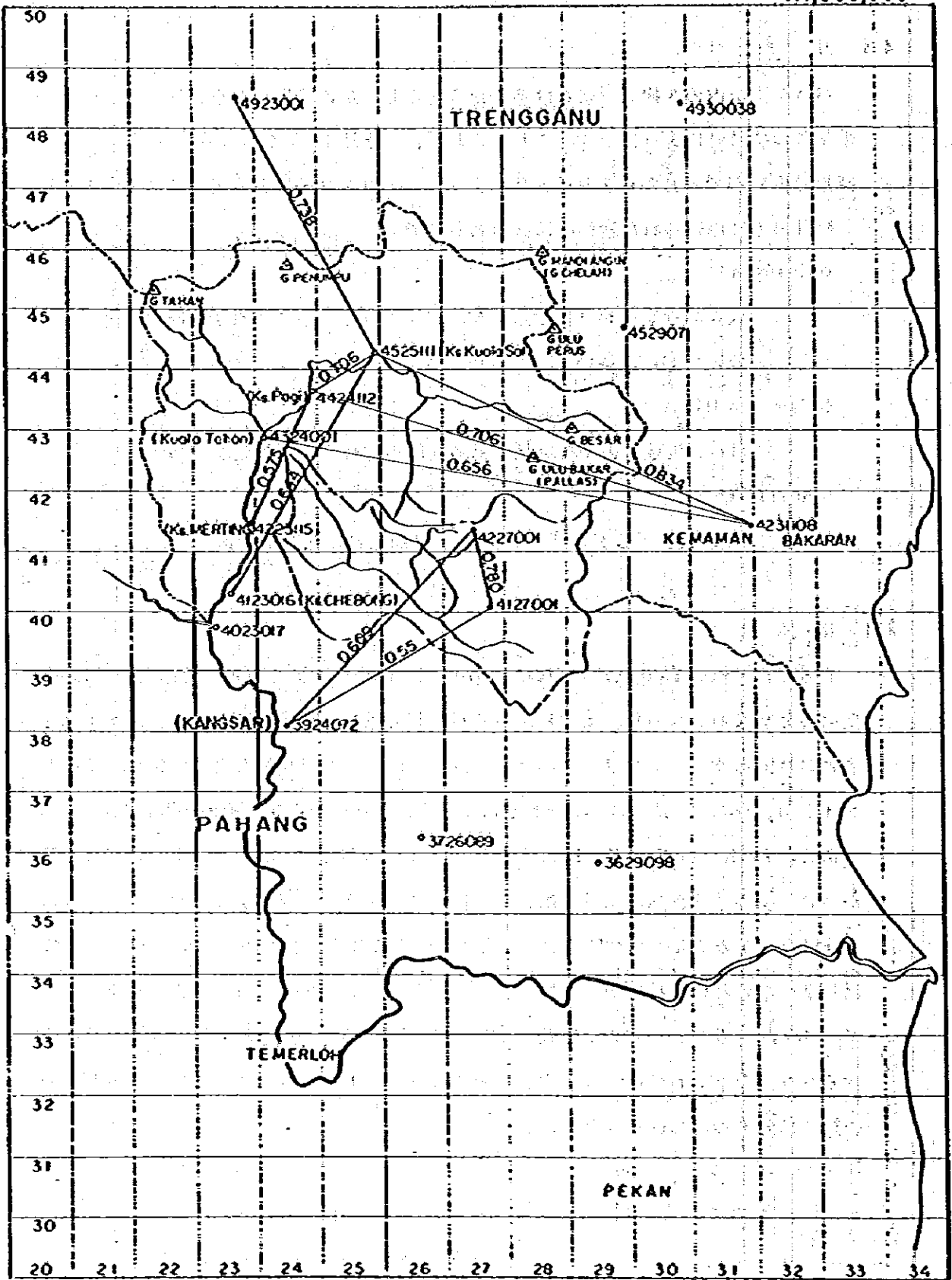


Fig. 4.1 Rainfall Correlation Coefficients

Table 4.2 Monthly Rainfall Correlation Table (2)

** MONTHLY RAINFALL CORRELATION TABLE **

Y	X	593203A	4923001	652937E	4525111	6424102	4924001	6231103	4227001	4223115	4827001	4123116	4023117	3924072	3124049
CO2.CC	CO1.CC	0.433	0.473	0.377	0.713	0.651	0.276	0.423	0.278	0.445	0.382	0.358	0.370	0.315	0.631
REG. (R)	REG. (R)	115.14	99.27	121.86	32.82	31.89	39.33	43.35	89.52	117.91	121.48	81.07	92.93	79.44	72.38
SAMPLE	SAMPLE	61.	56.	53.	108.	106.	79.	157.	44.	72.	33.	119.	112.	109.	116.
CO2.CC	CO2.CC	0.446	0.353	0.334	0.519	0.354	0.624	0.575	0.520	0.266	0.361	0.404	0.355	0.728	
REG. (R)	REG. (R)	97.35	101.71	137.97	65.27	63.21	72.07	81.76	89.34	167.03	93.31	72.01	99.45	0.148	
SAMPLE	SAMPLE	62.	57.	83.	107.	98.	79.	152.	44.	71.	31.	112.	101.	103.	
CO2.CC	CO2.CC	0.442	0.387	0.604	0.703	0.581	0.620	0.681	0.609	0.358	0.532	0.422	0.359	0.728	
REG. (R)	REG. (R)	113.84	116.81	105.81	64.04	41.54	93.74	83.33	72.54	137.01	76.53	91.63	102.48	0.148	
SAMPLE	SAMPLE	52.	58.	83.	58.	95.	71.	153.	37.	72.	32.	109.	94.		
CO2.CC	CO2.CC	0.436	0.345	0.263	0.538	0.545	0.518	0.684	0.323	0.435	0.382	0.431	0.359	0.728	
REG. (R)	REG. (R)	95.23	95.313	105.726	60.63	53.493	73.585	20.433	75.439	89.64	101.592	71.468	92.455	0.148	
SAMPLE	SAMPLE	60.	53.	72.	94.	101.	76.	92.	49.	58.	33.	104.	104.		
CO2.CC	CO2.CC	0.382	0.328	0.422	0.644	0.527	0.387	0.571	0.442	0.241	0.213	0.213	0.359	0.728	
REG. (R)	REG. (R)	81.93	82.84	103.49	36.93	23.54	61.49	23.19	59.19	121.13	73.34	73.34	93.34	0.148	
SAMPLE	SAMPLE	67.	55.	81.	107.	101.	78.	108.	43.	70.	33.	104.	104.		
CO2.CC	CO2.CC	0.211	0.229	0.169	0.547	0.401	0.169	0.481	0.283	0.158	0.158	0.158	0.359	0.728	
REG. (R)	REG. (R)	95.42	101.24	32.38	41.53	65.85	41.81	43.01	67.83	99.35	99.35	99.35	25.	0.148	
SAMPLE	SAMPLE	29.	24.	25.	32.	33.	32.	32.	15.	25.	25.	25.	25.		
CO2.CC	CO2.CC	0.278	0.152	0.328	0.465	0.575	0.301	0.315	0.333	0.254	0.254	0.254	0.359	0.728	
REG. (R)	REG. (R)	201.21	256.39	155.82	26.07	78.33	174.64	135.39	269.07	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	
SAMPLE	SAMPLE	38.	33.	69.	71.	59.	49.	72.	21.						
CO2.CC	CO2.CC	0.454	0.453	0.438	0.571	0.459	0.288	0.582	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	
REG. (R)	REG. (R)	92.71	73.82	73.55	36.93	83.33	105.17	32.86	32.86	32.86	32.86	32.86	32.86	32.86	
SAMPLE	SAMPLE	57.	58.	74.	65.	62.	81.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	31.	
CO2.CC	CO2.CC	0.624	0.629	0.594	0.834	0.708	0.654	0.654	0.654	0.654	0.654	0.654	0.654	0.654	
REG. (R)	REG. (R)	143.43	125.33	131.83	46.49	14.218	121.81	121.81	121.81	121.81	121.81	121.81	121.81	121.81	
SAMPLE	SAMPLE	69.	54.	84.	56.	93.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	
CO2.CC	CO2.CC	0.391	0.533	0.383	0.598	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	
REG. (R)	REG. (R)	24.08	59.20	47.31	23.14	43.43	43.43	43.43	43.43	43.43	43.43	43.43	43.43	43.43	
SAMPLE	SAMPLE	81.	56.	52.	79.	73.	73.	73.	73.	73.	73.	73.	73.	73.	
CO2.CC	CO2.CC	0.545	0.537	0.354	0.706	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	
REG. (R)	REG. (R)	110.28	92.35	114.49	23.41	23.41	23.41	23.41	23.41	23.41	23.41	23.41	23.41	23.41	
SAMPLE	SAMPLE	59.	55.	49.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	
CO2.CC	CO2.CC	0.613	0.738	0.538	0.466	0.466	0.466	0.466	0.466	0.466	0.466	0.466	0.466	0.466	
REG. (R)	REG. (R)	104.73	81.51	92.95	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	
SAMPLE	SAMPLE	82.	51.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	74.	
CO2.CC	CO2.CC	0.453	0.163												
REG. (R)	REG. (R)	94.42	128.43												
SAMPLE	SAMPLE	42.	31.												
CO2.CC	CO2.CC	0.459													
REG. (R)	REG. (R)	93.35													
SAMPLE	SAMPLE	54.													

Table 4.2 Monthly Rainfall Correlation Table (3)
(Multiple Correlation with 3 values)

Station (X) Station (Y)	COR. COE	1	2	3
3629098	0.849	4231103 (0.373)	4525111 (0.195)	3924072 (0.217)
3726089	0.838	3924072 (0.428)	3629098 (0.391)	4324001 (0.044)
3924072	0.863	3726089 (0.234)	3629098 (0.278)	4525111 (0.379)
4023117	0.783	4231103 (-0.069)	3629098 (0.511)	3924072 (0.215)
4123116	0.887	4525111 (0.304)	3924072 (0.306)	3726089 (0.284)
4127001	0.453	4227001 (0.086)	3924072 (0.074)	4525111 (0.076)
4223115	0.656	4424112 (-0.073)	4525111 (0.440)	3629098 (0.345)
4227001	0.412	4127001 (0.295)	3924072 (0.198)	4231103 (-0.016)
4231103	0.870	4525111 (0.697)	3629098 (0.925)	4424112 (-0.203)
4324001	0.639	4231103 (0.077)	3726089 (0.124)	3924072 (0.189)
4424112	0.860	4231103 (-0.081)	4525111 (0.435)	3629098 (0.552)
4525111	0.831	4231103 (0.254)	4923001 (0.367)	3629098 (0.190)
4529071	0.734	3924072 (0.528)	4231103 (0.088)	4525111 (0.029)
4923001	0.828	4525111 (0.191)	4930038 (0.408)	4231103 (-0.017)
4930038	0.826	4923001 (1.150)	4231103 (0.091)	4525111 (0.127)

Table 4.2 Monthly Rainfall Correlation Table (4)
(Multiple Correlation with 5 values)

Station (X) Station (Y)	COR. COE	1	2	3	4	5
3629098	0.918	4231103 (0.235)	4525111 (-0.271)	3924072 (0.124)	4424112 (0.530)	3726089 (0.369)
3726089	0.860	3924072 (0.269)	3629098 (0.292)	4324001 (-0.011)	4123116 (0.416)	4231103 (-0.034)
3924072	0.905	3726089 (0.147)	3629098 (0.009)	4525111 (0.142)	4231103 (0.288)	4123116 (0.199)
4023117	0.852	4231103 (-0.087)	3629098 (0.217)	3924072 (0.160)	4324001 (0.265)	4424112 (0.357)
4123116	0.895	4525111 (0.269)	3924072 (0.193)	3726089 (0.210)	3629098 (0.140)	4231103 (0.047)
4127001	0.468	4227001 (0.056)	3924072 (0.060)	4525111 (0.036)	4231103 (0.002)	4424112 (0.073)
4223115	0.659	4424112 (-0.105)	4525111 (0.042)	3629098 (0.268)	4023117 (0.095)	4231103 (0.058)
4227001	0.590	4127001 (0.072)	3924072 (-0.029)	4231103 (-0.106)	4525111 (0.325)	4023117 (0.236)
4231103	0.907	4525111 (0.205)	3629098 (0.557)	4424112 (0.065)	4023117 (-0.186)	3924072 (0.866)
4324001	0.716	4231103 (-0.039)	3726089 (-0.073)	3924072 (0.075)	4525111 (0.323)	3629098 (0.206)
4424112	0.882	4231103 (-0.033)	4525111 (0.379)	3629098 (0.559)	3924072 (-0.202)	4930038 (0.179)
4525111	0.872	4231103 (0.100)	4923001 (0.179)	3629098 (-0.092)	4424112 (0.358)	3924072 (0.402)
4529071	0.740	3924072 (0.536)	4231103 (0.068)	4525111 (0.077)	4930038 (0.039)	4227001 (-0.191)
4923001	0.840	4525111 (0.121)	4930038 (0.359)	4231103 (-0.030)	4424112 (0.023)	4324001 (0.244)
4930038	0.833	4923001 (1.072)	4231103 (0.093)	4525111 (0.031)	4424112 (0.273)	3629098 (-0.102)

4.5 日 雨 量

雨量資料のほとんどは、日雨量表の形式で整理されており、流域の適切な降雨特性の把握、日流出モデルのインプットとして使用される。(ここでは日流出モデルとしてタンクモデルが採用された。)流域の降雨特性としての各降雨継続時間に対する確率雨量は4.6で述べるとしてテカイ川流域近傍の各観測所における継続時間に対する雨量値は巻末の付属資料にリストアップした。日流出モデルのインプットデータとして使用する日雨量資料は付属資料に添付した。

4.6 確 率 雨 量

テカイ川流域近傍の10観測所に対して降雨継続日数1日、2日、3日及び5日間の極値による確率規模の検討が資料年数43年、資料統計数303を用いておこなわれた。(Appendix A) 各種の分布形式による推定式はAppendix Bに示される。マレーシア国では一般的に対数正規分布及び極値分布が採用されている。総括すると、確率50年以下では推定値はほとんどかわらないが、それ以上では分布型及び推定式によって大きく違う。表4.3にプロットの式及び分布型に適合する推定式を示す。観測所によっては極値分布による推定値が対数正規分布(岩井法)よりも大きい場合と又、その逆の結果を示すこともあった。表4.4に各観測所における確率10000年および1000年のガンベル法及び岩井法による推定値を示す。各5手法の推定式はプロットした資料と適合しているが、トーマス法、ハーゼン法及び岩井式がよく適合している。

対数正規分布(岩井法)による10000年および1000年確率5日雨量の地域分布を図4.2に示す。

図4.2によれば、テカイ流域内では、下流側の流域に比し、上流側流域の雨量が多く、1000年確率雨量では、下流流域の約1.5倍、10000年確率雨量では、約2倍の雨量が上流流域に発生することが予想される。

テカイ流域内の平均雨量としては、1000年確率で約600mm~700mm、10000年確率雨量で約800~900mmの範囲となっている。

Table 4.3 Plotting-position and Curve-fitting Formula

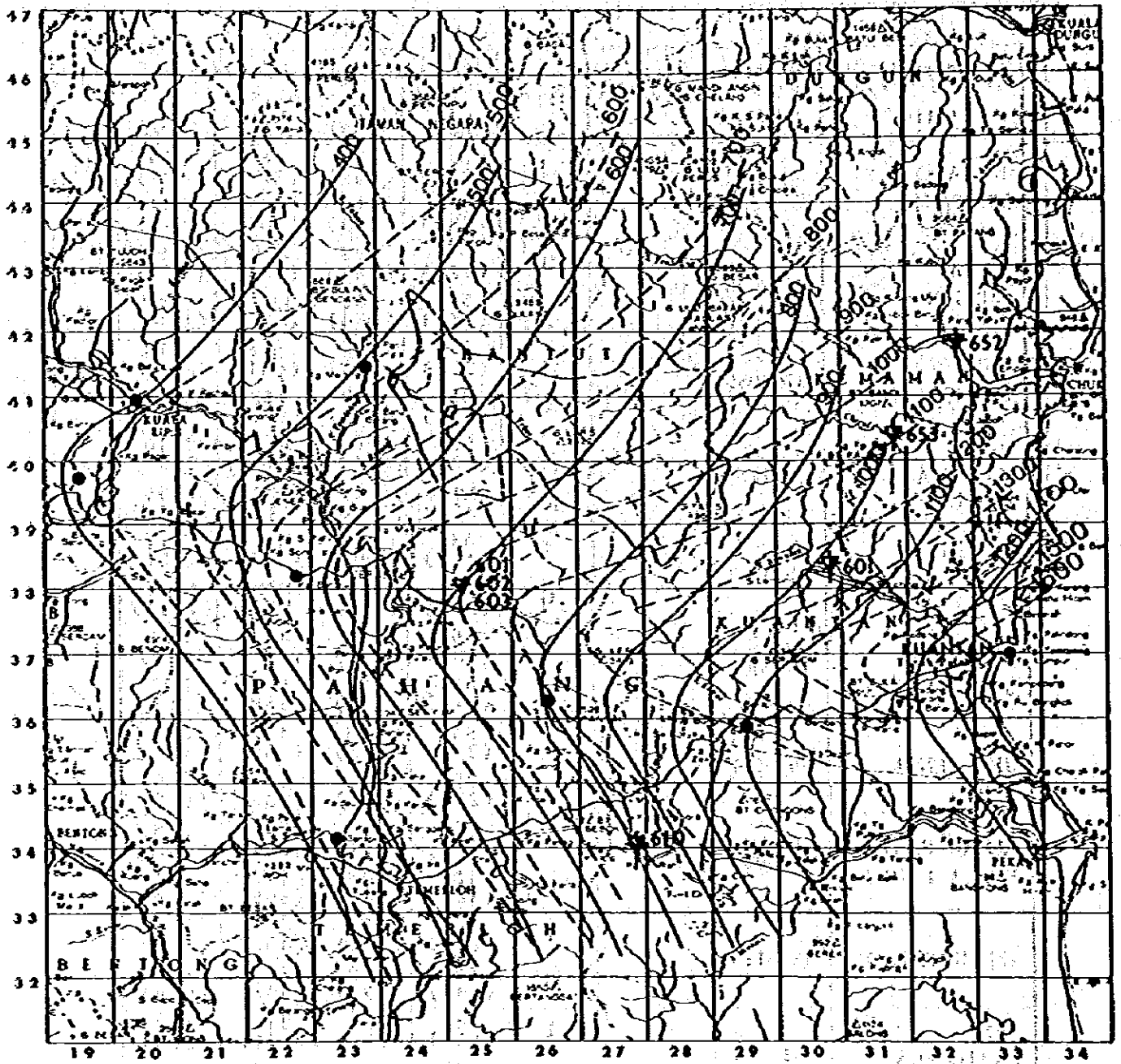
Name	Plotting-position	Plotting-position Formula	Distribution	Curve-fitting Formula
Thomas	Thomas	$\frac{m}{N+1}$	log-normal	Method of Least Squares
Hazen	Hazen	$\frac{2m-1}{2N}$	Log-normal	Method of Least Squares
Iwai	Thomas	$\frac{m}{N+1}$	log-normal	Iwai
Gumbel	Thomas	$\frac{m}{N+1}$	Extreme	Method of Least Squares
Exp-Dis	Thomas	$\frac{m}{N+1}$	Exponential	Method of Least Squares

Table 4.4 Estimated Rainfall for a Period of 10,000 Years and 1,000 Years and Durations

Rainfall Station	Station Number	Elevation	Type	Rainfall (mm) for Durations			
				1 (day)	2 (day)	3 (day)	5 (day)
LADANG MENTAKAB	3523137		I	328 (263)	379 (309)	460 (371)	516 (421)
			G	355 (286)	410 (333)	499 (404)	564 (458)
PAYA BUNCOR	3629098		I	544 (424)	899 (684)	1,203 (891)	1,290 (920)
			G	560 (444)	862 (680)	1,059 (835)	1,060 (840)
JKR JEPROL	3726089		I	351 (273)	629 (472)	848 (621)	1,114 (810)
			G	354 (284)	609 (482)	764 (603)	979 (771)
STN KAJICUACA KUANTAN	3732019		I	933 (727)	1,464 (1,114)	1,678 (1,305)	2,910 (2,058)
			G	1,016 (801)	1,417 (1,118)	1,749 (1,378)	2,306 (1,804)
KG. BHARU LALLANG	3833022		I	541 (463)	814 (683)	1,254 (991)	1,616 (1,251)
			G	691 (558)	991 (798)	1,302 (1,041)	1,585 (1,265)
KG. BHARU JERANTUT	3922069		I	565 (407)	453 (365)	474 (390)	753 (567)
			G	530 (416)	561 (444)	617 (489)	736 (583)
JKR BENTA	4019001		I	840 (203)	343 (283)	407 (336)	503 (420)
			G	289 (236)	394 (321)	470 (383)	616 (499)
RUMAH SAKIT KUALA LIPIS	4120064		I	379 (303)	384 (317)	340 (301)	448 (400)
			G	403 (323)	408 (332)	449 (369)	561 (459)
KG. MERTING	4223115		I	286 (252)	474 (395)	538 (453)	577 (501)
			G	420 (337)	642 (509)	740 (588)	842 (670)
STN KAJICUACA CAMERON H/L	4413034		I	183 (158)	237 (207)	247 (220)	332 (294)
			G	225 (186)	291 (242)	308 (260)	410 (345)

I : Iwai Method ()内は 1000 年確率雨量

G : Gumbel Method



Legend
 ----- Isohyet in millimeters (10,000years)
 • Position of stations used in analysis
 ----- Isohyet in millimeters (1,000years)

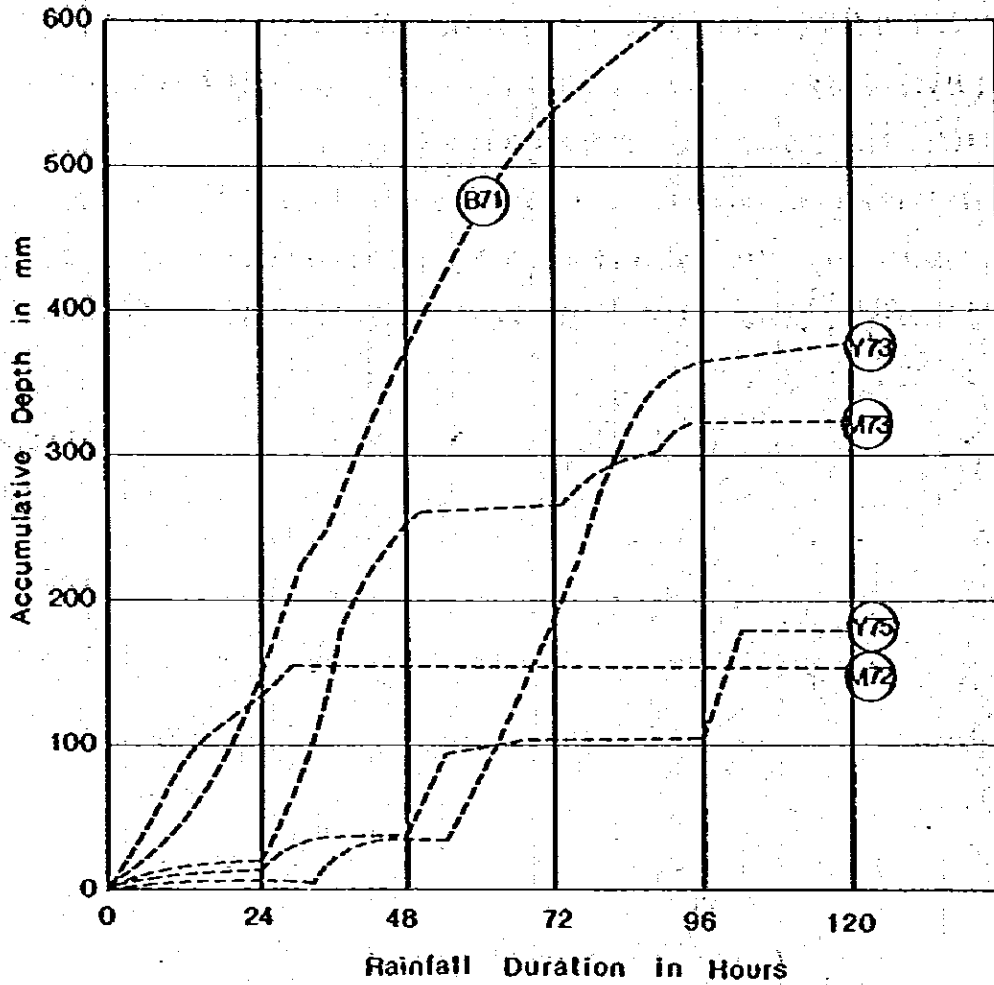
Fig. 4.2 Spatial Distribution of Five Day Maximum Rainfall for 10,000years and 1,000years Period

4.7 既往豪雨

概ね、パハン州の洪水は北東季節風の時期に多く、特に12月後半から7月始めに多い。過去10年間の著名な豪雨について資料集収をおこなった。

パハン川流域で、1971年1月、1971年12月、1972年12月、1973年12月及び1975年11月に洪水が発生している。過去10年間の洪水時の豪雨資料は3観測所について得られた。洪水時の累加雨量曲線を図4.3に示す。

1972年12月洪水、1975年11月洪水、1979年12月洪水におけるテカイ川近傍の4観測所(Kg.Merting, Ulu. Tekai, Kuala Tahan, Kangsar)の降雨パターンが収集された。このうち、洪水流出モデルの検証の為、洪水計算に使用した3観測所の降雨パターンを図4.4に示す。



- B71 - Storm of Jan. 1 - 5, 1971 at Benta
- M72 - Storm of Dec. 16 - 19, 1972 at Mering
- M73 - Storm of Dec. 6 - 10, 1973 at Mering
- Y73 - Storm of Dec. 5 - 9, 1973 at Yap
- Y75 - Storm of Nov. 19 - 23, 1975 at Yap

Fig. 4.3 Rainfall Duration Curves

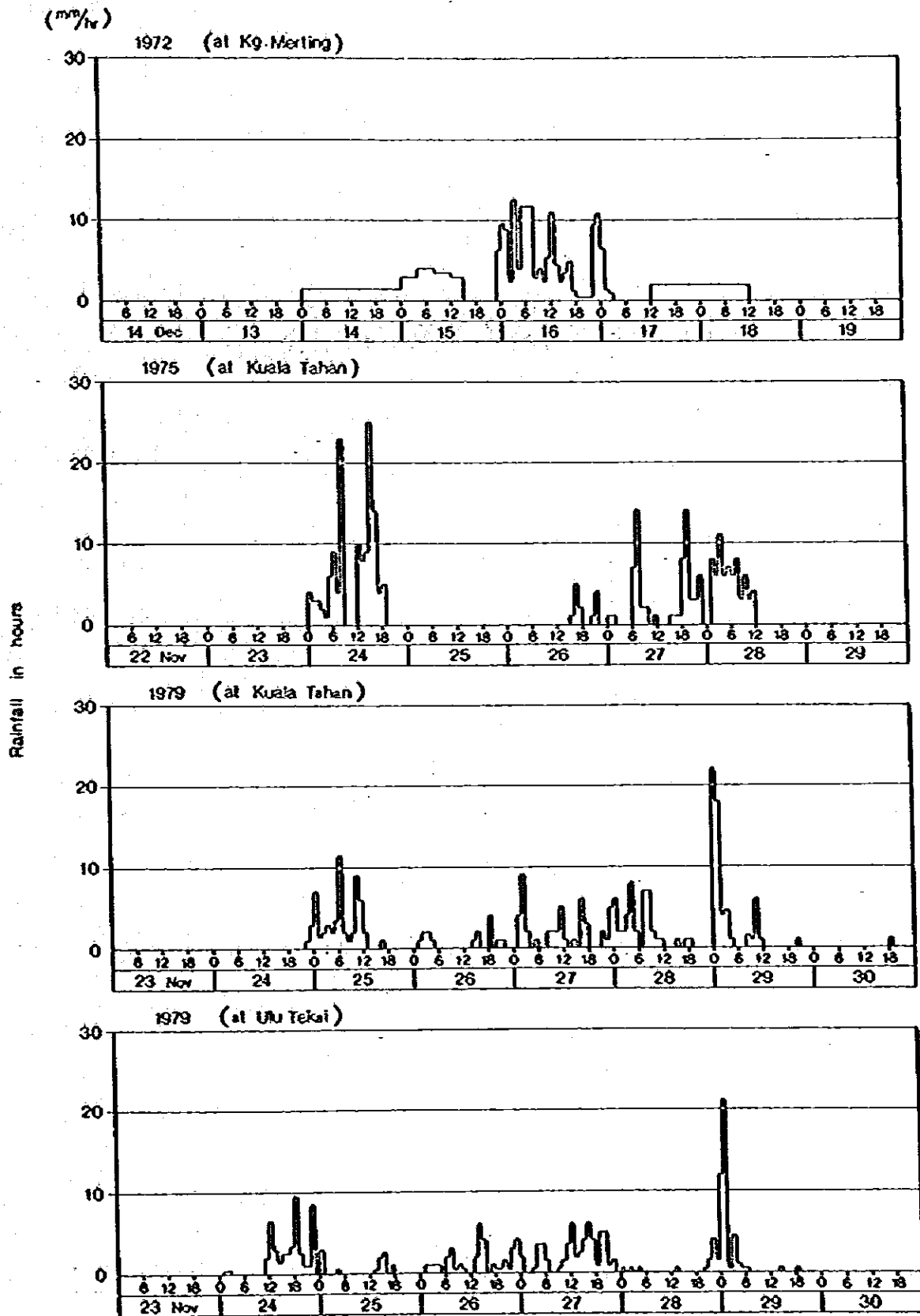


Fig. 4.4 Rainfall Patterns

5. 蒸発及び蒸発散量

5. 蒸発量及び蒸発散量

降雨量から流出量を把握するために、流域の実蒸発散量を決定することは重要なことである。この章の主な目的は蒸発量記録のないテカイ川流域の実蒸発散量を推定することである。

5.1 蒸 発 量

図 5.1 はバハン川流域における、D.I:D 所管の低標高部に属する 7 観測所及び流域西部の 6 観測所の U.S. クラスパンからの平均蒸発量をプロットしたものである。蒸発量と観測標高の関係を曲線 A に示す。

テカイ川流域に近い Kuala Than, Kangsar の月平均蒸発量を表 5.1 に示す。バハン川流域のパンからの蒸発量については季節変化が比較的なく、各年の同じ月の変化がすこし認められる。

最大月蒸発量は 5 月頃に発生し、最小蒸発量は 12 月頃に発生する。

5.2 実蒸発散量

降雨記録及び流出記録が有効な地域では実蒸発散量は次式によって算定することができる。

$$\text{年実蒸発散量} = \text{年雨量} - \text{年流出高}$$

マレー半島の 6 流域及びテカイ川流域に対して平均蒸発散量を算出した結果を表 5.2 に示す。

図 5.2 はテカイ流域に関して水平方向に年降雨量、鉛直方向に年間流出高をプロットして関係を示したものである。これからもわかるように実蒸発散量は約 1,270 mm と推定される。

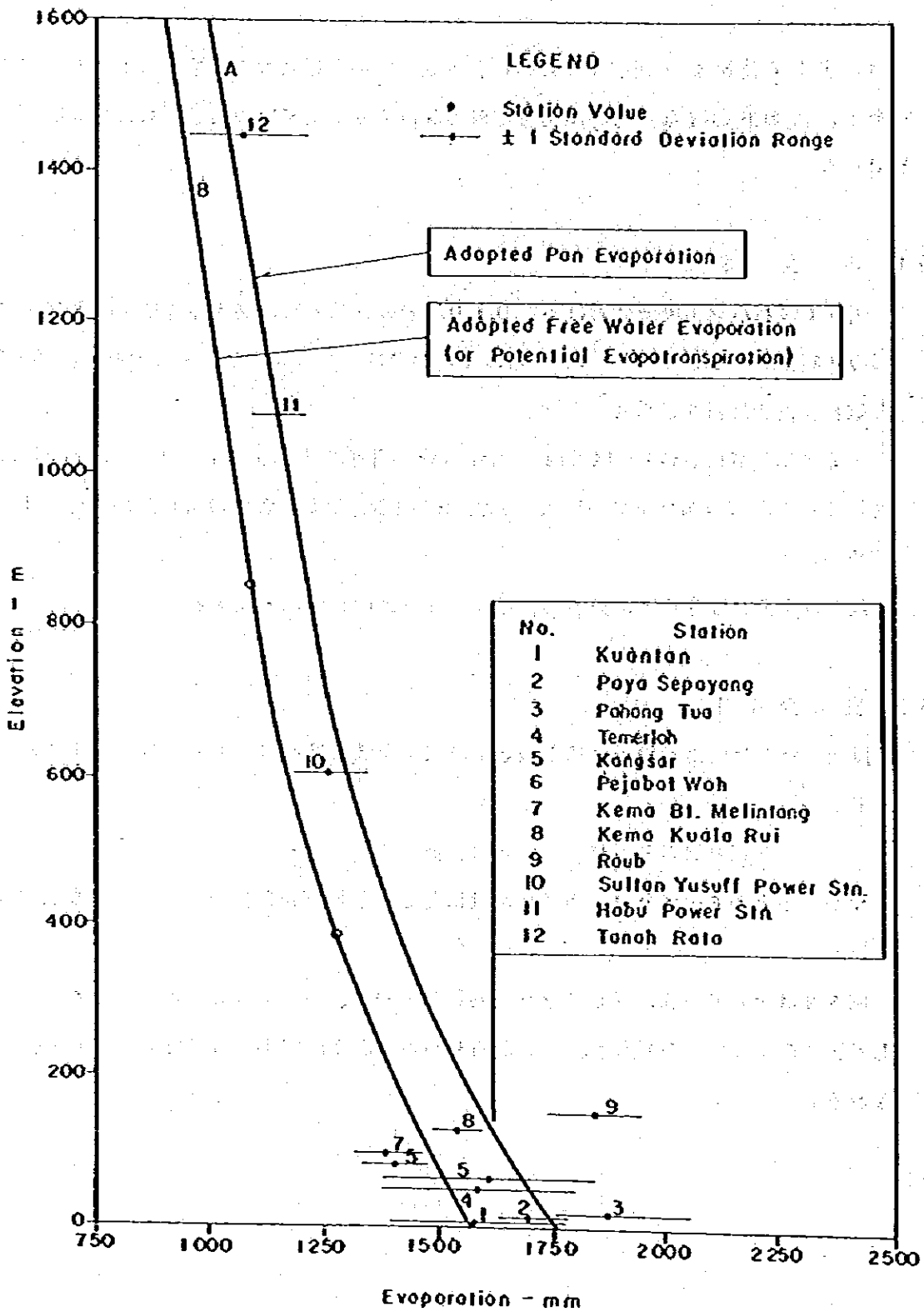


Fig. 5.1 Evaporation - Elevation Relationship

Table 5.1 (1) Pan Evaporation Data at kangear

Month Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	Ave- rage
1963	119.6	100.6	180.6	209.3	189.7	166.9	191.3	153.7	161.5	144.8	119.9	103.4	1841.2	153.4
1964	142.2	110.5	160.5	160.0	164.1	195.8	-	161.5	159.3	149.6	126.5	101.1	(1631.2)	148.3
1965	145.0	129.0	161.8	169.9	206.8	143.3	146.1	164.8	152.1	152.9	129.3	104.1	1805.2	150.4
1968	110.0	142.7	140.0	-	144.3	140.7	141.2	128.3	133.6	125.7	135.4	113.3	(1455.2)	132.3
1969	131.3	133.9	172.7	171.7	202.4	125.7	128.0	169.2	238.3	301.0	195.8	135.4	2107.2	175.6
1970	141.2	155.4	163.1	156.2	133.6	137.4	168.9	169.9	179.6	103.6	113.0	123.7	1745.7	145.5
1971	76.7	112.3	157.0	152.1	164.8	143.8	132.1	134.1	158.8	143.5	138.7	73.7	1587.5	132.3
1972	154.2	156.0	184.7	152.4	168.1	135.6	143.3	143.5	120.4	139.4	120.7	117.1	1735.3	144.6
1973	145.8	137.4	142.7	164.6	160.3	115.1	168.7	130.0	132.6	121.2	130.8	105.4	1654.6	137.9
1974	145.8	96.3	154.2	127.3	132.6	130.0	132.6	-	130.3	120.7	113.0	137.2	(1420.1)	129.1
1975	124.7	141.7	166.1	(144.7)	-	123.5	151.0	148.3	160.0	141.0	138.0	108.0	(1547.0)	140.6
1976	136.0	165.0	172.5	175.7	176.3	158.7	154.0	162.0	152.0	135.0	-	-	(1587.2)	158.2
1977	160.0	117.0	178.0	188.0	183.5	160.0	192.0	147.2	147.9	156.1	145.2	131.8	1906.7	158.9
Total	1732.5	1697.8	2133.9	1971.9	2026.5	1876.5	1849.2	1782.5	2026.4	1934.6	1606.3	1354.2	1760.0	
Ave- rage	133.0	131.0	164.0	164.0	169.0	144.0	154.0	149.0	156.0	149.0	134.0	113.0		

Table 5.1 (2) Evaporation

- Kuala Tahan -

(Unit: mm)

Month Year	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
1	95.0	83.6	96.5	99.8	100.6	111.0	111.3
2	77.5	94.5	124.0	86.6	77.0	126.7	103.4
3	127.0	116.3	149.9	114.0	115.1	105.7	118.4
4	103.1	106.4	138.2	142.5	127.0	132.3	128.3
5	108.7	109.2	121.7	118.6	116.1	125.0	112.8
6	104.9	93.7	101.1	106.4	112.3	114.8	120.4
7	105.7	100.6	107.7	106.9	112.0	117.9	115.8
8	110.2	116.1	108.7	86.1	94.0	110.2	104.4
9	90.4	94.2	107.2	95.0	121.2	104.6	118.1
10	103.9	93.4	65.8	98.8	115.1	114.3	111.8
11	73.7	78.5	63.8	82.6	94.5	113.5	120.1
12	99.1	75.4	65.9	96.3	93.5	111.8	126.9
Total	1,199.2	1,161.9	1,250.5	1,233.6	1,278.4	1,387.8	1,391.7

Note: U.S. Class A Pan Observation

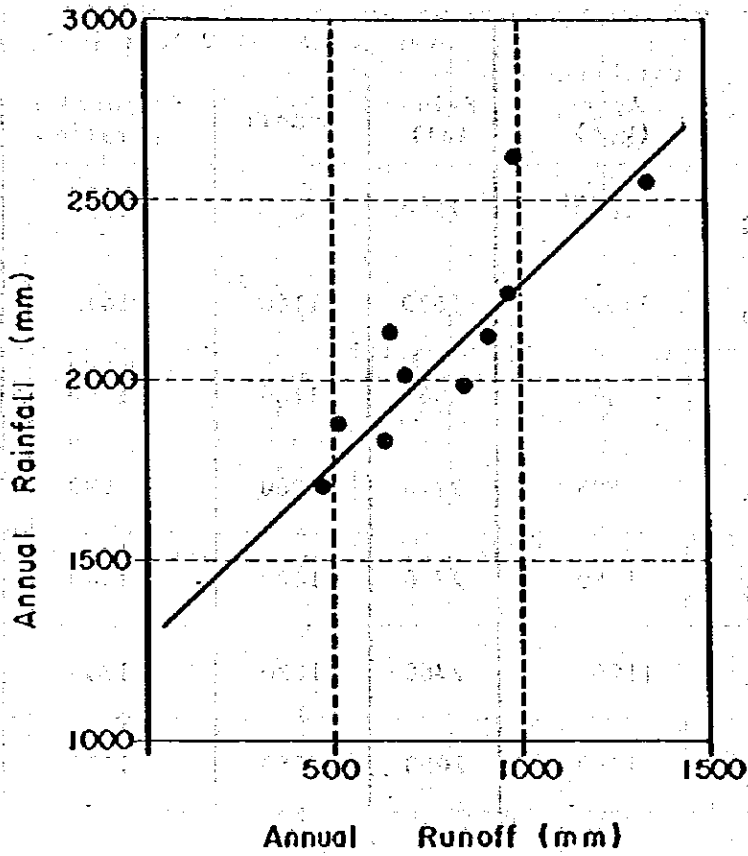
(Source: NEB)

Table 5.2 Actual Evapotranspiration Computed from Rainfall and Runoff

Catchment	Period of	Catchment Area (km ²)	Average Annual Values (mm)		
			Rainfall	Runoff	Evapotranspiration
S. Lipis at Benta	1966-72 (7 years)	1670	2240	890	1350
S. Pahang at Temerloh	1959-72 (14 years)	19000	2630	1160	1470
S. Kelang	1961-69 (9 years)	464	2460	1100	1360
S. Linggi at Sua Betong	1947-70 (18 years)	523	2270	1280	990
S. Selangor at Rantau Panjang	1950-70 (14 years)	1450	2720	1420	1300
S. Kelantan at Guillemard Bridge	1961-70 (10 years)	11900	2760	1420	1340
S. Tekai at Penut	1972-81 (9 years)	1380	2053	783	1270

* The number of complete years used are shown in brackets.

* Other catchment values except S. Tekai were given in the Pahang Basin Report.



Year	Estimated Rainfall (mm)	Runoff (mm)
1972	2240	973
1973	2620	994
1974	2122	907
1975	2549	1341
1976	1835	630
1977	1881	515
1978	2131	655
1979	1989	864
1980	2020	692
1981	1713	469
*Average	2053	783

*Computed excepted for 1973.

Fig. 5.2 Annual Rainfall-Annual Runoff Relationship

6. 流 出

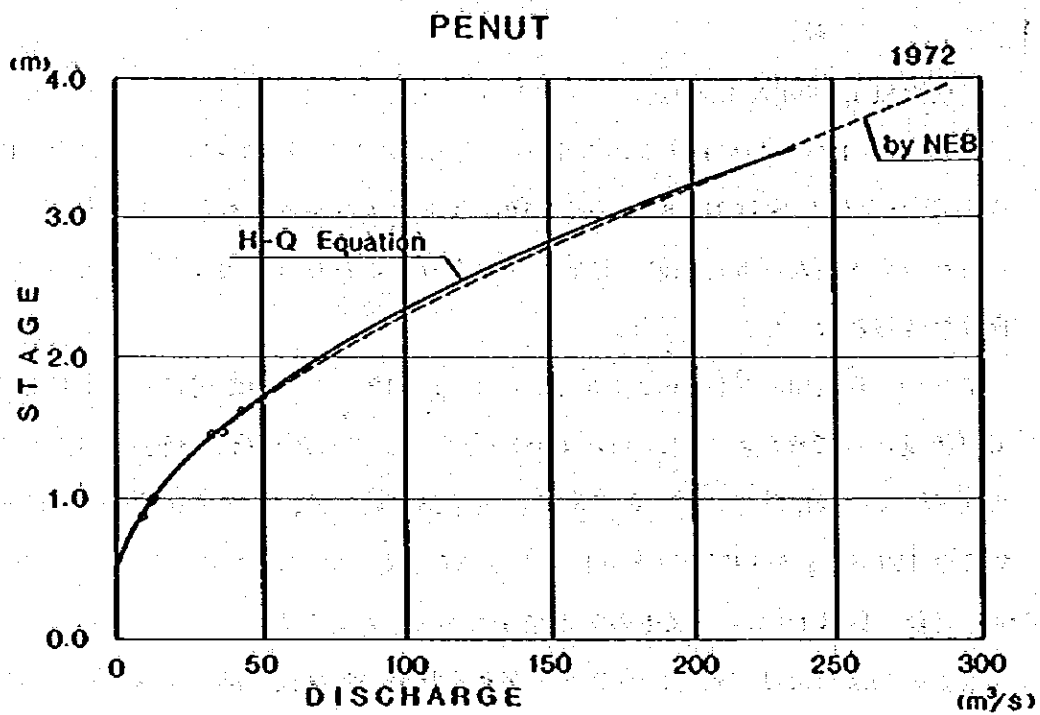
6. 流 出

6.1 一 般

流域面積 1,200km² 及 1,300km² のテカイ川ダムサイトの流量推算是テカイ川Penut 観測所 (C.A=1,380km²) における10年間の水位記録にもとづいておこなわれた。Penut 観測所の水位測定はNEBによって1972年3月より実施された。テカイ川近傍には3地点の測水所及び5地点の雨量観測所があり、これらはテカイ川流量推算に対して貴重な情報となった。

Penut 観測所流量は1972年3月より1981年12月までの期間に対してNEBによって日流量記録で整理された。それらは1980年までに実施された流量測定の結果得られた水位-流量曲線に基づいたものである。流量測定の結果、最大実測水位 3.32m 最大実測流量 150m³/s が1977年1月6日測定された。したがって、150m³/s 以上における水位-流量曲線は150m³/s 以下の測水結果をもとに推定した。

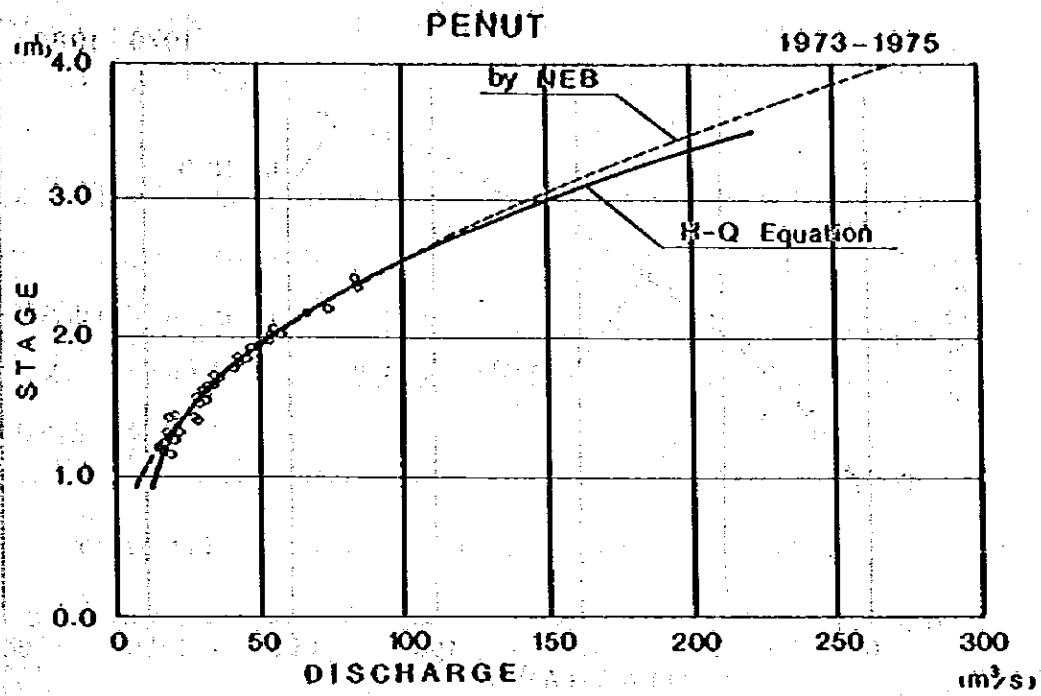
過去の測水結果は相対的にバラツキがあるため、各期間に応じて水位-流量曲線をわけた。(図6.1に水位流量曲線を示す)



H-Q EQUATION

$$Q = 21.697 \times H^2 - 8.010 \times H - 0.752$$

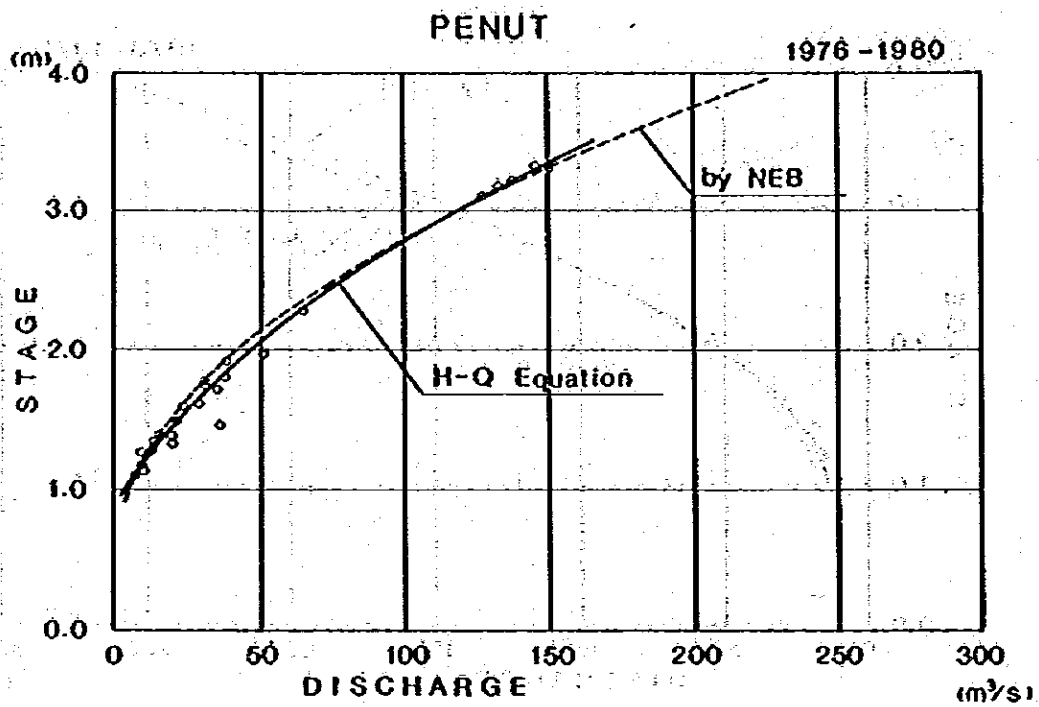
Fig. 6.1 (1) Rating Curve (Penut 1972)



H-Q EQUATION

$$Q = 28.896 \times H^2 - 47.408 \times H + 32.708$$

Fig. 6.1 (2) Rating Curve (Penut 1973-1975)



H-Q EQUATION

$$Q = 14.059 \times H^{2.831} \times H - 10.955$$

Fig. 6.1 (3) Rating Curve (Penut 1976-1980)

6.2 月 流 出

Penut 観測所と他の3観測所について流出高の同質性を検討するため、同流出高について相関分析を実施した。表6.1にそれらの観測所名、流域面積、観測期間及び管轄について示した。分析は雨季及び乾季に分けて100km²当りの月流出量を用いておこなった。

図6.2は鉛直方向に Penut の値、水平方向に他観測所の値をプロットして回帰式との集中度を示したものである。その結果によれば雨季及び乾季をとおして Penut 観測所との相関が最も高いのはkg・Pagiでその相関係数は雨季0.935、乾季0.833である。又、Penut 観測所の比流量は雨季のKuala Tahanとの相関を除き他の観測所よりも小さくなっている。

Table 6.1 Streamflow Stations Used in Analysis

Stream and Station	Area (km ²)	Period of Record	Operator	Coefficients with Penut	
				Dry Season	Wet Season
S. Tekai at Penut	1380	Mar. 1972 - Date	NEB	-	-
S. Teabeling at Kg. Pagi	2450	Dec. 1971 - Date	NEB	0.833	0.935
S. Teabeling at Kuala Tahan	3220	Sept. 1972 - Date	NEB	0.634	0.913
S. Teabeling at Teran, Teras	2700	Nov. 1973 - Date	NEB	0.796	0.901

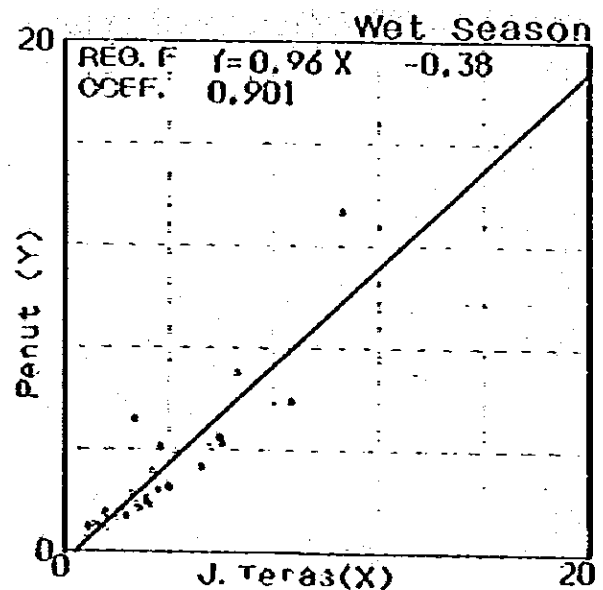
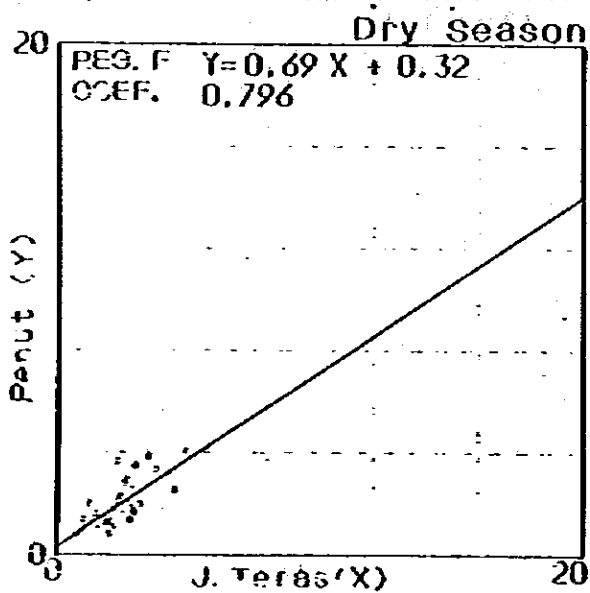
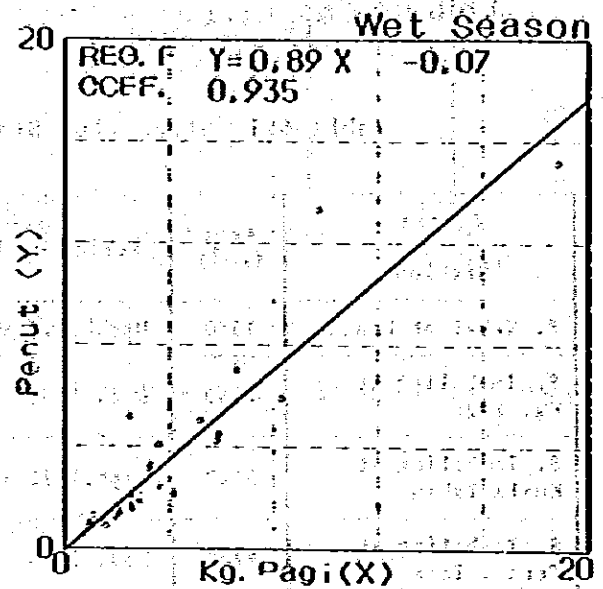
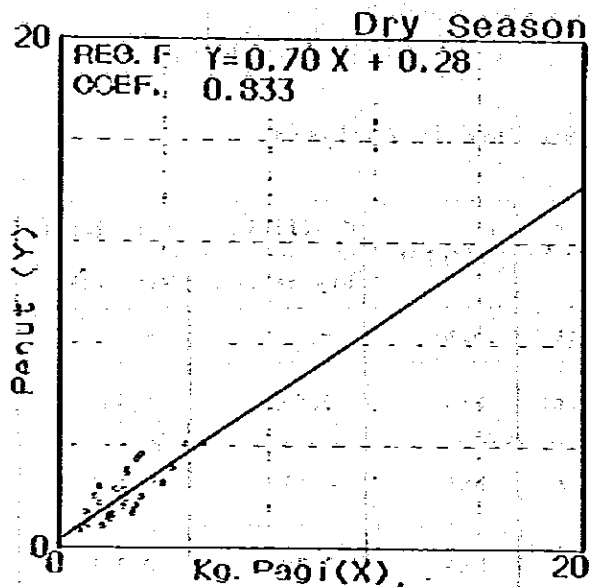
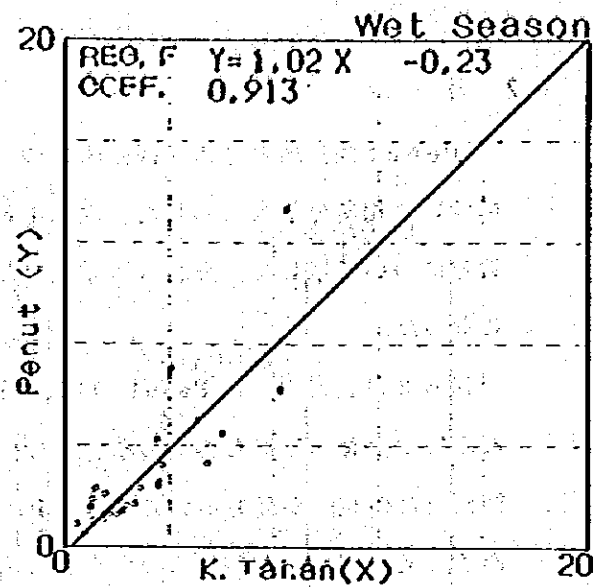
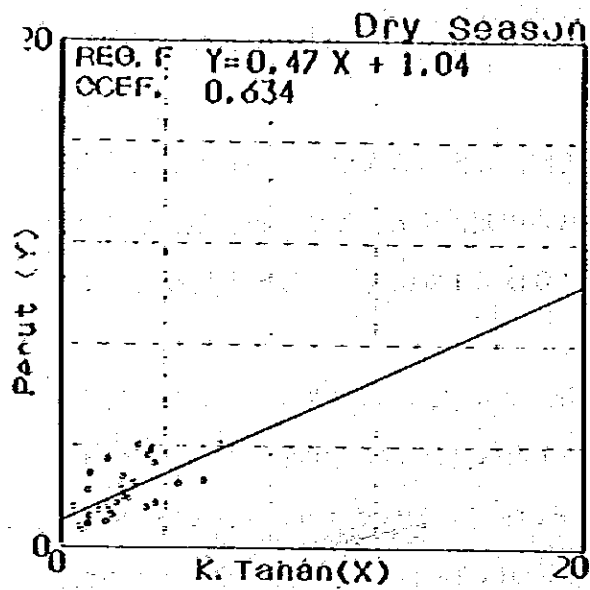
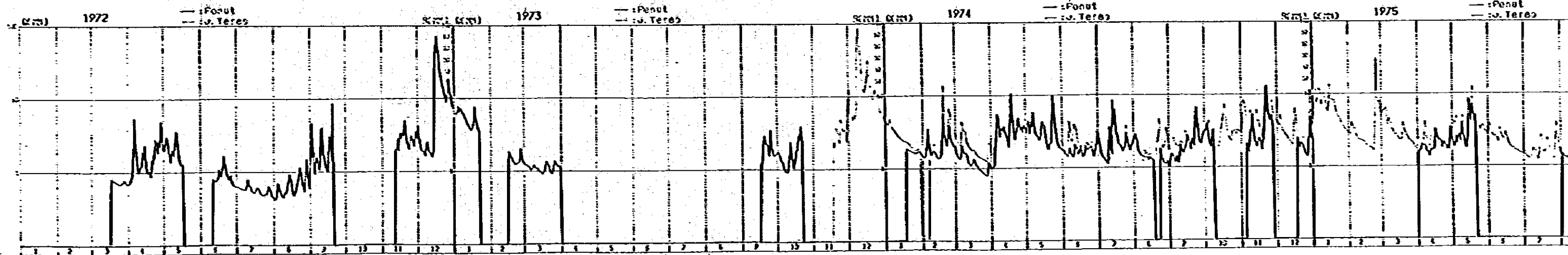
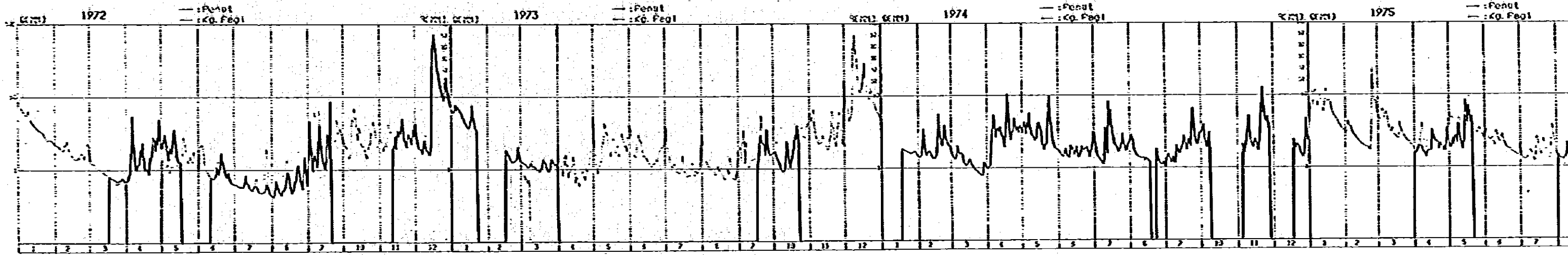
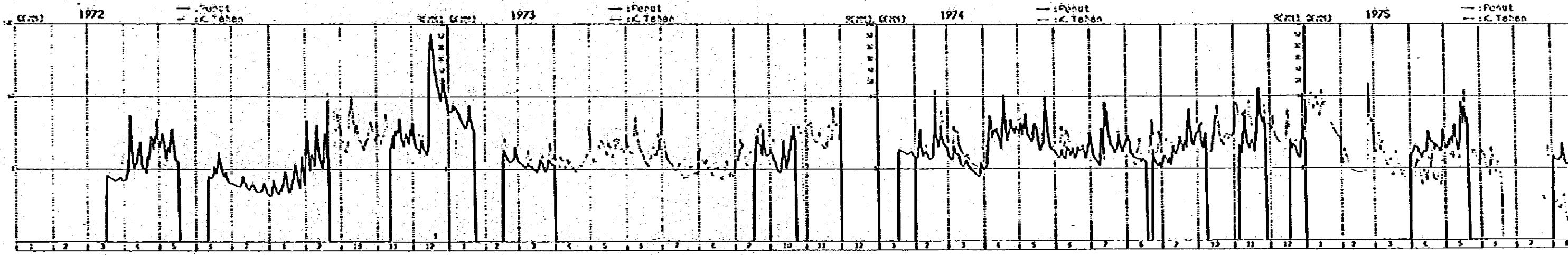


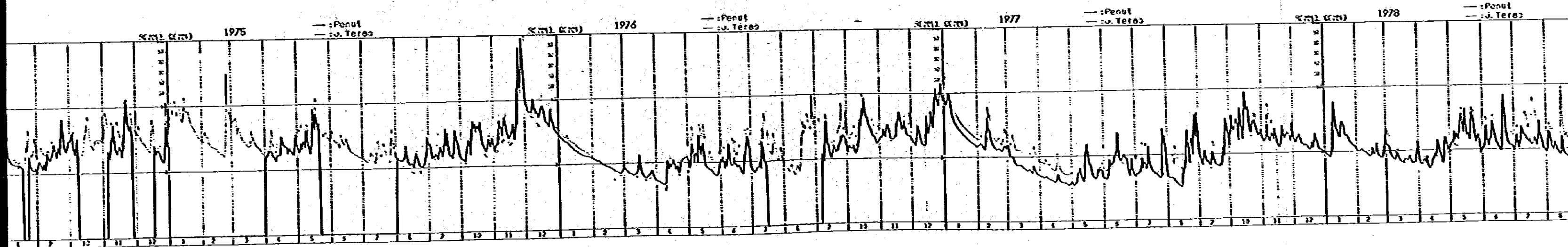
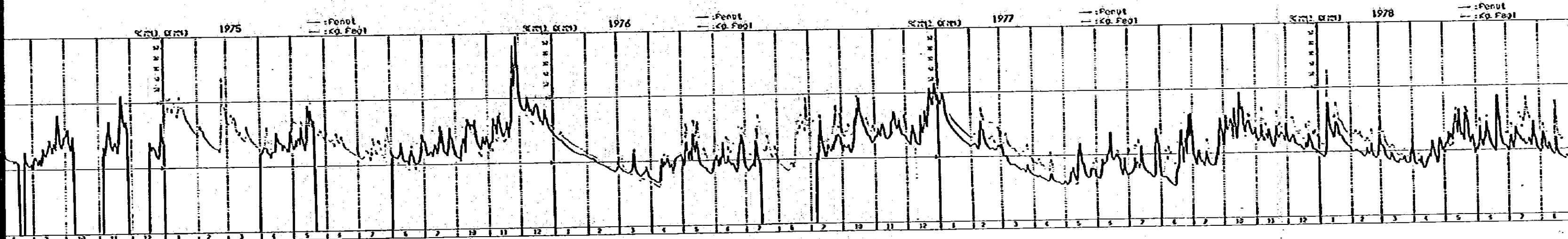
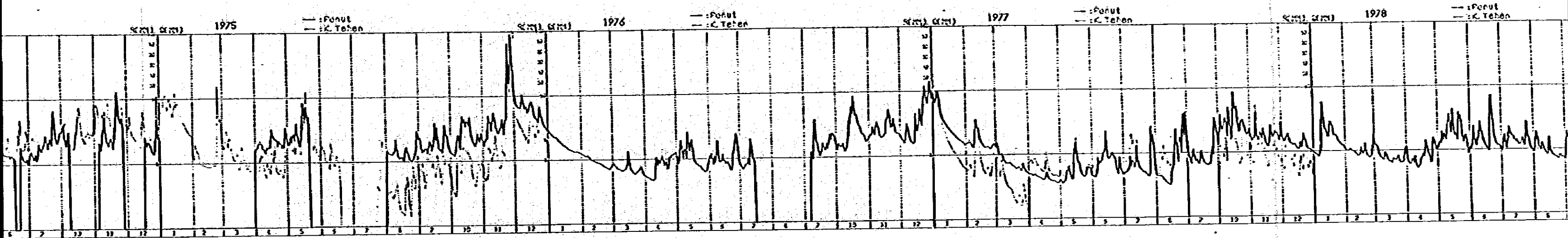
Fig. 6.2 The Correlation Between Penut and Another Station

6.3 日 流 量

日流量年表、日流量図及び流況曲線は観測期間に対して Appendix C に添付している。

図 6.3 は Penut 観測所と他の観測所の日流量ハイドログラフを比較したものである。この図から判るように Penut 観測所のハイドログラフと他の観測所のハイドログラフの応答関係は非常によい。年間を通じて記録が整った 1977 年及び 1978 年における Penut 観測所の年平均流量は $22.56\text{m}^3/\text{s}$ 、 $28.68\text{m}^3/\text{s}$ である。





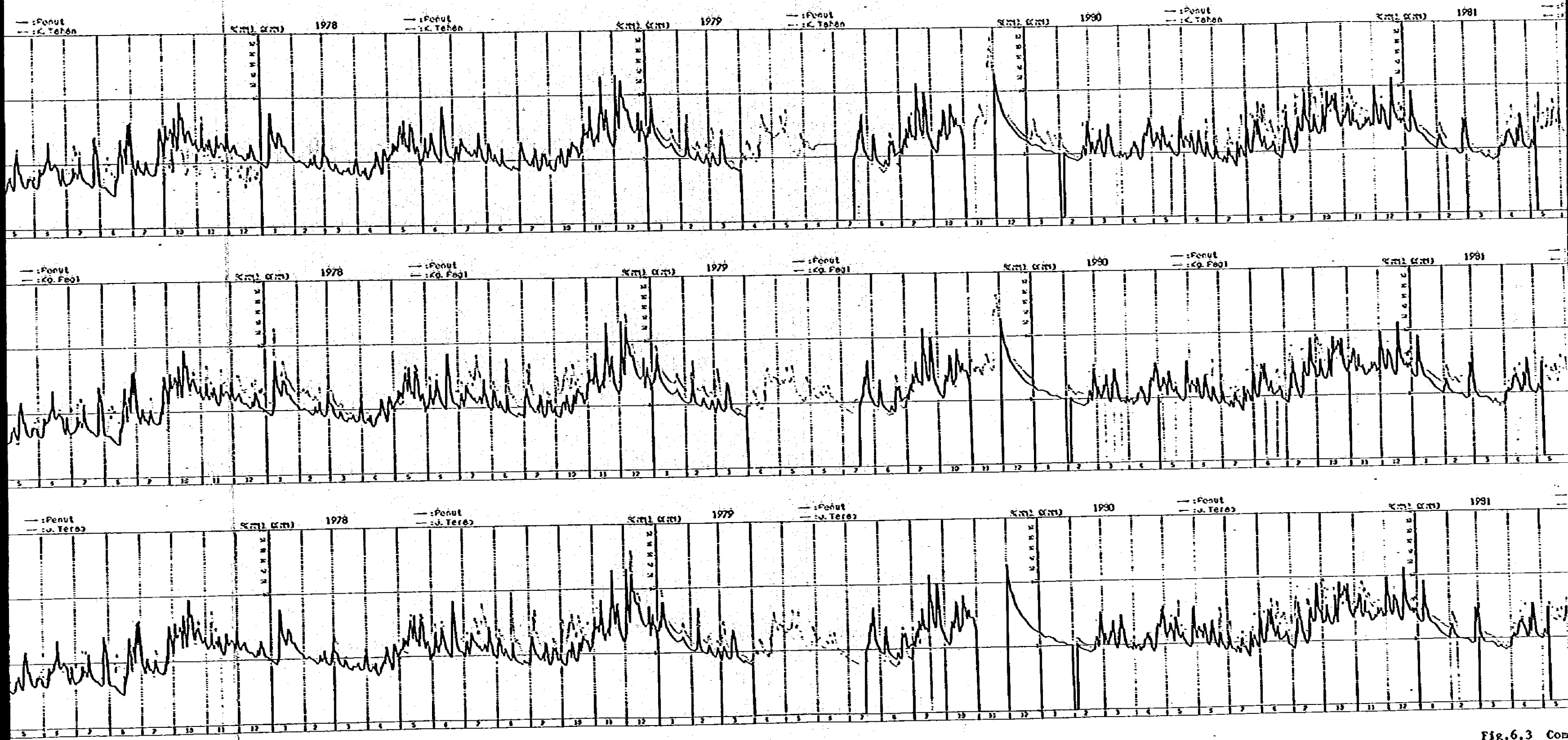


Fig.6,3 Con

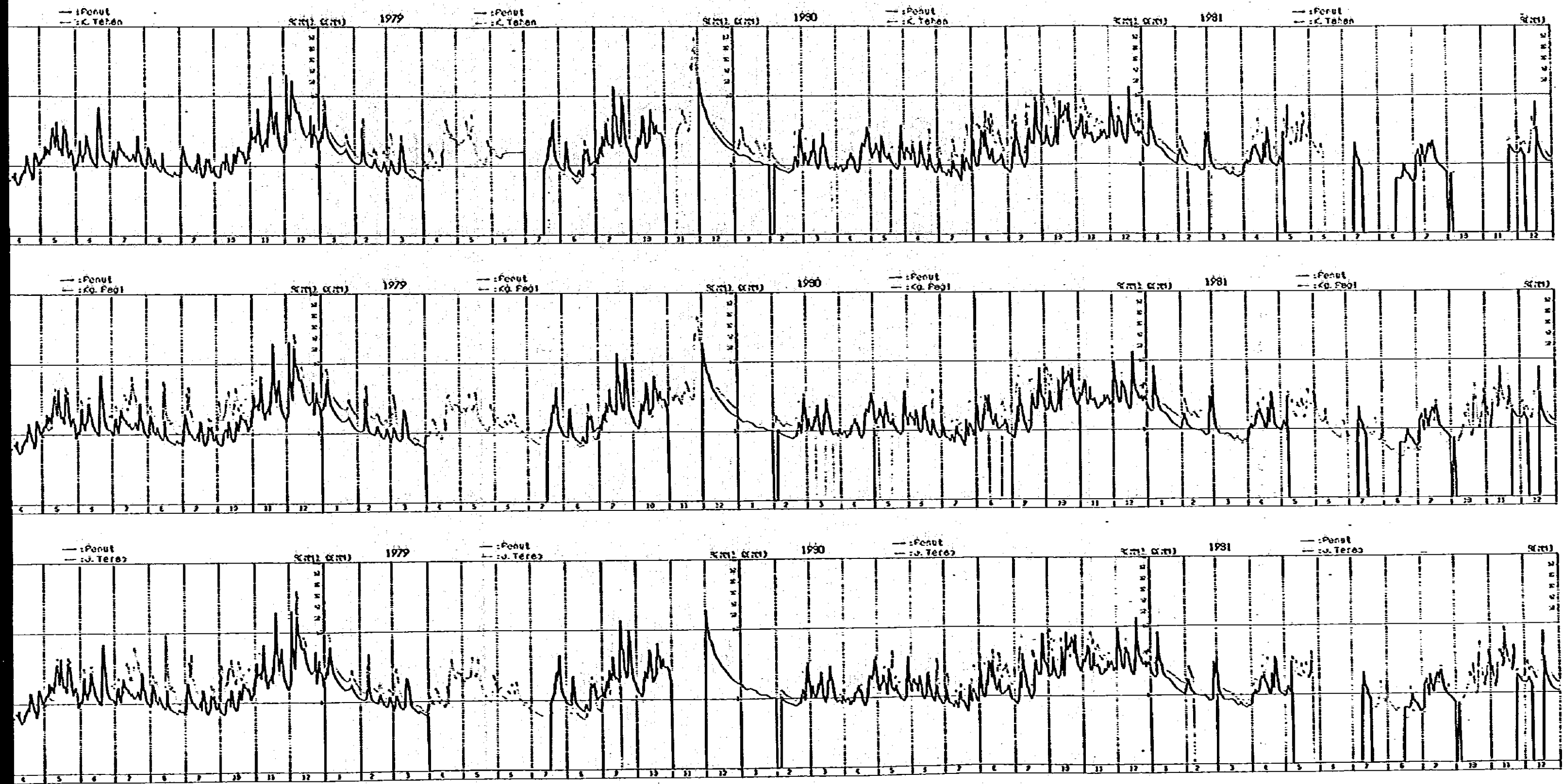


Fig.6.3 Comparison of Hydrographs

7. 低 水 流 出

7. 低水流出

Penut 観測所における観測は 1972 年 3 月から始まったが、現在までに多くの欠測を含んでいる。低水流出モデルによる解析(タンクモデル)が、欠測値の補填及び観測開始以前の流量推定の為に、計算値と実測値の比較を通じておこなわれた。

7.1 基礎資料及び条件

7.1.1 基礎資料

検証に用いられる雨量、蒸発散量、流量の基礎データは次のとおりである。

(a) 観測流量

1977 年及び 1978 年の観測流量は欠測値を含まないのでモデルの検証用に採用した。

(b) 蒸発散量

Penut 観測地点における蒸発散量は第 5 章で概ね 1,270 mm と推定された。

Kangsar における月蒸発量は表 7.1 に示すとおりで、タンクモデルに採用する日蒸発散量は蒸発散係数を Kangsar における日平均蒸発量を乗ずることによって求める。

Table 7.1 Mean Evaporation at Kangsar
(mm)

Month	Monthly Evaporation	Daily Evaporation
January	133	4.3
February	131	4.7
March	164	5.3
April	164	5.5
May	169	5.5
June	144	4.8
July	154	5.0
August	149	4.8
September	156	5.0
October	149	5.0
November	134	4.5
December	113	3.6
Annual	1760	

Evapotranspiration coefficient

$$= \frac{\text{Annual Evapotranspiration}}{\text{Annual Evaporation}}$$

$$= \frac{1270}{1760} = 0.72$$

(c) 雨量

1977年及び1978年のUlu Tekai 観測所の雨量記録は多くの欠測を含んでいる。タンクモデルの検証に採用する日雨量はUlu Tekai が有効な場合は、Ulu Tekai の観測値を用い、Ulu Tekai が欠測の場合は、Kangsar 観測値をもとに相関分析の結果から補填して用いた。

Kangsar 観測値によるUlu Tekai 欠測値の補填は、第一段階として月雨量による相関関係より、欠測のある月のUlu Tekai 月雨量を推定することから初められる。補填の第2段階は補填された月雨量と欠測を含む月の雨量の差分より欠測日の補填を行う。Ulu Tekai とKangsar の月雨量回帰式は次のとおりである。

$$Y = 0.454 \cdot X + 72.54$$

Y : Ulu Tekai 月雨量 (mm/month)

X : Kangsar 月雨量 (mm/month)

7.1.2 検証用基礎タンク

図7.1はテカイ川流域の流出モデルの検証に用いた種々の4段タンクを示したものである。これらのタンクはすでに多くの河川で採用されたものである。

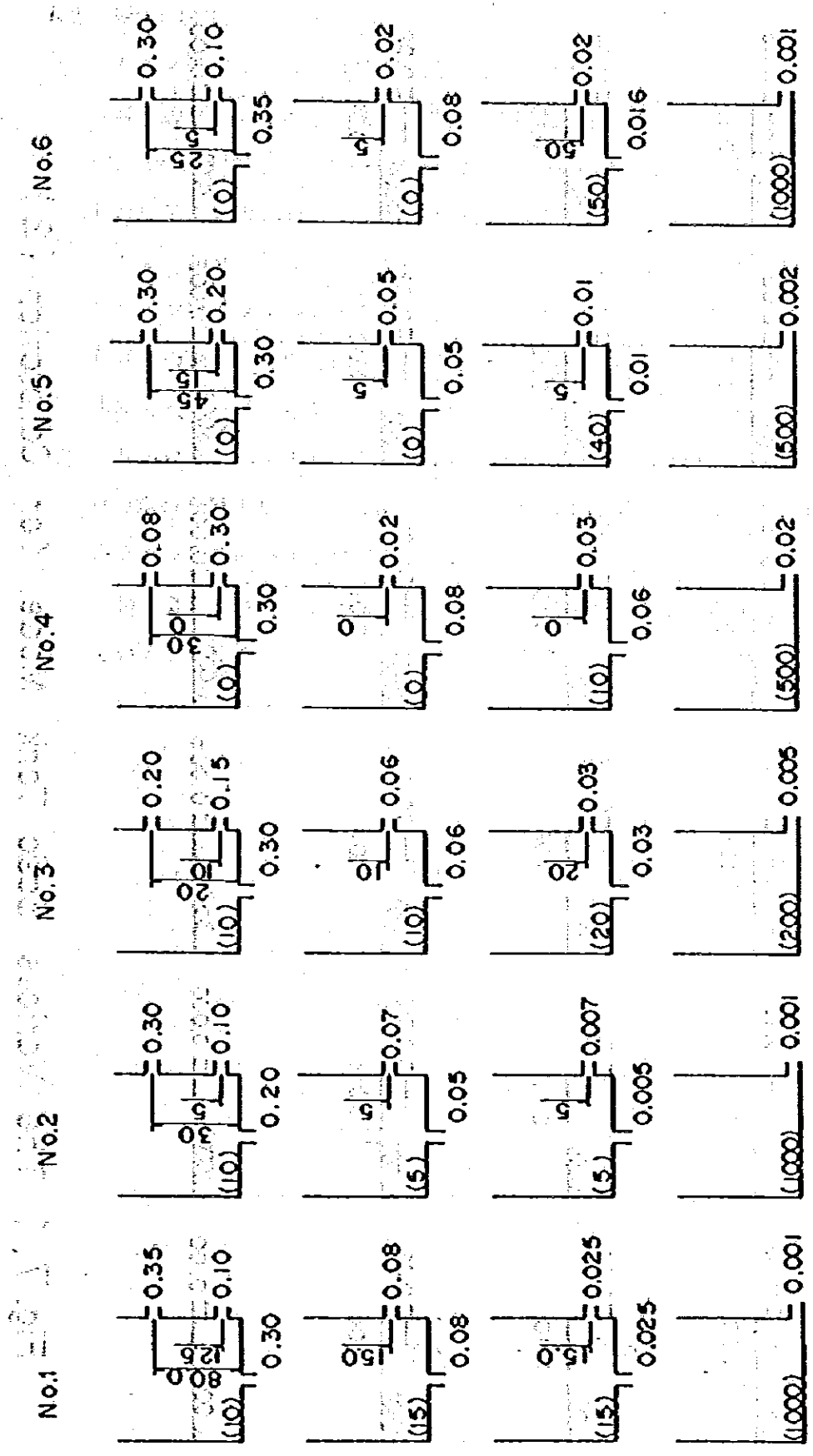


Fig. 7.1 The Various Basic Tank Model for Calibration (1)