

酸素ナノバブルを利用した過栄養湖の生態系の健全化：水質に着目して Improving the ecosystem of hypertrophic lake with O₂-nanobubble: Focusing on water quality

○樽屋啓之*, 眞家永光*, 安斎 聡**, 柿野 亘*, 静 一徳***

Hiroyuki TARUYA*, Nagamitsu MAIE*, Satoshi ANZAI**,

Wataru KAKINO*, and Kazunori SHIZUKA***

1. はじめに

近年、湖沼の過栄養化が問題になっている。過栄養化した湖沼では、アオコや異臭が発生し、特に夜間における貧酸素化、それに伴う生態系の劣化が生じている。したがって、生態系を健全化するためには、湖沼の貧酸素化を抑制する必要がある。

しかし、自然湖沼の過栄養化対策は、流域対策以外、決め手がないのが現状である。そこで本研究では、湖沼水の貧酸素化を直接解消できる方法としてナノバブル技術に着目した。ナノバブルは超微細な気泡であるため浮力を持たず、水中に長時間滞留する。したがって、ナノバブルを利用することより、湖水中に効率的に酸素を供給できる。また、本手法は、環境を物理的に攪乱しない、導入コストが低いなどの利点がある。

本研究では、青森県小川原湖の南に接続する姉沼において、超微細孔式ナノバブル発生装置を用いて湖水中に酸素ナノバブルを導入し、水質に着目してその効果を検証した。

2. 実験方法

2020 年 8 月に青森県・姉沼の 150m 沖の位置 (40°42'42"N, 141°19'38"E; 図 1) (水深約 2m) に超微細孔式ナノバブル発生装置 (AZ-FB-50A/L (株) 安斎管鉄) を設置し、



図 1. 姉沼の装置設置地点

Fig. 1. Installation point of O₂-NB device

表 1 水質測定項目

Table 1 Water quality parameters measured

測定項目	方法
溶存酸素 (DO), 電気伝導度, pH, 水温, 透明度	多項目水質計 (ProDSS, YSI), セッキ板を使用・Chlはアセトン抽出法・DOは溶存酸素ロガー (U26, HOB0) を用いて定点で連続観測
クロロフィル a, c	
フィコシアニン	
栄養塩類	気泡分節連続流れ方式オートアナライザー (SWAAT, BLTEC) を用いた比色分析

底質から 50cm 上に円形の拡散ファンネルを付けた放出口より酸素ナノバブル (O₂-NB) 水を放出した。調査は、2020 年 8 月 24 日 (装置稼働前), 9 月 22 日 (4 週間後), 10 月 13 日 (7 週間後) に行った。装置を中心とした対角線 6 方向 (もしくは 4 方向) において、装置からの距離が 5m, 10m, 20m, 30m, 40m, 100m の計 36 地点 (もしくは計 24 地点) を調査地点とした。測定項目の詳細を表 1 に示した。

* 北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

** (株) 安斎管鉄 Anzai-Kantetsu Co. LTD.

*** (地独) 青森県産業技術センター内水面研究所 Inland Water Fisheries Research Institute, AITC

キーワード：湖沼, 酸素ナノバブル, 水質, 富栄養化対策, 溶存酸素

3. 結果および考察

調査地に設定した4本のラインで、表1に示す水質項目を測定したが、いずれの水質項目においても、装置からの距離による有意な差異は認められなかった。結果の例として、装置からの距離と溶存酸素濃度(DO)を月別に評価したグラフを図2に示した。DOは、どのラインでも装置からの距離に関わらずほぼ均しく、 O_2 -NBの影響は認められなかった。その理由として、36地点の水質調査を行うのにかかる時間(約4時間)の間に、湖水の水質が変動するため、 O_2 -NBの効果が見えなくなってしまった可能性が考えられた。したがって、 O_2 -NB導入が水質に及ぼす効果を正しく評価するためには、連続的なDOの観測が必要であると考えた。

そこで、9月26日から10月6日の計11日間、10m地点(104)、および100m地点(1002)の2箇所において、湖底から10cmの位置に溶存酸素ロガーを設置し、継続的にDOの変動を計測した(図3)。その結果、10m地点のDOは、100mと比べ、特に夜間にDOの低下が緩和されている場合が多いことが明らかとなった。この結果は、湖水の流向・流速や、天候などにも左右されるものの、 O_2 -NB発生装置から導入された酸素が10m地点に届いていることを示唆した。

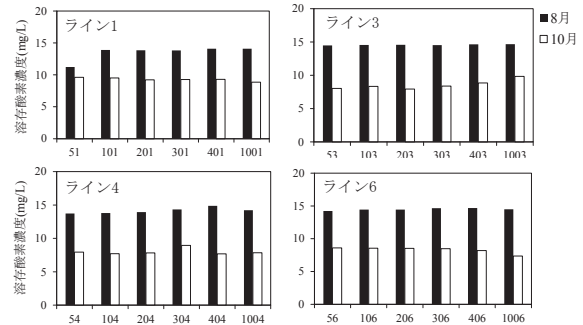


図2 ラインごと溶存酸素濃度の変動

Fig. 2 Spatial variations in DO by line.

4. まとめ

水中に導入された O_2 -NBが水質に及ぼす効果を調べるためには、水質の日変動を考慮したうえで調査方法を決める必要がある。特に本研究では、酸素ナノバブル発生装置を設置した場所の水深が2m程度と比較的浅く、日中は湖底までDOが高くなる環境であるため、月1回程度の低頻度の調査ではなく、24時間連続調査を実施する等、昼夜を含めた観測を行うことが重要である。

謝辞：本研究を遂行するに当たり、青森県環境生活部および小川原湖漁業協同組合にご協力を頂いた。また、北里大学獣医学部生物環境科学科水域環境学系研究室専攻生(当時)である鈴木 優さん、富澤 葵さんに実験協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

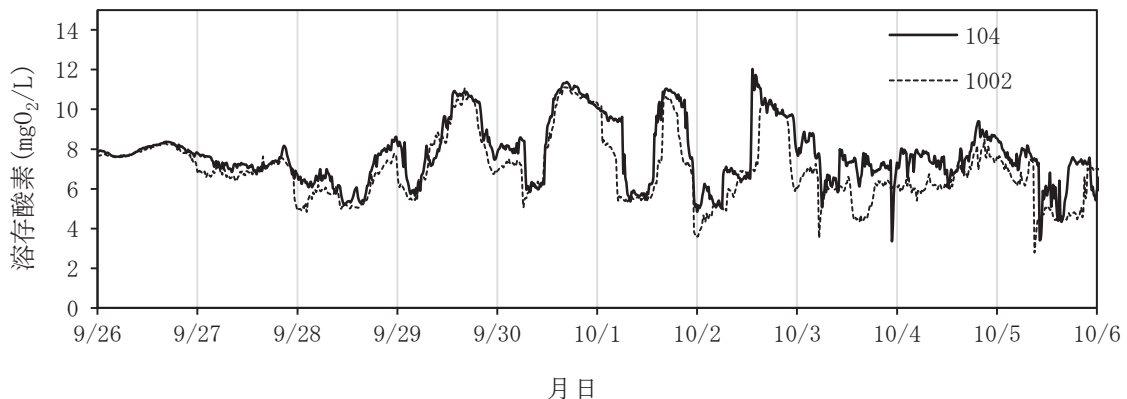


図3 水底から10cm上のDO濃度の時期的変動(9月26日から10月6日)

Fig. 3. Temporal variations in DO at 10 cm above the lake bottom from Sep. 26 to Oct. 6