

# パソコンで地形を表現する

羽 坂 俊 一 (北海道支所)

Toshikazu HASAKA

## 1. はじめに

地形を正確に表現するものとして空中写真や等高線を用いた地形図等がある。これらの静的なデータを数値化しコンピュータで処理することにより直感的にとらえやすい三次元的表示(鳥瞰図等)や特定情報の強調表示(カラー表示等)を容易に行なうことができる。コンピュータ・グラフィックスによる地形情報の処理は主として大型汎用機や専用機によって行なわれてきたがこれらは誰もが手軽に使えるというほどには普及していない。そこで身近な道具の1つとなり性能も著しく向上してきたパソコンによる地形情報の処理と表現を試みた。

使用したパソコンは NEC PC 9801 VX4 で 鳥瞰図のハードコピーには XY プロッター(グラフィックマイプロットII)とカラープリンター(NEC PC-PR 201 V)を用いた。後述する陰影図では4096色中16色または8色(アナログ)モードを使用しているためアナログ対応のディスプレイが必要である。余色実体視をするためにこれらに加えて1670万色表示ボード(デジタルアーツCGフレーム98)を用いた。カラープリンターは最大8色まで使用できるがアナログモードに対応していないため鳥瞰図以外の図のハードコピーをとるには画面を写真撮影するのが最も容易である。

プログラムは MS-DOS 上の N 88 BASIC で記述し BASIC コンパイラでコンパイルして使用した。

鳥瞰図作成には 淵上(1983) 河西(1983) 塩野ほか(1984)を 陰影図作成には 木下ほか(1984)を参考にした。

## 2. 使用データ

原データとして 定山溪地域では1/25,000地形図を縦横各100ライン 石狩湾地域については大嶋ほか(1985)による1/100,000海底地形図と1/50,000地形図を約500m間隔で縦横各150ラインのメッシュで区切り各格子点の高さを読み取って入力した。定山溪地域では地形図1枚分の100×100 石狩湾地域では50×50のデータを1ブロックとして扱っている。パソコンで処理する

にはその能力からみてこの程度のデータ量を1単位とするのが最適と思われる。定山溪地域では1/25,000地形図を縦横同じ数に区切っている。1枚の地形図で表示される範囲は正方形ではないためメッシュの区切りをそのままディスプレイ上のXY座標の単位にした場合処理後の図形の縦横比を原図と同じにするには何らかの補正が必要となる。しかし地形を直感的にとらえるという目的のためにはさしさわりが無くパソコンの場合はむしろ処理速度の低下やディスプレイそのものの歪みが問題となるので以降に示す例ではこの補正を行っていない。

各グラフィアの作成に要した時間とコンピュータに与えた作成条件を表1に示した。時間の計測はPC 9801 VXのCPUを80286クロック数を8MHzに設定して行なった。視点と太陽の方向角は南を0度として反時計回りで表わしている。また垂直(高さ)方向の縮尺と水平方向の縮尺との比を垂直強調として表わした。

## 3. 鳥瞰図

地形を直接肉眼で眺めた感じに近く表現する手法としては最もポピュラーなものでありコンピュータに与える方向角や伏角を変えることにより色々な角度から見た地形を表わすことができる。今回使用したパソコンではディスプレイの表示領域が最大640×400ドットであって一度に大きな範囲を扱うことはできないためグラフィア1-1は縦横2枚づつ4枚の地形図から作成したものを1枚づつカラープリンターでハードコピー(出力)させ張り合わせて作成したものである。標高100m毎に色分けしてあるが表示地域では地形の高低差が約1,400mあるためカラープリンターで使用できる色の数よりも区分数の方が多くなっている。このため同じ色が繰り返して使われることになり高低の判断がつきにくくなっている。グラフィア1-2は同じ図をXYプロッターで出力したものである。線だけによる白黒表現であるが山の高さ谷の深さ・方向など地形の特徴を一目で理解することができる。作成するのに地形図4枚分で約7時間かかっているが(表1)その殆どはプロッターの描画時間であり同じものをディスプレイに

表示するだけならば約30分で描き終える。

#### 4. 陰影図

地形の見えかたは 太陽光線の方向の違いによって大きく変化することが知られている。空中写真を用いて地形判読する場合も 太陽光線と直交する線構造・リニアメントはよく読み取れるが それらが太陽光線に平行に近くなるにつれ判読しづらくなる。しかし実際の空中写真では光線の方向が限定されている。たとえば日本では 太陽は常に南側にあり北側からの太陽の照射はありえない。そこで自由に太陽の方向と角度を変え不可能を可能にして地形を見ようというのが陰影図である。グラビア2-1は45度(南東) グラビア2-2はそれに直交する135度(北東)の方向から太陽の光を当てたものである。太陽光線の照射の方向によって目に映る地形の特徴が非常に異なることがわかる。鳥瞰図と組み合わせた鳥瞰陰影図では さらに立体感を得ることができる(グラビア3)。また海底地形図のデータに摘要すれば 海底の空中写真(?)も作ることができる。グラビア4-1は平坦な大陸棚部分の地形を読み取るために 海の部分の陰影を陸の部分に対して40倍に強調したものである。グラビア4-2は4-1の海の部分と同じ強さで全体を陰影つけたものであるが 陸の部分では陰影が強すぎて高低差の大きいところが黒くつぶれてしまっている。つまりグラビア4-1では石狩湾の海水を取り去って 海の部分と陸の部分に異なったトーンをつけることにより 大陸棚部分と陸上の山地部分の地形を同時に1枚の図の上で観察可能にしているのである。このようにコンピュータ・グラフィックスは 通常の空中写真で見られないイメージを易々と表現してくれる。

#### 5. エッジ強調

空中写真でも グラビア2に示したような陰影図でも太陽光線の方に向いている面は明るく 反対を向いている面は暗くなっている。この明暗の境界が 尾根または谷にあたるエッジ部である(松野ほか 1975)。陰影図では地表で反射される光の強度を計算し それに応じてディスプレイ上の対応点の明るさを黒から白へ変化させることにより地形情報をイメージ化している。これは白黒写真のポジにあたる。これとは逆に強さに応じて白から黒へ変化させる。つまり写真のネガにあたるものを作り この つをピッタリ重ね合わせるとディスプレイ上の図は真っ黒になり これを少しずらすと隙間が

生じ白い部分がでてくる。これが先程のエッジ部である。ネガを光線に近づける方にずらすと谷の部分を選ばせる方へずらすと尾根の部分の抽出することができる。

グラビア5-1 5-2はそれぞれグラビア2-1 2-2の谷地形をエッジ強調したもので 太陽光線に直交する方向の谷が見事に抽出されている。

以上の例が示すように任意の方向のリニアメントを人間の主観を入れずに しかも谷地形と尾根地形を別々に抽出できるため この手法はリニアメントの解析に極めて有効である。

#### 6. 実体視

空中写真は隣り合う2枚の写真が面積で約60%重複するように撮影されている。この重複した部分を並べて左側の写真を左目で 右の写真を右目で別々に見ることにより遠近感(立体感)を得ることができる(西村 1975)。これが実体視である。これと同じことを村田ほか(1987)の方法に基づいて陰影図で試みた。鳥瞰陰影図(グラビア6)ではステレオ法と同時に遠近法を用いて奥行を出しているため 山の前後関係や高さをはっきりわかり グラビア1に示した鳥瞰図よりもはるかに実体感のあるイメージを与える。しかし同一方向から角度を10度かえただけで実体視しているため 山の影になる部分は隠れて見えない。グラビア7は重複撮影された空中写真に相当し 図面の鉛直上方から見た形で作成したものである。グラビア6では影になっている部分も見ることができる。グラビア8はグラビア7の左右の図をそれぞれ赤と緑で表わして重ねて表示したもので 図1のような簡単な眼鏡の型を作り 左目側に赤 右目側に青のセロハンを張り これを通して見ると実体視することができる。これは立体アニメ映画と同じ方法で余色実体視と呼ばれている。余色実体視は細部の像がぼけるため判読には不利とされているが 640×400ドット程度の分解能であるパソコンのディスプレイ上では像のぼけはそれほど気にならない。パソコンでは表示領域を大きくとることができないため 一度に扱う範囲を狭くしなければ 2枚の図を同時に表示させることができない。またステレオ実体視のためには訓練された人でない限り特殊な眼鏡(実体鏡)が必要であるが 余色実体視用の眼鏡は誰にでも容易に作成できる。このためディスプレイ上で手軽に実体視観察するには余色実体視が有利である。

7. おわりに

コンピュータを用いることにより原地形の数値データさえあれば 簡単に色々な角度から地形を見たり実体視をすることができる。元となるデータは 1/50,000 や 1/25,000地形図のみならず 海底地形図や平板測量によって作られた任意の縮尺の地形図からも集めることができる。また今回はデータを地形図から直接読み取って使用したが 国土地理院から供給されている国土数値情報磁気テープ (国土地理院 1984) をパソコンで読み込める形式のファイルに直せば データ入力の手間をかけるに図を眺めることができる。

今後はさらに開発・改良を続けるとともに地質構造解析の補助手段とするなど 利用面についても検討していきたい。

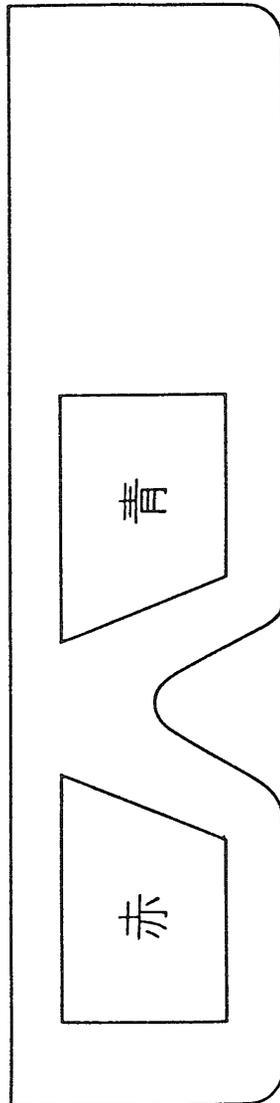
謝辞：本図作成にあたりパソコンの取り扱い及びプログラムの作成に際し助言をいただいた地質調査所北海道支所 前支所長成田英吉氏 太田英順氏と 出力した図の検討ならびに実際のフィールドとの対比をさせていただいた矢島淳吉応用地質課長 渡辺寧氏及び地質調査所海洋地質部 斉藤文紀氏に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

洲上季代絵 (1983) PC 8801 グラフィックス. サイエンス社 140p.  
 河西朝雄 (1983) 98グラフィックス入門. 技術評論社 254p.  
 塩野清治・弘原海清・升本真二 (1984) マイコンによる格子データの三次元グラフィック表示. 情報地質 No.9 p.61-71  
 木下 章・岡庭直久 (1984) 新しい地図表現 (陰影) の試み. 国土地理院時報 No.60 p.36-39  
 大嶋和雄 他 7 名 (1985) 開口性沿岸海域開発に伴う底質汚染予測技術に関する研究—石狩湾—. 昭和59年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書 p.64. 1-64.32  
 松野久也・田島大三・星野一男・山田修兵 (1975) ERTS 映像による地質構造解析—エッジ強調処理 (edge enhancement) 技法の応用. 地質ニュース245号 p.1-13  
 西村蹊二 (1975) 図説写真測量. 朝倉書店 107p.  
 村田泰章・矢野雄策・花岡尚之 (1987) ステレオ地質図の試み. 地質ニュース 396号 p.1-7  
 国土地理院 (1984) 国土数値情報 14p.

第1表 各グラビアの作成に要した時間とコンピュータに与えた作成条件。視点方向 伏角 太陽方向 高度の単位はいずれも度である。

図	時間	視点方向	伏角	太陽方向	高度	そ の 他
1-1	6分×4	0	30			垂直強調 2倍
1-2	108分×4	0	30			垂直強調 2倍
2-1	13分	0	90	45	45	
2-2	13分	0	90	135	45	
3-1	60分	45	30	45	45	垂直強調 2倍
3-2	60分	180	30	180	45	垂直強調 2倍
4-1	7分	0	90	45	45	
4-2	7分	0	90	45	45	
5-1	30分	0	90	45	45	ずらした距離 縦横100m
5-2	30分	0	90	135	45	ずらした距離 縦横100m
6	60分×2	10	0	45	0	45 垂直強調 2倍
7	13分×2	90	70	75	45	45 垂直強調 2倍
8	5.1分	90	270	75	45	45 垂直強調 2倍



第1図 余色実体視用眼鏡 (フィルター). 左右それぞれに赤と青のセロハンをはる。