（様式３）

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

噴火堆積物調査による吾妻―浄土平火山 1893-95 年噴火活動推移の復元

研究代表者氏名　井村　匠 1)
研究分担者氏名　片岡　香子 2)
研究分担者氏名　長橋　良隆 3)
研究分担者氏名　菊池　広海 1)

1）山形大学　2）新潟大学　3）福島大学

研究要旨

吾妻―浄土平火山では，火山性地震の活発化や地熱域の拡大が生じており，直接の噴火被害に加え付随して生ずるラハールによる被害発生が懸念されている．そこで，最新の噴火のうち，燕沢火口列で生じた明治噴火（1893-95 年）を対象とし，特にラハール堆積物の地質・岩石・鉱物学的調査を行い，同噴火の活動推移復元を試みた．その結果，燕沢火口列から南西に延びる燕沢から塩ノ川合流地点の沢沿いにて，最も低位の 1 面の段丘地形を認め，これが 1893-95 年噴火に伴うラハール堆積物および火砕密度流堆積物によるものであることが結論付けられた．これらの堆積物を検討することで噴火活動の実態に迫ることができるだろう．

A．研究目的

吾妻―浄土平火山（古川ほか，2018）は福島県福島市西部に位置する第四紀複成火山である．一切経山南西斜面の大穴火口では，活発な噴気・地熱活動が観測されている．本火口周辺は冬季に冠雪するため活動活発化に伴う融雪型ラハールが発生する可能性もある．本火山では，将来的な噴火の発生とともに，各種ラハールによる人的・物的被害が懸念されている．

最新の噴火活動は，鎌倉後期（1331 年），江戸前期（1711 年），明治中期（1893-95 年），昭和中期（1940 年）となる．鎌倉・江戸噴火については，対応する各堆積物が記載されている（山元，2005；Imura et al.，2021）．明治噴火については，多数の現象観測記録が残存するが，噴出物の露出条件が悪く，現象推移過程の理解は未詳である．本研究では，明治噴火（以降 1893-95 年噴火）の実態解明を目的とし，噴火堆積物の地質・岩石・鉱物学的調査を展開していく．今年度は，同噴火がラハールを伴ったかどうかの事実確認に集中した．

B．研究方法

燕沢（つばくろさわ）源頭部の燕沢火口縁部には 1893-95 年噴火堆積物が分布する（井村ほか，2023）．これを踏まえ，燕沢沿いにて類似の層相を示すラハール堆積物の露頭踏査を行った．堆積物記載では，基質の粒径，色，堆積構造に基づき，泥質基質支持の M（M1～M7），砂質基質支持で平行葉理，斜交葉理，逆級化構造や正級化構造を伴う S（S1～S21），砂質基質かつ中礫～巨礫を含む G（G1～G3）に区分し，下位から昇順にコード（ユニット名）をつけた．

採取試料の粒度組成分析と全岩化学組成分析も実施した．堆積物に関係する有機炭素物を認めた場合には，山形大学高感度加速器質量分析センターに採取試料の ^{14}C 年代測定を依頼した．採取試料基質部<63 μm（>4 φ）の細粒分画は山形県工業技術センター設置の粒度分布測定装置（MT3000Ⅱ）を用いて，粗粒分画（>63 μm，<4φ）は湿式篩い分けによって粒度分析を行った．堆積物の礫粒子は山形大学の蛍光 X 線分析装置（XRF，PrimusⅢ）によって全岩化学組成を求めた．

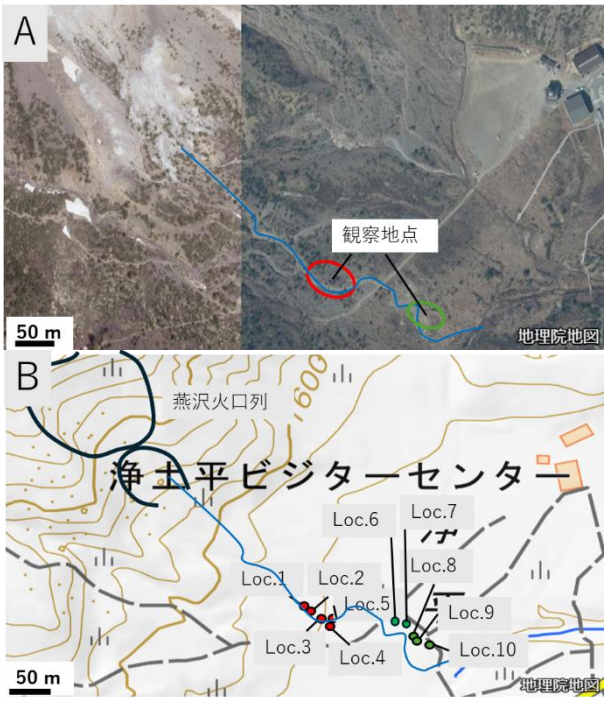

図 1:調査対象ルートの航空写真（A）および露頭踏査地点 Loc. 1-Loc. 10 の位置図（B）.

C．研究結果

地形観察

周辺地形および露頭観察より，Loc. 1（図 1）周辺から下流の浄土平湿原に向かって約 1° と緩傾斜に遷移し，浄土平湿原には火山麓扇状地地形（以降火山麓扇状地堆積物とする）が分布することが明らかとなった．これが周辺の高位の段丘面であり，浄土平の現地形面をなしている．この浄土平湿原の火山麓扇状地を切る燕沢河床部には，より低位の 1 面の段丘堆積物（以降低位段丘堆積物とする）が確認できた．低位段丘堆積物は燕沢上流部（Locs. 1-5，図 1）では自然堤防をなし，さらに下流の塩ノ川合流地点までは断続的に分布している．

火山麓扇状地堆積物

浄土平湿原の火山麓扇状地堆積物の厚さはその表面から河床部までで約 2 m となる．この一連の堆積物の構成ユニットは，G1，S1-S18，M1-M8 および降下テフラの再堆積物となる．ユニット間には 5 枚の古土壌層が挟在する（図 2 中の S16 直下: LP1，M2 直上：LP2，M2 直下: LP3，M1 直下：LP4，G1 直上：LP5）.

G1 は本堆積物最下部をなす中礫～大礫を含む塊状不淘汰な褐色砂質堆積物であり，土石流堆積物の様相を呈しやや固結している．M2 は 20-60cm と層厚変化が激しく，大礫～巨礫を含む塊状不淘汰な黄白色粘土質堆積物であり，その層相（色調・堆積構造）は 1331 年噴出物（Az-OA，山元 2005）に類似することから，再移動していると解釈できる．G1 から M2 の間の数枚の砂層（S1-S10）およびシルト層（M1），M2 から最上部までの再堆積テフラ層（T1-T7）およびシルト～粘土質堆積物（M3-M7）については，複数回の土石流やハイパーコンセントレイテッド流の発生を反映している可能性があるが，側方変化が激しく，ユニットを重複して数えている恐れがありこれらの層序は追加調査で確定させる必要がある．

低位段丘堆積物

低位段丘面堆積物は厚さ約 1mであり，これは最下部の M8 から順に S19-21，G2-G3 からなる（図 2）．M8 の上面にて，S19-S20 が M8 を削剥している侵食性の境界が認められるが，それ以外には堆積間隙を示す接触関係は認められない．

M8 は中礫～大礫を含む塊状不淘汰な青灰色粘土質堆積物であり，白色～灰色変質火山岩片に富み埋もれ木を含む．堆積物上面には白色変色部を伴い，同様の変色部は堆積物中にも脈状ないし網状に発達しており，堆積後に大気と接触した箇所から変色したものである．以上の特徴は変質物に富んだ土石流堆積物であることを示している．

S19-21 は側方連続性が悪く Loc. 1 以外には分布しない．S19 は淘汰の良い褐色粗粒砂質堆積物で，燕沢下流方向に向かって傾斜した平行葉理を示す．S20 は淘汰の良い灰色粗粒砂質堆積物で塊状であり，S19 との境界部は明瞭である．S19-S20M8 の上面と同色の粘土パッチを含み，それらの境界も凸凹であるため，S19-S20 と M8 は侵食性の境界により接する．S21 は平行葉理をもつ紫灰色細粒砂質堆積物であり，淘汰が良いが安山岩質火山弾を含む．S19-S21 の基質部は，顕微鏡下ではいずれも 40-50%の灰色緻密安山岩片，10%ほどの暗灰色低発泡のガラス質安山岩片を含み，その他の褐色変質岩片，白色変質岩片の量比変化が基質の色調変化と一致する．以上の特徴は，水と砕屑物の混合流によるラハール堆積物よりは，低密度火砕流堆積物（狭義の火砕サージ）の層相に類似する．

G2 および G3 は巨礫を含むことが特徴的で，そ

れぞれ黄褐色砂質堆積物および茶褐色砂質堆積物である．いずれも主に塊状無層理であるが，場所によってはコーステール逆級化構造を示し，土石流堆積物の層相を示している．

^{14}C 年代測定

火山麓扇状地堆積物に挟在する古土壌層試料（Loc. 10）から得られた年代値はそれぞれ，LP1: PMC（現世），LP3: 411 ± 20 yrBP，LP4: 730 ± 20 yrBP および 762 ± 20 yrBP，LP5: 1007 ± 20 yrBP であった．Loc. 6 では LP1：PMC（現世），LP2: 379 ± 20 yrBP の年代値が得られた．LP2，LP3 の年代値は暦年校正年代でおおよそ 15 世紀を示しており，M2 は 1331 年噴出物ないしその再堆積物と判断される．Loc. 7 の LP3 からは 1196 ± 20 yrBP の値が得られたが，Loc. 10 の層序に沿った年代値の変化とは整合せず，層序が二次的に乱された可能性を考慮し採用しなかった．低位段丘堆積物最下層の M8 より採取した埋もれ木の年代値は，Loc. 2 のもので 107 ± 20 yrBP，Loc. 3 のもので 172 ± 26 yrBP であった．

粒度組成

低位段丘堆積物をなす M8，S19-S21，G2-G3，火山麓扇状地堆積物の M2 からの採取試料の基質部について 0～12φ の粒度分布を求めた．G2-G3 は 0φ以下に単峰性のピークを示し，他と比べて優位に粗粒である．S19-S21 の試料は，おおよそ 1～3φに単峰性のピークを示しその淘汰度は良い．一方，S21 については 4φ以下の細粒成分が 14.56wt%と，S19-S20 の同粒階の割合（1-5wt%）よりも多い．M8 は，粘土含有量（>4φ）がおおよそ 2-5wt%であり，シルトと粘土の含有量の和が全ての試料で 20-35wt%を上回った．

礫の全岩化学組成

G2-G3 中の安山岩角礫 4 点と，M2 ユニット中の同様の角礫 1 点の計 5 点の全岩化学組成分析を行った．吾妻小富士火山弾（山元，2005），浄土平付近の明治噴出物火山弾（長谷川ほか 2023）のデータと比較すると，G2-G3 中の角礫については明治噴出物火山弾の組成範囲にプロットされ，特に FeO や MgO に関して一致する．M2 中の角礫については，G2-G3 の試料と同一の組成範囲にプロットされるが，それらよりもやや苦鉄質である．

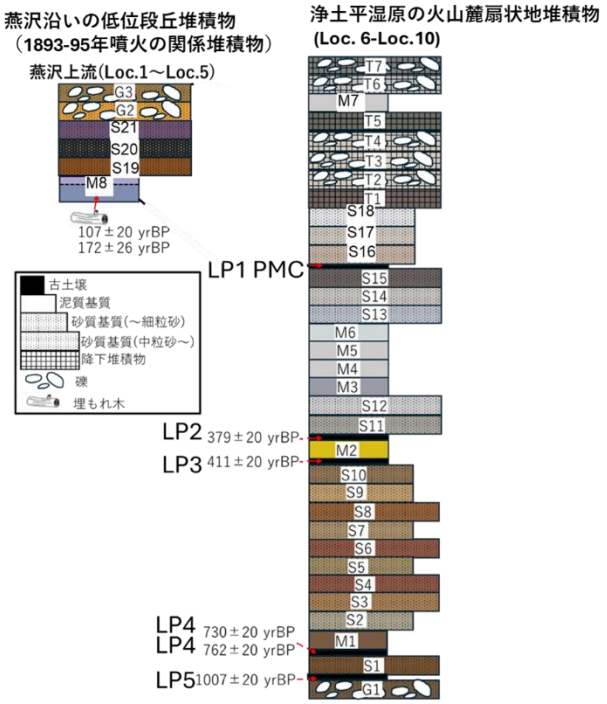

図２：燕沢沿いの低位段丘堆積物および浄土平湿原の火山麓扇状地堆積物の各総合柱状図．
図中の年代値は暦年校正前の 14C 年代測定値．T1-T7 は降下テフラの再移動堆積物と考えられるが未検証．

D．考察

1893-95 年噴火に関係した堆積物の認定

浄土平湿原の火山麓扇状地堆積物と低位段丘堆積物は，地形的に区別される．試料の年代値によれば，低位段丘堆積物は 1893-95 年噴火に由来したラハール堆積物および火砕密度流堆積物と考えるのが妥当である．浄土平湿原の火山麓扇状地堆積物は，1331 年噴出物相当の M2 を含み，そのさらに最下部にはおよそ 1000 年前に堆積した G1 からすると，1000 年以上前に形成した可能性がある．過去 1000 年間は燕沢上流部では土砂供給イベントが繰り返し生じたかもしれない．

1893-95 年噴火の活動推移と低位段丘堆積物

粒度分析結果から，M8 はシルトないし粘土粒径の粒子に富み，粒径 4μm 以下の粘土粒子に至っては，2mm 以下の粒子中の 4μm 以下の粒子含有量が 2-5wt%相当である．堆積物の特徴とあわせるとこれは粘着性土石流（Scott，1995）に相当する．一方，G2-G3 は他よりも基質が粗粒で，M8 とは対照的に非粘着性土石流（Scott，1995）である．流動特性が異なるラハール（土石流）が M8 と G2，G3 の計 3 回生じ，その間には S19-S21 の低密度火砕

流堆積物も発生したようである．

1893-95 年噴火の観測記録によると，1893 年 5 月 19 日に 1 回目の爆発，同年 6 月 4 日から 8 日までに 5 回の爆発，その後 95 年に至るまでも爆発や降灰が継続した(横山 1983a,b)．二回目の爆発が開始した 6 月 4 日から 8 日までの活動は，本噴火の中でも規模が大きく，かんらん石を含む安山岩岩塊を放出し，さらに新たに火口が開口した(横山 1983a,b)．上記の M8 と S19-S20 には堆積間隙があるはずである．このため，M8 は 5 月 19 日の一回目の爆発と同時期に生じた粘着性土石流によるもので，その約 2 週間後の 6 月 4 日から 8 日の一連の噴火のうち火口を開口した時の低密度火砕流堆積物が S19-S21，その直後に生じた噴出物の再移動としての非粘着性土石流が G2-G3 に相当すると考えられる．これらは M8 より上位の層準に，かんらん石を含む安山岩質火山礫ないし岩塊が全岩化学組成的にも露頭でも認められることとも整合する．

ただし，M8 と同様の粘土質岩は現況の燕沢と大穴火口周辺の地表には露出していない．燕沢火口地下の同質の変質帯から直接もたらされたとするなら，それは噴火とほぼ同時的に発生した火口溢流型の熱泥流，あるいは噴火直後に発生した降雨型の粘着性土石流（噴出物の再移動）のいずれかであった可能性がある．

E．結論

本研究によって，まず 1893-95 年噴火に関係したラハール堆積物および火砕密度流堆積物を新たに発見し，これらと噴火記録との対応から同噴火推移との対応性を検討することができた．これは吾妻―浄土平火山では新知見であり，同噴火だけでなく類似の活動の現象理解に深く貢献する．一方，本噴火よりも古い時代に形成した浄土平湿原でみられた火山麓扇状地堆積物についても，本火山で生じる土砂供給イベントないし噴火の長期傾向を探る上で重要であるが，今年度の調査の段階では層序確定にはまだ検討の余地がある．こちらは今後の課題とし研究を継続して進める．

F. 引用文献

古川竜太・中野　俊・高橋　浩・山元孝広（2018）「吾妻山地域の地質」．地域地質研究報告（5 万分の地質図 幅）．産総研地質調査総合センター，50-54.

長谷川　健・菊池文太・柴田翔平・井村　匠・伴雅雄・常松佳恵・山本裕二・大場　司・鈴木和馬・戸丸淳晴・楠　稚枝・岡田　誠（2023）福島県，吾妻―浄土平火山の 1893 年明治噴火はマグマ放出を伴っていた：燕沢火口列周辺に分布する巨大な火山弾の古地磁気年代測定による推察．火山，68(3)，p189-196．https://doi.org/10.18940/kazan.68.3_189

Imura, T., Ohba T. and Horikoshi K. (2021) Geologic and petrologic evolution of subvolcanic hydrothermal system: A case on pyroclastic deposits since the 1331 CE eruption at Azuma-Jododaira volcano, central Fukushima, North-Eastern Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 437, 107274. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107274

井村 匠・伴 雅雄・大津 好秋・井上 朋紀・常松佳恵・長谷川 健・大場 司（2023）吾妻-浄土平火山鎌倉噴火以降の爆発的噴火活動履歴．2023 年度日本火山学会秋季大会講演予稿集，P49.

Scott, K. M., Vallance, J. W. and Pringle, P. T. (1995) Sedimentology, behavior, and hazards of debris flows at Mount Rainier, Washington. U.S. Geol. Surv. Professional Paper, 1547, p56.

山元孝広（2005）福島県，吾妻火山の最近 7 千年間の噴火史：吾妻 - 浄土平火山噴出物の層序とマグマ供給系．地質雑，111，p94-111. https://doi.org/10.5575/geosoc.111.94

横山又次郎（1893a）吾妻山の破裂．地学雑，5，p533-541. https://doi.org/10.5026/jgeography.5.533

横山又次郎（1893b）吾妻山の破裂（前号の続）．地学雑，5，p583-596. https://doi.org/10.5026/jgeography.5.583