

火山灰層とローム層から見た飯綱町周辺の大地の生い立ち

竹下 欣宏¹

要旨

飯綱町には、どっしりと大きな飯縄山をはじめ、平地から突き出た矢筒山、鳥居川や八蛇川の周りに広がる平坦面、それらの川がつくる大きな谷、逆谷地湿原から鼻見城山に伸びる丘陵地など、さまざまな地形的要素が存在し、とても変化に富んでいる。この変化に富んだ飯綱町の大地は、どのようにして出来上がったのだろうか。飯綱町周辺でしばしば観察される赤土（ローム層）と火山灰層（テフラ層）が存在する意味を丁寧に読み解きながら、飯綱町周辺の大地の生い立ちに迫ってみたい。

キーワード：赤土、ローム層、火山灰、テフラ、矢筒山、先行谷

1. はじめに

飯綱町をはじめ、中部日本では土木工事や遺跡の発掘にもなって赤土が露出することがしばしばある。この身近な赤土は、土壌学や地質学ではローム層と呼ばれ、100年以上も前から研究の対象となってきた。そしてローム層の中には火山灰層が挟まれていることが多い。本稿では、飯綱町周辺で観察される赤土（ローム層）とそれらに挟まれる火山灰層について考えを巡らし、矢筒山や八蛇川の谷など身近な地形にも着目して、飯綱町周辺の大地の生い立ちを解き明かしてみようと思う。

なお本稿は、2021年12月4日に飯綱町民会館において開催された令和3年度第3回 いづな歴史ふれあい館 特別記念講演会（信州大学出前講座）で紹介した内容を基に、不足部分等を補い再構成したものである。

2. ローム層とは

飯綱町やその周辺では赤土が露出する崖を目にすることがしばしばある。赤土を手にとってわずかに水を加えて指でこねると、まとまって団子を作ることができる。これは赤土が粘土分に富んでいることを示している。また赤土には白や赤、灰色などの地層がはさまれていることが多い。この

しばしば目にする赤土とそれに挟まれる色とりどりの地層を、地質学や土壌学の世界ではローム層（早川、1995；山野井、2015）と火山灰層とそれぞれ呼んでいる。火山灰層は火山から爆発的な噴火によって噴出した火山灰が積もってできる地層であるが、粘土分に富むローム層とは何なのだろうか、まずはそこから考えてみたい。

地層や岩石が露出する場所を露頭と呼ぶ。飯綱町やその周辺にはローム層の露頭が散見される。飯綱町東柏原（図1, 2：Loc.01）では、深く掘られた用水路の壁に何枚もの火山灰層を挟む厚いローム層を観察することができる。同町高坂では、ため池の改修のために尾根が削られて、斜面に積もったローム層の露頭が出現した（図1, 2：Loc.02）。長野市戸隠の戸隠神社中社（図1, 2：Loc.03）では2019年に大鳥居の建替え工事にともない、深さ3mほどの穴が掘られ、その壁に厚いローム層が顔を出した（竹下、2020）。また、同市戸隠の鏡池から南東側へ1kmほど離れた山林で、林道の新設工事にもなってローム層の露頭が多数出現した（図1, 2：Loc.04）。ちなみにこの林道工事の露頭では、飯縄山西側の山麓を広く覆う越水岩屑なだれ堆積物（早津、1985）も観察することができ、その上にローム層が積もっ

1 信州大学学術研究院教育学系 〒380-8544 長野県長野市西長野6-ロ

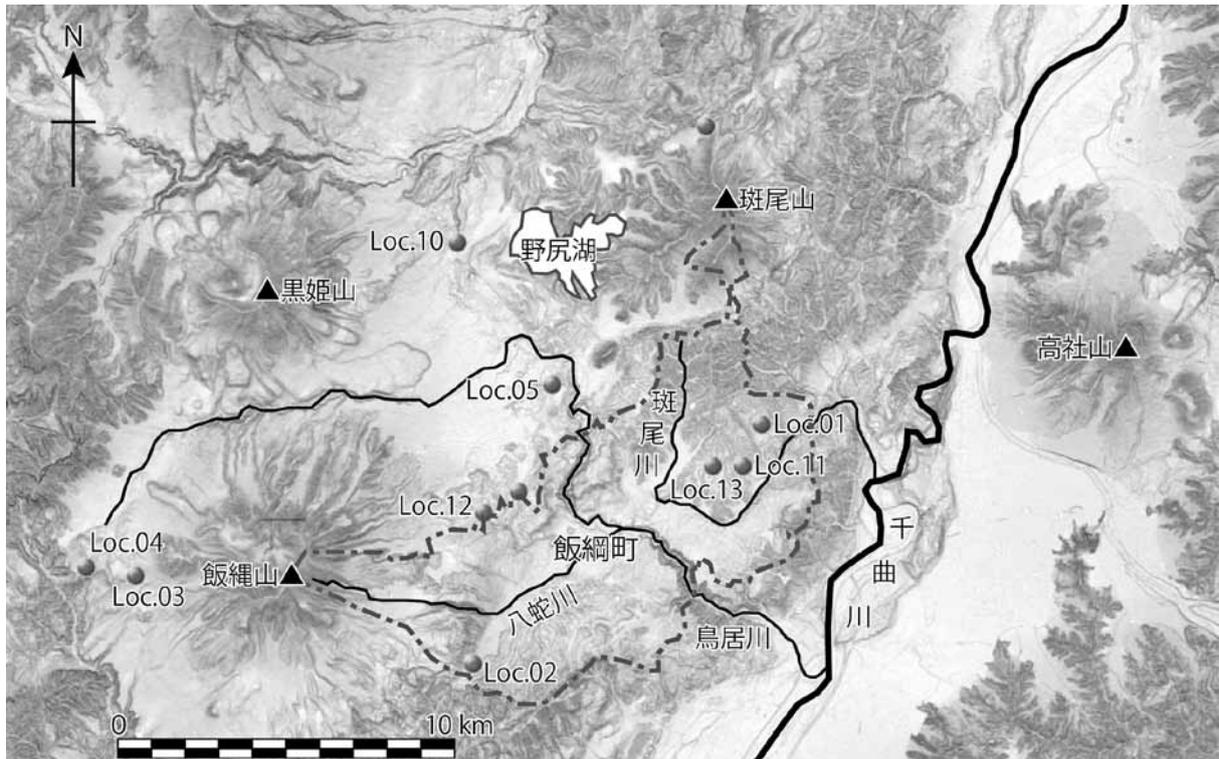


図1 飯綱町周辺の露頭位置図

丸印がローム層の露頭位置を示している。地形陰影図は地理院地図を使用して作成した。

ている。2013年には信濃町小古間における国道18号の付け替え工事にともなってローム層の大露頭（図1，2：Loc.05）が出現した（野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ，2019）が，残念ながら工事が進むにつれ露頭の大半が削られて消失した。

飯綱町やその周辺以外にもローム層の露頭はたくさんある。そのうちのいくつかを紹介する。長野県の南部，伊那市（図3，4：Loc.06）では御嶽山から噴出した火山灰層を何枚も挟むローム層が，中学校の敷地拡張工事にともなって2011年に出現した（寺平，2013）。この露頭は1965年に当時としてはめずらしいカラー写真付きで地質学の学術論文（Kobayashi and Shimizu，1965）に紹介された記念すべき露頭でもある。残念ながら崩落防止のネットと植物によって覆われてしまい今は見るができない。長野県中部の塩尻市洗馬（図3，4：Loc.07）にも御嶽山の火山灰層を挟むローム層の露頭がある（酒井，1995）。この露頭は林道沿いにあり，現在でも観察可能な貴重な露頭である。長野県の北東部，栄村天代（図3，4：Loc.08）にも御嶽山や鳥取県の大山から噴

出した火山灰層を挟むローム層の露頭がある（苗場山麓ジオパーク振興協議会，2018）。長野県だけでなく関東地方のローム層は関東ロームと呼ばれ，1950年代から精力的に研究され，その集大成として関東ローム その起源と性状（関東ローム研究グループ，1965）がまとめられた。関東ロームは栃木県でも観察でき，宇都宮市上欠町（図3，4：Loc.09）では2層の厚い黄褐色軽石層（真岡軽石層と鹿沼軽石層）がローム層に挟まれている（布川・竹下，2010）。ちなみに真岡軽石層は新潟県南部にある飯土火山から約22万～23万年前に（山元，2007），鹿沼軽石は群馬県の赤城火山から約4.4万年前（青木ほか，2008）に，それぞれ噴出したことがわかっている。このうち鹿沼軽石層は，栃木県鹿沼市周辺で採掘され園芸用の「鹿沼土」として，軽石層を挟むローム層も採掘後，粗く粉碎され同じく園芸用の「赤玉土」として販売されている（徐ほか，2019）。

長野県内外のローム層の露頭を紹介したが，用水路や林道わき，土木工事現場など，どの露頭も人為的に掘削された場所にあることがわかる。これは，ローム層は地面の下に隠れていて，地面を



図2 飯縄町周辺のローム層の露頭
露頭位置を図1に示す

掘削しない限り、自然にその露頭ができることは稀であることを意味している。また、これまで紹介したローム層の露頭の位置に注目すると、どの露頭も河川からやや離れた丘陵や台地と呼ばれる小高い地形上にあることがわかる。洪水時に水を被るような河川周辺の低い場所にはローム層の露

頭は存在しないのである。このことは、ローム層は河川の作用、すなわち水による運搬・堆積により形成されるのではないことを意味している。

ではローム層はどのような作用で形成される地層なのであろうか？ 春先など、良く晴れているにも関わらず、かすみがかかって遠くが見通せな



図3 中部日本のローム層の露頭位置図
丸印がローム層の露頭位置を示している。地形陰影図は地理院地図を使用して作成した。

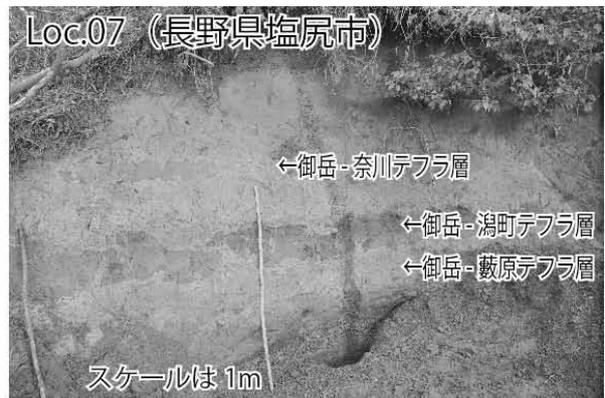


図4 中部日本のローム層の露頭
露頭位置を図3に示す。

いことがある。こうした現象は、中国大陸から飛来する黄砂や裸地から巻き上げられた砂塵によって発生する。そして、このようなかすみがかかっ

た後に小雨が降ったりすると、車のフロントガラスなどに、わずかではあるが細かい砂塵が積もっているのを見かけることがある。このような砂塵

が流水で流されたり、風によって再び吹き飛ばされたりすることがなければ、非常にゆっくりではあるが地面の上に積もって地層（ローム層）を形成することになる。それではどのような環境であれば、砂塵が積もってローム層が形成されるであろうか？ 急傾斜地や裸地では水で流されたり、風で飛ばされたりして積もることができそうにない。植物に覆われた傾斜の緩やかな高台、すなわち木や草の生い茂る高い段丘面や丘陵地なら流されたり飛ばされたりしないから積もることができそうである。紹介したローム層の露頭もそういった地形上に位置しており、露頭周辺は植物で覆われている。

信濃町小古間の国道18号の付け替え工事で出現した大露頭（図2；Loc.05）では、積もった雪のように、尾根地形にそってローム層や火山灰層が堆積している様子が観察された（野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ，2019）。このように波打った地面の上に地層が同じ厚さで積もった構造を地質学ではマントルベディングと呼ぶ。ちなみに「マントル」は体を覆う「マント」（外套）と語源が同じで覆うものを意味する。信濃町小古間の露頭に見られる地層の構造は、ローム層や火山灰層が雪のように空から降って積もってできた地層であることを示しているのである。また、砂塵が積もる速度はとても遅いので、厚いローム層が形成されるためには、崩れたり土砂に覆われたりしない安定した環境が長く続く必要がある。したがって、厚いローム層が積もっていれば、その場所はそれだけ長い間安定した環境であったことを示しているのだ。

ここまでのことをまとめると、ローム層とは、風によって運ばれた細かい砂塵が植物に覆われた安定した高台（段丘面や丘陵地）に時間をかけて積もってできた地層であると言えそうだ。この考えは早川（1995）や山野井（2015）の考えと調和的である。露頭（地層が露出する場所）ができるためには、ある程度大規模に崩れたり、浸食されたりしなくてはならない。ローム層が形成され

る条件は、露頭が形成される条件とまるで逆であるから、ローム層の露頭はなかなか自然にはできないのであろう。

3. ローム層に挟まれる火山灰層(テフラ層)

火山が爆発的な噴火を起こし、ローム層が形成される安定した場所に火山灰が降ったなら、それらは浸食されることなく地層（火山灰層）として保存されるため、ローム層は火山噴火の記録装置としての役割も果たしている。飯綱町のローム層にはたくさんの火山灰層が挟まれているので、過去に多くの噴火が起きていたことがわかる。しかし、飯綱町のローム層に挟まれた火山灰層は、正確には火山灰層とは呼べないものが多い。火山灰とは火山の噴火により形成された2mmよりも小さな粒子を指す言葉である。2mm～64mmの粒子を火山礫、64mmよりも大きなものを火山岩塊と呼んで区分している。飯綱町周辺のローム層に挟まれている“いわゆる火山灰層”は、2mmよりも大きな粒子からできているものが多く、正確には火山礫層と呼ぶべきものが多いのである（図5）。また、火口に近いところでは大きな火山岩塊が多く、火口から離れるにしたがって火山礫、火山灰と粒子サイズが小さくなっていくので、同一の噴火で形成された地層であっても、場所によって呼び方が変わってしまう。これでは都合が悪いので、火山灰、火山礫、火山岩塊をまとめて呼ぶための用語がほしい。そこで良く使われる言葉がテフラである。テフラは、粒子サイズに関係なく火山の噴火で放出される岩石の破片（火山碎屑物）を指す言葉である（荒牧，1996；町田・新井，2003）。したがって、ローム層に挟まれる火山噴火由来の地層を見つけたならば、それをテフラ層と呼べば間違いない。

このようにテフラは便利な用語であるのだが、その使い方には注意を要する。テフラは噴火で生産されるあらゆる粒子を指すので、単にテフラ層というだけでは、具体的にどのような地層なのかを伝えることができないのである。だから露頭で

テフラ層を見つけたなら、粒子の大きさや色、形や粒のそろい具合などを具体的に記述する必要がある（野尻湖地質グループ、2016）。



図5 ローム層に挟まれるテフラ層 (Loc.13)
露頭位置を図1に示す..

4. ローム層の堆積速度

ローム層は、風によって運ばれた砂塵が長い時間をかけて積もってできる地層であることはすでに述べた。では具体的にどのくらいの速さで積もるのであろうか？ 砂塵の運ばれる量、すなわち風の強さや砂塵が巻き上がる地域の面積などによっても変化するだろうから、一概にこのくらいというのは難しいかもしれないが、一つの例を紹介したい。

信濃町の周辺のローム層には近隣の黒姫山や妙高山だけでなく、九州や山陰地方といった遠方から飛来したテフラ層も挟まれている（野尻湖地質グループ、1984）。そしてナウマンゾウ化石で有名な同町の野尻湖では約60年前から発掘や地質調査が続けられている。その結果、野尻湖およびその周辺の地層は、世界的にも類を見ないほど詳しく調べられ、その広がり（分布範囲）や積み重なるの順序（地質層序）、いつ積もったものなのか（堆積年代）が明らかにされている（Kondo et al., 2018；野尻湖地質グループ、2019）。その中で、野尻湖周辺のテフラ層がいつ噴出したのかも詳しくわかっている（長橋・石山、2009）。2019年、野尻湖西方の六月集落付近において橋の付け替え工事にともない、たくさんのテフラ層を挟むローム層の露頭（図1、6：Loc.10）が出現し

た（竹下ほか、2020）。この露頭で確認できるテフラ層の中で〔三点セット〕・〔プレッチャーゾーン〕と名付けられたテフラ層は、約6.1万年前と約4.9万年前に黒姫山からそれぞれ噴出したことがわかっている（長橋・石山、2009）。したがって、両テフラ層に挟まれる厚さ約60cmのローム層（図6）は、約1万2千年かけて積もったことになる。これらの数字から単純に計算すると、この露頭のローム層は1年間で0.05mm、100年間でもたった5mmしか積もらないということになる。10mを超える分厚いローム層が観察できたなら、その場所は数十万年という長い年月、安定した環境が保たれてきたことがわかるのである。

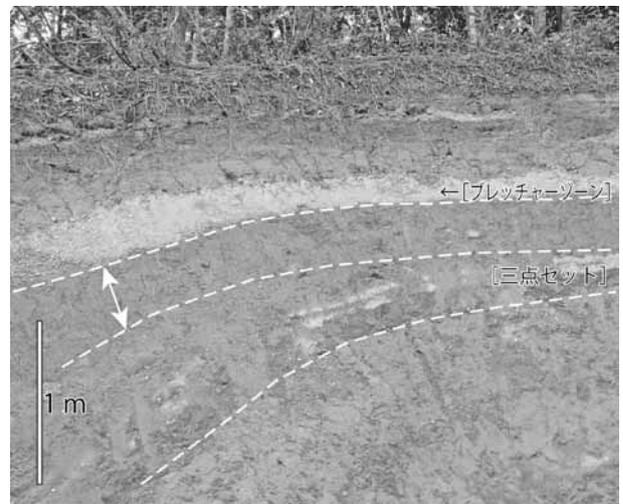


図6 〔三点セット〕と〔プレッチャーゾーン〕に挟まれるローム層 (Loc.10)
白色の両矢印の部分が挟まれるローム層で、厚さは約60cmである。露頭位置を図1に示す。

飯綱町周辺でもっとも古いローム層はどのくらい前のものであろうか？ 同町東部の毛見集落付近の露頭（図1：Loc.11）ではローム層中にキラキラと光を反射する粒子を確認することができた（図7）。それは石英と黒雲母と呼ばれる鉱物で、中学校理科の教科書に登場する花こう岩にはふつうに含まれている鉱物であるが、これらを含むテフラ層は日本ではかなり珍しい。このため、石英と黒雲母が含まれているだけで、おおよその見当がつく。詳しい分析をしないと確かなことは言えないのだが、おそらくこれらの鉱物をローム層にもたらしたテフラ層は、北アルプスの槍ヶ岳西

方から約 35 ～ 30 万年前に噴出した大町 APm テフラ群（鈴木・早川，1990）であろう。したがって，飯綱町東部の斑尾川に取り囲まれたなだらかな丘陵（図 1）は，少なくとも約 35 万～ 30 万年前から安定した環境が継続しており，その上に厚いローム層や多くのテフラ層が厚く堆積したのである。

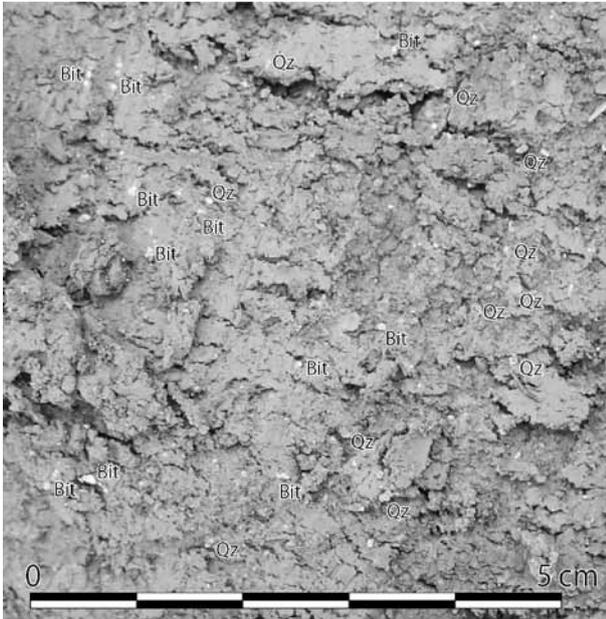


図 7 ローム層に含まれる石英と黒雲母 (Loc.11)
露頭位置を図 1 に示す。Qz：石英，Bit：黒雲母

飯綱町周辺で田畑の造成が盛んにおこなわれた 1970 ～ 1980 年代には，記録することができないほどたくさんの露頭が出現したそうである。そうした時期にはもっと古い時代のローム層も見られたようである（花岡・豊野層団研究グループ，1985）が，残念ながら現在それらを探しても植物やコンクリートに覆われてしまってほとんど見つからない。

5. 飯綱町のローム層に挟まれるテフラ層の給源火山

テフラ層が噴き出した火山のことを，そのテフラ層の給源火山という。飯綱町で見られるテフラ層の多くは，2 ～ 64mm の火山礫サイズの粒子からなるので，遠くの火山から飛来したとは考えられない。同町の周辺には飯縄山のほか，黒姫山，妙高山，新潟焼山，斑尾山，高社山，毛無山，志

賀山，鉢山，焼額山など多くの火山がある（図 3）。

テフラ層は噴火によって大気中に放出されると，風の影響を受けて移動する。日本の上空には偏西風が吹いているので，噴出されたテフラは給源火山の東側に運ばれて地層を形成することが多い（町田・新井，2003）。したがって，飯綱町の東側にある高社山，毛無山，志賀山，鉢山，焼額山などは給源火山の候補から外していいだろう。先ほど述べたように，現在飯綱町で確認できるテフラ層の中で一番古いものが約 35 万～ 30 万年前の大町 APm テフラ群であるから，給源火山の候補としては，それよりも新しい時代に噴火を繰り返した火山ということになる。そういう観点で見ると，斑尾山は約 70 万～ 51 万年前に活動した古い火山である（早津，2008）ことがわかっている。給源火山の候補から外れる。これに対して，新潟焼山は約 3000 年前に産声を上げたとても新しい火山である（早津，1994）が，新し過ぎるために給源火山になりそうにない。

残るは飯縄山，黒姫山，妙高山である。飯縄山は約 34 万～ 15 万年前に，黒姫山は約 25 万～ 4.3 万年前に活動した火山であり，妙高山は約 30 万年前から現在まで断続的に活動を続ける活火山である（早津，2008）。いずれも給源火山になりそうであるが，飯綱町のテフラ層が黒姫山や妙高山から飛来したのであれば，その途中にある野尻湖周辺に，飯綱町よりも厚くて粒の大きいテフラ層が多数ありそうなものであるが，そういったものは知られていない。このように考えてみると，当たり前の結論のように感じるかもしれないが，飯縄山が飯綱町で見られるたくさんのテフラ層の給源火山である可能性が極めて高いのである。ただし，九州や山陰地方，御嶽山や立山（弥陀ヶ原火山）から飛来したテフラ層も知られている（竹下ほか，2013）。

では飯縄山がどのような噴火を繰り返した結果，テフラ層が残されたのであろうか？ 約 15 万～ 12.5 万年前に飯縄山から噴出した飯縄上樽 a テフラ（頭文字をとって Iz-KTa と略称される）は，

直線距離で150km以上も離れた栃木県的那須岳周辺でも見つかっている(鈴木, 2001). このテフラ層は約20万年にもおよぶ長い飯縄山の活動の中で、もっとも大規模な噴火によって形成されたものである。信濃町高山(図1: Loc.12)において厚さ30cmほどのIz-KTa(図8)を構成する粒子は黄白色で、ルーペなどで観察するとパンのように孔がたくさんあいている様子を観察することができる。このような粒子は軽石と呼ばれる。2021年8月、小笠原群島のさらに南にある福徳岡ノ場の海底噴火で噴出され、海流によって運ばれ1000km以上離れた沖縄諸島などに漂着して大きな被害を出したのも軽石である。軽くてなかなか沈まないため、海流によって遠くまで運搬され



図8 信濃町高山においてローム層に挟まれる飯縄上層aテフラ(Iz-KTa: Loc.12)
露頭位置を図1に示す。

てしまったのである。福徳岡ノ場の噴火では、噴煙柱と呼ばれる巨大なキノコ雲状の噴煙が形成された。この噴煙柱の高さは海面から15kmを超えたのではないかと推定されている[URL1]。大量の軽石を噴き出し、巨大な噴煙柱を形成する噴火をプリニー式噴火という。Iz-KTaを噴き出した飯縄山の噴火もプリニー式噴火であったに違いない。

Iz-KTaのような軽石層のほか、孔がほとんどない角ばった岩片ばかりからなるテフラ層も飯綱町のローム層には複数挟まれている。このようなテフラ層は桜島火山や浅間山で発生するブルカノ式噴火と呼ばれる単発的で爆発的な噴火によって形成される。今はどっしりとして穏やかな飯縄山(図9)であるが、過去には爆発を繰り返し、時には巨大な噴煙柱を立ち上げる荒ぶる火山であったことが、ローム層の中に記録されているのである。

6. 飯縄山で発生した大事件ー山体崩壊と岩屑なだれー

飯縄山で発生したのは噴火だけではない。もっとすごい事件が起こった証拠が残っている。それは飯綱町の中心部にある矢筒山(図10, 11)である。矢筒山の成因は隆起でも噴火でもない。飯縄山が山体崩壊と呼ばれる山の形が変わるほどの大崩壊を起こし、飯縄山を作っていた溶岩層など



図9 飯綱東高原から望む飯縄山

がほぐれ切らずに、巨大なブロックとして流されてきたものと考えられている（早津ほか，2003；富樫，2020a, b）．だから矢筒山のような山を地質学では「流れ山」と呼び、山体崩壊によって発生し、流れ山を運ぶ流れを「岩屑なだれ」と呼んでいる．

そのようなことが本当に起こりうるのだろうか、と疑念を抱くかもしれない．しかし、1980



図10 いいづなりリゾートスキー場から望む矢筒山

年5月28日、北米のセントヘレンズ火山が大崩壊を起こし、麓に多くの流れ山が形成される様子が観察された（須藤，2007）．日本でも1792年に長崎県普賢岳の眉山が大崩壊を起こし、ほぐれ切らずに海まで運ばれた多くの流れ山が九十九島として残っている（図12；井上，1999）．1888年には福島県の会津磐梯山でも山体崩壊が発生している（吉田，2012）し、小規模ではあるが、1984年に御嶽山でも伝上崩れと呼称される山体崩壊が発生しており（三村ほか，1988）、決して珍しい現象ではないのである（井口，2006）．

矢筒山の北側を流れる八蛇川や鳥居川沿いの大きな崖には矢筒山を含む流れ山を運んだ牟礼岩屑なだれ堆積物（早津ほか，2003）を観察することができる．この堆積物にはバリバリにひび割れてはいるが、バラバラにならず一塊の状態を保つ大きな岩塊がいくつも含まれている（図13）．このような割れ目のことをジグソークラックと呼

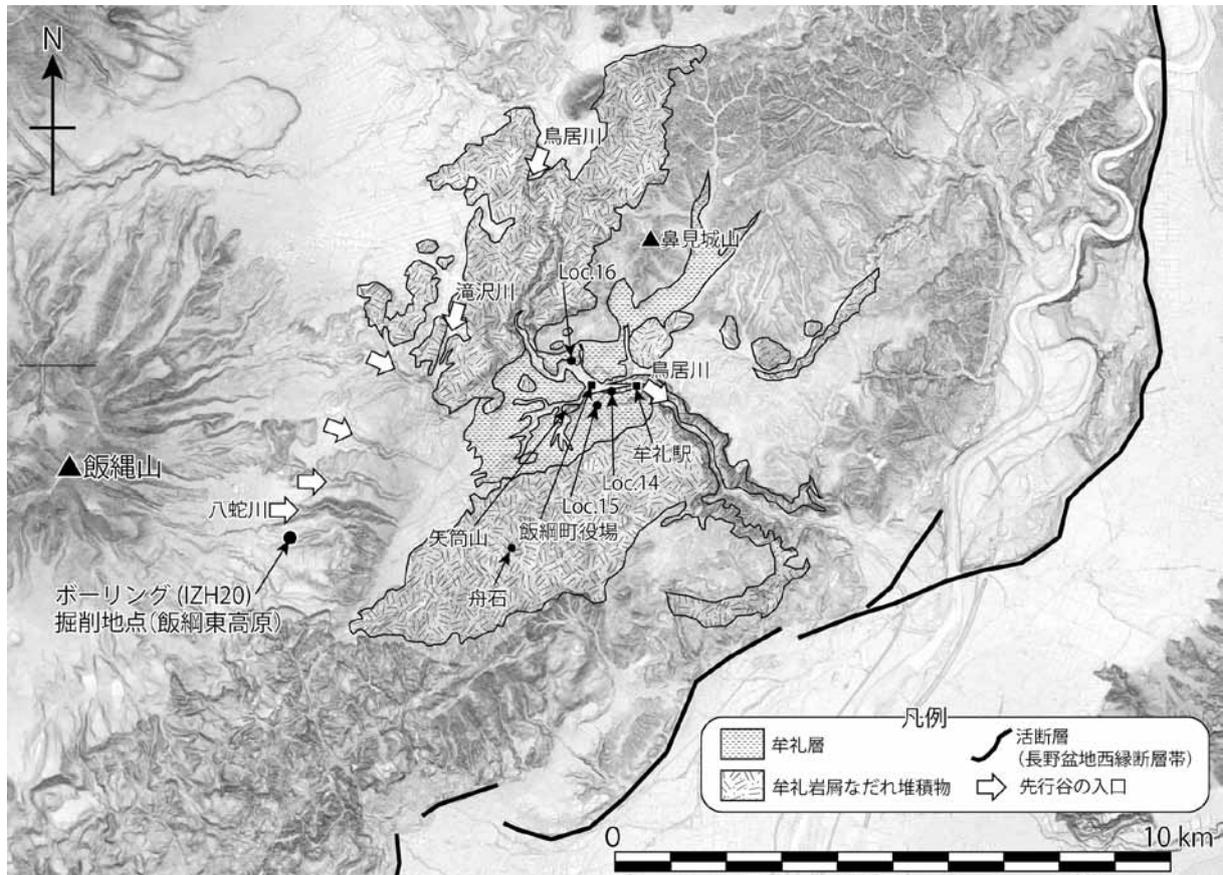


図11 牟礼岩屑なだれ堆積物と牟礼層の分布図

牟礼岩屑なだれ堆積物と牟礼層の分布範囲は赤羽ほか（1992）と長森ほか（2003）に、活断層の位置は杉戸ほか（2015）に基づき作図．地形陰影図は地理院地図を使用して作成した．

ぶ。1792年の眉山の大崩壊で麓に積もった岩屑なだれ堆積物の中にもジグソークラックが発達する岩塊がたくさん含まれている。このような証拠から飯縄山は、形が変わるほどの大崩壊を起こしたはずだと断言できるのである。しかし、現在の飯縄山には東側（飯綱町側）に開いた巨大な崩壊地形は存在しない（図9）。崩壊後の噴火活動で埋め立てられてしまったのだろう。活動中の飯縄山は、周辺にテフラをまき散らすような噴火だけでなく、溶岩を流して山を成長させるような噴火も盛んに起こしていたにちがいない。

牟礼岩屑なだれ堆積物は約15万～12.5万年前のIz-KTaをはさむローム層に覆われる（図2）ので、少なくともその前に飯縄山の山体崩壊が起きたのは間違いない。今のところ牟礼岩屑なだれ堆積物に含まれる岩石の性質や年代値から、およそ23～22万年前の出来事ではないかと考えられている（早津，2004）。

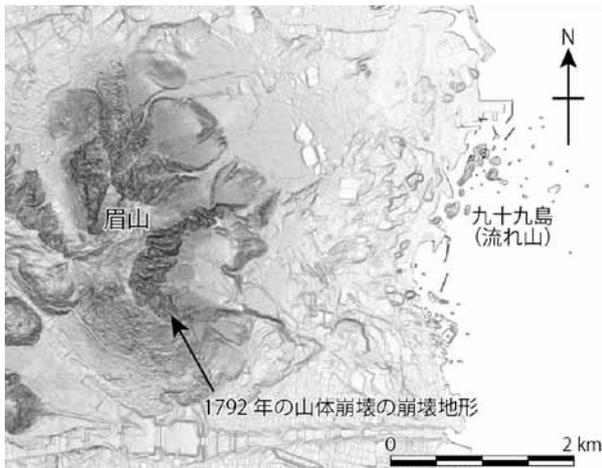


図12 1792年の眉山の山体崩壊地形と九十九島
地形印影図は地理院地図を使用して作成した。

ちなみに飯綱町の天然記念物に指定されている舟石は、牟礼岩屑なだれ堆積物の分布範囲内に位置している（図11）。この巨岩は地上部分だけで長径9.6 m、短径5.3 m、高さ4.3 mもあり、重さは500～600トン以上と推定されている（富樫・小山，2004）が、こんな大きな岩も、岩屑なだれという流れであれば楽々運べたことだろう。



図13 岩屑なだれ堆積物に含まれる岩塊に見られるジグソークラック

上が1792年の眉山の山体崩壊による岩屑なだれ堆積物，下が鳥居川右岸の牟礼岩屑なだれ堆積物

7. 飯綱東高原の不思議な地形

いづなりリゾートスキー場のゲレンデから麓を見下ろすと、八蛇川が丘陵（飯綱東高原）を切割って東側へ流れ出ていく様子が良く見える（図14）。ふつう川は高いところを避けて低い方へ流れるはずなのだが、八蛇川は高い丘陵に向かって流れ、しかも丘陵を切割っているのである（図11）。地形の用語でこのような川を先行河川、先行河川がつくる谷を先行谷と呼ぶ。先行河川とは読んで字のごとくで、先に流れていた河川ということである。では何より先に流れていたのかというと、それは川に切割られる丘陵地が隆起をするより前（先）ということである。したがって、いづなりリゾートスキー場の東側にある北北東-南南西方向に伸びる丘陵は地殻変動による隆起で形成されたと考えられるのである。

これを確かめるために飯綱東高原の高台で深さ



図 14 いづなりリゾートスキー場から望む八蛇川の先行谷.

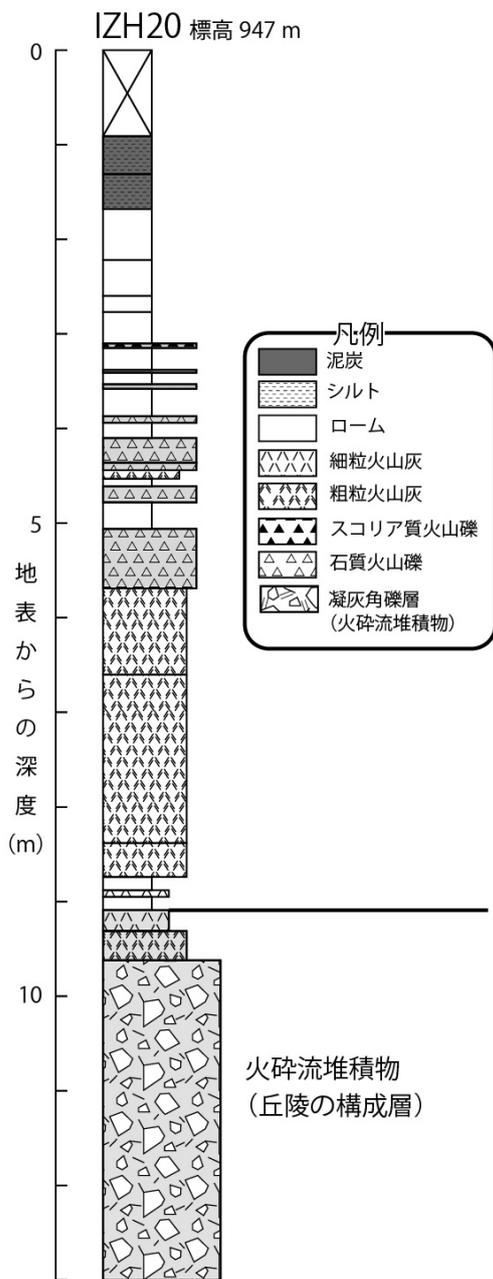


図 15 飯綱東高原コア (IZH20) 柱状図

13m のボーリング掘削を行った (図 11). その結果, 丘陵地を作る地層は火砕流堆積物であることがわかった (図 15; 廣内ほか, 2021). 火砕流とは 1990 年～1995 年の雲仙普賢岳の噴火で頻発した現象で, 高温の火山ガスと溶岩の破片が高速で斜面を流れ下る現象である. 火砕流堆積物は谷を埋め立てるため, 山頂部から麓に続くなだらかな斜面が形成される. 八蛇川が切割る丘陵が火砕流堆積物でできているということは, もともとは丘陵などなく, 飯綱山の山頂部から東側にむかってなだらかな一続きの斜面が広がっていたはずである. このような斜面が形成された後, 地殻変動によって現在の飯綱東高原の一带がしだいに隆起して丘陵ができ, 八蛇川は隆起する丘陵を浸食して先行谷を形成したのである. そういう観点でこのあたりの地形を見直すと, 八蛇川だけでなく, 滝沢川や鳥居川などたくさんの河川が先行谷を形成しており, 飯綱東高原から鼻見城山にかけての一带が隆起していることがわかる (図 11).

また, 北しなの線の牟礼駅より下流側の鳥居川も大きな先行谷をなしている. こちらは長野盆地の西縁を限る大きな断層帯(長野盆地西縁断層帯)の活動によって隆起する地域(杉戸ほか, 2015)を鳥居川が浸食し続けているのである (図 11).

8. 2つの丘陵に挟まれた平地

飯綱町には先行谷が発達する2つの丘陵に挟まれて北東-南西方向に伸びる平地があり, その中心あたりに飯綱町の役場が立地している (図 11). この平地を鳥居川や八蛇川が浸食し, 数段の段丘が形成されている. これらの川沿いの露頭では平地を埋めている牟礼層(長森ほか, 2003)を観察することができる. 今はネットと植物に覆われてしまって見えないが, 2008年に牟礼駅から約500m西方で土木工事にともない大きな露頭が出現した (図 11: Loc.14). この露頭では牟礼岩屑なだれ堆積物とそれ覆う牟礼層(砂礫層や泥層, 泥炭層)が確認された (図 16下). 牟礼層の下部に約15～12.5万年前のIz-KTaが挟まれ

ていた（竹下ほか，2013）。

この露頭から200mほど南西側で，2010年に土木工事により泥炭層を主体とする牟礼層が露出（図11：Loc.15）し，数枚のテフラ層が挟まれることが確認された（図16中）。それらのテフラ層のうちの2層が，約7万年前に立山火山から噴出した立山-Eテフラ層（Tt-E）と約6.2万年前に鳥取県の大山火山から噴出した大山倉吉軽石層（DKP）にそれぞれ対比されることがわかった（竹下ほか，2013）。残念ながらこの露頭も植物に覆われてしまい現在は見るできない。

さらに鳥居川左岸の普光寺の露頭（図11：

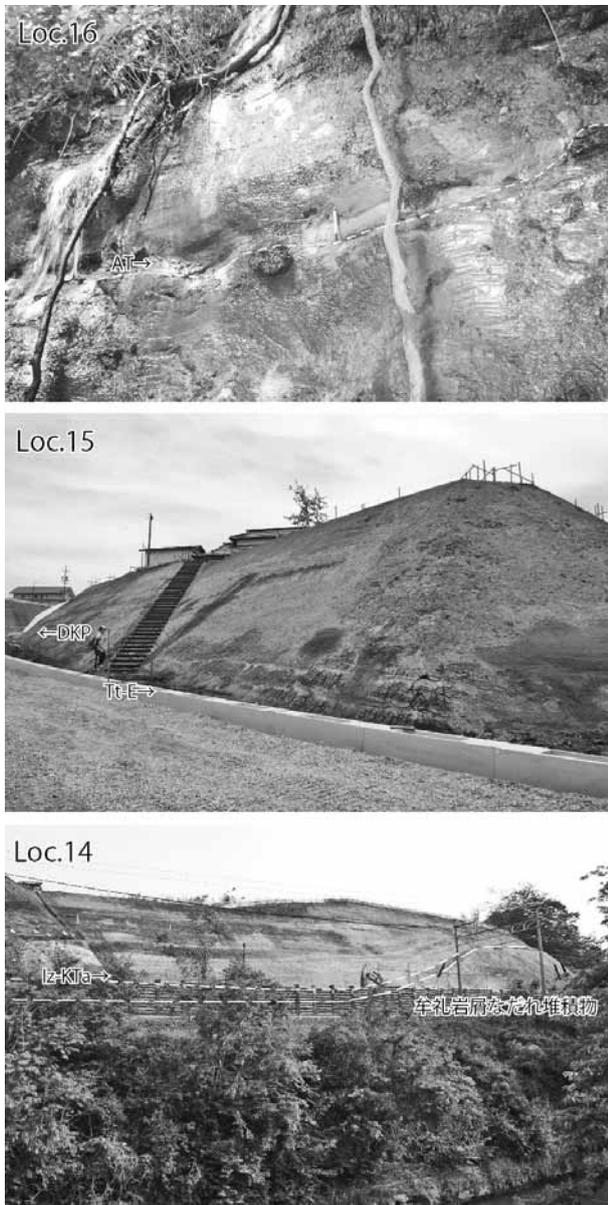


図16 牟礼層の露頭
露頭位置を図11に示す。

Loc.16)では段丘面のやや下に砂層や泥層からなる牟礼層に挟まれて約3万年前に鹿児島県の始良カルデラから噴出した始良Tnテフラ層（AT）が挟まれたことが明らかにされた（図16上；竹下ほか，2013）。この露頭は鳥居川左岸の攻撃斜面にある自然露頭であり現在も観察することができる。

以上のことからこの平地は，少なくとも15万～12.5万年前から3万年前までは，牟礼層（砂や泥，泥炭）が堆積する低地帯であったこと，ATの堆積からやや時間をおいて浸食されるようになり，現在みられる数段の段丘が形成されたと考えられる。飯綱町牟礼の観音寺付近の露頭で，富樫（2008）により3点の年代値が報告されている。それらの値は約3.5万～2.8万年前を示し，テフラ層の年代観と調和的である。

ちなみにATは，福井県三方五湖の1つである水月湖の湖底堆積物の研究から30,009 ± 189 cal yrs BP（cal yrs BPは，現在から何年前なのかを示す単位）という数万年前のテフラ層としては驚くほど高い精度で，いつ噴出したテフラ層であるかがわかっている（Smith et al., 2013）。水月湖の堆積物は特別で，年縞と呼ばれる1年に1層ずつ形成されるしま模様が世界でもっとも良く保存されており，さらに年代測定をするための植物化石も含まれているので，このような驚異的な精度で噴出年代を特定することができたのである（中川，2015）。ATを見つけることができれば，この恩恵を受けてその場所の地層がいつできた物なのかを精度よく決定することができるのである。世界一の精度を誇る水月湖の年縞堆積物の研究成果は，飯綱町における地形・地層の研究にも活用されているのである。

9. まとめ 飯綱町周辺の大地の生い立ち

以上これまで紹介してきたローム層，テフラ層，岩屑なだれ堆積物，先行谷，平地の堆積物に基づいて飯綱町周辺の大地の生い立ちをまとめると次のようになる。

- ① 飯綱町東部の斑尾川に取り囲まれた一帯は

約 35 万～30 万年前には植物に覆われた安定した丘陵地であり、ローム層が静かに堆積する環境であった。飯縄山は爆発的な噴火を繰り返し、多数のテフラ層がローム層中に保存された。

- ② 今から約 20 万年ほど前、飯縄山が山体崩壊を起こし、飯綱町一帯を牟礼岩屑なだれ堆積物が広く埋め立てた。しかし、①の丘陵地周辺は高かったために、岩屑なだれ堆積物に覆われることなくローム層やテフラ層の堆積が続いた。その後も飯縄山は爆発的な噴火を繰り返した。その中でも最も大規模な噴火が飯縄上樽 a テフラ層（約 15～12.5 万年前）を噴出したプリニー式噴火だった。
- ③ 飯縄山の東側へ火砕流が流れ下り、山腹から麓にかけてゆるやかな斜面が形成された。
- ④ 牟礼岩屑なだれ堆積物と火砕流堆積物が積もったのち、飯綱町と信濃町・長野市の境界付近が隆起し、隆起するよりも前に流れていた川が、丘陵を侵食して先行谷化していった。
- ⑤ 隆起した地域にはさまれた相対的に沈降している地域では砂礫層や泥層・泥炭層が積もり、約 3 万年前ごろに埋め立てが終わり、平坦面ができた。
- ⑥ その後、現在の飯綱町の中心部をなす平地は堆積から侵食の場になり、平坦面が侵食されて段丘地形が形成された。

謝辞

火山灰層をはじめとして長野県北部の地形・地質を長年研究されている花岡邦明さん、宮下 忠さん、赤羽貞幸さん、近藤洋一さん、中村由克さん、野尻湖地質グループのみなさんと一緒に調査をし、露頭の前で議論させていただく中で、多くのことを学ばせていただいています。田辺智隆さん、中川知津子さんには戸隠神社中社および林道沿いのローム層の露頭について情報をいただき、調査の機会を得ることができました。飯綱東高原のボーリング調査では地権者の松澤氏に掘削の許

可をいただきました。いづな歴史ふれあい館の富樫 均さんにはボーリング調査に関するご協力、講演会の内容に関するご助言、本稿執筆の機会をいただきました。ここに記してお礼申し上げます

引用文献

- 青木かおり・入野智久・大場忠道（2008）鹿島沖海底コア MD01-2421 の後期更新世テフラ層序。第四紀研究，47，391 - 407.
- 荒牧重雄（1996）テフラ。新版地学事典，平凡社，pp.877.
- 花岡邦明・豊野層団研究グループ（1985）長野盆地北部における中部更新統。日本第四紀学会講演要旨集，15，104 - 105.
- 早川由紀夫（1995）日本に広く分布するローム層の特徴とその成因。火山，40，177 - 190.
- 早津賢二（1985）妙高火山群—その地質と活動史—。第一法規出版，344p.
- 早津賢二（1994）新潟焼山火山の活動と年代—歴史時代のマグマ噴火を中心として—。地学雑誌，103，149 - 165.
- 早津賢二（2004）飯縄火山—牟礼岩屑なだれの発生時期。軽石学雑誌 11，p.1 - 9.
- 早津賢二（2008）妙高火山群—多世代火山のライフヒストリー—。実業公報社，424p.
- 早津賢二・古川竜太・長森英明（2003）戸隠地域の地質，第 5 章 第四紀火山。地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）。産総研地質調査総合センター，49 - 73.
- 廣内大助・竹下欣宏・富樫 均・近藤洋一・花岡邦明・関めぐみ（2021）中部山岳域における防災力の強化に向けた自然災害研究：長野県北部，信濃町と飯綱町で新たに発見された活断層。信州大学山岳科学研究拠点 2020 年度報告要旨集，18 - 24.
- 井口 隆（2006）日本の第四紀火山で生じた山体崩壊・岩屑なだれの特徴—発生状況・規模と運動形態・崩壊地形・流動堆積状況・発

- 生原因について一. Landslides , 42, 409 – 420.
- 井上公夫 (1999) 1792 年の鳥原四月朔地震と鳥原大変後の地形変化. 砂防学会誌, 52, 45 – 54.
- 関東ローム研究グループ編 (1965) 関東ロームその起源と性状. 築地書館, 378p.
- Kobayashi and Shimizu H. (1965) Classification and Correlation of Shinshu Loam in the South Shinshu Tephrogenetic Region, Central Japan. Journal of the Faculty of Liberal Arts and Science, Shinshu University. Part 2, Natural science, 15, 37 – 59.
- Kondo Y., Takeshita Y., Watanabe T., and Seki M., 2018, Geology and quaternary environments of the Tategahana Paleolithic site in Nojiriko (Lake Nojiri), Nagano, central Japan. Quaternary International, 471, 385 – 395.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス. 東京大学出版会, 336p.
- 三村弘二・鹿野和彦・中野 俊・星住英夫 (1988) 1984 年御嶽岩屑なだれ—堆積物からみた流動・堆積機構—. 地質調査所月報, 39, 495 – 523.
- 苗場山麓ジオパーク振興協議会 (2018) 苗場山麓ジオパーク GUIDEBOOK. ほおずき書籍, 116p.
- 長橋良隆・石山愛子 (2009) 長野県野尻湖底ボーリング (NJ88) コア試料の編年の再構築とテフラ層の火山ガラス化学組成, 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 17, 1 – 57.
- 中川 毅 (2015) 時を刻む湖 7 万枚の地層に挑んだ科学者たち. 岩波科学ライブラリー 242, 岩波書店, 126p.
- 長森英明・古川竜太・早津賢二 (2003) 戸隠地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 109p.
- 野尻湖地質グループ (1984) 野尻湖層の層序—野尻湖発掘地とその周辺の地質 その 3 (1979-1983) 一. 地団研専報, 27, 1 – 21.
- 野尻湖地質グループ (2016) 新版 火山灰野外観察の手びき. 地学ハンドブックシリーズ 21, 地学団体研究会, 62p.
- 野尻湖地質グループ (2019) 長野県北部, 野尻湖湖底発掘調査地周辺地域における野尻湖層の層序と分布. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 27, 1 – 13.
- 野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ (2019) 長野県野尻湖周辺に分布する信濃町ローム層のテフラ層序・層相と砂粒組成. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 27, 15 – 25.
- 布川嘉英・竹下欣宏 (2010) 栃木県内の第四紀火山灰露頭調査報告: テーマ展「栃木の火山灰から噴火を読む」の調査から. 栃木県立博物館研究紀要—自然—. 27, 1 – 17.
- 酒井潤一 (1995) 塩尻市洗馬梨ノ木の火山灰層. 地学団体研究会松本支部編, 自然史ハイキング信州の地質めぐり, 郷土出版社, 177 – 185.
- 徐 維那・須藤定久・高木哲一 (2019) 鹿沼土の話①—採掘から製品まで. GSJ 地質ニュース, 8, 301 – 307.
- 須藤 茂 (2007) セントヘレンズとフッドーポートランド近辺の火山. 地質ニュース, 636, 10 – 34.
- 杉戸信彦・廣内大助・塩野敏昭 (2015) 長野盆地西縁の変動地形と活断層. 地質学雑誌, 121, 217 – 232.
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T., Suigetsu 2006 Project Members, 2013. Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic

- records across the last 150 ka. Quat. Sci. Rev. 67,121 – 137.
- 鈴木毅彦 (2001) 海洋酸素同位体ステージ 5-6 境界に降下した飯縄上層テフラ群とその編年学的意義. 第四紀研究, 40, 29 – 41
- 鈴木毅彦・早川由紀夫 (1990) 中期更新世に噴出した大町 APm テフラ群の層位と年代. 第四紀研究, 29, 105 – 120.
- 竹下欣宏 (2020) 第五節 地盤調査. 戸隠神社中社大鳥居建替工事報告書, 日本伝統建築事務所, 33 – 35.
- 竹下欣宏・近藤洋一・花岡邦明・富樫 均・宮下 忠・関めぐみ・中川知津子・廣内大助・野尻湖地質グループ (2020) 長野県北部, 信濃町と飯綱町で新たに発見された活断層露頭. 日本活断層学会 2020 年度秋季学術大会及びシンポジウム講演予稿集, 22 – 23.
- 竹下欣宏・清水大史・新保亜沙・栗岩 優・赤羽貞幸 (2013) 長野県北部の中～上部更新統, 牟礼層に挟在する降下テフラ層の層序とその対比. 日本地質学会学術大会講演要旨, pp314.
- 寺平 宏 (2013) 伊那谷の火山灰—重要露頭と鉱物—. 飯田市美術博物館調査報告書 4, 75p.
- 富樫 均 (2008) 飯綱火山東麓の牟礼層の層相と ^{14}C 年代. 長野県環境保全研究所研究報告, 4, 111 – 115.
- 富樫 均 (2020a) いいつな時空散歩 Vol.1 矢筒山は「流れ山」. 公民館報いいつな, 87, pp7.
- 富樫 均 (2020b) いいつな時空散歩 vol.2 牟礼岩屑なだれ. 公民館報いいつな, 88, pp8.
- 富樫 均・小山丈夫 (2004) 牟礼村袖之山の舟石が教えてくれるもの. 長野県自然保護研究所紀要, 7, 29 – 39.
- 山元孝広 (2007) テフラ層序からみた新潟県中期更新世飯土火山の形成史: 関東北部での飯土真岡テフラと MIS7 海面変動の関係. 地質調査研究報告, 58, 117 – 132.
- 山野井 徹 (2015) 日本の土 地質学が明かす黒土と縄文文化. 築地書館, 249p.
- 吉田英嗣 (2012) 流山の分布に見る磐梯山における 1888 年の山体崩壊量. 地形, 33, 45 – 60.
- [URL1] 産業技術総合研究所 (AIST), 福徳岡ノ場火山 2021 年噴火と漂流軽石災害情報, <https://www.gsj.jp/hazards/volcano/fukutokuokanoba/2021/index.html>