

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 23 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700855

研究課題名（和文） 中央構造線における第四紀後期の運動特性に関する変動地形学的研究

研究課題名（英文） Late Pleistocene deformation and slip rate of the Median Tectonic Line Active fault system

研究代表者

後藤 秀昭 (Goto Hideaki)

広島大学・大学院文学研究科・准教授

研究者番号：40323183

研究成果の概要（和文）：

中央構造線活断層系周辺の段丘地形を再検討し、合理的な地形発達に編み直すことを通して平均変位速度や変位ベクトル、地下の断層面の傾斜角を検討した。変位速度は四国東部で 7.3 ± 0.7 mm/年の値が求められた。四国東部で人工改変前の数値標高モデルを作成し、変位ベクトルを復元した。後期更新世以降、ほぼ同方向の変位があり、縦ずれ変位は横ずれの 12～15 分の 1 程度であった。断層を挟んだ段丘面の分布高度は断層の近傍数 km 以内の範囲で傾動が認められ、断層モデルからは断層面が高角度の可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：

The Median Tectonic Line (MTL) active fault zone extends for about 190 km along in Shikoku, southwest Japan. The MTL is an arc-parallel, right-lateral strike-slip fault related to the oblique subduction of the Philippine Sea plate beneath the Eurasian plate along the Nankai trough. Though the MTL is the most significant active tectonic feature on shore in southwest Japan, its Late Quaternary slip rate, slip vector and fault plane have been estimated at very few locations. We mapped offset Late Pleistocene fluvial terrace surfaces and dated them using carbon 14 dating and tephrochronology. The cumulative offset (110 ± 10 m) and the age of the inner edge (15 ka) on the Ikeda fault yields an average slip rate of 7.3 ± 0.7 mm/yr. High resolution digital elevation model (DEM) of a Late Pleistocene terrace riser were collected by using photogrammetry to characterize the cumulative fault slip vector across the Chichio fault. The reconstructed vectors based on DEM, to be similar direction are shown that the vertical displacement is about one twelfth to one fifteenth times as large as the horizontal displacement. The deformation of fluvial terrace across the Chichio fault is reproduced by a model with a high angle northward dipping fault plane.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：地形学

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：地形，変動地形，活断層，中央構造線，四国

1. 研究開始当初の背景

西南日本弧は、島弧中央に横ずれ断層が発達する斜め沈み込み帯の典型的な島弧である(貝塚、1972)。島弧中央断層にあたる中央構造線活断層帯は、紀伊半島から四国で最も明瞭な変位地形をなし、約 300km に及ぶ日本で最も長大な活断層帯である。その変位速度は、場所により大きく異なり、四国の東部では最大 10mm/年にも達するとされている(Okada, 1980)。しかし、変位速度の地域的な違いを議論するには、質、量ともに、絶対的に情報が不足している。

近年、断層に沿った地域で地形発達を合理的に編みなおすことによって、変位速度の算定可能な場所が報告されつつある。また、最近数年の GPS による測量では、中央構造線の横ずれ変位速度は約 5mm/年(Tabei et al., 2002)、0~5.5 mm/年(Aoki and Scholz, 2003)とされており、数万年に及ぶ地形学的な時間スケールで求められた変位速度よりも小さい。

一方、中央構造線活断層帯の断層面の傾斜角については、反射法地震探査や GPS による地球物理学的、構造地質学的な解析によって地下浅部で低角北傾斜している可能性が示され(堤ほか、2007; Tabei et al., 2002 など)、地表で見られる高角度な活断層露頭(岡田、1970 など)とは異なる見解が示されている。断層面の傾斜角の解明は、中央構造線の発達過程や島弧の変形様式を考える上で鍵になるだけでなく、地震発生の場所を検討することになるため、地震防災にとっても極めて重要な課題である。

2. 研究の目的

本研究は、中央構造線活断層帯周辺を対象として変動地形学的な研究を行い、変位速度と活断層の地下構造の地域的な違いに基づいて、島弧中央の横ずれ断層の新期断層運動の運動特性を明らかにしようとするものである。具体的には、紀伊半島から四国にかけての横ずれ断層周辺の段丘地形を再検討し、第四紀学の最新の知見に基づいた合理的な地形発達に編み直すことを通して、数万年スケールでの平均変位速度の分布を検討するとともに、断層周辺の段丘面の変形様式に基づいた地下の断層面の傾斜を検討する。

3. 研究の方法

中央構造線活断層帯全体を対象にして、アナグリフを併用しながら空中写真の判読を行い、合理的な地形発達の検討を通して、変位速度や変形様式を明らかにできる場所を選び出す。

現地では、露頭調査、ピット掘削調査を行い、地形面に関する年代試料を得る。また、

地形測量では、現地での測量のほか、デジタル化された地形情報を地理情報システム

(GIS) で解析し、可能な限り誤差を排除した高精度な測量を実施する。

4. 研究成果

1) 中央構造線の変位速度に関する研究

・和歌山平野の中央構造線活断層系

和歌山平野北縁には中央構造線活断層系による変位地形が連続的に分布しており、最終氷期に形成されたと考えられる低位面の変位が連続的に確認される(岡田・寒川、1980)。これらの地形を対象に、オルソ化空中写真を用いて GIS 上で変位量を計測した。低位面の形成年代を 2 万年前とすれば $1.9 \pm 0.5 \text{ mm/yr}$ の変位速度が求められた。

・四国西部(池田断層)

池田断層東部の馬来谷川付近では、中位面、低位 1 面が変位を受け、中位面で 40m、低位面で 10~15m の断層崖が発達し、累積的な変位量を示す。低位 1 面を下位の地形面とする中位面の段丘崖は $110 \pm 10 \text{ m}$ の横ずれ変位量が計測された。低位面から約 15,000 年の年代を示す試料が得られ、これに基づく変位速度は $7.3 \pm 0.7 \text{ mm/yr}$ となる。

池田断層西部にあたる燧灘に面した四国中央市付近では、断片的に分布する中位面を開析して下位に低位 1 面が広がっている。中位面と低位 1 面との間の侵食崖を基準にすると、赤ノ井川右岸で $135 \pm 5 \text{ m}$ 、中曾根町野々首で $130 \pm 10 \text{ m}$ の変位が認められる。低位 1 面を 2 万年前とすると、変位速度は $6.5 \pm 0.5 \text{ mm/yr}$ となる。

・四国中央部(岡村断層)

岡村断層の中央付近には、扇状地が変位してできた低断層崖が知られている(村田、1971; 岡田、1973)が、横ずれの変位量の検討は行われていなかった。低下側にあたる低断層崖より北側の地形面の発達を再検討した結果、南側の低位 1 面が北側にも分布していることが分かった。側扇部にあたる西傾斜の地形面を横ずれ前の連続した地形となるように復元すると $90 \pm 15 \text{ m}$ の横ずれ変位と $10 \pm 0.5 \text{ m}$ の上下変位量が計測できる。また、低位 1 面を侵食して形成された谷地形は $110 \pm 5 \text{ m}$ の横ずれが認められる。低位 1 面の下部から採取された試料から約 23,000 年前の年代値が得られている(岡田、1973)。地形面の形成年代を 2 万年前とすれば、水平変位速度は $3.5 \sim 6 \text{ mm/yr}$ 、上下変位速度は 0.5 mm/yr となる。

2) 変位ベクトルの復元に関する研究

四国東部の中央構造線活断層帯の父尾断層が日開谷川を横切る上喜来地区で変位ベクトルの復元を検討した。この付近では、段丘面を変位させる明瞭な断層地形が発達し

ており、これまでの詳しい地形地質調査により変位速度や最新活動の時期や量が明らかにされている(岡田、1973; 岡田・堤、1997)。

ここでは 1990 年代始めに、活断層に沿って徳島自動車道が建設され、断層地形は大きく改変され、現在、変位基準を現地で確認することはできない。そこで、1974 年に国土地理院が撮影した約 8000 分の 1 空中写真(CSI-74-8)を用いて写真測量を行い、1m 間隔の DEM を生成し、測量に用いた。

写真測量で得られた DEM とオルソ写真を地理情報システムに読み込み、変位基準となる地物の位置を正確に定めた。この際、DEM から過高感を強くした地形ステレオ画像を作成し、重ねあわせて利用した。過高感を強めたステレオ画像を用いることで微地形の読み取りが容易になる(後藤・杉戸、2013)。

地形ステレオ画像の判読により、岡田・堤(1997)の低位段丘および沖積面がそれぞれ 2 面に細分され、上位より低位段丘 1 面、低位段丘 2 面、最低位面、沖積低地 1 面、沖積低地 2 面に分けられた。また、それぞれの段丘崖および開析谷に横ずれ変位が認められた。

変位基準の位置を横切るように断層線に平行な測線を設け、GIS 上で地形断面測量を行った。これを同じ座標のグラフ上に展開して変位基準のベクトルを求めた。その結果、後期更新世以降、ほぼ同方向の変位が繰り返され、縦ずれ変位量は横ずれ変位量の 12~15 分の 1 程度であることが明らかとなった。

3) 中央構造線活断層系の傾斜角の検討

断層を挟んで分布する地形面の分布高度を詳しく検討したところ、阿讃山地南麓では断層崖から北へ数 km 以内の範囲で北への緩やかな傾動が認められた。変位ベクトルに基づいて断層近傍の変形についてディスロケーションモデルでシミュレーションをしたところ、断層面の傾斜角は低角度よりも高角度の方が段丘面の高度分布をよりよく説明できる可能性があることがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

1. 泉紀明・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり・中田高・後藤秀昭ほか 2 名, 150m グリッド DEM から作成した相模トラフから三重重合点周辺の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 査読無, no. 50, 2013, 126-139
2. 後藤秀昭・杉戸信彦, 数値標高モデルのステレオ画像を用いた活断層地形判読, E-journal GEO, 査読有, vol. 7, 2012, 197-213
3. 後藤秀昭, 数値標高モデルから作成した

日本列島の地形アナグリフ解説と地図一, 広島大学大学院文学研究科論集特輯号, 査読無, no. 72, 2012, 69.

4. 池田倫治・後藤秀昭ほか 5 名, 四国北西部の中央構造線活断層系伊予断層の完新世活動履歴, 地質学雑誌, 査読有, vol. 118, 2012, 220-235
5. 泉紀明・堀内大嗣・西澤あずさ・木戸ゆかり・中田高・後藤秀昭ほか 2 名, 150m グリッド DEM から作成した日本海溝付近の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 査読無, no. 48, 2012, 148-157
6. 杉戸信彦・松多信尚・後藤秀昭ほか 8 名, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 自然災害科学, 査読有, vol. 31, 2012, 113-125
7. 松多信尚・杉戸信彦・後藤秀昭ほか 11 名, 東北地方太平洋沖地震による津波被災マップの作成経緯と意義, e-journal GEO, 査読有, vol. 7, 2012, 214-224
8. 後藤秀昭・中田高, デジタル化ステレオペア画像を用いたディスプレイでの地形判読, 活断層研究, 査読有, no. 34, 2011, 31-36
9. 泉紀明・加藤幸弘・西澤あずさ・伊藤弘志・渡邊奈保子・中田高, 後藤秀昭ほか 2 名, 3 秒グリッド DEM から作成したフィリピン海プレート北縁部の 3D 画像, 海洋情報部研究報告, 査読無, no. 47, 2011, 83-89
10. 後藤秀昭ほか 2 名, 津波被災マップの地理情報でみる津波と被害の特徴, 地理, 査読無, vol. 56, 2011, 72-76
11. 梶 琢・中田高・渡辺満久・鈴木康弘・後藤秀昭ほか 9 名, 詳細海底地形図に基づく南海トラフ域の海底地すべり分布とその特徴—特に南海トラフから天竜海底谷にかけて—, 月刊地球, 査読無, 号外 no. 61, 2010, 49-55
12. 中田高・後藤秀昭, 南海トラフの海底活断層を詳細地形データから探る, 科学, 査読無, vol. 80, 2010, 852-857

[学会発表] (計 5 件)

1. 後藤秀昭, 人工改変前の空中写真を用いた測量による変位ベクトルの復元—中央構造線活断層帯・父尾断層(上喜来地区)における検討—, 2013 年日本地理学会春季学術大会, 2013 年 03 月 29 日~2013 年 03 月 30 日, 立正大学
2. 後藤秀昭・松本紫帆, 等深線データから作成したステレオペア画像にみる海底活断層地形—能登半島北岸沖東部を例に—, 日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会, 2012 年 11 月 16 日~2012 年 11 月 17 日, 京都大学
3. 立道智大・後藤秀昭・中田高・西澤あずさ・伊藤弘志, 紀伊水道における中央構造

線活断層系の分布の再検討, 日本活断層学会 2011 年度秋季学術大会, 2011 年 11 月 26 日, 千葉大学

4. 後藤秀昭・立道智大, 詳細 DEM のステレオ画像から判読される微小な変位地形, 日本地球惑星科学連合 2011 年度連合大会, 2011 年 5 月 15 日, 幕張メッセ国際会議場
5. 後藤秀昭・立道智大・杉戸信彦, DEM のステレオ画像から判読される平野の微小な変位地形, 日本地理学会 2011 年春季学術大会, 2011 年 3 月 28 日, 明治大学

[図書] (計 5 件)

1. 千田 昇・熊原康博・後藤秀昭ほか 2 名, 国土地理院技術資料:D・1-No. 603, 1 :25000 都市圏活断層図「出水」, 2012, 地図 1 葉
2. 後藤秀昭, 朝倉書店, プレートテクトニクスからみた中央アジアの大地形, 「朝倉世界地理講座 第 5 巻中央アジア」(立川武蔵・安田喜憲監修, 帯谷知可・北川誠一・相馬秀廣編), 2012, 9-15
3. 後藤秀昭・杉戸信彦・平川一臣, 国土地理院技術資料, D1-No. 579, 1:25,000 都市圏活断層図富良野断層帯とその周辺「富良野北部」「富良野南部」解説書, 2011, 12p.
4. 後藤秀昭ほか 5 名, 国土地理院技術資料 D・1-No. 579, 1 :25000 都市圏活断層図「富良野南部」, 2011, 地図 1 葉
5. 杉戸信彦・池田安隆・岡田篤正・後藤秀昭ほか 2 名, 国土地理院技術資料 D・1-No. 579, 1 :25000 都市圏活断層図「富良野北部」, 2011, 地図 1 葉

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 秀昭 (Goto Hideaki)
広島大学・大学院文学研究科・准教授
研究者番号: 4 0 3 2 3 1 8 3

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: