

ジャカルタ湾の貧酸素水塊に関する研究 -底生動物分布への影響解明-

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昨年度までの3年間に10回の広域的な水質分布調査を行った。その結果、北西モンスーンによる強風が発達する時期を除くと、ほぼ周年にわたって貧酸素水塊の形成が認められた。一般に温帯域では貧酸素水塊は夏季に限って形成される。沿岸海域におけるこのような長期間継続する貧酸素水塊の発見は世界で初めてである。こうした長期継続的な貧酸素水塊の形成は、赤道域の気候特性と、ジャカルタ等の大都市からの多量の流入負荷、それに河川からの淡水流入の影響が複合的に影響して生じているものと考えられる。昨年LaMer共同研究により、貧酸素水塊が形成される海域の底層水の平均酸素消費速度は0.9~1.0mg/Lと、夏季に大規模な貧酸素水塊が発達する東京湾や有明海に匹敵する

ことがわかっている。そこで本研究では、こうした貧酸素水塊の形成が底生動物(マクロベントス)分布に与えている影響を明らかにする。

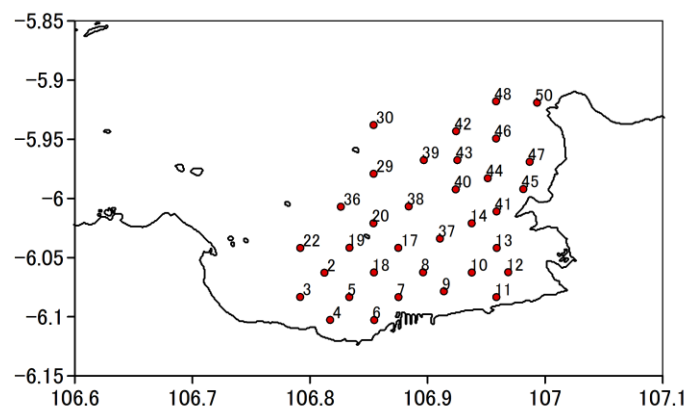


Fig.1 水質分布調査の測点.

研究内容

2018年9月13, 14日に, 2隻の船で水質分布調査と底質・ベントス調査を行った。水質調査は9月13日に行い, ジャカルタ湾の中部から東部の34測点 (Fig.1) で, 多項目水質計で水温・塩分・DO・クロロフィル蛍光・濁度の鉛直分布を測定すると共に, 透明度を測定した。底質調査は両日かけて行い, 湾内から西部湾外にかけての10測点 (Fig.2) で, グラブ採泥器 (採泥面積 0.05m²) で底質を採取した。底質の採取は各点で2回行い, 1回の試料は泥質を測定するためにプラスチックシリンジを用いてサブサンプルを採取し, もう1回の試料は全量をマクロベントスの採集に供した。泥質としては ORP, 泥分, 有機炭素窒素濃度を測定した。ORPはポータブル ORP 計 (東亜 DKK RM-30P) を用いて船上で測定した。泥分, 有機炭素窒素濃度は, 試料を日本に持ち帰り, 現在分析中である。マクロベントスは採

取した底泥を 1 mm 目合いのフルイでふるい, その上に残ったものを採取した。採取後, 70%アルコールで固定し, 日本に持ち帰り, 種類を分析した。

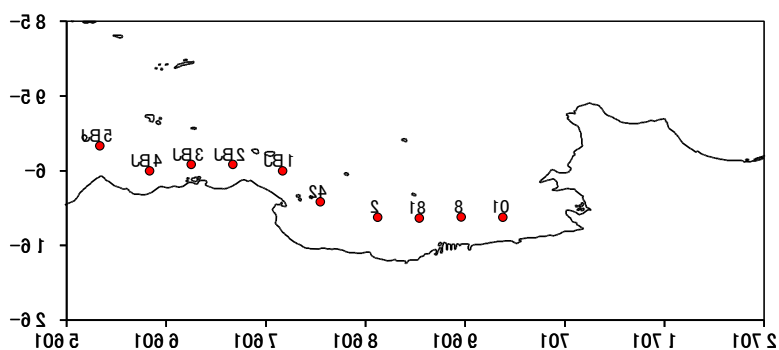


Fig.2 底質・ベントス調査の測点。

研究成果

Fig.3 に表層 0.5 m 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, 沖合に 29.3 °C 以下の水塊が, 東部湾奥に 29.7 °C 以上の水塊が分布しており, 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, 塩分差は 0.5 程度と小さく, 水温に対応した水塊構造は見られなかった。クロロフィル蛍光の分布は塩分に良く対応し, 沖合の高塩分域で低く, 湾奥の低塩分域で低かった。Fig.4 に底上 0.5 m の水温・塩分・溶存酸素濃度分布を示す。水温は沖合から岸近

くまで 28.9 °C以下の海水が広く分布し、岸に沿って高温水であった。塩分も 32.6 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、岸近くに低塩分水が分布していた。溶存酸素濃度は湾奥東部で低濃度となり、3 mg/L 以下の貧酸素水塊が形成されていたが、規模は小さかった。溶存酸素濃度の最低値は測点 13 底層で 1.6 mg/L であった。

表層底泥の ORP の分布を Fig.5 に示す。ORP は西端の測点 JB4, JB5 で高く、200 以上を示した。測点 JB3 以東では ORP は急激に低下し、測点 24, 8, 10 では負の値となった。特に測点 10 では-226 mV と極めて還元になっていた。

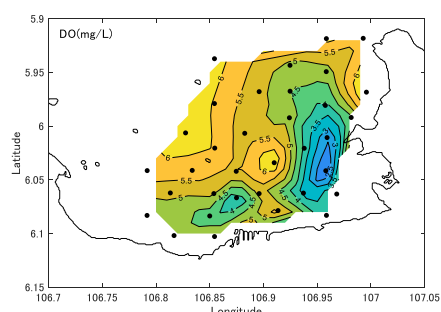
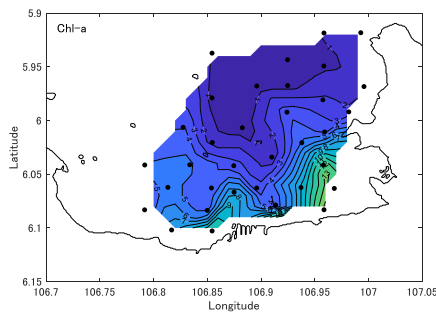
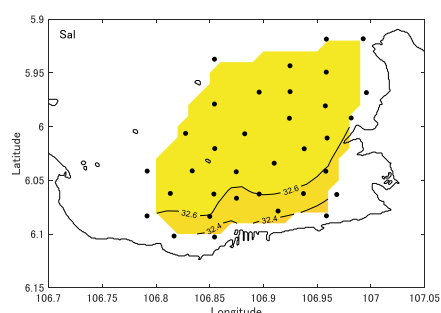
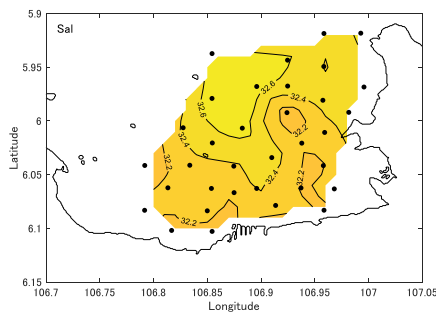
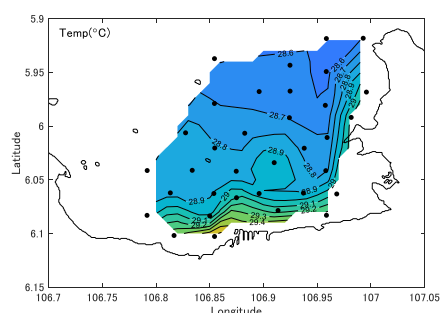
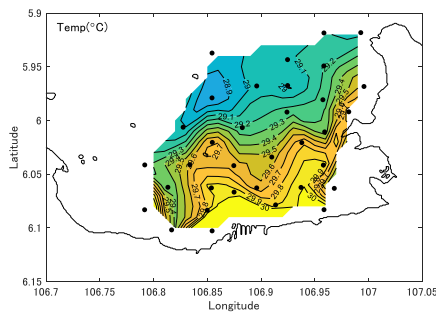


Fig.3 ジャカルタ湾の表層水温・塩分・クロロフィル蛍光分布

Fig.4 ジャカルタ湾の底層水温・塩分・溶存酸素濃度分布

マクロベントスは測点 JB3, 18 で 29 個体/0.05m² と最も多かった。測点 JB2, JB1 でも 20 個体/0.05m² 以上と多かった。最も少なかったのは湾奥東部の測点 8 で、3 個体/0.05m² であった。出現種数が最も多かったのは測点 JB2 で 10 種であった。測点 JB1, 3 が 8 種でそれに次いだ。測点 10 で得られた種数は 1 種のみ、測点 8 でも 3 種と、湾奥東部では少なかった。出現した種類は多毛類が多く、全個体数の約 1/3 を占めた。他に比較的多かった種として、測点 2, 18 でユムシ (*Listriolobus brevirostris*) がそれぞれ 5, 10 個体得られた。また、特徴的な種として、測点 JB5 ではナメクジウオが 2 個体採取された。

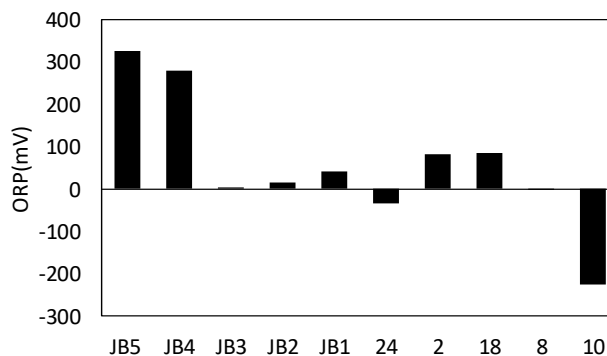


Fig.5 表層底泥の ORP 分布

Table 1 Distribution and composition of macrobenthos (inds/0.05m²)

| taxa | species | station | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-------|-------|------|
| | | JB5 | JB4 | JB3 | JB2 | JB1 | stn24 | stn2 | stn18 | stn10 | stn8 |
| Sipuncula | Sipuncula | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ophiuroidea | Ophiuroidea | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| Bivalves | <i>Anodonta</i> sp. cf. <i>A. ovum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Anadara antiquata</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Theora lata</i> | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Alveinus ojiianus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| | <i>Joannisiella cumingii?</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Linga (Bellucina) eucosmia</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Donax veruinus</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Exotica cygnus</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <i>Exotica</i> sp. cf. <i>E. compacta</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Tellinidae | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Gastropods | <i>Natica buriasiensis</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eunaticina papilla</i> | | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Notocochlis gualtieriana</i> | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Nassarius olivaceus?</i> | | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Nassarius concinnus?</i> | | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Circulus tomatus?</i> | | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Kuroshiodaphne subula?</i> | | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scaphopods | Scaphopoda | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Polychaetes | Polychaetes | 4 | 9 | 14 | 7 | 5 | 4 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| Echiura | <i>Listriolobus brevirostris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 |
| Crustaceans | <i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 8 | 0 | 1 |
| | Tanaidacea? | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Amphipod? | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| | エビ類 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| | Ostracods | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cephalochordata | <i>Branchiostoma?</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| unknown | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |

今回は比較的小規模であったが、湾奥東部で貧酸素水塊が認められた。これは、これまでも頻繁に貧酸素化が認められた海域である。湾奥東部では底質は還元的になっており、マクロベントスは少なかった。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。ジャカルタ湾外の測点 JB1~3 はジャカルタ湾内に比べてマクロベントスの種数・個体数共に多かった。これは、恒常的な貧酸素化の影響こそ受けていなくても、ジャカルタ湾内では貧酸素水塊等の環境悪化によってマクロベントスの生育に悪影響が出ている可能性を示唆する。

今後の課題

今後の課題は、まず、今回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。もう1つは、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開発し、それを用いて本湾の貧酸素水塊の形成・変動機構の解明を進めることである。さらに、ジャカルタ湾に関して研究している研究者を集めて情報交換を行い、今後のジャカルタ湾の環境改善策について検討を行いたい。

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。

成果発表リスト

- ・ Yuichi Hayami et al. (2018) The Dead zone in Jakarta Bay. EMECS 12.