

II-4 雲仙普賢岳における土石流発生の限界と予測について

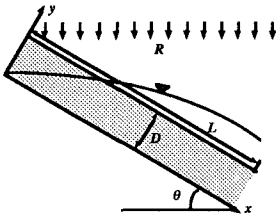
九州大学大学院 学生員○川原恵一郎
正 員 平野 宗夫
正 員 森山 聡之

1. 緒言

雲仙普賢岳では1990年11月の噴火後、大規模な土石流が島原市内を流れる水無川で発生した。その後も、頻繁に土石流が発生し水無川流域に甚大な災害を引き起こしている。本報では、普賢岳及び水無川流域の雨量データにより、累加雨量と到達時間の概念を用いて土石流の発生限界を検討する。また、ニューラルネットワークを用いて土石流の発生予測を試みる。

2. 土石流発生限界理論

斜面における土石流の発生条件は、従来の実験¹⁾によると、表面流の発生と同時に土石流が発生すると考えられる。図—1のように模式化した斜面では、土石流の発生限界は次式で表される。ある斜面において到達時間内の降雨強度がある値を超えると土石流が発生することになる。



図—1 斜面模式図

$$\frac{1}{T} \int_0^T R(t - \tau) \cos \theta dt \geq \frac{Dk \tan \theta}{L} \quad \dots (1)$$

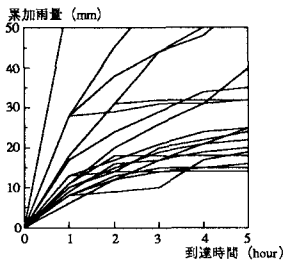
L: 斜面長, k: 透水係数, θ: 斜面の傾斜角, λ: 有効間隙率, R: 降雨強度, T: 到達時間

3. 資料

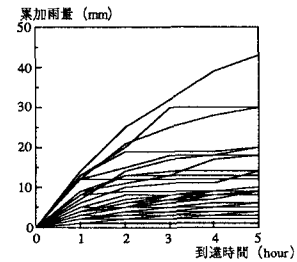
雨量データは気象庁の雲仙岳測候所の地上雨量計による1991年5月1日から9月30日までの1時間雨量の記録、土石流発生の判定には、九州大学島原地震火山観測所の地震計の振動波形を用いた。

4. 土石流発生限界

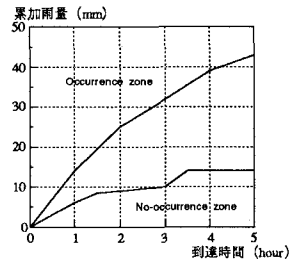
上記の資料を使って、種々の到達時間について累加雨量の最大値を求めてプロットすると図—2及び3のようになる。これより、到達時間は1時間前後と推定される。また、土石流不発生の上限と発生の下限を示すと図—4のようになり発生限界は表—1のようになる。



図—2 発生時の累加雨量図



図—3 不発生時の累加雨量図



図—4 不発生の上限と発生の下限

累加時間(hour)	土石流発生可能雨量(mm)	土石流発生雨量(mm)
1	6	15
2	9	24

表—1 土石流の発生限界雨量

5. ニューラルネットワーク理論

ニューラルネットワークとは図—5のような入力層・中間層・出力層からなる階層型の構造で

表される。これに教師付き学習法であるバックプロパゲーション（誤差逆伝播法）を利用してネットワークを最適化する。バックプロパゲーションとは非線形最小化問題の解法の一つで、図-6のような出力層の各ユニットが実際に出力した値と教師信号との誤差を規則にしたがって入力層へ向かって伝播させるものである。

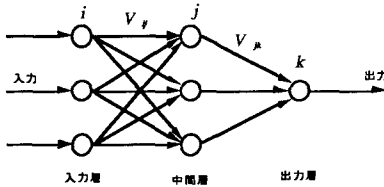


図-5 ニューラルネットワークの構造

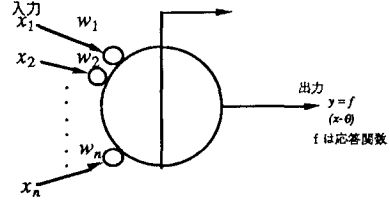


図-6 ユニットモデル

6. 予測結果

ニューラルネットワークを用いて、図-7に示す5月の累加雨量より、発生の際の累加雨量に0.99、また不発生の際の累加雨量に0.01と教師信号を与えて学習を行いネットワークを最適化する。次にこのネットワークに6～9月の累加雨量を入力したときに出力された結果を図-8～10にそれぞれプロットした。6～9月の出力結果で0.90以上と出力されたものを発生とすれば実際に発生しているが発生と予測していない割合（見逃し率）、発生と予測しているが実際に発生していない割合（空振り率）は表-2のようになる。

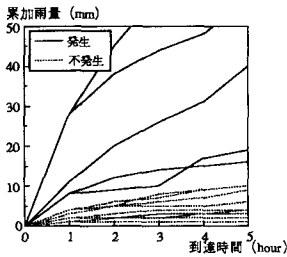


図-7 5月の累加雨量図

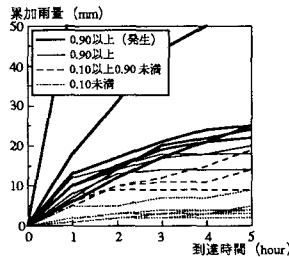


図-8 6月の出力結果

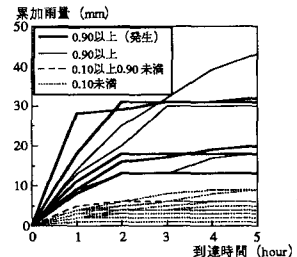


図-9 7月の出力結果

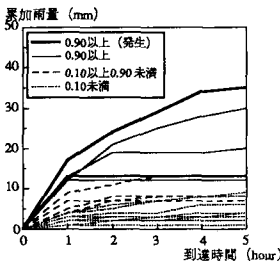


図-10 8,9月の出力結果

実測 \ 予測	発生	不発生	精度
発生	12	0	見逃し率 0%
不発生	10	101	空振り率 43%

表-2 予測結果と精度

7. 結語

土石流の発生限界として1時間雨量が6mmを越えると注意が必要となり、これは防災の目安の一つになると考えられる。また、ニューラルネットワークを用いた手法では、5月の雨量を学習に使用した場合、それ以降の発生を高い確率で予測している。故に今後多くの情報を与えることでさらに充実した予測が期待される。

（参考文献）

- 1) 平野宗夫・正田誠・森山聡之、活火山流域における土石流の発生限界と流出規模の予測、第30回水理講演会論文集、181-186、(1986)
- 2) 森山聡之・平野宗夫、他、ニューラルネットワークを用いた土石流発生予測について、第36回水理講演会論文集、705-709、(1992)