

# 地すべり地形の写真判読

岡 重 文

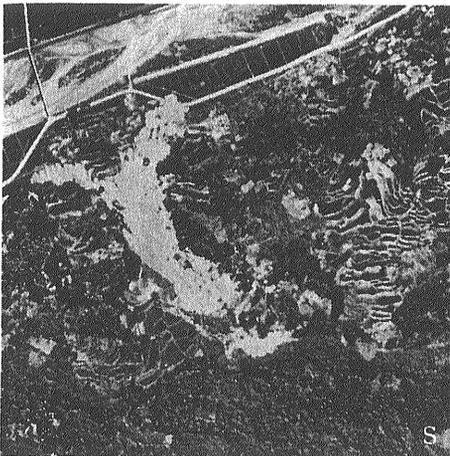
## 1. はじめに

最近“地すべり”という言葉が梅雨期の終りや 台風シーズンになると新聞やテレビに出てくるが 地すべりといえば第1A、B図のように 山の斜面に灰色の布を敷きつめたような写真と 第2図のような倒壊家屋の写真が登場し 被害の大きさや 破壊力の強さを私たちに知らせてくれる。“どうして あのような危険な所に住んでいるのだろう” “なぜ山がすべりだすのだろう” という言葉をよく聞くので 地すべりの話と 地質調査所で行なっている 最近の地すべり調査の一部を紹介し 地すべりについて読者の理解を深める一助ともなれば幸いである。話に入る前に 地質ニュース No. 133・122・105・104・101・81・75・45・34 に最近発生した大きな地すべりと 解説が出ているので 本文を読まれた後でも一読されると よりいっそう理解が深まると考える。

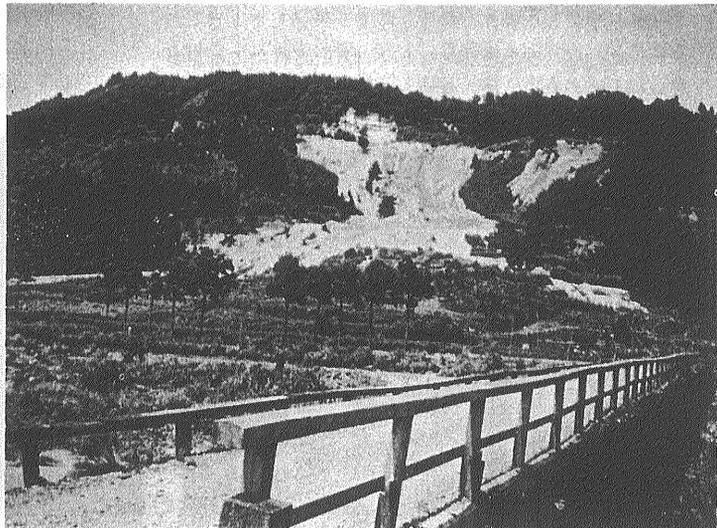
“なぜ危険な地すべり地に住んでいるのか” という話から始めよう。昔地すべりが起きた頃 そこには人が住んでいなかった。地すべりで 山の斜面は緩くなり 地下水がたくさん湧き出し 泥で埋まった土地なので 近くに住む農民たちは 早速水田を開いて見た。するとわずかな肥料で 今までの水田より立派な作物が取れる 時には無肥料でもよい作物が取れる。このようなよい田畑はめったにあるものではない。農民たちは次々と 地すべり地を見つけては田畑を開いていった。しかし“地すべりは週期的に繰り返す”という悪いくせがあるので 昨日までの美田は 一夜にして泥沼となってしまう。それでも農民は美田の面

影が忘れられず 再び耕地を開く。そして便利のように近くに家を作る。何10年か何100年に一度の地すべりは「宿命」と思いながら生活している。第3図は昭和22年に大地すべりを起こし 約200haの土地と80戸の家屋に被害を与えた新潟県棚田地すべりの写真で(昭和23年米軍が撮影した) 第4図は同じ場所を昭和39年に写したものの(国土地理院撮影)である。この写真から16年前にこの水田が 一面の泥海であったとは ちょっと想像できないであろう。このように 全国いたるところで起きた地すべりの多くは わずか数年で 泥海の中から みごとな水田を農民たちは作りだしている。このような生活を過去にいく度か繰り返し 現在第5図のような みごとな棚田(山の斜面に何10段と ひな段のように並んでいる水田)が発達したのである。四国地方に発達する棚田や 新潟県頸城郡に見られる棚田の多くは みな昔の地すべり地なのである。新潟県の地すべり地帯を走る北陸本線は 毎年地すべりのため 線路が流されたり 泥で埋まったりして不通になるので 今度 地すべり地帯をトンネルで通す計画をしている。地すべりで動く深さは10~50m位が一番多いので 地すべりの下を トンネルで走る計画なのである。“なぜ地すべりが起きるのか”ということについては まず素因と誘因とに分けて考えて見よう。

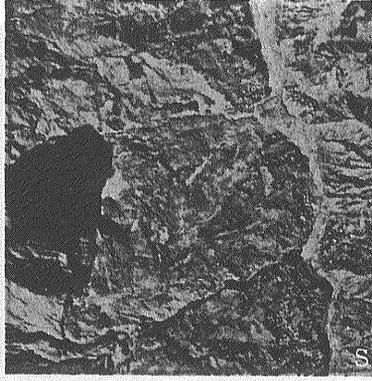
素因としては 地殻の変動(地層の褶曲・活断層)や 粘土化しやすい岩石(特定の泥質岩や片岩類)などが



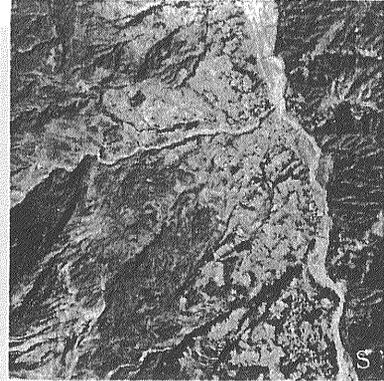
第1図A 新潟県柱道地すべりで災害直後 防衛庁撮影



第1図B 柱道の地上写真(流動型地すべり)



第3図 新潟県柵口地すべり 昭和23年  
11月米軍撮影



第4図 柵口地すべり 昭和39年 国土理院撮影

第2図 富山県胡  
桃地すべり  
の倒壊  
家屋

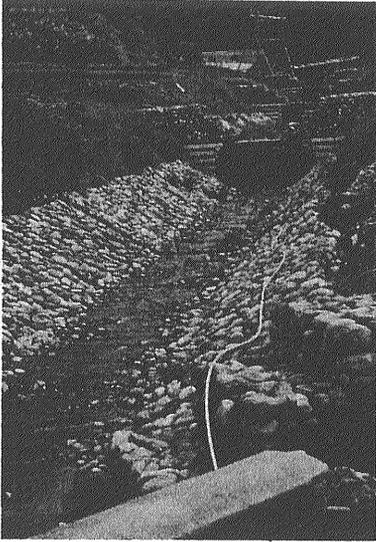
カ月という例もある)。あとはまた 地下で粘土が作られて動きだせるようになるまで 数10年～数100年の間完全に停止している。

考えられるが まだよくわかっていない。誘因についても 豪雨と地震による場合が多く見られるが 原因不明の場合も少なくないので 現在の段階では素因も誘因も実はよくわかっていない というのが実状である。しかしながら地すべりを一応模式的な状態で説明すると次のごとくなる。泥質の岩で 水を含むと容易に粘土化する岩石が 地層の褶曲や 断層によって破碎されたり 地震によって割れ目ができたりすると 雨水や雪解け水が地下の深いところまで侵入してゆく この時雨水は 特殊な岩石を少しづつ腐食させながら同時に 雨水も酸性の水になり 岩石の腐食を急速に進める。地下の深いところで 地下水の水みち付近の岩石が腐食して粘土化し 岩盤の中に粘土化した部分が たくさんできってくる。あとは何かの機会を待っていればよい。地震とか豪雨によって 地盤の支持力が急速に弱まり 均衡が破れた拍子に 重力の法則にしたがって低い方へ 少しづつ動きだす。動きだすと いままで粘土化していなかった新鮮な岩までが 破碎されて粘土化し 粘土の量が急激に増加してゆく。その頃地表では “山に亀裂ができた” “地下水が止まって飲み水がない” “水がにごりだした” “家の戸が動かない” 等と行ってさわいでいる。一応このまま休んで次の機会を待つ地すべりもあるが 普通は1～3日位の間に急激に(時には汽車の走るよりも早く)あるいは除々に(一時間に数m)動きだしてくる。20～30時間位うごくくと大体止まる(一部に数

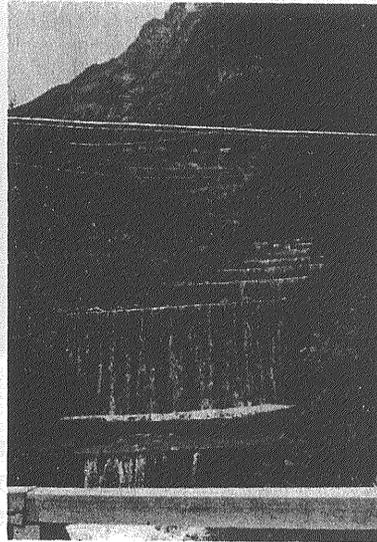
このほかに大きく動かないかわりに 毎年 cm の単位からmの単位で動く地すべりもある。これが大きな地すべりの前兆であったり あるいは大きな地すべりのあと 崩土が落ち付くまでの動きであったりする場合もあるが 大地すべりとは無関係に その地すべりの性格で昔から少しづつうごいている場合がある(新潟県東頸城郡の地すべりに多い)。大きな地震以後 地すべりが活発になる場合もある(長野県北信地すべり帯)。このように地すべりは それぞれ異なった性格を持ってうごいている。ではこれらの地すべりに対して技術者は何をしているのかというと 第6～8図のように護岸・砂防堤・水抜き工法・杭打ち等の工法によって対策工事をしているのである。地質調査所では災害予知の目標のもとに 一般的な地質調査から 水理・水質・地すべり粘土の分析・電気探査・ボーリング・移動観測等を総合的



第5図 地すべりによってできた棚田



第6図A 護岸工事で川の側方侵食を防ぐ



第6図B 砂防堰堤で川底の低下を防ぐ

に行なって 地すべりの発生機構を明らかにしようとしている。また空中写真判読と現地調査によって “いつ” “どこで” “どの岩が” “どのように動き” “昔は” “今は” “将来は” という 地すべり発達史を調べている。そして他の研究者といっしょに “地すべり予知” という目標に向かって仕事を進めている。ではこれから筆者が専門とする 空中写真判読による地すべり調査の概要を紹介してゆくことにする。

## 2. 空中写真の利用

空中写真を私たちが利用するようになったのは 昭和22~23年に 当時日本を占領していた米軍が 全国を約4万分の1の縮尺で空中写真を撮影したので これを借りて 地形図を作ったのが始めである。その他写真を案内図として使用した人たちもいたが 写真判読という技術が日本で開発されたのは 最近のことである。地質判読・森林判読等々 色々な分野で 多くの技術者が研究を進めているが 地すべり調査に写真判読を利用す

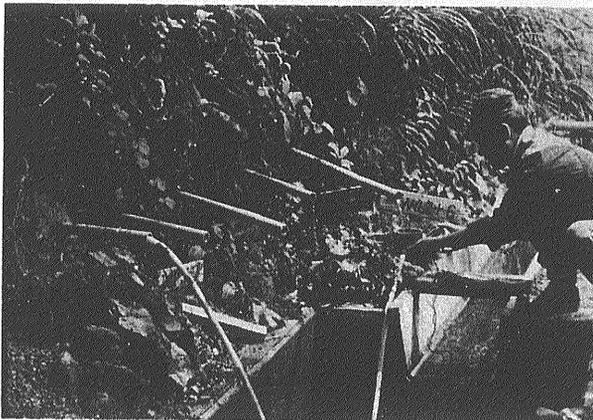
ると 現地調査ではなかなか困難であった地すべり地形の分布が 短時日の現地調査によって 容易にわかるようになり 運動形態も写真を利用することにより 巨視的な視野で見るので “地すべり対策は 地すべり対岸の山から見て考える” という言葉のとおり 地すべりの実体を知るのに好都合である。また写真の図化図を併用すると よりいっそう効果を上げることもできる。写真判読とは 写真を見ることではなく 写真から自分の目的とするものを 読み取ることである。読んだだけでは何にもならない 読みが正しいか 誤まりかを現地で確認し ふたたび判読し 正確な判読を行なうのである。

## 3. 地すべり分布図の作り方

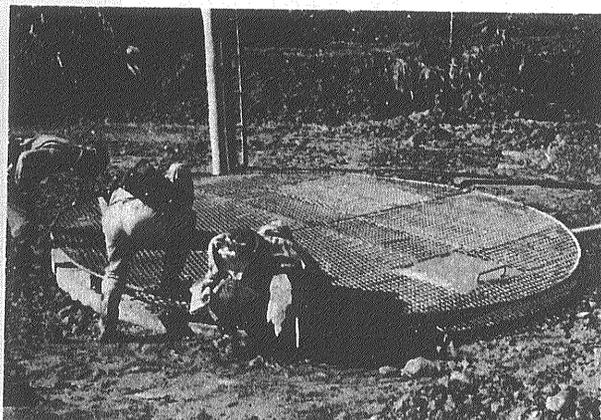
写真判読によって地すべり分布図を作る場合には まず次の順序で作業する。

1. 調査地の地形図・地質図・空中写真・調査地付近の地すべり調査資料を集める
2. 写真判読を行ない 地すべり地形の分布図を作る
3. 現地踏査により地すべり地形の確認をする
4. ふたたび写真判読を行ない分布図を修正し完成する

A 地形図は国土地理院の5万か2万5千分の1が容易に入手できるので これらの地形図で植生の分類(とくに水田・畑地)を行なう。土地利用図(国土地理院)が入手できれば より正確な分類ができる。地すべり地の多くは 水田か畑地なので 地すべり分布の概念が得られる。地質図は大縮尺ほどよいが 5万か20万分の1ならば容易に入手できる。地質と地すべりは密接に関係しているので絶対に必要で 地質図がなければ 正確な分布図は作れないともいえる。空中写真は 全



第7図A 横ボーリングにより地下水を抜く



第7図B 井筒工法といって この井戸の中で水抜きボーリングを行なう

国的には米軍の4万分の1があり 最近では国土地理院の2万分の1が撮影され利用できる場所が多くなった。分布図を作るには縮尺2万分の1位が最もよく 1万～5千分の1の写真は利用しにくい(局所的な地すべり形態を調査するには大縮尺が必要であり また有効である)。過去の調査資料については 各官庁の出版物・学会誌・大学の出版物を調べ とくに地すべり指定地(地すべりが過去にあり 現在動いているところで 要注意箇所と 建設省・農林省が指定し 第9図のごとく 現地に立札を立てている)の有無とその箇所を調べる。

#### 4. 地すべり地形の特徴

地すべり分布図を作るには 地すべり地形をよく理解していなければならない。地すべり地形とは 地すべりによってできた地形のことで その形態は原地形と地すべり運動によって色々な形をしている。原地形は地質・地質構造・岩質等により支配されている。しかしながら各地域ごとに共通した地すべり地形があり また全国的に見ても共通した形態がある。その最も特徴的な形は 次のごとくである。

- I. 山腹の上方に凸な半月状(馬蹄型・眉状)の滑落崖がある
- II. 滑落崖の直下は凹地になり 湿地・沼等がある
- III. 滑落崖の前方に不規則な凹凸地形や 周囲から分離した小丘(小山)がある
- IV. 周辺部と比較して山腹が著しく緩斜面である
- V. 滑落崖に平行な波浪状地形を示す
- VI. 周辺部の地形と比較して局所的に幼年期地形(V字型の谷で頂部は平坦)である
- VII. 山腹や山頂に沼や湿地がある
- VIII. 泥流が長く連なる場合は 地すべり直後か 活動中の地すべり
- IX. 地すべり地帯の棚田の大部分は 新旧地すべり地

これらの地形が2つ3つ組み合わせる場合は 地形の上から新旧地すべり地と 判断してよい。

#### 5. 色々な地すべりの形

地すべり形態の分類は 多くの研究者が それぞれの視野から 分類しているが 現在では一応次の分類にしたがっている。

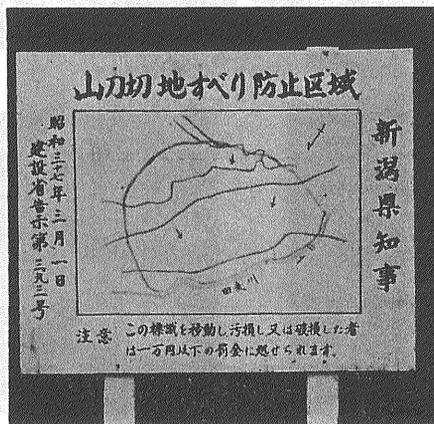
- I. 地質による区分 (小出 博による)
  - a. 第三紀層地すべり
  - b. 破砕帯地すべり
  - c. 温泉地すべり
- a. 第三紀層に発生する地すべりで 主として裏日本に多く 秋田・山形・新潟・長野・富山・石川・長崎の各県に多く見られる

**B** 前述の作業が終り次第 空中写真を反射実体鏡で見る。地すべり指定地の山の形 沢の形 斜面の形 植生 色調を調べ 周囲の地形と比較しながら 地すべり地形の特徴を知る。地すべり地形は 必ずしも一様でないが その地方では共通した形態を示すことが多い。また地すべり地の地質が何であるかを知れば これも地すべりを起こしやすい地質が各地方ごとに決まっているので その範囲を容易に知ることができる。地すべり地の地形と地質と植生がわかれば 同一の地質 植生の範囲で類似の地形を見つけ 一応地すべり地形を決めて行く。次に地質も植生も異なった地域で 地形だけ類似の形を調べ 地すべり地形か 地質界付近で岩質の相異によって できることもある変形地かを調べておく。普通この作業は2回行ない 判断の確実性を高めてから地すべり分布図を作る。

**C** 分布図を持って現地踏査を行ない 調査地の市町村や集落で資料を集め 地すべり地では 地すべり粘土(第三紀層では黒色頁岩の粘土化した青黒粘土 破砕帯地すべりでは 絹雲母片岩 緑泥石の粘土化した青黒粘土)の有無を調べる。また水質調査を行ない 地すべり地を流れた地下水か 非地すべり地の地下水かを調べ この作業の結果によって 最初の地すべり分布図を修正し 最終的な分布図を作る。



第8図 長さ12mの杭を打ち地すべりを止める



第9図 地すべり地に立っている 地すべり地指定の標示

- b 日本の構造線に沿って古生層や片岩類に発生する地すべりで 愛媛・高知・徳島・和歌山の各県に集中し 埼玉・群馬県にも一部見られる
- c 温泉変質帯の温泉余土によって地すべりを起こし 北海道から九州までの温泉地帯に広く分布する

II. 地すべり形態による分類 (高野秀夫による)

- ① 地塊型地すべり      ② 崩壊型地すべり
  - ③ 粘稠型地すべり      ④ 流動型地すべり
- ① 地すべりが幾つかのブロックになって運動し 地表面はあまり粉碎されない
  - ② 移動とともに地表面は粉碎され 崩土の水平移動は少ない
  - ③ 塑性の移動層が 基岩の形状にしたがって移動し 粘性運動を行なう
  - ④ 移動層内の含水量が50%を越え 泥の流動で 多くの場合突発的に起こる

これらの運動が基本的で種々組み合わせあって 実際の運動となる。これを写真上で例を示すと

A 地塊型地すべり

第10図は新潟県刈羽郡高柳村栃ヶ原地すべりで 部落を含めて西側(左側)で沈降運動が見られ 北側(上部)の地すべり末端では 12~13年おきに地すべり性崩壊を繰り返しているといわれる。部落を中心として周囲の地形を見ると 凹凸の激しい小滑落崖が無数に見られる。1年に30~60cmの沈降を見たこともあり 50年で10mも沈降したこともある。地塊型の場合は地表面がほとんど粉碎されずに 継続的な動きを示す。地

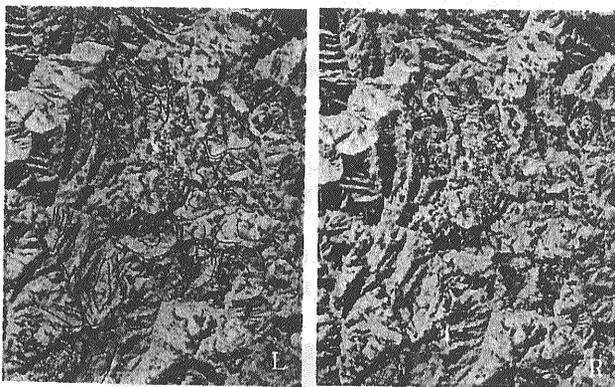
質は第三紀寺泊層で砂岩・泥岩の互層である。

B 崩壊型地すべり

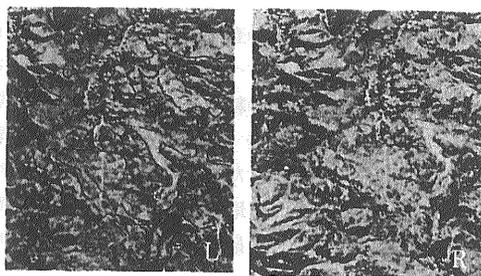
第11図は昭和39年4月新潟県東頸城郡松之山町下鰻池地すべり(防衛庁撮影)で 頭部は完全な崩壊性地すべりを示している。これは滑落崖の直下に粉碎された崩土が堆積していることからわかる。第12図は地すべり前の写真(米軍撮影)で 過去においても崩壊性地すべりのあったことがわかる。第11図では中央部から末端にかけては 泥流となって沢を埋め 上流に湛水していることがわかる。一般に崩壊性地すべりの場合は急激に滑動し 末端は泥流となって 崩壊性流動型地すべりとなる場合が多い。地質は第三紀寺泊層の砂岩・泥岩の互層である。

C 粘稠型地すべり

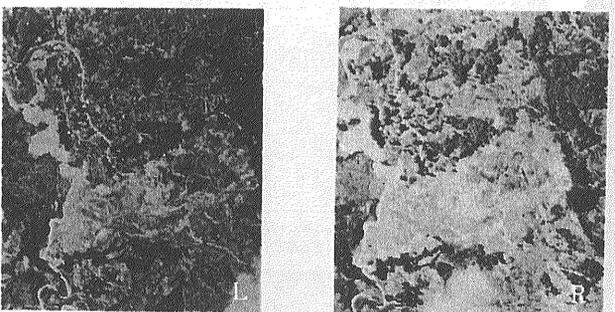
第13図は山形県最上郡戸沢村平根地すべり(米軍撮影)で 昔から動いており 現在1年間に1m以上の水平と垂直移動が見られる。地形は地すべり方向へ直角に波浪状地形を示し 波浪状地形が鮮明なことから 現在滑動中であることがわかる。もしこの地形が侵食を受けて不鮮明になれば 過去の地すべり地形と判読する。地質はシラス層で厚さ数m~10m以上におよび下部は新第三紀の黑色泥岩・シルト岩・砂岩の上に不整合にのっている。地すべり面は新第三紀の中にあり 表面のシ



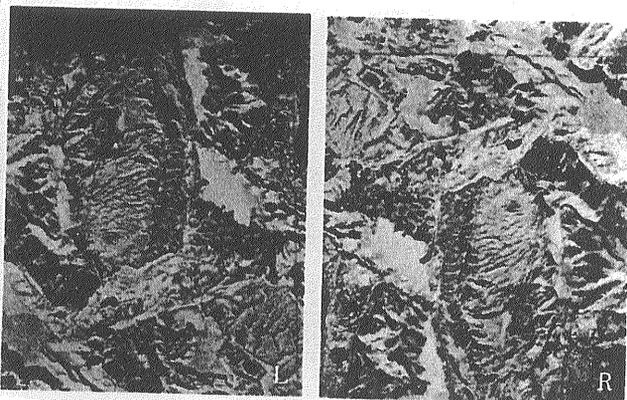
第10図 新潟県栃ヶ原の地すべりで 地塊型地すべり



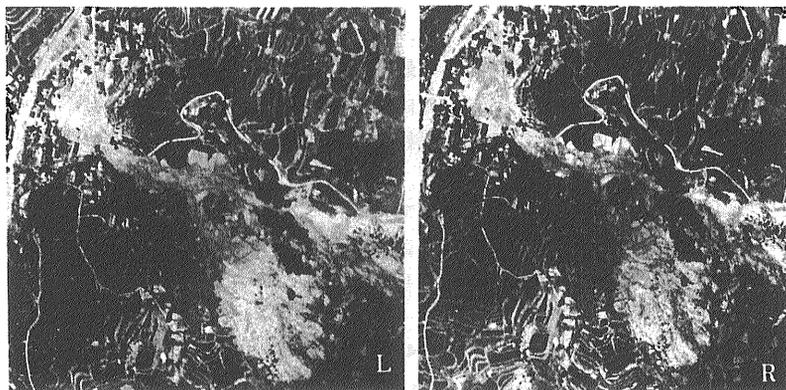
第12図 下鰻池の地すべり前の写真



第11図 新潟県下鰻池地すべり 頭部は崩壊型 末端は流動型で 沢を堰止め上流に湛水している



第13図 山形県平根地すべり 粘稠型の代表的な写真 写真の中央部を上から下に動き 末端に右から左に動く別な地すべりがある



第14図 新潟県新戸地すべり

ラス台地が 波浪状に継続的に動いている。これは写真から 最も判読しやすい地形である。

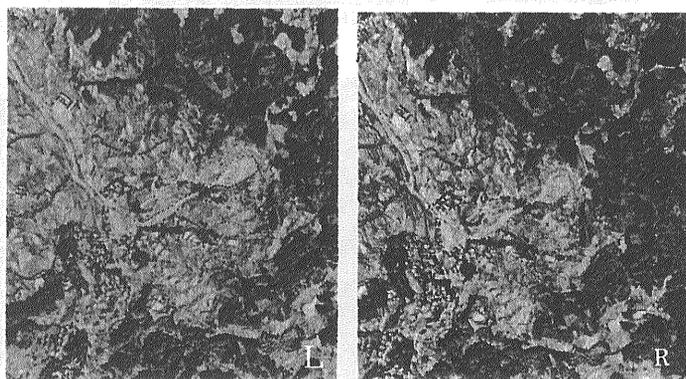
### D 流動型地すべり

第14図は新潟県西頸城郡能生町新戸の地すべりで 昭和39年7月に発生し 防衛庁で地すべり直後に撮影した写真である。地すべり頭部から末端まで約700mを泥流となって流れ(約20時間で)家屋12戸が押し倒された。

地すべり傾動・滑落地は末端より約400m上流で 下方は全く泥流の押し出しによる被害である。第15図は地すべり直前の昭和39年5月国土地理院撮影の写真で

この地すべりは 過去においても類似の形態で地すべりしたことを 地形は示している。この2枚の写真から 新戸地すべりは 旧地すべり地で発生し 運動形態は前と同じ崩壊性流動型地すべりで 地すべり頭部の滑落崖は上方(山頂部)に向かって発達したということが容易に判読できる。地質は新第三紀鮮新世の泥岩・シルト岩・砂岩である。

第16図は川崎市久末の灰津波で形態は新戸地すべりと全く同じである。



第15図 新戸地すべり前の写真 旧地すべり地形が周囲には無数にある

E 第17図は粘稠型地すべりであるが 地

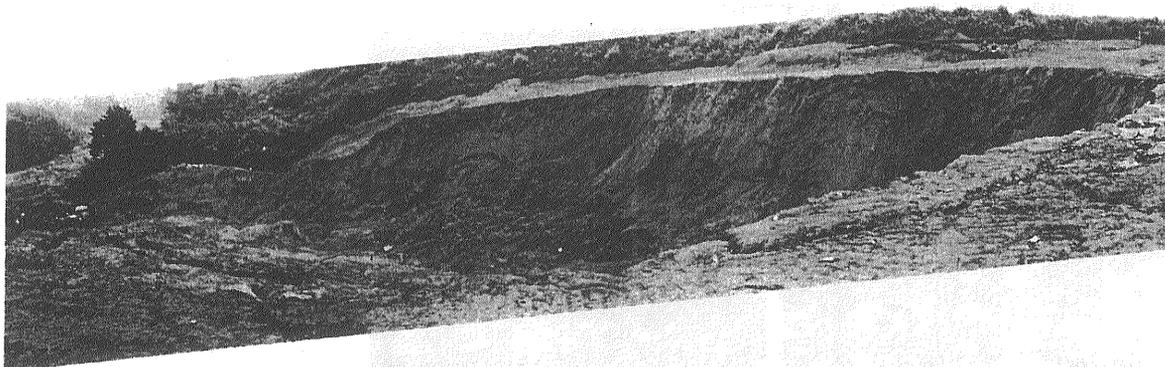
形は流動型地すべりと類似の形をしている。これは長野県篠井市茶臼山の地すべりで 昔上杉謙信が川中島の戦で陣をしいたといわれていた山頂は 地すべりで崩壊してしまった。昭和22年米軍撮影の第17図Aと 昭和37年長野県撮影の第17図Bを比較して見ると 約15年間の変化の状態がわかる。すなわち地すべり頭部が発達して山頂を崩落させ末端は下方に泥を押し出している。中央部の黒点は不動点で 全然変化

が見られない。一枚の写真だけでは 流動型地すべりと類似の形態であるが 2枚の写真と比較すると 容易に泥流状になった粘稠型地すべりと判読できる。地質は第三紀の砂岩と砂岩・泥岩の互層である。なお地すべり頭部は 地塊型地すべりといわれている。

### III 地すべり運動による分類 (高野秀夫による)

#### A 継続的地すべり

粘稠型や地塊型地すべりに見られ 継続的に毎年 cm ~数mの単位で 水平と垂直に運動する。大地すべりの前後に小範囲が動く場合 地形では判読できないが



第16図 川崎市久末の灰津波 右側から左側のブルドーザ付近までに積んだ灰が 左上の家まで急激に流れ出し 多数の死傷者をだした

植生では 局地的に荒地となる場合があるので 判読できることもある。 絶えず同じような運動が繰り返される場合は第13・17図のごとく 写真で判読できる。 しかし第10図のごとく地塊型の場合は 新旧地すべりの判別が困難である。 1年間の移動量が10cm前後で耕地になっている時(四国の破砕帯地すべり)は現在運動しているか否かの判別は困難である。 しかし第18図の高知県吉野川流域の破砕帯地すべりの一部では 第三紀層地すべりと同じように激しい動きをする地すべりもある。 地質は緑色片岩類で絹雲母と緑泥石等からなっている。

**B 間歇的地すべり**

地すべりが週期的に発生し 活動～停止～活動を繰り返す地すべりで 突発的に地すべりが発生し 20～30時



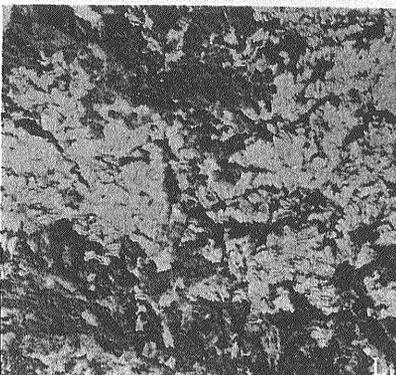
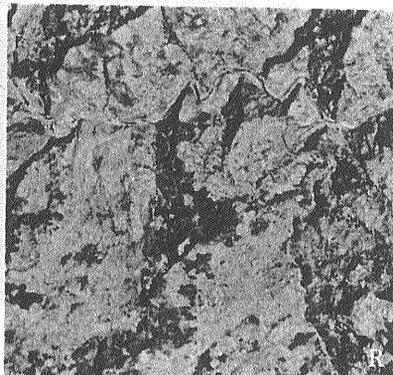
第17図A 長野県茶白山地すべり 中央部の帯状になった荒地地形と植生で判読できる



第17図B A図と比較して頭部と末端に変化が見られる



第18図 高知県西川地すべり 図の左側の水田が破壊され 荒地になっている



第19図 高知県吉野川流域の地すべり 中央部の沼地付近が低下している



間で停止する。 数年～数100年の単位時間を経て再び活動する。 最近発生して大きな被害をもたらした大地すべりで 富山県氷見地すべり(地質ニュース No. 122 参照)新潟県松之山地すべり等 過去において 大地すべりがあり その結果現在の地形ができたのである。 このようにして地すべりは繰り返し動き 第19図のごとく 両方の沢より地すべりして山頂部を低下させる例もあり 地すべりは地形侵食の一形態ということもできる。

**IV 地すべり面の発生位置により**

a. 一次地すべり 岩盤の中に地すべり面ができ 岩盤から動きだす地すべりで 大きな地すべりはすべて一次地すべりである。

b. 二次地すべり 山崩れなどによってできた崩土の中にすべり面があって 動く地すべりで 旧地すべり地内で 末端が崩壊するとか 小範囲がわずかに動くとか 一次地すべりによって できた崩土の一部が移動するなど 一般に小範囲の場合が多い。 第20図は新潟県松之山町の一部で 旧地すべり地内に 上方に凸のカーン状地形が散在している。 これは旧すべり地の崩土が二次地すべりによってできた地形である。 このような地形は多くの地すべり地で見られ この地形の有無が地すべり発達史を考えるときに有効な手がかりとなる。

**6. 地すべりと植生**

地すべり地の多くは 水田か畑地となって利用されている。 第三紀層地すべりで裏日本と長崎県では大部分が水田 長野県北信地すべり帯では畑地が多く 破砕帯では岩質によって水田と畑地になっている。 第1表は地すべり密集町村の 田畑利用状態であるが新潟では水田になり 長野では畑地となっている。 高知県吉野川流域の地すべり地帯では 第21図のごとく 水田と畑地が吉野川をはさんで発達しているが 同じ地方の地すべりでも岩質によって土地利用が異なることがわかる。 水田地帯は緑色片岩類で 畑地帯は無点紋黒色片岩である。 このように地すべり地が 水田 畑地と用途が異なるのは 地質(とくに岩質)に強く支配されている

ことがわかる。粘土化しやすい岩質であれば容易に水田となり棚田が作られる。このほか水理に強く支配されて同一の岩質でも水田と畑地に分かれている例もある。第22A・B図は長野県上水内郡のいわゆる北信地すべり帯で第四紀火山岩と第三紀層の境で多量の湧水が見られこの湧水で水田が作られている。この水田地帯と南部の畑地では地すべり運動まで異なっている。この水田地帯では過去に激しい崩壊性地すべりが発生し南側(下方)の畑地では表層地すべりといわれる小滑動により小滑落崖が無数に見られる。また山腹から山脚部にかけての急斜面(30~60°)で地すべり性の崩壊が見られ一部の水田地帯では粘稠型地すべりと地塊型地すべりが見られる。一般的に畑地では間歇型地すべり水田では間歇と継続の両方の地すべりが多く見られる。地すべり地帯で沖積平野以外に発達する水田は一応“地すべり地ではなかろうか”と考えて判読を進めてよい。ただ注意しなければならないのは火山噴出物や段丘等が地すべり地形と誤まることがある。局部的に荒地となっている時は現在滑動中の地すべりの場合があるからじゅうぶん注意する必要がある。これで地すべりと植生が密接に関係し時には運動形態にまで関係しているということが理解できたと思う。

7. 地すべり地形と山崩れ

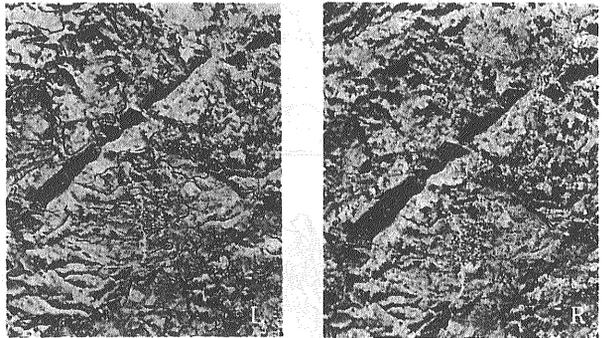
地すべり地形と類似の地形を示すのが山崩れである。その上地すべりと山崩れの定義があまり明らかでなく区別しにくい場合もあるので写真判読の場合筆者は一応次のように区分している。山崩れ頻発地帯と地すべり地帯の地質は一般に相異にしているのでまず地質区分によって分ける。花崗岩や礫岩が地震や豪雨によって崩れるのは山崩れで第三紀の砂岩泥岩シルト岩地域や古生層に見られる破碎帯(片岩類)や温泉変質帯に見られる崩れは一応地すべりの可能性を含むと考える。次に滑落崖の直下に崩土が堆積していれば山崩れで崩土が崖下より移動し崖の直下が凹地であれば地すべり小滑落崖で崩土が全部流出していれば豪雨時の山崩れ山脚部に発生する滑落崖は山腹の地形により地すべり末端の崩壊か単なる山崩れかを判断する。第23図は昭和36年の集中豪雨で大きな被害をもたらした山崩れで第24図の隣接した旧

第1表 地すべり地の田畑利用状態 (長野県上水内郡)

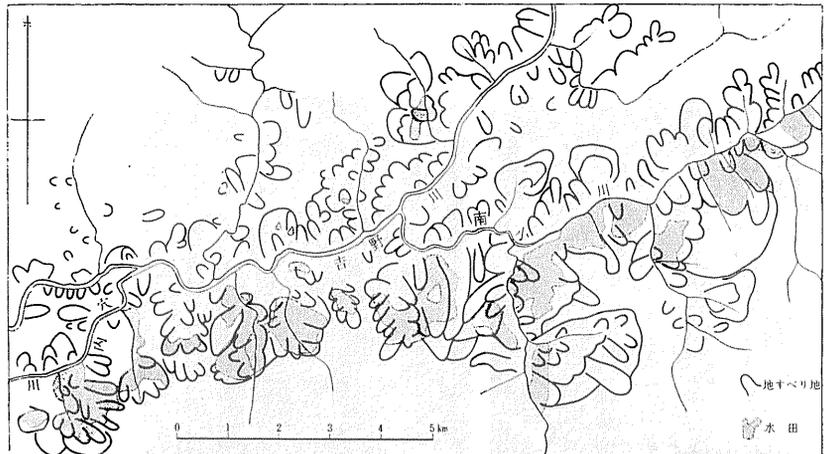
町村名	(反)		水田		畑	
	総面積	比率	面積	比率	面積	比率
信州新町	39,824	100%	1,072	2.7%	12,727	32.5%
小川村	46,561	"	1,356	3.3	15,448	33.2
中条村	36,308	"	1,365	5.2	11,487	43.7
七ヶ倉村	12,482	"	922	7.4	6,285	50.4
棚田村	13,454	"	1,153	8.3	3,778	27.9
鬼無里村	53,312	"	1,912	3.6	5,374	10.1
計	151,959	"	7,780	5.1	55,099	36.2

山村の田畑利用状態 (新潟県東頸城郡)

町村名	(反)		水田		普通畑		その他の畑	
	総面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率
安塚町	4,646	100%	700	15.1%	111	2.4%	50	1.1%
下保倉村	2,111	"	309	14.6	46	2.2	6	0.3
保倉村	1,848	"	189	10.2	36	1.9	3	0.2
旭村	2,020	"	203	10.0	35	1.7	6	0.3
松代町	7,161	"	886	12.3	256	3.5	68	0.9
松之山村	9,726	"	1,089	11.1	255	2.6	32	0.3
奴奈川村	2,060	"	292	14.1	39	1.8	14	0.7
大島村	3,313	"	390	11.7	62	1.8	6	0.2
菱里村	3,606	"	524	14.5	121	3.3	8	0.2
小黒村	1,707	"	301	17.6	56	3.2	16	0.9
牧村	6,212	"	1,163	18.7	145	2.3	25	0.4
計	44,410	"	6,046	13.6	1,162	2.6	234	0.5



第20図 新潟県松之山地すべり 中央部から下方に二次地すべりが多く見られる



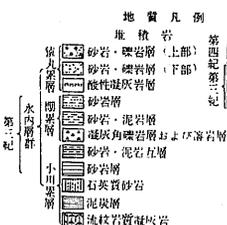
第21図 高知県吉野川流域の植生 水田はほとんど新田地すべり地 水田以外の地すべり地は大部分畑地である

地すべり地ではあまり崩壊が見られない。第23図は花崗岩地帯 第24図は古生層の破砕帯地すべり地で いずれも長野県大鹿村である (防災センター撮影)。

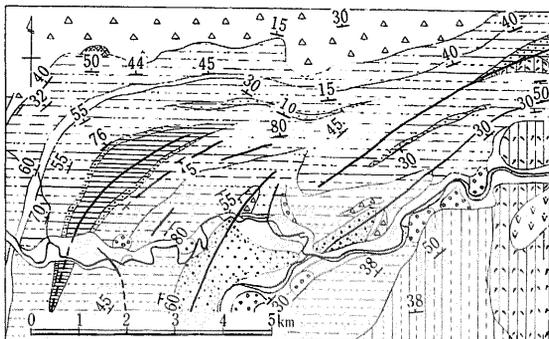
### 8. 地すべり地の色調

写真の色調は 撮影の時刻 位置 季節などに影響され また全国を網羅している米軍の4万は撮影コースによって異なった色調を示している。このため地すべり地形の判読では 参考資料という程度に利用することが多い。例外としては地すべり直後の写真では 第1図

のように容易に判別できるが 旧地すべり地の場合 一般に地すべり地は非



第22図A 長野県北信地すべり地の地質図



第23図 長野県大鹿村の花崗岩地帯で集中豪雨により発生した山崩れ



第24図 第23図の東側で古生層の地すべり地 山崩れはほとんど発生していない

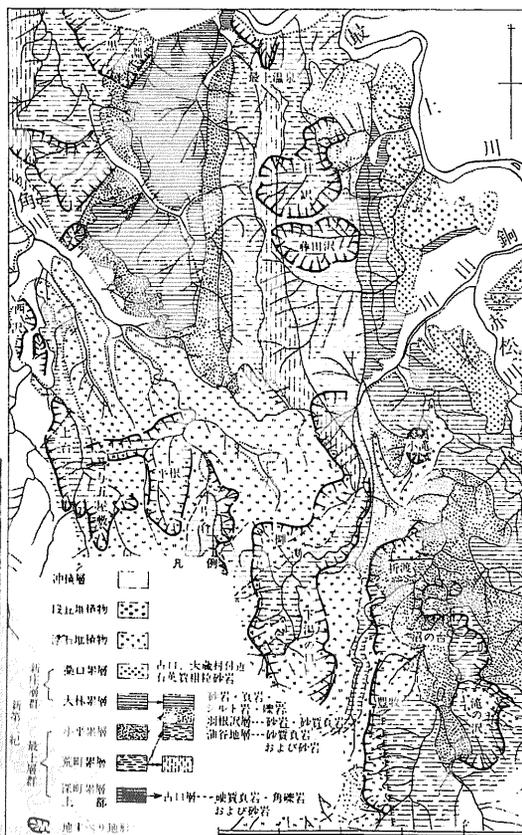
地すべり地と比較して 地下水が豊富なので 白黒写真では相対的に黒味勝ちの場合が多い。荒地では小起伏のためか 周囲より粗粒 荒肌で まだら模様を示すこともある。

### 9. 判読の実例

今まで地すべりの形や 運動のしかた 地形判読法などについて 話をしたが 実際に調査した結果を例として話して見よう。

#### A 山形県最上郡銅山川流域の地すべりについて

第25図と第2表は地質と地すべり分布図および活動状況表であるが 地すべりは最上層群荒町累層に集中的に発生している。地質図では浮石堆積物 (シラス) のところに多くの地すべり地形が見られるが 地すべりは下部に不整合に接する第三紀の泥岩 砂岩が起こしている。第26図は下湯の台の沈降地帯で シラスの台地に長さ700m幅150mの半月状で2段に崖があり 年々沈降し崖は高くなって行く。すぐ北側には100haの陥没地形があり シラスの厚さは100m前後におよぶ。前掲の第13図平根の地すべりは 下湯の台の北東3kmにあり粘稠型地すべりを行なっている。地質は10m前後のシラス層が第三紀の泥岩 砂岩と不整合に接している。下



第25図 山形県銅山川流域の地質と地すべり分布図

第2表 地すべり活動状況

番号	町村名	字名	場所	活動の状況	土地利用状況
03	大蔵村	上の山	赤松川 右岸	滑降流の下に大きな沼がある旧地すべり地 現在一部滑動中	水田
04	"	滝の沢	" 右岸	旧地すべり地で現在停止	水田
05	"	日蓮舎	銅山川 右岸	昭和34年に滑動 県道に被害があり 現在停止	水田と県道
06	"	下湯ノ台	" "	シラス台地が現在陥没中	荒地と県道
07	"	柳瀬	" 左岸	昭和10年 25年に滑動 古くは明治30年ごろ大被害あり 現在滑動中	水田
08	"	南山(城)	" 左岸	昭和10年ごろ被害があり 鉱泉水が止まる 現在停止	荒地と水田
09	戸沢村	黒瀬	最上川 左岸	昭和19年 26年に被害があり現在停止	地
00	"	平根	沢内川 上流	86年位前に大被害があり その後継続的に滑動中 本調査地の中で最大の滑動が見られた 亀裂沈降 隆起が激しい	水田 荒地

湯の台の対岸(北側)には柳瀬地すべりがあり 山頂の台地はシラスでおおわれているが 地すべり地は 泥岩・砂岩で青黒粘土(地すべり粘土)が地表に見られる。柳瀬は一夜にして数10mも動き 銅山川の対岸を隆起させている。このように3カ所ともそれぞれ異なった動きをしているが 地質は全部荒町累層の砂岩・頁岩である。下湯の台陥没地と平根地すべりの断面図は第27図のごとくなり 類似の地形断面を示している。以上の観察から 現在のシラス台地の沈降は継続型地すべりの初期の状態 で地下水の作用でシラスが流出することにより 沈降現象は起きているが 沈降が進むと同時に下盤の泥岩も徐々に粘土化し 泥岩の滑動が始まる(平根地すべり)。地すべりによってシラスの流出も激しくなり 泥岩が地表に出てくると 地すべりは急激に泥流となって滑動し間歇的な地すべりに移行する(柳瀬)

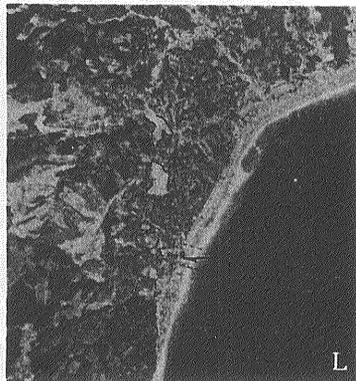
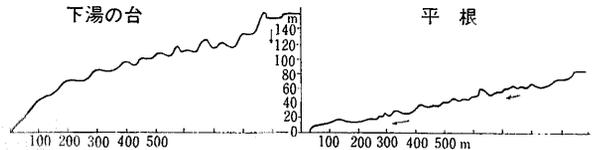
**B 静岡県庵原郡由比町寺尾地すべり**

昭和36年3月に東海道線を一時止めるほどの激しい動きで社会問題となったが 従来から度々東海道線をおびやかしていた(地質ニュース No. 81) 地質は第三紀の泥岩・凝灰岩質砂岩であるが 富士川破砕帯に沿った地すべりなので 破砕帯地すべりといわれている。第28図は昭和22年9月米軍が撮影した写真で 地すべり地内に3コの小滑落差があり 中央部が最も大きく おそら

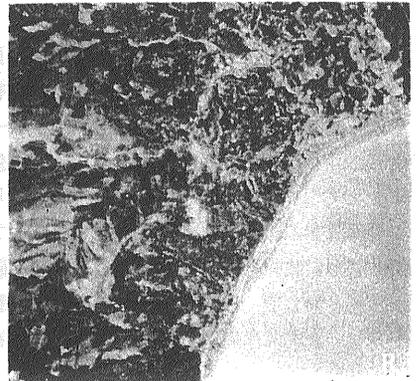


第26図 山形県下湯の台沈降地で 中央部より下方にある数個の半月状地形の様子。上図に於いて同様の地形

第27図 下湯の台と平根地すべりの断面図



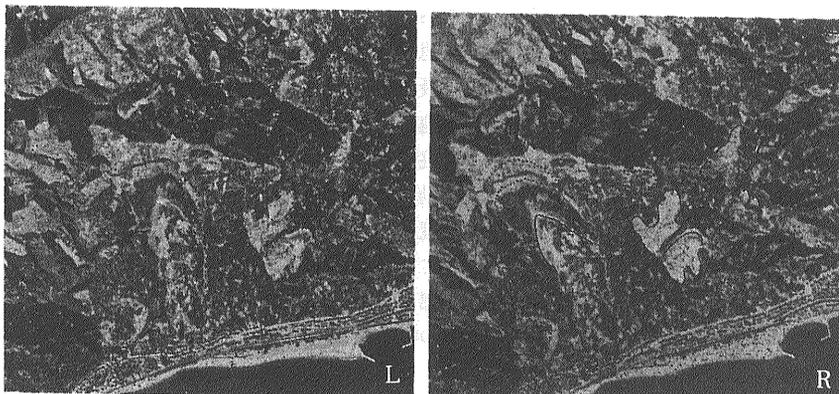
第28図 静岡県由比地すべり 矢印が由比



く東海道線をおびやかしたものと思われ 他の2つは二次地すべりと思われる。寺尾地すべりの北方に2カ所荒地があり 最近の地すべりと思われる。また付近には旧地すべり地形が散在している。第29図は昭和34年10月国土地理院撮影の写真で この12年間に寺尾地すべりが大きく変動したことがわかる。山腹には大きな滑落崖が発生し荒地となっている。しかし中央部の滑落崖は保存されているので 頭部付近の動きだけと考えられる。中央部より下の滑落崖は新たに発生したものでおそらく末端の家屋や 東海道に影響があったと考えられる。

寺尾の北側で新たに地すべりが発生し 前に荒地であった一カ所は整地され水路が見える これは一応安定したことを意味し 他の荒地は継続的に動いていると判断できる。第30図に昭和36年5月農林省撮影の写真で地すべり2カ月後に当る。地すべり頭部の形と位置は第30図とほぼ同じである。普通崩壊性地すべりの場合旧滑落崖の上部に新たに 滑落崖が発生する例が多く見られるが 寺尾では 位置の後退が見られず 今回の地すべりは1年7カ月以前からわずかつ動いていたか以前に落ちた滑落崖付近より 再び大きく滑動したかの2通りが考えられる。また下方の滑落崖が全部消滅したことから 数十年来の大地すべりである。北側の地すべり2カ所は水路が作られ 安定したが1カ所は依然荒地となり 粘稠型地すべりをしている。

次に写真の図化図を対比して見ると より一層運動形態を理解することができる。第31図は昭和34年4月撮影の写真図化図(国土地理院)と地すべり直後の写真図化図(農林省)の比較により作った 隆起沈降曲線図である(縮尺5千分の1で比較して 水平誤差はわずかで



第29図 由比地すべり災害前の写真

高低誤差が0～2m局部的に4m位認められた。地すべり頭部の形態は半月状に沈降し最大30mに及んでいる(頭部の沈下量はすべり面までの深さを表わす)。沈降は中央部で最も多く(旧地形の峯線に当る)地すべり側方崖は垂直に近い急崖で頭部は側方より緩傾斜である。下方の12mの隆起帯は崩壊堆積物であるが隆起の有無は不明である。下方の沈下6～8mは崩土が流下する時に表土をけずり取ったと考えられる。下方両側の隆起帯は泥流の堆積と隆起とが考えられる。

第32・33図は地すべり方向に平行と直角に切った断面であるが縦断面では下方に凸の円弧が見られ横断面では舟底型をしているが両脇が深く中央部が高くなっている。右側が深く溝状になっていることと左側に12mの堆積(あるいは一部隆起)とが無関係ではないと思われる。

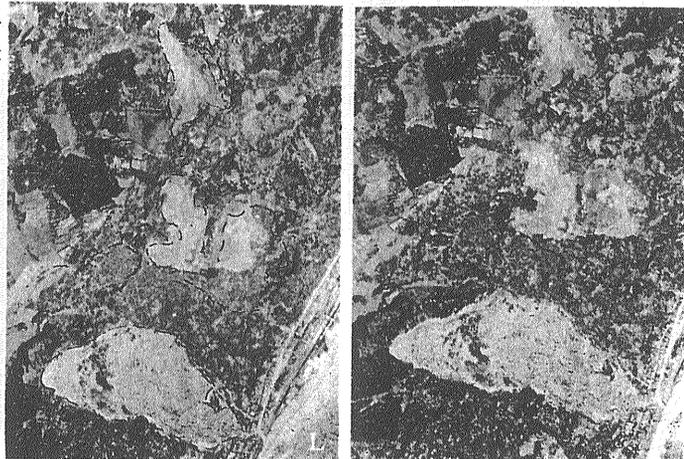
### 10. 地すべり密集地帯の地すべり形態

現在まで筆者が判読と踏査を行なった主要な地すべり地の特徴を別別に要約すると次のごとくなる。山形県最上川支流銅山川流域の地すべりは前述のごとくシラス層が第三紀の上に不整合に堆積しているので独自の形態を示している。福島県平市南部の地すべりは常磐型地すべりといわれ垂直移動(時には10m以上)の割りに水平移動(1m前後)が少なく地表は破碎されている。地塊型と崩壊型が混在しているとも考えられる。地質は第三紀の砂岩頁岩で“地すべりは活断層による”との説もあるが有力ではない。なお長崎県北松浦郡の地すべりと一部共通の形態である。群馬県の地すべりは古生層の破碎帯地すべり(県南)と第三紀層地すべりで一カ所第四紀の礫岩の中で地すべりを起こしている例がある。破碎帯地すべりは後述の四国の破碎帯地すべりと同じで移動量が少なく継続と間歇とがある。岩質は片岩類で絹雲母片岩 緑泥石が多

い。  
第三紀層地すべりは間歇型が多く小山林地すべりのごとく数カ月も動き碓氷川の川底を通して対岸の国道を数m隆起させた例もあるが一般に移動量は少なく崩壊型と流動型はない。碓氷郡松井田町の信越線横川駅の近くで“おぼけ丁場”といって国鉄線路が毎年移動する継続的な地すべりがあり

対岸の妙義山の山腹に地すべりで山頂の分離した地形が見られる。長野県の北信地すべり帯は前述のごとく畑地が多く地表がわずかに移動する表層地すべりが多い。水田地帯では広範囲な地塊型と崩壊型地すべりが見られ例外的に一カ所山腹の山林に滑落崖が発生し広範囲に動ごいた例も見られる。新潟県は地すべりのメッカともいわれる地すべり県で東頸城と西頸城郡の調査を実施したが両郡とも第三紀寺泊層に集中的に地すべりが発生し地すべり地形は山といわず沢といわずに密集しすべて新旧地すべり地といえるほどである。

一般的に東頸城では動き出すと継続的(数カ月～数年)に動き西頸城では間歇的に崩壊性地すべり(10～30時間で停止)が発生し末端は泥流となって押しだす例が多い。最近では昭和37年4月に東頸城郡松之山町で850haが動きだし一年以上続いた。西頸城郡能生町小泊で昭和38年3月に北陸本線を1カ月近く不通にし(地質ニュースNo105)数日後同町桂で同じ崩壊性地すべりが発生し土石流を押しだした。桂は第三紀層の上に火山岩がのっているので崩土は土石流となっている。これは前述の同町柵口地すべりと同じで上部に火山岩がのると土石流となって押しだす。

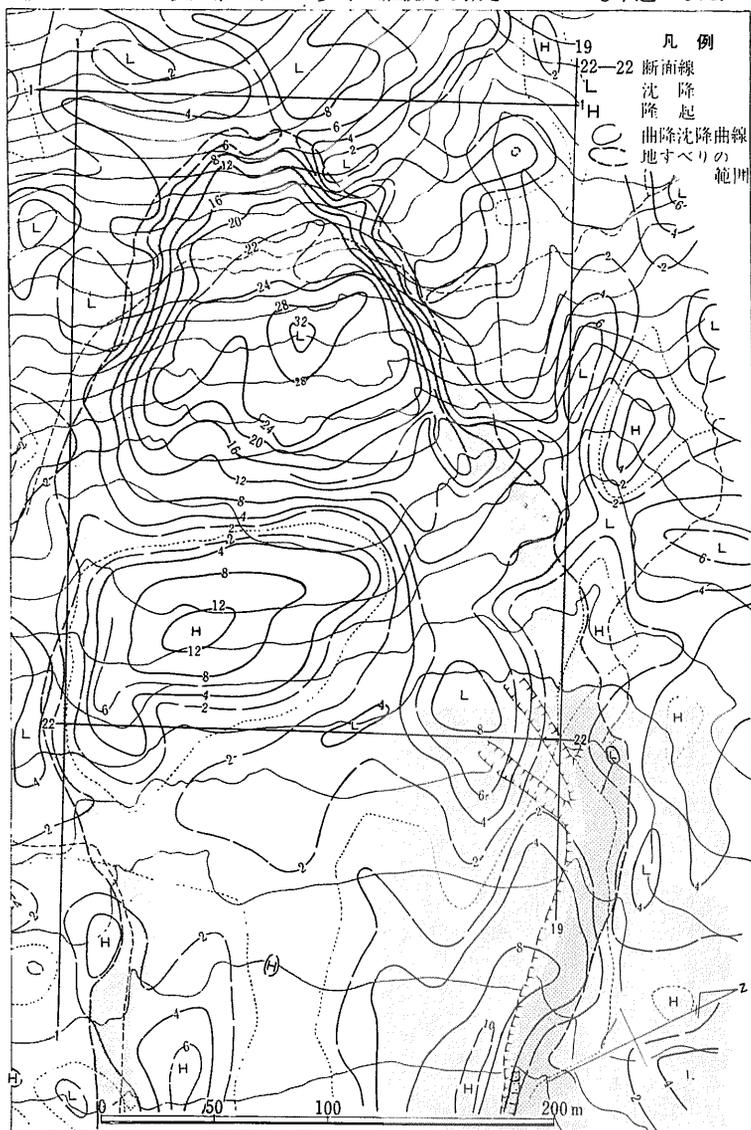


第30図 由比地すべり災害後の写真

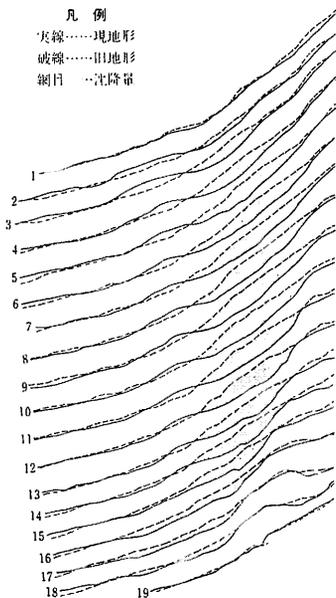
昭和39年の集中豪雨でも 能生町に多数の地すべりが発生し 鷲尾 新戸その他数10カ所で被害の発生を見たがほとんど崩壊性地すべりで 末端では泥流の押しだしで被害を大きくしている。静岡県では入山断層に沿って地すべりが見られ 前述の由比地すべりは逆断層の南部に当る 一部に継続的な粘稠型も見られるが 一般に間歇的で 山崩れと類似の形をしている。高知県は前述のごとく 大部分が破碎帯地すべりで 片岩類に多く とくに御荷銕緑色岩類は 第3表のごとく 地すべりが集中している。第18図の西川地すべりは 昭和22年頃激しく動いていたが 最近では上流の 蔭地すべりが激しく動いた。地質はいずれも御荷銕緑色片岩である。同じ三波川帯でも 他の岩類は移動量が少なく 局所的な移動である。秩父帯は水田が多く 継続的な動きが

多い。とくに吉野川支流穴内川左岸の杉下地すべりは土讃線の鉄橋の一部を移動させている。山腹から山脚部にかけての急斜面では 山崩れや 地すべり性の崩壊が多く見られる。仁淀川流域の地すべり帯は間歇と継続の両方見られるが 移動量は年間 10cm 前後で地質は大部分秩父帯である。徳島 愛媛両県とも岩質に強く支配されているようである。長崎県北松浦郡の地すべり帯は通称北松地すべりと呼び 地質は新第三紀佐世保層群の上に玄武岩がのっけていて 台地の縁は急斜面になり 地すべりの滑落崖になっている。

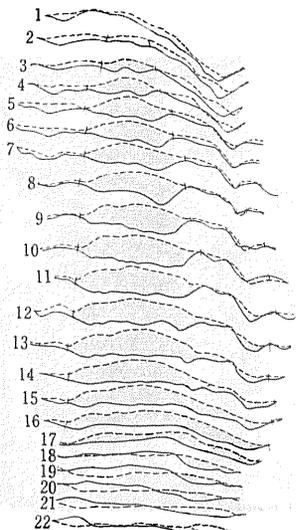
昭和27~28年の石倉山地すべりは 玄武岩を崩壊させ 土石流となって 2km 下方まで押しだし 松浦線を半年も不通にした。一般に運動は間歇的な動きで 動きだ



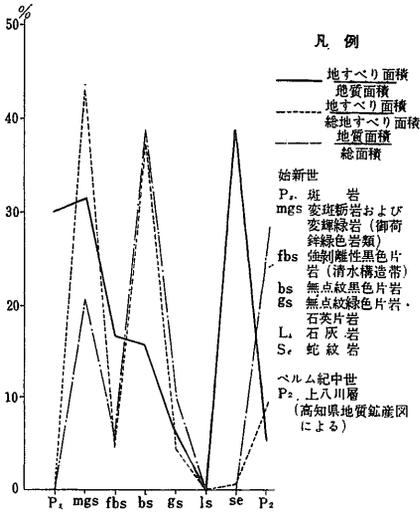
第31図 由比地すべり前と後の写真図化図より作った隆起沈降曲線図



第32図 由比地すべりに平行方向の断面図



第33図 由比地すべりに直角方向の断面図



第3表  
高知県  
吉野川  
流域の  
地質と  
地すべ  
り面積  
の比較

りは昭和39年に発生し大きな被害を起こしたが形態は崩壊性地すべりで 末端隆起と崩土の押しだしが見られた。

### 11. む す び

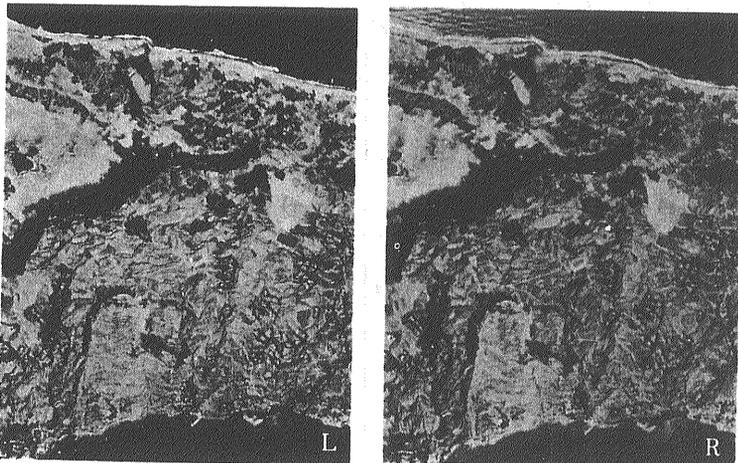
日本全国で地すべり指定地は3,000カ所におよぶが現在までの調査結果から推定すると 約10,000カ所位は地すべり要注意箇所と考えられる(前述の新潟県小泊地すべりは指定地外であった)。これら地すべり要注意箇所を全国的に調べ 地すべりの範囲 運動の形態 地すべりの週期等を知ることができれば 事前に警告し 対策を立て 被害を最小限にすることも将来可能であろう。岩盤の腐食状態 粘土の生成過程 水理 水質等について 多くの専門家が それぞれ研究を進めており “地すべり予知”も夢物語りではなくなると思う。しかしながら予算等の関係もあって あまり調査・研究が進んでおらず また調査をしても災害が発生しなければ 対策工事は実施されない。もし事前に対策工事を実施したならば わずかの金額で有効な対策を立てられる場合が少なくない。災害の復旧工事だけではなく 危険地域への予防対策を行ない 人的 物的資源の損失を少なくするよう 関係当局に望みたい。

(筆者は技術部地形課)

すと数カ月も動く例がある。崩壊性地すべり(吉井町樽河内)もあるが 昭和28年に吉井町愛宕山に発生した地塊型地すべりは 山頂部の亀裂から急激に沈降し 水平移動量はわずかである。同年江迎町鷲尾岳の西側山頂付近で亀裂が拡大し地塊型地すべりを起こし 末端の国鉄線路が移動し 対岸が隆起している。これらが一連の地すべりか否かは不明だが 広範囲な地すべりと考えられる。移動形態は 垂直移動が多く水平移動がわずかで常磐型と類似である。旧地すべり地形では崩壊型地すべり地形が見られ 現在継続的に動いている地すべりでは 一次と二次地すべりがある。また平戸島や生月島にも地すべりが多く とくに第34図の生月島は全島の半ばは地すべり地形でおおわれ 崩壊性地すべり等も見られ 末端隆起で海底が隆起したこともある。地質は本土と同じ佐世保層群である。このほか北松浦郡の東で佐賀県側では山代地すべりがあり 形態は石倉山地すべりと同じである。また富山県氷見市胡桃地すべ

### おもな参考文献

小出 博:日本の地すべり 東洋経済新報社 1955  
 高野 秀夫:地すべり防止工法 地球出版KK 1960  
 中村慶三郎:崩災と国土 古今書院 1955  
 小出博 他:地すべりに生きる 実業公報社 1963  
 岡 重文:北信地すべり群の写真判読 地すべり Vol. No. 2 1964  
 岡 重文:山形県新庄市西方山地の地すべり地形について 写真測量 Vol. 3 No. 2 1964  
 松野 久也:写真地質 実業公報社 1965  
 岡 重文:高知県北部地域の地すべり地形について 写真測量 Vol. 4 No. 4 1965



第34図 長崎県生月島の地すべり地形 左上の平坦地は崩壊地すべり 水田は第三紀の地すべり地 下方の半月状地形は 旧地すべり地内で 再び急激に滑動したところ (昭和23年米平撮影)