

3. 7 筒賀断層の調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 筒賀断層の調査

(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

筒賀断層は、広島県西部の山県郡北広島町から安芸太田町、廿日市市にかけて北東－南西方向に延びる長さ約 58 km の右横ずれ断層である。地震調査研究推進本部による長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2016a）では最新活動時期、平均活動間隔、平均変位速度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）もしくは流域面積（A）との関係、及び本事業の別課題で実施している中国地方における侵食速度の算出結果に基づいて、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。また、流域平均侵食速度を宇宙線生成核種により求め、他断層の流域と比較する。

(d) 年度毎の実施業務の要約

1) 令和元年度

対象地域の既往成果の整理を行ない、横ずれ変位を受けた水系（11 地点）を、水系の屈曲量と上流の長さ・流域面積を計測する対象地点に選定した。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、上流長、流域面積等の計測を行ない、水系の屈曲量/上流の長さ（ α ）及び（水系の屈曲量/流域面積） $\times 100$ （ α' ）の値を算出した。

2) 令和2年度

令和元年度に計測を実施した 11 地点について、上流域が侵食小起伏面に到達している 5 水系を選定した。選定された水系から得られた α の値について、①地福断層に関する既往研究で求められた平均変位速度と α の値との比較結果及び②野坂・集福寺断層帯（集福寺断層）で実施した調査の結果に基づく k 値を参照して、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度を算出した。また、1 流域について宇宙線生成核種により流域平均侵食速度を求め、他断層の流域と比較した。

(2) 令和2年度の成果

(a) 業務の要約

筒賀断層は、広島県西部の山県郡北広島町から安芸太田町、廿日市市にかけて北東－南西方向に延びる長さ約 58 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, 2016b)。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、令和元年度に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及び流域面積の計測を行なった 11 の水系のうち、上流域が侵食小起伏面に達している 5 水系に限定して水系の屈曲量 (D) /上流の長さ (L) の関係 (α) を確認したところ、 α の値は 0.08~0.04 (平均値: 0.07) であった。地福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 ($S = (2\sim 5) \alpha$) に基づくと、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度は 0.4~0.08 m/千年となる。一方、野坂・集福寺断層帯 (集福寺断層) で実施した結果 ($k = 1.37\sim 4.3$) に基づくと、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度は 0.3~0.05 m/千年と算出された。また、宇宙線生成核種により、一流域で流域平均侵食速度を推定した。結果、約 130 mm/ky と求められた。他断層沿いで得られた値と比較するとやや大きい、特筆して大きい値ではなく、流域の削剥条件に大きな違いがないことが推定された。

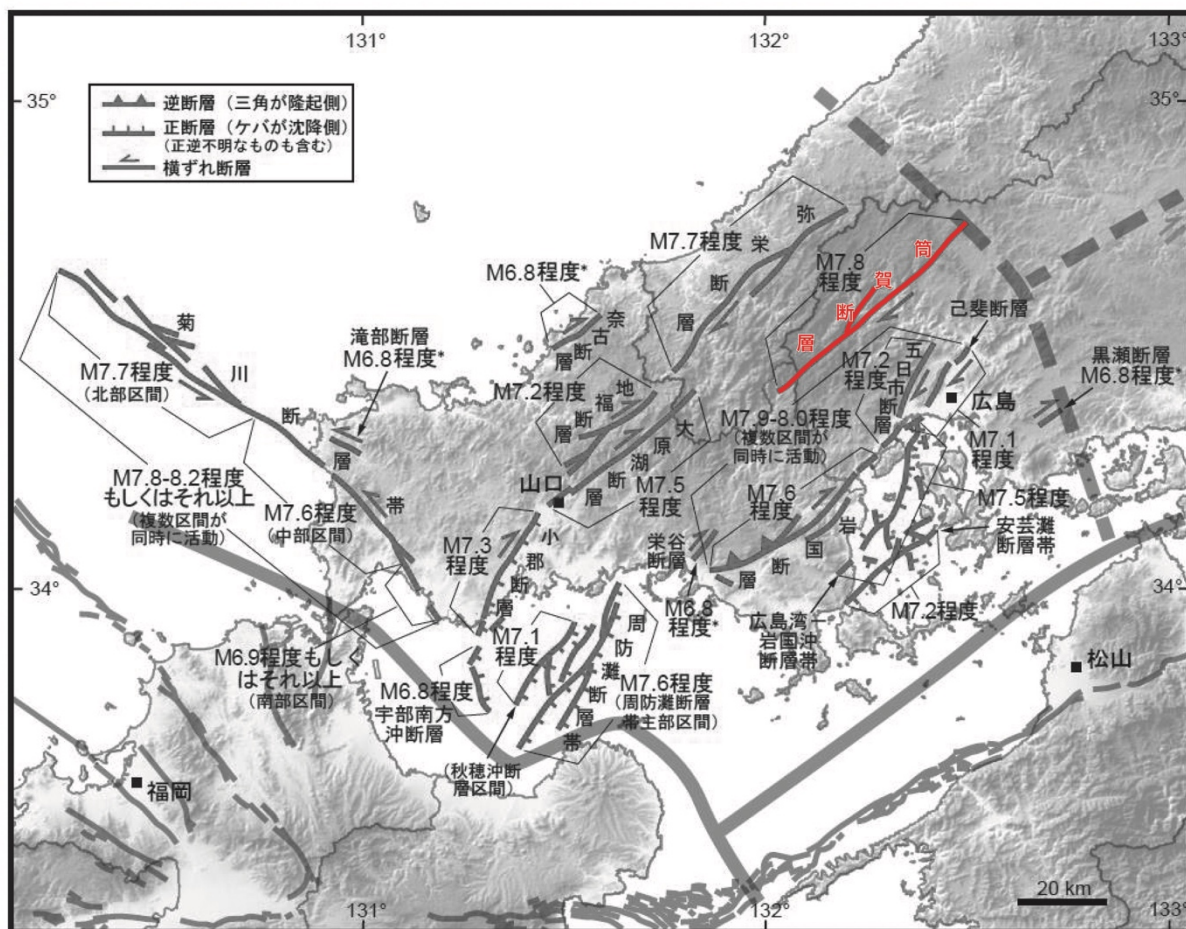


図 1 筒賀断層の位置 (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2016b)
筒賀断層の位置を赤線で示した。

(b) 業務の実施方法

1) 既往研究の整理

筒賀断層は、活断層詳細デジタルマップ（中田・今泉編，2002）によって右横ずれ断層であることが指摘された。田力・他（2015）は、筒賀断層の詳細な活断層図を示すとともに、それまで指摘されていた筒賀断層の北東に長さ約 25 km の活断層を認め、志路原断層と呼んだ。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2016a）はこの志路原断層を含めた範囲を筒賀断層として評価した。

なお、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ついては、松田（1966）の考えにしたがった。これに関する既往研究については、本報告書の「3. 6 岩国－五日市断層帯（五日市断層区間）」を参照していただきたい。

2) 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。したがって、今年度の検討では、地形図の読み取りによって認定された水系の横ずれから 11 地点のうち、上流域が侵食小起伏面に達している 5 水系を対象を限定して平均変位速度を検討した。

3) 侵食小起伏面の抽出

地形図から等高線を読み取り、侵食小起伏面を抽出した。筒賀断層周辺では、標高 1,000 m 以上の侵食小起伏面、標高 800～900 m に分布する侵食小起伏面及び標高 600～800 m に分布する侵食小起伏面が認められた（図 2）。令和元年度に地形解析を実施した水系と侵食小起伏面との関係を地図上で比較すると、地点 2、5、7、9 及び 10 の計 5 地点の水系の上流部が侵食小起伏面まで達していることが確認された。

4) 宇宙線生成核種による流域平均侵食速度の推定

流域削剥速度の定量的な推定には、河床砂に含まれる宇宙線生成放射性核種（CRN）を用いた。流域内の地表面は常に削剥され続けており、その表層の CRN 蓄積量は削剥速度によって定まる。そのため、ある流域の流出点に集積した河床砂は表層からまんべんなく削剥されて運搬された土砂と考えられ、流域全体の平均的な削剥速度を反映しているとみなせる（Gosse and Phillips, 2001；松四・他，2007）。このとき、河床砂に含まれる CRN 蓄積量（ N ）と流域の平均的な CRN 生成速度（ P ）と削剥速度（ ε ）の関係は(1)式で表される。

$$N = \frac{P}{\lambda + \mu\varepsilon} \quad (1)$$

μ は中性子の平均減衰長と岩石密度の比を示し、 λ は対象とする CRN の減衰係数を示す。本調査では CRN として ^{10}Be を使用した。流域の平均的な CRN 生成速度は採取地点の生成速度で代表した。本断層帯では 1 流域を選定し、土砂試料を採取した。採取した試料中の CRN 蓄積量から(1)式により流域削剥速度を求め、他の断層帯沿いで実施した結果と比較

検討した。

(c) 業務の成果

令和元年度に計測した水系の屈曲量、上流の長さ及び α の値のうち、上流部が侵食小起伏面に達している5つの水系について表1に赤字で示す。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3に示す。なお、表1には参考として、令和元年度に計測した流域面積(A)およびそれと水系の屈曲量(D)との関係(D/A)の値(α')を記しておく。

筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度の算出について、地福断層での既往研究による平均変位速度と本研究で地福断層から得られた α の値との比較結果($S = (2 \sim 5) \alpha$)に基づく、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度は0.4~0.08 m/千年となる。一方、野坂・集福寺断層帯(集福寺断層)で実施した結果($k = 1.37 \sim 4.3$)に基づく、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度は0.3~0.05 m/千年と算出された。

また、流域7において、試料を採取し、流域平均侵食速度を求めたところ、約130 mm/kyrと推定された。この値は、他の断層帯において得られたおおよその値(50~100 mm/kyr)と比較するとやや大きい、特筆して大きい値ではなく、同程度の値は確認されている。このことから、流域平均侵食速度が他地域と比較して大きな影響を与えていることは考えづらい。

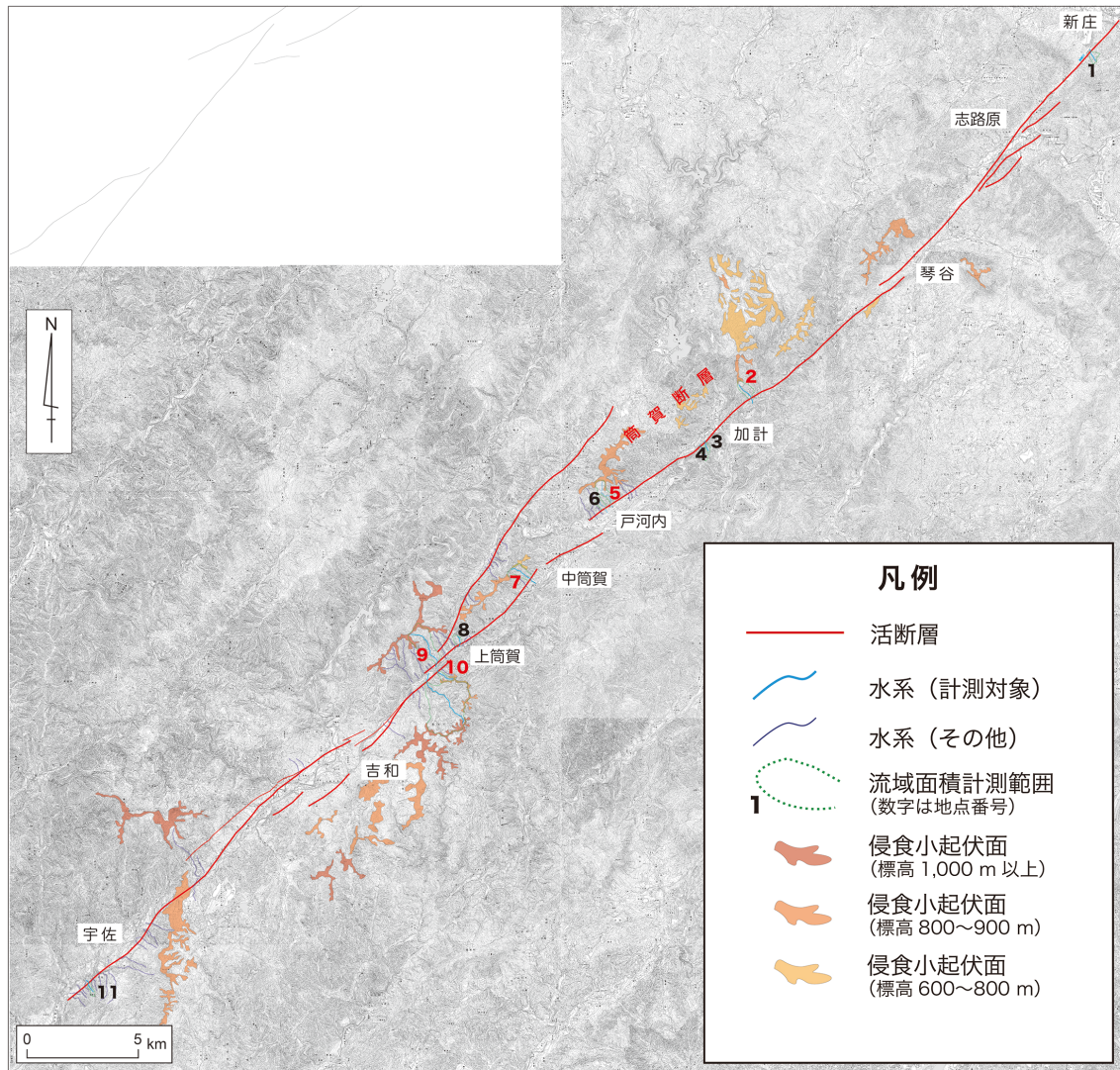


図2 筒賀断層において地形解析を行なった地点

活断層の位置は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2016a）に、本研究における地形判読結果に基づく線を一部加筆した。侵食小起伏面の分布範囲については、地形図の等高線の読み取りに基づく。

表1 筒賀断層における水系の屈曲量と上流の長さ

地点 番号	地点名	水系の屈曲量 (m) ①	上流の長さ (m) ②	流域面積 (m ²) ③	α (①/②)	α' (①/③)
1	新庄	56	441	128,490	0.13	0.04
2	加計	41	696	270,481	0.06	0.02
3	加計	22	368	60,418	0.06	0.04
4	加計	21	574	131,625	0.04	0.02
5	戸河内	93	1,210	324,771	0.08	0.03
6	戸河内	58	670	158,729	0.09	0.04
7	中筒賀	56	1,019	368,881	0.05	0.02
8	上筒賀	77	372	50,046	0.21	0.15
9	上筒賀	142	1,731	1,104,000	0.08	0.01
10	上筒賀	145	713	160,539	0.06	0.03
11	宇佐	67	362	92,939	0.19	0.07

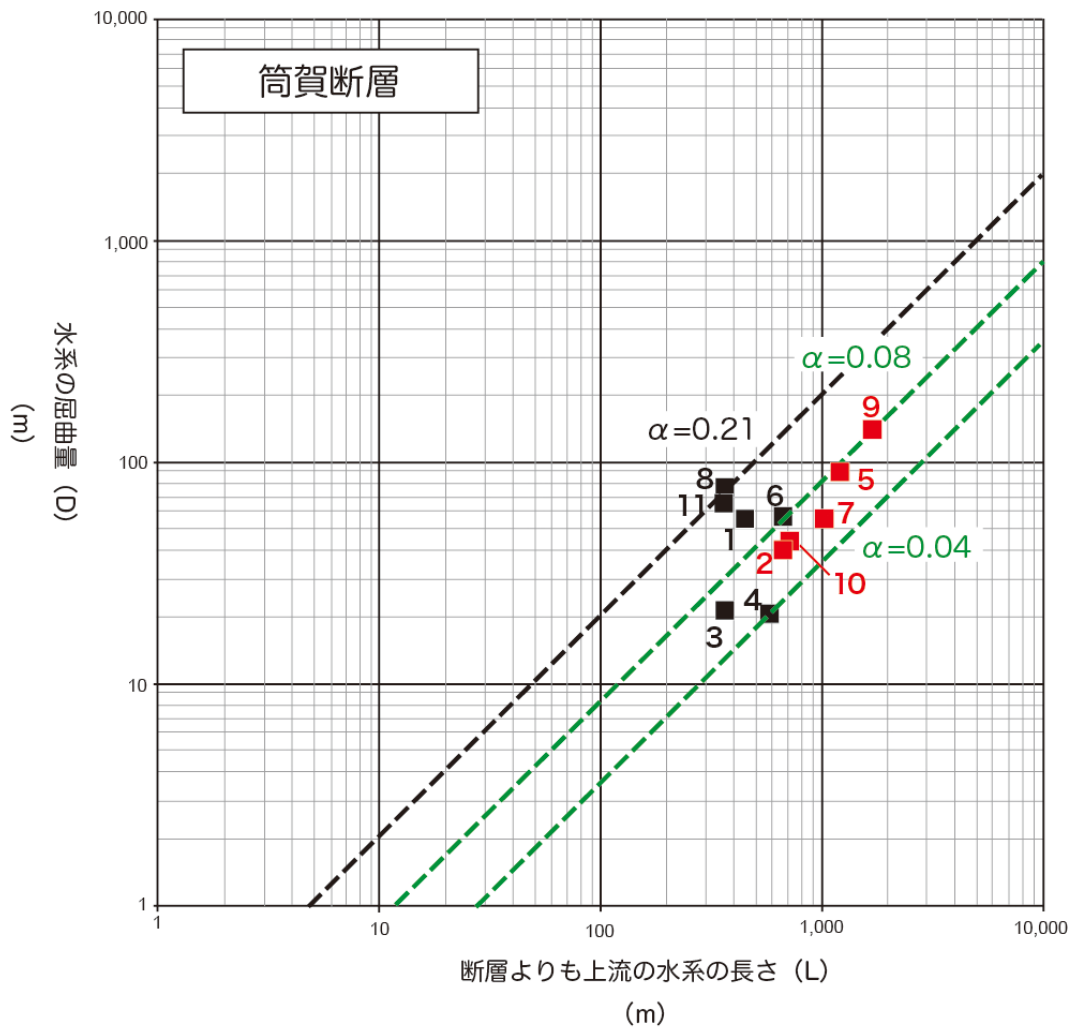


図3 筒賀断層における水系の屈曲量 (D) と上流の長さ (L) との関係
 数字は地形解析を行なった地点の番号を示す。赤四角は水系の上流が侵食小起伏面に到達しているデータを、黒四角はそれ以外の水系のデータを示す。各地点の位置は図2に示す。

(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水系に限定した場合、筒賀断層における屈曲量 (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) は 0.08~0.04 であった。

筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度の算出について、地福断層での既往研究 (山内・白石, 2013) による平均変位速度と本研究で地福断層から得られた α の値との比較結果 ($S = (2 \sim 5) \alpha$) に基づくと、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度は 0.4~0.08 m/千年と算出された。一方、野坂・集福寺断層帯 (集福寺断層) で実施した結果 ($k = 1.37 \sim 4.3$) に基づくと、筒賀断層の横ずれ成分の平均変位速度は 0.3~0.05 m/千年と算出された。また、宇宙線生成核種により、一流域で流域平均侵食速度が約 130 mm/ky と求められた。流域の削剥条件に他地域と比較して大きな違いがないことが推定されるが、一流域のみ

の結果であるため、詳細な検討にはより多くの流域からのデータが必要である。

(e) 引用文献

Gosse, J. C. and F. M. Phillips, Terrestrial in situ cosmogenic nuclides: theory and application, *Quat. Sci. Rev.*, 20, 1475-1560, 2001.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 筒賀断層の長期評価, 4p, 2016a.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 中国地域の活断層の長期評価 (第一版), 70p, 2016b.

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.

松四雄騎・若狭幸・松崎浩之・松倉公憲, 宇宙線生成核種 ^{10}Be および ^{26}Al のプロセス地形学的応用, *地形*, 28, 87-107, 2007.

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.

田力正好・中田 高・堤 浩之・後藤秀昭・水本匡起・松田時彦, 筒賀断層帯およびその周辺地域の活断層の分布と断層変位地形: 中国地方西部の活断層密集地域に発達する長大活断層の一例. *日本地球惑星科学連合大会予稿集*, SSS28-P18, 2015.

山内一彦・白石健一郎, 中国山地西部、徳佐盆地およびその周辺部に分布する活断層の変動地形学的検討, *立命館地理学*, No. 25, 15-35, 2013.