

ポスター会場（2日目） | 一般セッション：S10. 活断層・歴史地震

2020年10月30日(金) 16:00～17:30 | 会場

S10P

16:00～17:30

[S10P-01] 歴史地震総表のWEB検索システムの構築

○山中 佳子¹、宇佐美 龍夫 (1.名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター)

16:00～17:30

[S10P-02] 大沢家本願寺関係文書に含まれる地震史料

○平井 敬¹ (1.名古屋大学減災連携研究センター)

16:00～17:30

[S10P-03] 1830年文政京都地震における建物被害の特徴と人的被害の要因

○大邑 潤三¹ (1.東京大学地震研究所)

16:00～17:30

[S10P-04] 安政三年十月七日（1856年11月4日）の地震による所沢と久米川の被害はなかった？

○原田 智也¹ (1.なし)

16:00～17:30

[S10P-05] 被害地震でない安政五年十二月八日（1859年1月11日）の岩槻の地震

○原田 智也¹、西山 昭仁² (1.なし、2.東京大学史料編纂所)

16:00～17:30

[S10P-06] 1909年姉川地震の地変と震源について

○山村 紀香¹、小泉 尚嗣²、中村 衛³ (1.人と防災未来センター、2.滋賀県立大学環境科学部、3.琉球大学理学部)

16:00～17:30

[S10P-07] 1092年（寛治六年八月三日）の地震津波は気象災害であった可能性

○五島 朋子¹、中村 亮一¹、石辺 岳男²、室谷 智子³、佐竹 健治¹ (1.東京大学地震研究所、2.地震予知総合研究振興会、3.国立科学博物館)

16:00～17:30

[S10P-08] 長崎港で観測された1707年宝永地震の津波の評価

○根本 信¹ (1.応用地質株式会社)

16:00～17:30

[S10P-09] 1914年桜島地震において帖佐村を襲ったとされる津波についての検討

○小林 励司¹ (1.鹿児島大学大学院理工学研究科)

16:00～17:30

[S10P-10] 京都盆地南部巨椋池周辺における反射法地震探査

○岩田 知孝¹、浅野 公之¹、吉見 雅行²、山田 浩二³、澤田 基貴³ (1.京都大学防災研究所、2.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3.阪神コンサルタンツ)

16:00～17:30

[S10P-11] 三重県四日市市垂坂断層 (推定断層) の反射法地震探査

○小松原 琢¹、秋永康彦²、澤田 基貴²、末廣 匡基²、寺田 龍矢³ (1.産業技術総合研究所、2.株式会社阪神コンサルタンツ、3.東京大学)

16:00～17:30

[S10P-12] SITES法によるスマトラ断層の断層面推定

○山品 匡史¹、大久保 慎人¹、田部井 隆雄¹、Muksin Umar²、Nazli Ismail² (1.高知大学、2.Syiah Kuala 大学)

16:00～17:30

[S10P-13] 浅部構造を考慮した断層近傍の強震動予測モデルの設定方法の検討 ― 2016年熊本地震を例として

○乗松 君衣¹、遠田 晋次¹ (1.東北大学災害科学国際研究所)

歴史地震総表のWEB検索システムの構築

Web Search System for Japan Historical Seismicity

*山中 佳子¹、宇佐美 龍夫

*Yoshiko YAMANAKA¹, Tatsuo USAMI

1. 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター

1. Nagoya Univ.

日本は昔から地震に襲われ多くの被害を出している。しかし地震観測から地震活動がわかるようになったのは20世紀になってからである。明治初頭以前の地震活動を知るには史料に残る地震に関する記事が重要である。宇佐美は多くの古文書を調査し、歴史地震史料の収集を行ってきた。これらは新収日本地震史料シリーズ、日本の歴史地震史料拾遺シリーズにまとめられている。さらに主要な地震被害については『日本被害地震総覧』（東京大学出版会）として刊行されている。今回、宇佐美らによりこれまでに調査された史料から見つけた有史から明治5年までに発生した有感地震のカタログ『歴史地震総表』が作成された[宇佐美・石井,2019]。これは、有感地震のリストで、いつ、どこでどのくらいの揺れを感じたかが時間順にまとめられている。地震件数は24361件にもおよぶ膨大なものである。『日本被害地震総覧』では主たる被害地震しかわからなかったが、この総表をみればそれらの余震活動が把握できるなど、地震学にとって活用価値の高い資料となっている。

しかしあまりに膨大であることから活用の利便性を考え、今回『歴史地震総表』の検索システム(<http://wwwevrc.seis.nagoya-u.ac.jp/sohyo/>)を構築した。総表としての活用を考え、検索期間、有感地点名を検索項目とした。また一般的には有感地点名を指定することは難しいので、都道府県名からも検索ができるようにした。今後いろいろ活用しつつ検索項目の追加や改良を行う予定である。

総表では震度がどの史料で判断されたのかはわからないが、地震史料検索システムを活用する事で概ね検討をつけることができる。これまで我々は新収日本地震史料シリーズ、日本の歴史地震史料拾遺シリーズにまとめられている史料について史料検索システム(<http://wwwevrc.seis.nagoya-u.ac.jp/HistEQ/>)を構築してきた(山中, 2015)。これらの史料集は収集時期毎にまとめて刊行されており、索引がないため1つの地震についての史料がどの刊行物にあるかはこれらの史料を熟知した研究者しか使いこなせなかった。史料検索システムでは日時や地震名、史料名などから検索可能である。まだデータベースが不完全ではあるが、歴史地震を研究した文献資料検索もここからできるようにしてある。またもう少し一般向けに『日本被害地震総覧』に載っている地震についてその震央情報を用いて地図から地震を検索できるシステム(<http://wwwevrc.seis.nagoya-u.ac.jp/HistEQMap/>)も構築している。

今回宇佐美による歴史地震史料調査成果については様々な形で検索し活用できるようにしたが、これまでまとめられた史料集が発行された後も史料は見つかっている。また最近では多くの研究者が調査を行い、今でも新たな史料が発見されている。今後の歴史地震研究への活用を考えるとデータベースの一元化が重要であり、それをどのように実現していくか、また、継続的に維持管理していく方法なども今後の大きな課題である。

なお宇佐美による総表の印刷物をご希望の方は越後智雄氏 (echigo@kankyo-c.com) までお問い合わせ下さい。

大沢家本願寺関係文書に含まれる地震史料

Historical Materials on Earthquakes Contained in Osawa-Family Honganji Documents

*平井 敬¹

*Takashi Hirai¹

1. 名古屋大学減災連携研究センター

1. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

1. はじめに

2020年1月、岐阜県在住の大沢喜久氏宅にて、まとまった量の安政東海・南海地震および安政江戸地震に関する史料が発見された。保存されていた状態と内容から、西本願寺とそれに関係する寺院・人物により書き留められた記録を集めて綴じたものであることが分かる。本稿では、これらの文書を仮に「大沢家本願寺関係文書」と呼ぶこととし、その概要と調査状況について報告する。

2. 大沢家本願寺関係文書

大沢家では、かつて、古紙を仕入れて紙漉き業者へ原料として卸すとともに、仕入れ品の内容によっては史料として売却することを業務とする会社を運営していた。本稿で紹介する大沢家本願寺関係文書は、その時期に大沢家が仕入れたもので、売却せずに手元に残していたものであると考えられる。このたび、現当主の大沢喜久氏の厚意により、そのうちの地震関係の記録をデジタル画像化することができ、名古屋大学において内容調査を行うこととなった。

文書全体としては、西本願寺とそれに関係する寺院・人物にかかわる記録を集めたものである。そのため、地震の記録に限ったものではなく、将軍家へ進上した品々の記録なども存在している。地震関係では、1854年の安政東海・南海地震に関する記録「諸国地震並津浪一件」（図1）一番から四番までの4冊と、1855年の安政江戸地震に関する記録「江戸地震大火一件」（図2）一番・二番の2冊があり、総計400枚ほどの量がある。大沢家所蔵の文書の一部については、岐阜県歴史資料館において目録が公開されているが、大沢家本願寺関係文書に含まれるものに関しては記載がなく、新出と考えられる。

詳細な内容把握と分析は今後の課題となるが、現時点で解読できている部分については、安政元年十一月四日（1854年12月23日）の安政東海地震発生の直後から数日間にかけて交わされた手紙が主体である。差出人と宛名からは、西本願寺と大阪津村御堂（北御堂）や摂津・大和の末寺との間のやり取りであることが分かる。大阪所在の筆者による手紙では、寺院の損傷状況に加えて、よく知られた道頓堀への津波の遡上に関する話題が頻繁に出現している。

3. 課題

今後、大沢家本願寺関係文書についての目録作成と内容把握を進めるとともに、史料の信頼性や既出史料への引用の有無などについても調査を行う予定である。

謝辞

大沢喜久氏には、大沢家本願寺関係文書の閲覧とデジタルスキャンを許可いただき、心より感謝申し上げます。京都大学の中西一郎名誉教授と名古屋大学の石川寛准教授には、大沢家に関する情報を提供いただくとともに、大沢氏との面会の機会を作っていただいた。名古屋大学の山中佳子准教授には、大沢家本願寺関係文書のデジタルスキャンに係る費用を拠出いただいた。また、大沢家本願寺関係文書の解読にあたっては、名古屋大学減災連携研究センター古文書勉強会の協力をいただいた。それぞれ、ここに記して感謝の意を表する。

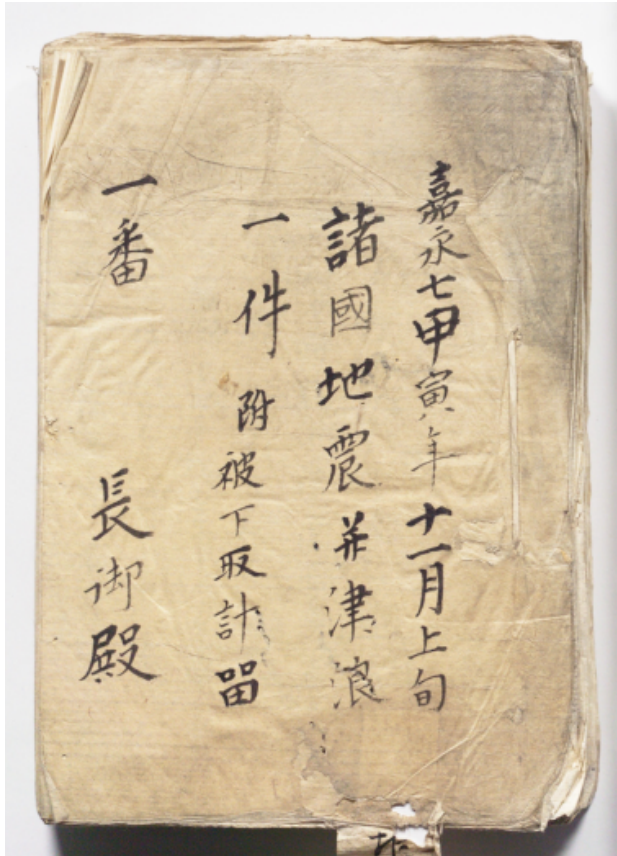


図 1 諸国地震並津浪一件

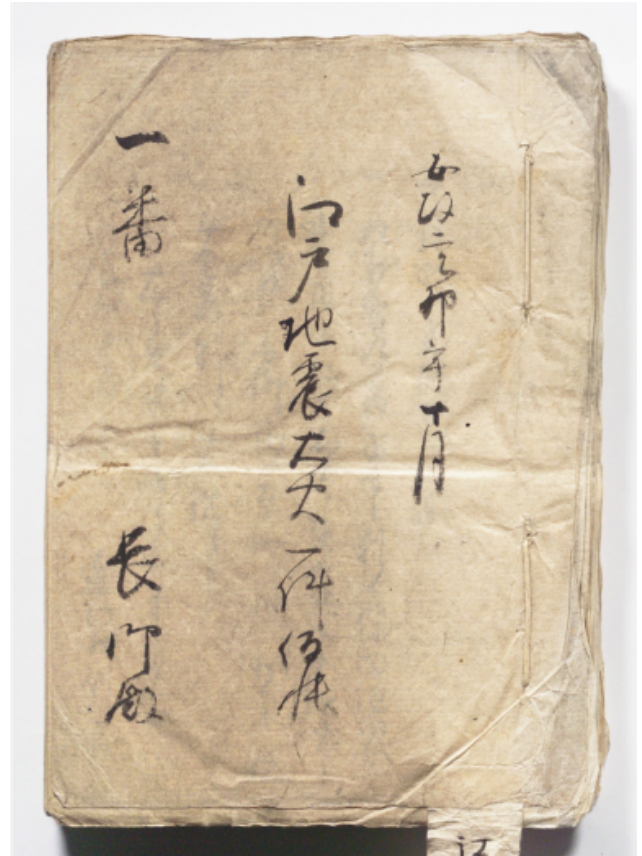


図 2 江戸地震大火一件

1830年文政京都地震における建物被害の特徴と人的被害の要因

Characteristics of Building Damage and Factors of Human Damage in the 1830 Bunsei Kyoto Earthquake

*大邑 潤三¹

*Junzo Ohmura¹

1. 東京大学地震研究所

1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

文政十三年七月二日(グレゴリオ暦1830年8月19日)に発生した文政京都地震は、 $M6.5 \pm 0.2$ とされる内陸地震で、愛宕山付近が震央と考えられる。大邑(2019)では震央から離れた京都盆地東縁部に人家の倒壊が多いことを指摘し、盆地東縁を限る桃山断層の影響および、1788年の天明大火で焼失を免れた古い建物群に被害が集中した可能性を指摘した。

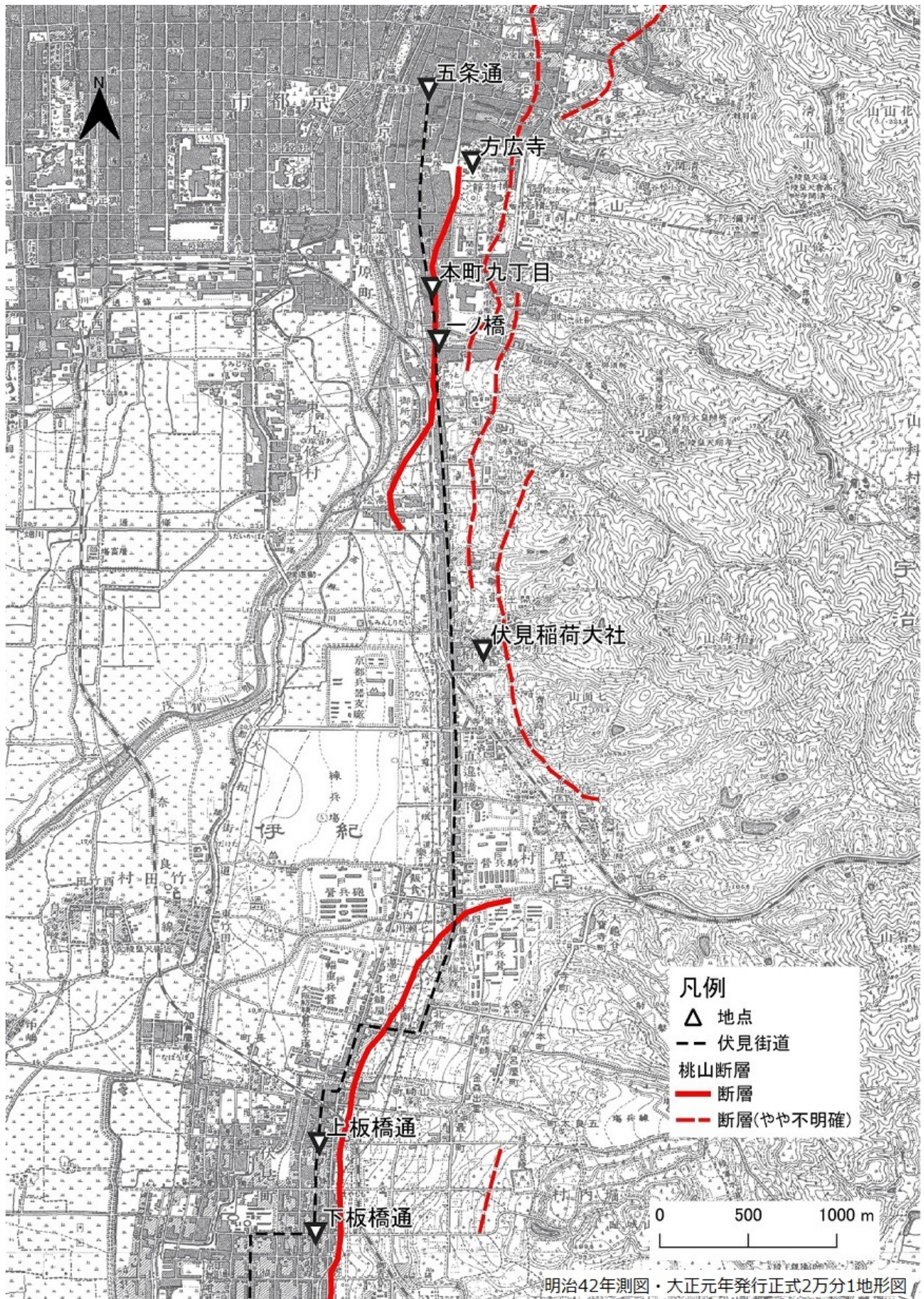
一方、分析史料を限定していたこともあり、被害の集中を示す根拠となる記録の数が少なく、その信憑性にも疑問が残る状況であった。そこで本研究では史料の分析対象を見直して、盆地東縁部の被害状況を記す記録を見出し、これを検討することとした。また同時に人家以外の建物被害の状況も再確認し、建物被害と関係が深いと考えられる人的被害の発生要因についても検討した。

本地震では土蔵の被害が大きく、人家の被害はこれに比して少なかったとされている[宇佐美・他(2013)]。洛中で無事な土蔵は少なく、人々が逃げようとした所に落ちてきた鉢巻(土蔵の上部の名称)や土蔵の庇、瓦に当たって即死・負傷したとする記録が多数みられる。また「土蔵別て当りきびしく、元来貴地とちがひ火災稀なる土地故に、自然土蔵の普請杯僂末成故に候哉、十に八、九は壁土を不残ふるひ落し候て、鳥籠のごとく成たるが多く候よし、家居は倒候処、千軒が一軒にも不当よし、損じ候は十軒が十軒とも、大小破損せざるはなし」(「兎園小説拾遺」)と、土蔵の8~9割に被害が発生したのに対し、人家の倒壊は非常に少なかったとの記録がある。その他に「怪我人死人も、京中にて凡百七八十人計と申事に御座候、多くは石燈籠に当り、又は蔵の下に相成、互に押れ横死致し、怪我人は中々数相知不申由」(「宝暦現来集」巻之十九)との記録もあり、石灯籠の倒壊など人的被害は建物被害以外の要因でも発生していた。

このように人家の倒壊被害が少なかったと推測される状況においても、局所的に人家の倒壊が集中する地域が存在する。その中でも京都盆地東縁部の伏見街道では、一ノ橋(現・京都市東山区本町10丁目付近)から方広寺前までの間などで多くの人家が倒壊したとの記録がある(「京都地震実録」飛脚小和田屋書状)。今回新たに同様の記録2件を検討した。ひとつは「視聴草(民基々郡散)三集之十」所収の「洛陽よりのふみ宛所なし七月十九日認」である。これによると「一、町家にて家立並故か損すくなく候得とも又筋により家の倒れ候事も夥しく御座候、伏見稻荷より五条迄家の壊れ三四十軒、半くたけ八数しれぬと申候、是にて知るへし」とあり、伏見稻荷から五条までの間の伏見街道と思われる区間で人家に被害が集中した。「町家は立ち並んでいるためか被害が少ないが、筋によっては倒壊する」と述べていることも興味深い。

さらに京都市歴史資料館所蔵の鳩居堂文書「地震状 下書」(『新収日本地震史料』続補遺別巻所収)には「伏見海道九丁目并五条大宮町古家数十軒将基たほし二押崩れ申候」とあり、現・京都市東山区本町9丁目付近で古い家が将棋倒しに倒壊したとある。これは先述の一ノ橋に北接する地域である。また同史料には「古家の天明火災二残りし洛外端々の僂家多分崩れ申候、此為二老人杯押うたれ相果申候、折節行水時故裸身の処へ空より土蔵の大輪砕塊となりて土の大かたまり落て即死いたし候、家根の瓦落て頭上ちあたり血を出し候者夥敷候」とあり、天明の大火で焼け残った古い建物群に被害が発生したと述べている。

以上のように、数点の異なる史料に類似した記述があることから、盆地東縁部の伏見街道に沿った地域で人家の集中的倒壊が発生したと考える良いように思われる。当時は街道沿いに細長く市街地が形成されており、被害分布が街の広がり制約を受けていると考えることもできる。しかしより震央に近い洛中であっても人家の倒壊は少ないという状況を考えると、単純に市街地の広がりのみで被害分布を説明することは難しい。人家の集中倒壊の原因が盆地端部構造による地震波の増幅といった自然的要因なのか、大火を免れた古く耐震性の低い建物群に被害が集中したという社会的要因であるのか、もしくはその両方が重層的に関係しているのかの検討は今後の課題である。



安政三年十月七日（1856年11月4日）の地震による所沢と久米川の被害はなかった？

The November 4th, 1856 earthquake probably did not cause serious damage in the Tokorozawa and Kumegawa

*原田 智也¹

*Tomoya Harada¹

1. なし

1. None

安政三年十月七日（1856年11月4日）に発生した地震（1856年地震）の被害について、『日本被害地震総覧』（宇佐美・他，2013；以下、『総覧』）では「久米川（東京都）で家屋倒壊15」と記載されている。これは、旧版『所沢市史』（所沢市史編纂委員会編，1957）の付録年表の出来事「安政丙辰 三年 大地震所沢ニモ大被害アリ久米川倒壊家屋十九家所沢ニテ拳金見舞ス（家蔵）」に基づいている。よって、『総覧』の倒壊家屋数は誤りで、所沢でも大被害があったことが分かる。文科省・地震研（2015）によれば、この出来事の典拠は不明で、新版『所沢市史』（所沢市史編さん委員会，1991，1992）には1856年地震の記述はない。さらに、近隣自治体の自治体史にも所沢・久米川の被害についての記載がない。家屋倒壊があった久米川村（現東村山市，図）が被害の中心と思われるが、北に約2km離れた所沢でも大被害が生じたので、久米川，所沢付近を中心とする半径数kmの範囲で大小の被害が生じたと考えられる。そこで、本研究では、1856年地震による久米川・所沢の被害，あるいは史料が記述された地域の被害が同時代史料に記録されているのか調べた。

「指田日記」は、中藤村（現武蔵村山市，図）の指田摂津正藤詮による日記であるが、十月七日に「五時半地震、夜風」とあるのみで、被害記述はない。さらに、十月十八日に「所沢に行く」とあるが、所沢の被害記述はない。「公私日記」は、所沢・久米川よりやや離れた柴崎村（現立川市，図）の名主鈴木平九郎による日記であるが、十月八日に「昨七日朝五時頃地震天水桶を震りこほし（中略）御府内ハ此辺より強よし也」とある。立川よりも江戸の揺れが強かったという記述は注目されるが、所沢・久米川の被害記述はない。蔵敷村（現武蔵村山市，図）内野家の「里正日誌」，後ヶ谷村（現東大和市，図）杉本家の「御用日記」についても、1856年地震に関する記述は一切ない。

また、所沢市，東村山市，小平市の収蔵史料目録（所沢市史調査資料（所沢市史編さん室，1975～1997），東村山市史調査資料第（東村山市史編さん室，1993～2005），小平市古文書目録（小平市中央図書館，1979～2015））を調べたところ，安政二年江戸地震（1855年地震），安政三年台風（1856年台風）に関する史料は存在するが，1856年地震に関する史料は発見できなかった。久米川村に接する廻り田村，小川村の「御用留」を調べたところ，1855年地震，1856年台風に関する廻状や触書，1856年台風の被害書き上げは記載されているが，1856年地震に関する記載はなかった。

「本宅普請建上屋根造作覚帳」は，所沢と久米川の間付近（所沢より南西に約1km）にある平塚家旧宅（現所沢郷土美術館，図）の普請に関する嘉永六年（1853年）から約6年間に及ぶ諸出費の覚書であるが，1855年地震，1856年台風による被害は詳しく記述されており，その被害の補修費用も記載されている（平塚，1984）。安政三年十月二十一日には，久米川の瓦屋への1856年台風で破損した棟瓦26枚分の支払いが記載されている。しかしながら，1856年地震による被害記述はない（平塚，1984）。全ての同時代史料について調査できていないが，1856年地震による所沢・久米川やその周辺の被害記述は一切発見できていない。渡邊（2010，2013）によれば，江戸時代の武蔵国では定期市が広範に展開して市場網が形成されており，多摩地域の多くの村々が所沢を最寄りの定期市として利用していた。したがって，所沢における地震被害の情報が各村の名主等に伝わっていないとは考え難く，むしろ，同時代史料は，1856年地震に

よる所沢・久米川の被害がなかったことを積極的に支持する。そこで、旧版『所沢市史』の付録年表に立ち返って確認したところ、1856年地震に関して、付録年表には大きな不備があることが分かった。まず、付録年表には、所沢に対して多少なりとも被害を与えた1855年地震、1856年台風が記載されていない。さらに、付録年表の他の出来事には日付が記載されているが、1856年地震には日付がない。一般に、日付のない出来事の信憑性は低い。なぜなら、日付の情報がない信頼性の低い典拠に基づいているからである。したがって、付録年表の1856年地震は、編集者の誤りか信頼性の低い典拠に基づいていると考えられ、同時代史料にも一切記述がない1856年地震による所沢・久米川の被害はなかったと考えられる。江戸・神奈川の小被害や震度分布から、1856年地震は、2005年7月23日千葉県北西部地震（M6.0）と同様の地震である可能性、すなわち、1855年地震の最大クラスの余震である可能性がある。

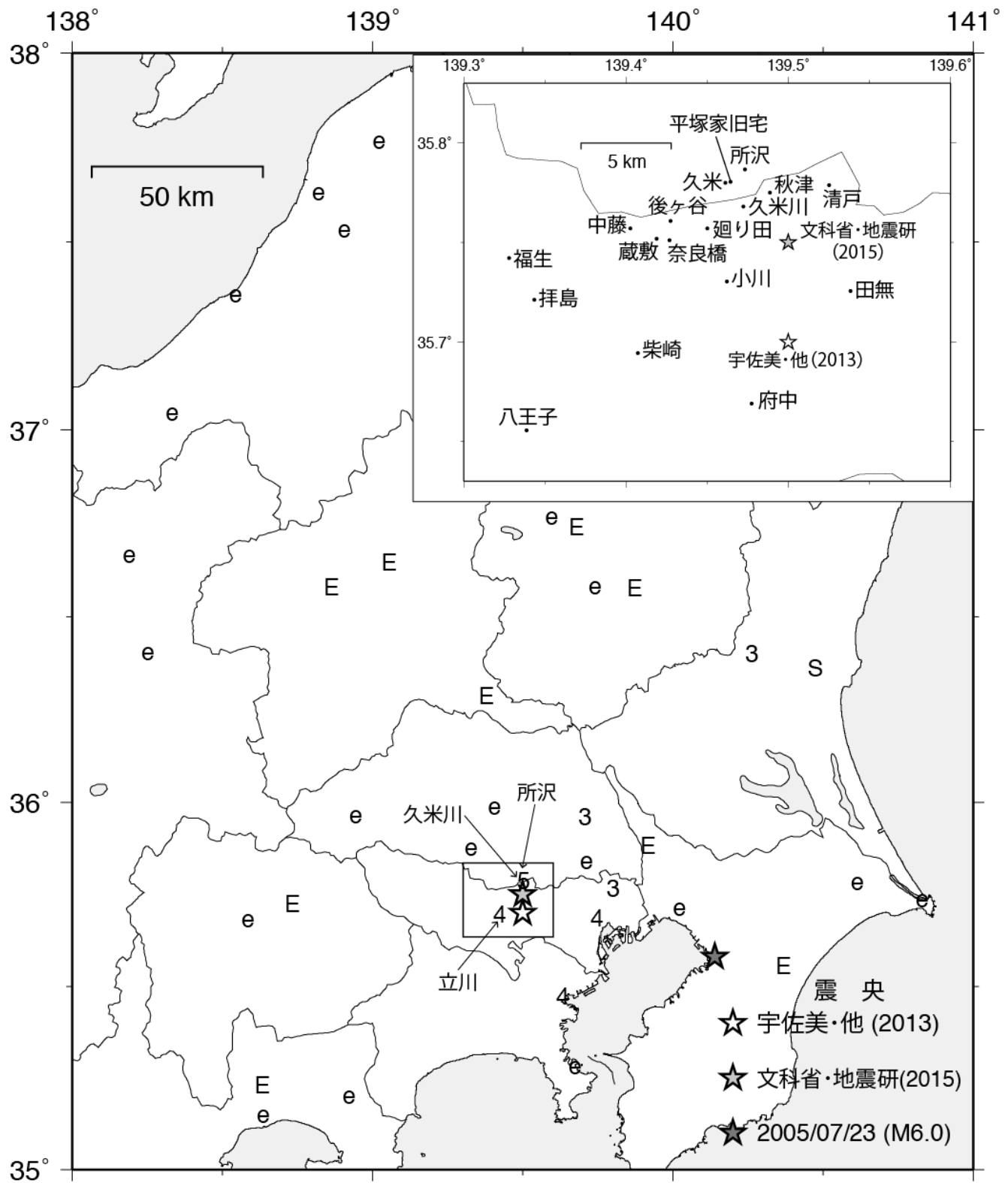


図. 1856年11月4日の地震による揺れ・震度の分布図. 単独数字: 気象庁震度, S: 強地震, E: 大地震, e: 地震. 矩形は挿図の範囲を示す. 挿図は所沢付近の拡大図.

被害地震でない安政五年十二月八日（1859年1月11日）の岩槻の地震 The January 11th, 1859 Iwatsuki earthquake was not a damaging earthquake

*原田 智也¹、西山 昭仁²

*Tomoya Harada¹, Akihito Nishiyama²

1. なし、2. 東京大学史料編纂所

1. None, 2. Historiographical Institute, The University of Tokyo

既刊地震史料集の所収史料によれば、安政六年二月五日（1859年3月9日）に、先だつての領内の地震（「先達而領分地震」）によって岩槻城の本丸櫓や多門その他が大破（「居城本丸櫓、多門、其外所々大破」）したので借財を幕府に願い出ている岩槻藩に対して、金千両の貸下が承諾されたとある。宇佐美

（1987）は、「先達而領分地震」を安政六年二月五日の直近に発生した地震と解釈し、安政五年十二月八日（1859年1月11日）の岩槻付近を震央とするM_s6.0の地震であるとした（図）。したがって、この地震

は、“1859年岩槻の地震”と呼称されることが多い。また、文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所

（2015）は、茨城県南西部の深さ約50 kmを震源とするM6.0の地震としている（図）。宇佐美

（2010）は、岩槻城の被害から岩槻での震度を5強と推定している。しかしながら、この地震では、埼玉県東部を中心として広範囲に、“大地震”、“強地震”という強い揺れが記録されているが、岩槻周辺あるいは推定された震央付近では、強い揺れやそれによる被害の記録は他に確認されていない（図）。例えば、岩槻城の南東約3 kmの黒谷村杉崎家の「万代記録帳」には、この地震に関する記述がない。また、『岩槻市史』、『新編 埼玉県史』などの岩槻とその周辺における自治体史にも、この地震に関する記載は一切みられない。

一方、上記の自治体史の大岡氏時代における岩槻藩政史の章には、「安政二年（一八五五）の地震で岩槻城の本丸櫓や城門などを破損した。この修復資金の欠如から幕府に拝借金を願い出たが、幕府は、国事多難な折から容易にこの願いをとりあげようとせず、安政四年金千両の貸下を許した。」と記載されており、『新編 埼玉県史』では「諸案文写」という史料が引用されている。貸下を許されたのは「安政四年」と記載されているが、『続徳川実紀』、『武州岩槻藩大岡家史料』（大村・原、1975）などには、安政四年に該当する記述がない。したがって、上記の「安政四年」は誤りであり、安政六年二月五日に貸下が許されたと考えられる。すなわち、前述の「先達而領分地震」は1855年安政江戸地震であり、岩槻城の被害はこの地震によると考えられる。そこで本研究では、埼玉県立文書館に所蔵されている「諸案文写」の調査を行った。なお、「諸案文写」は既刊地震史料集には未所収である。

「諸案文写」（埼玉郡岩槻町河内正家文書16～18）は、天保十五年（1844年）～明治四年（1871年）にわたる岩槻藩の公文書や書状の写しをまとめた史料であり、記主は、岩槻藩主大岡家の家臣で江戸藩邸において右筆や勘定方などを勤めていた河内惣次郎豊房である。岩槻藩による借財願いの書状は、「公儀江上5願書之写左之通」（上様より御公儀への願書の写しは左の通り）として書写されている。書状の日付は、安政二年十月廿五日（1855年12月4日）で、安政二年十月二日（1855年11月11日）の安政江戸地震から約20日後に書かれたことが分かる。書状では、安政江戸地震による岩槻城や城下町などの被害（岩槻城の土居、堀、櫓門、住居、本丸、二ノ丸、三ノ丸の役所、土蔵その他まで潰れ破損した；城下や藩内では潰家、破損や大破した家が夥しかった；水除け堤防の数ヶ所が決壊し、数ヶ所の橋が破損した；地割れが生じ、砂などもが噴き出して往来に差し支えが生じた；街道や作場道に地割れが数十ヶ所できて、田畑の被害も多かった；日光御成道も橋が被害を受け、岩槻宿では、本陣や脇本陣を始めとする宿が大破したので、通行者の宿泊に差し支えが生じた）が記述されている。そして、岩槻と江戸藩邸の被害に対する修復費用や異国船に備えた海防費用により財政が厳しくなったため、金三千両の借財を願い出ている。一方、安政五年十二月八日の地震後には、同様の借財願いの写しなどの史料記述は一切みられない。

したがって、安政江戸地震による岩槻城その他の被害の修復費用などに当てるために三千両の借財を願い出た岩槻藩に対して、安政六年二月五日に、千両の貸下が認められたことが分かる。そして、安政五年十二月八日の地震は、岩槻や他の地域にも被害を与えていないために被害地震ではなく、この地震を“1859年岩槻の地震”と呼称すべきでない。以上のことは、黒谷村杉崎家の「万代記録帳」を始めとする他の史料に、安政五年十二月八日の地震による岩槻の被害を示唆する記述が確認されていないことから支持される。「諸案文写」の記述から、安政江戸地震によるこれまで知られていなかった岩槻の被害が明らかになり、その震度は宇佐美（2010）による5強よりも大きい可能性（6弱～6強）がある。

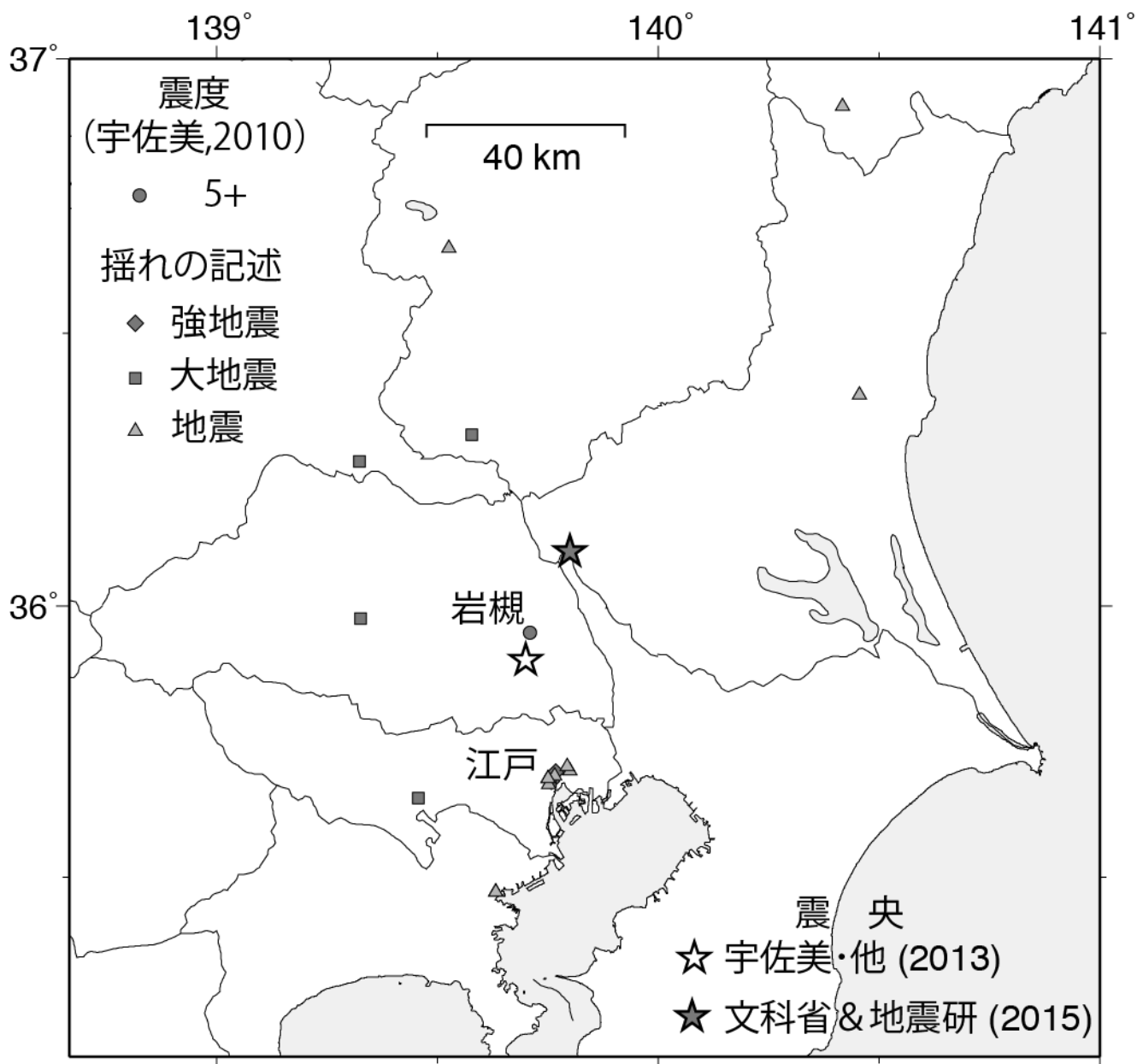


図. 安政五年十二月五日(1859年1月11日)の地震による揺れ・震度の分布.

1909年姉川地震の地変と震源について

Damage and Source Fault of the 1909 Anegawa Earthquake

*山村 紀香¹、小泉 尚嗣²、中村 衛³

*Norika YAMAMURA¹, Naoji KOIZUMI², Mamoru NAKAMURA³

1. 人と防災未来センター、2. 滋賀県立大学環境科学部、3. 琉球大学理学部

1. Disaster Reduction and Human Renovation Institution, 2. School of Environmental Science, Univ.Shiga.Prefec., 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus

§1. はじめに

姉川（江濃）地震は、1909年8月14日に発生した局地的な中規模の地震である。滋賀県から岐阜県にかけて被害をもたらし、姉川流域の村落に全壊率60%を超えるような大被害を与えたほか、数多くの液状化現象（噴砂・噴水）や伊吹山の大規模な崩壊などが発生した。

この地震については、近江國姉川地震報告〔滋賀県彦根測候所（1911）〕や江濃地震報告〔岐阜県岐阜測候所（1910）〕、震災予防調査会報告第69号・第70号〔震災予防調査会（1910）〕など、当時の地震被害を詳細に記した調査報告が多く残されており、被害状況がよくわかっている。

しかし、詳細な調査が実施されたにもかかわらず、断層破壊が地表面まで達していなかったため、震源断層については断定することができず、現在も不明である。当時の調査による結論では、鍛冶屋断層によるものと解釈される。

本研究では、これらの調査報告などから得られる地変・被害とその分布などの情報をもとに、詳細な地震像を明らかにし、被害を合理的に説明できるような震源断層を推定する。ここでいう地変とは、液状化現象・津波・地下水の変化をさす。

§2. 液状化現象による被害

姉川地震による液状化現象（噴砂・噴水）が発生した地点は、若松（2011）によると120箇所にもものぼる。滋賀県内における大規模な噴砂は姉川河口周辺の3箇所のみで、残りはほとんど岐阜県（大垣市や岐阜市など）に集中している。これらの地点の地盤は、地下水位が高く、砂（粒径0.075～2mm）を多く含む地層が多く分布していることから、液状化現象が発生しやすい条件が揃っている地盤である。そのため、これらの条件に、強い地震動の揺れが加われば、液状化現象が発生してもおかしくない地点であるといえる。

§3. 津波による湖面の変化

震災予防調査会（1910）によると、「下流湖岸二蒞メル泥州ノ中東西二百間南北二町餘ハ大震ノ震動中湖水面下二陥没シ＜中略＞高サ數尺ノ波浪押シ寄セタリシ」と記されており、琵琶湖湖岸に数尺の津波が押し寄せたことがわかる。

津波が引き起こされる原因として、断層運動と湖底地すべりが考えられる。断層運動の場合、鍛冶屋断層に長さ20km、幅20km、すべり1mの横ずれ断層を置き、地震発生から30分間の最大水位を計算した。その結果、湖の北部で最大津波波高が10cm程度みられた程度で、姉川河口周辺で顕著な水位の変化はなく、調査報告の記述と一致しなかった。

一方、湖底地すべりの場合、姉川河口の北側と南側の2箇所にそれぞれ地すべり域を設定して計算したところ、どちらの場合でも姉川河口周辺で波高が約1mと局所的に高くなった。このことから、一定規模の地すべりが起こった場合、被害報告にある数尺の津波が引き起こされうることが判明した。なお、地すべりのスケール

は400mで、初期波高分布はWatts et al. (2005)を使用している。

参考文献

岐阜県岐阜測候所, 1910, 江濃地震報告.

関西ライフライン研究会, 1995, 明治以降関西地域の地震と被害, 47-65.

滋賀県彦根測候所, 1911, 近江國姉川地震報告.

震災予防調査会, 1910, 震災予防調査会報告第69号・第70号.

若松加寿江, 2011, 日本の液状化履歴マップ 745-2008, 東京大学出版会.

Watts et al., 2005, J. Water. Port, Coast, Ocean Engineer., 298-310.

1092年（寛治六年八月三日）の地震津波は気象災害であった可能性

The 1092 event was possibly a meteorological disaster caused by a massive typhoon

*五島 朋子¹、中村 亮一¹、石辺 岳男²、室谷 智子³、佐竹 健治¹

*Tomoko GOTO¹, Ryoichi Nakamura¹, Takeo Ishibe², Satoko Murotani³, Kenji Satake¹

1. 東京大学地震研究所、2. 地震予知総合研究振興会、3. 国立科学博物館

1. Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo., 2. Association for the Development of Earthquake Prediction, 3. National Museum of Nature and Science

『新収日本地震史料（第1巻）』（以降、「新収」）には、1092年（ユリウス暦：1092年9月7日、グレゴリオ暦：1092年9月13日）（寛治六年八月三日）に越後で地震・津波が発生したとする史料が複数、掲載されている。『日本被害地震総覧599-2012』（宇佐美・他、2013）では、[柏崎～岩船間の沿岸、海府浦・親不知大津波におそわる。「地震」とあるという古記あるも、地震の状況を記した古記録未発見。疑わしい。]としている。本研究では、寛治六年八月三日に地震や津波があったのか否か、史資料の悉皆調査による史料学的検討を行い、この事象が大風（台風）であったと解釈する方が妥当である事を指摘する。

この事象が地震津波であったとする主たる1次史料として、新収『新収日本地震史料（第1巻）』に掲載されている「越後国式内神社考証」ならびに「紫雲寺新田由来記」がある。「越後国式内神社考証」は、「古代・中世の地震・噴火史料データベース」（石橋・古代中世地震史料研究会、2011）に史料等級C（明治時代以降に作成・刊行された記録・文書等。一部に理学的な調査報告書等を含んでいる。）の史料として収録されている。史料には、『（前略）寛治年間、地震大津浪ニテ、寺泊辺ヨリ角田浜新潟辺マデスベテ変地セシ砌、赤塚村民家モ、当今ノ地ニ転居シテ、船江神明ト民家ト遙ニ隔レル故、居村ノ伊邪那岐社自然鎮守神ノ如クナリ、後吉田家ヨリ赤塚神社号ノ許可ヲ得テ氏神ト致シ候（後略）』と寛治年間に地震大津浪があった事が記述されているが、その詳細は不明であり、日付に関する記述もない。

「紫雲寺新田由来記」は、江戸時代の干拓により新田開発が進められた旧塩津潟（紫雲寺潟：現在の新潟県新発田市紫雲寺地区および胎内市塩津地区）の由来を記した史料である。新収に『海蔵寺住職快秀附記して曰く七十三代堀川院寛治六年戊辰年大津波大地震蒲原岩船陸地となる』と附記があるが、上述の史料と同様に日付に関する記述はなく、干支についてもい。なお、寛治六年の干支は壬申であり、戊辰は寛治二年のことである。越中・越後等では貞観五年六月十七日（ユリウス暦：863年7月6日、グレゴリオ暦：863年7月10日）の大地震発生が「日本三代実録」に記録されており、この大地震と寛治六年八月三日の大風・大波（高潮）が混同され、大地震大津波とされた可能性も否定できない。

この事象の発生日には、諸国において甚大な気象災害が発生した事が記録されている。例えば、一方、同時代史料である「扶桑略記」には『寛治六年壬申（中略）八月三日甲寅、大風、諸國洪水。高潮之間、民烟田畠多以成海。百姓死亡、不可稱計。伊勢太神宮寶殿一字、并四面廊等、皆為大風顛倒』とあり、大風（台風）により、伊勢神宮を始めとする諸国で洪水や高潮が発生した記述はあるが、地震津波に関する記述は見当たらない。また、「勘仲記」（鎌倉時代後期の公卿藤原兼仲による日記）の弘安十年二月三日ノ条には、『寛治六年八月五日（中略）親定朝臣言上云、今月四日、二宮禰宜等書状云、為今朝大風、太神宮西寶殿傾倒、其角瑞垣同傾倒、自余御門殿舎等傾倚 四面玉垣荒垣等並損、又豊受宮外幣殿、瑞垣御門、四御門並齋王御輿宿、庁舎等皆傾倒者』とあり、同様に大風による被害記述に限られる。更に『十三日祭主親定言上 去四日大風太神宮西寶殿豊受宮東西寶殿傾倒』（「十三代要略」）と、こちらも大風の記述に留まる。

8～9月は一年を通じて最も台風の発生数ならびに上陸数が多い時期にあたり、死者・行方不明者数5000名以上の甚大な被害を生じた1959年（昭和34年）台風15号（伊勢湾台風）は9月26日夕刻に紀伊半島先端に上陸後、本州中部を縦断し富山～新潟県沖へと抜けていった。寛治六年八月三日の事象が地震津波であれば、何らかの震動（揺れ）やそれによる被害に関する記述が期待されるが、そういった記述が残されていないことから、この事象が地震であったとする明確な根拠はない。残存する史料が限られているが、これらの検討によれ

ば、寛治六年八月三日の越後における事象は地震津波ではなく、むしろ伊勢神宮を始めとする諸国に被害を及ぼした大風（台風）による大波（高潮）であった可能性が高いと結論付けられる。

謝辞：本研究は、文部科学省受託研究「日本海地震・津波調査プロジェクト」の一環として実施されました。記して感謝いたします。

長崎港で観測された1707年宝永地震の津波の評価

Evaluation of the 1707 Hoei earthquake tsunami observed in Nagasaki Port.

*根本 信¹

*Makoto NEMOTO¹

1. 応用地質株式会社

1. OYO Corporation

1707年宝永地震では、当時の長崎港で津波が観測され、複数の歴史史料に記録が残されている（例えば、都司ほか, 2014）。歴史史料「日新記」によれば、地震から3時間後に潮位の変化があり、7～8時間後に最高水位に達して、沿岸の道路や蔵が浸水している。

本研究では、1707年宝永地震における長崎港の津波の再現計算を行い、歴史史料の記録と比較を行った。断層モデルは、Furumura et al. (2011)のモデルを用い、東北大学の津波計算コード「TUNAMI」を用いて津波シミュレーションを実施した。なお、長崎港の地形状況は1707年宝永地震当時と現在では大きく異なっているため、計算に用いる地形データは旧版海図や1700年頃の推定海岸位置の資料に基づき設定した。津波シミュレーションの結果、歴史史料の記述内容を良く説明する津波の時系列波形を得ることが出来た（図1）。津波シミュレーションで最も水位が高くなるのは地震発生から約7時間後だが、この時間がちょうど満潮に重なっており、最高水位はT.P.+2.3m程度と推定される。一方、都司ほか（2014）は蔵への浸水が生じた長崎港新地（1702年に築造された埋め立て地）の地盤高を現地測量に基づき2.6m、浸水高を3.1mと推定しており、本計算で得られた最高水位T.P.+2.3mはそれよりも低い。しかし、地盤標高は近代の埋め立てにより変化しており、長崎市埋蔵文化財調査協議会（1996）の発掘調査では、新地築造当初の遺構と推定される蔵の敷石の標高はおおよそT.P.+2.0mと測量されている。そのため、今回の計算で得られた最高水位T.P.+2.3mは、歴史史料に記載されている蔵への浸水と矛盾せず、妥当と考えられる。

ところで、近世以降の南海トラフの巨大地震としては、1707年宝永地震の他に1854年安政南海地震、1946年昭和南海地震が発生しているが、両地震では長崎港での津波は報告されていない。この理由を確認するため、長崎に大きな津波をもたらす波源の分析を行った。具体的には、南海トラフに長さ100km、幅50kmの矩形上の津波波源を網羅的に設定して、津波シミュレーションを行い、長崎港における最高水位を比較した。その結果、豊後水道南の日向灘沖に波源が位置する場合に、長崎港で津波が特に大きくなることが分かった。Furumura et al. (2011)は、大分県佐伯市龍神池の津波堆積物に基づいて1707年宝永地震の波源が日向灘沖まで達していることを示しているが、本分析の結果はこれと調和的である。

津波シミュレーション結果

- ① 六つ半（午後7時頃）に潮が満ち、八朔頃の大潮（約1.50m）よりも一尺余りも高くなって間もなく引いた
→ 計算値は1.85 mであり整合する
- ② 五つ過ぎ（午後8時）に潮が満ち、新地蔵が浸水
・ 新地の地盤標高 = 2.0m
→ 計算値は約2.3 mであり、矛盾しない

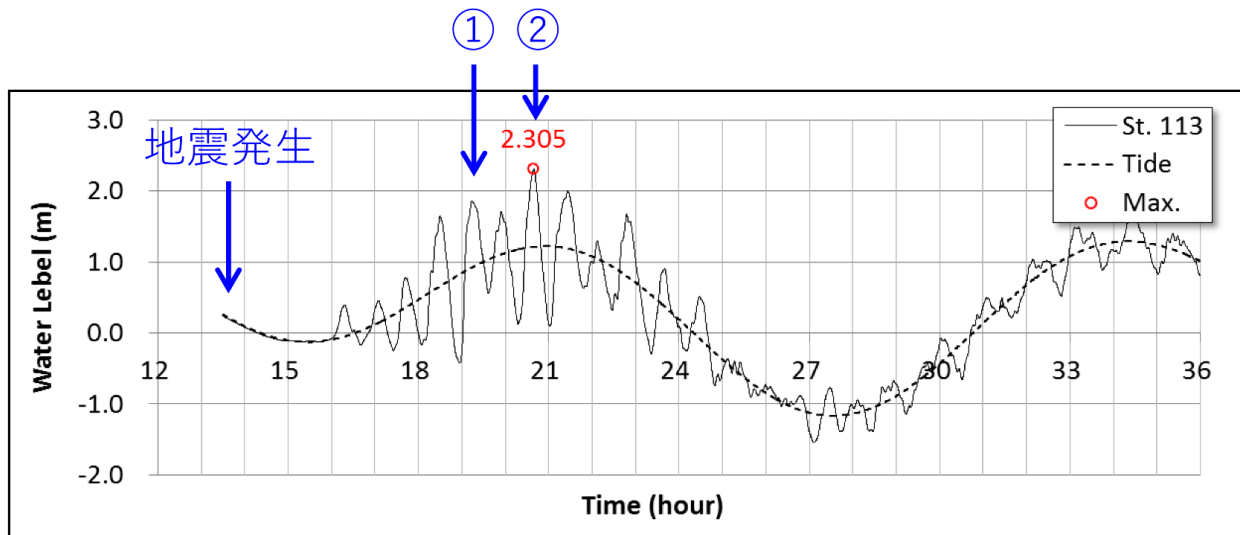


図. 津波シミュレーションで得られた長崎港の津波波形
地震発生時間を1707年10月28日13:30と仮定し、当日の潮汐を加算

1914年桜島地震において帖佐村を襲ったとされる津波についての検討 Discussion on a tsunami struck Chosa village accompanied with the 1914 Sakurajima earthquake

*小林 励司¹

*Reiji KOBAYASHI¹

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科

1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

1. はじめに

1914年1月12日10時過ぎ、桜島の大正噴火と呼ばれる噴火が始まった。噴火開始から約8時間後の18時28分頃、噴火が継続している中、マグニチュード(M)7.1の地震が発生した（以降、1914年桜島地震と呼ぶ）〔例えば、今村(1920), Omori(1922), 宇津(1979)〕。この地震の震源断層についてはまだよく分かっていない。

この地震では津波も観測されている〔例えば、長谷川謙(1914), Omori(1914)〕。このことは震源断層が海域に存在している可能性を示す。震源断層の位置についてなんらかの拘束条件が得られることを期待して、本研究では、さまざまな文献における津波の記述を集めてきた。小林(2019, 日本地震学会2019年秋季大会)と小林・他(2020, JpGU-AGU 2020年大会)では、学術的な文献や、噴火についてまとめた書籍、および鹿児島湾沿岸自治体の郷土史誌を調べた。確実に津波があったと思われる場所は、鹿児島市、谷山村、西桜島村であった。

帖佐村（のちに始良町、現在は始良市）においても津波や海嘯の記述が見られる〔例えば、始良町郷土誌編集委員会(1968)「始良町郷土誌」〕。小林・他(2020)は、松山(1935)や有川(1933)から、この津波が暴風による高潮である可能性を示した。

本発表では、帖佐村の津波の記述について、さらに文献を集めて検討を進めた結果を述べる。

2. 帖佐村およびその周辺におけるさまざまな記述

始良町郷土誌編集委員会(1968)「始良町郷土誌」における津波の記述は、製塩業の節における、「大正三年一月十二日突如桜島爆発が起こり、続発する大地震のために大津波が襲来して、さしもの丈夫な堤防も忽ち決壊し、今までの塩田は一瞬にして一面の海と化し、その惨状は想像も出来ない有様となった。」である。これはのちの増補改訂版〔始良町郷土誌改訂編さん委員会(1995)〕でもほぼ同様の内容で記されている。一方、同じ「始良町郷土誌」でも、護岸工事の節においては、「この間に大正三年一月桜島の爆発の際、高潮が襲来してその中央部が百余米も欠壊するという惨事を呈した。」と書かれている。どちらも同じ現象を示していると思われるが、前者は津波、後者は高潮と表記された。なお、この日は冬で台風などはなく、海は穏やかだった〔例えば、野添(2012) p88〕。高潮については、低気圧の吸い上げや海岸への風の吹き寄せが原因とされる。したがって、帖佐村での現象は高潮ではないと言える。

東に隣接する加治木町に関しては、「桜島大正噴火誌」〔鹿児島県(1914)〕に、津波を警戒して消防手に30分おきに監視させた、という記述がある。しかし、津波を見たという記述はなかった。本田(1914)の「桜島大噴火と加治木」という記事によると「……海嘯は幸に來なかつた併し今夕來る夜中に來ると流説紛々たる……」という記述があり、津波はなかったと認識されている。帖佐村で大津波とされる津波があれば、加治木町で監視をしていた中で津波が見られないのは不自然である。

帖佐村の周辺では、地盤沈下による塩田への海水流入の記述も見られる。帖佐村においても松山(1935)にお

いて「櫻島大噴火による沈降現象と暴風による津浪現象とが鹽田の堤防數十間を破壊して、一面の蒼海と化し、その浸水は松原民家を脅かすに至り生業を奪ひ、目も當てられない惨状を呈したのであつた。」と書かれている。ここでの暴風による津浪現象というのは、当日の話ではなく、その年の夏の暴風による高潮のようである〔例えば、始良町郷土誌改訂編さん委員会 (1995) p582〕。沈降現象時に海水流入が起こったかどうかはこの記事のみからでは分からない。地盤沈下に関しては、水準測量により鹿児島湾北部において観測されている〔例えば、Omori (1920)〕。

3. まとめ

以上のことから、帖佐村では、次のことが起こったと考えられる。地震発生直後、津波の襲来はなかった。地盤沈下が起こり、見かけ上海水面が上昇した。このことが、文献によっては、津浪と表記されたり、高潮と表記されたりした。その年の夏、暴風によって高潮に襲われ海水が流入し塩田は壊滅的な被害を受けた。

京都盆地南部巨椋池周辺における反射法地震探査

Seismic reflection survey in Ogura-ike area, south of Kyoto basin

*岩田 知孝¹、浅野 公之¹、吉見 雅行²、山田 浩二³、澤田 基貴³

*Tomotaka Iwata¹, Kimiyuki Asano¹, Masayuki Yoshimi², Koji Yamada³, Motoki Sawada³

1. 京都大学防災研究所、2. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3. 阪神コンサルタンツ

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, 3. Hanshin Consultants Co. Ltd.

はじめに

京都盆地-奈良盆地断層帯は、山科盆地から山城盆地、奈良盆地の東縁にかけて、ほぼ南北方向の走向を持つ断層帯である。活断層は京都市山科区から奈良県桜井市に多数存在する一方、中央付近の京都府宇治市から城陽市にかけては活断層が存在しないことから、この区間を境に、京都盆地-奈良盆地断層帯北部と南部に分けられ、京都盆地-奈良盆地断層帯南部を奈良盆地東縁断層帯と呼んでいる（地震調査研究推進本部、2001）。これらの断層帯等の形状や京都盆地南部、山城盆地、奈良盆地など当該地域の盆地東縁部の地下構造を対象とした人工震源による反射法地震探査はこれまで、小泉・他(2002)の黄檗断層周辺域、京都府地震被害想定調査の一環として行われた平成17年度A測線（宇治市大久保測線）、B測線（精華町測線）（ともに京都府地震被害想定調査委員会、2006）、大阪-鈴鹿測線（該当地域では京田辺市を横切る）（文部科学省研究開発局・他、2005）、および奈良盆地の奈良市天理市境界付近の測線（奥村・他、1997）である。ここでは、奈良盆地東縁断層帯（京都盆地-奈良盆地断層帯南部）等を横断することにより活断層の位置および形状の解明と断層帯周辺の地下構造を把握することを目的として、京都盆地南部の巨椋池周辺（巨椋池測線）において実施された反射法地震探査の結果を報告する。

調査区間と解析方法

今回の巨椋池測線は、西は京都府久世郡久御山町東一口から、東は宇治市五ヶ庄京都大学宇治キャンパスに至る約5.6 kmである。震源車は中型バイブレータを利用している。現地作業期間は、令和元年11月25日から12月2日であった。解析方法は、初動読み取りによる屈折波トモグラフィ解析による静補正、速度解析、CMP重合、マイグレーションによる深度断面作成を行った。

探査結果

盆地基盤面深度は、測線西では約800 m程度で、凹凸がみられるものの、測線の中ほどまではその程度の深度であるが、測線半ばから東側は、基盤面深度がだんだんと浅くなっており、測線の東端の京都大学宇治キャンパス構内では基盤面深度は約350 m程度となる。この間、水平距離約2.5 kmの間で0.5 km程度浅くなっていることになる。堆積層内に見られる明瞭な反射面は連続していて、基盤面深度の変化が小さいところではほぼ水平にイベントが並んでいるが、測線半ばから東のほうは、基盤面深度の変化に伴い、堆積層の反射面も傾いている。また、この傾斜している範囲では、堆積層内の反射面に東に下がる断層面に見える小さな不連続が存在していた。

測線西側には、平成14年度に京都市によって行われた基盤に達するボーリング（KD-0孔）があり、京都市の

堀川－巨椋池測線（平成10年度）とも交差していることから、これらの情報と対比することで、堆積層内の鍵層や深度断面の解釈を実施した。加えて、本測線の東の黄檗断層周辺で実施された小泉・他(2002)との測線とのマージも実施し、京都盆地東丘陵部からの断面を作成した。基盤深度面分布は、強震動予測のための地下構造モデルの高度化に活用する。本調査によって得られた深度断面と周辺において実施された既存の断面を比較し、本深度断面において観察される盆地基盤形状および堆積層の傾斜状況や、活断層図に見られる測線北側に分布する桃山断層や黄檗断層の上盤側の活褶曲や測線の南側に現れる宇治の段丘面（宇治傾動帯、脇田・他, 2013）との対応を議論する。

謝辞

本調査は文部科学省科学技術基礎調査等委託事業「奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測」の一環として実施された。京都市(1998, 2002)、小泉・他(2002)の探查結果等を利用させていただいた。記して感謝いたします。

三重県四日市市垂坂断層 (推定断層) の反射法地震探査

Seismic reflection survey across the "Tarusaka Fault", Mie Prefecture, Central Honshu.

*小松原 琢¹、秋永 康彦²、澤田 基貴²、末廣 匡基²、寺田 龍矢³

*Taku KOMATSUBARA¹, Yasuhiro Akinaga², Motoki Sawada², Masaki Suehiro², Tatsuya Terada³

1. 産業技術総合研究所、2. 株式会社阪神コンサルタンツ、3. 東京大学

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Hanshin Consultants Co., Ltd., 3. Univ. of Tokyo

鈴木ほか(1996)、岡田・東郷(2000)は、四日市市街地北部の桑名断層と四日市断層の接続部に「垂坂断層(確実度1)」を記載したが、池田ほか(2002)以降の活断層図では「垂坂断層」に関する記載は削除されている。この断層の有無について、反射法地震探査とボーリングを行った。その結果、「垂坂断層」通過地点付近では、幅1 kmにわたり東海層群以上の地層がゆるく南西に傾斜する構造が認められたものの、鈴木ほか(1996)で断層崖と想定した比高10m程度の崖地形は断層崖ではなく、段丘崖であることが判明した。しかし、反射法探査で認められた東海層群以上の地層の傾動は第四紀後期まで継続していると考えられ、この傾動が起震性の構造か否かにさらに検討を加えたい。

引用文献

鈴木ほか(1996)1:25,000都市圏活断層図「四日市」国土地理院

岡田・東郷(2000)「近畿の活断層」東京大学出版会

池田ほか(2002)「第四紀逆断層アトラス」東京大学出版会

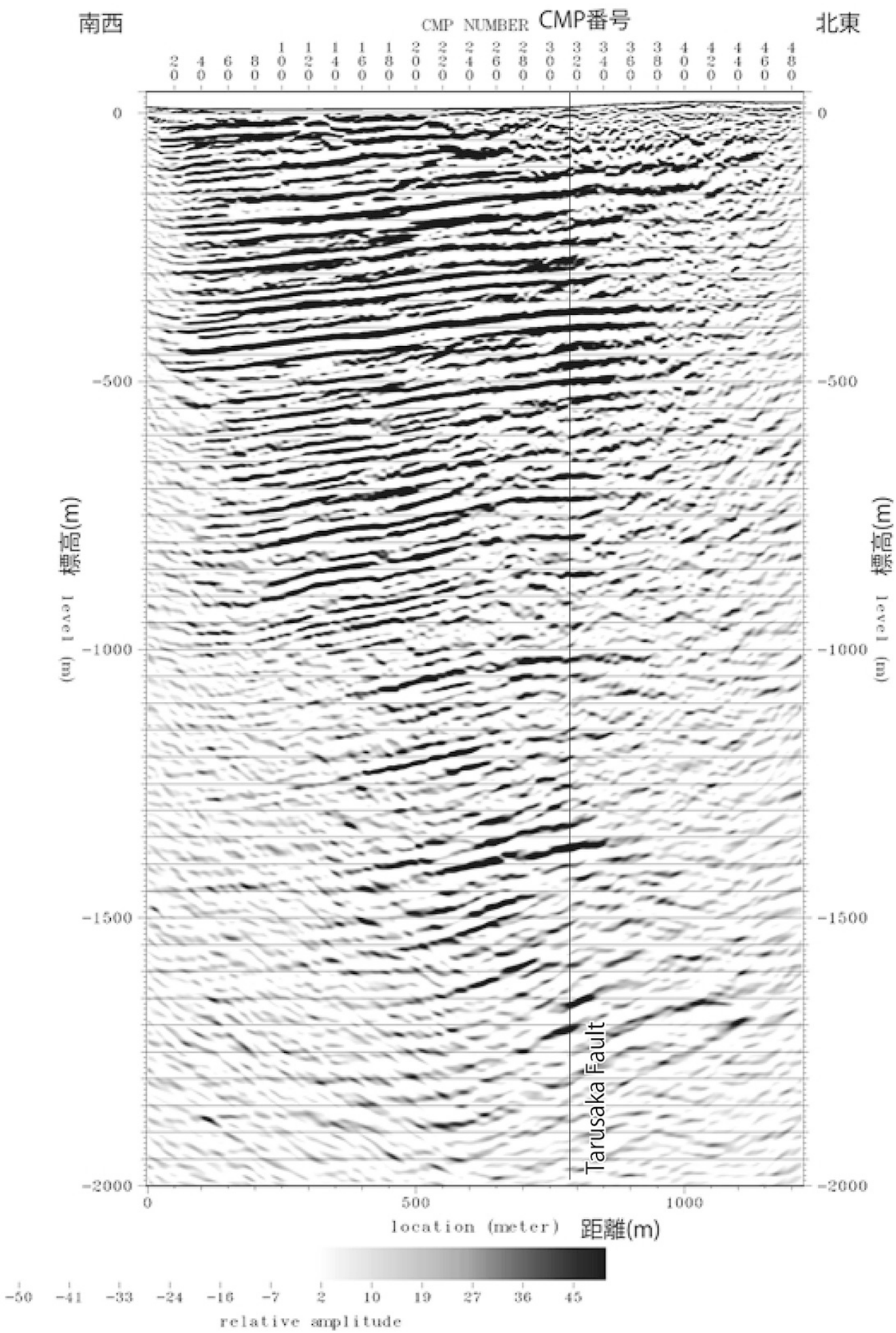


Figure Depth converted seismic section across the “Tarusaka Fault”
No vertical exaggeration.

SITES法によるスマトラ断層の断層面推定

Estimation of the Sumatran fault segments using SITES method

*山品 匡史¹、大久保 慎人¹、田部井 隆雄¹、Muksin Umar²、Nazli Ismail²

*Tadashi Yamashina¹, Makoto Okubo¹, Takao Tabei¹, Muksin Umar², Nazli Ismail²

1. 高知大学、2. Syiah Kuala 大学

1. Kochi Univ., 2. Syiah Kuala Univ.

インドネシア、スマトラ島北部のスマトラ断層の断層面など地下構造を理解するため、断層周辺で得られた地震波形記録に地震波干渉法による地下構造推定法であるSITES法（大久保, 2009, JpGU2009, S157-015）を適用した。スマトラ断層の各セグメントでは中規模の地震（ $M > 5$ ）の発生可能性があり、科学的研究だけでなく災害軽減のためにも、断層の位置や形状を詳細に調査することが重要となっている。

本研究で用いるSITES法は、一般的には鉛直成分記録のみを用いる地震波干渉法を3成分の記録全てを用いるように発展させた解析手法であり、地震波反射面（例：断層、帯水層）の空間的な広がりを一観測点での記録からも評価可能である利点を持つ。我々は、スマトラ断層のセグメントの1つであるSeulimeumセグメント周辺で行った地震観測の記録に対してSITES法を適用した。断層面からの反射波と考えられる信号を抽出することができ、反射面の存在を示唆する初期的な結果を得ている（Yamashina et al., 2019, AGU Fall 2019, S11D-0373）。したがって、SITES法はスマトラ断層の位置や形状の調査に適用が可能と評価している。

本研究では、2011–2015年にスマトラ島北端部Ache州を中心に行われた臨時地震観測で得られた3成分記録を用いた。観測に用いた地震計はSercel社L-4C-3D（固有周波数：1 Hz）または近計システム社KVS-300（2 Hz）、データ収録には近計システム社EDR-7700またはEDR-X7000を用いた（山品・他, 2015, 平成26年度地震研究所職員研修会アブストラクト集, P-08）。

本発表では、スマトラ断層Ache、Seulimeum 両セグメント近傍で行われた地震観測により得られた記録に対してSITES法を適用して得られた解析結果を示す。

謝辞：本研究では、科研費JP24403005、JP17H04577によって得られたデータや成果を利用しました。

浅部構造を考慮した断層近傍の強震動予測モデルの設定方法の検討 — 2016年熊本地震を例として

Seeking for better source models for near-fault strong ground motion prediction considering shallow structure: An example from the 2016 Kumamoto earthquake

*乗松 君衣¹、遠田 晋次¹

*Kimei Norimatsu¹, Shinji Toda¹

1. 東北大学災害科学国際研究所

1. IRIDeS, Tohoku University

1. はじめに

フリングステップのように、断層すべりに起因し、永久変位を生じさせるような強震動は断層近傍の建物を傾斜させるなど、大きな被害を引き起こすことが予想される。日本国内では都市部でも活断層が確認されており、それらの活断層が活動した場合には被害はきわめて甚大になり得る。そのため、起こり得る地震災害の影響をあらかじめ推定することは重要であり、従来から様々な研究者や行政機関等で検討されてきた。しかし、壊滅的な被害も考えられる断層近傍についての検討はまだ十分にはすすんでいない。本研究は断層近傍における大変形をともしう大規模地震について、その強震動予測手法を構築することを目的としている。強震動予測に必要なものとして、断層モデルと計算アルゴリズムが挙げられ、これらはともに高度化・詳細化の検討をしていく必要がある。ここでは、断層モデルの設定方法の検討について報告する。

2. 断層モデル設定方法の検討

断層近傍地域の強震動を検討するためには、断層形状の詳細なモデル化が必要である。本研究では2016年熊本地震を例に、先行研究で得られている断層モデル（田中ほか、2019）を用いてパラメータスタディをおこなうことによって、強震動予測に大きく寄与するパラメータを特定し、それらを適切に想定する方法について検討した。

・観測データのみでは推定することが困難なパラメータの設定

i) 断層下端深度；断層下端深度は震源決定の精度や断層下端に対する見解のちがいがから、推定が困難なパラメータの1つである。今回は、震源分布、複数の震源インバージョン結果、キュリー点深度等の異なる視点の先行研究を参照し設定することとした。

ii) Q値；Q値は物理探査結果等を援用しても推定が難しいパラメータである。今回は標準的な値に対してQ値を増減させた速度構造モデルを用いて強震動計算を行い、その結果を比較することで、Q値が予測強震動にどのように影響するかを評価した。その結果、小さな差異は確認されたが、影響は小さいと判断し、Q値の不確定性を考慮する必要は無いと判断した。

・断層浅部の構造の検討

i) 出ノ口断層の形状に関する検討；遠田ほか（2016）は地表地震断層の現地調査から、出ノ口断層と布田川断層が地下3km前後で収束していることを示した。この知見から出ノ口断層下端を浅く設定した断層モデルを設定し、田中ほか（2019）にもとづく断層モデルと、強震動計算結果および地殻変動計算結果を比較した。出ノ口断層の下端を浅く設定することで、布田川断層および出ノ口断層の並走区間で変位が集中することを確認した。また、断層浅部の構造が断層近傍の強震動および地殻変動に大きく影響することも確認した。

ii) 断層上端形状の検討；いくつかの先行研究により断層浅部の構造は強震動予測に大きく影響する可能性が示された。しかし、従来の断層モデルは震源分布や震源インバージョン結果をもとに断層モデルを設定していることから、単純な形状として表現される傾向にある。ここでは、遠田ほか（2016）で示されている地表地震断層分布も採用し断層モデルを設定した。

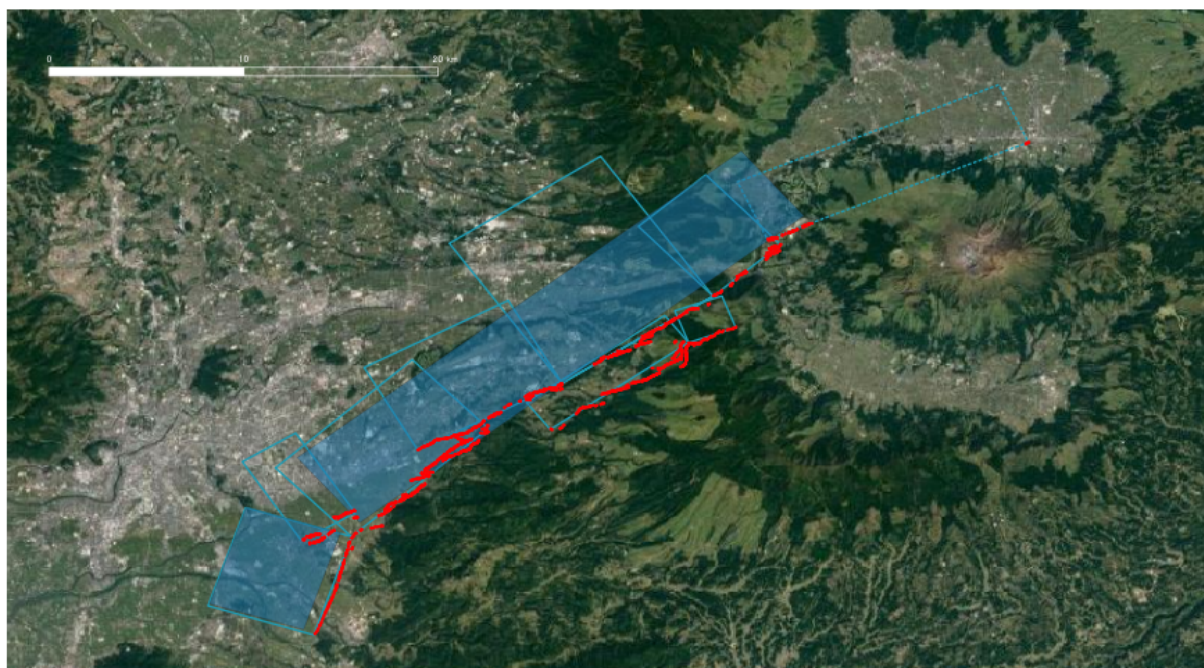
・既往の断層モデル設定方法とのちがい

既往の断層モデル設定方法として「強震動レシピ（地震本部，2017）」の方法を参照して設定した断層モデルと、本研究で設定した断層モデル、田中ほか（2019）にもとづく断層モデルの強震動計算結果および地殻変動計算結果を比較した。強震動レシピの方法にもとづいて設定した断層モデルでは、強震動および地殻変動は他の断層モデルを用いた場合よりも小さく推定された。

3. まとめと課題

「強震動レシピ」では、地震発生層内のみを想定した手法となっている。今回の検討では、浅部の構造が断層近傍の強震動や地殻変動に大きく影響する可能性が示され、断層近傍地域の防災・減災策を進めるうえで重要であることを確認した。断層浅部の構造を十分考慮して詳細な断層モデルを設定するためには、地表地震断層や活断層などの地形・地質情報を使用することが有効と考えられる。地形・地質情報は発生した地震を説明する断層モデルを設定する場合のみならず、常時地震活動の低い地域での断層モデルの設定にも有用な情報である。

今後の課題として、地震発生層上端以浅のモーメント量の扱い方について検討が必要である。地表近傍の応力降下量については今のところ詳細かつ明確な推定基準がない。大地震時に、無視できるくらい小さい地震モーメントしか発生させないのか、それとも地下深部と同様のモーメントを割り当てるべきなのか、予測にあたっての地震発生層上端以浅の扱い方を整理する必要がある。また、地表地震断層等の断層形状を示す地形・地質情報をモデル化する際の精度についても、それらがどの程度、計算結果に影響するかについて比較検討することも重要である。



本研究で設定した断層モデル。赤線は遠田ほか（2016）の現地調査による地表地震断層を示す。枠線は本研究で検討した方法を用いて設定した断層モデルであり、塗りつぶしは強震動レシピの手法を参照し設定した断層モデルを示す。