

徳島県沿岸海域における COD 関連項目の現状と傾向（第 3 報）

徳島県立保健製薬環境センター

辻 真拓・井上 大輔*・尾崎 宏実

The Current Conditions and Tendency of the COD-related Item in Tokushima Coastal Sea(III)

Masahiro TSUJI, Daisuke INOUE, and Hiromi OZAKI

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 地点で栄養塩類並びに水質汚濁指標である化学的酸素要求量（以下「COD」という。）及びその関連項目を測定し、季節変化と項目間の関係等について検討した。その結果、珪酸塩（以下「SiO₂」という。）以外の栄養塩類は冬季で高く、COD は夏季に高くなる傾向が見られた。また、分取後、3 日後と 7 日後の生物化学的酸素要求量（以下「BOD」という。）との間には正の相関が見られたが、COD と BOD との間には相関は認められなかった。

Key words : 化学的酸素要求量 COD , 栄養塩類 nutrients

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、特徴のある地形や黒潮の影響で内外交流種が多く生物多様性や生産性が高いことから、漁船漁業と藻類養殖業が盛んに営まれている。また、県内海域の環境基準点における全窒素、全りん濃度及び COD は環境基準をほぼ 100%達成している。

今回、上記の3海域について、公共用水域常時監視点から各 1 地点を選び、前報¹⁾に引き続き、栄養塩類、COD 及び COD に関連する有機物指標を夏季と冬季の年 2 回測定し、各項目と地点別の関係について検討した。

II 方法

1 調査・採水時季

2020 年 8 月、2021 年 2 月及び 8 月、2022 年の 2 月及び 8 月の計 5 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。



*現 消防保安課

提供元：国土地理院 電子地形図（基盤白地図）

図 1 調査地点

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。	太平洋、播磨灘、吉野川に接しており、それぞれ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。

3 分析方法

採水した海水試料は、当日に分注・ろ過を行った。

ろ過をせず分注した試料は、COD の分析に使用した。

試料 1 L を、450℃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 を用いて吸引ろ過し、ろ紙をクロロフィル a（以下「Chl a」という。）の分析に使用した。ろ液は、溶存性 COD（以下「D-COD」という。）、溶存性生物化学的酸素要求量（以下「D-BOD」という。）、有機炭素（以下「DOC」という。）、全窒素（以下「DTN」という。）、全りん（以下「DTP」という。）、硝酸態窒素（以下「NO₃-N」という。）、亜硝酸態窒素（以下「NO₂-N」という。）、アンモニア態窒素（以下「NH₄-N」という。）、りん酸態りん（以下「PO₄-P」という。）及び SiO₂ の分析に使用した。溶存態無機窒素（以下「DIN」という。）は、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N を合計することで算出した。BOD は、得られたろ液及び未ろ過試料を使用し、JIS K 0102 21 に従って測定した。ただし、ふらん瓶に分取後の放置期間を 3 日間と 7 日間とし、消費された溶存酸素の量を、それぞれ BOD₃ (D-BOD₃)、BOD₇ (D-BOD₇) として求めた。

また、試料 500 mL を、450℃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 を用いて吸引ろ過し、ろ紙を懸濁性有機炭素（以下「POC」という。）の分析に使用した。

分注・ろ過した試水及びフィルター類は冷凍して国立環境研究所に送付し、COD、D-COD、BOD 及び D-BOD は当センサーで測定した。

いずれの項目についても n = 1 で分析を行い、計 5 つずつ（夏季 3、冬季 2）の分析データを得た。

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。前回の調査（2017～2019 年¹⁾）と同様に、SiO₂ 以外の項目については、夏季より冬季で高くなる傾向が見られた。

また、2011 年～2022 年における季節別の DIN、DTN、PO₄-P 及び DTP の推移を図 2 に示す。この期間においても栄養塩類の濃度は夏季よりも冬季で高く、DIN 以外の項目については県南沿岸海域が他の海域よりも低い傾向が見られた。

2 COD 及び COD 関連項目

COD 関連項目の測定結果を表 3 に示す。懸濁性 COD（以下「P-COD」という。）は COD と D-COD の差から求め、全有機炭素（以下「TOC」という。）は DOC と粒子性有機態炭素（以下「POC」という。）の和から求めた。COD、D-COD 及び P-COD は冬季より夏季で高くなる傾向が見られた。2020 年夏～2022 年夏における COD 年間平均値は、県北沿岸海域は 1.84 mg/L、紀伊水道海域は 1.53 mg/L、県南沿岸海域は 1.11 mg/L であり、前回の調査結果¹⁾と比べやや低い結果であった（2017 年夏～2020 年冬における COD 年間平均値はそれぞれ 1.95 mg/L、2.04 mg/L、1.79 mg/L）。

2002 年冬～2022 年夏（冬は 2 月頃、夏は 8 月頃）における地点別の COD の推移を図 3 に示す²⁾。いずれの地点においても COD は冬季より夏季で高くなる傾向が見られ、全期間を通じて県南沿岸海域の COD は他の 2 地点よりも低い傾向が見られた。また、3 地点とも環境基準（2 mg/L 以下）の達成率は 9 割以上であった。

（1）COD 関連項目の推移と比較

2011 年夏～2022 年夏における地点別の COD、D-COD 及び P-COD の推移を図 4 に示す。前回の調査¹⁾と同様、COD の大半は D-COD が占めており、本県の COD は D-COD に依るところが大きいといえる。

2011 年夏～2022 年夏における D-COD の推移を図 5 に示した。なお、算出の結果 P-COD が負の値となった測定結果は外れ値として除いた。D-COD について、県北沿岸海域で最も高く、県南沿岸海域で最も低い傾向がみられた。過去（2011～2014 年）の調査³⁾では、陸水の流入により塩分と D-COD とは逆相関を示している。県南沿岸海域は他の 2 地点よりも塩分が高い傾向にあり、陸水の影響は少ないと考えられる。

（2022 年における塩分平均値は、県北沿岸海域 32.18、紀伊水道海域 32.46、県南沿岸海域 34.00）

表2 2020年8月～2022年8月の夏季及び冬季の栄養塩類の平均値
(単位はすべて mg/L, カッコ内の数字は当該時季における全測定データの標準偏差)

地点	時季	DIN (NO ₃ -N+NO ₂ -N +NH ₄ -N)	DTN	PO ₄ -P	DTP	SiO ₂
県北沿岸 (Ha-1)	夏季	0.008 (0.001)	0.18 (0.006)	0.007 (0.0007)	0.013 (0.002)	0.65 (0.41)
	冬季	0.006 (0.004)	0.18 (0.011)	0.011 (0.003)	0.018 (0.003)	0.16 (0.17)
紀伊水道 (Ki-2)	夏季	0.006 (0.004)	0.18 (0.047)	0.005 (0.003)	0.010 (0.003)	0.81 (0.15)
	冬季	0.032 (0.016)	0.20 (0.004)	0.010 (0.003)	0.019 (0.0009)	0.21 (0.04)
県南沿岸 (Ka-3)	夏季	0.007 (0.003)	0.16 (0.024)	0.002 (0.002)	0.008 (0.002)	0.43 (0.19)
	冬季	0.030 (0.015)	0.19 (0.004)	0.010 (0.003)	0.015 (0.004)	0.32 (0.02)



図2 季節別の DIN, DTN, PO₄-P, DTP の推移

表3 2020年8月～2022年8月の夏季及び冬季のCOD関連項目の平均値
(単位はChl aは $\mu\text{g/L}$, 他はすべて mg/L , かつこ内の数字は当該時季における全測定データの標準偏差)

地点	時季	COD	D-COD	P-COD (COD-D-COD)	DOC	POC	TOC (DOC+POC)	Chl a
県北沿岸 (Ha-1)	夏季	2.18 (0.264)	1.71 (0.292)	0.46 (0.325)	1.59 (0.244)	0.31 (0.071)	1.46 (0.314)	0.83 (0.397)
	冬季	1.34 (0.60)	1.21 (0.502)	0.13 (0.099)	1.16 (0.004)	0.32 (0.032)	1.48 (0.027)	2.97 (1.149)
紀伊水道 (Ki-2)	夏季	1.87 (0.112)	1.52 (0.215)	0.35 (0.161)	1.27 (0.212)	0.43 (0.176)	1.70 (0.387)	1.55 (0.638)
	冬季	1.03 (0.594)	0.99 (0.537)	0.04 (0.056)	0.95 (0.214)	0.26 (0.049)	1.22 (0.263)	1.66 (0.776)
県南沿岸 (Ka-3)	夏季	1.35 (0.122)	1.26 (0.162)	0.087 (0.140)	1.18 (0.494)	0.24 (0.105)	1.42 (0.444)	0.99 (0.647)
	冬季	0.75 (0.353)	0.72 (0.254)	0.03 (0.099)	0.71 (0.163)	0.14 (0.024)	0.85 (0.188)	0.49 (0.360)

*DOC, POCは2014年夏季から2016年冬季までのデータである。

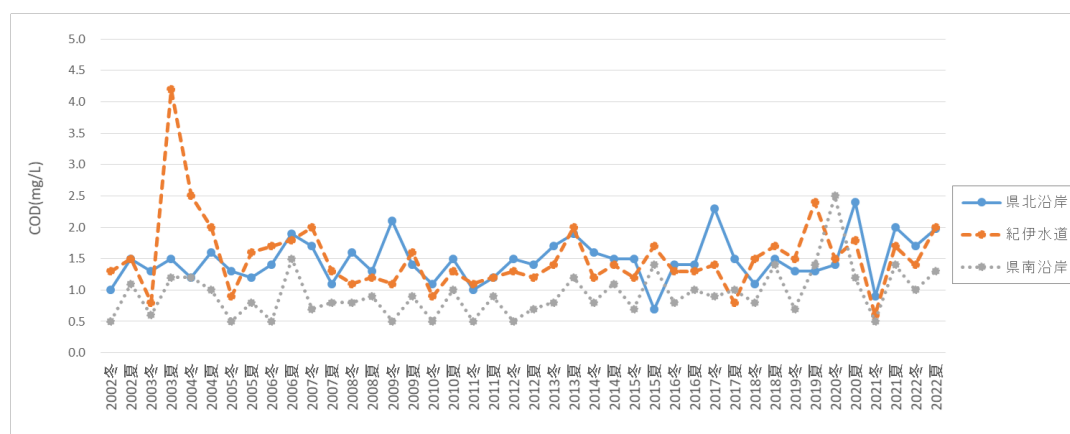


図3 CODの推移

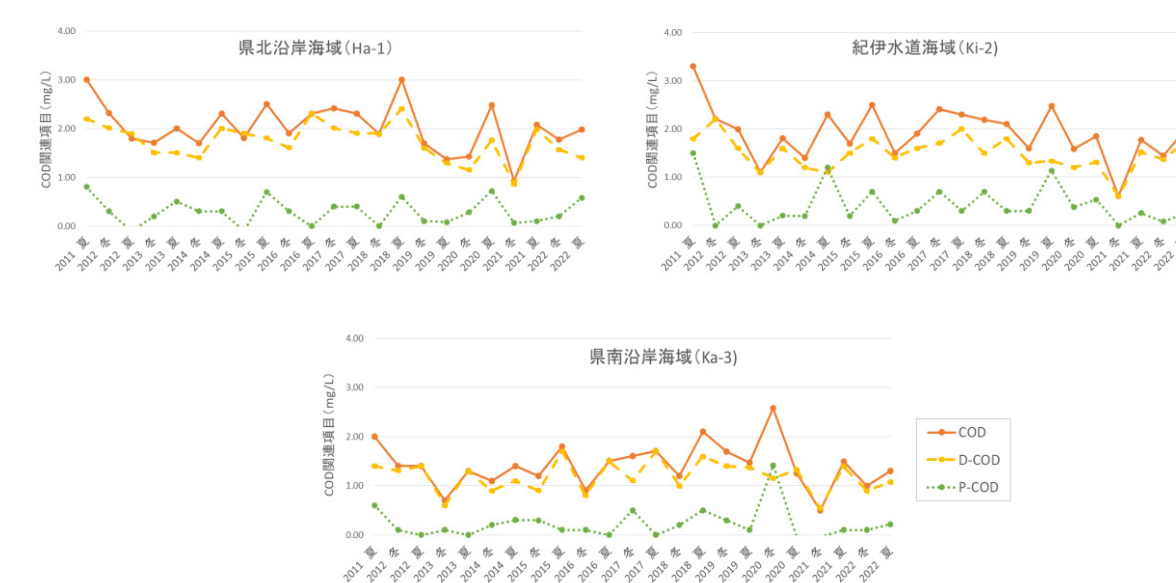


図4 COD, D-COD, P-CODの推移

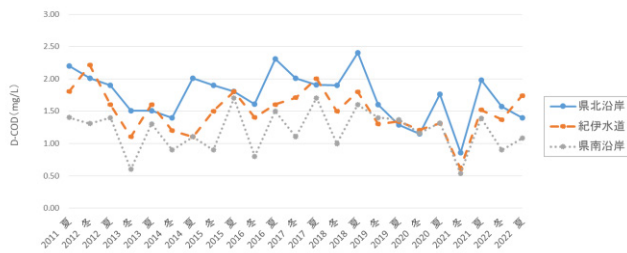


図5 D-CODの推移

(2) BODの推移と比較

2014年夏～2022年夏における未ろ過検体とろ過検体のBOD₃、BOD₇の推移を図6に示す。また、BOD₃ (D-BOD₃) に対するBOD₇ (D-BOD₇) との関係を図7に示す。なお、算出の結果BODが負の値となったものは誤差の範囲内とみなし0として扱った。県北沿岸海域を除く2地点でBOD₃とBOD₇に正の相関が見られたが、図8に示す地点別のCODに対するBOD₃とBOD₇の関係では、全ての地点において明確な相関関係はみられなかった。

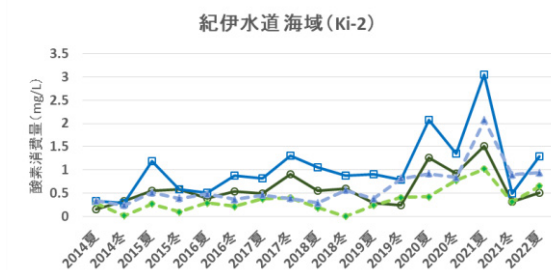
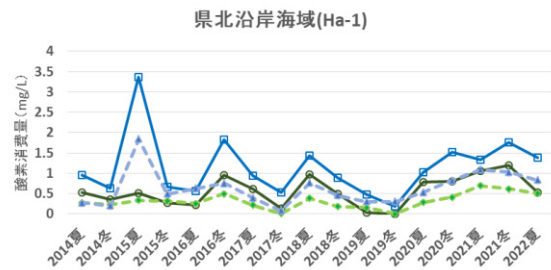


図6 BODの推移

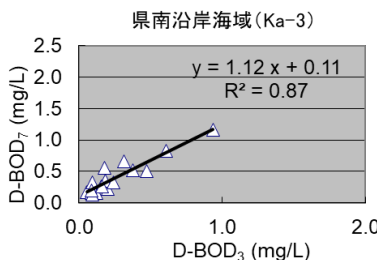
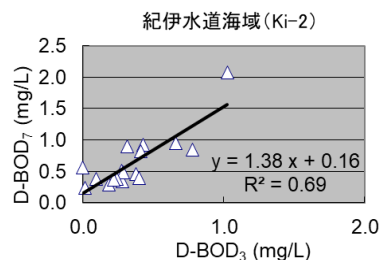
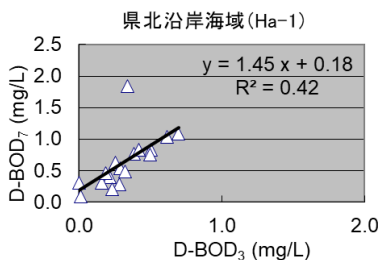
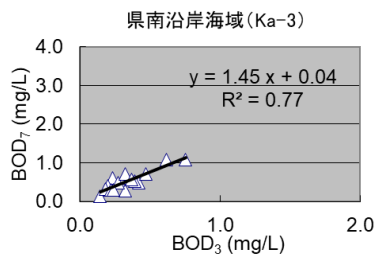
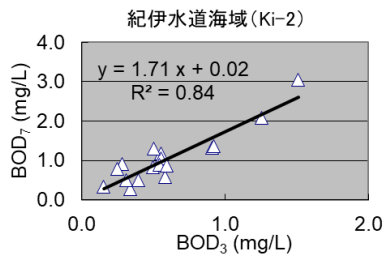
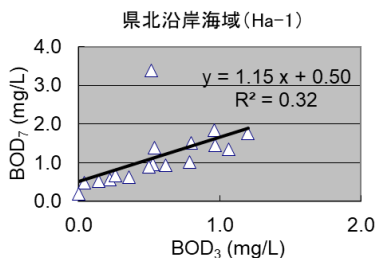


図7 BOD₃ (D-BOD₃) とBOD₇ (D-BOD₇) との関係

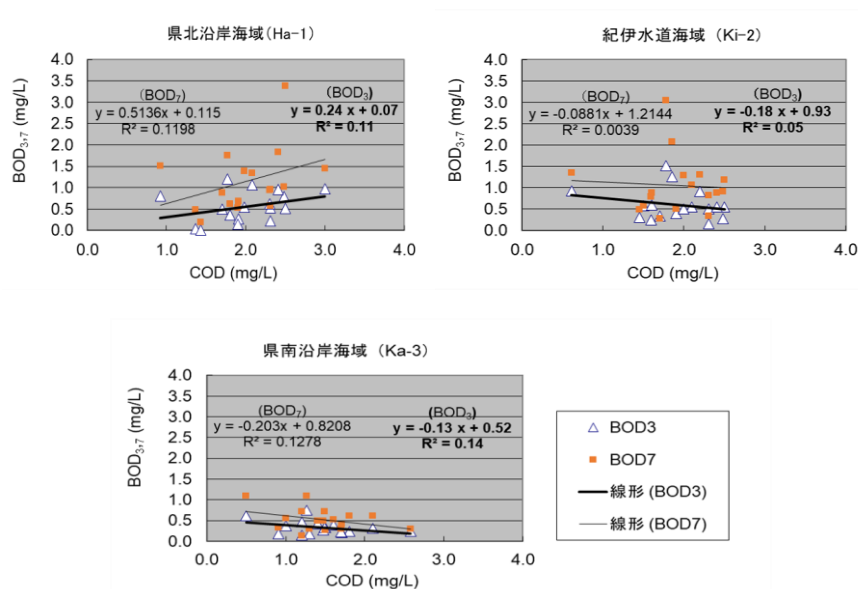


図8 $BOD_{3,7}$ と COD との関係

IV まとめ

徳島県沿岸海域3地点における2020年8月～2022年8月の調査結果に加え、既存のデータと併せて解析を行ったところ、次のことがわかった。

- 1 SiO_2 以外の栄養塩類は冬季で高くなる傾向があり、DTN, PO_4-P , DTPは県南沿岸海域で最も低い傾向が見られた。
- 2 CODは冬季よりも夏季に高く、県南沿岸海域において最も低い傾向がある。また、D-CODは県北沿岸海域で最も高く、県南沿岸海域で最も低い傾向が見られた。
- 3 BOD_3 と BOD_7 , D- BOD_3 とD- BOD_7 との間に正の相関がみられたが、CODとBODには相関は認められなかった。

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。

参考文献

- 1) 井上大輔, 酒池遼, 管生伸矢, 他: 徳島県沿岸海域におけるCOD関連項目の現状と傾向(第2報), 徳島県立保健製薬環境センター年報, **11**, 41-45 (2021)
- 2) 公共用水域及び地下水の水質測定結果(平成14年～令和3年度), 徳島県
- 3) 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」, 87-92