

有明海流入河川の流量欠測データの補間方法について

佐賀大学工学部都市工学科 学生会員 油谷 涼
 佐賀大学大学院工学系研究科 正会員 大串 浩一郎
 佐賀大学低平地沿岸研究センター 正会員 手塚 公裕

1. 背景と目的

国土交通省等が行っている河川の流量観測データは水環境の長期的な変動を把握する際に貴重な情報源である。しかしデータには様々なパターンの欠測があり、流出解析や水質シミュレーションを行う際に問題となる。そこで本研究では欠測流量データの補間方法を確立するため、線形補間法、6-point scheme、タンクモデル法による補間方法について性能を比較検討した。

2. 検討方法

欠測のパターンには様々なものがあり、1つの方法で全てを精度良く補間することは困難である。そこで欠測パターンによる各補間性能を比較するため、実測流量が存在する期間に仮想の欠測データを作成して補間を行い、実測値と補間値の差から各補間方法の性能を評価した。なお使用したデータは1985年の牛津川(明見橋)の流量データである。

本研究で採用した補間方法の概要を表-1に示す。

3. 流量補間方法の概要

(1) 線形補間法

欠測区間を単純に直線で補間する方法で他の補間法のリファレンスとなる。

(2) 6-point scheme

6point scheme は小松ら¹⁾が提案した補間方法で1次精度ながら高精度の数値解を得ることができる。欠測点近傍の6点を使用した補間で、式(1)で表される。

$$C_c = \sum_{i=1}^6 a_i C_i \quad (1)$$

ここに $C_i (i=1,2,\dots,6)$ は連続したデータ、 C_c は C_3 と C_4 の間の欠測の推定値である。 a_i は係数でクーラン数の3次関数である。(詳細は参考論文1参照)。

6-point scheme の使用方法により補間法を以下の2つに分類した。

- a) 6-point scheme(隣接) : 欠測点の前後に隣接する6点を使用する。
- b) 6-point scheme(等間隔) : 欠測数の分だけ等間隔に位置する6点を使用する。

(3) タンクモデル法

タンクモデル法²⁾は雨量から流量を推定する流出解析法である。流域を何段かのタンクで表し、側方流出孔や垂直浸透孔、タンク段数などのパラメータの値を実測流量に合うようにチューニングすることで流出を再現していくモデルである。本研究では時間雨量より時間流量を推定するために用いた。

(4) タンクモデル法と日平均流量を用いた補間

日流量のみが公開されている期間の河川流況を詳細に把握するためには時間流量を推定する必要がある。タンクモデルは時間雨量に応じた時間流量変動を得ることができるという長所があるので、それを応用した補間方法を考案した。(3)タンクモデル法より求めた流量の欠測期間平均と既存日平均流量の比を用いて流量を補正することとした。

表-1 補間方法の概要

欠測パターン	流況パターン	検証パターン
短期 (12時間) ※実際に多くみられたパターン	平水期	①線形補間法
	洪水期	②6-point scheme(隣接)
長期 (1カ月)	平水期	③6-point scheme(等間隔)
	洪水期	④タンクモデル ⑤タンクモデル(補正)

※データは全てそろっているものを使う。
 平水期：平水流量が多く存在する2月を選定した。
 洪水期：最大流量が存在する6月を選定した。

4. 結果と考察

(1) 短期(12h)欠測の補間

a) 平水期では図-1に示すように6-point scheme(隣接)による補間で概ね波形を再現できた。6-point scheme(等間隔)による広い範囲のデータを用いることで実測値に近づいた。タンクモデル法で得られた波形は実測値と大きく異なりタンクモデル(補正)でも実測流量を十分に再現できなかった。

b) 洪水期では、図-2に示すように6-point schemeで実測流量の再現はできなかった。タンクモデル法では実測流量と類似した波形を再現できたが、急激な変動のため平均を用いた補正でもあまり実測値に近づかなかった。これは日平均流量と欠測区間(12h)の平均流量の

差が大きいためと考えられる。実際に欠測区間の平均流量を用いた補正では実測値に近い値が得られた。

(2) 長期 (1ヶ月) 欠測の補間

平水期における長期欠測の補間結果を図-3、洪水期における長期欠測の補間結果を図-4に示す。

6-point scheme(隣接), (等間隔)による長期的な補間は平水期、洪水期共に実測流量を再現できなかった。一方、タンクモデル法では平水期、洪水期共に概ね実測流量を再現でき、補正によりさらに再現性が良くなった。

(3) 補間方法毎の再現性の評価

補間方法毎の再現性の評価を表-2に示す。

平水期短期では6-point scheme(等間隔)の再現性が最も良かった。洪水期短期では6-point scheme(隣接), (等間隔)の洪水期の再現性が悪かったが、タンクモデル、タンクモデル(補正)は良好であった。

長期では平水期、洪水期共にタンクモデル(補正)の再現性が良く、特に洪水期の水収支誤差は0となった。

6-point schemeは欠測区間前後の複数のデータを使用するため、線形補間と比較して短期実測流量の波形を精度よく再現することができた。しかし急激な流量の変動は再現できないことが分かった。

タンクモデル法は実測流量の波形を概ね再現できていたが今回は平水と洪水の両方の値が合うようにパラメータを設定したため流量のピーク値が合わなかった。しかし日平均流量を用いた補正により水収支は良好に保つことができた。ただし波形によりその効果は異なり、再現性が必ず良くなるとは限らない。パラメータの決定の際にピークに合わせることで再現性が良くなると考えられる。

5.まとめ

タンクモデル法は概ね全ての状況の欠測を補間でき、タンクモデル(補正)は水収支誤差を低減させることができた。しかし期間により再現性は異なり、短期補間では再現性は6-point schemeに劣っていた。またタンクモデル法は多大な労力と時間がかかることを考慮すると、平水時の短期欠測に関しては6-point scheme(隣接), (等間隔)による補間が有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 小松利光, 朝位孝二, 大串浩一郎, 吉村耕市郎: 拡散数値シミュレーションの最適計算手法に関する研究, 土木学会論文集, No.539/II-35, pp.53-68, 1996
- 2) 菅原正巳: 流出解析法, 共立出版株式会社, 1972

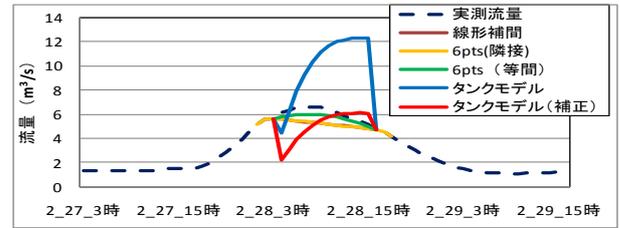


図-1 平水期における短期 (12h) 欠測の補間結果

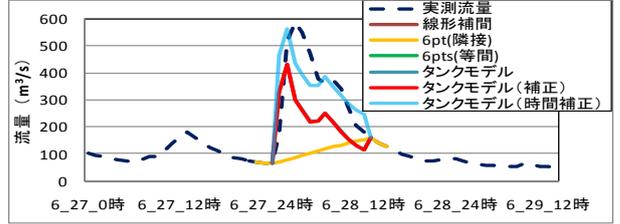


図-2 洪水期における短期 (12h) 欠測の補間結果

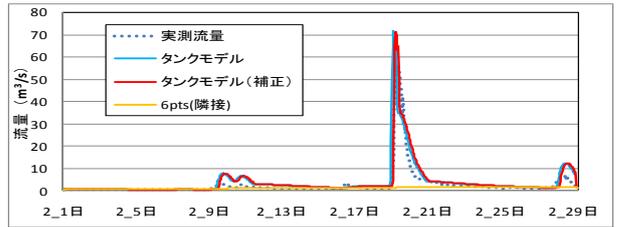


図-3 平水期における長期 (1ヶ月) 欠測の補間結果

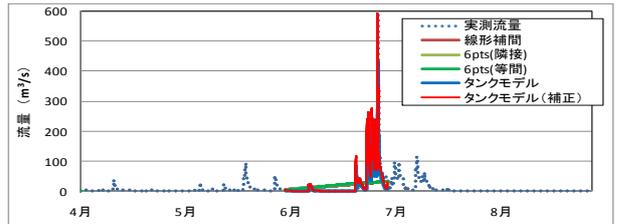


図-4 洪水期における長期 (1ヶ月) 欠測の補間結果

表-2 補間方法毎の再現性の評価

(オレンジ色はその流況で最も精度が高かった補間法を示す)

検証パターン		水収支誤差	MRE	RMSE
短期 (12h)	平水期			
	線形補間	0.15	0.15	0.98
	6pts(隣接)	0.15	0.15	0.97
	6pts(等間)	0.07	0.07	0.46
	タンクモデル	0.66	0.73	4.92
	タンクモデル(補正)	0.18	0.23	1.89
洪水期	線形補間	0.70	0.63	298
	6pts(隣接)	0.70	0.63	298
	6pts(等間)	0.70	0.64	302
	タンクモデル	0.36	0.45	176
	タンクモデル(補正)	0.37	0.45	177
長期 (1ヵ月)	平水期			
	線形補間	0.55	22.5	51.8
	6pts(隣接)	0.54	22.6	51.7
	6pts(等間)	—	—	—
	タンクモデル	0.41	33.4	21.5
	タンクモデル(補正)	0.40	33.0	21.3
洪水期	線形補間	0.33	996	471
	6pts(隣接)	0.33	1015	470
	6pts(等間)	0.25	1168	470
	タンクモデル	0.27	41.8	214
	タンクモデル(補正)	0.00	41.9	179

- ・水収支誤差 = $|1 - (\sum \text{実測流量} \div \sum \text{補間流量})|$
- ・MRE = $\sum (|\text{実測流量} - \text{補間流量}| \div \text{実測流量}) \div N$
平水期の再現性の評価指標
- ・RMSE = $(\sum (\text{実測流量} - \text{補間流量})^2 \div N)^{0.5}$
洪水期の再現性の評価指標