

地すべり崩積土ブロックに関する研究

藤田至則*

A Study on the blocks of the landslide debris

by

Yukinori FUJITA

(Abstract)

In the study of the result of the Mushigame landslide investigation (FUJITA *et al.*, 1981; KUNIYASU *et al.*, 1982), the present authors have reached the following conclusion:

1. The landslide debris is separated into small blocks by parallel normal faults and crossed normal faults (Fig. 2). The cause of this feature has been successfully confirmed by means of the visco-plastic model experiment (Fig. 10).
2. Within one landslide area are found groups of small blocks composed of parallel normal faults on the upstream side and crossed normal faults on the downstream side that occur in pairs (Figs. 2, 6, 7, 8). A group of such small blocks is called a medium block in this paper. Mode of occurrence of the medium block has been confirmed also by the visco-plastic model experiment (Fig. 10).

From the above standpoint, the authors surveyed three areas of landslide in Niigata Prefecture—Kamibanba of Arai-city, Nigorisawa of Nagaoka-city, and Nakamaruke of Sekikawa-mura—with the results as follows:

- a) No phenomenon contradictory to the views given in the foregoing 1~2 was recognized in these landslide areas.
- b) It was proved that the landslide debris belongs to the recurred landslide of older times.
- c) Some of the small~medium blocks of the landslide debris seem to be reactivated older landslide blocks.
- d) It is possible that the parallel normal faults in the upstream parts and in the topmost parts of medium blocks have attained to a considerable depth, and the normal faults in these parts may cause sliding again.
- e) The authors have proceeded with their work based on a viewpoint that the occurrence of multiple medium blocks is attributable to a rise of the basement of the landslide area, but they have not succeeded in verifying this view as yet.

*新潟大学積雪地域災害研究センター

ま え が き

筆者は、1980年4月9日未明、新潟県古志郡山古志村字虫亀に発生した虫亀地すべりの崩積土ブロックの構造に関する調査を進め、あらまし次のような結果をえた(藤田ほか3名, 1981)。

1: 地すべり崩積土は、しばしば下流側へ傾斜する正断層によってブロック化し、しかもこの正断層の上盤は上流側へ転倒し、このため、転倒した旧地表面上の表土(立木)が上流方向へ倒れている。こうした断層を平行正断層(parallel normal fault)とよぶことを提唱した(図-1・2)。

2: 地すべり崩積土が、上記とちがって、上流側へ傾斜する正断層によってブロック化し、この断層の上盤が下流側へ転倒し、このため転倒した旧地表面上の表土(立木)が下流側へ倒れている場合がある。こうした断層を交差正断層(crossed normal fault)とよぶことを提唱した(図-1, 2)。

3: 上記の2つの性格の異なる正断層により崩積土は小さいブロック——本論ではこれを小ブロックと呼ぶことにする——に分かれているが、図-1の2の断面図と図-2の模式図に示したように、地すべり崩積土の小ブロック群は、上流側の平行断層と下流側の交差正断層とが対になって、ある単元を示す小ブロック群——本論ではこれを中ブロック(図-1の1)と呼ぶことにする——を構成していると主張した。

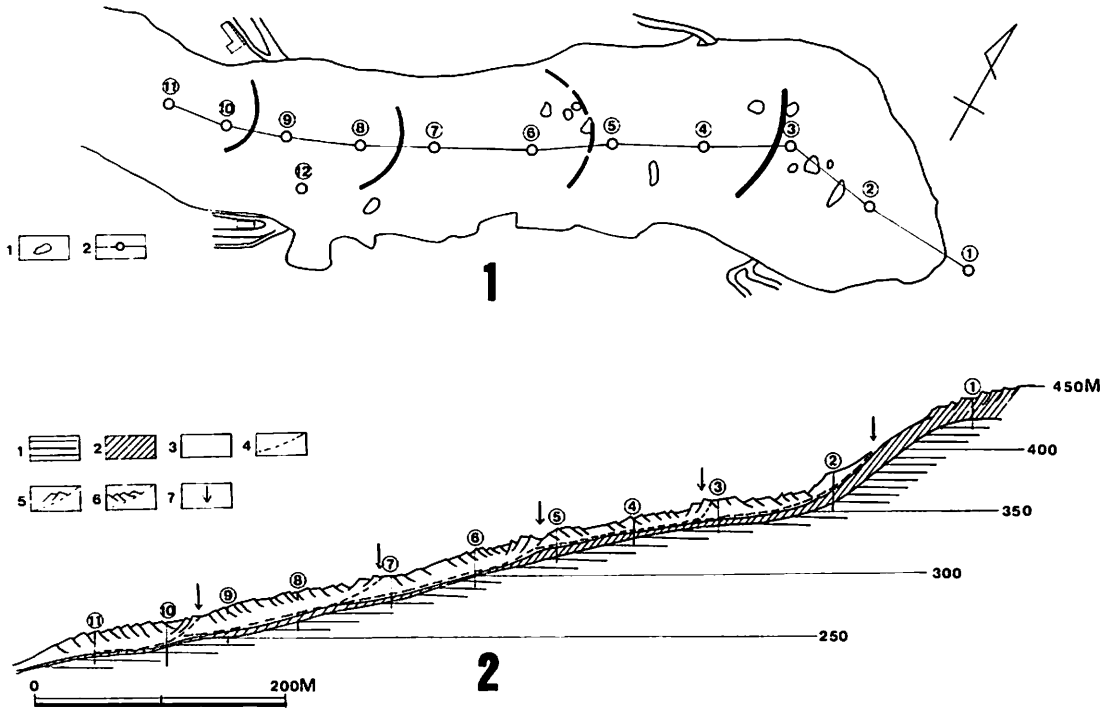


図-1 中央崩積土の中ブロック(1)と地質断面図(2)(藤田ほか3名, 1981)

①~⑪: 新潟県庁土木部によるボーリング位置と、その資料による地層区分を示す。

1: 椎谷層(上部中新統), 2: 風化層, 3: 中央崩積土, 4: 推定2次地すべり面, 5: 平行正断層により回転した小ブロック, 6: 逆行正断層により回転した小ブロック, 7: 2次地すべり面上流側の部分。

Fig.1 A traverse geological section on the central landslide part

①~⑪: location of boring core by the Niigata Prefectural Office.

1: Shiuya formation (up. Miocene), 2: wethering part, 3: central landslide debris, 4: secondary landslide plane, 5: turned blocks by parallel normal faults, 6: turned blocks by crossed normal faults, 7: the upper most parts of the secondary landslide plane.

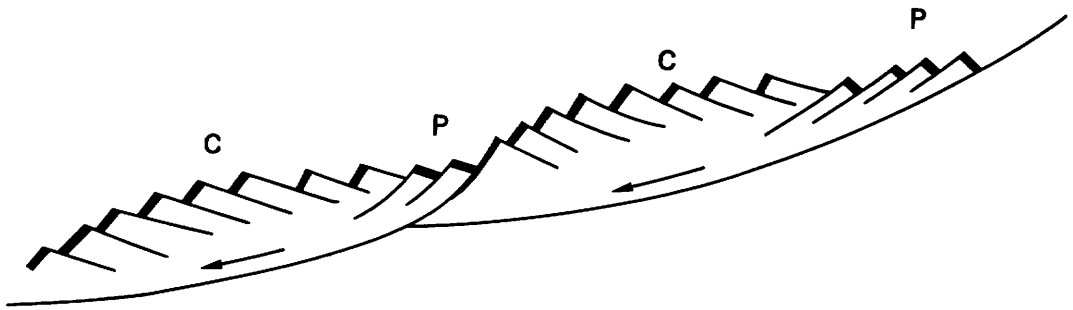


図-2 中央崩積土中の正断層の発達様式 (藤田ほか3名, 1981)

下底線: 2次すべり面, P: 平行正断層, C: 交差正断層。

Fig.2 Occurrence of the normal faulting on the central landslide debris
bottom line : secondary landslide plane, P : parallel normal faults , C : crossed normal faults.

4 : この中ブロックの下流側の部分は、しばしば崩積土が高まりをなしている場合があることについても指摘した。

5 : 地すべり滑落崖付近やその上方の山腹に分布する地すべり以前から存在していた平行正断層による凹地は、今回の虫亀地すべりの素因となったすべり面と同じ性格のものと判断できるので、地すべり予測に利用できるであろうことを指摘した。

6 : 崩積土の2つの正断層による中ブロックの認識は地すべり後における再すべり防止工事を施行するときに役立つ可能性があることについて指摘した。

以上にのべたような見方を提唱したのち、新しく発生した4つの地すべり崩積土のブロックについて調査を進めた結果、これらの見方が正しいことを検証することができたばかりでなく、1, 2の新知見をも得たので、ここに報告する。なお、上記の5.で指摘した地すべり予測に関する問題は本論からはずして別論文として報告する。

地形図を戴いた新潟県庁土木部、ならびに、本論をまとめるにあたり、援助をいただいた高浜信行・青木 滋の両氏、図の作製に協力してくれた鈴木幸治技官の諸氏に厚くお礼申し上げます。

Ⅰ 地すべり崩積土の小ブロック構造

新潟県における、新井市の上馬場^{かみばんば}、長岡市の濁沢^{にごりさわ}、関川村の中東^{なかまるけ}などに生じた地すべり崩積土などの構造についてのべるが、不動部、すなわち、冠頭部や崩積土側辺部などにおける平行正断層によるブロック構造、交差正断層によるブロック構造、また、特殊な構造としての地溝などにわけてのべ、それぞれが古い地形や地質とどんな関係にあるかなどについてのべる。

A 上馬場地すべり崩積土の小ブロック

1. 平行正断層による小ブロック

1981年1月25日午前一時頃、新井市上馬場遅屋敷付近に地すべりが生じた。これを上馬場地すべりと呼んでいる。この地すべりの冠頭部や側方不動部付近の崩積土における平行正断層の状況は次のとおりである。

まず、冠頭部付近の図-3の④とした地点には、滑落面の走向と平行し、上盤を冠頭部に向けて転倒さ

せる平行正断層が発達している。また、下流部でも㊦とした諸地点には、冠頭部方向へ上盤小ブロックを転倒させた平行正断層が発達している。

崩積土の両側の不動地に接して発達する平行正断層による小ブロック化の状況は、図-3の㊣で示した6か所に現われており、冠頭部へ小ブロックは転倒している。また㊦の周辺には、水田の畝部に断層が生じ、水田が転倒している例がいくつかみられる(写真-1)。なお、㊣地点の断層は、崩積土の横すべりによる剪断断層の可能性がある。

さらに、図-3の㊦の南方のように、冠頭部方向に対して小ブロックを転倒させる平行正断層と、側方の不動地方向へ小ブロックを転倒させている平行正断層が互いにクロスしている部分がある。どちらがどちらを切っているのかは判然としなかった。

2. 交差正断層による小ブロック

交差正断層により上盤小ブロックが下流側へ転倒している部分が、図-3の㊤で示した諸地点で観察できる。なお、立木が転倒(○に矢印)していることから、この付近に交差正断層が発達しているであろうことを推定したような場合もある。

3. 地溝状ブロック

図-4の㊦とした諸地点には地溝状におちこんだ小地形がみられる。一方が正断層であることはわかるが、もう一方の断層の性格はわからなかった。ここではともに、地溝内へ傾く正断層と表現してあるが、それは推定である。

4. 小ブロックと旧地形

そもそも、この上馬場の地すべり地における地すべり以前の地形をみると、古い地すべりによって岩体がぬけた跡が再び滑落したものと見えようである(別論文でのべる)。

また、この地すべり地は棚田地帯であるが、ここに発生した小ブロックを規定している正断層は、しばしば水田の畝部や小道のへりの部分に発生している。

B 濁沢地すべり崩積土の小ブロック

1980年12月31日～1981年1月1日にかけて長岡市濁沢付近に発生したいわゆる濁沢地すべりの崩積土の構造は次の通りである。

1. 平行正断層による小ブロック

まず、地すべり冠頭部下方では上盤小ブロックを冠頭部方向に転倒させた平行正断層が、図-4に㊦で示した諸地点に発達している。一方、㊧で示した地点は、下流部ではあるが、いずれも上盤小ブロックを上流の冠頭部方向に向けて転倒させる平行正断層が発達している。

図-4の㊦の諸地点には、上盤ブロックを、側方の不動部方向へ転倒させる平行正断層が発達している。

また、上流側の図-4の㊦地点付近では、冠頭部側へ上盤を転倒させた平行正断層と、東側の不動部側へ上盤を転倒させた平行正断層とが互いにクロスしている。どちらの正断層が切っているのか切られているのかは明らかではないが、前者の平行正断層が後者のそれによって切られているかに見える部分がある。

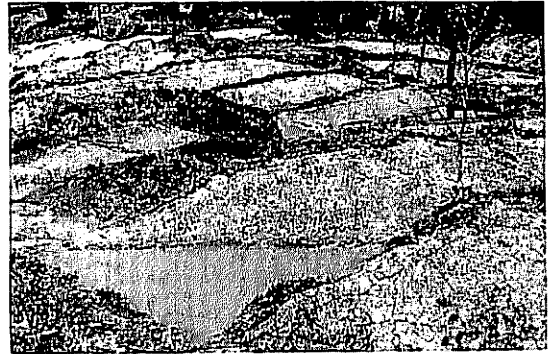


写真-1 上馬場地すべり地における平行正断層により転倒した水田——上流側からの景観——

Photo.1 The inclined water field by the parallel normal faults on the Kamibanba land-slide debris —— a view from the upper part of the landslide ——

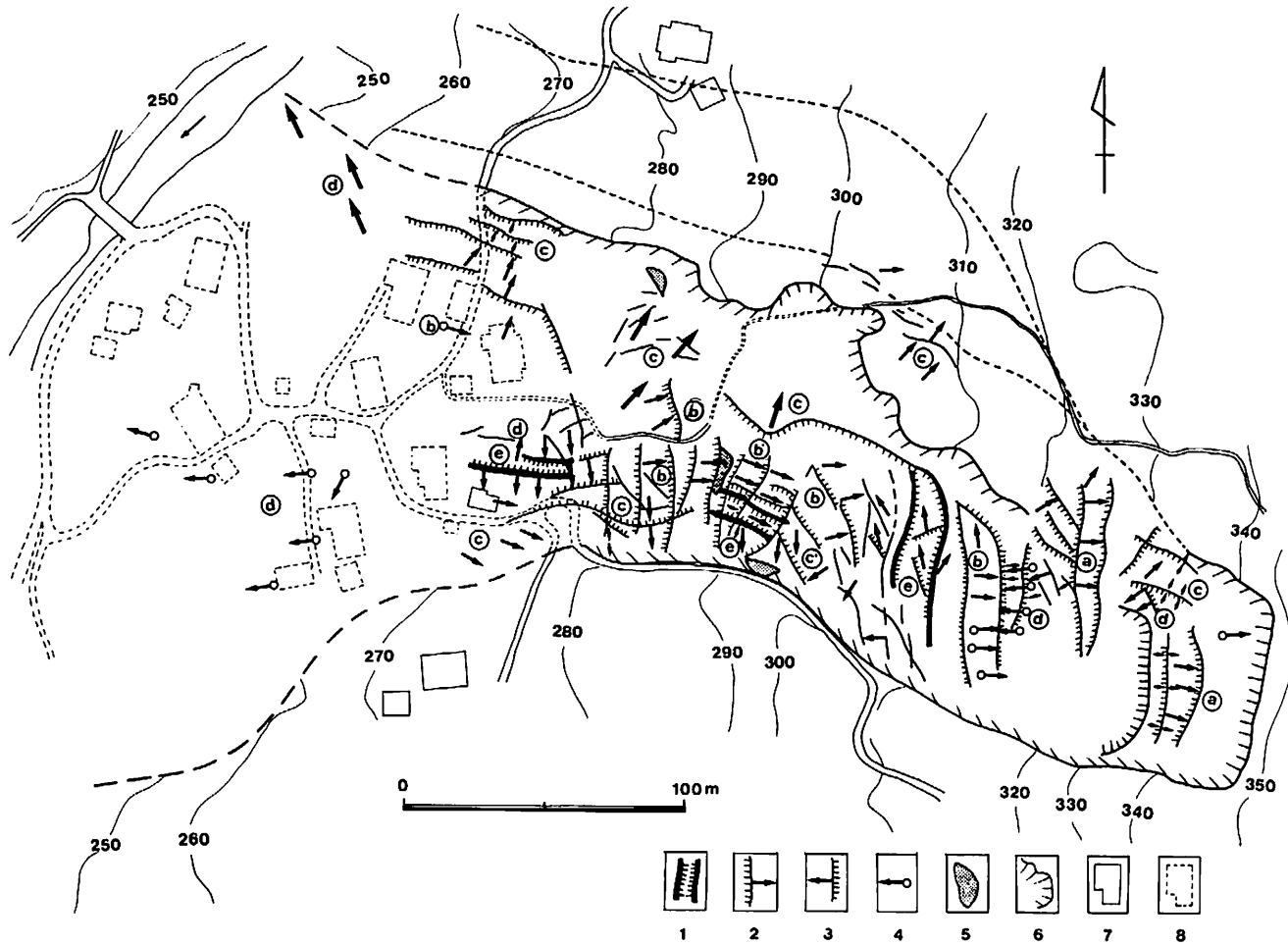


図-3 新井市の上馬場地すべり崩積土における正断層群の分布

地すべり前の地形図のため、地すべりによるずれは表現していない。北側下流で約25~30m、南側下流で約10~20m 西方へすべっている。

1 : 地溝, 2 : 平行正断層と上盤の転倒方向 (矢印), 3 : 交差正断層と上盤の転倒方向 (矢印), 4 : 倒木, 5 : 水溜り, 6 : 滑落~崩落崖, 7 : 被害のない家, 8 : 破壊を受けた家。

Fig.3 The distribution of the normal faults on the land-slide debris at Kamibanba of Arai-city

1 : graben, 2 : parallel normal fault and a falling direction of the hanging wall, 3 : crossed normal fault and a falling direction of the hanging wall, 4 : falling wood, 5 : pond, 6 : the sliding or falling wall, 7 : undestroyed house, 8 : destroyed house.

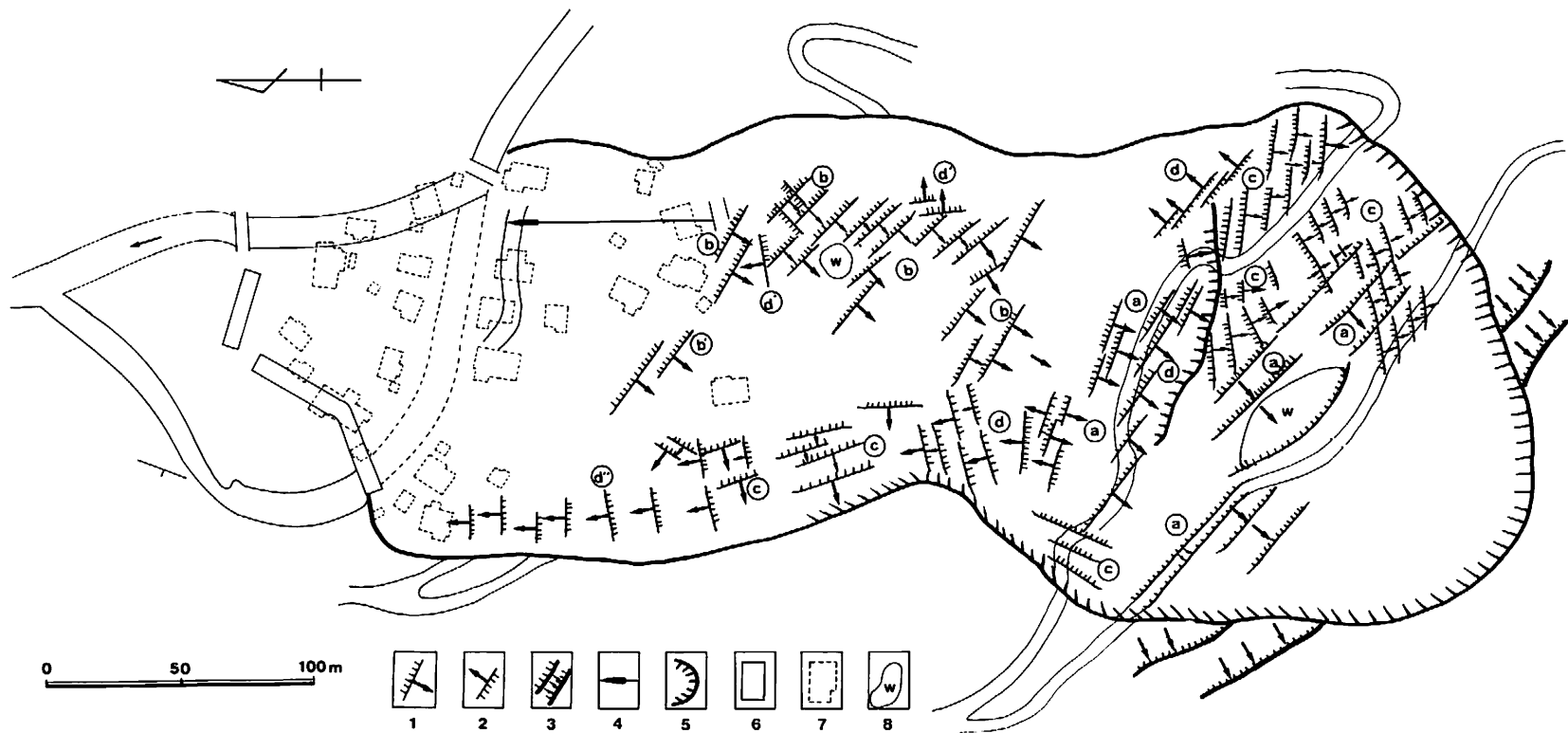


図-4 長岡市の濁沢地すべり崩積土における正断層群の分布

地すべり前の地形図のため、地すべりによるずれは表現していない。東側下流部では70~80m北方へずれている。

1：平行正断層と上盤の転倒方向（矢印），2：交差正断層と上盤の転倒方向（矢印），3：冠頭部の古い平行正断層と上盤の転倒方向（矢印），4：地すべりのすべりの距離，5：滑落崖，6：被害のない家，7：破壊を受けた家，8：池。

Fig.4 The distribution of the normal faults on the land-slide debris at Nigorisawa of Nagaoka-city

The lateral shifting of the land-slide debris at the eastern down stream side is about 70~80m.

1：parallel normal fault and a falling direction of the hanging wall, 2：crossed normal fault and a falling direction of the hanging wall, 3：old parallel normal fault and a falling direction of the hanging wall, 4：the sliding distance of the land slide, 5：the sliding wall, 6：undestroyed house, 7：destroyed house.

2. 交差正断層による小ブロック

図-4の㉔や㉕や㉖などの諸地点に、崩積土小ブロックを下流側ないし不動部と反対側に転倒させる交差正断層が発達している。しかし、これらのうち、㉔地点の転倒は小さいブロックが崖のへりでくずれ落ちたためとみられる。㉖は、次項でのべるが、表土の特殊な性質ともなって転倒したブロックとみられる。

3. 小ブロックと旧地形と地質

図-4の南西隅の㉔地点では、道路の両側に平行正断層が生じたために、写真-2に示したように、上盤ブロックに相当する道路が冠頭部に向かって転倒している。

図-4に示した断層の発達部位は、ほとんどが水田地帯である。こうした地帯では、しばしば水田の境界部、すなわち畝の部分や道路との境界などに正断層が発達し、上盤の水田や道路は不動部に向かって転倒している（写真-3）。また、冠頭部下の道路に近い部分に池があるが、正断層によって上盤の池の底面が写真-4のように転倒している。

冠頭部の滑落崖に現れている地質は、一部が中新統の砂岩層をさむ泥岩層からなっているとみられるが、それをおおって、よく締った古い地すべりないし山崩れによる崩積土がかなりの規模で発達している。とくに、崩壊度のいちじるしかったとみられる滑落崖の中心部に古い崩積土がよく現れている。

なお、前記の㉖の付近は交差正断層の発達部であるが、この部分には、地下水が集中し、表層部がとくに軟らかで、他の地点とちがった様相を呈している。

C 中東地すべり崩積土の小ブロック

1980年4月13日早朝、岩船郡関川村字中東に生じたいわゆる中東地すべり崩積土を小ブロック化させ、転倒させた正断層

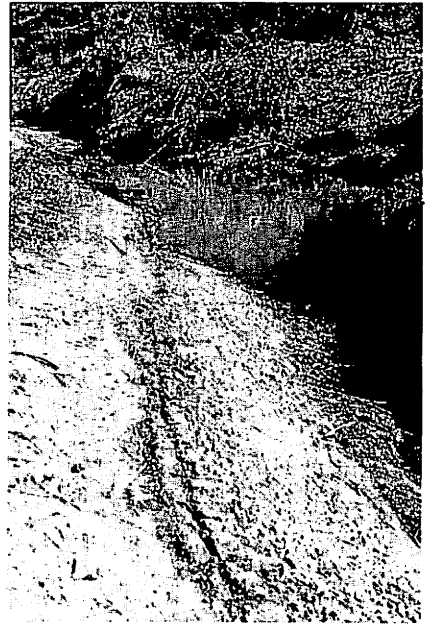


写真-2 濁沢地すべり地の冠頭部における道路面の冠頭部へ向っての転倒例 — 右側が冠頭部側 —

Photo.2 Inclined plain of road at the crown part of Nigorisawa land-slide — the right side is the crown part —

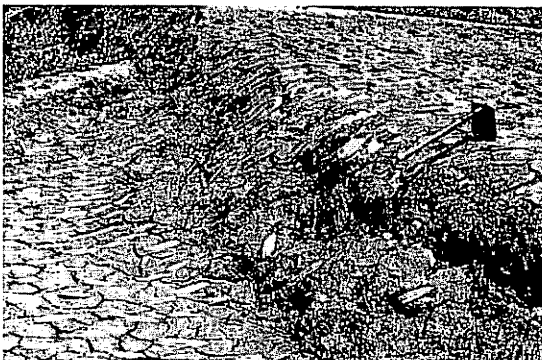


写真-3 濁沢地すべり地の水田に生じた平行正断層—柔かい土壤は切れずに撓曲している—
Photo.3 The parallel normal fault occurred in the water field at Nigorisawa land-slide — the soft soil on the fault is bend—



写真-4 濁沢地すべり地における池の底面の冠頭部へ向かっての転倒—池の手前の縁辺に平行正断層が発生している—
Photo.4 Inclined bottom plain of the pond at Nigorisawa — the parallel normal fault is developed at the marginal side of the pond—

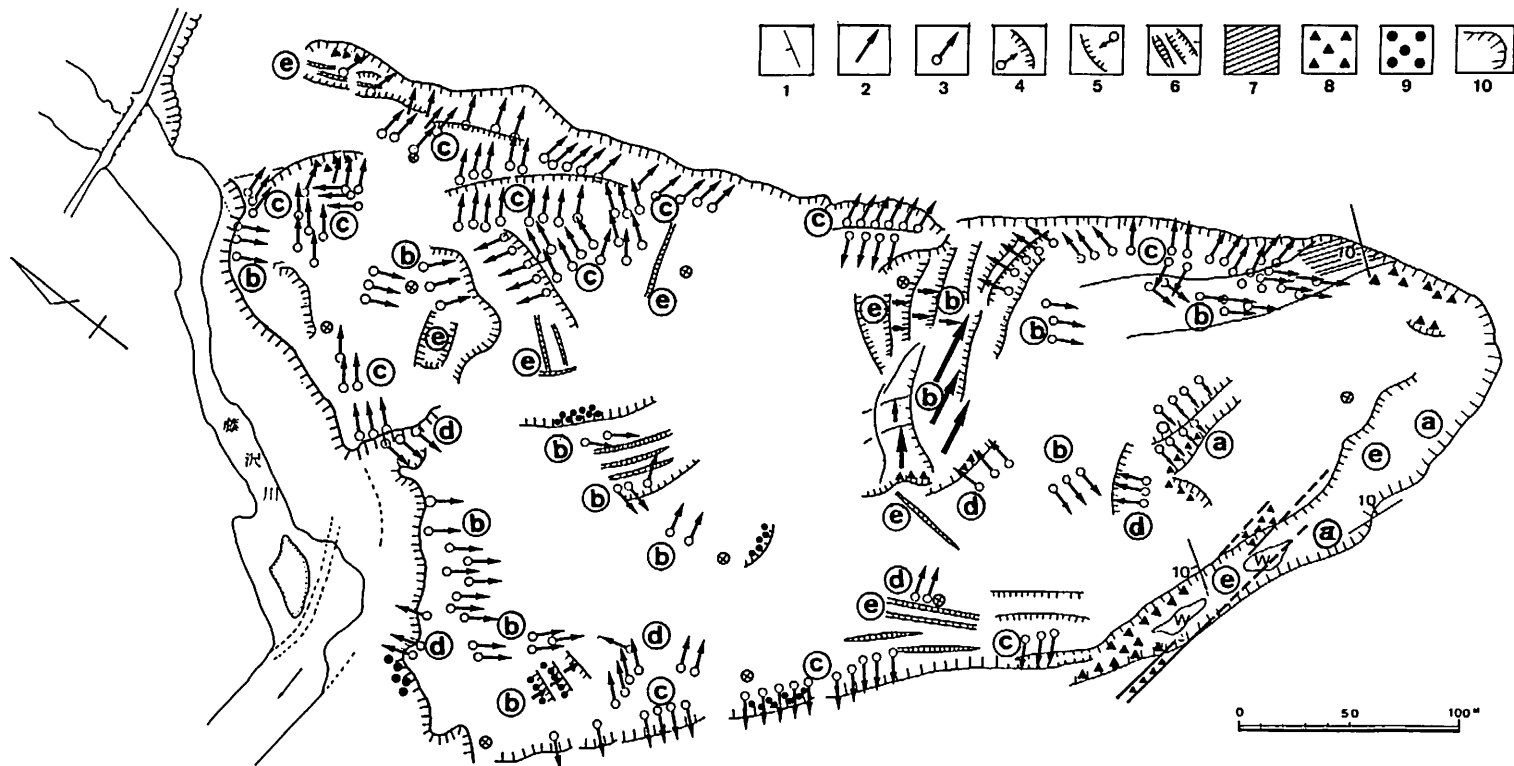


図-5 関川村の中束地すべり崩積土における正断層群の分布

地すべり後の地形図で作製した図である。移動状況は藤沢川への崩積土の突出度から、下流部で30~40mが推測され、それは冠頭部の地溝の拡大よりやや大きい程度とみられる。

1:中新統の走向・傾斜, 2:水田の転倒方向, 3:倒木, 4:平行正断層と上盤の転倒方向(矢印), 5:交差正断層と上盤の転倒方向(矢印), 6:地溝, 7:滑落時の條痕とその方向, 8:割れ目をうめた古い地すべり崩積土ないし古い地すべり崩積土, 9:段丘礫, 10:崩落崖。

Fig.5 The distribution of normal fault on the land-slide debris at Nakamaruke of Sekikawa-village

The lateral shifting of the land-slide debris at the down stream side is about 30~40 m.

1: dip and strike of Miocene series, 2: a falling direction of the surface of the water field, 3: falling wood, 4: parallel normal fault and a falling direction of the hanging wall, 5: crossed normal fault and falling direction of the hanging wall, 6: graben, 7: scratching tracks by the land-sliding on the basement rock, 8: debris of the old land-slide in the fissure of the basement rock, 9: terrece gravel, 10: land-sliding wall.

群の調査結果についてのべる。

1. 平行正断層による小ブロック

まず、図-5の㊸の各地点には、上盤の小ブロックを冠頭部に向かって転倒させている平行正断層が発達している。

また、図-5の㊹とした各地点には、大まかにみて、冠頭部の方向に向かって上盤小ブロックを転倒させる平行正断層群が発達している。

なお、図-5の㊺で示した諸地点には、崩積土の側方の不動部に対して、上盤の崩積土を転倒させる平行正断層が発達している。



写真-5 中束地すべりにおける平行正断層により転倒した倒木——左右両側に平行正断層が現れている——

Photo.5 The trees on the inclined field by the parallel normal faults inline to the direction of the crown part——Two parallel normal faults are shown on light or left side ——



写真-6 中束地すべり地における平行正断層によるブロックの転倒——右側が上流側、断層部は地溝状を示す——

Photo.6 Inclined land-slide block by the parallel normal fault at Nakamaruke land-slide ——the right side is the upper stream one, the faulting parts are like grabens ——

2. 交差正断層による小ブロック

図-5の㊻に属する諸地点には、上盤の崩積土を不動部の反対側へ転倒させる交差正断層が発達している。

3. 地溝による小ブロック

図-5の㊼に属する各地点には、崩積土が水平方向に開裂して、狭長な地溝が形成している。とくに、冠頭部の大きい地溝の幅は25~30mを示している。

地溝は、冠頭部と南西側にいちじるしく、また、下流側にも何か所かに発達している。この地溝については、本年報に掲載する別論文でくわしくのべる。

4. 小ブロックと旧地形・地質

この地すべり地には、図-5の中央部には水田が発達しているほか、沢ないし低地帯と低い山地からなっている。

この図に表現されている崩積土が小ブロック化した部分は、上記の水田、沢、低地帯に相当するのである。図-5の白色部は山地部に相当している。とくに、崩積土の周辺は、地すべり以前の沢地形をなしていた部分に相当している。とくに、冠頭部の地溝部には、今回の地すべり以前に、狭長な凹地形が存在し

ていたことは、地形図からも明らかである。

また、冠頭部の地溝の両側の岩盤は中新統の凝灰岩層を挟在する頁岩層からなっており、地溝の壁面の走向と一致するいちじるしい節理が発達し、それらの節理が幅数10cm以上に開裂し、その中に、やや締った古い地すべり崩積土がまっているのが観察できる。また、図-5に表現したように、南西部の地溝の両側面には、かなり広く、かつ、かなり厚い、ややしまった古い地すべり崩積土が発達しているが、これも古い地すべり崩積土の名残りともみられる。

Ⅱ 地すべり崩積土の中ブロックの問題（推論：1）

はじめにのべたように、すでに、虫亀地すべりの調査結果から地すべり崩積土が地すべりの過程で生じた正断層によって小ブロック化していること、正断層には2つの性格の異なるものがあり、それらは互いに対をなし、それらは1つの小ブロック単位、すなわち、中ブロック単元の上端と下端に発生したものであろうという見通しをえたことについてはすでにのべた。本調査はこうした見方を3つの地すべりに当てはめて進めたものである。その結果はほぼ1にのべたとおりである。

以下、中ブロックの性格について、3か所の地すべりで追認した結果についてのべる。

1. 上馬場地すべりについては、図-3に示したように、平行正断層や交差正断層を対として認識した、いわゆる中ブロックは、A、B、Cの3単元である（図-6）。

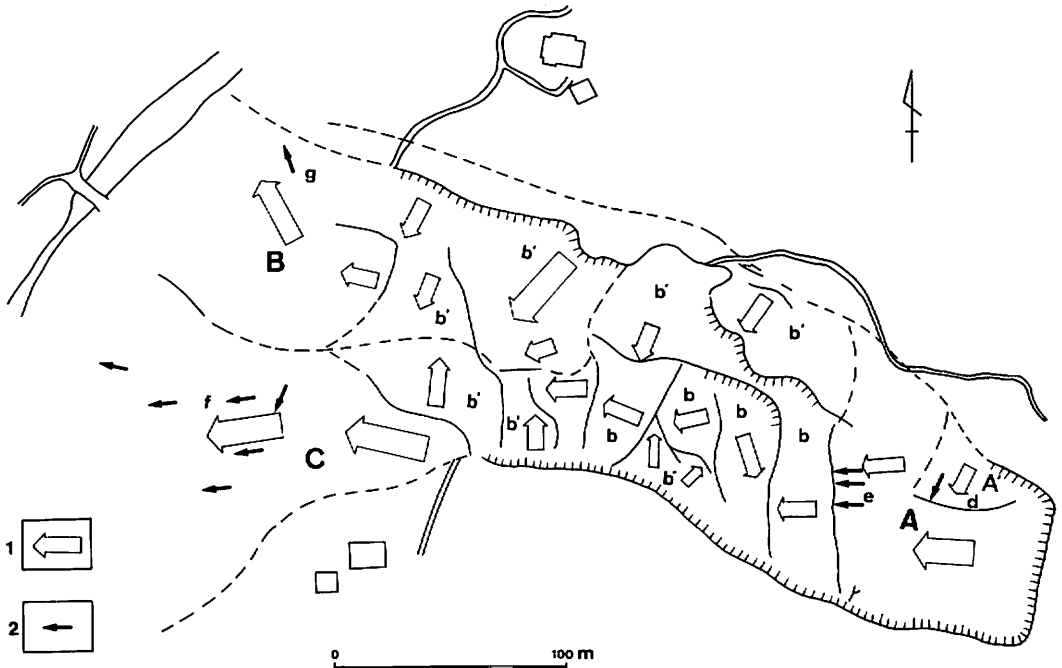


図-6 新井市の上馬場地すべり崩積土の中ブロックの分布

1：ブロックのすべり方向， 2：交差正断層による上盤の転倒方向。

Fig.6 The distribution of medium blocks of the land-slide debris at Kamibanba of Arai-city

1 : the direction of the sliding of medium block, 2 : the falling direction of the hanging wall on the crossed normal fault plane.

しかし、b印をつけたいくつかの小ブロック群は、それらの動きの方向から判断すると、むしろ、Bブロックに属するものと判断される。このことは、他のブロックにもみられるように、2つの正断層を対となして認定された中ブロックは、すべり方向を異にするいくつかの小ブロック群から構成されていることをいみする。

また、Cブロックには、平行正断層の発達が悪いが、それはやはり独立した中ブロックとみてよい。というのは、地元の人々の観察によると、地すべりの最終段階で、AやBの地すべりから派生したかのように、Cブロックが側方へすべるかのように動いたとされているからである。

なお、bブロック群とBのなす大きいブロックの動きはきわめて複雑である。たとえば、側方の不動地の縁辺に分布するbのブロックは中央崩積土の中心部へ向かってすべり、中央部に近いbのブロックは下流へ向かってすべっていて、大きいブロックの全体の動きがよく表現されている。

この地すべりは、棚田地帯に生じたものであるが、正断層の多くのものが、元の水田の境界部付近に発生している。とくに、Aブロックとbブロック群との境界付近には、地すべり以前に大きい落差のある地形が存在し、また、Bブロックの上流部は本地すべり地における最大の地形的落差の大きい部分である。すなわち、虫亀地すべりで認定した中ブロックの境界——下流側のブロック下端——には地形的高まりがあるという見方とも一致している。

2. 濁沢地すべりにおける平行正断層と交差正断層を対とする中ブロックは、A、Bの2つが区別される(図-7)。

Cブロックは、Bの一部の可能性がある。ここでは、図の2で示した交差正断層群が多く発達しており、それは、この付近の表土が地下水によって非常に軟かくなっていることから、水平引張が強く作用したために生じた特殊なものと判断される*。また、上流側に、交差正断層と対をなすべき平行正断層

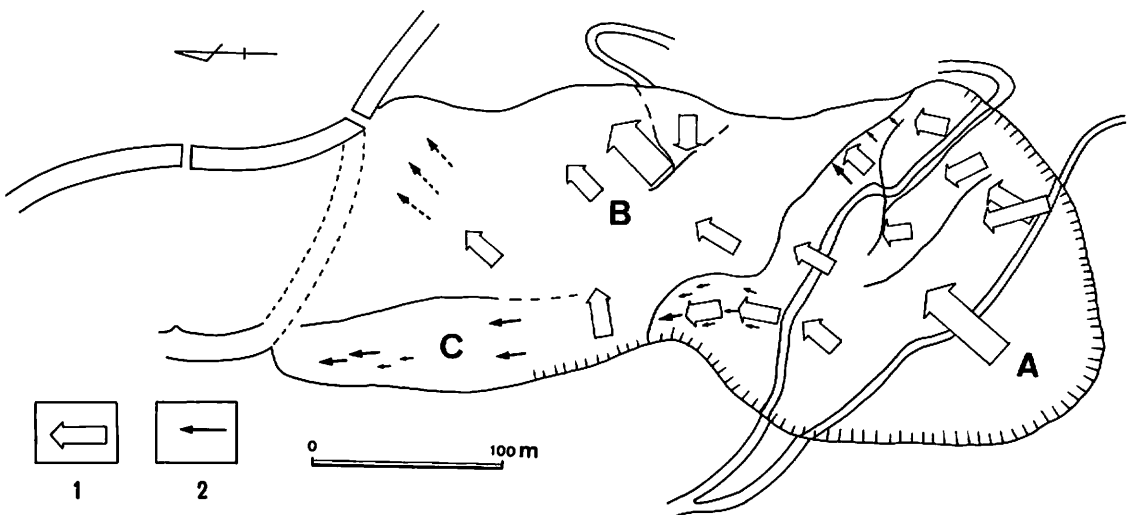


図-7 長岡市の濁沢地すべり崩積土の中ブロックの分布

1:ブロックのすべり方向, 2:交差正断層による上盤の転倒方向.

Fig.7 The distribution of medium blocks of the land-slide debris at Nigorisawa of Nagasaki-city
1 and 2: same as index of Fig.6.

* 虫亀や上馬場などでも、局所的に軟質表土部に小規模ながら交差正断層が発生している例がみられた。今後、解決すべき課題として残したい。

の発達が悪いこともCが独立した中ブロックではない可能性があることをいみしている。

この地すべりにあっては、Aブロックの下流部、Bブロックの下流部が、いずれも、地形的ないちじらしい落差のある場所に相当している。このことは、虫亀地すべりで見出した中ブロックが地形の高まりと相関があるという見方を支持している。

3. 中東地すべりにおける平行正断層と交差正断層を対としてみとめられる地すべり崩積土の中ブロックは、A, B, C, D, E, Fなどである(図-8)。GとHのブロックは、両正断層の対応関係ははっきりしないばかりでなく、gやhのブロックのように、両方の中間的な性格を示すものが付随している(図-8)。G, H, g, hなどはもともと1つのブロックをなして動いていたのかもしれない。

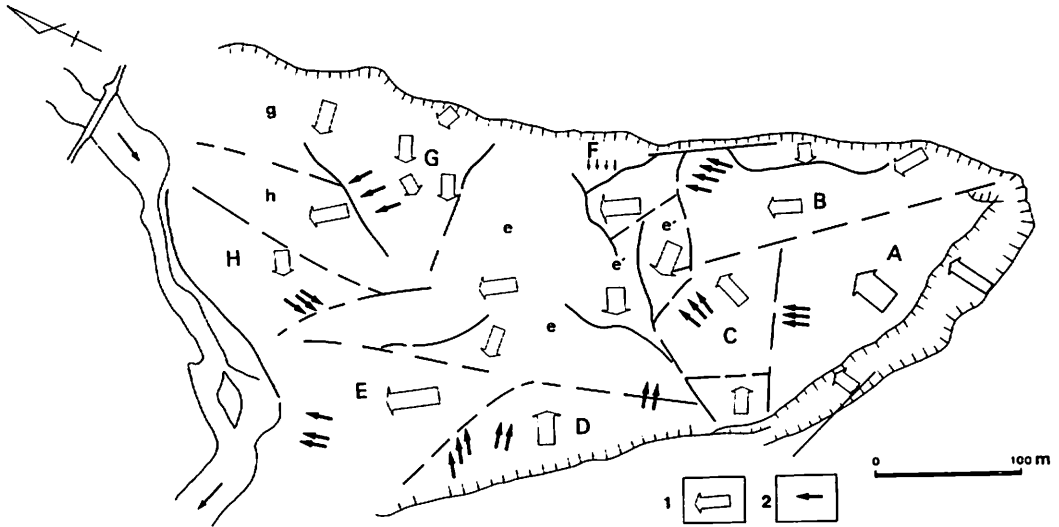


図-8 関川村の中東地すべり崩積土の中ブロックの分布

1:ブロックのすべり方向, 2:交差正断層による上盤の転倒方向.

Fig.8 The distribution of medium blocks of the land-slide debris at Nakamaruke of Sekikawa-village

1 and 2 : same as index of Fig.6.

A, B, C, D, E, Fなどの中ブロックの境界部はいずれも地形上の落差部に一致している。また、A, B, C, Fとe'のブロックを1つのグループとして、また、それより下流のすべてのブロックを1つのグループとしてみることができる。この両グループの下端部にはいずれも水田が発達しており、そこには地形上の大きな落差が現れている。この地すべりにあっては、中ブロックだけでなく、上記のような大ブロックにも、虫亀でみられるような関係がみられるということである。

Ⅲ 地すべり崩積土のブロック化の原因(推論:2)

かつて虫亀地すべり地において、平行正断層と交差正断層を見出し、かつ、それらが対となって中ブロックを形成しているという見方を提出し、それらの成因に関しての1つの作業仮説をも提出した。これらにもとづいて、上馬場、濁沢、中東の各地すべり地で調査した結果、上記の見方と作業仮説を吟味することができたばかりでなく、新しい見方もえられたのでここに報告する。

A 崩積土に正断層が発生する原因

筆者らは、虫亀地すべり崩積土の調査・研究（藤田ほか3名，1981）により，崩積土に正断層が発生する原因については本質的には解決済みとみていた。藤田らは，次のようにのべている。

すなわち，これらの正断層は，水平方向の引張の場で発生するのが道理であって，崩積土が流下の過程で，次第に引きのばされているということから考えれば，地すべり崩積土上に正断層が発生するのは当然のことであり，また，冠頭の平行正断層群は，VARNES（1972）がのべている slump 型の地すべり形態そのもので，slump 地塊の頭部表面は，斜面に対して傾動しているという点において藤田らの結果との差は全くないとしたのである。一方，下流側の交差正断層については，CLOOS（1929）の地溝に関する塑性モデルの実験結果に現れた，2つの正断層に対応させると説明できるかもしれないもの（のべているもの），必ずしも，CLOOS のモデルでは，交差正断層は説明できないとし，未解決の課題として残しておいた。しかし，その後筆者らは，この問題を解決するために，粘塑性モデル実験を行い，この問題を基本的に解決したと考える（国安・長谷川・藤田，1982）。これによれば，地すべり崩積土の滑落過程で，滑落部付近には，まず，平行正断層系が，滑落層の深部から次第に表層部へと発達し，滑落をはじめると次第に多くの平行正断層が発生していく。つづいて，下流側の滑落層の表層部に近いところから，交差正断層が発生し，この断層は次第に深層部へと発達していく。こうして，2つの正断層を境にして，それぞれの上盤の小ブロックは，野外にみられるのと全く同じく，それぞれ，上流側ないし下流側へと転倒していくのである。これについては別にくわしく報告する予定である。こうして，上流側に平行正断層，下流に交差正断層が発生し，それらが地すべり時に1つの崩積土ブロック単位，すなわち，ここにいう中ブロック単位をつくるという理由が明らかにされたのである（図-9）。

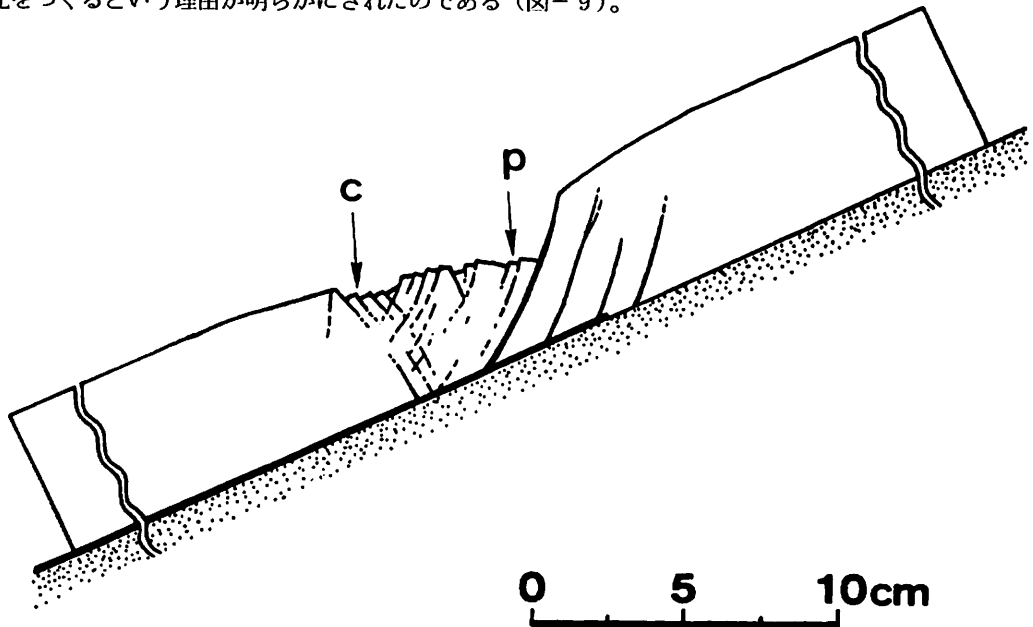


図-9 モデル実験による地すべり崩積土における平行正断層と交差正断層の発生（国安・長谷川・藤田，1982）

P：平行正断層， C：交差正断層， すべり面の太線はすべり易くした部分を示す。

Fig.9 The modeling experiment's result as to the occurrence of the normal faults and the crossed normal faults in the sliding debris by the visco-plastic model (KUNII-YASU·HASEGAWA·FUJITA, 1982) P: parallel normal fault, C: crossed normal fault.

この実験結果を参考にすると、上記のすべての地すべり地には多くの小ブロックが発達しているが、それらをもたらした正断層群は、一部の平行正断層を除けば、あまり崩積土の深部までには発達していないかみえる。もし、これが正しければ、やはり大規模な再すべりは、中ブロックを壊す深くまで発達している正断層、ないし、それに付随して発達している正断層付近で生じるものと考えられる。

さて、今回の3か所の地すべり崩積土において、上記の虫亀地すべりで見出された結果と、その原因論は一層明確にされたように思う。しかし、中ブロックとした單元には単なる小ブロック單元だけでなく、ここにいる中ブロックと小単元の中間的なブロックも存在しているという事実も明らかにされた。この原因は、次項でのべるように、崩積土ブロックが地すべり以前に生じていたためであるとみられる。

B 崩積土の中ブロックの成因

上記ののべたように、一般論として、地すべりの冠頭部側に平行正断層、下流側に交差正断層が生じるということは、モデル実験によって説明することができたのであるが、しかし、上記のように虫亀だけでなく、上馬場、濁沢、中束のどの地すべりにも、こうした中ブロック單元が複数で現れるのはどういう理由によるものであろうか。

じつは、この課題については、すでに筆者らは、虫亀地すべりの報告の中でふれている（藤田ほか3名、1981）。すなわち、2つの正断層を対とする複数の中ブロックが分布しているが、これらブロックの下流部にはやや地形的高まりがあることについてかんたんにふれている。この報告にもとづき、筆者は、地すべり崩積土下に一種の基盤の高まりがあるために複数の中ブロックが出現するのであろうという見通しをもち、協力者とともに塑性モデル実験を行った結果、ほぼこの見通しが正しいことがわかった（図-10）（国安・長谷川・藤田、1982）。

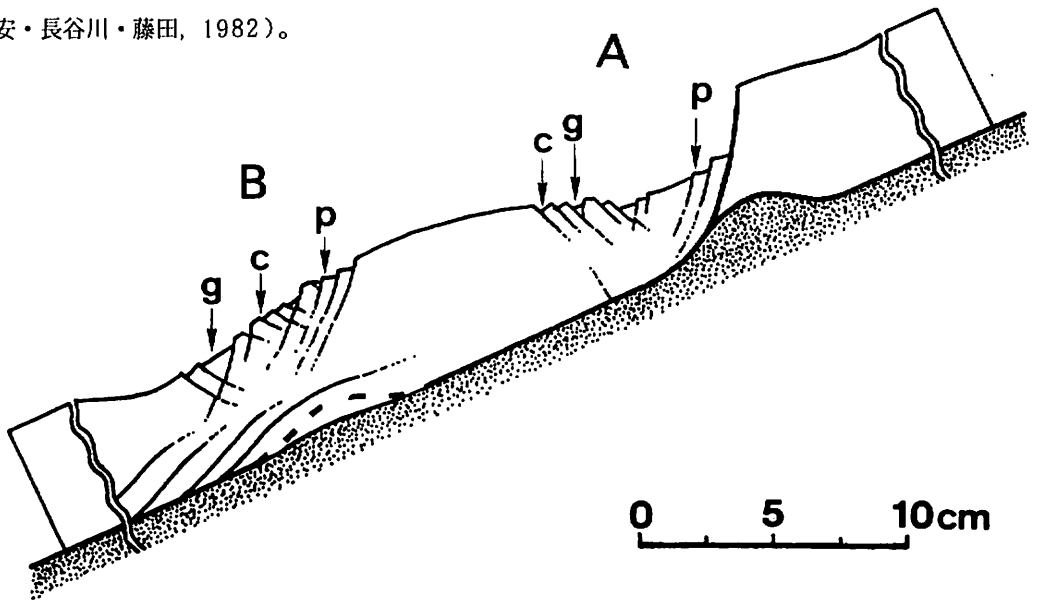


図-10 2つの凸出部をもつ板をすべらせて2組の中ブロックを作ったモデル実験（国安・長谷川・藤田、1982）

A・B：2つの中ブロック，P：平行正断層，C：交差正断層，破線：粘塑性物質が横へはみだして凸出部をおおっている部分。

Fig.10 The occurrence of the two middle classes blocks in the land-slide debris by the visco-plastic modeling experiment with two swells on the sliding plane

A・B：the middle class block of land-slide，P：parallel normal fault，C：crossed normal fault，break thick line：a projected part of the modeling stage is covered by the plastic material.

しかし、ここには、なお、次のような疑問も残されている。すでにのべたように、上馬場、濁沢、中東などの地すべりでは、中ブロックの下流側に地形的高まりが発達しているけれども、この高まりが、果して地すべり時の不動の基盤の高まりであるのか、それとも、地すべり時に崩積土とともに移動するブロックの高まりであるのか、まだ十分に解決されていないということである。図-10の実験はあくまで前者を前提として行ったものである。図-1の地質断面図も、このような見方で画かれている。

C 先在する地すべりブロックの問題

すでにのべたように、上馬場地すべり地の地すべり以前の地形をみると、それは古い地すべり地形を示しており、それが古い地すべりの再すべりであることは明らかである。

また、中東ブロックにおいては、上流部の中ブロック群と下流側の中ブロック群の2つは、ともにその下流側に棚田をひかえ、地すべり以前から2つの地すべりブロックが存在し、それが再すべりしたことを推測させるのである。この推測は、次の事実からも実証することができる。なお、この中東地すべりの冠頭部には幅25～30cmの地溝が発達していることについてはすでにのべた。

第1に、地形図から判断すると、この地溝部には元々狭長な凹地が存在しており、古い地溝が再度活動し、拡大したと判断できること、第2に、この地溝をつくる岩盤の断裂面の走向と同じ走向を示す裂かが古い崩積土でうめられているばかりでなく、地溝の両側には、多分、大きく割れた古い地すべり時の岩盤の割れ目を充填したと思われる古い崩積土が大規模に発達しており、さらに、地溝の滑落部に露出している滑落面の一部が古い崩積土におおわれていて、その滑落面が今度の地すべり時にだけ生じたものでないことを示している。くわしくは別論文でのべるが、このような2つのことから、この地溝部や滑落崖が、古い時代に生じた地すべり期の割れ目の再活動したものであることを示している。

上記の中東地すべりは、かって生じた古い地すべりによって上流側と下流側の大きなブロック群が再すべりし、その水平すべりが冠頭部に25～30mの地溝の開裂として現れたものと判断される。

すでにのべたように、各地すべり地における小ブロックを画する正断層が、しばしば水田の畝部や池のへりや道路のへりなどに生じていることがある。この理由として2つのことが考えられる。1つは、地すべりに際して、水平引張の応力がかかったとき、こうした部分に物性的な差——一方の土地が固いとか、水分が多いとかいったこと——があるために、そこが割れる可能性と、もう1つは、もともと、古い時代の地すべり期に生じたブロックの境界が水田や池や道路整備の際に利用されたため、水平引張の応力がかかって古い割れ目が再び割れるという可能性である。しかし、水田の内部にも正断層が発達しているので、必ずしも、上記の2つの場合だけでなく、正断層が新しく発生することもあるにちがいない。

筆者としては、上記の古い地すべりのブロックの境界の再活動という点に注目したい。というのは、第1には、さきにものべたように、これら地すべりがすべて古い地すべり地帯に生じた現象であること、第2には、古い地すべり地を水田、池、道路へと整地する場合、今日のような土木用具の発達しない時代のことを考えれば、当然ながら、地すべりによってブロック化したそのブロックの原形を極力利用したにちがいないからである。すなわち、ブロックの境界が水田や池の境界として、道路として利用し易いはずである。

IV 応用地質学的問題

すでに、虫亀地すべりに関する論文において、地すべり崩積土が、平行正断層と交差正断層によって、いくつかの中クラスのブロックに分かれて滑落したという見方からして、この中ブロックの境界の認定は、

この崩積土の再すべり防止工事に当たって、役立つのではないかと、といった点を指摘した。つまり、再すべりは、こうした地すべりブロックの下流側の端部に発生し易いという見方に立ったからである。

今回の3つの地すべり調査の結果からも、上記の見方の正しさが実証されたように思える。

しかし、すでにのべたように、小ブロックをもたらしただけの多くの正断層は、実験結果とも合わせ考えると、多くのものは、それほど深層にまで及んでいるわけではなさそうに見える。このいみで、すべての正断層が再すべりだけで生じたわけではない。このいみで、再すべりという点で注意すべき正断層(地溝も含む)は、冠頭部付近や中ブロックの境界部付近などに分布するものと思われる。というのは、こうした地域の正断層群はより深層に達しているとみられるからである。

参 考 文 献

- H.CLOOS(1929): Tektonische Experimente und die Entstehung von Bruchlinien, C.R. 15th Int. Geol. Congr. South Africa, 2.
- 藤田 崇(1982): 地すべり・崩壊の発生と山地の形成(予報). 文部省科研費「島弧変動に関する総合研究」研究報告, 1, 89-91.
- 藤田至則・茅原一也・青木 滋・鈴木幸治(1981): 新潟県古志郡山古志村における虫亀地すべりの形態とその形成過程. 新潟大災害研年報, 3, 1-22.
- ・青木 滋・小川正二(1981): 56豪雪下に発生した新潟県下の地すべり災害について. 新潟大災害研, 3, 111-118.
- (1981): 島弧変動の体系. 文部省科研費「島弧変動に関する総合研究」研究報告, 3, 1-42.
- 羽田野誠一・大八木規夫(1977): 地くずれ(landslide)と関連現象の分類試案, 第14回自然災害科学総合シンポジウム論文集, 321-322.
- 小出 博(1955): 日本の地すべり, 東洋経済新報社.
- 国安 稔・長谷川良三・藤田至則(1982): 地すべり発生期における断裂系の形成過程, 日本地質学会第89年学術大会講演要旨, 487.
- 中川衷三・金丸富美夫(1975): 四国における地すべりの素因(その2), 12, 1, 25-33.
- 中村慶三郎(1964): 名立崩れ 崩災と国土, 徳間書房.
- 新潟県庁土木部砂防課(1980): 新潟県古志郡山古志村虫亀地すべり調査資料.
- 斎藤 豊・川上 浩・阿部広史(1978): 長野県信州新町奈良尾地すべりの滑動状況と原因, 地すべり, 15, 3, 1-10.
- 杉山隆二(1975): 第三紀層の地すべり発生と予測の研究, 42-56, 文部省科研費自然災害特別研究「基盤構造と地すべり」報告書(代表者西田彰一).
- 高橋彦治(1974): 土木技術者のための地質学, 鹿島出版会.
- 植村 武(1947): 地すべり分類の基準について, 地すべりの分類に関するシンポジウム講演論文, 1-7.
- VARNES, D, J (1978): Slopes Movement Types and Processes, Landslides Analysis and Control, T. R. B. Spec. Pap., 176; 11-33.
- 山田剛二・渡 正亮・小橋澄治(1971): 地すべり斜面崩壊の実態と対策, 山海堂.
- ザルバ・メンツル共著(松尾新一郎訳)(1971): 地すべりとその対策, 鹿島出版会.