

## 平成13年芸予地震の家屋被害からみた 広島湾西岸地域の地震地盤の特性

藤 原 健 藏\*

### “やはり起こった” 平成芸予地震

(1) 平成13年3月24日（土）の15時28分頃、広島県安芸灘東部の深さ 51 km を震源とする Mj6.7 の平成芸予地震が発生した。これより先の1997年、広島県および広島市の地震被害想定調査（委員長藤原）は、大規模被害を与える可能性が高い想定地震の一つとして安芸灘・伊予灘を震源とする「芸予地震」をあげ、その発生を「明日起きてもおかしくない」として行政ならびに住民に早急の防災対策を喚起していた。今回発生した平成芸予地震は想定芸予地震の規模より小さく、発生も大被害になりにくい時間帯（火気のない季節・時間、移動人口の少ない土曜日など）であったため、急傾斜住宅密集地の多い呉市を除けば、深刻な事態に至らずにすんだ。ただ一般に見過ごされがちなのは、阪神・淡路大震災以降に行政ならびに防災関係機関が取り組んできた震災対策の効果であり、特にガス・水道・電気等のライフラインに大きな被害がなく、市民生活に大きな混乱が生じなかったことは評価すべきである。

(2) 広島市は前述の被害想定調査結果を受けて、市内各区で報告会を行い、各戸に防災マップを配布して「わが身は自分で守る」の周知を図っていた。地震直後に行った市民アンケートによれば、「大地震が近い、を聞いたことがある」は71.0%にのぼり、かなりよく周知されていたはずであるが、実際に「発生すると思っていた」は38.6%にすぎず、広島市民の多くは「広島は災害が少ないところ」の固定観念をなお捨て切れていなかった（現実を直視したくない）ことを示している。

---

\* 広島経済大学経済学部教授

## 明確になった発震メカニズムと広島県内の震度分布

(1) 阪神・淡路大震災以降、広島県内には震度観測点が数多く設置された（気象庁直轄11点、防災科学研究所強震計32点、消防庁系の広島県83点と広島市8点）。これらの観測点の震度情報によって、芸予地震の発生メカニズムや地震動の特性がインターネット等によって公開されたため、地震動と地震被害との関係を比較的容易に解明することができるようになった。

(2) 安芸灘・伊予灘における地震発生は、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う引張力によって発生するスラブ内の正断層地震によるとされてきた。今回の地震もこのタイプであり、地震を起こした岩石破壊はほぼ南北にのびる長さ 25 km、幅 10 km、傾斜角63度の西落ち正断層（左横ずれ 49 cm、垂直ずれ 110 cm）であった。<sup>(3)</sup> その発生メカニズムについては、広島県西北部に向けて（西北西）低角度で沈み込む伊予灘－安芸灘直下のプレート（スラブ）が、九州方面に向けて急角度で落ち込む西側（伊予灘西部・豊後水道直下）のスラブに引張られる形で、南北方向に割れたものと説明されている。

(3) 防災科学技術研究所の強震計記録によると、地中（基盤面）加速度は震源を中心にはほぼ同心円状に広く分布し、最大でも 100 gal 台にすぎなかった。これは震源が 51 km とやや深かったためである。ところが、地表面加速度は三原・湯来・河内などで異常に高い値を記録したほか、表層地盤において複雑に増幅したため、震源距離に応じた値を示しているとは限らない。 図1は市区町村で観測された最大

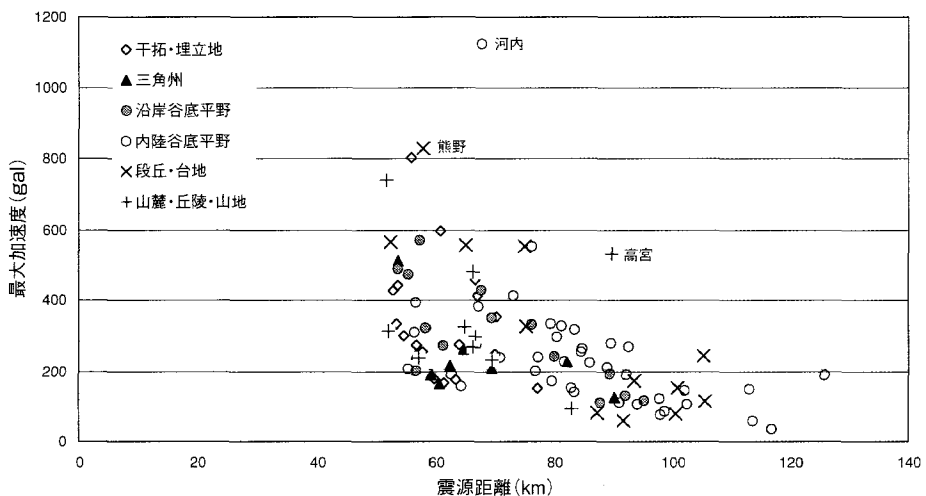


図1 市区町村観測点の震源距離と最大加速度

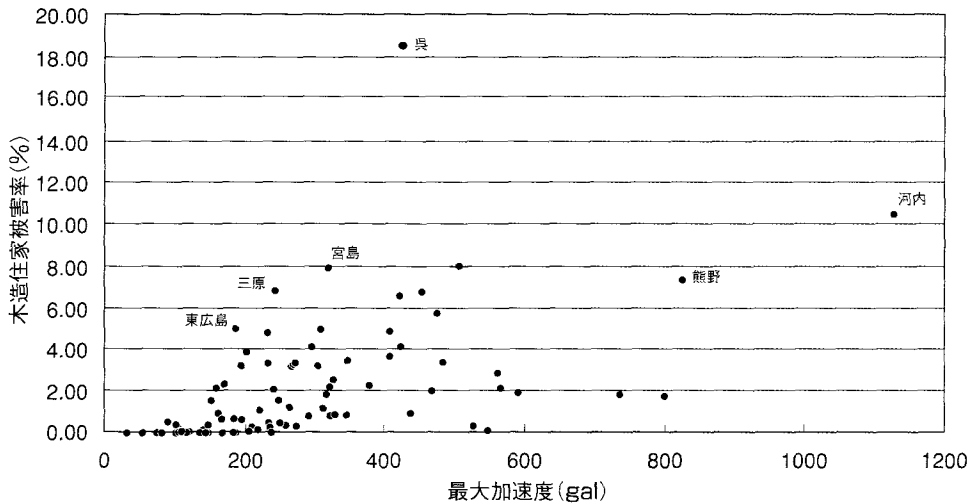


図2 最大加速度と木造住家被害率

加速度を震源距離との関係で示したもので、それぞれは震度計設置場所の地形タイプ（ほぼ表層地盤タイプを示す）別の記号で表現してある。図1から読みとれるように、①同じ震源距離でも最大加速度にかなり大きな差があり、その幅は震源に近いほど大きく、遠距離ほど小さくなる、しかし、②地盤タイプ別にみると一定の震源距離-最大加速度の関係が認められ、特に地盤タイプが似ている「沿岸谷底平野」「内陸谷底平野」では明瞭な距離減衰が認められる。

(4) 今回の地震では、スラブ内地震の特徴として短周期成分が卓越していたことから、加速度が大きい割には被害が少なかったといわれる。広島県の集計（5月8日現在）によると、住家被害の総数は34,335棟、そのうち全壊は49棟、半壊251にとどまり、大部分が屋根瓦破損など木造家屋の一部損壊である。図2は市区町村別の木造住家被害率〔住家被害棟数（全壊・半壊×2＋一部損壊）／木造住家棟数〕と最大加速度の関係である。最大加速度400gal前後で被害率が18%を超えた呉市の被害状況とともに、800galを超えても10%未満の被害率ですんだ河内町と熊野町のケースについても詳しく検討する必要がある。

### 広島湾西岸地域の住家被害と地震地盤特性

(1) 地震直後から広島湾西岸地域（広島市安佐南区・西区・佐伯区、廿日市市、大野町）の被害状況を、主として屋根瓦破損を指標にして悉皆調査した。家屋被害の目安には基礎破断、構造材損壊、外壁破壊（亀裂）などもあるが、地震動の空間分布をできるだけ広域的に把握するために、短時間に調査できる単一指標「屋根瓦



太枠内が住宅団地，うち網掛け部分が盛土（厚さは 10 m 間隔）。

図3 住宅団地における切土盛土区分と屋根瓦破損家屋の分布

破損」に限定した。被災翌日の降雨により破損した屋根が青いビニールシートで覆われたため、図らずも調査ははかどった。被害家屋を一戸ずつ住宅地図に記入し、それを1万分の1地形図（2.5万分の1地形図を拡大）に転写・整理した。一方、当該地域で大規模団地開発が行われる前の2.5万分の1地形図（昭和40～42年作成）および最新の地形図の重ね合わせによって、宅地造成地の切土・盛土図や都市化地域の微地形区分図を作成した。最後に、屋根瓦破損の分布をそれらに重ね合わせ、地形・地盤タイプとの関連をみながら考察した。図3はその1例である。得られた結果を以下に示す。

(2) 平野部における住家被害の多発地はデルタ主部（上部粘土層 UC が厚い）ではなく、デルタから谷底平野に入る一帯（UC 層を欠き、上部砂層 US が厚い）にみられる。この被害分布のパターンは地表面加速度の分布（デルタ主部 250～270 gal，谷底平野 400～470 gal）と整合的である。これは、デルタ主部では基盤から入力した地震動がデルタ部の UC 層で減衰する一方、谷底平野では US 層におい

て増幅したためと理解できる。その証拠として広島市消防航空基地の深度別最大加速度（3成分合成）の変化をあげることができる。デルタ前縁部の埋立地に設置した震度計では、基盤面（-36 m）で 175 gal，下部れき層 LS（-22 m）で 228 gal が記録されたが、UC 層通過中に減衰してその上面（-8 m）で 192 gal となり、US 層で若干増幅して地表面では 220 gal に戻った。なお、広島デルタの出島・観音・庚午地区、廿日市市の木材港や阿品地区など新しい埋立地で小規模の液状化が発生したが、デルタ主部および古い干拓・埋立地で液状化がほとんど発生しなかったのも同様の理由と思われる。

(3) 山麓や丘陵を大規模に改変して造成した住宅団地が地震被害を受けて問題になったのは、1978年の宮城県沖地震による仙台市およびその周辺が最初である。広島市の最初の地震被害想定調査（1982～1985年）はその後であったため、住宅団地の耐震性は当然取り上げられたし、1995～1997年の大規模地震被害想定調査でも「宅地造成地の地震危険度」の項目で検討された。しかし、造成地の地震危険度を個々に示すには、宅地造成当時の資料入手が困難であるなどの理由で限界があった。ところが、今回の地震で家屋被害が造成地において集中的に発生した。木造住家被害率4%以上の区は西区(5.71%)、安佐南区(4.84%)、佐伯区(4.12%)であり、いずれも宅地造成が積極的に行われた地域である。屋根瓦破損からみた団地住家被害の特徴を要約すると、以下の通りである（図3）。

- ① 団地内での住家被害は盛土部分、とくに切盛境界部分に集中した。これまで外面的になんらの違いもなかった住宅街で、「どうして内だけか？」という疑問や不安が起こった。マサ土の盛土部分で揺れが大きかったこと、大きな揺れによって盛土が沈圧したことなどが原因と考えられる。なお、今回は団地造成地に設置してある震度計が切土と盛土の地震動を記録した。すなわち、切土部分の最大加速度が220（広域公園）～300 gal（防災センター）であったのに対して、盛土の部分（広島西消防署己斐出張所）ではそのほぼ2倍に相当する 476 gal を記録している。
- ② 団地周縁部の自然斜面や団地内の急勾配部分に高い擁壁で造成した宅地（いわゆる雛壇型宅地）では、厚い盛土、盛土切土の併存、擁壁の強度不足などによって家屋被害を受けた例が多い。
- ③ 耐震性をほとんど無視し、宅地を目一杯（過大）に利用した住宅に、被害が目立つ。例えば、掘込み車庫の上に立ち上げた建物、ピロティー式の2階、広い窓を優先した構造（筋交いがない）、1区画の宅地を2分して分譲された建売住宅などである。

- (4) 以上の大規模団地の場合と違って、地震危険度が団地全体として高い例もいくつか存在する。家屋・道路等の被害が比較的大きく、もし今回より大きな震度（6弱）や地震火災が発生したならば、最悪の事態に追い込まれたと思われる。
- ①昭和40年以前の古い団地は最小限の地形改変によってつくられたため、小区画・大落差の雑壇型宅地が多い。擁壁の強度低下のため、地震による亀裂・沈下が目立つ。半壊住家が多い。
- ②大規模団地に隣接した丘陵末端や山麓地がスプロールの（無計画・無秩序）に開発された小規模団地。多くは表層（マサ土）のみを削平してつくった不整形宅地と狭い道路からなり、家屋被害が集中した。この種の開発行為になんらかの規制・指導が必要である。

#### 「災害に強いまちづくり」へのアドバイス

- ①今回の平成芸予地震は、想定芸予地震の規模より1ランク低く、かつ発生時刻などにいくつかの僥倖が重なって、大きな被害を免れた。今回の経験を教訓にして、市民は家屋・地域の防災対策を急ぐ必要がある。
- ②今回の経験によって、市民は住宅団地のもろさを認識した。安心して住めるように防災情報を周知するとともに、団地の耐震性向上のために、開発行為に対する規制・指導を強化する必要がある。

#### 参 考 文 献

- (1) 広島県：「広島県地震被害想定調査報告書」, 1998
- (2) 広島市：「広島市大規模地震被害想定調査」, 1997
- (3) 防災科学技術研究所：<http://www.boai.go.jp/center/aki-nada/crustdef.html>
- (4) 村山良之：「宮城県沖地震による仙台周辺の住宅地における被害—住宅地の地震に対する土地条件」東北地理, 32-1, 1979