近畿地方の地質分帯と地すべり変動

Geological Zoning for Landslides in Kinki District

藤 田 崇*

Takashi FUJITA

Abstract

A geological zoning for landslides is performed in Kinki district, Southwest Japan, and 12 geological zones are obtained, as shown in Fig.1 and Table 1 (in Japanese). The landslide areas are northern Tajima area (Zones 9 and 10), Sanda area (Zone 8), Awaji island (Zones 6 and 11), Izumi mountains (Zone 6) and Wakayama area (Zone 2 and 3). These zones are as follows:

- Zone 2; ultrabasic and/or basic rocks
- Zone 3; pre-Cretaceous geosynclinal sediments
(metamorphosed facies)
- Zone 6; Cretaceous marine sediments
- Zone 8; Neogene non-marine or marine sediments
- Zone 9; Neogene geosynclinal sediments and volcanic rocks
(so-called "green tuff" area)
- Zone 10; Pliocene-Quaternary terrestrial volcanics
(lavas and pyroclastic rocks, associated with sediments)
- Zone 11; Pliocene-Quaternary sediments
(shallow sea or non-marine deposits)

1. はじめに

地すべり現象が地質条件、ことに岩質及び構造に規制されることはよく知られており、これまでもその地質条件についていくつかの提案があった。地質分類小委員会¹⁾は日本の地すべりの実態からみて、黒田 (1980, 1981) が提案した地質分帯に基づいて地すべりの特性をみるのが妥当であると考えた。大八木 (1981) はこの分帯に従って日本のマスマーブメント (斜面運動) の特徴をまとめたが、地すべりの特性がよく示されている。

小論は前述の趣旨にのっとり、近畿地方の地すべりからみた地質分帯について述べる。小論の地質分帯は黒田のそれと必ずしも一致していないが、基本的にはなんら矛盾はない。黒田の分帯に若干の地域性を加味したものであり、分布面積の小さい分帯では簡略化をした。なお、小論で取り扱う地すべりは、地すべり防止法にいう地すべりが主体であることを付記しておく。

2. 近畿地方の地質分帯

地すべり現象からみた近畿地方の地質分帯として12区分した。それを表-1及び図-1に示す。黒田の分帯と比較すれば、新第三系、第四系の火山岩類をできるだけ一括した。それは、近畿地方では火成岩体を含めて中〜古生界の発達が著しく、新第三系〜第四系を細分しても分布面積が小さくなって図上ではわかりにくくなるためである。とくに本地方の第四紀火山活動は一部の地域に限

られるため、鮮新世以降の火山岩類を一括した (図では一応区別した)。ただし、新第三系はグリーンタフ地域 (北陸〜山陰区) と非グリーンタフ地域 (瀬戸内区と外帯) を分離して示した。

これらの12の地質分帯における地すべり変動の特徴を基盤岩と滑動岩体に分けて表-2 (AとB) に示した。実際は具体的に、つまり定量的に示すべきであるが、現在は一部の地すべり地帯を除いてまとまった資料がないので定性的にならざるをえない。同種の地質分帯地域で他地方と異なった点があれば、それは近畿地方の地すべりの特徴を示しているといえよう。

3. 各地質分帯の概要と地すべり変動

3-1 花崗岩及び片麻岩類

本帯は近畿中央部〜北部にかけて分布する中生代末の花崗岩類と傾家帯の花崗岩・片麻岩類が主体をなす。紀伊南部の中新統宮井層群に貫入する熊野酸性岩類も本帯に含めた。それは同岩類が花崗斑岩を主体とする貫入岩体だからである。ただし、熊野酸性岩類の地すべり変動の資料がないので、以下ではふれない。

本帯の岩帯は、通常風化が進み、しかも深層に達していることが多い。このため、比高20〜100m内外の丘陵〜小起伏山地を形成して、小さな谷や尾根が入りくみ谷密度が大きい。この基岩風化部と表層土との境界は力学的特性 (強度) や水の浸透状態が不連続であることが多く、強雨により表層すべりが多発するが、いわゆる地すべりとは異なるので、ここではこれ以上ふれない。

近畿地方では第四紀 (とくに後半) の六甲変動による

*大阪工業大学

表-1 近畿地方地質分帯の説明

No	地 帯 区 分	主たる地質構成とその特徴
12.	完新世砂層	盛土地盤、人工法面の崩壊
11.	第四紀（～鮮新世） 陸成堆積砂層	粘土層と砂層の互層 基盤運動（断層運動）とも関連
10.	鮮新世～第四紀（10-A） 陸成火山岩類	安山岩（～玄武岩）質熔岩及び火砕岩類 （一部若干の安山と砂層岩層をさむ）
9.	新第三紀 地相向斜堆積岩（9-A） 及び火山岩類（9-B）	塊状黒色泥岩 泥岩・砂岩互層 変質火山岩類（一部 cap rock になる）
8.	新第三紀 海成堆積岩（8-A） 及び火山岩類（8-B）	泥岩・砂岩互層（緩傾斜） 火山岩類（熔岩・熔結凝灰岩等）の崩壊 （一部の地域で cap rock になる）
7.	白亜紀～古第三紀 火山岩類	節理の発達とそれに沿う落石・崩壊 （土石流化することがある）
6.	白亜紀（～古第三紀） 海成堆積岩	泥岩及び泥岩・砂岩互層 泥岩層の風化と地層の急斜 断層運動（とくに M.T.L.）による破砕
5.	白亜紀～古第三紀 正地向斜堆積岩及び フリクション型互層	泥質フリクション 泥岩・砂岩互層 褶曲運動による岩石の破砕
4.	先白亜紀 正地向斜堆積岩 （非変成相）	泥質岩（粘板岩、千枚岩） 褶曲運動による破砕 風化の進化和表層のクリープ
3.	先白亜紀 正地向斜堆積岩 （変成相）	粘質片岩（及び塩基性片岩との互層） 褶曲運動による岩石の破砕 風化の進化和表層のクリープ
2.	超塩基性～塩基性岩類	風化による粘土の生成
1.	花崗岩及び片麻岩類	花崗岩の深部風化、風化生成物中の粘土 断層運動による破砕、断層粘土

図-1 近畿地方地質分帯図

凡例は表-1 参照のこと

近畿地方の地質分帯と地すべり変動

表-2 (A) 近畿地方の各地質分帯の特徴 (基盤岩)

基盤岩 (母岩)

地帯区分	地質構成	地すべりを規定する主な岩石	固結度	亀裂度	幅	岩	変質(風化)	斜面型	斜面長	起伏	傾斜	主な地質系統
1 2	砂・泥(粘土)	泥(粘土)	極軟弱	少	×	×	平坦		—	—	—	沖積統
1 1	砂・泥土	粘土	軟弱	少	×	×			小	小(丘陵)	小(一部急)	大阪G・古琵琶湖G・度丘
1 0	安山岩・石英安山岩及火砕岩(一部砕屑岩)	火砕岩	硬軟	大	○	×			中	中～小(火山体)	中～小(一部大)	照来G 扇ノ山And
9 B	安山岩及火砕岩(玄武岩)	火砕岩	硬	大	○	強			中	中(山地)	中	グリーンタフ火山岩類
9 A	泥岩・砂岩	泥岩	軟～硬	小	×	弱			中	中(山地)	中	グリーンタフ砕屑岩類
8 B	安山岩及火砕岩	火砕岩	硬	大	○	弱(～中)			中	中(山地)	中(一部大)	瀬戸内区 火山岩類
8 A	泥岩・砂岩(互層の発達)	泥岩	軟(～硬)	小	×	弱			中(～小)	小(山地) (丘陵)	小	瀬戸内区・外帯第三系
7	酸性火砕岩・熔岩	火砕岩	硬	大	○	中			大	大(山地)	大	有馬G・生野G
6	砂岩・泥岩	泥岩	中硬	中	×	弱			中(～大)	中(山地)	中	和泉G
5	泥質・砂質フリッシュ泥岩・砂岩互層	泥質フリッシュ泥岩	硬(～軟)	中	×	弱			大(～中)	大(～中) (山地)	大(～中)	四万十帯
4	砂質岩 泥質岩	泥質岩	硬	大	×	中			大	大(山地)	大	秩父帯
3	泥質片岩等の結晶片岩	泥質片岩	硬(一部軟)	大	×	強			大	大(山地)	大	三波川帯
2	はんれい岩 オフィオライト	堆積 風化緑色岩	硬(～軟)	大	×	強			中(～大)	大～中 (山地)	中(～大)	夜久野基性岩類 みかふ緑色岩類
1	花崗岩 片麻岩	堆積 岩	硬(～軟)	大	×	強			中～小	大～小(山地) (丘陵)	中～小	広島型花崗岩 領家帯

表-2 (B) 各地質分帯の特徴 (滑動岩体)

滑動岩体

地帯区分(番号)	分布密度	発生頻度	規模	傾斜	滑動体	運動型	移動型	誘因	例
1 2	小	小 (部分的に大)	小	小	人工盛土 人工法面	slide	小	雨(地震)	
1 1	小(～中)	中	小	小 (一部急傾)	B・R D	slide	小	雨	泉ヶ丘
1 0	小(～中)	中	中	中 (一部急傾)	B・R D	slide creep	小(～大)	雨 融雪	丹土
9 B	中(～大)	中	中～大	中	D B・R	fall (slide+flow)	中(～大)	雨 融雪	八鹿(北但・丹後)
9 A	大	大	大	中～小	D B・R	creep slide	> 大	雨 融雪	村岡(北但・丹後)
8 B	中(～大)	中	中～大	中～大	B・R D	fall slide(+flow) creep	小～大 大	雨	亀の瀬・室生
8 A	大	大	中(～小)	中～小	D	creep slide	> 大	雨	北僧尾(三田)
7	小	小	大	大	B・R	slide + flow fall	大～中 小	雨(地下水)	福知
6	大	大	大	中～大	D B・R	creep slide	> 中～大	雨	紀ノ川北岸(和泉)
5	中	中	中～大	大	D B・R	creep slide	中～大	雨(台風)	西谷
4	中～小	中～小	大	大	B・R D	slide+flow fall creep	中～大 小	雨(台風)	有田川上流ノ十津川上流
3	大	大	大	大	D B・R	slide creep	大(～中)	雨(台風)	海南周辺ノ吉野
2	中～小	中～小	中～大	中～小	D B・R	fall slide or creep	小 大	雨(台風)	海南周辺
1	大(～中)	大(～中)	小	中	D	fall slide + flow	小(～中) 大	雨(台風)	六甲

B・R = bed rock
D = debris deposit

衝上運動にともなう高度1,000m内外の六甲,比良,鈴鹿山系などが形成され,ほぼ直線状に連続する構造的急斜面が発達する,そこでは基岩の風化も関連して前述の表層すべりの他,土石流が発生して山麓部に扇状地が

形成されている。このような斜面に地すべり指定地がみられるのが,地すべりというよりも前述のような土石流や表層すべりがあったためと考えられる。しかし,指定地だからといって土石流などが特に多発しているわけで

はない。

3-2 超塩基性～塩基性岩類

本帯は、近畿北部の夜久野岩類（塩基性岩類）、中部の蛇紋岩などの貫入岩類、ならびにみかぶ緑色岩類及びその相当岩類より成る。前二者には地すべり地形はみられるものの、指定地にはなっていないので、最近では地すべり変動が活発でないと考えられる。

一般に蛇紋岩など超塩基性～塩基性岩の貫入岩帯はそれほど不安定な斜面を形成しないが、これらがしばしば構造線に沿って貫入しているため、局部的に破砕が進むこと、それに沿って地下水の流動が活発になること、そのため粘土化が促進されることなどから地すべり変動をおこし易い。

近畿地方では、みかぶ緑色岩類は三重県東部にわずかながら分布しているにすぎないが、和歌山県の有田川北部一帯（いわゆるみかぶ構造線の北側）に斑岩～輝緑岩質緑色岩類、集塊岩類～千枚岩質緑色岩類が発達している。この緑色岩に富む地帯は三波川帯南帯とされているが、地すべり変動からみるとみかぶ緑色岩類と同等に取り扱ってよいように思われるので、本帯に含めた。

東西方向に延びるこれらの緑色岩類とともに、有田郡金屋町・清水町北部一帯に典型的な地すべりが密集しており、規模も大きい。三波川帯としては珍しく山腹の緩斜面に階段状の水田がひろがり、みかぶ緑色岩類の地すべり地帯と同様の地形がみられる。これらの緑色岩類に地すべりが多発するのは、節理、片理などわれ目の発達とともに、風化の進行が早くでそれだけ粘土化が著しいためと考えられる。そのためクリープ型の運動をする。

3-3 先白堊紀正地向斜堆積岩（変成相）

三波川・三郡両変成帯が主体であり、夜久野岩類中の舞鶴・河守変成岩類などもこれに属する。地すべり変動からみると、紀ノ川南岸の三波川帯が最も重要である。とくに、海南周辺及び粉河～九度山町に至る紀ノ川南岸地域に活動的な地すべりが密集している。通常、山腹斜面の中部から山麓部に基岩の風化生成物より成る厚さ10～30m程度の岩屑層があり、これがスライド的あるいはクリープ的な運動をする。変動は地下水と密接に関連し、台風など連続降雨量の増大した時に発生する。

基岩の岩質、構造とも関連があり、泥質片岩あるいは塩基性片岩の片理や節理の発達した岩体で地すべりは多発し、層面片理面の傾斜方向に滑動することが多い。基岩の風化によってライイトやクロライトなどの粘土鉱物の生成も地すべり変動を促進させ、岩盤のすべりもひきおこす。なお、珪質片岩や砂質片岩では地すべりというよりも落岩や崩壊が発生しやすい。

3-4 先白堊紀正地向斜堆積岩（非変成相）

京都北方の丹波帯と奈良県南部の秩父帯が本帯の主体である。一般に本帯は前述の“3”帯に比べて地すべりの分布密度も小さく、単発的である。しかし規模は大きく、急性なので被害が大きくなる。変動の発生は、断層などによる岩石の破砕、節理の発達、それにとまう地下水の流入と粘土の形成が主因と考えられ、岩盤のスラ

イド的（あるいは流動的）な運動をおこす。山麓部にある岩屑層は比較的安定であるが、スライドあるいはクリープ的な運動をおこすことがある。

小出（1973）が群発急性型と呼ぶ斜面災害が本帯にも発生する。1953年7月の有田川上流の大規模な山地災害はその例である。

3-5 白堊紀～古第三紀正地向斜堆積岩及びフリッシュ型互層

紀伊半島の四万十帯がこれに属する。本帯も地すべりの分布密度及び発生頻度はそれほど大きくない。しかし、本帯の地すべり変動は当初はクリープ的であってもスライド型に移行し、次いで流動型の運動をすることが多い。しかも大規模で、広域にわたることが多い。1889年の十津川災害、1953年の有田川上流の災害は本帯の変動が主役を果たした（小出、1973など）。

変動発生要因は、“4”帯と同様のことがいえるが、本帯の方が岩石（岩体）の強度が小さく、しかも長大な斜面を有する大起伏山地を形成していることが、大規模変動をひきおこしているといえよう。誘因は豪雨である。

単発性の地すべりは泥質フリッシュあるいは泥質岩で発生しやすい。多くは岩盤のすべりで、岩屑層の滑動はそれほど多くない。

3-6 白堊紀海成堆積岩

本帯の主体は和泉層群である。同層群は礫岩あるいは砂岩から泥岩にいたる積成サイクルがいくつか認められ、東西方向の向斜構造があって通常30°～40°の南または北傾斜を示す。地すべり変動はこのような岩質と構造に支配される。例えば急斜した砂岩・泥岩互層部で風化に弱い泥岩が硬質の砂岩の層面に沿って滑落する。この場合は泥岩と砂岩の強度、風化の程度、水の浸透の程度などが不連続的であることが変動の主因であろう。淡路島南端部の変動も南に急斜する構造に規制されて、泥岩の風化がすべり面を形成していることに原因がある。このようなことから本帯には大～小の規模のケスタ地形が明瞭に認められる。

紀ノ川北岸に東西に走る中央構造線の剪断運動により本帯の岩石が破砕され、地下水の流入をとまう粘土化を促進せしめ、地すべりを多発させた。紀ノ川北岸に地すべりが密集するのはこのためで、ここでは岩屑層のスライド的あるいはクリープ的な変動も重要である。

3-7 白堊紀～古第三紀火山岩類

兵庫県中～南部に広く分布する生野層群、有馬層群の他に、湖東流紋岩類、泉酸性岩類がこれに属する。本帯の構成岩石は塊状、緻密、硬質な流紋岩質熔岩及び火砕岩類を主体にしており、風化に強く、安定な斜面を形成することが多い。断層帯を除いては山地災害はおこりにくい。

1976年の福知地すべりは主として舞鶴帯の変花崗岩をおおっていた本岩が流動型の運動をとまう大規模な滑動をおこしたもので、基盤岩の断層に沿う地下水の間隙水圧の上昇が変動の主因と考えられる。このような変動の予測はきわめて困難で、とりあえずは断層破砕帯を要注意地帯とみなさざるをえない。

3-8 新第三紀海成堆積岩及び火山岩類

本帯は瀬戸内区及び外帯の新第三系から成る。一般に泥岩・砂岩互層を主体とし、緩傾斜の構造を示す。層厚も厚くなく、丘陵～小起伏の山地を形成する。本帯の地すべり変動は、一般に浅層のクリープ型の滑動を呈し、泥岩あるいは凝灰岩が粘土化してすべり面を形成する(“8” B帯)。現在の地すべり変動岩体の多くは岩屑～崩土層の滑動であるが、開発にともなう新たな岩盤の層すべりをおこすこともある。

本帯で最も地すべりの分布密度と発生頻度の高いのは三田盆地の神戸層群である。同層群は湖成層であるが、凝灰岩あるいは凝灰質泥岩及び泥岩が発達し、モンモリロナイト系の粘土鉱物を多量に含み、すべり面を形成している。現在は大部分が崩土層の滑動である。

近畿中部の室生・二上両火山群が本帯の一つの特色であり(“8” A帯) 亀の瀬地すべりのような大規模な岩盤(熔岩)のすべりと火山体斜面が風化・侵蝕作用を受けて大～中規模の崩壊をおこす場合とがある。

3-9 新第三紀地向斜堆積岩及び火山岩類

丹後半島から北但山地にかけてのいわゆるグリーンタフ地域が本帯であって、典型的な第三紀層地すべり地帯である。

いわゆるグリーンタフ層は、著しい変質作用を受けて緑色化した火山岩及び火砕岩類と厚い泥岩(あるいは砂岩)を主体にした碎屑岩類から成る。地すべり変動も変質のはげしい火砕岩(一部は火山岩)やそれに挟在している碎屑岩をすべり面にしたタイプ(“9” A帯)と厚い黒色泥岩層の風化部(あるいは変質部)にすべり面を有するタイプ(“9” B帯)に2大別される。いずれもモンモリロナイト系の粘土鉱物を多量に含有し、地下水(あるいは地表水の浸透)の流入によって著しく剪断強度を低下せしめて地すべり変動が発生するものと思われる。通常クリープ型あるいはスライド型の滑動をする。

地すべり岩体は内部で破碎されて崩壊した岩石片を加えて崩土化していることが多い。もちろん岩盤自体の変動もあり、低角度の衝上断層を示すこともある。地すべり岩体の厚さ(つまりすべり面の深さ)は数mから数10mまで変化に富む。

3-10 鮮新世～第四紀陸成火山岩類

本帯は、前述のように鮮新世以降の火山岩及び火砕岩類を一括したものであるが、これはやや強引すぎるようである。それで鮮新世火山岩及び碎屑岩類(“10” A帯)と第四紀火山岩及び火砕岩類(“10” B帯)に分ける。

地すべり現象からみれば、“10” B帯は落石・崩壊が主であって、いわゆる地すべりは“10” A帯にみられる。

北但山地西部の照来層群は“10” A帯に属し、多数の地すべり地形がみられる。照来層群は層位的に3大別され、

上・下位に火山岩類があって、中位に湖成の堆積岩類が発達し(厚さ約200m)、泥岩・凝灰岩・砂岩の縞互層で特徴づけられる。地すべりはこの泥岩あるいは凝灰岩の粘土化によって発生している。ことに上位の火山岩が幅岩の役割りを果たすと荷重の増大から規模の大きい滑動がみられる。運動のタイプはクリープ型あるいはスライド型である。

3-11 第四紀(～鮮新世)陸成・海成碎屑層

大阪層群、古琵琶湖層群などが本帯を構成する。一般に砂・泥の末(～半)固結層が小規模のクリープ型の滑動と表層部の滑落がみられる。

大阪層群では海成の泥層(MaO-3)の層準に地すべりが比較的多い。これは泥層の粘土化と強度の低下に加えて人工的な斜面改変も一因となっている。さらに六甲変動にともなう断層運動による破碎、撓曲なども要因として指摘せねばならない。とくに基盤岩の衝上運動に本帯構成層が引きずられて高角度の傾斜をなすことがしばしばみられる。この場合、急傾斜の層理面に滑落崖をもつ層すべりや地層が逆転して崩壊する例も知られている。これらは第四紀の変動が顕著にあらわれている近畿地方の一つの特色である。

3-12

いわゆる沖積層であるが、これには地すべりは見られない。問題は人工法面や埋立地、盛土地盤の崩壊である。ここでは詳細は省略する。

4. あとがき

近畿地方の地すべり現象からみた地質分帯は以上のようなになるが、問題点は多い。ことに新第三系、第四系に関する分帯、火山岩類(火砕岩を含む)の取り扱いなど十分とはいえない。また、各分帯を概観したが、筆者は全ての地すべり地を実見したわけではないので、誤りも多いであろう。一つの試論としてみて頂ければ幸いであり、御批判を乞う次第である。

文 献

- 地質調査所(1978): 1/100万 日本地質図。
- 大八木規夫(1980): 地すべり, 全国防災協会第1回防災科学技術セミナーテキスト, p. 27～45。
- 小出 博(1973): 日本の国土——自然と開発——, 上・下, p. 556 東大出版会。
- 黒田和男(1981): 地すべり現象からみた日本の地帯区分。日本応用地質学会昭和56年度予稿集, p. 2～7。
- 松下 進: 日本地方地質誌“近畿地方”(改訂版), p. 379 朝倉書店。
- 農村水産省・建設省(1972): 日本の地すべり。
- 近畿地方土木地質図編纂委員会(1981): 近畿地方土木地質図・同解説書, 国土開発技術研究センター。