



# 日本の活断層の縮尺 1/25,000 での 新規判読・図化と地理情報データベース化

—特に技術的側面を中心とした報告—

隈元 崇<sup>\*1</sup> 奥村晃史<sup>\*2</sup>

活断層マップワーキンググループ<sup>\*3</sup>

Technical aspect of new active fault mapping with a scale  
of 1:25,000 by geographic information system

Takashi KUMAMOTO<sup>\*1</sup>, Koji OKUMURA<sup>\*2</sup> and  
The Working Group of New Active Fault Map<sup>\*3</sup>

## Abstract

Following high demand on detailed information for active faults in Japan after the 1995 Hyogoken-nambu earthquake, we compiled completely new active faults map of Japan with a scale of 1:25,000 based on precise airphoto interpretation. We also digitized location of active fault traces and their parameters such as displacement, fault reference etc. to GIS data set. This digital fault map differs much in accuracy from "Active fault in Japan: Sheet map (1:200,000) and inventories" and may provide useful information to geoscientists and engineers for their purposes.

## はじめに

日本は活断層のカタログ化に関して早くから作業が行われ、空中写真判読と現地調査による成果はまず『日本の活断層』(活断層研究会, 1980)として、1/200,000地勢図の縮小コピー上に活断層線を転写し、テーブルとして諸元(属性データ)を付与する体裁でまとめられ出版された。その後も引き続き活断層の調査が行われ、活断層研究会から年に1～2号継続して発行されている「活断層研究」や関連する学会誌、紀要、研究報告などに多数の論文が発表されている。1991年には、『日本の活断層』以降のトレンチ調査結果など新しい成果を取り入れた改訂版として『新編日本の活断層』(活断層研究会, 1991)も発行されている。また、この図幅内の活断層線分ををそのままデジタル化してベクトルデータとし、属性データの一部とともにまとめ

られたデジタルデータが(有)ジオデータサプライより市販されている。

さらに詳しい情報を取り入れた活断層カタログとして、例えば九州活構造研究会(1989)のように基図の縮尺を1/50,000と大きくし、地形面区分などのデータとともに提供することは行われていた。しかし、以上のような活断層カタログは一般にとっては高価であり、研究成果が十分に流布していたとは言い難い。

1995年兵庫県南部地震以来、地震発生源となった活断層に対する一般の関心が高まり、より大縮尺の活断層分布図やデータの必要性が高まった。このような状況の中、人口の集中する都市圏に発達する活断層や中央構造線活断層系、糸魚川-静岡構造線活断層系、阿寺断層系など第1級の活断層に関しては、国土地理院による1/25,000の「都市圏活断層図」や地質調査所による「活断層ストリップマップ」など詳細な情報も整備されつつある。

\*1 東京都立大学

\*2 広島大学

\*3 活断層マップワーキンググループ

活断層判読担当：中田 高(広島大学)・東郷正美(法政大学)・千田 昇(大分大学)・今泉俊文(山梨大学)・奥村晃史(広島大学)・渡辺満久(東洋大学)・宮内崇裕(千葉大学)・鈴木康弘(愛知県立大学)・堤 浩之(京都大学)・松岡裕美(高知大学)・岡田篤正(京都大学)・松田時彦(西南学院大学)  
GISデータベース作成担当：隈元 崇(東京都立大学)・勝間秀樹・佐々木達哉・高橋奈緒・阿部洋美(株)応用地質

\*1 Tokyo Metrop. University

\*2 Hiroshima University



第1図 活断層の空中写真判読の合宿作業風景

個人による作業の他に、クロスチェックのために合宿形式での共同作業が行われた。

Fig. 1 Snapshot of the WG training camp

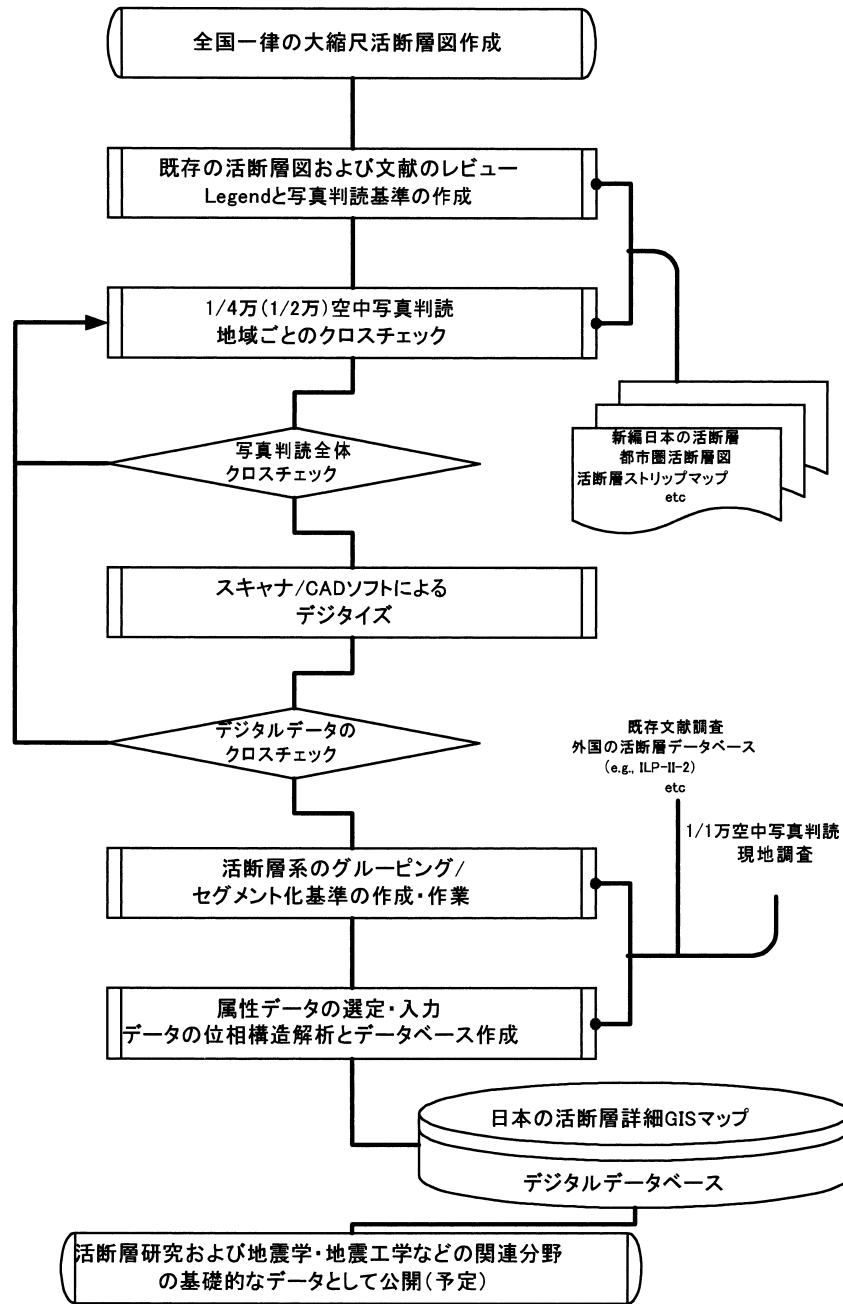
しかし、日本全国を対象範囲として大縮尺かつ統一された基準での活断層カタログは『新編日本の活断層』以降10年間整備されていない。このような状況のもとで、長年にわたって活断層研究にかかわってきた研究者が中心になって活断層マップワーキンググループ(以下WG)を組織し、日本列島全域の活断層の特性についての情報を利用して、新しい形で整備することを目的として、新たに全国一律に1/40,000の空中写真判読を行いその結果を1/25,000の地形図に記載した。この作業を通じて、日本の活断層の分布に関する新しい知見が多数得られた。また、新しい試みとして活断層判読図の地理情報デジタルデータベースも構築した。今後引き続き、より大縮尺の空中写真判読や現地調査によって詳細な属性データを整備し、これからの日本の活断層研究および地震学・地震工学などの関連分野の基礎的なデータとするべく作業を継続している。

現在は1/40,000の空中写真判読、複数の判読者によるクロスチェック、活断層線分と変位量計測地点のデジタル・地理情報(GIS)登録が終了した段階である。残る作業は、既存研究結果の引用と関連性の検討、独自閲覧ソフトの開発などである。本稿では、(1)GIS化に関して技術的側面を中心とする報告と(2)「詳細活断層GISマップ」の有用性を紹介する。

### 今回のWGでの活断層の認定基準

今回のWGにおける活断層の認定基準は、基本的には本WGのメンバーも主体となって参加している国土地理院の「都市圏活断層図」のものを踏襲している。つまり、活断層を「最近数十万年間に概ね千年から数万年の間隔で繰り返し活動しその痕跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層」と定義し、活断層の認定にあたっては、特に後期更新世以降(おおむね20万年以降)の地形面に現れた断層変位地形を重視している。判読と図化の凡例には「都市圏活断層図」にならって、

- (1) 活断層；位置が明確なもの
- (2) 位置やや不明確な活断層；活断層のうち活動の痕跡が侵食や人工的な要因で改変されたため、位置および延長が明確には特定できないもの
- (3) 活撓曲；活断層のうち変位が軟らかい地層内で拡散し地表には段差でなくたわみとして現れたもの
- (4) 伏在活断層；活断層のうち最新の活動時以後の地層で覆われ変位を示す地形が直接現れていないもの
- (5) 推定活断層；地形的な特徴により活断層の存在が推定されるが現時点では明確に特定できないもの
- (6) 活褶曲；現在も続いている地殻変動により生じている波状地形
- (7) 変位を示す河川のトレース

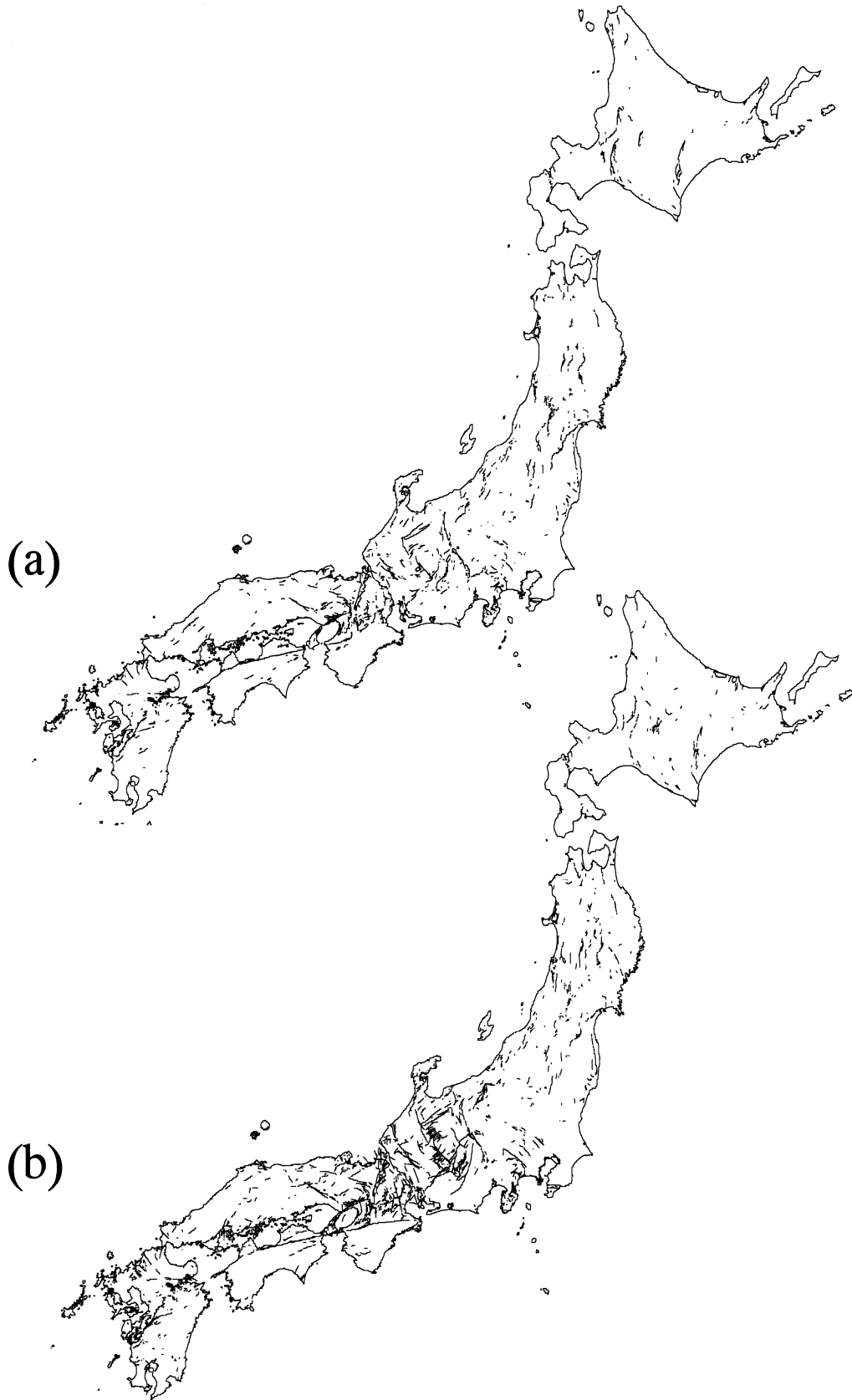


第2図 作業フローチャート  
詳細活断層 GIS マップ作成のための作業手順  
Fig. 2 Flow-chart for the new active fault mapping with GIS

(8) 地形面の傾動方向を示すこととした。

活断層の認定は研究者の判読能力や活断層観によって異なることがあり、厳密に共通の尺度を求めることは困難な場合が多い。そのため、個々の担当者によって判読された図幅は、別の判読者によってクロスチェックされた。また、変位基準や変位量の見積もりなどの個人差をなるべく小さくするために、空中写真と地形図、文献等をすべて持ち寄り検討する共同作業期間を複数回設定し、技量の向上と結

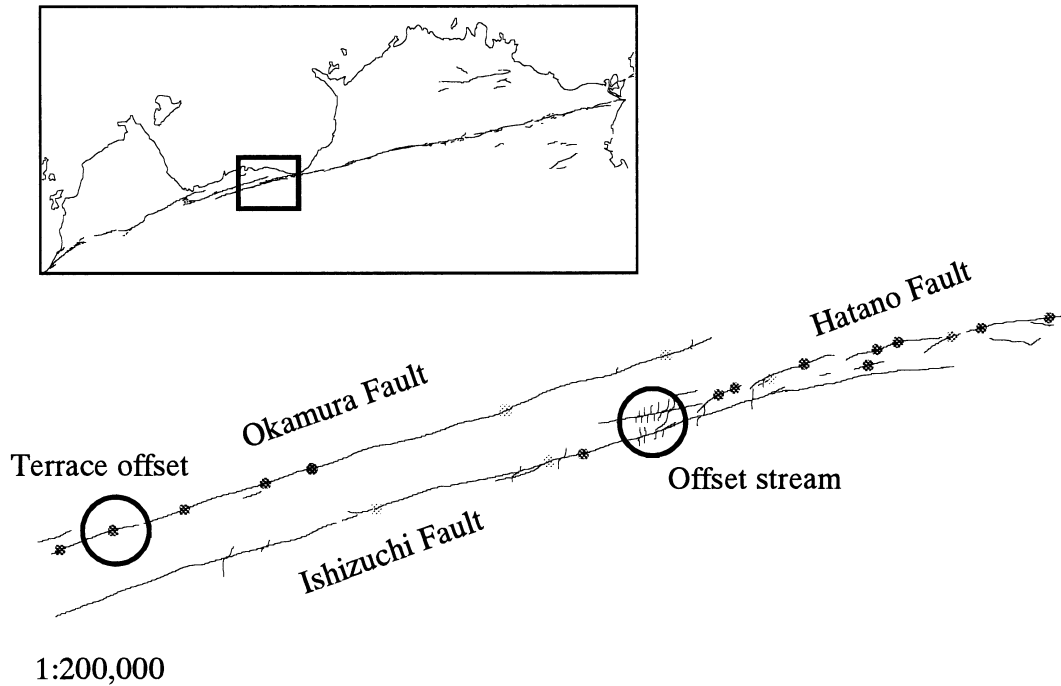
果の均一性に注意しながら作業を行った(第1図, 第2図)。このような作業を通じて、従来確実度が高いとされてきた活断層が削除されたり、新たに確実度の高い活断層が発見されるなど、1/15,000,000の活断層分布図上で『新編日本の活断層』(活断層研究会, 1991)の活断層分布と比較しても多くの違いが見られる(第3図)。こうして得られた新たな活断層に関する知見は、個々の判読者によって別報として報告されている。また、「詳細活断層 GIS マップ」では地理情報技術を用いた電子出版を念頭においているため、



第3図 「新編日本の活断層」と「詳細活断層GISマップ」の活断層分布の比較(1/15,000,000)

(a) 本WGの成果である「日本の活断層詳細GISマップ」による活断層分布図. 判読基準および凡例は本文参照. (b) 『新編日本の活断層』による活断層分布図

**Fig. 3** Comparison of active fault distribution between (a) the new active fault mapping with GIS by the WG and (b) RGAF (1991)



第4図 河川の横ずれを示すベクタや縦ずれ変位が判読されたポイントの分布密度の例

中央構造線活断層系岡村断層・石鎚断層周辺で今回判読された河川の横ずれ変位と地形面の垂直変位の計測地点の分布密度の例。各ポイントごとに地形面の定性的な形成時期の推定と写真測量による変位量が判読され、GIS登録された。これらは、GISソフトウェア上では属性の値によって色分け表示が可能である。

Fig. 4 Example of measurement point density along the Median Tectonic Line



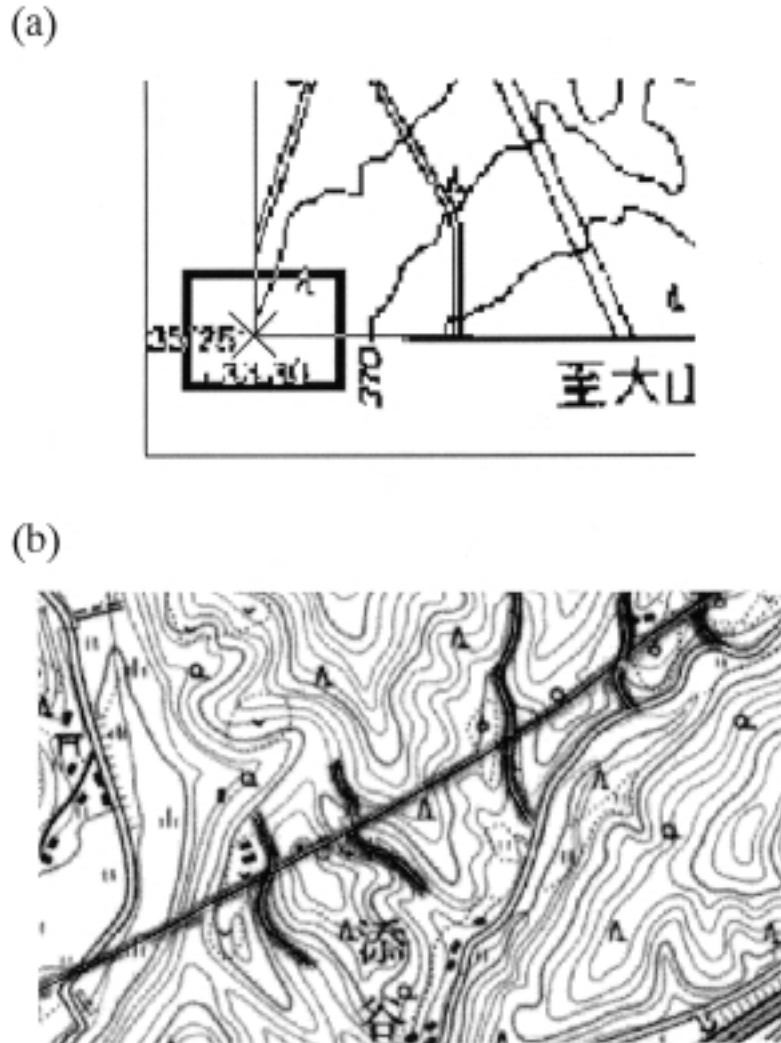
第5図 判読結果が記載された地形図のコンピュータへの取り込み  
活断層が記載された1300以上の地形図は、なるだけ歪が小さくなるように大型のスキナーによってデジタル化された。

Fig. 5 Snapshot of the topographic map scanning

例えば河川の横ずれを示すベクタや縦ずれ変位が判読されたポイントも個々にGISデータベースの属性データとして登録されており表示と検索が可能である(第4図)。これらのデータは後に述べるように、活断層のセグメント化・グループ化の基礎資料には不可欠な情報である。

### 地理情報データベース化

本WGの成果は、兵庫県南部地震以降、地震防災の立場から地球科学以外の地震工学・都市工学などの分野で重要な情報となってきた活断層の位置の精度を飛躍的に高めることになる。これまでは、『新編日本の活断層』から直接転記されたり、その図幅をデジタル化した(有)ジオデータサプライ販売のデータが用いられることが多かった。しかし、これはもともと縮尺1/200,000の地勢図をさらに縮小したものに記載された幅約0.5mmの線分情報をデジタル化したものである。そのため、もともと100m以上の誤差をもち、より大縮尺の地図に再プロットしても位置の精度はまったく保証されない。今回の成果と1/25,000地形図上で比較すると、主要断層線沿いに200m以上の誤差が認められた例もあるなど防災のための資料とするには課題を残していた。



第6図 地形図に記載された活断層線をGIS化する作業例

(a) スキャンした全ての地形図の画像にCADソフトウェアを用いて基準点を挿入し地理座標を与えた。(b) 判読担当者によって地形図に書き込まれた活断層の線分は、地理座標が与えられた後、CADソフトウェアを用いてベクタ化・芯線化を行った。

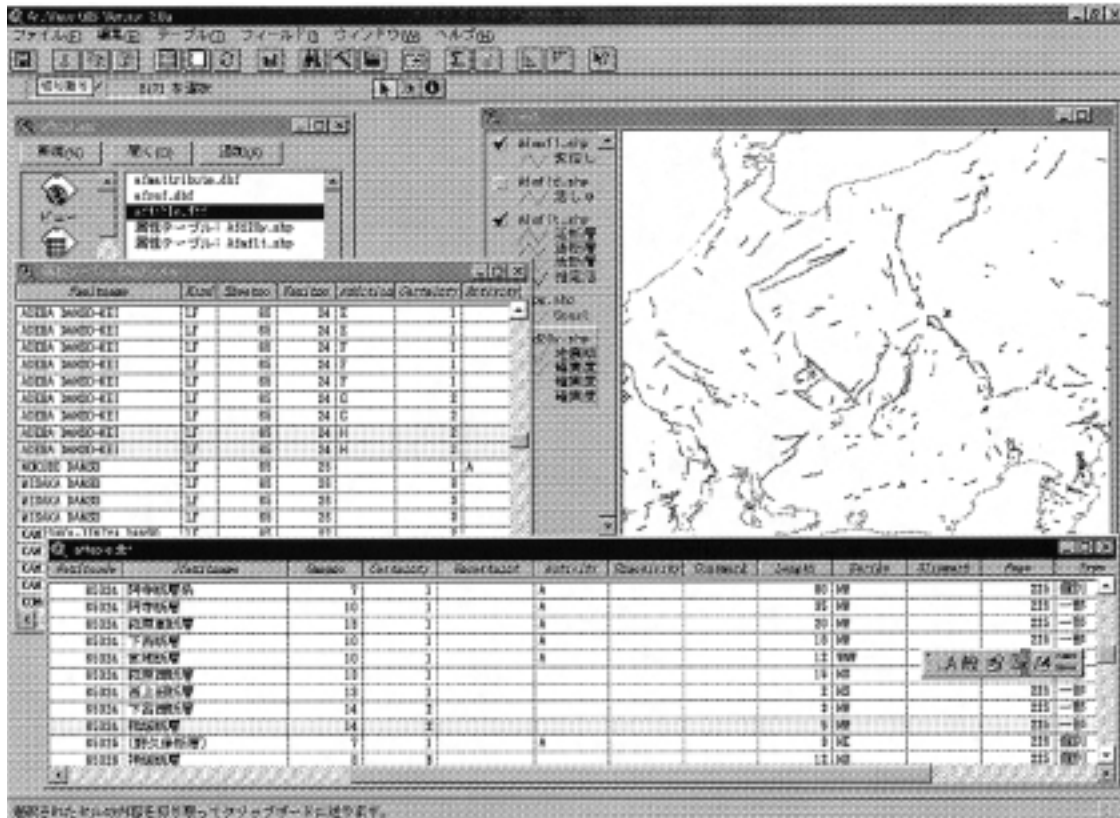
Fig. 6 Example of (a) set the control point and (b) vectorize of the fault traces, on the scanned topographic map by the use of CAD software

そこで、本WGの新しい試みとして、活断層判読結果が約0.5mmのペンで記載された1/25,000地形図をドラム型スキャナ(エヌエスカルコンプ社製ScanPlusIII 800C; 解像度200dpi=0.13mm/pixel)で8ビットカラー非圧縮tiff画像としてコンピュータに取り込んだ(第5図)。この際、任意の2点間の精度が0.25%以下であるかをチェックし、これを満足しない場合には再スキャンを行うものとした。次に、CADソフトウェアであるAutoCad Mapを用いて地理座標を与え(第6図(a))た後、同ソフトのアドインベクタ化ソフトウェアImage Tracer 2.0を用いてベクタ化および芯線化を行った(第6図(b))。データチェックは目視により、判読結果のベクタ化にずれや欠落あるいは属性データの誤

りなどについて実施した。スキャンおよびベクタ化した地形図の総数は約1300枚であった。

このようにして取得された詳細活断層判読図のデジタルデータは、例えば国土地理院刊行の数値地図25000(地図画像)などの地形図データとGISソフトウェア上で重ねあわせ表示・印刷することで、日本全国の大縮尺活断層分布図となりうる。座標系と投影法を変換した予察的な重ねあわせ作業の結果をみると、「詳細活断層GISマップ」データは判読基準となった断層鞍部や断層崖の基部といった地形図上の変動地形を正確にトレースし、きわめて信頼性の高いものであることが確認されている。

GISマップの特徴として当然のことではあるが、活断層



第7図 ArcView上での検索例

GISソフトウェア(ESRI社ArcView3)を用いた「詳細活断層GISマップ」の検索・表示の様子。選択した活断層の属性データの表示や、ある属性をもつ活断層の抽出が可能である。

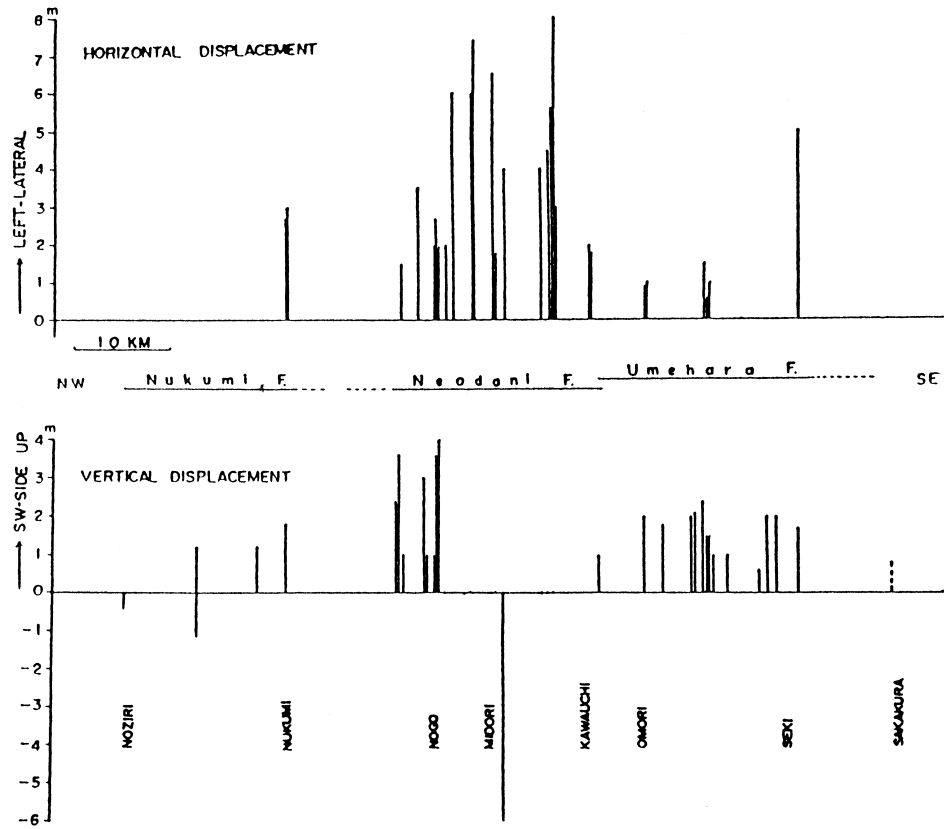
Fig. 7 Example of database searching by the use of GIS software ArcView

を属性データごとに地図上に瞬時にプロットしたり、属性データのあいまい検索や複合検索機能を組み合わせて分布の特徴を検討することが可能である(第7図)。これによって、断層の規模や変位様式、活動度などを組み合わせて地図上に表現し、日本列島の活断層構造区を従来にまして正確かつ詳細に検討・設定することが可能となる。この結果は、地体構造図や地震構造区分図などの作成に有力な情報を提供することになるほか、他の多くの地球物理学的データと比較することによって、様々な分析が可能となろう。さらに本WGでは、2001年3月のデータの完成にあわせて閲覧・検索用ソフトもあわせて開発中である。また、将来のトレンチ調査など文献情報の追加や活断層線データのアップデートもインターネットを用いて行うことができるように、データの位相構造も含めた内部保存形式の検討も行っている。このように、本WGでは「詳細活断層GISマップ」をこれからの日本の活断層研究および関連分野の基礎的なデータとすることを目標としている。

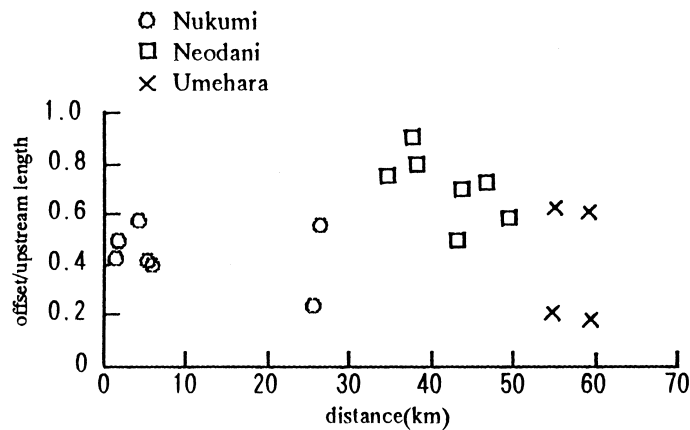
### 「詳細活断層GISマップ」データベースの有用性

今回の判読作業によって認定された活断層線を用いて、グループ化・セグメント化の作業も開始されている。活断層帯の設定基準はこれまで松田(1990)の活断層間の距離をもとにしたものが多く用いられてきた。今回の「詳細活断層GISマップ」データベースでは、関連分野の地質図、大縮尺地形図、地震活動などのデータを容易に重ね合わせることができ、地体構造を含めた議論が可能となる。さらに今回は、断層位置の不明瞭な区間や地表に崖が見えない伏在部の記号を新たに導入したことによって、活断層の証拠が確かな区間のつながりがより鮮明になり、結果として主要断層帯の分布や主要断層と枝断層の配置なども明らかとなった。こうした活断層の断層線の屈曲やステップの位置や断層の分岐形態、横ずれ断層に伴う縦ずれ変位分布などの形態的特徴(中田ほか, 1998)から、活断層のグループ化・セグメント化の新たな設定基準や活断層の破壊過程の推定の可否を検討することも可能であろう。

(a)



(b)



第8図 1891年の濃尾地震の地表での変位量分布と「詳細活断層GISマップ」より計算した指標の比較  
 (a); 松田 (1974) に示された1891年の濃尾地震の際の水平変位量の分布, (b); 地形学的に認められる左横ずれ量をそれぞれの河川の断層から上流側の長さで除した値の分布

Fig. 8 Comparison between (a) slip amount of the 1891 Nobi earthquake from Matsuda (1974) and (b) ratio of offset channel vs upstream length from the GIS database of the WG.



また、「詳細活断層 GIS マップ」データベースには河川の屈曲量と上流の長さ、地形面の垂直変位量とおおよその年代のポイントデータが登録されている。これらは、将来活断層が地震を起こす際の変位量分布を事前に推定するために有効な資料であると考えられる。そこで、予察的な結果として、1891年の濃尾地震の断層線に沿うコサイミックな変位量分布と「詳細活断層 GIS マップ」データベースに登録されているデータの比較を示す。第8図(a)は、松田(1974)に示された1891年の濃尾地震の際の水平変位量の分布、第8図(b)は地形学的に認められる左横ずれ量をそれぞれの河川の断層から上流側の長さで除した値である。地形学的に河川の年代を得ることは難しいので、このような比を平均変位速度に読み替えることはこれまでも行われてきた。横ずれ量と河川の断層から上流側の長さとの間には強い正の相関(相関係数0.95)がある。濃尾地震の際には、北部の温見断層で地表での変位量が十分に計測されていない(第8図(a))。また、南部の梅原断層に沿って明瞭な変位地形が少ない(第8図(b))など厳密な比較には今後の検討課題を残すが、中部の根尾谷断層では両側の断層より大きなパターンを示す傾向は両者で共通している。

活断層のトレンチ調査によると活断層の平均活動間隔はほぼ一定であり、地震ごとの変位量分布のパターンも同じであるとするモデル(characteristic earthquake model; Schwartz and Coppersmith, 1984)とその結果を実証するような報告は多数ある。この観点に立てば、地形の総変位量データと地形面の年代から平均的な活動度を推定することは、強震動予測に必要なパラメータである地震時の変位量を事前に推定するためのデータとなる。今後は、地形面の年代について野外調査による精度の良いデータの収集が必要である。こうした活断層の形態に着目したgeometricなデータと、トレンチ調査結果によるbehavioralなデータを組み合わせることで活断層のグループ化・セグメント化は議論されるべきであり、今後の活断層研究の重要な課題である。さらに、これらのデータを日本列島全域において比較することで、最近の地質時代にどのように活断層が出現し発達してきたか、地質学的に近い将来新たに活断層が出現する可能性はあるのか、活断層の末端は成長するのか、活断層データからみた地殻の歪速度の議論、といった地震防災上極めて重要な問題に新しい知見を与える可能性がある(例えば、200万分の1活断層図編纂ワーキンググループ、2000、本号別報;野原ほか、2000、本号別報)。

### 今後の課題

活断層マップワーキンググループでは、「詳細活断層 GIS マップ」構築のための新規の写真判読と活断層の認定、

横ずれと縦ずれの顕著な地点の位置データと総変位量の取得、およびそれらの地理情報データベース化を行い、現在は最終調整の段階にある。今後、既存の文献とその研究結果をデータベースに登録するとともに、重要な地点では現地調査を行なって活断層の属性情報をより高度なものとし、活断層に関する様々な分析を可能とする基本データベースとすることを目標としている。このような情報を完備した地理情報データベースは、今後の活断層研究と地震学・地震工学などの成果を関連付ける基礎資料となることが期待される。

日本と同様に被害地震の多く起こっているアメリカ西海岸での地震・活断層のデータベースの整備状況をみると、Jennings and Sancedo (1994)のカリフォルニアの活断層分布図とその資料やGoter *et al.* (1994)のカリフォルニアとネバダの地震分布図と資料といった従来の印刷されたものに加え、最近ではインターネットを用いた地震や活断層の情報提供も行われている(例えば、UCBの北カリフォルニアの地震カタログ検索データベース、UCSBの強震動波形提供データベース、USGSの地震危険度マップの紹介、SCECの南カリフォルニアの活断層データベースなど)。さらに、International Lithosphere Program's task group II-2およびII-5では、世界の活断層と地震の活動間隔に関する情報を発信・収集するためのホームページが設けられるなど、活断層研究でのインターネットの利用は進んでいる。本WGの成果である「詳細活断層 GIS マップ」もデジタルデータベースであり、インターネットでの公開も技術的には可能である。背景画像として用いる地形図の著作権・著作権の問題や研究成果のプライオリティなど解決すべき事項もあるが、もしインターネットでの公開が実現すれば、活断層情報の普及としての効用は十分大きいと考えられる。

### 文 献

- Goter, S.K., Oppenheimer, D.H., Mori, J.J., Savage, M.K. and Masse, R.P., 1994, Earthquakes in California and Nevada. *U.S. Geological Survey Open-File Report* 94-647..
- Jennings, C.W. and Sancedo, G.J., 1994, Fault activity map of California and adjacent areas with location of recent volcanic eruptions. *California Geologic Data Map Series* No.6, Division of Mines and Geology, Dept. Conservation, California State..
- 活断層研究会, 1980, 『日本の活断層-分布図と資料-』, 東京大学出版会, 359p.
- 活断層研究会, 1991, 『新編日本の活断層-分布図と資料-』, 東京大学出版会, 437p.
- 松田時彦, 1974, 1891年濃尾地震の地震断層, 地震研究所研究速報, **13**, 85-126.
- 松田時彦, 1990, 最大地震規模による日本列島の地震分帯図, 地震研究所彙報, **65**, 289-319.
- 中田 高・島崎邦彦・鈴木康弘・佃 栄吉, 1988, 活断層はどこ

- から割れ始めるか?—活断層の分岐形態と破壊伝播方向—  
地学雑誌, **107**, 512-528.
- 野原 壯・郡谷順英・今泉俊文, 2000, 活断層 GIS データを用いた地殻の歪速度の推定, 活断層研究, **19**, 23-32.
- Schwartz, D P. Coppersmith, K J., 1984, Fault behavior and characteristic earthquakes: examples from the Wasatch and San Andreas fault zones. *Jour. Geophys. Res.*, **89**, 5681-5698.
- SCEC, FAULTS OF SOUTHERN CALIFORNIA, <http://www.scecdc.scec.org/faultmap.html>, 1999/11/19.
- UCB, Northern California Earthquake Catalog Search, <http://quake.geo.berkeley.edu/ncedc/catalog-search.html>, 1999/11/19.
- UCSB, The Strong Motion DataBase, <http://smdb.crustal.ucsb.edu/>, 1999/11/19.
- USGS, Seismic Hazard Map of USA, <http://geohazards.cr.usgs.gov/eq/>, 1999/11/19.
- 200万分の1活断層図編纂ワーキンググループ, 2000, 「200万分の1日本列島活断層図」—過去数十万年間の断層活動の特徴—, 活断層研究, **19**, 3-12.
- (1999年12月15日受付)  
(1999年12月28日受理)

---

**キーワード**

活断層分布図, 新規写真判読, 地理情報データベース

**Key words :** active fault of Japan, new mapping, scale of 1:25,000, GIS digital database