

第Ⅱ部門

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

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

大阪湾湾奥に位置する尼崎運河は閉鎖的な汽水域であり、運河の海水には栄養塩が多く含まれていることから過栄養状態である。そのため、植物プランクトンは過剰に増加して、たびたび赤潮状態になることが確認されている。さらに、これらが死んで沈降・堆積した有機汚泥はバクテリアにより酸素が大量に消費されて海底はヘドロ化しているため、生物多様性は劣化している状況にある。

しかしながら、近年、沿岸域は二酸化炭素(以下: CO_2)を固定していることが明らかになっており、過栄養化した環境では植物プランクトンの一次生産が高いために、大気から水中へ CO_2 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を対象に、水質および CO_2 フラックスの季節変化を明らかにすることを目的に調査を実施した。

2. 研究方法

(1) 調査場所

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12日、2018年8月28日、2018年11月22日、2019年1月17日に実施した。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、ORP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 CO_2SYS を用いて CO_2 分圧(pCO_2)および CO_2 フラックスを算出した。 CO_2 フラックスは正を水面から放出、負を吸収とした。さらに、 CO_2 フラックスに影響を及ぼす要因を把握するため、重回帰分析を行った。説明変数間の多重共線性を確認後、関連が高い変数を除去して、水温、塩分、DIC、Chl.a、pH、DO、ORPおよび風速の8つを説明変数として解析を行っ



図-1 調査場所

た。また、赤池の情報量基準(AIC)が最小となるモデルを選択した。

3. 結果および考察

(1) 水質環境および CO_2 フラックスの季節変化

各季節のpHを図-2に示す。図-2より春季から冬季になるに伴ってpHは低くなる傾向にあった。季節を通して北堀運河と南堀運河は他の2地点より高いpHを示しており、特に5月と8月の運河域のpHは8以上であった。各季節のChl.a濃度を図-3に示す。図-3より、北堀運河と南堀運河のChl.a濃度は各季節において $10 \mu\text{g/L}$ 以上を示しており、港湾より高かった。また、1月の運河域では現地で赤潮が発生していた。各季節のDICを図-4に示す。図-4より、DICについて、港湾は運河域より高い傾向を示し、全体で $825\text{--}2072 \mu\text{mol/kg}$ で変動していた。特に5月と8月のDICは11月と1月のDICと比べると低い傾向にあった。これらのことから、運河域は植物プランクトンが多く、活発な時期において、光合成により水中のDICを利用して、pHが高くなっていると考えられ、特に北堀運河と南堀運河でその傾向が顕著であった。

各季節の CO_2 フラックスを図-5に示す。図-5より、5月、8月、1月の CO_2 フラックスは吸収を示したが、11月の CO_2 フラックスは放出を示した。各季節の CO_2 フラックスは $-0.363\text{--}0.533 \text{ mgCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ であった。大阪市を流れる淀川河口干潟の海面の CO_2 フラックスは $-0.031\text{--}1.11 \text{ mgCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$

Kohei FUJISHIMA and Sosuke OTANI

r14122@osaka-pct.ac.jp

であり²⁾、12月を除いてCO₂は放出であったことが報告されている。Chenら(2013)は世界中の165の汽水域と87の大陸棚のCO₂フラックスをレビューして、塩分の違いによってCO₂の放出度合いが異なっており、低塩分な地点ほど、CO₂フラックスの放出が大きいと報告している³⁾。本研究の調査期間における運河域の表層塩分は10.7–16.1psuであり、11月を除いてCO₂フラックスは吸収を示していることから、上記の報告と異なる傾向を示していた。

(2) CO₂フラックスに及ぼす要因

重回帰分析を行った結果、以下の(式1)が得られ、選択された説明変数はpH、DICおよび風速の3変数であった。ここで、FLUX : CO₂フラックス (mgCO₂/m²/s)、X : pH、Y : DIC (μmol/kg)、Z : 風速 (m/s) である。

$$FLUX = 0.12X + 0.00072Y - 0.12Z - 0.14 \quad (\text{式1})$$

また、予測値と実測値のCO₂フラックスを比較した結果、CO₂フラックスは放出側の対応関係において若干のばらつきがあるが、1:1の線形上にプロットされており、予測値と実測値は概ね同様の値を示した(図-6)。ここで、淀川河口干潟の塩分は0–22.9psuで変動しており、CO₂フラックスはpHと風速の要因の影響を受けていたことが報告されている²⁾。本水域は水門によって人為的に水位が管理されており、干潟域に比べると塩分の変動は小さく、Chl.a濃度は季節によって大きく変動していた。これらのことから、運河域は干潟のような汽水環境や大阪湾といった水域とは異なった物理・生化学的な作用がCO₂フラックスに影響を及ぼしていることが示唆される。

4. おわりに

尼崎運河における各地点の水質指標は季節変化しており、CO₂フラックスは-0.363–0.533 mgCO₂/m²/sであった。またCO₂フラックスに及ぼす要因として、pH、DICおよび風速が寄与していると推定された。

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) 大谷壮介, 川崎太輝, 大和天, 渡邊隆太郎(2015): 河口干潟における大気-海水間の二酸化炭素フラックス, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp.I_1321-I_1326.

- 3) 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.

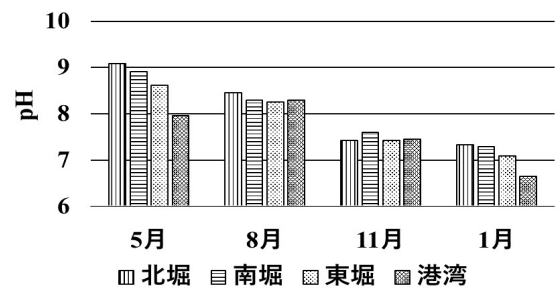


図-2 各季節のpH

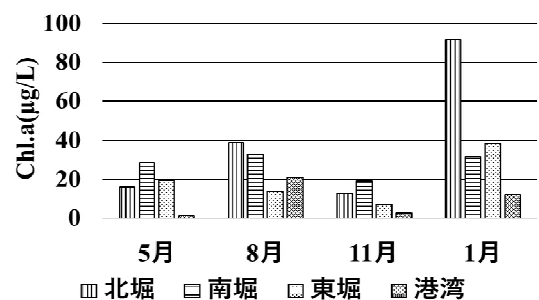


図-3 各季節のChl. a濃度

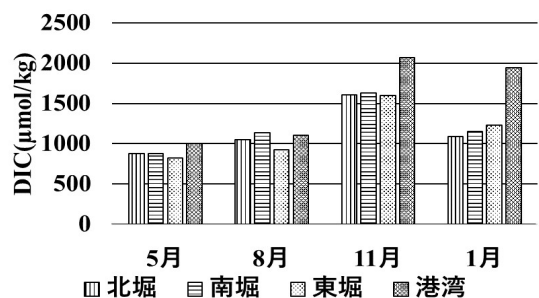


図-4 各季節のDIC

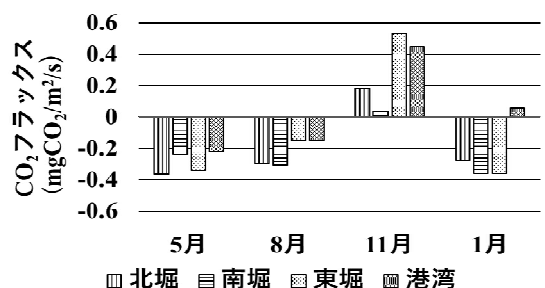


図-5 各季節のCO₂フラックス

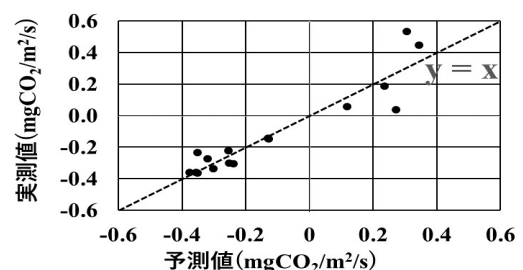


図-6 CO₂フラックスの実測値と予測値の比較