

### リンクマグニチュードを用いた河川流量の推定モデル

神戸大学大学院 学生員 ○橋本 翼 神戸大学大学院 正 会 員 宮本 仁志  
神戸大学大学院 学生員 石田 和也 神戸大学大学院 フェロー会員 道奥 康治

#### 1. はじめに

近年、流域一貫の統合水資源管理や健全な水文循環の保全が重要となっている。その実現には水系ネットワーク各部における水資源賦存量を的確に把握し、それを農工・都市用水や河川の環境流量として最適配分する必要がある。筆者らは前報<sup>1)</sup>において、流域のリンクマグニチュードを用いて河川流量を推定するべき乗型の推定式を提案した。本報では、その流量推定式を各流域の降水量で補正することによって推定精度の向上を検討した。

#### 2. 対象流域と解析データ

対象流域は日本の 109 の一級水系である。流量は、(社)日本河川協会の雨量・流量年表データベースに収録される平成 6~15 年の 10 年間の日平均流量を用いた。それぞれの流域を代表する一つの観測地点において、年平均流量、豊水・平水・低水・渇水流量の 10 年平均値を算出して解析対象とした。欠測がある地点については、平成 5 年以前の値で補って 10 年平均値を算出した。相模川は流量データ不足のため対象外とした。一方、降水量は、(財)気象業務支援センターの気象データベース・アメダスを用いた。平成 6~15 年のうち 8 年以上の観測データが存在する観測所 1154 箇所を対象とした。図-1 に年間降水量分布を示す。GIS 解析によって各流域の平均年間降水量を算出し、解析に用いた。

#### 3. 河川流量の推定モデル

河道ネットワーク上のリンクマグニチュード  $i$  の地点における、ある生起確率に対応する流量  $\bar{Q}_i$  は次式で推算される<sup>1)</sup>。

$$\bar{Q}_i = \bar{Q}_1 \cdot i^{b \cdot \lambda} \tag{1}$$

ここに、 $\bar{Q}_1$ ：一次流域  $i=1$  における平均流量、 $\lambda=1.1$ : Horton 比により決まる指数の定数部<sup>1)</sup>、 $b$ ：流量の生起確率ごとに決定される指数部分である。前報<sup>1)</sup>では  $\bar{Q}_1$ 、 $b \cdot \lambda$  は全ての流域で一定値をとるとして、比較的良い近似を得た。本報では、流量はその流域固有の降水特性の影響を強く受けると考えて式(1)を補正し、推定精度の向上を検討する。具体的には、 $\bar{Q}_1$  が流域の平均年間降水量  $\bar{r}$  の線形関数で表現されると仮定し、次式の適用を試みる。

$$\bar{Q}_i = c_r \cdot \bar{r} \cdot i^{b \cdot \lambda} \tag{2}$$

ここに、 $c_r$ ：流量の生起確率ごとに決定される線形回帰の係数である。

#### 4. 結果と考察

図-2 に、年平均流量の実測値からの式(1)の推定値の偏差

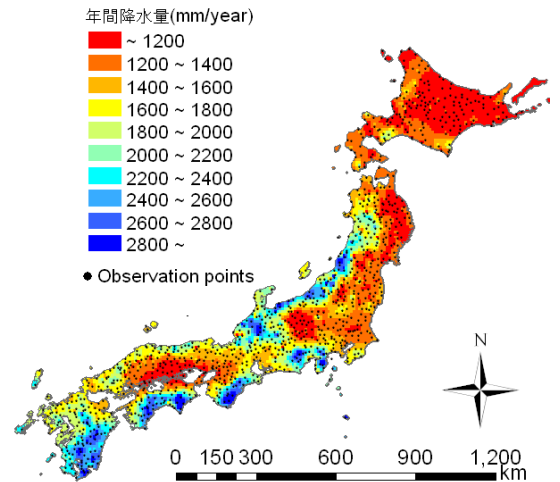


図-1 年間降水量分布

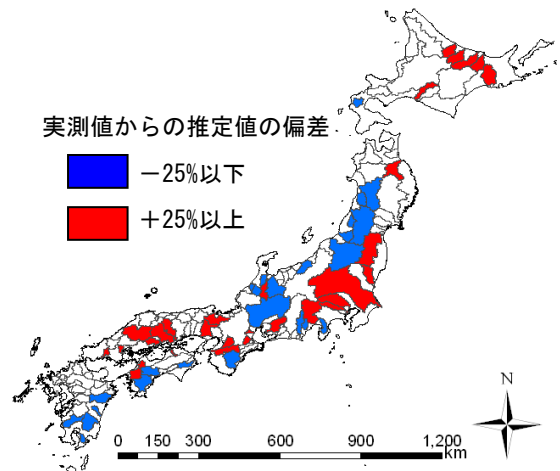


図-2 流量推定値の実測値からの偏差(式(1))

キーワード 統合流域管理, 水資源, 河川流量, リンクマグニチュード, 降水量

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 宮本仁志 miyamo@kobe-u.ac.jp

を示す。図では、偏差が実測値の-25%以下になった流域を青、+25%以上になった流域を赤で示している。東日本の日本海側や西日本の太平洋側で流量が過小に評価された流域が目立つ。一方、北海道や関東、瀬戸内海周辺の流域においては流量が過大推定されているところが多い。図-1の年間降水量分布と比較すると、図-2の青の流域では多雨傾向で、赤の流域では小雨傾向であることがわかる。これより、年平均流量の実測値と式(1)から得られる推定値の偏差は、それぞれの流域の降水量に依存すると判断される。

図-3に、一次河道における年平均流量 $\overline{Q}_1^m$  (m<sup>3</sup>/s)と流域の平均年間降水量 $\bar{r}$  (m)の関係を示す。 $\overline{Q}_1^m$ は、流量観測点におけるリンクマグニチュード*i*と年平均流量の実測値より、式(1)を用いて算出した。直線回帰の決定係数 $r^2$ は0.44であり、 $\overline{Q}_1^m$ と $\bar{r}$ の間には概ね正の相関が認められる。図-3より、年平均流量 $\overline{Q}_i^m$  (m<sup>3</sup>/s)に対する式(2)の係数 $c_r^m$ は、次のように同定される。

$$c_r^m = 0.16 \quad (3)$$

図-4に、年平均流量の推定値と実測値の比較を示す。図-4(a)は式(1)の推定流量<sup>1)</sup>、図-4(b)は式(2)の推定流量との比較である。決定係数 $r^2$ はそれぞれ、式(1): 0.87、式(2): 0.93となり、降水特性を考慮した方が実測値との回帰誤差が小さくなる。これより、式(2)の補正を施すことにより、年平均流量に関するモデルの推定精度が向上したことがわかる。

次に、豊・平・低・渴の各流量に関して年平均流量と同様の検討を行った。結果を表-1に示す。決定係数 $r^2$ をみると、各流量と降水量との相関は年平均流量に比べると低い。それでも豊水・平水・低水流量については降水

量補正を施すことにより流量推定の精度が向上することが示される。一方、渴水流量に関しては、式(1)に関する決定係数 $r^2$ の方が大きくなる。これは、渴水流量は降水による直接流出に全く関係しないためである。

以上より、それぞれの流域における降水特性を考慮することによって、リンクマグニチュードを用いた河川流量推定式を改善した。年平均降水量と豊・平・低・渴の各流量の検討結果を比較すると、提案する流量推定式に一番適合度が高いのは年平均流量であることが確認される。

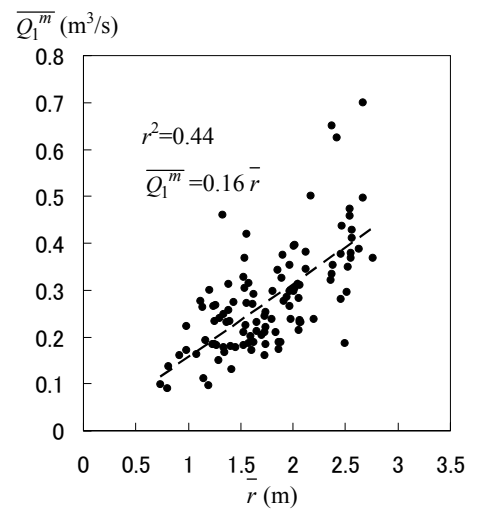
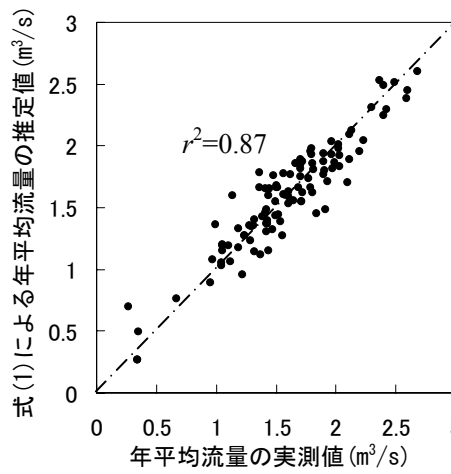
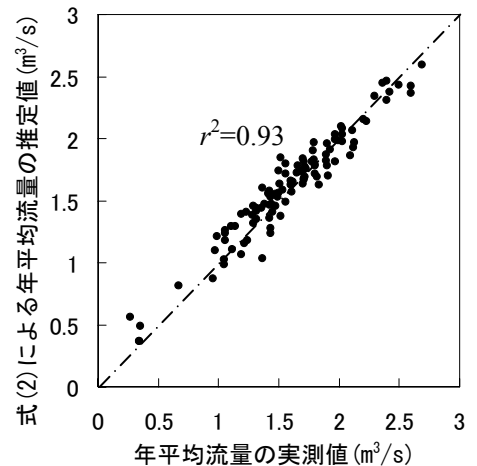


図-3 流量と降水量の関係



(a) 降水量補正なし(式(1))



(b) 降水量補正あり(式(2))

図-4 年平均流量に対する推定モデルの適合性

表-1 豊・平・低・渴の各流量に対する推定モデルの適合性

	$\overline{Q}_1$ と $\bar{r}$ の関係の $r^2$ (図-3に対応)	$c_r$	式(1)の $r^2$ (図-4(a)に対応)	式(2)の $r^2$ (図-4(b)に対応)
豊水流量	0.23	0.12	0.85	0.89
平水流量	0.17	0.06	0.84	0.86
低水流量	0.12	0.03	0.82	0.84
渴水流量	0.03	0.01	0.78	0.76

参考文献 1) 宮本, 橋本, 道奥: 河道リンク/マグニチュードと流域面積・河川流量の関係, 水工学論文集, 第 54 巻, pp-1201-1206, 2010.