

18. 活断層地形判読における地形要素の分布と確実度の関係(その1) —縦ずれ要素の場合—

A study on relationship between distribution of geographic elements and level of certainty by air-photo interpretation for active faults (Part 1)

○ 金子智幸, 山本 晃(八千代エンジニアリング㈱), 田中竹延(㈱アイ・エヌ・エー), 倉橋稔幸(独立行政法人土木研究所),
活断層地形判読研究グループ

Tomoyuki Kaneko, Aakira Yamamoto, Takenobu Tanaka, Toshiyuki Kurahashi, and Air-photo Interpretation Research
Group for Active Faults

1. はじめに

本論は、16の線状模様を対象に、線状模様に沿った縦ずれ変位を示唆する「崖地形等の地形要素」と、活断層研究会(1991)に基づく確実度との相関性を検討したもので、特に線状模様に沿って認められる地形要素の長さや分布数に着目し解析をおこなった。

2. 対象線状模様

活断層の確実度区分には、桑原(1987)¹⁾や活断層研究会(1991)²⁾などがあり、主として地形面や谷・尾根などの変位基準を基に確実度を区分している。判読対象とした16の線状模様を表-1に示す。これらの線状模様は確実度Ⅰ～Ⅲ、および非活断層や地震断層などである(脇坂ほか, 2002³⁾)。ただし、この内、活断層研究会(1991)において、深溝断層*1は確実度Ⅲとして、また川舟断層*2は記載がされていないものの、これらの2断層はいずれも地震断層であり、明瞭な変位地形を残しているため、確実度Ⅰとして解析した。

表-1 対象断層一覧(縦ずれ断層)

断層名	様式	確実度	地域
栗沢断層東方	縦ずれ	Ⅲ	北海道
西根断層群	縦ずれ	Ⅰ	東北
白岩一六郷断層群	縦ずれ	Ⅰ	東北
江花一虫登断層	縦ずれ	Ⅱ	東北
川舟断層*2	非活断層	—	東北
関谷断層	縦ずれ	Ⅰ	関東
入山断層	縦ずれ	Ⅰ～Ⅱ	南関東
大菩薩峠西側断層	縦ずれ	Ⅲ	南関東
神代断層	縦ずれ	Ⅰ	中部・北陸
松本盆地東縁断層	逆・横	Ⅰ, Ⅱ	中部・北陸
森本・富樫断層	縦ずれ	Ⅰ	中部・北陸
深溝断層*1	縦ずれ	Ⅲ	中部・北陸
畑川断層	縦ずれ	Ⅱ	中部・北陸
小谷一山中断層	非活断層	—	中部・北陸
大戸川断層	非活断層	—	近畿三角地帯
野島断層	縦ずれ	Ⅰ	近畿三角地帯

3. 検討方法

線状模様の地形要素区分は、表-2⁴⁾に示すように、①崖地形などの地形要素、②屈曲などの地形要素、及び③変位不明瞭な地形要素、の三つに分類される。これらの内、①は縦ずれ断層に現れる要素を主としたものであり、地形要素の表記では“長さ”として示される。②は横ずれ断層に現れる要素を主としたもので、地形要素の表記では“箇所数”で表される。③については地形要素の表記で“長さ”または“箇所数”のどちらかで表されている。

表-2 地形要素分類⁴⁾

分類	地形要素
崖地形などの地形要素	崖または低崖
	三角末端面
	地形面のな配異常
	高度不連続
屈曲などの地形要素	横ずれ地形
	尾根の屈曲
	その他の変位基準の横ずれ
	異種地形境界・崖線の屈曲
変位不明瞭な地形要素	凹地
	直線谷
	傾斜変換線
	谷中分水界

縦ずれ断層系の地形要素構成は、崖地形等の地形要素が圧倒的に多いが、崖地形等の地形要素と屈曲等の地形要素とは本質的に要素の計り方が異なるため、厳密に要素個数で比較するのは適切でない。すなわち、崖地形等の地形要素は、崖、線、面の要素であり、長さ(距離)の単位で計るのがふさわしい。それに対して、屈曲等の地形要素は、屈曲数、谷数等の要素であり、個数の単位である。

従って、検討に当たっては、次の2つの方法で行った。

- 1) 対象線状模様の各地形要素(箇所数)の構成比の比較
単純に各地形要素の箇所数を、線状模様全体の箇所数に対する割合で比較する。
- 2) 対象線状模様の各地形要素の“長さ”の構成比の比較
主として崖地形などの“長さ”を持つ地形要素を比較するために、線状模様全体の長さに対する個々の地形要素の長さ

の割合を比較する。

なお、写真判読において、一つの断層系に複数列の要素が併走している場合、断層延長よりも要素の総延長が長くなることがある。あるいは、主断層に対して副次的な断層が周辺に多数認められる場合があり、要素の長さの取り方に判断が必要とする場合がある。そこで、地形要素の“長さ”を整理するに当たって、次の前提で実施した。

- ① 断層要素の構成比は、要素の長さ（長さを加算したもの）により比較する。
- ② 断層の総延長は、断層延長ではなく主断層と副断層または並列する各断層の長さの合計（各線状模様を合計した長さ）とする。
- ③ その際に、要素間の空白部は要素なしとして延長を考慮し、「要素なし」として構成比に入れる。
- ④ 断層群の総延長（100%）に対する各要素の加算距離の割合を構成比とする。
- ⑤ 屈曲等の地形要素（箇所数を基本とする要素）は扱わない。

4. 検討結果

(1) 各地形要素（箇所数）の構成比

各対象断層について、系統別地形要素の構成比の関係を図-1に示す。対象断層の大半において崖地形等の地形要素が明らかに卓越している。しかし、各断層を確実度毎にまとめて整理すると、確実度がⅠからⅢになるに従い、変位不明な地形要素が多くなる傾向にあるが、各地形要素と確実度の間には明瞭な相関性は認められない。

(2) 地形要素の“長さ”に着目した構成比

確実度別の断層総延長に対する各要素の構成比及び各断層別の断層総延長に対する構成比は、図-2及び図-3に示す。確実度別の断層総延長に対する各要素の構成比を見ると、確実度がⅠからⅢになるに従って、三角末端面を除く崖地形等の地形要素が明瞭に減少し、確実度Ⅰで約60%、確実度Ⅱで約50%、確実度Ⅲで約10%、非活断層で約5%となっている。三角末端面については、確実度Ⅱに最も多く、やや開析が進んだ崖を三角末端面として抽出している可能性がある。また、要素なしの占める割合が確実度Ⅰで約20%、確実度Ⅱで約40%、確実度Ⅲで約60%、非活断層で約70%以上となっている。これは、地形要素の明瞭度の差あるいは活動度の差を表しているものと考えられる。

(3) 地形要素を考慮した確実度評価

確実度と断層総延長に対する構成比の検討結果から、全体に次のような傾向が示唆される。

- ① 確実度がⅠからⅢ及び非活断層になるに従い、断層総延長に対する地形要素の構成比は少なくなる。
- ② 確実度がⅠからⅢ及び非活断層になるに従い、崖地形等の地形要素の構成比が減少する。
- ③ 確実度がⅠからⅢ及び非活断層になるに従い、要素なしの構成比が増加する。

これらのことは、縦ずれ要素の線状模様について、総延長に対する地形要素の構成比、崖地形等の地形要素の構成比、及び要素なしの構成比により、線状模様の確実度がある程度の想定が可能であることを示唆している。

逆断層(主断層)の地形要素頻度分布(各要素数/各要素合計数)

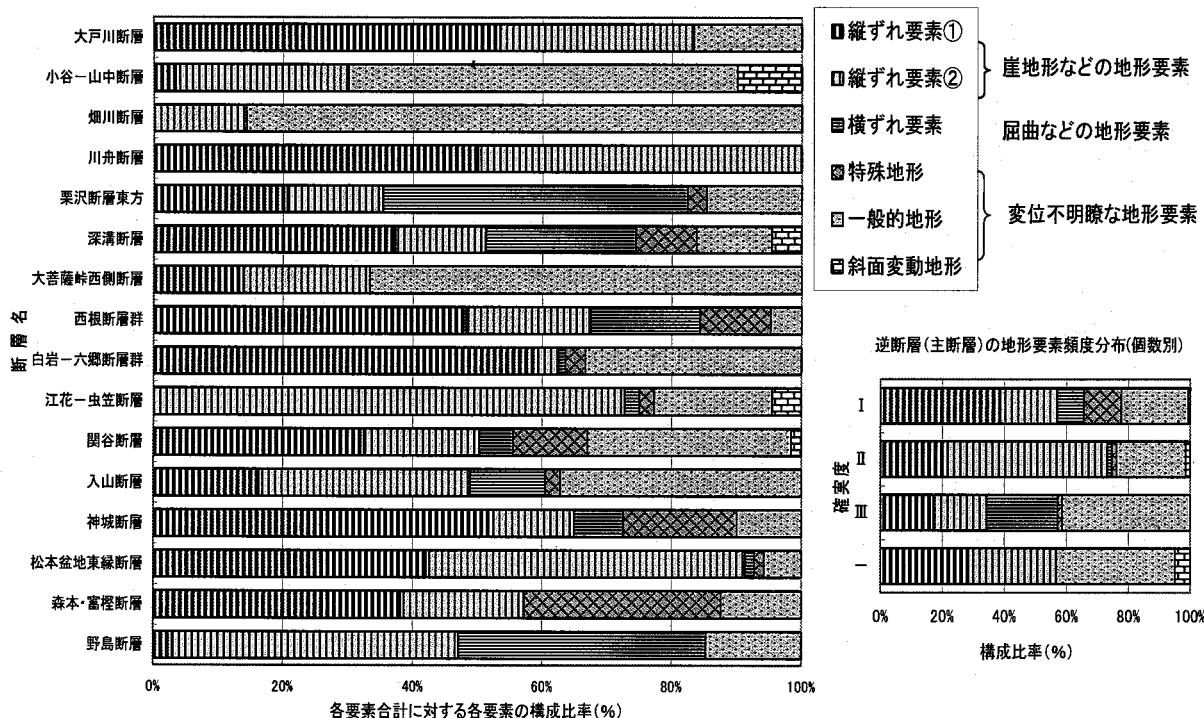


図-1 線状模様の地形要素の構成比 (各要素数/各要素総数)

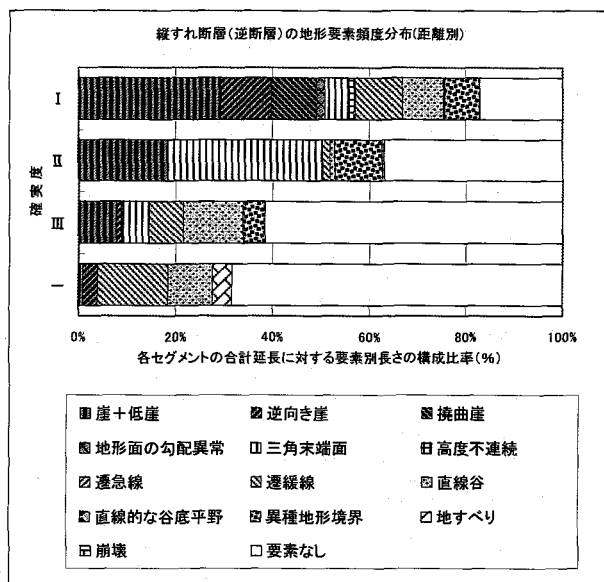


図-2 確実度別の総延長に対する各要素の構成比

なお、個別の線状模様の構成比を見ると、図-3に示すように、次のような例外も認められる。

- ① 確実度Ⅰでは、川舟断層と入山断層は崖地形等の地形要素の構成比が50%以下である。野島断層では崖地形等の地形要素がほとんど見られない。
- ② 確実度Ⅱでは、畑川断層で崖地形等の地形要素がほとんど見られない。
- ③ 確実度Ⅲ及び非活断層では、断層毎に構成要素が異なる可能性がある。

川舟断層は主として数万年前に形成された段丘分布地域と山地または沖積地との境界にあり、活動間隔も主断層である千屋断層に比べ長い³⁾ため、明確に累積性のある地形の抽出が困難であることに起因しているものと考えられる。入山断層は確実度がⅠ～Ⅱとされており、むしろ確実度Ⅱに近い構成比を示している。野島断層については段丘分布域と山地との境界付近を連続しており、崖としてではなく遷緩線として抽出されているのが特徴で、屈曲などの地形要素に注目すれば確実度Ⅰと認識される。

畑川断層は少なくとも5万年以降活動していないとされているもので、山地高度の相対的な高度差が見られるが明瞭な地形要素となっていないものと思われる。江花-虫笠断層は開析された火砕流台地・山地内の尾根が多いため、三角末端面として認識されているものと思われる。

5. まとめと今後の課題

活断層地形判読研究グループでは、主として山岳地域における「空中写真による第四紀断層の客観的判読の試み」(倉橋ほか, 2003)を進めてきた。本論では、16の線状模様を対象として、線状模様に沿った崖地形等の地形要素の分布と確実度(「新編・日本の活断層—分布図と資料—」(活断層研究会, 1991)による)との関係を検討した。線状模様に沿って認められる地形要素は長さをもっていることから、この長さを地形要素ごとに合計し、線

状模様全長に占める各地形要素の割合(構成比)を求めた。また、長さをもたない鞍部などの地形要素については分布数を求めた。その結果、確実度ⅠからⅢおよび非活断層へ確実度が下がるにつれて、以下の傾向が認められた。

- ① 地形要素の総延長に対する構成比が減少する。
- ② 崖地形等の地形要素の構成比が減少する。
- ③ 地形要素なしの構成比が増加する。

線状模様の総延長に対する崖地形等の地形要素の構成比が、確実度Ⅰで50%、確実度Ⅱで20%、確実度Ⅲで10%、及び非活断層で5%以下の割合が得られた。また、要素なしの占める割合で見ると、確実度Ⅰで約20%、確実度Ⅱで約40%、確実度Ⅲで約60%、非活断層で約70%以上となっている。

しかし、線状模様には、横ずれ要素が多くなるものや、特有の表層地形に支配されるものがあり、今後は、確実度の評価において断層の特徴、連続性及び成因等を考慮した検討が必要である。

なお、本論は、独立行政法人土木研究所と民間13社(50音順: (株)アイ・エヌ・エー、アイドールエンジニアリング(株)、川崎地質(株)、基礎地盤コンサルタンツ(株)、(株)建設技術研究所、国際航業(株)、サンコーコンサルタント(株)、(株)ダイヤコンサルタント、中央開発(株)、日本工営(株)、(株)ニュージェック、パシフィックコンサルタンツ(株)、八千代エンジニアリング(株))との共同研究の成果の一部を取りまとめたものである。

引用文献

- 1) 桑原啓三: 第四紀断層の調査法, 土木技術資料, 第29巻, 第6号, pp. 293-298, 1987
- 2) 活断層研究会: 新編日本の活断層, 東京大学出版会, 1991.
- 3) 脇坂安彦, 阿南修司, 倉橋稔幸, 品川俊介ほか: 活断層の位置および規模の定量的認定法に関する研究 (I) 活断層の地形要素, 土木研究所共同研究報告書, 第281号, 460p, 2002.
- 4) 倉橋稔幸, 品川俊介, 阿南修司, 脇坂安彦: 空中写真による第四紀断層の客観的判読の読み, 土木技術資料, 第6号, pp. 52-59, 2003.
- 5) 大山隆広, 曾根賢治, 上田圭一, 橋本修一: 1989年陸羽断層系・川舟断層(川舟地区)トレンチ調査, 活断層研究, 第11巻, pp. 51-55, 1993

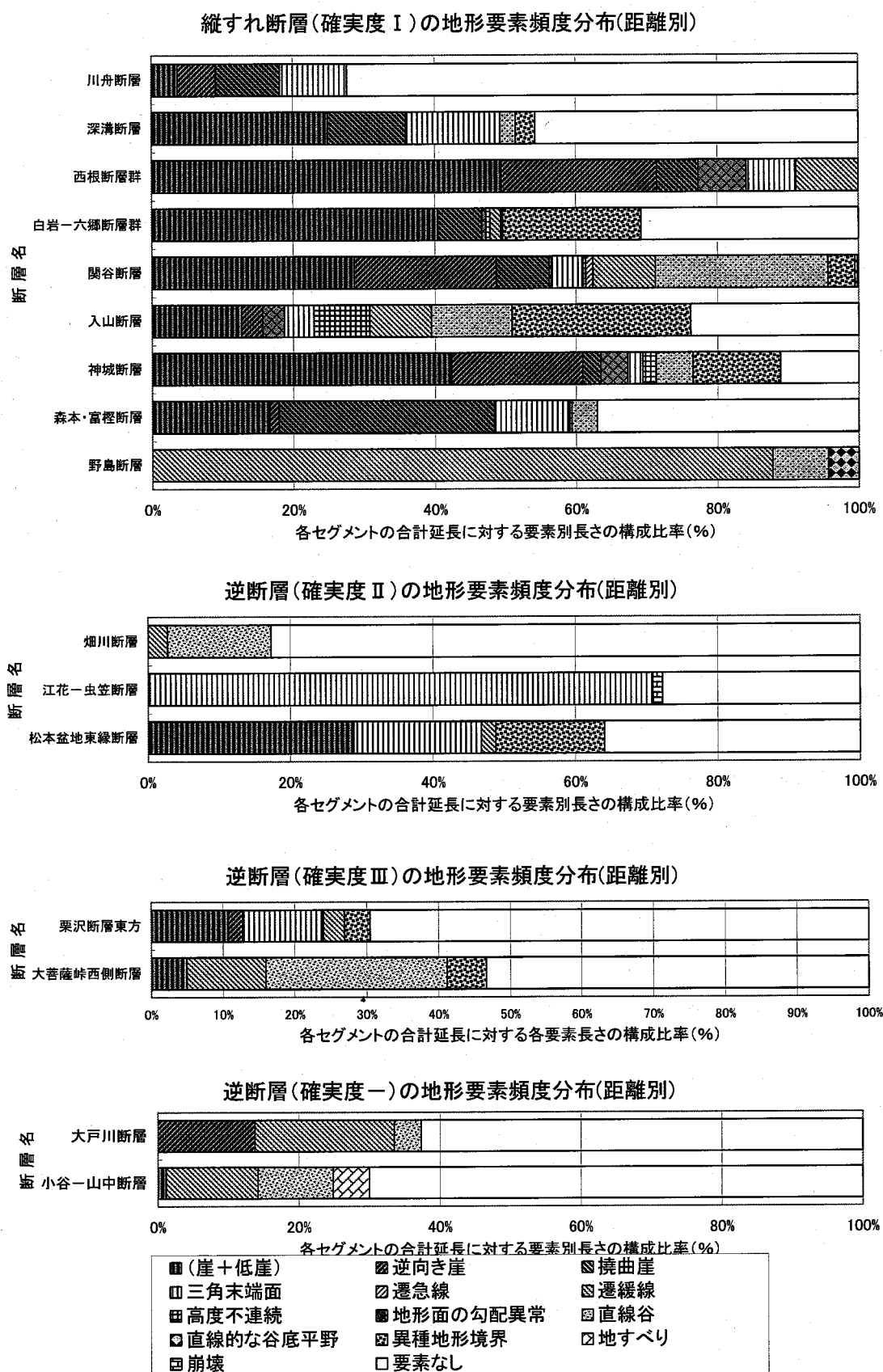


図-3 確実度別の各要素の構成比