

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23710202

研究課題名(和文) 前近代に発生した地震による建造物被害の基準作成に向けた基礎的研究

研究課題名(英文) The basic research toward an establishment of new criteria for evaluating building damage by the pre-modern earthquakes

研究代表者

西山 昭仁(NISHIYAMA, Akihito)

東京大学・地震研究所・特任研究員

研究者番号：50528924

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、前近代に発生した歴史地震を対象として、史料に記された建造物の被害状況だけでなく、史料の信憑性や建造物の特性も踏まえて被害状況を評価し、新たな被害評価方法と震度推定基準の確立を目指すものである。本研究では、歴史地震に関する信憑性の高い史料が豊富に残されており、当時の工法で造られた建造物が数多く現存している近畿地方を検討の対象とした。その結果として、従来よりも妥当性の高い建造物の被害評価と、確実度の高い震度推定が可能となった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is assessing the damage situation of buildings caused by historical large earthquakes on the basis of historical documents, in consideration of reliability of historical records and the characteristics of buildings, and establishing new method to evaluate damage situation of buildings and new criteria to estimate seismic intensity. The target region in this study was the Kinki district, Central Japan, where historical records with high reliability and building structures constructed by crafting technique in those days are still abundant. This study made it possible to evaluate more reasonable building damages and seismic intensities than previous studies.

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：地震災害 歴史地震 地震史料 被害評価 震度推定

1. 研究開始当初の背景

明治時代後半から現代に至るまでに刊行されている地震史料集は、全体で 33 冊 (約 27,000 頁) と膨大な量に及ぶ。この大部な地震史料集の中には、歴史学研究者が一級史料と認める良質なものも所収されている。しかし、歴史学研究者が史料としては取り扱わない種類のもの、例えば、明治期に編纂された郡誌類、近年刊行された自治体史や論文などからの抜粋記事も多く含まれている。このように、既刊の地震史料集の所収史料が均質ではないことから、これらの地震史料集を取り扱う際には、歴史学研究者の手による史料の信憑性の確定が必要となってくる。

地震史料を地震学に活用する際には、歴史地震の被害評価や震度推定に使用できる信憑性の高い史料記述を取捨選択し、被害発生場所ごとに震度を推定して震度分布図を作成する作業が必要となる。その際には、地震発生当時の基本的な時代背景の理解、記述されている被害状況など事実の解釈、被害発生場所の地名の比定、といった地震学研究者には専門外であり、歴史学研究者が専門とする検討項目が数多くある。だが、ほとんどの歴史学研究者の歴史地震研究における関心事は、地震災害の社会への影響や被災後の人々の復興過程にあり、被害評価や震度推定は地震学の研究分野と考えられ、対象外とされているのが現状である。

上記のような理由から、歴史地震研究における被害評価や震度推定には、歴史学研究者の積極的な参加が不可欠である。それにも拘わらず、それがほとんど実施されていない以上、地震学研究者が主導する現状の歴史地震研究においては、地震史料が適切に活用されているとは言い難い。そのため、地震学研究者の手による歴史地震の被害評価や震度推定には、歴史学的に多くの課題が内在している。そこで、歴史学研究者が歴史地震研究においてその専門性を活かし、史料の信憑性の確定や建造物の被害評価に基づく震度推定について、歴史学的知見を加えることが必要と考える。

これらのことから、今後の歴史地震研究に学術的信頼性を付与するためには、歴史学に基づく新たな被害評価方法と震度推定基準の確立が重要と捉え、地震学的な研究分野についても歴史学研究者が積極的に取り組む必要があると考えるに至った。

2. 研究の目的

本研究は、主に地震史料に基づき、前近代 (明治時代以前) に日本列島で発生した歴史地震を対象とするものである。この研究は、従来のように、史料に記された建造物の被害状況のみに基づいて震度を推定するものではない。本研究の目的は、地震被害が記された史料の信憑性をはじめとして、建造物の構造や築年数なども踏まえて被害状況を評価し、新たな被害評価方法と、それに基づく震

度推定基準の確立を目指すことである。

既刊の地震史料集を地震学に活用する一つの方法としては、機器観測が行われる以前の前近代に発生した被害地震を対象として、史料記述に基づく被害発生地点ごとの震度を推定し、震度分布図を作成することが挙げられる。このような震度分布図は、現代における強震動の研究に寄与できるだけでなく、過去に地震災害に遭った地域における地震防災・減災にも役立てることができる。また、歴史地震における推定震度は、実際にその場所で過去に発生した地震被害に基づいていることから、数値計算のみに基づく仮定の推定震度に比べて妥当性や説得性は高いと言える。

歴史地震における震度分布図を作成するためには、特定の被害地震について個々の被害発生場所の震度を推定する必要があり、それには、被害評価の方法および気象庁震度階級へ置換する際の基準の作成が必要である。既往研究においては、歴史地震の震度分布図が数多く作成されており、そこでの震度の推定には多くの場合、城郭の建造物、町家・土蔵、寺社の堂宇、橋・道路といった、史料に記述にある建造物の被害状況に基づいている。そのため、既往研究における歴史地震の推定震度は、被害を受けた建造物の特性に大きく依拠していると言える。それにも拘わらず既往研究では、被害の評価に関して当時の建造物の特性がほとんど考慮されておらず、震度の推定に際しても被害状況以外の基準は提示されていない。そのため、現状の歴史地震研究における震度の推定には不備があり、より確実度の高い震度を推定するためには、史料に記されて被害状況のみに基づいて単純に判断するだけでは不十分である。

上記のような理由から、歴史地震において震度推定を行う際には、はじめに、史料の信憑性を確定する必要があり、次に、建造物の特性や履歴について可能な限り検討の対象とし、様々な条件を組み合わせた相互分析によって被害状況の評価を厳密に行う必要がある。そして、様々な条件に基づく多角的な検討によって、従来よりも客観的で妥当性の高い被害程度を導き出し、より確実度の高い推定震度を求めることができると考える。このようにして作成された確実度の高い震度推定に基づく歴史地震の震度分布図が、今後の地震学研究に利用されることに期待したい。

3. 研究の方法

本研究では、前近代に幾度の被害地震に遭遇しながらも、当時の建造物が数多く現存している近畿地方を対象地域とした。その中でも、千年以上の長い年月を通じて人々が生活し、複数回の被害地震を経験している京都・奈良・大津といった人口密集地域に研究を集中した。それは、当該地域には、未収録の地震史料が数多く現存しているだけでなく、当

時の構造材や工法で造られた建造物が、数度の地震によって被災しながらも、修復を繰り返しつつ数多く現存しているためである。

研究の方法としては、最初に、当該地域に被害を及ぼした前近代の地震について、既刊の地震史料集に所収されている史料から信憑性の高いものを選び出した。また、対象地域の資料館や図書館などで史料の調査を行い、既刊の地震史料集には未収録の新たな地震関連史料を収集した。次に、これらの史料から地震被害の記述を抽出し、歴史学の研究成果を用いて被害発生場所を特定した。そして、既往研究にある「歴史地震のための震度表」に基づいて被害発生場所の暫定的な震度推定を行った。これに加えて、歴史学で用いられている関連史料や文化財修理報告書などにに基づき、被害発生場所の建造物について、地震災害だけでなく風水害・火災・戦乱による被災・焼失や、その後の修復・再建の履歴を調査した。このような建造物の構造・築年数・修復履歴といった要素から建造物の地震被害について分析し、立地する地盤条件なども考慮して被害程度を総合的に評価して、それに基づいて被害発生場所の震度を再度推定した。なお、この一連の作業によって得られた地震史料や建造物の構造・履歴といった様々な情報を集計して、歴史地震における被害評価基準の試作版も作成している。

4. 研究成果

本研究では、前近代の被害地震を対象として、信憑性の高い地震史料を選択し、被災した建造物の被害状況だけでなく、建造物の構造や履歴なども踏まえて被害程度の評価を行った。そして、基準化した妥当性の高い被害評価を用いて、従来よりも確実度の高い推定震度を導き出した。その事例として、近畿地方の中でも現存する前近代の史料や建造物が特に豊富であり、歴史上、複数回の大きな被害地震に遭遇している京都について、被害評価方法に関する検討結果の具体例を挙げていく。

京都盆地北部に位置する京都は、延暦十三年(794)の平安遷都以来、6回の大きな被害地震に遭遇している。そのうち近世(16世紀後期～19世紀中期)に京都を襲った被害地震は3回である。文禄五年(1596)の伏見地震、寛文二年(1662)の近江・若狭地震、文政十三年(1830)の京都地震である。この3回の被害地震を事例として取り上げ、個々の被害の特徴や要因について検討し、建造物の特性に基づく被害評価から震度を推定した。

(1) 文禄伏見地震(1596年)における被害要因と評価

文禄五年の伏見地震は、畿内一円に多大な被害を及ぼした内陸地震であり、16世紀末に急速に拡大した京都の下京以南や鴨川東岸の地域、京都盆地中央部の新造の城下町であった伏見などに大きな被害を及ぼした。その被害の特徴についてみると、東寺の境内では、

南大門や灌頂院など倒壊に至った建物と、五重塔や御影堂など破損に止まった建物とが混在しており、必ずしも壊滅的な被害を蒙ったわけではない。その理由として、倒壊した建物の多くが本瓦葺き屋根で築年数が長く、倒壊しなかった建物の多くが檜皮葺きや柿葺き屋根で築年数が短かったことが挙げられる。つまり、本瓦葺きで屋根が重く、経年劣化が進んで地震の揺れに弱くなった建造物が集中的に倒壊したことになり、この場合は建造物の被害のみに基づく暫定的な震度推定よりも震度を小さく推定する必要がある。

また、元龜四年(1573)の上京焼き討ち以降に建設された上京の町家群では、地震による被害は比較的軽微であり、築年数が長く経年劣化の進行していた下京の町家群は大きな被害を受けた。そのためこの場合も、下京の震度は小さく推定する必要がある。

(2) 寛文近江・若狭地震(1662年)における被害要因と評価

寛文二年の近江・若狭地震は、近畿地方北部一帯に被害を及ぼした内陸地震である。この地震における京都での被害は、知恩院・妙法院での坊舎の倒壊や、五条大橋での橋板の崩落など京都盆地東縁部に偏在しており、京都市中では局所的に大きな被害が生じた以外は、全体として被害は軽微であった。その要因として、当該期の町家の多くが石置板葺きや柿葺きの屋根を採用しており、屋根の軽い構造であったことが挙げられる。

一方、伏見では、豊後橋が崩れかかり、京橋や肥後橋の橋杭が沈下しており、淀では淀城が大破して、城下の町家も多数が破損している。このよう建造物に大きな被害が発生した伏見や淀は、江戸時代初期に氾濫原や低湿地といった軟弱地盤地域を埋め立てて開発された市街地であった。特に、京都の外港都市であった伏見の場合は、人口規模が京都の1/16であったにも拘わらず、京都と同程度の町家の倒壊被害が生じている。これは町家の特性に起因する被害ではなく、地盤条件の悪い場所での市街地開発による被害と考える。

(3) 文政京都地震(1830年)における被害要因と評価

文政十三年の京都地震は、主に現在の京都市中心部(上京区・中京区・下京区・東山区)で大きな被害が生じた内陸地震である。二条城や御所・公家屋敷では、城郭を取り囲む防衛施設である石垣・櫓・門・土塀や、禁中と外界とを隔てる築地塀や土塀といった施設外周の建造物で被害が大きかった。

また、京都市中では、天明八年(1788)の天明大火の後に、防火性能が高く本瓦葺きよりも安価な棧瓦葺き屋根の町家が急速に普及していった。そして、普及がほぼ完了した19世紀初頭に今回の地震が発生した。棧瓦葺きの町家は、石置板葺きや柿葺きに比べて屋根の重い構造であり、地震の揺れに対しては脆弱な建物である。そのため、この地震では

市中の至る所で棧瓦葺き屋根の町家が
大破・倒壊しており、それによって多くの負傷
者や死者が生じたと考える。この場合は、棧
瓦葺きで屋根が重く、天明大火以降の経年劣
化で揺れに対して脆弱になった町家が集中
的に倒壊しているため、町家の被害のみに基
づく暫定的な震度推定よりも震度を小さく
推定する必要がある。

なお、このような歴史地震における建造物
被害の基準作成に向けた研究は、基礎的なデ
ータの収集・分析とその積み重ねが重要であ
り、今後も研究を継続していく必要がある。

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2件)

西山 昭仁、1707年宝永地震における大
坂での地震・津波被害への対応、災害・
復興と資料、査読無、第4号、2014、pp.56
- 72

西山 昭仁、文政京都地震(一八三〇年)
における被害状況と震災対応、史潮、査
読無、新69号、2011、pp.5 - 36

[学会発表](計3件)

西山 昭仁、歴史地震における被害評価方
法の試案、日本地震学会2012年度秋季大
会、2012年10月18日、函館市民体育館
(北海道函館市)

西山 昭仁、天延四年(976)京都・近江
の地震における被害実態、第29回歴史地
震研究会、2012年9月15日、横浜開港
資料館(神奈川県横浜市)

西山 昭仁、近世京都における地震災害の
特徴と要因、日本地震学会2011年度秋季
大会、2011年10月12日、静岡県コンベン
ションアーツセンター グランシップ
(静岡県静岡市)

[図書](計2件)

西山 昭仁ほか、朝日新聞出版、日本列島
地震の2000年史、2013、pp.142 - 150

西山 昭仁ほか、思文閣出版、京都の歴史
災害、2012、pp.195 - 208

[産業財産権]

出願状況
該当なし

取得状況
該当なし

[その他]

ホームページ等
該当なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

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

(2)研究分担者

該当なし

(3)連携研究者

該当なし