

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20310102

研究課題名（和文） 歴史地震・津波記録の理工学的手法による検証と発生機構の推定の研究

研究課題名（英文） Research on the historical earthquakes and tsunamis with estimation on their mechanisms by using scientific methods

研究代表者

都司 嘉宣 (TSUJI YOSHINOBU)

東京大学・地震研究所・准教授

研究者番号：30183479

研究成果の概要（和文）：

およそ100年ごとの間隔で発生していることが、歴史記録から判明している東海地震・南海地震、三陸沖の巨大地震、およびそれらに誘発されたと考えられる内陸直下の地震について、歴史記録の収集、現地調査、および理工学的考察を経て、発生機構にいたる研究を推進した。海溝型巨大地震として1707年宝永地震、1854年安政東海・南海地震、および古代に発生した869年貞観三陸地震などを検討した。内陸直下の地震としては1596年文禄豊後地震、1828年文政越後三条地震、1812年文化神奈川地震、1855年安政江戸地震などを研究した。

研究成果の概要（英文）：

We clarify the mechanisms of the series of the gigantic Tokai-Nankai earthquakes, which occurred periodically in the intervals of about one hundred years on the boundary between the Philippine and Eurasian plates, such as the 1707 Hoei, the 1854-a Ansei Tokai, and the 1854-b Ansei Nankai Earthquakes. We also studied on the mechanisms of the inland local earthquakes, which are considered as induced earthquakes by plate boundary earthquakes, such as the 1596 Keicho Bungo, the 1828 Bunsei Echigo-Sanjo, and the 1855 Ansei Edo Earthquakes.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
計	6,400,000	1,920,000	8,320,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会安全システム科学・自然災害科学

キーワード：歴史地震・歴史津波・東海地震・南海地震・内陸直下の地震・安政東海地震・

安政南海地震・宝永地震・安政江戸地震・文政神奈川地震・アスペリティー・経験的グリーン関数法

1. 研究開始当初の背景

近年、断層位置や深さ、ずれの量などの地震断層のパラメータを与え、さらに基盤層上に載った地表付近の堆積土層構造や、地形条件を与えて、地震波の伝播を理論的に予測し、地表での震度分布の予測推定値を詳細に表示する技術が進展してきた。断層モデルを与えて理論的震度分布を求める方法として、翠川・司の簡便法や、経験的 Green 関数法などが開発されている。さらに、海域に起きた津波を伴う地震に対しては、津波のインバージョン法によって、より直接的に断層滑り分布を推定するのに有効に活用されている。

これらの理論的震度の推定手法や津波による震源断層面の推定手法は、現代ではもっぱら震度予測に用いられることが多いが、これらの手法を歴史上に生じた地震・津波にも応用が可能である。しかしながら、地震や津波研究に携わる学者は歴史記録の研究に十分通じていないことから、歴史の時代に起きた地震津波に対して、歴史学の専門家と理工学方面の研究者が協力してそのメカニズムの推定にあたるという研究は、これまでにはほとんど行われては来なかった。

いっぽう、地震研究所では、宇佐美龍夫教授などの長年の努力によって、地震津波を記録する膨大な量の古文書記録が集められ、解読されて『新収日本地震史料』の一連の史料集として合計2万頁を上回る記録が活字の形で公開された。しかし、本研究の開始当初は、この膨大な量の史料はいたずらに貯蔵されているに過ぎず、十分に活用されているとは言い難い状況であった。

2. 研究の目的

本研究では、『新収日本地震史料』などに所収された膨大な史料から、まずは歴史上の地震や津波によって客観的に何が起きたのかを理解することを第一段階の目的とした。その際、根拠となる原史料の成立の由来と信憑性、時代背景、記された地名の現代の地図への転写作業などにおいて、日本史の専門家の助言を多く必要とした。このために本研究では、史料編纂所の近世史の専門家である佐藤教授、大谷大学文学部の中世史の専門家である草野教授をメンバーに加えた。

古文書文献に記された地震動による被害分布から、現在用いられている相当震度を推定し、できるだけ詳細な震度分布図を得ることを第二の目的とした。その際、人の圧死の分布、および液状化の分布、寺院・大名屋敷などの建造物の全潰分布などは、始めから震度には換算して分布図を作図することはせず、これらの事象毎に別個に分布図を描くこととした。

津波の記載に対しては、海水の到達点の記

載があれば、必ずその記載された地点に調査に出かけ、歴史上発生した地震津波の客観的な浸水分布を、浸水高さという客観的な数値で表示する、これを第三の目的とした。

歴史地震に対して、以上のような三種類の客観的なデータがそろって初めて、その歴史地震の震源位置、断層パラメータの数値を推定することができる。

わが国の中部太平洋側の東海沖の海岸には、おおよそ100年に一度の間隔で東海沖の巨大地震が起きている。また、南海沖海域と呼ばれる紀伊水道・四国地方の南方の太平洋海域を震源として南海沖の巨大地震が起きている。東海沖の海域で巨大地震が起きると、その直後の時期に南海沖の巨大地震が引き続いて起きることが知られている。これら東海地震・南海地震の一例として幕末の安政元年(1854)11月4日に起きた安政東海地震とその翌日に起きた安政南海地震について、各被災地域での詳細震度分布と津波の浸水高さを評定した。さらに、室戸岬や足摺岬の先端部が隆起し、高知市や須崎市など土佐湾の内部では沈下したが、その沈下量を詳細に調べた。また、宝永地震(1707)は、東海地震と南海地震の二つの震源域にまたがって一つの巨大地震として起きた「連動型巨大地震」であった。東海地震・南海地震が非連動型で起きるか、連動型で起きるかを見極めるのも本研究の目的の一つとした。

3. 研究の方法

『新収日本地震史料』などに所収された膨大な史料から、1地点、1事象(たとえば、ある建物の倒壊、人の死亡、津波による海水の到達点の記載など、すべて各1事象と扱う)ごとに1枚の電子的カードを作成した。カード毎に記された歴史的地名を、現在の地図上のピンポイント点として北緯東経を0.1秒の精度で入力した。江戸時代の村単位に、全壊、半壊、大破、小破損、などの数値が記録されている場合には、全戸数を分母とした被害比率(全潰を1、半壊を0.5、大破を0.3、小破を0.1とした数値の村毎の合計)を計算した。現代ならば、被害比率を0.3、0.05、0.01で区切り、震度7、6強、6弱、5強とされるが、江戸期の家屋は現代より耐震性が劣っていたと考えられるので、この区切りを、0.7、0.2、0.03とした。

震度分布の推定とは別に、家屋による圧死者はそれ独自で統計を取り、分布図を作成した。人の圧死は、家屋の急速(瞬間的)な倒壊によって、家から緊急避難のために戸外へ飛び出す余裕がなかったことを示している。人が多く倒壊家屋によって圧死した場所というのは、揺れに衝撃的な短周期成分が卓越していた場所と推定され、内陸地震の場合に

は震源に近かったことが示唆される。また、液状化の発生、堤防や道路の欠落などは震度5強以上とした。

津波による海水の陸上への浸水記事があった所は、現地へ赴いて標高を測定することを原則とし、単に以外状況だけからおよその津波浸水高さを推定することは極力避けることとした。

以上のデータを元に、歴史地震の断層メカニズムを推定した。

4. 研究成果

本研究によって、解明された主な点を箇条書きにすると、次のとおりとなる。

(A) 海溝型巨大地震に対する結論

- (1) 連動型であった宝永地震(1707)は単発型であった安政南海地震(1854-b)よりも、大阪平野、高知県西部などで震度が大きかった。
- (2) 連動型であった宝永地震(1707)は単発型であった安政南海地震(1854-b)よりも、紀伊半島、四国沿岸で津波が大きかった。殊に高知県では、宝永地震の津波は安政南海地震の津波の2~3倍の浸水高さを示した。
- (3) 安政南海地震(1854-b)で一番大きな滑りを生じたのは、高知県須崎市のすぐ沖合の海域であったと推定された。
- (4) 南関東地方の海溝型地震の一つである元禄地震(1703)による津波は、三浦半島、房総半島の先端部で10mを越えた場所がある。
- (5) 慶長16年(1611)三陸地震について大槌、宮古市などで正確な津波浸水標高を測定した。
- (6) 貞観11年(869)三陸地震による津波は、当時の多賀城下に達していた(『日本三代実録』)が、2011年東北地方日本太平洋沖地震の津波も同様であった。また、地震津波の被災地が陸奥国(福島県から青森県の間)のみならず、「常陸国」(茨城県)も被災地に含まれていたと考えられる。この点も2011年東北地方太平洋沖地震と共通している。

(B) 内陸直下の地震に対する結論

- (7) 首都圏に重大被害をもたらした地震として、文化9年(1812)神奈川地震が存在した。
- (8) 中央構造線は文禄5年(1596)に豊後地震、伊予国の地震、伏見地震という、3日以内に連続的に起きた少なくとも3個の連鎖的発生地震として近畿・九州間のほぼ全域が活動した。
- (9) 明治以後、関東地方中央部に起きた3つの内陸直下の地震のメカニズムを

考察した。

(10) 街区毎の死者数の分布、寺院の倒壊分布、大名屋敷の倒壊分布から、江戸市中の詳細被害分布を解明した。16世紀末に近世の江戸城が築かれ、徳川氏によって江戸が人口100万の大都市となる以前の「中世江戸地図」で水域であった、東京丸の内、大手町、神保町、水道橋にかけて、揺れが強く現れていたことが判明した。

(11) 安政江戸地震による関東全域の寺院倒壊、および液状化分布は、江戸開府(1603年)以前の、旧利根川流域とその氾濫源に当たる埼玉県東部地域で、特に密に分布していたことが判明した。

(12) 文政11年(1828)越後三条地震では、家屋倒壊比率で分布の中心を取ればその中心は現在の三条市付近となり、ここが震央と考えられていたが、集落別庄死者の分布図では、その約10km南の見附市付近が中心となる。本研究では震央は見附市と考えられる。

以上である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計27件)

1. 都司嘉宣・小野友也, 2008, 元禄地震(1703)における相模湾沿岸での津波高さ, 歴史地震, 23,, 191-200.
2. 都司嘉宣, 2009, 文化九年十一月四日(1812年12月7日)神奈川地震の震度分布, 東京大学地震研究所彙報, 84, 291-298.
3. 中西一郎, 2009, 文禄五年(1596)閏七月豊後・伊予地震による伊予国板島城(現、宇和島城)の被害ー藤堂高虎の遺帳-, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, 383-386.
4. 佐藤孝之, 2009, 「山林」からさぐるアジュールの変容ー東海地域を中心として-, 『禅と地域社会』(広瀬良弘編), 吉川弘文館, 354-371.
5. 佐藤孝之, 2009, 村の出火処理と火元入寺, 『近世史稿』, 4, 54-66.
6. 西山昭仁・小松原琢, 2009, 宝永地震

- (1707)における大坂での地震被害とその地理的要因, 京都歴史災害研究 10, 13-25.
7. Koketsu, K., H. Miyake, Afnimar and Y. Tanaka, A proposal for a standard procedure of modeling 3-D velocity structures and its application to the Tokyo metropolitan area, Japan, *Tectonophysics*, 472, 290-300, 2009.
8. 都司嘉宣・大年邦雄・中野 晋・西村裕一・藤間功司・今村文彦・柿沼太郎・中村有吾・今井健太郎・後藤和久・行谷佑一・鈴木進吾・城下英行・松崎義孝, 2010, 2010年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査, 土木学会論文集, B2, 66, 1, 1346-1350.
9. 都司嘉宣, 2010, 集落別死者分布で見た文政11年11月12日(1828 XII 28)越後三条地震, 地質ニュース, 676, 16-20.
10. 佐藤孝之, 2010, 村の歴史を編むということー上州緑野郡三波川村の「年代記」をめぐってー, 『古文書の語る地方史』, 天野出版工房刊, 71-83.
11. 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦, 2010, 南関東で発生した M7 級地震に対する既往研究とデータの収集ー1894年明治東京地震と1895年茨城県南部の地震一, 東京大学地震研究所彙報 84, 2, 149-182.
12. 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦, 2010, 南関東で発生した M7 級地震に対する既往研究とデータの収集ー1921年茨城県南部の地震, 1922年浦賀水道付近の地震および1987年千葉県東方沖地震一, 東京大学地震研究所彙報 84, 2, 183-212.
13. 瀬瀬一起・三宅弘恵, 長周期地震動予測地図, 日本地震工学会誌, 11, 2-7, 2010.
14. Miyake, H., K. Koketsu, K. Hikima, M. Shinohara and T. Kanazawa, Source fault of the 2007 Chuetsu-oki, Japan, earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 100, 384-391, 2010.
15. Tachibana, T., and Y. Tsuji. Geological and Hydrodynamical Examination of the Bathyal Tsunamigenic Origin of Miocene Conglomerates in Chita Peninsula, Central Japan, 2011, *Pure Appl. Geophys.*, 168, 997-1014.
16. 佐藤孝之, 2011, 奥州守山藩における「欠入」と「入寺」ー『守山藩御用留帳』よりー, 『近世史稿』, 5, 54-73.
17. 都司嘉宣・佐竹健治・石辺岳男・杉本めぐみ・大木聖子・西山昭仁・室谷智子・泊 次郎・上野俊洋, 2011, 平成23年3月11日東北地方太平洋沖地震の津波について(速報), 地震ジャーナル, 地震予知総合研究振興会, 51, 11-21.
18. 西山昭仁, 2011, 文政京都地震(1830年)における京都盆地での被害要因の検討ー一棧瓦葺屋根の普及による被害の拡大一, 東京大学地震研究所彙報 85, 1/2, 33-47.
19. 都司嘉宣, 2009, 文化九年十一月四日(1812年12月7日)神奈川地震の震度分布, 地震研究所彙報, 84, 291-298.
20. Koketsu, K., Y. Yokota, N. Nishimura, Y. Yagi, S. Miyazaki, K. Satake, Y. Fujii, H. Miyake, S. Sakai, Y. Yamanaka and T. Okada, A unified source model for the 2011 Tohoku earthquake, *Earth Planet. Sci. Lett.*,

310, 480-487, 2011.

21. 都司嘉宣, 連動型巨大地震による津波 - 1707 宝永地震, 2004 スマトラ島沖地震, および 2011 年東日本震災の津波, 日本の科学者, 日本科学者会議, 46, 18-24.
22. 都司嘉宣・松岡祐也, 2011, 歴史津波の調査研究に伴う文献・津波痕跡の信頼度評価について, 津波工学研究報告, 28, 東北大学大学院工学研究科, 災害制御研究センター, 73-82.
23. 矢沼 隆・都司嘉宣・今井健太郎・行谷 佑一・今村文彦・静岡県下における宝永地震津波の痕跡調査, 津波工学研究報告, 28, 東北大学大学院工学研究科, 災害制御研究センター, 93-104.
24. 岩瀬浩之・原 信彦・田中 聡・都司嘉宣・今井健太郎・行谷佑一・今村文彦, 高知県土佐清水市における 1707 年宝永地震の津波痕跡に関する現地調査報告, 津波工学研究報告, 28, 東北大学大学院工学研究科, 災害制御研究センター, 105-116.
25. 都司嘉宣・松岡祐也, 慶長元年閏七月十二日(1596年9月4日)豊後国地震津波と瓜生島伝説について, 津波工学研究報告, 28, 東北大学大学院工学研究科, 災害制御研究センター, 153-172.
26. 都司嘉宣・馬淵幸雄・大塚隆行・今村文彦, 岩手県を対象とした慶長 16 年三陸地震津波の痕跡調査, 津波工学研究報告, 28, 東北大学大学院工学研究科, 災害制御研究センター, 173-180.
27. 川崎一朗・高橋昌明・北原糸子・岡田篤正・鈴木祥之・中西一郎・石橋克彦, 2011, 京都御所泉殿寺新田の歴史と地震防災, 京都歴史災害研究, 12, 1-7.

[著書] (計 2 件)

1. 草野顕之, 2010, 『真宗教団の地域と歴史』(単行本), 清文堂, pp290.
2. 都司嘉宣, 2011, 『千年震災』(単行本), ダイヤモンド社, pp276.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

都司 嘉宣 (東京大学・地震研究所・准教授)
研究者番号: 30183479

(2) 研究分担者

中西 一郎 (京都大学・理学研究科・教授)
研究者番号: 10164229

佐藤 孝之 (東京大学・史料編纂所・教授)
研究者番号: 30170757

草野顕之 (大谷大学・文学部・教授)
研究者番号: 20177984

(3) 連携研究者

瀬藤 一起 (東京大学・地震研究所・教授)
研究者番号: 90134634

西山昭仁 (東京大学・地震研究所・特任研究員)
研究者番号: 50528924

行谷佑一 (国土交通省・産業総合研究所・
活断層研究部門・研究員)
研究者番号: 90466235