

水文観測データの照査における 新たな取り組み紹介

河川部 水災害予報センター 田内 敬祐
水災害対策専門官 石川 洋
水防企画係長 松田 幸樹

四国地方整備局では、平成29年度から水文観測品質管理検討会において水文観測データの異常値の見逃し防止や精度向上に向けた検討を行っており、実際の照査結果等を踏まえながら水文観測データの品質照査の考え方や正常値・異常値の判定条件等を新たに取りまとめ、運用を開始したところである。本稿では、それらを新たな取組として紹介する。

キーワード 水文観測データ、高度照査、MQC、要因分析、精度向上

1. はじめに

雨量や水位、流量等の水文観測データは、河川の基礎データであり、インターネットを通じて市町村や一般住民等へ提供され、河川等の整備、洪水予測等の危機管理、避難情報など様々な場面で活用されている重要なデータである。しかし、観測されたデータの中には、機器そのものの異常や、凍結融解、土砂等による目詰まりの影響等で異常値となるケースもあり、そういった観測データについては必要に応じて補正を行う等、データの品質照査が必要となる。

四国地方整備局では、平成29年度より水文観測データの品質照査において、今後の品質照査における精度向上等に資する照査手法について検討を行い、それらを取りまとめて運用を実施している。

本稿では、現在四国地方整備局で実施している水文観測データ品質照査の考え方や手順等について、過年度の検討事例とともに紹介する。なお、水文観測データの内、水位データを代表事例として紹介する。

2. 標準照査と高度照査の概要

水文観測データ品質照査では、「水文観測データ品質照査の手引き」に基づき、標準照査及び高度照査が行われ、それぞれの照査で、自動検出プログラムにより異常の疑いのあるデータを検出するAQC（Automatic Quality Check）と、検出されたデータを技術者が判断して正常値としたり、正常値とみなせる数値を他の観測データ等から補填したり、正しい値を推定して推定値としたり、正常でなくかつ補填も推定もできない時には欠測とする

などの処理を行うMQC（Manual Quality Check）がある。

事務所で行う標準照査では、水位の上下限值超過、水位変動量の上下限值超過、同一水位の長時間継続の項目について、本局で行う高度照査では、水位の上下流相関、水位の急激な増減、ピーク水位の発生順序、ピーク流量の発生順序、水位流量曲線の妥当性の項目についてAQCを実施することで異常候補値を検出し、MQCにおいて近隣観測所の観測値と大きく傾向が異なっていないか、機器の異常記録がないか等の確認を行い、異常候補値の判定及び補正を行う。

3. 四国地方整備局における新たな照査の取組

(1) 高度照査MQC旧手順における課題

これまで、四国地方整備局で実施してきた水位データの高度照査MQC旧手順の一例を図-1に示す。

旧手順は、水文観測データ品質照査の手引きに基づいて作成しており、前述のとおり、標準照査及び高度照査のAQCで検出された異常候補値の判断及び補正はMQCによって行われるが、器機異常による確認のウェイトがかなり大きく、その判定要因についても分からないことが課題としてある。例えば、水位の急激な増減のMQCにおいて、上下流に観測所やダム等がなく、当該観測所が唯一の水位観測所だった場合、器機異常の有無のみで正常値・異常値の判定をせざるを得なくなる。このため、これまでの照査等に関する知見を今後の照査の精度向上や点検等に生かすためには、要因分析を行った上で判定条件等を明確にすることが重要となる。

(2) 水文観測品質管理検討会における高度照査MQC手順の検討

そこで、四国地方整備局は、平成29年度から、年に2回（上期・下期）実施している水文観測品質管理検討会の下期検討会を、今後の照査の精度向上や点検等に資するための高度照査手順の検討や、新たな手法等の情報提供の場として位置づけ、四国地方整備局全体のレベルアップを図ることとした。

また、平成29年度から令和元年度の下期検討会では、3 σ 等のAI技術を用いた異常値検出方法の活用、H-Q式ループによるピーク流量の推定等について、当時、全国に先駆けて活用検討を行い、実際の高度照査においても試行的に実施し、その効果等について審議を行った。

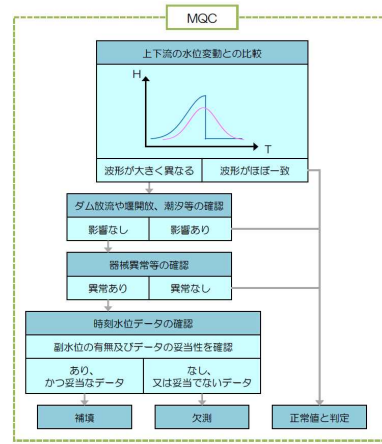


図-1 高度照査 MQC 旧手順（水位の急激な増減）

(3) 高度照査の事例（令和元年度下期：上重信川橋水位観測所）

上重信川橋水位観測所は、重信川本川と支川の表川の合流点直下流に位置しており、松山河川国道事務所や沿線の東温市等の水防活動及び警戒避難等防災活動に活用されるなど重要な観測所である。

令和元年度下期の標準照査結果の概要を図-2に示す。

令和元年度上期の高度照査において、水位計の点検業者の意見や上下流の整合性等より「水位が1.7m以上を正常値、未満を欠測とする」と判定したことから、下期の標準照査においても同様に、最後に目視で確認できた8月8日11時以前は1.7mを基準に正常値・異常値の判定を行い、それ以降は欠測としている。

次に、高度照査AQCの結果を表-1に示す。

高度照査AQCでは、水位の上下流相関において、7月の相関係数は水位の大部分が1.7m以上であったため山之内～上重信川橋、上重信川橋～出合とも良好な値であった。一方で8月の相関係数は1.7m以上となる期間が極めて短かったために照査基準を下回っていた。点検業者から「8月15日出水以降は2.0mの水位でも異常値が見られるなど、異常値の傾向が顕著になった」との意見があったことも踏まえ、標準照査前のオリジナルデータを対象に、「上下流の水位変動の比較」、「量水標水位と主水位計の比較」、「現地調査の結果」について高度照査MQCを実施した。

以下に高度照査MQCの結果を示す。

a) 上下流の水位変動の比較

令和元年度下期の上重信川橋及び上下流の水位観測所の水位を図-3に示す。

全体的な概観では、水位が上昇する場合には上下流の水位観測所と整合性が見られる一方で、水位が低下傾向になると、ある一定水位で急激に低下しており、点検業者の意見にあった「8月15日以降の出水では2.0mの水位でも異常値が見られる」という観測データとなっている。

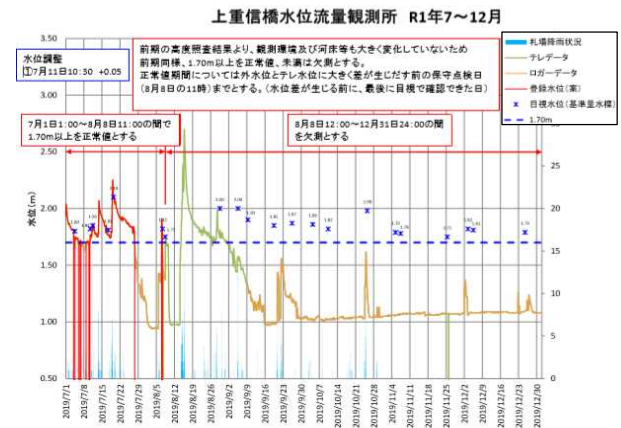


図-2 標準照査結果の概要

表-1 高度照査 AQC の結果

水位の上下流相関											
高度 AQC 結果	照査対象期間	山之内 観測所				上重信橋 観測所		重信川 水系 重信川		相関係数下限値(照査基準)	0.8
		2019/07/01~2019/12/31		相関係数		相関係数		相関距離	km		
		月	遅れ時間	相関係数	判定	月	遅れ時間				
各観測所の月別結果	7月	0	0.854	◎	8月	0	0.234	×			
	9月	-	-	-	10月	-	-	-			
	11月	-	-	-	12月	5	-	-			

水位の上下流相関											
高度 AQC 結果	照査対象期間	上重信橋 観測所				出合 観測所		重信川 水系 重信川		相関係数下限値(照査基準)	0.8
		2019/07/01~2019/12/31		相関係数		相関係数		相関距離	km		
		月	遅れ時間	相関係数	判定	月	遅れ時間				
各観測所の月別結果	7月	-1	0.928	◎	8月	1	0.782	×			
	9月	-	-	-	10月	-	-	-			
	11月	-	-	-	12月	-	-	-			

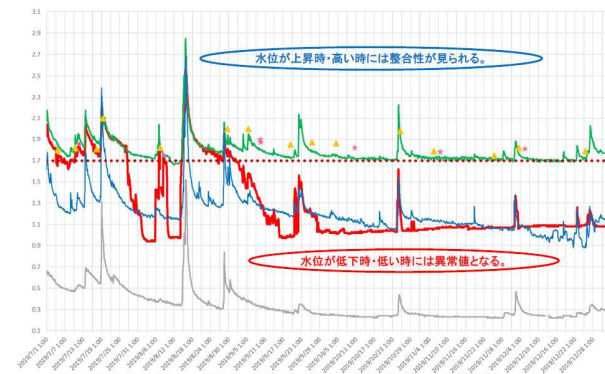


図-3 上重信川橋及び上下流の水位観測所の水位

ここで、水位のピーク付近を拡大して図-4に示す。

8月25日の流量観測時の量水標水位2.0mに対して、水位が1.75mと差が相当あり、異常値であると考えられるが、ピーク水位前後の水位ハイドロは上下流と整合性が高いことが確認できる。

b) 量水標水位と主水位計の比較

上重信川橋観測水位の一覧を表-2に示す。

8月15日以前、目視水位（量水標）と記録水位の差は、8月7日を除き、-0.01～-0.05mだが、8月15日以降はその差が-0.25～-0.85mであった。また、量水標の水位が2.0mとなる8月29日及び9月5日でも差が-0.25m、-0.42mと、正常値と異常値の境界値が分からなかった。

c) 令和2年1月に実施した現地調査の結果

現地状況より、土砂や藻によって水位の正常な計測ができていないと推察され、また、普通水位計の読み値（1.91m）に対して、主水位計のメジャーによる触針値（1.12m）、テレ値（1.13m）と80cm程度の差があり、9月時は、普通水位計（1.87m）、触針値（1.13m）、テレ値（1.11m）であったことから、時間の経過とともに更に悪化傾向であった。

上期では「水位1.70m以上を正常値、未満を欠測」と判定しているが、8月15日出水では更に顕著となっているため、水位が2.0mで正常な値となるとの点検業者の意見も踏まえると、8月15日出水以降、正常値の範囲の確定が難しい状況であった。

d) 判定

a)～c)より、8月15日出水以降では、土砂等の堆積による異常値発生傾向がより顕著になっていることから、標準照査と同様、8月8日11時以降を欠測とするが、ピーク付近の水位ハイドロの整合性や観測データを生かす等の総合的な見地から、記録として、年最高水位を残すこととした。

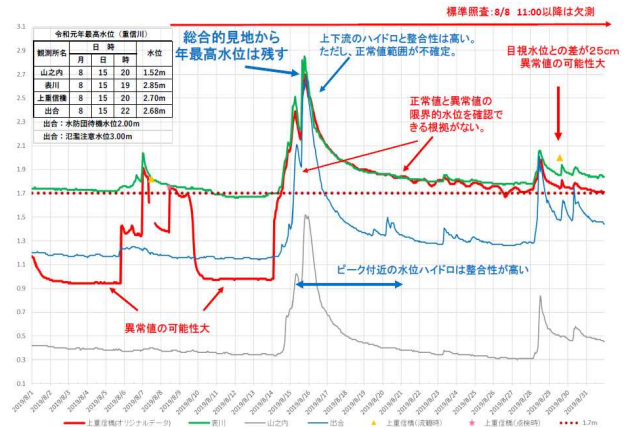


図-4 上重信川橋及び上下流の水位観測所の水位（水位のピーク付近拡大）

表-2 上重信川橋観測水位の一覧

観測日時	観測種別	水位 (目視水位)	記録水位 (テレメータ水位)	観測場所
7月 4日 13:10	流量観測	1.80	1.74	基準量水標
7月10日 11:35	流量観測	1.82	1.77	〃
7月11日 10:10	保守点検	1.85	1.80	〃
7月17日 11:30	流量観測	1.81	1.77	〃
7月19日 13:50	流量観測	2.10	2.09	左岸側量水標
8月 7日 11:40	流量観測	1.82	1.57	基準量水標
8月 8日 11:10	保守点検	1.75	1.71	〃
8月29日 14:00	流量観測	2.00	1.75	〃
9月 5日 13:50	流量観測	2.00	1.58	〃
9月 9日 10:35	保守点検	1.90	1.30	〃
9月12日 13:30	合同調査	1.87	1.11	〃
9月19日 11:20	流量観測	1.85	1.00	基準断面上丸
9月26日 11:30	流量観測	1.87	1.18	基準量水標
10月 4日 11:15	流量観測	1.86	1.03	基準断面上丸
10月10日 11:40	保守点検	1.82	1.02	〃
10月25日 13:15	流量観測	1.98	1.24	基準量水標
11月 5日 11:30	流量観測	1.79	1.06	基準断面上丸
11月 7日 10:50	保守点検	1.78	1.07	〃
11月25日 11:30	流量観測	1.75	1.07	〃
12月 3日 11:45	流量観測	1.82	1.06	〃
12月 5日 11:50	保守点検	1.81	1.08	〃
12月25日 13:50	流量観測	1.79	1.10	〃
1月 6日 13:20	流量観測	1.82	1.08	〃
1月 8日 14:15	合同点検	1.92	1.30	基準量水標
1月29日 13:55	流量観測	1.98	1.52	〃
2月 3日 11:50	流量観測	1.87	1.52	〃
2月5日 14:50	保守点検	1.86	1.08	基準断面上丸

表-3 水位の上下流相関の判定条件及び判定区分

照査項目	判定条件（データ状況）	判定
水位の上下流相関	上流又は下流観測所と概ね同一の傾向が確認され、相関の異なる要因が推察できる場合。	正常値①
	上下流観測所において、1ヶ月間の水位変動が小さい場合。	正常値②
	分合流、堰の開閉、降雨の地域的な偏在又は時間的な移動等により、上下流のハイドログラフの傾向が異なる場合。	正常値③
	上下流観測所との整合性が低い、又は不自然な水位波形であるが、点検等で機器に異常がなく、相関が悪い要因が推測できる場合。	正常値④
	その他（潮汐の影響、ダム放流等の要因等明示すること）	正常値⑤
	異常値と判定した要因を示し、副水位計のデータで補填することが可能な場合。（補填する）	修正①
	異常値と判定した要因を示し、副水位計のデータで補填することが不可能な場合。（欠測とする）	修正②
	その他（土砂堆積、河川工事等要因等明示すること）	修正③

正・追記した。

正常値④の判定では、機器異常がないことだけで正常値としておらず、河川特性及び観測所特性等を確認しており、また多少の整合性があるため修正・追記した。

修正①、②では、異常値とした根拠・要因を明示した。

修正③の判定では、土砂堆積に加えて、河川工事等の例として根拠を明示した。

(4) 照査事例を踏まえた水位の高度照査MQCの新判定条件及び判定区分

(3)に示した事例を含めた、これまでの高度照査を実施した結果から、四国地方整備局オリジナルとなる水位の高度照査MQCの判定条件及び判定区分を以下のとおりとした。

a) 水位の上下流相関

水位の上下流相関の判定条件及び判定区分について表-3に示す。

判定条件では、10分水位の上下流比較、3σ及び3σRによる異常値の判定など最近の照査手順及び結果等を踏まえ、判定根拠が分かるよう適宜修正及び追加した。

正常値①の判定では、目視だけによる判定はなく、諸検討により上流又は下流観測所と概ね傾向が同じになるか、相違の要因が概ね推察できるため修正・追記した。

正常値③の判定では、これまで結氷の要因はなく、降雨の影響により上下流のハイドロの傾向が異なるため修正・追記した。

b) 水位の急激な増減

水位の急激な増減の判定条件及び判定区分について表-4に示す。

判定条件では、10分水位の上下流比較、 3σ 及び $3\sigma R$ による異常値の判定など最近の照査手順及び結果等を踏まえ、判定根拠が分かるよう適宜修正及び追加した。

正常値③の判定では、機器異常がないことだけで正常値としておらず、河川特性及び観測所特性等増減の要因を確認しているため修正・追記した。

修正①、②では、異常値とした根拠・要因を明示した。

修正③の判定では、河川工事等の例として根拠を明示した。

c) ピーク水位発生順序

ピーク水位発生順序の判定条件及び判定区分について表-5に示す。

判定条件では、10分水位の上下流比較、 3σ 及び $3\sigma R$ による異常値の判定など最近の照査手順及び結果等を踏まえ、判定根拠が分かるよう適宜修正及び追加した。

正常値③の判定では、機器異常がないことだけで正常値としておらず、河川特性及び観測所特性等ピーク水位の発生順序が異なる要因を確認しているため修正・追記した。

修正①、②では、異常値とした根拠・要因を明示した。

修正③の判定では、過去5年間なしで異常値と判断するのは根拠がないため削除し、考えられる根拠・要因を明示した。

(5) 高度照査MQC新手順と照査サポートリストの作成

(4)で示した水位の高度照査MQCの新判定条件及び判定区分を踏まえて作成した、新たな高度照査MQCの手順の一例を図-5に示す。

新たな高度照査MQCでは、河川情報精度監視等の結果等も参考にすることとし、異常値の見逃しの回避、正常値及び異常値とした判定要因・根拠を明示することを基本としている。

また、本手順に加えて、今後のさらなる水文観測データの精度向上、作業の省略化による業務改善を目的に、これまでに実施してきた高度照査の技術的知見及び経験等を生かし、観測所特性等を踏まえた「照査サポートリスト」を作成した。具体的には、照査サポートリストは観測所毎に作成するものとし、観測所の諸元や過去6年間の修正履歴、現地調査による観測所周辺環境の情報、過去の高度照査MQCにおける特記事項等を記載することで、高度照査MQCのみならず、標準照査MQCにおいても活用できると考える。

なお、本手順及び照査サポートリストは令和4年度下期の水文観測品質管理検討会において提案し、了承を得ており、今年度から運用を開始している。

表-4 水位の急激な増減の判定条件及び判定区分

照査項目	判定条件（データ状況）	判定
水位の急激な増減	上流又は下流側の観測所と水位波形が類似していた場合。	正常値①
	水位の急増減の要因がダムや堰等の影響によるものと判断できる場合。	正常値②
	不自然な水位波形であるが、点検等で機器に異常等がなく、増減の要因が推測できる場合。	正常値③
	その他（潮汐の影響、降雨等要因を明示すること）	正常値④
	異常値と判定した要因を示し、副水位計のデータで補填することが可能な場合。（補填する）	修正①
	異常値と判定した要因を示し、副水位計のデータで補填することが不可能な場合。（欠測とする）	修正②
	その他（河川工事等要因を明示すること）	修正③

表-5 ピーク水位発生順序の判定条件及び判定区分

照査項目	判定条件（データ状況）	判定
ピーク水位の発生順序	支川合流の影響によるものと判断された場合。	正常値①
	潮汐の影響によるものと判断された場合。	正常値②
	不自然な水位波形であるが、点検等で機器に異常等がなく、ピーク水位発生順序が異なる要因を推測できる場合。	正常値③
	その他（ダムや発電、降雨の影響等要因を明示すること）	正常値④
	異常値と判定した要因を示し、副水位計のデータで補填することが可能な場合。（補填する）	修正①
	異常値と判定した要因を示し、副水位計のデータで補填することが不可能な場合。（欠測とする）	修正②
	その他（要因等を明示すること）	修正③

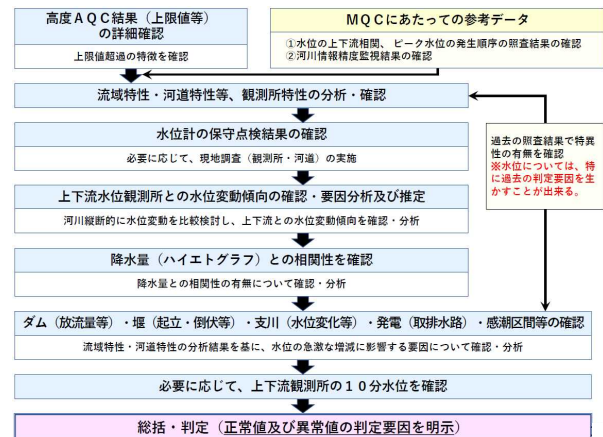


図-5 新たな高度照査MQC手順（水位の急激な増減）

4. まとめ

本稿では、四国地方整備局が作成・実施した水位に関する水文観測データ品質照査の手順や考え方を新たな取組として紹介した。水位の他にも、降水量に関する照査手順等も検討し、水位と同様、正常値・異常値の判定要因の明示や観測所特性の把握といった項目を盛り込んでおり、水文観測データ全体の品質照査における精度向上や業務改善に向けた取組に注力している。

今後も、水文観測品質管理検討会等で、本稿で紹介した照査手順等のブラッシュアップや今後全国的にも進められる流量観測の高度化に対応した照査について、技術的知見を積み重ねていき、四国地方整備局全体のレベルアップを図っていく。