

1.はじめに

水道は、国民の約98%が利用しており、日常生活には欠かせないライフラインの1つである。近年、地球温暖化によって、全国各地で集中豪雨が相次いでいる。その結果高濁度の水道原水が発生し、水道システム全体に影響を与え、特に浄水処理には大きな支障をきたしている。高濁度原水による被害には、浄水場自体の冠水による施設への汚泥流入、浄水処理不能のための取水停止および給水停止の断水被害等が挙げられる。高濁度状態が継続すると断水長期化の恐れもあり、住民生活にも大きな混乱を与えてしまうため、安定した連続給水をしていく事が望ましい。そこで、浄水上における高濁度原水被害の状況や対応を整理し、課題を見つける調査を行った。

2.調査項目および調査方法

調査項目は、①高濁度原水が発生した場合の状況、②高濁度原水に対する対応、③高濁度原水の発生予測上のポイント、である。調査には、高濁度原水への対応の手引き<sup>1)</sup>、水道事業体のHPや被害報告書や水道関係新聞記事、高濁度に対応した水道システム<sup>2)</sup>等を参考にした。

3.調査結果および考察

3.1 高濁度原水の発生状況

表1に降雨によって発生した高濁度原水が浄水場に流れ着くまでの流れ、水質と影響の程度を表した。水源地への降雨により原水の濁度が上昇するが、水道用として取水、導水して浄水場まで流達するまでは影響はない。流達後は原水濁度の上昇および下降とも浄水上の対応をすることが求められる。

図1には浄水場に高濁度が流達した後の原水濁度の変化状況を模式的に示した。図には、最高濁度が約500、1500、2000程度の濁度変化を示している。濁度の上昇状況は、降雨の強度や継続時間、無降雨日数および流域の環境などにより異なることがわかっている。濁度は、一般的には急激に上昇し、最高濁度に到達すると緩やかに低下する。また最高濁度が高くなると、通常レベルの濁度まで低下する時間や日数が長くなるという傾向を有している。したがって、最高濁度が高い場合には、高濁度に対する浄水処理が長期化したり、浄水能力を超える高濁度の場合には長期間の浄水停止となり、給水もストップして断水が長引くことも懸念される。

3.2 高濁度原水への対応（各レベルの対応とそのポイント）

図2に原水濁度の変化状況に併せて濁度レベルを模式的に示した。また表2には、各濁度レベルの状況とその対応の基準例を示した。レベル1の平常時から濁度上昇がみられたレベル2で、監視強化、さらに上昇してレベル3では浄水処理の強化、浄水能力を超える濁度(レベル4)では、取水制限などの対応をとり、浄水に健康影響<sup>3)</sup>が出る段階(レベル5)で取水や給水の停止とする。これまではレベル4から5の境界レベルの状況が多かったが、今後は集中豪雨が多くなり、レベル5が増えてくる可能性が高く、対応の速さと予測が大切になってくる。

キーワード：高濁度原水 浄水限界 集中豪雨 危機対応

No.1-18（今野研究室）

表1 降雨後の状況<sup>1)</sup>

段階	水質変化の順序	影響
濁水流達まで	①雨が降り、河川が増水	特になし
	②雨水により、表土や土砂が河川に流入	
	③さらに、増水により河川下が洗掘され濁る	
原水濁度上昇	①取水点自体も増水し、濁水が浄水場に流達	あり
	②集中豪雨が多い場合、濁水流達が速く濁度が急激に変化する	
原水濁度下降	①河川流量が減少すると同時に、原水濁度も下降する	少しあり

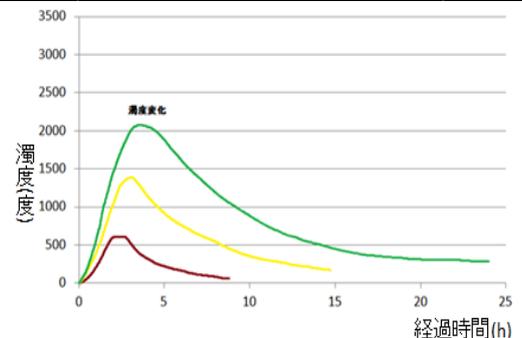


図1 降雨後の原水濁度の経時変化の模式図

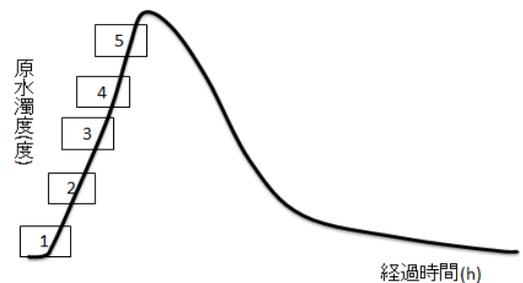


図2 原水の濁度とそのレベル

表2 高濁度原水のレベルと対応基準<sup>1)</sup>

レベル	水質変動と影響	対応
1	なし	なし
2	濁度上昇	監視強化
3	さらに濁度上昇	処理強化
4	浄水場の処理能力を超える	取水制限・処理強化・監視強化
5	健康に影響が出る	取水・給水停止

平常時から日常的に「運転」「保全」「水質」の各管理記録を整理し、分析しておくことがまず大切で、その結果を基にして水道事業体では高濁度発生時の対応をきちんと定めることが大切である。表3には、高濁度原水に備えた日常管理与高濁度発生後の事前および事後の対応をまとめた。表3には、日常管理①～④で降水量記録とともに、原水水質を測定してデータを整理し、降雨に基づく原水水質の変化を記録することが重要である。事前対応の①～③を見ると、日常管理に基づいて発生高濁度、それへの浄水対応、浄水限界の高濁度の推定できる日常的な情報が大切なことを示している。事後対応では、復旧していくまでの作業が多く、次の高濁度に備えるための排泥作業や、取水・給水再開による給水を最優先していることが分かる。

表3 高濁度原水に備えた日常管理与事前・事後対応

対応	項目
日常管理	①原水水質の測定
	②降水量観測
	③上記により発生する水質測定
	④水質変化の予測
事前対応	①浄水処理手法上の対応
	②限界高濁度の到達予測
	③日常管理情報により異常検知
事後対応	①取水・給水再開手段、手順の整理
	②汚濁施設の復旧

図3は、高濁度発生時の管理マニュアルの手順の一例をまとめたものである。(1)平常時の日常的マニュアルの策定、(2)水質や情報の収集システムの構築、(3)諸情報に基づいた状況判断と対応策の決定、(4)事後対応および新たな課題や反省に基づく改訂、などの手順を示した。

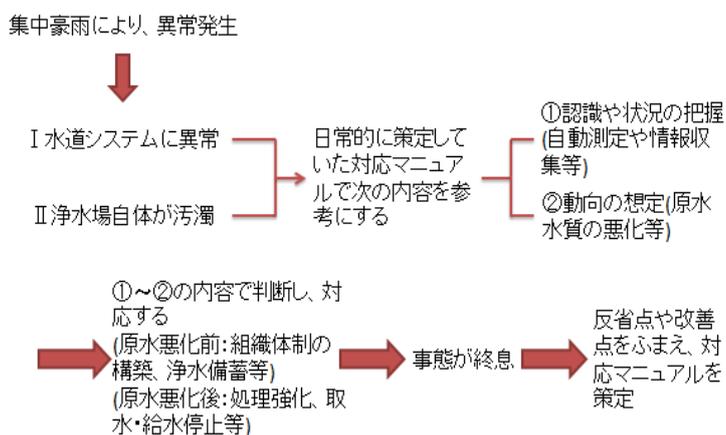


図3 高濁度発生時の管理マニュアル

### 3.3 高濁度原水発生までの準備および浄水対応上の注意点

表4は、高濁度原水が浄水場に到達するまでと、到達後の濁度上昇および低下に対する浄水上のまとめを示した。高濁度原水が取水点に到達するまでには、表4の①～③を予測するために、雨量や濁度変化状況等の統計的なデータが必要である。それは原水の流域、浄水場の場所によって異なるため、その地域の特性に合った情報を得ることでより正確に予測ができる。まさしく水道事業体、浄水場ごとに情報を収集すべきである。また原水濁度の上昇・下降期の予測には、原水水質の変化動向の把握が必要である。それは高濁度原水被害の把握や高濁度時の浄水法(濁度、pH と凝集剤注入濃度、ろ過地の対応などの情報によって、予測が可能となり、取水・給水停止判断が正確にできる。水道技術研究センターによる水道事業の中小事業体のアンケート調査結果(回答数130事業体)によると<sup>2)</sup>、浄水場の課題は、①高濁度、②凝集不良、がもっとも大きな課題であることがわかっており、今後は浄水場ごとに予測できる態勢づくりが大切である。

表4 高濁度発生の予測と準備<sup>1)</sup>

段階	予測すべき内容	準備	作業
高濁度水が取水点に到達するまで	①濁度水の到達時間	雨量や濁度の変化状況等の統計的なデータを用意	準備したデータを参考に①～③の内容を予測していく
	②濁度の変化動向		
	③濁度の持続時間		
原水濁度の上昇・下降期	I 原水水質の変化動向	各地域の対応マニュアルを参考にし、急な濁度変化に備える	濁度の変化に合わせて、取水・給水停止又は再開判断をする

### 4.おわりに

高濁度原水に対しては、各水道事業体、各浄水場で現象が異なり、浄水限界も多様であるので、日常的な降雨、浄水法などを十分に把握した上で、個々の対応策を準備しておく重要性を指摘した。そのために必要なデータ収集や解析、マニュアル等を作成するのは容易ではなく時間がかかるため、常に原水濁度などに高い意識を持ち、それぞれの管理記録をとり、迅速な対応をとらなくてはならない事が課題である。

### 参考文献

1)水道技術研究センター;高濁度原水対応の手引き,平成26年6月,2)富井正雄;高濁度に対応した水道システム,pp.21-23,水坤,2013,Vol.45,3)U.S.Geological Survey;The USGS Water Science School, Turbidity, Jul., 2015 (<http://water.usgs.gov/edu/turbidity.html>)