

夏の北浦をのぞいてみよう ～北浦の貧酸素水塊の分布と栄養塩の挙動～

湖沼環境研究室 北村 立実

【はじめに】

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置しており、西浦、北浦、常陸利根川の3つの水域から成っています。3つの水域の中でも、北浦は湖水のCOD濃度が高く推移しており、特に全リンについては流入河川より湖内の方が高い濃度で推移しています。これらは、湖内に貧酸素水塊が発生することによって底泥からリンが溶出することが原因と考えられています。そこで、本研究では北浦全域を対象に貧酸素水塊の詳細な空間分布を把握し、貧酸素水塊の形成や消失過程、発生しやすい場所や規模の検討を行うとともに、貧酸素水塊と栄養塩の動態についても検討しました。なお、貧酸素の定義は、環境省が定めた底層溶存酸素量の類型及び基準値の類型「生物1(4.0 mg/L以上)」を参考とし、DO 4.0 mg/L未滿を貧酸素としました。

調査概要

【調査期間】

2019年7月1日から8月9日

【気象データ】

降水量、気温、風速はアメダス鉾田から抽出

【水質分析】

アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 及びリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$)
湖水を採取後、直ちに孔径1 μm のガラス繊維ろ紙でろ過し、ろ液をオートアナライザー (QuAAtro) に供して分析
(貧酸素分布調査・貧酸素水塊形成調査に共通)

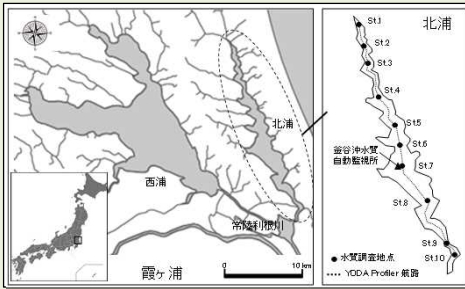


図1 調査地点

貧酸素水塊分布調査 (YODA Profiler調査)

【調査頻度】

原則週2回 (8月2日のデータを掲載)

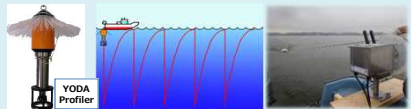
【調査方法】

図1の点線で示した南北約25 kmを高解像度曳航式観測装置 (YODA Profiler) を用いて縦断的に調査

【調査項目】

水深、水温、DO濃度を測定
測定と同時に湖内10地点 (図1; St.1~10) で、上層 (水面下50 cm)・中層 (水深の2分の1)・下層 (湖底直上50 cm) の湖水を採取し、水質も分析

調査船後方にウインチを設置しYODA Profilerをつなげた。調査船に搭載されたソナーから水深を確認し、自由落下時間を計算した上でYODA Profilerを投下した。そして、YODA Profilerが着底するまでの時間を図、ウインチを引き上げた。引き上げ後、再び投下し、同様の手順を繰り返した。センサーの応答速度はDOセンサーを除き0.2秒であり、DOセンサーの応答速度は0.4秒である。湖水中の落下速度を0.28 m/sに設定したため、約10 cm程度の鉛直分解能データを取得できた。



貧酸素水塊形成調査 (自動昇降装置調査)

【調査頻度】

30分毎に1回水面と湖底を往復

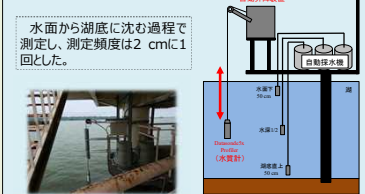
【調査方法】

図1の釜谷沖水質自動監視所で、多項目水質計 (Datasonde5x) を付けた自動昇降装置 (マイクロプロファイラー-AWQP13) で連続調査。

【調査項目】

水温、DO濃度、ORP (酸化還元電位) を測定

測定と同時に上層・中層・下層の湖水を自動採水機で1日1回正午に採取し、水質も分析



底層DO濃度の時系列分布

- ・貧酸素水塊は水深4mより深い水域で形成しやすく、水深が4mより浅い水域では形成されにくい傾向がみられました。
- ・水深が部分的に深くなる窪んだ水域でDO濃度が低くなる傾向がみられました。
- ・湖底直上10cmのDO濃度を見ると、湖底直上50cmのDO濃度より全体的に低くなる傾向がみられ、特に8月2日においては、水深4mより深い水域の広い範囲でDO濃度が2mg/L以下で分布しており、底生生物への影響が危惧されました。

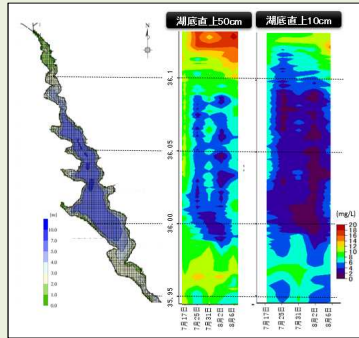


図2 湖底直上50 cm・10 cmのDO時系列分布

貧酸素水塊の形成と栄養塩の挙動

- ・日平均気温25°C以上、陸上で日平均風速2 m/s以下の条件下で水温成層を形成しました。
- ・水温成層を形成後、1日~3日で貧酸素水塊を形成しました。
- ・7月31日に貧酸素水塊を形成した1日後 (8月1日) に、下層DOが0 mg/Lになり、さらに1日後 (8月2日) に湖底直上のORPがマイナスを示しました。その直後に下層の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が大きく上昇しました。

底泥からの大規模な栄養塩の溶出をとられることができました

- ・貧酸素水塊は湖上で風速6 m/s以上になると消失する傾向がみられました。ただし、風向きや湖流も関係することから、さらなる調査・検討が必要です。

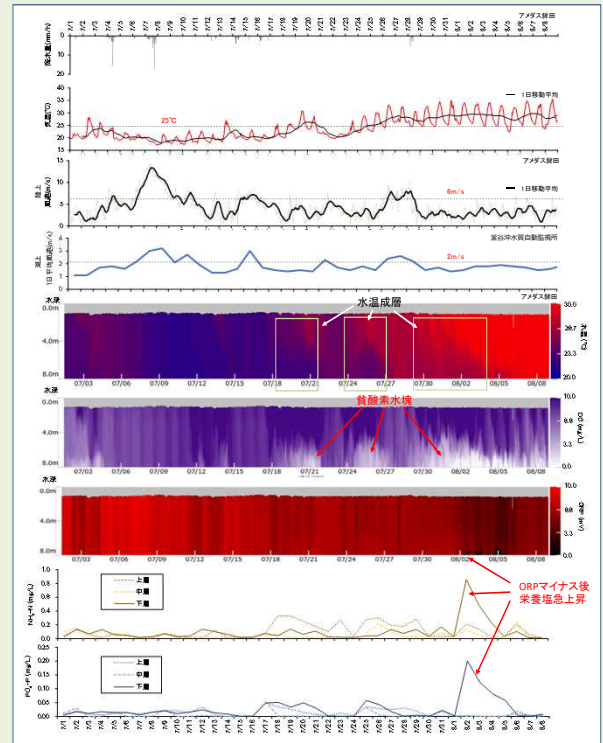


図4 気象状況、水温・DO濃度・ORP鉛直時系列分布及び栄養塩濃度の状況

貧酸素水塊の分布と栄養塩の状況 (2019年8月2日)

- ・北浦の水深4mより深い広い範囲で水温成層が形成され、上層と下層の水温差は大きいところで約5°Cでしたが、北浦の北側では上下層の水温差はほとんどなく、水深約3 mより浅い3以北では水温成層が消失しました。
- ・DO濃度も水温成層と同様に、貧酸素水塊が形成され、波状の形をしており、規模は水深4mくらいまで達していました。詳細な貧酸素水塊の形状をとられることができました。
- ・貧酸素水塊が形成された水域における下層の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、上層や中層よりも高く、さらに、地形的に窪んだ水域 (St.4、5、6) ではより高い濃度で確認され、底泥からの溶出の影響と考えられました。

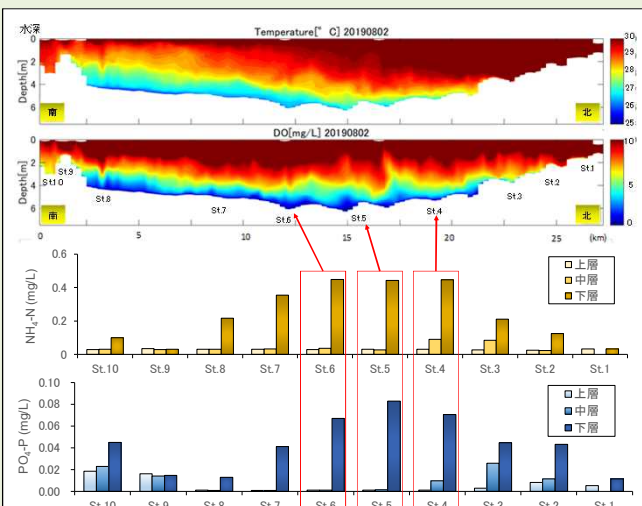


図3 水温及びDO濃度の鉛直分布及び栄養塩濃度の状況 (2019年8月2日)

まとめ

- ・北浦の貧酸素水塊は水深4 mより深い場所で広く発達し、特に窪んだ水域では貧酸素化が強く、底泥から栄養塩が溶出していることが示唆されました。
- ・水温成層形成後早ければ4日以内で底泥から高い濃度の栄養塩が溶出することが示唆されました。

※本研究は国土交通省関東地方整備局河川事務所、茨城大学、茨城県湖沼学環境科学センターからの共同研究プロジェクト「CERK (Circulation and Ecosystem Research on Kasumigaura)」の事業として実施された。また、茨城大学地域研究・地域連携プロジェクト「茨城県・茨城大学共同湖沼学環境・生態系研究プロジェクト」の補助を受け実施された。また、島根大学との共同研究「湖沼における貧酸素水塊の形成機構と栄養塩動態」による共同研究として実施された。観測機器の設置では独立行政法人水資源機構利根川下流総合管理所に協力いただいた。関係各位に謝意を表す。