

中川運河における水質の季節変化に関する研究

鹿島建設(株)

正会員

○森下 真那人

名古屋工業大学大学院

学生会員

宇野 裕奎

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側の中川口閘門と堀川との接合部に位置する松重閘門により区切られた総延長8.2kmの運河であり、かつては名古屋港と市街中心部を結ぶ物流の軸として中部の産業発展に貢献してきた。しかしながら、現在の中川運河は閉鎖性に伴う水質悪化が問題となっている。主な要因として1) 富栄養化による植物プランクトンの内部生産、2) 密度成層による底層の貧酸素化が挙げられている。そこで、本研究は運河における水質の季節変化について、夏季及び冬季の現地観測と水質分析により検討、考察を行った。

2. 水質観測概要 特に汚濁が激しいとされている運河の最奥部に位置する東支線西日置橋にて冬季に定点観測、夏季及び冬季に移動観測を実施した。観測地点を図-1に示す。定点観測は、2014年12月8日から12月22日の期間で多項目水質計(東亜 DKK 製 WQC-24)を表層(水面から0.5m)、中層(水面から1.5m)、底層(水底から0.5m)に設置し、5分毎にpH、溶存酸素濃度(DO)、塩分、水温、クロロフィルa(中層, Chl.a)、濁度、酸化還元電位(底層, ORP)を測定した。移動観測は、2015年8月5日(夏季)と12月1日(冬季)に多項目水質計を使用し、図-1に示す9か所の橋を観測対象とし、いろは橋(St.1)から上流に向かって西日置橋(St.5)まで移動し、計測した。水面から0.5m間隔で鉛直方向にpH、DO、塩分、水温、Chl.aを計測した。

3. 観測結果と考察

3-1. 定点観測結果から見た冬季のDOの変化特性 図-2は2014年12月8日～12月22日に東支線西日置橋にて実施したDOの定点観測結果である。表層(水面から0.5m)のDO濃度は観測期間を通じて6～20mg/Lであり、降雨の多かった観測期間の後半では、過飽和である場合が認められる。中層(水面から1.5m)のDOは、表層DO濃度に追従する時間変化特性を示す。底層(水底から0.5m)のDO濃度は、常時、底質による酸素消費を伴い2mg/L

以下の貧酸素である場合が多いが、12月17日の12時頃から18日にかけて、底層のDO濃度が急上昇し、表層及び中層のDO濃度とほぼ一致していることが認められる。この原因として、12月16日の降雨による未処理水(淡水)の流入で、DO濃度は一時的に低下するものの、その後内部攪乱に伴う鉛直混合が促進され、表層と底層の水温差が減少し、循環により水温成層が解消されたことが挙げられる。加えて、未処理水が含有する豊富な栄養塩を利用した植物プランクトンの生産活動により、一時的に全層に

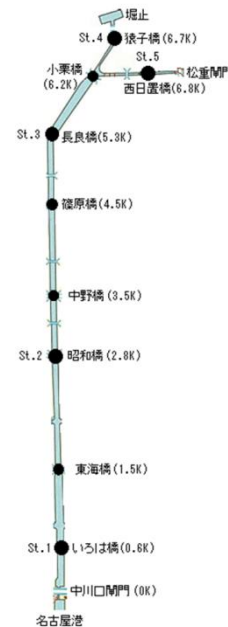


図-1 観測地点

わたりDOが高まったことが考えられる。また12月17日の午後にかけて、Chl.a濃度が200μg/Lを超える急上昇を示したことから、この時間帯に植物プランクトンの生産活動が促進されたことが示唆された。

3-2. 移動観測結果から見た季節変化及び空間変化特性

図-3(a)～(f)に2015年8月5日(夏季)と12月1日(冬季)にDO、水温、Chl.aの縦断方向の鉛直変化を示す。図-3(a)～(b)に示す夏季及び冬季におけるDOについてみると、夏季のDOは、時間鉛直分布と同様の傾向であった。冬季のDOは、夏季のDOに比べ、貧酸素水塊の層が下に押し下げられ、表層から中層は夏季よりも相対的に高いことがわかる。図-3(c)に示す夏季の水温は、表層が高く、底層が低い夏季の水温成層の形成が認められる。反対に、図-4(d)に示す冬季の水温は、気温低下により表層水温が下がり、底層が高くなる冬季の水温成層が確認される。水温とDOとの関連は、夏季

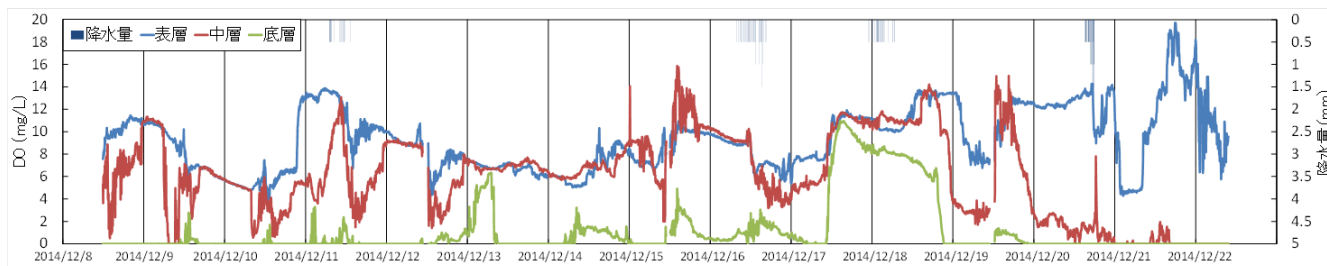


図-2 DO 定点観測結果（西日置橋） 2014年12月8日～12月22日

キーワード 富栄養化、密度成層、貧酸素水塊、閉鎖性水域、水質、現地観測

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 TEL 052-735-5490

は正の関係 ($R=0.800$) であり、冬季は負の関係 ($R=-0.896$) であった。DO は水温成層によらず、常時、表層が高く底層が低い鉛直分布を形成していることがわかるが、水温成層との関係性は明白ではない。図-3 (e) ~ (f) に示す夏季及び冬季における Chl.a の結果について、夏季の Chl.a は強い日射により植物プランクトンが強光阻害を起こしたと考えられ、低い値に留まっている。しかし、冬季の Chl.a は特徴的で、赤潮が確認された 4km 地点では、 $200\mu\text{g/L}$ の高い Chl.a 濃度を示し、異常増殖した植物プランクトンが冬季の DO 濃度に大きな影響を与えていることが明らかとなった。塩分は夏季に 5PSU 程度の塩分層の形成が確認されたが、冬季は名古屋港からの高塩分水塊の流入が見られ、弱い成層を形成している。

4. 水質分析 2015 年 8 月 5 日 (夏季) と 12 月 1 日 (冬季) に図-1 に示す 5 地点 (St.1~St.5) で採水を実施した。採水深度は、表層 (水面から 0.5m)、中層 (水面から 1.5m)、底層 (水底から 0.5m) である。全窒素 (T-N)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、アンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、全リン (T-P)、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) について分析を行った。図-4 (a) ~ (f) に水質分析結果を示す。図-4 (a) 及び図-4 (d) について、夏季は底層において有機物の嫌氣的分解により $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ が生成され、両者の分布特性は非常に類似し、強い正の相関が認められた ($R=0.99$)。これより、夏季は嫌気性に伴う底質からの無機態窒素及リンの溶出が顕著であることが明らかとなった。図-4 (b) に示す $\text{NO}_2\text{-N}$ は、冬季の濃度が夏季に対して全計測点上回る結果となった。これは、冬季の底層が酸化状態であり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ から $\text{NO}_2\text{-N}$ へ硝化が進行したことが考えられる。反対に夏季は嫌気下であるため、有機物の酸化分解が $\text{NH}_4\text{-N}$ の発生で止まり、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度は上昇していないことがわかる。図-4 (c) について、夏季の $\text{NO}_3\text{-N}$ のオーダーは冬季と比較し、大きい結果となった。この理由として、夏季は水温の上昇とともに硝化速度も大きくなるため、硝化が $\text{NO}_3\text{-N}$ まで進行したことが考えられる。次に図-4 (e) 及び図-4 (f) に T-N 及び T-P の結果を示す。T-N は、夏季の底層で高く、St.3~St.5 では 6mg/L を超える濃度となっているが、それ以外はある程度類似した空間特性を示した。T-P は、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の分布傾向との類似性が認められ、夏季の St.3~St.5 の底層で高い濃度を示した。環境基準値 (湖沼) である T-N : 1.0mg/L 、T-P : 0.1mg/L を上回っており、富栄養化が深刻であることが示された。

5. まとめ 本研究では、夏季における底質環境の悪化に伴う貧酸素化や冬季における水温成層の解消に起因する一時的な DO 改善を明らかにした。また底質の有機物の堆積や栄養塩の溶出が水域の内部生産を助長しており、特に東支線の汚濁が顕著であった。今後は、

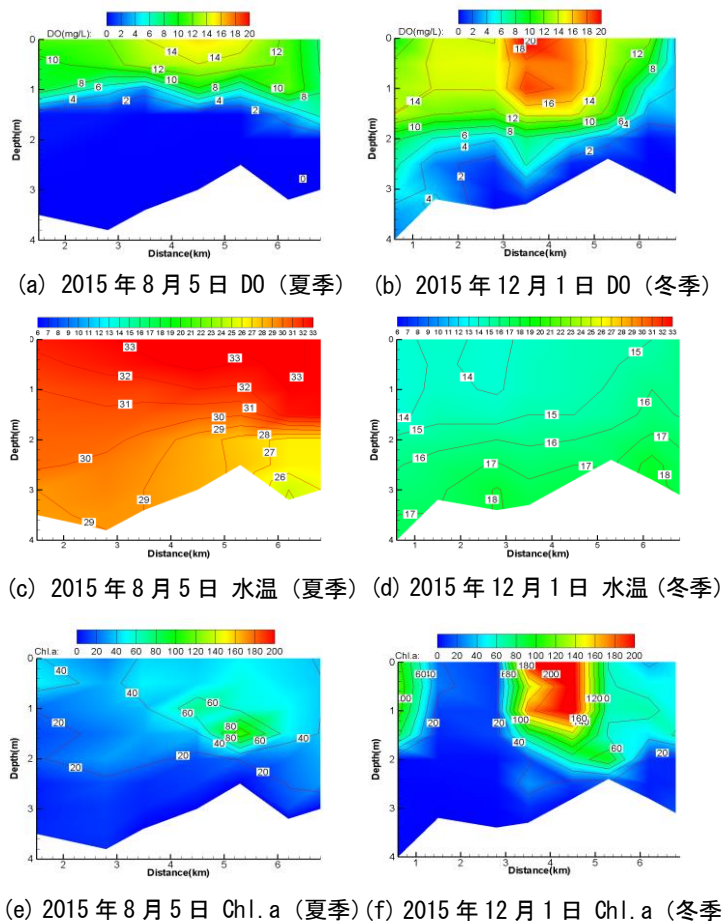


図-3 (a) ~ (f) 移動観測による縦断方向の鉛直変化

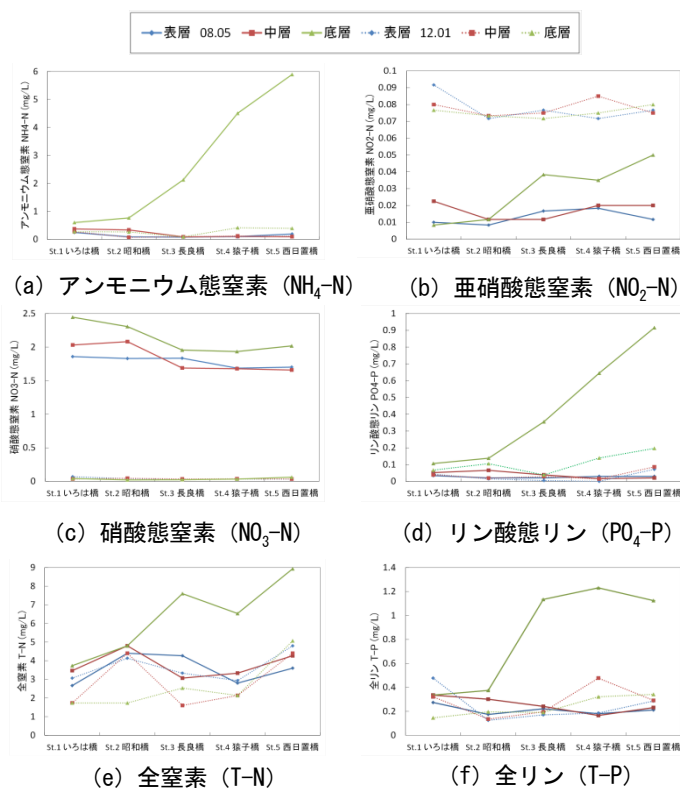


図-4 (a) ~ (f) 水質分析結果

底質環境の継続的な調査が必要と考える。

参考文献: 天野邦彦, 李建華, 鈴木宏幸, 野本岳志, 渡良瀬貯水池における初夏の栄養塩回帰についての現地観測と解析, 水工学論文集, 第 47 巻, pp.1249-1254, 2003.