

P. 15 荒廃溪流における土砂計測システムの開発に関する研究

愛媛大学農学部 ○戎 信宏・真鍋忠義・小川 滋
佐賀大学理工学部 岸原 信義
ERSDAC 森 宣彦
(株) アイシー 多田 静章
アジア航測 (株) 内田 修

1. はじめに

長崎県島原市雲仙普賢岳、眉山周辺などの土石流の発生する可能性がある荒廃溪流における土砂動態の実態を把握することは土石流発生の予測する上で防災的に非常に重要なことであるが、土砂動態の実態を詳細に把握することは現地での測量によって調べるしかあまり方法がないのが現状である。しかし普賢岳周辺はいつ火砕流流が起こるか予測できない状況では現地に入って調査を行うにはかなりの危険が伴うので、このような場所においてはその土砂計測は何らかの新しい方法を考える必要がある。そこで荒廃溪流における土砂計測システムの開発が望まれる。

ところで近年、コンピュータの発展による写真測量の分野において立体画像処理及びデジタルマッピングの研究開発が盛んになり、人工衛星や航空機などで撮られたデータをデジタル画像として処理し、等高線などを作成するシステムの開発が行われている。また写真画像から得られるデータをデジタル機器で処理する解析図化機が主流となっている。実際にワークステーションをホストコンピュータとするシステムによって、画像処理を行いDEM（数値地形モデル）を作成するシステムも市販されている。

このような状況において荒廃溪流の土砂計測システムとしてリモートセンシングである写真測量あるいは航空写真測量の技術を応用して荒廃地の溪流の計測ができないのかを検討した。まず従来からあるシステムでは、解析に用いるデータは航空写真が一般的となっているため、荒廃溪流のような狭い範囲の土砂計測には不向きであり、もし可能であっても撮影には多大な経費がかかると思われる。しかも、写真データを処理するのに上記のワークステーションによるシステムでは可能ではあるが、そのシステムは数百万から数千万円のオーダーでかなり高価である。そこで本研究は一般の大型カメラを搭載した無人のラジコンヘリを利用した超低空撮影の写真データを用いる。そしてそのステレオ写真の画像データから上記のような立体画像処理及びデジタルマッピング技術を用いて荒廃溪流の地形図を作成して土砂動態の資料とするため、森ら¹⁾が開発した安価な立体画像システムを改良し、これを利用した荒廃溪流の土砂計測システムを開発することが本研究の目的である。本研究の一部は文部省科学研究補助金の試験研究（B）「荒廃溪流における土石の移動・堆積計測システムの開発に関する研究」（代表者；岸原信義）の補助を受けて行われたものである。

2. 解析対象地の概要と解析データの収集方法

2. 1 解析対象地の概要

解析対象地としては、長崎県島原市の西方にある眉山三溪を選定した。眉山は標高818.7mの七面山と695.0mの天狗山からなる。眉山三溪は眉山の天狗山から流れ出しており、従来から眉山の山体の侵食土砂により荒廃溪流であったが、雲仙普賢岳噴火後の火山活動による火砕流や降灰による噴出堆積物によりさらにその流下土砂量あるいは堆積土砂量は増加している。図一1に眉山周辺にある溪流の位置図を示した。

2. 2 解析データの収集方法

解析に用いる写真データは(株)アイシー社所有の小型無人ヘリを用いて平成6年9月28日に撮影を行った。撮影高度は約180mである。撮影当日は台風の影響でやや曇りの風の強い日であった。小型無人ヘリからの撮影方法は、大型カメラ(ハッセルブラッド社製、レンズはツアイス38mmビオゴンCF f/4.5)を一台搭載した無人ヘリ(全長約1.8m)を地上から無線操縦し、ヘリに取り付けられたビデオカメラの映像を無線で電送して地上の受信局のモニターで確認しながら、無線でカメラのシャッターを押して目的の溪流が写るように行った。この撮影で得られたネガから適当な2コマを選択して解析データとした。地上では写真の評価を行うため撮影時に60cm*70cmの標識板をおいてその位置の測量を行った。

3. 解析方法

本研究の荒廃溪流のDEMの作成は森らが開発した立体画像処理システムを改良して用いた。このシステムはもとは地球観測衛星の一つであるスポット衛星のステレオ画像からDEMをコンピュータの画面で立体視して作成するシステムである。DEMの作成は画像相関によってステレオ画像の対応点を探索(マッチング処理と呼ぶ)し、地上の3次元座標を計算し標高を求める。撮影された6cm*6cmのサイズの写真ネガをフィルムスキャナで約1300DPIの解像度で読みとり、そのデジタル画像データをもとに解析を行った。計測する溪流は写真の一部分であるためその部分を切り出して処理を行った。さらに処理システムのステレオ画像のマッチング処理で画像に森林部分を多く含むとソフトの問題でエラーとなるため、図-2に示すように計測する溪流を治山ダムを含む4つの部分で森林部分が少なくなるように(N0.1からN0.4、1から11の番号は標識板を示す)わけてDEMの作成を行った。この時の解析手順と立体画像処理システムの構成を図-3に示す。

4. 解析結果

解析結果の例を図-4に示す。これらの図は立体画像システムで得られたDEM(メッシュサイズ50cm)より立体表示したものである。さらに本研究で用いた同じ画像データから市販の解析図化機によって作図された等高線図を図-5に示す。図-4に示した区域では上流にある治山ダムが示されている。この図においてこのダムの直下の標高と図-5から読みとれる標高を比較するとほぼ同じ値であった。また図中に溪流兩岸の森林の部分も示されているが、その精度は明らかでない。これらの結果と解析図化機で作成された図-5を比較すると図-5では溪流内の土砂堆積状況を判読できるような等高線は描かれていないが、図-4は溪流内の凹凸が見られ微地形は示されているようである。さらにアジア航測(株)で開発されたAUTO-3Dシステムで解析した同じ場所のDEMによる図を示す予定である。

5. まとめ

本研究は荒廃溪流の土砂計測システムとして超低空の無人ヘリの撮影したステレオ写真から立体画像処理システムを用いて荒廃溪流の微地形のDEM作成することを目的としたものである。今回の研究により以下のことが明らかになった。

(1) 立体画像処理システムを改良することにより、超低空のステレオ写真から画像を立体視してDEMを作成することができた。

(2) 作成されたDEMと市販の解析図化機で作成された等高線図と比較するとほぼ同様な標高が得られた。

今後の問題点として以下のことが考えられる。

(1) 今回用いたステレオ画像は、超低空で撮影したにもかかわらず溪流は写真の中央部に線上になったこと、さらに撮影時の写真の露出が面積割合の多い森林に合っているため、溪流内のコントラストが十分得られなかった。そのためマッチング処理をするにはデータとしてはあまり適しておらず、ソフトの問題もあつ

てプログラムのエラーが頻繁に生じる結果となった。今後は溪流を撮影する時はさらに超低空で撮影し、画面に溪流が占める割合を多くする必要がある。

(2) 今回作成した DEM では、まだ溪流の土砂動態を把握するだけの精度には至っていない。溪流の計測を行うには 10 cm 程度の精度が要求されると思われる。これを解決するには今回以上に超低空で撮影することと、地上に標識板を数多く設置することが必要であると思われる。しかし、多くの標識板を設置し地上測量するのであれば溪流測量をする労力とかわらず、さらに危険な荒廃溪流に置いては実現が困難である。そのため簡便に精度よく対空標識（標識板）を測量する方法についても今後検討する必要がある。

(3) 本研究で用いた立体画像処理システムのソフトでは大きな範囲の画像をマッチング処理することができなかった。さらに処理時間も数時間も要した。これはホストコンピュータである PC のメモリ、処理速度の性能に依存するところが大きい。ソフトもさらに改良が必要であると考えられる。最後にシステムを使用するにあたり東大生産技術研究所村井研の高木方隆助手をはじめ多くの方々に便宜をはかっていただいた。また立体画像処理のソフトについては（有）ソフトピアの奥田勉氏には多くの助言をいただいた。また標識板の現地測量、測量結果のとりまとめに関しては九州大学熱帯農学研究センターの綿引靖先生にお世話になった。ここに記して謝意を表する。

引用文献・参考文献

- 1) 森 宣彦・村井俊治・川上 肇ほか：立体画像処理システムの開発とその応用。写真測量とリモートセンシング, 30(1), pp. 24-29, 1991
- 2) 日本リモートセンシング研究会編：図解リモートセンシング。社団法人 日本測量協会, 東京, pp. 1-312, 1993



図-1 解析対象位置図

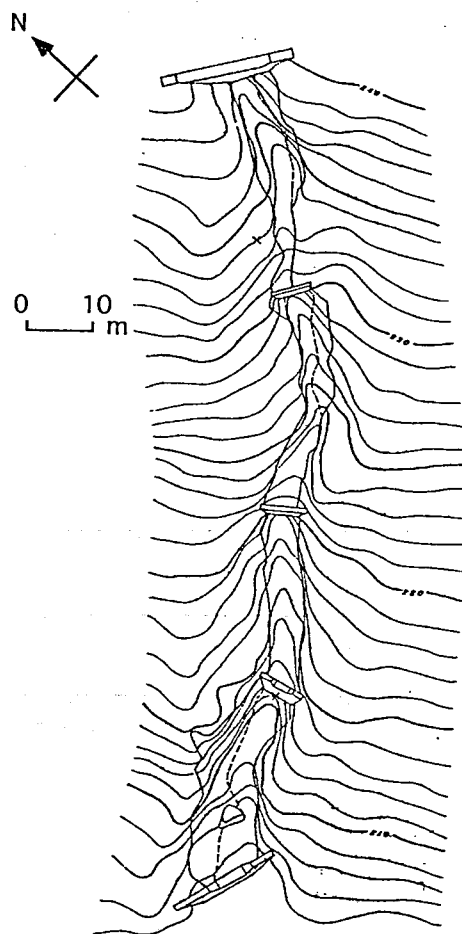
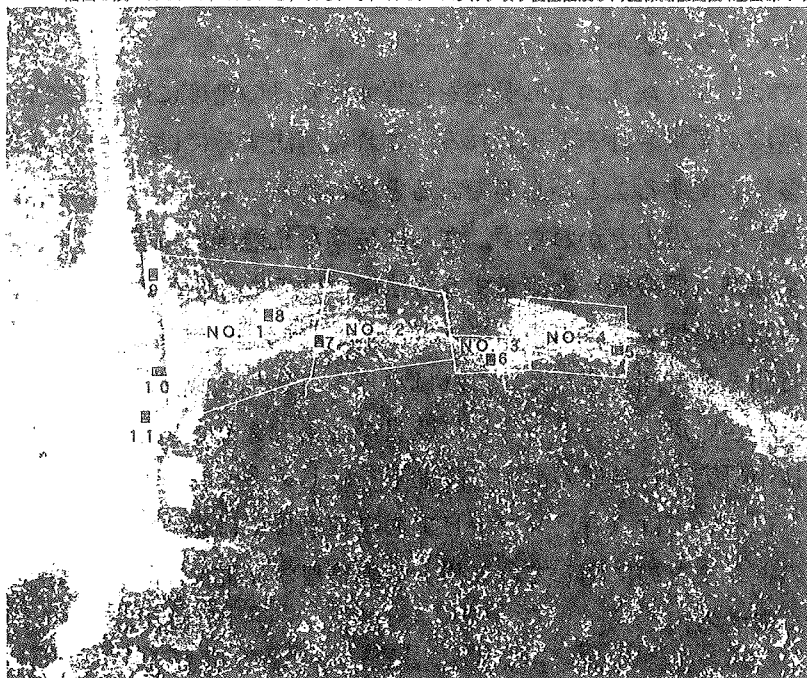


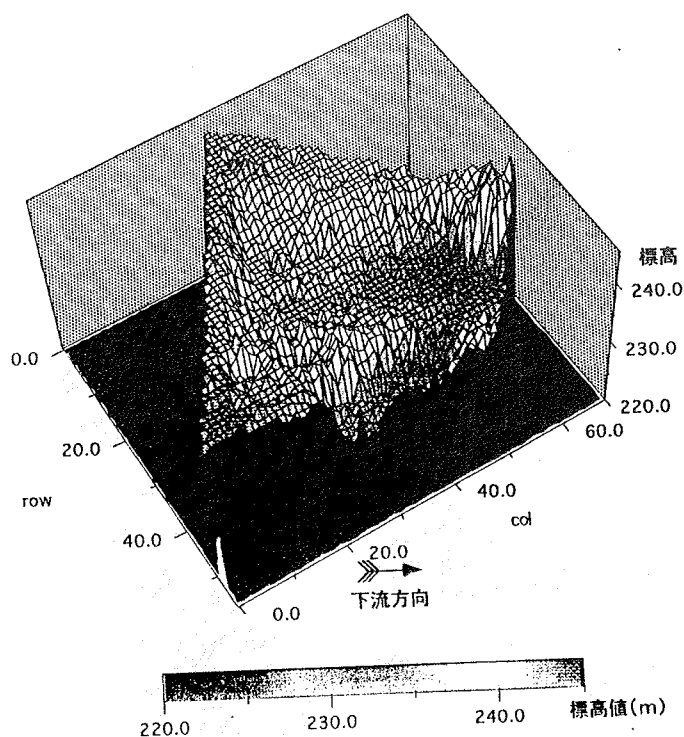
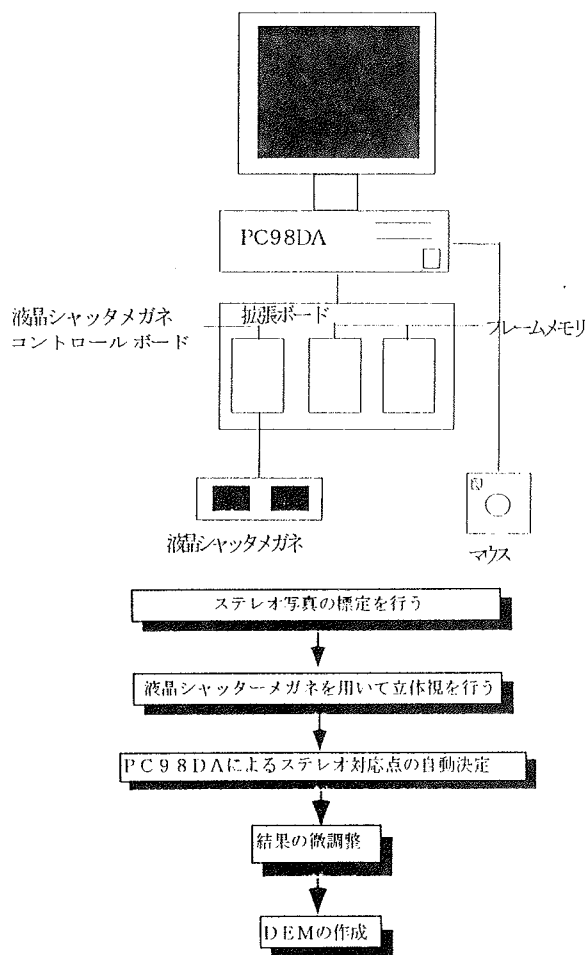
図-5 解析図化機による等高線図

眉山3溪 NO. 1, NO. 2, NO. 3, NO. 4の切り取り位置図及び対空標機位置図(左画像のみ)



図一 2 画像データによるDEMの作成を行った範囲

ディスプレイ



図一 4 作成したDEMからの3次元表示(NO.1)

図一 3 解析手順と立体画像システム構成図