

# 2013年淡路島付近で発生した地震による構造物被害要因の検討

小山 拓志

Examination of Damage Factors of the Structures Due to the 2013 Earthquake which  
Occurred near Awaji Island

KOYAMA, Takushi

大分大学教育福祉科学部研究紀要 第36巻第2号

2014年10月 別刷

Reprinted From

THE RESEARCH BULLETIN OF THE FACULTY OF  
EDUCATION AND WELFARE SCIENCE,

OITA UNIVERSITY

Vol. 36, No. 2, October 2014

OITA, JAPAN

## 2013年淡路島付近で発生した地震による 構造物被害要因の検討

小山 拓 志\*

【要 旨】 本稿では、2013年4月13日に淡路島付近で発生した地震による構造物被害について報告し、詳細な被害マップを提示した。また、洲本市における構造物被害（家屋被害）の要因について検討した。洲本市では、とくに築年数の古い木造家屋が密集した地区において、家屋被害が集中した。炬口、塩屋地区に家屋被害が集中したのは、旧耐震基準で建てられた耐力の弱い木造家屋が数多く立地していたことが最大の要因とみなされた。また、それらの多くが、土葺工法で葺かれた重い屋根であったことも、家屋被害が生じた要因の一つと判断された。さらに、洲本市の低地部を構成する軟弱地盤の存在によって揺れが増幅したことで、家屋被害が拡大したと推察された。

【キーワード】 構造物被害 被害マップ GIS 軟弱地盤 淡路島

### I はじめに

2013年4月13日午前5時33分頃、淡路島の深さ15km付近において、マグニチュード(以下、M)6.3の地震が発生した。この地震によって、淡路市(震度6弱)や洲本市(震度5弱)を中心に、構造物被害やため池被害が生じ、埋立地では液状化現象が発生した。本地震によるため池被害については、既に詳細な報告があるものの(高木・中村, 2013)、構造物被害や液状化現象に関する報告は速報的なものに限られ、詳細な被害マップは示されていない。

過去の震災における詳細な被害マップは、多角的に捉えれば地震に脆弱な地域を表現していることになるため、災害発生後の救助活動や復旧活動、あるいは事前復興に役立つ可能性がきわめて高い。また、本地震によって被害を受けた各地域は、1995年兵庫県南部地震(M7.2)の際にも甚大な被害を受けた地域であるため(阪神・淡路大震災調査報告編集委員会, 2000)、短期間で二回目の被害地震となった本地震の被害データは、今後被災した地域の復興計画(たとえば、災害に強い都市・まちづくり計画)などにも活用できると共に、地震が多発する日本において貴重な資料になることは間違いない。そこで本稿では、淡路市および洲本市を対象として、本地震で最も被害数の多かった構造物の被害概況を整理すると共に、現地踏査およびGISによって作成した詳細な構造物被害マップを提示する。さらに、構造物被害の中でもとくに家屋被害が広範囲で生じた洲本市を対象に、被害が集中・拡大した要因について検討する。

---

平成26年6月2日受理

\*こやま・たくし 大分大学教育福祉科学部社会認識教育講座(地理学)

## II 調査地域概要と調査方法

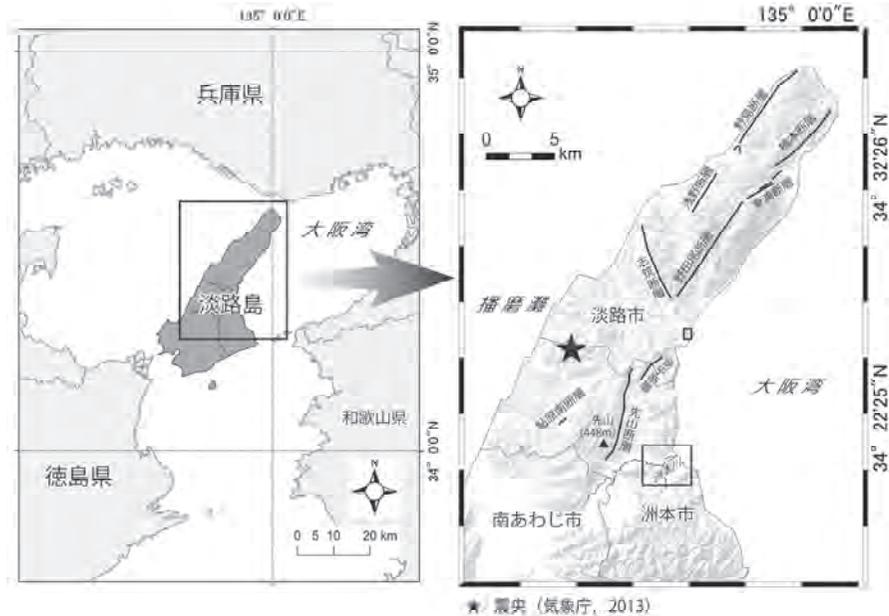


図1 淡路島の概観と調査地域

活断層の位置は、活断層研究会編（1980）、水野ほか（1990）による。  
地図中（右）の四角で囲った範囲が調査地域。

淡路島は、瀬戸内海東部に位置する南北約 55 km、東西約 22 km、周囲約 203 km の北東から南西へかけて細長く伸びる島である。調査地である淡路市は島の北部に位置しており、花崗岩で構成される山地が北東－南西方向に伸びている。また、山地の北西縁には野島断層が、南東縁には楠本・東浦・野田尾断層などの活断層が分布する（たとえば、活断層研究会編，1980；水野ほか，1990）。もう一つの調査地である洲本市は島の中部に位置しており、花崗岩からなる先山（448m）が存在する。先山の東縁は、先山・安乎断層（たとえば、活断層研究会編，1980；高橋ほか，1992）によって限られており、それらを取り囲むように丘陵が発達している。現地踏査は、淡路市の南東に位置する生穂地区と、洲本川河口付近に位置する洲本市の各地区において、2013年4月15～16日に実施した。図1に、淡路島の概観と本地震の震央および調査地域を示す。

調査方法は、現地を自動車概査したのち、被害が顕著な地区を徒歩で回り被害形態の記載およびマッピングをおこなった。また GPS 機能付きデジタルカメラ（CASIO EX-H20G）で被害状況を撮影し、ESRI ArcInfo 10.2 を用いて被害状況の写真撮影地点を地図上にプロットした。家屋の被害は目視観察によって、(1) 屋根瓦の損壊、(2) 外壁・塀・ブロック塀の損壊、(3) 屋根瓦および外壁の損壊の 3 つに分類した。それらの正確な位置と、墓石・石碑の転倒および傾動、路面（地表面）の沈下・亀裂などといった構造物被害地点をポイントデータとして地図上にプロットし、構造物被害マップを作成した。なお、洲本市においては、住民（15人）と工務店（1店舗）に簡単な聞き取り調査をおこなった。

### III 構造物の被害状況と被害マップ

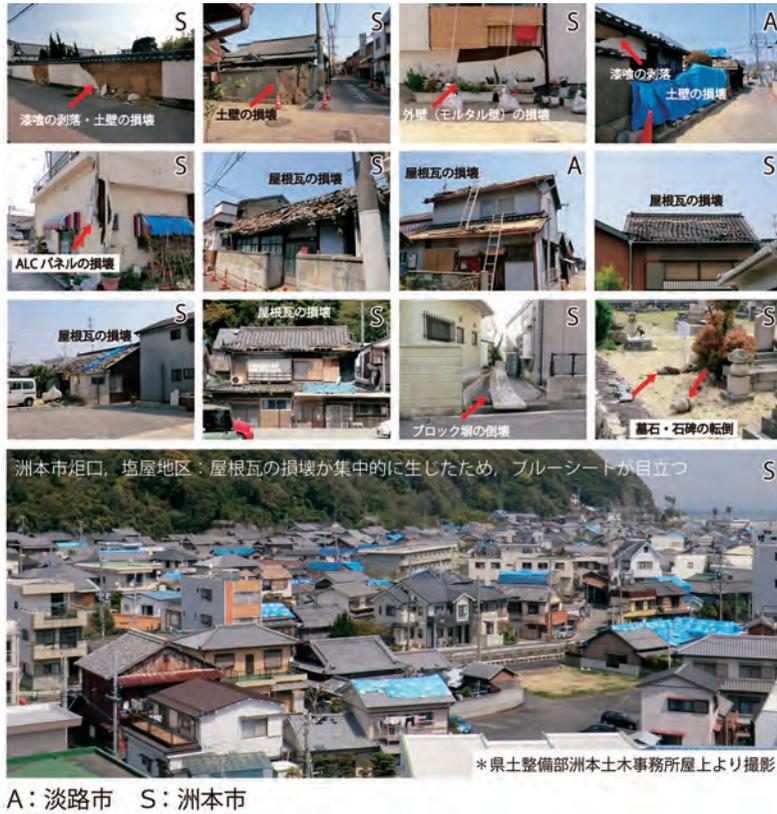


図2 淡路市および洲本市における構造物の被害状況

#### 1. 淡路市の構造物被害

消防庁災害対策本部（2013）によると、本震災による家屋被害は全壊8棟、半壊101棟、一部破損8,305棟で、家屋の総被害棟数は8,414棟と報告されている。そのうち、震度6弱を記録した淡路市における家屋被害は2,416棟（全壊1棟、半壊32棟、一部破損2,383棟）におよび、本地震で生じた家屋被害全体の約28%を占める。

現地踏査では、市の南東部に位置する生穂地区の集落において、

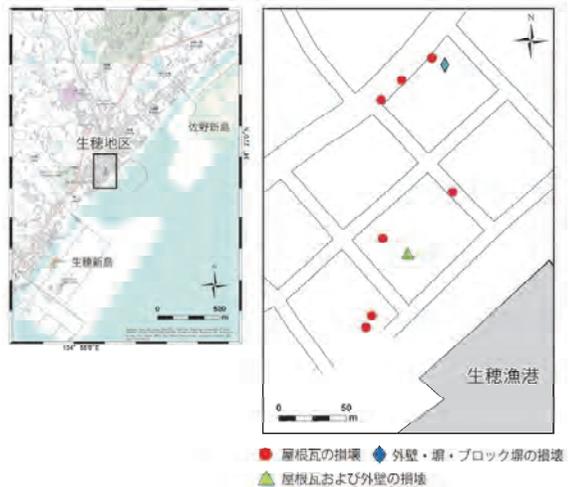


図3 生穂地区における構造物被害マップ

瓦および外壁の損壊 1 棟を確認した（図 2、図 3）。同地区において損壊が生じた外壁や塀は土壁（塀）であり、崩壊した塀の残骸が路面に散在していた。幸いにも、同地区では家屋の半壊や全壊といった被害は無かったものの、とくに築年数が古いと思われる家屋に被害が集中した。地震二日後の現地踏査では、被災した家屋の屋根がビニールシートで覆われており、復旧作業が進められていた。

## 2. 洲本市の構造物被害

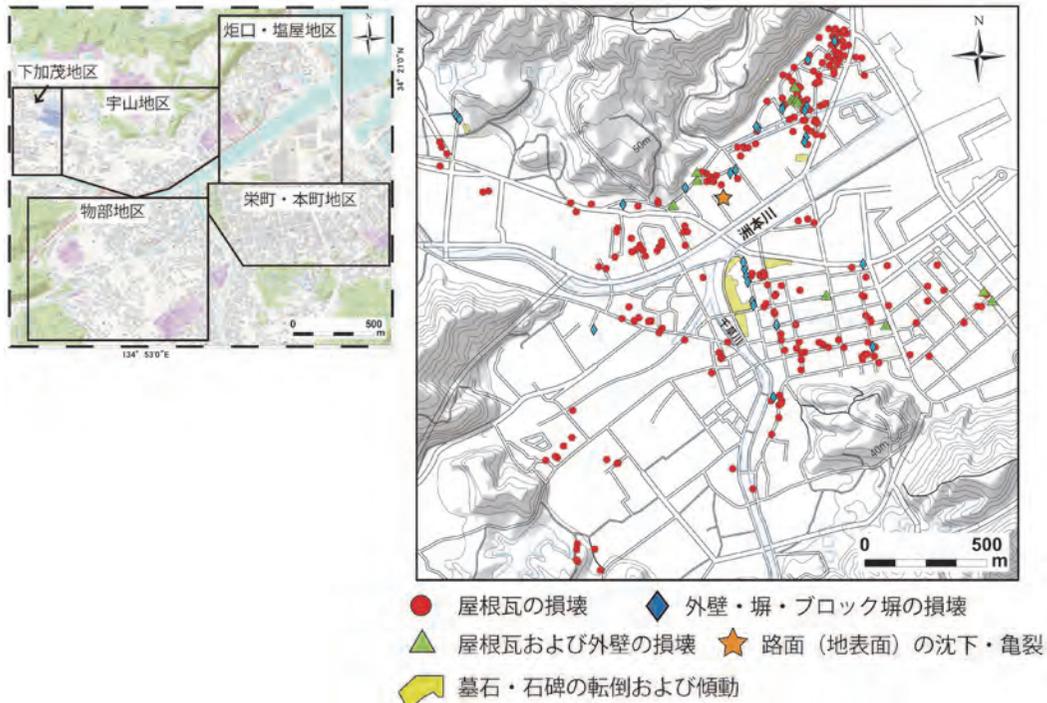


図 4 洲本市における構造物被害マップ

震度 5 弱を記録した洲本市では、地震動そのものに起因するとみなされる構造物被害、とくに家屋被害が集中的に生じた（図 2、図 4）。前述した消防庁災害対策本部の報告によれば、洲本市における家屋被害は 4,141 棟（全壊 7 棟、半壊 67 棟、一部破損 4,067 棟）におよび、本地震で生じた被害全体の約 50 % を占める。

現地踏査では、屋根瓦の損壊 240 棟、外壁・塀・ブロック塀の損壊 34 箇所、屋根瓦および外壁の損壊 15 棟、路面（地表面）の亀裂 1 箇所を確認した（地点総数は 290 地点）。

市内で最も家屋被害が集中したのは、洲本川の河口付近（左岸側）に位置する炬口地区、塩屋地区である。この地区には、築 60 年以上の古い家屋が密集するように建ち並んでおり、中には築 100 年以上の家屋も存在する<sup>3)</sup>。現地踏査では、それら家屋の屋根瓦の損壊（79 棟確認）や、外壁（土壁およびモルタル壁）の損壊（8 棟確認）が多数認められた。また、屋根瓦と外壁が共に損壊している家屋も見受けられ（6 棟確認）、中には「要注意」の黄紙が貼られている家屋も存在した。同地区で確認された構造物の被害総数は、現地踏査で確認された洲本市全体

の構造物被害の約3割(32%)を占める。また、炬口、塩屋地区のすぐ西側に位置する宇山、下加茂地区周辺においても家屋被害が顕著で、屋根瓦の損壊(47棟確認)や、外壁・塀・ブロック塀の倒壊(9箇所確認)、屋根瓦および外壁の損壊(3棟確認)が認められた。さらに、宇山地区に立地する小学校のグラウンドには、約20mにもおよぶ亀裂が生じた(図4)。

洲本川の右岸側に位置する栄町、本町、物部、上物部地区においても、構造物の被害が広範囲で生じた。本町地区に立地する商店街での聞き取り調査によると、地震時には商品の落下といった被害が相次いだことが明らかとなった。また、現地踏査では、商店の外壁や天井の損壊、とくにひび割れといった被害が確認された<sup>4)</sup>。栄町、本町地区全体では、現地踏査において屋根瓦の損壊70棟、外壁・塀(とくに土壁)・ブロック塀の損壊10箇所、屋根瓦および外壁の損壊4棟が確認され、それらの被害は概ね築年数が古いと思われる家屋に集中していた。物部、上物部地区では、被害の総数は少ないものの、被害としてはとくに屋根瓦の損壊が顕著であった(25棟確認)。また、炬口、塩屋、下加茂、栄町地区では家屋被害のほか、寺院を中心として墓石・石碑の転倒および傾動が認められた(図4)。

#### IV 構造物被害要因の検討

本地震では、震源からおおよそ10km程度離れているにも拘わらず、島の東岸に位置する洲本市において顕著な構造物被害、とくに家屋被害が広範囲で生じた。ここでは、洲本市に家屋被害が集中した要因について検討する。

##### 1. 旧耐震基準

洲本市に家屋被害が集中した要因としてまず考えられるのは、古い木造家屋の存在である。洲本市の中でもとくに被害が集中した炬口、塩屋地区には、築60~100年以上の古い家屋が密集している。建築基準法は、数次の地震による被災状況に合わせて幾度も改正がおこなわれ、とくに1981年(昭和56年)以前とそれ以降では大きく内容が異なっている。昭和56年以前の建物は、「旧耐震基準」で建てられており、現行の建築基準法が必要としている耐震性能を満たしていない可能性が高い。

炬口地区の家屋は、木摺り漆喰塗壁が多く、被害を受けた家屋では漆喰の剥落が多数見受けられた。また、淡路島が日本の3大瓦生産地という土地柄も相まって、同地区の古い木造家屋の多くは瓦屋根であり、それらは泥(葺き泥)だけで瓦を屋根(竹下地)に固定する土葺工法によって葺かれている。土葺工法は、野地むらの修正が容易であるといった長所がある反面、土を余分に屋根に載せるため重量がきわめて重くなるという短所がある。屋根が重いということは、屋根に作用する慣性力としての地震力が大きくなることを意味するため、屋根頂部の棟が大きく揺れたことで、屋根瓦の損壊が生じたのであろう。実際に炬口地区の被害家屋で屋根瓦の損壊が生じていたのは、土葺工法で葺かれた屋根が大半であった。また、被害家屋の中には、家屋自体の変形が小さくても、瓦だけが竹下地から落下している家屋も多数見受けられた。以上のことから、旧耐震基準で建てられた耐力の弱い木造家屋が数多く立地していたことと、それらの多くが土葺工法で葺かれた重い屋根であったことが、当該地区において顕著な家屋被害をもたらした要因の一つと考えるのが妥当であろう。

他方で、本地震では既述した淡路市も含め、家屋の一部損壊は著しく多かったものの、全壊

や半壊は少なかった。炬口、塩屋地区周辺の住民や地元工務店における聞き取り調査と、阪神・淡路大震災調査報告編集委員会（2000）によると、当該地区周辺では、昭和 56 年以前に建てられた家屋の多くが、兵庫県南部地震において半壊や全壊した。本地震では、地震動により瓦が落下したことで、屋根の重量が軽くなったことも全壊を免れた要因の一つと考えられる。しかしそれ以上に、昭和 56 年以前に建築された家屋のうち、十分な耐震性を有していなかった家屋が、阪神・淡路大震災時に全壊・半壊となり、すでに滅失していたことが本地震で家屋の半壊や全壊が最小限に抑えられた最も大きな要因と推測される。これは、兵庫県南部地震の際に、建築物の半壊・全壊が多数認められた淡路市（旧津名町）（木造住宅等震災調査委員会、1995）にも該当すると考えられる。また、洲本市でおこなった住民への聞き取り調査によると、兵庫県南部地震で大きな被害を受けた家屋は、新しい耐震基準によって建て替えられており、一部外壁の損壊はみられたものの、本地震ではほとんど被害を受けなかったとのことである。このような事例も、本地震による家屋被害の特徴の一つといえよう。

## 2. 地盤条件

震度 5 弱であった洲本市では、住民から「兵庫県南部地震の時より揺れた」という声が多数聞かれた。この要因の一つとして、洲本市の地盤条件が考えられる。

洲本市で生じた構造物被害地点を地質図（高橋ほか、1992）にオーバーレイすると、被害の多くが「砂・礫及び泥」といった地盤の上で生じたことがわかる（図 5）。この結果を受け、家屋被害が集中した炬口、塩屋地区周辺の表層地盤をより明らかにするため、ジオ・ステーション（2012）<sup>5)</sup> を利用し、同地区で掘削された土木研究所のボーリング柱状図と N 値、および孔内水位を閲覧した。柱状図によると、同地区の表層地盤は深度 10 m 以上が砂質地盤で構成されており、そのうち N 値 10 以下の砂質地盤が深度 4 m 程度まで存在することが明らかとなった（図 6）。また、同柱状図によると、孔内水位は 1.3 m を示していた。洲本市の低地は、洲本川の堆積物で構成された沖積低地であるため、これら表層地盤は沖積層である（高橋ほか、1992）。よって、上述したボーリングデータも踏まえて考察すれば、当該地区の表層地盤は地下水位の高い軟弱地盤とみなすことができる。

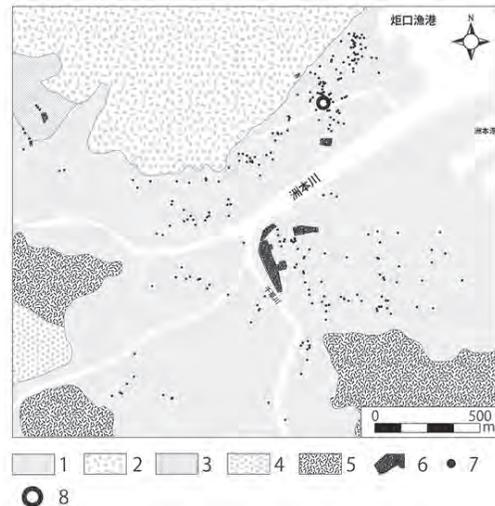


図 5 洲本市における構造物被害マップと地質図の重ね合わせ

1：砂・礫及び泥，2：中一粗粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩，3：シルト-粘土・砂及び礫互層，4：砂岩泥岩互層（砂岩優勢），5：泥岩砂岩礫岩互層，凝灰岩を挟む，6：墓石・石碑の転倒および傾動，7：構造物被害地点，8：柱状図の位置。柱状図の位置は図 6 に対応。地質図は、高橋ほか（1992）を基に作成。

図 7 は、工学的基盤<sup>6)</sup>から地表にいたる表層地盤での最大速度増幅率（以下、地盤増幅率）を示した地図（J-SHIS 地震ハザードステーション、2011）<sup>7)</sup>に、構造物被害地点をオーバーレイしたものである。実際に洲本市の地盤増幅率をみてみると、家屋被害が集中した炬口、塩屋、本町地区周辺で 1.6～2.5 というきわめて高い数値を示しており、低地上のそれ以外の地区においても、広い範囲が 1.4～1.6 という数値を示している。地盤増幅率は、数字が大きくなるほど揺れやすいことを表している（最大で 3.8）ため、これらの数値は洲本市の低地部がきわめて揺れやすいことを示唆している。したがって、低地部を構成する軟弱地盤によって地震動が増幅したため、同市の低地部に立地する集落に家屋被害が集中したと考えられる。

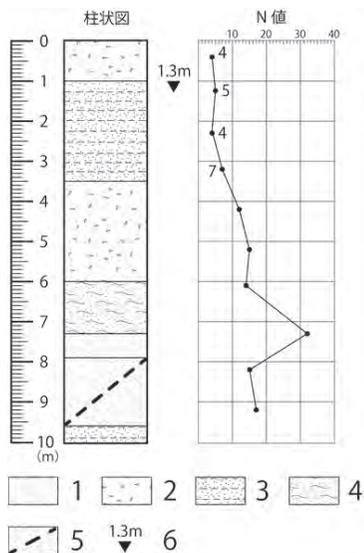


図 6 炬口地区における柱状図  
1: 細砂, 2: 礫混じり砂, 3: シルト質砂, 4: 有機質土混じり砂, 5: 貝混じり砂, 6: 孔内水位。柱状図の位置は図 5 に対応。ジオ・ステーション (2012) を基に作成。

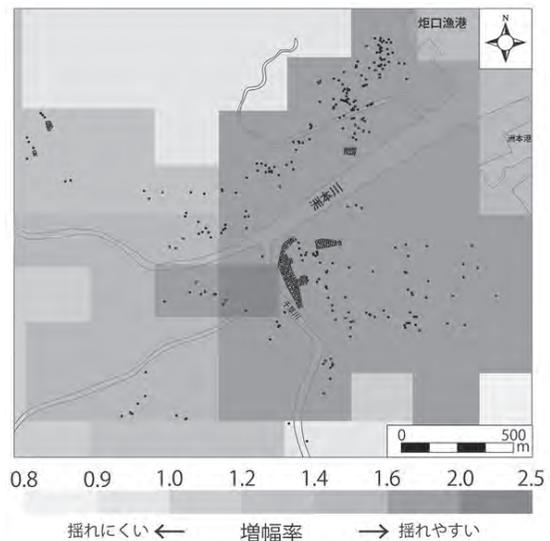


図 7 洲本市における構造物被害マップと表層地盤最大速度増幅率との重ね合わせ  
表層地盤最大速度増幅率は、J-SHIS 地震ハザードステーション (2011) を基に作成。凡例は図 5 と同じ。

## V おわりに

本稿は、2013年4月13日に淡路島付近で発生した地震による構造物被害について報告した。また、洲本市における詳細な構造物被害マップを提示し、とくに家屋被害の要因について検討した。

洲本市では、震源からおおよそ 10 km 程度離れているにも拘わらず、顕著な家屋被害が広範囲で生じた。洲本市の中でも、とくに築年数の古い木造家屋が密集した地区において、家屋被害が集中した。炬口、塩屋地区に家屋被害が集中したのは、旧耐震基準で建てられた耐力の弱い木造家屋が数多く立地していたことが最大の要因とみなされた。また、それらの多くが、土

葺工法で葺かれた重い屋根であったことも、家屋被害が生じた要因の一つと判断された。さらに本地震では、洲本市の低地部を構成する軟弱地盤の存在によって揺れが増幅されたとみなされ、このことにより家屋被害が拡大したと推察された。

本地震では構造物被害が各地で生じたが、それらはいずれも軽微なものであり、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震に比べれば、人的被害も圧倒的に少なかった。しかし、家屋被害が集中した洲本市の炬口、塩屋地区は狭い路地が入り組んでいるため、復旧作業用の大型車(作業車)の乗り入れが困難で、災害後の復旧作業に遅れが生じた。近年発生が危惧されている南海トラフの巨大地震に備え、このような問題の解決策を早急に検討すべきであろう。

## 謝 辞

本稿を執筆するにあたり、大分大学教育福祉科学部住居学研究室の川田菜穂子先生には、建築物に関して多くのご教示をいただくと共に、種々の資料を提供していただいた。また、大分大学教育福祉科学部地理学教室の土居晴洋先生には、本稿改善のために有益なご意見をいただいた。本地震に関する資料収集には、谷端 郷氏(立命館大学・院)、森松真弥氏(株式会社 日水コン)にご助力いただいた。以上の方々に、感謝の意を記します。本稿は、2013年度東北地理学会春季学術大会(於仙台市戦災復興記念館)において発表した内容を骨子とし、加筆・修正したものである。なお、本研究の遂行にあたっては、寄付金-学術研究助成のため「活断層研究に対する助成」の一部を使用した。

本地震により被災された方々に、心よりお見舞い申し上げます。

## 注

- 1) 阪神・淡路大震災後、復興計画事業において、行政と市民との間で対立があった。こうした対立を未然に防ぐためには、被災前から復興の準備をおこなっていく必要があるとの議論がなされ、事前復興の考え方が登場した。これを踏まえ、1998年の防災基本計画の修正では、復興対策の充実が掲げられ、事前の復興準備として位置づけられた。
- 2) 家屋の外壁は建築物になり、塀・ブロック塀は工作物(建築物に類似する架構等)になるため、本来ならより詳細な分類が求められるが、本稿ではそれらの被害を同類として扱った。
- 3) 工務店での聞き取り調査による。
- 4) 天井のひび割れは、外壁・塀・ブロック塀の損壊に分類した。
- 5) ジオ・ステーション(2012): <http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/indextop.php>
- 6) S波速度  $V_s=400\text{m/s}$  相当。
- 7) J-SHIS 地震ハザードステーション(2011): <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>

## 文 献

- 活断層研究会編(1980):『日本の活断層一分布図と資料』東京大学出版会、363p。  
気象庁(2013):平成25年4月13日05時33分頃の淡路島付近の地震について。報道発表資料、pp. 1-13. <http://www.jma.go.jp/jma/press/1304/13a/kaisetsu201304130730.pdf> (閲覧日 2013年6月20日)  
消防庁災害対策本部(2013):淡路島付近を震源とする地震(確定報)。pp. 1-3.

<http://www.fdma.go.jp/bn/2013/detail/802.html> (閲覧日 2013 年 11 月 4 日)

高木 亨・中村洋介 (2013) : 2013 年淡路島地震 (M6.3) による淡路島中央部のため池被害の状況について. 福島大学地域創造, 25, pp. 116-120.

高橋 浩・寒川 旭・水野清秀・阿部 仁 (1992) : 洲本地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 90p.

阪神・淡路大震災調査報告編集委員会 (2000) : 『阪神・淡路大震災調査報告—総集編—』 社団法人土木学会, 549p.

水野清秀・阿部 仁・寒川 旭・高橋 浩 (1990) : 明石地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 107p.

木造住宅等震災調査委員会 (1995) : 『平成 7 年阪神・淡路大震災木造住宅等震災調査報告書』 日本住宅・木材技術センター, pp. 174-189.

# Examination of Damage Factors of the Structures Due to the 2013 Earthquake which Occurred near Awaji Island

KOYAMA, Takushi

## Abstract

The present paper intends to report on structural damage caused by the earthquake ground motion which occurred near Awaji Island, Hyogo Prefecture, on April 13, 2013, and it also investigates the damage factors in Awaji and Sumoto Cities based on an intensive field survey.

Old wooden houses constructed on the outdated earthquake-resistance standards had a tendency to suffer serious damage from the earthquake ground motion in the built-up area of Sumoto City from the standpoint of the structural character of the buildings. Many residential houses have heavy tiled roofs with soil-roofed construction systems in the Sumoto City (ex. Takenokuchi and Shioya districts), and the soft ground that constitutes the Sumoto City lowlands amplified the earthquake ground motion. The author concludes that the building characteristics of old wooden houses and the ground conditions are the main factors affecting structural damage caused by the earthquake ground motion.

**【Key words】** structure damage, damage distribution map, GIS, soft ground, Awaji Island