

## 愛媛県沿岸域における難分解性有機化合物の調査

千葉倫敬 山内亜希子 平野和恵 渡邊淳也

Survey of recalcitrant organic compounds in coastal seawater of Ehime prefecture, Japan

Michihiro CHIBA, Akiko YAMAUCHI, Kazue HIRANO, Junya WATANABE

In the Seto Inland Sea, Japan, the load generation of chemical oxygen demand (COD) has been considerably reduced by implementing the regulations on total emission since 1979. However, the COD concentration in the Seto Inland Sea did not decrease but has broadly stayed flat. Moreover, there is a marine area in Ehime prefecture such as eastern Hiuchi Nada where the situation of the COD concentration does not conform to the standards prescribed in the Ordinance of the Ministry of the Environment. We measured recalcitrant organic compounds in the seawater samples collected from 3 sampling sites (1 site on Iyo Nada and 2 sites on Hiuchi Nada) and in the eluent of bottom sediment samples collected from a coastal area of Higuchi Nada. Seasonal variation of the amounts of recalcitrant organic compounds in the seawater samples from 10 sampling sites on Hiuchi Nada was also examined. The results obtained in this study suggest that recalcitrant organic compounds existed in seawater and bottom sediments are the cause of the fact that the COD concentration has not yet decreased in spite of its reduced load generation.

Keywords : recalcitrant organic compounds, the Seto Inland Sea

### はじめに

閉鎖性海域である瀬戸内海については、水質汚濁を防止し、生活環境の保全に係る水質環境基準の確保を目的として昭和54年から化学的酸素要求量(以下COD)を対象とした水質総量規制を実施すること等により、COD発生負荷量を大幅に削減している<sup>1,2)</sup>。

しかし、瀬戸内海のCOD濃度は、総量規制実施以降もほぼ横ばいで推移しており、県内では燧灘東部等環境基準に適合していない海域も存在する<sup>3,4)</sup>。

このように発生負荷量を削減しても海域のCOD濃度が減少しない原因として、富栄養化による内部生産の増加、外海のCOD濃度の上昇、難分解性有機化合物の増加及び底質からの溶出などが挙げられる<sup>5)</sup>。このうち、内部生産の増加については、平成13年以来全窒素及び全りんを対象とした総量規制を実施するなどの対策がとられて

おり、県内海域においてはそれほど大きく寄与していないと考えられる。また、外海のCOD濃度については、一時期上昇傾向にあったものの、陸域の負荷量削減効果を打ち消すほど上昇はしていないとの報告がなされている<sup>6)</sup>。

そこで、県内海域における難分解性有機化合物について、底質からの溶出も踏まえた調査を実施したのでその結果を報告する。



図1 採水地点

表1 試料概要

採取地点(表層)		採水時期	測定試料(20℃暗所保存)
燧灘東部 633-1	伊予三島港(製紙業排水の影響大)	夏(8月)	①:採取試料をそのまま保存 ②:測定直前に①をろ過 ③:採取直後にろ過して保存
燧灘東部 636-1	香川県との県境(A類型)	秋(11月)	
伊予灘 628-32	比較的水質が良好(A類型)	冬(2月)	
		春(5月)	

※ ろ過はGF/C(孔径1.2μm)を使用

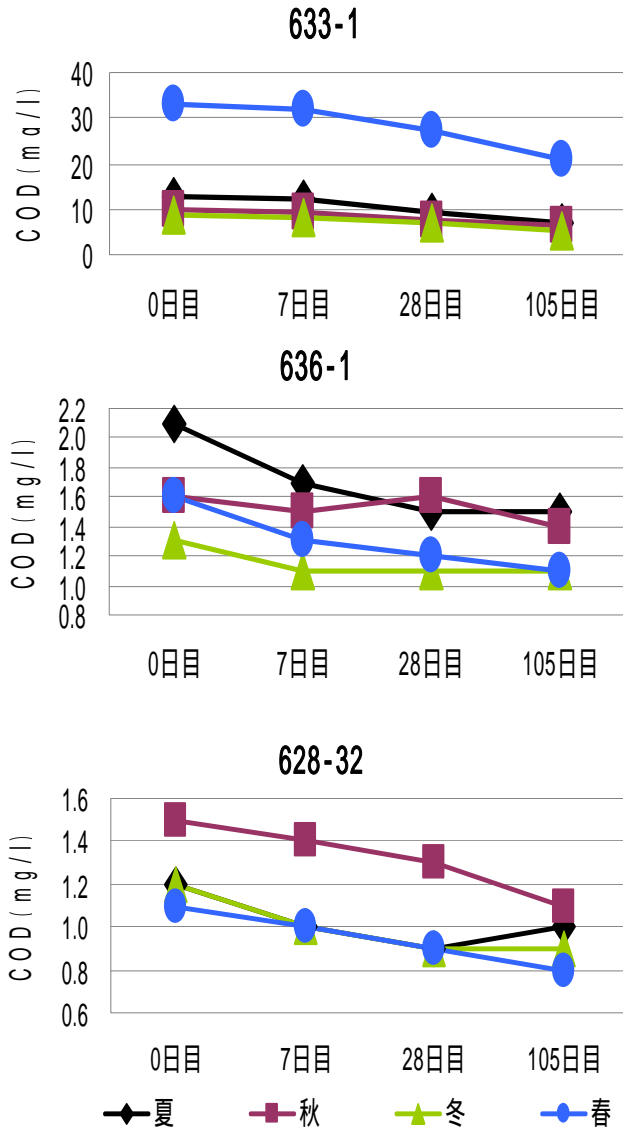


図2 長期分解過程におけるCOD濃度

表2 難分解性有機化合物由来のCODの割合

(%)

	夏季	秋季	冬季	春季
633-1	54.1	60.2	60.7	63.6
636-1	71.4	87.5	84.6	68.8
628-32	83.3	73.3	75.0	72.7

四季調査

1 方法

採水は図1に示す3地点で行い、表1に示す3種類の測定試料について、0、7、28及び105日目のCODをJIS K 0102 17に定める方法で測定した。

2 結果及び考察

測定結果は図2のとおりであり、どの試料も時間の経過とともにCODは減少するが、105日目においても有機化合物が残存していた。なお、この105日目のCODが難分解性有機化合物由来のCODである。

共にA類型に該当する636-1及び628-32の難分解性有機化合物由来のCODが1.0前後であるのに対し、製紙業排水の影響を把握するために選定した633-1は5.0以上と非常に高い値を示した。この結果から、製紙業排水が難分解性有機化合物の発生源の一つであることが分かる。

636-1と628-32を比較すると、年間を通じて636-1の方が難分解性有機化合物由来のCODが高い。これは、製紙業排水の影響を強く受ける633-1の難分解性有機化合物由来のCODが高い値を示していることから、製紙業等の工場排水の影響によるものと推定される。

また、636-1の方が顕著であるが、両地点ともに夏季・秋季に高く、冬季・春季に減少するという季節変動が見られた。

難分解性有機化合物由来のCODの割合(105日目のCOD/0日目のCOD)は表2のとおりであり、636-1、628-32共に平均で75%以上と非常に高い割合を占めていた。

懸濁態有機化合物由来のCOD(試料①-②)は表3に示すとおりであり、0日目には差が生じていた試料においても105日目ではほとんど差がないことから、懸濁態の難分解性有機化合物はほとんど存在しないことが分かる。

唯一633-1の夏季で懸濁態の難分解性有機化合物が認められるが、これは製紙業排水由来と考えられる。ただし、その量は全難分解性有機化合物由来のCODが7.2であるのに対し、懸濁態の難分解性有機化合物由来のCODは1.0であり、その割合は14%程度であること及び夏季以外の季節では差がないことから、製紙業排水に含まれる懸濁態の難分解性有機化合物も割合としてはそれほ

ど多くないと考えられる。

懸濁態から溶存態に変化した有機化合物由来のCOD (試料②-③)は表4のとおりであり、どの試料についてもほとんど差が無いことから、懸濁態有機化合物から溶存態の難分解性有機化合物への変化はほとんどないと考えられる。

これらの結果から、ほとんど全ての難分解性有機化合物は採水時から溶存態として存在していることが分かる。

**表3 懸濁態有機化合物由来のCOD**

	633-1 (mg/l)			
	夏季	秋季	冬季	春季
0 日目	3	0.2	0.2	1
105 日目	1.0	0.0	0.2	0.0

	636-1 (mg/l)			
	夏季	秋季	冬季	春季
0 日目	0.2	0.1	0.1	0.3
105 日目	0.0	0.1	0.1	0.1

	628-32 (mg/l)			
	夏季	秋季	冬季	春季
0 日目	0.0	0.3	0.2	0.0
105 日目	0.1	0.0	0.1	0.0

**表4 懸濁態から溶存態に変化した有機化合物由来のCOD**

	633-1 (mg/l)			
	夏季	秋季	冬季	春季
105 日目	0.0	0.2	0.0	0.0

	636-1 (mg/l)			
	夏季	秋季	冬季	春季
105 日目	0.0	0.1	0.0	0.0

	628-32 (mg/l)			
	夏季	秋季	冬季	春季
105 日目	0.0	0.0	0.1	0.0

**季節変動に関する詳細調査**

**1 方法**

四季調査において認められた季節変動を確認するため、図3に示す燧灘10地点において毎月採水し、難分解性有機化合物由来のCOD(105日目のCOD)をJIS K 0102 17に定める方法で測定した。

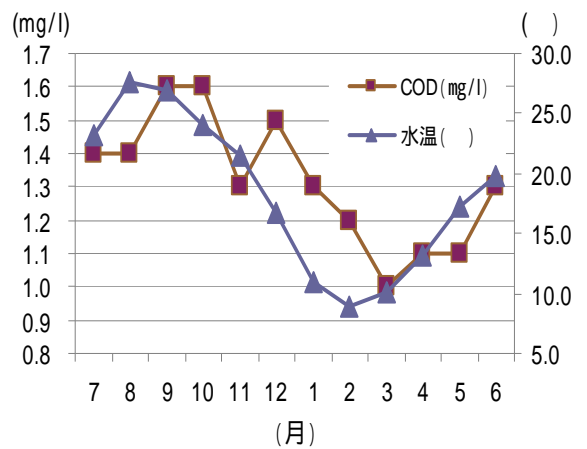
**2 結果及び考察**

10地点の難分解性有機化合物由来のCODを測定した結果、どの地点もほぼ同様の変動を示し、10地点のCODと水温の平均値は図4に示すとおりであった。

この結果から、難分解性有機化合物由来のCODには夏季・秋季が高く、冬季・春季と減少するという季節変動が存在することが確認でき、その変動は水温変動に類似していることが分かった。



**図3 採水地点**



**図4難分解性有機化合物由来のCOD及び水温の変動**

## 底質からの溶出に関する調査

### 1 方法

詳細調査により難分解性有機化合物由来のCODには季節変動が確認されたが、陸域からの負荷量が大なる季節変動を示すことは考えにくいことから、図5に示す地点で採取した底質を使用して溶出調査を実施した。

底質50gを300mlトールビーカーの底に敷き、300mlの純水を加えて静置溶出を行った。溶出温度は冬季を想定した8度と夏季を想定した25度とし、溶出期間は1及び4日間とした。そして、得られた溶出液及び溶出液を105日間20℃暗所で保管した試料のCODを測定した。

### 2 結果及び考察

測定結果を表5に示す。この結果から、底質から有機化合物が溶出し、その中には難分解性有機化合物も存在することが分かった。そして、温度が高い方が溶出量も多くなることが明らかになった。



図5 採泥地点

表5 底質からの溶出試験結果

(mg/l)

	1日間		4日間	
	8℃	25℃	8℃	25℃
0日目	3.3	4.2	4.9	8.1
105日目	1.3	1.6	1.9	3.1

## まとめ

瀬戸内海については、総量規制の実施等により、COD発生負荷量を大幅に削減してきたが、瀬戸内海のCOD濃度はほぼ横ばいで推移していることから、その原因の一つであると推定される難分解性有機化合物について調査した結果、次のことが確認された。

- 1 難分解性有機化合物由来のCODは全CODのうち非常に高い割合を占めており、そのほぼ全てが溶存態として存在していた。
- 2 難分解性有機化合物由来のCODには夏季・秋季に高く冬季・春季に減少するという季節変動が認められた。
- 3 難分解性有機化合物は製紙業等工場排水に多く含まれていること及び底質からも溶出していることが分かった。また、底質からの溶出が季節変動を引き起こしている要因の一つであると推定された。

これらの結果から、瀬戸内海のCOD濃度が減少しない原因には難分解性有機化合物が関与しており、これらの削減が必要と推定できる。しかし、難分解性有機化合物は現在主流の汚水処理装置である「沈降分離+微生物処理」ではほとんど除去できないため、今以上に陸域からの難分解性有機化合物を削減することは困難である。一方、今回の調査で明らかになったもう一つの発生源である底質は過去の体積物からの溶出であるため、今後その溶出量は減少してくると考えられる。よって、今後も総量規制等により陸域の発生負荷量を抑えることで、瀬戸内海のCOD濃度は減少傾向になると期待される。

## 文献

- 1) 発生負荷量等調査(環境省)
- 2) 愛媛県;瀬戸内海の環境保全に関する愛媛県計画 2008.5
- 3) 広域総合水質調査(環境省)
- 4) 平成23年版愛媛県環境白書
- 5) 中央環境審議会;第6次水質総量規制の在り方について(答申) 2005.7
- 6) 室石泰弘;地球温暖化対策時代における水質総量削減のあり方,資源環境対策 Vol.46 No.7(2010)
- 7) 今井章雄;難分解性溶存有機物-湖沼環境研究の展開-,環境儀 No.13(2004)