

## 紀伊四万十帯にみられる地すべりの地質構造規制

### Structural control of Landslides in the Shimanto Belt, Kii Peninsula.

藤田 崇\*・平野 昌繁\*\*  
石井 孝行\*\*\*・諏訪 浩\*\*\*\*

Takashi FUJITA, Masashige HIRANO,  
Takayuki ISHII, Hiroshi SUWA

#### 1 はじめに

1889年(明治22年)8月に発生した十津川災害は、未曾有の風水害として有名であり、災害直後に作成された「吉野郡水災誌」(吉野郡役所, 1891)というすぐれた記録によって災害状況をつぶさに知ることができる。この記録をもとにして従来いくつかの研究がなされているが(小出, 1955, 1973; 宮本, 1958; 千葉, 1975; 籠瀬, 1976; 瀬尾, 1977, 藤田, 1983など), 大災害であっただけに十分な理解がなされたとは言い難い。

筆者らは、吉野郡水災誌をもとに十津川災害の再検討を行ない、大規模な崩壊性地すべり地の現地調査を実施し、いくつかの新事実をつかみ、報告した(平野ほか, 1984)。地質的に重要な点は、天然ダムと新湖を形成するような大規模な崩壊性地すべりの発生が、地質構造に強く規制されていることを具体的に示したことである。このことは、水災誌第11巻に巨智部忠承によって指摘されているにもかかわらず、その後は一般論として言及されるにとどまっていた。今回はこの点において、報告する。

#### 2 十津川災害の概要

##### 2-A 降雨特性

吉野郡水災誌によれば、雨は8月17日に降りはじめたが、まだ雨量は少なかった。翌18日になって強風を伴う豪雨となり、19日はさらに強くなって、夜は雷を伴うすさまじい豪雨となった後、20日に天気は回復した。その間、風向は東から南へ、さらに南西へ変わっていった。このような降雨と風向の特性から、一般には、熱帯性低気圧もしくは台風で、それに前線を伴った可能性がある(千葉, 1975など)、とされていた。

わが国では、1885年(明治18年)より中央気象台で天気図が作成され、印刷物として残されている。われわれの調査グループの一員であった後町幸雄は、災害当時の天気図を収集・解析した。当時の気象観測点は決して多いとはいえず、陸上に限られていたが、1日3回(6, 14, 21時)天気図を作成している。8月19日14時の天気図は、Knipping が作成しており、明らかに台風の中心が四国北部にあり、中心気圧は約740 mmHg (987 mb)、中心に近い観測点では15~29 m/secの風速を示すが、大阪及び和歌山では10 m/sec以下の風速であり、台風としては大型とはいえない。台風は、18日から19日朝にかけて四国沖でほとんど停滞し、19日朝から20日朝にかけて10~15

\* 大阪工業大学(工)

\*\* 大阪市立大学(文)

\*\*\* 大阪教育大学(教育)

\*\*\*\* 京都大学防災研究所

km/h でゆっくりと四国・中国地方を縦断して日本海へと北上した。吉野水災誌の風雨に関する記載は、この台風の進行状況から推定される気象状況ときわめてよく一致する。

崩壊性地すべりの誘因となった降雨量については、19日の日雨量として田辺で901.7 mm、湯浅で520.7 mm が観測された。田辺では18日も368.3 mm の日雨量があり、台風の進行速度がおそい点から、紀伊半島中央部の山岳地域には豪雨が長時間続いたと考えられる。その後の資料を検討すると、台風が同様のコースを通過したさいの紀伊半島の降水量は、いずれの場合も田辺や湯浅の西側海岸地域よりも半島中央部の山岳地域の方が明らかに多い。このことから考えると、8月19日の十津川流域における日雨量は1,000 mm を越えたと推定される。なお、雨量強度も、当時の測定精度に問題があるものの、130 mm/h という推定値が出されている（平野ほか、1984）。

## 2-B 崩壊性地すべりの一般特性

前述の豪雨で十津川流域には多数の崩壊あるいは崩壊性地すべりが発生した。小出（1955、1973）はこれを群発生性型地すべりと呼んでいる。崩壊（地すべり）は、19日夜半から発生しはじめ、最初は小規模のものであった。大規模なものの大部分は20日の未明以後、雨が衰えて天気がようやく回復に向かう頃から21日にかけて次々と発生した。そのあるものは十津川あるいはその支流へ土砂を大量に流出させ、天然ダムを形成し、新湖が出現した。天然ダムは53ヶ所にのぼったが、これらのダムは次々と決壊して十津川流域に深刻な水害をもたらした。天然ダムとしては重里（旧西十津川村）に、大畑瀬と呼ばれる当時の新湖が現存している。

崩壊あるいは崩壊性地すべりの数は、小規模なものは無数とあり、推定困難である。水災誌で縦50間横50間以上の「大崩」の数は、巻末表と本文中に記載された数に約100ヶ所の差異があるが、1,200～1,300ヶ所はあったと推定される。山岳地域なので人目につかない場所での崩壊も発生した可能性は十分にあるので、上記の数はさらにふえるかもしれない。

十津川は支流を含めてこれらの崩壊あるいは地すべりの土石により河床は平均30m埋積されたと推定されている（小出、1973）。災害前の深いV字型をした溪谷から、礫の多い広い川原が形成され、土砂の移動の激しい荒廃した河川となった。

吉野郡水災誌によれば、十津川流域の当時の全人口は21,792名、全戸数は4,558戸であったが、死者245名、流失家屋364戸、全潰家屋193戸に及ぶ被害が出た。荒廃した山地を捨て、641世帯、2,587名が北海道に移住し、新十津川村（現在の新十津川町）を開いた。

崩壊（地すべり）の規模と発生頻度、崩壊深度と崩壊土量、崩壊（地すべり）の規模と形状等の特性については前著（平野ほか、1984）を参照されたい。なお、大規模崩壊～崩壊性地すべりの例を第1表に示す。

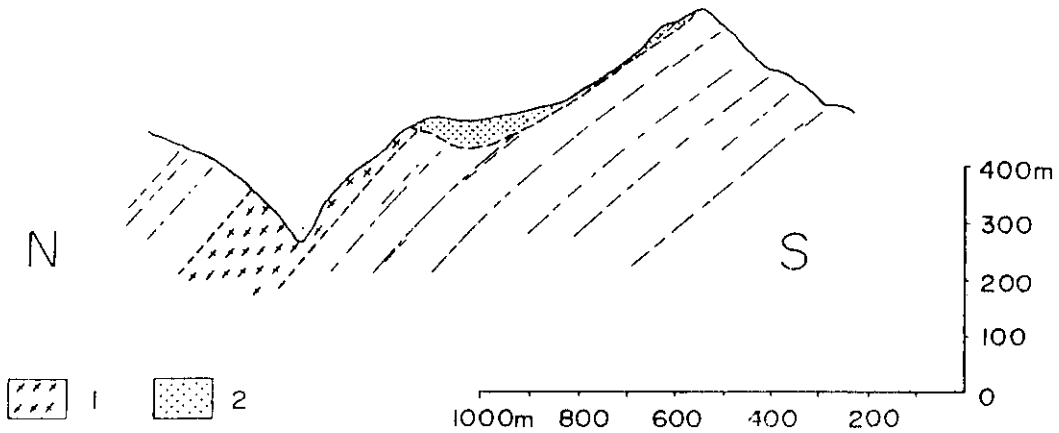
## 3 大規模崩壊性地すべりにみられる地質構造規制

前述のように、1,200～1,300ヶ所に及ぶ「大崩」の大部分は、現在でも地形的な特徴を残している、とみられる。しかし、全域の崩壊性地すべり地形は多数にのぼり、明治22年の災害によるものかどうかは、水災誌の記述と対照させつつ判定しなければならない。現在の地形図に示されている地名と水災誌のそれとは必ずしも一致しないので、現地の資料で小字地名との対比の作業も進めつつある。

明治22年に発生した大規模な崩壊性地すべりと明確にいえるものの中から、後述の地域で現地踏査を行なった。降雨は、当時の風向からみて、むしろ南および東斜面に多かったと考えられるが、これらの地すべりの大部分は北ないし北西斜面で発生している。これは、地質条件に強く規制されていると考えられ、徳岡ほか（1981）、十津川研究グループ（1980）、中沢（編）（1984）、木村（未

第1表 明治22年の大規模崩壊地すべりの一覧表  
(面積が10<sup>6</sup> ㎡以上あるいはそれに近いもの)

順位	旧村名(大字)	字	縦×横(間)	換算面積(㎡)	註
1	北十津川村	榎谷奥グラ赤山	1500 × 1200	5.9 × 10 <sup>6</sup>	小字名グラマタは広域にわたる
2	野迫川村(立里)	赤谷奥	1080 × 600	2.1 × 10 <sup>6</sup>	現在は大塔村
3	東十津川村(小川) (上葛川)	古屋山	900 × 360 } 480 × 240 }	1.45 × 10 <sup>6</sup>	“小川新湖”を形成(合算)
4	十津川花園村(川津)	跡谷山	900 × 480	1.43 × 10 <sup>6</sup>	“野広瀬新湖”形成
5	大塔村(清水)	火ノ瀬山	600 × 600 (900 × 480)	1.32 × 10 <sup>6</sup> (1.43 × 10 <sup>6</sup> )	“河原樋新湖”形成 カッコ内は北十津川村(長殿)に記載の数字
6	北十津川村(杉清)	燧谷山	900 × 480	1.43 × 10 <sup>6</sup>	
7	北十津川村(杉清)	山葵山	800 × 500	1.32 × 10 <sup>6</sup>	“山葵新湖”形成
8	東十津川村(高滝)	(記載なし)	720 × 500	1.19 × 10 <sup>6</sup>	
9	十津川花園村(池穴)	岩井谷山	700 × 500	1.16 × 10 <sup>6</sup>	
10	北十津川村(山天)	松本山	1500 × 200	9.9 × 10 <sup>5</sup>	崩壊の深さ40間, “山天新湖”形成
11	北十津川村(山天)	大塔山	600 × 480	9.5 × 10 <sup>5</sup>	



第1図 小川古屋山の地すべりの模式断面図  
1: 酸性岩岩床 2: 岩屑崩土  
(北へ40°±で傾斜する地層の流れ盤構造が明確である)

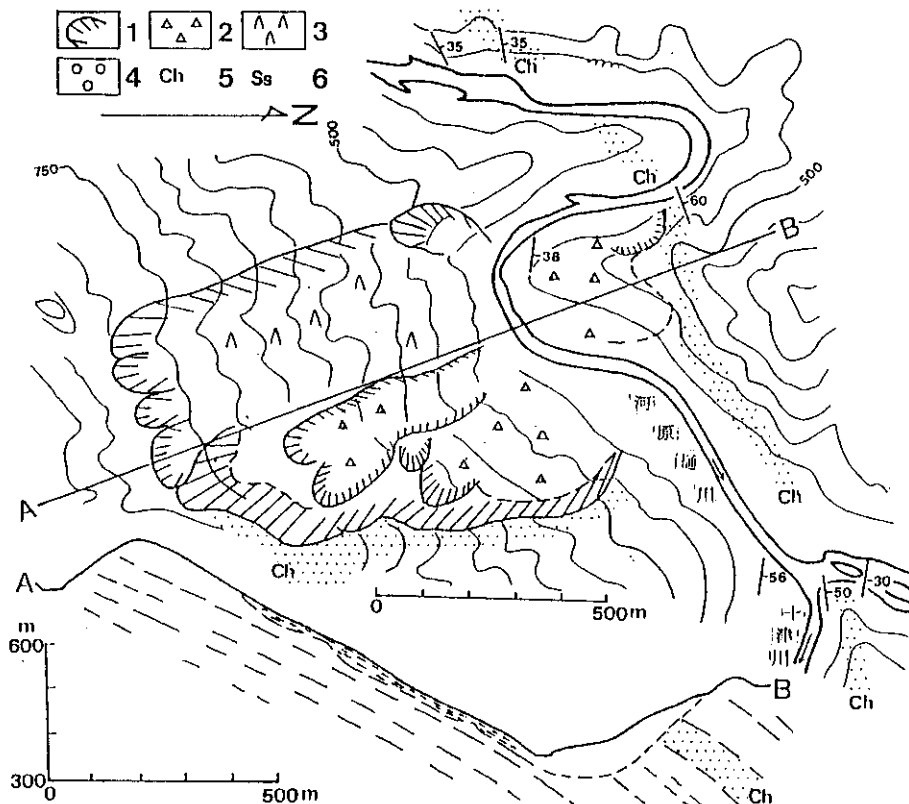
公表)の地質資料を参考にして、現地調査で確認した。その結果、これらの崩壊性地すべりはいずれも四万十帯の砂岩あるいは砂質頁岩、チャート、緑色岩などの硬質の地層が長大なケスタ地形を形成していて、それが崩壊しており、すべり面は頁岩層(あるいは頁岩と下盤の硬質岩との層理面)に形成されたものである。向斜部の脚部にあたるものを含めて、いわゆる流れ盤構造をなしており、層状あるいは板状の地塊が滑落したものである。これらのうちのあるものはさらに河川の攻撃斜面に位置しており、地形因子がもうひとつの決定的因子となった可能性もある。

また、すべり面は必ずしも斜面基部の河床に達しておらず、V字谷の斜面上部の遷急点近傍の斜

面にみられる場合が少なくない。遷急点下位のV字谷をなす斜面は、更新世末期～完新世における下刻作用によって形成されたと考えられるが、すべり面を形成しやすい頁岩層がこの下刻作用によりV字谷斜面にあらわれ、その背後の長大な流れ盤斜面の不安定因子が一層促進された可能性はきわめて高い。大規模萌壊性地すべりの発生した斜面は、このような不安定化因子を有しており、大規模地すべりの前駆的現象としていわゆる岩盤クリープ現象がおりうることは十分に考えられる。

### 3-A 小川古屋山

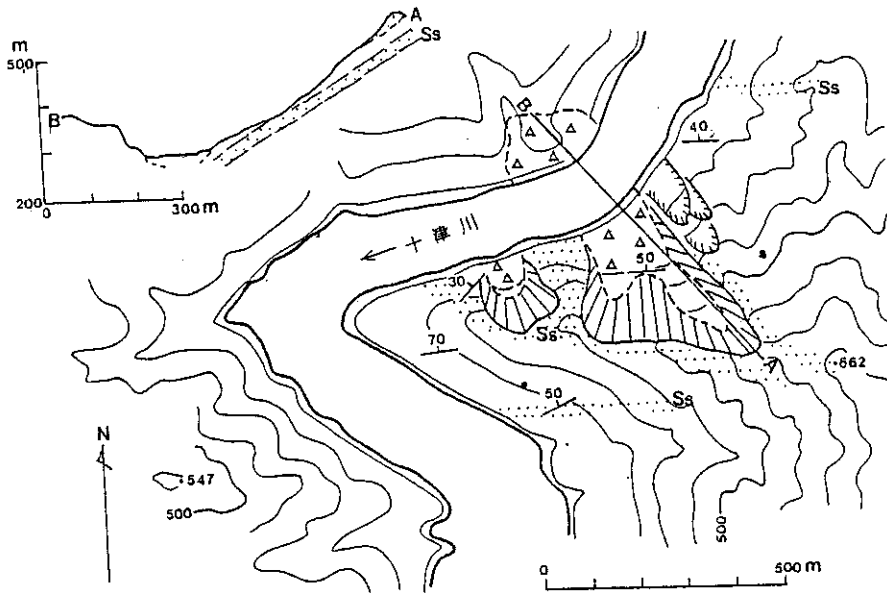
本域及びその周辺部の地形・地質状況ならびに模式断面図は十津川村(1983)、平野(1983)によって示されている。それによれば北向き斜面が崩落しているが、該当部分は主に日高川層群の頁岩(一部は砂岩を含む互層)からなり、その中に石英斑岩質の岩床が進入していて、明らかに流れ盤構造をなす(第1図)。今回の現地調査でも、石英斑岩の岩床が従来示されているよりもやや急傾斜でむしろ岩脈に近いと考えられる点を除けば、同様の状況が確認された。さらに、地すべり部分が小さな向斜構造となっていることと、小断層が斜面西端付近を南北に横切って走っていることが、斜面の不安定化を一層促進していた可能性がある。現在もスランプ滑動をしたとみられるやや破碎の進ん



第2図 河原樋火(樋)之瀬山の地すべり地質図・断面図

- 1: 主滑落崖 2: 岩屑崩土 3: 滑動ブロック  
4: 2次の崩壊性堆積物 5: チャート  
6: 砂岩

(この風例は、図-3～図-5に共通である)



第3図 高津中山の地すべり地質図・断面図

だブロック状の岩体が認められる。なお、崩土は白谷川を閉塞し、小川新湖を形成した。

### 3-B 河原樋火(樋)ノ瀨山

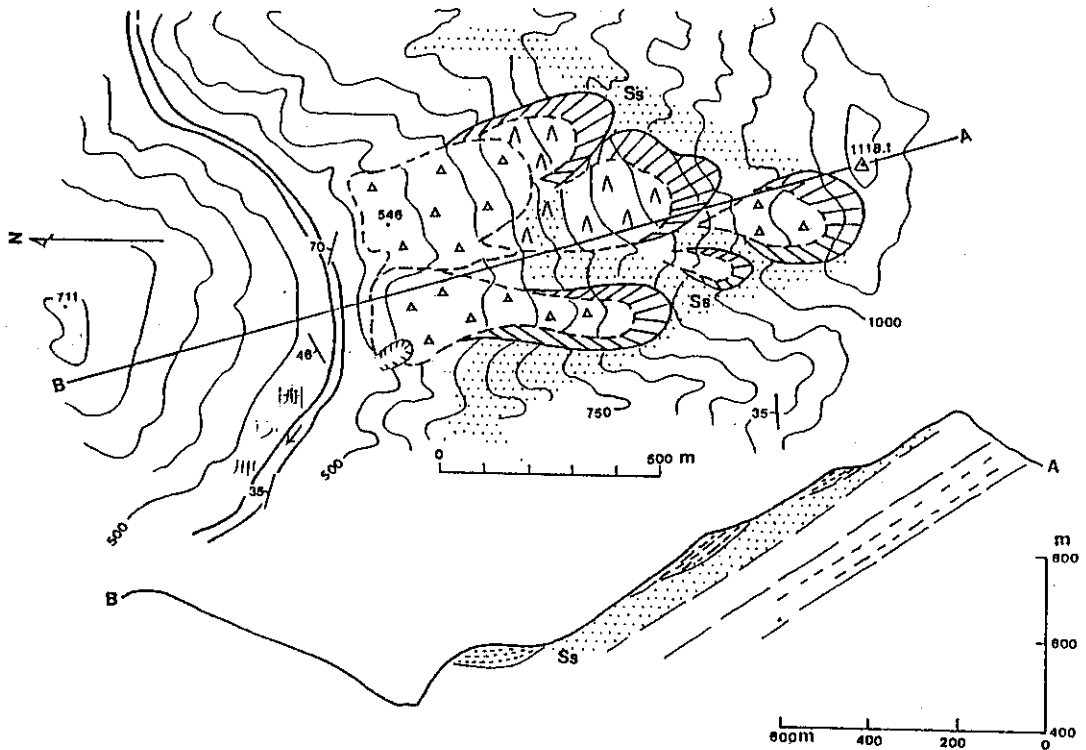
第2図に地形・地質状況ならびに模式断面図を示す。現在の地形をみると、地すべり地の東側には露岩の急斜面 (free face) が連なるが、西側には古屋山の場合と同様にわずかに変位したと思われる流れ山状の地形が滑落崖付近にみられる。地質的には崩壊した部分は砂質頁岩を下盤にして頁岩部分が滑落した流れ盤構造をもち、かつ、河原樋川の攻撃斜面にあたるという地形配置を示している。崩土の一部は現在も川の対岸に残っていて、当時、河原樋新湖を形成した天然ダムはむしろ崩土を供給した斜面側で決壊したことがわかる。

### 3-C 高津中山

地すべり部分には大きな崖が残り、対岸には風屋ダムのバックウォーターに一部沈んではいるが崩土からなる小山が残っている。これは十津川本流を横塞した林新湖の天然ダムの跡である。地形・地質状況ならびに模式断面図を第3図に示すが、この場合にも約 $30^\circ$ ではぼ北へ傾斜する砂岩層を下盤にして主として頁岩部分が崩落した流れ盤構造であり、かつ、十津川の攻撃斜面だといえよう。

### 3-D 天川村塩野

地形・地質状況ならびに模式断面図を第4図に示す。現在の地すべり地形は2つの部分、すなわち斜面上部のものと下部のもの、からなっている。前者は小規模であるが後者は大規模でさらにいくつかのユニットに細分される可能性がある。地質状況については露頭が十分でないこともあって必ずしも満足な結果は得られていないが、天ノ川に沿って不明瞭な向斜軸があると考えられ、地すべり部分はその南側の流れ斜面で、硬質のチャートを下盤にして頁岩優勢部分が滑動した



第4図 天川村塩野の地すべり地質図・断面図

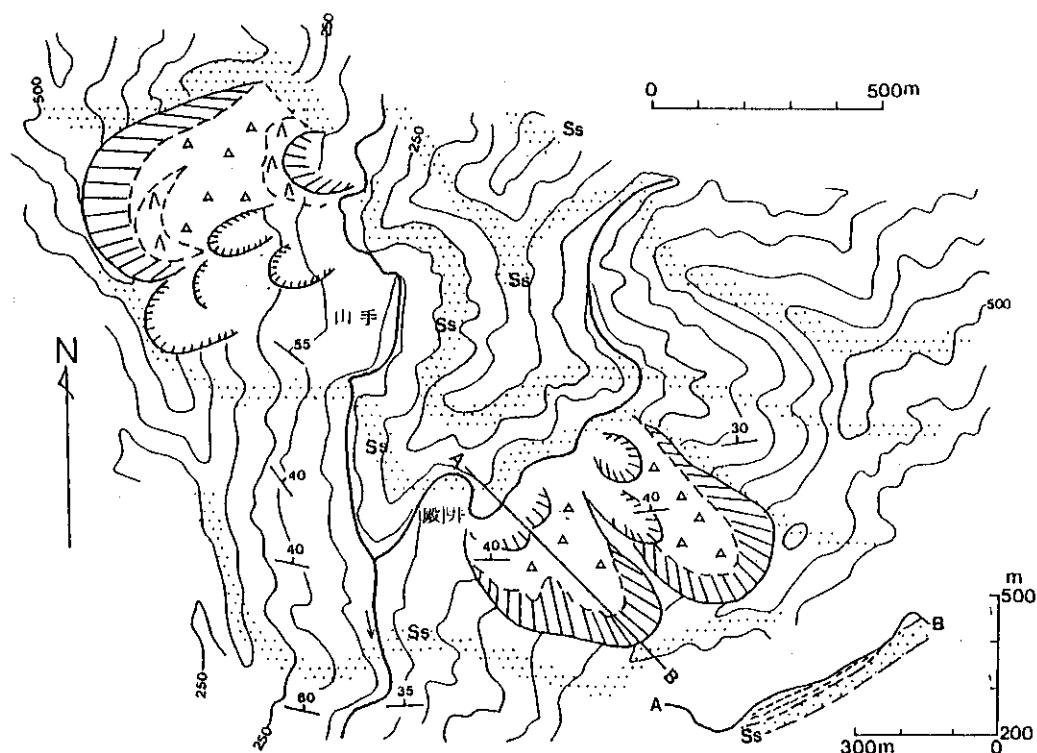
と考えられる。地形配置としては天ノ川の攻撃斜面に当たっている。

### 3-E 山手・殿井

第5図に地形・地質状況を示す。本域の地層は一貫して北落ちで、部分的に急斜部をはさみ平均傾斜は $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ である。それに対して走向は系統的に変化し、図の西端付近の $N 30^{\circ} W$ から東へゆくにつれて東西となり、やがて $N 70^{\circ} E$ まで変化し、北東端で再び $N 60^{\circ} W$ 方向となる。このような地質構造に変化に対応して地すべり地の発生した斜面の方位がそれぞれ $N 60^{\circ} E$ 、 $N 20^{\circ} W$ となっている。地すべり地は硬質の砂岩あるいは砂質頁岩を下盤にして主として頁岩部分が滑動しており、地層の走向傾斜からみてもいずれも流れ盤構造である。とくに殿井の集落付近に発達する地すべり地は北東部と南西部の2つの部分にわかれ、林野庁の空中写真でみるかぎり北東部のものが地形的には新鮮かつやや大規模である。しかし、流れ山状の地形はいずれの部分にも発達していない。平面形はいずれの部分も短冊状であり、この点からも層すべりの場合の一典型ではないかと考えられる。

## 4 あとがき

十津川流域の大規模崩壊性地すべりは、急性群発型の破碎帯地すべりとされ、その典型的な山地災害といわれてきた(小出, 1955, 1973)が、前述のように、 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の中程度に傾斜した固結度の高い成層岩の流れ盤斜面上に発生した普遍的な地すべり現象の一形成である。地すべり現象が



第5図 山手・殿井の地すべり地質図・断面図

砂岩～砂質岩の走向・傾斜の変化と流れ盤斜面の関係に注意。これらの地すべりはいずれも流れ盤型である。

流れ盤斜面に多発することは一般的に言及され、筆者らは破碎帯地すべりの典型といわれる三波川帯において具体的に実証した（藤田ほか、1976；藤田、1983など）。このことが四万十帯でも明確に成り立つことはすでに述べた通りであり、和泉層群を含めて中生層（白垂系）でことに明瞭に示されることを、現地調査を通じて実感した。今回でも山手・殿井の例は地質構造と流れ盤斜面の方向、そして地すべりの発生との相関を見事に示している。この事実の普遍性を認めるならば、地すべり現象は地質構造の有力な地形的表現であり、それを利用した斜面解析は地質構造解析にきわめて有効であると考えられる。ことに、1/5,000～1/10,000程度の地形図に表現される地質構造と空中写真判読による地形との相関はきわめて高いということを強調しておきたい。

## 謝 辞

本研究は、京都大学防災研究所奥田節夫教授が代表者となった「災害資料にもとづく崩壊災害の復元・分析の危険域の予測」（文部省科研費、自然災害特別研究）の研究の一環としてなされたものである。奥田教授ならびに研究グループ各位に感謝の意を表したい。また、グループの一員であった京都大学防災研究所後町幸雄氏は、1984年8月に急逝された。謹んで御冥福をお祈りする。種々御協力をいただいた十津川村役場、貴重な資料を提供された大阪市立大学八尾 昭氏、地質調査所の木村克己氏に厚く御礼申し上げる。

## 文献

- 千葉徳爾：明治22年十津川災害における崩壊の特性について（Ⅰ），（Ⅱ）．水利科学，19，2，39-54．同，19，4，20-38．
- 藤田 崇・平野昌繁・波田重熙，1976：徳島県川井峠近傍の地すべりの地質構造規制．地すべり，13，1，25-36．
- ，1983：結晶片岩地域の地すべりの地形・地質的特性．地団研37回総会災害シンポジウム資料集，60-65．
- 藤田佳久，1983：明治22年の十津川大水害．地理，28，4，64-73．
- 平野昌繁，1983：空中写真でみる崩壊災害とその予知のための問題点——とくに初生的大規模崩壊の地質構造規制について——．自然災害科学，2，4，18-25．
- ・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・後町幸雄：1889年8月豪雨による十津川災害の再検討——とくに大規模崩壊の地質構造規制について——．京大防災研年報，27，B-1，369-386．
- 籠瀬良明，1976：明治22年十津川水害．歴史地理学紀要，18，201-225．
- 小出 博，1955：日本の地すべり．東洋経済新報社，259．
- ，1973：日本の国土（上・下）．東大出版会，556．
- 宮本常一，1958：十津川崩れ．水利科学，2，3号83-94．
- 中沢圭二（代表者）1984：近畿地方を中心とする後期古生代～古第三紀の堆積盆の変遷．DESK 総研報告，京都大学理学部，127．
- 瀬尾克美，1977：十津川災害について．新砂防，30，2，11-15．
- 徳岡隆夫・原田哲朗・井内美郎・石井知良・木村克己・公丈富士夫・中尾志津男・坂本隆彦・鈴木博之・谷口純造，1981：龍神地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，69 p．
- 十津川研究グループ，1980：新宮川上流とくに十津川上流地域の地質．文部省特定研究報告書，21 p．
- 十津川村，1983：古八野地区の地質．紀伊半島林植物公園基本計画，20-23．
- 吉野郡役所，1891：吉野郡水災誌，卷之一～卷之十一（1977・1981復刻）．