

## II-56

## 地図情報によるグリッド型DEMの作成法に関する比較検討

長岡技術科学大学 長岡技術科学大学 長岡技術科学大学 長岡技術科学大学	正正正正	員員員員	豊田雄生 池川典樹 小早川博 石平
長岡技術科学大学 長岡技術科学大学 長岡技術科学大学		学生員	○

## 1.はじめに

水文学やリモートセンシングの分野において、地形情報は重要な要素のひとつであり、その表現方法の一つとしてデジタル標高モデル（DEM: Digital Elevation Model）がある。DEMは、分布型流出モデルを用いた流出解析に用いられるばかりでなく、SAR画像の補正などへの適用も考えられていることから、今後流域地形を忠実に再現できる高精度のDEMへの需要が高まることが予想される。現在日本において利用できるDEMとしては国土数値情報の1/4メッシュ標高ファイルがあるが、精度的にも問題があるため、実際の解析の際には地形図を基に自らの使用目的に耐え得るDEMを作らなければならないケースが多くある。本研究は、チベット高原タングラ、ヤンシーピン流域の20万分の1地形図中の200m間隔等高線をデジタイザーで読みとったデータをもとに、3つの方法を用いて地形図から500mメッシュのDEMを作成し、出来上がったDEMを各手法ごとに精度と特徴の両面から比較するものである。

## 2. 解析手法

精度評価は、デジタイザで読み込んだ200m間隔主等高線以外の等高線（40m間隔）上に位置するメッシュ点を抽出し、その点すべてに対して地形図から読みだした標高値 $h$ と後で述べる9つのDEMの対応するメッシュ点標高値 $h'$ の差を求め、その絶対値を平均した値により行う。また、各DEM作成法の特徴を知る手がかりとして、流域内にあるにもかかわらず標高値が得られなかったメッシュ点の数（これをデータ欠損数とする）や、近隣8点の標高と同じ標高を持つ点の数（これを平坦地とする）についても調べる。なおDEM作成に使用した手法は次の3つである。

1) profile法<sup>1)</sup>: デジタイザで読み込んだ各等高線と、求めようとするあるメッシュ点を通じ $x$ 軸に平行な線との交点を探し出して、これをもとに標高の $x$ 方向profileを作成し、このprofileに対し補間を行いメッシュ点における補間値をメッシュ点標高とする。さらに、profile方向と等高線が平行となる場合（図-

1 (a)  $x_1-x_1$ ）におこるデータ欠損を防ぐ意味も含め同様の計算を $y$ 方向にも行う。このようにして作った2つの標高マトリックスを重ね合わせることによりDEMを作成する。この手法は、計算において読み込んだ等高線情報を線として扱う点で他の2つの手法と異なる。また、さほど多くのメモリを必要としないためパソコンレベルの計算機で計算を行うことが可能である。今回はprofileの補間法として、線形補間とspline補間を用いたの2つのケースについて計算を行う。

2) Bivariate補間法<sup>2)</sup>: デジタイザで読み込んだ点同士を最小内角がなるべく大きくなるように結んで三角形を作り、この三角形の集合体として地形を表現する方法（図-1 (b)）。三角形内は5次の多項式で近似されており、メッシュ点の標高値はこの多項式を用いて計算される。この手法はアルゴリズム上多くのメモリを必要とするため、ある程度高いレベルの計算機が必要とされるが、点データをもとに計算を行うため尾根や谷などの地形変曲点情報を計算結果に反映させることができる利点を持つ。今回はデジタイザで読み取った全データを使用したケースのほかに、計算量を減らす等の目的から既存点からの距離が250m, 500m, 1km, 2km以下のものを間引いたデータを使用した4ケース、併せて5ケースについて計算する。

3) 距離重み付き法<sup>3)</sup>: あるメッシュ点を中心に縦×横=L×Lの枠を設定し、デジタイザで読み取ったデータの中からこの枠に入るものを選び出し、その標高値に対して対象メッシュ点からの距離に応じて重み付けを行い平均したものをそのメッシュ点の標高とする方法（図-1 (c)）で、先のBivariate補間法と同様、点情報をもとに計算を行う手法である。各メッシュ点ごとに計算を行うため計算回数が多くなる傾向にあり、ある程度の計算能力をもつ計算機が必要である。今回はL=6kmとL=10kmの2ケースについて計算を行う。

以上、profile法2つ、Bivariate補間法5つ、距離重み付き法2つ、計9つのDEMを作成した。

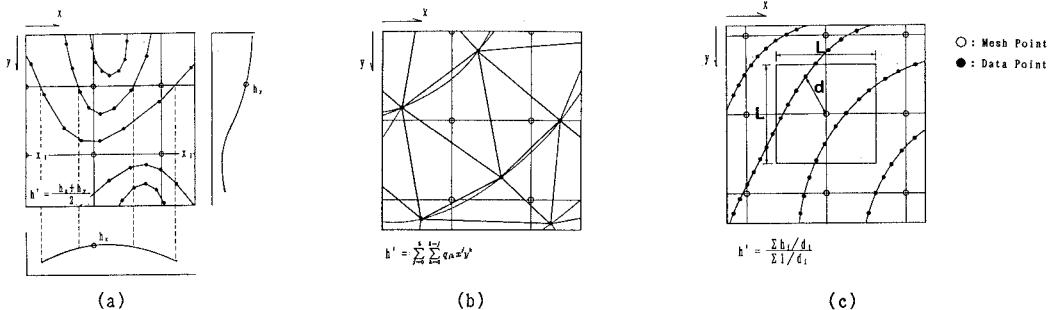


図-1 各手法の説明

### 3. 解析結果

表-1は、各DEMについての解析結果である。差の絶対値の平均が小さいものほど精度が高いことを示しており、また、データ欠損や平坦地は少ない方が好ましいと言える。

表-1 解析結果

		誤差の絶対値の平均(m) $\sum  h_i - h'_i  / n$	データ欠損 ノード点数 (個)	平坦地 ノード点数 (個)
profile法	linear	52.183	81	4227
	spline	130.707	508	377
Bivariate 補間法	all data	57.390	14	1394
	reduc (250m)	52.951	0	1139
	reduc (500m)	51.451	0	844
	reduc (1km)	54.354	0	735
	reduc (2km)	59.976	0	728
距離重み 付き法	L=5km	70.476	406	2781
	L=10km	75.280	0	705

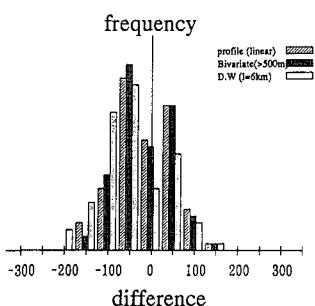
### 1) 各手法の比較

図-2は、profile法、Bivariate補間法、距離重み付き法の3つの手法

それぞれの中で最も良い結果が得られたケースの誤差の頻度分布図である。距離重み付き法は、他の2つの手法と比較して大きな誤差の出現頻度が多く、やや精度的に劣るといえる。

### 2) 各ケースの比較

profile法については、線形補間を用いたケースは精度が非常に良い一方、平坦地が非常に多くできるという欠点を持ち、spline補間を用いたケースはデータ欠損が多く精度も低いなど問題が多い。Bivariate補間法の場合、既存の点からの距離が500m以下のデータをカットしたケース



が最も良い結果となっており、距離が2km以下のデータをカットした場合に精度が低くなっている。

距離重み付け法の場合、枠の大きさLを小さくすることにより精度は向上するが、データ欠損が急増するという問題が起こる。

### 4. 結論

結果をまとめると次のようになる。

- profile法：線形補間を用いればかなりに良い精度のDEMをつくることの出来る手法である。しかし、この場合、等高線の間を直線的につなぐためその間にあらたの谷や尾根を表現できないばかりでなく、多くの平坦地を作り出す可能性があり、流出解析などへの適用の際には注意を要する。

- Bivariate補間法：データ欠損が少なく、かつ比較的高い精度のDEMが得られる手法である。特にデジタルで読み込んだデータ中から近すぎる点を間引いたデータを使用すると、計算上振動を起こすような不安定な微小三角形の形成が是正されることから、かなり高い精度のDEMが得られる。しかし、この間引きをどの程度行うのが最適なのかについて検討する必要がある。

- 距離重み付き法：枠を小さくすることによりある程度の精度向上は期待できるが、これによりデータ欠損等の不都合を生ずることも考えられることから、高精度なDEMの作成には適さないといえる。

### <参考文献>

- 陸豊皎、小池俊雄、早川典生、益倉克成：分布型流出モデルのための河道特性の評価、水工学論文集第35巻 pp161-166, 1991
- HIROSI AKIMA:A Method of Bivariate Interpolation and Smooth Surface Fitting for Irregularly Distributed Data Points, ACM, Transactions on Mathematical Software, Vol.4, page1 48-159, 1987
- 鷲田啓一、山田正、藤田睦博、洪延芳：流域の地形特性が降雨流出に及ぼす影響について、水理講演会論文集第32巻 pp43-48, 1988