

泥炭土の脱水過程におけるガス移動パラメータの特性

埼玉大学大学院理工学研究科	学生会員	○海野 将孝
埼玉大学大学院理工学研究科	学生会員	飯塚 健二
埼玉大学大学院理工学研究科	正会員	川本 健
埼玉大学大学院理工学研究科	正会員	小松登志子

1. はじめに

自然界におけるメタン放出源の中で、湿地が占める割合は約 25%と言われており、温室効果ガスの主要な放出源であると言える。湿地を構成する泥炭土中におけるガス移動量の適切な推定は、地球温暖化問題を考える際に重要であるにも関わらず、土中のガスの移動量を決定する拡散・移流パラメータの測定やそのモデル化に関する研究は極めて少ない。本研究では、泥炭土のガス移動パラメータである土壌ガス拡散係数と通気係数の測定例を示して、その特性を明らかにした。

2. 試料

土壌ガス拡散係数の測定には、北海道美唄地区にある美唄湿原より採取したコア試料（以下、湿原内泥炭(1)。直径 5.01cm, 高さ 5.11cm の体積 100cm³）を用いた。さらに、同湿原より採取した試料の文献データ(Iiyama & Hasegawa, 2005)¹⁾も用いた(以下、湿原内泥炭(2))。また、美唄湿原に隣接する防風林内泥炭の文献データ(飯塚ら, 2008 (投稿中)²⁾も用いた。試料総数は 36 で、湿原内泥炭 (1)、湿原内泥炭(2)、防風林内泥炭が各 12 試料である。注意すべきは、防風林内泥炭、湿原内泥炭(2)、湿原内泥炭(1)の順に試料採取サイトの乾燥化が進み、泥炭の分解が進んでいる点である。

3. ガス移動パラメータの測定

3. 1 試料調整

本研究では、試料を一旦飽和後、吸引法および加圧法による脱水を段階的に行い、各段階で、平衡状態に達した後、各 pF 段階におけるガス拡散係数、通気係数を測定した。設定 pF は、pF=1.0, 1.5, 1.8, 2.0, 3.0, 4.1 とした。さらに、pF4.1 の試料の測定後、試料を 20℃で、十分に乾燥させ、風乾状態(pF=6.0)における土壌ガス拡散係数を測定した。なお、図-1 に示す様に、本研究に使用した泥炭試料は、pF2.0 以上程度では脱水に伴う試料の収縮が著しく、コアと試料の間に隙間が生じた。このためコアと試料の間にロウ材を充填し、隙間がなくなるようにしてガス拡散係数、通気係数の測定を行った。

3. 2 土壌ガス拡散係数の測定

土壌ガス拡散係数は、遅沢(1987)³⁾に従い、非定常法のシングルチャンバー法で行った。 D_p は、ガスの一次元拡散(x軸方向)を表すフィックの第2則に基づき、次式で与えられる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{D_p}{\varepsilon} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1)$$

ここで、 C : 拡散ガスの濃度 (g cm⁻³)、 ε : 気相率 (cm³ cm⁻³)、 x : 流れの方向距離 (cm)。

算出した土壌ガス拡散係数 D_p は、大気中における酸素のガス拡散係数 D_o ($= 2.04 \times 10^{-1}$ cm² s⁻¹) との比をとり、相対土壌ガス拡散係数 D_p/D_o として評価した。

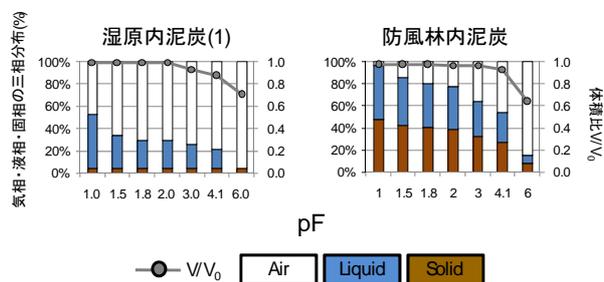


図-1 気相・液相・固相の割合、試料の体積変化

キーワード 泥炭土, 脱水, ガス拡散, 通気

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院 海野将孝 Email:s07me202@mail.saitama-u.ac.jp

3. 3 通気係数の測定

通気係数 k_a の測定は、定常法で行い、ダルシー則を用いて k_a を決定した。

4. 結果と考察

4. 1 土壌ガス拡散係数と通気係数

pF 2.0 以下における、泥炭土の相対ガス拡散係数 D_p/D_0 の測定結果を図-2 に示す。また、同図には対比試料として、黒ボク土の測定結果もあわせて示した。泥炭土の D_p/D_0 は気相率 ϵ に対してゆるやかに増加する傾向がみられた。また、泥炭土の D_p/D_0 は他の試料(図中の黒ボク土)と比較して、相対的に小さい値を示した。pF 2.0 以下における、泥炭土の通気係数 k_a の測定結果を図-3 に示した。

4. 2 形状係数 X と等価毛細管直径 d_g

測定した D_p/D_0 を用いて土壌間隙の屈曲や連結の度合いを表す形状係数 X を求めた。形状係数 X は次式で表され、間隙が直線的なパイプ状のときは X=1 となる。

$$X = \frac{\log(D_p / D_0)}{\log \epsilon} \quad (3)$$

ここで、 ϵ は気相率、 D_p/D_0 は土壌ガス拡散係数。

等価毛細管直径 d_g はガス移動に寄与する間隙の平均的な直径を表す。等価毛細管直径 d_g は次式によって算出した。

$$d_g = \sqrt{\frac{32k_a}{D_p / D_0}} \quad (4)$$

ここで、 k_a は通気係数、 D_p/D_0 は土壌ガス拡散係数。

図-4, 5 に示す様に、pF 2.0 以下において、泥炭土の分解が進むにつれて、形状係数 X が小さく、等価毛細管直径 d_g が小さくなる傾向を示した。このことから、泥炭土においてガス移動に寄与する間隙は試料の分解度に影響を受け、分解が進行するにつれて間隙屈曲・連結度がより低く、より小さな間隙径でのガス移動が支配的になることが示唆された。

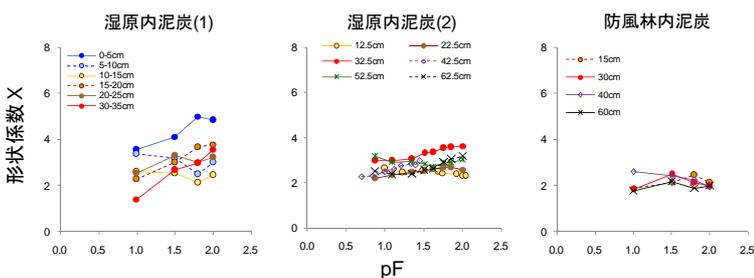


図-4 pF と形状係数 X の関係

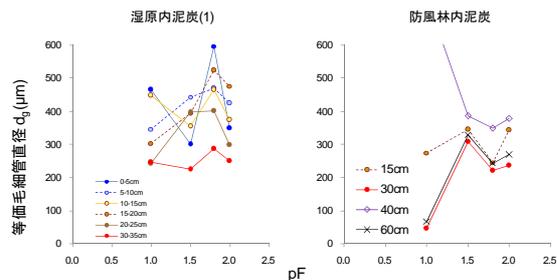


図-5 pF と等価毛細管直径 d_g の関係

謝辞: 本研究は埼玉大学 21 世紀総合研究プロジェクト、文部科学省科学研究費 (No.18360224,18686039)、平和中島財団の補助を受けた。また、本研究に使用した試料採取にあたり、北海道農業研究センターの永田修氏、北海道大学の長谷川周一教授の協力を得た。また、農業環境技術研究所の常田岳志氏からは試料提供を受けた。岩手大学の飯山一平氏からはデータ提供を受けた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Ippei Iiyama and Shuichi Hasegawa(2005):Gas Diffusion Coefficient of Undisturbed Peat soil Soil Sci.Plant Nutr No.51, p.431-435
- 2) 飯塚健二, 川本健, 小松登志子, 長谷川周一(2008): 泥炭土のガス拡散・透気特性に脱水収縮が及ぼす影響 (土木学会論文集投稿中)
- 3) 遅沢省子:土壌ガス拡散係数測定と土壌診断, 土壌の物理性, No. 55, pp.53-60, 1987.