

マンガン濃度に着目した水道原水の特性分析

首都大学東京 正会員 山崎 公子  
 首都大学東京 学生会員 ○関 丙大  
 首都大学東京 武田宗太郎  
 首都大学東京 フェロー 小泉 明  
 ソウル市立大学 具 滋茸

1. はじめに

水道原水は、水源であるダムや湖沼の底質の嫌気分解、流下する河川流域の地質などによりマンガンを高濃度で含むことがある。水道水中にマンガンが高濃度で含まれると黒水や金気臭の原因となる。水道水の水質基準では、マンガン濃度は0.05mg/L以下と定められており、全国各地の浄水場ではその1/10の値である0.005mg/Lを目標値として浄水処理を行っているところが多い。水道原水のマンガン濃度が高い場合、基準値以下まで確実に処理をすることが必要であり、他の水質項目の状況も考慮して、浄水処理プロセスを選択している。

日本国内には数多くの浄水場があり、水源種類、原水水質、浄水処理方法も多種多様である。本稿では、水道原水のマンガン濃度に着目し、全国の浄水場を対象としてマンガン濃度との相関分析を行い、さらに、原水マンガン濃度が水道水水質基準0.05mg/Lを超える高濃度のグループを抽出してマンガン濃度との相関分析を行い、2つの相関係数等を比較することによって、高マンガン濃度の水道原水の特性を把握し、最適な浄水処理プロセス選択の一助とすることを目的とする。

2. 使用データ

平成19年度の水道統計の日本全国の浄水場のデータを用い、マンガン濃度について要因関連分析を行った。原水水質が記載されている浄水場は6077ヶ所であるが、1)マンガン濃度が記載されている、2)水源種類が記載されている、3)水源が1種類であるという条件を満たす4196ヶ所の浄水場のデータを使用した。また、この4,196ヶ所のデータからマンガン濃度が水道水水質基準値0.05mg/Lを超える浄水場(グループH)を抽出し、分析に使用した。全浄水場、グループHそれぞれの地方別の割合を表1に、使用水源種類および水源ごとの平均マンガン濃度を表2に示す。グループHは全国の浄水場の約1割を占めているが、地方別に見ると関東、北海道、近畿地方でそれぞれ約1/5がグループHとなっており、地域によりグループHの比率に差があることがわかる。また、水源種類を見ると、グループHの半分以上は深井戸となっているが、水源別に全体に占める割合を見ると、ダム直接、湖沼水が大きな値となっている。相関分析には、水道統計に記載されている水質項目の①水質基準項目、②水質管理目標設定項目、③その他の項目の中から、原水水質が記載されている66項目に水源種類を加えた表3に示す67項目を選択した。水源種類は表2に示した各水源のマンガン濃度平均値をもとに、8種類の水源を「ダム直接+ダム放流」、「湖沼水+表流水+伏流水」、「深井戸」、「浅井戸」、「湧水」の5つに分類し数値化して用いた。

表1 地方別データ数

地方名	全体 n	グループH	
		n	比率(%)
北海道	143	27	18.9
東北	432	60	13.9
関東	601	122	20.3
中部	1421	72	5.1
近畿	466	87	18.7
中国	277	22	7.9
四国	250	22	8.8
九州	606	62	10.2
全体	4196	474	11.3

表2 原水種類別データ数及び濃度

水源種類	全体			グループH (マンガン濃度0.05mg/L以上)			
	n	比率(%)	Mn濃度 平均値 (mg/L)	n	比率(%)	Mn濃度 平均値 (mg/L)	全体デー タにおける 比率(%)
ダム直接	172	4.10	0.058	60	12.66	0.121	34.9
ダム放流	139	3.31	0.025	15	3.16	0.075	10.8
湖沼水	68	1.62	0.036	16	3.38	0.099	23.5
表流水	669	15.94	0.025	82	17.30	0.105	12.3
伏流水	172	4.10	0.020	15	3.16	0.154	8.7
深井戸	1712	40.80	0.044	248	52.32	0.262	14.5
浅井戸	862	20.54	0.016	38	8.02	0.239	4.4
湧水	402	9.58	0.005	—	—	—	—
合計	4196	100.00	0.032	474	100.00	0.200	11.3

3. 相関分析

データ全体とグループHそれぞれについて、相関分析を行った。マンガン濃度との相関係数を表

キーワード 水道原水, 水質, 要因関連分析, マンガン濃度

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1・電話：042-677-2947・FAX：042-677-2947

表3 相関分析結果

	データ全体		グループH	
	相関係数	n	相関係数	n
水源の種類	** 0.140	4196	** 0.302	474
一般細菌	0.017	4192	** -0.131	474
大腸菌(定性)	0.010	3180	** -0.165	324
カドミウム及びその化合物	-0.005	4181	0.019	472
水銀及びその化合物	-0.008	4180	0.031	472
セレン及びその化合物	-0.004	4181	* 0.093	472
鉛及びその化合物	0.008	4181	-0.005	472
ヒ素及びその化合物	** 0.161	4181	** 0.149	472
六価クロム化合物	0.026	4181	0.052	472
シアン化物イオン及び塩化シアン	-0.004	4177	0.000	472
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	** -0.135	4190	** -0.130	473
フッ素及びその化合物	** 0.102	4191	0.084	474
ホウ素及びその化合物	** 0.087	4184	0.080	473
四塩化炭素	-0.007	4180	0.020	472
シス-1,2-ジクロロエチレン	-0.002	4181	* 0.101	472
ジクロロメタン	-0.004	4180	0.074	472
テトラクロロエチレン	-0.004	4179	0.034	472
トリクロロエチレン	0.016	4180	0.049	472
ベンゼン	0.014	4180	-0.001	472
クロロ酢酸	-0.002	176	-0.322	28
クロロホルム	0.022	286	-0.017	46
ジクロロ酢酸	0.047	174	-0.058	27
ジブromクロロメタン	0.019	290	-0.002	46
臭素酸	-0.028	337	** -0.434	50
総トリハロメタン	0.038	282	0.002	46
トリクロロ酢酸	0.054	173	0.034	26
ブromジクロロメタン	0.025	284	-0.021	46
ブromホルム	0.060	284	0.218	46
ホルムアルデヒド	0.136	181	0.148	32
亜鉛及びその化合物	0.000	4181	0.019	472
アルミニウム及びその化合物	** 0.098	4186	* -0.099	473
鉄及びその化合物	** 0.623	4189	** 0.506	473
銅及びその化合物	-0.006	4181	0.060	472
ナトリウム及びその化合物	** 0.164	4182	** 0.237	473
塩化物イオン	** 0.189	4194	** 0.333	474
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	** 0.136	4189	** 0.175	474
蒸発残留物	** 0.251	4176	** 0.360	469
陰イオン界面活性剤	** 0.044	4174	0.028	469
ジェオスミン	-0.009	3681	-0.027	419
2-メチルイソボルネオール	-0.009	3683	-0.027	419
非イオン界面活性剤	** 0.058	4178	0.085	473
フェノール類	0.004	4174	0.073	470
有機物(TOCの量)	** 0.145	4186	** -0.155	474
pH	-0.005	4196	** -0.179	474
味	* 0.051	1733	0.018	120
臭気	** 0.269	4171	** 0.143	465
色度	** 0.430	4194	** 0.231	474
濁度	** 0.241	4196	0.020	474
1,1-ジクロロエチレン	0.022	4181	* 0.106	472
侵食性遊離炭酸	** 0.182	342	** 0.534	52
水温(°C)	** 0.111	2924	0.099	344
アンモニア態窒素	** 0.255	1108	* 0.165	183
生物化学的酸素要求量(BOD)	* 0.112	315	** -0.318	70
化学的酸素要求量(COD)	* 0.176	207	* -0.284	66
紫外線(UV)吸光度(50mmセル使用時)	** 0.316	186	0.053	39
1,4-ジオキサン	0.017	4184	0.048	473
アルカリ度	** 0.272	737	** 0.389	124
トリハロメタン生成能	0.077	175	-0.254	48
リン酸イオン	** 0.515	174	** 0.556	32
生物(n/ml)	** 0.286	113	0.140	34
全リン	** 0.309	298	0.098	72
全窒素	-0.034	280	* -0.271	72
大腸菌(定量)(MPN/100ml)	-0.004	1010	-0.096	149
浮遊物質(SS)	** 0.363	319	-0.112	79
溶性ケイ酸	-0.015	149	* 0.466	23
溶存酸素	-0.085	221	** -0.402	46
硫酸イオン	0.021	361	-0.059	57

\*\*は有意水準を99%を超えるもの、\*は有意水準を95%を超えるもの

3に示す。「鉄およびその化合物」は全体、グループH両方でマンガンとの相関係数は一番大きくなった。データ全体では、4番目に大きく相関係数が有意水準99%を超えていた「濁度」は、グループHでは有意水準95%を下回っている。逆に、データ全体では有意水準95%を下回っていた「pH」は、グループHでは高い相関関係となっているなど、グループHでは、マンガン濃度との相関関係が高い要因が、データ全体での相関関係が高い要因と一致しないものがあり、要因構造が違っていることが明らかとなった。データ全体での相関分析で、マンガンとの相関係数が有意水準99%を超えていた項目のうち、グループHでの相関分析で有意水準95%未満であった項目は、「フッ素及びその化合物」、「ホウ素及びその化合物」、「陰イオン界面活性剤」、「非イオン界面活性剤」、「水温」、「濁度」、「紫外線吸光度」、「生物」、「全リン」、「浮遊物質」の10項目である。逆に、データ全体では有意水準95%未満であった項目で、グループHでは有意水準99%を超えていた項目は「一般細菌」、「大腸菌」、「臭素酸」、「pH」、「溶存酸素」の5項目である。また、データ全体、グループHともに有意水準95%を超えている項目の中で、「アルミニウム及びその化合物」、「有機物」、「BOD」、「COD」の4項目は得られた相関係数の正負の記号が違うという結果となった。

以上の結果から総合的に判断すると、一般に原水のマンガン濃度は、鉄及びその化合物と挙動をともにしており、色度があるほどマンガン濃度が高く、さらには有機汚染の影響を大きく受けているといえる。一方、グループHでは人為的汚染が少なく、比較的清潔な原水ほどマンガン濃度が高いということが推定された。これは、表2に示したようにグループHの半分以上の原水が深井戸及び浅井戸を水源としており、そのマンガン濃度もグループ内の他の水源よりも高いことが理由として考えられるが、グループHから深井戸と浅井戸のデータを除いて行った相関分析でも同様の結果となったことから、高マンガン濃度原水の特性的といえる。

4. おわりに

本研究では、水道原水のマンガン濃度に着目し、全国水道統計のデータを用い、相関分析によりマンガン濃度の影響要因の抽出、高濃度マンガン原水の特性的の把握を行った。その結果、マンガン濃度が高い場合、一般的な原水と要因構造に差があることが明らかとなった。今後は、この結果をもとに要因構造図の作成を行い、浄水方法との関連分析を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 高井雄・中西弘：用水の徐鉄・徐マンガン処理，産業用水調査会，1987