

# 地すべりの形状、規模および分布に関する検討

上野将司・田村浩行

## Study of Configuration, Scale and Distribution of Landslides

Shoji UENO and Hiroyuki TAMURA

### Abstract

A study of the form and scale of 40 landslides in western Japan led us to believe that the scale of landslide is controlled by the thickness of landslide mass. Writers therefore concluded that the distribution of landslides was influenced by geomorphological features in addition to heretofore cited factors such as geological structure and relief, etc. A case study was conducted in mountainous area in Shikoku.

The results of this study are summarized below.

(1) Concerning the form of landslides, depth  $D$  and width  $W$  of landslides show a good correlation, with values of  $W/D$  (transverse configuration ratio) ranging from 4 to 10. As scale increases, this relationship improves, so that  $W/D$  values range from 6 to 10. Examination of cross sections of the landslides showed that instability occurred when  $W/D$  values exceeded the range of 6 to 8. Variations in this ratio are thought to result from lack of geological homogeneity or irregularities of the ground surface.

The relationship of width  $W$  to length  $L$  of the landslide (surface configuration ratio  $L/W$ ) shows values from 0.6 to 2.5. The relationship of depth  $D$  to length  $L$  of the landslide (longitudinal configuration ratio  $L/D$ ) ranges between 4 and 15.

(2) Concerning the scale of landslides, from the relationship of depth  $D$  to slope angle  $\beta$ , it became clear that as slopes become steeper depth tends to become shallow. From the relationship of transverse configuration ratio  $W/D$  to slope angle  $\beta$  (Fig.7), writers found that as slope becomes steeper, transverse configuration ratio tends to become smaller. These relationships work simultaneously. Therefore, the steeper the landslide, the smaller its scale. This may be attributed to the fact that instability does not occur at great depth from such factors as steep slopes being easily eroded by minor failures and thick weathered zone or talus deposit tending to be cleared.

(3) Writers conducted geomorphological analysis of the mountainous region in Shikoku and classified the geomorphic surfaces there. Writers found that the older geomorphic surface showed gentler slope and thicker weathered zone or talus deposit, which could be a potential landslide mass. The weathered zone and talus deposit tended to remain in the older geomorphic surface. The study region was classified into geomorphic surface types I~IV, and writers found that landslides were concentrated in surface type III, and their scale was comparatively larger than those in surface types IV and V. However, because geomorphic features vary even in the upper and lower regions of the same basin, the conclusion that landslides concentrate in surface type III may not be extended to the other regions. It may be that in the lower basin landslides are concentrated in surface type IV, and in the upper basin, they are concentrated in surface type II.

1 まえがき

地すべりの実態を調査し、対策を講ずる場合、地すべりの形状や規模を把握することは、地すべりの動態を把握することと同様に重要であるが、移動量が小さい場合には、地すべりの形状や規模を明らかにできない場合がある。また、急速な変動による地すべり災害が発生した場合には、十分な調査・観測を行っていない時点で、応急対策工の検討をしなければならないことがある。

このように、地すべりの全貌が明らかでない場合であっても、地すべりの形状を表す要素である地すべり幅、地すべり斜面長およびすべり面深度のうちの1つの要素を把握することによって、他の要素を推察し、地すべりの形状や規模の一般的傾向が認識できれば、地すべり発生と比較的初期の段階において、それ以降の調査計画や対策工の検討を合理的に進めることができると考える。

そのためには、既往の地すべりについて、その実態を分析し、地すべり形状の各要素間の関係を明らかにすることが必要となる。このような観点から、主要な地すべりについてとりまとめたものとしては、建設省土木研究所の渡ほか(1975)、藤田ほか(1976,1977)による“地すべり実態統計”および財団法人高速道路調査会(1985)による報告がある。これらの報告によれば、地すべり形状について100件近いデータをもとに検討されている。

筆者らが調査を実施した地すべりのうち、その活動範囲やすべり面深度などの実態が明らかになった事例に基づいて、地すべりの形状や斜面傾斜と地すべり規模との関係について検討を行ってきた。

これらの検討を進める過程において、地すべりの規模と地形面との間に、特定の関係があるのではないかと考えるようになり、四国山地の一部地域について地形解析を実施し、地すべりの規模や分布を支配する要因について考察した。

2 資料の整理と用語の定義

筆者らが、近畿地方、中国地方、四国地方および九州地方において、1969年から1992年の23年間に調査を行った地すべり地区のうち、孔内傾斜計あるいはパイプひずみ計による観測の結果において、図-1に示すように、明瞭なすべり面変位が検出され、運動ブロックを明確にすることができた地区について、資料の整理を行った。

明瞭なすべり面変位が認められた地区は、合計40地区で、地質時代は古生代から新生代第四紀までのものを含

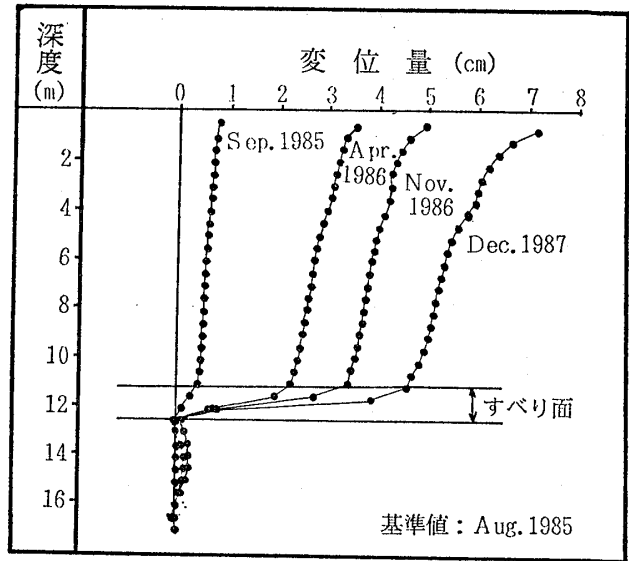


図-1 すべり面深度の決定 (孔内傾斜計測定)  
Fig. 1 Determination of the depth of sliding face (Inclinometer measurement result)

表-1 地すべり資料の地質  
Table 1 Geological conditions at the landslide sites

地質時代	地質	地区数
古生代	緑色岩	3
	緑色片岩	3
	黒色片岩	14
	砂質片岩	1
中生代白亜紀	砂岩・頁岩互層	1
	頁岩・砂岩・凝灰岩互層	1
古第三紀	泥岩・砂岩互層	1
	砂岩	1
新第三紀	泥岩・砂岩・礫岩互層	1
	玄武岩・泥岩互層	4
	玄武岩・泥岩・砂岩互層	3
新第三紀 ～第四紀	泥岩・礫岩互層	2
	凝灰岩	1
第四紀	粘土・砂	3
	粘土・砂・礫	1
合計		40

み、基盤岩の地質は、堆積岩、変成岩、火成岩類と変化に富み、結晶片岩類や砂岩、泥岩、頁岩などの互層の地区が多くなっている(表-1参照)。

整理するに当たって、地すべりの形状を表す要素をつぎのように定義した(図-2参照)。

地すべり幅 (W): 地すべりの最大幅

すべり面深度 (D): すべり面の鉛直方向の最大の

表一2 地すべり資料一覧表  
Table 2 Summary of landslide characteristics

番号	地すべり幅 (W) (m)	すべり面深度 (D) (m)	地すべり斜面長 (L) (m)	斜面傾斜 (β) (度)	地すべり形状		地すべりの分類	盤の地質			区分
					平面形	縦断形		地質時代	地質名	構造	
1	200	30	190	16	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	古生代	緑色岩	不明瞭	御荷鉾帯
2	135	23	340	15	沢形	舟底形	崩壊土すべり	古生代	緑色岩	水平～流れ盤	御荷鉾帯
3	135	19	210	20	沢形	舟底形	崩壊土すべり	古生代	緑色岩	水平～流れ盤	御荷鉾帯
4	60	10	34	30	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	古生代	緑色片岩	水平	三郡帯
5	90	13	210	14	沢形	層状	崩壊土すべり	古生代	緑色片岩	走向方向	三波川帯
6	125	19	130	30	馬蹄形	舟底形	風化岩すべり	古生代	緑色片岩	流れ盤	三波川帯
7	50	6	60	33	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	古生代	黒色片岩	受け盤	三郡帯
8	30	6	40	29	馬蹄形	椅子形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
9	70	14.2	77	26	馬蹄形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	受け盤	三波川帯
10	60	15.6	92	26	馬蹄形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	受け盤	三波川帯
11	60	16	85	25	不規則形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
12	95	18	83	29	馬蹄形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
13	270	38	260	28	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
14	230	23	510	20	沢形	階段形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	受け盤	三波川帯
15	300	30	250	23	馬蹄形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
16	130	20	220	24	馬蹄形～沢形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
17	50	8	70	32	馬蹄形	椅子形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
18	70	8	55	30	角形	椅子形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯
19	55	7	40	29	角形	舟底形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	受け盤	三波川帯
20	80	8	75	25	馬蹄形	椅子形	崩積土すべり	古生代	黒色片岩	流れ盤	三波川帯

表一2 (つづき)  
Table 2 (Continued)

番号	地すべり幅(W) (m)	すべり面深度(D) (m)	地すべり斜面長(L) (m)	斜面傾斜角( $\beta$ ) (度)	地すべり形状		地すべり分類	基盤の地質			区分
					平面形	縦断形		地質時代	地質名	構造	
21	60	6.2	70	38	馬蹄形	舟底形	崩積土すべり	古生代	砂質片岩	流れ盤	三波川帯
22	120	30	280	32	馬蹄形	層状	岩盤すべり	中生代白亜紀	砂岩・頁岩	走向方向	和泉層群
23	80	14	65	25	角形	椅子形	風化岩すべり	中生代白亜紀	頁岩・砂岩・凝灰岩	流れ盤	相生層群
24	80	15	165	15	沢形	椅子形	岩盤すべり	古第三紀	泥岩・砂岩	流れ盤	杵島層群
25	40	10	40	26	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	古第三紀	砂岩	流れ盤	杵島層群
26	300	39	185	11	馬蹄形	舟底形	風化岩すべり	新第三紀	泥岩・砂岩・礫岩	流れ盤	二上層群
27	30	9	35	30	馬蹄形	椅子形	粘質土すべり	新第三紀～第四紀	泥岩・礫層	水平	佐世保層群
28	50	7	35	31	馬蹄形	椅子形	粘質土すべり	新第三紀～第四紀	泥岩・礫層	水平	佐世保層群
29	180	27	230	14	馬蹄形	椅子形	崩積土すべり	新第三紀～第四紀	凝灰岩	流れ盤	宇佐層群
30	130	23	190	15	角形	層状	風化岩すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩	流れ盤	佐世保層群
31	80	13	65	17	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩	流れ盤	佐世保層群
32	35	9	40	30	馬蹄形	椅子形	風化岩すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩	流れ盤	佐世保層群
33	160	14	110	16	角形	椅子形	崩積土すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩	水平	佐世保層群
34	170	19	160	10	馬蹄形	層状	崩積土すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩・砂岩	水平	佐世保層群
35	80	11	110	15	馬蹄形	層状	崩積土すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩・砂岩	水平	佐世保層群
36	40	8	45	16	馬蹄形	椅子形	崩積土すべり	新第三紀	玄武岩・泥岩・砂岩	水平	佐世保層群
37	50	5	80	15	馬蹄形	階段形	粘質土すべり	第四紀	粘土・砂	流れ盤	大阪層群
38	70	8	110	13	沢形	舟底形	粘質土すべり	第四紀	粘土・砂	流れ盤	大阪層群
39	55	10	140	15	馬蹄形	舟底形	粘質土すべり	第四紀	粘土・砂	流れ盤	大阪層群
40	50	9	38	28	馬蹄形	椅子形	粘質土すべり	第四紀	粘土・砂・礫	流れ盤	大阪層群

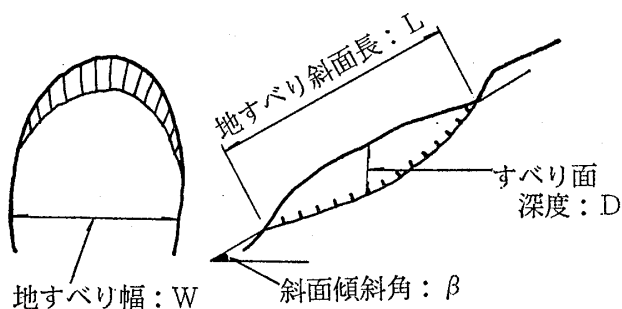


図-2 地すべり形状の名称

Fig. 2 Terminology to define the form of landslide

深さ

地すべり斜面長 (L) : 地すべり土塊の頭部と末端部の間の直線距離

斜面傾斜角 ( $\beta$ ) : 地すべり土塊の頭部と末端部を結ぶ直線の傾斜

上記の40地区の地すべりについて，地すべり形状要素（地すべり幅，すべり面深度，地すべり斜面長，斜面傾斜角），地すべり形状，地すべりの分類，基盤の地質を示すと，表-2のようになる。ここに，地すべりの形状および地すべりの分類は建設省土木研究所の区分による。

これらの地すべりのうち，初生すべりと思われるものは，No. 4, No. 19, No. 23, No. 24, No. 25, No. 40の6例ある。このうち，No. 19とNo. 24は，河川がその末端部を洗掘したことに原因があり，他の4例は切土施工中に発生した地すべりである。

これらの初生すべり以外の地すべりは，断続的な変動を繰り返している地すべりと考えられ，累積変位によって形成された地すべり地形が存在するか，あるいは降雨時に動きが活発化するなどの特徴が認められる。

堆積岩分布地域の地すべりにおいては，泥岩や頁岩の層をすべり面とし，地すべり土塊は，古い時代の地層の場合 (No. 22~No. 26) は，岩盤あるいは風化岩盤であるが，新第三紀~第四紀および大阪層群のような新しい時代の地層の場合 (No. 27~No. 29, No. 37~No. 40) は，粘質土あるいは崩積土となっている。

火成岩分布地域の地すべりにおいては，移動土塊が玄武岩の岩盤あるいは風化岩盤の例が多く，すべり面は，玄武岩に挟在する泥岩層であるタイプ（いわゆる北松型地すべりの一種）が多い。

変成岩分布地域の地すべりにおいては，すべり面が崩積土層あるいは風化帯の基底部に位置する場合が多く，移動土塊は，風化岩あるいは崩積土となっている。

なお，地すべりの形状の要素の比をつぎに示すように定義して，地すべり形状の検討に使用した。

表面形状比：地すべり幅に対する地すべり斜面長の

比 ( $L/W$ )

横断形状比：すべり面深度に対する地すべり幅の比 ( $W/D$ )

縦断形状比：すべり面深度に対する地すべり斜面長の比 ( $L/D$ )

### 3 地すべりの形状および規模の検討

#### 3.1 地すべりの形状について

表-2に示した地すべり地区の地すべり幅 (W)，すべり面深度 (D) および地すべり斜面長 (L) の値を用いて，表面形状比，横断形状比および縦断形状比について検討を行った。

##### (1) 表面形状比

地すべり幅 (W) に対する地すべり斜面長 (L) の関係を，地すべりの分類別を示すと図-3のようになる。この結果によれば，表面形状比 ( $L/W$ ) が0.6~2.5の範囲にあることがわかる。地すべりの分類別に見ると，わずかに2例ではあるが，「岩盤すべり」の場合には，表面形状比が大きい値を示しており，初生すべりの場合は比

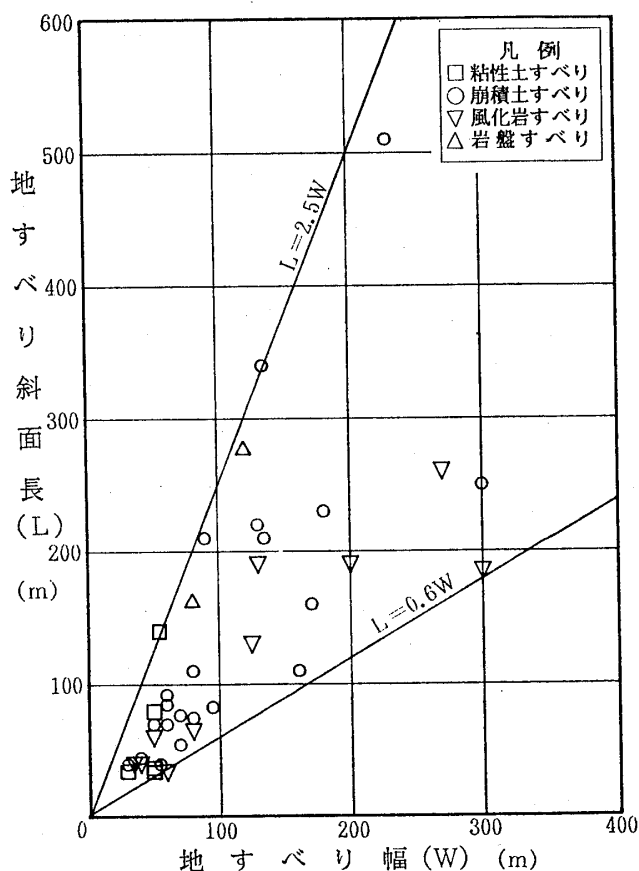


図-3 地すべり幅と地すべり斜面長の関係

Fig. 3 Relationship between width and length of landslide

較的小きな値を示す傾向があるようであるが、地すべりの分類別には関係はないといえる。

筆者は、表面形状比が上記のようなばらつきを示す原因として、つぎのように推察する。

地すべり土塊の粘土化が進行して流動化したり、地すべりの縦断方向にいくつものすべり面が複合するようになると累積変位が大きくなり、そのために、表面形状比が大きい値を示す方向へと経時的に変化するものと考えた。たとえば、長野県の茶臼山地すべり ( $L=2000m$ ,  $L/W > 4$ ) あるいは高知県の長者地すべり ( $L=1000m$ ,  $L/W > 3$ ) などは、経時変化によって表面形状比が大きな値を示す例である。

(2) 横断形状比

すべり面深度 ( $D$ ) に対する地すべり幅 ( $W$ ) の関係を、地すべりの分類別に示すと図-4 のようになる。この結果によれば、横断形状比 ( $W/D$ ) が 4~10 の範囲にあることがわかる。

地すべり幅が 120m 以上になると、横断形状比の範囲が 6~10 となり、その範囲が若干小さくなっている。この範囲の値を示す地すべりについて、地すべりの分類別

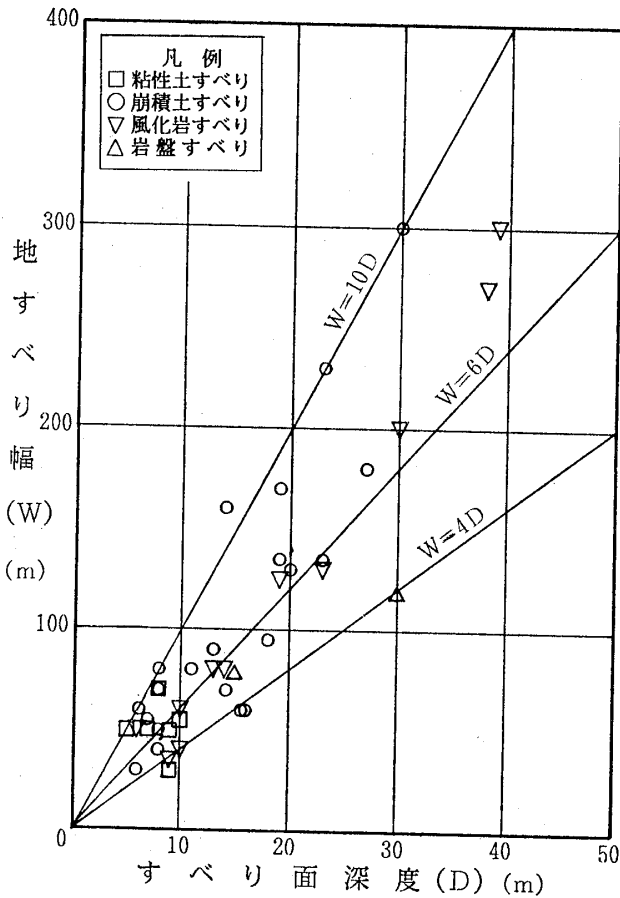


図-4 すべり面深度と地すべり幅の関係

Fig. 4 Relationship between depth and width of landslide

に見ると、横断形状比が比較的大きい値を示すものは、崩積土すべりであり、反対に比較的小さい値を示すものは、岩盤すべりや風化岩すべりであるという傾向が見られる。

岩盤すべりや風化岩すべりの場合は、その地区の地質構造や近辺に存在する断層の影響を強く受けて、すべりの範囲が制約されやすく、これらの要因によって、地すべり幅が比較的小さくなり、したがって、横断形状比が小さい値を示すと考えられる。これに対して、崩積土すべりの場合は、その地区は比較的均質な地質であるという特徴があり、地すべり幅は、地質条件というよりも、おそらく地形条件によって決定されるもので、横断形状比が比較的大きい値を示す場合が生じるものとする。

なお、特殊な例として、No.27の地すべりは、側方に発生した別の地すべりによって、地すべり土塊の一部を流された結果、見掛け上はその幅が減少し、現状では、 $W/D=3.3$ となっている。

(3) 縦断形状比

すべり面深度 ( $D$ ) に対する地すべり斜面長 ( $L$ ) の関係を、地すべりの分類別に示すと、図-5 のようにな

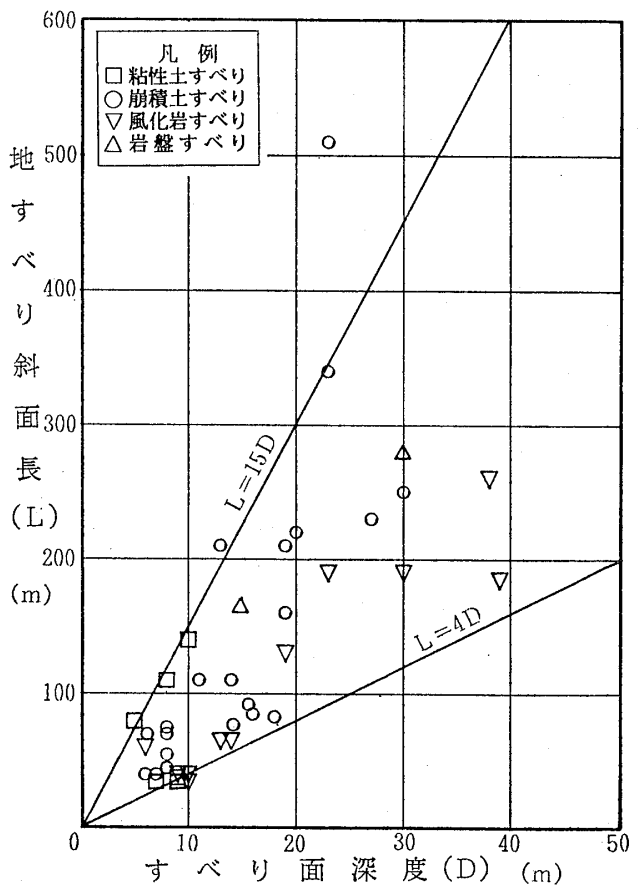


図-5 すべり面深度と地すべり斜面長の関係

Fig. 5 Relationship between depth and length of landslide

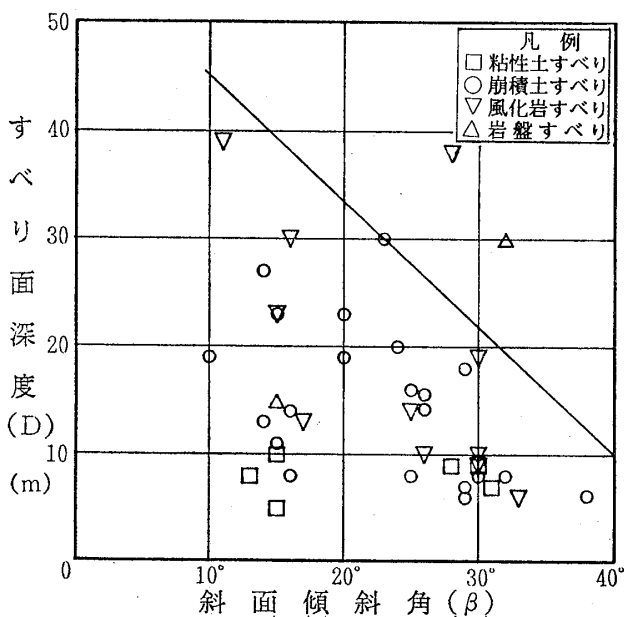
る。この結果によれば、縦断形状比 ( $L/D$ ) がおおむね 4~15 の範囲にあり、横断形状比に比較して、ばらつきが大きくなっている。このばらつきの原因については表面形状比の項で考察したように、時間の経過に伴って地すべりの縦断方向にいくつものすべり面が複合するようになり、地すべり斜面長が長くなるためと考えられる。

### 3.2 地すべりの規模について

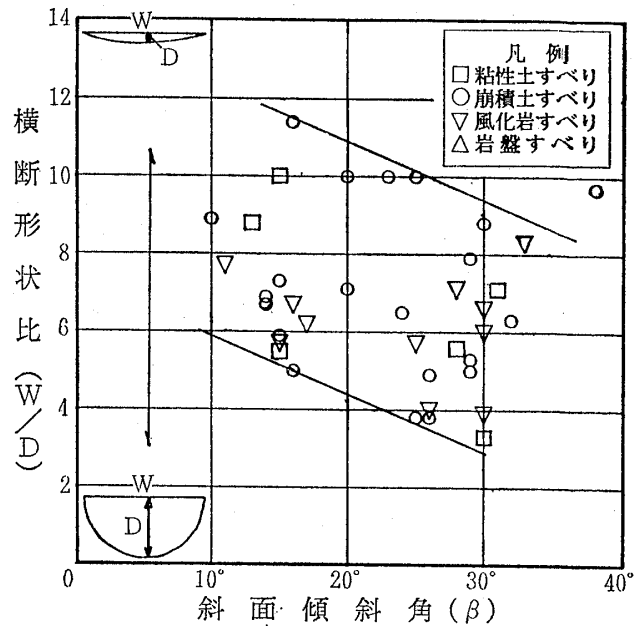
3.1 において、地すべり幅、すべり面深度および地すべり斜面長との関係について検討を行った結果、ある関係があることが認められた。ここでは、斜面傾斜角に対するすべり面深度の関係、および斜面傾斜角に対する横断形状比の関係を求め、地すべりの規模を支配する要因を検討した。ただし、地すべりの規模は、体積で示すことが適当であると考え、利用のしやすさを考慮して、計測することによって直接得られる寸法との関係を用いて考察することにした。

#### (1) 斜面傾斜角に対するすべり面深度

斜面傾斜角 ( $\beta$ ) に対するすべり面深度 ( $D$ ) の関係は、図一六に示すようになる。この図によれば、ほとんどの点は、図中に示す直線の下側に分布しており、斜面傾斜角が大きくなると、すべり面深度の最大値が小さくなる傾向を示している。これは、斜面の風化変質が進行する過程において、傾斜が急な斜面において、小崩壊などによる斜面の削剝が進行し、厚い風化帯や崩積土が残



図一六 斜面傾斜角とすべり面深度の関係  
Fig. 6 Relationship between slope angle and depth of landslide



図一七 斜面傾斜角と横断形状比の関係  
Fig. 7 Relationship between slope angle and transverse configuration ratio

存することが少なく、したがって、不安定な厚い地層が長期にわたって存在しにくいと考えられる。

#### (2) 斜面傾斜角に対する横断形状比

斜面傾斜角 ( $\beta$ ) に対する横断形状比 ( $W/D$ ) の関係は、図一七に示す通りである。この結果によれば、ほとんどの点は、図中に示す 2 本の平行な直線の間分布しており、斜面傾斜角が大きくなると、横断形状比の最大値および最小値ともに小さくなる傾向を示している。このことを、図一六に示したように、斜面傾斜角が大きくなるとすべり面深度が浅くなる傾向とあわせて考えると、斜面傾斜角が大きい地すべりほど、地すべり規模が小さくなるということが出来る。

### 4 地すべりの規模と分布の地形解析による考察

地すべりの形状を表す要素として、地すべり幅、すべり面深度、地すべり斜面長および斜面傾斜角の 4 つの要素に基づいて求められた各形状比間の関係を検討した結果から、地すべりの規模がすべり面深度によって規制されると考えてもよいことが明らかになった。このことから、斜面を構成する地質の風化作用などの影響による地盤の強度低下の程度とその厚さに基づいて、すべり面の発生し得る深度が決定付けられ、地すべりの規模が決定されるものと考えても差し支えない。すなわち、古い時代に形成された斜面ほど風化帯や崩積土が厚く形成され易く、さらに、これらの地層が残存し易い環境にある適

度の傾斜をもった斜面において、大規模の地すべりが発生するものと考えられる。

このような観点から、地質条件にあまり大きな差異がなく、地すべりの多発区域である四国山地の吉野川中流の右支川である南小川流域（高知県長岡郡大豊町）について、地形解析結果と地すべりの規模や分布状況との関係を考察した。

#### 4・1 地形解析方法とその意義

地形解析に当っては、国土地理院発行の縮尺2万5千分の1の地形図を用い、一方で、空中写真の判読を補助的に実施して、地形の遷急線に着目して地形面の区分を行う。

四国地方のように、地盤が著しく上昇した地域においては、上記の遷急線の位置は、図-8に示すように、過去の残存地形面の縁辺に相当するところであり、山地の開析前線と見ることができる。すなわち、いくつかの遷急線を境にして、それより上方の地形面ほど現在の侵食作用が及んでいない古い地形面と考えることができる。

また、河床縦断面によって見た場合でも、遷急線に相当する急傾斜部（急流部）が現れ、地形面の縁辺と同じように、ある時代の侵食前線として捉えることができる。河床縦断面図において、この急流部から上流の河床縦断線を下流側に延長すると、侵食を受ける以前の河床を推定することができる。また、場合によっては、下流側の段丘面に連続することもある。さらに、この復元した旧河床を、河川の横断方向の斜面に存在する遷急線、段丘面などと対比することによって、古い時代の地形面を復元することができる。

#### 4・2 地形面区分

吉野川中流の南小川流域の地形面区分を行うに当っては、国土地理院発行の縮尺2万五千分の1地形図「東土居」図幅を使用した。

地形図を見ると、等高線間隔が密である場所と疎である場所があり、場所によって明瞭な差異があることが認められる。これらの差異は、標高1000m付近を中心として山頂部の緩斜面、山腹斜面に分布する大規模な地すべ

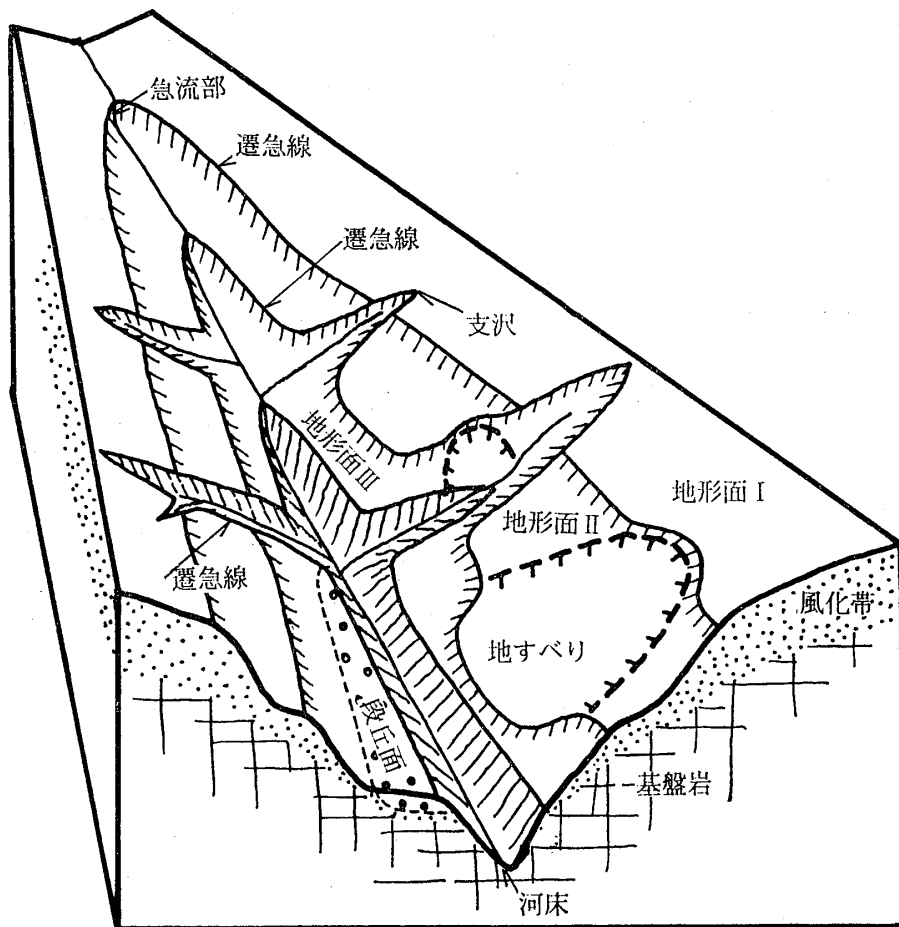
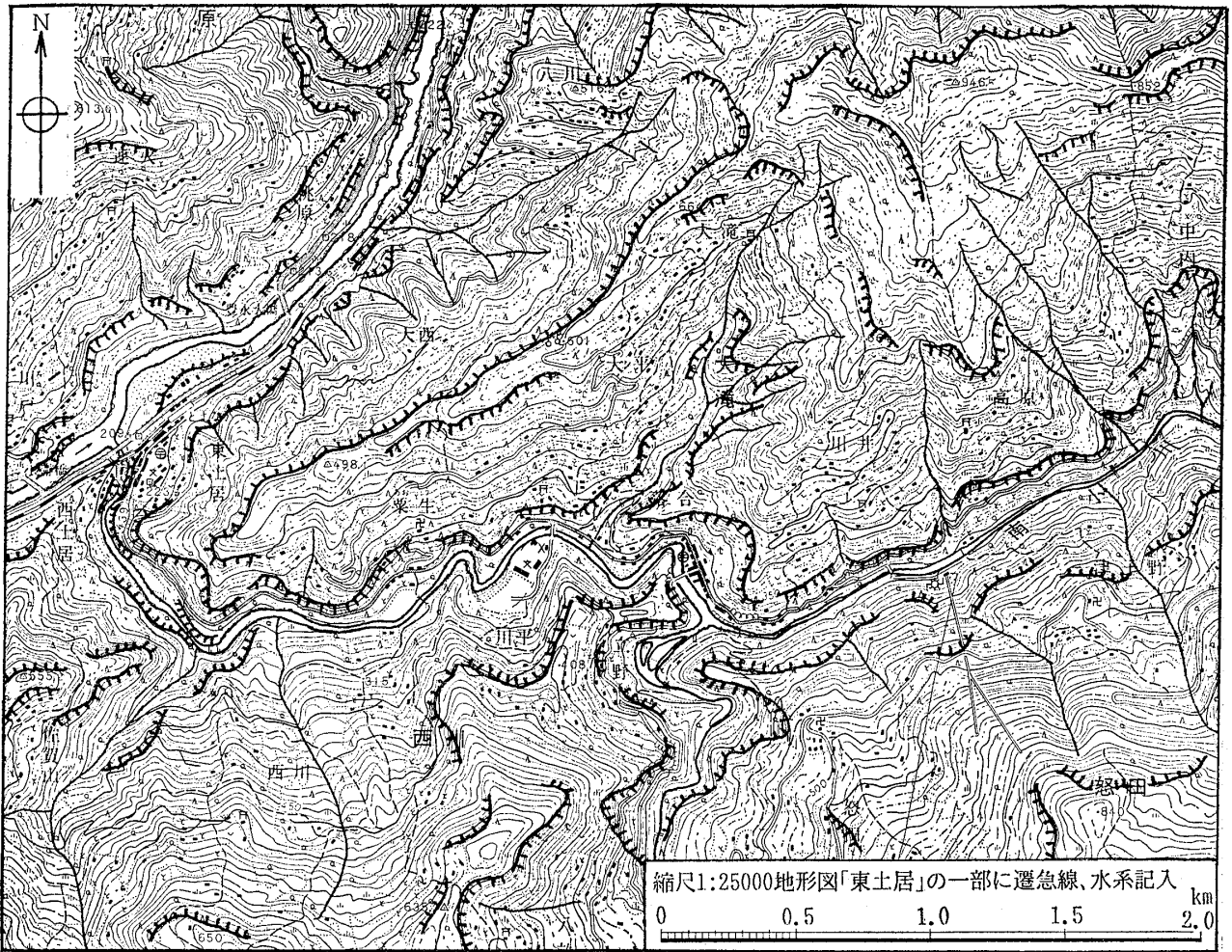


図-8 地形面模式図

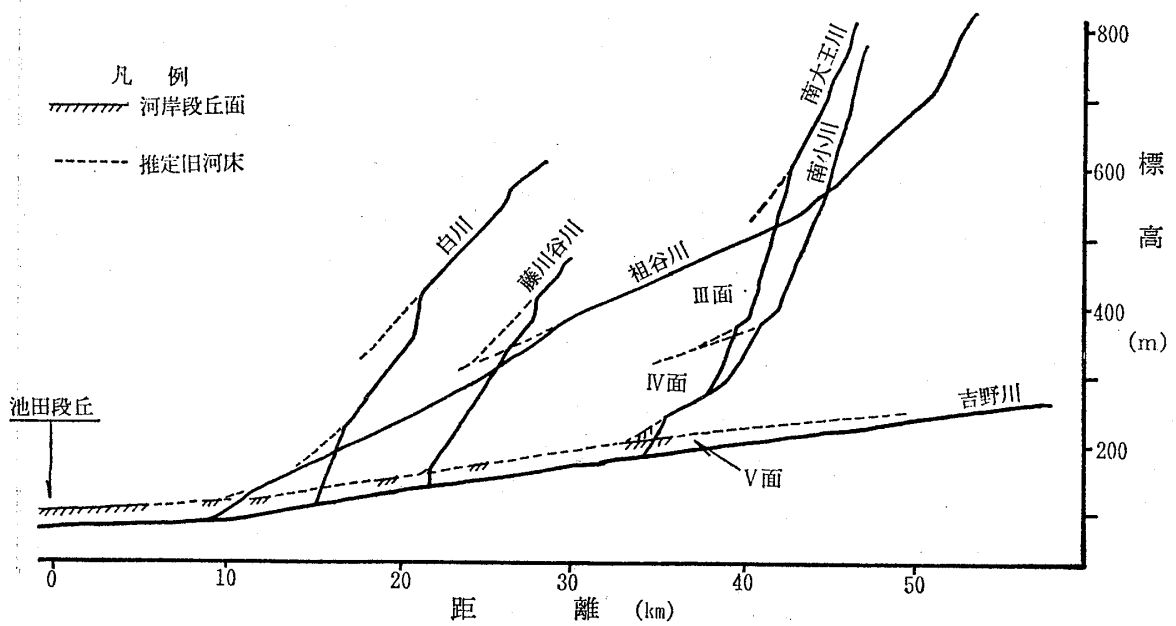
Fig. 8 Typical geomorphic features





図一9 地形解析素図

Fig. 9 Basic map for geomorphological analysis



図一10 吉野川および各支川の河床縦断面図

Fig.10 Profiles of river bed of the Yoshino River and it's branch rivers

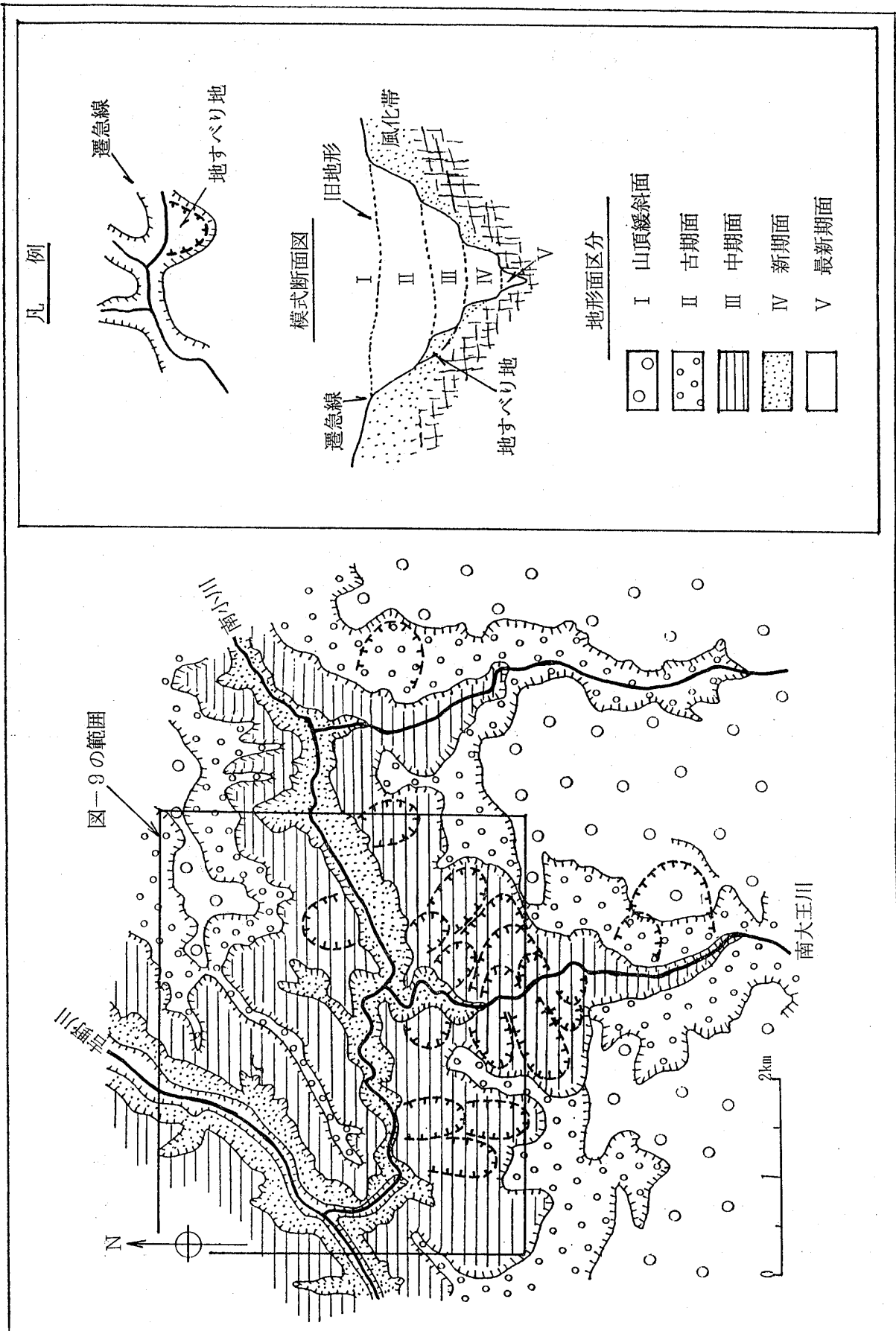


図-11 地形解析図  
Fig.11 Geomorphological classification map

り地形に対応する緩斜面、河川沿いの急峻な谷壁斜面などの地形面の違いに基づくものである。

これらの地形面は、遷急線や遷緩線によって境されているが、空中写真の判読結果を用いて、地形図上に遷急線のみを抽出して記入する。また、水系模様は、地形面を区分する際の指標となるものであるので、等高線のみで示される谷筋に水線をトレースして、水系模様を明瞭に示すようにする。このようにして作成した地形解析結果の素図は、図-9に示すようになる。

つぎに、国土地理院発行の縮尺5千分の1の国土基本図などを用いて、当地域の下流約30kmのところにある池田ダム地点（徳島県三好郡池田町）を基点にして、吉野川およびその支川の河床縦断面を作成すると、図-10に示すようになる。この図には、吉野川本流沿いに分布する低位段丘を併せて記載してある。この図によって明らかのように、支川の縦断においては急流部の存在が明瞭に認められ、段丘面と旧河床との対比が容易である。

さきに示した地形解析素図（図-9）と上記の河床断面図（図-10）に基づいて、水系模様、水田分布などの要素を加味して地形面区分を行うことによって、図-11に示すような地すべり地の分布と地形面との関係を求めることができる。

この地域の地形面は、図-11に示すように、つぎの5つに区分することができる。

- I面：標高700m以上の尾根状地形を呈する山頂緩斜面
- II面：標高500~800mの間に分布し、I面の分布する区域に谷状に侵食して入り込んでおり、下部に存在するIII面によって大きな侵食を受けている
- III面：標高300~600mの間に分布し、広い範囲で緩斜面を形成し、多くの集落や水田が認められる
- IV面：標高100~400mの間に分布し、吉野川本川および南小川沿いに発達している。この面を形成した時代の河床は、図-10に示した河岸段丘面を連ねたものである
- V面：吉野川本流沿いに分布する最も新しい地形面で、標高200m以下の谷壁斜面に当り、急傾斜を呈し、岩盤の露出部が多い

#### 4・3 地形面の風化状況

図-12は、III面、IV面およびV面それぞれの地形面上において実施されたボーリングの結果を示したものである。なお、この地域の地質は、大部分が三波川帯と御荷

鉾帯に属する変成岩であり、南部の一部に秩父帯の堆積岩が分布している。

III面におけるボーリングの結果では、20mにも及ぶ厚い崩積土が表層に分布し、その下部の岩盤である御荷鉾帯の角礫凝灰岩は深度35m付近まで風化変質が進み、強風化帯となっている。

IV面におけるボーリングの結果では、III面に較べれば表層の崩積土は薄く、その下部の岩盤である結晶片岩は深度23mまでは強風化帯となっている。

IV面におけるボーリングの結果では、IV面形成時の河床堆積物である段丘m層が表層として存在し、その下部の岩盤である砂質片岩は、比較的新鮮で風化作用は深部

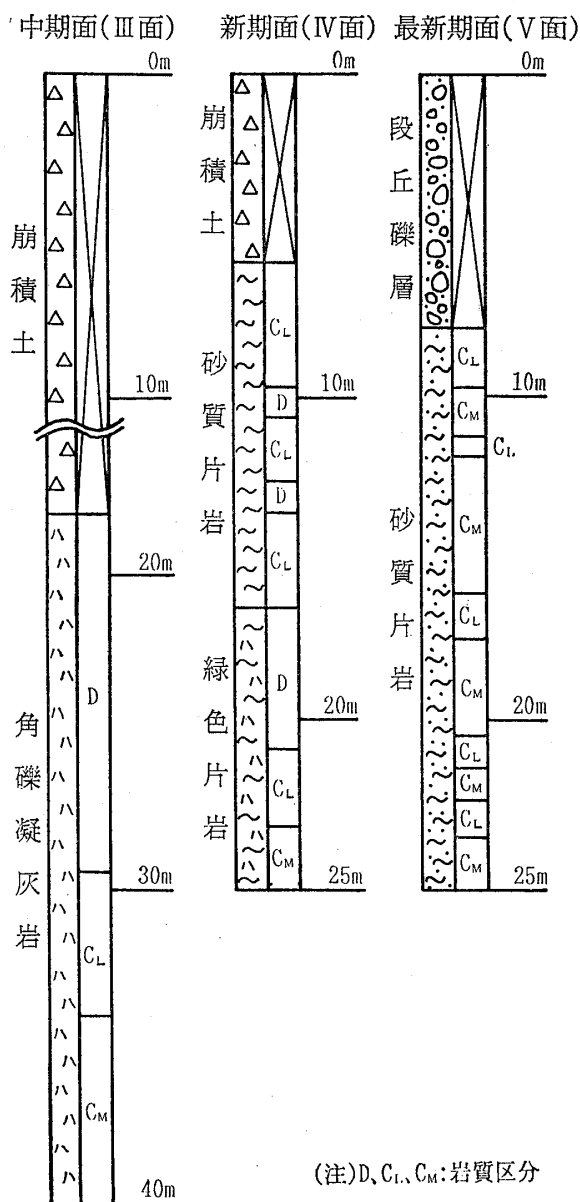


図-12 各地形面のボーリング柱状図  
Fig. 12 Borehole logs of geomorphic surfaces III, IV and V

にまで及んでいない。

以上のように、斜面上方の古い時代の地形面ほど風化帯が厚く形成されており、これは、長期間にわたる風化作用の影響によるものと考えられる。

#### 4・4 地すべりの規模と分布

図-11に示した地すべり地形の分布状況によると、標高300~600mの間に分布する地形面(Ⅲ面)に、多く存在することが認められる。地すべりは、上位にあるⅡ面を侵食していたり、また、末端部がⅣ面にかかっているものも見られるが、地すべり本体の大部分はⅢ面に分布しているものである。当地域において、地すべりの末端部がⅣ面にせり出すような形状をした地すべりには、活動中のものが多い。

しかしながら、地すべりが地形面のⅢ面に集中することは、吉野川流域の広い範囲にみられる現象ではなく、上記地域の約20km下流の地域では、Ⅲ面の地形面に加えて、Ⅳ面の地形面も広い範囲に分布するようになり、このⅣ面にも多くの地すべり地形が認められるのである。したがって、地すべりが、地域によって特定の地形面に集中して分布する理由としては、つぎのように考えることができる。

ここに対象としている南小川地域の場合は、

- ① Ⅲ面の地形面が面積的に広く分布していること
- ② Ⅲ面の地質の風化変質作用が深部にまで及んでおり、地すべり土塊になり得る地層が厚く分布していること
- ③ Ⅳ面が河川沿いの急斜面に相当し、Ⅲ面の末端部を侵食してⅢ面を不安定にしていること

が理由として挙げられる。なお、Ⅰ面やⅡ面に地すべり地形が少ない理由としては、古い時代に、これらの地形面に存在していた地すべり地形が、下位面の侵食作用によって消滅したことが考えられる。

これに対して、この地域の下流域においては、Ⅳ面が広く分布し、この地形面も適度の風化作用を受けているために、その末端部がⅤ面による侵食作用によって、Ⅳ面に地すべりが多発する状況にあり、河川の上下流における地域差を示すようになるものと考えられる。

このように考えてゆくと、地すべりの分布が地形面の発達のみによって規制されるかのような印象を与えることになるが、藤田(1990)が指摘しているように、“物質要因(岩相や地質構造規制など)および場の要因(起伏量などの地形条件)の影響を強く受けている”ことも事実である。

#### 4・5 地すべりの規模と地形面

この地域における地すべり地形としては、Ⅰ面~Ⅳ面に大規模のものが多く存在し、斜面傾斜は緩くなっており、これは、Ⅳ面やⅤ面における状況と較べて、その差異は歴然としている。ここに、大規模な地すべり地形の場合は、その地すべり地形全体の土塊が一体となって移動しているわけではなく、いくつかの運動ブロックに分かれている。

Ⅲ面における地すべりとして、怒田八畝地区あるいは岩原地区トウジ山の運動ブロックを例にとれば、これらの地すべりの規模は、地すべり幅130~300m、すべり面深度20~30mとなっている。

これに対して、Ⅳ面~Ⅴ面において発生した崩壊性の地すべりの例の1つとしては、昭和37年2月に、当時の国鉄土讃線を41日間不通にした災害が発生したもので、地すべり幅は約70mで、すべり面深度は10m程度であった。他の1例はJR四国の豊永駅の対岸の斜面崩壊で、その規模は上記の例よりもやや小さいものであった。Ⅴ面においても豪雨時の土砂災害の発生が目立つが、地すべりではなく、落石や小規模の表層崩壊が主体となっている。

以上に述べたことから、古い地形面に位置する地すべりほど規模が大きいといえることができるであろう。

一方、上野ほか(1990)によれば、南小川地域周辺の14箇所の地すべり地で実施した34本のボーリングの結果から、地すべり面が風化帯や崩積土層の下底を通ることが多いことが判明している。また、図-12に示したボーリングの結果によれば、古い地形面ほど風化帯や崩積土層の層厚が厚くなっており、これらの結果から各地形面におけるすべり面深度を想定すると、Ⅲ面では30m付近、Ⅳ面では20m付近、Ⅴ面では段丘礫層を除くと数m程度である。

したがって、地形面と地すべりの規模との間には密接な関係があり、古い地形面ほど地すべり土塊となり易い地層が厚く形成され、その結果として、規模の大きい地すべりが発生するものと考えられる。

#### 5 あとがき

地すべりの形状および規模に関する統計的データとしては、建設省土木研究所や財団法人高速道路調査会による報告書があり、その中で一般的傾向を示している。

筆者らは、地すべりの運動ブロックを明確に把握する

ことによって、地すべりの各種形状比のばらつきが、上記の報告書よりも小さくなるのではないかと考え、それらのデータの蓄積に努めてきた。

現在までに運動ブロックを明確に把握することができた40地区のデータについて検討した結果、それぞれの形状比のばらつき範囲が、従来から考えられていたものよりもかなり小さくなることが判明し、それぞれの形状比のばらつきの原因についてもある程度の理由づけが得られたものと考えている。

この報文で取扱った程度の地すべり形状比の範囲であれば、地表踏査などによる調査の結果を併せ考慮することによって、実地における地すべりの規模推定のための資料となるものと考えられる。

今後の課題としては、三次元による安定解析などによって、地すべり形状比の理論的解明を行うことや、この報文では検討することができなかった地質や個々の地すべり形状と地すべり規模との関連を明らかにすることが必要であろう。

また、ここに示した地域の地形面区分と地すべり分布や規模との関係は、この地域としての特性であり、今後他の地域について具体的に解析を進めることによって、新たな知見を得ることを期待するとともに、地形面の形成と地すべりの発生との関係などの地史的背景を明らかにし、地質工学的考察を加え、さらに検討を行うつもりである。

### 参 考 文 献

- 藤田寿雄, 板垣 治(1976): 地すべり実態統計(その2)  
土木研究所資料
- 藤田寿雄, 板垣 治(1977): 地すべり実態統計(その3)  
土木研究所資料
- 藤田 崇(1990): 地すべり—山地災害の地質学 共立出版(株)
- 福富幹男, 上野将司, 中山重治(1981): 北部九州における地すべりの規模に関する検討 第16回土質工学研究発表会 pp. 1093~1096
- 高速道路調査会(1985): 地すべり地形の安定度評価に関する研究報告書
- 上野将司(1984): 地すべりの形態およびすべり面のせん断強度に関する検討 第19回土質工学研究発表会 pp. 19~20
- 上野将司, 田村浩行(1990): 四国の変成岩分布区域における地すべり地の地質特性 地質と斜面崩壊に関するシンポジウム 土質工学会四国支部 pp. 18~

23

- 上野将司, 田村浩行, 橋野直二(1990): 地すべりの形態およびすべり面のせん断強度に関する検討(第2報) 第25回土質工学研究発表会 pp. 1581~1582
- 上野将司, 田村浩行, 橋野直二(1992): 地すべり形状に関する考察 第27回土質工学研究発表会 pp. 59~60
- 渡 正亮, 中村浩之, 板垣 治(1975): 地すべり実態統計(その1) 土木研究所資料

