

1. はじめに

構造物を建設するにあたって、地下地盤構造を把握することは必要不可欠である。なかでも阪神大震災以降、直下型地震の原因である活断層の存在が注目されるようになった。日本全国の活断層地図も出版されているが、その多くのは地形から判断された活断層であり必ずしも地質学的に活断層であると判明しているわけではない。またこれまでの研究で、活断層は重力値の勾配の急変するところに存在することが多いということが解っている。そこで本研究では既存の重力値をもとにして三重県周辺の活断層の分布状況を調査し、活断層地図と比較して本来の活断層を検証するとともに伏在断層を発見することを目的とする。重力値から勾配急変地を強調するためにファジィ画像解析を用いた。

2. 方法

方法のフローチャートを Fig. 1 に示す。

A. 志知らによって測定された重力値地図(1)に 64×64 マスのメッシュ (約 1.2km 四方) をプロットし、その地点での重力値を読み取った。

B. マスク処理

読み取った重力値にノイズを消去するために 3×3 近傍のマスクを使用して平滑化を行った。

C. 二階差分

重力の勾配の急変地をピックアップするために二階差分を行った。ここで二種類 (抽出後そのままのデータ (フロー①) とマスク処理を施したデータ (フロー②) ) の二階差分値をとった。

D. 領域変換

二階差分値を強度イメージ (min=0,max=1) に変換した。

E. 二階差分値の急変部分の強調

今回の研究では、ファジィ解析の中でも融通性に富んだファジィ・リラクゼーション法\*とヒストグラムを作成してヒストグラム谷点検出法\*\*によりしきい点を設定して二値化画像解析を行った。

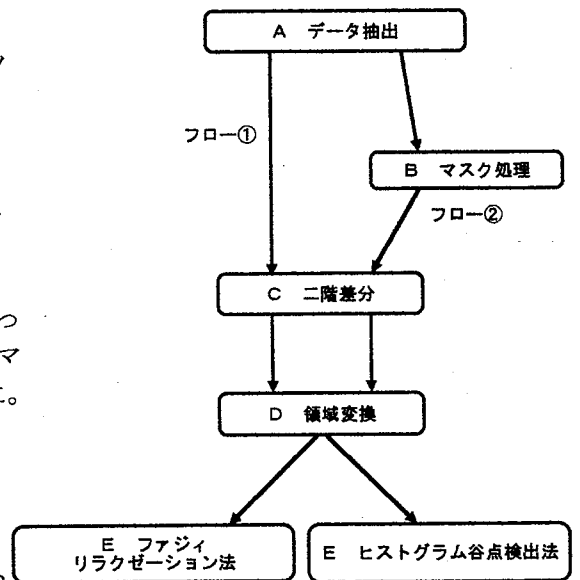


Fig.1 方法のフローチャート

\*ファジィ・リラクゼーション法

ファジィ・リラクゼーション法のフローチャートを Fig.2 に示す。

1. 入力画像データよりパラメータ a,b,c を設定し、パラメータにより決定される (1) 式のメンバーシップ関数 S を用いて濃度レベルをファジィ領域に変換する。

2. 上の操作を画像が十分強調されるまで繰り返す。

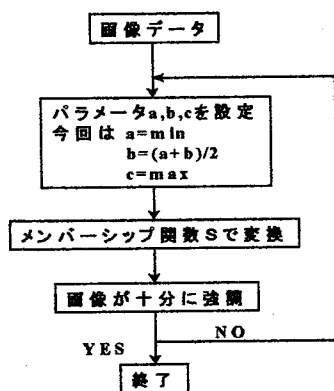


Fig.2 ファジィ・リラクゼーション法のフローチャート

$$S = \begin{cases} \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)} : a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{(x-c)^2}{(c-b)(c-a)} : b < x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

＊ ＊ ヒストグラム谷点検出法

ヒストグラム谷点検出法のフローチャートを Fig.3 に示す。

1. ヒストグラムの形状をピーク(P)、バレー(V)、アップ(U)ダウン(D)に判定する。
2. バレーからバレーまでを一つのピークとして (2) ~ (4) 式の各因子を組み合わせるピークスコア評価値 (5) 式を求める。
3. 最低値スコアを持つピークを消去し、隣接するピークに吸収させる。ピークの取り消し方には以下の方法を用いる。
  - ①深い方のバレーを残す。
  - ②ピーク全体の偏り具合 (重心のずれ) で吸収される方向を決める。
 今回は②の方法で行い、重心のずれが見つからない場合には①の方法を用いた。
4. 2~3の手順により、最低値のピークを隣接ピークに吸収させた後に再度スコアを計算し、最低値のピークを消していく。そして特徴のあるピークが発見されたところで終了する。
5. 得られたピークによって挟まれていた谷の位置を求め領域分割のしきい値とする。Fig.1 のフロー①、②のヒストグラムをそれぞれ Fig.4、Fig.5 に示す。

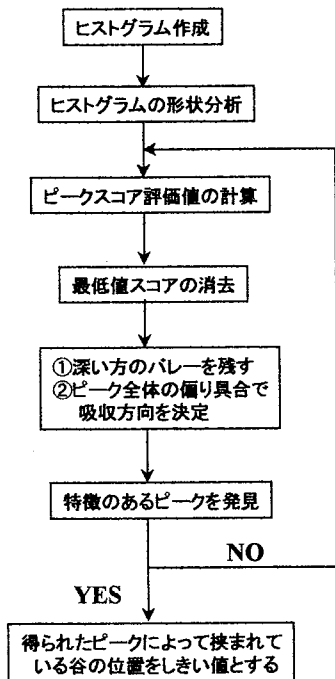


Fig. 3 ヒストグラム谷点検出法のヒストグラム

$$A = 1 - \frac{(V_a + V_b) / 2}{P} \dots \dots \dots (2)$$

$$C = 1 - \frac{NP - \{(V_a + V_b) / 2\} \times W}{PW - \{(V_a + V_b) / 2\} \times W} \dots \dots \dots (3)$$

$$D = \frac{NP}{N_{total}} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{ピークスコア評価値} = A \times (1 - C) \times D \dots \dots \dots (5)$$

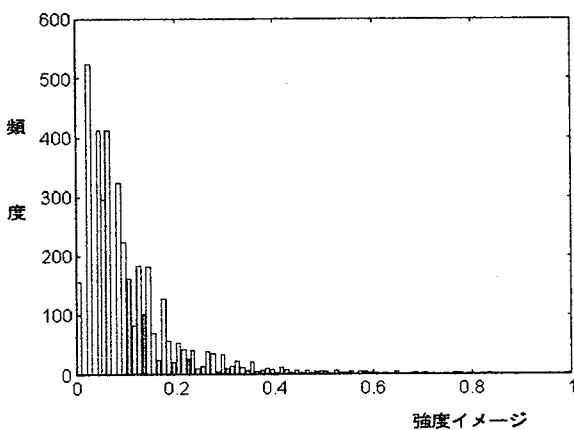
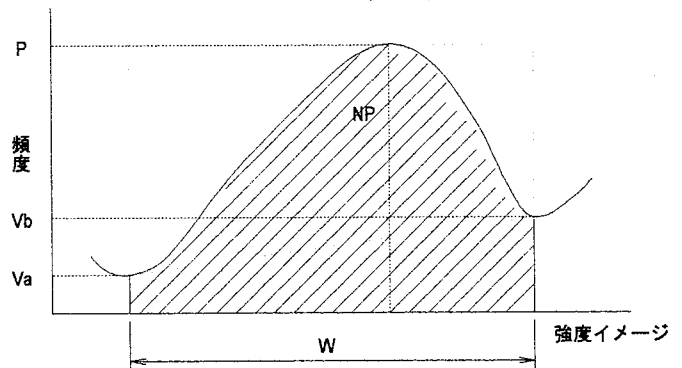


Fig. 4 フロー①のヒストグラム

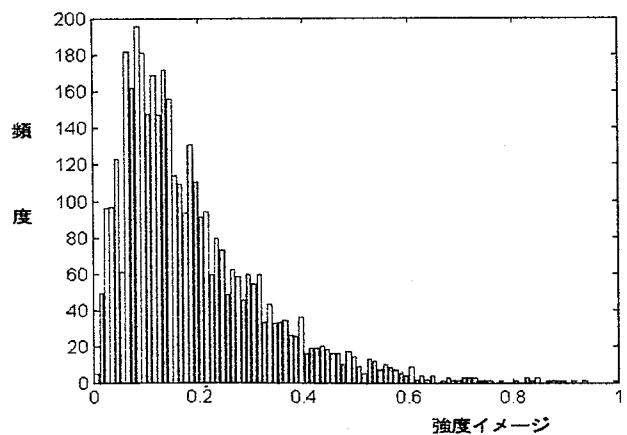


Fig. 5 フロー②のヒストグラム

### 3. 結果

ファジィ・リラクゼーション法解析の結果とヒストグラム谷点検出法解析の結果を活断層地図<sup>(3)</sup>に重ね合わせた図をそれぞれフロー①は Fig.6,7、フロー②は Fig.8,9 に示す。また、ファジィリラクゼーション法解析の結果と地質図<sup>(4)</sup>とを重ね合わせた結果をそれぞれ Fig.10,11 に示す。



Fig.6

フロー① ファジィ・リラクゼーション法+断層図



Fig.7

フロー① ヒストグラム谷点検出法+断層図



Fig.8

フロー② ファジィ・リラクゼーション法+断層図

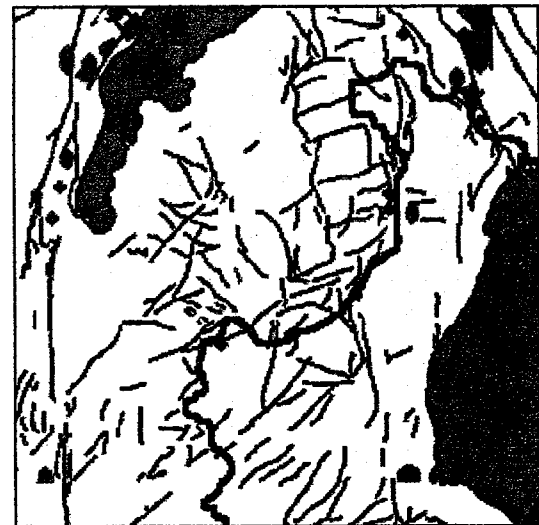


Fig.9

フロー② ヒストグラム谷点検出法+断層図

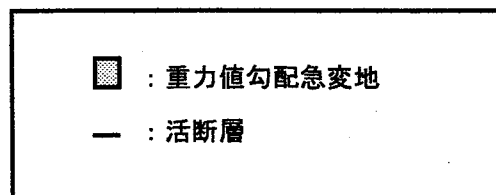




Fig.10

フロー① ファジィ・リラクゼーション法+地質図

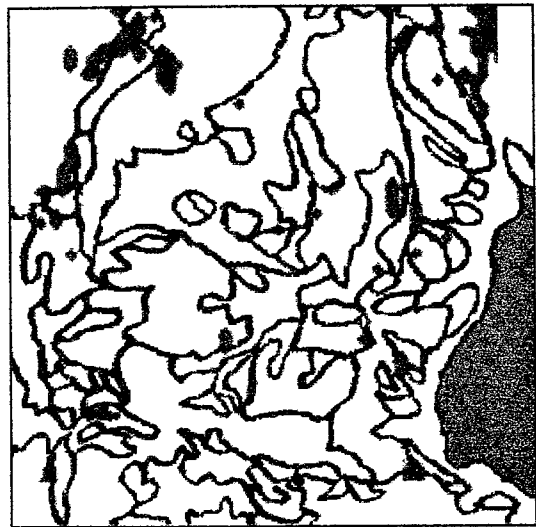
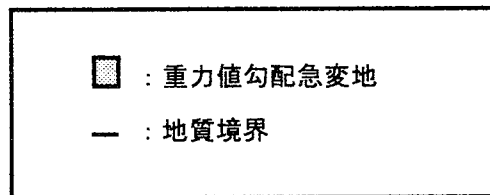


Fig.11

フロー② ファジィ・リラクゼーション法+地質図



#### 4. 考察

今回の解析に使用した重力値データの間隔が粗い(約1.2km四方)にもかかわらず、いずれの方法でもある程度重力値勾配急変地と活断層が一致した。Fig. 7とFig. 9を比較してみるとFig.9にはあまり特徴が現れていない。Fig.4、Fig.5のヒストグラムを見てもわかるように、これは特徴のあるピークがマスク処理されたために消滅してしまったと考えられる。したがってヒストグラム谷点検出法解析に使用するデータはマスク処理されていないものが望ましいが、ノイズなどの影響を受けて誤った解析結果になる可能性もある。一方ファジィ・リラクゼーション法解析ではFig.6、Fig.8を比較してみるとあまり大差は見られない。ゆえにファジィ・リラクゼーション法解析はマスク処理による影響が少なく、その点ではヒストグラム谷点検出法解析よりも優れた解析法であるといえる。またFig.10、Fig.11から重力値勾配急変地は地質の境界にほぼ一致していることがわかる。このことから同一地質内に存在する活断層の発見が困難であるように思えるが、濃尾平野内に強調された部分(伏在断層)が現れていることから発見が困難であるとされている伏在断層の発見も可能な場合があることがある。しかし今回の解析で使用した重力値データの間隔は、活断層地図に記載されている活断層をすべて特定するためには広すぎると思われる。実際の重力値の測定が広い間隔で実施されたものなので重力値データの間隔をもっと狭くすることはあまり意味のあることではない。今回の解析に用いたデータより測定間隔の狭いデータが得られれば、より精度の高い解析結果が得られ、建設物立地候補地の選定や地震予測など幅広い活用ができると思われる。

#### 参考文献

- (1) Gravity Research Group in Southwest Japan "A Bouguer anomaly map in Central Japan", Rept.Geol.surv.Japan,no.280,27-36 1994
- (2) 日本ファジィ学会編 "ファジィ画像処理" 日刊工業新聞社 1993
- (3) 地質調査所 "日本地質図" 1973
- (4) 三重県活断層分布図