

中川運河における水質の鉛直構造について

名古屋工業大学 学生会員 ○森下真那人 名古屋工業大学大学院 学生会員 花井一雄
 名古屋工業大学大学院 学生会員 横山 裕史 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 中川運河は名古屋港と旧国鉄笹島貨物駅を結ぶ総延長8.2kmの運河であり、南は中川口通船門、北は松重閘門で区切られた極めて閉鎖的な水域である。この中川運河における北支線、東支線は運河の最奥部に位置し、閉鎖性が強いいため植物プランクトンの異常増殖、密度成層による貧酸素化が問題となっている。本研究では、水質改善の手がかりを得るべく北・東支線に着目した水質観測を実施した。

2.観測の概要 定点観測として、9月11日から24日まで多項目水質計(東亜DKK製WQC-24)を使用し、松重ポンプ所の水底から1mの位置にワイヤーで固定し、10分毎にpH、溶存酸素濃度(以下DO)、濁度、塩分濃度、水温、酸化還元電位(以下ORP)を計測した。また定点観測の結果より、各水質項目の水深毎における時間的・場所的变化を知るために、図-1に示す中川運河の各橋において各橋上中心から多項目水質計をワイヤーで吊るし、水面から鉛直方向に0.5m間隔でpH、DO、濁度、塩分濃度、水温、ORP、クロロフィルa(以下Chl.a)の水質移動観測を行った。観測日時、地点を表-1に示す。なお、時間帯毎に表-1に示す地点順に移動し観測を行った。

3.定点観測結果と考察 図-2に松重ポンプ所における定点観測結果を示す。まず、DOは日変化があることが分かる。DOは10時頃から上昇、15~18時頃にピークに到達するが、たびたび過飽和状態であることが分かる。これは植物プランクトンの光合成による影響によると思われる。その後緩やかに減少し、7~9時頃に最低濃度に至る変動パターンが見ら

れる。また気象変化として9月15日に合計降雨量23.5mm、16日に101mm、23日に32.5mmが確認されている。これにより9月16日以降に雨水吐越流(以下CSO)が運河に流入し淡水化され、塩分濃度が急激に減少している。それ以後は回復傾向にあるが、以前よりも低い値を示している。これは晴天時の堀川への導水量が1



図-1 中川運河概要

日約7万m³であり、水の交換日数が12日程度であることから、運河に淡水が長期間残留したためと推察できる。またDOは降雨後にゼロとなり無酸素状態であることが分かるが、これは直接的な降雨による攪乱の影響とCSOによるものと思われる。次にORPについて考察すると、降雨時は雨水やCSOに含まれる有機態や堆積物の巻き上がり等の影響で、ORPは負値となるが、DOが回復してくると、酸化反応により値は負から正に移行することが分かる。また、ORPが急激に減少している時間帯は、松重ポンプ所から中川運河に隣接する堀川への導水開始時に対応しており、底層の還元状態にある流体塊が巻き上げられたものと推察する。水温に関しては、降雨時に低下しているが、これは降雨により流入した淡水の水温が運河の水より低いためと思われる。また午前から午後に移行するにつれ上昇、15~18時にピークに到達し、夜間にかけて減少していく日変動が見られた。水温は日射を吸収して上昇するものと推察される。

表-1 観測日時と観測地点

観測日	観測時間帯	観測地点
第1回 10月4日	7:00~10:00 13:00~16:00 19:00~21:00	西日置橋→柳原橋→長良橋→小栗橋→猿子橋
第2回 10月7日	7:00~10:00 13:00~16:00 19:00~21:00	西日置橋→柳原橋→長良橋→小栗橋→猿子橋
第3回 10月10日	7:00~10:00 13:00~16:00 19:00~21:00	西日置橋→柳原橋→長良橋→小栗橋→猿子橋
第4回 10月22日	7:00~10:00 16:00~19:00	西日置橋→長良橋→小栗橋→猿子橋
第5回 11月14日	7:00~10:00 16:00~19:00	西日置橋→長良橋→小栗橋→猿子橋
第6回 11月22日	7:00~10:00 16:00~19:00	西日置橋→長良橋→小栗橋→猿子橋
第7回 12月4日	9:30~15:30	東海橋→昭和橋→野立橋→篠原橋→長良橋→小栗橋→猿子橋→西日置橋

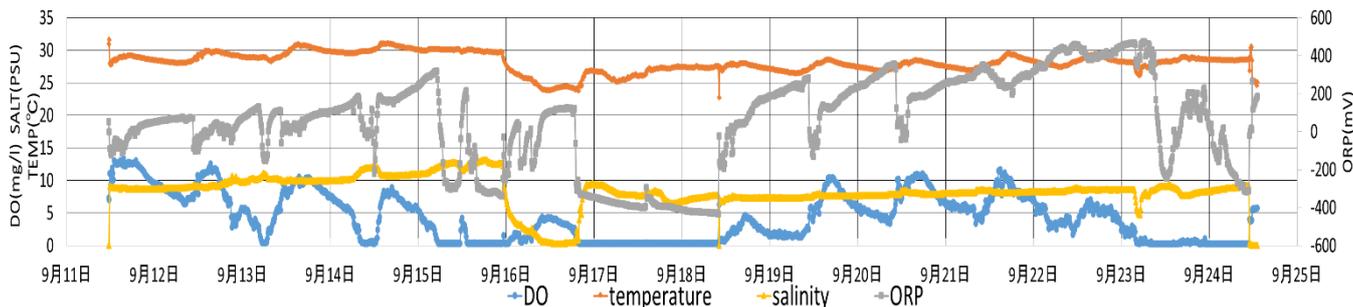


図-2 松重ポンプ所定点観測(9/11~25) DO 塩分濃度 水温 ORPの関係

4.移動観測結果と考察 今回は図-2 に示した DO の日変化において、その値が上昇し、高濃度となる午後と最低となる朝の時間帯について検討する。なお、気象変化として10月15日に70mm、16日に43.5mm、20日に83mmの降雨があった。図-3、図-4に西日置橋（東支線）と長良橋（北幹線）におけるDO鉛直分布図（7～9時、13～17時）を示す。13～17時（以下午後）における観測は7～9時（以下朝）に比べ観測時間の幅が広がっているが、図-2に示したDOの午後における変化は午前に比べて小さいことから、比較対象として用いることが可能と判断した。DO（朝）については、表層こそある程度の値を保っているが、中層から底層にかけて貧酸素状態であることが分かる。特に西日置橋ではその傾向が顕著である。それに対してDO（午後）は、朝に比べ、DO全体の濃度が高くなっており、特に長良橋では表層で過飽和状態であることが分かる。また西日置橋、長良橋ともに中層から底層にかけてDOが行き届いており、貧酸素水塊の層が下がっていることが確認できた。10月22日については、DOが他の観測日に比べ高い値を示している。これは前期降雨の後に続く20日の降雨によって流入したファーストフラッシュが少ないと考えられる淡水が運河の表層から中層にかけて滞留したため、DOが一時的に上昇したものと思われる。またDOを時系列変化で見ていくと、DOは日が経つにつれ、全体的に高濃度となっており、特に表層から中層にかけては大きく回復していることが分か

った。次にChl.aについて考察してみる。図-5に示した西日置橋におけるChl.a鉛直分布図を見ると、Chl.a（午後）は、Chl.a（朝）と分布傾向は同様であるが、全体的に高濃度となり、表層付近で20 μ g/l程度の上昇が見られる。これによりDOの午後における増加は植物プランクトンの光合成の影響によるものだと推察できる。また図-6に示した西日置橋の水温と塩分濃度から算出した現場密度 σ_t の鉛直分布図（朝）を見ると、日が経つにつれ表層と底層の密度差が減少し、鉛直混合が進んでいる。10月22日は、前述した淡水の影響で表層～中層にかけて密度が大きく減少している。また図-7は12月4日に観測した各地点におけるDO鉛直分布図である。中川運河のDOは中川口ポンプ所から取水した海水がベースで高い値を示しているが、上流に行くにつれてヘドロに起因する底層での酸素消費のために底層のDOが低下しているのが分かる。堀川への導水の影響が小さい北支線では貧酸素水塊の層が中層付近まで達している。

5.まとめ 定点観測の結果、DOの日変動特性がわかり、また降雨による影響をある程度把握できた。移動観測の結果、東・北支線の底層は貧酸素状態にあり、原因として底層に堆積した有機物の酸素消費の影響が強い。また鉛直混合が進むことで表層と底層の密度差が減少し、DOが回復傾向にあることが分かった。今後さらに同様な観測を実施し、水質の鉛直分布の季節変化を捉える必要があると思われる。

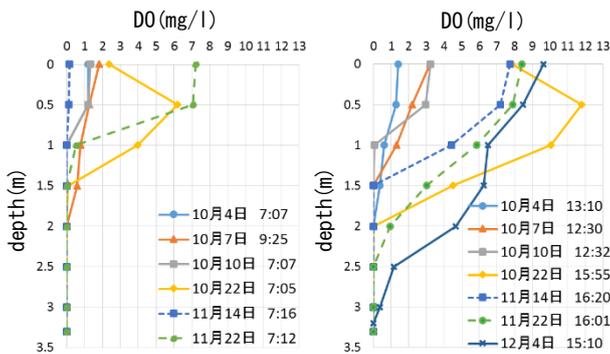


図-3 西日置橋 DO鉛直分布(朝・午後)

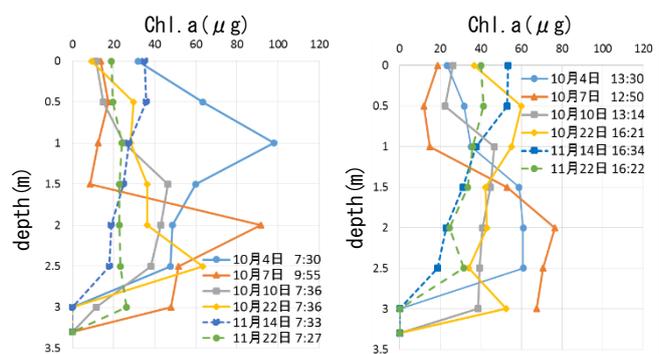


図-5 西日置橋 Chl.a鉛直分布(朝・午後)

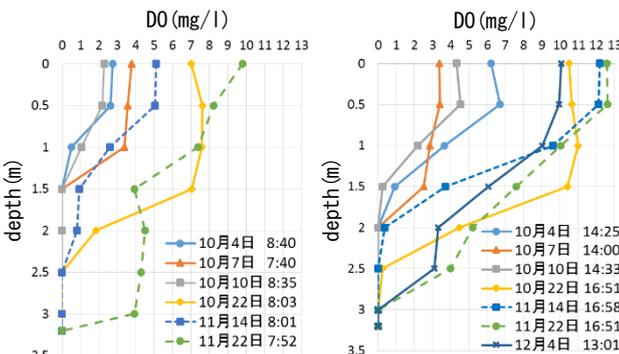


図-4 長良橋 DO鉛直分布(朝・午後)

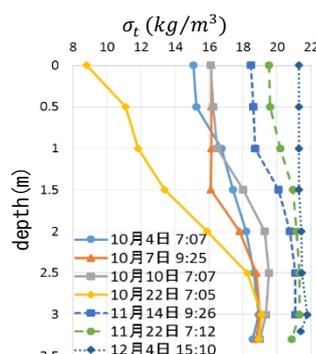


図-6 西日置橋 σ_t 鉛直分布(朝)

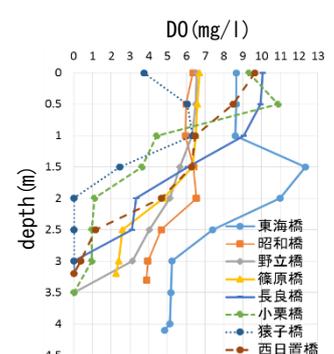


図-7 12月4日 DO鉛直分布