

9

調査研究

(1) 報 文

1) 瀬戸内海における難分解性有機物に関する調査	33
--------------------------------	----

瀬戸内海における難分解性有機物に関する調査

秋吉 貴太、白石 桃子、山崎 信之、柳 明洋*、後藤 郁夫

Survey on refractory organic matter in Seto Inland Sea

Takahiro Akiyoshi, Momoko Shiraiishi, Nobuyuki Yamasaki, Akihiro Yanagi, Ikuo Goto

Key Words : 瀬戸内海 Seto Inland Sea, 難分解性有機物 refractory organic matter

要 旨

瀬戸内海の一部の海域では、化学的酸素要求量（COD）の環境基準を達成していない。その原因の一つとして、難分解性溶存有機物¹⁾が挙げられる。そこで、炭素成分、窒素成分、リン成分から有機物の質や組成比等を確認し、大分県近海の現状を把握した。窒素、リンに対する炭素の比率（CNP比）を用いた解析から、難分解性溶存有機物の比率に近い地点が多く確認された。また、溶存有機態の窒素濃度及びリン濃度が低い地点ほど炭素割合が増加する傾向がみられ、溶存有機物の難分解化が示唆された。

目 的

瀬戸内海では、これまでの排水規制等により、窒素・リンの濃度は減少したが、CODについて、大阪湾以外では微増傾向にあり、一部の海域で環境基準を達成していない。その原因の一つとして、難分解性溶存有機物が挙げられる。

そこで、瀬戸内海における難分解性溶存有機物の存在状況を明らかにする必要がある。炭素成分、窒素成分、リン成分から有機物の質や組成比等を確認し、大分県近海の現状を把握する。なお、本調査は、瀬戸内海水環境研会議の合同調査の一部として実施しており、得られた結果は、瀬戸内海環境保全知事・市長会議において今後のCODの環境基準の見直し等、検討資料として活用を図る。

方 法

1 試料採取

夏季、秋季、冬季に、大分県近海14地点（図1²⁾）を対象として、それぞれ表層水を採取した。調査地点は、可能なかぎり広範囲を把握できるように、周防灘4地点、伊予灘4地点、豊後水道6地点とした。ろ過試料の作製は、予め450℃、1時間加熱処理したガラス繊維ろ紙（Whatman GF/C）を用いて行った。



図1 調査地点

2 COD

採取した表層水及びろ過試料を、JIS K0102 17³⁾に定める100℃過マンガン酸カリウムによる酸素消費量にて測定した。表層水から得られた結果をCODとし、ろ過試料から得られた結果を溶存化学的酸素要求量（DCOD）とした。

3 炭素成分

採取した表層水及びろ過試料を、JIS K0102 22.2³⁾に定める燃焼酸化-赤外線式TOC自動測定法にて測定した。表層水から得られた結果を全有機炭素（TOC）とし、ろ過試料から得られた結果を溶存態有機炭素（DOC）とした。また、TOCとDOCの差を粒状態有機炭素（POC）とした。

4 窒素成分

採取した表層水及びろ過試料を、JIS K0102 45.6³⁾

* 大分県産業科学技術センター

に定める流れ分析法にて測定した。表層水から得られた結果を全窒素 (TN) とし、ろ過試料から得られた結果を溶存態窒素 (DTN) とした。また、粒状無機態の窒素成分は存在しないと仮定し、TNとDTNの差を粒状有機態窒素 (PON) とした。JIS K 0102 42.6、43.1.3、43.2.6³⁾に定める流れ分析法にて、溶存無機態窒素として、アンモニア態窒素(NH₄-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)を測定し、DTNと溶存無機態窒素の差を、溶存有機態窒素 (DON) とした。

5 リン成分

採取した表層水及びろ過試料を、JIS K0102 46.3.4³⁾に定める流れ分析法にて測定した。表層水から得られた結果を全リン (TP) とし、ろ過試料から得られた結果を溶存態リン (DTP) とした。また、TPとDTPの差を粒状態リンとした。JIS K0102 46.1.4³⁾に定める流れ分析法にて、リン酸態リン(PO₄-P)を測定し、溶存無機態リンとした。DTPと溶存無機態リンの差を、溶存有機態リン (DOP) とした。なお、粒状無機態リンは、予め450℃、1時間加熱処理したガラス繊維ろ紙 (Whatman GF/C) に海水500mLを通水させた後、ろ紙を1N塩酸に浸漬させて一晩常温で抽出し、抽出液を1N水酸化ナトリウム溶液にてpH 7前後に調整し、PO₄-Pと同様に測定した^{4),5)}。粒状態リンと粒状無機態リンの差を粒状有機態リン (POP) とした。

結 果

1 COD及び炭素成分

夏季のCODの結果 (図2) は、どの海域も夏季の値が高く、伊予灘で最大2.9mg/L、周防灘で最大2.3mg/L、豊後水道で最大で2.2mg/Lであった。また、溶存態のものが多く存在していた。

夏季の炭素成分濃度の結果 (図3) は、CODと同様の傾向であり、夏季の値が高く、多くが溶存態として存在していた。CODとTOCを比較するため、酸素濃度を炭素濃度に換算したところ、CODで使用している過マンガン酸カリウムでは酸化できなかった有機物が、最大1.7mg/L存在した。

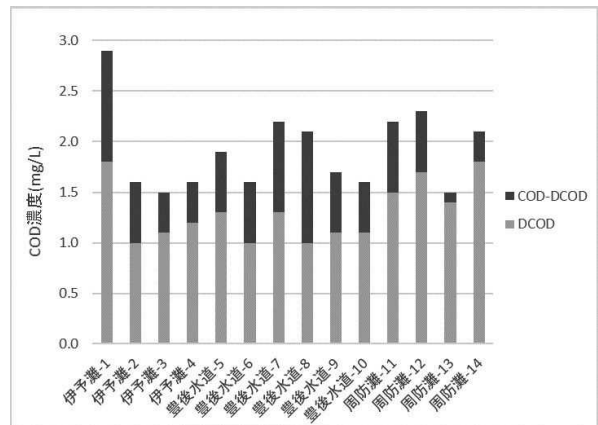


図2 化学的酸素要求量

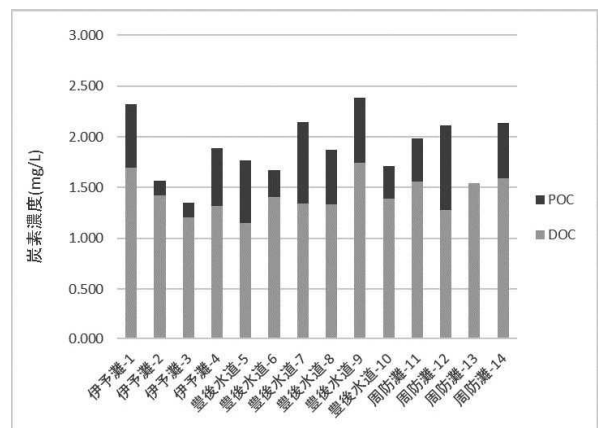


図3 炭素成分濃度

2 窒素成分及びリン成分

夏季の窒素成分では、有機態窒素が多く存在していた。また、夏季のリン成分では、有機態リンが多く存在していた。

3 CNP比用いた解析

CNP比を用いた解析を行った。一次生産者がバランスよく栄養塩を利用できる比率を表したレッドフィールド比 (RF比)、易分解性溶存有機物及び難分解性溶存有機物のCNP比⁶⁾を用いて、実際のデータと比較した。粒状態のCNP比は、POC : PON : POPとし、溶存態のCNP比は、DOC : DON : DOPとした。

溶存有機態窒素濃度に対する溶存有機態炭素濃度 (図4)、溶存有機態リン濃度に対する溶存有機態炭素濃度 (図5) にて比較した。溶存有機態の窒素濃度及びリン濃度に対する炭素濃度の比率は、どちらも難分解性溶存有機物の比率に近い地点が多く確認できたが、窒素濃度との比較の方が顕著に表れていた。

粒状及び溶存有機態窒素に対するC/Nモル比 (図

6)、粒状及び溶存有機態リンに対するC/Pモル比(図7)を確認した。粒状態の方が溶存態よりRF比に近い結果となった。また、溶存有機態窒素及び

リン濃度が低い地点ほど炭素割合が増加する傾向であった。

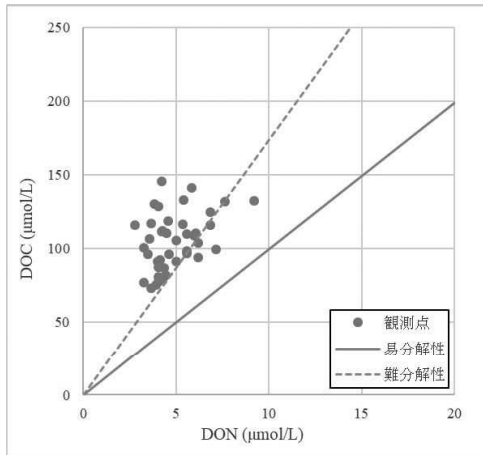


図4 DON、DOC比較

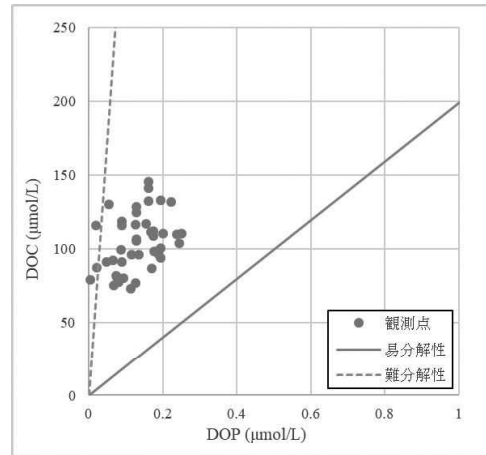


図5 DOP、DOC比較

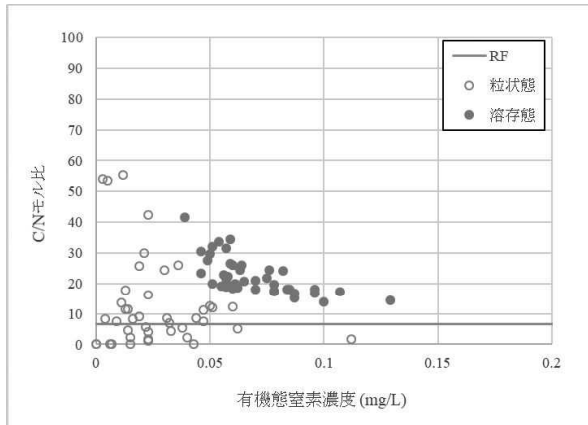


図6 有機態窒素とC/Nモル比との比較

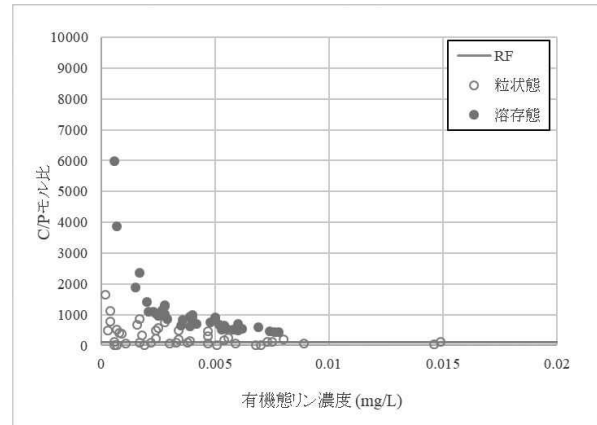


図7 有機態リンとC/Pモル比との比較

考 察

これまで分析していない項目を分析することで、大分県近海のおおまかな特徴を把握できたと考えられる。

CNP比を用いた解析から、溶存有機態の窒素濃度及びリン濃度に対する炭素濃度の比率は、どちらも難分解性溶存有機物の比率に近い地点が多く確認でき、溶存有機物の難分解化が示唆された。

また、溶存有機態の窒素濃度及びリン濃度が低い地点ほど炭素割合が増加する傾向がみられ、このことから溶存有機物の難分解化が示唆された。

結果として、CODでは、正確に海域の有機物の状態を把握することが難しく、窒素成分、リン成分に加えTOC等で炭素成分を確認の方が望ましいと考えられる。

なお、瀬戸内海環境研会議として、令和元年には

水環境研会議にて結果報告、令和2年には知事・市長会議にて最終報告があるので、今後もデータの解析を進めていくと同時に、関係機関で連携を図りたい。

参 考 文 献

- 1) 今井章雄 (2004), 難分解性溶存有機物, 環境儀, 13, 4-9, 独立行政法人国立環境研究所.
- 2) 国土地理院の地理院地図を利用 <<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0f1&d=vl>>.
- 3) 工場排水試験方法 JIS K 0102, 一般財団法人日本規格協会.
- 4) 朝日俊雅ら (2014), 新川・春日川河口干潟(瀬戸内海備讃瀬戸)における懸濁粒子中のリンの

挙動, 海の研究 (Oceanography in Japan) ,
23(2),29-44.

- 5) K.I.Asphila et al.(1976),A semi-automated method
for the determination of inorganic organic and to-
tal phosphate in sediments,Analyst,101(1200),
187-197.
- 6) Charles S et al.(2005),Efficient export of carbon to
the deep ocean through dissolved organic matter,
Nature,433,142-145.