

兵庫県南西部域で発生した平成 21 年台風 9 号による斜面崩壊地の特徴

株式会社ダイヤコンサルタント
神戸大学大学院
神戸大学大学院

○鏡原聖史
鳥居宣之
澁谷 啓

1. はじめに

兵庫県南西部域に位置する佐用町周辺では、平成 21 年 8 月台風 9 号により局地的な豪雨に見舞われ、甚大な被害が発生した。この豪雨を起因として多数の斜面が崩壊し、道路の通行止め等の被害が発生した。今回の斜面崩壊は、新規に崩壊が発生しているところもあるが、その多くは平成 16 年台風による風倒木被害地での崩壊であった。本稿では、過去の風倒木被害地と斜面崩壊の位置、累積降雨量の関係について整理するとともに、風倒木被害地での崩壊地の地形的特徴を整理したので報告する。

2. 台風 9 号の降雨特性

台風 9 号による降雨は、佐用におけるアメダスの時系列グラフ(図 1 参照)に示すように、8 月 8 日まではほとんど降水量がなく、9 日から 10 日までの間に記録的な豪雨が連続して降るといった降雨パターンを示している。また、24 時間降雨の分布は、図 2 に示すように佐用町周辺を中心とする非常に狭い地域に 300mm を超える降雨が集中しており、北東方向に 200mm 以上の降雨が分布している。この降雨は気象レーダ画像¹⁾の雨雲が帯状に停滞していた地域と一致している。以上より台風 9 号の降雨特性から今回の土砂災害は、先行降雨の影響により土砂災害が多数発生するケースとは異なり、短期間の局所的な豪雨が原因であったと言える。

3. 台風 9 号による斜面崩壊地の分布

台風 9 号による斜面崩壊地の分布を調べるため、台風 9 号が通過した後の航空写真判読と現地調査を行い、195 箇所²⁾の崩壊地を確認し、図 2 のように過去の風倒木被害地の分布と 24 時間雨量分布ならびに台風 9 号によって発生した斜面崩壊地の分布として整理した。今回発生した崩壊箇所と過去の風倒木被害地の関係を見ると崩壊箇所全 195 箇所のうち 75% 程度の 146 箇所が風倒木被害地内での斜面崩壊であった。さらに、過去の風倒木被害地という潜在的に危険な箇所が、24 時間雨量 200mm 以上の範囲内で多数崩壊したことがわかる。これらの風倒木被害地で発生した崩壊は、比較的薄い表層崩壊型の斜面崩壊で深層崩壊型の斜面崩壊は認められなかった。なお、この箇所数は今回の調査範囲内で確認された数字であり、今回の災害により発生した崩壊地のすべてを表したものではありません。

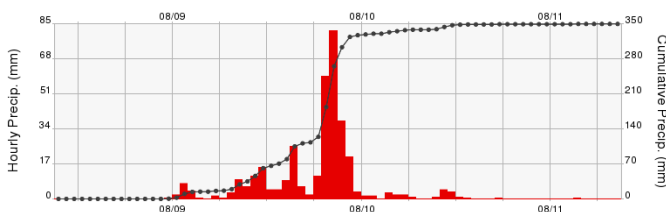


図 1 時間雨量と累積雨量の関係(観測所：佐用)²⁾

い。

4. 斜面崩壊箇所の地形的特徴

過去の風倒木被害地での斜面崩壊が多数発生していたことから、その斜面崩壊箇所の地形的特徴を整理した。また、当該地域では平成 18 年 7 月の豪雨によって風倒木被害地での斜面崩壊が多数発生しており、その崩壊箇所の地形的特徴がすでに整理³⁾されている。ここでは、平成 18 年 7 月と今回の台風による風倒木被害地での斜面崩壊箇所に対して地形的特徴を比較し考察を加えた。

(1) 崩壊発生場所の地形的分類

崩壊発生場所の地形的分類として崩壊斜面の縦断形状(凸形、直線、凹形)、横断形状(尾根、直線、谷)で分類した。その結果を図 3 に示す。図より崩壊縦断形状の割合は、平成 18 年 7 月豪雨による斜面崩壊は、凸形と直線型斜面で多いことがわかる。今回発生した崩壊は、凹形が多いが、凸形斜面も多いことがわかる。両者とも一般的な降雨に崩壊しやすい凹形のみではなく、凸形斜面で崩壊が発生している特徴を有する。次に、崩壊横断形状の割合は、図より平成 18 年 7 月豪雨による斜面崩壊は、直線斜面が最も多い。今回発生した崩壊も同様に直線と谷型斜面で多いことがわかる。これらについても一般的に降雨による崩壊が発生しやすい谷型のみではなく、直線型斜面や尾根型斜面でも崩壊が発生している特徴を有する。

(2) 比高率(R_p)

斜面内のどの位置で斜面崩壊が発生したかを明らかにするために、崩壊地の上方端の標高(H_t)、崩壊地から最短距離にある河床標高(H_b)および崩壊発生斜面の頂上部標高(H_p)を地

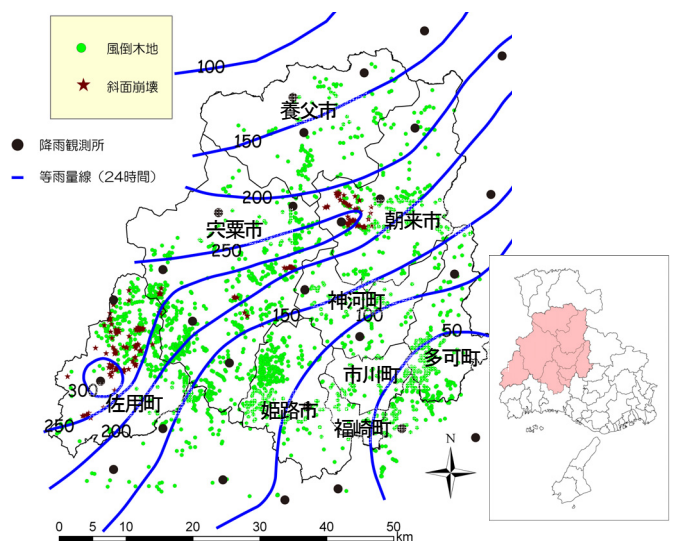


図 2 24 時間雨量、過去の風倒木被害地と今回の斜面崩壊箇所分布

形図から読み取り、 $R_r = (H_i - H_b) / (H_T - H_b) \times 100$ により求めた。この比高率は斜面内における崩壊上流端の相対的な標高を百分率で表したものであり、位置のポテンシャル量を示すものである。この値が大きければ大きいほど、斜面の高い位置で崩壊が発生していることを意味する。比高率の結果を図4に示す。図より両者とも比高率60%以上で崩壊が多い特徴を有する。この結果も一般的な降雨で崩壊する場所と異なっており、風倒木被害地が発生している位置に依存した特徴であると言える。

(3) 傾斜度 (θ)

どのような傾斜角の斜面で斜面崩壊が発生していたかを明らかにするために、傾斜度を求めた。傾斜度は、崩壊の最も上流を通る2本の等高線の高低差 $\Delta H(m)$ とその間隔長さ $\Delta L(m)$ を地形図から読み取り、 $\theta = \tan^{-1}(\Delta H / \Delta L)$ として求めた。この傾斜度は崩壊滑落崖付近の傾斜角を表していると言える。傾斜度の結果を図5に示す。図より両者ともに傾斜角度が 40° 以上の崩壊が多いことがわかる。この傾斜度は、豪雨により発生する崩壊傾斜度の値が $35 \sim 40^\circ$ で多いことと比較すると、より急傾斜な場所で発生していたという特徴を有している。

(4) 崩壊方向角 (θa)

斜面崩壊がどのような方向で発生していたかを明らかにするために崩壊方向角を求めた。崩壊方向角は、崩壊土塊が落下する方向を北から時計回りの角度 θa として定義した。崩壊方向角の結果を図6に示す。図より両者とも崩壊方向角 $300 \sim 120^\circ$ の北向き斜面で崩壊が多数発生していることがわかる。この結果は、平成16年台風23号による風向と対面する斜面で風倒木被害斜面が多数発生したことと一致する。

(5) 考察

地形的特徴として、地形分類、比高率、傾斜度、崩壊方向について、平成16年台風によって発生した風倒木被害地で平成18年と平成21年に発生した斜面崩壊の特徴の比較を行った。その結果、発生時期が異なるにもかかわらず、ほぼ同様の特徴が数多く認められた。したがって、過去の風倒木被害地では、健全な植生が回復するまでの間、累積雨量200mm以上の降雨を受けると斜面崩壊が発生しやすいと言える。また、当該地域では、風倒木被害地が多数存在しており、今後の降雨によっては、同様の崩壊が多数発生することが示唆される。

5. おわりに

台風9号による斜面崩壊地の分布と過去の風倒木被害地の分布状況ならびに当該地域の過去の風倒木被害地での崩壊の地形的特徴を整理した結果、過去の風倒木地の潜在的な危険性が明らかになった。今後の課題として、広範囲に多数分布する過去の風倒木被害地の危険度評価や低コストな崩壊予防工法の開発が必要であると考えられる。

(参考文献)

- 1) 神戸海洋気象台：平成21年8月8日から11日にかけての台風第9号による兵庫県播磨北西部を中心とした大雨について、気象速報,2009.
- 2) デジタル台風(HP)：台風画像と台風情報
- 3) 兵庫県治山林道協会：平成16年台風による風倒木被害と再度災

害防止対策,2008.

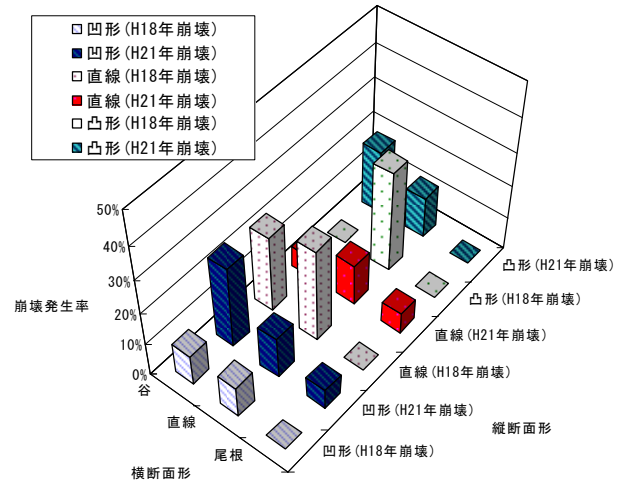


図3 崩壊形状の割合(風倒木被害地)

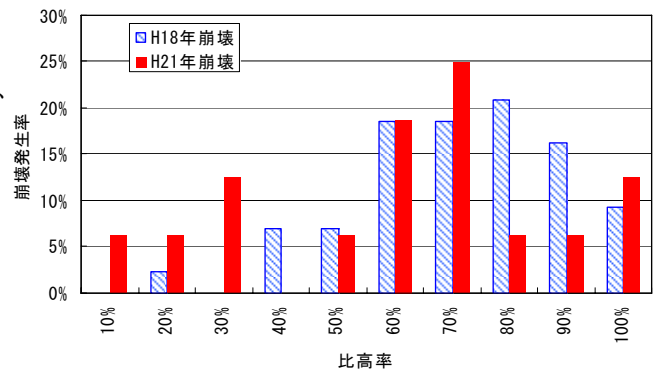


図4 比高率の分布(風倒木被害地)

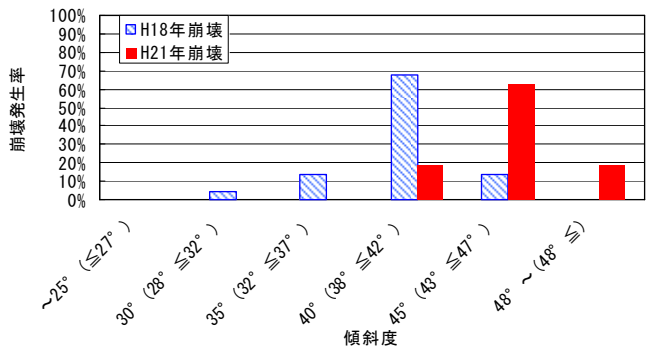


図5 傾斜度の分布(風倒木被害地)

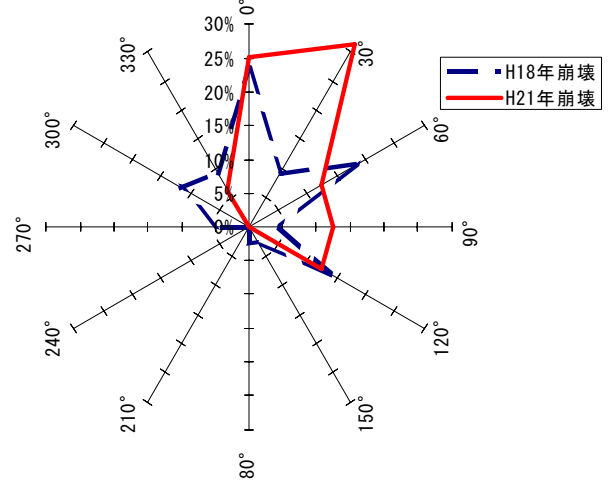


図6 崩壊方向角の分布(風倒木被害地)