

堀川・新堀川河口域の秋季における水質特性に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○TANG ZIJIAN

名古屋工業大学大学院 フェロー会員 富永 晃宏

1. はじめに 図-1に示すように、名古屋市の堀川、新堀川、そして中川運河は水源が乏しく、大部分の流動は名古屋港から潮汐によって移動する水に支配されている。近年に河川が白濁し悪臭がする等の問題が指摘され、改善案が必要とされる。また、宇野らの研究により、新堀川は河床勾配が 1/10000 程度と小さく上流まで塩水が下層に滞留しており、貧酸素水塊が常に存在していることが分かっている¹⁾。この新堀川と堀川の水が合流点で混合し、また潮汐によって名古屋港からの海水とも混合することから、堀川と新堀川の全体の水質改善を図る上では、互いの河川の水質への影響を把握することが必要とされる。そこで本研究では、堀川と新堀川との合流点及び名古屋港河口までの水質観測を実施した。

2. 観測概要 移動連続観測として 2017 年 11 月 2 日（大潮）7:00～16:00 に多項目水質計（東亜 DKK 製 WQC-24）を使用し、図-1（左）に示すように、大瀬子橋→内田橋→紀左エ門橋の順番で船を使い、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、水温、塩分を 5 回ずつ計測した。次に、定点での連続観測として 2017 年 11 月 16 日（大潮）に紀左エ門橋にて 6:30～17:30 の間で多項目水質計と DO 計（YSI Environmental ProODO）を橋上中央からワイヤーで吊り下げ 30 分毎に計測を行った。水面から 0.5m 毎に pH、濁度、水温、塩分を多項目水質計で計測し、DO を DO 計で計測した。また、2 回目の移動連続観測として 2017 年 11 月 24 日（小潮）7:30～16:00 に、図-1（右）に示すように、まず午前中の満潮時に船で①～⑦の順番で移動しながら、水面から 0.5m 毎に pH、濁度、水温、塩分を多項目水質計で計測し、DO を DO 計で計測し、午後の干潮時に同様な実験をもう一回行った。三日間とも天候は晴れだった。

3. 合流部の移動連続観測結果及び考察 図-2 および図-3 に 11 月 2 日に計測された 3 か所における DO と塩分の鉛直分布時間変化をそれぞれ示す。まず、図-2 の DO について、下げ潮時に表層では微量に DO が存在するが、どちらも中層から底層にかけて、低い DO の水塊が存在している。ただし、上げ潮から満潮時に近づくと、河口側の紀左エ門橋における DO は顕著に上昇した。これに伴い、堀川の大瀬子橋および新堀川の内田橋においても中層付近に DO の上昇が認められた。これまでの中上流部の堀川の観測では、

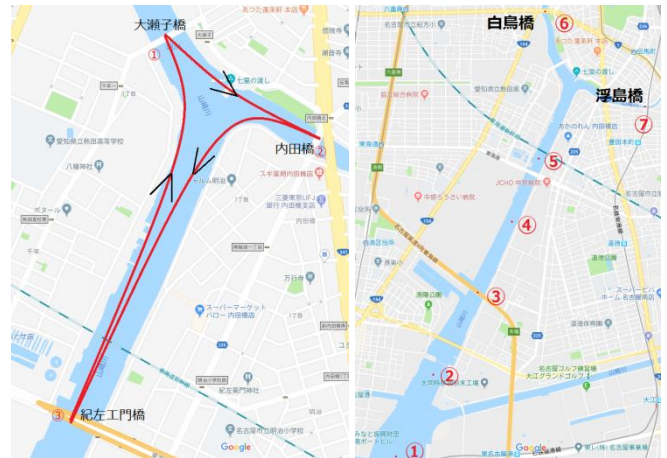


図-1 観測概略図（左：11月2日、右：11月24日）

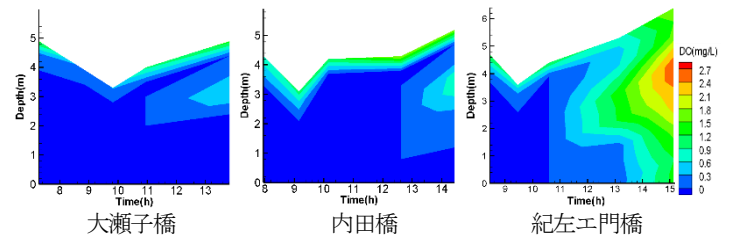


図-2 11月2日移動連続観測による DO 鉛直分布の時間変化

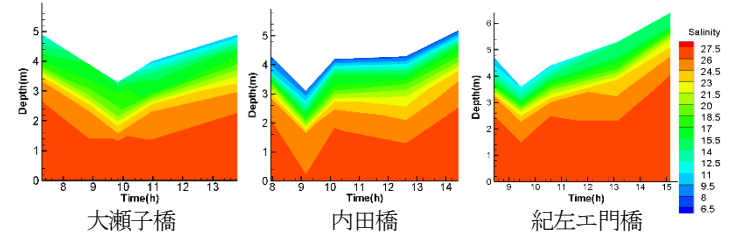


図-3 11月2日移動連続観測による塩分鉛直分布の時間変化

塩素イオン量の増加により DO が減少する特性が見られたが、今回の観測では相反する結果を得た。このことから、秋季においては河口から DO が低い塩水が遡上することが原因ではなく、上流の堀川、新堀川においてヘドロの堆積により、溶存酸素が大量に消費される水が下流に流入するのが原因と考えられる。

図-3 の塩分については、高濃度の塩水が遡上し、いずれの場所においても同程度の濃度分布を示しており、成層化していることが分かる。水面から 1.5m の高さに明確な躍層が認められ、この位置は潮汐とともにほとんど変化していない。このことから、密度差の影響が成層化の原因の一つであり、合流部から河口にかけての一定の範囲は同様の塩分構造をしているものと推測される。

キーワード 水質、現地観測、DO、貧酸素水塊、塩分遡上、密度成層

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院工学研究科社会工学専攻 TEL052-735-5490

4. 紀左エ門橋における鉛直分布連続観測結果及び考察

合流部における移動連続観測での結果を確認し、考察するために河口側の紀左エ門橋で11月16日に連続観測を行った。図-4にDOと塩分の時間鉛直分布を示す。DO鉛直分布により、干潮時にはDOが低くなり、特に中層部では鉛直混合が抑制されるため貧酸素状態が続いている。上げ潮時から満潮にかけて、DOは海水の流入により上昇している。このことは前回の移動観測の結果を裏付けるものであり、河口側のDOが高いことが確認される。

塩分鉛直分布を見ると、図-3と同様の分布を示しており、底層に高濃度の塩分があり成層化が認められる。満潮時、干潮時に潮汐による水位変動が確認できるが、躍層が常に水面から1.5m前後にあり、潮汐の影響を受けず、鉛直混合が抑制されていることが分かる。

5. 11月24日の移動連続観測結果及び考察 観測結果として、図-5に各観測点でのDOの鉛直分布を、図-6に塩分の鉛直分布を示す。河口から紀左エ門橋までの区間①から⑤については縦断コンター、堀川の白鳥橋と新堀川の浮島橋については、鉛直分布図を示す。図-5の河口までのDO鉛直分布より、午前の満潮時におけるDOは全体としては午後の干潮時より大きい。午後の干潮時には上流側で上流からのDOの低い水塊の流入によりDOの低下が見られるが、河口部ではDOの上昇が見られる。堀川にある白鳥橋でのDOは終日が2mg/L以上だったが、新堀川にある浮島橋でのDOは午後の干潮時、上層部と底層部より中層部のほうがかなり低くなり0.5mg/Lまで下がった。これは新堀川の浮島橋前後の河床の高さの変化により塩水の交換が円滑に行われていないため、中層部の水の酸素が消費されてDOが低下した可能性がある。

図-6の塩分鉛直分布を見ると、河口から1km付近までは上層に低い塩分の層があり成層化が見られる。干潮時には全体的に上層の塩分が低下し躍層の位置が満潮時より下がっている。上流の白鳥橋、浮島橋とも満潮時には成層化が顕著であるが、白鳥橋では干潮時に成層化が弱まるのに対して、浮島橋では成層化が維持されている。表-1を見ると、白鳥橋で干潮時では C_s/C_b が0.640と緩混合から強混合となり水の鉛直混合が進み、躍層が解消される原因だと考えられる。一方、浮島橋では終日 C_s/C_b が約0.2であり弱混合寄りの緩混合が維持され、水の鉛直混合の抑制が水質の悪化の原因の一つだと考えられる。

6. おわりに 一回目の移動連続観測の結果、堀川と新堀川との合流点付近の水質を把握でき、合流点上流の方に貧酸素水塊が常に存在し、合流点の下流で海水の遡上によりDOが上昇することがわかった。連続観測の結果からもこれを立証した。二回目の河口までの移動連続観測から、DOの変化の傾向を確認でき、更に海水の遡上により上流の水質に影響を与えるかどうかを確認した。これらにより、堀

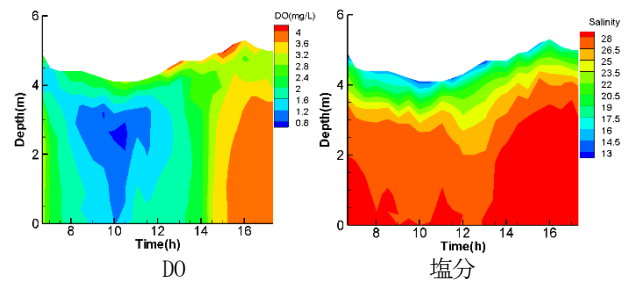


図-4 紀左衛門橋におけるDOと塩分の鉛直分布時間変化
①~⑤河口部 ⑥白鳥橋 ⑦浮島橋

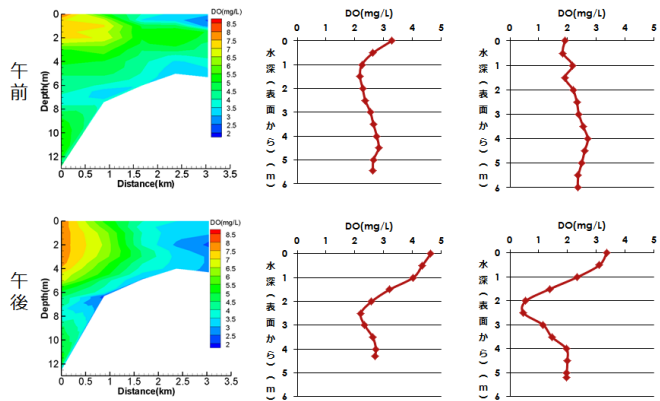


図-5 11月24日移動観測におけるDO鉛直分布
①~⑤河口部 ⑥白鳥橋 ⑦浮島橋

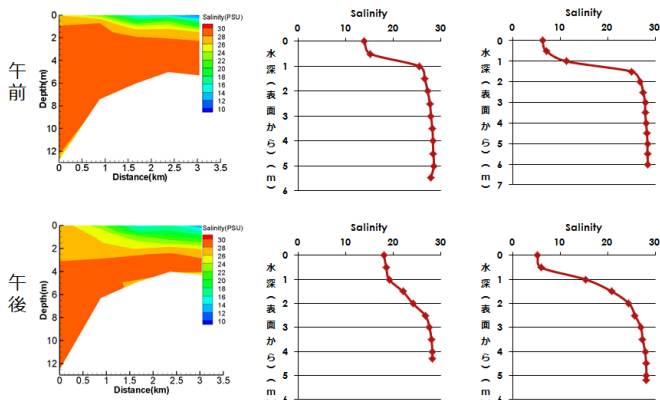


図-6 11月24日移動観測における塩分鉛直分布

表-1 合流点上流部での C_s/C_b

場所	白鳥橋	浮島橋
満潮	0.490	0.221
干潮	0.640	0.188

(但し、 C_s : 表層塩分濃度、 C_b : 底層塩分濃度)

川と新堀川の合流部付近では秋季から冬季にかけて、水質が徐々に良くなることを示したが、新堀川では成層化が解消せず貧酸素状態となりやすいことがわかった。今後は新堀川の中層部の水交換を確認するために、河床の形と流速の鉛直分布を計測する必要がある。また、季節ごとの酸素の消費状況、塩分の変化規律、混合形態などの水質変化の特性を見つけ、数値シミュレーション行うことにより効果的な水質改善案を提言したい。

<参考文献>1) 宇野裕奎, 富永晃宏: 新堀川における潮流流動及び水質特性に関する研究, 土木学会第70回年次学術講演会概要集II.