

浅い富栄養湖における表層正味生産と湖-大気間の二酸化炭素交換の長期変動

24SS602F 奥西亮介

はじめに

湖と大気間の二酸化炭素 (CO₂) 交換は、湖内の光合成、呼吸などの生物過程や集水域からの有機物・CO₂ 供給の正味結果で決まる。特に湖岸域は、水生植物の繁茂などによって生物過程が速く、CO₂ 交換のホットスポットとなっている。したがって、湖岸での CO₂ 交換の変動や制御要因を理解するためには、湖内各過程の把握が不可欠である。溶存酸素日変化法は湖水表層の光合成、呼吸を推定する手法であり、広く用いられているが、浅い湖や湖岸では混合などの物理過程の影響により推定誤差が生じることが指摘されている。

本研究の目的は、浅い湖である諏訪湖を対象に、表層の光合成、呼吸の変動を踏まえて湖と大気間の CO₂ 交換の長期変動を解明することである。そのために、溶存酸素日変化法の浅い湖への適用を検証し、表層の光合成、呼吸の制御要因およびそれらの湖と大気間の CO₂ 交換への寄与を評価した。

方法

諏訪湖は浅い富栄養湖 (平均水深 4.3m) で、夏季に湖岸に水生植物が繁茂する。南東部湖岸と湖心で、水温や溶存酸素 (DO) プロファイル、クロロフィル a を観測し、加えて湖岸では気象や渦相関法による CO₂ 交換を測定した。解析期間は 2016 年から 2024 年である。

表層の DO 日変化から、光合成、呼吸、正味生産を推定した。この推定では、DO の時間変化を光合成の日射依存性と呼吸の温度依存性を考慮してモデル化し、観測値との差異が最小となるように光合成と呼吸モデルの各パラメータを決定した。観測 DO とモデル DO の相関が低い日は解析から除外し、代謝の欠測値はランダムフォレストで補間した。

結果と考察

諏訪湖では湖岸湖心共に、秋に夜間混合が生じると、夏の成層期に湖底に蓄積された高 CO₂・低酸素水が表層へ供給され、表層の DO 濃度変化に影響することが分かった。そこで本研究では、既存のデータ選択に加え、湖底 DO 濃度を用いて混合の影響を受ける日の除外を行うデータ選択を行った。

湖岸湖心ともに光合成と呼吸は夏に最大となり、湖心よりも湖岸で大きかった。湖心の光合成、呼吸の季節変化は水温や日射に加えて、植物プランクトン量の影響を受けていた。一方、湖岸では光合成、呼吸は水生植物の影響を受けると考えられた。さらに湖岸の光合成、呼吸の経年変化は降雨増加に伴う流域からの有機物流入や植物種がクロモからマツモに変化したことの影響を受けていることが考えられた。正味生産の経年変化は、湖心ではどの年も夏に CO₂ 吸収だった。湖岸は、ヒシが繁茂しない年では、夏に正味 CO₂ 吸収、ヒシが繁茂すると正味 CO₂ 生成になった。ヒシが繁茂すると、水中が暗くなり光合成が抑制され、枯死したヒシの分解やヒシの水中根からの滲出、ハムシのフンなどによって表層有機物量が増加し呼吸が増加した可能性がある。湖と大気間の CO₂ 交換との比較から、ヒシが繁茂するとヒシの大気中の葉の CO₂ 吸収が卓越し湖表面での交換は吸収となった。

結論

湖と大気間の CO₂ 交換の長期変動は、主にヒシの繁茂によって制御される。ただし、ヒシが繁茂する夏季には、湖水表層は正味 CO₂ 生成として働いており、ヒシが表層の正味生産にも作用するため、湖と大気間の CO₂ 交換を見る際に、表層の正味生産を併せて見ることは重要である。