

# 北海道におけるランドスライド地形の特徴 －分布、形態および形態変遷－

## Characteristics of landslide topography in Hokkaido - Distribution, Morphology and Morphological Change -

北見工業大学工学部土木開発工学科

伊藤 陽司

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kitami Institute of Technology

Yoji ITO

### Abstract

In order to predict landsliding and to prevent landslide hazard, it is necessary first to understand the distribution, size and morphology of landslide topography: most recent landslides occur in old landslide areas.

This paper outlines the relationships between landslide concentrations and geologic factors in Hokkaido on the basis of the Hokkaido Landslide Database, constructed by Yamagishi et al. (1997). In Hokkaido, totally 12,856 landslide topography were recognized by air-photograph interpretation of which about 75% were found in thirteen concentration regions. Four major geologic conditions characterize these regions. In addition, this study describes a morphological classification and morphological changes of landslide topography which were identified through aerial photographs in East Hokkaido, from the viewpoint of landslide disaster prevention. Landslide topography are divided into nine types, according to geomorphological features, resulting from properties of landslide mass and movement types. Morphological changes resulted in reactivations of landslide mass and new sliding of backslope are recognized in each type of landslide topography.

キーワード：空中写真判読、ランドスライド地形、集中分布、形態区分、形態変遷、

再発型斜面変動

## 1. まえがき

近年、社会基盤の整備計画にあたっては、国土開発重視からこれまで以上の安全確保、災害防止や環境保全の重視へと、その視点が移行してきている。そのような中、土木技術の発達、経済活動の拡大に伴い急速に進展してきた山間地域における開発整備の影響として地すべり、岩盤崩落や土石流などによる災害が相次いで発生し、これらの発生予測および被害の防止・軽減に関わる対策が急務となっている。

最近頻発している斜面災害の多くは、ランドスライド地形（本文では狭義の地すべり現象のみならず崩壊現象などを含める斜面の変動現象によって形成され、変動域と不動域とを境する滑落崖およびこれに対応する変動地塊で構成される地形と定義する）の範囲内や周縁斜面で発生しており、その地形的特徴が再発する変動のタイプや規模などに反映している。また、ランドスライド地形が地域に数多く認められることは、これまで地すべりや崩壊が発生していないなくても、そのような地域には地すべり・崩壊発生の地質的・地形的因素、気象的誘因および力学的要因が潜在していることを示唆している。

したがって、ランドスライド地形の分布、規模、形態やその変遷過程などの特徴およびこれらに影響を与える要因を解析することによって、発生地域の特性、とくに斜面の安定性や今後発生し得る斜面変動のタイプ、規模などに関する予測情報が得られるものと考えられる。

これらのことから本文では、まず、「北海道の地すべり地形データベース」（山岸ほか、1997）を基に北海道におけるランドスライド地形の分布特性を概説し、次いで北海道東部地域を中心とした空中写真判読によるランドスライド地形の区分および形態変遷、そしてこれらを指標とした斜面の安定性評価および地すべり・崩壊の発生予測に関する基礎的指針を示す。

## 2. 北海道のランドスライド地形

### 2. 1 ランドスライド地形の分布

山岸 編（1993）は北海道全域を対象とした空中写真判読によって巨大な崩壊地形を含む総計 12,856 箇所のいわゆる“地すべり地形”を認定し、それらの分布を 268 面の縮尺 5 万分の 1 の地形図および 27 面の縮尺 20 万分の 1 の地勢図に表すとともに、地域的な分布特性を概説した。さらに、山岸・伊藤（1993a）はこれら“地すべり地形”的うち大規模なもの（滑落崖の幅が 500 m 以上のもの）の分布を特徴的な地質情報とともに編集した。

山岸ほか（1997）はこれらの分布図を基本図として、“地すべり地形”的位置（緯度、経度、行政区画など）、変動地塊の規模（奥行き、幅、面積）や滑動方向、滑落崖域・基盤の地質、

地すべり防止区域および林地区分（国有林、道有林、大学演習林、市町村林など）の情報からなるデータベースを構築するとともに、いくつかの特性の解析を行った。

ランドスライド地形は石狩平野、勇払平野、サロベツ原野、猿払原野、上川一富良野盆地、十勝平野、釧路湿原、根釧台地など平野・低湿地帯や第四紀火砕流・降下火砕堆積物が覆う起伏の小さな丘陵地域では数少ないものの、北海道のほぼ全域に存在する（図1A）。とくに、それらは札幌西部山地、増毛山地、夕張山地西部および網走－北見－津別地域に集中し、次いで渡島半島、積丹半島、天塩山地や知床半島にも密に分布する。また、大規模なもの分布では札幌西部山地、暑寒別岳、北見山地北部、石狩山地、知床半島が特徴的である。このようなランドスライド地形の分布特性から北海道西部で3地域、中央部で7地域、そして東部で3地域の計13の集中域が設定され（図1B）、これらの集中域には空中写真判読によつて認定された“地すべり地形”的約75%が存在する（伊藤、1992；山岸・伊藤、1993b）。

図1Bにおける単位メッシュは5分グリッドであり、これを縮尺2万5千分の1地形図の範囲でみてみると、20箇所以上のランドスライド地形が分布する地域が集中域となっている。

これら集中域での分布頻度や規模を滑落崖域を構成する地質および基盤地質との関係でみてみると、キャップロック構造を形成する第四紀更新世の陸上安山岩質溶岩や溶結凝灰岩、新第三紀中新世の泥岩砂岩薄層をはさむ凝灰岩や変質火山岩からなる“グリーンタフ”，白亜紀～第三紀の泥岩砂岩互層や凝灰岩薄層をはさむ泥岩砂岩層、蛇紋岩体、そして塩基性火山岩に由来する低変成度の“緑色岩”が特徴的である（図2）。

地域的には北海道西部で5地域、中央部で10地域、そして東部で4地域の計19の地質区に分帶でき、これらは第四紀火山岩地帯，“グリーンタフ”地帯、白亜紀～第三紀泥岩地帯、そして蛇紋岩・“緑色岩”地帯の4つの地質帯にまとめられる（山岸・伊藤、1993b；Yamagishi and Ito, 1994）。それぞれの地質帯毎にランドスライド地形の特徴ある分布傾向、規模、形態が認められる。

ランドスライド地形の諸特性と地質との関連性は、データベースの解析によってより明確にされつつある（川村ほか、1995；山岸ほか、1996；川村、1997；伊藤、1998）。解析はまだ途上にあるが、例えは、変動地塊の規模やアスペクト比（変動地塊の奥行きと幅との比）を地質との関連でみてみると、次のような特徴が認められる。

①他の地質帯と比較すると規模の大きなものが卓越する第四紀火山岩のキャップロックと密接なランドスライド地形は、キャップロックの下位層が新第三紀火山碎屑岩層であるか、あるいは白亜紀～第三紀（主に第三紀）碎屑岩層であるかによって特徴を異にする。前者の場合では後者の場合と比較して、規模およびアスペクト比の大きなものが卓越する。

②白亜紀、古第三紀および新第三紀の碎屑岩層地域のランドスライド地形を比較すると、ア

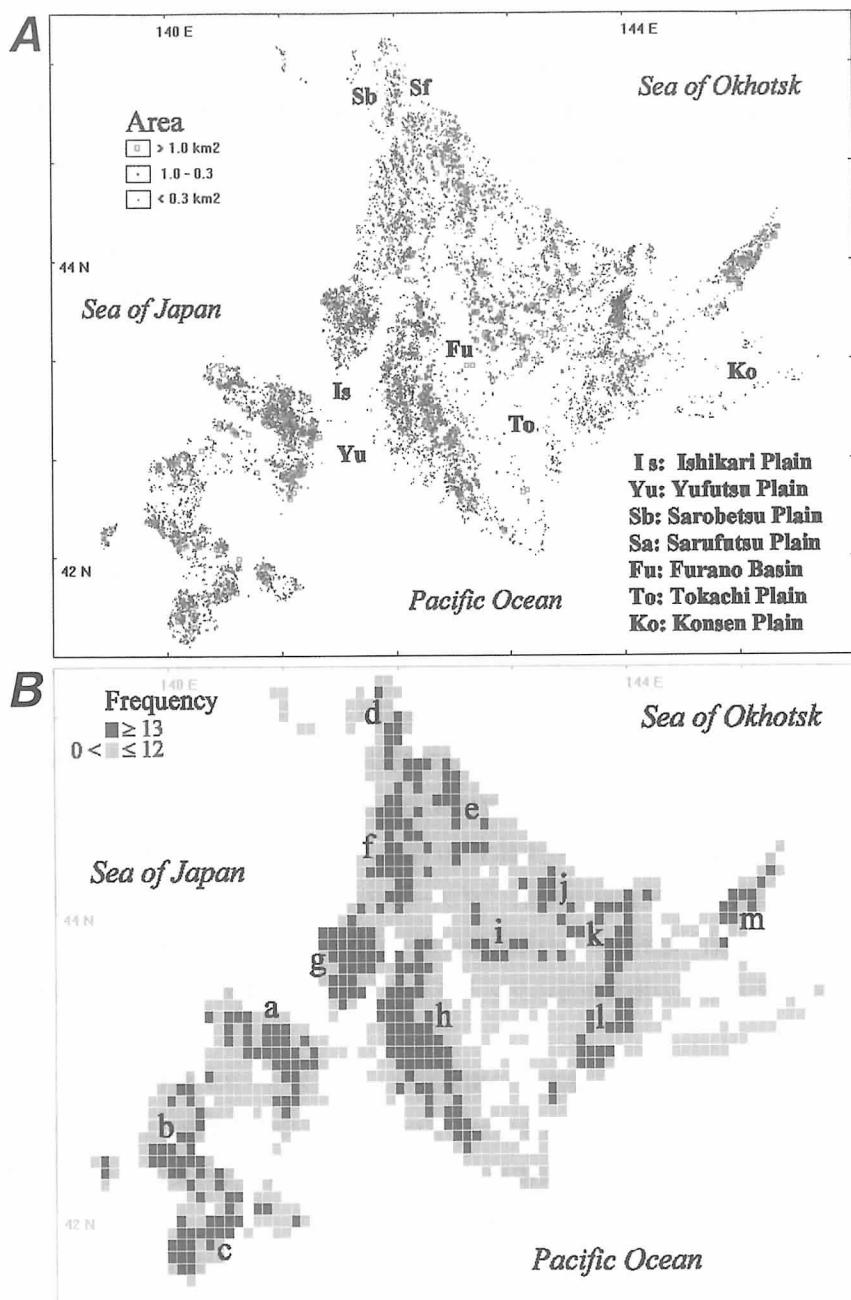


図1 北海道におけるランドスライド地形の分布

A : 北海道の地すべり地形データベース（山岸ほか, 1997）の規模別分布データを変動地塊の面積  $0.3\text{km}^2$  未満,  $0.3\text{-}1.0\text{km}^2$  および  $1.0\text{km}^2$  以上で区分し, 表示した. B : ランドスライド地形の集中域 (a ~m). 同データベースの 5 分グリッド分布頻度データを編集した.

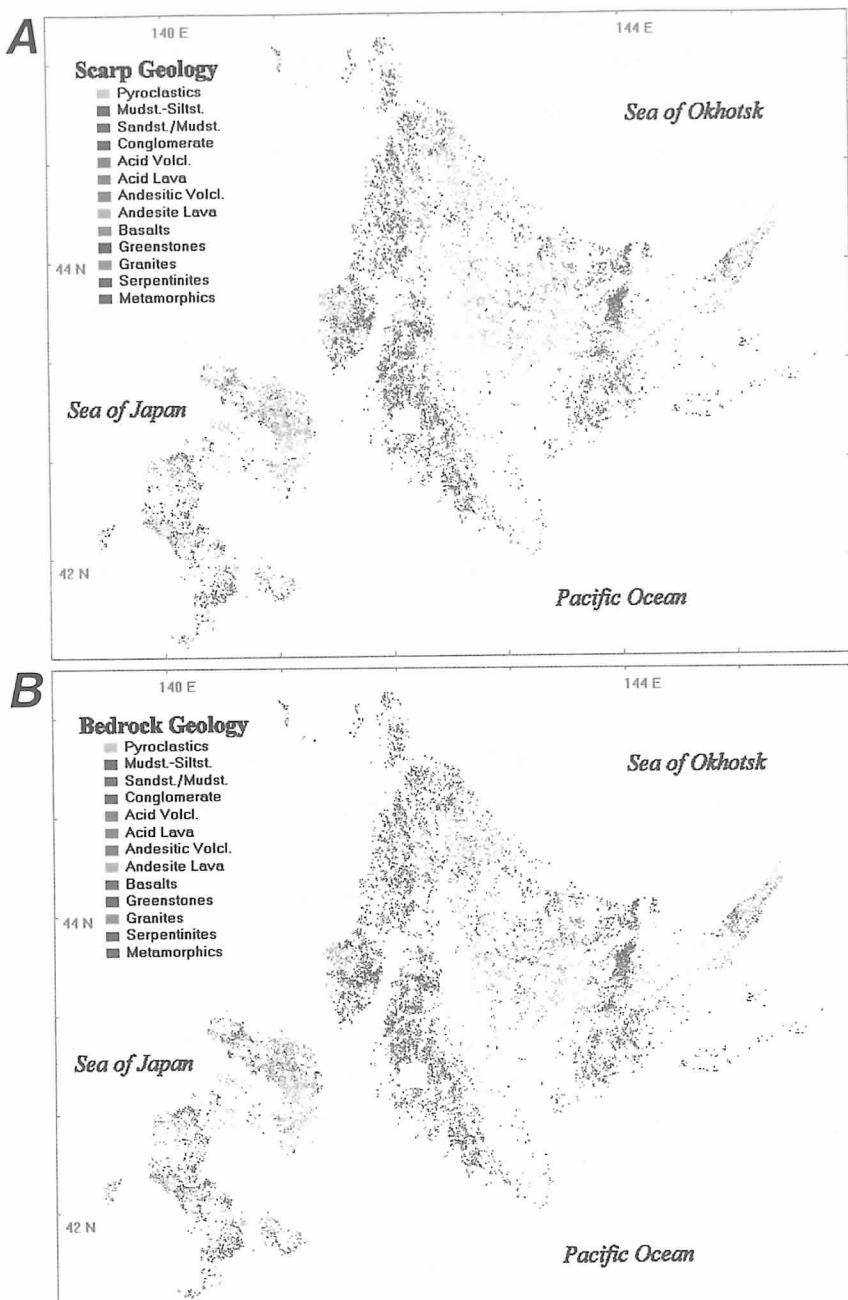


図2 ランドスライド地形の分布を特徴づける地質

A : 滑落崖域の地質. B : 基盤の地質. 天塩山地, 夕張山地や網走 - 白糠地域など碎屑岩層地域での集中分布が顕著である. 札幌西部山地, 石狩山地や知床半島などでは滑落崖域が安山岩質溶岩, 基盤が流紋岩質～安山岩質火碎岩からなるキャップロック型が特徴的である.

スペクト比の特徴は類似するが、新第三紀層地域で規模の大きなものが卓越する傾向がある。また、これら碎屑岩層地域と新第三紀火山碎屑岩層地域とを比較すると、後者の地域でアスペクト比の大きなものが卓越する。

③蛇紋岩・“緑色岩”と密接なランドスライド地形には、他の地質帯と比較してアスペクト比の大きなものが多い。

④第四紀の礫質・砂質堆積物や火碎流・降下火碎堆積物からなる未固結層地域では小規模なものが多く、アスペクト比も大半が 0.6～1.2 である。

例示した変動地塊の規模やアスペクト比の特徴は、地質条件の違いに起因した地塊の変動タイプの違いや後の変動履歴を反映しているものと考えられる。今後、これらを含め多角的にデータベースを解析することによって、各地質帯における斜面変動の発生特性や斜面防災に関わる情報が得られるものと考える。

## 2. 2 ランドスライド地形と斜面災害

空中写真判読によって認定されたランドスライド地形の多くは滑落崖冠頂が浸食されて途切れたり、丸みを帯びた状況にあり、亀裂などの開口部もほとんど埋積されている。また、地表面の変動によって破壊された植生も回復している場合が多い。したがって、これらの多くは古い時代に形成され、変動地塊は現在では安定状態を保っていると思われがちである。しかし、融雪、融雪期のややまとまった降雨、連続的な降雨、集中豪雨、地震、海岸・河川侵食や人為的な斜面脚部の開削などを直接の誘因としてそれまで安定を保っていた地塊の一部あるいは全体が再び変動し、災害をもたらした再発型斜面変動も数多く知られている（伊藤、1995, 1996, 1997；Yamagishi et al., 1995；宮坂ほか, 1997 など）。幸いにも人的被害はなかったものの、1997 年 5 月 10 日、秋田県八幡平で発生した澄川温泉地すべり・土石流災害も古い時代の地すべり地塊のほぼ全体が再滑動し、その脚部が岩屑なだれとして挙動し、さらに土石流となって沢沿いに 4 km ほど流下したものである（地すべり学会澄川地すべり緊急調査団, 1997；陶野ほか, 1997）。

1958 年 3 月の地すべり等防止法制定後、北海道では 1996 年 3 月末までに建設省所管 44 箇所、農林水産省所管 54 箇所および林野庁所管 84 箇所の計 182 箇所の地すべり防止区域が指定され、さまざまな対策工が実施されている（図 3）。

地すべり防止区域の多い地域は渡島半島や松前半島の日本海沿岸地域（29 箇所）、天塩山地の西側の地域（39 箇所）、夕張山地～日高山脈の西側の地域および釧路～厚岸の太平洋沿岸地域である。

これまでに指定された 182 箇所の地すべり防止区域のうち 77 箇所が再発型の地すべり災害

によるものであり、海岸からすぐに急峻な斜面となる地域や平野部と急峻な山地との境界域での発生事例が多い。また、ランドスライド地形の隣接斜面での初生的な地すべりの発生も知られている（Yamagishi et al., 1995）。

これらのことはランドスライド地形を把握することが斜面防災上、極めて重要であることを示している。現状では空中写真判読された 13,000 箇所余りの“地すべり地形”的うち、住宅、道路や鉄道に直接する約 4,150 箇所に、土石流災害の発生源となり得る位置に存在するものを含め、約 4,700 箇所が防災対象の斜面として位置づけられる。

今後の社会基盤の整備に際して、その計画段階で対象地域やルートにおけるランドスライド地形情報を活用することが望まれる。

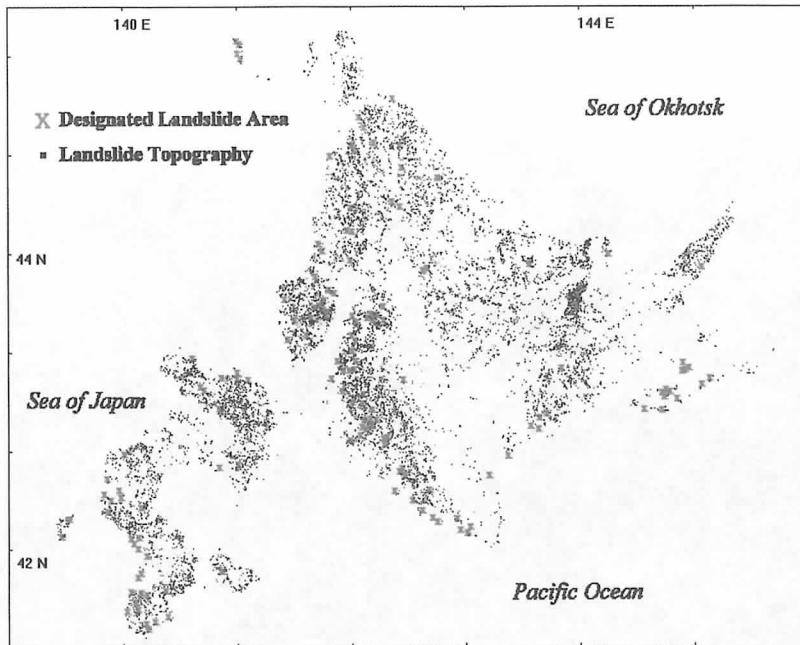


図3 北海道における地すべり防止区域

北海道では 1996 年 3 月末までに建設省所管 44 箇所、農林水産省所管 54 箇所および林野庁所管 84 箇所の計 182 箇所の地すべり防止区域が指定されている。これらは海岸からすぐに急峻な斜面となる地域やランドスライド地形が集中する地域のうち平野部と急峻な山地との境界域に多い。

### 3. ランドスライド地形の形態区分

一般に空中写真判読によって認定されたランドスライド地形はある縮尺（5万分の1や2万5千分の1である場合が多い）の地形図に変動域と不動域とを境する滑落崖・側方崖の輪郭と変動地塊の範囲が図示され、これによってその位置、規模、地塊の移動方向に関する情報が与えられる。このような情報は道路建設を例にすると、その計画・設計段階で脆弱で不安定な地盤が予想される変動地塊の斜面を回避してルートを設定したり、精査を必要とする箇所を抽出するのに有益である。また、当該地域における地すべりや崩壊などの斜面変動の発生特性を明らかにする上での基礎資料となる。しかし、ランドスライド地形は地塊の運動タイプやその変遷、変動地塊の性状や集積する場の条件、変動発生場の地質・地形条件、変動誘因などの違いを反映してさまざまな形態を示す（図4）。その違いは現状での斜面の安定性や今後発生し得る再発型変動の発生場、規模やタイプなどに現れるものと考えられる。

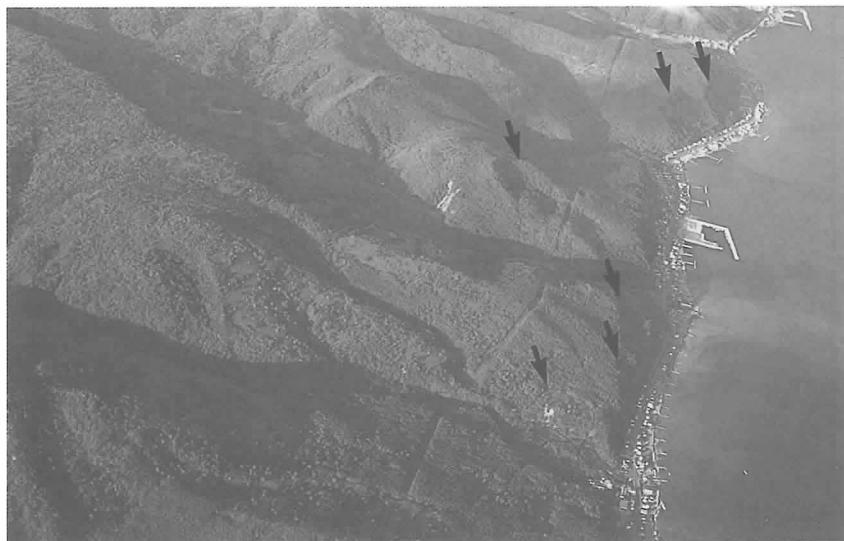


図4 市街地や道路に近接するランドスライド地形（矢印）の空中斜め写真

伊藤（1992）は北海道東部地域での空中写真判読によって滑落崖の形状（平面形、縦断形、傾斜、比高）、変動地塊の形状（平面形、縦断形）、変動地塊の集積状態や内部に発達する微地形に注目したランドスライド地形の特徴を示した。その後、典型的なランドスライド地形の微地形解析および地表踏査の結果と地塊の運動タイプ（スランプ（円弧状すべり）、スライド（直線状すべり）、フロー、崩壊に区分）および変動地塊の性状（岩盤と岩屑（岩盤上の脆弱な崩積土・風化残積土）とに区分）を関連づけて、ランドスライド地形の基本形態を地すべりタイプと崩壊

タイプとに区分し、さらに地すべりタイプとして岩盤スランプ、ケスタ型岩盤スライド、断層型岩盤スライド、岩屑スランプ、岩屑スライドおよびアースフローの6型を、崩壊タイプとして岩盤崩壊、岩屑崩壊および岩屑なだれの3型を識別している（図5）。

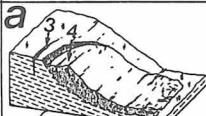
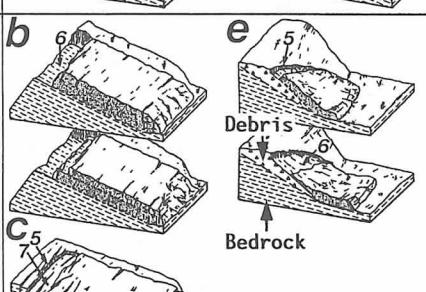
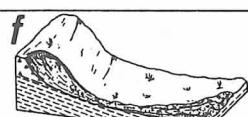
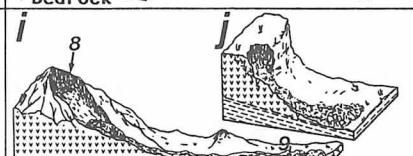
| Types of Movement                         | Properties of Landslide Mass<br>Rock      Engineering Soil<br>(Earth, Debris)       |
|---|---|
| Slump<br>Rotational Slide<br>Single Slump |    |
| Multiple Slump                            |    |
| Slide<br>Translational Slide              |    |
| Flow<br>(Slump→Flow)                      |  |
| Fall                                      |  |
| Avalanche<br>Slump + Flow<br>Fall + Flow  |  |

図5 ランドスライド地形の形態区分

### (1) 岩盤スランプ

岩盤スランプは風化岩、亀裂の発達した岩や大きな岩塊混じりの岩屑からなる地塊が弧面状のすべり面に沿って滑動したと判断されるものである（図5 a）。地形的には平面形が円弧状～馬蹄形状の、縦断形が凹型斜面状の、すなわち凹状谷型斜面をなす比高のやや大きな急

傾斜の滑落崖・側方崖、その直下に存在する地塊の転位を示す緩傾斜～逆傾斜平坦面（Slumping Platform）や三日月状窪地（湿地や湖沼となっていることが多い）、そして平面形が半円状～鼻形状をなす変動地塊で特徴づけられる。比高の大きな滑落崖の背後や側部には小崖・亀裂地形が形成されていることが多い。

変動地塊は全体が岩盤状態にあるのではなく、厚層をなす変動地塊頭部や中央深部では岩盤状態を保っているものの、表層～末端部は脆弱な岩屑層となっていることが多い。このような変動地塊の性状や滑落崖背後に形成された小崖・亀裂に起因して、変動地塊表層～末端部がスランプ状の滑動を繰り返して粘土質岩屑が舌状に押し出したり、滑落崖背後が新たに変動したといった変動履歴が認められるものもある。また、変動地塊下部の再滑動の影響が上方斜面に波及し、変動地塊全体が小さな移動ブロックに分かれて繰り返し滑動したり、滑落崖の後背斜面が大規模に滑動したといった後退型の変動履歴が認められるものもある。

### （2）ケスタ型岩盤スライド

ケスタ型岩盤スライドは主にケスタ地形をなす山地の流れ盤斜面に認められ、頁岩泥岩砂岩互層や凝灰岩薄層をはさむ泥岩砂岩層からなるスラブ状岩盤層が平面状のすべり面を境に滑動したと判断されるものである（図5 b）。滑落崖域は崖地形を呈さず、すべり面が現れた滑動斜面（Sliding Slope）となっている。滑動斜面は原稜線の背後から形成されており、1枚のすべり面に沿って岩盤層が滑動した場合には二重山稜様の、複数のすべり面に沿って滑動した場合には多重山稜様の地形が稜線部に認められる。

変動地塊は原地層の岩相・構造をほぼ残した状態にあり、変動地塊を滑動斜面に沿ってずり上げると原斜面が容易に復元できるように、地形的な乱れは少ない。しかし、変動地塊末端部は凸型急斜面となっており、亀裂の発達も著しく、しばしば二次的な岩盤・岩屑スランプや崩壊が発生している。さらに、河川沿いや海岸沿いでは変動地塊の脚部が侵食され、滑動を停止した時点と比較して変動地塊の安定度が低下していると推定されるものがある。

### （3）断層型岩盤スライド

断層型岩盤スライドは変動域頭部が断層、背斜軸や向斜軸に直接あるいは近接して認められることが多く、岩盤層やキャップロックが構造的弱線に規制され、平面状のすべり面を境に滑動したと判断されるものである（図5 c）。地形的には変動域が不動域と離れることによって形成された分離崖（木全・宮城、1985；Separated Scarp）とその前面に形成された溝状陥没帯（Landslide Graben）で特徴づけられる。その溝状陥没帯内には分離崖と並走する小崖、凸状地や窪地が存在する。

変動地塊全体での地形的には乱れは少なく、微地形もよく保存されているものが多いが、変動地塊末端域の傾斜遷急線沿いには亀裂の発達や破碎に起因してしばしば岩盤・岩屑スラン

プや崩壊が発生している。さらに、ケスター型岩盤スライドと同様に、海岸沿いや河川沿いの斜面では変動地塊のアスペクト比の小さなものが認められ、溝状陥没帯が大きく開き、変動地塊全体が大規模に押し出しているものもある。

#### (4) 岩屑スランプ

岩屑スランプは、岩盤上の軟弱な礫混じり土～粘土からなる地塊が弧面状のすべり面に沿って滑動したと判断されるものである（図5d）。地形的には平面形が馬蹄形状～円弧状の、縦断形が凹型斜面状の、すなわち凹状谷型斜面をなす比高の小さな滑落崖と平面形が鼻形状をなす変動地塊で特徴づけられる。ごく最近滑動したものでは滑落崖直下に地塊の転位を示す緩傾斜～逆傾斜平坦面が形成されていることもあるが、これは短時間で開析されるようで、形成後時間の経過した空中写真の判読では認められないことが多い。

変動地塊は傾斜5～15°の平滑な緩斜面を呈するが、その末端域から順次後退型の滑動を繰り返して多段状の緩斜面を形成したり、小さな移動ブロックに分かれて繰り返し滑動～流動して無数の小丘や凹状地の発達する多丘型緩斜面をした、などの変動履歴がうかがえるものも多い。また、前述の岩盤スランプや岩盤スライドタイプの斜面が繰り返し滑動し、その斜面全体あるいは末端域が岩屑スランプとして認識されるものも少なくない。

#### (5) 岩屑スライド

岩屑スライドは周囲の斜面から縦断的にも横断的にもやや突き出した傾斜20～35°の凸状尾根型斜面“鼻形状斜面”で、表層岩屑が平面状のすべり面を境に滑動したと判断されるものである（図5e）。地形的には滑動層の層厚に応じた比高の滑落崖（滑動層が厚い場合、崖面はすべり面の一部ではないので木全・宮城（1985）のいう分離崖にあたる）とその直下に現れた滑動斜面で特徴づけられる。変動地塊の集積状態は多様であり、変動地塊の移動距離が小さく、その大半が斜面上に残っているものから、より大きく移動してそのほとんどが斜面脚部に集積しているもの、そして発生域から離れて下方斜面や前面の平坦面に舌状に大きく押し出しているものがある。

変動地塊の大半が斜面上に残っていたり、斜面脚部に集積しているものではしばしば二次的な岩屑スランプ、フローや崩壊が発生している。小規模なものが多く、地塊の移動距離が小さな場合には斜面の地形的な乱れも少ないとから認識し難く、見過ごされ易い。

#### (6) アースフロー

アースフローは地すべりや崩壊によって生産された岩屑、とくに細粒分に富む土砂がその発生域から離れ、高含水状態で緩傾斜の斜面上や渓床を流下し、下方の緩斜面～平坦面に集積したと判断されるものである（図5f）。発生域には平面形がボトルネック状の滑落崖やスプーン状の滑動斜面が認められるが、変動地塊はそこにはほとんど残存せず、下方の沢沿い

に薄い層厚で伸びていたり、沢口から前面の平坦面にかけて集積している。発生域の崖や斜面で二次的な小規模崩壊やすべりが発生していることもある。

#### (7) 岩盤崩壊・岩屑崩壊

岩盤崩壊および岩屑崩壊は急傾斜の斜面を構成する岩体・岩盤や表層岩屑が剥離し、その直下に崩れ落ちたと判断されるものである（図5 g, h）。地形的には比高の大きな急傾斜の滑落崖とその直下に集積する変動地塊で特徴づけられる。剥離・崩落した地塊が岩体・岩盤であったか、あるいは斜面表層の岩屑であったかは空中写真判読のみではもちろん断定できない。しかし、急斜面を深くえぐるように比高の大きな滑落崖が形成され、その直下に集積する変動地塊内に多くの凸状体が認められる場合には、その凸状体をメガブロックとみなして岩体・岩盤が崩れ落ちたものと判断できる（図5 g）。一方、滑落崖の傾斜が周囲の不動域斜面の傾斜と同程度～やや急で、崩落層の厚さも薄く、滑落崖直下に集積する変動地塊の表面がなめらかであるような場合には表層岩屑が崩落したものと判断できる（図5 h）。

変動地塊は狭い谷部を埋積してランドスライドダムを形成し、上流側にせき止め湖を形成していることがある。これらではしばしば下流側にアースフローや岩屑などのが発生しており、内部には流れ山様の小丘群が発達している。また、大比高滑落崖の背後や側部には小崖・亀裂地形が認められることも多く、これに起因して滑落崖やその後背斜面が変動した履歴を解析できるものがある。

#### (8) 岩屑なだれ

岩屑なだれは、山地斜面や火山体で地すべりや崩壊によって生産された岩塊・岩屑があまり～ほとんど水分を含まずに雪崩のように高速で斜面上を崩れ落ちたと判断されるものである。現象としては火山体で粘性の高いマグマの貫入による山体の変形・破壊、水蒸気爆発、地震などに起因する巨大崩壊、それに伴う膨大な量の岩塊・岩屑の急速な移動、そして広範囲に及ぶ岩塊・岩屑の堆積であり、地形的には発生域に形成された馬蹄形カルデラ、Amphitheater と呼ばれる急傾斜、大比高の馬蹄形状岩壁や岩屑なだれ堆積物内に発達する流れ山で特徴づけられる（図5 i）。ここではそのようなものに加えて、規模は小さいが、崖・急斜面が崩壊し、岩塊を含む岩屑が破壊されながら急傾斜の斜面上を移動したものも含めている（図5 j）。発生域の比高の大きな岩壁が新たな変動の場となって岩盤スランプや崩壊が発生したり、埋積谷を形成する岩屑なだれ堆積物の末端域が繰り返し変動した履歴が解析できるものがある。

以上の形態区分はいわゆる“地すべり地形”として、これまで一括してあるいは混同して取り扱ってきた多様な斜面変動によって形成された地形を変動地塊の性状、地塊の運動タイプおよびこれらを反映した地形的特徴を基準として明確にしたものである。空中写真判読に

よって認定されるランドスライド地形がどのような性状の物質の、どのような運動によって形成されたものであるかを判定する指標となろう。

#### 4. ランドスライド地形の形態変遷

前述のように、ランドスライド地形はその形成後不变のまま現在に至っているのではなく、崖地形の切り合い関係、変動地塊の被覆関係、地形の開析程度の違い、植生の違いなどから多様な変動を繰り返してきたことがうかがえる場合がある。すなわち、ランドスライド地形は変動地塊の風化や破碎による質の変化、変動地塊内での地下水系の変化、当初のすべり面粘土の強度変化、新たなすべり面の形成、変動地塊内や後背斜面の応力状態の変化などランドスライド地形の内的条件の変化と、変動地塊の集積する場の地形条件、気象条件、地震、火山活動や斜面侵食といったそれを取り巻く外的要因との相互作用の反復によって変化するものである。もちろんその連続的・断続的な変化過程をとらえることは時間スケールからみてできない。しかし、前述のように地形に刻まれた変動史や近年発生した再発型の地すべり・崩壊現象を関連づけることによって、ランドスライド地形の移り変わり“形態変遷”が復元できる（図6）。

例えば、岩盤スランプタイプではその後背斜面が新たに変動したり、変動地塊の表層・末端部が繰り返しスランプ状に滑動して次第に変動域を拡大するとともに、岩屑スランプ～フロータイプへの変遷が認められる。ケスタ型および断層型岩盤スライドタイプでは変動地塊末端の急斜面がスランプ状に滑動したり崩壊する場合が多く、変動地塊脚部が河川や波浪によって侵食されたものではその後背部が大きく再滑動し得る。岩屑スランプタイプの多くでは、変動地塊が小規模な移動ブロックに分かれてスランプ～フロータイプの変動を繰り返す履歴が認められる。岩屑スライドタイプでは、急斜面をなす変動地塊の全体あるいは末端部が舌状に大きく押し出すことが多い。岩盤崩壊タイプでは急傾斜、大比高の滑落崖やその後背斜面が新たに変動したり、ランドスライドダムを形成するように谷部に集積した地塊が岩屑なだれやアースフローとして沢沿いに流下する履歴が認められる。最終的に変動地塊が反復変動によって原斜面から失われると、その斜面には抜け跡の地形が形成されることになり、例えば、岩盤スランプや岩屑スランプタイプでは縦断的にも横断的にも凹状をなす凹状谷型斜面が、そしてケスタ型岩盤スライドタイプなどでは縦横断的に直線状をなす流れ盤斜面が形成される。

このようなランドスライド地形の形態変遷は現在安定を保っていると思われるがちな変動地塊も、その内部条件は刻々変化しており、今後もランドスライド地形の特徴を反映した変動

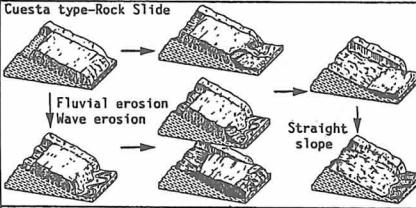
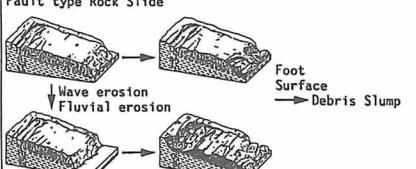
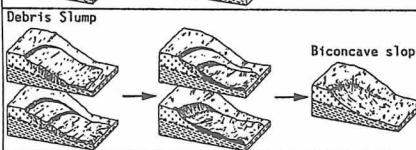
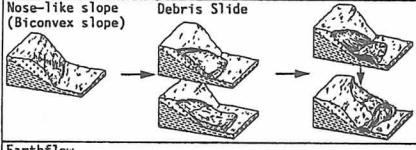
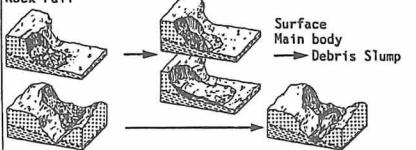
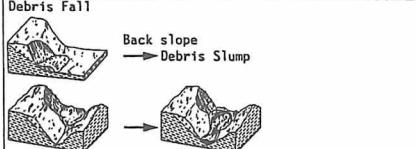
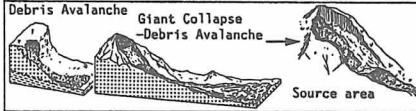
| Morphologic Change of Landslide Topography   | Geologic and Topographic Cause  |
|--|---|
| <b>Rock Slump</b><br>   | Alternating beds of shale/mudstone<br>Mudstone interbedded with tuff<br>Tuff interbedded with mudstone/sandstone<br>Dip slope<br>Fault<br>Fold<br>Caprock structure |
| <b>Cuesta type-Rock Slide</b><br>                                 | Alternating beds of shale/mudstone<br>Mudstone interbedded with tuff/soft rock<br>Tuff interbedded with mudstone/sandstone<br>Dip slope                             |
| <b>Fault type Rock Slide</b><br>                                  | Alternating beds of shale/mudstone<br>Mudstone interbedded with tuff/soft rock<br>Dip slope<br>Caprock structure<br>Fault<br>Fold                                   |
| <b>Debris Slump</b><br>  | Weathered residual soil<br>Talus<br>Dip slope<br>Catchment slope  |
| <b>Nose-like slope (Biconvex slope)</b> <b>Debris Slide</b><br> | Weathered residual soil<br>Talus<br>Pyroclastics<br>Nose-like slope<br>Dip slope  |
| <b>Earthflow</b><br>  | Weathered residual soil<br>Talus<br>Catchment steep slope<br>Dip slope  |
| <b>Rock Fall</b><br>  | Subaerial andesitic/basaltic lava<br>Welded tuff<br>Hyaloclastite<br>Caprock structure<br>Overhang<br>Cliff<br>Steep slope  |
| <b>Debris Fall</b><br>  | Weathered residual soil<br>Pyroclastics<br>Steep slope  |
| <b>Debris Avalanche</b><br>                                     | Hyaloclastite<br>Welded tuff<br>Cliff-Steep slope<br>Lava dome<br>Stratovolcano<br>Active fault   |

図6 ランドスライド地形の形態変遷

が発生し得ることを示唆し、斜面の安定性を評価する上での基礎的な指針となり得ると考えられる。もちろん、現状での斜面の安定性や今後発生し得る変動の様相（運動タイプ、規模、場など）は降雨、降雪、融雪、凍結・融解といった気象条件をはじめ、地震活動や火山活動など地域のおかれている環境条件によっても大きく異なる。図6に示したランドスライド地形の形態変遷の要因として、例えば、気象条件の大きく異なる地域毎に、最近発生した地すべりや崩壊の誘因（累積降水量、日雨量や震度など）を外挿することによって、地域特性を考慮した斜面安定性の評価指針や斜面変動の予測情報が得られるものと考える。

## 5.まとめ

ランドスライド地形は単に過去に発生した地表部の変動現象を記録した“死した地形”ではなく、再発型変動の発生場および新たな斜面変動が発生し得る潜在域の予測に関する情報を提供するものであり、斜面災害を防止したり被害を軽減する上で把握しておかなければならぬ基本的な地形要素である。その意味で「北海道の地すべり地形分布図」（山岸編、1993）および「北海道の地すべりデータベース」（山岸ほか、1997）は我々の生活圏における安全確保、災害防止や環境保全に関わる施策の基本資料として極めて重要である。

これまでいわゆる“地すべり地形”として取り扱ってきたものは多様な地質・地形条件の下、さまざまなメカニズムで形成され、その形成後も断続的に変化してきた結果として多様な形態を示す。その違いは今後発生し得る再発型斜面変動の特性に現れる。したがって、地塊運動タイプや変動地塊の性状と関連づけたランドスライド地形の区分および地形形成後の変化履歴は、現在および今後の斜面の安定性を考える上での基礎情報となる。その一助として、空中写真判読によって認識できるランドスライド地形の形態区分およびそれぞれのタイプでの地形に刻まれた変動史などから復元した形態変遷を示した。

土木技術の高度化、社会基盤整備に対する経済的投資の増大、生活・生産活動における効率性の追求などに伴い我々を取り巻く地質・地形環境が軽視されがちな昨今、ランドスライド地形と共に存し、斜面災害を防止する上で、移りわりいくランドスライド地形を含めた地質・地形情報の重要性を強調する。

## 文 献

- 伊藤陽司（1992）：北海道の地すべり地形－分布、形態、変遷－。地すべり学会地すべり地形の諸問題に関するシンポジウム論文集, pp.9-18.
- 伊藤陽司（1995）：北海道東部、網走・北見・津別地域における地すべり地形の特徴と最近の

- 地すべり災害. 地すべり, Vol.32, No.2, pp.32-40.
- 伊藤陽司 (1996) : 北海道東部, 知床半島におけるランドスライド地形の特徴と最近の斜面災害. 地すべり, Vol.33, No.3, pp.32-41.
- 伊藤陽司 (1997) : 地震と斜面変動の地域的な特徴, 北海道東方沖地震. 地すべり学会北海道支部編地震による斜面災害－1993～1994年北海道三大地震から－, 北海道大学図書刊行会, pp.35-49.
- 伊藤陽司(1998) : 北海道におけるランドスライド地形の特徴と形態変遷・斜面の安定性評価. 地すべり学会北海道支部 20周年記念シンポジウム予稿集, pp.23-40.
- 地すべり学会澄川地すべり緊急調査団 (1997) : 1997年5月10日秋田県澄川地すべり・土石流災害速報. 地すべり, Vol.34, No.1.
- 川村信人・山岸宏光・堀 俊和・伊藤陽司 (1995) : 北海道の地すべり地形データベースについて. 地すべり学会北海道支部研究発表会予稿集, pp.1-2.
- 川村信人 (1997) : データベース解析例 (1)～(3). 北海道の地すべり地形データベース, 北海道大学図書刊行会, pp.11-20.
- 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.
- 宮坂省吾・三浦 實・関川博次 (1997) : 岩なだれによって形成された元地地すべり地. 地すべり学会北海道支部研究発表会論文集, pp.24-31.
- 陶野郁雄・遠藤邦彦・伊藤 駿・千葉達郎 (1997) : 秋田県鹿角市八幡平地すべり・土石流災害現地調査速報. 土と基礎, Vol.45, No.8, pp.32-34.
- 山岸宏光 編(1993) : 北海道の地すべり地形一分布図とその解説－. 北海道図書刊行会, 392p.
- 山岸宏光・伊藤陽司 (1993a) : 60万分の1北海道地すべり地形分布図および説明書. 地すべり学会北海道支部, 19p.
- 山岸宏光・伊藤陽司 (1993b) : 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帶. 地すべり, Vol.30, No.2, pp.1-9.
- Yamagishi, H. and Ito, Y. (1994): Relationship of the landslide distribution to geology in Hokkaido, Japan. Eng. Geol., Vol.38, pp.189-203.
- Yamagishi, H., Shimura, K. and Kurata, T. (1995): Landslides along the coast from Ainuma to Toyohama, southwestern Hokkaido, Japan. Jour. Japan Landslide Soc., Vol.31, No.4, pp.23-29.
- 山岸宏光・川村信人・伊藤陽司・堀 俊和・福岡 浩 (1996) : 北海道の地すべり地形データベースについて. 地すべり学会北海道支部研究発表会予稿集, pp.1-2.
- 山岸宏光・川村信人・伊藤陽司・堀 俊和・福岡 浩 (1997) : 北海道の地すべり地形データベース. 北海道大学図書刊行会, 313p.