

Diffinversion version 0.9 ユーザーズマニュアル

概要

本ソフトウェアは、土壌中の溶質拡散に関する屈曲度の測定実験の解析を行うものです。

理論的背景

溶質拡散に関する屈曲度の定義

土壌中で水が移動していない場合、一次元の溶質の移動は次の拡散方程式で表されます。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (1)$$

ここで、 c : 溶質濃度(mg cm^{-3}), t : 時間(s), D : 拡散係数($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$), x : 位置(cm)です。

拡散係数は、水中では絶対温度にほぼ比例し、さらに土壌中では体積含水率が減少するにつれ屈曲度が増大します。

$$D = D_w \tau_s \quad (2)$$

ここで、 D_w : 水中の拡散係数(NaCl の場合、 25°C で $1.52 \times 10^{-5} \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$), τ_s : 溶質拡散に関する屈曲度です。

想定する実験方法

実験は非定常法(Kemper, 1986; 宮崎ら 2011)を想定しています。内径 2.0cm 程度、長さ 1cm のリングで組み立てられた長さ 5cm の片側閉鎖カラム 2 本に供試土を充填します。供試土はあらかじめ十分に洗浄し、任意の濃度の NaCl 溶液と純水をそれぞれのカラムに均一かつ等しい体積含水率になるように与えた後、両カラムを合体し、土壌を密着させます(Fig.1)。適当な時間が経過した後にカラムを解体し、塩濃度分布を測定します。測定例を Fig.2 に示します。

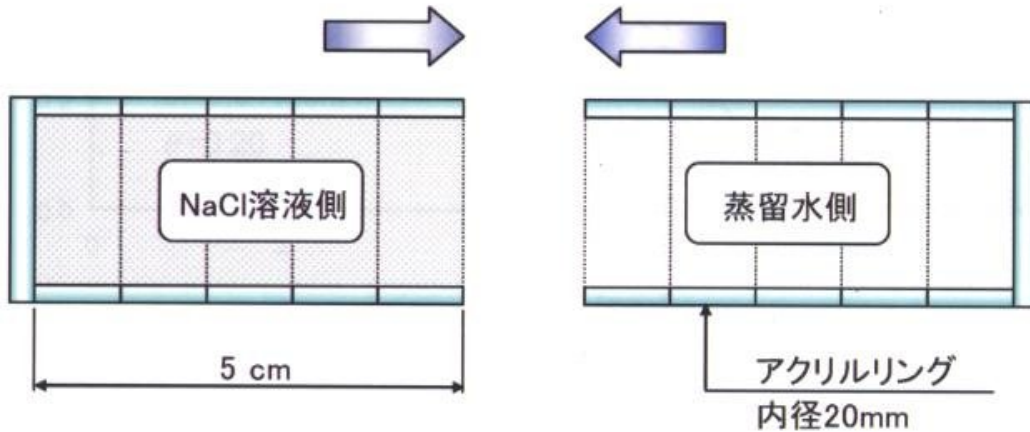
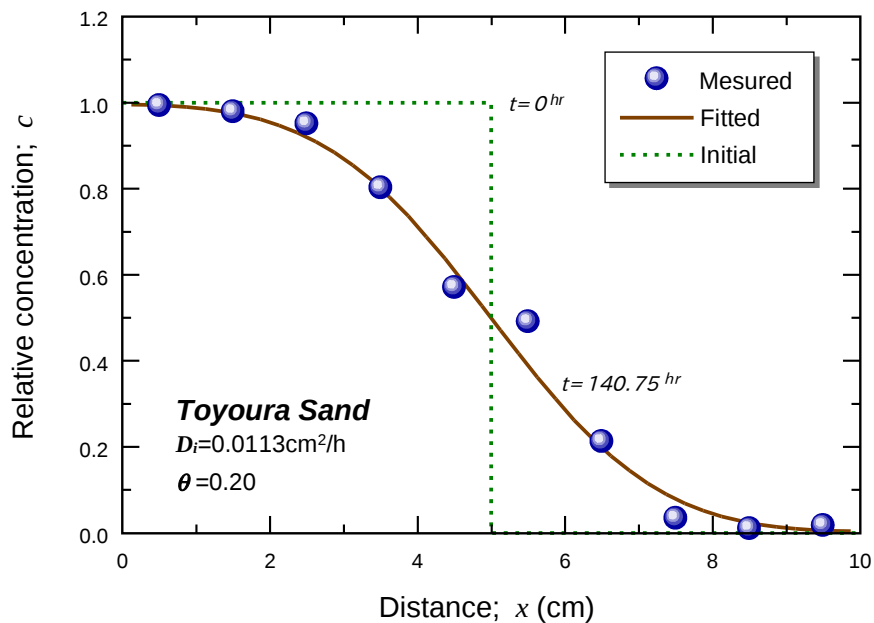


Fig.1 実験装置の概略図

Fig.2 濃度分布の例



データ解析

カラム両端でゼロ溶質フラックスの条件で、陽解型差分法により溶質拡散の数値解析を行い、溶質濃度分布の実測値と数値解が最も一致する屈曲度を黄金分割法により探索します。一致の度合は次の最小 2 乗和で評価します。

$$O(\tau) = \sum_{i=1}^{10} (c_{cal,i} - c_{mes,i})^2 \quad (3)$$

ここで、 i : リング番号で、添字 cal と mes はそれぞれ数値解と実測値を表しています。数値解の空間増分 Δx は 0.25cm、一方リングの幅は 1cm です。したがって、 $c_{cal,i}$ は 4 つの要素の濃度の数値解の平均値です。

操作方法

データファイルの作成

端から順に溶質濃度の実測値を一行ずつ記録したテキストファイルを作成して下さい。

条件の入力

放置時間: 合体から解体までの時間を入力してください。

温度: 実験期間内の平均温度を入力してください。

データファイル: 右側のボタンをクリックするとファイルを開くダイアログボックスが表示されますので、データファイルの選択を選択してください。

探索開始: 以上の条件入力完了したらこのボタンをクリックしてください。

高濃度->低濃度: 左側が高濃度側となるようにデータファイルを作成した場合はこのボタンをクリックしてください。

出力ファイル

データファイルのあるフォルダに、最適値における溶質濃度分布のテキストファイルが出力されています。

ライセンス

本プログラムはフリー・ソフトウェアです。あなたは、Free Software Foundation が公表した GNU 一般公有使用許諾の「バージョン 2」或いはそれ以降の各バージョンの中からいずれかを選択し、そのバージョンが定める条項に従って本プログラムを再頒布または変更することができます。本プログラムは有用とは思いますが、頒布にあたっては、市場性及び特定目的適合性についての暗黙の保証を含めて、いかなる保証も行ないません。詳細については GNU 一般公衆使用許諾書をお読みください。本プログラムの著作権は藤巻晴行が保有しています。

ソースコードは<こちらのサイト>で公開されています。本ソフトウェアは Lazarus0.9.28 を用いて開発されました。

Lazarus は<<http://www.lazarus.freepascal.org/>>からダウンロードできます。

バグ報告や要望および質問は<fujimaki@sakura.cc.tsukuba.ac.jp>にお送り下さい。

引用文献

Kemper, W. D. 1986. Solute diffusivity, In A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. Agronomy 9: 1007-1024

宮崎, 西村編. 2011. 土壌物理実験法. 東京大学出版会