

カラム実験による泥炭中のメタンの蓄積と放出に関する研究 Accumulation and Emission of Methane in Peat Core Experiment

常田岳志 関勝寿 溝口勝 宮崎毅

Takeshi Tokida Katsutoshi Seki Masaru Mizoguchi Tsuyoshi Miyazaki

はじめに：湿原は温室効果ガスであるメタンの主要な放出源である。しかし泥炭中のメタンの存在形態や大気へ放出されるメカニズムには依然として不明な点が多く、メタンが拡散のみによって移動しているのかも論争中である（Shurpali ら, 1993）

常田ら（2002）は北海道美唄湿原を対象としたフィールド調査により、地下水表面下の泥炭にはメタンを主成分とする気泡が存在していること、およびメタンの多くは気相中に存在する可能性が高いことを示した。本研究では不攪乱泥炭試料を用いたカラム実験により、泥炭中のメタンの蓄積形態と地表面メタンフラックスの関係を明らかにすることを目的とした。

実験：装置の概略図を Fig. 1 に示す。北海道美唄湿原ミズゴケ群落から採取した、地表面から深さ 40cm までの泥炭土不攪乱試料を、内寸が縦横 10cm、高さ 43cm のアクリル製カラムに充填し、20 の恒温室に約 180 日間静置した。脱イオン水を用いてマリ奥特管で給水し、地下水位を常時試料地表面から 1-2cm 下に保った。また試料上部から光を当て 12 時間ごとの明暗周期を与えた。カラム側面はアルミホイルで覆い側面からの光の進入を防いだ。カラム上端は開放状態とし、フラックス測定時のみチャンバーを取り付けた。

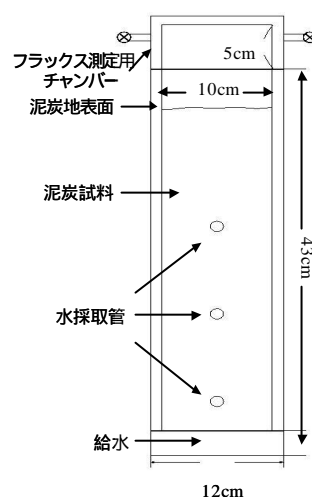


Fig. 1 Experimental setup

測定した項目は、溶存メタン濃度、地表面メタンフラックスおよびカラム重量である。深さ 13.5, 23.5, 33.5 cm から水を採取し、ヘッドスペース法により溶存メタン濃度を求めた。地表面メタンフラックスは、チャンバー内のメタン濃度変化を時間で 1 次回帰することにより求めた。気泡が発生するとその体積に相当する水の重さだけカラム全体が軽くなることを利用し、カラム重量の変化から気泡の発生量を測定した。さらに体積含水率を算出し、全体積から固相率と体積含水率を引くことで気相率を求めた。

結果と考察： 気泡としてのメタンの蓄積：Fig. 2 に溶存メタン濃度の経時変化を示す。メタン濃度は 1 気圧、20 におけるメタンの溶解度に対する飽和度（%）で示した。濃度は実験開始時には 0 であったが、経過日数とともに増加する傾向が見られた。100 日目以降、水採取の際に水とともに気泡が採取されることがあったが、本実験では気泡も含めて分析・定量した。150 日目以降、100%を上回る濃度が観測されたのは、溶存状態だけでなく気泡として存在したメタンも含めて定量したためだと考えられる。

いずれにせよ 150 日目以降、溶存メタン濃度は飽和に近かったと考えられた。このことは試料中に気相が存在する時、気相のメタン分圧が 1 気圧に近いこと、すなわち気相の主成分

がメタンであることを意味する。実際試料中には気相が存在した。また気相率は時間とともに増加した (Fig. 3)。従って多量のメタンが気泡として蓄積されることが強く示唆された。

拡散と気泡の上昇によるメタンの放出 : Fig. 4 はメタンフラックス測定時のチャンパー内メタン濃度変化の測定例である。0-1.5 時間までの一定の濃度上昇は拡散によるメタン放出、1.5-2 時間の間の急激な濃度増加は突発的な多量のメタン放出が原因と考えられる。

観測された放出のうち、Fig. 4 の 0-1.5 時間で見られたような、拡散によると考えられるメタンフラックスの経時変化を Fig. 5 に示す。30 日目から 60 日目までの高い値は、試料採取時の攪乱の影響であると考えられる。60 日目以降、拡散フラックスは $0.5 - 1.5 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ の範囲で安定した。土中メタンの量は実験期間を通して増加し続けたことから、拡散による放出はメタンの蓄積量に依らず、一定範囲にとどまることが示唆された。

一方、Fig. 4 の 1.5-2 時間に観測されたような突発的なメタン放出は、59 日目以降にしばしば観測された (Table 1)。このような放出は気泡の上昇によって生じている可能性がある。実際 90 日目以降、気相率の上昇とともに突発的な放出量は大きくなり、最大で拡散による放出量の 50 倍程度の大きさとなった (Table 1)。このメカニズムによる放出は、突発的ではあるが一度に大量に放出されるため、拡散による放出と比べ放出量全体に占める寄与が大きい可能性がある。

Table 1 突発的なメタンの放出

Time (day)	59	89	96	125	142	150	177
Flux ($\text{mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$)	9.1	14.8	15.1	19.0	30.3	69.0	50.9

まとめ : 地下水面下の泥炭にメタンが気泡として蓄積された。メタンの放出は、拡散と突発的な気泡の上昇という 2 つのメカニズムによって生じると考えられた。拡散による放出は土中メタンの蓄積量によらず一定の範囲の値を取ったが、気泡の上昇による放出はメタンの蓄積とともに増加した。

文献 : Shurpali, N. J. et al. Seasonal Distribution of Methane Flux in a Minnesota Peatland Measured by Eddy Correlation. *J. of Geophys. Res.* **98**, 20649-20655 (1993).

常田岳志ら, 湿原の泥炭土層におけるメタンの蓄積, *農業土木学会大会講演要旨集*, 328-329, (2002).

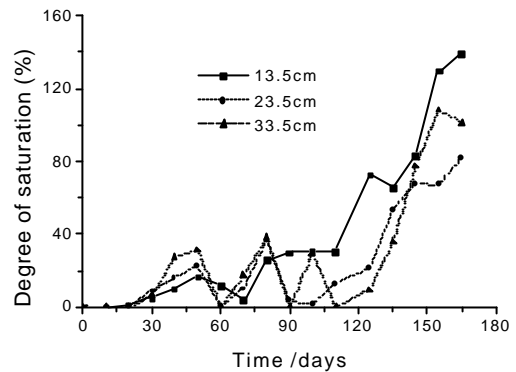


Fig. 2 Change in dissolved CH_4 concentration

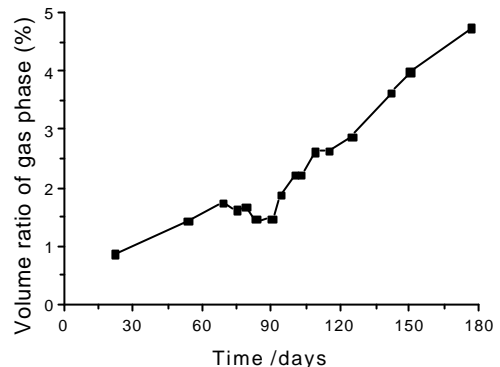


Fig. 3 Change in volume ratio of gas phase

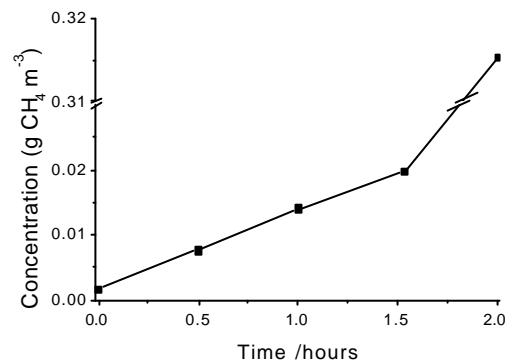


Fig. 4 An example of diffusive and episodic CH_4 emission

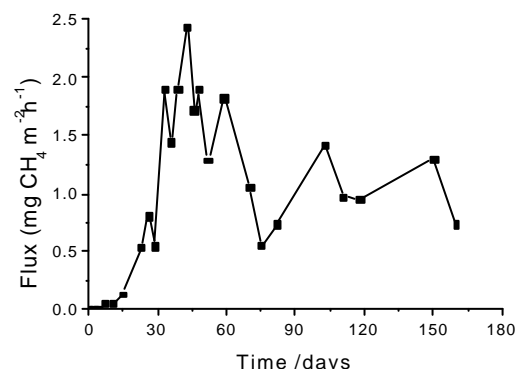


Fig. 5 Change in diffusive surface CH_4 emission