

河川部門—指定課題

第19回建設省技術研究発表会

利水計画における流況把握の研究

(流量低減率に関する資料の収集)

103

昭和40年11月

建設省土木研究所

目 次

[1] 研究の意義および主眼点	1
[2] 調査方法の概要および調査対象河川	1
[3] 資料の収集結果および考察	3

〔1〕 研究の意義および主眼点

近年、水需要の増大につれて水資源の合理的な利用・開発が叫ばれ、流域よりの低水流出量の推算・河道における水収支の把握等が重要な課題となって来た。

それらに関連する因子は、水文現象の複雑性・地域性から考えて、極めて多くのものがあげられ低水流出・流下との関連についても未だ未解決の点が多い。

問題を流域よりの低水流出量の推算にしばって考えて見ると、低水時の河川流量は、主として浸透した降雨によってかん養された流出成分からなり、場合によっては洪水流出成分の減水部をも含んでいる事が予想されるから、単に低水時のみでなく、洪水時をも含めた長期の流出推算体系の確立が必要になって来る。その様な流出推算体系の確立のためには、

- (1) 雨量より浸透雨量の分離方法の確立・蒸発散量および地下流失量の定量的評価
- (2) 流域表面・地表下の貯留効果・流出低減状態および流出に伴う遅滞効果の把握

等の検討が必要である。

従来の流出に関する研究は、大部分が洪水時の流出を主体とするもので、低水時を含めた長期のものについては十分な研究がなされていない。

以上の様な低水流出の問題を含めて、利水計画に関連した諸問題を広く全国的な立場より統一的に研究するため昭和39年度より技術研究会の指定課題の一つとして「利水計画における流況把握の研究」が取りあげられた。

本年度は第2年目として種々の問題の調査が進められて来たが、この流量低減率に関する資料の収集は低水流出部の低減状態を把握しようとするもので、

- (1) 低水流出推算法の確立
- (2) 流域の流出水貯留効果の推定
- (3) 渇水予報

等に関連し、この様な基礎資料の収集は極めて重要な意義をもつものと思われる。

〔2〕 調査方法の概要および調査対象河川

戦後大きな進歩をとげた洪水の流出推算法において、洪水の低減状態を指数関数的低減と仮定するものと、仮定しないものとの二つの大きな流れがある。

前者の代表的例は単位図法であり、後者は貯留関数法があげられる。

この仮定の正否については、昭和32～35年の建設省技術研究会の指定課題において取りあげられ調査研究が進められた。

これに反して低水流出部の低減曲線は、時間の経過に伴う指数関数的低減である事が従来定説とされている。

また従来発表されている低水流出推算法の多くは、その様な低減を基礎仮定として成り立っている様である。

本研究においてもまずは流量の指数関数的低減を仮定して流量低減率を算定した。そのため降雨のない期間の流量資料を選び、片対数紙に時間の経過に伴う流量の低減状態をプロットし、近似的に直線関係の低減が認められれば次式によって流量低減率 r を計算する。

$$r = \left(\frac{Q_n}{Q_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \dots\dots\dots(1)$$

ただし、 Q_1 : 第一日目の流量
 Q_n : 第 n 日目の流量
 n : 日数

なお、(1)式は、従来の一般的表現である所の(2)式と比較すれば、低減率 r と

$$Q_n = Q_1 e^{-C(n-1)} \dots\dots\dots(2)$$

C : 低減係数

低減係数 C の関係は次式のとおりである。

$$r = e^{-C} \dots\dots\dots(3)$$

更に本研究においては(1)式によって求められる低減率と流域地形要素・地質要素との経験的關係を得る事を目的として次の諸要素の測定を実施した。

- (1) 流域面積 A (Km^2)
- (2) 山地率 (山地面積/ A) $\times 100$ (%)
- (3) 幹川流路延長 L (Km)
- (4) 流域平均巾 $B = A/L$ (Km)
- (5) 流域形状係数 $F = A/L^2$

ホルトンの形状係数でこの値の大きいものは長さの割合に巾の広い流域で、小さいものは細長い流域である。

- (6) 流域平均勾配 $i = H/L$
- (7) 密集度 $\phi = \frac{2\sqrt{\pi A}}{\text{流域の周長}}$

この値は流域が円形の時最大で1になり、細長い流域ほど小さい値になる。

- (8) 第4紀火山岩地帯と非第4紀火山岩地帯の分布を求める。第4紀火山岩地帯は比較的降雨が浸透し易い事が指摘されているのでこの様な分類を行った。

低減率および地形・地質要素は表-1の様式に従って全国統一的に資料の収集を行った。

調査の対象となった河川および地点は、

- (1) 河川水理調査の観測地点等で流量資料の信頼度の高い事
 - (2) 上流の用・排水等人工的な影響の少ない地点
- 等の条件が考慮され、表-2の97河川が選ばれた。

なお、片対数紙にプロットした低減曲線も参考資料として提出する事とした。

本年度の調査方法において、低減曲線のどの流量以下を対象として低減係数を計算するか、計算期間をどの程度に取るか等の基準を明確にできなかった事は、計算結果の統一性・信頼度にやや不備の点を残したのではないと思われる。

(3) 資料の収集結果および考察

表-2の諸河川についての調査結果の総括表を表-3に示す。表-3は流域地形要素・地質要素の値および低減率の概略の傾向を示したものであって、低減率については対象地点の最大値・最小値および平均値を、また、平均計算期間・計算した期間の最大流量・最小流量を表示した。

なお、低減率の値を総括するにさいして、各地方建設局、北海道開発局より提出された資料について低減曲線を視察した結果、次の諸点に基き修正・削除を行っているので御了解願いたい。

- (1) 明らかに洪水の低減部を含んでいると判断される期間で低減率を計算しているものは修正あるいは削除した。
- (2) 低減部が幾つかの折線から成立っていると思われるものは最も低減した最後の期間の低減率を採用した。
- (3) 資料数の少ないもの、低減部に鋸歯状の変動が著しく現われ資料として不適当と思われるもの等は削除した。

また、表-3の地質の欄は(第4紀火山岩地帯の面積)/(流域面積)の値を示してある。

提出された資料に基いて2, 3の問題点の指摘および考察を行ったので、その概要をのべる。それらの点について、また、その他御気付の点について十分な討議をお願いする次第です。

(1) 指数関数的低減仮定の問題

提出された低減曲線図について、視察を行った所(1)式あるいは(2)式で表わされる指数関数型の低減が必ずしも成立しないケースが相当に多い。そこで、表-2の各河川について次の様な分類を行った。

(a) 明らかに指数関数型の低減が認められず、低減率が流量Qによって変化すると判断される観測所。

$$\gamma = F(Q) \quad \dots\dots\dots(4)$$

(b) 或る期間明らかに指数関数型の低減が成立つと判断される観測所。

$$\gamma = \text{const} \quad \dots\dots\dots(5)$$

その結果、表-2に示す様に97観測所中(a)に区分されるものが28観測所、(b)に区分されるものが26観測所で両者ほぼ相半ばし、その他は(a), (b)いずれとも判断しがたいものおよび低減曲線図の提出のなかったものである。

(b)の具体例として利根川水系恩川乙女地点のものを図-1(i), (ii)に示す。(a)の場合、多くの低減曲線が下方に凸となり低減率は流量の減少と共に増大するか、増大しつつ或る一定値に近づく傾向を持っている。図-2(i), (ii)はこの様な河川の実例として狩野川大仁観測所と木曾川桃山観測所における流量と日単位で計算した低減率との関係図である。大仁地点では $\gamma = \text{const}$ が $30\text{m}^3/\text{s}$ 以下で現われている様であり、桃山地点では $50\text{m}^3/\text{s}$ 付近から $\gamma = \text{const}$ が現われ始めている感じである。

以上の様な傾向については、北海道開発局・近畿地方建設局からも指摘があらわれそれらを図-3, 図-4, 図-5に示す。以上指摘した様に指数関数的低減

法則を統一的に採用するのは疑問があり、低減状態の調査にあたっては十分な注意が必要である。

(2) $r = F(Q)$ の場合の取り扱い方についての一案

$r = F(Q)$ の現象をどのように解釈するか、そのためには地球物理学的基礎研究・実験的追求が必要であろう。土木研究所においても、このような基礎的問題についての調査研究を進めている。現在までの所、均質な土砂層を地下水がダルシイの法則に従って流動する場合、地下水流出は指数関数型の低減法則に従う事が判明している。

しかしながら、実際の流域は異質な地表下構成の集合体であろうし、小流域を取れば指数関数型の低減を行っても、低減率の異なる幾つかの小流域からの流出の合成である下流地点の低減は指数型の低減でなくなる事が予想される。即ち、(6)式の様な低減が予想される。

$$Q = r_0 \cdot Q_0 + r_1 \cdot Q_1 + r_2 \cdot Q_2 + \dots + r_m \cdot Q_m \dots\dots\dots(6)$$

$$r_0 \cdot Q_0, r_1 \cdot Q_1, \dots, r_m \cdot Q_m : \text{小流域よりの流出成分}$$

また、(6)式が平均的な低減係数 $\bar{r}$ を用いて、

$$Q = (Q_0 + Q_1 + \dots + Q_m) \bar{r}^{n-1} \dots\dots\dots(7)$$

と表し得る地点でも、これに洪水流出あるいは一般に云われる中間流出の低減部が流出成分中に加わっていれば特別な場合を除いて指数関数型の低減でなくなるし、その様なケースでは流出中における地下水流出と洪水流出（あるいは中間流出）の占める割合が低減状態を支配する大きな要因となると思われる。以上の様なケースに対して、どのような方法が考えられるか、今、実用的に低減部の流出成分が洪水流出の低減部と地下水流出の低減部から成ると考えれば、低減率の一定となる部分が十分減水した後に現われる図-2(4)の狩野川大仁地点の例では次の様に考えるのが妥当であろう。即ち、 30 mm/s 付近までは洪水流出と地下流出の合成であり、 30 mm/s 以下では地下水流出が支配的と考えるわけである。

そこで洪水流出のモデルを貯留関数のそれに取れば、洪水流出の減水曲線は次の様にして求め得る。

$$r \cdot R - Qs = \frac{dS}{dt} \dots\dots\dots(8)$$

$$S = K \cdot Qs^P \dots\dots\dots(9)$$

R : 雨量強度 Qs : 流出量 S : 貯留量
K, P : 定数 t : 時間

(8)式において $r \cdot R = 0$ として、(8)、(9)式より Qs を求めれば、(10)式となる。

$$Q_s = \left(Q_{s_0}^{P-1} - \frac{P-1}{K \cdot P} \cdot t \right)^{\frac{1}{P-1}} \dots\dots\dots (10)$$

Q_{s_0} : $t=0$ における初期流量 $P \neq 1$

また、地下水流出の減水曲線を、(11) 式で表わせば、低減曲線の一般形は

$$Q_G = Q_{G_0} e^{-ct} \dots\dots\dots (11)$$

Q_{G_0} : $t=0$ における初期流量

(12) 式となる。

$$Q = \left(Q_{s_0}^{P-1} - \frac{P-1}{K \cdot P} \cdot t \right)^{\frac{1}{P-1}} + Q_{G_0} e^{-ct} \left. \vphantom{\left(Q_{s_0}^{P-1} - \frac{P-1}{K \cdot P} \cdot t \right)^{\frac{1}{P-1}}} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

$$Q_0 = Q_{s_0} + Q_{G_0}$$

狩野川大仁地点では、 t を hr 、 Q を m^3/s 、 S を $m^3/s \cdot hr$ と表わせば
 $K = 173.0$ 、 $P = 0.5$ 、 $c = 0.00156$ 程度と推定されるので、(12) 式は
 次の様に表わされる。

$$Q = \left(\frac{173.0}{\frac{173.0}{\sqrt{Q_{s_0}}} + t} \right)^{0.5} + Q_{G_0} e^{-0.00156t} \left. \vphantom{\left(\frac{173.0}{\frac{173.0}{\sqrt{Q_{s_0}}} + t} \right)^{0.5}} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

$$Q_0 = Q_{s_0} + Q_{G_0}$$

(13) 式より或る程度の期間の観測値があれば、その期間で推算値が観測値と
 適合する様に初期値 Q_{s_0} 、 Q_{G_0} を定めた後、将来の流量低減の予報が行いうる。
 勿論、長期の予報であれば蒸発散の考慮が必要になって来る。

図-6(4)、(5)は以上の様な方式による計算の1例である。

流量が十分に低減しても低減率一定の部分が現われたと判断しがたい地点に
 ついては次の様な方法を提案したい。

無降雨が相当長期間続いた時期において、任意時点以後の総流出量はその任
 意時点流量 Q に対応する流域地下流出貯留量 S と考えて差つかえない。流出量
 $= 0$ で貯留量 $= 0$ の条件を仮定すると $S \sim Q$ の関係は一般に次式で近似出来る。

$$S = K' Q^P \dots\dots\dots (14)$$

(8)、(9)式で示される様な洪水流出に対する流域貯留と同様な流出機構を、低
 水流出に対して(14)式を対応すれば、低水流出の低減曲線の一般形は(15)式

脚注：

(8)、(9)式において $f \cdot R = 0$ 、 $P = 1$ として解くと $Q_s = Q_{s_0} e^{-\frac{1}{K} t}$ とな
 り一般に云われる指数関数型の低減曲線が得られる。

となる。

$$Q = \left(Q_0^{P'-1} - \frac{P'-1}{P' \cdot K'} \cdot t \right)^{\frac{1}{P'-1}} \quad (P' \neq 1)$$

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\frac{1}{K'} t} \quad (P' = 1)$$

t : 時間 t = 0 で Q = Q₀

..... (15)

流量の観測記録より $K' \cdot P'$ を定めれば (15) 式によって低減曲線が得られる。長期の低減予報であれば蒸発散の考慮が必要になる事は当然である。

参考のため発表させていただくが、土木研究所においては (14) 式を導入して低水流出推算体系の確立をはかっている。流出推算モデルは図-7 に示す通りであって、これは洪水流出のモデルとして、日本山地河川流域に比較的良い適合度を持つ事が経験的に実証されている貯留関数法のそれを基本に低水流出推算用に改良し、工学的実用性を考慮して単純化したものである。

図-1 のモデルの特長は次の通りである。

(イ) 流域よりの流出成分を洪水流出と低水流出の2成分とした。

(ロ) 従来、洪水流出を対象とした貯留関数法においては、初期流量に等しい一定値として扱われた低水流量を、浸透流域において、飽和雨量以下の浸透雨量が降雨浸透・地下水浸出によるおくれ、地下貯留効果をうけて流出するものとした。

(ハ) 洪水流出に対する流域貯留と同様な流出機構を、低水流出に対して地下水貯留を対応させた。ここに (14) 式が用いられる。

(ニ) 蒸発散現象は、流域洪水流出貯留あるいは地下水貯留から算術的に蒸発量を差引く事とした。

(ホ) 実用的な面より、最近発展の著しい自動計算機の応用が容易な形とした。

現在、利根川石支川神流川若泉流域についてモデルの適応性を確かめ、更に緑川中甲橋流域・球磨川柳瀬流域に適用するため基礎資料の集取を実施中である。

(3) 低減率と流域要素の関係

低減率と流域要素の関係を大局的にながめるため、表-3 の流域要素のうち、比較的資料の整っている流域面積・幹川流路延長・形状係数・密集度・平均巾と平均低減率との関係を図示したのが図-8 ~ 12 である。図では明らかに指数関数型の低減をする観測所とその他に分けて示してある。結果として、明瞭な関係は現われていないものと判断される。従ってこのような流域要素から低減率を推定するのは不適当と思われる。

以上

総括担当土木研究所水文研究室

表-1 流量低減率算定資料樣式

[illegible]

図-1 (d) 利根川水系思川乙女地点
昭和36年12月3日以降15日間の低減曲線

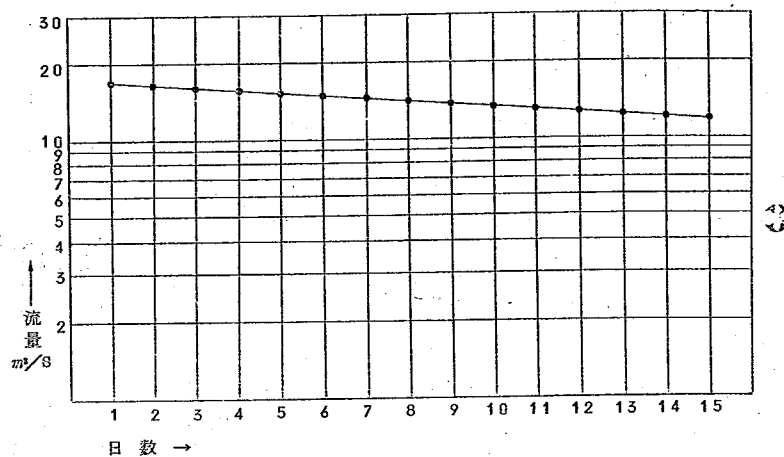
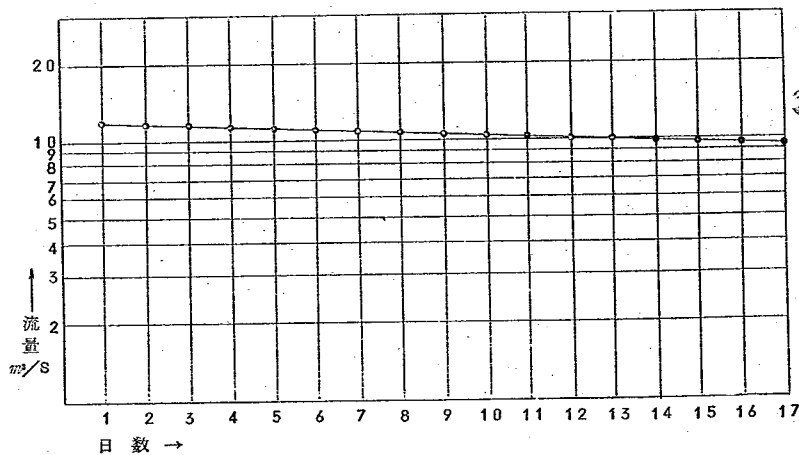


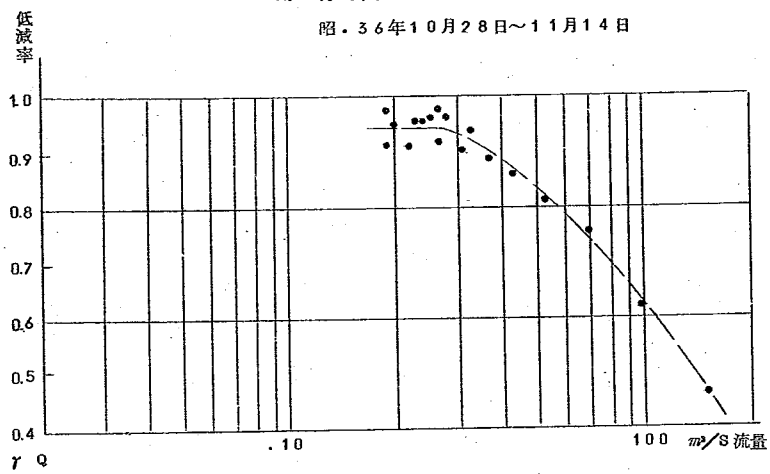
図-2 (d) 利根川水系思川乙女地点
昭和37年1月3日以降17日間の低減曲線



図一 2 日流量と日低減率の関係

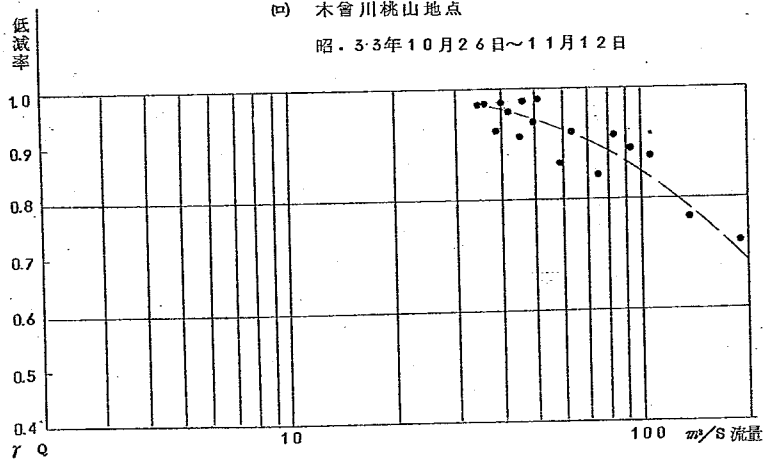
(イ) 狩野川大仁地点

昭・36年10月28日~11月14日



(ロ) 木曾川桃山地点

昭・33年10月26日~11月12日



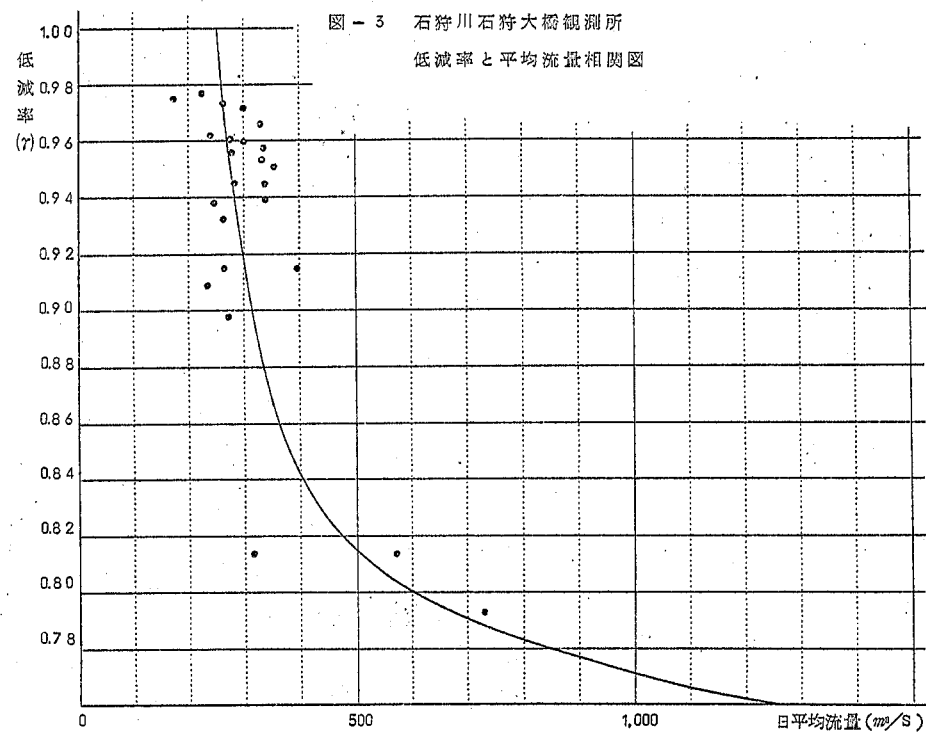


図-4 猪名川虫生観測所

低水流量～低減率曲線

S 3 6 ~ S 4 0

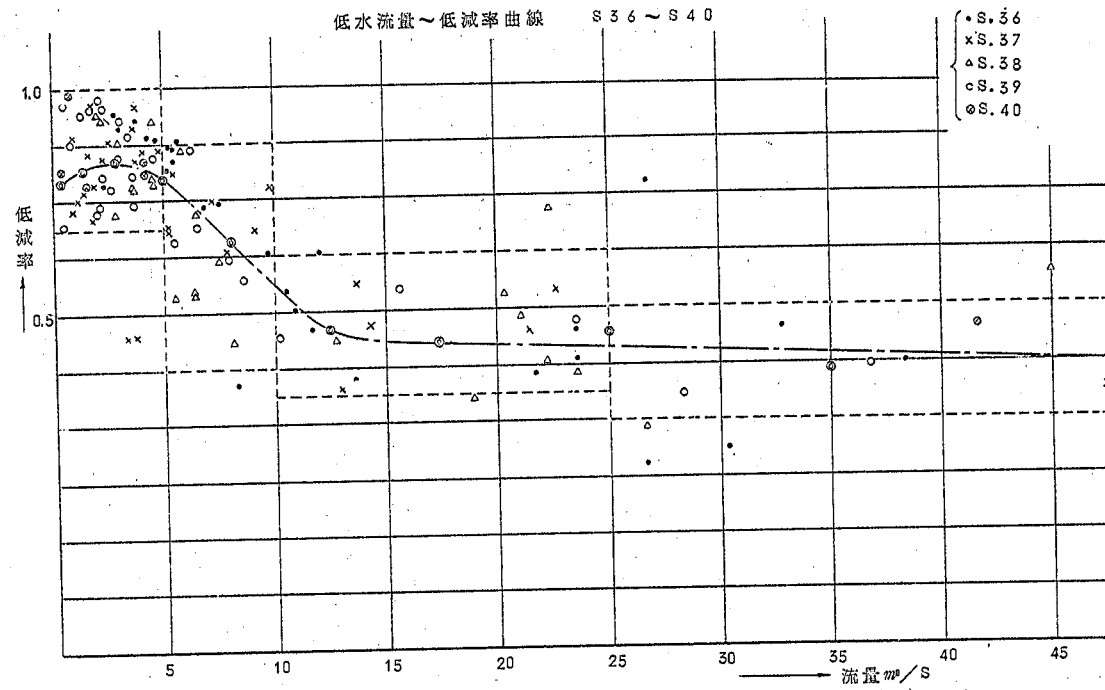


図-5 四国地方建設局管内調査対象観測所の
比流量と低減率関係図

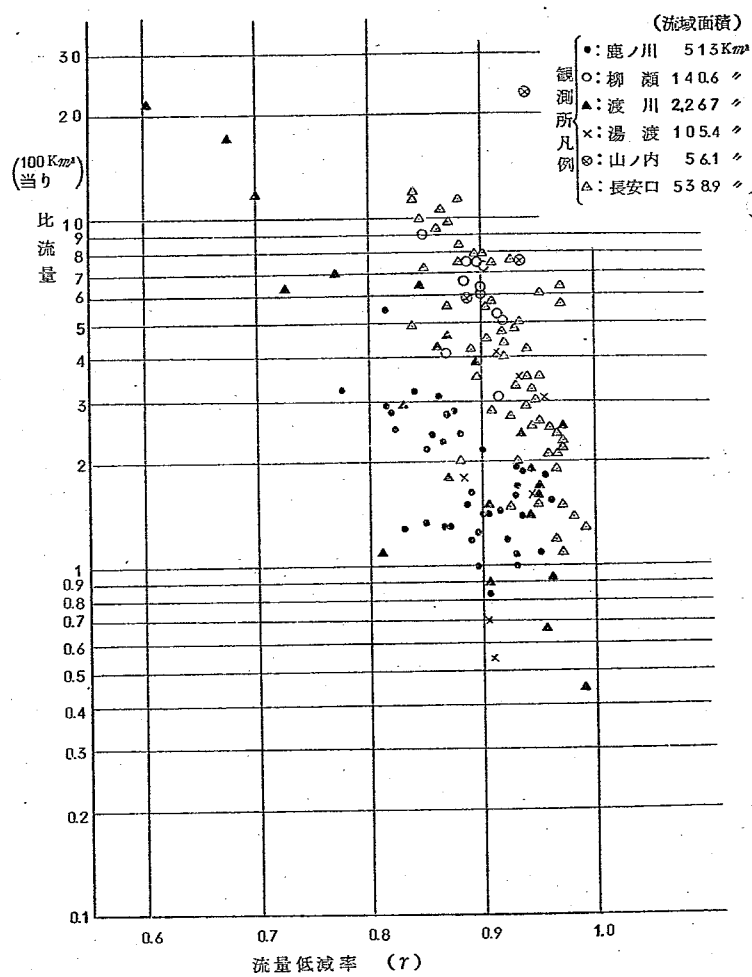


表 - 2 低減率調査対象河川・観測所名一覧表 (その1)

		①		②				①		②	
番号	河川名	観測所名	指数関数的低減と 判断できるもの	指数関数的低減と 判断しがたいもの	番号	河川名	観測所名				
1	石狩川	石狩大橋		○	26	富士川	清水端				
2	十勝川	帯広	○		27	小貝川	黒子			○	
3	〃	茂岩	○		28	久慈川	山方			○	
4	利別川	利別	○		29	〃	櫛橋			○	
5	天塩川	名寄大橋			30	那珂川	野口			○	
6	常呂川	北見	○		31	笛吹川	桃林橋	○			
7	洛滑川	上洛滑	○		32	鳥川	上里見				
8	釧路川	標茶	○		33	〃	岩鼻				
9	鵜川	鵜川			34	神流川	若泉				
10	後志利別川	今金			35	渡良瀬川	高津度				
11	留萌川	大和田			36	入間川	芳野				
12	阿武隈川	福島		○	37	阿賀野川	尾下				
13	〃	岩沼		○	38	信濃川	小千谷				
14	鳴瀬川	三本木橋		○	39	魚野川	堀ノ内				○
15	北上川	狐禅寺			40	千曲川	立ヶ花				
16	〃	登米			41	犀川	小泉	○			
17	雄物川	柳田橋			42	黒部川	愛本堰堤			○	
18	最上川	大石田	○		43	庄川	御母衣				
19	〃	堀ノ内	○		44	〃	鳩ヶ谷			○	
20	〃	高瀬			45	大日川	平瀬				
21	赤谷川	相俣ダム			46	手取川	中島			○	
22	片品川	上久原			47	木曽川	桃山			○	
23	吾妻川	村上	○		48	〃	今渡			○	
24	思川	乙女	○		49	長良川	墨俣			○	
25	接川	巡見橋			50	井俣川	鷺田			○	

表-2 低減率調査対象河川・観測所名一覧表 (その2)

②

番号	河川名	観測所名	指数関数的低減と 判断できるもの	指数関数的低減と 判断しがたいもの	番号	河川名	観測所名	①	②
51	天 童 川	伊 那 富			76	天 神 川	小 田	○	
52	〃	宮 ケ 瀬			77	千 代 川	行 徳		
53	〃	鹿 島			78	斐 伊 川	大 津		
54	三 峰 川	茨 和 ダム		○	79	菅 田 川	大 府 中		
55	小 波 川	落 合	○		80	銅 山 川	豊 坂	○	
56	豊 川	石 田	○		81	石 手 川	湯 渡		
57	寒 狭 川	布 里 戸	○		82	那 賀 川	長 安 口 堰 堤	○	
58	矢 作 川	越 戸	○		83	肱 川	鹿 野 川 ダム	○	
59	狩 野 川	大 仁	○		84	渡 川	具 同	○	
60	貴 瀬 川	木 瀬 川	○		85	筑 後 川	瀬 ノ 下	○	
61	瀬 科 川	奈 間 良	○		86	〃	夜 明	○	
62	大 井 川	神 座			87	遠 賀 川	日 出 橋	○	
63	菊 川	加 茂			88	番 匠 川	匠 橋		
64	鈴 鹿 川	高 岡			89	五 ケ 瀬 川	三 輪		
65	雲 出 川	大 仰			90	大 湊 川	乙 房		
66	排 保 川	竜 野			91	肝 鹿 川	俣 瀬	○	
67	〃	山 崎			92	川 内 川	斧 淵		
68	土 師 川	岩 間			93	白 川	陣 内	○	
69	名 張 川	名 張			94	緑 川	中 甲 橋		
70	地 山 田	〃		○	95	菊 地 川	山 鹿	○	
71	紀 ノ 川	隈 田		○	96	本 明 川	裏 山	○	
72	猪 名 川	虫 生		○	97	松 浦 川	牟 田 部	○	
73	吉 井 川	岩 戸	○						
74	大 田 野 川	敦 村							
75	大 野 川	車 尾							

図-6 (イ) 狩野川大仁地点低減曲線

昭・36年10月28日~11月14日

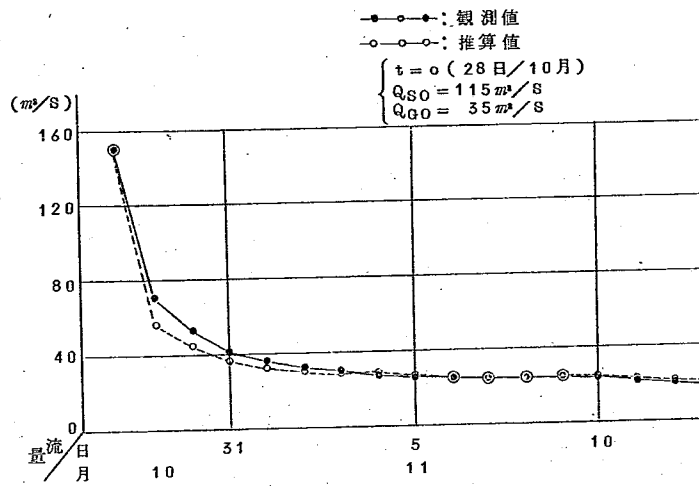


図-6 (ロ)

昭・36年11月29日~12月16日

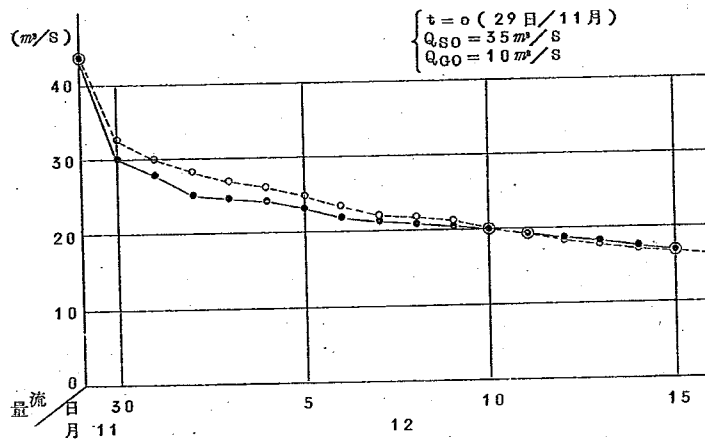


図-7 降雨より低水流出を推算する流出モデル

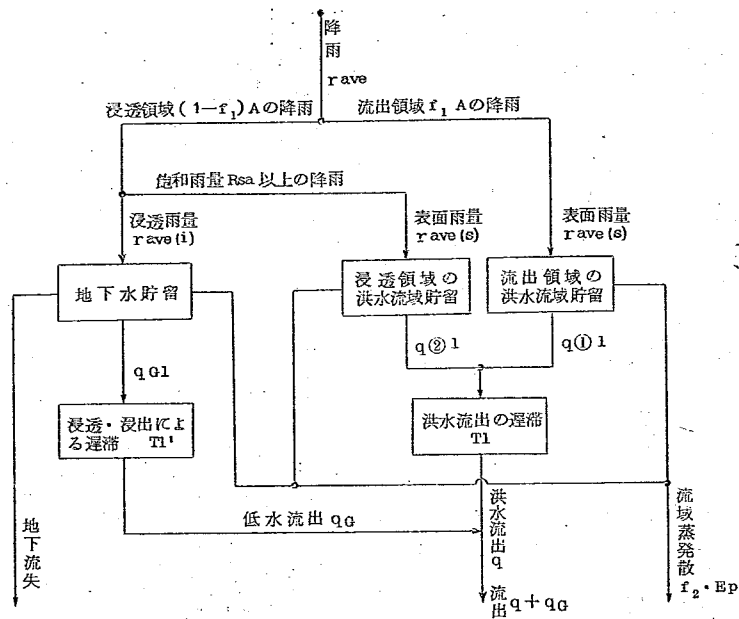


図-8 低減率と形状係数

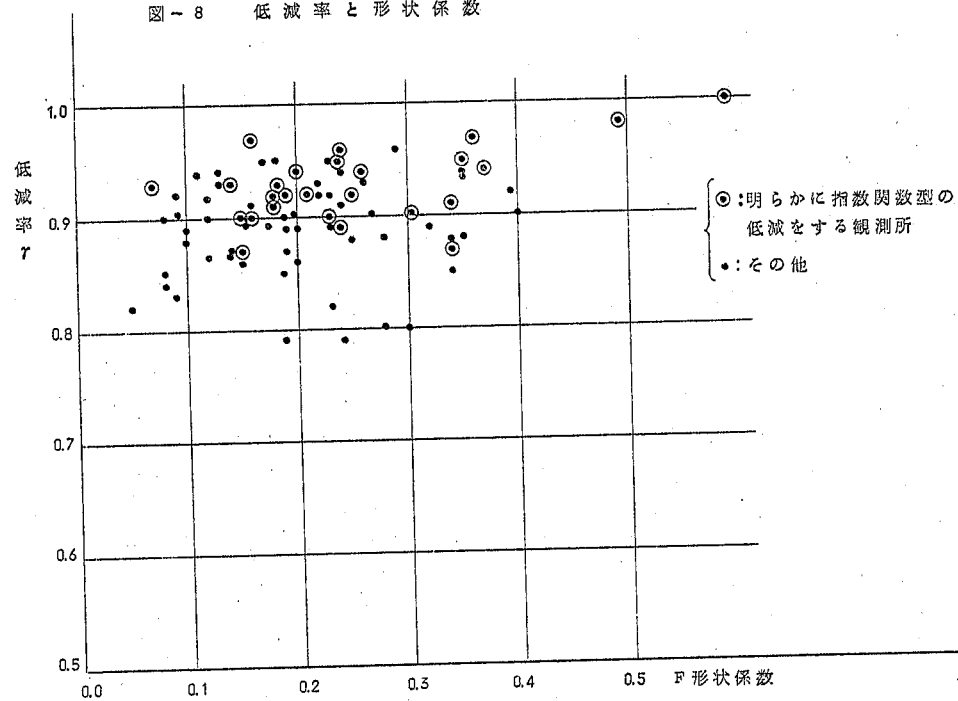


圖-9 低減率と流域面積

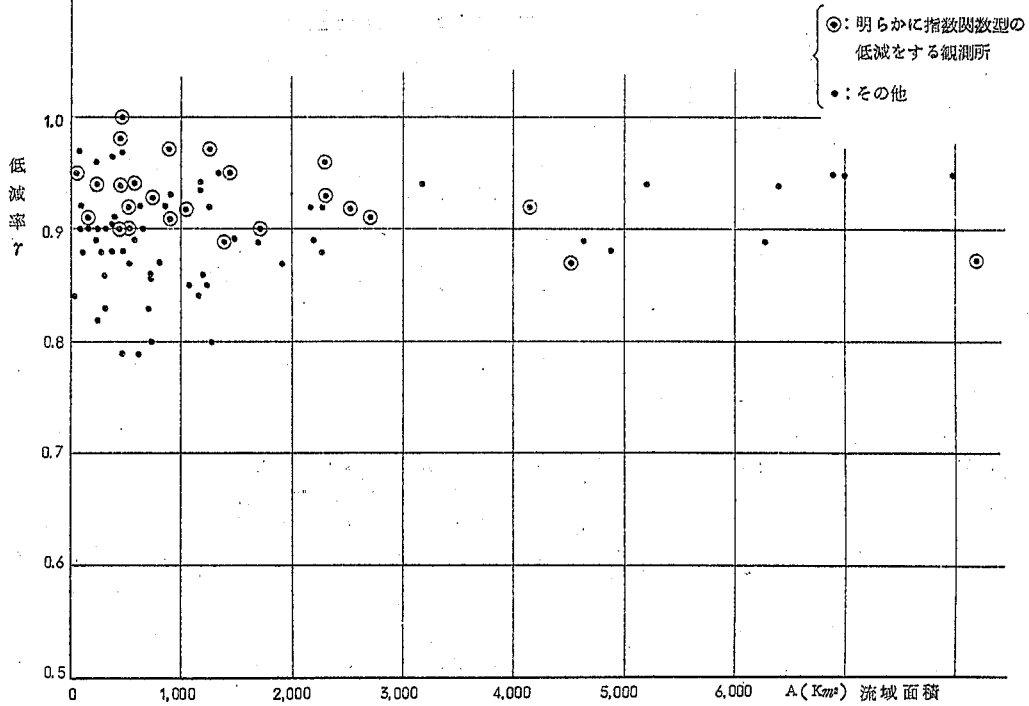


図-10 低減率と密集度

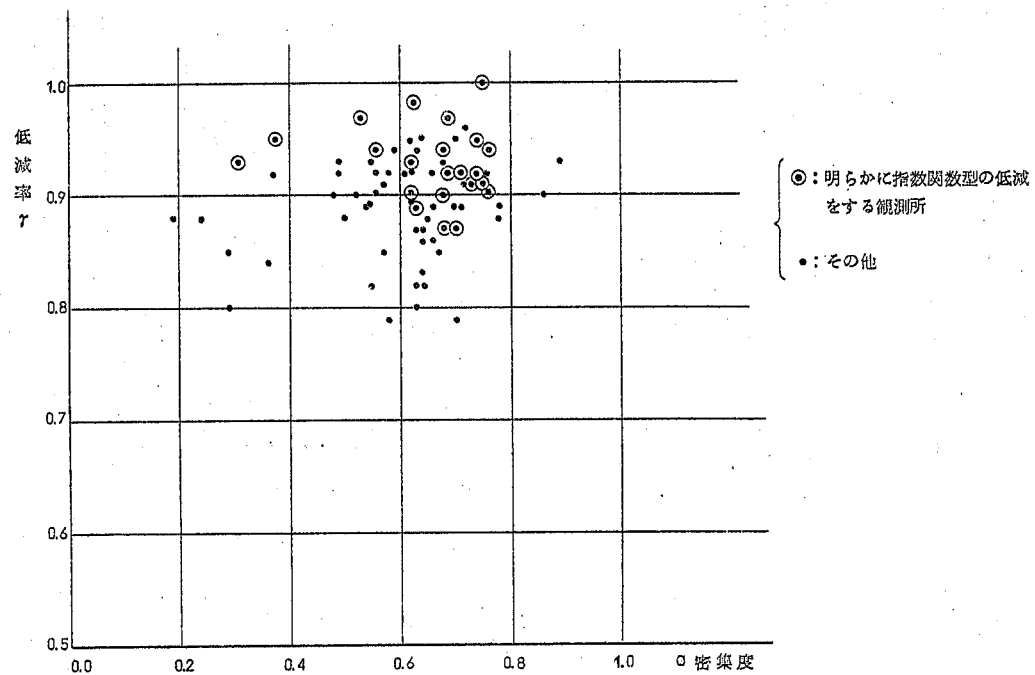


図-11 低減率と幹川流路延長

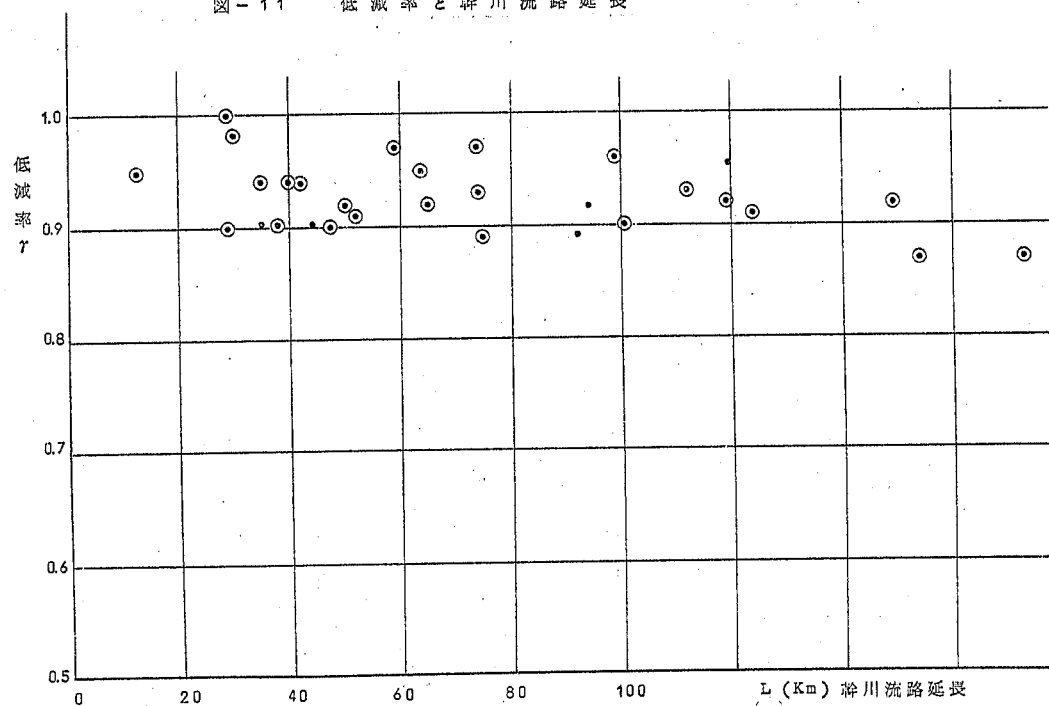


图-12 低減率と流域平均巾

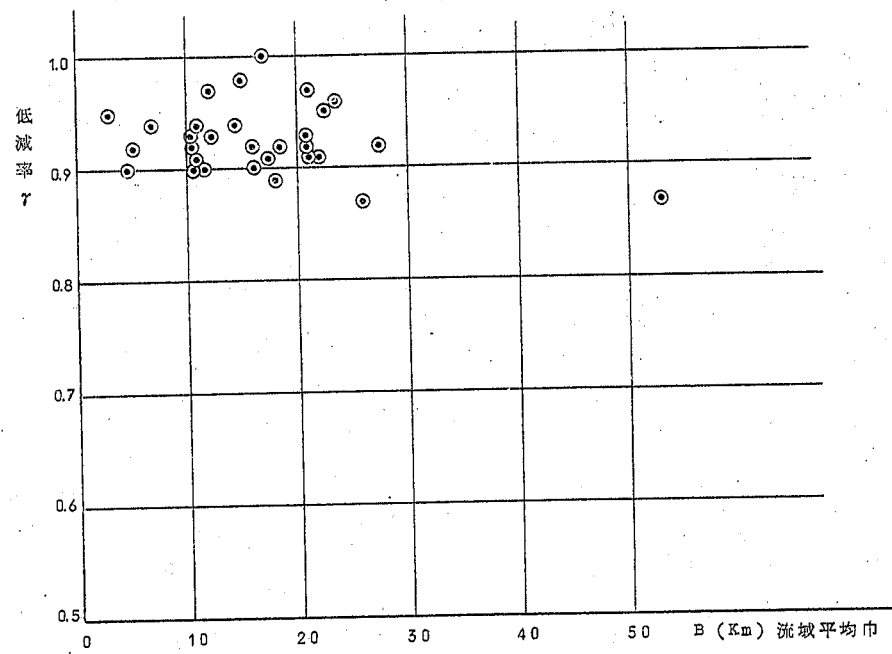


表-3 低波率調査成果の総括表(一)

地建 名	河川名	銀湖所名	流 域 要					山地率 (%)
			流域面積 A(Km ²)	幹川流 路延長 L(Km)	流域形 状係数 F	流域域 集中度 O	地 質	
九州 地方 建設 局	筑後川	瀬ノ下	2,315	112.1	0.18	0.31	1.00	
	〃	夜明	1,440	64.0	0.35	0.38	1.00	
	遠賀川	日ノ出橋	695	39.1	0.46	0.64	0	
	番匠川	番匠橋	464	42.0	0.26	0.68		
	五ヶ瀬川	三 輪	1,044	94.0	0.12	0.37	0.28	
	大淀川	乙 房	359	32.0	0.35	0.63	0.64	
	肝属川	俣 瀬	450	30.2	0.49	0.63		
	川内川	斧 淵	1,348	119.7	0.09			
	白 川	陣 内	457	38.0	0.30	0.76	0.10	
	緑 川	中甲橋	520	44.0	0.27	0.86	0	
	菊池川	山 鹿	586	40.0	0.37	0.76	0.85	
	本明川	裏 山	36	12.3	0.24	0.74		
四国 地方 建設 局	松浦川	牟田部	245	35.1	0.20	0.56		
	銅山川	登 坂	141	29.5	0.16	0.68	0	100
	石手川	湯 渡	105	20.2	0.25	0.76	0	97
	那賀川	長安口堰堤	538	50.3	0.21	0.74		
	肱 川	鹿野川ダム	513	47.2	0.23		0	100
中国 地方 建設 局	渡 川	具 同	2,267	184.9	0.07	0.62	0	87
	吉井川	岩 戸	1,717	105.5	0.15	0.62		88
	太田川	玖 村	1,481	92.0	0.18	0.55	0	95
	日野川	車 尾	862	77.2	0.15	0.66	0.26	85
	天神川	小 田	493	29.0	0.59	0.75	0.39	88
近畿 地方 建設 局	千代川	行 徳	1,054	51.7	0.39			93
	揖保川	龍 野	623	57.4	0.19	0.58	0	90
	土師川	岩 間	381	44.3	0.19	0.29		88
	揖保川	山 崎	482	41.2	0.28	0.19	0	96
	名張川	名 張	462	40.3	0.28	0.69	0	95
	円山川	上小田	1,281	67.7	0.28	0.29	0.04	86
	紀ノ川	隅 田	803	82.4	0.12	0.67		95
近畿 地方 建設 局	猪名川	虫 生	232	28.5	0.29	0.72		88

素		低 減 率						平均
流域平均 B(Km)	流域平均 勾配 i	計算期間の流量 (m³/s)			低 減 率			計算 日数
		最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	
20.7		87.6	22.0	59.8	0.99	0.81	0.93	6
22.5		72.3	25.5	39.3	0.99	0.86	0.95	7
17.8		65.2	30.4	37.6	0.84	0.82	0.83	3
11.0		6.4	1.4	2.7	0.999	0.84	0.94	6
11.1		140.8	17.8	48.2	0.98	0.84	0.92	7
11.2		36.0	6.0	14.4	0.99	0.70	0.94	9
14.9		24.9	13.7	18.7	0.997	0.96	0.98	10
11.3		90.0	38.1	63.5	0.96	0.95	0.95	13
11.5		25.6	8.6	14.7	0.94	0.88	0.90	7
11.8		54.3	16.0	26.8	0.95	0.85	0.90	10
14.6		25.4	8.7	13.5	0.99	0.81	0.94	6
2.9		1.7	0.7	1.2	0.98	0.91	0.95	8
6.9		25.2	4.8	15.0	0.97	0.91	0.94	8
4.8	0.440	15.7	3.5	9.6	0.92	0.85	0.90	6
5.2	0.050	6.2	0.2	3.2	0.96	0.89	0.92	7
10.7	0.030	92.3	6.9	49.6	0.97	0.84	0.92	7
10.9		36.9	3.7	20.3	0.96	0.82	0.90	6
12.3		60.0	7.8	33.9	0.99	0.82	0.93	10
16.4	0.007	55.9	14.8	35.4	0.92	0.84	0.90	5
16.1	0.013	272.3	36.9	154.6	0.99	0.80	0.89	5
11.2	0.013	11.4	8.2	9.8	0.92	0.92	0.92	5
17.0	0.038	28.9	11.3	20.0	1.00	1.00	1.00	6
20.4	0.016	47.9	12.7	30.3	0.96	0.88	0.92	6
10.9	0.014	25.8	0.9	13.4	1.00	0.70	0.79	1
8.6	0.002	53.3	0.4	26.4	0.97	0.75	0.85	8
11.7	0.019	52.4	4.3	28.4	1.00	0.81	0.88	1
11.5	0.026							
18.9	0.004	134.9	1.4	68.2	0.95	0.67	0.80	5
9.7	0.019	132.0	11.6	71.8	0.95	0.62	0.87	6
8.2	0.018	16.0	0.3	8.4	0.98	0.70	0.96	5

表-3 低減率調査成果の総括表(二)

地建 名	河川名	観測所名	流 域					要
			流域面積 A(Km ²)	幹川流 路延長 L(Km)	流域形 状係数 F	流域 密度 C	地 質	
中 部 地 方 建 設 局	木曾川	桃山	1,060	55.9	0.34	0.67		99
	〃	今渡	4,632	120.8	0.32	0.66		95
	長良川	墨俣	1,914	118.6	0.14	0.63		80
	揖斐川	鷺田	1,196	77.5	0.20	0.66		93
	天龍川	伊那富	731	29.2	0.30	0.63		94
	〃	宮ヶ瀬	2,260	80.3	0.34	0.65		93
	〃	鹿島	4,880	189.0	0.14	0.64		97
	三峰川	美和ダム	311	12.5	0.15	0.64		96
	小波川	落合	234	25.0	0.20	0.71		98
	豊川	石田	545	54.0	0.19	0.52		95
	寒狭川	布里	249	32.0	0.24	0.57		99
	矢作川	越戸	645	90.0	0.08			99
	狩野川	大仁	322	51.0	0.12	0.48		95
	黄瀬川	木瀬川	274	27.9	0.35	0.24		86
	薬科川	奈良間	112	21.0	0.25	0.78		98
	大井川	神座	1,160	156.0	0.05	0.55		98
	菊川	加茂	34	20.4	0.08	0.36		98
	鈴鹿川	高田	269	34.0	0.23	0.63		62
	雲出川	大仰	304	57.0	0.09	0.64		89
関 東 地 方 建 設 局	赤谷川	相模ダム	111	16.6	0.40	0.79	0.09	100
	片品川	上久屋	633	54.0	0.22	0.62	0.21	100
	吾妻川	村上	1,256	59.0	0.36	0.53	0.54	100
	思川	乙女	760	74.4	0.14	0.55	0.56	77
	富士川	清水端	2,179					
	小貝川	黒子	580	50.5	0.23	0.54	0	21
	久慈川	山方	898	84.1	0.13	0.68		88
	〃	狩橋	1,443	117.3	0.10	0.64		80
	那珂川	野口	2,181	110.9	0.18	0.58		64
	笛吹川	桃林橋	909	52.0	0.34	0.75	0.57	86
	鳥川	上里見	158				0.98	

素		低 減 率						平均
流域 平均巾 B(Km)	流域平均 勾配 i	計算期間の減量 (mm/s)			低 減 率			計算 日数
		最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	
18.9	0.032	626.3	33.3	329.8	0.98	0.71	0.85	6
38.3	0.020	928.4	81.9	505.2	0.95	0.79	0.89	8
16.1	0.014	352.8	47.6	200.2	0.97	0.75	0.87	7
15.4	0.016	932.6	13.4	473.0	0.96	0.63	0.86	7
38.2	0.005	277.0	1.3	139.2	0.99	0.62	0.80	6
30.0	0.005	881.1	18.1	449.6	0.98	0.73	0.88	6
25.8	0.01 ~0.002	1503.2	20.4	761.8	0.95	0.77	0.87	7
12.0	0.020	100.5	7.5	54.0	0.97	0.61	0.86	5
15.5	0.067	49.8	4.1	26.9	0.95	0.79	0.89	5
10.1	0.005	66.3	7.2	36.8	0.96	0.74	0.90	7
7.8	0.006	46.6	6.1	26.4	0.95	0.83	0.91	7
7.2	0.008	88.9	16.2	52.6	0.96	0.82	0.90	7
6.3	0.001	149.6	11.1	80.4	0.97	0.69	0.90	9
9.8	0.014	54.4	1.3	33.7	0.98	0.71	0.88	8
5.3	0.053	292.4	1.2	146.8	0.98	0.79	0.88	8
7.4	0.01 ~0.005	439.8	13.5	226.7	0.96	0.63	0.82	6
1.7	0.0067 ~0.0040	10.3	0.7	5.5	0.93	0.59	0.84	6
7.9	0.023	70.6	1.9	36.3	0.94	0.79	0.82	7
5.3	0.021	81.6	4.6	43.1	0.96	0.71	0.83	7
6.7	0.084	16.1	2.0	9.1	0.96	0.83	0.90	7
11.7	0.028	72.1	10.3	41.2	0.99	0.76	0.92	7
21.3	0.019	92.2	20.1	56.2	0.99	0.95	0.97	8
10.2	0.011	55.5	8.1	31.8	0.99	0.83	0.93	8
	0.034						0.89	
11.5	0.003	74.4	5.7	40.1	0.97	0.86	0.89	6
10.6	0.006	55.0	11.5	33.3	0.97	0.82	0.93	1
12.3	0.005	105.0	10.5	57.8	1.00	0.78	0.89	1
19.7	0.014	180.0	29.0	104.5	0.97	0.80	0.92	1
17.5		44.1	30.5	37.3	0.91	0.91	0.91	5
	0.050						0.91	

表-3 低減率調査成果の総括表(三)

地建 名	河川名	観測所名	流 域 要					
			流域面積 A(Km ²)	幹川流 路延長 L(Km)	流域形 状係数 F	流域集 中度 C	地 質	山地率 (%)
関東地方建設局	烏 川	岩 鼻	1,188				0.67	
	神流川	若 泉	374				0.67	
	渡良瀬川	高 津 度	469				0.11	
	入間川	芳 野	721				0.40	
東北地方建設局	阿武隈川	福 島	3,172	153.7	0.13	0.59	0.28	69
	〃	岩 沼	5,265	217.2	0.11	0.55	0.25	74
	鳴瀬川	三本木橋	536	53.5	0.19	0.70	0.31	83
	北上川	狐 禪 寺	6,986	195.3	0.18	0.62	0.93	83
	〃	登 米	7,976	218.2	0.17	0.64	0.93	81
	雄物川	柳田橋	476	45.0	0.24	0.70	0.07	89
	最上川	大石田	4155	149.7	0.19	0.71	0.25	77
	〃	堀ノ内	4,516	173.3	0.15	0.70	0.08	75
	〃	高 屋	6,271	179.6	0.19			79
	石狩川	石狩大橋	12,697	238.4	0.22	0.49	0.26	79
	十勝川	帯 広	2,529	119.8	0.18	0.69		73
	〃	茂 岩	8,208	154.6	0.34	0.68		62
北海道開発局	利別川	利 別	2,715	124.0	0.18	0.73		83
	天塩川	名寄大橋	1,719	86.0	0.23	0.61		57
	常呂川	北 見	1,394	75.6	0.24	0.63	0.13	87
	釧路川	樺 太	895	74.2	0.16	0.69	0.51	76
	鵒 川	鵒 川	1,229	122.0	0.08	0.57	0	93
	留萌川	大和田	270	49.7	0.10	0.50	0	93
	渚滑川	上渚滑	1,051	65.3	0.25	0.69	0	89
	後志利川	今 金	398	49.5	0.16	0.72	0.07	86
	阿賀野川	馬 下	6,997	177.0	0.23	0.70		
	信濃川	小千谷	9,834	273.0	0.13	0.95		82
北陸地方建設局	魚野川	堀ノ内	1,348	57.6	0.41	0.70		83
	千曲川	立ヶ花	6,442	162.7	0.24			87
	犀 川	小 泉	2,335	99.5	0.24			80
	黒部川	愛本堰	682	85.0	0.09	0.49		98
	庄 川	御母衣	399	25.0	0.64	0.70		100
	〃	鳩ヶ谷	585	35.0	0.48	0.69		100
	大日川	平 瀬	75	13.0	0.44	0.82		100

素		低 減 率						平均
流域 平均巾 B (Km)	流域平 均勾配 i	計算期間の流量 (m³/s)			低 減 率			計 算 日 数
		最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	
	0.028						0.94	
	0.038						0.96	
	0.038						0.97	
	0.012						0.86	
20.6	0.012	96.1	33.9	65.0	0.96	0.93	0.94	5
24.2	0.008	175.5	23.7	92.6	0.99	0.81	0.94	8
10.0	0.003	35.9	2.8	12.4	0.91	0.84	0.87	9
35.8	0.001	946.5	53.8	500.2	0.99	0.74	0.95	7
36.6		236.0	123.3	179.7	0.99	0.87	0.95	7
10.6	0.018	100.9	2.1	51.5	0.98	0.65	0.79	7
27.8	0.006	94.3	22.1	61.7	0.97	0.89	0.92	7
26.1	0.005	321.6	24.1	172.9	0.95	0.64	0.87	5
34.9	0.005	662.0	83.0	372.5	0.96	0.75	0.89	5
53.3	0.007	472.3	166.7	319.5	0.98	0.81	0.93	5
21.1	0.006	310.0	100.0	205.0	0.96	0.87	0.92	1
53.1	0.004	1050.0	410.0	730.0	0.96	0.80	0.87	1
21.9	0.002	200.0	120.0	160.0	0.92	0.91	0.91	1
20.0	0.014	58.9	12.1	32.0	0.97	0.85	0.92	4
18.4	0.017	51.8	3.9	27.9	0.95	0.80	0.89	5
12.1	0.003	34.9	20.0	27.5	0.97	0.96	0.97	8
10.0	0.005	34.7	4.2	12.5	0.96	0.71	0.85	3
5.4	0.004	6.8	1.2	4.0	0.92	0.87	0.88	5
16.1	0.018	33.8	5.9	12.8	0.95	0.87	0.92	4
7.0	0.009	21.9	11.3	16.6	0.97	0.84	0.91	2
39.5	0.009	469.3	100.0	84.7	0.98	0.90	0.95	8
36.0	0.007	583.5	202.4	392.9	0.97	0.94	0.96	9
23.2	0.034	222.9	43.3	133.1	0.96	0.92	0.94	8
39.6	0.013	344.0	81.4	212.7	0.99	0.84	0.94	5
23.5	0.027	270.9	30.3	150.6	0.98	0.85	0.96	4
8.0	0.035	428.7	57.2	242.9	0.97	0.85	0.92	10
16.0	0.008	51.4	13.6	32.5	0.93	0.77	0.86	6
17.0	0.007	177.0	22.8	92.9	0.94	0.80	0.87	8
5.7	0.010	36.1	13.4	24.8	0.87	0.80	0.84	5