

河川水位データの異常検知手法について

(一財) 河川情報センター	正会員	○田所 正
(一財) 河川情報センター	正会員	本永 良樹
(一財) 河川情報センター		渡辺 有
(一財) 河川情報センター	正会員	栗城 稔

1. はじめに

近年繰り返される大水害を背景にして、河川水位等のデータを正確にわかりやすく伝えることが重要になっている。国土交通省ではwebサイト「川の防災情報」(<https://www.river.go.jp/>)からリアルタイムデータを配信し、「水文水質データベース」(<http://www1.river.go.jp/>)から過去のストックデータを検索できるようにしているが、データの精度管理にはまだ課題が多く残されている。

河川情報センターでは、全国で行われている水文観測データ品質照査(ストックデータの品質管理)の効率化と精度向上を図るために、新たな異常検知手法を検討している。本報告では、新たに開発した異常検知モデルを九州地方の全テレメータ水位観測所に適用した結果について報告する。

2. 水位データの異常検知手法

(1) モデル開発の背景

国土交通省で定められている現在の品質照査要領では、毎時データを対象に標準照査と高度照査の2段階でチェックする方法が採られている。水位データについては、標準照査では照査対象観測所のみの時系列データによる自動チェック(標準照査AQC)、高度照査では近隣観測所データとの月別相関係数等による自動チェック(高度照査AQC)が行われている。

しかし、これらのAQC手法では、異常値の見逃しを完全に防げないばかりでなく、空振りとなる検出値も多数発生する状況にあるため、その後の人的チェック(MQC)に回される作業量が膨大になり、精度を維持するために多大な労力が割かれている。

このような状況を改善するため、

- ①近隣観測所を含む複数の時系列データを基に自動チェックを行う

- ②10分毎に送信されるテレメータ観測所データを用いて詳細なチェックを行う

ことに着眼して、以下に記す水位データチェックモデルを開発した。

(2) 偏差(3σ)モデルの概要(a) 3σ フラグ(図1参照)

チェック対象水位観測所(A)と、主にその上流に位置する近隣水位観測所(B,C...)の、過去2時間(12個)の観測水位の水深換算値を合わせたデータ群($12 \times 3 = 36$ データ)の標準偏差 σ を10分毎に自動的に求め、「現在水深A」が「直前水深 $A \pm 3\sigma$ 」を超える場合に、異常

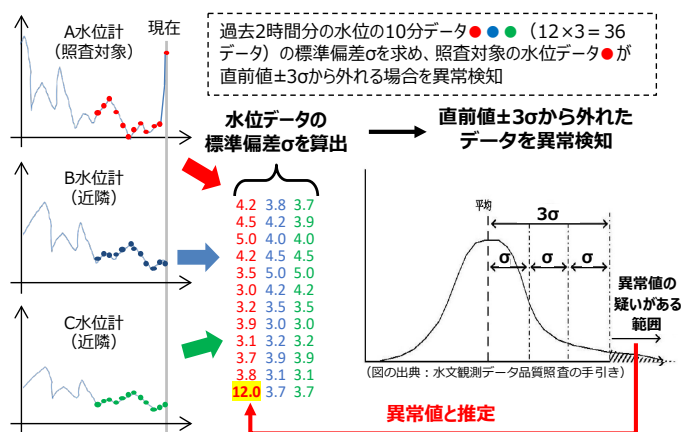


図1 3σフラグの概要

の疑いがあるデータとして「3σフラグ」を立てる。

上流に近隣水位観測所の無い場合には、上流域か近隣にある雨量観測所データ(複数ある場合には平均値)から、マニング式と合理式により換算水位($H_t = C \cdot R t^{3/5}$)を下記のとおり求め、同様に「直前水位 $A \pm 3\sigma$ 」を閾値として「3σフラグ」を立てる。

換算水位の考え方

- i. 定数は、A:水位計地点の流域面積(km²)、B:川幅(m)、i:河床勾配、n:マニングの粗度係数(m-s単位)、tp:洪水到達時間(分)、f:流出率

キーワード 水文観測、品質照査、異常検知、河川情報

連絡先 〒102-8474 東京都千代田区麹町1-3 ニッセイ半蔵門ビル (一財) 河川情報センター TEL03-3239-3221

- ii. 10 分データは, H_t :時刻 t の観測水深, R_t :時刻 t までの洪水到達時間内平均降雨強度(mm/h)
- iii. 流量 Q_t はマンニングの公式から,

$$Q_t = (\text{河積}) \cdot (\text{径深})^{2/3} \cdot i^{1/2} / n \div (H_t \cdot B) \cdot H_t^{2/3} \cdot i^{1/2} / n = (i^{1/2} \cdot B / n) \cdot H_t^{5/3}$$
- iv. また, 合理式から,

$$(2) Q_t = A \cdot f \cdot R_t / 3.6$$
- v. 両式より,

$$(3) H_t = (n \cdot A \cdot f / (3.6 \cdot i^{1/2} \cdot B))^{3/5} \cdot R_t^{3/5} = C \cdot R_t^{3/5}$$

なお, 流域面積が 100km² 程度の数流域における近年の洪水時の R_t と H_t を対象に逆算したところ, 定数 C は概ね 0.5 前後の値を示したため, $C=0.5$ と設定した。

また, (a)3 σ フラグでは, 増水期間等における細かな変動の検知が困難になるので, 下記の(b)スパイクフラグを併用することにした。

(b)スパイクフラグ

10 分間で 30cm 以上上昇(または下降)した時の直前か直後に水位が上昇(または下降)していない時に「スパイクフラグ」を立てる。感潮区間や周囲に堰等がある場合には 30cm を 60cm に増大させる。

また, 現行の高度照査 AQC の 1 手法である, (c)「1 時間で 50cm 以上変化した時にフラグ」を立てる方法も, 精度評価の比較材料として同時に計算に用いた。

3. 計算結果・精度評価

九州地方には現在 184 箇所のテレメータ水位観測所が存在し, 10 分毎に観測値が配信されている。本検討では, 2019 年 1~6 月の全データを対象に自動計算を行い, 上記の(a)~(c)フラグを出力した。

対象期間中に水位の急変化による異常値は 9 件発生したが, 全て(a)または(b)のフラグで検出することができた。また, 9 件中 8 件では(a)と(b)共にフラグが立った。

図 2 に, 異常値の代表事例を 2 件, フラグは立ったが異常値でなかった(空振り)事例を 1 件示す。

水文観測データの異常検知モデルには,

- ①異常値を見逃さないこと
- ②正常値に立つフラグ(空振り)が少ないことが強く求められる。

①については, 上記の通り全件を満足することができたので, ②に関する評価を以下の通り行った。

新手法の(a) 3 σ フラグと(b)スパイクフラグのいずれかが立った事例は 40 件であった。このため, 異常値 9 件を検出した適中率は 9 / 40 =23%となった。

これに対して, 従来手法である(c)50cm/hr 超過フラグが立った事例は, 潮位変動が大きくフラグが無数に立つ 23 観測所を除いても 216 件に上り, 適中率は 9 / 216 =4%と新手法を大きく下回ることになった。

品質照査作業の実務から考えると, 23%の適中率は十分高いものと考えられるため, 実用性の高いモデルが構築できたと考えられる。

偏差(3 σ)モデルは計算が簡便であり短時間に多量のデータ処理が可能であるため, リアルタイムデータの異常検知に適用することも今後可能になると考えられる。

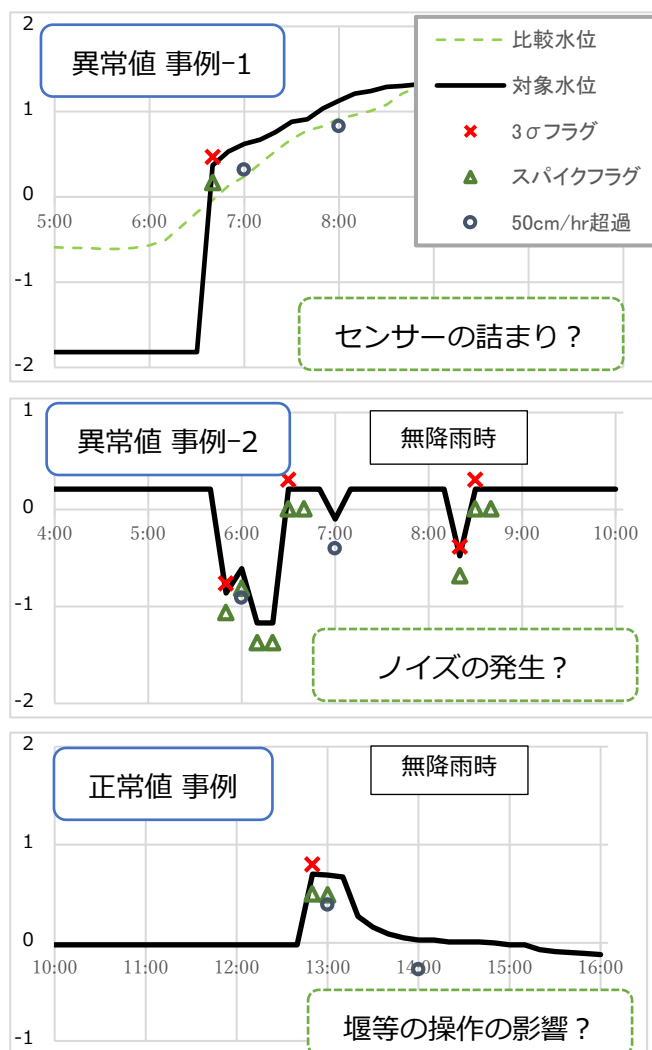


図 2 計算結果の代表事例

4. おわりに

水位の急変動を検出するモデルが構築できたが, 水位の無変動についても精度の高いモデル(フラグ)を構築することが今後の課題として考えられる。

本検討は, 九州地方整備局からの委託で行ったものであり, 九州地方整備局河川部の関係各位に深く謝意を表す。