験震時報第 79 巻
（2016）39～61 頁

2013 年 4 月 13 日の淡路島付近の地震及び 2014 年 3 月 14 日の伊予灘の地震における揺れに関するアンケート調査

Questionnaire Surveys on Seismic Shaking for the Earthquakes in Near Awajishima Island and in Iyonada

宝田 司[1]，船山 稔[1]

Tsukasa TAKARADA[1] and Minoru FUNAYAMA[1]

(Received June 16, 2015: Accepted October 28, 2015)

1 はじめに

気象庁が発表する震度は，地震による揺れの強さを総合的に表す指標となるため，多くの防災機関で防災対応の基準として利用されている.この震度と，地震により実際に発生する現象や被害との関係の目安を示した「気象庁震度階級関連解説表」（以下，解説表）の記述内容は，建築物の耐震技術の向上等に伴い実状に合わなくなる場合がある．このため，震度と地震による被害の状況の関係を常に把握し，解説表を定期的に点検する必要がある.

2009 年に開催された「震度に関する検討会」（気象庁・消防庁，2009）において，この解説表が更新されたほか，定期的に解説表の内容の点検を行なうこととされた．これを踏まえ，気象庁では，顕著な被害が発生した地震について，地震の揺れに関するアンケート調査を実施し,解説表の点検･改訂のための基礎資料としている．2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震（最大震度 6 弱）において，検討会後初めての地震の揺れに関するアンケート調査が実施され（新原，2012），解説表の点検を行うための資料の蓄積を始め，2011 年 3 月 11 日に発生した「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（最大震度 7），同年 3 月 12 日に発生した長野県･新潟県県境付近（震央は長野県北部）の地震（最大震度 6 強），同年 3 月 15 日に発生した静岡県東部の地震（最大震度 6 強）を対象に「地震の揺れに関するアンケート調査」が実施された（平松・他，2014）.

今回，2013 年 4 月 13 日 5 時 33 分に発生した淡路島付近の地震（最大震度 6 弱），2014 年 3 月 14 日 2 時 6 分に発生した伊予灘の地震（最大震度 5 強）を対象に，解説表の内容の点検を主な目的として，地震の揺れに関するアンケート調査を実施したので，その結果を報告する.

2 調査方法

調査は震度観測点周辺の住民に対してアンケート調査票を配布･回収し,得られた回答から解説表に関連する設問の回答内容と解説表の表現の整合について調査した.

アンケート調査票（以下，調査票）は，平松・他（2014）と同じものを使用した．これは，太田・他（1979）の調査票に，解説表の点検に資する気象庁独自の設問を追加したものである（Appendix）．追加した設問は設問番号を「13-1」のように枝番形式としている.

今回の調査は解説表の内容点検を主目的とすることから，震度観測点近傍でデータを取得する必要があるため，調査票の配布は調査対象となる震度観測点から原則半径 200m 以内で実施した.

3 アンケート調査の概要

3.1 調査地点の選定

アンケート調査は，淡路島付近の地震については震源に近い淡路島島内において震度 5 弱以上を観測した 10 地点,伊予灘の地震については震度 5 弱以上を観測した 28 地点を対象に実施した（図 1，表 1）.

[1] 地震火山部地震津波監視課，Earthquake and Tsunami Observations Division, Seismology and Volcanology Department

3.2　調査票の配布

調査票は，震度観測点から原則半径 200m 以内を対象として配布したが，対象戸数が少ない震度観測点については，最大 300m まで配布範囲を広げた．

淡路島付近の地震については，配布数は 1 地点につき 20 部とし，気象台職員が戸別に調査の趣旨を説明しながら配布し，不在の場合はポスティングにより配布した．山間部に設置されている震度観測点周辺では，住宅数が少なく，また点在している状況であったため，配布範囲を 300m に広げても予定の部数を配布できない地点もあった．調査票の全配布数は 183 部である．

伊予灘の地震については，配布数は 1 地点につき 50 部（一部の地点では部数を調整）とし，気象台職員による戸別訪問やポスティングにより配布，または地方公共団体の防災担当者へ依頼するなどにより配布を行った．調査票の全配布数は 1,420 部である．

3.3　調査票の回収結果

震度観測点から 300m 以内の住民から得られた回答を有効回答とし，地震発生時に回答者が居た場所が 300m より離れていたものや，住所の記載が無く回答者が居た場所を特定できないものを無効回答とした（表 2）．

淡路島付近の地震については，調査票は 134 部回収し，全体での回収率は 73.2%，有効回答率は 57.4%であった．伊予灘の地震については，調査票は 712 部回収し，全体での回収率は 50.1%，有効回答率は 32.0%であった．

二つの地震において，調査票の回収率及び有効回答率に大きな差が見られる．これは，淡路島付近の地震では気象台職員が直接調査の趣旨を説明し配布したものが多かったためと考えられる．

表 1　調査対象地点数及び震度別の地点数

対象地震	地点数	6 弱	5 強	5 弱
淡路島付近の地震	10	2	3	5
伊予灘の地震	28	0	2	26

表 2　調査票の配布数，回収数，有効回答数

対象地震	配布数	回収数（回収率）	有効回答数（有効回答率）
淡路島付近の地震	183	134（73.2%）	105（57.4%）
伊予灘の地震	1,420	712（50.1%）	455（32.0%）

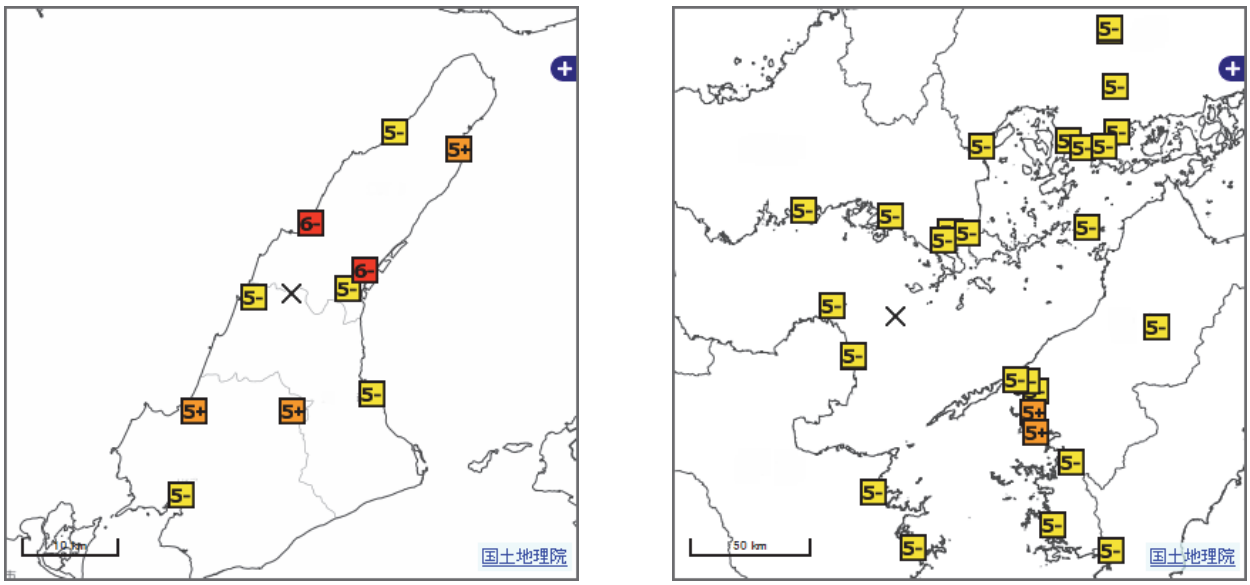


図 1　調査対象地点分布図（地図中の数字は観測された震度を，×印は震央を表す）
左図:　淡路島付近の地震
右図:　伊予灘の地震

4　解説表の点検

アンケート調査結果をもとに，解説表の内容が適切であるかどうかを確認する．解説表には，ある震度が観測された際に発生する被害の中で，比較的多く見られるものが記述されているが，建物・構造物の耐震性の向上等によって実状と合わなくなっている可能性もある．ある震度を観測した地点の周辺で解説表に記述されている現象が多く見られていたかを主な基準として確認を行うこととする．

今回，「屋内にある身の回りの物の状況」「住宅の被害状況」「人の状況」「地盤等の状況」の 4 つの状況に大きく分類し，それぞれに関連している設問において各選択率の分析を行った．解説表の点検に資する各設問の選択率のグラフを図 2～18 に示す．太田・他（1979）により作成された調査票に基づく本調査票は，解説表の点検を主目的としたものではないため，その対応は厳密なものではないが，解説表の記述を基に，各設問の各選択肢の記述と対応すると考えられる震度階級との対応を試み，各図中に併記した．

4.1　屋内にある身の回りの物の状況について

屋内にある身の回りの物の状況を問う設問 11（つり下げ物の状況，図 2），設問 13（食器類等の状況，図 4），設問 14（小さい置物の状況，図 5），設問 14-1（本の落下状況，図 6），設問 15（家具の状況，図 7）の回答状況について考察する．設問 12（水面の状況，図 3）も同様の状況を問う設問であるが，選択肢 1（注意しなかった）の回答が 7 割近くに上り，残りの回答状況から評価することが難しいため，参考として結果を示すにとどめる．

設問 11 については，両地震ともに同様の傾向を示している．震度 5 弱において，選択肢 1（注意しなかった）の回答を除けば，選択肢 4（かなり激しくゆれた）の選択率が最も高い．この結果は，解説表の記述「電灯などのつり下げ物は激しく揺れる（震度 5 弱）」とも整合的である．その一方で，選択肢 4 の選択率は，淡路島の地震では震度 5 弱で 35.9%，5 強で 45.0%，6 弱で 72.0%，伊予灘の地震では 5 弱で 34.0%，5 強で 50.0%と，震度が大きくなるとともに選択率も増加する傾向が見られた．これは，選択肢 5（非常に激しく揺れた）の記述が選択肢 4 と類似しており，選択肢 4 を上回るものとしての役割を果たせていないことが原因だと考えられる．

設問 13 の回答状況について，淡路島付近の地震については，震度 5 弱で選択肢 3（ガタガタと音を立てて動いた），5 強で選択肢 4（激しく音を立てて動いた），6 弱で選択肢 5（非常に激しく動き，食器・皿・ガラスなど割れたり，戸障子がはずれたものもあった）の選択率が最も高かった．また，伊予灘の地震については，震度 5 弱，5 強ともに選択肢 3 の選択率が最も高かった．設問 13 の各選択肢の表現と解説表内の各震度の表現とを比較し，選択肢 3 及び 4 を「棚にある食器類が音を立てる（震度 4）」に，選択肢 5 を「棚にある食器類が落ちることがある（震度 5 弱）」に，選択肢 6（食器類，ガラスなどの破損が目立った）及び 7（ほとんどこわれた）を「棚にある食器類で，落ちるものが多くなる（震度 5 強）」にそれぞれ対応づけると，二つの地震のアンケート調査から推察される地震時の状況は，解説表の表現ほどではなかったと推測される．

設問 14 について，二つの地震に共通して，震度 5 弱では選択肢 1（ほとんど認められなかった）の選択率が最も高いが，震度 5 強及び 6 弱では選択肢 1 の選択率が急激に下がり，選択肢 4（一部が動いたり，ズレたり，ズリ落ちたりした）の選択率が最も高くなる．また，震度 5 強と 6 弱における各選択肢の選択状況（選択率のグラフの形状）が類似している．震度 5 強及び 6 弱における傾向は，新原（2012）による駿河湾の地震の調査でも同じ結果が得られている．このことから，地震時における小さい置物の状況は，震度 5 弱と 5 強との間では様相が異なり，震度 5 強と 6 弱の間では様相はそれほど変わらないと推測される．また，設問 14 の各選択肢の表現と解説表内の各震度における表現とを比較し，選択肢 3（かなり激しく動いた）を「座りの悪い置物が，倒れることがある（震度 4）」に，選択肢 4（一部が動いたり，ズレたり，ズリ落ちたりした）を「座りの悪い置物の大半が倒れる（震度 5 弱）」に，選択肢 6（ほとんど全部が倒れ，または落ちた）を「棚にある食器類や書棚の本で，落ちるものが多くなる（震度 5 強）」にそれぞれ対応づけると，二つの地震のアンケート調査から推察される地震時の状況は，解説表の表現ほどではなかったと推測される．

設問 14-1 については，二つの地震に共通して，震度 5 弱では選択肢 1（なかった）の選択率が最も高

いが，震度が大きくなるにつれて選択肢 1 の選択率が下がり，特に選択肢 2（落ちたものがあった）の選択率が高くなった．設問 14-1 の各選択肢の表現と解説表内の各震度の表現とを比較し，選択肢 2 及び 3（いくつかのものが落ちた）を「書棚の本が落ちることがある（震度 5 弱)」に，選択肢 4（多くのものが落ちた）を「書棚の本で落ちるものが多くなる（震度 5 強)」に，選択肢 5（棚ごと倒れた）を「固定していない家具の大半が移動し，倒れるものがある（震度 6 弱)」及び「固定していない家具のほとんどが移動し，倒れるものが多くなる（震度 6 強)」にそれぞれ対応づけると，二つの地震のアンケート調査から推察される地震時の状況は，解説表の表現ほどではなかったと推測される．なお，平松・他（2014）による「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」の調査では，震度 5 強で選択肢 3，6 弱で選択肢 4，6 強で選択肢 5 の選択率が最も高くなる一方で，長野県・新潟県県境付近の地震や静岡県東部の地震では，震度 5 強で選択肢 1 の選択率が最も高くなるなど，調査事例により傾向が異なっており，一概に解説表の記述が過大な表現であるとは言えない．

設問 15 について，まず，震度 5 弱における家具の移動･転倒の状況を見ると，淡路島付近の地震では，家具の移動を示す選択肢 4（多少ズリ動いた）の選択率が 2.6%，家具の転倒を示す選択肢 5（大きくズレたり，倒れたものもあった）と選択肢 6（ほとんど全部が倒れた）の合計の選択率は 0.0%であった．また，伊予灘の地震でも同様に，選択肢 4 の選択率は 2.5%，選択肢 5 と 6 の合計の選択率は 0.8%であった．この状況は，解説表の記述「固定していない家具が移動することがあり，不安定なものは倒れることがある（震度 5 弱)」から逸脱するものではなく，概ね整合的であると言える．次に，震度 5 強について，淡路島付近の地震では，家具の移動を示す選択肢 4 の選択率は 25.0%，家具の転倒を示す選択肢 5 と 6 の合計の選択率は 7.5%となり，震度 5 弱から 5 強にかけて家具が移動・転倒したという回答が増加した．一方，伊予灘の地震では，選択肢 4 の選択率は 5.4%，選択肢 5 と 6 の合計の選択率は 2.7%と，震度 5 弱での回答と大差のない結果になった．震度 6 弱について，淡路島付近の地震では，選択肢 4 の選択率は 36.0%，選択肢 5 と 6 の合計の選択率は 24.0%となり，震度 5 強での回答からさらに増加した．過去の調査結果（新原（2012)，平松・他（2014))を見ると，2009 年の駿河湾の地震では，震度 5 強で家具の移動 16%，転倒 5%，震度 6 弱で家具の移動 25%，転倒 9%，平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等では，震度 5 強で家具の移動 24.7%，転倒 18.4%，震度 6 弱で家具の移動 26.7%，転倒 45.7%となっており，これらの地震も含めて考えると，解説表の記述「固定していない家具が倒れることがある（震度 5 強)」「固定していない家具の大半が移動し，倒れるものがある（震度 6 弱)」は，当該震度における状況と整合的である．ただし，伊予灘の地震のように，解説表の記述ほどの状況にならない事例もあることに留意が必要である．

4.2 住宅の被害状況について

住宅の被害状況について，設問 13-1（窓ガラスの破損状況，図 8)，設問 13-2（戸や窓の状況，図 9)，設問 17（住宅の被害状況，図 10)，設問 17-1（屋根瓦の破損状況，図 11）の回答状況を考察する．

設問 13-1 については，両地震において被害はほとんど見られなかった．窓ガラスに破損の被害がみられたことが分かる選択肢 3（破損したものがあった）から 5（多くが破損した）までの合計の選択率は淡路島付近の地震では震度 5 弱で 2.6%，5 強で 15.0%，6 弱で 8.3%，伊予灘の地震では 5 弱で 1.3%，5 強で 10.8%であった．この状況は，解説表の表現「まれに窓ガラスが割れて落ちることがある（震度 5 弱)」「窓ガラスが割れて落ちることがある（震度 5 強)」「窓ガラスが破損，落下することがある（震度 6 弱)」とも整合的である．

設問 13-2 については，戸と窓の二つのものを対象としているため結果の解釈には注意が必要だが，それらを引き起こす原因は同一であると考えられるため，ここでは同等のものとして扱う．開閉が困難になった戸や窓があったとする選択肢 2（あった）の選択率は，淡路島付近の地震では震度 5 弱で 5.1%，5 強で 34.1%，6 弱で 32.0%，伊予灘の地震では 5 弱で 3.2%，5 強で 10.5%と，震度が大きくなるのに伴い開閉が困難になった戸や窓が増加することが分かる．解説表の記述「ドアが開かなくなることがある（震度 6 弱)」を否定するものではないが，震度 5 強から戸や窓の開閉が困難になる事例が少なからず見られている．なお，平松・他（2014）による調査

でも，震度 5 強で 18.2%，6 弱で 41.3%と，震度 5 強から戸や窓の開閉が困難になる事例が見られ，震度 6 弱ではさらに顕著となる傾向が見られている．

建物の状況は耐震性や木造・鉄筋コンクリート造の違いが影響するため，解説表では建物を木造と鉄筋コンクリート造に分類し，さらにそれらを耐震性の基準で細分した上で，それぞれの状況を記載している．解説表を点検するためには，調査票も分類してそれぞれ点検する必要があるが，建物の耐震性について，設問 10（築年数）への回答状況だけで判断することは難しいため，設問 7（建物の構造）への回答状況から木造又は非木造(鉄筋コンクリート造，鉄骨造など）に分類して考察する（設問 7 が無回答であったものは除外した)．

木造建物における設問 17 の回答状況について，まず，震度 5 弱における家（建物）への被害の状況を見ると，淡路島付近の地震では，被害が出たことを示す選択肢 4 (わずかながら壁にヒビ割れが入った)～7(家の傾きが目立った)の合計の選択率は 30.0%，伊予灘の地震では 11.8%であった．この状況は，解説表の記述「壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある(震度 5 弱)」と整合的である．次に，震度 5 強以上について，淡路島付近の地震における選択肢 4～7 の合計の選択率は震度 5 強で 66.7%，震度 6 弱で 81.3%と，震度 5 弱から 5 強にかけて被害が出たとする回答が増加した．一方，伊予灘の地震での選択肢 4～7 の合計の選択率は震度 5 強で 19.4%と，震度 5 弱での回答と大差のない結果になった．過去の調査結果（新原，2012；平松・他，2014）で選択肢 4～7 の合計の選択率を見ると，2009 年の駿河湾の地震では，震度 5 強で 11%，震度 6 弱で 35%，平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震では，震度 5 強で約 45%，震度 6 弱で約 73%，長野県・新潟県県境付近の地震では，震度 5 強で約 35%，震度 6 弱で約 75%となっている（平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震及び長野県・新潟県県境付近の地震における選択率はグラフからの読み取り値)．これらの地震も含めて考えると，解説表の記述「壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある（震度 5 強)」「壁などのひび割れ・亀裂が多くなる．壁などに大きなひび割れ・亀裂が入ることがある（震度 6 弱)」は，当該震度における被害の状況と整合的である．ただし，伊予灘の地震のように，解説表の記述ほどの被害状況にならない事例もあることに留意が必要である．

木造建物における屋根瓦の破損について，設問 17-1 の回答状況によれば，屋根瓦の破損に相当する選択肢 3 (落下したものがあった) 以上の選択率は，淡路島付近の地震では震度 5 弱で 5.9%，5 強で 5.6%，6 弱で 13.3%であった．伊予灘の地震では震度 5 弱で 1.1%，5 強で 0.0%であった．また，平松・他 (2014) による東北地方太平洋沖地震の調査結果では，震度 5 強で 15.3%，6 弱で 32.7%，6 強で 43.5%，新原(2012) による駿河湾の地震の調査結果では，設問の形式が若干異なるが，震度 5 強で 6%，6 弱で 17%となっている．解説表には震度 6 弱から「瓦が落下することがある」と言及しており，この表現自体は問題ないと考えられるが，地震によっては震度 5 強でも屋根瓦に何らかの被害が出た家屋があることにも留意が必要である．

非木造建物における設問 17 の回答状況については，木造と比較して全体的に被害の件数及び程度が小さくなる傾向が見られた．これは耐震性の違いによるものと考えられる．また，淡路島付近の地震では，震度 5 強から選択肢 4（わずかながら壁にヒビ割れが入った）以上の選択肢の選択率が大きく増加している．この結果は，解説表における耐震性の低い鉄筋コンクリート造建物に対する記述「壁，梁 (はり)，柱などの部材に，ひび割れ・亀裂が入ることがある(震度 5 強)」と概ね整合的であると考えられる．

非木造建物における屋根瓦の破損については，回答数が少ないため結果を示すにとどめる．

また，参考として設問 30（住宅周辺の被害状況，図 12）の結果を示す．

4.3 人の状況について

人の状況に関する設問 20（驚きの程度，図 13)，設問 21（怖さの程度，図 14)，設問 25（行動への支障の程度，図 15）の回答状況について考察する．驚きや怖さの程度に関連する解説表の記述は震度 4 と 5 弱にしかないが，これまでの設問と同様，震度が大きくなるとともに高震度側に回答が移っていくことが予想される．

設問 20 について，淡路島付近の地震では，震度 5 弱においては選択肢 2（多少驚いた）と選択肢 3（かなり驚いた）の選択率が高いが，震度 5 強以上では

選択肢 4（非常に驚いた）の選択率が最も高くなる．一方で，伊予灘の地震では，震度 5 弱と 5 強との間で各選択肢の選択率の違いは見られない．設問 21 にも同様の傾向が見られる．同程度の加速度でも地震動の卓越周期により体感震度が異なる事（気象庁，1996）が関係している可能性があるが，この調査結果からは，はっきりしたことは分からない．

設問 25 については，地震の発生時刻が早朝，深夜と活動的な時間帯ではなかったため回答数が少なく，この結果からは判断できない．

4.4 地盤等の状況について

地盤等の状況を問う設問 31（全半壊の有無又は地盤の状況，図 16），設問 32-1（液状化の状況，図 17）がある．設問 31 は，全半壊の有無と地割れ等の有無を一つの設問で扱っているが，設問 17 の回答状況から今回の地震で全半壊となったケースは無いと判断し，回答状況はすべて地割れ等に関するものとみなし，これらの結果を考察する．

設問 31 について，地変（地割れ，地すべり，道路のキレツ）などがあったとする選択肢 2 以上の選択率は，淡路島付近の地震では震度 5 弱で 18.4%，5 強で 40.5%，6 弱で 68.0%，伊予灘の地震では震度 5 弱で 6.9%，5 強で 18.9%と，震度が大きくなるのに伴い地変が生じた事例が増加することが分かる．地変の事例が震度 5 弱から 10%～20%の割合で見られており，この結果は解説表の表現「亀裂や液状化が生じることがある（震度 5 弱，5 強）」と整合的である．

設問 32-1 についても，淡路島付近の地震では，震度 5 強で液状化現象があったことを示す選択肢 2（わずかにあった）以上の選択率が 10.3%，6 弱で 52.0%あり，この結果は解説表の表現「亀裂や液状化が生じることがある（震度 5 弱，5 強）」と整合的である．ただし，伊予灘の地震では，液状化が見られたという回答はなかった．

4.5 点検のまとめ

今回二つの地震について行ったアンケート調査結果と解説表の記述との比較からは，全体として解説表の記述は概ね妥当と判断できるが，詳細について見ると，屋内にある身の回りの物の状況について，解説表の記述がやや過大な表現であると考えられるもの（設問 13，設問 14，設問 14-1），また，住宅の被害状況について，解説表の記述がやや過小な表現であると考えられるもの（設問 13-2，設問 17-1）が見られた．これらの表現の妥当性については，今後，他の地震に関する調査結果も踏まえて検討する必要がある．

設問 11 あなたは地震のとき，電灯とかスイッチのひも，カレンダーなど，吊してあるものが揺れ動くのを認めましたか．

No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	注意しなかった		
2	見たが動きは認められなかった		
3	かすかにゆれた	2	電灯などのつり下げ物がわずかに揺れる
4	かなり激しくゆれた	5-	電灯などのつり下げ物は激しく揺れる
5	非常に激しくゆれた		

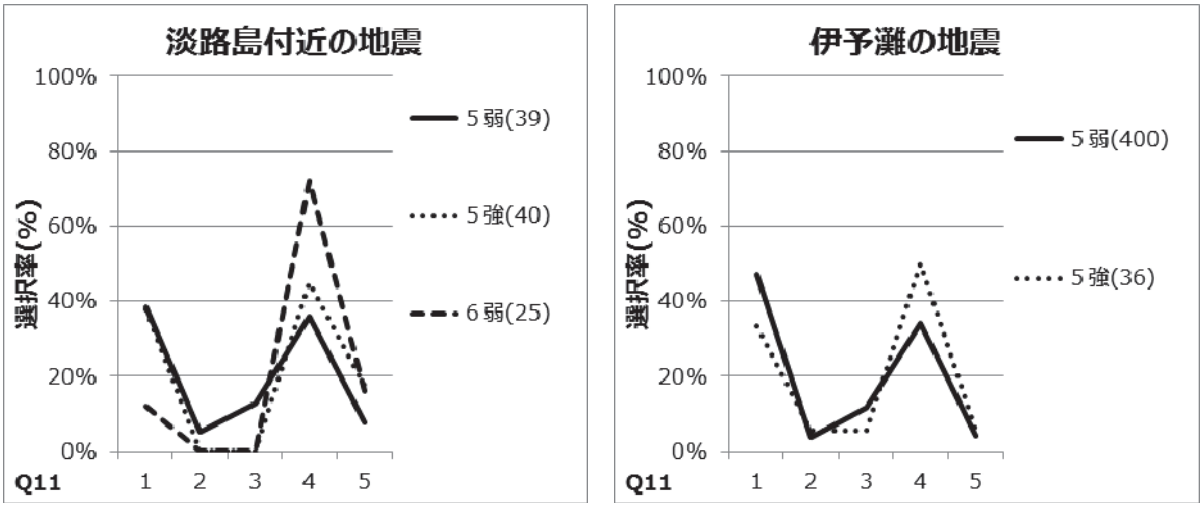


図 2　設問 11 の選択率

設問 12 台所の洗い桶，水盤，金魚鉢等の水，又はガラスビンの中のモノの動きはいかがでしたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	注意しなかった		
2	見たが動きは認められなかった		
3	かすかに動いた	2	電灯などのつり下げ物がわずかに揺れる
4	かなり動いた	4	電灯などのつり下げ物は大きく揺れる
5	激しく動いた	5-	電灯などのつり下げ物は激しく揺れる
6	あふれる程に，激しく動いた		

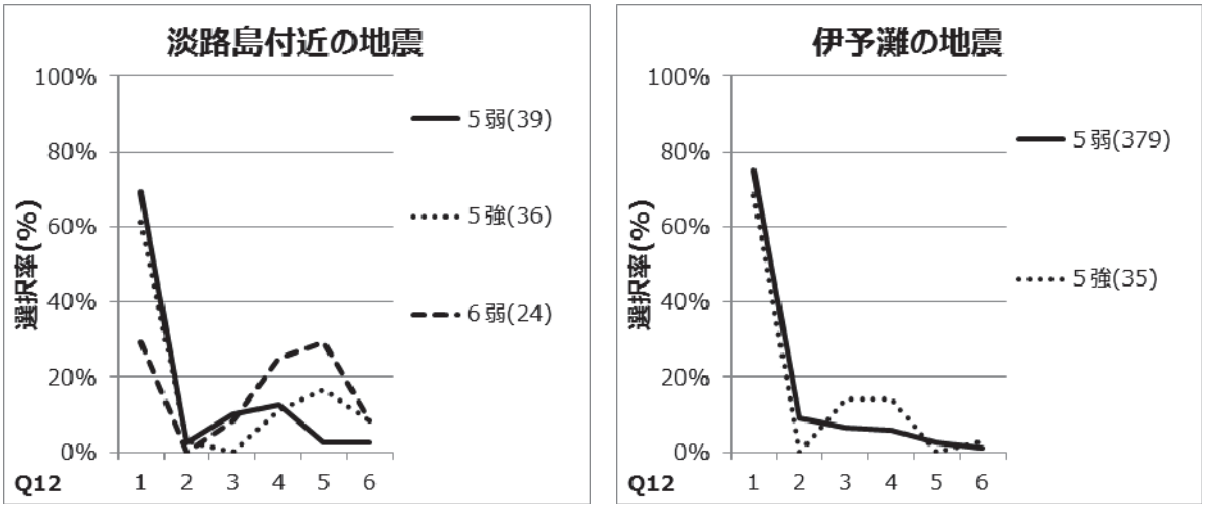


図 3　設問 12 の選択率

設問 13 食器類とか，窓ガラス・戸・障子などの動きは認められましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	気が付かなかった		
2	かすかに音を立てた	3	棚にある食器類が音を立てることがある
3	ガタガタと音を立てて動いた	4	棚にある食器類は音を立てる
4	激しく音を立てて動いた		
5	非常に激しく動き，食器・皿・ガラスなど割れたり，戸障子がはずれたものもあった	5-	棚にある食器類が落ちることがある
6	食器類，ガラスなどの破損が目立った	5+	棚にある食器類で，落ちるものが多くなる
7	ほとんどこわれた		

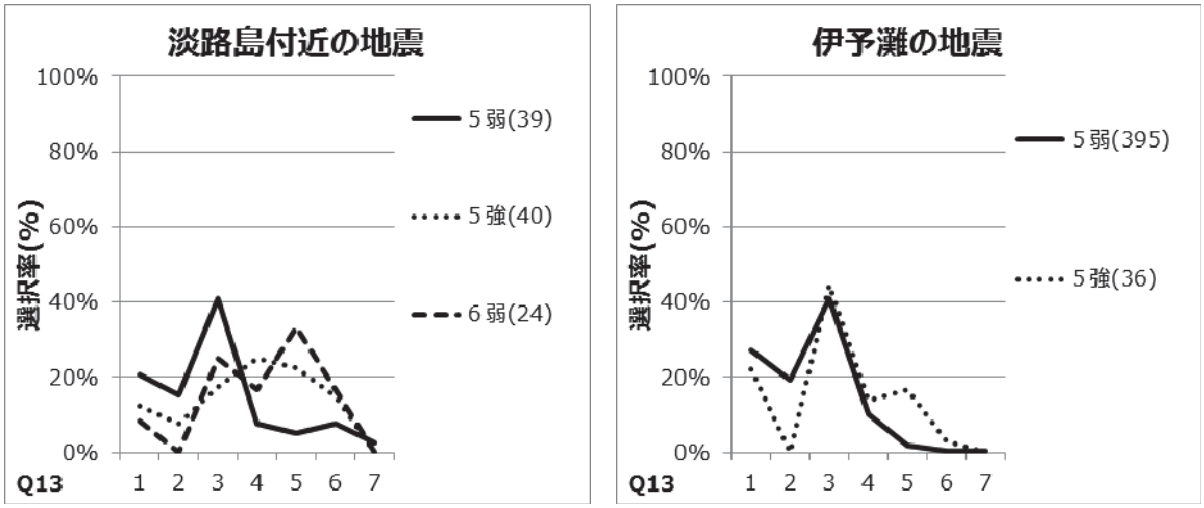


図 4　設問 13 の選択率

設問 14 すわりの悪いもの（コケシ・花びんなど），棚に雑においた品物，ビン類など動きは認められましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	ほとんど認められなかった		
2	わずかに動いた		
3	かなり激しく動いた	4	座りの悪い置物が，倒れることがある
4	一部が動いたり，ズレたり，ズリ落ちたりした	5-	座りの悪い置物の大半が倒れる
5	ほとんど全部が倒れ，または落ちた	5+	棚にある食器類や書棚の本で，落ちるものが多くなる

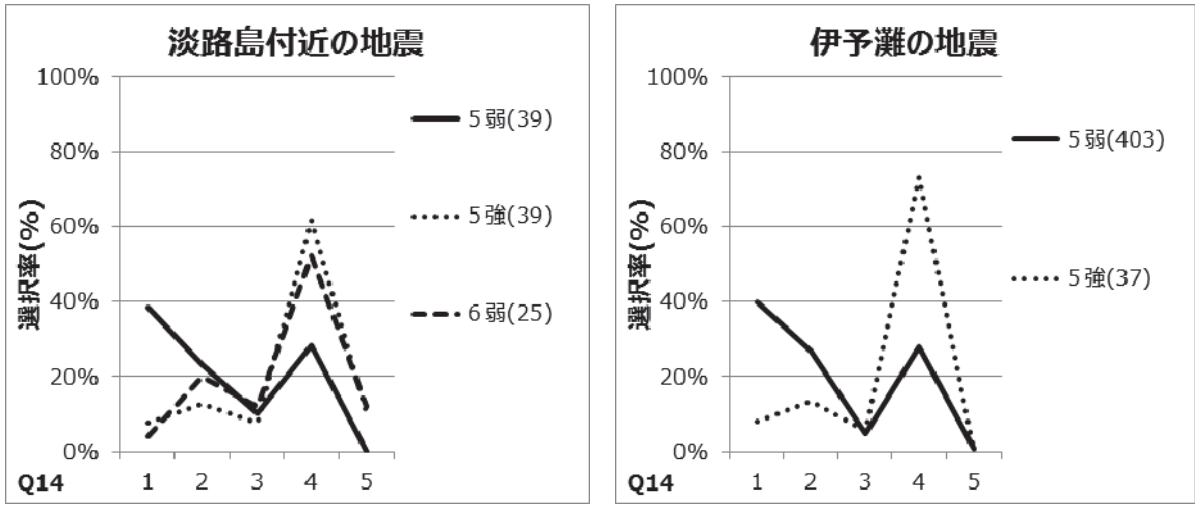


図 5　設問 14 の選択率

設問 14-1 具体的に，棚から落ちた本などはありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	なかった		
2	落ちたものがあった	5-	書棚の本が落ちることがある
3	いくつかのものが落ちた		
4	多くのものが落ちた	5+	書棚の本で落ちるものが多くなる
5	棚ごと倒れた	6-	固定していない家具の大半が移動し，倒れるものもある
		6+	固定していない家具のほとんどが移動し，倒れるものが多くなる
6	わからない		

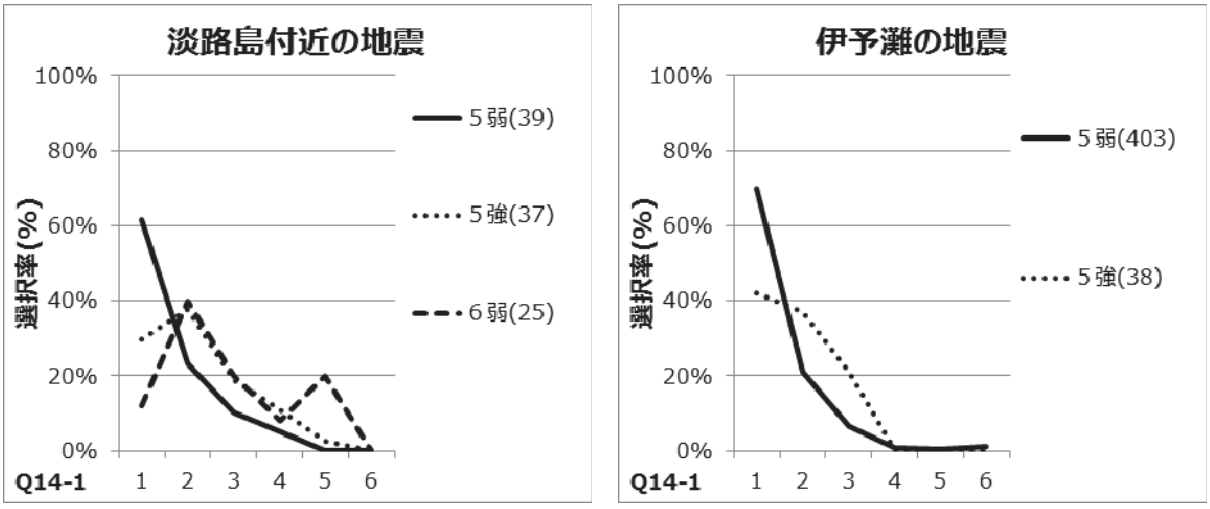
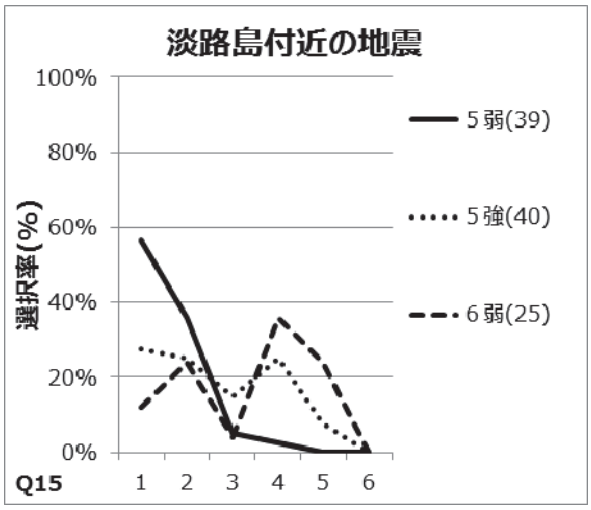


図 6　設問 14-1 の選択率

設問 15 タンス・戸棚・本箱など，重い家具の動きは認められましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	動かなかった		
2	わずかにゆれ動いた		
3	かなりゆれた		
4	多少ズリ動いた	5-	固定していない家具が移動することがあり，不安定なものは倒れることがある
5	大きくズレたり，倒れたものもあった	5+	固定していない家具が倒れることがある
6	ほとんど全部が倒れた	6-	固定していない家具の大半が移動し，倒れるものがある
		6+	固定していない家具のほとんどが移動し，倒れるものが多くなる



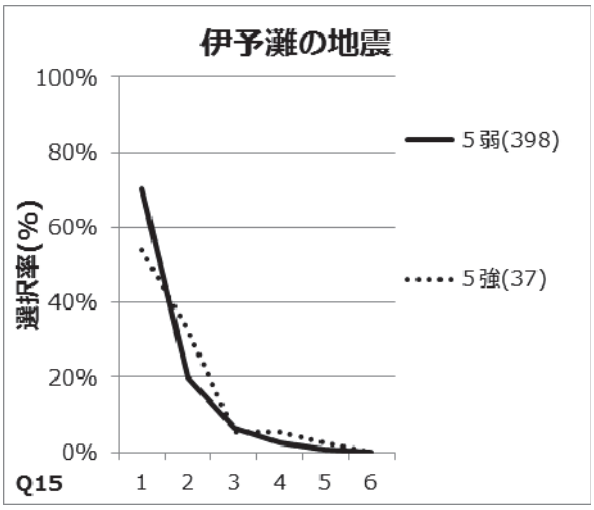


図 7　設問 15 の選択率

設問 13-1 具体的に，窓ガラスへの被害（ひび割れ，破損など）はありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	被害はなかった		
2	ひびが入った程度		
3	破損したものがあった	5-	まれに窓ガラスが割れて落ちることがある
4	いくつか破損した	5+	窓ガラスが割れて落ちることがある
		6-	窓ガラスが破損，落下することがある
5	多くが破損した	6+	窓ガラスが破損，落下する建物が多くなる
		7	窓ガラスが破損，落下する建物がさらに多くなる
6	わからない		

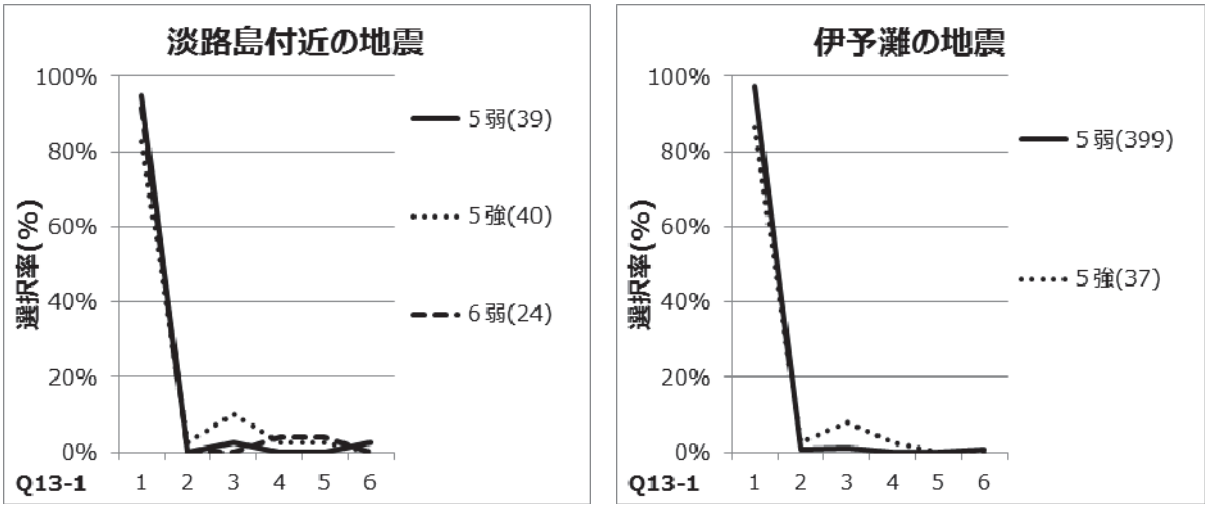


図 8　設問 13-1 の選択率

設問 13-2 具体的に，地震のあとで，開閉が困難になった戸や窓はありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	なかった		
2	あった	6-	ドアが開かなくなることがある
3	わからない		

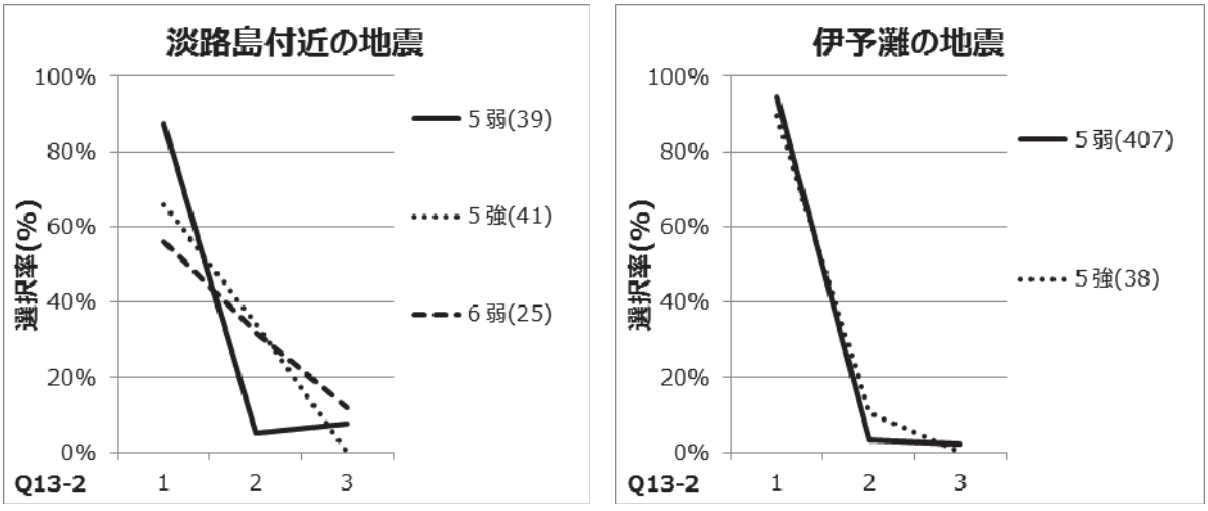
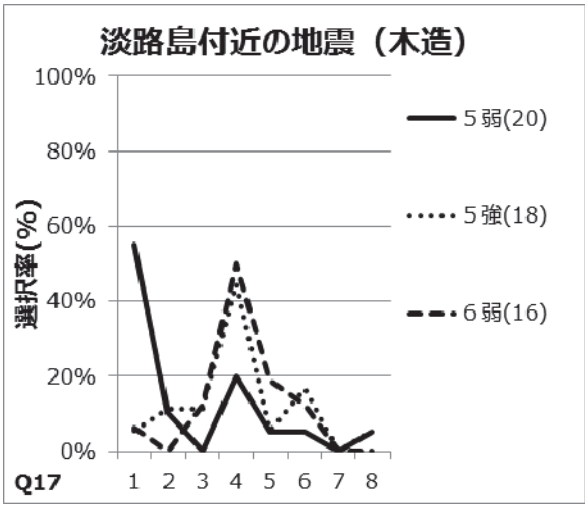
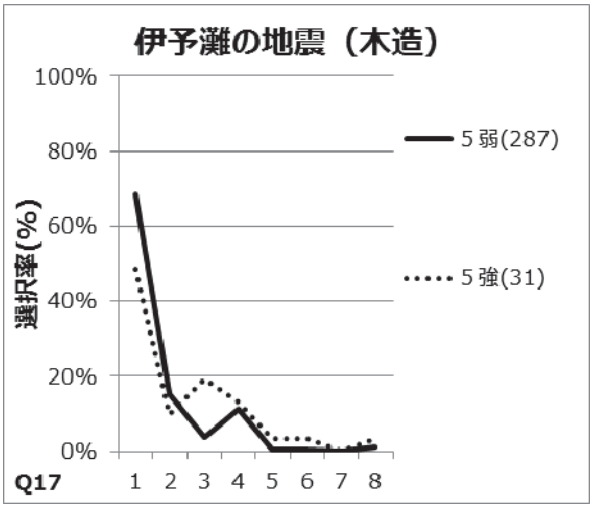
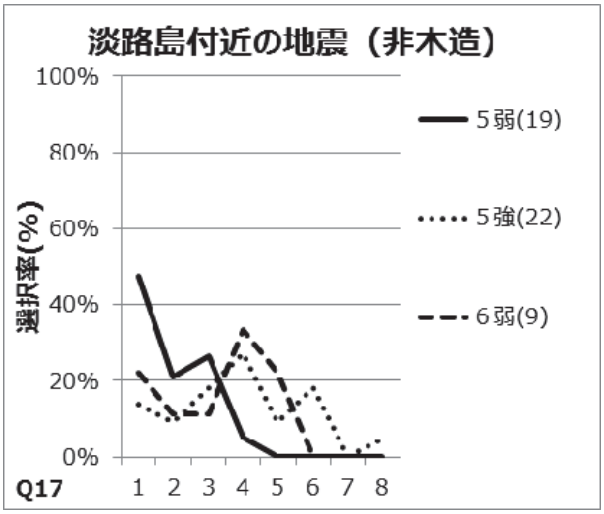


図 9　設問 13-2 の選択率

設問 17 家（建物）には，なんらかの被害はありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述（耐震性の低い木造住宅）
1	幸い，全然なかった		
2	額がはずれたり，掛物が傾いたりした程度		
3	壁かけ，額などが落ち，または花びん・ガラス器具が割れた		
4	わずかながら壁にヒビ割れが入った	5-	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある
5	かなりヒビ割れが入り，柱の継ぎ目の食い違いも目につく程度	5+	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある
6	被害はかなり大きく，修理の必要がある	6-	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる．壁などに大きなひび割れ・亀裂が入ることがある
7	家の傾きが目立った	6+	壁などに大きなひび割れ・亀裂が入るものが多くなる．傾くものや，倒れるものが多くなる
8	その他		







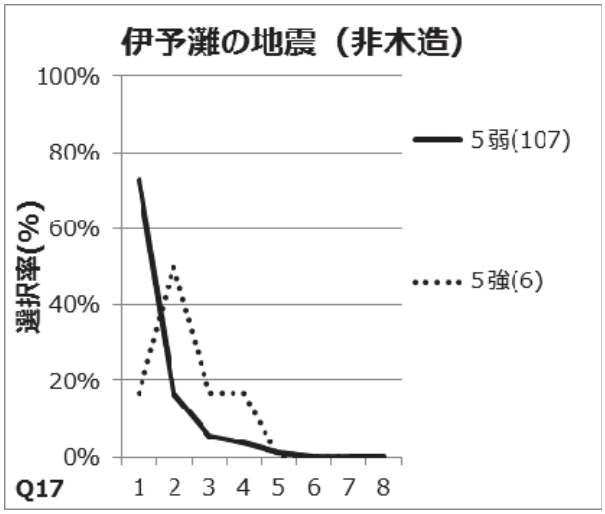
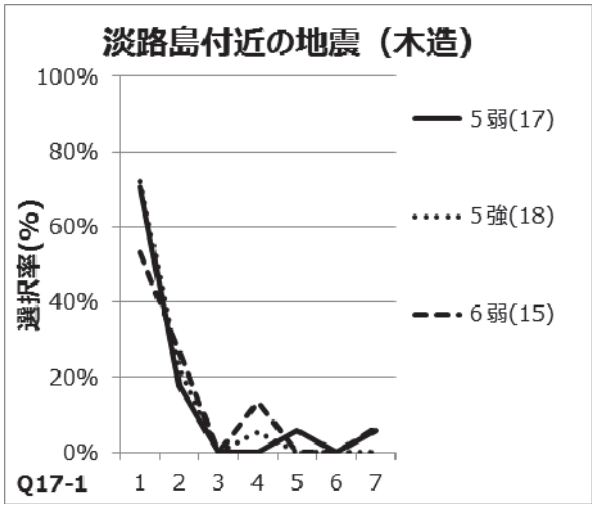
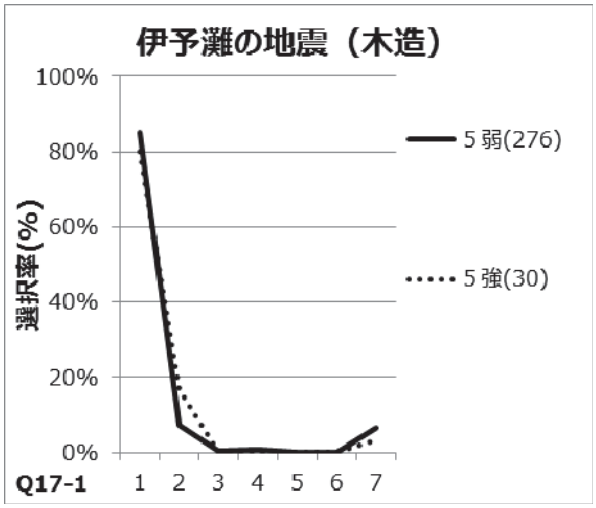
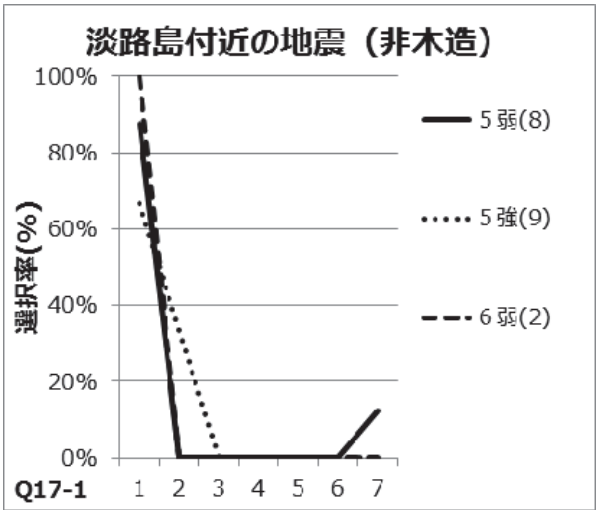


図 10　設問 17 の選択率

設問 17-1 家に屋根瓦がある方にうかがいます．屋根瓦への被害（ずれ，落下など）はありましたか．			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述（耐震性の低い木造住宅）
1	被害はなかった		
2	多少ずれた程度で落下したものはなかった		
3	落下したものがあった		
4	いくつか落下した	6-	瓦が落下したり，建物が傾いたりすることがある．
5	多くが落下した	6+	
6	家自体が傾いた	7	
7	わからない		







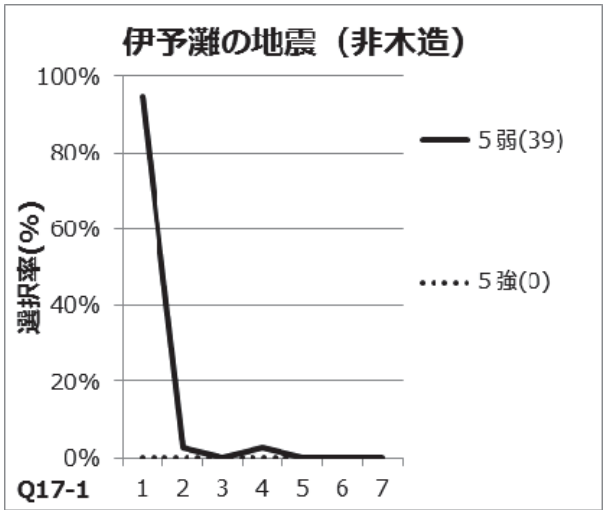


図 11　設問 17-1 の選択率

設問 30 あなたのまわりで板塀，ブロック塀，石垣，集合煙突，サイロなどの被害がありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述（屋外の状況，耐震性の低い木造住宅）
1	全くなかった		
2	塀のねじれ，継ぎ目に沿った割れ，石垣，煙突，サイロのゆるみなどがわずかにみられた	5-	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある
3	塀のねじれ，割れ目，石垣，煙突，サイロのゆるみなどかなり目立ち，くずれ落ちそうなものもあった	5+	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある 補強されていないブロック塀が崩れることがある
4	一部割れたり，ズリ落ちたりしたものもあった	6-	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる．壁などに大きなひび割れ・亀裂が入ることがある．瓦が落下したり，建物が傾いたりすることがある．倒れるものもある
5	かなりのものが壊れた	6+	壁などに大きなひび割れ・亀裂が入るものが多くなる．傾くものや，倒れるものが多くなる 補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる
6	ほとんど壊れた	7	傾くものや，倒れるものがさらに多くなる 補強されているブロック塀も破損するものがある

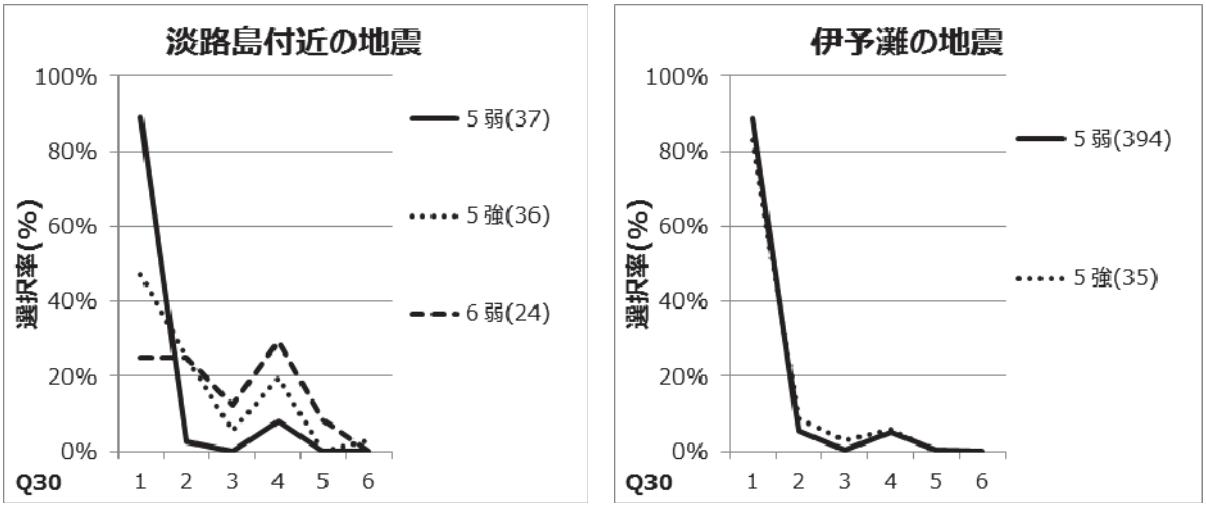


図 12　設問 30 の選択率

設問 20 あなたは地震に気がついたとき驚きましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	全然驚かなかった		
2	多少驚いた		
3	かなり驚いた	4	ほとんどの人が驚く
4	非常に驚いた	5-	大半の人が，恐怖を覚え，物につかまりたいと感じる
5	このうえなく驚いた		

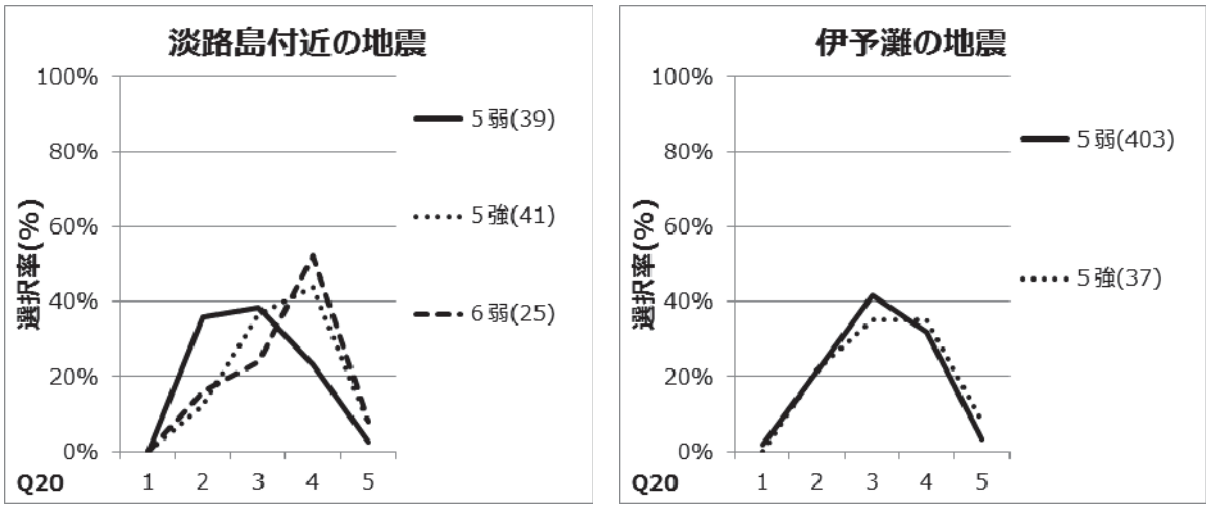


図 13　設問 20 の選択率

設問 21 それでは，こわさの程度はいかがでしたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	なんとも思わなかった		
2	少々こわいと思った	4	ほとんどの人が驚く
3	かなりこわいと思った	5-	大半の人が，恐怖を覚え，物につかまりたいと感じる
4	非常にこわいと思った		
5	絶望的になった		

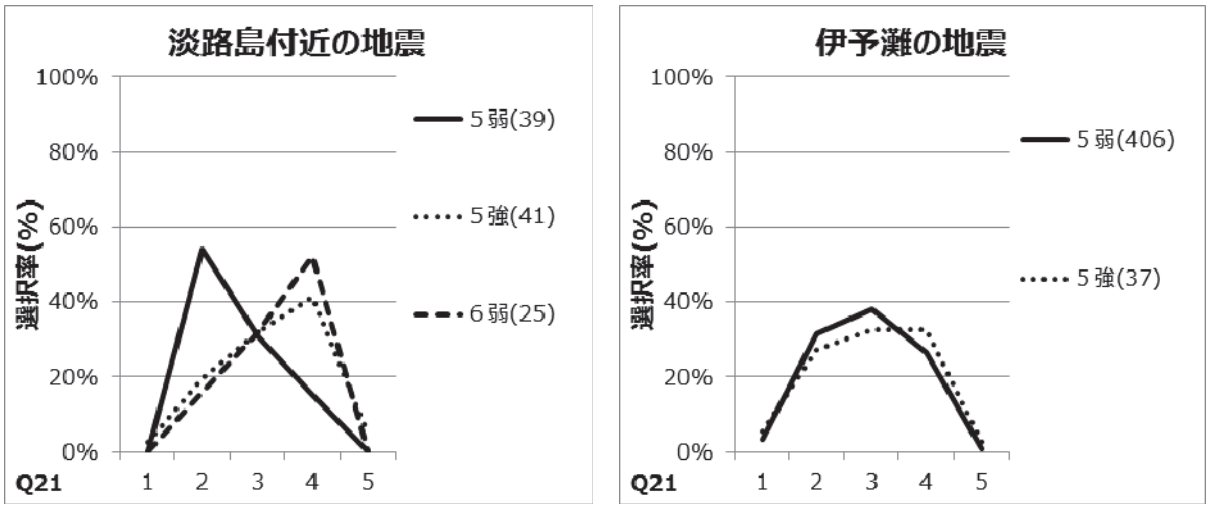


図 14　設問 21 の選択率

設問 25 地震のとき動いていた方にうかがいます.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	行動に少しも支障を感じなかった		
2	やや支障を感じた	5-	大半の人が，恐怖を覚え，物につかまりたいと感じる
3	動き続けるのは困難であった	5+	大半の人が,物につかまらないと歩くことが難しいなど,行動に支障を感じる
4	立っておれない程であった	6-	立っていることが困難になる
5	はいつくばってしまった	6+, 7	立っていることができず，はわないと動くことができない．揺れにほんろうされ，動くこともできず，飛ばされることもある
6	体をすくわれて倒れた		

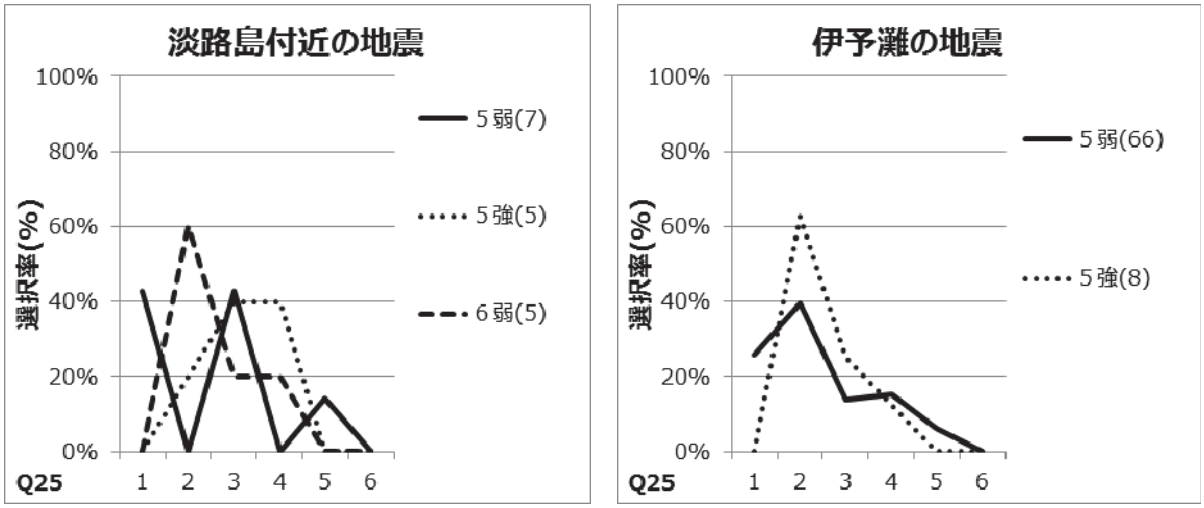


図 15　設問 25 の選択率

設問 31 あなたのまわりで家屋の大きな被害（半壊，全壊）とか，地変（地割れ，地すべり，道路のキレツ）などがありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	全然なかった		
2	わずかにあった	5-,5+	亀裂や液状化が生じることがある
3	かなり目についた	6-	地割れが生じることがある
4	非常に多かった	6+,7	大きな地割れが生じることがある

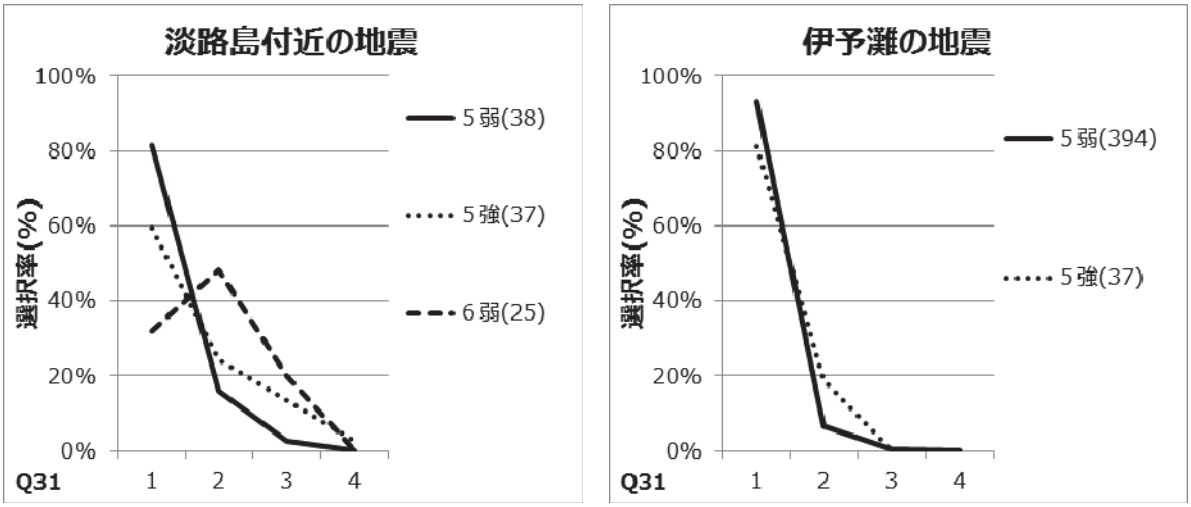


図 16　設問 31 の選択率

設問 32-1 あなたのまわりで液状化現象（マンホールの浮き上がり，土砂の噴出，歩道の沈降など）がありましたか.			
No.	選択肢	対応震度	解説表の記述
1	全然なかった		
2	わずかにあった	5-,5+	亀裂や液状化が生じることがある
3	かなり目についた	6-	地割れが生じることがある
4	非常に多かった	6+,7	大きな地割れが生じることがある

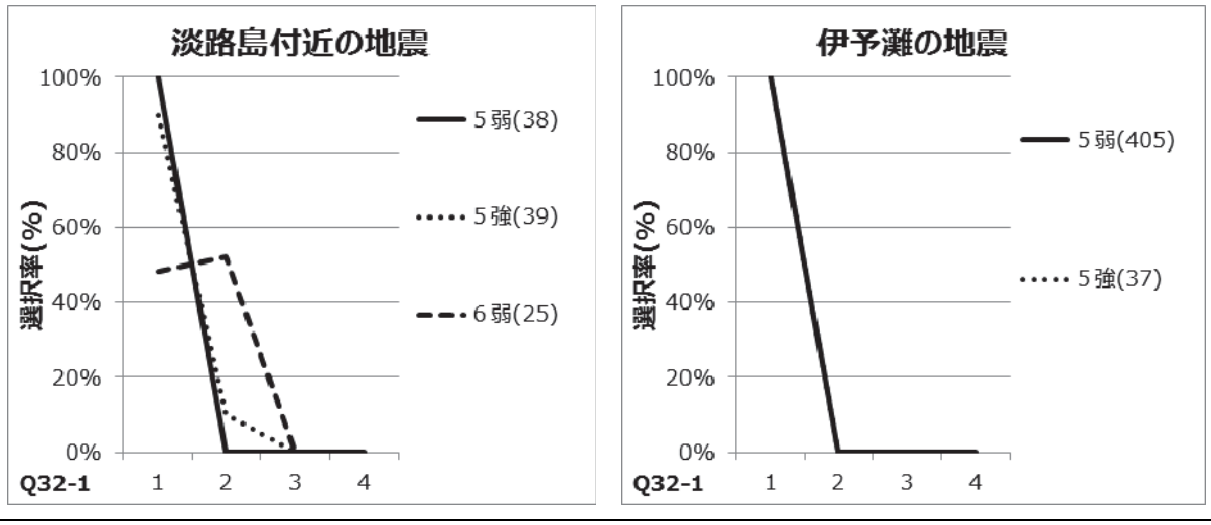


図 17　設問 32-1 の選択率

5　アンケート震度

太田・他（1979）では，回収された調査票 1 枚につき 1 つの震度が算出され，近接地点のものを集計して平均することで当該地点の代表震度とされる．このようにして算出された震度は過去の調査から求められた経験式により気象庁震度に対応する震度に変換される．ここで変換された震度が 4.5 以上の場合には高震度領域に対応した太田・他（1998）による方法で震度を再計算する．本稿では，こうした計算過程を経て得られた震度を「アンケート震度」と呼ぶことにする．今回対象とした 2 地震における各調査地点のアンケート震度を図 18 に示す．なお，アンケート震度は有効回答を 5 通以上確保できた地点のみについて求めた．

算出されたアンケート震度は両地震とも，震度階級としては 1～2，計測震度としては 0.4～1.2 小さく算出されたが，アンケート震度が大きく算出された地点も 1 地点あった（図 19）．

平松・他（2014）によると，東北地方太平洋沖地震における結果は概ねアンケート震度と計測震度の差が±0.5 以内であったという結果が得られているが，長野県・新潟県県境の地震では 6 地点中 3 地点，静岡県東部の地震では全地点においてアンケート震度のほうが計測震度よりも 0.5 以上小さく算出されている．この傾向は，2000 年以降に行われた別のアンケート調査の結果（例えば，源栄，2004；清水・他，2004；小山・太田，2007；新原，2012 など）を見てもアンケート震度のほうが小さく算出される傾向が出ているものが多いが，森・圓井（2001）など概ね一致するという結果が得られているものもある．

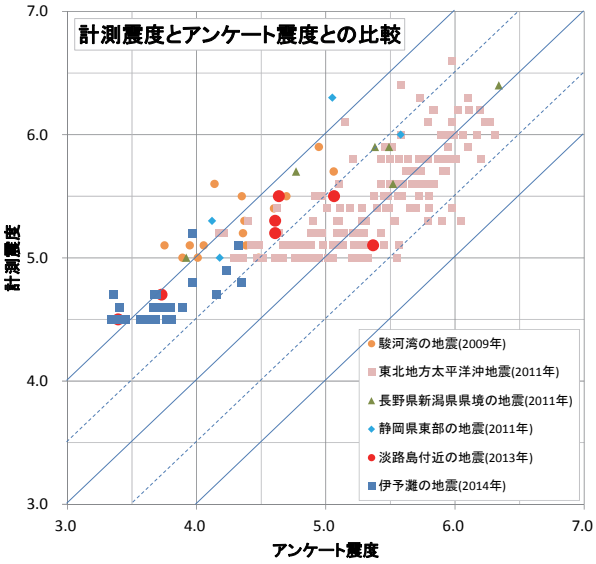


図 19　計測震度とアンケート震度との比較

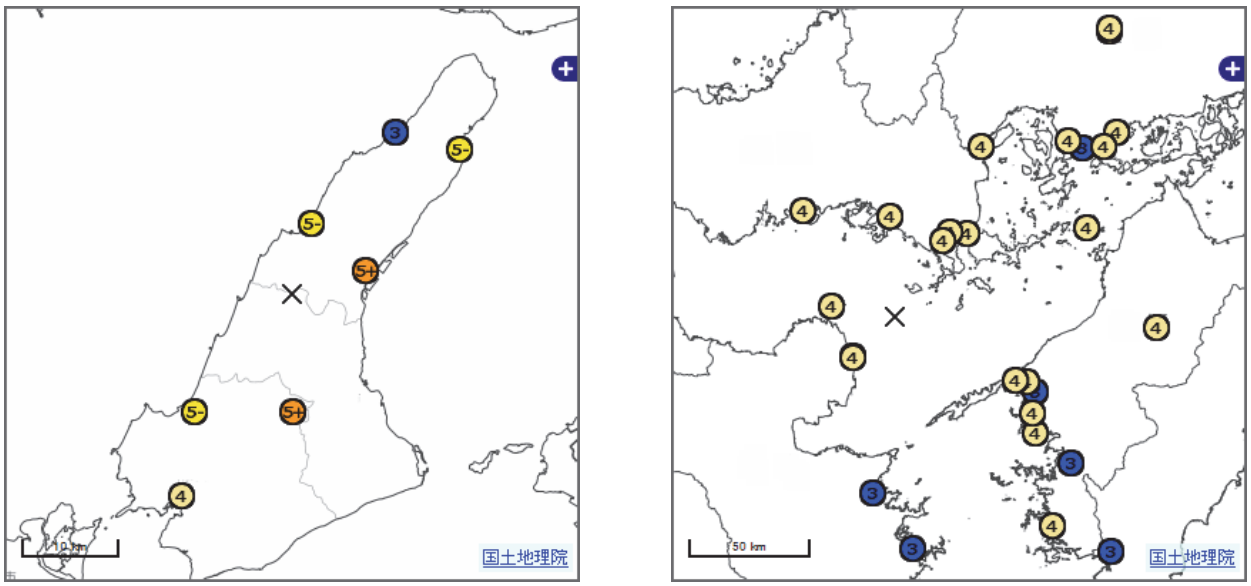


図 18　調査地点におけるアンケート震度分布図（×印は震央を表す）
左図:　淡路島付近の地震
右図:　伊予灘の地震

6 まとめ

淡路島付近の地震，伊予灘の地震を対象に地震の揺れに関するアンケート調査を実施した．回収された調査票の設問のうち解説表に関連する設問の回答状況から，震度と被害状況の関係が解説表で表現されている内容と整合が取れているかどうかの検証を行ったところ，地震によって回答傾向が異なるといった結果が得られたが，過去のアンケート調査結果と比較しても大きくは異なっておらず，表現の内容は概ね妥当であると判断できる．ただし，詳細について見ると，屋内にある身の回りの物の状況について，解説表の記述がやや過大な表現であると考えられるものや，住宅の被害状況について，解説表の記述がやや過小な表現であると考えられるものが見られた．「人の体感・行動」に関する表現の一部については妥当性を確認するまでに至らなかった．

また，調査対象とした二つの地震の調査票から各調査対象地点のアンケート震度と計測震度を比較したところ，震度階級としては 1〜2 小さく算出された．これは，2000 年以降に実施された調査結果と比較して，概ね同様の傾向を示している．

今回の調査では継続性を考慮し従来の調査票を使用して行ったが，設問によっては解説表を点検するにあたって，適切な評価が難しい設問や選択肢の表現がある．例えば，設問 11 では，選択肢 3 が「かすかに揺れた」，選択肢 4 が「かなり激しく揺れた」と表現され，両者の間に大きな差がみられる．つり下げ物の状況については，震度 4 での解説表の表現は「大きく揺れ」と表現されており，解説表の点検を目的に状況を問うのであれば「大きく揺れた」の選択肢を追加することが望ましいと考えられる．他の設問においても，選択肢の表現に同様の傾向がみられる．このため，今後は調査票の設問や選択肢の表現についても，ある程度は継続性を考慮しながらも，不要と思われる設問の削除や必要な設問の追加，選択肢の適切な表現への修正など，より解説表の点検に資するものに改善していく必要がある．

謝辞

本調査を実施するにあたり，大阪管区気象台，福岡管区気象台及び両管内地方気象台担当者には地方公共団体等との事前調整及び調査票配布にご協力いただきました．本稿執筆には，過去に調査報告を執筆された新原俊樹氏，平松秀行氏，阿部正雄氏，山崎明氏に，アンケート調査結果のまとめ方等について，有益なご助言をいただきました．匿名査読者には，査読者として本稿改善に有益なご助言をいただきました．ここに記して感謝の意を表します．

文献

太田裕・後藤典俊・大橋ひとみ (1979): アンケートによる地震時の震度の推定，北海道大学工学部研究報告，**92**，117-128.

太田裕・小山真紀・中川康一 (1998): アンケート震度算定法の改訂－高震度領域－，自然災害科学，**16**，No. 4，307-323.

気象庁 (1996): 震度を知る－基礎知識とその活用－，ぎょうせい，26-27.

気象庁・消防庁 (2009): 震度に関する検討会報告書，133pp.

小山真紀・太田裕 (2007): 2004 年新潟県中越地震における小千谷市全世帯調査－アンケート震度と被害を中心として－，地域安全学会便概集，87-90.

清水学・岡田成幸・高井伸雄・井川卓也 (2004): 2003 年十勝沖地震における北海道の震度分布－アンケート震度・計測震度・境震度－，日本建築学会北海道支部研究報告集，No. 77.

新原俊樹 (2012): 2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震における震度に関するアンケート調査について，験震時報，**75**，1-12.

平松秀行・阿部正雄・山崎明 (2014): 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の揺れに関するアンケート調査について，験震時報，**78**，45-64.

源栄正人 (2004): 2003 年 5 月 26 日宮城県沖の地震災害調査報告・2003 年 7 月 26 日宮城県北部の地震の地震災害調査報告，社団法人日本建築学会，344pp.

森伸一郎・圓井洋介 (2001): 2000 年鳥取県西部地震における震源地付近のアンケート震度，第 36 回地盤工学会研究発表会講演集，2125-2126.

（編集担当　西前裕司）

Appendix　アンケート調査表

---------- ＜ 調　査　票 ＞ ----------

（1）あなたは，この地震を感じましたか．

1．感じた　　2．感じなかった

（2）あなたはその頃，どこにいましたか．

1．家（建物）の中にいた　2．屋外にいた　3．その他（　　）

（3）あなたは，そこで何をしていましたか．（1～3を選んだ方は（ ）内の適当な言葉を○で囲んで下さい）

1．動いて （ 働いて， 歩いて， 運動して ） いた

2．静かにして （ 横になって， 座って， 腰掛けて， 立って ） いた

3．乗物 （ 電車， バス， 自動車， その他 ） に乗っていた

4．眠っていた

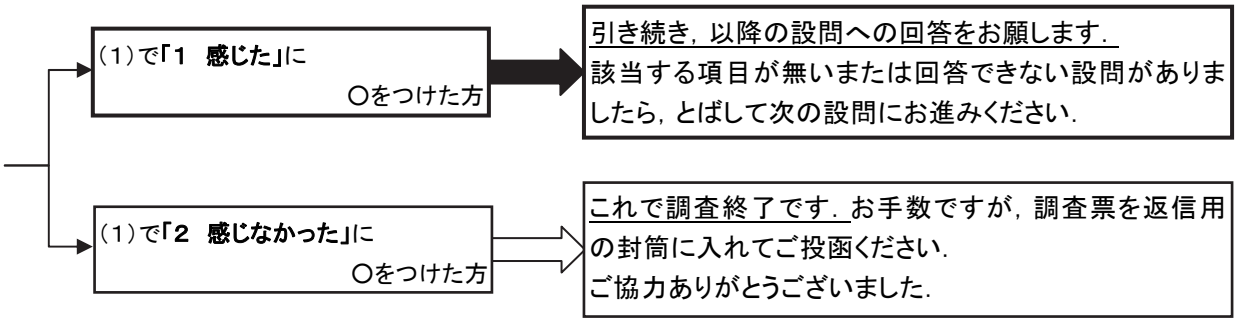
5．その他 （　　）

（4）あなたは，地震の頃どこにいましたか．その場所を出来るだけ詳しく書いてください．

＿＿＿＿＿＿＿＿（市・郡） ＿＿＿＿＿＿＿＿（町・村・区）

＿＿＿＿＿＿＿＿　＿＿＿＿ 丁目＿＿＿＿番地＿＿＿＿号

＊本調査では，揺れを感じた場所が震源（地震の起きた場所）や震度観測点からどの程度離れているのか等，位置の情報はとても重要なデータとなります．記載していただいた内容は本調査以外に使用することはありませんので，ご協力いただけますようお願い致します．



（5）その場所の地形は，次のどれにあてはまると思われますか．

1．平坦地　　2．丘の上　　3．斜面　　4．崖の上

5．谷間の土地　6．その他（　　）

（6）その場所の地盤の様子は，次のどれにあてはまると思いますか．

1．岩盤や砂利のような，よく締まった地盤

2．火山灰，赤土のような地盤

3．粘土，砂からなる，どちらかといえばゆるい地盤

4．埋立地，泥炭地，湿地のような軟弱な地盤

以降の(7)～(17)の設問は，地震のとき家(建物)の中にいた方にうかがいます

(7) その家(建物)の構造は次のどれですか.

1. 木造　2. ブロック(レンガ)造　3. 鉄筋コンクリート造
4. 鉄骨造　5. その他(　　)

(8) その家は何階ですか.

1. 平屋建　2. 2階建　3. 3～5階建
4. 6～9階建　5. 10 階以上

(9) あなたは，地震のときにどの階にいましたか.

1. 地階　2. 1階　3. 2階
4. 3～5階　5. 6～9階　6. 10 階以上

(10)その家(建物)が建てられたのはいつ頃でしょうか.(わかれば，建築年数回答ください____年)

1. 最近1～2年　2. 数年前
3. かなり古い(昭和 56 年6月以降)　4. 非常に古い(昭和 56 年6月以前)

(11)あなたは地震のとき，電灯とかスイッチのひも，カレンダーなど，吊してあるものが揺れ動くのを認めましたか.

1. 注意しなかった　2. 見たが動きは認められなかった　3. かすかにゆれた
4. かなり激しくゆれた　5. 非常に激しくゆれた

(12)台所の洗い桶，水盤，金魚鉢等の水，又はガラスビンの中のモノの動きはいかがでしたか.

1. 注意しなかった　2. 見たが動きは認められなかった　3. かすかに動いた
4. かなり動いた　5. 激しく動いた　6. あふれる程に，激しく動いた

(13)食器類とか，窓ガラス・戸・障子などの動きは認められましたか.

1. 気が付かなかった　2. かすかに音を立てた　3. ガタガタと音を立てて動いた
4. 激しく音を立てて動いた
5. 非常に激しく動き，食器・皿・ガラスなど割れたり，戸障子がはずれたものもあった
6. 食器類，ガラスなどの破損が目立った
7. ほとんどこわれた

(13-1)具体的に，窓ガラスへの被害(ひび割れ，破損など)はありましたか.

1. 被害はなかった　2. ひびが入った程度　3. 破損したものがあった
4. いくつか破損した　5. 多くが破損した　6. わからない

(13-2)具体的に，地震のあとで，開閉が困難になった戸や窓はありましたか.

1. なかった　2. あった　3. わからない

(14)すわりの悪いもの(コケシ・花びんなど), 棚に雑においた品物, ビン類など動きは認められましたか.

1. ほとんど認められなかった　2. わずかに動いた　3. かなり激しく動いた
4. 一部が動いたり, ズレたり, ズリ落ちたりした
5. ほとんど全部が倒れ, または落ちた

(14-1) 具体的に, 棚から落ちた本などはありましたか.

1. なかった　2. 落ちたものがあった　3. いくつかのものが落ちた
4. 多くのものが落ちた　5. 棚ごと倒れた　6. わからない

(15)タンス・戸棚・本箱など, 重い家具の動きは認められましたか.

1. 動かなかった　2. わずかにゆれ動いた　3. かなりゆれた　4. 多少ズリ動いた
5. 大きくズレたり, 倒れたものもあった　6. ほとんど全部が倒れた

(15-1)家具の動きが認められた方にうかがいます. その家具を固定していましたか.

1. 固定していなかった　2. 何らかの手段で固定していた

(16) 家(建物)全体としてのゆれはいかがでしたか.

1. 認められなかった　2. わずかにゆれた　3. かなりゆれた　4. 激しくゆれた
5. 非常に激しくギシギシゆれた　6. 倒れんばかりにゆれた

(17)家(建物)には, なんらかの被害はありましたか.

1. 幸い, 全然なかった
2. 額がはずれたり, 掛物が傾いたりした程度
3. 壁かけ, 額などが落ち, または花びん・ガラス器具が割れた
4. わずかながら壁にヒビ割れが入った
5. かなりヒビ割れが入り, 柱の継ぎ目の食い違いも目につく程度
6. 被害はかなり大きく, 修理の必要がある
7. 家の傾きが目立った
8. その他(　　)

(17-1)家に屋根瓦がある方にうかがいます. 屋根瓦への被害(ずれ, 落下など)はありましたか.

1. 被害はなかった　2. 多少ずれた程度で落下したものはなかった
3. 落下したものがあった　4. いくつか落下した　5. 多くが落下した
6. 家自体が傾いた　7. わからない

(18)～(21)は，すべての方にうかがいます

(18)あなたは，地震のゆれている時間をどのように感じましたか．

1．非常に短かった　2．短かった　3．どちらともいえない
4．長かった　5．非常に長かった　6．いつ終わると知れなかった

(19)あなたが，地震をもっとも強く感じたのは，どのようなゆれのときですか．

1．ドンと突き上げてくる感じのゆれ　2．かなり速い繰りかえしの横ゆれ
3．ゆっくりとした横ゆれ　4．特に区別できなかった
5．その他（　　）

(20)あなたは地震に気がついたとき驚きましたか．

1．全然驚かなかった　2．多少驚いた　3．かなり驚いた
4．非常に驚いた　5．このうえなく驚いた

(21)それではこわさの程度はいかがでしたか．

1．なんとも思わなかった　2．少々こわいと思った　3．かなりこわいと思った
4．非常にこわいと思った　5．絶望的になった

(22)地震のとき家（建物）の中にいた方にうかがいます．あなたはそのときどのような行動に出ましたか．

1．なにもする必要を感じなかった　2．意識的に身の安全を考えた
3．意識して戸外へのがれた　4．ほとんど知らない間に戸外へとび出した
5．全く本能的に行動したので，よく覚えていない

(23)地震のとき家（建物）の中にいた方にうかがいます．あなたは地震のとき火気（ガスコンロ，石油ストーブ等）をどうしましたか．

1．使用していなかった　2．使っていたが消す必要を感じなかった
3．危険だと思っていたので消した　4．無意識のうちに消していた
5．とても余裕がなかった

(24)地震のとき，家（勤め先）で，寝ていた（横になっていた）方にうかがいます．

1．眠っていなかった（または，他に誰もいなかった）ので，答えられない
2．目覚めた人は少人数　3．かなりの人が目覚めた
4．ほとんどの人が目覚めた　5．全部の人が目を覚ました

(25)地震のときに動いていた方にうかがいます．

1．行動に少しも支障を感じなかった　2．やや支障を感じた
3．動き続けるのは困難であった　4．立っておれない程であった
5．はいつくばってしまった　6．体をすくわれて倒れた

(26)戸外にいた方にうかがいます．樹木とか近くに停車中の自動車の，地震による動きを認めましたか．

1．注意を向けなかった　2．見たが動きは認められなかった　3．かすかにゆれていた
4．かなり激しくゆれていた　5．音がする程ゆれ動いていた

(27)自動車を運転していた方にうかがいます．運転に支障を感じましたか．

1．全然なんともなかった　2．やや支障を感じた　3．かなり困難を感じた
4．運転不能を感じて止まった　5．事故（道路をはずれる，ぶつかる）を起こした

(28)停車中の自動車に乗っていた方にうかがいます．

1．かすかなゆれを感じた　2．かなり激しくゆれるのを感じた
3．音がする程ゆれ動いた　4．車がこわれんばかりにゆれ動いた

(29)以降は，すべての方にうかがいます

(29)あなたのまわりで地震に気がついた人がいますか．

1．他に誰もいなかった　2．わずかな人が気がついた
3．かなりの人が地震とわかった　4．ほとんどの人が気がついた
5．全員が確かに地震だと感じた

(30)あなたのまわりで板塀，ブロック塀，石垣，集合煙突，サイロなどの被害がありましたか．

1．全くなかった
2．塀のねじれ，継ぎ目に沿った割れ，石垣，煙突，サイロのゆるみなどがわずかにみられた
3．塀のねじれ，割れ目，石垣，煙突，サイロのゆるみなどかなり目立ちくずれ落ちそうなものもあった
4．一部割れたり，ズリ落ちたりしたものもあった
5．かなりのものが壊れた　6．ほとんど壊れた

(31)あなたのまわりで家屋の大きな被害（半壊，全壊）とか，地変（地割れ，地すべり，道路のキレツ）などがありましたか．

1．全然なかった　2．わずかにあった　3．かなり目についた　4．非常に多かった

(32)あなたのまわりでこの地震が原因の停電・給水停止などがありましたか．

1．全然なかった　2．短時間あった　3．かなり長時間にわたった

(32-1)あなたのまわりで液状化現象（マンホールの浮き上がり，土砂の噴出，歩道の沈降など）がありましたか

1．全然なかった　2．わずかにあった　3．かなり目についた　4．非常に多かった

さしつかえなければ，あなたの性別と年齢を教えてください．

性別　：　1．男性　2．女性

年齢　：　1．19 才以下　2．20～29 才　3．30～39 才　4．40～49 才　5．50～59 才　6．60 才以上

****

設問は以上です．ご協力ありがとうございました．お手数をおかけしますが，返信用封筒に入れて，切手を貼らずに　月　日（　）までにご投函頂けますようお願いいたします．