

下水二次処理水中の各種イオン濃度について

水質管理課 ○ 坂 本 俊 彦
犬 飼 ま り 子
稲 葉 純 子

1. はじめに

従来、下水処理水の有効利用は主に下水処理場内でのトイレ洗浄用水、消泡用水、ポンプ用シール水等であったが、近年下水処理場外での有効利用が増加してきており、本市でも江川、入江川、滝の川等の「せせらぎ緑道」の修景用水として処理水が有効利用されてきた。

平成9年12月1日、「横浜市下水道局再生水事業実施要綱」が制定、施行され、下水処理水の利用形態も街路樹等への散水用水、砂埃り防止のための散水用水、下水管洗浄用水等へとますます広がっている。

今後も、このように利用形態は多様化していくと考えられるが、従来より指摘されてきた衛生学的安全性の側面だけでなく、要求される水質についても用途ごとに異なってくると考えられ、従って各下水処理場の二次処理水中の各種イオン濃度を把握しておくことは重要であると考えられる。

水質管理課では、以前「下水処理水の有効利用に伴う塩類の実態調査」を実施し、その結果を発表したが¹⁾、今回、市内11か所の下水処理場二次処理水中の各種イオン濃度を継続して調査した結果、処理場の立地条件、排除方式、処理区域等による二次処理水中のイオン濃度の特徴が把握できたので報告する。

2. 調査概要

市内11か所の下水処理場二次処理水中の各種イオン濃度を1回/週の頻度で測定し、各種イオン濃度の平均値、変動率、さらに時系列データから傾向変動、周期変動等を調査した。

測定イオンはCl、Na、SO₄、Ca、Mg、Kの6種について行った。調査期間はCl、Na、SO₄、K、は平成8年9月から平成10年3月、Mg、Caは平成9年9月から平成10年3月である。

さらに、平成9年度の通日試験時に各種イオン濃度の経時変化を、平成10年3月9日の試料については、上記6種のイオンの他NO₃、NO₂、NH₄、PO₄、および溶解性物質(DS)の測定を行い、DS中に占める測定イオン濃度の割合を調査した。

二次処理水は定置型自動採水器による24時間流量比例、通日試験時は30分間隔採水の時間比例の方式で採水を行い、0.45μメンブレンフィルターで濾過した後、イオンクロマトグラフで測定を行った。

表-1 二次処理水中のイオン濃度平均値

	Cl	Na	SO ₄	Ca	Mg	K	合計
北1	50	49	41	28	7.8	11	187
北2	150	120	100	41	12	20	443
神奈川	150	96	43	26	11	12	338
中部	550	300	100	36	37	19	1040
南部	200	120	55	29	17	12	433
金沢	220	150	100	37	19	16	542
港北	52	43	37	25	6.9	10	174
都筑	61	52	46	22	5.6	10	197
西部	52	44	40	21	6.6	12	176
栄1	140	59	58	63	8.7	11	340
栄2	67	50	44	27	7.4	12	207

単位：mg/l

3. 結果および考察

(1) 各処理場イオン濃度の比較

表-1に各処理場二次処理水中の各種イオン濃度平均値、表-2に各種イオン濃度の変動係数を示す。

イオン濃度の合計では臨海部に位置する北部第二、神奈川、中部、南部、金沢の処理場の濃度が高く、中部は特に高い値を示している。これに対して内陸部に位置する処理場は200mg/l程度と低い値

を示しているが、栄第一は340mg/lと神奈川と同程度の高い値を示していた。

各種イオン濃度では臨海部に位置する処理場のCl, Naが高い傾向にあり、これが全体の濃度が高い要因ともなっていた。これは海水流入によるものと考えられるが、中部については流入下水量が臨海部に位置する処理場と比べて少ないため、希釈効果が小さく、海水流入の影響が大きくなっていると考えられる。南部では海水流入の影響が多少見られるものの、流入下水量による希釈効果により影響は小さくなっており、神奈川では処理区域が広く、かつ内陸部に広がっているため、海水流入量は中部と同程度と推定されるものの、その影響は極めて小さくなっている。

SO₄, Mgも海水流入の影響のある処理場では高い値を示しているが、北部第二、金沢のSO₄が高い値を示しているのは、隣接する汚泥処理センターからの洗煙排水等の受入れ等の影響を受けているためではないかと考えられる。栄第一は内陸部の処理場としてはCl, Caが特に高い値を示しているが、これは処理区域内の事業所排水等の流入がイオン濃度に大きく影響を及ぼしているのではないかと推察される。

北部第一、港北、都筑、西部、栄第二は突出したイオンは特になく、ほぼ同じ組成であった。特に、港北はイオン濃度の合計も低い処理場であり、その高度処理水が横浜国際競技場のヒートポンプの熱源用水等に再利用されることから、現在のところ最も適した処理水の一つであると考えられる。

各種イオンの変動では他の処理場に比べて高い濃度のイオンの変動は大きい傾向にあり、Cl, Naでは25~30%, SO₄, Mg, Kでは20~25%であった。Caは他のイオンに比べ処理場間の変動は小さくなっているが、栄第一では24%とその濃度の高さと共に際立って高くなっていた。

分流式で内陸に位置している都筑、西部ではいずれのイオンも変動は小さかった。

図-1に西部、都筑、港北処理場のCl, Na, SO₄, Kの濃度合計の経日変化を示す。ほぼ6ヶ月間隔で傾向変動(トレンド)を示していると考えられ、西部、港北は上昇、下降、平行のトレンド、都筑は平行、下降、下降のトレンドを示している。

しかし、三処理場共平成9年度後半は平成8年度後半のトレンドより下方トレンドを示しており、他の多くの処理場についても同様であった。これは降雨降雪が前年度同時期より多かったためと予測される反面、各家庭での水の使用量も増えたためではないかと予測される。

特に過去数年、水不足等での節水対策で水の使用量が減少している現状を考慮すると、周期変動を示さなくなっていることも

表-2 各種イオンの変動係数

	Cl	Na	SO ₄	Ca	Mg	K
北1	22	18	15	11	14	20
北2	20	19	24	17	20	23
神奈川	18	17	15	10	14	16
中部	24	24	20	12	26	18
南部	30	28	19	10	22	18
金沢	29	24	19	9.5	21	16
港北	21	18	14	13	11	20
都筑	21	11	11	7.8	11	8.1
西部	17	8.7	7.6	7.2	7.3	7.8
栄1	23	12	10	24	5.5	10
栄2	21	16	14	9.6	10	16

単位：%

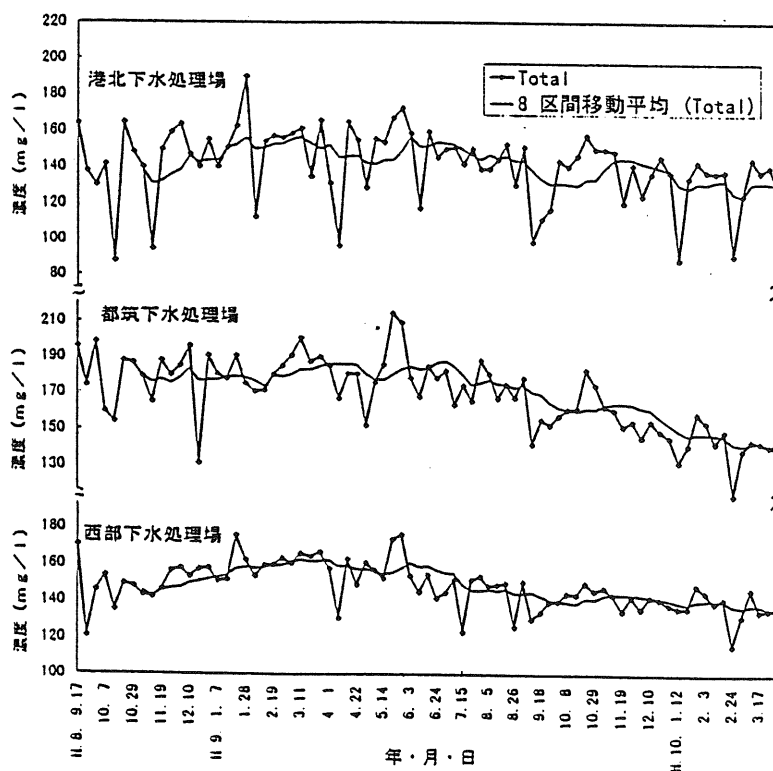


図-1 イオン濃度合計の経日変化

考えられる。このように考えると水不足の年の夏期では図-1でも示すように通常、下降トレンドを示すものが平行トレンドを示すとか、下降トレンドを示していても濃度が高くなっているという変化を捕らえることが可能ではないかと考えられる。

(2) イオン濃度の通日経時変化

図-2にその結果の一例を示す。中部のイオン濃度合計の通日経時変化はその変化が大きく、特にCl, Naの変化が著しく、潮位により海水の流入量が変化していることが推察される。

これは程度の差はあるものの北部第二を除く他の臨海部の処理場でも同様の傾向を示していた。

北部第二ではCl, Naを含む測定した全てのイオン濃度の経時変化は極めて小さく、イオン濃度が高いのは海水流入によるものではなく、主に汚泥処理センターからの返流水、洗煙排水等の受入れによるものではないかと推察された。

栄第二では変化は小さく、比較的安定していたが、1系と2, 3系では1系の方がイオン濃度が少し高く、21:00から上昇傾向を示していたが、2, 3系では15:00から上昇傾向を示す等、系列間での流入水質、滞留時間の違いが推察された。

(3) 溶解性物質(DS)中の測定イオン濃度

図-3にその結果を示す。測定したイオンの合計はDS中の75~90%に相当し、イオン濃度が高い程その割合は高く、未測定(U. K: 60~120mg/l)の量も高い傾向にあった。

U. Kには有機物, SiO_4 , CO_3 等が含まれていると考えられるが、前回の調査等の結果では二次処理水中の SiO_4 は25~30mg/lという結果が得られており、この結果を加味すると、DS中の85~90%が測定できることになる。

4. まとめ

以下に今回の調査により得られた結果を示す。

- (1) 各下水処理場二次処理水中のイオンはその濃度、変動等の水質特性に違いがあり、それらの原因は立地条件、処理区域、排除方式の一般的要因の他、海水や事業所排水の流入、汚泥処理センターからの返流水、洗煙排水等の受入れの特定要因が考えられた。
- (2) 通日経時変化でのイオン濃度とその変動は処理場によっては特定要因の影響をよく反映していた。さらに系列間での流入水質、滞留時間の違いが推測される等、イオン濃度の測定が日常の水質の維持管理にも役立つことが示唆された。
- (3) イオン濃度を長期に継続して測定した時系列データより処理場特有の傾向変動等を捕らえることができると考えられ、それにより降雨、降雪、渇水等の自然現象に伴う人の生活、生産活動の変化を把握できることが示唆された。

今後は二次処理水中のイオン濃度の測定を継続すると共に、流入下水についても調査を行う予定である。

参考文献 1) 望月, 石井 : 下水処理水の有効利用にともなう塩類の実態調査, 第17回横浜市下水道局研究発表会講演集 37~39(1993)

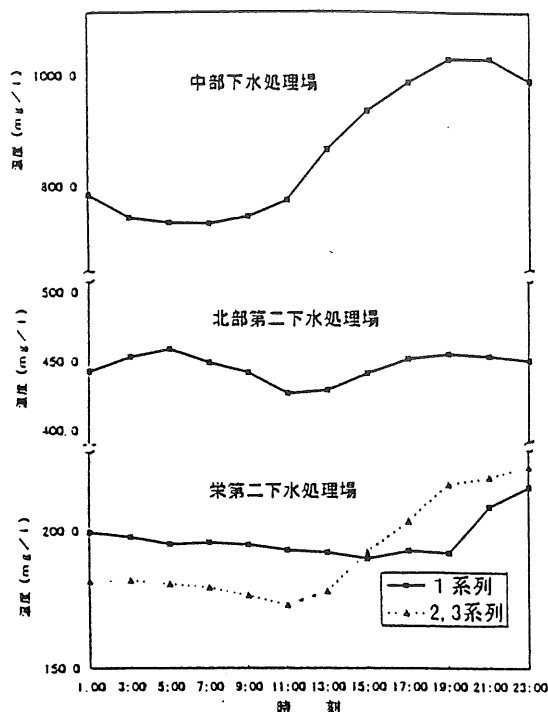


図-2 イオン濃度合計の通日経時変化

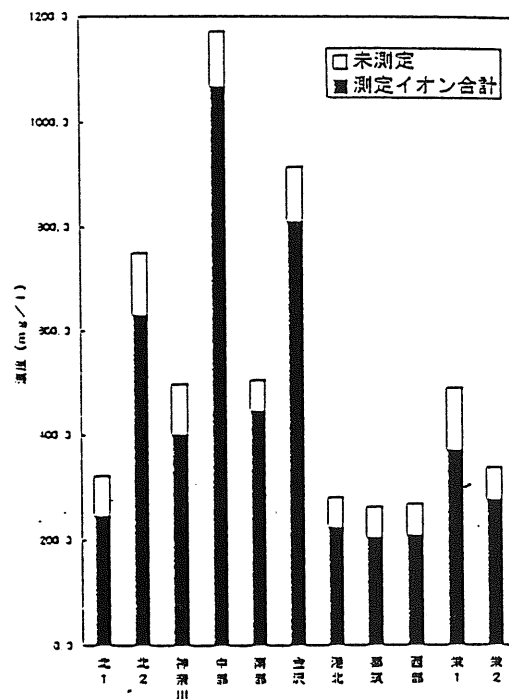


図-3 DS中の測定イオン濃度