

地理的特性値を用いた山地流域の水文流出パラメータの推定に関する研究

鹿島建設技術研究所 正会員 ○向原 健

首都大学東京 都市環境学部 正会員 横山 勝英

首都大学東京 都市環境学部 正会員 天口 英雄

1. はじめに

一般に水文流出解析は雨量・流量のデータセットを用いてパラメータを同定するため、過去のデータがないと流量再現や将来の流量予測ができない。水文データが無くても日単位流量を予測できれば、水資源計画や河川環境の維持・復元にとって意義のあるといえる。

降水の河川への流出現象は、流域の流出特性に支配されており、山地河川流域では地形・土地被覆・地質が主要因であると考えられる。

そこで本研究では、パラメータと流域特性との対応関係が明確である安藤¹⁾の考案した日単位の長期流出モデルを用いて、流域の地理的特性値のみから水文流出パラメータを推定し、将来予測を可能とするモデルの構築を行った。

2. 流出モデルのパラメータ値算出

安藤は単位図法をベースとした日単位長期流出モデルを提案しており、表-1 に示すパラメータを用いている。最初に図-1 に示す古生層・中生層・花崗岩・第三紀・第四紀火山岩類の各地質流域(全 26 流域)について、雨量・流量データをモデルに適用し、遺伝的アルゴリズム (GA) により流域ごとの最適パラメータ値を求めた。表-2 に GA によって求めたパラメータ値の一例を示す。なお表には 4 章で推定する重回帰モデルの値も示している。

3. 地理的特性値

次に対象流域における地理的特性値を抽出した。水文流出現象には地形・土地被覆・地質が深く関わるので、本研究では、土壌・表層地質・土地利用・流域面積・流域平均勾配を地理的特性値として設定した。このうち土壌・表層地質・土地利用は国土数値情報から抽出し、さらに、土壌データは地下水流出量涵養に対する貢献度、表層地質データは基底流量涵養に対する貢献度からそれぞれ3種類(A・B・C)に、土地利用データは森林、農地、荒地・裸地、建物用地、水域の5種類に分別した。また、面積及び標高は数値標高モデル (DEM)50Mesh データを用いた。

4. 重回帰モデル

2 章で雨量・流量データから求めた水文パラメータを地理的特性値によって表すことを試みる。水文パラメータを従属変数、地理的特性値を独立変数として、重回帰モデルを作成した。表-2 に重回帰モデルを用いて算出したパラメータ値を示す。また、モデルパラメータについて以下のようなことが分かった。

表-1 モデルパラメータ

地下水の減水定数	a
樹冠遮断率	c
単位図配分率	$d_1 \sim d_3$
蒸発散の補正係数	e
基本流出率	f_0
一次付加流出率	f_1
一次遷移雨量	P_1

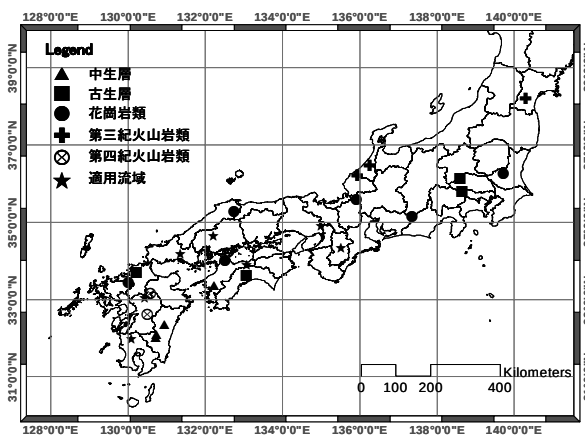


図-1 対象とした山地流域

表-2 下笠ダム流域のパラメータ値

パラメータ	GA	重回帰モデル
a	0.020	0.018
c	0.27	0.24
d_1	0.76	0.65
d_2	0.18	0.28
d_3	0.06	0.07
e	0.58	0.60
f_0	0.07	0.08
f_1	0.20	0.26
P_1	57	51

キーワード：日単位流出モデル、土壌、地質、地形情報、流出パラメータ

連絡先 東京都立大学大学院（住所：東京都八王子市南大沢 1-1 電話：0426-77-1111（4573））

- ・地下水の減水定数 a は、土壌 C が多いほど小さくなった。また表層地質 A の割合が多くなると、大きくなった。
- ・樹冠遮断率 c は、山地面積支配率に大きく依存し、地質の基底流量涵養に対する貢献度にも影響を受けた。
- ・単位図配分率 $d_1 \sim d_3$ は、流域面積が小さい流域ほど降雨当日の割合が増える傾向にあった。また表層地質 C が多く含まれていると、降雨当日の配分率は大きくなった。
- ・蒸発散の補正係数 e は、山地及び荒地・裸地の面積支配率に大きく依存した。また土壌 A が多いと小さくなった。
- ・基本流出率 f_0 は、植生が多いと小さくなった。また土壌 C が多いと大きくなった。
- ・一次付加流出率 f_1 は、表層地質 C が多くあると大きくなり、土壌 A が多くあると大きくなった。
- ・一次遷移雨量 P_1 は、平均勾配が大きいほど大きくなった。また地質 C が多いと小さくなった。

5. 重回帰モデルの適用

最後に地理的特性値を用いた水文流出パラメータ推定の妥当性を検討するために、未知の流域について地理的特性値と雨量から流量を計算し、実測流量と比較した。図-2 に島地川流域(2004 年)の計算結果を示す。また図-3 に各流域の日流量の相対誤差(ADRE)と年総流量の相対誤差(YRE)を示す。誤差は 0.1~0.2 となっており、また計算流量の流量波形は全体に実測流量を良好に再現している。

ところで地理的特性値を抽出する際にはできるだけ大きいスケールの地図を用いた方が作業を省力化できる。しかし地図スケールをかえると地理的特性値の配分率などが変化する可能性があるため、よりスケールの大きい地図を用いて地理的特性値を抽出した場合にも重回帰モデルが適用可能であるかを調べた。

図-4 に大スケール地図を用いた島地川流域(2004 年)の計算結果を示す。地図スケールを大きくすると地理的特性値が変化し、勾配が小さくなり、土壌分類 A と B の割合が変わった。しかし、計算流量の誤差は 0.02 であり、図-2 の結果とほぼ同じであるためスケールを大きくしても問題ないことが確認できた。

そこで、図-1 に示した西日本の山地 7 流域で大スケールの地図を用いて重回帰モデルを適用したところ、

計算誤差として図-5 が得られた。YRE は 0.1、ADRE は 0.1~0.2 であり良く適合しており、地理的特性値のみから流出予測ができることが示された。

参考文献 1) 安藤義久：試行錯誤のない実用的な長期流出モデルに関する研究，水利科学，No.154，pp17-36，1983

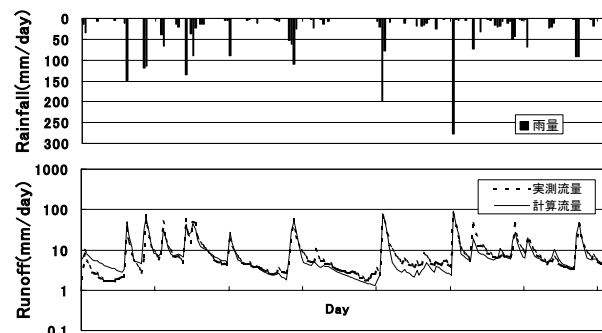


図-2 島地川ダム流域 (2004 年)

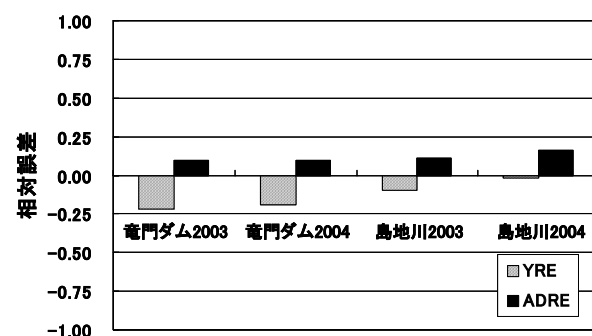


図-3 竜門・島地川ダム流域の相対誤差

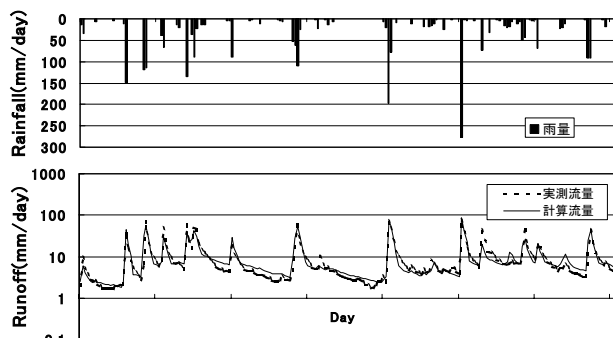


図-4 大スケール地図による計算結果
(島地川ダム流域 2004 年)

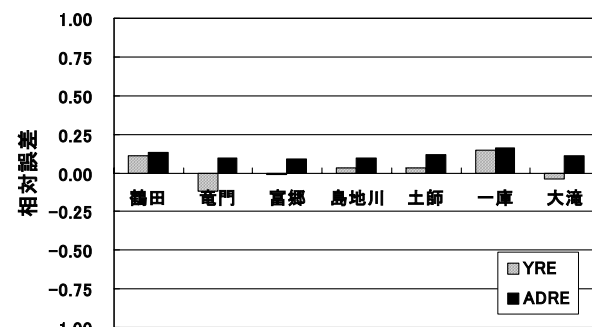


図-5 適用流域の相対誤差