

《教育実践報告》

アナグリフ画像による地形実体像の共有と地理教育での利用

後藤 秀 昭*・佐藤 崇 徳**

I. はじめに

空中写真は、文字通り空中から撮影されたものであり、地表に立つ人間が見るよりも格段に広い範囲の地表の情報を観察することが出来る。このため、地理学の研究と教育で広く利用されている。特に、地表面形態（地形）については、空中写真を実体視して判読し、地形面の区分をするのに使われ、地形研究の基礎的な資料となっている。空中写真は、同じ撮影コースの連続した写真（ペア写真）を左右それぞれの眼で見ることによって頭の中で実体像を作り出すことができ、実体鏡などを利用すればほとんどの人が実体像を得ることができる。

空中写真を利用して得られる実体像は、人による差異はないが、その実体像から地表の様子を読み解くことができるかどうかは「その目」を持っているかどうかにより異なる。地形に関していえば、空中写真を実体視できることと地形判読ができることは異なり、空中写真から地形を読み解くことができるようになるまでには、「その目」を育てるトレーニングが必要となる。その際、実体像がそれぞれの人の頭の中に生成されるという特殊性を考慮せねばならず、教育方法には工夫が必要である。

地形は本来三次元のものであり、それを直感的に把握するために、これまで鳥瞰図や立体模型などを使ってきた。数値標高データ（DEM）の整備によりパソコン上で鳥瞰図だけでなく、ステレオ画像も作成できるようになっており、空中写真と同様にDEMを用いて地形実体像を得ることができる。これを効果的に利用した教材の開発が望まれる。

これらを踏まえ、本稿では実体像を共有して地形を読み解く技術を教育するという視点から、実体像を共有する方法を簡単に整理するとともに、筆者の一人である後藤が、福島大学教育学部の「自然地理学概論I」、「地形学」¹⁾の講義で行ったアナグリフ画像を用いた授業について報告する。

II. 実体像を共有する方法と問題点

実体像を複数の人で共有する方法には、双視実体鏡や実体鏡を眼鏡のように利用する方法、アナグリフ画像を用いる方法などがある。これらの方法の概要と問題点を整理する。

1. 双視実体鏡

実体鏡には、反射鏡を2度通して写真を見るものと反射鏡を通さずに見るものがある。これらは一度に実体視できる範囲が異なるだけで、いずれも1人で利用するようにつくられている。一方、双視実体鏡（例えば牛方商会製CONDOR T-22²⁾）は、同じペア写真を2人で同時に見られるようになっている。この実体鏡は、2つの反射鏡付きの実体鏡を組み合わせたような形をしており、写真を挟んで向かい合って実体視ができるようになっている。

この実体鏡によって得られる実体像は、通常の実体鏡を用いて得られるものと全く同じであり、それをそのまま共有することになる。したがって、心身ともに負担が少なく、議論や教育がしやすいと思われる。ただし、2人でしか見られないことや、実体鏡そのものが高価という問題もある。

*福島大学教育学部, **沼津工業高等専門学校

2. 眼鏡式実体鏡

机上で用いる実体鏡を小さくし、それを眼鏡のように目の前につけて実体視を行うものがある。ここでは眼鏡式実体鏡と呼ぶ。渡辺・鈴木(1999)に付属しているステレオミラービューワ³⁾やVirtual View⁴⁾などがそれにあたる。両者の基本的な構造や原理は同じである。以下では、筆者が利用したことのあるステレオミラービューワをもとに記述する。

渡辺・鈴木(1999)は、地形実体像を複数人で共有し、変位地形の判読方法を教育することを目指してCD-ROM版でも刊行されている。CD-ROMには多数の空中写真が収録されており、ステレオミラービューワが1つ添付されている。ビューワを使うことにより、パソコン画面上に表示されるペア写真を実体視することができる。液晶プロジェクタやOHPなどでスクリーンに投影して実体視することもできる。このビューワは単体でも販売されており、人数分用意すれば複数人で実体像を共有することができる。上述のCD-ROMに収録された写真に限らず、任意の場所の空中写真をスキャナで取り込むなどしてペア写真を用意すれば実体視が可能である⁵⁾。

ステレオビューワで実体像を共有する際には、空中写真そのものをスキャナなどで取り込み、OHPや液晶プロジェクタなどで投影することになり、実体像は空中写真を直接実体視する場合とほぼ同じである。空中写真と同様に、微細な地形まで判読可能である。ステレオビューワは、地形実体像の共有には画期的な方法であると思われる。

しかし、この方法にも利用の目的によっては問題も生じてくる。ステレオビューワには、上部中央付近にダイヤルがつけられており、個人差のある両眼の間隔やペア写真の間隔の違いに応じて調整できるようになっている。これを言い換えれば、ペア写真ごとに多少の調整が必要ということである。写真ごとの調整は煩雑であり、実体視ができるまでに多少の時間が必要と

なる。また、写真を真正面から見ないと実体視することが困難なため、投影する写真の大きさにもよるが、10名程度より少ない人数が適当で、それより大人数での実体像の共有は難しい。さらに、ステレオビューワそのものが安価ではない。とはいえ、判読できる画像の品質から考えて、数人での実体像の共有には極めて有効な手法であり、適切に利用するとよいであろう。

3. アナグリフ

アナグリフ(anaglyph)は、赤と青の画像を重ね合わせたもので、赤色(左眼)と青色(右眼)のフィルターをつけた赤青眼鏡を通して画像を立体的に見るものである。日本では、余色立体視という訳語が使われることもある。裸眼や実体鏡のように写真や個人による調整が必要なく、赤青眼鏡をかけるだけでほとんどの人が容易に実体視を行うことができる。また、赤青眼鏡は実体鏡に比べて極めて安価⁶⁾であり、自作も可能である。さらに、眼鏡式実体鏡ほど画像を真正面から見る必要はなく、多少斜めから見ても問題ない。このように、アナグリフ画像は実体視が容易なだけでなく、実体像の共有にとっても好都合なことが多い。大学での講義など大人数での利用には適している(佐藤, 2003)。

III. アナグリフ画像の作成方法

アナグリフはパソコンを用いれば自分で作成することができる。その具体的な方法について次に紹介する。

パソコン上で空中写真をアナグリフ画像にするには、市販のフォトタッチソフトを利用する方法と、アナグリフ画像作成専用のソフトを利用する方法とがある。前者では、広く利用されているAdobe Photoshop⁷⁾を例にその手順を具体的に紹介し、後者では、MacintoshとWindowsそれぞれのソフトの使用法を簡単に紹介する⁸⁾。また、数値標高データ(DEM)からアナグリフ画像を作成する方法についても紹介する。

空中写真をアナグリフ画像にするには、フォト

レタッチソフト、アナグリフ作成専用ソフトのいずれを利用する場合でも、ペア写真をスキャナで読みとってデジタル化し、同じ範囲の画像となるように準備しておくことが必要である。その際にペア写真は別々のファイル（便宜的に写真画像ファイルと呼ぶ）となるように保存する。

1. Adobe Photoshopを利用する方法

Mannel氏のWebサイト⁹⁾を参考にグレースケール（モノクロ）画像のアナグリフ画像作成手順を紹介する。この方法は、フォトレタッチソフトの一般的な機能だけを用いており、Photoshop以外のソフトでも利用できると思われる。

- ・写真画像ファイルを両方ともフォトレタッチソフトで開く。（この時に、平行法で立体視ができるように並べておくとよい。）
- ・両方の画像をグレースケールに変換してカラー情報を廃棄した後に、RGBカラーに再変換する。

（「イメージ」→「モード」→「グレースケール」で、グレースケールに変換。「イメージ」→「モード」→「RGB」でRGBに再変換。）

- ・右側の画像のR（赤）チャンネルの画像を取り除く。

（「ウインド」→「チャンネルを表示」を選んで、「チャンネルウインド」を開く。「チャンネルウインド」の「赤」だけを変更可能とする。「選択範囲」→「すべてを選択」にして、「編集」→「消去」）

- ・左側の画像のR（赤）チャンネルの画像をコピーする。

（「チャンネルウインド」の「赤」だけを変更可能とする。「選択範囲」→「すべてを選択」にして、「編集」→「コピー」）

- ・コピーした画像を、右側の画像のR（赤）チャンネルに貼り付ける。

（「チャンネルウインド」の「赤」だけを変更可能とする。「編集」→「ペースト」）

- ・右側の画像をRGBすべてのチャンネルを表示すると、アナグリフ画像となっている。

（「チャンネルウインド」から「RGB」を選ぶ。）

2. アナグリフ作成専用ソフトを利用する方法

・Macintoshの場合

Macintoshの場合には、Stereo Press¹⁰⁾を用いてアナグリフ画像を作成することができる。作成手順は、写真画像ファイルをStereo Pressで開き、右側の画像を手前（アクティブ）にして、メニューの「ステレオ画像」から「アナグリフ作成」を選ぶだけである。視差をゼロにする領域を設定できるので、画像によって見やすいアナグリフとなるように調整するとよい。

・Windowsの場合

Windowsの場合には、Anaglyph Maker¹¹⁾が利用できる。作成手順は、Anaglyph Makerを起動し、「Load Left Image」ボタンをクリックして左の写真画像ファイルを、「Load Right Image」で右の写真画像ファイルを読み込んだ後に、「Make 3D Image」のボタンをクリックするだけである。Anaglyph Makerでは、赤と青の画像の配置位置や明るさ、コントラストを微妙に変えられるようになっており、見やすい画像となるように調整できる。

3. 数値標高データ (DEM) からアナグリフ画像へ

数値標高データ (DEM) をアナグリフ画像にするには、MicroImage社のTNTlite¹²⁾などのGISソフトを利用する方法が一般的である。TNTliteでは、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）や同250mメッシュを読み込んで、ワイヤフレームの鳥瞰地形を生成させて、アナグリフ画像に変換する。アナグリフへの変換は、「立体視深度スケール」と「立体視基準距離」の2つのパラメータに対してマウスでスライダを移動させて調節するだけであり、操作は容易である。生成されるアナグリフ画像は、空中写真のように地表を鉛直方向から見ただけでなく、自由に視点を設定できる鳥瞰地形であり、地形や発達場所によってはより視覚的な地形を生成できる。

本格的なGISソフトを導入せずともMacintoshでは、数値地図ビューア¹³⁾を利用してアナグリフ画像を作成できる。作成の具体的な手順は、数値地図(標高)を読み込み、メニューの「補助機能」から「ステレオ画像の作成」を選んで、「アナグリフ」をラジオボタンで選択するだけである。この際、段彩図を数値地図ビューアの「雪景色」や「冬景色」などのモノクロや淡い色にしておくと見やすいアナグリフ画像となる。このように、GISを用いることなくDEMからアナグリフ画像をきわめて簡単に作成できる。

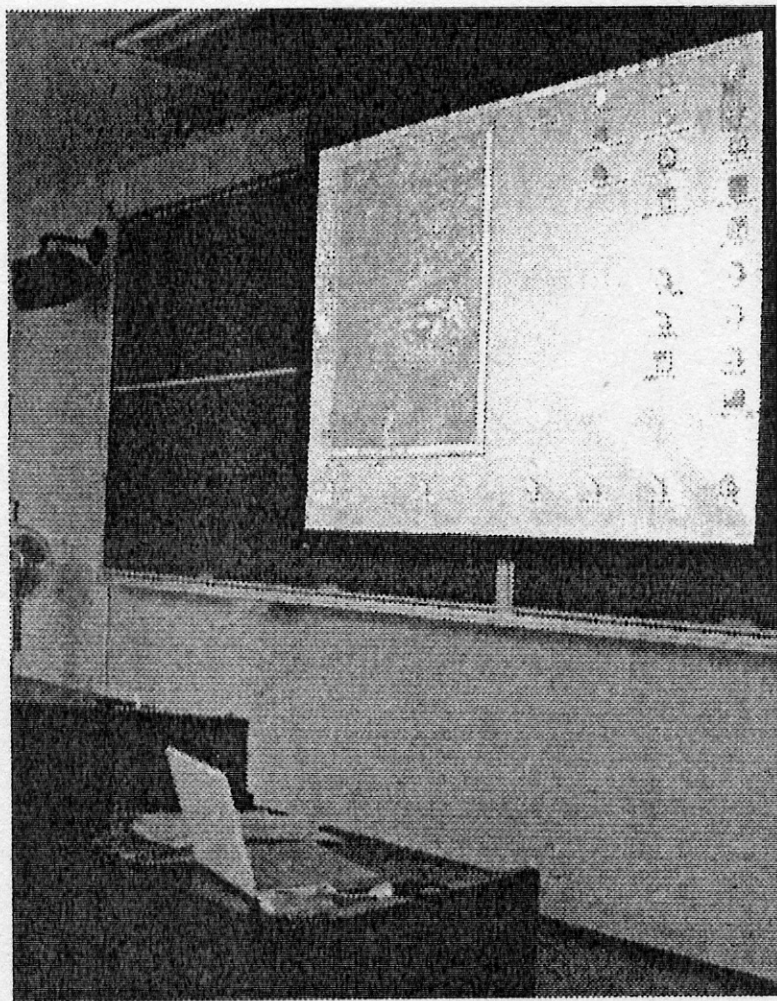


写真1 アナグリフ画像を投影した授業風景。手前にあるノートパソコンの画面を液晶プロジェクタで投影している

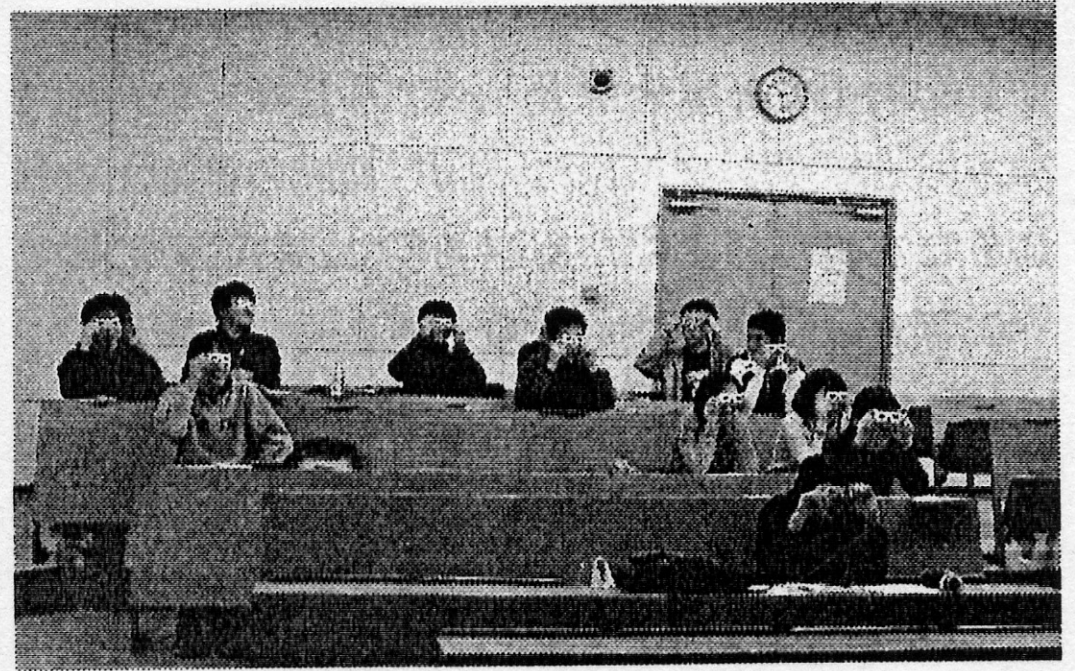


写真2 アナグリフ画像を赤青眼鏡で実体視する学生たち

IV. アナグリフ画像の地理授業での利用

後藤は、福島大学教育学部の講義「自然地理学概論I」、「地形学」においてアナグリフ画像を用いた授業を行った。この講義では、外的作用によって形づくられる地形のうち、最も身近な流水による地形を解説している。具体的には、マスマーブメントによる斜面の発達、河川地形、海岸地形である。また、東北地方の地形発達を解説するなかで、内的作用による地形も扱っている。配布資料と板書、それに液晶プロジェクタでの資料の提示によって授業を進めている。アナグリフ画像は、パソコンの画面を液晶プロジェクタでスクリーンに投影して利用した(写真1, 2)。

授業のなかで使用したアナグリフ画像を一覧にして表1に示した。アナグリフ画像を利用した初めての授業であり、利用例として参照いただきたい。なお、この授業では、できるだけ身

表1 福島大学教育学部 平成14年度の「自然地理学I」、「地形学」で用いたアナグリフ画像

地形の種別	場所	資料の種類	使用した資料	口絵の画像番号
地滑り	長崎県平山, 樽河内 福島盆地北部の半田山	空中写真 DEM	貝塚ほか編(1985)を使用	画像1
扇状地	徳島県三野町の滝谷川扇状地 福島盆地西縁の白津川扇状地	空中写真 空中写真	国土地理院撮影 SI-65-1X C6-7, 6 国土地理院撮影 TO-63-7X C7-5, 6	画像2
河成段丘	沼田盆地 福島盆地北部の桑折付近	DEM 空中写真	国土地理院撮影 TO-63-7X C3-3, 4	画像3
海成段丘	室戸半島西岸(羽根岬)	空中写真 DEM	空中写真は, 貝塚ほか編(1985)を使用	
山地の地形	東北地方南部の山地	DEM		画像4

注) DEMの場合は国土地理院発行「数値地図50mメッシュ(標高)」を使用した。

近な地域を取り上げることを心がけている。

地滑り地形では、貝塚ほか編（1985）にある空中写真をアナグリフ画像とした。このように印刷物となっているペア写真もスキャナで読み込めば、アナグリフ画像とすることができる。ここでは、地滑り発生前後の写真とともに、さらに古い地滑り地形の写真があり、地滑りによる斜面の発達を理解しやすいと思われた。ただし、アナグリフを用いた最初の授業であり、教員・学生とも不慣れだったことや、地滑りの地形が写真のなかで小さく写っていたこともあり、学生からはわかりにくいという声も聞かれた。

次に、東北地方には多くの地滑り地形があることを説明し、福島盆地北部の半田山の地滑り地形について数値標高データ（DEM）からアナグリフ画像にしたものを提示した（**口絵の画像1**）。アナグリフ画像から滑落崖と地滑り堆積物との対応が明瞭に判読でき、ほとんどの学生が理解できたようであった。また地上から撮影した写真や地形図を補いながら説明を行い、理解を深めた。

扇状地では、明瞭な地形が発達し、典型的な土地利用がなされている福島盆地西縁の白津川扇状地を取り上げた（**口絵の画像2**）。扇状地は緩やかな斜面で、起伏が小さいことや、地形の規模に対して写真の縮尺が小さかったためか、投影したアナグリフ画像から地形をイメージするのは学生にとってやや困難なようであった。地形図作業を行わせるとともに、DEMから作成した鳥瞰図を提示して補足的な説明を行い、扇状地の地形や発達場所、土地利用の特徴を理解させた。

河成段丘や海成段丘では、空中写真とDEMの両方から作成したアナグリフ画像を提示した（**口絵の画像3**）。DEMから作成した地形については、斜め空中写真をあわせて提示し、地形をイメージしやすいようにした。その効果もあってか、学生からは、DEMから作成したアナグリフ画像の方が理解しやすいという声が多かった。

東北地方の地形では、福島県が含まれる南部をアナグリフ画像にして提示した（**口絵の画像4**）。東

北地方の山地配列や、奥羽山脈と阿武隈山地の地形の違いが容易に理解できたようである。また、地形が与える気候への影響として冬季の積雪についても説明を行った。アナグリフ画像では、奥羽山脈の峠の場所を簡単に認識することができ、雪雲の分布との比較を通して、冬季の気候の特徴が理解できたと思われる。

V. おわりに

本報告では、個々人の頭の中で生成される地形実体像をいかにして共有するかという視点から、その方法を整理するなかで、アナグリフ画像の利点と具体的な作成方法や手順を記した。また、アナグリフ画像を用いた福島大学での授業を実践例として報告した。

アナグリフ画像によってすべての学生が地形実体像を得ることができた。本来三次元である地形を実体に即して理解できるため、学生にとっては極めて有益な資料となったようである。その一方で、スクリーンに投影したアナグリフ画像を用いて地形を読み解くには、教材の選定が教育効果を大きく左右することが分かった。微細な地形や起伏の小さい地形を判読する場合には、投影した画面でのアナグリフは見づらいこと、また用意できる空中写真の縮尺によっては地形を把握しにくいことから、利用を控えた方がよいと思われた。地形のスケールによっては、数値標高データ（DEM）の方が地形そのものの理解には適していた。とはいえ、土地利用との関係を理解させたり、数値標高データでは表現できないような地形の場合には空中写真が欠かせない。両者の適切な使い分けが必要であると思われる。

アナグリフ画像を用いた地形実体像の共有が自然地理や地形の教育に万能なはずはなく、地形図や斜め空中写真など従来からある教材と組み合わせる利用することが地域の理解を容易にさせることはいうまでもない。また、アナグリフは赤青眼鏡を利用するため、目に負担がかかっており、乱用することは控えた方がよい。このことも他の教材を併用する動機となるであろう。

今後は、DEMに土地利用データを重ね合わせてカラーアナグリフを作成し、地形と土地利用との関連を考えさせる材料とするなどの工夫も必要と考えている。また、典型的な地形を系統的にアナグリフ教材として揃え、広く利用できるようにしていくことも重要であろう。

本研究・教育実践を進める過程において、片柳由明氏には、数値地図ビューアでアナグリフが作成できるようにして下さった。記してお礼を申し上げます。なお、本研究は、平成14年度福島大学教育学部教育実践改善特別経費「簡易GIS（地理情報システム）による地理教育の実践」（代表者：後藤秀昭）の一部を使用した。

注

- 1) 学校教育教員養成課程の社会科学系教育コース社会科教育専修向けに「自然地理学I」として開講し、生涯教育課程の環境科学教育コース環境科学教育専修向けの「地形学」と同時に開講している。
- 2) 牛方商会作成の使用説明書およびカタログに基づいて記述した。価格は平成14年10月21日現在、520,000円（税別）。
- 3) 古今書院から単体でも販売されており、価格は平成15年3月現在、2,800円（税別）。
- 4) <http://home2.highway.ne.jp/aizawa-t/>に自作のための設計図や使用方法が記されている。
- 5) 古今書院作成のステレオミラービューワのカタログにも利用法の一例として記されている。
- 6) 例えば、STEREOeYe (<http://www.stereoeye.jp>) では、80円で販売されている。
- 7) Windows用、Macintosh用とも発売されている。

詳しくは<http://www.adobe.co.jp>を参照。

- 8) <http://user.numazu-ct.ac.jp/~tsato/tsato/>にアナグリフについての解説とアナグリフ作成ソフトのダウンロード先等のリンクがある。
- 9) <http://www.paper-paper.com/advanced3-d.html>
- 10) 小野修司氏作成のフリーウェア。Mac OS 8.6以降で作動し、Mac OS XではClassic環境で作動する。<http://www2.pair.com/shuono/>からダウンロードできる。
- 11) 関谷隆司氏作成のフリーウェア。Windows 98/Me NT/2000/XPで作動する。<http://www.stereoeye.jp>からダウンロードできる。
- 12) TNTliteは、無料で配布されている。MicroImage社のTNTmips（有償GISソフト）とほぼ同じ機能を備えているが、ソフト上で扱える情報量（表示できる範囲）が制限されている。Unix上で作動し、エミュレータを介してWindowsやMacintosh上でも作動する。日本での販売代理店であるオープンGIS (<http://www.opengis.co.jp/>) からダウンロードできる。
- 13) 片柳由明氏作成のシェアウェア（2,000円）。Mac OS 8.6以降で作動し、Mac OS Xにも対応している。<http://www.jizoh.jp/>からダウンロードできる。

文献

- 貝塚爽平・太田陽子・小疇 尚・小池一之・野上道男・町田 洋・米倉伸之編（1985）：『写真と図でみる地形学』東京大学出版会，241p.
- 佐藤崇徳（2003）：アナグリフによる地形実体視の地理教育での活用。日本地理学会発表要旨集，no.63，p.283.
- 渡辺満久・鈴木康弘（1999）：『活断層地形判読—空中写真による活断層の認定— CD-ROM版』古今書院。

Producing Anaglyphs and Its Application to Geographical Education

Hideaki GOTO and Takanori SATO