

第 4 章 斜面崩壊

4. 斜面崩壊

斜面崩壊の形態は、自然斜面においては、海岸線沿いの岩盤崩壊、落石が多く、崩壊が土石流化したケースが1箇所見られた。能登半島は、地すべり地形が密に分布する地域でありながら明瞭な地すべり変位は認められなかった。以下に斜面崩壊の形態別に、概要を述べる。調査ルートおよび調査地点番号を図4-1に、斜面崩壊の概要を表4-1に示す。

第1回調査 平成19年3月30日(金)~4月1日(日)

(後藤聡、稲垣秀輝、上野将司、櫻井正明、太田英将、岩佐直人、鈴木素之、平田文)

第2回調査 平成19年6月2日(土)~6月3日(日)

(後藤聡、櫻井正明、小川紀一郎、平田文、中村洋介)



図4-1 現地調査のルート及び調査地点

本図は、国土地理院発行の20万分の1地勢図「輪島」「七尾」「富山」を使用した。

表 4-1 斜面崩壊の概要（数字は目測による概略の値である）

整理番号	現地調査		場所	分類	形態	主たる地質	被災状況	崩壊及び落石の規模											
	第1回	第2回						平均長(m)	平均幅(m)	崩壊深(m)	平均高(m)	平均幅(m)	平均厚(m)	長さ(3方向, m)	体積(m3)	面積(ha)	崩壊土砂量(m3)	落石重量(t)	延長(m)
S 1			富来町酒見	自然斜面	岩盤崩壊(トッピング)	安山岩	道路埋没				15	10	5					750	
S 2			富来町関野鼻	自然斜面	岩盤崩壊(崩落)	安山岩	観光名所被災											?	
S 3			輪島市曾々木	自然斜面	岩盤崩壊(崩落)	火砕岩	洞門被災(国道)											500	
S 4			輪島市大川	切土斜面	表層崩壊	シルト岩	道路埋没(国道)											600	0.02
				切土斜面	表層崩壊	シルト岩	道路埋没(国道)											150	0.02
S 5			輪島市三ツ子浜	切土斜面	表層崩壊(平面すべり)	シルト岩	道路埋没(国道)											100	0.01
S 6			輪島市三ツ子浜	切土斜面	表層崩壊	シルト岩	吹付工崩落・道路埋没(国道)				20	20	1					400	0.04
S 7			輪島市里町	切土斜面	表層崩壊	シルト岩	吹付工崩落・道路埋没(国道)				10	20	2					400	0.02
S 8			輪島市打越	盛土斜面	盛土崩壊		擁壁(L型)崩落(国道)												30
S 9			輪島市袖ヶ浜	自然斜面	岩盤崩壊(崩落)	砂岩	道路埋没(軽自動車被災)				30	20	2					1200	
				自然斜面	岩盤崩壊(崩落)	砂岩	道路埋没				30	10	3					900	
S 10			輪島市下山	切土斜面	表層崩壊	シルト岩	道路埋没				10	10	1					100	0.01
				盛土斜面	盛土変状		道路陥没・擁壁(石積)変位												10
S 11			輪島市上山	切土斜面	表層崩壊	凝灰岩	法面変状				15	15	1					230	0.02
S 12			輪島市門前町深見	自然斜面	落石	礫岩	道路上下下							5	5	4		260	0.01
S 13			輪島市門前町深見	自然斜面	深層崩壊	礫岩, 凝灰角礫岩	道路埋没				150	40	3					18000	0.60
S 14			輪島市門前町深見	自然斜面	岩盤崩壊(崩落)	礫岩	道路埋没				20	20	1.5					600	0.04
S 15			輪島市門前町深見	自然斜面	落石	礫岩	道路上下下・防潮護岸破壊								6	6	6		560
S 16			輪島市門前町深見	自然斜面	岩盤崩壊(崩落)	凝灰岩	道路上下下				15	10		2	4	2	1.5		300
S 17			輪島市門前町深見	自然斜面	落石	凝灰岩	落石多数・広場上下下										100		100
S 18			輪島市門前町深見	自然斜面	岩盤崩壊(くさび)	凝灰岩	道路埋没				10	10		2	2	2	1		200
S 19			輪島市門前町深見	自然斜面	落石	礫岩	道路上下下							3	2.5	1.5			29
S 20			輪島市門前町上長谷崎	自然斜面	岩盤崩壊(平面すべり)	凝灰岩	道路埋没				20	20	1					400	0.04
S 21			輪島市門前町上長谷崎	切土斜面	落石	凝灰岩	落石多数・フェンス埋没										50		50
S 22			輪島市門前町上長谷崎	自然斜面	落石	凝灰岩	道路陥没・コンテナ破壊								4	3	2		62
縦 9			七尾市上川	盛土斜面	盛土崩壊		道路崩落(能登有料道路・下り)												150
縦 10			七尾市横田	盛土斜面	盛土崩壊		道路崩落(能登有料道路・オンランプ)												90
縦 21			七尾市小牧	盛土斜面	盛土崩壊		道路崩落(能登有料道路・上下)												55
縦 14			七尾市谷内	盛土斜面	盛土崩壊		道路崩落(能登有料道路・上下)												40
S 23			輪島市門前町中野屋	自然斜面	深層崩壊	凝灰岩, 凝灰角礫岩, 礫岩, 段丘堆積物	崩壊土砂流動, 土石流化(治山ダムで停止)				100	50	3					15000	0.50
S 24			富来町大徳寺	切土斜面	表層崩壊	安山岩	道路埋没(国道)				15	50	1					750	0.08
S 25			富来町大徳寺	盛土斜面	盛土崩壊		道路崩落(国道)												30
S 26			富来町大徳寺	盛土斜面	盛土崩壊		道路崩落(国道)												40
S 27			輪島市熊野	自然斜面	深層崩壊	礫岩, 砂岩	河原田川河道閉塞, 堰止湖形成				100	80							0.80
S 28			輪島市門前町鹿磯	施工地	斜面変状	砂岩・礫岩	法枠工, 擁壁被災				20	20							0.04
S 29			輪島市門前町鹿磯	施工地	斜面変状	砂岩・礫岩	アンカー工被災				20	30							0.06
S 30			輪島市門前町深見	自然斜面	斜面変状	砂岩・礫岩	斜面直下に人家有				25	50							0.13
S 31			輪島市門前町深見	自然斜面	斜面変状	砂岩・礫岩	斜面直下に人家有				35	70							0.25
				自然斜面	斜面変状	砂岩・礫岩	斜面直下に寺				35	40							0.14
S 32			輪島市門前町深見	自然斜面	表層崩壊	礫岩	歩道埋没				20	15	1						0.03
S 33			輪島市門前町六郎木	自然斜面	表層崩壊(滑落崖崩壊)	砂岩・礫岩	道路埋没				25	20	1.5						0.05
S 34			輪島市門前町中野屋	自然斜面	表層崩壊	凝灰角礫岩, 段丘堆積物	特になし				70	50	1						0.35
S 35			輪島市門前町尺ヶ池	施工地	深層崩壊(滑落崖崩壊)	泥岩, 礫岩	法枠工被災				50	40	1.5						0.20
S 36			輪島市門前町尺ヶ池	自然斜面	表層崩壊	砂岩・礫岩	特になし				30	50	1						0.15
S 37			輪島市門前町尺ヶ池	自然斜面	表層崩壊	砂岩・礫岩	特になし				30	20	1						0.06
S 38			輪島市門前町尺ヶ池	自然斜面	深層崩壊(崩土)	凝灰角礫岩	道路埋没				40	50	2						0.20
S 39			輪島市門前町椎木	自然斜面	表層崩壊(滑落崖崩壊)	泥岩等	家屋被災				50	40	1						0.20
S 40			輪島市門前町椎木	施工地	斜面変状(地すべり崩土)	泥岩等	地すべりアンカー工(15本)被災												90

4.1 岩盤崩壊・落石

岩盤崩壊および落石の発生確認箇所は、ほとんどが海食崖にあたり、1箇所が谷頭に近い遷急線付近に位置する。なお、表 4-1 中の第 1 回調査で深層崩壊としたものは、崩壊物として岩塊とともに土砂状になった風化層を比較的多く含んでいる。いずれも傾斜 40～70 度の急斜面であり、斜面の植生は草地、灌木が主体で露岩部が目立つことから、時々崩壊が発生している不安定な斜面といえる。地質は礫岩、凝灰岩、凝灰角礫岩であり、割れ目が少ないため崩壊岩塊は径数 m の巨礫が多い。

自然斜面の崩壊は、主として輪島市を中心とした地域に発生しているが、斜面崩壊が群発した平成 16 年新潟県中越地震（最大震度 7）等と比べて、崩壊地の数は少なく散在している。比較的規模の大きな崩壊が発生しているのは、本震の震央に近く余震震央の分布域にあたる輪島市門前町付近である。以下に各地区毎の状況を示した。

4.1.1 富来町酒見（写真 4.1.1-1、4.1.1-2）

酒見川河口の右岸部の道路に面する高さ 15m、尾根状に突出した南向き斜面において、厚さ 5m、幅 10m 程度の岩盤が転倒崩壊したものである。地質は凝灰角礫岩で、節理等の割れ目が少なく崩壊した岩塊は大きい。崩壊面の一部にはコケが生えており、崩壊部分は緩んでいたものと思われる。



写真 4.1.1-1 正面から見た尾根状部の崩壊



写真 4.1.1-2 横から見た尾根状部の転倒崩壊

4.1.2 輪島市門前町剣地の関野鼻周辺（写真 4.1.2-1）

震源地に近く、急崖をなす海食崖が数箇所崩壊し、観光名所の「ヤセの断崖」のオーバーハング部分が崩落した。海食崖下は海のため被害はなく、観光対象の景観が変化したものである。



写真 4.1.2-1 関野鼻周辺の海食崖の崩壊

4.1.3 輪島市門前町深見地区（写真 4.1.3-1、4.1.3-2）

輪島市門前町道下集落の北西にあたる深見集落までの海食崖では、多数の岩盤崩壊や落石により、海食崖下を通る市道道下深見線がいたる所で寸断されて、深見集落が一時孤立した。特に深見集落手前の区間は、斜面が流れ盤となっていることもあって、岩盤崩壊、落石が集中して発生しているが、海食台上に大径の岩塊が点在しており、過去から崩落を繰り返していた箇所と見られる。海食崖の地質は、礫岩、凝灰岩、凝灰角礫岩であり、割れ目が少ないため落下した岩塊は大きく、最大重量は 560 トン程度のものであった。岩盤崩壊や落石の落下高さは多くが 20m 以上であり、道路における通常の待受け対策では抑止が困難である。



写真 4.1.3-1 表層崩壊と落石(S-14 地点)



写真 4.1.3-2 最大規模の崩壊(S-13 地点)と上は S-14 地点(中日本航空株式会社撮影)

(1) 市道沿いの落石・岩盤崩壊

道下集落から海岸沿いに深見集落に至る市道（道下深見線）沿いでは、地震時に海食崖が岩盤崩壊・落石を引起し、各所で寸断した。特に、深見集落手間の斜面は、岩盤崩壊・落石が多発している（S-12～17）。市道に面する海食崖は、硬質であるが節理の発達した凝灰岩の上に礫岩層がのっており、大規模な深層崩壊（S-13, 後述）をのぞいて、凝灰岩の岩盤崩壊または塊状の礫岩が崩落（落石）したものである。

なお、第 2 回調査時点では、応急的に崩土が除去されていたが、深層崩壊箇所付近は通行止めとなっている（許可車のみ時間制限で通行）。



写真 4.1.3-3 市道沿いの斜面崩壊



写真 4.1.3-4 崩土が取り除かれた市道



写真 4.1.3-5 通行止め箇所



写真 4.1.3-6 市道と深見集落



写真 4.1.3-7 海食崖の状況（凝灰岩の露頭の上に塊状に張り付いた礫岩層が見られる）

(2) 市道沿いの深層崩壊

市道（道下深見線）沿いには、大規模な深層崩壊が発生している（S-13）。この深層崩壊は、海食崖上の凝灰角礫岩層（安山岩質）が崩落したもので、滑落崖の規模は 5-20m 程度におよび、大半の崩土は斜面上部に残留している。崩壊下部は、崩土により海食崖が削られて礫岩等が露出し急斜面を形成している。



写真 4.1.3-8 市道沿いの深層崩壊（S-13）



写真 4.1.3-9 深層崩壊の滑落崖



写真 4.1.3-10 深層崩壊の上部 崩土が残留



写真 4.1.3-11 滑落崖の状況

滑落崖には、強風化を受けた安山岩質凝灰角礫岩が露出している。最上部には、円礫（最大径 20cm 程度）を含む未固結層が見られる。

(3) 深見集落の背後斜面

深見集落（37 世帯 87 人）は、海に流れ込む深見川河口付近の両岸に発達しているが、背後斜面は、いずれも急斜な海食崖からなっている。地震後、市道が被災したために、近くの六郎木集落（8 世帯 16 名）とともに一時孤立したが、船舶等により住民の避難が行なわれた。その後、石川県の調査により、深見集落の背後斜面（S-30,31）に亀裂が生じていることが判明したために、対策工事が終了するまで関係住民の非難は継続中である（第 2 回調査時現在）。



写真 4.1.3-12 背後斜面（左岸側 S-30）の状況



写真 4.1.3-13 背後斜面（右岸側 S-31）の状況



写真 4.1.3-14 応急対策が行なわれた背後斜面（S-31, 亀裂をシートで保護）



写真 4.1.3-15 一部が損傷した背後斜面の擁壁（S-31, コンクリート擁壁にクラック発生）

(4) 斜面上部の表層崩壊

深見集落北側の急斜面には、尾根付近から崩落した表層崩壊が 1 箇所見られる。広葉樹林の表土が崩落したもので、基岩は風化を受けた礫岩である。



写真 4.1.3-16 尾根直下の表層崩壊 (S-32)



写真 4.1.3-17 表層崩壊の状況

4.1.4 輪島港西側の袖が浜 (写真 4.1.4-1、4.1.4-2)

岬状に突出した比高 30m 程度の岩盤斜面 (海食崖) であり、隣接した斜面 2 箇所が崩壊している。地質は塊状の砂岩で、径数 m の多数の崩壊岩塊で道路が埋積され、軽自動車 1 台が被災 (運転者は無事) した。



写真 4.1.4-1 海食崖の崩壊(S-9 地点)



写真 4.1.4-2 隣接した 2 箇所の斜面崩壊(S-9 地点)
(中日本航空株式会社撮影)

4.1.5 輪島市曾々木海岸 (写真 4.1.5-1、4.1.5-2)

国道 249 号が海食崖沿いを通過する風光明媚な海岸であるが、比高約 100m に及ぶ崖部で岩盤崩壊が発生した。地質は割れ目の少ない凝灰角礫岩を主体としており、オーバーハングした急斜面には接着工やロックボルトが施工されていた。本震での崩壊はわずかであったが、26 日～27 日の余震によって約 500m³ の崩壊があり、一部の崩落岩塊により国道の八世乃 (はせの) 洞門が被災して通行止めとなった。



写真 4.1.5-1 洞門の右上の露岩部が崩壊発生位置



写真 4.1.5-2 崩落岩塊の一部による洞門の被災状況

4.1.6 輪島市門前町中野屋（写真 4.1.6-1）

標高約 250m の尾根部から、人工林（アスナロ）で覆われていた風化層が崩落した深層崩壊である。崩落した風化層は、主として凝灰角礫岩からなり、崩壊地側方の人工林内に崩落しなかった風化層が張り付いている。崩壊地下部は不透水層となる凝灰岩が露出しており、隣接斜面の湧水からの表流水が崩壊地直下を流れて溪流を形成している。崩土は大径の転石を含んでいるが、溪流に到達したために、崩土の一部が流動化して溪流を流下した。この土石流の流下状況等については 4.3 で述べる。



写真 4.1.6-1 山頂部、遷急線付近からの崩壊状況

4.1.7 熊野地区

穿入蛇行している河原田川の攻撃斜面に発生した深層崩壊で、崩壊地直下の本流河道を閉塞して、小規模な堰止め湖を形成している（S-27）。深層崩壊は、下部が礫岩、上部が砂岩であり、上部は、岩盤が節理面を堺としてくさび状に崩落したものである。

地震直後に、河道閉塞の報道がされた箇所、国土交通省砂防部の調べによると、本箇所を含めて3箇所の河道閉塞箇所が見られたが、いずれも小規模である。



写真 4.1.7-1 河岸に発生した深層崩壊（S-27）



写真 4.1.7-2 くさび状に岩盤が崩落した上部



写真 4.1.7-3 崩壊地下部の礫岩の露頭



写真 4.1.7-4 崩壊地直下の河道閉塞

4.2 地すべり地形内の斜面崩壊

災害地周辺は、新第三系の堆積岩であるために、地すべり地形が数多く見られるが、地すべり地形の滑落崖、崩土の崩落が見うけられた。

(1) 六郎木の表層崩壊

六郎木集落と深見集落を結ぶ市道(五十洲深見線)沿いに、小規模な表層崩壊が見られる(S-33)。なお、表層崩壊の発生箇所は、地すべり地形の滑落崖にあたる急斜面である。



写真 4.2-1 市道沿いの表層崩壊(地すべり地形の滑落崖,S-33)

(2) 濁池の表層崩壊

濁池川上流には、濁池集落を中心として大規模な地すべり地形が見られるが、滑落崖にあたる斜面に表層崩壊が見られる（S-36,37）。



写真 4.2-2 地すべり地形内の崩壊地（旧滑落崖頭部が崩落, S-36）
農村振興局所管・地すべり防止区域「清土」

(3) 尺ヶ池

尺ヶ池集落に隣接した地すべり地で深層崩壊が発生した（S-35）。この周辺は泥岩の分布地であり、林野庁により地すべり工事が実施されているが、固結度の低い礫層からなる滑落崖が、法枠工とともに崩落し、施工地が被災した。

また、尺ヶ池から安代原に向かう道路沿いでも、凝灰角礫岩の岩塊を含んだ崩土が崩落して、道路が埋没した（S-38）。



写真 4.2-3 滑落崖の崩落（S-35）
林野庁所管地すべり防止区域「尺ヶ池」
施工されていた法枠工も崩落



写真 4.2-4 地すべり崩土が崩落（S-38）

(4) 椎木地区

椎木集落は、林野庁所管の地すべり指定地内にあるが、地すべり地の滑落崖の一部が崩落して、直下の家屋が被災した（S-39）。また、地すべり地内のアンカー工も被災を受けている（S-40）。



写真 4.2-5 旧滑落崖の崩壊（S-39）
林野庁所管地すべり指定地「椎木」

4.3 土石流

地震による斜面崩壊を起因とする土石流が、輪島市門前町中野屋で発生した。崩壊は斜面最上部の標高 230m 付近から、目測で長さ 100m、幅 50m、平均深さ 3m 程度の規模で発生し、その後崩落した土砂は、溪流に堆積していた土砂を巻き込みながら比較的ゆっくりとした速度で土石流化し、谷に設置された治山ダム 2 基に捕獲され停止した。この治山ダムは昭和 48 年に復旧治山事業として設置されたものであり、人家の寸前で土石流を停止させ、被害を最小限に食い止めることに寄与した。崩壊地直下には、崩落してきた 1～数m の巨大な岩塊が分布し、溪流にも 1m 超の岩塊が散在する。

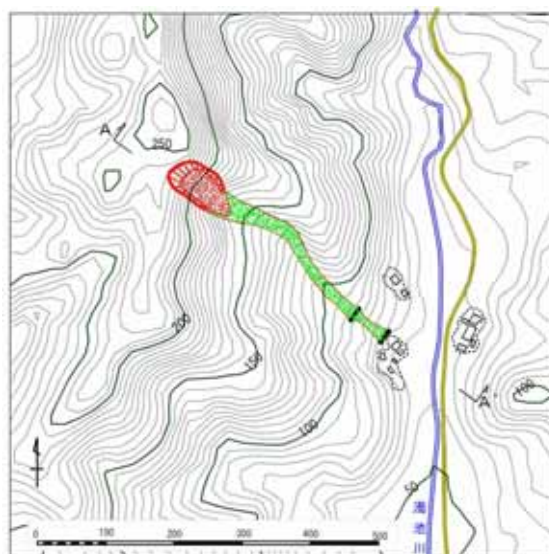


図 4.3-1 中野屋地区土石流発生地点の平面

崩壊の滑落崖の上部 20m には、塊状で比較的硬質な凝灰岩が分布し、その下位はやや粗粒な風化した凝灰岩層で構成されている。崩壊面の傾斜角は約 35° であり、崩壊地直下は約 20° の傾斜となっている。その下流側はほぼ 15° 程度の河床勾配となっている。

谷の右岸は竹林が広がり、地表水が崩積土砂に供給され伏流水化している。標高 150m 前後の緩斜面部は、耕作地として利用された形跡がある。左岸は、アスナロなどの針葉樹林となっている。

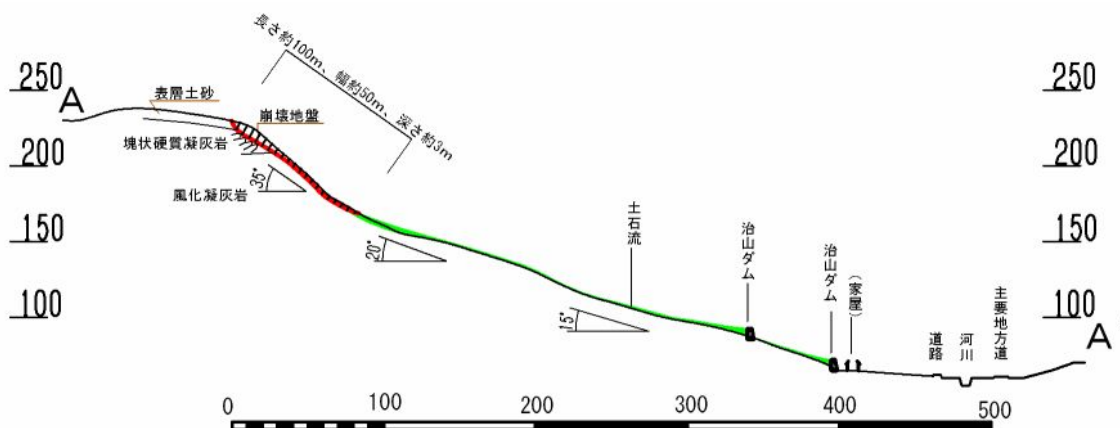


図 4.3-2 断面図

土石流が家の裏まで迫った A さんからの聞き取り調査から、この土石流は徐々に移動速度を減じながら約 3 日間にわたり動き続け、その後の降雨の際にも再び移動をしたと推定される。聞き取りの内容は以下の通りである。

【Aさんからの聞き取り内容】

その角（家の前）まで歩いて上がってきたときに地震が起きた。その瞬間（揺れた直後くらい）にものすごい音がした。僕自身は、この近辺の部落のどこかの家がつぶれたかと思った。向かいの人（川向かいの家）が、こちらが崩れるのが見えたのか「危ないからこっちに来て」と声を掛けてくれた。そこで、うちを出たらバリバリと長い間ずーっと音がした。土砂がゆっくり動いてきたのか1日中（3月25日）音がしていた（おそらく土砂が流動してきて立木を折る音）。音は夜になってもしていた。それに怖くなって親戚のうちに行った。翌朝（3月26日）朝ご飯を食べて来たけれど、今度は連続的ではなく時々バッキツという音がする程度になった。3日目（3月27日）になったら、たまに音がする程度になった。昨日（3月31日）の雨でも音がしていた。竹や木の割れたり折れたりする音だった。火花が散ったり特別の臭いがあったということはない。沢水は地震後濁っている。

（2007年4月1日 13:30 頃に実施）

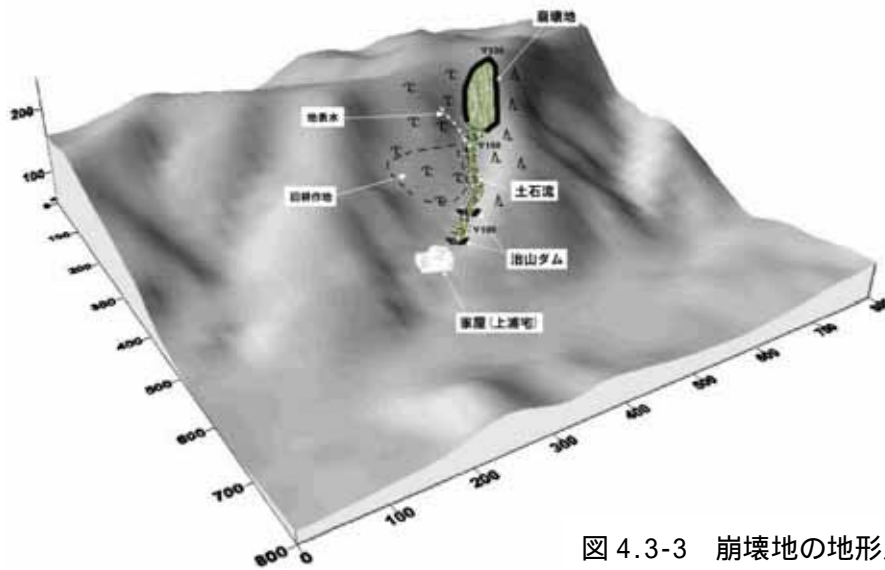


図 4.3-3 崩壊地の地形鳥瞰図

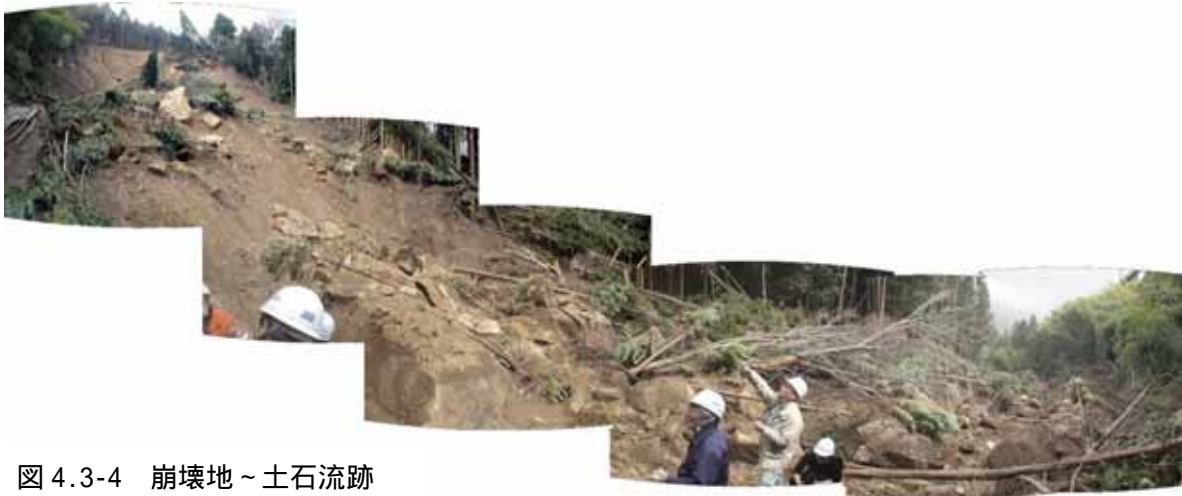


図 4.3-4 崩壊地～土石流跡



図 4.3-5 崩壊地を望む
右岸が竹林、左岸が針葉樹林となっている



図 4.3-6 土石流の状況(1)



図 4.3-7 土石流の状況(2)
土石流の先に人家がある



図 4.3-8 土石流を捕獲した治山ダム

今回の地震で発生した土石流箇所は当該箇所 1 箇所のみである。土石流は比較的緩速に移動し、治山ダムで捕獲されているため当面の危険性は回避されている。しかし、渓流には土石流化する危険性がある土砂が残存しており、今後降雨の影響で再移動する可能性があるため注意が必要である。

応急的には、この崩積土砂に地下水を供給している右岸竹林部からの地表水を、簡易的な水路工により地中に浸透させず排出させることが必要と考えられる。その後、崩壊部の拡大防止対策や、渓流に堆積した土砂の安定化などを含めた恒久的な対策工を検討し、実施する必要がある。

4.4 地すべり

今回の地震で被害が集中した能登半島北部には、図 4.4-1 に示したとおり多くの地すべり地形が認められる。これらの地すべりは、第三紀層地すべりと呼ばれる地すべりで、泥岩や凝灰岩などの地質的な弱層を形成しやすい地層をすべり面とした層理面沿いの流れ盤地すべりが多く、安山岩類が広く分布する調査地南側では、地すべり地形は少ない傾向がある。

堆積岩分布地域に多く認められるこれらの地すべりは、今回の地震では、地すべり地形に対応した部分での明瞭な変動は発生しなかった。写真 4.4-1 に示した輪島市白米町の有名な千枚田は地すべり地でもあるが、集水井などの地下水排除工が施工されていたこともあり、全く被害を受けていなかった。

震源に近い輪島市門前町広岡地区では、写真 4.4-2 に示したとおり、地すべり地形頭部の道路盛土や水田・畑などにクラックが入った程度で地すべり全体が動いた様子はなかった。中越地震時の旧山古志村で発生した多くの地すべりと比較し、これらの既往の地すべりが今回の地震で活動しなかった理由は、地震直前に降雨などが少なく地下水が地盤中にあまり貯留されていなかったこと、地すべり移動層の地質条件の違い（旧山古志村の地すべり移動層は砂岩層主体、当地域は泥岩層主体）などによるのではないかと考えられるが、地震波の特性のちがいなどを含め今後の課題といえる。

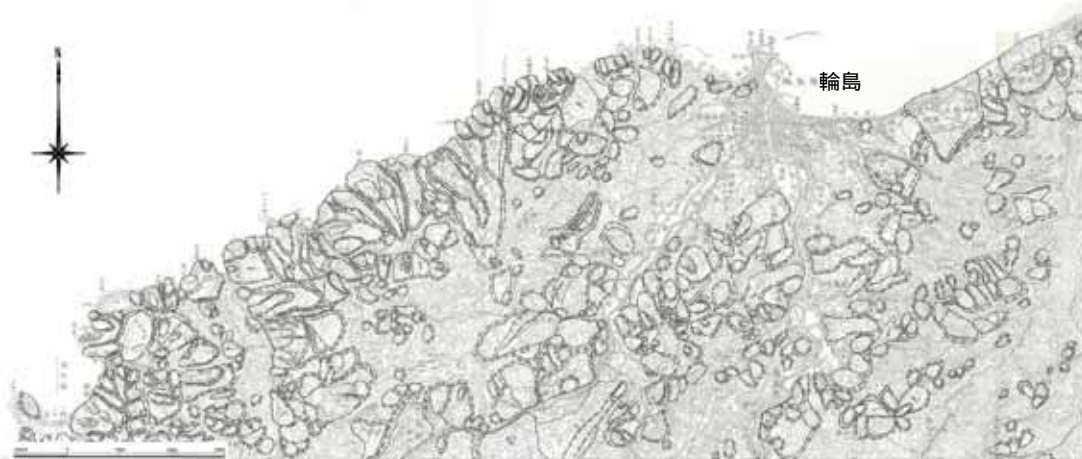


図 4.4-1 輪島付近の地すべり地形¹⁾



写真 4.4-1 輪島市白米町千枚田は全く地すべり被害がなかった。



写真 4.4-2 震源近くの輪島市門前町広岡地区の地すべり内の道路盛土クラック。

参考文献 1) 清水文健・宮城豊彦・井口隆・大八木規夫：地すべり地形分布図第 12 集「金沢・七尾・輪島」2001 .