

有明海における 2007 年夏季の貧酸素水塊発生分布パターン解析

熊本大学工学部社会環境工学科  
熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター フェロー 滝川 清，正会員 五十嵐学  
熊本大学大学院先導機構

学生会員 ○杉野拓之  
正会員 増田龍哉

1. はじめに

近年有明海では、赤潮の大規模化や貧酸素水塊の頻発化など流入負荷の蓄積やそれに伴う底質悪化に起因する諸現象が慢性化し、悪循環に陥っていると考えられる。この悪循環を断ち切るためには、現在生じている諸問題の発生機構を明らかにし、それを基に改善策を講じる必要がある。なかでも貧酸素水塊は、1970年代から発生しており<sup>1)</sup>、河川からの出水による密度成層や夏場の水温成層等が原因として考えられている<sup>2)</sup>。しかし、貧酸素水塊の発生時期や発生場所は様々ではなく、様々な発生分布パターンが存在すると推察される。効果的な貧酸素水塊の改善策を実施するためには、発生分布パターンとその発生機構の解明が必要となってくる。

そこで本研究では、有明海における貧酸素水塊の発生時期や発生場所に応じた発生機構を解明するために、主成分分析を用いて貧酸素水塊の発生分布パターンの抽出及び考察を試みた。

2. 貧酸素水塊分布パターン解析

(1) 分析方法

本研究では 2003 年から農林水産省九州農政局等によって行われている観測データを用いて解析を行った。表-1 に観測データの諸元、図-1 に観測地点を示す。主成分分析に用いたデータは、全 16 地点の底層における 1 時間毎の酸素飽和度のうち、それが 40% 以下となる時刻のものとした。なお、1 地点でもその状況が起こった場合、その出現日の全地点のデータを用いた。分析データは 17,468 データで、総数の約 64% となった。

表-1 観測データ緒元

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
| 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1日～2007年9月30日                   |
| 観測間隔 | 60分間隔                                  |
| 観測地点 | 図-1参照                                  |
| 観測項目 | 酸素飽和度(%)表・底層                           |
|      | 塩分(psu)表・底層                            |
| 観測水深 | 表層(地点:S1, S6:-0.5m, その他地点:-1.0m)       |
|      | 底層(B3~B5,S1,S6:海底+0.2m, その他地点:海底+0.1m) |

(2) 解析方法

主成分分析は、前述データの相関行列を用いて行った。分析結果より、(i)観測地点と同数の主成分およびその固有値、寄与率、因子負荷量がそれぞれ算出され、(ii)固有値および寄与率から主成分の数の絞り込みを行った。さらに(iii)因子負荷量分布より、選択された主成分毎の貧酸素水塊発生分布パターンを示した。

本研究では、特に高い寄与率を示した第 1 主成分における貧酸素水塊の分布パターンの特徴を明らかにするため、第 1 主成分得点群の平均値 (0) および標準偏差 (2.525) から、第 1 主成分得点が-2.525 以下または 2.525 以上となるデータ、すなわち第 1 主成分を特に特徴付ける酸素飽和度底層(S1, S6, B3, B4, B5: 海底から 0.1m. その他の地点: 海底から 0.2m), およびその日時における塩分濃度(表層 S1, S6: -0.5m. その他地点: -1.0m. 底層 S1, S6, B3, B4, B5: 海底から 0.1m. その他地点: 海底から 0.2m) を抽出した。ただし、この中には複数の主成分の特徴を示すデータが混在していたため、それらのデータは除外し、第 1 主成分の特徴のみを示すデータを抽出した。この抽出データに対応した塩分濃度から塩分成層強度(底層と表層の塩分濃度差を底層と表層の観測水深差で除したもの。)を求め、第 1 主成分で示された貧酸素水塊の分布パターンと塩分成層強度との関係を考察した。

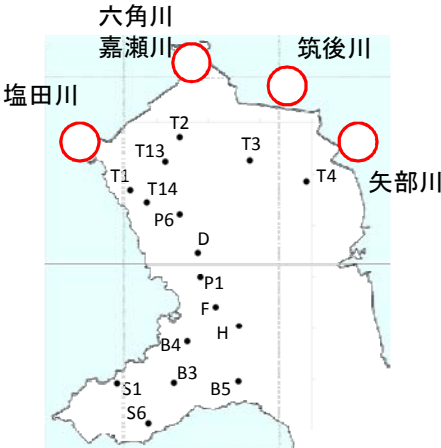


図-1 観測地点図

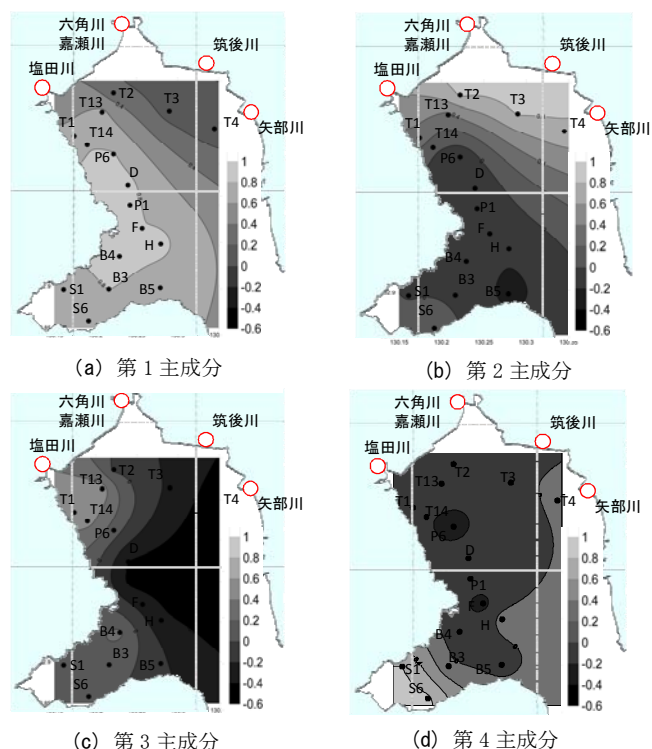


図-2 因子負荷量分布図

### (3) 解析結果と考察

#### (a) 貧酸素水塊分布パターン

主成分の数は、固有値が1以上かつ累積寄与率が80%以上を基準として絞り込みを行い、第1～第4主成分までを抽出した。各主成分の寄与率は、それぞれ48.5%, 14.6%, 10.6%, 6.4%となった。

第1主成分の因子負荷量分布は、全地点で正の値を示しており、この分布パターンは、酸素飽和度の広域変動を意味すると考えられる(図-2 (a))。

第2主成分の因子負荷量分布は、領域北部で正、領域中・南部で負、南西部で正の値を示し、この分布パターンは酸素飽和度の南北振動を意味すると考えられる(図-2 (b))。

第3主成分の因子負荷量分布は、領域西部で正、領域東部で負の値を示し、この分布パターンは酸素飽和度の東西振動を意味すると考えられる(図-2 (c))。

第4主成分の因子負荷量分布は、領域南西および東部で正、領域北部で負の値を示し、特に南西部での正の因子負荷量が他領域と比べて大きいことから、この分布パターンは酸素飽和度の南西部とその他の領域の振動を意味すると考えられる(図-2 (d))。

#### (b) 考察(第1主成分の分布パターンの特徴)

主成分得点が正の場合、すなわち解析対象地点において貧酸素状態が小康状態にある地点・時間が多数を

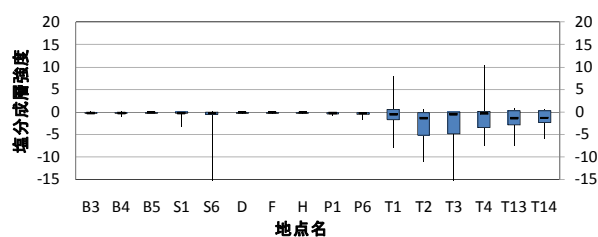


図-3 塩分成層強度 (第1主成分&gt;0)

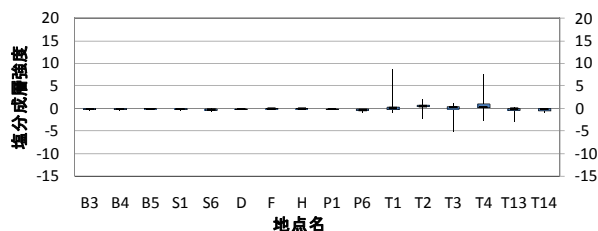


図-4 塩分成層強度 (第1主成分&lt;0)

占める場合(以下貧酸素小康状態)、領域北部(T1～T4, T13, T14)で塩分成層が卓越している(図-3)。この理由として、領域北部に一級河川が集中しており淡水流入が多く、それに起因する塩分差が生じやすいためと考えられる。

主成分得点が負の場合、すなわち解析対象地点において貧酸素状態が強まる傾向にある地点・時間が多数を占める場合(以下貧酸素強化傾向)、解析対象地点全域で塩分成層はほとんど起きていないことがわかる(図-4)。

実際、8月1～5日の第1主成分得点は正となり、8月21日～9月1日の第1主成分得点は負となった。この結果と図-3、図-4から、貧酸素小康状態で塩分成層が卓越した後、それが貧酸素強化傾向の前駆現象となっている可能性が示唆された。

### 3. おわりに

貧酸素水塊の分布パターンについて解析を行った結果、4つのパターンがあることがわかった。その中でも最も寄与率の高かった第1主成分について、塩分成層との関連を考察したところ、貧酸素小康状態の時に領域北部で塩分成層が卓越し、それが貧酸素強化傾向の前駆現象となっている可能性が示唆された。また今後は、その他の発生要因を特定するために、有機物や水温などの項目についても検討が必要である。

#### <参考文献>

- 1) 滝川清 田中健路 外村隆臣 西岡律恵 青山千春: 有明海の過去25年間における海域環境の変動特性, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 1001-1005, 2003.
- 2) 徳永貴久, 児玉真史, 木元克則, 芝原芳一: 有明海湾奥西部海域における貧酸素水塊の形成過程, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.B2-65, No.1, pp.1011-1015, 2009.