

新環境基準項目（底層D0等）のモニタリング手法および 評価手法の構築に関する研究（第1報）

水環境部

中島 麻依子¹ 平山 大輔 齋藤 康司
(¹ 現岡本台病院)

国立環境研究所地域環境研究センター湖沼・河川環境研究室
高津 文人

要旨

新環境基準項目である底層溶存酸素量（以下、底層D0とする。）のフィールドに即したモニタリング手法や評価方法を構築すること及び湯ノ湖における夏季の底層D0低下の要因を特定し、その対応策を検討することを目的とし、多項目水質計を用いて湖内複数地点で水温やD0を始めとする項目を連続測定した。水深8m以深の地点ではいずれも底層D0が0mg/L近くまで低下しており、また、水温が水深から予想される値より大きく低下する地点が見られ、この地点では併せてD0も大きく低下していた。D0低下の要因として貧酸素かつ還元性物質を含む地下水の流入が考えられた。

キーワード：新環境基準、底層D0、貧酸素、モニタリング、地下水、還元性物質

1 はじめに

平成28年3月、水域の底層を利用する魚等の水生生物やその餌となる生物の保全等を目的として、水質汚濁に係る環境基準の生活環境項目に底層D0が追加された。底層D0とは底面からおよそ1m以内のD0を表すが、保全対象種の利用水域は面的な広がりを持つこと、底層D0は季節的な変化が大きいことなどから、フィールドに即したモニタリング手法や評価方法について検討が必要とされている。

また、湯ノ湖では湖心で夏季に底層D0が低下することが確認されているが¹⁾²⁾、その原因は明らかにされておらず、類型指定の当てはめやその後の対策に資するため、底層D0の低下要因を特定することが必要である。

そこで、これらを目的として、国立環境研究所と地方環境研究所の共同研究「新環境基準項目（底層D0等）のモニタリング手法および評価手法の構築に

関する研究」に参画し調査を行ったので、その第1報を報告する。

2 調査内容

2.1 調査実施日

平成29年8月18日（金）

2.2 調査対象項目

緯度、経度、大気圧、水温、水深、pH、D0、電気伝導度、濁度、酸化還元電位

2.3 調査方法

図1に示す湯ノ湖の複数地点でマルチ水質センサー（ProDSS、YSI）を湖面から湖底まで降ろしながら、調査対象項目を連続測定した。

3 結果及び考察

県が実施している常時監視の測定地点（St.1～St.6及びSt.8）を図2に示し、各測定地点付近での

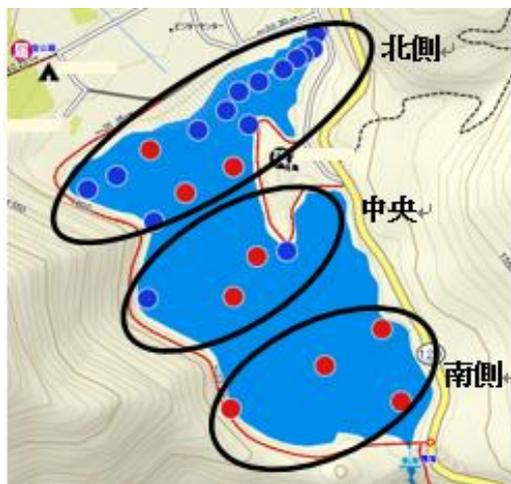


図1 調査地点



図2 常時監視地点

DOの垂直分布を図3に示す。底層までの水深が5~6mと比較的浅いSt. 1、3付近では底層においてもDOは比較的高い数値を保っていたが、水深8m以深のSt. 2、4、5、6、8付近では、いずれの地点でも底層DOは0mg/L近くまで低下していた。

次に、測定結果における水温と水深の関係を図4に、DOと水深の関係を図5に示す。図4より、本調査実施時期に水温躍層が形成されており、水深が深くなるにつれて、併せて水温が低下していく様子が確認されたが、一部、その低下の程度が著しい点があり（図中においてマーカーの色又は種類の異なる点）、水温低下に係る水深以外の要素が考えられた。

福田らの調査結果³⁾より、湯ノ湖の流入水の85~95%は湖岸及び湖底から流入する地下水であることから、水温低下の著しい点においては、低温の地下水の影響を受けていると考えられた。

また、図5より、水深が深くなるにつれて、併せてDOが低下する様子が確認されたが、一部、その低下の程度が著しい点があり（図中においてマーカーの色又は種類の異なる点）、DO低下に係る水深以外の要素が考えられた。これらの点は水温低下の著しい点と調査地点が一致していたことから、流入する地下水は低温であるだけでなく、貧酸素であることが示唆された。なお、これらは中央及び南側のエリアで顕著に確認された。

さらに、地下水の水質がどのような傾向にあるか把握するため、DOが0mg/Lかつ水温が最低水温と同程度の9℃の地下水が流入していると仮定して検討した。また、地下水影響なしの水温を各水深で最も出現頻度の高い水温を基に推計して求めた。この水温を用い、湖水への地下水の影響の程度（地下水寄与率）を次式で表す。

$$\text{地下水寄与率} = \frac{(\text{地下水影響なしの水温}) - \text{実測水温}}{(\text{地下水影響なしの水温}) - 9}$$

また、地下水影響なしのDOを地下水影響なしの水温から推定し、y軸にDOの実測値と地下水影響なしのDOとの差（ $\Delta DO_1 = \text{実測DO} - \text{地下水影響なしのDO}$ ）、

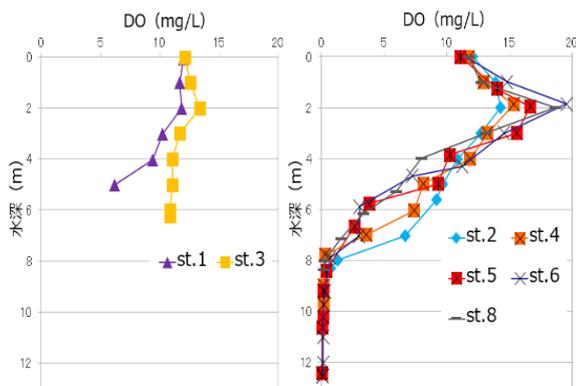


図3 環境基準点付近におけるDOの垂直分布

すなわち何らかの要因による湖水DOへの影響量を、x軸に地下水DO=0と仮定した時の地下水による湖水DOへの影響量（ $\Delta DO_2 = \{1 - \text{地下水寄与率}\} \cdot \text{地下水影響なしのDO} - \text{地下水影響なしのDO}$ ）をとりプロットした図を図6に示す。図6中のy=xの直線は、湖水DOの受ける影響量がDO=0の地下水による影響量と等しくなる場合を表すが、プロットされた点がこの直線より上にシフトする場合、流入水がDOを豊富に含むことを、下にシフトする場合は、還元性物質の流入が考えられる。従って、北側のエリアでは上へのシフトが目立つことから、貧酸素の地下水の流入だけでなく、流入する河川水のDOが高いことが考えられた。また、中央及び南側のエリアでは、下へのシフトが目立つことから、貧酸素かつ還元性物質を含む地下水の流入が考えられた。特に、南側のエリアは下へのシフトが顕著であり、還元性物質を高濃度を含む可能性が高い。

以上より、湯ノ湖における底層DO低下の要因は貧酸素かつ還元性物質を含む地下水であることが示唆された。平成30年度の調査では平成29年度に引き続き湯ノ湖複数地点におけるDO等の水質データを蓄積するとともに、表層水及び底層水の還元性物質濃度を測定することにより、還元性物質を含む地下水の検証を行う。

4 参考文献

- 1) 塩月智子他、湯ノ湖水環境保全調査（プランクトンの季節変化-水質との関係）、栃木県保健環境センター年報第19号、57-63、2014
- 2) 塩月智子他、湯ノ湖水環境保全調査、栃木県保健環境センター年報第20号、41-49、2015
- 3) 福田悦子他、湯ノ湖水環境保全調査（湯ノ湖流出入水調査編）、栃木県保健環境センター年報第18号、69-73、2013

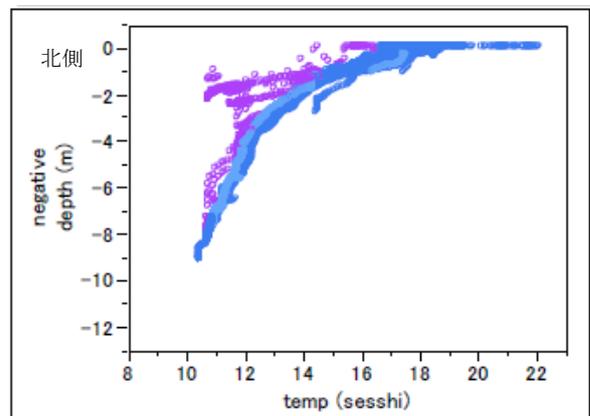


図4-1 水温と水深の関係（北側）

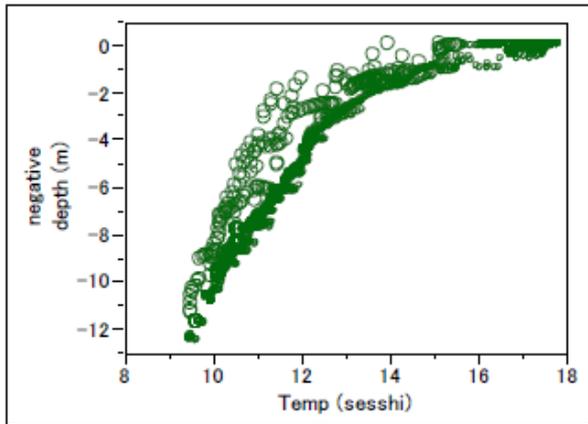


図 4-2 水温と水深の関係 (中央)

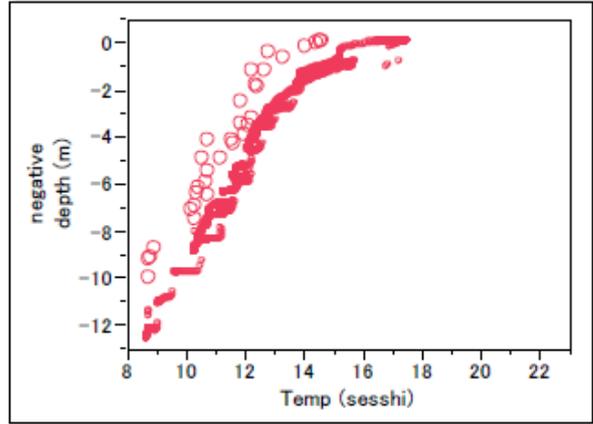


図 4-3 水温と水深の関係 (南側)

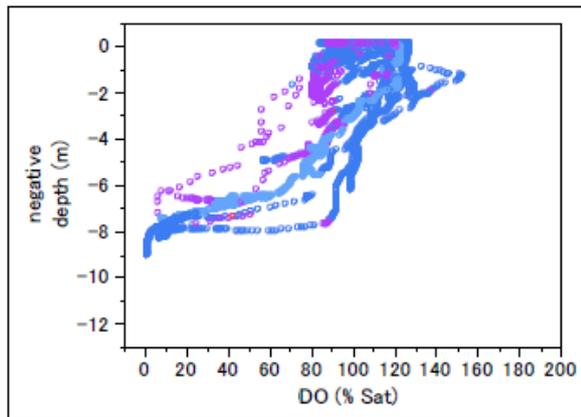


図 5-1 DO と水深の関係 (北側)

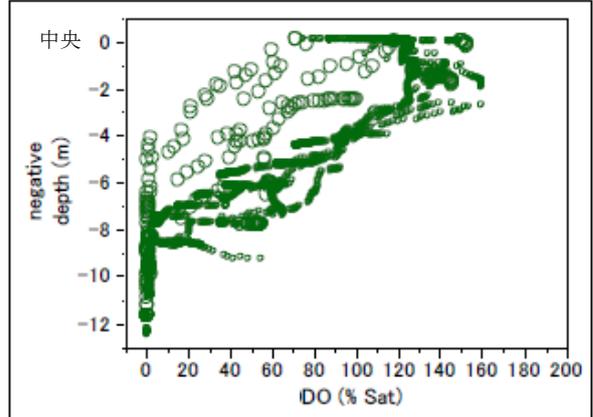


図 5-2 DO と水深の関係 (中央)

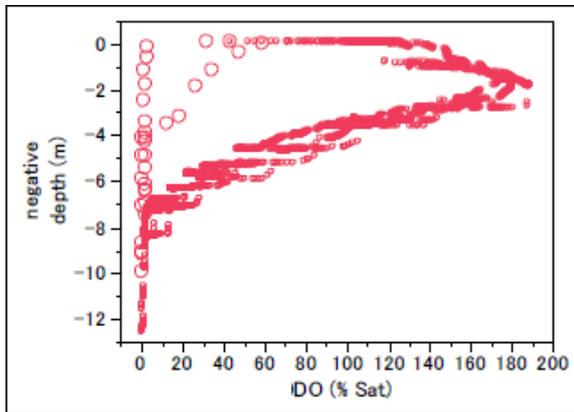


図 5-3 DO と水深の関係 (南側)

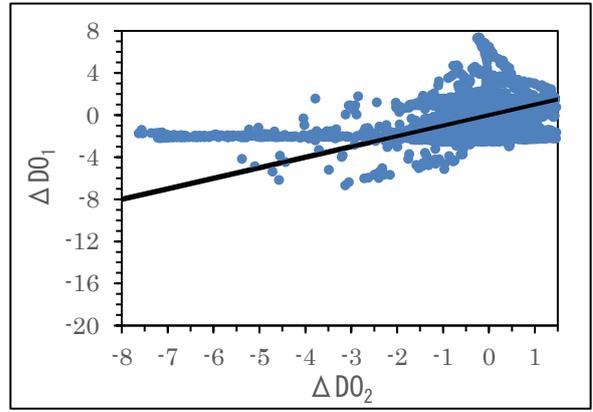


図 6-1 ΔDO_1 と ΔDO_2 の関係 (北側)

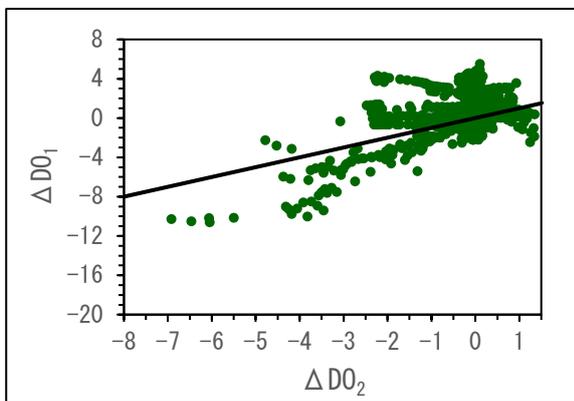


図 6-2 ΔDO_1 と ΔDO_2 の関係 (中央)

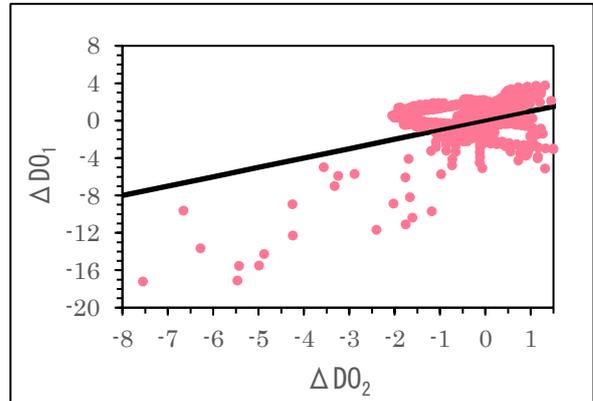


図 6-3 ΔDO_1 と ΔDO_2 の関係 (南側)