

平成 26 年 8 月に礼文町・稚内市で発生した土砂災害に関する現地調査報告

矢島 良紀* 伊東 佳彦** 日下部 祐基*** 山崎 秀策**** 菅原 雄*****

1. はじめに

平成 26 年 8 月 23 日から 24 日にかけて、宗谷地方は停滞した低気圧の影響で記録的な大雨となり、礼文町や稚内市などでは 24 時間雨量、48 時間雨量ともに観測史上最高を記録しました¹⁾。

これまで経験したことがないような降雨を受けて、礼文町では各地で土砂災害が発生し、北部の船泊村高山では 2 名の方が犠牲となったほか、島の東西を結ぶ唯一の道路である道道 765 号元地香深線が土砂崩壊のため通行止めとなり、元地地区が数日間にわたり孤立状態となりました。また、稚内市でも中心市街地の直近で複数の土砂災害が発生するなど、地域に大きな被害をもたらしました。

このような災害に対しては、行政等によりハード・ソフトの両面から対策がとられることとなりますが、今後の防災・減災に向け、よりの確な対応をおこなうためには、土砂災害の発生状況を詳しく調査し、メカニズムを把握することが重要です。

このような目的意識のもと、寒地土木研究所では、平成 26 年 10 月 1 日～4 日に礼文町と稚内市の土砂災害に関する現地調査をおこないました。本稿ではその結果を報告します。

2. 土砂災害の概要

礼文町・稚内市で発生した土砂災害について、北海道開発局が平成 26 年 8 月 25 日に防災ヘリコプター「ほっかい」により撮影した映像より発生箇所を判読し、地質図や植生図などと情報の重ね合わせをおこなうことにより、災害発生箇所の特徴を整理しました。

2. 1 礼文町の土砂災害概要

礼文町では小規模なものを含め 143 箇所の土砂災害を確認しました(図-1)。内訳は表層崩壊・地すべりが 67 箇所、土石流が 72 箇所、盛土崩壊が 4 箇所となっています。災害発生は新第三紀のメシクニ層香深岩

相(以下、香深岩相)や元地層が分布する島の南部で著しく多く、比較的勾配の緩い東側では表層崩壊等が発生し、急崖の多い西側では谷地形に沿って土石流化する傾向がありました。一方で白亜紀の礼文層群や新第三紀の浜中層、メシクニ層メシクニ岩相が分布する島の中部～北部では海岸沿いの東向き斜面にのみ疎に発生し、内陸部や西海岸では発生が見られません。

発生箇所を地質体で区分すると、新第三系(香深岩相、元地層、浜中層)で全体の 8 割を占め、白亜系は内路層を中心に 2 割程度となっています。また、植生図(環境庁「自然環境保全基礎調査の植物調査」³⁾)と比較すると、土砂災害はササ群落等の草地や裸地で多く、樹林地ではほとんど発生していません。

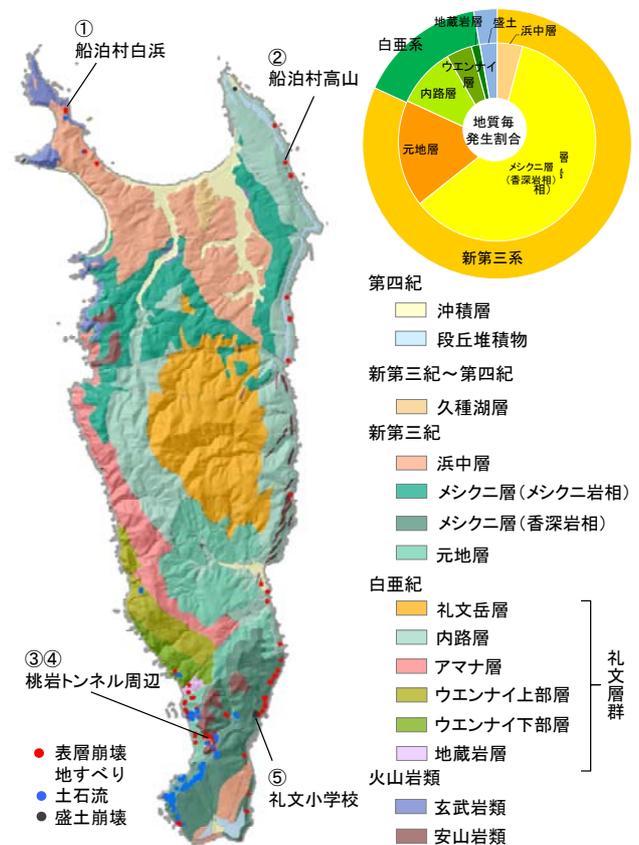


図-1 礼文島の地質²⁾と土砂災害発生状況

2. 2 稚内市の土砂災害概要

稚内市では、稚内半島の東側で2箇所の崩壊を確認しました(図-2)。また、西側では土石流の発生が疑われる濁水の流出が複数溪流で見られています。発生箇所の地質はいずれも新第三紀の稚内層泥岩類であり、これは礼文島における浜中層と対比されます。稚内半島東側では稚内層の上位に段丘堆積物が発達しており、西側では山麓に崖錐・扇状地堆積物が分布しています。また植生図との比較では、発生箇所の植生はいずれもササ群落となっています。



図-2 稚内市の地質⁴⁾と土砂災害発生状況

3. 礼文町における災害発生箇所の現地調査結果

3. 1 船泊村白浜

船泊村白浜の道道507号船泊港利礼公園線沿いに位置する高さ20mほどの斜面で、高さ5m、幅5m、崩壊土量15m³程度の表層崩壊が発生しました。崩壊は比較的小規模であり、道路への土砂流出はありません。

崩壊箇所の地質は下部が貫入した玄武岩、その上に風化が進んだ浜中層泥岩が分布しています。また、斜面の前面には崖錐堆積物が堆積していることから、本地点では繰り返し崩壊が発生していることが推察されます(写真-1)。

崩壊は浜中層より発生し、玄武岩を巻き込んだ上で、崖錐堆積物を削るように崩落しています。そのため、崩土は浜中層泥岩の角礫に加え最大30cm大の玄武岩ブロックを含んでいます。また、斜面には流水による浸食跡が多数確認でき、崩壊時またはそれ以降に多量の水が流れたことを示唆しています。

近傍の露頭では、浜中層と玄武岩層の境界より湧水

が生じていることから、緻密な玄武岩層が難透水層となっていることがわかります(写真-2)。

このことより、本地点の崩壊は、降雨が難透水な玄武岩層によって下方への浸透が抑制され、浜中層内に多量に滞留したことが要因で発生したと考えられます(図-3)。

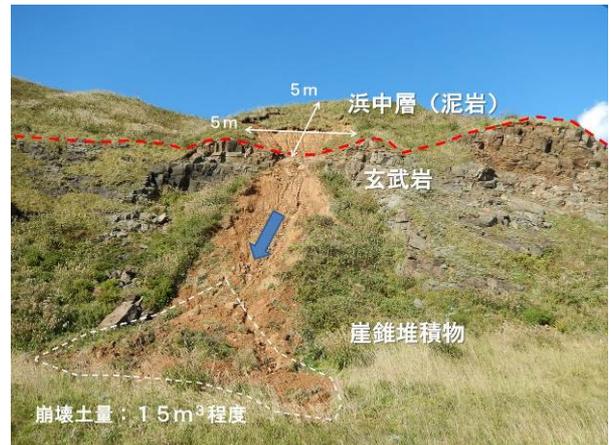


写真-1 船泊村白浜の表層崩壊



写真-2 玄武岩の上面からの湧水

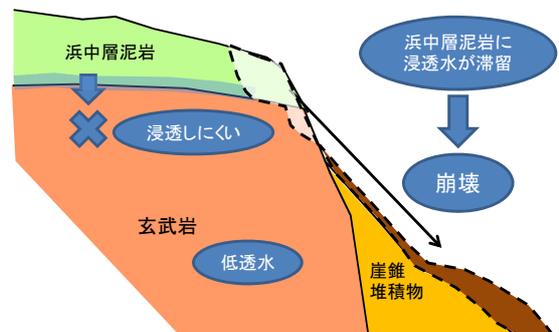


図-3 船泊村白浜の推定発生機構

3. 2 船泊村高山

船泊村高山の町道沿いに位置する海岸段丘斜面で表層崩壊が発生し、崩土が直下の民家を直撃し2名の方が犠牲となりました。崩壊が発生した斜面は小沢に挟まれた約40°の傾斜を持つ斜面であり、集水地形にはなっていない(写真-3)。崩壊箇所の地質は白亜紀の内路層凝灰岩類であり、表層は風化が進行していません(表層は崖錐堆積物の可能性もあります)。

崩壊は斜面の中腹で発生しており、規模は高さ10m、幅15m、深さ2m程度です。なお、末端に施工されている擁壁には変状は見られていないため、下部斜面に変状は無いものと考えられます。また、崩土は凝灰岩の小角礫を含みますが、大きなブロックは見られていません。

近接する斜面(位置は下部斜面に相当)では内路層凝灰岩の露頭が見られ、そこでは上部の風化部(または崖錐堆積物)との境界より水の浸みだしが見られました(写真-4)。



写真-3 船泊村高山の表層崩壊



写真-4 内路層基盤の境界からの浸みだし

このことより、本地点も前述の白浜地区と同様に、透水性の低い岩盤によって浸透が制限された結果、風化部(または崖錐堆積物)に多量の降雨が滞留し、崩壊した可能性が考えられます(図-4)。また、同様の特徴を有する斜面は周辺に多数存在しているため、今後とも注意が必要です。

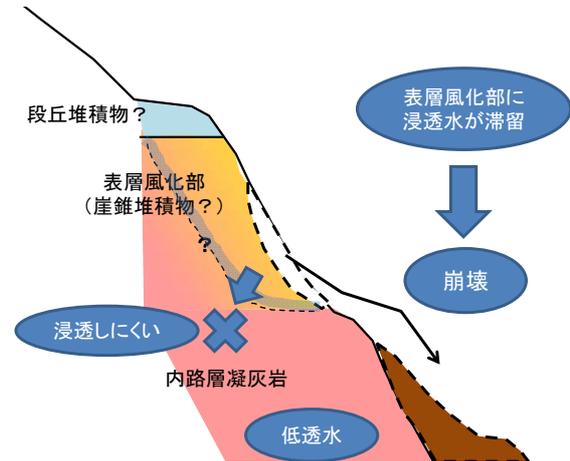


図-4 船泊村高山の推定発生機構

3. 3 桃岩トンネル元地側坑口周辺

道道765号元地香深線の桃岩トンネル元地側坑口周辺で3箇所の道路斜面災害が発生しました(写真-5)。



写真-5 桃岩トンネル元地側で発生した道路斜面災害

3. 3. 1 桃岩トンネル元地側A

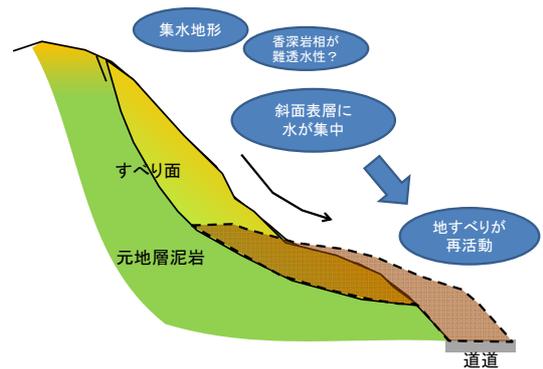
桃岩トンネル元地側坑口において地すべりが発生し、崩土が道路を被覆しました。本地点は防災科学技術研究所の地すべり地形分布図⁵⁾で、地すべりと判読されている箇所です。今回活動した地すべりは大きく2つのブロックに分かれ、規模の大きな右側のブロックは

幅 24m、長さ 33m、深さ 6 m 程度となっています。また、同ブロックの滑落崖の上方に段差亀裂が確認され、頭部には依然として不安定土塊が残存していると考えられます（写真－6）。

崩壊箇所の地質は新第三系の元地層泥岩であり、強い風化を受けて亀裂が発達しています。また、右側ブロックはその右側部が香深岩相と接しており、香深岩相側の基盤には地すべりの動きを示す条線が確認できました（写真－7）。

地すべり移動土塊は細片化した泥岩礫を多く含んでいるほか、空隙が多く、崩壊時には多量の水を含んでいたことを示唆しています。

本地点では降雨により、地すべりが再活動したものと考えますが、地すべりの集水地形に加え右側側部が比較的緻密な香深岩相と接しているために、土塊内の水が側方へ抜けにくくなり、すべりが促進された可能性もあります（図－5）。



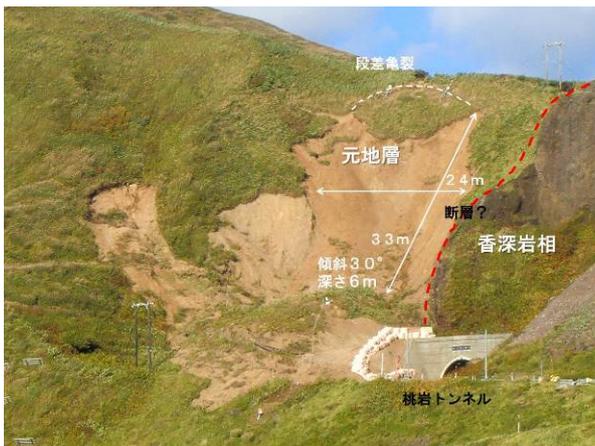
図－5 桃岩トンネル元地側Aの推定発生機構

3. 3. 2 桃岩トンネル元地側B

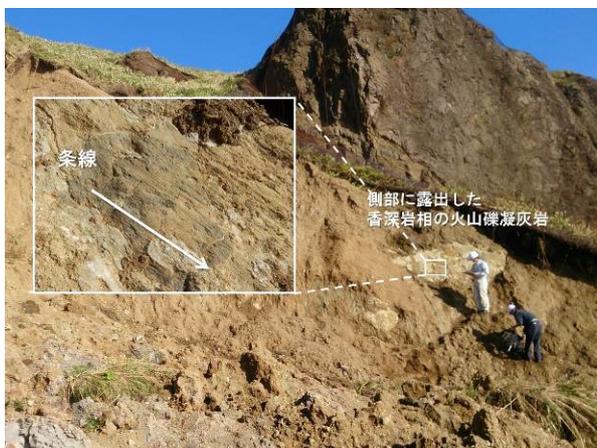
元地地区の道道 765 号元地香深線沿いで表層崩壊が発生し、道路上に多量の土砂が流出したほか、雪崩防止柵が倒壊しました。崩壊箇所より香深側では道路沿いに石積みの擁壁が設置されていましたが、今回の崩壊は擁壁が途切れた箇所で発生しています（写真－8）。なお、擁壁には損傷等は見られませんでした。

崩壊箇所の地質は新第三系の元地層泥岩であり、流れ盤の構造を示しています。崩土は細片化した泥岩礫が主体となっており、元地層の崖錐堆積物（または表層風化部）と考えられます。また、空隙が多く、崩壊時には水を多量に含んでいた痕跡も見られました。

本地点の上部が集水地形をなしていること、調査時においても表流水が崩土をガリー状に浸食し、露出した泥岩の上を流れていたこと（写真－9）をふまえると、本崩壊は、降雨による表流水が当該斜面に集中したことに加え、透水性の低い基盤の泥岩により下層への浸透が妨げられたため、表層の崖錐堆積物（または風化部）が飽和して発生したと考えられます（図－6）。



写真－6 桃岩トンネル元地側坑口の地すべり



写真－7 地すべりの側部にみられた条線



写真－8 桃岩トンネル元地側Bの表層崩壊

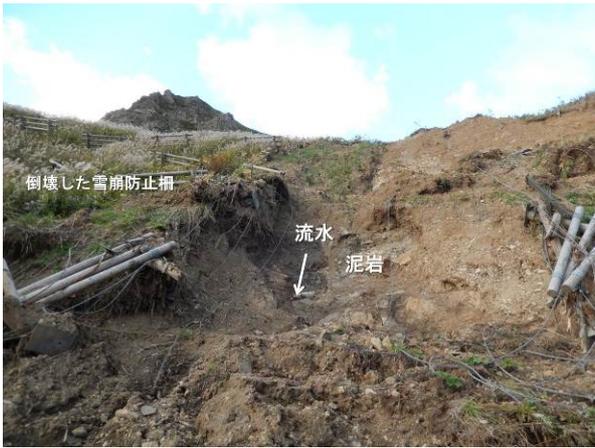


写真-9 泥岩上の流水



写真-10 桃岩トンネル元地側Cの表層崩壊

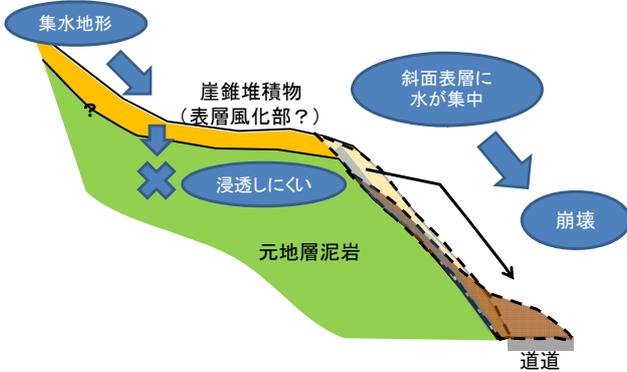


図-6 桃岩トンネル元地側Bの推定発生機構

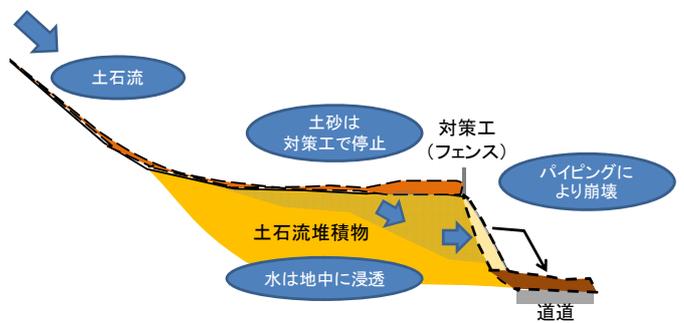


図-7 桃岩トンネル元地側Cの推定発生機構

3. 3. 3 桃岩トンネル元地側C

道道765号元地香深線の切土法面で表層崩壊が発生し、崩土が道路へ流出しました。当該斜面は、香深岩相の火山礫凝灰岩と貫入岩体である桃岩の間に形成された沢の出口に位置しており、法面保護としてフトンかご工や植生吹付工等が施工されていましたが、被災を防げませんでした。崩壊規模は、幅15m、高さ6m、深さ1m程度です。また、斜面にはいくつかのパイピングホールが確認できたほか、中腹からは湧水が見られました(写真-10)。

崩壊箇所の地質は淘汰の悪い泥岩や凝灰岩等の角礫で構成されており、過去に上流より流出した土石流堆積物と考えられます。今回の豪雨でも同じ沢で土石流が発生しましたが、流下した土砂は対策工として法面上部に設置されていた落石防止柵によって捕捉されています。

しかしながら、流水は斜面上方より斜面内に浸透し、パイピングによって表層を崩壊させたと考えられます(図-7)。

3. 4 桃岩トンネル香深側坑口

道道765号元地香深線の桃岩トンネル香深側坑口付近で表層崩壊が発生しました。崩壊規模は幅15m、長さ30m、深さ1~2m程度であり、崩壊の頭部は上方を通る旧道と接しています(写真-11)。



写真-11 桃岩トンネル香深側坑口付近の表層崩壊

斜面最上部より発生した崩壊で、崩土は下部斜面を越えて道路へ流出し、一部はトンネル内にまで達しました。

崩壊部の地質は香深岩相の凝灰岩角礫を中心とする崖錐堆積物であり、頭部表層には旧道の路盤とみられる礫層が確認できました。

斜面の中腹に残存する崩土は 20cm 程度の比較的大きな礫が中心であるのに対し、下部斜面に堆積したものはそのほとんどが細粒であり、水を多量に含んでいた痕跡もありました。このことは、崩壊時または崩壊後に斜面を多量の水が流下し、崩土中の細粒分を下方へ洗い流したことを示唆しています。

当該斜面は明瞭な集水地形とはなっていませんが、上方には沢地形をなす斜面があり、表層崩壊が発生しています。そこでは水を大量に含んだ痕跡のある崩土に加え、調査時においても湧水が見られており、そこから旧道跡を経路として当該斜面に水が供給された可能性も考えられます（写真-12、図-8）。



写真-12 桃岩トンネル香深側坑口周辺の状況

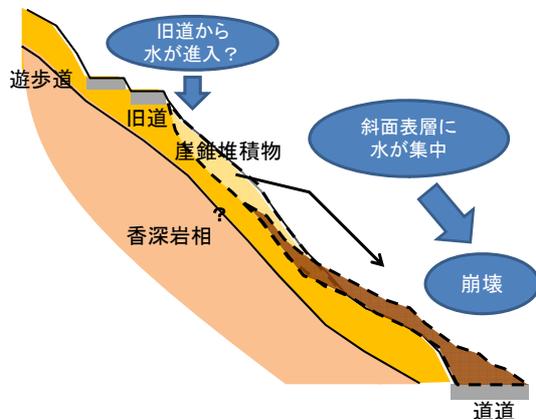


図-8 香深側坑口付近の推定発生機構

3. 5 礼文小学校周辺

香深地区にある礼文小学校の周辺で3箇所の盛土崩壊が発生しました（写真-13）。



写真-13 礼文小学校周辺の崩壊状況

3. 5. 1 礼文小学校周辺A

崩壊Aは礼文小学校の北側を流れる会所川に面した斜面で発生し、崩壊規模は幅 15m、高さ 4.5m程度です。崩土には段丘堆積物由来とみられる複数の岩種の円礫が含まれていましたが、地盤内に排水管が確認できたこと、盛土を安定させるために施工したとみられる複数の木杭が確認できたことから、災害形態は盛土崩壊と考えられます（写真-14）。また、崩壊箇所は河川より高位にあります。調査時においても未だ湿地状態を呈しており、盛土背後より継続的に水が供給されていることが推測されます。



写真-14 礼文小学校周辺の崩壊A

3. 5. 2 礼文小学校周辺B

崩壊Bは礼文小学校の南東側斜面で発生し、崩壊規模は幅 11m、高さ 4 m程度です（写真-15）。この崩壊は校舎に最も近く、建物への被害はありませんでしたが、敷地に設置されていた照明灯や柵などが倒壊する被害を受けました。

崩土は礫の割合が少なく、崩壊Aとは性状が明らかに異なっています。また、空隙が多く、水を多量に含んだ痕跡がみられました。崩壊Aと同様に地盤内に排水管が設置されていたことから、崩壊Bも盛土崩壊と推定しました。

当該斜面の西側に隣接する箇所では、平成 13 年 12 月 14 日に、幅 25m、高さ 5 mにわたって崩壊し、発生した崩土（約 3, 100m³）により、斜面の下方にある香深駐在所などが被災しています⁶。この箇所については、現在は対策工として鋼製土留工が設置されており、今回の災害でも変状は見られませんでした。



写真-15 礼文小学校周辺の崩壊B

3. 5. 3 礼文小学校周辺C

崩壊Cは礼文小学校に隣接する香深中学校の東側で発生し、当該箇所に設置されていた高さ 1 mのコンクリートブロック塀（根入れ 1 m）が倒壊しました。崩壊規模は幅 5 m、高さは 2 m程度です。

崩土には段丘堆積物由来とみられる多様な円礫や崖錐由来とみられる凝灰岩の角礫が含まれていました。また、崩壊箇所の深度 1 m付近にはブロック塀の基礎として碎石が敷設されていたほか、斜面中腹に柵工が埋設されていたことから、この箇所も盛土崩壊と考えられます。

残存したブロック塀の補強鉄筋が、斜め下方に曲げられた状態で破断していることから、盛土の崩壊と

もに、ブロック塀が下方に滑り落ちるように倒壊したことが伺えます（写真-16）。



写真-16 礼文小学校周辺の崩壊C

4. 稚内市における災害発生箇所の現地調査結果

4. 1 中央2丁目（量徳寺裏山）

稚内市の中心街に位置する量徳寺の裏山で表層崩壊が発生しました（写真-17）。現場は高さ約 60m、傾斜約 40° の海岸段丘斜面であり、沢地形をなしています。ここには3基の治山堰堤が設置されていましたが、今回の崩壊による土砂流出で下位の堰堤2基が倒壊したほか、上位の堰堤も堤体にも亀裂が生じるなどの被害を受けました。また、崩壊に伴い量徳寺本堂の裏に設置されていた擁壁が土圧により倒壊しました。

崩壊箇所の地質は新第三紀の稚内層泥岩を基盤とし、その上位に海成の段丘堆積物が分布しています。また、表層を厚さ 1.5mほどの崖錐堆積物が覆っていますが、調査時には流水によりガリー状に浸食され、基盤の泥岩が露出していました。この泥岩は流れ盤構造を示し、岩片は比較的堅硬ですが亀裂が発達しています。なお、崩土は全て泥岩角礫から構成されており、海成段丘由来の円礫は確認できませんでした。

堰堤の被災状況を詳しくみますと、最上位の堰堤（堤高 3.5m）は倒壊こそ免れたものの、堤体に上下流方向の貫通クラックが発生し、中央部が数 cm 下方に押し出されています。それにより、堤体下部の基礎岩盤が一部破壊され、堤体との間に 10cm 程度の空隙が生じているほか、水平方向にも複数のクラックが生じていました。

中位の堰堤は崩壊土砂により倒壊し流出しています。倒壊した堰堤中央部の下面には岩が付着していたこと

から、基礎は岩着しており、岩盤内で破壊が生じたことがわかります。また側部はコンクリート内で破壊が生じていました。この破壊形態は上位の堰堤と類似しており、中位堰堤は上位堰堤に比べより多くの土圧を受けたため、クラックに留まらず倒壊まで至ったものと考えられます（写真-18）。

下位の堰堤も中位の堰堤と同様に倒壊、流出しています。なお、この堰堤は確認できた範囲ではコンクリート内で破壊が生じていました。

本地点では表流水が沢部に集中し、沢沿いの崖錐堆積物の重量が増したために、表層が滑り落ちるように崩壊したのと考えられます（図-9）。発生直後の写真では、大きな土砂移動は高位堰堤の直下より生じている様子が確認できます。高位堰堤が被災しながらも倒壊せずに土砂を留めたため、斜面下の被害が軽減された可能性が高いと考えられます。

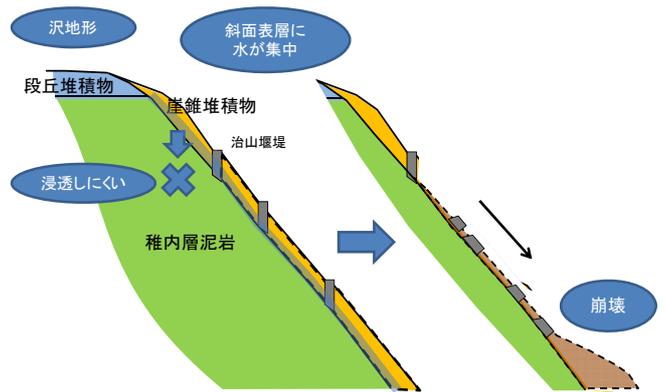


図-9 中央2丁目の推定発生機構

4. 2 恵比須2丁目

恵比須2丁目の住宅街に面した高さ40mほどの海岸段丘斜面で、表層崩壊が発生し、土砂が土留めの擁壁を乗り越えて住宅近くまで流出しました。崩壊が発生した斜面は約35°の傾斜を有しており、下部には高さ2mの擁壁が施工されていました。崩壊は、斜面上部で発生し、崩壊規模は幅15m、高さ20m程度です。また、擁壁には変状がみられていないことから、斜面下部は動いていないものと考えられます（写真-19）。

崩壊箇所の地質は中央2丁目と同様に新第三紀の稚内層泥岩を基盤とし、その上位を海成の段丘堆積物が覆っています。また、崩壊の側部では、稚内層泥岩の風化した角礫に混じり、段丘由来とみられる円礫が混在する崖錐堆積物が確認できました。

崩土は中央2丁目と異なり、泥岩角礫とともに数mm～1cm程度の円礫が確認できました。一部には円礫が主体となるような崩土も見られることから、崖錐堆積物のみならず、上部の段丘堆積物も一部が崩壊したものと考えられます（写真-20）。

崩壊直後の写真からは、崩壊頭部に複数のパイピングホールが確認でき、また崩土は多量の水を含んだ痕跡があったことから、本地点は海岸段丘面に降った降雨が、表流水やパイピングによって表層の段丘堆積物や崖錐堆積物（稚内層風化部を一部含む可能性もあります）に多量に供給され、また基盤の泥岩は透水性が低いために浸透が抑制された結果、表層が崩壊したと考えられます（図-10）。



写真-17 中央2丁目の崩壊



写真-18 倒壊した治山堰堤の状況

5. まとめ

今回の災害は、いずれも多量の降雨が誘因となり発生していた。特に集水地形となる斜面やその下方斜面、下部層の透水性が低い斜面など、表層に水が集中しやすい箇所が発生しやすい傾向がありました。また、既設対策工は一部で被災を受けたものの、被害の軽減に一定の効果を果たしていたと考えられます。

今回の降雨は 50 年に一度の記録的な大雨となりましたが、今後ともこのような豪雨が発生するおそれは十分にあるため、崩壊した斜面の周辺や崩壊箇所と同様の地形・地質の傾向を示す斜面については、引き続き注意が必要です。

最後になりますが、今回の豪雨で被災された方々にお見舞いを申し上げますとともに、調査にあたり協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。



写真-19 恵比須2丁目の崩壊



写真-20 崩土に含まれる段丘堆積物の円礫

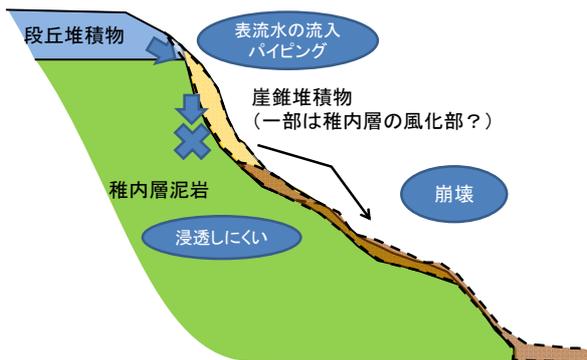


図-10 恵比須2丁目の推定発生機構

参考文献

- 1) 稚内地方気象台：平成 26 年 8 月 23 日から 24 日にかけての宗谷地方の大雨に関する気象速報、http://www.jma-net.go.jp/wakkanai/hokkaido/wakkanai/web/top_window/H260824kishousokuhou.pdf
- 2) 長尾捨一、秋葉力、大森保：5 万分の 1 地質図幅「礼文島」及び説明書、P43、北海道開発庁、1963.
- 3) 環境庁：5 万分の 1 現存植生図、第 2 回自然環境保全基礎調査（植生調査）、1981.
- 4) 小山内照：5 万分の 1 地質図幅「稚内」及び説明書、P34、北海道立地下資源調査所、1954.
- 5) 防災科学技術研究所：地すべり地形分布図 第 51 集「天塩・枝幸・稚内」、防災科学技術研究所研究資料、No.376、2013.
- 6) 北海道新聞「土砂崩れ駐在所埋まる」2001 年 12 月 14 日夕刊、6(17)、2001.

矢島 良紀*
YAJIMA Yoshinori

寒地土木研究所
寒地基礎技術研究グループ
防災地質チーム
主任研究員

山崎 秀策****
YAMAZAKI Shusaku

寒地土木研究所
寒地基礎技術研究グループ
防災地質チーム
研究員
博士（理学）

伊東 佳彦**
ITO Yoshihiko

寒地土木研究所
地質研究監
博士（工学）

菅原 雄*****
SUGAWARA Yu

つくば中央研究所
地質・地盤研究グループ
地質チーム
研究員
博士（理学）

日下部 祐基***
KUSAKABE Yuki

寒地土木研究所
寒地基礎技術研究グループ
防災地質チーム
総括主任研究員
博士（工学）