

第 部門 大阪湾の栄養塩起源の推定

大阪大学工学部 学生員 ○ 嶋田恭佑
大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田修三

1. はじめに

近年大阪湾では、陸域からの負荷量削減に対して水質の改善が進まない原因として、底泥からの栄養塩の溶出、外洋からの栄養塩の流入が指摘されている。しかし、実際にこのように起源の異なる栄養塩が大阪湾の水質にどのように影響を及ぼしているのかは未だに明らかになっていない。そこで本研究では、大阪湾の水質は、陸域からの栄養塩負荷による陸域起源栄養塩、底泥からの溶出による底泥起源栄養塩、外洋からの流入による外洋起源栄養塩により決定されると考え、各栄養塩起源の割合の算定を試みた。

2. 解析手法

本研究では、水深・水質分布特性等を基に、大阪湾を図-1のように、水深20m以浅の陸域からの栄養塩負荷を直接受ける湾奥部、湾外との海水交換が活発な湾西部、その間に位置する湾中央部の3つの海域に分けた。解析手法はいくつか提案されているがここでは以下に示す境界濃度法¹⁾を用いた。この方法では海域濃度は(C)は陸域起源栄養塩(C_L)、外洋起源栄養塩(C_o)の和で表されるが、本研究では、底泥起源栄養塩(C_R)を考慮した次式で与える。

$$C = C_o + C_L + C_R \quad (1)$$

C としては、各海域平における観測値の平均値を与える。本研究では広域総合水質調査の観測値(1981~1999年)を用いた。観測ポイントを図1の黒色の点で示す。対象項目は全窒素、全リンである。外洋起源栄養塩 C_o は、

陸域と底泥からの負荷をゼロにしたとした時に、湾内に存在する栄養塩量を示している。外洋の濃度と等しいとされ、本研究においては瀬戸内海で塩分が最も高い観測値を外洋濃度に等しいと考え、 C_o として与えた。また、 C_o は湾内に流入すると塩分と同様に、河川水による希釈を受けるため、 C_o に希釈率を考慮した。 C_R は底泥の溶出によるものである。底泥からの溶出に関しては、山根ら²⁾の結果より各海域に表-1に示す溶出速度式を適用し、さらに1990年冬季の湾奥における計算結果を用い、陸域からの負荷量と底泥からの負荷量の値の割合から底泥起源栄養塩量を算定した。湾中央、湾西部の底泥起源栄養塩量は湾奥の溶出量に対する割合から算定した。以上のようにによって決定された観測値 C 、 C_o 、及び計算値 C_R より式(1)を用いて C_L を求めた。

3. 算定結果および考察

図-2.1、図-2.2に湾奥部、湾西部における栄養塩起源の算定結果を示す。各年の値は年平均値で示している。また栄養塩量を各海域容積で除した濃度として表している。全窒素の海域の平均濃度は湾奥では近年減少傾向が見られるが、湾西部では目立った減少傾向はみられない。湾奥における窒素の栄養塩起源の割合は、陸域起源が70%、底泥起源が10%、外洋起源が15%と得られた。湾西部では陸域起源が30~50%、底泥起源が10%、外洋起源が50

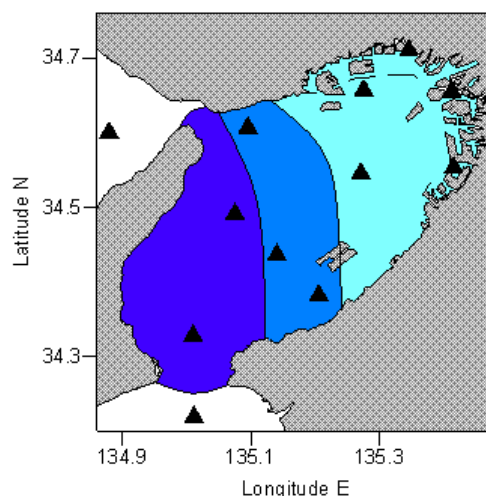


図-1 大阪湾の海域分け

表-1 溶出速度 (g/m²/day)

	湾奥部	湾中央部	湾西部
窒素	$0.0436 \times 1.05^{t-20}$	$0.0185 \times 1.05^{t-20}$	$0.0113 \times 1.05^{t-20}$
リン	$0.0175 \times 1.05^{t-20}$	$0.0074 \times 1.05^{t-20}$	$0.003 \times 1.05^{t-20}$

t: 底層水温(°C)

～60%程度となった。全リンにおける海域平均濃度についても窒素同様の傾向が見られ、湾奥では減少傾向が見られるが、湾西部では目立った減少傾向は見られない。湾奥におけるリン起源の割合は、陸域起源で1981年には70%近くあったものが1999年頃では、約55%にまで減少している。底泥起源は1981年には20%だったものが1999年頃では40%近くまで上昇している。外洋起源は10%程度となっている。湾西部では陸域起源が1981年には30%だったのが1999年ごろは50%近くまで上昇している。底泥起源は15%程度で、外洋起源は1981年に50%程度だったものが1999年頃では30%程度に減少している。本研究の結果は、溶出を無視して瀬戸内海の各海域を対象に行った石井・柳ら³⁾の結果に示された大阪湾の外洋起源栄養塩割合（窒素：約30%，リン：約40%）と比べ、湾奥では小さな値、湾西部では大きな値となっており、湾全体で平均すると同程度の値となっている。

窒素とリンに共通して湾奥では陸域起源栄養塩の減少が見られたが、湾西部では陸域起源栄養塩の減少傾向は見られなかった。この理由としては、湾奥では陸域起源栄養塩の割合が大きいため、陸域からの負荷量の削減が直接水質の改善に結びついているものと考えられる。逆に湾西部では陸域起源栄養塩の影響が湾奥に比べて小さいこと、外洋起源栄養塩が陸域起源栄養塩と同程度存在すること。また、栄養塩濃度そのものが低く、陸域負荷量削減に対して直接的な水質改善の効果は表れにくかったものと考えられる。窒素とリンで異なる点として、リンでは、底泥起源栄養塩の割合が窒素より大きいことが挙げられる。リンの陸域からの負荷量は窒素の10分の1以下であるのに対し、底泥起源の負荷量は窒素の5分の1程度と割合が異なっている。これは、脱窒や吸脱着、分解速度の変異等に起因するものと考えられる。

4. まとめ

- ・ 窒素は、湾奥では陸域起源栄養塩の割合が大きく、湾西部では陸域起源と外洋起源栄養塩の割合が同程度の値をしめした。
- ・ リンは、湾奥では陸域起源及び底泥起源の割合が大きく、湾西部では陸域起源と外洋起源栄養塩の割合が同程度であった。
- ・ 窒素は、陸域からの栄養塩負荷量削減の効果が直接湾奥の水質改善に繋がるが、リンはある程度水質が改善の後には、陸域からの栄養塩負荷量削減の効果が水質改善に結びつきにくい。
- ・ 湾西部では外洋起源栄養塩の存在により、陸域からの栄養塩負荷量削減の効果が表れにくい。

参考文献

- 1) 竹岡英隆 他：沿岸域における外洋栄養物質の見積もり法とその問題点，沿岸海洋研究，第43巻，2006
- 2) 山根伸行 他：大阪湾における水質の季節変動に関する数値実験，水工学論文集，第42巻，1998
- 3) 石井大輔・柳哲雄：瀬戸内海に存在する太平洋起源のリン・窒素，沿岸海洋研究，第43巻，2006

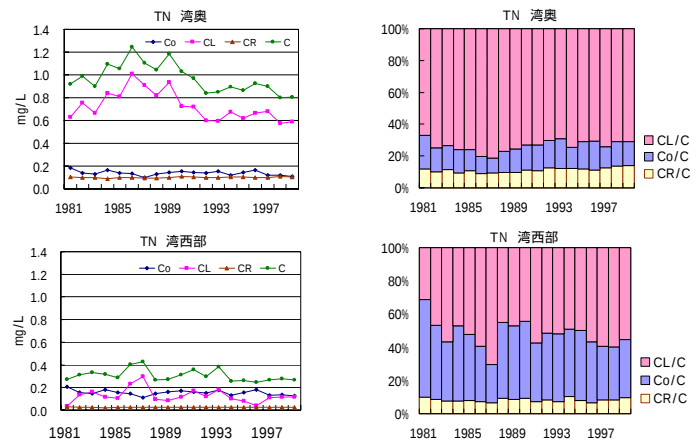


図-2.1 全窒素における栄養塩濃度・割合

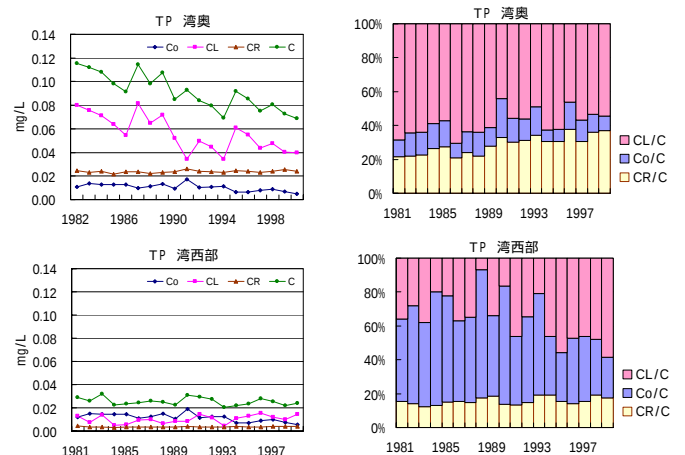


図-2.2 全リンにおける栄養塩濃度・割合