

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 常田 岳志

本論文は、CO₂に次ぐ温室効果ガスとして近年特に注目されている大気中のメタンガスについて、その最大の発生源である湿原（自然湿地）からの放出量を正確に測定し、もってメタンガス発生メカニズムを明らかにすることを目的としている。

第1章では、研究の背景、位置づけ、重要性を、従来の研究を総括しつつ明らかにした。すなわち、メタンの大気中濃度は1750年の700ppbから2004年の1783ppbへと、最近250年で約2.5倍に増加したこと、しかも2005年には、大気中メタンの放射強制力の評価が従来の値より85.4%も多かったとの報告が出されるなど、地球温暖化との関わりがますます重視されていることを指摘した。しかし、それにも関わらず、湿原からのメタン放出量の推定精度はこれまでのところ著しく低く、水中の溶存メタンの拡散による放出、植物体を通る放出、地下水水面下の気泡の上昇と噴出、というメタン放出の全体像については、ほとんど明らかにされていないことを指摘した。

第2章では、北海道美唄湿原を対象とした現地観測による、湿原の地下水中に気泡としてのメタンが存在しているかどうかの確認について述べた。その結果、ミズゴケを主体とする美唄湿原中では、地下水水面下に平均10%程度の気泡が存在すること、その気泡中ではおよそ60%がメタンガスで占められていることを突き止めた。さらに、ガス状メタン量と水中溶存メタン量の存在比率をヘンリーの法則を適用して推測し、ガス態が58~72%、溶存態が28~42%であると結論した。すなわち、湿原の地下水中の気泡メタン量と水中溶存メタン量との関係を世界で初めて定量的に確かめたものであり、この結果は国際誌、国際学会（学会賞受賞）で公表された。

第3章では、前述の美唄湿原から採取した、直径20cm、高さ60cmの不攪乱ミズゴケ泥炭試料を、室温20℃、光条件12時間の明暗周期で制御した実験室内に静置し、約100日経過した後に、この不攪乱試料から発生するメタンガス量測定について述べた。試料は透明アクリル円筒内に隙間無く不攪乱で充填されており、地下水を与えて嫌気的な条件を維持した。この後約1年間、大気圧とメタンガス発生量との関係を継続的に測定した結果、大きな低気圧が通過するごとに、試料から大量のメタンガスが噴出することを発見した。この発生量は、試料中の気泡状メタンがシャルル法則に従って体積膨張した量と良く関連付けすることができ、このことによって、大気圧の低下に伴う湿原地下水水面下からのメタンバブルの噴出現象を捉えたと結論した。この結果も世界的に最先端の知見であり、国際誌、国際学会（招待講演）にて公表された。

第4章では、美唄湿原現地においても大気圧の低下がメタン噴出を起こすかどうかの測定結果を述べた。現地において2点の観測地点を選び、1.5時間おきに連続90時間のメタ

ンフラックス測定を行った。この間、幸運にも、大気圧が 1016hPa から 1000hPa まで急激に低下する局面に遭遇し、その間のメタンフラックスを経時的に測定した結果、気泡状のメタンが、急激な気圧低下に応じて表面から噴出していることを捉えた。そこで、ガス状メタンと溶解状メタンの状態方程式をそれぞれ与え、総量保存則を適用した連立方程式をフリーソフトである Scilab によって数値計算したところ、地下水位変動や大気温度変化の影響より、大気圧低下とその結果としてガスの体積膨張が、メタンガス噴出の引き金になっていたことを理論的に証明できた。この結果も国際学会において公表され、国際誌において印刷中となっている。

第 5 章では、美唄湿原における融雪期のメタンガス放出について、現地測定を行った結果を述べた。すなわち、嫌気的な条件下におかれた湿原の地下水面下では、温度の低い冬季にもメタン生成が続いているとの報告があることを根拠とし、冬季発生メタンが凍結氷中に封入され融解期に突然噴出する可能性があると考え、このことを 160 時間連続現地測定によって捉えた。その結果 2006 年 4 月 17 日に生じた表面氷の融解と同時に、氷中にトラップされていたメタンバブルが突発的に噴出することが分かった。氷中のメタンガス量は、 132 mg m^{-2} と見積もられ、融解によるメタンガス放出量は 2 地点の平均値 127.5 mg m^{-2} であり、よく一致した。この内容は、国際学会での発表を準備中で、国際誌へは投稿中である。

第 6 章では、結論として、①湿原の地下水面下にはメタンを主成分とする気泡が存在すること、②湿原土壌中のメタンの 6~7 割は気泡中にガス態として存在すること、③気泡の噴出は主要なメタン放出メカニズムの一つで大気圧の低下時に突発的なイベントとして生じること、④気圧が低下する悪天候時の観測が重要であること、⑤冬季には氷中にメタンバブルがトラップされ、融雪期の大きな放出の原因となること、などを述べた。

以上要するに、本研究は、湿原の地下水中にガス状メタンが多量に存在していることを発見し、大気圧の低下と冬季の融雪とが、これらのガス状メタンを突発的に大気に噴出させていることを、室内実験及び現地観測に基づいて科学的に証明したものであり、学術上、応用上貢献するところが著しく大きい。よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。