

京都大学農学研究科 ○中谷加奈・里深好文・水山高久
岐阜大学工学研究科 高濱淳一郎

1. はじめに

我が国では毎年多くの土石流災害が発生している。土石流災害は人的な被害を伴うことが多く、防止軽減法の確立は、砂防上、防災科学上の重要課題の一つとなっている。土石流災害の防止軽減には砂防ダム建設が有効であり、その土砂調節効果の検証に様々な数値シミュレーションモデルが提案されている。しかしこれらのモデルを活用するために必要な効率的なインターフェイスの整備は遅れており、使用には専門知識が必要とされている。このため本来のユーザー（実際に砂防の仕事に関わる現場の工事関係者・実務をしている人等）が数値シミュレーションを自力で扱うことができず、計算業務を専門業者に発注しているのが実情である。

本研究では、河川における不透過性砂防ダムの効用をシミュレートするプログラムのユーザーインターフェイスを作成した。

2. 既存のシミュレータの問題点

既存のシミュレータとしては、FORTRAN や MS Excel のマクロを活用した土石流シミュレータが既に開発されている。しかしながらいずれも設定変数数が多く、専門家以外の変数決定が困難であること、また初期河床高の設定が煩わしく時間を要すること、ユーザーインターフェイスがグラフィカルでなく、直感的な操作が困難なことなどの問題がある。さらに FORTRAN は現在では比較的マイナーな言語であるため第三者による拡張が困難であるなどの問題もある。

3. 開発したユーザーインターフェイス

本研究では、現在最も広く用いられている開発言語の一つである MS Visual Basic.NET を用いて、初心者が容易に利用可能な数値シミュレーションインターフェイスを構築した。MS Visual Basic は、PC 用 Operating System である Windows OS が持つ GUI 機能を最大限活用したインタラクティブなユーザーインターフェイスが実装可能な言語であり、また第三者によるプログラムの修正、拡張が容易であるなどの利点を兼ね備えている。数値シミュレーションに必要な各種パラメータはマウスによる選択入力を基本とし、河床形状、砂防ダムの設置位置、土砂濃度測定点などの設定もすべて GUI を用いている(図 1)。シミュレーション出力は画面上でリアルタイムに確認でき(図 2)、計算結果のフィードバックも、従来より遥かに迅速に行うことができる。

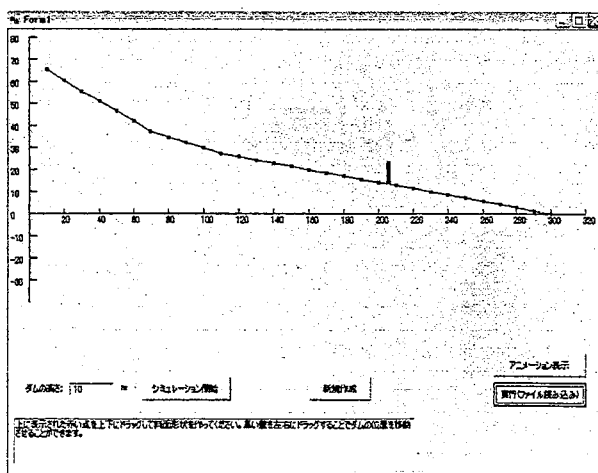


図 1：パラメータ設定

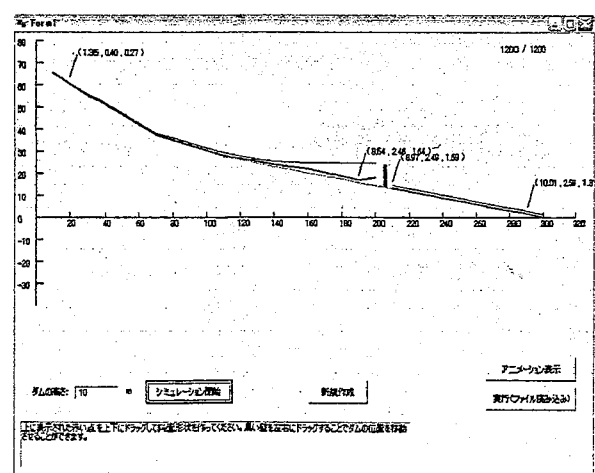


図 2：シミュレーション出力

4. 数値解析モデル

・以下の四式を利用した。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_b}{\rho_m}$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = s_T$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = c_* s_T$$

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -s_T$$

h : 流動深

v : 流速

$M=vh$

g : 重力加速度

$H=h+z_b$

z_b : 河床高

c : 流動層濃度

c_* : 堆積層濃度

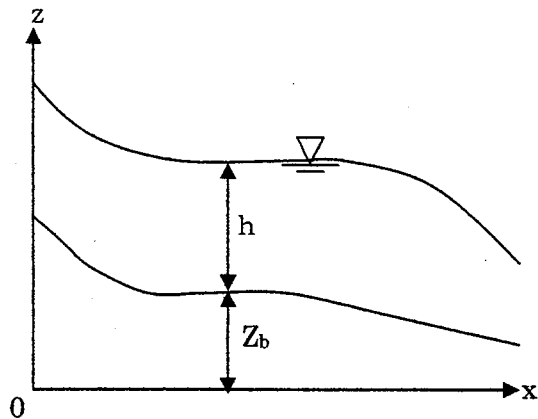
ρ_m : 流動層密度

$$\rho_m = (\sigma - \rho) c + \rho$$

ρ : 水の密度

σ : 砂の密度

s_T : 浸食速度



数値シミュレーションの座標系と流れの模式図

5. 今後の課題

今回開発したソフトウェアは、既存の数値シミュレーションモデルに扱いやすいインターフェイスを実装したものであるが、いかにインターフェイスが扱いやすくとも、専門家以外のユーザーが当ソフトウェアを利用して自力で最適な砂防ソリューションを探索することは存外に難しい。このため、与えられた条件下でシミュレーションを遂行するにとどまらず、土砂災害時に被害を最小限にとどめる砂防ソリューションを機械的に提案する機能の実装が有効であると考えており、この機能の実装を今後の課題としたい。