

## 地形数値データを基にしたリニアメントの抽出 — 2万5千分の1地形図「余市岳」での応用例 —

羽坂俊一\* 渡辺 寧\* 池田国昭\*

Hasaka, T., Watanabe, Y. and Ikeda, K. (1991) Extraction of lineaments based on digital geodetic data —An application for 1/25,000 scale map “Yoichidake” —. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 42 (1), p. 11-17, 6 fig.

**Abstract:** Extraction of lineaments by digital image processing of geodetic data was carried out. Edge enhancement of shaded relief maps made by ray-tracing method is effective for the extraction of lineaments. This procedure is free from subjectivity of the interpreter, and from restriction of light angles as in air-photo. The lineaments extracted from 1/25,000 scale map “Yoichidake” well reflect geologic structures such as faults, intrusions, alteration zones and calderas.

### 要 旨

地形数値情報を基にしたコンピュータ画像処理によって、リニアメントを抽出することを試みた。光源方向の異なる陰影図を8葉作成し、エッジ強調処理法によって谷の部分の抽出を行った後これらを合成した。この結果、太陽光線が南方より照射されるため東西方向のリニアメントが強調される航空写真判読法の欠点や、判読者の主観を取り除き、地質構造を良く反映したリニアメントを抽出することができた。

### 1. はじめに

リニアメントは、地図に表現できる程度の地下構造を反映しているであろう直線的地形特徴であり (O'leary *et al.*, 1976), その抽出・解析は地質構造を解明するうえで有効な研究手段である。一般にリニアメントの抽出は、航空写真・衛星画像・レーダ画像などから肉眼判読により行われているが、画像上に認められる多数の線状模様の中からリニアメントのみを抽出するのは難しく、その認定は判読者の経験や主観などによって影響を受ける要素が大きい。また、航空写真や衛星画像では太陽光線の方向、レーダ画像ではレーダビームの照射方向により地形の表情が異なるため (Yamaguchi, 1985), この違いによっても判読結果に影響が生じてくる。

光源の照射方向による制約を取り除くには、地形数値データを用いコンピュータ処理により陰影図を作成し、

航空写真の代わりに用いる方法がある。一方、画像からリニアメントを抽出する手法として、機械的な方法であるエッジ強調処理技法 (松野ほか, 1975) を用いれば、肉眼判読による方法に比べより客観的な結果を得ることができる。ここでは数値地形データを用いた陰影図によるエッジ強調処理法で、2万5千分の1地形図「余市岳」(第1図) を対象としてリニアメントを抽出し、地質構造との相関性を検討した結果、地質構造解析の補助として利用できることが明らかとなった。以下文中で「余市岳」は2万5千分の1地形図「余市岳」を示す。

### 2. リニアメント抽出方法

#### 2.1 使用データ

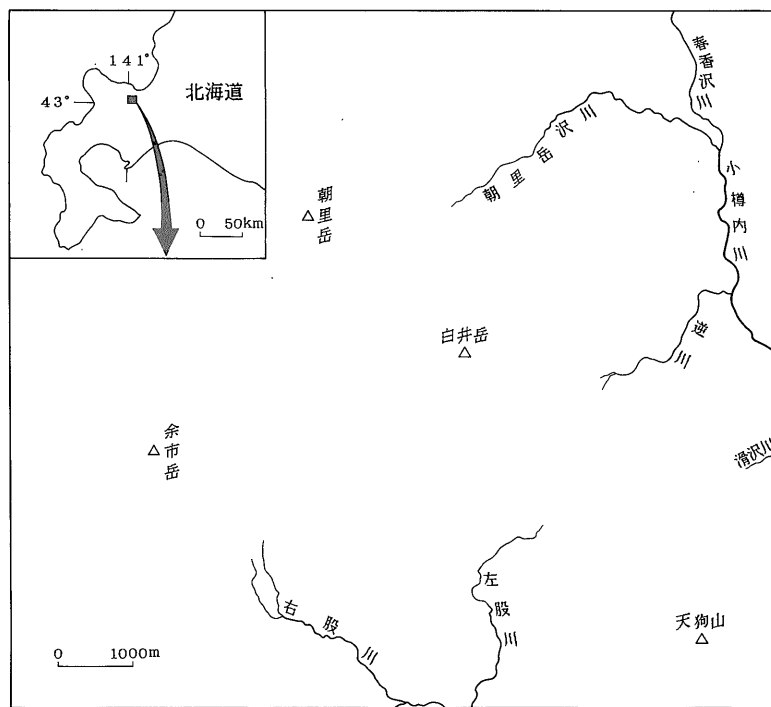
一枚の2万5千分の1地形図で表示されている範囲は、「余市岳」付近では縦横比が約9:10の長方形である。本処理法では、1つの格子をより正方形に近づけた方が誤差を減少できるため、「余市岳」を縦90×横100のメッシュ (一辺=100 m) で区切り、各格子点の標高を地形図から読み取って基礎数値データとした。

#### 2.2 陰影図の作成

メッシュで区切られた各格子を1つの微地形面と考え、この地形面と光源要素として与えた入射光の方向・高度から反射光強度を計算し、処理画像上の対応点にその強度に応じた明るさを与えることにより陰影図を作成し

**Keywords:** lineament, digital data, geodetic data, geographic data, shaded relief map, edge enhancement, Hokkaido, Yoichidake

\* 北海道支所



第1図 2万5千分の1地形図「余市岳」の位置と範囲

た。これには木下・岡庭(1984)の計算方法を参考にし、使用したコンピュータ(NEC PC-9801 RA)は、ディスプレイ上で16段階の輝度別表示が可能なので、黒(0)から白(15)までの16段階の輝度により反射光の強度を色調表示した。プリンター出力時には各輝度をそれに応じたドットの密度で表現した。

北回帰線以北に位置する日本では、太陽光線は南方から照射されるが、この陰影図によれば各方向から照射させることが可能である。また、地形の垂直強調率も任意に設定できるため、比較的平坦な地域での地形変化も強調して表現することができる。

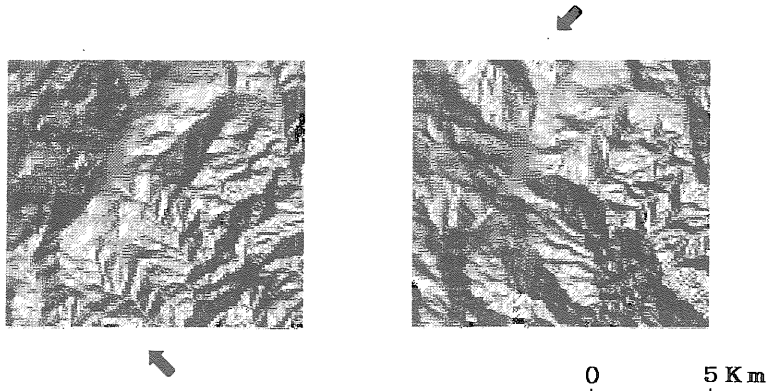
この方法により、航空写真などで通常見ることができない南東の光源と、それに直交する北東に光源を設定した場合の各陰影図を第2図に示す。光源が南東方向にある陰影図では、朝里岳と余市岳を結ぶ北東-南西方向の尾根と、白井岳から北東方向にのびた尾根が強調されて表現されている(山の位置は第1図参照)。光源が北東方向の陰影図では、北西-南東方向に連続する朝里岳、白井岳、天狗山の尾根が一段と顕著である。このように、光源方向を変えることにより地形の特徴をよく把握することができる。

### 2.3 エッジ強調処理

航空写真や陰影図では光源に向けた面は明るく、反対に向けた面は暗くなる。この明暗の境界が尾根や谷にあたるエッジ部である。このエッジ部が画像上の線状模様であり、この部分だけを抽出するのがエッジ強調処理である。ここではエッジ強調処理法の一つであるレリーフ法(松野ほか, 1975)を用いた。この方法の原理を白黒写真を例にして説明する。

同一の対象から作成したポジフィルムとネガフィルムを重ね合わせると、両者は各々の白い部分と黒い部分が反転しているため、均質になり尾根も谷も見えなくなる。これを任意の方向に相対的にずらすと光を透す間隙部と黒い部分が重複して光を透さない部分が生じる。これらの部分がエッジ部である。コンピュータで処理する場合も出力結果の表示を印画紙からディスプレイに置き換えるだけで原理は全く同じである。

コンピュータで図を表示する場合は1つの格子を1ドット(点)で表している。レリーフ法ではポジ・ネガ両フィルムのずらす量を正確に与えるのは難しいとされているが(松野ほか, 1975)、コンピュータではずらす量もドット単位で指定できるため簡単かつ正確に処理する



第2図 2万5千分の1地形図「余市岳」の陰影図  
矢印は光源の方向 (左が南東, 右が北東) を示す。

ことができる。しかしドット単位でずらすため、その移動方向は北-北東-東-南東-南-南西-西-北西の8方向に限定される。それぞれの方向に光源を設定して作成した陰影図から、エッジ強調処理により谷の部分抽出した結果を第3図に示す。この方法により抽出されたリニアメントはデジタイザーを使って読み取り緯度・経度として位置をファイル化し、ダイアグラム作成等の基礎データとした。これを基に作成したローズダイアグラムも第3図に並べて示した。

### 3. 抽出したリニアメントと地質との関係

#### 3.1 リニアメントの合成

航空写真やレーダ画像の経験から予想されたように、以上の結果では光源方向にほぼ直交する方向のリニアメントが強調され、光源の方向と平行に近いものほど抽出されにくくなっている。この抽出特性から、ある特定方向のリニアメントのみに注目したい場合には、第3図の結果をそのまま利用できる。一方、リニアメントの全体像を把握するためには、これら8葉の図を全て合成する必要がある。

前述のファイルを用い各方位毎に抽出されたリニアメントを1つの図に合成したものを第4図に示す。実際の合成図作成過程では、XYプロッター出力時に線の色や種類を変えてマイラーなどの透明紙に描画することにより光源方向が区別でき、地質図や地形図に重ね合わせて使用できる。

#### 3.2 リニアメントの強度

こうして合成されたリニアメントの地質学的意義を評価する場合に、その長さや頻度に着目することは妥当で

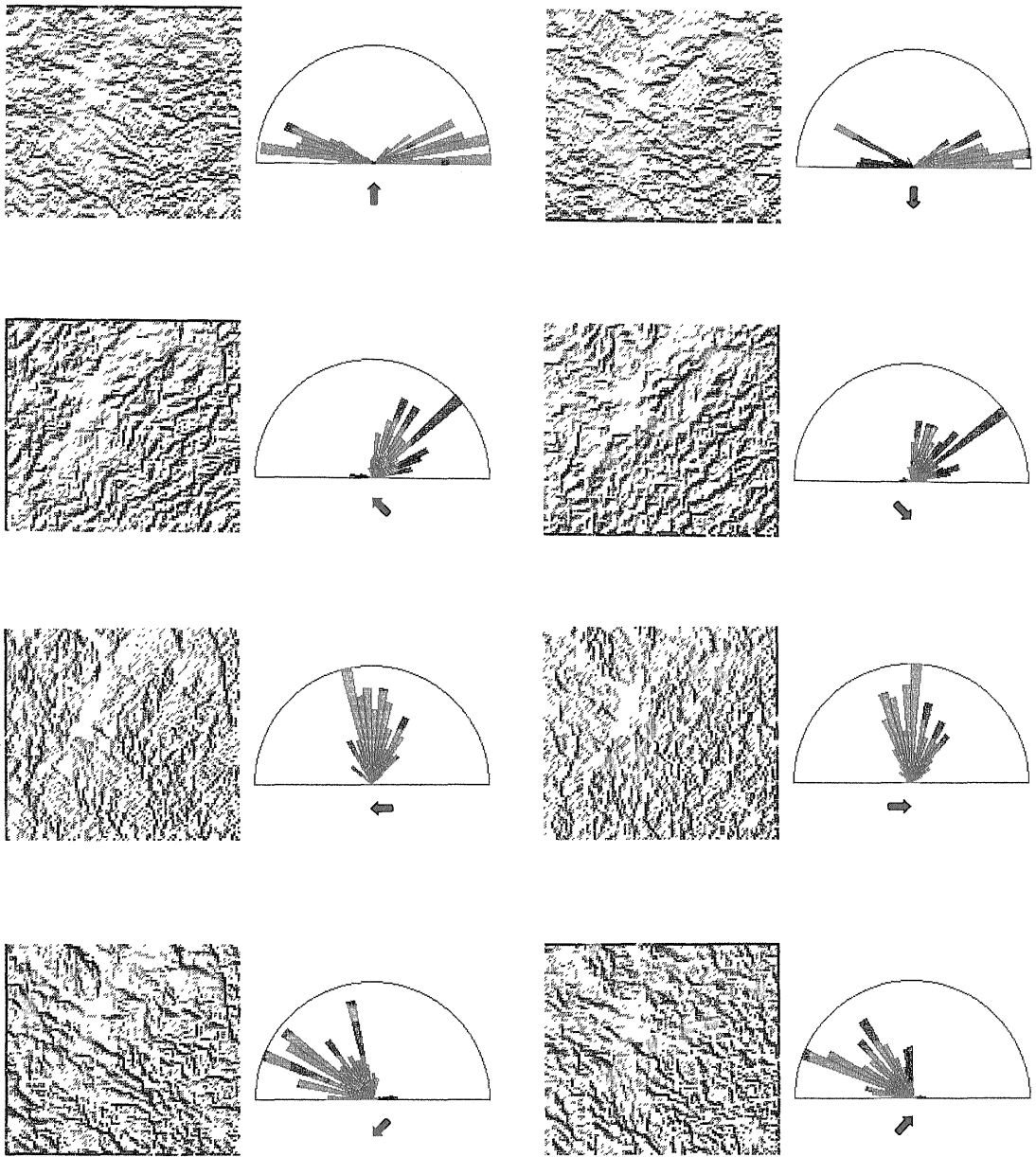
あろう。すなわち、同一方向に重複して現れる長いリニアメントは「強い」リニアメントであり、地質構造を良く反映しているものと考えられる。第5図は第4図に描かれたリニアメントのローズダイアグラムである。この地域から抽出されたリニアメントは、全体としては北西-南東方向のものが少ないものの、特定の優勢方向は認められない(第5図, (1))。しかしリニアメント長による制約を加えると、第5図(2)や(3)に見られるように、主として(a) E-W, (b) N45°-55° E, (c) N15°-20° E, (d) N10°-15° W, (e) N60°-65° Wの5方向のリニアメントが卓越して抽出されてくる。そこで次節ではリニアメントの方向が特徴的にあらわれ、主要な地質構造を反映していると推定される2 km以上のものについて、地質構造との関係を検討する。

#### 3.3 リニアメントと地質の相関

第4図に合成されたリニアメントを整理して地質図上に重ねあわせたものが第6図である。長さ2 km以上のものを実線で示してある。

(a) E-W方向のリニアメント：この方向のリニアメントは「余市岳」北縁の小樽内川最上流部-春香沢川(川の位置は第1図参照)に認められ(第6図, a), その東半部は大豊鉾山を横切る東西方向の断層(第6図, 1; 杉本, 1953)と一致する。

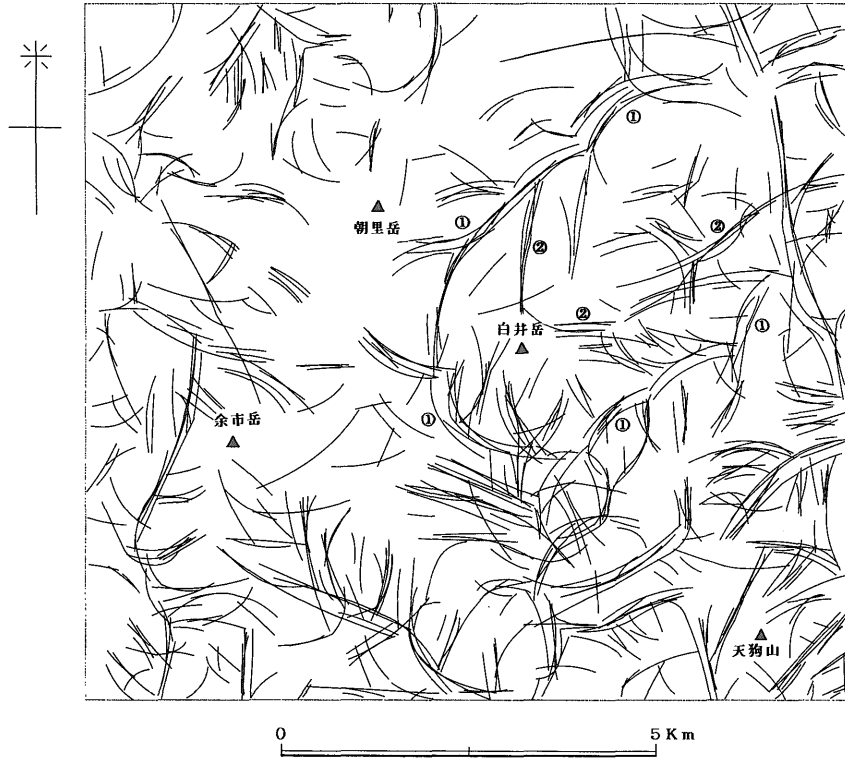
(b) N45°-55° Eのリニアメント：この方向のリニアメントは主として「余市岳」の北東部の小樽内川支流朝里岳沢川(第6図, b-①)・逆川(第6図, b-②)・滑沢川(第6図, b-③)及びそれらの中間(第6図, b)等に認められる。これらのうち、朝里岳沢川と逆川のものとは北北西-南南東及び西北西-東南東のリニアメントに



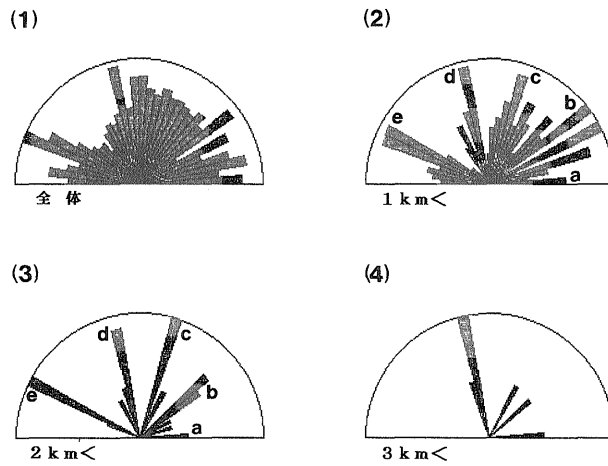
第3図 光源の方向に依存するリニアメントとそのローズダイアグラム  
 矢印は光源からの光りの方向を表わす。各陰影図の示す範囲は第1・2図と同じ。

より連結され、北東-南西方向の長径をもつ環状構造を形成している(第4図, ①)。この環状構造の内部には一回り小さい同様の環状リニアメントも認められる(第4図, ②)。この環状構造の中心には白井岳溶岩(第6図, A; 杉本, 1953)が分布している。この溶岩の年代

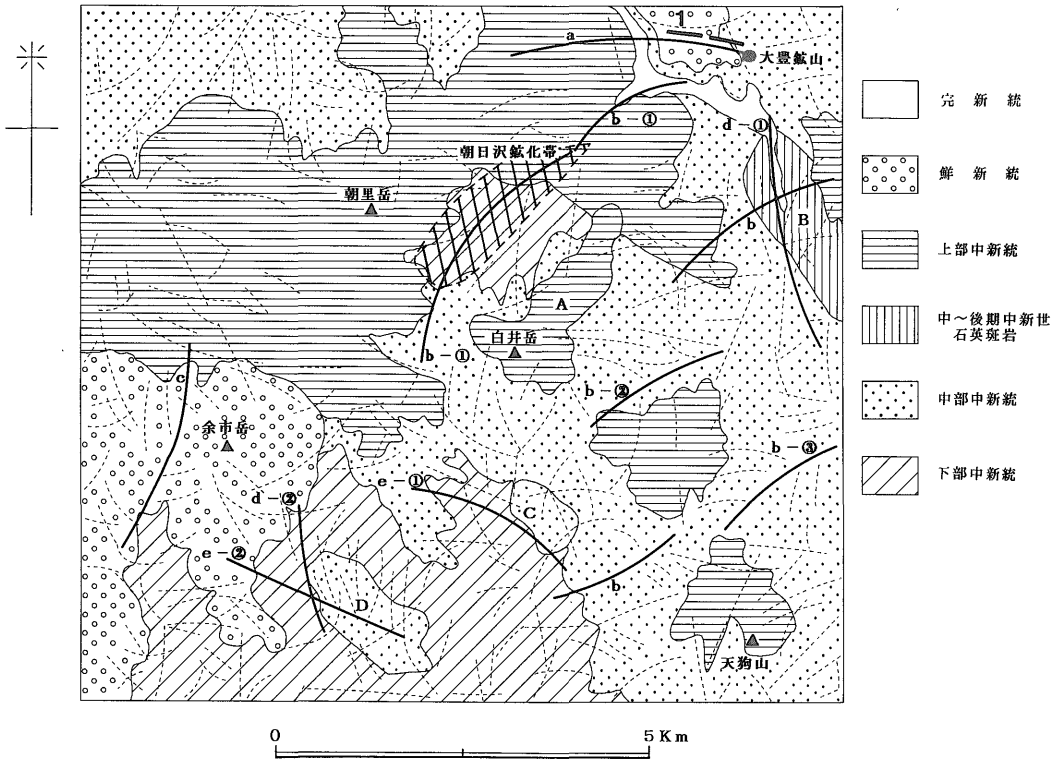
は白井岳山頂付近で  $7.6 \pm 0.6$  Ma (野々口, 1989)、北東端部で  $6.6 \pm 0.6$  Ma (渡辺, 未公表データ)の値を示している。朝里岳沢川に沿っては北東-南西方向に朝日沢鉍化帯(通商産業省, 1972)があり強いリニアメントと一致している。ブーゲー異常では白井岳付近が相対



第4図 8方向の各光源毎に抽出したリニアメントを全て重ね合わせた図  
範囲は第1・2図と同じ。①②は本文3-3参照



第5図 抽出したリニアメントの長さ別ローズダイアグラム



第6図 地質図上にプロットしたリニアメント  
 実線は長さが2km以上、点線はそれ未満のリニアメント。記号・番号は本文3-3参照。

的に軽いことを示す(通商産業省, 1973)。これらのデータは、この環状構造が中新世後期の白井岳溶岩の噴出にともない形成された火山カルデラであることを強く示唆する。朝日沢鉱化帯はカルデラ壁での変質帯と位置づけることができる。

(c) N 15°-20° E のリニアメント: この方向のリニアメントは余市岳火山噴出物(杉本, 1953)からなる標高1488mの余市岳の西方に認められる。余市岳火山噴出物は複数の溶岩から構成されており、このリニアメントは溶岩流の一つの境界を表わしている可能性がある。

(d) N 10°-15° W のリニアメント: この方向のリニアメントは「余市岳」の東部の小樽内川(第6図, d-①)に最も強く表れ、そのほか右股川上流(第6図, d-②)にも認められる。小樽内川のは10.9±0.5 Ma及び9.5±0.7 MaのK-Ar年代(渡辺ほか, 1989; 野々口, 1989)の得られている定山溪石英斑岩(第6図, B; 西川, 1981)の進入方向、及びその北方に位置する大豊鉱山の鉱脈の方向(杉本, 1953)と一致する。

(e) N 60°-65° W のリニアメント: この方向の強い

リニアメントは左股川上流(第6図, e-①)と右股川流域(第6図, e-②)に認められる。左股川には10.3±0.5 Ma(野々口, 1989)のデイサイト(第6図, C), 右股川には13.9±0.7 Ma(野々口, 1989)の石英閃緑岩(第6図, D: 通商産業省, 1972)が分布し、これらの岩体の延びの方向がそれぞれこのリニアメントと一致している。

以上に述べたように、今回の方法で得られたリニアメントの強いものは様々な時代の進入岩体、鉱化変質帯、火山カルデラ、断層の方向・位置と一致することから地質構造を良く反映していると考えられる。

#### 4. 結 論

地形数値データを基に抽出されたリニアメントについて、その長さや頻度から「強さ」の認識を行うことにより、地質構造を反映したものを選び出すことができた。この方法の利点としては、従来の方法に比べ、(1)より客観的な抽出をすることができる、(2)光源の照射方向の影響を受けない抽出、あるいは故意に光源方向の影響

を強めた解析もできる, (3) リニアメントの「強さ」を表現できる, (4) 処理が簡単で地形数値データさえあれば短時間でリニアメント図が得られる, などを挙げることができる. 特に (2) の利点は, 火山カルデラの環状構造のように従来のリニアメント抽出法では捉え難かったものの可視化に有効であると考えられる. 欠点としては, 地形図から読み取った数値データが基になっているため, 航空写真に比べて解像度が落ちる. しかし先に述べた利点はその欠点を十分に補うものであり, 地質構造解析に有効であると考えられる.

謝辞 本研究を行うにあたり, 有益な助言をいただいた地質調査所北海道支所太田英順応用地質課長, 矢島淳吉地域地質課長に深く感謝の意を表します.

## 文 献

- 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.
- 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, no. 245, p. 1-13.
- 西川純一(1981) “定山溪石英斑岩”とその Sr 同位体比. 岩鉱, 76, p. 285-293.
- 野々口稔(1989) 地熱開発促進調査の地域レポート [12] 豊羽地域. 地熱エネルギー, vol. 14, p. 149-184.
- O'leary, D. W., Friendman, J. D. and Pohn, H. A. (1976) Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 87, p. 1463-1469.
- 杉本良也(1953) 5万分の1地質図幅説明書「銭函」. 北海道開発庁, 63 p.
- 通商産業省(1972) 昭和46年度広域調査報告書「定山溪地域」. 32 p.
- (1973) 昭和47年度広域調査報告書「定山溪地域」. 51 p.
- 渡辺 寧・岩田圭示・羽坂俊一(1989) 西南北海道定山溪地域の中新統と地質構造. 地球科学, vol. 43, p. 7-15.
- Yamaguchi, Y. (1985) Image-scale and look-direction effects on the detectability of lineaments in radar images. *Remote Sensing Environ.*, vol. 17, p. 117-127.

(受付: 1990年10月17日; 受理: 1990年11月20日)