

## 2000年鳥取県西部地震の地震断層調査

### Surface ruptures associated with the 2000 Tottori-ken Seibu earthquake

伏島祐一郎<sup>1</sup>・吉岡敏和<sup>1</sup>・水野清秀<sup>1</sup>・宍倉正展<sup>1</sup>  
井村隆介<sup>2</sup>・小松原 琢<sup>3</sup>・佐々木俊法<sup>4</sup>

Yuichiro Fusejima<sup>1</sup>, Toshikazu Yoshioka<sup>1</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>1</sup>, Shishikura Masanobu<sup>1</sup>,  
Ryusuke Imura<sup>2</sup>, Taku Komatsubara<sup>3</sup> and Toshinori Sasaki<sup>4</sup>

**Abstract:** We carried out detailed field surveys in the aftershock zone of the 2000 Tottori-ken Seibu earthquake to ascertain whether surface fault ruptures appeared in association with this earthquake. As a result, we found fractures of the ground surface and destructions of artificial structures not attributable to landslides or liquefactions at many places in the epicentral area. These surface fractures and destructions were found along five NW-SE-trending lines in the area 6 km long and about 1 km wide. The surface fractures strike  $N40 \pm 25^\circ W$  and have left-lateral strike displacements of 10 cm or more. Several to 40 cm left-lateral displacements toward  $N40 \pm 25^\circ W$  were estimated from analysis of the destructions and deformations of artificial structures. The direction and sense of the estimated displacement are consistent with the focal mechanism of this earthquake determined from seismological data (e.g., Iwata *et al.*, 2001). From these facts, we have concluded that surface fault ruptures with a total length of about 6 km appeared in association with the 2000 Tottori-ken Seibu earthquake.

**Key words:** 2000 Tottori-ken Seibu earthquake, surface rupture, earthquake fault, active fault, field survey

#### 1. はじめに

2000年10月6日午後1時30分に、鳥取県西部地震(Mj=7.3)が発生した。この地震によって、鳥取県境港市および日野町で震度6強が観測されたほか、中国・四国地方の広い範囲で震度5弱以上の強い揺れが記録された(石垣, 2000)。この地震は、マグニチュード7以上の内陸浅部の地震としては、1995年の兵庫県南部地震以来のものであった。地質調査所は、地震発生2日後の10月8日から震源域の緊急調査を開始し、2001年7月14日までに、交代で延べ94人・日の現地調査を実施した。その結果、地震断層と考えられる地表面の断裂や、地震断層の変位に起因すると考えられる人工構造物の変形・破壊を複数の地点で見出し、詳細な記載を行った。本論文では、現地調査の結果を報告すると共に、今回出現した地震断層の特徴について若干の考察を行う。

#### 2. 現地調査の概要

筆者らは、この地震の余震域の中～南部とその周辺地域(第1図)を対象として、地震発生直後から2001年7月までに、合計7回にわたる現地調査を実施した。特に、鎌倉山から緑水湖にかけての余震域中央部(本震の震央付近)では、詳細な踏査と観察を行った。

<sup>1</sup> 活断層研究センター (Active Fault Research Center)

<sup>2</sup> 鹿児島大学 (Kagoshima University)

<sup>3</sup> 地球科学情報研究部門 (Institute of Geoscience)

<sup>4</sup> 株式会社アイ・エヌ・エー (INA Corporation)

9月5日受付, 9月27日受理

第1次調査は、地震発生2日後の2000年10月8日から吉岡と水野が開始し、翌9日に井村が合流後、11日まで行った。この地震の余震域に対応する活断層の存在は知られていない(第1図)。また、調査の開始時までには、地表地震断層が出現したという情報もなかった。このため、第1次調査では、まず低速走行の自動車で余震域とその周辺を横断し、路面状況を確認しながら概査を行い、路面に変状が見られた地域を精査するという方法を行った。その結果、震央直上の笹畑集落付近(第2図、第8図)と鎌倉山の北斜面(第2図)で路面などの破壊を発見した。

第2次調査は、10月14日から19日にかけて、余震域の南部と中央部を中心に、伏島と小松原が第1次調査と同様の方法で行った。この調査により、緑水園付近(第2図)で地表面の断裂を発見した。

第3次調査は、11月2日から6日にかけて、水野と伏島によって行われた。この調査では、畦道や未舗装の林道などにも踏み込み、可能な限り徒歩による観察を心がけた。その結果、西伯森林公園付近(第2図)で路面の破壊を発見した。

第4次調査は、伏島が11月23日から12月2日まで、佐々木が11月23日から11月29日まで、宍倉が11月27日から12月1日まで、入れ替わりに行った。第4次調査からは、それまでに発見された路面の破壊や地表面の断裂を結んだ直線に沿って、森林に覆われた山地斜面にも分け入って調査を行った。その結果、鎌倉山の北西500mの稜線上(第2図、第9図、第10図)で地表面の断裂を発見した。また、緑水園付近(第2図、第6図)の人工建造物の破壊の記載も行った。

第5次調査は、佐々木が12月5日から12月15日まで、伏島が12月14日から12月25日まで、交代で行った。第5次調査からは、それまで自動車を使って概査されていた道路の、徒歩による再調査をおこなった。その結果、笹畑集落の北方(第8図)と信頼橋付近(第2図、第7図)で、新たに路面の破壊と地表面の断裂を発見した。

第6次調査は、伏島が2001年3月19日から3月24日まで行った。この調査では、賀祥ダム堤体の100m北方(第2図、第4図)で、人工建造物の変形を見出した。

第7次調査は、伏島が7月9日から14日まで、井村が7月9日から12日まで行い、それまでの調査結果を再確認した。

### 3. 地表面の断裂・建造物の破壊などの記載および解釈方法

地表面の断裂や人工建造物の破壊・変形などの記載は、地質調査所によってこれまで行われてきた地震断層の記載方法に準じて行った。特に、1978年伊豆大島近海地震の地表地震断層に関する山崎ほか(1979)の記載方法と、1995年兵庫県南部地震の地表地震断層に関する粟田・水野(1998)の記載方法に負うところが大きい。

地表面の断裂は、1mm目盛りのコンベックスとクリノコンパスを用いて、定量的に計測・記載するよう努めた。しかし、断裂が観察された地表面には、変位量を計測するための基準が乏しかったため、一部の地点を除き、走向隔離や落差を±数cmの誤差で計測するにとどまった。

人工建造物の破壊・変形は、縮尺100分の1前後の見取り図を作成しながら、数m四方～数10m四方内をまとめて観察した。個々の破壊・変形の量は、1mm目盛りのコンベックス、クリノコンパス、長さ30m・精度±12.6mmの巻き尺、および長さ2mの測量ポールを用いて、mmからcm単位で精密に計測した。そして、下記の三つの場合には、人工建造物の破壊・変形がその直下における地震断層の変位に起因する可能性があるかと判断し、水平変位量を始めとする変位ベクトルの算出に努めた。

1) アスファルト路面やコンクリート製縁石・U字溝などに、それらを横切る方向の複数の開口亀裂が形成された場合：これらの開口亀裂は、道路の延長方向から反時計回りに0～30°程度の方向に延びる、左ずれ断層の変位によって生じた可能性がある。開口量を合算し

た値を、ほぼ道路の延長方向への左ずれ変位量と見なした(第3図 a)。開口亀裂に挟まれた部分に左回転が認められる場合もある。

2) アスファルト路面やコンクリート製縁石・U字溝などに、それらの延長方向とほぼ同じ方向への圧縮による破壊が複数認められた場合: これらの圧縮性破壊は、道路の延長方向から時計回りに0~30°程度の方向に延びる、左ずれ断層の変位によって生じた可能性がある(第3図 b)。この場合には、圧縮量を合算した値を、ほぼ道路の延長方向への大まかな左ずれ変位量と見なした。圧縮性破壊は、左雁行配列する場合もある。

3) 路面に引かれた白線や、路側の縁石・U字溝に、道路とほぼ直交する方向への左ずれが認められた場合: これらの左ずれは、道路の延長方向から30~90°程度の方向に延びる、左ずれ断層の変位によって生じた可能性がある。この場合には、測線を長くとして引きずりを含むシフトを計測すると共に、道路延長方向への開口量や圧縮量を計測・合算した。そして、左ずれ量と開口または圧縮量をベクトル合成することによって、水平変位量と水平変位方向を求めた(第3図 c, d)。この場合にも、開口亀裂に挟まれた部分に左回転が認められることがある。

なお、人工構造物の破壊からは、垂直変位量を算出することはできなかった。

以上に記した方法で個々の地表面の断裂や構造物の破壊・変形を記載すると共に、それらの周囲150m四方程度を詳しく調査・観察した上で簡易測量を実施し、縮尺750分の1前後の平面図を作成した。このような作業によって、地表面の断裂や構造物の破壊・変形と周囲の地形や表層地質との関係を確認し、断裂や破壊が局地的な斜面変動や液状化、側方流動などに起因するものなのか、地表地震断層によるものなのかを慎重に検討した。

簡易測量は、距離と方位を基準点から折れ線状・放射状に順次計測していく方法で行い、クリノコンパス、長さ30m・精度 $\pm 12.6\text{mm}$ の巻き尺、および長さ2mの測量ポールを用いて実施した。基準点から出発し、複数の線分を連ねた一本の折れ線に沿う計測は、1線分につき長さ数m以下で、50線分を超えなかったことから、誤差は $\pm 1\text{m}$ 以内と推定される。地表面の断裂や構造物の破壊・変形から離れた平面図縁辺部の地形や地物は、アジア航測によって地震直後の10月7日に撮影された縮尺約1万分の1の空中写真を拡大し、トレースした。簡易測量した部分との比較から、トレースした部分の平面図の誤差は $\pm 2\text{m}$ 以内と推定される。

この平面図には、地表面の状態や表層地質を記載した。地質の記載は、基本的には現地での露頭観察に基づくが、盛り土や谷埋め堆積物の一部については、上記の空中写真と1974年に国土地理院が撮影した縮尺2万分の1の空中写真を比較判読することによって補った。地質境界については誤差が $\pm 5\text{m}$ 程度見込まれるため、実線で示すことはしなかった。

#### 4. 調査結果

調査結果の概要を第2図に示す。地表面の断裂や構造物の破壊・変形が発見された地点は、本震震央の北西側約4km、南東側約2kmに及ぶ。これらの地点は、ほぼ北西-南東方向の、ほぼ平行する複数の直線に沿って並んでいる。そこで、同一の直線上に並ぶ数地点ずつを結んで5本の線分を描き、それぞれを地震断層の推定区間と考えた(第2図)。以下に、それぞれの区間における観察結果と解釈の概要を北西から南東に向かって順に記載する。

##### 4.1 区間1: 賀祥ダム堤体付近~西伯森林公園北縁部(第2図)

###### (1) 賀祥ダム堤体付近(第4図)

国道180号線西側の農地の北縁をほぼ東西に流れるコンクリート製水路(第4図 a)は、継ぎ目の部分が座屈破壊され、継ぎ目の両側の部材が共に地表面から6cm浮き上がり、1.5cm左オフセットしていた。この地点からS60°E方向へ52mの地点(第4図 b)では、南北方向のコンクリート製U字溝が、5cm左シフトしていた。またこのU字溝の継ぎ目は0.1~0.3cmずつ8カ所で開口し、その合計幅は1.6cmであった。これらの計測値から、N75°W方向へ

の 5.3cm の左ずれ変位が算出された。

b 地点から S60°E 方向へ 38m の地点 (第 4 図 c) では、ほぼ南北方向のコンクリート製用水路の継ぎ目が 0.3cm 開口し、北側の部材が南側の部材に対して 0.8cm 沈み、0.8cm 左オフセットしていた。そして、この用水路の 3m 東側を平行して延びる、国道 180 号線西側のガードレールは、8cm 左シフトしていた。また、その基部のコンクリート製縁石は、3 箇所 0.2 ~ 3.5cm ずつ、合計 6.2cm 開口し、3cm 左オフセットしていた。以上の開口および左シフトは、地震断層の数 cm の左横ずれ変位の結果であると推定される。

さらに、この縁石と国道 180 号線のアスファルト製路面との境界も開口し、北側 (0cm) から南側 (4.5cm) に向かって楔状に開口幅が広がっていた。路面自体 (第 4 図 d) には、2 系統の亀裂群が形成されていた。1 系統目は、幅 1~3mm、長さ 1~2m、東西走向の、右雁行状に配列する 4 本の開口亀裂である。2 系統目は、南北走向で、個々の長さ 0.5m~7m、全体として 3m・6m・7m・30m の長さに連なる 4 群の亀裂群である。また路面東側の縁石 (第 4 図 e) も、3 箇所合計 1.9cm 開口し、1cm 左オフセットし、一部のものは左回転していた。さらに、この縁石とその東側のアスファルト製歩道との境界も、楔状に開口していた。ただし、この楔状の開口は、南側 (0.1cm) から北側 (1.5cm) に向かって広がるもので、国道 180 号線西縁の楔状開口とは南北逆になっていた。これらの 2 つの楔状の開口と、それらに挟まれたアスファルト路面の亀裂群は、路面の下で地震断層が数 cm 以上左横ずれ変位した結果生じたものと推定される。即ち、地震断層の左横ずれ変位によって、アスファルト製路面は塑性変形し、一部に亀裂が生じ、左回転したと考えられる。歩道の東側のガードレールは、11cm 左シフトしていた (第 4 図 e、写真 1) が、これも地震断層の左横ずれ変位を示唆している。

このガードレールがシフトしている地点から、S60°E 方向へ 65m の地点 (第 4 図 f) では、N12°W 方向のコンクリート製の擁壁が 1.7cm 開口し、3cm 左オフセットしていた。さらにそのすぐ東側を並走する U 字溝は、6.5cm 左シフトしていた (写真 2)。また、その継ぎ目が 0.1~0.7cm ずつ 4 カ所で開口し、合計幅は 1.7cm であった。これらの計測値から、N87°W 方向への 6.7cm の左ずれ変位が算出された。

この地点から S60°E 方向へ 25m の地点 (第 4 図 g) でも、U 字溝が 6cm 左シフトしていた。また、その継ぎ目が 0.1~1.8cm ずつ 15 カ所で開口し、その合計幅は 6.7cm であった。これらの計測値から、N37°W 方向への 9cm の左ずれ変位が算出された。この U 字溝の東側の幅 4.5m のアスファルト製路面 (第 4 図 h) には、ほぼ東西走向の 4 本の開口亀裂が生じていた。これらの幅は 0.1~2.5cm で、合計幅は 5.5cm であった。この道の 15m 南南東の地点 (第 4 図 i) では、石垣が左屈曲変形していたが、その量を正確に計測することはできなかった。

賀祥ダム堤体の東端付近のアスファルト路面と切り土面 (第 4 図 j) に、複数の開口クラックを見出した。これらのクラックは等高線にほぼ平行に N70±10°W の方向に延び、2~8cm 開口すると共に、谷側 (北側) が 0.5~3cm 落ち、横ずれ変位は認められなかった。以上の観察結果から、これらのクラックは地すべり性の開口亀裂の可能性が高いと考えられる。

上に記した i 地点から j 地点にかけての斜面一帯は、急峻な地形のため踏み込むことができなかった。国道 180 号線の北西方斜面一帯も、急峻な地形のため、現地調査ができなかった。さらに、その北西を通る道路に沿っての調査でも、地震断層の出現を示唆する地表面や人工構造物の変状は観察されなかった。

## (2) 西伯森林公園北縁部 (第 2 図)

賀祥ダム堤体東端から S40°E 方向へ 600m の西伯森林公園北縁部 (第 2 図 a) で、N79°W 方向に作られた U 字溝が、5cm 左シフトしていた。さらにこの U 字溝は、コンクリート製雨水升に突き刺さり、継ぎ目の部分で 5cm 短縮していた。また U 字溝の南側に接するアスファルト製の幅 3m の道路は、U 字溝が左シフトする部分付近で、1~2cm ほど盛り上がっていた。ここから S20°E 方向の道路南縁部も、1~2cm ほど盛り上がり、地面との間に幅 4cm

の隙間ができていた。U字溝のシフトと短縮量から、 $N35^{\circ}W$ 方向への7cmの左ずれ変位が推算された。

この地点から賀祥ダムにかけての一带や、この地点の南東方面においても詳細な踏査を行ったが、地震断層の出現を示唆する地表面や構造物の変状は認められなかった。

#### 4.2 区間2：緑水園付近（第2図）

賀祥ダムによって作られた緑水湖の西岸に建つ宿泊施設「緑水園」の南側に、地表面の断裂・変形が比較的多数観察された（第5図、第6図）。これらのうち、谷埋め堆積物や盛り土の上、それらと花崗岩との境界付近、および急斜面縁辺部に現れたものは、その分布と弧状の平面形などから、地すべりなどの斜面変動に伴うものと判断した。これらは、第6図にオレンジ色で示した。

一方、地震断層と判断した断裂は、花崗岩からなる尾根を人工的に切り取った地表面に現れ、直線状の平面形を持ち、数10cm～数10m程度の長さであった。これらは、第6図に紫色で示した。これらの断裂は、直線の上に連続・並走しながら、全体として幅20m、長さ200m、走向 $N60^{\circ}W$ の断裂帯を形成していた。この断裂帯は、人工的に切り取られた尾根地形を斜めに切る位置に現れたため、尾根の荷重沈下による重力性断層や地震断層に伴う二次的な断層（伏島，1997）ではないと判断された。

断裂の一部は、開口成分に加えて、垂直変位や水平変位成分を持っていたが、両者を正確に分離して計測することはできなかった。開口幅は1～2cm、最大15cmで、垂直変位が認められる場合、見かけ落差は1～2cm程度、最大30cmであった。垂直変位には、正断層変位によるもの、逆断層変位によるもの、および断裂を伴いながら片側に撓み下がるもの（写真3）があった。断裂には、そのジグザグ状の平面形態をパズル合わせのように復元することにより、走向隔離を読み取ることができるものもあった。それらの大部分は $N45 \pm 20^{\circ}W$ 方向の左ずれ変位で、変位量は1～2cm、最大10cmであった。断裂は右雁行配列しているものが多く（写真3）、左ずれ水平変位が推測された。また、断裂が右ステップオーバー（Twiss & Moores, 1992）する箇所では、ごく小規模のプッシュアップ構造が、左ステップオーバーする箇所では、ごく小規模のプルアパート構造が観察され、これらからも左ずれの水平変位が推測できた。

この断裂帯が道路などと交差するところでは、人工構造物の破壊・変形が認められた。国道180号線から西へ分岐し $S45^{\circ}E$ 方向へ回り込む小道のアスファルト製路面（第6図a）は、右雁行亀裂を伴いながら、北東へ約2cm撓み下がっていた。この小道の西側のU字溝は、合計9カ所の継ぎ目の部分で0.1～4.2cm左オフセットし、その合計量は8.3cmであった。また、同じU字溝の7カ所の継ぎ目が0.1～0.6cm開口し、その合計量は1.9cmであった。これらの計測値から、 $N66^{\circ}W$ 方向への8.5cmの左ずれ変位が算出された。また、この小道の東側のU字溝も、複数の継ぎ目の部分で左オフセットし、開口していたが、圧縮破壊したり左回転したりした部材もあったため、変位ベクトルを算出することはできなかった。

この地点の東北東5mの切り土造成地（第6図b）では、 $N35^{\circ}E$ 方向のU字溝が10.5cm左シフトし、合計4カ所の継ぎ目の部分で0.1～0.4cm開口し、その合計量は0.8cmであった。これらの計測値から、 $N50^{\circ}W$ 方向への10.5cmの左ずれ変位が算出された。さらにこの地点の東南東15mの地点（第6図c）では、 $N20^{\circ}E$ 方向のU字溝も8.5cm左シフトし（写真4）、4カ所の継ぎ目で0.1～3cm開口し、その合計量は8.4cmであった。これらの計測値から、 $N25^{\circ}W$ 方向への12.1cmの左ずれ変位が算出された。

このU字溝の東側のコンクリート擁壁には、複雑に分岐屈曲した複数の亀裂が形成されていた。また、この擁壁の基部（第6図d）に作られた $N20^{\circ}E$ 方向のU字溝が9.5cm左シフトしていた。このU字溝は個々の部材が僅かずつ左回転しており、しかも一部の部材が破壊していたため、開口量や圧縮量を計測することはできなかった。

このU字溝の東側に接する国道180号線のアスファルト製路面の西縁には、長さ4m、開

口幅 4cm, 北落ち 2cm, 左オフセット 0.5cm の亀裂が形成されていた。路面のそのほかの部分は, わずかに波状変形しただけで, 概ね原形をとどめていた。国道 180 号線東縁のコンクリート製縁石(第 6 図 e) は, 部材の継ぎ目ではなく破断面に沿って, 2cm 左オフセットしていた。

切り土上に現れた断裂帯が国道 180 号線から東へ分岐する小道に交差する付近には, アスファルト路面に複雑な形態をもつ亀裂が多数形成されていた。これらの亀裂には, 数 cm の左ずれ走向隔離や数 cm ~ 30cm の見かけ落差が認められた。これらの亀裂は路面直下の地震断層の変位によって作られた可能性が高いと考えられるが, 南方の急斜面に向かう斜面変動も複合的に関係している可能性がある。ここでは, 正確な変位ベクトルを算出することはできなかった。この路面の亀裂群の西端付近(第 6 図 f) では, コンクリート製の雨水升が座屈破壊していた(写真 5)。この雨水升の破壊前の形態を復元したところ, N77°W 方向に 8cm 強の水平短縮を見積もることができた。

以上に記した断裂帯の北西方の山地斜面には, N55°W 方向の明瞭なリニアメントが約 1km 続く。その周辺で詳細な踏査を行ったが, 地震断層の出現を示唆する地表面や人工構造物の変状は観察されなかった。また, 断裂帯の東南東延長方向に当たる緑水湖の東岸においても調査を行ったが, 斜面変動に起因する亀裂以外は見出されなかった。

#### 4.3 区間 3: 信頼橋周辺(第 2 図)

国道 180 号線を緑水園から 250m 南下すると, 信頼橋に至る。この橋の周辺では, 地表面の断裂や人工構造物の変形・破壊が多数観察された。このうち, 信頼橋から国道を 50m 南下した地点を N55°W の方向に横切る直線に沿って現れた人工構造物の変形・破壊は, 地震断層に起因するものと判断された(第 5 図, 第 7 図)。

国道から西方へ分岐する小道の, 信頼橋から西へ 140m の地点(第 7 図 a) で, 次のような破壊を見出した。まず, 道路の西側のコンクリート製縁石と U 字溝には, 幅 0.5 ~ 2cm の開口亀裂が生じていた。また幅 3.5m の道路のアスファルト製路面には, 二本の亀裂が生じていた。北側の亀裂は, 道路と直交する方向の西側部分のみが開口(4cm)および左オフセット(3cm)し, 途中から直角に折れ曲がっていた(写真 6)。南の亀裂の東側部分は, 6cm 開口すると共に, 1.5cm 右オフセットしていた。また, その西側部分は, 北側のアスファルトが南側に対して乗り上げ, 0.5cm 隆起していた。これらの観察事実は, 路面の亀裂に挟まれたブロックが, 開口しながら反時計回りに回転したことを示している。そしてこの開口と回転は, 左ずれ断層の変位によって生じたと推測される。この左ずれ断層の走向は, 他の破壊地点を連ねた直線方向である N55°W に近いと思われる。開口量の合計から, N55°W 走向の断層に沿う左ずれ変位量を推計すると, 14.5cm となる。

緑水湖に注ぐ川の南東岸の草地(第 7 図 b) で, 走向 N55°W, 長さ 1.8m, 幅 15cm の直線状の開口断裂を確認した。これは地震断層の可能性はあるが, 対岸では断裂の延長部を見出すことはできなかった。一方, 断裂の東側の護岸(第 7 図 c)には, 様々な破壊が観察された。まず, N53°W および N40°W 方向の部材の継ぎ目 2 カ所には, 4cm と 6cm の北落ち変位, 4cm と 0.5cm の開口, 2 ± 1cm の左オフセットが生じていた。また, N38°W 方向の U 字溝と護岸との境界に, 幅 2cm の隙間が生じていた。さらにこの U 字溝が繋がる雨水升が破壊していた。

これらの破壊地点から S55°E 方向へ 19m の地点(第 7 図 d)では, N50°E 方向の U 字溝が 13cm 左シフトしていた。また 1 カ所の継ぎ目が 1.5cm 開口していた。これらの計測値から, N34°W 方向への 13.5cm の左ずれ変位が算出された。さらにこの地点から S55°E 方向へ 16m の地点(第 7 図 e)では, N13°E 方向のコンクリート製縁石が 5cm 左シフトしていた。また合計 4 カ所の継ぎ目で 0.1 ~ 1cm 開口し, それらの合計幅は 2.1cm であった。これらの計測値から推算される変位は, N56°W 方向への 5.4cm の左ずれである。この縁石の東側の, 幅 2m の歩道のアスファルト製路面には, 2 本の開口亀裂が認められた。北側の亀裂は西側のみ

が開口し(幅 2cm), 南側のものは東側のみが開口(幅 2cm)していた。このことから, 両端の亀裂に挟まれたブロックが, 開口しながら左回転したと考えられる。さらにこの歩道の東側のコンクリート製縁石は, 10cm 左シフトしていた(写真 7)。また合計 3カ所の継ぎ目で 0.1~2.5cm 開口し, それらの合計幅は 5cm であった。これらの計測値から, N53°W 方向への 11cm の左ずれ変位が算出された。この縁石の東側に接する, 国道 180 号線のアスファルト製路面には, 多数の亀裂が形成されていた(第 7 図)。その開口幅は 0.1~4.5cm, 長さ数 cm ~ 数 m で, 0.5~1.5cm の左オフセットが計測できるものもあった。また一部のものは, 右雁行状に配列しており, このことから左ずれ変位が推定できた。国道の東側の縁石, 歩道, U 字溝にも幅数 cm の亀裂や開口が複数認められたが, これらの計測値から変位ベクトルを求めることはできなかった。

国道の東側に作られた公園の, アスファルト製歩道とコンクリート製階段(第 7 図 f)とは, それらが接する N45°W 方向の境界に沿って, 約 12cm 左オフセットしていた(写真 8)。このオフセットの結果, 歩道や階段に開口亀裂, プレッシャーリッジ, 波状変形などが生じていた。さらにもともと N45°E の方向であったと思われるコンクリート製縁石が, 約 10cm 左シフトしていた(写真 8)。

この公園の歩道の西側の法面には, 断裂群が形成されていた。それらの開口幅は 0.3~2.5cm, 長さ数 10cm で, 一部の断裂には 0.5~1cm の南落ち落差, 1cm の左オフセットが確認できた。断裂は全体として右雁行配列しており, このことから左ずれ変位が推定される。またこの歩道の南東の崖では, 地震断層露頭が観察された(写真 9)。断層の走向・傾斜は N50°W・70°N であり, 14cm の左ずれ走向隔離とほぼ水平の条線を確認した。

この露頭の東南東に残された廃道(第 7 図 g)のアスファルト製路面には, 何らの変状も認めることはできなかった。しかし廃道の南縁部のアスファルトは, スラスト(低角逆断層)状に南方へせり出していた。そしてこのせり出しによって, 南北方向に  $15 \pm 5$ cm の短縮が生じたと推計できた。このスラスト状のせり出しは, 地震断層の左ずれ変位によって, 廃道が左回転したことによって生じたものと思われる。

この廃道の南側の地表面には, 多数の断裂が認められた(写真 10)。これらの断裂のなかには, 地震時に緑水湖の水際や水面下で生じ, その後の水位低下によって観察が可能になったものも多い。また大部分の断裂は, 水面下や水際の斜面で最近数年以内に堆積した非常にルーズな堆積物上に形成されている。以上のことから, これらの断裂の多くは, 地震に伴う斜面変動や液化化によって生じた可能性が高いと考えられる。特に, 弧状の平面形を持つものは, 明らかに斜面変動によるものであろう。しかし, 一部の断裂は数 cm の左ずれ走向隔離や逆断層変位を伴うと共に, 直線状で右雁行配列し, 上述した一連の破壊地点の延長上に位置する。このような特徴から, これらは地震断層の可能性があると判断した。

以上に記した断裂群と人工構造物の破壊地点の西北西付近には, N45~55°W 方向の複数のリニアメントが分布している。それらの周辺で詳細な踏査を行ったが, 地震断層の出現を示す地表面や人工構造物の変状は認められなかった。また, 東南東方向の緑水湖の東岸においても調査を行ったが, こちらでも地震断層と考えられる地表面の断裂などは観察されなかった。

#### 4.4 区間 4: 大河内集落から笹畑集落・鎌倉山にかけての地域(第 2 図)

##### (1) 大河内集落付近(第 2 図)

大河内集落の南西側には, 法勝寺川に沿って, N53°W 方向に国道 180 号線が走っている。この国道の南西縁に作られたコンクリート製の平坦面(第 2 図 b)に, 圧縮破壊が生じていた。また, この道の北東縁のアスファルト製歩道(第 2 図 c)の, 大河内橋付近までの 150m の区間には, 歩道の延長方向とほぼ直交する走向の開口亀裂が合計 6 本形成されていた。亀裂同士の間隔は 5m~50m であり, 亀裂の開口幅は 0.2~0.5cm で, 合計 2.3cm であった。また歩道と国道の境界のコンクリート製縁石の継ぎ目も, 2カ所で開口し, その幅は 0.5mm お

よび 1.5mm であった。亀裂の走向は法勝寺川の流下方向と直交するので、川岸における斜面変動によってこれらの亀裂が作られたとは考えにくい。また歩道は、N53°W 方向に 1~2° 傾斜しているに過ぎないので、この方向への斜面変動も考えにくい。歩道直下で、歩道とほとんど同じ方向 (N53°W) に走る地震断層が変位したことによって、これらの亀裂が作られた可能性が高い。大河内集落～笹畑集落間では、目視できる地表変位は確認できなかった。

### (2) 笹畑集落付近 (第 8 図)

震央のほぼ直上の笹畑集落付近から、南東に約 1km の範囲では、国道 180 号線に沿う数カ所で、地震断層の変位に起因すると思われる、道路や構造物の破壊・変形が認められた。笹畑集落北部で国道から北東方向へ分岐する旧道 (第 8 図 a) では、アスファルト製路面およびコンクリート製路面に、N62°W の走向を持つ亀裂が現れた。この亀裂は、開口幅 1~1.5cm で、5cm の左オフセットを伴い、コンクリート製路面の一部 (約 1m×2m) を左回転させていた。笹畑集落内にも、小規模ながら雁行圧縮変形 (第 8 図 b) や左横ずれを示す雁行亀裂 (第 8 図 c) が観察されたが、連続性に乏しく、集落内で変位が分散している可能性がある。

さらに笹畑の南西で国道に交わる、幅 5m 方向 N7°W の旧道の路面 (第 8 図 d) には、開口亀裂が観察された (写真 11)。亀裂は道路を横切る方向に延び、約 3m 間隔で平行に 3 本認められた。最も北側の亀裂は北西側のみが開口 (幅 14cm)、中央のものはやや左横ずれを伴って平行に開口 (幅 7cm)、最も南側のものは南東側のみが開口 (幅 10cm) していた (第 8 図)。これらの観察事実は、両端の亀裂に挟まれたブロックが、開口しながら反時計回りに回転したことを示している。そしてこの開口と回転は、道路の延長方向から反時計回りに 30° 程度の方向に延びる、左ずれ断層の変位によって生じたと推測される。左横ずれ変位量は、開口量の合計値である 21cm よりもいくらか大きな値であろう。

この地点の約 40m 南東 (第 8 図 e) では、国道脇の歩道のアスファルト路面とコンクリート製の縁石、歩道の側溝 (コンクリート製 U 字溝) がそれぞれ短縮し、破壊していた (写真 12, 13)。短縮量はそれぞれ 22cm, 35cm, 29cm である。さらに約 600m 南東の国道沿い (第 8 図 f) では、国道のアスファルト路面を横切る開口亀裂が数本認められたほか、歩道の縁石や国道に沿って流れる法勝寺川の護岸が数カ所で開口しているのが確認された。開口量は、目視できる亀裂についてのみ合算した値で、歩道の縁石が 22cm、川の護岸が 24cm である。

この地点の南東の国道から分岐する旧道の路面 (第 8 図 g) に、圧縮変形が見られた。さらに南東延長の山間部についても詳細な調査を行ったが、鎌倉山の北西 250m の稜線上までの間では、地震断層と考えられる地表面の断裂などは認められなかった。

### (3) 鎌倉山山頂北西の尾根 (第 9 図・第 10 図)

鎌倉山山頂から 250m 北西に位置する尾根上で、断裂群が見出された。断裂群は、北北西-南南東方向に、約 170m 追跡できた。観察された断裂は、北北西-南南東から北北西-南南東の走向を持ち、全体として右雁行配列しながら、断裂帯を作っていた。計測できた走向隔離は、左ずれ数 cm から最大値は 16cm であった。断裂の開口幅・落差ともに、5cm 未満の地点が多い。断裂が左屈曲・左ステップオーバー (Twiss & Moores, 1992) する箇所では、5~10cm の開口や落差 (写真 14) が認められ、プルアパート構造等の引張性の構造 (写真 15) が形成されていた。一方、断裂が右屈曲・右ステップオーバーする箇所では、開口はほとんど認められず、最大落差 20cm のオーバーハングする崖 (写真 16) や地表面の撓み、プレッシャーリッジなどの圧縮性の構造が観察された。以上の観察事実から、これらの断裂では左ずれ変位が卓越すると考えられる。また、末端の一部を除いて、斜面の最大傾斜方向への垂直変位は認められないことから、これらの断裂群は地すべりなどの斜面変動に付随するものではないと考えられる。さらに、尾根地形を斜めに切る位置に現れ、ほぼ直線的な平面形を持つことから、尾根の荷重沈下による重力性断層や地震断層に伴う二次的な断層でもないかと判断される。

これらの断裂群の南東延長部においても踏査を行ったが、鎌倉山山頂で見出した重力性開口断裂以外は、目視できる地表面の断裂や変位は確認できなかった。

#### 4.5 区間5：鎌倉山の北斜面（第2図）

鎌倉山の北斜面の、N37°W方向に約700mにわたって並ぶ4地点で、アスファルト製路面の変形・破壊が認められた（第2図）。金山の最も南側の集落の、N33°E方向のアスファルト製路面（第2図d、写真17）に、4本の開口亀裂が現れた。最も北側の亀裂は、北西側のみ1.5cm開口し、1cm左オフセットしていた。その南側のものは南東側のみが3.5cm開口し、2.5cm左オフセットしていた。このことは、両端の亀裂に挟まれたブロックが、開口しながら反時計回りに回転したことを示している。また、最も南側の亀裂は南東側のみ5cm開口し、1.5cm左オフセットしていた。その北側のものは北西側のみが4cm開口し、2.5cm左オフセットしていた。したがって、これらの亀裂に挟まれたブロックも、開口しながら反時計回りに回転したと考えられる。また路面の両縁に引かれた白線は、 $20 \pm 3\text{cm}$  および  $27 + \text{cm}$  左シフトしていた。これらの計測値から、N14~27°W またはそれより西への、23.5~31.5cm またはそれ以上の左ずれ変位が推定される。

さらに道路の西側のU字溝は、継ぎ目の部分の4カ所で、0.5~7.5cm、合計11.5cm開口していた。また継ぎ目の部分の3カ所で、0.5~1.3cm、合計2.8cm左オフセットしており、全体としては24cm左シフトしていた。この計測結果からは、N25°W方向への28.5cmの左ずれが推算される。

この地点からS37°E方向に300m離れた地点（第2図e）の、N30°E方向のアスファルト製道路にも同様の4本の亀裂が形成され、亀裂に挟まれたブロックの左回転が読み取れた。開口幅の合計は19cmであり、道路に引かれた白線の左シフトは $25 \pm 5\text{cm}$ であった。これらの計測値からは、N16~29°W方向への29~35cmの左ずれ変位が見積もられる。

さらにこの地点と稜線を挟んで南東へ50mほど離れた地点（第2図f）の、N3°E方向のアスファルト製道路にも、5本の亀裂が形成され、これらに挟まれたブロックの一部が、開口しながら反時計回りに回転したことが確認された。路面の開口幅の合計は28.5cmであり、道路に隣接するU字溝の開口幅の合計は32.8cmであった。開口幅の合計から、N37°W走向の断層に沿う左ずれ変位量を推計すると、36.5cmおよび43cmとなる。

この地点からS37°E方向にさらに240m離れた地点（第2図g）の、N60~70°W方向のアスファルト製道路も、変形を被っていた（写真18）。この変形は、道路に直交する方向の左雁行状の短縮変形と、道路に平行な方向の開口亀裂の組み合わせで構成され、道路に時計回りに斜交する断層の左横ずれ変位によるものと推定される。道路中央の亀裂の開口量は数cm以下、左雁行する短縮変形の短縮量の合計は、35cm~40cm程度であった。この合計した短縮量が、左横ずれ量にほぼ相当するものと推定される。

なお、これらの変形が見られた4地点は、北西-南東方向に延びるリニアメント上に位置している。このリニアメントに沿って、上述の4地点の北西および南東延長部の踏査を行ったが、地震断層の出現を示唆する地表面の断裂や人工構造物の変状は認められなかった。

### 5. まとめと考察

#### 5.1 調査結果のまとめと地震断層としての評価

鳥取県西部地震の本震震央近傍において、地震に伴う斜面変動や液状化現象では説明が困難な地表面の断裂および人工構造物の破壊・変形を確認した。これらの地表面断裂および人工構造物の破壊・変形が観察された地点は、余震域の延びの方向と調和的に、北西-南東方向に直線状に配列し、このような線状配列が本震震央の北西側約4km、南東側約2km、幅1km強の帯状の地域に5つ認められた（第1図、第2図）。地表面の断裂はN40±25°Wの走向をもち、数cm~10数cmの左横ずれ走向隔離を伴っていた。また、左屈曲部の引張性構造や右屈曲部の圧縮性構造などの、左横ずれ変位を示唆する様々な構造が認められた。一方、構造物の破壊・変形の解析からは、その原因と考えられる構造物直下の断層の変位ベクトルとして、

N40±25°W 方向への数 cm～40cm の左横ずれ変位が求められた（第 2 図）. このような変位の向きとセンスは、地震学的に求められた震源の破壊機構（例えば岩田ほか，2001）と一致する．このような観察および解析結果から、著者らは、上述のような地表断裂を地震断層と判断し、人工建造物の破壊・変形はその直下の地震断層の変位に起因すると考えた．

本研究で示した地震断層の位置と変位は、鷺谷ほか（2001）によって報告された GPS 連続観測や水準測量の結果、並びにそれらに基づく静的断層モデルと調和的である．また、矢来ほか（2001）による干渉 SAR 解析による地殻変動パターンともよい対応を示す．さらに、地震断層の直近またはその延長上で観測されたトラップ波（西上ほか，2001；桑原ほか，2001）は、震源断層の地表への延長として、今回の地震断層が出現したことを強く示唆している．

## 5.2 地震断層調査の限界

以上に述べたように、地震後の一連の調査によって、地震断層を見出すことができた．しかし、地表面の断裂や人工建造物の破壊・変形は非常に小規模かつ断片的であり、切り土造成や道路の存在などの好条件の結果、見出されたと言っても過言ではない．つまり、このような好条件下にない場所では、実際には出現していた地震断層が認識されていない可能性がある．さらに、震源域の大部分が急峻な山地であることから、踏み込むことのできなかつた範囲も広く、そこに現れた地震断層が見過ごされている可能性もある．今後も調査の努力を続ける必要があることは言うまでもないが、それ以上に、得られたデータが網羅的なものではないことを理解した上で、議論を行う必要がある．

## 5.3 地震断層の特徴

### (1) 長さ

本研究で確かめられた地震断層の長さ（地震断層の出現が確認された帯状地域の長さ）は約 6km であった．さらに、井上ほか（2001）によって地震断層とされた導水管の変形地点（第 1 図 a, b）にまで、この地震断層が延びると考えれば、全体の長さは 11km に及ぶことになる．これらの長さは、松田（1975）の示した地震断層の長さとの経験式から算出される、 $M_j=7.3$  地震の地震断層の長さ（約 30km）の、それぞれ 4 分の 1 以下、2 分の 1 以下である．但し松田は、それまでに記載された地震断層の長さとの経験式に関する散布図に基づいて、この経験式を作成しており、その散布図に示された両者の関係にはかなりのばらつきが含まれている．松田は経験式を作成を目の目で半定性的に行ったため、ばらつきの定量的評価はできないが、上に示したいずれの断層長も、松田（1975）の散布図に示されたばらつきの範囲には含まれる．

### (2) 変位量

地震断層の変位量は、今回の地震の規模から期待される量に比べ、かなり小さなものであった．松田（1975）は上記と同様の方法で、地震断層の変位量とマグニチュードとの経験式を示している．本研究により求められた個々の地震断層の変位量は、この式から算出される変位量（約 2.4m）の 4 分の 1 以下であり、この式の基礎となった散布図に示されたばらつきの範囲にも含まれない．また、本研究で得られた個々の地震断層の変位量は、地震学的に求められた地表付近におけるすべり量（例えば岩田ほか，2001）や、測地学データに基づく静的断層モデル（鷺谷，2001）から期待される変位量の、数分の 1 に過ぎなかった．

### (3) 平面形

既述のように、地震断層が観察された地点は、1 つの直線にのる訳ではなく、平行する複数の直線にのっており、この分布パターンから、長さ 200m～3km の 5 つの地震断層区間が推定された（第 2 図）. 平行する複数の地震断層が現れたことは、地震の規模に比べて変位量が小さかったことと関連があると思われる．平行する複数の地震断層を一つの地震断層帯として捉え、個々の断層の変位量を、帯の短軸方向へ足し合わせると、その量は 1m に近づき、

Mj=7.3の地震により見合う量となる。即ち、今回の地震では、地震断層は1本の断層線として現れたのではなく、1km強の幅をもつ断層帯として現れたと捉えることができよう。杉山ほか(2001)は、成熟度の低い活断層の活動によって今回の地震が発生したという考え方を提示している。堀川(2001)も、震源の深さの検討から、同様の見解を示している。複数の短い剪断割れ目が、活動の繰り返しと共に一つの長い断層に成長していくという考え方は、断層の発達過程として広く受け入れられている(例えば小出ほか,1979)。並走する複数の地震断層からなる地震断層帯という本調査の結果は、堀川や杉山らの説を支持するように思えるが、今後、地形・地質、地震、測地などの様々なデータに基づき、より詳しい検討が望まれる。

#### (4) 活断層地形

今回の地震の余震域には、活断層の存在が確認されていない。余震域周辺には、活断層研究会(1991)、山内・岡田(1997)、および200万分の1活断層図編纂ワーキンググループ(2000)によって推定活断層が示されているが、その付近には、地表面の断裂や人工建造物の破壊・変形は確認されなかった。これらの点から、今回の地震を、「活断層でおこらなかった地震」または「未知の活断層で発生した地震」(島崎,2001)とする見解もある。一方、井上ほか(2001)は、地震後に震源域とその周辺地域の空中写真判読を行い、不明瞭ながらも活断層を見出すことは可能であったとしている。いずれにせよ、Mj=7.3の地震を起こす活断層として期待されるような、明瞭な活断層地形が震源域に存在しているとは言い難い。ひるがえって、今回の地震で生じた地震断層に沿って、今回と同程度の変位が繰り返し生じた場合、明瞭な活断層地形が形成されるであろうか。たとえ短い再来間隔を考えたとしても、そのような可能性は低いと思われる。即ち、断層変位が数本の断層線に分散し、個々の断層線での変位量が数10cm程度以下となる場合、断層活動の繰り返しによっても明瞭な断層変位地形を作ることは難しいのではないだろうか。

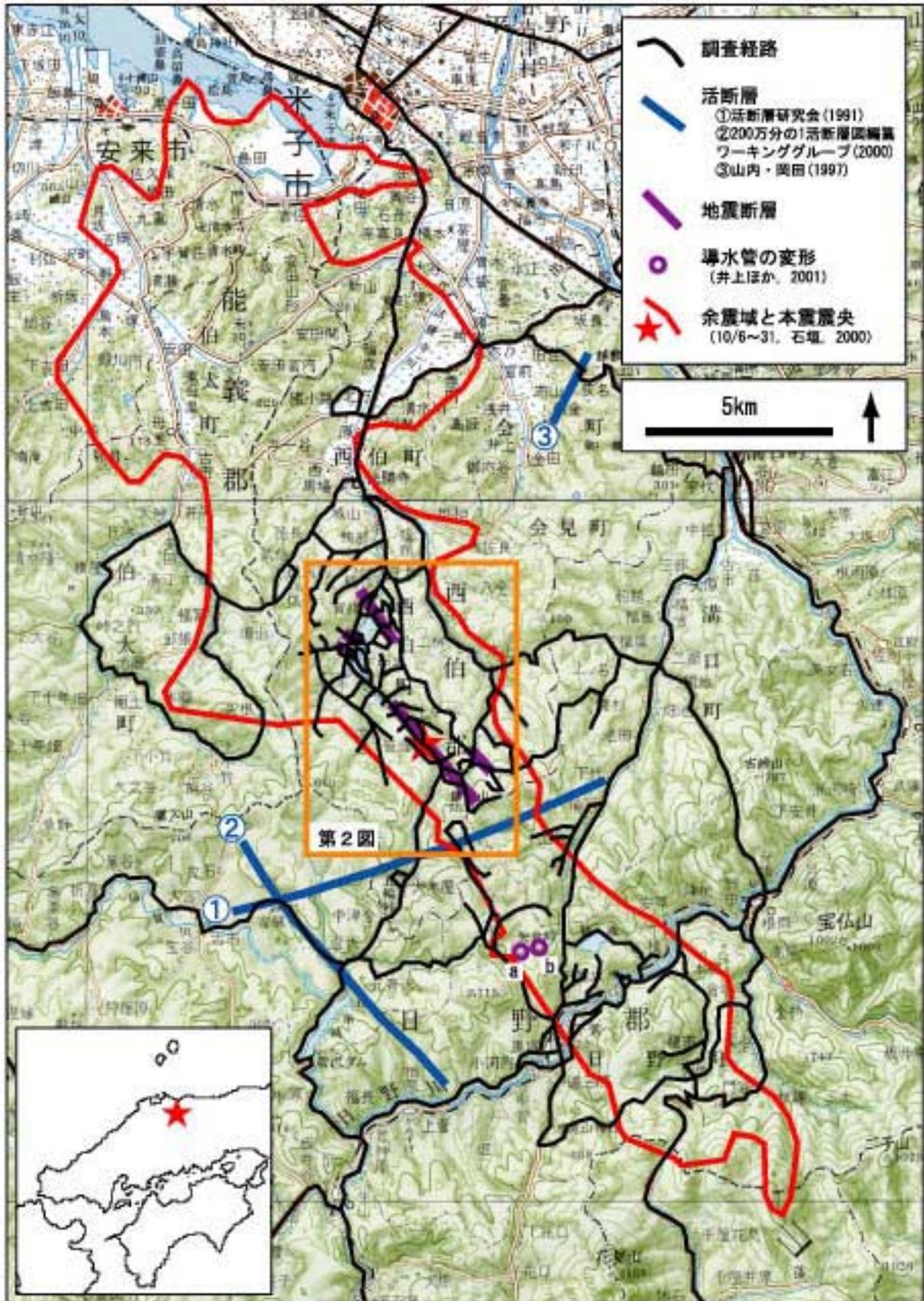
#### 文 献

- 粟田泰夫・水野清秀(1998)1万分の1兵庫県南部地震に伴う地震断層ストリップマップ-野島・小倉および灘川地震断層-および同説明書。地質調査所,74p.
- 堀川晴央(2001)2000年鳥取県西部地震の震源の深さの検討。地球惑星科学関連学会2001年合同大会予稿集,S3-P002.
- 伏島祐一郎(1997)野島断層周辺の斜面に生じた小規模な断層地形。活断層研究,no.16,73-86.
- 井上大榮・上田圭一・宮腰勝義・宮脇明子(2001)2000年鳥取県西部地震の位置と規模は事前に評価可能か?(その1)震源域周辺の断層変位地形。地球惑星科学関連学会2001年合同大会予稿集,S3-P014.
- 石垣祐三(2000)平成12年(2000年)鳥取県西部地震。気象,44,no.12,34~39.
- 岩田知孝・関口春子・三宅弘恵・松本康弘・宮腰研・入倉孝次郎(2001)強震動記録からみた2000年鳥取県西部地震の震源過程。京都大学防災研究所ほか編「地震災害軽減のための強震道予測マスターモデルに関する研究」平成12年度科学技術振興調整費研究成果報告書,66-74.
- 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.
- 桑原保人・今西和俊・伊藤久男(2001)2000年鳥取県西部地震(M7.3)の地震断層のトラップ波観測。地球惑星科学関連学会2001年合同大会予稿集,S3-016.
- 小出 仁・山崎晴雄・加藤碩一(1979)地震と活断層の本。国際地学協会,123p.
- 松田時彦(1975)活断層から発生する地震の規模と周期について。地震2,28,269-283.
- 西上欽也・水野高志・吉井弘治(2001)破碎帯トラップ波の観測による2000年鳥取県西部地震の断層構造の推定。地球惑星科学関連学会2001年合同大会予稿集,S3-015.

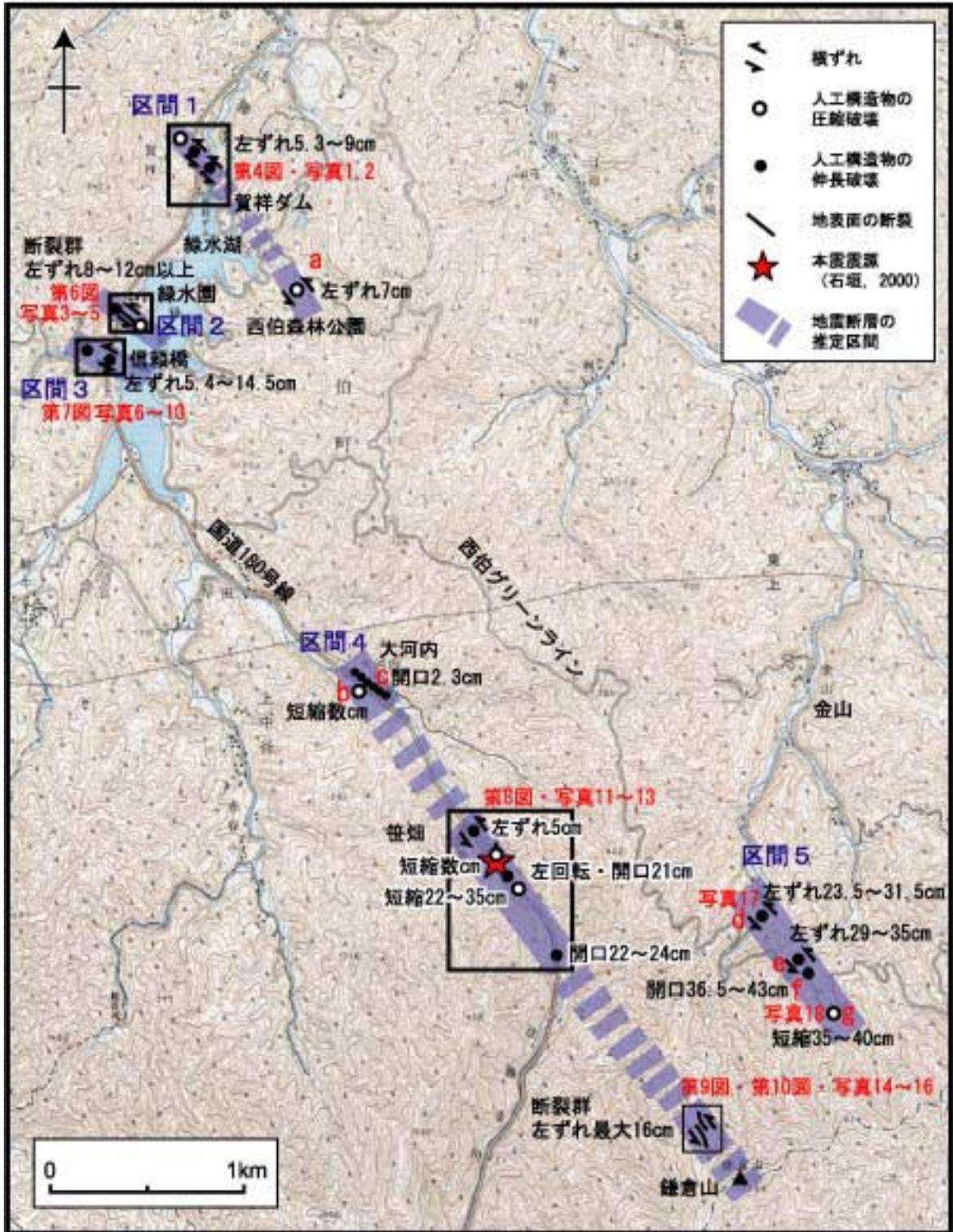
- 鷺谷 威・福山英一・William L. Ellsworth (2001) 2000年鳥取県西部地震に伴う地殻変動と断層モデル．地球惑星科学関連学会 2001年合同大会予稿集，S3-008.
- 関口春子・岩田知孝・杉山雄一・伏島祐一郎・堀川晴央 (2001) 2000年鳥取県西部地震の震源過程と地震発生の場合．地球惑星科学関連学会 2001年合同大会予稿集，S3-006.
- 島崎邦彦 (2001) 活断層で起こらなかった 2000年鳥取県西部地震．日本地震学会ニュースレター，12, no. 5, 52.
- 杉山雄一・関口春子・堀川晴央・伏島祐一郎・吉岡敏和 (2001) 地表地震断層調査の結果と提起された問題．京都大学防災研究所ほか編「地震災害軽減のための強震道予測マスターモデルに関する研究」平成 12 年度科学技術振興調整費研究成果報告書，56-65.
- Twiss, R. J. and Moores, E. M. (1992) *Structural Geology*. W. H. Freeman and Company, New York, 532p.
- 山内靖喜・岡田龍平 (1997) 米子市南方で新たに見つかった活断層 地球科学, vol 51, 133-145.
- 山崎晴雄・小出仁・佃 栄吉 (1979) 「1978 年伊豆大島近海地震」の際現れた地震断層．地質調査所特別報告，no.7, p.7~35, 12pl.
- 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．活断層研究，no. 19, 添付地図．
- 矢来博司・村上 亮・飛田幹男・中川弘之・藤原 智 (2001) RADARSAT の干渉 SAR で捉えた 2000 年鳥取県西部地震の地殻変動 地球惑星科学関連学会 2001 年合同大会予稿集，S3-P020

#### 成果の公表

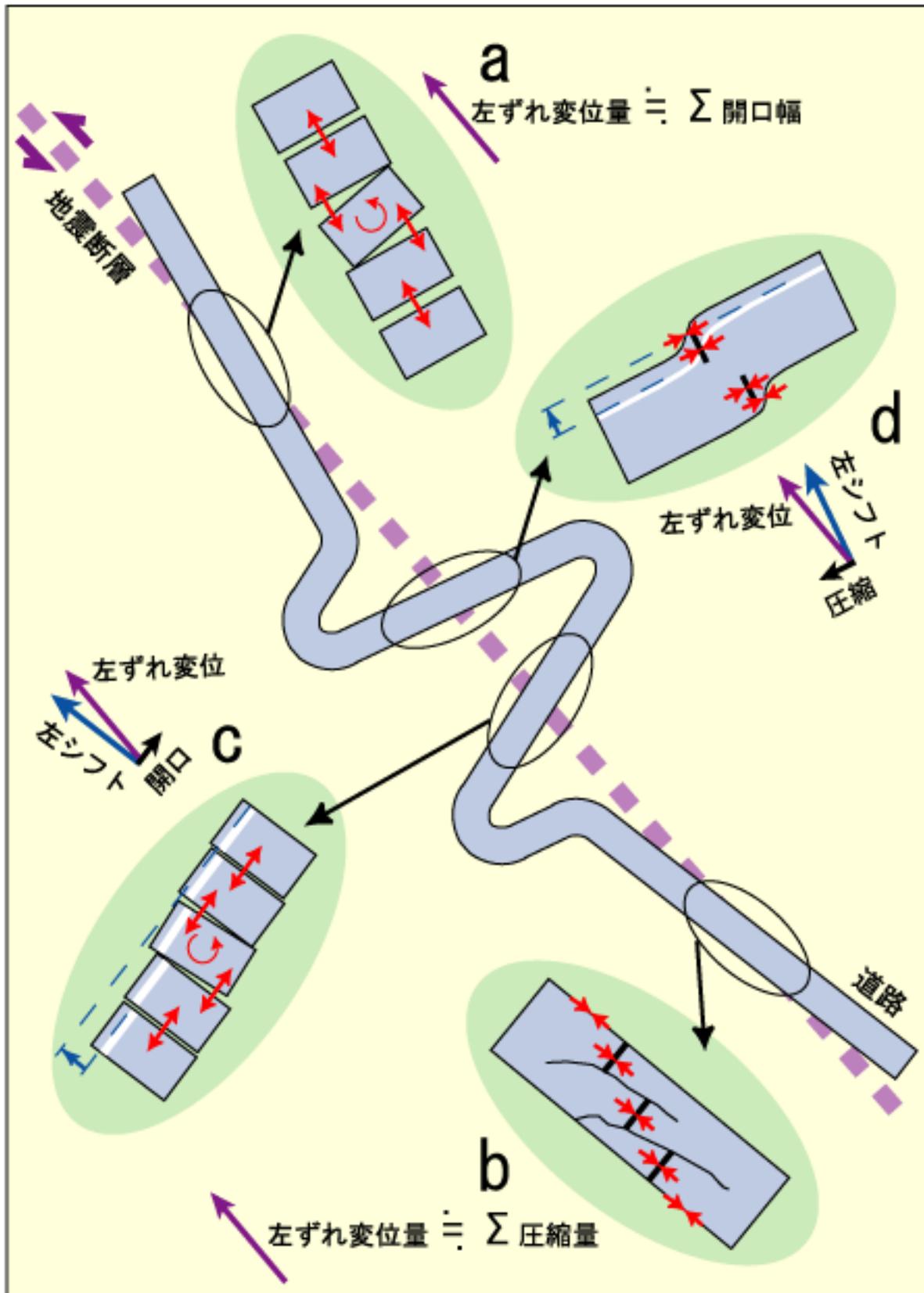
- 伏島祐一郎・吉岡敏和・水野清秀・井村隆介・小松原 琢・宍倉正展 (2000) 2000 年 10 月 6 日鳥取県西部地震の際に生じた地表の変位．北淡活断層シンポジウム 2001 発表要旨集，63-64.
- 伏島祐一郎・吉岡敏和・水野清秀・宍倉正展・小松原 琢・佐々木俊法・井村隆介 (2001) 2000 年鳥取県西部地震の地表地震断層 地球惑星科学関連学会 2001 年合同大会予稿集，S3-P016.
- 吉岡敏和 (2001) 2000 年鳥取県西部地震では地表に地震断層は出現したかー緊急現地調査の結果についてー．日本地震学会広報紙ないふる，no. 23, 5.
- 吉岡敏和・伏島祐一郎・水野清秀・小松原 琢・井村隆介 (2000) 2000 年 10 月 6 日鳥取県西部地震に伴う地表変位．日本地震学会 2000 年度秋季大会ポスターセッション緊急発表．
- 吉岡敏和・水野清秀・井村隆介・伏島祐一郎・小松原 琢 (2000) 2000 年 10 月 6 日鳥取県西部地震に伴う地震断層の緊急調査．地質ニュース，no. 555, 7-11.



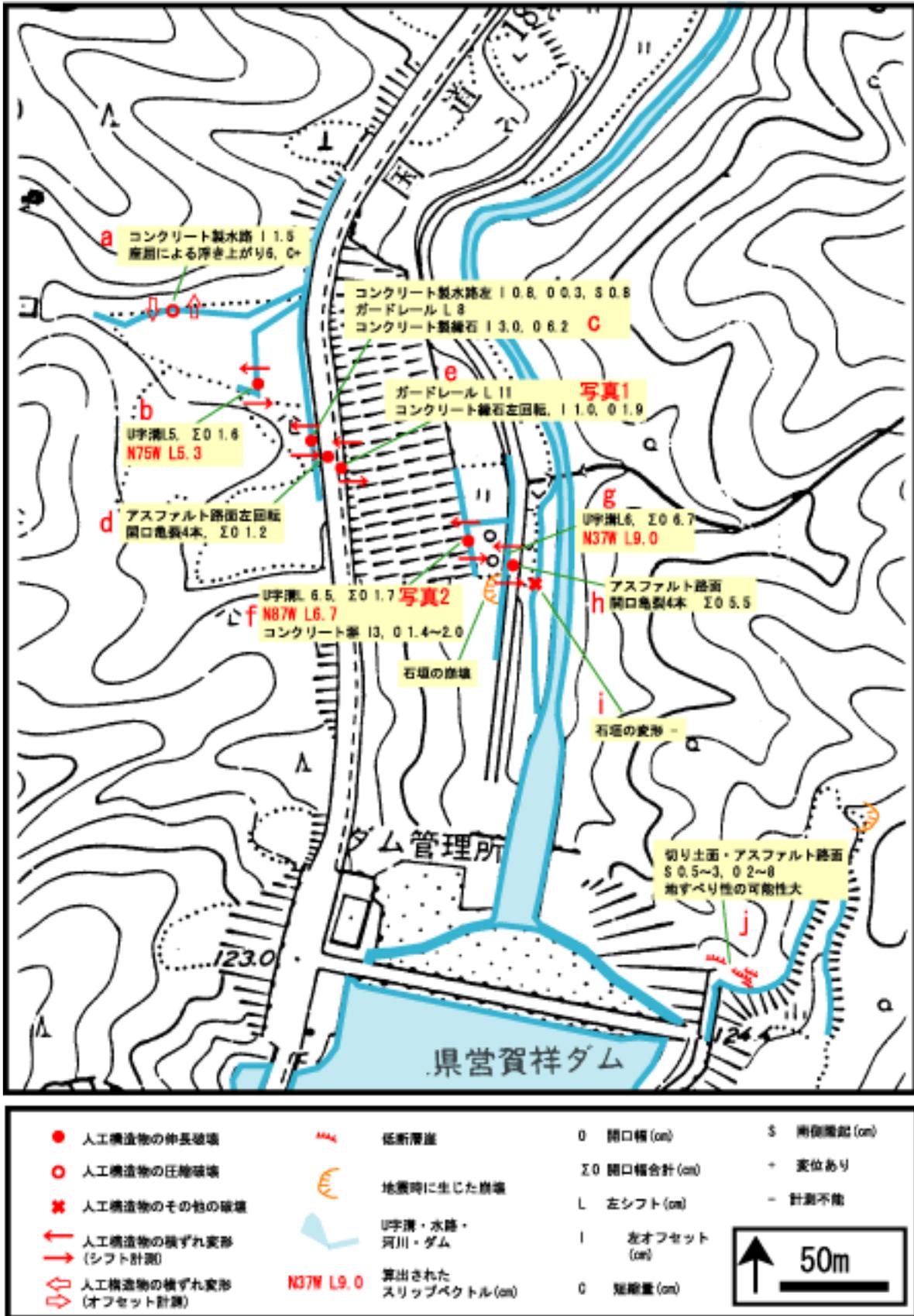
第1図. 調査地域の概要と調査経路. 国土地理院発行20万分の1地勢図「松江および高梁」を使用.  
 Fig. 1. Locality map of the study area.



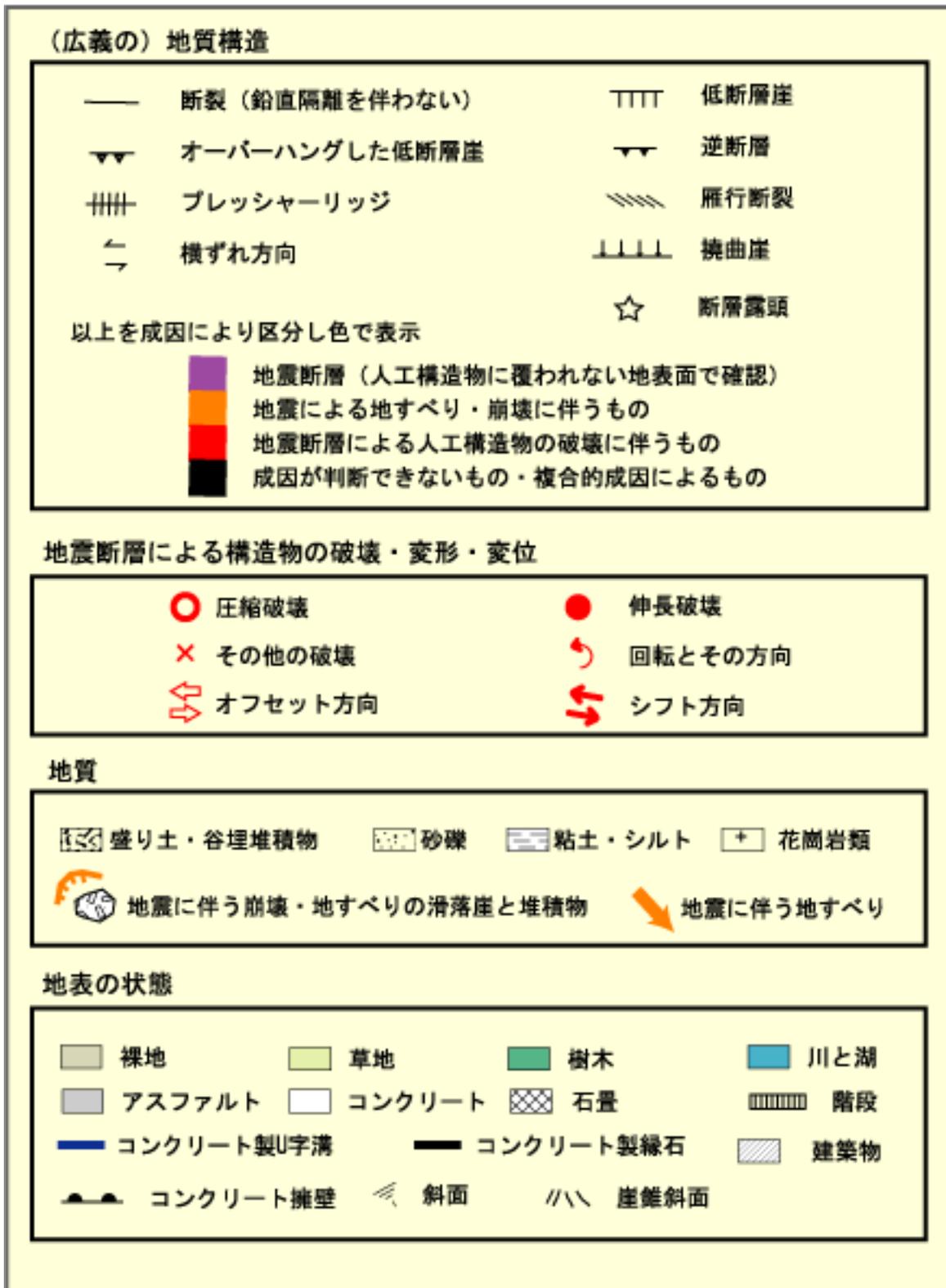
第2図. 調査結果の概要. 国土地理院発行2万5千分の1地形図「井尻」を使用.  
 Fig. 2. Map showing the outline of the results of our investigation.



第3図. 人工構造物の変形・破壊パターンに基づく水平変位ベクトルの算出方法.  
 Fig. 3. Methods for calculating horizontal displacement vectors from deformation patterns and destruction of artificial structures.



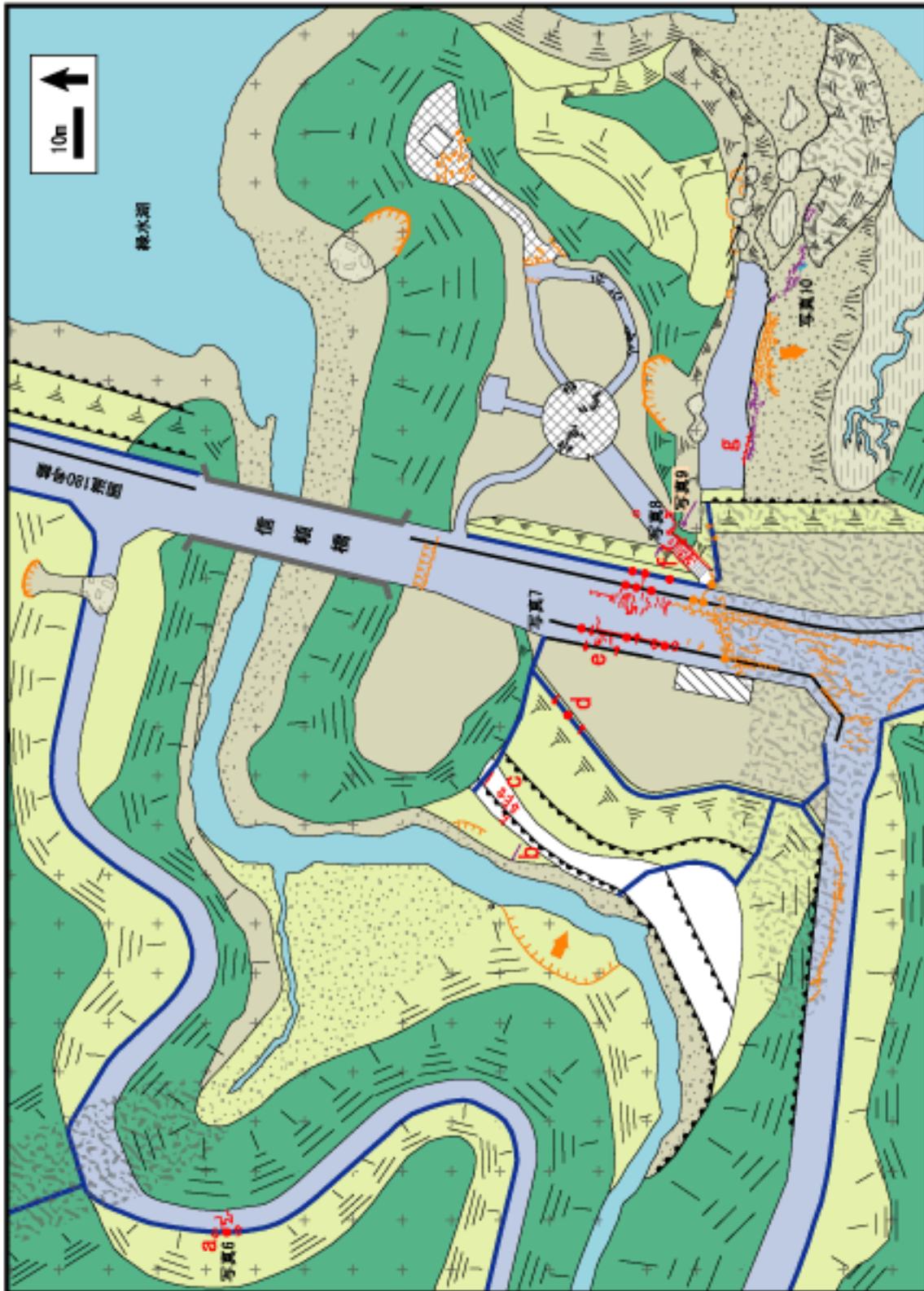
第4図. 賀祥における調査結果. 西伯町発行5千分の1西伯町全図を使用.  
Fig. 4. Map showing the outline of our investigation at Kasyoh.



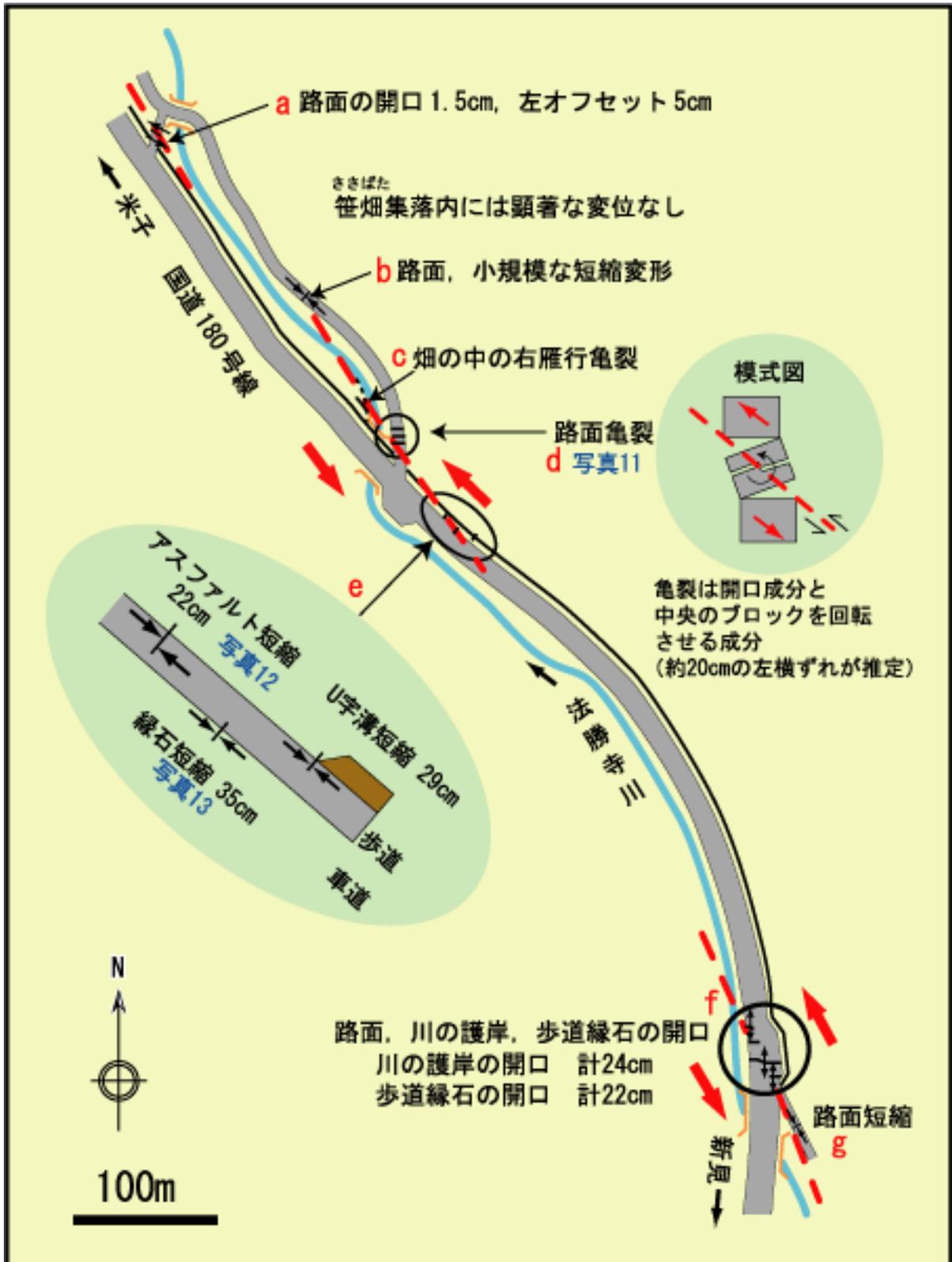
第5図. 第6図と第7図の凡例.  
Fig. 5. Key for Fig. 6 and Fig. 7.



第6図. 緑水園付近における調査結果. 凡例は第5図参照. See Fig. 5 for key.  
Fig. 6. Detailed map showing the result of our investigation at Ryokusui-en. See Fig. 5 for key.

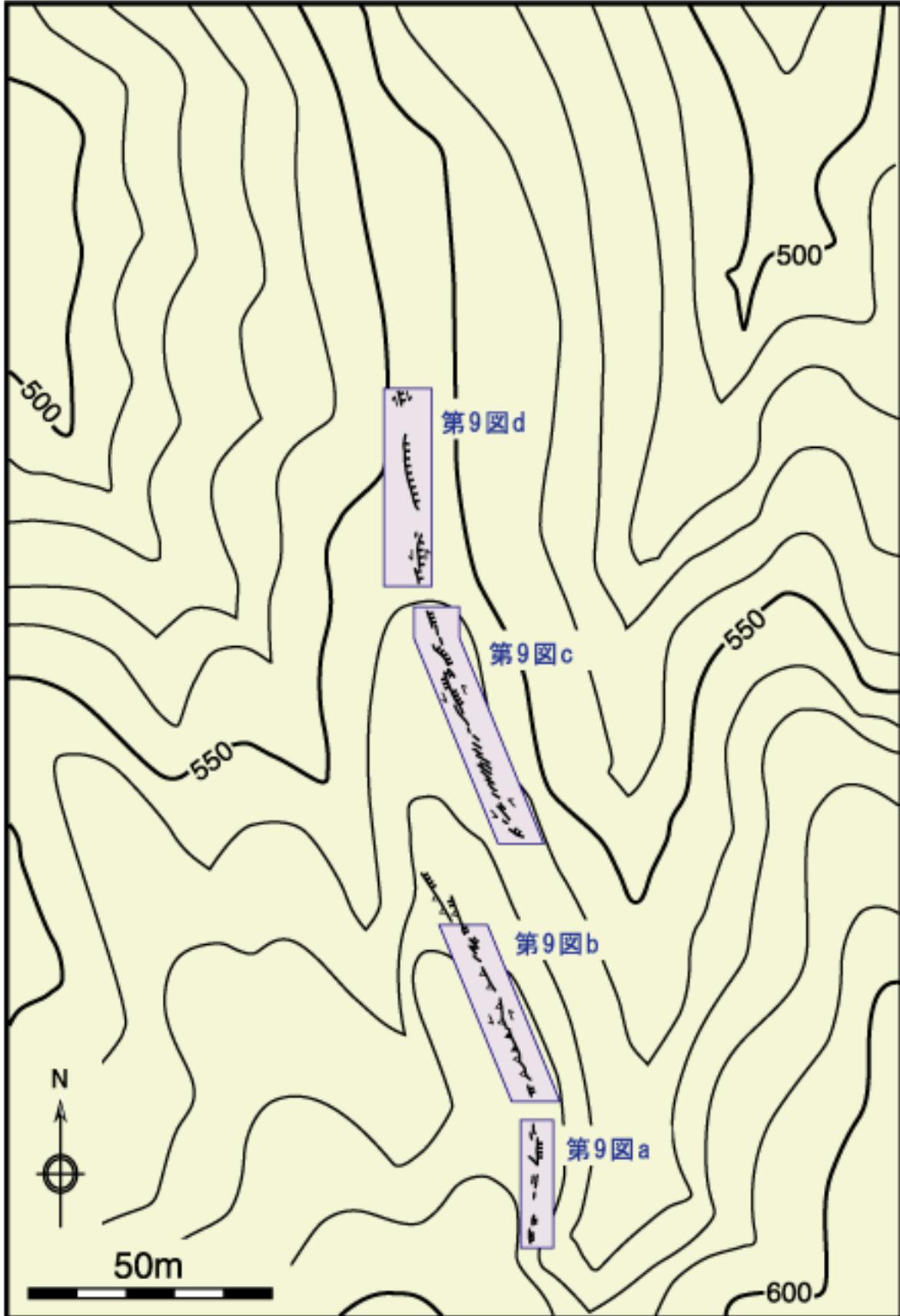


第7図. 信賴橋付近における調査結果. 凡例は第5図参照.  
Fig. 7. Detailed map showing the result of our investigation near Nobuyori-bridge. See Fig. 5 for key.



第8図. 笹畑集落付近における調査結果.

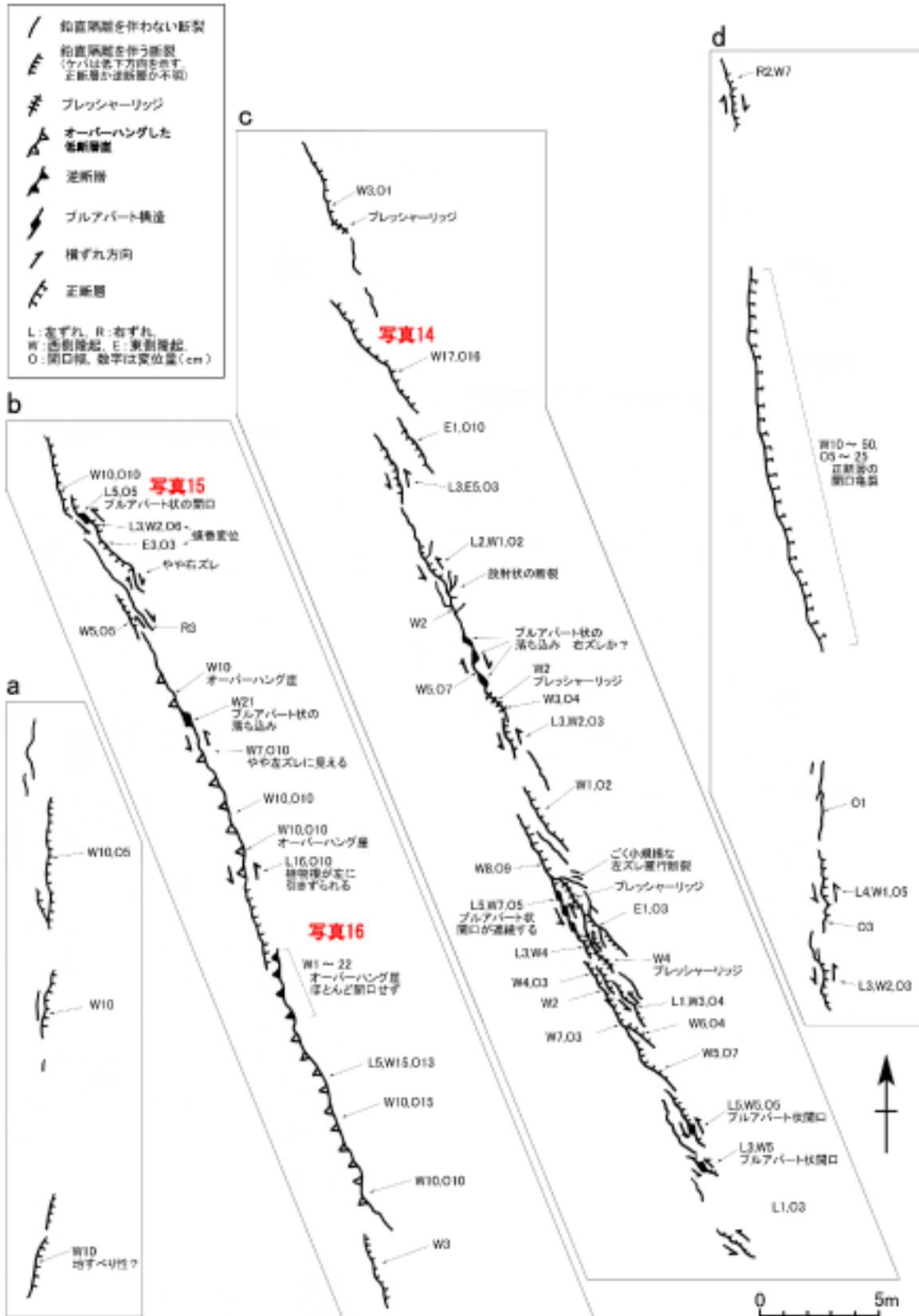
Fig. 8. Map showing the result of our investigation at Sasabata.



第9図. 鎌倉山北西の稜線上に現れた地震断層の分布.

等高線は、西伯町発行 5千分の1西伯町全図の一部を改変して使用.

Fig. 9. Locality map of earthquake ruptures on the ridge at northwestern part of Mt. Kamakura.



第10図. 鎌倉山北西の稜線上に現れた地震断層の詳細. 第9図参照.  
 Fig. 10. Detailed map of earthquake ruptures on the ridge at northwestern part of Mt. Kamakura. See Fig. 9 for locations of strips a~d.



写真1. 賀祥ダム北側（第4図e地点）で観察されたガードレールの左シフト。  
Photo. 1. Left lateral shift of the guardrail at Loc. e on Fig. 4.



写真2. 賀祥ダム北側（第4図f地点）で観察されたU字溝の左シフト。  
Photo. 2. Left lateral shift of the gutter at Loc. f on Fig. 4.



写真3. 緑水園付近（第6図）に現れた右雁行断裂群。  
Photo. 3. Surface rupture at Ryokusui-en on Fig. 6.



写真4. 緑水園付近（第6図c地点）で観察されたU字溝の左シフト。  
Photo. 4. Left lateral shift of the gutter at Loc. c on Fig. 6.



写真5. 緑水園付近（第6図）で観察された雨水升の座屈破壊。  
Photo. 5. Compression buckling of the gutter at Ryokusui-en on Fig. 6.



写真6. 信頼橋付近（第7図a）路面に生じた亀裂。  
Photo. 6. Cracks on the road at Loc. a on Fig. 7.



写真7. 信頼橋付近（第7図e）で観察された縁石の左シフト。  
Photo. 7. Left lateral shift of the concrete block line at Loc. e on Fig. 7.

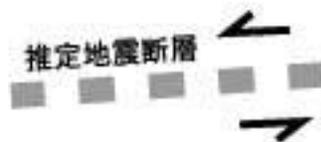


写真8. 信頼橋付近（第7図f）で観察された路面の左オフセットと縁石の左シフト。  
Photo. 8. Left lateral offset of the road and left lateral shift of the concrete block line at Loc. f on fig. 7.



写真9. 信頼橋付近（第7図）に現れた地震断層の露頭。  
Photo. 9. Outcrop of surface rupture near Nobuyori-bridge on Fig. 7.



写真10. 信頼橋付近（第7図）に現れた断裂群。  
Photo. 10. Surface rupture near Nobuyori-bridge on Fig. 7.



写真12. 笹畑付近（第8図e）路面に生じた圧縮破壊。  
Photo. 12. Pressure destruction on the road at Loc. e on Fig. 8.



写真11. 笹畑付近（第8図d）路面に生じた亀裂。  
Photo.11. Cracks on the road at Loc. d on Fig.8.



写真13. 笹畑付近（第8図e）縁石に生じた圧縮破壊。  
Photo. 13. Pressure destruction of the concrete block line at Loc.e on Fig. 8.



写真14. 鎌倉山北西の尾根の上に現れた引張性の断裂。  
Photo. 14. Extensional surface rupture on the ridge at  
northwestern part of Mt. Kamakura(Fig. 10).



写真15. 鎌倉山北西の尾根の上に現れた  
プルアパート構造(第10図)。  
Photo. 15. Pull-apart on the ridge at northwestern  
part of Mt. Kamakura (Fig. 10).



写真16. 鎌倉山北西の尾根の上に現れた圧縮性の断裂。  
Photo. 16. Contractional surface rupture on the ridge at  
northwestern part of Mt. Kamakura (Fig. 10).



写真17. 鎌倉山北斜面の金山付近  
(第2図d)の路面に現れた亀裂と  
白線・U字溝の左シフト。  
Photo. 17. Cracks on the road and left  
lateral shift of the white line and the  
gutter at Loc. d on Fig. 2, at the  
northern part of Mt. Kamakura.



写真18. 鎌倉山北斜面(第2図g)の路面に生じた  
圧縮破壊。  
Photo. 18. Pressure destruction on the road at Loc. g on  
Fig. 2, at the northern part of Mt. Kamakura.