共同研究報告書
整理番号 第338号

活断層の位置および規模の定量的認定法に関する研究(4)
活断層地形要素判読マニュアル

平成18年3月

独立行政法人土木研究所
材料地盤研究グループ(地質)

株式会社アイ・エヌ・エー
基礎地盤コンサルタンツ株式会社
国際航業株式会社
株式会社 ダイヤコンサルタント
アイドールエンジニヤリング株式会社
川崎地質株式会社
株式会社建設技術研究所
サンコーコンサルタント株式会社
中央開発株式会社
日本工営株式会社
株式会社ニュージェック
パシフィックコンサルタンツ株式会社
八千代エンジニヤリング株式会社

Copyright © (2006) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

本書に掲載した地図と空中写真は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図および空中写真を複製したものである。

共同研究報告書
第338号2006年3月

活断層の位置および規模の定量的認定法に関する研究(4)
活断層地形要素判読マニュアル

独立行政法人　土木研究所　材料地盤研究グループ(地質)

国土交通省　近畿地方整備局　企画部
国土交通省　近畿地方整備局　大戸川ダム工事事務所
国土交通省　九州地方整備局　道路部　道路計画第二課
株式会社アイ・エヌ・エー　地質部
地質部
地質部
地質部　地質環境室
基礎地盤コンサルタンツ株式会社　保全・防災センター
関東支社技術一部
関東支社技術三部
保全・防災センター
国際航業株式会社　技術センター　向山研究室
地質部
地質部
地質部
株式会社ダイヤコンサルタント　関西支社
関東支社地盤技術グループ
ジオエンジニヤリング事業部土木地質グループ
アイドールエンジニヤリング株式会社　地質部
地質部
地質部
川崎地質株式会社
北関東支店技術部
事業本部ジオ技術部
業務本部情報企画管理室
北日本支社技術部

上席研究員　佐々木靖人
主任研究員　倉橋　稔幸
環境調整官　脇坂　安彦 *
所長　阿南　修司 **
課長　品川　俊介 ***
技術部長　柳田　誠
次長　田中　竹延
課長補佐　嵐　路博
佐藤　賢
所長　福井　謙三
課長　石綿しげ子
主任　尾高潤一郎
主任　三浦健一郎
室長　向山　栄
部長　高見　智之
主任　萩原　博之
三戸　嘉之
技師長　松井　和夫
課長　齋藤　勝
課長代理　佐護　浩一
部長　奥田　英治
次長　竹下　秀敏
課長　磯村　敬
参与　安間　恵
課長　森口　安宏
課長　山本　高司
課長代理　安藤　潤
課長代理　徳間　伸介

株式会社建設技術研究所　地質センター　上席技師長　飯沼　清
地質センター　東京地質室　室長　中下　恵勇
地質センター　大阪地質室　長谷川清史
地質センター　高津　茂樹
サンコーコンサルタント株式会社　技術統括部地質調査・防災部　副部長　北村健一郎
技術統括部地質調査・防災部地質課　係長　松崎　達二
中央開発株式会社　技術開発部　係　長　細矢　卓志
中部支店　支店長　大鹿　明文
技術開発部　橋本　智雄
本社推進本部　向中野勇一
日本工営株式会社　国内事業本部首都圏事業部国土保全部地質グループ　課長　照屋　純
社会環境エンジニアリング　事業部地球環境部　次長　鈴木　弘明
四国支店技術部　部長　大塚　杉夫
国内事業本部首都圏事業部国土保全部地質グループ　課長補佐　傳井　哲
中央研究所　総合技術開発部地盤耐震グループ　研究員　小原　大輔
株式会社ニュージェック　国内事業本部地圏グループ　グループマネージャー　清水　公二
マネージャー　角田　隆彦
前マネージャー　大石　朗
地質チーム　主任　武井　義和
主任　米光　功雄
パシフィックコンサルタンツ株式会社　環境事業本部地盤技術部応用地質グループ　部長　柴田　悟
大阪本社プロジェクト部地盤技術グループ　技術課長　船山　淳
環境事業本部地盤技術部応用地質グループ　遠藤　秀正
坂島　俊彦
八千代エンジニヤリング株式会社　総合事業本部地質部　副部長　金子　智幸
九州支店技術第三部調査課　課長　松本　俊雄
総合事業本部地質部技術第一課　山本　晃

*　独立行政法人　土木研究所　材料地盤研究グループ（地質）　前上席研究員
**　独立行政法人　土木研究所　材料地盤研究グループ（地質）　前主任研究員
***　独立行政法人　土木研究所　材料地盤研究グループ（地質）　前研究員

要旨

本報告書は、土木研究所と民間13社との共同研究「活断層の位置および規模の定量的認定法に関する研究」における平成11～15年度までの研究成果を、活断層地形要素判読マニュアルとしてとりまとめたものである。

本マニュアルは、山地に分布する活断層を対象に空中写真を用いた地形要素判読の判読から記載、確実度判定までの一連の調査・解析における標準的仕様を述べたもので、地形要素を判読し記載することにより、活断層認定過程における透明性と客観性を確保でき、活断層の位置を合理的に推定できる。

キーワード：活断層、空中写真、地形判読、地形要素、マニュアル

まえがき

プレート境界に位置する日本列島では地震は避けることができない自然災害である。1995年兵庫県南部地震では、大都市近傍の活断層が起震断層となり、甚大な被害を及ぼした。ところで、地震被害には断層変位と地震動の二つがある。断層変位に関しては、兵庫県南部地震以後、全国の活断層のトレンチ調査が行われ、断層変位の履歴が明らかになってきている。また、地震動に関しても地震以後、プレート境界地震に加えて内陸直下地震にも対処する必要性が再認識され、土木構造物の耐震性能照査におけるレベル2地震動への対応が行われつつある。レベル2地震動は土木学会レベル2地震動研究小委員会(2001)[1]によると「構造物の耐震設計に用いる入力地震動で、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動である」とされている。その活断層を発生源とした地震の地震動や変位に対処するためには、まず活断層の位置を特定しなければならない。

活断層の位置を特定する最も簡便で経済的な手法として、空中写真を用いた地形判読が調査の初期段階でおこなわれてきた。活断層が動くと、地表に断層の動いた痕跡やずれを残すので、断層の活動が度重なると、ずれが累積し、空中写真や衛星写真で線状模様として認識できるようになる。しかしながら、線状模様は活断層以外の地質構造が原因で形成されることもあり、必ずしも判読される線状模様のすべてが活断層という訳ではない。線状模様は、通常の堆積や浸食作用で説明できることも多い。また、たとえ活断層であっても活動性が低く、ずれの累積量が小さい場合や、浸食により断層変位地形が削剥された場合、及び新期の堆積物に覆われている場合などは、断層変位地形は不明瞭となり、線状模様として認識することは難しい。特に山岳地域では変位基準の分布も限られていることから、活断層かどうかの判断ができない場合が多い。一方、写真判読には断層変位地形の見落としや誤認により個人差を生じるという問題もある[2]。

以上のように、地形判読の問題の背景には、「活断層の確からしさ」である地形的要因と、「判読の技術的熟練度」である人的要因とが複雑に絡み合っている。よって、この地形判読の問題を解決するには、できる限り客観的な地形判読手法の確立が必要である。

そこで、土木研究所では平成11～15年度まで民間13社と「活断層の位置および規模の認定法」に関する共同研究に取り組み、「活断層地形判読研究グループ」として成果を公表してきた[3)-13)]。本マニュアルでは、これまでの成果から、活断層地形要素判読における判読から記載、確実度判定に至るまでの一連の調査・解析における標準的仕様をとりまとめた。本マニュアルは主として活断層によるダム基礎の変位への対応の高度化を目指して作成されたものであるが、近年では、レベル2地震動への耐震性能照査も行われるようになってきたことから、本マニュアルがこれらの照査にも役立つことを望む次第である。

平成18年3月1日

材料地盤研究グループ(地質)
上席研究員
佐々木　靖人

目　　次

まえがき

1．総論…… 1
　1．1　活断層地形要素判読マニュアル …… 1
　1．2　用語の定義 …… 1

2．本マニュアルで対象とする線状模様と活断層…… 6

3．判読計画と準備…… 7
　3．1　活断層地形要素判読の位置づけ …… 7
　3．2　判読区間と判読範囲の設定 …… 8
　3．3　判読に用意するもの …… 8

4．活断層地形要素判読図の作成…… 10
　4．1　活断層地形要素判読図作成の流れ …… 10
　4．2　地形要素および地形面の抽出 …… 11
　4．3　活断層地形要素判読図の記載 …… 18
　4．4　線状模様の位置特定 …… 18
　4．5　地形要素一覧表の作成 …… 19
　4．6　判読成果の照査 …… 21

5．判読後の現地補足調査…… 22

6．空中写真判読結果の解釈・評価 ……23
　6．1　線状模様の確実度判定 …… 23
　6．2　線状模様の位置と長さ …… 26

7．成果品…… 27

8．まとめと今後の課題…… 28

参考文献…… 29

巻末資料
　A. 地形要素判読の留意点 …… 33
　B. 活断層判読事例 …… 37
　C. エキスパート度数 …… 46

1. 総論

1．1　活断層地形要素判読マニュアル

活断層地形要素判読マニュアルは、主に山岳地域に分布する活断層を対象とした、空中写真を用いた客観的かつ定量的な活断層地形要素判読における判読から記載、確実度判定までの一連の調査・解析における標準的な仕様を定めたものである。

【解説】

活断層地形要素判読マニュアルは、主に山岳地域における空中写真を用いた活断層地形判読の記載から確実度判定までの一連の調査における標準的仕様をとりまとめたものである。この定量的かつ客観的な活断層地形判読とは、活断層を構成する地形要素を判読することで、合理的に活断層を認定するものである。ここで述べる「定量的」とは、「新編　日本の活断層」[14]などに区分されている線状模様の地形としての確からしさを確実度として区分することに相当する。他方、「客観的」とは、活断層の位置を特定することにおいて、その判読過程が第三者に理解できるように、活断層沿いの地形要素を図示することで、判読から記載、活断層の位置特定や確実度の判定に至るまでの思考過程を透明化することである。

1．2　用語の定義

本マニュアルで使用する基本的な用語を定義し、統一を計る。

【解説】

以下に、本マニュアルにおけるキーワードとして用語を列挙し、定義する。

【活断層】

本マニュアルの「活断層」は、第四紀後期以降に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のことである。「活断層」は、「極めて近き時代迄地殻変動を繰り返した断層であり、今後も尚活動すべき可能性の大いなる断層」[15]とされている。しかし、断層の「今後の活動性」については、よくわからないのが実状である。そこで「最近まで繰り返し活動した」断層を、今後も活動する可能性が大きいと評価している。しかしながら「最近」に関する定義は表-1.1 に示すように様々である。そのうち、おおむね「第四紀後期以降」ととらえていることが多い。したがって、本マニュアルでも、「最近」を第四紀後期以降とした。

一方、観点は少し異なるが、渡辺・鈴木[16]は、「(断層の) 真上に位置する地形面が全く変位していない場合には、その地形面の形成期以降には変位がないことが明確に示されている。地形面の年代が例えば完新世の場合には、数万年間隔で活動する断層もあるため、その断層を活断層でないとするのは正しくない。しかしながら、十万年程度前に形成された地形面であれば、最近十万年間変位していないことになり、今後に活動する可能性は相当低いと判断できる。平均的な活動間隔が十万年を超える活断層は、今のところ見つかっていないし、想定もしにくいためである。このようなものまで、活断層であるとするのは、不適当であるといわざるを得ない。」と述べており、十万年前以降に形成された地形面を変位させていなければ活断層ではないとした。これは活断層の認定を地形学・地質学的に行っていくときに重要な見解である。

表-1.1　活断層における「最近」に関する定義

文　　献	活　断　層　の　定　義
①地質調査所環境地質部地震地質課[17]	「第四紀断層のなかでも『おおむね第四紀の後期に反復して活動した内因性の断層』を活断層として扱っている。」とあり、文中の表で第四紀後期を上部更新統又は中位段丘堆積層以降としている。
②活断層データベース（産業総合技術研究所）[18]	最近の地質時代に繰り返し活動し、今後も活動する可能性のある断層のこと。このデータベースでは、約 10 万年前以降に繰り返し活動した痕跡のある断層を活断層として扱っている。なお、今後の活動について考慮すべき将来の期間の長さに応じて、活断層の定義に用いる過去の期間の長さが異なることがある。
③垣見・松田[19]	「活断層のもっとも簡単な定義は、『最近の過去に活動し、かつ近い将来も活動する可能性のある断層』となるが、この語を（死断層と）区別する意義は『将来活動する可能性』にあり、『最近活動した』ことは、将来活動するかどうかを判断するめやす（活断層の認定基準）と考えるべきであろう。活断層については、『第四紀、特にその後期に活動したことのある断層は、活動しつつあるものと推定される』という認定基準が広く認められている。本図の活断層は、地質調査所が『おおむね第四紀の後期に反復して活動した内因性の断層』として抽出した断層と同じであり、前期断層との区別をより明確にしている。」と活断層を定義し、「ここで第四紀の前期とはほぼ更新世前期、後期とはほぼ更新世中・後期及び完新世を指す。」としている。この論文が掲載されている「日本第四紀地図解説」の市原ほか[18]によると「下部更新統・中部更新統の境界を、地磁気層序の松山・ブリュンヌ境界（Matuyama-Brunhes boundary）の層準（73 万年前）に、」とあり、第四紀後期は 73 万年前以降となる。
④活断層研究会[14]	「近い過去とは一口にいっても、それを何万年前まで遡らせるべきであるかは、研究者によって多少の相違がある。約 50 万年前、約 100 万年前などの意見もあるが、本書では、地質時代の区切りである第四紀、つまり約 200 万年前から現在までの間に、動いたとみなされる断層を、活断層として扱った。」
⑤松田[20]	「断層変位量の累積性について述べたが、そのような性質が間違いなく適用できるのは、少なくとも日本の活断層では、過去数十万年かせいぜい百万年程度以降の時代（つまり第四紀あるいはその後期）である。」
⑥岡田・東郷[21]	「ここでの『最近の地質時代』とは第四紀（約 170 万年前）以降のことで、第四紀の地層や地形（面）を変位させている断層という意味で活断層の語が広く使われている。要するに、現在の地殻変動様式や応力場がどれくらい前から継続しているかが、活断層を定義する上で重要な問題なのである。 これについては、最近様々な議論がある。たとえば、西南日本では、第四紀前期と中期（約 50～70 万年前）以降とでは、地殻変動の様式や応力場が著しく異なるという見解があり、『最近の地質時代』を第四紀後半に限定して考える研究者も多い。これとは逆に、東北日本では鮮新世初頭（約 500 万年前）以降、現在も同様な地殻変動様式が継続しているともいわれている。したがって、『最近の地質時代』の定義は地域によって様々であり、それについての詳細な確定は今後の研究に託されている。本書では III 章で後述する通り、約 30 万年以降としている。」 「活断層の定義は、研究者によって多少の相違があるが、本書では第四紀後期に繰り返し活動した証拠があるものとし、第四紀後期を約 30 万年前以降としてとらえた。活断層の認定は段丘面や緩傾斜面などの平坦面が断層変位を受けているかどうかを主な判断根拠としているが、高位段丘面の形成年代は古くみても約 30 万年前以降と考えられるからである。」

【第四紀断層】地質時代の第四紀（約 164 万年前～現在）に活動し、地表に変位を生じた断層である。このうち全ての断層が必ずしも今後も活動する訳ではないため、「活断層」と区別して表現する。

【非活断層】線状模様のうち、「活断層」以外の地質構造を原因として形成された線状模様である。例えば、実在が明らかな断層のうち、第四紀後期より古い地質時代に活動した断層や、ケスタ等の浸食により形成された線状模様である。

【線状模様】

線状模様とは、主に地質構造に起因していると判断される、広域的な直線状あるいは緩い弧状に配列した地形的特徴である。町田ほか[22]は、これをリニアメントとして定義した。一方、桑原[23]は、「線状模様とは、空中写真上で長く線状に見える模様のうち、地下の地質を反映していると思われるものをいい、従来からフォト線状模様と呼ばれていたものであるが、フォト線状模様の一部が変位地形を示し、その一部が第四紀断層であったことから、フォト線状模様がすべて第四紀断層であると誤って判断されたこともあったことから、ここでは線状模様という。」と定義した。桑原の「線状模様」は、町田ほかの「リニアメント」とほぼ同義として用いられていることから、本マニュアルでは、線状模様とリニアメントとを特に使い分けないこととし、線状模様に統一し表現する。

【変位基準】

変位基準とは、同一時期に形成されたと思われる一連の地形で、活断層を挟み両側の地盤に系統的なずれの量を測るための基準となる地形である。変位基準のずれにおける 1,000 年間当たりの平均変位速度は、表-1.2 の A 級～C 級に区分され、「活動度」として示されている[24]。

変位基準が明瞭であるほど、線状模様の判読は確実なものとなる。また、活断層の認定や活動履歴の調査において、時代の新しい地形面ほど重要視されるのは、それらから最近の活動記録を抽出できることと、細かい時間分解能を得られる可能性が高いことによる。

変位基準には、同一時期の堆積や浸食を受けて形成された斜面や平坦面などの平面的広がりをもつものや、あるいは河川や山稜などの線として現れているものがある。通常は、変位基準として、地形面、線状の地形・水系、地層・岩脈、特有の地質構造、人工構造物などが用られる。

表-1.2　平均変位速度による活断層の活動度の分類（松田, 1975）[24]

活断層の分類	平均変位速度 S(m/1,000 年)		
	A	B	C
	10>S≧1	1>S≧0.1	0.1>S≧0.01

【地形要素】

地形要素とは、地形を形成する要素である[25]。本マニュアルの場合には、線状模様を形成する要素を指す。本マニュアルでは、線状模様の地形判読において注目すべき地形要素を、「①崖地形等の地形要素」、「②屈曲等の地形要素」、「③凹凸等の地形要素」、「④変位不明瞭な地形要素」の四つの地形要素群に分類した。これらは、地形面勾配の異常、地形面、地形線あるいは人工構造物などの切断、変形の系統性（複数の変位基準が同一方向に変形）、変位の累積性（古いものほど大きな変位）などの四点に着目し、分類されている。このうち、変形の系統性や累積性を示す地形要素は、「①崖地形等の地形要素」と「②屈曲等の地形要素」であり、活断層の認定に特に有効な地形要素である。本マニュアルでは、先の脇坂[4]の「変位不明瞭な地形要素」を、さらに「③凹凸等の地形要素」と「④変位不明瞭な地形要素」とに区分し、活断層や線状模様の確実度判定や位置特定に利用できるよう、地形要素の重要度・優先度を差別化した。このうち、「③凹凸等の地形要素」は断層の変位を過去に受けている可能性が高いが、変位方向が不明瞭で特定できない地形要素とした。一方、「④変位不明瞭な地形要素」は断層変位を過去に受けた可能性があるが、変位との関連が不明な地形要素を指す。これまでの松田ほか[2]、活断層研究会[14]、岡田[26]、脇坂[4]などの地形区分と表-1.3 に示すように概ね対比される。ただし、本マニュアルの地形要素は、断層変位地形と形態的に似ていることを根拠に分類したものであることから、断層変位を前提とした区分や表現としていない。そのため、表-1.3 における*印の地形は、差別浸食等による他の原因でも形成されることがあるので、必ずしも断層変位地形とは限らない。

表-1.3　地形要素対比表

松田ほか(1977)[2]		岡田(1990)[26]		脇坂[4]		本マニュアル	
崖地形	変動崖						
	断層崖	断層崖地形	断層崖	崖地形等の地形要素	崖または低崖*	①崖地形等の地形要素	崖または低崖*
	低断層崖		低断層崖				
	撓曲崖		撓曲崖		撓曲崖		撓曲的な崖
	三角末端面*		三角末端面*		三角末端面*		三角末端面*
	逆向き断層崖		逆向き断層崖		逆向き崖*		逆向き崖*
					地形面の勾配異常*		地形面の勾配異常*
					高度不連続*		高度不連続*
凹地形	変動凹地						
	地溝	断層凹地	地溝	変位不明瞭な地形要素	凹地*	③凹凸等の地形要素	凹地*
	小地溝		小地溝				
	断層凹地		断層凹地				
	断層陥没地		断層陥没地				
	断層池*		断層池*		鞍部*	④変位不明瞭な地形要素	鞍部*
	断層鞍部		断層鞍部				
	断層角盆地		断層角盆地		直線谷*		直線谷*
			断層谷		傾斜変換線*		傾斜変換線*
							異種地形境界*
					谷中分水界*		谷中分水界*
凸地形	変動凸地	断層凸地	地塁			③凹凸等の地形要素	ふくらみ地形*
	地塁		半地塁				
			小地塁				
			ふくらみ*		ふくらみ地形*		
	ふくらみ*		断層地塊山地				
	断層地塊山地		傾動地塊山地				
	傾動山地		圧縮尾根				
			断層分離丘				
		横ずれ地形	截頭谷*		截頭谷と風隙*	②屈曲等の地形要素	分離丘陵*
			風隙*				截頭谷と風隙*
横ずれ地形				屈曲等の地形要素	谷の屈曲*		谷の屈曲*
	横ずれ谷		横ずれ谷		尾根の屈曲*		尾根の屈曲*
	横ずれ尾根		横ずれ尾根		閉塞丘		閉塞丘
	閉塞丘		閉塞丘		その他変位基準の横ずれ異種地形境界・崖線の屈曲*		異種地形境界・崖線の屈曲*
			段丘崖の食違い				
			山麓線の食違い				

*印の地形は他の原因でも形成されるので、必ずしも断層変位により形成された地形とは限らないとされているもの。

2．本マニュアルで対象とする線状模様と活断層

本マニュアルで判読の対象とする線状模様と活断層は、主に山岳地域における変位基準の明らかでない確実度が低いものや、活断層や線状模様の末端部周辺とする。

【解説】

本マニュアルで地形判読の対象とするのは、確実度や活動度が低い活断層や線状模様である。確実度の低い活断層や線状模様とは、活断層研究会[14]の確実度Ⅱ、Ⅲや桑原[23]の確実度L_2、L_3、およびこれら未満のものに相当する。一般に確実度の低い線状模様は、変位基準となる第四紀後期に形成された地形面や地層との関係が不明確であり、活断層の認定根拠に乏しいため空中写真判読で個人差を生じることが多い。一方、活動度が低い活断層や線状模様とは松田[24]のC級に相当し（表-1.2参照）、これらは変位速度が0.1～0.01m/1,000年と小さく、変位基準に与えた累積変位量は小さい。そのため、浸食の影響を受け不明瞭となりやすく、変位基準を認識しにくいことによる。

他方、第四紀後期に形成された地形面や地層を変位させ、変位基準のずれが明白な線状模様は活断層であることが明らかである。つまり、確実度がⅠまたはL_1である活断層や線状模様は、活断層であることが明らかであるので、本マニュアルの地形要素判読を必要としない。しかしながら、確実度が高くても断層の末端部では、線状模様が不明瞭になることが多く、個人差を生じていることが分かっている[3]。この原因は、活断層や線状模様の末端では変位基準が乏しいことや、断層変位を示す地形要素が少ないこともある。よって、末端部周辺については判読の対象に含めるものとする。

3．判読計画と準備

3．1　活断層地形要素判読の位置づけ

対象構造物の規模や状況を十分考慮して、活断層地形要素判読の判読計画を立案する。

【解説】

一例として、ダムサイト選定段階における第四紀断層の調査の流れを図-3.1 に示す[27]。第四紀断層の調査は，「建設省河川砂防技術基準(案)」[28] に貯水池周辺における概査の一つとして位置づけられ、その調査成果はダムサイト選定に反映されている。このうち、本地形要素判読は、一次調査結果から抽出された文献断層や線状模様のダム敷近傍における詳細な位置を明らかにするとともに、断層の規模と活動性を明らかにすることを目的とした、二次調査の詳細地質調査の一部として利用される。第四紀後期における断層変位の有無を確認できる場所や、第四紀後期以降の地層の変形や変位の累積を確認できる地点として、その後のトレンチ調査や物理探査等における調査地点の選定に役立てることができる。また、最近では大規模地震(レベル2地震動)に対する耐震性能照査がおこなわれるようになった[29)30)]。この照査は、当該ダム周辺において過去に大きな被害をもたらした地震の再来の可能性や、ダム地点周辺の活断層による内陸地震やプレート境界型地震の発生可能性等の観点から、いわゆる「想定地震」を設定して実施される。このうち、内陸型地震の想定において、第四紀地質調査結果も既存文献調査の一つに位置づけられ、断層の延長・傾斜・幅等の規模について整理することになっている。

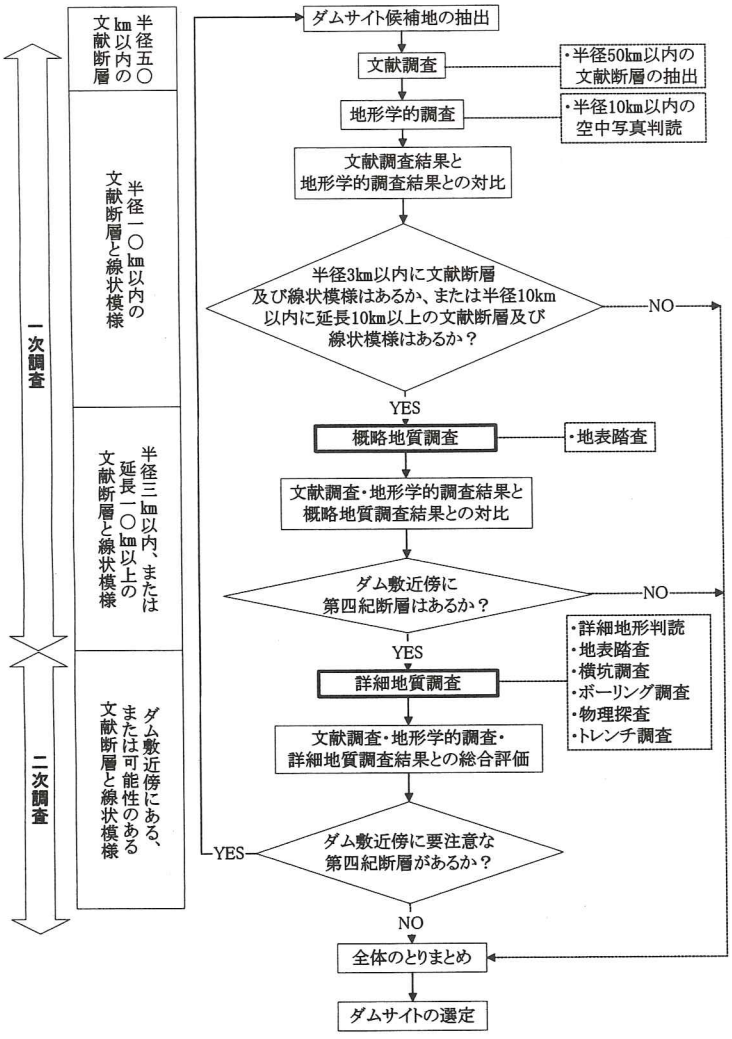


図-3.1　ダムサイト選定段階における第四紀断層の調査の流れ（脇坂[27] に加筆）

3．2 判読区間と判読範囲の設定

L_2またはL_3の線状模様はその全長を判読区間とする。また、L_1の線状模様については末端から3kmの区間を判読区間とする。また、判読範囲は、線状模様の周辺とし、線状模様の確実度を判定するために判読が必要な変位基準地形と地形要素が分布する範囲を含めるものとする。

【解説】

1）判読区間（判読すべき長さ）

通常の空中写真判読でL_2またはL_3と判定された線状模様の全長を判読対象とする。また、少なくとも一部がL_1と判定された線状模様については、原則としてその全長のうち、末端から線状模様の中心に向けて3kmの区間を判読区間とする。なお、L_1と判定された線状模様の長さが3kmに満たない場合は、その全長を判読区間とする。

2）判読範囲（判読すべき幅）

断層のずれを認定する変位基準地形は、水系・尾根線などの地形線と、段丘面・扇状地面などの地形面とに分類される。判読の際には、変位基準地形の“ずれ”、すなわち高度不連続や平面的な食い違いの有無を確認する。変位基準地形はある程度の長さや広がりをもつことから、地形のずれを確認するために必要十分な範囲を判読する。一般的に、断層の変位量がほぼ同程度であるならば、①変位基準地形の直線性や平面性が高いほど、②斜面の傾斜方向あるいは河川の流下方向と断層線の交角が直角に近いほど、③浸食作用・堆積作用の影響が少ないほど地形のずれの認識が容易になり、判読範囲は狭くてもよくなる。逆に、浸食小起伏面など変位基準として精度の低い地形は、より広範囲に判読する必要がある。

一方、線状模様沿いに分布する三角末端面などの地形要素は、それ自体広がりをもつので、断層沿いにそれらが分布する範囲は判読範囲に含まれなければならない。

3．3 判読に用意するもの

地形要素判読にあたって、空中写真（2万分の1程度）、地形図（2万5千分の1）、判読用具を用意する。

【解説】

1）空中写真（２万分の１程度）

活断層の地形要素判読には空中写真を準備し、実体視することで活断層沿いの地形要素を判読する。空中写真の縮尺は２万分の１程度を基本とし、判読対象を実体視できる範囲を網羅する。モノクロ、カラーの種別は問わない。撮影年代や撮影機関は適宜判断して選択してよいが、積雪や森林等により地形要素が見にくい場合、雲による影がある場合、日光の角度により影の領域がある場合、現像ムラ、ネガの破損など撮影条件やネガの状態が良好でない場合には、別の撮影時期における写真や、前後・上下の空中写真を用意する。ただし、用意できない場合には、判読不可能な範囲を判読図に明示する。

また、土地の人工改変地形を誤判読しないようにするには、戦後の米軍写真などより古い年代の空中写真を選定することが有効な場合もある。また、微細な地形のチェックのために、より縮尺の大きい空中写真を補助として用いるとよい。

２）地形図（２万５千分の１）

地形要素の判読結果を転記する基図として、２万５千分の１地形図（国土地理院発行）を準備する。また、調査の目的や地域に応じて、その他の大縮尺地形図を基図としてもよい。ただし、活断層地形要素判読図の精度は空中写真の縮尺に依存する。また、判読に使用した空中写真の撮影年代に近い版の地形図を使用することが望ましい（旧地形図の入手問合せ先：国土地理院地形情報部情報管理課）。作業にあたって複写等をする場合には、等高線が鮮明になるよう留意する。なお、判読範囲の状況等により、適宜地形図を貼り合わせて用いる。

３）判読用具

ａ）実体視鏡

実体視が可能な隣接する２枚の空中写真を実体視するため、実体視鏡等を準備する。実体視鏡の倍率を適宜選定する。

b)筆記用具等

実体視により確認した地形要素を地形図にトレースするための筆記用具等を適宜準備する。地形要素を忠実にトレースするには、筆記用具の先端は細いほうがよい。また、トレーシングペーパーまたは透明なフィルムなども用意し、地形要素分布と線状模様の重ね合わせてもよい。写真に直に筆記する場合は、写真を損傷しないようにデルマトグラフ等の軟質の色鉛筆を利用する。

４．活断層地形要素判読図の作成

４．１　活断層地形要素判読図作成の流れ

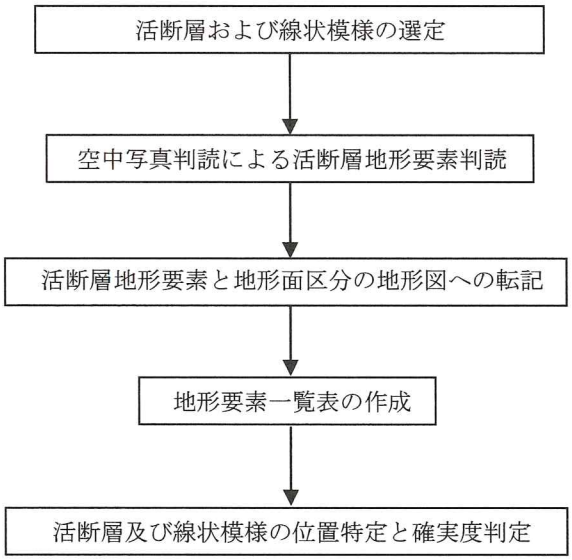
活断層地形要素判読図は、既存の調査によって選定された線状模様・活断層とその周辺を対象とし、断層変位地形の可能性がある地形要素と変位基準になりうる地形を空中写真判読により抽出して作成する。地形要素は地形図に転記するとともに一覧表に記載する。

【解説】

活断層地形要素判読図の作成を図－4.1 の流れに沿って行う。まず既存の文献調査及び地形判読の結果などから、活断層地形要素判読の対象とする線状模様や活断層を選択する。既存調査に提示された線状模様や活断層は、多くの場合、認定根拠の提示が十分でなく、また小縮尺の資料に基づいて調査が行われている場合には、通過位置の表示精度などにも限界がある。したがって、活断層の認定根拠を明確にし、位置精度の高い表示を行うためには、観察される活断層地形要素に対して個々に検討を加え、判断根拠を明示する。また調査結果の客観的な理解と利用を容易にするためには、抽出した活断層地形要素について、位置・性状を個別に記載しておく。

次に、選定された線状模様・活断層ごとに空中写真判読を行い、断層変位地形である可能性のある地形要素やその他の関連地形要素、及び変位基準となりうる地形面等を抽出する。活断層の認定には、変位基準となるものが必要である。形成時期が一定の短期間であることが確認できる地形要素がそれに該当するが、そのような地形要素は通常は多くない。しかし、変位基準としての性質を良く保存していなくても、断層が通過することを示唆する特徴的な地形要素がある場合も多いので、それらをすべて抽出する。

次に、抽出した活断層地形要素を地形図上に転記し、一連の線状模様に属すると判断される地形要素を一覧表に記載する。さらに転記した各地形要素を結び、活断層起源の線状模様として表記する。



図－4.1　活断層地形要素判読図作成の流れ

4．2　地形要素および地形面の抽出

地形要素および地形面の判読は、空中写真の実体視により行い、判読した地形要素と地形面を空中写真に記載する。

【解説】

（1） 判読の手順

地形要素の区分と凡例を表-4.1に示す。地形要素は、以下の四つの要素群に区分される。

①崖地形等の地形要素（主に縦ずれの断層変位に伴うもの）

②屈曲等の地形要素（主に横ずれの断層変位に伴うもの）

③凹凸等の地形要素（断層の変位を過去に受けている可能性が高いが、変位方向が不明瞭で特定できない地形要素）

④変位不明瞭な地形要素（断層変位を過去に受けた可能性があるが、変位との関連が不明な地形要素）

ただし、崖地形は横ずれ断層の場合でも形成される場合もあるので、注意が必要である。なお、ここで示す地形要素は、断層変位地形と形態的に似ているものの、個々の要素を抽出することを原則としているため、断層変位を前提とした区分や表現とはしていない。しかしながら結果的には、既往文献の松田ほか[2)]、岡田[26)]などの地形区分と概ね対比できる（表-1.3）。

また、変位基準となり得る地形面の判読対象範囲は、線状模様を取り囲む範囲全体とする。地形面は、第四紀以降の海水準変動等により、発達の程度や高さが地域ごとに異なった特徴を有する。このため、山地および丘陵地の斜面、台地、低地および段丘面、扇状地、改変地等に着目し、活断層地形要素の形成時期、断層活動の累積性を示す地形面を抽出する。

（2） 地形要素の凡例および空中写真への記入

空中写真に記入する際は、線状模様を構成する地形要素を空中写真上に記入する。空中写真への地形要素の記入は、新しい変位地形の疑いがある地形的証拠と、それに付随する線状模様構成要素をすべて記載することを原則とする。ただし、地形的証拠が複数の要素に該当する場合には、全てを記載することは困難であるので、この場合には、活断層の変位を示唆する地形要素とを優先的に記載する。参考までに以下に地形要素の重要度の目安を示す。なお、表-4.1 では、関連する地形要素を併記したが、これは判読を誤る可能性のある要素について注意を促すものである。巻末資料 A の地形要素判読の留意点を参照されたい。

（参考）地形要素の重要度の目安

連続する逆向き崖や、谷や尾根の屈曲＞

崖・低崖・撓曲的な崖＞

凹地・ふくらみ地形・二重山稜・地溝 ＞

地形面の勾配異常 ＞

分離丘陵（閉塞丘）・截頭谷・風隙・谷中分水界 ＞

三角末端面・傾斜変換線 ＞

高度不連続 ＞

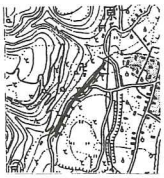
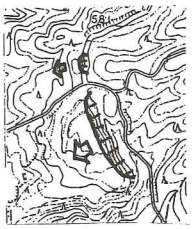
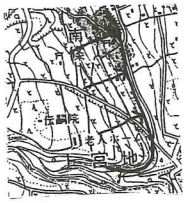
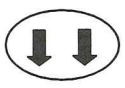
直線谷または谷底平野・谷底平野の平面形状・異種地形境界・鞍部 ＞

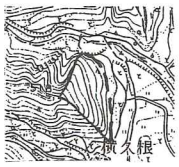
段丘面・崖錐・沖積錐・扇状地・地すべり・崩壊・その他変位基準*

* 段丘面や扇状地など複数に区分することが可能な場合は、1,2,3･･･または h,m,l などの記号を併記する。

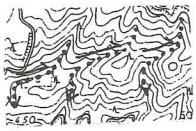
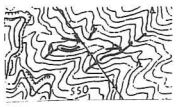
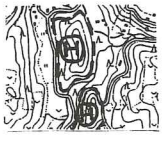
表-4.1　地形要素の区分と凡例

①崖地形等の地形要素

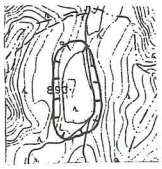
地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
崖または低崖 (S)	 	 	崖は、普遍的に見られる地形で、 (1) 浸食によってできるもの(段丘崖など) (2)地すべりや崩壊に伴ってできるもの(崩壊、地すべり頭部の滑落崖など) (3)地殻変動によってできるもの(断層崖、撓曲的な崖) (4)人工的なものなどがある。 ここで抽出の対象となるのは(3)である。断層崖は、一般に比較的直線的である。河川などによる浸食では、弧状にえぐったような形態を示すので区別が可能である。ただし、浸食を受けた形態をしていても、浸食前は、付近に断層崖があったと推定できる場合は、抽出しておくべきである。	注目する範囲の違いによって、次のような地形と異判読しやすいので、注意する。 逆向き崖(崖の部分のみに注目した場合) 三角末端面、遷緩線、直線谷(崖の基部に注目した場合)
逆向き崖 (rs)	 (斜面の下方を白抜き矢印で示す)		周辺斜面の傾斜方向に逆行する方向の崖を、特に逆向き崖として区別し、上記の崖と同様に断層変位によってできたものを抽出する。逆向き崖の形態は、断層変位によるもののほか、ケスタ等の組織地形、地すべり移動体の中に形成されるもの、山稜線付近で稜線ののびる方向に発達するもの(二重山稜)などで反映される。 逆向き崖は、新しい断層変位を示す有力な証拠となることが多いので、重要である。	崖、低崖(崖の部分に着目した場合) 二重山稜(断層が雁行する場合) 地溝、風隙(溝状地形の全体をとらえた場合)
撓曲的な崖 (fs)	 (矢印の長さは撓み幅を示す)		地形面が撓み変形した地形であり、幅が広く、上に凸の急斜面である。新第三系、第四系の軟らかい地質で多くみられる。 本凡例は、変形領域の幅が図上で 3mm 以上のものとし、3mm 未満は崖として区分した。一般に地形面の保存がよい所でのみ判読ができる。 縦断面型が上に凸型の類似地形として周氷河性斜面が挙げられるが、撓曲崖は変形領域の上部の遷急線、下部の遷緩線がいずれもシャープなため、区別は可能である。	崖、低崖、ふくらみ地形(撓曲の一部に注目した場合) 遷緩線(撓曲の基部に注目した場合)
地形面の勾配異常(ti)	 (傾動方向を黒矢印で示す)		地形面は、その成因によって、形成時の勾配がある程度決まっている。ところが、地形から推定されるその成因と勾配が食い違う場合がある。この場合、断層活動に伴う地盤の傾動などが考えられる。 周辺の地形配列と併せて考察することにより、近傍に断層位置が推定できる場合がある。	撓曲的な崖、ふくらみ地形(勾配異常部周辺も広く抽出した場合)

地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
三角末端面 (t)			稜線を、稜線の延伸方向に直交する方向で切断したような形状の崖。崖面の形状が三角形になる。 山地平野境界に位置することが多く、山側隆起、横ずれ変位により形成された可能性がある。このような形態の崖は、河食崖としても形成される。	崖・低崖、異種地形境界（基部に着目した場合）
高度不連続 (d)	u  d (u/d:up/down)		ある部分を境にして地形面等の高度分布に差がある場合、高度不連続として抽出する。 たとえば大きな谷の両岸で山地高度に差がある場合など、高度差が生じている場合を明確に特定できない場合などに用いる。	ふくらみ地形（不連続となる部分に着目した場合）

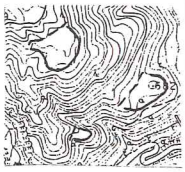
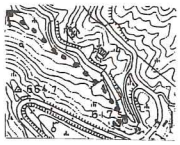
②屈曲等の地形要素

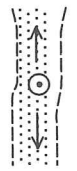
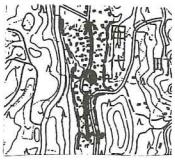
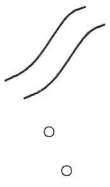
地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
谷の屈曲 (ov)	  (谷底が広い場合)		谷(尾根)がクランク状に屈曲したもの。単独では認定せず、リニアメント沿いに同方向の変位を示唆する、その他の横ずれ要素が1つ以上存在する場合に抽出する。いくつもの要素が同一方向の横ずれを示唆する場合、「系統的な横ずれ」という。系統的な横ずれが見られる場合、活断層である可能性が非常に高いと言える	直線谷(屈曲の程度が小さい場合) 截頭谷(屈曲した箇所の下流のみを着目した場合)
尾根の屈曲 (or)			尾根がクランク状に屈曲したもの。	風隙(屈曲の程度が小さい場合)
異種地形境界・崖線の屈曲 (ob、os)	 異種地形境界の屈曲(ob)  崖線の屈曲(os)		山麓線などの異種地形境界、段丘崖などの崖線がクランク状に屈曲したもの。 なお、地すべり堆積物の横ずれなど、変位基準となりうるものの横ずれについては、線種を適宜使用し、ずれの方向を矢印で記す。	崖・低崖、異種地形境界(屈曲の程度が小さい場合)
風隙(wg)			山腹に断層があり、これに沿って隆起が発生した場合、または浸食が著しい場合、連続した溝状の地形が判読される場合がある。地溝と似た形状となるため、状況により区別が必要である。 なお、風隙は河川争奪による截頭谷との組み合わせで確認される場合もある。	地溝(溝部の際が明瞭な場合)
截頭谷と風隙 (wg)	 風隙  截頭谷		上流部を争奪された河谷を截頭谷という。また、截頭谷の最上流部には、谷の横断面が鞍部として存在する。これを風隙という。 河川争奪は、通常の浸食によってもできるが、断層の横ずれあるいは縦ずれによっても形成される。截頭谷や風隙の抽出においては、その成因を考察することによって、断層活動様式を推定することができる。	鞍部、三角末端面(風隙の一部のみを判読した場合) 谷の屈曲(谷全体として判読した場合)
分離丘陵(h)・閉塞丘(sr)			横ずれ変位によって稜線から切断されて孤立した小地塊。このうち、上流側の河川の出口をふさぐ位置にあるものを特に閉塞丘という。 開析の進んだ地域では、孤立した丘陵が点在し、分離丘陵の抽出が困難な場合がある。	ふくらみ地形(横ずれ変位が不明瞭な場合)

③凹凸等の地形要素

地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
凹地(dp)			凹地は、カルスト地形を除くと、通常の浸食作用では形成されず、崩壊や地すべりに伴うもののほか、断層活動に伴って形成される。 断層の縦ずれまたは横ずれ変位に伴って物質が粗になって凹地ができることがある。凹地は、しばしば水が溜まって池となるため、ため池も分布状況によっては、重要な判読要素となり得る。	崖・低崖(凹地の一方の面について抽出した場合)
ふくらみ地形(bl)			ほぼ平坦であったと思われる箇所がふくらんだ地形で、バルジ(地塁)ともいう。おもに横ずれ断層に伴って物質が密になる部分にできる。 なお、断層の横ずれによって両側から圧縮を受けてできた細長い凸地形を圧縮尾根(プレッシャーリッジ)と呼ぶ。	撓曲、地形面の勾配異常、高度不連続(ふくらみ部のとらえ方による)

④変位不明瞭な地形要素

地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
傾斜変換線 (遷急線:ks 遷緩線:kg)	 		傾斜の急変点を空間的に連ねた線で、斜面上部から下方に向かって傾斜が急になる線を遷急線、緩くなるものを遷緩線という。 崖や撓曲は、傾斜変換線の組み合わせで表現することが可能であるが、ここでは崖や撓曲としては不明瞭なものや、傾斜した斜面中に認められるものを指す。一般に変位基準が不明瞭で、断層変位の証拠となることは少なく、リニアメント位置の把握に利用される。	崖・低崖、逆向き崖、撓曲的な崖(傾斜が変化する部分に着目した場合)
直線谷、直線的な谷底平野(lv)	 		直線谷は、様々な要因で形成されるが、断層線に沿って形成されることも多い。それは断層沿いが破砕され、浸食されやすくなるためと考えられる。直線谷は、リニアメントの位置や連続性を知る上で重要である。 山地内で局所的に谷底平野の発達がよい場合は、断層変位によって河谷がせき止められて堆積が起こった可能性があるので注意が必要である。	崖・低崖、三角末端面、異種地形境界(基部ではなく、全体を判読した場合) 谷の屈曲(屈曲の程度が小さい場合)
異種地形境界(b)			山地－平野境界、丘陵－平野境界などのように、異なる地形の境界となる部分。 これらの境界は、高度不連続線でもあり、断層が存在する場合がある。	三角末端面(基部ではなく、全体を判読した場合) 崖線の屈曲(屈曲の程度が小さい場合)
鞍部(c)	▼ ▲		稜線上の、2つの峰の間に挟まれる低まり。 浸食地形として普通に形成されるが、破砕の影響で浸食を受けやすい断層沿いは、鞍部が形成されやすい。そのため、リニアメントの抽出において重要となる。	風隙(低まり箇所がやや長い場合)

地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
谷中分水界 (dv)			谷底平野の中に分水界が存在する、特異な地形。 水流の出発点である河谷の最上流部に平野が形成されることは通常あり得ず、谷中分水界の存在は、河川争奪が起こったか、または局所的な隆起、傾動などにより、川の途中から流下方向が変わったことを示す。その原因が断層活動による場合がある。	鞍部（規模が小さい場合）
二重山稜			山稜部に見られる、並走する２列の山稜地形。 二重山稜の成因については、霜雪の破壊・風の運搬作用などの気候説、山地斜面のクリープによるもの、重力すべりによるもの、活断層によるものなど諸説がある。 基準とする地形面がない高山地域でもみられるため、抽出すべきか否かの吟味は必要となる。	地溝、風隙（溝状地形となっている場合）
地溝(g)			概ね平行な２本以上の断層により、断層間が相対的に沈降して形成された地形。 断層が片側のみの場合は、半地溝ということもあるが、山腹斜面に分布する場合は、逆向き崖や低崖と似た形状となる可能性がある。	逆向き崖、低崖（半地溝の場合） 風隙（溝部の際が不明瞭な場合）

⑤地形面等

地形要素	記号	表記例	解　説	関連する地形要素
段丘面・その他の変位基準			断層の活動性を判定するためには、段丘面、火山灰堆積面、火砕流堆積面、溶岩流などの変位基準面（ずれが生じている場合その変位量が推定できるもの）に着目し、これらが変位しているか調べる。	※断層をはさむ地形面が同じか否か、人工改変面（盛土・切土）か否かに注意する。
崖錐・沖積錐・扇状地			急崖の基部に、崩落岩塊・土砂によって構成される斜面の堆積地形を崖錐、谷口を中心にして形成される、半円錐形の砂礫堆積地形を扇状地、扇状地のうち急傾斜で小規模なものを沖積錐という。 断層崖付近に現れることがあり、しばしばこれらが変位基準となる。	同上
開析度の違い			ある部分を境にして、それぞれの開析度が異なる場合、境界を挟んで地形の年代や地質が異なる場合がある。	―
写真の陰影・キメ			空中写真の撮影条件（季節、天候、光の方向など）や植生、土壌水分量などによって、写真の陰影やキメが線状の模様を呈することがある。これは微地形や地質と関係する場合があり、リニアメントの位置や連続性の把握に役立つ場合がある。	―

4．3 活断層地形要素判読図の記載

空中写真で判読し記入した地形要素と地形面を地形図に転記する。

【解説】

空中写真で判読した地形要素と地形面を、2万5千分の1地形図で位置を確認し、転記する。地形要素の記入にあたっては、風隙や谷中分水界のように一点で表示する場合には、その位置を地形の中心に表記するものとする。なお、地形要素が地形図上で改変されている場合には、その位置を推定し記入する。よって、地形図については、判読に使用した空中写真にできるだけ近い年代に発行されたものを用いることが望ましい。旧版地形図の入手にあたっては、国土地理院地理情報部情報管理課に問い合わせるとよい。

4．4 線状模様の位置特定

判読対象とした線状模様について、判読した地形要素が活断層起源の可能性があると判断された場合、その一連の地形要素を線状模様として認定し、位置を特定する。

【解説】

線状模様の位置特定にあたっては、基本的な判断の要領により出来るだけ客観性をもたせることが必要である。以下に要領を示す。

① 線状模様は、推定した断層面のずれの方向を考慮して、一連と判定した地形要素間を連続して結ぶ。そのうち、「①崖地形等の地形要素」と「②屈曲等の地形要素」など、断層の変位方向を示めす地形要素を優先的に選択し結ぶ。

② 河谷・沖積低地において断層変位を示す地形が認められない場合でも、その両岸部に地形要素がありセンスや方向性が同一と認められる場合には、伏在部として線状模様を内挿し、連続した線状模様として表現する。

③ 同様に河谷・沖積低地の片側にのみ、地形要素が読みとれる場合は、確認できる地形要素の位置で線状模様を止める。

④ 線状模様から断層の変位方向が読みとれる場合は、縦ずれ、横ずれを表す副記号を記入する。

表-4.2 線状模様凡例

線状模様	記号	備　考
明瞭な線状模様	――――	活断層地形要素が明瞭なもの （明瞭度の判断基準例による）
不明瞭な線状模様	－ － － －	地形要素が不明瞭なもの （明瞭度の判断基準例による）
線状模様の補助区間	……	新しい地形面に覆われ，地形要素が認められない部分
横ずれ	⟶ ⟵	横ずれが推定される線状模様に付ける。
縦ずれ	⊤⊤⊤	上下変位の縦ずれが推定される線状模様に付ける。

４．５　地形要素一覧表の作成

地形図に記入した、一連の線状模様に属する地形要素についてそれぞれ番号を付け、下記の項目を活断層地形一覧表に整理する。　①線状模様番号、②地形要素記号、③地形要素の名称、④地形の明瞭度、⑤線状模様の延長、⑥見かけのずれ量、ずれの向き、⑦記事

【解説】

各項目の記入方法および記入例は、以下のとおりである。活断層地形要素一覧表の記入事例を表-4.3 に示す。

① 線状模様番号

線状模様番号は、原則として端が北に位置するものから順番にアラビア数字で表す。同一線状模様においては主断層と思われるものを「－1」、分岐位置が北のものから順番に番号を与える。同一緯度の場合には東側のものを優先する（図-4.2 参照）。

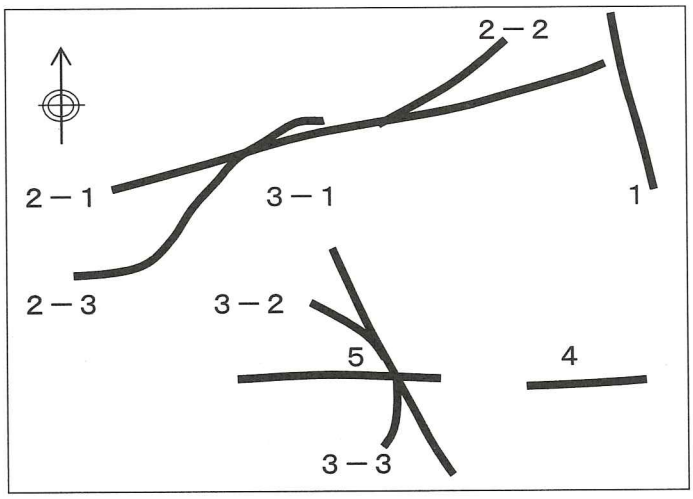


図-4.2　線状模様番号割り振り例

② 地形要素記号

各線状模様に属する地形要素は、小文字のアルファベットで示す。なお、“z” の次を “aa”、“ab”、・・・とする。なお、表への記入にあたっては、素性の明らかな線状模様のみを解析とするため、線状模様およびそれより分岐するものに限る。

③ 地形要素の名称

各地形要素記号に対応させて表-4.1地形要素判読の凡例にしたがって、地形要素名を記載する。地形要素の名称が重複する場合および区別しにくい場合には、主となり得る方の地質要素の名称を用い、備考欄に他の名称を付記する。

④ 地形の明瞭度

崖、低崖、逆向き崖、撓曲的な崖、三角末端面の明瞭度を、開析の程度から○・△の 2 段階にて判読者の判断で記入する。明瞭度の判断は、表-4.3 に示す定性的な基準で行う。

表-4.3　地形要素明瞭度の判断基準

地形要素	明瞭（○）	不明瞭（△）
崖地形	狭い幅で高度変化が明瞭である	広い幅で高度変化する
撓曲的な崖	開析を受けていない	開析を受けている
三角末端面	開析を受けていない	開析を受けて谷地形が発達する
その他	明らかに成因が推定できる	成因が必ずしも特定しがたい

⑤ 線状模様の延長

番号を付記した線状模様ごとに長さを計測し、延長を記載する。線状模様の屈曲が著しい場合には、折れ線として長さを計測する。

⑥ 見かけのずれの量、ずれの向き

高度差や横ずれを示す地形要素については、ずれの量、横ずれの向きを記載する。ずれの量は、読み取れる最大変位量を記載する。

⑦ 記事

判断に迷った場合や別な地形要素としても解釈が可能な場合など、判読時の留意点を記載する。また、後術する照査における熟練した技術者の意見を記述する。

表-4.4　活断層の地形要素一覧表の記入例

断層名	線状模様および構成地形要素				地形の明瞭度（○・△）	延長（km）	見かけのずれの量（m）	横ずれの向き	記事
	線状模様番号		地形要素						
	主	副	記号	名称					
○○断層	1	1				1.25			
	1	1	a	逆向き崖	△	0.15	20		
	1	1	b	逆向き崖	△	0.25	30		
	1	1	c	鞍部					
	1	1	d	鞍部					
	1	2				1.50			
	1	2	a	遷緩線	△	0.35			
	1	2	b	尾根の屈曲			200	右横ずれ	
	1	2	c	鞍部					

4．6 判読成果の照査

空中写真を用いた活断層地形の判読を、活断層に関する十分な知識と経験を有した熟練技術者が照査する。

【解説】

本マニュアルに従い空中写真による活断層地形判読手法の標準化を図ったとしても、写真判読技術者自身の地形・地質に関する知識や、写真判読の技能や経験、活断層調査の経験、さらには判読に掛けることのできた時間や調査協力体制なども異なるため、判読結果にも相違が生じることは避け難い。そこで、ここで後述する判読手法の標準化に加え、客観的に容認され実務上問題とならない程度以上の判読結果を得るために要求される判読者の専門性と判読能力、判読結果の照査体制に関して規定する。

（1）判読者の専門性と判読能力

照査は、エキスパート度数に定めた能力を有する熟練技術者が必ず行うこととする。下記の規定に満たない経験の浅い技術者が判読作業をおこなう場合、経験豊富な熟練技術者の指導・管理を受ける。また、空中写真判読の未経験者や地形や地質の一般的知識が乏しい技術員が通常の空中写真判読を行うことも避ける。

判読技術者の専門性と能力は、空中写真の判読技術、活断層に関する知識、写真判読の経験および活断層調査の実務経験などから判断することが望ましい。これらは大学などの研究機関における教育と訓練により習得した場合と、活断層に関する調査業務を履行する段階において培われる場合がある。ところが、望ましい判読者の知識や経験を客観的な尺度で一律に規定することは容易ではない。このため、エキスパート度数（巻末資料C）を参考とし、以下に望ましい条件を示す。

①大学等研究において写真判読時間が「50～100時間程度」以上であること

②業務において写真判読時間が「300時間以上」であること

③トレンチ調査を含む活断層調査を２件以上経験していること

④活断層関連論文を２件以上発表した経験をもつことが望ましい

（2） 判読結果の検査体制

妥当性の高い判読成果を得るため、適切な体制のもとに判読作業を行い、見直しやクロスチェックなどの過程を経ることにより、照査を行う。また、これらの判読作業や検査は十分な判読時間を掛けて行うことが望ましい。

検査では、線状模様と活断層地形要素などの抽出とその属性（明瞭度や地形の規模など）が適性に判読・計測され、しかも結果が図表に正確に記載されていることを確認する。この確認作業は、地形要素一覧表に加筆修正する形で行う。また、関連地形や、判読を誤りやすい地形、判読経験の差が出やすい地形などに関する知見を考慮すると良い（4.2地形要素および地形面の抽出、巻末資料A参照）。

判読に要する時間数は、判読範囲(面積)、空中写真の縮尺、活断層地形の有無と個数及び明瞭度、判読者の経験・能力などにより大きく異なる。ここでは判読者の経験・能力を一定レベル以上に規定しているため、その専門技術者がそのほかの依存要素を考慮して、判読に「必要な時間を十分に掛けた」と判断できる時間工数を目安とする。

５．判読後の現地補足調査

判読後、判読結果の信頼性を高めるために現地補足調査を実施し、地形要素の有無、位置、形状等を確認する。

【解説】

空中写真では、植生、太陽光による陰影、積雪、人工改変の有無などの条件により地形要素の有無や位置が不明確である場合やその形状が不明瞭な場合がある。このような場合には、判読結果の信頼性を高めるために現地補足調査を実施し、地形要素の有無、位置、形状等を確認する。また、必要に応じ、崖の高さや水系の屈曲量等の規模を計測し、変位基準地形の分布を確認するとともに、断層変位地形である可能性の高い地形や第四紀層等のずれが確認できる露頭など重要な地形・地質が確認できた場合には、それらの状況を詳細に観察する。観察に用いる現地補足調査表のフォーマットを表-5.1 に示す。さらに、現地確認調査により、地形要素および変位基準地形の空中写真判読結果に修正すべき点が認められた場合は、確認結果を基に判読図面を修正する。

表-5.1　　現地補足調査表フォーマット

<table>
<tr><td>線状模様番号</td><td>地点番号</td><td>地名</td><td>調査年月日</td><td rowspan="3">記事
1）地形
地形要素の状況(屈曲量、崖の高さなど)
地形面の区分と分布
2）地質
層序、地層の分布、地質構造
地形面構成層の状況
年代試料の有無(火山灰、炭素同位体年代試料、遺物など。必要に応じ試料を採取する。)
3）断層構造
断層形態、破砕の規模・性状、断層の分布と地層との関係、断層の走向・傾斜、変位の向き、実変位量、見かけ変位量など</td></tr>
<tr><td colspan="2">判読図
現地補足調査対象地形要素を示す。</td><td colspan="2">位置図・ルートマップ
地形図に露頭位置をスケール、方位などとともに示す。判読図と同一図面でもよい。必要に応じルートマップを添付する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">写真
地形要素の状況、重要露頭状況等が分かる写真を添付する。写真にはスケール、露頭の向きを示す。</td><td colspan="2">スケッチ
観察結果に基づき地形要素や重要露頭の状況を示す。
特に地形・地層のずれの有無およびその状況は詳細に示す。</td></tr>
</table>

6．空中写真判読結果の解釈・評価

6．1　線状模様の確実度判定

活断層や線状模様の確実度判定にあたっては、変位基準および地形要素に留意しおこなうものとする。

【解説】

活断層の確実度判定においては、まず活断層および線状模様沿いにおける変位基準に基づく変位を確認し、従来の確実度として区分される。これまでに活断層の確実度区分には、桑原(1987)[23]や活断層研究会(1991)[14]などがある。表-6.1に桑原(1987)[23]の確実度区分を示す。判読した変位基準に応じて、線状模様または活断層を確実度L_1、L_2、L_3までに区分する。表-6.2は、活断層研究会(1991)[14]を基に確実度ごとに認定根拠を整理したものである。桑原(1987)と同様に、地形面や谷・尾根などの変位基準を基に確実度をⅠ、Ⅱ、Ⅲにまで区分する。

しかしながら、山岳地域においては、変位基準となる第四紀の地層の分布が限られることから、地形要素を判読し、地形要素の空間分布図、空間密度、分布要素を分析することで、確実度を判定する。表-6.3 に本研究における地形要素による確実度区分の概念を示す[4]。崖地形や屈曲等の地形要素は、それぞれ縦方向や横方向の変位を示唆する地形であり、このような地形が第四紀後期の地形面（変位基準面）に含まれ、それが複数認められ明瞭である場合には、その線状模様の確実度はL_1に近づく。一方、崖地形や屈曲等の地形が認められず、断層変位方向の不明な変位不明瞭要素である場合には、活断層であるのか疑わしいため、そのような場合には、確実度はL_3または活断層と認知しないことが考えられる。そこで本マニュアルでは、断層沿いの地形要素による線状模様の確実度判定を定量的に行うことを目指し、線状模様沿いの地形要素と活断層研究会(1991)の確実度との相関を解析し、表-6.4 に示すように地形要素の構成比や密度から確実度区分の目安を作成した[5]。ただし、活断層の活動形態や地形場、規模等により区分の目安は異なることがあるので、注意が必要である。

表-6.1　線状模様の確実度分類（桑原　1987）[23]

分類	記事
L_1	地質構造を反映していると思われる線状模様のうち、ごく最近（第四紀程度）の変位を示す地形である確からしさの最も高いもの。具体的には、変位の基準となる地形が明確なもの。すなわち、線状模様の両側の尾根、谷、地形面が極最近までひと続きであったことが明らかに判り、それが線状模様によって系統的に変位（変位の向き、変位量等がほぼ同じようになっていること）しているもの。したがって系統的でないもの、例えば、同時代に形成された地形がところによって変位したり、しなかったりするものはここには含めない。
L_2	L1 に準じ、変位を示す地形である確からしさのやや高いもの。すなわち、段丘などの明瞭な変位基準がないために、確実度は低いが、尾根や谷が横ずれ様に配列していたり、直接的な低断層崖と思われる地形があって、変位の向きは確定できるが、両側の地形面が異なるなど、ごく最近の変位地形であることが不明瞭な線状模様。
L_3	L2 に準じ、変位を示す地形である確からしさの最も低いもの。すなわち最も不明瞭なもので、変位地形もみられる地形をもつが、変位の向きが不明瞭であったり、他の原因も考えられるもの。

表-6.2 活断層研究会(1991)[14]による確実度区分

確実度		認定根拠
Ⅰ	活断層であることが確実なもの	1) 数本以上にわたる尾根・谷の系統的な横ずれ 2) ひと続きであることが確かな地形面の崖線 3) 時代を異にする地形面群を切っている崖線があり、古い地形面ほど変位が大きい（変位の累積が認められる場合） 4) 同一地形面の変形（撓み、傾斜など） 5) 第四紀層を変位させている断層の露頭 など
Ⅱ	活断層であると推定されるもの	1) 2～3本程度以下の尾根・谷が横ずれを示す。 2) 断層崖と思われる地形の両側の変位基準地形が時代を異にする。 3) 明瞭な基準地形がない。
Ⅲ	活断層の可能性があるが、他の原因（河川による浸食等）により形成された疑いのあるもの	1) 変位の向きが不明

表-6.3 地形要素による確実度区分の概念[4)]

活断層の可能性	①崖地形等の要素 ②屈曲等の要素		③凹凸等の地形要素 ④変位不明瞭な地形要素	起震断層としての評価の参考			
				長さ	地形要素の構成比	地形要素密度	分布パターン
高い ↑ ↓ 低い なし	あり	明瞭かつ系統的	(あってもなくても評価は変わらない) (あるほうが上位)	長い	連続的	高	高
		明瞭かつやや系統的			断続的		
		不明瞭かつやや系統的	(明瞭＊複数)			低	低
		不明瞭かつ局所的	複数あり	短い	点在		
	なし		あり				

表-6.4　地形要素判読による活断層の確実度区分の目安[5)]

確実度	縦ずれ断層					横ずれ断層			
	地形要素分類	①崖地形等の地形要素			③変位不明瞭な地形要素	②屈曲等の地形要素			③変位不明瞭な地形要素
	地形場	明瞭度	連続性・系統性および周辺地形との位置関係	全地形要素数に占める構成比	鞍部	連続性・系統性および周辺地形との位置関係	全地形要素数に占める構成比	地形要素密度	風隙・截頭谷の有無
L_1	山地	・あまり開析されず、明瞭である。	・線状模様を境として、両側の尾根形状（尾根の幅や尾根線の向きなど）が異なる。 ・尾根上に低崖がある ・崖は密に連続して配列し、延長部には鞍部等の地形が頻出する。 ・低崖は、古い地形面ほど比高が大きく、累積性がある。 ・崖は直線的またはスムーズな弧状に配列する。 ・河川と直交ないし斜交する。 ・地形面上に低崖あるいは逆向き崖がある。	7割以上	・鞍部のくびれが著しい。 ・鞍部は、主尾根の延長方向と直交する。 ・接頭直線谷がある。	・複数の尾根・谷が系統的に屈曲する。 ・延長の段丘面上に崖が認められる。 ・段丘面上に逆向き崖が認められる。	7割以上	2個／km以上（全要素密度5個／km以上）	有
	山地と低地の境界	・あまり開析されず、明瞭である。			・（一般に鞍部は少ないが、）一部、平地側へ張り出す丘陵状の尾根に鞍部がある。				
L_2	全般	比較的、崖の開析が進み、やや不明瞭である。	・崖は密に連続して配列する場合もあるが、間隔のあく場合もある。 ・崖は概ね直線的（またはスムーズな弧状）に配列するが、崖線はやや凹凸する。 ・河川と直交ないし斜交して延長する。	5～7割程度	・鞍部が頻出する。 ・鞍部の向きは、線状模様の延長方向にやや斜交する。 ・接頭直線谷があるが、一直線をなさず、ずれる場合がある。	1～2個程度の尾根や谷が屈曲する。		2～1個／km	有
L_3	全般	・開析され、不明瞭である。	・崖等の間隔が疎に配列する。 ・崖等のみの同種地形が配列し、延長上の尾根には地形要素が判読されない場合もある。 ・崖はやや凹凸して配列する。 ・河川と平行に配列し、河川の蛇行方向に従順に向きを変えている。 ・崖の比高がばらつく。	2～5割程度	鞍部の間隔が疎に配列する。 鞍部のみの同種地形が配列する。 接頭直線谷が認められない場合が多い。	1～2個程度の尾根や谷が屈曲する。	7割未満	1個／km未満	無
非活断層	全般	・一部に鮮明な崖もあるが、隣接する崖が著しく開析されるなど、開析程度が一様ではなく、不明瞭である。	・鞍部のみなどが配列するなど、同種の地形が配列し、延長上の尾根には地形要素が判読されない場合もある。 ・崖線は凹凸し、河川の蛇行に従順に配列する。 ・周囲の山地に線状模様を境とした一様な高度不連続が認定できない。 ・崖の比高がばらつく。 ・河川の両岸で、比高や侵食程度のほぼ等しい崖が判読されることがある。 ・崖は河川と平行に配列し、崖線は河川の蛇行方向に従順に湾曲する。	2割以下	接頭直線谷がほとんど認められない。	屈曲等の地形要素がほとんど認められない。	5割未満	1個／km未満	無

６．２　線状模様の位置と長さ

活断層の線状模様の末端を、構成地形要素から判読する。線状模様の末端部は、原則として一連の地形要素の始点および終点とし、位置と長さを認定する。

【解説】

線状模様は、その延長上で断層変位がまったく認められなくなる場合と、ある程度の間隔を置いてその近傍に隣接する他の線状模様に乗り移る場合とがある。線状模様の末端部は、活断層地形要素の明瞭さが失われるか連続性が途切れ、断層変位が認定できなくなることによって認識されるが、そこが末端であることを確実に示す基準を見出すことは容易とはいえない。しかし、最近の研究によれば、線状模様の末端には特有の地形的特徴があり、それは断層の破壊過程と破壊の範囲を示すこと、およびそれを利用して断層が一度に活動する範囲（セグメント）を推定することができることが指摘されている。

まず、末端の形状については、中田ほか[31]は、断層の分岐形状は断層セグメント境界を推定する指標になるとし、枝分かれしない断層末端は破壊の開始または終了を、枝分かれした末端は破壊の終了を示すとした。また亀・山下[32]は、断層破壊の成長のシミュレーションから、断層が進行方向に向かって屈曲あるいは分岐して停止することを明らかにし、このような構造は若い断層帯にみられる雁行配列構造の成因の一つであると考えた。さらに阿南ほか[33]は、断層の配置や分岐形態などから、断層のグルーピングと長い断層のセグメンテーションを行う手法について検討し、横ずれ断層である山崎断層の活動パターンの推定に適用できることを示した。これらのことから、線状模様に分岐が生じその延長が明瞭でなくなっている場合には、その部分が線状模様の末端部であることを示す可能性が高いと考えられる。

また、断層の各部分における変位地形の明瞭さ（変位量の大きさ）については、縦ずれ断層では中央部で累積変位量が大きく周辺部で小さい事例が報告されている（山崎[34]、鈴木康弘・三重県活断層調査委員会他[35]など）。また地震断層の事例においても、断層の両端部で変位量が減少することが知られている（小出ほか[36]）。さらに原田ほか[37]は、断層トレース末端の形態が末端部まで断層変位地形が認められるもの、末端部で断層変位地形が認められず直線谷で構成されるもの、二条の直線谷に分岐するものの三種類に区分でき、断層末端部では断層変位地形を伴わず断層組織地形のみとなる場合が少なくないことを示した。したがって、断層変位量が減じ、確認できなくなる地点の近傍が、線状模様の末端である可能性が高いと考えられる。一般に線状模様の末端部を特徴づける地形要素は限られ、必ずしも断層変位を明瞭に示さない崖地形（崖、線緩線、三角末端面など）や、直線谷、鞍部などが多く、横ずれが明瞭な尾根・谷の屈曲や分離丘陵などは少ない傾向がある。

想定断層の長さの推定には、松田(1990)[38]や産業総合技術研究所の活断層データベース[18]の考え方がある。一方、セグメントの考え方として、杉山(1999)[39]や活断層データベースがある。

したがって、断層の末端部であるかどうかは、線状模様全体の形状と断層変位地形の明瞭さに注目し、先端がどこまで確認できるかについて慎重に判断する必要がある。よって、地形判読作業では、一連の地形要素の末端部にある不明瞭（活断層）な地形要素も判読・記載し、線状模様は記載した地形要素の始点から終点までを結ぶものとする。

7．成果品

活断層地形要素判読の成果として、以下の項目を報告する。

① 活断層地形要素判読図

② 地形要素一覧表

③ その他

【解説】

活断層地形要素判読における一般的な成果品としては、①活断層地形要素図、②地形要素一覧表の二つが挙げられる。また、③その他には、地形要素の構成比や密度、空間分布図等が含まれる[3)5)]。これらの図面は、確実度の判定の目安に用いられることがあることから、必要に応じて図面を作成する。

８．まとめと今後の課題

本マニュアルは、土木研究所と民間 13 社による「活断層の位置および規模の認定法」に関する共同研究（平成 11～15 年度）の成果から、山地における線状模様や活断層を対象とした客観的かつ定量的な地形判読手法として、活断層地形要素判読の判読から記載、確実度判定に至るまでの一連の調査・解析における標準的仕様をマニュアルとしてとりまとめたものである。

しかしながら、地形要素の判読から活断層の確実度を判定したり、断層の延長やセグメントの特定するには、未だ多くの課題が残っているのが現状である。よって、活断層の調査や解析の進捗に応じて、その都度、地形要素判読の精度を向上させることが必要である。

参考文献

1) 土木学会レベル２地震動研究小委員会：レベル２地震動の明確化に向けて、土木学会論文集，675/I-55, pp.15-25, 2001

2) 松田時彦・太田陽子・岡田篤正・清水文健・東郷正美:空中写真による活断層の認定と実例，震研彙報，第 52 巻，pp.461-496, 1977.

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(1) 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) 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(2) 主に山岳地域における活断層地形判読の基本的考え方と記載方法，土木研究所共同研究報告書，第 284 号，54p., 2003.

5) 佐々木靖人・阿南修司・倉橋稔幸・脇坂安彦・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(2) 確実度の判定と判読能力の分析，土木研究所共同研究報告書，第 337 号，181p., 2006.

6) 倉橋稔幸・活断層地形判読研究グループ：空中写真による活断層地形判読の確からしさの解析，日本地質学会第 109 年学術大会講演要旨，日本地質学会，p.184, 2002.

7) 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試み，土木技術資料，pp.52-59，2003.

8) 向山　栄・福井謙三・品川俊介・活断層地形判読研究グループ：活断層地形の写真判読結果に生じる差異の傾向と地形的要因，平成 14 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.167-170，2002.

9) 福井謙三・向山　栄・品川俊介・活断層地形判読研究グループ：断層地形の写真判読に及ぼす個人差の検討，平成 14 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.171-174，2002.

10) 福井謙三・向山　栄・倉橋稔幸・活断層地形判読研究グループ：断層地形の写真判読結果に及ぼす個人差の検討，平成 15 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.353-356, 2003.

11) 田中竹延・斉藤　勝・品川俊介・活断層地形判読研究グループ：活断層沿いの地形分類とその特徴，平成 14 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.175-177，2002.

12) 森口安宏・山本高司・北村健一郎・松崎達二・倉橋稔幸・活断層地形判読研究グループ：活断層地形の写真判読に基づく線状模様の記載方法，平成 15 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.351-352，2003.

13) 細矢卓志，活断層地形判読研究グループ：同種地形判異判読を起こしやすい地形要素事例，平成 15 年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.357-360，2003.

14) 活断層研究会：[新編] 日本の活断層－分布図と資料－，東京大学出版会，412p.，1991.

15) 多田文男：活断層の二種類，地理評，3，pp.983-990, 1927.

16) 渡辺満久・鈴木康弘：活断層地形判読－空中写真による活断層の認定－，古今書院, p.178, 1999.

17) 地質調査所環境地質部地震地質課，50 万分の 1 活構造シリーズについて，地質調査所月報，第 34 巻，第 1 号，pp.27-37，1983.

18) 産業技術総合研究所活断層研究センター ：活断層データベース，http://www.aist.go.jp/RIODB/activefault/.
19) 垣見俊弘・松田時彦：テクトニクス，日本第四紀学会編，日本第四紀地図解説，東京大学出版会，pp.34-39，1987.
20) 松田時彦：活断層をみる，島崎邦彦・松田時彦編，地震と断層，東京大学出版会，p.32，1994.
21) 岡田篤正・東郷正美編：近畿の活断層，東京大学出版会，395p，2000.
22) 町田　貞・井口正男・貝塚爽平・佐藤　正・樋根　勇・小野有五，地形学事典，二宮書店，767p.，1981.
23) 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.
24) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震，第28巻，pp.269-283，1975.
25) 町田　貞・井口正男・貝塚爽平・佐藤　正・樋根　勇・小野有五編：地形学事典，二宮書店，767p.，1988.
26) 岡田篤正：断層地形，佐藤　久・町田　洋編，地形学(総観地理学講座6)，朝倉書店，pp.216-229，1990.
27) 脇坂安彦・双木英人：6.2 第四紀断層調査，第15章ダムの地質調査，調査編Ⅱ，多目的ダムの建設，(財)ダム技術センター，pp.90～98，2005.
28) 建設省河川局監修：改訂新版　建設省河川砂防技術基準(案)同解説　調査編，山海堂，591p.，1998.
29) 猪俣　純ほか：大規模地震に対するダムの耐震性能照査に関する資料，国土技術政策総合研究所資料，no.244，192p.，2005.
30) 永山　功ほか：大規模地震に対するダムの耐震性能照査に関する資料，土木技術資料，第3965号，192p.，2005.
31) 中田　高・島崎邦彦・鈴木康弘・佃　栄吉：活断層はどこから割れ始めるのか？－活断層の分岐形態と破壊伝播方向－，地学雑誌，第107巻，pp.512-528，1998.
32) 亀　伸樹・山下輝夫：大きな地震より小さな地震が多いのはなぜか　自ら止まる地震破壊の性質，科学，第68巻，pp.702-709，1998.
33) 阿南修司・脇坂安彦・品川俊介：活断層のセグメンテーションにおける断層末端部の地形的特徴，平成13年度研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.35-38，2001.
34) 山崎晴雄：立川断層とその第四紀後期の運動，第四紀研究，Vol.116，no.4，pp.231-246，1978.
35) 鈴木康弘・三重県活断層調査委員会・大学合同変動地形測量グループ：変位速度分布とモーメントマグニチュードによる鈴鹿東縁断層帯の評価，地球惑星科学関連学会1997年合同大会講演予稿集，pp.53-57，1997.
36) 小出仁・山崎晴雄・加藤碵一：地震と活断層の本，国際地学協会，57p.，1979.
37) 原田久也・品川俊介・脇坂安彦：活断層の構成地形の特徴，平成11年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.1-4，1999.
38) 松田時彦：最大地震規模による日本列島の地震分帯図，東京大学地震研究彙報，vol.65，pp.289-319，1990.
39) 杉山雄一・下川浩一・栗田泰夫・佐竹健治・水野清秀・吉岡敏和・小松原琢・七山　太・苅谷愛彦・吾妻　崇・伏島祐一郎・佃　栄吉・寒川　旭・須貝俊彦：近畿三角地帯における主要活断層の調査結果と地震危険度，平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書，地質調査所速報，no.EQ/99/3，pp.285-309，1999.

巻末資料

A. 地形要素判読の留意点

B. 判読事例

C. エキスパート度数

巻末資料

A. 塗形変形判読の留意点

B. 判読事例

C. エキスパート座談

A. 地形要素判読の留意点

1）活断層のタイプと地形場による地形要素の特徴

地形要素は活断層のタイプ（横ずれ、縦ずれ）、それらが置かれている地形場（山地、山地平地境界、谷底平野、平地）により、特徴的な地形要素が認められる。活断層のタイプと地形場別の特徴的な地形要素の組み合せは以下の通りである（表-a.1）。

表-a.1　活断層における特徴的な地形要素組み合わせ（地形場別断層タイプ）

タイプ / 地形場	縦ずれ断層（逆断層）	横ずれ断層
山地	①「逆向き崖」「分離丘陵」「遷緩線」が線状配列	①「谷の屈曲」+「逆向き崖」または「分離丘陵」 ②「谷の屈曲」とこの間を補完する「崖」「逆向き崖」「三角末端面」「鞍部」「遷緩線」等 ③「鞍部」列とこの間を補完する「直線谷」「遷緩線」「逆向き崖」など
山地平地境界	①「崖、撓曲的な崖、三角末端面」とこれを補完する「異種地形境界」 ②「崖」や「三角末端面」からなる線状模様と「低崖」や「撓曲的な崖」からなる線状模様の平行配列	特になし
山間谷底平野	特になし	「三角末端面」「直線谷」+谷中に「谷中分水界」「風隙」
平地	（「撓曲的な崖」ないし「低崖」が単独で出現）	特になし

2）地形要素判読の範囲

地形要素は、一条の線状模様沿いに分布するだけでなく、多くの場合、主線状模様に平行する、何条かの線状模様沿いに分布することが多い。主線状模様に沿った地形要素を先に判読することにより、それに平行する一連の地形要素が判読し易くなる。特に、逆断層系の場合、主線状模様に平行して何条かの線状模様が分布していることが多いので注意を要する。

2kmより長い線状模様では、活断層地形要素の連続性を確認するのが容易であり、判読者による個人差も小さい傾向にある。但し、「凹地」、「風隙」、「撓曲的な崖」などの地形要素は非常に小さい地形要素である場合があることから、判読に個人差が生じやすく、見逃す確率も高いので注意を要する。

地形要素連続部の末端部にさらに変位地形が分布していないか特に注意して判読する。変位地形は一般に、断層トレース末端部ほど不明瞭になることが知られている。そのため、末端部にさらに変位地形が分布しているかどうか注意して判読する必要がある。末端部を特徴づける地形要素は、必ずしも断層変位を

明瞭に示さない崖地形（崖、線緩線、三角末端面）や、直線谷、鞍部などが多いが、横ずれが明瞭な尾根、谷の屈曲、分離丘陵などは少ない傾向にある。

3）周辺の地形との比較

地形要素を判読する際は、周辺の地形とよく見比べる必要がある。周辺の地形の特徴（地形の形成史、地形面の地形区分、地形面の傾斜等）を理解した上で、ある地形要素がどのように異常に見えるのか、客観的に判断する必要がある。特に客観的に判読する必要がある地形要素の例は、下記のとおりである。

例）

①逆向き崖

崖地形の内、周辺斜面の傾斜方向に逆行する崖を「逆向き崖」として区別して判読する。

逆向き崖は特徴的な断層地形であり、また同一地域には系統的に複数分布することが多いので、注意を要する。

②風隙

谷の幅と深さから、最上流部が確実に失われていることを、客観的に判読する。

③地形面の傾斜異常

地形面の傾斜方向の傾向を考慮し、本来地形面が傾斜している方向と異なっている場合に抽出する。

④谷中分水界

河川の流れている方向を広域に把握し、谷底平野中の分水界を抽出する。見逃しやすい地形要素なので、注意が必要である。

4）特徴の似た地形要素の判読

特徴の似た地形要素は区分が難しい。地形の形状だけではなく、形成された成因によって区分することもあるので、各地形要素の違いを良く理解する必要がある（4.2.1 参照）。

特徴の似た地形要素の例は、以下のとおりである。

例）

①撓曲崖⇔崖

2 万 5 千分の 1 の地形図上で 3mm 以上のものを「撓曲崖」、3mm 以下のものを「崖」と判読する。

②鞍部⇔風隙

截頭谷部に分布する鞍部を「風隙」、破砕の影響を受けたへこみを「鞍部」と判読する。

③分離丘陵⇔ふくらみ地形

横ずれで移動した尾根の一部を「分離丘陵」、横ずれで圧力の受けた凸地形を「ふくらみ地形」と判読する。

④ふくらみ地形⇔地形面の勾配異常

横ずれで圧力を受けた凸地形を「ふくらみ地形」、周辺の地形面の傾斜方向との違いを「地形面の勾配異常」と判読する。

5）複数の要素に該当する地形要素

地形要素が複数の要素に該当する場合、図が煩雑になりすぎるので、すべての要素を記載することはできない。地形要素が複数の要素に該当する場合は、より変位を示唆する地形要素を優先して判読する。以下にその例を示す。より変位を示唆する地形要素の目安は、表-a.1 を参照する。

例）

①逆向き崖-三角末端面-異種地形境界-遷緩線→逆向き崖

②崖-異種地形境界→崖

③崖-逆向き崖→逆向き崖

④傾斜変換線-直線谷→傾斜変換線

⑤崖-遷緩線→崖

⑥崖-直線谷→崖

⑦崖-三角末端面→崖

⑧撓曲-遷緩線→撓曲

⑨直線谷-崖→崖

⑩直線谷-逆向き崖→逆向き崖

⑪遷緩線-直線谷→遷緩線

6）断層に関係のない地形要素

断層に関係のない地形要素は判読しないように注意する。鞍部、截頭谷、風隙、三角末端面、崖錐、沖積錐、扇状地等は断層と直接関係のない場所にも見られる地形要素である。厳密に見分けることは困難であるが、地形要素判読の際は、断層と関係があるかどうかを見極める必要がある。断層と直接関係なく形成される地形要素と地形場の関係は、以下のような場合である。

例）

①鞍部・・・地質境界部

②截頭谷、風隙・・・丘陵地や平坦地において通常の谷頭浸食により形成

③三角末端面・・・浸食、人工改変地

④崖錐、沖積錐、扇状地・・・地形境界部

⑤逆向き崖・・・ケスタ地形、地すべり地形、人工改変地、二重山稜

⑥崖・・・人工改変地、浸食（段丘崖）、地すべり

⑦分離丘陵・・・開析の進んだ地域

⑧凹地・・・カルスト地形

7）地形要素の判読位置

崖、低崖、撓曲等は、河川の浸食等により元来生じた場所と異なった場所に認められる場合がある。浸食を受けていることが明らかな場合であっても、崖、低崖、撓曲等であることが明らかである場合は、判読する写真により認められる場所において、それぞれの地形要素を記載する。

8）変位地形の変位の向き

変位地形はどこがどのように異常なのか、「ふくらみ地形」はどこがどのようにふくらんでいるのか、はっきりわかるように（→）を明示する。矢印を示すことで、断層の特徴をより明瞭に表現することができる。

例）

①逆向き崖・・・斜面の方向を白抜き（⇒）で表示、崖マークの斜面下流側に矢印を示す。

②地形面の勾配異常・・・傾動の方向を黒矢印（➡）で明示する。

③撓曲的な崖・・・撓曲の方向を矢印（→）で示し、撓曲の幅を長さで表示する。

④ふくらみ地形・・・細長い凸状の地形の長軸、短軸方向に両矢印（◀▶）を明示する。

⑤谷の屈曲、尾根の屈曲・・・谷、尾根のクランク状の屈曲部に屈曲の方向を矢印（→）で明示する。

⑥截頭谷・・・截頭谷の谷の方向を破線矢印（┈┈▶）で明示する。

⑦谷中分水界・・・分水界部に丸印（◎）を示すと共に分水の方向に矢印（→）を明示する。

⑧直線谷・・・直線状の谷部において、直線谷と谷の方向を矢印（→）で明示する。

B．判読事例

1）縦ずれ断層の事例～入山断層～

（1）概要

表-b.1　入山断層の諸元

断層名	長さ (km)	断層タイプ	活動度	確実度	備考
入山断層	10	逆（西側隆起）	B	Ⅰ、Ⅱ	山地内の線状模様（フォッサマグナ西縁地帯）

入山断層は、駿河湾から富士川右岸にかけてほぼ南北方向に連続する。線状模様は、大局的には西側の急峻な浜石岳山地（標高500～700m程度）と東側のなだらかな蒲原丘陵（標高500m程度以下）とを境する地形境界として認められる。「新編　日本の活断層（1991）」によれば、長さ約10kmの断層とされ、文献により逆断層を示す露頭が報告されている。

（2）地形要素判読状況

山地と丘陵との地形境界は、由比市街から由比川沿いに北へ伸び、久保山、大晦日、泉水付近を経て、富士川に至る。このラインに沿って、比較的連続性のある地形要素を抽出した。また、基準地形面としては、段丘面，古富士泥流堆積物の堆積面、溶岩台地が分布しており、山崎（1985）等を参考に区分・対比した。

久保山付近以南では、明瞭な地形要素はみられず、由比川に沿って断層が連続しているものと思われ、その近傍にみられる異種地形境界、鞍部、直線谷、三角末端面などを抽出した。由比川下流沿いに分布する低位段丘面、完新世段丘面に高度不連続や高度差は認められない。

久保山から泉水にかけては、比較的直線状をなす廻沢川とその東側を並走する西側低下の遷緩線・鞍部の連続がみられる。東側の線状模様は断層の変位方向とは調和していないが、連続性があり、岩相境界を反映している可能性がある。

泉水から富士川にかけては、NE-SW方向の線状模様が３条みられる。東側のものは比較的比高の大きな崖であり、やや平坦な地形面（高位段丘面？）に高度不連続を伴っている可能性もあるが、下流側に向かって比高が大きくなることから、有無瀬川による浸食崖の可能性がある。その延長上の溶岩台地も現河床に比べ、下流側に傾斜しており、傾動としたが、約１万年前の溶岩であるので、初生的な傾斜の可能性もある。
その他には、南北方向あるいはNE-SW方向に伸びる尾根を開析する谷は比較的ランダムに入っており、連続のよい直線谷や直線的な地形要素の連続はみられない。

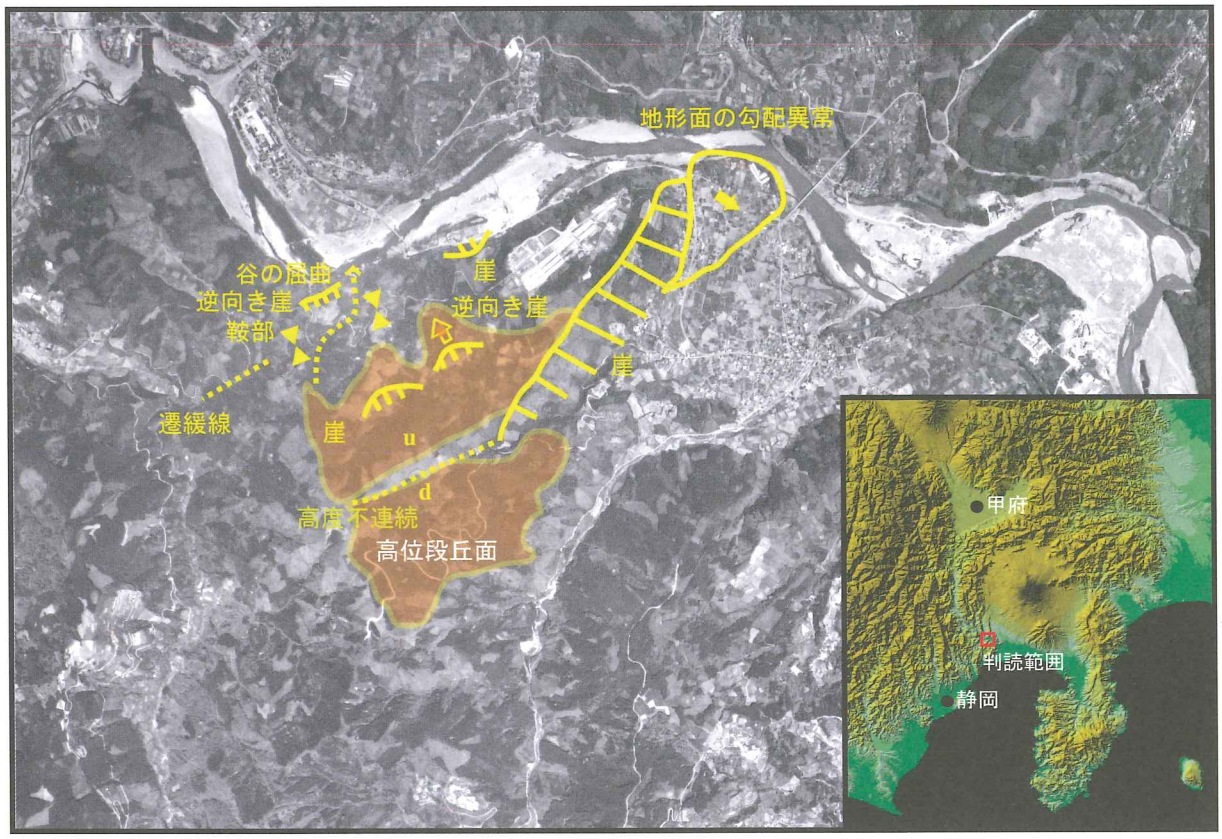


図-b.1　空中写真への地形要素の記入（入山断層）
使用空中写真：国土地理院発行の 2 万分の 1 空中写真 (CB-69-1X C7-13)

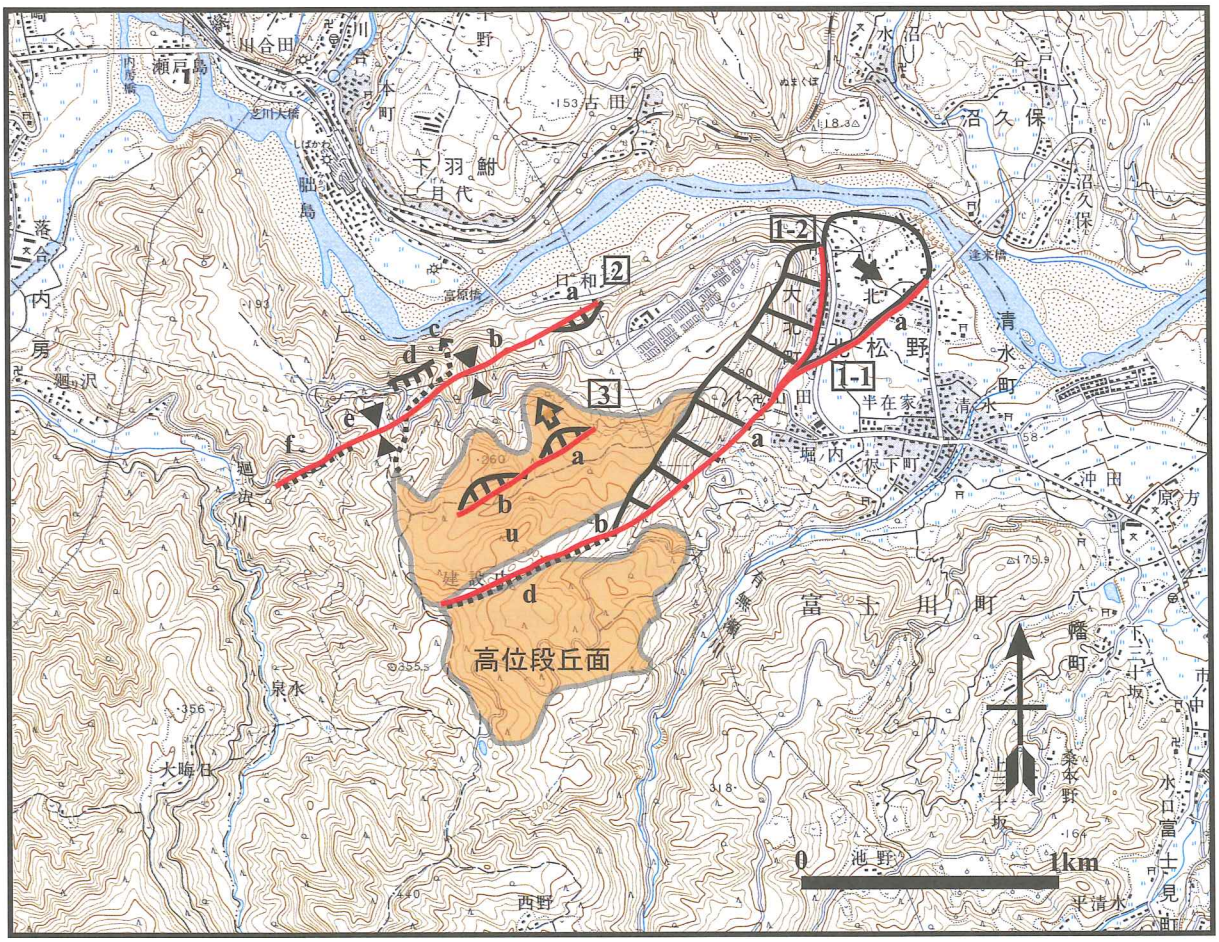


図-b.2　入山断層の地形要素判読図
使用地形図；国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「富士宮」

表-b.2 入山断層の地形要素一覧表

断層名	判読結果								
	線状模様および構成地形要素				地形の明瞭度 ○・△	延長 (km)	見かけのずれ量 (m)	ずれの向き	記事
	線状模様番号		地形要素						
	主	副	記号	名称					
入山断層	1								
	1	1	a	地形面の勾配異常		0.50			
	1	2				2.10			
	1	2	a	崖	○	1.70			
	1	2	b	高度不連続		0.40			
	2					1.70			
	2		a	崖	○	0.20			
	2		b	鞍部					
	2		c	谷の屈曲			200	右	
	2		d	逆向き崖		0.20			
	2		e	鞍部					
	2		f	遷緩線		0.25			
	3					0.60			
	3		a	逆向き崖	△	0.10			
	3		b	逆向き崖	△	0.20			

2)横ずれ断層の事例～郷村断層～

(1)概要

表-b.3　郷村断層の諸元

断層名	長さ (km)	断層タイプ	活動度	確実度	備　　考
郷村断層	15.5	横ずれ(左)	B～C	I	北丹後地震時の地表地震断層である。

郷村断層は、北部では福田川の低地と山地との境界付近に位置する。中部及び南部では山間部を通り、線状模様を挟んで地形の相違、高度差は認められない。「新編　日本の活断層(1991)」によれば、長さ約13kmの断層とされ、トレンチ調査の結果、活動間隔は6,000年以上とされている。

（2）　地形要素判読状況

海岸部から高橋にかけては、低地と山地との境界部付近を北北西－南南東に崖の連続として線状模様が認められる。線状模様は下岡付近で雁行しており、下流域では断層は沖積層下に連続している可能性がある。北端部の線状模様は、直線状谷、鞍部、不明瞭な遷緩線からなるが、海岸部付近まで連続する。

郷東方から安にかけては、谷・尾根に系統的な左屈曲が認められ、屈曲量は 50m～250mである。安北方において、線状模様は２条にわかれる。

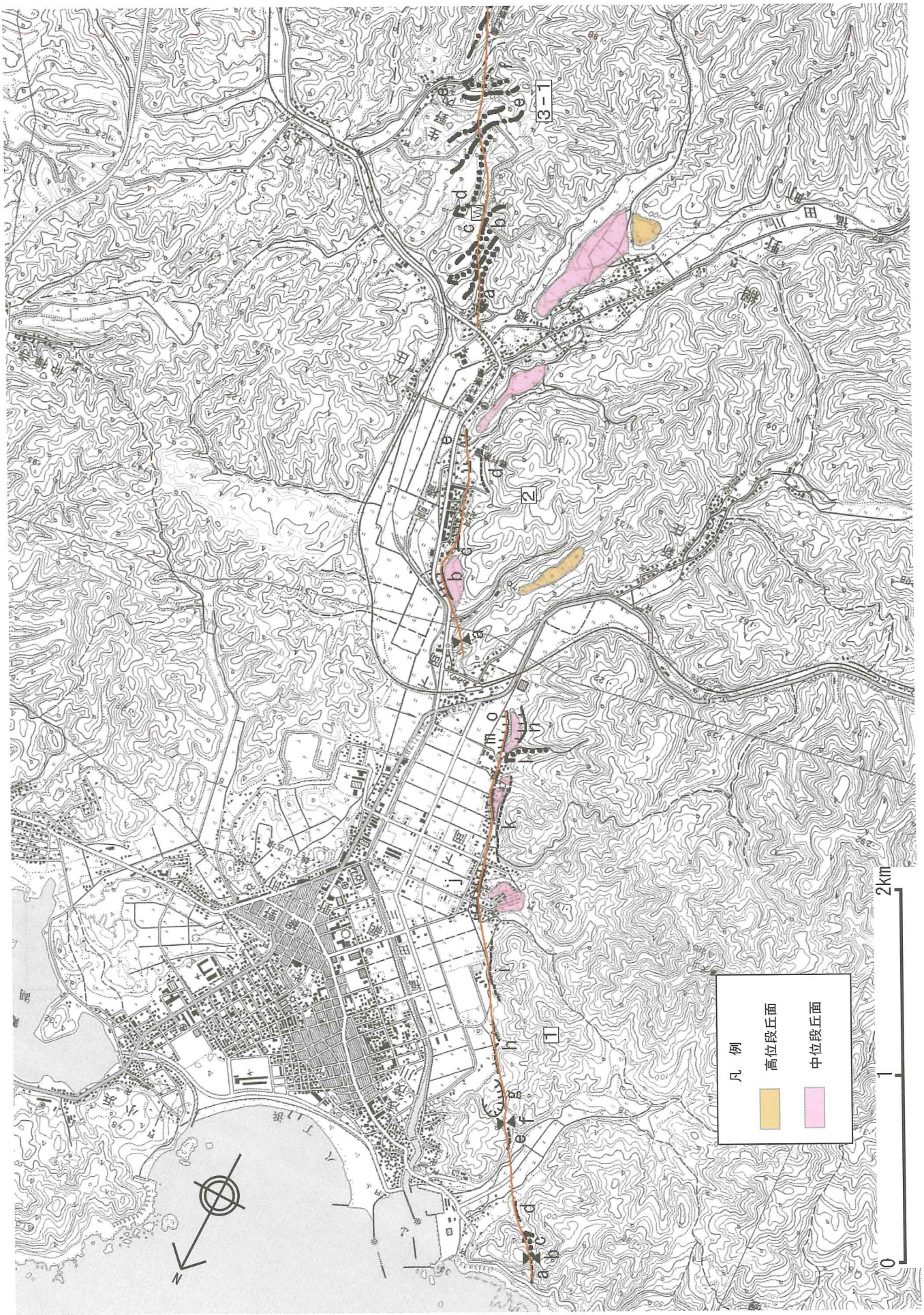


図-b.3　郷村断層の地形要素判読図

使用地形図；国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「網野」、「峰山」、「久美浜」、「四辻」

表-b.4　郷村断層の地形要素一覧表

断層名	判読結果								
	線状模様および構成地形要素				地形の明瞭度（○・△）	延長（km）	見かけのずれ量（m）	ずれの向き	記事
	線状模様番号		地形要素						
	主	副	記号	名称					
郷村断層	1					3.20			
	1		a	遷緩線		0.15	—	—	
	1		b	鞍部		—	—	—	
	1		c	直線谷		0.10	—	—	
	1		d	遷緩線		0.10	—	—	
	1		e	遷緩線		0.10	—	—	
	1		f	鞍部		—	—	—	
	1		g	地すべり		0.15	—	—	
	1		h	遷緩線		0.45	—	—	
	1		i	遷緩線		0.30	—	—	
	1		j	低崖	○	0.10	—	—	
	1		k	遷緩線		0.50	—	—	
	1		l	谷の屈曲		—	—	左	
	1		m	分離丘陵		—	—	—	
	1		n	低崖	○	0.20	—	—	
	1		o	低崖	○	0.60	—	—	
	2					1.20			
	2		a	鞍部		—	—	—	
	2		b	低崖	○	0.25	—	—	
	2		c	低崖	○	0.15	—	—	
	2		d	遷緩線		0.20	—	—	
	2		e	低崖	○	0.25	—	—	
	3	1				3.30			
	3	1	a	谷の屈曲		—	150	左	
	3	1	a'	尾根の屈曲		—	50	左	
	3	1	b	谷の屈曲		—	120	左	
	3	1	b'	尾根の屈曲		—	50	左	
	3	1	c	截頭谷		—	20	左	
	3	1	d	谷の屈曲		—	250	左	
	3	1	d'	尾根の屈曲		—	120	左	
	3	1	e	尾根の屈曲		—	100	左	
	3	1	f	遷緩点		—	—	—	
	3	1	g	尾根の屈曲		—	—	左	
	3	1	h	鞍部		—	—	—	
	3	1	I	直線谷		0.50	—	—	
	3	1	j	異種地形境界		0.55	—	—	
	3	2				1.10			
	3	2	a	遷緩線		0.65	—	—	
	3	2	b	谷の屈曲		-	—	左	

3)非活断層の事例～三百断層～

（1） 概要

表-b.5 三百断層の諸元

断層名	長さ (km)	断層タイプ	活動度	確実度	備　考
三百断層	7	逆（西側隆起）	—	—	

三百断層は、奈良盆地東縁の丘陵部を南北方向に延びる約7kmの断層で、断層面は垂直に近く、藤原層群（中新統）と大阪層群下部に相当する白川池層（鮮新統～下部更新統）を境する。断層は、大阪層群最上部に相当する虚空蔵山礫層（中期更新統）に覆われているので、約50万年前以降活動はしていないとみられている（「新編　日本の活断層(1991)」、「近畿の活断層(2000)」）。

（2） 地形要素判読状況

奈良盆地では、山地と丘陵部との境界に高槻断層が、丘陵と平野との境界に天理撓曲が分布しており、その間にある比較的連続性のある地形要素を抽出した。また、基準地形面としては、段丘面、定高性のある尾根が分布しており、「近畿の活断層(2000)」等を参考に区分・対比した。

線状模様は大きく２つのグループに分けられる。グループ１は、西側隆起の逆向き崖を主とする線状模様で、北端部では、高位２段丘面に勾配異常がみられることから、変形を与えている可能性がある。しかし、後水尾天皇皇女墓以南では、地形要素は比較的不明瞭で、特に白川溜池以南では、地形要素の連続性が認められない。

グループ２は、グループ１の平野側に連続する線状模様で、比較的不明瞭な遷緩線、鞍部、直線状谷を主体とする。線状模様の延長に分布する中位段丘面に変位・変形は認められない。

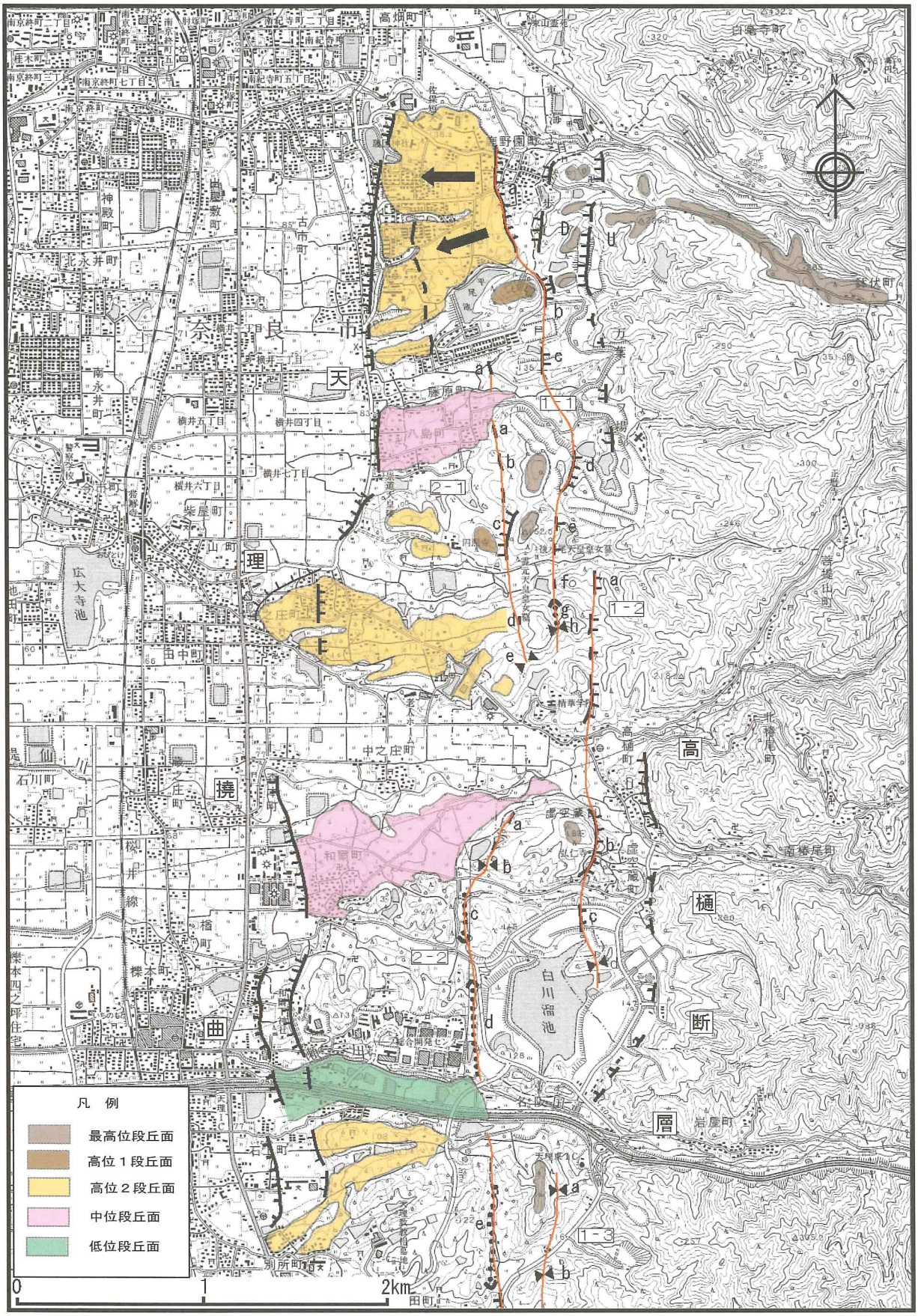


図-b.4　三百断層の地形要素判読図

使用地形図；国土地理院発行２万５千分の１地形図「大和郡山」

表-b.6　三百断層の地形要素一覧表

断層名	判読結果								
	線状模様および構成地形要素				地形の明瞭度（○・△）	延長（km）	見かけのずれ量（m）	ずれの向き	記事
	線状模様番号		地形要素						
	主	副	記号	名称					
三百断層	1	1				2.60			
	1	1	a	逆向き崖	○	0.60	—	—	
	1	1	b	逆向き崖	○	0.20	—	—	
	1	1	c	逆向き崖		0.06	—	—	
	1	1	d	逆向き崖		0.25	—	—	
	1	1	e	逆向き崖		0.20	—	—	
	1	1	f	遷緩点		—	—	—	
	1	1	g	直線谷		0.10	—	—	
	1	1	h	鞍部		—	—	—	
	1	2				2.10			
	1	2	a	逆向き崖	△	0.80	—	—	
	1	2	b	逆向き崖	△	0.25	—	—	
	1	2	c	逆向き崖	△	0.15	—	—	
	1	2	d	鞍部		—	—	—	
	1	2	h	直線谷		0.15	—	—	
	1	3				0.85			
	1	3	a	鞍部		—	—	—	
	1	3	b	鞍部		—	—	—	
	1	3	c	遷緩線	△	0.10	—	—	
	2	1				1.60			
	2	1	a	遷緩点		—	—	—	
	2	1	b	遷緩線	△	0.35	—	—	
	2	1	c	崖	△	0.25	—	—	
	2	1	d	遷緩線	△	0.15	—	—	
	2	1	e	鞍部		—	—	—	
	2	2				2.90			
	2	2	a	遷緩線		0.15	—	—	
	2	2	b	鞍部		—	—	—	
	2	2	c	直線谷		0.35	—	—	
	2	2	d	直線谷		0.40	—	—	
	2	2	e	直線谷		0.80	—	—	
	2	2	f	低崖		0.20	—	—	

C.エキスパート度数

本マニュアルに示した手法に準じて、活断層地形判読の経験・能力の異なる延べ14人の技術者が、同一の空中写真を使って活断層地形を判読読み合わせし、その結果を統計的に解析することにより、妥当性のある判読結果を得るために望まれる判読者の経験・能力を検討してきた[3)4)5)9)10)]。その結果、望ましい空中写真判読能力を備えた技術者は、大学や業務での判読時間が長く、特に旧科技庁系活断層調査での判読経験が多いことや活断層関連論文の発表経験があることが分かった。一方、活断層沿いの地形要素のうち、分離丘陵・凹地・風隙などは相対的に能力の高くない判読者は抽出が難しいが、崖、撓曲的な崖、谷の屈曲などは能力の低い判読者も抽出可能であること、遷緩線、鞍部、直線谷等は、判読能力の差が現れ難いことなどが分かった。このことから、活断層地形要素判読者の人的影響を極力取り除くには、「判読技術者のスキル」、「クロスチェック」、「判読にかける時間数」に留意が必要である。

a)活断層地形判読技術者のスキル(能力)

以下に示す簡易な判読者区分（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ）が概ね判読能力の指標として有効である。

① 判読者の点数区分（区分Ⅰ）

表‐c.1に示すように、判読者の経験や能力を客観的に表わすと思われる10項目（アイテム）について、各々5段階（カテゴリー）に区分したもので、判読者の点数は同表の5段階区分をそのまま点数として、10項目（アイテム）について合計した点数（満点：50点）とする。区分Ⅰはこの合計点数の大小から以下のとおり3段階（a，b，c）に区分したものである。

a：33点以上

b：27点以上，32点以下

c：26点以下

② 判読者のエキスパート度数による区分（区分Ⅱ）

表-c.1の10項目のうち、特に活断層地形判読の調査経験(実績)と関連の深い④～⑩の7項目(アイテム)について、カテゴリー区分が4または5となるアイテムの総和の大小により以下の4段階(*a, b, c, d*)に区分したもので、判読者のエキスパート度数区分(区分Ⅱ)と呼ぶこととする。

a：4度数以上

b：3度数

c：2度数

d：1度数

表-c.1 判読者エキスパート区分のための項目(ｱｲﾃﾑ)と段階(ｶﾃｺﾞﾘｰ)区分表

区　分	カテゴリー / 項目(ｱｲﾃﾑ)	1	2	3	4	5	備　考
年　齢	①歳	～29	～34	～40	～50	50～	年齢記入
業務経験	②現在の職務の従事年数	～5	6～10	11～15	16～20	20年以上	年数記入
大学での研修・経験	③専攻・専門学科	その他			地質学系	地形学系	
	④大学等での写真判読学の履修	なし	なし（独学）	あり（講義のみ）	あり（講義＋演習）	左記と同等またはそれ以上	5は指導教官に直接指導してもらった等に相当
	⑤活断層の研究の有無	なし	あり（補佐的に研究に参加）	あり（卒業論文テーマとした）	あり（修士論文テーマとした）	あり（博士論文テーマとした）	
	⑥大学・研究機関での写真判読時間	0又はほとんどなし	50時間未満	100時間未満	300時間未満	300時間以上	
写真判読の業務経験	⑦ダム・原発等の活断層調査	なし	1件	2～3件	4～10件	10件以上	
	⑧活断層調査（旧科技庁・地調）	なし	1件	2～3件	4～10件	10件以上	
	⑨業務での写真判読時間	0又はほとんどなし	50時間未満	100時間未満	300時間未満	300時間以上	
学会活動	⑩活断層関連の論文発表	なし	1件	2～3件	10件未満	10件以上	研究発表・論文発表の区分なし

③ 組合せ評価区分（区分Ⅲ）

組合せ評価区分(区分Ⅲ)は、上記の区分Ⅰ(3区分)と区分Ⅱ(4区分)のﾏﾄﾘｸｽ(組合せ)区分で下表の通り6段階区分(**a, b, c, d, e, f**)とする。

表-c.2 組合せ評価区分

		区分Ⅰ		
		a	b	c
区分Ⅱ	*a*	**a**	**b**	**c**
	b	**b**	**c**	**d**
	c	**c**	**d**	**e**
	d	**d**	**e**	**f**

解析・検討の結果より、活断層地形判読において十分な判読能力･経験を具えた判読者は、少なくとも組合せ評価区分Ⅲのａ・ｂ・ｃのどれかに相当することが求められる。これは例外であるが、区分Ⅰのａかｂ、区分Ⅱの*a*か*b*に相当する判読者とほぼ一致し、判読者点数が27点以上，エキスパート度数が3以上と読み替えることが出来る。ただし、大学時代の履修歴の項目④⑤⑥のエキスパート度数だけで3以上となるものよりも、業務としての活断層調査業務の項目⑦⑧⑨のエキスパート度数がより多い方が望ましいスキルである。

b)写真判読のクロスチェックと留意事項

地形要素判読は判読プロセスを検証可能としており､判読成果のチェックを容易に行うことが可能である。また、一般にこの種の判読作業は中堅とベテランのペアで行われる。今回の判読スキルが判読結果に与える影響を考慮すれば、経験の浅い技術者が誤判読や見逃し易い地形要素をベテランが重点的にチェックすることが有効となる（表-c.3参照）。

c)判読にかける時間数

判読にかけた時間工数が判読結果に影響することがあることは判ったが、その程度を厳密に評価することはできない。標準的な判読時間工数を設定することも考えられるが、専門技術者の判断により、必要十分な判読時間を実施管理することが有効である。

表-c.3　判読スキルと抽出結果の関係

区分	地形要素	理由(備考)
スキルの差が抽出結果に現れやすい	分離丘陵，凹地，風隙，谷中分水界 etc	線状模様直上から離れるケースがあり、一定のスキルを要する。
スキルの差が抽出結果に現れにくい	遷緩線，鞍部，直線谷 etc	直接断層の存在を示唆する要素ではない。
どちらでもない	崖，撓曲的な崖，谷の屈曲 etc	地形として明瞭なケースが多く、スキルの低い判読者も抽出できる(スキルの低い判読者は形成応力場と異なる要素の抽出傾向がある)。