

建・土研 正員 橋本 健

1. はじめに

河川の低水流出率の精度は、低水時の流量観測の精度によって左右される。現行の観測法では、流出率の多年に亘る比較といったことは、少数の河川を除いては困難であるといった報告もある。そこで、異なる年次間でも整合性の保たれた流出率を得るためには、気候的な面からの検討なども必要になってくる。

ここでは、流域の水収支を欠損高で整理した。欠損高とこれを支配する気象要因との関係を検討した。さらに、年流出高の推定も試みた。

2. 流域の水収支

本村²⁾によって提案された遮断貯留と遅滞貯留の概念を簡略化利用した。遮断貯留(S_E)は、流域に一旦貯留された後、蒸発散等により、流出せずに失なわれてゆく水量である。遅滞貯留(S_D)は、多少の時間遅れの後に、いつかは流出してくる水量である。伏流水などの地下流出が無視できる場合、降水量 P 、流出量 R 、蒸発散量 E と上記貯留量の間には次の関係が成立つ。

$$\int_{t_1}^{t_2} P dt = \int_{t_1}^{t_2} R dt + \int_{t_1}^{t_2} E dt + \int_{t_1}^{t_2} dS_E + \int_{t_1}^{t_2} dS_D \quad (1)$$

さらに、欠損高 $[L]$ を次式で定義する。

$$[L] = \int_{t_1}^{t_2} E dt + \int_{t_1}^{t_2} dS_E = \int_{t_1}^{t_2} P dt - \int_{t_1}^{t_2} R dt - \int_{t_1}^{t_2} dS_D \quad (2)$$

実際の降雨—流出量資料から $[L]$ を計算できるようにするため、低水時の遅滞貯留量 S_D と流出量 R の間に、一価の関数関係を仮定してやる。すなわち、 $R(t_1) = R(t_2)$ のとき $S_D(t_1) = S_D(t_2)$ として、そのような t_1, t_2 に対して、

$$[L] = \int_{t_1}^{t_2} P dt - \int_{t_1}^{t_2} R dt \quad (3)$$

から $[L]$ を計算する。②式の構成から、欠損高 $[L]$ は、みかけの蒸発散(凝結を含む)および降雨によって支配されることが予想される。

3. 欠損高と気象因子の関係

裏波試験地(約 1 km^2)の降雨—流出量資料から上述の欠損高を算定し、さらに筑波山測候所の気象資料を用いて相関を調べた。その一部を図-1~3にあげる。 $t_2 - t_1$ は13~65日である。図-1に見られるように、欠損高と降雨との間には高い相関がある。その他の因子に関しては、ほぼ無相関である。このことはしかし、降雨以外の気象因子が欠損高に対して影響をもたないことを意味するわけではなく、欠損高に対する個々の因子の影響の仕方が、そう単純ではないことを示唆するものと考えられる。

神流川試験地(約 773.6 km^2)について同様の検討を行なってみる。 $t_2 - t_1$ は7~116日である。

欠損高は、降雨量(図-4)ばかりでなく、計器蒸発量(図-5)に対してもかなり高い相関を示している。

4. 欠損高と降雨・計器蒸発量の関係

流域からの蒸発散は、多くの気象因子によって複雑に支配されている。そこで、多少の不精確さは容認したうえで、気象因子の総合的な影響の大小を与えるという考えから、欠損高を決定する降雨以外の気象因子は、計器蒸発量 E_p をもって代表させることにした。

欠損高 $[L]$ と降雨量 P 、計器蒸発量 E_p との間に、次式を仮定して係数 a 、 b を回帰した。

$$[L] = a \int_{t_1}^{t_2} P dt + b \int_{t_1}^{t_2} E_p dt \quad (4)$$

前記の神流川の資料については、 $a = 0.13$ 、 $b = 0.34$ が得られた。 P 、 E_p の値から④式によって算定した $[L]_{est}$ 。

図-1 欠損高～降雨量相関

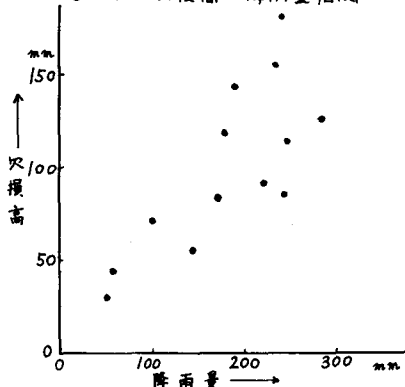


図-2 欠損高～気温相関

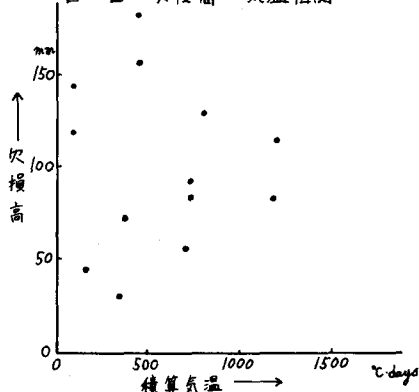


図-3 欠損高～日照量相関

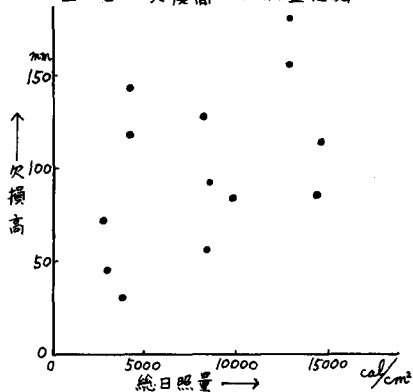


図-4 欠損高～降水量相関

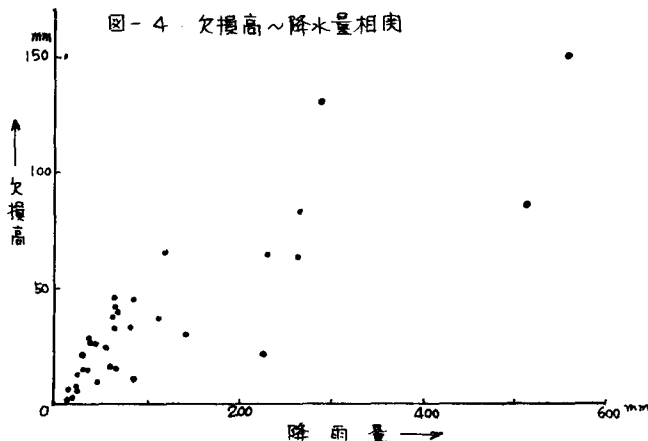
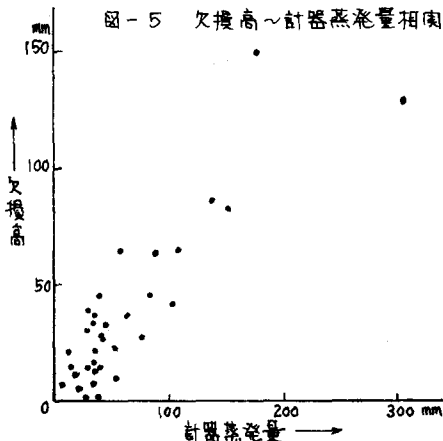
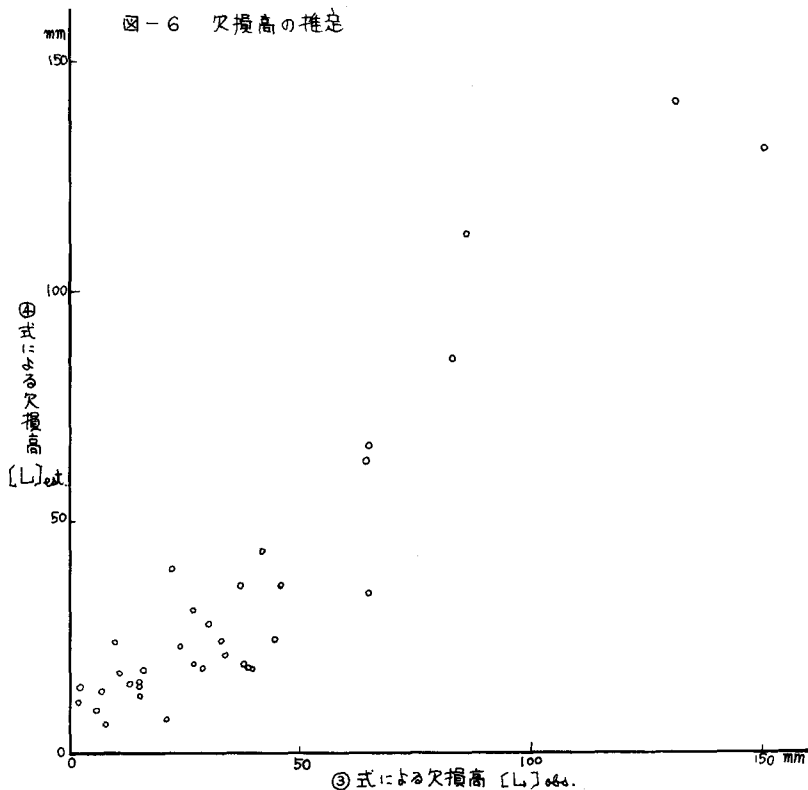


図-5 欠損高～計器蒸発量相関



と、降雨-流出量資料から③式より算出した $[L]_{est}$ とを比較して図-6に示す。



5. 水収支法による年流出量推定の試み

①式および②式から

$$\int_{t_1}^{t_2} R dt = \int_{t_1}^{t_2} P dt - [L] - \{S_D(t_2) - S_D(t_1)\} \quad (5)$$

t_1 , t_2 を水年の適当な時点に選べば、 $S_D(t_2) - S_D(t_1) \approx 0$ となり、上式は、

$$\int_{t_1}^{t_2} R dt = \int_{t_1}^{t_2} P dt - [L] \quad (5')$$

とすることができる。 $[L]$ を④式もしくは類似の方法で求めることができれば、⑤式より、年流出量が降雨量 P と計器蒸発量 E_p から推定できることになる。

多くの河川では、1年に1ないし2個の水位流量曲線を作成して流出量を求めている。そのために、低水部の流量精度は、年を単位に変動していることが想定される。そこで、少なくとも4~5年間の降雨-流出量資料から④式の α , β を決定することが望ましい。

例として筑後川水系玖珠川小ヶ瀬地点をあゆる。④式の係数は、昭和36年から40年の降雨-流出量資料から40の期間を選び出して決定した(図-7)。 $t_2 - t_1$ は5~61日である。なお、流域面積は540.5 Km^2 で、計器蒸発量は日田測候所のものを使用した。さらに、年間の降雨量および計器蒸発量から⑤式により水年ごとの流出高を推定した。ただし、水年は暦年と一致している。結果を図-8に示す。 P の範囲は1141~2844 mm , E_p の範囲は951~1308 mm である。 E_p の変

動が少ないため、一部の年を除いて流出高は降雨に追従して変化している。流出率に換算したものを図-9にあげる。

6. おわりに
 但水流出量の推定には、各種の方法が果用化されている。反面、これらの方法は、通常比較的複雑な処理過程を伴っている。一方、水収支法は、流出の細部を明らかにする点では劣るが、どちらかという簡単な手続きで、総量を合理的に把握できるという特徴をもつ。

ここに報告した方法に関しては、基流量の季節変動が説明する程度まで今後改良を進める予定であるが、諸賢の御批判、御助言を仰ぎたい。

参考文献

- 1) 榎根勇・竹内浩,「本邦における河川の年流出率について」,地理学評論, Vol. 44, No. 5, 昭和46年5月。
- 2) 木村俊晃,「貯留浸透法による茨水流出追跡法・第1部・第2章」,土木研究PT, 昭和36年8月。
- 3) 菅原正己 勝山よし子「本邦の代表的諸河川の流域の水の収支均衡について・第1報・第2報」, 科学技術庁資源局, 昭和34年1月。

図-7 玢珠川における欠損高の推定

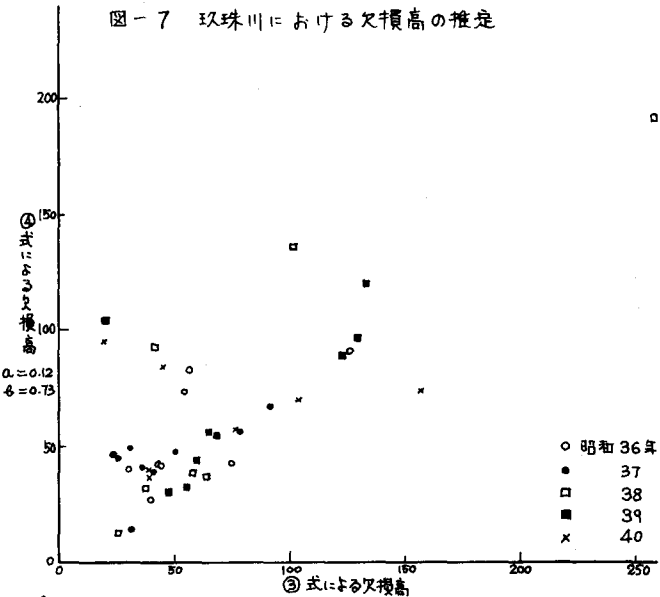


図-8 年流出高の推定

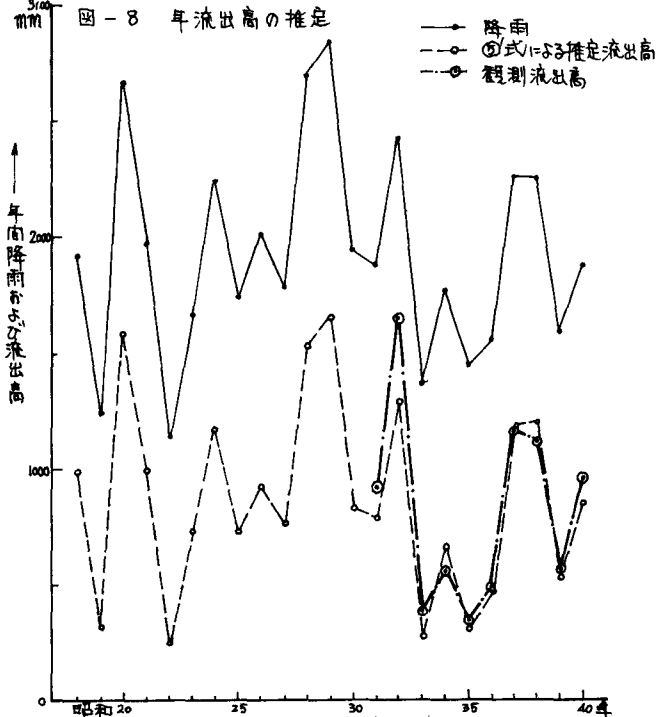


図-9 年流出率

