

### <研究ノート>地形学における数値地図の利用 について

NAKAYAMA, Daichi / 中山, 大地

---

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

23

(開始ページ / Start Page)

54

(終了ページ / End Page)

60

(発行年 / Year)

1995-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00026150>

## 地形学における数値地図の利用について

### 中山大地

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>I はじめに</li> <li>II 数値地図とは                     <ul style="list-style-type: none"> <li>1 数値地図の種類</li> <li>2 標高ファイルについて</li> </ul> </li> <li>III 標高ファイルの利用                     <ul style="list-style-type: none"> <li>1 標高ファイルをもとにした接峰面、</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>接谷面図作成</li> <li>2 傾斜量, 傾斜方向, 分布図作成</li> <li>3 水系図作成    4 流域の抽出</li> <li>IV 作成したデータの図化</li> <li>V おわりに</li> </ul> |
|---|---|

#### I はじめに

地形学における解析手法には、大きく分けて二つの流れがある。一つはフィールドワークを行なってデータを入手する方法である。もう一つは、既存のデータをもとに解析を進める方法である。既存のデータにはボーリングデータや地形図などがある。

しかし、地形図などの紙の上に表現されたデータは、手作業でトレースを繰り返す際に細心の注意を払わないとデータ自体が変化してくる恐れがあり、また、完成した図からもとのデータを取得するなどの再利用も難しいものであった。近年ではコンピュータを利用することにより、データの再利用は比較的簡単になってきたが、基本になるデータは紙の上に表現されたものであり、コンピュータで利用可能なデータ形態に変換するのは非効率的かつ冗長的な作業である。また手作業による入力には主観が入ってしまったり、入力ミスなどによるデータの信頼性への疑問などの要素を多く内包していた。

しかし、最近では地形学の分野でも、最初からデジタル化されてコンピュータでの利用が可能になっているデータが現れはじめた。それが「数値地図」である。本論はこの数値地図を地形学の分野でどのように利用できるかについて簡単に紹介

して行くものである。

#### II 数値地図とは

##### 1 数値地図の種類

国土地理院では、昭和49年度から国土整備事業の一環として数値地図の整備をおこなっている。最近までは試験的にモニタ登録という形で磁気テープによる配布がなされていたが、1994年度から正式配布が始まり、一部の数値地図をFDマップという商品名で地図扱い会社や書店などで販売を開始した。

このFDマップ(表1参照)は最も簡単に扱えるデータである。FDマップにはベクトルデータ(境界などを線のデータとして記述)である行政界・道路・鉄道・河川などと、ラスターデータ(標高値などのデータを格子点のデータとして記述)

表1 FDマップの種類の一部

名称	内容
ベクトルデータ 数値地図 25000 数値地図 10000	海岸線・行政界 総合
ラスターデータ 数値地図 50mメッシュ 数値地図 250mメッシュ 数値地図 1kmメッシュ	標高 標高 標高, 平均標高

がある。

以下では、数値情報の中で地形学にもっとも関連が深く、筆者が実際に使用している数値地図「標高ファイル」(数値地図 250m メッシュ) (以下「標高ファイル」と記す) について、基本的な利用方法を述べる。

## 2 標高ファイルについて

標高ファイルは、日本全国を東西南北約 250m メッシュに区切った交点の標高値が入っている。ファイルはMS-DOS のテキストファイルなので、コンピュータの機種やソフトウェアによる依存はない。しかしその反面、汎用性を求めたのでデータの格納形態(データフォーマット)は非常に冗長的で、CSV形式(カンマで区分されたテキストデータ)やオリジナルのバイナリ形式に変換しなくてはほとんど利用できない。また数値地図にはデータを閲覧するソフトウェアが付属してくるが、これはパンフレットにも書かれているように「データ内容の確認、並びに簡単な利用方法の紹介を目的」に添付されているものなので、原則的には数値データを利用する側で解析をおこなうソフトウェアを入手するか作成しなければならない。

標高ファイル自体の問題点もある。たとえば、FDマップとして配布されていなかった時代の標高ファイルには、メッシュの交点が陸水(河川や湖など)にあたる場合には標高の値は入らずに「陸水」をあらわすコード(9999)が入っていた。この点に関してはモニタ利用していた側からの苦情が大きかったらしく、FDマップとして配布している現在の標高ファイルには、周囲の標高から内挿された標高値が入るようになった。この点においては評価できるが、陸水の属性の削除とともに埋め立て地などの属性も削除され、標高のみになってしまった点については異議を唱えたい。せっかく貯えた情報量を減らすことはないとおもうのだが。

## III 標高ファイルの利用

さて、それでは標高ファイルをもとに一体何ができるであろうか。標高ファイルは東西南北約 250m メッシュの標高が入っているので、端的に言って地形図の等高線のみを抽出した図であるといえる(図1)。地形図の一種である以上、等方線を用いた図上作業に相当することは標高ファイルを用いても可能である。これには接峰面図作成、接谷面図作成、傾斜量分布図作成、傾斜方向分布図作成、水系図作成などが挙げられる。これらの作成手順について、実際に筆者が阿武隈山地を対象地域として研究してきた経験をもとに以下で述べていくこととする。

### 1 標高ファイルをもとにした接峰面・接谷面図作成

地形図上での接峰面図作成の手順については、大きく分けて谷埋め法と方眼法がある。この二種類の方法についてはここで述べるまでもないが、一般的に手作業でおこなうならば谷埋め法のほうが「簡便な」方法である。しかし、コンピュータ上で標高ファイルを用いてこの方法をシュミレートするのは、離散的な標高データから等高線(連続性のあるデータ)を作成し、谷部・尾根部を抽出し、谷部については谷幅を計算してしきい値以下の谷幅の谷の等高線をつなげるという手順となり、非常に複雑で非現実的な方法である。

もう一方の「方眼法」は、コンピュータにとって適した方法である。筆者が実際におこなった接峰面図(接峰面をあらわす標高データ)の作成方法は、阿武隈山地全体のデータ(東西 240 メッシュ、南北 640 メッシュ)上に、7×7 メッシュの格子(この大きさは対象地域がどのような起伏の山地であるかによって適当な値を採用する)を設定し、この格子内の標高の最大値を格子の中心の接峰面高度にするという方法である(図2)。これを1メッシュずつ移動して対象地域全体を走査すれば対象地域全体の接峰面高度が求まる。ただし、7×7 メッシュの格子を移動させて接峰面高度を求めるので、対象地域全体の縁の各3メッシュ分の値が求まらない。この問題の対処方法は、求まらなかった部分のデータは捨てるか、対象地域

の縁に3メッシュずつ「海(つまり標高0)」を付加し、その上で走査すればよい。

接谷面図に関しては、接峰面とは反対に7×7メッシュ内の標高の最小値をメッシュの中心の接谷面高度にすればよい。しかし、周辺部に「海」をくっつけてしまえば、対象地域の周辺部が例えば山地であったとしても接谷面高度が0mになってしまうので、「海」の代わりに「標高5000m」などのダミーデータをいれておけば適切な接谷面高度が求まる(図3)。

## 2 傾斜量・傾斜方向分布図作成

傾斜量分布図は、ある点の最大傾斜方向の傾斜量をあらわす図である。したがって、コンピュータ上でも同様にシミュレートすればよい。ただし、データが方形格子状に並んでいると、傾斜方向は4方位か8方位になる。どちらにするかは目的によって選択することになる。8方位検索の場合を例にすると、手順は以下になる。まず、任意の点の標高とその周囲8点の標高を読み取り、中心点より低くて比高が最大である方向を求める。この方向を適当な方法で図化すればそのまま傾斜方向分布図になる。あとはメッシュの一辺の長さがわかっているので、三角関数を用いて簡単に傾斜角が求まる。最大傾斜方向が北東・南東・南西・北西にあたる場合には、メッシュの一辺の長さは対角線になるのでその補正も必要になる。

筆者は阿武隈山地の傾斜量分布図を作成したが、メッシュの一辺が250mでは求めた傾斜量の代表性に疑問があるので、実際には使用していない。メッシュのスケールがもっと小さくなれば、この方法による傾斜量は意味を持つてくるようになる。

## 3 水系図作成

標高ファイルから水系図を作成することはもっとも重要な作業の一つである。ただし、作成した水系図は落水線図を近似したものになる。作成のアルゴリズムは様々なものがあるが、共通する点は、任意の点において水は下向きの最大傾斜方向に流れるという原則を用いるものである。対象地

域において全ての点で流水線方向を求め、これを連結すれば水系網が完成する。

しかし、ラスタ型の標高データには必ず凹陷点ができるという性質があり、そのまま落水線を求めると凹陷地で水路は終わりになってしまう。これを補正するための方法がいくつかある。一つの方法は、比高が小さければ落水線を標高の低い点から高い点へ設定するというものである。この方法はアルゴリズムは非常に簡単だが、周囲との比高が大きい凹陷地をクリアすることはできないし、流路がループを形成してしまうので、効果的な方法とはいえない。次の方法は、ほかのデータを併用する方法である。ベクトル型の河川流路データを標高ファイル上にマッピングし、そこに流れ込む流路は無条件に流路データに沿って流下させる。この方法は流路データのある大きな河川や下流部には適用できるが、上流部の細かい流路には適用できない。もう一つは、標高データに凹陷地ができないように標高値を操作しながら流路をシミュレートする方法である。そのアルゴリズムは、最初に標高値をすべて10倍ないしは100倍しておく。下向きの最大傾斜方向に落水線を発生させ、一度求めたところは再び計算をしないようにフラグを立てる。凹陷地が検出されたら、凹陷地の標高に1を加算し、周囲の8点の落水線を再計算させるためにフラグをもとに戻す。これを全ての点において未計算の点がなくなるまで繰り返す方法である(図4)。この方法は標高データのみから流水線を求めることができるが、盆地部では流路が直線状になったり、標高値を操作するという点や計算に時間がかかることが欠点である。ちなみに、筆者はクロック数16MHzで数値演算プロセッサを搭載したコンピュータで、メモリ内の配列は使わずにハードディスク上にランダムアクセスデータを置いてBASICコンパイラで作成したプログラムを用いて計算させた結果、640×240程度のデータ(この程度では決して大きなデータではない)で計算完了まで約3日かかった。

採用したアルゴリズムの如何にかかわらず、シミュレートによって求めた流路と実際の流路との

不一致は、恐らく解決できない問題である。一般に、シミュレートした流路は実際の流路の「争奪前」の流路に近くなる。これはデータの解像度を細かくすればマクロ的には解決できるが、ミクロ的には解決する方法がない。この点に留意してシミュレートした流路を用いなければならない。

#### 4 流域の抽出

水系が作成できたら、水流次数の計算も可能である。また、各格子点は面積を持っている(250m×250mのメッシュの場合、1メッシュの面積は0.0625km<sup>2</sup>である)ので、流水線を谷頭からたどって面積を加算させていけば、任意の点での流域面積が求まるし、逆に河口からたどれば海(ないしは凶端)からの距離を求めることもできる。流域を区分する場合も、任意の流域面積や流路次数(図5)である点を探し、その点に流下する点をすべて抽出すれば、目的にあった流域を抽出することができる。

### IV 作成したデータの図化

数値地図から基本的なデータはできたが、それらを有効に活用する方法は、コンピュータ上で情報をオーバーレイさせて解析をすることである。接峰面高度から現在の標高との差を求めれば開析量が求まるし、流域を抽出していれば流域間の地形量の比較も可能になる。

データは水平的な座標(経緯度)と垂直的な座標(接峰面高度などの標高値や傾斜量など)を含んでいるので、二次元的な表現のほかにも三次元的な表現も可能である。三次元的な表現にはワイヤフレームモデル(面を線で表現したもの)やソリッドモデル(面を面で表現したもの)があるが、どちらも陰線(面)処理はかなり複雑なアルゴリズムを必要とする。筆者はソリッドモデルを行なうフリーソフトウェア(著作権はあるが、配布は自由にできるソフトウェア)を使用して立体図の作成を行なっている(図6)。

コンピュータを用いればあらゆる方向からの図化が可能であるばかりではなく、「資源」(以前に

作成したデータ)の再利用も非常に簡単である。

### V おわりに

地形学における数値地図の利用について今まで述べてきたが、プログラミングに関して筆者の経験からいえることは、

(1) データの構成を良く考える

どのデータからどのデータを派生させることができるかを良く考え、不要なデータは作成しない。また、作成したデータをオーバーレイさせるためにも、データ構造をどのように構築するかを解析をはじめの前の段階で十分に検討すべきである。

(2) 処理プログラムは必要以上に高速化しない。

高速化のためのアルゴリズムをプログラム内に組み込めば処理時間を短縮することができるが、その反面プログラムが複雑になり、予期せぬ過ちが発生しやすくなる。高速化のためのアルゴリズムを組み込まない場合は処理時間はかかるが、プログラムは単純になり、デバッグなどの時間も含まれれば結果的に早く処理を完了することができる。

(3) バックアップをこまめにとる

コンピュータを利用する以上、人為や事故によるデータの損失の可能性は避けられない。これに対処するため、こまめにバックアップをとり、数世代前まで常にさかのぼれる状態にしておくべきである。

#### 文 献

- 1) (財)日本地図センター(編)、数値地図ユーザーズガイド、(財)日本地図センター、1992。
- 2) 野上道男、数値地形分析のための処理システム、地形、Vol. 6, No. 3, pp. 245-246, 1985。
- 3) 野上道男、地理情報とくにラスター型数値地図利用の高度化、情報地質、Vol. 2, No. 4, pp. 331-339, 1991。
- 4) 野上道男、杉浦芳夫、パソコンによる数値地理学演習、古今書院、1988。



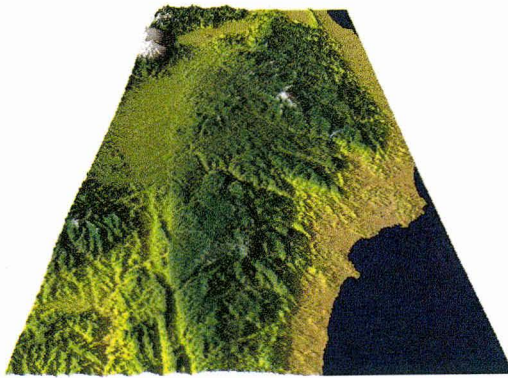


図1 阿武隈山地の俯瞰図。標高ファイルをもとにして作成。山地中央の高い山は阿武隈山地最高峰の大滝根山。北西～南東方向の破碎帯に沿った適従谷（鮫川・夏井川）が目立ち、南西部の八溝山地とは山様がまったく異なる。

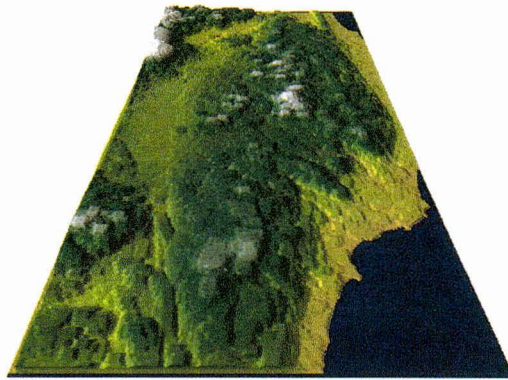


図2 数値地図から作成した阿武隈山地の接峰面図。

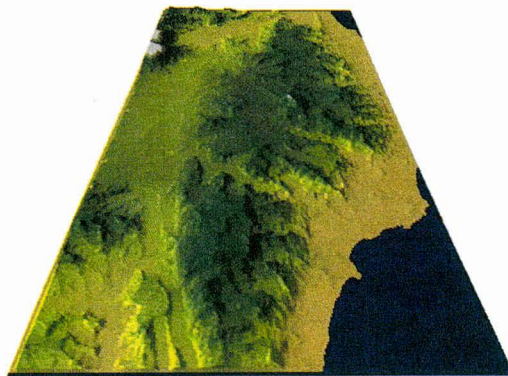


図3 数値地図から作成した阿武隈山地の接谷面図。山地中央の鮫川の谷で山地が南北に別れる。

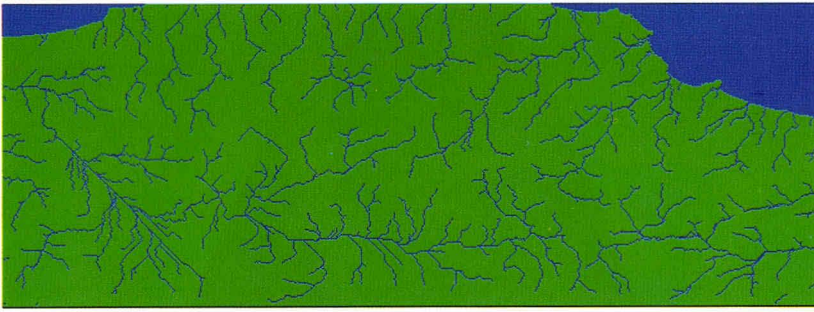


図4 数値地図から作成した阿武隈山地内の流路次数5 以上水系網. 標高値を操作して凹陥点をなくす手法を用いた. 福島付近で阿武隈川の流路が直線になっている.

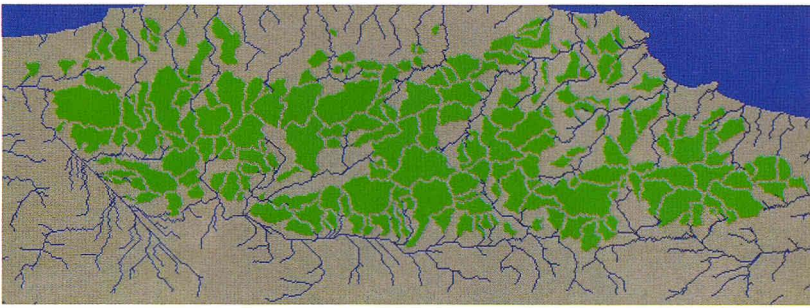


図5 数値地図から作成した最大流路次数が4 次の流域 (204 流域).



図6 抽出した流域を三次元的に表現した図. Zバッファ法を用い, スムースシェーディングとテクスチャマッピングを施した.