

徳島県沿岸海域における COD 関連項目の現状と傾向

徳島県立保健製薬環境センター

管生 伸矢・山本 昇司*・岩佐 博司**

The current conditions and tendency of the COD-related item in Tokushima coastal zone

Shinya SUGAOI, Shoji YAMAMOTO, Hiroshi IWASA

Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

要 旨

県北沿岸海域，紀伊水道海域，県南沿岸海域の 3 地点で水質汚濁指標である化学的酸素要求量（以下「COD」という。）と関連項目について測定し，季節変化と項目間について検討した。結果，当県の COD は陸水による影響が大きいことが分かった。

Key words : 化学的酸素要求量 COD , 栄養塩 nuts

I はじめに

徳島県は，播磨灘・紀伊水道（瀬戸内海），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。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。

今回，播磨灘（県北沿岸），紀伊水道，県南沿岸の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と関連する有機物指標の測定を行って季節変化と項目間について検討した。

II 方法

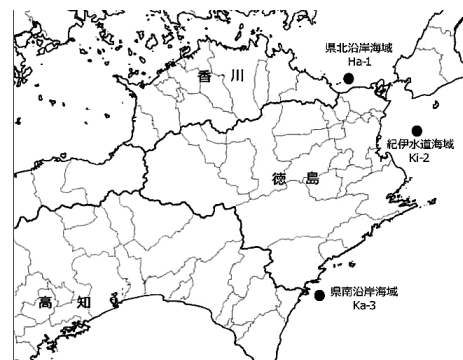
1 調査・採水時期

2014年9月，2015年1月と8月，2016年の1月と8月，2017年の1月の計6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，紀伊水道海域，県南沿岸海域の3地点で調査を行った。

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（生活環境項目）の類型はいずれも A（COD 2 mg/L 以下）である。



提供元：国土地理院 電子地形図（基盤白地図）

図1 調査地点

* 現 南部総合県民局

** 現 東部保健福祉局

表1 各調査地点の特徴

地点	県北沿岸海域 Ha-1	紀伊水道海域 Ki-2	県南沿岸海域 Ka-3
水域	瀬戸内海	瀬戸内海	太平洋
類型	A II	A II	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	吉野川河口の沖合いに位置し、陸水からの影響を受けるおそれがある	太平洋に面し、黒潮の影響を受けやすい

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の分析に用いた。

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

懸濁性有機炭素(以下「POC」という。)の分析には、450℃で4時間焼成処理した25mm径のガラス繊維フィルターGF/Fを用いて、試料を500mL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、「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」等の方法で一連の分析を行った¹⁾。

また、BODについては、ろ過・分注した試料を用いて、当センターで日本工業標準調査会法に基づき測定した。ただし、培養期間は3日間及び7日間とした。

III 結果と考察

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の可能性もあると考えられる。

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、2002～2017年の冬季、夏季の15年間のCOD値を図2に示した^{2),3)}。

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(2mg/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。しかし、紀伊水道海域では2003年夏のCOD値4.2mg/Lのように、夏季・冬季によらずCODが一過性の高値を示すケースが見られた。

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。懸濁性のCOD(以下「P-COD」という。)は、CODとD-CODの差から求めた。全有機炭素(以下「TOC」という。)については、DOCとPOCの和から求めた。

その結果、CODやD-CODなどの項目で冬季より夏季の値が高い傾向が見られたが、これまでの研究(2011～2014年)¹⁾で見られたほどの差ではなかった。

(1) COD関連項目の比較

測定したCOD関連項目の結果(2011～2017年)を比較し、グラフとしたものを図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0.69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と有機炭素について、溶存性成分間の値と懸濁性成分間の値を比較した。溶存性成分間(D-CODvsDOC)は決定係数が0.41、懸濁性成分間(P-CODvsPOC)は決定係数0.45と相関性が見られるものの、中程度に留まった。以上のことから、TOCとCODの相関は中程度であり、相互の影響は限定されたものであると考えられた。

また、(d)、(e)に示すように、P-COD及びPOCとChl-aの値についても検討を行った。これには2011年紀伊水道の高Chl-a値(19µg/L)のデータを含んでいない。決定係数はそれぞれ、P-CODとChl-aは0.07、POCとChl-aも0.05とほぼ相関がなかった。つまり、懸濁成分はCODにあまり影響を与えていないと考えられる。D-CODと塩分の関係について、塩分の測定を行った。その結果、(f)に示すように、塩分が

低くなると D-COD が高くなった。このことは、陸水の流入 加には陸水の流入が影響を与えていることを示唆している。
 が多くなると塩分が低くなることから、海域の D-COD の増

表2 2014年～2017年の夏季及び冬季の栄養塩類
 (単位はすべて mg/L, 値はすべて平均値, かつこ内の数字は標準偏差)

地点	時季	NO ₃ -N+NO ₂ -N	NH ₄ -N	DTN	PO ₄ -P	DTP	SiO ₂
県北沿岸 (Ha-1)	夏季	0.001 (0.001)	0.004 (0.001)	0.19 (0.020)	0.005 (0.001)	0.015 (0.003)	0.47 (0.20)
	冬季	0.047 (0.024)	0.006 (<0.001)	0.23 (0.015)	0.015 (0.002)	0.022 (0.013)	0.83 (0.23)
紀伊水道 (Ki-2)	夏季	0.018 (0.023)	0.006 (<0.001)	0.19 (0.023)	0.006 (0.004)	0.015 (0.006)	0.84 (0.13)
	冬季	0.057 (0.003)	0.006 (<0.001)	0.23 (0.024)	0.014 (0.001)	0.020 (0.001)	0.70 (0.050)
県南沿岸 (Ka-3)	夏季	<0.001 (0.001)	<0.001 (<0.001)	0.13 (0.015)	0.001 (<0.001)	0.007 (<0.001)	0.43 (0.22)
	冬季	0.035 (0.007)	0.004 (0.001)	0.16 (0.003)	0.008 (0.003)	0.011 (<0.001)	0.32 (0.10)

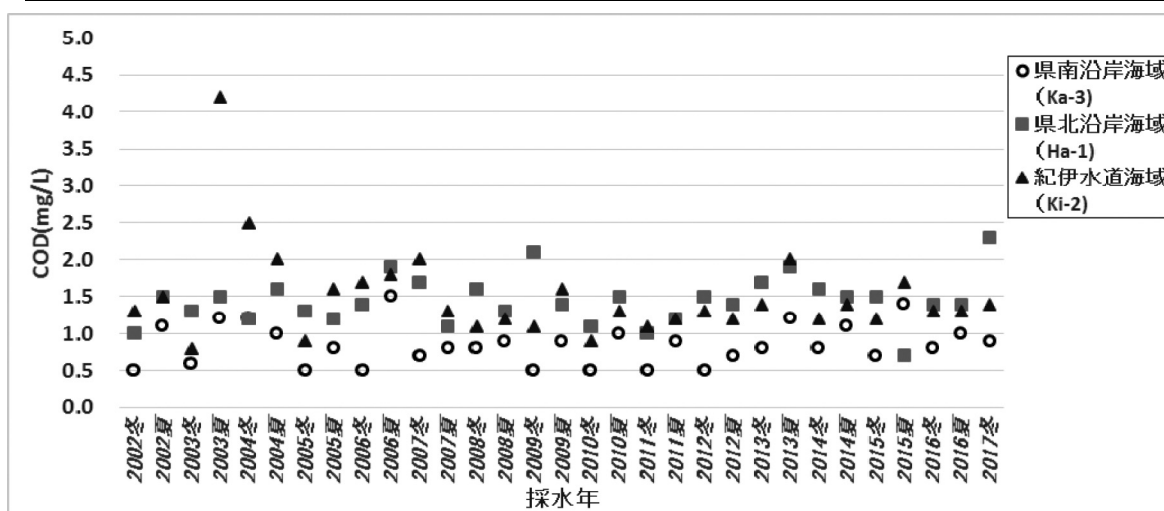


図2 2002～2017年におけるCOD

表3 2014年～2017年の夏季及び冬季のCOD関連項目
 (単位はChl-aはμg/L, 他はすべてmg/L, 値はすべて平均値, かつこ内の数字は標準偏差)

地点	時季	COD	D-COD	P-COD	DOC	POC	TOC	Chl-a
県北沿岸 (Ha-1)	夏季	2.37 (0.092)	2.03 (0.207)	0.33 (0.287)	1.26 (0.063)	0.20 (<0.001)	1.36 (0.036)	1.73 (1.166)
	冬季	2.03 (0.265)	1.83 (0.170)	0.20 (0.216)	1.13 (0.042)	0.24 (<0.001)	1.25 (0.077)	2.65 (1.505)
紀伊水道 (Ki-2)	夏季	2.23 (0.250)	1.50 (0.293)	0.73 (0.369)	1.25 (0.236)	0.13 (<0.001)	1.32 (0.168)	1.59 (1.070)
	冬季	1.87 (0.388)	1.53 (0.126)	0.33 (0.263)	1.10 (0.063)	0.33 (<0.001)	1.27 (0.232)	1.84 (0.541)
県南沿岸 (Ka-3)	夏季	1.56 (0.169)	1.43 (0.249)	0.13 (0.125)	1.14 (0.210)	0.12 (<0.001)	1.20 (0.148)	1.07 (1.016)
	冬季	1.23 (0.288)	0.93 (0.125)	0.30 (0.163)	0.88 (0.007)	0.20 (<0.001)	0.98 (0.112)	0.71 (0.115)

*DOC, POCは2014年夏季から2016年冬季までのデータである。

COD 関連項目の COD, D-COD, P-COD についての比較を 図 4 に示す。COD と D-COD は同程度の値を示しており、P-COD は概ね低い値が続いている。つまり、本県の COD は D-COD に依るところが大きく、D-COD は陸水の流入によって増加することから本県の COD は陸水由来であることが考えられる。また、図 4 の 2011 年のデータでは、P-COD が比較的高い値を示している例が見られる。2011 年は Chl-a も高い値を示しており、植物性プランクトンの増殖により P-COD の値が高くなることもあると考えられる。このような場合、D-COD による COD 値に P-COD 由来の COD 値が加算されることで一時的な COD 高値を招いていると思われる。

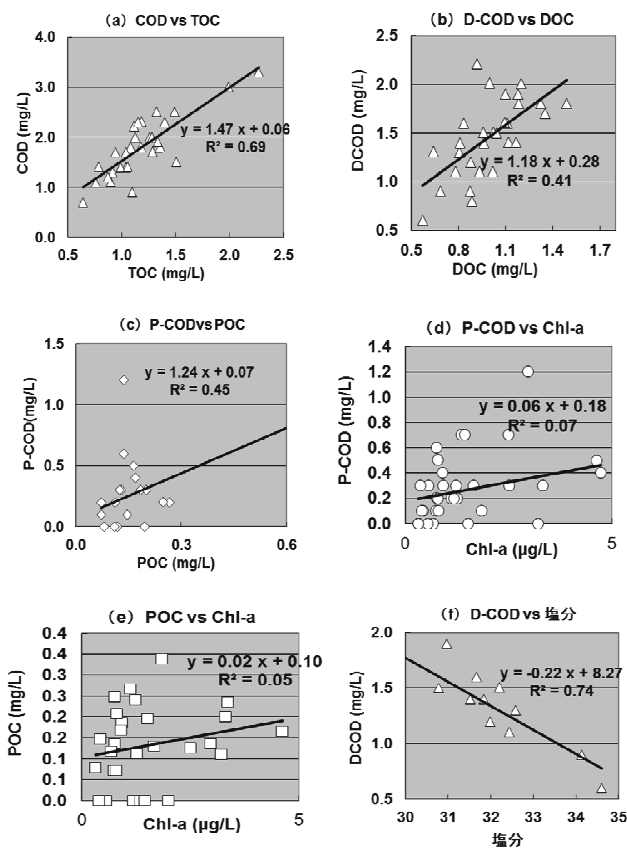


図 3 COD 関連項目の比較

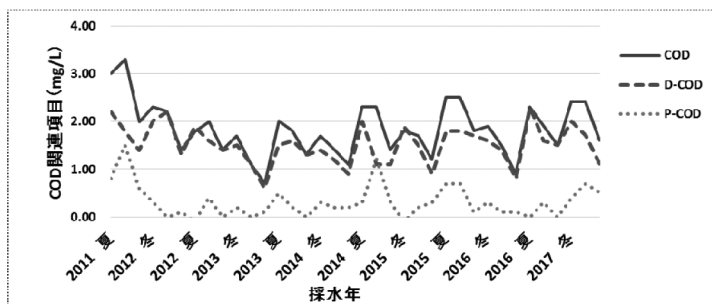


図 4 COD, D-COD, P-COD の比較

(2) BOD の比較

2014~2017 年における 3 日間の BOD 値・7 日間の BOD 値

(以下「BOD₃」・「BOD₇」という。)の未ろ過検体とろ過検体の比較を図 5 に示す。冬季の検体では BOD₃ と BOD₇ に大きな差は見られず、培養期間 3 日でも微生物による酸素消費が十分に行われている値が得られた。しかし、夏季における BOD ではろ過検体でも大きな差が見られ、培養期間 3 日の BOD₃ では期間が不十分であると考えられた。

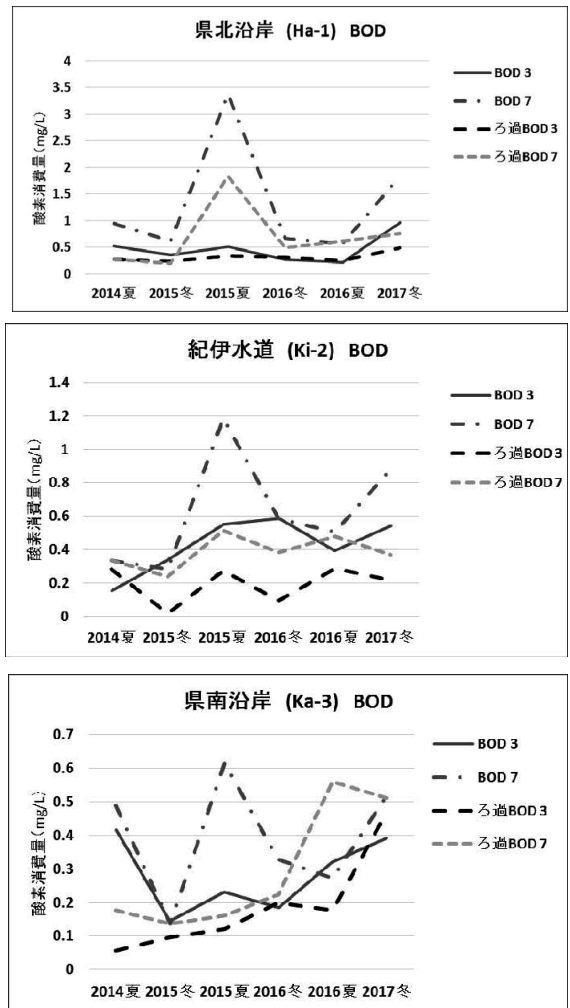


図 5 BOD 比較

IV まとめ

徳島県沿岸域 3 地点において 2014 年 9 月~2017 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。

当県の COD は近年安定化してきているが、紀伊水道、瀬戸内海側ではまだ基準の超過が見られる。

当県の COD は D-COD の影響が大きい、D-COD は塩分の低下に伴い増加することから陸水由来であると考えられる。

D-COD 値に季節的な P-COD が上乘せされることで COD の基準超過に繋がっている。

BOD₃ 及び BOD₇ の比較を行ったところ、冬季では値に大

きな違いはなく BOD₃による測定でも培養期間は十分だと考えられる。しかし、夏季では倍程度の差となり培養期間3日では不十分であると考えられた。

謝辞

本試験研究を行うにあたり、共同研究を主導していただいた国立環境研究所の皆様に深く感謝申し上げます。また、貴重な意見をいただきました広島県立総合技術研究所保健環境センターの皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) II型共同研究, 2011-2014. 「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, pp.11-15, 87-92.
- 2) 公共用水域及び地下水の水質測定結果(平成14~23年度), 徳島県
- 3) 公共用水域及び地下水の水質測定結果(平成24~26年度), 徳島県