

山崎川における塩分遡上が水質特性に及ぼす影響

指導教員 富永晃宏 教授

室屋京介

1. はじめに 山崎川は猫ヶ洞池を水源とし、名古屋市を南西に流れる延長 13.6km の感潮河川である。河口から 5.6km までの区間は感潮域であり、近年、河川が白濁し悪臭がするなどの問題点が指摘されている。今まで山崎川河口部を取り上げた研究はほとんど無く、データが不足していることから、汚濁の原因を解明する手始めとして、感潮域での塩分遡上の実態を把握するために、下流部での水質観測を実施した。図 - 1 より、新瑞橋までが感潮域であり、図中に示す黒丸は落差工（河口から 5km）、黒台形は堰（河口から 3.5km）の位置を示している。

2. 観測概要 移動観測として 6 月 16 日（大潮）の 10:00~19:00 と 11 月 11 日（大潮）の 8:00~17:00 に多項目水質計（東亜 DKK 製 WQC-24）を使用し、新瑞橋（河口から 5.6km）から東橋（河口から 0.7km）の区間において干潮時と満潮時において各橋上中央から多項目水質計をワイヤーで吊り下げ、水面から底面まで 0.5m 毎に、pH、溶存酸素濃度（以下、DO とする）、濁度、塩分、水温、酸化還元電位（以下、ORP とする）を計測した。観測箇所については 6 月の干潮時に 11 箇所、満潮時に 5 箇所、11 月の干潮時に 11 箇所、満潮時に 10 箇所を観測を行った。ただし、11 月は ORP ではなくクロロフィル a（以下、Chl.a とする）を計測した。天気は 6 月 16 日が晴れ時々小雨、11 月 11 日は快晴であった。また、連続観測として 8 月 28 日（大潮）4:30~18:00 に豊生橋（河口から 2.7km）、12 月 14 日（大潮）8:00~18:30 に裕竹橋（河口から 3.85km）にて多項目水質計を使用して 30 分毎に、水面から底面まで 0.5m 毎に pH、DO、濁度、塩分、水温、Chl.a を計測した。8 月 28 日は午前 9 時頃から断続的に雨が降り続いた。流速観測として 10 月 27 日（大潮）8:30~17:30 に豊生橋、12 月 14 日（大潮）8:30~19:00 に裕竹橋にて、超音波流向流速計（RiverCAT ; SonTek 製）を用いて観測を行った。

3. 移動観測結果及び考察 図 - 2~5 に 6 月 16 日と 11 月 11 日の干潮時の DO と塩分の縦断鉛直分布を示す。なお、DO のグラフにおいて、好気性微生物が活発に活動するために DO が 2mg/L 以上必要なため、2mg/L を境にして色分けをしている。まず、DO に注目すると、6 月と 11 月のどちらも広範囲に渡り、貧酸素状態である。表層においても 3.0km~4.5km の区間では、DO がゼロである。また、この周辺は河川の白濁が顕著である。図 - 2 の 6 月のグラフでは、

河口から 2km までの区間に高 DO の水塊を確認することができるが、これは下流部を観測した時刻が上げ潮時であったため、海からの海洋性植物プランクトンの光合成により生成された酸素を含む高 DO の流入が影響したと考えられる。また、観測区間の最上流部に比較的高い DO があり、河川上流からの DO を含んだ流れの流入だと考えられる。河川上流の新瑞橋付近での水深は浅く 0.5m にも達しないが、下流に進むにつれ水深が深くなり、それに伴い DO が減少し、河口に近づくにつれ DO は増加している。図 - 4、5 の塩分に注目すると、6 月、11 月ともに成層の形成が顕著に見取れる。等塩分線の間隔は異なるが、塩分は同程度である。このように塩分成層が形成されることで上層と下層の鉛直混合が抑制される。底泥が溶存酸素を消費することで、図 - 2、3 のように DO が欠乏すると考えられる。また、山崎川からは硫化水素の匂いがし、硫化水素は水に溶けた状態で酸化すると白濁するため、この反応にも酸素が使われたと考えられる。両方とも河口から 5km 未満の区間で底層に高い濃度の塩水が存在する。また、11 月の方が 6 月よりも高い塩分であるが、塩水楔の位置はどちらも約 5.2km まで達している。上流から流入する淡水は感潮域に達すると塩水の上を滑るようにして表層部分を流れると考えられる。6 月の観測結果では河口から 3~3.5km 付近での上層での塩分が一部低くなっており、これは同じく河口から約 3km の地点にある山崎水処理センターか



図 - 1 山崎川感潮域

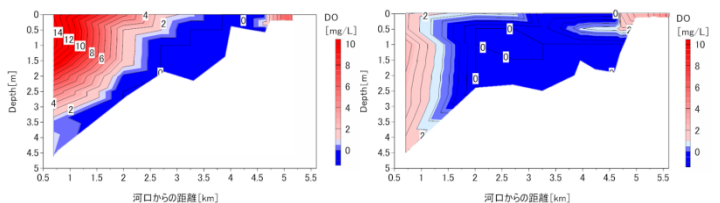


図 - 2 DO分布 6月16日

図 - 3 DO分布 11月11日

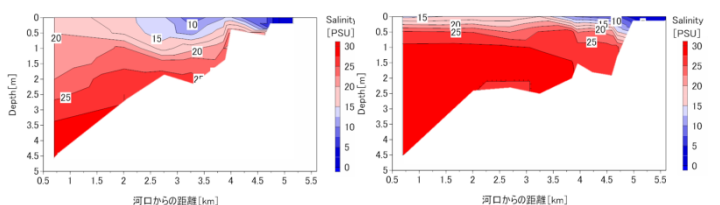


図 - 4 塩分分布 6月16日

図 - 5 塩分分布 11月11日

らの排水と考えられたが、11月の観測結果からは確認することができず、他の要因が考えられる。

4. 連続観測結果及び考察 堰を挟んでの水質特性を把握するために豊生橋と裕竹橋で観測を行った。図-6(a), (b), 7(a), (b)にDO及び塩分の時間変化を示す。図-6(a)より中層から下層にかけてDOの低い水塊が停滞しており、貧酸素化していることが分かる。満潮と干潮による水位の上昇及び下降が確認できるが、躍層も水位変動に対応して移動している。一日を通して、下層に貧酸素水塊が存在しており、常にDOが2mg/L以下である。9時過ぎから降り出した雨の影響のため、正午付近の表層に6mg/L前後の比較的高いDOが見られるが、時間変化とともに徐々に低下した。これは雨水吐からの未処理水流出の影響と考えられる。降雨後ではDOが2mg/L以下である貧酸素水塊の部分が大きくなっている。図-6(a)と同様に雨の影響を受けて上層から底層にかけて低い塩分が存在することが確認できる。図-6(b)の塩分が高い所では図-6(a)のDOが低くなっていることから塩分とDOには関連があるといえる。底層に塩分の高い水塊が存在することで、河川が貧酸素、高塩分のままであるために水質が改善されないのではないかと考えられる。図-7(a)より裕竹橋は豊生橋に比べてDOが2mg/L以下の部分が大きいことが分かる。裕竹橋は豊生橋の上流にも関わらずDOが乏しく、これは海からの高いDOの表層水が到達せず、また、堰があることで水塊が停滞していると考えられる。図-7(b)に注目すると図-6(b)より高塩分であることが分かる。冬季は観測を行った昼間における潮汐の変動が小さいことと降水量が少ないため、高塩分な結果になったと推察される。

5. 流速観測結果及び考察 図-6(c), 7(c)に豊

生橋、裕竹橋の河川中央における定点での流速分布の時間変化観測結果を示す。図-6(c)より8時から9時にかけての満潮時から干潮時にかけて20cm/s程度の流下方向の流れが確認できる。また、表層に向かうにつれて流速が速くなっている。干潮時の少し手前の10時頃に逆流し、干潮時は10cm/s未満の遅い流速があり、流れが停滞していると考えられ、表層に順流が確認でき、表面を上流からの流れが滑るように流入していると考えられる。干潮時から満潮時にかけては徐々に逆流する流れが強くなり、およそ20cm/sの流速が確認できる。逆流の場合は順流の場合と異なり、表層の流れが速くなるのではなく、全水深において同程度の流速がある。満潮時に近づくと徐々に流速は遅くなり、やがて流下方向の流れが現れる。一方、裕竹橋の流速は概ね豊生橋と同様な特徴があるが、全体的に豊生橋より裕竹橋の流速が小さい。連続観測の塩分の結果と見比べると、順流でも逆流でも同じ塩分の値を記録しており、同等の水塊が往来していると考えられる。

6. おわりに 移動観測の結果、山崎川の感潮域のほぼ全域の表層以深で貧酸素水塊が存在していることが判明した。河口から3.0km~4.5kmの区間では表層のDOが0mg/Lであり、特にこの周辺で白濁が顕著であることから関係性があると推察される。連続観測の結果からDOと塩分の挙動には関連があると確認できる。塩分成層が形成されることによる鉛直混合の抑制と底泥、硫化物が酸化され河川が白濁する酸素が消費され、貧酸素になり嫌気性生物が硫化物を生成し、酸素を消費するという悪循環に陥る。今後は、今回よりも長い連続的な観測や数値シミュレーションを行うことで、観測河床形状と複雑な潮汐の流れを検討するとともに、汚濁メカニズムの解明と水質改善策を提案する必要がある。

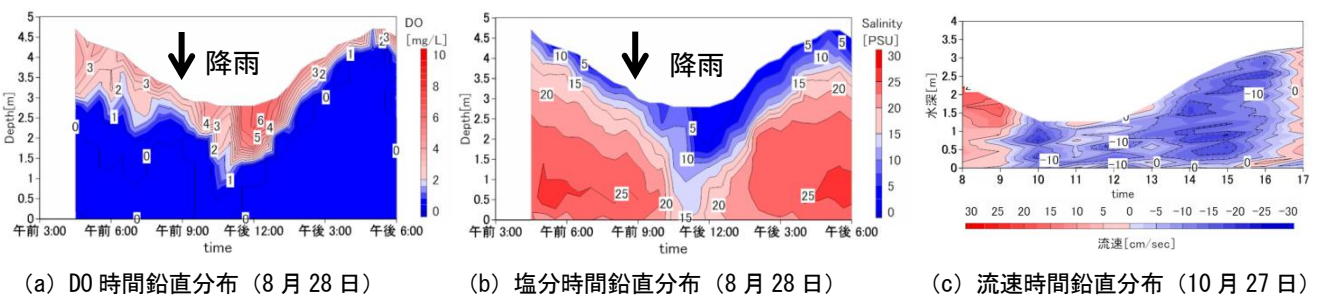


図-6 豊生橋の観測結果

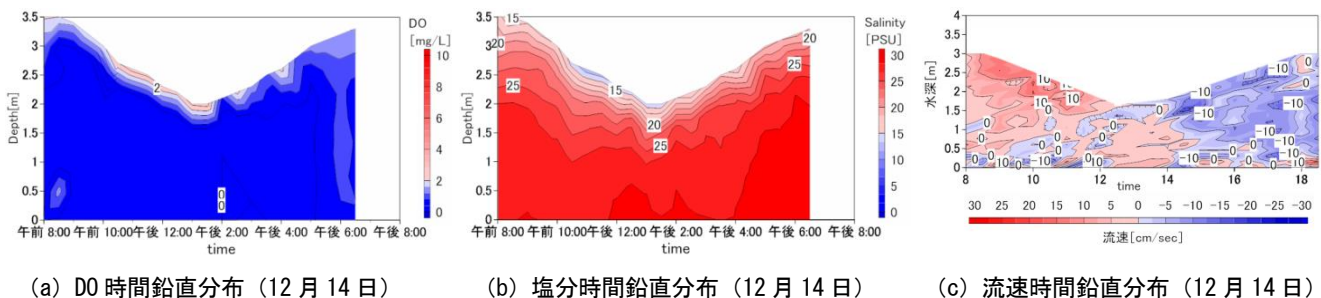


図-7 裕竹橋の観測結果

