

下水処理水の有効利用にともなう 塩類の実態調査

横浜市 石井 彰
○望月 実

1. はじめに

近年、下水処理水を水資源として有効利用するための事業がさかんに行われるようになった。下水処理水の主な利用形態は、これまで下水処理場内における消泡用水やポンプ用シール水などであったが、最近では、下水処理場外での親水利用等が増加してきた。今後も、このように利用形態は、ますます多様化するものと考えられるが、下水処理水の有効利用をより促進するためには、用途ごとに要求される水質を有した処理水を供給することが不可欠である。しかし、処理水中に含まれる各種塩類の濃度によっては、用途に制限が加えられる場合も予測されるが、処理水中の微量塩類については測定実績が少なく、また、その挙動については不明な点が多い。

そこで、今回下水処理水中に存在する硫酸イオンやナトリウムイオン等の微量塩類に注目し、実態調査を行ったところ、処理場の立地条件の違いや事業所排水等の流入が処理水中の塩類濃度に影響を及ぼすことが分かった。また、市内河川についても同様に調査したので併せて報告する。

2. 調査概要

有効利用の現状と市内11カ所の下水処理場の処理水及び市内5河川9カ所の河川水の塩類について分析を行った。

図-1に市内下水処理場と河川採水地点を示す。下水処理水中の塩類の分析には、24時間流量比例による下水精密混合試料と2時間おきの通日試料を用いた。また対照試料として河川水と水道水の分析をした。分析試料を0.2 μ mのメンブレンフィルターで濾過したのち、イオンクロマトグラフィーで塩素イオン他8項目のイオンを測定し、同時に溶解性物質(DS)の分析も行った。

3. 結果

(1) 有効利用の現状

平成3年度、本市における下水処理水総量は540,320,000 m³ /年であり、12,954,313 m³ /年が有効利用水として使われ、その利用率は2.4%であった。

利用の形態としては、場内用水やせせらぎ用水として使用しており、処理場内ではポンプシール水などに処理水を急速濾過した高度処理水を用いているが、エアレーションタンクの消泡用水には処理水を急速濾過をしないで用いている場合がある。現在これらの利用における供給配管で錆の発生が見られる。

また、下水処理場外の処理水利用としては、緑下水処理場の処理水を江川せせらぎ用水として4,200 m³ /日の高度処理水を供給している。これは、下水処理水総量の0.3%に相当する。今後も滝の川や入江川など「せせらぎ緑道」の水源として処理水が利用される予定である。

なお、せせらぎ用水等の親水目的をする場合には、藻や発泡など塩類に起因する問題も生じることがある。

(2) 処理場別塩類濃度の比較

図-2に各処理場の処理水DS中のイオン濃度を示す。臨海部にある中部、金沢、南部の下水処理場など

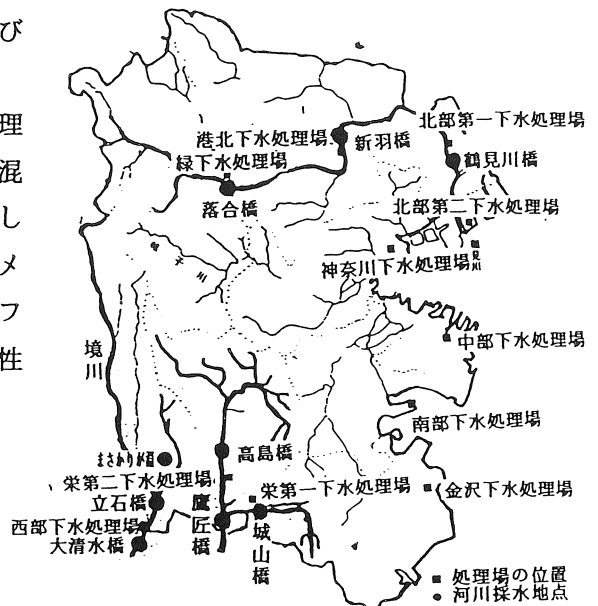


図-1 市内下水処理場と河川採水地点

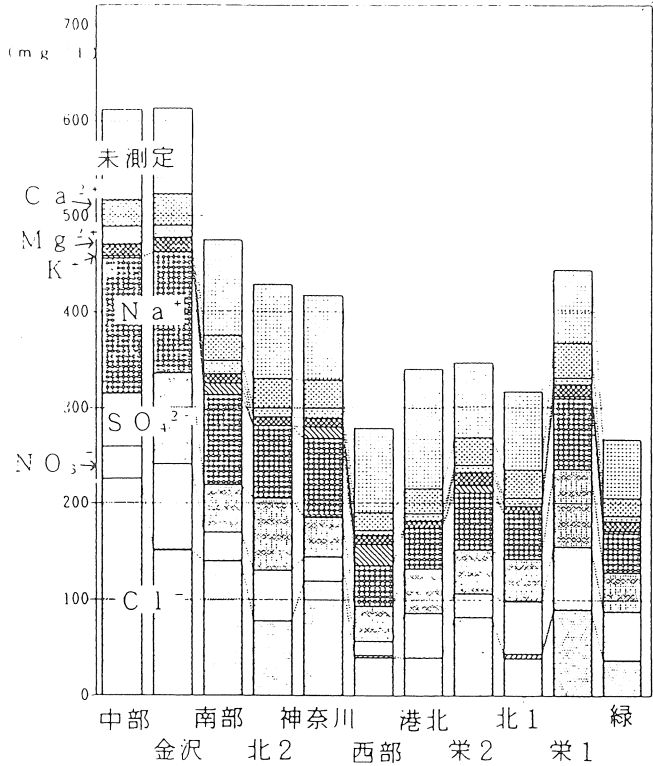


図-2 各処理場DS中のイオン濃度

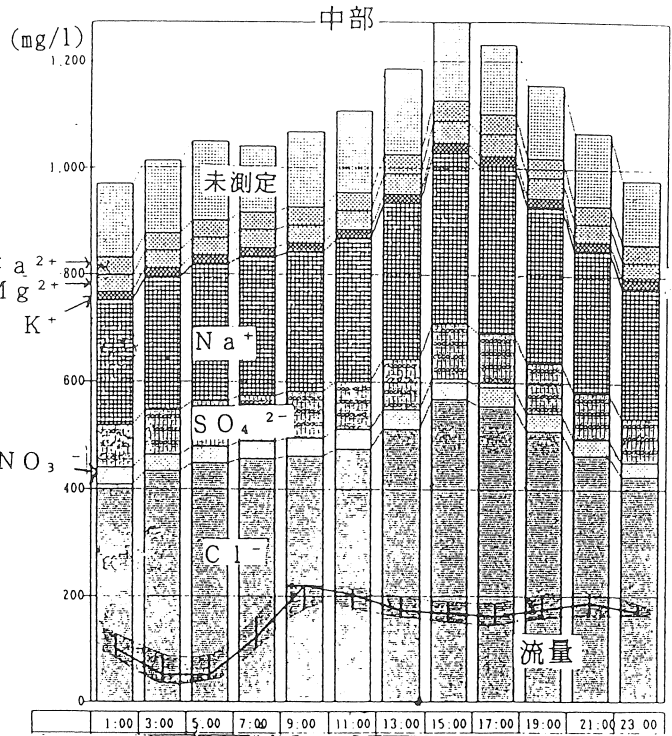


図-3 中部下水処理水のイオンの経時変化

では、塩類を多量に含む海水の侵入により、内陸部の処理場よりも塩素イオンやナトリウムイオンなどの濃度が高くなっている。また、内陸部の処理場でも事業所排水等の流入により硫酸イオンやナトリウムイオンが高くなっている所もあり、処理場の立地条件の違いが、処理水の水質的特性に影響を与えていると推定される。

図 3、4 にイオンの経時変化の例を示す。臨海部の中部下水処理場で塩素イオン濃度が時間帯により 1.3 倍程度増加していた。

また、栄第一下水処理場で硫酸イオン濃度が 2 倍程度増加するなど経時的変化のみられるところがあった。これらは潮位の変動や事業所排水等の流入など人の生産活動時間によるものであると考えられる。

更に、平成 3 年度に調査した溶解性物質 (DS) の季節変動を調べると、西部下水処理場を除き他の 10 下水処理場では季節変動が認められなかった。臨海部の下水処理場が四季を通して高い値となっているのは、季節よりも立地条件が DS 濃度に影響していると推定される。

今回の分析では処理水 DS の 60~80% に相当するイオンを定量できたが、残りの未測定物質には有機

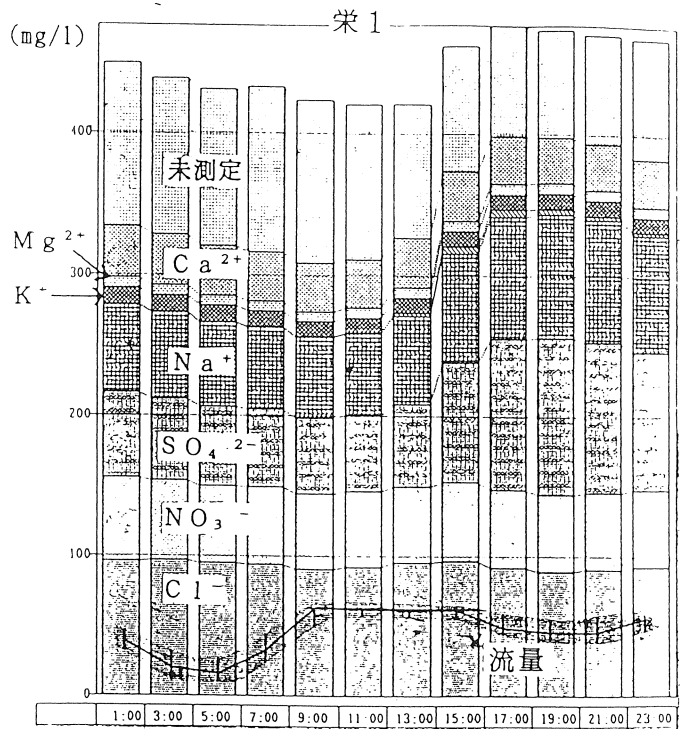


図-4 栄第一下水処理水のイオンの経時変化

物や珪酸塩などが含まれていると思われる。また、重金属について平成2・3年度の下水精密試験結果をみると銅、亜鉛、鉄、マンガンを検出しているが、いずれも基準の1/5~1/10以下程度のもので塩類の濃度を高めている直接の要因とはなっていない。

(3) 河川水の塩類濃度

図-5は市内の鶴見川（落合橋、新羽橋、鶴見川橋）と柏尾川（高島橋、鷹匠橋）、いたち川（城山橋）、境川（立石橋、大清水橋）、宇田川（まさかりが淵）の河川水と水道水を分析した結果である。

水道水に比べて河川水の塩類濃度が高いのは下水道の未整備地域からの生活排水の流入や事業所排水等に起因していると推定される。また、海域に近い鶴見川橋では海水の影響により塩類の濃度が高く、潮位によりかなり変動している。

城山橋と下流の鷹匠橋で、硫酸イオン濃度が通常の河川水より高いのは、流域にある事業所等からの排水による影響と推察している。

このように河川水や処理水などのイオン濃度を定期的に測定することで、河川や処理場の状況等の判断に役立つと考えられる。

(4) 配管材料に与える影響

処理場内利用では処理水供給配管に、カルシウムやマグネシウム塩単独でスケールが蓄積して配管を閉塞させているケースは少なく、多くは配管から発生する錆によるものであり、配管に異種金属を使用している部分で生じている。しかし、いずれの場合も処理水中の塩が電解質として働いたり、配管材料と反応して錆やスケールの原因となっていると推測され、塩類の種類や濃度により、材質を選ぶことが必要と考えられる。

4. まとめ

以上の結果についてまとめると次のようになる。

- 1) 臨海部と内陸部にある処理場では立地条件の違いから、水質特性に違いがあることが分かった。これらの原因は海水や事業所排水等などの流入によるものと考えられる。
- 2) 処理水を経時的に測定した結果、中部下水処理場の塩素イオンや栄第一下水処理場の硫酸イオン濃度のように経時変化がみられるものもあった。これらは、潮位など自然現象や事業所排水等の流入など人の生産活動の影響によるものであると推定される。
- 3) 処理水や河川水などのイオン濃度を定期的に測定しバックグラウンドデータとして蓄積しておくことで、処理場や河川の異常排水流入時等における原因調査に利用できることが分かった。
- 4) 処理場内利用での処理水供給配管ではスケールによる閉塞よりも錆によるものが多い。これは、処理水中の塩が電解質として働き、配管材料と反応して錆を発生させており、材質的な面の対応で対処できると言える。

今後の課題として、処理場に流入した塩類が下水処理にともないどのような挙動を示すか、また、処理にどのような影響を及ぼすか、調査を考えている。さらに、「未測定部分の解析」や「排水源の調査及び、流入幹線における海水等の侵入水の調査」、「修景・親水用水への利用を行う場合に魚や水性植物への影響調査」等も行う予定である。

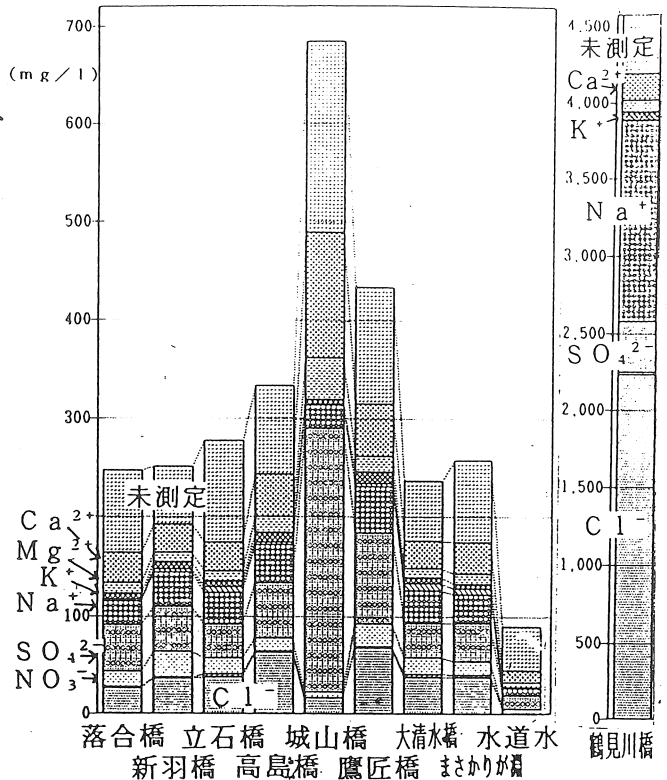


図-5 河川水DS中のイオン濃度