

(I-19) ニューラルネットワークを用いた山地における斜面崩壊予測手法に関する研究

防衛大学校 建設環境工学科 ○片出亮, 長通伸幸, 深和岳人, 香月智

1. 緒言

近年, 上流域から河口に至る流系一貫の流砂管理の重要性が高まってきている。このような背景から, 中流域における流砂の観測や, 予測の研究が多くなされている¹⁾。しかし, いかなる予測法においても, 予測区間最上流部での流入土砂量がきわめて重要なパラメータであるにもかかわらず, その現実的な定量値を求める手法は見当たらない。本研究は, 流系の最上流部の山地における, 流入土砂に極めて大きな影響を与える山腹崩壊の予測手法を確立するために, 航空写真から得られるモニタリングデータおよびこれに付随する降雨データ等を用いたニューラルネットワークによる崩壊予測法を提案するものである。

2. 予測システム

1) 観測データ

本研究の対象とする愛媛県重信川流域では, 昭和23年, 39年, 50年, 52年および平成11年の崩壊状況が航空写真として記録されており, 図-2に示す流域図等のデータと共に50m間隔, 50,570グリッドでデジタル化されている。このうち, 平成11年の崩壊には, 平成11年9月14~15日の豪雨直後に撮られたものである。この降雨データとの関連性について検討する。入力データは, 崩壊の素因として地質, 植生, 傾斜角を用い, また崩壊の誘因データとして時間最大降雨量, 最大3時間雨量, ピークまでの積算雨量, ピークまでの3時間雨量, ピークまでの6時間雨量を用いた。さらに, 崩壊位置情報を取り入れるために, 緯度・経度で表されるデータも用いた。過去の崩壊データに関しても, 過去の崩壊による免致性を考慮するために用いるものとした。

2) ニューラルネットワークシステム

本研究では学習則にバックプロパゲーション法を用いた3層型の階層型ネットワーク²⁾を用いた予測システムを形成した。すなわち, 図-3のような入力層14個, 中間層14個, 出力層1個のニューラルネットワークシステムである。出力層の教師信号としては①観測データを直接, 崩壊(=1)または非崩壊(=0)とデジタル化する場合と, ②図-4に示すように着目グリッドの周辺グリッドの平均崩壊率として処理する場合の2ケースについて検討した。

3. 解析結果と考察

図-4に観測で得られた崩壊(=1)・非崩壊(=0)を直接教師信号として用いた場合のニューラルネットワークによる学習状況を示す。図-5(a)により, 観測データ(教師信号)による崩壊箇所は散在しており, 非崩壊箇所が大半を占めていることが分かる。ちなみに, グリッド数で, 全域の8%が崩壊

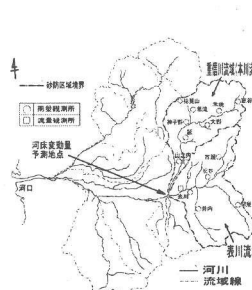


図-1 河川図

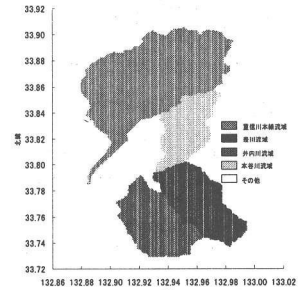


図-2 重信川流域図

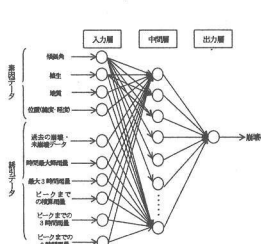


図-3 予測システム

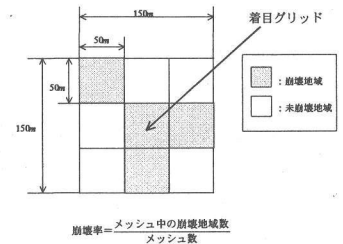


図-4 崩壊率

箇所となっている。また, 図-2と比べると重信川本流域では, 一様に散在するのに対し, 表川流域では御岳山地に崩壊地が集中していることもわかる。図-5(b)には教師データの学習結果をマッピングしたものである。ただし, 崩壊データが少なく, 学習が非崩壊に偏ることを回避するために, 崩壊データを重点的に3倍に増やし, 非崩壊地のデータは逆に, 10%に減少させた。図-5(c)は, 学習値と教師データの相関図を示している。教師信号0に対して, 学習結果は-0.3から1.2まで広く分布しているが, その発生頻度は図5(d)のヒストグラムが示すように0に集中している。一方の教師データ1.0(崩壊)の場合も同様に, 図-5(e)のヒストグラムに示すように1に集中している。以上, 図-5(b), (c)より概ね崩壊と非崩壊とを良好に予測してできることがわかる。しかし図-6(a)と(b)との比較により, 崩壊率を用いた場合, 全流域における学習はあまり良いフィッティングを与えないことがわかる。これは, 図-6(c)の相関関係図についても明らかである。

図-7には図-6(a)中において破線で囲った表川支川拝志川流域のみを抽出して行った崩壊率予測の結果を示す。

図-7(a)の観測結果に対して, 図-7(b)の学習結果は非常に良く似ていることがわかる。また, 図-7(c)の相関関係においても教師データと学習値がほぼ45°線上に並び, 図-6に比して相関性が高いことがわかる。すなわち, 流域を小地域に限定して学習させることが良好なフィッティングを与えることがわかる。

キーワード: ニューラルネットワーク, 斜面崩壊予測, 崩壊率

連絡先: 〒239-0811 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL(0468)41-3810 FAX(0468)44-5913

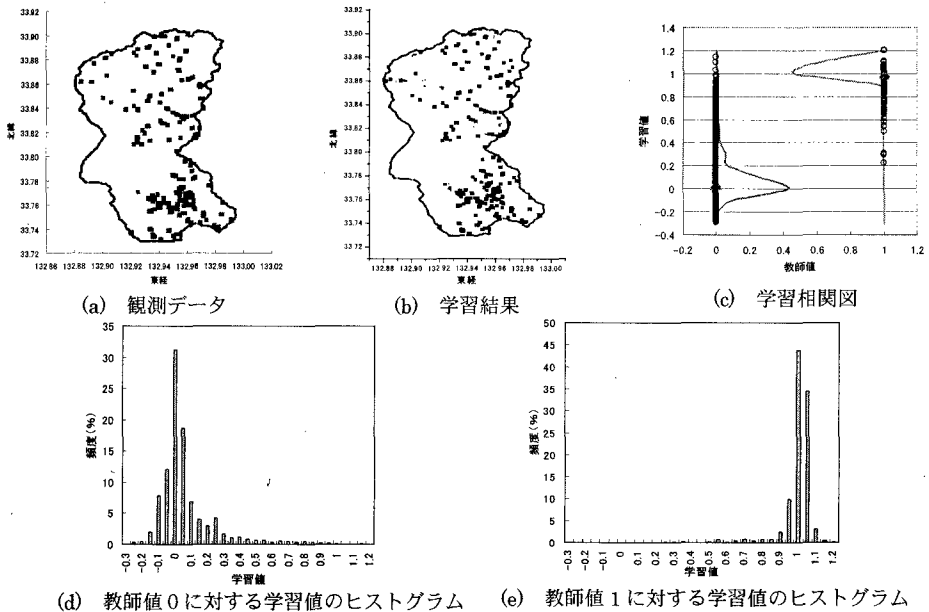


図-5 崩壊・非崩壊の学習結果

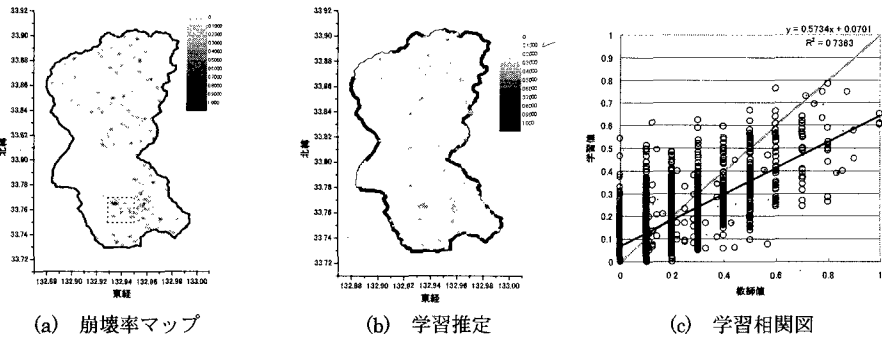


図-6 崩壊率学習結果

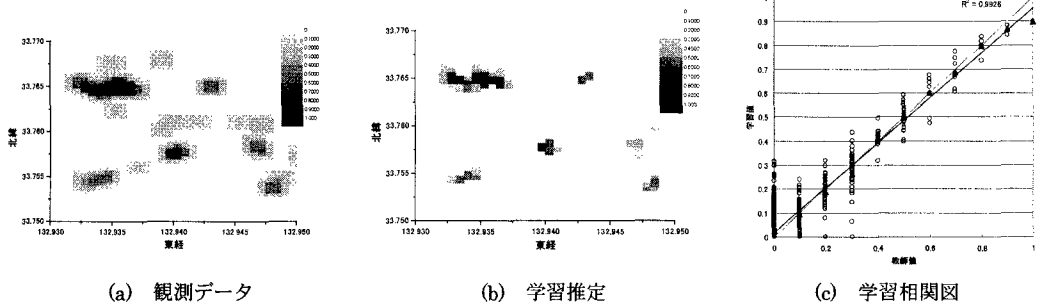


図-7 表川地区崩壊率学習結果

4. 結 言

ニューラルネットワークによる河川源頭部の山腹崩壊予測法を行う場合、流域を限定して行うことにより、学習結果が向上されることが認められる。これは、崩壊誘引データ種類が少ないため、広域の多様な状況を区別することが出来ないことが原因と考えられる。しかし、従来の重回帰分析に比してよいフィッティングを得られるので、さらなる検討を行う予定である。

謝辞

本研究を行うに際し、(財)砂防・地すべり技術センターの方々との議論を行った。記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 松村和樹：砂防計画の新しい展開と施設機能。砂防学会誌, vol.52, No.6, pp.76-80, 2000年3月
- 2) 市川紘：階層型ニューラルネットワーク 非線形問題解析への応用, 共立出版株式会社, 1993年6月