

24 兵庫県南部地震による斜面変動の GRASS GISに基づく解析

○大阪工業大学 藤田 崇
大阪市立大学 Venkatesh Raghavan
大阪市立大学 升本真二

1 はじめに

兵庫県南部地震に伴う斜面変動（地すべり・崩壊・落石等）の発生地域は、六甲山地とその周辺の丘陵地に2大別できる。前者は主として風化花崗岩から成る東部山地に多発しており、六甲山地を北東方向に縦断する五助橋・渦が森・大月断層群が走る北側斜面で落石・崩壊が多発した。後者は神戸市東灘区以东の芦屋市から宝塚市に至る山麓地域と神戸市兵庫区から長田区一帯に集中し、これらの地域は一部では段丘礫層の発達が見られるが、おおむね大阪層群が広くまとまって分布する地域に一致している。

2 地形解析とGRASSについて

"GRASS"は「Geographical Resource Analysis Support System」の略称で、開発元は US Army Construction Engineering Research Laboratories で、ワークステーションで使用されるUNIXで動作するデジタル地形情報の解析ソフトであって、傾斜・起伏量・傾向面・谷密度など各種の地形計測、接峯面などが迅速に処理でき、図示が可能となる。これを利用して地すべり多発地帯の地形・地質特性を解析しているが、今回の地震によって発生した斜面変動に関して、GRASSシステムによりデータベースを構築して解析を進めることとした。原資料は、日本応用地質学会関西支部の調査結果および空中写真の判読を主体として作成した各種の斜面変動の1/25,000分布図、これに50mメッシュのDEMデータならびに六甲山地地域の1/50,000地質図幅の資料である。

3 斜面変動の分類

今回の地震による斜面変動の発生地域は、六甲山地とその周辺の丘陵地に2大別できる。奥西（1995）や釜井ほか（1995）などが斜面変動の分類をしているが、藤田は地形・地質的特徴から次の6つのタイプに分類した。ただし、今回の報告にはこのような詳細な分類は表現しておらず、また、すべての斜面変動を網羅して分布図に示すことは困難であるので、落石や段丘崖などからの礫の飛び出しなど小規模のものは割愛せざるを得なかった。

六甲山地の斜面変動

- 1 山頂部花崗岩体のクリーニング
- 2 風化花崗岩よりなる急斜面の表層物質の崩壊
- 3 亀裂の発達した花崗岩の崩壊

六甲山南麓の丘陵地の斜面変動

- 4 高盛土急斜面のラピッド・スライディング
- 5 造成地盛土のスロー・スラディング
- 6 緩斜面の現世堆積物のスロー・スラディング

「1」タイプは、山頂の平坦部に近い地形変換線の近傍に発生したもので、最大の例は、

六甲山頂付近の標高約 850m の地形変換線以上の緩斜面における風化花崗岩岩盤が著しく緩み、幅 150m、長さ 160m にわたって変状を呈し、斜面末端部は逐次崩壊が進んでいる。

「2タイプ」は従来から表層崩壊と呼ばれているタイプで、風化花崗岩山地にしばしば発生する。大部分は崩壊深度は浅くて小規模であるが、発生時の移動速度が速いこと、しばしば群発するので、多大な被害を与えることがある。このタイプは、諏訪山断層から五助橋断層に沿う山地の南～南西斜面に多発している。崩壊斜面は平均勾配 30° で、六甲山地南面の比較的標高の低い部分に多く、花崗岩の風化帯あるいはマサ土が比較的厚く発達している斜面に多発している。

「3タイプ」は、比較的硬質ながら節理の発達した花崗岩が、その節理面に沿って崩壊したもので、山地内の河谷の谷壁に見受けられるもので、有馬－高槻構造線の近傍の六甲山地北側斜面によく発生している。

「4タイプ」は2例あり、西宮市仁川百合野町の浄水場とその北部の宝塚ゴルフ場である。西宮市の浄水場の東側斜面に地震とほぼ同時に発生した高速の斜面変動は、今回の地震による最大の斜面災害となった。その変動域は幅約 100m、長さ約 300m にわたり、高さ約 20m～30m の滑落崖が形成された。宝塚ゴルフ場の斜面変動も仁川のそれと比して規模はやや小さいが、ほぼ同タイプであり、いずれも崩壊土量はせいぜい 10万 m³オーダーである。ともに、大阪層群上に造成された盛土部分の滑動である。

「5タイプ」は、今回の斜面災害を特徴づけるものである。斜面を切土・盛土する手法の都市開発の結果、六甲山麓一帯は多くの人工埋没谷が形成されており、激しい地震動はこのような造成地盤のみを破壊するように斜面変動が発生した。釜井ほか(1995)によれば、六甲山地周辺の丘陵地の斜面変動は 214ヶ所を数えた。大規模な例として、神戸市東灘区森北町・西宮市豊楽町等のように、長さ約 300m に達して数十戸の家屋を巻き込んで移動している。

「6タイプ」は、阪急苦楽園駅から夙川駅一帯の勾配 20度以下の緩斜面が平地の沖積層と接した地域でみられる。斜面変動は、これらの緩斜面から沖積面にかけて発生しており、沖積面では地盤の液状化が認められるので、このタイプの斜面変動は脚部の沖積層が液状化したことによって発生し、沖積地盤の側方流動が斜面に及んだ現象と解釈できる。

4 解析結果の概要

斜面変動は、六甲山地では東部山地に多発しており、今回の地震断層である五助橋・渦が森・大月断層群が走る北側斜面で落石・崩壊が多発した傾向がうかがわれる。一方、丘陵地では神戸市東灘区以東の芦屋市から宝塚市に至る山麓地域と神戸市兵庫区から長田区一帯に集中し、これらの地域はおおむね大阪層群が分布する地域である。大阪層群分布域では浅く短い谷が多数形成されている特性を有し、このような地形条件のもとで宅地の造成を行えば、谷部は土砂で埋設され、地形的に埋没谷を人工的に形成したことになる。今回の丘陵地での斜面変動はこのような造成地盤で発生したものであり、少なくとも大阪層群の地層内で発生した斜面変動は認められなかった。

都市域における地盤災害の原因として、自然的な地形・地質的要因だけでなく、このような斜面の安定性に関与する開発行為の評価を改めて問い直す必要がある。さらに、地形・地質条件と開発年代との関連も重要である。それは平野部から丘陵地域への都市地域の発達と宅地地盤造成工事の手法も関連しているからである。