

## 地形データによる災害危険性の判定(その 2)

財団法人消防科学総合センター 主任研究員

山瀬 敏郎

国際航業株式会社 地質調査事業部

慎田 史郎

### 1. はじめに

本紙昨年夏号で、地表面の形状から土砂災害の危険性を判定するための手法について述べた<sup>1)</sup>。これは、25m メッシュの標高データをもとに、コンピュータにより地形的な特徴を判読し、災害の起こりやすい区域を抽出しようというものであった。

今回は、この手法をモデル地域に適用し、地形的要因と斜面崩壊や地すべりの起こりやすさとの関係を調べるとともに、判定手法の有効性について検討してみる<sup>2)</sup>。

モデル地域は、長野市の北西部の約 11 km × 9 km の地域を選んだ。これは、国土地理院発行の縮尺 1/25000 の地形図 1 枚分に相当する。

### 2 判定に用いる地形的要因

ここでは、崩壊や地すべりの発生に影響を与える地形的要因として、次のものを取りあげる。

- ・ 傾斜
- ・ 斜面形状
- ・ 流域面積

斜面形状は、谷型9尾根型といった斜面の形状をいう。流域面積は、ある地点における

降水の集中の程度を表すもので、集水面積とも呼ばれる。

これらは 91 個 1 個のメッシュについて、その標高と隣接するメッシュの標高との関係から容易に判読することができる。判読の方法については、前回述べたので参照していただきたい。

### 3 地形と崩壊の起こりやすさ

崩壊とは、一般に「崖崩れ」、「山崩れ」と呼ばれ、斜面の一部が突発的かつ急激に崩れる現象である。したがって、崩壊の起こりやすさは 9 傾斜に大きく影響されることが想像される。実際に、崩壊の大部分は 30 度以上の斜面で発生し、40～50 度の斜面で最も多くなることが示されている。また、降雨による崩壊は、雨水が集中しやすいところ（谷型斜面あるいは流域面積の大きい斜面）で起こりやすくなる。

モデル地域では、図 1 に示すように、過去に多くの崩壊が発生している。ここでは、これらの崩壊が発生したところの地形的特徴を調べ、地形により崩壊の起こりやすい区域がうまく抽出できるかを試みる。

(1) 傾斜と崩壊の起こりやすさ

モデル地域の等高線をもとに 25m メッシュの標高データを作成し、傾斜区分ごとの総メッシュ数、崩壊メッシュ数を調べ、崩壊率を求めた。崩壊メッシュとは、図 1 に示す過去の崩壊地に一部でも含まれるメッシュをいう。崩壊率は、総メッシュ数に対する崩壊メッシュ数の割合である。

傾斜区分は次の 4 つとした。

- ・緩斜面 (5~14 度)
- ・中斜面 (15~24 度)
- ・急斜面 (25~34 度)
- ・極急斜面 (35 度~)

ただし、傾斜が 5 度未満の平坦地は除いてある。これは、等高線間隔の広い平坦地では、メッシュ標高データを作成する過程で、精度に問題があるためである。

結果を表 1 に示す。このように、傾斜が大きくなるにつれて崩壊率は急激に高くなる。

特に、傾斜が 35 度以上の極急斜面では 10% 近くになっており、崩壊がかなり起こりやすくなることがわかる。

### (2) 斜面形状と崩壊の起こりやすさ

斜面形状は、最大傾斜方向に直行する地表断面の曲率と曲率半径により、次の 4 つの区分に分ける<sup>3)</sup>。

- ・尾根型
- ・直線型
- ・谷型
- ・急な谷型

直線型とは、尾根と谷の中間のフラットな斜面をいう。

これらの区分ごとに崩壊率を求めると、表 2 のようになった。

これから、谷型斜面では、尾根型や直線型斜面に比べて、崩壊が起こりやすくなることがわかる。ただし、斜面形状が崩壊の発生に与える影響は、傾斜に比べると小さいようである。

### (3) 流域面積と崩壊の起こりやすさ

谷型斜面では、降水が集中しやすいために崩壊が起こりやすくなることを考えると、流域面積が大きいところほど崩壊が起こりやすくなるはずである。そこで、流域面積についても 4 つの区分に分け、崩壊率を求めてみた。

しかし、結果は表 3 に示すように、流域面積が大きいほど崩壊が起こりやすいという傾向はみられなかった。流域面積と崩壊の発生との関係については、今後別の観点で検討してみる必要があろう。

表 1 傾斜区分別の崩壊率

傾 斜	総メッシュ数	崩壊メッシュ数	崩壊率 (%)
緩斜面	24,940	76	0.3
中斜面	41,864	817	2.0
急斜面	31,247	1,499	4.8
極急斜面	9,236	886	9.6
合 計	107,287	3,278	3.1

表 2 斜面形状区分別の崩壊率

斜面形状	総メッシュ数	崩壊メッシュ数	崩壊率 (%)
尾根型	27,146	776	2.9
直線型	57,286	1,273	2.2
谷型	12,944	537	4.1
急な谷型	9,911	692	7.0
合 計	107,287	3,278	3.1

表 3 流域面積区分別の崩壊率

流域面積	総メッシュ数	崩壊メッシュ数	崩壊率 (%)
0~3メッシュ	51,510	1,394	2.7
4~9メッシュ	33,351	1,173	3.5
10~49メッシュ	16,101	500	3.1
50メッシュ~	6,325	211	3.3
合 計	107,287	3,278	3.1

(\*) 1 メッシュは 625 m<sup>2</sup>

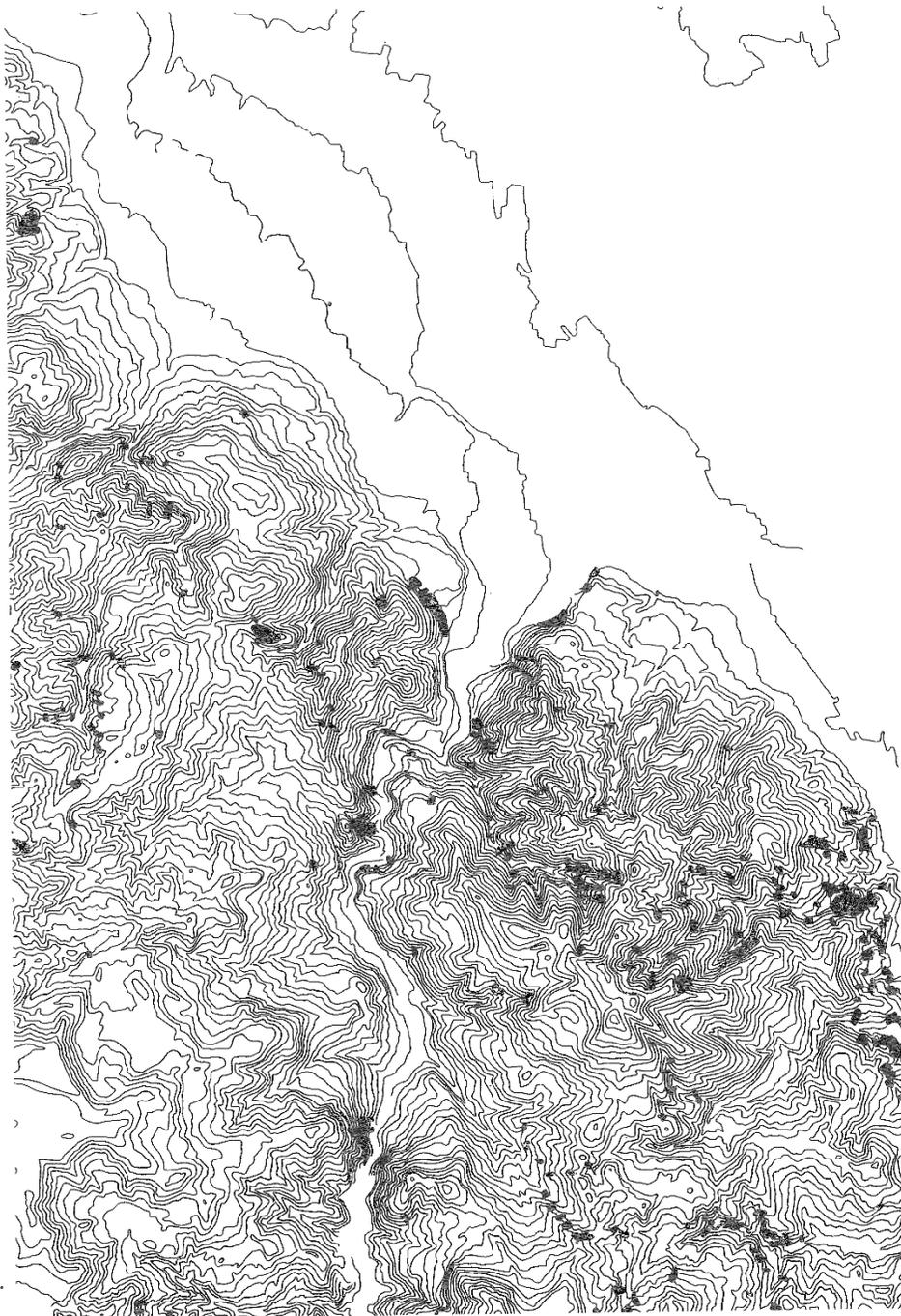


図1 モリ地域における過去の崩壊地

表4 傾斜・形状区分別の崩壊率

傾斜	斜面形状	総メッシュ数	崩壊メッシュ数	崩壊率 (%)
緩斜面	尾根型	3,489	15	0.4
緩斜面	直線型	17,935	31	0.2
緩斜面	谷型	2,293	14	0.6
中斜面	急な尾根型	1,223	16	1.3
中斜面	直線型	10,737	219	2.0
中斜面	谷型	21,333	285	1.3
急斜面	急な尾根型	5,416	121	2.2
急斜面	直線型	4,378	192	4.4
急斜面	谷型	9,725	352	3.6
極急斜面	急な尾根型	14,169	591	4.2
極急斜面	直線型	4,058	239	5.9
極急斜面	谷型	3,295	317	9.6
極急斜面	急な尾根型	3,195	190	6.0
極急斜面	直線型	3,849	366	9.5
極急斜面	谷型	1,177	163	13.9
極急斜面	急な尾根型	1,015	167	16.5
合計		107,287	3,278	3.1

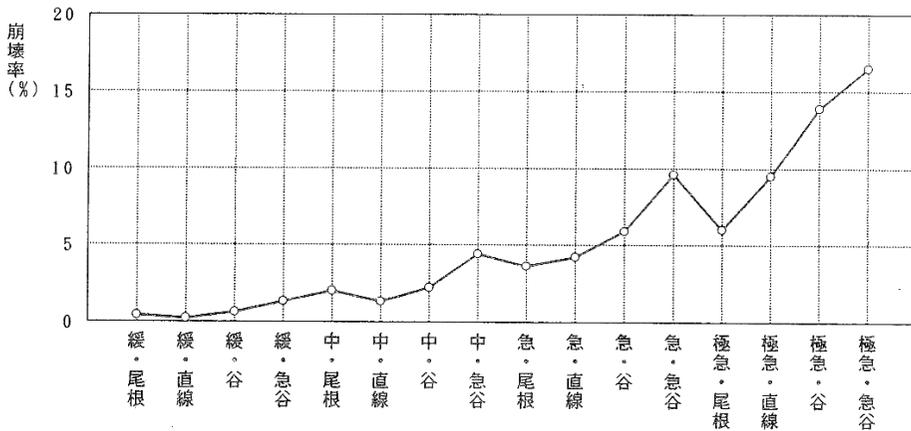


図2 傾斜・形状区分別の崩壊率

(4)崩壊の起こりやすさの判定

傾斜と斜面形状の2つの要因を用いて、崩壊の起こりやすい区域を抽出してみる。

まず、傾斜と斜面形状のそれぞれ4つの区分を組み合わせることで16の区分をつくり、これまでと同じように崩壊率を求めてみた。その結果は表4のとおりである。また、各区分の崩壊率をグラフにしたものが図2である。形状よりも傾斜の影響が大きいので、崩壊

率のグラフは概ね右上がり傾向を示す。しかし、部分的に形状の影響で崩壊率が逆転しているところがみられる。崩壊率が5%を超える区域を、崩壊率の大きい順に示すと次のようになる。

- ①極急斜面・急な谷型
- ②極急斜面・谷型
- ③急斜面・急な谷型
- ④極急斜面・直線型

⑤極急斜面・尾根型

⑥急斜面・谷型

これらの区域を、過去の崩壊地と重ねて表示したものが図3である。抽出された区域の面積は対象地域全体の約15%であり、過去の崩壊地とかなりよく重なっている。

#### 4 地形と地すべりの起こりやすさ

地すべりとは、地中に生成されたすべり面を境として地塊が勇断され、緩慢な速度で移動する現象である。地すべりの発生は、地形、地質、植生などに影響を受けるが、一般に過去に発生したところで再発することが多い。

したがって、地すべりの起こりやすさを判定する場合、過去に地すべりが発生したところを見つけることが第一となる。

典型的な地すべり跡は、頂部に滑落崖と呼ばれる半円形あるいは馬蹄形の急斜面があり、その下に凹地あるいは平坦地が広がる。モデル地域における地すべり跡を図4に示す。この地域では、過去に崩壊だけでなく地すべりも多く発生している。ここでは、この地すべり跡が、地形的要因によりどれだけうまく抽出されるかを試してみる。

##### (1) 地すべり跡の地形的特徴

まず、図4の地すべり跡(ただし滑落崖を除く)に含まれるメッシュが、どのような地形的特徴をもつかを調べてみた。その結果は、概ね次のような傾向がみられた。

①傾斜

10度から25度の中程度の傾斜を持つ。

②斜面形状

ゆるやかな谷型斜面を呈する。

③流域面積

流域面積は6メッシュ(0.375ha)以上である。

##### (2) 地すべり跡の抽出

一例として、上記①と③の特徴を併せ持つメッシュを抽出したものを図5に示す。図には、過去の地すべり跡も重ねて示してある。

これをみると、抽出された区域と過去の地すべり跡は、わりとよく重なっていることがわかる。さらに、形状認識的な操作などで線状の区域を除くことにより、両者の重なりは一層よくなるものと思われる。

#### 5 おわりに

昨年夏号(No. 29)と今回の2回にわたって、地形から土砂災害の起こりやすさを判定するための方法について述べてきた。この方法は、メッシュ形式の標高データをもとに、コンピュータ処理により災害の起こりやすい区域を自動的に抽出しようというものであった。そして、モデル地域でのケーススタディにより、有効な方法になり得ることが示唆されたといえよう。ただし、この方法には次のような制約がある。

①土砂災害の発生に影響を与える多くの要因の中から地形的なものだけを取り入れたものであり、将来的にもマクロな判定にとどまる。

②メッシュデータをこれ以上細かくすることは現実的に困難である。したがって、住宅造成地などにみられる小規模な崖くずれなどには適用できない。

現在、崩壊や地すべりなどの危険区域の判定は、空中写真判読などの経験を要する作業により行われている。図1や図4に示

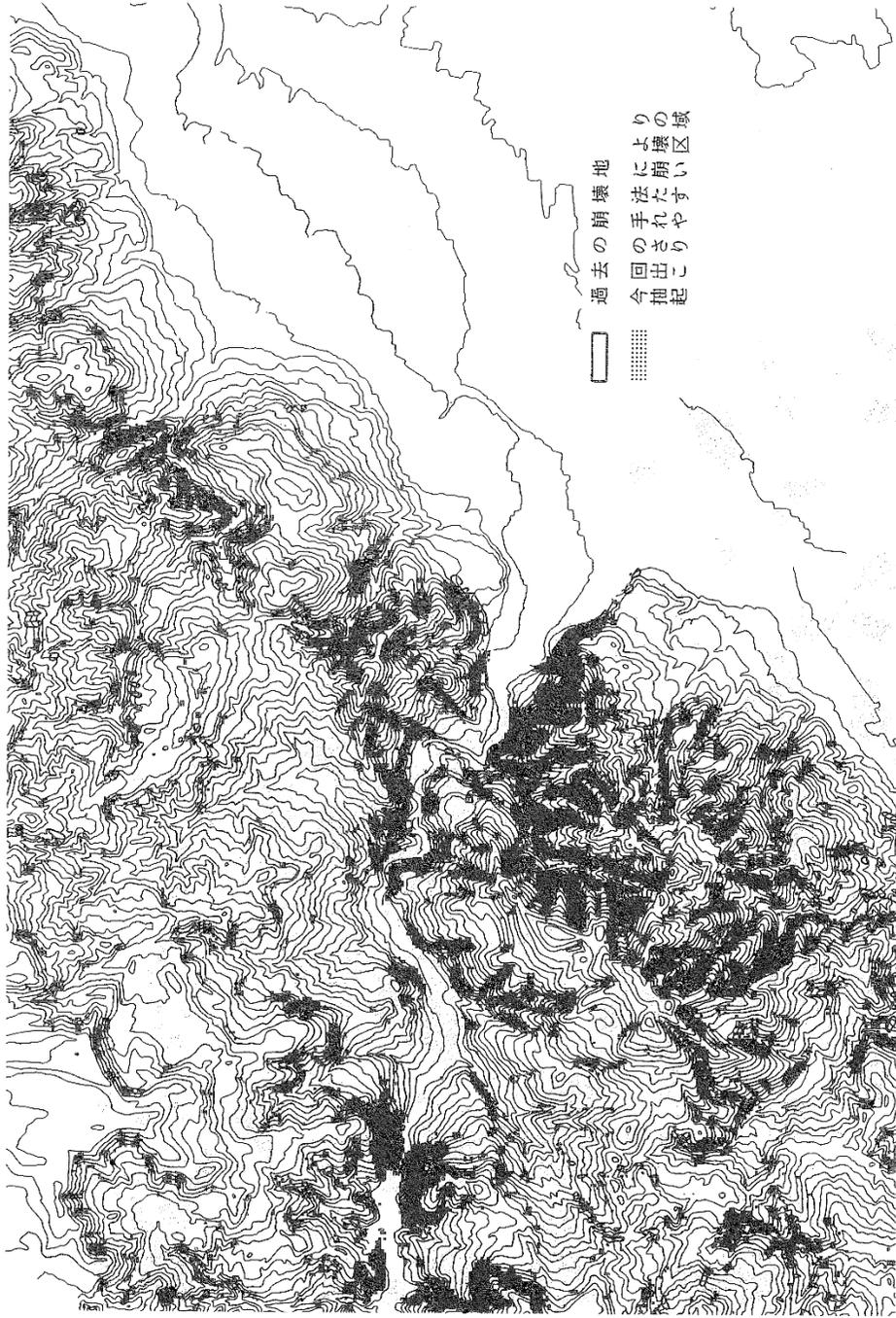


図3 傾斜と斜面形状による崩壊の起こりやすい区域の抽出例

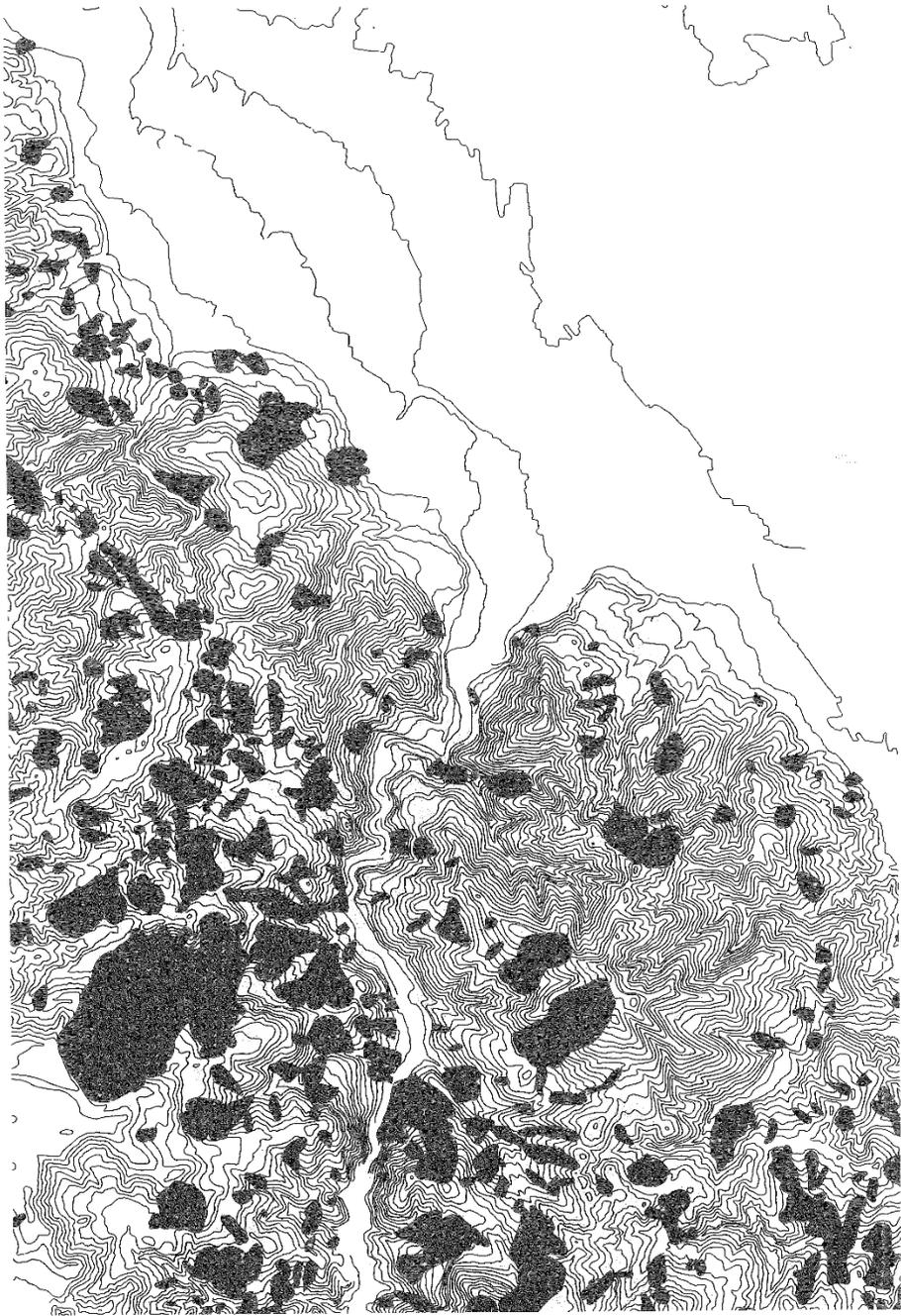


図 4 モリ地域における過去の地すべり跡

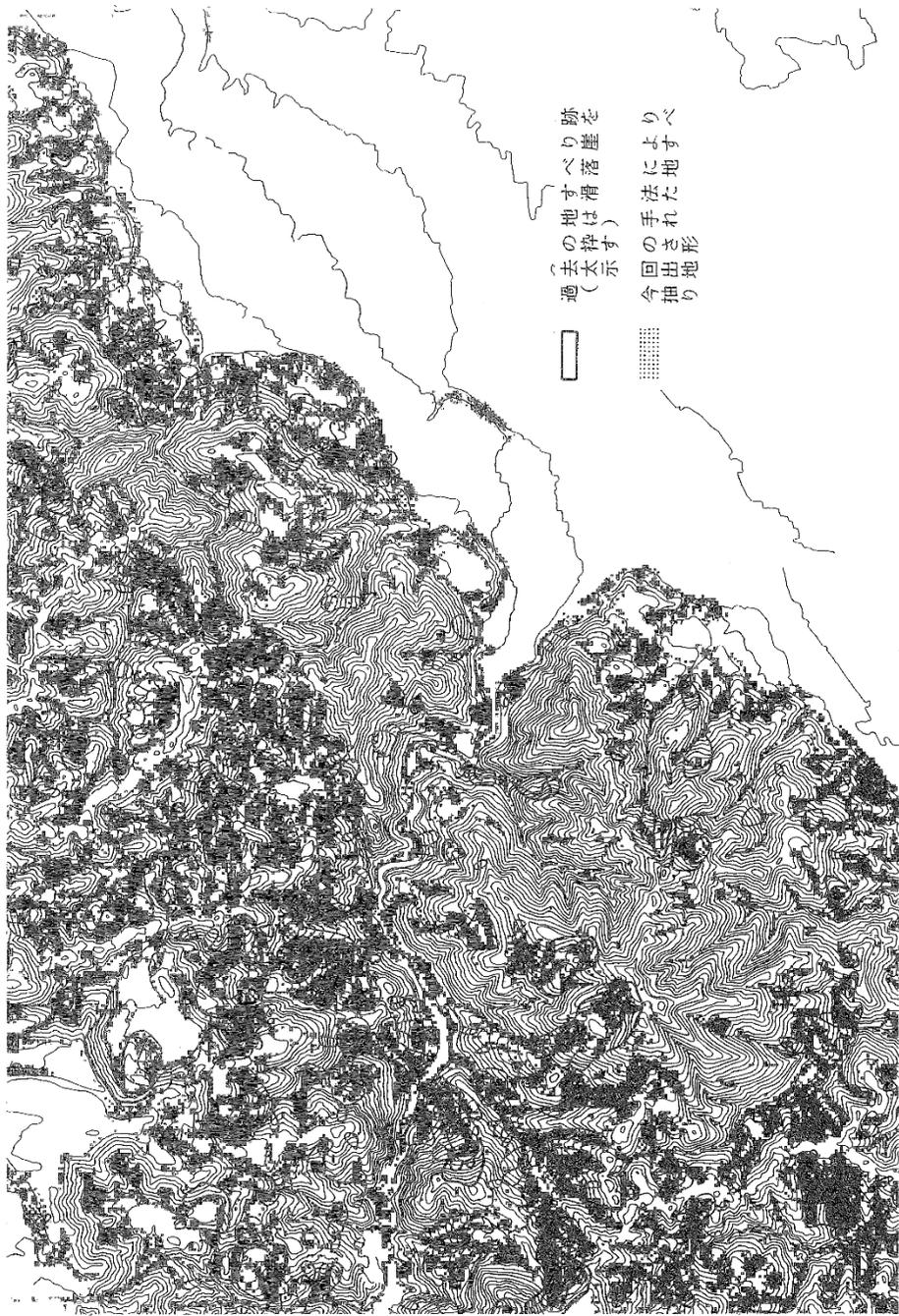


図5 傾斜と流域面積による地すべり地形の抽出例

した過去の崩壊地や地すべり跡は、このような作業によるものである。このような専門的作業を人間と同レベルでコンピュータに行わせることは非常に難しい。しかし、専門的な作業を支援するものとして、コンピュータを利用することは可能でかつ有効と

考えられる。その意味で、ここで述べた方法が今後実用的なものとして改善されていくことが望まれよう。

最後に、2年間にわたってご指導をいただいた有山正孝電気通信大学教授をはじめとする研究委員会のメンバーの方々に感謝の意を表する次第である。

#### 参 考 文 献 等

- 1) 山瀬敏郎：地形データによる災害危険性の判定，消防科学と情報，No.29, 1992.
- 2) 消防科学総合センター：数値地図による災害地形の判読に関する調査研究報告書，平成5年3月.
- 3) ここでは，曲率と曲率半径から次のように区分した。
  - ・尾根型：曲率 $< 0$ ，曲率半径 $\leq 400$  m
  - ・直線型：曲率半径 $> 400$  m
  - ・谷 型：曲率 $> 0$ ， $200 < \text{曲率半径} \leq 400$  m
  - ・急な谷型：曲率 $> 0$ ，曲率半径 $\leq 200$  mこれらの意味については，文献1)を参照されたい。