

P37 平成13年芸予地震による災害の現れ方に関する考察

広島大学大学院 ○西村 賢
広島大学総合科学部 海堀正博

1. はじめに

平成7年1月に発生した兵庫県南部地震(M=7.3)では、震央からの距離に依存しない震度7の帯状地帯が存在したことが報告されている¹⁾。このような地帯は、軟弱地盤が付近一帯に存在していたために生じたと言われている²⁾。これに対し、豪雨の際には弱いとされている六甲花崗岩地帯の山腹では、崩壊・崩落・落石・亀裂等が報告されているものの³⁾、長野県西部地震(1984、M=6.8)において御嶽山山腹で見られたような大規模な山体崩壊や土石流等の流動性の高い現象は発生せずすんでいる。

平成13年3月24日に発生した安芸灘を震源とする芸予地震(M=6.7)では、小規模ながら岩盤崩落、落石、斜面崩壊、ひび割れ等が発生した。本報では、兵庫県南部地震での従来の研究をふまえ、平成13年芸予地震による土砂移動現象のいくつかの特性をまとめた。芸予地震は震源の深さが約50kmと深く、震央の周辺では震央距離では離れていても震源距離で見た場合にはあまり変わらないことから、震源からの距離と地震動の関係を考察し、揺れと土砂移動現象の分布、ならびにその方向性を検討して各地域の地震応答特性を見ることを目的とした。

2. 芸予地震による被害分布

平成13年芸予地震において、広島県では河内町、大崎町、熊野町で震度6弱を記録した⁴⁾。震源から約80kmの範囲では小規模ではあるが、斜面崩壊ならびに岩盤崩落、落石などの土砂移動現象による被害が発生している。しかし、震源から約100km離れた地域でもクラックが発生しており、地下構造など他の要因によって地震動の伝わり方に差が生じることがわかる。また、本報では詳しくは取り上げないが、屋根瓦の破損や宅地の石積み崩壊、宅地内亀裂などの一般的な住宅被害は、呉市を筆頭に広島市、三原市、大野町といった瀬戸内沿岸部においても、東広島市、熊野町、河内町といった内陸部においても多発しており、震源から約160kmの範囲にまで及んでいたことがわかる。

3. 芸予地震と土砂移動現象の分析

ここでは土砂移動現象に関連するものに焦点を絞ることにする。呉市周辺では、急傾斜地に階段状に居住エリアが展開しているが、そこでの斜面異常が多発した。呉においてこのような現象が目立った原

因を検討する。

芸予地震発生時、広島県をはじめ中四国周辺は降雨がほとんどない状況が続いていた(図1)。図は半減期を72hrとした場合の先行雨量(実効雨量)分布を示しているが、ほとんど0mmに近い値となっている。広島県に広く分布する風化花崗岩土壌マサ土の透水係数を考慮すると、本地震の際には土中の水分状況はむしろ土の強度を高める側にあったと考えられる。次に、地震動と斜面崩壊が発生した斜面の向き、地震動と震源からの距離、地震動と地下構造に関して検討を行う。地震動としては、独立行政法人防災科学技術研究所のK-netおよびKIK-netからダウンロードした、地震加速度の南北成分、東西成分、上下成分を合成させた3次元成分の地震加速度を用いた。

平成13年芸予地震、2000年鳥取県西部地震(M=7.3)、2002.3.25に発生した地震(M=5.0)における、広島県内で観測された最大加速度の方向をローズダイヤグラムで表したものを示す(図2)。芸予地震(132.7° E, 34.1° N, 深さ約51km)と震源位置が異なる鳥取県西部地震(133.35° E, 35.27° N, 深さ約11km)においても、また震源位置に近い2002.3.25地震(132.6° E, 33.8° N, 深さ約50km)においても、最大加速度の向きはNNE-SSW方向付近にはあまり見られず、それと直行するWNW-ESE方向付近に多数見られる。さらに多くの地震についても検討する必要があるが、この方位は広島県内のリニアメント方向、あるいはもっと局所的な地質構造的な要因による影響によることが考えられる。

一方、土砂移動現象が発生した方向と発生点付近の最大加速度の方向性を見ると、三原市、佐伯郡宮島町、東広島市高屋町で発生した斜面崩壊、落石、崩壊と最大加速度の方向は一致しており、卓越した地震加速度で被害が発生したと考えられる。また、震度6弱を記録した河内町で、中心部から北へ続く国道432号線沿い、椋梨川右岸側で長さ20mほどに及ぶ不連続な水平クラックが見られた。クラックは川と平行にみられ、クラックより上部が下部に対して僅かであるが河川側に移動していた。河内町内にK-net、KIK-netの観測点はないが、周辺の東広島、大和のデータから見て、移動方向と揺れの卓越方向は一致するものと考えられる。節理に富む岩盤が分布している場所では、揺れが卓越する方向で崩壊や落石などの土砂移動が発生しうると考えられる。

次に、以上のような土砂移動現象が発生した最大加速度を検討する。震央から200km以内の観測所を選び、3次元成分の最大加速度を求め、等値線図を描いた。三原市では約650galで、宮島町では約450galで、高屋町では約300galで、また斜面崩壊や住宅被害が多発した呉市では約480gal以上の最大加速度で発生している。しかし、同心円状を描く地中の最大加速度分布図と異なり、地表では表層地盤の影響を受け地震加速度の大きいエリアが数カ所存在する。そこで、震源距離(km)を横軸に最大加速度(gal)を縦軸にとった距離減衰曲線を図3に示す。図より、同じ程度震源から離れていても計測した卓越する揺れには数倍の差がある観測所も存在する。K-netおよびKIK-netの公開データの中にある観測点の地盤情報と比べると、これらの揺れの大きくなるところには、表層土壌層が厚く、岩盤層が深いこと、逆に揺れの小さめに出ているところでは、岩盤面が地表近くにまで張り出してきていることが傾向として読みとれるが、任意の地点の地震に対する強さを特定するにはまだ至っていない。今後、さらなる検討を行う必要がある。

4. まとめ

1. 平成13年芸予地震は実効雨量で見てもほとんど0mmに近い分布の時に発生しており、これが大規模な山体崩壊や流動性の高い土石流の発生しなかった要因の一つであると考えられる。
2. 本報でとりあげた3つの地震においては震源位置の違いがあっても、WNW-ESE方向付近で揺れが卓越していた。
3. 揺れが卓越する方向に土砂移動が生じているものが多かった。
4. 地震により大きな加速度を生じやすい地域が将来的に特定できるようになる可能性があるものの、現時点では未確定である。

引用文献

- 1) 中村浩之ほか(2000):「地震砂防」直下型地震による土砂移動 兵庫県南部地震, 古今書院
- 2) 中川康一ほか(1996):「阪神・淡路大震災」第III部 地震断層と活断層の動き, 東海大学出版会
- 3) 中川康一ほか(1996):「阪神・淡路大震災」第IV部 地質環境と構造物の被害分布, 東海大学出版会
- 4) (財)地震予知総合研究振興会ホームページ
<http://www.adep.or.jp/> より

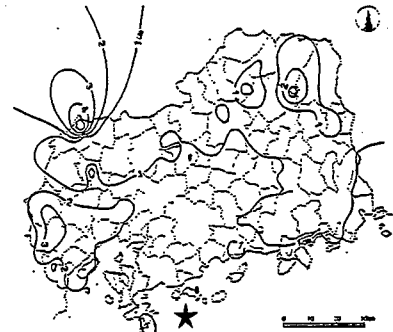


図1 2001年3月24日16時における広島県の実効雨量(72時間半減期)の分布

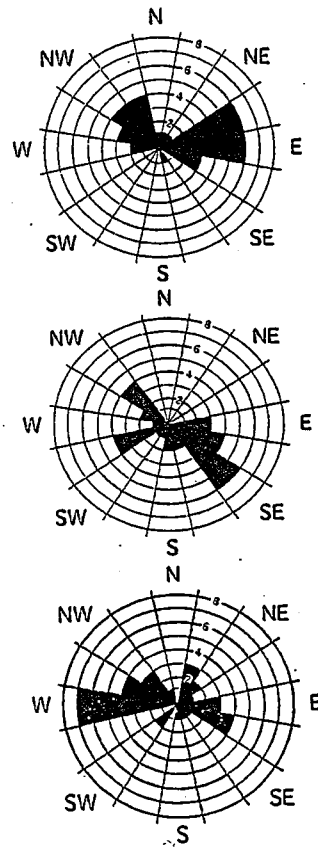


図2 卓越する揺れの方向性のローズダイアグラム表記(上:平成13年芸予地震 中:鳥取県西部地震 下:2002.3.25地震)

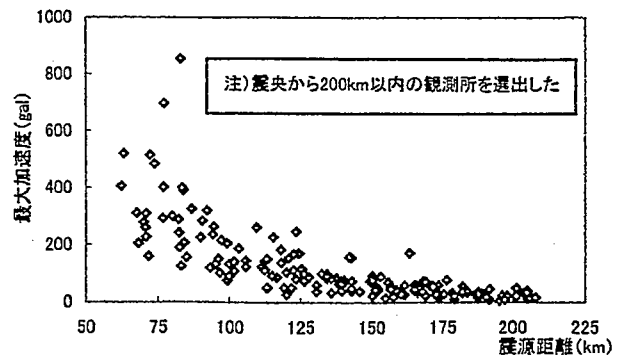


図3 平成13年芸予地震における距離減衰曲線