

山地河川の低水流出に関する検討(2)

愛媛大学工学部 正 員 豊国永次, 渡辺政広
愛媛県 土木部 正 員 ○石水浩臣
愛媛大学大学院 学生員 栗原 崇

本報告では、はじめに北四国における主要な河川を対象に流量逓減特性を調べ、次に低水の流出特性を表わす統計的単位図を抽出して、それらの特性を吟味すると共に、これを用いた低水流出予測の適用性について検討した。得られた結果を以下に述べる。

1. 流量逓減特性に関する検討

北四国の主要河川について、Sliding segment 法、および Correlation法を用いて流量逓減特性を詳細に検討した。

(1) Sliding segment 法による検討：この方法は逓減割合の小さい側に着目した手法で、流量逓減部のデータを用い、最小の流量逓減曲線を右端に、次に流量の小さい逓減曲線を前のそれに接するように順次結びつけて標準逓減曲線(図1)を求める。この包絡線に次式をあてはめ、逓減係数Kを求める。

$Q = Q_0 \cdot K^t$ ここに、K：逓減係数、Q：流量、 Q_0 ：初期流量。まず流量の逓減割合が一定とした場合の逓減係数を表1に示す。地質別に見ると、中・古生層では0.97、花こう岩類では0.94～0.96であり、中・古生層の方が僅かに大きい値となっている。

(2) Correlation 法による検討：この方法は一般に逓減割合の大きい側に着目して使用されているが、ここでは逓減割合の小さい側をも考慮した取扱いをする。図2に示すように、当日流量に対する翌日流量をプロットし、その点群への下側の包絡線(a)が逓減割合の大きい側の逓減特性を表し、上側の包絡線(b)が小さい側のそれを表すことになる。この包絡線で示される流量の関数としての逓減係数 K_1 は次式で表される。 $K_1 = x \cdot Q^{-y}$ ここに、 K_1 ：流量逓減係数、x, y：定数。まず逓減割合の大きい側についての適用結果を表1に併示する。流量逓減の特性を表すy値は中・古生層では0.123～0.127、花こう岩類では0.128～0.146の範囲にあり、花こう岩類の方が僅かに流量逓減が大きく現れる。一方、逓減割合の小さい側については、包絡線(b)を用いて逓減曲線(図3)を描くと、先の Sliding segment 法で求めた逓減曲線をよく再現し、こうした方法による総合的表示が可能となる。

2. 統計的単位図による低水流出に関する検討

北四国の1河川を調査流域に選び、低水流出に着目した立場から各種の統計的単位図を抽出し、これを用いた低水流出予測の適用性について検討した。

(1) 統計的単位図による低水流出解析(1)：昭和46, 50～52, 54年を同定期間とし、雨量・蒸発散量・流

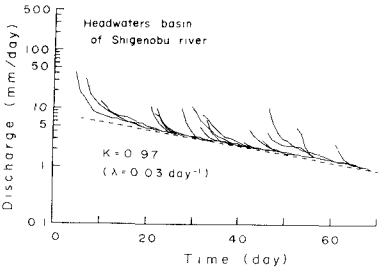


図1 標準逓減曲線

表1 北四国河川の流量逓減係数

No	調査対象流域	面積(km ²)	地質区分	逓減係数	流量逓減係数
1	重信川上流域	54.6	中生層	0.97	$0.83Q^{-0.123}$
2	宮社川上流域	38.1	花崗岩類	0.96	$0.70Q^{-0.140}$
3	加茂川上流域	100.6	中・古生層	0.97	$0.75Q^{-0.128}$
4	国領川上流域	22.3	中生層	0.97	$0.79Q^{-0.127}$
5	一器川上流域	72.1	花崗岩類	0.94	$0.84Q^{-0.128}$
6	碓氷川上流域	32.1	花崗岩類	0.94	$0.90Q^{-0.143}$
7	香東川上流域	28.0	花崗岩類	0.95	$0.86Q^{-0.146}$

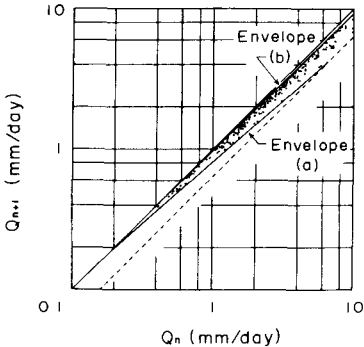


図2 当日流量に対する翌日流量のプロット

量データをもとに単位図（単位日数10日）を求めた。まず通年の単位図を求め、次に低水流出の特性をよりよく表現する単位図を得るため、通年の単位図を降雨期（4～10月）、非降雨期（11～3月）に分けて求めた。さらに精度を上げるため、流量逓減部のデータをもとに同様の解析を行った。図4は流量逓減部をもとにした降雨期、非降雨期別の単位図である。これらの単位図についてその特性を見ると、流量逓減部のデータから得られる単位図は基長がのび、形状も安定したものとなっている。次に、昭和55～59年を予測期間として、これらの単位図による流出シミュレーションを行った。これを見ると、ほぼ平水年とみられる昭和55～57年のハイドログラフを比較的よく再現できる結果（相対誤差15～25%）を得た。特に流量が2～1 mm/dayあたりでは15%以下の誤差で再現された。しかし渇水年とみなされる58、59年においては、低水流出時のハイドログラフの再現性は低下した。そこで、次に渇水年を対象に検討を進める。

（2）統計的単位図による低水流出解析（2）：渇水年とみられる昭和52、58、59年を同定期間として、先と同様に各種の単位図を同定した。得られた単位図の特性を見ると、先に求めた単位図に比べて基長は長く、基底流量に相当する値は小さいものとなっている。次に、これらの単位図を用いて昭和55～57、60年を予測期間とする流出シミュレーションを行った。その結果の1例を図5に示す。これを見ると、渇水年の単位図を用いると、若干適合性の低下は見られるもの、30%以下の誤差で平水年のハイドログラフを再現することができ、特に2～1 mm/day程度の流量範囲では、平水年の単位図を用いるよりも適合性が向上している。ところが昭和60年では渇水年であるが、実用上の精度に達しなかった。そこでこれを詳細に調べると、冬季1月前後の異常渇水の発生、並びに8～9月にかけて流量逓減部での予測流量の急激な減少が現れている。この冬季異常渇水についてはさらに十分なデータをもとに後日取扱うこととし、本報告では予測流量の急減する特性について検討を行うこととした。予測流量の急減する性状について調べると、長期間にわたって無降雨日が続く、ある期間を越えるようになると、蒸発散が過大に見積られるようになり、流量の急減が生じることが分った。こうした欠点を補うため、流域における補給能と蒸発散との関係を表す補給能回復曲線を求めた。その結果から、本調査対象流域では無降雨日が20日以上続けば蒸発散量は無視しうる程度となることがわかった。そこでこうした取扱いを導入して流出シミュレーションを行った結果、流出ハイドログラフの急激な減少はなくなり、改善がみられた。以上のことより、長期間にわたって無降雨日が続くような場合には、調査対象流域における最終補給能および蒸発散量を検討のうえ、これらを考慮した取扱いが必要となることが分った。

最後に降雨・流量資料の収集にあたりお世話になった建設省四国地方建設局松山工事事務所、並びに松山気象台に対して深謝の意を表する。

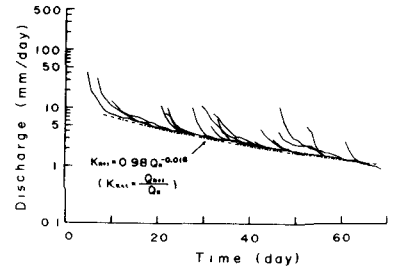
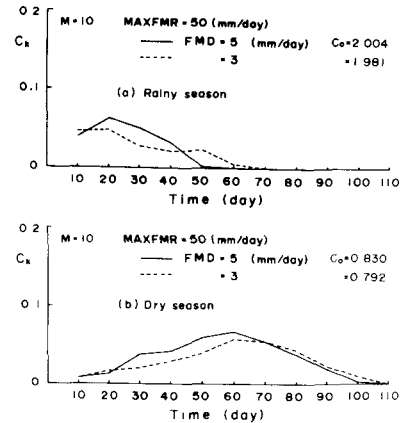
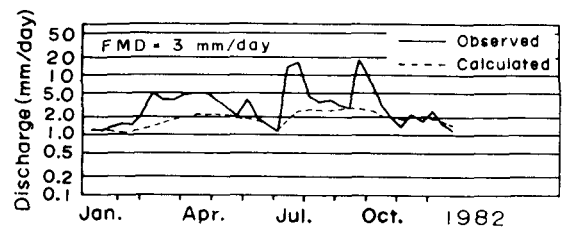


図3 流量逓減曲線

図4 流量逓減部をもとにした
降雨期、非降雨期別の単位図図5 流量逓減部をもとにした単位図による
流出シミュレーション（昭和57年）