

## 75. DEM を活用した地形判読と地形表現図の読み取り適性について

## Geographical Features Decipherment and its Aptitude for Interpretations Using DEM

○日外勝仁, 中川伸一, 伊東佳彦 (北海道開発土木研究所)

Katsuhito AGUI, Shin'ichi NAKAGAWA, Yoshihiko ITO

## 1. はじめに

近年、北海道内においても航空機レーザスキャナを用いた高精度な3次元地形データの取得が容易となり、数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) の利用が進められてきている。DEM は一定間隔で格子状に配置された標高値データであり、地形判読等に用いるためには可視化の必要がある。DEM の可視化においては、標高データに基づき、等高線図、陰影起伏図、傾斜量図、傾斜方位図、地上開度、地下開度などの地形表現図として表すことにより、地形の特徴を際立たせ地形情報の取得を行いやすくする。

本研究では、DEM から作成した等高線図を基図に航空写真による地形判読を行い、従来の航測図を基図とした地形判読図と比較しDEMの有効性を確認するとともに、DEMに基づく各種地形表現図における地形要素の読み取り適性について考察を行った。

## 2. 調査研究の方法

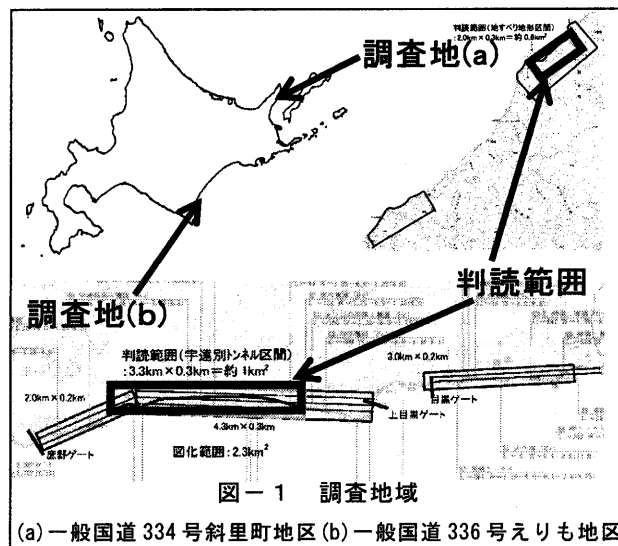
本研究は以下の項目について検討した。

## (1) 地形判読における航測図とDEM等高線図の比較

地形判読をする際に、航測図を基図とした従来の地形図を用いた場合と、等高線間隔の密なDEM等高線図を用いた場合を比較し、DEM等高線図の有効性を確認する。

## (2) DEMを基にした地形表現図の地形情報読み取り比較

地形判読をする上で補助となる複数の地形表現図 (DEM データを演算した様々なパラメータの分布図) において、崩壊地形などの地形要素の読み取り適性について整理する。



## 3. 調査研究の成果

## 3-1 航測図を基図とした地形判読とDEM等高線図を基図とした地形判読の比較

DEM 等高線図を基図として利用した地形判読の利点及び問題点について、以下にDEMの特徴を、従来の航測図を用いた場合との相違を表-1に示す。

- ・基図としての精度がよい。  
鉛直精度;概ね $\pm 15\text{cm}$ , 水平精度;概ね $\pm 30\text{cm}$
- ・高精度な地形情報が得られる。
  - ・現地踏査等における状況表現が正確に行える
  - ・災害地形等を把握しやすい
- ・データの加工性に優れている。
  - ・デジタルデータとして得られるため、地形表現図や地形断面図の作成などが容易に行える。

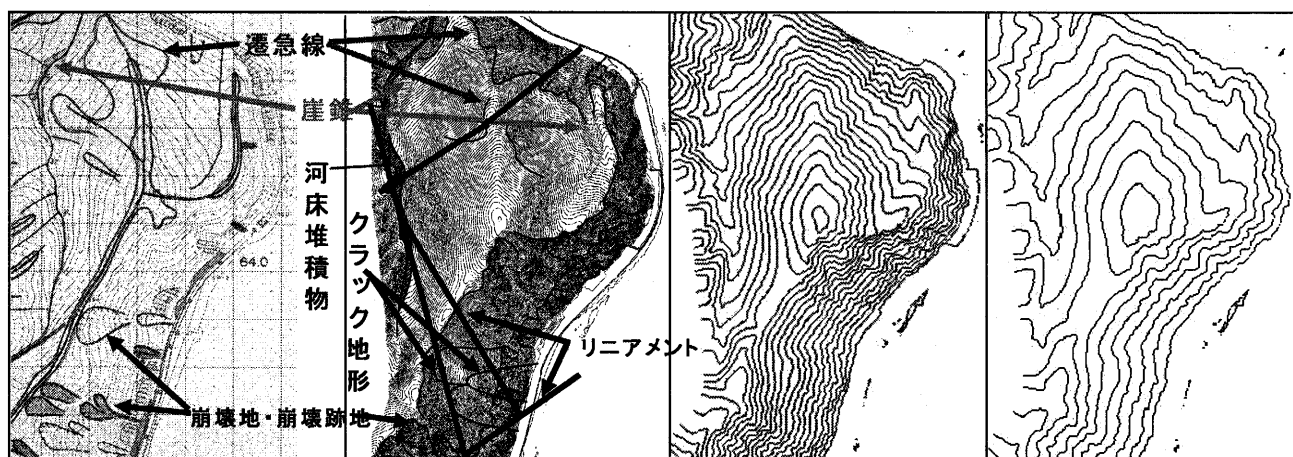


図-2 航測図(左)とDEM等高線図(2m, 10m, 20m)の地形判読の相違(えりも町咲梅地区(1/10,000精度で判読))

表-1 地形判読（読図）に関する相違

| 空中写真の利用                                    | DEM等高線図の利用          |
|--------------------------------------------|---------------------|
| ・立体像に過高感がある<br>(60%オーバーラップで垂直方向に2.5倍誇張される) | ・等高線で表現されており、過高感がない |
| ・色調の変化などから、異常地形が読み取れる                      | ・等高線のみで、植生などの情報は無い  |
| ・樹木の下での地形情報は得られない                          | ・樹木の下での地形情報を反映している  |

図-2には、実際に航測図を基図に作成した地形判読とDEM等高線図を基図に地形判読した一例を示す。DEM等高線図は、等高線間隔が20m, 10m, 2mの3種類を示したが、より密な方が微地形を捉え易いことが確認された。ただ、判読する基図の縮尺や当該地の地形状況にも拠るので、一概に密な方ほど判読し易いとは言えないと思われる。

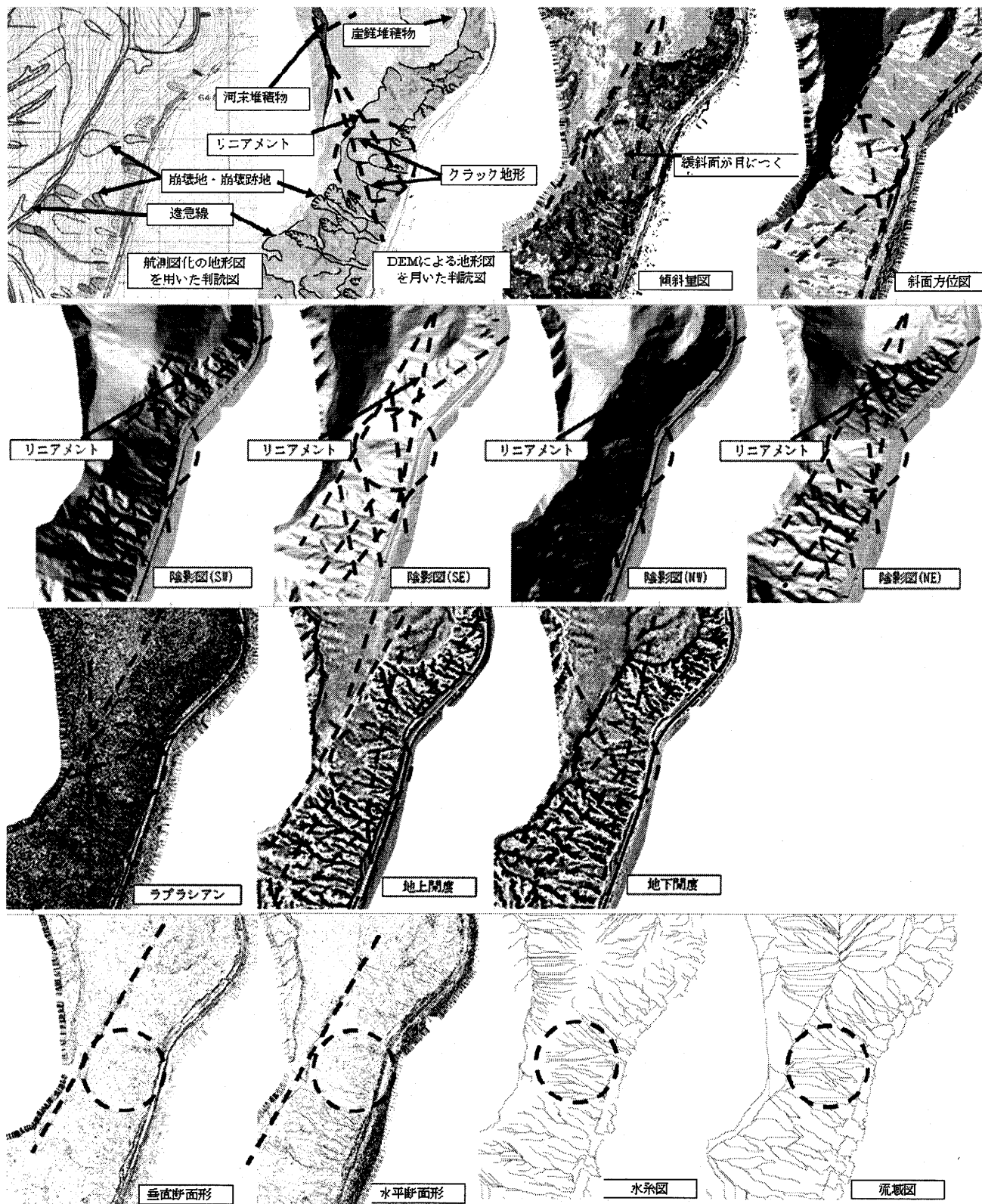


図-3 えりも地域における地形判読例と各種地形表現図 (1/10,000 相当図で判読)

この地域においては、航測図を基にした地形判読図は、尾根直下に遷急線があり、斜面下部には露岩が分布する急斜面が表現されているが、DEM 等高線図では斜面の急崖が等高線の「量」となって表現され、そこに侵食前線である遷急線、さらには地質構造の反映であるリニアメントやクラック地形も読み取れる結果となっている。

このように、航測図では露岩等の記号で表現していた急崖が DEM 等高線図では「いわゆる地形」となって現れており、現地踏査における状況表現が正確に行えるようになるとともに、予察として行う航空写真の判読・移写においても、その内容や状況を正確に表現できることとなる。

DEM 等高線図が地形判読の精度向上に貢献する一方、地形判読にはまだまだ職人的な要素が入るのが現状である。災害地形抽出や崩壊危険箇所抽出などにおいて個人差を減らし客観性・公平性を補う為にも、地形要素を読み取りやすい地形表現図を複数作成し DEM の活用法を検討した。

図-3 に図-2 と同範囲の地形表現図を各種示し、読み取った地形情報を図中に記載するとともに、以下に簡単なコメントを記す。

- ・**地形状況**：この区間の中央部付に地すべりが分布し、その北側では急峻な斜面で崩壊が発生し、南側では急峻な斜面ではあるが崩壊はほとんど発生していない状況である。

- ・**地すべり**：陰影図、傾斜量図、ラプラシアン、さらには斜面方位図、地上開度、垂直断面形などでその存在が示唆される。

- ・**遷急線**：遷急線として地形を識別できる地形表現図はないが、ラプラシアン、地上開度、地下開度などエッジを強調する手法で、地形の凹凸すなわち侵食の度合いが強調されることから、遷急線の存在が示唆される。

- ・**崩壊**：地形表現図から個別の崩壊箇所を抽出することは非常に難しい。地形表現図からは遷急線と同様に侵食度合いを判読し、表現することになる。遷急線との区別が難しい。

- ・**リニアメント**：今回用いた航空写真では、リニアメントは判読できなかったが、図-3 に示す地形表現図ではほとんどの手法でリニアメントを見出すことが出来た。しかし、表現手法によって見え方が異なっており、地質構造等との整合性を図りながら最適な地形表現手法を見出していく必要がある。

- ・**その他の地形情報**：地形の凹凸や侵食量の違いなどが読取れる陰影図は、上記以外の地形要素も読取りやすい。他の地形表現方法は特定の地形を際立たせるには都合がよいが、ひとつの地形表現図で地形情報全般を表現することは難しく、目的に合わせた使い分けが必要である。

### 3-2 DEM を用いた地形表現図の作成と地形情報の読取り比較

これらの分析をえりも町地区・斜里町地区の各判読範囲（計 1.6km<sup>2</sup>（5.3km×0.3km））において行い、地形表現図から判読できる地形要素（災害地形）を整理し、主な地形要素に対する地形表現図の適性を表-2 にまとめた。

表-2 地形要素に対する地形表現図の適性

| 地形表現図   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                                                    | 諸 言                                                               |  |
|---------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|
|         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                                                    |                                                                   |  |
| 等高線図    | ×     | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | × | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | 等高線という情報だけなので未固結堆積物を厳密に区分することは難しいものの、地すべり等災害地形の懸念箇所等も読み取れ、従来の航測図より多くの情報を精度良く表現できる。 |                                                                   |  |
|         | △     | ○ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | × | △ | × | △ | △ | △ | 地形単元の大きな未固結堆積物や災害地形、集水地形や水系などは読み取り可能。色調やその変化の度合い等から、岩種の相違や地すべり等災害地形の懸念箇所などが判断できる。  |                                                                   |  |
|         | △     | × | × | × | × | × | ○ | △ | × | × | × | × | △ | △ | 色彩の方向性や変化の度合い等から水系や尾根の方向性の相違などを読み取りが可能。そこから、地すべり等災害地形の懸念箇所等が判断できる。                 |                                                                   |  |
|         | △     | ○ | △ | △ | △ | △ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | 陰影で斜面の凹凸度が強調され、侵食量の違いなどが読み取れる。光源の位置を変えることにより、現象の強弱を表現できるため、地すべり等災害地形の懸念箇所が読み取れる。   |                                                                   |  |
| ラブラシアン図 |       | △ | × | × | × | × | × | ○ | △ | × | × | × | △ | △ | ○                                                                                  | エッジ検出の画像処理手法であることから、尾根や水系を表現しやすい。このため、尾根や水系の形状から読み取れる地形情報は入手しやすい。 |  |
| 曲率図     | 垂直断面形 | △ | × | × | × | × | × | ○ | △ | × | × | × | △ | △ | △                                                                                  | 傾斜方向の凹凸が強調されるため、侵食量の違いや地すべり等災害地形の懸念箇所が読み取れる。                      |  |
|         | 水平断面形 | △ | × | × | × | × | × | ○ | △ | × | × | × | △ | ○ | ○                                                                                  | 水平方向の凹凸が強調されるため、リニアメント等が読みやすくなるが、人工的な線も強調される。                     |  |
| 開度      | 地上開度  | △ | × | × | × | × | × | ○ | △ | × | × | × | △ | ○ | ○                                                                                  | 傾斜方向の凹凸が強調されるため、侵食量の違いや地すべり等災害地形の懸念箇所が読み取れる。                      |  |
|         | 地下開度  | △ | × | × | × | × | × | ○ | △ | × | × | × | △ | ○ | ○                                                                                  | 水平方向の凹凸が強調されるため、リニアメント等が読みやすくなるが、人工的な線も強調される。                     |  |
| 水系図     | 流路図   | △ | × | × | × | × | × | △ | △ | × | × | × | × | △ | △                                                                                  | 水系模様の相違により、岩質の違いや地質構造(断層の有無、流れ盤・受け盤)等が類推できる。                      |  |
|         | 流域図   | △ | × | × | × | × | × | △ | × | × | × | × | × | △ | △                                                                                  | また、地滑り等災害地形の懸念箇所も読み取ることが出来る。                                      |  |

#### 4. 今後の課題など

##### 4-1 DEM等高線図の有用性

DEM 等高線図は高精度で地形を表現しているため、空中写真による地形判読結果をストレス無く表現することができるとともに、判読・移写の作業時間が多少短縮できた。また、DEM 等高線図は森林の下ので地形を詳細に示すことから、空中写真判読では不可能な山地部の微地形を判読することも可能となった。しかし、現状の地形判読にはまだまだ職人的な要素が入ることから、できるだけ人為的な作業を排し、DEM を用いた地形解析から直接災害地形等を抽出できるように検討を行うことも必要である。

##### 4-2 地形表現図による地形の表現

地形表現図には特徴の異なる多様な手法があるが、本検討によって、地形の表現手法にも何を表現するかによって、得手不得手があることが明らかとなった。今後は地形表現手法の特徴を十分に捉え、把握したい地形的特長に適合する表現手法を見出していく必要がある。地形表現図を上手に活用すると、これまでの職人芸とされた地形判読の妥当性が検討できるであろう。このことは、崩壊危険箇所抽出などの公平性・透明性につながると思われる。

#### 《参考文献》

- 千葉達朗・鈴木雄介(2004)：赤色立体地図－新しい地形表現手法－。応用測量論文集, 15, 81-89.
- 岩橋純子(1992)：傾斜分級図の断彩表現-関東地方および近畿地方を例として-, 情報地質, Vol.3, No.4, 229-234.
- 岩橋純子(1994)：数値地形モデルを用いた地形分類手法の開発, 京都大学防災研究所年報, No.37 B-1, 141-156.
- 神谷泉・黒木貴一・田中耕平(2000)：傾斜量図を用いた地形・地質の判読, 情報地質, 11, 1-14.
- 航空レーザ測量WG(2004)：図解 航空レーザ測量ハンドブック。日本測量調査技術協会, 118p.
- 向山 栄・佐々木寿・高見智之・小山嘉紀・塚本哲・稲葉千秋・小田三千夫(2004)：平成15年(2003年)十勝沖地震によって生じたシラスの液状化による絞り出し流動現象－航空機レーザスキャナ計測の人工改変地形判別への応用事例－。応用地質, Vol.45, No.5, 259-268.
- 向山 栄・佐々木寿(2004)：航空機レーザスキャナDEMを用いた変動地形の抽出。日本応用地質学会平成16年度研究発表会講演論文集, 321-324.
- 村井俊治(1999)：空間情報工学。日本測量協会, 217p.
- 日本地形学連合(2002)：数値標高モデル(DEM)処理技術勉強会テキスト(2002年版)。日本地形学連合, 63p.
- 野上道男(1995)：細密DEMの紹介と流域地形計測, 地理学評論, No.68A-7, 465-474.
- 佐々木寿・向山 栄(2004)：航空機レーザスキャナDEMを用いた傾斜表現手法の検討。日本応用地質学会平成16年度研究発表会講演論文集, 337-340.
- 杉本宏之・山越隆雄・綱木亮介(2002)：数値標高モデルを用いた地すべり地形の抽出技術。土木技術資料, 平成14年3月号, 6-7.
- 鈴木隆介(1997)：建設技術者のための地形図読図入門 第1巻 読図の基礎。古今書院, pp.1-200.
- 鈴木隆介(1998)：建設技術者のための地形図読図入門 第2巻 低地。古今書院, pp.201-554.
- 鈴木隆介(2000)：建設技術者のための地形図読図入門 第3巻 段丘・丘陵・山地。古今書院, pp.555-942.
- 鈴木隆介(1997)：建設技術者のための地形図読図入門 第4巻 火山・変動地形と応用読図。古今書院, pp.943-1322.
- 八木浩司・檜垣大助・吉松弘行・相楽渉・高木洋一・内山庄一郎(2003)：空中レーザ高精度地形図の地すべり・微地形判読への応用, 地すべり, 39, 4, 35-41.
- 横山隆三・白沢道生・菊池祐(1999)：開度による地形特徴の表示, 写真測量とリモートセンシング, Vol.38, No.4, 26-34.
- Zevenbergen, L. W. and Thorne, C. R. (1983) : Quantitative analysis of land surface topography. Earth Surface Processes and Landforms, 12, 47-56.