

短 報

中海湖心部における湖底の水中映像 (その 3) : 貧酸素環境におけるバクテリアマットの回復状況

野村律夫¹・瀬戸浩二²

Pictures of bottom surface in the central part of Lake Nakaumi (part 3): Recovery of damaged bacterial mat in a low oxygen condition

Ritsuo Nomura¹, Kouji Seto²

Abstract: Bacterial mat is commonly found on the floor of Lake Nakaumi from late spring to late autumn. Particularly bacterial mat develops in a low oxygen condition (dysoxic to anoxic environment) of bottom water and without the bottom water turbulence. In such a bottom water condition, a fish stripped off the bacterial mat and consequently a muddy lake floor appeared in the size of about 16 cm diameter. However, the bacteria are very productive in the low oxygen water. We observed the recovery of bacterial mat is completed by about 18 hours after that the muddy substrate cropped out.

Key words: suboxic, anoxic, bacterial mat, recovery time

はじめに

本報告は、低酸素環境のもとで形成された硫酸還元バクテリアのマットの一部が魚によって削剥された後、回復するまでを記録したものである。筆者らが長期観察用の水中カメラを設置している中海の湖心部では、貧酸素～無酸素環境で急激にバクテリアがマット状となり湖底面を被覆することがこれまでの観察で得られていた。このようなマットは、強い風が底層水を攪拌したときにマットが物理的に剥ぎ取られることによって消失する。風浪の影響は、湖底への酸素の供給を伴うことがあり、酸素が十分拡散した場合は、このようなバクテリアのマットの形成は阻害される。主に風速が 10~15 m/s を超える風が数時間続くことによって、このような現象が起こることをこれまでの報告で指摘した。

夏季には底層水が無酸素になることが多く、湖底はバクテリアのマットで覆われる。この時期、表層から底層までの水の構造は成層化し安定しているため、バクテリアマットで覆われた湖底の光景は、地域によっては一般的な姿でもある。このようななかで、偶然にマットの一部が剥ぎ取られ、その後回復するまでを水中カメラが捉えた。一般に、マットの剥ぎ取りは、水の攪乱によって起こるため、このとき酸素が供給されることもありマットは回復しないことが多く、湖底の酸素が消費されるまでは回復に数日かかることが多い。したがって、今回の無酸素環境が継続した場合の回復は初めての観察となる。

観察結果と考察

本報告では海水中の溶存酸素濃度に関する用語

¹ 島根大学教育学部・汽水域研究センター Faculty of Education/ Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue, 690-8504.

² 島根大学汽水域研究センター Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue, 690-8504.

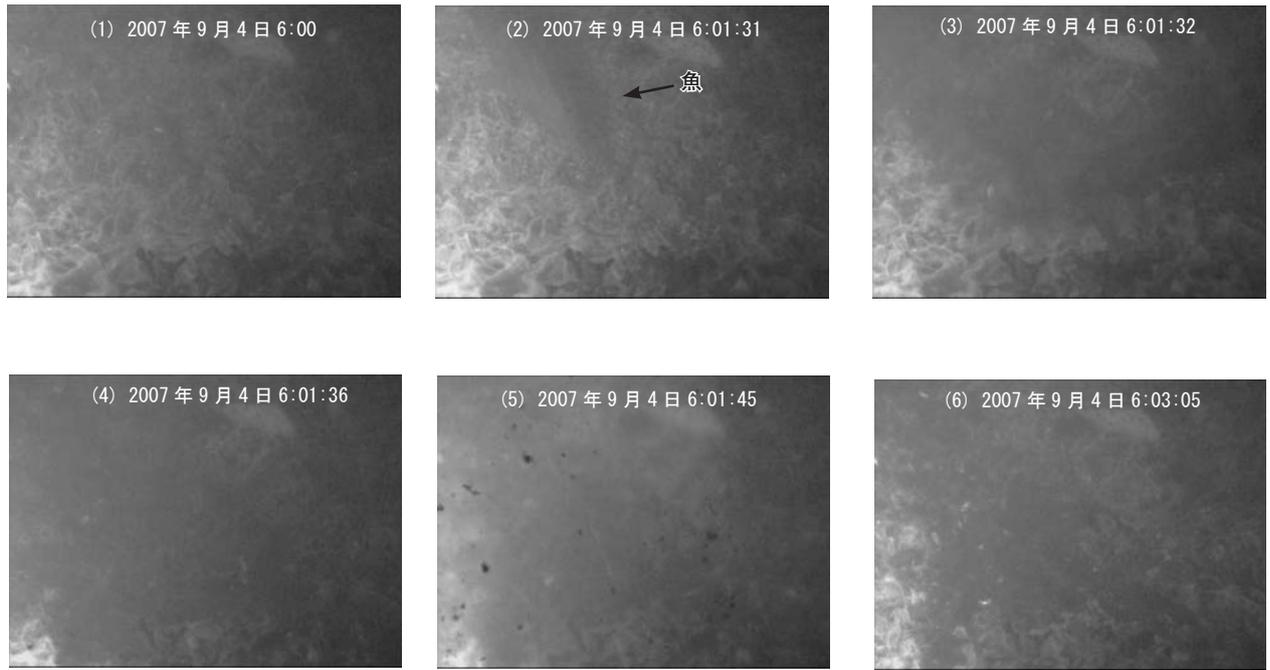


図1. バクテリアマットが魚によって剥離し、湖底泥が部分的にむき出し状態になった様子。

Fig. 1. Cropping out of muddy bottom sediment by the contact of fish.

は、Tyson and Pearson (1991) に従って表記することにした。すなわち、

- 酸化環境 (oxic) 8.0-2.0 ml/l
- 低酸素環境 (dysoxic) 2.0-0.2 ml/l
- 貧酸素環境 (suboxic) 0.2-0.0 ml/l
- 無酸素環境 (anoxic) 0.0 ml/l

今回報告するバクテリアのマットは8月から継続して湖底が低酸素状態から無酸素状態となって形成されたものである。9月4日6時に約20cm台の魚が北方向から表れ、一旦停止したのち東方向へ方向転換して移動した。このとき尾鰭がバクテリアのマットを強く殴打したためにマットと湖底泥が舞い上がり、マットの一部が剥げ黒色の湖底泥が露出した。図1はこの様子を示したものである。魚の尾鰭が湖底を打ち付けて(図1-(3))、3~4秒後には全面に湖底泥が舞い上がっている(図1-(4))。10秒後には湖底泥の小片までもが舞い上がり(図1-(5))、その後舞い上がった湖底泥は底層水の緩やかな移動によって流される。1分30秒後にはマットがほぼ円形に剥ぎ取られた様子が観察された(図1-(6))。

9月上旬の湖底は、国土交通省の中海湖心の自動水質観測資料によると、溶存酸素濃度は0 mg/lである時間が続いている。9月4日は図2に示すように0.4 mg/l程度までなることがあったが、貧酸素

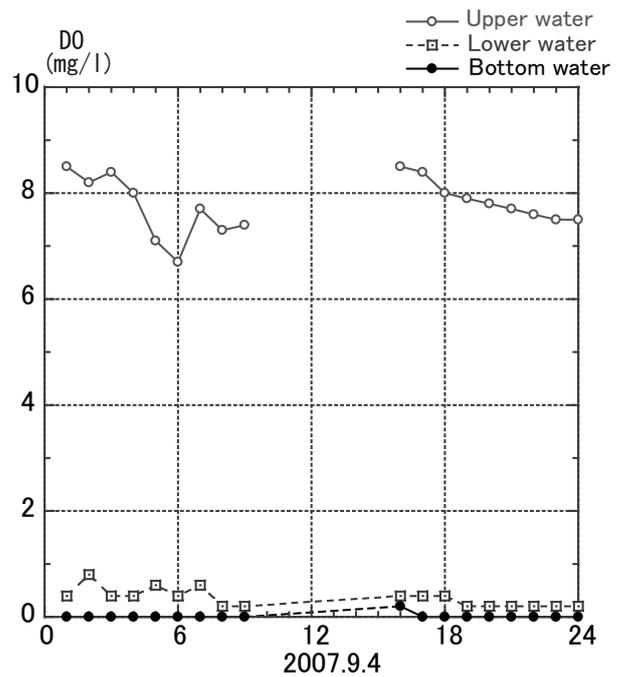


図2. 無酸素～貧酸素状態になっている湖底(2007年9月4日)(出雲河川事務所による)。

Fig. 2. Bottom water showing sub-oxic condition. Data from Izumo River Office.

～無酸素状態にあった。しかも湖底を攪拌する風も吹かなかったため、バクテリアのマットが形成されやすい環境が整っていたといえる。

図3は、長期設置型水中カメラが通常の2時間間隔で記録する映像のスナップ写真を時系列で示した

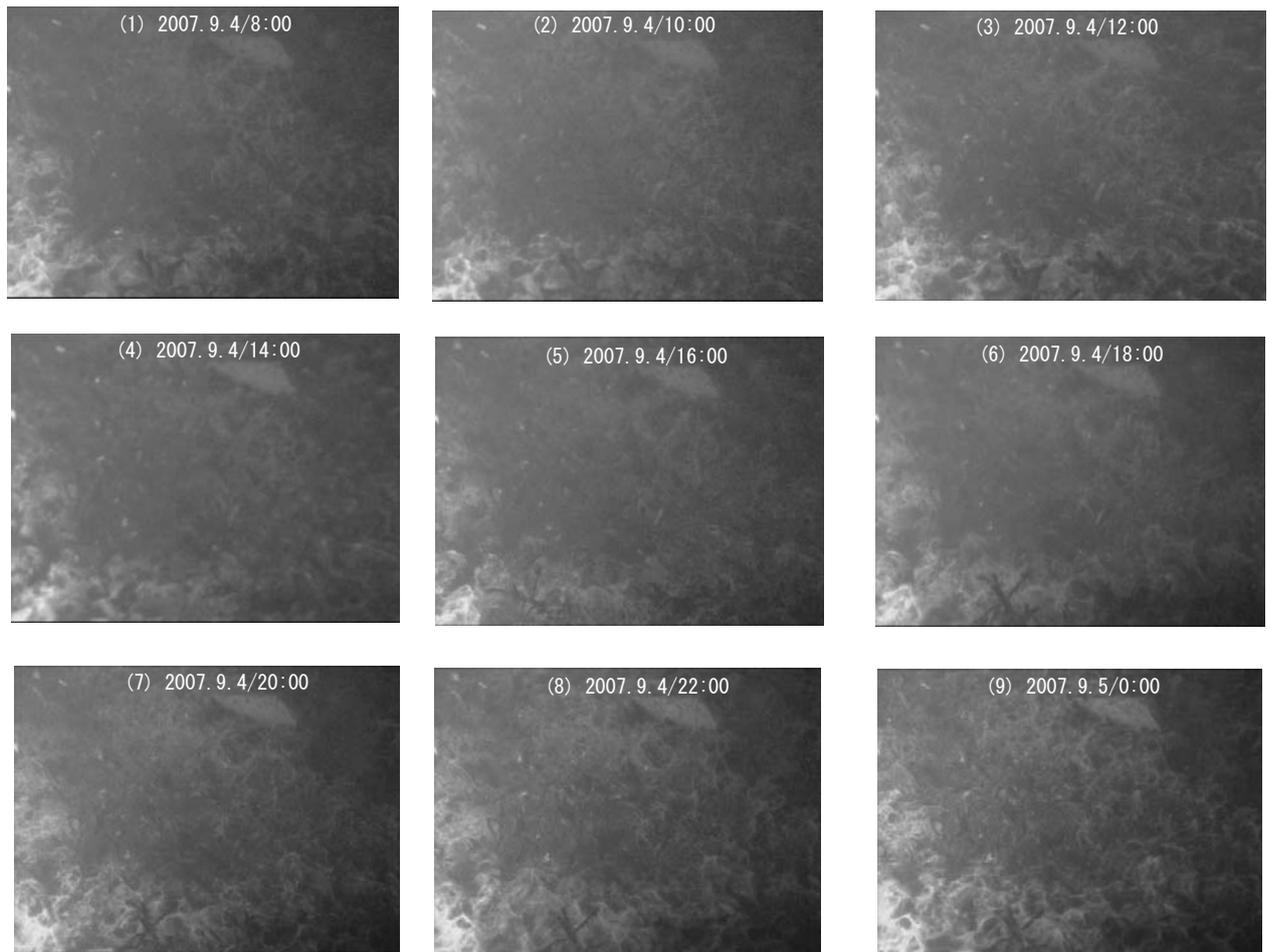


図3. バクテリアマットの剥離部分（中央）が回復していくまでの様子。2時間ごとに撮影されている。

Fig. 3. Recovery of partially destroyed bacterial mat in every two hours.

ものである。9月4日6時から6時間後の12時には剥離された部分にバクテリアのシートが一面に覆われることが観察され、バクテリアの成長が進んでいることが確認される（図3-（3））。10～12時間後にはマットの厚さが厚くなり、14時間すると周囲のマットと似た網目状の部分的に突き出た構造が観察されるようになる。18時間後の9月5日0時には、初めのマットのようになる（図3-（9））。したがって、マットは剥離されても貧酸素環境が維持されている限り、18時間後には当初の状態にまで回復することが観察された。

中海の湖底では5月下旬から11月下旬まで、低酸素～無酸素環境であるため底生生物はあまりみかけられない。森脇・大北（2003）によると、中海では塩分躍層より深い水塊の酸素消費速度が他の海域のそれと比較して高いという。すなわち、宿命的に貧酸素になりやすい湖底環境にある。一般に貧酸素水塊と称している環境では、マットで覆われていることが多く変化の少ない環境となっている。前報に

おいてマットで覆われる時期では、湖底泥の舞い上がりや風に対して冬季の酸素に富んだ環境より抵抗性の強いことを示した（野村ほか，2007）。今回のこのような記録は、貧酸素環境で、しかも湖底の攪拌が起こらない限りバクテリアの成長速度が著しく高いことを検証している。

ここで明らかにした水中映像は、DVDで配付することができる。また、映像のスナップショットは、<http://www.ipc.shimane-u.ac.jp/earth/>でもみることができる。

謝 辞

水中カメラの設置および水質資料の使用にあたり、国土交通省出雲工事事務所には多大なご協力をいただいた。厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 森脇晋平・大北晋也 (2003) 地中海に出現する貧酸素水塊の海況学的特性と海洋構造. *Laguna* (汽水域研究), 10: 27-34.
- 野村律夫・瀬戸浩二 (2004) 有孔虫の産状からみた2003年春季の赤潮発生期の地中海の海況. *Laguna* (汽水域研究), 11: 125-130.
- 野村律夫・瀬戸浩二・堀江 譲・高田裕行 (2007) 中海湖心部における湖底の水中映像 (その1): 風速変化に対する底層水の動態. *Laguna* (汽水域研究), 14: 17-24.
- Tyson, R. V. and Pearson, T. H. (1991) Modern and ancient continental shelf anoxia: an overview. In: Tyson, R. V. and Pearson, T. H. (eds.), *Modern and ancient continental shelf anoxia*, Geological Society Special Publication, 58, pp.1-26.