

土中の物質移動シミュレーションのための入出力インタフェースの開発 Development of I-O interface for the simulation of mass transport in soil

○ 菊池 貴*, 松尾 直紀**, 登尾 浩助***, 片町 健太郎**, 阿部 芳彦**

○ Takashi Kikuchi*, Naoki Matsuo**, Kousuke Noborio***, Kentaro Katamachi**, Yoshihiko Abe**

1. はじめに

土中の物質移動の予測、把握のため、シミュレーションによる解析が行われている。シミュレーションに関する研究としては、物質移動を表す移流拡散方程式の数値解法についてのものが主流であり、多くの研究がされている。[1][2]

しかし、シミュレーションコードの利用を考えたとき、コンピュータやプログラミングに関する知識が少ない人でも容易に扱える必要がある。シミュレーションを行うためには大量のパラメータを入力しなければならない。また、時間経過とともに計算結果を観察する場合、出力が数値データのままで直感的な理解が困難である。そのためシミュレーションコードには、パラメータの簡易な入力と計算結果の可視化が行えるインタフェースが一体となっていることが望ましい。

過去の研究において、1次元、2次元、3次元における単一移動や連成移動を扱えるシミュレーションコードについては開発している。そこで、本研究では入出力インタフェースを開発し、コードと結合させた解析システムを開発した。インタフェースの開発には3DグラフィックスAPIであるOpenGLとGUIツールキットであるwxWidgetsを用いた。

2. システム構成

本システムは、図1に示すように入力部、計算部、出力部に分けられる。入力部では土壌形状、土性、初期条件、境界条件、その他パラメータの入力を受け付ける。計算部は入力部からパラメータを受け取り、方程式を解く。この部分については過去に開発したコードをそのまま流用している。そして出力部は計算部からデータを受け取り、そのデータを加工し結果を表示する。

また、入力部ではコード全体の制御に関するパラメータの入力も受け付けているため、実質的な制御部も兼ねている。

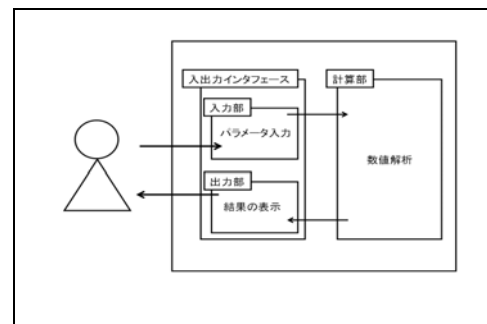


図1 システムの概略図

Fig.1 The schematic diagram

3. 入力部

入力パラメータについては、数が多いため土性や境界条件などの種類毎に分割する。そしてそれぞれについてページを用意し、タブで切り替える。大部分のパラメータ入力はテキストフィールドを用いた数値データの入力とする。

土壌形状や境界条件の入力についてはそれに加え、マウスによるクリックやドラッグで入力が行えるよう設計した。図2に2次元の土壌形状の入力画面を示す。図では右端の点を右上へドラッグすることで土壌形状を右上へ引きのばしている。また入力部にはメッシュジェネレータが実装しており、土壌形状を入力すると自動的に空間格子が生成される。

入力したパラメータはローカルファイルに保存できるため、以降は最初から入力しなおす必要は無い。

* 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所, ** 岩手県立大学ソフトウェア情報学部, *** 明治大学農学部, * Graduate school of software and information science, Iwate Prefectural University, ** Faculty of software and information science, Iwate Prefectural University, *** School of Agriculture, Meiji University

4. 出力部

4.1. ウィンドウ制御

各計算結果グラフを表示するウィンドウは任意のタイミングで、任意の数だけ増減できる。また起動したウィンドウは伸縮可能であり、グラフもそれに追従して伸縮する。

4.2. 計算結果の可視化

シミュレーションにおける経時変化を観察できるように結果をアニメーション表示する。1次元移動は波形、2次元移動は等高線、3次元移動は等値面と流線を用いて可視化を行う。3次元グラフについては拡大、縮小、回転可能である。

通常は各ステップ毎に計算部から計算結果を受け取りリアルタイムで表示するが、計算結果をCSV形式で出力することも可能である。3次元移動のような計算時間が非常に長いシミュレーションでは結果をCSVファイルへ出力しておき、それを読み込んで再生することで結果の確認だけを後から行うことも可能である。

5. シミュレーション結果

ここでは、例として三次元の水の浸潤問題に対するシミュレーション結果を示す。

図3は本システムの外観である。左上のウィンドウが入力部であり、出力は体積含水率、フラックス、不飽和透水係数の3つを表示するため3つのウィンドウを起動している。

そして各グラフは計算開始とともにアニメーション表示される。ここでは、体積含水率と不飽和透水係数は等値面で表示し、フラックスは流線で表示している。図4は体積含水率を当地面を用いて表示しているグラフを拡大したものである。グラフの左側には色見本があり、グラフの色と物理量の対応を示している。等値面グラフでは各面の濃淡度合や、面を設定している数値を任意のタイミングで変更可能である。また、図4に示すようにプルダウンメニューで見たい物理量を示すグラフに切り替えることも可能である。

6. まとめ

本研究では、土中の物質移動シミュレーションコードのための入出力インタフェースを開発した。これにより、パラメータ入力や結果の理解が容易になり、ユーザーがより手軽にシミュレーションを行うことができるようになると思われる。

参考文献 [1] J. Simunek, T. Vogel and M. Th. van Genuchten : The SWMS_2D Code for Simulating Water Flow and Solute Transport in Two-Dimensional Variably Saturated Media, U.S.Salinity Laboratory Agricultural Research Service U.S.Department of Agriculture Riverside, California, Research Report No. 132, 1994

[2] J. C. van Dam and R. A. Feddes, Numerical simulation of infiltration, evaporation and shallow groundwater levels with the Richards equation, Journal of Hydrology, 233, 72-85, 2000

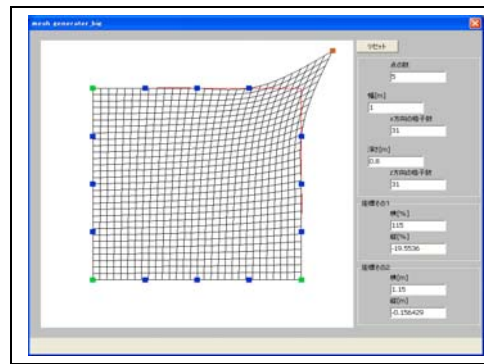


図2 2次元のメッシュジェネレータ

Fig.2 2-Dimensional mesh generator

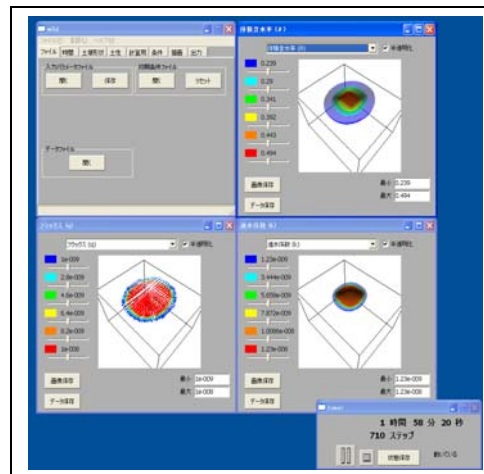


図3 システムの外観

Fig.3 Appearance of the system

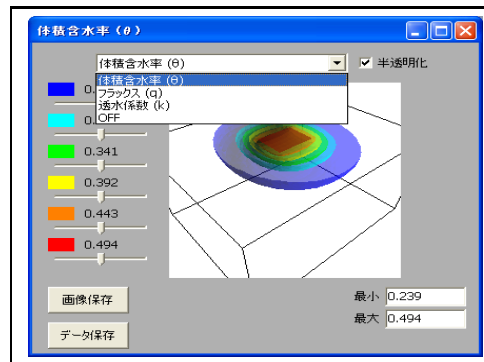


図4 等値面を用いた可視化

Fig.4 Visualization using isosurface