

土壌ガス拡散係数予測モデルの評価

Development and Tests of Predictive Models for Gas Diffusivity in Soils

小松 登志子*, 宮内 健**, 川本 健**, 藤川 智紀***, 吉川 省子****

Toshiko Komatsu*, Takeshi Miyauchi**, Ken Kawamoto**, Tomonori Fujikawa***, and Seiko Yoshikawa****

1. 背景 土壌通気の主たるメカニズムはガス拡散である。このため、土壌ガス拡散係数の正しい把握は耕地土壌のガス循環や通気不良の原因解明にとって不可欠である。また、ガス拡散係数の把握は、地球温暖化ガスの挙動解明や、近年問題になっている揮発性有機化合物による土壌汚染の問題解決にも大きな役割を果たす。

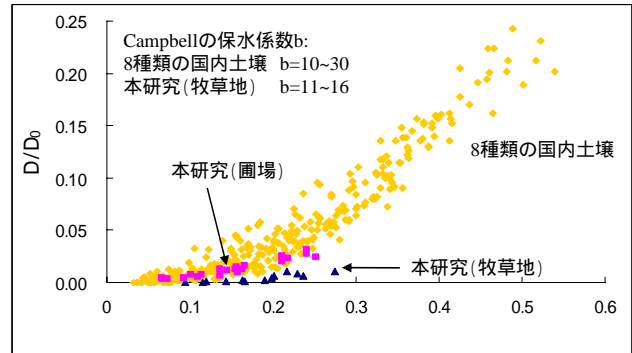


図1 気相率と相対拡散係数の関係

2. 目的 本研究の目的は、ガス拡散係数を簡便に求めることのできるモデルを提案することである。具体的には、既存のモデルを改良し、気相率からガス拡散係数を予測するモデルを提案した。そして、実測データを用いてその評価を行った。

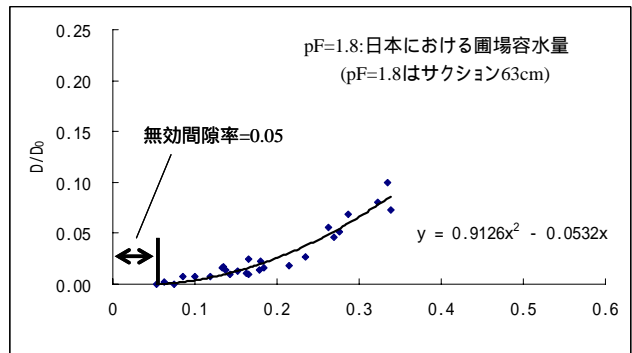


図2 pF=1.8の時の気相率と相対拡散係数の関係(多項式近似)

3. 方法 本研究では始めに 8 種類の国内土壌 (孺恋(圃場, 未耕地), 三浦, 鴻巣, 熊本 (風積性, 再積性), 豊橋, 筑波) のデータ¹⁾ (図 1) を用いて、ガス拡散係数予測モデルの検討を行った。

次に、土壌の基礎パラメータ (Campbell の保水係数 b ²⁾ など) を求めて、その後、既存のガス拡散係数予測モデルを参考に、三つの予測モデルを提案した。

最後に、本モデルの評価を、先述の 8 種類の国内土壌のデータならびに東京大学多摩農場の牧草地と圃場より採取した試料の実測データを用いて行った。

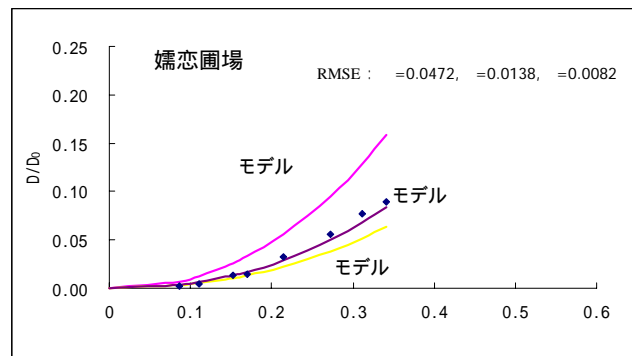


図3 実測データとモデルとの比較例(1)

*埼玉大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

**埼玉大学工学部 Faculty of Engineering, Saitama University

***東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo

****近畿中国四国農業研究センター National Agricultural Research Center for Western Region

キーワード：土壌ガス拡散係数，気相率，有効間隙率，予測モデル

4. 予測モデル 本研究では既存のガス拡散係数予測モデル¹⁾をもとに、8種類の国内土壤のデータを用いて改良し、以下の3つのモデルを考案した。

モデル :

$$D/D_0 = (0.964 (\varepsilon_{1.8})^2 + 0.024 \varepsilon_{1.8}) \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{1.8}} \right)^\eta \quad (1)$$

モデル :

$$D/D_0 = (\varepsilon_{1.8} - 0.05)^2 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{1.8}} \right)^\eta \quad (2)$$

モデル :

$$D/D_0 = (\varepsilon_{1.8} - 0.05)^{1.9} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{1.8}} \right)^{3-\phi} \quad (3)$$

ここで、 D : 土壤中のガス拡散係数、 D_0 : 大気中のガス拡散係数、 ε : 気相率、 b : Campbellの保水係数、 $\eta = 2 + (3/b)$ 、 $\varepsilon_{1.8}$: $pF=1.8$ の時の気相率、 ϕ : 全間隙率である。

本研究では、図2に示すように、気相率から無効間隙率を差し引いた有効間隙率 ($=\varepsilon-0.05$) をモデルに導入した。

モデル は、有効間隙率と D/D_0 の関係を多項式近似して求めた係数を用いたモデルである。モデル は、有効間隙率と D/D_0 の関係を対数軸で表現し、その直線の傾きから得られる係数を用いたモデルである。モデル は、Campbellの保水係数 b を用いずに、全間隙率を用いたモデルである。

5. 結果および考察 8種類の国内土壤のデータとモデルとの比較例を図3,4に示した。本研究で測定した牧草地のデータとモデルとの比較を図5に示した。

国内土壤のデータは、提案したモデルの中でCampbellの保水係数 b を用いるモデル と、全間隙率を用いるモデル が比較的良好な適合性を示した。

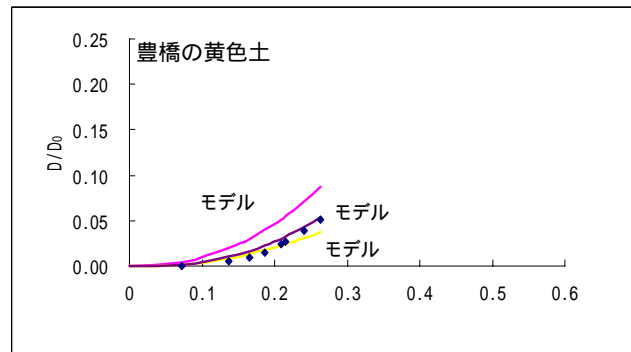


図4 実測データとモデルとの比較例(2)

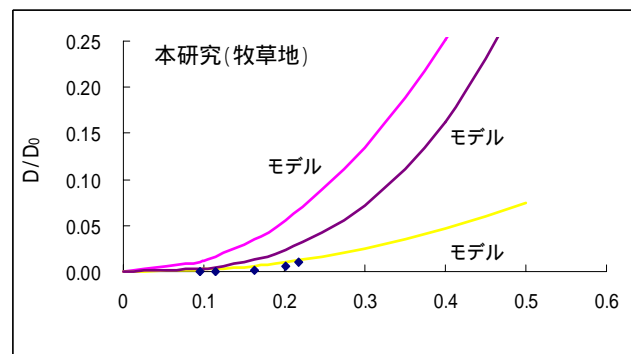


図5 実測データとモデルとの比較(3)

本研究で得られた牧草地の実測データについては、Campbellの保水係数 b を用いるモデルが良い適合性を示した。したがって、Campbellの保水係数 b を用いるモデル が幅広く適応可能なモデルであることが示唆される。今後は、より正確な予測モデルを構築するため、実測データを蓄積し、さらなる検討を行う予定である。

参考文献

- 1) Moldrup, P. et al. (2003): Gas diffusivity in undisturbed volcanic ash soils: Test of soil-water-characteristic-based prediction models, Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 41-51.
- 2) Campbell, G. S. (1974): A simple method for determining unsaturated conductivity from moisture retention data, Soil Sci. 117: 311-314.