



科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)
<https://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

物理・化学シリーズ

水圏生態系の呼吸を支える

溶存酸素

Dissolved Oxygen

姫路科学館 学芸・普及担当 宮下直也

■溶存酸素とは

水に溶解している酸素 O_2 のことを、溶存酸素 (Dissolved Oxygen : DO) といいます。水中の酸素は主に大気から供給されるため、一般的な水域では水面が最も DO 濃度が高く、ほぼ飽和状態にあります。しかし、酸素は水に対する溶解度が低く、1 気圧において $25^{\circ}C$ の水 1 L に 8.26 mg^1 しか溶けません。同条件の大気中の酸素は 274 mg/L と計算できるので、大気と比較して水中は酸素が限られた環境であることが分かります。DO は多くの水生生物が呼吸をするのに不可欠であるため、生物活動を制限する要因の一つとなります。一方、水温変化に伴う溶解度の変化や、生物活動によって、DO はリアルタイムに変動します。こうした理由から、DO は海洋学や陸水学の分野における基本的な測定項目となっています。

■溶存酸素試料の採水と測定

採水 DO のようなガス成分を測定するための採水では、酸素瓶 (写真 1) などの密閉容器を用います。内部を現場の水で 3 回程度すすぎ (共洗い)、泡立たないように採水を行うことで、試料水中の DO 濃度が変わるのを防ぎます。手の届く水面の場合、直接容器ですくって採水し、手の届かない水面の場合、ロープ付きのバケツで採水してから容器に分取します。水面より深い位置の水や、地下水の場合には、専用の採水器や塩ビ管などを用いて採水します。



写真 1 酸素瓶

測定 DO の測定によく用いられる手法の一つに、ウィンクラー法があります。大まかには、①試料水に塩化マンガン_{Mn} 溶液と水酸化_{OH} ナトリウム-ヨウ化_I カリウム混合溶液を加え、②生じた沈殿 (酸化₀ 水酸化_{OH} マンガン_{Mn}) を塩酸で溶かして、③発生するヨウ素_I をチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定する、という手順で測定を行います。詳しい方法や原理は北海

道大学の LASBOS²⁾ や日本海洋学会の海洋観測ガイドライン³⁾ などをご参照ください。

他に、蛍光法や隔膜電極法という手法が用いられることもあります。専用のセンサーが必要なため、コスト面の手軽さではウィンクラー法に劣りますが、現場で即時測定が可能であり、機器によっては一定時間間隔の自動測定ができるため、大きな利点があります。

■溶存酸素から分かること

呼吸・光合成 川や池などで透明の密閉容器（酸素瓶など）3本に同量ずつ採水し、すぐに1本目（コントロール）のDOを測定します。1本（明瓶）はそのまま、1本（暗瓶）はアルミホイルなどで遮光し、現場に一定時間放置後、DOを測定します。明瓶では光合成と呼吸が、暗瓶では呼吸のみが起こるため、これらの値を使うと、純粋な光合成・呼吸量を求めることができます。

生物と化学環境 DOが3 mg/Lを下回ると魚や貝がすめなくなります。しばしば報じられる、魚の大量死は、貧酸素が一因の場合もあります。DOが2 mg/Lを下回ると酸素を使って呼吸する微生物の活動が弱まるとされます。このような環境では、硝酸イオン・硫酸イオン・二酸化炭素などを利用して呼吸する微生物の活性が高まり、メタンや亜酸化窒素などの温室効果ガスや、硫化水素のような悪臭の原因となるガスが発生しやすくなります。したがって、DOを測ることで、生物量やガス濃度の変動要因を説明するのに役立ちます。

■ため池における溶存酸素の測定例

姫路科学館の前にあるため池（上池）で、蛍光法によるDOの連続測定を行った例を図1に示します。DOとPAR^{*}の2カ月間の測定値の30分毎平均を、日内変化として表したものです。PARの高い時間帯は光合成優位となりDOが増加し、PARの低い

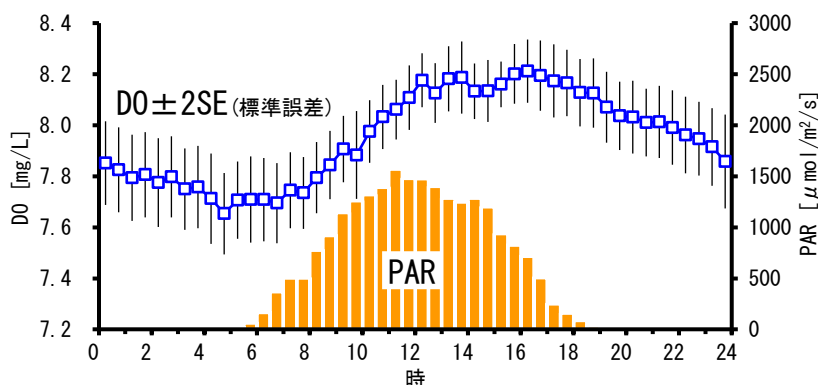


図1 上池のDOとPARの日内変化（2022/7/1～8/19）

時間帯は呼吸優位となりDOが減少するという、基本的な関係が捉えられているものと考えられます。（※光合成有効放射量：単位時間・単位面積を照らす400 - 700 nmの光量子数をアボガドロ数で割った値）

以上のように、身近な水域のDOを測定するだけで様々なことを考えることができます。特にウィンクラー法は高価な実験機器を必要としないため、中学校や高校などの授業・部活動における探究活動の題材にも適しています。生物・地学的な現象を、化学（酸化還元反応）の手法で調べるという性格から、理科の分野横断的な理解に役立ちます。各地の学校で調査が行われれば、地点間の違いから、新たな発見にもつながるかもしれません。

■参考 1) 工業排水試験方法 JIS K 0102 : 2019

2) 溶存酸素の測定法（ウィンクラー法）. LASBOS Moodle. 北海道大学バランスドオーシャン運用部. (<https://repun-app.fish.hokudai.ac.jp/course/view.php?id=379> 2023/1/20 確認)

3) 熊本ら, 2015. 海洋観測ガイドライン Vol. 3 Chap. 1 溶存酸素. 日本海洋学会編.