

3. 4 境峠・神谷断層帯（霧訪山－奈良井断層帯）の調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 境峠・神谷断層帯（霧訪山－奈良井断層帯）の調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人 産業技術総合研究所	主任研究員	吾妻 崇

(c) 業務の目的

境峠・神谷断層帯（霧訪山－奈良井断層帯）（以下、「霧訪山－奈良井断層帯」）は、長野県中部において北東－南西方向に伸びる長さ約 28 km の右横ずれ断層である。長期評価では最新活動時期、平均変位速度および平均活動間隔がいずれも不明となっているため、将来の地震発生確率を算出することができていない。この活断層に沿っては、段丘地形など年代推定が可能な横ずれの指標となる地形が乏しく、平均変位速度の推定が困難である。そのため、断層運動による水系の屈曲量 (D) と活断層よりも上流の長さ (L) との関係に基づいて、この活断層の横ずれ成分の平均変位速度の推定を試みる。

(d) 年度毎の実施業務の要約

1) 令和 4 年度

対象地域の既往成果の整理を行ない、都市圏活断層図「塩尻」（中田・他、2007）及び「木曾駒高原」（岡田・他、2007）に示されている横ずれ変位を受けた水系（40 地点）を、水系の屈曲量と上流の長さを計測する対象地点とした。選定した地点について、「地理院地図」を利用して河谷の横ずれ量、断層よりも上流の水系の長さの計測を行ない、水系の屈曲量 (D : m) / 上流の長さ (L : m) の値 (α) を算出した。さらに、横ずれ成分の平均変位速度が既知の中部地方に分布する活断層の事例を参照して係数 k の値を決定し、霧訪山－奈良井断層帯の平均変位速度を求めた。

(2) 令和 4 年度の成果

(a) 業務の要約

霧訪山－奈良井断層帯は、長野県中部に位置する北東－南西走向で長さ約 28 km の右横ずれ断層である（図 1；地震調査研究推進本部地震調査委員会、2005、2006）。この活断層の横ずれ成分の平均変位速度を推定するため、この活断層を横切る水系の屈曲量と断層よりも上流側の水系の長さの計測を行なった 40 の水系のうち、上流域が侵食小起伏面に達している 22 水系に限定して屈曲量/上流の長さ (α) の関係を確認したところ、 α の値は 0.018～0.195（平均値：0.07）であった。跡津川断層帯での既往研究による平均変位速度と α の値との比較結果 ($S = (8.6 \sim 29.4) \alpha$) に基づくと、当断層帯の横ずれ成分の平均変位速度は 0.60～2.06 m/千年となる。

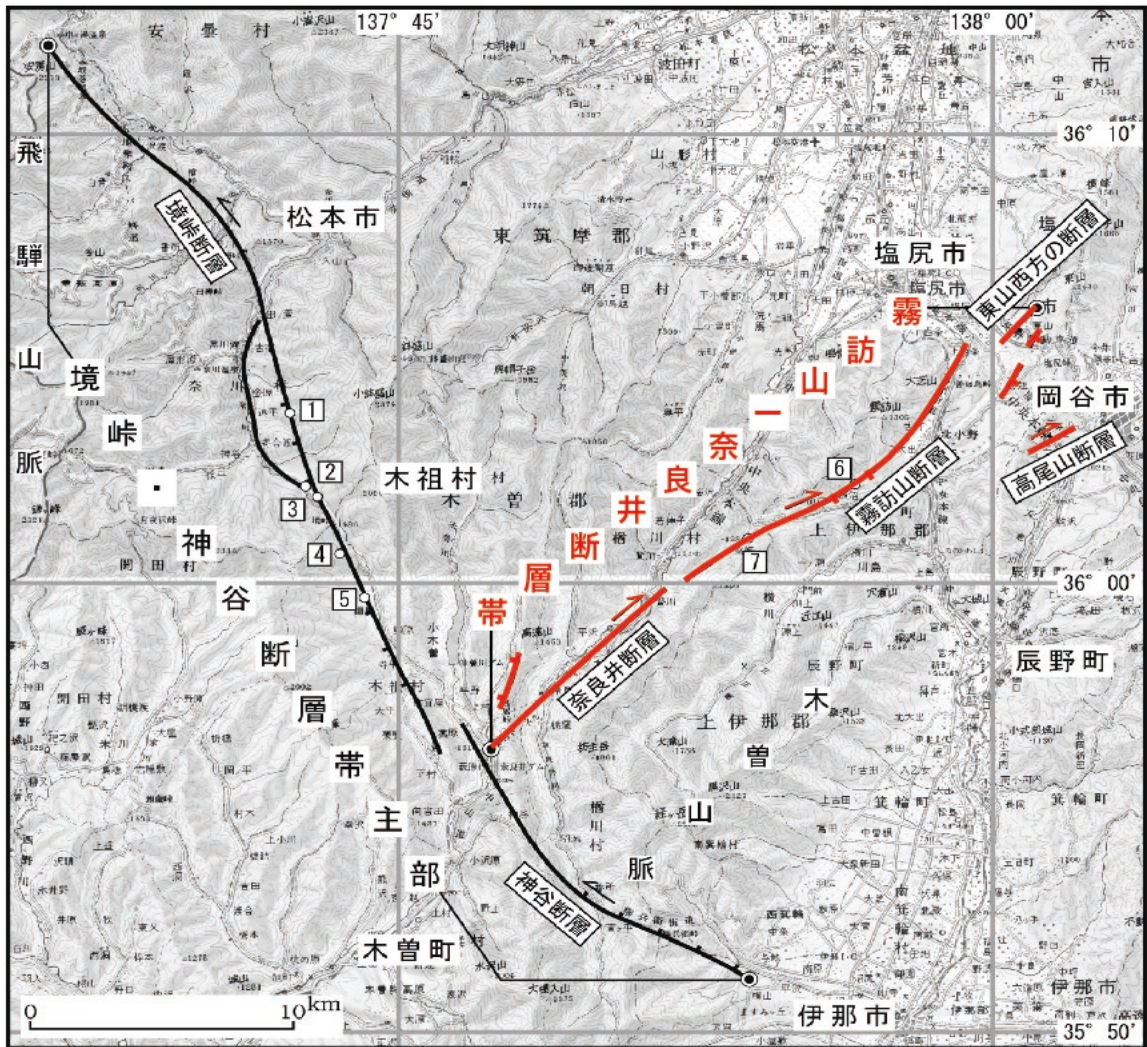


図1 霧訪山-奈良井断層帯の位置（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2006を編集）

霧訪山-奈良井断層帯の位置を赤線で示した。

(b) 業務の実施方法

1) 既往研究の整理

a) 霧訪山-奈良井断層帯に関する既往研究

霧訪山-奈良井断層帯について、片田・礒見（1962）が5万分の1地質図「伊那」に「奈良井断層帯」の存在を示している。また、片田・礒見（1964）は同断層帯が北東へ延長することを5万分の1地質図「塩尻」に示している。活断層研究会編（1980）は、前者を奈良井断層、後者を霧訪山断層として図示した。奈良井断層を活動度B級の右横ずれ断層（長さ10 km）、霧訪山断層を活動度A~B級の右横ずれ断層（長さ14 km以上）とした。活断層研究会編（1991）においても同様の記載であった。活断層詳細デジタルマップ（中田・今泉編，2002）では、両断層を合わせた霧訪山断層帯として区分された。都市圏活断層図「木曾駒高原」（岡田・他，2007）および「塩尻」（中田・他，2007）では、霧訪

山-奈良井断層とその北側に位置する推定活断層（奈良井川断層）の詳細な活断層トレースとこれらの活断層を横切る水系の右横ずれを図示した。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005, 2006）は、霧訪山-奈良井断層帯について「右横ずれを主体とする断層からなる」と記載した。産業技術総合研究所（2006）は、霧訪山-奈良井断層帯においてトレンチ調査（2地点）とピット調査（1地点）を実施したが、同断層帯の過去の活動に関する情報は得られていない。

b) 水系の屈曲量と上流の長さに基づく平均変位速度の推定に関する既往研究

松田（1966）は、中部地方の跡津川断層の横ずれに関する研究の中で、断層沿いの谷の屈曲量とその谷の断層線から上流の長さ（谷頭までの距離）との関係について、上流の長い川ほど概して屈曲量が大きいことを指摘した。この考えは、その後、中央構造線活断層系（岡田, 1970；後藤, 1996）、三浦半島活断層群・丹那断層・山崎断層（安藤, 1972）、三峠断層系（植村, 1988）、淡路島北部の活断層（吾妻, 1997）、六甲断層系（丸山・他, 1997；Maruyama and Lin, 2000）、有馬高槻構造線活断層系（Maruyama and Lin, 2002）などの横ずれ断層で検証されてきた。その結果、断層による水系の屈曲量（ D ）と断層よりも上流側の水系の長さ（ L ）によって表される屈曲率 α （ $= D/L$ ）と平均変位速度（ S ）との間に相関関係 $S = k \cdot \alpha$ があることが示された。この関係について、松田（1975）は、 S は α の値と比べて1桁大きくなることから「 $S = 10\alpha$ 」を提唱した。その後、植村（1988）は京都北部の活断層においては「 $S = (1 \sim 5)\alpha$ 」となることを、吾妻（1997）は淡路島北部の活断層においては「 $S = (5 \sim 7)\alpha$ 」となることを示した。このように、平均変位速度（ S ）と屈曲率（ α ）の関係には地域性がみられ、その大きな要因は地域による侵食速度の差異であることが指摘されている。産業技術総合研究所（2021）は、中国地方の横ずれ断層（五日市断層、筒賀断層、地福断層、大原湖断層）について検討し、上流部が侵食小起伏面に達している水系のみを検討対象とする方法を提案するとともに、地福断層における平均変位速度（ S ）と屈曲率（ α ）の関係に基づいてこの地域における係数 k の値を $k = 2 \sim 5$ と算出し、この値に基づいて他の横ずれ断層の平均変位速度（横ずれ成分）を推定した。

2) 侵食小起伏面の抽出

地形図から等高線を読み取り、霧訪山-奈良井断層帯の周辺に分布する侵食小起伏面を抽出した。同断層帯周辺では、標高 1000 m から標高 2000 m の間に定高性を持った尾根が分布しており、これらを侵食小起伏面とした（図2）。

3) 水系の選定

本研究で用いるパラメータのうち、活断層よりも上流の水系の長さについては、上流域が山稜線に達してしまうと、時間が経過してもそれ以上は長さが増加しないという問題がある。中国地方の山地には侵食小起伏面が分布しており、そのような場所では現在も水系の上流側への侵食が継続していると考えられる。本検討では、都市圏活断層図「木曾駒高原」（岡田・他, 2007）および「塩尻」（中田・他, 2007）に水系の横ずれが示されている40地点（図3）のうち、上流域が侵食小起伏面に達している22水系を選定し、平均変

位速度を検討する対象とした（図4）。

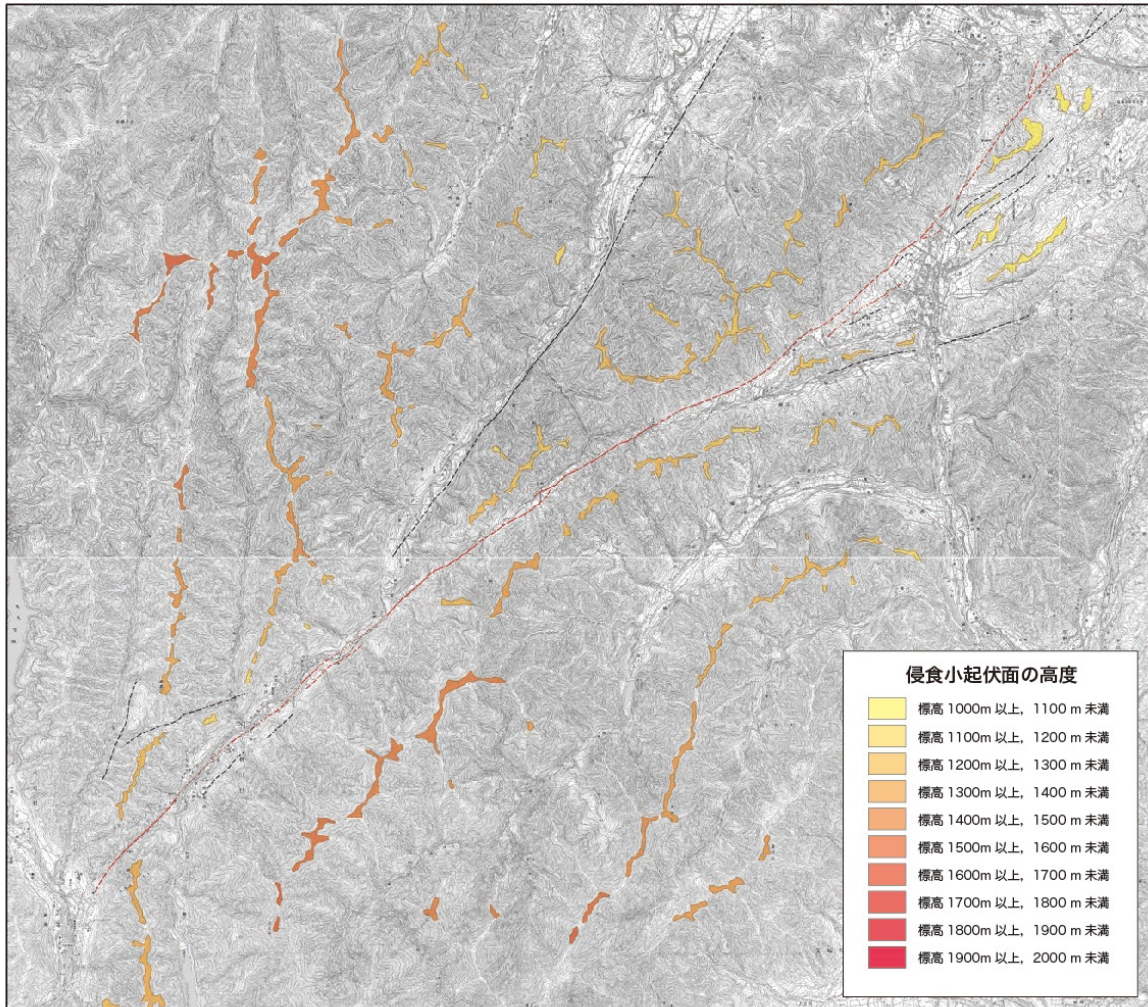


図2 霧訪山-奈良井断層帯周辺における侵食小起伏面の分布

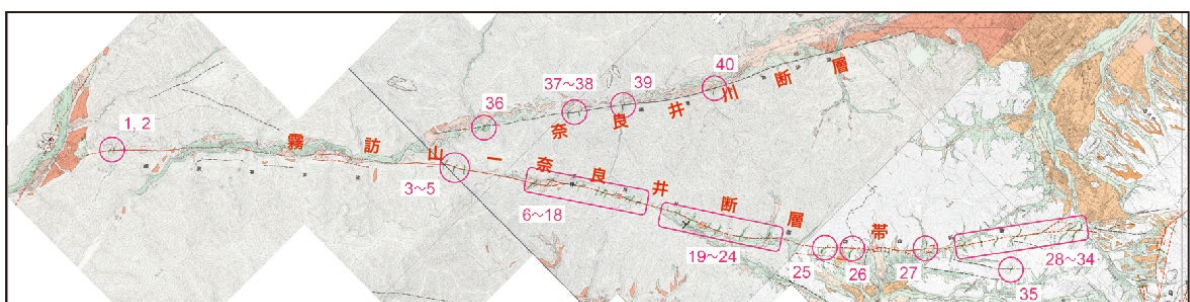


図3 霧訪山-奈良井断層帯における水系屈曲の分布
 岡田・他（2007）および中田・他（2007）に基づいて作成

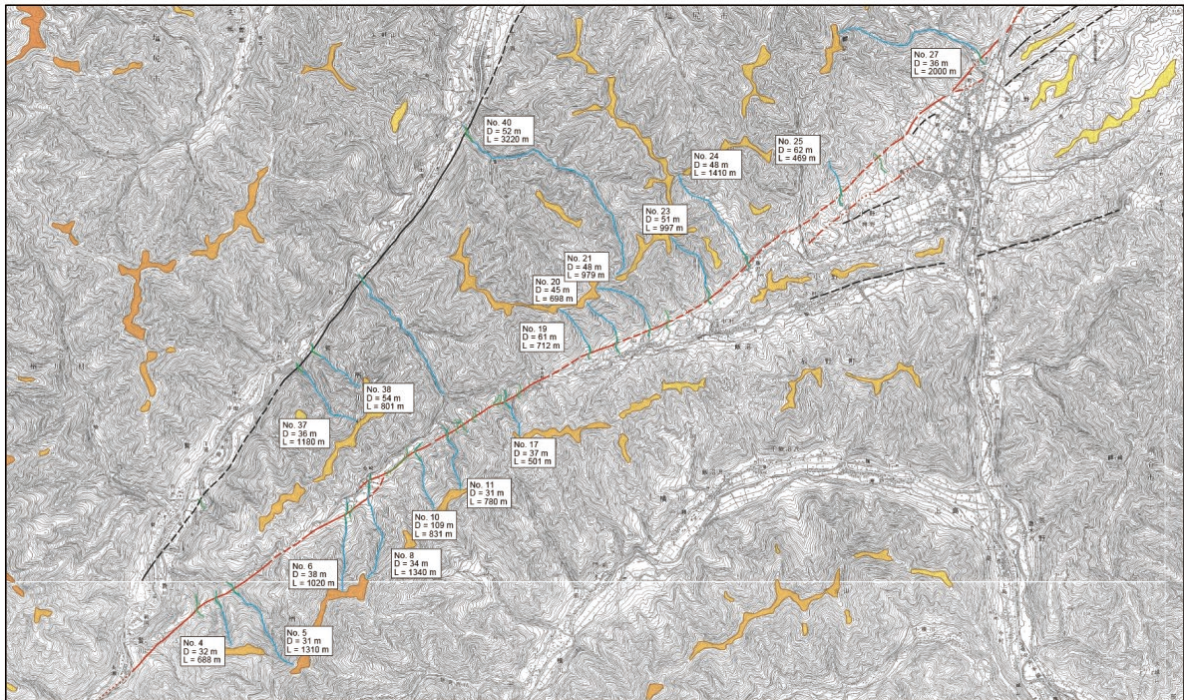


図4 水系の屈曲量 (D) と断層よりも上流の長さ (L) の計測結果

(c) 業務の成果

1) 霧訪山-奈良井断層帯における水系屈曲率

上流部が侵食小起伏面に達している 22 つの水系について計測した水系の屈曲量、上流の長さ及び α の値を表 1 に示す。また、水系の屈曲量と上流の長さとの関係および α の値を図 5 に示す。検討の結果、霧訪山-奈良井断層帯における水系の屈曲について、屈曲率 α の値は最大で 0.195、最小で 0.018 と算出された。

表1 霧訪山-奈良井断層帯における水系の屈曲量と上流の長さ
 α の列の赤文字は最大値、青文字は最小値を示す。
 括弧書きは、奈良井川断層における水系の屈曲に関する値のため、
 ここでは参考値と扱った。

地点 番号	地点名	水系の屈曲量 (m) ①	上流の長さ (m) ②	α ①/②
2	鳥居峠	29	372	0.078
4	贄川	32	688	0.047
5	贄川	31	1,310	0.024
6	桑崎	38	1,020	0.037
8	桑崎	34	1,340	0.025
10	桑崎	109	831	0.131
11	桑崎	31	780	0.040
17	牛首峠	37	501	0.074
19	山口	61	712	0.086
20	山口	45	698	0.064
21	山口	48	979	0.049
23	中村	51	997	0.051
24	藤沢	48	1,410	0.034
25	押野	62	469	0.132
27	古町	36	2,000	0.018
30	善知鳥峠	72	493	0.146
31	上西条	110	563	0.195
33	みどり湖	76	1,160	0.066
34	みどり湖	97	785	0.124
(37)	(片平)	(36)	(1,180)	(0.031)
(38)	(片平)	(54)	(801)	(0.067)
(40)	(日出塩)	(52)	(3,220)	(0.016)

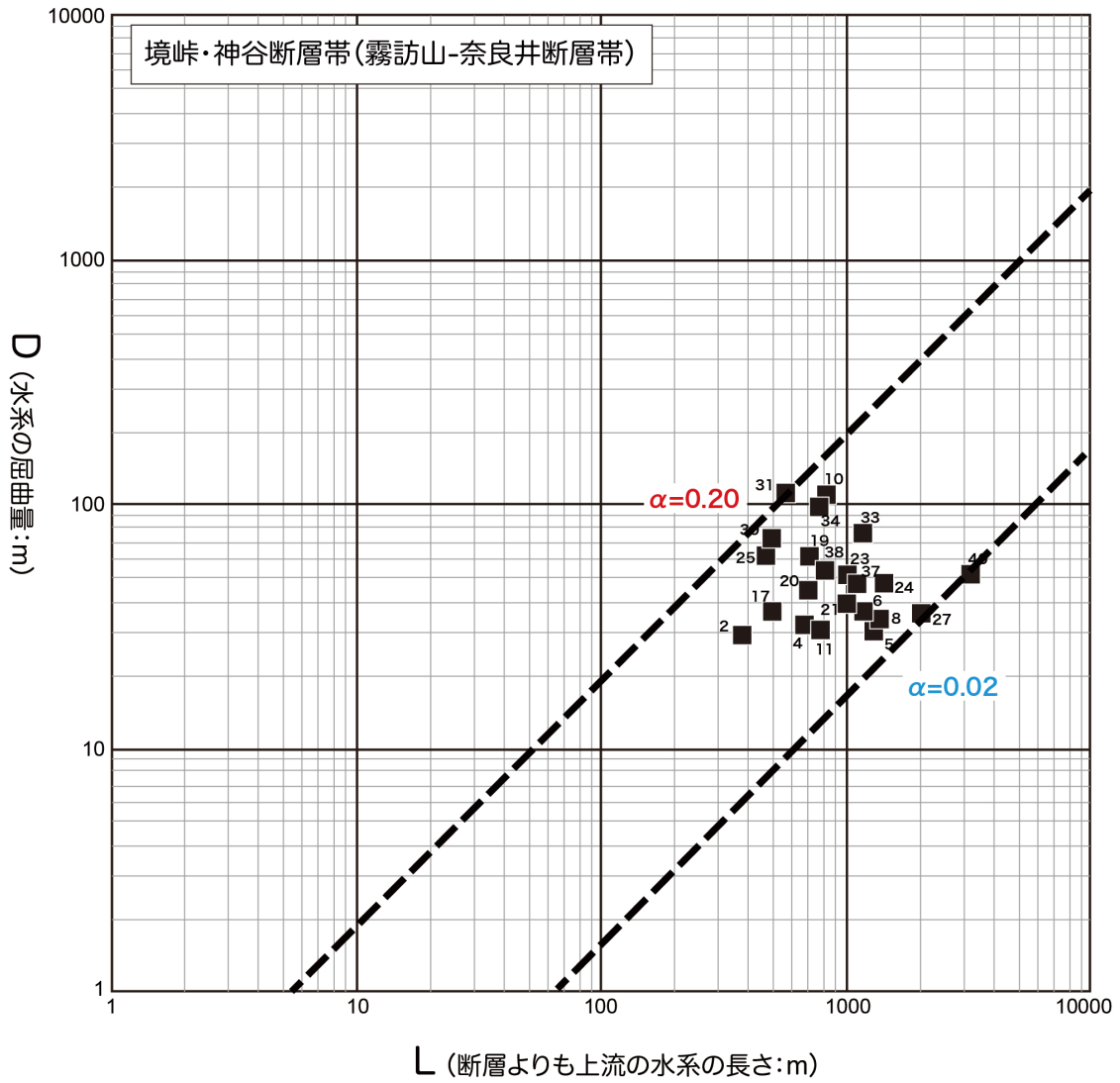


図5 霧訪山-奈良井断層帯における水系の屈曲量 (D) と上流の長さ (L) との関係
 数字は地形解析を行なった地点の番号を示す。各地点の位置は図3および
 図4に示す。

2) 中部地方における係数 k の検討

中部地方に分布する横ずれ断層における係数 k を調べるため、跡津川断層帯 (図 6) を対象として検討を行った。跡津川断層帯の横ずれ平均変位速度については、地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) に従って 2~3 m とした。跡津川断層帯において屈曲した水系を 5 つ抽出し、その屈曲量 (D) と断層よりも上流の水系の長さ (L) を計測した。抽出した水系の位置を図 7 に、計測した結果を表 2 に、それぞれ示す。その結果、跡津川断層帯における水系屈曲率 (α) は 0.102~0.232 (平均値 0.133)、係数 k は 8.6~29.4 (平均値 19.0) であった。

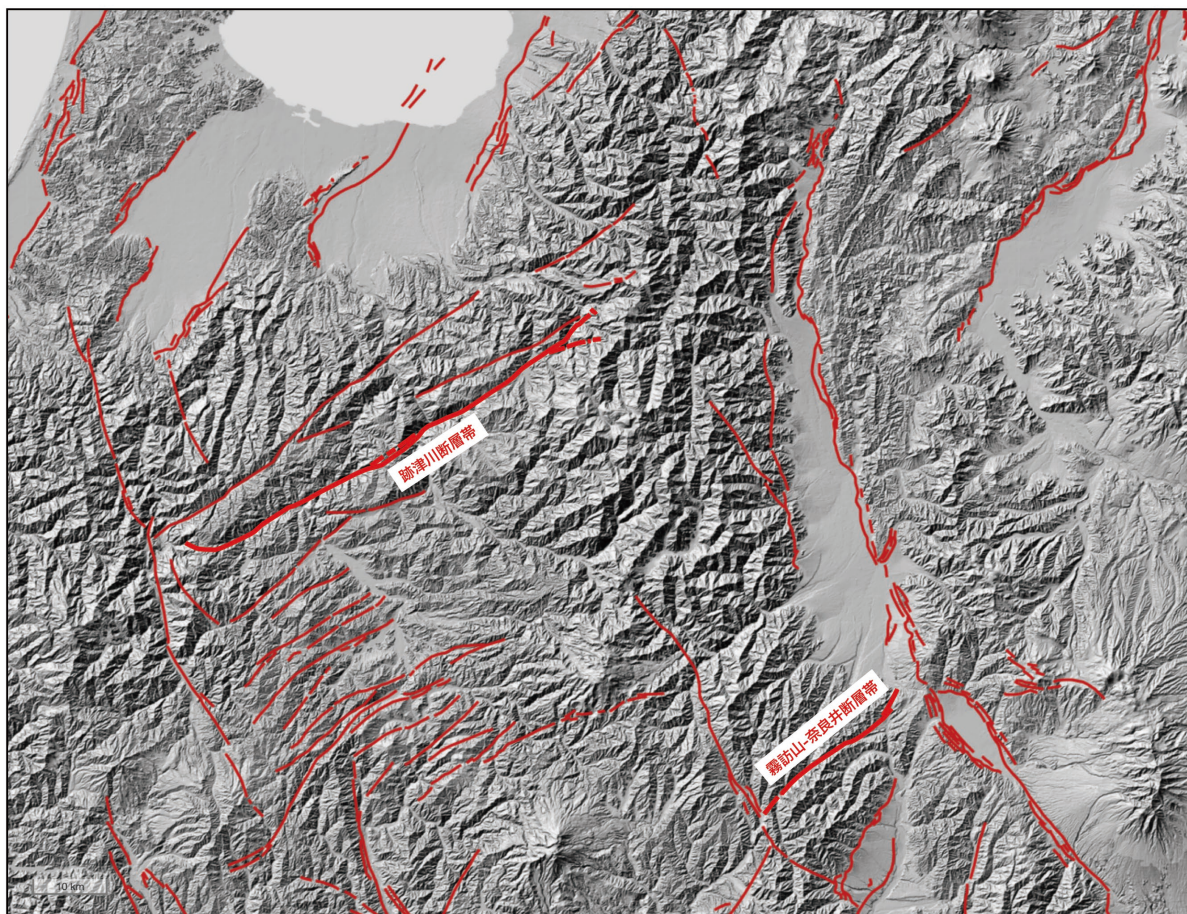


図 6 霧訪山-奈良井断層帯と跡津川断層帯の位置
活断層線は産業技術総合研究所の「活断層データベース」による。
背景地図には「地理院地図」の地形陰影図を使用した。

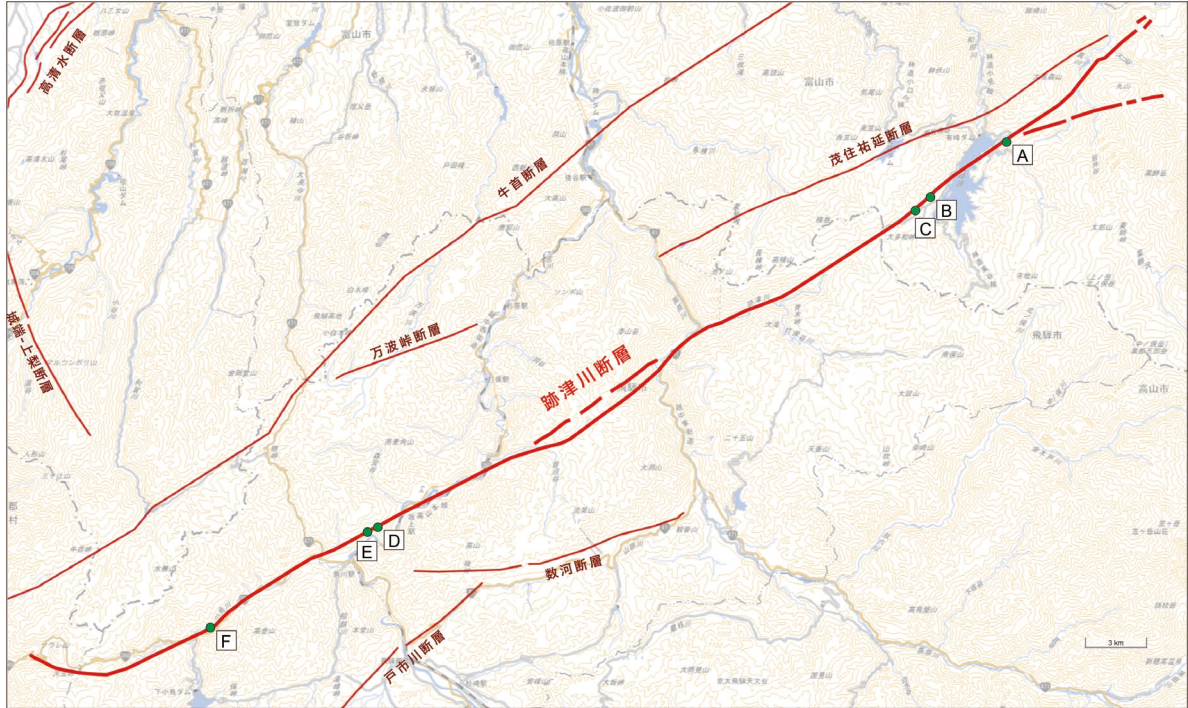


図7 跡津川断層帯において検討を行なった水系の位置
活断層線は産業技術総合研究所の「活断層データベース」による。
背景地図には「地理院地図」の標準地図を使用した。

表2 跡津川断層帯における水系の屈曲量と上流の長さ
 α の列の赤文字は最大値、青文字は最小値を示す。

地点	地点名	水系の屈曲量 (m)		α ①/②
		①	②	
A	有峰 1	120	1,043	0.115
B	有峰 2	141	1,389	0.102
C	峠谷	72	649	0.111
D	角川 1	149	1,106	0.135
E	角川 2	268	1,157	0.232
F	荒町	140	1,354	0.103

3) 霧訪山-奈良井断層帯の横ずれ平均変位速度の算出

霧訪山-奈良井断層帯の横ずれ成分の平均変位速度の算出について、上述の水系屈曲率の平均値 (0.07) と、跡津川断層での既往研究による平均変位速度と α の値との比較結果 ($S = (8.6 \sim 29.4) \alpha$) に基づくと、霧訪山-奈良井断層帯の横ずれ成分の平均変位速度は 0.60~2.06 m/千年 (平均値は 1.33 m/千年) となる。

(d) 結論ならびに今後の課題

検討対象を上流域が侵食小起伏面に到達している 22 の水系に限定し、霧訪山-奈良井断層帯における水系の屈曲量 (D) と断層よりも上流側の谷の長さ (L) から導き出される屈曲率 (α) を算出したところ、0.018~0.195 (平均値: 0.07) であった。

霧訪山-奈良井断層帯の横ずれ成分の平均変位速度の算出について、上述の水系屈曲率の平均値 (0.07) と、跡津川断層での既往研究による平均変位速度と α の値との比較結果 ($S = (8.6 \sim 29.4) \alpha$) を用いると、霧訪山-奈良井断層帯の横ずれ成分の平均変位速度は 0.60~2.06 m/千年 (平均値は 1.33 m/千年) となる。得られた平均変位速度の平均値は妥当な値と思われるが、誤差幅が非常に大きいため、手法の適用については更なる検討が必要である。

(e) 引用文献

- 安藤喜美子, 三浦半島・伊豆半島および兵庫県山崎付近における断層の横ずれによる谷の変位量について, 地理学評論, 45(10), 716-725, 1972.
- 吾妻 崇, 淡路島北部における活断層の活動度の再評価, 第四紀研究, 36(1), 29-42, 1997.
- 後藤秀昭, 中央構造線活断層系: 伊予断層の変位地形, 活断層研究, 14, 28-38, 1996.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 跡津川断層帯の評価, 28p, 2004.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 境峠・神谷断層帯の評価, 26p, 2005.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 境峠・神谷断層帯の評価 (一部改訂), 29p, 2006.
- 片田正人・礮見 博, 5 万分の 1 地質図幅「伊那」及び同説明書, 36p, 1962.
- 片田正人・礮見 博, 5 万分の 1 地質図幅「塩尻」及び同説明書, 65p, 1964.
- 活断層研究会編, 日本の活断層-分布図と資料-, 東京大学出版会, 363p, 1980.
- 活断層研究会編, 新編日本の活断層-分布図と資料-, 東京大学出版会, 437p, 1991.
- 丸山 正・林 愛明・宮田隆夫, 六甲山地東部五助橋断層帯の変位地形と第四紀後期の活動性, 活断層研究, 16, 59-72, 1997.
- Maruyama, T. and Lin, A., Tectonic history of the Rokko active fault zone (southwest Japan) as inferred from cumulative offsets of stream channels and basement rocks. Tectonophysics, 323, 197-216, 2000.
- Maruyama, T. and Lin, A., Active strike-slip faulting history inferred from offsets of topographic features and basement rocks: a case study of the Arima-Takatsuki Tectonic Line, southwest Japan. Tectonophysics 344, 81-101, 2002.
- 松田時彦, 跡津川断層の横ずれ変位, 地震研究所彙報, 44, 1179-1212, 1966.
- 松田時彦, 活断層としての石廊崎断層系の評価, 1974 年伊豆半島沖地震災害調査研究報告, 121-125, 1975.
- 中田 高・今泉俊文編, 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会, DVD 2 枚+解説書 60p, 2002.
- 中田 高・池田安隆・岡田篤正・熊原康博・杉戸信彦, 1:25,000 都市圏活断層図 境峠-神谷断層帯とその周辺「塩尻」, 国土地理院技術資料 D1・No. 495, 2007.
- 岡田篤正, 吉野川流域の中央構造線の断層変位地形と断層運動速度, 地理学評論, 43(1), 1-21, 1970.
- 岡田篤正・池田安隆・後藤秀昭・熊原康博・杉戸信彦, 1:25,000 都市圏活断層図 境峠-

神谷断層帯とその周辺「木曾駒高原」, 国土地理院技術資料 D1・No. 495, 2007.
産業技術総合研究所, 境峠・神谷断層帯の活動性および活動履歴調査「基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」成果報告書 No.H17-7, 9p, 2006.
産業技術総合研究所, 活断層評価の高度化・効率化のための調査 令和2年度成果報告書, 250p, 2021.
植村善博, 丹波高地西南部, 三峠断層系の断層変位地形, 地理学評論, 61, 453-468, 1988.