

令和4年8月3日から4日の集中豪雨に伴い村上市で発生した山地災害の
学識経験者による現地調査結果

- ・調査日：令和4年8月24日（水）～25日（木）
- ・調査者：浅野志穂

（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所森林防災研究領域 領域長）
林野庁森林整備部治山課、林野庁国有林野部業務課、関東森林管理局計画保全部治山課、下越森林管理署村上支署、新潟県農林水産部治山課、新潟県村上地域振興局農林振興部森林施設課

1. 村上市^{こいわうち}小岩内地区^{おおこさわ}大小沢

(1) 災害概要

令和4年8月3日から4日未明にかけて発生した豪雨により、新潟県村上市小岩内地区周辺地域において多数の山腹崩壊が発生し、大小沢流域では崩壊による土石流として土砂・流木が下方の耕作地・市道へ流出した。これにより、市道が通行止めになった他、市道に並行して流れる農業用水路が土砂・流木により閉塞し、下流農地が用水を利用できない状態となった。なお、地元でのヒアリングによると今回の災害は羽越災害（1967年）に比べ、流木の量が多く、土石の量は少なかったという指摘があった。

(2) 地形・地質

大小沢は、流域面積約0.08km²、流路長約560m、比高差約130m（既設治山ダムを起点とする）の一次谷の溪流である。大小沢下流には、既設の治山ダム（昭和51年、小岩内治山事業所施工）があり、ここでは便宜上治山ダムから上方を谷の上・中流、下方を下流と区分する。溪流の縦断方向は上流から中流域にかけて南西方向であり、下流の谷の出口付近で北西方向に屈曲しそのまま市道に達している。谷の横断形状は上・中流域は谷幅の狭いV字谷であるが、下流域の屈曲部から下方は谷幅が広がり箱型となっている。渓床勾配は既設治山ダムのある中流域で5度程度、上流域で10～20度を示す。

谷壁に当たる山腹斜面は全体的に30～40度と急勾配である。また、既往地形図から推定される崩壊箇所の元地形は、凹型斜面・平衡斜面・凸型斜面と様々な斜面型であった。隣接する溪流も類似した地形形態となっている。

基岩地質は、地質図によると新第三紀中新世前期～中期の海成・非海成の堆積岩（砂岩・礫岩（泥岩の薄層を含む））となっており、現地の谷壁斜面の崩壊面の状況から確認すると、下位には花崗閃緑岩の角・円礫が混じった礫岩であり、マトリックス部分は砂岩が優勢のようである。礫岩層の上位は砂岩と泥岩の混合層がみられ、最上位にはシルトを主体とする堆積岩であり、表面は風化しているが、基部は比較的緻密な構造を残している。崩壊は、表層の土壌層や基岩の風化土層を主体とする表層土が崩落したものが多かった。露出した基岩面には節理面や割れ目の発達も見られた。堆積岩中で発生し

たものであり、過去の地震や構造運動などの内部営力、風化などによって形成されたとと思われる。これらの割れ目には地下水の浸潤や湧出も確認され基盤内の地下水の浸透流動に影響しており、豪雨発生以前から地下水を比較的多く有していた山体であったと思われる。

表層土とその下の基岩層は比較的明確に分かれており、漸移帯となるような基岩層の風化帯はあまり厚くないように思われる。

(3) 森林・植生

大小沢流域の植生は、治山ダム周辺右岸および中流部の一部にスギの人工林（民有林）が見られるが、上流の国有林も含め多くは広葉樹林であった。また下流から中流域は保安林に指定されていた。

流木の胸高直径は、広葉樹で 20～30cm、針葉樹で 40cm、根系の鉛直方向の深さは樹種によらず 1.0m程度であった。また、崩壊地頭部の表土には、パイプ流の痕跡が多数確認された。

なお、大小沢流域で昭和 23 年に撮影された空中写真では、上流域は伐採がなされていたと見られる。

(4) 災害形態

大小沢で発生した災害形態としては、谷壁斜面の多数の山腹崩壊、斜面の崩壊土砂や谷底の堆積土砂・樹木の流下、治山ダムの破損などがあげられる。

流路沿いの谷壁斜面で発生した多数の山腹崩壊は、崩壊面積が約 500m² から 3,400m²、斜面勾配約 30～40 度であり、崩壊地頭部や側崖の状況から崩壊深は概ね 1m 以下程度の表層崩壊が多かった。崩壊面には比較的硬い基盤が見られ、崩壊残土の堆積等は見られなかった。斜面の上部で発生した崩壊土砂はその下の斜面の地上をすべり落ちた様な崩壊地もあった。崩壊深が浅い表層崩壊は斜面の水平面形状が必ずしも凹型ではない、平衡斜面でも発生しており、比較的崩壊深が深いものについては水平面形状が凹型の斜面で起きているようにも見られた。

上・中流域のV次谷谷底には堆積土砂がほとんど残っておらず基岩が露出しており、多くは土石流として崩壊土砂とともに流下したと考えられる。部分的には上流の流路の狭窄部になっている箇所では流木が堆積していた。これらのことから山腹崩壊により発生した土砂・流木が、多量の流水とともに溪床・溪岸の土砂・立木を取り込みながら流下したことによるものと考えられる。流下幅は中流で 5～15m 程度、上流で 3～6m 程度であった。

大小沢下流には、既設の治山ダムが設置されている。このダムは大量の土砂・流木の流入により袖部を中心に大きな被害を受けた。被害として、右岸袖部は土砂・流木の衝突により、袖部の底部コンクリートの継ぎ目を境に下流側へ 40cm 程度のずれが生じつつ上流側に土砂や流木を捕捉していた。また、左岸袖部および放水路の一部も土砂・流木の衝突により袖部の底部のコンクリートの継ぎ目を境とし破断し、放水路に面した一部は土砂とともに流下し、残った部分も下方へ転落していた。またダムに接する上下流の護岸工も大きく移動した。破損した左岸側袖部にも流木が堆積していたことから、破損

はしたものの、流木の捕捉には若干ながら貢献していたといえる。更に、ダムから下方の谷の屈曲部では、おそらく土石流状に流下したと思わる土砂や流木は谷に沿って屈曲していた。通常土石流は運動エネルギーが大きく直進性が高いことが多いが、ここでは谷に沿って屈曲しており、仮に直進した場合に被害を受けていた可能性の高い民家等の施設が、結果的に被害を受けなかったことから、治山ダムは破壊されつつも土石流流下の運動エネルギーを消費し、流下土砂が緩やかに施設被害を避ける方向に偏向した可能性も考えられる。

(5) 災害原因

今回の災害の発生原因は豪雨であり、それに伴って同時多発的に発生した山腹崩壊が流下土砂や流木による被害の原因となった。

観測記録によると豪雨は記録的な集中豪雨であり、24時間が雨量560mm（令和4年8月3日6時～令和4年8月4日6時まで）、1時間雨量が148mm（令和4年8月4日1時～令和4年8月4日2時まで）（気象庁下関観測所）であり、雨量強度の高い雨であった。

谷壁斜面で発生した山腹崩壊の多くは、崩壊深が浅く表層付近で発生した。目視による概算では頭部の崩壊深は約1.0m程度と薄く、主に表層の土壌層とその下の風化土層が崩落した。土壌層には土壌パイプなど大空隙が発達しており、大量の降雨は速やかに土壌中に浸透できるが、その下の基盤岩の風化帯はあまり厚く無いようで、更に下位の基盤は締まっており空隙量や浸透能も相対的に小さいと思われることから、空隙量や浸透能の差により土壌層中やその下の風化帯の中に一時的に帯水層が短時間で形成された。土壌層中には土壌パイプが発達しており、通常ならそれなりの排水機能を有しているが、今回の豪雨でその機能を超えるような地中水の帯水が表層土内で生じた可能性がある。更に斜面勾配が30度以上の急勾配であることもあり、飽和した表層土が滑落して山腹崩壊が発生したと考えられる。

表層土が比較的薄いことから、凹地形のように周囲から地下水を集める必要もなく、大量の雨水の鉛直浸透と斜面方向の水移動で崩壊を発生させるのに十分な飽和帯が形成されたことが、平衡斜面でも崩壊が発生した要因であったとも考えられる。

崩壊地は森林斜面であったため、樹木根系の補強による斜面崩壊への抵抗力はそれなりにあったとは考えられるが、土層厚や斜面勾配、飽和帯の形成などのバランスにより、樹木根系の影響範囲を超えたところで崩壊は発生したものと考えられる。

また今回の降雨は量が多く、崩壊発生時の溪流内の流下水量も多かったため、土砂と大量の水が混合して高速で流下したと考えられる。それに伴い谷底内の堆積土も併せて流下したものと考えられる。崩壊地や溪岸、溪床にあった立木や倒木は水や土砂の流下に伴って流木化した。既設治山ダムによりその一部は捕捉されたが、施設の機能を超えた土砂や流木は下流に流下・堆積し、耕作地や市道、農業用水に被害を及ぼしたと推定される。

また羽越災害との比較として、その当時の森林は航空写真から推測すると昭和23年以降に生育した20年生程度の広葉樹が流木の主体であったと考えられる。今回の災害は羽越災害後50年以上経過しており、立木の樹幹直径や樹高は羽越災害時よりも大きくなっ

ていることが想定され、流木もそれに相当する大径木が多くを占めたことが、今回の災害で羽越災害と比べ流木の量が多かったと印象を与える要因になったと考えられる。

(6) 今後の対策等

<応急対策>

- ・ 大小沢流域内の上流側の溪流内や崩壊地内には、残された不安定な崩積土や倒木などはあまり多く無いように見えることから、今後の豪雨等による二次的な被害は、仮にあったとしても規模はあまり大きくはならないように思われる。
- ・ 一方で、破壊された既設治山ダム周辺や下流の流路の屈曲部には大量の土砂・流木が堆積しており、流水の安全な流下を阻害している。
- ・ このため、当面の応急対策として今回の災害で流出した土砂・流木の撤去を進め、流路を確保する必要がある。

<恒久対策>

- ・ 今回、既設治山ダムの損傷があった。このため治山ダムの機能強化が必要となるが、その際には、今回の崩壊規模にも対応できることを想定して検討を行う必要がある。またできる範囲で荒廃した崩壊地の復旧や、今後の同様な豪雨災害を見越して成長の進んだ立木が流木化した場合の対応についても併せて検討を行うことが望ましい。

2. 村上市^{かいつけ}貝附地区

(1) 災害概要

令和4年8月3日から4日未明にかけて発生した豪雨により、新潟県村上市貝附地区集落裏の山腹斜面で崩壊が発生し、崩壊による土砂が山脚部に設置された擁壁を超えて人家3軒に到達する被害が発生した。人的被害は発生しなかったものの、人家裏に崩壊土砂が堆積し、住人は現在避難生活を送っている。

(2) 地形・地質

災害箇所は大小沢地区から見て、荒川を挟んで対岸の山体に位置している。山体は東西方向に過去の河川の発達で形成された山体の三角末端面が連なっており、対象斜面はこの末端面に相当する。山麓部は緩やかな段丘面となっており集落は段丘面上に構築されている。山腹斜面の基盤岩は、新第三紀鮮新世後期の堆積岩（シルト岩）である。比較的固結度は低く、また表面が酸化した節理面や玉ねぎ状風化が多く認められることより地表水がシルト岩内に浸透し、風化が進行していったと推測される。

崩壊地内の斜面形状は、横断面はほぼ直線形状を呈し、東西の両側で尾根地形へとつながる。斜面方向の傾斜は中腹で35～40度程度を呈し、山体の尾根から崩壊地の上部域にかけて遷急線となり、崩壊地の上方は30度程度から徐々に緩斜面に変化する。斜面脚部は中腹部と比較してやや緩斜面となるが過去の崩壊土砂が堆積しているためと推測される。

(3) 森林・植生

災害箇所周辺の植生は、崩壊斜面内及びその周辺斜面も全体的に広葉樹が占めている。根系深さは、崩壊斜面地縁の根系調査から1m程度と推定され、基盤であるシルト岩内まで伸長している。

(4) 災害形態

貝附地区の崩壊は、人家裏の北向きの山腹斜面で発生し、全体としては斜面長約50m、比高差約30m、幅約40mの範囲である。崩壊は斜面上部で発生したやや大きい崩壊とその崩壊の下方の斜面で小規模に発生した2つの崩壊が半分重なるようにして分布していた。斜面上部の崩壊の源頭部は斜面長約30m、幅約30mで崩壊深は1m程度と浅く表層崩壊となっている。崩壊面は露岩し比較的平坦な微地形となっている。崩壊面の傾斜は30～35度程度の急傾斜である。崩壊土砂は崩壊地内に一部の土砂を残しながら崩落し、斜面中腹付近で拡幅して既設の擁壁を乗り越え3軒の人家まで到達した。下方の小崩壊は対象斜面の西側と中央部の2箇所ですり長約10m、幅約10m、深さ1～2m程度で発生し、崩壊土砂は上部の崩壊同様に既設擁壁を乗り越えそれぞれの直下の人家に到達している。

上部の崩壊地頭部の滑落崖より更に斜面長で約20m付近の箇所で断続的な開口亀裂が数段認められ、今回の崩壊の発生により周辺部の地盤にも緩みが進行しつつあると考えられる。最上部の開口亀裂は段差が顕著であり南東方向に伸長し、対象とする人家裏斜面の崩壊地の東側に位置する別の崩壊地ともつながっている。なおこの隣接する崩壊地は元々斜面の上から下に向って北向きから北東向きに偏向する緩やかな谷地形に沿って発生したものであり、この崩壊土砂は別方向に流下したため対象集落には影響していない。

(5) 災害原因

大小沢地区と同様に記録的な集中豪雨に伴い発生した山腹崩壊である。斜面上部からの崩壊については、斜面は土壌層とその下位の基岩の風化層が表層を形成しており、大量の雨水が表層土に浸透し、表層土内に飽和帯を発達させ間隙水圧が上昇に伴い、急斜面部で表層崩壊が発生した。表層崩壊の崩壊深は1m程度であった。森林斜面であったことから樹木根系はそれなりに発達していたが、もともと表層土が薄く斜面勾配が急でもあったことから、表層土内の飽和帯の急激な形成による崩壊に抵抗しきれなかったものと考えられる。

斜面下部で発生した小崩壊については、斜面上部の崩壊と比べてやや崩壊深が深く、円弧状の崩壊面となっているが、過去崩積の状況や既設擁壁の影響、斜面脚部に位置することから山体内部の地下水の影響などもあって1～2m程度の深さの崩壊となったと推測される。また災害以前からあった斜面の立木も崩壊土砂とともに斜面を崩落した。

(6) 今後の対策等

<応急対策>

- ・ 上部崩壊地の冠頭部斜面の亀裂の存在など、今後拡大崩壊等の懸念も残されていることから、応急対策の実施は必要である。
- ・ 応急対策施設の規模は、既設土留工と崩壊地の位置関係や、想定する崩壊土砂量によって決定する必要がある。
- ・ 応急対策として大型土嚢を設置する場合、今後再び豪雨がもたらされた場合に発生が予想される荒廃斜面からの流水を堰き止めることとなるため、その排水処理の検討も必要である。
- ・ 崩壊地の頭部滑落崖にあるオーバーハング状態にある立木は、不安定であることから可能であれば伐採等の処理をしておいた方がよい。
- ・ 上部崩壊地の冠頭部斜面の拡大性亀裂については、崩壊地の拡大につながる可能性があるため、亀裂の状況を累積的な拡大が無いか監視しておいた方がよい。
- ・ 崩壊により立木が無くなったことによる積雪時の雪崩の可能性も否定はできない。斜面長が短いのでその規模は大きなものとはならないと思われるが、斜面脚部と人家との間のスペースに余裕がないこともありもし雪崩が起きれば人家等へ被害を与える可能性がある。雪崩の可能性はそこまで高いとは思われないが、念のためにもし雪崩への応急対策を実施する場合には、本工事に支障とならないような吊り柵構造の雪崩柵も考えられる。

<恒久対策>

- ・ 急勾配の崩壊斜面直下に人家が存在し待ち受け対策を設置する十分なスペースが無いことから、不安定土砂の対策と合わせて発生源対策を検討する必要がある。
- ・ 上部斜面の亀裂の拡大が懸念される場合はその対策も必要となるが、森林の崩壊防止機能を低下させないよう立木を残したまま斜面对策を実施する場合は、安全対策と森林管理のバランスを図りつつ工法を検討することが望ましい。

現地調査結果（小岩内地区大小沢）



耕作地に堆積する土砂と流木



流木の状況（広葉樹根系：鉛直方向 1.0m）



流木の状況（スギ直径：0.5m）



巨礫の状況（径 1.0m × 1.8m）



パイプ流痕跡



崩壊地内の基岩と崩壊上部からの湧水



大規模崩壊地



上流の溪床状況（露岩とV字谷）

現地調査結果（貝附地区）



人家に到達した崩壊土砂



下部の小崩壊（崩壊深 2m）



崩壊地頭部の状況



崩壊地と保全対象



シルト岩の風化状況と節理に伸長した根系



冠頭部直上部の開口亀裂（1.1m）



冠頭部上部斜面内の開口亀裂（0.4m）



最上部の隣接崩壊地につながる開口亀裂（0.8m）