

浦ノ内湾における底層DOの測定結果と CODに関連する有機物指標について

刈谷玲菜・田嶋 誠*

Monitoring of Dissolved Oxygen (DO) in the Bottom Layer and Chemical Oxygen Demand (COD)-Related Organic Indicators in Uranouchi Bay.

Rena Kariya, Makoto Tajima

【要旨】 地方公共団体環境研究機関と国立環境研究所とのⅡ型共同研究の一環で、平成26年度開始のテーマ「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」において、高知県沿岸の閉鎖性水域である浦ノ内湾を中心に水質調査を行った。本報では、多項目水質計を用いた水温、塩分、溶存酸素（以下「DO」という。）の鉛直分布とそれに関連するCOD等の有機物項目の測定結果について報告する。多項目水質計による測定結果より、夏季には湾中央部から湾奥部にかけて貧酸素層が形成され、秋季に向けて解消されていく様子がうかがえた。浦ノ内湾内で周期的な貧酸素水塊の形成・発達と解消が起きていることが推察された。

Key words：閉鎖性水域，溶存酸素，貧酸素水塊，多項目水質計，Ⅱ型共同研究

1. はじめに

土佐湾中央部に位置する浦ノ内湾は県の代表的な閉鎖性水域であり、水面積約12km²、流入陸域面積約46km²の東西に細長い湾である。特に湾中央部は水深が最大20m近くあるのに対し、湾口部の宇佐大橋付近（図1．st-10）は湾幅350m、水深3～5mと最も狭く、湾内海水と湾外海水の交換を妨げている。この地点より湾奥部は奥行き約8.8km、湾幅400～1,000mで中小の枝湾が多く入り組んでおり、主な流入河川は5つほどあるがいずれも小河川で湾への流入水量は少ない¹⁾。非常に閉鎖的な湾であるため、特に夏季において底層部での貧酸素層の形成が確認されている²⁾。

本報では、浦ノ内湾での貧酸素水塊の発生状況を把握するため、浦ノ内湾内及び外洋の仁淀川河口沖の公共用水域常時監視地点において、多項目水質計による水質の鉛直分布測定を試みた。また、BOD・CODと関連する有機物指標（以下「COD関連項目」という。）についても調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 調査概要

2. 1 調査・採水時期

2014年度は7，9，11，1，3月に計5回，2015年度は5，8，10，12月に計4回，2016年度は6月～12月の間に計9回の調査を行った。

2. 2 調査地点

図1に調査地点を示す。水質環境基準類型指定は全地点で生活環境項目に関しA類型，浦ノ内湾のst-9～15は全窒素及び全リンに関しⅡ類型である。

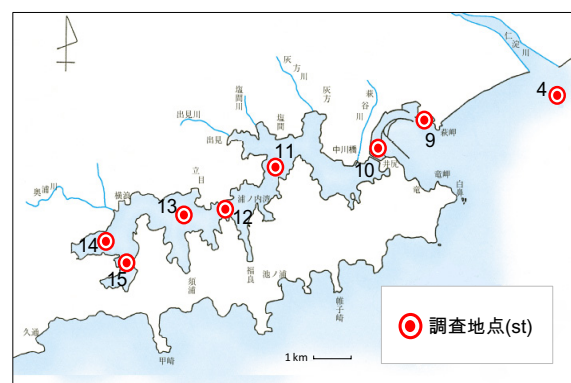


図1 調査地点図

* 現中央東福祉保健所

湾中央部のst-12付近ではマダイを中心とした養殖業が行われており、湾奥部にかけて底層の貧酸素化が問題視されている。

2. 3 調査・分析方法

2. 3. 1 水温・塩分・DO

水温・塩分・DOの測定には多項目水質計 (Hydrolab DataSonde DS-5 型, 環境システム (株)) (以下「水質計」という。) を用いた。船上から海中に向けて約10cm/sの速度で垂下させ、表層から海底まで測定を行った。

なお、底層DOの評価方法は、ほとんどの水生生物種が生息及び再生産できる場を保全・再生することができるものと考えられる生物1種類の環境基準値をもとにDO 4.0mg/L未満を貧酸素状態とした。

2. 3. 2 COD・BOD・TOC

試料採取はリゴー採水器を用い、st-4, 10, 12, 15において行った。採取水深は表層, 2m, 5m, 水深10m以上の地点は10mまで採水した。

採取した海水は保冷下で持ち帰り、450℃で4時間焼成処理した47mm径のガラス繊維フィルター GFCでろ過し、ろ過・未ろ過の各試料についてCOD・BOD・TOCの測定を行った。ろ過試料は溶存性成分の分析用とし、それぞれ溶存性COD (D-COD), 溶存性BOD (D-BOD), 溶存性有機炭素 (DOC) の測定結果を得た。また、懸濁性COD (P-COD), 懸濁性BOD (P-BOD), 懸濁性有機炭素 (POC) は、未ろ過試料とろ過試料の結果の差し引きにより算出した。

COD及びBODはJIS K 0102に基づき測定した。ただしBODに関しては、ふらん瓶での培養は5日間ではなく3日間とした。TOCはTOC計 (TOC-V CPH, 島津製作所) を用いてNPOC (不揮発性有機炭素) を測定した。

2. 3. 3 クロロフィルa

クロロフィルa (Chl a) の測定については、国立環境研究所に分析を依頼した。「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に関連する有機物項目について」³⁾ で述べられた逆相カラムを用いたフォトダイオードアレイ検

出器付き高速液体クロマトグラフィー (HPCL) による方法で一連の分析を行った。

3. 結果と考察

3. 1 水質計による鉛直分布測定結果

3. 1. 1 浦ノ内湾内における水温・塩分・DO (2014・2015年度)

2014年度及び2015年度の夏季・冬季の測定結果について、仁淀川河口沖st-4と浦ノ内湾内st-9～15の各地点における水温・塩分・DOの鉛直分布を図2に示す。夏季の測定結果からは、両年度ともDO 4.0mg/L未満の貧酸素層の形成が確認できた。

2014年9月の塩分鉛直分布をみると、st-11から湾奥部のst-15にかけて表層の塩分が低くなっていたが、これは台風の接近により9月7日まで続いた降雨⁴⁾の影響によるものと考えられる。st-4においても、仁淀川からの流出水の影響と思われる表層の水温及び塩分の低下、DOの上昇がみられた。底層DOを低下させた要因としては海水中有機物の分解や底泥の酸素消費が考えられるが、st-11からst-15にかけて表層のDOが高く過飽和状態にあったことから植物プランクトンの増殖が影響していることが示唆された。

2014年9月と2015年8月の結果を比較すると、DOの鉛直分布に違いがあることが分かった。湾中央部のst-12やst-13において、2014年9月の測定結果では底層に近づくにつれてDOが減少する傾向がみられたが、2015年8月の結果では水深5m付近でDO約1.5mg/Lと最も低くなり、そこから底層に向かってDOが上昇し、水深17m付近ではDO約4.8mg/Lとなっていた。

2015年8月の結果からは、2014年の結果にみられたDOの過飽和状態のような植物プランクトンの増殖に伴う特徴はみられず、Chl aの最高値もst-12の水深2mで11.5μg/Lであった。したがって、植物プランクトンが下層へと移行・沈降する中で水深5m付近において呼吸や分解によりDOが消費されたとは考えにくかった。湾外からの海水が湾内底層に侵入し、底層に形成されていた貧酸素水塊を持ち上げ、中層で貧酸素水塊が発達したのではないかと考えられた。

冬季 (2015年1月, 12月) には貧酸素状態の解

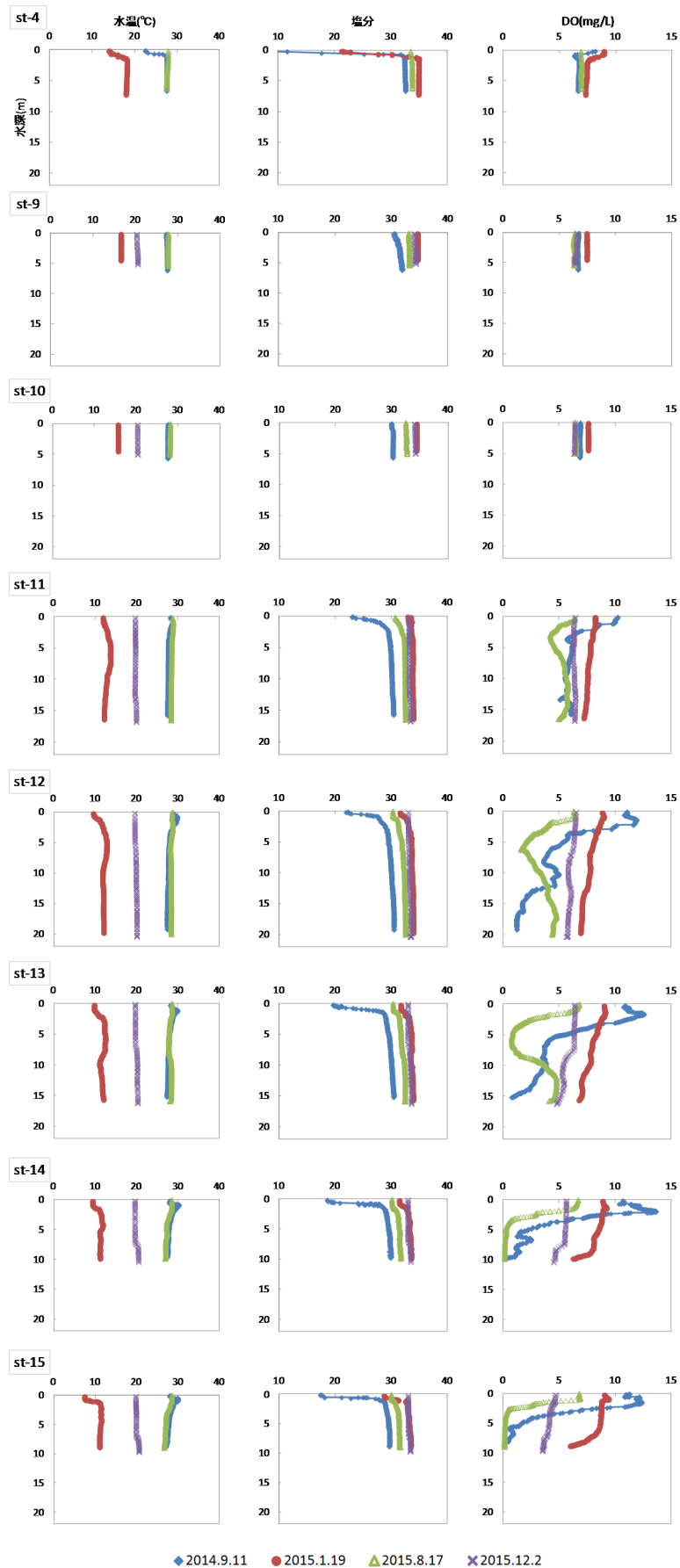


図2 仁淀川河口沖及び浦ノ内湾内における水温・塩分・DO (夏季・冬季/2014・2015年度)

※ st-4については2015. 12. 2は未測定

消が認められた。

3. 1. 2 浦ノ内湾内におけるDOの断面図解析 (2016年度)

2016年度は、貧酸素水塊の形成から解消されるまでの様子をより詳しく見るため、6月から12月にかけて月1～2回の頻度で水質計による調査を行った。浦ノ内湾内のDO及び塩分の断面分布を図3に示す。

調査を開始した6月3日時点で、すでに湾中央部を中心にst-11近辺から湾奥部にかけて底層の貧酸素水塊の形成が確認され、底層DOは最も水深の深いst-12では0.8mg/Lであった。調査時にはst-11とst-12において海面に赤潮とみられる懸濁物が確認され、Chl *a*はst-12の水深5mにおいて最も高く86.5 μ g/L、次いでst-15の水深5mで31.1 μ g/L、st-12の水深2mで6.4 μ g/Lであった。また、このときst-12から湾最奥部のst-15にかけて、表層から水面下3.5m付近まではDOが約14mg/Lと過飽和状態になっており、このことから大量に増殖した植物性プランクトンの存在が推察された。

夏季になるにつれ、貧酸素水塊は表層及び湾奥方向へ徐々に広がっていき、9月の調査時にはst-10付近から湾奥部のst-15にわたる広範囲で最も顕著な貧酸素状態となった。このとき、底層DOはst-10で6.5mg/L、st-11で1.1mg/L、湾中央部のst-12から湾最奥部のst-15にかけては0.8mg/Lとなっていた。しかし、7月27日や8月26日のDO断面分布を見ると湾中央部の底層付近でDOがやや回復しており、夏の間に貧酸素層が継続して拡大していくのではなく、DOの消費と供給を繰り返しながら貧酸素水塊が形成されていく様子がうかがえた。宗景ら^{5) 6)}の研究によれば、これは、大潮時に湾外水の密度が湾内底層水の密度より大きくなり、湾外水が湾内底層に潜り込むように侵入する差込み（密度流）が生じたためであると考えられる。差込みに伴うDO補給によって、一時的に湾中央底層部のDOは回復するが、短期間のうちにDOが消費されてしまい、次の小潮時には再び貧酸素水塊が形成される。また、差込みの及ばない湾奥部では、貧酸素状態が長く持続する⁵⁾
⁶⁾。先述の2015年8月のDO鉛直分布についても、降雨のほとんどない日が長く続いた⁴⁾ために湾

外水が湾内の底層水よりも高密度化し、差込みが起こったことにより湾中央部の底層にDOが補給された様子をとらえた可能性が高い。

図4に7月27日の底層における塩分の水平分布図を示す。湾外水が湾内と比べて高塩分（高密度）になっていることが確認できる。大潮時のデータではないため明瞭なものではないが、図3の塩分断面分布からは、湾外水の侵入を思わせる湾口部から湾中央部の底層への斜面に沿うような高塩分の層がみられた。

10月以降の秋季にかけての調査では、貧酸素状態が徐々に解消されていった。10月13日のDO断面分布からも、貧酸素層が中層に取り残された、あるいは浮き上げられた状況が見られ、湾中央部の底層からDOが回復している様子が確認された。

11月18日の断面分布図では、鉛直混合の促進により塩分、DOとも湾奥の底層部付近を除いて表層直下まではほぼ一様化していた。底層DOは11月の調査時に湾最奥部のst-15で4.9mg/Lまで改善し、12月の調査ではst-15で6.8mg/Lとなり、貧酸素層の解消が認められた。

2016年度の調査で得られたDO断面分布図は、1987年の観測結果を基にして作成された縦断分布^{5) 6)}と非常によく一致する挙動を示しており、浦ノ内湾内で周期的な貧酸素水塊の形成・発達と解消が起こっていることが推察された。

3. 2 水質分析結果

採取した試料の水質分析結果を示す。なお、P-COD（懸濁性COD：CODからD-COD（溶存性COD）を差し引いたもの。）のように、直接測らず間接的に算出してマイナスになった値については、誤差の範囲とみなし懸濁成分ゼロとして評価した。

夏季（7～9月）に採水した試料のBOD・COD関連項目の測定結果を図5及び表1（文末）、冬季（12月～3月）に採水した試料の測定結果を図6及び表2（文末）に示す。夏季と冬季のデータを比較するにあたって、1～3月の測定データが少なかったため、水質計を用いた測定により貧酸素水塊が完全に解消されていることが確認された12月のデータを含めて評価した。

全ての項目において外洋である仁淀川河口沖st-4より浦ノ内湾内の方が高い値を示し、特に

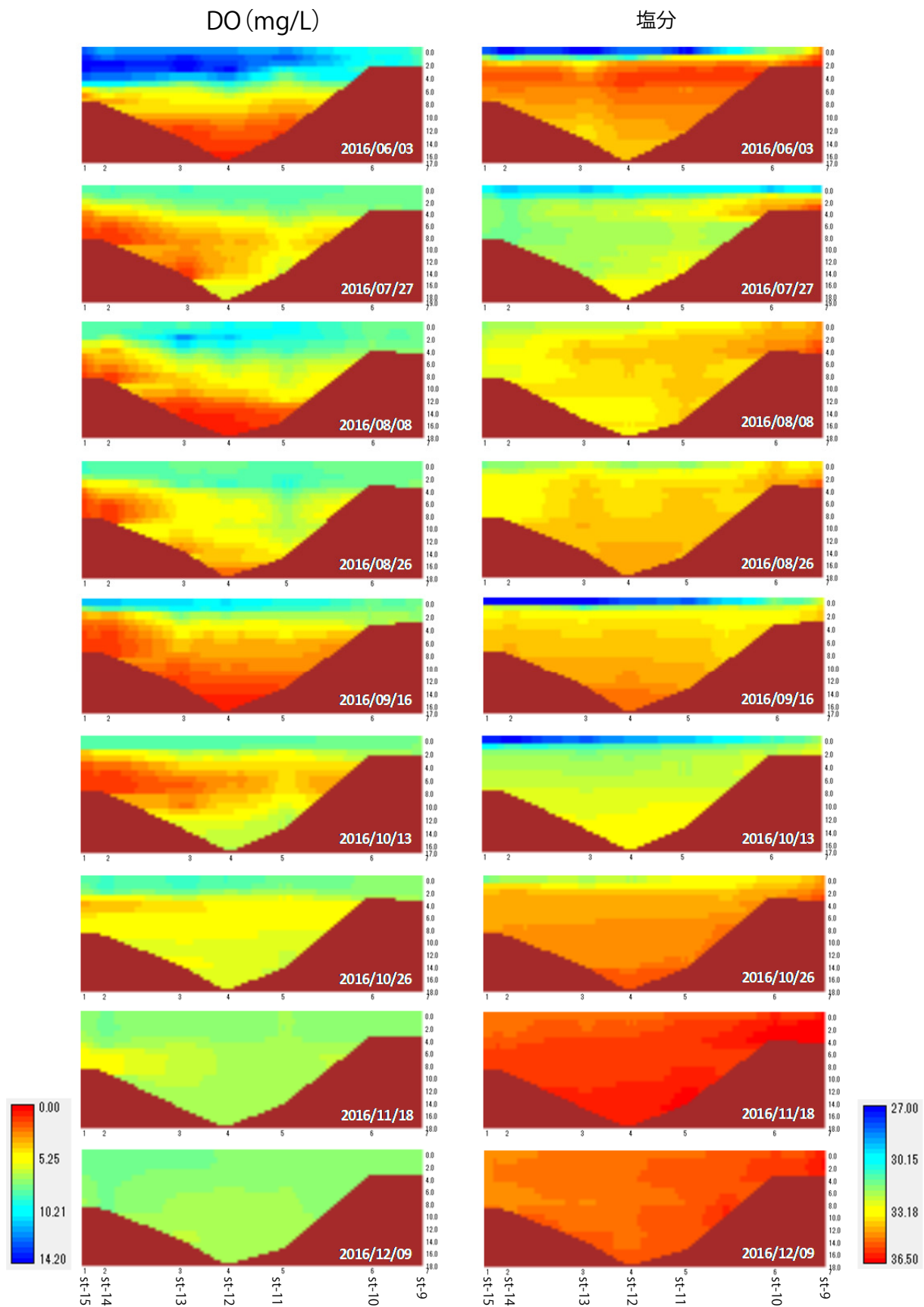


図3 浦ノ内湾のDO及び塩分の断面分布図（2016年度）

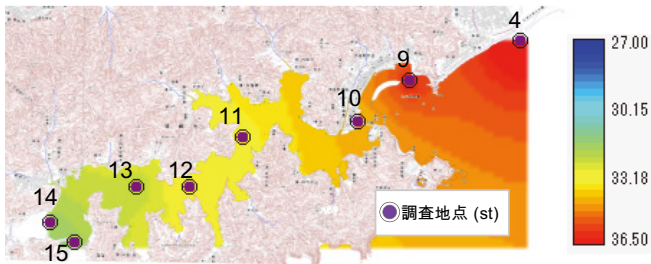


図4 仁淀川河口沖・浦ノ内湾の塩分水平分布図
(2016年7月27日・底層)

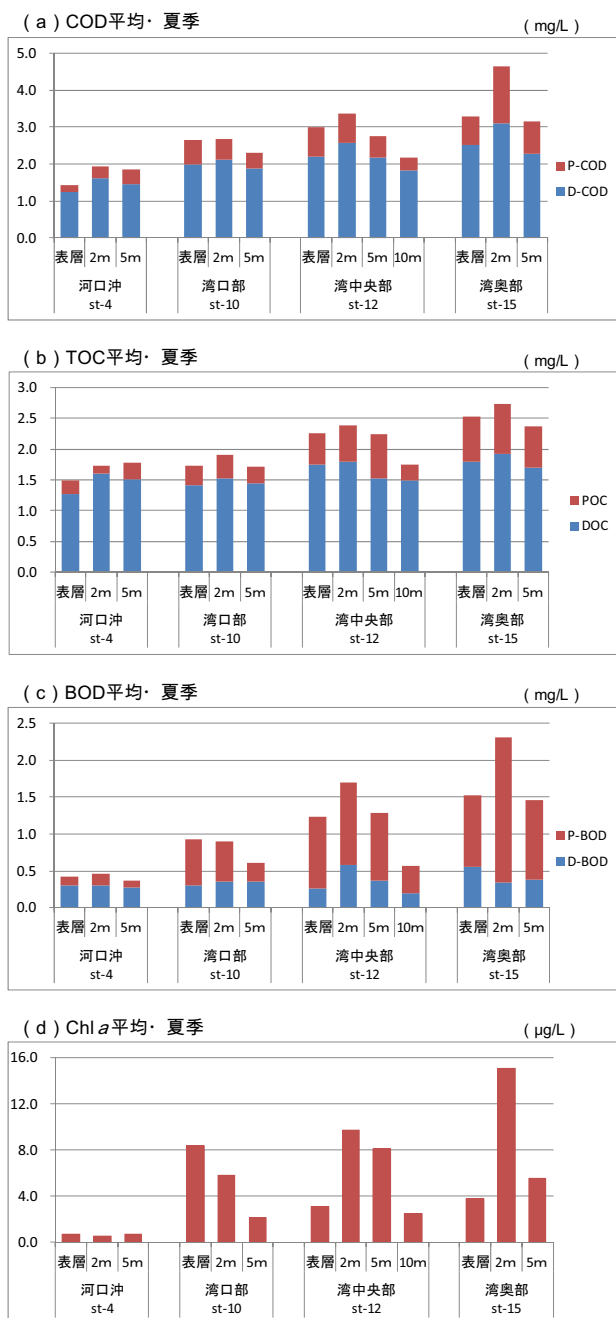


図5 BOD・COD関連項目 (夏季/2014~2016年度)

湾奥部であるst-15は他の湾内2地点より高くなる傾向がみられた。

季節間の比較では夏季の方が冬季より測定値が高い傾向にあり、外洋である仁淀川河口沖st-4より浦ノ内湾内の方が季節間の差がより顕著に表れていた。これは水温の高い夏季の植物プランクトンの増殖（内部生産）が原因であると考えられる。

夏季・冬季の結果から、COD及びTOCについては大部分を溶存性のもの（D-COD、DOC）が占めており、湾奥部にかけて上昇傾向にあった。一方、溶存性のBODが全BODに対して占める割合は小さく、P-BODがBODの値に大きく寄与していることが分かった。D-BODはほとんどの測定において環境基準の報告下限値である0.5mg/Lを下回る結果を示し、地点間の差はほぼみられなかった。これに対して、D-CODやDOCは湾奥側の地点ほど値が高くなる傾向にあることから、浦ノ内湾においては溶存性難分解物質が存在していると思われる。

図7～9に2014～2016年度に測定した浦ノ内湾のBOD・COD関連項目間の関係を示す。

図7にTOCとCOD、DOCとD-CODの各項目間の関係を示す。TOCとCODには相関がみられたが、DOCとD-CODの間には相関は認められなかった。

図8に懸濁性有機炭素関連項目の関係を示す。Chl aとP-CODには相関が認められた。このことから、浦ノ内湾ではP-CODの大部分が植物プランクトン起源であると考えられる。Chl aとPOCの関係については、POCの最高値が他のデータと比べて大きく、この値が相関を強くしている可能性があるため、今後もデータを蓄積しながら検討していく必要がある。

BODに関しては、CODとBODの間に明確な相関が確認できたほか、Chl aとBOD、Chl aとP-BODに相関が認められた（図9）。CODとBODの回帰直線から、BODが0 mg/LであってもCODは正の値を示すことが推察された。貧酸素水塊形成の原因となる有機物を評価するうえで、DO消費の要因となる微生物分解性の有機物がほとんどない場合にあってもある程度の値を示すCODよりも、BODが有用な有機汚濁指標となりうることを示された。一方で、D-CODとD-BODの間には相関がみられなかったことから、浦ノ内湾ではD-CODを上昇させる原

因物質の存在が考えられ、今後検討する必要がある。

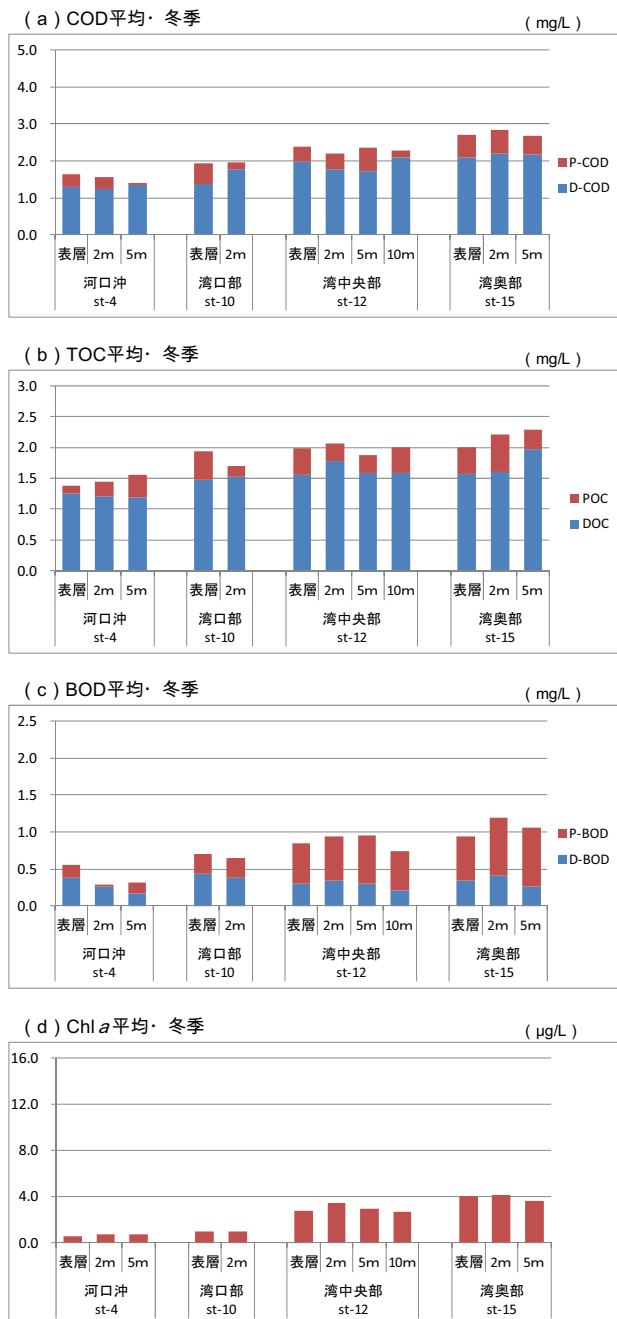


図6 BOD・COD関連項目（冬季/2014～2016年度）

4. まとめ

6月初旬には湾中央部を中心に底層の貧酸素状態が確認され、夏季になるにつれDOの消費と供給を繰り返しながら貧酸素水塊が形成されていく様子がうかがえた。秋季にかけての調査では、湾中央部の底層からDOが徐々に回復し、冬季には

貧酸素層の解消が認められた。

今回の調査結果は、1987年の観測結果^{5) 6)}と非常によく一致する挙動を示しており、浦ノ内湾内で周期的な貧酸素水塊の形成・発達と解消が起こっていることが推察された。

BOD・CODと関連する有機物指標について、外洋である仁淀川河口沖より浦ノ内湾内の方が高い値となる傾向がみられた。季節間の比較では、内部生産の高い夏季の方が冬季より測定値が高い傾向にあり、浦ノ内湾内の方が外洋である仁淀川河口沖より季節間の差がより顕著に表れていた。

CODと関連する有機物指標について、浦ノ内湾での各項目間の関係を検討した結果、TOCとCOD、Chl aとP-CODに相関が認められた。BODに関しては、CODとBODの間に明確な相関が確認できたほか、Chl aとBOD、Chl aとP-BODに相関が認められた。DO消費の要因となる有機物を評価するうえで、有機汚濁負荷が少ない場合にあっては常に何らかの値を示すCODよりもBODが有用な有機汚濁指標となりうることを示された。一方で、D-CODとD-BODの間には相関がみられなかったことから、浦ノ内湾ではD-CODを上昇させる原因物質の存在が考えられ、今後検討する必要がある。

謝 辞

最後に、分析・ご助言をいただきました国立研究開発法人国立環境研究所・地域環境研究センターの牧秀明氏をはじめ、ご協力いただきました皆様に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 白木恭一ら：浦ノ内湾の水質調査（窒素，リンを中心にして），高知県環境研究センター所報，13，51-57，1996
- 2) 田嶋誠，西山泰彦：高知県沿岸の閉鎖性水域における多項目水質計を用いた鉛直分布測定結果とCOD等の関連項目について，高知県環境研究センター所報，30，39-50，2013
- 3) 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に関連する有機物項目について
- 4) 国土交通省 気象庁ホームページ 各種データ・資料

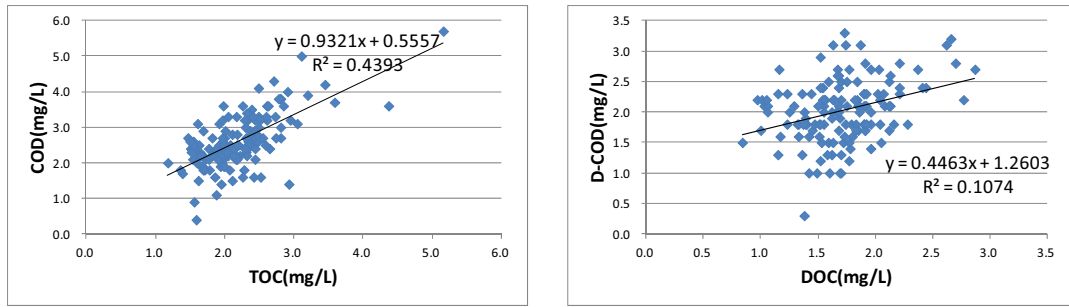


図7 TOCとCOD, DOCとD-CODの関係

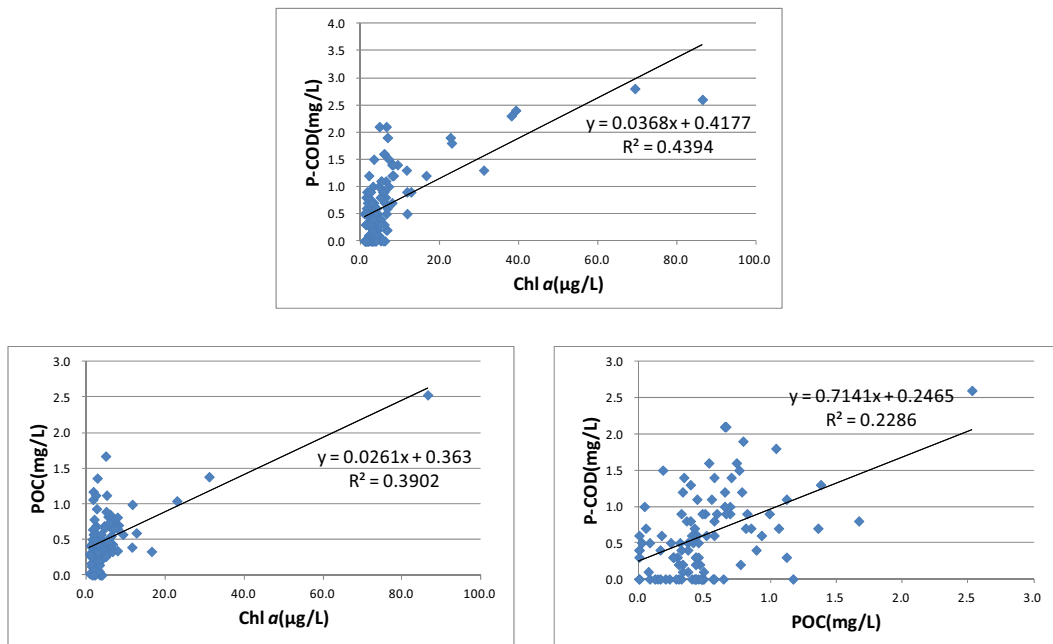


図8 懸濁性有機炭素関連項目 (P-COD, POC, Chl a) 間における関係

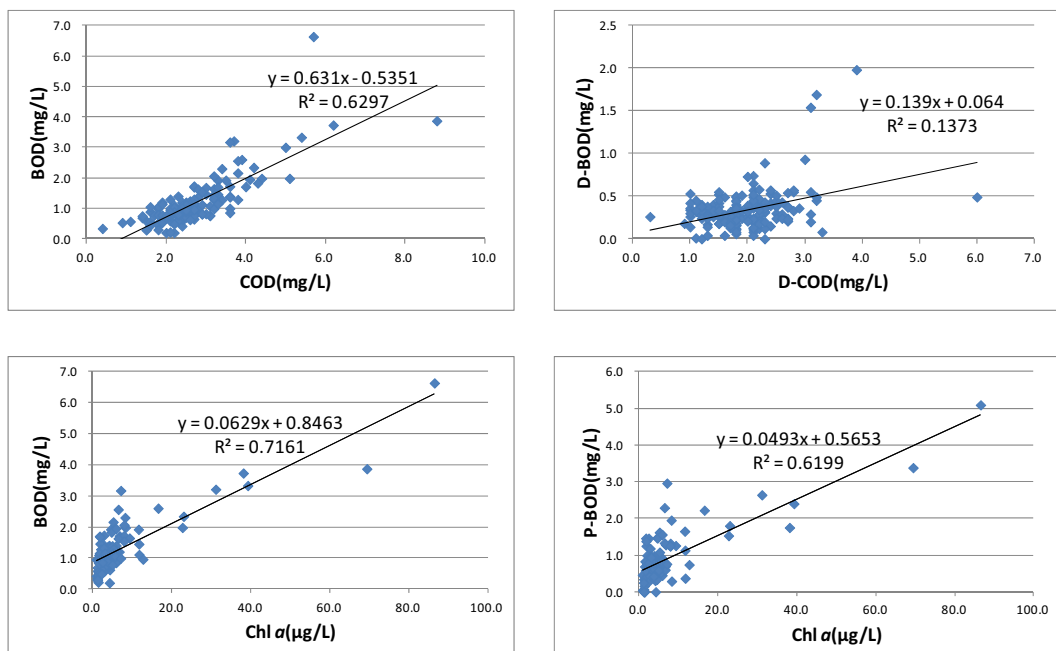


図9 BODとCOD, Chl a間における関係

<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>

- 5) 宗景志浩ら：浦の内湾のDO収支と貧酸素水塊の形成および消滅機構，海洋工学論文集，36，864-868，1989
- 6) 宗景志浩：湾外水の差込み現象（密度流）とこれに伴う大規模貧酸素化の発達機構の解明
平成5年度科学研究費補助金（一般研究-C）研究成果報告書，1994

表1 仁淀川河口沖・浦ノ内湾内におけるBOD・COD関連項目（夏季/2014～2016年度）

(単位はChl <i>a</i> はμg/L, 他は全てmg/L.)											平均値 中央値 (標準偏差)
地点	採水層	COD	D-COD	P-COD (COD-D-COD)	TOC	DOC	POC (TOC-DOC)	BOD	D-BOD	P-BOD (BOD-D-BOD)	Chl <i>a</i>
仁淀川 河口沖	表層	1.30	1.25	0.18	1.50	1.28	0.22	0.43	0.30	0.12	0.69
		<i>1.50</i>	<i>1.15</i>	<i>0.05</i>	<i>1.44</i>	<i>1.25</i>	<i>0.21</i>	<i>0.45</i>	<i>0.31</i>	<i>0.13</i>	<i>0.63</i>
		(0.57)	(0.31)	(0.29)	(0.22)	(0.06)	(0.16)	(0.08)	(0.13)	(0.07)	(0.17)
	2m	1.83	1.60	0.33	1.74	1.60	0.13	0.46	0.30	0.17	0.54
		<i>1.80</i>	<i>1.65</i>	<i>0.15</i>	<i>1.69</i>	<i>1.69</i>	<i>0.15</i>	<i>0.45</i>	<i>0.33</i>	<i>0.16</i>	<i>0.51</i>
		(0.38)	(0.24)	(0.25)	(0.26)	(0.27)	(0.28)	(0.13)	(0.10)	(0.07)	(0.09)
浦ノ内湾 湾口部	5m	1.85	1.45	0.40	1.79	1.52	0.27	0.38	0.27	0.10	0.71
		<i>1.90</i>	<i>1.50</i>	<i>0.30</i>	<i>1.63</i>	<i>1.35</i>	<i>0.19</i>	<i>0.41</i>	<i>0.26</i>	<i>0.10</i>	<i>0.54</i>
		(0.37)	(0.19)	(0.45)	(0.39)	(0.46)	(0.17)	(0.09)	(0.04)	(0.10)	(0.32)
	表層	2.43	1.97	0.69	1.73	1.41	0.32	0.93	0.31	0.63	8.34
		<i>2.10</i>	<i>1.80</i>	<i>0.70</i>	<i>1.64</i>	<i>1.34</i>	<i>0.41</i>	<i>0.65</i>	<i>0.24</i>	<i>0.41</i>	<i>2.53</i>
		(1.50)	(0.56)	(0.86)	(0.31)	(0.27)	(0.23)	(1.08)	(0.28)	(0.82)	(15.16)
浦ノ内湾 中央部	2m	2.56	2.11	0.57	1.90	1.53	0.37	0.90	0.36	0.54	5.83
		<i>2.30</i>	<i>2.00</i>	<i>0.30</i>	<i>1.79</i>	<i>1.53</i>	<i>0.33</i>	<i>0.78</i>	<i>0.35</i>	<i>0.39</i>	<i>2.74</i>
		(1.22)	(0.52)	(0.68)	(0.41)	(0.21)	(0.24)	(0.49)	(0.11)	(0.45)	(8.28)
	5m	2.28	1.88	0.42	1.72	1.44	0.28	0.62	0.35	0.26	2.11
		<i>2.10</i>	<i>1.80</i>	<i>0.30</i>	<i>1.66</i>	<i>1.42</i>	<i>0.24</i>	<i>0.59</i>	<i>0.39</i>	<i>0.16</i>	<i>1.96</i>
		(0.53)	(0.23)	(0.62)	(0.27)	(0.22)	(0.14)	(0.13)	(0.10)	(0.23)	(0.96)
浦ノ内湾 奥部	表層	3.00	2.18	0.82	2.27	1.75	0.51	1.23	0.27	0.96	3.11
		<i>3.15</i>	<i>2.20</i>	<i>0.75</i>	<i>2.22</i>	<i>1.69</i>	<i>0.44</i>	<i>1.12</i>	<i>0.24</i>	<i>0.87</i>	<i>1.92</i>
		(0.52)	(0.34)	(0.56)	(0.30)	(0.30)	(0.29)	(0.39)	(0.13)	(0.33)	(2.67)
	2m	3.29	2.56	0.80	2.39	1.80	0.59	1.69	0.59	1.10	9.71
		<i>2.70</i>	<i>2.50</i>	<i>0.70</i>	<i>2.34</i>	<i>1.77</i>	<i>0.47</i>	<i>1.32</i>	<i>0.33</i>	<i>0.83</i>	<i>2.77</i>
		(1.33)	(0.80)	(0.81)	(0.32)	(0.21)	(0.40)	(0.97)	(0.63)	(0.43)	(14.41)
浦ノ内湾 奥部	5m	2.70	2.16	0.60	2.25	1.53	0.71	1.28	0.37	0.91	8.11
		<i>2.70</i>	<i>2.20</i>	<i>0.50</i>	<i>2.33</i>	<i>1.46</i>	<i>0.67</i>	<i>1.14</i>	<i>0.32</i>	<i>0.78</i>	<i>7.82</i>
		(0.45)	(0.29)	(0.46)	(0.23)	(0.19)	(0.19)	(0.28)	(0.17)	(0.34)	(3.25)
	10m	2.10	1.83	0.34	1.75	1.50	0.25	0.57	0.19	0.38	2.44
		<i>2.20</i>	<i>2.00</i>	<i>0.50</i>	<i>1.71</i>	<i>1.47</i>	<i>0.24</i>	<i>0.53</i>	<i>0.18</i>	<i>0.41</i>	<i>2.06</i>
		(0.54)	(0.74)	(0.26)	(0.17)	(0.27)	(0.19)	(0.22)	(0.08)	(0.17)	(0.95)
浦ノ内湾 奥部	表層	3.27	2.52	0.77	2.53	1.79	0.74	1.53	0.56	0.97	3.77
		<i>3.25</i>	<i>2.60</i>	<i>0.90</i>	<i>2.63</i>	<i>1.70</i>	<i>0.68</i>	<i>1.69</i>	<i>0.37</i>	<i>0.99</i>	<i>2.23</i>
		(0.72)	(0.64)	(0.42)	(0.34)	(0.25)	(0.26)	(0.47)	(0.57)	(0.46)	(2.71)
	2m	4.64	3.10	1.54	2.74	1.92	0.82	2.31	0.35	1.96	15.10
		<i>3.80</i>	<i>2.70</i>	<i>1.50</i>	<i>2.76</i>	<i>1.79</i>	<i>0.77</i>	<i>2.16</i>	<i>0.35</i>	<i>1.62</i>	<i>4.90</i>
		(1.91)	(1.37)	(0.80)	(0.26)	(0.40)	(0.26)	(1.09)	(0.17)	(1.00)	(26.67)
浦ノ内湾 奥部	5m	3.14	2.29	0.86	2.38	1.70	0.68	1.47	0.38	1.08	5.58
		<i>3.20</i>	<i>2.20</i>	<i>0.90</i>	<i>2.45</i>	<i>1.69</i>	<i>0.71</i>	<i>1.30</i>	<i>0.36</i>	<i>0.91</i>	<i>5.41</i>
		(0.60)	(0.32)	(0.57)	(0.24)	(0.16)	(0.17)	(0.64)	(0.17)	(0.55)	(2.19)

表2 仁淀川河口沖・浦ノ内湾内におけるBOD・COD関連項目（冬季/2014～2016年度）

(単位はChl <i>a</i> はμg/L, 他は全てmg/L.)											平均値 中央値 (標準偏差)
地点	採水層	COD	D-COD	P-COD (COD-D-COD)	TOC	DOC	POC (TOC-DOC)	BOD	D-BOD	P-BOD (BOD-D-BOD)	Chl <i>a</i>
仁淀川 河口沖	表層	1.45	1.30	0.35	1.38	1.26	0.12	0.57	0.38	0.19	0.60
		1.45	1.30	0.35	1.38	1.26	0.12	0.57	0.38	0.19	0.60
	2m	(0.21)	(0.28)	(0.21)	(0.52)	(0.59)	(0.07)	(0.23)	(0.06)	(0.16)	—
		1.55	1.25	0.30	1.45	1.21	0.24	0.21	0.26	0.03	0.75
	5m	1.55	1.25	0.30	1.45	1.21	0.24	0.21	0.26	0.03	0.75
		(0.21)	(0.07)	(0.28)	(0.28)	(0.47)	(0.18)	(0.13)	(0.03)	(0.04)	—
浦ノ内湾 湾口部	表層	1.35	1.35	0.05	1.55	1.20	0.36	0.32	0.17	0.15	0.77
		1.35	1.35	0.05	1.55	1.20	0.36	0.32	0.17	0.15	0.77
	2m	(0.35)	(0.49)	(0.07)	(0.53)	(0.45)	(0.09)	(0.08)	(0.04)	(0.04)	—
		1.93	1.38	0.55	1.94	1.47	0.46	0.70	0.43	0.26	1.01
	5m	1.95	1.35	0.50	1.98	1.61	0.54	0.70	0.44	0.26	1.01
		(0.43)	(0.35)	(0.17)	(0.32)	(0.44)	(0.33)	(0.23)	(0.09)	(0.23)	(0.24)
浦ノ内湾 中央部	表層	1.88	1.78	0.18	1.65	1.52	0.18	0.65	0.38	0.26	1.01
		1.85	1.70	0.15	1.67	1.64	0.21	0.69	0.36	0.25	1.01
	2m	(0.43)	(0.77)	(0.21)	(0.43)	(0.33)	(0.13)	(0.16)	(0.11)	(0.21)	(0.20)
		2.35	1.98	0.40	1.96	1.56	0.42	0.79	0.30	0.55	2.78
	5m	2.30	2.05	0.35	1.92	1.67	0.40	0.99	0.30	0.71	2.78
		(0.34)	(0.36)	(0.39)	(0.16)	(0.41)	(0.39)	(0.40)	(0.09)	(0.37)	(1.97)
浦ノ内湾 湾奥部	表層	2.20	1.78	0.43	1.89	1.78	0.28	0.95	0.34	0.61	3.47
		2.25	1.75	0.35	1.84	1.99	0.27	0.92	0.32	0.64	3.47
	2m	(0.50)	(0.25)	(0.34)	(0.44)	(0.53)	(0.26)	(0.18)	(0.16)	(0.20)	(1.44)
		2.35	1.73	0.63	1.88	1.58	0.29	0.96	0.30	0.65	2.98
	5m	2.35	1.80	0.50	1.84	1.68	0.30	0.97	0.32	0.66	2.98
		(0.47)	(0.45)	(0.56)	(0.32)	(0.37)	(0.24)	(0.12)	(0.11)	(0.05)	(0.94)
浦ノ内湾 湾奥部	表層	2.20	2.10	0.18	2.00	1.59	0.41	0.75	0.21	0.54	2.72
		2.30	2.10	0.05	1.99	1.67	0.50	0.74	0.18	0.52	2.72
	2m	(0.45)	(0.26)	(0.29)	(0.42)	(0.40)	(0.23)	(0.18)	(0.11)	(0.14)	(0.05)
		2.58	2.10	0.60	1.98	1.58	0.42	0.93	0.34	0.60	4.09
	5m	2.65	2.15	0.50	1.99	1.61	0.35	0.89	0.31	0.61	4.09
		(0.54)	(0.29)	(0.61)	(0.04)	(0.44)	(0.42)	(0.20)	(0.19)	(0.17)	(2.69)
浦ノ内湾 湾奥部	表層	2.75	2.20	0.63	2.22	1.61	0.61	1.17	0.41	0.78	4.13
		2.65	2.25	0.55	2.21	1.69	0.46	1.27	0.39	0.83	4.13
	2m	(0.62)	(0.22)	(0.61)	(0.19)	(0.41)	(0.41)	(0.28)	(0.09)	(0.25)	(1.23)
		2.68	2.18	0.50	2.11	1.97	0.33	1.05	0.26	0.80	3.61
	5m	2.70	2.25	0.50	2.23	1.98	0.02	1.06	0.30	0.79	3.61
		(0.22)	(0.26)	(0.12)	(0.40)	(0.76)	(0.63)	(0.28)	(0.16)	(0.18)	(0.30)