

1. はじめに

地球温暖化¹⁾の影響により日本各地で豪雨に見舞われることが多くなり、結果として通常の濁度を遙かに超える高濁度により水道施設とりわけ浄水場での運転を難しくしている²⁾。本研修では故郷である山形市内の浄水場の中でも施設能力の最も大きな見崎浄水場に注目し、降水などによる原水濁度への影響ならびに浄水場原水の状況と課題などを検討した。浄水場原水は、貯水池と河川水などでは特徴が大きく異なることが知られている。そこで本研修では見崎浄水場が最上川表流水を水源としているので、表流水を水源としている山形市内の浄水場と比較検討した。

2. 調査の対象および項目と方法

表1に、山形市水道の浄水場の概略を示した。山形市には7つの浄水場があり、他に村山広域水道の用水供給を受けている。これらのうち河川表流水を水源とするのは、見崎、南部、蔵王温泉の各浄水場であるので、これらの原水水質を比較検討することとし、貯水池や湧水等を水源としている他浄水場は調査対象から除外した。図1に調査対象浄水場およびこれらの各水源の河川水の位置や本流/支流の関係を示した。図2に対象とする降水観測所(山形/左沢/長井/米沢)と水源となる表流水および浄水場の位置関係を示した。降水量はこれらの観測所データ³⁾、原水水質は山形市上下水道部水質年報のデータ⁴⁾(データはともに2002-2012年度)を用いた。

表1 山形市給水の関連浄水場の概要

浄水場	施設能力(m ³ /日)	処理方式	水源
見崎	80,000	急速濾過 高速凝集沈殿地	最上川表流水
松原	45,000	急速濾過	馬見ヶ崎水系 (蔵王、不動沢ダム) 場内伏流水
南部	2,470	緩速濾過	又治斎沢川 (蔵王上野地内)
東沢	1,080	緩速濾過	蔵王ダム
山寺	700	緩速濾過	湧水(仙山トンネル内)
蔵王温泉	3,500	緩速濾過	カリーン川、一度川
蔵王掘田	50	緩速濾過	湧水(蔵王山麓)
村山広域水道	26,661	急速濾過	寒河江ダム

から除外した。図1に調査対象浄水場およびこれらの各水源の河川水の位置や本流/支流の関係を示した。図2に対象とする降水観測所(山形/左沢/長井/米沢)と水源となる表流水および浄水場の位置関係を示した。降水量はこれらの観測所データ³⁾、原水水質は山形市上下水道部水質年報のデータ⁴⁾(データはともに2002-2012年度)を用いた。



図1 対象浄水場および水源河川

図2 対象浄水場と雨量観測所

3. 調査結果および考察

3.1 山形市近郊の降水の状況と見崎浄水場の原水濁度の変動

図3に降水観測所の降水データをまとめた。市内にある山形の降水量は比較的少なめで、長井がもっとも多く、左沢と米沢はその中位という関係にある。11年間の降水量発生率は、10mm/d以上で10~15%、40mm/d以上では1%以下といえる。

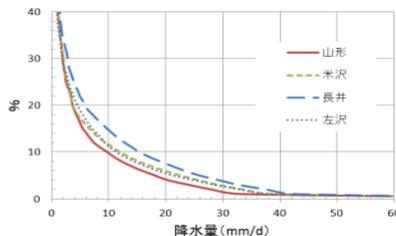


図3 降水観測所の降水量発生頻度

図2に示した最上川取水場で取水している見崎浄水場原水の濁度と降水量の代表として左沢の降水量を比較して図4に

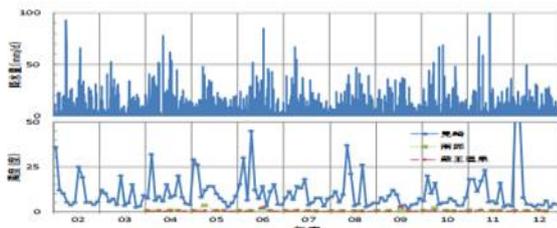


図4 降水量(左沢)と見崎浄水場原水濁度の経年変化

示した。図3から降水量40mm/d以上は1%以下という状況下で、1回/月の見崎浄水場の原水濁度は、南部や蔵王温泉浄水場よりは高いものの、50度を超えるのは1回(25度以上は10回)のみで少なくとも高濁度の懸念はない。表2に25度を超える比較的高い濁度が観測された日の数日間の降水量をまとめた。表2によると高濁度が観測される前には30~40mm/dの降水が観測されているが、4月4日は大きな降水はない。そこでこの地域特有の積雪および雪解けによる影響を検討した。図5に左沢の2006~2012年度の3月1日~4月12日までの積雪状況と濁度の発現状況をまとめた。図5によると2012年度は例年になく積雪が多く、3月になって一気に雪解けが進み、そ

表2 比較的高濁度の観測時近傍の降水量

濁度観測日	降水量(mm/d)				降水量(mm/d)				降水量(mm/d)										
	左沢アメダス		長井アメダス		米沢アメダス		米沢アメダス		米沢アメダス		米沢アメダス								
	当日	前日	当日	前日	当日	前日	当日	前日	当日	前日	当日	前日							
60	2/4	7.5	16.0	0.0	2.0	5.5	0.0	9.5	19.5	1.0	2.0	5.0	0.0	4.5	19.5	0.0	4.0	4.5	0.0
55	2/5	7.0	5.0	1.0	22.0	24.0	0.0	0.0	4.5	1.5	6.5	42.0	0.0	0.0	8.5	0.5	8.5	46.0	0.0
45	6/7	3.0	29.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	32.0	20.0	16.0	0.0	1.0	2.0	23.0	26.0	28.0	0.0	0.0
37	8/8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0

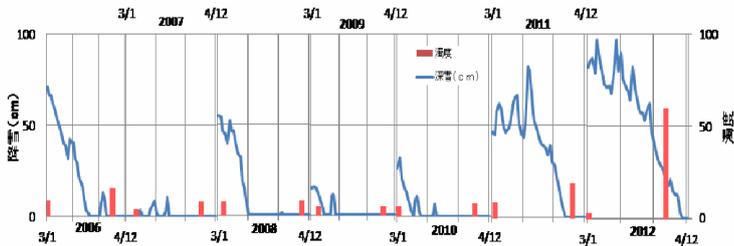


図5 2006~2012年度の積雪量の変動と見崎浄水場の原水濁度

キーワード: 見崎浄水場 原水 雪解け水

の影響による高濁度と考えられる。図6に3月から4月にかけての最高気温の変化をまとめた。それによると2012年度は特に気温が高いわけではないので高濁度は積雪量の多さに関係していると考えられる。したがって見崎浄水場のように最上川を水源としている浄水場の場合には、降水量とともに、融雪時の積雪量によって高濁度を予測することが重要と考えられる。

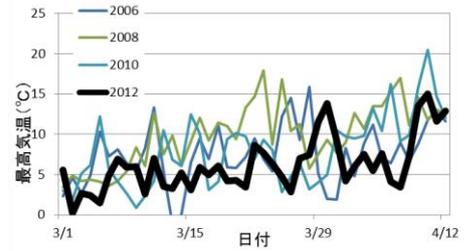


図6 3~4月の最高気温の変動

3.2 見崎浄水場の原水水質の特徴 — 南部、蔵王温泉浄水場と比較して

原水水質を山形市発行の水質年報に基づいて3浄水場(以下見崎/南部/蔵王温泉と名称のみ)の原水水質を比較考察する。見崎は、2002~2012年度まで臭気強度や窒素以外は1回/月のデータがあるが、南部や蔵王温泉は、2004~2012年まで、1回/3ヶ月のデータである。

図7に3浄水場の原水pHの経年変化を示した。すべて原水のpHはアルカリ側に偏っており、特に南部はほとんど7.5以上と高い。蔵王温泉は強酸性の温泉で知られているが近くの河川水は酸性ではない。見崎は若干アルカリ側であるが、浄水処理上課題といえるほどではないが、pHが高まる傾向にあるようだ。

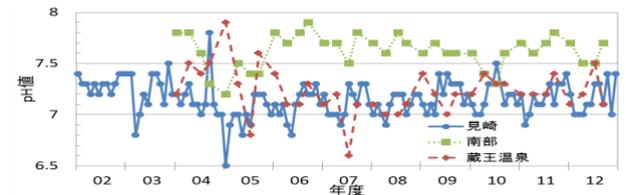


図7 原水 pH の経年変化

図8は、マンガンおよび鉄濃度の経年変化をまとめた。マンガンは、蔵王温泉は0.02~0.04mg/L程度、南部はほぼ0mg/Lと低濃度なのに比較し、見崎は0.05mg/Lを超えることが多く、0.1mg/L以上の場合もある。鉄についても、見崎のみが高く、0.3mg/L以上で、1mg/Lを超えることも多い。マンガンや鉄とも見崎では高濃度に対する水処理上の配慮が必要である。

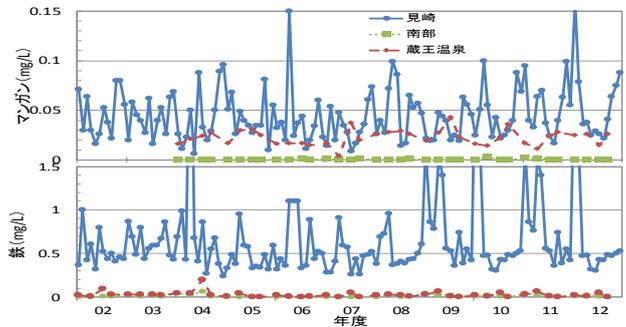


図8 原水の鉄、マンガンの経年変化

図9に全窒素(TN)、全リン(TP)の経年変化を示した。TNは、南部、蔵王温泉では若干高い場合もあったが、ほぼ0.4mg/L以下と低いのに対し、見崎は0.5~1.0mg/Lと高く、最上川に栄養塩としての窒素が多いといえる。TPは、蔵王温泉は懸念するほどでないが、南部で0.05mg/Lを超えない程度、見崎では0.05~0.07mg/L程度と高い。見崎の原水である最上川の栄養塩レベルは高く、経年的に濃度低下の傾向にはない。

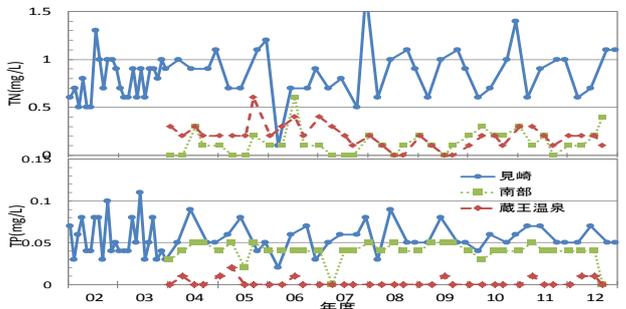


図9 原水の全窒素、全リンの経年変化

図10は藻類総数と臭気強度の経年変化である。見崎では500個/mL程度で経年的に減少する傾向が見られるが、臭気強度は見崎で(それ以外はデータ無し)、2~10前後であり、図11で示すようにその臭いはカビ臭で、原因はジェオスミンと解析されており³⁾、見崎の大きな課題といえる。

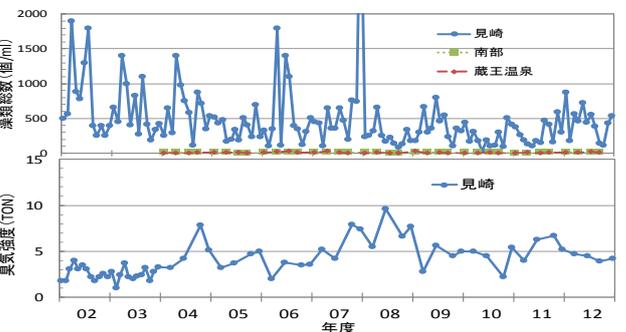


図10 原水中の藻類総数、臭気強度の経年変化

4. おわりに

見崎浄水場の原水は、①高濁度は降水量の他に雪解け水の影響が大きい、②鉄、マンガンが高い、③N,Pの栄養塩濃度が高く、藻類が多い、④ジェオスミンによるカビ臭などが課題といえる。

参考文献

- 1) IPCC 2001 Climatechange2001 881pp, 2) 水道産業新聞 第4939号, 豪雨でも平常給水を維持, 2014年9月22日, 3) 気象庁気象データ検索 (<http://www.jma.go.jp>), 4) 山形市上下水道部水質年報, pp47~108, 2002~2012年度

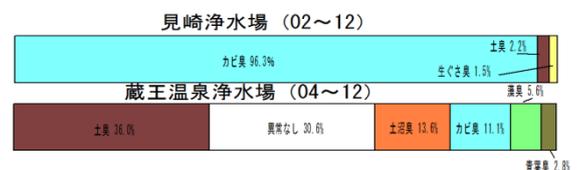


図11 検出された臭気の種類と割合