

第Ⅱ部門

河川・大阪湾からの窒素流入と二枚貝の現存量が播磨灘の貧栄養化に与える影響

大阪市立大学工学部

学生員 ○古川 桃子アンナ

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 相馬 明郎

1. 研究背景・目的

瀬戸内海東部の播磨灘では、1990年代初頭から栄養塩の中でも特に溶存無機態窒素(DIN)濃度の低下に伴い、養殖ノリの色落ちが頻発するようになった¹⁾。ノリの色落ちは漁業経営に打撃を与えており、本海域のノリ生産期(冬季)におけるDIN濃度低下の原因解明とその対策が急がれている。

本海域の冬季DIN濃度の低下には、1990年代後半以降ほぼ毎年発生している*E. zodiacus*をはじめとする大型珪藻の赤潮による栄養塩消費²⁾³⁾の影響が大きいとされているが、その他にも、河川からの栄養塩供給の減少⁴⁾や隣接海域からの栄養塩供給の減少の影響も指摘されている。また、1990年代後半以降の*E. zodiacus*急増には、海域DIN濃度の低下や、二枚貝類の減少の影響が示唆²⁾³⁾されている。図-1に示すように、本海域のDIN濃度低下の原因は、様々な環境要因が相互関係を持ちながら複雑に重なり合っており、DIN濃度低下の原因の解明には、これら諸要因が栄養塩変動に及ぼす影響度合いを評価し、また要因同士が互いに及ぼす影響についても明らかにする必要がある。しかし、生態系の複雑さ故、未だに全容は把握されておらず、DIN濃度低下の原因は未解明である。

本研究では、これまで指摘されてきた環境要因の変化のうち、特に「河川からの窒素供給の低下」「大阪湾のDIN濃度低下」「二枚貝の減少」の3つに注目し、これらの変化が「海域DIN濃度」と「大型珪藻の赤潮」に及ぼす影響を定量的に評価することで、播磨灘のDIN濃度低下の原因解明に資することを目的とする。

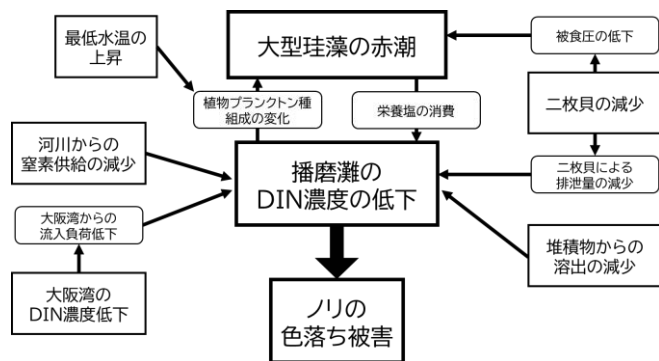


図-1 冬季DIN濃度低下への関与が指摘されている環境要因

2. 内湾複合生態系モデルの特徴

研究では内湾複合生態系モデル：EMAGIN-L.P.を用いる。内湾複合生態系モデル：EMAGIN-L.P.は、相馬ら⁵⁾⁶⁾によって2000年代の播磨灘に適用されたモデルであり、以下の特徴がある。

- ・ 植物プランクトンを4区分し大型珪藻をはじめとしたプランクトンの生活環を表現している。
- ・ 底生動物・プランクトン群の食物網を表現し底生系-浮遊系に渡る窒素循環を表現している。
- ・ 流入負荷、隣接海域からの栄養塩流入を表現している。

3. 研究方法

冬季播磨灘でDIN濃度低下によるノリの色落ちが頻発するようになったのは1990年代以降、大型珪藻が急増したのは1990年代後半以降であり、本海域におけるDIN濃度低下と大型珪藻の急増には、それ以前の1980年代からの各環境要因の変化が大きく影響していると推測される。そこで、本研究では、「河川由来の窒素流入量」「大阪湾由来の窒素流入量」「二枚貝の現存量」以外の項目値をすべて基準計算として2000年代の値に固定し、上記の3項目をそれぞれ1980年代の値に変化させることで、各項目の1980～2000年代での変化が本海域に及ぼした影響を評価した。各項目の1980年代の値は、モデルの項目値(2000年代)に、観測結果や既往研究から取得した各項目の1980年代/2000年代比を乗じることで設定した。本研究での解析ケースA～Eを以下に示す。

- 2000年代の播磨灘(基準ケース)
- 河川由来の窒素流入量が1980年代の播磨灘(その他の項目は2000年代)
- 大阪湾由来の窒素流入量が1980年代の播磨灘
- 二枚貝類の現存量が1980年代の播磨灘
- 河川・大阪湾からの窒素流入量と二枚貝の現存量が1980年代の播磨灘

Momoko Anna FURUKAWA, Akio SOHMA

sohma@eng.osaka-cu.ac.jp

4. 結果と考察

ノリ漁期(12~3月)における DIN 濃度と大型珪藻について、河川・大阪湾からの窒素流入量と二枚貝の現存量の各項目それぞれを 1980 年代の値とした解析ケース B~E を、すべての項目値が 2000 年代の解析ケース A(基準ケース)の解析結果と比較し、「増減率(解析ケース B, C, D, E/基準ケース)」を算出した。増減率の算出結果を図-3~6 に示す。

増減率は、解析ケース B~E それぞれの解析結果に対して基準ケースの解析結果がどれほど増減したかを表している。例えば図-3 では、河川からの窒素流入量を 1980 年代とした解析ケース B と基準ケースの解析結果を比較しており、増減率が負の場合、その減少は 1980~2000 年代の河川からの窒素流入量の低下によると考えられる。増減率は計算領域のボックス区分(図-2)に従い算出した。

図-3~5 に示すとおり、兵庫県沿岸域では 1980 年代以降の河川からの窒素流入量低下(図-3)と二枚貝類の減少(図-5)に伴い、ノリ漁期の DIN 濃度は低下している。大阪湾側では大阪湾からの窒素流入量低下(図-5)により減少している。河川からの窒素流入量低下、大阪湾からの窒素流入量低下、二枚貝類の減少の3つの要因の中では、大阪湾からの窒素流入量の低下による減少率が最も大きかった。大型珪藻は、河川・大阪湾からの窒素流入量低下で減少、二枚貝類の減少により増加したが、その増減率は±10%未満で変化は少なかった。また、1980 年代以降の河川・大阪湾からの窒素流入量低下と二枚貝類の減少の重なり(図-6)は、大型珪藻生物量に影響しなかった。

5. 結論

本研究から以下が明らかとなった。

- ・ 冬季 DIN 濃度は、大阪湾由来の窒素流入量が低下した場合に最も減少した。これにより、1980 年代以降の冬季 DIN 濃度の低下には、大阪湾由来の窒素流入量の低下の影響が最も大きかった。
- ・ 河川、大阪湾由来の窒素流入量と二枚貝の現存量すべてを 1980 年代の値として解析し、2000 年代の播磨灘と比較した結果、冬季に発生する大型珪藻に大きな変化はみられなかった。1990 年代以降の大型珪藻の増加には、これら 3 つの要因以外の環境要因の関与が示唆された。

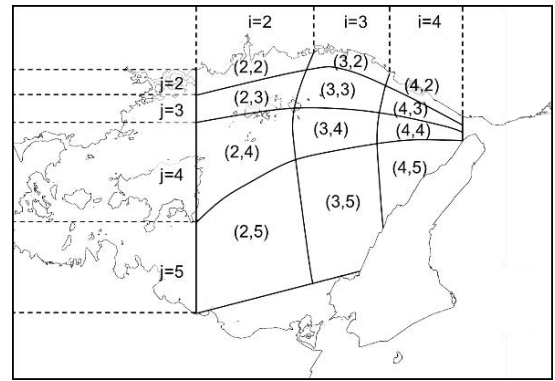


図-2 計算領域とボックス座標

	i=2	i=3	i=4		i=2	i=3	i=4
j=2	-23.4%	-36.3%	-15.9%	j=2	-2.0%	-2.5%	-0.6%
j=3	-6.4%	-8.4%	-4.2%	j=3	-1.0%	-1.0%	-0.4%
j=4	-1.3%	-2.4%	-2.5%	j=4	-0.4%	-0.5%	-0.4%
j=5	-0.5%	-1.2%	-1.8%	j=5	-0.3%	-0.5%	-0.5%

図-3 1980 年代以降の河川からの窒素流入量低下による増減率 (左：ノリ漁期の DIN 濃度、右：大型珪藻)

	i=2	i=3	i=4		i=2	i=3	i=4
j=2	-26.7%	-37.3%	-48.3%	j=2	-3.0%	-3.9%	-1.4%
j=3	-25.4%	-37.0%	-45.7%	j=3	-2.5%	-3.0%	-1.4%
j=4	-15.5%	-29.9%	-40.8%	j=4	-1.5%	-2.3%	-1.8%
j=5	-10.4%	-21.4%	-32.4%	j=5	-1.6%	-2.9%	-2.8%

図-4 1980 年代以降の大阪湾からの窒素流入量低下による増減率 (左：ノリ漁期の DIN 濃度、右：大型珪藻)

	i=2	i=3	i=4		i=2	i=3	i=4
j=2	-13.8%	-10.0%	-2.4%	j=2	6.3%	5.6%	1.4%
j=3	-7.5%	-6.2%	-2.4%	j=3	3.4%	3.9%	1.5%
j=4	-5.2%	-5.2%	-3.3%	j=4	2.2%	3.1%	2.0%
j=5	-3.8%	-4.8%	-4.6%	j=5	3.1%	3.5%	3.1%

図-5 1980 年代以降の二枚貝の現存量低下による増減率 (左：ノリ漁期の DIN 濃度、右：大型珪藻)

	i=2	i=3	i=4		i=2	i=3	i=4
j=2	-45.9%	-56.4%	-53.5%	j=2	0.1%	-0.9%	-0.4%
j=3	-33.2%	-42.9%	-47.7%	j=3	0.3%	0.3%	-0.1%
j=4	-20.2%	-33.7%	-42.9%	j=4	0.5%	0.5%	0.0%
j=5	-13.9%	-25.1%	-35.4%	j=5	1.4%	0.3%	0.0%

図-6 1980 年代以降の河川・大阪湾からの窒素流入量低下と二枚貝類減少による増減率 (左：ノリ漁期の DIN 濃度、右：大型珪藻)

参考文献

- 1) 原田和弘. 播磨灘の栄養塩環境の変化と漁業生産-兵庫県の養殖ノリを事例に-. 第4回瀬戸内海水産フォーラム. 2011
- 2) 堀豊, 望月松寿, & 島本信夫. 播磨灘北部海域におけるノリ色落ちと漁場環境の変遷. 2008
- 3) 西川哲也. 養殖ノリ色落ち原因珪藻 *Eucampia zodiacus* の大量発生機構に関する生理生態学的研究. 2011
- 4) 原田和弘, & 反田實. 河川からの窒素流入量変化が播磨灘の溶存態無機窒素 (DIN) の濃度変動に与える影響. 2011
- 5) 相馬明郎, 関口, 貧栄養化問題と生態系回復の関係性-栄養塩循環の視点から-. 2014 年度水産海洋学会シンポジウム「水域の貧栄養化にともなう低次~高次栄養塩段階生態系の応答」proceedings, pp 24-28, 2014
- 6) 兵庫県, 兵庫県漁業組合連合会, (株)日本海洋生物研究所, みずほ情報総研(株), 兵庫県ノリ漁場環境予測モデル総合報告書, 2007