

土石流危険渓流における土石流や山腹崩壊の発生・非発生の 判別評価モデルの構築と崩壊規模の追跡評価に関する研究

岐阜県 正会員 ○高木伸一 中電技術コンサルタント(株) 正会員 荒木義則
 山口大学工学部 正会員 菊池英明 山口大学工学部 正会員 古川浩平

1. はじめに

香川県小豆島東海岸部では、昭和49年7月（昭和49年災害）と昭和51年9月（昭和51年災害）の集中豪雨により大規模な土石流災害が発生し多くの犠牲者を出した。災害と災害の間が約2年と短かったため、全ての渓流に対して災害復旧や土石流対策施設が整備できたわけではなく、未整備の状態で被災した渓流もあり、土砂災害の早期復旧と防災対策施設の整備は緊急を要する重要な課題である。特に土石流の発生しやすい渓流や被害が大きくなりやすい渓流を把握することは、土石流対策施設の整備を進める上で重要である。

本研究では、小豆島東海岸部における昭和49年災害と昭和51年災害を対象として、土石流や山腹崩壊の発生形態や発生規模の変化を渓流全体としての現象または、個々の崩壊部の現象に着目し、地形要因や降雨要因を用いて、土石流の発生・非発生の判別評価モデルを重判別分析・ニューラルネットワークでそれぞれ構築して、崩壊現象の変化を追跡した。

2. 降雨特性と土石流の関係

図-1に昭和51年災害で土石流発生時刻が推定可能であったエリア1,4,6において、各災害の累積雨量の経時変化と土石流災害の発生時刻を示す。図-1を見ると、昭和51年災害は、昭和49年災害の発生時刻における累積雨量を上回った所でいずれも土石流が発生している事がわかる。このことから、昭和49年の豪雨において土石流や山腹崩壊の発生した渓流は、その地形特性が変化して、昭和49年の土石流発生降雨と累積雨量が同程度の降雨に対しては、免疫性を示し、その後降雨量が増加することにより土石流災害が発生したことがわかる。

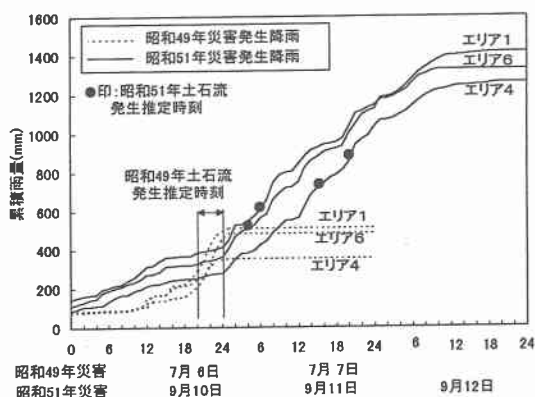


図-1 累積雨量の変化と土石流発生時刻の関係

3. 重判別分析モデルとニューラルネットワークモデルの構築

本研究では、重判別分析とニューラルネットワークにより次に示す地形要因と降雨要因を用いて、昭和49年災害と昭和51年災害それぞれに対して、各渓流ごとの土石流の判別評価モデルの構築を行った。

地形要因：水系模様，流域平均勾配，最急溪床勾配，侵食可能経路長，流域面積，流域長，流域幅，流域形状比，谷深比，0次谷の数，溪流最大傾斜，源頭部面積，溪床危険度評価，溪床堆積厚評価，降雨集中度評価

降雨要因：最大1時間雨量，累積雨量

4. 土石流判別モデルによる被災形態の追跡

まず、両災害モデルの同定結果は、重判別分析では、昭和49年災害モデルでは全体の正解率は64.6%，昭和51年災害では63.8%で比較的良好く土石流判別を行っている。また、ニューラルネットワークは両災害ともに正解率100%で、発生確信度も崩壊で1と未崩壊で0近くで明確に判別を行っている。

次に、2章で述べたように昭和51年災害は、昭和49年災害の発生時刻における累積雨量を上回った所でいずれも土石流が発生しているため、昭和49年災害の判別評価モデルを用いて、昭和51年の渓流に昭和49年災害発生降雨と同程度の累積雨量を想定した土石流判別結果を図-2に示す。ここで、重判別分析では合成変数が正值であれば発生、負値であれば非発生となる。ニューラルネットワークでは発生確信度が0.5以上であれば発生、0.5未満であれば非発生と判断している。図-2(a)の重判別分析では、全体の75%以上を非発生と判断していて正解率がよい。図-2(b)のニューラルネットワークでは、非発生と判別したものは全体の

53.8%で、判別率が低くこの面での問題はありますが、昭和49年モデルでは、崩壊では発生確信度が1、未崩壊では0と明確に判別していたのに対し若干の変動が見られていることから、地形要因の変化に伴う被災形態の変化を追跡するという点では、発生確信度が変化により溪流の変化を追跡していると評価でき、判別評価モデルに地形要因が多少反映されていると見られる。

図-3に昭和49年災害モデルによる昭和51年の未経験降雨に対する判別結果を示す。図-3(a)の重判別分析は、全ての溪流において土石流が発生すると予測している。これは、重判別モデルでは、降雨要因の合成変量に与える影響が大きく、累積雨量が昭和49年災害から昭和51年災害には約3倍に増えているため、全て発生と判別する結果となった。しかし図-3(b)のニューラルネットワークでは、正解率は全体で49.2%と良くはないが、重判別分析のように極端な反応はなく、各溪流について各溪流の特性を加味した上で、評価をしていることがわかる。また、累積雨量が約3倍に変化したにもかかわらず、発生確信度がほとんど変化しなかったのは、本研究で構築したニューラルネットワークモデルは、地形要因の影響が大きく、降雨要因の変化が判別評価モデルにあまり反映されていないためと考えられる。

図には示していないが、昭和51年災害モデルを用いた昭和49年の経験降雨に対する判別評価では、重判別分析では、全ての溪流において土石流は非発生と予測し、ニューラルネットワークでは、累積雨量が約1/3に変化したにもかかわらず、発生確信度がほとんど変化はなく、図-3と同様の傾向を示した。

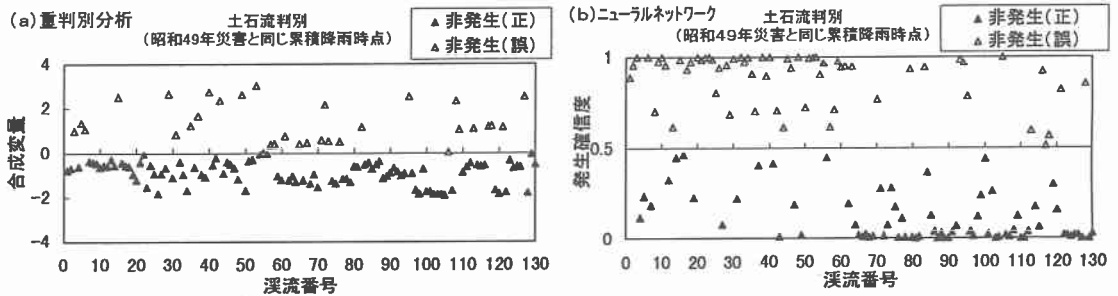


図-2 昭和49年災害の判別評価モデルを用いた昭和51年災害の予測と実測値の比較(昭和49年降雨)

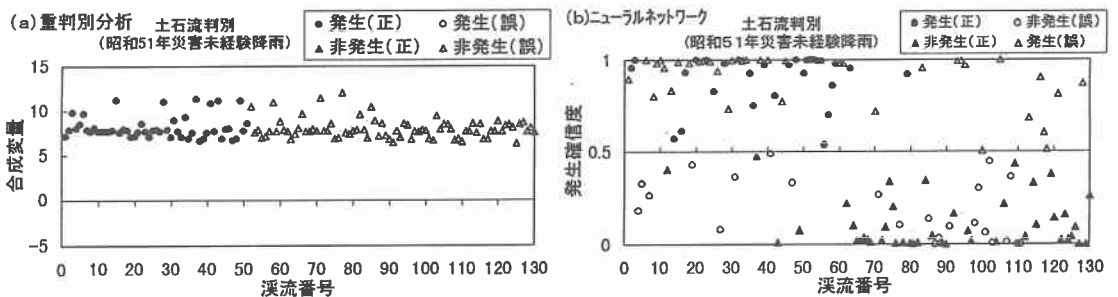


図-3 昭和49年災害の判別評価モデルを用いた昭和51年災害の予測と実測値の比較(昭和51年降雨)

5. 結論

重判別分析では、昭和49年災害モデルを用いた昭和51年災害の予測は、全て発生と判断し、昭和51年災害モデルを用いた昭和49年の経験降雨に対する判別評価では、全ての溪流において土石流が発生しないと予測した。これより、今回重判別分析を用いて構築した土石流判別モデルは、システム構築に用いた経験降雨までが適用範囲であり、経験降雨を越える未経験降雨に対しては予測が困難となる。

またニューラルネットワークモデルでは、昭和51年災害中の昭和49年経験降雨時の予測、昭和51年災害の予測とも正解率は良くはないが、雨量が大きくなっても発生確信度が大きく変化せず、土石流の発生しやすい溪流を把握でき、未経験降雨に対する適用性があると考えられる。