

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24580350

研究課題名(和文)泥炭土壌の好氣的分解速度の水分量・O₂濃度依存性評価

研究課題名(英文)Evaluation of peat soil decomposition rate under various levels of soil

研究代表者

飯山 一平 (IIYAMA, Ippei)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：50450276

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、泥炭土壌の好氣的分解速度を、土壌水分・土壌気相中O₂濃度への依存性を考慮しながら、実測により定量することを試みた。泥炭土壌からのCO₂放出量の計測用に、携行赤外線CO₂濃度計を用いた分析系を構築した。また、泥炭土壌の水分特性曲線・不飽和透水係数曲線を実測し、野外で生じうる土壌水分の深度分布を、数値実験により解析した。泥炭土壌供試体を培養し、CO₂放出量を経時計測した処、地下水位が深さ100cmに存在する状態で、25tCO₂/ha程度に相当する放出量を得た。

研究成果の概要(英文)：This study aimed at quantifying peat soil decomposition rates under various levels of moisture and gaseous O₂ concentration in peat soil. A simple CO₂ gas analyzing system for soil gas samples was developed. Depth profiles of soil water/air phase that can possibly occur in-situ were numerically identified by using the measured soil moisture characteristic curves and unsaturated hydraulic conductivities. Some results of peat soil incubation suggested that the amount of emitted CO₂ may become 25 [tCO₂ ha] during two months with the groundwater table level of 100 cm in depth.

研究分野：土壌物理学

キーワード：泥炭土壌

1. 研究開始当初の背景

北半球の泥炭湿地は、455 Gt の土壤炭素を蓄積しており(Gorham 1991)、世界の土壤炭素の 2~3 割、大気中炭素量の 6 割に相当(Oechel et al. 1993)する全球的炭素プールである。熱帯泥炭湿地もまた、世界の土壤炭素の 1/4 を数える(Batjes, 1996)。

泥炭湿地の多くは、低平地への立地や良好な水利条件から、農業生産基盤への転換対象とされ易い。一方、農耕地への転換に伴う湿原からの排水は、植物体由来の有機物の堆積物である泥炭土壌の分解を促進し、泥炭湿地を大きな炭素放出源に転じる。

よって、地下水位制御に伴う泥炭湿地炭素貯蔵量の変化の実態解明と予測とが、土壤炭素循環への影響を抑えた人為活動の持続の上で必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、全球的炭素プールである泥炭湿地を対象に、土壤炭素保全と人為活動との併存に向けた基礎知見として、泥炭土壌の好氣的分解速度の実測定量を目的とした。

土壤有機物の分解速度については、従来、温度依存性の解明が重視されてきた。これに対し、本研究では、未開拓知見である土壤三相依存性・土壤気相中 O₂ 濃度依存性の実測を試みることにした。

3. 研究の方法

泥炭土壌からの CO₂ 放出挙動の、水分量依存性および雰囲気 O₂ 濃度依存性を定量評価することを目的に、泥炭土壌試料を恒温培養することとした。

培養にあたり、(1)クローズドチャンバ法の援用による CO₂ 放出量の経時計測、(2) 土壤試料底部からの毛管水供給による水分量制御、(3)培養器内の O₂ 濃度調節、を想定した。

同時に、泥炭土壌からの CO₂ 放出量分析について、携行赤外線 CO₂ 分析器を用いた分析系の構築を予定した。

4. 研究成果

(1) 泥炭土壌からの CO₂ 放出挙動の把握のために、既存の簡易赤外線 CO₂ 濃度計を援用し、ガス供試体中 CO₂ 濃度の分析系を構築した(Fig.1)。分析系からの出力と供試ガス中 CO₂ 濃度値とは明瞭な線形関係を示すこと、この線形関係の温度依存性が小さく安定的であること、想定される供試ガス中 CO₂ 濃度を十分追跡可能な精度を持つこと、を確認した。

また、分析系による CO₂ 濃度評価の、ガス試料の分析供試までの所要時間に対する依存性を定量し、所要 1 時間毎に真値の 1~2%を補正することにより必要精度の確保が可能であることを確認した。

(2) 泥炭土壌の実測水分特性曲線および

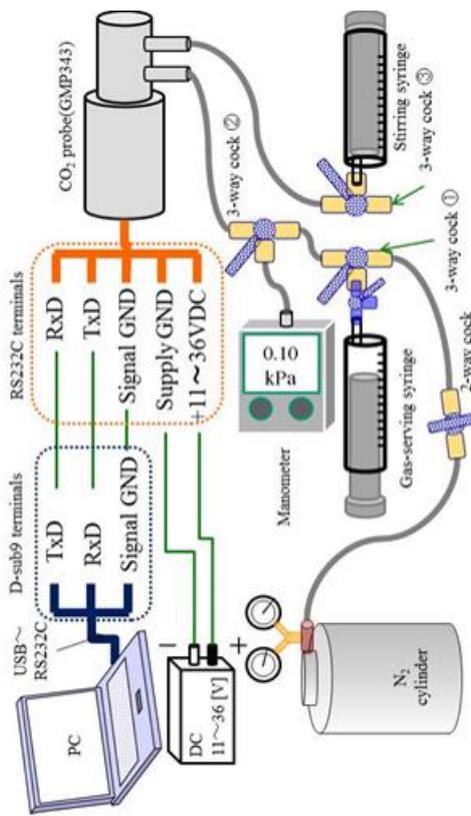


Fig. 1 The schematic diagram of the components of the CO₂ gas analyzing system and their configuration.

実測不飽和透水係数曲線(Fig.2)を基に、野外で生じる土壤水分の深度分布を、数値実験により同定した。

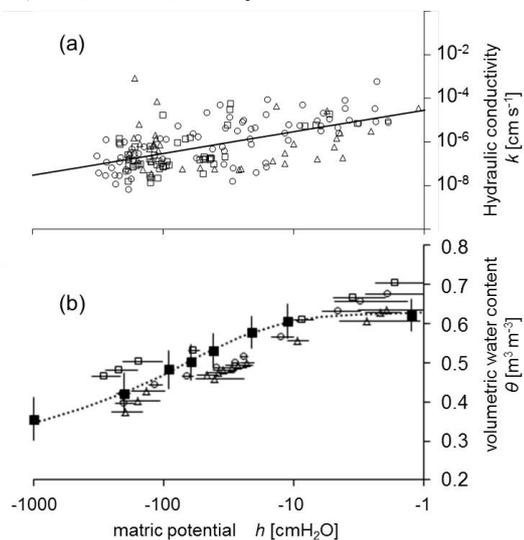


Figure 2 (a) The plots from the triplicate $k(h)$ measurements (O, Δ and □) while the solid line denotes the modeled curves $k(h) = k_s / (1 + |h/a|)^n$ with $k_s = 6 \times 10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$ and $a = -0.04$. (b) Soil water retention curves (SWRCs) obtained from the $k(h)$ measurements (O, Δ and □) and from the hanging-water-column (HWC) and the pressure-plate (PP) methods (■). A horizontal bar attached to a plot denotes +/- 0.5-standard deviation among the h values recorded by the five tensiometers. Vertical bars drawn on the four plot indicates +/- 0.5-standard deviation observed among the three replicates of the HP and the PP methods. The dotted line is the van Genuchten model $\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) (1 + \alpha|h|^n)^{-1/n}$ (van Genuchten, 1980) with the parameters of $\theta_s = 0.63$, $\theta_r = 0.26$, $\alpha = 0.01$, and $n = 1.4$.

その結果、土壤水分条件は、例えば、北海道の高層湿原由来の泥炭土壤の場合、想定される地下水位変動範囲内においてほぼ常時、毛管水による供給が確保されると予想された。一方、熱帯泥炭湿地由来の泥炭土壤について、極めて乾燥した条件もしくは土壤飽和条件のいずれかに偏ることが予想される実測結果を得、地表付近の土壤有機物が好気分解に適した水分条件におかれる期間が限定的であることが示唆された(Fig.3)。

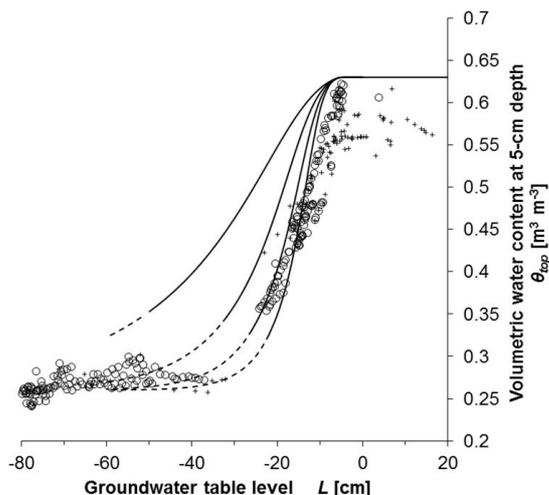


Figure 3 The θ_{top} - GTL relation based on the measured data sets on Figure 1. Symbols of circle (O) and plus (+) denote the plots obtained while the groundwater table was going downward and upward, respectively. Solid lines show the simulated curves based on Equation (4) with the parameters specified on Figure 2(a). The upward water fluxes E in Equation (4) was varied from 2 to 4, 6 and 8 mm d⁻¹. The simulated curves were extrapolated into the matric potential domain of $h < -1000$ cmH₂O where the $k(h)$ was not measured (dotted lines), and were ended at $L = -60$ cm since the measured $k(h)$ made sense only for the top 60-cm layer.

(3) 泥炭土壤供試体の培養器を試作した。これらに泥炭土壤供試体(各 50cc)を装填し、供試体からの CO₂ 放出量を、クローズドチャンバー法の応用により、25°Cの恒温条件下で経時計測した。各供試体の水分条件を、地下水位が深さ 100cm に存在する状態を模したそれに設定した。

CO₂ 放出速度の経時変化は、採土深度 30cm 以内の供試体については 0.1[mgCO₂ cm⁻³ d⁻¹]程度、採土深度 40~60cm の供試体については 0.05[mgCO₂ cm⁻³ d⁻¹]程度から始まり、培養期間の開始後 3 週間程度のうちに、それぞれ、当初の 5 割程度に低下した。その後、低下し続け、約 2 ヶ月で 0.02~0.04[mgCO₂ cm⁻³ d⁻¹]程度に至った(Fig.4)。これらの放出速度の推移を積算し、分解対象土層の大きさが厚さ 60cm×面積 1 ヘクタールである場合、約 25 トンの CO₂ 放出量に相当するものと評価した。

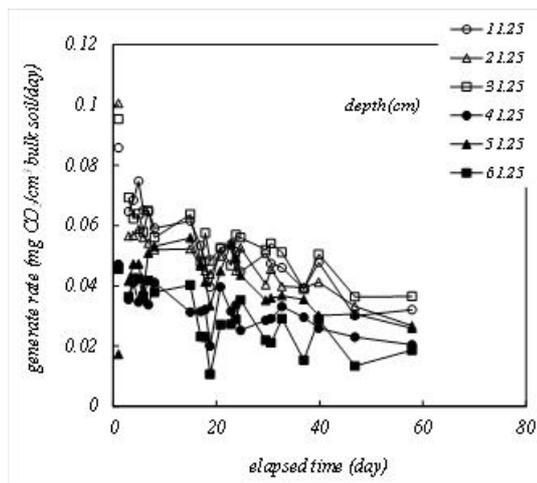


Fig. 4 Examples of time-series data of peat soil decomposition rates for various sampling depths under the soil moisture condition with the groundwater table level of 100 cm in depth.

<引用文献>

Batjes 1996, *Eur. J. Soil Sci.*, **47**, 151-163.

Gorham 1991, *Ecol. Appl.*, **1**, 182-195.

Oechel et al. (1993), *Nature*, **361**, 520-523.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

①飯山一平, 飯村大樹 2014: 土壤ガス中CO₂濃度の分析を想定した簡易分析系の構築. 土壤の物理性, 査読有, 128, 33-38.

DOI: なし

②Iiyama I, Osawa K, Nagai T 2012: A seasonal behavior of surface soil moisture condition in a reclaimed tropical peatland. *Soil Sci Plant Nutr*, 査読有, 58, 543-552.

DOI: 10.1080/00380768.2012.723222

[学会発表] (計 2 件)

①永井竜也, 飯山一平, 大澤和敏 2012: 泥炭湿地における土壤水分分布の地下水位依存性. 2012年度土壤物理学会大会(帯広市).

②飯山一平, 大澤和敏, 永井竜也 2012: 熱帯泥炭農地の表層土壤水分の季節変動. 日本土壤肥料学会 2012年度鳥取大会(鳥取市).

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯山一平（IIYAMA, Ippei）

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：50450276

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし