

# 大西山崩壊地の3Dモデル作成

数理設計研究所

藤永清和 名倉裕

大永ドリーム(株) 永島明

長野県下伊那郡大鹿村にある大西山は、1961年（昭和36年）に大崩壊を起こし、42名の死者を出した事で知られている。

大崩壊を起こしたマイロナイト層は現在でも脆く崩れやすく、上部に乗る花崗岩層を削ってマイロナイト層への重量負荷を減らす計画が進んでいる。

この計画立案のため崩壊地の形状を知る必要があるが、急勾配かつ脆く、立ち入り測量ができないためレーザーレーダによる3Dモデル作成を実施した。

## 1. 地上からのレーザー測定

小渋川の対岸から大西山崩壊地の頂部までの距離は約2,000m。右上に尾根があるので1地点からの測定では全部をカバーできない。そこで複数地点から測定したデータを合成した。

人工物では形状に明確な特徴があり、その特徴を抽出して自動合成できる可能性がある。しかし自然地形の自動合成は困難なので測定者が選定する参照点によるデータ合成法を開発した。

対象領域以外に広く参照点を求める合成法は、対象領域内にある参照点のみから合成する方法に比べて精度が向上する。この高精度合成法によって、複数地点から観測した測定データを合成すれば樹木の除去、樹冠や地表の半自動推定が可能になっている。多地点から観測すれば樹間を通じた地表が相互に補完しあい、これを合成すれば容易に地表を推定できるようになる。これは知的所有権の申請をしている。

データ合成は各々の測定地から共通目標点を3つ以上設定しなければならない。これを参照点と呼ぶ。

大西山では道路道標、看板、学校の窓など6点を参照点として使用し、合成後の精度評価値は距離1500mにおいて1m未満を実現した。



長野県下伊那郡大鹿村 大西山崩壊地 全景

地上レーザー測定は航空機搭載型より天候や時刻による制約が小さく、また（半）固定なので再現性が良い。

微小な地滑りの前後に測定して精密合成から差分値を出せば微小な変位検出も可能である。データ密度は要求に応じて設定できる。



レーザーレーダ

### Riegl LPM-2K

最大距離	2500m
距離精度	±25mm
ビーム径	1.2mrad
角度精度	0.009°

## 2. 大西山の地形

崩壊地下端の堆積物の手前から最頂部までの奥行き700m、幅300m、標高差は500mである。

崩壊地全体が小渋川に面しているの、対岸の小高い所から全景を見ることができた。そこで、対岸の2地点を測定地とした。2地点の距離は600mほどで、この2地点からの測定データを合成すると、陰になる部分がほぼ無くなる。

## 3. 測定

測定システムは当社製のMAD3D（マッドスリーディ）レーザーレーダにRiegl LPM2Kを用いた。

最初に全体の粗い測定、次に興味ある領域について精細測定した。

興味ある領域は土木工事の計画があるマイロナイト層の上部にある花崗岩層と、現に工事が進行中の右上部である。

粗測定は、対象地において測定点の間隔が約5mになるように行い、精細測定では1~2mになるように測定した。

測定データから樹木を除去する作業を行ったが、2測定地点の挟む角度が小さく、密生する樹木の完全な除去はできなかった。冬季落葉時には地表の見える部分が多くなるので可能と考えられる。

測定地点の調査、参照点の選定などの事前調査に3日、測定作業に2日、全体で5日を要した。総データ点数は19,444点となった。

#### 4. 3Dモデルの精度

モデル精度を決定する2つの要因がある。

1つは測定そのものの精度であり、用いる測定機器の精度で決まる。

もう1つは合成の精度であり、2ヶ所からのデータを正確に重ねないと精度を損なう。

正確な合成のためには、参照点の設定法と、その測定法が原データの精度決定項となる。本測定では1,500mの距離で1m以下の合成誤差であった。

誤差は合成後の3Dモデルをグラフィックス表示する事で観察でき、誤差を残す領域は特有の模様を形づくるので検出と評価ができ、合成ソフトウェアで統計的な誤差評価値を算出する。

本測定と同時期に実施された航空レーザ測定の結果と参照比較した結果、特に急勾配部分で優位性があり、測定点数の多さもあって非常に分解能が高かった。

#### 5. 画面・プリント出力

縦断面図、等高線図、サーフェスモデルの図を右に示す。

右図の縦断面図では標高950mが最急傾斜であり、ここがマイロナイト中心部である。

下図左の2m2m等高線図ではマイロナイト層の急傾斜部が斜めに右下から右中あるのが観察できる。

下図右のサーフェスモデルは、測定対象全域のTINモデルデータを生成し、これを基にサーフェスモデルとした。

#### 6. 将来性

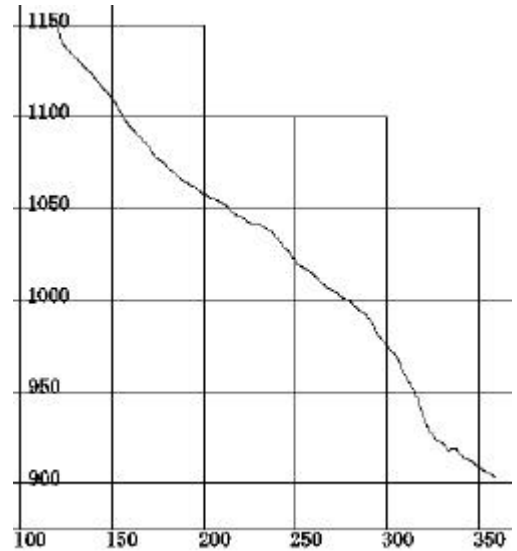
この測定レポートは、3Dモデル作成システムの開発途上で実施した例の中でも最も広い地域を対象としたものである。

1つの対象領域を複数地点から測定して合成する方法を開発し、その正確さを実証できた。

この合成法により広い範囲の3Dデータを得られるだけでなく、樹冠や地表の推定、微小変位の検出などの可能性がひらけた。

こうした地上から実施する遠距離からの測定を可能にする事は、航空機だけでは困難であった対象の測定を可能にするとともに、安全管理の面からも大きなメリットがあるだろう。

従来の測量では難しい対象を測定する方法をさらに進めて、新しい3Dモデル作成分野を確立することになるだろう。



縦断面図の一例 花崗岩層。右下の急勾配はマイロナイト層

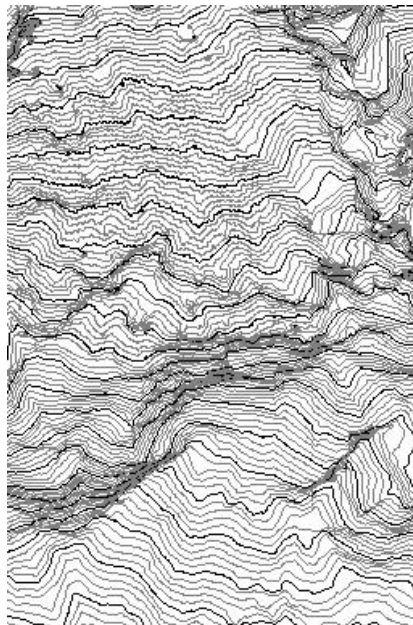
・詳細を掲載している Web ページ

<http://www.madlabo.com/mad/product/3dscan/>

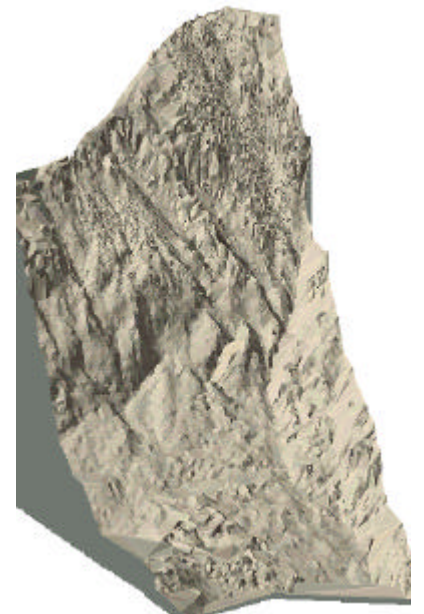
本研究の後援と協力者

・中小企業総合事業団の平成12年度課題対応新技術研究調査事業に係わる委託業務（テーマ名：大規模構造物・地形の3Dモデル作成に関する研究調査）の実施成果である。

・中部森林管理局の協力により実施された。



2m等高線図 部分  
左上が花崗岩層。右下は堆積物・間の急勾配はマイロナイト層部



TIN化後、サーフェスモデル  
崩壊地全景