

27 平成 11 年 9 月の重信川における崩壊発生条件の検討

(株)エイトコンサルタント○片山 哲雄 (財)砂防・地すべり技術センター 松村 和樹、安田 勇次
建設省四国山地砂防工事事務所 小山内信智 高知大学農学部 平松 晋也

1. はじめに

近年の土砂災害は、突発的または集中的な高強度の降雨によって発生する 경우가多く、従来の台風情報や降水予報等では予測し難い場合が多い。このような土砂災害に対処する確かな警戒避難情報を提供するためには、土砂災害の実態をよく把握し、災害発生誘因となる降雨条件について検討する必要がある。この状況を踏まえ、本検討では、平成 11 年 9 月に重信川流域で発生した崩壊・土石流の事例に基づき、土砂災害の発生を支配する降雨条件について検討した。

2. 崩壊・土石流発生状況

平成 11 年 9 月に重信川流域で発生した崩壊・土石流は、台風 16 号により短時間に集中した豪雨によるもので、重信川近隣の総雨量は成就社 318mm、富郷 286mm であった。流域内の降雨は西部で強く、15 日の am4:00~5:00 に集中し、建設省所管の「古屋」テレメーターでは 119mm/hr であった。

幸い流出土砂による人的被害は生じていないが、谷出口では土石流が氾濫し、田畑や農作物に被害を与えている。直後の空中写真判読では、重信川直轄区域で約 180 箇所の崩壊地を確認した。また、現地調査によると、土砂流出が確認された溪流では、溪床崩壊または溪床の侵食が起源となる場合も見られるが、大半は源頭部に崩壊が確認されている。なお、崩壊面は露岩と風化土が混在している状況であった。

3. 検討方針

検討に先立ち、当時の降雨について、現行の土石流発生基準雨量による降雨判断状況を検証した結果、15 日 am5:00 頃の異常な時間雨量のため、観測所の中に CL 突破の 1 時間前に WL も超えていない状況が見受けられた。これにより、基準雨量としては短時間の高強度降雨への対応が必要であることが明確となった。短時間雨量への対応としては、まず短時間降雨予測の導入が考えられるが、的確な予測を行うためには、崩壊の発生を支配する降雨条件についても把握する必要がある。このため本検討において、今回の崩壊・土石流発生を支配した降雨条件について検討するものとした。基本的な考え方は次のとおりである。

これまでの斜面安定解析では、崩壊の発生は飽和土の Terzaghi の有効応力理論による抵抗力の減少により説明されており、降雨の降下浸透により斜面内に地下水位が形成され、間隙水圧の上昇により崩壊が発生すると考えられている。この考えによると、ある斜面における崩壊限界水位は、斜面勾配、斜面長、不透水層の深さ及び透水係数により規定されるため、地形・地質状況がほぼ同様であり斜面勾配、土質条件が同一と考えられる場合、一定時間内の平均雨量強度により崩壊限界が表現されることができると考えることができる。そこで、本検討では、ほとんどの土石流の源頭部に崩壊があることから、崩壊が土石流の引き金と考え、ある一定時間内の平均雨量強度と崩壊発生との関係について検討することとした。

4. ある一定時間内の平均雨量強度と崩壊発生との関係についての検討

崩壊・土石流の発生推定時刻である 15 日 5:00 から N 時間 (1,2,3,4,5,6,9,12,24,48 時間) 遡った一定時間内連続雨量の等雨量線図を作成し、N 時間毎に崩壊箇所の降雨 (発生降雨) を抽出した。平野は、崩壊の発生を規定する一定時間 (T) と平均雨量強度 (R) は、過去の発生の下限と非発生の上限

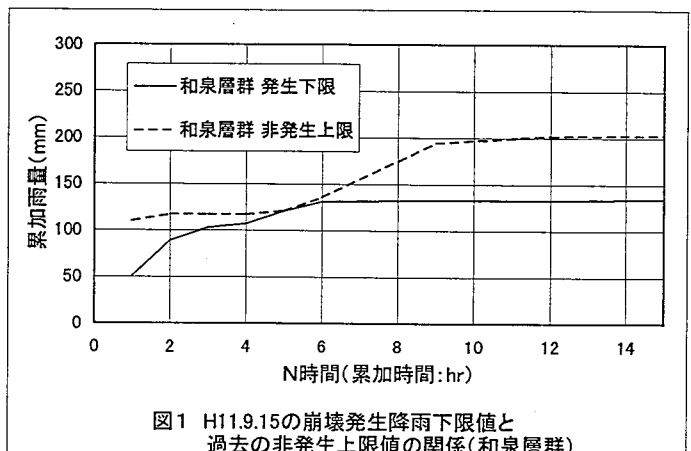


図1 H11.9.15の崩壊発生降雨下限値と過去の非発生上限値の関係(和泉層群)

の重ね図により見いだせると述べている。この考えに基づき、発生降雨の下限値と過去の主要洪水から抽出した非発生降雨の上限値の重ね図を地質区分別、勾配区分別に描いた。特徴的な和泉層群の結果を図1に示す。図より、発生の下限と非発生の上限の差が極小になる点が、崩壊発生を支配する一定時間内の平均雨量強度であり、重信川流域内の和泉層群では5時間-120mmと判断できる。他の地質区分には、明瞭な傾向はないが、領家帯5時間-100mm、三波川帯1時間-約50mm～3時間-140mmが特徴的である。

5. 考察

上記の結果について考察すると、現地調査における平均崩壊深は約0.8mで、粒度分布は D_{20} が0.2mm程度と判明している。これは、Creagerの説により表土層の透水係数を約 9×10^{-3} cm/secと判断できるもので、雨水が崩壊面に達する時間は少なくとも約3時間が必要であり、上記結果は妥当であると判断できる。

また、検証のため、別のアプローチにより崩壊発生支配降雨を探った。崩壊の支配降雨がある一定時間内平均雨量強度で表現できると

すれば、等雨量線図と崩壊地分布図を重ねると、支配的な一定時間の雨量階と崩壊密度の関係に特徴が表れると考えた。図2に、和泉層群の雨量階に区分されるエリア内の崩壊密度について示す。

図より、折れ線の勾配とY軸の値に着目すると、最も特徴的な雨量は5時間雨量で、カーブの最初の立ち上がり

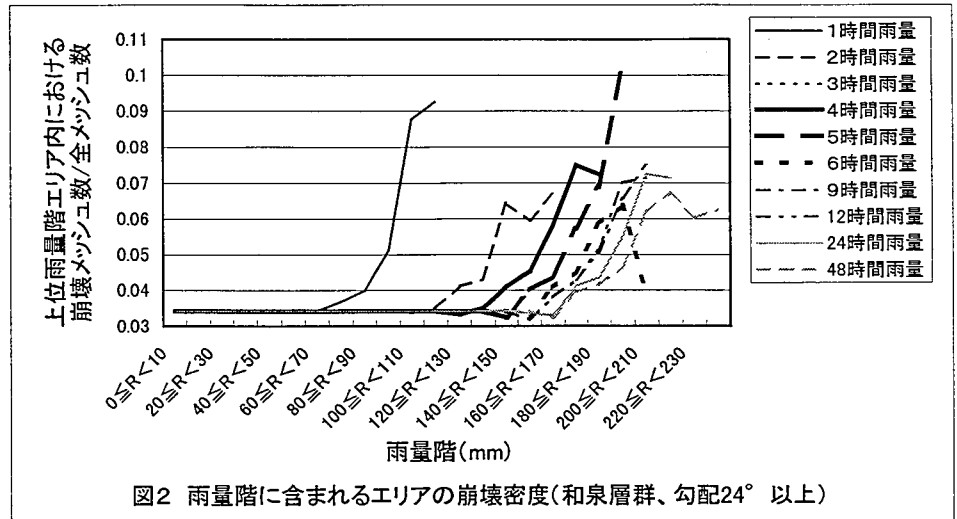


図2 雨量階に含まれるエリアの崩壊密度(和泉層群、勾配24°以上)

140～150mmとなっている。これにより、前述の結果も概ね確からしいことが判るが、1時間雨量の示す折れ線も特徴的である。上述のとおり、降雨浸透時間を考えると1時間雨量が支配的になると考え難いため、1時間と5時間の等雨量線図を比較すると、ピークや強度の分布がほぼ同様となっている。このことから、1時間雨量の特徴的な折れ線は偶然によるものと考えることができる。なお、他の地質区分について、領家帯ではデータのバラツキが多いが、三波川帯では概ね和泉層群と同様の傾向が表れている。しかし、以上の数値については、過去の崩壊・土石流発生事例の多くが定かでないため、発生降雨データが少なく、非発生降雨データが不確かであり、信用性が低い状況である。

6. まとめ

以上の結果、一定時間内の平均雨量強度と崩壊には密接な関係があり、流域内の和泉層群では5時間-約120mmが崩壊を支配すると考えられた。また、これを基準値とし、短時間降水予報(気象庁提供)を用いて当時の発生予測を再現すると、崩壊・土石流の発生を2時間前には知ることができる結果であった。しかし、今回導いた基準値については、データ不足により信用性が低い。基準値さえ確かであれば、短時間降水予報等を用いて的確な土砂災害予測が可能となると考えられるため、今後、データ蓄積と検証を繰り返し精度向上を図る必要があると考えられる。

なお、従来の基準雨量は、現状においては短時間降水予報を導入すれば、今回のような短時間に集中した降雨に対しても発生予測が充分可能となると考えられる。また、今回検討した方法と従来方法は共に、ダラダラと降る長雨に対する適応性について検討の余地が残されている。このため、今後の降雨に対する災害発生予測について、各方法の妥当性を検証していく必要がある。

【参考文献】

平野宗夫：土石流の発生予測と流出解析、土砂移動現象に関するシンポジウム論文集、pp23-38、1992