

地形特徴に基づくリニアメント抽出のための 線素追跡アルゴリズムの開発

中尾 大樹*・升本 眞二*・根本 達也*

Enhancement of Segment Tracing Algorithm for Lineament Extraction based on Topography Characteristic

Daiki NAKAO*, Shinji MASUMOTO* and Tatsuya NEMOTO*

*大阪市立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto,
Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan. E-mail: nakaodai@sci.osaka-cu.ac.jp

キーワード：リニアメント, STA, 数値標高モデル, 地形特徴

Key words : Lineament, STA, DEM, Topographic characteristics

1. はじめに

リニアメントは断層や節理などの地質弱線部が地形上に線状構造として表れたものであり、資源探査や地質災害評価などにおいて重要な評価基準の一つである。リニアメントの解析には、従来から専門家による目視判読が行われてきた。しかし、判読基準は判読者に委ねられているため曖昧であり、客観性の問題が残る。多大な労力と時間をかけて行われる露頭をもとにした地質調査であっても断片的な情報しか得られない。これらの背景からリモートセンシング技術による効率的で広域的な調査が行われ、リモートセンシング画像からリニアメントを自動的に抽出するための方法についての研究が行われている。

リニアメントを抽出する方法として線素追跡アルゴリズム STA (Segment Tracing Algorithm : Koike *et al.*, 1995 ; 小池ほか, 1999) がある。STA は数値標高モデル (Digital Elevation Model : DEM) から作成した陰影図や衛星画像から、リニアメントを抽出するアルゴリズムである。セルの反射強度の連続性から、連続した方位の情報を持つセルを検出して線素とし、線素の連結による線分の形成や閾値処理等の一連の操作を行うことでリニアメントが抽出できる。しかし、STA では線素の抽出に DEM に光を照射して得られる反射強度を用いるため、方位ごとの抽出性能が異なり、方位を考慮したパラメータの変更が必要となる。また、使用する陰影図により異なる方位傾斜の組み合わせをもつ地形面であっても同じ反射強度をもつこともあるために、情報の正確性にも疑問が残る。本研究ではこれらの問題に対処するために、反射強度を用いずに DEM から地形特徴を認識して得られた情報からリニアメントを抽出する手法を開発した。また、パラメータの最適化や他のデータとの比較を行い本手法の妥当性を検討した。

2. 解析手法

リニアメントを示す地形の特徴は谷・鞍部・傾斜変換線・山麓の 4 つに大きく分類される (三箇ほか, 2005)。ここでは、鞍部は谷地形に、山麓は傾斜変換線に含めた。

リニアメントの抽出は、①法線ベクトルの計算、②連続

性の良い方向の判別、③線素の抽出、④線素の連結、⑤重複する線分の単線分化の手順により行う。ここで、線素とは連続性の良い方向の情報を持ちリニアメントによる地形特徴であるセル、線分とは線素同士を繋ぎ合わせた直線と定義する。具体的な解析方法を次に示す。

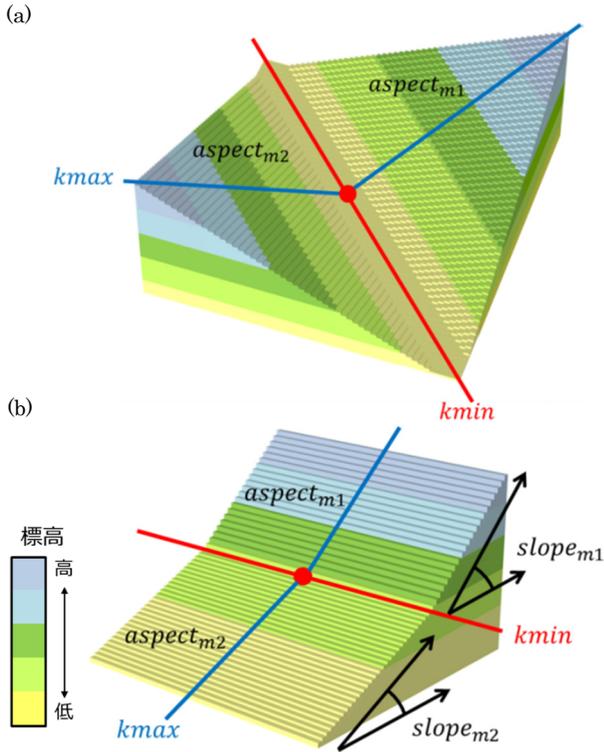
①DEM から各セルの地形面における単位法線ベクトルを算出する。単位法線ベクトルから地形面の傾斜量・傾斜方位の成分が得られる。

②各セルを中心とした小領域の中で、中心のセルを通る 16 方向の検索線を伸ばして、最も連続性の良い方向を判別する。中心のセルの法線と直線上の各セルの法線のなす角の総和が最小の方向を連続性の良い方向 ($kmin$) として、各方位の情報を持つ線素に分類する。

③連続性の良い方向の中から、リニアメントの地形特徴を示す地形の抽出を行い線素として保存する。地形特徴の認識は連続性の良い方向と直交する方向 ($kmax$) に位置するセルを中心のセルから両側に分割し、傾斜量と傾斜方位の関係から判別を行う。両側の傾斜方位が正反対であり、傾斜方向が両側とも中心向きである場合には、谷地形として線素を保存する (第 1 図 a)。両側が同じ傾斜方位であり、上流側と下流側の傾斜量の差が閾値よりも大きい場合には、傾斜変換線として線素を保存する (第 1 図 b)。

④これまでの操作の結果として残った線素を、同じ方位情報を持つ線素と連結して線分を作成する。線素の検索範囲は基準線素が持つ方位の方向に距離を閾値まで伸ばして、許容角により幅を持たせた扇形の範囲とし、その中で最も遠い位置にある線素と連結する。DEM の分解能が高い場合は、線素の連続性が悪いために広い検索範囲を設定する。⑤線素の連結後は多数の線分が密集しており特徴を掴めないために、重複する線分を束ねて一本の線分に統合する。各線分を構成するセルの座標群の分散が最も大きくなる方向の成分を線分群に対応した近似直線と見做し、基準線分に交差・平行する線分に主成分分析を適用して、新たな線分を形成する。

以上の操作を経て、最終的に残った線分をリニアメントと判断する。



$kmin$: 連続性の良い方向
 $kmax$: $kmin$ と直交する方向
 $slope_{m1}, slope_{m2}$: $kmax$ 線上の傾斜量の平均値
 $aspect_{m1}, aspect_{m2}$: $kmax$ 線上の傾斜方位の平均値

第1図 谷・傾斜変換線のモデル図と $kmin \cdot kmax$ 方向の関係。
 (a) 谷, (b) 傾斜変換線。

3. 解析結果

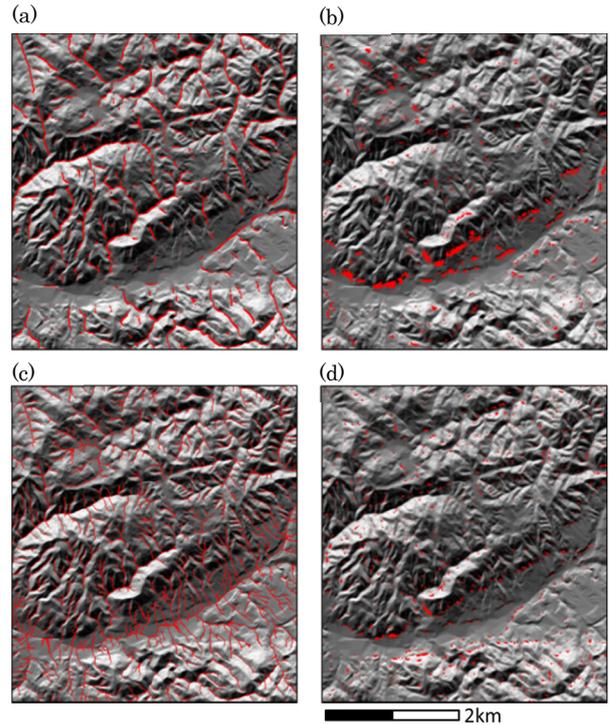
本解析手法を用いて、兵庫県南部六甲山及びその周辺地域のリニアメントの抽出を試みた。解析の際に抽出した地形特徴を落水線図と日鉱探開株式会社(2004)による傾斜変換線図と比較したものを第2図に示す。両特徴とも概ね一致しているため、線素の抽出手法としては妥当であると判断した。

解析結果のリニアメントを多方位陰影図に重ねて第3図に示す。谷地形については概ね一致する個所にリニアメントが分布しており、布引断層・的場山断層・大月断層・北摩耶断層などの山間部に位置する活断層が良く抽出されている。傾斜変換線地形が現れている個所でも諏訪山断層や古々山断層の様な山間部と平野部の境界が直線状に明確な場所では概ね抽出できている。しかし、複雑な地形での抽出能力が低い。

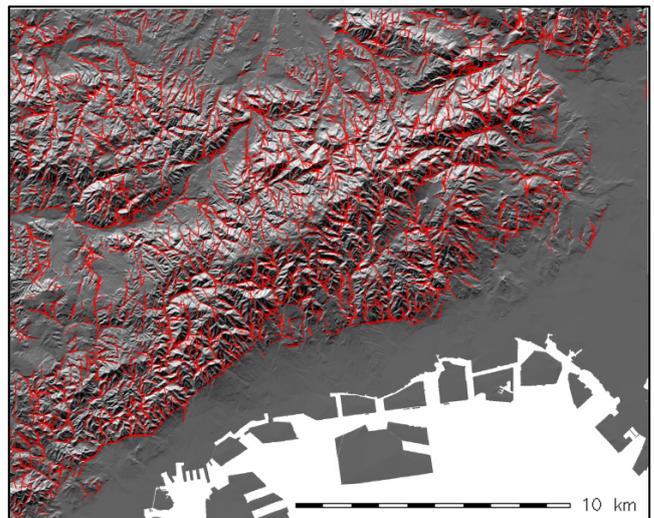
4. おわりに

本研究ではSTAを改良し、DEMから直接的に地形特徴を認識して得られる情報を基にしてリニアメントを抽出する方法を開発した。本手法により抽出されたリニアメントは、陰影図でも視覚的に判別できる線状構造上に見られるとともに活断層のデータに対しても断続的に一致しており、リニアメントの自動抽出には効果があることが確認できた。

今後は抽出能力の低い地形に対応するための解析前のデータ処理法やノイズの除去法の検討が必要であると考えられる。



第2図 抽出した線素と地形特徴の比較。(a) 線素(谷), (b) 線素(傾斜変換線), (c) 落水線図, (d) 傾斜変換線図。



第3図 リニアメントの抽出結果(背景は多方位陰影図)。

文 献

Koike K., Nagano S. and Ohmi M. (1995) Lineament analysis of satellite image using a Segment Tracing Algorithm. *Computers & Geosciences*, vol. 21, no. 9, pp.1091-1104.
 小池克明・一川雄一・古宇田亮一・植木俊明・辜 彬(1999) 衛星画像と数値地形モデルを用いた兵庫県南部地震域での断層面分布形態の推定. 日本リモートセンシング学会誌, vol.19, no.2, pp.1-19.
 日鉱探開株式会社(2004) 幌延地域におけるリニアメント調査. 167p.
 三箇智二・荒川泰(2005) 地形特徴によるリニアメントの認識. 情報地質, vol.16, no.2, pp.128-131.