

数値地図からのリニアメントの発見——ファジィ画像解析の利用——

三重大学生物資源学部
三重大学生物資源学部

鈴木 勝士
正会員 大野 研

1 はじめに

日本は地震が多い国である。1960年頃から地震は断層運動の現れである事が明らかになった。そして日本では、「最近の地質時代に繰り返し活動していて、将来また活動すると考えられる断層」⁽¹⁾と定義された断層が地震を知るうえで調査されてきた。

断層の位置や規模を正確に把握する第1歩は、リニアメントを見つけだすことである。従来は空中写真から専門家のクロスチェックにより見つけだされてきた。したがって、専門家の熟練の程度にリニアメントの信頼性が依存し、客観性が薄い上に費用がかさんでしまう。そこで、近年急速に安価になった数値地図からコンピュータを使ってリニアメントが抽出できれば、リニアメントの客観性が確立でき、費用がかからないという利点がある。過去にも数値地図から画像解析によりリニアメントを抽出するという試みはなされている。しかし、一般的な画像解析手法は局所的な画像の特徴を抽出することに適しているが、リニアメントの発見のような全体的な画像の特徴を把握する作業には適していなかった。

そこで、本研究では一般的な画像解析の後にファジィ画像解析を行い、局所的な画像の特徴を全体的に把握できるように試みた。

2 リニアメント

周知のごとくさまざまな定義があるが、ここでは地形にみられる直線模様であると考えた。地形の中に示される形態情報として、地下の状況を反映する直線状の配列であり、地下深部の断列構造と密接に関係している⁽²⁾。断層の定義である地下の破断面における岩石の両側に食い違いが認められるものの連続が地表に現れているものである。

3 方法

本研究では方法Aと方法Bの二つの方法でリニアメント抽出を試みた。

3-1 方法A

原面の勾配の急変とは断層を境に地殻が隆起したところ、又は様々な地殻変動が起こったところである。よって原面にちかい面（以下、接峰面）を造り出し、接峰面において勾配が急変しているところを見つけだしそこにリニアメント（断層）が現れると考えた。またリニアメントは直線模様と定義していることから、方法Aでは直線模様を導くためファジィ画像解析を使用した。方法Aのフローチャートを図.1に示す。

3-1-1 数値地図

地表面にもうけた直交メッシュ上の点に標高値を与えた数値データであり、画像としての取り扱いが可能となる。

国土地理院による2万5千分の1の数値地図を使用した。

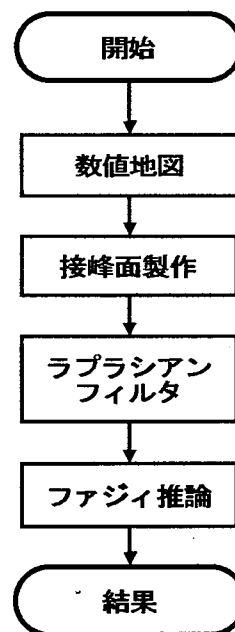


図.1 方法Aのフローチャート

50m のメッシュ上に標高が表示してあるもので、データの規模としては 128×128 のデータを取り扱った。場所としては三重県K町周辺をとり、またこの付近のデータは比較的山地の地形である。

3-1-2 接峰面製作

接峰面とは簡単に言うと山地に大きな毛布をかぶせた面のことである。例えばギザギザの突起のある面上に毛布をかぶせてみる。毛布は細かい凹凸のないなだらかな面を造りだす。これを山地において毛布をかぶせると浸食された谷間を埋め山地の原面に近づいた面になる。どの程度の毛布が原面に近い面を与えるかは、その山地の性質や使用目的によって決めなければならない。このような毛布であらわされる面を接峰面という³⁾。

作成方法は数値地図を使用するので図.2 に示したように作成した。毛布の厚さに相当するのは図.2 における斑点の四角の枠の大きさになる。この枠が大きいとき厚い毛布を地形にかぶせたものになり、小さければ薄い毛布を地形にかぶせたものとなる。本研究では枠の大きさは 4×4 にし、そのデータごとに最高値を探した。

点線の四角の中(図では 4×4)において
標高値が最大をとるものを探し、
それをその中の中心標高とおく
 $b_{11} = \max\{a_{11}, a_{12}, \dots, a_{43}, a_{44}\}$

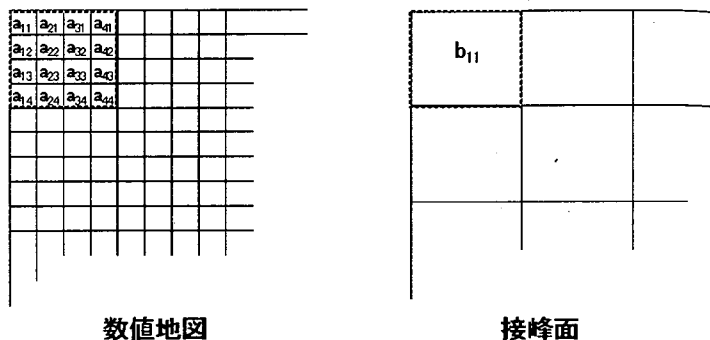


図.2 接峰面製作

3-1-3 ファジィ画像解析

ファジィ推論を適用して画像解析することをファジィ画像解析といい、方法 A で使用したファジィ画像解析はノイズを消しリニアメントの可能性をしめすために用いた。

e1 を中心画素とし e2, e3 を図.4 における 4 つの方向におき、e1, e2, e3 にファジィ推論を使用することで直線性があるか推論する。またここで使用したルールを表.1 に示す。

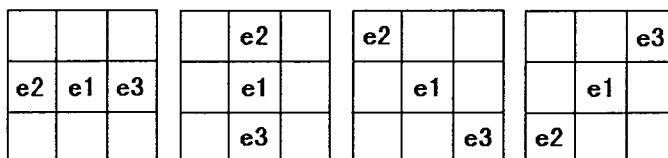


図.3

表.1

- 1.If (e1 is 大) and (e2 is 大) and (e3 is 大) then (リニアメント is 大)
- 2.If (e1 is 小) and (e2 is 小) and (e3 is 小) then (リニアメント is なし)
- 3.If (e1 is 大) and (e2 is 大) then (リニアメント is 中)
- 4.If (e1 is 大) and (e3 is 大) then (リニアメント is 中)
- 5.If (e2 is 大) and (e3 is 大) then (リニアメント is 中)
- 6.If (e1 is 大) and (e2 is 小) then (リニアメント is 小)
- 7.If (e1 is 大) and (e3 is 小) then (リニアメント is 小)

3-2 方法 B

元のデータを平滑化し、その平滑化データと元のデータとの差をとり、差が正負に大きいところに特徴的な地形が現れると考えた。また断層運動に伴って表れる特有の地形(断層変異地形)は主に断層崖、低断層崖、逆向き低断層、地溝、断層池、地壘、ふくらみ、横ずれ尾根、横ずれ谷、閉塞丘など⁴⁾がある。差が負になっている部分(谷部)にリニアメントが現れると考えた。図.4 では差のデータがどのように表れるのか示した例である。図.4 を見ると大部分の谷部が差のデータの負が大きくあらわれているところと一致している。

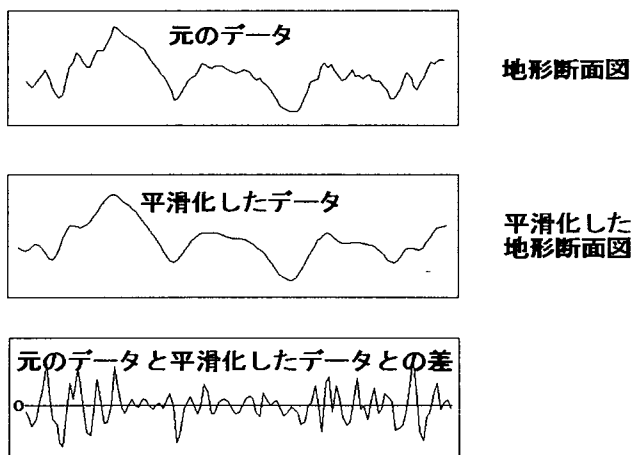


図.4

上述した様に数値地図データと、数値地図データ

から作成した接峰面データにたいして差のデータを導き、2つの差データの負の部分（谷部）を抜き出す。そして、ファジィ推論によって2つの画像を検査し操作する。方法Bのフローチャートを図.5 に示す。

3-2-1 ファジィ画像解析

方法Bで使用したファジィ推論は数値地図からのデータと、接峰面からのデータを検討し、リニアメントの可能性を導くためにもちいた。

数値地図の差のデータでは細かすぎてノイズを多く含んでしまう。接峰面の差のデータでは漠然としてハッキリ抽出できない。したがって、双方の良い部分を抽出するためにファジィ推論を実行した。ここで使用したルールを表.2 に示す。

表.2

1.If (a is 大) and (b is 大) then (リニアメント is 大)
2.If (a is 大) and (b is 中) then (リニアメント is 大)
3.If (a is 中) and (b is 大) then (リニアメント is 大)
4.If (a is 中) and (b is 中) then (リニアメント is 小)
5.If (a is 小) and (b is 小) then (リニアメント is なし)
6.If (a is 小) then (リニアメント is なし)
7.If (b is 小) then (リニアメント is なし)

a: DEMからの差のデータ
b: 接峰面からの差のデータ

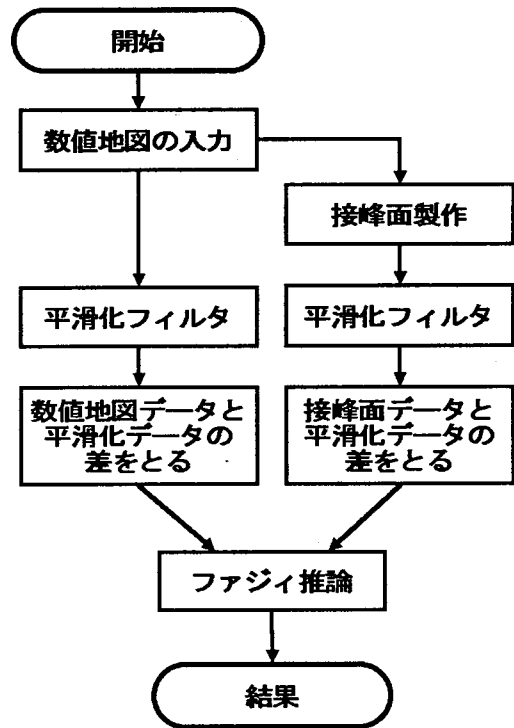


図.5 方法Bのフローチャート

5 結果

数値地図を濃度分布で表した様子を図.6 に示し、数値地図から接峰面を作成し同様に濃度分布で表したものを図.7 に示す。方法Aのファジィ画像解析前の画像を図.8、ファジィ画像解析後の結果を図.9 に示す。また方法BのDEMからの差の画像を図.10、接峰面からの差の画像を図.11、そしてファジィ推論で検討した結果を図.12 にそれぞれ示す。図.8,9,10,11,12のそれぞれの画像において明るい部分の連続がリニアメントを示している。図.13にその地域のリニアメントを専門家が空中写真から判断したものを示す。ただし、専門家の判断結果があるのは図中の枠内だけである。

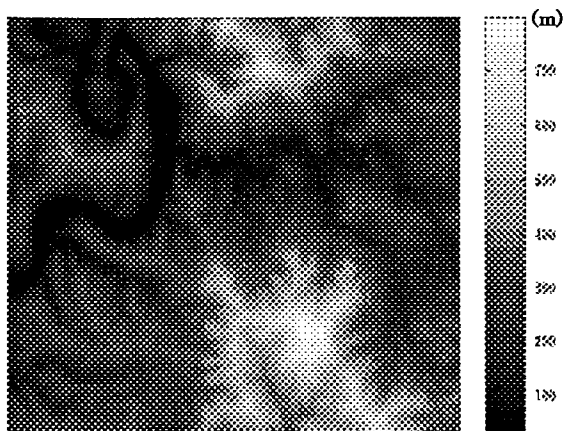


図.6 数値地図

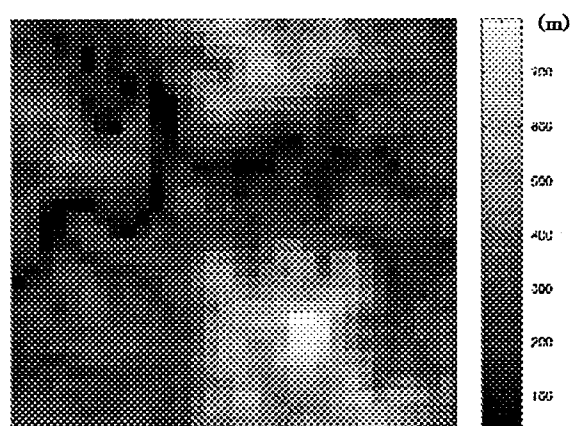


図.7 接峰面

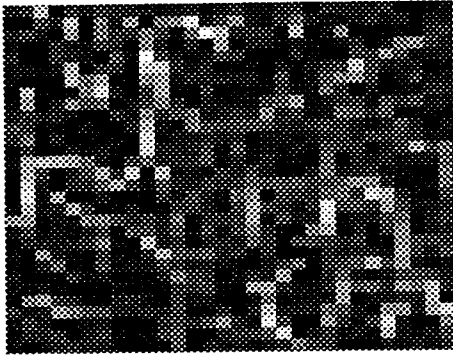


図.8 ファジィ画像解析前

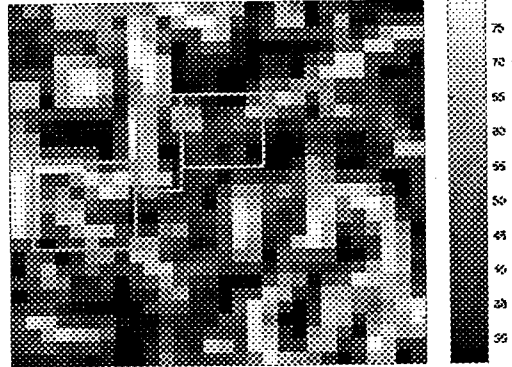


図.9 方法Aの結果

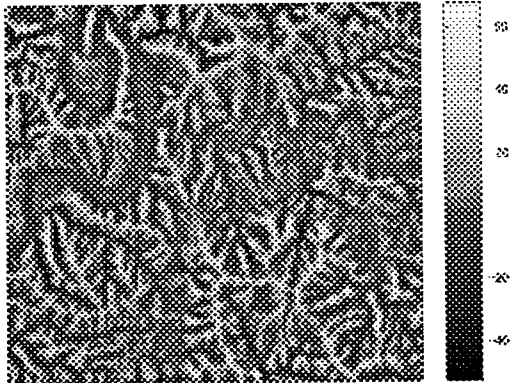


図.10 数値地図からの差のデータ

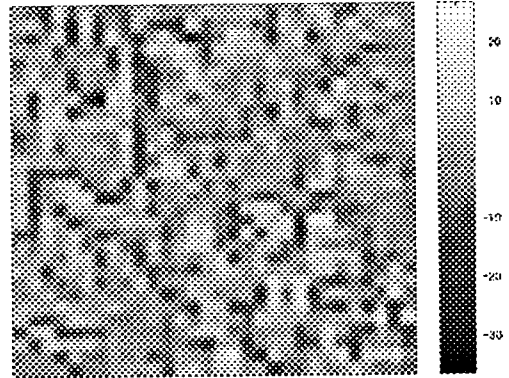


図.11 接峰面からの差のデータ

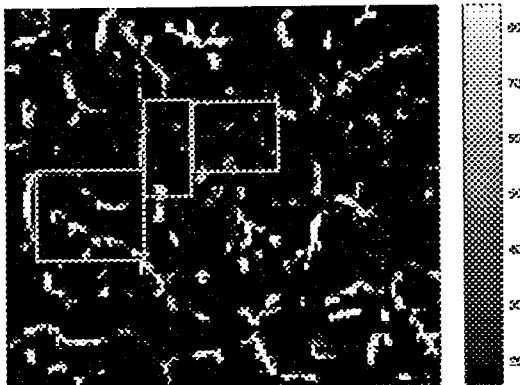


図.12 方法Bの結果

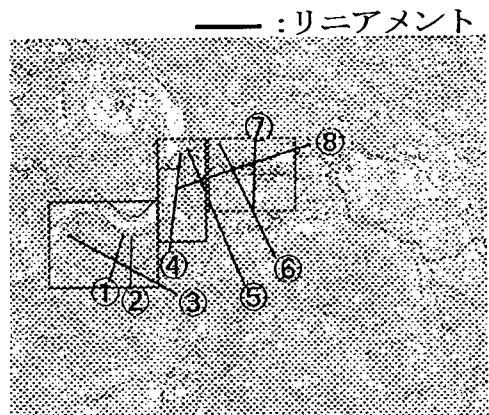


図.13 専門家の判断

6 考察

リニアメント③,⑧は方法 A,B とも抽出できた。リニアメント②,④は方法 A,B による両方の結果とも少しだけ明るい部分の連続が見える。はっきり見えないのはリニアメントが短いということが原因であると思われる。リニアメント①,⑤,⑥,⑦は方法 A においては抽出できなく、方法 B では薄く表れているだけであった。

本研究ではメッシュ間隔 50m で比較的山地地域の数値地図を利用したが、リニアメント②,④をよりはっきり抽出するにはより細かいメッシュ間隔のデータが必要になるとと思われる。リニアメントの正しい位置が数値地図で解るようになれば客観性にすぐれ、かつ経済的な建設立地候補地の選定などに役立つであろう。

参考文献

- (1) 松田時彦：「活断層」、岩波新書、p.8,1995
- (2) 岩下篤、下田陽久、坂田俊文：「TM VNIR による画像解析とリニアメント解析との相関」、空中写真とリモートセンシング、Vol33,No.3,p.48~57,1994
- (3) 藤田和夫：「変動する日本列島」、岩波新書、p.83
- (4) 活断層研究会編：「日本の活断層—分布図と資料—」、P.4~8,1980