

17 火山性土石流の通過に伴う地盤振動について

鹿児島工業高等専門学校 疋田誠・榎並利征・前村武生
摂南大学工学部 澤井健二, アイエムティ 会田和義

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の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。火山性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。本研究では、まず、地盤振動による土石流観測システムの設置状況と得られた地盤振動のデータを示す。次に、ニューラルネットを用いると、地盤振動のデータから土石流のハイドログラフを推定することの可能性が示されたので、ここに報告する。

2. 振動センサーの設置と観測データ

振動センサーは、高水敷にセンサー1(S1)、センサー2(S2)、堤内地にセンサー3(S3)を地下約1mに埋設する。図1を参照のこと。解析データは、超音波方式で水深H、流速Vが計測されている。平成9年9月16日の土石流に対して、流量Qを計算し、データとして使用した。時刻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、各層の値を0から1で与えるので、各データをそれぞれの最大値で除し、入力データとした。流量Q、センサー1とセンサー3の振動レベルS1、S3、水深Hの時間的推移は図2に示す通りである。

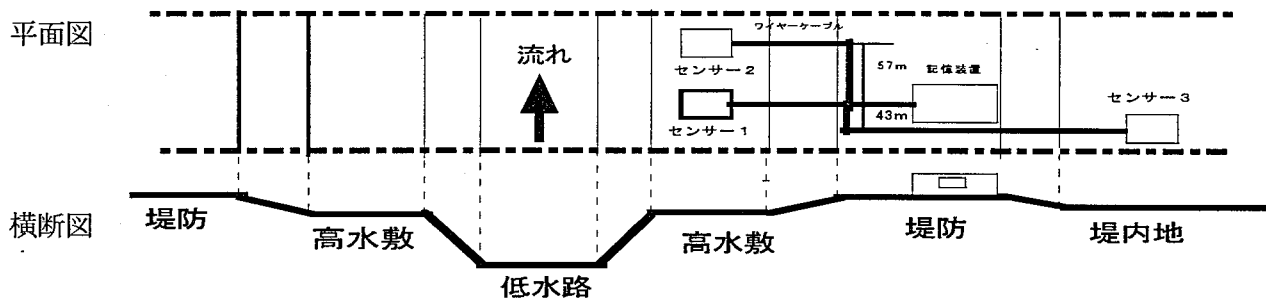


図1 野尻川の振動センサー設置状況

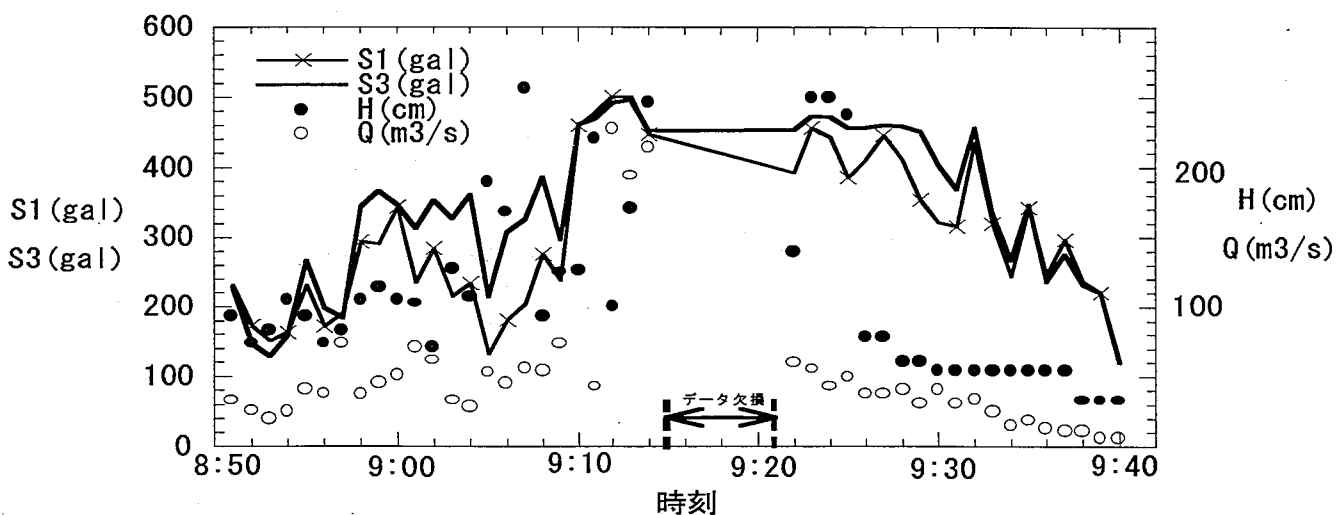


図2 土石流の流量Q・水深H・振動レベルS1, S3の時間的推移

3. 解析結果とその考察

本ニューラルネットでは、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、振動データ S1, S3、水深H、流速係数 $\phi = \text{平均流速} / \text{摩擦速度}$ 、および時間 t を組み合わせた。教師となるデータとして、流量Qを用いた。

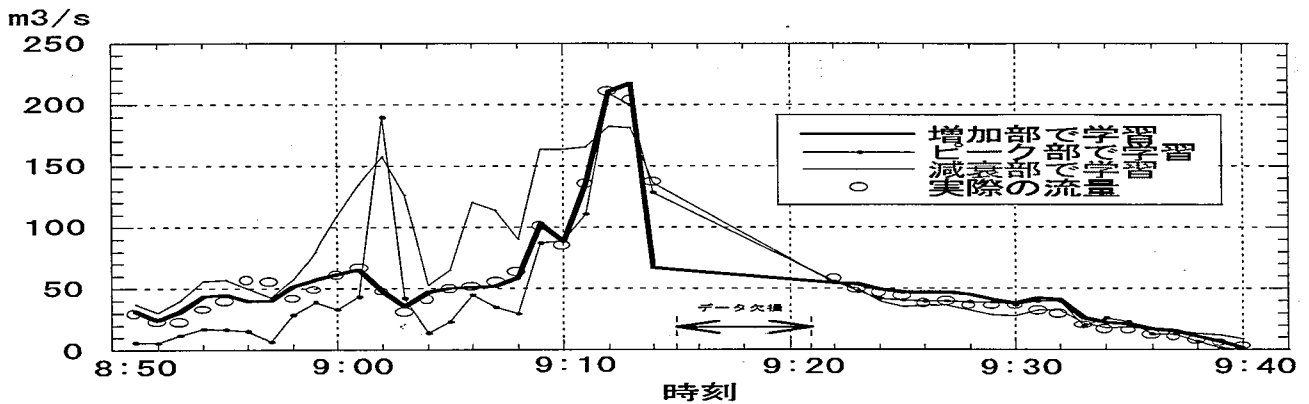


図3 ニューラルネットによる計算結果と実測値の比較 (S1, S3, H)

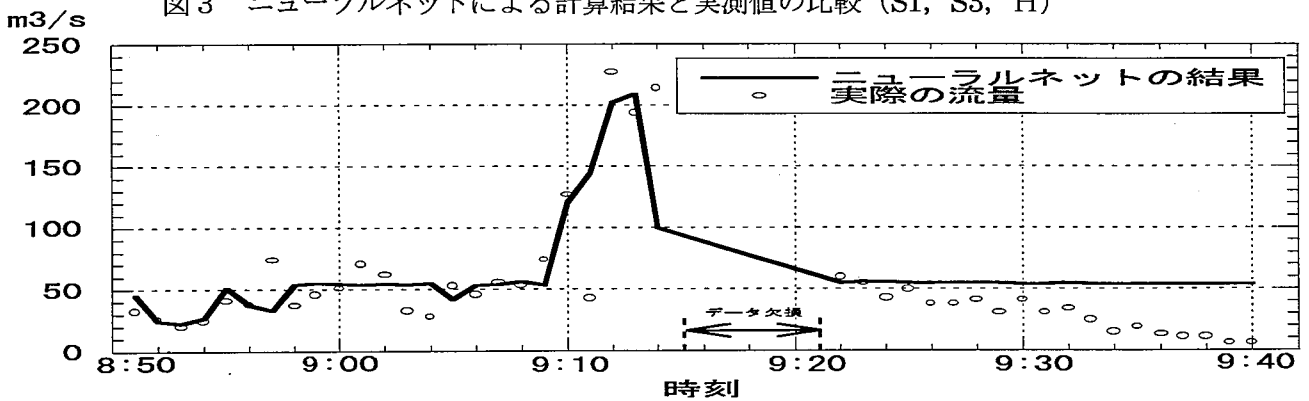


図4 ニューラルネットによる計算結果と実測値の比較 (S3, ϕ)

図3に示すように、まず、振動レベル S1, S3、水深Hのデータを使い、ニューラルネットによる解析を試みた。データは、増加部、ピーク部および減衰部のそれぞれの時間帯で学習させた。データのばらつきを少なくするために移動平均させた所、増加部の結果が最もよい相関を示した。この観測例では、得られた重みを使用すると、センサー1と3の振動レベルは $S1 \leq 501 \text{gal}$ 、 $S3 \leq 496 \text{gal}$ 、水深は $H \leq 256 \text{cm}$ の領域で、流量推定が可能となった。水深Hの代わりに、流速係数 ϕ を用い、増加部とピーク部で最大値の 0.3 倍、減衰部で 0.8 を用いて計算をすすめた。図4は、増加部での計算結果を示しており、減衰部を除けば観測値とよく一致する。減衰部では補正を必要とし、土石流の流動機構が異なるための相違と考えられる。

4. まとめ

ニューラルネットにより火山性土石流のハイドログラフを推定する際、1) 土石流現象自体が複雑に変化することに鑑み、教師データを増加部の流量で考えると良い。2) ニューラルネットの重みは、時系列データを移動平均すると得られ易い。3) 推測できる流量の適用範囲を広げるには、より大規模な土石流のデータで学習させる必要がある。本報では、満足のいくデータが少なく、今後、観測事例数を増やし、精度を高めるための検証を必要とする。更に、減衰部の適合度向上を検討することが必要である。

謝辞：本研究をすすめるに際しては、建設省大隅工事事務所調査第二課、建設省土木研究所砂防研究室、砂防地すべり技術センター、鳥取大学地域共同研究センターの宮本邦明教授、多くの方々より、ご指導、ご支援を頂きました。ここに厚く謝意を表す次第です。

参考文献：[1]奥田節夫：桜島野尻川流域に発生した土石流と地震計記録の対応，昭和51年6月豪雨による鹿児島県の土砂および土石流災害に関する調査研究報告書，pp121～124，1976.3、[2]山田孝・南哲行・水野秀明：土石流災害防止のためのセンサー開発の現状と今後の課題，砂防学会誌，Vol.50-5，pp60～64，1998.1