

# 山口県下地すべりの地形・地質の広域特性と地形発達史 —第三紀層(油谷)・結晶片岩(周南)・片麻岩(柳井)地域の比較—

津田秀典\*・加納 隆\*\*

## 要 旨

山口県内の油谷・周南・柳井の3地域を例として, 第三紀層・結晶片岩・片麻岩—花崗岩地帯地すべりの地形・地質の性質を相互比較し, 各地すべり地帯の広域的特徴とその発達過程の違いについて考察した。その際, 地すべり地が複合して集合体を形成することに着目し, その集合様式により, 単独型と複合型(親子型・並列型・群集型)の地形タイプに区分した。また, とくに個々の地すべりユニットの重複関係から, 各地形タイプの発達史の復元を試みた。油谷地域には, 第三紀層分布域の概ね全域に, 緩傾斜の基岩構造に規制された単独型および複合型の大型地すべりが発達する。これらは単独型地すべりを原型として, 親子型および並列型の複合型地すべりへと移行する。周南・柳井地域には, 浸食谷に沿って集積した崩積土中に, 中小規模の地すべりユニットが集合した群集型地すべりが多数存在する。周南地域は結晶片岩, 柳井地域は片麻岩および片麻状花崗岩という基岩地質の違いに応じて群集形態は異なるが, 両地域とも油谷地域に比べ急傾斜で崩壊的な要素を含む地すべりが多い。

**Key words** : 地すべり地形タイプ geomorphological type of landslide, 第三紀層地すべり tertiary landslide, 結晶片岩地すべり crystalline schist landslide, 片麻岩地すべり gneiss landslide

## 1. はじめに

地すべりの地域的特徴と地形・地質学的背景を明らかにすることは, 地すべり研究の重要な一側面をなしている。小出<sup>1)</sup>による分類をはじめ, 地すべりの分布や地形・地質特性については, 1980年代に盛んに論じられた<sup>2)~4)</sup>。江川<sup>5)</sup>は, 既存の地すべり地内に小規模な新期地すべりが生じて細分化される現象を地すべりの分化と呼び, 地形発達史の解明を試みた。また高浜・伊東<sup>6)</sup>は, 大型の“親地すべり”中に“子供地すべり”・“孫地すべり”が生じる現象を記載し, 地すべりの階層性や歴史性を論じた。

地すべり地形に関しては, 平面形や断面形を記述したもの<sup>7)</sup>, 地すべり地内の微地形や斜面変遷を論じたもの<sup>8), 9)</sup>, 形状や規模と地形・地質要因を論じたもの<sup>10)</sup>などがあるが, いずれも個々の地すべり地の形状に関する報文が多く, 発達史的観点から地すべり地形の広域的特徴を論じた研究は少ない。地すべりの発達史について, 小出<sup>1)</sup>や江川<sup>5)</sup>, 高浜・伊東<sup>6)</sup>は重要な問題提起をしているが, 地形の記載や

発達史の論理化は難しく, 多くを今後の課題としている<sup>5)</sup>。

山口県には, 比較的狭い範囲に基岩地質を異にする地すべり地帯が分布し, 地形・地質との関連で地すべりの特徴を論じるのに好適な地域であるが, これまで全体をまとめた報文はほとんどなかった。そこで本論では, 油谷・周南・柳井の3地域を例として, 第三紀層・結晶片岩・片麻岩—花崗岩という異なる地質体に発生した地すべりの分布・形態および地形発達史の広域的特徴を, 現地調査に基づく相互比較によって明らかにすることを目的とした。

本論では, 形態的特徴から地すべりを四つの地すべり地形タイプに区分し, とくに地すべりが単体としてのみならず集合体をなすことに着目し, 個々の地すべり地の重複関係から形成過程の復元を試みた。地すべり集合体の形態や形成過程には地域固有の特徴があり, これに基づいて地すべり地帯の広域的特徴を論じた。このようにして集合体の発達史を解析することにより, 地すべり地の将来像の予測のうえでも有益な手がかりが得られると考えている。

## 2. 山口県の地すべりと調査の概要

### 2.1 山口県の地すべりの地質概要

山口県下には多くの地すべり危険箇所があり, 平成16年3月現在で372か所に上る(図-1)<sup>11), 12)</sup>。対象とした油谷・周

\* (株)リクチコンサルタント Rikuchi Consultant Inc.(会員)  
 E-mail: h-tuda@rikuchi-net.jp

\*\* 山口大学理学部地球科学教室 Department of Earth Sciences, Yamaguchi University(会員)

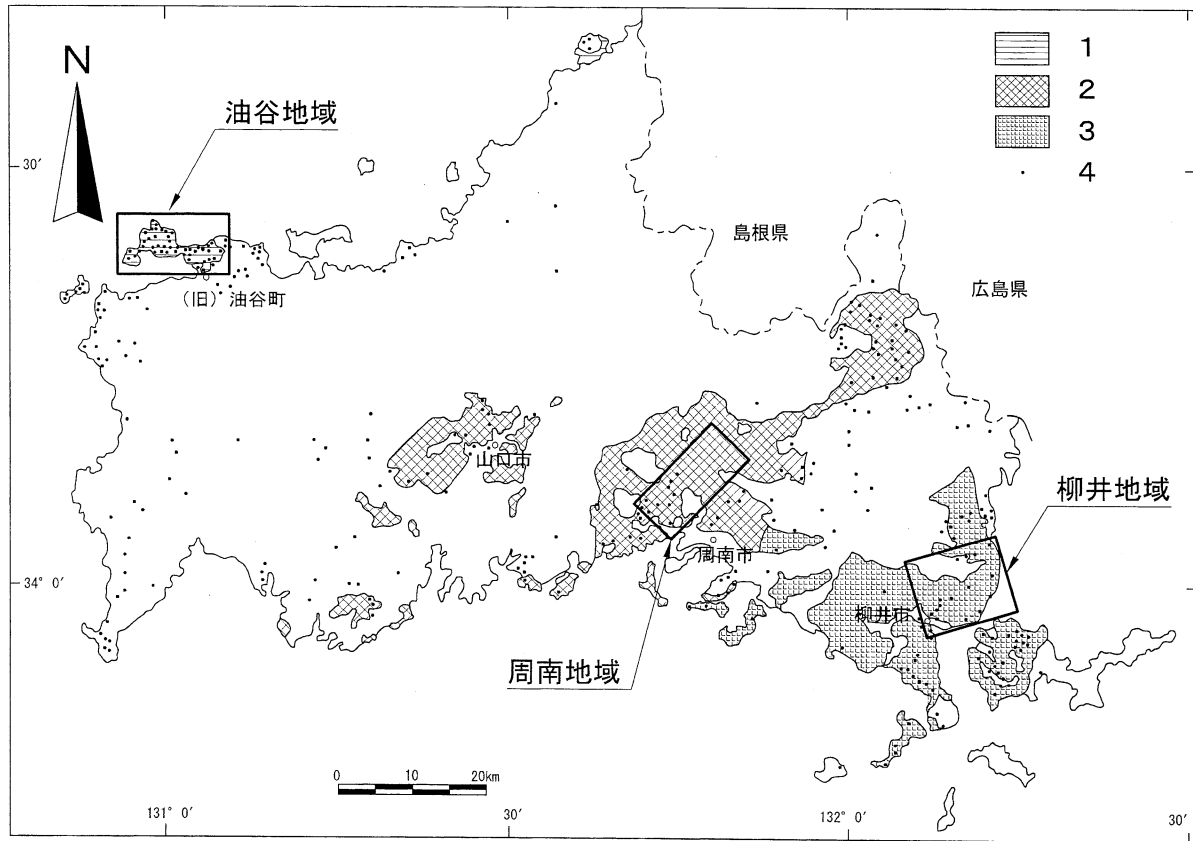


図-1 調査位置図および山口県の地すべり危険箇所

危険箇所は山口県土木建築部砂防課<sup>11),12)</sup>、地質図は新編山口県地質図<sup>13)</sup>による。1：新第三紀層(油谷湾層群)および玄武岩、2：三郡変成岩(周防変成岩)、3：領家変成岩および古期領家花崗岩、4：地すべり危険箇所

南・柳井の3地域は数が多く、山口県の三大地すべり地帯とされる<sup>11)</sup>。この中には日本の地すべり分類<sup>1)</sup>のうえで、第三紀層地すべり、結晶片岩(破碎帯)地すべりの主要2者を包含し、さらに領家帯の片麻岩や花崗岩という重要な地質体に生じた地すべりを含み、地すべり地形とその地質的背景を比較・論じるのに好適であり、代表例として取り上げた。

**[油谷地域]**：本地域には、新第三紀油谷湾層群と古第三紀日置層群が分布する。地すべりは、大半が油谷湾層群を基岩とし、一部は日置層群にも分布する。油谷湾層群は、中新世前期～中期(15Ma)の海成の砂岩泥岩互層を主体とし<sup>14)</sup>、その上位に玄武岩類が分布する。従来、このキャップロック構造の存在から、本地域の地すべりは北松型地すべりに類似するとされた<sup>11),15),16)</sup>。ただし、多くの地すべり地において、第三紀層自体がすべっており、本質的には第三紀層中のすべり面が原因である<sup>16)</sup>と考えられる。

**[周南地域]**：本地域の地すべりは、主に三郡変成岩(西村ほか<sup>17)</sup>では周防変成岩)に属する結晶片岩を基岩とする。これらは構造線地すべりとされる<sup>11)</sup>が、従来の分類<sup>1)</sup>では破碎帯地すべりに相当する。三郡変成岩はメランジ相を含む付加体起源の高圧型変成岩であり<sup>17)</sup>、黒色片岩・緑色片岩・砂質片岩・蛇紋岩等を含む不均質な混在岩層からなり、本質的に岩相の連続性が小さい。また、断層やテクトニッ

クスライド<sup>18)</sup>により、破碎された部分が多い。ただし、地すべりと特定の断層破碎帯との関係は明確ではなく、本論では結晶片岩地すべりと記しておく。

**[柳井地域]**：本地域の地すべりは、領家変成帯に属する片麻岩と片麻状花崗岩を基岩とする。領家変成岩は雲母片岩帯と縞状片麻岩帯、領家花崗岩は新期と古期に大別される<sup>19)~21)</sup>。縞状片麻岩は片理が発達し、これに調和的に片麻状花崗岩(古期)が貫入する<sup>20)</sup>。本地域には、透かし地すべり<sup>11)</sup>(または隙かし地すべり<sup>22),23)</sup>とよばれるものや、片理面や節理面に沿った岩盤すべりがあるとされる<sup>11)</sup>。しかし、これらの詳細はよく知られていない。

## 2.2 調査方法

本研究では、模式的な地すべり地形<sup>24)</sup>(図-2)を基準として、地形図および航空写真判読を行って地すべり地を抽出し、さらに現地踏査により地すべり地形を確認した。その際、図-2のような滑落崖と滑落崖前面の緩斜面(中間斜面)・末端押し出し地形の3要素によって区別された単位を「地すべりユニット」(藤田<sup>25)</sup>の地すべり変動体に相当)、複数の地すべりユニットが複合したものを「地すべり集合体」とよぶ。本論では、地すべりユニットの形態およびそれらの集合様式から、「単独型」、「複合型(親子型・並列型・群集型)」の計四つの「地すべり地形タイプ」(図-3)を区別し、代表例を記載する。現地で視認したユニット数は、油谷地域

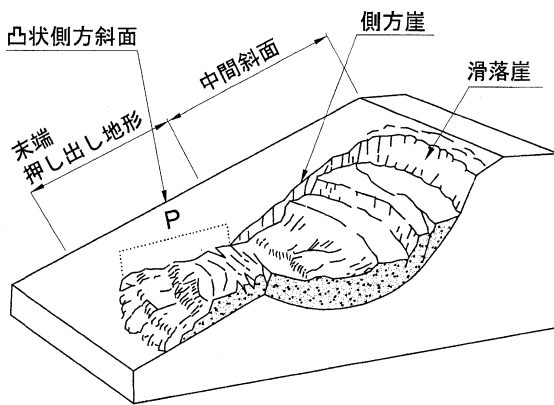


図-2 模式的な地すべり地形(地すべりユニット)と地形要素  
 VARNES<sup>24)</sup>による。地すべりユニットの側方境界には、周囲に対し陥没状をなす部分(滑落崖に続く側方崖)と周囲より高くなっている部分(P: 押し出し地形に対応)があり、後者を凸状側方斜面とよぶことにする。

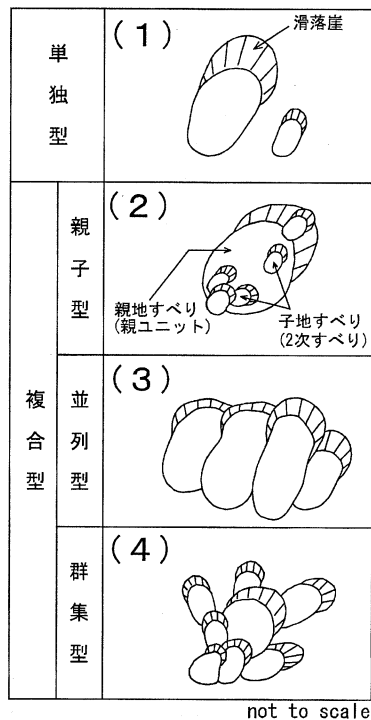


図-3 地すべり地形タイプの分類(模式図)

135か所, 周南地域136か所, 柳井地域129か所, 計400か所である(行政的な地すべり危険箇所とは必ずしも一致しない)。

なお, 記述の便宜上, 地すべり地形を示す場所一般を指す場合には「地すべり地」とし, それらが多数分布する地域を「地すべり地帯」とする。また面積10ha程度以上を大型地すべり, それ以下を中小規模とする。さらに植生に覆われ多少の浸食・崩壊の見られる「旧滑落崖」も「滑落崖」と記述する。

### 3. 油谷地域の地すべり

#### 3.1 地すべり地の分布と形態

油谷地域の地すべり地の分布を図-4に, 個々の地すべりユニットの面積と傾斜との関係を図-7に示す。本地域の地

すべりは, 周南・柳井地域に比べ大規模なものが多く, 面積10ha以上に達するものがある。第三紀層分布域の大半は, 地すべり地によって占有される。各ユニットの斜面傾斜は, いずれも5~15°程度の緩傾斜をなす(大型のものほど低角度となる傾向がある)。浸食谷は各ユニットの境界に沿って存在し, 全体に谷密度は小さい。尾根付近には大規模な滑落崖が存在し, みかけ上, 玄武岩と第三紀層の境界に位置する。

当地域の地すべりは, 形態的に不動地中に孤立して分布するもの(久津, 西山地区: 図-3(1)), 一つのユニット内に2次的なすべりが発生しているもの(図-3(2)), いくつかのユニットが並列しているもの(道手地区など: 図-3(3))に大別される。中でも東立石から青村地区にかけて大規模なユニットが並列し, 山口県下で最大面積の地すべり集合体をなしている(図-4)。このほか俵島~本油谷地区など, 玄武岩あるいは玄武岩起源の崩積土の分布域にも中小規模のユニットが集合する部分がある。

油谷地域の地すべりは, 図-2の地形モデルに比べ中間斜面と押し出し地形が広く, 凸状側方斜面が発達する特徴がある(図-5, 6)。地すべり地の占有面積が大きいため, 確実に不動基岩といえる露頭は少ないが, 道手地区や東立石地区の海岸には, 海に向かって低角度で傾斜した層理面が露出し, その上位を崩積土が覆っている。これらの地すべり地の斜面傾斜方向は層理面と概ね一致し, 滑落崖との位置関係から全体として基岩は流れ盤構造をなしていると考えられる。

#### 3.2 油谷地域の地すべり地形タイプ

##### 3.2.1 久津地区—単独型地すべりの例—

[地形的特徴]: 久津地区(図-5)の地すべり地は, 標高130mの山頂部から海岸部にかけて, 幅300m, 斜面長800m, 面積23haの一つの地すべりユニットをなす。高さ20m・幅350mの馬蹄形の滑落崖があり, その前面に台地状の中間斜面(傾斜5°以下)が広がる。ユニットの中~下部にかけて押し出し地形が発達し, 北側側面は周辺地に対し傾斜30~40°・比高差3~15m・延長250mの凸状側方斜面(図-2のP)をなしている。末端部には, 舌状の張り出しや小丘状の押し出し地形が顕著である。ユニット内にはため池・湧水・湿地が多いことから地下水位は浅いと推定される。地すべりの移動兆候として, 各所に道路の沈下やひび割れ等の変状が認められる。

以上のように, 滑落崖・中間斜面・末端押し出し地形の地すべり地形要素(図-2)がよく揃っており, 2次すべりや他のユニットとの重複によって大きく乱されていないものを, 本論では「単独型地すべり」(図-3(1))とよぶ。

[地質的特徴]: 久津地区の滑落崖の一部には, 風化玄武岩と割れ目に富む新鮮な玄武岩が露出する。中間斜面の上半部は, 径0.5~1.5mの玄武岩の転石を含む茶褐色粘土質の

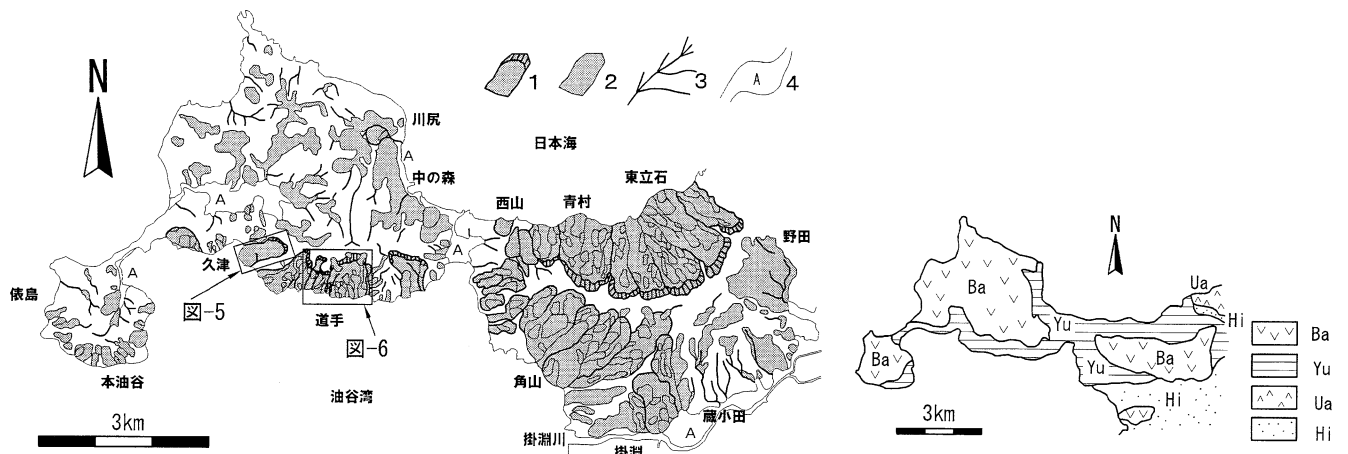


図-4 油谷地域の地すべり地の分布(上)と地質概念図(下)  
 地質図は新編山口県地質図<sup>13)</sup>による。1: 地すべり地形(明瞭な滑落崖あり), 2: 地すべり地形, 3: 浸食谷, 4: 沖積低地。Ba: 玄武岩, Yu: 新第三紀層(油谷湾層群), Ua: 古第三紀層(安山岩), Hi: 古第三紀層(日置層群)

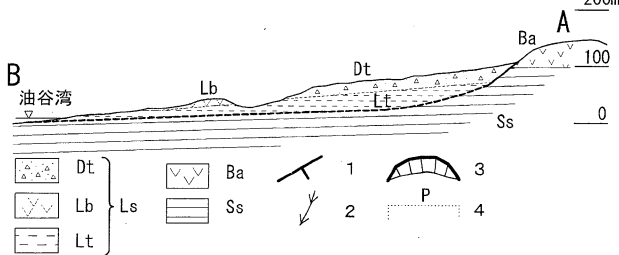
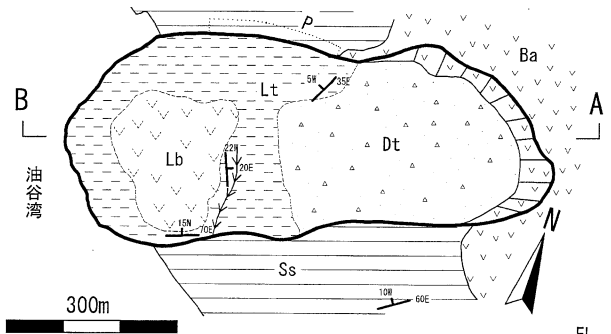
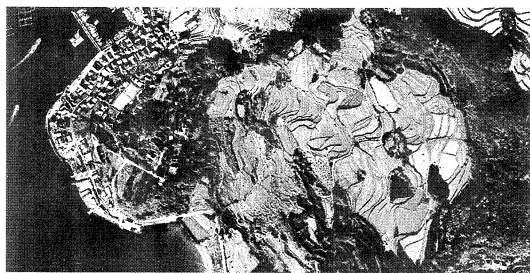


図-5 油谷地域, 久津地区の地すべり地の航空写真(上)・平面図(中)・断面図(下)

航空写真は, 国土交通省国土地理院の空中写真CCG-76-12, C10A-2を使用。  
 Ls: 地すべり地 [Dt: 崩積土(玄武岩質崩積土), Lb: 地すべり土塊(玄武岩), Lt: 地すべり土塊(第三紀層)], Ba: 玄武岩, Ss: 第三紀層(砂岩頁岩互層)。1: 走向傾斜(地層面), 2: 浸食谷, 3: 滑落崖~側方崖, 4: 凸状側方斜面

崩積土(Dt)に覆われる(図-5)。中間斜面の中~下部では, 凸状側方斜面の所々に崩積土(Dt)とその下位の塊状砂岩からなる地すべり土塊(Lt)が露出する。末端部の小丘は, 強風化玄武岩(Lb)からなり, 地すべり地形との対応関係

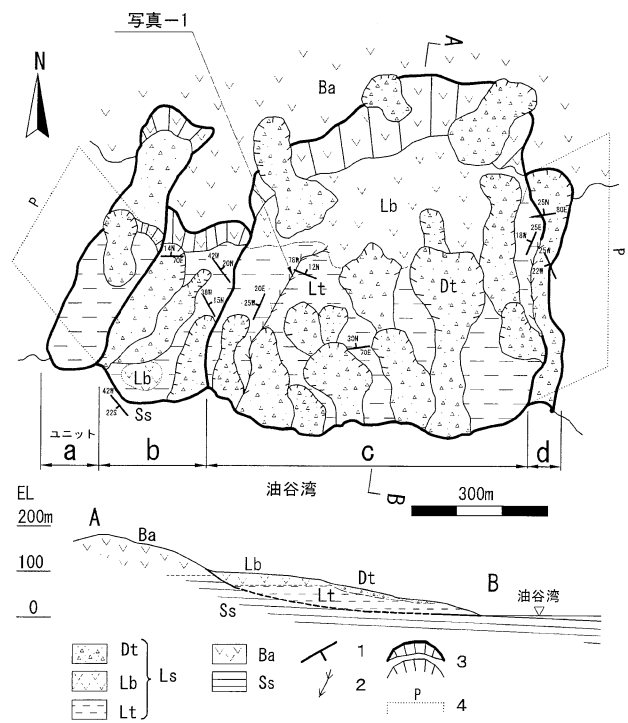


図-6 油谷地域, 道手地区の地すべり地の平面図(上)・断面図(下)  
 凡例は, 図-5に同じ。

から, 第三紀層の移動あるいは浸食により玄武岩の主な分布域から離れた分離小丘と考えられる。

3.2.2 道手地区—複合型地すべり(親子型および並列型)の例—

[地形的特徴]: 道手地区(図-6)では, 地すべりユニットa・b・c・dが並列した地すべり集合体をなす。末端部は, 各ユニットに対応した凹凸を持った海岸線を示す。中でもユニットcは, 幅650m・斜面長750m・面積39haの大型地すべりである。滑落崖は, 高さ20~30m・幅600m, ややいびつな馬蹄形を示す。中間斜面は台地状の緩斜面(5°以下)をなす。ユニットcの東側は, 比高差5~15m・延長500mの凸状側方斜面をなし, ユニットdの一部を覆う。久津地

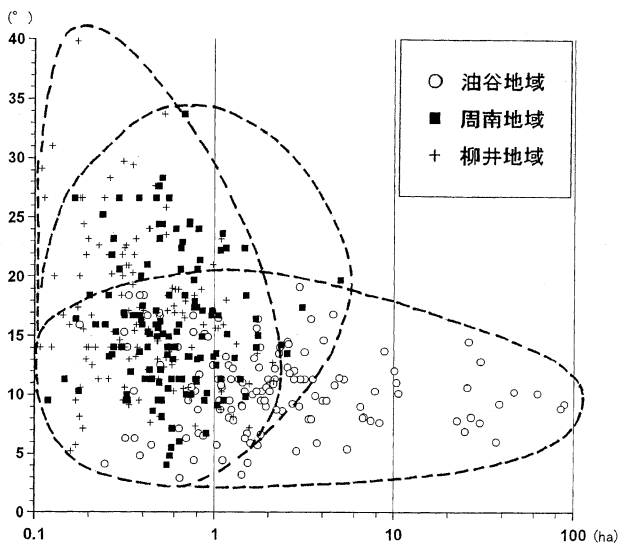


図-7 地すべりユニットの面積と傾斜の関係

地すべり地の面積は滑落崖を含むユニット全体の面積。傾斜は、滑落崖直下からユニット下端部までの平均傾斜、滑落崖が不明瞭な場合はユニット上端部から下端部までの平均傾斜とする(本調査における両者の差は1~2°程度である)。大型地すべり地内の小型地すべりの数も、各1ユニットとしてカウントする。



写真-1 油谷地域、道手地区の地すべり土塊中の第三紀層強風化砂岩泥岩互層(Lt)、上位は玄武岩質の礫混じり粘性土(Dt)。矢印は斜面傾斜方向。(図-6参照)

区と同様、ため池(0.7~1 ha)・湧水・湿地が多く、集水井の出水状況から地下水位は浅いと判断される。移動兆候として、樹幹の屈曲や道路の変状等が認められる。

ユニットa・b・cの内部には、中小規模の2次すべりが多数分布する。とくにユニットcでは、斜面勾配5~10°の部分に2次すべりが多発し、滑落崖を切る2次すべりもある(図-6)。このように、複数の地すべりユニットが相接して集合したものを、本論では「複合型地すべり」といい、そのうち一つのユニット内に2次すべりのあるものを「親子型地すべり」(図-3(2))、各ユニットが並列するものを「並列型地すべり」(図-3(3))とよぶ。

**[地質的特徴]**：道手地区の滑落崖は、久津地区と同じく玄武岩(Ba)からなり、その前面に強風化玄武岩を主とした地すべり土塊(Lb)が広がる(図-6)。ユニットbの末端部には、強風化玄武岩からなる分離小丘(Lb)が存在する。2次すべりユニットの多くは、玄武岩起源の崩積土(Dt)か

らなる。しかしユニットc内部および東側の凸状側方斜面において、玄武岩質の粘性土の下位に砂岩頁岩互層(Lt)が存在する(写真-1)。それらは層理面の走向・傾斜のばらつきが大きく、またブロック状となった部分があり、地すべり地形との対応関係から移動土塊の一部をなすと判断される。海岸部に露出する頁岩層(Ssの一部)は、走向N42°W・22°SW傾斜で、ユニットa・b・cの斜面傾斜方向とほぼ一致し、流れ盤構造をなす。ユニットcの長軸方向は、地層面の傾斜方向と若干斜交し、cの東側凸状斜面がdにのし上げる傾向がある。

#### 4. 周南地域の地すべり

##### 4.1 地すべり地の分布と形態

図-8に周南地域の地すべり地の分布を示す。各地すべりユニットは、油谷地域に比べ2 ha以下の小規模かつ急傾斜(ca.10~30°)をなすものが多く(図-7)、とくに才原~下畑~大谷地区に密集する。蛇紋岩が分布する大崩~新畑にも地すべり地があるが、その数は比較的少ない。全体に谷密度が高く、地すべり地の大部分は樹枝状の浸食谷に沿ってクラスター状の集合体を形成する傾向がある(図-9)(図-8は集合体の分布を示す)。各ユニットは、滑落崖から中間斜面にかけて馬蹄形状に窪んだボトルネック状<sup>7)</sup>をなすことが多い。

基岩の結晶片岩類は、構成岩相が不均質で連続性が小さく、各種の割れ目に沿って破碎され、硬質層と軟質層が混在し強度差が大きい。標高約300m以上の山頂付近には、起伏に乏しい平坦面が広く分布し、基岩の赤色風化が進んでいる(高位または中位段丘面に相当する可能性がある<sup>25)</sup>)。ここでは原岩の構造は残存するものの、軟質の赤色粘性土となっていることが多い。

##### 4.2 周南地域の地すべり地形タイプ

###### —大谷地区の複合型地すべり(群集型)の例—

**[地形的特徴]**：大谷地区(図-9)の地すべり地は、多数の小規模な地すべりユニットからなる集合体をなし、本論ではこれらを「群集型地すべり」(図-3(4))とよぶ。本地区には、次のような形態の集合体が存在する。

集合体aは、2本の浸食谷に沿って0.5ha程度の地すべりユニットが斜面上部から下部に連続的に複合し、全体として3 ha程度の面積を示す。集合体上部には、各ユニットを包絡した凹状の地形(幅220m、図-9一点鎖線)があり、その前面は緩斜面となる。上部には赤色風化した片岩(Bs1)と片岩の風化岩塊を含む崩積土(Lm)が発達し、落差数m程度の滑落崖を持ったユニットが生じている。各ユニットの間(例えば図-9, a1とa2の間など)には小丘状~尾根状領域がある。下部の不動地には比較的硬質の結晶片岩が分布し、谷幅が狭く、集合体は全体としてボトルネック状となる。

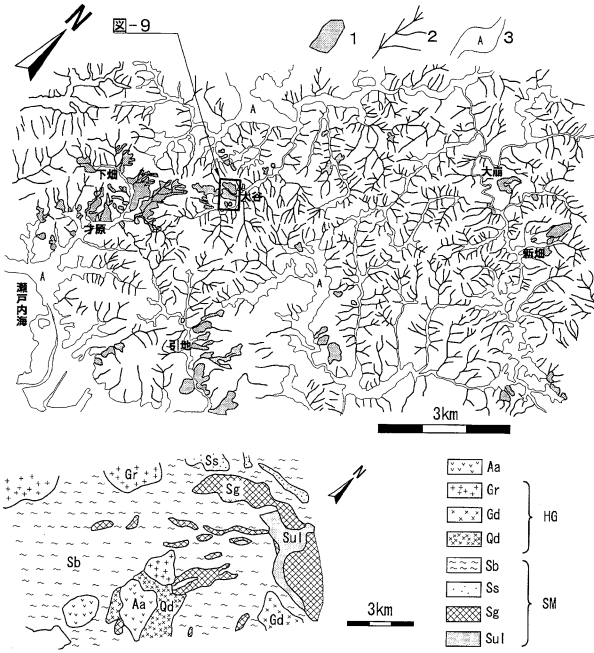


図-8 周南地域の地すべり地の分布(上)と地質概念図(下)  
 地質図は新編山口県地質図<sup>13)</sup>による。1:地すべり地形, 2:浸食谷, 3:沖積低地。Aa:安山岩, HG:広島花崗岩[Gr:花崗岩, Gd:花崗閃緑岩, Qd:石英閃緑岩~斑れい岩], SM:三郡変成岩(周防変成岩)[Sb:黒色片岩, Ss:砂質片岩, Sg:緑色片岩, Sul:蛇紋岩]

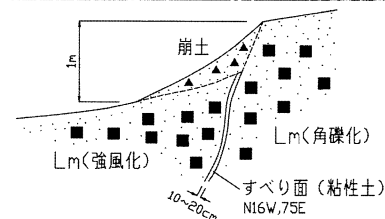
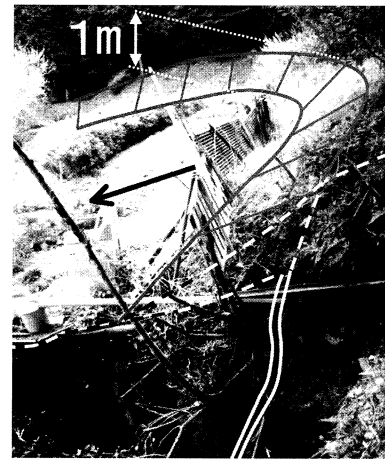


写真-2 周南地域, 大谷地区最下部の地すべりユニットb2  
 b2上部の滑落崖(実線斜線部)と小溪流沿いの断面に見られるすべり面(二重線)。すべり面は強風化した岩塊混じり崩積土を切り, 滑落崖に連続する(スケッチ参照)。矢印は斜面傾斜方向。(図-9参照)

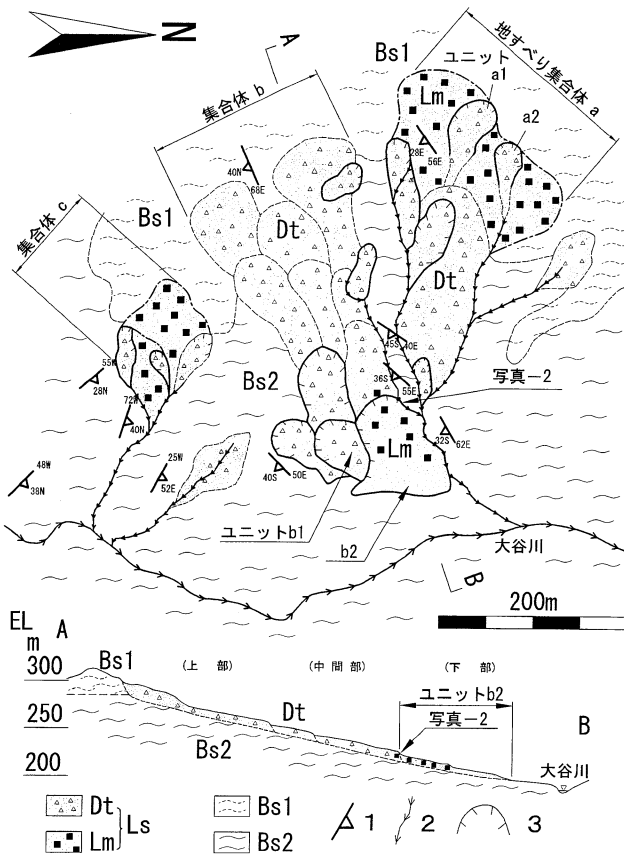


図-9 周南地域, 大谷地区の地すべり地の平面図(上)・断面図(下)  
 Ls:地すべり地 [Dt:崩積土(風化礫混じり土), Lm:岩塊含む地すべり土塊], Bs1:強風化黒色片岩(赤土化), Bs2:黒色片岩(緑色片岩を介在する)。  
 1:走向傾斜(片理面), 2:浸食谷, 3:滑落崖~側方崖

集合体bでは, 斜面上部の各ユニットがより拡大し, ユニット間の尾根状領域はなくなる。ユニット境界はやや不明瞭で, 集合体全体としてaに比べ緩やかな地形となる。また, 崩積土は礫の少ない, より粘性土に富んだものとなる。中間部のユニットには, 径5m程度の陥没地や溝状の凹地が多く見られる。末端押し出し地形は, 下部ユニットの滑落崖によって切られ, 最下部ユニットb2や側方の小地すべりを除いて見られない。b2は, 落差は小さいが(1m程度)明瞭な滑落崖(写真-2)と末端押し出し地形を持ち, 岩塊混じりの崩積土からなる。集合体cは, 斜面上部に風化片岩の岩塊を含む崩積土(Lm)と, 小溪流の谷頭部に生じた少数のユニットから構成される。

[地質的特徴]: 大谷地区には, 緑色片岩を介在する黒色片岩(Bs2)と赤色粘性土(Bs1)が分布する。片岩類の片理面は, 北部で30~40°南東傾斜であるが, 南部は30~40°北東傾斜で一定せず, 地すべり地の分布と基岩の構造との間に関連性は認められない。地すべり地(Ls)には, 主に片岩類の風化岩塊や礫を含む砂質土~粘性土からなる崩積土(DtとLm)が分布する。ユニットb2北側の浸食谷の側面には, 風化緑色片岩の岩塊混じり崩積土(Lm)の中に, 層厚10~20cmの粘性土よりなるすべり面が露出する(写真-2)。

### 5. 柳井地域の地すべり

#### 5.1 地すべり地の分布と形態

図-10に柳井地域の地すべり地の分布を示す。地すべり地は, 割石~由宇川沿いや千鳥ヶ丘東, 大久保北など, 東

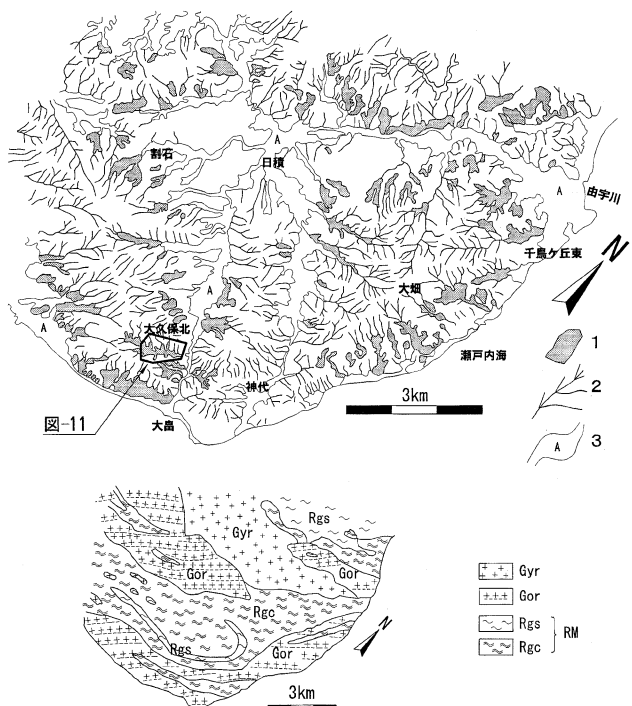


図-10 柳井地域の地すべり地の分布(上)と地質概念図(下)  
 地質図は新編山口県地質図<sup>13)</sup>による。1：地すべり地形、  
 2：浸食谷，3：沖積低地。Gyr：新期領家花崗岩，Gor：  
 古期領家花崗岩(片麻状花崗岩)，RM：領家変成岩[Rgs：  
 泥質縞状片麻岩，Rgc：珪質縞状片麻岩]

西性の浸食谷と南北性の枝谷に沿って分布する。この水系パターンは、東西性・急傾斜の基岩の分布・構造<sup>13)</sup>を反映した組織地形であり、全体に谷密度が高い。各地すべりユニットは、油谷地域に比べ小規模(2 ha以下)かつ急傾斜( $ca.10\sim35^\circ$ ；図-7)で、幅に比べ斜面長の長いものが多く、南北性の谷の出口(東西性の谷との会合部)付近に群集する。地すべりユニットの境界はやや不明瞭であるが、遠方からの観察や地形図・航空写真から馬蹄形地形が認められる。基岩は、主として片麻状花崗岩(古期領家花崗岩)と縞状片麻岩である。地すべりは、いずれも基岩の巨礫を含むマサ土質の崩積土中に生じている。

5.2 柳井地域の地すべり地形タイプ—大久保北地区の複合型地すべり(群集型)の例—

[地形的特徴]：大久保北地区では、南北性の谷の出口付近に幅50~150m・ $15^\circ$ 程度の緩斜面が開け、この部分に地すべり集合体が分布する。一つの集合体は、幅30~70m・斜面長50~150m(0.1~1 ha)程度のユニット数個からなり、さらにこの集合体が連結して東西性の浸食谷を幹とする樹枝状集合体を形成する(図-11)。各ユニットの境界は、落差1~数m程度の段差地形(滑落崖~側方崖)により区別され、全体として陥没状を呈する(写真-3)。最下部ユニット(図-11地点e)を除いて、押し出し地形は顕著でない。地点eでは、マサ土状の強風化片麻状花崗岩の上位を片麻岩の巨礫を含む崩積土(地すべり土塊)が覆い、東西性の河川の屈曲が認められる。

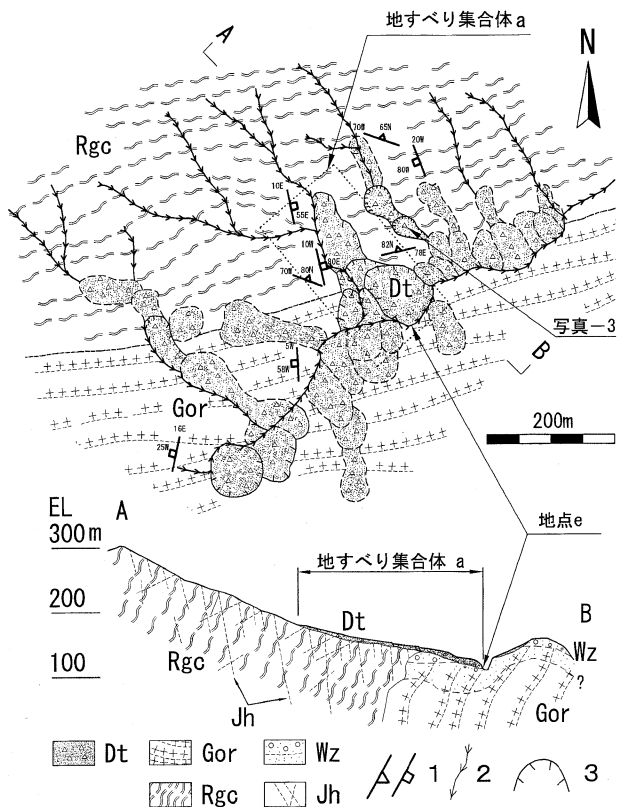


図-11 柳井地域，大久保北地区の地すべり地の平面図(上)・断面図(下)  
 Dt：崩積土(地すべり地)，Gor：片麻状花崗岩(古期領家花崗岩)，Rgc：珪質縞状片麻岩(領家変成岩)，Wz：風化帯(玉石状の風化核を含む)，Jh：高角度節理面。1：走向傾斜(片理面・節理面)，2：浸食谷，3：滑落崖~側方崖

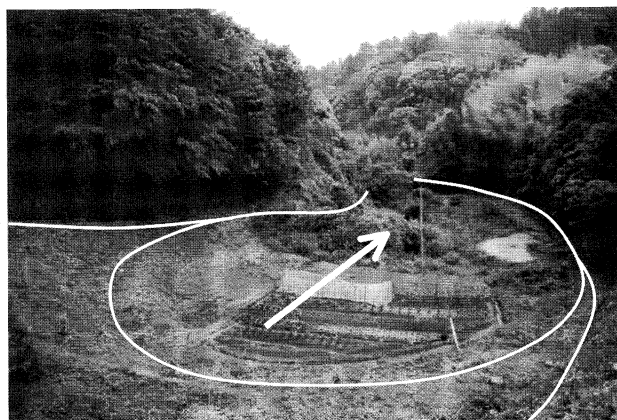


写真-3 柳井地域，大久保北地区の陥没状の地すべりユニット  
 陥没地の幅は約30m，矢印は斜面傾斜方向。(図-11参照)

周南地域の群集型地すべりは、斜面上部に緩斜面がありボトルネック状集合体をなすのに対し、柳井地域では斜面上部に硬質岩盤が露出し、上部でやや急傾斜・下部で緩傾斜の末広がり形の集合体をなす。この地域では、南北性の谷が相対的に急勾配( $14\sim25^\circ$ )で土砂生産量が多いのに対し、東西性の谷は勾配が緩く( $2\sim5^\circ$ )土砂搬出力が小さいため、谷の出口に土砂が滞留して崩積土が発達し、そこに地すべりが生じている。

[地質的特徴]：大久保北地区では、東西性の谷の北側に珪質縞状片麻岩(Rgc)、南側に片麻状花崗岩(Gor)が分布する(図-11)。珪質縞状片麻岩は概して硬質であるが、高角度(70~80°)の片理面や節理面に沿う開口割れ目(Jh)が多く、雲母に富む泥質片麻岩の薄層を挟む。これらの不連続面に沿って岩盤剥離が生じており、板状~塊状の巨礫が生産される。片麻状花崗岩は粗粒で風化しやすいが、強風化帯(Wz)のマサ土中にはしばしば強堅な玉石状の風化核が残存する。玉石の直径は数十cm~2mときに数mに達する。縞状片麻岩と花崗岩では礫の生産の仕方が異なるが、いずれも礫混じりのマサ土質の崩積土が発達し、その分布が地すべりの分布を規定している。30~40°の急斜面上に、これらの巨礫を含む崩積土が存在することがある。

6. 地すべり地形タイプと発達過程

本論の対象とした地すべり地の形態的特徴をまとめ、四つの地形タイプに区分した(図-3)。図-2の地形モデルは単独型地すべりにあたるが、実際には複数の地すべりユニットが集合して複合型地すべりを形成する場合が多い。本章では、各ユニット間の地形的な切りあいや重複関係から前後関係を推定し、油谷・周南・柳井の地すべり地形タイプとその発達過程の特徴について考察する(表-1)。

6.1 油谷地域の地すべり地形タイプと発達過程

道手地区(図-6)を中心に、油谷地域の単独型・親子型・並列型地すべりの発達過程について述べる(図-12)。

ステージ1(単独型地すべりの発生)：第三紀層中に単独型地すべりbとdが発生する。ユニットbの一部とdの大半はユニットaとcに覆われるため詳細不明であるが、久津地区には地すべり発生時の地形要素(図-2)がよく保存され

ており(図-5)、bとdの形態も単独型地すべりに近いものであったと推定して描いてある。ただしbとdの前後関係は特定できない。

ステージ2(複合型地すべりの形成)：

親子型地すべりの形成：ユニットbの内部で2次すべりが発生し、親子型となる。

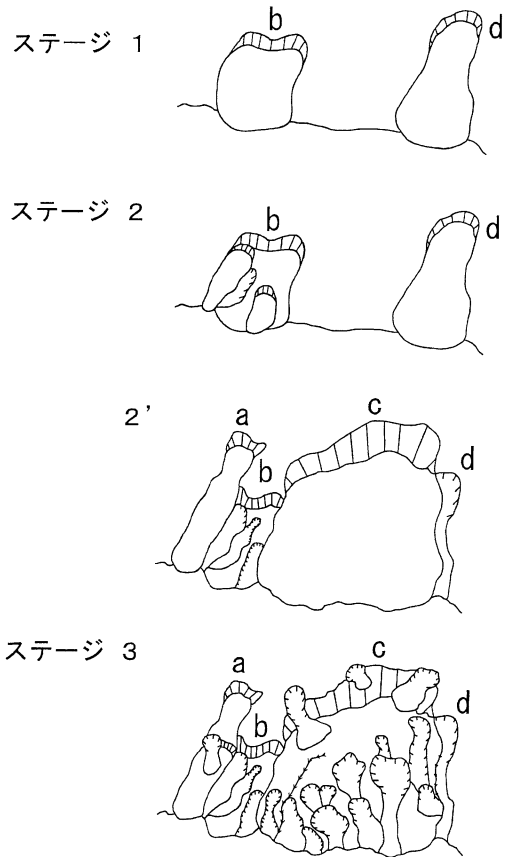


図-12 油谷地域、道手地区の地すべり地形発達過程  
凡例は、図-6に同じ。

表-1 油谷・周南・柳井地域の地すべりの形態的特徴の比較

地 域		油 谷 (第三紀層)	周 南 (結晶片岩:三郡変成岩)	柳 井 (花崗岩~片麻岩:領家帯)
分布・ 形態・ 地形 タイプ	規模、傾斜	大規模(~100ha) 緩傾斜(5~15°)	小規模(大半は1ha以下) 急傾斜(10~30°)	小規模(大半は1ha以下) 急傾斜(10~35°)
	分布、浸食谷	第三紀層全域、 谷密度小、地すべり境界が浸食谷	浸食谷沿い、 谷密度大	浸食谷沿い、 谷密度大
	地すべり地形タイプ	単独型、複合型(親子型、並列型)	複合型(群集型)	複合型(群集型)
	ユニットの形態	押し出し地形と凸状側方斜面の発達	ボトルネック状	末広り形、陥没状、幅に比べ斜面長が大
	地すべりの順序	上位ユニット(後期)が、下位ユニット(早期)を覆う	上位ユニット(早期)の末端を下位ユニット(後期)が切る	上位ユニット(早期)の末端を下位ユニット(後期)が切る
地 質	基岩の岩相、構造	整然層 砂岩泥岩互層、緩傾斜(流れ盤構造)側方へ連続性大	メランジ 黒色片岩、一部緑色片岩と蛇紋岩、亀裂多く連続性小	花崗岩、縞状片麻岩、片麻状構造に沿った亀裂多い
	地すべり土塊(崩積土)	基岩(砂岩泥岩)、崩積土(玄武岩・砂岩泥岩起源の礫混じり粘性土)	崩積土(片岩起源の礫混じり粘性土)	崩積土(花崗岩の巨礫混じりマサ土質)
移動形態		慢性的	急性的、急傾斜地崩壊を伴う	急性的、急傾斜地崩壊、土石流を伴う
地すべりユニットの集合形態		側方方向に連結、拡大	谷斜面傾斜方向に連結、拡大	谷斜面傾斜方向に連結、拡大



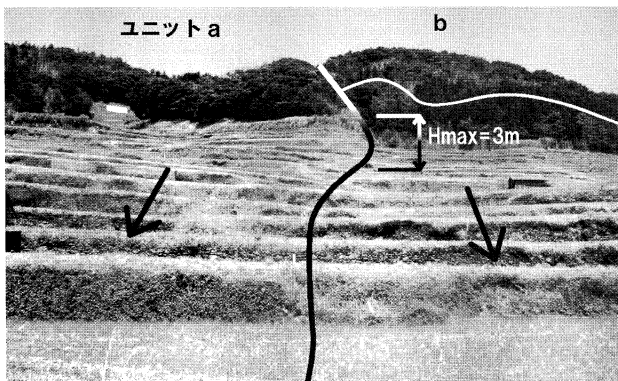


写真-4 油谷地域、道手地区の地すべりユニットaとbの重複関係  
ユニットaがbの一部を覆う。矢印は斜面傾斜方向。

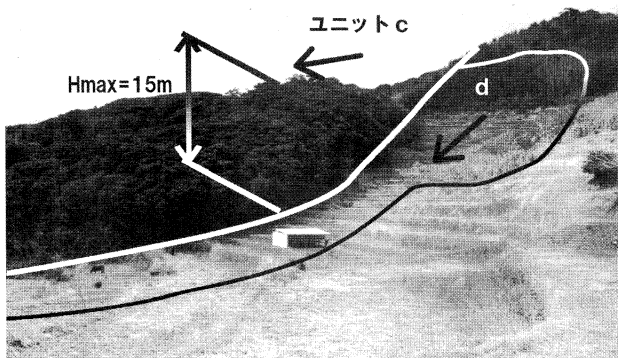


写真-5 油谷地域、道手地区の地すべりユニットcとdの重複関係  
ユニットcがdの上を覆う。矢印は斜面傾斜方向。

並列型地すべりの形成：ユニットaはbの分布を切り、比高差3m程度の凸状側方斜面をなしてbの一部を覆う(写真-4)。またユニットcもbとdを切り、東側の凸状側方斜面がユニットdの一部を覆い(写真-5)、a・b・c・dの並列型集合体が形成される。ユニットaとcは、b中の2次すべりを切る。aとcの前後関係は特定できないが、先にユニットb・dが発生したため側方部の抵抗が減じ、aとcの発生を誘発した可能性がある。道手地区では、親子型から並列型への発達が認められるが、一般には並列型の集合体を構成するユニット自体が親子型をなすことがあり、それらの前後関係は事例ごとに判定する必要がある。

ステージ3(～現在)：親地すべり内部で2次・3次の中小地すべりが発生し、構造が複雑化する。ユニットcでは、親地すべりの滑落崖を切って小型の2次すべりが生じ、また内部にも2次すべりが多発している。さらに2次すべりどうしの切りあいの関係から、2次・3次の区別ができる場合がある。同ユニット内に認められる道路変状等の移動兆候や2次～3次の地すべり発生の原因は、本質的には親地すべりの慢性的変動が基本にあると推測される。

[油谷地域の地すべりの運動形態]：油谷地域の地すべりには、周南・柳井地域に比べ大規模・緩傾斜のものが多く、ユニット中～下部に広い中間斜面と押し出し地形を持ち、凸状側方斜面が発達する特徴がある。そこではより後期のユニットが側方に張り出し、下位(早期)のユニットの一部を覆う。久津地区においても、北側の凸状側方斜面が顕著

であるのに対し、南側上部斜面では高低差が小さく、地すべり土塊の側方(南東から北西方向)への押し出しが示唆される(図-5)。油谷地域では、このような地すべりユニットの張り出しと連結によって並列型地すべりが発達し、側方方向に集合体が拡大する傾向がある。

これらは周南・柳井地域の地すべりが、押し出し地形が顕著でないこと、より下部(後期)のユニットが上部のユニットを切ること、浸食谷の傾斜方向に集合体が拡大する傾向があることと対照的である。両地域の地すべりが主として崩積土中に発生するのに対し、油谷地域の地すべりでは砂岩泥岩互層自体が移動土塊の一部をなし(写真-1)、すべり面は第三紀層中に存在する。油谷地域に大型地すべりや並列型地すべりが発達する素因は基岩の第三紀層にあり、それらが本質的に側方への連続性が大きい整然層(周南地域はメランジ相)であることと対応すると考えられる。

これまで油谷地域における調査対策の対象は、細分化された表層の2次すべりが多く、第三紀層中にすべり面のある大型地すべりを想定した長尺ボーリングは十分行われていない<sup>16)</sup>。今後、長期的な地形発達過程<sup>25), 26)</sup>を考慮に入れた大型地すべりの実態解明が必要である。

## 6.2 周南・柳井地域の地すべり地形タイプと発達過程

[周南地域の群集型地すべりの地形発達過程]：大谷地区の地すべり集合体a(図-9)をもとに、周南地域の地すべりの地形発達過程を復元すると、図-13のようになると考えられる。

ステージ1(崩積土の集積と地すべりの発生)：斜面上部には赤色粘性土が広がり(Bs1)、浸食を受けやすいのに対し、下部は硬質の片岩が分布するので谷幅が狭く、土砂は谷斜面中～上部に滞留し、風化岩塊混じりの崩積土(Lm)が形成される。地すべりはこの部分に発生し、ボトルネック状ユニットが形成される。

ステージ2(地すべり集合体の発達)：上部の地すべりユニットの末端は、より下部のユニットに切られる。下部ユニットでは礫混じりの粘性土(Dt)からなる崩積土が発達し、さらに2次的な小地すべりも発生する。集合体bにおいても、b1は最下部ユニットb2に切られ(写真-6)、押し出し地形はb2を除いて顕著でない。このように上部のユニットをより下部のユニットが次々と切りながら、浸食谷の斜面傾斜方向に連結して群集型の集合体が形成・拡大すると考えられる。

集合体aとbの間には不動地があるため、両者の前後関係は直接確認できない。ただし集合体bの各ユニットの形態が最下部を除いて不明瞭となること、全体の傾斜が緩やかとなること、崩積土に粘性土が増えることなどから、集合体bはaに比べ、地すべり変動<sup>25)</sup>がより進行した段階を示すものと推定される。同様に、集合体cは、集合体形成の萌芽的段階(あるいは未発達の段階)を示すものと位置づけ

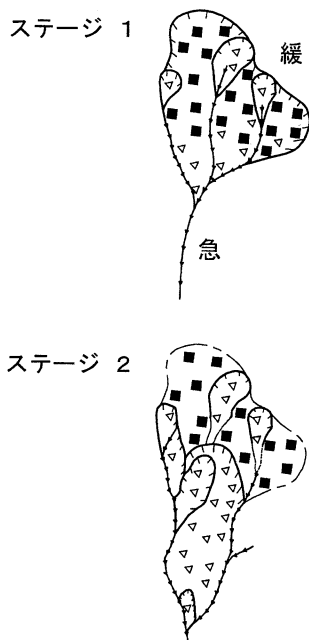


図-13 周南地域、大谷地区の地すべり地形発達過程  
凡例は、図-9に同じ。

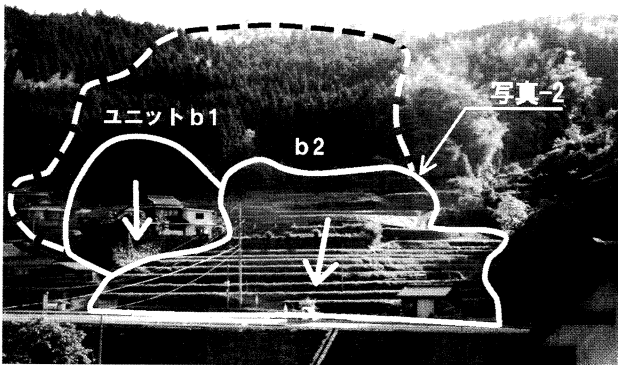


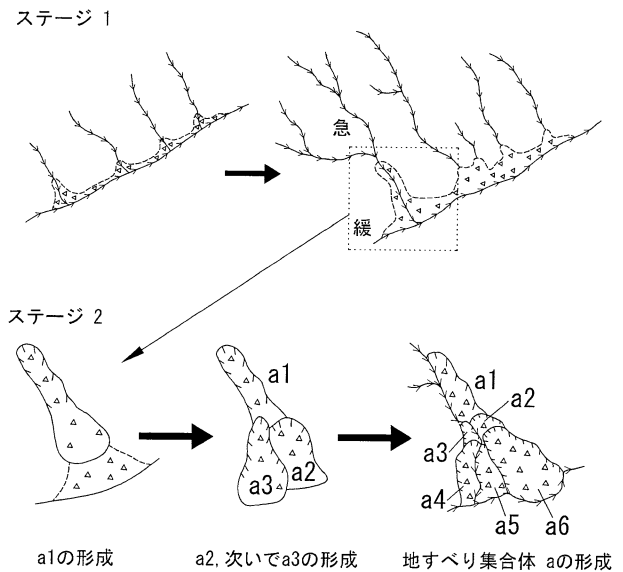
写真-6 周南地域、大谷地区の地すべりユニットb1とb2の重複関係  
ユニットb2がb1を切る。矢印は斜面傾斜方向。

ることが可能である。

[柳井地域の群集型地すべりの地形発達過程]：大久保北地区(図-11)を例として、柳井地域の地すべり地形発達過程を復元すると、図-14のようになると考えられる。

ステージ1(浸食谷の発達と崩積土の集積)：柳井地域では、南北性の枝谷から巨礫混じりのマサ土質の土砂が供給される。東西性の谷は緩傾斜で土砂搬出力が乏しいため、枝谷の谷間口に土砂が滞留し、周南地域と異なって末広がりの崩積土が発達する。

ステージ2(地すべり集合体の形成)：地すべり集合体aは、ユニットa1～a6からなり、a1の末端はa2・a3に切られ、a2はa3に側方を切られる。最下部ユニットa6は末端押し出し地形が顕著で、最も後期である。斜面は上部ほど急傾斜であり(写真-7)、枝谷の浸食によって、まず斜面上方の崩積土が下部を削りとられて不安定となり、ユニットa1が発生し、さらに、より下部のユニットが次々に生じて集合体が形成されたと考えられる。



a1の形成 a2, 次いでa3の形成 地すべり集合体 aの形成  
図-14 柳井地域、大久保北地区の地すべり地形発達過程  
凡例は、図-11に同じ。

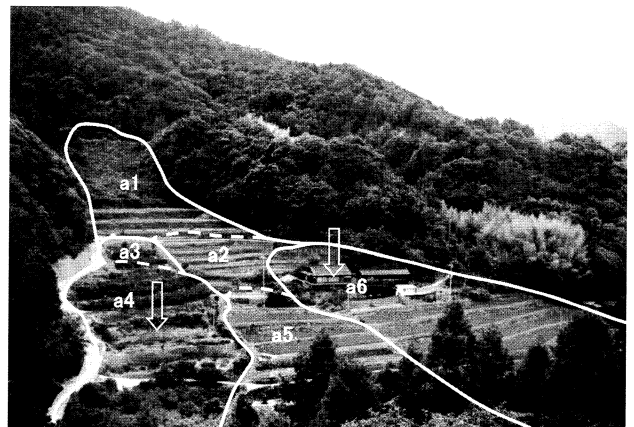


写真-7 柳井地域、大久保北地区の地すべりユニットa1～a6の重複関係  
ユニットa1～a2は、ユニットa3～a4およびa5、a6に切られる。二重矢印は陥没地形、矢印は斜面傾斜方向。

[周南・柳井地域の地すべりの運動形態]：周南および柳井地域の群集型地すべりは、集合体の形態や崩積土の発生・滞留の仕方に違いがあるが、ともに油谷地域に対し、規模・傾斜・押し出し地形や集合体の拡大方向等において異なっている。これには、以下のような基岩地質の違いと浸食谷の発達とが素因となっていると考えられる。

周南地域の基岩は、不均質なメランジ相を含む付加体を起源とし破砕が顕著であり、第三紀層のような整然層に比べ岩相の連続性が小さい。また、柳井地域ではマサ化し浸食されやすい花崗岩質の地質のため、両地域とも油谷地域に比べて谷密度が大きく、これらが地すべりの規模を規定している。また、土砂の生産と崩積土の集積およびその崩壊は、浸食谷に沿って起こっており、谷斜面の傾斜方向に連結しながら地すべり集合体が拡大する特徴がある。

柳井地域の地すべりが“隙かし”あるいは“抜け”のイメージで捉えられてきたのは、陥没状の形態をなすこと

(写真-3, 7), 崩積土や山脚部が基部から浸食され, 上位が不安定化して生じることにある<sup>22)</sup>. 過去の事例では, 1990年代に千鳥ヶ丘東地区(図-10)で, 降雨に伴い谷出口に集積した厚さ4~5m, 傾斜20~25°の崩積土がすべっている。また, 神代地区で, 崩積土が風化基岩とともにすべった事例がある<sup>23)</sup>. いずれもマサ土質の崩積土が, 基部を浸食されて安定を失い移動したものと考えられ, これらが「隙かし地すべり」に相当する。花崗岩地帯の地すべりを解析する際には, こうした機構を考慮する必要がある。

周南・柳井地域においては, 1972~2005年にかけて100か所を超える土砂災害が多発し<sup>27)</sup>, 数十か所の地すべり対策工事が行われている。当地域では地すべりの規模が小さく, 兆候に乏しいものでも, 降雨時に急性的な崩壊や土石流を伴うことがあり, 防災上の留意が必要である<sup>27)</sup>.

## 7. ま と め

(1) 山口県の油谷・周南・柳井3地域について, 地すべり地の分布・地形・地質の特徴を相互比較し, 広域的な特徴を包括的に述べた(表-1)。このとき, 地すべりが単体としてではなく集合体をなすことに着目し, これにより四つの地すべり地形タイプに区分し, 各地すべりユニットの前後関係から地形発達史の特徴を考察した。

(2) 油谷地域には, 第三紀層分布域の概ね全域に, 地層面の構造に規制されて生じた単独型および複合型の大型地すべりが存在する。これらは単独型地すべりを原型として親子型・並列型地すべりに移行し, 側方に連結して複合型地すべり集合体へと発達すると考えられる。

(3) 周南および柳井地域には, 浸食谷に沿って多数のユニットが集合した群集型地すべりが多い。基岩は不均質で亀裂が多く, これを反映して谷密度が大きく, 油谷地域に比べ小規模かつやや急傾斜の地すべり地が多い。周南地域では, 谷斜面上部から中央部に崩積土が蓄積し, ボトルネック状の地すべり集合体が形成される。柳井地域では, 花崗岩・片麻岩の巨礫を含むマサ土質の崩積土中に末広りの集合体が形成される。両地域とも, 崩壊的な要素がかなり含まれ, 降雨時に急速な変動を生じることがある。

(4) 油谷地域の地すべりが斜面側方に拡大する傾向があるのに対し, 周南・柳井地域では傾斜方向に拡大する傾向がある。油谷地域は日本各地の第三紀層地すべりと, 周南地域は三波川帯などの結晶片岩地すべりと, 柳井地域は花崗岩地帯の地すべりととの共通性があることが予想され, 上記の特徴が普遍的なものであるかどうか, さらに検討を要する課題となる。また, 一般に地すべり地帯には, 発達段階を異にする地すべり地が並存する。それらを集合体の形成という観点で時系列に沿って整理することにより, 地すべりの運動形態や将来像の予測の手がかりが得られる可能性がある。こうした観点で, 長期的な地形発達過程をとら

えることが期待される。

**謝辞** 本研究にあたり, 山口大学理学部地球科学教室の諸先生方には有益な御意見をいただき, (株)リクテコンサルタントから, 研究をまとめる機会を与えられ, 種々ご援助をいただいた。また匿名の査読者から有益な御意見をいただいた。関係各位にお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 小出博(1955): 日本の地入り—その予知と対策—, 東洋経済新報社, 259p.
- 2) 藤田崇(1982): 近畿地方の地質分帯と地すべり変動, 地すべり, Vol.18, No.4, pp.49-53.
- 3) 黒田和男(1986): 地すべり現象に関する日本列島の地質地帯区分, 地質学論集, No.28, pp.13-29.
- 4) 植村武(1986): マス・ムーブメントの地質学的考察, 地質学論集, No.28, pp.3-11.
- 5) 江川良武(1982): 地すべり地形について, 国土地理院時報, No.56, pp.48-56.
- 6) 高浜信行・伊東佳彦(1989): 旧期初生の巨大地すべりと現在の地すべりの関連—地すべりの階層性と歴史性—, 新潟大災害研年報, No.11, pp.25-36.
- 7) 渡正亮・小橋澄治(1987): 地すべり・斜面崩壊の予知と対策, 山海堂, pp.27-34.
- 8) 木全令子・宮城豊彦(1985): 地すべり地を構成する基本単位地形, 地すべり, Vol.21, No.4, pp.1-9.
- 9) 檜垣大助(1992): 長者地すべり地における地すべり斜面の変遷過程, 地すべり, Vol.29, No.2, pp.12-19.
- 10) 上野将司(2001): 地すべりの形状と規模を規制する地形・地質要因の検討, 地すべり, Vol.38, No.2, pp.1-10.
- 11) 山口県土木建築部砂防課(2001): 山口県の砂防, pp.7-8.
- 12) 山口県土木建築部砂防課(2005): 山口県の土砂災害危険箇所, <http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/gyosei/sabo/kasyo.htm>, 2005年3月28日更新.
- 13) 西村祐二郎・今岡照喜・宇多村謙・亀谷敦(1995): 新編山口県地質図1:150,000, 山口地学会.
- 14) 葦津賢一・岡田博有(1989): 山口県新第三紀油谷湾層群の堆積地質学的研究, 九大理研報(地質), Vol.16, No.1, pp.1-17.
- 15) 玉田文吾・久保田昇助・布田昌司(1994): 油谷地すべりとキャップブロック, 地すべり, Vol.31, No.1, pp.64-78.
- 16) 久永喜代志・金折裕司(2001): 応用地質学的見地に立った総合的な地すべり調査—山口県油谷半島を例として—, 応用地質, Vol.41, No.6, pp.363-370.
- 17) 西村祐二郎・板谷徹丸・磯崎行雄・亀谷敦(1989): 西南日本内帯220Ma高压変成岩の原岩年代と変成履歴—山口県錦町地域の例—, 地質学論集, No.33, pp.143-166.
- 18) 西村祐二郎・武田賢治・古田茂樹(1987): 三郡変成岩, 日本の地質7, 中国地方, pp.13-16, 共立出版.
- 19) 小島丈児・岡村義彦(1952): 柳井地方, 日本地質学会地質巡検案内書, 18p.
- 20) 岡村義彦(1957): 山口県柳井地方領家変成岩類および花崗閃緑岩類の構造, 地質学雑誌, Vol.63, No.747, pp.684-697.
- 21) 西村祐二郎・高見美智夫・濡木輝一(1995): 山口県東部の周防帯—玖珂帯—領家帯, 日本地質学会第102年学術大会 見学旅行案内書, pp.47-69.

- 22) 高橋英太郎(1972) : 隙かし地辻り, 山口地学会誌, No.5, pp.8-9. 126p.
- 23) 高橋英太郎(1978) : 山口県東部の地辻りおよび山崩れ, 山口県の自然(山口県立山口博物館), Vol.4, pp.21-23.
- 24) VARNES, D. J.(1958) : Landslide types and processes, in Eckel, E. B., ed., Landslides and engineering practice: Highway Research Board, Special Report 29, NAS-NRC Publication 544, pp.20-47.
- 25) 藤田崇(1990) : 地すべり—山地災害の地質学, 共立出版,
- 26) 柳田誠(1999) : 開析度に基づく年代推定, 斜面地質学—その研究動向と今後の展望—, 日本応用地質学会, pp.101-103.
- 27) 河田信行(2006) : 警戒避難基準雨量を用いた山口県の土砂災害発生状況の検証, 山口県における社会資本整備の現状とこれから, 土木学会中国支部, pp.1-22.

(2005年10月5日受付, 2006年10月13日受理)

*Jour. Japan Soc. Eng. Geol.*, Vol.48, No.1, pp.15-26, 2007

## Geomorphological and Geological Characteristics, and Geomorphological Developments of Landslides in Yamaguchi Prefecture, Southwest Japan—Comparisons among the Landslide Topographies in Tertiary Formation (Yuya), Crystalline Schist(Syunan) and Gneiss(Yanai) Areas—

Hidenori TSUDA and Takashi KANO

### Abstract

This paper describes geomorphological and geological characteristics of landslide topographies in the Yuya Tertiary Formation, Shunan crystalline schist and Yanai gneiss areas, Yamaguchi Prefecture. They are classified into four geomorphological types of landslides; the simple type and complex type including subdivisions of nested type, parallel type and clustered type. The geomorphological development of landslides types is discussed from the view point of the topographic over-lapping of landslides units. The Tertiary landslides in the Yuya area are predominated in the nested and parallel types with large dimensions (more than 10 hectares). They occur as the simple type landslide controlled by the bedding plane, and develop into the nested type, then into the parallel type with complex inner structure. The landslides in the Shunan crystalline schist and Yanai gneiss areas, on the other hand, are mostly clustered type with smaller dimensions (less than *ca.* 3 hectares), and have somewhat slope-failure features. Landslide units in these areas are generated in detritus deposits, and gather into a clustered type along the valley.

**Key words** : geomorphological type of landslide, tertiary landslide, crystalline schist landslide, gneiss landslide