

水圧を受けた現場での溶存酸素の絶対飽和度と気泡生産

中本 信忠・坂井 正

信州大学繊維学部応用生物科学科

Absolute Saturation of Dissolved Oxygen and Bubble Formation at a Certain Depth

Nobutada NAKAMOTO and Masashi SAKAI

Department of Applied Biology, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

緒言

緩速ろ過池は常に上から下への流れがあり、底の砂層表面には藻類被膜が発達する(図1)。ろ過池の水深が1mと1m50cmと異なる緩速ろ過池での藻類被膜の発達を調べたところ、日射が底まで十分に届く浅い池の方が藻類被膜の発達が良かった。藻類被膜の発達したろ過池では昼間は光合成によって酸素生産があり、その影響は流れがあるので流出水にのみ表れた(図2)。流出水の溶存酸素濃度を調べたところ藻類被膜の発達が良い浅い池の方が低かった。光合成活動と流出水の溶存酸素濃度の関係が矛盾するように思われた。この矛盾は水圧と溶存酸素の絶対飽和度と気泡生産の関係から説明がついた。

つまり水圧が高いとその現場での溶存ガスの溶解度が増すが、浅いと水圧が小さく溶解度が小さいので光合成によって生産された溶存酸素は水中に溶けきれずに気泡となり、水圧の高い深い池より飽和溶存酸素濃度は小さいためであった。例えば水深10mの場合、その現場では水面よりさらに1気圧高くなるのでガスの溶解度は2倍になる。

この水圧を受けた現場水深での溶存ガス濃度に関し

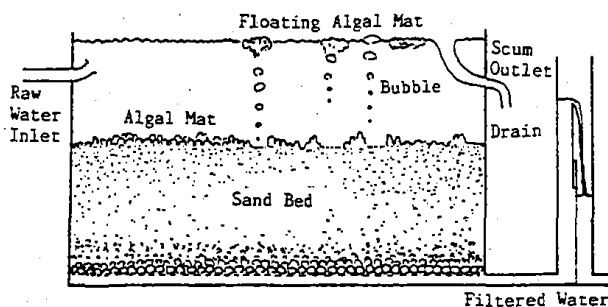


図1. 緩速ろ過池の構造略図。砂層表面で繁殖した藻類が、光合成による気泡の浮力で剥離浮上する。

ては既に湖沼学(吉村1937)には絶対飽和度として述べられている。しかし、この考えは陸水生物学では一般的でない。そこで、この絶対飽和度について解説をしたい。

絶対溶存酸素飽和度の計算

陸水学関係ではTruesdale et al. 1955の1気圧での温度(t)と純水中の飽和溶存酸素濃度(Dsat: O₂ mg l⁻¹)の式を用い飽和度を計算するのが一般的である。

溶存酸素濃度(D: O₂ mg l⁻¹)、水温(t)、水深(cm)、湖面での大気圧を測定すれば水圧を受けた現場での絶対溶存酸素飽和濃度(Dabsat: O₂ mg l⁻¹)および絶対溶存酸素飽和度(Absat: %)は計算できる。現場の圧力は湖面での大気圧(Ba: hPa)と水圧(Bw: 水深cm)との和である。

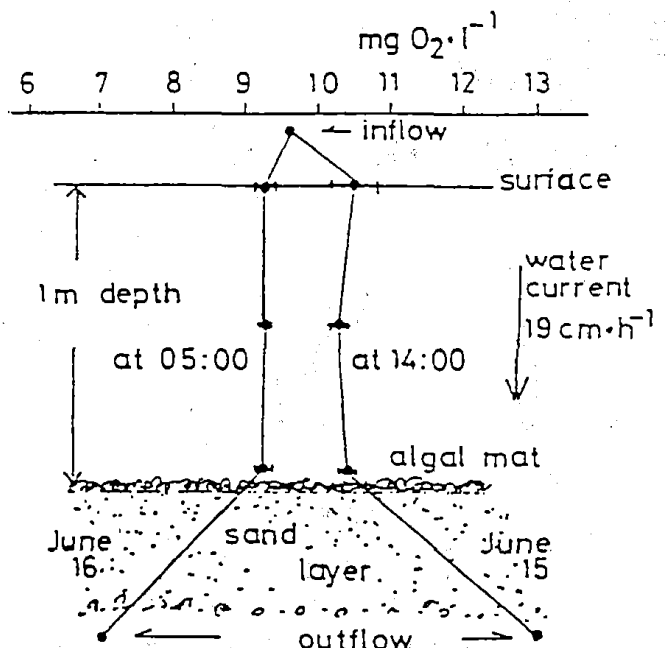


図2. 緩速ろ過池の流入水から砂層通過後の流出水の溶存酸素濃度の変化(1988年6月15日)。

$$D_{\text{sat}} (\text{O}_2 \text{ mg l}^{-1}) = 14.161 - 0.3943t + 0.007714t^2 - 0.0000646t^3$$

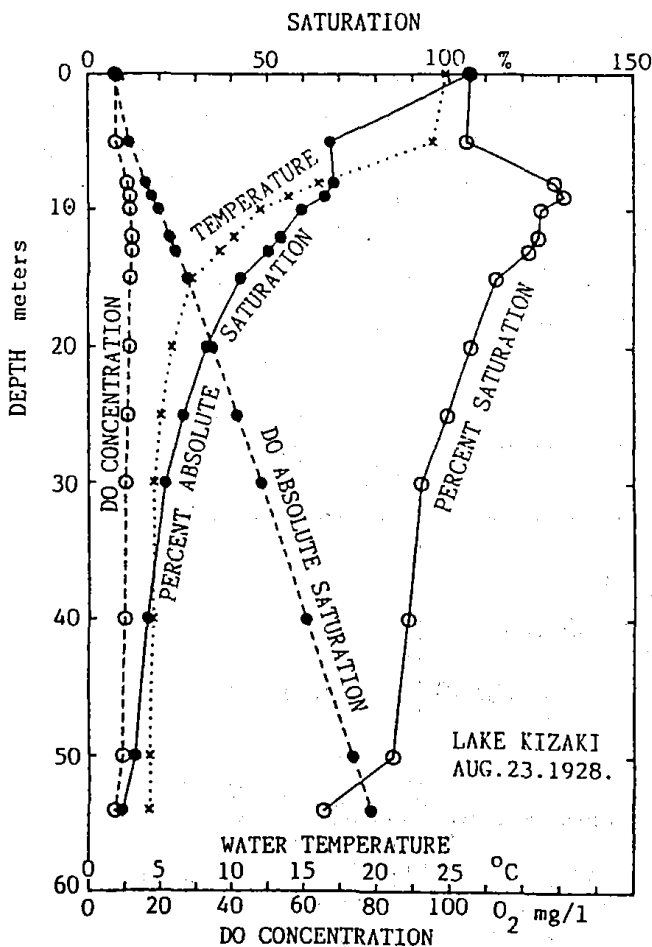
$$D_{\text{absat}} (\text{O}_2 \text{ mg l}^{-1}) = D_{\text{sat}} \times (B_a + B_w) / 1013$$

$$\text{Absat} (\%) = (D \times 1013 \times 100) / D_{\text{absat}}$$

湖の水柱での計算例

湖沼学関係の論文では溶存酸素濃度とその飽和度の垂直分布を併記する場合がある。この場合、生産層の下層や水温躍層付近で過飽和状態に表されていることが多い (Yoshimura 1938)。この飽和度は現場の水温と水面気圧での大気との平衡状態での飽和溶存酸素濃度との割合で表現されている。

そこで、長野県青木湖の溶存酸素濃度の垂直分布 (1928年8月23日) のデータ (Yoshimura 1938) から絶対酸素飽和度を計算し図3に示した。ここでは青木湖の湖面海拔は822mなので、大気圧913hPaとして計算した。元データでは水温躍層の8から12m付近では



3. 青木湖の溶存酸素濃度および水面気圧での飽和度の垂直分布。水圧を考慮した絶対溶存酸素飽和度および絶対溶存酸素飽和度の垂直分布。

120%以上の過飽和に表され、水温躍層で気泡が生じ易い状況と誤解され易い。しかし絶対飽和濃度は水深とともに大きくなるので、水温躍層では絶対飽和度では50から60%で過飽和にはなっていない。絶対飽和度で表せば青木湖では水温躍層付近で気泡生産がありえないことが明確になる。

飽和度表記について

吉村1937の湖沼学では現場水深での実際の溶存酸素飽和度を絶対飽和度と紹介しているが、水面気圧での飽和度を計算し垂直分布図を示している。この習慣は海洋学でも同じである。Ramsey 1962は水面直下での気泡生産を論じ絶対飽和度の考えを示しているが、図は絶対飽和度で示していない。

従来、湖沼の水温躍層付近で過飽和状態であるように表現するのは、水を水面まで持ち上げた場合にどれだけ気泡が生じ易いかを表現するのに都合が良い。

絶対溶存酸素飽和度表記の有用な場合

緩速ろ過池のように底の砂層表面で藻類が繁殖する場合、絶対酸素飽和度を考慮すると気泡生産現象について正確に把握できる。

また、沿岸帯の水草群落からの気泡生産が観察される。この場合は水圧を受けた現場での溶存酸素濃度が絶対飽和度で過飽和であることを意味しているので、従来の飽和度表記より絶対飽和度で表す方が良い。

湖沼の生産層内で植物プランクトンによる光合成により酸素を放出する場合に気泡生産の可能性の検討に有用である。また低水温の流入河川水などの流入により水温躍層での溶存酸素濃度が高くなる時、水圧を受けている現場での気泡生産の可能性の検討に有用である。

引用文献

Truesdale, G.A., A. L. Downing, and G.J. Lowden 1955. The solubility of oxygen in pure water and sea water. J. Appl. Chem., 5 : 53-63.
 Ramsey, W.L. 1962. Bubble growth from dissolved oxygen near the sea surface. Limnol. Oceanogr. 7(1) : 1-7.
 吉村信吉1937、湖沼学、3 + 7 + 439 + 69 + 25 (543 pp)、三省堂、東京
 Yoshimura, S. 1938, Dissolved oxygen of the lake waters of Japan. Sci. Rep. Tokyō Bunrika Daig., Sec.C. No.8, pp.63-277.