

地震被害の集中域が地震によって反転する事例 静岡県中部における 1944 年東南海地震と 2009 年駿河湾の地震の場合

Damage Concentration Area Discrepancy between
Different Source Earthquakes:
Example Sites of Shizuoka, Japan in 1944 Tonankai Earthquake and 2009 Surugabay earthquake

関西大学 社会安全学部

林 能 成

Faculty of Societal Safety Sciences,
Kansai University

Yoshinari HAYASHI

SUMMARY

This study focused on two areas in central Shizuoka Prefecture that were damaged by both the 1944 Tonankai earthquake and the 2009 Suruga Bay earthquake, and examined the locations of damage concentration. The results revealed that locations that were heavily damaged in the 1944 earthquake suffered less damage in the 2009 earthquake. In addition, the locations where damage occurred in the 2009 earthquake were adjacent to the locations where damage was concentrated in the 1944 earthquake. Earthquake damage varies depending on the ground conditions. This is a peculiar result because the same locations tend to be repeatedly damaged by earthquakes. The cause of this phenomenon is thought to be a combination of the different damage characteristics caused by the two earthquakes and the different characteristics of the strong seismic motion.

Key words

Seismic intensity, Damage of roof tiles, 1944 Tonankai earthquake, 2009 Surugabay earthquake

1. はじめに

地震による被害は、強い揺れに起因するものと、断層運動によって地盤が大きく変形することに起因するものの2つに大別できる。断層運

動による直接の被害は、ずれた断層のすぐ近くに限られる。一方、強い揺れは、地震波を放出する断層の近傍のみならず、地下構造によっては震源断層からかなり離れた場所でも発生することがある。たとえば、やわらかい地層が厚く

堆積した平野は、遠隔地でも強い揺れになりやすいことが知られている。

地震の揺れの強さの指標として一般的に用いられているのは「震度」である。震度は地震学者・関谷清景が1885年に考案した指標で、「体感」と「身近なものの被害」から揺れの強さを4階級で判定するものから始まった。その後、階級を細分化し1から6までの6段階になり、さらに1948年福井地震の大被害を受けて震度7が追加されたという歴史を持つ。計測機器がなくても観測できることから広く普及したが、1980年代末から計測の機械化のための研究が進められ、体感と被害から決められてきた震度を機械で計測する「震度計」が開発された^[1]。1995年阪神・淡路大震災を契機に、高密度な震度観測へのニーズが高まったことから機械観測へと完全に置き換えられ、現在では気象庁、地方自治体、国立研究開発法人防災科学技術研究所によって全国に4,371台という多数の震度計が設置されて、防災機関の初動対応と揺れの記録取得に使われている^[2]。

振動の性質は、揺れの振幅、周期、継続時間といった物理学的な定義が明確な量で評価することが可能であるが、地震による振動は複雑な波形を持つことが多いため、これらの指標の単独使用では揺れの強さを適切に評価することは難しい。震度は1つの数字で総合的に揺れの強さを評価できる点で優れている。

伝統的な震度の判定は、被害が出ない震度1から震度4までは主に体感によってなされ、震度5以上は主に室内の家具の転倒状況や建物の被害によってなされてきた。機械観測化された震度も、これを踏襲するように判定基準が定められた。だが、人間が恐怖感を受けやすい揺れ方と、建物に被害を出しやすい揺れ方は必ずしも一致しておらず、そのため、震度の値が大きい割に建物などの被害は少なかったという事例

が、震度の機械観測化が完了し観測事例が増えるにつれて知られるようになった。機械観測では震度4以下の領域は適切に評価されているが、それより大きい震度で昔からの基準と乖離している場合があることを意味する。

2009年8月11日に発生した駿河湾の地震は、その例の1つと考えられる。最大震度6弱が複数の地点で観測されたが、全壊した建物は1棟もなかった。この地震で被害を受けた地域は、1944年東南海地震で比較的大きな被害が出た地域でもある。本研究では静岡県中部の2地域を対象に、1944年東南海地震と2009年駿河湾の地震の被害状況を比較して、被害状況の違いが生じた原因を考察する。

2. 比較対象とする2つの地震の概要

1944年12月7日に発生した東南海地震は南海トラフ沿いで発生したプレート境界型の巨大地震で、気象庁によるマグニチュードは7.9である。震源は和歌山県の新宮市の沖合、深さ40kmの地点であるが、震源域は紀伊半島沖を浜名湖付近まで広がり、海底の浅いところまで断層のずれが達したため顕著な津波も発生している。震度は気象官署の観測に限られており、最大震度6を観測したのは静岡県御前崎と三重県津の2箇所である。被害は三重県、愛知県、静岡県の3県に集中した。

本研究で注目している静岡県下の被害は、厚い堆積層に覆われた中小河川沿いの低地で顕著である。なかでも県西部の袋井市を流れる太田川流域は特に大きな被害が出たことが知られている^[3]。太田川沿いの今井村では住家の全壊率が95.8%に達し、17人が亡くなっている^[4]。大庭正八は静岡県西部地域における東南海地震の被災状況と地盤条件の関係を詳細に調べ、太田川流域以外の中小河川沿いの地域についても調査結果を残している^[5]。

2009年8月11日に発生した駿河湾の地震は、震源の深さ23kmで気象庁マグニチュード6.5の地震である。静岡県牧之原市、御前崎市、焼津市および伊豆市で震度6弱の揺れが観測された。

人的被害は静岡県中部を中心に死者1人、重傷者19人、軽傷者300人であった。建物被害は全壊0棟、半壊6棟、一部破損8666棟で、建物被害が500棟を超えた市町は静岡市（半壊2、一部破損2085）、牧之原市（半壊4、一部破損1711）、掛川市（一部破損1229）、焼津市（一部破損1097）、菊川市（一部破損983）、御前崎市（一部破損512）の6市である^[6]。

この地震は日本列島の下に沈み込むフィリピン海プレートの内部で発生したもので「スラブ内地震」と分類されるタイプの地震である。駿河湾は、プレート境界型の巨大地震で、1970年代から発生が懸念されてきた「東海地震」の想定震源域であるが、この地震は深さや断層運動のメカニズムが想定東海地震とは異なっていた。2009年駿河湾の地震はプレート境界よりも深い沈み込んだプレート（これをスラブという）の

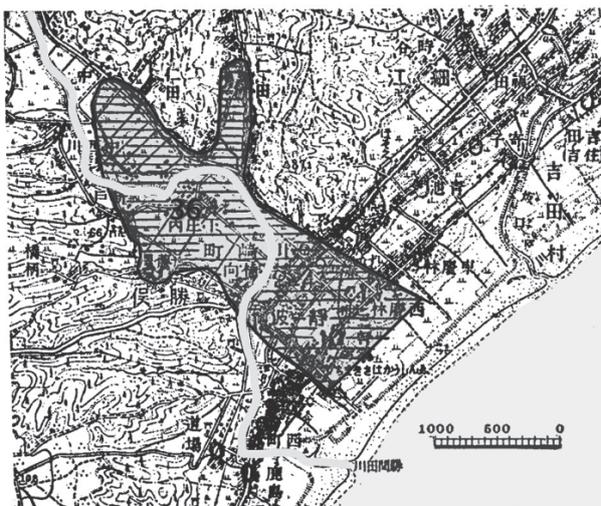
内部で発生したものであった。

3. 牧之原市周辺における2つの地震の被害比較

御前崎に近い牧之原台地の東側にあたる榛原郡川崎町（現、牧之原市）は、1944年東南海地震による被害が比較的大きかった地域である。特に河川沿いの低地に被害が集中するという特徴が明瞭であった。

「ここでは幅1km許りの直線状の勝間田川低地の延長部分だけに限って住家全潰31棟、半潰48棟の被害家が分布している。背後の勝間田川低地は前述の通り潟から出来た地盤であって、庄内のような被害地もここにある。所がこれをわずかに外れた牧之原台地前面では被害はほとんど皆無である。沖積層の厚さを比べて見ると、低地の延長部では附近の深井戸から推して少くとも16間（=28.8m）あるのに、台地前面ではわずか3~4mに過ぎない。」と説明され、地理的に隣接した場所で被害のコントラストが大きかったことが指摘されている^[5]。

図1a)は同地区における被害集中域で、台地



a) 1944年東南海地震の被害集中域
[大庭(1957)]に加筆



b) 2009年駿河湾の地震のり災証明発行箇所

図1 牧之原市旧川崎町付近における2地震の被害集中地域の比較

の前面や台地上は被害が少ないのに、潟湖由来の低地で被害が発生したことが読みとれる。

2009年駿河湾の地震では、前述の1944年東南海地震で顕著な被害コントラストが見られた牧之原市においても被害が発生した。図1b)は、旧川崎町付近で「り災証明」が発行された箇所をプロットした地図である^[7]。図中の点で示される「り災証明」の発行箇所は台地の前面に集中しており、川に沿った平野中心部には見られない。

この被災状況は図1a)で示した1944年東南海地震による同一地点のものとは異なっている。同じ場所でも、地震が異なると被害が集中する場所が変化している。言いかえると1944年の地震で被害が軽微だったところで被害が大きく、1944年の地震で被害が大きかったところでは逆に被害が見られない。つまり被災状況が反転している状況である。60年程度の短い期間で自然下にある地盤条件が大きく変わることは考えにくいので、この違いを「地盤の良し悪し」という単純な解釈で説明することは困難である。

2009年駿河湾の地震による被害では建物の全壊や半壊は少なく、多くは「一部損壊」に分類されるものである。地震直後に現地調査をした境有紀らは、被害のほとんどが屋根瓦の落下やずれであったことを報告している^[8]。この地震の被害は、建物の柱や梁といった構造体ではなく、屋根瓦に集中していたことが注目される。

4. 菊川市周辺における2つの地震の被害比較

御前崎市の西側に隣接する菊川市周辺でも、1944年東南海地震と2009年駿河湾の地震の間での被害集中域の反転が起きている。図2は、2つの地震による菊川沿いの低地とその周辺における被害を示したものである。

菊川流域は1944年東南海地震において、太田川流域に次いで被害が大きかった場所である。

図2a)は、大庭(1957)をもとに1980年代に再調査して集落ごとの被害率を求め、図に示したものである^[9]。図中で円グラフで示された4つの集落の全壊率は、西ヶ崎集落93%、新道集落55%、小川端(こがわばた)集落26%、堀之内集落0%となっており、南側ほど被害が大きい。これは、前節で述べた牧之原市の勝間田川沿いの場所と同じく、堆積層の厚いところで被害が大きかったためと解釈されている^[5]。

図2b)は、2009年駿河湾の地震におけるり災証明が発行された箇所をプロットしたものである^[7]。ここでも図中の点で示された被災箇所は、台地と平野の境目、または台地上に集中している。1944年東南海地震では、被害が皆無であった堀之内集落周辺に被災箇所が集中していることも目立つ特徴である。

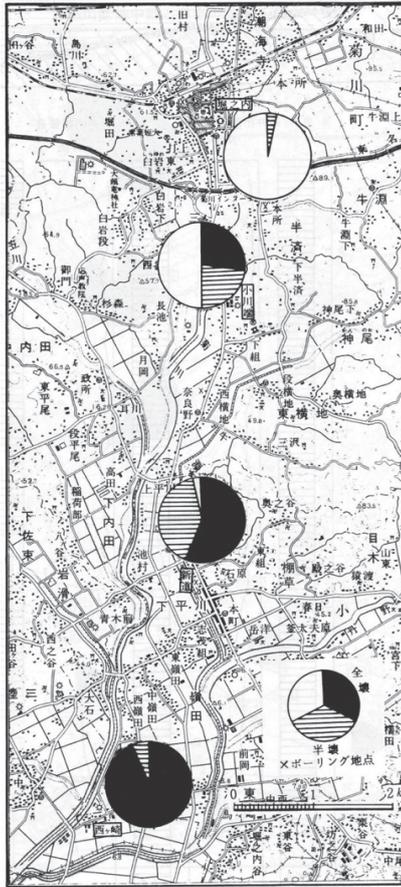
以上の特徴から、菊川市の菊川沿いの地域においても、牧之原市の勝間田川沿いの地域と同様に、1944年東南海地震と2009年駿河湾の地震の被害集中箇所が反転していたと考えられる。

なお、1944年東南海地震で最も被害が大きかった太田川周辺の地域は、2009年駿河湾の地震においては震源域からの距離が遠く、揺れが小さく被害がなかったため、ここで示したような被害の反転ははっきりしない。

5. 二つの地震の被害集中域が一致しない理由の考察

本研究では、1944年東南海地震と2009年駿河湾の地震において、静岡県内の2つの地域で被害が集中した場所が反転していた事例を見出した。ここで注目すべきは、2つの地震で被害の質が異なっていたことである。

1944年東南海地震の被害は、家屋の全壊や半壊という基準でまとめられたものである。一方、2009年駿河湾の地震では、家屋の全壊はなく、半壊もごく少数の家屋に限られ、被害の大半は



a) 1944年東南海地震の被害集中域
[東南海地震記録集編集委員会（1982）に加筆]



b) 2009年駿河湾の地震のり災証明発行箇所

図2 菊川沿いの低地における2地震の被害集中地域の比較

一部損壊と認定される瓦屋根のずれ・脱落であった。瓦屋根のずれ・脱落は短周期の地震動の強さとの相関がよく、その周期帯は震度を決定する地震動の周期帯に近い^[10]。

2009年駿河湾の地震の震源特性を調べた研究では、この地震の震源は短周期の地震動が強く放射されたものであったことが明らかになっている^[11]。また、短周期の地震動は地中を伝搬する際に減衰しやすい特性があるため、遠方までは届きにくい。だが、本研究で被害状況を述べた牧之原市・菊川市の両市とも震源距離が20から30km程度と近く、実際に観測された地震波形も短周期成分が相対的に大きいものであった^[12]。

以上、本研究で見出された、同一地域における2つの地震による被害集中域の反転は、被害の質が異なっていることと、地震動の特性が異なっていたことの両者を合わせて考えることで説明できると考えられる。瓦のずれ・脱落という被害は機械計測化された震度との相関が高く、その観点にたてば2009年駿河湾の地震で観測された震度6弱という強さとは矛盾のない被害が発生していたと言える。

これまで、短周期の地震動は恐怖感は大いだが、建物の被害には影響しにくいと考えられていた。瓦のずれ・脱落は、家屋倒壊に比べれば人の生死に直結する場面は少なく、地震対策の優先事項とは見なされてこなかった。新築また

はリニューアル時の瓦屋根への対策が低コストで可能であれば、発生回数の多い内陸の地震による震度5強から6弱程度の地震動による被害を避けられるという点で対策の推進を考慮する価値があると考えられる。

謝辞

本研究の一部は、2014年度関西大学若手研究者育成経費において、研究課題「郊外都市の地震災害弱点箇所の定量的評価」として研究費を受け、その成果を公表するものである。

参考文献

- [1] 気象庁(1996). 震度を知る 基礎知識とその活用, ぎょうせい.
- [2] 気象庁. 震度観測点. <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/intens-st/> (2023年12月30日確認)
- [3] 中央防災会議(2007). 災害教訓の継承に関する専門調査会報告書「1944 東南海地震・1945 三河地震」.
- [4] 飯田汲事(1977). 昭和19年12月7日東南海地震の震害と震度分布, 愛知県防災会議.
- [5] 大庭正八(1957). 1944年12月6日東南海地震に見られた遠江地方の家屋被害分布と地盤との関係, 東京大学地震研究所彙報, Vol.35, 201-293.
- [6] 消防庁(2010). 駿河湾を震源とする地震(第23報), <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/assets/post581.pdf> (2023年12月30日確認)
- [7] 林能成・鈴木雄大(2010). 2009年駿河湾の地震における被害の拡大・抑止要因, 日本地震学会大会講演予稿集, B21-01.
- [8] 境有紀・赤松勝之・神田和紘・宮本崇史(2010). 2009年駿河湾の地震における強震観測点周辺の状況と発生した地震動の対応性. 日本地震工学会論文集, Vol.10, 82-113.
- [9] 東南海地震記録集編集委員会編集(1982). 昭和19年東南海地震の記録: 静岡県中遠地域を中心として, 静岡県中遠振興センター.
- [10] 境有紀・神野達夫・瀬瀬一起(2002). 建物被害と人体感覚を考慮した震度算定方法の提案, 第11回日本地震工学シンポジウム論文集, CD-ROM.
- [11] 浅野公之・岩田知孝(2010). 経験的グリーン関数法による2009年8月11日駿河湾の地震(MJMA6.5)の震源モデルの推定と強震動シミュレーション, 北海道大学地球物理学研究報告, Vol.73, 137-147.
- [12] 佐藤智美(2010). スペクトルインバージョンと経験的グリーン関数法に基づく2009年駿河湾の地震の震源モデルの推定, 日本建築学会構造系論文集, Vol.65, 2153-2162.

(原稿受付日: 2024年1月9日)