

2022年8月に発生した線状降水帯による 新潟県下越地方の豪雨災害

西井稜子¹・河島克久¹・松元高峰¹・片岡香子¹・渡部俊¹・栗田裕司²

The 2022 Heavy Rainfall Disaster Caused by Stagnated Linear Rainbands in the Kaetsu Region, Niigata

Ryoko NISHII¹, Katsuhisa KAWASHIMA¹, Takane MATSUMOTO¹,
Kyoko S. KATAOKA¹, Shun WATABE¹ and Hiroshi KURITA²

Abstract

The Kaetsu region, Niigata Prefecture, experienced record-breaking heavy rainfall between the 3rd to 4th August 2022 that originated from stagnated linear rainbands. Intense rainfall up to 150 mm h⁻¹ resulted in numerous shallow landslides on mountain slopes, with a landslide area rate (normalized cumulative area of landslides per unit area of landform) of 8.3%. In addition, hyperconcentrated flow with large woody debris in the Osawa River reached the hamlet of Koiwauchi, Murakami city, late at night. Fortunately, there were no fatalities caused by the event. However, damming of the channel by large woody debris resulted in the destruction of several houses along the river and inundation of the surrounding area. Evacuation of residents in Koiwauchi was initiated by the local government, based on flood alert information rather than landslide alert information. This was key to obtaining sufficient lead time for a successful evacuation. In Koiwauchi, the lessons learned from the 1967 Uetsu flood disaster and the training program for disaster prevention expert facilitated by Murakami city were instrumental in bringing about effective and appropriate evacuation behavior.

キーワード：線状降水帯，表層崩壊，流木，土砂流，避難行動，新潟県村上市

Key words: stagnated linear rainband, shallow landslide, large woody debris, hyperconcentrated flow, evacuation behavior, Murakami city

¹ 新潟大学災害・復興科学研究所
Research Institute for Natural Hazards and Disaster
Recovery, Niigata University

² 新潟大学理学部
Faculty of Science, Niigata University

本稿に対する討議は2025年1月末日まで受け付ける。

1. はじめに

国内における集中豪雨の発生頻度は増加傾向にある(加藤, 2022)。特に、特定の場所で数時間にわたって強い降雨をもたらす線状降水帯(Kato, 2020)の発生によって、平成29年7月九州北部豪雨や平成30年7月豪雨などの甚大な土砂災害が引き起こされた(例えば、小室・赤松, 2018; 山本・他, 2019)。長雨による土砂災害と異なり、線状降水帯の発生による豪雨は、必ずしも避難指示から災害発生までの時間が長くないこともあり、避難のための判断・行動が難しい場合がある。新潟県下越地方の荒川下流域(図1)で発生した2022年8月3日~4日にかけての線状降水帯による豪雨は、夜間の急な豪雨という避難行動が難しい時間帯の典型例であった。最大1時間雨量150 mmに達する豪雨に見舞われ、山地・山麓斜面では崩壊が多発し、それに伴う土砂・流木の流出が生じたにも関わらず、県内の犠牲者は0名であった。本論文では、本豪雨災害を対象に、その発災時の気象概要(2章)、山地斜面での崩壊状況(3章)と、特に被害が大きかった村上市小岩内周辺を対象とした扇状地周辺での出水状況と流

木・浸水による被害(4章)、限られたリードタイム(避難に要する時間)での避難行動(5章)についての調査結果を報告する。

2. 発災時の気象概況

2022年8月1日から6日にかけて、日本海から東北・北陸地方へとのびる前線に向かって暖かく湿った空気が流入したことにより、広い地域にわたって大雨となり、各地で様々な被害が生じた。3日から4日早朝までの積算雨量が200 mmを上回る大雨となった新潟県北部-山形県南西部-福島県北部にかけての地域では、西北西-東南東方向に延びる積算雨量の多い線状の領域が4列あることが分かる(図2A)。これらのうち、もっとも積算雨量が大きかったのは、新潟県村上市南部のJR坂町駅付近から関川村下関周辺にかけての荒川下流部に沿った線状の領域であり、600 mmを上回っているメッシュが広く認められる(図2B)。一方で、荒川上~中流部には別の多雨領域がかかっており、下流部と上~中流部とでは降雨の推移には以下のような違いがみられた。

図3に荒川中流部に位置する気象庁アメダス小

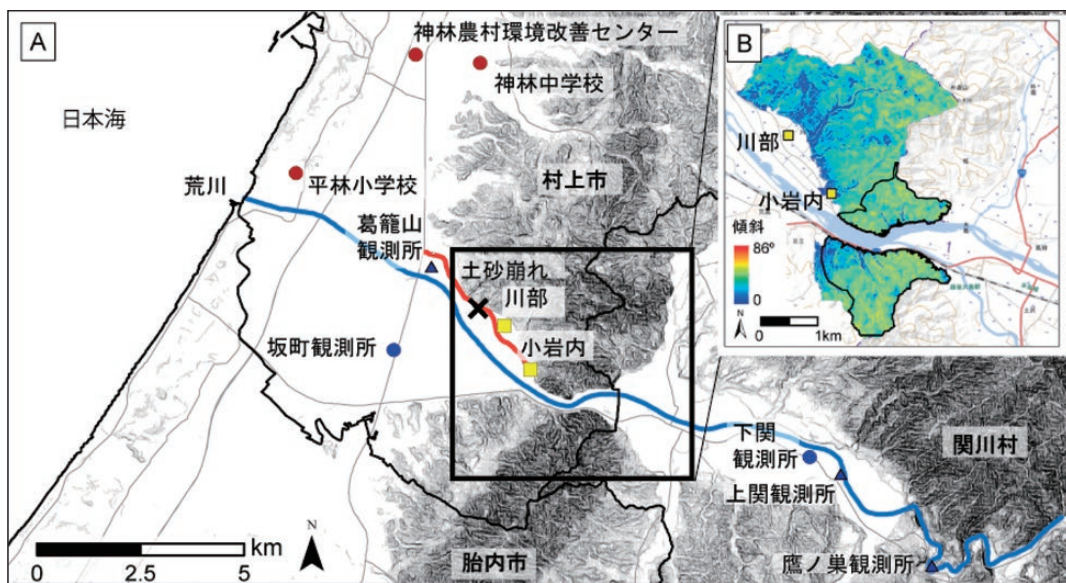


図1 調査地概要

(A) 荒川下流域、赤線は市道平林小岩内線。(B) 山地斜面の崩壊地調査の対象域(傾斜図)。Bの太黒線は標高差分解析の範囲。基図は地理院地図(標準地図)を使用。

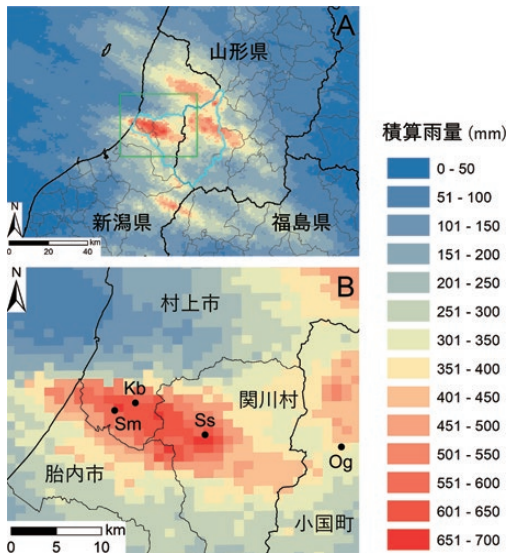


図2 8月3日から4日にかけての積算雨量分布図

(A) 山形県南部から新潟県北部にかけての積算雨量、水色実線は荒川の流域界を示す。(B) 荒川下流域周辺の拡大図 (A に緑色で示した範囲に対応)。本文で取り上げる雨量観測地点の位置を黒丸で示す (Sm: 坂町, Kb: 川部, Ss: 下関, Og: 小国)。

くに
 国観測所 (図2BのOg: 山形県小国町), 下流部に位置するアメダス下関観測所 (図2BのSs: 新潟県関川村), 新潟県川部観測局 (図2BのKb: 新潟県村上市川部), 国土交通省坂町観測所 (図2BのSm: 新潟県村上市藤沢) における, 8月3日から4日にかけての時間雨量と積算雨量を示す。中流部の小国では, 降雨は8月3日6時台に始まり, 13時にピーク雨量 (43 mm h^{-1}) を記録した後, 4日8時台に降り止んでいる。これに対して荒川下流部では, 降雨開始・終了の時間こそ中流部とほぼ変わらないものの, 激しい降雨が発生したのはかなり遅く, 3日23時から4日4時にかけての時間帯である。ピーク時間雨量は坂町では3時の 152 mm h^{-1} , 下関では2時の 148 mm h^{-1} であった。川部のピーク雨量は停電による欠測期間中に発生したと考えられる。解析雨量データを見ると, 川部を含むメッシュでは4日2時の雨量がピークであり, その値は坂町や下関と同じであるので, おそらく $120\text{--}150 \text{ mm h}^{-1}$ の降雨があっ

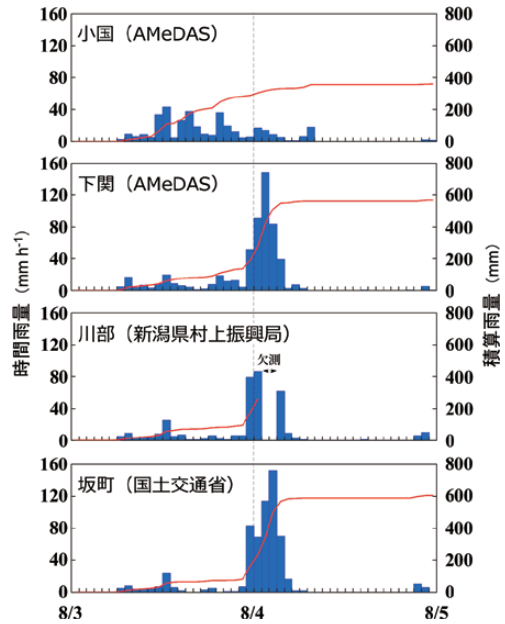


図3 坂町, 川部, 下関, 小国における8月3日から4日にかけての時間雨量および積算雨量の推移

たものと考えられる。

アメダス下関観測所で記録された 148 mm h^{-1} というピーク時間雨量は, 1976年1月以降の最大値だった 67 mm h^{-1} (2004年7月17日) を大幅に上回っただけでなく, 全国の気象庁観測所における最大1時間雨量として歴代6位に相当する記録となった。歴代10位までの最大1時間雨量を記録したその他の地点は, すべて西日本や太平洋側であり, 日本海側に位置するものは今回の豪雨イベントの下関観測所のみである。したがって, 今回の大雨は, 日本海側としては例外的な強度の降雨といえる。なお, アメダス観測開始以前の1967年8月に発生した羽越水害の際には, 4日間の積算雨量として, 胎内第1ダム (胎内市) で 748 mm , 鷹ノ巣発電所 (関川村) で 602 mm という, 今回を上回る非常に大きな値が記録されている。しかし, 最大1時間雨量で比べると, 胎内第1ダムでは 90 mm h^{-1} (8月29日1時), 鷹ノ巣発電所で 84 mm h^{-1} (8月28日22時) であり (市ノ瀬, 1998), 今回の方が短時間降雨強度のより大きい降雨イベントであった。

3. 山地斜面における崩壊発生状況

3.1 対象地域と調査方法

本章では、山地斜面で発生した崩壊発生状況について報告する。解析対象は、2022年8月5日に朝日航洋株式会社が実施した航空レーザ測量の公開範囲とした。荒川河口から約10 km 遡った荒川兩岸の地域(約8.8 km²)であり(図1B)、平均傾斜は約32°を示す。新潟県北部^{ほうごかやま}朴坂山周辺の1/25,000地質図(Kurita and Ishikawa (2010)に一部は栗田・石川の未公表資料を加味)によると、主に花崗岩類や新第三紀の砂岩礫岩層、凝灰岩、流紋岩が分布する(図4)。崩壊地の分布や規模等を把握するため、前述の航空レーザ測量データのオルソ画像と傾斜量図等を基に、新たに崩れた裸地斜面をポリゴンとして抽出し、崩壊地分布図を作成した。そして、崩壊深を把握するため、災害前(2019年)の航空レーザ測量データ(飯豊山系砂防事務所提供)と撮影範囲が重複している2.8 km²を対象に、災害前後の2時期の標高差分

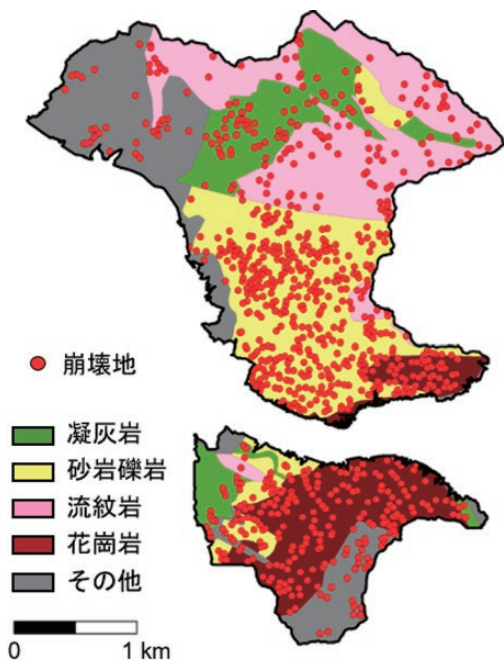


図4 調査地の地質および崩壊分布図
地質は、新潟県北部朴坂山周辺の1/25,000地質図(Kurita and Ishikawa (2010)に一部は栗田・石川の未公表資料を加味)に基づく。

解析を実施した(図1B)。また、尾根近傍で崩壊が発生しているかを把握するため、各崩壊地頂部(最高標高点)とそれが含まれる集水域頂部の距離を算出した。そして、降雨が崩壊発生に及ぼす影響を把握するため、崩壊面積率((総崩壊面積/対象エリア面積)×100 [%])と速報版解析雨量を基に算出した最大時間雨量、総降水量との関係を比較検討した。

3.2 崩壊の規模と地質・地形的特徴

対象地域において、880の斜面崩壊が確認された(図4, 5)。崩壊面積は1000 m²以下の小規模なものが全体の約7割(崩壊地数の割合)を占め(図6)、崩壊発生斜面の平均傾斜は39°を示した(図7)。また、標高差分析が可能な崩壊斜面(計389箇所)の平均崩壊深は約1 mを示した。したがって、10³ m²オーダー以下の小規模な表層崩壊が卓越していたことが明らかになった。一方、数は少ないが、深さ5 mを超える崩壊や、岩盤斜面がずれて動いたとみられる不安定斜面(地すべり移動体)も確認された。個々の崩壊地は小規模ではあるが、崩壊が群発したことによって総崩壊面積は7.3×10⁵ m²に達し、対象地域の崩壊面積率は8.3%を示した。崩壊面積率は解析流域面積が大きいほど崩れていない斜面を多く含むため小さくなる傾向があるが、過去の豪雨災害における同程度の解析流域面積の事例と比較しても、本災害の崩壊面積率8.3%の値は極めて高い(図8)。したがって、本災害は記録的な群発表層崩壊の災害事例といえる。崩壊が多発した理由の一つとして、2章でも記述したように多雨地域でない場所において、これまでの最大1時間雨量(2004年の67 mm)に対して最大で2.2倍となる強い降雨強度が数時間続いたことが主要因と考えられる(図3の下関)。なお、下関観測所における1週間前先行降雨(7月27日～8月2日)は0 mmである。

崩壊の発生場所の特徴として、図9に、崩壊地頂部から崩壊地を含む集水域の頂部までの直線距離の頻度分布を示す。集水域頂部から10 m, 20 m 以内で、全体の36%, 71%がそれぞれ発生している。着目すべき点として、今回と同様に尾

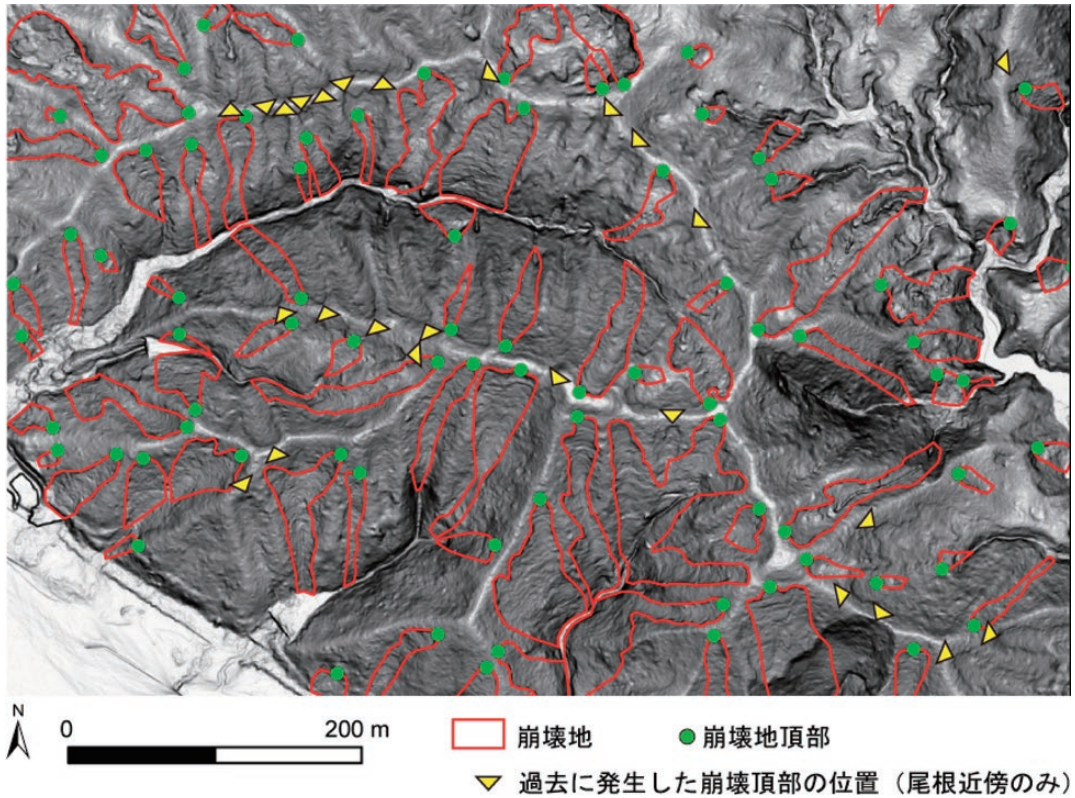


図5 荒川右岸における崩壊の発生状況の例

過去（本災害以外）の崩壊頂部は、傾斜量図を用いて崩壊跡地を判読し、尾根近傍の頂部のみを抽出しプロットした。基図は、災害後の航空レーザ測量データを用いて作成した傾斜図（色が濃いほど急傾斜を示す）。

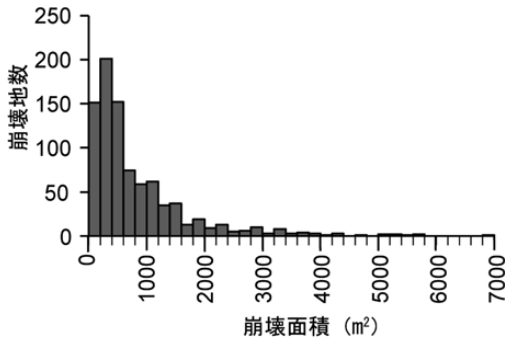


図6 崩壊面積の頻度分布
中央値：506 m²，平均値：830 m²

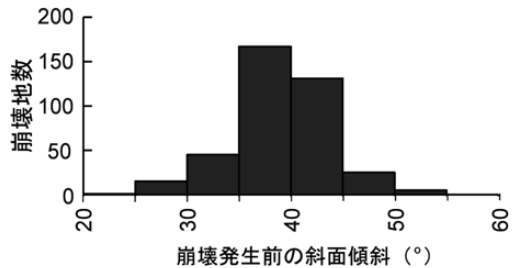


図7 崩壊前の斜面傾斜
対象崩壊地は計389箇所。

根直下から発生していたと推定される過去の崩壊跡地が複数確認されたことが挙げられる（図5）。つまり、尾根直下からの崩壊は、今回の豪雨イベントに限ったものではなく、対象地域では、過去

にも発生していたと推測される。このような尾根付近での集水面積が小さい場所において表層崩壊が発生する事例は、他の豪雨災害（例えば、平成30年7月豪雨）でも確認されている（海堀・他、

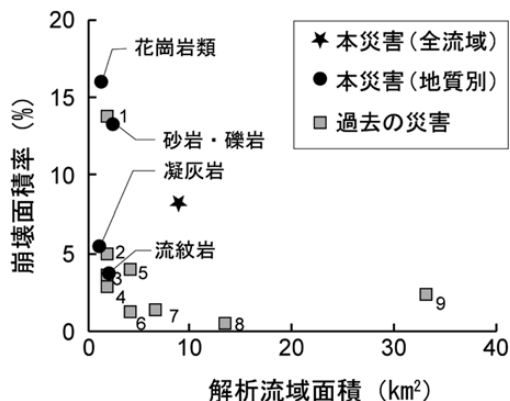


図8 本災害の崩壊面積率と過去の豪雨災害との比較

1：平成29年7月九州北部豪雨（清水，2017），2：2013年伊豆大島災害（石川・他，2014），3：2014年広島（木下・他，2016），4：2009年防府（木下・他，2016），5：2010年庄原（木下・他，2016），6：1999年広島（木下・他，2016），7：2013年萩・津和野（木下・他，2016），8：2011年那智川（木下・他，2016），9：1967年羽越豪雨 五頭地域（西井・他，2018）

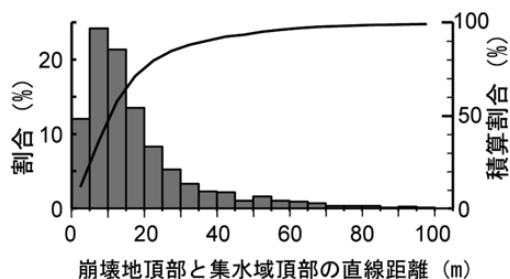


図9 崩壊発生場所の特徴
横軸（距離）の値が小さいほど、尾根付近から発生したことを意味する。中央値：13 m

2018；広島大学平成30年7月豪雨災害調査団（地理学グループ，2018）。発生理由として，海堀・他（2018）は斜面上部からの集水に期待しなくても崩壊が発生しうるほどの大きな降雨強度を挙げている。本調査地においても，歴代1位（下関観測所）の強い短時間降水量を記録しており，このような尾根近傍から発生する表層崩壊には，強い降雨強度が条件として重要と考えられる。

崩壊の発生場所には偏りが認められた（図4，10）。荒川両岸付近では，特に崩壊が集中してお

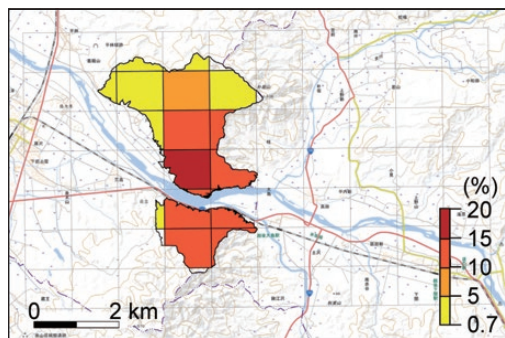


図10 解析雨量メッシュ毎の崩壊面積率
解析対象が 0.1 km^2 未満のエリアは除外。基図は地理院地図（標準地図）を使用。

り，崩壊地がいくつも隣接する状況も確認された（図5）。対象地域における各メッシュの最大1時間雨量は同程度であるが，最大3時間雨量～総降水量は，相対的に荒川付近で多く，北部で少ない傾向を示す（図11）。南北で差異のある総降水量と崩壊面積率との関係を見ると（図12），総降水量が多いほど崩壊面積率が高い傾向を示すエリアと，総降水量に比例せず崩壊面積率1～3%程度を示すエリアとがある。つまり，崩壊の多寡を単純に降水量のみで説明することはできず，このような崩壊面積率のばらつきは，地形・地質的要因の影響も反映していると考えられる。ここで，地質ごとの崩壊面積率に注目してみると，花崗岩類，砂岩・礫岩がそれぞれ16%，13%を示し，凝灰岩（5%），流紋岩（4%）に比べて約3～4倍も崩壊しやすかったことが分かる（図13）。次に，各地質区分における降水量と崩壊面積率の関係を図14に示す。総降雨量が多いエリアに花崗岩，砂岩・礫岩が分布し，少ないエリアに流紋岩，凝灰岩が分布しているため，両要素（降雨・岩質）の影響度合いを分けて議論することが難しい。ただし，総降水量600～640 mmの範囲には4種類の地質が含まれており，同程度の総降水量とみなすと，花崗岩が最も崩れやすい傾向を示す。先行研究（例えば，恩田，1989；松四・松倉，2004）によると，他の花崗岩類や堆積岩地域では，岩質の物性を反映した斜面水文プロセスの違いによって，岩質毎に崩壊の脆弱性が異なることが明らかに

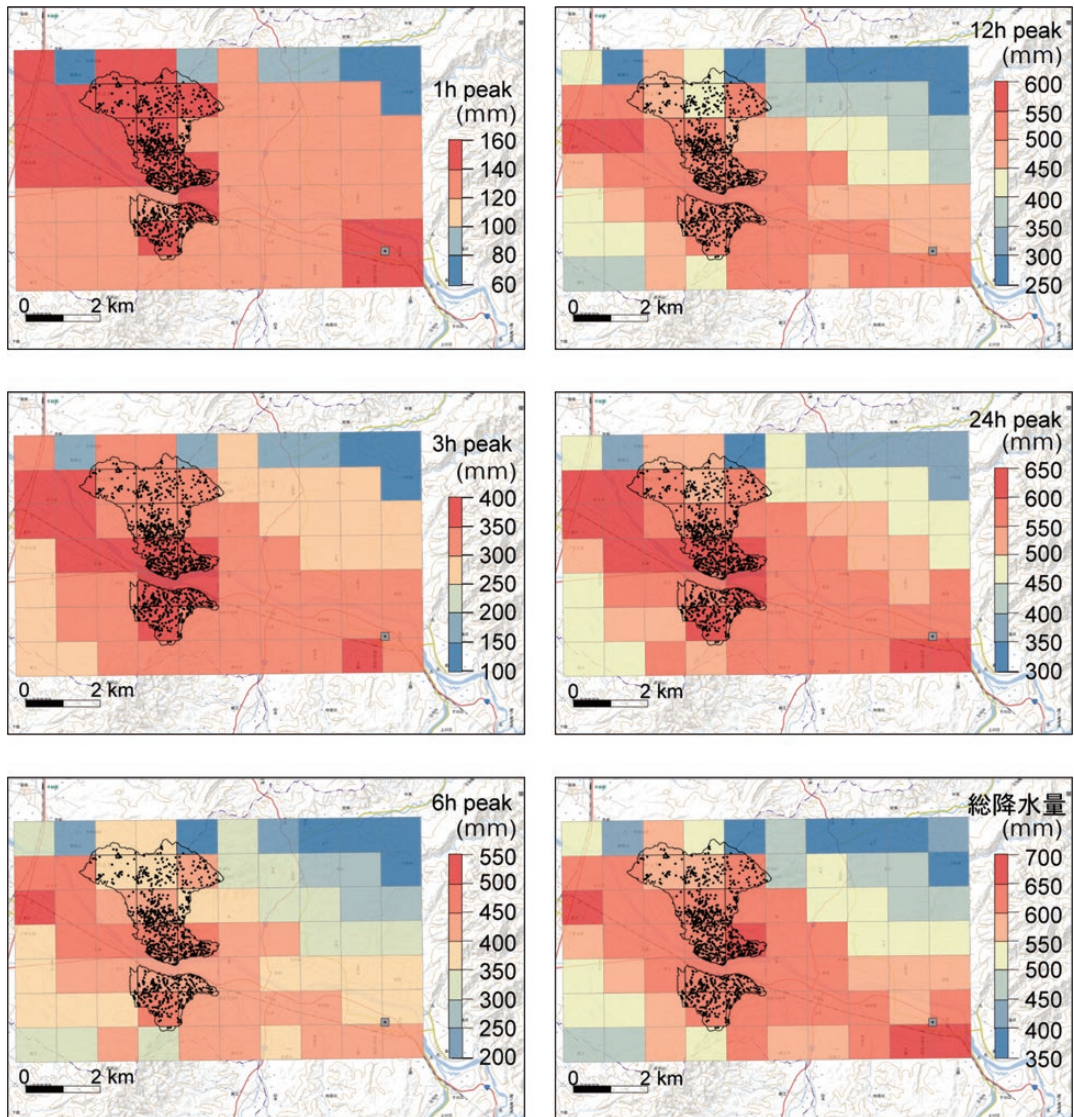


図11 解析雨量の最大1, 3, 6, 12, 24時間雨量と総降水量の分布
基図は地理院地図(標準地図)を使用。

なっている。したがって、本対象地域においても、そのような基盤岩や風化土層の物性の違いを反映して、崩壊面積率に差異が生じている可能性が考えられ、今後、詳細な現地調査・観測が必要であろう。

4. 小岩内における土砂の流下・堆積状況と流木・浸水による被害の状況

本章では、土砂や流木の堆積、また浸水によって家屋などに多くの被害が生じた、村上市神林地区の小岩内を対象として、堆積した土砂の状況から、豪雨に伴って発生した流れの状態の推定を試みるとともに、流木や浸水によって集落とその周辺に生じた被害の概要を示す。

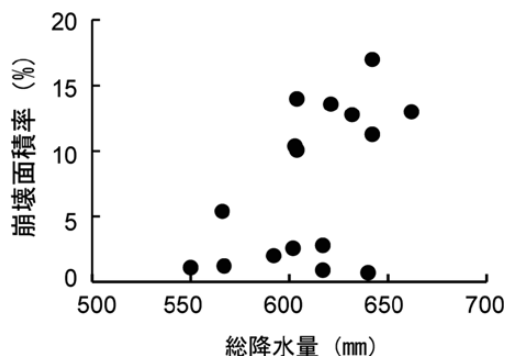


図12 解析雨量メッシュ(1 km²)毎の崩壊面積率と総降水量の関係
解析対象が0.1 km²未満のエリアは除外。

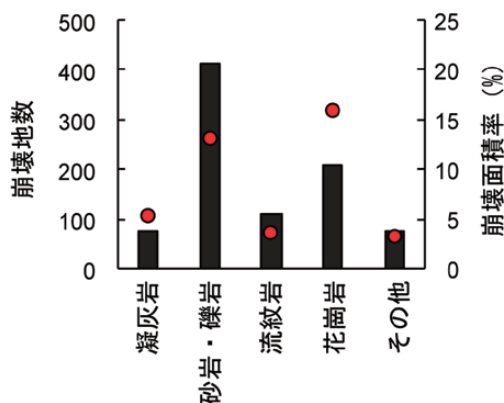
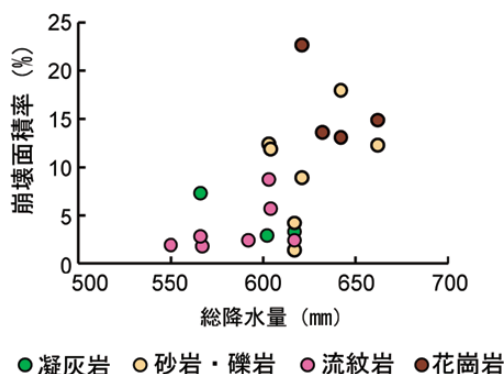


図13 各地質における崩壊発生数とその崩壊面積率
黒棒：崩壊地数，赤丸：崩壊面積率



●凝灰岩 ●砂岩・礫岩 ●流紋岩 ●花崗岩
図14 各地質における総降水量と崩壊面積率の関係

各解析雨量メッシュにおける地質ごとの崩壊面積率を算出。解析対象が0.1 km²未満のエリアは除外。

4.1 対象地域と調査方法

小岩内は、荒川下流域右岸側に立地する集落である(図15)。集落内を流れる大沢川(流域面積：0.76 km²)は、上～中流部にはコナラ、ミズナラ、ブナなど落葉広葉樹の二次林が、集落に近い下流部には常緑針葉樹の二次林・植林が広く分布する山地斜面を流れて谷口に達すると、扇状地・氾濫原を横断する水路を通じて荒川に流入する。

小岩内の家屋のほとんどは、大沢川の谷口に形成された小規模な扇状地表面上と、それよりも7～10 m程度高い、大沢川右岸の低位段丘面(小松原(1991)によるLI面)上に立地している。氾濫原内の微地形としては、旧河道とその埋立地のほか、小岩内の北西に位置する川部、および高野新田に自然堤防が見られる(図15B)。

なお小岩内では、1967年8月に発生した羽越水害の時に、大沢川で土石流が発生し、死者1名、重軽傷者2名、全半壊家屋12戸という被害が生じた(神林村, 1969)。当時の写真では数10 cmから1.5 m程度の大きさの巨礫の堆積状況が確認できるため(神林村, 1969)、石礫型の土石流が発生していたと推定される。一方、今回の豪雨では、後述するように巨礫の流出はごく限られ、主に砂と流木の流出が発生した。

現地での調査は2022年8月5日、8日、9日と9月7日に実施した。豪雨に伴って発生した流れの状況を推定するため、大沢川沿いに露頭や堆積物の観察を行うとともに、堆積物を採取して粒度組成の計測を行なった。また8月5日、8日、9日には、小岩内周辺の氾濫原から山地斜面下部にかけての被害状況を把握するために、UAV(DJI社製 Phantom 4 RTK)を用いて空撮を実施し、Agisoft社製 Metashape Professionalによって被災地域のオルソモザイク画像を作成した。加えて、小岩内とその周辺地域において浸水深、堆積した土砂の層厚、流木の堆積状況、家屋等の建築物の被害状況、洗掘の発生した領域の調査なども実施した。

4.2 土砂堆積状況から推定された土砂流の発生

小岩内集落周辺の大沢川沿いに砂防堰堤(図

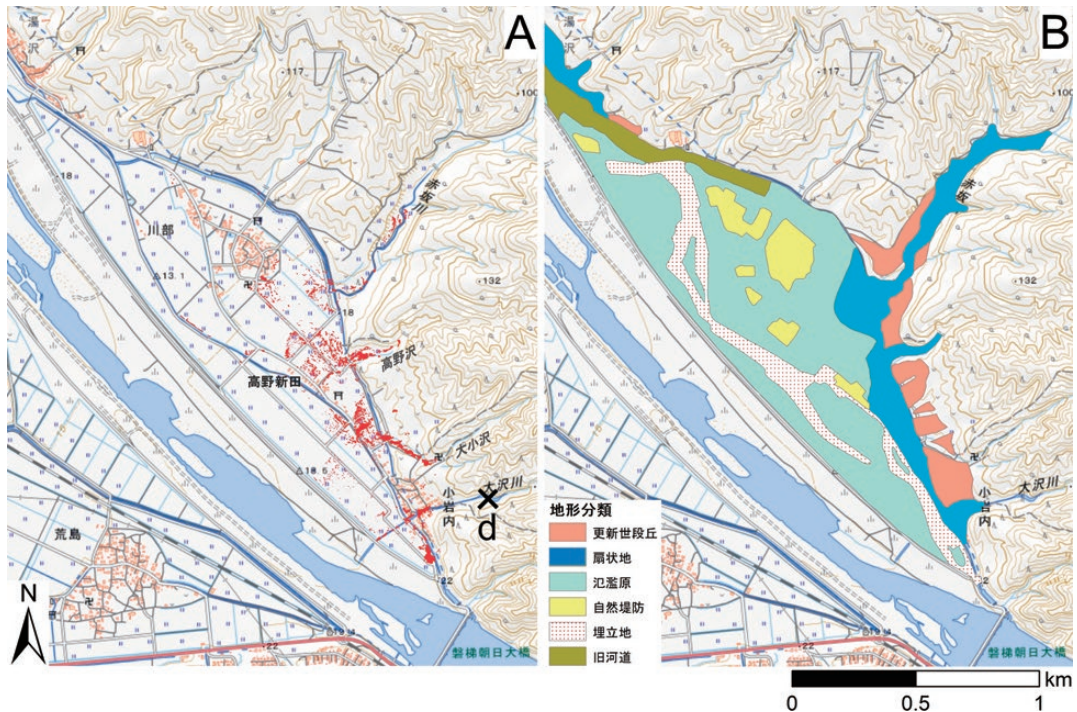


図15 被害状況の調査対象地域

(A) 流木堆積域の分布図。赤色が流木堆積域（破砕された比較的小さな木片のみがまとまって堆積しているような場合も含む）を示す。大沢川の砂防堰堤の位置を×印で示す。(B) 荒川右岸低地領域の地形分類（国土地理院 数値地図25000（土地条件）による区分）。

15A の d) から下流約300 m の区間（図16）の露頭や堆積物の観察を行い、堆積構造や粒度組成を基に、下記の出水状況を推定した。大沢川の谷の出口の右岸では、165 cm の厚さで砂の堆積が顕著に見られた（図17）。そのすぐ上流には、流れの縦断方向に7～8 m ほど伸び、高さが40 cm のゆるやかな波状で上に凸の形態の反砂堆が認められた（図18A：位置は図16C に示す）。堆積物の断面は、基底に出水以前の地面となる土壌と植物が見られ、それを層厚約40 cm の砂質堆積物が覆う（図18A, B）。砂質堆積物はその層相からユニット A（下位）とユニット B（上位）に区別でき（図18B）、ユニット A よりもユニット B が若干粗い（図18B, C, D）。反砂堆の表面には極粗粒砂や亜角から角礫の円磨度を持つ細礫（最大では1 cm）の粒子が散在する。ユニット A は層厚20 cm で、内部は厚さ5 cm 程度の細粒～中粒砂層と中粒～

粗粒砂層が、交互に積み重なり、層状の構造を呈す。ユニット B は成層構造が弱く発達し、層厚15～20 cm の粗粒～極粗粒砂で構成される。ユニット B は、上流側では塊状の下部（B1）・層理が発達する上部（B2）に分けられる。特にユニット B2 は、層厚20 cm で、中粒～粗粒砂と粗粒～極粗粒砂の互層が層構造をなす。この構造は上流に傾斜して、表面形態と調和的なバックセット構造（Araya and Masuda, 2001；大野, 2022）を呈す（図18A）。さらに、径1 cm の泥岩礫が周囲と不調和な大きさで（outsized clast）含まれる。周囲の建物には、堆積物の基底から4.8 m 上位の高さの位置に泥はねの痕跡が見られた。

堆積物の粒度組成は、ユニット A では95 wt% 以上の砂と5%未満のシルトから構成され、礫はごくわずかであり、ユニット B では、95 wt% 以上の砂と2 wt%程度のシルトから構成され、礫



図16 小岩内の被災状況
(A) 発災前の2021年10月に撮影された衛星画像 (Google Earth)。(B) UAV-SfM 測量によって作成したオルソモザイク画像 (2022年8月5日撮影)。(C) 浸水深・流木堆積範囲・洗掘域の分布。黒矢印は写真の撮影地点と方向。



図17 小岩内集落内において浸水深 (水色) と堆積物層厚 (赤) の最も大きかった地点 (位置は図16Cに示す) (2022年8月5日撮影)

は3wt%未満含まれる (図18C)。図解法 (Folk and Ward, 1957) による粒度特性 (表面のSp07を除く) は両ユニットともに、尖度は突出し ($K_G = 1.06 - 1.24$)、歪度はやや正 ($Sk_1 = 0.06 - 0.18$) である (図18D)。

堆積物は石礫を含まず、砂質であり (図17, 18A, C)、中間的な淘汰度 ($\sigma_1 = 0.87 - 1.15$; 図18D) と堆積構造の特徴から、全層流動型の土石流ではなく、掃流状集合流動の形態をとる土砂流 (hyperconcentrated flow; Pierson, 2005; 片岡, 2022) であったことが推測される。ユニットA最上部 (Sp04) が最も細粒となり、ユニットAよりもB堆積物のほうが粗粒であることは、時間の経過とともに流れが増大したことを示す。ユニットB上部にはバックセット構造が顕著に見られることから、流れの尾部はより希釈された流れの状態から反砂堆が形成され、高流領域下 (upper flow regime) であったと考察される (Kennedy, 1963; Allen, 1982)。堆積物の粒度特性は、流れによる粒子の選別が起きたことを、また堆積物中のシルト分が少ないことは、細粒の粒子がより下流に流されたことを示している。さらに土砂流では、掃流状集合流動を起こして土砂堆積が促進される流れ底部に比べ、流れの上方は浮流が卓越し、もっとも流速が速くなる流れの表面付近に浮いた流木が集中し、先行して流下したことが考えられ、

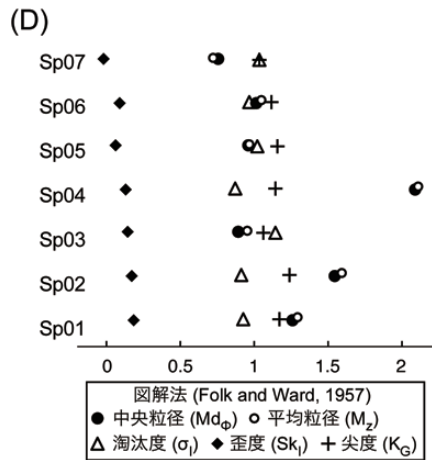
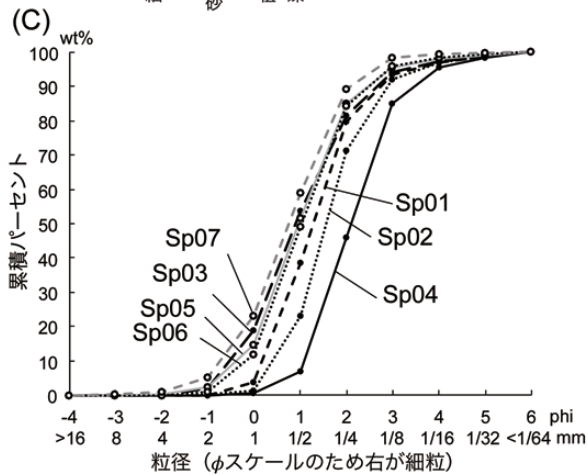
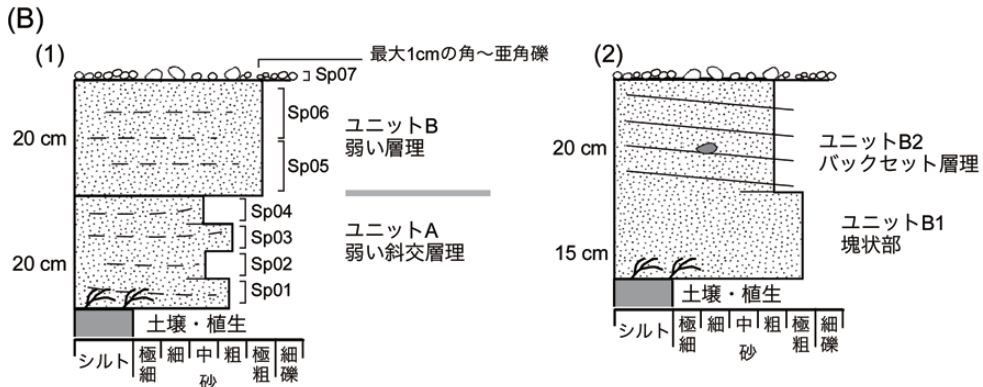


図18 大沢川沿いの土砂流堆積物

(A) 土砂流堆積物の断面 (2022年8月5日撮影)。緩やかなマウンド状の反砂堆の形態を持つ。図中の (1) (2) は、(B) に対応する。(B) 堆積物柱状図と試料採取層準。(C) 堆積物の粒度分布。(D) 堆積物の粒度特性。



図19 小岩内・川部周辺の氾濫原に堆積した流木と土砂の状況 (2022年8月5日撮影)



図20 大沢川の砂防堰堤に堆積した流木の状況 (2022年8月5日撮影)

そのため流木の被害が拡大したと思われる (図15, 16, 19)。

なお、この観察地点から20m下流では、砂や10~20cm大の礫とともに、最大で長径約1~2m程度の巨礫(花崗閃緑岩)が複数点在していた。この礫は、大沢川の堰堤上流からではなく、堰堤直下の擁壁工下に存在していた釜杭層を覆うアルコース質の崩積性堆積物中に由来すると思われる。今回のイベントによりこの擁壁が破壊され、堆積物が洗掘されているのが確認でき、流れはごく短い距離巨礫を運搬したが、先述したとおりこれは土石流ではなく、土砂流によるものと考えられる。

4.3 流木・浸水による被害

今回の豪雨に伴って大沢川流域で発生した流木は、集落の上流約180mにある砂防堰堤に堆積するとともに(図20)、小岩内集落から氾濫原にかけても広く堆積した(図15, 16, 21)。大沢川沿いの家屋の多くは、これらの流木の衝突などによって破壊され、村上市のまとめによれば、6棟が全壊したほか、半壊・一部損壊の被害が多数生じた。大沢川は、砂防堰堤より下流では三面張りの水路(幅約3m、深さ1.5~3m)となり、小岩内の集落内の2箇所(図16Aのaおよびb)で緩く屈曲して、西南西から南西に流れの方向を変える。下流側の屈曲箇所(図16Aのb)とその下流(図16Aのc)の2箇所には橋梁がある。この屈曲部と2つの橋梁を含む区間において、最大規模の



図21 小岩内集落内の大沢川河道上とその周辺に堆積した流木 (2022年8月5日撮影)
Bの撮影位置と方向を赤矢印でAに示す。

流木の堆積がみられた(長さ約60m、幅が最大で約20m)。図21から分かるように、大沢川の河道から完全に溢れて、盛り上がるように多量の流木が堆積している。流木の樹種は、スギなどの針葉樹とブナなどの広葉樹から構成されており、長いものでは15mを超えるものが、また太いものでは直径50cm前後の幹がみられた。



図22 大沢川から溢れ出た水流によって深く洗掘された箇所（位置は図16Cに示す）
（2022年8月8日撮影）

多量の流木が屈曲や橋梁のある区間に詰まることによって大沢川の水路が閉塞された結果、水路から溢れた水は、住宅の敷地を洗掘して流下するとともに、扇状地や下流の氾濫原にかけて、広く浸水の被害をもたらした。大沢川の右岸側には擁壁（段丘崖）があるため、水路の閉塞によって溢れた水は、流木堆積域（閉塞箇所）の左岸の住宅敷地内を流下し、約70 mにわたって幅3～10 mという規模で洗掘した（図16C）。災害後の航空レーザ測量データをもとに推定した洗掘深は、下流部で3 m前後を示した。洗掘域においては、流木の衝突による破壊に加えて、洗掘によって基礎部分が失われた家屋が複数確認された（図22）。また図16Cに図示したように、大沢川沿いや氾濫原上では、1 m以上の浸水深となった箇所が多数確認された。特に浸水深が大きかったのは、大沢川河道上の流木堆積域の上流側と、洗掘域の周囲であり、最大値は流木堆積域の上流側で記録された205 cmであった（図17）。この地点では土砂の堆積も顕著で、層厚が165 cmにも達している。今回のように、多量の流木が河道の橋梁部分などに詰まることによって浸水被害が生じる事例は、流木による典型的な災害の形態として、日本各地でこれまでに数多く確認されている（例えば石川, 2006；水原, 2016）。

小岩内の周辺地域では、大沢川からだけでなく、その北西方に位置する大沢沢、高野沢、赤坂川か

ら流出した流木や土砂の堆積も UAV 空撮画像や現地調査によって広範囲に確認された。図15Aに、UAV 空撮画像から判読した流木の堆積範囲を赤色で示す。傾斜の緩やかな扇状地や氾濫原上では、流木の堆積範囲は大きく広がりながら、北西（荒川下流の方向）へと延びている。特に障害物のない道路や水路の部分では、流木が遠くまで運搬される傾向が認められる。このうち赤坂川や高野沢から流出した流木は、氾濫原に達した後、水田などを流れて自然堤防領域の縁にあたる川部集落南～南東側の家屋まで到達しているが、おそらく衝撃力がごく小さかったために、流木によって破壊されたことが明らかな家屋は確認されなかった。

5. 小岩内における防災気象情報と避難行動

今回の豪雨では、本章で詳しく述べるように、小岩内では当時まだ本格的な大雨になる前の段階から避難の呼びかけが始まり、住家等には甚大な被害が生じたにもかかわらず、人的被害の点では負傷者1名のみで死者を出すことはなかった。このような人的被害を最小限に留めた避難行動は、自治体（村上市）と住民（小岩内）とが、それぞれどのような情報に基づいてどのような判断・対応をした結果として達成されたのだろうか。本章では、その点に注目しながら、村上市と小岩内の住民それぞれの対応・行動をまとめる。

5.1 調査方法

8月3日から4日にかけての防災気象情報と村上市の対応については、村上市役所総務課危機管理室に対して2022年10月28日及び2023年5月30日にヒアリングを行うとともに、同室からの提供資料（令和4年8月豪雨に伴う対応経過、避難指示発令状況）に基づいて調べた。防災気象情報については、気象庁等の発表資料（新潟地方気象台, 2022；気象庁, 2022）も参照した。一方、小岩内の住民の対応（避難行動）については、2022年9月7日10:00～12:00に同地区の松本佐一区長にヒアリングを実施して調べた。ヒアリングは聞き取り者3名で行い、小岩内の災害リスク、防災に関

する取り組み、8月3～4日の災害対応と避難行動についての情報を収集した。

5.2 防災気象情報とそれに対する村上市の対応

調査から明らかになった8月3日0時から8月4日12時までの防災気象情報とそれに対する村上市の主な対応を図23に示す。この図では、小岩内近傍の国土交通省坂町観測所における雨量と、国土交通省葛籠山観測所における荒川の水位の時系列グラフを挟んで、その上下に小岩内の避難行動に関連がある防災気象情報と村上市の対応を示した。村上市では村上市全域の気象状況や被害状況に応じて様々な災害対応を行っているが、ここでは小岩内の避難行動に関連があるもののみを抽出している。なお、荒川の下流(河口から約19 kmまでの区間)は国土交通省所管の洪水予報河川であるが、この内、村上市内の区間については葛籠山観測所が基準水位観測所に指定されている(羽越河川国道事務所, 2016)。河口から約19 kmの地点よりも上流側は新潟県所管となり、村上市に係る洪水予報や水防警報の指定水位局として鷹ノ巣観測所(図1)が設定されている(村上市防災会議, 2022)。

(1) 避難指示の発令前

坂町観測所では、8月3日6:00頃から雨が降り始めているが、午前中の1時間雨量は4～7 mm h⁻¹の比較的弱い雨であった。しかし、村上市北部の山北地区や朝日地区では10:00～12:00には50～100 mm h⁻¹の非常に激しい雨が降っている地点が多数あり、村上市に対して9:33には大雨注意報・洪水注意報が、11:06には大雨警報(土砂災害・浸水害)・洪水警報がそれぞれ発令され、村上市では山北地区・朝日地区に土砂災害警戒情報が発表されたのを受けて11:33に災害対策本部を設置した。

8月3日の午後になると、線状降水帯が確認されたことから13:09に「顕著な大雨に関する新潟県気象情報第1号」が新潟県下越地方を対象として発表された。しかし、神林地区(小岩内)や荒川地区などの村上市南部では、8月3日13:00～23:00の雨は10 mm h⁻¹以下の比較的弱い降雨が

主体であった。そのような中、指定河川洪水予報として荒川氾濫注意情報(警戒レベル2相当)が15:20に発表されたため、村上市は16:10に神林地区内の神林農村環境改善センター(図1)に自主避難所を開設した。15:20の時点では基準水位観測所である葛籠山観測所の水位は氾濫注意水位に達していなかったが、葛籠山観測所よりも上流に位置する上関観測所(関川村, 図1)の水位が15:00に氾濫注意水位を上回ったため、荒川氾濫注意情報が発表されたものと考えられる。その後の葛籠山観測所の水位上昇に伴い15:52に水防警報(準備)、16:33に水防警報(出動)が出されるとともに、鷹ノ巣観測所の水位上昇に伴い20:39に水防警報レベル3(避難判断)が発表されるに至り、村上市では21:30に小岩内に避難指示を発令した。21:30の時点では葛籠山観測所の水位は避難判断水位に達しておらず、しかも前述のとおり13:00以降の降雨は弱いものであったが、避難指示発令前の18:09と21:19には「顕著な大雨に関する新潟県気象情報第2号、同第3号」が新潟県下越地方を対象として発表されるなどの広域的な降雨状況も踏まえ、荒川の氾濫発生に備えて避難指示を判断したものである。避難指示発令と同時に、神林地区には神林中学校と平林小学校(図1)が避難所として開設されている(前述の自主避難所は21:00に閉鎖)。なお、神林中学校と平林小学校は、神林地区の村上市指定緊急避難場所(11箇所)の中で、洪水災害と土砂災害の両方に対応した避難所であるが、小岩内から直線距離でそれぞれ7.5 km、7.3 km 離れており徒歩での避難は困難である。

(2) 避難指示の発令後

避難指示発令以降、線状降水帯が神林地区を含む村上市南部にかかったため小岩内では降雨状況が一変する。22時台から降り始めた降雨は23:00から翌8月4日未明にかけて猛烈な雨になり、神林地区に対して記録の短時間大雨情報(神林付近で約100 mmあるいは120 mm)が4度(8月4日1:17, 1:36, 2:07, 3:18)も発表されている。また、坂町観測所では8月4日3時には1時間雨量152 mm h⁻¹を観測している。この大雨に伴い、

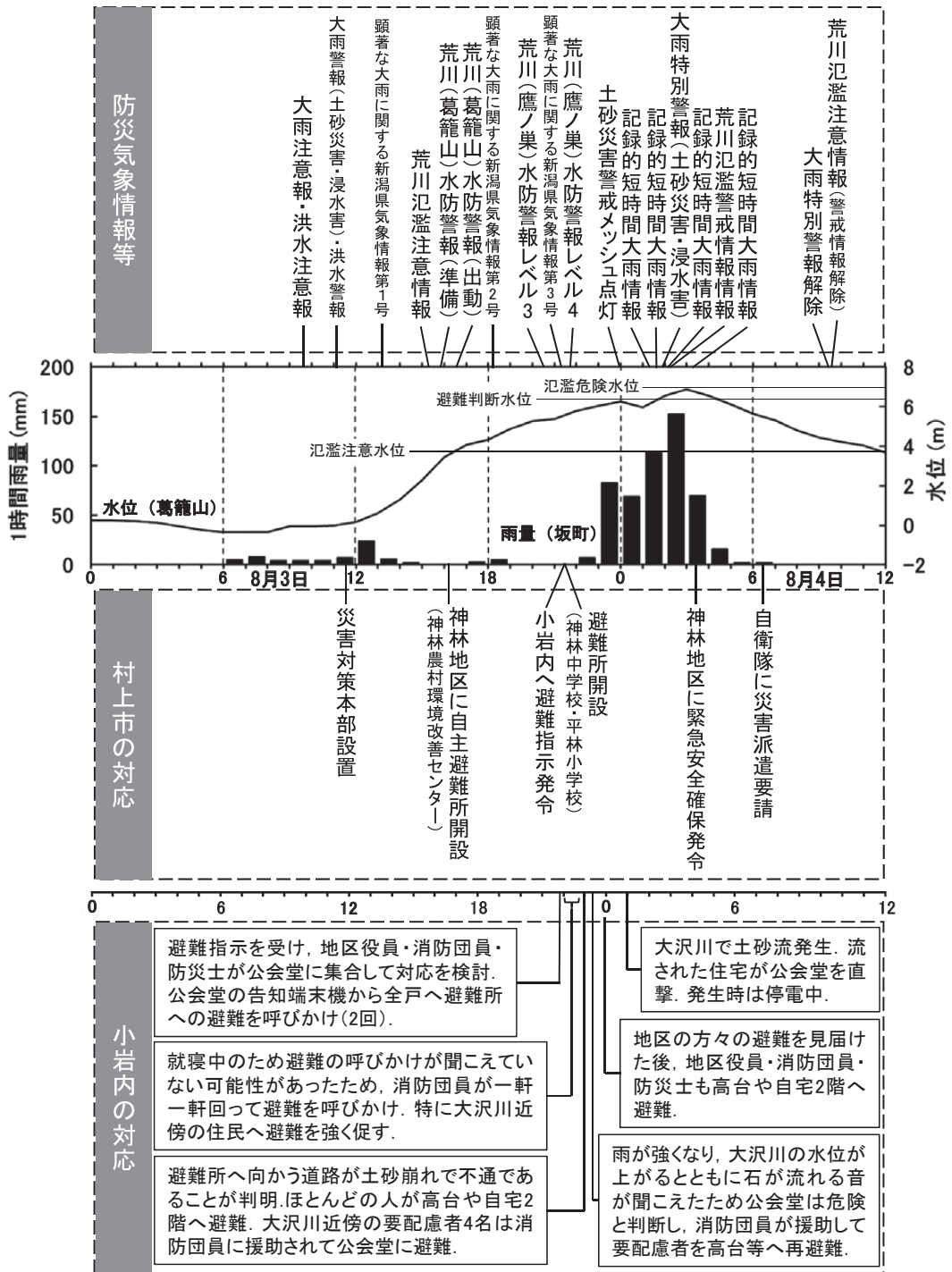


図23 8月3～4日の防災気象情報とそれに対する村上市および小岩内の主な対応
 防災気象情報の下には、国土交通省坂町観測所の雨量と国土交通省葛籠山観測所における荒川の水位の変化を示す。

村上市役所総務課危機管理室の資料では8月4日0:00に「神林地区に土砂災害警戒判定メッシュ点灯」と記載されているが、これは気象庁の土砂キキクル(大雨警報(土砂災害)の危険度分布)において警戒レベル4相当の「危険」(2時間先までに土砂災害警戒情報の基準値に到達すると予想)と判断されたメッシュが神林地区に出現したことを意味する。さらに、1:56には大雨特別警報(土砂災害・浸水害)が村上市に発令されるとともに、葛籠山観測所の水位が避難判断水位を超えたため2:10には荒川氾濫警戒情報(警戒レベル3相当)が発表された。これらの警報等を受けて、村上市では3:22に神林地区全域に緊急安全確保(警戒レベル5相当)を発令した。5.3節で述べるが、小岩内では土砂災害警戒判定メッシュ点灯の1時間後(大雨特別警報の約1時間前)の1:00頃に、大沢川において4章で述べた多量の流木を伴った土砂流が発生し多くの被害もたらしている。その後、5:00頃には神林地区の雨は小康状態となり、9:30には大雨特別警報が、9:35には荒川氾濫警戒情報がそれぞれ解除された。

5.3 小岩内の対応

小岩内の松本佐一区長へのヒアリング結果に基づき、村上市等が公開している関連資料の情報も加味して、小岩内の災害リスク、防災に関する取り組み、8月3～4日の災害対応と避難行動について以下に示す。

(1) 災害リスク

2022年7月時点での小岩内の世帯数は36、人口は114人である。人口に占める65歳以上人口は54人であり、高齢化率が約47%と極めて高い。村上市の洪水ハザードマップでは、小岩内の住家の一部は、1000年に1度程度の大雨によって荒川の堤防が決壊した場合に想定される浸水範囲(浸水深0.5m～3.0m)に含まれているが、全世帯数に対する割合は2割以下である。一方で小岩内では、土砂災害(土石流、急傾斜地の崩壊)のおそれのある土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域に9箇所が指定されており、全世帯数の7割以上がいずれかの区域に位置している。その中で、土石

流の発生のおそれがある溪流は、大沢川、居浦、大小沢、下小沢の4溪流である。大沢川では羽越水害の際に土石流が発生し、大きな人的被害と建物被害(神林村、1969)が出ており、地区の高齢者の多くはこの災害の記憶を有している。羽越水害の時に大沢川に面した場所に住居していた松本佐一区長(当時中学生)も、土石流により家屋が被害を受けており、当時の鮮明な記憶を持っている一人である。区長によると、そのような背景から、小岩内の住民のほとんどが村上市から配布された洪水・土砂災害ハザードマップを確認しており、特に土砂災害に対するリスクが大きい地域であるという認識を持っていたとのことである。

(2) 防災に関する取り組み

小岩内には、地区役員5名、消防団員約10名、防災士2名がおり、災害時には区長を中心としてこれらの人々が住民の防災活動を主導する体制ができています。また、避難行動要支援者(災害時に自ら避難することが困難な高齢者や障害者等)の名簿が作成されており、5名の要支援者が登録されているとともに、災害時に避難行動を支援する役割を担う住民8名が決められている。

小岩内には、地域住民が集ったり自治会活動を行ったりする施設として公会堂(図24)が大沢川の近傍に設けられている。この小岩内公会堂の中には、羽越水害の教訓を伝承することを目的として当時の小岩内の被害状況の写真が多数掲示されている。また、公会堂では毎年8月最後の日曜日に小岩内の住民が集まる「収穫祭」と称する催しが開催されている。村上市は自主防災組織や町内・集落に対して、地域の災害リスクに即した独自の防災訓練の実施を要請しており、収穫祭はこの防災訓練の一環として開催されていたものである。収穫祭では、住民名簿の確認は行われていたが、避難訓練や水防訓練などの具体的な防災活動が行われていたわけではない。しかし、収穫祭は男性だけで料理を作り住民に振る舞うというユニークな方法で実施されており、その結果、女性住民も参加しやすく、子供から高齢者までほとんどの住民が参加していたとのことである。

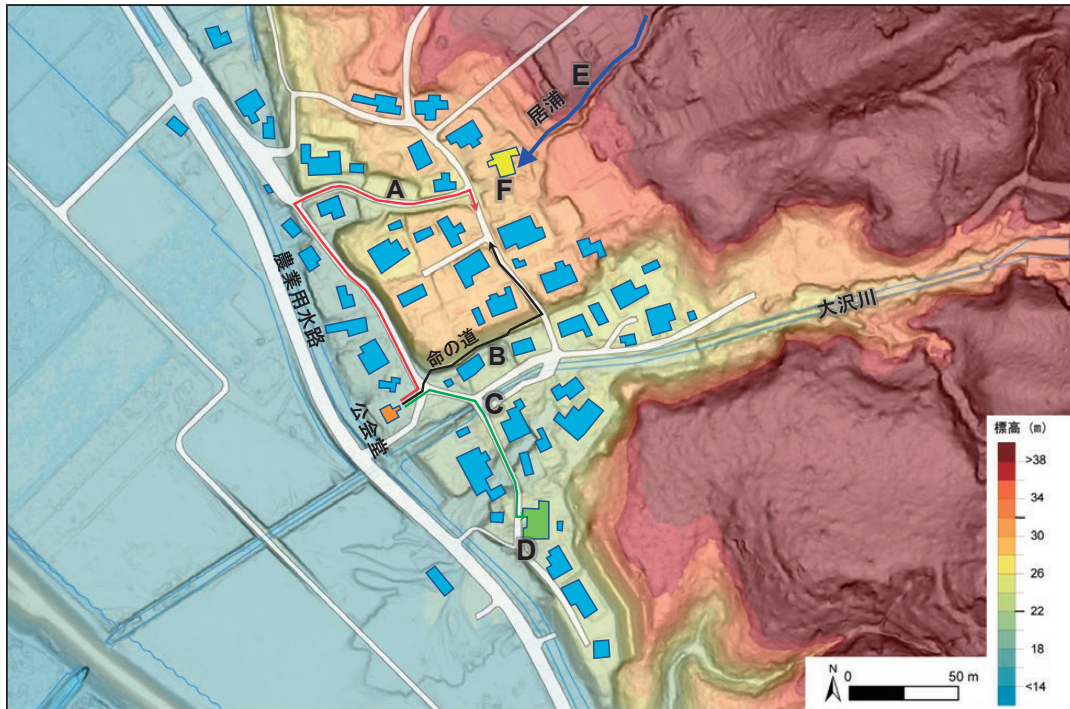


図24 村上市小岩内における標高地形図と大沢川沿いの住家の要配慮者の再避難経路
 A (赤線) は公会堂から北北西に移動してから高台へ上るルート、B (黒線) は高台脇の斜面 (段丘崖) を通る細い歩道 (命の道) を通る避難ルート、C (緑線) は3名の要配慮者が公会堂から再避難した住家 (D) までの避難ルート、E (青線) は流木を伴った小規模な出水が発生した居浦、F は居浦からの出水により被害を受けた住家、薄い青色の多角形は建物をそれぞれ示す。建物、道路は地理院地図データを基に作図した。

(3) 8月3～4日の災害対応と避難行動

小岩内における8月3～4日の主な災害対応と避難行動を図23の最下段に示す。以下にその詳細を時系列に沿って述べる。

まず、村上市から避難指示が発令される8月3日21:30以前の段階では、住民は村上市北部における大雨とそれによる災害はマスコミ報道を通じて認識していたものの、村上市南部の雨は比較的弱いものであったため、小岩内に避難指示が出るということは考えもしない状況であった。村上市からも避難準備や高齢者等の避難の呼びかけは何もなかった。21:30に村上市役所から防災行政無線によって避難指示が各戸へ伝えられたため、区長は独自の判断で地区役員・消防団員・防災士に電話連絡し公会堂へ集合することとした。なお、小岩内を含む村上市神林地区には、従来の防災行

政無線の戸別受信機に代わって、光ファイバー回線を用いた行政情報等の各種情報伝達手段があり、各戸に告知端末機 (通話・通信及び広報事項の伝達等を行うための機器) が設置され、これを用いて災害等の緊急情報が提供されている。

22:00前に公会堂へ集合した約13人の地区役員等で対応を検討した結果、公会堂の告知端末機を用いて小岩内の全戸に避難所への避難を呼びかけることとした (2回呼びかけを実施)。この対応を決めるに当たっては、22:00前の時点では小岩内ではほとんど雨が降っていなかったことや夜間であったため判断がとて難しかったと区長は語っており、防災士の方の「空振りになってもいいではないか」という言葉が迅速な判断の決め手となったそうである。その後、就寝していても告知端末機による避難の呼びかけが聞こえていない住

民がいる可能性が考えられたため、22:00~23:00前にかけて消防団員が一軒一軒を訪問して再度避難の呼びかけを行った。各戸訪問と避難の呼びかけは、特に1967年の羽越水害の際に大きな被害が出た大沢川沿いの住家に対しては執拗に行き、就寝していて気づかない世帯には電話をかけたり区長自らが出向いて住民を起こしたりして避難を強く促したとのことである。

避難の呼びかけにより、ごく一部の住民は速やかに避難所に避難することができたが、避難所へ向かう唯一の道路である市道平林小岩内線が川部地内(図1の×印の地点)での土砂崩れによって車で通行できなくなったため、公会堂へ引き返してきた住民もいた(23:00前頃)。23:00前頃からは雨が強くなってきたため、公会堂で災害対応に当たっていた区長等は避難所への避難は困難と判断し、羽越水害の時も被害が出なかった集落内の高台(大沢川右岸の低位段丘面)に避難してもらうという方針に23:00頃に切り替えた。また、雨脚が強くなった中で大沢川沿いの住家の要配慮者4名(高齢者、車イス使用者)の自力での避難は困難であり、消防団員が援助して公会堂に一旦避難してもらうことにした。23:00以降の降雨は猛烈な雨となり、公会堂近傍の農業用水路や大沢川の水位が急上昇するとともに石が流れるような音が聞こえたため、大沢川に隣接する公会堂は危険と判断し、消防団員が援助して要配慮者1名を高台へ再避難させた。その際に、公会堂から北北西に移動してから高台へ上るルート(図24中のA、車での移動可)があるが、羽越水害の際に居浦(土石流の発生のおそれがある4溪流の内の一つ)からの土石流がこの坂に流れ込み、1名の犠牲者が出ているため、大雨時にここを通行するのは危険と判断して、高台の脇の斜面(段丘崖)を通る細い歩道(図24のB)を選択している。この歩道は幅が50cm以下であるうえ、公会堂から行くには細く急なコンクリート階段を上る必要あるため車イスでの通行はできない。そのため、車イスの方とその配偶者(いずれも高齢者)および一人暮らしの高齢者1名(合計3名の要配慮者)は羽越水害の際に被害がなかった大沢川左岸の住家(図

24のD)に消防団員が運転する車で避難させた。この避難では大沢川に架かる橋を渡ることになるが、大沢川の水位等の状況を確認したうえで通行している。この要配慮者の避難が完了したのが23:30頃であり、ほぼ全ての住民の方々の避難を確認した後、地区役員・消防団員・防災士も高台や自宅2階へ避難した(8月4日00:00頃)。

その後、8月4日1:00頃、大沢川で多量の流木を伴った出水(土砂流)が発生したのを高台の住民が目撃している。目撃情報の中には、土砂流の発生は1回ではなく2~3回起り、河道を流木で埋めたという情報もあったそうであるが、確認はとれていない。ただし、大沢川での堆積物の観察(図18)からは、少なくとも2回の流れが示唆されるため、この目撃情報と整合的である。1:00頃の時間帯には発雷もあり、小岩内は停電状態になっていた。この土砂流と流木により大沢川右岸の住宅が流され公会堂を直撃した。また、車イスの方を含む3名の要配慮者を避難させた大沢川左岸の住家は、4章で述べたように、流木で閉塞された水路から溢れた水によって床下浸水となってしまった。幸いなことに要配慮者は全員無事であったが、浸水の連絡を受けた区長は朝になって無事が確認されるまで気が気ではなかったとのことである。

5.4 防災気象情報と避難行動に関する考察

(1) 避難のリードタイム

防災気象情報とそれに対する村上市の対応の推移を概観すると、小岩内を含む村上市南部では、8月3日の日中の雨は顕著でなく、今回の小岩内の災害を予見しにくい状態であったと言える。小岩内に対する避難指示も土砂災害よりもむしろ荒川の氾濫に備えて発令されたと考えられ、この判断が避難指示発令後に同地区を襲った線状降水帯による猛烈な雨に対して、結果的に短時間ではあるが避難のリードタイムを住民に与えることになり、住民の安全確保に大きく役立ったと捉えることができる。実際に、神林地区に警戒レベル4相当の土砂災害警戒判定メッシュが点灯したのは8月4日0:00であり、もしもこの時点まで避難指示

を発令していなかったならば、大沢川の土砂流発生まで1時間しかなく、しかも深夜での発令ということもあり、十分な避難ができなかった可能性が高い。

気象庁は2022年6月1日から、「顕著な大雨に関する気象情報」の発表基準を満たすような線状降水帯による大雨の可能性がある程度高いことが予想された場合に、半日程度前から気象情報において「線状降水帯」というキーワードを使った呼びかけを行うこととしたが、今回の8月3～4日の新潟県下越地方の大雨ではこの呼びかけはなかった。今回の小岩内の災害は、線状降水帯が数時間でも停滞すると土砂災害の危険度が急激に高まることを示しており、避難のリードタイムを確保するためには、線状降水帯の発生予測精度の向上が切望される。また、線状降水帯による降雨は、図3から分かる通り、極めて急激な立ち上がりを見せるため、そもそもリードタイムが小さいことが特徴である。これに対応するためには、自治体が指定する避難所以外に、集落ごとに安全な避難場所をあらかじめ設定しておくことも重要であり、今回の小岩内の避難行動はその必要性を訴えかけるものであった。

(2) 羽越水害の教訓

今回の小岩内の災害対応と避難行動には、羽越水害の教訓が数々活かされている。まず、ほとんど雨が降っていない状況下での迅速な避難の判断と積極的な呼びかけは、羽越水害の被害が脳裏に焼き付いていればこそその決断であろう。避難の呼びかけを大沢川周辺の住民に対して徹底的に行ったことや、要配慮者の避難路や避難先の選択にも羽越水害の教訓が活かされている。大沢川周辺の住民がもしも避難しなかったり、避難が遅れたりしていたら大惨事になっていたことは間違いないであろう。また、要配慮者の避難路の選択において、公会堂から北北西に移動してから高台へ上るルートを選ばなかったことも適切な判断である。実際に、今回も居浦から小規模ながらも流木を伴った出水が発生し(図24のE)、居浦の流路近傍に位置する住家(図24のF)は床上浸水の被害を受けた。大雨時間帯には高台へ上る道路(図24

のA)も居浦からの出水の影響を受けて危険な状態にあったことが容易に想像される。区長は、要配慮者の避難に用いた高台の脇の斜面を通る細い歩道(図24のB)を「命の道」と呼んでおり、大雨時の避難路として以前から重視していたものと考えられる。3名の要配慮者を避難させた住家の選択も羽越水害の経験から判断されたものである。結果的にこれは区長にとって見込み違いとなってしまうが、今回のような過去に経験したことがない猛烈な雨の発生や、大量の流木を伴った土砂流の発生が予測できない状況下ではやむを得ないことである。さらに、避難行動が円滑に進んだ背景には、羽越水害の教訓に根差した毎年の収穫祭の実施も貢献していると考えられ、災害時の円滑な助け合いを可能にするための顔の見える関係づくりの場として収穫祭は大きな意味を持っていたと推察される。

(3) 防災士の存在

小岩内の避難行動の迅速・適切な判断には防災士の存在が大きく、防災士の方からの助言が大きく活かされていた。松本佐一区長は、村上市からの避難指示の連絡を受けて公会堂へ集結した際に防災士の方に一番よく相談したと話されていた。小岩内に防災士がいたのは偶然ではなく、村上市の施策によるものである。村上市では、町内や集落に防災士が1人以上いることを目指し、区長からの推薦を受けた住民に対し、防災士養成研修講座の受講料を市が全額補助する取り組みを2014年度から実施しており、村上市役所総務課危機管理室によると2022年度までに約270人の防災士を養成したとのことである。大規模災害時における公助には限界があることは周知の事実であり、地域内における助け合い(共助)に期待するところが大きい。今回の小岩内においても、防災士の方は防災情報収集・伝達、避難誘導、要配慮者支援などの面で地域の防災リーダーとしての役割を果たしており、村上市の防災士養成事業の効果の一端が現れたものと捉えることができる。

(4) 災害時の情報伝達手段

小岩内に光ファイバー回線を用いた情報伝達手段(IP告知システム)が整備されていたことも、

今回の小岩内の災害対応にとって効果的であったと言える。公会堂での災害対応において、区長等は公会堂の告知端末機を用いて小岩内の全戸に避難所への避難を2回呼びかけ、住民の多くはその呼びかけにより速やかに避難行動を起こしたものと考えられる。もしも従来の防災行政無線の戸別受信機が設置されている状態であったならば、区長からの全戸一斉連絡は不可能であり、少なからず避難行動に遅れが生じたであろう。ただし、IP告知システムは災害時の断線や停電に対して脆弱であり、災害情報伝達手段として万能というわけではない。

6. まとめ

新潟県下越地方の荒川下流域では、2022年8月3日～4日にかけて線状降水帯が発生し、歴代観測値を更新する最大1時間雨量148mm（アメダス下関観測所）という記録的な豪雨となった。この豪雨によって、山地斜面では崩壊面積率8.3%という近年の豪雨災害の中でも稀にみる表層崩壊の群発が生じ、土砂・流木の流出に至った。なかでも、荒川右支川の大沢川扇状地に立地する村上市小岩内では、土砂流が発生し、川沿いの住家が流木の衝突などによって全半壊し、一帯では浸水被害が出た。流れの表面に浮いた流木が大沢川（水路）の屈曲や橋梁のある区間において水路を閉塞することにより、水路外に流木を含んだ土砂流が溢れたことで、被害が大きくなったと考えられる。

避難行動が難しい深夜の急な豪雨だったにも関わらず、村上市小岩内における犠牲者が0名であった要因を明らかにするため、防災気象情報と避難行動を調べた結果、土砂災害よりもむしろ荒川の氾濫に備えて避難指示が早期に発令されたことが避難のリードタイムを住民に与えることになり、住民の安全確保に大きく役立ったことが分かった。また、小岩内集落の災害対応と避難行動には、1967年の羽越水害の教訓が数々活かされていたことや、村上市の防災士養成事業の効果が認められることが明らかになった。

謝辞

村上市小岩内の松本佐一区長および村上市総務課危機管理室には、発災前後の避難行動や防災対策に関するヒアリングおよび関連資料の提供等のご協力をいただきました。また、新潟地方気象台には速報版解析雨量データを、朝日航洋株式会社および国土交通省飯豊山系砂防事務所には災害前後の航空レーザ測量データをご提供いただきました。新潟大学災害・復興科学研究所の卜部厚志教授、渡部直喜准教授、新潟大学大学院自然科学研究科博士後期課程の佐藤和平氏には、現地調査等にご協力いただきました。新潟大学研究統括機構のJamie I. Farquharson 特任教授には英文要旨の校閲にご協力いただきました。ここに記して感謝致します。

引用文献

- Allen, J.R.L.: Sedimentary structures, Their character and physical basis, *Developments in Sedimentology*, Vol.30, Elsevier, Amsterdam, 593p., 1982.
- Araya, T. and F. Masuda: Sedimentary structures of antidunes, An overview. *堆積学研究*, 53号, pp.1-15. 2001.
- Folk, R.L. and W.C. Ward: A study in the significance of grain-size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol.27, pp.3-26, 1957.
- 広島大学平成30年7月豪雨災害調査団（地理学グループ）：平成30年7月豪雨による広島県の斜面崩壊分布図，2018年7月24日。 https://www.ajg.or.jp/disaster/files/201807_report003.pdf. 2023年4月12日.
- 市ノ瀬榮彦：S42，8・28羽越水害（山形県・新潟県）－水害から30年－，*砂防学会誌*，Vol.50，No.6，pp.77-81，1998.
- 石川芳治：V章 流木災害と森林，*森林科学*，No.47，pp.28-32，2006.
- 石川芳治・池田暁彦・柏原佳明・牛山素行・林真一郎・森田耕司・飛岡啓之・小野寺智久・宮田直樹・西尾陽介・小川洋・鈴木崇・岩佐直人・青木規・池田武穂：2013年10月16日台風26号による伊豆大島土砂災害，*砂防学会誌*，Vol.66，No.5，pp.61-72，2014.
- 海堀正博・長谷川祐治・山下祐一・崎田博史・中井真司・桑田志保・平松晋也・地頭蘭隆・井良沢道也・清水取・今泉文寿・中谷加奈・柏原佳

- 明・加藤誠章・鳥田英司・平川泰之・吉永子規・田中健路・林拙郎：平成30年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害，砂防学会誌，Vol.71, No.4, pp.49-60, 2018.
- 神林村：水と泥と人間と－8・28水害の記録－，101p., 1969.
- 片岡香子：ラハール堆積物：ハイパーコンセントレイトッド流堆積物，フィールドマニュアル 図説 堆積構造の世界（伊藤慎編），朝倉書店，pp.131-132, 2022.
- Kato T.: Quasi-stationary band-shaped precipitation systems, named “senjo-kousuitai” causing localized heavy rainfall in Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol.98, No.3, pp.485-509, 2020.
- 加藤輝之：アメダス3時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去45年間の経年変化，*天気*，Vol.69, No.5, pp.3-8, 2022.
- Kennedy, J.F.: The mechanics of dunes and antidunes in erodible-bed channels. *Journal of Fluid Mechanics*, Vol.16, pp.521-544, 1963.
- 木下篤彦・野池耕平・西岡恒志・筒井和男・福田和寿・村田雄一・今森直紀・荒木義則：近年発生した表層崩壊の発生規模と降雨・地質特性との関係に関する研究，*河川技術論文集*，Vol.22, pp.279-284, 2016.
- 気象庁，8月1日から6日の前線による大雨，2022，https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2022/20220822/jyun_sokuji20220801-0806.pdf，2023年6月22日.
- 小松原琢：新潟平野北東縁部の活構造－変位速度からみた地殻変動の地域的特徴－，*東北地理*，Vol.43, pp.73-97, 1991.
- 小室隆・赤松良久：平成29年7月九州北部豪雨の災害調査速報，*自然災害科学*，Vol.37, No.4, pp.371-379, 2018.
- Kurita, H. and Y. Ishikawa: Dinoflagellate cysts from the basal Miocene coarse-grained facies, Hozakayama area, northern Niigata, central Japan. *Science Report, Niigata University (Geology)*, No.25, pp.69-82, 2010.
- 松四雄騎・松倉公憲：透水性の異なる砂岩と泥岩からなる丘陵地における斜面崩壊の発生機構と発生位置，*地形*，Vol.25, No.2, pp.139-159, 2004.
- 水原邦夫：土石流に伴う流木による災害とその防止軽減対策に関する考察，*水利科学*，No.352, pp.1-46, 2016.
- 村上市防災会議，村上市地域防災計画（風水害等対策編），2022，<https://www.city.murakami.lg.jp/uploaded/attachment/53053.pdf>，2023年6月22日.
- 新潟地方気象台，令和4年8月3日から4日にかけての大雨に関する新潟県気象速報（第2報），2022，https://www.jma-net.go.jp/niigata/menu/sokuhou/20220803_sokuhou-2.pdf，2023年6月22日.
- 西井稜子・若月強・青木慎弥・竹田尚史：1967年羽越豪雨による表層崩壊地の植生回復，第57回日本地すべり学会研究発表会講演集，188p., 2018.
- 恩田裕一：土層の水貯留機能の水文特性および崩壊発生に及ぼす影響，*地形*，Vol.10, No.1, pp.13-26, 1989.
- 大野研也，バックセット層理，フィールドマニュアル 図説 堆積構造の世界（伊藤慎編），朝倉書店，pp.36-37, 2022.
- Pierson, T.C.: Hyperconcentrated flow-transitional process between water flow and debris flow. In: Jacob, M. and O. Hungr. (eds.) *Debris-flow hazards and related phenomena*. Springer, Berlin, pp.159-202, 2005.
- 清水収：山腹崩壊に伴う流木災害とその対策，一般社団法人宮崎県治山林道協会，平成29年度研究助成，pp.1-5, 2017.
- 羽越河川国道事務所，洪水時の河川に関する情報提供等の内容及びタイミング，2016，<https://www.hrr.mlit.go.jp/uetsu/contents/river/gensai/data/kyouyu.pdf>，2023年6月22日.
- 山本晴彦・川元絵里佳・渡邊祐香・那須万里・坂本京子・岩谷潔：2018年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害の特徴と土地利用の変遷，*自然災害科学*，Vol.38, No.2, pp.185-205, 2019.

（投稿受理：2023年8月10日
訂正稿受理：2023年12月15日）

要 旨

2022年8月3日～4日にかけて、新潟県下越地域では線状降水帯が発生し、記録的な豪雨となった。1時間雨量約150 mmに達する強烈な雨によって、山地斜面では崩壊面積率8.3%を示す多数の表層崩壊が発生した。村上市小岩内では、深夜に流木を伴った土砂流が発生した。幸いなことに犠牲者は0名であったが、流木による流路閉塞によって、流路沿いの住家の倒壊や浸水による被害が確認された。住民が避難するきっかけとなったのは、土砂災害警戒情報ではなく荒川の氾濫リスク情報に基づく避難指示の発令に由来しており、結果として安全に避難するためのリードタイムの確保につながった。また、1967年羽越水害の教訓や、村上市の防災士養成事業による効果が適切な避難行動につながった。