

ジャカルタ湾の貧酸素水塊に関する研究 -とりまとめと栄養塩動態への影響検討-

速水祐一¹⁾・森本昭彦²⁾・佐藤慎一³⁾・Agus Sdaryanto⁴⁾

1)佐賀大学農学部, 2)愛媛大学沿岸環境科学研究センター, 3)静岡大学理学部, 4)インドネシア科学技術応用庁 (BPPT)

研究目的

ジャカルタ湾はインドネシア最大の都市であるジャカルタに隣接した開放性の湾である。我々はジャカルタ湾において過去4年間に年2回～4回の水質分布調査を行った。その結果、沖合水の底層への大規模貫入が生じた時期を除くと、ほぼ周年にわたって貧酸素水塊の形成が認められた。こうした継続的な貧酸素水塊の発生は、1)湾奥部東部への比較的多い淡水流入によって成層が形成されること、2)赤道域であるために年間を通して海面熱フラックスが過熱となっており、継続的な鉛直対流が生じないこと、3)この海域の酸素消費速度が大きいこと、の3つが影響するものと考えられる。さらに、底質とマクロベントスの調査から、湾奥東部はORPが低く、マクロベントスも少なかった。これは貧酸素化によって底質環境が悪化し、マクロベントス分布に影響していることを示す。

そこで本研究では、これまでに行われた調査結果をまとめると共に、これまで未解析である水中の栄養塩濃度分布の調査を行った。

研究内容

2019年6月12日に Fig.1 に示した 34 測点 で JFE アドバンテック製 RINKO プロファイラーによる水質分布調査を行

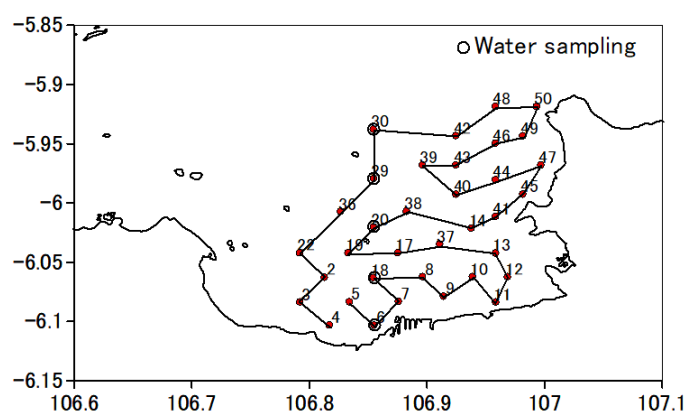


Fig.1 水質分布調査の測点。○印は採水点を示す。

った。測定項目は水温・塩分・DO・クロロフィル蛍光・濁度である。全点で透明度の測定も行った。測点6～30の各点では、バンドン採水器により、0、5、10、15、20mの層別採水を行った。採水した資料は船上でDISMIC25-CSフィルター（孔径0.45 μ m）で濾過し、冷蔵ないし冷凍で日本に持ち帰り、Jサイエンス製のオートアナライザーSWAATで分析した。

研究成果

Fig.3に表層0.5mの水温・塩分・クロロフィル蛍光分布を示す。水温についてみると、湾奥岸寄りに31 $^{\circ}$ C以上の海水が分布しており、一方で中部～沖合には30.2 $^{\circ}$ C以下の低温水が分布し、両水塊の間にフロントが形成されていた。塩分は沖合で高く、湾奥で低くなっていたが、低塩分域は調査海域の北東端、湾奥東部、湾奥西部の3カ所に分かれて分布していた。クロロフィル蛍光は沖合で高く、沿岸で低いという勾配が見られたが、全体に低く、湾奥東部でやや高くなっていた。Fig.4に底上0.5mの水温・塩分・溶存酸素濃度分布を示す。水温は湾奥沿岸でやや高かったが、水温30.2 $^{\circ}$ C以下の水がかなり湾奥まで進入してきていた。塩分は32以上の高塩分水が沖合から岸近くまで広く分布しており、湾奥岸近くに低塩分水がわずかに分布していた。溶存酸素濃度は湾奥東部で低濃度となり、3mg/L以下の貧酸素水塊が比較的広範囲に形成されていた。溶存酸素濃度の最低値は測点11底層で0.013mg/Lとほぼ無酸素化していた。

測点6～30の水温・塩分・クロロフィル蛍光・溶存酸素濃度の縦断面図をFig.5に示す。水温塩分は測点6～20では成層していたが、沖合の測点29・30では鉛直混合していた。クロロフィル蛍光は比較的成層が強かった測点6～18で高めであり、5m付近に極大層が見られた溶存酸素濃度は測点18～20の底層に低酸素の水塊が形成されていたが、3mg/Lにはなっていなかった。

測点6～30の栄養塩濃度の縦断面図をFig.5に示す。各態の栄養塩濃度は測点29の表層で比較的高濃度となっていた。硝酸態窒素濃度は全域で低く、植物プランクトンが比較的多かった測点20以南では枯渇してい

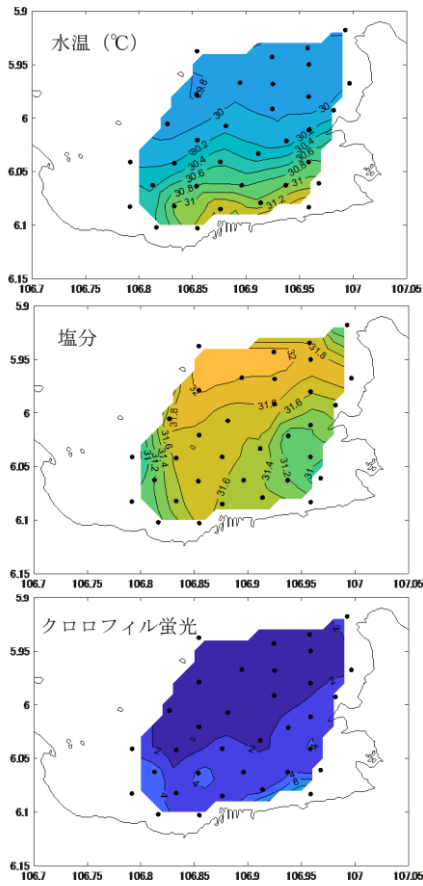


Fig.3 ジャカルタ湾の表層水温・塩分・クロロフィル蛍光分布

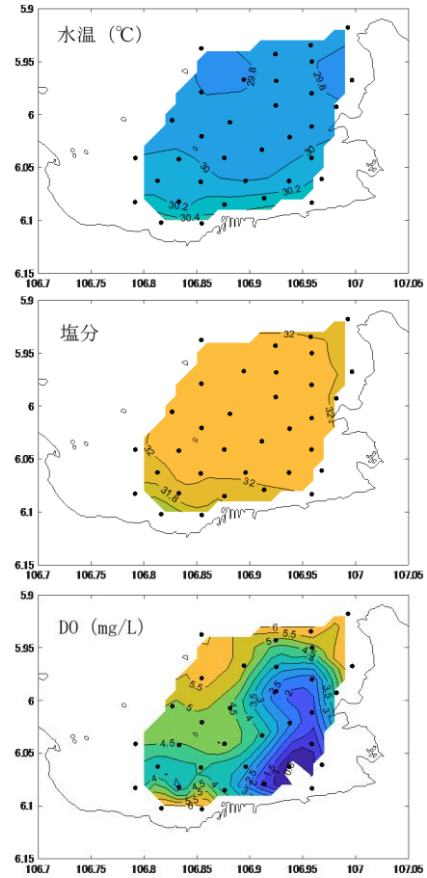


Fig.4 ジャカルタ湾の底層水温・塩分・溶存酸素濃度分布

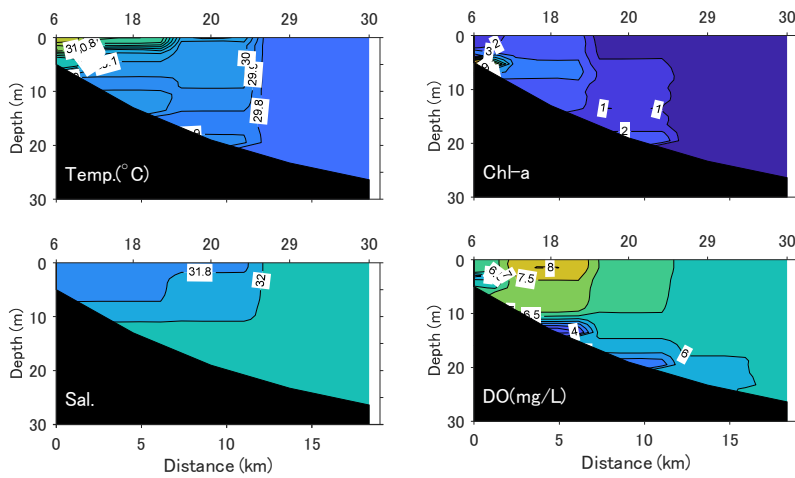
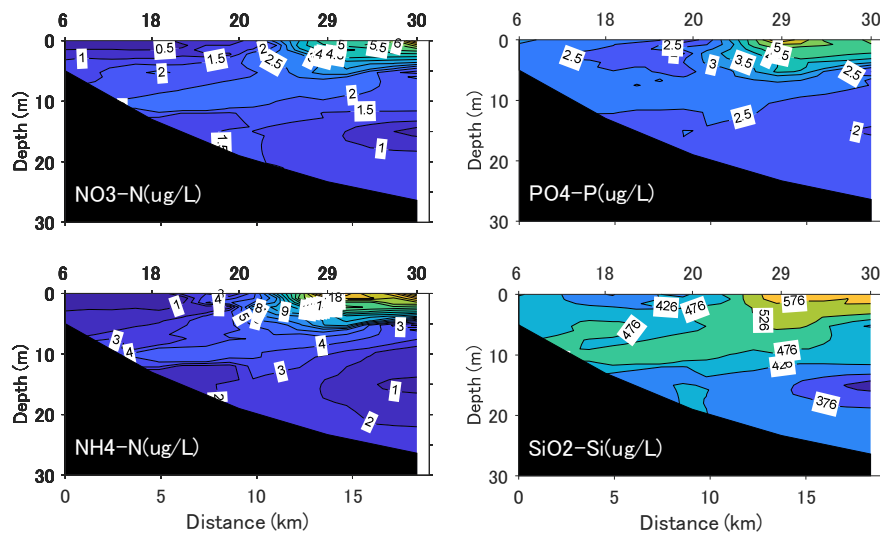


Fig.5 縦断線に沿った水温・塩分・クロロフィル蛍光・DO分布



た. アンモニア態窒素濃度も低いが多くの特で硝酸態窒素濃度の2倍以上と相対的に高い値となっていた. 硝酸態窒素, アンモニア態窒素が低濃度であるのに対し, リン酸態リンは高くはないが全体的に枯渇せず分布していた. DIN/DIP 比はほとんどの点で10以下であり, レッドフィールド比の16を下回っていた. これは本海域が窒素制限にあることを示唆した.

とりまとめ

11月15日に愛媛大学で開催された International symposium on coastal ecosystem change in Asia: hypoxia, eutrophication, and nutrient conditions では, Sachoemar がこれまでのジャカルタ湾の調査研究をまとめて発表したほか, Endro がジャカルタ湾の3次元流動シミュレーションについて発表, Damar がジャカルタ湾の富栄養化の進行過程について発表した. これら発表への質疑の中で, ジャカルタ湾における海洋環境の現状と研究の進め方について有意義な議論がなされた.

今後の課題

本課題を合わせて実施してきた科研費プロジェクトが今年度で終了するため, 続けて実施してきた本課題もここでいちど区切りを付ける. 大事なことはこれまで得られた貴重な結果を学術論文としてパブリッシュす

ることである。現在英文誌に1報掲載済みであり、もう1報も査読の結果 minor revision で修正中である。もう1つは、本事業に関連して開発したジャカルタ湾の3次元流動・生態系シミュレーションモデルを用いて本湾の富栄養化、特に貧酸素水塊の形成・変動機構の解明を進めることである。そのために新たな戦略を練った上で研究を続けるためのファンド獲得を目指したい。

謝辞

本研究の実施にあたっては、LaMer 共同研究以外に、JSPS 研究拠点形成事業「東南アジア沿岸生態系の研究教育ネットワーク」、JSPS 科学研究費助成事業（基盤研究(B)）の助成を受けた。また、本研究は、インドネシア科学技術応用庁(BPPT)の Suhendar I Sachoemar 博士、Endro Soeyanto 博士、Alfi Rusdiansyah 氏、Sudaryanto 博士、M. Ilyas 博士の協力によって実施することができた。これらインドネシア側カウンターパートの諸氏に深く感謝する。

論文リスト

Teruaki Nishikawa, Shin'ichi Sato, Yuichi Hayami, Suhendar I Sachoemar and Agus Sudaryanto (2019) Occurrence of the Indo-West Pacific echiuran *Listriolobus brevirostris*(Annelida: Echiura) in Jakarta Bay, Indonesia, likely due to human-mediated introduction. *Biogeography* 21, 48–50.

成果発表リスト

・ Suhendar I Sachoemar et al. (2019) The environmental study to understand the hypoxia behavior in Jakarta Bay. International symposium on coastal ecosystem change in Asia: hypoxia, eutrophication, and nutrient conditions.