

活動地すべりの時系列判読による地すべり斜面の活動性評価 —北海道東部，津別地すべり集中域での検討—

Evaluation of landslide activity by chronological comparison of aerial photographs in the Tsubetsu landslide concentrating area, East Hokkaido

伊藤陽司^{a)}*, 石丸 聡^{b)}, 中村 大^{a)}

Yoji ITO, Satoshi ISHIMARU and Dai NAKAMURA

Abstract

We tracked the chronological distribution of the active landslides geomorphologically defined by the interpretation of the aerial photographs taken from 1952 to 2007. We chose some landslide slopes and ranges where the reactivated landslides concentrated, based on the distributive characteristics of the active landslides for 55 years. In some of these areas, the landslide disasters have also occurred actually. Therefore, it can be estimated that these areas are under the conditions moved easily. These areas are shown as "active area I", and we can give information on the most-likely place to slide in a distribution map. Furthermore, although they are not landslide slopes, we also sampled places where many first-activated landslides are distributed. It is useful for the prevention of landslide disasters to rank these areas as slopes that must need appropriate observations of the transition in the future. We specify these as "active area II".

Key words : Reactivated landslide, First-activated landslide, Active landslide concentration area, Active area

和文要旨

北海道東部の地すべり集中域の一面を占める津別地域を対象として、地形的な特徴に基づいて設定した活動地すべりの時系列的な分布特性を1952年から2007年までの間に撮影された空中写真の判読によって追跡した。55年間の活動地すべりの分布特性から、再動型活動地すべりが集中する地すべり斜面および地すべり斜面を中心とした斜面範囲が抽出された。これらのいくつかでは実際に地すべり災害も発生していることから、これらは変動し易い条件下にある場として評価することができる。このような斜面および斜面範囲を活動域Iと言ひ表し、分布図に明示することによって、数多く存在する地すべり斜面のうちでも変動し易い状況にある地すべり斜面の情報を提供することができる。さらに、地すべり斜面ではないが、初生型活動地すべりが数多く認められる斜面範囲も抽出された。これらを今後の推移を注視しなければならない場として位置づけ、活動域IIとして明示することも地すべり防災上有益である。

キーワード : 再動型活動地すべり, 初生型活動地すべり, 活動地すべり集中域, 活動域

1. はじめに

斜面災害の多くが、地すべり斜面（狭義の地すべりのみならず崩落や流動などを含めた斜面変動によって形成された斜面）の範囲内やその隣接斜面で発生している。また、発災に至らなくても、地すべり斜面が数多く存在することは、当該地域には斜面変動が発生し易いさまざまな要因が潜んでいることを示唆している。すなわち、地すべり斜面は単に過去の斜面変動の記録ではなく、その斜面に残っている移動体が再び変動することも含めて、新たな斜面変動が発生する場やそれらの地域特性に関する情報を提供するものである。そのような視点から、分布図に代表される地すべり斜面の存在情報は地すべり防災の基本情報として不可欠であり、北海道では山岸編（1993）が北海道全域を網羅した空中写真判読による分布図を著し、小澤・石丸（2011）はこの地すべり分布をGISデータ化し、北海道立総合研究機構地質研究所のデータマップサイトでの閲覧を可能にした。

また、地すべり斜面は変動し易い条件を一様に備えているのではなく、斜面変動の運動型、発生場の地形的・地質的・水理的環境、移動体の性質、移動体が集積している場の条件などを反映して多様な安定条件下にあることから、地すべり斜面の安定の程度に係わる情報が求められてきた。

地すべり斜面の活動度や安定度の評価に係わるアプローチで、地形地質的要素に注目したものとしては山田ほか（1971）が地すべりの地形地質的な変遷を基にした斜面安全率を、藤原（1979）が地すべり区分、地すべりブロック構成やすべり面形状などを基にした危険度合を、そして日本測量調査技術協会（1984）が地形・地質や植生条件を基にしたすべり易さを提示している。これらの評価をより客観的に、より定量的にということから、地すべり学会東北支部（1992）が地すべり微地形の発達や開析程度を基にした総合的判断指標を、Miyagi *et al.*（2004）、八木ほか（2009）や石丸ほか（2012）がAHP法を導入した評価チェックシートを提案している。また、北海道地すべり学会研究小委員会は北海道の滝川-吉野地域を対象として、1966年、1977年および1986年撮影の空中写真を使用した地すべり斜面の時系列判読による活動

* 連絡著者 / corresponding author

a) 北見工業大学工学部
Faculty of Engineering, Kitami Institute of Technology
〒090-8507 北海道北見市公園町165
165 Koen-cho, Kitami, 090-8507 Japan
b) 北海道立総合研究機構地質研究所
Geological Survey of Hokkaido

性評価を試みた(伊藤, 2001a; 2001c; 2002)。この試みは, 地すべり斜面の再動性を当該斜面内に発達する地すべり微地形の移り変わりを捉えて評価するものであった。しかし, 地すべり微地形の移り変わりが微弱過ぎて明確に捉えることが困難であったことに加え, 南北約18 km・東西約39 kmと広域での地すべり斜面の箇所数も2,000箇所以上であったために十分な成果を得るには至らなかった。

このような経験を省みて, まず, 対象地域を狭く, 判読の年間隔を可能な限り短く設定することとした。そして, 地すべり斜面での微弱な変化を後述する地形的な特徴に基づいて設定した活動地すべりの出現として捉え, その出現状況を累積することによって地すべり斜面での微弱な変化を増幅させ, 結果として地すべり斜面の活動性を評価する手がかりが得られるのではないかと考えた。

本文では北海道東部の地すべり集中域の一画を占める津別地域を対象として, 1952年~2007年の55年間に概ね5年間隔で撮影された空中写真を活動地すべりに注目して判読することによって, 地すべり斜面の活動性(再動し易さ)を検討した結果について述べる。

2. 対象地域

津別地域は, 約1,700箇所の地すべり斜面が存在する網走・北見・津別地すべり集中域(伊藤, 1995)の南端を占める南北約8 km, 東西約10 kmの範囲である(図-1)。

地域の地質は“緑色岩類”を主とし, チャートや石灰岩を伴うジュラ紀~白亜紀の仁頃層群, 礫岩を主とし砂岩・泥岩・石炭を伴う第三紀始新世後期~漸新世前期の陸別層, 安山岩質溶岩を主とする漸新世の二又安山岩類, 硬質頁岩やシルト岩などからなる漸新世後期の達媚層, 凝灰質砂質シルト岩・細粒砂岩を主とする中新世前期の

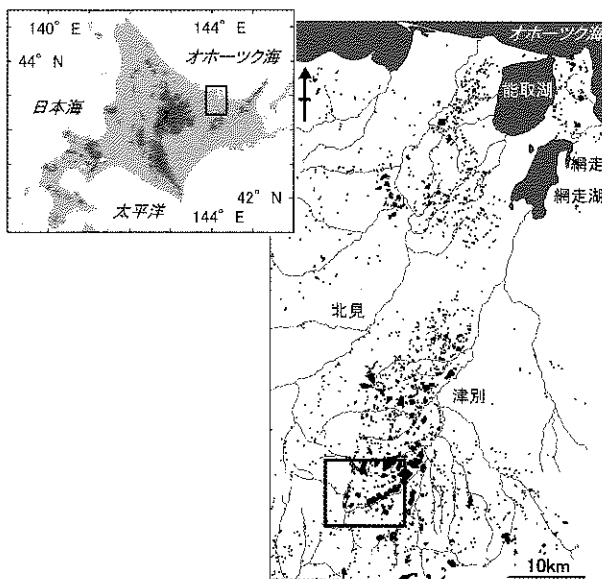


図-1 対象地域の位置

Fig. 1 Map showing the studied area.

津別層, 第四紀の溶結部を伴う火砕流堆積物層, 河岸段丘堆積物層および現河床堆積物層から構成される(山口・沢村, 1965; 加藤ほか編, 1990)。

地すべり斜面は硬質頁岩と軟質なシルト岩との互層が卓越し, 凝灰岩の薄層~厚層をはさむ達媚層や津別層で構成され, 褶曲構造や断層が発達する地域に集中している(伊藤, 1994)。これら地すべり斜面の移動体の一部~全体が再動して災害をもたらした事例として, 16名の犠牲者を出した1953年津別町本岐地すべり(北海道大学理学部地質学鉱物学教室, 1954; 伊藤ほか, 2007)が知られており, 融雪期に繰り返し変動して道路を損壊させた160林班地すべりや線形改良・拡幅工事の際に変動した道道273号地すべり(伊藤, 1994)などもある。

3. 地すべり斜面の判読

3.1 判読環境・認定基準

地すべり斜面の判読は一般的な倍率3倍の接眼レンズを備えた反射実体鏡下での判読を基本とし, 数10mオーダーの微小な地すべり斜面の把握や地すべり微地形の判読解析にあたっては倍率8倍の接眼レンズを併用した。判読に使用した空中写真は, 1952年以降に撮影された密着空中写真214枚である(図-2)。1952年撮影のもの以外は撮影間隔が概ね5年±2年, 標準縮尺が1/20,000あ

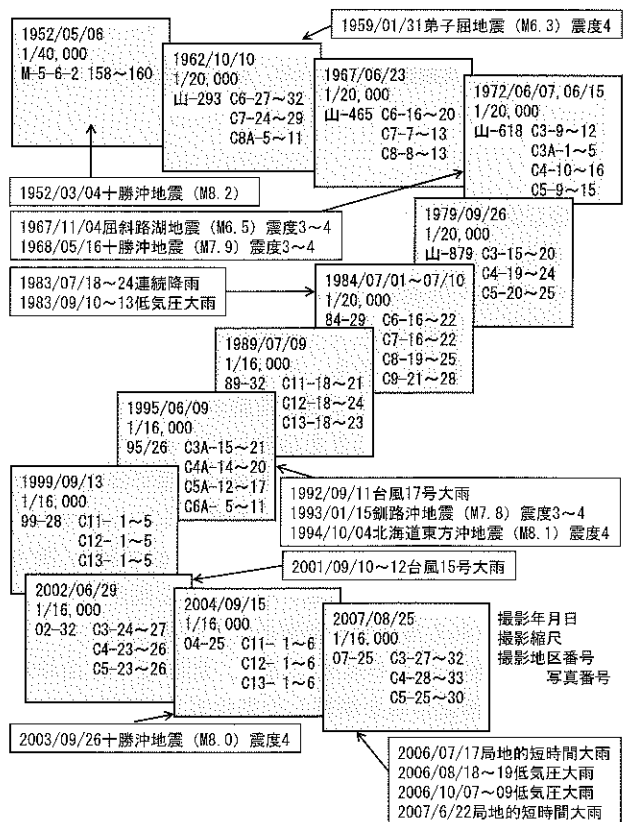


図-2 地すべり斜面の判読に用いた空中写真と斜面状況に影響したと思われるイベント

Fig. 2 Aerial photographs used for interpreting landslide slopes and the events influenced to the slope condition.

るいは1/16,000である。

図-2には判読対象年の斜面状況に影響を与えた可能性がある地震, 局地的短時間大雨や連続的大雨などのイベントも示している。これらイベントに起因した発生年月日が明確な斜面変動の事例は対象地域では知られていないが, 隣接地域では1993年釧路沖地震による地すべり斜面の端部での再動が発生している(伊藤, 1994)。

空中写真判読による地すべり斜面の認定は, 不動域と変動域とを区分する滑落崖・分離崖(木全・宮城, 1985)~側方崖とそれに対応する移動体の存在を原則とし, 判読にあたっては地すべり斜面の形態および活動状態に注目した。

3.2 地すべり斜面の形態

地すべり斜面は変動の発生場の地形・地質条件, 運動型やその後の移り変わり, 移動体の性状やそれが集積する場の地形的や水理的な条件などの影響を受けてさまざまな斜面形態を示す。

Varnes (1978)は移動体の性状と運動型との組み合わせによって, 岩盤層, 岩塊, 岩塊~岩片混じり土層や泥層の落下, トップリング, すべり, 伸展, 流動やこれらの複合など多様な斜面変動を解説した。伊藤(2001b; 2002)は空中写真判読ではそのような広範で, 詳細な変動現象を識別することが難しいことから, 空中写真判読による滑落崖の平面形・縦断形・傾斜・比高, 移動体の平面形・縦断形, 移動体の集積状態, 移動体内の微地形などの特徴によって地すべり斜面の基本形態を地すべり型と崩壊型とに区分し, 地すべり型として岩盤スランプ, 岩盤ブロックスライド, 岩盤スラブスライド, 岩屑スランプ, 岩屑スライドおよびアースフローの6つの型を, 崩壊型として岩盤崩落, 岩屑崩落, 岩屑なだれおよび山体崩壊・岩なだれの4つの型を設定した。本文ではこの区分を適用し, 以下に対象地域では認められなかった岩盤スラブスライドと山体崩壊・岩なだれを除いて, 地すべり斜面の形態の概略を野外観察による移動体の性状も含めて示す。なお, ここで言うスランプは榎田(2004)による回転すべりに, スライドは並進すべりに対応するものである。また, 移動体の質を言い表している岩盤は田近(2004)による岩盤相および破碎岩相を, 岩屑は岩屑相および粘質土相を包括するものである。

(1) 岩盤スランプ(図-3A): 滑落崖直下の, 移動体の転位を示唆する緩傾斜~逆傾斜(山側へ傾斜)の平坦面が特徴的で(図-3Aのa), 滑落崖が階段状に配列している場合もある(図-3Aのb)。滑落崖の背後には小崖・亀裂地形が形成されていることもあり, これが後背斜面の新たな変動の要因となり得る。移動体の表層部や端部は破碎, 風化によって岩片混じり土状~粘質土状となっている。

(2) 岩盤ブロックスライド(図-3B): 分離崖(木全・宮城, 1985)と陥没凹地が特徴的で, 移動体末端は急斜面をなしている。移動体は全体的には原岩層の岩相・構

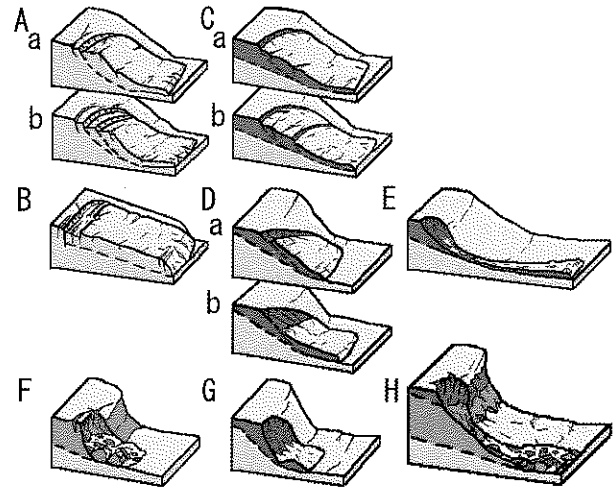


図-3 地すべり斜面の形態. A: 岩盤スランプ, B: 岩盤ブロックスライド, C: 岩屑スランプ, D: 岩屑スライド, E: アースフロー, F: 岩盤崩落, G: 岩屑崩落, H: 岩屑なだれ, 伊藤(2001b)から抜粋。

Fig. 3 Types of landslide slope, extracted from Ito (2001 b). A: Rock slump, B: Rock block slide, C: Debris slump, D: Debris slide, E: Earth flow, F: Rock fall, G: Debris fall, H: Debris avalanche.

造を残しているものの, 側部や末端部では亀裂が発達している。

(3) 岩屑スランプ(図-3C): 平面形が馬蹄形状~円弧状を, 縦断形が凹型斜面状をなす滑落崖と舌状に伸びる移動体で特徴づけられ(図-3Cのa), 変動を繰り返して, 多段状や小さな凸状地や凹状地の発達する多丘状の緩斜面をなしていることも多い(図-3Cのb)。移動体は, 岩片混じり土~粘質土である。

(4) 岩屑スライド(図-3D): 移動体の層厚に応じた比高の滑落崖(移動体の層厚が大である場合には崖面はすべり面の一部ではなく分離崖と呼ばれるものになる)とその直下に露出した平滑な斜面(すべり面の斜面)で特徴づけられる。移動体の集積状況は, 移動体の大部分が当該斜面上に残存しているもの(図-3Dのa)から斜面脚部から大きく押し出しているもの(図-3Dのb)まで広範である。

(5) アースフロー(図-3E): 発生域にはボトルネック状の小比高の滑落崖やスプーン状斜面が認められるものの, 移動体はその範囲にはほとんど残存せず, 下方の緩斜面~平坦面に岩片混じり土~粘質土からなる移動体が扇状に広がっている。

(6) 岩盤崩落(図-3F)・岩屑崩落(図-3G): 急傾斜の滑落崖とその直下に集積する移動体で特徴づけられる。移動体が岩盤層・岩体であるか, 表層土であるかは空中写真判読のみでは断定できないが, 急斜面を深くえぐるように滑落崖が形成され, その直下の移動体内に凹凸群が認められる場合には, 凸群を巨大な岩塊あるいは岩塊の集合体とみなして岩盤層・岩体が崩れ落ちたもの(図-3F)と, 滑落崖の傾斜が周囲の不動域の斜面と

同程度で, 移動層の層厚も薄く, 滑落崖直下に集積する移動体の表面も滑らかである場合には表層土が崩落したもの(図-3G)と判断できる。

(7) 岩屑なだれ(図-3H): 発生域のボトルネック状の崖~急斜面, その直下から谷部を埋めるように伸びて下方斜面で小起伏の小丘群を伴って集積する移動体で特徴づけられる。移動体の側部には自然堤防様地形が認められることもある。規模が小さく, 空中写真判読ではアースフローと識別し難いが, 発生域が急傾斜であることや移動体の大部分が谷部に残っているものを岩屑なだれとしている。

3.3 地すべり斜面の活動状態

地すべりの活動状態として, WP/WLI (1993) はActive landslide, Suspended landslide, Reactivated landslideおよびInactive landslideを設定し, さらにInactive landslideをDormant landslide, Abandoned landslide, Stabilized landslideおよびRelict landslideに細分した。しかし, 本文のように空中写真の時系列判読による滑落崖や移動体内の微地形の開析状態, 植生状態などによって地すべり斜面の活動状態を判断する場合には, 今まさに変動しているActive landslide, 最近の12ヶ月以内に変動したとするSuspended landslideや12ヶ月以内は変動していないとするInactive landslideといった区分を取り扱うことはできない。したがって, ここではWP/WLI (1993) の区分を参考にしつつ, 活動状態を考慮した地すべり斜面として活動地すべり, 休止地すべりおよび開析地すべりを設定した(図-4)。

(1) 活動地すべり(図-4A): ある撮影年の空中写真判読において変動域の輪郭が明瞭で, 裸地状の滑落崖, 移動体内での裸地状小崖や新鮮なしわ地形が認められる地すべり斜面。判読写真の撮影年あるいはその1~3年前に発生した変動の斜面と判断される。これはWP/WLI (1993) のActive landslide, Suspended landslideやReactivated landslideを包括するものである。

(2) 休止地すべり(図-4B): ある撮影年の空中写真判読において変動域の輪郭は明瞭であるが, 滑落崖や移動体内の小崖はやや開析され, 植生にもほぼ覆われている地すべり斜面。移動体内にも植生が回復し, かつての開口した亀裂部などは凹状地や湿地・湖沼となっている。変動が停止してから時間が経過していると判断されるも

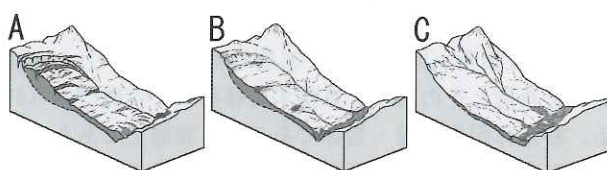


図-4 地すべり斜面の活動状態。A: 活動地すべり, B: 休止地すべり, C: 開析地すべり。

Fig. 4 States of activity of landslide slope. A: Active landslide, B: Dormant landslide, C: Dissected landslide.

ので, 空中写真判読による地すべり斜面の大部分がこれに相当する。多くの地すべり災害事例で明らかなように, 自然的あるいは人為的誘因によって移動体の全体あるいは末端や側方の一部が再動することが多い。これはWP/WLI (1993) のDormant landslideに相当し, 移動体がさほど開析されずに残存しているようなAbandoned landslideも含まれよう。

(3) 開析地すべり(図-4C): 変動域の輪郭はかろうじて追跡できるものの, 滑落崖は著しく開析され, 移動体も変動の繰り返しや浸食によって大部分が失われ, 当初の変動状況などが判断し難い地すべり斜面。これはWP/WLI (1993) のRelict landslideに相当するものである。

4. 地すべり斜面の時系列判読

4.1 地すべり斜面の分布

図-5 Aは1952年撮影の, 図-5 Bは2007年撮影の空

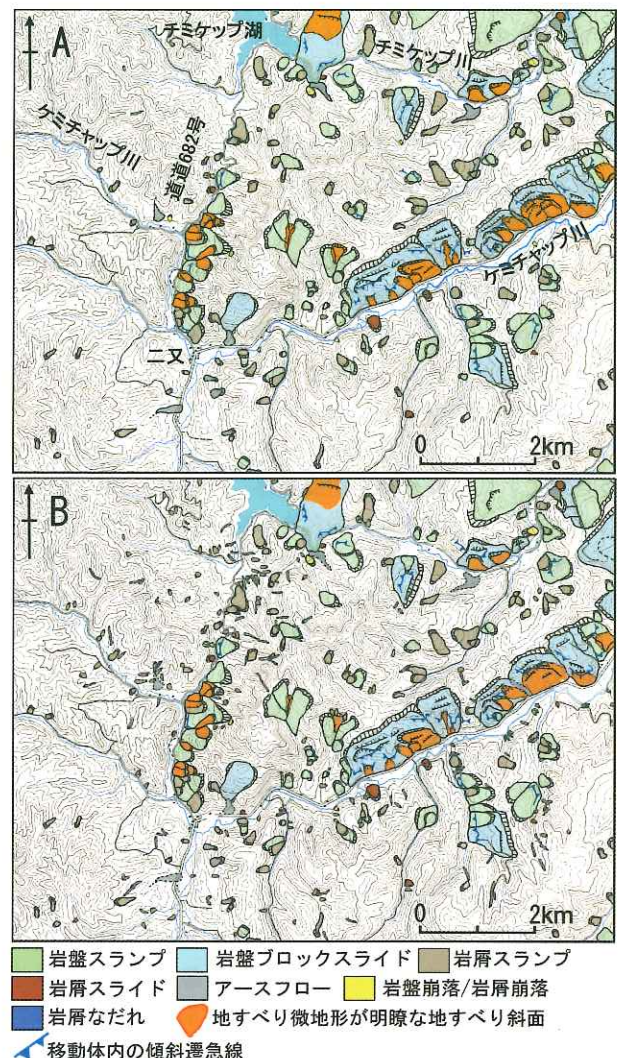


図-5 地すべり斜面の分布。A: 1952年, B: 2007年。

Fig. 5 A: Map showing the distribution of landslide slopes, identified through aerial photographs taken in 1952. B: Map showing the distribution of landslide slopes, identified through aerial photographs taken in 2007.

中写真の判読による地すべり斜面の分布状況である。1952年撮影空中写真の判読にあたっては、縮尺および画質を考慮し、不鮮明な部分や非常に小規模な地すべり斜面については1962年撮影空中写真も参照している。

1952年撮影空中写真では167箇所の地すべり斜面が判読され、3.2で述べた形態区分では岩盤スランプ59箇所、岩盤ブロックスライド13箇所、岩屑スランプ70箇所、岩屑スライド1箇所、アースフロー11箇所、岩盤・岩屑崩落9箇所および岩屑なだれ4箇所である。1952年以降、2007年に至るまで、各年での活動地すべりの休止化および新たな活動地すべり（地すべり斜面ではない斜面が変動した初生型と地すべり斜面の一部が再び変動した再動型とに分けられる）の出現が繰り返され、2007年では岩屑スランプ34箇所、岩屑スライド15箇所、アースフロー50箇所、岩盤・岩屑崩落35箇所および岩屑なだれ19箇所が増えて、地すべり斜面320箇所が認められる。

規模の大きな地すべり斜面では地形的に「明瞭である」とか「新鮮である」と言い表される地すべり微地形が認められる。ケミチャップ川の左岸沿いの大規模な岩盤ブロックスライドの斜面では、移動体下部の傾斜遷急線以下の急斜面に地すべり微地形の明瞭な岩盤スライド～スランプの斜面が配列している。さらに、道道682号沿いの岩盤スランプの斜面でも、それらの移動体端部に移動体が分化した地すべり微地形の明瞭な岩屑スランプが数多く見られる。これらは、変動の繰り返しによって著しく破碎されたり、風化が進んだりなど移動体の性状変化の影響が現れていると考えられる。

4.2 活動地すべりの分布

図-6は活動地すべりの件数（発生箇所が重複している場合もあるので件と表記している）の推移を、図-7は活動地すべりの分布の推移を示している。

活動地すべりの特徴および時系列的分布の特徴は、次のようである。

(1) 55年間での活動地すべりの総数は422件、平均件数

は初生型約14件・再動型約21件・計35件であるが、1984年までは再動型の割合が多少高く、それ以降になると初生型の割合がやや増加している（図-6）。1984年までの再動型については戦中・戦後の森林乱伐の影響が、そして1984年以降の初生型の増加は強い降雨の頻発（伊藤ほか、2008）の影響が現れているのかもしれない。また、1984年および2007年で初生型と再動型の件数が急増しており（図-6）、それぞれの年あるいはその数年前に、斜面状況が活動的になるようなイベントがあったことがうかがえる。1983年に、地域としては著しく大きな降水量と言えないものの、チミケップ山AMeDASで7月18～24日に87mmの連続降雨に、9月10～13日には79mmの低気圧大雨に見舞われており（図-2）、それぞれで甚大な農林業被害や道路被害が発生している。これらの降雨の影響が1984年の初生型を主とした活動地すべりの急増に現れたのかもしれない。さらに、2007年では初生型26件、再動型37件の計63件が認められ（図-6）、55年間で斜面変動が最も活発な状況となっている。2004年9月から2007年8月までの強雨として、地域のほぼ中央に位置する津別二又AMeDAS（チミケップ山AMeDASに代わり2006年から運用）で、2006年7月14～18日に108mm、8月18～19日に168mm、10月7～9日に225mmを記録する降雨があった（図-2）。また、2007年6月22日には北見・津別地域をカバーする観測網では数値として記録されていないものの、レーダー雨量画像によって80mm/h以上の局地的短時間大雨が対象地域を襲ったことが捉えられている。このような相次いだ大雨や局地的短時間大雨の影響が、2007年の活動地すべりの大幅な増加に現れたことが考えられる。

(2) 活動地すべりのほとんどは、どの年でも幅・奥行きが数10mオーダーの小規模なもので、初生型の多くはアースフロー、岩屑崩落や岩屑スランプの形態を、再動型の多くは岩屑崩落や岩屑スランプの形態を示す。

(3) 各年での活動地すべりは特定の狭い範囲に著しく集中している状況ではないものの、地すべり斜面が集中する東側の地域でやや多い（図-7）。

再動型は道道682号の東側沿いに、隣接し合って存在する岩盤スランプや岩屑スランプの移動体の端部に岩屑スランプ～アースフローとして、ケミチャップ川左岸沿いやケミチャップ川流域の規模の大きな岩盤ブロックスライドや岩盤スランプの移動体の急傾斜端部に岩屑崩落として認められる。

初生型は道道682号の西側の急峻な山地およびケミチャップ川の南側のなだらかな山地に多く、急斜面の脚部で岩屑崩落、小沢源頭部の急斜面で岩屑崩落～岩屑なだれ、そして比較的なだらかな斜面の周縁部で岩屑スランプやアースフローとして認められる。さらに、ケミチャップ川右岸側の河道攻撃斜面では岩屑崩落や岩屑なだれとして、そして規模の大きな岩盤スランプの滑落崖で岩盤崩落や岩屑崩落として認められる。

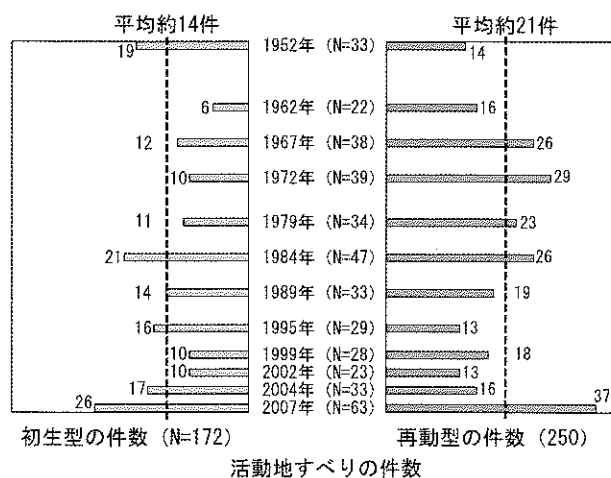


図-6 活動地すべりの件数の推移

Fig. 6 Transition of the number of first-activated and re-activated landslides.

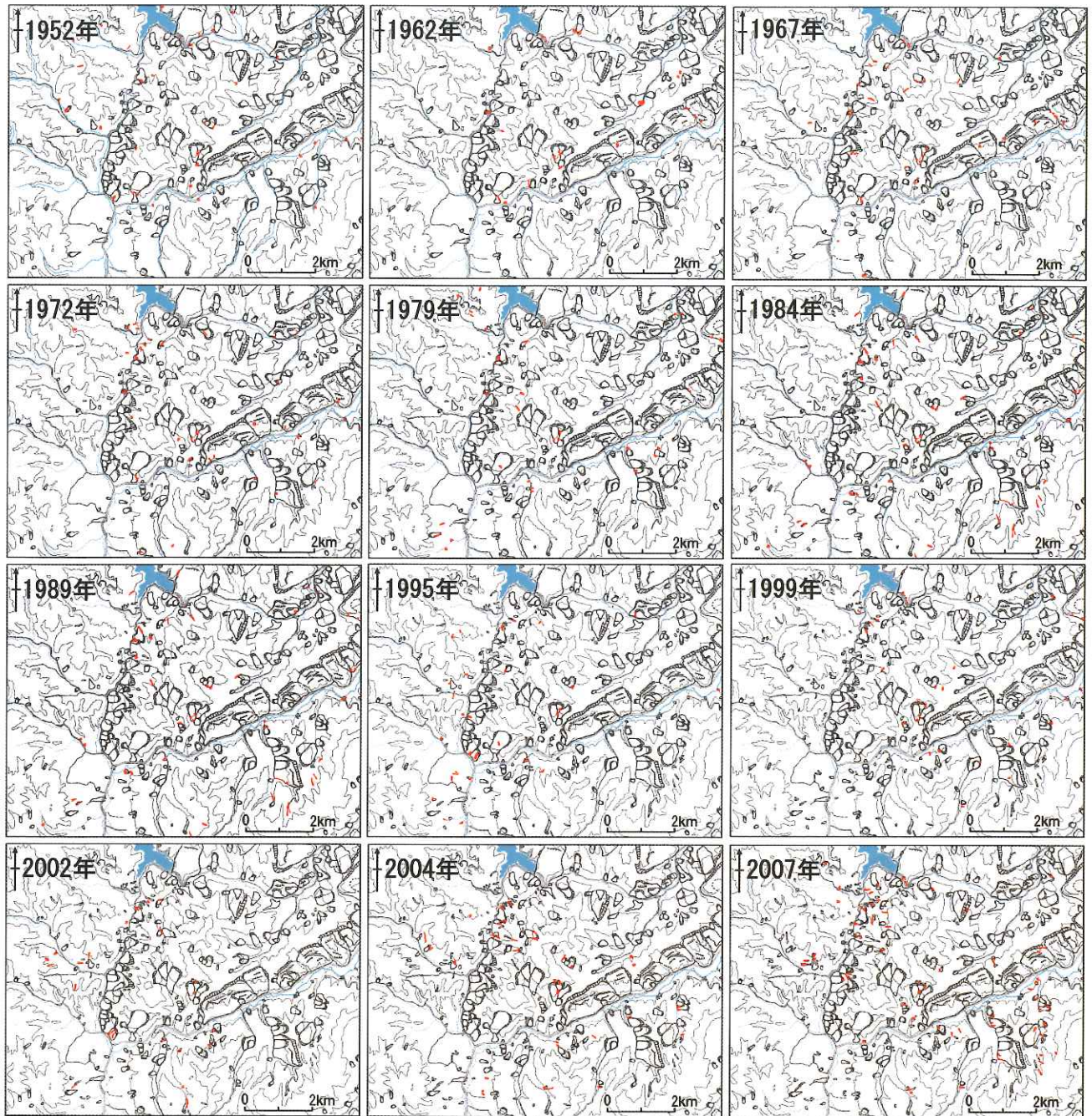


図-7 活動地すべり (赤色の地すべり斜面) の時系列分布
 Fig. 7 Chronological distribution of the active landslides (red colored landslide slopes).

4.3 活動地すべりの集中分布と活動域

図-8は1952年地すべり斜面分布図に、図-7に示した55年間の初生型172件、再動型250件の計422件の活動地すべりをプロットしたものである。

再動型活動地すべり250件の分布状況から、これらが集中する地すべり斜面および地すべり斜面を中心としたもう少し広い斜面範囲が抽出される(図-8の①~⑨)。
 図-8の①: チミケップ湖の湖口左岸の岩盤ブロックスライドの末端斜面で岩屑崩落が繰り返し発生している。
 図-8の②: 道道682号沿いの岩屑スランプ群とその隣接斜面で繰り返し、岩屑スランプやアースフローが発生

している。

図-8の③: ケミチャップ川上流域の土石流発生域で、土石流堆積物は認められるものの、滑落崖などは開析されて追跡できない地すべり斜面であるが、滑落崖様の急斜面を刻む沢部からアースフローや岩屑なだれがしばしば発生している。

図-8の④: 二又地区の岩盤スランプ群の側部を占める岩屑スランプ移動体内で裸地がしばしば出現することから、移動体表層が徐動している判断される。

図-8の⑤: ポンケミチャップ川上流域の岩盤~岩屑スランプ群溪岸沿いの小範囲が岩屑スランプとして変動し

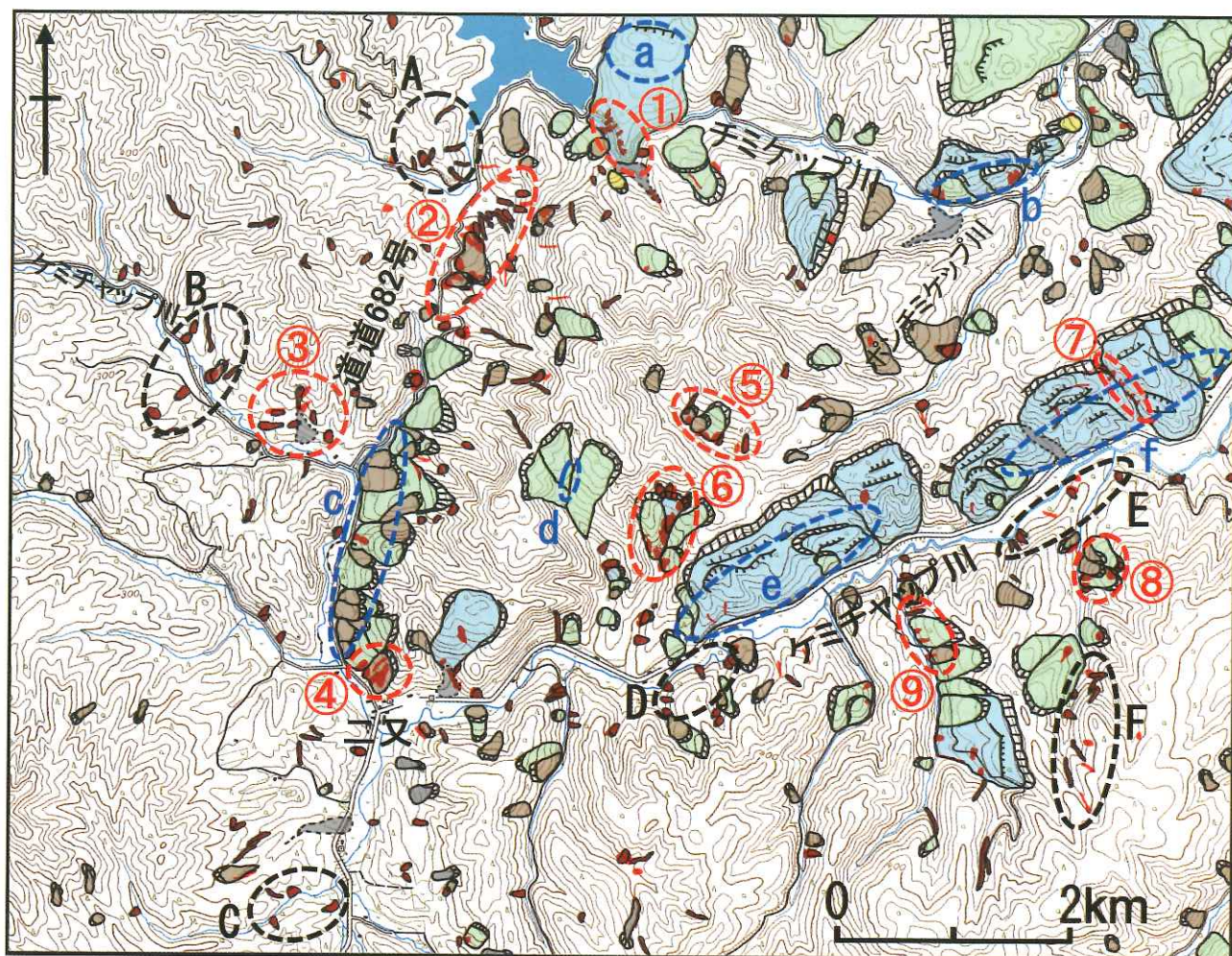


図-8 活動地すべりの集中域と活動域. ①~⑨: 活動域 I, A~F: 活動域 II, a~f: 活動域 III.

Fig. 8 Distribution of the active landslide concentration areas and active areas. ①~⑨: Active area I, A~F: Active area II, a~f: Active area III.

ている。

図-8の⑥: ケミチャップ川左岸支流の源頭部の岩盤スランプ群の滑落崖で岩屑~岩盤崩落が発生し, 移動体側部~末端部でも岩屑崩落や岩屑スランプが発生している。

図-8の⑦: ケミチャップ川左岸の大規模岩盤ブロックスライドの側部小沢に沿う移動体側部の表層が繰り返し崩落している。

図-8の⑧: ケミチャップ川右岸側支流の岩盤スランプの滑落崖で岩屑~岩盤崩落が, 岩盤~岩屑スランプの移動体の末端部で岩屑スランプが発生している。

図-8の⑨: ケミチャップ川右岸側支流の岩盤~岩屑スランプ群の移動体の末端部で繰り返し岩屑スランプが発生している。

これらのうち, 図-8の①のチミケップ湖の湖口左岸の岩盤ブロックスライドの末端斜面では現在も小規模な岩屑崩落が相次いで発生している, 図-8の②の道道682号沿いの岩屑スランプ群とその隣接斜面ではこれまでも融雪期や大雨後にしばしば地すべりが発生している(伊藤, 1994), そして図-8の⑥のケミチャップ川左岸

支流の源頭部の岩盤スランプ群では小沢下流への土砂流出が著しいことから, これまでに5~6基の砂防ダムが設置されてきた, など実際に地すべり災害が発生したり, 現在でも変動している状況がうかがえる。これらのことも考慮すると, 図-8の①~⑨のように, 再動型活動地すべりが集中する地すべり斜面および地すべり斜面を中心としたもう少し広い斜面範囲は再動し易い性状を有している, と判断することができる。本文ではこれらを“活動域 I”と言います。さらに, 地すべり斜面ではないものの, 初生型活動地すべりが数多く存在する小沢源頭部斜面や河道攻撃斜面が認められる(図-8のA~F)。このような斜面範囲は地すべり防災上の要監視域と位置づけ, 本文ではこれらを“活動域 II”と言います。

また, 地すべり微地形がさほど開析されない状態で残存している範囲(図-5, 図-8のa~f)は, AHP法チェックシート評価(石丸ほか, 2012)では活動性が高いと判断される。したがって, 活動地すべりが数多く存在している状況ではないが, 大規模地すべり斜面の端部に存在するこのような範囲も再動し易い条件を備えている斜面

と判断し, 本文では“活動域Ⅲ”と言います。

5. おわりに

地形的特徴に基づき設定した活動地すべりの, 1952年から2007年までの55年間の分布状況から再動型活動地すべりが集中する地すべり斜面および地すべり斜面を中心としたもう少し広い斜面範囲が抽出された。これらのいくつかではかつて実際に地すべり災害が発生していたり, 現在でも変動している状況が認められたりすることから, これらは数多く存在する地すべり斜面のうちでも変動し易い条件を備えた場であると評価することができる。このような地すべり斜面および斜面範囲を活動域Ⅰと言います, 分布図に明示することが地すべり斜面の活動性の情報の一つとなる。さらに, 地すべり斜面ではないが, 初生型活動地すべりが数多く認められる斜面範囲も抽出された。これらを今後の推移を注視しなければならない範囲として位置づけ, 活動域Ⅱとして明示することも地すべり防災上有益である。

また, ある撮影年の空中写真の判読によって, 大規模な地すべり斜面の端部にしばしば認められる地すべり微地形が明瞭な範囲については注意を促すという点から活動域Ⅲと言います, 明示することも有益となる。

活動地すべりを指標とした空中写真の時系列判読が, 多くの地すべり斜面が存在する地域において, どのような場がより活動的であるかの第一段階の情報を提供することを強調する。

謝 辞

雨宮和夫氏(防災地質工業株式会社), 宮坂省吾氏(株式会社アイピー), 中村 研氏(有限会社地盤工房), 田近 淳氏(北海道立総合研究機構地質研究所), 坪山厚実氏(明治コンサルタント株式会社)ならびに横田 寛氏には地すべり斜面の活動状況について現地で議論していただきました。編集・査読委員の方々には有意なご指摘をいただきました。各位に心から感謝いたします。

2012年8月15日にご逝去された若山 茂氏には多くのご教示をいただきました。心から感謝を申し上げ, ご冥福をお祈りいたします。

引用文献

- 榎田充哉(2004): 地すべり—地形地質的認識と用語, I.6章 運動の様式, (社)日本地すべり学会, pp.61-79.
 藤原明敏(1979): 地すべりの解析と防止対策, 理工図書, pp.68-74.
 北海道大学理学部地質学鉱物学教室(1954): 昭和28年5月31日北見国津別町本岐の地すべり, 北海道地質要報, No.25, pp.23-28.
 石丸聡・川上源太郎・田近淳・雨宮和夫・伊藤陽司・坪山厚実・中村研・横田寛・若山茂(2012): 平成21~23年度重点研究報告書「土砂災害軽減のための地すべり活動度評価手法の開発」, 地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所, 65p.
 伊藤陽司(1994): 北海道, 網走・北見・津別地域の地すべり(第5報)—津別地域での地すべり地形の特徴と最近の地すべり, 北

- 見工業大学研究報告, Vol.25, No.2, pp.279-291.
 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(2001a): 滝川—吉野地域における空中写真の時系列判読による地すべり斜面の活動性評価, その1, 地すべり学会北海道支部研究発表会予稿集, pp.21-26.
 伊藤陽司(2001b): 地塊運動と地形変遷, 地すべり地塊とその変遷過程に関する研究報告書, (社)日本地すべり学会地すべり地塊とその変遷過程研究委員会, pp.13-18.
 伊藤陽司(2001c): 地すべり地形のマッピングと活動性評価—北海道, 滝川—吉野地域を例として—, 第40回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.441-444.
 伊藤陽司(2002): 滝川—吉野地域における空中写真の時系列判読による地すべり斜面の活動性評価, その2, 平成14年度地すべり学会北海道支部研究発表会予稿集, pp.15-20.
 伊藤陽司・雨宮和夫・石井正之・田近 淳・戸田英明・豊田守・宮坂省吾(2007): 1953年津別町本岐の地すべり災害—50年後にふりかえる—, 平成19年度(社)日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会研究発表会予稿集, pp.37-42.
 伊藤陽司・志村一夫・渡邊 司(2008): 最近発生した北海道の地すべり災害, 北海道の地すべり研究30年CD, 北海道地すべり学会・(社)日本地すべり学会北海道支部, pp.37-56.
 地すべり学会東北支部(1992): 東北の地すべり—地すべり地形—分布図と技術者のための活用マニュアル—, 地すべり学会東北支部, 141p.
 加藤誠・勝井義雄・北川芳男・松井愈(編)(1990): 日本の地質1 北海道地方, 共立出版, 337p.
 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.
 Miyagi, T., Prasad, G. B., Tanavud, C., Potichan, A. and Hamasaki, E.(2004): Landslide Risk Evaluation and Mapping—Manual of Aerial Photo Interpretation for Landslide Topography and Risk Management—, Report of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, No. 66, pp.75-137.
 森脇寛・佐々木良宣(2007): 斜面安定解析による地すべり地形斜面の危険度評価, 日本地すべり学会誌, Vol.44, No.1, pp.25-32.
 日本測量調査技術協会(1984): 空中写真による地すべり調査の実際, 鹿島出版会, pp.38-44.
 小澤聡・石丸聡(2011): 北海道の地すべり地形分布図データマップのWeb-GIS情報提供, 北海道地質研究所報告, 第83号, pp.73-76.
 田近淳(2004): 地すべり—地形地質的認識と用語, I.5章 物質構成, (社)日本地すべり学会, pp.53-60.
 八木浩司・檜垣大助・(社)日本地すべり学会平成14年度第三系分布域の地すべり危険箇所調査手法に関する検討委員会(2009): 空中写真判読とAHP法を用いた地すべり地形再活動危険度評価手法の開発と阿賀野河中流域への適用, 日本地すべり学会誌, Vol.45, No.5, pp.8-16.
 山岸宏光編(1993): 北海道の地すべり地形—分布図とその解説, 地すべり学会北海道支部監修, 北海道大学図書刊行会, 392p.
 山田剛二・渡正亮・小橋澄治(1971): 地すべり—斜面崩壊の実態と対策, 山海堂, pp.49-56.
 山口昇一・沢村孝之助(1965): 5万分の1地質図幅「本岐」および同説明書, 地質調査所, 42p.
 Varnes, D. J. (1978): Slope Movement Types and Processes. In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (R. L. Schuster and R. J. Krizek, eds.), TRB, National Research Council, Washington, D. C., pp.11-33.
 WP/WLI(International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on the World Landslide Inventory (1993): Multilingual Landslide Glossary. BiTech Publishers, Richmond, British Columbia, Canada, 59p.
 (原稿受付2013年3月18日, 原稿受理2013年10月21日)