2008年岩手・宮城内陸地震における斜面崩壊の 特徴:岩石薄片偏光顕微鏡観察に基づく考察

大角 恒雄

日本工営株式会社 中央研究所 主幹研究員 (〒300-1259つくば市稲荷原2304) E-mail:a3850@n-koei.co.jp

2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震(M7.2)は、住宅の被害が極めて軽微であった反面、多 くの斜面崩壊が生じた.地震直後から多くの河道閉塞を引き起こし、周辺住民は今後、長期にわたり土石 流災害に脅かされることとなる.その要因として、この地域が50万年前以降に活動を開始した栗駒山火山 から偏西風に流された火山灰が、広く分布していることが挙げられる.また、大規模崩壊が生じた荒砥沢 周辺では、大規模な栗駒山南麓カルデラであったことが指摘されている.本論文では、この地すべり移動 体とカルデラの規模の関係により、移動体が大規模な湖底面上に存在することが考えられるため、その根 拠を様々な視点から分析した.また、数多くの斜面崩壊を小規模崩壊、中規模崩壊、大規模崩壊に分類し、 それぞれの代表的地点で岩片を持ち帰り、薄片を作製して、偏光顕微鏡写真観察から得られる岩石の特徴 と崩壊との因果関係を考察した.

Key Words : *Eastern Honshu Earthquake, landslides, photomicrograph, rock thin section, plane-polarized, crossed-polarized*

1. はじめに

2008年6月14日の午前8時43分頃, 岩手県と宮城 県の県境の栗駒山北東部を震源とするマグニチュ ードM7.2の地震が発生した.筆者は, 土木学会, 地盤工学会, 日本地震工学会, 日本地すべり学会 と合同の調査団の一員として, 地震発生翌日の6月 15日から磐井川, 一迫川(図-1)を中心として, 調査を実施した.各学会の調査団としての速報は 文献1)~4)にまとめられている.本論文は, 甚大 な被害を生じた斜面崩壊に注目し, その特徴につ いて様々な視点から崩壊現象を観察した.

2. 地震の特徴

地震動の特徴の詳細に関しては、他の調査結果 に譲るとして、住宅の被害が極めて軽微であった ことと(写真-1),その反面、斜面崩壊が甚大であ ったことが挙げられる.

林,森井(2008)⁵による観測地震動特性と木 造建物応答比較と後藤(2008)⁶による木造住宅 の応答を考慮した計算に基づくと,家屋被害は過 去の被害地震よりも少なめであることが理解でき る.このような地震動の特徴以外にも,住宅自体



写真-1 築 1980 年(新耐震前)の軽微な損傷の住宅 県道 240 号松原周辺(6月15日撮影)



写真-2 磐井川河道閉塞状況 地震発生翌日(6月15日撮影)



図-1 調査位置図と震源との関係(右上図はカシミール 3D,下図は国土地理院ウォッちずを使用) 断層は八木・西村モデル⁷⁷を参考

が過去に多くの地震の洗礼を受けたことによって、 地域住民が自主的に耐震性の向上を施した結果が 有効であった事例も、ヒアリングにより数多く確 認することができた.また,独)防災科学技術研 究所KiK-net一関西観測点では、合成波が4Gを超え、 更に上下方向に非常に大きな加速度が発生したこ とも地震動の特徴である.

斜面崩壊は甚大で、10箇所以上の河道閉塞を生 じた.地震発生翌日(6月15日)においても高い水 位を有していた(写真-2).河川に近接する幹線 道路では、警察車両から周辺住民に河道閉塞結果 による土石流の警戒を呼びかける光景が見られた.

崩壊パターンも多様で、小規模崩壊として国道 342号厳美町板川周辺の斜面、中規模崩壊として矢 櫃ダム周辺の斜面、大規模崩壊で代表される荒砥 沢地点からそれぞれ岩石サンプルを持ち帰り、薄 片を作製して偏光顕微鏡によって観察した.

3. 小規模崩壊:国道342号厳美町周辺の斜面

(1) 概要

岩手県一関市厳美町磐井川と平行する国道342号 線沿いにおいて、多くの小規模な斜面崩壊が生じ た(写真-3,4).河道閉塞,道路閉塞が発生し,道 路通行止め・通行規制が長期に渡って継続してい る⁸⁾.

(2) 偏光顕微鏡観察

磐井川沿いには,凝灰岩の河床砂礫が分布して おり,崩壊土砂に含まれる岩塊からサンプリング し,薄片を作製し,偏光顕微鏡で観察した.偏光 顕微鏡は試料に偏光を透過させ,偏光による複屈 折特性を観察するために用いられる.偏光特性は 結晶構造やそれに基づく光学的弾性構造と密接な 関係があるため,鉱物学や結晶学の研究に用いら



写真-3 国道 342 号厳美町周辺の斜面崩壊 (6月 15 日撮影)



写真-4 崩壊地点のクローズアップ (6月15日撮影)

れる.光路に下方偏光板のみを差し込んだ状態で 観察を行う場合をopenと呼ぶ.光路の下方に偏光 板に加え,上方にも偏光板を差し込んで観察を行 う場合をcrossと呼ぶ.偏光フィルターを掛けた crossでは石英・斜長石などの構成鉱物が偏光を選 択的に通過するため,鉱物種・結晶の方向に従っ て,それぞれの波長の遅れによって異なった干渉 を呈するため,光って白く見える.一方,結晶体 でない火山ガラスは黒くなる.白のままに写るも のは石英と,白に直線上の偏光は斜長石である. **写真-5**より,厳美町表層崩壊地点は溶岩であるこ とがかかり,表層の風化層が崩れたものであるこ とが確認された.

火山ガラス(volcanic glass) cross open 角閃石 (hornblende cleavage 斜長石(pagioclase) 0 0.1 mm

写真-5 国道342号厳美町周辺の小規模崩壊斜面の薄片 (安山岩質溶岩)

4. 中規模崩壊:矢櫃ダム近傍

(1) 概要

矢櫃ダム上流部の磐井川左岸は新第三紀の凝灰 岩層の上位に安山岩が分布するキャップロック構 造を呈しており,凝灰岩層と安山岩との境界部の 明瞭な遷緩線に沿って,数箇所で斜面崩壊が発生 していた.矢櫃ダムは,堰堤上に国道342号の昇仙 橋の下流側全長24 m の歩道橋が落橋した(写真-6).歩道橋の左岸側の橋台の位置する岩盤が剥落 したことによる落橋であった. ダム堰堤下流左岸 の斜面が中規模の崩落を生じた.この斜面は山王 巖谷として, 比叡山延暦寺の地主神であり, 崇め られていた(写真-7).長年にわたり安定した斜 面であったことを裏付けるものである.

(2) 偏光顕微鏡観察

矢櫃ダムの左岸,山王窟の岩片の薄片を作製し た. 採取したサンプルは細粒の凝灰岩であり, 前 述のサンプルに対し、10倍の倍率で観察した(写 真-8). 中央に気泡,火山ガラスが見られ,火山 性堆積物が含まれていることがわかる.また,噴 火時の岩片も含まれている.



写真-6 矢櫃ダム下流側の歩道橋の落橋 (6月15日撮影)

写真-7 ダム堰堤下流左岸 の斜面崩落状況 山王巖谷比叡山延 暦寺の地主神 (6月15日撮影)







矢櫃ダム近傍の中規模崩壊斜面の薄片 (火山灰堆積物(凝灰岩))

5. 大規模崩壊: 荒砥沢上流地点

(1) 概要

宮城県栗原市に位置する荒砥沢ダム上流部で発 生した大規模崩壊は、全長1 km以上、幅0.7~0.9 km,最大移動層厚150 m以上、移動土砂量7,000万 m³と日本最大規模である^{1),10}.運動機構は概ね一様 に滑った形状である.崩壊付近は、主に白色の軽 石凝灰岩を主体とし、細粒凝灰岩や溶結凝灰岩等 を狭在している.これらは火砕流堆積物と考えら れており、付近一帯は地震発生以前から地すべり 地形が存在していたと考えられる.

崩落面は、上部は溶結凝灰岩.下部は白色を呈 す成層構造の凝灰質砂岩、凝灰質シルト岩、軽石 質凝灰岩の互層が存在し、積層下部は湖成層・火 砕流堆積物の凝灰質シルト岩、凝灰質砂岩、軽石 質凝灰岩の互層からなる(写真-8).上部は密度 の高い溶結凝灰岩からなり,自重により溶結したこ とを考慮すると、水位面以上であったことが類推 される.崩壊した地域は小野松沢層と呼ばれるお よそ500万年前の地層で形成され、主にほぼ水平な 白色の軽石凝灰岩でできていて、より細粒の凝灰 岩や、溶結凝灰岩を挟む.これらは火砕流堆積物 と考えられ、この小野松沢層の分布域には、地震 発生以前から地すべり地形が存在していた.



図-2 地すべり地形分布図⁹⁾ 独)防災科学技術研究所(一部修正・加筆)

(2) 栗駒山南麓カルデラ

布原・吉田ら^{10)~12)} によると. 今回の地震で荒砥 沢ダム上流部に発生した大規模地すべりは, 栗駒 山南麓カルデラのカルデラリム近傍に位置してい る(図-3).また中小規模の斜面変動も, 同カル デラの内部に多数発生していることを示している. カルデラ内部にはそれを充填する大規模火砕流堆 積物の上に後カルデラ期の湖成堆積物が載る形状 で,この大規模崩壊では,主滑落崖では,厚さ50 m以上の塊状軽石凝灰岩が覆っているのが認められ る.





図-3 栗駒山周辺の地質図とカルデラ構造および土砂 災害発生位置,地質図は東北地方デジタル地質図 (布原らによる一部修正)¹¹⁾

図-2 の赤の波線で示した今回の大規模崩壊は,幅 1.5 km 程の過去の地すべり移動体の約半分である. 一方,図-3 では,幅15 km 程の栗駒山南麓カルデ ラの1/20程の,ごく一部であることがわかる.



写真-9 荒砥沢崩壊現場 溶結凝灰岩. 下部は白色の凝灰質砂岩, 凝灰質シルト岩, 軽 石質凝灰岩の互層が 存在

(9月10日撮影)

(3) 偏光顕微鏡観察

荒砥沢地点から砂岩部と泥岩部の岩片を持ち帰 り、薄片を作製した.泥岩部の岩片はラミネート 状になっており、砂泥互層が分布し、第四紀湖底 であったがことが考えられる.砂岩部からは、石 英、パミス、火山岩片、長石が含まれ、珪藻質凝 灰質粗粒砂岩と判定した.泥岩部からは、凝灰岩 質の中に明瞭な珪藻が見られる.よって、凝灰質 シルト質珪藻岩と判定した.珪藻は、水中や水分 を含む環境に浮遊、広く生育していたことが類推 される.このことからも布原ら¹⁰のカルデラ内部 にはそれを充填する大規模火砕流堆積物の上に後 カルデラ期の湖成堆積物が堆積していた状況との 説明と調和する.このことは、火山活動期の火砕 岩や溶岩が緩傾斜で広く覆っている場合が多いこ とから、実際のすべり面の勾配は、桧垣ら⁴⁾が示 すすべり面よりも緩勾配であることが類推される (図-11).この緩勾配が崩壊が広範囲に及ぶ要因 であったことが考えられる.













図-4 荒砥沢ダム上流の大規模地すべりの地形・地質想定断面図変形状況 (黄色すべり線を加筆) 平成 20 年岩手・宮城内陸地震 荒砥沢ダム上流地すべり調査報告資料,日本地すべり学会(2008)⁴⁾

6. 総括

2008年岩手・宮城内陸地震における斜面崩壊の 特徴を以下に示す.

- 斜面災害が発生した地域では、50万年前以降 に活動を開始した栗駒山火山偏西風に流され た火山灰が広く分布している。
- 2) 小規模崩壊地点では、偏光顕微鏡観察により、 厳美町表層崩壊地点は溶岩であることがわかり、表層の風化層が崩れたものであることが 確認された。
- 3) 中規模崩壊地点では、偏光顕微鏡観察により、 細粒の凝灰岩であり、気泡、火山ガラスが見られ、火山性堆積物が確認された。
- 4) 荒砥沢地点の泥岩部の岩片はラミネート状になっており、砂泥互層が分布し、第四紀湖底であったがことが考えられる.
- 5) 荒砥沢地点の泥岩部からは、凝灰岩質の中に 明瞭な珪藻が見られ、カルデラ内部にはそれ を充填する大規模火砕流堆積物の上に後カル デラ期の湖成堆積物が堆積していた状況との 説明と調和する.
- 6) 荒砥沢が、火山活動期の火砕岩や溶岩が緩傾 斜で広く覆っていることから、すべり面の勾 配は緩勾配であることが考えられる.この緩 勾配が崩壊が広範囲に及ぶ要因であったこと が考えられる.
- 7) 荒砥沢地点の崩壊面の上部は密度の高い溶結 凝灰岩からなり,自重により溶結したことを考 慮すると、水位面以上であったことが類推さ れる.また、その下部には、密度の極めて低い白色の軽石凝灰岩が存在し、当該地域の地 層の不安定状態の要因でもあったことが考えられる.

謝辞:岩石薄片観察に関しましては,筑波大学大 学院生命環境科学研究科地球進化科学専攻の小川 勇二郎教授にご指導いただきました.ここに記し て御礼申し上げる.

参考文献

- 1) 中村晋:2008(平成20)年岩手・宮城内陸地震被害調 査速報 土木学会・地盤工学会・日本地震工学会・日 本地すべり学会合同緊急調査団,土木学会誌,pp.42-45, vol.93 no.8 August 2008
- 2) 平成20年岩手・宮城内陸地震速報,地盤工学会, http://www.jiban.or.jp/organi/bu/somubu/iwate/iwatesokuho. html9
- 平成20年岩手·宮城内陸地震4学会合同調査団速報会, http://www.jaee.gr.jp/disaster/2008/2008iwate_miyagi_soku ho.pdf
- 4) 桧垣大助:平成20年岩手・宮城内陸地震 荒砥沢ダム 上流地すべり調査報告資料,日本地すべり学会,2008 http://www.soc.nii.ac.jp/thb-jls/download/ h20eq_JLS2008a.pdf
- 5) 林康裕, 森井雄史: 平成20年(2008年)岩手・宮城内陸 地震, 2008.

http://www.archi.kyoto-u.ac.jp/~hayashi/topics/2008iwate.pdf

6) 後藤浩之:2008年岩手・宮城内陸地震地震・地震動の 概要,

http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20080614 /report1.pdf

7) 八木勇治, 西村直樹: 2008年6月14日岩手・宮城内 陸地震(暫定)

http://www.geo.tsukuba.ac.jp/press_HP/yagi/EQ/20080613/

- 8) 土木被害関係等報告, 宮城県, 県土整備部, 平成20年 6月16日 http://www.pref.iwate.jp/~hp010801/osirase/ saigai/h20jisin /kendo_0616_1900.pdf
- 地すべり地形分布図データベース,独)防災科学技術研 究所 http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/index.html
- 10) 布原啓史・吉田武義・山田亮一,地理情報システムを 用いた地震災害とカルデラ構造との関連の検討,日本 地質学会

http://www.geosociety.jp/hazard/content0035.html

- 11) 吉田武義・相澤幸治・長橋良隆・佐藤比呂志・大口健 志・木村純一・大平寛人:東北本州弧,島弧火山活動 期の地史と後期新生代カルデラ群の形成,月刊地球, 号外27, p.123~129, 1999.
- 12) 吉田武義・中島涼一・長谷川昭・佐藤比呂志・長橋良 隆・木村純一・田中明子・Prima, O.D.A・大口健志: 後期新生代,東北本州弧における火成活動史と地殻・ マントル構造,第四紀研究, vol.44, No.4, p.195~216, 2005.

PHOTOMICROGRAPH INVESTIGATION FOR ROCK THIN SECTIONS TAKEN FROM LANDSLIDES STREAMING FROM THE EASTERN HONSHU EARTHQUAKE, 2008.

Tsuneo OHSUMI

An earthquake with a magnitude of 7.2 occurred on June 14, 2008. Housing damage due to this earthquake was quite light. On the other hand, heavy damage was sustained due to landslides. There is still a strong possibility that earthquake ponds will cause debris flow in the future. Since the first activity of Kurikoma volcano 50,000 years ago, volcanic ash has been widely spread through this area. It was pointed out that large-scale landslides occurred around the Aratozawa area which lies to south of the Kurikoma mountain caldera. In this article, the scale of the caldera is compared to that of the landslides. In order to investigate the movement at the bottom of the caldera, the lake data is taken from geotechnological viewpoints. In addition, typical rock samples were obtained from small, middle and large-scale landslides. Based on the photomicrograph investigations, factors for each scale of collapse pattern and rock materials are verified.