

タイ国における広域年間水収支に かんする一考察 (1963年)

南 勲

A Report for the Water Balance Equation of the Large Catchment Area in Thailand

by

Isao MINAMI

1 はじめに

タイ国における広域的な年間の水収支について考察した。すなわち、降水として地表に供給されてその後たどる過程を追跡し、再び大気中に逃げる量と海に環元される量との Balance について検討した。なお本資料は、1963 Hydrologic Data¹⁾ によった。

本地域は熱帯モンスーン地帯にあるため、一年は雨期と乾期とに大別され、降水はそのほとんどが雨期に降る。その個々の雨の降り方については、点状に局部的な分布形態を取り、あるいは線状に分布して降るなど、その降水量の測定結果の信頼性については、場所的な点で不安²⁾のあることが指摘されている。

しかるに、その降雨回数は、雨期においては毎日一回程度の回数で、多数回の降水があるため、ある地点の降水量測定データは単発的な雨に対しては、あまり信頼度におけるデータを採取しえない困難があるが、一方長期間にわたった場合および、広域的な面積を対象とした場合においては、相当信頼性における降水データがえられるものである。したがって本研究においては、対象地域として広域を考え、その雨量データも、月雨量あるいは、年雨量のように長期間雨量を対象として取扱うようにした。このため、本データは現在においては、相当信頼できるものと考えられる。

2 月間降水量およびその積算

表1は雨量観測所の位置を示し、図1はタイ国における月降水量の値と、その積算曲線が記入されている。

1), 2) 参考文献参照

一般にタイ国は、気候的に北タイ、東北タイ、中央タイ、南タイに四分割されるが、今回の水文データの分布から見て次の三地域に分類した。

- A—東北部タイ（メコン河支流）
- B—南部タイ（スラータニ付近）
- C—南部タイ（パタニ付近）

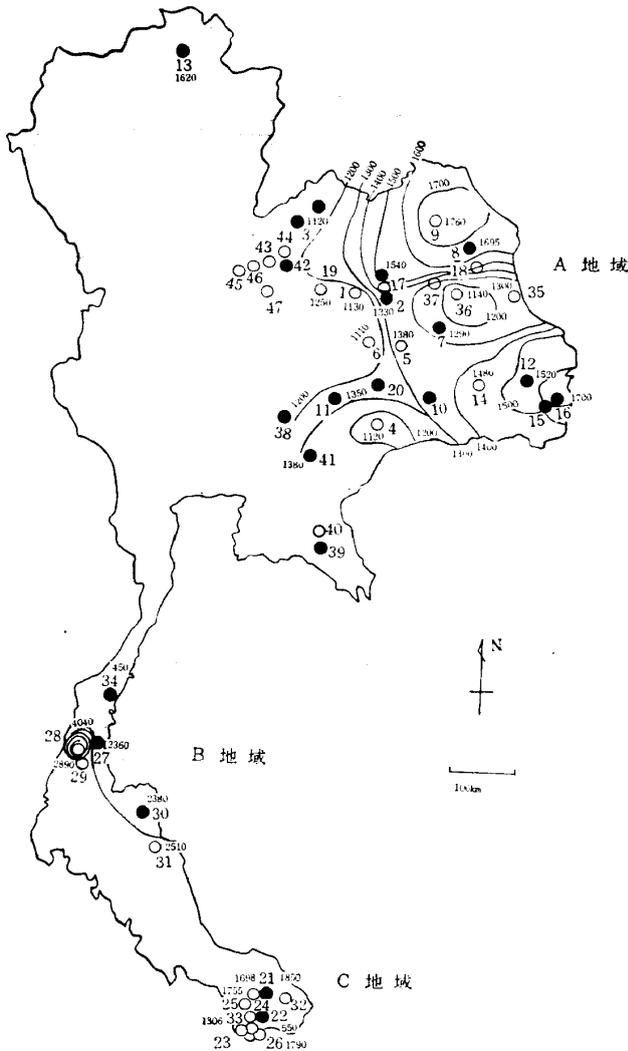


図2 等雨量分布曲線（年間）

なお北タイおよび中央タイについては、データの数が少ないので本文の考察から除外した。

図2は年間（1963年）の雨量の分布図を示す。

3 月間流出高およびその積算

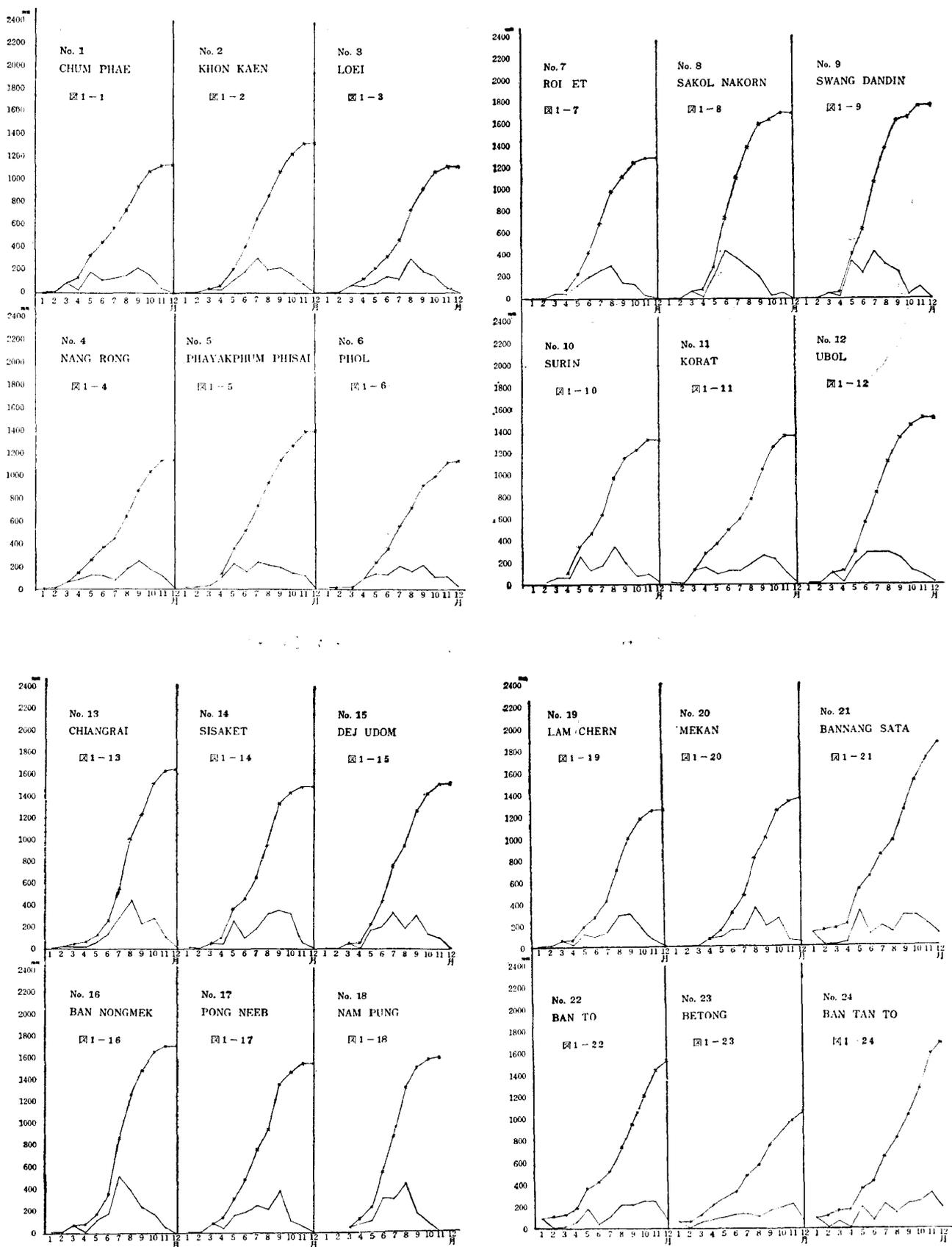
地表部に降った降水の一部は、直いは、接地表流出となって海に流下するもの、ある林、草地などで一時ストックされた後、河川を通じて流出するもの、あるいは地下水から河川を通じて流出するもの、あるいは、湖沼に地表水としていったん残溜したのち流出するものなどがある。流出量の特徴としては、時期的には、地表の乾燥度などで相当変化があるが、略一年を周期として変動していると考えられる。

なお流出に対しては、雨量（mm）の表わし方と同様に、流出量を水深に換算した流出高（mm）をもって表示する。すなわち、流出高は有効雨量を示すことになる。各流量観測所の位置を示したものが表2である。

タイ国における各地域の月間流出総量を、その流域面積で割り、水深にて表示した流出高の状況を示したのが、図3である。現在観測網の比較的整備されているメコン河支流（東北タイ）および南部タイ（二分）の三流域に対し、その関係を示したのが図4である。

4 月間計器蒸発量および積算

蒸発量観測所の位置を示したものが表3であり、タイ国における各月の計器蒸発量を示した



タイ国における広域年間水収支にかんする一考察

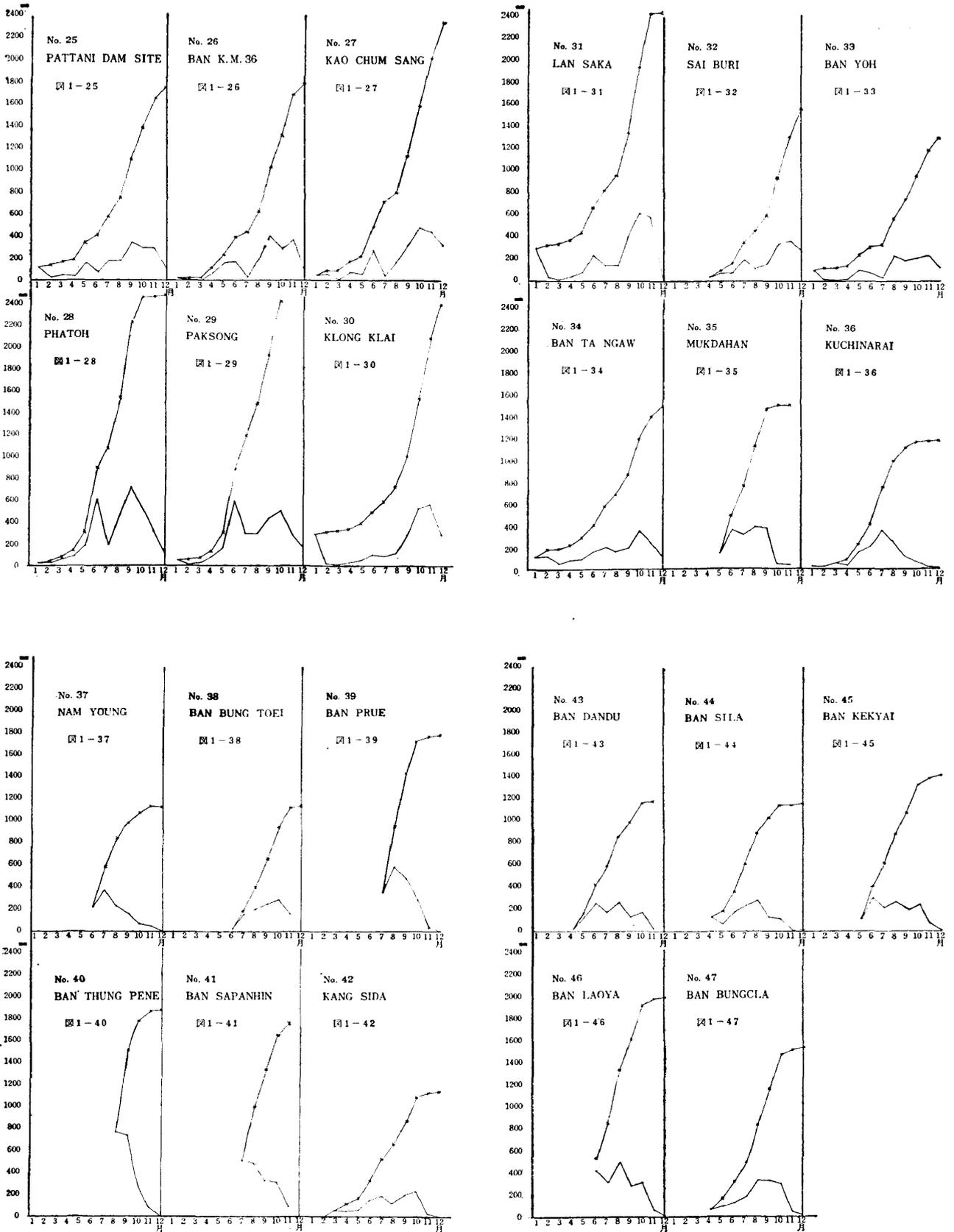


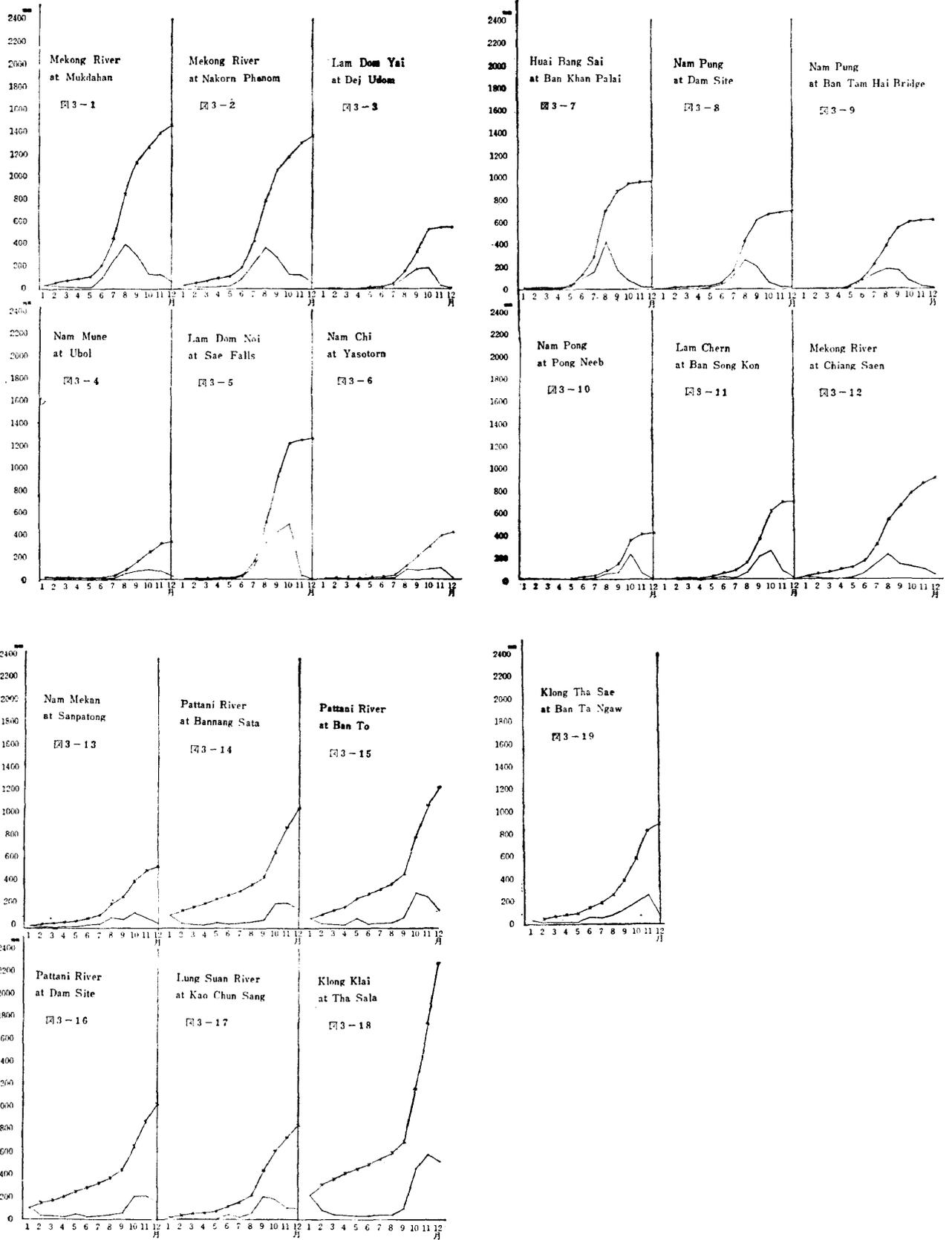
表1 タイ国内における雨量観測所の位置

No.	観測場所	No.	観測場所	No.	観測場所
1	Chumphae	17	Pong Neeb	33	Ban Yoh
2	Khon Kaen	18	Nam Pung	34	Ban Ta Ngaw
3	Loei	19	Lam Chern	35	Mukdahan
4	Nang Rong	20	Mekan	36	Kuchinarai
5	Phayakaphum Phisai	21	Bannang Sata	37	Nam Young
6	Phol	22	Ban To	38	Ban Bung Toei
7	Roi Et	23	Betong	39	Ban Prue
8	Sakol Nakorn	24	Ban Tan To	40	Ban Thung Pene
9	Swang Dandin	25	Pattani Dam Site	41	Ban Sapanhin
10	Surin	26	Ban K. M. 33	42	Kang Sida
11	Korat	27	Kao Chum Sang	43	Ban Dandu
12	Ubol	28	Phatoh	44	Ban Sila
13	Chiang Rai	29	Paksong	45	Ban Keyyai
14	Srisaket	30	Klong Klai	46	Ban Laoya
15	Dej Udom	31	Lan Saka	47	Ban Bungcla
16	Ban Nongmek	32	Sai Buri		

表2 流量観測所の位置

No.	流量観測所の場所	No.	流量観測所の場所
1	Mekong River at Mukdahan	24	Mekong River at Chiang Saen
2	Mekong River at Nakorn Phanom	25	Nam Mekan at Sanpatong
3	Mekong River at Kemarat	26	Kwae Yai at Kang Rieng
4	Mam Mune at Ubol	27	Kwae Yai at Tha Dan
5	Nam Mune at Pakmune	28	Lam Takrong at Ban Bung Toei
6	Nam Chi at Yasotorn	29	Klong Thung Pene at Ban Prue
7	Lam Dom Yai at Dej Udom	30	Klong Thung Pene near Ban Thung Pene
8	Lam Dom Noi at Sae Falls	31	Nam Sai Yai at Ban Sapanhin
9	Huai Bang Sai at Ban Kham Palai	32	Pasak River at Kang Sida
10	Huai Bang Sai at Ban Nong Agk Bridge	33	Nam Kek at Ban Keyyai
11	Huai Bang Sai at Ban Pone Hai	34	Pattani River at Bannang Sata
12	Nam Pung at Dam Site	35	Pattani River at Ban To
13	Nam Pung at Ban Tam Hai Bridge	36	Pattani River at Dam Site
14	Nam Kam at Ban Tong Bridge	37	Lung Suan River at Kao Chum Sang
15	Nam Pong at Pong Neeb	37	Klong Klai at Tha Sala
16	Nam Pong at Nam Pong Bridge	39	Klong Krarome at Lan Saka
17	Lam Plai Mas at Ban Bost	40	Klong Yong at Thung Song
18	Lam Chern at Ban Song Kon	41	Klong Tha Kham at Promaloke Falls
19	Huai Keen at Ban Don Chiang Ban	42	Klong Tha Sae at Ban Ta Ngaw
20	Huai Huad at Ban Tao Ngoi	43	Klong Rubraw at Tha Kham
21	Huai Panieng at Ban Sang Sien	44	Klong Saiburi at Sakor
22	Nam Songkram at Ban Tha Kokdang	45	Pattani River at Yarung
23	Huai Bang-i near Ban Kham Soi	46	Nam Pran at Thung Plai Ngaw

図3 月間流出高およびその積算グラフ



ものが図5であり、同図に積算蒸発量をも明示している。

全般的な傾向として、1～5月頃に、若干蒸発量が大きで、明らかに乾期においては、雨季におけるよりも蒸発量が多いことを物語っている。

蒸発および蒸散量は地表の状態および、植生の種類によっても大幅の変化をするものであり、これらの量と計器蒸発量との間には、相当の差異が存在している。しかし、本論文においては、広域的な立場から、その物理的な、気象学的な機構にはふれず、全体的な水収支の立場から、見かけ上の計器蒸発量と、広域蒸発量との関係を検討することにする。すなわち、係数 α にすべての複雑な、物理学的、気象学的、植物学的要素を含め、次のように表示する。

$$E_g = \alpha E$$

ここに、

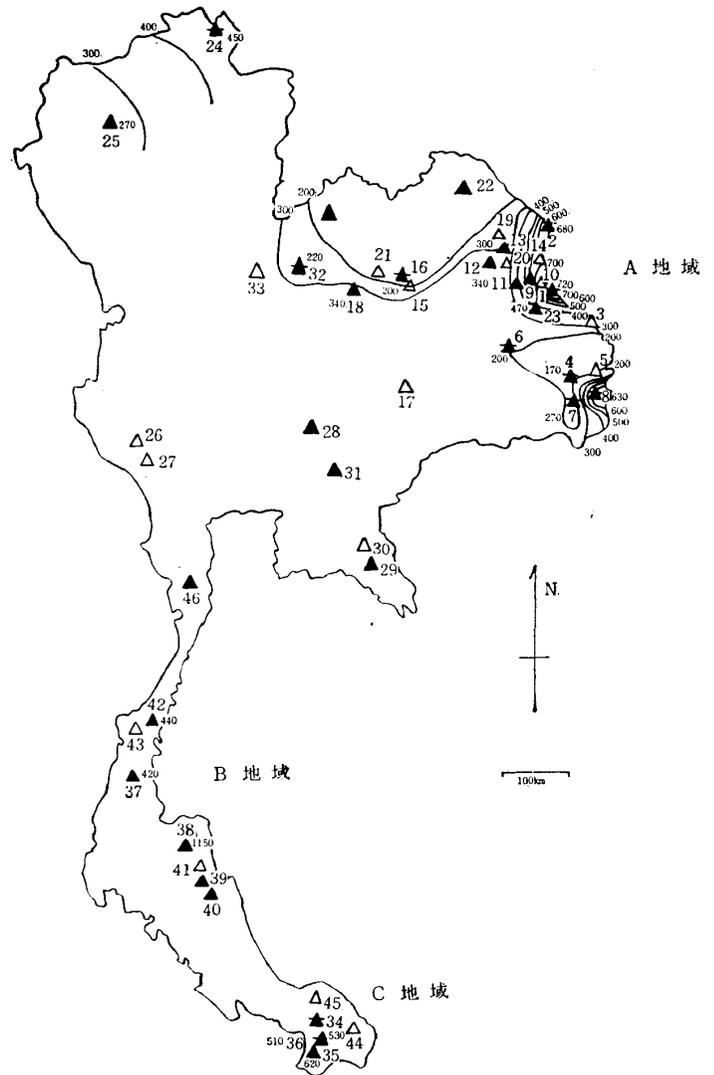
E : 計器蒸発量 mm

E_g : 広域的な地表蒸発量 mm

α : 修正係数

α については次節において検討した。

図4 等流出高曲線(年間)



5 地中への侵入、地下水、湖沼および工業その他への消散量

[侵入]

降水量の一部は地表に到達した後、地中に侵入する。この侵入した水はさらに地下水を形成する場合もあるが、いったん地下の土壤水として貯溜された形態となる。あるいは中間的に森林の地表層内に貯溜される。

[地下水]

地下水はいわゆる地下貯水となるもの、および他の流域に流出するものがあるが、一応一

タイ国における広域年間水収支に关する一考察

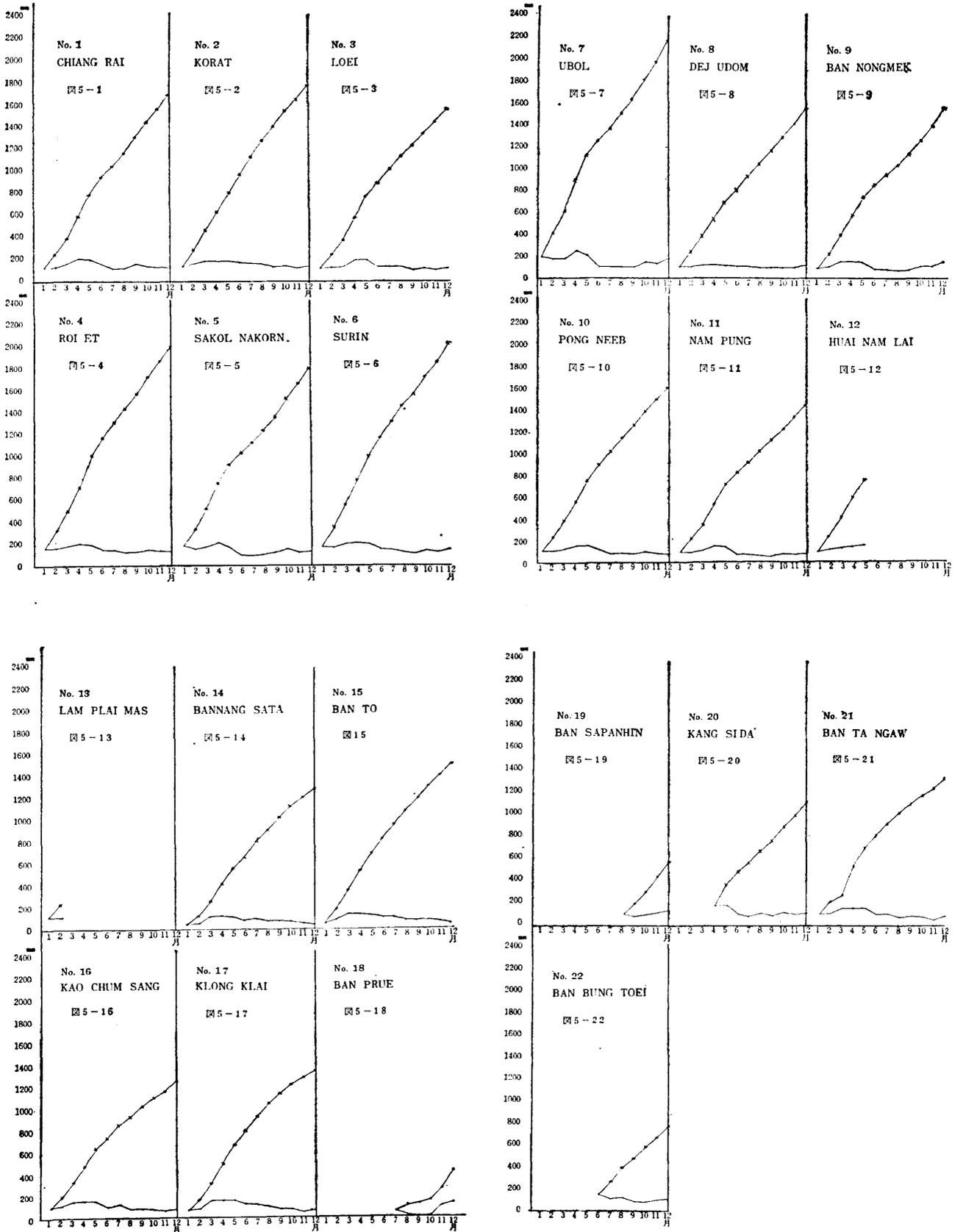
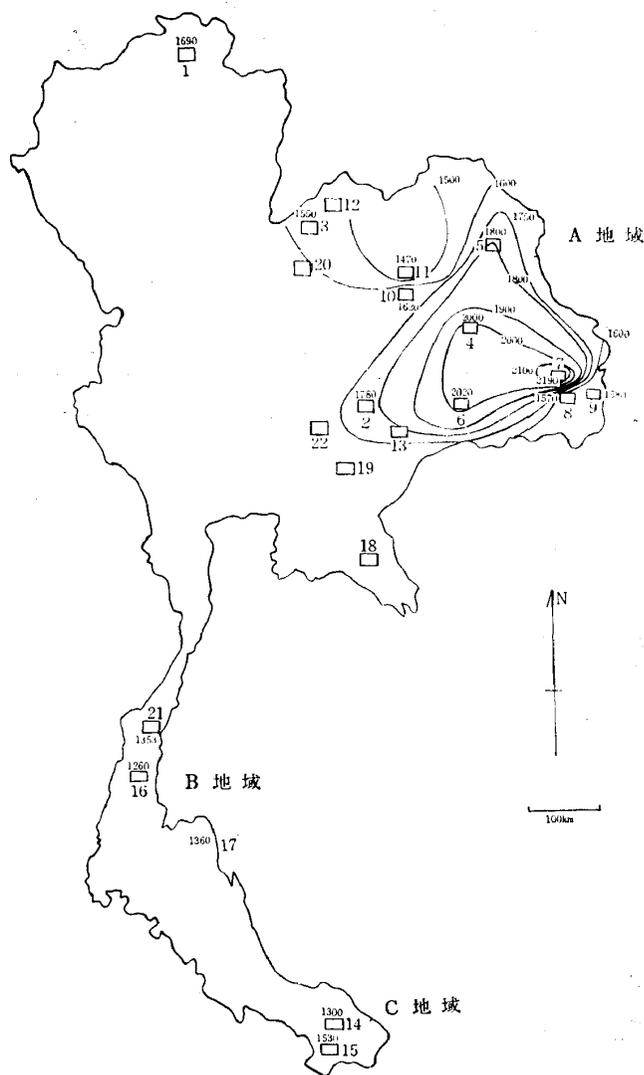


表3 蒸発量観測所の位置

No.	観測場所	No.	観測場所	No.	観測場所
1	Chiang Rai	9	Ban Nongmek	17	Klong Klai
2	Korat	10	Pong Neeb	18	Ban Prue
3	Loei	11	Nam Pung	19	Ban Sapanhin
4	Roi Et	12	Huai Nam Lai	20	Kang Sida
5	Sakol Nakorn	13	Lam Plai Mas	21	Ban Ta Ngaw
6	Surin	14	Bannang Sata	22	Ban Bung Toei
7	Ubol	15	Ban To		
8	Dej Udom	16	Kao Chum Sang		

年間の周期的な変動を示すものと思われる。

図6 等計器蒸発量分布図(年間)



[湖 沼]

降水の一部は、湖沼内に貯溜されている。また最近急激に増加している貯水池群においても相当量が貯溜されることになるが、これらの貯水池群は、小貯水池をのぞいてはかならずしも一周期一年という変化を完全には示していない。しかし、本論文においては一応一年周期を持つものとみなした。

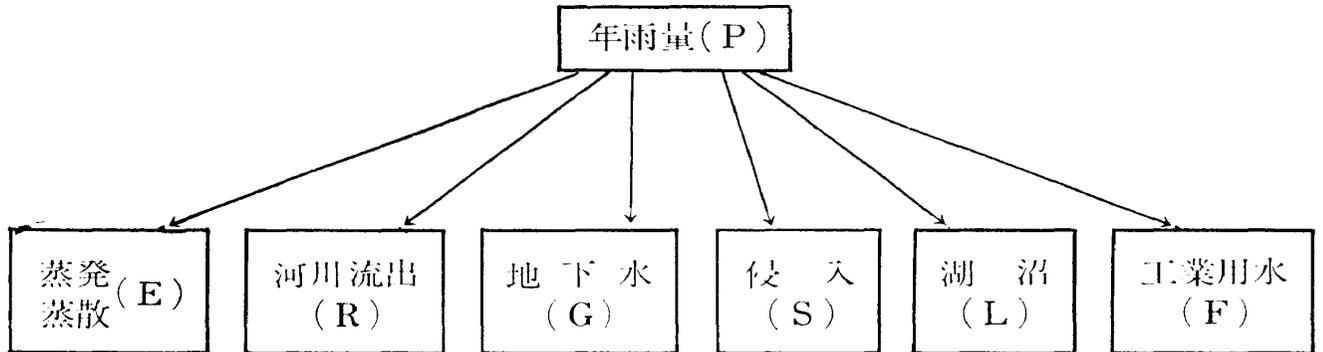
[工業その他への消散量]

水が消費される形態として人為的な使用、すなわち工業生産に必要な水、その他人間生活で使用される水があるが、これらは、すべて他の水量に比較して無視される程度である。

6 広域年間水収支

気候は一ケ年を周期として相当明瞭な変化をしているため、タイ国内の水収支は広域的でしかも年間について考える場合、以下のようなモデルで表わすことができる。

図7 広域バランス図水



$$\text{すなわち, } \sum_{t=0}^{365H} \sum_A P = \sum \sum E + \sum \sum R + \sum \sum G + \sum \sum L + \sum \sum F \quad (1)$$

\sum_t は年間を通じて時間的に積算することを意味し、 \sum_A はその場所的に積算することを示す。

いまこれを数式的に表示すれば、次のようになる。

$$\iint_{tA} P dt dA = Q \quad (2)$$

$$\iint_{tA} E dt dA = E \quad (3)$$

$$\iint_{tA} R dt dA = R \quad (4)$$

$$\iint_{tA} G dt dA = \Delta G \quad (5)$$

自然現象では、毎年多少の変動はあるが、略定常的な状態をとっているため、季節的に出入はあっても長期的な観点からすれば、その変化量は微小値になる。

したがって本文では、

$$\Delta G \doteq 0 \quad (6)$$

また侵入して地表付近に保留される水量も微小と考えられる。

$$\iint_{tA} S dt dA = \Delta S \doteq 0 \quad (7)$$

次に、湖沼、貯水池等にたくわえられる水量について次のように考える。

$$\iint_{tA} L dt dA = L \Delta \quad (8)$$

自然的な湖沼にあっては、その水量は略一年を周期にして繰返しが見られる。しかし、近時構築される大貯水池群にあっては、その水利用量と年間流出量とは、かならずしも比例はしない。しかし、これを10数年以上の周期をとってその総計について検討すれば、ほぼ釣合の状態が出現すると考えられるが、手許には、長期の流量資料がないので、1963年1ケ年について考

察をおこなうために、

$$\Delta L \doteq 0 \tag{9}$$

との条件を使用する。この条件は地域的には相当の変動をきたす場合のあることは考えられるが、広域水利的な立場から、このような条件を導入した。

次に、自然に還元されない工業用水、上水道について考えると、

$$\iint_{tA} F dt dA = \Delta F \doteq 0 \tag{10}$$

と、全体的な水の使用量について考えれば、無視される程度に小量であるからである。

以上のような考察をおこない、一年間を周期として、その広域的な水収支を考えると、次式が成立する。

$$P = E + R + \Delta \tag{11}$$

ただし、 $\Delta = \Delta G + \Delta L + \Delta F + \Delta S$ (12)

今、概略の特性を知るために、 $\Delta \doteq 0$ (13)

とおけば、 $P = E + R$ (14)

いま最も問題のあるのは、計器蒸発量と実際の蒸発、蒸散量との関係であるが、この間には、相当の相異が存在しているため、Eを次の様に修正する。

$$E_g = E\alpha \tag{15}$$

この修正係数を求めれば、

$$P = \alpha E + R \quad \therefore \alpha = \frac{P - R}{E} \tag{16}$$

また、降雨量に対する流出高の比を β とすれば、

$$\beta = \frac{R}{P} \tag{17}$$

1963年における各地域の流出高R、降水量Pおよび計器蒸発量Eを表示すれば、表4のようになる。

表4

分類	R (mm)	P (mm)	E (mm)
A	388.08	1395.1	1757.7
B	672.31	2611.3	1328.3
C	560.10	1662.8	1418.5

なお、 β を(17)式で計算し、その一覧表を作成すれば表5のようになる。

表 5

$$\beta = \frac{R}{P}$$

A	0.278
B	0.257
C	0.337

いま、計器蒸発量と、現地における見かけ上の蒸発量との比を求めれば、表6のようになる。

表 6

	P-R	E	α
A	1007.0	1757.7	0.573
B	1949.0	1328.3	1.467
C	1102.7	1418.5	0.777

一般に東北タイでは、 α の値が小さいが、南タイの多雨地帯Bにおいては、 α の値が他の地域の2倍以上にもおよんでいる。このことはまったく特種な現象と考えられる。これが測定の誤差か、あるいは林相の特異性に基づくものか、はっきりしないので、一応計算結果のみを表示しておいた。

7 結 び

タイ国の水文資料のうち、特に年間降水量と蒸発量および流出高を取り上げ、広域的な水収支に対する展望をおこなった。

これより、水文学的な特性の一端をうかがうことができたと考える。今後さらに詳細な研究が必要と考える。

参 考 文 献

- 1) National Energy Authority, Ministry of National Development: *Hydrologic Data*. 1963.
- 2) 安芸皎一: 「東南アジアにおける水利開発の問題点」『東南アジア研究』2巻5号 pp. 52-64.
- 3) 農業土木ハンドブック, 農業土木学会 p. 65.