

徳島県沿岸海域における COD の変遷と COD に影響を及ぼす因子について

徳島県立保健製薬環境センター

村田 武史・山田 哲也*

The transition of COD and the factor that affect COD in the sea of Tokushima Prefecture around

Takeshi MURATA and Tetsuya YAMADA

Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

要 旨

徳島県沿岸海域における 2002 年～2011 年までの COD の変遷を解析し、その COD の値に影響を及ぼす因子について、栄養塩類や関連する有機物項目等を調査・分析し、比較検討を行った。その結果、COD は県南沿岸海域では低い値で安定しているが、県北沿岸海域や紀伊水道海域では夏場を中心に高くなる傾向があり、その原因としては植物プランクトンの増殖による内部生産が影響するものよりも、陸水の流入による影響が大きいと推測された。

Key words : COD, 閉鎖性海域, 栄養塩類, 植物プランクトン, 塩分

I はじめに

徳島県は、播磨灘（瀬戸内海）、紀伊水道、太平洋と三つの性質の異なる海域に囲まれ、豊かな水産資源に恵まれている。特に播磨灘と紀伊水道は閉鎖性のある地形や黒潮の影響で内外交流種が多く生息し漁業生産性が高く、漁船漁業と藻類養殖業が主に営まれている¹⁾。また、水質汚濁については、県内海域の環境基準点における COD について、環境基準をほぼ 100% 達成している²⁾。今回、上記の3海域について、公共用水域の常時監視点から各1地点を選び、夏季と冬季の年2回、COD とそれに関連する有機物指標や栄養塩類等の測定を行って、季節間の変化と項目間の関係について検討した。

II 方法

1 調査・採水時季

2011年9月、2012年2月と8月、2013年の2月と9月、2014年の1月の計6回（夏季3回及び冬季3回）行った。

2 調査地点

徳島県沿岸域の公共用水域常時監視点のうち、図1及び表1に示す県北沿岸海域（瀬戸内海）、紀伊水道海域、県南沿岸

海域（太平洋）の3地点で調査・採水を行った。測定水深は表層（海面下0.5 m位置）で、この3地点の水質環境基準の生活環境項目の類型はいずれもA（COD 2 mg/L以下）である。

3 分析方法

海水試料は、採水当日に分注・ろ過を行った。

試料をそのまま分注したものは、COD と塩分の分析に用いた。

クロロフィル a (Chl a) の分析には、450 °C で4時間焼成処理した 47 mm 径のガラス繊維フィルターGF/C を用いて、試料を 1000 mL 吸引ろ過したろ紙を用いた。得られたろ液は、溶存性 COD (D-COD) と有機炭素 (DOC) と全窒素 (DTN) ・全リン (DTP)、及び硝酸態・亜硝酸態窒素 (NO₃-N・NO₂-N)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、リン酸態リン (PO₄-P)、珪酸塩 (シリカ : SiO₂) の分析に用いた。

懸濁性有機炭素 (POC) の分析には、450 °C で4時間焼成処理した 25 mm 径のガラス繊維フィルターGF/F を用いて、試料を 500 mL 吸引ろ過したろ紙を用いた。

ろ過・分注した試水・フィルター類は冷凍して国立環境研究所に送付し、塩分を除く項目については、「茨城県沿岸海域公共用水域常時監視点における COD と関連する有機物項

* 現 環境管理課

目について」で述べられた方法で一連の分析が行われた³⁾。塩分については当センターにおいて、塩分計 (DIGI-AUTO MODEL-5) を用いて測定を行った。



提供元：徳島県総合地図提供システム

図1 調査地点

表1 各調査地点の特徴

地点	県北沿岸海域 608-1 (Ha-1)	紀伊水道海域 609-2 (Ki-2)	県南沿岸海域 607-3 (Ka-3)
水域	瀬戸内海	紀伊水道	太平洋
類型	AII	AII	A
水深	約 35 m	約 31 m	約 86 m
地点の特徴	播磨灘南部に位置し、閉鎖性海域に属している	吉野川の沖合に位置し、陸水からの影響を受ける恐れがある	太平洋に面し、黒潮の影響を受けやすい

Ⅲ 結果及び考察

1 栄養塩類

栄養塩類の測定結果を表2に示す。珪酸塩以外の項目については、夏季より冬季で値が大きくなる傾向が認められた。これは夏季に植物プランクトンが増殖し、栄養塩を多く取り込んでいることの影響だと考えられる。

2 COD

今回調査・採水を行った3地点における水質の変遷を把握するために、2002～2011年度の10年間における公共用水域常時監視測定結果のCOD値を地点別に図2-A～Cに示した²⁾。

県南沿岸海域の水質は安定しており、いずれの期間においても環境基準 (2 mg/L 以下) を達成した。その他の2地点についても、環境基準超過は1割未満となっている。季節変化に着目すると、冬季よりも夏季において環境基準を超過する傾向が認められた。

3 COD関連項目の測定結果

今回調査した試料のCOD関連項目の測定結果を表3に示す。懸濁性COD (P-COD) は、CODとD-CODの差から求めた。全有機炭素 (TOC) については、DOCとPOCの和から求めた。

その結果、Chl aを含むすべての項目において、冬季より夏季の値が高くなった。特にChl a、COD及びTOCの値で大きな差がみられた。紀伊水道海域のCODとChl aの平均値が高くなっているが、これは2011年9月のCOD (3.3 mg/L) 及びChl a (19.6 µg/L) が他の時期に比べ高くなったことが影響している。そのため以下の考察では、このデータを含めた場合と含まない場合の2通りで比較検討を行った。

3.1 COD関連項目の比較1 (高Chl a除外)

Chl a値が高い2011年9月の紀伊水道海域のデータを除外して比較を行った結果を図3に示す。

まず、(a)に示すようにCODとTOC (DOC+POC) について比較を行った。決定係数は0.78であり、相関があることを確認できた。

次に(b)、(c)に示すように、CODと有機炭素 (OC) について、溶存性成分同士の値と懸濁性成分同士の値を比較した。溶存性成分同士の値は決定係数が0.51と相関性が認められるものの、懸濁性成分同士の値はPOCの値が小さいため決定係数0.06と相関性は見られなかった。したがって、懸濁性成分はCOD値にあまり影響を与えないと考えられる。

さらに(d)、(e)に示すように、懸濁性COD及びPOCとChl aの値についても検討を行ったが、同様に相関は見られなかった。Chl aが5 µg/L以下の濃度では、Chl aがCODやOCの濃度にほとんど影響を与えなかった。

最後に溶存性CODと塩分の関係について、塩分の測定を行った2012、2013年度のデータで比較した。その結果、(f)に示すように、塩分濃度が低くなるとD-CODが高くなった。このことは、塩分濃度が低い状況、つまり陸水の流入が多い状況でD-CODの値が高くなる傾向にあるといえ、徳島県沿岸海域は陸水による汚染の影響がCOD値を上昇させる一因になっているとも考えられる。このことについては更なる調査を必要とする。

3.2 COD関連項目の比較2

Chl a値が高い紀伊水道海域のデータを含めて、Chl aとCOD関連項目について比較を行った。その結果を図4に示す。

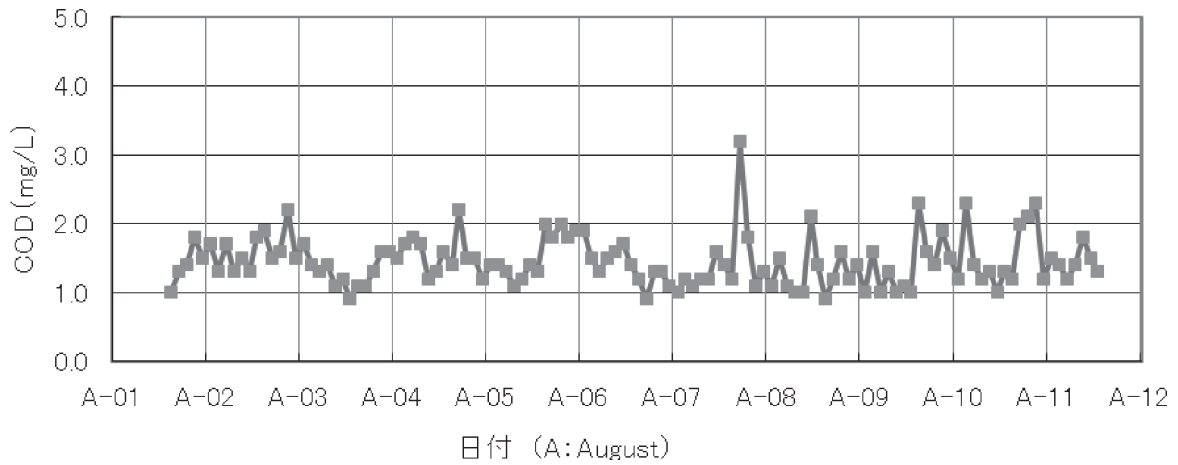


図 2-A 2002～2011 年度における県北沿岸海域 (Ha-1) の COD

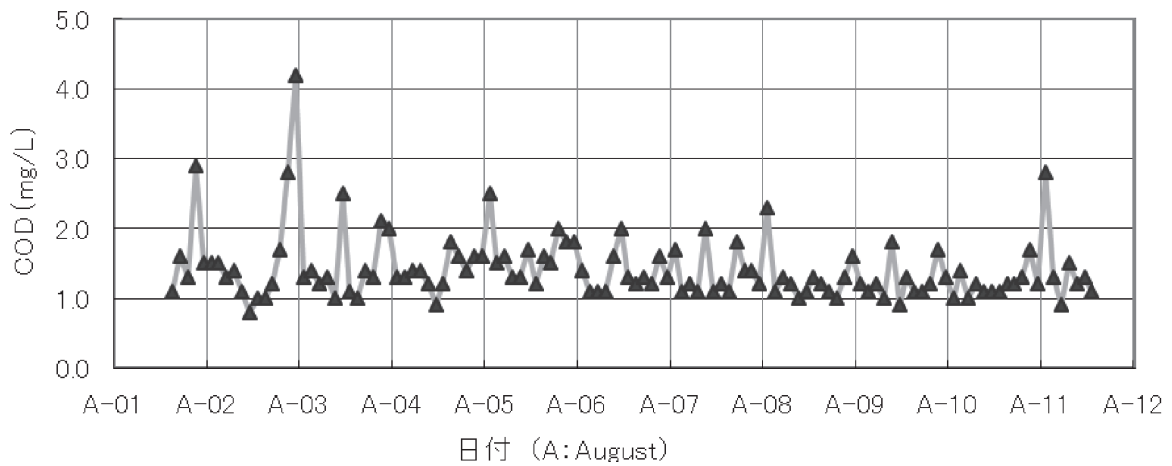


図 2-B 2002～2011 年度における紀伊水道海域 (Ki-2) の COD

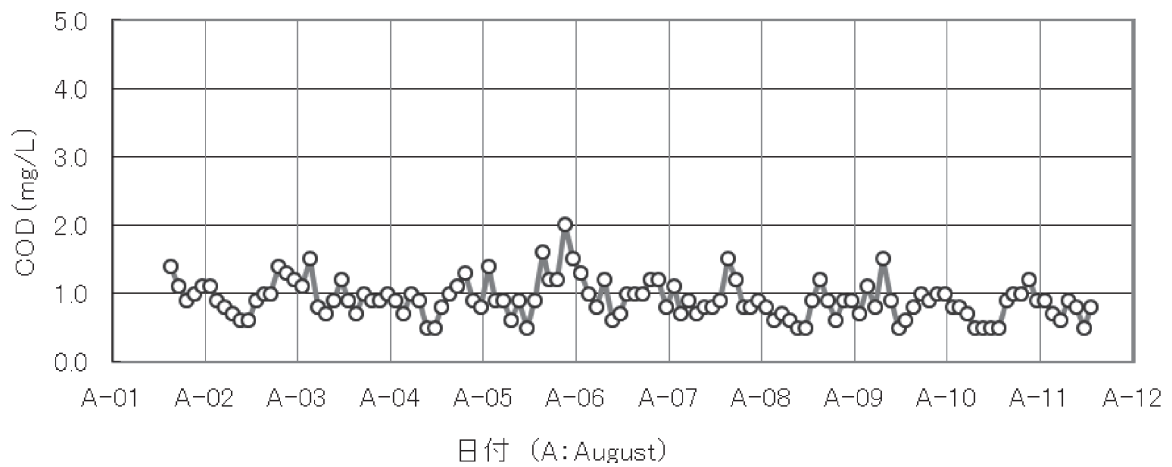


図 2-C 2002～2011 年度における県南沿岸海域 (Ka-3) の COD

表2 2011年9月～2014年1月の夏季及び冬季の栄養塩類
(単位はすべて mg/L, カッコ内の数字は標準偏差)

地点	時季	NOx-N (NO ₃ -N+NO ₂ -N)	NH ₄ -N	DTN	PO ₄ -P	DTP	SiO ₂
県北沿岸 (Ha-1)	夏季	0.035 (0.045)	0.004 (0.005)	0.198 (0.073)	0.010 (0.004)	0.019 (0.005)	0.89 (0.67)
	冬季	0.019 (0.026)	0.002 (0.002)	0.274 (0.089)	0.010 (0.005)	0.016 (0.003)	0.26 (0.27)
紀伊水道 (Ki-2)	夏季	<0.001 (<0.001)	0.002 (0.003)	0.145 (0.020)	0.001 (0.002)	0.010 (0.002)	0.69 (0.27)
	冬季	0.037 (0.028)	0.004 (0.002)	0.185 (0.029)	0.012 (0.004)	0.017 (0.003)	0.36 (0.22)
県南沿岸 (Ka-3)	夏季	0.006 (0.004)	0.006 (0.004)	0.159 (0.038)	0.004 (0.001)	0.010 (0.003)	0.47 (0.19)
	冬季	0.051 (0.012)	<0.001 (<0.001)	0.198 (0.019)	0.008 (0.002)	0.013 (0.005)	0.35 (0.07)

表3 2011年9月～2014年1月の夏季及び冬季のCOD関連項目
(単位はChl aはµg/L, 他はすべて mg/L, カッコ内の数字は標準偏差)

地点	時季	COD	D-COD	P-COD (COD-DCOD)	DOC	POC	TOC (DOC+POC)	Chl a
県北沿岸 (Ha-1)	夏季	2.27 (0.526)	1.87 (0.286)	0.40 (0.375)	1.27 (0.343)	0.22 (0.036)	1.48 (0.370)	3.72 (0.640)
	冬季	1.91 (0.288)	1.64 (0.267)	0.27 (0.048)	0.94 (0.095)	0.19 (0.056)	1.14 (0.146)	1.23 (0.313)
紀伊水道 (Ki-2)	夏季	2.37 (0.666)	1.67 (0.095)	0.70 (0.572)	1.04 (0.150)	0.50 (0.416)	1.54 (0.520)	7.11 (8.878)
	冬季	1.57 (0.469)	1.51 (0.502)	0.07 (0.094)	0.86 (0.057)	0.14 (0.038)	1.00 (0.088)	1.15 (0.354)
県南沿岸 (Ka-3)	夏季	1.57 (0.309)	1.37 (0.046)	0.20 (0.283)	0.96 (0.128)	0.11 (0.023)	1.07 (0.141)	1.43 (1.276)
	冬季	1.07 (0.289)	0.94 (0.289)	0.13 (0.047)	0.63 (0.047)	0.10 (0.035)	0.73 (0.062)	0.65 (0.076)

(g), (h)に示すように、高濃度の Chl a が存在すると懸濁性成分であるP-CODやPOCに大きな影響を与えることがわかる。特に POC との相関は大変大きくなった。このことにより、Chl a が 5 µg/L 以上の高濃度となる海域または時期では、植物プランクトンの増殖（内部生産）による影響で COD 値が高くなり、特に溶存性のものより懸濁性の COD や OC に影響を与えていると推測される。しかし当県の海域は、COD が Chl a の影響を受けることはほとんど見られなかったことから、閉鎖性がそこまで大きくないことが示唆された。

IV まとめ

徳島県沿岸域3地点において2011年9月～2014年1月に一連の調査・採水を行ったところ、次のことがわかった。

- (1) 当県の COD は太平洋側では低い値で安定しているが、紀伊水道、瀬戸内海側では夏場を中心に環境基準である 2 mg/L を超過する場合がある。
- (2) 夏場を中心に当県の COD が上昇する要因は、植物プランクトンの増殖によるものよりも、陸水の流入による影響が大きいと推測された。
- (3) 植物プランクトンの増殖による内部生産が起こった際には Chl a の増加などの影響により、植物プランクトンが COD 値を高くする一因になり得ると考えられる。

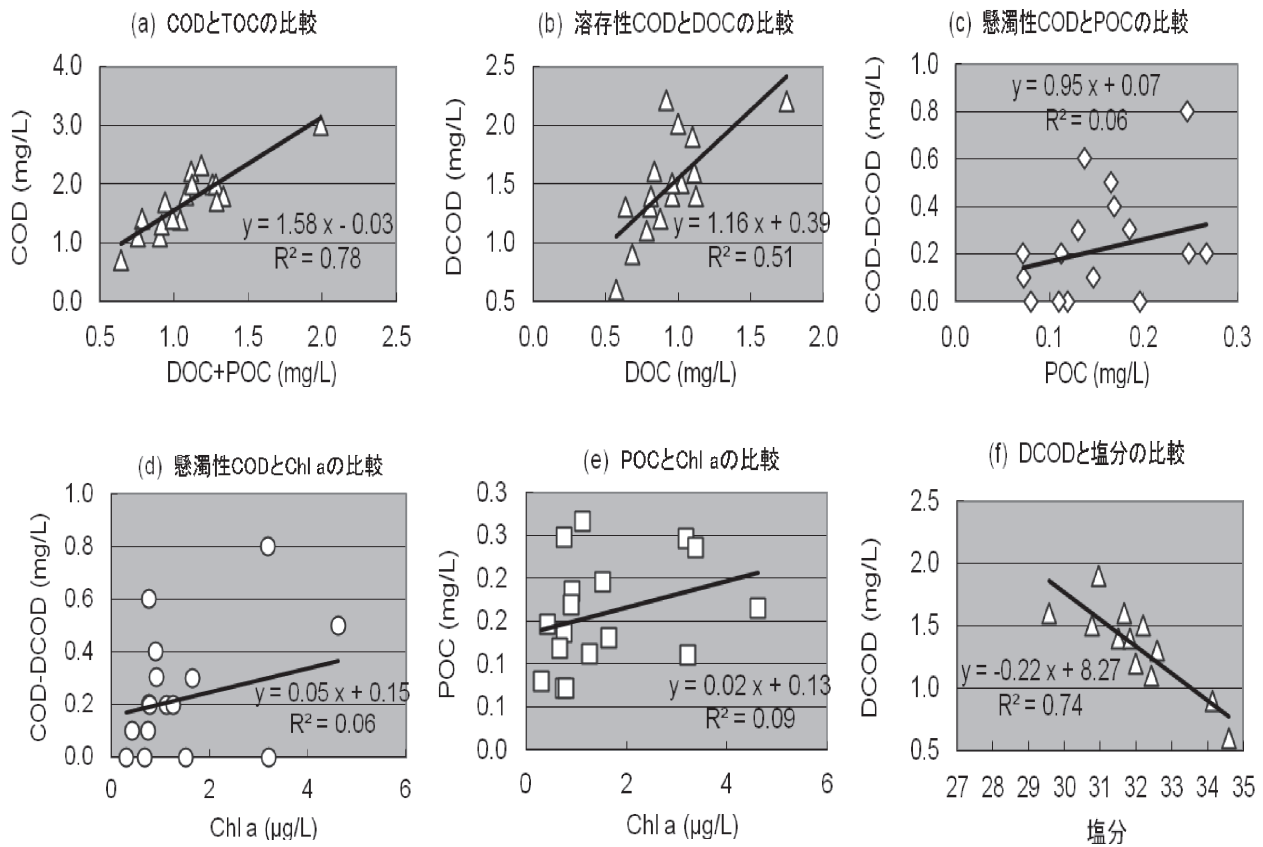


図3 COD関連項目の比較（紀伊水道2011年9月データ除く）

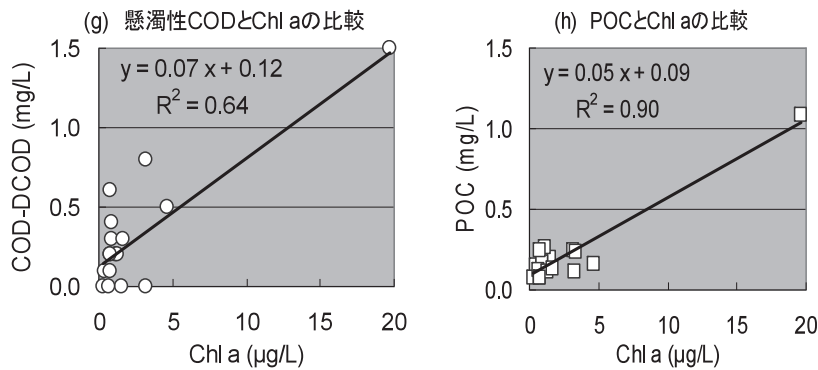


図4 COD関連項目の比較（紀伊水道2011年9月データ含む）

参考文献

- 1) 上田幸男：豊穰の海・紀伊水道の水環境と漁業，瀬戸内海 No.64, 10-16 (2012)
- 2) 徳島県：公共用水域及び地下水の水質の状況についての測定結果（平成14～23年）
- 3) 国立環境研究所：茨城県沿岸海域公共用水域常時監視点におけるCODと関連する有機物項目について，地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究（Ⅱ型）「沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱」報告書（平成23～25年度）