

『DEM データによる地形解析地図』

大 竹 義 則
(徳山大学経済学部)

はじめに

1. 地形を計測する

地形を計測し、そこから得られた数値データによって地形を分析しようとする試みは古くから行われて来た。しかし、広域の面的な地形的特性をとらえようとする、現地での計測作業は多大な労力と時間を必要とする。このため、「地形計測」と言えば、地形図等の精度の高い地図を使った研究法を表す言葉ともなってきた。

2. 多大な労力を必要とする

地形図上での計測であっても、広い範囲にわたって等高線を読み取りながらの作業は、多大な労力を必要とした。また、その分析や解析の結果についても、その表現（地図化）にはいろいろな制約と労力が必要であった。

3. コンピュータを利用した地図（GIS）と DEM（注*）

コンピュータの発達（特に記憶容量の増加と画像処理技術の発達）と地形（標高）のデータ化によって、状況は一変した。コンピュータを利用した DEM の解析により、地形計測による地形的特性把握の新たな地平線が開かれた。

これによって、比較的簡単に、DEM に対し様々な地形的・統計的処理を加えることによって、広範囲の地形特性を把握することが可能になった。

（注*） DEM（digital elevation model）＝数値地形モデル（標高データが中心となる）

4. 従来の地形計測の結果の利用法

地形計測結果の利用には、2つのタイプがあった。

一つは、画像解析的に新たに地形特性を表現する地図を作成するもの（傾斜分布図や接峰面図など）であり、新たに作られた地図から内容は判読される。

他の一つは、図上計測によって得られたデータを数値的・統計的に解析する手法（谷の成長曲線や高度面積曲線など）である。

5. コンピュータ処理による地図化

地形の個別特性を空間的広がりの中で捉えようとする場合は、結果が地図表現される前者の手法が適切と言えよう。また、この手法は現在のコンピュータの急速な画像処理技術やハード面での発達で、十分可能になっている。

DEM を使った地形解析ソフト

以下では、DEM に基づく地形の個別特性を空間的広がりの中で捉えるため開発したコンピュータプログラムについて見ていく。

1. DEM のメッシュ幅の種類

現在日本で一般に使用できる DEM は、国土地理院がまとめた国土数値情報の中の標高

データである。

DEM（標高データ）の種類には、概略のメッシュ幅（約は省略する）により、

1 km メッシュ（基準地域メッシュあるいは3次メッシュ）、

250 mメッシュ(1/4 メッシュ)、

50 mメッシュの種類がある。

（現在は、どのメッシュファイルも CD-ROM に納められ、市販されている）

2. DEM データは地形図から作られている

全国をカバーする最初の標高データは、国土地理院によって 1975 年に計測された 250 mメッシュデータで、こちらは2万5千分の1地形図上で、方眼線の交点（格子点）の標高値を人間が読み取ったものである。

50 mメッシュ基準の標高データは、スキャナを用いて等高線を数値化した後、ベクターラスタ変換によって作成された DEM データである。

3. DEM の精度は地形図の精度を超えない

現在の DEM データには、地形図が原図であることによる限界とデータを取得するメッシュの大きさによる限界がある。

前者は、地形図自身の持つ精度（地形図の縮尺によっても変化する）とベクターラスタ変換による影響もある。

後者は、分解能と言えるもので、当然、メッシュ幅によって影響を受ける。同時に、メッシュ幅をいくら細かくとっても、原図（地形図）の精度を超えることは出来ない。

4. 点情報と面情報

野上（1985）は、一定の領域についての地形の統計量を地域地形量と呼び、標高・傾斜・ラプラシアンなど平面上の点における一価関数として表される局所地形量とを区別した。これは、突き詰めれば点情報か面情報かという違いである。

面情報の領域範囲は可変であり、その大小が影響を与えることになる。従って、メッシュ幅の大小によって地域地形量は影響を受けることになる。

5. 地域地形量

このプログラムで計測した地域地形量は、原則として注目点（中心メッシュ）とその近傍（中心メッシュに接して、その周囲を囲む8メッシュ）との間の統計量とした。

地形解析ソフトの手順

本アプリケーションの主な操作手順と関連する開発ポイントは、以下のようになる。

①入力

読み取る DEM データの種類を画面上でクリックする。続いて、読み込みファイルの一覧が開くので、DEM ファイルの北東端のファイル名を指定しクリックする。これによっ

て、メッシュのデータの読み取りが行われる。

ファイルの読み取りに当たっては、国土数値情報の場合、メッシュの種類によってデータの格納形式が異なるので、それぞれにあわせた読み取り手順が必要になる。

地図上では隣り合った地点が、CD-ROM 上では異なったファイルや異なったフォルダに非連続に配列し、格納されている場合があるので、指定した範囲が適切に切り出され、RAM 上に配列されているか、注意が必要である。

②加工

ディスプレイ上のラジオボタンによって、加工処理される DEM 地図や地形解析の種類を選択する。メモリー上のデータ配列順に注目点を移動させ、注目点が陸地面であるならば、近傍との間の各種地域地形量あるいは局所地形量を求めていく。

③出力

求められたこれらの地形量について、決められた閾値の範囲内であるかないかを判断し、着色などの出力タイプを選択する。これによって、ディスプレイ上では複数地図をオーバーラップさせるのと同じ効果がある。

地形量をディスプレイの配列位置にドットしていく。

ディスプレイ上では1メッシュは、1ピクセルとして表示している。このため、ディスプレイ上の地図やこれをハードコピーしたプリンタ地図は、実際の地図と比較すると縦横比がやや異なっている（正確に補正するためには、このアスペクト比のほかに、メッシュの経度間隔が北上によって狭まる影響も補正する必要がある）。

さまざまな地形量を表現した地図

以下に、プログラム化した各種の地形量を表現した地図（数値地図）の内容を簡単に記す。

数値地図には、主として立体表現に関する地図（立体表現地図）と注目点と近傍メッシュから地形統計量を求めた地形解析地図がある。

①立体表現地図

段彩図：

各地点の標高を階級ごとに一連のカラー表現（40 階級）したものである。一般の地図で用いられる高度別着色地図である。

低地での地形表現力を増すため、階級区分は低地で細かく、相対的に高地では粗くしている。

陰影図：

光が射したとき地形の凹凸によって生ずる陰陽を表現することで、平面地図に立体感を与えることができる。一般の地図の立体的表現としても、しばしば用いられる手法である。

地図の左上方（北西方向）から光が照らしたときできる陰陽面を表現することが

多い。

ここでは、注目点と近傍メッシュとの間の計測から最大傾斜方向を決定し、北西斜面を最も明るく、南東斜面を最も暗くなるように表現している。

斜面の勾配の大きさによる反射光量の差は表現していない。

グリーン系のカラー表現と Base Map にも利用できるようにモノクロ表現とを用意した。

この表現法では、平地のような標高差の小さい地域を詳細に表現しようとする、ディスプレイ上に等高線が浮かび上がり、地形図と同じ表現となってしまう。

Base Map :

標高 0 m から 3200 m までの間を 256 階級に均等区分し、モノクロ表現したものである。単独では、地形表現力に欠ける。

特に平野部では表現力に欠ける。地形解析地図の Base Map として利用する。

②地形解析地図

特異点地図：

注目点と近傍との間のラプラシアンによって、注目点が周囲のどこからも凸部（ピーク）になっているか、凹部（ホール）になっている地点を特異点として、Base Map 上にカラー表現した地図。

地形変換線地図：

地形があるラインを境に特性が変化するとき、地形変換線があると言う。

ここでは、注目点と近傍を2つに分かつ4方位線（東西・南北・北東－南西・北西－南東）に対して、地形が大きく変化するかどうかをラプラシアンを使って判定している。

該当した地点は Base Map 上にカラー表現される。この地図は地形特性の表現図として、十分な表現力を持っていない。

起伏量図：

注目点と近傍との間の比高（起伏量）の総和をカラー表現した地図。

平坦地形・小起伏地形・粗い地形の各地図は、この起伏量図から設定された閾値によって抽出した地図である。閾値は、DEM のメッシュの種類によって異なる。

平坦地形地図：

起伏量と同様の地形統計量を求め、平野のように極めて平坦な地形のみを抽出し、モノクロ陰影図の上に標高値によってカラー表現した地図。

粗い地形地図：

起伏量と同様の地形統計量を求め、特に粗い部分（凹凸の大きな地域）を抽出し、モノクロ陰影図の上に標高値によってカラー表現した地図。

小起伏地形地図：

起伏量と同様の地形統計量を求め、平野のように平坦な部分と、粗度の大きい山地部分とを切り捨てた残りの部分を小起伏地形として抽出した地図。

モノクロ陰影図の上に標高値によってカラー表現している。

山頂や山腹の侵食小起伏面、開析された山麓緩斜面、丘陵、開析の進んだ段丘などが抽出される。

接峰面図：

従来の地形計測でしばしば用いられた図である。

ここでは、注目点と近傍メッシュの中での最高点を接峰面高度としてカラー表現している。

接谷面図：

接峰面に比べると、従来の地形計測では用いられることは少なかった。

ここでは、注目点と近傍メッシュの中での最低点を接谷面高度としてカラー表現している。

最大傾斜地図：

注目点と近傍との間の傾斜の中で最も大きな値をカラー表現した地図。

最小傾斜地図：

注目点と近傍との間の傾斜の中で最も小さな値をカラー表現した地図。

標高－急傾斜地図：

注目点と近傍との間の最大傾斜を閾値にして、緩傾斜部を標高値によってカラー表示（段彩図）し、急傾斜部を暗色でカラー着色表示した地図。

段彩図と急傾斜地図とをオーバーレイした地図といえる地図である。

台地状の地形は、周囲を暗色の崖によって囲まれた表現となり、従来の地形分類図において台地面や段丘面とそれらの末端の崖地形の表現としてしばしば利用されてきたものである。

しかし、急傾斜部といっても山地の急斜面と平地の急斜面の間には大きな差がある。一つの閾値では、山地から平地までの地形の特性をうまく表現することは不可能である。

そこで、閾値となる傾斜角を自由に変更できるようにし、何度も地図を描画することができるようにした。これによって、視覚的に適切な閾値を設定することができ、地形の特性の把握に役立つこととなった。

中国地方では、山地は 30－15 度、平地は 10－5 度程度の最大傾斜角で地形の特性がよく現れる。

地形解析地図で見た日本の地形

これらによって得られた各種画像（地形解析地図）から判読できる日本各地の特徴ある地形について見ていく。（具体例は、プロジェクターで表示）

おわりに

1. コンピュータを利用した地図のよいところ

コンピュータ利用による立体表現地図・地形解析地図の長所は、地形に関する特別の能力持たない人でも比較的容易に、その内容を判読することが出来るようになる点である。

人間の感覚や感性にうまくマッチするような表現方法（静止画や動画）を開発することによって、判読や理解が深められるようになるのである。このことは、地形に関する理解の広がり大きな力となると考えられる。

2. より分かりやすい表現

このような観点から、今後の発展すべき方向としては、最後の標高－急斜面地図を除いて、閾値はプログラム上で変更する形式となっているが、その他の地図についても可変とすることが必要となろう。

また、適切なスピードをもった動画的な変化は、視覚的にわかりやすく、その本質についてイメージを喚起しやすい（気象衛星写真の雲の動きを見るときのように）。そこで、地形解析地図においても境界条件（閾値）を連続的に変化させることにより、画像を動画的に変化させ、その変化から本質的なものに迫ることはできないかと考えている。

3. 10 mメッシュデータが必要

現在の 50 mメッシュの DEM は 2 万 5 千分の 1 地形図から作成されたデータである。日本の細かな地形を論ずるには、さらに狭いメッシュ幅のデータが必要となる。例えば、10 mメッシュ。地形図の等高線からの直接読み取りや補間法によるデータ抽出では、原図の地図の壁がある。このため、地図作製と同様に空中写真から直接得られる DEM データが必要となる（10 mメッシュは試験的に作成されている。広く安価に利用されるようになることが重要である）。

4. 現地での調査・観察の重要性はなくなる

このようなデータの蓄積が進み、地形解析地図の開発が進めば、地形の大局的なあるいは詳細な特性把握がさらにいっそう進展すると期待されるが、当然のことではあるが、現地での調査・観察の重要性は減少するものではない。