

天竜川佐久間の洪水予報方式について

著者	菅原 正己
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	1
ページ	15-35
発行年	1968-03
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000662

天竜川佐久間の洪水予報方式について

菅 原 正 巳

国立防災科学技術センター第3研究部

On the Method of Flood Forecasting of the River Tenryū at Sakuma

By

M. Sugawara

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

Abstract

The hourly flood discharge of the river Tenryū at Sakuma (catchment area : 3,827 km²) is derived from the hourly discharge at Minakata (catchment area : 1,793 km²) and from the hourly precipitations at several spots as shown in Fig. 1. The basin between Minakata and Sakuma is divided into five areas, each of them containing 1 to 3 rain-gauge stations. By estimation using the series storage-type model of Fig. 2, the hourly precipitations of the areas are transformed into runoff amounts, and these amounts are added with equal weight, the respective time lags being given, and then the observed discharge at Minakata is added with the time lag of 4 hours. Obtained results fairly well agree with 25 observed examples of the annexed figures.

1. 目 的

本報告の目的は、天竜川の佐久間ダム地点の洪水時の毎時流量を、中流部流域諸地点の時間



図-1

雨量および南向ダム地点の毎時流量の値から算出することである。

2. 資 料

この報告で取り扱った洪水，およびそれに用いた雨量資料を下表に示す。

表—1

				雨 量 地 点									
				佐久間地区			中地	流区	上流地区	右地	岸区	左地	岸区
番号	昭和年・月・日・時	n	最大流量 (m³/s)	発電所	ダム	神野山	泰平	南	向	大平山	和合	炭焼山	飯島
1	32・6・26・1	144	3,894	○			○	○	○		○		○
2	33・8・23・1	120	3,158	○			○	○	○		○		○
3	34・9・24・1	120	3,590	○			○	○	○		○		○
4	36・6・25・1	216	5,103	○			○	○	○		○		○
5	37・6・10・1	168	1,859				○	○	○		○		○
6	37・8・25・19	42	1,403	○	○	○	○	○	○	○			○
7	38・5・16・19	54	1,078	○	○	○	○	○	○		○	○	○
8	38・6・2・19	78	1,173	○	○	○	○	○	○	○		○	○
9	38・6・13・10	48	1,081	○	○	○	○	○	○	○		○	○
10	38・7・11・1	42	1,237	○	○	○	○	○	○	○		○	○
11	39・4・8・1	120	1,263	○	○	○	○	○	○		○	○	○
12	39・6・19・19	30	903	○	○	○	○	○	○	○		○	
13	39・6・27・7	36	1,242	○	○	○	○	○	○	○		○	○
14	39・7・7・19	54	1,036	○	○	○	○	○	○	○		○	○
15	39・9・23・1	84	2,731	○	○	○	○	○	○	○		○	○
16	40・5・26・10	63	1,573	○	○	○	○	○	○	○		○	○
17	40・6・19・19	66	1,386	○	○	○	○	○	○	○		○	○
18	40・7・13・7	36	1,076	○	○	○	○	○	○	○		○	○
19	40・7・21・10	87	1,190	○	○	○	○	○	○	○		○	○
20	40・9・10・1	30	1,315	○	○	○	○	○	○	○		○	○
21	40・9・16・10	78	3,645	○	○	○	○	○	○		○	○	○
22	41・3・2・12	181	1,236	○			○	○	○	○			○
23	41・6・27・16	153	1,455	○	○	○	○	○	○	○		○	○
24	41・7・7・22	147	1,357	○	○	○	○	○	○	○		○	○
25	41・9・21・21	124	1,011	○	○	○	○	○	○	○		○	○

上表の年月日時は，計算を開始した時刻を，n は計算した期間の長さを示す。洪水 No.1 についていえば n=144 (時間) は 6 日間であるから，計算は昭和32年6月26日1時から，7月1日24時まで行なった。計算した全期間に常に流量資料があるとはかぎらず，一部欠測している場合もある。流量資料は佐久間と南向である。

なお和合の雨量は大平山の資料がないときに，その代替としてのみ用いた。流域内に他に雨量観測点がない訳ではないし，雨量資料はなお豊富にあるが，佐久間に対する通報の便を考えて，上記地点に限定したのである。

3. 予報方式および結果

3.1 佐久間ダム地点 ($3,827 \text{ km}^2$) の流量は、上流の南向 ($1,793 \text{ km}^2$) の実測流量と、数地点の雨量から算出された 残流域 ($2,034 \text{ km}^2$) の流量の推定値とから合成される。

3.2 佐久間ダム流域から南向ダム流域を差し引いた残流域よりの流出高は、次のようにして算出される。¹⁾

(1) 残流域を佐久間地区、中流地区、上流地区、右岸地区、左岸地区の 5 地区に分ける。各地区の雨量は表—1 に示された地点の平均雨量 (単純平均) により代表されるとする。

(2) 各地区の雨量を図—2 の流出機構で流出高に変換し、これに基底流出高として 0.1 mm/h を加えたものを、各地区の流出高の推定値とする。

(3) 各地区からの流出高の推定値を等ウェイトで、下記の時間遅れを与えて合成したものを残流域よりの流出高の推定値とする。

地 区	佐久間	中 流	上 流	右 岸	左 岸
時間遅れ	2	2	4	3	3

(4) 残流域よりの推定流出高 (mm/h) を推定流量 (m^3/s) に直すには、流出高に (流域面積)/ 3.6 、すなわち $2,034/3.6=565$ を掛ければよい。実際には、5 地区からの推定流出高に時間的遅れを与えて平均し、565 倍するかわりに、5 地区からの推定流出高に時間的遅れを与えて合計し、その和を 113 倍すればよい。

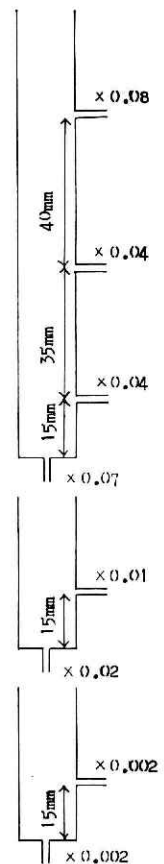
3.3 上記の方法で算出された、残流域からの推定流量に、南向の流量に 4 時間の遅れを与えたものを加えて、これを佐久間流量の推定値とする。

3.4 付図はこの方法で算出された推定流量を実測と比較したもので、この程度に合えば、一応満足してよからう。

3.5 なお実測流量が振動する例がいくつかあるのは、貯水池への流入量が貯水池水位から算定されているため、貯水池水面の振動が流入量の振動の形で現われるものである。貯水池水面の振動は、流量測定に大影響を与えるばかりでなく、ゲート操作にも影響する大問題である。水位観測地点

を、水面振動の影響の少ない点 (振動の節の点) に移すとか、数地点観測の適当な荷重平均値を用いるとか、または 1 地点の水位を用いるのであれば、適当なフィルタを通して、振動を除くとかの方法を考えるべきである。これについては、さらに研究が必要である。

3.6 今回の計算 (付図にその結果を示したもの) を行なった際、計算開始時の初期貯留高として、表—2 の値を用いた。



図—2

表-2

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
X_2	0	0	0	0	25	0	15	15	15	10	25	0
X_3	40	40	40	40	100	0	85	85	85	40	100	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	7	0	20	25	25	15	12	0	10	25	25	0
65	65	40	40	55	100	90	85	65	10	25	55	55	55

初期貯留高の定め方については、あまり神経質になる必要はないと思われる。たとえば3段の容器の初期貯留高をすべて0と置いて計算を始めたとしても、洪水のピークや、すその形にはあまり影響しない。しかしハイドログラフを片対数方眼紙に描いたときの、洪水波形の立ち上がり姿をよくするためには、初期値を適当に選んで置く必要がある。

初期値は計算開始時の佐久間流量から定める。佐久間貯水池への流入量は上流の平岡ダムの放流の関係で人為的に不規則に変動する。たとえば深夜には流入量は0になったりする。しかし必要なのは佐久間の自然流量であるから、これは適当に見当をつけて定めなければならない。ただしおよその値でよい。

佐久間流量の初期値を流出高で表わしたものを q_0 とし、図-3 のグラフにより q_0 から、初期貯留高 X_2 , X_3 を定める。なお $X_1=0$ とする。

図-3 のグラフは、2 段目、3 段目からの流出と、基底流出高 0.1mm/h とで、初期値 q_0 を与えること、および3 段目の容器は2 段目からの補給ではほぼ安定状態にあること、の二つの条件から定めたもので、とくに十分の根拠のあるものではない。したがって、初期貯留高 X_2 , X_3 の値を与えるおよその目安となるにすぎない。

なお表-2 の初期貯留高の値はこの図-3 から定めたものと多少異なっている。実は計算を完了してしまってから、初期値の定め方について質問をうけたので、およその目安として図-3

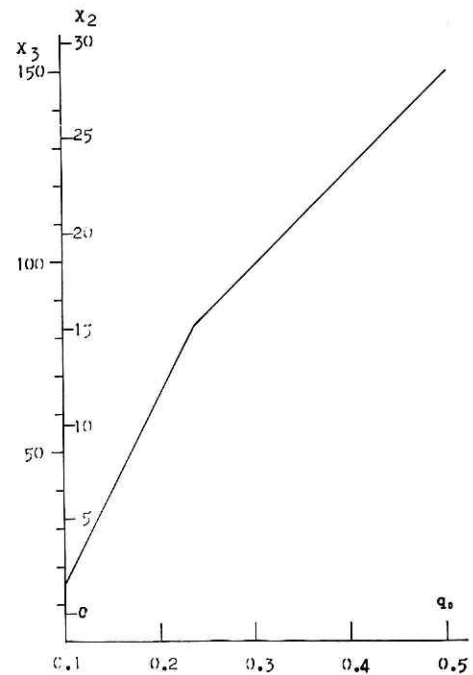


図-3

を作ったのである。元来基底流出高を 0.1 mm/h に固定した所にも無理があるので、洪水流

量の推定を目的とする場合は、初期貯留高はおよその値をきめるだけでよからう。

3.7 上述の予報方式について、以下簡単に解説を加える。

3.7.1 図—2 の流出機構は、3 段の下になおいくつかの流出機構があるのを省略してある。これらの下部の流出機構からの流出は、ゆるやかに変化するもので、低湯水の解析に重要な役割を演ずるが、その大きさが洪水流量に比べて小さいし、また短時日の間にはあまり変化しないから、これを基底流出高として定数値に置き換えることにした。基底流出高を 0.1 mm/h と置いたのはまったく便宜的である。現実には $0.05 \sim 0.2 \text{ mm/h}$ 程度の間を動くものである。

3.7.2 流域を5地区に分けたというのは一種の説明上の便宜である。雨量観測点为本流筋の下流に偏在しているために、全部の観測点を等ウェートで取り扱うのもぐあいが悪い。また全洪水に対して、すべての点の資料があるともかぎらない。そこで雨量地点を五つのグループに分け、地区別ということにしたのである。

各地区内で各雨量観測点を等ウェートとし、また5地区をすべて等ウェートとしたのは、いづれも便宜的である。最初は、地点別にウェートを変えて、予報精度を上げることも試みたのであるが、等ウェートでもかなりよい結果に到達したので、等ウェートにすることにした。

できるだけ単純な方式をとるのが、筆者の一つの原則である。

3.7.3 時間遅れを固定したのも便宜的である。洪水流量が大きくなれば、伝わる速度も早くなるであろうが、その影響は無視した。それを考えなくても、かなりよい結果が得られるからである。佐久間地区に対する時間遅れを平岡、泰阜地区と同じ2時間にしたのはやや不合理に見える。佐久間で降った雨が、貯水池にきくのが2時間遅れるはずがないからである。しかし佐久間の雨量は、佐久間地点の雨としてではなく、佐久間地区の雨として扱うのであるから、その雨の影響が流量にきくのに、ある程度時間がかかるのは当然である。しかし、時間遅れを2時間としたのは、実は実用上の便宜からである。佐久間地区の雨量に対する時間遅れが1時間であると、予報は1時間しか先行しない。時間遅れを2時間とすれば予報は2時間先行する。この1時間の差は重大である。たとえ精度が少し落ちて、2時間先行した方がよい。幸いにして、佐久間地区は残流域の1/5であるから、これに対する時間遅れを1時間にしても、2時間にしても、結果にはあまり影響しない。そこで、時間遅れを2時間としたのである。

3.7.4 南向の放流量に対して、何の変形も考えず、単に4時間の時間遅れで合成したが、これも簡単のための便宜である。途中で泰阜、平岡のダムがあり、洪水波の変形はいろいろ考えられる訳であるが、それを無視しても付図のような結果が出るのであるから、今回は最も簡単な方式をとることとした。

3.7.5 かかる細部の改良よりも、まず重要なのは、前にも述べた湖面の振動の問題に対する研究と対策であらう。

3.8 最後にこの予報方式を現地で利用する場合の数値計算の仕方を簡単に説明する。

計算には付表—A, B, Cを用いる。それは、それぞれ流出機構の1段目、2段目、3段目に

対応する。表—Aで右のようになっているのは、1段目の容器の貯留高が64 mm であれば、1時間のうちに 2.52 mm が流出し、4.48 mm が下方に浸透し(これが2段目の容器の収入となる)、57.00 mm が残高として残ることを示している。

4
⋮
2.52
60..... 4.48
57.00

この表を用いて、計算は出納簿のように進行する。

($i-1$) 時の貯留残高 $\bar{X}(i-1)$ に、 i 時の雨量 $P(i)$ が加わって、 i 時の貯留高 $X(i)$ が出る。

$$X(i) = \bar{X}(i-1) + P(i).$$

計算開始の時点では、初期貯留高が $\bar{X}(i-1)$ である。

$X(i)$ から、表により i 時の流出高 $y(i)$ 、浸透高 $\eta(i)$ 、および貯留残高 $\bar{X}(i)$ が出る。 $\bar{X}(i)$ は ($i+1$) 時に対応する次の行の所に記入する。

$$\begin{array}{ccccccc} P(i) & & \bar{X}(i-1) & \swarrow & \overline{X(i)} & \downarrow & y(i) & \downarrow & \eta(i) \\ & & & \swarrow & & & & & \\ P(i+1) & & \bar{X}(i) & & & & & & \end{array}$$

以上は1段目の容器に対する計算で、上のような形式に書けばよい。上図で矢印をつけたのは表でよみとる部分である。

2段目の容器についての計算は、1段目からの浸透量 $\eta(i)$ を用いて始まる。1段目の $P(i)$ のかわりに $\eta(i)$ を使うのである。

計算は下のよう進行する。

$$\begin{array}{ccccccc} P(i), \bar{X}_1(i-1), X_1(i), y_1(i), \eta_1(i), \bar{X}_2(i-1), X_2(i), y_2(i), \eta_2(i), \bar{X}_3(i-1), X_3(i), y_3(i), \eta_3(i) \\ P(i+1), \bar{X}_1(i), & & , \bar{X}_2(i), & & , \bar{X}_3(i), \\ \hline \text{1 段目} & & \text{2 段目} & & \text{3 段目} \end{array}$$

推定流出高は

$$y(i) = y_1(i) + y_2(i) + y_3(i) + 0.1$$

である。

4. 研究経過

4.1 天竜川佐久間の洪水予報については、昭和37年に研究を行なったことがある。^{2), 3)}

そのとき作った予報方式は次のとおりである。

(1) 流域を5地区に分け、表—3 の地点の雨量の平均を各地区の雨量とする。

(2) 各地区ごとの雨量を図—5 の流出機構によ

表—3

地 区	雨 量	遅れ	ウエート
上 流	諏訪, 高ボッチ	8	0.25
中 流	飯 田	3	0.20
右 岸	摺古木山, 恵那山	4	0.15
左 岸	笹 山	6	0.25
下 流	佐久間, 平岡, 常光寺山	1	0.15

り流出高に変換し、これに一定の基底流出高 0.05 mm/h を加えたものを各地区からの流出高の推定値とする。

(3) 上記の方法で算出された推定流出高を、表—3 の時間遅れと、ウェートで合成する。これが佐久間の推定流出高である。

4.2 天竜川の流域は雨量観測点が密にあるので有名な所である。洪水予報の立場から見ると、雨量観測点の数が多すぎると、手間がかかりすぎる。何よりも大切なのは通報の便である。そこで通報の便を考えて、表—3 の9地点を選んだ。これらは測候所、ロボット雨量計、または発電所で、これらの地点の雨量であれば、情報は直ちに佐久間にはいるであろうと考えた。

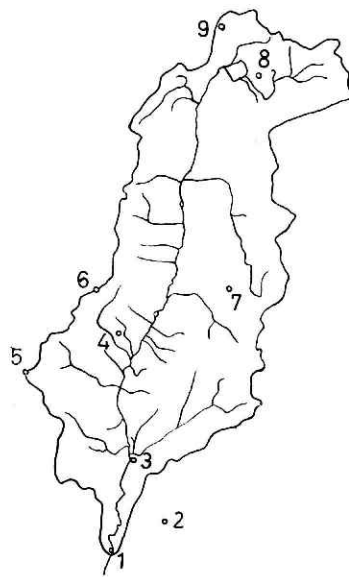
しかし現実には、気象庁所管のロボット雨量計の資料は測候所を経由して

東京には速報されるが、佐久間に達するには時間がかかるらしい。筆者は個人的意見として、何人かの人に、各ローカル放送局（中心的放送局でももちろんかまわない）から、洪水時には、たとえば臨時ニュースとして、各地の時間雨量を速報してもらえないであろうか（テレビの画面の下の方に出してもらってもよい）、さらに欲をいえば、レーダエコーの画面を直接テレビに出してもらえないだろうかと申し述べたことがあるが、実現には種々の難点があるとみえる。

4.3 雨量資料をすみやかに入手するために、電源開発株式会社は昭和37年、38年に大平山、炭焼山、神野山にロボット雨量計を設置した。昭和38年に、前年に引き続き、今年度は新設のロボット雨量計の雨量から佐久間の洪水予報方式を作れないかという話があったが、何分にも既往の洪水について、新設ロボット雨量計の資料が何もないのであるから、手の施しようがない。資料の蓄積をしばらく待つことにした。約5年間の資料がたまって、今回の研究が始まることになった。

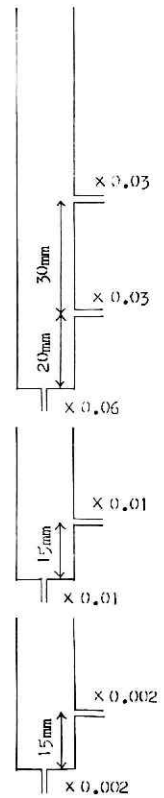
4.4 今回の予報方式は、雨量資料のすみやかな入手が容易な地点の雨量だけを用いることが条件である。表—1 の雨量地点がそれである。

これらの雨量地点はいずれも下流部に偏在している。はじめは雨量だけから佐久間の流量を



- | | |
|--------|--------|
| 1 佐久間 | 2 常光寺山 |
| 3 平岡 | 4 飯田 |
| 5 恵那山 | 6 摺古木山 |
| 7 笹山 | 8 諏訪 |
| 9 高ボッチ | |

図—4



図—5

算出しようとしたが、うまくいかない。どの地点にも雨らしい雨がでないのに、佐久間に $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水の出ることもあるのだから、うまくいくはずがないのである。

4.5 1 地点でもよいから上流地区の雨量を入れたいと考えたが、通報の関係でよい地点がなく、雨量のかわりに南向の流量を資料に加えることにした。南向流量を入力資料として用いることにより、結果は日立ってよかった。それまでは雨量資料として飯田も用いていたが、通報の点で難点があり、南向流量の利用による精度の向上に伴い、飯田を落とすことにした。最終方式に至るまでには、10回に余る試算があるが、詳細は省略する。大局的に言えば、37年度の流出機構（図—5）と、今回の方式（図—2）に、そう大きな相違はない。

4.6 この計算のプログラムおよび計算の実行は勝山ヨシ子氏指導のもとに渡辺八重子氏が行なった。また尾崎睿子氏、西巻弘子氏その他の方々の助力を得た。

文 献

- 1) Sugawara, M. (1961): On the analysis of runoff structure about several Japanese rivers. *Jap. J. Geophys.*, 2, No. 4, 1—76.
- 2) 菅原正巳・勝山ヨシ子：天竜川・十津川の洪水予報について。電力気象連絡会彙報，電力と気象，14，3号，101～113.
- 3) 菅原正巳：天竜川・熊野川の洪水予報について。電源開発株式会社調査資料，特集，昭和38年7月。

付 表

この表は表の作り方、意味を知らせる目的で作ってある。実用上は、各欄の上段の数字を流出高で出すかわりに、流量にして置いた方が使用に便利である。また 表—C では中段の数字（浸透高）は不要である（4段目の計算をしないから）。

また、この表に比例部分の表をつけて置いた方が親切であるし、また実用上は貯留高の 0.1 mmおきの表を作った方がよい。

TABLE A

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0. 0. 0.	0. 0.07 0.93	0. 0.14 1.86	0. 0.21 2.79	0. 0.28 3.72	0. 0.35 4.65	0. 0.42 5.58	0. 0.49 6.51	0. 0.56 7.44	0. 0.63 8.37
10	0. 0.70 9.30	0. 0.77 10.23	0. 0.84 11.16	0. 0.91 12.09	0. 0.98 13.02	0. 1.05 13.95	0.04 1.12 14.84	0.08 1.19 15.73	0.12 1.26 16.62	0.16 1.33 17.51
20	0.20 1.40 18.40	0.24 1.47 19.29	0.28 1.54 20.18	0.32 1.61 21.07	0.36 1.68 21.96	0.40 1.75 22.85	0.44 1.82 23.74	0.48 1.89 24.63	0.52 1.96 25.52	0.56 2.03 26.41
30	0.60 2.10 27.30	0.64 2.17 28.19	0.68 2.24 29.08	0.72 2.31 29.97	0.76 2.38 30.86	0.80 2.45 31.75	0.84 2.52 32.64	0.88 2.59 33.53	0.92 2.66 34.42	0.96 2.73 35.31
40	1.00 2.80 36.20	1.04 2.87 37.09	1.08 2.94 37.98	1.12 3.01 38.87	1.16 3.08 39.76	1.20 3.15 40.65	1.24 3.22 41.54	1.28 3.29 42.43	1.32 3.36 43.32	1.36 3.43 44.21
50	1.40 3.50 45.10	1.48 3.57 45.95	1.56 3.64 46.80	1.64 3.71 47.65	1.72 3.78 48.50	1.80 3.85 49.35	1.88 3.92 50.20	1.96 3.99 51.05	2.04 4.06 51.90	2.12 4.13 52.75
60	2.20 4.20 53.60	2.28 4.27 54.45	2.36 4.34 55.30	2.44 4.41 56.15	2.52 4.48 57.00	2.60 4.55 57.85	2.68 4.62 58.70	2.76 4.69 59.55	2.84 4.76 60.40	2.92 4.83 61.25
70	3.00 4.90 62.10	3.08 4.97 62.95	3.16 5.04 63.80	3.24 5.11 64.65	3.32 5.18 65.50	3.40 5.25 66.35	3.48 5.32 67.20	3.56 5.39 68.05	3.64 5.46 68.90	3.72 5.53 69.75
80	3.80 5.60 70.60	3.88 5.67 71.45	3.96 5.74 72.30	4.04 5.81 73.15	4.12 5.88 74.00	4.20 5.95 74.85	4.28 6.02 75.70	4.36 6.09 76.55	4.44 6.16 77.40	4.52 6.23 78.25
90	4.60 6.30 79.10	4.76 6.37 79.87	4.92 6.44 80.64	5.08 6.51 81.41	5.24 6.58 82.18	5.40 6.65 82.95	5.56 6.72 83.72	5.72 6.79 84.49	5.88 6.86 85.26	6.04 6.93 86.03
100	6.20 7.00 86.80	6.36 7.07 87.57	6.52 7.14 88.34	6.68 7.21 89.11	6.84 7.28 89.88	7.00 7.35 90.65	7.16 7.42 91.42	7.32 7.49 92.19	7.48 7.56 92.96	7.64 7.63 93.73
110	7.80 7.70 94.50	7.96 7.77 95.27	8.12 7.84 96.04	8.28 7.91 96.81	8.44 7.98 97.58	8.60 8.05 98.35	8.76 8.12 99.12	8.92 8.19 99.89	9.08 8.26 100.66	9.24 8.33 101.43
120	9.40 8.40 102.20	9.56 8.47 102.97	9.72 8.54 103.74	9.88 8.61 104.51	10.04 8.68 105.28	10.20 8.75 106.05	10.36 8.82 106.82	10.52 8.89 107.59	10.68 8.96 108.36	10.84 9.03 109.13

国立防災科学技術センター研究報告 第1号 1968年3月

130	11.00	11.16	11.32	11.48	11.64	11.80	11.96	12.12	12.28	12.44
	9.10	9.17	9.24	9.31	9.38	9.45	9.52	9.59	9.66	9.73
	109.90	110.67	111.44	112.21	112.98	113.75	114.52	115.29	116.06	116.83
140	12.60	12.76	12.92	13.08	13.24	13.40	13.56	13.72	13.88	14.04
	9.80	9.87	9.94	10.01	10.08	10.15	10.22	10.29	10.36	10.43
	117.60	118.37	119.14	119.91	120.68	121.45	122.22	122.99	123.76	124.53
150	14.20	14.36	14.52	14.68	14.84	15.00	15.16	15.32	15.48	15.64
	10.50	10.57	10.64	10.71	10.78	10.85	10.92	10.99	11.06	11.13
	125.30	126.07	126.84	127.61	128.38	129.15	129.92	130.69	131.46	132.23
160	15.80	15.96	16.12	16.28	16.44	16.60	16.76	16.92	17.08	17.24
	11.20	11.27	11.34	11.41	11.48	11.55	11.62	11.69	11.76	11.83
	133.00	133.77	134.54	135.31	136.08	136.85	137.62	138.39	139.16	139.93
170	17.40	17.56	17.72	17.88	18.04	18.20	18.36	18.52	18.68	18.84
	11.90	11.97	12.04	12.11	12.18	12.25	12.32	12.39	12.46	12.53
	140.70	141.47	142.24	143.01	143.78	144.55	145.32	146.09	146.86	147.63

TABLE B

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	0.	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
	0.	0.98	1.96	2.94	3.92	4.90	5.88	6.86	7.84	8.82
10	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.01	0.02	0.03	0.04
	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38
	9.80	10.78	11.76	12.74	13.72	14.70	15.67	16.64	17.61	18.58
20	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58
	19.55	20.52	21.49	22.46	23.43	24.40	25.37	26.34	27.31	28.28
30	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24
	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78
	29.25	30.22	31.19	32.16	33.13	34.10	35.07	36.04	37.01	37.98
40	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34
	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98
	38.95	39.92	40.89	41.86	42.83	43.80	44.77	45.74	46.71	47.68
50	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44
	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18
	48.65	49.62	50.59	51.56	52.53	53.50	54.47	55.44	56.41	57.38
60	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54
	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38
	58.35	59.32	60.29	61.26	62.23	63.20	64.17	65.14	66.11	67.08
70	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64
	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58
	68.05	69.02	69.99	70.96	71.93	72.90	73.87	74.84	75.81	76.78
80	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74
	1.60	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.72	1.74	1.76	1.78
	77.75	78.72	79.69	80.66	81.63	82.60	83.57	84.54	85.51	86.48
90	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84
	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98
	87.45	88.42	89.39	90.36	91.33	92.30	93.27	94.24	95.21	96.18
100	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94
	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10	2.12	2.14	2.16	2.18
	97.15	98.12	99.09	100.06	101.03	102.00	102.97	103.94	104.91	105.88

天竜川佐久間の洪水予報方式について—菅原

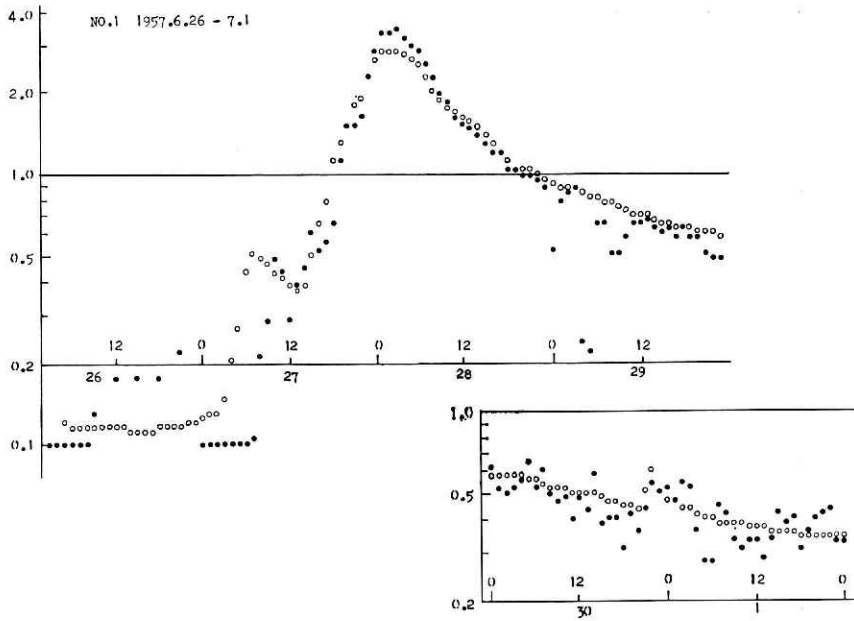
TABLE C

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0. 0. 0.	0. 0.002 0.998	0. 0.004 1.996	0. 0.006 2.994	0. 0.008 3.992	0. 0.010 4.990	0. 0.012 5.988	0. 0.014 6.986	0. 0.016 7.984	0. 0.018 8.982
10	0. 0.020 9.980	0. 0.022 10.978	0. 0.024 11.976	0. 0.026 12.974	0. 0.028 13.972	0. 0.030 14.970	0.002 0.032 15.966	0.004 0.034 16.962	0.006 0.036 17.958	0.008 0.038 18.954
20	0.010 0.040 19.950	0.012 0.042 20.946	0.014 0.044 21.942	0.016 0.046 22.938	0.018 0.048 23.934	0.020 0.050 24.930	0.022 0.052 25.926	0.024 0.054 26.922	0.026 0.056 27.918	0.028 0.058 28.914
30	0.030 0.060 29.910	0.032 0.062 30.906	0.034 0.064 31.902	0.036 0.066 32.898	0.038 0.068 33.894	0.040 0.070 34.890	0.042 0.072 35.886	0.044 0.074 36.882	0.046 0.076 37.878	0.048 0.078 38.874
40	0.050 0.080 39.870	0.052 0.082 40.866	0.054 0.084 41.862	0.056 0.086 42.858	0.058 0.088 43.854	0.060 0.090 44.850	0.062 0.092 45.846	0.064 0.094 46.842	0.066 0.096 47.838	0.068 0.098 48.834
50	0.070 0.100 49.830	0.072 0.102 50.826	0.074 0.104 51.822	0.076 0.106 52.818	0.078 0.108 53.814	0.080 0.110 54.810	0.082 0.112 55.806	0.084 0.114 56.802	0.086 0.116 57.798	0.088 0.118 58.794
60	0.090 0.120 59.790	0.092 0.122 60.786	0.094 0.124 61.782	0.096 0.126 62.778	0.098 0.128 63.774	0.100 0.130 64.770	0.102 0.132 65.766	0.104 0.134 66.762	0.106 0.136 67.758	0.108 0.138 68.754
70	0.110 0.140 69.750	0.112 0.142 70.746	0.114 0.144 71.742	0.116 0.146 72.738	0.118 0.148 73.734	0.120 0.150 74.730	0.122 0.152 75.726	0.124 0.154 76.722	0.126 0.156 77.718	0.128 0.158 78.714
80	0.130 0.160 79.710	0.132 0.162 80.706	0.134 0.164 81.702	0.136 0.166 82.698	0.138 0.168 83.694	0.140 0.170 84.690	0.142 0.172 85.686	0.144 0.174 86.682	0.146 0.176 87.678	0.148 0.178 88.674
90	0.150 0.180 89.670	0.152 0.182 90.666	0.154 0.184 91.662	0.156 0.186 92.658	0.158 0.188 93.654	0.160 0.190 94.650	0.162 0.192 95.646	0.164 0.194 96.642	0.166 0.196 97.638	0.168 0.198 98.634
100	0.170 0.200 99.630	0.172 0.202 100.626	0.174 0.204 101.622	0.176 0.206 102.618	0.178 0.208 103.614	0.180 0.210 104.610	0.182 0.212 105.606	0.184 0.214 106.602	0.186 0.216 107.598	0.188 0.218 108.594
110	0.190 0.220 109.590	0.192 0.222 110.586	0.194 0.224 111.582	0.196 0.226 112.578	0.198 0.228 113.574	0.200 0.230 114.570	0.202 0.232 115.566	0.204 0.234 116.562	0.206 0.236 117.558	0.208 0.238 118.554
120	0.210 0.240 119.550	0.212 0.242 120.546	0.214 0.244 121.542	0.216 0.246 122.538	0.218 0.248 123.534	0.220 0.250 124.530	0.222 0.252 125.526	0.224 0.254 126.522	0.226 0.256 127.518	0.228 0.258 128.514
130	0.230 0.260 129.510	0.232 0.262 130.506	0.234 0.264 131.502	0.236 0.266 132.498	0.238 0.268 133.494	0.240 0.270 134.490	0.242 0.272 135.486	0.244 0.274 136.482	0.246 0.276 137.478	0.248 0.278 138.474
140	0.250 0.280 139.470	0.252 0.282 140.466	0.254 0.284 141.462	0.256 0.286 142.458	0.258 0.288 143.454	0.260 0.290 144.450	0.262 0.292 145.446	0.264 0.294 146.442	0.266 0.296 147.438	0.268 0.298 148.434
150	0.270 0.300 149.430	0.272 0.302 150.426	0.274 0.304 151.422	0.276 0.306 152.418	0.278 0.308 153.414	0.280 0.310 154.410	0.282 0.312 155.406	0.284 0.314 156.402	0.286 0.316 157.398	0.288 0.318 158.394

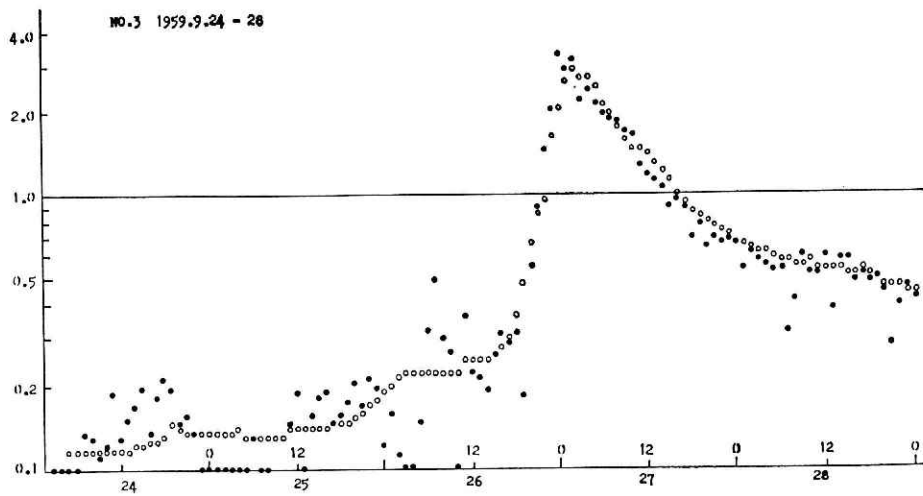
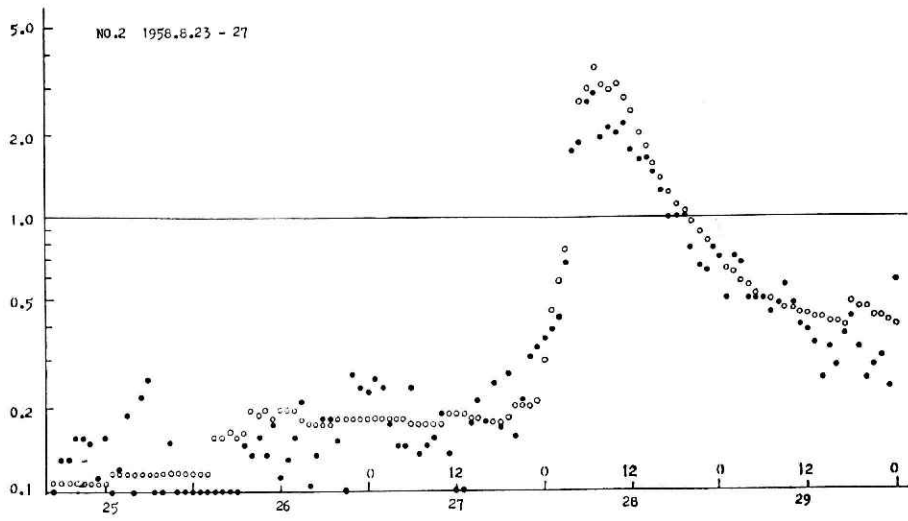
付 図

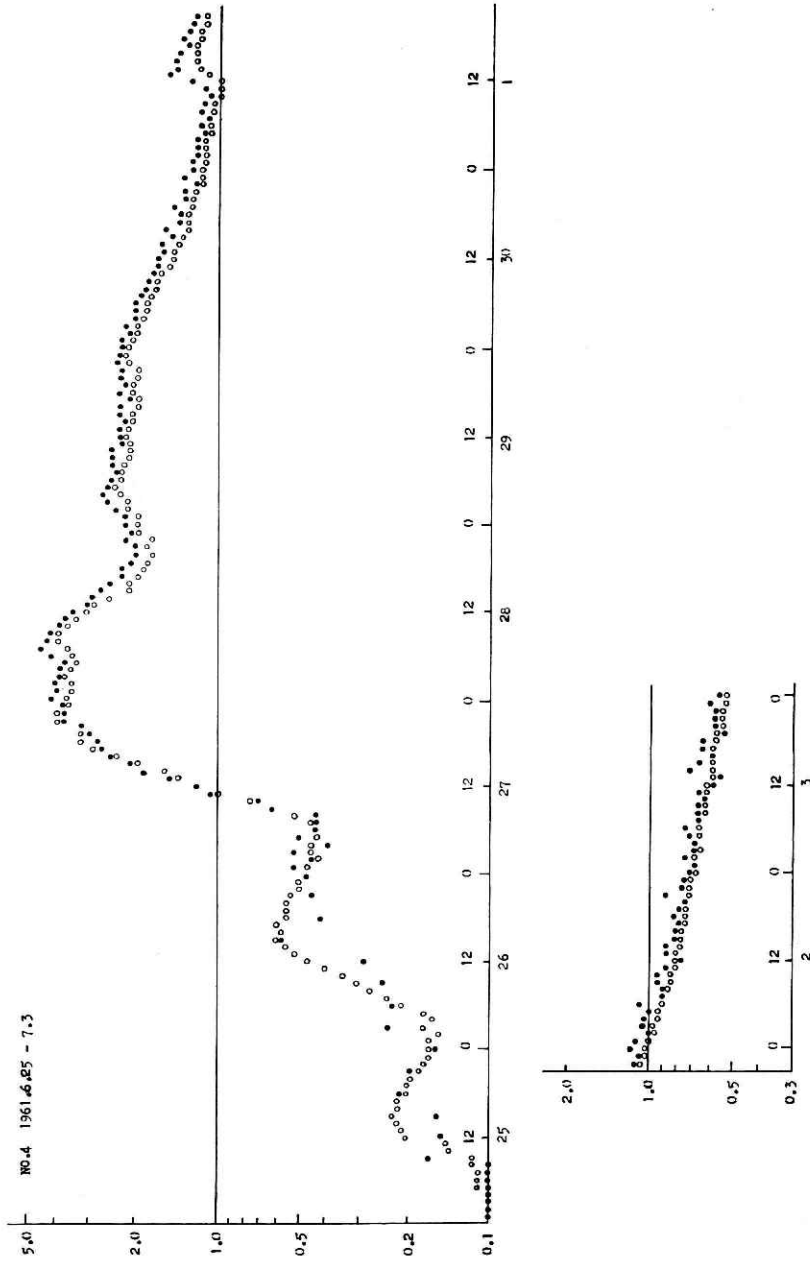
●実 測 ○推 定

縦軸の単位は流出高 mm/h である。なお、実測流出高が 0.1 mm/h 以下のときは、すべて 0.1 mm/h の所に点が打ってある。実測値欠測の所は点を打たない。また南向流量欠測の所は推定値を打っていない。

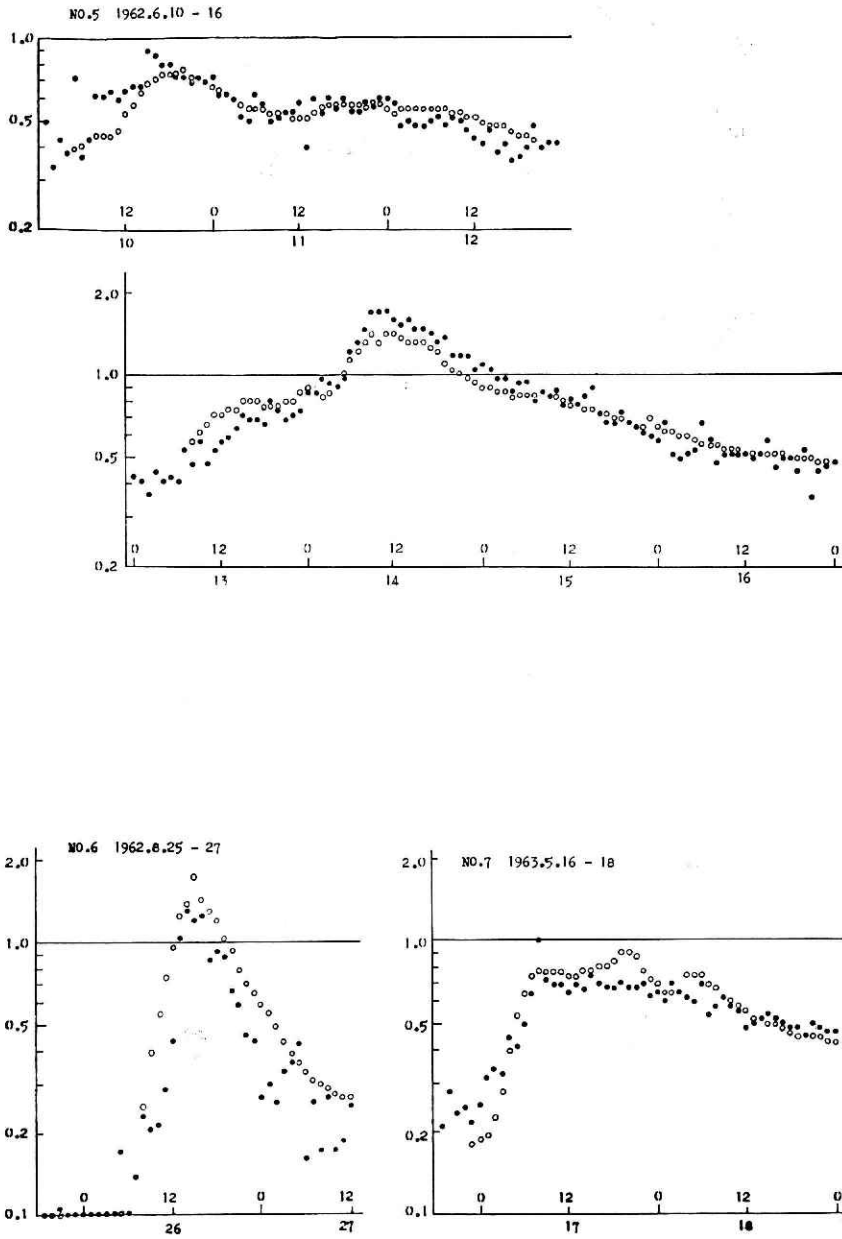


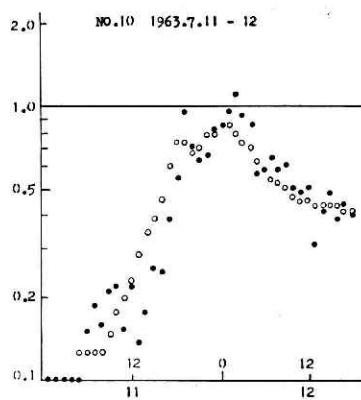
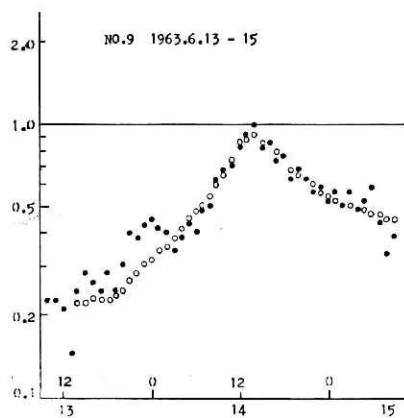
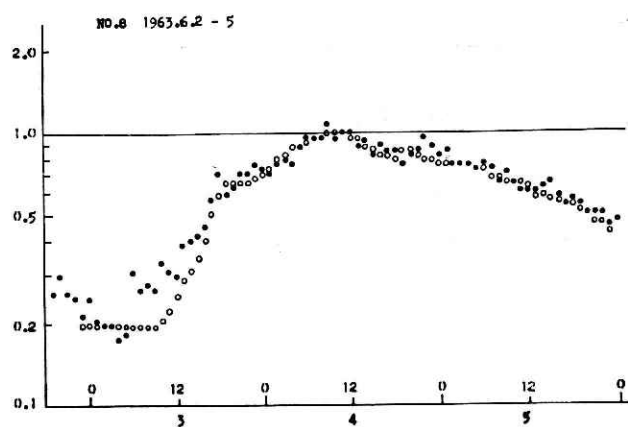
天竜川佐久間の洪水予報方式について—菅原



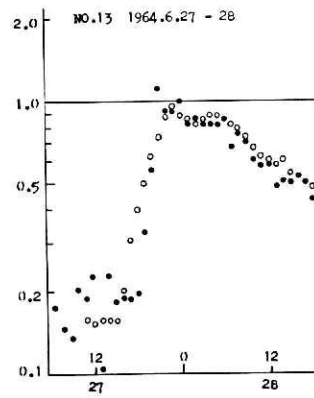
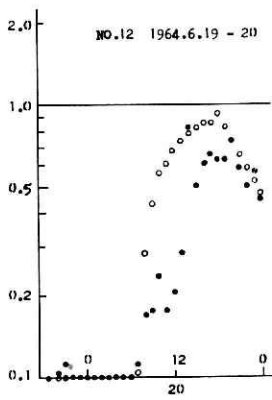
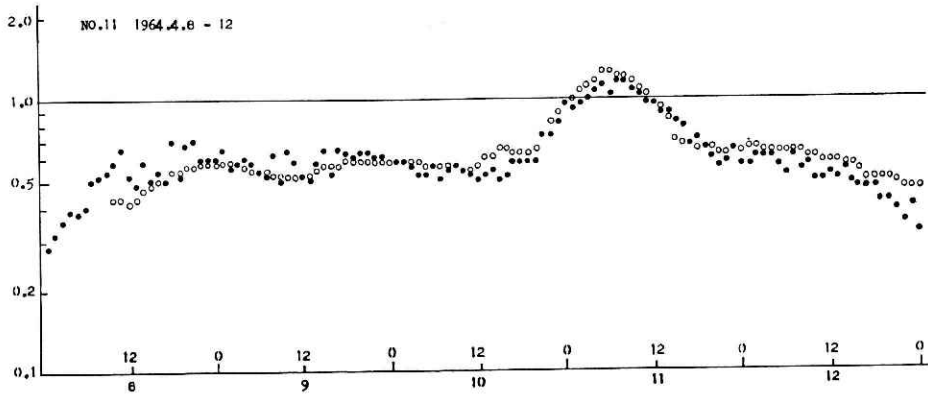


天竜川佐久間の洪水予報方式について一菅原

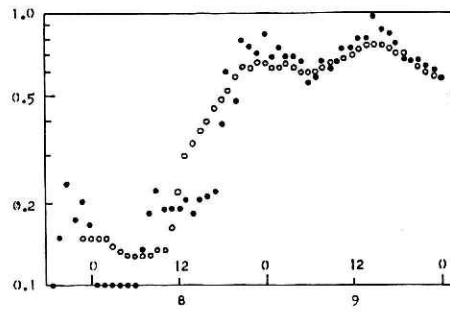




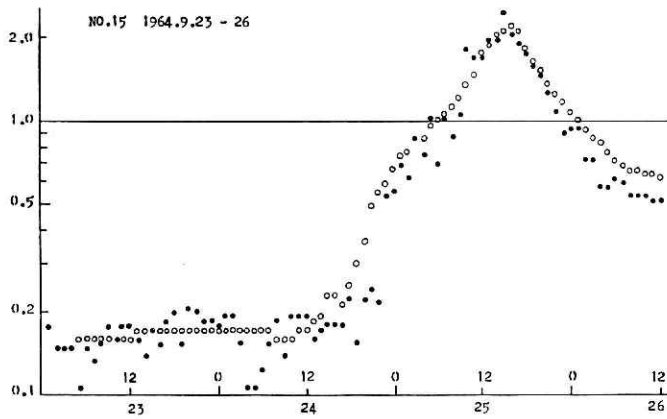
天竜川佐久間の洪水予報方式について—菅原



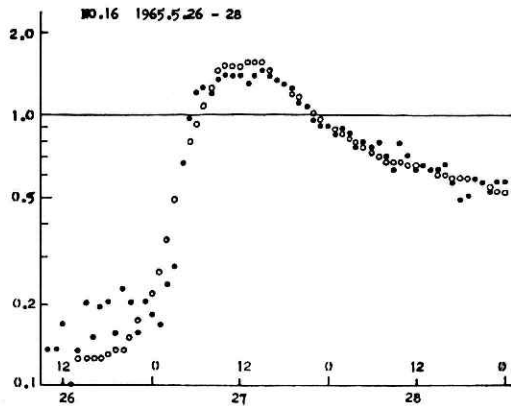
NO.14 1964.7.7 - 9



NO.15 1964.9.23 - 26

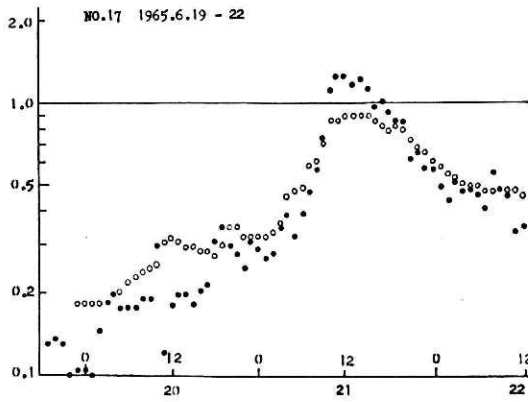


NO.16 1965.5.26 - 28

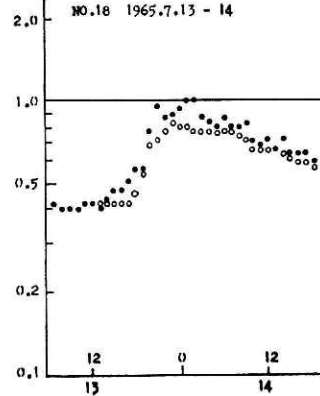


天竜川佐久間の洪水予報方式について—菅原

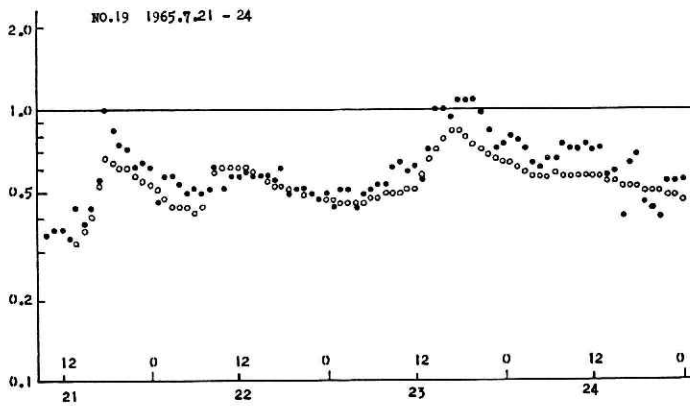
NO.17 1965.6.19 - 22



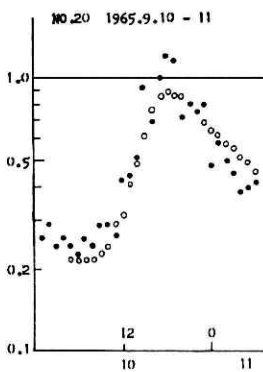
NO.18 1965.7.13 - 14



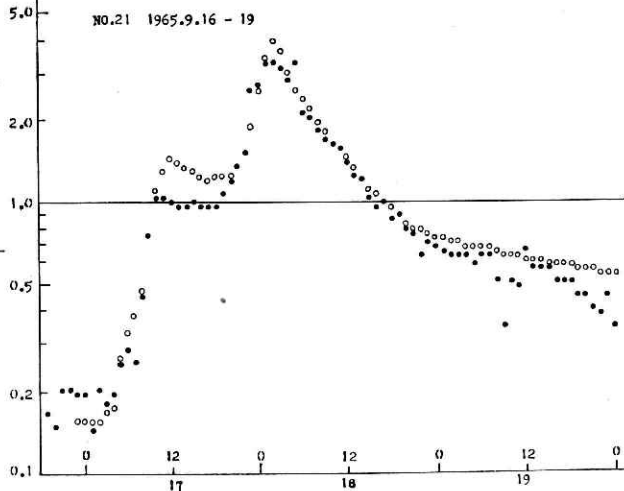
NO.19 1965.7.21 - 24

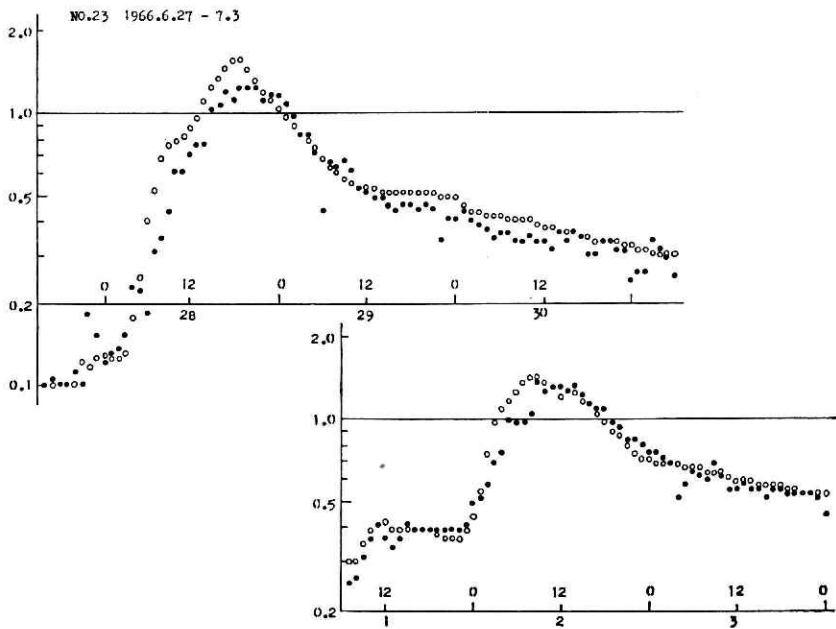
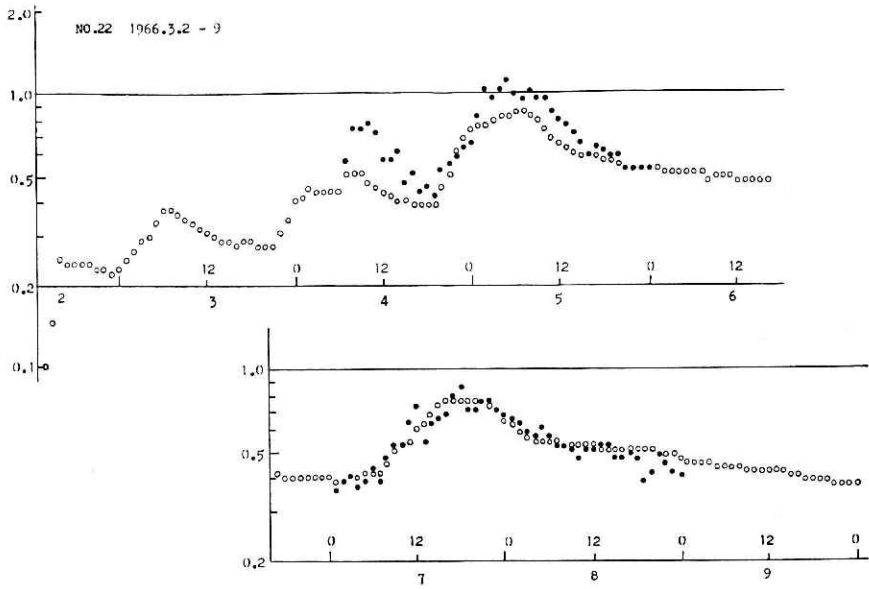


NO.20 1965.9.10 - 11

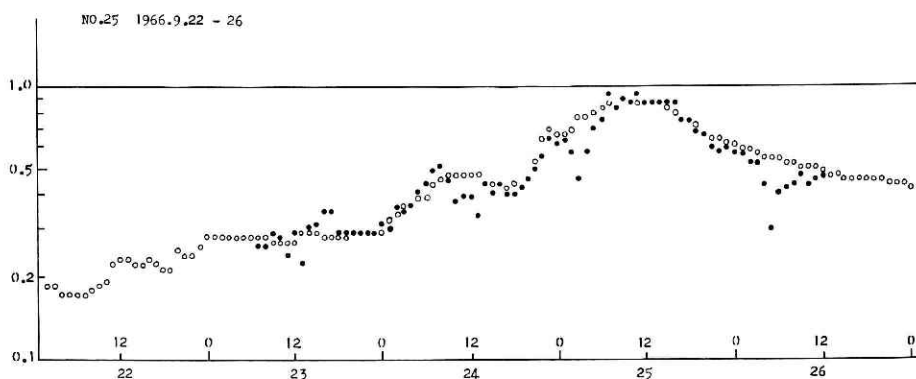
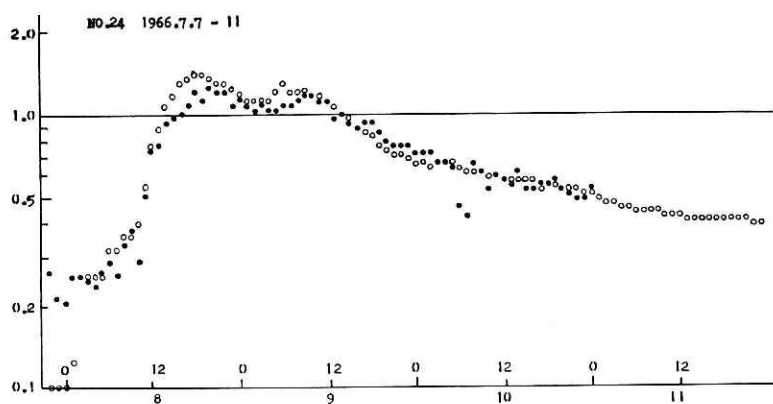


NO.21 1965.9.16 - 19





天竜川佐久間の洪水予報方式について一菅原



(1967年12月18日原稿受理)