

136 地震による山腹崩壊と地形効果

○西田 顕郎* 落合 博貴** 小橋 澄治* 水山 高久*

* 京都大学農学部 ** 森林総合研究所

はじめに

地震時に起こる山腹崩壊は、急斜面、あるいは尾根部や傾斜変換点などの凸状地形に分布しやすい。我々は、この傾向を定量的に把握するため、兵庫県南部地震（1995年1月17日、M7.2）による六甲山地の山腹崩壊の地形を調べた。

山腹崩壊が急斜面で起こりやすいということは、降雨による崩壊についても見られる傾向で、これは斜面の力学的安定性で概ね説明がつく。ところが、山腹崩壊が凸状地形に起こりやすいという傾向は地震に特有であり、降雨による崩壊では反対に地下水の集中しやすい凹状地形におこりやすい。従って、地震による山腹崩壊への対策を考えるためには、この傾向を把握する必要がある。

地震による山腹崩壊が凸状地形で起こりやすい理由のひとつは、凸状地形での地震波の増幅にあると言えよう。この増幅効果は、凸状部分が基盤の振動に共振すること、あるいは、地下からやってきた地震波が地表面で反射し、あたかも凹面鏡の一点に光が集中するように凸状地の頂部や肩部に地震波が集中することによる。このように、地形が地震の強度に影響を及ぼすことを、一般に「地形効果」という。

方法

まず、山腹崩壊発生箇所の地形を把握するために、六甲山地内に1 km²程度の調査領域を3箇所設定し（図1）、その数値地形モデル（DTM）を空中写真から作成した。これらのDTMは水平方向5 m間隔のメッシュにおける標高値で構成され、崩壊箇所の地形の定量的把握を容易にする。DTMに基づき、3領域内の125箇所の崩壊地を調査した。各崩壊地について、傾斜の具合の指標として斜度を、また、凸状の具合の指標として平均曲率を計算した。平均曲率は、凸状の具合が激しいほど負に偏り、逆に凹状になるほど正に偏る。

次に、凸状地形による地震動の地形効果が平均曲率によって指標化され得るかどうかを調べるため、一つの領域の地形について、3次元有限要素法によって地震動をシミュレーションした。

結果

図2と3から、斜度が増すほど、あるいは、平均曲率が負に偏るほど崩壊が起こりやすいことが明瞭である。図4は、各崩壊の平均曲率と斜度の2元散布図である。傾斜30度を境にして、急斜面は凹状地形でも崩壊が発生し、緩斜面は凸状地形でないと崩壊しないことがわかる。

有限要素法による計算結果は、当日報告する。

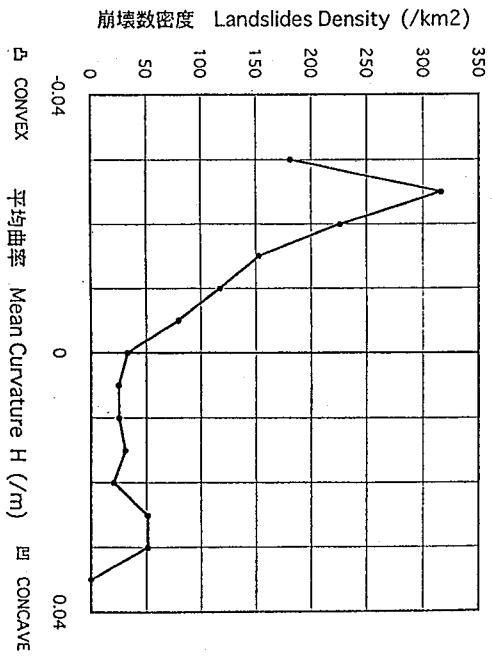
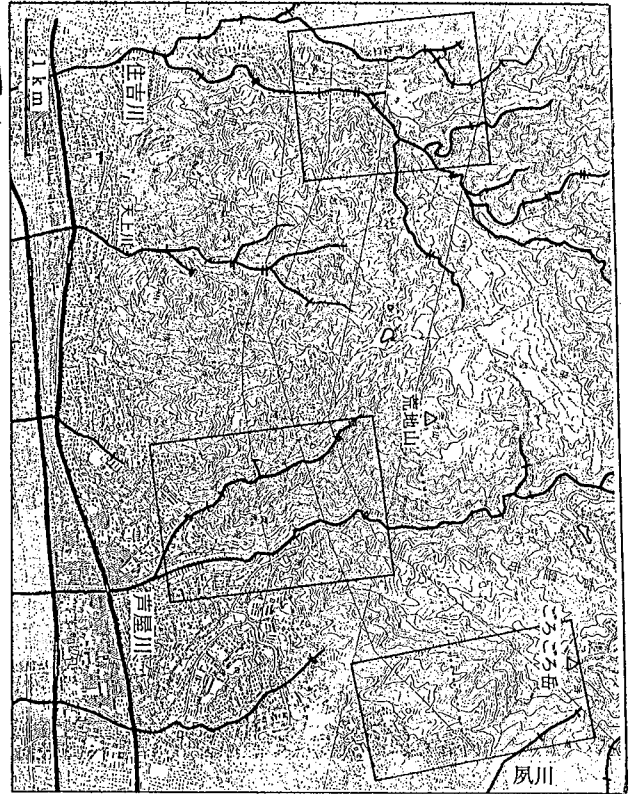


図 2 崩壊発生地の平均曲率。平均曲率が小さい(負値)ほど地形は凸状。

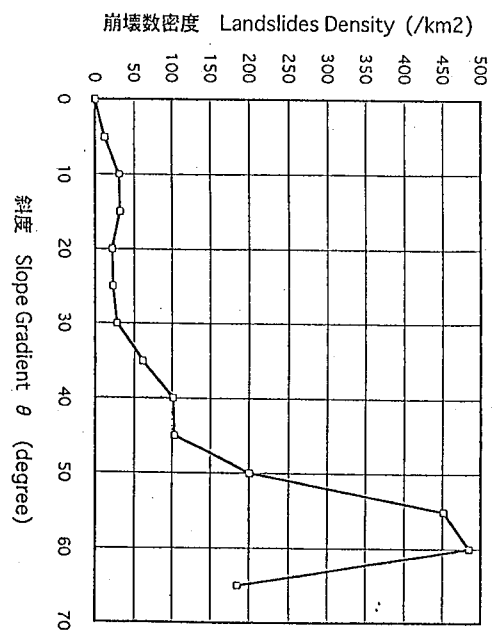


図 3 崩壊発生地の斜度。

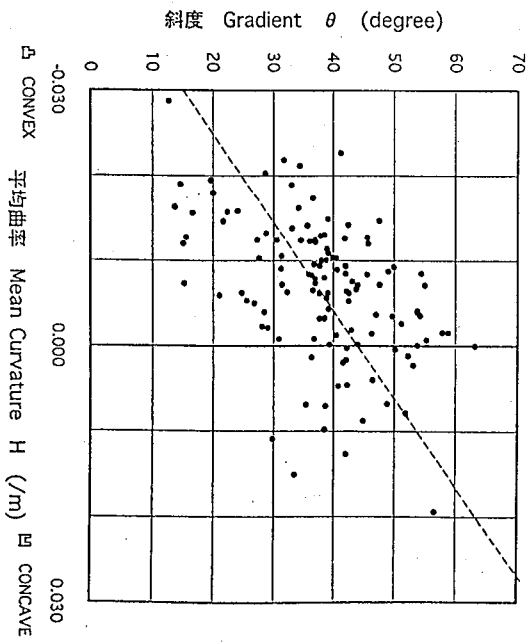


図 4 崩壊発生地の平均曲率と斜度。点類は、全斜面から崩壊発生斜面を最も効率よく分別する境界線。