

## 第IV部門

## 基準点を用いたデジタル標高データの精度検証

京都大学工学部

学生員 ○楠山 達弥

京都大学大学院工学研究科

正会員 田村 正行

## 1. はじめに

数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) は地表面の地形のデジタル表現であり、リモートセンシング技術や測量技術によって作成される。DEM の主要な用途として以下のようなものが挙げられる。

- ・ 洪水、地滑り等の危険度予測
- ・ 資源の探査、管理
- ・ 立体地図の作成
- ・ 空中写真や衛星画像のオルソ化
- ・ 地形学や自然地理学における地形分析

このように DEM の用途は幅広く、利用者は用途毎に DEM の精度を把握した上で使用する必要がある。そこで本研究では、実務や研究で幅広く用いられている3つの代表的な DEM を取り上げ、基準点データを用いることにより精度評価を行った。

## 2. 対象データと地域

## 2. 1 数値標高モデル

本研究で対象とした DEM は次の3つである。

- ・ 数値地図 50m メッシュ (標高) : 1/25,000 地形図から作成された 50m メッシュの標高データ
- ・ ASTER GDEM : ASTER 衛星センサの立体視データから作成された全球 DEM
- ・ SRTM-3 : スペースシャトルに搭載された合成開口レーダにより作成された DEM

## 2. 2 基準点データ

精度検証の基準としては、国土地理院によって公開されている基準点の標高成果を利用している。基準点の標高値や位置座標は、設置以降起こった地震等の地殻変動や地盤沈下による影響が蓄積されたものになっている。そのため国土地理院では、精度維持のため定期的に基準点の標高値・位置座標の改定作業を行っている。本研究では電子基準点・水準点・三角点の3つの基準点の標高データを利用しているが、三角点については改定作業が現在行われている最中である<sup>1)</sup>。

そこで本研究では、現時点で三角点の標高値の改定が完了している紀伊半島地域のうち大阪府・和歌山県・奈良県を対象地域とした。図1は対象地域の地図に使用した基準点の位置を重ねて表示したものである。

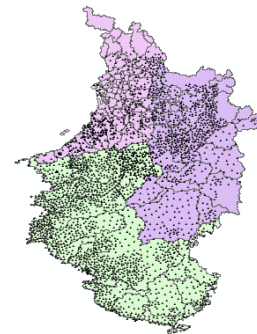


図1 対象地域と基準点.

## 3. 検証方法

本研究では、国土地理院が公開している基準点データを精度検証の基準として用い、基準点の標高値と各 DEM データの基準点座標における標高値を比較する方法で精度検証をおこなった。この方法の問題点は、基準点座標と各 DEM の格子点座標が同一である場合はまれであり、その場合標高値を比較できないことである。そこで本研究では、DEM データ上での各基準点の座標における標高値を補間して求めることによって両者を比較し、DEM の精度を確かめることにした。補間方法としては精度よく補間することが可能<sup>2)</sup>な Cubic Convolution 法を用いた。

## 4. 結果と考察

表1に各 DEM の精度を RMSE (Root Mean Square Error)、系統誤差、偶然誤差を指標として示した。

表1 各 DEM の RMSE、系統誤差、偶然誤差.

|                | 数値地図     | ASTER    | SRTM-3   |
|----------------|----------|----------|----------|
| RMSE           | 14.372m  | 22.437m  | 25.133m  |
| 系統誤差 (DEM-基準点) | -10.838m | -17.954m | -19.520m |
| 偶然誤差           | 9.439m   | 13.456m  | 15.831m  |

Tatsuya KUSUYAMA and Masayuki TAMURA

kussn221@t04.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

表1から次のようなことが言える。

- 本研究で対象とした3つのDEMの中では、数値地図が最も高精度であった。
- 全DEMにおいて系統誤差(DEM-基準点)は負の値であり、DEMの方が基準点よりも低い標高値であった。これは一般に基準点が設置される場所として、視界の開けた場所、山地においては山頂付近など、周辺よりも標高の高い場所が選ばれることが多い<sup>3)</sup>ことが原因と考えられる。

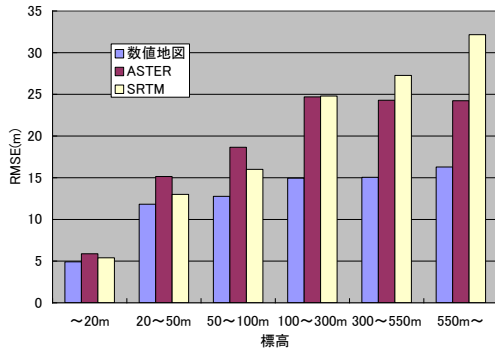


図2 各DEMのRMSE (標高別).

次に各DEMのRMSEと標高の関係を調べた結果、次のようなことが分かった(図2)。

- 標高20m以下の点ではどのDEMもRMSEが5m程度であり精度が良い。
- 標高が高くなるにつれて誤差が大きくなっている。これは山地では土地起伏が大きいため、補間の精度が平地に比べて低くなることが原因と考えられる。また、水平方法の位置ずれが標高誤差に与える影響も山地の方が平地より大きい。ASTER、SRTMで山地のRMSEが大きいのは、これらが人工衛星、スペースシャトルといった高高度から取得したデータであるため、水平方向の位置ずれによる影響を強く受けたためと考えられる。

上記のように、起伏の影響が大きいと考えられるため、斜度別の標高精度の誤差を求めた。結果を以下に示す(図3)。

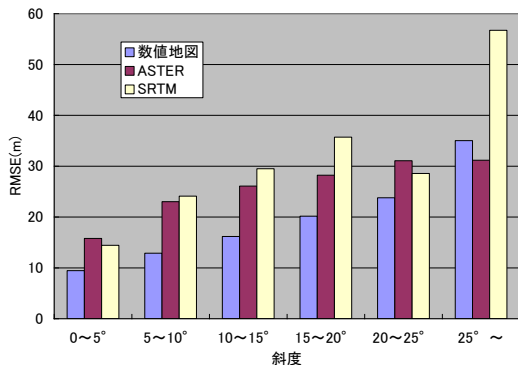


図3 各DEMのRMSE (斜度別).

- 推測されたとおり、斜度が大きいほど誤差は大きくなっている。25°以上の範囲でSRTMの誤差が特に大きいのは、ピクセル間隔が数値地図、ASTERはそれぞれ50m、30mであるのに比べてSRTMは90mと粗いことにより、補間の精度が低いためと考えられる。
- 20~25°の範囲ではSRTMの誤差の値が小さく上記の傾向を示さない。これはこの範囲に含まれる点数が少なかったため不安定な値になったものと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では数値地図50mメッシュ(標高)、ASTER GDEM、SRTM-3の精度検証を目的とし、基準点データを用いて誤差を評価した。その結果以下のことが分かった。

- 3つのDEMのうち数値地図が最も高精度である。
  - すべてのDEMに共通する傾向として基準点よりも低い値となっている。
  - 標高・斜度が大きい地域ほど誤差が増大する。
  - 20m以下の低標高地域ではどのDEMを用いた場合もRMSEが5m程度と比較的精度が良い
- 今後の課題として、さらに誤差要因の究明を進めるとともに、補間の際に発生する誤差など、研究過程で発生したと判断された誤差の軽減方法を検討しなければならない。

## 参考文献

- 1) 国土地理院測地部、紀伊半島地域の三角点の標高を改定、国土地理院広報 第490号, 2009.
- 2) S. K. Park and R. A. Showengerdt, Image reconstruction by parametric cubic convolution, Computer Vision, Graphics and Image Processing, 23, 258 - 272, 1983
- 3) 国土地理院, 地球の形をはかる - 精密測地網 - 三角点 (URL : <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/shape.html>).