

大阪府立大学工業高等専門学校 学生会員 ○渡邊 隆太郎
 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

近年、沿岸域を対象とした二酸化炭素分圧の変動に関する研究がすすめられている。しかしながら、河川や海水から栄養塩類などが豊富に流入し、有機物の生産・有機物分解速度が大きく、潮汐の変化を有した汽水域を対象とした事例は見つからない。そこで本研究では、淡水と海水の影響があり、環境の変動が大きい汽水域において、二酸化炭素分圧の変動を明らかにすることを目的に研究を行った。

ここで、水中の溶存炭酸物質を求めるためには、二酸化炭素分圧、アルカリ度、全炭酸、pHの4つの項目の内、2つが分かれば求まる¹⁾。この中でアルカリ度は滴定試験によって求められ、pHは電極で計測することが可能であり、これら2つの項目は比較的容易に測定することができる。また、既往の研究により、外洋においてアルカリ度は塩分と非常に高い関係を有している²⁾ことから、調査対象とした汽水域においても塩分とアルカリ度の関係を求めることで、滴定を行わなくても塩分からアルカリ度を容易に求められるように関係性を明らかにする調査を行った。さらに、現場において連続計測を行ったpHとアルカリ度より二酸化炭素分圧を求めた。

2. 調査および実験方法

2.1 調査地点

調査は大阪府を流れる淀川下流の汽水域を対象とした(図-1)。アルカリ度と塩分の関係を把握するためには、塩分の異なる試水が必要となるため、淀川大堰から河口までの汽水域で表層水を採水した。2012年11月に採水を実施し、現地では水質計(HORIBAD-55)により電気伝導度を測定し、海洋観測指針(1990)に従って塩分に変換した。また、淀川河口干潟に多項目水質計MiniSonde5 (MS5: HYDROLAB社)を設置し、塩分、水温、DOおよびpHの連続測定を2012年9月26日から2013年2月7日の期間で行った。測定は1時間ごとに観測するように設定し、約2週間の周期でデータ

の回収および水質計のメンテナンスを行った。

2.2 アルカリ度の測定

アルカリ度は炭酸(H_2CO_3)、炭酸イオン(CO_3^{2-})、炭酸水素イオン(HCO_3^-)、 OH^- などの酸を消費する成分が、試料中にどれだけ含まれているかを表す指標である。アルカリ度の測定方法は、JIS K 0400-15-10: 1998に準拠し、試水を0.01 mol/Lの水溶液(和光純薬工業株式会社の0.1 mol/L塩酸を蒸留水で10倍希釈したもの)で滴定し、試水がpH=4.50となるまでの滴定量を求めた。

2.3 二酸化炭素分圧の計算

二酸化炭素分圧はpHとアルカリ度より、CDIAC(Carbon Dioxide Information Analysis Center)が提供するCO₂SYS(Lewis・Wallace, 1998)を用いて算出した。アルカリ度は本研究で求めた淀川汽水域における塩分との関係式を用いて算出した。大気のパCO₂を380 μatmとし、二酸化炭素は水中のパCO₂が380 μatmより大きければ大気への放出、小さければ吸収とした。

3. 結果および考察

3.1 アルカリ度と塩分の相関

採水した試料水でのアルカリ度と塩分の関係を図-2に示す。測定した試料は39試料で、図-2より、アルカ



図-1 調査場所

り度と塩分は高い相関があり、式(1)に示すような決定係数 $R^2=0.981$ の回帰式を得ることができた。また大阪湾での研究である田口ら(2009)のアルカリ度と塩分の関係式を(2)に示す。

$$Y = 23.72X + 364 \quad (1)$$

$$Y = 44.44X + 759 \quad (2)$$

(Y : アルカリ度, X : 塩分)

淀川汽水域で得られた関係式は、大阪湾での関係式に比べて、傾き・切片は小さかった。これは大阪湾に対して、淀川汽水域のイオン量が少ないことを示しており、海洋に比べて汽水域は水の酸性化に対して中和する能力が低いことが推測される。

3.2 二酸化炭素分圧の動態

CO₂SYS を用いて推定した pCO₂ の変化について、9/26~10/13 の期間を(a)、10/27~11/23 の期間を(b)、12/8~12/22 の期間を(c)、1/13~2/7 を(d)として図-3 に示す。図-3 より、pCO₂ の最大値は 3207 μatm、最小値は 72 μatm となった。期間(a)、期間(b)、期間(c)へと冬期になるにしたがって pCO₂ が減少しており、期間(d)で増加していた。期間(a)、(b)では二酸化炭素はほとんどの期間において放出を示し、pCO₂ は大気(pCO₂(380 μatm)の 10 倍近い値を示している期間もあった。また、9/28~10/1, 11/8~11/11 までに吸収を示す期間もあり、ここでは pCO₂ が 82 μatm を示すなど pCO₂ は大きく変動することが分かった。期間(c)では pCO₂ の平均は 311 μatm と大気(pCO₂)より低く、二酸化炭素は吸収される傾向にあった。期間(d)では期間(c)から再び pCO₂ が増加し、二酸化炭素は大気への放出を示していた。また 2 つの期間(a)、(b)に比べると、期間(c)、期間(d)の pCO₂ の変動は小さかった。

3.3 二酸化炭素分圧の変動要因

pH と CO₂SYS から得られた二酸化炭素分圧との関係を図-4 に示す。図-4 より pH と二酸化炭素分圧の間には強い相関が認められ、pH の増加に伴い水中の二酸化炭素分圧は低下し、逆に pH が低下すると水中の二酸化炭素分圧が増加する関係性があった。

4. まとめ

淀川汽水域では9月から11月にかけて二酸化炭素が放出し、12月では吸収に働き、1月から2月にかけては再び二酸化炭素の放出であったことが推定された。二酸化炭素の変動にはpHが深く関わっており、大気と水中間の二酸化炭素の交換する要因であることが明らかになった。

参考文献

- 1) 田口二三男・藤原建紀・山田佳昭・藤原弘一・杉山雅人(2009)：沿岸海域のアルカリ度，沿岸海洋研究，47，pp. 71-75.
- 2) 藤井智康・駒井幸雄・藤原建紀(2011)：大阪湾沿岸海域の二酸化炭素の挙動，土木学会論文集B2(海岸工学)，67，pp. 911-915.

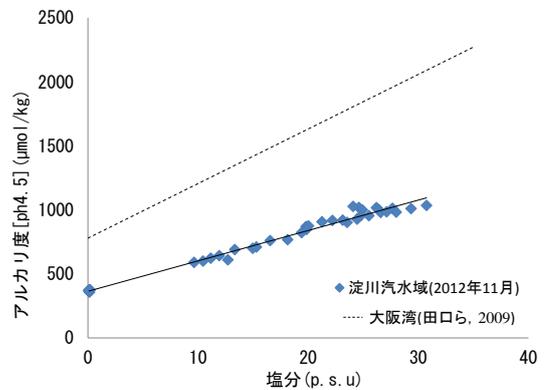


図-2 アルカリ度と塩分の関係

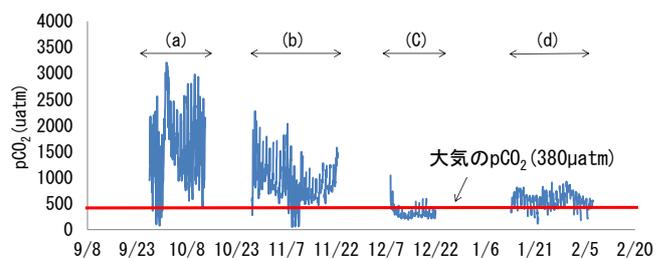


図-3 二酸化炭素分圧の変動

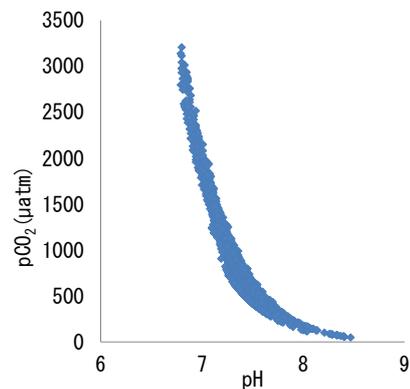


図-4 pHと二酸化炭素分圧の関係