

令和 5 年 5 月 7 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04127

研究課題名(和文) 地下構造から決める横ずれ断層の地震の大きさ：重力異常による新アプローチ

研究課題名(英文) The size of an earthquake determined by a subsurface structure: A new approach from gravity anomaly

研究代表者

平松 良浩 (Hiramatsu, Yoshihiro)

金沢大学・地球社会基盤学系・教授

研究者番号：80283092

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：横ずれ運動をする活断層に対して、重力異常が表す地下構造の特徴量に基づいて、地震の大きさに直結する活断層の長さの推定を行った。中国地方の長者ヶ原-芳井断層と大原湖断層を対象とした重力測定を行い、大原湖断層については特徴量が乏しく、地下の断層構造の情報を得ることが困難であったが、芳井断層と神辺平野の断層は断層構造としては不連続である可能性があることと長者ヶ原-芳井断層の両端部より地下の断層構造が延長しないことを見出した。また、長者ヶ原-芳井断層は断層運動が反転していたことも明らかとなった。これらの成果は地震規模の予測の高度化に役立ち、地震防災上価値あるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

活断層で発生する地震の大きさは活断層の長さに依存する。地表ではその痕跡が認められなくても地下にある活断層の本体の長さを知ることができれば、より正確な地震の大きさを知ることができる。本研究では、中国地方の横ずれ断層を対象に重力異常を用いて、地下の断層構造の連続性や延長性を評価した。その結果、長者ヶ原-芳井断層では、芳井断層と神辺平野の断層は地下の断層構造としては不連続であり、長者ヶ原-芳井断層の地下の断層構造がその両端部より延長しないことが明らかとなった。これらの成果は地震規模の予測の高度化に役立ち、地震防災上価値あるものである。

研究成果の概要(英文)：We estimated the length of an active fault with a lateral movement, which is related to the size of an earthquake that occurred there, based on characteristics of a subsurface fault structure obtained from gravity anomaly. We conducted gravity surveys around the Chojagahara-Yoshii faults and the Oharako fault. It is difficult for the Oharako fault to obtain information on a subsurface fault structure. For the Chojagahara-Yoshii faults, we found that the subsurface fault structure of the Yoshi fault is discontinuous to that of the fault in the Kannabe Plain and the subsurface fault structure does not extend beyond both edges of the Chojagahara-Yoshii faults. We revealed that The Chojagahara-Yoshii faults experience inversion tectonics as well. These findings are valuable for earthquake disaster prevention because that help to improve the estimation of the size of an earthquake.

研究分野：固体地球物理学, 地震学

キーワード：長者ヶ原-芳井断層 大原湖断層 重力勾配テンソル 断層構造 インバージョンテクトニクス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地震は地下の断層運動により生じるため、地震発生場を理解するためには地下の断層構造を把握する必要がある。また、地表における活断層の痕跡は浸食作用により失われることがあるため、活断層の長さの評価には地下の断層構造の情報が欠かせない。地下の密度構造を反映する重力異常は他の物理探査手法と比較してデータを入手しやすく、地下の断層構造を面的に把握することに優れている。本研究グループのメンバーはこれまで、重力異常データの解析から地震活動と活断層の関係の解明に取り組んできた(本多・他, 2000, 地震 2; Tanaka et al., 2005, Tectonophys.; Honda et al., 2008; EPS; 澤田・他, 2012, 地震 2)。近年は、重力勾配テンソルを用いた重力異常データの解析を行い、地下の断層構造を特徴付ける諸指標を可視化し、地下の断層構造の連続性や断層形状、セグメント境界に関する情報を引き出すまでに至った(Matsumoto et al., 2016, EPS; Wada et al., 2017, EPS; Hiramatsu et al., 2019, EPS)。これまでの研究では、重力異常に地下の断層構造の特徴が表れやすい基盤における鉛直変位が大きい逆断層または正断層を対象に研究が行われていたが、横ずれ断層においても重力勾配テンソルを用いて、地下の断層構造の情報を得られるようになった(楠本・平松, 2018, JpGU)。本研究は中国地方の横ずれの活断層帯を研究対象として、重力異常データ解析から地下の断層構造の情報を得ることにより、地表の活断層と地下の断層構造の関係性を解明する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、重力異常による断層構造解析に困難な点があった横ずれの活断層帯を対象として、現地での重力測定の実施により断層帯周辺における重力異常データを充実し、重力勾配テンソルを用いた重力異常データ解析を実施し、地下の断層構造の端点およびセグメント区分に関する情報を得ることにより、地表の活断層と地下の断層構造の関係性を解明し、横ずれ断層帯で発生する地震規模を推定することである。

3. 研究の方法

中国地方の横ずれの活断層帯である長者ヶ原 芳井断層(岡山県南西部から広島県南東部)および大原湖断層(島根県北西部から山口県南東部)を対象として、既往重力データ分布を補うように重力測定を実施し、重力異常図を作成する。得られた重力異常データから重力勾配テンソルの各成分を計算し、水平一次微分、鉛直一次微分、TDX、次元指数を算出する。また、断層の走向と平行方向および断層の傾斜方向の方向微分を計算する。それらの諸指標の空間分布に基づき、地下の断層構造の連続性や延長性、セグメント区分の評価を行い、地下の断層構造の大きさとそこで発生する地震規模の推定を行う。

4. 研究成果

(1) 長者ヶ原 芳井断層

長者ヶ原 芳井断層周辺地域において、2020年9月13日~19日と2020年11月29日~12月5日に日重力測定を実施し、計212点の新規重力データを得た(図1左)。解析には金沢大学既存重力データ(本多・他, 2012)に加え、国土地理院(2006)、Yamamoto et al. (2011)、産業総合技術研究所地質調査総合センター(2013)の重力データを使用した(図1左)。地形補正とブーゲー補正に用いる仮定密度は、産業総合技術研究所(2009)が岡山地域でABIC最小化法により求めた 2550 kg/m^3 を使用した。重力データは通常の補正に加え、10 m DEMによる地形補正、ローパスフィルター処理、平面トレンドの除去を行った(図1右)。これらの処理を行った重力異常データから重力勾配テンソルを計算し、それから得られる水平一次微分、鉛直一次微分、TDX、次元指数の空間分布を求めた。

長者ヶ原 芳井断層周辺での水平一次微分、鉛直一次微分、TDXの分布は明瞭ではないものの、概ね両断層に沿って水平一次微分とTDXの高い値や鉛直一次微分のゼロ等値線が見られ、地下の断層構造を反映したものと考えられる。広域の解析結果からは神辺平野内ではそのような特徴的な分布は確認できなかったが、神辺平野周辺に範囲を限定した解析では断層沿いにTDXの高い値が分布するようにも見える。次元指数からは両断層上では二次元的な地下構造を示すが、芳井断層と神辺平野の断層の間では地下の断層構造の不連続性が示唆される。神辺平野の断層を横断する測線での二次元タルワニ法による密度構造解析からは、地下約400 mに鉛直変位量60 mの断層構造を仮定した場合に観測された重力異常値が再現されることが示された。走向方向勾配から長者ヶ原 - 芳井断層の両端部より地下の断層構造が延長しないと考えられる。このことは、長者ヶ原 芳井断層では、地表の活断層の長さから想定される地震規模と地下の断層構造から推定される地震規模が同じであることを意味する。また、北東部および南西部において重力異常分布と走向方向の方向微分値分布から左横ずれのパターンが認められ、断層帯全体でインバージョンを起こした活断層であることが考えられる。

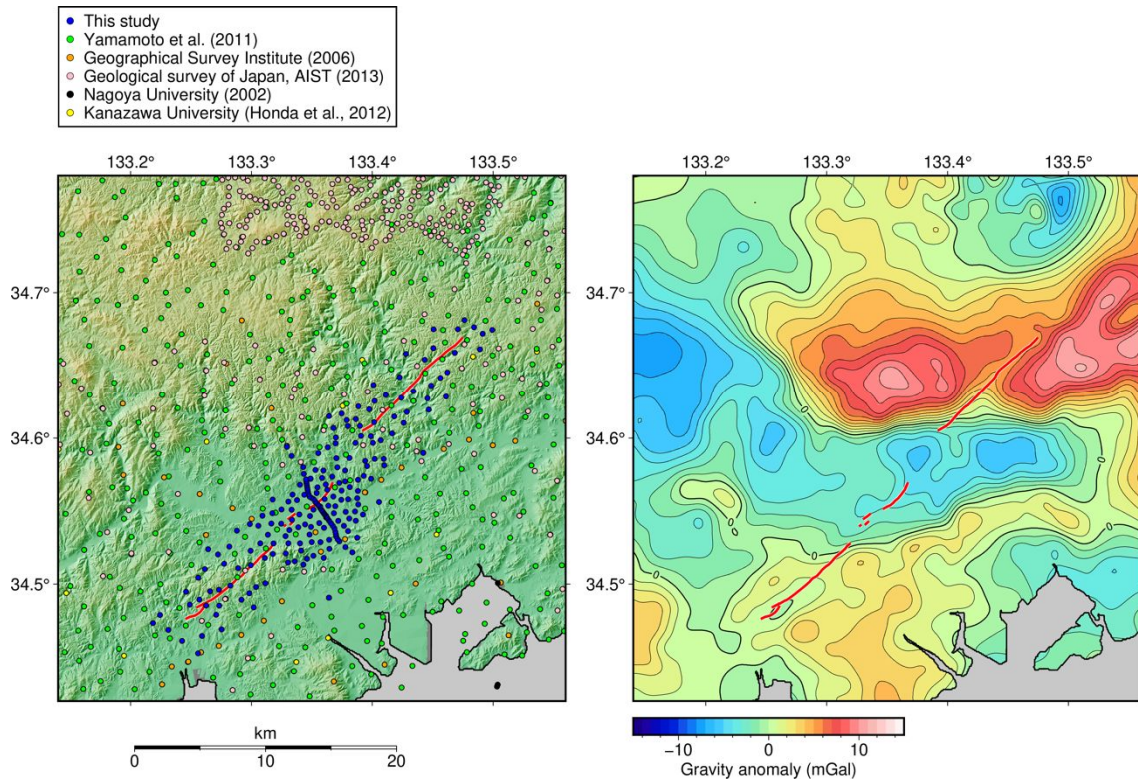


図 1 (左)長者ヶ原 芳井断層 (赤線) 周辺における重力測定点分布。青丸は本研究による新規重力測定点である。(右)地形補正、ローパスフィルター処理、平面トレンドの除去を行った重力異常分布図。

(2) 大原湖断層

大原湖断層周辺において 2021 年 9 月 10 日～12 日および 2022 年 3 月 10 日～3 月 12 日に重力測定を実施し、山間部を中心に計 51 点の新規データを得た (図 2)。解析には金沢大学既存重力データ (本多・他, 2012) に加え、国土地理院 (2006)、西南日本重力グループ (2010)、Yamamoto et al. (2011)、産業総合技術研究所地質調査総合センター (2013) の重力データを使用した。地形補正とブーゲー補正に用いる仮定密度は産業総合技術研究所地質調査総合センター (2006) を参考に 2300 kg/m^3 を使用した。重力データは通常の補正に加え、10mDEM による地形補正、ローパスフィルター処理、平面トレンドの除去を行った。これらの処理を行った重力異常データから重力勾配テンソルを計算し、それから得られる水平一次微分、鉛直一次微分、TDX、次元指数の空間分布を求めた。

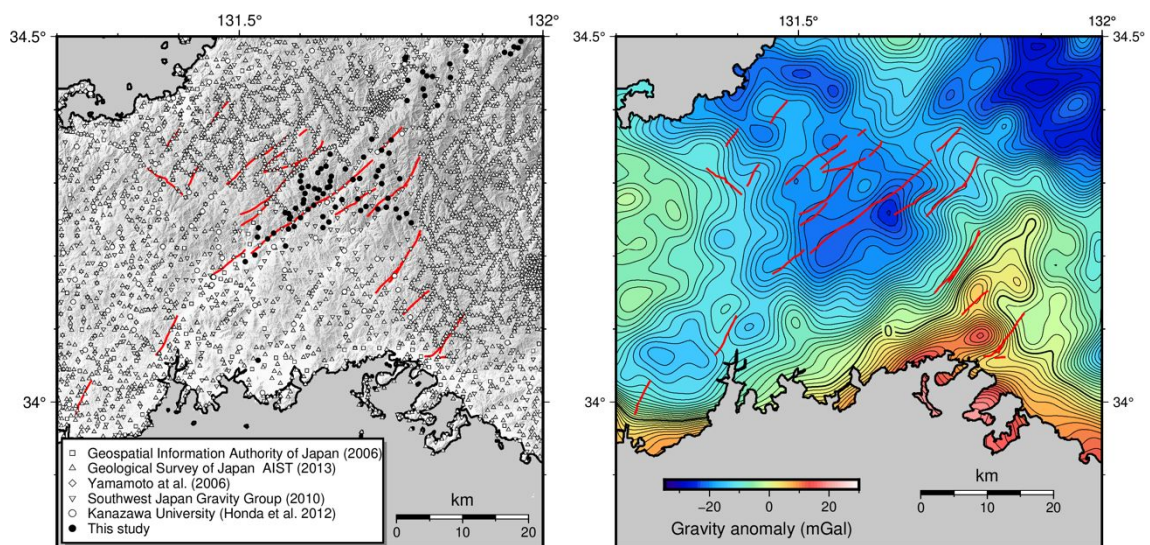


図 2 (左)大原湖断層周辺の重力測定点分布。黒丸は本研究による新規重力測定点である。(右)地形補正、ローパスフィルター処理、平面トレンドの除去を行った重力異常分布図。

大原湖断層では、水平一次微分、鉛直一次微分、TDX から地下の断層構造を反映した特徴が見られず、鉛直方向の変位が小さい可能性が考えられる。この特徴の乏しさから大原湖断層については地下の断層構造の延長性について判断することはできなかった。また、大原湖断層では場所によって右横ずれあるいは左横ずれのパターンが認められ、断層帯全体でインバージョンを起こした活断層であるか否かの判断ができなかった。しかしながら、大原湖断層や地福断層は低重力異常かつ低鉛直一次微分の領域に位置しており、広域の基盤構造と断層長との関連が示唆される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Tanaka Toshiyuki, Hiramatsu Yoshihiro, Honda Ryo, Sawada Akihiro, Okada Shinsuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Gravity gradient tensor analysis and its application to the Eastern Boundary Fault Zone of the Shonai Plain, Northeastern Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Exploration Geophysics	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/08123985.2021.1960815	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 澤田明宏, 石田聡史, 小林 航, 野原幸嗣, 平松良浩	4. 巻 53
2. 論文標題 能登半島西方海域における3次元地質構造モデル	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本海域研究	6. 最初と最後の頁 41-50
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 澤田明宏, 平松良浩, 小林航, 浜田昌明
2. 発表標題 重力異常解析による眉丈山第2断層の断層構造の推定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲崎富士, 楳原京子, 岡田真介, 中埜貴元, 松多信尚
2. 発表標題 高分解能S波反射法地震探査による海岸平野下の浅部地下構造イメージング
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本多 亮
2. 発表標題 富士火山における重力観測体制構築状況
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中俊行
2. 発表標題 水平重力計アレイ観測による瑞浪超深地層研究所用地に局在した地震地下水応答の検出
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井佑樹, 澤田明宏, 平松良浩
2. 発表標題 長者ヶ原 芳井断層の重力異常解析
3. 学会等名 日本地震学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平松良浩
2. 発表標題 北陸の地震と石川の活断層
3. 学会等名 日本活断層学会2021年度秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安保亮汰, 岡田真介, 岡田知己
2. 発表標題 重力探査による仙台平野南部の伏在活断層の南方延長の推定
3. 学会等名 日本活断層学会2021年度秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤田 明宏, 平松良浩, 杉井天音, 深田雅人
2. 発表標題 中国地方の大原湖断層周辺域における重力異常
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤田明宏, 平松良浩
2. 発表標題 能登半島北東部の活発な地震活動の震源域に見られる低重力異常域の地質構造
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤田明宏, 平松良浩, 松井佑樹, 杉井天音, 深田雅人, 山本史, 本多亮, 岡田真介
2. 発表標題 重力異常で探る中国地方の横ずれ断層のインバージョン: 長者ヶ原 - 芳井断層および大原湖断層における解析例
3. 学会等名 日本地震学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岡田 真介 (Okada Shinsuke) (50626182)	岩手大学・理工学部・准教授 (11201)	
研究分担者	田中 俊行 (Tanaka Toshiyuki) (60462941)	公益財団法人地震予知総合研究振興会・東濃地震科学研究所・主任研究員 (82669)	
研究分担者	本多 亮 (Honda Ryo) (70399814)	山梨県富士山科学研究所・その他部局等・研究員 (83501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------