

浅い富栄養湖からのメタン放出の長期変動：温度と有機物供給の影響

22SS612F 山田基

はじめに

湖は温室効果ガスであるメタン (CH_4) の主要な放出源のひとつであり、湖からの CH_4 放出の変動とその制御要因の解明が求められている。短時間スケールでは、風速の上昇や、圧力の低下などによって CH_4 が大気へ放出されることが分かっている。長期的には、湖からの CH_4 放出は温暖化によって増加することが予測されており、富栄養化や水生植物の大量繁茂も放出を促進することが指摘されている。しかし、これらの指摘は主に実験室実験や短期観測から得られた結果が基になっており、様々な要因が作用し合う実際の湖環境に対して一概に当てはまらない可能性がある。そこで、本研究では約7年間の渦相関観測データを用いて、富栄養状態である諏訪湖からの CH_4 放出の経年変動の制御要因を解明することを目的とした。

方法

研究対象の諏訪湖は、長野県中部に位置する浅い富栄養湖である。湖では夏から秋前半にかけては藍藻類のブルームが発生し、秋後半から春にかけては珪藻類が発生する。また、夏季に岸付近には浮葉植物であるヒシや沈水植物であるクロモが繁茂する。湖南東の棧橋で渦相関法を用いて CH_4 フラックスを観測した。同時に気象、湖内環境の観測も行った。観測期間は2016年6月から2023年9月までの約7年間である。湖心のクロロフィル濃度や衛星画像から算出したフットプリント内の正規化植生指数 (NDVI) も利用した。

CH_4 フラックスは分離手法を用いて、拡散およびバブルフラックスを算出した。また、各フラックスに対して、ランダムフォレスト回帰を用いて補間を行い、月平均値、および年積算値を算出した。夏を6月から9月、春を3月から5月とし、季節ごとの平均値も算出した。

結果と考察

季節変動においては、 CH_4 の全フラックス、拡散フラックス、バブルフラックスは主に気温や NDVI と正の相関 (全フラックスに対してそれぞれ $r=0.84$, $r=0.91$) を示し、 CH_4 生成が微生物活性の上昇や水生植物の繁茂による有機物供給の増加の影響を受けていると考えられる。以下、放出経路間で環境制御は定性的に違いがなかったため、全フラックスについて記述をする。月平均 CH_4 フラックスの温度依存性は、冬季よりも夏季に大きく、温度と共に変動する他の要因も夏季には重要であると考えられる。平均 CH_4 フラックスの季節変動は NDVI の季節変動と位相が一致しており、植物の落ち葉による有機物供給が比較的短い時間で CH_4 生成に影響していると考えられる。また、日射の増加後数日で日平均 CH_4 フラックスが増加する傾向が示され、植物の光合成産物の根から堆積物への供給の影響も重要だと考えられる。

夏季の CH_4 フラックスの経年変動は NDVI と正の相関 ($r=0.98$) を示したが、気温とは相関がなかった。 CH_4 フラックスの経年変動にも水生植物の繁茂が大きく影響していると考えられる。また、春の CH_4 フラックスの経年変動は秋から初冬のクロロフィル量と正の相関 ($r=0.84$) を示した。秋から初冬にかけて蓄積する珪藻の死骸は低温において分解が進みきらず、春になり温度が上昇することで CH_4 生成に影響している可能性が考えられる。

本研究は、実際の湖からの CH_4 放出の経年変化に及ぼす影響を長期観測データから明らかにした。特に、浅い自然湖沼において CH_4 フラックスの長期変動を評価する際には、温度だけでなく、水生植物や植物プランクトンによる有機物供給の量と供給、分解の季節性を考慮することの重要性を示した。