

地形判読研修の開催報告

中島 礼¹⁾・小松原 純子¹⁾・小松原 琢¹⁾・阿部 朋弥¹⁾

はじめに

産業技術総合研究所の業務に係る産学官連携や人材育成などの支援のために設立された産総研コンソーシアムの1つである「地質人材育成コンソーシアム」では、地質調査の技術の伝承や地質研究の普及などを目的として活動しています。今回、地質人材育成コンソーシアムでは、「少人数で学ぶ地形判読研修～室内作業から現地実習まで～」という研修を2018年12月11日～12日の2日間にわたって開催しました。地形判読とは、一般に空中写真を実体視したり、DEM(デジタル標高モデル)を解析することで地形の凹凸や標高差を認識し、段丘面の高低や低地の微地形、活構造などを認識する地形学的研究手法です。地質や地形の現地野外調査の前に露頭の位置や地形の形状を知っておくという意味で、地形判読は効率的に野外調査を行うための作業の一つです。そして、地形判読によって得られた立体的な地形の情報は、その地域の地形及び地質の発達史を考える上で重要なものになります。最近では、Google EarthやGoogle Mapなどインターネットで閲覧することが出来る空中写真やGoogleのストリートビューによって、まるで現地にいるかのようにして野外の写真情報を得ることが可能になりました。このようなデジタル情報の活用も、今後地形判読に多いに役立つものになると思われます。そこで今回、地形判読の研究手法やインターネットの発達という背景を考慮し、地形判読を実務とする方から一般の方までを対象とした研修を企画・実施しました。本稿では研修の企画内容と実際の研修風景を紹介します。

研修の企画

研修の講師として、地形調査の専門家である大井信三氏にお願いしました。大井氏は国土院で土地条件調査をはじめとした地形調査に長く携わり、地形分類や地形判読技術についての専門家です。現在は地質情報研究部門の客員研究員となり、千葉県内の5万分の1地質図幅作成にも著者としてご協力いただいています。研修内容については、大井氏と中島で検討し、空中写真を用いた室内実習と

実際に空中写真の現場の地形を見る野外実習をそれぞれ1日ずつ実施することにしました。室内実習としては、空中写真を実体視鏡で見たり、アナグリフ画像を3D赤青メガネで見るといった判読手法と、最近全国的に整備されている高精度なDEMを用いた地形解析をパソコンのモニタ上で行うという、アナログとデジタルの両方の手法について学んでもらうことにしました。パソコンのモニタ上で行う地形判読の利点としては、データ保管が紙媒体よりも容易であること、任意に拡大・縮小が出来ること、全国の空中写真やDEMデータが無料で入手可能であること、などが挙げられます。また、DEMの利点は、航空レーザー測量によって植生や人工構造物を取り除いたデータであること、ソフトウェアを用いることで多様な地形表現が出来ること、などがあります。野外実習については、地形は地表の幾何学情報というだけでなく、地下の地層の成り立ちにも基づいていることを実感してもらう目的で調査地域を選びました。また当然、室内実習と野外実習で学んでもらう地域は同じである必要があります。そして、地形判読の研修内容の理解度を深めるには、参加者を少なめにして指導者側と参加者側の距離感を縮めた方がよいという大井氏の考えに基づき、今回は5人前後の参加者を募集しました。

今回、パソコンを使った室内実習をするにあたり、後藤・中田(2011)を参考に、以下のソフトウェアやデータ取得サイトを紹介しました。

(1) ソフトウェア

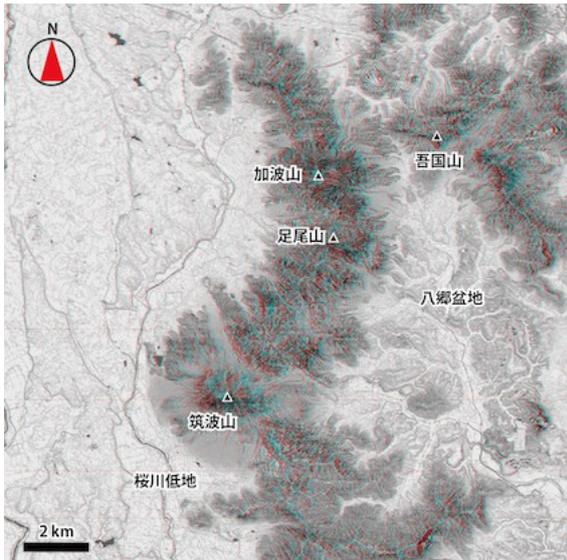
「ステレオフォトメーカー」(<http://stereo.jpn.org/jpn/stphmkr/index.html>: 2019年2月25日確認): Windows用フリーソフト。実体視の写真判読のため、アナグリフ画像及び空中写真を並べて表示できます。

「ジオ地蔵」, 「Simple DEM Viewer」(<http://www.jizoh.jp>: 2019年2月25日確認): Macintosh用フリーソフト。DEMからアナグリフ画像が作成できます(第1図)。地形の陰影の強さや高さの強調が設定できます。

「基盤地図標高変換」(<http://www.jizoh.jp/pages/utill.html#dem10conv>: 2019年2月25日確認): DEMデータを「ジオ地蔵」「Simple DEM Viewer」で使用するためのBIL形式に変換するソフトです。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード: 地形, 地質, 地形判読, 実体視, 空中写真, アナグリフ, 八郷盆地, 桜川低地



第1図 DEMを用いて作成した筑波山周辺のアナグリフ画像。

「カシミール 3D」(<http://www.kashmir3d.com/kash/kashget.html>:2019年2月25日確認) Windows用フリーソフト。iOS, Android 環境でも使用可能。DEMから陰影図、標高段彩図など地形判読に有用な図を作成できます。有料になりますが、「カシミール 3D スーパー地形セット」は地形判読がわかりやすい表示が出来るのでお勧めです。スマートフォン版として、iOSの「スーパー地形」とAndroidの「スーパー地形 LITE」もあります。

(2) データの取得

「空中写真データ」

国土地理院の「地図・空中写真閲覧サービス」(<https://mapps.gsi.go.jp/>:2019年2月25日確認)から400 dpiの空中写真画像をダウンロードできます。空中写真のステレオ画像はステレオフォトメーカーでモニタ上で実体視に使うことができますし、写真光沢紙に印刷すれば実体視鏡でも使えます。

「DEM データ」

国土地理院の「基盤地図情報ダウンロードサービス」(<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>:2019年2月25日確認)における基盤地図情報数値標高モデルから5 mメッシュ(整備されていない地域は10 mメッシュ)がダウンロードできます。

「アナグリフ画像」

国土地理院の地理院地図(<http://maps.gsi.go.jp/>)から全国のアナグリフ画像が閲覧可能です。ただし、表示設定が固定されているため、「ジオ地蔵」や「Simple DEM Viewer」のように細かい設定はできません。

1日目の室内実習

6名の参加者は朝10時に第7事業所に集まり、会場となる第二会議室に移動しました。参加者の内訳は、地質コンサルタント会社から3名、大学教員1名、大学生1名、一般1名でした。そのうち5名の参加者は茨城近県の方でしたが、1名は奈良県からの参加でした。当日はパソコンを利用した実習となるので、各自ノートパソコンを持参してもらいましたが、中にはデスクトップパソコンを持参する参加者もいました。

最初は大井氏から地形判読の目的や地形分類の概説の講義があり、習うよりも慣れるということですのですぐに実習に入りました。実習ではまずこちらで準備した筑波山周辺の桜川低地や八郷盆地^{やさと}の空中写真を実体視鏡で見てもらいました。ほとんどの参加者が、実体視鏡を使うのは初めてという人や大学の授業以来ということでした。実体視するのに実体視鏡を使うのと使わないのでは雲泥の差なのですが、実体視鏡を使ったとしても、覗いた状態で左右の目の焦点を別々に動かしたり、左右の写真を微妙にずらしながら写真に写っている場所をうまく左右で重ねなければなりません。そして、実体視出来たとしても、さらに頭の中で見えた地形の高低差を考えなければなりません。この複雑な作業は初心者にとって難しく、気分が悪くなること請け合いです。実体視出来たとき、つまり目の前に高低が明瞭な地形がぱっと広がったときは嬉しいものですが、長時間続けるとやっぱり気持ち悪くなるのが多々あります。この訓練を乗り越えられるかどうか、地形学を好きになる人とそうでない人の違いなのかもしれません。

実体視鏡を使った実体視の次に、パソコンを使用したやり方を始めました。まずはソフトウェアのインストール、ソフトウェアの使い方の説明を受けました。最初はステレオフォトメーカーのソフト上で、空中写真を並べて実体視をするやり方を学び、次にアナグリフ画像を用いて実体視する作業を始めました(第2図)。このやり方では、赤と青に色分解された空中写真やDEMの画像を3D赤青メガネを通して見ることで、両眼視差により立体的な画像として見る事が出来ます。このやり方は実体視鏡を使うやり方よりも簡便で、気分が悪くなる事が少ないです。今回は、国土地理院が公開しているDEMの5 mメッシュデータを地図表示ソフトである「ジオ地蔵」を使用して、アナグリフ画像を事前に作成しておきました。参加者には、3D赤青メガネを用いてアナグリフ画像をパソコンのモニタ上で見ることで実体視してもらいました。

次に実施したのは、「カシミール 3D」で作成した標高段



第2図 室内実習の様子。3D赤青メガネを使ってモニタに表示されるアナグリフ画像を実体視中。

彩図による地形判読です。標高段彩図は標高毎に色分けされているので、同じ標高の地形面が同色に近い色で表示されるため、段丘地形など平らな地形を認識しやすくなります。ただし標高段彩図では、傾斜のある地形面は違った色で表示されるということを注意しなければなりません。

以上の3つの地形判読のやり方を紹介し、翌日の野外調査地となる桜川低地と八郷盆地の地形判読を参加者がやりやすい手法で進めてもらいました。皆さんの様子を見ると、実体視鏡を用いるよりも、モニター画面で見ることが出来るアナグリフやカシ米尔3Dを使うことで地形の高低差や地形面の認識がしやすかったようです。ただし、地形判読結果を地図上に地形分類図として描く時には、自分が認識した線としての地形境界が正しいのかどうか判断が難しかったようでした。この判断には経験が必要と思われます。

2日目の野外実習

初日に地形判読した地域を実際に歩いて地形の特徴を実感してもらうことを目的に、2日目には野外実習を実施しました。Stop 1(つくば市中根)では、桜川低地の微地形を観察しました。ここでは標高9mと6mの2面の下位段丘面が分布しており、実際に周囲を歩くことでそれらの標高差を感じてもらいました。近くを流れる桜川の堤防から、歩いた下位段丘2面とその上位にあたる中位段丘面を遠望しました(第3図)。次のStop 2(土浦市飯田)はStop 1よりも桜川の下流域にあたり、ここでは下位段丘面が沖積面に没する様子を観察しました。次は土浦市と石岡市を結ぶ朝日トンネルを抜け、八郷盆地のStop 3(石岡市戸の内)で上位段丘堆積物の露頭を観察しました。ここでは上部更新統木下層きおろしとその上位に関東ローム層が観察できます(第4図)。関東ローム層には広域テフラとして



第3図 Stop 1(つくば市中根)の桜川低地付近。堤防の上から地形を遠望。



第4図 Stop 3(石岡市戸の内)での木下層と関東ローム層の観察。崖の上部に見える白い地層が鹿沼パミス。



第5図 Stop 4(石岡市下林)の段丘面には畑が広がっている。

知られる鹿沼パミスが挟在しているのが観察できました。Stop 4(石岡市下林しもぼやし)では段丘とそれより上位の丘陵を観察しました(第5図)。ここでは丘陵が残丘として見られ、周囲の段丘面には畑が広がっています。Stop 5(石岡市下林南)では、丘陵を構成する中部更新統の友部層とその上



第6図 Stop 6 (石岡市山崎南) では丘陵の緩やかな斜面地形が広がる。

位に不整合で重なる上部更新統の常総層を観察しました。Stop 6 (石岡市山崎南) では丘陵の地形を観察しました。ここは平らな段丘面とは異なり、緩やかな傾斜の地形面が広がり、この風景はまるで北海道の富良野に似ていると言われているそうです(第6図)。その後は解散地であるつくば駅、そして第7事業所に向かいました。

八郷盆地の地形とその構成層ですが、古い順に、丘陵は友部層>上位段丘は木下層>中位段丘は常総層からなります(宮崎ほか, 1996)。地形区分は標高の違いから認識できますが、一方で構成層はどれも砂質の堆積物からなるので、それらの違いは専門家でないとは区別は難しかったようです。地形面の理解には広がりや標高差という3次元の空間認識が必要で、地形と地質の成り立ちを理解するには年代軸を加えた認識が必要となります。参加者たちにとって、そこまで理解してもらうことは難しかったかもしれません。

おわりに

今回、産総研として地形判読研修は初めての試みとして企画されました。企画側の率直な感想としては、参加者たちにとって地形判読は、1回研修を受けただけでマスターできるようなものではなく、地域ごとの特性などを掴んだ上で、判読手法を変えるなど必要性もあり、やはり時間と経験が必要だと感じました。ただ、DEMデータをどこから取得し、ソフトウェアでどのように表示させるか、表示した画像の地形をどのように見るか、という地形判読を始めるきっかけは掴んでもらえたようです。そして、今回の研修は少人数であったため、講師と参加者との質疑応答のやりとりもしやすかったものと思えます。ただし、内容を盛り込み過ぎた感否めず、参加者からは初日の地形判

読にもう少し時間をかけたかった、地層の見方は難しかった、というご意見をいただきました。また、実体視に使えるソフトウェアがWindowsあるいはMacだけに統一されていなかったのも、仕方ないとはいえ反省点でした。可能であれば、今回の反省点を活かして2回目の研修を企画できればと思っています。

今回の研修において講師を担当していただいた大井信三氏には研修全般及び本稿の作成においても大変お世話になりました。全国地質調査業協会連合会には本研修へのご後援をいただきました。また、6名の参加者には、今回の研修に対して多くのご意見をいただきました。研究戦略部研究企画室国内連携グループの斎藤 眞、野々垣進、川畑史子、森田啓子の各氏には実施にあたってご協力いただきました。この場を借りて、皆様に御礼申し上げます。

文 献

- 後藤秀昭・中田 高 (2011) デジタル化ステレオペア画像を用いたディスプレイでの地形判読. 活断層研究, no. 34, 31-36.
- 宮崎一博・笹田政克・吉岡敏和 (1996) 真壁地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 103p.

NAKASHIMA Rei, KOMATSUBARA Junko, KOMATSUBARA Taku and ABE Tomoya (2019) Report on the lecture of geomorphological interpretation.

(受付: 2019年3月5日)