

# 2003年8月豪雨により発生した斜面崩壊地からの土砂再移動調査

独) 土木研究所 寒地土木研究所 水環境保全チーム ○村上 泰啓  
 独) 土木研究所 寒地土木研究所 水環境保全チーム 赤岩 孝志  
 独) 土木研究所 寒地土木研究所 道央支所 菊地 渉

豪雨や地震などで崩壊した山腹斜面は、その後の降雨・融雪によって裸地表面や下部堆積物が浸食され、二次的な土砂生産場となる事が想定される。筆者らは沙流川流域における斜面崩壊地4箇所にて定点を設置し、斜面崩壊地の経年的な変異量を計測し、崩壊地からの土砂再移動量の現状や草本の進入により徐々に植生が回復しつつある状態などを現地踏査、航空レーザー計測などから明らかにした。

キーワード：豪雨、斜面崩壊、土砂再移動、植生回復、航空レーザー計測

## 1. はじめに

2003年8月、日高地方にもたらされた観測史上最大の豪雨により、一級河川沙流川の支川額平川流域では4,000箇所を超える斜面崩壊地が発生した。筆者らの調査により推定された約800万 $m^3$ の崩壊土砂量のうち、見かけ上2割が河道に、1割がSSとして流出し、大半が河川上流域に残存しているものと推定されている。近年、河床低下や海浜浸食などによる国土保全上の懸念から、流域全体を視点とした土砂の生産、輸送を考えていく必要性<sup>1)</sup>が高まっている。河川上流域の溪流河床からの再移動土砂量についてみると、スレーキングの進みやすい地質領域からの土砂移動が比較的活発であるという結果が筆者らの調査<sup>2)</sup>により得られている。しかしながら、河川流域全体として土砂生産を考えると、既崩壊斜面からの土砂生産量(再移動量)をどの程度見込めばいいのかについては、よく分かっていない。ここでは、一旦崩壊した斜面を再移動土砂のソースとして考慮すべきかどうかを、航空レーザー計測結果や現地調査から把握したほか、地被植生の復活状況についての経年的な観測結果も一部報告する。

## 2. 調査位置

沙流川流域(図-1)は、北海道の太平洋側に面する流域面積1,350 $km^2$ の一級河川である。沙流川中流域には、海洋プレート上で形成されたチャートや海山などがプレート沈み込みによる付加作用により大陸側に付加したいわゆる付加体堆積物、前弧海盆で堆積した白亜紀の泥岩に代表される正常堆積物、蛇紋岩等(深成岩)が分布(図-2)している。調査位置は2003年8月豪雨時に斜面崩壊した「崩-1」から「崩-4」の4箇所(図-2)とした。2003年8月豪雨により発生した崩壊地は沙流川流域全体で1万箇所以上あったと推定されるが、豪雨直後は崩

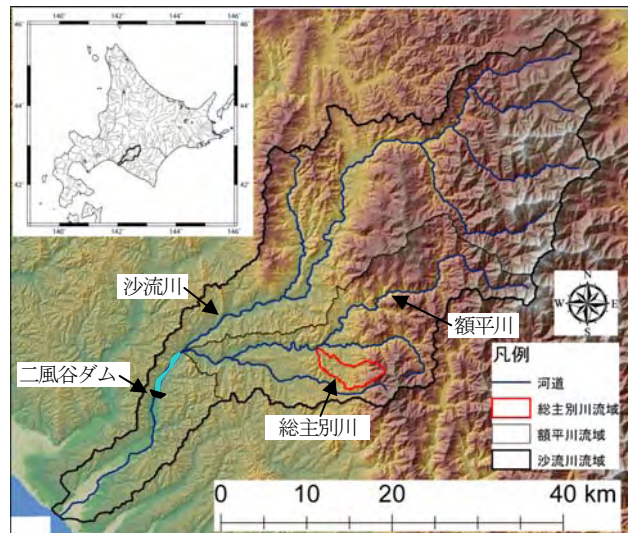


図-1 沙流川及び総主別川位置図



図-2 総主別川周辺の地質分布及び調査位置

壊地にアプローチすること自体が交通網の寸断で困難な状況であったため、道路復旧が概ね完了した翌2004年から調査用崩壊地の選定を行い、前述の4箇所と決定した。



写真-1 鉄筋杭設置状況 (崩-1 B2)

表-1 鉄筋杭の状況

崩壊地	地質	鉄筋杭状況		
		新設	残数	総数
崩-1	M-S	-	11	11
崩-2	Y	-	12	12
崩-3	T	1	9	10
崩-4	N-S	-	11	11

地質を表す記号M-S、Y、T、N-Sについては図-2中の凡例を参照。

### 3. 調査方法

#### (1) 計測用鉄筋杭の設置と計測概要

選定された崩壊箇所 (図-2 に示す 4 箇所) において、豪雨災害翌年の 2004 年、斜面周辺及び斜面途中に写真-1 に示すような鉄筋杭 (L=50cm) を打ち込み、崩壊地対岸の不動点から XY 座標および標高を計測し、簡易な横断測量を実施した。経年的な調査により、鉄筋杭の位置座標の変位が計測されれば、鉄筋杭周辺土塊の移動の兆候が観測できるのではないかと考えた。また、鉄筋杭においては、杭頭から地盤までの高さも計測し、表土の変化量も観測した。各崩壊地における杭の設置数や残存状況を表-1 に示す。また、調査対象の崩壊地毎にスケッチ図を作成した。スケッチ図では、斜面途中の樹木の倒伏状況や二次的に浸食され崩壊地下方に堆積した土砂の状況など、航空レーザー計測や地上から撮影された写真を捕捉する情報を記載できる利点がある。

### 4. 調査結果概要

#### (1) 崩-1

崩-1 は額平川支川総主別川流域の最上流部に位置する右支川 (仮称) の左岸側に位置する斜面崩壊地 (図-3) である。右支川は総主別川の最上流部に位置し、地質は付加体堆積物に分類され、急峻な谷地形が形成されている。現地踏査結果、航空レーザー計測結果から、河道周辺で発生した崩壊地は基盤岩とみられるチャートや緑色岩が露出した箇所が多く、崩壊土砂は大半が河道に供給されているように見受けられる。右支川の河床材料はチャートや緑色岩などの硬質な基盤岩由来のものが多く、河床材料粒径は数 cm から 2m 程度の比較的大きなものから構成されている。「崩-1」は比高が約 50m、幅約 80m、斜

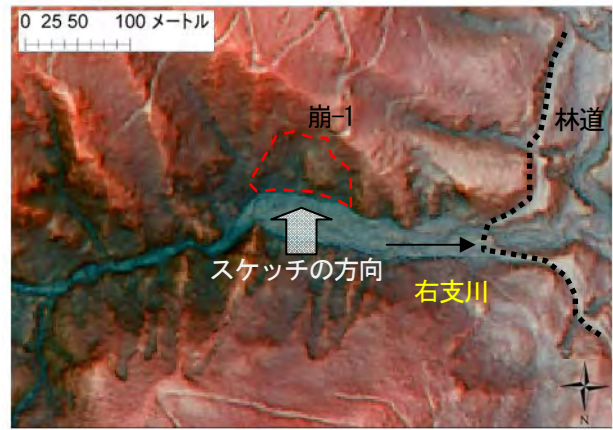


図-3 右支川崩壊地周辺の地形 (赤色立体地図)

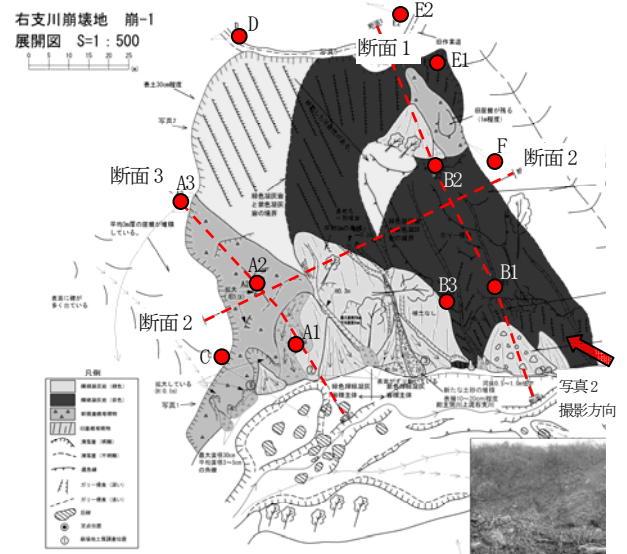


図-4 右支川崩壊地「崩-1」スケッチ及び鉄筋杭位置

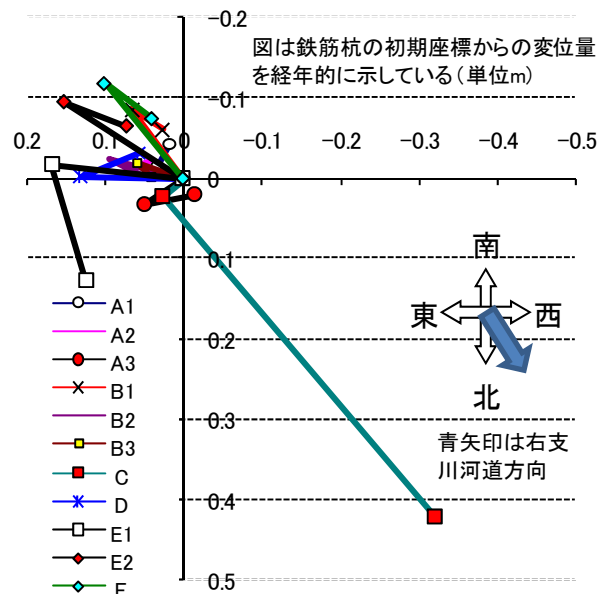


図-5 鉄筋杭の初期位置からの変位量「崩-1」

面勾配 45 度~50 度の崩壊地である。崩壊前の地形や地被状態が不明であるが、崩壊の形態は基盤岩が露出して

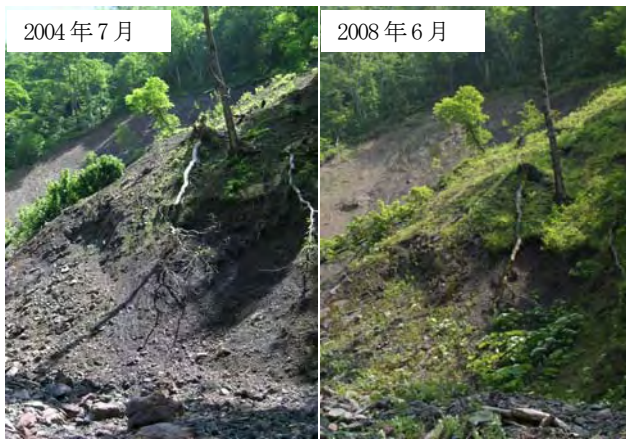


写真-2 「崩-1」における斜面地被の経年比較

いることや周辺の崩壊地の状態から見て、表層崩壊であったことが推定される。筆者らは「崩-1」周辺の観察結果をスケッチ図として作成し、図-4 に示した。斜面上部には基盤岩が露出しており、下部には斜面から供給され堆積したと見られる土砂が堆積している。斜面途中に地被植生を残した土塊が残存している個所が調査開始時から確認されているが、図-5 に示した鉄筋杭の移動量の経年変化からみて、C 杭が北西（右支川河道）方向に50cm 程度の移動が観測されたほかは20cm 以内の移動量であり、しかも、必ずしも崩壊地下方に移動していたとはいえなかった。写真-2 は、「崩-1」を右支川下流左岸側より撮影した2 時期の写真を比較したものである。写真中央の立木、倒木の状況からも斜面表面からの土砂移動がそれほど起きていないことが示唆され、鉄筋杭による調査を一部裏付けるものと考えられる。また、表土が残存している領域では草本が、露岩した領域では苔などの地衣類が生育しており、徐々にではあるが、地被植生が復活しつつあることが伺える。

(2) 崩-2

「崩-2」は額平川支川総主別川流域の上流部に位置する三の沢下流右岸側に位置する斜面崩壊地(図-6)である。三の沢の地質は正常堆積物(白亜紀の海盆で堆積した泥岩: 蝦夷累層群)に属し、比較的緩やかな山地が形成されている。三の沢の現地踏査により、河道周辺の崩壊地は地滑りを呈するものが大半であり、これは航空レーザー計測結果から作成したレリーフ図(図-6)の判読からも確認されている。河床材料は数 mm 程度に風化した泥岩系のもので大半であるが、これは斜面崩壊した基盤岩が大気下で乾湿繰り返しによりスレーキングを起こしたものであることが筆者らの行った現地暴露試験及びスレーキング率試験により把握<sup>2)</sup>されている。図-8 に示した鉄筋杭の移動量の経年変化から見て、崩壊地右岸斜面に設置した A1~A5 の杭はガリー谷の方向に移動し、B1~B3、C2~D の杭は三の沢河道に向かって移動していることや、ガリー上の C1 杭のみ、谷下流の方向に大きく移動していることが読み取れる。ガリー谷上の C1 杭を除き、2004 年~2008 年の継続調査で数 cm 程度の移動

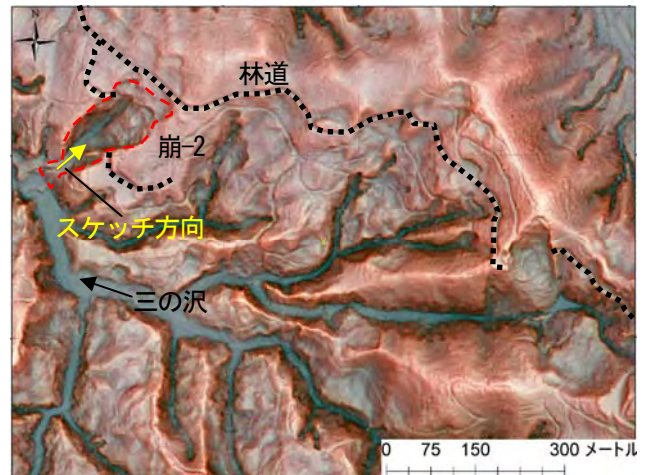


図-6 三の沢崩壊地周辺の地形(赤色立体地図)

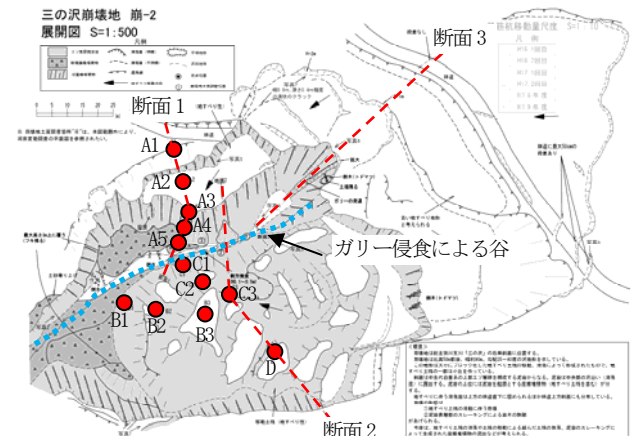


図-7 三の沢崩壊地「崩-2」スケッチ及び測定位置

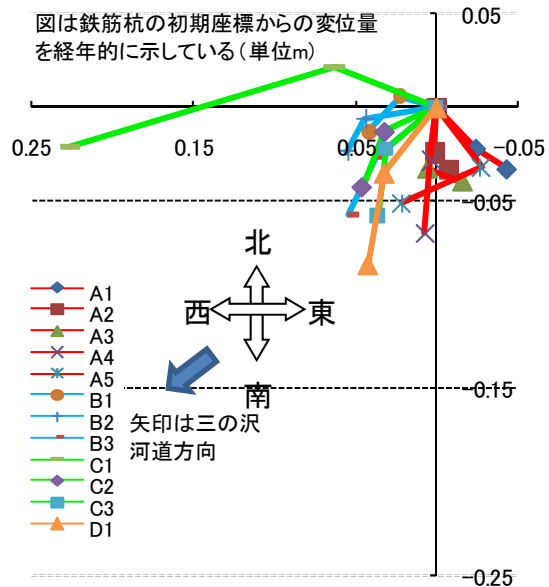


図-8 鉄筋杭の初期位置からの変位量「崩-2」

量ということは、地滑り自体の進行はこれまでのところ、それほど大きなものとはいえない。しかしながら、崩壊地上方に確認された滑落崖の存在から、今後もなんらかの原因で地滑りが進行する可能性や、崩壊地のガリー侵食が進行することで、地滑り土塊の足元が不安定になり、地滑りが段階的に進行する可能性も考えられる。

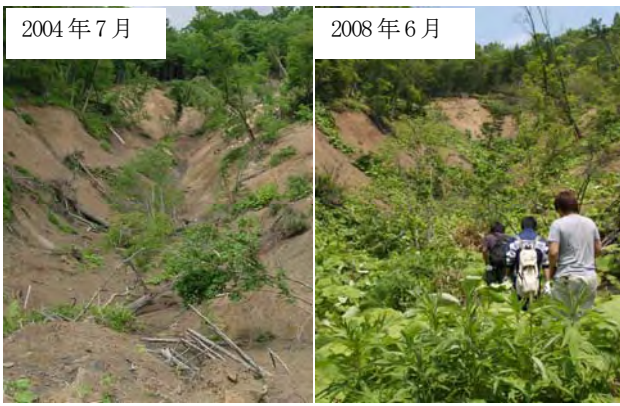


写真-3 「崩-2」における斜面地帯の経年比較

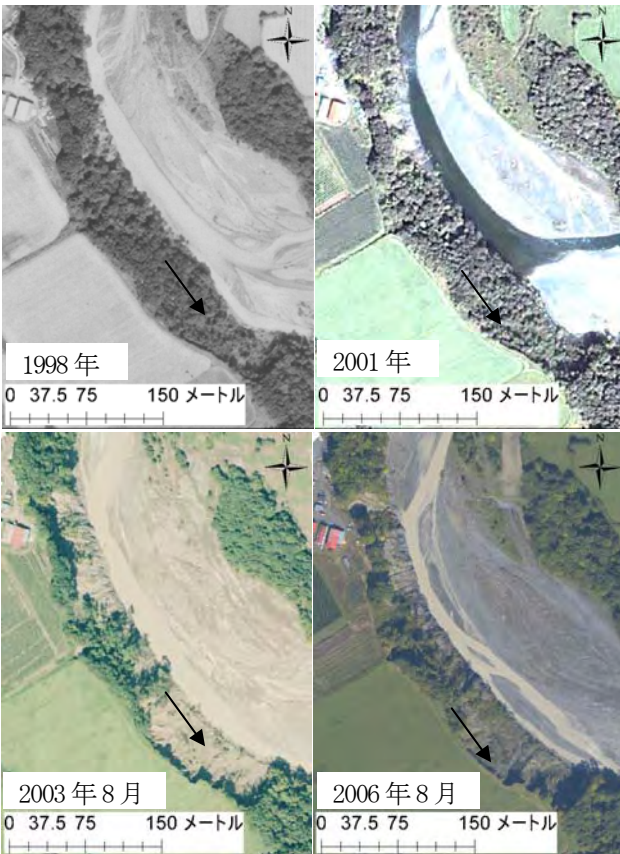


写真-4 「崩-3」における斜面地帯の経年比較

写真-3 は「崩-2」の鉄筋杭 C1 付近より崩壊地上方を撮影した 2 時期の写真と比較したものである。斜面崩壊翌年の 2004 年 7 月当時は地滑り土塊上に残存した一部植生がみられるほか、裸地斜面にはほとんど植生が認められない。しかしながら、2008 年 6 月の写真では、主にフキやヨモギなどの草本が谷筋の比較的地下水位が高いとみられる領域に繁茂し、年々拡大しつつあるものと考えられる。

### (3) 崩-3

「崩-3」は額平川中流の右岸側河岸段丘に発生した斜面崩壊地(図-9)である。表層地質は正常堆積物(額平川の河岸段丘)であり、比高は約 30m 程度である。図-10 のスケッチ図において、崩壊地下部に蝦夷層群の泥岩が露出し、段丘堆積物との境界から発生している湧水に

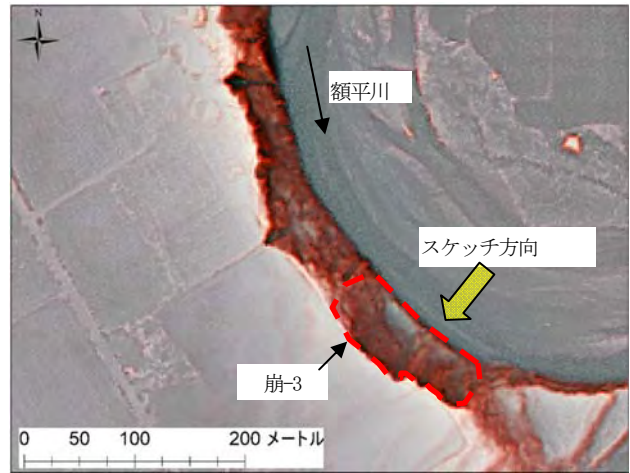


図-9 額平川崩壊地周辺の地形(赤色立体地図)

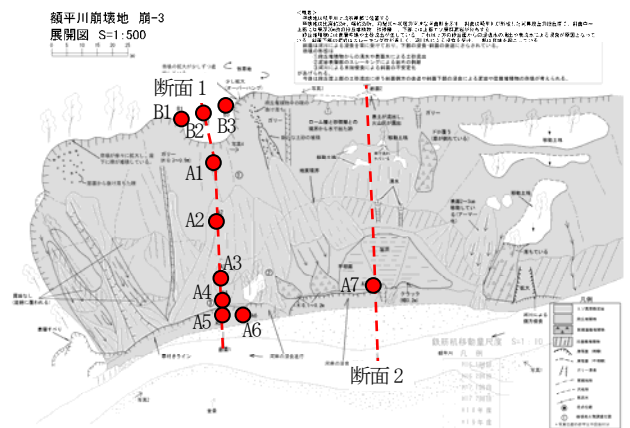


図-10 額平川崩壊地「崩-3」スケッチ及び測定位置

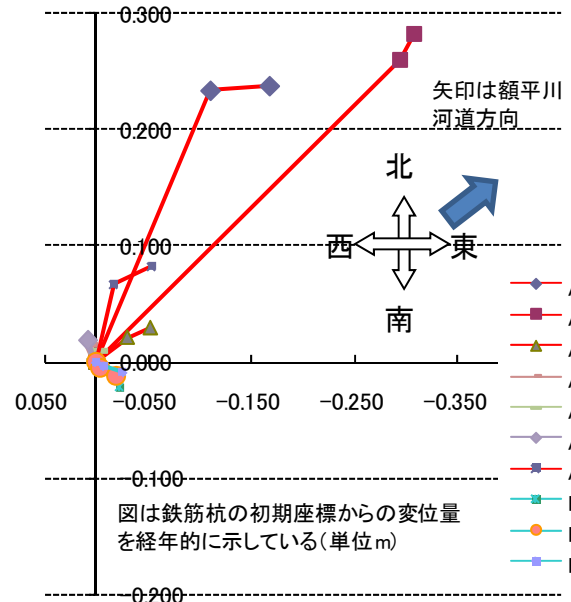


図-11 鉄筋杭の初期位置からの変位量「崩-3」

より、ガリー状に土砂が流出している個所や、段丘中間からも湧水した跡があり、土砂が流出した痕跡などがみられることが図示されている。崩壊斜面下端では河岸浸食が若干進行しているが、基盤岩(泥岩)が露出しているため、それほど浸食は進んでいない。図-11 に示した鉄筋杭の初期状態からの変位量の経年変化によれば、斜面

上部の A1、A2 杭のみが額平川河道方向に 40cm 程度、A7 杭が 10cm 程度移動したほか、その他は数 cm 内外の移動に留まっている。なお、斜面には徐々にではあるが草本の侵入が認められるため、今後、長期的には写真-4 の豪雨イベント前のような河畔林が復活する可能性もある。

(4) 崩-4

「崩-4」は二風谷ダム貯水池右岸側の流入河川であるオパラダイ川下流右岸にある崩壊地(図-12)で、基盤地質は正常堆積物(新第三紀の砂岩)、比高差は約 35m、幅は約 15m である。二風谷ダム貯水池右岸に広がる新第三紀の地質領域は砂岩、礫岩より形成され、比較的高低差のある入り組んだ谷構造を有する。基盤岩は比較的固結度の低いとみられるが、2003 年 8 月豪雨で発生した斜面崩壊は表層崩壊のものが主であった。図-13 に「崩-4」における崩壊地の状況を示す。ここでは基盤岩斜面上の 20~30cm 程度の表層土砂および植生が崩落したと見られ、崩壊斜面の大半は基盤岩が露出しており、崩壊地上部には砂岩、崩壊地下部には礫岩が見られる。崩壊箇所直下にみられる土砂は海浜砂様のもが多く見られる。図-14 に示した鉄筋杭の初期状態からの変異量の経年変化によれば、最終的には初期位置から 2、3cm の範囲内の変動に収まっており、観測期間の 4 年間では大きな変化がなかったといえる。表層崩壊という点では、「崩-1」と共通点があるように思えるが、図-12 に示されるような入り組んだ谷地形は、図-6 に示した蝦夷累層群領域で発生している様な地滑り崩壊「崩-2」とは異なる地形発達プロセスが考えられる。写真-5 では判別しにくい、「崩-4」において崩壊した斜面は翌年 7 月においてもほとんど植生が見られていないのに対し、4 年経過後の斜面は徐々に草本の侵入がみられており、斜面からの土砂流出はほとんどないと考えられる。

以上、「崩-1」~「崩-4」までの崩壊地の経年的な変化を調査した結果を述べた。数千か所もの崩壊地が発生した中で、実際に調査できたのはわずか 4 か所であり、必ずしも十分なサンプルとはいえない。しかしながら、鉄筋杭の移動量などから見て、基盤岩が露出している箇所はそれほど移動しておらず、裸地斜面からの土砂生産量は僅かであるといえる。しかしながら、斜面から崩壊し、斜面下方に移動した不安定土砂は鉄筋杭の移動量か



写真-5 「崩-4」における斜面地被の経年比較

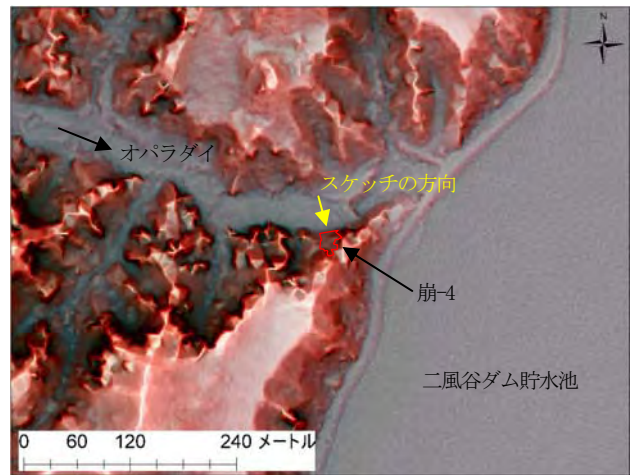


図-12 「崩-4」周辺の地形(赤色立体地図)

オパラダイ崩壊地 崩-4

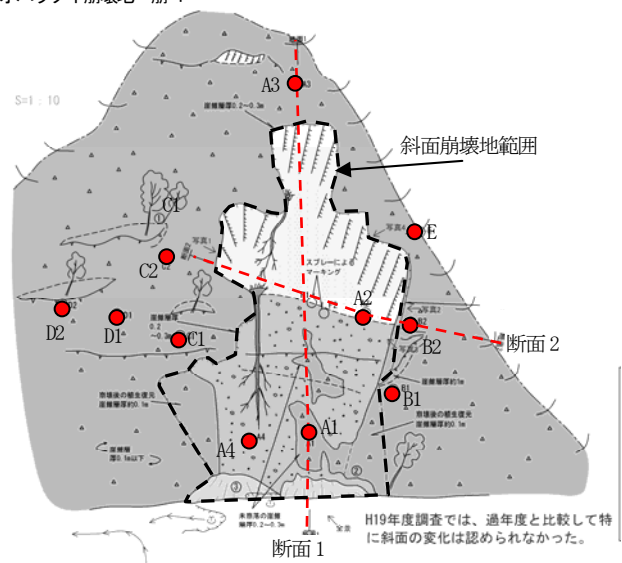


図-13 オパラダイ崩壊地「崩-4」スケッチ及び測定位置

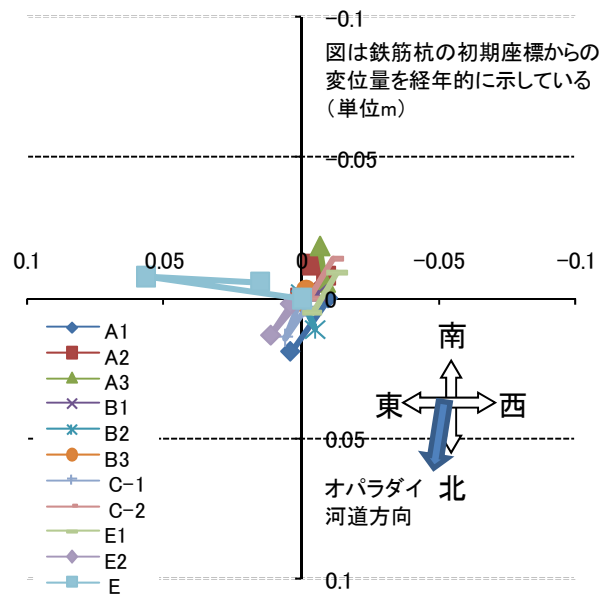


図-14 鉄筋杭の初期位置からの変異量「崩-4」

らみて、降雨や流水の影響により移動しつつあるといえる。また、写真-6、写真-7 に示したように、崩壊土砂上や露岩箇所においても徐々に植生は復元しつつあるといえる。しかしながら、2008年10月中旬に「崩-1」を観察した結果、崩壊地上部が一部表層崩壊（写真-8）していたことが判明し、崩壊地下部に土砂と流木化した樹木が一部堆積していた。崩壊地そのものは短期的には安定しているものの、今後の豪雨イベントによっては、崩壊地周辺で崩壊が進む可能性を示唆している。

## 5. まとめ

2003年8月豪雨により新規に発生した斜面崩壊地のうち、「崩-1」～「崩-4」の4か所について設置した鉄筋杭の移動量について見ると、一部の不安定土砂については2004年～2008年で最大40cm程度移動したほか、その他の杭についてはそれほど目立った動きはしていなかった。調査箇所に限って言えば、一旦崩壊した斜面からの土砂生産は地被植生の拡大による不安定土砂の安定化も相まって、それほど大きなものにはならないと考えられる。したがって、沙流川流域における土砂生産と再移動については、短期的には河床に堆積した再移動可能な土砂に着目すべきであると考えられる。また、菊地ら<sup>3)</sup>中津川ら<sup>4)</sup>は北海道内において豪雨頻発傾向が増加している地域がある事を指摘しており、今後の豪雨発生傾向によっては北海道内の河川流域でも斜面崩壊が増加する可能性を否定できない。このため、現地踏査と航空レーザー計測を活用した対象河川流域における斜面崩壊形態の特徴の把握や基盤岩の風化試験などを事前に行っておく必要性は高いと考えられる。

**謝辞：**本研究実施にあたっては、北海道開発局より航空レーザー計測資料の提供を受けた、また、沙流川ダム建設事業所には現地調査時に便宜を図って頂いた。ここに記して、謝意を表す。



写真-6 宿主別川における斜面崩壊地の植生変化



写真-7 右支川上流右岸の表層崩壊地

## 参考文献

- 1) 流砂系の総合的な土砂管理に向けて、総合土砂管理小委員会報告、建設省河川局砂防部砂防課、平成10年7月30日。
- 2) 沙流川流域の地質に着目した土砂生産特性について：村上、赤岩、山下、第51回（平成19年度）北海道開発局技術研究発表会、2008.2。
- 3) 北海道内の豪雨傾向の地域・経年特性について：菊地、村上、石谷、第52回（平成20年度）北海道開発局技術研究発表会、2009.2、投稿中
- 4) 天気図からみた北海道の大雨動向について：中津川誠、高田賢一、小倉勉、水文・水資源学会 2004 研究発表会



写真-8 「崩-1」における2004年7月(左)の状況及び2008年10月に確認された崩壊地上部の拡大