

長野県下水内郡栄村における地盤災害と地質・地形の関連 特に地震動による岩盤崩壊と積雪時土砂移動について

保柳康一¹、村越直美¹、卜部厚志²、永田秀尚³、太田勝一⁴

¹信州大学理学部、²新潟大学災害・復興科学研究所、³(有)風水土、⁴(有)地質環境調査

1. はじめに

3月12日午前3時59分に発生したマグニチュード6.7の直下型地震の震源は長野県と新潟県境とされ、その震源のほぼ直上にある魚沼層の中の安山岩を主体とする地層が3カ所で大きく崩落した。この崩落直後に卜部厚志と永田秀尚がそれぞれ現地入りして、岩屑が積雪地特有の移動をおこなったことを明らかにした。その後の梅雨期から夏期の増水の影響の検討と、積雪時には近づけなかった崩落現場を調査するため、2011年8月30日から9月1日まで、栄村から津南町にかけての崩落現場とその周辺の調査を保柳康一、村越直美、それに前述の2名に太田勝一と信州大学地質科学科の学生小林由季によっておこなった。3月から4月初旬の2名調査に8月30日から9月1日におこなわれた合同調査の結果を加えて。この地域の地質・地形、そして積雪地という特徴が、地震によってどのような災害を引き起こしたかについて報告する。

2. 地震による岩盤の崩落と地質

2011年3月12日の長野県北部地震では、震度6強を記録した長野県栄村と震度6弱を記録した新潟県津南町で地震動が直接の原因と考えられる岩盤崩壊が少なくとも3カ所で発生している。崩壊した岩盤を含む魚沼層と呼ばれる地層は、200万年前から数10万年前に堆積した泥岩、砂岩、礫岩、凝灰岩、火山砕屑岩、安山岩溶岩・貫入岩などからなる地層で、栄村から東北東の方向に分布し、新潟県内に広く分布している(図1)。泥岩層、砂岩層、礫岩層などは、ハンマーでたたくとさほど堅くないのに対して、安山岩溶岩は堅く金属的な音がする。栄村中条川ではこの堅い安山岩溶岩を主体とする部分が崩落しており、津南町樽田川、辰ノ口の崩落地にもほぼ同じ時代と考えられる火山砕屑岩ないし破碎した安山岩が分布している(図2から図7)。中条川での崩壊体積が100万m³超と、他の崩壊に比べて規模が大きいのは、岩塊は硬質であっても冷却節理などの割れ目が多い安山岩溶岩の分布が広がったからであろう。これら崩壊した地層は、同じ火山灰層(SK110火山灰層)の直下とされ(志久見川団研、1991)、その年代は約165万年前と求められている。魚沼層の安山岩溶岩は、堅牢で急峻な地形を作っているため、近づきづらく、したがって集落からは離れている。しかし、津南町の2カ所では道路に影響をおよぼしている。また、岩盤崩壊が積雪期であったので、栄村と津南町辰ノ口では、崩壊土石が雪と一緒に緩傾斜の谷中を長距離移動している。この移動機構については、積雪時の土砂災害を防ぐ上で重要なので、次に詳しく解説する。

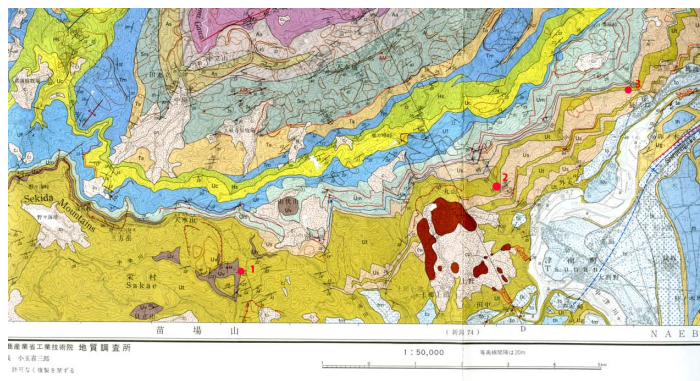


図1 栄村・津南町周辺の地質図(竹内ほか, 2000)

Ut, Uv などが崩壊した安山岩溶岩を含む魚沼層、赤丸1は栄村中条川の崩落地、赤丸2は津南町樽田川、赤丸3は津南町辰ノ口の崩落地。東北東方向にほぼ一直線に並んでいることがわかる。

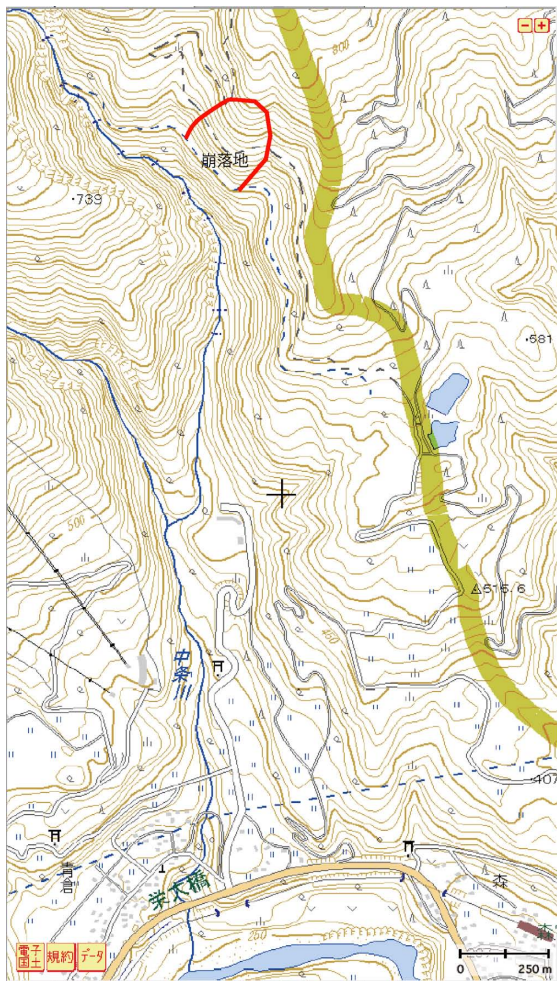


図2 栄村中条川の崩落地
電子国土ポータルに崩落地点を加筆



図3 栄村中条川の崩落地を下流側（トマトの国）から見た
全景写真
2011年8月30日撮影



図4 中条川崩落地 近景 2011年8月30日撮影
成層した魚沼層の砂岩泥岩互層上位の安山岩が大きく崩壊しているのが分かる。この安山岩部分が塊のまま中条川に落下して川をせき止めた。

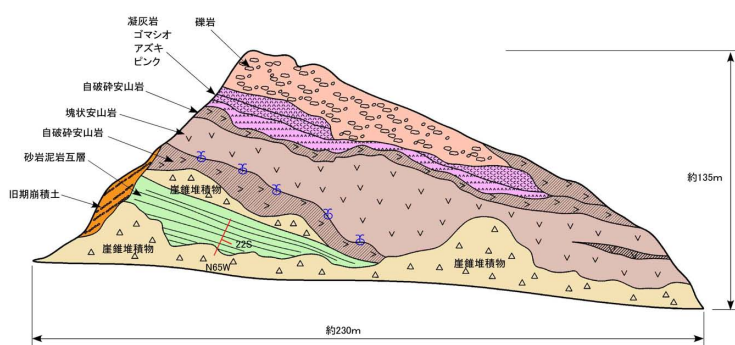


図5 栄村中条川の崩落地のスケッチ 太田勝一作成



図6 崩落した岩盤が中条川をせき止めている様子
2011年8月30日撮影



図7 崩落した岩盤が中条川をせき止めている様子（全景）。
2011年8月30日撮影

3. 積雪時の土砂移動

豪雪地帯である栄村、津南町では3月12日にはまだ多くの積雪があった。とくに岩盤崩壊を起こした3カ所は山中であり、かなりの積雪が残っていた。その結果、中条川では崩落によって形成された大きな岩塊が積雪の上に乗れ、そのように流下した。また、津南町辰ノ口でも土石が雪崩とともに積雪に乗って、移動して国道353号線を越えて流れ下った。一方、津南町の国道405号線の路面が樽田川に落ちた岩盤崩壊現場は、河川水が積雪を融かしていたため、雪とともに岩塊が移動することはなかったと思われる。

津南町辰ノ口の現場は国道沿いであつたので、地震後の3月下旬から4月始にト部と永田が調査をおこなっている。一方、栄村中条川では、地震発生時直後には移動した岩塊の達した「トマトの国」付近までしか入ることが出来なかった。

そこで、津南町辰ノ口での積雪による土砂移動の機構を永田とト部の調査に基づいて考察する。辰ノ口において崩落を起こしたのは砂岩・泥岩・礫岩からなる魚沼層（最上部に安山岩質火砕岩が含まれる）で（第1図）、崩壊地から500m以上離れた国道に土石は達している。しかし、崩壊地から国道までは緩い傾斜で（図8）土石だけでは、流下することは不可能である。しかし、おそらく岩盤崩壊に先行して全層雪崩が発生し、その雪塊の上を岩盤崩壊の土砂が滑走したため、緩い傾斜で500m以上移動したと考えられる（図9、図10）。

一方、栄村中条川では、現在、「トマトの国」の建物近くに径が1m以上に達する安山岩などの大きな岩塊が崩落地付近の沢からもたらされて残っている（図11）。しかし、融雪前には津南町辰ノ口と同様に、積雪の上面および前面に径1m以上の岩塊が存在しており（図12）、積雪上での移動がこのような巨大な岩塊を運んだことを示している。また、この移動する雪と岩石からなる巨大な塊に巻き込まれた木が大きく屈曲していることは、高速で移動して破壊したのではなく、ゆっくりとした移動の中で、折り曲げられたと考えるのが妥当である。ただし、後方に存在する移動土砂は、崩壊地直下に堆積して中条川をせき止めた大量の土砂（図13）の一部が二次的に崩壊したものと考えられる。8月31日の調査では、夏までの出水でこの中の比較的小さな岩石は、下流に再移動していたが、大きな岩塊は緩い傾斜では雪の力がなければ再移動せず、洪水流などがこれらの岩塊を再移動させる可能性は低いと考えられる。

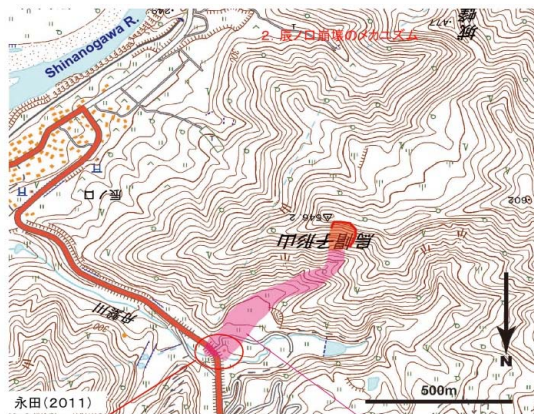


図8 津南町辰ノ口の国道353号線の土砂災害地の地形図。
国土地理院2.5万分の1地形図の南北を逆にして、
加筆。（永田，2011）



図9 津南町辰ノ口の国道353号線の土砂災害地の災害時の様子
ト部厚志撮影

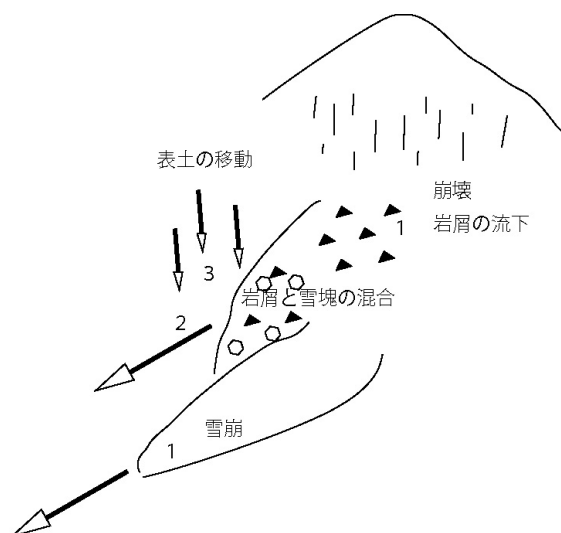


図 10 岩盤崩壊と雪崩との複合メカニズムによる移動モデル。



図 11 中条川に残された安山岩の岩塊
2011 年 8 月 30 日撮影



図 12 中条川の岩屑・雪塊の移動、最前部。積雪時の様子
2011 年 4 月 9 日 永田秀尚撮影



図 13 中条川の岩屑・雪塊の移動、後側。積雪時の様子 2011 年 4 月 9 日 永田秀尚撮影

4. 中条川流路の変遷と過去の土石流

「トマトの国」から国道 117 号線へ南下する道路沿いの神社をつくる小高い丘は、過去の土石流堆積物（あるいは岩屑なだれ）により作られている。その上に、神社が作られているので、その発生時期は十分に古いことが推測できる。この土石流堆積物に覆われる土壌を、放射性炭素同位体年代測定をおこなったところ紀元約前 1350 年という値が求まった。このことから、神社、道路と水田の存在する中条川東側を破壊的な土石流が流下する可能性は大きくないと考えられる。一方、中

条川の河床の腐植土の年代は西暦 1274～1290 年を示しており、その上を径 30cm 以上の礫が覆っていることから（図 14）、土石流によって移動した可能性がある。このことから、中条川自体を土石流が流下する可能性がある。ただし、集落周辺では中条川は 10～30m 下にあり、土石流が集落を襲う可能性は低い。しかし、信濃川との合流点付近の国道 117 号線と JR 飯山線は影響を受ける可能性があり、上流にある崩壊で崩れた岩塊の分布などは、今後も注意を払う必要がある。

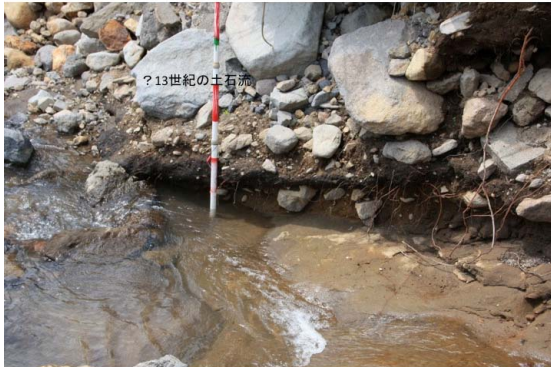


図 14 「トマトの国」付近の中条川河床の土石流堆積物とその下位の腐植土
腐植土の放射性炭素年代は、西暦 1274～1290 年（鎌倉時代）を示す。

5. まとめ

1. 栄村から津南町にかけての 3 カ所の崩落地は、約 165 万年前の安山岩溶岩、火山砕屑岩の層準である。安山岩溶岩は節理などの割れ目を多く持ち、また火山砕屑岩も割れ目が多いことから、強い振動で破壊され岩塊となりやすいことによる。
2. 岩盤崩壊の起こった安山岩溶岩と火山砕屑岩は、通常の風化に対しては強い尾根地形を作っている。すぐ近くで地震が発生した場合、この尾根地形に震動の集中が起こり、崩落を引き起こす可能性がある。
3. 豪雪地域で、積雪期に斜面崩壊が起こった場合、通常では大きく移動することのない巨大な岩塊や岩屑が雪崩と一緒に、緩い斜面を強大な破壊力で移動することがある。
4. このようにして移動した巨大な岩塊は、その後の水の力では再移動しづらいが、より細かなものは洪水時に再移動する可能性があるため、岩屑の分布などには注意を払う必要がある。
5. 中条川とその周辺の土石流は、紀元前には東の道路側を流れたこともあるが、その後は現在の流路を流れているようである。
6. しかし、今回のような岩屑と雪塊が混合した厚さのある移動体ができると、流路を外れて東側に回り込む可能性があるため、積雪時の地震の際には注意が必要である。

文献

志久見川団研 (1991) 新潟-長野県境地域の魚沼層群の層序と火山活動. 地球科学, 45 巻, 345-362.

竹内ほか (2000) 地域地質研究報告「松之山温泉の地質」. 地質調査所 76p.

永田秀尚 (2011) 長野県北部地震によって引き起こされた雪面滑走型岩盤崩壊の末端構造. 地球惑星科学連合大会, 2011 年.