

### 夏季有明海における溶存酸素濃度分布の類型化とその形成要因

東亜建設工業(株)(元 熊本大学) 正会員 ○五十嵐学  
熊本大学 学生会員 杉野拓之, 正会員 増田龍哉, フェロー 滝川 清, 正会員 矢北孝一  
九州農政局 岩永 豊, 今村義郎

#### 1. 背景・目的

有明海では、貧酸素水塊の形成などの環境悪化が慢性化し、その改善策が求められているが、まだ貧酸素水塊の形成要因の解明には至っていない。溶存酸素濃度(以下、DO)分布が時期や場の特性に応じて異なり、その分布形状の形成要因も様々な因子が複雑に絡み合うためである。本研究では、有明海における貧酸素水塊の形成要因を明らかにすることを目的として、気象分野で先行して行われている、主成分分析を用いた平面分布データの類型化手法<sup>1)</sup>による解析を行った。具体的には、2007年夏季に有明海で観測されたDOを対象に主成分分析を行い、その分布を類型化した後、それらの形成要因の考察を行った。

#### 2. DO分布の類型化の方法

主成分分析は、2007年7月20日~9月30日の期間において、図-1に示す16地点で表-1のように観測された1時間毎のDOのうち、それが3mg/Lを下回る(以下、貧酸素状態)地点が1地点でも出現した場合、その出現日の全地点のデータを用いて行った。主成分分析により第1~第3の3主成分を抽出し、第1主成分は貧酸素状態の地点数の指標、第2、第3主成分は地域分布特性の指標となることが分かった。さらに、各主成分の組み合わせから、図-2に示すA、B、CおよびDの4つのDO分布に類型化した。具体的には、各主成分得点の標準偏差σ(第1主成分:5.19, 第2主成分:2.97, 第3主成分:2.58, 平均値は各主成分いずれも0)を求めて±σを閾値とした。それに応じ、出現時間数が一定以上となる第1主成分得点と第2または第3主成分得点との組み合わせを抽出し、出現時間に対応する底層のDOを地点毎に平均した。

#### 3. 類型化されたDO分布の特徴

DO分布の形成要因を考察するために用いた、塩分、水温、クロロフィルaおよびDOの表底層における日平均の経時変化をそれぞれ図-3、図-4、図-6、図-7に、日平均密度成層強度の経時変化を図-5に示す(白抜き・斜線は未観測・欠測データ)。

表-1 使用データ緒元

観測機関	九州農政局, 水産庁, 環境省, 西海区水産研究所
観測期間	2007年7月20日~9月30日
観測間隔	1時間
観測地点	図-1参照
観測項目	溶存酸素濃度(表底層), 水温(表底層), 塩分(表底層), クロロフィルa(表底層)
使用指標	密度成層強度 <sup>2)</sup> (成層状態にある水柱の完全混合に必要な単位体積当たりのエネルギー)
観測水深	表層(地点S1, S6:水面下-0.5m, その他地点:水面下-1.0m), 底層(海底面上+0.2m)

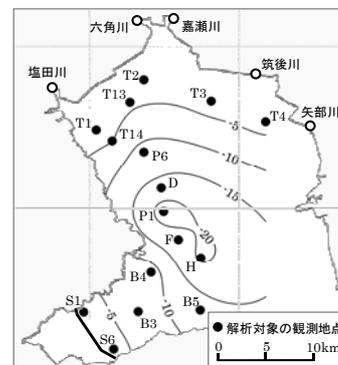


図-1 観測地点位置図および水深分布(m)

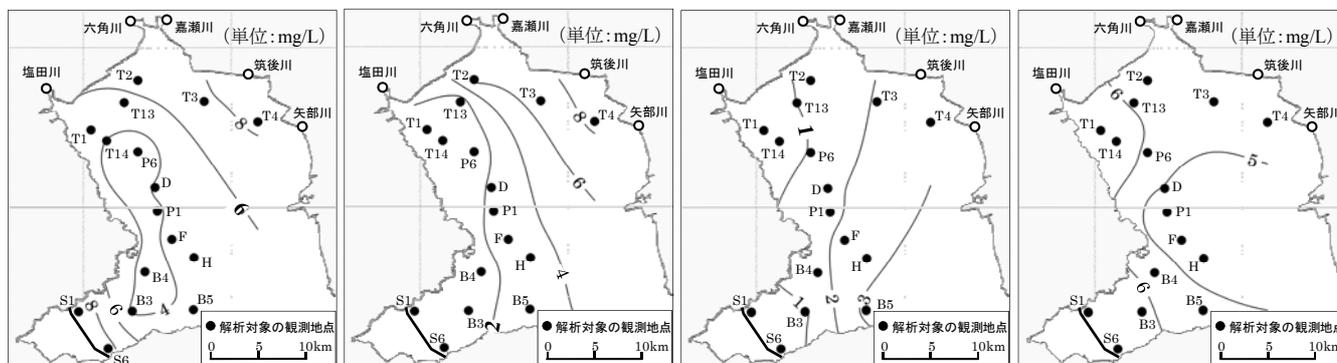


図-2 DOの分布パターン(左から、A、B、CおよびDパターン)

キーワード 有明海, 主成分分析, 貧酸素水塊, 溶存酸素濃度分布

連絡先: 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

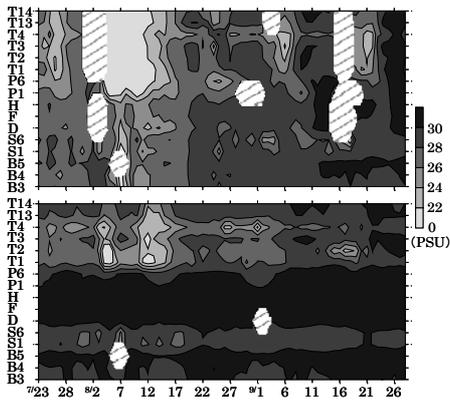


図-3 日平均塩分の経時変化  
(上：表層，下：底層)

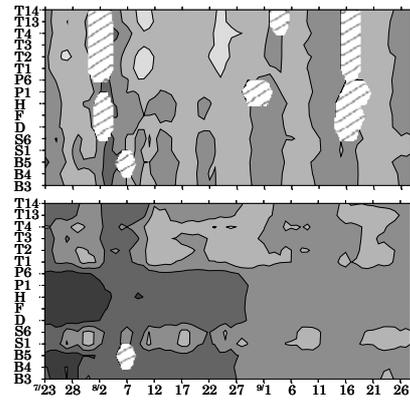


図-4 日平均水温の経時変化  
(上：表層，下：底層)

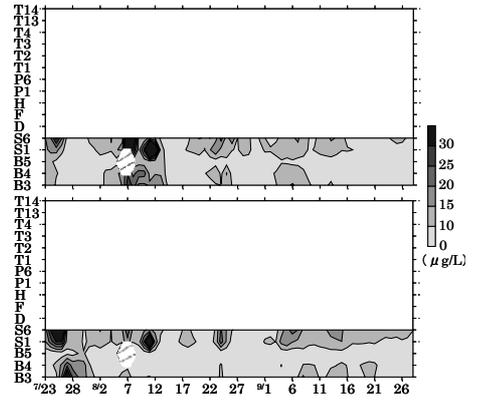


図-6 日平均クロロフィル a の  
経時変化 (上：表層，下：底層)

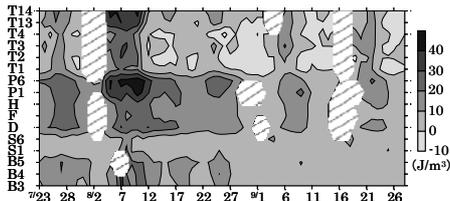


図-5 日平均密度成層強度の  
経時変化

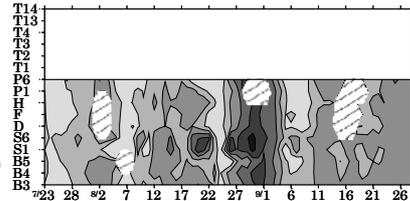


図-7 日平均 DO の経時変化  
(左：表層，右：底層)

A パターンは、7/23～29 のデータが約 82%を構成し、この期間は小潮から中潮に向かう時期であった。地点 P6 で貧酸素状態となり、DO が 4.0mg/L 以下となった B3, B4, P1, P6, T14 の地点では、塩分成層は発達せず (図-3)、底層の水温が他地点と比較して低い傾向にあり (図-4)、密度成層強度が大きくなった (図-5)。B パターンは、8/21～27 のデータのみで構成され、小潮から中潮に向かう時期であった。T2, T3, T4 以外の地点で DO が 0.9～3.2mg/L となり、貧酸素状態の地点が多く出現した。それらの地点のうち、B3, B4, B5, D, F, H, P1, P6 などの比較的水深の深い地点では、7/23 から継続して水温成層が発達していた (図-4, 図-5)。一方、S1, S6, T1, T13, T14 などの比較的水深の浅い地点では、密度成層強度は小さかった (図-5)。後者の地点でも DO が低下した要因として、8/3 の降雨に伴う筑後川の河川流量の増加 (1294m<sup>3</sup>/s) が考えられる。これに伴い、地点によっては 8/16 まで低塩分となり (図-3)、密度成層強度も増加した (図-5)。さらに、河川出水により栄養塩が供給され、植物プランクトンの増殖・枯死に伴い有機物が増加したことも推察された (図-6)。C パターンは、8/27～29 のデータが約 85%を構成し、この期間は中潮から大潮に向かう時期であった。全地点の DO は 0.5～3.3mg/L となり、ほとんどの地点で貧酸素状態となった。この期間では、S1, S6 および P6 地点の表層においても貧酸素状態となった (図-7)。また、大潮期に向かうにつれて密度成層強度は小さくなり、T1, T2, T3, T4, T13, T14 などの比較的水深の浅い地点では、密度成層強度が負を示し混合状態になっていた (図-5)。D パターンは、9/10～12, 17, 26～28 のデータで構成され、貧酸素状態の地点は出現しなかった。この期間では、水温・塩分成層の発達などの特徴はみられなかった。

#### 4. DO 分布の形成要因

推察された各 DO 分布の形成要因を以下に示す。(1) A パターンでは、流れの減少による底層への酸素供給量の低下に加え、外海水の流入などにより低水温高密度の水塊が底層に存在し、水温成層が発達していた。(2) B パターンでは、流れの減少による底層への酸素供給量の低下や水温成層の発達に加え、河川流量の増加に起因する塩分成層の発達および有機物の蓄積が生じていた。(3) C パターンでは、3章で述べた特徴に加え、この直前の期間に出現した B パターンにおいて、多くの地点で底層が貧酸素状態となっていた。これらのことから、流れの増加により海水混合が卓越し、底層の貧酸素水塊が移動・湧昇した。(4) D パターンでは、それを形成する要因は特にみられず、2007 年夏季の平常時に生じる分布である。

**謝辞** 本研究は、西海区水産研究所から提供を受けた「貧酸素水塊漁業被害防止法対策 (水産庁)」並びに「有明海・八代海再生重点課題対策調査 (環境省)」の調査結果を用いて行われた。ここに記して謝意を表する。

**参考文献** 1) 山本宗尚, 上野健一: 主成分分析を用いた若狭湾周辺における冬型降水量の主要変動解析, 水文・水資源学会誌, 第 17 巻 5 号, pp.503-514, 2004. 2) Simpson, J. H. and J. R. Hunter: Fronts in the Irish Sea, Nature, vol.250, pp.404-406, 1974.