

# 四国南部流域の洪水比流量に関する研究 (3)

— 渡川・鏡川・奈半利川・那賀川・吉野川 —

近 森 邦 英

(農学部 利水工学研究室)

## A Study on the Specific Flood Discharge in the Southern Shikoku Basin (3)

— The Watari R. · the Kagami R. · the Nahari R. ·  
the Naka R. · the Yoshino River —

Kunihide CHIKAMORI

*Laboratory of Water-Utilization Engineering, Faculty of Agriculture*

**Abstract:** The Author studied on the specific flood discharge in the basin of the watari, the Kagami, the Nahari, the Naka, and the Yoshino river. Data of Ty. 7505 and Ty. 7617 which are said to be historically maximum and the next are predominantly large. Calculation of areal rainfall for the basin of the Kagami river is done by isohyetal method. And for other rivers Thiessen method was used. Shapes of the specific flood discharge curves of the Watari · the Naka · and the Yoshino river on log-log paper are similar to that of the Niyodo R. which was already reported, but smaller than that. In small basins, that of the Kagami R. is larger than the Niyodo R., but it decreases quickly. As the distribution of rain gages in the basin of the Nahari R. is not uniform, a proper specific flood discharge equation cannot be obtained.

Representative specific flood discharge equation for each basin is as follows:

1. The Watari R.  
 $q = 26.6A^{-0.058} \exp(-0.046A^{0.365})$
2. The Kagami R.  
 $q = 35.1A^{-0.063} \exp(-0.011A^{0.740})$
3. The Nahari R.  
 $q = 19.5A^{-0.076} \exp(-0.066A^{0.567})$
4. The Naka R.  
 $q = 27.0A^{-0.013} \exp(-0.016A^{0.529})$
5. The Yoshino R.  
 $q = 28.4A^{-0.060} \exp(-0.084A^{0.342})$

As data are little, the maximum specific flood discharge equation in the basin of southern part of Shikoku should be a envelope which envelops all curves of these equations. The author will report detail in the next paper.

The relation between  $\alpha$  and  $\beta$  of Horton's formula is represented by the following equation.

$$\beta = 0.22\alpha^{-0.22}$$

### ま え が き

計画洪水量をきめる場合、対象地点における過去の洪水量に流域の環境変化を考慮に入れて、確率洪水量の形で与えるのが望ましい。しかし、豪雨や洪水量の記録は少なく、また、精度も十分とは言えない。したがって、洪水比流量記録を包絡する洪水比流量式の形で計画洪水量を与えることができれば便利である。本論文は、前2報に引続いて四国南部の5河川について解析したものである。

## I. 渡 川

## 1. 流域の概要

渡川は、その源を不入山（標高1,336m）に発し、一部分愛媛県に属するが大部分の流域を高知県にもつ流域面積 2,267 km<sup>2</sup>、幹線流路延長 192.4 km の四国第2の河川である。河口より約10 km 上流に中村市があり、市の周辺に平地があるだけで他は山地である。流域の概要を図-1に示す。

降水量は一般的に北部（例えば東津野 1941～1970、平均年降水量 3,184 mm）で多く、西部（例えば江川崎同期間 2,304 mm）で少い。

渡川の洪水は台風によるものが90%近くを占め、記録最大流量（推定値）は中村市具同地点で 16,000 m<sup>3</sup>/sec (S. 10.8.29) である。なお、計画高水流量は 13,000 m<sup>3</sup>/sec (具同) で、約27年に1回の生起確率である。

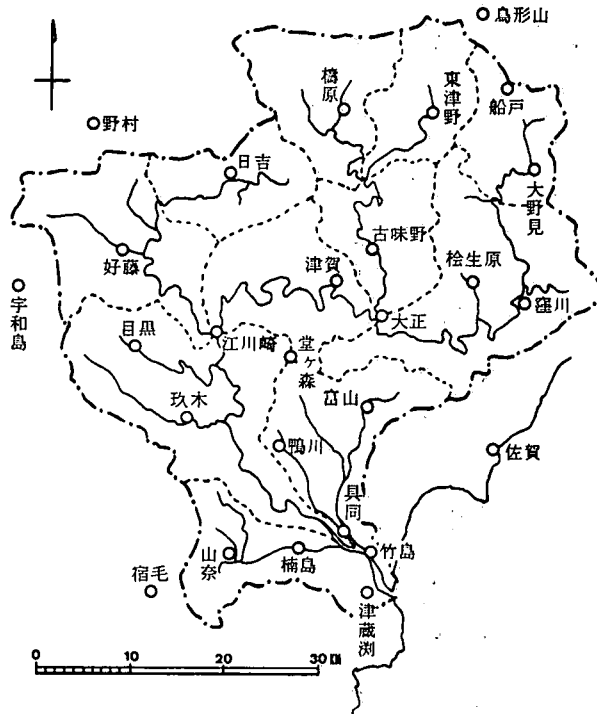


図1 渡川流域概要図

## 2. D D 解析

本解析に用いられた雨量観測所は、船戸、梶原、中村、江川崎、佐賀、津賀、富山、大正、大野見、好藤、堂ヶ森、窪川、鳥形山、宇和島、宿毛、野村の16箇所で、観測期間は10～22年間である。これら各観測所の資料から、継続期間10分、30分、および1、2、3、4、6、8、9、12、16、24時間の各最大値を求めると、船戸（資料期間長22年間）の昭和43年9月25日の台風が10分間降水量の第1位、昭和44年8月22日の台風によるものが30分～3時間の各継続時間の第1位を占め、4～24時間は昭和38年8月9日の台風による降水が第1位を占めている。なお、記録最大流量時の上流域の降水記録は残念ながら手に入らない。

図-2 に渡川流域のDD図を示す。図中の2直線は Sherman 式を用いて表わしたものである。このうち、実線(①式)は1~16時間のデータを使ったもので、破線(②式)は10分~24時間の全データを使ったものである。両者はほとんど一致している。

$$I = \frac{101.9}{t^{0.291}} \dots\dots\dots ①$$

$$I = \frac{99.6}{t^{0.292}} \dots\dots\dots ②$$

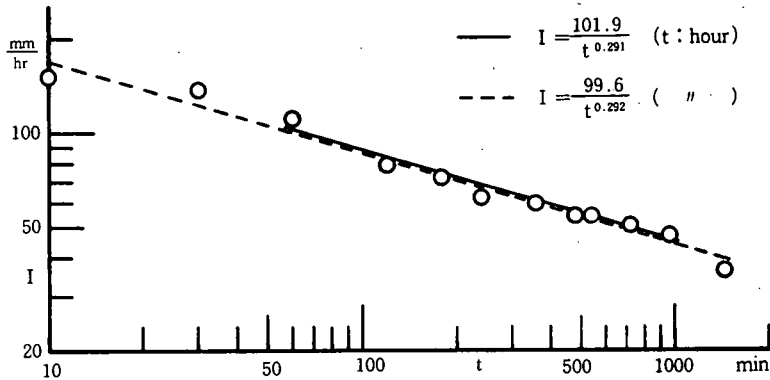


図2 渡川流域D~D (船戸)

3. DAD解析

渡川流域全体を 図-1 に示すように11ブロックに分け、昭和44年8月22日(具同地点ピーク流量 1,690 m<sup>3</sup>/sec) および昭和46年8月30日(具同地点ピーク流量 9,847 m<sup>3</sup>/sec) について Thiessen 法によりDAD解析を行なった。なお、昭和41~51年の11年間において、9,847 m<sup>3</sup>/sec は最大値であり、1,696 m<sup>3</sup>/sec は毎年起ると考えられる程度の洪水である。昭和10年あるいは昭和38年などの大洪水は降雨資料不足のためDAD解析はできない。

DA関係を表わす式として、既発表の論文<sup>1),2)</sup>と同様に Horton 式(③式)を使用する。

$$\left. \begin{aligned} \frac{P}{P_0} &= \exp(-\alpha A^\beta) \\ &= \exp(-y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ③$$

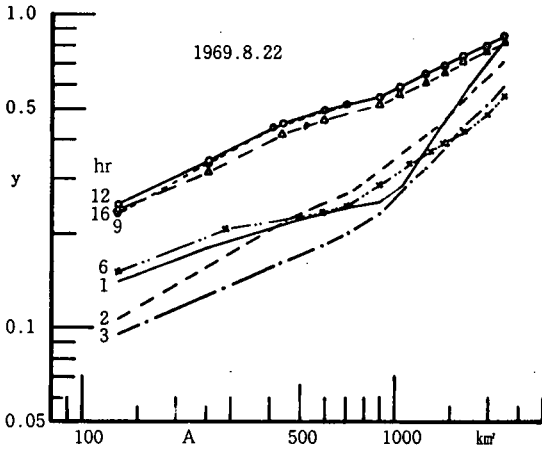
- ここに、P : 面積雨量 (mm)
- P<sub>0</sub> : 点最大雨量 (mm)
- A : 面積 (km<sup>2</sup>)
- α, β : 係数
- y = αA<sup>β</sup>

両洪水時のA~y関係を 図3-1 ~ 図3-2 に示す。洪水量の大きい昭和46年のβが洪水量の小さい昭和44年のβよりも小さくなっており、③式を参照して強雨域の広がりが大きかったことがわかる。洪水比流量曲線式を求める場合のα, βは表-1に示す平均値を使用した。

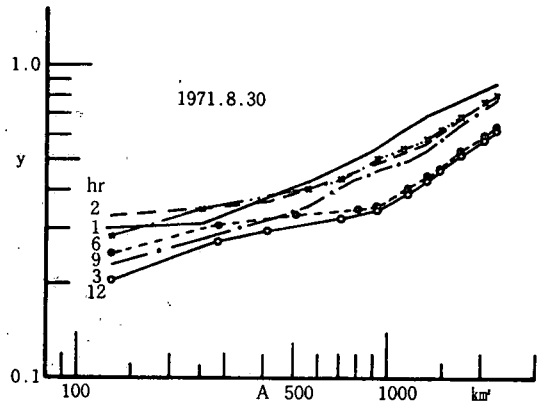
洪水比流量曲線式はDA, DD, および Dt<sub>p</sub> (t<sub>p</sub>:洪水到達時間) 関係を表わす3個の式を連立させて得られる<sup>3)</sup>。すでに示した関係式も併せてこれら3式を示すと次のようになる。

表1 Horton 式の  $\alpha, \beta$  (渡川)

発生日または台風名	種類	継続時間							
		1 hr	2	3	6	9	12	16	平均
1944 8・22	$\alpha$	0.0057	0.0037	0.0032	0.0158	0.0292	0.0340	0.0305	0.0174
	$\beta$	0.6024	0.6637	0.6536	0.4400	0.4362	0.4146	0.4223	0.5147
1946 8・30	$\alpha$	0.0366	0.0568	0.0254	0.0447	0.0505	0.0337	—	0.0413
	$\beta$	0.4045	0.3257	0.4294	0.3627	0.3086	0.3601	—	0.3652



(1)



(2)

図3 渡川流域 A~y

i) DA関係: Horton 式

$$\left. \begin{aligned} \frac{P}{P_0} &= \exp(-0.0174A^{0.515}) : 1944.8.22 \\ &= \exp(-0.0413A^{0.365}) : 1946.8.30 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ④$$

ii) DD関係: Sherman 式

$$I = \frac{101.9}{t^{0.291}} : 1944.8.22 \dots\dots\dots ①$$

$$= \frac{99.6}{t^{0.292}} : 1946.8.30 \dots\dots\dots ②$$

iii) Dt<sub>p</sub>関係: 角屋・福島式

$$t_p = 290 A^{0.22} r_e^{-0.35} \dots\dots\dots ⑤$$

ただし、①式は継続時間1~16時間について、②式は10分~24時間についてそれぞれ最小二乗法により求めたものである。①式は洪水到達時間を考慮したものであるが、両者は図2に見られるように実用上その差は無視できる。

連立方程式を解いて得られた洪水比流量曲線式を次に示す。単位は m<sup>3</sup>/sec/km<sup>2</sup> である。

$$\left. \begin{aligned} 1944.8.22 : q &= 27.4 A^{-0.057} \exp(-0.0194A^{0.519}) \\ 1946.8.30 : q &= 26.6 A^{-0.058} \exp(-0.0460A^{0.365}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑥$$

⑥式を両対数紙にプロットしたものが図4である。両者はよく似ているが、洪水量の差を反映して大流域面積では⑥下式の方が大きく、⑥上式との差も漸増している。なお、他流域との比較も含めた総括的な考察は次報で行なう。

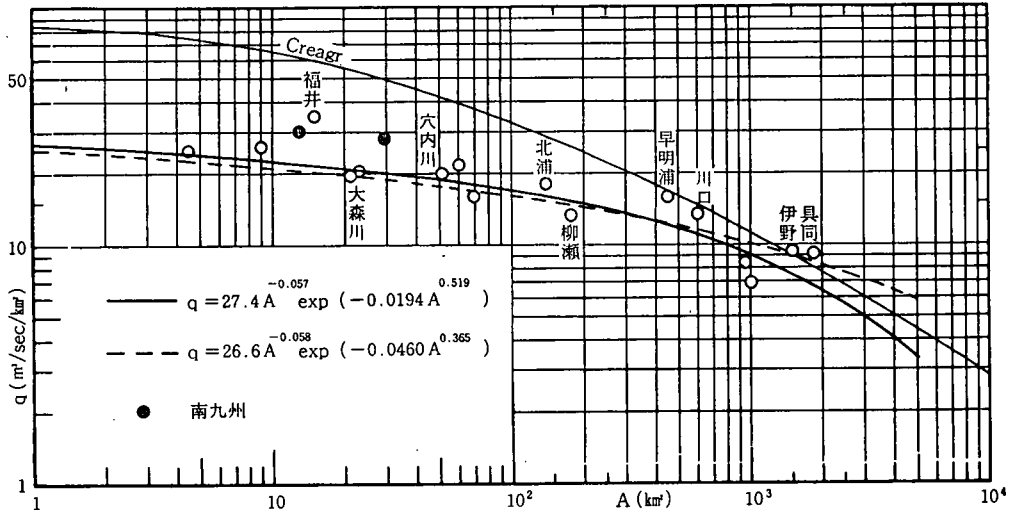


図4 渡川洪水比流量曲線

## II. 鏡川

### 1. 流域の概要

鏡川は高知市を貫流して浦戸湾に流入する流域面積 170.0 km<sup>2</sup>、流路延長 31.0 km の二級河川である。昭和50年8月 (Ty. 7505) と昭和51年9月 (Ty. 7617) に連続して大水害が起きたこ

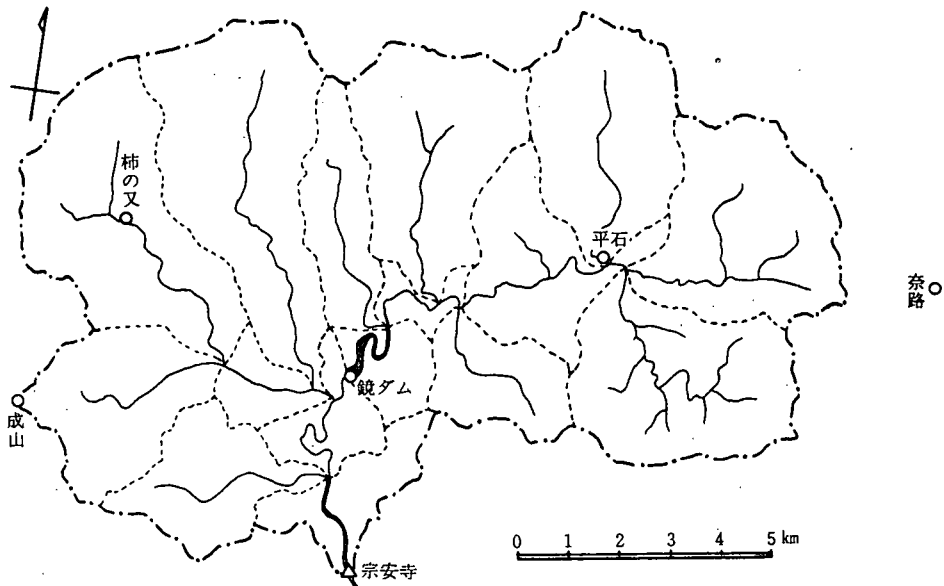


図5 鏡ダム流域概要図

とは有名である。流域の最高標高は工石山の1,176.4mで、北側の流域界は南側の流域界よりも500~600m程度高い。流域の概要を図5に示す。

年降水量は上流の土佐山村平石で3,305.6mm (S.43~53)、下流の高知市で2,642.5mm (同期間)である。

鏡川は城下町を貫流するため度々大きな洪水災害を起しているが、上述の2洪水は鏡ダムがあるにもかかわらず近年になく大きなもので、宗安寺測水所地点におけるピーク流量は前者が1,310 m<sup>3</sup>/sec、後者が約2,300 m<sup>3</sup>/secと推算されている。なお、宗安寺地点の計画洪水量は鏡ダム建設前2,100 m<sup>3</sup>/sec、建設後1,500 m<sup>3</sup>/secである。

洪水比流量の解析は宗安寺測水所より上流の142.7 km<sup>2</sup>について行なった。

## 2. DD解析

宗安寺測水所より上流域に関する雨量観測所は、成山、柿ノ又、鏡ダム、および平石の4ヶ所である。これらの中で柿ノ又が他より一般的に大である。例えば、昭和42年~50年の9年間の平均降水量を比較すると、平石3,155mm、鏡ダム2,736mm、柿ノ又3,606mmとなっている。昭和42年4月(鏡ダム建設)以降の記録の中で、1~24時間の継続時間毎の降雨強度を調べると、いずれも昭和50年8月17日のTy.7505によるものが最大である。これは1.で述べた洪水規模と逆であるが、その理由は前者が一山洪水であったのに対し、後者が二山洪水であったため、流出量の増大に加うるに鏡ダムの洪水調節能力をオーバーしたためである。

図6に鏡川流域のDD図(Ty.7505, 柿ノ又)を示す。図中の2直線はSherman式を示し、実線(⑦式)は直線で近似でき且つ洪水到達時間2~3時間を含む2~12時間のデータを使ったもので、破線(⑧式)は1~24時間のデータを使ったものである。図に見られるように全般的に前者がやや大きいが変化傾向はよく似ている。図6にはTy.7617のデータも併示した。X印は実測点雨量から求めたもの、また●印は等雨量線と流出計算による推定値であり、DA解析に用いた。これらはTy.7505のデータより全般的に小さいが傾向はよく似ている。

$$I = \frac{146.7}{t^{0.323}} \dots\dots\dots \textcircled{7}$$

$$I = \frac{142.9}{t^{0.344}} \dots\dots\dots \textcircled{8}$$

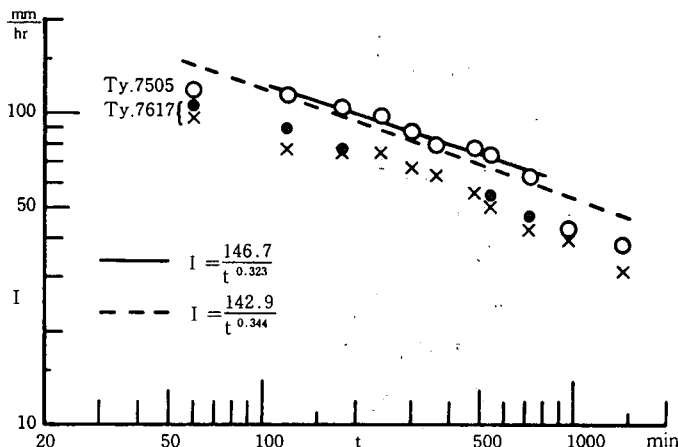


図6 鏡川流域 D~D

3. D A D 解析

洪水比流量の解析は宗安寺測水所より上流の 142.7 km<sup>2</sup> について行なった。

図. 5 に示すように宗安寺上流域を17ブロックに分け, Ty.7505 および Ty.7617 について D A D 解析を行なった。なお, この両台風については等雨量線法によって各ブロックの面積雨量を求め, それに基づいて kinematic wave 法により流出計算を行なってその結果を鏡ダム地点および宗安寺地点の実測流量と比較し, 両者が合わなければ等雨量線を修正して流出計算を行なうという試行錯誤法で等雨量線図を作成しているのので, かなり正確な面積雨量が求められていると考えられる。したがって, 鏡川流域の洪水比流量曲線の精度は他流域のそれより高いと考えてよい。ただ, Ty.7617 で地域性を考慮しつつ等雨量線を修正してゆくと, 雨量観測所における点雨量よりも大きい値が現れることがあり, この場合 P<sub>0</sub> は推定値を用いた。

D A 式は Horton 式 (③式) を用いた。両洪水時の A~y 関係を図. 7-1, 図. 7-2 に示す。Ty.7617 の A~y 関係は Ty.7505 と比較して  $\alpha$  が小さく  $\beta$  が少し大である。 $\alpha$  が小さいことは面積雨量が点最大雨量に対して比較的に大であることを示し, 一方  $\beta$  が大きいことは A の増大につれて雨量が減少し易いすなわち雨域が小さいことを示している。両図に見られる相違は両台風による降雨・洪水の性格の相違を端的に示しているといえよう。洪水比流量曲線式を求める場合の  $\alpha$ ,  $\beta$  は表-2 に示す平均値を使用した。

表2 Horton 式の  $\alpha$ ,  $\beta$  (鏡川)

発生日または台風名	種類	継続時間						
		1 hr	2	3	6	9	12	平均
Ty. 7505	$\alpha$	0.0426	0.0329	0.0308	0.0578	0.0759	0.0747	0.0525
	$\beta$	0.5737	0.5713	0.6040	0.4724	0.4376	0.4395	0.5164
Ty. 7617	$\alpha$	0.0295	0.0069	0.0036	0.0007	0.0066	0.0109	0.0097
	$\beta$	0.4459	0.7510	0.8364	1.1190	0.6840	0.6052	0.7353

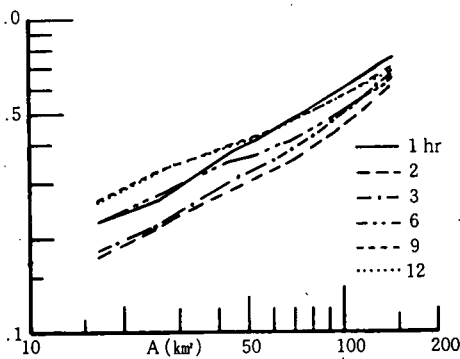


図 7-1 Ty.7505

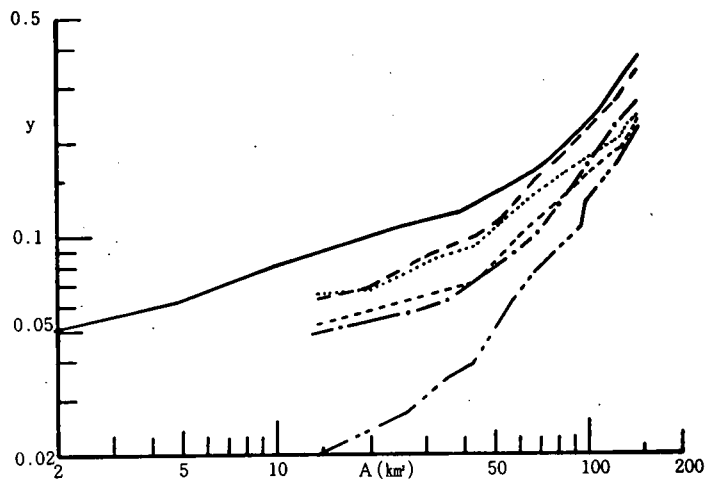


図 7-2 Ty.7617

図 7 鏡川宗安寺流域 A~y

洪水比流量曲線を求める3箇の式は次のとおりである。

i) DA関係

$$\left. \begin{aligned} \frac{P}{P_0} &= \exp(-0.0525A^{0.516}) : \text{Ty. 7505} \\ &= \exp(-0.0097A^{0.785}) : \text{Ty. 7617} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑨$$

ii) DD関係

$$I = \frac{146.7}{t^{0.323}} : \text{Ty. 7505 (2~12 hr)} \dots\dots\dots ⑦$$

$$= \frac{142.9}{t^{0.344}} : \quad \quad \quad (1\sim24 \text{ hr}) \dots\dots\dots ⑧$$

$$= \frac{117.6}{t^{0.379}} : \text{Ty. 7617 (1~24 hr)} \dots\dots\dots ⑩$$

iii) D~ $t_p$  関係

$$t_p = 290A^{0.22}r_0^{-0.35} \dots\dots\dots ⑤$$

これらの式から以下のような洪水比流量曲線式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} \text{Ty. 7505 : } q &= 35.1A^{-0.063} \exp(-0.059A^{0.516}) : \text{DDは⑦式} \\ &= 30.6A^{-0.087} \exp(-0.060A^{0.516}) : \text{DDは⑧式} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑪-1$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Ty. 7617 : } q &= 35.1A^{-0.063} \exp(-0.011A^{0.740}) : \text{DDは⑦式} \\ &= 20.5A^{-0.072} \exp(-0.011A^{0.740}) : \text{DDは⑩式} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑫-2$$

⑪式では2年連続の大洪水となった2台風について、⑪-1上式は洪水到達時間も考慮して2~12時間のデータ(⑦式)を使用し、⑪-1下式は1~24時間のデータ(⑧式)を使用、⑪-2上式はDA式としてTy.7617、DD式としてTy.7505の2~12時間の値を使用して、記録最大洪水時のDAに同じく記録最大のDDを適用した場合の式を示した。⑪-2下式はTy.7167だけの

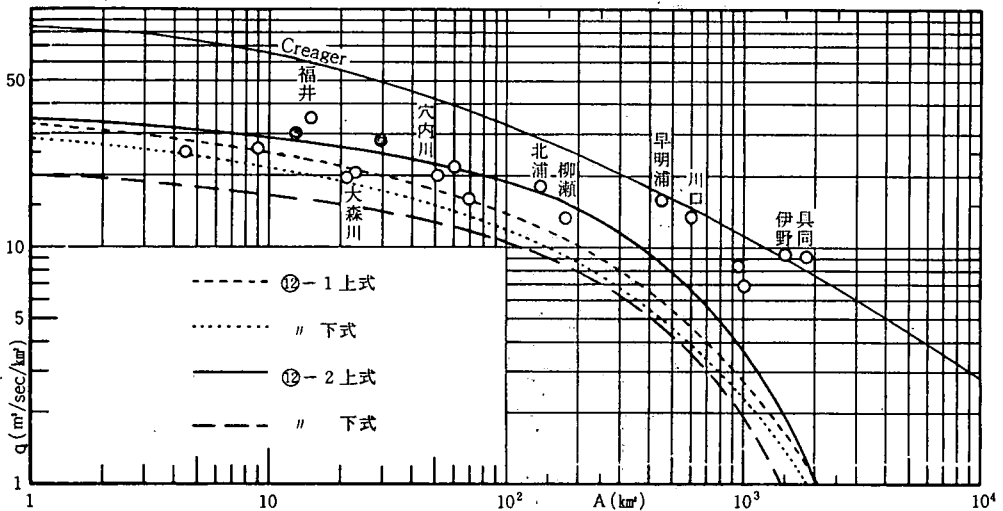


図8 鏡川洪水比流量曲線



データを使用した場合である。これらの式を図-8に示す。2,000 km<sup>3</sup>以下では⑩-2上式が最大値を示している。⑩-2上式は前述のような条件をもつのでこれは当然のことであり、小流域では既報<sup>4)</sup>の仁淀川流域とほぼ同じ値を示している。なお、Ty.7505 および Ty.7617 をそれぞれ独自のデータを同条件で使った⑩-1下式と⑩-2下式との差はDD式の差によるものである。

### III. 奈 半 利 川

#### 1. 流域の概要

奈半利川は源を甚吉森（標高1,423.3m）に発し、南流して土佐湾に注ぐ流域面積311.3 km<sup>2</sup>、幹川流路延長 55.4 km の二級河川である。下流端に小さな沖積平野をもつ以外は山地を流れ、上流は高知県有数の多雨地帯で、魚梁瀬の30年間（1941～1970）の平年値は 4,160 mm である。しかし、下流部は比較的少なく河口の田野で同期間の平年値は 2,191 mm に過ぎない。

奈半利川は暫々大洪水に見舞われていたが、昭和40年に上流に魚梁瀬ダム（有効貯水量7,250万 m<sup>3</sup>）が完成して以来洪水被害は大幅に軽減されている。しかし、濁水障害など他種の被害が生じているのはやむを得ないであろう。流域の概要を図. 9に示す。

洪水比流量の解析は中流部の平鍋ダムより上流 216.41 km<sup>2</sup> について行なった。

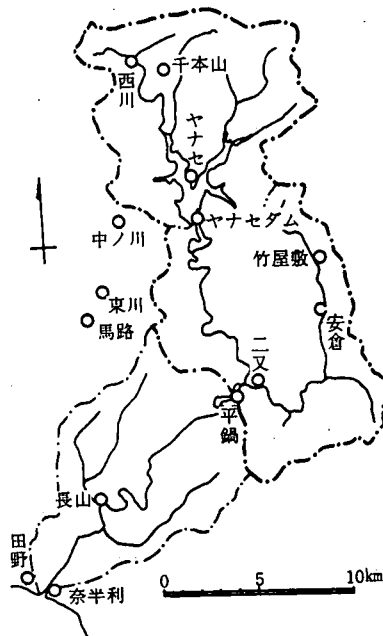


図9 奈半利川流域概要図

#### 2. DD解析

図. 9に示すように、平鍋ダム上流に8個の雨量観測所があるが偏在しており、とくに魚梁瀬ダム流域の東半分および二又と魚梁瀬ダムの中間にないことがDDおよびDA解析にとって大きなマイナスである。

手に入った降雨資料は昭和37年～昭和54年の18年間である。この期間の各継続時間最大雨量のいずれも昭和50年8月17日のTy.7505で得られている。ただし、図. 9に示す雨量観測所の分布を

考慮して6~24時間の資料は流域外の東川のものを使用した。なお、東川と2位の平鍋との差は6時間が4mmの他は2mm以下である。図.10にDD関係を示した。Sherman式で表わすと次式を得る。なお、参考のため図.10にTy.7617のデータを併示した。

$$I = \frac{126.9}{t^{0.405}} \dots\dots\dots ⑫$$

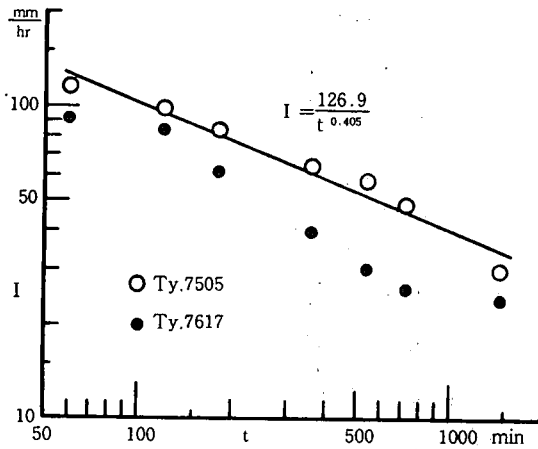


図10 奈半利川流域 D~D

3. D A D 解析

平鍋ダム上流域を11ブロックに分け、Thiessen法により面積雨量を求め、Ty.7505についてDAD解析を行なった。雨量観測所は11である。

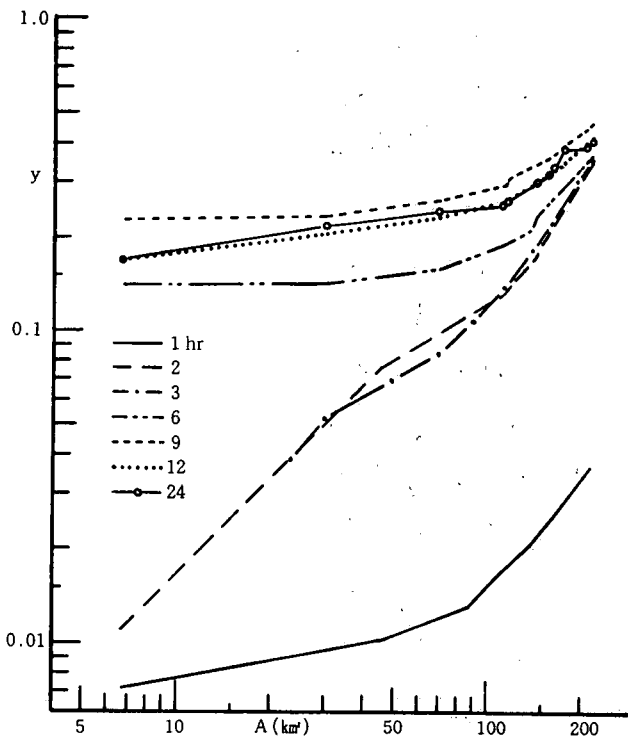


図11 奈半利川平鍋ダム流域 A~y (Ty.7505)

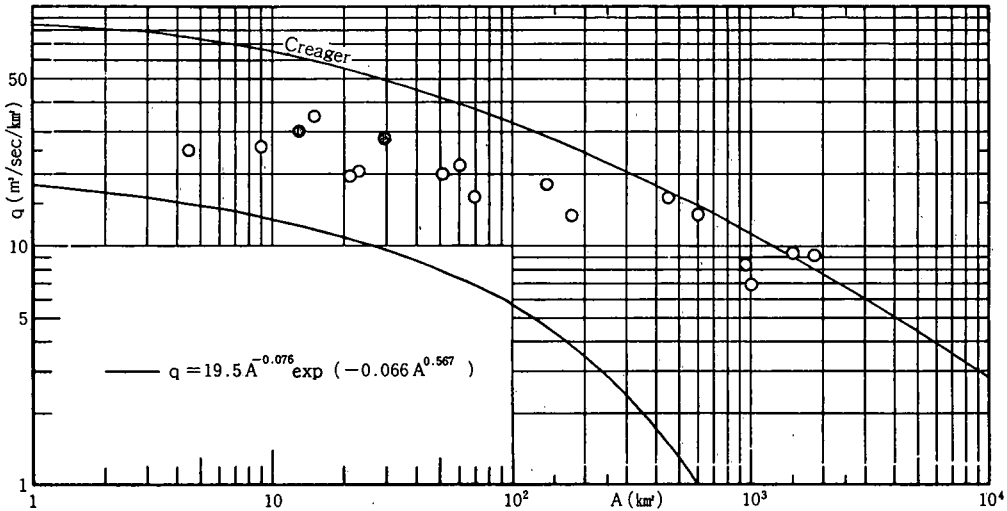


図12 奈半利川平鍋ダム流域洪水比流量曲線

DA解析は Horton 式によった。Ty. 7505 時の A~Y 関係を図. 11に示す。継続時間 3 時間以下と 6 時間以上とは全く異なる性状を示している。これは先に述べたように、雨量観測所の分布が偏っているための現象と推定されるが、降雨も解析に不適当なものであったかも知れない。雨量観測所の適当な配置を待って改めて解析する必要がある。洪水比流量曲線を求めても大して意義はないが、参考のため  $\alpha$ ,  $\beta$  の平均値を用いて次の 3 式により計算した結果を⑭式および図. 12に示す。明かに小さ過ぎる比流量を示している。

$$I = \frac{126.9}{t^{0.405}} \dots\dots\dots ⑫$$

$$\frac{P}{P_0} = \exp(-0.0563A^{0.567}) \dots\dots\dots ⑬$$

$$t_p = 290A^{0.22}r_0^{-0.35} \dots\dots\dots ⑮$$

$$q = 19.45A^{-0.076}\exp(-0.066A^{0.567}) \dots\dots\dots ⑭$$

#### IV. 那 賀 川

##### 1. 流域の概要

那賀川は、上流端の境界を物部川・奈半利川などと接し、剣山（標高 1,956 m）や石立山（標高 1,780m）に源を発する一級河川である。流域面積 880 km<sup>2</sup>、幹線流路延長 125.2 km の東西に細長い流域である。流域は河口より約 10 km 付近でようやく平野部に出るまで山地が占め、高知県に接する上流部はわが国有数の多雨地帯である。図. 13に概要図を示す。

那賀川も南四国の他河川と同様古来度々大洪水を起している。洪水比流量曲線の計算は河口から約 7 km 地点の古庄より上流域 765 km<sup>2</sup>、および川口ダム流域 596 km<sup>2</sup> (Ty. 7123, 下流の降雨資料不足のため) について行なった。

使用データは 4 個の台風によるものであるが、Ty. 7408 と Ty. 7506 は記録最大級の洪水を生じ、また、Ty. 7123 と Ty. 7920 は中心が流域の南側を通った台風で Horton 式の  $\alpha \sim \beta$  の関係を検討するために解析した。

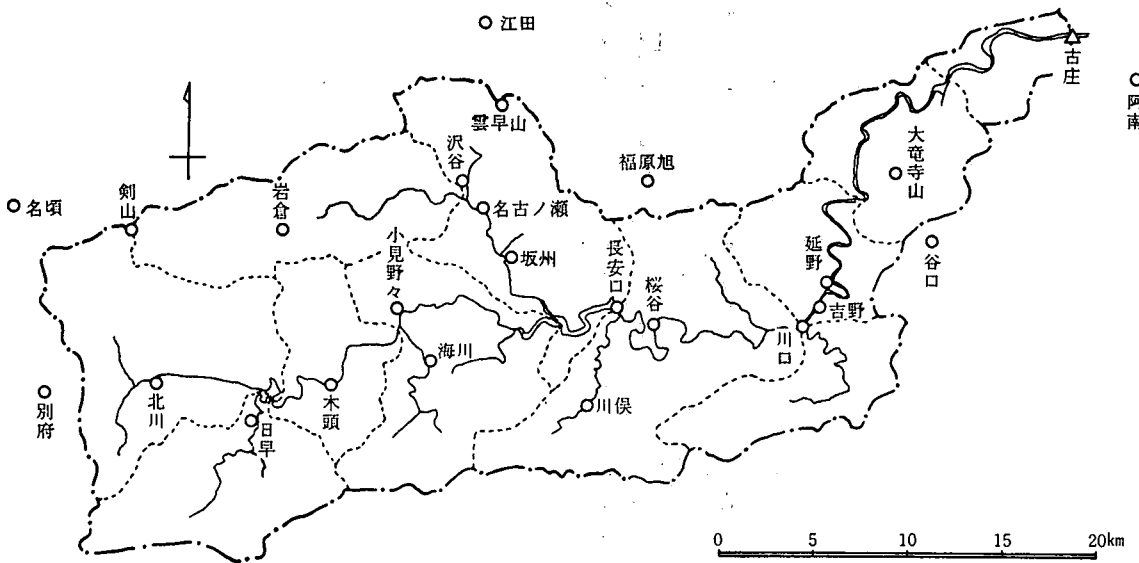


図13 那賀川(古庄)流域概要図

2. D D 解析

昭和31年以降の数箇所の観測記録を検討した結果、前述の四個の台風時のデーターを使用した。

(1), Ty. 7408 および Ty. 7506

図.14に曲線で示したもので、DD式は⑮式のように3定数型の一般式を使用した。1時間雨量のみが Ty. 7506 (剣山) で他の 2~24時間の7個のデーターは Ty. 7408 (小見野々) である。すなわち、各継続時間の記録最大値を集めたものである。

$$I = \frac{1,777}{t^{0.946} + 17.3} \dots\dots\dots ⑮$$

(2), Ty. 7123 および Ty. 7920

図.14にそれぞれの台風について直線で近似している。前に述べたように、両台風は Horton 式

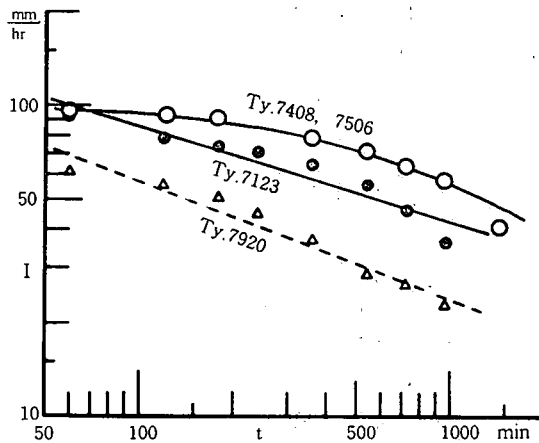


図14 那賀川流域 D~D

の  $\alpha \sim \beta$  の関係の検討のために使うものであるから、各台風独自のデーターを使用した。両直線に Sherman 式を当てはめると、⑯式および⑰式が得られる。

$$I = \frac{101.1}{t^{0.308}} : \text{Ty. 7123} \dots\dots\dots \text{⑯}$$

$$I = \frac{69.7}{t^{0.380}} : \text{Ty. 7920} \dots\dots\dots \text{⑰}$$

3. D A D 解析

図.13に示すように古庄より上流を11ブロックに分け、各台風について Thiessen 法により面積雨量を求めた。雨量観測所の数は Ty. 7408 が 15, Ty.7506 が 16, Ty.7123 が 18, Ty.7920 (川口より上流) が10個所である。

D A 関係は Horton 式 (③式) を用いた。各洪水時の A ~ y 関係を図.15-1~4 に示す。Ty. 7123 および Ty. 7920 は、 $\alpha, \beta$  がともに小さくて雨域の広いことをうかがわせるが、D D 関係が影響して洪水量が他の 2 洪水よりも小さくなったものである。 $\alpha, \beta$  を表 3 に示す。

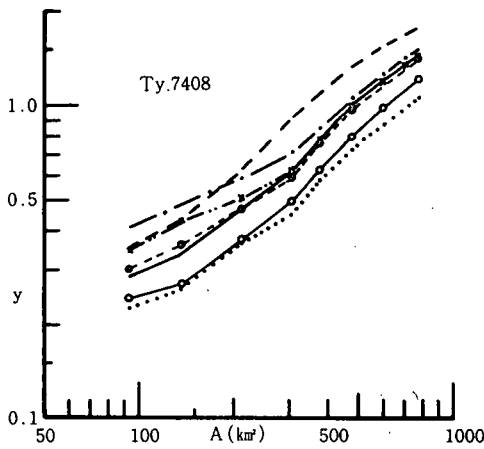


図 15-1

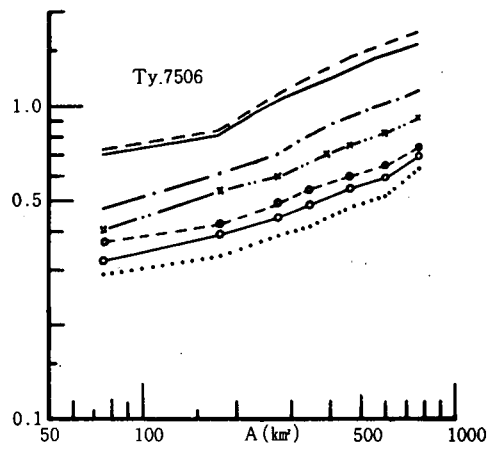


図 15-2

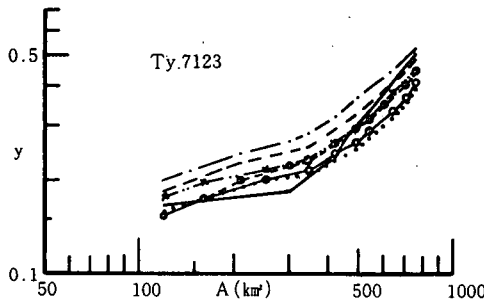


図 15-3

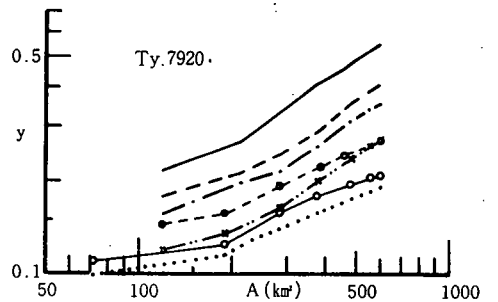


図 15-4

図15 那賀川流域 A~y

表3 Horton 式の  $\alpha, \beta$  (那賀川)

台風	継続時間		1 hr	2	3	6	9	12	16	平均
	種類									
7408	$\alpha$		0.0063	0.0092	0.0183	0.0130	0.0083	0.0051	0.0061	0.0082
	$\beta$		0.8183	0.7984	0.6593	0.7044	0.7693	0.8215	0.7733	0.7635
7506	$\alpha$		0.1290	0.1224	0.0877	0.0888	0.0918	0.0748	0.0627	0.0939
	$\beta$		0.376	0.397	0.383	0.349	0.308	0.328	0.336	0.354
7123	$\alpha$		0.0053	0.0125	0.0143	0.0151	0.0099	0.0133	0.0163	0.0125
	$\beta$		0.661	0.515	0.0529	0.495	0.555	0.497	0.458	0.529
7920	$\alpha$		0.0113	0.0130	0.0122	0.0085	0.0193	0.0258	0.0221	0.0163
	$\beta$		0.605	0.532	0.523	0.537	0.412	0.326	0.333	0.465

洪水比流量曲線を求める 3 個の式は次のとおりである。

i). DA 関係

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{P}{P_0} &= \exp(-0.0082A^{0.764}) : \text{Ty. 7408} \\
 &= \exp(-0.0939A^{0.354}) : \text{Ty. 7506} \\
 &= \exp(-0.0125A^{0.529}) : \text{Ty. 7123} \\
 &= \exp(-0.0163A^{0.465}) : \text{Ty. 7920}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{18}$$

ii). DD 関係

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1,777}{t^{0.946} + 17.3} : \left\{ \begin{array}{l} \text{Ty. 7408} \\ \text{Ty. 7506} \end{array} \right. \dots\dots\dots \textcircled{15} \\
 &= \frac{101.1}{t^{0.308}} : \text{Ty. 7123} \dots\dots\dots \textcircled{16} \\
 &= \frac{69.7}{t^{0.380}} : \text{Ty. 7920} \dots\dots\dots \textcircled{17}
 \end{aligned}$$

iii). D  $t_p$  関係

$$t_p = 290A^{0.22}r_0^{-0.35} \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

これらの式から以下のような洪水比流量曲線式が得られる。

$$\begin{aligned}
 \text{Ty. 7408} : q &= 26.9A^{-0.0094} \exp(-0.0095A^{0.764}) \dots\dots\dots \textcircled{19-1} \\
 \text{Ty. 7506} : q &= 27.4A^{0.0024} \exp(-0.1197A^{0.354}) \dots\dots\dots \textcircled{19-2} \\
 \text{Ty. 7123} : q &= 24.9A^{-0.0604} \exp(-0.0140A^{0.529}) \dots\dots\dots \textcircled{19-3} \\
 \text{Ty. 7920} : q &= 11.1A^{-0.0724} \exp(-0.0188A^{0.465}) \dots\dots\dots \textcircled{19-4}
 \end{aligned}$$

これらの式を図.16に示した。また、DD式に⑮式を用い、DA式に⑱式の第3式 (Ty.7123)を用いたいわば過去の記録に基づいた可能最大洪水比流量曲線ともいべき曲線式は次の⑳式であり、図.16に併示した。この曲線は既報の仁淀川のそれとよく似ているが、100 km<sup>2</sup> 付近を境として小面積では那賀川がやや小さく、大面積ではやや大きい。

$$q = 27.0A^{-0.0130} \exp(-0.0156A^{0.529}) \dots\dots\dots \textcircled{20}$$

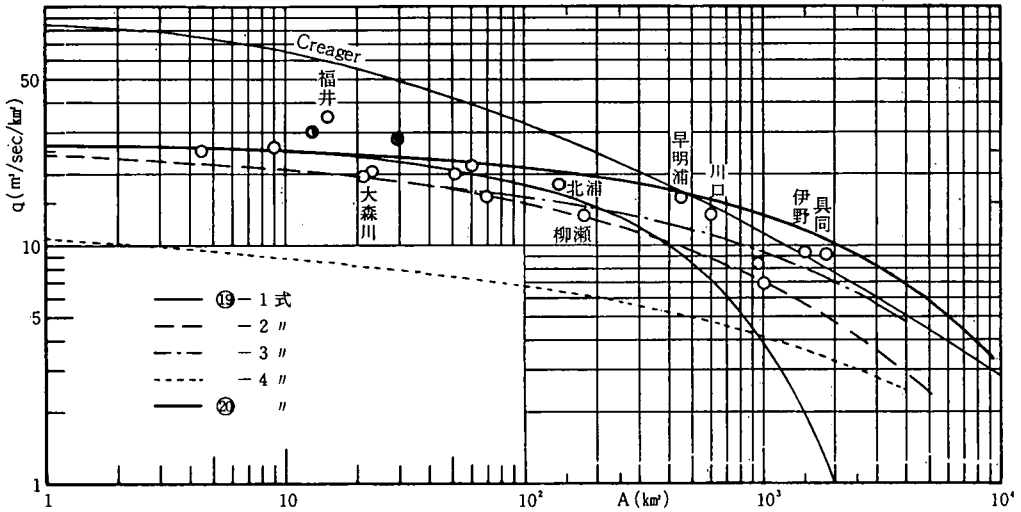


図16 那賀川流域洪水比流量曲線

V. 吉野川 (早明浦ダム)

1. 流域の概要

吉野川は、その源を石鎚山系瓶ヶ森山 (笹ヶ峰1,896 m) に発する幹線流路延長194km、流域面積 3,650 km<sup>2</sup> の四国四県にまたがる日本有数の河川である。流域の大部分は山林で、平地 350 km<sup>2</sup>、水面積 90 km<sup>2</sup> に対し山地は 3,210 km<sup>2</sup> を占め、流域のほぼ中央部の池田付近からようやく平野が見られる。

流域は年降水量 3,000 mm 以上の多雨地帯を含み、豊かな流量を誇っている。

解析流域は上流部の高知県本山町と土佐町にまたがる早明浦ダム流域とした。流域の概要を図17に示す。流域面積は 417 km<sup>2</sup> (集水面積はこれに汗見川流域を加えた 462 km<sup>2</sup>)、幹線流路延長 22.2 km である。流域は当然ながらほとんど山地で占められており、大森・長沢・大橋の発電用

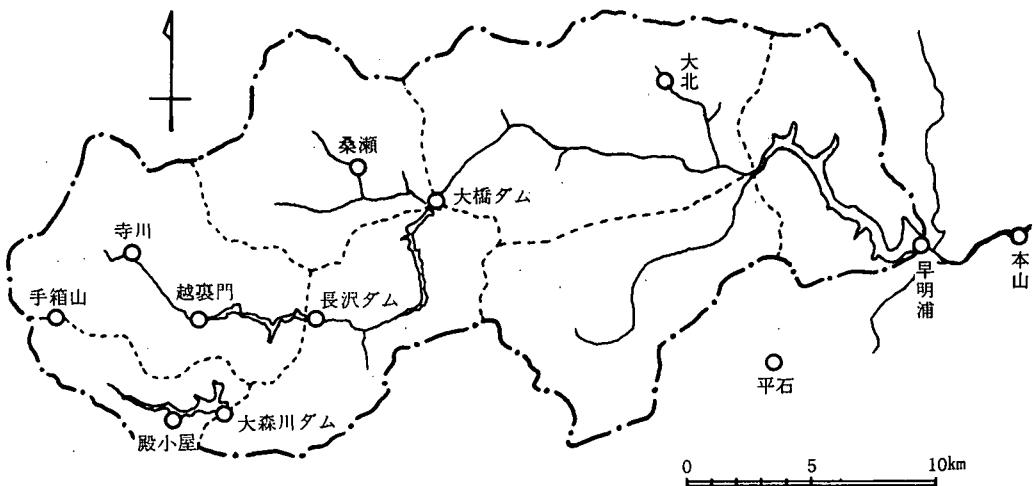


図17 吉野川 (早明浦ダム) 流域概要図

3ダムを持っている。年降水量は1941～1970の30年間で流域の上流側1/3付近の本川村長沢において 3,323 mm, 本山町で 2,778 mm である。また, Ty.7505 および Ty.7617 と2年連続の大洪水は多くの住民に鮮烈な印象を残している。

2. DD 解析

本解析に用いた雨量観測所は Ty.7505 が9個所, Ty.7617 が11個所である。時間雨量は流域内最大雨量を用い, Ty.7505 は大橋ダム, Ty.7617 は大森川と平石のデーターを用いた。なお, 平石は流域外であるため, 流域界の降水量を比例配分で求めた。Ty.7505 は早明浦ダム地点において, 頭初の計画高水量 4,700 m<sup>3</sup>/sec をはるかに上回る 7,240 m<sup>3</sup>/sec を記録しており, 降水量の再現期間も非常に大きいと推定されるが長期間の資料がないため不明である。なお, Ty.7617 の最大洪水量は 4,762 m<sup>3</sup>/sec である。

両台風のDD関係を図. 18 に示す。Ty.7505 のDD関係は Sherman 式によく適合している。最小二乗法により求めた両台風のDD式は次のとおりである。

$$I = \frac{113.2}{t^{0.308}} : \text{Ty.7505} \dots\dots\dots ①$$

$$I = \frac{86.9}{t^{0.313}} : \text{Ty.7617} \dots\dots\dots ②$$

図.18に比較のため仁淀川流域のDD関係を併示した。仁淀川流域のDD式の大きいことがわかる。

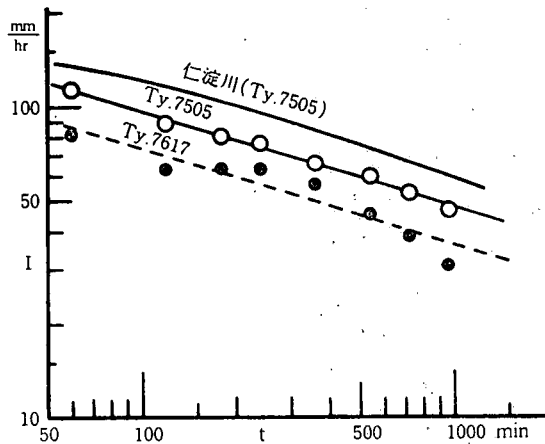


図18 吉野川(早明浦ダム)流域 D~D

3. DA・D 解析

早明浦ダム流域を図. 17 に示すように7ブロックに分け, Ty.7505 および Ty.7617 について Thiessen 法により DAD 解析を行なった。

DA 関係は Horton 式を用いた。両洪水の A~Y 関係を図.19に示す。図.19-1 と図. 19-2 の両図は16時間を除いて比較的良好に似ている。勾配がゆるく強雨の範囲が広がったことを示している。Horton 式の  $\alpha, \beta$  を次表に示す。



表4 Horton 式の  $\alpha, \beta$  (早明浦ダム)

台風	種類	継続時間								
		1 hr	2	3	4	6	9	12	16	平均
7505	$\alpha$	0.2206	0.0321	0.0443	0.0784	0.1010	0.0823	0.0243	0.0140	0.0746
	$\beta$	0.1941	0.4697	0.4308	0.3093	0.2295	0.2333	0.4076	0.4622	0.3421
7617	$\alpha$	0.0488	0.0519	0.0313	0.0424	0.0340	0.0252	0.0254	0.0236	0.0353
	$\beta$	0.4304	0.4577	0.5220	0.4667	0.4609	0.4734	0.4399	0.4436	0.4618

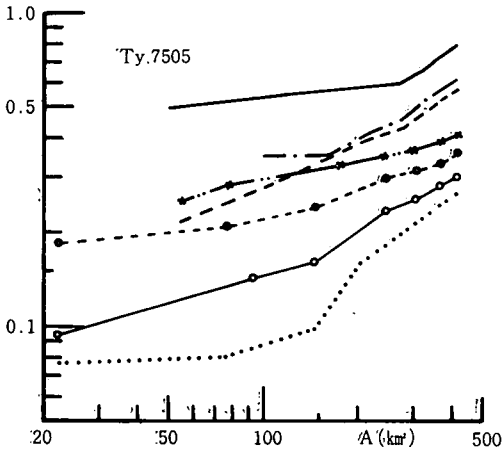


図 19-1

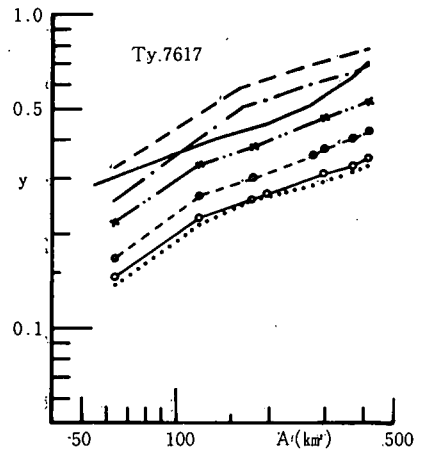


図 19-2

図19 吉野川(早明浦ダム)流域 A~Y

洪水比流量曲線を求める3個の式は次のとおりである。

i). DA 関係

$$\left. \begin{aligned} \frac{p}{p_0} &= \exp(-0.0746A^{0.342}) : \text{Ty. 7505} \\ &= \exp(-0.0353A^{0.462}) : \text{Ty. 7617} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (23)$$

ii). DD 関係

$$d = \frac{113.2}{t^{0.308}} : \text{Ty. 7505} \dots\dots\dots (21)$$

$$= \frac{86.9}{t^{0.313}} : \text{Ty. 7617} \dots\dots\dots (22)$$

iii). D~t<sub>p</sub> 関係

$$t_p = 290A^{0.22}r_0^{-0.35} \dots\dots\dots (5)$$

これらの式から以下のような洪水比流量曲線式が得られる。

$$\text{Ty. 7505} : q = 28.4A^{-0.0604} \exp(-0.0835A^{0.342}) \dots\dots\dots (17)-1$$

$$\text{Ty. 7617} : q = 20.0A^{-0.0621} \exp(-0.0398A^{0.461}) \dots\dots\dots (17)-2$$

この両式を図.20に示した。図.20には仁淀川流域の洪水比流量曲線も示して比較した。

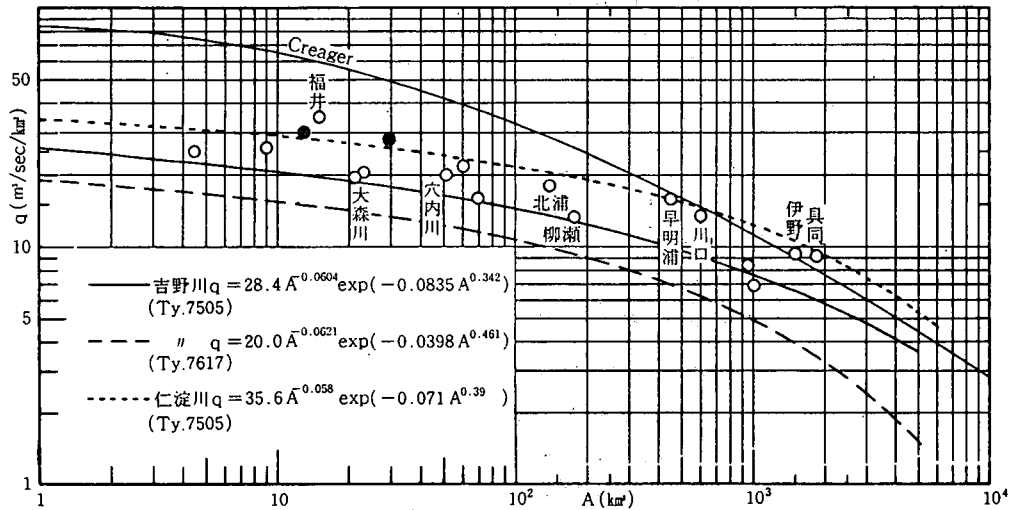


図20 吉野川（早明浦ダム）洪水比流量曲線

VI. Horton 式の  $\alpha$  と  $\beta$  との関係

Horton 式の  $\alpha$  と  $\beta$  との間には既報のように両対数紙上で直線の関係が見られる。四国南部流域において、これまでに解析した6河川流域（奈半利川を除く）の  $\alpha \sim \beta$  の関係を図. 21に示した。同図には他研究者のレポート<sup>6)</sup>に示された日本全国の  $\alpha \sim \beta$  の関係も小さな●印で示した。図. 21によれば、 $\alpha = 0.00003 \sim 0.2$ ,  $\beta = 0.2 \sim 2.0$ 程度と考えるとよさそうである。

DA関係だけを考えれば、 $\alpha \rightarrow$ 小,  $\beta \rightarrow$ 小になるほど洪水規模は大きくなるが、 $\alpha = 0.01 \sim 0.1$ ,  $\beta = 0.3 \sim 0.5$ 程度の組合せが最も多く、洪水を起す降雨域の広がりやを推定できる。また、両対数紙上における両者の関係は図. 21に示すように下式がよく適合する。

$$\beta = 0.22\alpha^{-0.22} \dots\dots\dots (2)$$

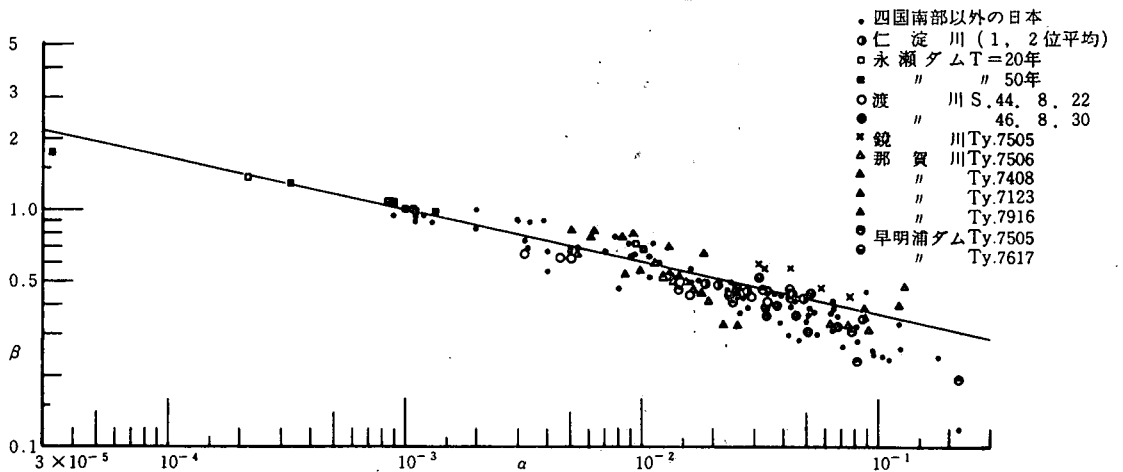


図21 Horton 式の  $\alpha \sim \beta$

なお、ある流域が台風の左右半円の何れに入るかにより②式の指数の符号が変わるのではないかと  
いう疑問を解決するため、那賀川流域について検討したが、そのような傾向は見出せなかった。

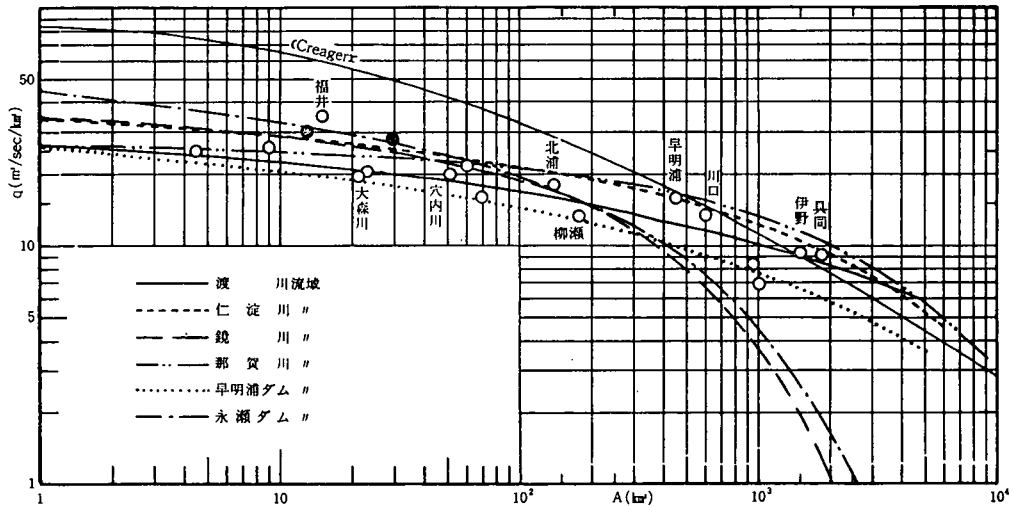


図22 四国南部各河川の洪水比流量

あ と が き

渡川の全流域、那賀川のほぼ全流域、および鏡川・那賀川・吉野川の3河川の上流部分流域(ダム流域)について洪水比流量曲線式を求めた。用いた資料は記録最大級のものであるが、那賀川については Horton 式の  $\alpha$ ,  $\beta$  の検討のため小規模洪水を含んでいる。

これまでに解析した7河川流域の中では約70 km<sup>2</sup>以下の小流域では物部川(永瀬ダム)、それより大きい流域については那賀川の曲線式が最大値を与えるが、曲線の移動による洪水比流量記録を包絡する線としては仁淀川の曲線式が最もよく適合する。各河川の最大比流量を与える曲線を図. 22に示した。データの少ないことから、これらの曲線群の包絡線として四国南部流域の洪水比流量曲線が示されるべきであるが、まだ松田川や、吉野川の中・下流部などが残されており、次報で最終的な考察を行なう予定である。

Horton 式の  $\alpha \sim \beta$  の関係は②式で表現できそうである。

最後に、貴重な資料を提供して頂いた建設省中村工事事務所、高知県河川課、電源開発K.K., 徳島県庁河川課、建設省徳島工事事務所、および高知・徳島地方気象台に感謝の意を表します。

(引 用 文 献)

- 1) 近森邦英：四国南部流域の洪水比流量に関する研究(1)——仁淀川(伊野)——
- 2) " : " (2)——物部川(永瀬ダム)流域——
- 3) 1)に同じ
- 4) 1)に同じ
- 5) 2)に同じ
- 6) 代表者角屋睦：昭和53年度科学研究費(試験研究)ダム、頭首工の安全設計資料としての洪水比流量に関する研究, 昭和54年4月。

(昭和56年9月30日受理)  
(昭和57年3月3日発行)