7 観測所の場合と比較してみた。（参－2・3）

◎ 7～6 観測所での相関係数

月 雨 量（1967～1975年，N＝108）　γ ＝ 0.99668

7日雨量（1967～1974年，N＝ 51）　γ ＝ 0.98390

1 洪 水（前　出　　，N＝ 13）　γ ＝ 0.99453

いずれの場合も，相関は極めて高く，pilok を除いて流域平均雨量を求めても，差はほとんど生じない。この事は，先の等雨量線をみてもわかる事であるが，多雨の地域は全流域に比較してそれ程大きくない事を示すものである。

ただ，Pilok において降雨量が大きい場合は，流域全体での降雨量も又大きい事が十分考えられる。

◎ Pilok～7 観測所での相関係数（参－3）

7日雨量（1967～1974年，N＝51）　＝0.80921

1 洪 水（前　出　　，N＝13）　＝0.8480

この結果より，Pilok の雨量と流域平均雨量との間にはかなり高い相関がみられ，これより，Pilok の降雨状況をみれば，下流に大洪水を発生させる降雨であるか否かの判断が可能である。

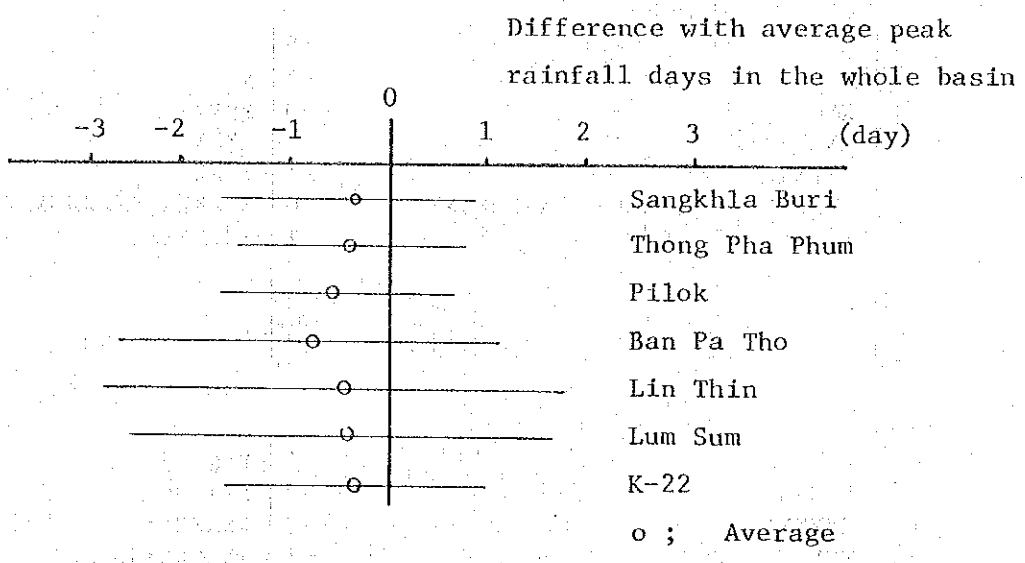
4－1－4　各観測所における降雨状況

前述の点は，降雨特性のうち地域特性に関するものであったが，ここでは時間分布に関して検討を行った。時間分布を把握するためピーク降雨の発生状況の違いを検討した。具体的には，7観測所を使用しての流域平均雨量のピーク日と各観測所のピーク日の日差によってこれを表わした。（1967～1974年 53 降雨）（参－4）

Fig 4・3

〃 4・4

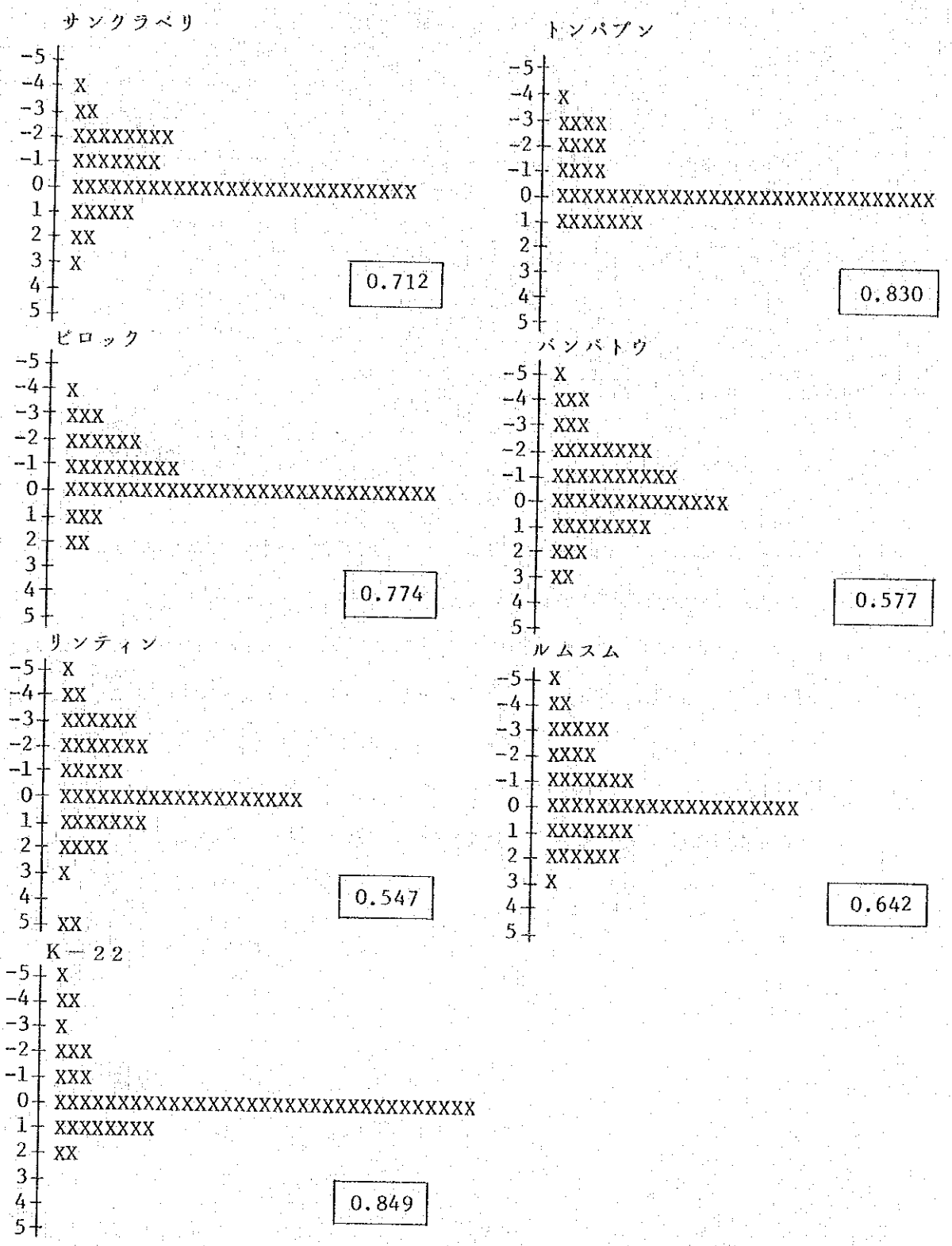
Fig. 4-3 Average Time Difference in Peak Rainfall Days and Their Dispersion



この結果では，各観測所のピーク日は平均的には，それ程大きなバラックはなく，トンパブンかK－22のいずれかがピーク日に流域平均雨量もほとんどピークとなる。

ただ，流域平均雨量に対して，平均的なずれがすべて負側にあるという点，リンティンルムスム，バンパトウの分布形が他と比較して偏平となっている点より，上流域に較べ下流域においては，降雨によりピークを早く迎えたり，遅めになったりしてそのばらつきが大きい事を表わしている。そして，相対的には早めにピークを迎える事が大きいようである。ただこれらの観測所の内で上流に位置するバンパトウにおいて，他の上流域の観測所と異る傾向を示す事は注目されるが，その原因は明らかでない。

Fig. 4-4 Time Lag of Peak Rainfall Days between Seven Stations and Whole Basin



4－1－5　降雨特性

以上の点をまとめ，Kwae Noi River における降雨特性を示すと次のとおりである。

① 降雨量は，流域の北西に多く，南東に少ないという傾向が雨期の全期間においてみられる。

② ただ，その雨域の大きさは，流域全体からみるとそれ程大きくないようである。

③ 流域全体における降雨状況は，降雨のピーク日についてはそれ程大きな差はなくトンパブン又はK－22の降雨状況によりほぼ流域平均のピークがわかる。

④ ただ，降雨によっては多少の差は生ずるが，傾向としては，下流域に早く（2～3日）ピークが生ずる事が多い。

⑤ 現在設置されている7観測所は，流域平均雨量（K－10上流）でみる限りほぼ平均的な降雨を把握する位置にあると考えられる。又，7観測所でのティーセン法によるRave，はほぼK－10上流では妥当と思われる。

⑥ Pilok の観測所は，もし欠測しても流域平均雨量にそれ程大きな誤差を生ずる状況になるとは考えられない。しかし，下流に大洪水を発生させる降雨かどうかの判定には指標となり得る観測所である。

4－2　メクロン川の流出特性

4－2－1　流域平均雨量とK－10のピーク流量のタイムラグについて

この点は，1975・3の事前調査報告書にも述べられているが，1967～74年の洪水について調べたところによると，日雨量のピーク日と流量ピーク日の差は，平均3.4日で標準偏差は0.87日となっている。つまり，ほとんどの洪水について2.5～4.3となり，なおかつ，この関係は流域又は降雨量の大きさと関係がみられない。(参-5)

つまり，日降雨のピークが観測されてから3日後に流量のピークをK－10で迎えると考えてよい訳で，洪水予報を実施する上に参考となろう。

4－2－2　Rave，とQpの相関について

K－10において，ピーク流量に支配的な降雨日数はどの程度であるかを検討するために，ピーク流量と1，3，5，7，9日降雨との相関を調べた。この結果は表4－3のとおりであり，7日雨量が最も相関が高く（$r=0.8531$）ピーク流量に支配的である事がわかった。又，このRave，とQpの関係は，洪水立上り直前の流量が200m³／sを境として分けて考えるとよい事もわかった。この結果を図4－5に示す。

回帰式

$Q \geqq 200$　　$Qp = 10.069\ R7 - 326.06$

$Q \leqq 200$　　$Qp = 5.148\ R7 - 104.40$

ただ，実際の洪水予報の参考にするためには，最大7日雨量よりも，更に把握しやすい期間の雨を使った方が便利である。そこで図4－6の様な各ケースについて検討を行い，最大7日の代りに使用可能なケースを検討した。（参6）

Table 4-3 Correlation between Qp and R

Year	Occurrence Day of Actual Peak Discharge	Q $m^3/s.d$	R_1 1 day	R_3 3 days	R_5 5 days	R_7 7 days	R_9 9 days	R_{12} 12 days	Discharge at Time of Flood Rising (K-10)
1967	28 Jul	558	40.5	72.5	107	134.2	153.2	184.2	105
	10 Aug	1,239	38.5	85.0	132.2	170.2	202.2	237.8	355
	20 Aug	1,668	47.9	120.5	164.9	192.1	221.1	258.5	580
	4 Sep	1,257	36.4	68.2	103.8	134.9	154.2	192.8	494
	4 Oct	737	32.9	52.7	78.4	96.2	127.0	146.8	456
1968	1 Aug	425	19.3	39.9	81.0	110.2	131.9	173.6	106
	5 Aug	468	21.7	44.6	62.6	90.6	111.2	169.9	334
	17 Aug	1,094	34.7	88.7	133.6	164.5	189.2	220.7	317
	25 Aug	839	20.2	46.7	79.3	97.7	153.5	227.2	609
	15 Sep	879	28.2	71.6	98.7	120.0	148.2	193.9	439
1969	22 Jul	560	28.1	64.1	99.8	127.1	142.5	187.0	215
	31	1,094	46.6	97.0	125.6	140.4	197.9	296.8	316
	11 Aug	2,354	65.2	133.7	201.3	260.5	369.0	370.2	858
	10 Sep	581	32.5	55.3	83.6	106.9	122.3	150.2	290
	24	964	46.2	88.9	108.8	135.5	153.4	165.6	355
	5 Oct	635	39.8	54.8	80.2	93.0	96.7	102.5	382
1970	18 Jul	1,165	64.0	139.9	187.6	201.9	218.4	241.1	144
	22 Aug	709	30.5	54.7	104.5	123.8	142.9	192.3	191
	27	648	21.6	45.8	74.0	96.4	137.1	177.3	558
	9 Sep	604	28.8	58.9	73.4	76.5	107.4	147.7	389
1971	12 Jun	708	56.7	144.6	186.8	222.3	238.3	259.8	35
	21	451	30.6	71.6	112.1	132.9	148.7	288.5	142
	17 Jul	672	27.4	56.2	82.6	117.2	151.9	191.0	292
	28 Jul	1,859	52.8	142.2	188.3	218.0	242.1	296.6	416
1972	11 Jun	1,077	75.9	118.3	194.3	222.2	247.8	279.9	35
	1 Jul	352	26.6	48.3	67.6	150.6	133.4	165.5	159
	8	503	24.6	57.4	84.7	107.2	292.5	405.7	248
	17	3,026	101.4	249.1	319.9	352.7	385.5	423.0	406

Year	Occurrence Day of Actual Peak Discharge	Q $m^3/s.d$	R_1 1 day	R_3 3 days	R_5 5 days	R_7 7 days	R_9 9 days	R_{12} 12 days	Discharge at Time of Flood Rising (K-10)
1972	2 Aug	1,709	26.5	55.1	107.1	141.6	220.7	292.8	753
	22	887	18.3	64.0	76.7	98.9	130.4	151.3	553
	28	705	15.1	38.6	53.7	70.6	103.9	130.6	655
	31	687	22.7	46.0	65.3	88.8	106.7	130.6	680
	9 Sep	1,041	50.4	94.7	114.4	138.8	158.2	197.0	511
	21 Sep	850	50.7	73.4	90.8	105.0	147.6	167.4	488
	9 Oct	552	15.0	35.8	53.1	79.3	91.7	141.7	508
	27 Jul	1,846	57.4	113.3	153.1	188.6	237.7	292.8	753
1973	20 Jur	1,728	85.4	203.2	289.6	329.6	354.3	383.6	43
	12 Jul	767	17.7	44.2	81.7	105.7	157.0	199.4	142
	15	761	32.5	56.5	71.4	122.7	157	199.4	680
	21	835	43.5	74.9	96.1	122.6	146.4	189.8	583
	17 Aug	435	19.8	52.0	71.3	93.6	125.1	190.8	213
	27	1,465	44.4	102.5	140.9	177.1	212.4	261.3	418
	14 Sep	549	31.7	46.7	69.6	76.6	88.2	155.9	435
	25	872	26.5	59.0	89.3	125.6	136	162.8	448
1974	2 Jun	400	29.2	79.5	127.2	159.7	236.5	278.8	145
	12	493	19.1	52.9	82.8	106.6	141.3	174.3	213
	17	640	23.0	46.0	68.5	98.4	132.2	171.1	419
	1 Aug	374	27.0	46.8	65.7	95.1	121.9	156.2	298
	21	3,250	61.9	169.6	238.7	335.2	361.3	386.3	239
	14 Oct	696	24.5	56.4	73.3	91.1	118.7	127.5	244
	5 Sep	543	18.9	45.1	70.2	79.7	87.1	107.3	512

1 $Q \sim R_1$ (N=51)

$\gamma = 0.73271$ $Q = 24.7018\ R_1 + 54.2946$

2 $Q \sim R_3$ (N=51)

$\gamma = 0.80984$ $Q = 11.5416\ R_3 + 53.3042$

3 $Q \sim R_5$ (N=51)

$\gamma = 0.81583$ $Q = 8.8108\ R_5 - 31.6079$

4 $Q \sim R_7$ (N=51)

$\gamma = 0.85306$ $Q = 8.14147\ R_7 - 184.1164$

5 $Q \sim R_9$ (N=51)

$\gamma = 0.80380$ $Q = 7.09756\ R_9 - 264.3768$

$Q \sim R$ pilok (N=51)

$\gamma = 0.60796$ $Q = 2.11114\ R$ pilok $+ 181.4204$

Fig. 4 - 5 Correlation between Qp and R_7

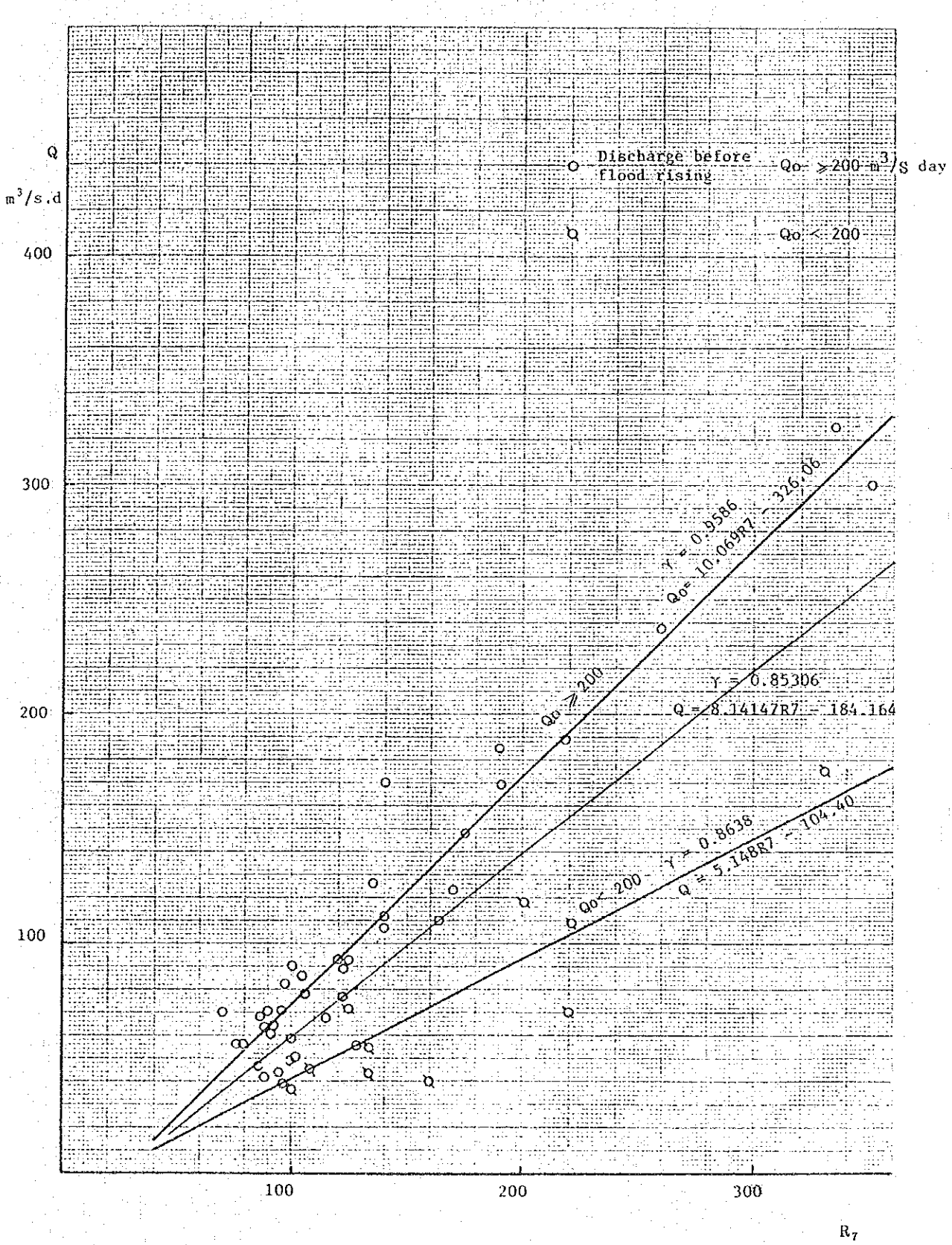
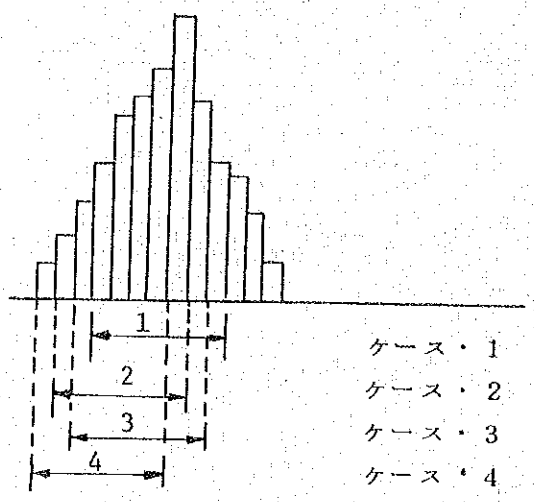


Fig. 4-6 Selection of 7-Days Rainfall Data



ケース・1　最大7日
ケース・2　ピークを含み前7日
ケース・3　ピークの1日後より前7日
ケース・4　〃　1日前　〃

雨量の相関係数

ケース・1～2　＝0.91582

ケース・1～3　＝0.97773

ケース・1～4　＝0.77384

これより，ピーク確認時から7日前の雨量を使用すればよい。

又，洪水になるかどうかの判定に大きなウェイトを占めるPilok の7日雨量とQpの相関は，相関係数 0.6080（N＝51）とそれ程よくない。

4－2－3　流出特性

以上よりK－10における流出特性は次のとおりである。

① 日雨量のピークよりほぼ3日後にK－10はピーク流量となる。

② ピーク流量は最大7日雨量よりほぼ把握できる。

③ 最大7日雨量の代りに降雨のピーク確認日から前7日雨量をもちいてもピーク流量量はほぼ把握できる。

④ Pilokの雨量とK－10の流量の相関はそれ程良くない。

第5章　洪水予警報の方法

5－1　洪水予警報の目的と方法

洪水予警報は，気象等の状況によって洪水のおそれがあると認められる場合に，その状況を河川の水位又は流量等に示して予報し，関係行政機関あるいは流域内の住民に対して必要な警報を発することをいう。その目的は，水防活動によって洪水の氾濫を防ぐことができる場合の，水防活動に当る機関に対する情報の提供と，氾濫がさし迫っている場合あるいは水防活動が行なわれない場合の，住民の避難及び財産の防護のために必要な情報の提供とにあると考えられる。このためには，十分な具体的情報が，十分な時間的余裕をもって，関係行政機関と住民に伝達されるものでなければならず，当該河川の規模，地形，流域の形状等に応じて，もっとも有効な予警報の方法を選定する必要がある。

参考として，わが国で現在使用されている洪水予報の方法を紹介すればつぎのようなものがある。

1）上流地域の降雨量から下流地点の水位を推定するもの

2）上下流2地点間の水位相関によるもの

3）貯留法によるもの

4）上流域流出量を単位図を用いて算出し，これを簡単化した不定流の基礎方程式と連続式とで追跡するもの。

そのほか，現在のところでは十分な成果をあげるにいたっていないのが研究中のものとして

5）厳密な不定流の基礎方程式と連続式とで，追跡を行うもの

6）いわゆるコアキシャル・リレイション図（共軸相関図）を用いるもの

がある。なお，実際には1つの方法だけではなく，洪水予報の各段階に応じて，単純な方法から複雑な方法までを使い分けている場合が多い。

また，洪水予報の施設としては

1）雨量計

2）水位計

3）情報伝達装置

4）データ処理装置

が必要である。それぞれについて，色々な条件にあう種類があるが，最近では維持管理の

手間をできるだけ省いた自動機器が開発される方向にある。たとえば，情報伝達装置はわが国においてもかっては普通雨量計と電話もしくは電報との組合せで，降雨データが洪水予報センターへと送られていたが，今日ではほとんどすべてが自記雨量計とVHF 又はUHF 帯の電波を利用するテレメータにとって代られている。水位計も同様にテレメータ化されており，長期間自記々録用紙を交換する必要のないものが出現して，保守を容易にしている。

これら種々の洪水予報の手法及び施設から最適のものを選択し，一つの洪水予警報システムとしてとりまとめねばならない。このシステムの設計にあたっては，目的をはっきり認識することが最も重要であるが，この場合考慮すべき項目は以下のようなものが考えられる。

考慮すべき項目	例	メクロン川流域	
		将来計画	現況
(1) 洪水予報をどのような行動の決定に用いるか	・ダムによる洪水調節 ・水門操作 ・水防活動 ・避難（住民）	住民避難	MD・RIDの観測施設よりの情報で，RID が洪水予報を出しテレビ放送をしている。
(2) どのような種類の情報を提供するか	・最高水位および時刻 ・洪水継続時間 ・ハイドログラフ	危険水位に達する時刻 最高水位（流量） 洪水継続時間	K10 の水位から過去の実績と照らして予報している。
(3) どの程度の精度が必要か		水位で10～15% 時間で3～4時間	
(4) 許容される予報時間はどれだけか	・1時間以内 ・半日以内 ・1日以内	2日程度	現在K10→K11の到達時間程度（1日）
(5) コスト（予算，人員）はどこまで許容されるか			
(6) その他			

当メクロン川について，各項目に対する答はいずれも現時点では定量的に求められてものではないが，現状からこのように判断するものである。このような洪水予警報システム設計の目的を念頭に置いた上で，以下に洪水予報の手法検討と施設設計について詳述する。

5－2　洪水予報の方式

洪水予報方式の手法検討は主としてKhwae Noi川のBan Lum Sum(K-10)上流域について行なわれ，流域全体としての検討とはなっていない。これはKhwae Yai川に建設中のバンチャオネンダム完成後の操作ルールが未定であること，同時に，ダム建設によってこれまでの水文機構が一変し，これまでの水文資料をそのまま使用することが困難なこと，また，K-10とバンチャオネンダムの両地点からK-11への洪水追跡に必要な河道断面等の測量資料が無いこと等のために水理水文解析がなされていないことなどによるものである。

5－2－1　洪水予警報対象地域

流域概況，河道状況の項で述べたようにMae Klong 川流域の洪水予警報Target Areaは非常に明白である。則ち，Kanchanaburi から上流は山岳地帯になり人口も希薄で洪水氾濫が問題になるような箇所は皆無に等しいのに対し，Kanchanaburi から下流部一帯は重要な穀倉地帯であるとともに，河川沿いにはBan Pong，Ratchaburi，Samut Songkhram などの人口密集都市を控えており，現実に，大規模な氾濫を生じて社会問題化していることから，Kanchanaburi から下流一帯の洪水氾濫区域を洪水予報のTarget Areaとするのが最も妥当であろう。

洪水予報を行うべきTarget Pointは規模の大きい洪水によって氾濫する上流部に近接した流量観測地点のWang Khanai(K－11)が最良と思われる。

5－2－2　上下流2地点間の水位相関による予報(H－H相関)

この手法は洪水予報の手法としては最も原始的なものであろうが，上流の水位情報が所定の余裕時間をもって下流の洪水予報地点に届くなら，河状にあった手法を工夫すれば，かなりの精度をもってグラフ等によって簡単に予報が可能となる。

当メクロン川の洪水予警報において，このH－H 相関手法を位置づければ次のように考えられる(これまでの日本調査団による作業，あるいはタイ国政府による観測資料，解析作業等がK－10(Ban Lum Sum)上流に集中している関係から全川を対象としたものではなく，主としてKwae Noi川を中心にした結論であるが。)。

i）上流域の雨量観測所が整備されるまで，すなわちテレメータシステムが完成するまでには，予報手段はこのH－H相関手法以外に無い。

ii）K－10 Ban Lum Sumから最終的洪水予報対象地点K－11 Wang Khanaiの予報は，河道の横断測量等を実施し，洪水伝播シミュレーション手法が確立されるまでは，H－H 相関手法が中心となろう。

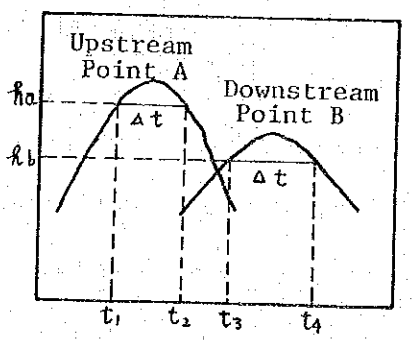
iii）他の予報手法が確立され，コンピューター等によるデーター処理がルートに乗ってからも簡便であり，ある程度の精度が得られることから他法のチェック手法として用いられよう。

このような認識のもとに，資料が整備されており，かつ，洪水伝播時間を1日以上取ることができるK－13 Thong Pha PhumとK－10 Ban Lum Sum の2観測所を対象にH－H 相関解析を試みた。

o H－H 相関解析

水位相関による予報手法の1つとして上・下流の最高水位の相関を求める手法（peak to peak method）がある。すなわち過去の洪水記録の中から，上流地点最高水位と下流地点最高水位の相関を上流地点最高水位時の下流水位をパラメーターとして求めたグラフを利用する方法である。これについて表5－1，2に整理したK－10 における1966年～1974年の過去9年間の最大流量300㎥/s 以上の60洪水についてプロットしたものを図5－1に示す。しかし結果にかなりのバラツキがある上，パラメーターの下流水位による顕著な差異が認められず，精度にかなり問題があるものと思われる。また，運用上も洪水ハイドロがいずれも非常にフラットであるため，上流のK－13 におけるピーク値の把握がある程度の時間を要すること，ピークの相関が必らずしもハイドロ全体の相関に一致しないこと等から，このpeak to peak の方法はK－13，K－10 両地点間の洪水予報方式としては不適当である。

2) Hydrograph Correlation



次に上・下流2地点のハイドログラフの相関を求める手法を用いて解析してみる。この手法は，左図に示すように求める上・下流A，B 2地点の実績ハイドログラフから等しい時間間隔△t でもって挟みとられる水位ha，hbが一義的に対応するものとして△t を変えながら両者の相関曲線を求

めるものである。このとき両地点間の遅滞時間は t_3-t_1（或いは t_4-t_2）で与えられる。作業例として1966年9月の洪水について図5－2に示す。また，過去の洪水の中から特大クラスの4洪水（なお1969年8月の洪水はハイドログラフにピークが多く解析不可能であった）を含む10洪水について解析したものを図5－3に示す。

Fig. 5-1 Correlation of Water Stage (Peak to Peak)

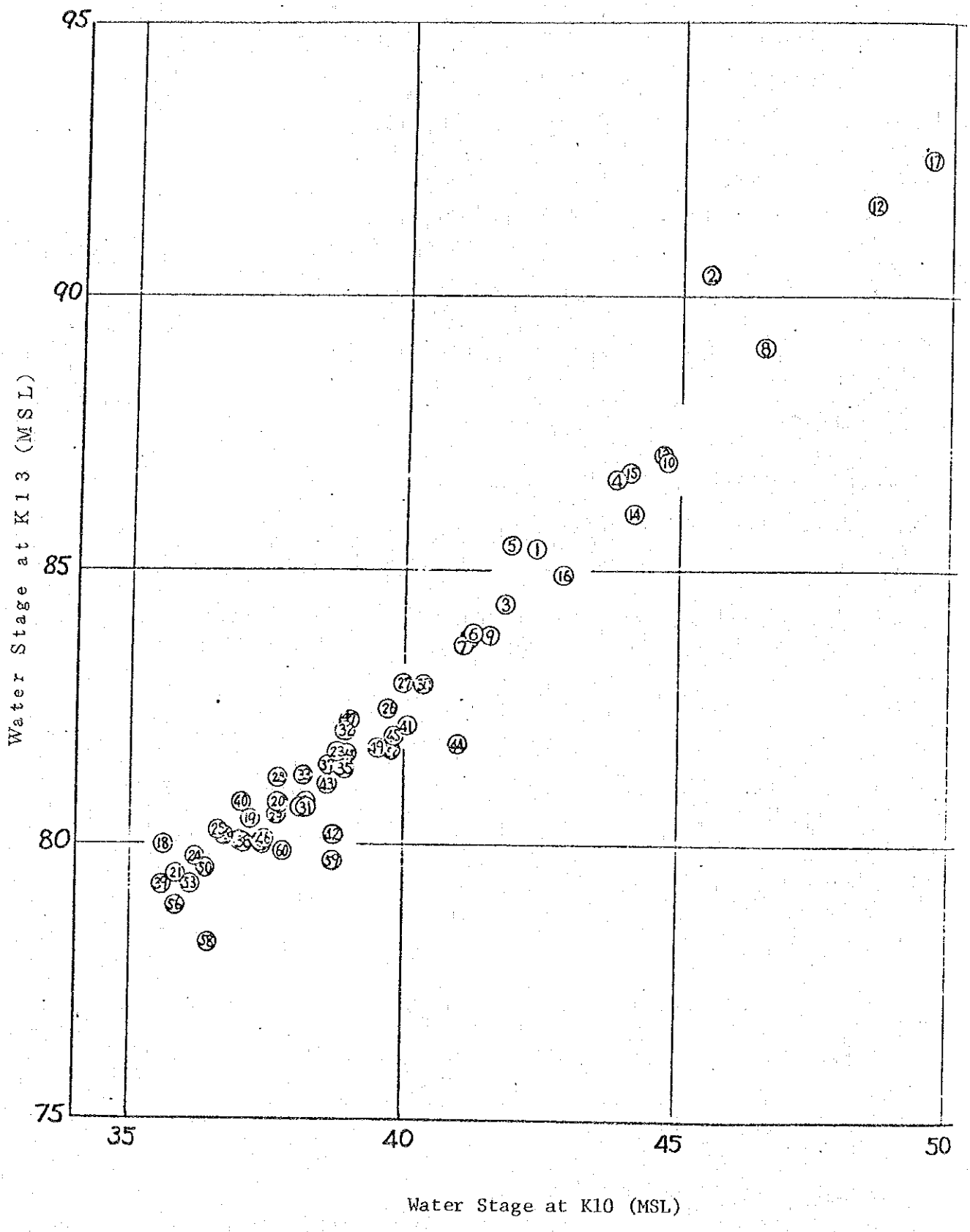


Table 5-1 Big Floods in the Past ($Q_{K-10} \geqslant 1,000 m^3/s$)

No.	Year	Thong Pha Phum (K-13)			Lum Sun (K-10)			Lag-time	K-10 (When K_{13} has peak)		Note
		H peak (MSL)	Q peak (m^3/s)	Date	H peak (MSL)	Q peak (m^3/s)	Date	$K_{10}-K_{13}$ (days)	H peak (MSL)	Q peak (m^3/s)	
1	1966	85. 38	1,566	Jul. 28	42. 37	1,352	Jul. 30	2	39. 92	877	
2		90. 38	2,983	Sep. 10	45. 51	2,233	Sep. 12	2	42. 08	1,291	
3	1967	84. 37	1,262	Aug. 9	41. 81	1,239	Aug. 10	1	41. 67	1,211	
4		86. 65	1,877	18	43. 80	1,668	20	2	41. 02	1,177	
5		85. 46	1,534	Sep. 3	41, 90	1,257	Sep. 4	1	40. 40	972	
6	1968	83. 82	1,073	Aug. 15	41. 22	1,094	Aug. 17	2	40. 51	963	
7	1969	83. 61	1,058	Jul. 29	41. 06	1,094	Jul. 31	2	39. 04	750	
8		89. 06	2,177	Aug. 10	46. 56	2,354	Aug. 11	1	45. 92	2,188	
9	1970	83. 80	1,096	Jul. 17	41. 52	1,165	Jul. 18	1	40. 39	1,867	

No.	Year	Thong Pha Phum (K-13)			Lum Sum (K-10)			Lag-time	K-10(When K_{13} has peak)		Note
		H peak	Q peak	Date	H peak	Q peak	Date	$K_{10}-K_{13}$	H peak	Q peak	
10	1971	86. 97	1,765	Jul. 26	44. 74	1,859	Jul. 28	2	42. 33	1,404	
11	1972	83. 73	1,080	Jun. 10	41. 16	1,077	Jun. 11	1	39. 32	783	
12		91. 64	2,808	Jul. 14	48. 57	3,026	Jul. 17	3	45. 74	2,143	
13		87. 10	1,758	25	44. 67	1,846	27	2	41. 14	1,073	
14		86. 02	1,536	31	44. 12	1,709	Aug. 2	2	43. 60	1,584	
15	1973	86. 78	1,690	Jun. 18	44. 05	1,728	Jun. 20	2	39. 71	864	
16		84. 89	1,310	Aug. 25	42. 87	1,465	Aug. 27	2	40. 75	1,050	
17	1974	92. 49	3,029	Aug. 19	49. 61	3,250	Aug. 21	2	48. 36	2,270	
Table 5-2 Floods in the Past (Q_{K-10} : 300∿1,000m³/s)											
18	1966	79. 98	448	Jul. 6	35. 61	339	Jul. 8	2	33. 97	195	
19		80. 46	522	Aug. 6	37. 23	510	Aug. 7	1	36. 75	457	

Table 5-2 Floods in the Past (Q_{K-10}:300∿1,000m³/s)

No.	Year	Thong Pha Phum (K-13)			Lum Sum (K-10)			Lag-time	K-10 (When K_{13} has peak)		Note
		H peak	Q peak	Date	H peak	Q peak	Date	K_{10}-K_{13}	H peak	Q peak	
20		80. 76	570	Aug. 31	37. 72	569	Sep. 1	1	37. 30	518	
21		79. 44	371	Oct. 3	35. 82	360	Oct. 4	1	34. 87	269	
22	1967	80. 73	538	Jul. 27	37. 76	558	Jul. 28	1	37. 45	520	
23		81. 68	717	Oct. 3	38. 80	727	Oct. 4	1	38. 01	626	
24	1968	79. 76	405	Jul. 31	36. 20	425	Aug. 1	1	35. 67	372	
25		80. 23	469	Aug. 4	36. 63	468	5	1	35. 48	353	
26		82. 45	822	24	39. 70	839	25	1	39. 26	773	
27		82. 91	904	Sep. 14	39. 97	879	Sep. 15	1	39. 04	742	
28	1969	81. 20	642	Jul. 20	37. 72	560	Jul. 22	2	35. 57	345	
29		80. 52	539	Sep. 8	37. 70	581	Sep. 10	2	36. 26	408	
30		82. 90	930	23	40. 33	964	24	1	39. 77	888	
31		80. 64	551	Oct. 4	38. 24	635	Oct. 5	1	38. 11	617	

No.	Year	Thong Pha Phum (K-13)			Lum Sum (K-10)			Lag-time	K-10 (When K_{13} has peak)		Note
		H peak	Q peak	Date	H peak	Q peak	Date	K_{10}-K_{13}	H peak	Q peak	
32	1970	82. 06	763	Aug. 21	38. 95	709	Aug. 22	1	37. 38	514	
33		81. 23	619	25	38. 20	648	27	2	37. 77	560	
34		80. 65	526	Sep. 8	38. 14	604	Sep. 9	1	38. 14	604	
35	1971	81. 34	629	Jun. 11	38. 92	708	Jun. 12	1	36. 98	472	
36		80. 14	451	19	36. 77	451	21	2	33. 39	147	
37		81. 43	644	Jul. 16	38. 66	672	Jul. 17	1	38. 17	612	
38		80. 00	433	Sep. 1	37. 12	488	Sep. 2	1	36. 95	469	
39	1972	79. 26	348	Jun. 30	35. 60	352	Jul. 1	1	34. 63	263	
40		80. 73	559	Jul. 5	37. 07	503	8	3	34. 82	279	
41		82. 15	793	Aug. 20	40. 05	887	Aug. 22	2	39. 52	811	
42		80. 16	628	28	38. 76	705	28	0	38. 76	705	
43		81. 08	615	30	38. 62	687	31	1	38. 56	680	
44		81. 81	732	Sep. 8	40. 96	1,041	Sep. 9	1	39. 91	866	

No.	Year	Thong Pha Phum (K-13)			Lum Sum (K-10)			Lag-time	K-10 (When K_{13} has peak)		Note
		H peak	Q peak	Date	H peak	Q peak	Date	$K_{10}-K_{13}$	H peak	Q peak	
45		81. 96	759	Sep. 20	39. 80	850	Sep. 21	1	39. 03	742	
46		80. 08	461	Oct. 8	37. 49	552	Oct. 9	1	37. 30	529	
47	1973	82. 25	811	Jul. 11	39. 02	767	Jul. 12	1	36. 59	456	
48		81. 64	704	15	38. 98	761	15	0	38. 98	761	
49		81. 74	720	20	39. 51	835	21	1	39. 45	827	
50		79. 57	390	Aug. 16	36. 40	435	Aug. 17	1	36. 28	422	
51		80. 02	453	Sep. 13	37. 42	549	Sep. 14	1	36. 40	435	
52		81. 71	716	25	39. 76	872	25	0	39. 76	872	
53	1974	79. 27	349	May. 31	36. 11	400	Jun. 2	2	35. 16	305	
54		80. 05	457	Jun. 10	37. 04	493	12	2	35. 12	301	
55		80. 77	565	16	38. 27	640	17	1	37. 60	560	
56		78. 89	303	Jul. 31	35. 85	374	Aug. 1	1	35. 63	352	
57		79. 99	449	Sep. 4	37. 46	543	Sep. 5	1	37. 45	542	
58		78. 19	339	11	36. 43	432	12	1	36. 23	412	

No.	Year	Thong Pha Phum (K-13)			Lum Sum (K-10)			Lag-time	K-10 (When K_{13} has peak)		Note
		H peak	Q peak	Date	H peak	Q peak	Date	K_{10}-K_{13}	H peak	Q peak	
59		79. 69	407	Oct. 13	38. 73	696	Oct. 14	1	38. 65	686	
60		79. 87	432	19	37. 83	588	21	2	37. 13	504	

Fig. 5-2 Water Stage Correlation Curve (1946 Sep. Flood)

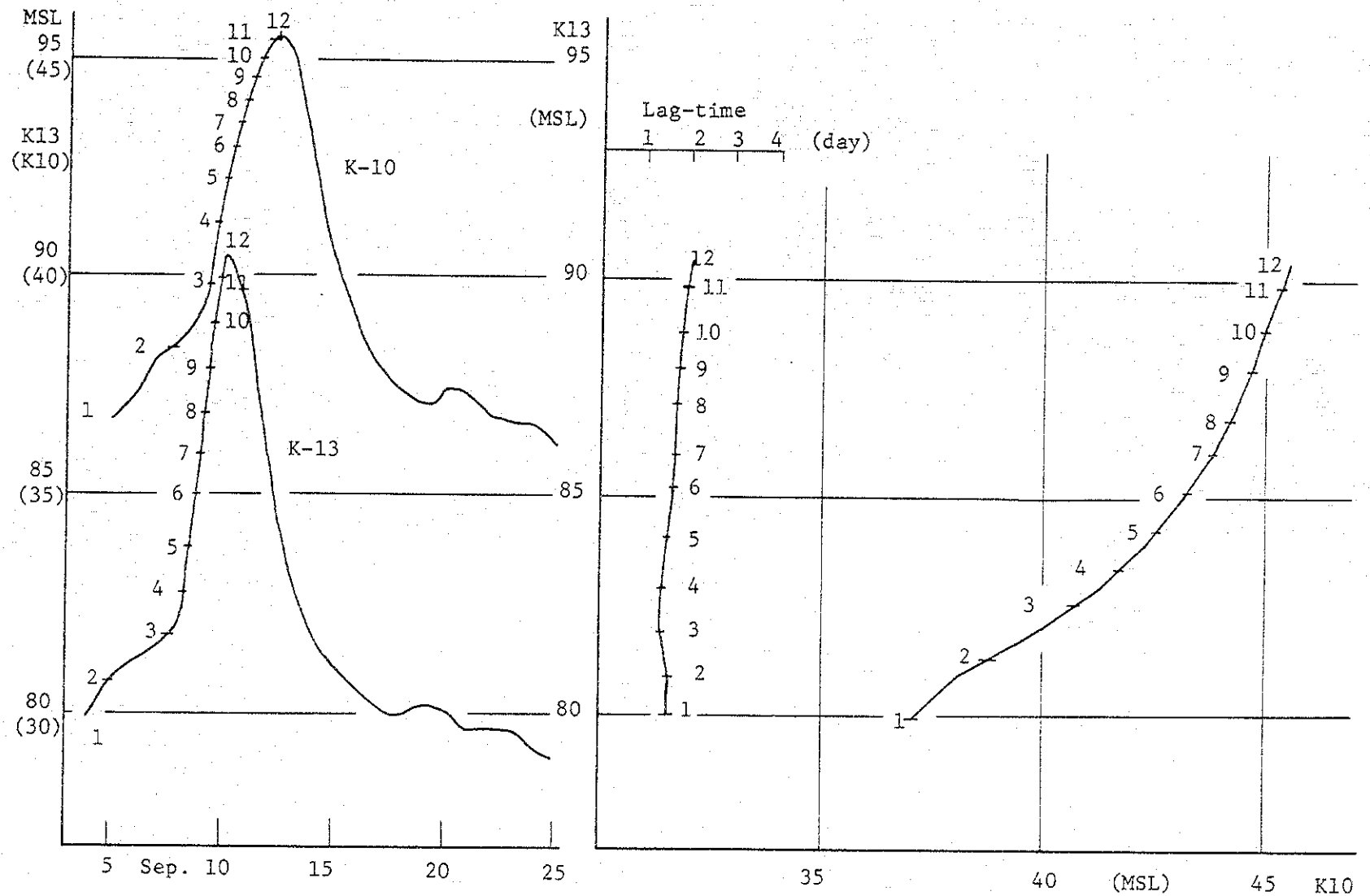
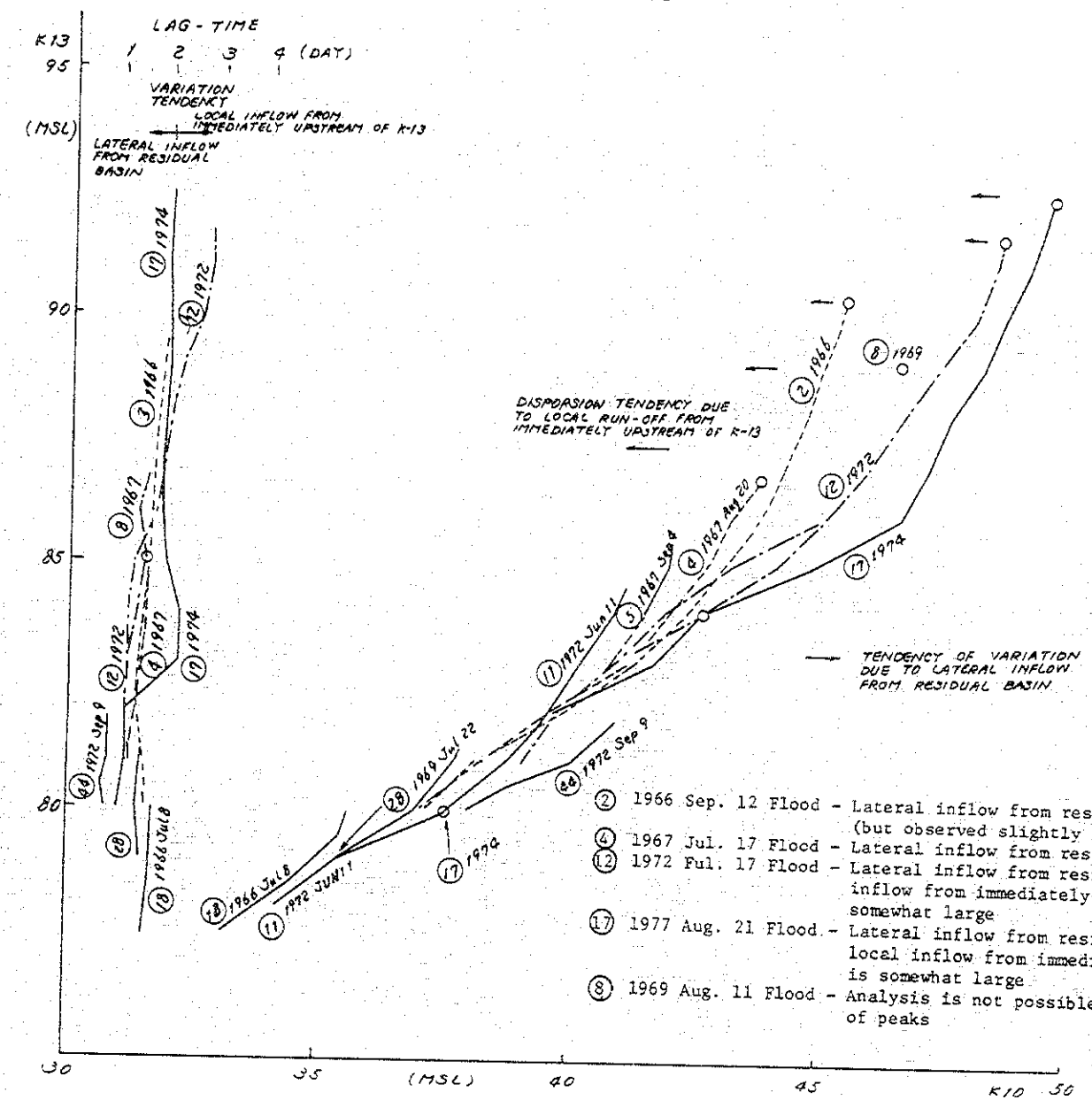


Fig. 5-3 Water Stage Correlation Curve



② 1966 Sep. 12 Flood - Lateral inflow from residual basin is negligible (but observed slightly in the latter half)

④ 1967 Jul. 17 Flood - Lateral inflow from residual basin is negligible

⑫ 1972 Ful. 17 Flood - Lateral inflow from residual basin and local inflow from immediately upstream of K-13 are somewhat large

⑰ 1977 Aug. 21 Flood - Lateral inflow from residual basin is large, and local inflow from immediately upstream of K-13 is somewhat large

⑧ 1969 Aug. 11 Flood - Analysis is not possible due to excessive number of peaks

この解析結果から，この手法であっても，このままでは各洪水によって相関曲線に大きなバラツキが見られ，特にこの傾向は大洪水ほど甚しくPeak to Peak method と同様精度にかなり問題がある。

各洪水に対するハイドロ及び相関曲線を検討の結果，バラツキの原因として両地点間の流域からの流入量すなわち残流域流量によるものと，上流地点の直上流域の局地的降雨に伴うハイドロの乱れによるものが考えられ，これを適当な方法で除去すれば，相関曲線群は上に巻き上ったほぼ相似の曲線群で示されることが分った。このうち影響としては，前者が大半であるため，この修正を次表の方法で行った。

(1) Date of Flood Occurrence	(2) Total Run-Off Volume		(3) Daily Average Effective Depth of Run-Off	(4) Corrected State at K-10
	K-13	K-10		
1 Sep 12, 1966	935.7×10⁶m³	901.3×10⁶m³	Δ0.5(0.6) mm/day	0.3 m
4 Aug 20, 1967	577.9 "	529.8 "	Δ1.1(0.0) "	0 "
8 Aug 11, 1969	1,830.1 "	2,263.5 "	4.3(5.4) "	2.7 "
12 Jul 17, 1972	1,038.9 "	1,045.8 "	0.2(1.3) "	0.7 "
44 Sep 9, 1972	123.2 "	207.7 "	2.4(3.5) "	1.8 "
17 Aug 21, 1974	1,493.0 "	1,623.7 "	2.0(3.1) "	1.6 "

なお，(1)：K－10 におけるピーク生起日

(2)：解析に使用した水位以上の総流出量

(3)：K－10～K－13間残流域面積2,961 km²で(2)の総流出量の差を除したものの日平均値，（　）内は1967年8月20日洪水の場合を残流域流量＝0とした値

(4)：1967 年8月20日洪水の日平均有効流出高△1.1 mm／day の場合を修正値＝0として，図解法から次式を導いた。

(4)＝0.5×〔(3)＋1.1〕……(m)

この結果による各洪水ピークの修正値を図5－3中に矢印で図示している。

以上の検討結果から求めたK－10，K－13 地点間の予報のための水位相関曲線図

を図５－４に示す。この中で引かれた平行線は残流域からの流入がある場合のものであり（通常K－１３→K－１０流下の間に洪水ハイドロがつぶれること等から流入量が少ない場合は(3)の計算例のように負の値を取るので，ここでは１９６７年８月２０日の洪水の場合を流入量＝０と仮定する。），使用方法は有効流出高に見合う所まで右方向へ相関曲線群を動かせば良い。

しかし，実際の洪水予報の作業時には残流域からの有効流出高を求めるのは困難であることから，洪水中にはK－１０，K－１３両地点の洪水ハイドロ観測値から継続的に相関曲線を求めておき，この曲線の残流域からの流入＝０の場合との差を当該洪水における残流域流出として，その分だけ相関曲線群を動かし，その後の洪水予報を続ければ良い。

o　作業例

図５－４のK－１０，K－１３水位相関曲線を使用した洪水予報の作業例を(i)残流域からの流入のほとんど無い場合として１９６６年９月１２日洪水(ii)残流域からの流入がある場合として，１９７４年８月２１日洪水で表５－３，図５－５，図５－６に示す。

ここで１９６６年９月洪水に対して９月１１日時点までの観測値が既知として，その後の（或いはLag－timeだけ後の）K－１０の水位を予測する。同じく１９７４年８月洪水に対して８月１８日時点までの観測値が既知として翌日の（或いはLag－timeだけ後の）K－１０の水位を予測する。予測法は，図５－４に示されたH－H相関図にに過去の実績値をプロットし（これには補助として水位のハイドログラフ図５－５を作成する。），それまでの傾向線上で最新のK－１３の値を入れて推定する。（図5－6）

Table 5-3 Actual Stage Data Used for Exemplary Operation

September 1966 Flood			August 1974 Flood		
Date	Stage		Date	Stage	
	K-13	K-10		K-13	K-10
4	79.89	37.16	12	78.13	34.45
5	80.70	36.70	13	80.76	34.90
6	81.18	37.23	14	83.95	38.26
7	81.47	38.11	15	84.78	41.10
8	81.98	38.45	16	85.13	42.33
9	85.64	39.15	17	88.99	43.62
10	90.38	42.08	18	91.57	46.15
11	89.13	44.40	19	92.49	48.36
12	85.64	45.51	20	89.68	49.38
13	83.20	44.92	21	85.42	49.61
14	81.75	42.68	22	83.30	48.53
15	81.04	40.09	23	82.49	45.30
16	80.52	38.65	24	82.33	42.10
17	80.11	37.86	25	81.18	40.30
18	79.98	37.33	26	81.04	39.30
19	80.21	37.10	27	80.97	38.87
			28	80.86	38.76
			29	80.32	38.25
			30	80.01	37.86
			31	79.82	37.56

o　1966 年9月洪水について

過去の実績値についてK−13の値と lag−time だけずらせたK−10の値とでプロットしたものが図5−5，5−6 中の添字1〜6の各点であり，K−10から過去へlag−time を逆算したものが添字6'，7'である。この結果ほとんど残流域の流量による影響はみられず最後の6'〜7'間の傾向は明らかに相関曲線におけるピーク付近の上へ巻き上る領域にあるため，その傾向を破線の方向に推定する。ここでK−13 におけるピーク水位は9月の10.2日に90.5MSLに達しており，K−10におけるピーク水位は，従って相関曲線より Lag−time＝2.4日後，即ち9月12.6日に45.6MSLに達すると予想される。結果は実績値と比較して極めて良好である。

o　1974 年8月洪水について

同じやり方でプロットの結果，残流域流量は2.4mm／day程度で(実績では3.1mm／day)あるようである。6'以降（即ちK−10の8月18 日の実績値以降）の傾向はK−13においてもピークが近いのかハイドログラフだけでは不明なため（実際にはテレメータ完成後であれば降雨状況等からある程度の予測はつくはずであるが），その傾向を推定することができないが，相関曲線群を右方向に6'の位置までずらせピーク付近の巻き上げ曲線をあてはめたのが6'〜7' の曲線，ピークにはまだまだ遠いと仮定した場合の推定線が6'〜7" の曲線である。

1974年8月19日のK−10水位は，従って48.5〜50.0MSLの範囲と予報される。

K−13がピーク近辺にあるとにらんで48.5MSLと予報しておれば結果は極めて良好で実績値48.36MSLにわずか14*cm* の誤差であった。

この例からもピーク付近での予報は，Mae Klong 川においても時間単位の作業が必要であることが解る。

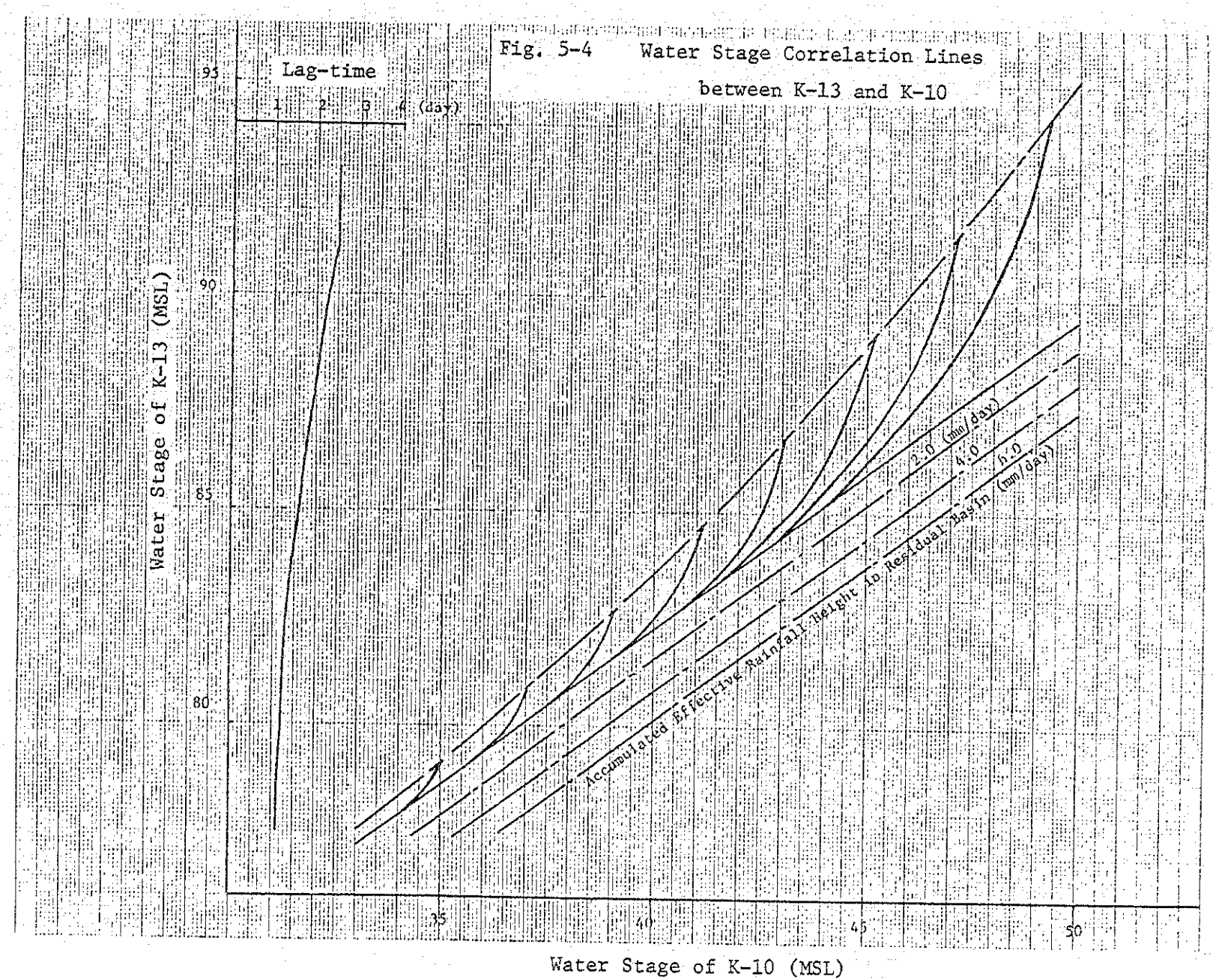
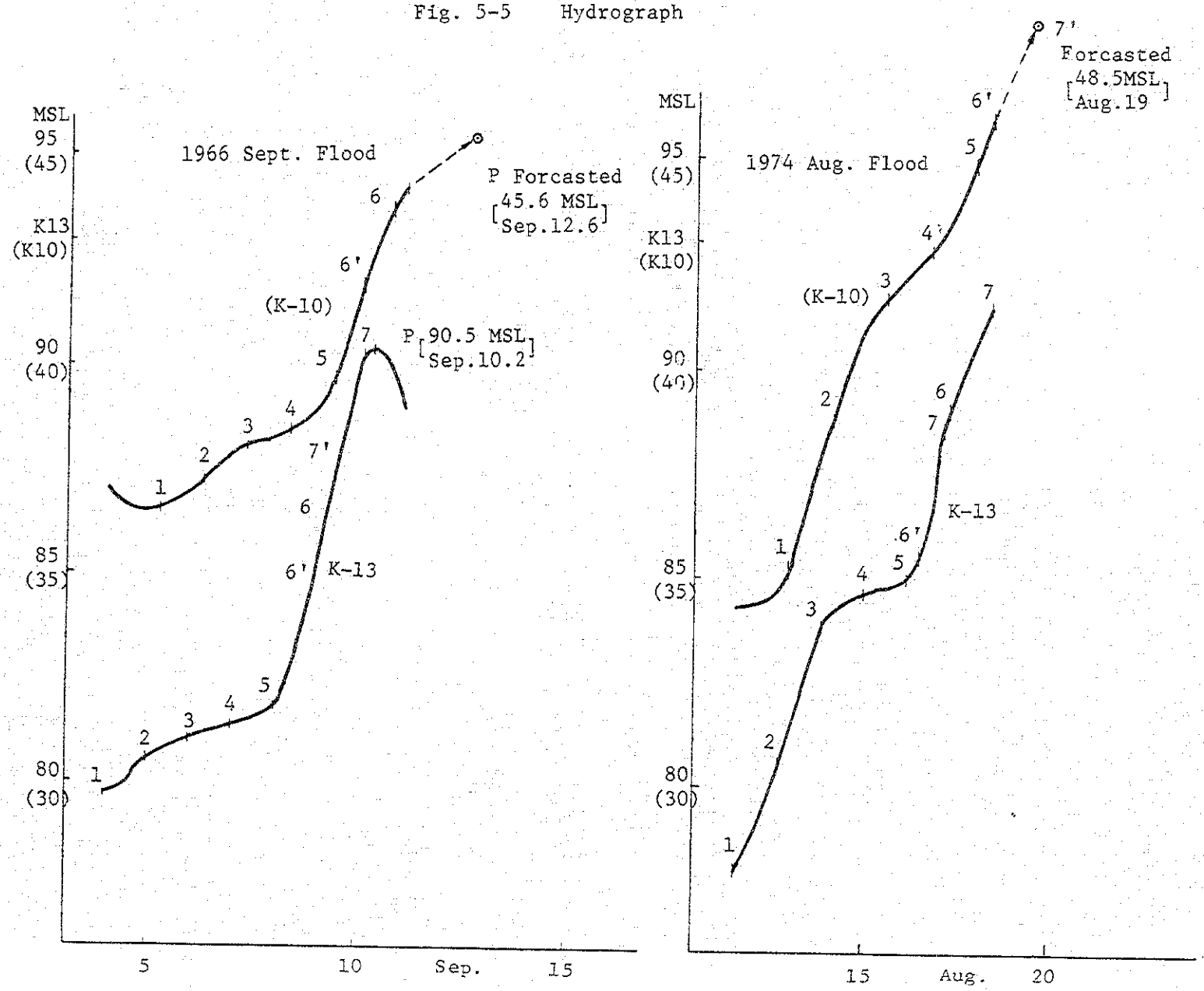


Fig. 5-4 Water Stage Correlation Lines between K-13 and K-10

Fig. 5-5 Hydrograph



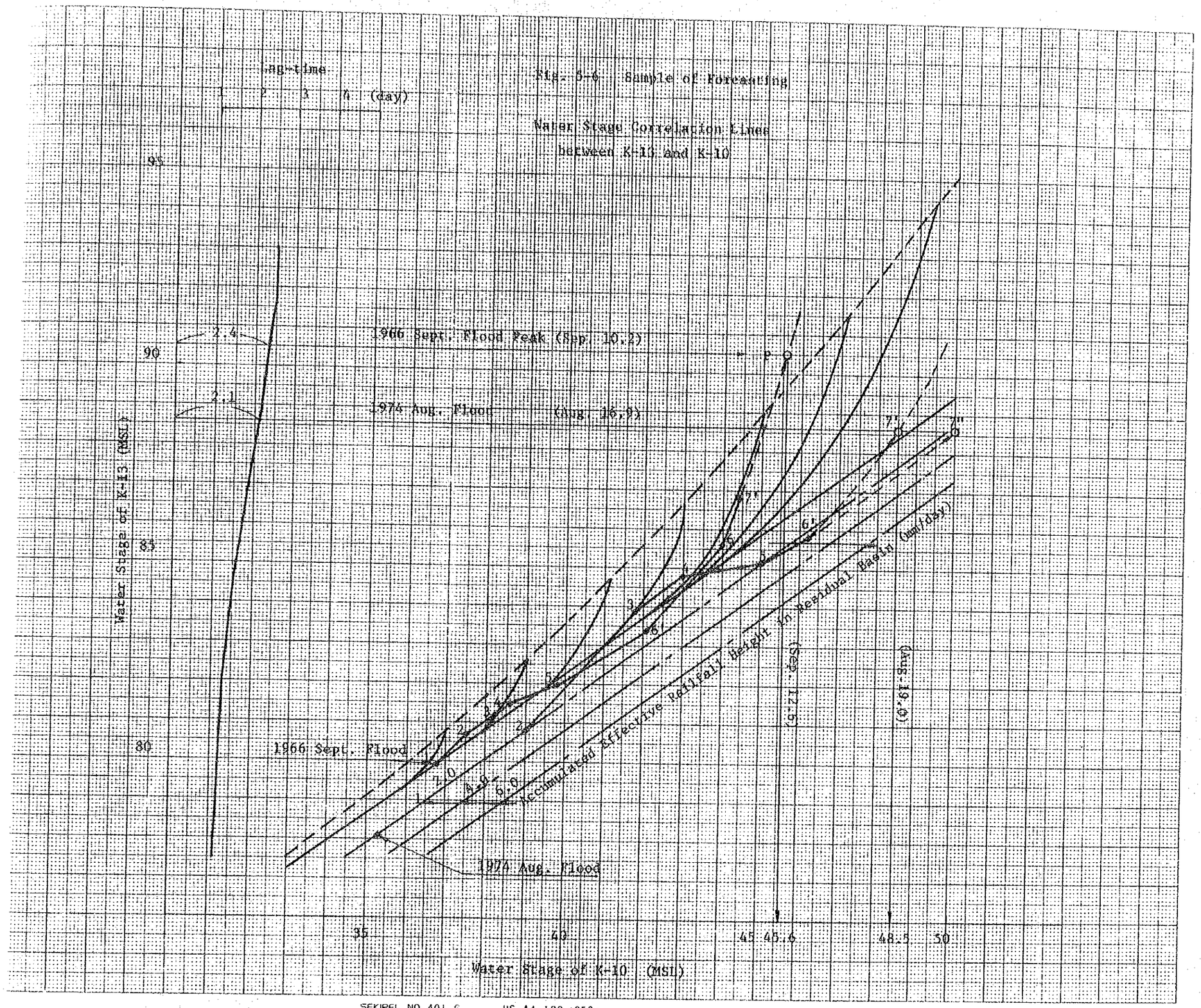


Fig. 6-6 Sample of Forecasting Water Stage Correlation Lines between K-13 and K-10

SEKIREI NO. 401 C JIS A4 180×250mm