

神戸大学工学部 正会員 沖村 孝  
 神戸大学大学院 学生員 ○ 鳥居 宣之  
 神戸大学工学部 伊井 政司

1. はじめに

兵庫県南部地震により、六甲山系の山麓部および淡路島においては、多くの山腹崩壊や地すべり性崩壊が発生し、その数は六甲山系で747ヵ所と言われている。本研究では、今回の地震に伴い六甲山系で発生した山腹斜面崩壊を対象とし、その特徴を明らかにするため、崩壊の発生位置、個数、面積、土量、崩壊発生場所の地形、比高率、傾斜度および崩壊方位角を分布図<sup>1)</sup>上から求めた。さらに50mメッシュの数値地形モデルを用いて、崩壊セルの標高や傾斜等と六甲山系全体のそれらとの比較を行った。

2. 山腹斜面崩壊の発生位置、個数、面積および土量

六甲山系全体からみた崩壊発生位置の特徴をみるために、縮尺1/50,000の地形図上で崩壊分布図を作成した。それによると、今回の地震で発生した山腹斜面崩壊は神戸市灘区から東灘区、芦屋市、西宮市、宝塚市にかけての東六甲山系に多く、それ以外はずかんに六甲山系の西端の須磨区に見える程度で、中央区以西の西六甲山系にはほとんど崩壊が発生していなかった。東六甲山系ではこれらの崩壊は全体として2本の帯状に分布しているとも読みとれ、これら2本の帯状の崩壊は、五助橋や芦屋断層系にほぼ平行な分布状態で出現していることが推定された。これは断層付近では断層地形として急峻な斜面が多く存在するため、この急斜面が地震動によって崩壊し、このような分布状態になったと思われる。また、六甲山系を流れている河川流域毎の崩壊個数、面積、土量について調べたところ、崩壊個数、崩壊面積は住吉川流域が他の流域に比べて圧倒的に多かった。また、各流域毎における単位面積当たりの崩壊個数、面積、土量を求めたところ、いずれも六甲山系の東側で大きな値を示し、それらの中でも特に宝塚市内の観音谷川、塩谷川の流域では大きな値を示しており、このことは東六甲山系でも、特に東端に位置するこれらの流域付近での山腹崩壊が激しかったことを示している。地質構造的にはこれらの流域は五助橋断層の延長が有馬-高槻構造線に近づく付近に位置している。

3. 地形図から求めた山腹斜面崩壊の地形立地条件

今回の地震により発生した山腹斜面崩壊の地形立地条件を過去の地震により発生した斜面崩壊の特徴や豪雨時に発生する斜面崩壊の特徴と比較することにより明らかにした。地形立地条件としては、縮尺1/10,000の崩壊分布図<sup>1)</sup>より各崩壊地における崩壊発生場所の地形分類、比高率、傾斜度および崩壊方位角を求めた。その結果をまとめたものを表-1に示す。この表より今回の地震により発生した山腹斜面の地形立地条件は、

表-1 地形図より求めた地形立地条件の結果

地形立地条件	定義	兵庫県南部地震による崩壊	豪雨による崩壊	過去の地震による崩壊
発生場所の地形分類	地形図に記載されている等高線の間隔から遷急線の有無や地形条件を判断し、崩壊斜面を分類	遷急線にまたがって崩壊が多く発生 露頭崖からの剥落、落石が多く発生	遷急線付近で多く発生する 一般に表土層が崩壊するため、露頭斜面では崩壊は発生しない	遷急線を含む斜面が崩壊しやすくなっている
比高率(%)	斜面内における崩壊上端の相対的な標高を百分率で表したものの	今回の地震により発生した崩壊のうち約80%が斜面内の比高率50%以上の上方側で発生	浸透水の影響を受けるものは斜面下方側で発生するものが多い	斜面の上方が下方に比べ地震動の加速度が増幅され、斜面の上方では揺れが下方よりも大きい
傾斜度(°)	崩壊の最も上方を通る2本の等高線間(標高差10m)の長さから求めたものの	傾斜度が35-55°の斜面で崩壊が多く発生し、25°未満の緩傾斜地での崩壊はほとんどない	一般に傾斜度35°付近にピークがみられる	勾配が急になるほど崩壊がしやすくなる傾向がある
斜面方位角(°)	地形図から崩壊方向の方位角を計測したものの	NV→SEへの方向が多く発生	一般に被害の集中する方位はみられない	震源方向に対して直交や平行といった方向性はみられない

豪雨時に発生する崩壊の立地条件とは異なっていること、過去の地震により発生した崩壊とは同様の地形立地条件の場所で発生したことを示すことができる。

#### 4. 数値地形モデルから求めた山腹斜面崩壊の地形立地条件

前節では崩壊地のみを対象としてその山腹斜面崩壊の地形立地条件を考察したが、地震によって崩れやすい斜面の特徴を検討するためにはバックグラウンドである六甲山系全体から比較の考察を行う必要がある。前節で述べた方法を六甲山系全体の斜面に適用することは不可能であり、作業を計量的に行うために数値地形モデルを用い、そこから算出することのできる局所地形量からみた地形立地条件について考察を行った。本研究では数値地形モデルとして建設省国土地理院発行の数値地図50mメッシュデータを用いた。この数値地形モデルの縦横50mのメッシュを本研究の単位格子として定義し、この単位格子ごとに局所地形量（標高、傾向面の傾斜、傾向面の偏差、斜面方位角）を求めた。六甲山系をこの定義に従ってメッシュ分割すると87,512個となった。また、崩壊分布図<sup>1)</sup>を同様にメッシュに分割することにより、単位格子内に崩壊が出現している崩壊格子を求めた。この際、崩壊が2つの単位格子にまたがって発生している場合は崩壊源がある単位格子を崩壊格子とし、また1つの単位格子内に複数の崩壊が発生している場合でも崩壊格子数は1個として数えた。この結果崩壊格子数は671個となった。得られた結果を図-1～4に示す。

図-1より、標高450-700m付近の崩壊出現率の値は1.5%前後を示し、標高550-600mで最大値1.7%を示している。六甲山系全体の格子数に対する崩壊格子数の割合が0.77%であり、この値と比較すると標高450-700m付近の崩壊出現率の値は全体の2倍近い。図-2をみると、20-60°くらいまでは徐々に出現率が増大し、60°で2.4%となり、60-70°でさらに急増して出現率は4.5-6.0%になることがわかる。また、全体の傾向として右上がりの傾向、つまり70°までは傾向面の傾斜の値が大きいほど崩壊が発生した割合が高かったといえる。図-3をみると、傾向面の偏差の値が大きくなればなるほど、つまり地表面の凹凸が激しいほど崩壊出現率が大きくなっており、凹凸の激しい場所ほど崩壊が発生する割合が高かったことを表しているといえる。図-4をみると、斜面方位角では、W→E方向の崩壊出現率の値が1.2%と最も大きな値を示している。しかし、それ以外の方向でも出現率の値が1.0%前後の方向も多く分布しており、50mメッシュの数値地形モデルからは、表-1の結果とは異なり、顕著な方向性はみられなかった。

《参考文献》1)建設省六甲砂防工事事務所：兵庫県南部地震に伴う土石流危険渓流緊急調査、1995。

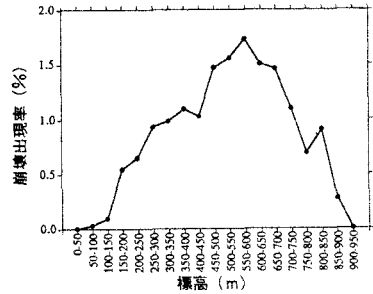


図-1 標高の崩壊出現率

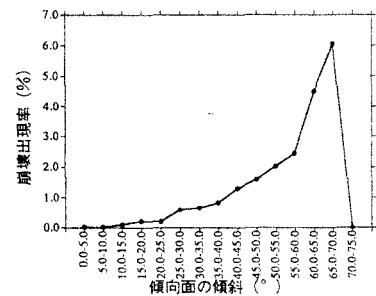


図-2 傾向面の傾斜の崩壊出現率

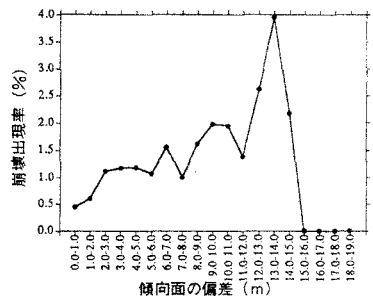


図-3 傾向面の偏差の崩壊出現率

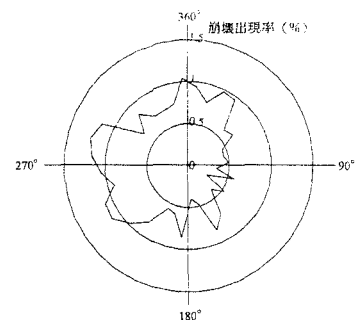


図-4 斜面方位角の崩壊出現率