

資料

鹿児島湾湾奥部における海域版BODについて

BOD analysis in the inside of Kagoshima Bay

右 田 裕 二 米 澤 里 奈 山 道 哲 洋
前 畑 健 太 桑 原 庸 輔

1 はじめに

鹿児島湾は南北約80km, 東西約20kmの細長く入り組んだ内湾である。県は昭和54年5月に鹿児島湾ブルー計画（鹿児島湾水質環境管理計画）を策定し、以来、各種の環境保全対策を講じている。しかし、特に湾奥部は閉鎖性が高いため夏季には環境基準値を上回るCODが観察されることが多く、また、赤潮や貧酸素水塊の発生も毎年報告されている¹⁾。

貧酸素水塊の形成は、河川からの流入や植物プランクトンによる内部生産によって供給された海水中の有機物が、生物によって分解される際の酸素消費による寄与が大きいと考えられていることから²⁾、鹿児島湾湾奥部における問題は、海水中の微生物による有機物分解と密接な関係があると考えられる。海域、湖沼の有機汚濁の指標として環境基準項目となっているCODは、過マンガン酸カリウムで酸化される有機物が対象となる。一方、河川の環境基準項目であるBODは、好気性微生物に分解される有機物が対象となるため、このような現象の解明にはBODの測定が有効であると考えられている。

そこで、国立環境研究所との共同研究（Ⅱ型）の一環として、通常、海域では測定していないBODを2014年より湾奥部2地点において「海域版BOD」として測定を行っている。既報³⁾では2014年から2016年の結果を報告しているが、本報では植物プランクトンによる内部生産が活発な夏季（9月）の調査結果を対象とし、9月の調査を行っていない2014年を除いた2015年から2018年の海域版BOD等の測定結果について報告する。

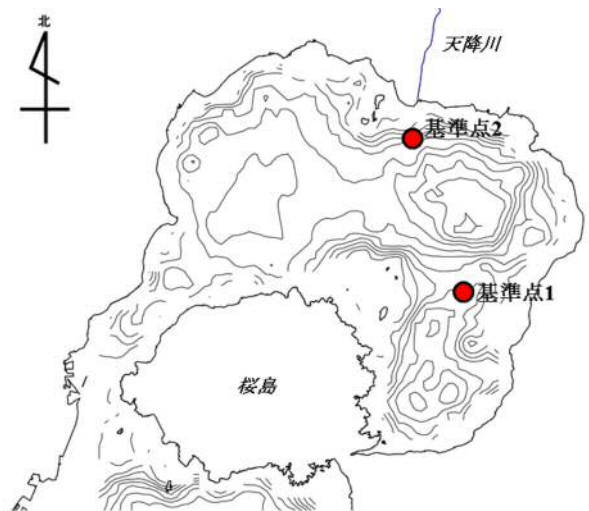
2 調査方法

2. 1 調査地点

調査地点を図1に示す。海域版BODの調査地点は湾奥沿岸部の基準点1（水深約107m）、基準点2（水深約109m）とした。基準点1は垂水市牛根沖に位置し、赤潮の発生が多い地点である。基準点2は湾奥部で最も流量の多い天降川河口沖に位置し、河川水の影響が大きい地点である。2地点ともA類型に指定され、COD環境基準2.0mg/L以下が設定されている。

2. 2 調査項目

海域版BODの他、COD、溶存態COD（D-COD）、懸濁態COD（P-COD）、クロロフィルa（Chl-a）、硝酸態窒素（NO₃-N）、亜硝酸態窒素（NO₂-N）、アンモニア態窒素（NH₄-N）、りん酸態りん（PO₄-P）、塩化物イオン（Cl⁻）を測定した。また、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-Nの合計を溶存態無機窒素（DIN）とした。



(注) 国土地理院「国土数値情報」、日本海洋データセンター「500mメッシュ水深データ」をもとに作成

図1 調査地点

2. 3 対象データ

2015年から2018年における9月のデータを対象とし、採水層は表層（0.5m）及び90m層である。なお、塩化物イオン以外のデータは、共同研究（Ⅱ型）で得られたものである。

2. 4 分析方法

海域版BODにおけるDOは、ヨウ素滴定法により測定した。まず、採水試料の水温を20℃に調整して1時間の曝気を行い、曝気後、5個の300mLフラン瓶に分注したものを検体とした。その後、1検体は分注直後にDOの測定を行い、その他の4検体は20℃の恒温槽に静置（暗条件）し、それぞれ3, 5, 7, 14日後に溶存酸素の固定を行った。なお、溶存酸素を固定した検体は水中に保管しておき、14日後以降にまとめてDOを測定した。

塩化物イオンは、硝酸銀滴定法により測定した。

その他の項目については、あらかじめ450℃で4時間焼

成処理したガラス繊維フィルターGFCを用いて500mL程度の採水試料をろ過し、得られたろ液をD-COD, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, PO₄-P測定用とした。同様に1L程度ろ過したフィルターをChl-a測定用とした。これらのろ過及びフィルター試料と、未ろ過のCOD測定用試料は冷凍保管して国立環境研究所へ送付し、それぞれ分析が行われた⁴⁾。なお、CODからD-CODを差し引いたものをP-CODとした。

3 結果及び考察

3. 1 海域版BOD（表層）

測定したBODの結果を図2に示す。基準点1については、2017, 2018年ともに7日目まで直線的にBODが上昇し酸素が消費されているが、7日目以降から14日目にかけては直線性が失われていた。海水の酸素消費量は一定期間を過ぎると低下するが^{5), 6)}、2017, 2018年は7日程度で低下したと考えられる。これは、生物学的に分解しや

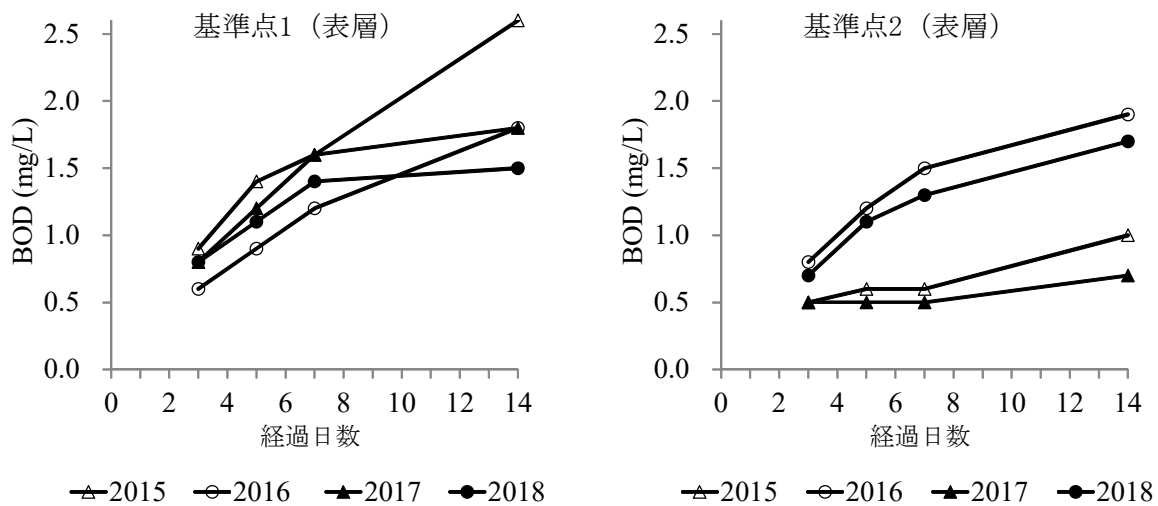


図2 海域版BODの測定結果（表層）

表1 表層の水質測定結果等

		単位：mg/L (Chl-a：μg/L, 降水量：mm)							
地点名	採水年月日	COD	D-COD	P-COD	Chl-a	DIN	PO ₄ -P	Cl ⁻	降水量*
基準点1	2015/9/8	3.51	2.81	0.70	1.48	0.00	0.003	15000	30.0
	2016/9/26	2.61	2.31	0.30	3.18	0.00	0.001	17200	0.0
	2017/9/6	3.01	2.10	0.90	4.85	0.00	0.003	17200	13.0
	2018/9/5	2.40	2.20	0.20	1.98	0.02	0.001	17500	2.5
基準点2	2015/9/8	3.51	2.11	1.41	0.65	0.74	0.037	2070	30.0
	2016/9/26	3.01	2.41	0.60	2.41	0.00	0.002	16500	0.0
	2017/9/6	2.71	2.31	0.40	1.56	0.10	0.008	15300	13.0
	2018/9/5	2.90	2.30	0.60	1.55	0.03	0.001	17000	2.5

* 溝辺（アメダス）における採水前日及び前々日の降水量合計

すい有機物を易分解性有機物とすると、おおよその易分解性有機物が7日程度で分解され7日目以降の酸素消費量が低下したものと考えられる。一方で2015、2016年は14日目までは酸素消費量の低下が見られなかった。特に2015年は14日目のBODが高く、表1の測定結果からCOD、D-CODが比較的高い数値となっていることが関係すると思われる。クロロフィルaは他年と比較すると低い値であり、分解が早いと考えられる植物プランクトン由来の有機物²⁾以外の有機物によるものと思われる。

基準点2については、2015、2017年は14日で0.7mg/L

程度の低い値であったが、2016、2018年は基準点1と同程度であるなど異なる結果であった。2015、2017年は、表1の測定結果において、塩化物イオン (Cl⁻) が低く栄養塩 (DIN, PO₄-P) も比較的高くなっており、また、流入河川である天降川上流の溝辺 (アメダス) の前日、前々日の降水量を比較しても2015、2017年は30.0mm、13mm、2016、2018年は0.0mm、2.5mmと大きく違うことから⁷⁾、河川水の影響を受け低い値になったものと思われる。

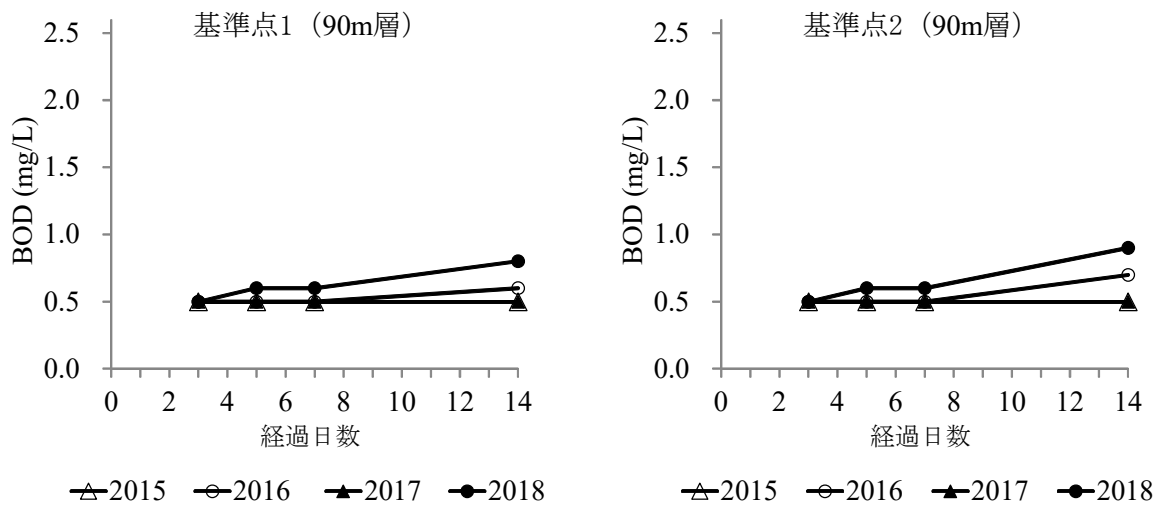


図3 海域版BODの測定結果 (90m層)

表2 90m層の水質測定結果等

単位 : mg/L (Chl-a : µg/L, 降水量 : mm)

地点名	採水年月日	COD	D-COD	P-COD	Chl-a	DIN	PO ₄ -P	Cl ⁻ *1	降水量*2
基準点1	2015/9/8	1.51	1.51	0.00	0.19	0.18	0.042	-	30.0
	2016/9/26	1.40	1.30	0.10	0.20	0.21	0.040	-	0.0
	2017/9/6	1.20	0.90	0.30	0.18	0.19	0.043	-	13.0
	2018/9/5	1.40	1.20	0.20	0.02	0.18	0.036	-	2.5
基準点2	2015/9/8	1.10	0.90	0.20	0.19	0.18	0.041	-	30.0
	2016/9/26	1.90	1.70	0.20	0.21	0.23	0.045	-	0.0
	2017/9/6	1.30	1.30	0.00	0.18	0.17	0.039	-	13.0
	2018/9/5	1.30	1.20	0.10	0.02	0.20	0.038	-	2.5

*1 90m層の塩化物イオンは測定していない

*2 溝辺 (アメダス) における採水前日及び前々日の降水量合計

3. 2 海域版BOD (90m層)

測定したBODの結果を図3に示す。90m層については、両地点とも2015年から2018年のいずれもBODの値が低く、酸素消費が見られなかった。表2の測定結果から90m層の水質はCOD、D-COD、P-CODの値が表層よりも低

い傾向があり、溶存態が大部分を占めているため、P-CODに反映される懸濁態の有機物は沈降するに従い分解が進み、90m層においては懸濁態、溶存態の易分解性有機物はほとんど残っておらず、大部分は難分解性の溶存態有機物であると推察される。

4 まとめ

2015年から2018年における9月表層の海域版BODの結果から、基準点1については、経過日数に伴う酸素消費量の低下に違いが見られた。基準点2については、降雨の影響が残る天降川の水質に起因すると思われるBODの低下が見られた。また、90m層はいずれの年、地点においても低い値であり、底層付近においては常に易分解性有機物が少ないことが示唆された。

参考文献

- 1) 鹿児島県水産技術開発センター；赤潮情報，
<http://suigi.jp/akashio/newHP/info.html>
(2019/7/22アクセス)
- 2) 国立研究開発法人国立環境研究所；貧酸素水塊の形成機構と生物への影響評価に関する研究(特別研究)
(2010)
- 3) 右田裕二，軈憲弘，他；鹿児島湾湾奥部における水質調査結果について，本誌，**18**，91～95 (2017)
- 4) 牧秀明；茨城県沿岸海域公共用水域環境基準点における栄養塩類とCODに関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）「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」報告書，21～25 (2017)
- 5) Laevastu T., H. Zeitlin, M. K. Song；Notes on oxygen consumption in sea water, *Limnol.Oceanogr.*, **10**, 144～146 (1965)
- 6) 竹本修明，久下芳生，中本雅雄；海水のBOD測定，水質汚濁研究，**4** (2)，80～90 (1981)
- 7) 気象庁；過去の気象データ検索，
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/ctrn/index.php>
(2019/7/22アクセス)