

危険度評価点数による斜面の危険度評価

北園 芳人

熊本大学 工学部環境システム工学科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

1.はじめに

日本の国土は山地や丘陵地が多く、特に九州地方では集中豪雨や台風も多いことから、斜面崩壊による災害は深刻である。そのため、地形図、地質図、土地利用図、航空写真などの比較的入手しやすい地盤情報を用いて、地域の実状に合った斜面の危険度予測を行うことができるならば、防災対策上非常に有効な手段と考えられる。

そこで、これまでに対象地域を50m×50mメッシュに区分し、斜面崩壊の素因として有効であると考えられるアイテムを基に地盤情報データベースを作成し、これを利用して斜面崩壊危険度予測点数を作成し、これを適用して斜面の危険度評価を行ってきた。

本研究においては、危険度を評価する手段として危険度評価点数を用いることにする。また危険度評価点数は、火山地域とそれ以外の地域で地質が大きく異なることから、この異なる表層地質が斜面に与える影響を考慮して、地質の異なる2地域で数量化Ⅱ類による解析を行い、その結果を参考に2種類の危険度評価点数を作成した。これを他の地域に適用し、斜面崩壊危険度評価図を作成し、その精度の検証として県の指定する崩壊危険箇所と比較検討を行なう。

最終的には、より精度が高く、汎用性のある斜面崩壊危険度評価点数および斜面崩壊危険度評価図を作成することを目指している。

2. 研究方法

熊本県は大きく分ければ、火山地域と堆積岩系の山地に分けられ、それぞれの地域において地質構造が大きく異なり素因としての地質が斜面崩壊に大きな影響を与えていると考えられる。そこで、過去に豪雨によって多数の崩壊が集中して発生した地域で、火山地域の代表地として火成岩が多く分布する阿蘇地域、それ以外の地域の代表地として堆積岩が多く分布する天草地域の両地域を解析対象地域とした。その地域の地形図・環境特性図・航空写真から斜面崩壊の要因として考えられる地盤情報のデータを抽出し、メッシュ型のデータベースを作成する。次に、この地盤情報データベースに崩壊データを加え、崩壊の有無を目的関数に、起伏量、最急傾斜角、斜面形状、植生、地質、集水面積、過去の崩壊跡・植生異常を説明変数として数量化Ⅱ類による解析を実施し、崩

壊箇所の要因分析を行う。その結果を用いてアイテム・カテゴリの点数化を行い豪雨時の斜面(50mメッシュ毎)の危険度分布図の作成を行う。

地盤データの入力、数値データの算出、危険度評価図の出力という一連の流れはVisual Basicによって作成された斜面崩壊危険度評価システム¹⁾によるものを使用する。

3. データベースの作成

今回作成した地盤情報データベースのアイテムは、起伏量、斜面形状、最急傾斜角、最急傾斜方向、集水面積、表層地質、土地利用、過去の崩壊跡・植生異常箇所、崩壊の有無(危険箇所を含む)の9アイテムである。数値地形モデルDEM(Digital Elevation Model)による地形表現方法は、メッシュ点の標高を用いる方法を採用した。標高データは、森林基本図(1/5000)を使用し、デジタイザで等高線間隔10mを基準として読み込み、25m間隔の格子点標高を作成した。起伏量・斜面形状・最急傾斜角・最急傾斜方向・集水面積はこの格子点の標高データを用いて算出される。過去の崩壊跡・植生異常箇所は航空写真から、表層地質・土地利用・崩壊の有無は既存の資料²⁾を用いて、デジタイザにより入力する。過去の崩壊跡・植生異常箇所のアイテムで植生異常箇所は、緩傾斜面の存在が崩壊の発生位置と関連をもつことが多い³⁾ことを考え、過去のマスマーブメントによってつくられた山腹緩斜面等の抽出や、時間の経過により崩壊跡が植生に覆われている箇所の抽出を目的としている。過去の崩壊跡・植生異常箇所のデータは、対象地域の航空写真を立体視して、崩壊跡地や植生の微妙な色彩の変化・立木の乱れ等を判読・抽出する。

4. 斜面崩壊危険度評価点数の作成

(1)目的

危険度評価点数を作成する目的は、解析対象地域だけでなくその他の地域の斜面の危険度予測を行うためである。すなわち、各メッシュごとの地盤情報データで斜面崩壊の危険性を評価しようとすることを目的としている。また、危険度評価点数の高い地点(メッシュ)を抽出することが出来れば、精査のための現地調査の参考として

利用できると考えられる。

(2)斜面崩壊危険度評価順位

数量化Ⅱ類の結果を基にして、火山地域と堆積岩系の地域とで適用できるような斜面崩壊危険度評価点数を2種類作成する。起伏量・斜面形状・最急傾斜角・集水面積・過去の崩壊跡・植生異常箇所については、数量化Ⅱ類における解析結果を適用することが可能と考えられるが、土地利用・表層地質については、阿蘇地域と天草地域の過去の豪雨によって崩壊した両解析地域において、すべてのカテゴリーが解析対象として含まれていないため、解析結果をそのまま適用することはできない。よって、土地利用・表層地質は、各カテゴリー間の危険度評価順位を他の解析例⁴⁾を参考に検討し、解析対象として含まれないカテゴリーについてはこの危険度評価順位を考慮して点数化した。

a)土地利用の危険度評価順位

本研究において、土地利用の中で採用されているカテゴリーは、田、畑、果樹園、針葉樹林、広葉樹林、竹林、荒地、人工物地の8カテゴリーである。表-1に危険度評価順位を示す。田と畑は主に平地に存在しているため一番安全側の評価となる。これは数量化Ⅱ類の結果を見ても明らかである。人工物地は急傾斜地崩壊危険箇所指定されている地域に含まれる集落も含まれているため、やや高い評価となっている。荒地は自然裸地や代償植生で植生として不安定であり斜面崩壊が起こりやすいと考えられる。果樹園は今回の解析ではそれほど影響が見られないが果樹園を危険側に評価する例も多く⁵⁾、一般的に危険側と考えられており、今回はやや危険側の評価とした。

b)表層地質の危険度評価順位

今回、表層地質の中で採用されているカテゴリーは、堆積系第四紀、第三紀、中生代、古生代、火山岩、深成岩、変成岩の7カテゴリーである。ただし、阿蘇地域では堆積岩系の堆積系第四紀・堆積系第三紀・中生代・古生代の4つのカテゴリーが1つにまとめられている。表-1に危険度評価順位を示す。表層地質はその風化の度合いによって影響にかなりの違いがでてくるため、主に解

表-1 危険度評価順位

危険度評価順位	
土地利用	表層地質
1. 荒地	1. 深成岩
2. 竹林	2. 変成岩
3. 果樹園	3. 火山岩
4. 広葉樹林	4. 第三紀
5. 針葉樹林	5. 古生代
6. 人工物地	6. 中生代
7. 畑	7. 第四紀
8. 田	

土砂災害に関するシンポジウム、2002年8月
析結果を基に評価した。深成岩は主に花崗岩・閃緑岩であるが、岩質的には花崗岩の風化が進行しやすく表層崩壊が起こりにやすい⁶⁾。火山岩では安山岩は比較的安定していると考えられるが、流紋岩や変朽安山岩など変質を受けやすい岩石が危険側の評価を受けた例もある⁵⁾。堆積岩系は比較的安定していると考えられるが、泥岩や砂質泥岩は風化しやすくやや危険であると考えられる。

斜面の危険度評価には、国土交通省の急傾斜地崩壊危険箇所点検要領の危険度判定基準⁶⁾をはじめ、いくつかの危険度点数による評価基準が存在するが、今回は上限を20点として点数を作成した。これは、最も非崩壊に影響を与えているカテゴリースコアを0点、最も崩壊に影響を与えているカテゴリースコアを20点とし、これを基準として数量化Ⅱ類の解析結果の各カテゴリースコアに準じ、さらに表-1の危険度評価順位を考慮し、点数を与えていくものである。表-2に危険度評価点数を示す。

表-2 危険度評価点数

項目名	カテゴリー名	TYPE1	TYPE2	項目名	カテゴリー名	TYPE1	TYPE2
起伏量 [m]	50~	20	17	表層地質	堆積系第四紀	7	7
	40~49	18	12		堆積系第三紀	7	10
	30~39	11	7		堆積系中生代	7	2
	20~29	5	3		堆積系古生代	7	2
	~19	4	2		火山岩	12	11
斜面形状 [m]	~-7	20	9	深成岩	12	20	
	-6~-3	16	9	変成岩	12	17	
	-2~2	9	7	集水面積 [m ²]	5600~	20	6
	3~6	6	5	4600~5599	20	5	
	7~	0	3	3600~4599	11	7	
傾斜角 [°]	50~	17	15	2600~3599	4	7	
	40~49	17	10	~2599	4	6	
	30~39	12	6	過去の崩壊	無し	6	6
	~29	3	0	・植生異常	有り	20	10
	土地利用	田	4	1			
畑		4	1				
果樹園		7	3				
針葉樹		5	7				
広葉樹		12	7				
竹林		11	7				
荒地		11	7				
人工物地		5	3				

表中のType1は主として火成岩系の地域を想定したもので、阿蘇地域の数量化Ⅱ類の結果を基に作成したものである。Type2は主として堆積岩系の地域を想定したもので、天草地域の数量化Ⅱ類の結果を基に作成したものである。

危険度の判別区分法は、等分割法⁷⁾を用いた。等分割法は各アイテムの中で最も危険度の高いもの、Type1で

表-3 危険度評価区分

危険度	TYPE1	TYPE2
危険度大	103~120	72~84
危険度やや大	86~102	59~71
危険度中	68~85	46~58
危険度やや小	51~67	33~45
危険度小	33~50	19~32

は起伏量の20点や斜面形状の20点などの合計と、最も低いもの、Type1では起伏量の4点や斜面形状の0点などの合計を求め、その差を等分する考え方である。今回は危険度評価を5段階に分けて考えた。表-3に危険度評価区分を示す。

5. 斜面危険度評価

(1) 危険度点数適用対象地

菊鹿町(熊本県北部)を含む肥後山地地区は、ほぼ全域が急傾斜山地である。地質は、西半分が肥後変成岩とはんれい岩、東半分が安山岩と花崗岩である。植生・土地利用は、スギ・ヒノキ植生を主としシイ・カシ、コナラなどの代償植生が点在する。また果樹園、採石場も多い。八方ヶ岳、国見山山頂周辺には自然植生があり、また麓には落葉広葉樹の植林がみられる。岩野川、上内田川の上流には急傾斜地崩壊危険箇所や山腹崩壊危険箇所が多く、岩野川上流では地すべり危険箇所も多いことから⁸⁾、解析対象地とした。

(2) 斜面崩壊危険度評価図の作成

作成した危険度評価点数(表-2)と危険度の評価区分(表-3)を用いて、今回の対象地域である菊鹿町の斜面崩壊危険度評価図を作成した。作成した斜面崩壊危険度評

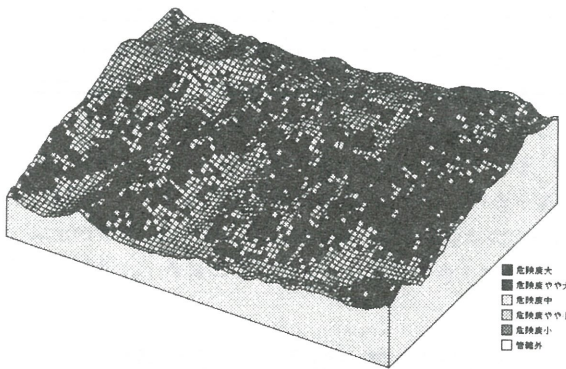


図-1 危険度評価図(菊鹿町)

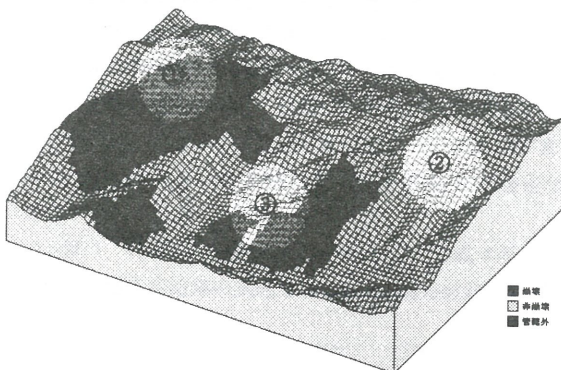


図-2 危険箇所指定地(菊鹿町)

土砂災害に関するシンポジウム, 2002年8月 価図と熊本県の指定する危険箇所を比較し、評価する。菊鹿町は山地地域に火成岩系の地質が多く分布しているため、危険度評価点数はType1を適用した。図-1, 図-2に斜面崩壊危険度評価図と危険箇所指定地の立体図を示す。

(3) 適用結果

図-2で①の箇所は谷を中心とした両側斜面で崩壊土砂流出危険箇所に指定されている場所である。東側の危険箇所はほぼ評価されているが、西側では斜面中腹に評価しきれていない地点が見られる。これは、県の指定する崩壊土砂流出危険箇所が危険箇所を含む尾根、谷の斜面全体を指定しているため、それほど危険があるとは言えない箇所も含まれているためと考えられる。

②の箇所は危険度評価図では危険度が高いと評価されているが、県の指定する危険箇所に含まれない一帯である。この箇所については

・県の指定する急傾斜崩壊危険箇所は想定被害区域に人家や公共施設、山腹崩壊危険箇所はこれに加え道路がある箇所が指定されているため⁹⁾、これらに影響を与えないような場所については、たとえ斜面崩壊の発生しやすい箇所であっても指定されていない。

・またこの一帯は、大部分が国有林となっている。危険箇所を含む一連の斜面に国有林が含まれる場合、県の指定する危険箇所はその境界までを指定しており、国有林内は原則的に危険箇所に指定されないこととなっている。

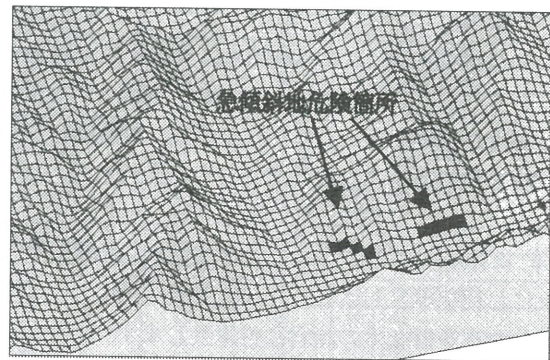


図-3 急傾斜地危険箇所

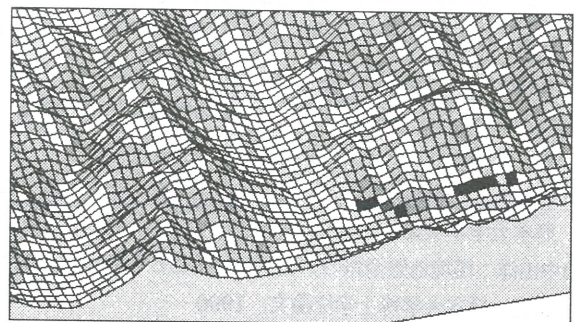


図-4 危険度評価図

この2つの理由により危険箇所として指定されていないと考えられるが、危険度評価図から斜面崩壊の危険性が高い場所であることには違いないと考えられる。

③の箇所は急傾斜地危険箇所・山腹崩壊危険箇所および崩壊土砂流出危険箇所に指定されている場所である。図-3, 図-4の立体図で、色の濃くなっているメッシュが急傾斜地危険箇所とそれに対応する危険度評価図である。急傾斜地危険箇所に指定されている民家・公共施設に接した斜面では、それぞれの急傾斜危険箇所について、4メッシュ中3メッシュ, 5メッシュ中4メッシュで危険度がやや大となっており、かなり高い確率で危険と評価されている。

6.まとめ

1. 25m 間隔の格子点標高を求めたことで、50m メッシュの地形に関するアイテム(起伏量, 斜面形状, 最急傾斜角, 集水面積)を標高データから算出する時、より細かい地形まで表現出来るようになった。
2. 数量化Ⅱ類で求めたカテゴリースコアと危険度評価順位を考慮して危険度評価点数を求めた。
3. 地域の表層地質特性を元に2種類の危険度評価点数を作成した。
4. 危険度評価点数を他の地域の斜面に適用し、危険度評価を行ったが、県の危険箇所指定箇所と良い一致が見られ、その有効性を検証できた。
5. 斜面の崩壊危険度を5段階で評価し、危険度マップを作成し、3次元表示することで視覚的に理解し易くなった。
6. この危険度評価は比較的簡単に入手し易い資料を用いており、最終的な斜面の危険度評価はやはり現地調査が必要である。しかしながら、現地調査の際の調査地の選定には有効であると考えられる。

謝辞: 森林基本図を提供いただいた熊本県森林保全課の方々にお礼を申し上げますとともに、データ入力に協力してくれた卒業研究生の諸君に感謝致します。

参考文献

- 1) 寺園忠彦: 地盤情報を用いた斜面崩壊危険度予測システム, 熊本大学卒業論文, 1998
- 2) 熊本県: 熊本県環境基本計画環境特性図, 熊本県, 1995
- 3) 大石道夫: 目でみる山地防災のための微地形判読, 鹿島出版会, 1985
- 4) 戸次憲一: 斜面崩壊予知に対する航空写真データの有効性, 熊本大学卒業論文, 1991
- 5) 中山洋: 環境地盤情報のデータベース構築とその利用に関する研究, 熊本大学博士学位論文, 1990
- 6) 熊本県防災会議: 熊本県防災会議資料(危険箇所編) 平成9

年度, 1997

7) 首藤宣之: 地盤情報データベースを用いた斜面崩壊危険度予測に関する研究, 熊本大学卒業論文, 1999

8) 熊本県: 熊本県環境基本計画環境特性図(解説書), 熊本県, 1995

9) 熊本県: 熊本県地域防災計画(危険箇所編) 平成12年度, 2000

(2002. 6. 30 受付)