

〈第26回 山崎賞〉

アンケート調査・聞き取り調査による

11 平成21年8月11日静岡駿河湾沖地震の研究

1. 研究の概要

2009年8月11日午前5時07分に、静岡駿河湾沖で最大震度6弱の地震が発生した。その被害の中で私たちは、駿府城の石垣3箇所が崩れたことに注目した。地図上で見ると3箇所の崩れは、東西方向の面であることが分かるからである。そこで私たちは地震の揺れの方向が石垣に対して垂直だと仮定し、駿府城周辺の住宅に対し聞き取り調査を行った。また、本校生徒によるアンケート調査によって、地域の違いによる揺れの大きさの違いや、揺れの違いについて確かめることにした。

(1) 揺れの方向についての仮説

今回の地震で崩れた石垣の箇所は図1中の青丸部分である。これらの崩壊箇所はほぼ同一方向の面であると言える。そのことから、今回の地震は崩れた石垣に対して垂直に、つまりおよそ南北に向かって揺れたと仮定した(図2)。

(2) 縦揺れについての仮説

今回の地震では、「はじめ突き上げるような地震がした」という話を聞いた。今回の地震は駿河湾内を震央とすることから震央から近いところで「突き上げるような揺れ」が起こるのではないかと、突き上げるような揺れは、震央からの距離によって決まるのではないかと仮定した。



(<http://shake.iis.u-tokyo.ac.jp/home-new/index.html>

「駿河地震の被害に関するメモ」より抜粋)

図1

2. 調査

(1) 調査1 駿府城周辺の住宅への聞き取り調査

(ア) 聞き取り調査にあたって

駿府公園周辺の住宅への聞き取り調査については、あらかじめ住宅地図により、公園の東西南北に同数の住宅を選び、更に家の向きについても考慮して、聞き取り調査を行う家をあらかじめ決めて、実施した。調査の内容については、あらかじめ決めておいた。

- ① 被害の状況について質問する。
- ② 家具の転倒などの被害でもって震度を調べる。
- ③ 被害にあった家具がどの向きに置かれてあったかを確認することで、東西方向の揺れか南北方向の揺れかを判定する材料とする。

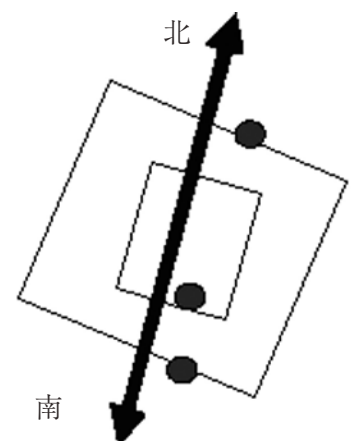


図2

● …石垣が崩れた箇所
↕ …仮定した揺れの方向

④方位磁石を用いてその家の方角を確認する。

二人一組で12月20日と26日にあらかじめ決めておいた住宅を訪問した。

(イ) 聞き取り調査の結果

住宅地図よりリストアップした家…70件
実際に聞き取りが出来た家……………31件
有効な回答を得られた家……………18件
南北に揺れたと思われる家……………12件
東西に揺れたと思われる家……………5件
その他……………1件

(ウ) 考察

駿府公園の東西南北で聞き取りを行った結果、石垣と同じ方向の面（東西）に向かって置いてある棚やテレビなどが倒れたり、中身が飛び出したりしていたことから、仮定どおり揺れは南北に向かってあったことが確かめられた。

また、公園の西側（西草深町周辺）、および北側（東草深町・水落周辺）に位置する住宅の被害が比較的大きいことが分かった。まだ新しい住宅で被害があったり、逆に昔からある住宅で被害がなかったりしたことから、地震の被害は住宅の新旧にはあまりよらないと感じた。住宅の向きに対して揺れの方向が垂直であれば被害は大きく、逆に平行であれば被害は比較的小さくなると判断できる。

さらに、今回の地震で崩れた3カ所の石垣のうち1カ所は過去の地震（1935年静岡地震）でも崩れていたため、その箇所については地質的に問題があるのではと考えられる。

駿府公園周辺の揺れの方向の地図

東西に向かって建っている家を赤色、南北に向かって建っている家を青色とした。

図中の矢印は、揺れの方向を表したものである。

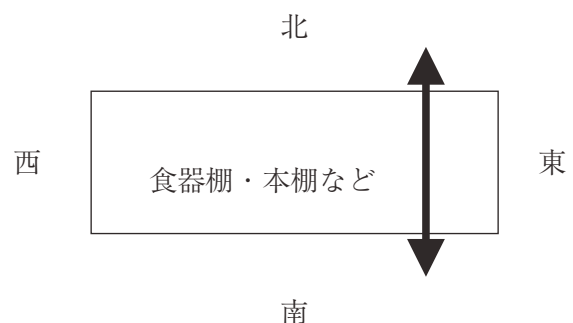


図4 略

南北のどちらかに倒れたり、戸が開いて中身が飛び出したりしたため、揺れは南北の方向に起こった。

図3

(2) 調査2 本校生徒に対するアンケートによる調査

地震の揺れについて立てた仮説が正しいかどうかを調べるために、私たちはまず本校生徒に対してアンケート調査を実施した。

(ア) アンケート作成に当たって

- ① 震度については、家具などの被害を聞くことにより震度を判定する。
 - ② 縦揺れか横揺れかについては、本人の記憶に基づいて判定する。
 - ③ 揺れについては、家屋の形状や向きによっても違うので、地図の中に位置と形状を書き入れてもらうことにした。
 - ④ その他、参考になるとと思われる事項について質問をすることにした。
- 作成したアンケートは省略。

アンケート調査の条件

- ① 対象…静岡英和女学院中学校高等学校の生徒 651人
- ② 回答内容が曖昧なものは集計にカウントしない。

(イ) アンケート結果のまとめ

配布した枚数（全校生徒）…651枚

回収できた枚数…583枚

有効な回答が得られた枚数…570枚

質問 1 の地震の前触れに関する質問

- ・およそ25%の生徒が地鳴りのような音を感じていたことが分かった。
- ・およそ25%の生徒が動物（犬や猫、鳥など）が騒いだと感じていた。一般に言われているような地震の前兆現象が起きていたと分かった。

質問 2 の揺れに関する質問

- ・およそ70%の生徒が横揺れを感じ、およそ20%の生徒が縦揺れを感じていた。
- ・この結果を20万分の1の静岡の地勢図上にプロットしていくと、静岡市葵区の中心部・清水区・焼津市・富士市・島田市などに縦揺れが集中している地域が見られた。

質問 3 の被害に関する質問

- ・被害の程度を聞くことによってその家が実際に感じた震度を、気象庁発表による震度階級で求めた。これにより、発表された震度よりも狭い範囲での震度を判定することが出来た。
- ・結果を20万分の1の静岡の地勢図上にプロットしたところ、静岡平野の海よりの地域（中島・登呂・東新田など）に震度5が比較的多く見られた。また、藤枝市・焼津市にかけて震度6が多く集中して見られた。反対に富士市周辺では震度3が多く見られた。

これらの結果をすでに発表されている震度分布図などと照らし合わせたところ、ほぼ一致していた。

(ウ) 考察

アンケートから得られた、縦揺れ・横揺れについての結果を20万分の1の静岡の地勢図上に縦揺れを赤丸、横揺れを青丸でプロットしたところ、縦揺れが集中している地域は震央からほぼ等距離の所（約19km、）に見られることが分かった（図6）。富士市と島田市は震央からの平均距離がそれぞれ約37.2km、約31.1kmあるので、静岡市葵区、清水区、焼津市とは大幅に異なっている。

各地区の縦揺れが集中している地域と震央との距離を出すために下記の計算を行った。

但し、計算に用いた震源の深さは、気象庁が発表した23kmとする

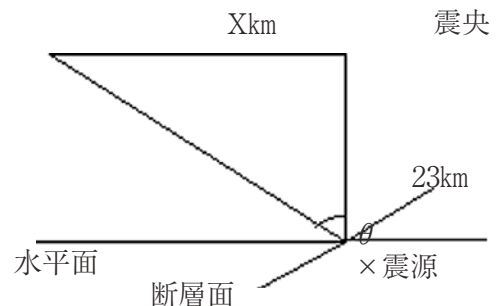


図 6

- ① 縦揺れが集中している箇所を半径の異なる2つの円の円周で囲み、扇形のようにする。
半径の大きい円をR、小さい円をrとする。（図6）
- ② rについての扇形の周から震央までの距離（海側ライン）と、Rについての震央からの距離との平均値をx km・震央の深さをy km（23km）として、 $\tan \theta = x/y$ を計算し、その値から θ の値を求める。

- ③ 求めた θ は、震央と震源を結ぶ線と縦揺れが集中している地域と震源を結ぶ線とのなす角である。

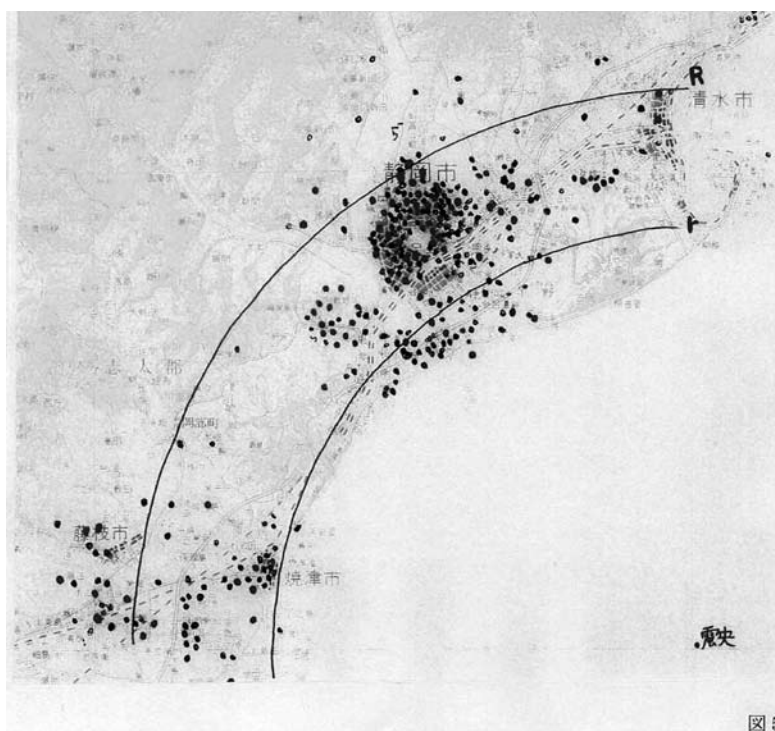


図5

計算結果

	震央からrまでの距離	震央からRまでの距離
静岡市葵区	8cm→16km	10.5cm→21km
清水区	.7cm→17.4km	10.5cm→21km
焼津市	8cm→16km	11.2cm→22.4km
富士市	18.2cm→36.4km	19cm→38km
島田市	14.2cm→28.4km	16.9cm→33.8km

	震央からの平均距離	$\tan \theta$ の値	θ の値
静岡市街	18.5km	0.8043	39度
清水区	19.2km	0.8347	40度
焼津市	19.2km	0.8347	40度
富士市	37.2km	1.6173	58度
島田市	31.1km	1.3521	54度

θ は三角比の表を用いて求めた

表1

以上のことから、縦揺れ地域は震央よりある決まった距離の所で起こることが分かった。

このことについて、2, 3の仮定のもとに推論していくと、縦揺れは地震が生じた断層のずれの断層面に対して、垂直の方向に発せられる。この仮定は、縦揺れが疎密波であることから容易に考えられる。

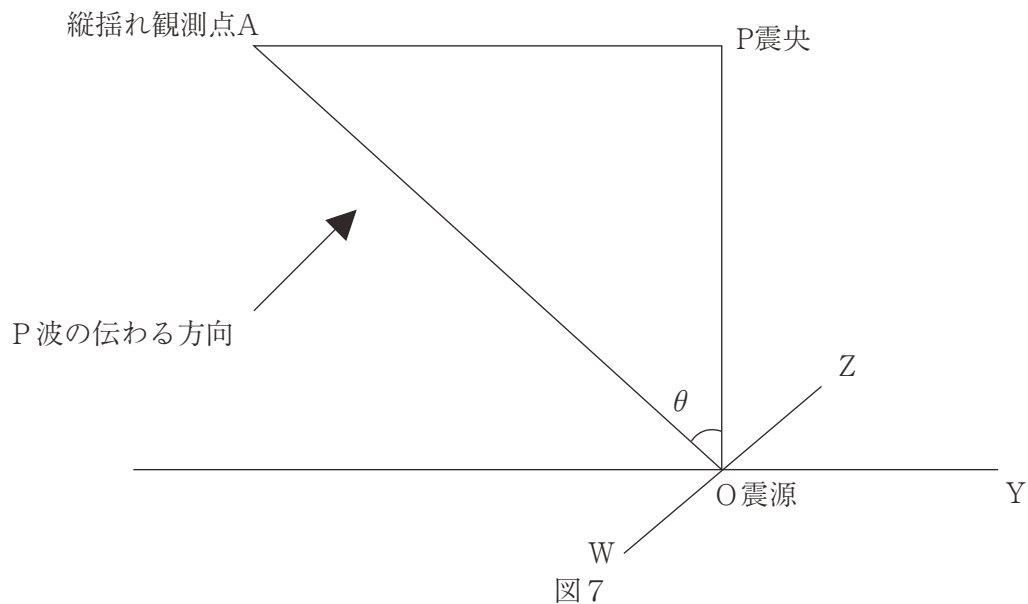
図のように各点をA,P,O,X,Y,W,Zとすると、

$$\angle AOW = \angle R$$

$$\angle XOP = \angle R$$

$$\angle AOP = \angle WOX = \theta$$

このことから、 θ は水平面(X-Y)に対する断層面(W-Z)のなす角である。



縦揺れが集中している地域の震央からの距離と震源の深さをすることにより、富士市、島田市の縦揺れは別の断層のずれによるものと推測できる。

3. まとめ

今回の聞き取り調査・アンケート調査により、

1. 静岡市葵区の駿府公園付近の揺れは南北方向の揺れであったことが確認できた
2. 生徒の通学区域の各地域の震度は、気象庁が発表したのと同じ値であった
3. 生徒の通学区域の各地域の縦揺れは、震央からほぼ等距離の地点で起こっている
4. 縦揺れが集中している地域の震央からの距離と震源の深さをすることによって、水平面に対する断層面の傾きが求められることが分かった
5. 求められた傾きの違いから、今回の地震は少なくとも連続した2ヵ所で断層がずれることによって生じたことが分かった

4. 参考文献

地震防災ガイドブック（静岡地震防災センター）
 ゼンリン住宅地図 '97（ZENRIN）
 静岡県東海地震対策土地条件図録集（静岡県地震対策研究協議会）
 災害時地震・津波速報（東京管区気象台）
 数学の教科書 数学 I（数研出版）