

第Ⅱ部門

尼崎運河の二酸化炭素分圧の季節変化と要因解析

大阪府立大学工業高等専門学校 学生会員 ○藤嶋 康平
大阪府立大学工業高等専門学校 正会員 大谷 壮介

1. はじめに

海洋はCO₂の吸収域として知られているが、近年沿岸域においてCO₂を固定していることが明らかになっている¹⁾。しかしながら、塩分変動のある汽水域では水面からCO₂が放出されており、塩分が低いほどCO₂は放出されることがまとめられている²⁾。一方で、人工的に整備された運河のような汽水域ではCO₂は吸収されていることから³⁾、運河のような環境のCO₂の動態はまだ不明瞭である。

本研究で対象とした尼崎運河は、大阪湾湾奥に位置しており、水門によって人為的に水位が調節される閉鎖的な水域である。そのため水中には栄養塩が多く含まれているため、過栄養状態であり、植物プランクトンの過剰な増加も確認されている³⁾。したがって、過栄養化した環境では植物プランクトンが多く、高い一次生産活動によって大気から水中へCO₂は吸収されることが考えられる。

そこで、本研究では過栄養化した水域である尼崎運河の水質およびCO₂分圧の季節変化を明らかにするとともに、共分散構造分析を用いてCO₂分圧に及ぼす要因を解析することを目的とした。

2. 研究方法

(1) 調査場所・方法

調査場所は兵庫県尼崎市に位置する北堀運河、南堀運河、東堀運河および港湾における4地点を選定した(図-1)。調査は2018年5月、8月、11月、2019年1月、2019年4月から2020年2月まで毎月実施した。調査は各地点において多項目水質計(MS5, HydroLab社)を用いて水深、DO、pH、塩分を測定した。また、各地点の表層水を採水してChl.a濃度、全炭酸(DIC)およびアルカリ度を測定した。

(2) 解析方法

現地および分析で得られたデータからCDIAC(Carbon Dioxide Information Analysis Center)が提供するCO₂SYSを用いてCO₂分圧(pCO₂)を算出した。一般的に、大気中のCO₂分圧は400 μatm程度であり、水中のCO₂分圧が400 μatmよ



図-1 調査場所

り大きければ水中から大気へCO₂は放出され、小さければCO₂は吸収される。さらに、CO₂分圧に影響を及ぼす要因を把握するため、統計解析ソフトR(v.3.6.1)を用いて共分散構造分析を行った。

3. 結果および考察

(1) 水質およびCO₂分圧の季節変化

DICの季節変化を図-2、アルカリ度の季節変化を図-3に示す。DICは全体で7.73–27.17 mgC/L、アルカリ度は全体で1060–2220 μmol/kgで変動した。DICとアルカリ度は秋季および冬季に高い値を示したのに対して、春季および夏季に低い値を示して、港湾のDICとアルカリ度は運河域より高い傾向であった。また、運河域のDICとアルカリ度は地点間で違いは小さかった。

CO₂分圧の季節変化を図-4に示す。図-4より、CO₂分圧は運河域と港湾ともに秋季および冬季に400 μatm以上を示しており、CO₂は放出傾向であった。特に、DICが高くなるとCO₂は放出する傾向であった。Chl.a濃度の季節変化を図-5に示す。図-5より、2019年1月の北堀運河のChl.a濃度は最大で91.6 μg/Lであり、その他の地点においても10 μg/L以上のChl.a濃度が確認される。また、CO₂の放出を示した月の平均Chl.a濃度は8.31 μg/L、吸収を示した月の平均Chl.a濃度は23.62 μg/Lであったことから、植物プランクトンの量が少ない時に放出、多い時に吸収している傾向があった。

これらの結果より、植物プランクトンが活発でChl.a濃

度の高い春季および夏季に、DICが多く消費されることで水中のDIC濃度は低くなり、大気から水中にCO₂が吸収されていると考えられる。

(2) 共分散構造分析

共分散構造分析の結果を図-6に示す。このモデルは RESEA=0.083, CFI=0.992であり、適合度が良いモデルといえる。図-6より、CO₂分圧に及ぼす主な直接的な要因としてDIC (1.35), アルカリ度 (-0.70) が挙げられる。一方で、Chl.a濃度 (-0.01) はCO₂分圧の直接的な要因ではなかった。DICとアルカリ度の符号のそれぞれの意味は、DICの増加はCO₂分圧を上昇させ、アルカリ度の増加はイオン化 (CO₂からHCO₃⁻等への解離) が促進されるためにCO₂分圧を低下させる⁴⁾ということが考えられる。また、Chl.a濃度がCO₂分圧への直接的な要因として選択されなかったことから、植物プランクトンの量ではなく一次生産速度が影響していると考えられる。

4. おわりに

尼崎運河は各地点において水質の季節変化が確認され、CO₂は秋季および冬季に放出傾向があった。また、共分散構造分析によりCO₂分圧に影響している要因としてDICとアルカリ度が選択された。特に、CO₂分圧には植物プランクトンの量ではなく一次生産速度が影響していると示唆されることから、今後計測する必要がある。

参考文献

- 1) 所立樹, 細川真也, 三好英一, 門谷茂, 茅根創, 桑江朝比呂 (2013):沿岸域のブルーカーボンと大気中CO₂の吸収との関連性に関する現地調査と解析, 港湾空港技術研究所報告 52(1), 3-49.
- 2) Chen CTA, Huang TH, Chen YC, Bai Y, He X, Kang Y (2013): Air-sea exchanges of CO₂ in the world's coastal seas. Biogeosciences, 10, 6509-6544.
- 3) 藤嶋康平・大谷壮介(2019): 尼崎運河における大気-海水面の二酸化炭素フラックスの季節変化, 2019年度土木学会関西支部年次学術講演会, II-37.
- 4) 田多一史, 所立樹, 渡辺謙太, 中山恵介, 桑江朝比呂(2017): 都市型浅海域における海水中CO₂分圧の日周変化, 土木学会論文誌B2(海岸工学), Vol.73, No.2, I_1297-I_1302.

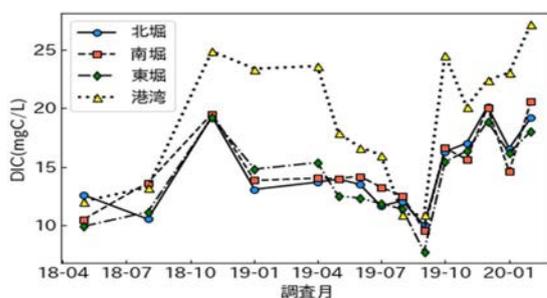


図-2 DICの季節変化

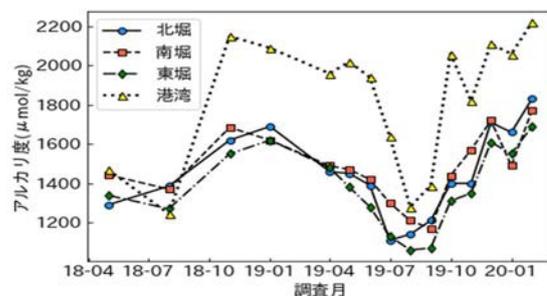


図-3 アルカリ度の季節変化

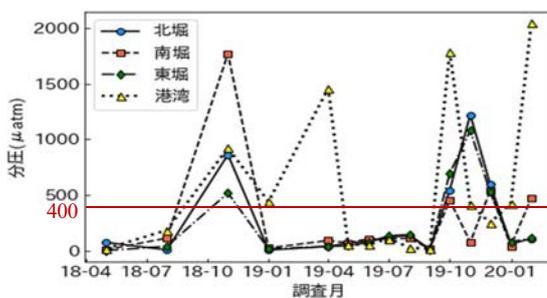


図-4 CO₂分圧の季節変化

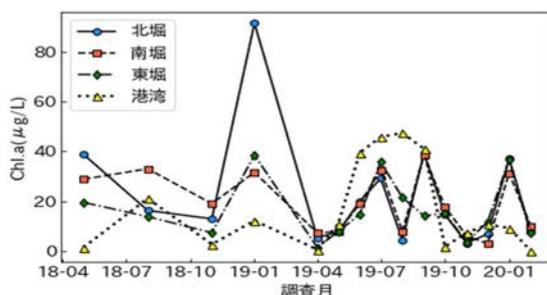


図-5 Chl.a濃度の季節変化

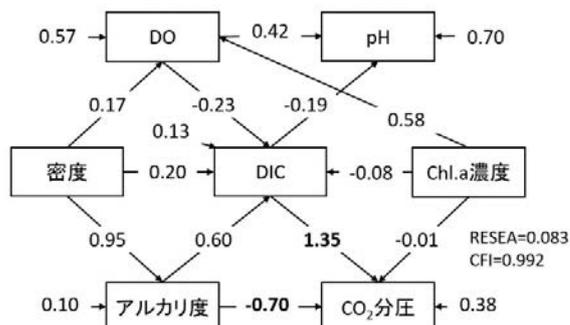


図-6 共分散構造分析によるCO₂分圧のモデル