

浅い富栄養湖—大気間の CO₂ 交換の日内変動と生物プロセスの影響

17S6006A 落合悠介

1. はじめに

陸水—大気間の二酸化炭素 (CO₂) 交換は、湖内での生物活動および集水域から流入する炭素の分解の結果として生じている。特に後者より、陸域の炭素循環における陸水の重要性が認識されている。これまでの研究では、中低緯度に多い富栄養湖は水生生物の光合成により正味 CO₂ 吸収源となる可能性が示されている。また、CO₂ 吸収量はクロロフィル a 濃度が高い時期に促進されることが明らかにされている。しかし、光合成などの CO₂ 交換プロセスは日内の時間スケールで変化するため、そのスケールでのプロセスの制御を理解する必要がある。本研究では CO₂ 交換の日内変動に着目し、生物活動が CO₂ 交換に与える影響を明らかにすることを目的としている。

2. 方法

研究サイトは、富栄養で、夏季に植物プランクトンが多く発生する諏訪湖である。南東部湖岸において、渦相関法による湖—大気間の CO₂ 交換のほか、気温や短波放射、風向風速などの気象、湖内の水温やクロロフィル a 濃度の連続測定を実施した。また、湖表層の溶存 CO₂ 濃度の連続測定 (田岡, 2021, 修士論文) 及び、1 か月に 1 回程度の湖水中の溶存 CO₂ 濃度の鉛直分布の測定を実施した。物質収支により、表層の CO₂ の貯留量変化と CO₂ フラックスから正味光合成量を計算した。

3. 結果と考察

CO₂ 交換は、ほぼ 1 日を通して CO₂ 吸収を示したが、夜から明け方にかけて放出も観測された。秋から春にかけては夜間よりも日中に吸収量が減少していた。一方、夏には夜間よりも日中に CO₂ の吸収量が多くなった。

夏季の日射と CO₂ 交換の日変化を詳しく調べ

ると、湖による吸収が日の出後の 8 時頃から始まり、日没後の 20 時頃まで続いた。すなわち、日照よりも CO₂ 吸収は遅れて生じていた。一方、溶存 CO₂ 濃度は日の出と同時に低下し始める日射に同期した変動を示した。ただし、日の出後の数時間は、夜間の水生生物の呼吸により増加した溶存 CO₂ 濃度が平衡濃度よりも高いため、大気への放出となると考えることができない。日没後に続く吸収も同様に、日中の光合成により低下した溶存 CO₂ 濃度により説明できる。溶存 CO₂ 濃度と平衡濃度の差と風速が CO₂ 交換量を制御する直接的な要因となっていた。

湖表層の CO₂ の貯留量は、日の出から正午頃まで減少するが、正午から日の入りまではあまり変化せず、日の入りから日の出までは増加した。このことから、水生生物の光合成の際に正午以前は主に湖内の CO₂ が用いられていたと考えられる。その後、溶存濃度は低下し、正午以降は大気からの CO₂ の吸収が増加した。湖表層の正味光合成量は午前中に最大となり、午後の溶存 CO₂ 濃度が低下する時間には制限を受けていた。

上述した典型的な日内変化に加えて、持続的な低風速後に風速が増加すると一時的な CO₂ の放出傾向がみられた。これは湖底付近に蓄積された CO₂ が湖水混合により湖表層に輸送され、大気中へ放出されたことを示している。

4. 結論

湖—大気間の CO₂ 交換の日内変動は、水生生物の呼吸や光合成による溶存 CO₂ 濃度の変化を通して生じている。湖表層の光合成には、正午以前は主に湖内で生成された CO₂ が用いられており、表層の CO₂ 濃度の低下により正午以降は大気からの吸収が増加する。