

52

土 木 研 究 所 資 料

(第327号)

清 津 川 洪 水 調 節 計 算 報 告 書

昭和42年 7 月

建 設 省 土 木 研 究 所

清 津 川 洪 水 調 節 計 算

目 次

1. 概 要	1
〔1〕 本報告の目的	1
〔2〕 実施内容および方針	1
2. 解析の基本的諸元	3
〔1〕 計算上の諸条件	3
〔2〕 基礎資料	6
3. 流出解析	8
〔1〕 概 要	8
〔2〕 貯留関数の基礎方程式	8
〔3〕 定数解析	9
〔4〕 ハイドログラフの推算	16
4. 降雨解析	21
〔1〕 概 要	21
〔2〕 流域平均年最大連続3日雨量の超過確率	21
5. 洪水調節計算	23
〔1〕 概 要	23
〔2〕 タム調節方式	23
〔〔3〕 洪水調節計算	26
6. ま と め	29
7. 結 論	30
別図・別表一覧	31

1. 概 要

(1) 本報告の目的

清津川は信濃川の支川であって、長野・新潟両県境の狭窄部、十日町の上流で信濃川右岸に合流している流域面積 309.4 km^2 の河川である。(図1参照)

本報告の目的は、この清津川の中流部にある清津峡の上流地点に予定されている清津(八木沢)ダム建設計画の基礎資料とするもので、ダム流域を含む清津川全流域の降雨解析を行ない、それにより洪水調節計算を行なって、ダムを建設した場合の治水効果の概略を知ろうとするものである。

(2) 実施内容および方針

本解析は、基礎水文資料の状況より判断して次の内容・方針によって実施することとした。

(i) 洪水流出解析

(a) 洪水推算の基礎になる各分割流域の流域平均時間雨量は、清津川流域の雨量計配置が~~かゝうでない~~のと、観測所数が少ないこと等を考慮して、個人誤差の少ないティーセン法により求めることとした。

(b) 雨量から流量の推算は、貯留関数法によって実施することとした。

清津川流域は、面積が小さく、勾配が急であることから、流出に非線型性が強いと考えられる。また、水文基礎資料のうち、雨量は比較的整備されているが、流量については、実測資料があるのは、流域中流部のみで、懸案地点である信濃川合流点においては、それがない。

従って、基礎資料の不十分さを補い、流出に非線型性の効果を考慮できる貯留関数法は、計算も簡単であり、わが国山地河川流域の洪水流出に比較的よい適合度をもつことが、経験的に実証されているので、ここでも、この方法を用いることとした。

(c) 洪水流出量の推算に必要な水文定数は、実測の雨量および流量を基礎として解析する。

ただし、実測流量のあるのは、I流域下流端の清津(又は三俣)地点のみなので、この地点を基準に流域の定数を推定し、II流域にもこれを適用する。河道については、実測資料がないので $1/5000$ の地形図を推定の基礎として行なう。

(イ) ハイドログラフの推算は、清津（又は三俣）地点・ダム計画地点および信濃川合流点について行なうこととする。

(ii) 降 雨 解 析

清津川流域の年間の降雨資料を調べてみると、多くの資料は日雨量であり、一雨雨量はだいたい3日間にわたっていることから流域平均年最大連続3日雨量の超過確率を求め、代表降雨量を比例的に拡大して計画降雨量を推定することにした。

(iii) 洪水調節計算

まだ、ダムの諸元および調節方式等が決定されていないので、ここでは (i) で得られた流域および河道の水文定数、(ii) で推定された計画降雨量とを用いて、とりあえず、鍋底カット方式による清津川（八木沢）ダムの洪水調節容量を推定し、また、自然状態およびダム調節後の信濃川合流点における流出を推算する。

2. 解析の基本的諸元

(1) 計算上の諸条件

計算上の諸条件は、以下のとおりである。

(i) 解析対象洪水

清津川の既往洪水より、雨量および流量資料が比較的整っている3洪水を選定し、表-1に示す。

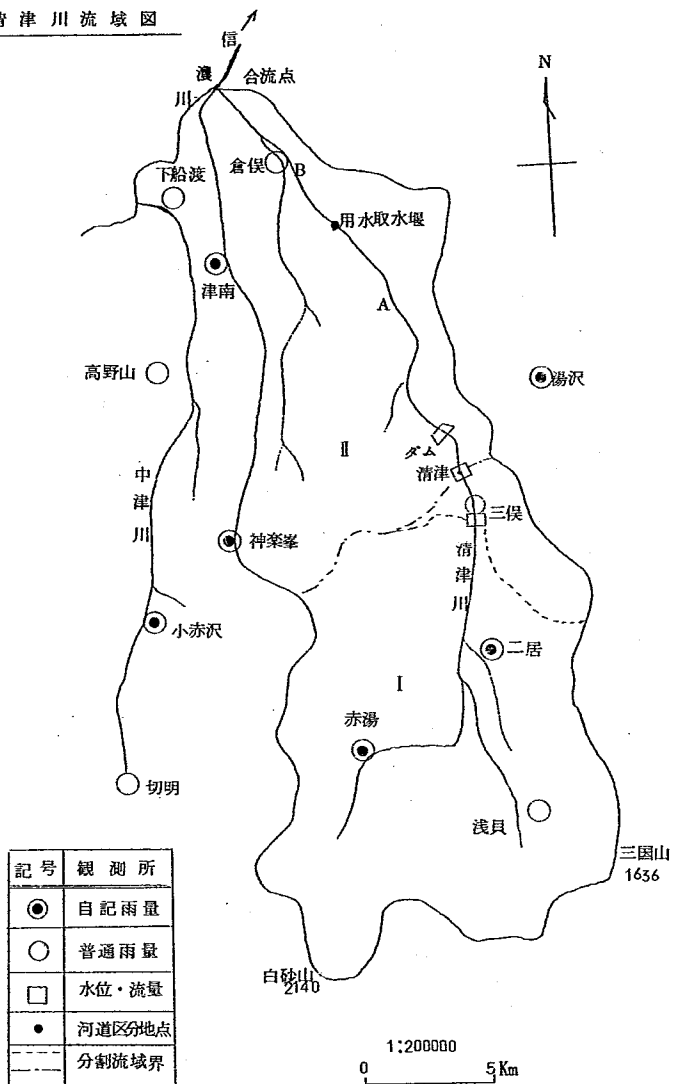
(ii) 流域および河道の分割

流域分割および河道分割は、図-1に示す2流域2河道とした。流域の分割には、清津川の流域面積・実測流量および雨量観測点等を考慮して行ない、河道の分割に当っては、清津川中流部の狭窄部を考慮して行なったものである。

また、流量の観測は、昭和40年以前においては三俣地点で、昭和41年からは清津地点において実施されている。そのため、流量観測地点およびダム地点をI流域として扱うこととすると、各分割流域の流域面積は、表-2に示すとおりである。

表-3は、 $1/5000$ の地形図より求めた河道の流路延長および平均河床勾配を示したものである。

図-1 清津川流域図



表—1 解析対象洪水

洪水番号	洪水期間
1	S.23. 9.15 ~ 18
2	S.40. 9.17 ~ 19
3	S.41. 9.24 ~ 27

表—2 分割のしかたによる流域面積の違い

分割流域	分割の境界 k ^m		
	三 俣	清 津	ダム地点
I	161.33	182.42	193.26
II	148.03	126.93	116.10
合 計	309.36	309.36	309.36

表—3 河道の流路延長・河床勾配

河 道		流路延長	平均河床勾配
A	清津～用水取水堰	18.3 Km	$I = \frac{1}{50}$
B	*用水取水堰～合流点	8.3 Km	$I = \frac{1}{59}$

* 用水取水堰地点は、新潟県中魚沼郡田沢村東田尻地先 以下同じ

(Ⅲ) 流出推算系統

図-1を考慮して、自然状態および洪水調節を行なった場合の流出推算系統モデルは、図-2に示すとおりとした。

(2) 基礎資料

(i) 雨量資料

計算に用いる各分割流域の流域平均時間雨量を別表-1に示す。(これは、湯沢砂防工事事務所において、ティーン法により求められた。)

(ii) 流量資料

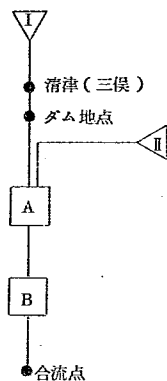
解析対象3洪水における時刻流量の全資料を、別表-2に示す。

(iii) 河道資料

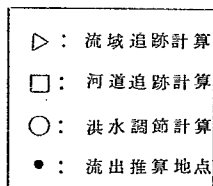
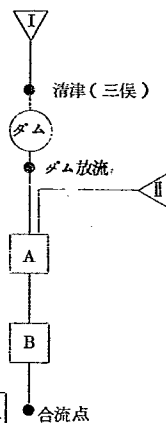
実測の資料がないので、 $1/5000$ の地形図を基礎とした。

図-2 清津川流出推算系統図

(i) 自然河道の場合



(ii) 洪水調節を含む場合



3. 流出解析

(1) 概要

流出解析は、定数解析とハイドログラフの推算とから成る。定数解析においては、各分割流域の貯留関数 $S_0(q)$ 、一次流出率 f_1 、遅滞時間 T_L 、飽和雨量 R_{sa} および河道の貯留関数 $S(Q)$ 、遅滞時間 T_L を推定する。ただし、この解析では、実測流量のあるのは、I 流域下流端の清津（又は三俣）地点のみなので、II 流域および河道については実測流量を基にした解析ができない。そこで、上記の実測流量のある地点を基準に流域定数を推定し、それより、ハイドログラフを推算して、実測流量との適合度を考慮し、定数を求めることとした。また、II 流域は残流域として扱い、I 流域で求められた定数を適用して、II 流域の降雨より II 流域の流出を推算し、I 流域の流出量に加えて河道の追跡機構に入れることとした。

河道については、実測資料がないので、矩形断面水路と仮定し、 $1/5000$ の地形図より流路延長・川幅・流路勾配を求め、さらに、粗度係数を仮定して、Manning の流速公式により、貯留量と流量の関係を求めた。

ハイドログラフの推算は、推算対象洪水について定数解析で求められた定数を用いて、各分割流域の流域平均時間雨量から清津又は（三俣）地点、ダム地点、合流点のハイドログラフを推算した。

(2) 貯留関数法の基礎方程式

(i) 流域よりの流出量の推算式

○ 不浸透域

$$\left. \begin{aligned} R_{ave} - q_L &= d S_0 / dt \\ Q_{L_1} &= 1/3.6 \cdot f_1 \cdot A \cdot q_L \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

○ 浸透域：飽和点以後の降雨による流出

$$\left. \begin{aligned} R_{ave} - q_{sat} &= d S_0 / dt \\ Q_{L_2} &= 1/3.6 \cdot (1 - f_1) \cdot A \cdot q_{sat} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$Q_L = Q_{L_1} + Q_{L_2} \quad (3)$$

$$Q(t) = Q_L(t - T_L) \quad (4)$$

ここに

R_{ave} : 流域平均雨量強度 (mm/hr)

S_0 : R_{ave} と q_L (q_{sat}) による見掛けの貯留高 (mm)

q_L : 全降雨による T_L を考慮した流出高 (mm/hr)

q_{sat} : 飽和点以後の降雨による T_L を考慮した流出高 (mm/hr)

Q_{L1} : T_L を考慮した不浸透域の流出量 (m^3/s)

Q_{L2} : T_L を考慮した浸透域の流出量 (m^3/s)

f_1 : 一次流出率

A : 流域面積 (km^2)

Q_L : T_L を考慮した流出量 (m^3/s)

$Q(t)$: 流出量 (m^3/s)

T_L : 遅滞時間 (hr)

t : 時刻

なお、基底流量は、初期流量に等しい一定値と考えて上式によって得た Q に算術的に加算する。

(ii) 河道の流出量の推算式

$$\sum_{j=1}^n I_j - Q_L = dS/dt \quad (5)$$

$$Q(t) = Q_L(t - T_L) \quad (6)$$

ここに

I_j : 流入量 (m^3/s)

Q_L : T_L を考慮した流出量 (m^3/s)

T_L : 遅滞時間

t : 時刻

S : $\sum I_j$ と Q_L による見掛けの貯留量 (m^3)

(3) 定数解析

(i) 流域の定数

(a) 定数の一次推定

ここで求めるべき定数は、流入係数 f 、遅滞時間 T_L および貯留量曲線である。

別表-3は、昭和41年洪水のI流域における流域平均時間雨量 R_{ave} と清津地点の実測流量とを示したものである。これらの値を用いて、定数を求めるわけであるが、 $f \cdot T_L$ ・貯留量曲線の値は、同時に求めるのは困難である。

そこで、まず、別表-4に示すように、 T_L を $T_L=0$ と仮定して、 f を計算し、それより貯留量曲線を求める。(別図-1参照)

次に、その曲線のLoop状況より、 T_L の仮定を修正して、さらに f ・貯留量曲線を計算し、(別表-5)、 T_L 仮定値の適否を判断すると云った試算を繰り返す。最終的には貯留量曲線のループがなくなり一本の曲線に近似できるようにする。そのときの f 、 T_L および貯留量曲線が求める解である。

ここでは、 $T_L=1.0$ で、 $f=0.674$ となり、この条件での貯留量曲線別図-2を得た。さらに、この貯留量曲線を両対数紙にプロットして、別図-3とする。他方、昭和40年の洪水についても同様に貯留量曲線を求め、これらの洪水を重ね合わせて(別図-4)、全体が直線上にのるように調整し、ピーク流量附近に重点をおいて目視によって平均直線を引き、 $S_0=Kq^P$ における K 、 P の値を推定する。

その結果、流域の貯留関数は、 $S_0=38.4 q^{0.326}$ と推定された。(昭和23年の洪水については十分な流量の実測資料がないので、ここでは対象にできなかった。)

(四) ハイドログラフの一次推算および検討

(イ)によって得られた貯留関数 $S_0=38.4 q^{0.326}$ を用いて、I流域の流域平均時間雨量から、推算式(1)~(4)により、I流域下流端の清津(三俣)地点のハイドログラフを推算した。(ここでは、手計算によった。別図-5にその貯留量曲線を示す。)この推算流量と実測流量とを比較してみると、図-3のとおりであり、両者のピーク流量生起時刻は、よく一致しており、推算波形も全体的にかなり良い相似を示している。

従って、一次推定の流域貯留関数は、妥当なものと判断してよいと思う。

以上により、定数の第二次推定においては、それ以外の定数について検討を行なう。

(イ) 定数の二次推定

定数の二次推定においては、一次流出率 f_1 、および飽和雨量 R_{sa} を検討する。

f_1 の検討は、洪水の立ち上がり部分の実測流量に対する推算流量の適合度によって行なう。ここでは、一次推算のハイドログラフおよび全国河川の解析結果を考慮して、昭和41年洪水については、 $f_1=0.4$ を、昭和40年洪水については $f_1=0.56$ をとることとした。

一方、損失雨量 RL は、(イ)で求めた f を用いて、 $R(1-f)$ とおける。他方、一次流出率 f_1 、飽和雨量 R_{sa} のときの損失雨量は、 $R_{sa}(1-f_1)$ であるから、両損失雨量を等しいと置いて、次の式が得られる。

図-3 ハイドログラフの一次推算

(昭和41年9月洪水)

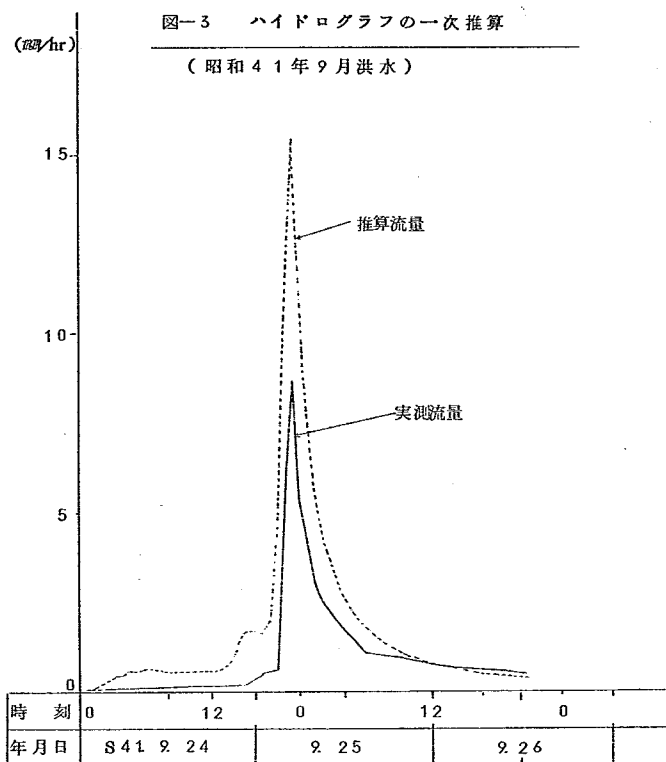
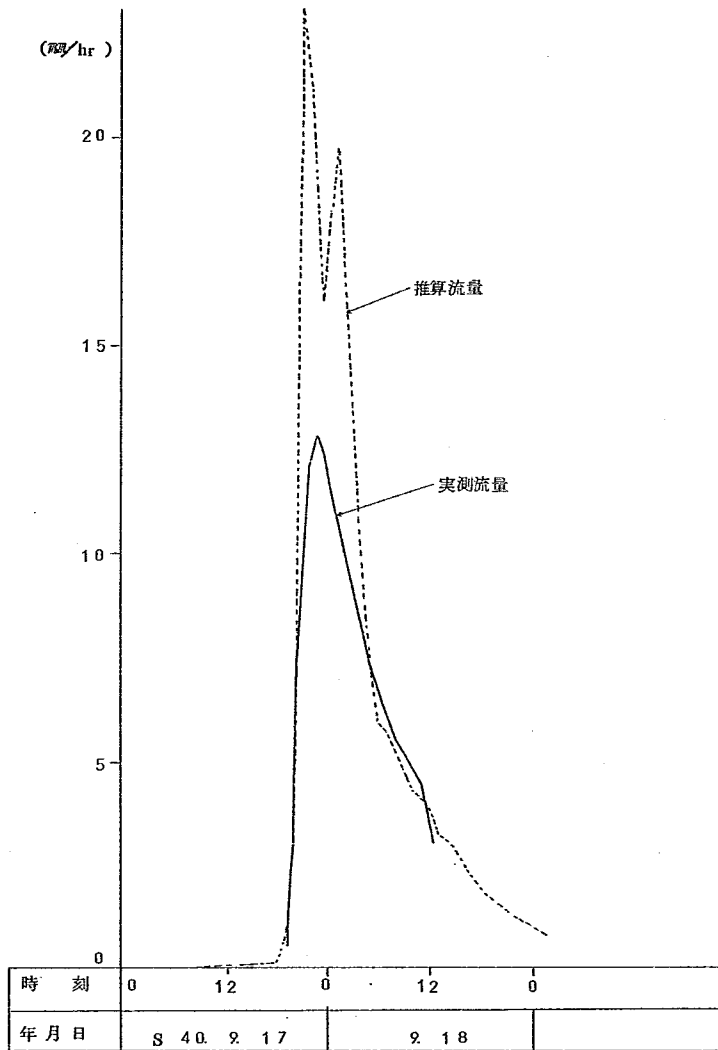


図-3 ハイドログラフの一次推算

(和 年 4 0 年 9 月 洪水)



$$R_{Sa} = (1-f) \cdot R / (1-f_1) \cdots \cdots R: \text{総雨量} \quad (7)$$

しかし、ここで求まる R_{Sa} の値は、流域の湿潤状態・吸湿能力等によって変化するため、 R_{Sa} を試算的に変化させ、実測および推算流量との適合度を検討しながら決定する。

試算経過の一例を別表-6に示す。

(3) ハイドログラフの二次推算および検討

(i) で述べたように f_1 を決め、 R_{Sa} を試算的に変化させながら清津および三俣の実測流量に最も適していると思われる推算ハイドログラフを求めると、図-4のとおりである。

このときの、 f_1 および R_{Sa} の値は、それぞれ次のとおりであった。

昭和41年洪水: $f_1 = 0.40$, $R_{Sa} = 55^{mm}$

昭和40年洪水: $f_1 = 0.56$, $R_{Sa} = 137^{mm}$

昭和23年洪水: $f_1 = 0.50$, $R_{Sa} = 200^{mm}$

ただし、昭和23年の洪水については、十分な実測資料がないので上記2洪水の定数を考慮して求めたものである。

また、神流川・渡瀬地点 ($A = 373 \text{ km}^2$) において土木研究所が調べた例では次のようになる。

昭和23年～昭和31年までの主要10洪水について一次流出率 f_1 および飽和雨量 R_{Sa} は

$$f_1 = 0.41 \sim 0.67$$

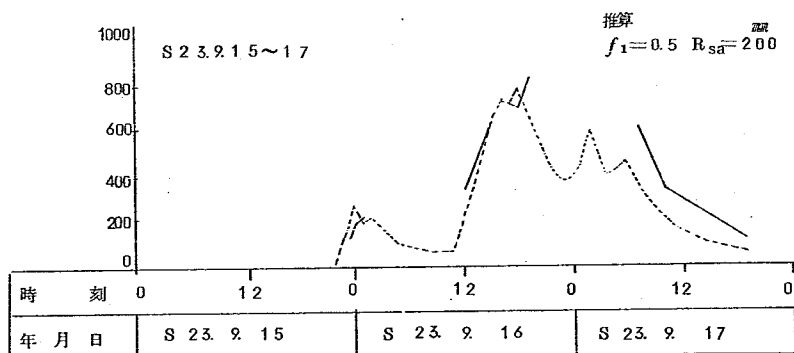
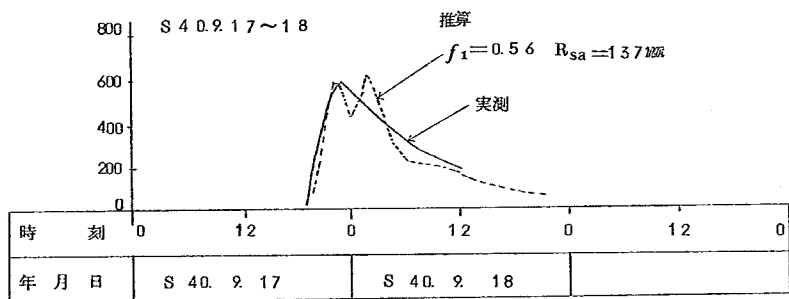
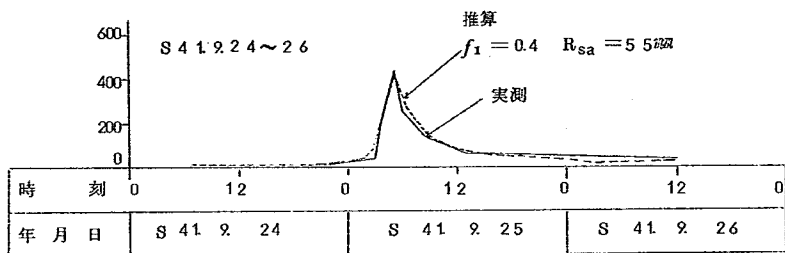
$$R_{Sa} = 41.3 \sim 201.3^{mm}$$

となる。

清津川の値は、この範囲内におさまっているので、上記清津川の値を使用することは妥当であろう。

これらの結果を見ると、昭和41年の洪水は、非常によい適合度を示している。昭和40年の洪水の場合には、三俣地点の水位記録は、単一ピークであるが、隣の流域魚野川の大河原地点では、ダブルピークになっている所から判断すると、図-4に示した実測流量と推算流量との比較は、一言にすれば云えぬものがあるようである。しかしながら、昭和41年、昭和40年の2洪水は、全体としてかなり良い適合度を示しており、これまでに得られた定数による洪水推算は、十分な精度をもつものと考えられ

図-4 ハイドログラフの二次推算



る。

ただ、昭和23年の洪水については、十分な適合度をもつとは思われないが、基礎データ-の状況より考えて、これ以上の精度を求めるのは困難なものと判断される。

従って現段階においては、これらの定数を妥当なものと見なし、解析を進めることとする。

(ii) 河道の定数

清津川は、清津流量観測所から用水取水堰地点までの13.3 Kmは、清津峡と云われる川幅20 m程度の狭窄部があり、これを過ぎてから信濃川合流点までの8.3 Kmの区間は、川幅は120～200 mとなる。従って、河道は、

(A) 清 津 ～ 用水取水堰 (13.3 Km)

(B) 用水取水堰 ～ 合流点 (8.3 Km)

の2区間に分けて、河道の貯留関数を求めることとする。

(i) 河道の貯留関数

すでに述べたように、河道については、実測の資料がない。そこで、 $1/5000$ の地形図より、河床勾配・川幅を求め、粗度係数0.05の矩形水路(別図-6)と仮定して、Manningの流速公式により水位・流量関係を求めた。(別表-7)

さらに、流路延長を用いて、貯留量と流量との関係を求めた。(別表-8参照)。この別表-8より、各区間における貯留量と流量との関係をプロットして、別図-7、8に示す河道の貯留量曲線を求めた。

(ii) 河道の遅滞時間

河道の遅滞時間 T_L は、流路延長・流路勾配との経験式(8)を用いて推定すると、

$$T_L = 7.36 \times 10^{-4} \times L \times I^{-0.5} \quad (8)$$

L : 流路延長 (Km)

I : 平均河床勾配

A区間は、0.07 hrであり、B区間は、0.05 hrであるが、追跡計算間隔0.5 hrから較べると、これらの値は、非常に小さいので、ここでは、河道の遅滞時間 $T_L = 0$ として扱うこととする。

(iii) 定数の決定

以上、定数の検討を行なってきたが、定数解析においては、少なくとも10洪水程度の実測資料が必要であるが、ここでは、解析に用いるに十分な実測流量資料のあるのは、

昭和41年と昭和40年の2洪水のみである。従って、現在の基礎資料・精度等を考えると、とりあえず、清津川の水文定数は、下記の程度であると判断される。

(イ) 流域定数

貯留関数 S_0 : $S_0 = 38.4 q^{0.326}$, 別図-9

一次流出率 f_1 : $f_1 = 0.4 \sim 0.56$

飽和雨量 R_{sa} : $R_{sa} = 35 \sim 200 \text{ mm}$

遅滞時間 T_L : $T_L = 1.0 \text{ hr}$

初期流量 Q_b : 表-4

(ロ) 河道定数

貯留関数 S : (A)清津～用水取水堰, 別図-7

(B)用水取水堰～合流点, 別図-8

遅滞時間 T_L : $T_L = 0$

表-4 初期流量

地 点 洪水年月日	清 津		三 俣	
	流 量	流 出 高	流 量	流 出 高
S. 41. 9. 24 ~ 26	$4.4 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$0.09 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$		
S. 40. 9. 17 ~ 18			$25.0 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$0.26 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$
S. 23. 9. 15 ~ 17			0.0	0.0

(4) ハイドログラフの推算

表-1の3洪水を推算対象洪水として、定数解析により求められた水文定数および流域平均時間雨量を用いて、I流域下流端の清津又は(三俣)地点・ダム計画地点・信濃川合流点についてハイドログラフを推算した。

先に述べたように、ダム地点および合流点については、実測の流量がなく、流量のチェックポイントはI流域下流端のみである。従って、ダム地点は、I流域の流出量をダム地点の面積比によって比例的に拡大して求めた。また合流点については、II流域を残流域として扱い、I流域で求められた定数を適用して、II流域の流域平均時間雨量より、

Ⅱ流域の流出量を推算し、それにⅠ流域の流出量を加えて、河道の追跡機構に入れ、合流点の流出量を推算した。

演算は、デジタル計算機を用いて、基礎式3の〔2〕-（1）～（6）式に基づき、流域の貯留関数は、別図-9に示す7本の折線に、河道の貯留関数は、別図-7、8に示す4本の折線にそれぞれ近似して実施した。

その結果は、図-5に示すとおりである。

図-5 推算ハイドログラフ

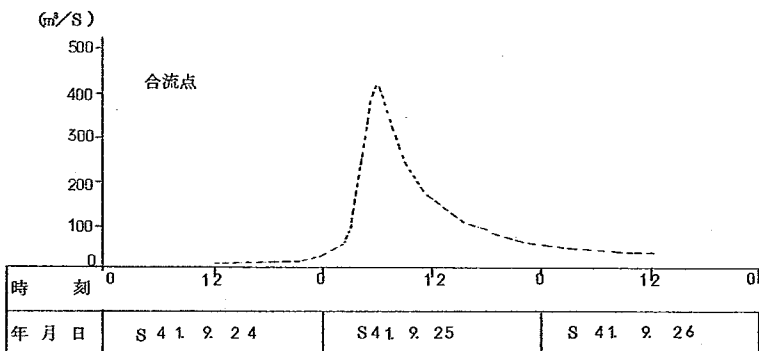
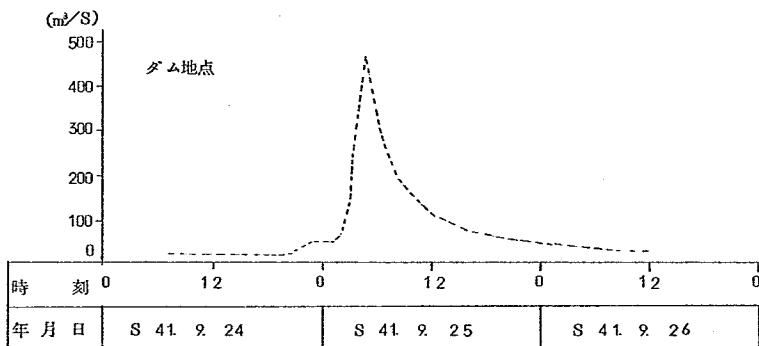
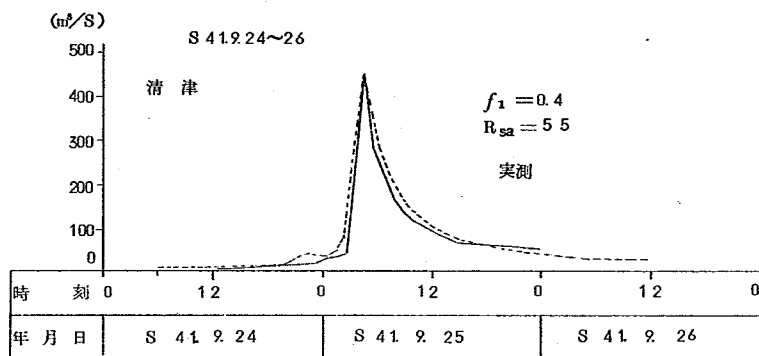
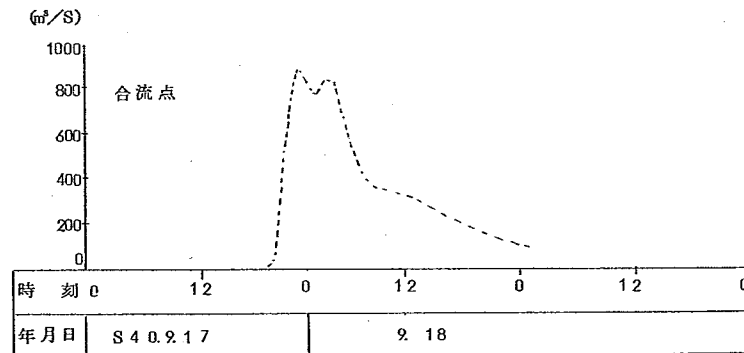
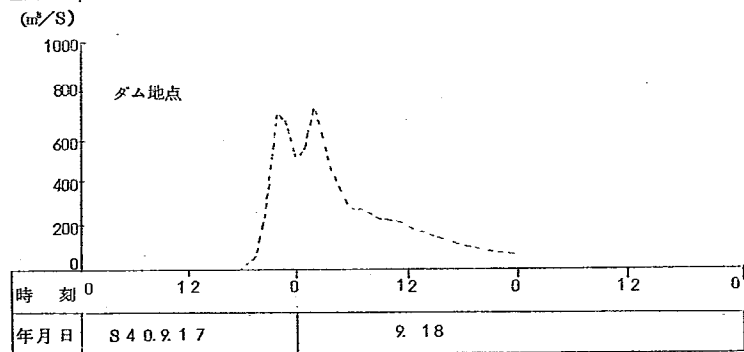
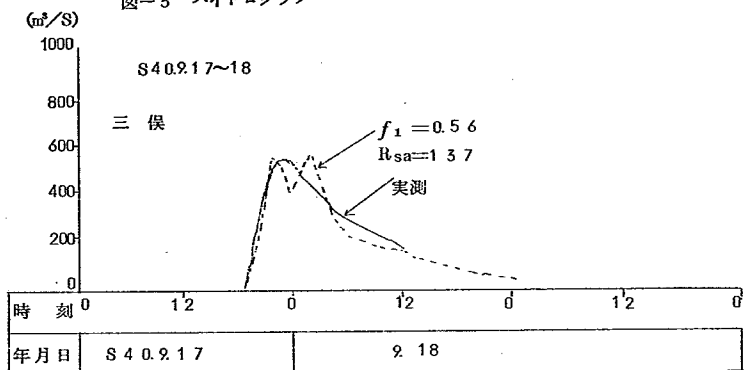
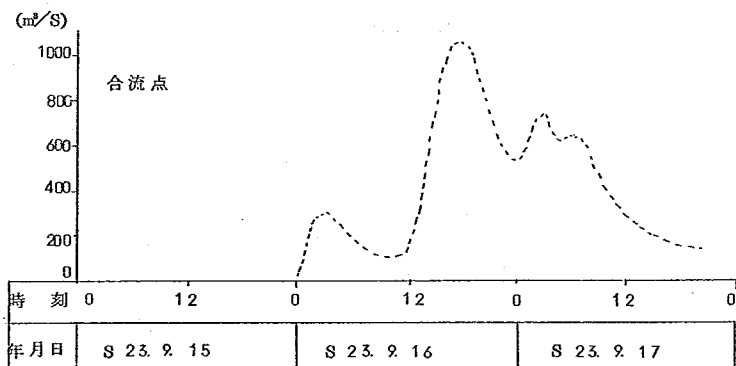
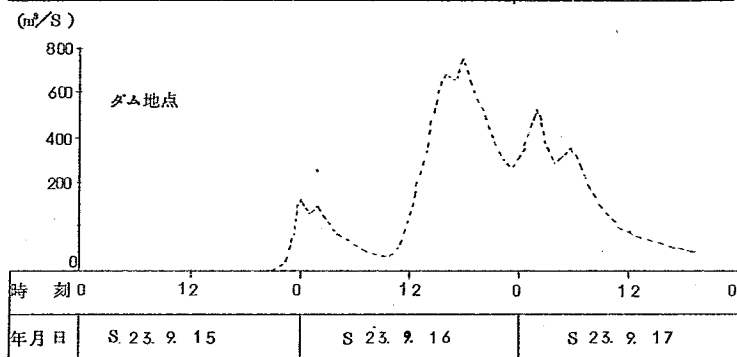
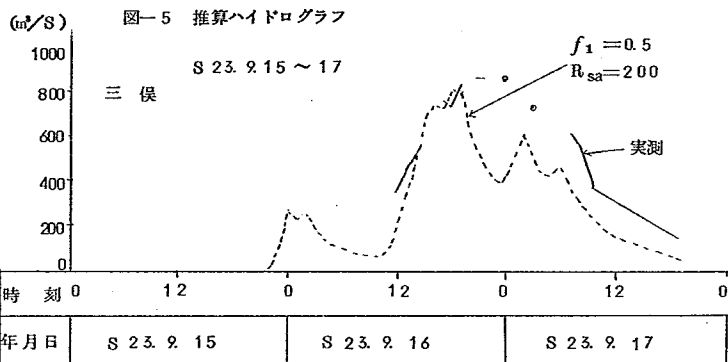


図-5 ハイドログラフ





4. 降 雨 解 析

(1) 概 要

清津川流域の年間降雨資料から、流域平均年最大連続3日雨量の超過確率を推算し、表-1に示した既往3洪水の流域平均雨量を代表降雨として、これを比例的に拡大し計画降雨を推定する。

一般には、降雨の地域分布および時間分布を調査したうえで、代表降雨を選定すべきであるが、本解析においては、資料が不十分なため行なうことができなかった。

(2) 流域平均年最大連続3日雨量の超過確率

本来、降雨解析においては、一雨雨量のほか、降雨の地域分布・時間分布（雨量強度分布）等を考慮して、分類・解析することが望ましいが、本解析においては、既往降雨について地域および時間分布の資料が得られなかった。従って、超過確率の計算は、Gumbel法により、昭和13年～昭和41年までの29年間の各年最大流域平均連続3日雨量について行なった。ここで連続3日雨量を対象としたのは、既往の降雨資料から、降雨継続時間は、30～50時間にわたること、また、解析に用いる降雨資料は、日雨量資料であること等から、一雨雨量としては、連続3日雨量をとることとした。

計算のための既往降雨の基礎資料は、別表-9に、これによる超過確率の計算結果は、別表-10に示すとおりである。なお、解析確率年としては、とりあえず、50年、100年、150年をとることとし、各確率年における降雨量を求めると、表-5のとおりである。さらに、総降雨量がこの各確率雨量に一致するように、代表降雨を比例的に拡大して、これを計画降雨とした。表-6にこれらの比例定数を示す。

ただし、昭和41年洪水については、確率年1.5年降雨にすぎず、50年確率に比例拡大すると、時間雨量 $101.2^{mm}/hr$ になる強降雨を想定することになるので、これを解析対象洪水としないことにする。

表—5 確率雨量

Gumbel $P = 1 - e^{-e^{-y}}$

確率年	超過確率	極値変量	確率雨量
T = 150	P = 0.00667	y = 5.007	x = 401.6 ^{mm}
T = 100	P = 0.01	y = 4.600	x = 377.2 ^{mm}
T = 50	P = 0.02	y = 3.902	x = 335.5 ^{mm}

$$*x = 59.771y + 10.23$$

$$y = 0.0167305x - 1.7115$$

表—6 計画降雨の比例定数

確率年	洪水 代表 雨量	S. 23	S. 40	S. 41
		334.8 ^(mm)	238.5 ^(mm)	103.4 ^(mm)
150	401.6 ^(mm)	1.200	1.684	3.884
100	377.2	1.127	1.582	3.648
50	335.5	1.002	1.407	3.245

5. 洪水調節計算

(1) 概要

この目的は、信濃川本川の洪水ピーク時に清津川からの流入量を最小におさえようとするもので、信濃川本川の洪水ピーク時に、清津川Ⅰ流域の流出量を清津川（八木沢）ダムにより、全量カットし、その時の清津川より本川への流入量は、Ⅱ流域の流出のみとするものである。

しかし、清津川合流点における信濃川本川の流量に関する実測資料があるわけではなく、またダム諸元および調節方式等が決定されていない。

そこで、ここでは、隣接している中津川と、その合流点における信濃川本川との実測流量資料を基礎に次項で述べるような、2、3のカット方法を決め、3で求められた流域および河道の水文定数、4で推定した計画降雨等を用いて、自然状態およびダム調節後の流出推算を行ない、各計画洪水時にどれだけのダム調節容量が必要かを推定することとする。

(2) ダム調節方式

前述のように、また、ダム諸元、調節方式等が、未決定であり、また、清津川合流点における信濃川本川の実測流量資料がないので、ここでは、隣接流域である中津川の合流点における信濃川本川および中津川の流量のピーク時刻を調査し、それを基として、ダムの調節方法を定めることとした。

表-7は、既往洪水について、中津川とその合流点における信濃川本川との流量ピーク時刻を示したものである。これによると、*印の洪水のみ例外的に、中津川のピーク時刻より遅れているが、これを除いた他の洪水においては、中津川のピークは、信濃川本川のピークより6~18時間早く、合流時差は平均して12時間程度であった。

また、中津川合流点は、清津川合流点より約5km上流にあるので、安全を見込み、清津川合流点における信濃川本川の合流時差は、中津川における値をそのまま用いることとし、とりあえず、鍋底カット方式による次のような調節方法を決めた。

- Type 1: 合流時差の最小から最大までを全量カットする。すなわち、清津川ピーク1時間後よりカットを始め、6時間後より18時間後までを全量カットする。
- Type 2: 合流時差の最小と最大を除いた分を全量カットする。すなわち、清津川ピーク4時間後よりカットを始め、9時間後より15時間後までを全量カットする。

Type3: 合流時差の変動±6時間を考慮して、清津川ピーク1時間後よりカットを始め、6時間後より12時間後までを全量カットする。

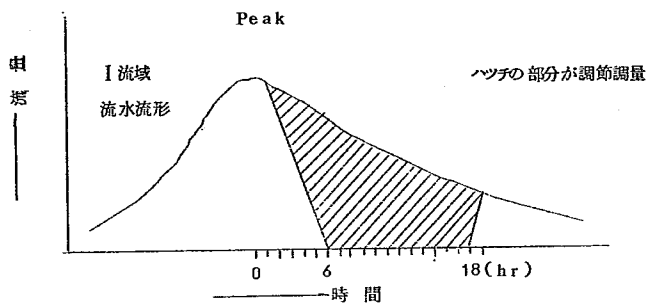
これらのカット方法の模式図は、図-6に示すとおりである。

表一 中津川とその合流点における信濃川本川のピーク時差

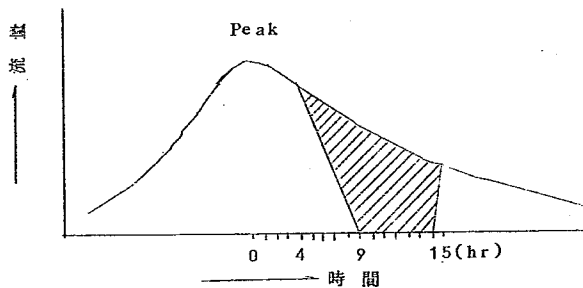
洪水生起 年 一 月	ピーク流量 (m³/s)		中津川合流点におけるピーク時刻		合流時点
	信 濃 川	中 津 川	信 濃 川	中 津 川	
			日 時 分	日 時 分	時 間 分
S. 20-10	4,930	183	6- 5-00	5-13-40	15-20
S. 25- 9		591	17- 6-40	16-17-40	13- 0
S. 24- 9	3,600	314	1-13-00	1- 2-40	10-20
S. 25- 8	3,300	647	5-22-00	5-12-40	9-20
S. 27- 7	2,700	133	15- 4-00	14-14-40	13-20
*S. 28- 7	2,195	67	24- 9-00	25-00-40	*15-40
S. 28- 9	2,790	310	26-14-00	25-22-40	15-20
S. 31- 9	2,477	103	28- 7-00	28-00-40	6-20
S. 33- 7	2,353	81	26-23-00	26-10-40	12-20
S. 33- 9	4,240	750	19- 0-00	18- 5-40	18-20
S. 33- 9	3,332	256	27-11-00	27- 2-40	8-20
S. 34- 8	7,150	653	15- 0-00	14-10-40	13-20
S. 36- 6	3,825	132	30- 0-00	29-12-40	11-20

注) *印の洪水のみ例外的に中津川のピーク時刻が本川ピーク時刻より遅れている。

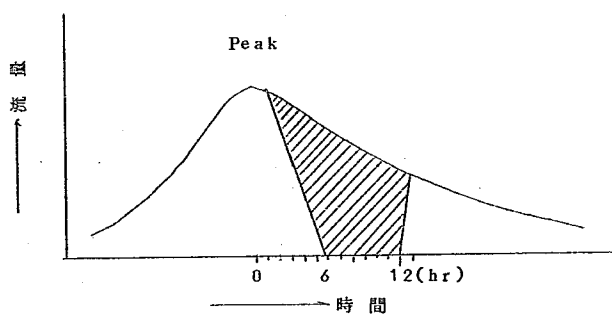
図-26 ダム調節方式の模式図
Type 1



Type 2



Type 3



(3) 洪水調節計算

(i) 自然状態における流出推算

4. 推定した計画降雨の比例定数により代表降雨の流域平均時間雨量を比例的に拡大して、計画降雨群を推定し、これを用いて、3.で求めた流域および河道の水文定数によって、図-2の(i)の流出推算系統に従い自然状態における流出を推算した。

推算結果は、別図-10、表-8、表-9に示すとおりである。表-8は、各確率年における計画降雨量と合流点におけるピーク流量を、表-9には、各推算地点における各確率年のピーク流量を示した。

また、図-7は、表-8にもとづく清津川流域平均連続3日雨量と合流点における洪水ピーク流量の関係を示したものである。

表-8 各確率年における計画降雨量と合流点ピーク流量

洪水	確率年	α	計画降雨量(mm)	合流点ピーク流量($\frac{m^3}{s}$)
S. 40. 9 17-18	10.3	1.000	238.5	916.5
	50	1.407	335.5	1910.0
	100	1.582	377.2	2344.6
	150	1.684	401.6	2578.4
S. 23. 9 15-17	50	1.002	335.5	1220.8
	100	1.127	377.2	1610.2
	150	1.200	401.6	1797.8

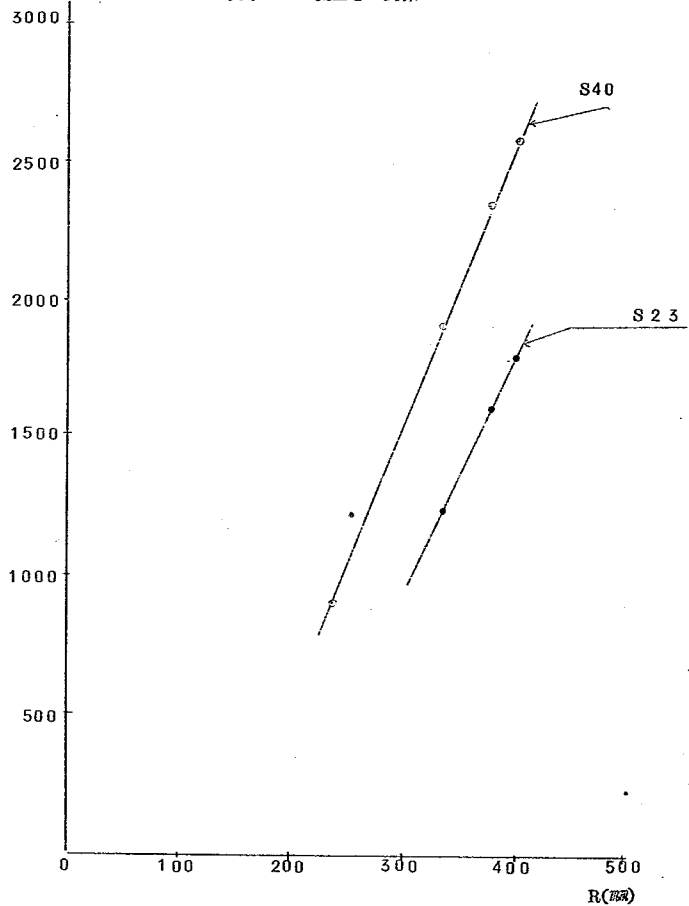
表-9 清津川主要地点における各確率年対応ピーク流量

年月日	地点	確率年 流量・比流量 流域面積		50		100		150	
		(km ²)	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)	(m ³ /s)
S. 40. 9 17-18	三俣	161.33	1380.9	8.56	1685.1	10.43	1855.8	11.49	
	ダム地点	193.26	1654.2	8.56	2016.2	10.43	2220.7	11.49	
	合流点	309.36	1910.0	6.17	2344.6	7.58	2578.4	8.33	
S. 23. 9 15-17	三俣	161.33	917.1	5.68	1281.6	7.94	1408.9	8.73	
	ダム地点	193.26	1098.6	5.68	1535.2	7.94	1687.8	8.73	
	合流点	309.36	1220.8	3.95	1610.2	5.20	1797.8	5.81	

Q_{perk}

(m^3/s)

図-7 流域平均3日雨量と合流点における
洪水ピーク流量との関係



(ii) 洪水調節を行なったと想定した場合の流出計算〔2〕で述べた調節方式により、(i)と同様に、計画降雨群を用いて、図-2の(ii)に示す流出推算系統図に基き、ダム調節後の流出を推算した。

推算結果は、別図-10、表-10に示すとおりである。表-10は、各確率年における洪水時に、それぞれの調節方法によるダムの調節容量を示したものである。

表-10 各確率年におけるダム調節容量

S. 4.0. 9. 17-18

確 率 年	α	Type 1 (m)	Type 2 (m)	Type 3 (m)
10.3	1.000	9.25×10^6	6.30×10^6	6.13×10^6
50	1.407	23.58×10^6	6.61×10^6	17.84×10^6
100	1.582	25.24×10^6	6.54×10^6	19.10×10^6
150	1.684	26.08×10^6	6.55×10^6	19.71×10^6

S. 2.3. 9. 15-17

確 率 年	α	Type 1 (m)	Type 2 (o)	Type 3 (m)
50	1.002	18.59×10^6	10.50×10^6	12.38×10^6
100	1.127	19.96×10^6	11.60×10^6	13.09×10^6
150	1.200	20.76×10^6	12.21×10^6	13.53×10^6

6. ま と め

ここで実施した清津川洪水調節計算は、基礎水文資料が不十分なため、現在はこれ以上は望みがたい。今後の水文資料を整備し、それに基づくより精度の高い解析が行なわれることを望む。

本報告で、流出解析においては、既往3洪水を基に実測資料のあるI流域だけの判断により流域の定数を定め、河道については、 $\frac{1}{5000}$ の地図を参考として清津川の洪水推算に必要な水文定数を下記程度と推定し、この定数に基づくハイドログラフを、図-5 (P.18~20)に得た。

(I) 流 域 定 数

(イ) 貯留関数 S_0 : $S_0 = 38.4 q^{0.326}$ 別図-9

(ロ) 一次流出率 f_1 : $f_1 = 0.4 \sim 0.56$

(ハ) 飽和雨量 R_{sa} : $R_{sa} = 35 \sim 200^{mm}$

(ニ) 遅滞時間 T_L : $T_L = 1.0 \text{ hr}$

(II) 河 道 定 数

(イ) 貯留関数 S : ・A河道=清津~用水取水堰 (別図-7参照)

・B河道=用水取水堰~合流点 (別図-8参照)

(ロ) 遅滞時間 T_L : $T_L = 0$

しかし、今後、重要地点であるダム地点・合流点の流量および河道資料を整備してゆき、さらに詳細な定数解析を実施することが望ましい。

また、降雨解析においても、資料不足により、降雨の地域および時間分布等の検討ができないまま、既往3洪水の降雨を代表降雨として扱い、P.22の表-6に示す計画降雨を得たが、ダム調節効果の判定にあたっては、できうるかぎり多くの降雨型を含めて検討する必要がある。

調節計算においては、合流点における信濃川本川の実測資料がないので、隣接流域の中津川における資料を基に、調節方式を決め(P.25の図-6)、各確率洪水時に必要なダム調節容量(P.28の表-10)、を知るにとどめたが、もし、このような調節方式を用いるとすれば、貯水位が制限水位においても、 $1500 \sim 2000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度の放流能力を有するダムを構築しなければならない。従って、今後、清津川合流点における信濃川本川の実測流量資料を収集し、ダム諸元が決定された後、再び、調節方式を検討し直す必要がある。

7. 結 論

図-6の模式図に示すような、ダム調節方式によるそれぞれの確率洪水におけるダム調節容量は、表-10に示すとおりである。

これによれば、50年確率においては、 $15 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、100年確率においては、 $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ 程度の調節容量が必要と思われる。

おわりに、この解析を実施するに当たり、北陸地建濁沢砂防工事事務所の服部工務課長はじめ、岩田調査係長ならびに調査係の方々に大変お世話になりましたことを感謝いたします。

(担当 石 塚 一 成)

別図・別表一覧

別表 - 1	流域平均時間雨量表	(1)
別表 - 2	時刻流量表	(4)
別表 - 3	雨量・流量表	(7)
別表 - 4	貯留量曲線計算例 ($T_L=0$ の場合)	(8)
別表 - 5	貯留量曲線計算例 ($T_L=1.0$ の場合)	(11)
別表 - 6	R_{Sa} の試算例	(17)
別表 - 7	Manning の流速公式による水位・流量表	(20)
別表 - 8	流量～貯留量表	(22)
別表 - 9	年最大流域平均3日雨量表	(24)
別表 - 10	超過確率計算書	(25)
別図 - 1	$T_L=0$ の場合の貯留量曲線	(10)
別図 - 2	$T_L=1.0$ の場合の貯留量曲線	(13)
別図 - 3	$S_o - q$ 図	(14)
別図 - 4	$S_o - q$ 図 (調整)	(15)
別図 - 5	流域貯留量曲線図	(16)
別図 - 6	河道のモデル (矩形水路と仮定)	(19)
別図 - 7	河道の貯留量曲線・折線近似 (A河道)	(26)
別図 - 8	河道の貯留量曲線・折線近似 (B河道)	(27)
別図 - 9	流域の貯留量曲線の折線近似	(28)
別図 - 10	自然状態およびダム調節後における推算ハイドログラフ	(29)

別表—1 流域平均時間雨量

KIYOTSU
S. 23. 9. 15-17

T	I 流域 Rave (mm/hr)	II 流域 Rave (mm/hr)	T	I 流域 Rave (mm/hr)	II 流域 Rave (mm/hr)
15- 1	0.0	0.0	16-16	30.6	20.5
2			17	18.7	12.5
3			18	18.7	12.5
4			19	7.9	5.4
5			20	7.2	4.8
6			21	3.6	2.4
7			22	3.2	2.1
8			23	3.9	2.7
9			24	7.2	4.7
10			17- 1	11.1	7.5
11			2	13.9	9.3
12			3	2.0	1.3
13			4	3.2	2.2
14			5	7.2	4.8
15			6	9.1	6.1
16			7	0.8	0.5
17			8	0.0	0.0
18			9	0.4	0.3
19	0.0	0.0	10	0.0	0.0
20	0.8	0.5	11		
21	14.3	9.6	12		
22	18.7	12.5	13		
23	28.6	19.2	14		
24	35.0	23.4	15		
16- 1	3.6	2.4	16		
2	13.9	9.4	17		
3	1.2	0.8	18		
4	0.4	0.2	19		
5	0.0	0.0	20		
6	0.4	0.3	21		
7	0.4	0.3	22		
8	0.0	0.0	23		
9	1.6	1.0	24	0.0	0.0
10	4.3	3.0			
11	9.6	6.3			
12	24.2	16.3			
13	27.9	18.6			
14	28.2	18.9			
15	35.8	24.0			

別表 1 流域平均時間雨量

KIYOTSU
S. 40. 9. 17-18

T	I 流域 Rave (mm/hr)	II 流域 Rave (mm/hr)	T	I 流域 Rave (mm/hr)	II 流域 Rave (mm/hr)
17- 1	0.0	0.0	18- 1	21.9	14.2
2			2	8.7	15.4
3			3	1.7	4.6
4			4	1.5	2.7
5			5	1.0	2.3
6			6	4.9	3.5
7			7	3.7	5.5
8			8	2.7	6.4
9	0.0	0.0	9	2.7	3.2
10	5.4	2.5	10	3.5	6.2
11	1.0	1.4	11	2.5	2.1
12	1.2	0.9	12	0.4	2.5
13	2.0	1.4	13	2.3	1.8
14	0.8	1.1	14	1.7	0.0
15	3.2	2.1	15	0.0	3.2
16	4.7	1.4	16	0.0	1.4
17	3.2	6.6	17	0.5	0.0
18	14.1	7.6	18	0.0	0.0
19	28.6	28.4	19		
20	36.5	30.3	20		
21	36.3	29.3	21		
22	20.0	16.1	22		
23	9.2	14.4	23		
24	21.0	10.8	24	0.0	0.0

別表—1 流域平均時間雨量

KIYOTSU
S. 41. 9. 23-25

T	I 流域 Rave (mm/hr)	II 流域 Rave (mm/hr)	T	I 流域 Rave (mm/hr)	II 流域 Rave (mm/hr)
23- 1	0.0	0.0	24-16	0.5	0.0
2			17	0.5	
3			18	0.5	
4			19	1.9	0.0
5			20	4.2	0.2
6			21	7.6	0.0
7			22	3.9	5.9
8			23	1.4	0.3
9			24	1.3	0.2
10	0.0	0.0	25- 1	4.6	1.8
11	0.3	0.0	2	18.8	7.5
12	0.7	0.2	3	31.2	18.6
13	0.8	0.0	4	20.8	21.1
14	0.2	0.0	5	2.1	3.3
15	0.4	0.0	6	0.3	0.2
16	0.0	0.0	7	0.0	0.0
17	0.0	4.0	8		
18	0.3	0.0	9		
19	0.7	0.5	10		
20	0.4	0.8	11		
21	0.5	0.3	12		
22	0.5	0.5	13		
23	0.5	0.0	14		
24	0.0	0.0	15		
24- 1	2.2	0.5	16		
2	4.2	1.8	17		
3	3.6	0.7	18		
4	3.8	1.9	19		
5	0.4	2.2	20		
6	3.3	3.9	21		
7	0.0	1.6	22		
8	1.9	0.0	23		
9	0.1		24	0.0	0.0
10	0.0				
11	0.0				
12	1.0				
13	0.3				
14	0.3				
15	0.7	0.0			

別表 - 2 時刻流量表

MITSUMATA DISCHARGE Q (m³/sec)

S. 23. 9. 15-18

A = 161.33m²

Time/Date	15	16	17	18
1		240.0	834.9	100.6
2				
3				
4			708.9	
5				
6				
7			623.8	
8			556.9	
9			425.2	
10	6.7		340.5	
11			326.2	
12		340.5	300.5	
13		425.2	280.8	75.6
14		535.9	250.1	57.0
15			224.5	37.3
16			200.2	37.8
17		750.6	180.5	
18		708.9	155.1	35.5
19		834.9	120.3	
20				
21				
22		840.5		
23	120.2	834.9		
24	200.1			

別表—2 時刻流量表

MITSUMATA DISCHARGE Q (m^3/sec)

S. 40. 9. 17-19

$A = 161.33Km^2$

Time / Date	17	18	19
1		500.0	
2		455.0	
3		410.0	
4		375.0	
5		325.0	
6		300.0	
7		275.0	
8		250.0	
9		235.0	
10		217.0	
11		200.0	
12		175.0	
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19	25.0		
20	205.0		
21	425.0		
22	545.0		
23	580.0		
24	555.0		

別表—2 時刻流量表

KIYOTSU DISCHARGE $Q(m^3/sec)$

S. 41. 9. 24-27

 $A = 182.43 km^2$

Time/Date	24	25	26	27
1	4.4	27.9	37.7	22.9
2	4.6	28.5	36.2	22.9
3	4.6	34.0	34.8	22.4
4	4.9	27.9.4	33.3	22.4
5	5.2	44.1.1	32.6	22.4
6	5.4	27.0.9	31.2	21.8
7	5.4	21.1.8	30.5	21.8
8	5.7	15.3.9	29.9	21.2
9	6.0	12.6.3	29.9	21.2
10	6.3	11.0.3	29.2	21.2
11	6.5	9.7.8	27.9	20.7
12	8.3	8.4.9	27.9	20.7
13	8.3	7.3.9	28.5	20.1
14	9.4	6.4.7	29.9	20.1
15	9.4	5.5.2	30.5	19.6
16	9.1	5.4.3	29.2	19.6
17	9.1	5.0.7	28.5	19.6
18	9.1	5.0.7	24.1	19.0
19	9.1	4.9.0	23.5	19.0
20	9.4	4.6.5	22.9	19.0
21	9.8	4.4.8	22.9	19.0
22	10.6	4.2.4	22.4	18.5
23	11.8	4.0.8	22.9	18.5
24	17.4	3.7.7	22.9	18.5

別表—3 雨 量・流 量 表

清 津 地 点

S. 41. 2. 24-26

A=182.43km²

日 時	Rave (mm/hr)	Q (m ³ /sec)	$q = \frac{3.6Q}{A}$ (mm/hr)	日 時	Rave (mm/hr)	Q (m ³ /sec)	$q = \frac{3.6Q}{A}$ (mm/hr)
24. 1	2.2	4.4	0.09	25. 9		126.3	2.49
2	4.2	4.6	0.09	10		110.3	2.18
3	3.6	4.6	0.09	11		97.8	1.93
4	3.8	4.9	0.10	12		84.9	1.68
5	0.4	5.2	0.10	13		73.9	1.46
6	3.3	5.4	0.11	14		64.7	1.28
7	0	5.4	0.11	15		55.2	1.09
8	1.9	5.7	0.11	16		54.3	1.07
9	0.1	6.0	0.12	17		50.7	1.00
10	0	6.3	0.12	18		50.7	1.00
11	0	6.5	0.13	19		49.0	0.97
12	1.0	8.3	0.16	20		46.5	0.92
13	0.3	8.3	0.16	21		44.8	0.88
14	0.3	9.4	0.19	22		42.4	0.84
15	0.7	9.4	0.19	23		40.8	0.81
16	0.5	9.1	0.18	24		37.7	0.74
17	0.5	9.1	0.18	26. 1		37.7	0.74
18	0.5	9.1	0.18	2		36.2	0.71
19	1.9	9.1	0.18	3		34.8	0.69
20	4.2	9.4	0.19	4		33.3	0.66
21	7.6	9.8	0.19	5		32.6	0.64
22	3.9	10.6	0.21	6		31.2	0.62
23	1.4	11.8	0.23	7		30.5	0.60
24	1.3	17.4	0.34	8		29.9	0.59
25. 1	4.8	27.9	0.55	9		29.9	0.59
2	18.8	28.5	0.56	10		29.2	0.58
3	31.2	34.0	0.67	11		27.9	0.55
4	20.8	279.0	5.51	12		27.9	0.55
5	2.1	441.1	8.71				
6	0.3	270.9	5.35				
7		211.8	4.18				
8		154.0	3.09				

別表— 4 貯留量曲線計算例 (T1=0の場合)

清津 A=182.43Km²

$$f = \frac{5.448 - 1.87}{12.16 - 4.84} = \frac{52.61}{73.2} = 0.719$$

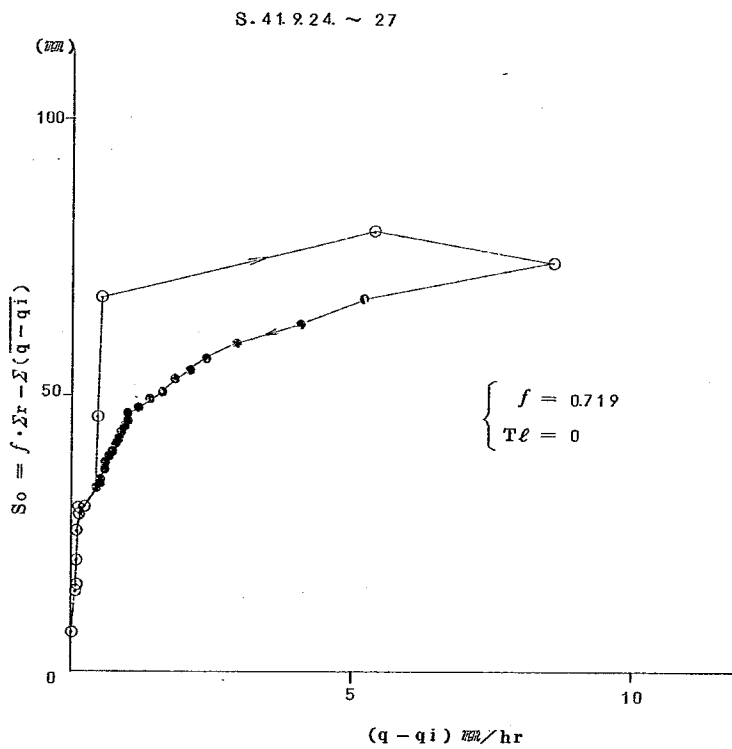
S. 4.1. 9. 24 ~ 9. 27 (台風 26号)
(T_L=0)

$$f=0.719$$

日時	r^{mm}/hr	Σr^{mm}	Q^{m}/sec	q^{mm}/hr	$q - q_i$	$q - \bar{q}_i$	$\Sigma(q - \bar{q}_i)$	$f \cdot \Sigma r$	$f \Sigma r - \Sigma(q - \bar{q}_i)$
24. 1	2.2	2.2	4.4	0.09	0	0		1.58	1.58
2	4.2	6.4	4.6	"	0	0		4.60	4.60
3	3.6	10.0	4.6	"	0	0	0	7.19	7.19
4	3.8	13.8	4.9	0.10	0.01	0.01	0.01	9.92	9.91
5	0.4	14.2	5.2	"	0.01	0.01	0.02	10.21	10.19
6	3.3	17.5	5.4	0.11	0.02	0.02	0.04	12.58	12.54
7	0	17.5	5.4	"	0.02	0.02	0.06	"	12.52
8	1.9	19.4	5.7	"	0.02	0.02	0.08	13.95	13.87
9	0.1	19.5	6.0	0.12	0.03	0.03	0.11	14.02	13.91
10	0	"	6.3	"	0.03	0.03	0.14	"	13.88
11	0	"	6.5	0.13	0.04	0.04	0.18	"	13.84
12	1.0	20.5	8.3	0.16	0.07	0.06	0.24	14.74	14.50
13	0.3	20.8	8.3	"	0.07	0.07	0.31	14.96	14.65
14	0.3	21.1	9.4	0.19	0.10	0.09	0.40	15.17	14.77
15	0.7	21.8	9.4	"	0.10	0.10	0.50	15.67	15.17
16	0.5	22.3	9.1	0.18	0.09	0.10	0.60	16.03	15.43
17	0.5	22.8	9.1	"	0.09	0.09	0.69	16.39	15.70
18	0.5	23.3	9.1	"	0.09	0.09	0.78	16.75	15.97
19	1.9	25.2	9.1	"	0.09	0.09	0.87	18.12	17.25
20	4.2	29.4	9.4	0.19	0.10	0.10	0.97	21.14	20.17
21	2.6	37.0	9.8	"	0.10	0.10	1.07	26.60	25.53
22	3.9	40.9	10.6	0.21	0.12	0.11	1.18	29.41	28.23
23	1.4	42.3	11.8	0.23	0.14	0.13	1.31	30.41	29.10
24	1.3	43.6	12.4	0.34	0.25	0.20	1.51	31.35	29.84
25. 1	4.8	48.4	27.9	0.55	0.46	0.36	1.87	34.80	32.93
2	18.8	67.2	28.5	0.56	0.47	0.47	2.34	48.32	45.98
3	31.2	98.4	34.0	0.67	0.58	0.53	2.87	70.75	67.88
4	20.8	119.2	27.0	5.51	5.42	3.00	5.87	85.70	79.83
5	2.1	121.3	44.1	8.71	8.62	7.02	12.89	87.21	74.32
6	0.3	121.6	270.9	5.35	5.26	6.94	19.83	87.43	67.60
7	"	"	211.8	4.18	4.09	4.68	24.51	"	62.92
8	"	"	154.0	3.04	2.95	3.52	28.03	"	59.40

25. 9	121.6	126.3	2.49	2.40	2.68	307.1	87.43	567.2
10	"	110.3	2.18	2.09	2.25	329.6	"	54.47
11	"	97.8	1.93	1.84	1.97	349.3	"	52.50
12	"	84.9	1.68	1.59	1.72	369.0	"	50.53
13	"	73.9	1.46	1.37	1.48	383.8	"	49.05
14	"	64.7	1.28	1.19	1.28	396.6	"	47.77
15	"	55.2	1.09	1.00	1.10	407.6	"	46.67
16	"	54.3	1.07	0.98	0.99	417.5	"	45.68
17	"	50.7	1.00	0.91	0.95	427.0	"	44.73
18	"	50.7	1.00	0.91	0.91	43.61	"	43.82
19	"	49.0	0.97	0.88	0.90	44.51	"	42.92
20	"	46.5	0.92	0.83	0.86	45.37	"	42.06
21	"	44.8	0.88	0.79	0.81	46.18	"	41.25
22	"	42.4	0.84	0.75	0.77	46.95	"	40.48
23	"	40.8	0.81	0.72	0.74	47.69	"	39.74
24	"	37.7	0.74	0.65	0.69	48.38	"	39.05
26. 1	"	37.7	0.74	0.65	0.65	49.03	"	38.40
2	"	36.2	0.71	0.62	0.64	49.67	"	37.76
3	"	34.8	0.69	0.60	0.61	50.28	"	37.15
4	"	33.3	0.66	0.57	0.59	50.87	"	36.56
5	"	32.6	0.64	0.55	0.56	51.43	"	36.00
6	"	31.2	0.62	0.53	0.54	51.97	"	35.46
7	"	30.5	0.60	0.51	0.52	52.49	"	34.94
8	"	29.9	0.59	0.50	0.51	53.00	"	34.43
9	"	29.9	0.59	0.50	0.50	53.50	"	33.93
10	"	29.2	0.58	0.49	0.50	54.00	"	33.43
11	"	27.9	0.55	0.46	0.48	54.48	"	32.95
12	"	27.9	0.55	0.46	0.46	54.94	"	32.49

別図 - 1 $T\ell=0$ の貯留量曲線



別表—5 貯留量曲線計算例 ($T_L=1.0$ の場合)

$$f = \frac{54.48 - 1.87}{121.6 - 43.6} = \frac{52.61}{78.0} \div 0.674$$

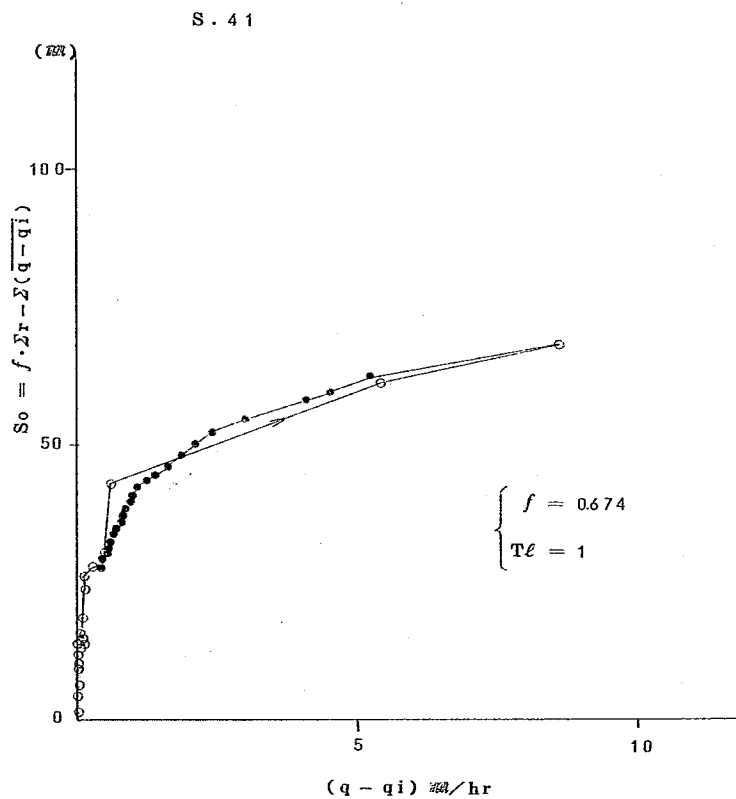
$$f=0.674$$

 $T_L=1$

日時	r^{mm}/hr	Σr^{mm}	Q^{m^3}/sec	q^{mm}/hr	$q - q_i$	$\overline{q - q_i}$	$\Sigma (q - q_i)$	$f \cdot \Sigma r$	$f \cdot \Sigma r - \Sigma (q - q_i)$
24. 1			別表4 と同じ	別表4 と同じ	0	別表4 と同じ			
2	2.2	2.2			0			1.48	1.48
3	4.2	6.4			0		0	4.31	4.31
4	3.6	10.0			0.01		0.01	6.74	6.73
5	3.8	13.8			0.01		0.02	9.30	9.28
6	0.4	14.2			0.02		0.04	9.57	9.53
7	3.3	17.5			0.02		0.06	11.80	11.74
8	0	17.5			0.02		0.08	"	11.72
9	1.9	19.4			0.03		0.11	13.08	12.97
10	0.1	19.5			0.03		0.14	13.14	13.00
11	0	"			0.04		0.18	"	12.96
12	0	"			0.07		0.24	"	12.90
13	1.0	20.5			0.07		0.31	13.82	13.51
14	0.3	20.8			0.10		0.40	14.02	13.62
15	0.3	21.1			0.10		0.50	14.22	13.72
16	0.7	21.8			0.09		0.60	14.69	14.09
17	0.5	22.3			0.09		0.69	15.03	14.34
18	0.5	22.8			0.09		0.78	15.37	14.59
19	0.5	23.3			0.09		0.87	15.70	14.83
20	1.9	25.2			0.10		0.97	16.98	16.01
21	4.2	29.4			0.10		1.07	19.82	18.75
22	7.6	37.0			0.12		1.18	24.94	23.76
23	3.9	40.9			0.14		1.31	27.57	26.26
24	1.4	42.3			0.25		1.51	28.51	27.00
25. 1	1.3	43.6			0.46		1.87	29.39	27.52
2	4.8	48.4			0.47		2.34	32.62	30.28
3	18.8	67.2			0.58		2.87	45.29	42.42
4	31.2	98.4			5.42		5.87	66.32	60.45
5	20.8	119.2			8.62		12.89	80.34	67.45
6	2.1	121.3			5.26		19.83	81.76	61.93
7	0.3	121.6			4.09		24.51	81.96	57.45
8					2.95		28.03	"	53.93
9					2.40		30.71	"	51.25

25.	10				2.09		3296	8196	4900
	11				1.84		3493	"	4703
	12				1.59		3690	"	4506
	13				1.37		3838	"	4358
	14				1.19		3966	"	4230
	15				1.00		4076	"	4120
	16				0.98		4175	"	4021
	17				0.91		4270	"	3926
	18				0.91		4361	"	3835
	19				0.88		4451	"	3745
	20				0.83		4537	"	3659
	21				0.79		4618	"	3578
	22				0.75		4695	"	3501
	23				0.72		4769	"	3427
	24				0.65		4838	"	3358
26.	1				0.65		4903	"	3293
	2				0.62		4967	"	3229
	3				0.60		5028	"	3168
	4				0.57		5087	"	3109
	5				0.55		5143	"	3053
	6				0.53		5197	"	2999
	7				0.51		5249	"	2947
	8				0.50		5300	"	2896
	9				0.50		5350	"	2846
	10				0.49		5400	"	2796
	11				0.46		5448	"	2748
	12				0.46		5494	"	2702

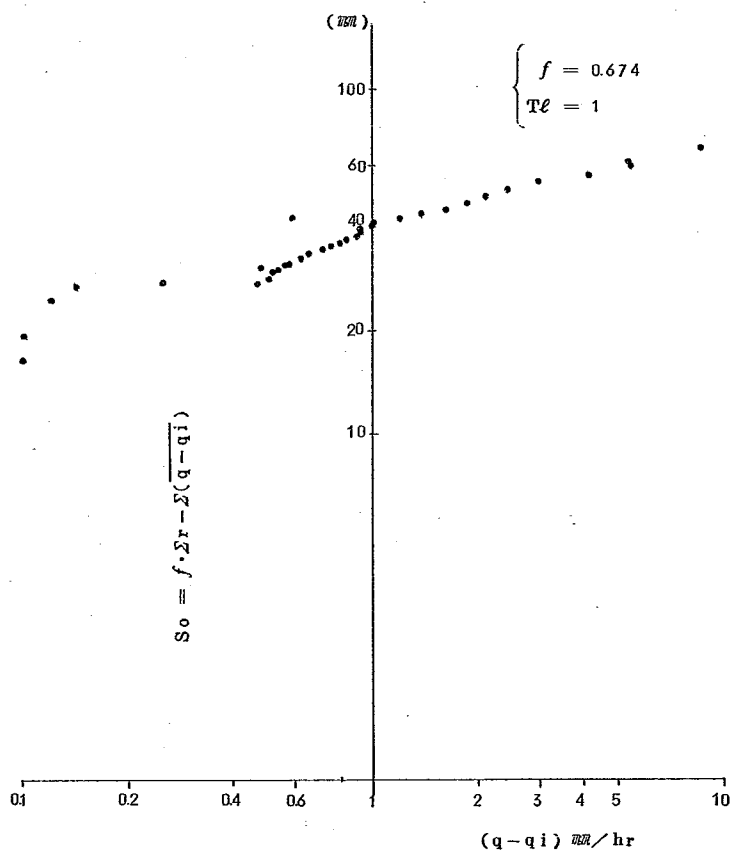
別図 - 2 $T\ell = 1.0$ の貯留量曲線



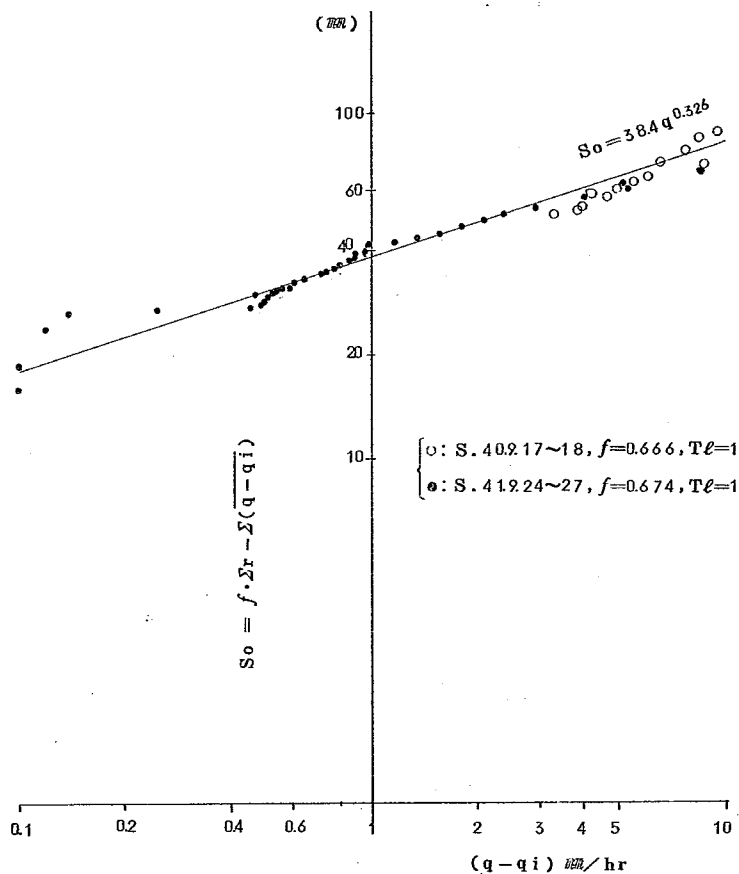
別圖-3 $S_o - q$ 図

清 津

S.41 9.24. ~ 9.27

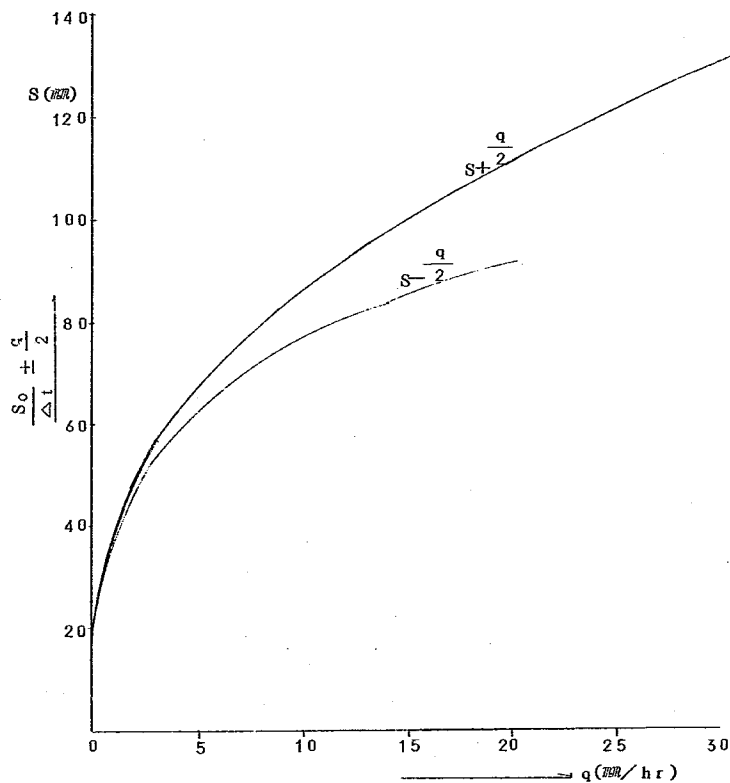


別圖-4 $S_o - q$ 図 (調整)



別圖-5 流域貯留曲線

$$\left[S_0 = 3.84 q^{0.326} \right]$$



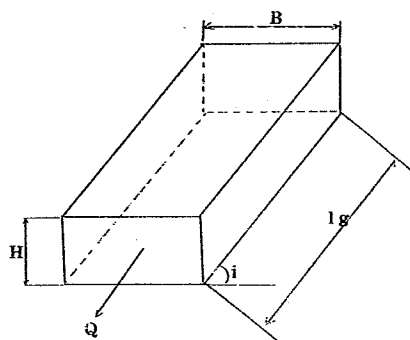
別表 — 6 Rsa の 試 算 例

I 流域 S. 41. 9. 24 ~ 27 (台風 26 号)

 $f = 0.674$

日 時	雨 量	q mm/hr	$f = 1$	$f_1 = 0.4$	$Rsa = 40$	$(\frac{1-f_1}{1-f_1}) \times 0.6$	$(\frac{f_1 \cdot q_1}{1-f_1}) q_2$	$Rsa = 55$	$(\frac{1-f_1}{1-f_1}) \times 0.6$	$(\frac{f_1 \cdot q_1}{1-f_1}) q_2$
24. 1	2.2	0.09	0.13	0.05						
2	4.2	"	0.22	0.09						
3	3.6	"	0.33	0.13						
4	3.8	0.10	0.48	0.19						
5	0.4	"	0.48	0.19						
6	3.3	0.11	0.63	0.25						
7	0	"	0.59	0.24						
8	1.9	"	0.67	0.27						
9	0.1	0.12	0.64	0.26						
10	0	"	0.60	0.24						
11	0	0.13	0.57	0.23						
12	1.0	0.16	0.59	0.24						
13	0.3	"	0.58	0.23						
14	0.3	0.19	0.60	0.24						
15	0.7	"	0.61	0.24						
16	0.5	0.18	0.61	0.24						
17	0.5	"	0.61	0.24						
18	0.5	"	0.61	0.24						
19	1.9	"	0.70	0.28						
20	4.2	0.19	0.93	0.37						
21	7.6	"	1.50	0.60						
22	3.9	0.21	1.75	0.70	0.01	0.01	0.71			
23	1.4	0.23	1.71	0.68	0.01	0.01	0.69			
24	1.3	0.34	1.69	0.68	0.02	0.01	0.69			
25. 1	4.8	0.55	2.06	0.82	0.04	0.02	0.84			
2	18.8	0.56	4.80	1.92	0.40	0.24	2.16	0.06	0.04	1.96
3	31.2	0.67	12.17	4.87	3.49	2.09	6.76	1.38	0.83	57.0
4	20.8	5.57	15.40	6.16	7.23	4.34	10.53	4.08	2.45	86.1
5	2.1	8.71	10.57	4.23	5.94	3.56	7.77	3.71	2.23	6.46
6	0.3	5.35	7.50	3.00	4.71	2.83	5.83	3.15	1.89	4.89
7		4.18	5.64	2.26	3.80	2.28	4.50	2.66	1.60	3.86
8		3.04	4.45	1.78	3.17	1.90	3.68	2.31	1.39	3.17
9		2.49	3.63	1.45	2.68	1.61	3.06	2.02	1.21	2.66
10		2.18	3.04	1.22	2.31	1.39	2.61	1.77	1.06	2.28
11		1.93	2.59	1.04	2.02	1.21	2.35	1.59	0.95	1.99
12		1.68	2.25	0.90	1.78	1.07	1.97	1.43	0.86	1.76
13		1.46	1.97	0.79	1.59	0.95	1.74	1.29	0.77	1.56
14		1.28	1.74	0.70	1.43	0.86	1.56	1.19	0.71	1.41
15		1.09	1.56	0.62	1.30	0.78	1.40	1.09	0.65	1.27
16		1.07	1.41	0.56	1.18	0.71	1.27	1.00	0.60	1.16
17		1.00	1.29	0.52	1.08	0.65	1.17	0.92	0.55	1.07
18		1.00	1.18	0.47	0.99	0.59	1.06	0.86	0.52	0.99
19		0.97	1.08	0.43	0.91	0.55	0.98	0.80	0.48	0.91
20		0.92	0.99	0.40	0.84	0.50	0.90	0.75	0.45	0.85
21		0.88	0.91	0.36	0.78	0.47	0.83	0.70	0.42	0.78
22		0.84	0.84	0.34	0.73	0.44	0.78	0.66	0.40	0.74
23		0.81	0.78	0.31	0.69	0.41	0.72	0.62	0.37	0.68
24		0.74	0.73	0.29	0.65	0.39	0.68	0.59	0.35	0.64
26. 1		0.74	0.69	0.28	0.61	0.37	0.65	0.57	0.34	0.62
2		0.71	0.65	0.26	0.58	0.35	0.61	0.53	0.32	0.58
3		0.69	0.61	0.24	0.55	0.33	0.57	0.49	0.29	0.53
4		0.66	0.58	0.23	0.52	0.31	0.54	0.48	0.29	0.52
5		0.64	0.55	0.22	0.50	0.30	0.52	0.46	0.28	0.50
6		0.62	0.52	0.21	0.48	0.29	0.50	0.43	0.26	0.47
7		0.60	0.50	0.20	0.47	0.28	0.48	0.41	0.25	0.45
8		0.59	0.48	0.19	0.45	0.27	0.46	0.40	0.24	0.43
9		0.59	0.47	0.19	0.43	0.26	0.45	0.38	0.23	0.42
10		0.58	0.45	0.18	0.41	0.25	0.43	0.37	0.22	0.40
11		0.55	0.43	0.17	0.40	0.24	0.41	0.35	0.21	0.39
12		0.55	0.41	0.16	0.39	0.23	0.39	0.33	0.20	0.38

別図-6 河道のモデル (矩形水路と仮定)



$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A$$

$$A = B \cdot H$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot H}{B + 2H}$$

$$Q = BH \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{B \cdot H}{B + 2H} \right)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$S = H \cdot B \cdot lg$$

V : 流速 (m/S)

n : Manning の粗度係数

R : 径深 (m)

i : 水路勾配

P : 潤辺

B : 水路巾 (m)

H : 水深 (m)

A : 断面積 (m²)

Q : 流量 (m³/S)

lg : 水路延長 (m)

S : 貯留量 (m³)

別表-7 Manning の流速公式による水位・流量表

KIYOTSU KADO (13.3 Km)

$i = 0.02$ $n = 0.05$ $B = 20.0 \text{ m}$

H	BH	$R = \frac{BH}{B+2H}$	$R^{2/3}$	$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$	$Q = BH \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$
0.1	2	0.099	0.214	0.61	1.22
0.2	4	0.196	0.337	0.95	3.80
0.3	6	0.291	0.439	1.24	7.44
0.4	8	0.385	0.529	1.50	12.0
0.5	10	0.476	0.610	1.73	17.3
0.6	12	0.566	0.684	1.93	23.2
0.7	14	0.654	0.753	2.13	29.8
0.8	16	0.741	0.819	2.32	37.1
0.9	18	0.826	0.881	2.49	44.8
1.0	20	0.909	0.938	2.65	53.0
1.1	22	0.991	0.994	2.81	61.8
1.2	24	1.071	1.047	2.96	71.0
1.3	26	1.150	1.098	3.11	80.9
1.4	28	1.228	1.147	3.24	90.7
1.5	30	1.304	1.194	3.38	101.4
1.6	32	1.379	1.239	3.50	112.0
1.7	34	1.453	1.283	3.63	123.4
1.8	36	1.525	1.325	3.75	135.0
1.9	38	1.597	1.366	3.86	146.7
2.0	40	1.667	1.405	3.97	158.8
2.2	44	1.803	1.481	4.19	184.4
2.4	48	1.935	1.552	4.39	210.7
2.6	52	2.063	1.620	4.58	238.2
2.8	56	2.188	1.685	4.77	267.1
3.0	60	2.308	1.745	4.94	296.4
3.2	64	2.424	1.805	5.10	326.4
3.4	68	2.537	1.860	5.26	357.7
3.6	72	2.647	1.914	5.41	389.5
3.8	76	2.754	1.965	5.56	422.6
4.0	80	2.857	2.015	5.70	456.0
4.2	84	2.958	2.060	5.83	489.7
4.4	88	3.056	2.105	5.95	523.6
4.6	92	3.150	2.148	6.07	558.4
4.8	96	3.243	2.190	6.19	594.2
5.0	100	3.333	2.230	6.31	631.0
6.0	120	3.75	2.415	6.83	819.6
7.0	140	4.12	2.570	7.27	1017.8
8.0	160	4.44	2.70	7.64	1222.4

別表 - 7

KIYOTSU KADO (8.3 Km)

$i = 0.017$ $n = 0.05$ $B = 160.0n$

H	BH	$R(\frac{BH}{B+2H})$	$R^{2/3}$	$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$	$Q = BH \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$
0.1	16	0.100	0.216	0.56	8.96
0.2	32	0.199	0.341	0.89	28.5
0.3	48	0.299	0.447	1.16	55.7
0.4	64	0.398	0.542	1.41	90.2
0.5	80	0.497	0.627	1.63	130.4
0.6	96	0.596	0.708	1.84	176.6
0.7	112	0.694	0.784	2.04	228.5
0.8	128	0.792	0.856	2.23	285.4
0.9	144	0.890	0.925	2.41	347.0
1.0	160	0.988	0.992	2.58	412.8
1.1	176	1.085	1.056	2.75	484.0
1.2	192	1.182	1.118	2.91	558.7
1.3	208	1.279	1.178	3.07	638.6
1.4	224	1.376	1.238	3.22	721.3
1.5	240	1.472	1.294	3.37	808.8
1.6	256	1.569	1.350	3.51	898.6
1.7	272	1.665	1.405	3.66	995.5
1.8	288	1.760	1.458	3.79	1091.5
1.9	304	1.856	1.511	3.93	1194.7
2.0	320	1.951	1.562	4.06	1299.2
2.2	352	2.141	1.650	4.29	1510.1
2.4	384	2.330	1.756	4.57	1754.9
2.6	416	2.518	1.930	5.02	2088.3
2.8	448	2.709	1.950	5.07	2271.4
3.0	480	2.892	2.025	5.27	2529.6
3.2	512	3.077	2.110	5.49	2810.9
3.4	544	3.261	2.209	5.75	3128.0
3.6	576	3.445	2.280	5.93	3415.7
3.8	608	3.628	2.360	6.14	3733.1
4.0	640	3.810	2.435	6.34	4057.6
4.2	672	3.990	2.520	6.56	4408.3
4.4	704	4.171	2.595	6.75	4752.0
4.6	736	4.350	2.665	6.93	5100.5
4.8	768	4.528	2.740	7.13	5475.8
5.0	800	4.706	2.783	7.24	5792.0
6.0	960	5.581	3.140	8.17	7843.2
7.0	1120	6.437	3.460	9.00	10080.0
8.0	1280	7.273	3.725	9.69	12403.2

別表—8 流量・貯留量表

KIYOTSU

KADO (13.3 Km)

$i = 0.02$ $n = 0.05$ $B = 20.0 \text{ m}$ $L = L_g/t = 13.3 \text{ Km}/1800 \text{ S}$

$Q \text{ m}^3/\text{sec}$	$B \cdot H \text{ (m}^2\text{)}$	$S = H \cdot B \cdot L$	$S + \frac{Q}{2}$	$S - \frac{Q}{2}$
1.22	2	14.8	15.4	
3.80	4	29.6	31.5	
7.44	6	44.3	48.0	
12.0	8	59.1	65.1	
17.3	10	73.9	82.6	
23.2	12	88.7	100.3	
29.8	14	103.4	118.3	
37.1	16	118.2	136.8	
44.8	18	133.0	155.4	
53.0	20	147.8	174.3	
61.8	22	162.6	193.5	
71.0	24	177.3	212.8	
80.9	26	192.2	232.7	
90.7	28	206.9	252.3	
101.4	30	221.7	272.4	
112.0	32	236.4	292.4	
123.4	34	251.2	312.9	
135.0	36	266.0	333.5	
146.7	38	280.8	354.2	
158.8	40	295.6	375.0	
184.4	44	325.1	417.3	
210.7	48	354.7	460.1	
238.2	52	384.2	503.3	
267.1	56	413.8	547.4	
296.4	60	443.3	591.5	
326.4	64	472.9	636.1	
357.7	68	502.4	681.3	
389.5	72	532.0	726.8	
422.6	76	561.5	772.8	
456.0	80	591.1	819.1	
489.7	84	620.7	865.6	
523.6	88	650.2	912.0	
558.4	92	679.8	959.0	
594.2	96	709.3	1006.4	
631.0	100	738.9	1054.4	
819.6	120	886.7	1296.5	
1017.8	140	1034.4	1543.3	
1119.9	150	1108.3	1668.3	
1222.4	160	1182.2	1793.4	

別表 — 8

KIYOTSU KADO (8.3Km)

 $i=0.02$ $n=0.05$ $B=160.0m$ $L=Lg/t=8,300m/1,800=4.6111$

$Q \text{ m}^3/\text{sec}$	$S = H \cdot B \cdot L$	$S + \frac{Q}{2}$	$S - \frac{Q}{2}$
8.96	73.8	78.3	
28.5	147.6	161.9	
55.7	221.3	249.2	
90.2	295.1	340.2	
130.4	368.9	434.1	
176.6	442.7	531.0	
228.5	516.4	630.7	
285.4	590.2	732.9	
347.0	664.0	837.5	
412.8	737.8	944.2	
484.0	811.6	1053.6	
558.7	885.3	1164.7	
638.6	959.1	1278.4	
721.3	1032.9	1393.6	
808.8	1106.7	1511.1	
898.6	1180.4	1629.7	
995.5	1254.2	1752.0	
1091.5	1328.0	1873.8	
1194.7	1401.8	1999.2	
1299.2	1475.6	2125.2	

別表—9 年最大流域平均3日雨量

KIYOTSU

(mm/3 Day)

S. 13. 7. 31	56.0
S. 14. 8. 5	183.8
S. 15. 8. 24	78.5
S. 16. 7. 9	92.5
S. 17. 9. 19	104.8
S. 18. 9. 19	69.9
S. 19. 7. 19	184.3
S. 20. 10. 3	181.1
S. 21. 7. 30	114.6
S. 22. 9. 13	177.7
S. 23. 9. 15	376.8
S. 24. 10. 2	182.4
S. 25. 8. 3	146.6
S. 26. 10. 13	60.4
S. 27. 7. 12	74.5
S. 28. 9. 23	153.9
S. 29. 9. 25	76.3
S. 30. 10. 9	67.7
S. 31. 9. 25	120.9
S. 32. 7. 20	57.1
S. 33. 9. 16	194.0
S. 34. 8. 12	302.7
S. 35. 8. 10	133.0
S. 36. 6. 28	133.2
S. 37. 6. 11	58.3
S. 38. 7. 22	64.5
S. 39. 7. 6	155.6
S. 40. 9. 16	242.1
S. 41. 6. 27	123.7

別表—10 超 過 確 率 計 算

Order	X_i (mm in 3 Days)	X_i^2
1	376.8	141,978.
2	302.7	91,627.
3	242.1	58,612.
4	191.4	37,636.
5	184.3	33,966.
6	183.8	33,782.
7	182.4	33,270.
8	181.1	32,797.
9	177.7	31,577.
10	155.6	24,211.
11	153.9	23,685.
12	146.6	21,492.
13	133.2	17,742.
14	133.0	17,689.
15	123.7	15,302.
16	120.9	14,617.
17	114.6	13,133.
18	104.8	10,983.
19	92.5	8,556.
20	78.5	6,162.
21	76.3	5,822.
22	74.5	5,550.
23	69.9	4,886.
24	67.7	4,583.
25	64.5	4,160.
26	60.4	3,648.
27	58.3	3,399.
28	57.1	3,260.
29	56.0	3,136.
Total	3966.9	707,261.

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum X_i = \frac{3966.9}{29} = 136.8$$

$$\sigma X = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum X_i^2 - \frac{N}{N-1} \bar{X}^2} = \sqrt{\frac{707261}{28} - \frac{29}{28} \times 136.8^2}$$

$$= \sqrt{25259.3 - 19382.6} = \sqrt{5876.7} = 76.659$$

$$\frac{1}{a} = 0.7797 \times \sigma X = 0.7797 \times 76.659 = 59.771$$

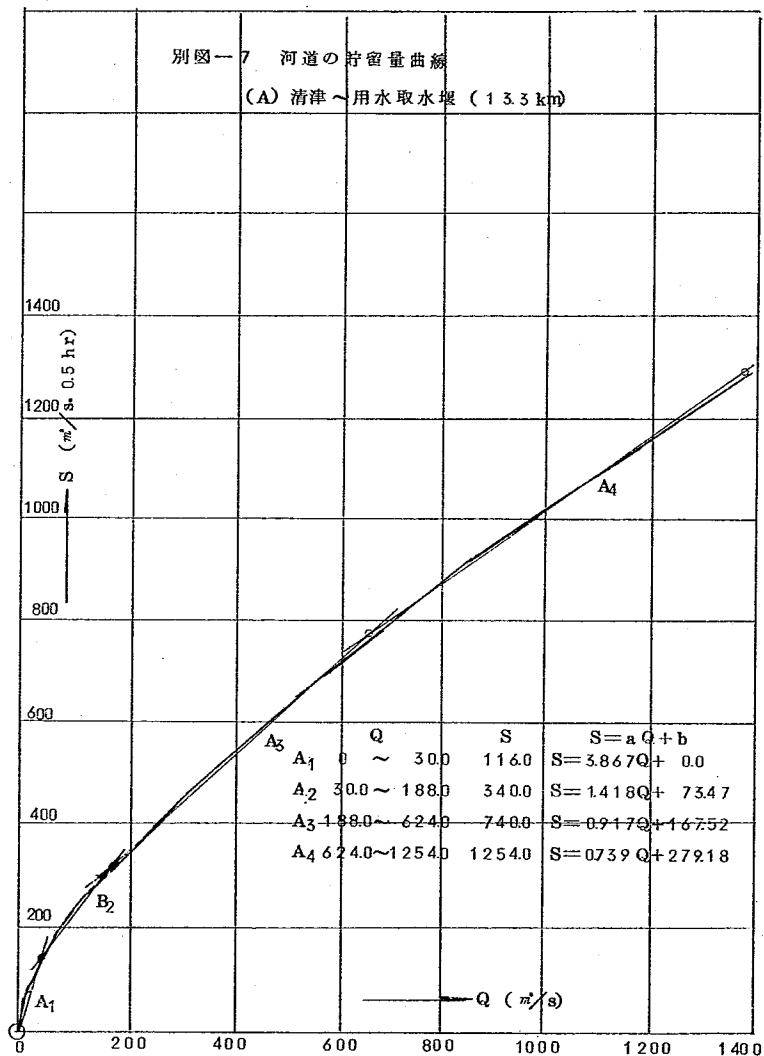
$$u = \bar{X} - \frac{0.57722}{a} = 136.8 - 0.57722 \times 59.771 = 10.23$$

$$X = 59.771y + 10.23$$

$$y = \frac{X - 10.23}{59.771} = 0.0167305X - 1.7115$$

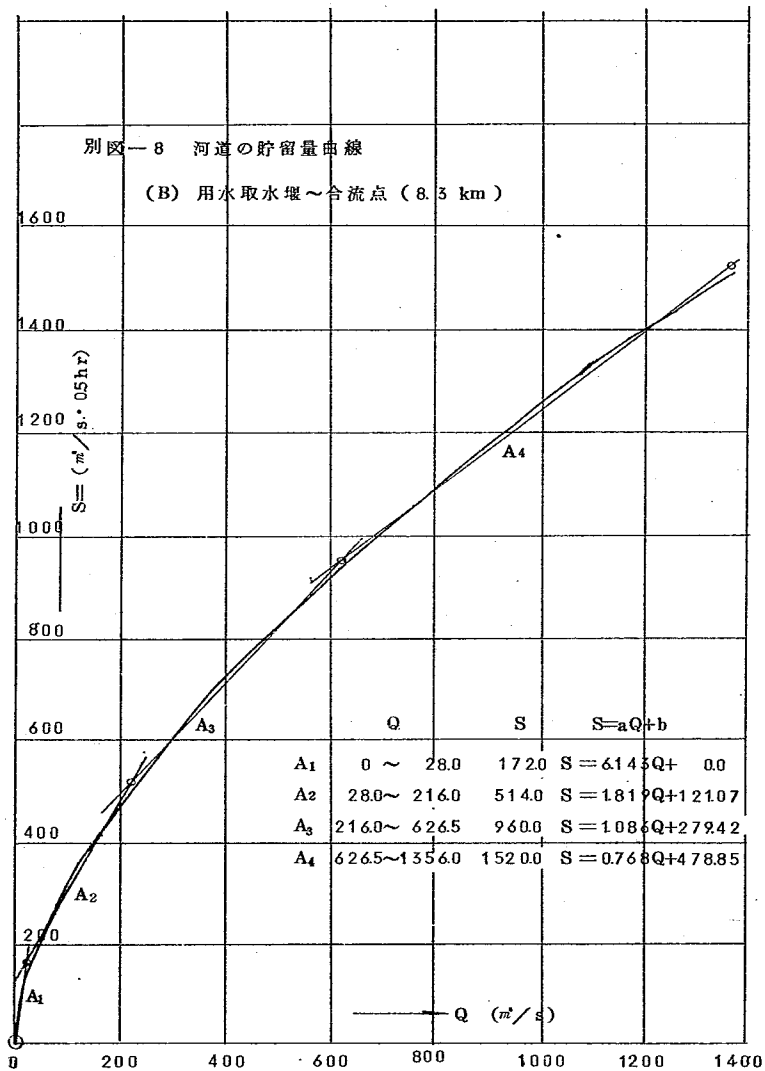
別図一 7 河道の貯留量曲線

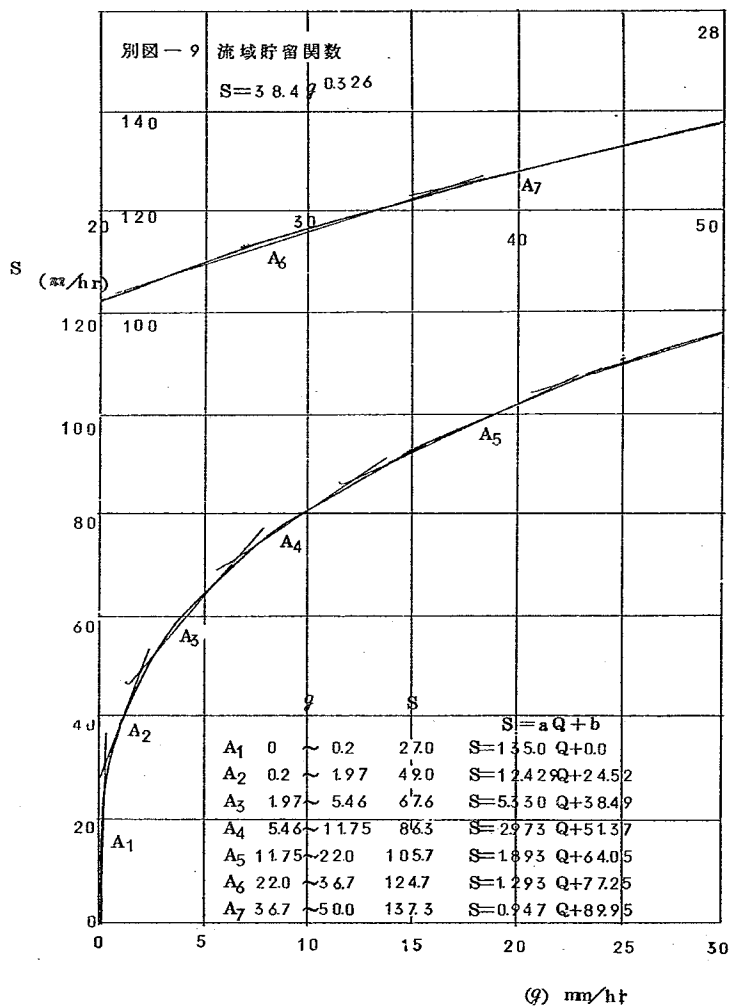
(A) 清津～用水取水堰 (13.3 km)



別図—8 河道の貯留量曲線

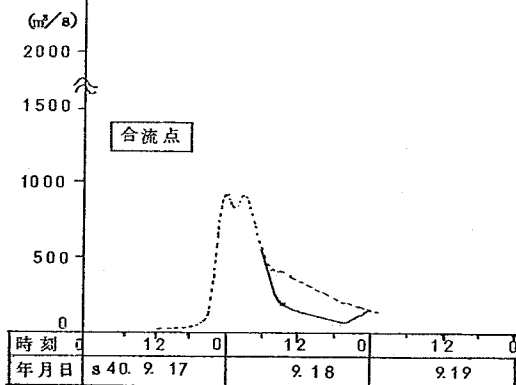
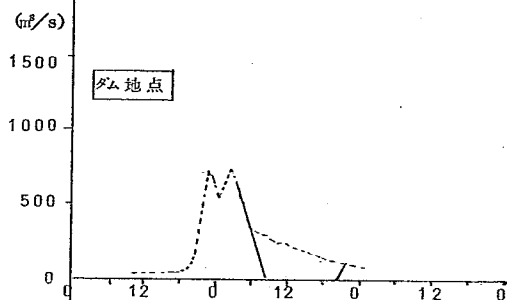
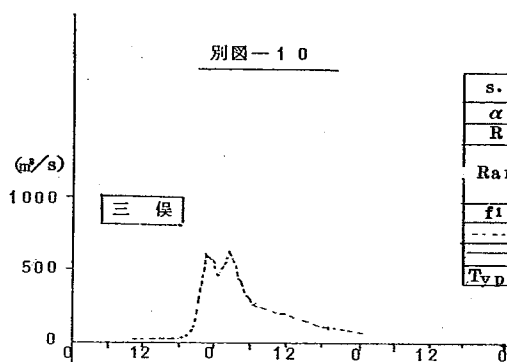
(B) 用水取水堰～合流点 (8.3 km)





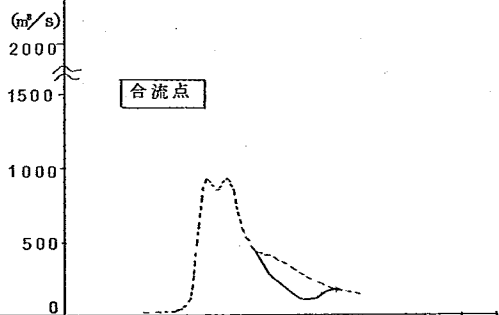
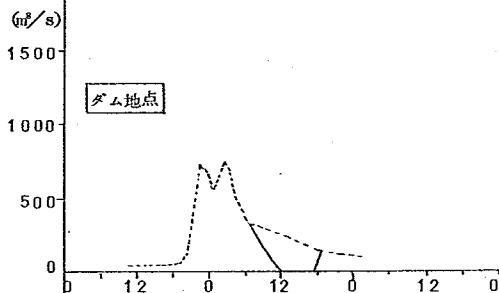
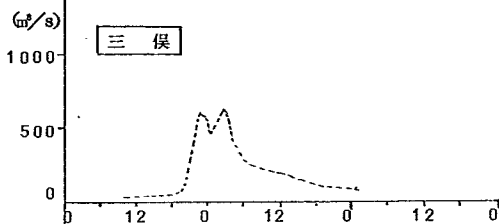
別図—10

s. 40. 9. 17 ~ 19	
α	1.003
R	238.5mm
Ran	I流域 137mm
	II " 174mm
ft	0.56
-----	自然状態
-----	洪水調節
Type	1

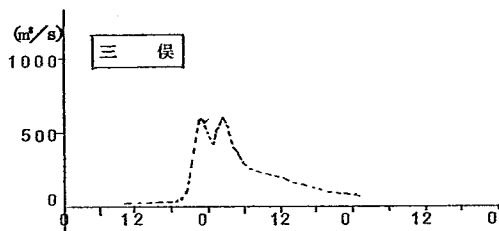


別図-10

S. 40.217~19	
α	1000
R	238.5 mm
Rsa	I 流域137 mm
	II 流域174 mm
f1	0.56
-----	自然状態
-----	洪水調節
Type	2

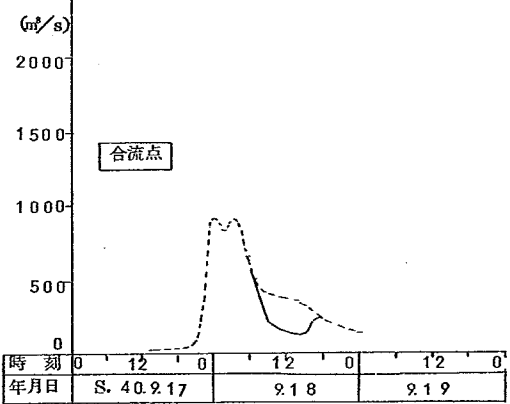
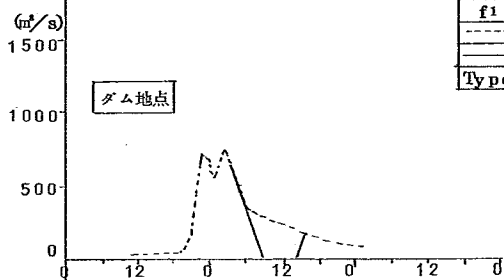


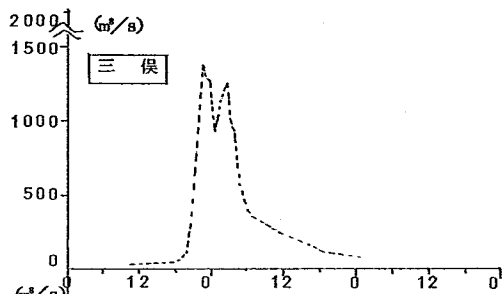
時刻	0	12	0	12	0	12	0
年月日	S. 40.217		218		219		



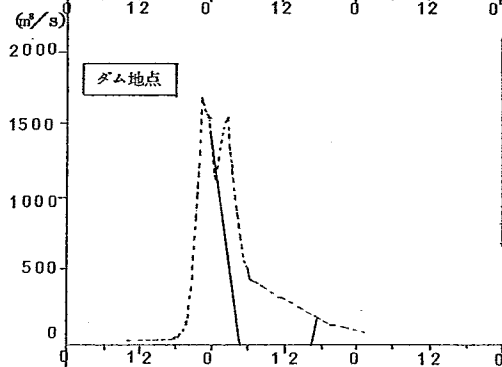
別図 - 1 0

S. 40.9.17~19	
α	1 0 0 0
R	2 3 8.5 mm
Rsa	I 流域 1 3 7 mm
	II 流域 1 7 4 mm
f1	0.5 6
---	自然状態
—	洪水調節
Type	3

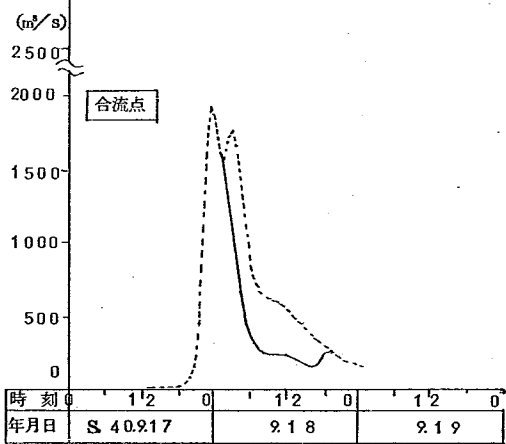


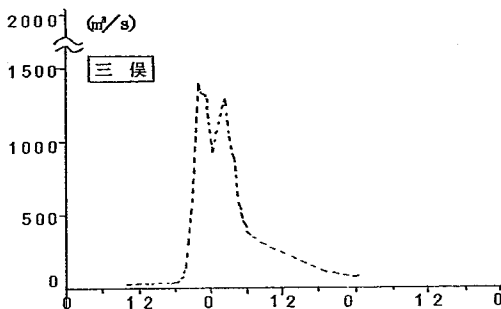


別図 - 1 0

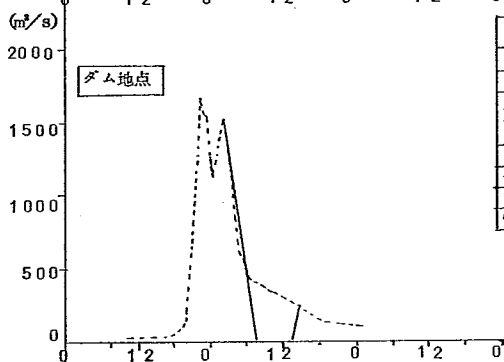


S. 40.9.17~19	
α	1.407
R	33.55 mm
Rsa	I 流域 137 mm
	II 流域 174 mm
f1	0.56
---	自然状態
—	洪水調節
Type	I

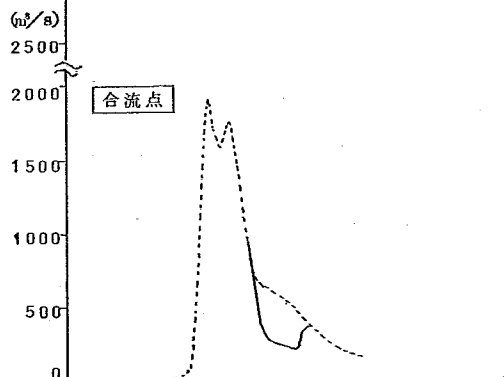




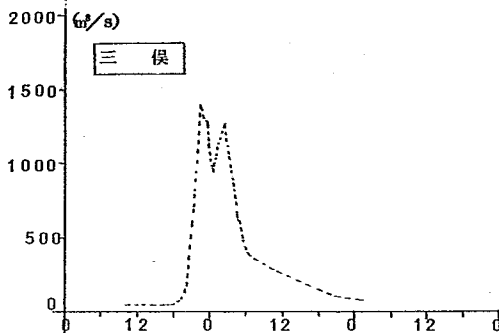
別図-10



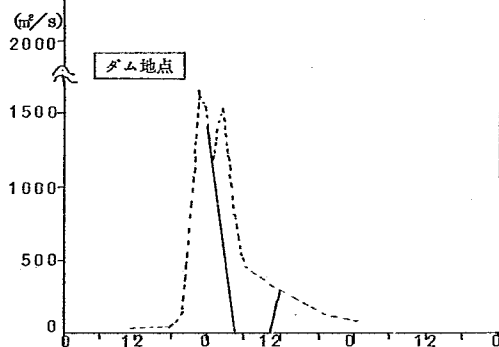
S. 4 0.2 17 ~ 19	
α	1.407
R	335.5 mm
Rsa	I流域 137 mm
	II流域 174 mm
f1	0.56
	自然状態
	洪水調節
Type	2



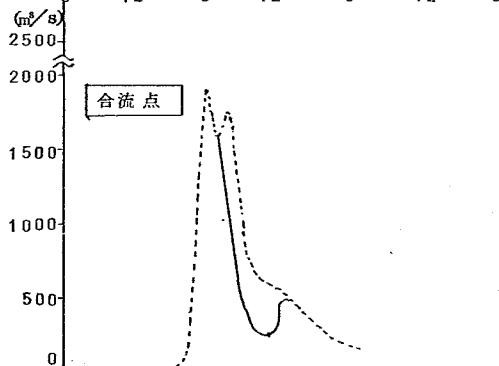
時刻	0 1 2 0 1 2 0 1 2 0
年月日	S. 4 0.2 17 2 18 2 19



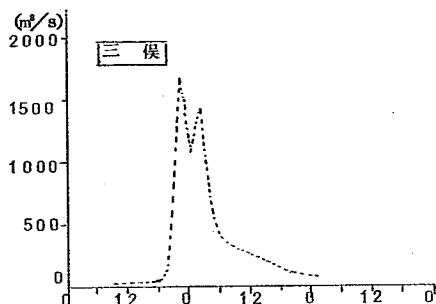
別図-10



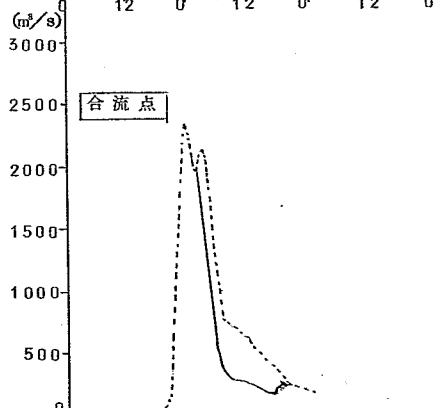
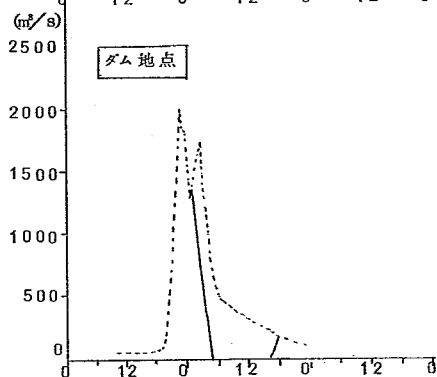
S. 40.217~19	
α	1.407
R	335.5 mm
Rs _a	I流域137 mm
	II流域174 mm
f1	0.56
	自然状態
	洪水調節
Type	3



時刻	0	12	0	12	0	12	0
年月日	S. 40.217		218		219		

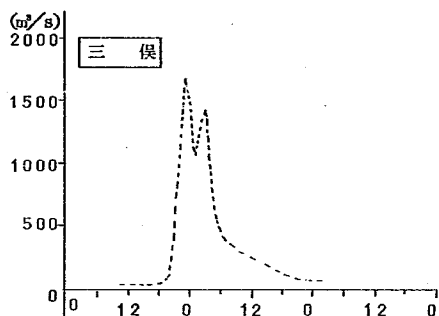


別圖一 1 0

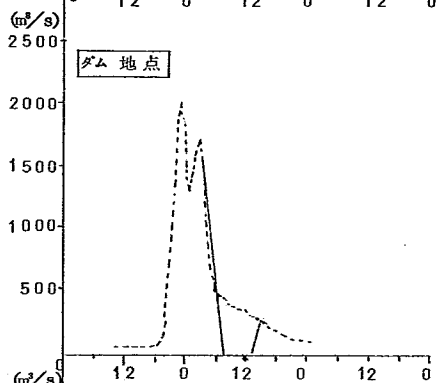


S. 4 0.9 17~19	
α	1 5 8 2
R	3 7 7.2 mm
Rsa	I 流域 1 3 7 mm
	II ~ 1 7 4 mm
f1	0.5 6
---	自然 状 態
—	洪 水 調 節
Type	1

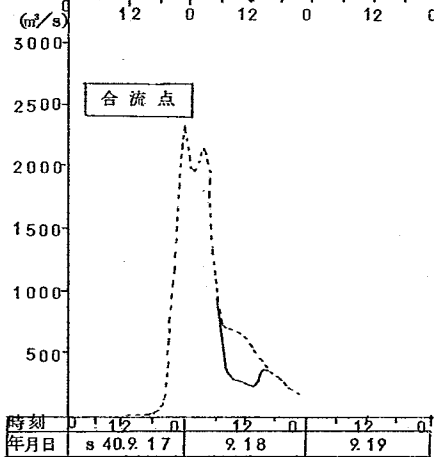
時刻	12	0	12	0	12	0
年月日	S.40. 9.17		9.18		9.19	

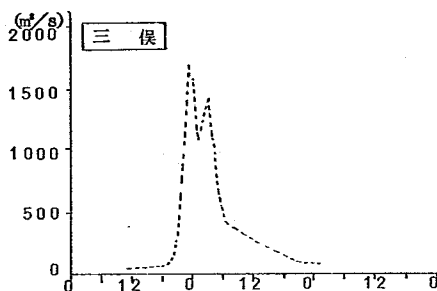


別図—10

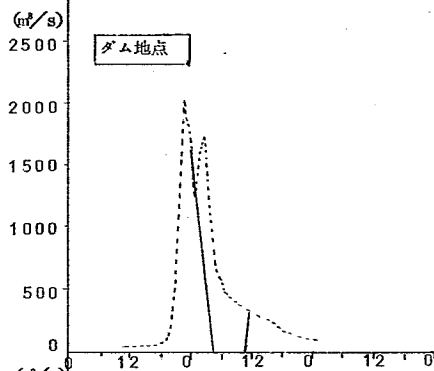


S. 40.9.17~19	
α	1.582
R	377.2 mm
Rsa	I流域137 mm
	II流域174 mm
f1	0.56
----	自然状態
———	洪水調節
Type	2

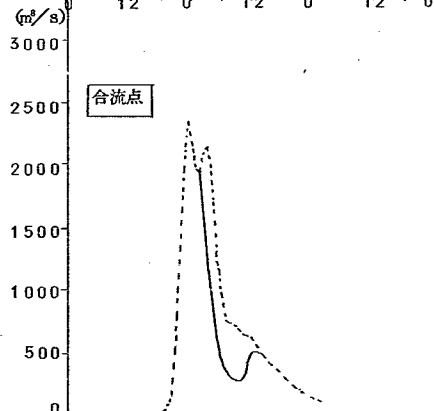




別図-10

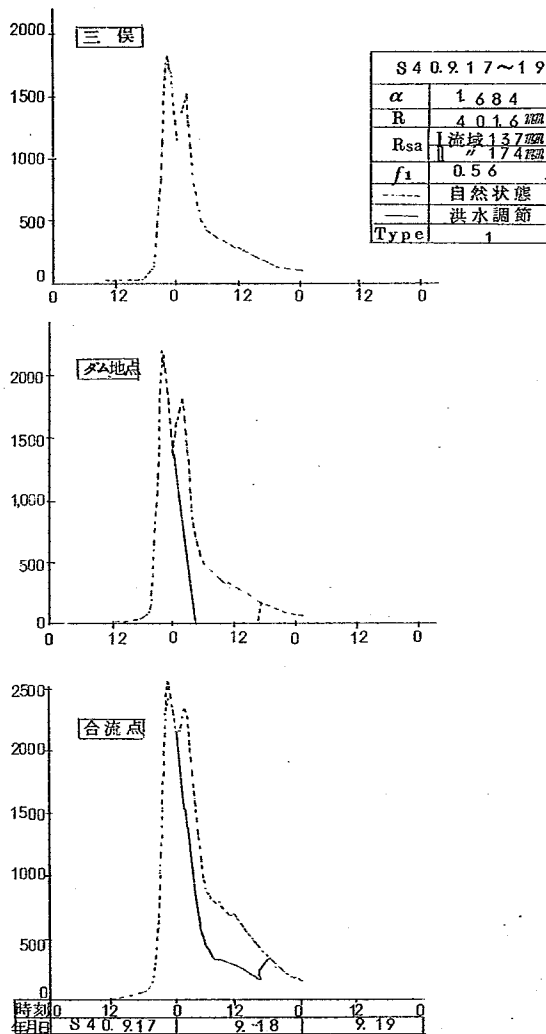


S. 40.9.17~19	
α	1582
R	377.2 mm
Rsa	I 流域 137 mm
	II 流域 174 mm
fi	0.56
---	自然状態
—	洪水調節
Type	3

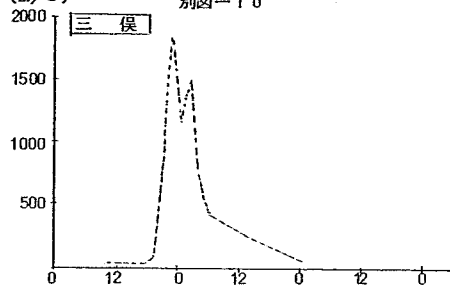


時刻	12 0	12 0	12 0
年月日	S. 40.9.17	9.18	9.19

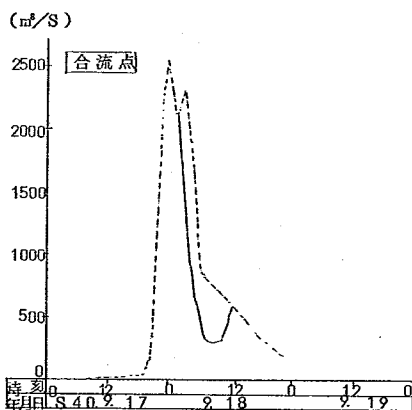
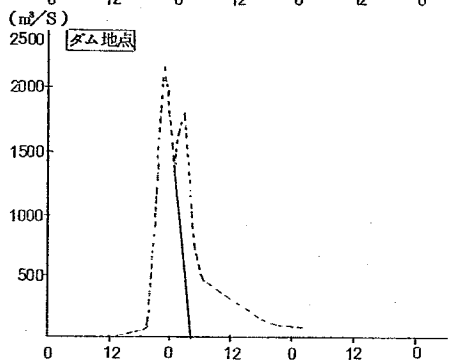
別図-10



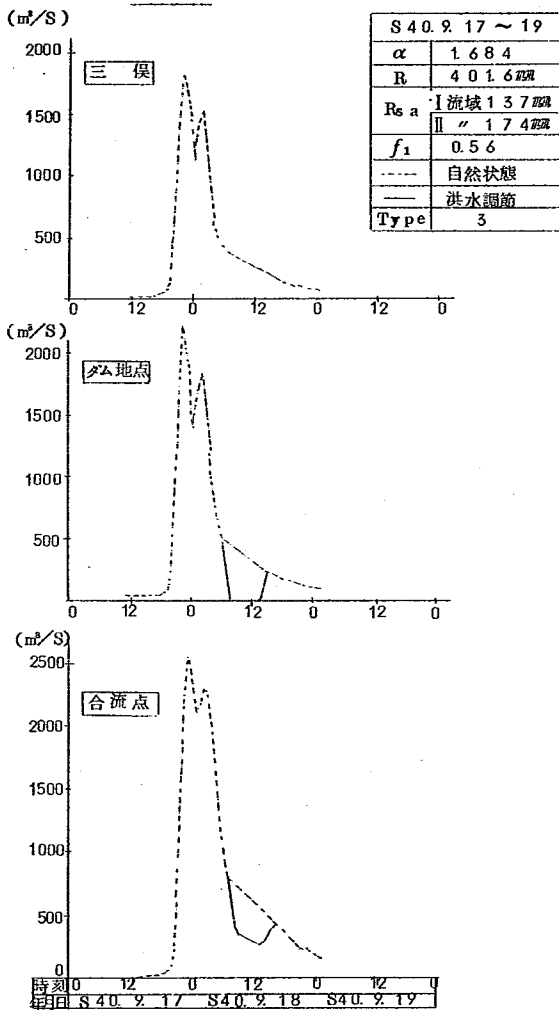
(m^3/s) 別図-10



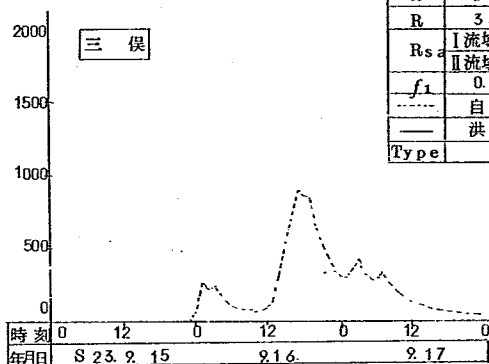
S 40.9.17 ~ 19	
α	1.684
R	401.6mm
R _s a	I 流域 137mm
	II " 174mm
f_1	0.56
---	自然状態
—	洪水調節
Type	2



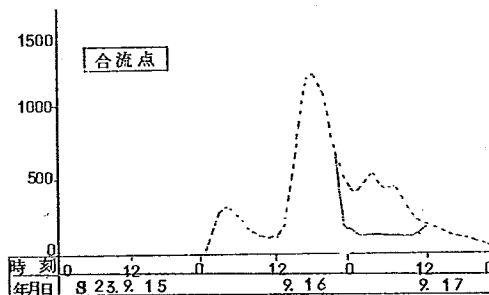
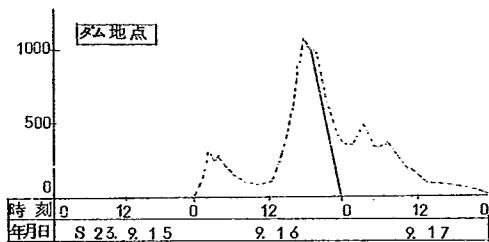
別図-10



別図-10

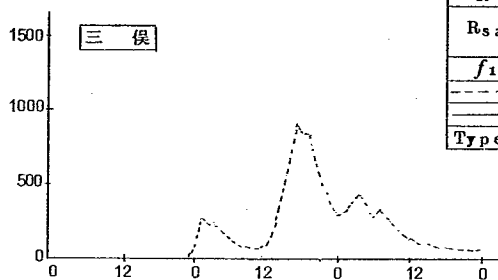


S 23. 9. 15. ~17	
α	1.002
R	335.5mm
Rsd	I 流域 200mm
	II 流域 200mm
f_1	0.5
	自然状態
	洪水調節
Type	1



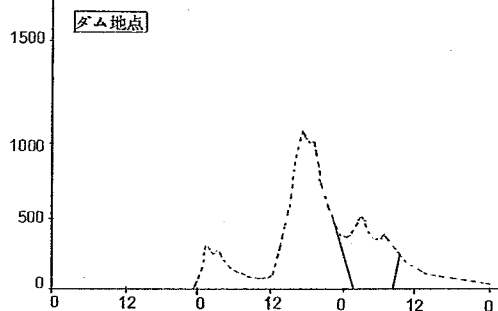
別図-1.0

(m^3/S)

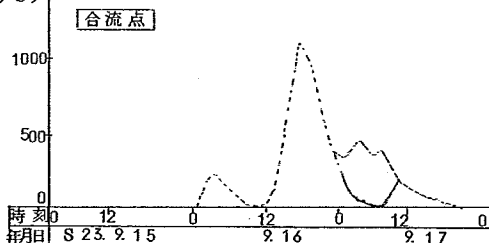


S 23.9.15~17	
α	1 0 0 2
R	3 3 5.5 200
Rsa	I 流域 2 0 0 200
	II 流域 2 0 0 200
f_1	0.5
---	自然状態
—	洪水調節
Type	2

(m^3/S)

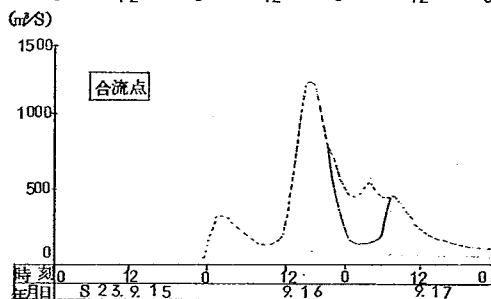
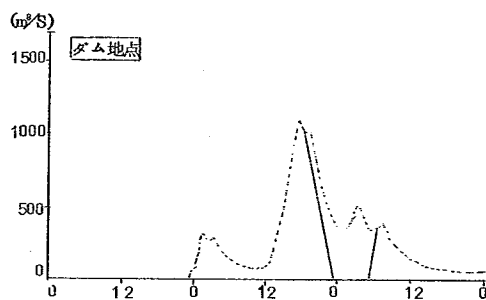
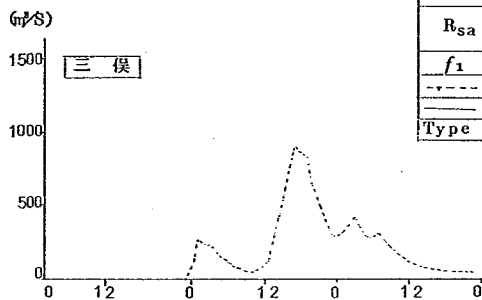


(m^3/S)



別図-10

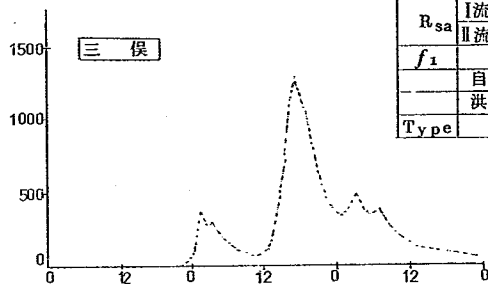
S 23.9.15 ~ 17	
α	1 0 0 2
R	3 3 5.5 200
R _{sa}	I 流域 2 0 0 200
	II 流域 2 0 0 200
f ₁	0.5
---	自然状態
—	洪水調節
Type	3



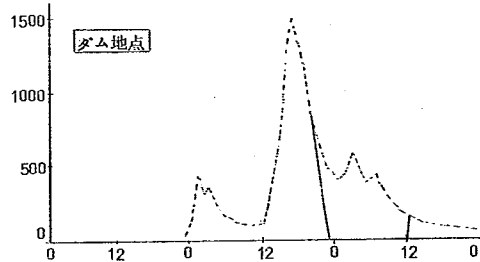
別図-10

S 23.9.15~17	
α	1 1 2 7
R	3 7 7.2 確
R_{sa}	I 流域 2 0 0 確
	II 流域 2 0 0 確
f_1	0.5
	自然状態
	洪水調節
Type	1

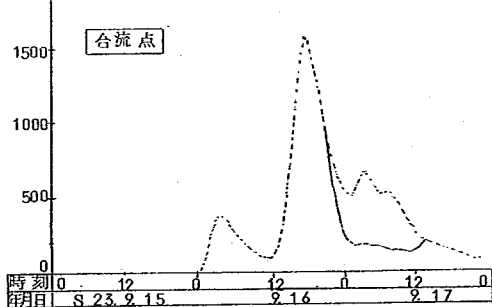
(m^3/S)



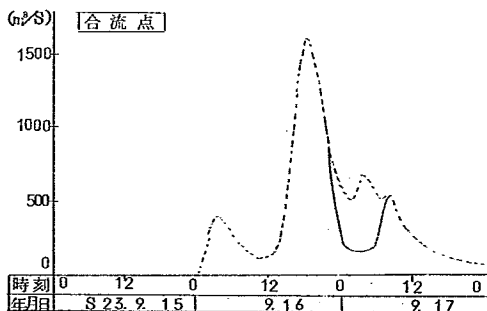
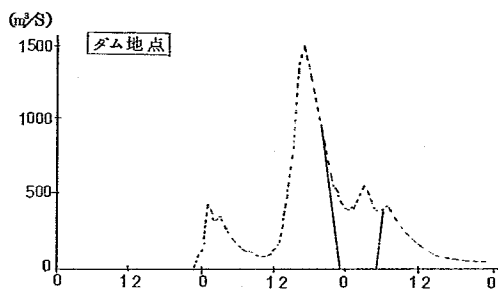
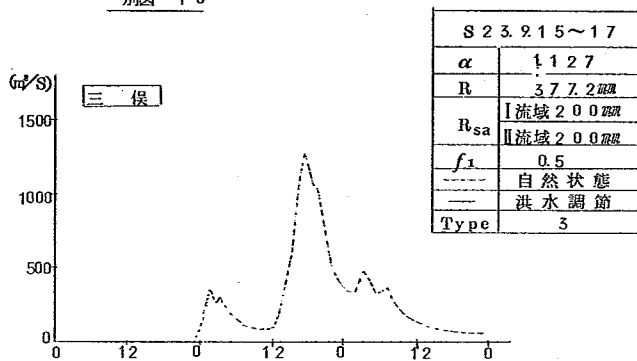
(m^3/S)



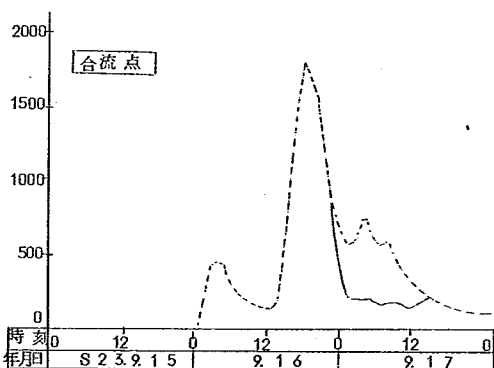
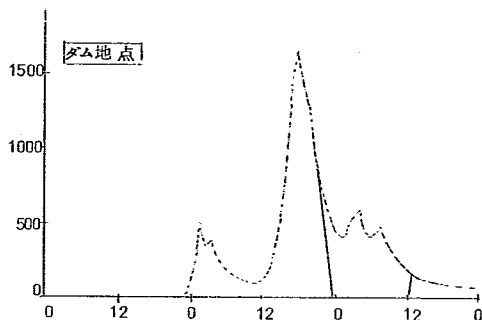
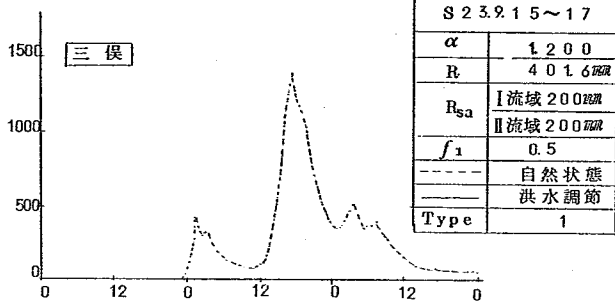
(m^3/S)



別図-10



別図-10



別図-10

