

油汚染土壌中の油分予測法について

Prediction Method for Oil content in Contaminated Soil

○小岩崎真*, 望月秀俊**, 須甲武志***

○KOIWASAKI Makoto*, MOCHIZUKI Hidetoshi**, SUKO Takeshi***

1. はじめに

現在、環境汚染は世界中で急速に拡大しており、土壌や地下水の汚染も大きな問題の一つとなっている。そのため、土壌や地下水の汚染に関する研究が数多く行われている(引用文献(1)など)。既往の研究は、汚染土壌の浄化法に関するものが多く、修復技術の決定やモニタリングに必要となる、土壌の汚染物質の濃度測定法に関する研究は少ない。

土壌や地下水の汚染源は多岐に渡るが、本研究では油汚染に焦点を当てた。望月ら(2004)や小岩崎ら(2004)は、鳥取砂丘砂(洗浄砂)とナタネ油を用いて、油汚染土壌の熱伝導率 λ を測定し、温度と液相率が一定の条件下での、混合土壌(水とナタネ油が混ざった砂丘砂)の λ を予測するモデル式を提案した。また、比誘電率についても、同様の条件下で、シンプルなモデル式を提案した(小岩崎ら, 2005)。本研究では、汚染土壌(鳥取砂丘砂とナタネ油)の油含有率を、汚染土壌の熱伝導率と比誘電率の測定値を用いて、それぞれのモデル式から予想可能であるかを検討することを目的とした。なお、小岩崎ら(2005)が測定した比誘電率は、小数点以下第一位までしか測定できなかったが、今回は小数点以下第二位まで測定可能である TDR100 を用いることで測定精度を向上させた。

2. 実験

モデル土壌として鳥取砂丘砂(乾燥密度 1.57Mg/m^3)を、モデル汚染物質としてナタネ油を供試した。比誘電率の測定には Campbell Scientific 社製 TDR100 を、熱伝導率の測定には Decagon 社製 KD2 を用いた。

汚染土壌は一般的に水と油の混合状態であると考えられるため、水のみ未汚染土壌(油混合率 0%)、水と油を混合した混合土壌(油混合率 25, 50, 75%:体積ベース)、油のみの汚染土壌(油混合率 100%)を調製した。調製した試料をアクリル円筒カラムに所定の乾燥密度で充填し、30 に設定した恒温チャンバー内に 1 日静置後、比誘電率と熱伝導率を測定した。試料の液相率は $0.08, 0.16, 0.24 \text{ m}^3/\text{m}^3$ に設定した。

3. 解析法

小岩崎ら(2004)によると、温度・乾燥密度・液相率が一定の場合、 λ はEq. (1)で表される。 λ_w と λ_o は液相率が $(\theta_w+\theta_o)$ の時の未汚染土壌と油汚染土壌の熱伝導率W/m/Kである。また、温度と乾燥密度が一定の場合、液相率 $0.08\text{-}0.24 \text{ m}^3/\text{m}^3$ の範囲では、 λ_w と λ_o は、Eq. (2)のように表現される。 ε は、温度と乾燥密度が一定の場合、Eq. (3)で表される(小岩崎ら, 2005)。ここで、 θ_w と θ_o は油汚染土壌の体積含水率と油含有率(ともに%)、 a, b, c, d, h, k, l はフィッティングパラメータである。温度と乾燥密度が一定の場合、 λ と ε を測定し、Eqs. (1)-(3)を連立して解くことにより、 θ_w と θ_o を算

*鳥取大学大学院農学研究科, Graduate School of Agricultural, Tottori University

**鳥取大学乾燥地研究センター, Arid Land Research Center, Tottori University

***産業技術総合研究所, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

キーワード: 土壌汚染, モデル, ナタネ油, 熱伝導率, 比誘電率

出することができる。

$$\lambda = \frac{\theta_w \lambda_w + \theta_o \lambda_o}{\theta_w + \theta_o} \quad (1) \quad \begin{cases} \lambda_w = a(\theta_w + \theta_o) + b \\ \lambda_o = c(\theta_w + \theta_o) + d \end{cases} \quad (2) \quad \varepsilon = h\theta_w + k\theta_o + l \quad (3)$$

4. 結果と考察

油汚染土壌の θ_w と θ_o を λ と ε の測定結果からEqs. (1)-(3)を連立して算出した。実測値と比較した結果をFig. 1に示した。 θ_w は計算値と測定値が良く一致している。これは、土粒子・水・ナタネ油の中で、水の比誘電率が他のそれよりも著しく大きいため、 θ_w の少量の変化も比誘電率に大きく影響したためである。一方、 θ_o はほとんどの測定値において計算値と一致しなかった。これは、土粒子とナタネ油の比誘電率が同程度であることと水のそれよりも著しく小さいことに影響され、 θ_o の違いが熱伝導率にも比誘電率にも反映されづらかったと考えられる。本研究では、望月ら(2005)に比べて、比誘電率の測定精度が向上したため、すべての θ_w と θ_o を算出することができた。

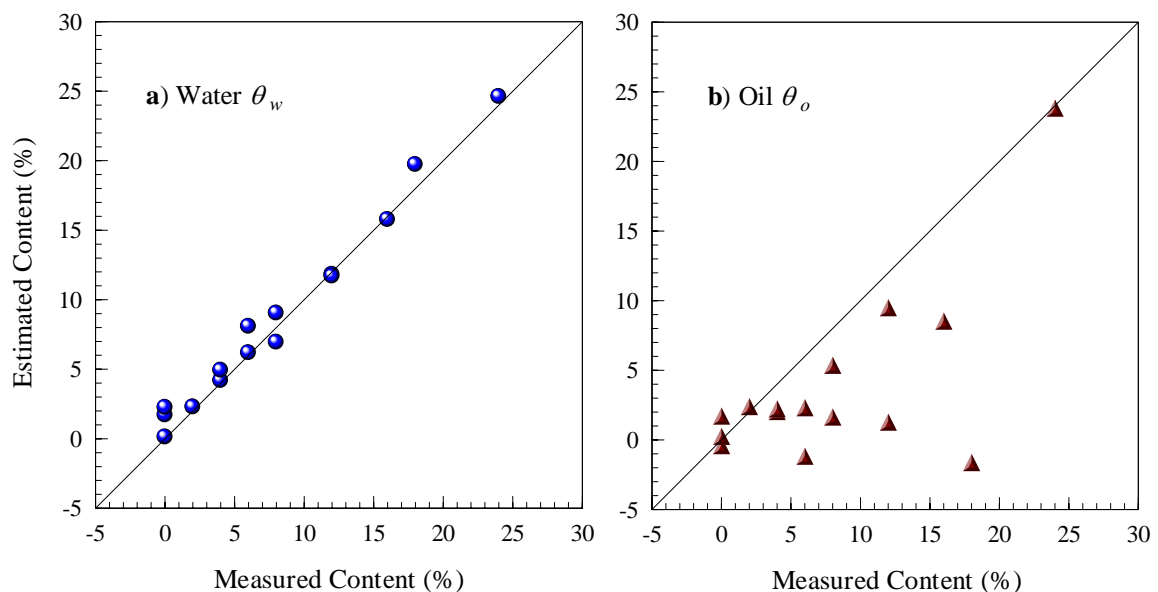


Fig.1 Comparison between measured and estimated content of a) oil and b) water by Eqs. (1)-(3)

5. まとめ

熱伝導率と比誘電率のモデル式を使うことによって、油汚染土壌中の体積含水率と油含油率を求めることを試みた。その結果、実験を行ったすべての条件について、予測値を得ることができた。体積含水率は、よく予測されたが、油含油率はよく予測されなかった。これは、土粒子・水・ナタネ油の比誘電率の違いによるものである。

引用文献

- (1) 第 11 回 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, 要旨集
- (2) 望月ら(2004), 油汚染土壌の熱伝導率について, 農業土木学会講演要旨集, p. 272-273
- (3) 小岩崎ら(2004), 油汚染土壌の熱伝導率のモデル化, 土壌物理学会シンポジウム講演要旨集, p. 46-47
- (4) 小岩崎ら(2005), 油汚染土壌の比誘電率について, 農業土木学会講演要旨集, p. 852-853
- (5) 望月ら(2005), 熱伝導率と比誘電率を用いた汚染土壌中の油分濃度予測法の開発, 土壌物理学会シンポジウム講演要旨集, p. 44-45