

土石流による地盤振動のニューラルネットモデルの検討

鹿児島工業高等専門学校 学生員 前村武生

同 上 正 員 疋田 誠

同 上 榎並利征

1. はじめに

桜島は昭和 32 年以降、継続して火山活動を続けている。火口から噴出される火山灰は山頂付近に堆積し、降雨を引き金として数多く土石流が発生している。建設省大隅工事事務所では、平成 6 年 12 月及び平成 8 年 11 月に土石流の通過する野尻川下流に振動センサーを 3 個設置した。土石流の発生を検知し、流出規模を知ることが目的としている。図 1 に振動センサーの設置状況を示す。本研究では、これまでの研究の経緯と観測システムの概要、地盤振動データとニューラルネットを用いた土石流のハイドログラフの推定法について水理学的考察を行った結果を報告する。

2. 使用したデータ

図 1 に振動センサーの設置状況を示す。土石流の解析については流量の計測されている平成 9 年 9 月 16 日のデータを用いた。8:51 から 9:10 までを増加部、9:11 から 9:14 までをピーク部、9:22 から 9:40 までを減衰部として取り扱った。ニューラルネットでは各層の値は 0 から 1 でなければならないのでそれぞれの最大値で除したものを入力データとした。流量 Q 、センサー 1 の振動レベル $S1$ 、センサー 3 の振動レベル $S3$ 、水深 H の時間的推移は図 2 の通りである。

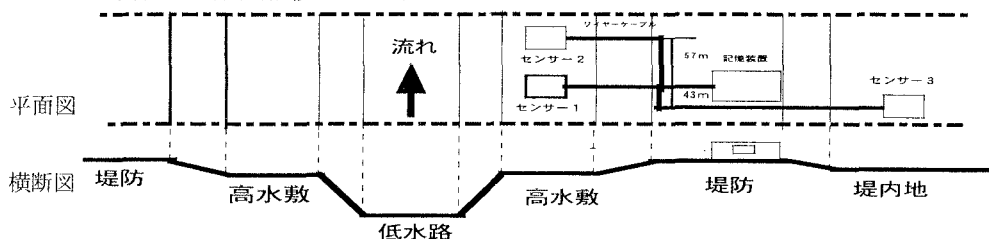


図 1 野尻川の振動センサー設置状況

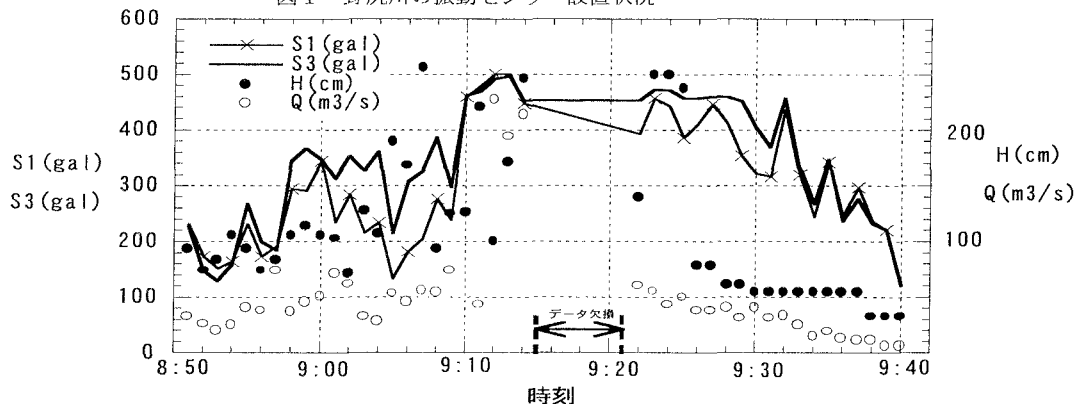


図 2 土石流の流量 Q ・水深 H ・振動レベル $S1$, $S3$ の時間的推移

3. 解析結果とその考察

図 3 のような入力層・中間層・出力層からなる階層型の構造をしたニューラルネットワークを使用し、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）を利用した。学習させる際の入力データとしてセンサー 1 の振動データ $S1$ 、センサー 3 の振動データ $S3$ 、水深 H 、時間 t を組み合わせ、教師となる

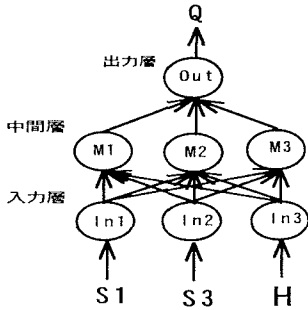


表 1 増加部で学習して得られた重み

始点	終点	重み	始点	終点	重み	始点	終点	重み
In1	M1	-1.060	In3	M1	-4.368	M2	しきい値	89.177
In1	M2	-3.456	In3	M2	-84.630	M2	Out	-4.350
In1	M3	-60.500	In3	M3	25.026	M3	しきい値	-52.992
In2	M1	-1.257	M1	しきい値	0.286	M3	Out	-20.761
In2	M2	-21.027	M1	Out	-9.296	Out	しきい値	3.590
In2	M3	86.472						

図 3 3層ニューラルネットモデル

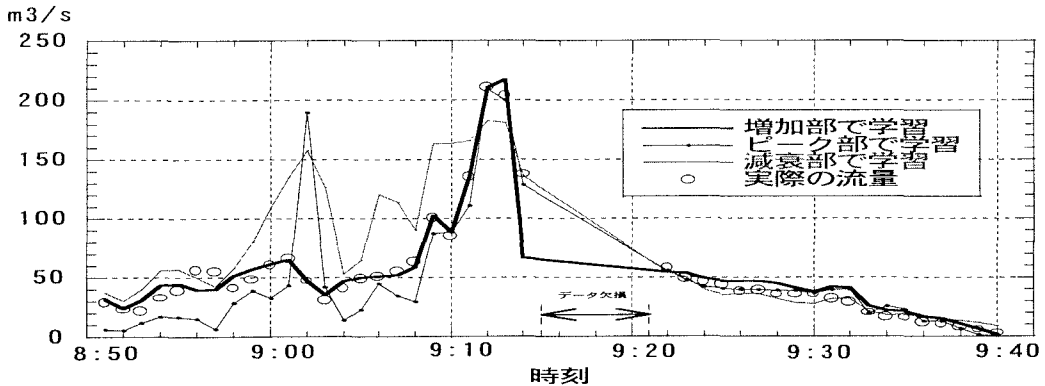


図 4 実際とニューラルネットの結果の比較

データとして流量を用いた。解析の結果、データを移動平均させた増加部のセンサー 1 と 3 の振動レベル S1、S3、水深 H を使うと最もよい相関を示した。その結果を図 4 に示す。得られた重みを使用することによりセンサー 1 の振動レベル $S1 \leq 501$ (gal)、センサー 3 の振動レベル $S3 \leq 496$ (gal)、水深 $H \leq 256$ (cm) のときは流量推定が可能になった。その重みデータを表 1 に示す。

ニューラルネットワークを検討した結果は次のようである。

- (1) 諸条件が複雑に変化する土石流の流量の推定には教師データを増加部で考えると良いことが分かった。
- (2) データを移動平均すると重みデータを得られやすい。
- (3) より大規模な土石流のデータで学習させることにより、推測できる流量の適用範囲を広げられる。

増加部で学習すれば良い結果を得られた理由として、各々のデータの変動の大きさが広範囲であったことが考えられる。変化の単調なピーク部、減衰部では良い結果を得られなかった。

今後の課題として、データ収集されている以外の要素を導入しようと考えている。その他、満足 of いくデータがここで使用したものしかなく、精度を高めるためには更に多くのデータを増やし検証してみる必要がある。

5. 謝辞：本研究を進めるに際しては、建設省大隅工事事務所の吉川智弘所長と調査第二課に助言とご協力を頂いた。プログラムについては豊橋技術科学大学の見目喜重助手にお世話になった。ここに関係各位厚く謝意を表する次第である。

6. 参考文献：1) 八名・鈴木、ニューロ情報処理技術、海文堂出版、161p、1994

2) 疋田・吉田・前村：振動センサーを利用した火山性土石流の現地計測、第 53 回土木学会年講、p4-5、1998、10

3) 芦田・高橋・道上、河川の土砂災害と対策、森北出版、p p55-73、1983