

土石流氾濫シミュレーション用標高データ取得手法等の開発

建設省金沢工事事務所 東川 敏, 中山兼一, 飯田和宏
アジア航測株式会社 ○北原一平, 中 庸充, 嶋本考平,
斎藤真人, 中嶋幸宏

1. はじめに

厳しい財政事情の下、公共事業の必要性が問われている。また、環境保全意識の高まりによる砂防事業に対する批判も一部で見られ、地域住民等に対し、事業の必要性を分かりやすく、客観的に説明することが必要となっている。このため、客観的に危険区域を周知する土石流氾濫シミュレーションの役割は、益々重要になってきており、中でも分かりやすいプレゼンテーション技術に関する高度化が課題となっている。また、土石流氾濫シミュレーションは、①地形データの取得、②計算、③結果の出力（プレゼンテーション）までコストのかかる技術であり、全国に約 8 万溪流ある土石流危険溪流を対象とした場合、現在の財政事情からみても、コストの低減が大きな課題としてあげられる。一方で、土石流氾濫シミュレーションの精度を支配する大きな要因としては、①標高データの取得精度、②現象の解析とモデル化の精度、③流出土砂量、物性値等の境界条件の精度があげられる。したがって、土石流氾濫シミュレーションのコスト低減及び精度向上を実現する上で、現状において最も効果的と考えられる「低コストで精度の良い標高データの取得及び分かりやすいプレゼンテーション手法」の開発を行った。

2. 数値標高モデルの取得手法

数値標高モデル (DEM) は、シミュレーション及び結果表示を行う上で基本となる標高データである。現状の作業レベルでは、既存の地形図 (1/500 ~ 1/2,500 程度) にメッシュを掛け、人間がメッシュ代表標高を読みとる手法が一般的であるが、精度良く、自動的にデータ取得する手法として、自動 3 次元計測¹⁾による方法が開発され、実用に供されている。この手法は、ステレオ空中写真をスキャナーにより A/D 変換し、画像相関法によって、左右画像の対応点を自動的に見つけ出して DEM を作成する方法である。高精度での読み取りや柔軟なデータ編集が可能であり、DEM と整合のとれた写真地図 (オルソフォト) も同時に作成することができる。リアルな画像としてシミュレーション結果を表示することにより、高度なプレゼンテーション効果を発揮する。しかし、マニュアル計測に比べて高価で特別な機械が必要である。

一方、国土地理院より数値地図 50m メッシュとして DEM が安価に販売されている。ただし、メッシュサイズが 50m と粗いため、土石流シミュレーションに利用可能なよう細分化する必要がある。したがって、本研究の目的である「低コストで精度の良い標高データの取得手法の開発」に関しては、安価な国土数値地図を実用的な精度を確保しつつ、土石流氾濫シミュレーションに利用できるレベルまで細分化する手法を検討することとした。具体的には、土石流の氾濫堆積域である扇状地や谷底平野を着目点として、細分化のための補間、内挿方法を検討した後、精度検証を行った。その結果、3 次の曲面を当てはめる共三次内挿法を用いると、1/5,000 に匹敵する ± 3m の誤差で、5m メッシュまで細分化が可能であることが分かった。しかし、1/25,000 地形図精度の 50m メッシュがもつ標高値をベースとしているため、自動 3 次元計測より精度が劣ることは否めず、またデータ更新の頻度も低い。さらに、オルソフォトが取得できないことから、地表面のリアルな表現が困難であり、数値地図 25000 等による模式的な表現となる。ただし、自動 3 次元計測からオルソフォトのみを作成する費用は比較的安価であるため、本研究のもう一つの目的である「分かりやすいプレゼンテーション手法の開発」に関しては、国土数値情報の細分化データとオルソフォトを重ね合わせることにした。

3. 土石流氾濫シミュレーション手法

八右衛門沢の昭和 50 年災害を検討対象として、前述の DEM 上で数値シミュレーション²⁾ (連続体モデル) と Random Walk Model³⁾⁴⁾ (RWM) の 2 手法によるシミュレーションを実施し、再現性を比較検討した。その結果、氾濫範囲の再現精度に関して大差は認められず、計算時間の短さ、パラメータ設定の容易さ等から、簡易手法である RWM は極めて実用性が高いと評価できた。

4. 計算結果の表示手法

DEM, オルソフォト及びシミュレーション結果である氾濫範囲の重ね合わせを行い、コンピュータグラフィックスによる視覚的な表現を試みた。氾濫範囲の表現に関しては、次の5種類とした。

- ①ウォーク順：RWM の計算過程を表示。
- ②モノトーン：単色による表示。
- ③疑似堆積深：Walk の通過頻度に応じてメッシュを色分け表示。
- ④疑似時系列：氾濫開始点からの距離により、氾濫範囲を分割しアニメーション表示。
- ⑤危険度：数種の超過確率年の降雨に対応した運搬可能土砂量を土石流量としてRMW に与えそれらの結果を重ね合わせて表示。

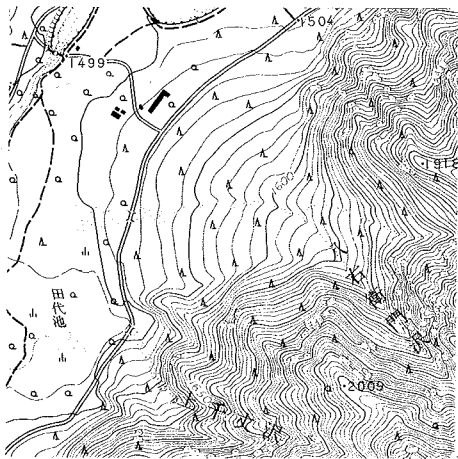


図-1 1/25,000 地形図

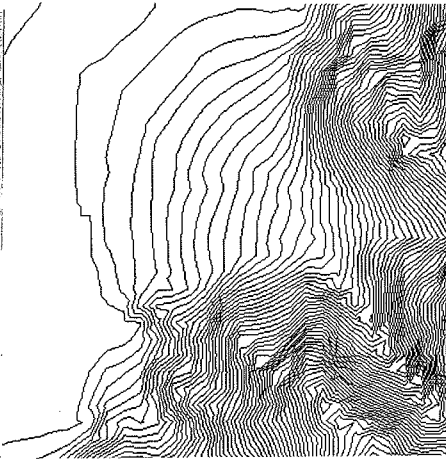


図-2 数値地図 50m メッシュの
コンターマップ

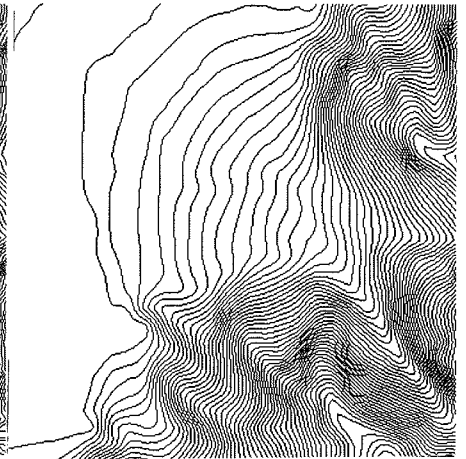


図-3 細分化 (5m) 後の
コンターマップ

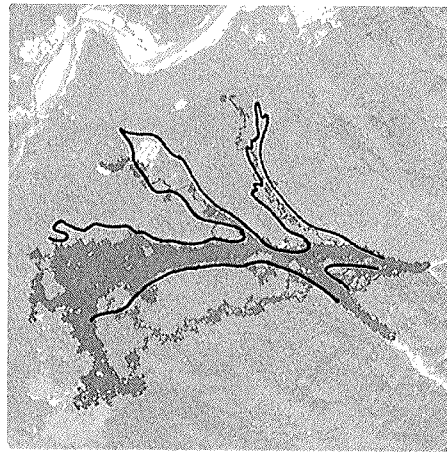


図-4 氾濫範囲+オルソフォト
(実線は実績の氾濫範囲)

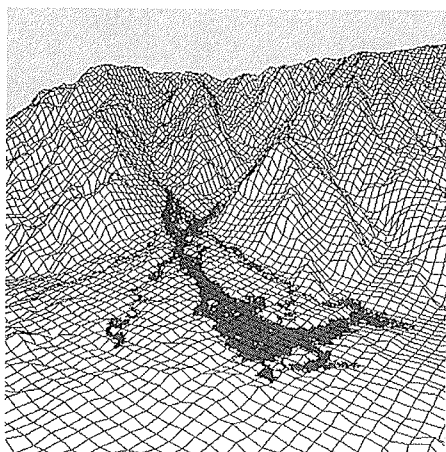


図-5 氾濫範囲 (鳥瞰表示)

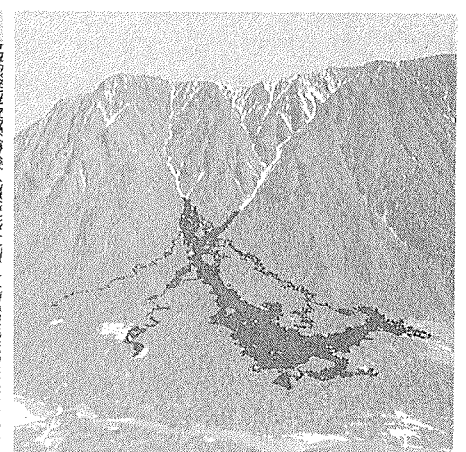


図-6 氾濫範囲+オルソフォト
(鳥瞰表示)

5. おわりに

標高データの取得、シミュレーションの実施、計算結果の表示という一連の流れをシステム化することにより、的確かつ簡易な土石流危険範囲の予測と、その効果的な表現が可能となった。今後、DEM を土石流氾濫シミュレーションだけでなく、CAD による砂防施設の概略設計にも利用するとともに、施設配置前後の土石流氾濫範囲をシミュレートし、施設効果の確認まで行えるシステムの開発を進めていく予定である。

<参考文献>

- 1) 嶋本考平ら:厳密自動 3次元計測システムの開発,測量 1992年 6月号,pp.63-67,1992
- 2) 矢澤昭夫ら:土石流氾濫シミュレーションモデルによる土石流対策工の効果評価に関する研究,土木研究所資料 2392号,1986
- 3) 今村遼平ら:Random Walk Model による土砂堆積シミュレーションについて,新砂防 114,pp.17-26,1980
- 4) 岩本吉生ら:8方向方式の Random Walk Model による土砂堆積位置のシミュレーションについて,新砂防 125,pp.16-21,1982