

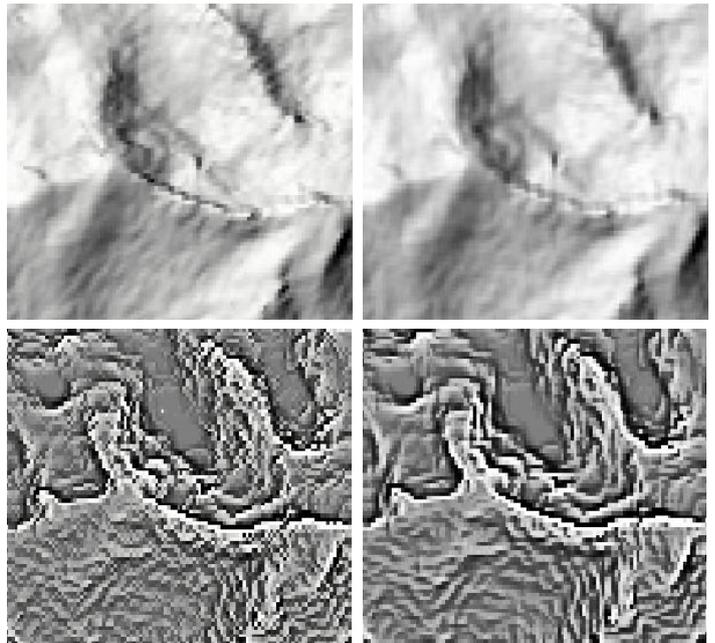
地形特性計算の手法

TNTmips の地形特性 (Topographic Properties) 処理では、数値標高モデルの各セルに対する局所的な地形特性を計算します。(「地形解析：地形特性の計算 (Terrain Analysis: Computing Topographic Properties)」参照)。計算には、各セルの周囲の 3x3 のセル (カーネル) を使用して局所的な地形を計算しています。カーネル内で選択するセルや計算の際セルに適用される重み係数は、いくつかの数理的な地表面を標高値に合わせられるよう変更できます。本処理では、右記の 5 種類の地表面近似手法が使用でき、選択した手法が全地形特性の計算 (傾斜、方位、陰影、曲率) に適用されます。

最もシンプルな地表面近似手法では、中心セルと 4 つの最隣接セル (ラスタのライン-カラム空間で上下左右のセル) に完全一致する地表面を使用します。諸研究でも示されている通り、高精度の数値標高ラスタでは、このモデルが最も正確な地形パラメータを与えます。ただし、ほとんどの数値標高モデルには標高誤差が含まれています。例えば、リモートセンシングの手法 (レーダー干渉法や LIDAR) で作成した標高モデルには、ランダム・非ランダムノイズやそれ以外の処理で発生したデータのエラーが含まれます。また、等高線から補間して生成した標高モデルでは、通常、等高線の標高に一致するセルが多すぎるため、傾斜が階段状または段丘状に見える効果が生じます。こうした誤差の影響を軽減するため、さらに 4 種類の地表面近似手法が提供されています。これらの手法では、局所 2 次曲面のバリエーションを使用することで中央セルと隣接した 8 方向のセル全ての高度に対して「最適」な近似を与えます。このページにある Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) により生成した標高モデルから計算した地形パラメータの例で示されているように、2 次曲面近似法では、「適合」による方法と比べ、ある程度地表面が平滑化されます。4 つの 2 次曲面近似法は、対角線方向に隣接する、より離れたセルの標高値が、カーネル内の上下左右に隣接するセルと比較してどのように重み付けされるかという点で互いに異なります。さらに、局所的な数理的な地表面が中央セルの標高値に完全一致するのは、2 次地表面近似モデルのうち 1 つのみ (中央セルに適合) で、その他のモデルでは、最適な地表面は中央セルの標高から外れることがあります。4 つの 2 次曲面近似法により生成される地形の計算結果の違いはわずかですが、局所的には大きな差となることがあります。

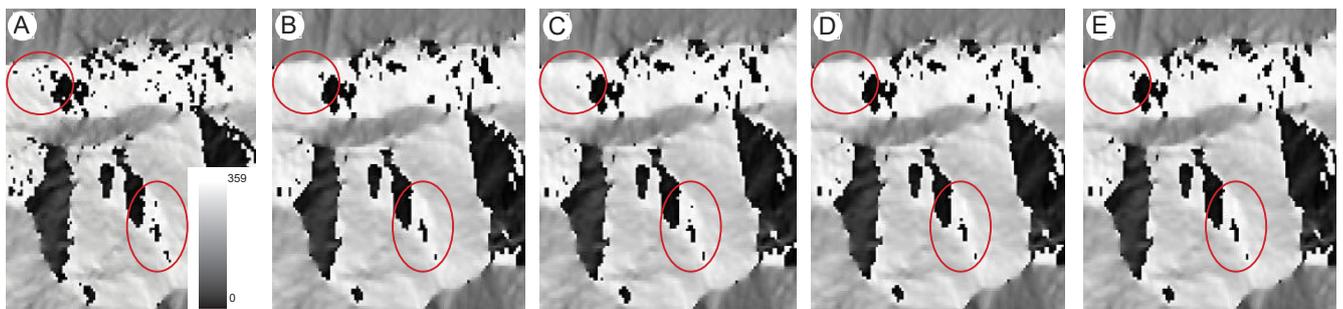
3x3 処理カーネルを用いた地表面近似法 (全 5 種類)

- A: 上下左右のセルと中心セルに適合 (完全一致)
- B: 2 次曲面による最小 2 乗近似
- C: 2 次曲面による最小 2 乗近似、 $1/(距離の 2 乗)$ の重みあり
- D: 2 次曲面による最小 2 乗近似、 $1/(距離の 1 乗)$ の重みあり
- E: 2 次曲面による最小 2 乗近似、中心セルに適合 (完全一致)



上下左右 4 個の最近隣セルに 2 次曲面による最小 2 乗近似適合 (完全一致)

2 種類の地表面近似法による陰影 (上) と断面曲率 (下) 結果の比較。2 次曲面近似法ではある程度平滑化され、SRTM や LIDAR 数値標高モデルに内在するノイズの除去に役立ちます。



5 種類の地表面近似法による方位 (各セルの斜面の方角) の結果を比較したサンプル。

真北に面したセルで差が最も顕著で、選択した地表面近似法によって東寄りの北 (方位 0 以上、黒で表示) と西寄りの北 (方位 359 以下、白で表示) の間で傾斜方向が変動する場合があります。赤丸と赤楕円は、手法間の違いが最も目立つ部分を示しています。図中の A ~ E は、ページ上部で説明している各地表面近似法に対応しています。