

ニューラルネットワークによる斜面崩壊予測システムの開発

鳥取大学工学部 正会員 上田 茂 鳥取大学工学部 学生員 長瀬裕俊
鳥取大学工学部 正会員 白木 渡 (株)熊谷組 正会員○森下基浩
鳥取大学工学部 正会員 松保重之

1. はじめに: 斜面崩壊の機構は、多様かつ複雑である。そしてこの機構を土質工学的に解明するためには、斜面の1つ1つについてボーリング等の精査が必要であり、あいまい性を含む数多くの非常に扱い難いパラメータを処理しなければならない。そこで、本研究ではこの種のデータ処理に非常に有効と考えられるニューラルネットワークを用いて、比較的単純な手法によって崩壊機構の解明を行うことを目的とする。

2. ニューラルネットワークの基本概念: ニューラルネットワークは、ある程度解明され数学的にモデル化された生体の神経系の情報処理の仕組みを、コンピュータ上で模擬したものである。生体の神経系は、その膨大な数の神経細胞とその相互結合によって、高度で柔軟な情報処理を行っている。ニューラルネットワークによる情報処理では、①膨大なデータを取り込んで瞬時に判断させることができ、②あいまい性を含んだデータの扱いが可能であり、③自己組織化能力を有する、などの特徴を有する。

3. システムの構築: 本研究で用いた斜面崩壊事例のデータは建設省の資料¹⁾を用いた。これは、全国的な崩壊災害実態

(物的、人的被害のあったもの)の調査報告書であり、比較的豊富なデータを公表している。

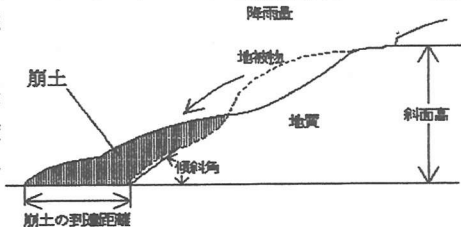


図-1 斜面崩壊の諸要素

図-1は、斜面崩壊を表したものであるが、本研究では、その評価対象(ネットワークの出力項目)は「崩土の到達距離」とした。また、評価基準(ネットワークへの入力項目)を表-1の通りにした。

この資料から、ネットワークの構築に適した333データを選出した。さらに、ネットワークの学習を円滑にし、且つ検証結果を良くするために、それらのデータを斜面高により3つのグループに分類した。すなわち、13m未満、13~21m、21m以上の3グループである。そのうち、斜面高13~21mのグループのデータで構築したネットワークの検証結果が特に良かった。

4. 入力要因の感度解析: 3. で述べた検証結果が良かった斜面高13~21mのデータで構築したネットワークの入力要因の感度解析結果を表-2に示す。また「崩土の到達距離」に影響を及ぼす入力項目のうち、特徴のあるものをグラフにした(図-2から図-4に示す)。ここでネットワークの出力項目は、3つにランク分けし、それぞれ「崩土の到達距離」が、ランクA: 8m未満、ランクB: 8~16m、ランクC: 16m以上とした。このように分類する事によって、ランクA、ランクB、ランクCのそれぞれの崩壊ランクに対して諸要因の影響

表-1 入力項目に用いた諸要因

項目番号	入力要因	入力方法
1	斜面の種類	自然、人工斜面
2	斜面の型 横断方向	5種類
3	斜面の型 縦断方向	5種類
4	斜面の上端 状態	4種類
5	斜面の上端 利用状況	7種類
6	斜面の下端 状態	7種類
7	斜面の下端 傾斜角	数値入力
8	斜面の角度 平均傾斜角	数値入力
9	斜面の角度 崩壊頭部までの角度	数値入力
10	斜面高	数値入力
11	地質の情報 表層	7種類
12	地質の情報 表層厚	数値入力
13	地質の情報 基岩	7種類
14	地質物の状態 種類	7種類
15	地質物の状態 密度	疎・中・過
16	過去の崩壊の有無 同一箇所	有るか無いか
17	過去の崩壊の有無 付近	有るか無いか
18	水の存在 地表水	有るか無いか
19	水の存在 湧水	有るか無いか
20	発生時までの連続雨量	数値入力
21	発生時の日雨量	数値入力
22	発生時までの24時間雨量	数値入力
23	発生時の時間雨量	数値入力
24	発生時までの最大時間雨量	数値入力

表-2 「崩土の到達距離」に対する影響因子の分析

入力項目	崩土の到達距離
1 斜面の種類	正の強い影響
2 斜面の型 横断方向	正の強い影響
3 斜面の型 縦断方向	正の影響
4 斜面の上端の情報 状態	負の強い影響
5 斜面の上端の情報 利用状況	負の強い影響
6 斜面の下端の情報 状態	ほぼ影響無し
7 斜面の下端の情報 傾斜角	正の影響
8 斜面の角度 平均傾斜角	正の強い影響
9 斜面の角度 崩壊頭部までの角度	負の影響
10 斜面高	ほぼ影響無し
11 地質の情報 表層の地質	正の影響
12 地質の情報 表層厚	正の強い影響
13 地質の情報 基岩	正の影響
14 地質物の状態 種類	負の強い影響
15 地質物の状態 密度	ほぼ影響無し
16 過去の崩壊の有無 同一箇所	負の影響
17 過去の崩壊の有無 付近	正の影響
18 水の存在 地表水	負の強い影響
19 水の存在 湧水	ほぼ影響無し
20 降雨量 発生時までの連続雨量	正の強い影響
21 降雨量 発生時の日雨量	正の影響
22 降雨量 発生時までの24時間雨量	正の強い影響
23 降雨量 発生時の時間雨量	正の強い影響
24 降雨量 発生時までの最大時間雨量	正の強い影響

が判断し易く、感度解析によって得られるグラフが分かりやすくなる。図-2は「発生時までの連続雨量」と「崩土の到達距離」の関係を示しており、ランクAとランクBが逆転するほどの強い正の感度を示している。これは「発生時までの連続雨量」が増せば「崩土の到達距離」が大きくなることを示している。一方、図-3に示すように「湧水の有無」についての「崩土の到達距離」への影響は正の影響があるものの、それぞれの曲線が交わるに至っていない。これにより、「湧水の有無」が「崩土の到達距離」に対して降雨量ほどの影響が無いことを示している。

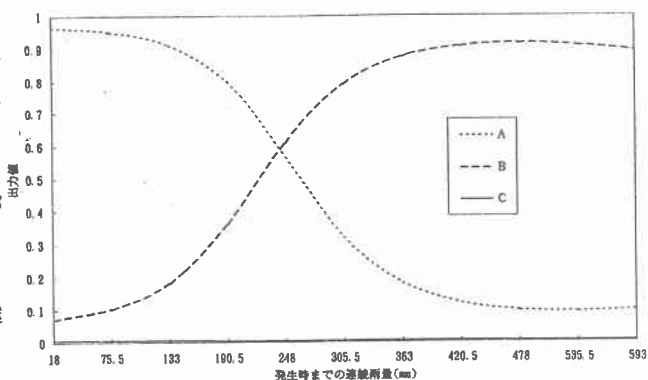


図-2

図-4に示すのは「地被物の種類」の「崩土の到達距離」に対する影響である。「地被物の種類」は「草地」や「針葉樹林」などそれぞれの値が固有の意味を持ち、連続量ではない。しかしグラフが連続した曲線として表されるのは、ニューラルネットワークの特徴であり、あいまいな表現を可能にしているのである。この図において、「地被物の種類」が「竹」の値と「針葉樹林」の間のところでランクAとランクBの評価が入れ換わっており、「地被物の種類」が「崩土の到達距離」に及ぼす影響が大きいことがわかる。「地被物の種類」が「裸地」、「草地」・・・「広葉樹」となるに従って「崩土の到達距離」に対して強い負の影響があることがわかる。これは、一般に言われているように、裸地や草地より広葉樹など、植生が有る方が斜面災害が起こり難いということと一致した解析結果といえるだろう。

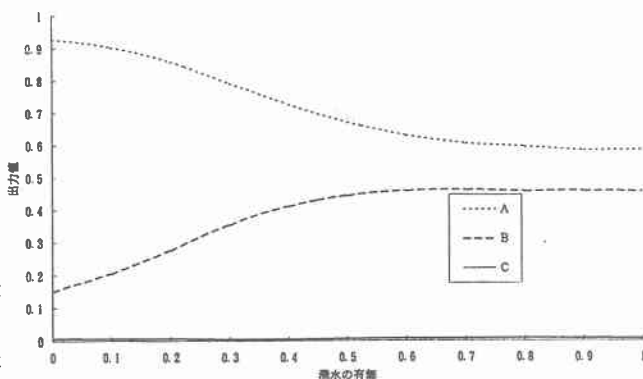


図-3

5. おわりに： 4. では、ニューラルネットワークによって斜面崩壊機構をある程度定性的に推定できることを示したが、今後は、構築したシステムの実用性について検討しなければならない。また、表-1に示した評価基準以外の一般的に言われている要因（例えばその斜面の流域面積など）についても検討するべきである。

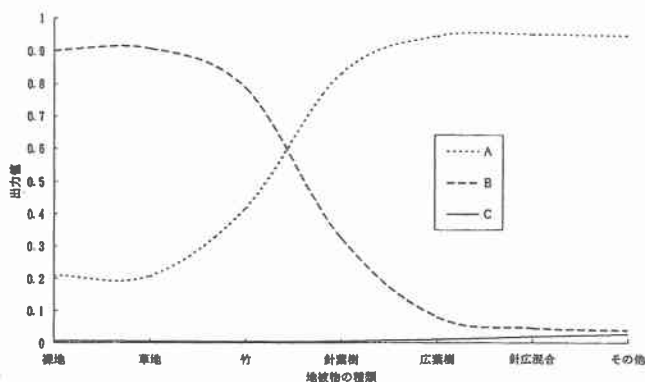


図-4

参考文献： 1) 建設省土木研究所砂防部傾斜地崩壊研究室：「かけ崩れ災害実態について（昭和50年～52年）資料編」土木研究所資料第1375号. 1978. 3