

数値標高モデルの不確実性に対する土地利用・土地被覆の影響評価

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○島村 拓也
木更津工業高等専門学校 正会員 島崎 彦人

1. はじめに

現在、国内外の公的機関や民間企業によって、多岐にわたる地理空間データが整備、販売あるいは無償提供されている。そうした地理空間データの中でも、地形の起伏を表現した数値標高モデル (Digital Elevation Model ; DEM)は、特に利用価値の高い地理空間データとして、複数の機関から異なるプロダクトが整備、公開されている。

DEM プロダクトは、空間を一定間隔に並んだセルによって分割し、各セルが対応する地点の標高値を記録したものである。ハザードマップの作成や地域開発計画の立案などをはじめとして、防災や自然環境保全にかかわる様々な場面で応用されている。しかし、異なる DEM プロダクトを比較した場合、必ずしも同一地点の値が一致するとは限らない。そのため、地形の起伏に関する解析を行う場合には、用いる DEM プロダクトによって結果に差異が生じる可能性もある。そのため、解析を行う前には、どの DEM プロダクトを用いるべきかといった事前の検討が必要となる。

本研究では、解析に用いる DEM プロダクトの選定のための基礎資料を整備する目的で、一般に公表されている3つの代表的な DEM プロダクト：(1) 国土地理院 基盤地図情報 10m メッシュ DEM; (2) ASTER GDEM および (3) SRTM DEM に焦点を絞り、これらの DEM プロダクトに含まれる不確実性について検討する。ここでは、国土地理院の基盤地図情報に収録されている基準点データの標高値を真値と仮定しながら、各 DEM プロダクトの標高誤差に対する土地利用・土地被覆の影響について、統計的手法を用いた予備的な検討に取り組む。

2. 研究方法

千葉県全域を解析対象範囲として、以下の解析を行った。千葉県は、干潟湿地、平野部、丘陵地および山地などの地形的な変化に富んでおり、さらに、農地や森林、工業地、商業地あるいは住宅地などのように、土地利用に関しても様々な状態が見られる地域である。このことから、千葉県を解析対象範囲とすることが妥当であると考えた。

2. 1 DEM プロダクトの整備

3つの代表的な DEM プロダクト：(1) 国土地理院 基盤地図情報 10m メッシュ DEM; (2) ASTER GDEM および (3) SRTM DEM は、それぞれ、国土地理院、ERSDAC および CGIAR-CSI の Web サイトからダウンロードし、ファイル形式を GeoTIFF に統一した。空間分解能に相当する Ground Sampling Distance (GSD) は、それぞれ、10m、30m および 90m とした。

2. 2 基準点データとの差分計算

国土地理院の基盤地図情報に収録されている基準点データの標高値を真値とし、基準点データと3種類の DEM プロダクトを重ね合わせることで、各プロダクトの標高誤差 y を算出した。解析対象範囲内の基準点の数は、1004 個であった。

2. 3 土地利用・土地被覆データの整備

基準点の位置を示す点データだけでなく、基準点を中心とした直径 30m および 90m の円の輪郭データを KML 形式で作成し、GoogleEarth の画像と重ね合わせることで、合計 1004 地点の土地利用・土地被覆 (Land use / Landcover ; LULC) の状態を、目視判読した。整備した LULC データは、各基準点とピンポイントで重なる位置、各基準点を中心とした直径 30m の範囲および直径 90m の範囲における LULC カテゴリの面積率を 0~1 で表現したものである。

キーワード 数値標高モデル、不確実性、基盤地図情報 10mDEM, ASTER GDEM, SRTM DEM

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校 TEL 0438-30-4000

E-mail : shimamura.takuya@gmail.com

LULC カテゴリは、国土地理院発行の土地利用図に基づいて、次の 11 種類を選定した:rice, farmland, forest, barren, built-up, transportation, other-site, river-site, seabeach, sea, golf.

2. 4 重回帰分析による不確実性の検討

標高誤差 y を目的変数, LULC データ x を説明変数とした重回帰分析を行った. モデルの構造は, 下式のとおりである.

$$y_1 = \theta_1 x_{11} + \theta_2 x_{12} + \cdots + \theta_p x_{1p} + \epsilon_1$$

$$y_2 = \theta_1 x_{21} + \theta_2 x_{22} + \cdots + \theta_p x_{2p} + \epsilon_2$$

$$y_3 = \theta_1 x_{31} + \theta_2 x_{32} + \cdots + \theta_p x_{3p} + \epsilon_3$$

重回帰モデルのパラメタ推定は最尤法によって行った. また, DEM プロダクト毎に, 赤池情報量規準 AIC を用いたステップワイズ法によるモデル選択を行い, データに対するあてはまりが最も優れているモデルを, 最終モデルとして選定した.

DEM プロダクトの不確実性に対する LULC の影響は, 最終モデルのパラメタの大きさと符号に基づいて考察した.

3. 結果と考察

参考までに, 基準点データの標高値と 3 種類の DEM プロダクトの標高値との対応関係を図 1~3 に示した. 3 種類の DEM プロダクトの標高誤差の変動を, LULC の面積率で説明することを試みた重回帰モデルのうち, データに対するあてはまりが最も優れていたのは, 下記の通りであった.

SRTM DEM の場合:

$$\text{built_00} + \text{forest_30} + \text{built_30} + \text{rice_90} + \text{built_90} + \text{beach_90}$$

ASTER GDEM の場合:

$$\text{built_30} + \text{rice_90} + \text{farm_90} + \text{built_90} + \text{trans_90} + \text{other_90} + \text{river_90} + \text{beach_90}$$

基盤地図情報 10m メッシュ DEM の場合:

$$\text{built_30} + \text{rice_90} + \text{farm_90} + \text{built_90} + \text{trans_90} + \text{other_90} + \text{river_90} + \text{golf_90}$$

各項に付されている値は, 直径 30m あるいは 90m の円領域内の LULC 面積率であることを意味している.

地形の起伏に関する様々な解析に用いられる DEM プロダクトであるが, 今回の予備的な検討から, プロダクトによって, 異なる大きさの不確実性が内在していることが確認できた. そのため, 同じ解析を

行っても, 用いるプロダクトに応じて, 異なる結果を生じる危険性があることが示唆された. 重回帰分析からは, 各プロダクトの不確実性には, LULC カテゴリが関与していることが確認できた. 今後は, 得られた分析結果をさらに詳しく検討したい.

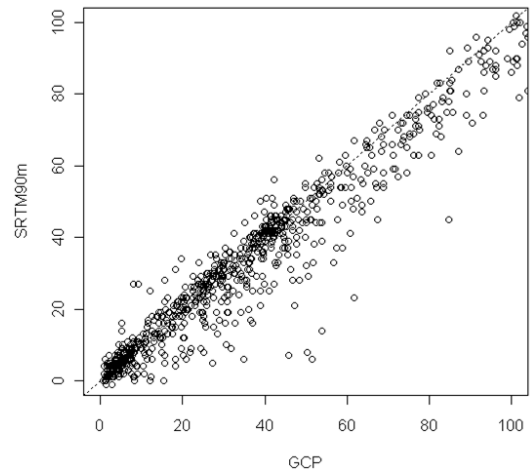


図 1 SRTM DEM と基準点の対応関係

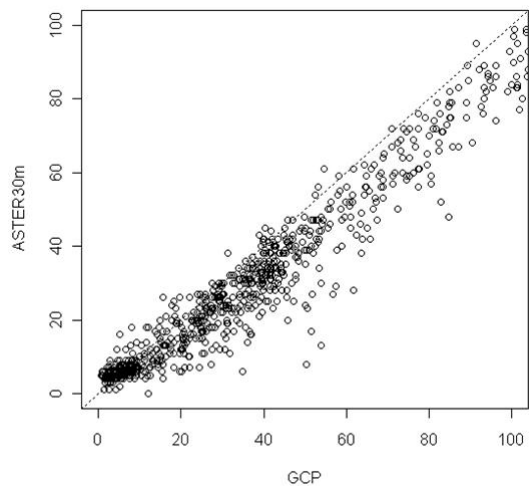


図 2 ASTER GDEM と基準点の対応関係

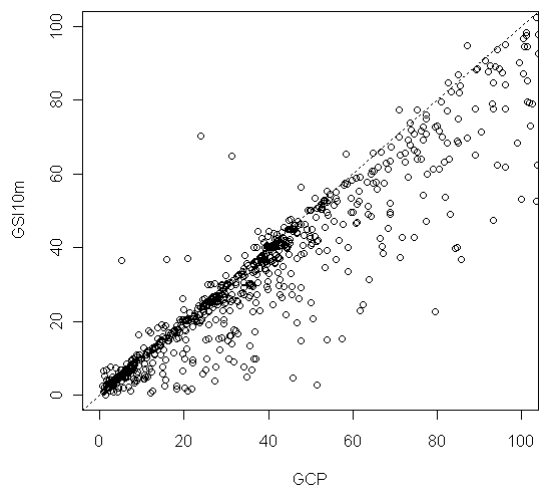


図 3 基盤地図情報 10m と基準点の対応関係