

連鎖複合型土砂災害の視点からみた鳥海山土砂災害の特徴

秋田大学 学 ○佐藤芽吹 正 田口岳志, 正 荻野俊寛
 岩手大学 非 井良沢道也 奥山ボーリング(株) 正 藤井登

1. 研究の背景および目的

秋田県と山形県を跨る鳥海山(標高 2,236m)は安山岩主体の大規模な成層火山で、約 60 万年前に活動を開始し、現在までに幾度の成長と崩壊を繰り返してきた。そのため大規模な山体崩壊に伴う岩屑なだれが発生し、山麓には岩屑なだれ堆積物が広く分布している。岩屑なだれ堆積物の末端部は地すべり地形を呈しており、比較的規模の大きい土砂崩壊が多く発生している。本研究では、鳥海山北部で 2019 年 3 月に発生した大規模土砂災害に焦点をあて、鳥海山の火山活動と被災後の地震動や降雨、積雪・融雪に伴う複合型土砂災害の発生機構を地質的、地形的、力学的視点を併せて検討した。

2. 調査地点

対象地は、2019 年 3 月に秋田県由利本荘市矢島町荒沢地内で発生した土砂災害現場(写真-1)である。地すべり危険箇所であり、地すべり地形末端部での崩壊と考えられる。上部に岩屑なだれ堆積物、下部に天徳寺層シルト岩が分布する地質構成となっている。

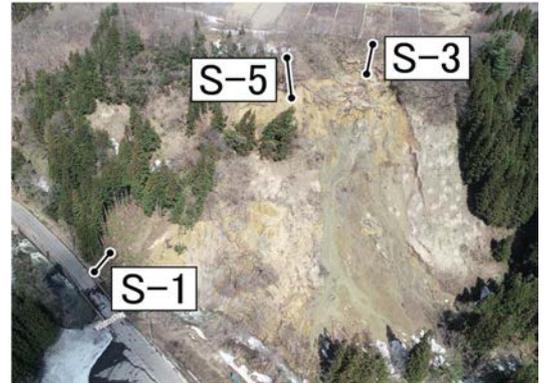


写真-1 調査地点の全景

3. 鳥海山の成立ち

鳥海山の火山活動について、既往の文献¹⁾³⁾を調べた結果、次のことが分かった。(図-1)



ステージ I 初期(約 40 万年前) ステージ I 後期(約 16 万年前) ステージ III(約 2 万年前)

図-1 鳥海山の地形発達と調査地点(中野⁴⁾に加筆)

鳥海山は安山岩主体の大規模な成層火山であり、火山活動は大きく 3 分される。約 60 万年前から始まったステージ I は古期成層火山体の活動期であり、山体は成長と崩壊を繰り返した。山体崩壊により岩屑なだれが発生し、山麓には岩屑なだれ堆積物が広く分布している。ステージ II は主に西鳥海の活動期である。ステージ III は東鳥海の活動期であり、現在の山頂から溶岩が噴出して東鳥海火山が形成され、その後山体崩壊が発生し北東山麓には象潟岩屑なだれ堆積物が分布している。ステージ I ~ III で堆積した岩屑なだれ堆積物の分布⁵⁾から当該調査箇所はステージ I で堆積した岩屑なだれ堆積物の一部と考えられる。

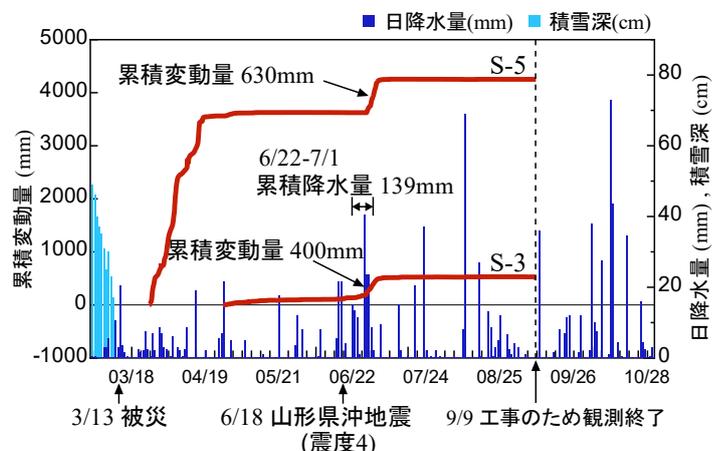


図-2 地盤伸縮計変動図(S-3, S-5)

4. 地震・降雨の影響

災害発生後に設置した地盤伸縮計の計測結果を図-2 および図-3 に示す。日降水量および積雪深は気象データメダス「矢島」を使用した。6月18日に発生した山形県沖地震では被災箇所は震度4を観測したが、崩壊土砂の著しい変位はみられなかった。しかしその後、累積降水量が139mmを記録した6月22日~7月1日にはS-3で630mm変動した。また、累積降水量が116.5mmとなった台風19号による10月12~13日の豪雨の際はS-1で3mm変動した。以上から、震度4程度の地震動では連鎖的な2次崩壊は起きなかったものの、その後の連続的な降雨に伴う変位は認められた。

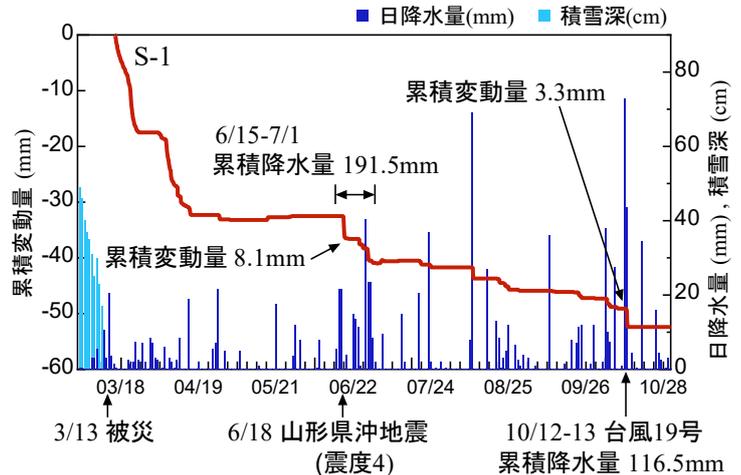


図-3 地盤伸縮計変動図(S-1)

表-1 土試料の物理定数および実験結果

試料名	自然含水比 ω (%)	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	飽和度 S_r (%)	非浸水		浸水	
				c_{cu} (kPa)	ϕ_{cu} (°)	c_{cu} (kPa)	ϕ_{cu} (°)
岩屑なだれ堆積物	64.1	2.7	82.3	66.3	19.3	14.3	32.9
シルト岩	56.3	2.5	97.0	110.8	2.0	22.3	25.8

5. 定体積一面せん断試験

5. 1. 実験概要

不攪乱状態で採取した土試料を用いて一面せん断試験を実施した。一面せん断試験は圧密応力 $\sigma_c = 60, 120$ (kPa)で圧密後、定体積条件にてせん断速度 0.1mm/min, せん断変位 7mm の条件で実施した。試験では降雨時における強度低下を調べるため、非浸水・浸水条件による実験を実施した。供試体を浸水させる際には原位置での降雨を想定し、圧密後に圧密応力を一定にし、浸水箱内に水を注入して供試体を飽和させた後にせん断を実施した。

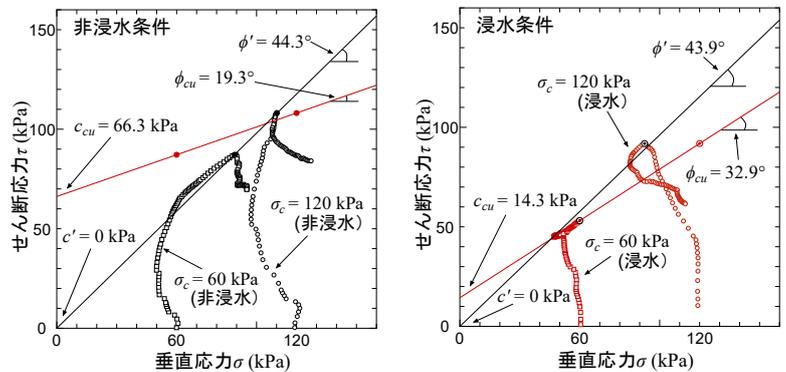


図-4 応力経路図(岩屑なだれ堆積物)

5. 2. 実験結果及び考察

表-1 に各土試料の物理定数および実験結果を示す。図-4 および図-5 に岩屑なだれ堆積物とシルト岩の一面せん断試験時の応力経路を示す。岩屑なだれ堆積物とシルト岩は共に、浸水条件では粘着力 c_{cu} は低下傾向を示した。浸水により固結力が弱まり粘着力が低下したものと考えられる。このことから、本調査地点における岩屑なだれ堆積物と天徳寺層シルト岩は浸水の影響を受けやすいことが分かった。

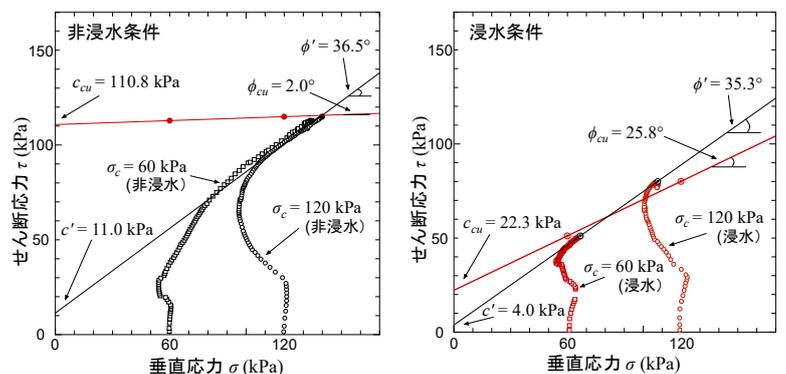


図-5 応力経路図(天徳寺層シルト岩)

6. まとめ

長期的視点からみた鳥海山の火山活動から、本調査地点に分布する岩屑なだれ堆積物は約 40~16 万年前に堆積したことが分かった。短期的視点からみた地盤伸縮計の計測結果から、降雨により変位が認められるため、降雨の影響を受けやすいことが分かった。このとき、震度4の地震動では、連鎖的な崩壊の兆候はみられなかった。一面せん断試験の結果、岩屑なだれ堆積物およびシルト岩は浸水により固結力が弱まり強度が低下することが分かった。

[参考文献]1)林ら, 鳥海火山, 地質学会誌, 第144巻 補遺, pp.87-95, 2008. 2)林信太郎, 鳥海火山の地質, 岩石鉱物鉱床学会誌, 79, pp.249-265, 1984. 3)伴ら, 東北日本弧, 鳥海火山の K-Ar 年代-連続的に活動した3個の成層火山, 火山, 第46巻, pp.317-333. 4)中野俊, 鳥海火山, 地質ニュース466号, pp.6-17, 1993. 5)大沢ら, 矢島地域の地質, 地域地質研究報告, 地質調査所, p.87.