

東北タイにおけるメコン河諸支流の流量特性

南 勲

タイ国の農業開発の一つの限界点として、従来の自然的・天恵的な農業を脱却して計画的・人工的な水田農業に脱皮することが最も重要な点として、各方面から指摘されている。しかし、このような面を改良するため

には、自然的のみならず、社会的な要素が入り混っており、現在の人間生活に密着したきめの細い開発計画が必要と考えられている。いま社会的、人文的な要素を取り去り、単に技術的な面のみを取上げてみても広

域の農業水利開発において極めて多くの不明確な要素が存在している。いま水利計画の根幹をなす日流量の年間分布の問題を考えてみるに、現在最も努力が続けられている東北タイにおける水流特性に対して長期に、しかも信頼しうるデータは極めて少ない現状であり、統計的よりはその解析的な推定法が要望されている。

たまたま筆者は、1962 Hydrologic Data (National Energy Authority・Ministry of National Development・Thailand) の資料を Thaisuk Tlammoykol (Hydraulic Engineer) 氏より送られた。

本資料は現在最も信頼のおけるものであると考えるので、流量の解析的な検討を行う前に、まずこれらの資料の代表的な特性について年間流量と雨量との関係につき、若干の検討を行ってみた。

1 東北タイにおけるメコン河支流流域の雨量

図1はメコン河支流における雨量観測所の配置と流量観測所の配置を示す。

いま雨量観測所の一覧表をあげると次の表1のようになっている。

このような雨量分布を1962年1年間だけグラフ化したのが図2～図4である。これは代表的な観測点において、日雨量の年間の分布を示すものである。

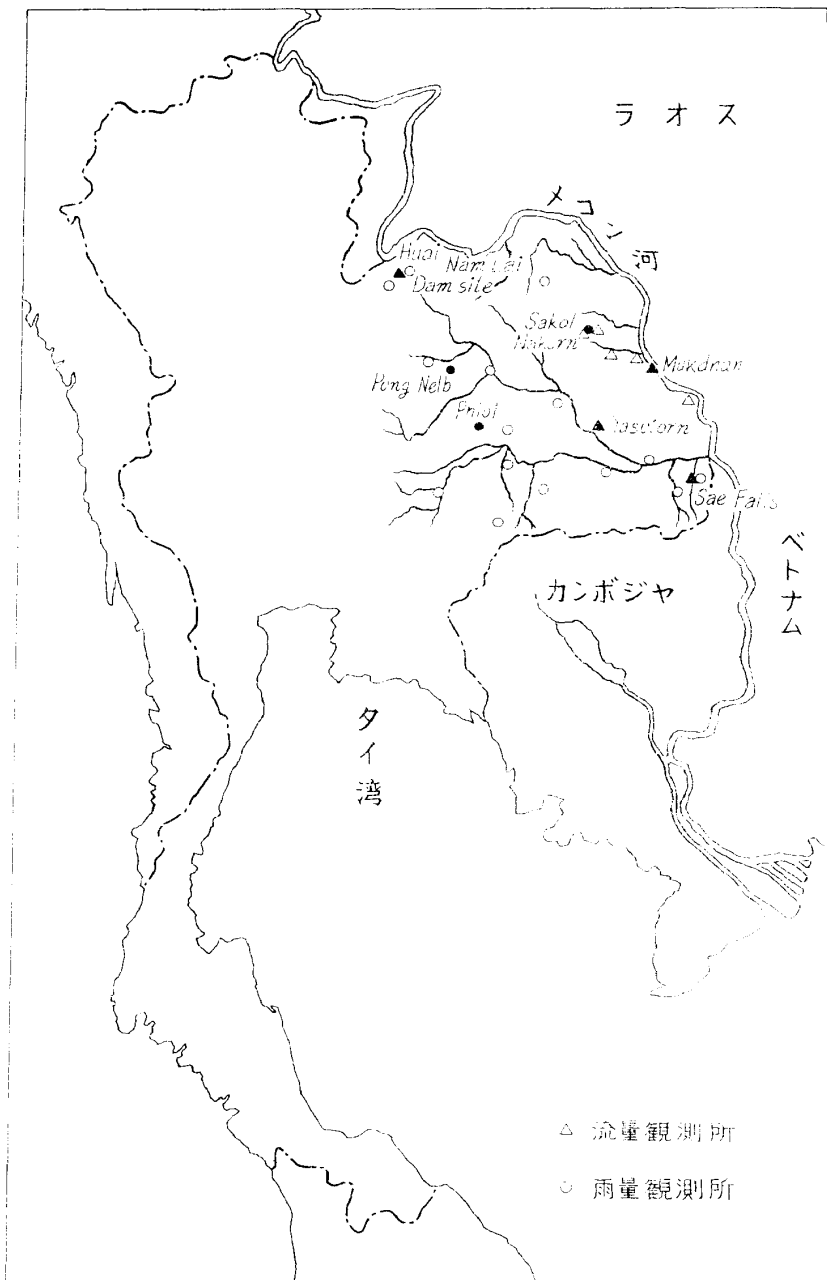


図1 メコン河支流における雨量観測所と流量観測所の配置

表1 雨量観測所一覧

場 所	年間雨量	観 測 期 間
1 Chumphae	1236mm	1962年 1月～12月
2 Khon Kaen	1231.5	1 ～12
3 Loei	1006.5	1 ～12
4 Nang Rong	1265.1	1 ～12
5 Phayahaphum Phisai	1615.4	1 ～12
6 Phol	1631.9	1 ～12
7 Roi Ft	1696.8	1 ～12
8 Sakol Nakorn		1～5 7～12 (6月欠測)
9 Swang Dandin	1301.6	1 ～12
10 Surir	1505.6	1 ～12
11 Korat	1353.7	1 ～12
12 Ubol	2040.2	1 ～12
13 Chiang Rai	1218.6	1 ～12
14 Srisaket	1921.4	1 ～12
15 Dej Udom		5 ～12
16 Pong Neeb		1～7 9～12 (8月欠測)
17 Nam Pung	1254.4	1 ～12
18 Huai Nam Lai	956.4	1 ～12
19 Lam Plai Mas	1302.2	1 ～12
20 Lam Cherm		5 ～12

これらの日雨量年間分布図から次のことがら、理解される。

(1) モンスーン型の降雨形態を取っており乾期と雨期とが明瞭に分れている。一般に雨期は5～10月で乾期は11～4月となっている。(Phol地点)

(2) 年間雨量は1000～2000mm位で場所により相当の差が認められる。

(3) 雨期においても降雨群が場所により7月頃(Sakol Nakorn地点)と9月頃(Pong Neeb地点)と2回中断される場合もある。

(4) わが国と異って単発的な雨はなく、降雨群または降雨系列として降っている。したがって、これら降雨群の流出量解析が必要である。

2 東北タイメコン河水系の流量特性

東北タイの雨量は、その年間雨量は、略わが国に対応する程度の量であるが、その降雨分布は歴然たる相異が存在していた。すなわちその年間雨量が略半年間に集中して降り、他の半年間は殆んど無降雨に等しい。

このように年間雨量そのものが、大きな変動を来す地域にあってはどうしてもかんがい計画が重要となってくる。その結果流出量を知ることは極めて重要である。いま各流量観測点の位置を示せば、次表2のようである。

図5～図8は代表的な測点における日流量の年間分

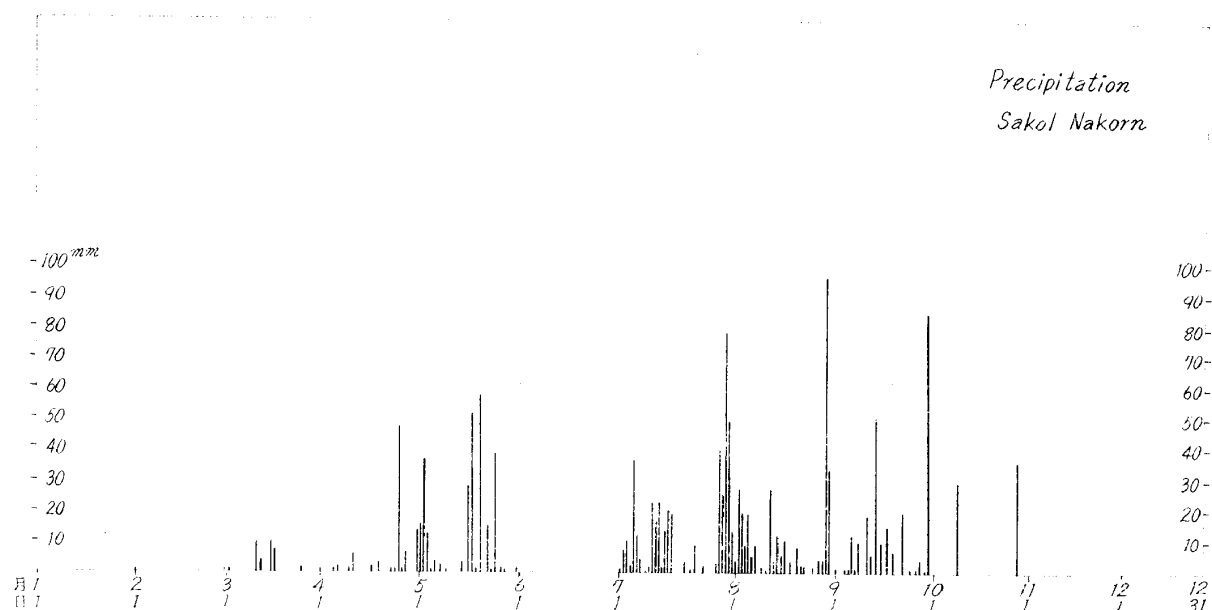


図2 Sakol Nokorn における日雨量

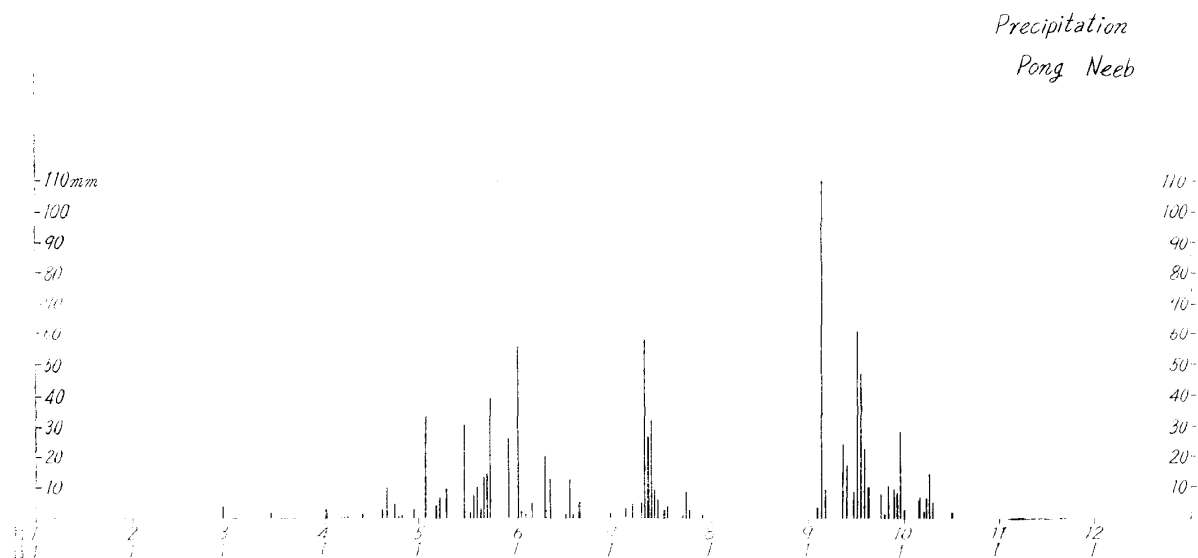


図 3 Pong Neeb における日雨量

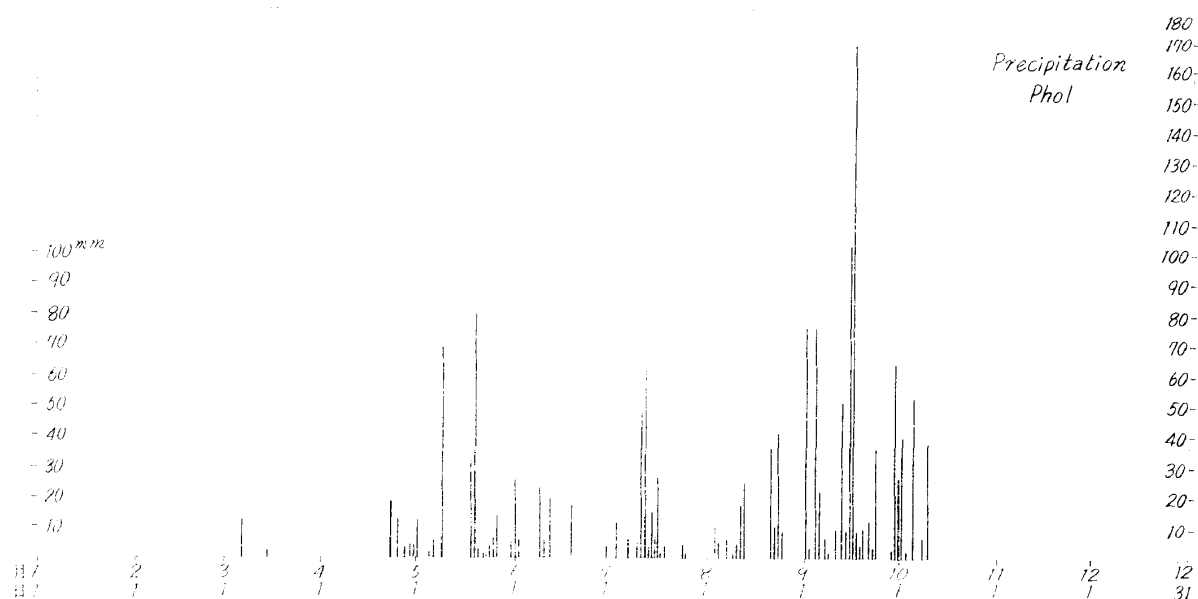


図 4 Phol における日雨量

布図を示す。すなわち、この流出量図から次のような特性がうかがわれる。

- (1) 一般に河川の出水量は 10 月頃に最大となっている。これも流域によって異なるようである。
- (2) 小流域の場合には流出量と雨量との直接的な関係が明らかにみられるが、大流域になると直接的な関係はみられないで、むしろ降雨群としての流量特性が表われる。
- (3) 図 5 は最大洪水量 $30\text{m}^3/\text{s}$ 程度の小流域の年間

流量特性を示すものであるが、この場合、雨期初期には殆んど流出しなく、雨期の後期において流出量が大である。なお、後期になると個々の降雨と流出量とが直接関係をもっている。

(4) 図 6 は最大 $700\text{m}^3/\text{s}$ 程度、図 7 は $2000\text{m}^3/\text{s}$ 、図 8 は $20000\text{m}^3/\text{s}$ 程度の河川の流出特性である。すなわち広域になるほど降雨群としての流出量解析が必要となってくる。

(5) 年間降水量分布の重心点と最洪水流量分布の最

表 2 流 量 観 測 地 点

NO.	流 量 観 測 点	標 高 m	流域面積 km ²	最大流量 m ³ /s	平均流量 m ³ /s	最小流量 m ³ /s	観測期間 月
1	Mekong River at Mukdahan	124.125 M.S.L	391,000	23,100	7340	1310	1~12
2	Mekong River at Nokorn Phonom	131.132	373,000	20,000	6510	1320	1~12
3	Mekong River at Kemarat	110.00					1~12
4	Nam Mune at Ubol	105.074	104,000	3,950	937	13.7	1~12
5	Nam Mune at Pakmune	87.090 M.S.L	117,000				1~12
6	Nam Chi at Yasotorn	117.141 M.S.L	431,000	1,930	370	3.6	1~12
7	Lam Dom Yai at Dej Udom	110.00	3,340	313	59.9	0.3	1~12
8	Lam Dom Noi at Sae Falls	116.618	2,060	663	67.1	0.13	1~12
9	Huai Bang Sai at Ban Kham Palai	141.412	1,240	482	21.8	0.05	1~12
10	Huai Bang Sai at Ban Nong Agk Bridge	140.00	1,337				1~12
11	Huai Bang Sai at Ban Pone Hai	150.00	1,070				1~12
12	Nam Pung at Dam Site	253.845 M.S.L	297	44.4	2.41	0.01	1~12
13	Nam Pung at Ban Tam Hai Bridge	100.00	1,070	140	7.32	0.03	1~12
14	Nam Kam at Ban Tong Bridge	120.00	1,700				1~12
15	Nam Pong at Pong Neeb	155.00	12,000	1,080	88.0	0.19	1~12
16	Nam Pong at Nom Pong Bridge	151.338	13,120				1~12
17	Lam Plai Mas at Ban Bost	140.189	5,960	393	26.9	0.03	1~12
18	Huai Nam Lai at Dam Site	250.865	260	62.5	0.82	0.16	1~12
19	Lam Chern at Bom Song Kon	100.00	550	656	9.25	0.5	1~12
20	Huai Keen at Ban Don Chiang Ban	154.419					
21	Huai Huad at Ban Tao Ngoi	100.00	636				1~12
22	Huai Panieng at Ban Sang Sien	176.054	1,830	75.1	7.48	0.1	1~12
23	Mekong River at Chiang Saen	357.310	189,000	119.00	2790	637	1~12

(注) 流量項空欄のところは水位かんそく値のみのところである。

大点との間には、大流域河川においては略2ヶ月の時間的差異が存在している。この差異は我国の洪水の出水の模様と全然おもむきを異にする点であり、今後、出水予報の可能性を有するものと考えられる。

3 流水量の解析方法の基本的な考え方

年間降水量 分布から年間 日流出量を 推定する 方法は、はなはだ面倒な問題である。その理由は次のような事項に帰因すると考えられる。

(1) 降水が地表に流出するためには、地表の乾湿の状態が非常に影響する。

(2) ある日の流量は過去に逆上った多数の降水の記録とその分布とに支配される。すなわち流出量は過去の水文履歴の影響をうける。

(3) 降水量および測水所の記録の不備のため一般に十分正確な資料を得ることは困難な場合が多い。

(4) 降水量および流量観測所の数の不足。

以上の事項を考えると、正確な水流量は極めて解析困難と考えられる。しかるに、ある広大な地方に限りて考えた場合、各地形と降水量あるいは流量との間には、ある物理的な関係の存在することは予想される。

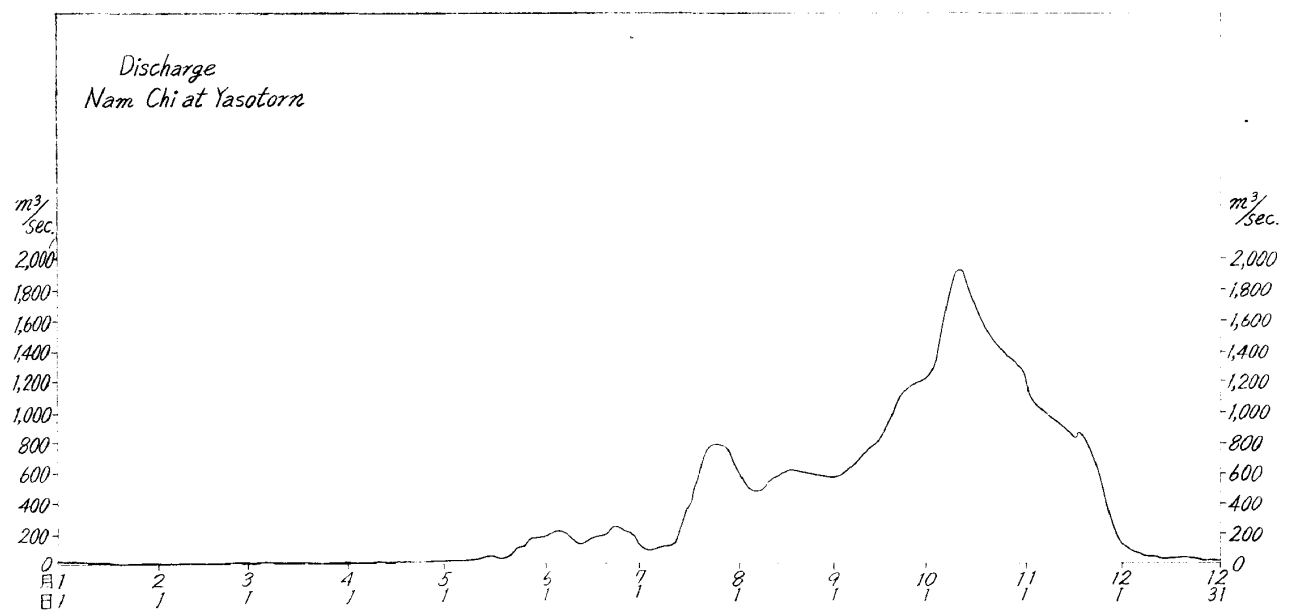


図 5 Yasotorn における Nam Chi の日流量の変化

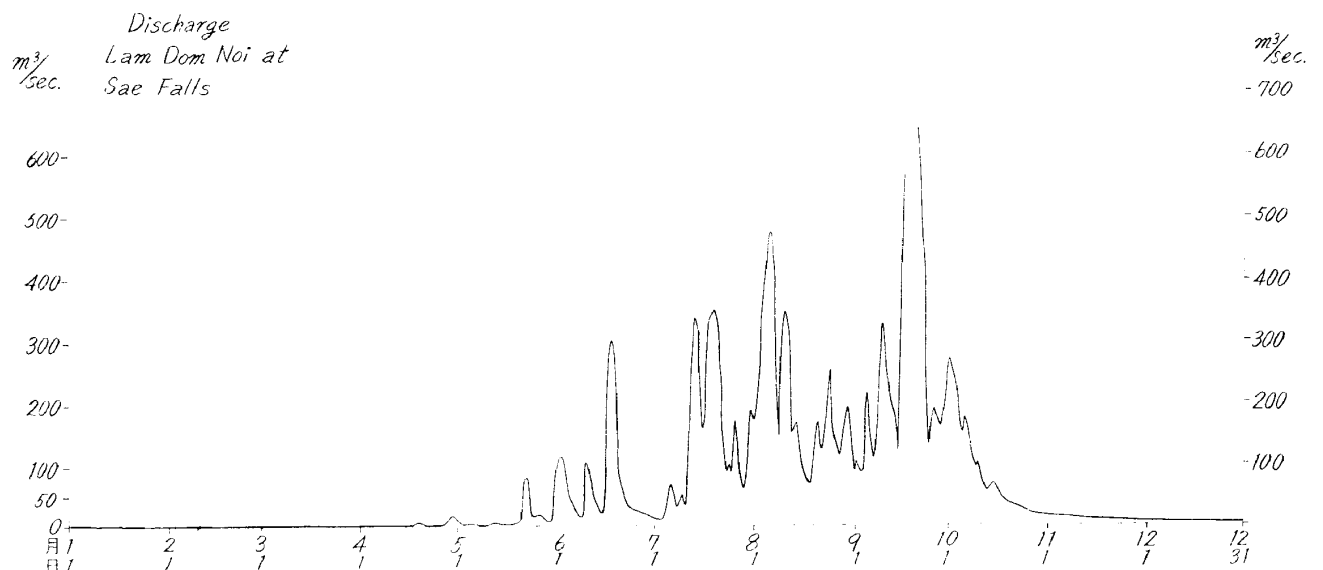


図 6 Saea Falls における Lam Dom Noi の日流量年変化

このように降水量観測点の不備あるいは測水所の不備等もあるが、これらの不備な資料相互の間には、矢張り複雑ではあるが、ある1つの物理的な法則が支配している筈である。このような考え方から、ある流量に過去の水文履歴の影響度を含ませ、この過去の影響度を解析することができれば、広域水利計画を樹立するうえに極めて好都合であると考えられる。

このような立場から筆者は、流出量解析に次元解析の方法を適用し、かつ新しい流出量の解析方法を以下

のように導いた。

いま流出量に影響する因子として次のようなものを考える。

- a. 降雨履歴；日雨量 H_1 ディメンジョン [L]
 H_2
 H_3
 H_n
 $\vdots$
 H_n (n番目前の日雨量)

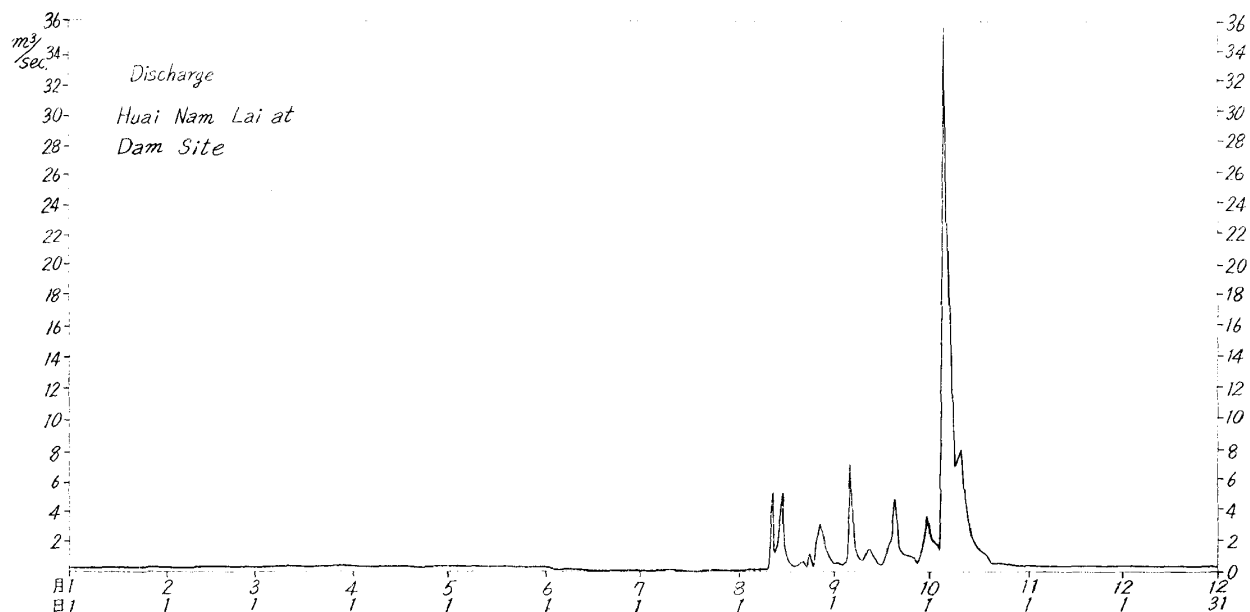


図 7 Dan Site における Huai Nam の日流量年変化

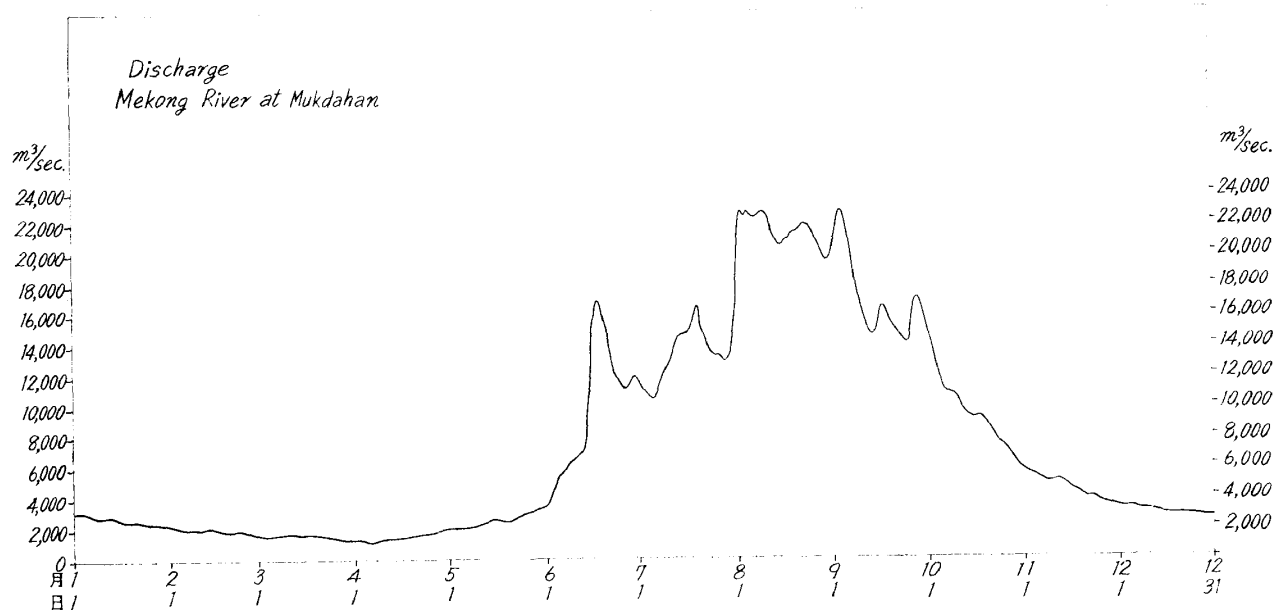


図 8 Mukdaham における Mekong River の日流量年変化

b. 降雨間隔

T_1 デイメンジョン [T]

T_2

T_3

$\vdots$

T_n (H_n の日雨量があ
った日から現在ま
での日数)

c. 流出量

Q_1 デイメンジョン [L^3/T]

Q_2

Q_3

$\vdots$

Q_n (流量観測値)

d. 流域特性

流路延長

高底差

流域巾

流域面積

l デイメンジョン

h

a

Λ

[L]

[L]

[L]

[L^2]

水の密度		$[ML^{-3}]$
重力加速度	g	$[LT^{-2}]$
水の分子粘性係数	μ	$[ML^{-1}T^{-1}]$
流域常数	K	$[0]$

流出量公式は、上記各要素が何割かづつ影響し合っ
て決定されるのであるから、いま考える流量時点より
第 n 番目までの降雨履歴を考慮すれば、一般的な流
出量方程式として次式が成立する。

$$Q_1 = C_r H_1^{\alpha_1} H_2^{\alpha_2} \dots H_n^{\alpha_n} T_1^{\beta_1} T_2^{\beta_2} \dots T_n^{\beta_n} l^{\gamma_1} h^{\gamma_2} a^{\gamma_3} A^{\gamma_4} \rho^{\gamma_5} g^{\gamma_6} \mu^{\gamma_7} \dots \quad (1)$$

$$O_2 = \dots \dots \dots$$

$$Q_n = C_r H_n^{\alpha_n} H_{n+1}^{\alpha_{n+1}} \dots H_{n+n}^{\alpha_{n+n}} T_n^{\beta_n} \dots T_{n+n}^{\beta_{n+n}} l^{\gamma_1} h^{\gamma_2} a^{\gamma_3} A^{\gamma_4} \rho^{\gamma_5} g^{\gamma_6} \mu^{\gamma_7} \dots \quad (2)$$

ここに指数および係数 C_r が決定できれば、待望の降
雨履歴を考慮した流出量の解析が出来たことになる。
いまこれを次元解析して、筆者は次のような新しい流
出量公式を得た。

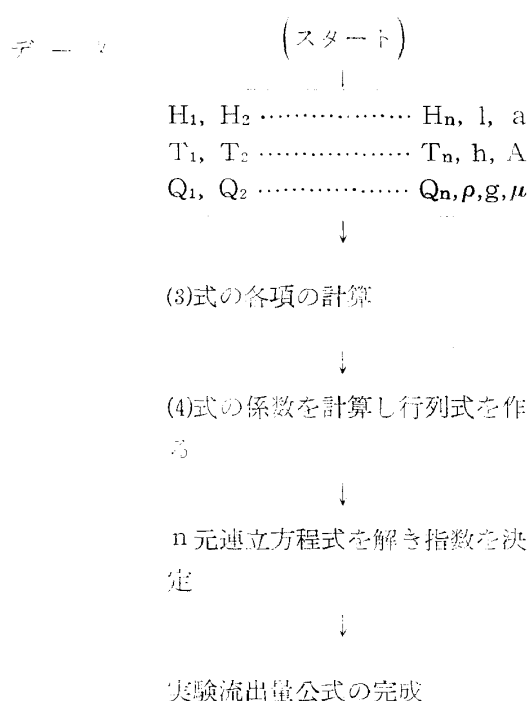
$$Q_1 = C_r H_1^3 T_1^{-1} \left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{\alpha_2} \left(\frac{H_3}{H_1} \right)^{\alpha_3} \dots \left(\frac{H_n}{H_1} \right)^{\alpha_n} \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\beta_1} \left(\frac{T_3}{T_1} \right)^{\beta_2} \dots \left(\frac{T_n}{T_1} \right)^{\beta_n} \left(\frac{l}{H_1} \right)^{\gamma_1} \left(\frac{h}{H_1} \right)^{\gamma_2} \left(\frac{a}{H_1} \right)^{\gamma_3} \left(\frac{A}{H_1^2} \right)^{\gamma_4} \left(\frac{T_1^2 g}{H_1} \right)^{\gamma_5} \left(\frac{T_1 \mu \rho^{-1}}{H_1^2} \right)^{\gamma_7} \dots \quad (3)$$

etc.

本式は相当複雑ではあるが、流量の観測値の系列 Q_1 ,
 Q_2 , $Q_3 \dots Q_n$ が求まれば、 n 個の指数を容易に決定
することができる。この指数を決定するために(4)式の
対数を取れば

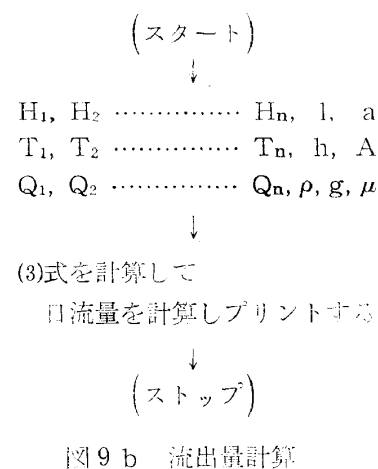
$$\begin{aligned} \log Q = & \log(C_r H_1^3 T_1^{-1}) + \alpha_2 \log \left(\frac{H_2}{H_1} \right) + \alpha_3 \log \left(\frac{H_3}{H_1} \right) \\ & + \dots + \alpha_n \log \left(\frac{H_n}{H_1} \right) + \beta_2 \log \left(\frac{T_2}{T_1} \right) + \beta_3 \log \left(\frac{T_3}{T_1} \right) \\ & + \dots + \beta_n \log \left(\frac{T_n}{T_1} \right) + \gamma_1 \log \frac{l}{H_1} + \gamma_2 \log \frac{h}{H_1} \\ & + \gamma_3 \log \frac{a}{H_1} + \gamma_4 \log \frac{A}{H_1^2} + \gamma_5 \log \left(\frac{T_1^2 g}{H_1} \right) \\ & + \gamma_7 \log \left(\frac{T_1 \mu}{\rho H_1^2} \right) \dots \dots \dots \text{etc.} \quad \dots \quad (4) \end{aligned}$$

となり、 n 元連立方程式となり、電子計算機を使用し
て容易に指数を決定することができる。ここに新しい
流出公式作成用の電子計算機のフローチャートを掛け



(ストップ)

図 9 a 流出公式の作成



ば図 9 のようである。

以上の方法によって、乾期雨期の存在するような東
南アジア諸地域の広域農業水利計画に重要な日雨量の
年間分布を解析しうる基本的な手段が見付かったもの
と考える。今後タイ国を中心にその現地への適用をは
かって行きたいと考える。