

## 旧期初生的大規模地すべりについて

高 浜 信 行\*

On the Large-scale Ancient Primary Landslide  
by  
Nobuyuki TAKAHAMA

(Abstract)

Two large-scale primary landslides have been found to have occurred in the prehistoric age in the Cenozoic Niigata sedimentary basin. They are the Higashi-mushigame primary landslide and the Sakae primary landslide. Their volumes are of the order of  $10^8 \text{ m}^3$ .

The surface topography of both slides is characterized by large peripheral amphitheatric fissures which are represented geomorphologically by drainage patterns, and inside cracks with irregular direction and length. The subsurface strata have been blocked in various sizes. Possible primary slide planes are confirmed at a depth of about 80m below the surface by drilling at the Higashi-mushigame primary landslide, and at a depth of about 100m below the surface by observation of the tunnel walls in the Sakae primary landslide.

Secondary landslides, smaller in scale, have occurred in the domain of primary ones. Present active slides have a tendency to occur along fissures and cracks of the primary slide, especially in the marginal part of the primary one. Namely, the occurrence of secondary landslides is controlled by the block structure of the primary landslide.

Moreover, there are some reports that plans of engineering works have been met with unexpected troubles caused by large-scale primary landslides.

It is an important to elucidate actual conditions of large-scale primary landslides for prediction of disasters and developments in mountainous regions.

Key words : primary landslide, large-scale landslide, ancient landslide, slide surface,  
slide block

キーワードズ : 初生的地すべり, 大規模地すべり, 旧期地すべり, 地すべり面, 地すべりブロック

### I は じ め に

地質時代に発生した大規模地すべりについては, その成因, また, 現在の災害との関連など, 今後解明すべき重要な課題が多い。筆者は最近, 新潟新生代堆積盆地で, 東虫亀初生的地すべり (高浜・川島・藤田, 1988; 高浜, 1988) と栄初生的地すべり (高浜・山崎, 1987) の2つの旧期大規模地すべり (図-1) を見出し, 現在, 種々の調査を進めている。

本稿では, このような旧期大規模地すべりの解明にあたって, 今後の課題を整理する目的で, これら

\* 新潟大学積雪地域災害研究センター

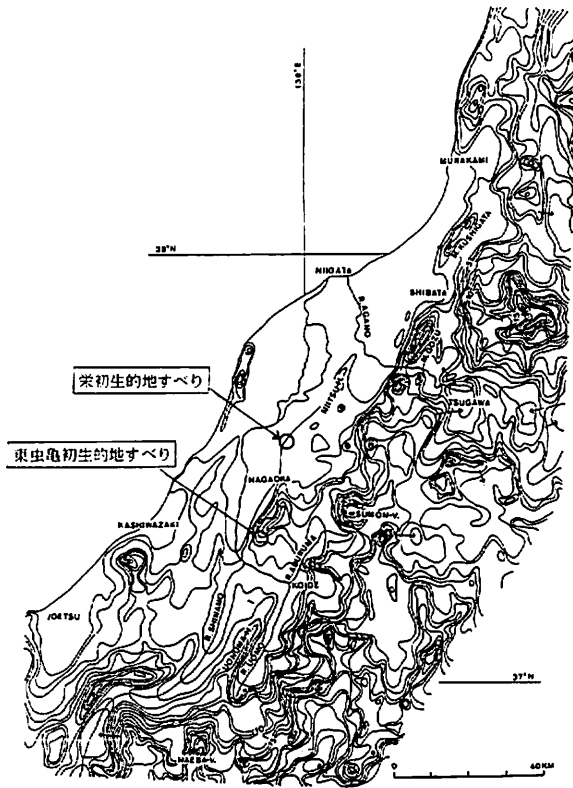


図-1 新潟地域の接峰面図と調査位置図  
Fig. 1 Index map with summit level map of Niigata area.

### 1. 地形的な特徴

地すべり地形の諸特徴の中で、ここでは、初生的地すべりによる亀裂地形を特に重視したい。これは、初生的地すべりによる巨大な移動体が、まず、この亀裂地形によって確認されるためと、さらに後述するように、内部の2次地すべり災害の予測・対策にあたって、このような亀裂（地形）のもつ意味が大きいためである。

図-2に東虫亀初生的地すべり地、図-3に栄初生的地すべり地の亀裂地形を示した。図-2では、西に開いた馬蹄形の異常水系模様と、その東端の冠頭部では、この水系によって分離した三ツ峰山とよばれる独立した3峰（図-4）がみられることが特徴的である。筆者らは、このような地形は、西に移動した初生的大規模地すべりに伴う亀裂地形と判定した。馬蹄形の亀裂地形は3本認められ、初生的地すべり移動体の平面的な外形をあらわしているものとみれる。また、この内部には、より小規模な亀裂地形が不規則に分布しており、これらは、初生的地すべり移動によって、さらにその内部がブロック（地塊）化したことを示すものと判断した。このような意味から、高浜（1988）は、前者を初生的主地すべり亀裂地形（主亀裂地形）、後者を初生的副地すべり亀裂地形（副亀裂地形）と仮称した。

古亀裂地形が異常水系模様としてあらわれた原因は次のように考えている。すなわち、冠頭部では、1981年の新潟県関川村中束地すべり<sup>なかまらけ</sup>で典型的にあらわれたような“地溝状”の凹地地形（図-5）から水系に発展したものとみられる。また、南北の側部は、移動体と外側の不動部との境界部、あるいは、移動体相互の境界部にあたることから、周辺とくらべて、より破砕が進み、その結果、地下水も集中しやすく、このために侵食が進み、水系が形成されたものと考えられる。

の2つの事例を中心としながら、初生的大規模地すべりの認定と発生に関する問題、また、災害や開発との関連の問題などについて検討、考察を加えたい。

なお、ここで扱う旧期初生的大規模地すべりとは、先史時代（主として更新世中～後期）に、基盤岩体の内部から新たな地すべり面の形成をともなって発生したもので、現在は活動が停止あるいは休止しており、その規模はおおよそ $10^8 \text{ m}^3$ （面積： $1 \text{ km}^2$ 、深度： $100 \text{ m}$ ）以上のものを対象としている。ただし、この内部では、より小規模な2次地すべり活動を現在もくりかえしているものが多い。

### II 初生的大規模地すべりの認定に関する問題

旧期初生的大規模地すべりの認定にあたっては、地形、地表地質、地下深部の地すべり面の3者の特徴を総合的に検討することが重要と考える。

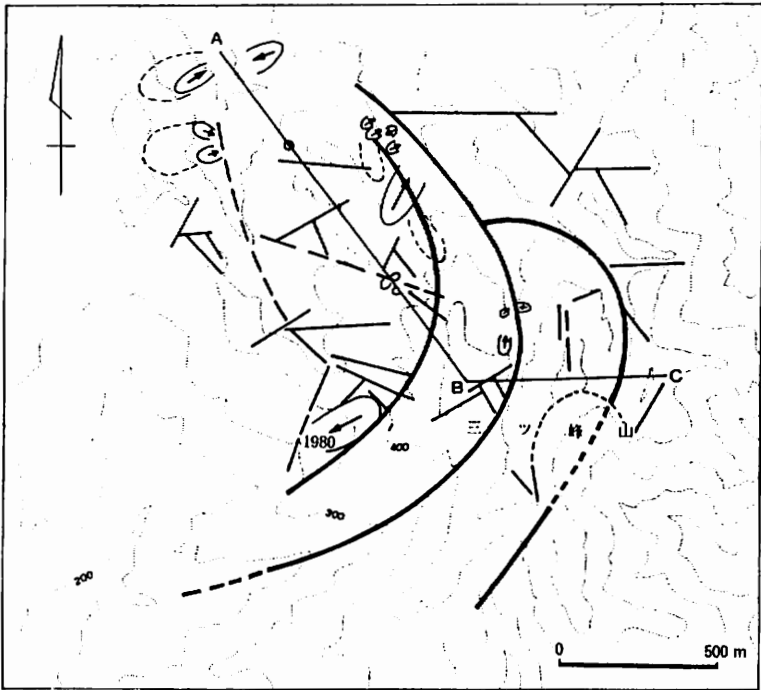


図-2 東虫亀初生的地すべり亀裂地形図  
 Fig. 2 Topography of Higashi-mushigame primary landslide, showing peripheral amphitheatric fissures and inside cracks and present active secondary landslides. Small circle shows a drilling spot.

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

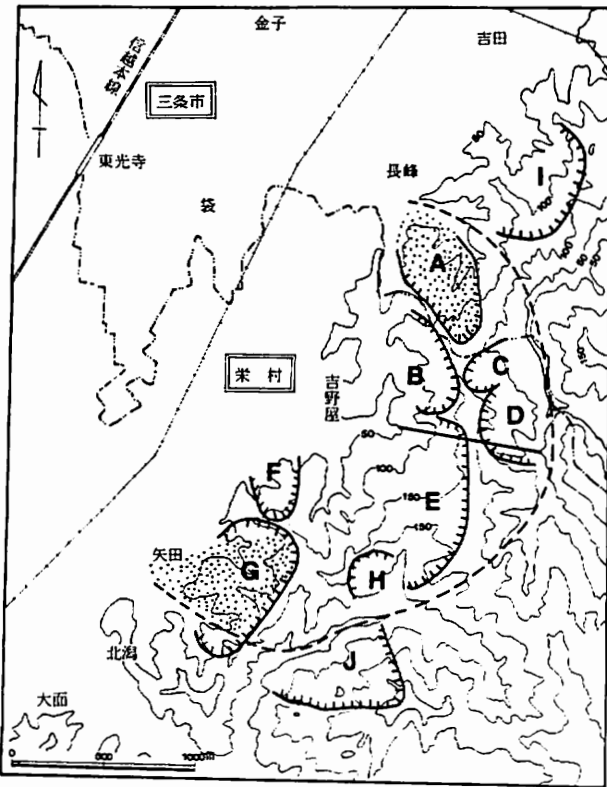


図-3 栄初生的地すべり地形図  
 Fig. 3 Topography of Sakae primary landslide. A broken line indicates peripheral amphitheatric fissure, and a solid line shows Asahi tunnel route. A~H are secondary landslides occurred in primary landslide, and A and G are present active slides.



図-4 三ツ峰山 左側（東方）から標高504 m, 521 m, 481 mの3峰がならぶ  
Fig. 4 Panoramic view of Mt. Mitsumine-yama at head part of Higashi-mushigame landslide, showing three peaks cut by slide.

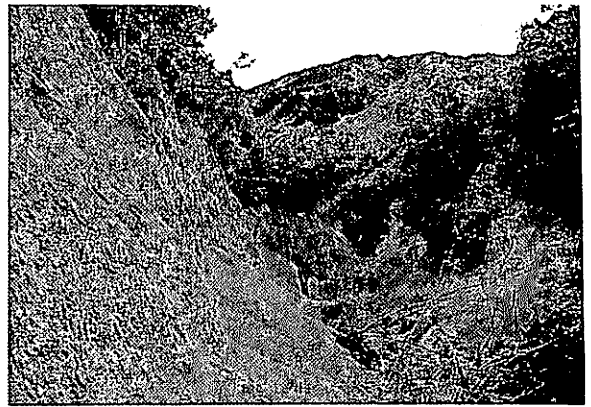


図-5 1981年中東地すべりの冠頭部付近の地溝状凹地地形  
Fig. 5 Graben like depression formed by Nakamaruke landslide in April 1981.

このような亀裂地形の特徴は、地すべりが他のマスマーブメントとくらべて移動距離が小さいこと、また、初生的大規模地すべりの場合は、移動体の主要な部分が巨大な地塊として斜面に残ること、などをよく示している。

## 2. 地表地質の特徴

初生的地すべり認定のための地表地質踏査で、最も大きな課題は、地形解析から認定された巨大な移動ブロックに、地質的な解明を加えることである。

地すべり地の地質調査では、ある規模を示す岩体に対して、地山であるか移動ブロックであるかの判定は、多くの人が常に頭を悩ます問題であるが、これは、本来対策工の設計・施工にあたっての基本的な問題でもある。

ここでは、現在、東虫亀地すべり地で進めている予察的調査について概説する。この地すべり地には、図-2で示したように、いくつかの水系が発達しており、河床部にはところどころ新鮮な“岩盤”が露出し、これは、通常の地質調査では、基盤（地山）として記載されるものである。しかし、これらを詳細に調査をしても、地層の連続は不良で、地質構造が不規則なため、1/2000～1/5000スケールの地質図の作成は非常に困難である。筆者は、このような現象は、初生的地すべりに伴って、移動体内部がブロック化したことを示すものと解釈して、さらに調査を進めている。

このような観点から、高田平野に面した、地すべり多発地域である東頸城丘陵西縁部の基盤地質図（北陸農政局，1985）を検討すると、第三・第四系からなるこの地域の一部に、不自然に複雑な基盤地質構造が認められる。地すべり地では、崩積土の分布が広く、基盤の露出が少ないことは事実であるが、これらの例は、さらに、初生的地すべりによるブロック化のために基盤の地質構造の把握が困難なことを示しているものと考えられる。今後の課題ではあるが、より精密で系統的な地表地質調査によって、地すべり地内部のブロック化した状況を詳しく解明できる可能性が大きいものと考ええる。

## 3. 初生的地すべり面

地下深部における初生的地すべり面を確認することは、初生的地すべりの認定にあたっての最も重要

な課題である。筆者は最近、栄初生的地すべりと東虫亀初生的地すべりで、それぞれ、地表面下約100 mと約80 m付近に存在する初生的地すべり面とみられる不連続面を観察した。

**栄初生的地すべり** 鮮新統の塊状砂質泥岩を基盤とした、地すべり地の中央部を縦断方向に通過する朝日トンネルの側壁に10°内外の低角の亀裂面が3ヶ所でみられた(図-6, 7)。この亀裂面は次の3つの特徴をもっている。すなわち、第1には、これらの亀裂面はトンネル内で10~40 mにわたる連続が確認できる1 cm未満のネットリしたグリース状粘土層をはさむこと。第2には、この亀裂面に沿って破碎されている部分と、全く破碎されずに、平滑な亀裂面だけがみられる部分が側方に急に移化すること。なお、破碎は亀裂面の上盤側で顕著な傾向が認められる。第3には、複数の断続的な亀裂面が湾曲しながら、低角亀裂面に収れんしていく形態が認められること、などである。このような低角亀裂面の特徴は、地すべり面でみられる特徴と共通した部分が多い。このほか、朝日トンネル内で認められる不規則な走向、傾斜の分布状況、また、地表における大規模地すべり地形の特徴などを総合的に判断して、この低角亀裂面は、重力性の初生的地すべり面とみるのが合理的と考えた。

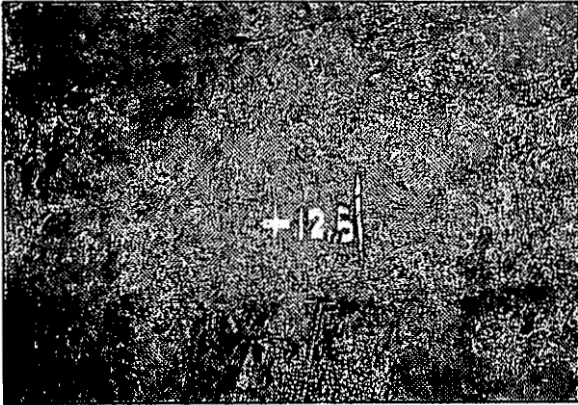


図-6 朝日トンネルでみられる栄初生的地すべり面(ハンマーの位置)。上盤側が破碎  
Fig. 6 Primary landslide surface observed in Asahi tunnel through Sakae primary landslide blocks. A Hammer points a slide surface with a thin clay layer, and upper part of the surface is sheared.



図-7 図-6の側方 地すべり面はハンマーの位置。1 cm未満の粘土層をはさむ。上・下盤ともに破碎をうけていない塊状砂質泥岩  
Fig. 7 Eastern continuation of primary slide surface of Fig.6, showing a clay layer less than 1 cm thick in massive sandy mudstone.

**東虫亀初生的地すべり** 安山岩質火砕岩層を夾在した中新統の泥岩からなる地すべり地で、1987年に初生的地すべりの深度を知る目的で、100 mの垂直ボーリングを実施した。ボーリング地点の河床からの比高は約80 mである(図-2 参照)。その結果を図-8 に示した。表層から14.5 mまでは、泥岩起源の褐色に風化した地すべり崩積土で、これより深部は火砕岩をはさんだ泥岩となり、ほとんどが棒状の良好なコアが採取された。したがって、通常の地すべり調査では、14.5 m以深は基盤(地山)とみなされ、調査の対象からはずされる部分にあたる。

しかし、14.5 m以深をくわしく観察すると、固結した粘土や破碎部を頻繁にはさんでいることがわかる。固結粘土の産状は、平滑な亀裂をうめる1~2 mm程度の薄いものから、10 cm単位の厚いものまで不

規則に存在し、薄い粘土層の多くは“鏡肌”をともっている。また、厚い粘土層の中には固結してはいるが、やや軟弱な部分が、表層から35m, 68m, 70m, 79~80m, 83~86mで認められる(図-8)。破碎部は、20.5m, 49.5m, 51m, 60.8m, 95m付近に10cmから1m程の範囲で存在している。

このようなボーリング結果と、すでにのべた地表における大規模な地すべり地形、地質の特徴を総合して検討し、ボーリングでえられた粘土や破碎は地すべりによるものとみることが妥当と考えた。今回のボーリング地点での初生的地すべり面の深度は約80m付近と推定したが、95m付近から深部のコアの状況は再び亀裂が多くなっており、地すべり面が100mより深い可能性もある。現在、この問題を明らかにする目的も兼ねて、本地すべり地の斜面上部で、深度150mのボーリング調査を実施中である。

### Ⅲ 初生的大規模地すべりの発生に関する問題

ここでは、発生に関する問題として、地質学的内因を中心とした成因と、発生時期について若干の考察をおこなう。

#### 1. 初生的大規模地すべりの成因

地質時代に発生したマスマーブメントの成因として、第1に、第四紀後期の山地斜面の形成と発達、すなわち、第四紀後期の山地の隆起と、氷期の海面低下による陸上での下方侵食の影響の問題を考慮しなければならない。

これらの問題について、すでに筆者らは、新潟堆積盆地東縁部を事例として、地史的な解明をおこなってきた(高浜・藤田, 1986)。それを要約すれば次のとおりである。

- ① 新潟堆積盆地の山地・丘陵の主体は、中期更新世以後のブロック隆起によって形成された。
- ② 中期更新世からの隆起運動には、複数の断続的で顕著な活動期が推測され、みかけ上の変位速度は、現在に向かって加速しているようにみえる。
- ③ 氷期の海面低下が陸上での下方侵食——陸地の相対的隆起——におよぼす影響は、主として海岸平野部と海岸に面した丘陵部に限られる。更新世後期の魚沼丘陵など内陸丘陵部の活発な河床下刻作用は、この時代の急激な隆起運動を反映したものである。

つまり、この時代のマスマーブメント発生を、基本的に規制した斜面の形成・発達は、中期更新世以後40~50万年間の活発なブロック隆起によって支配された。したがって、内陸部にある東虫亀初生的地すべりは、東山山地のブロック隆起、新潟平野に面した栄初生的地すべりは、丘陵部の隆起と氷期の下方侵食が、それぞれの地域の斜面の形成を支配したものとみられる。

次に、このような斜面の形成を基本的な背景として、基盤岩の内部で初生的地すべり面に移化する不

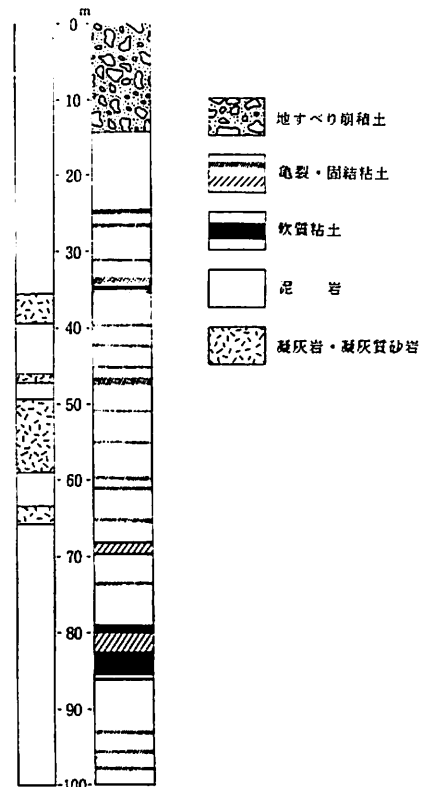


図-8 東虫亀初生的地すべりの100mボーリング柱状概略図(位置は図-2参照)  
Fig. 8 Modified columnar section of drilling at Higashi-mushigame landslide. Black parts indicate slide clay. Location is shown in Fig.2.

連続面・分離面の問題も重要である。地質的な分離面としては、層理面、節理面、断層面などが地すべり面に移化することは広く認められている。

また、地形に支配された分離面として、応力解放によるシーティング節理や、重力による大規模なクリープ破壊面などがあり、いずれも最大深度が数100mに達することが報告されている（例えば、Ollier, 1969; Rudbruch-Hall, 1978）。日本でも、すでに江川（1982）によってシーティング節理、古谷（1979）によって重力性クリープ破壊面、と地すべりの関係の重要性が指摘されている。筆者は、このような地形的分離面が、最近の地質時代に大規模に隆起した若い山地に、より特徴的に発達する傾向がみられるということは特に大きな意義をもつと考える。

なお、初生的地すべり発生のtriggerとしては、活発なブロック隆起に伴う地震が有力な要因と思われる。

## 2. 初生的地すべりの発定期

初生的地すべりの発定期を明らかにすることは、現在もその一部で再活動をつづける2次地すべりの起源を解明することにつながる。事例の1つとして、東虫亀初生的地すべりをとりあげてみる。

東虫亀初生的地すべりの発定期を推定するにあたっては、初生的地すべり面の深度が重要な意味をもつ。すでに述べたように、この深度は1987年の調査では、ボーリング地点の河床高度（標高250m）とほぼ同じか、あるいは、さらに深い可能性があることがわかった。これは、本初生的地すべりの発定期の河床高度（起伏量とみなしてもよい）が、ほぼ現在と同程度であったことを意味するものと解釈できる。

なお、本地域の山地斜面の形成史を検討するにあたって、次の点を明らかにしておく必要がある。本地すべり地北方の猿倉岳では山頂部の標高650m以上の部分には、古赤色風化土（10R4/8）が認められ、これは中期更新世の化石土壌と判断できる。また、山腹斜面には段丘はみられないが、中腹の標高300～350m（比高、130～180m）にかけて、明瞭な地形変換線（遷急線）がみられ、この上部の緩斜面を構成する地すべり崩積土の表層部には、赤褐色土（5 YR程度）が存在する。この地形変換線の形成期は、堆積物の風化度などから、新潟地域の“中位段丘形成期”か、それより若い時期で、いずれにしる後期更新世とみなして、大きな誤りはないと思われる。

したがって、本地域の急峻な谷地形は、後期更新世以後も続いた、活発な下方侵食の結果つくられたものである。地すべり面が現在の河床高度まで達する東虫亀初生的地すべりが発生したのは、上記の地形変換線形成後であることは明らかで、後期更新世の若い時期、あるいは、完新世にかかる可能性もある。

今後、前節でのべた成因の検討ともあわせて、さらに解明をすすめる必要がある。

## IV 初生的地すべりと災害・開発に関する問題

前章までにのべたことは、初生的地すべりの主として純地質・地形学的側面からの問題であったが、ここでは、その応用的側面にふれてみたい。

### 1. 災害との関連

初生的地すべりの内部では、現在もその一部が2次地すべり活動を続けているものが多く、これらの2次地すべりは、初生的地すべり移動体の構造に強く規制されたものと考えられる。したがって、現在は休止あるいは停止した過去の大規模地すべりにあっても、その形態・構造の実体を明らかにすることは、現在発生する2次地すべりの成因の解明にあたって重要な課題と考える。

筆者は、東虫亀地すべり地で、現在も続く活発な2次地すべりは、IIでのべた初生的地すべりの主亀

裂地形に沿って集中する傾向があることをみいだした。1980年に発生した虫亀地すべり（図-2参照）はその典型例といえる。これは、初生的地すべり移動によって、この部分での破碎の進行による力学的弱部が形成されたこと、また、このような亀裂・破碎部へ地下水の集中が促進したことが原因で、すでにのべたように、主亀裂に沿って水系が形成されたことと一致した原因によるものと考えた。さらに、水系による下方侵食によって、その側方斜面がより不安定化することも重要な点と思う。つまり、主亀裂に沿った部分は、初生的地すべりの発生から現在まで、常に不安定な位置を占めつづけたものと考えらる。

また、Ⅱでのべた、初生的地すべり移動体内部のブロック化をもたらす副亀裂も、主亀裂と同様に力学的な弱面・不連続面で、さらに地下水の供給・通路としての役割りが大きく、これも2次地すべりの発生を強く規制したものと判断できる。2次地すべり地の地下水が脈状に流動していることは、佐藤（1985）の地すべり地の地下水水質の分析結果からも明らかである。これは、より破碎が進んだとみられる2次地すべりであっても、移動体がブロック化していることを反映したものであろう。

したがって、以上の亀裂（地形）を手がかりとして、初生的地すべり移動体の形態と内部構造をあきらかにすることは、2次地すべり災害発生の予測と対策にあたって貴重な指針を提供するものと考ええる。

このような意味からも、すでに筆者らが指摘したように新潟県板倉町の釜塚・段子差地すべり（新潟県農地部、1981）の旧期大規模地すべりを対象とした、長期・短期2本だての対策工立案は貴重なものである（高浜・藤田、1986）。

一方、大規模初生的地すべりの主体が、今後再移動する可能性があるか否か、また、もし再移動した場合にどのような対策が可能かという問題も残る。これは、現時点では活断層の危険度評価と同じレベルの問題のように思う。今後、初生的大規模地すべりの発達（解体）過程に、規則性を見出していくことが、この問題を解く重要な鍵のように思う。

## 2. 山地開発との関連

山地の大規模開発の主要なものとして、ダムとトンネルをあげることができる。高浜・藤田（1986）は、既存資料によって古期地すべりとダム建設、トンネル掘削の関連について可能な限り日本での具体例を調べた。ここでは記載の重複はさけるが、いずれの場合にも古期地すべりは、ダム、トンネルの調査から施行、さらに管理段階にいたるまで大きな問題をもつことを示していた。しかし、公表される事例は、件数、内容ともにごく限られており、さらに、地すべりの存在が気づかれずに、施工されてしまう例も少なくない。これは、一般には地すべり≒2次地すべりという認識が「固定」しており、本論でのべたような時空分布としてオーダーが異なる旧期初生的大規模地すべりについての認識が希薄なことも原因の1つと考えられる。

いずれにしろ、地下深部での大規模で精密な調査と工事をおこなうダムやトンネルのデータは、初生的大規模地すべりの実体解明のために貴重な資料を提供し、その結果、これらの建設にあたって経済的で安全な指針を提供しうるものと考ええる。

## V お わ り に

はじめにのべたように、旧期初生的大規模地すべりについて、今後の研究課題を整理する目的で、種々の問題の検討・考察を加えた。小論は、可能な限り、筆者が直接観察した事例にもとづいて検討するように試みたため、まだ事例も少なく、問題点の指摘だけに終わった部分も多く、予報としての性格をもつものとなった。



日頃ご指導を頂いている藤田至則前教授に小論を捧げ、深く謝意を表します。

## 文 献

- 江川良武(1982)：開口節理の成因とシーティング節理の地理的出現頻度について．地学雑，91，181-191．
- 古谷尊彦(1979)：四国山地のGravitational Slideの予察的研究．千葉大教養研報，B-12，63-68．
- 北陸農政局(1985)：5万分の1 頸城丘陵地域地質編纂図．
- 新潟県農地部(1981)：釜塚・段子差地すべり．38p．
- Ollier, C. D. (1969)： *Weathering*. (松尾新一郎監訳，風化．ラティス)
- Rudbruch-Hall, D. H. (1978)： Gravitational Creep of Rock Masses on Slopes. Voigt, B. ed., *Rockslides and Avalanches*, 1, 607-658.
- 佐藤 修(1985)：玉の木地すべり地の地下水の水質．新潟大災害研年報，7，93-104．
- 高浜信行(1988)：東虫亀初生的地すべりと現在の地すべり．新潟大災害研資料，3，
- ・藤田至則(1986a)：マスマーブメントの発生と島弧変動．地質学論集，28，55-66．
- ・———(1986b)：古期地すべり研究の応用地質学的意義．新潟大災害研年報，8，35-48．
- ・山崎興輔(1987)：古期初生的地すべりの研究(1) 栄初生的地すべりの事例．新潟大災害研年報，9，85-90．
- ・川島隆義・藤田至則(1988) 初生的地すべり構造について．日本地質学会第95年学術大会講演要旨，434．