

精度監視による異常値対応について

佐久間 駿¹・中安 正晃²・鴨下 由男³

¹ (一財)河川情報センター 情報管理部 副参事

² (一財)河川情報センター 審議役

³ (一財)河川情報センター 情報管理部 部長

(一財)河川情報センターは、国・自治体等が観測・発表した河川情報（水位・雨量等）の精度と確実性を保つため、24時間365日提供情報の常時監視を行い、異常の早期発見を行っている。本論文では、「河川情報精度監視業務」として実施してきた河川情報の「異常値が提供されることによる社会的影響」と「異常値の影響を防ぐための取り組み」について報告する。

Key Words: 異常値、正常値、川の防災情報、水位急変動、スパイク、水位無変動

1. 河川情報の精度監視とは

(1) 概要

「川の防災情報」では、国・自治体等が観測した水文観測データや国・自治体等が発表した洪水予報等をリアルタイムに住民や市町村等へ提供している。精度監視では、河川情報の精度と確実性を保つため、観測値が正常に配信され、適切かつ確実に提供されているか24時間365日監視を行っている。

監視により、欠測、未受信、または観測値の異常を抽出し、正常値か異常値か判定し、欠測、未受信、異常値の場合は河川管理者に通知を実施している。

また提供情報の信頼性と確実性を保つため、「欠測処理」「緊急閉局」「お知らせによる異常値の周知」等を実施し、さらに異常値等の再発を防止するため、原因と推定される要因に対する改善提案を実施している。

(2) 監視体制について

監視体制は、地方整備局および都道府県等の河川管理者に対して迅速に通知、原因究明、復旧に向けた調整等が円滑に実施されるよう、札幌、仙台、東京、新潟、名古屋、大阪、広島、高松、福岡の地方センターに監視拠点を設置し、9班体制（沖縄については福岡センターにて監視）で実施している。

また河川情報の性質上、出水時の情報提供がより重要となるため、大規模出水時の応援体制や災害発生時等、有事の際に被災した地方センターで業務継続が困難となった場合に備え、9拠点の地方センターの応援体制と応

援時における具体的な監視方法を定めている。また大規模災害時には、被災した監視拠点の業務を代行・継続するため、複数の監視拠点で分担して円滑に監視が可能となるようあらかじめ関係者に周知徹底するなど万全な体制の構築を図り監視を実施している。

全国9地方センターで24時間365日監視を実施



図-1 監視体制

(3) 河川情報の流れ

河川情報が川の防災情報を通じ、ユーザーに提供されるまでの流れを図-2に示す。各観測所で観測されたデータは複数の観測局のデータを伝送する中継局を経由して統一河川情報システムで集約される。統一河川情報システムとは河川情報を一元的に管理する国のシステムであり、集約されたデータが図やグラフ等に加工され、川の防災情報を通じてユーザーに提供される。

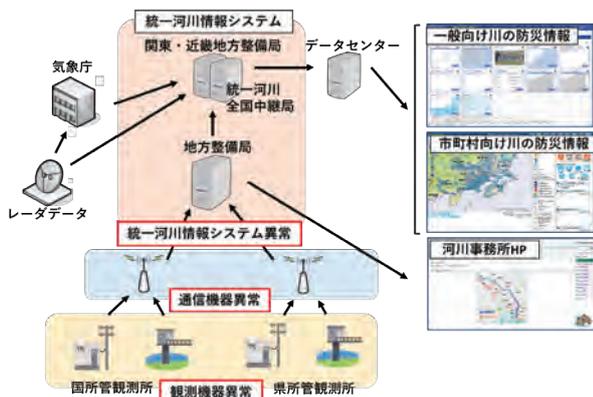


図-2 河川情報の流れ

(4) 精度監視について

監視は図-3 に示す監視対象観測所を対象として図-4 に示す監視フローに基づき実施している。フローの各項目について以下に記載する。

・基準値超過データの抽出

監視では、「市町村向け川の防災情報」を目視にて監視するとともに、観測所から配信されるデータについて、河川情報センターが開発した「データ監視ツール」および「新異常値検出システム」を活用して基準値超過データを抽出する。基準値超過データでは欠測・未受信・異常値と疑われる事象を抽出している。

・抽出したデータの判定

抽出したデータは、事象発生時の気象状況・雨量レーダの状況・上下流の観測所の情報・堰や排水機場等の施設の有無・河川の特性・観測所周辺環境・カメラ画像等様々な情報を確認して異常値と疑われる事象が異常値か正常値か判定する。

・河川管理者へ通報

異常値、欠測・未受信と判断した場合は、速やかに河川管理者に通知する。

・推定原因の通知

河川管理者の速やかな復旧措置を支援するため管理者への通報に合わせて、それぞれの事象について現地の状況・気象、発生要因・発生箇所等を勘案し過去の知見から推定される原因を通知している。推定原因の分析は、異常の発生要因として、「機器故障」「自然現象」「人為的要因」に分類し、異常の発生箇所として「観測機器異常(センサー)」「通信機器異常」「統一河川情報システム異常」で分類し行っている。(図-2、図-5)

観測所種別	雨量	水位	水質	ダム諸量	海岸
観測所数	7,498	6,922	208	673	79
観測所種別	積雪深	堰諸量	排水機場	気象	合計
観測所数	97	53	334	30	15,894

図-3 監視対象観測所数 (令和5年9月末)

- ・基準値超過データの抽出
- ・抽出したデータの判定
- ・河川管理者へ通報、推定原因の通知



図-4 監視フロー

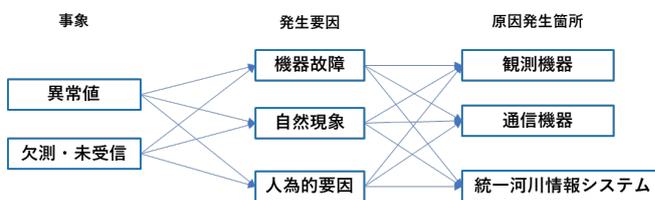


図-5 発生原因の分類について

2. 水位の異常値の種類と事例

監視により異常値と判断された事象について、特に防災に影響が大きい水位の異常値について3種類記載し、各事象について前述の異常の発生要因と発生箇所別に分類した事例を紹介する。

異常値の種類

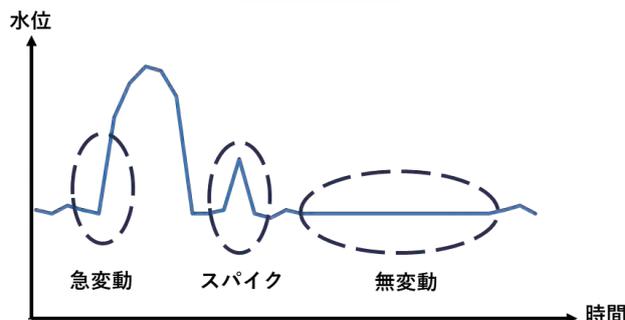


図-6 水位の異常値の種類

(1) 水位急変動 (急上昇・急下降)

水位データが基準値を超えて急上昇・下降する事象

事例

- ・自然現象による観測機器異常
水位計センサーの保護管に土砂が入り、誤計測が発生
- ・機器故障による観測機器異常
センサーの劣化により、センサーからの入力信号の波形に歪みが発生。変換器で処理を行う際に波形の歪みにより異常値が発生

- ・人為的要因による観測機器異常
点検の際に、閉局措置を実施せず、作業を開始したため、異常値が発生

(2) スパイク

1 時刻のデータだけ水位データが上昇・下降し、元のデータに戻る事象

事例

- ・自然現象による観測機器異常
超音波式水位計が障害物(草木・流木)に反応し発生
- ・自然現象による通信機器異常
無線装置から送信される電波が外来ノイズや電波障害等を受け一時的に発生
- ・機器故障による観測機器異常
水位を感知する基盤と変換機を繋ぐ通信ケーブルにおいて接触不良が発生
- ・人為的要因による観測機器異常
超音波式水位計が障害物(工事車両・土嚢)に反応し発生

(3) 水位無変動

一定時間水位が変動しない事象

事例

- ・自然現象による観測機器異常
リードスイッチ式水位計の筒内に土砂が堆積し、内部のフロートが下がらない状況となり、無変動となった。
- ・機器故障による観測機器異常
フロート式水位計のワイヤーが架台と干渉し、たるみが生じ、プーリーから外れ、正常な水位計測ができず無変動となった。

3. 異常値の発生が放置された場合の影響

(1) 水位観測値の活用について

水位観測値は川の防災情報、気象庁が提供している洪水キキクルや自治体や河川事務所のホームページ等に利用されており、河川管理者・自治体・一般市民向けと様々なユーザーに向け情報が発信されている。また気象庁と国や都道府県が共同して発令している洪水予報のための判断情報として使用され、洪水予報は関係行政機関、都道府県や市町村へ伝達され水防活動等に利用されるほか、市町村や報道機関を通じて一般市民の方々に伝達される。他にも PUSH 型の通知サービスとして基準値を超えた水位観測値が直接ユーザーに伝達される場合もある。このように様々な情報形態に形を変えて防災活動に活用される。



図-7 水位観測値の活用

(2) 異常値が放置された場合の影響

異常値が放置された場合、異常値がそのまま提供され、さらにはその異常値を活用した情報が誤情報になってしまう危険性がある。提供情報に異常値が反映されてしまった事例を記載する。

水害リスクライン

水害リスクラインは 10 分毎に予測水位を受信して危険度情報を提供している。予測水位の計算の元となる観測値が異常値である場合、予測水位も異常な値として計算され、誤った情報が提供されてしまう。また令和 5 年 2 月 16 日より水害リスクラインの危険度情報は気象庁が提供している洪水キキクルに表示されるようになったため、より多くの利用者に危険度情報が提供されるようになり、異常値が配信された場合の影響が大きくなったと言える。

実際に異常値の影響で誤情報が配信された事例としては、急激に水位が上昇し、計画高水位 (5.50m) を超過する異常値 (6.92m) が発生した。図-9 の近隣のカメラ画像では水位の上昇は確認できず、異常値と分かる。その異常値を元に予測水位が計算されて水害リスクラインで危険度情報が黒色で表示された。結果として、災害は発生していないにもかかわらず緊急安全確保相当の危険度表示が提供された。(図-8)

この危険度が配信された事例では異常値の配信を停止することで影響を最小限に防止している。



図-8 水位観測所周辺の危険度情報



図-9 水位観測所近隣のカメラ画像

河川情報アラームメール

地方整備局では PUSH 型の通知サービスである「河川情報アラームメール」により情報提供を実施している。河川情報アラームメールは利用者が選択している地域・観測所において、雨量あるいは水位がアラーム基準値を超過した場合、メールでお知らせするシステムである。河川情報アラームメールは基準値を超過した場合に、アラームメールが配信されるため、異常値によって基準値を超過した場合でもアラームメールが配信されてしまう可能性がある。なお、河川情報センターでは、アラームメールの誤配信を防ぐため水防団待機水位以上の異常値が表示された場合、迅速に地方整備局に報告し、地方整備局はアラームメールシステムからの誤情報の配信を停止している。

データ放送による報道

ニュース報道で川の防災情報等を使用し河川の状況を報道する場合、報道された情報に異常値が含まれる危険性がある。また図-10 で示したように、データ放送では基準値を超えた水位データを放送しており、異常値で基準水位を超過した場合、誤情報が提供されてしまう。この場合、観測所を緊急閉局で異常値の提供を停止することによりデータ放送での誤情報の配信を停止する。



図-10 データ放送での異常値提供(監視員撮影)

以上のように水位の異常値は、様々な形で情報に形を変え活用されていることから、緊急時、一刻を争う避難行動に支障をきたしたり、防災情報に対する信頼性が失われてしまう可能性がある。

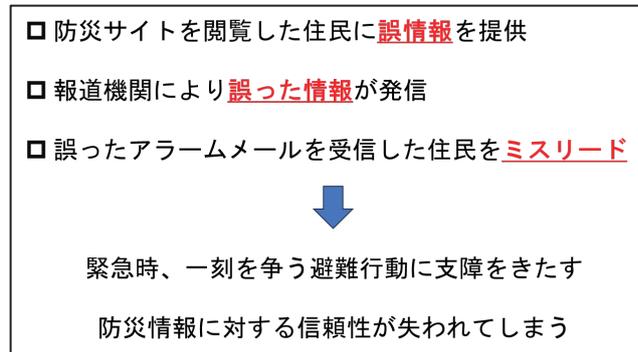


図-11 異常値が放置された場合の影響

4. 異常値配信の影響を防ぐための取り組み

前述のとおり、水位の異常値の提供は様々な影響を与えるため、次の対応が重要となる。

異常値の配信自体を停止する「リアルタイムの対応」、異常値の発生を防止する「再発防止の対応」である。また異常値の発生原因の傾向分析をすることで未然に発生を防止する対応にも注力していく必要がある。

河川情報センターで実施している「リアルタイムの対応」と「再発防止の対応」について記載する。

(1) リアルタイムの対応

緊急閉局

異常により水位の急上昇等が発生し、水位の異常値が継続した場合、水位観測所の以降のデータ配信をとめるため、緊急閉局を実施する。観測所の緊急閉局を実施するとデータ提供が一時停止し、異常なデータの配信を防ぐことができる。復旧確認後、緊急閉局を解除することでデータ提供が再開される。

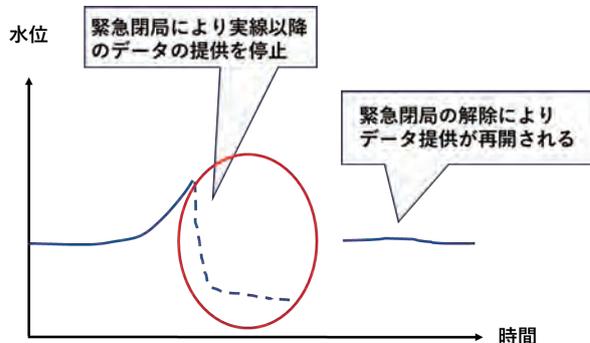


図-12 緊急閉局

欠測処理

スパイク等1データ分の異常値を観測機器の故障等により正常に観測できなかったことを示す「欠測」表示に変更することにより、異常値の配信を防ぐことができる。

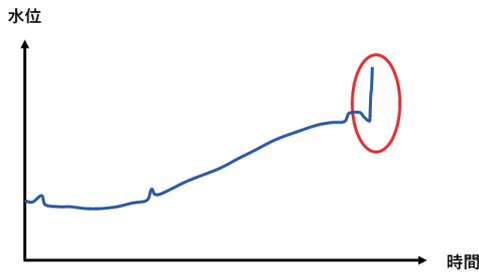


図-13 欠測処理前

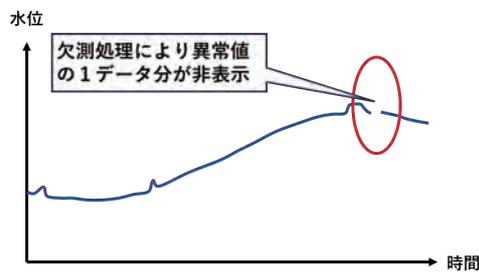


図-14 欠測処理後

お知らせによる異常値の周知

観測データを閲覧したユーザに対して、特定時刻の観測データは異常なデータであることを周知する。

副水位計への迅速な切り替え

主水位計・副水位計のデータを川の防災情報に登録することで、表示切替により、迅速に提供情報の切り替えが可能となる。副水位計への切り替えにより、正常な情報提供を継続することが可能となる。

切り替えの事例として一例挙げる。この事例は出水時に、水位が水防団待機水位を超えた後、無変動となった。主水位計の無変動となったデータに対して緊急閉局を実施し、異常値が表示されていた主水位計から正常に水位が観測されている副水位計への切り替えの対応を実施。対応により正常なデータの配信が継続された。

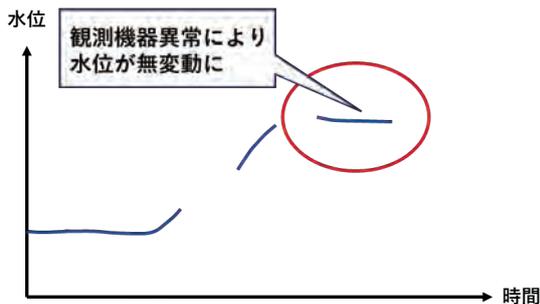


図-15 主水位計データ 切り替え前

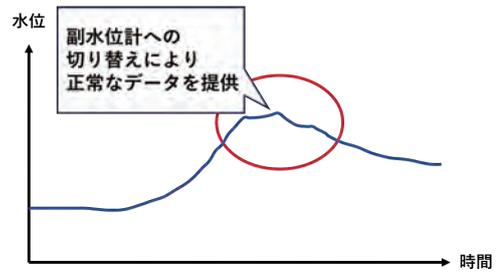


図-16 副水位計データ 切り替え後

(2) 再発防止のための取り組み

河川情報センターでは抽出した事象について河川管理者に対して、より精度の高い復旧方法や再発防止策を提案するために、異常値等データベースを開発し、活用している。

1)異常値等データベース

再発防止のための改善提案を実施する際、過去の事象の原因等を勘案するため、基準値を超過した事象について事象の発生状況・推定原因・原因・復旧方法等の情報を一元的に登録・蓄積し、管理している。



図-17 異常値等データベースのフロー

異常値等データベースにてデータ分析をする際により精度の高い分析をするための機能を2点記載する。

観測機器情報を活用した傾向分析

各観測所で使用している観測機器の型番、また観測機器の設置時期の情報を登録することにより、観測機器の種類による異常の関連性の分析や使用年数による異常の発生傾向の分析等、観測機器異常についてより深く推定可能になることが期待される。特定の観測機器の異常の傾向を調べることで、事前にある程度の使用年数で観測機器の特定の部品において、異常が発生する確率が高いことが分かれば、部品交換を異常発生前に提案することで、異常の事前防止が可能となることが期待される。

正確な観測所周辺情報の把握

異常値等データベース内の観測所から観測所の場所をプロットした地図に遷移可能となり、地図のストリートビューを使用することにより観測機器の設置環境を迅速に確認でき、より精度の高い原因推定が可能になることが期待される。

2) 再発防止の改善提案事例

事例①圧力式水位計センサーの凍結による異常値

水位観測所で水位急上昇が発生した事例。40分で元の水位から10mも上昇したため、緊急閉局を実施し、以降の異常値の配信を防止。周辺雨量観測所では降水の確認はされておらず、レーダ画像でも一帯に雨域の確認はされていない。このことから河川流量が少なく水位計センサーがほぼ河川水面付近に現れ、気温の低下により水位計のセンサー一部が凍結し、異常値が発生したものと推測。異常値が発生した観測所周辺の気温は-2.4℃であった。

圧力式水位計はセンサー感部付近で凍結が発生すると圧力が感部に発生し、高水位の異常値又は機器故障に繋がる。河川管理者には凍結した際と同様の異常値が発生することを防止するため、水位計センサーを水面から深く設置することを提案した。

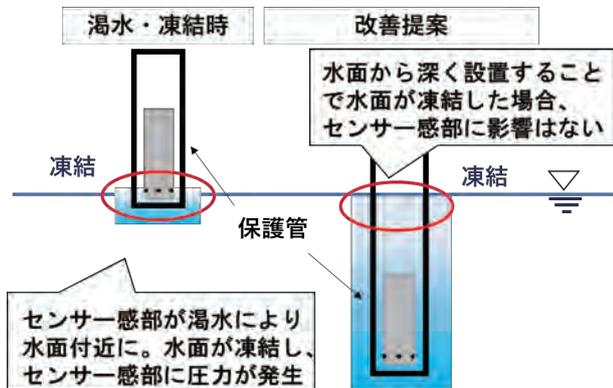


図-18 圧力式水位計の凍結時の影響

事例②落雷による観測機器異常

水位観測所で水位急下降(0.51m→0.00m)が発生した事例。上下流の観測所の水位と相関がなく、落雷の影響による、観測機器または通信機器の電源系統の不具合と推定し、点検を行い障害の原因となっている機器を特定する対応を行うよう提案した。

河川管理者による原因調査の結果、落雷により観測機器のブレーカーが落ち、バッテリー稼働に切り替わったが、電圧低下により観測が停止し、0.00mのデータが送信されたことによる事象であった。調査結果を受け、落雷対策のための「自動復帰型ブレーカー」への交換を提案した。

事例③情報提供継続のためのデータ補填の提案

水位観測所周辺の河床低下に伴う水位計の計測水深の確保の工事の影響で水位計が使用不可となるため、河川管理者より、一時的にデータ提供を停止するとの連絡があった。当該観測所の重要度を考慮し、簡易水位計を設置し1時間毎の水位データの補填を実施することを河川管理者へ提案した。

提案により、河川管理者は当該水位観測所近くに簡易水位計を設置し、平日のデータ補填は、当該事務所、休日のデータ補填については、河川情報センターでデータ補填を実施し、継続して情報提供を実施することが可能となった。

データ補填前		データ補填後	
時刻	水位 (m)	時刻	水位 (m)
24:00	閉局	24:00	-0.17
1:00	閉局	1:00	-0.18
2:00	閉局	2:00	-0.18
3:00	閉局	3:00	-0.18
4:00	閉局	4:00	-0.18
5:00	閉局	5:00	-0.18
6:00	閉局	6:00	-0.18
7:00	閉局	7:00	-0.18
8:00	閉局	8:00	-0.18
9:00	閉局	9:00	-0.18
10:00	閉局	10:00	-0.18
11:00	閉局	11:00	-0.18
12:00	閉局	12:00	-0.19

図-19 データ補填

5. 今後の精度監視について

観測データの監視に加えて、ユーザのニーズを考慮した、監視をする必要がある。一般向け川の防災情報では、CCTVカメラ4,909台、簡易型河川監視カメラ5,687台が公開されている。CCTVカメラ画像については、河川情報センターでCCTV画像更新チェックツールを開発し、1日2回朝・夕方にCCTVカメラ画像が更新されているか、2時刻のカメラ画像を比較している。図-20に示したとおり簡易型河川監視カメラ画像へのアクセスはCCTVカメラ画像と変わらないアクセスがあるため、正常なデータが配信されているか監視することは重要である。

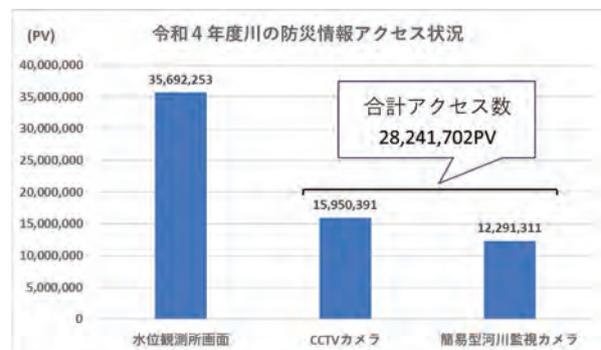


図-20 令和4年度川の防災情報アクセス状況

6. まとめ

河川情報の異常値の配信が継続した場合、河川情報を閲覧した利用者に誤情報を与えるだけでなく、水位データを活用し、提供する情報にまで影響が拡大する。そのため、異常値の配信を迅速に停止する対応と再発防止の対応が必要となる。また今後は様々な情報を活用し、多角的に異常の原因傾向を分析することにより、異常値の未然防止の提案に取り組むことにより、異常値の発生自体を減らすことに注力していきたい。

Response to Abnormal Values by Accuracy Monitoring

Takashi SAKUMA, Masaaki NAKAYASHU, Yoshio KAMOSHITA

FRICS (Fandation of River&basin Integrated CommunicationS,Japan) is constantly monitoring the information provided 24 hours a day, 365 days a year to maintain the accuracy and certainty of river information (water levels, rainfall, etc.) observed and released by the national and local governments, etc., and to detect abnormalities at an early stage. This paper reports on the "social impact of the provision of abnormal values" and "efforts to prevent the impact of abnormal values" that have been carried out as part of the "river information accuracy monitoring operations.