

流域特性に基づく流況指標の総合化について

Regionalization of Flow Regime Indices based on Catchment Characteristics

○三谷 和也* 田中丸 治哉** 畑 武志*** 多田 明夫***

○Kazuya Mitani*, Haruya Tanakamaru**, Takeshi Hata*** and Akio Tada***

1. はじめに 流量等の水文観測データが不十分なし全く得られない流域では、流出特性を把握できず、水資源の評価が困難である。そのため、地質や土壌、植生といった流域特性から流出特性を推定できれば実用上便利である。本報告では、河川流況を表現する指標（流況指標）として、流況区分流量と Base Flow Index (BFI) を取り上げ、降水量等の気候特性とともに、地質等の流域特性に基づいて総合化を試みた結果について述べる。

2. 対象流域と水文資料 積雪の影響が無視できること、人工的な取水・貯留施設がないこと、流域面積が 20～200km² であること、長期水収支がバランスしていることを条件に、西日本に位置する 23 ダム流域（総合化モデル構築用 18 流域、総合化モデル検証用 5 流域）を対象とした。水文資料には、地点降水量、ダム流入量、および補完法から推定した実蒸発散量を用いている。なお、流量資料の欠測は、タンクモデルの計算流量で補った。

3. 説明因子 気候特性を表現する変量として、平均年降水量、平均年降水日数、平均年蒸発散量を採用した。また、流域特性を表現する変量として、代表的な流域特性値である流域面積と、虫明ら¹⁾が河川流況、特に低水の流況を規定する大きな要因の一つとしている地質を取り上げた。地質を表す指標には、地質別の面積構成比率である第四紀火山岩率、第三紀火山岩率、花崗岩率、堆積岩率および変成岩率を用いた。

4. 流況指標の総合化 ここでは、流況指標を目的変数、上記の各因子を説明変数として、モデル構築用 18 流域に対して回帰分析を適用し、流況指標の総合化モデルを構築した。回帰分析の適用に際しては、説明変数の選択方法と回帰式の関数形を変えた複数のモデルを構築し、AIC によって最良のモデルを決定している。その上で、検証用 5 流域に、構築した総合化モデルを適用し、モデルの再現性・適応性について調べた。

(1) 流況区分流量 流況曲線から、流況区分流量として、年最大流量、35 日流量、豊水量（95 日流量）、平水量（185 日流量）、低水量（275 日流量）、渇水量（355 日流量）、年最小流量を取り上げ、これら流況区分流量に対して、それぞれ総合化モデルを構築した。各流況区分流量のうち、豊水量（ Q_{95} ）と渇水量（ Q_{355} ）の総合化モデルを例示する。

ここで、 P が平均年降水量、 D が平均年降水日数、 A が流域面積、

$$Q_{95} = 0.619 \times (1.0005^P 1.0051^D 0.9986^A 1.0017^{V_q}) \quad (1)$$

V_q が第四紀火山岩率、 V_t が第三紀

$$Q_{355} = 0.958 \times (1.0002^P 0.993^A 1.013^{V_q} 0.990^{V_t} 0.994^S) \quad (2)$$

火山岩率、 S が堆積岩率である。総合化モデルによる豊水量と渇水量の推定結果を **Fig.1** および **Fig.2** に示す。まず、**Fig.1** を見ると、モデル構築用流域・検証用流域の両方で、良好な再現性を示しており、豊水量の総合化モデルは汎用性を有しているといえる。次に、渇水量について **Fig.2** を見ると、モデル検証用流域に対する結果は、5 流域のうち 3 流域に

* サンスイコンサルタント（株） Sansui Consultant Co., Ltd

** 神戸大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Kobe University

*** 神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University

キーワード：流況指標 流域特性 地質 総合化

において、実測値と推定値の食い違いが大きく、検証結果は、良好であるとは言い難い。モデル検証用には、わずか5流域しか用いていないことを考えると、これら5流域に対する検証結果だけで、結果の全体的な良否を判断するのは難しいが、モデル構築用18流域も含めた全23流域について見るならば、渇水量に対する総合化の結果は、それほど悪くはないと思われる。なお、他の流況区分流量に対する総合化モデルの適用結果についても、高水部の区分流量は豊水量と、低水部の区分流量は渇水量と概ね同様の傾向を示している。

(2) **Base Flow Index** BFIは総流量に対して基底流量 (Base Flow) が占める割合として定義される無次元量であり、海外で広く用いられている²⁾。BFIの算定に必要となる基底流出成分の分離には、数値フィルタである Recursive Digital Filter³⁾を用いた。

流域ごとにBFIを算定した上で、モデル構築用18流域に対して回帰分析を適用した。BFIの総合化モデルを以下に示す。

$$BFI = 0.6018 \times (0.99989^P 0.99753^A 1.007^{V_q} 0.996^{V_t} 1.003^G) \quad (3)$$

ここで、 P が平均年降水量、 A が流域面積、 V_q が第四紀火山岩率、 V_t が第三紀火山岩率、 G が花崗岩率である。上記の(3)式を用いてBFIの総合化を試みた結果をFig.3に示す。Fig.3を見ると、まず、モデル構築用流域で良好な再現性を示していることが分かる。また、モデル検証用流域について見ると、5流域のうち4流域で、実測値と推定値の対比結果は、モデル構築用流域に対するプロット結果の範囲内に収まっており、BFIに対する総合化モデルはまずまずの汎用性を有しているとみられる。

5. おわりに 流況指標として、流況区分流量とBase Flow Indexを取り上げ、総合化を試みた。構築した総合化モデルは、低水部の区分流量での検証結果が悪かったものの、23流域全体で見れば、どの指標も比較的良好な結果を示したことから、地質等の流域特性を考慮することが、流量データのない流域での流況指標の推定に有効であると考えられる。

参考文献 1) 虫明ら (1981) : 土論集, No.309, 51-62. 2) Smakthin, V. U. (2001) : J. Hydrol. 240, 147-186. 3) Nathan, R. J. and McMahon, T. A. (1990) : Water Resour. Res. Vol.26, No.7, 1465-1473.

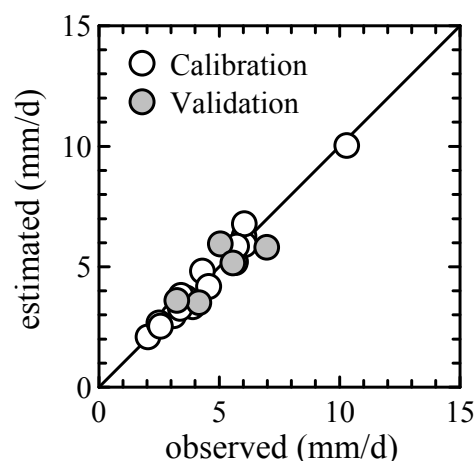


Fig.1 総合化の結果 (豊水量)
Result of Regionalization
(ninety-five-day discharge)

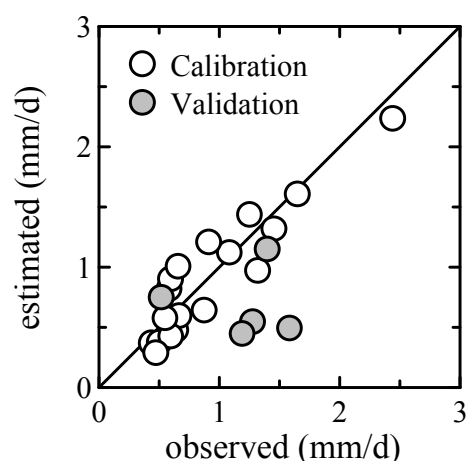


Fig.2 総合化の結果 (渇水量)
Result of Regionalization
(droughty discharge)

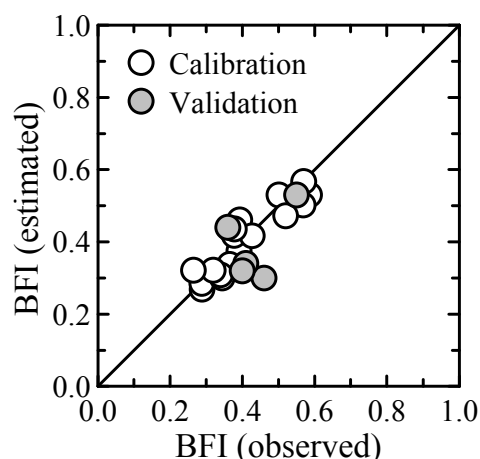


Fig.3 総合化の結果 (BFI)
Result of Regionalization (BFI)