

2015 年 9 月 4 日諫早湾内で観測された大規模赤潮の特性

山口大学大学院理工学研究科
九州大学大学院総合理工学府
九州大学大学院総合理工学府
九州大学大学院総合理工学府
九州大学大学院総合理工学府

正会員 ○李 洪源
非会員 松下康平
学生会員 神崎真人
正会員 杉原裕司
フェロー 松永信博

1. 緒言

近年、諫早湾では赤潮が頻繁に観測されている。特に、2015 年 8 月下旬から 9 月上旬にかけて、諫早湾では、ここ数年間において最大級の赤潮が発生しており、漁業被害が報告されている。これまで、諫早湾内の赤潮に関する調査研究は数多く行われているものの、赤潮発生時における諫早湾内の水質特性に関する既往の研究は極めて少ない。

著者らは、諫早湾内で大規模な赤潮が発生した 2015 年 9 月 4 日において、諫早湾内の 25 地点から表層水を採取し、大規模赤潮発生時における諫早湾内の表層水質の空間分布特性を明らかにした。

2. 観測概要

2015 年 9 月 4 日小潮満潮時において、図-1 に示す諫早湾内の 25 地点において表層水を採取し、塩分、クロロフィル a (Chl.a)、全窒素 (TN)、全リン (TP)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) を調べた。塩分は塩分計 (東亜 DKK, CM-21P) を用いて直接測定し、Chl.a は標準分光光度分析方法 (Lorenzen 法) で求めた。栄養塩濃度は、オートアナライザー (BLTEC, SWAAT) を用いて分析した。

図-2 は、2015 年 8 月 20 日～9 月 5 日における筑後川からの流出量、気象庁諫早観測地点における降水量を示す。期間中、8 月 25 日の台風 15 号による降雨と 8 月 31 日からの秋雨前線による降雨によって、筑後川からは 2 回の大出水が発生していることがわかる。

3. 観測結果と考察

図-3 に表層塩分の空間分布を示す。塩分は 15～25 PSU の値をとり、湾全域に渡って低塩分水に覆われていることがわかる。特に、湾口北側と潮受け堤防南側から島原半島に沿って、20 PSU 以下の低塩分水が発生している。神崎ら¹⁾は数値シミュレーションを通して、筑後川から流出した河川水は、有明海奥部を西に向かって流れ、3～4 日かけて諫早湾内に流入することを明らかにした。筑後川からの流出量から判断して、諫早湾内で形成された 20～25 PSU の低塩分水塊は、8 月 25 日の出水に起因するものと考えられる。一方、湾口北側で現れた 20PSU 以下の低塩分水塊は 8 月 31 日における出水によるものと考えられる。潮受け堤防南側から島原半島に沿って観られる 20 PSU 以下の低塩分水塊は、潮受堤防排水門からの排水によるものと考えられる。このように、観測時において諫早湾表層水は、三つの起原水から構成されて

いると推測される。

図-4(a) ～ (f)にそれぞれ表層の、Chl.a, TN, TP, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ の空間分布を示す。Chl.a は $1.8\sim 367.1\mu\text{g/l}$, TN は $0.084\sim 4.293\text{ mg/l}$, TP は $0.016\sim 0.264\text{ mg/l}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ は $0.000\sim 0.048\text{ mg/l}$, $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ は $0.002\sim 0.094\text{ mg/l}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ は $0.001\sim 0.026\text{ mg/l}$ の範囲にあった。

Chl.a の空間分布は塩分の空間分布と類似しており、小長井周辺海域および潮受け堤防と島原半島に沿った海域を除いて、 $40.0\mu\text{g/l}$ 以上の高い値になっている。この空間分布から、諫早湾内では既に全域に渡る大規模な赤潮が発生していたが、8 月 31 日からの出水と潮受堤防からの排水による異なる水塊の流入によって、Chl.a 値の小さい領域が現れたと考えられる。

TN, TP は Chl.a とほぼ一致した空間分布になっている。TN の値は溶存態無機窒素 DIN (= $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$) の値より一桁以上大きいことから、TN の主成分は有機体窒素 ON (= $\text{TN}-\text{DIN}$) であることがわかる。その結果、TN と Chl.a の空間分布は同位相となっている。同様に、TP も主に有機体リン (OP) によって構成されており、Chl.a とほぼ同位相の空間分布になっている。

$\text{NH}_4\text{-N}$ は、湾口南側を除いて、諫早湾全域に渡って 0.020 mg/l 以下の低い値を示している。これは、植物プランクトンの増殖過程においてアンモニア態窒素が消費されたためか、あるいは植物プランクトンの増殖によって水表面付近の溶存酸素 (DO) が過飽和状態になり、硝化反応が進み、アンモニア態窒素から硝酸態窒素への移行が促進された可能性が考えられる。

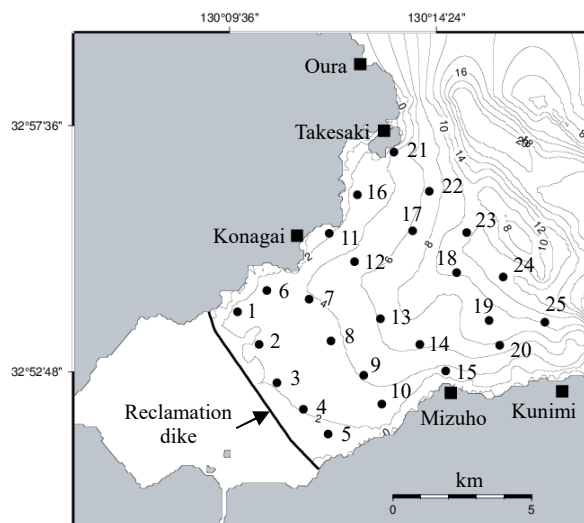


図-1 諫早湾内の水質観測地点

$\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ は Chl.a と逆位相の分布を示している。これは、 $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ が植物プランクトンによって消費されたためである。

一方、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の空間分布は Chl.a と同位相の分布を示している。植物プランクトンが増殖する際、栄養塩として溶存態窒素と溶存態リンを一定の割合で取り組む。今回の観測において、 Chl.a の値が大きい領域で $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ の値は小さく、逆に $\text{PO}_4\text{-P}$ の値は大きくなっている。これは有明海における赤潮発生の制限因子は窒素²⁾であるため、植物プランクトンの増殖に伴い窒素は枯渇したが、リンは残っていたからであると考えられるが、 Chl.a の値が大きい領域における $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が、 Chl.a の値が小さい領域における値よりも大きくなっていることに関しては、現時点では十分な説明を与えることができない。

4. まとめ

2015 年 9 月 4 日諫早湾内の表層水を採取し、水質分析を行うことで、赤潮発生時における諫早湾内の水質空間分布特性を調べた。赤潮発生領域において、TN、TP

はそれぞれ、1.000 mg/l 以上、0.100 mg/l 以上の大きな値を示しており、TN と TP は主に植物プランクトン由来の有機体窒素と有機態リンによって構成されていることがわかった。赤潮発生領域において $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ は枯渇するまで消費されたが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は相対的に大きな値で残っており、諫早湾赤潮発生の制限因子は溶存態窒素であることが確認できた。

参考文献

- 1) 神崎真人, 松永信博, 千葉賢: 平成 24 年 7 月九州北部豪雨期における有明海の淡水流動特性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.71, No.2, pp.I_439-I_444, 2015.
- 2) 堤裕昭, 岡村絵美子, 小川満代, 高橋徹, 山口一岩, 門谷茂, 小橋乃子, 安達貴浩, 小松利光: 有明海奥部海域における近年の貧酸素水塊および赤潮発生と海洋構造の関係, 海の研究, Vol.12, No.3, pp.291-305, 2003.

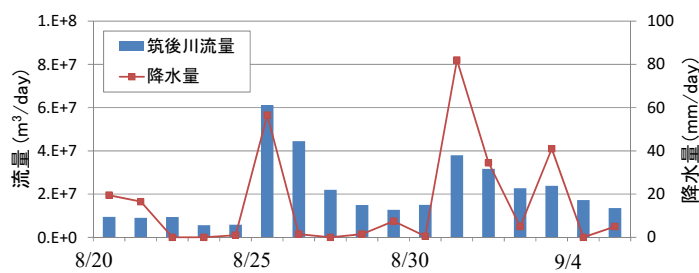


図-2 筑後川からの流量, 降水量及び全天日射量

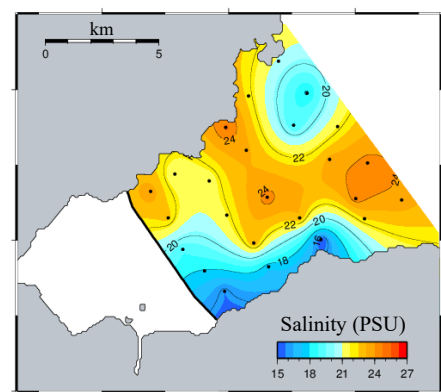


図-3 諫早湾内の表層塩分空間分布

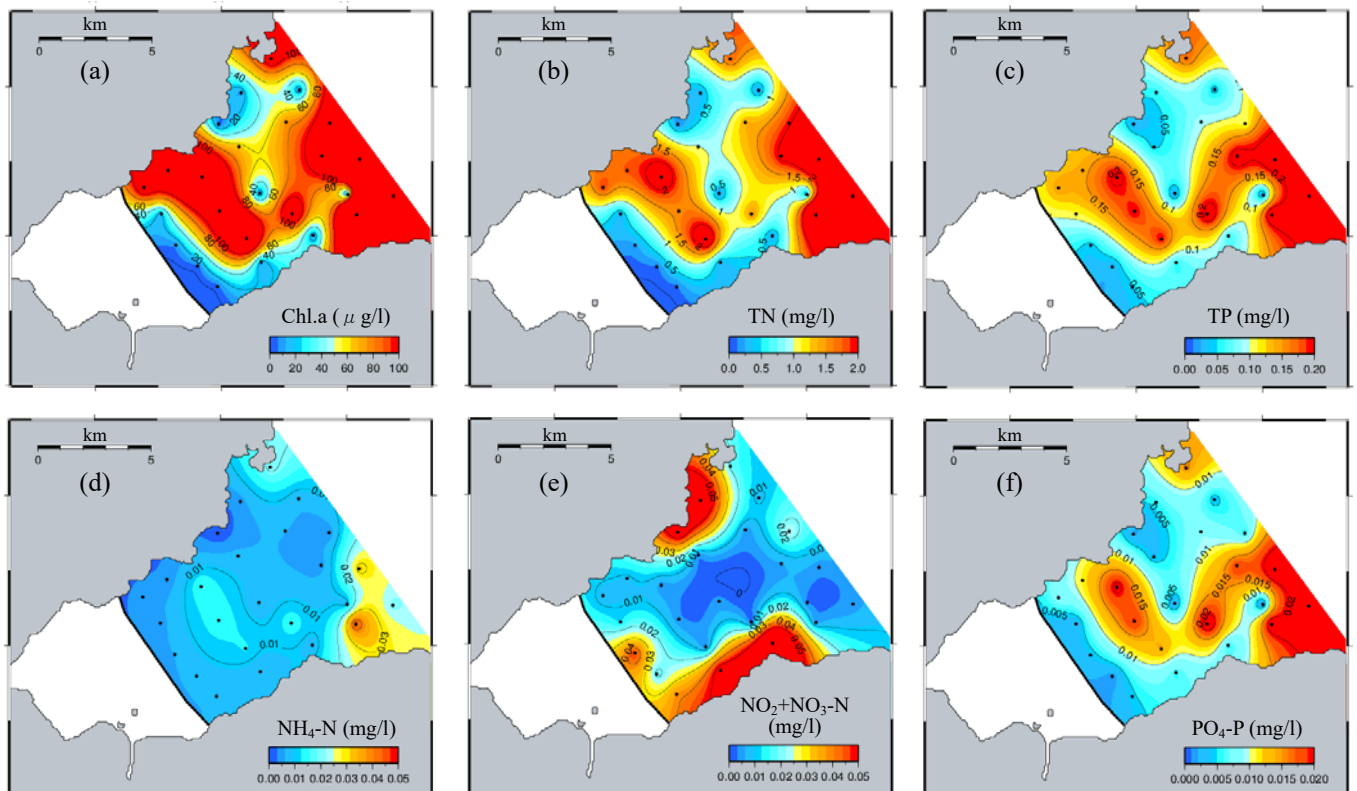


図-4 諫早湾内の表層 (a) Chl.a , (b) TN, (c) TP, (d) $\text{NH}_4\text{-N}$, (e) $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$, (f) $\text{PO}_4\text{-P}$ の空間分布