

原著論文

火山灰層序と古地形による榛名火山の噴火史

矢口裕之^{1,2}

¹公益財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団 : 〒377-8555 渋川市北橘町下箱田784-2

²群馬県地域創生部文化財保護課 : 〒371-8570 前橋市大手町1-1-1

(yaguchi-h@m2.gyao.ne.jp)

要旨 : 中期更新世の榛名火山の噴火史を広域テフラ (KMT, Kb-Ks, Hgw-Ks5, A1, Kkt, Aso-1, Ata-Th) を年代指標にした火山灰土の堆積速度からテフラの年代を推定して, 3期の活動期に区分した。成層火山1期には6万年の活動を経て2回の山体崩壊が起こった。最初の山体崩壊により周辺地域の河川にせき止め湖が形成された。また2回目の山体崩壊までに山麓には火山麓扇状地が形成された。山頂側噴火2期は2回目に崩壊した山頂部に複数の溶岩ドームが形成され, 南麓に新旧の火砕流を流して新たな火山麓扇状地を形成した。20万年の休止期を挟んで発生した山頂カルデラと山頂溶岩ドーム群3期は5万年前に降下テフラと火砕流を伴って山頂カルデラを形成し, 3.5万年前から山頂溶岩ドーム群を形成した。

キーワード : 広域テフラ, 山体崩壊, 側噴火, 山頂カルデラ

Tephra stratigraphy and reconstructed Paleogeomorphology on the Eruptive History of Haruna Volcano in North Kanto, Central Japan

YAGUCHI Hiroyuki^{1,2}

¹Gunma Archaeological Research Foundation : 784-2 Shimohakoda, Hakkitsu Town, Shibukawa City, Gunma 377-8555, Japan

²Cultural Property Protection Division, Regional Revitalization Department, Gunma Prefecture : 1-1-1 Otemachi, Maebashi City, Gunma 371-8570, Japan
(yaguchi-h@m2.gyao.ne.jp)

Abstract: The eruptive history of Haruna Volcano is divided into three stages based on the tephra ages that are estimated from the sedimentation rate of tephric loess, controlled by the ages of middle Pleistocene widely distributing tephra (KMT, Kb-Ks, Hgw-Ks5, A1, Kkt, Aso-1, Ata-Th). During the first stage, the stratovolcanic edifice collapsed twice with 60,000 years of interval. The first collapse formed dammed lakes in the surrounding area. Several volcanic fans were formed at the foot of the volcano between the first and second collapses. In the second stage, the lateral eruptions formed several lava domes within the collapsed summit area in the first stage. The old and new pyroclastic flows flowed to the southern flank and formed new volcanic fans. The stage 3 started following a 200,000 year hiatus after the stage 2. During the stage 3, a summit caldera was formed 50,000 years ago producing tephra falls and pyroclastic flows. The summit lava dome group was formed from 35,000 years ago.

Key Words: coignimbrite ash, Edifice Collapses, lateral eruption, Haruna caldera

1. はじめに

榛名火山は関東地方の北西部, 群馬県中央に位置する大型複合成層火山である。榛名山の最高峰は外輪山の一部を構成する掃部ヶ岳 “かもんがたけ” (1449 m) で, 山頂には火口原湖の榛名湖が位置する。榛名山は, その山頂部は複数の峰から構成されるが, 概ね円錐形の成層火山を呈する。その西~北縁は温川と吾妻川, 南西縁を烏川に接して南北21 km, 東西20 kmの裾野を広げている (図1)。

榛名山の地質は岩崎 (1897) に始まり, 噴火史の研究は

地質図を示し5期の活動期に区分した大島 (1968, 1986) や6期に区分した小林 (1988), 5期に区分した中村 (1999) の研究がある。近年では榛名山地域の地質図を示して, 新・旧期榛名山に区分した下司・竹内 (2012) の研究報告や3期に区分した高橋ほか (2016) の研究があげられる。

火山地形は森山 (1971), テフラに関連する噴火史は新井 (1962; 1979), 早田 (1989; 2000), 新井・矢口 (1994) がある。また火山地質は久保 (2007) や中村 (2007), 久保ほか (2011) が明らかにした。

榛名山の周辺地域に分布する第四系の地形や層序は, 榛

名山の活動に関連して吾妻川流域を守屋（1966）、山口（1975）、竹本ほか（1987）、北爪ほか（1994）、高橋・早川（1995）、竹本（1999；2008）、中村（2005）などの研究がある。

第四紀火山の研究は、大島（1986）にみられるように山体を構成する溶岩や火砕岩類の区分や小林（1988）や高橋ほか（2016）のような火山岩の化学組成を明らかにする研究が行われている。一方で火山噴出物であるテフラやその二次的な風成堆積物である火山灰土（いわゆるローム層）は火山の周辺地域に広く分布することから周辺地域の第四紀地史と関連して火山の噴火史を明らかにする研究が試みられた。これらは関東ローム研究グループ（1965）の研究手法を基礎として八ヶ岳研グループ（1988）や野尻湖地質グループ（1990）などで試みられた。

筆者は1986～94年頃に高崎地学愛好会や榛名団体研究グループの一員として榛名山周辺の第四系を調査した。この成果の一部は矢口ほか（1992）に概要を報告し、その後矢口（1999）では周辺地域のテフラと火山灰土の層序を公表した。本報告は当時の調査成果を再検討して、火山灰層序は噴火史を刻む時間の物差しとして利用し、古地形復元及び周辺の堆積物から中期更新世の榛名火山の噴火史を検討した。テフラの名称や対比は、この間の研究の進展に合わせて大幅に整理や統合を行った。

2. 火山灰土とテフラの概要

榛名山の周辺に分布する中期～後期更新世のテフラとテフラなどが風塵として再堆積した火山灰土は、矢口（1999）が中期更新世の中之条ローム層と吾妻ローム層、後期更新世前半の沼田ローム層に区分した。後期更新世後半以降の火山灰土は新井（1962）が関東ローム層の下部・中部・上部ローム層に区分した。

本報告ではテフラ層序の一部が交差し、矛盾していた中之条ローム層と吾妻ローム層最下部を修正し、これらを一括して吾妻ローム層とした。

テフラの名称は広域テフラに限らず地域や研究者間で相違がみられる。これは研究史上で意義があり尊重すべきものである。一方で近接した地域に様々な理由で同一のテフラに複数の名称があることは、他の研究者が容易にテフラを理解する妨げの遠因ともなる。このようなことを避けるため町田・新井（2003）はテフラのデータベースを提唱したが、将来的には地層命名の指針に則ってテフラ名称の指定委員会が運営されることが望ましい。

本報告では煩雑なテフラ名称を避けるため広域テフラに

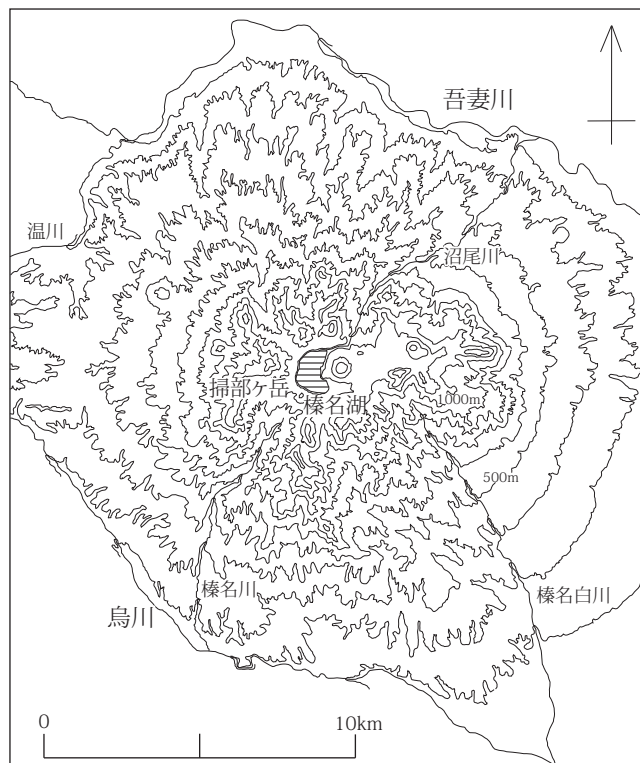


図1. 榛名山の等高線図。等高線は100 m間隔。榛名山の噴出物が及んだ範囲を表示した。

ついては町田・新井（2003）や鈴木（2012）を踏襲した。研究地域のテフラは地域名と番号による名称に統一し、()に地域で使用されたテフラ名を付した。柱状図の位置情報は表1に、テフラの特徴や対比については表2・3に示した。

2-1 広域テフラ

調査地域に分布する中部更新統に挟在する主な広域テフラは、下位より貝塩上宝テフラ、小林笠森テフラ、上発知3テフラ（辺川笠森5）、大町Aテフラ群、加久藤テフラ、阿蘇1テフラ、阿多鳥浜テフラである。貝塩上宝テフラと大町Aテフラは結晶質火山灰からなり、それ以外は細粒ガラス質火山灰からなる。

2-2 榛名山以西に給源を持つ外来テフラ

調査地域に分布し榛名山以西に給源があるテフラは、下位より草津白根長野原テフラ、四阿蓑原テフラ、四阿菅平2テフラである。草津白根長野原テフラは単斜輝石、直方輝石、斜長石からなる複輝石安山岩質の軽石質火山礫や結晶質火山灰からなり、分布の主軸は東方である（矢口、1994）。四阿蓑原テフラや四阿菅平2テフラは角閃石やカミングトン閃石、直方輝石、斜長石、少量の石英を含む珪長質の軽石質火山礫からなり、四阿蓑原テフラの分布の主軸

表1. 柱状図の位置情報.

図	番号	名称	地名	緯度	経度	文献	露頭状況
2	1	鷹巣	安中市板鼻	36° 18' 18.3"	138° 55' 19.2"	下司・竹内 (2012) 第5・18 図	現存
	2	西殿	安中市野殿	36° 19' 16.6"	138° 54' 33.3"	矢口ほか (1993)	現存
	3	東殿	安中市野殿	36° 19' 00.0"	138° 55' 15.0"	本報告	消失
	4	金ヶ崎	高崎市乗附町	36° 19' 36.1"	138° 58' 36.2"	本報告	法面保護
	5	太夫沢	高崎市根小屋町	36° 17' 13.7"	139° 01' 18.9"	本報告	法面保護
	6	宮沢	高崎市宮沢町	36° 23' 56.1"	138° 59' 49.4"	矢口ほか (1993) 矢口 (1999) の(a)	法面保護
	7	鳴石北	高崎市倉沢町権田	36° 28' 05.6"	138° 48' 30.9"	矢口 (1999) の B	消失
	8	鳴石南西	高崎市倉沢町権田	36° 27' 49.2"	138° 47' 52.7"	矢口 (1999) の D	消失
	9	長井川	高崎市倉沢町権田	36° 28' 02.8"	138° 46' 49.7"	下司・竹内 (2012) 第5・17 図	現存
	10	亀沢	高崎市倉沢町川浦	36° 28' 05.5"	138° 45' 26.2"	矢口 (1999) の C	不明
	11	大久保	東吾妻町萩生	36° 28' 57.4"	138° 46' 34.9"	矢口 (1999) の(d)	法面保護
	12	境野	東吾妻町萩生	36° 29' 16.6"	138° 46' 25.0"	矢口 (1999) の(d)	法面保護
	13	大谷沢口	東吾妻町大戸	36° 31' 46.7"	138° 46' 54.1"	矢口 (1999) の I	法面保護
	14	大谷沢	東吾妻町大戸	36° 30' 50.2"	138° 48' 0.15"	矢口 (1999) の H	不明
	15	長藤	東吾妻町厚田	36° 31' 16.9"	138° 48' 10.5"	早川 (1995) 吾妻町長藤 274	法面保護
4	16	養原	中之条町五反田	36° 36' 54.1"	138° 48' 46.0"	矢口 (1999) の(c)	法面保護
	17	横尾	中之条町横尾	36° 36' 07.2"	138° 51' 23.7"	本報告	消失
3	18	古垣内	中之条町横尾	36° 36' 04.3"	138° 50' 45.8"	矢口 (1999) の K	消失
	19	小塚	中之条町平	36° 35' 35.7"	138° 52' 18.4"	矢口 (1999) の(f)	現存
	20	見沢	高山村尻高	36° 37' 22.1"	138° 55' 13.0"	矢口 (1999) の M	現存
	21	中山	高山村中山	36° 37' 42.7"	138° 57' 39.0"	矢口 (1999) の N	法面保護
	22	権現峠	沼田市今井	36° 38' 06.5"	138° 59' 28.4"	矢口 (1999) の P	法面保護
	23	大倉	沼田市上発知町	36° 41' 52.9"	139° 04' 32.8"	矢口 (1999) の S	法面保護
	24	上発知	沼田市上発知町	36° 43' 23.8"	139° 04' 57.2"	矢口 (1999) の R	法面保護

は東方、四阿菅平2テフラの分布の主軸は東南東方向である (大石, 2009)。

2-3 榛名山を給源と推定されるテフラ

調査地域に分布する中部更新統に挟在する榛名山を給源と推定されるテフラは、下位より板鼻鷹巣テフラ、今井峠テフラ、大沢テフラ、相原“あいはら”火砕流、長藤12・13テフラなどである。

板鼻鷹巣テフラは少量の角閃石と直方輝石を含む発泡のよい珪長質の軽石質火山礫からなる。それ以外のテフラは単斜輝石、直方輝石、斜長石からなる複輝石安山岩質の軽石質火山礫からスコリア質火山礫からなる。スコリア質火山礫には少量のかんらん石を含むものがみられる。相原火砕流は西麓に分布しているが、今井峠テフラ (Hr-Hg2) は北東方向に主軸を持つ (矢口, 1994)。それ以外のテフラは確認した地点が少なく等層厚線図作成に至らない。しかし、これらのテフラは榛名山に向かって層厚を増し、山体に近いほど粒径が大きくなる特徴があることから榛名山を給源と推定した。

3. 榛名山周辺のテフラ

榛名山周辺の火山灰層序について、岩野谷丘陵と榛名山南麓、西麓、北麓 (図2)、中之条盆地と沼田盆地北部 (図3・4) の順に述べる。

3-1 岩野谷丘陵北部のテフラ

岩野谷丘陵北部に分布する中部更新統の野殿層は、中村・高崎地学愛好会 (1989) により安中市西殿を模式的に上部・中部・下部・最下部に区分された。矢口・田辺 (1990) や矢口ほか (1992) は野殿層のテフラを榛名山麓のテフラに対比した。

野殿層上部と下部は榛名火山を起源とする岩なだれ堆積物からなり、最下部に板鼻鷹巣テフラ (タカノス軽石) や草津白根長野原6テフラ、中部には大町A₁テフラ (クレンザー) が挟在する。野殿層は安中市野殿や高崎市乗附町金ヶ崎で吾妻ローム層相当の半水成火山灰土に覆われ、火山灰土には大町A₂・A₃・A₄テフラ (CA) の黒雲母・石英・斜長石を含む降灰層準が挟在する。

高崎市根小屋町の高崎GS-TK1ボーリング試料の深度70～105 mのC～E層は野殿層中部から最下部に対比された (須貝ほか, 2000)。深度70 mに出現したTk-69.7とTk-69.2

表2. 吾妻ローム層のテフラ.

テフラ名		略称	岩相	組成	屈折率				備考
					gl(Bw) (n)	gl(Fb) (n)	opx (γ)	ho (n2)	
火山	名称								
四阿	菅平 2	Az-Sg2	軽石質火山礫	bi/cum/ho/opx				1.664-1.668	
阿多	鳥浜	Ata-Th	ガラス質火山灰	gl(Bw)	1.496-1.500				
	宮沢 1・2	Mz1・2	軽石質火山礫	opx/cpx					
榛名	新期宮沢	Hr-Mz	軽石質火山礫 (火砕流)	opx/cpx/(ho)					
四阿	養原	Az-Mip	軽石質火山礫	ho/opx/qt			1.708-1.710	1.675-1.681	
阿蘇	1	Aso-1	ガラス質火山灰	gl(風化)					
	長藤 4~6	Nf4~6	スコリア質火山礫	opx/cpx					
	長藤 8	Nf8	軽石質火山礫	opx/cpx					
	長藤 9・10	Nf9・10	スコリア質火山礫	opx/cpx					
	長藤 11	Nf11	スコリア質火山礫	opx/cpx					
	長藤 12・13	Nf12・13	石質粗粒火山灰	opx/cpx					
	長藤 14	Nf14	スコリア質火山礫	opx/cpx					
水鉛谷	大町 A5	A5	結晶質火山灰	bi/ho/opx/cpx/qt		1.496-1.498	1.732-1.735	1.686-1.691	
加久藤	加久藤	Kkt	ガラス質火山灰	gl(Bw)	1.500-1.501				
水鉛谷	大町 A4	A4	結晶質火山灰	bi/ho/opx/cpx/qt					
	今井峠 4	Im4	軽石質火山礫	ho/opx					
水鉛谷	大町 A3	A3	結晶質火山灰	bi/ho/opx/cpx/qt					
	日影 7	Hg7	ガラス質火山灰	gl(Bw)	1.504-1.507				BT72
水鉛谷	大町 A2	A2	結晶質火山灰	bi/ho/opx/cpx/qt		1.496-1.500	1.725-1.731	1.687-1.691	
榛名	相原	Hr-Ai	石質火山礫 (火砕流)	opx/cpx					
水鉛谷	大町 A1	A1	結晶質火山灰	bi/ho/opx/cpx/qt		1.496-1.501	1.702-1.736	1.685-1.691	
	手子丸	Tg	軽石質火山礫	ho/opx/cpx/qt				1.664-1.668	
	大沢 1・2	Os1・2	軽石質火山礫	opx/cpx					
榛名	今井峠 3	Im3	スコリア質火山礫	opx/cpx					
榛名	今井峠 2	Im2	スコリア質火山礫	opx/cpx					
榛名	今井峠 1	Im1	スコリア質火山礫	opx/cpx					
草津白根	長野原 7	Ng7	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
草津白根	長野原 6	Ng6	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
	板鼻麩巣	Tk	軽石質火山礫	opx/(ho)					
	上発知 3	Kh3	ガラス質火山灰	gl(風化)					Ks5
草津白根	長野原 5	Ng5	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
草津白根	長野原 4	Ng4	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
草津白根	長野原 3	Ng3	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
草津白根	長野原 2	Ng2	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
草津白根	長野原 1	Ng1	結晶質火山灰	opx/cpx/qt					
	上発知 2	Kh2	軽石質火山礫	ho/opx/cpx/qt					
	亀沢 2	Km2	スコリア質火山礫	opx/cpx					
	亀沢 1	Km1	軽石質火山礫	ho/opx/cpx/qt					
小林	笠森	Kb-Ks	ガラス質火山灰	gl(Bw)	1.504-1.507				
小野子	見沢 1	Mis1	軽石質火山礫 (火砕流)	opx					
貝塩	上宝	KMT	結晶質火山灰	bi/ho/opx/cpx/qt			1.706-1.710	1.687-1.693	
	小塚 2	Kz2	軽石質火山礫	opx/cpx/qt			1.705-1.713		
	上発知 1	Kh1	スコリア質火山礫	opx/cpx					
	小塚 1	Kz1	軽石質火山礫	ho/opx/qt					

岩相区分 火山礫 (64~2mm) 火山灰 (2mm以下)

砂粒組成 opx 直方輝石 cpx 単斜輝石 ho 普通角閃石 cum カミングトン閃石 bi 黒運母 qt 石英 gl(Bw) 火山ガラス泡壁型 gl(Fb) 火山ガラス繊維型

屈折率 矢口裕之 (1999) から作成。測定法は Yoshikawa(1984) の標準ガラスを使用した分散法で測定。

テフラは大町A₁テフラ (TE5) に、E層中のTk-102.5は笠森5テフラ (Ks5) に対比した (須貝ほか, 2000)。

中村・竹本 (2014) は高崎GS-TK1ボーリング試料の再検討を行い、b2層を野殿層上部に対比し、b1層中に挟在するTk-16.6を大町Aテフラ (クリスタルアッシュ) に対比した。またC層は野殿層中部に、D層は野殿層下部に対比し、C層中に共在するTk-69.35を大町A₁テフラ (クレンザー) に対比した。

中村・竹本 (2014) はGS-TK1ボーリング試料のTk-16.6のフィッシュン・トラック年代を測定し、0.40±0.04Maの

年代を示した。安中市野殿で採取した大町A₁テフラ (クレンザー) はフィッシュン・トラック年代が測定され、0.43±0.04Maの年代を示し (矢口ほか, 1993)、本報告に詳細データを掲載した (表4)。

3-2 南麓のテフラ

榛名南麓の高崎市宮沢町には宮沢火砕流 (大島, 1986) が分布し、高田ほか (1990) は宮沢火砕流上位の四阿菅平2テフラ (横川第二) のTL年代を測定し、118±5kaの年代を示した。高崎市宮沢町の市立宮沢小学校裏で宮沢火砕流

表3. テフラの対比.

テフラ名	テフラの対比				
	竹本ほか 1987	矢口ほか 1992	北爪ほか 1994	早川 1995	矢口 1999
四阿菅平 2			長藤軽石	空沢	四阿長藤軽石
阿多鳥浜					阿多鳥浜火山灰
宮沢 1・2					宮沢軽石 1・2
新期宮沢					榛名富士見 (宮沢)
四阿蓑原	蓑原軽石	蓑原軽石	蓑原軽石	蓑原	四阿蓑原軽石
阿蘇 1	蓑原オレンジ火山灰	蓑原火山灰	蓑原火山灰	菅平	蓑原火山灰
長藤 4				大戸 5	長藤 4 スコリア
長藤 5				大戸 4	長藤 5 スコリア
長藤 6				長藤 6	長藤 6 スコリア
長藤 8				長藤 4	長 8 軽石
長藤 9・10				長藤 2・3	長藤 9・10 スコリア
長藤 11				大戸 3	長藤 11 スコリア
長藤 12・13				大戸 1・2	長藤 12・13 粗粒火山灰
長藤 14				長藤 1	長藤 14 スコリア
大町 A5	NLu-31	NC4	CA5	水鉛谷 A5	NC4
加久藤	NLu-29	ユキヌカ	境野		境野
大町 A4	NLu-28		CA3		CA3
今井峠 4					今井峠 4
大町 A3	NLu-27		CA2		CA2
日影 7			日影		日影
大町 A2		NC3	CA1		NC3
大町 A1	NLu-20	クレンザー	クレンザー	TE5	クレンザー
手子丸				手子丸	手子丸軽石
大沢 1・2					榛名大沢軽石
今井峠 3					萩生スコリア
今井峠 2			萩生スコリア 2	萩生 2	萩生スコリア
今井峠 1			萩生スコリア 1	萩生 1	萩生スコリア
長野原 7	NLu-12		長野原軽石 7	長野原 7	長野原軽石 7
長野原 6	NLu-10		長野原軽石 6	長野原 6	長野原軽石 6
板鼻鷹巣		タカノス軽石			
上発知 3		根小屋ヌカ		ガラス	Kヌカ
長野原 5	NLu-8		長野原軽石 5		長野原軽石 5
長野原 4	NLu-7		長野原軽石 4		長野原軽石 4
長野原 3	NLu-6		長野原軽石 3		長野原軽石 3
長野原 2	NLu-5		長野原軽石 2		長野原軽石 2
長野原 1	NLu-4		長野原軽石 1		長野原軽石 1
上発知 2	NLu-2				
亀沢 2					亀沢スコリア
亀沢 1	NLu-1				亀沢軽石
小林笠森	NLI-14		見沢	サクラ結晶	見沢火山灰
見沢 1			見沢	見沢	見沢軽石
貝塩上宝		NC1	鳥居峠 1	鳥居峠	NC1
小塚 2					オカラ
上発知 1					小塚 2
小塚 1	NLI-1				小塚 1

は吾妻ローム層に覆われ、吾妻ローム層には下位から宮沢 1・2テフラ、阿多鳥浜テフラ、四阿菅平2テフラ (三原) が挟在する。四阿菅平2テフラは阿多鳥浜テフラの直上にあり、宮沢小学校裏で採取した四阿菅平2テフラのフィッシュン・トラック年代は0.22±0.05Maの年代を示す (矢口ほか, 1993) (表4)。

3-3 西麓のテフラ

榛名西麓から北西麓には吾妻ローム層とテフラを挟在する湖成堆積物が分布し、火山麓扇状地堆積物に覆われ、一部はこれと指交関係にある。これらは矢口ほか (1992) が湖成層は大戸“おおど”層、火山麓扇状地堆積物は萩生“は

ぎゅう”層に区分し、下司・竹内 (2012) は一括して萩生層とした。

大戸層 (矢口ほか, 1992) よりも古い吾妻ローム層には、下位より亀沢“かめざわ”1・2テフラ、草津白根長野原1～6テフラが挟在する。大戸層を覆う火山麓扇状地堆積物にはスコリアや軽石からなる今井峠テフラ (萩生)、大沢テフラや手子丸“てごまる”テフラ、大町A₁テフラ (クレンザー) が挟在する。手子丸テフラや大町A₁テフラの直上は矢口ほか (1992) の相原層に相当する相原火砕流堆積物がみられる。山体部に近い大谷沢では大沢テフラと手子丸テフラの間に大谷沢溶岩、相原火砕流上に深沢溶岩が分布する。

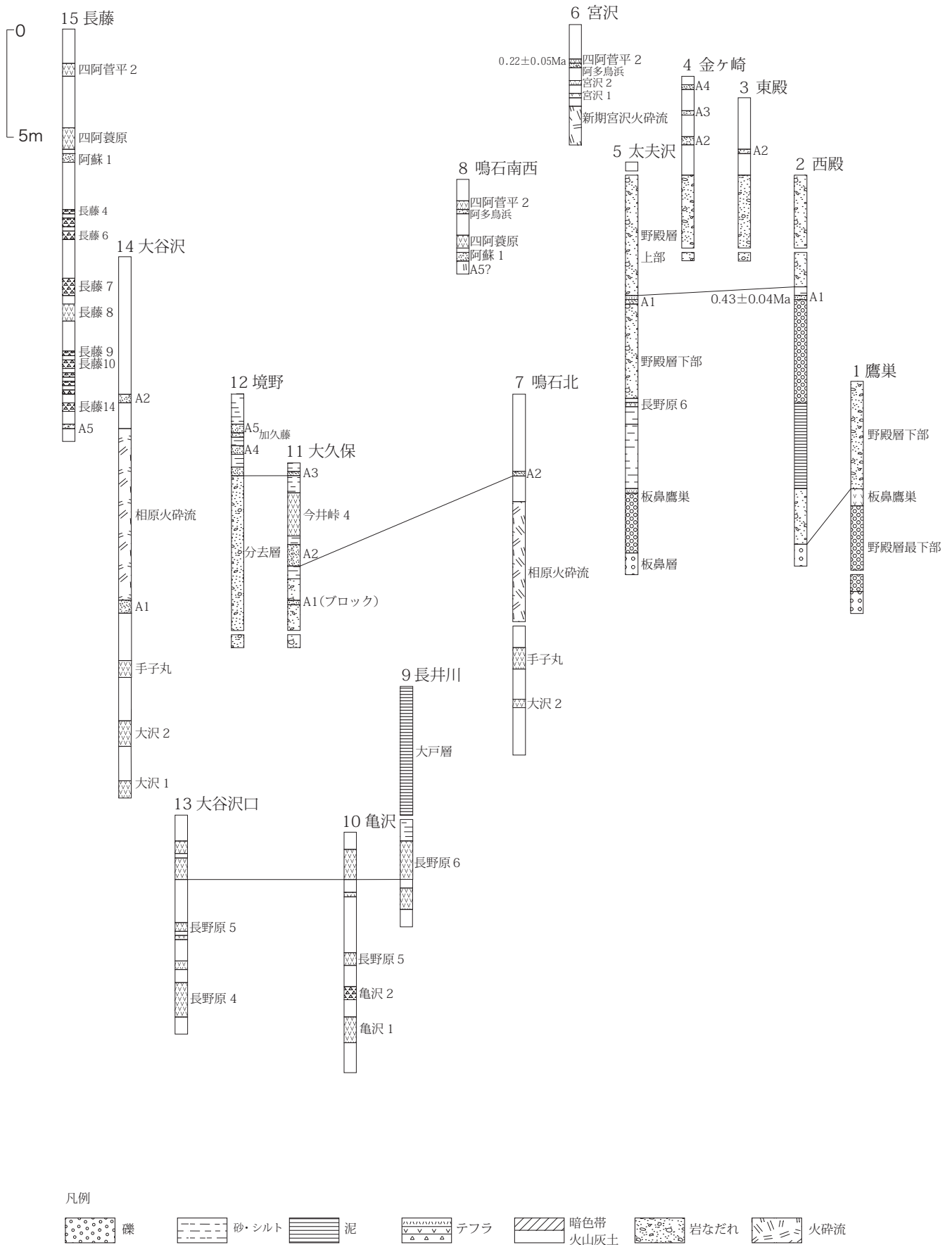


図2. 岩野谷丘陵から榛名南麓・西麓の中部更新統の柱状図。柱状図の位置は図3。

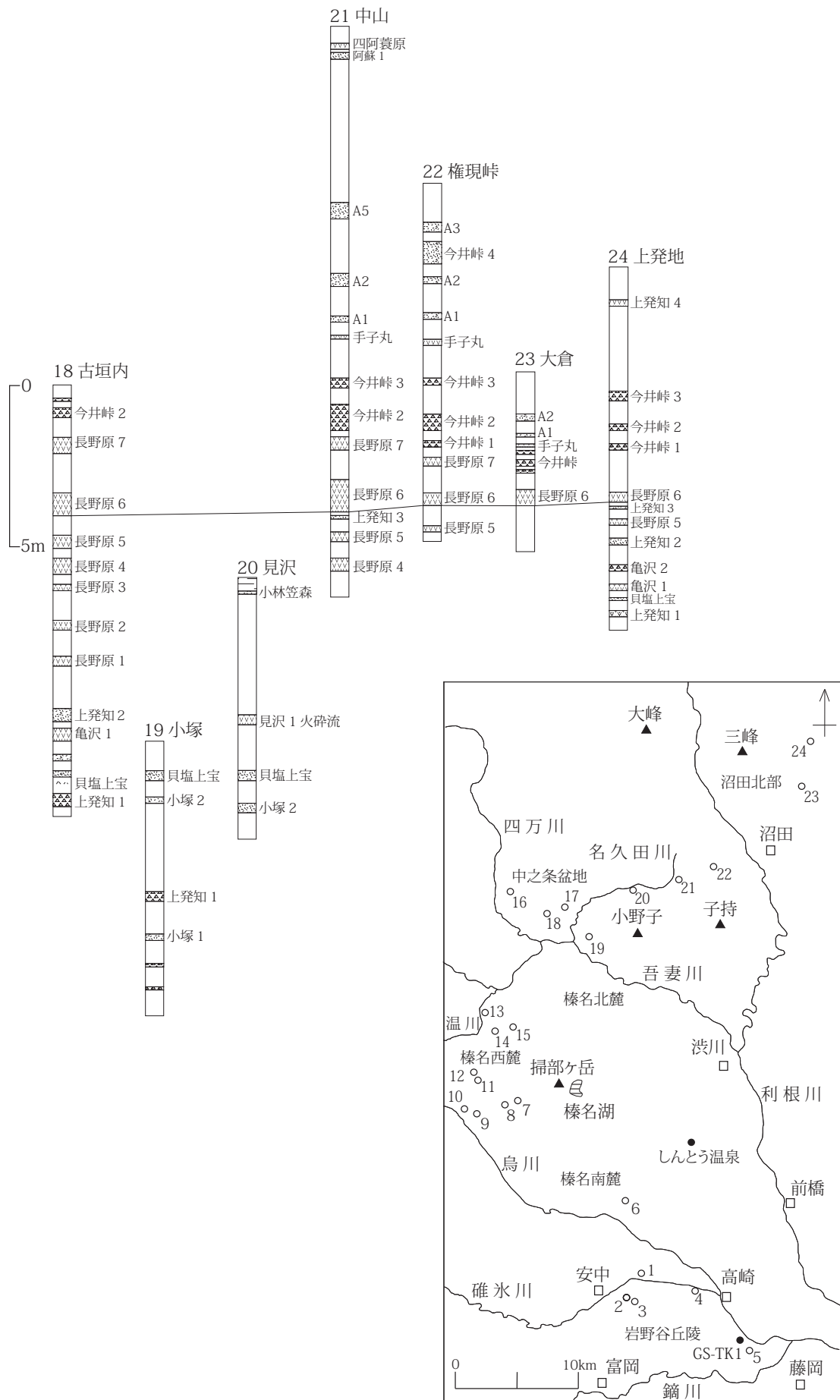


図3. 中之条盆地から沼田盆地北部の中部更新統の柱状図とその位置。凡例は図2。

西麓の東吾妻町萩生から分去の山麓面には大町A₁テフラのブロックを含む泥流堆積物が分布している。泥流堆積物の上位には大町A₂・A₃・A₄テフラ、加久藤テフラ（ユキヌカ）、大町A₅テフラが挟在する小規模な水成層がみられる。これらは矢口ほか（1992）の分去“わかされ”層に相当する。標高700 m付近の山麓面にはこれらのテフラが吾妻ローム層に挟在し、大町A₂・A₅テフラの2層準の黒雲母、石英、斜長石を含む降灰層準（NC3, NC4）として認められる。

南西麓の高崎市榛名町押平に分布する火山麓扇状地堆積物は、基盤の新第三系である秋間層を不整合に覆い、榛名火山麓に分布する最も古い火山麓扇状地堆積物で、押平層と呼ばれる（坂口，1989）。これらの堆積物と吾妻ローム層の関係は不明であるが、山麓面下で相原火砕流に覆われることから大町A₁テフラよりも古いことは確実である。

3-4 北西～北麓のテフラ

榛名北西麓は西麓の大戸層に対比される中之条湖成層が分布し、萩生層に対比される火山麓扇状地堆積物が湖成層を覆う。東吾妻町長藤“ながふじ”では火山麓扇状地堆積物を覆う吾妻ローム層に大町A₅テフラ、阿蘇1テフラ（蓑原オレンジ）、四阿蓑原テフラ、阿多鳥浜テフラ、四阿菅平2テフラが挟在する。大町A₅テフラと阿蘇1テフラの間には榛名火山起源の可能性があるスコリアや火山砂からなる長藤14～4テフラがみられる。

榛名北麓は吾妻川沿いに中之条湖成層が分布し、山麓では湖成層を覆う火山麓扇状地堆積物がみられ千沢層と呼ばれる。千沢層は吾妻ローム層に覆われ、今井峠テフラ（沼尾川）や大沢テフラ（祖母島）が挟在し、最上位に大町A₁テフラ（クレンザー）がみられる。これらの上位には土石流堆積物からなる東層がみられ、大町A₂・A₅テフラの2層準の黒雲母、石英、斜長石を含む降灰層準（NC3, NC4）を挟在する吾妻ローム層に覆われている（多賀谷，1991）。

3-5 中之条盆地のテフラ

中之条盆地のテフラは竹本ほか（1987）、北爪ほか（1994）、竹本（1999）により層序が明らかになった。上部中之条湖成層（新井，1968）と呼ばれる湖成堆積物よりも古い吾妻ローム層には下位より小塚1テフラ（NLI-1）、貝塩上宝テフラ（NC1）、小林笠森テフラ（NLI-14）、亀沢1テフラ（NLU-1）、上発知2テフラ（NLU-2）、草津白根長野原1～6テフラ（NLU-4～10）が挟在する。亀沢1テフラより下位の風化火山灰土は、その上位の火山灰土と斜交関係にあることが多い。

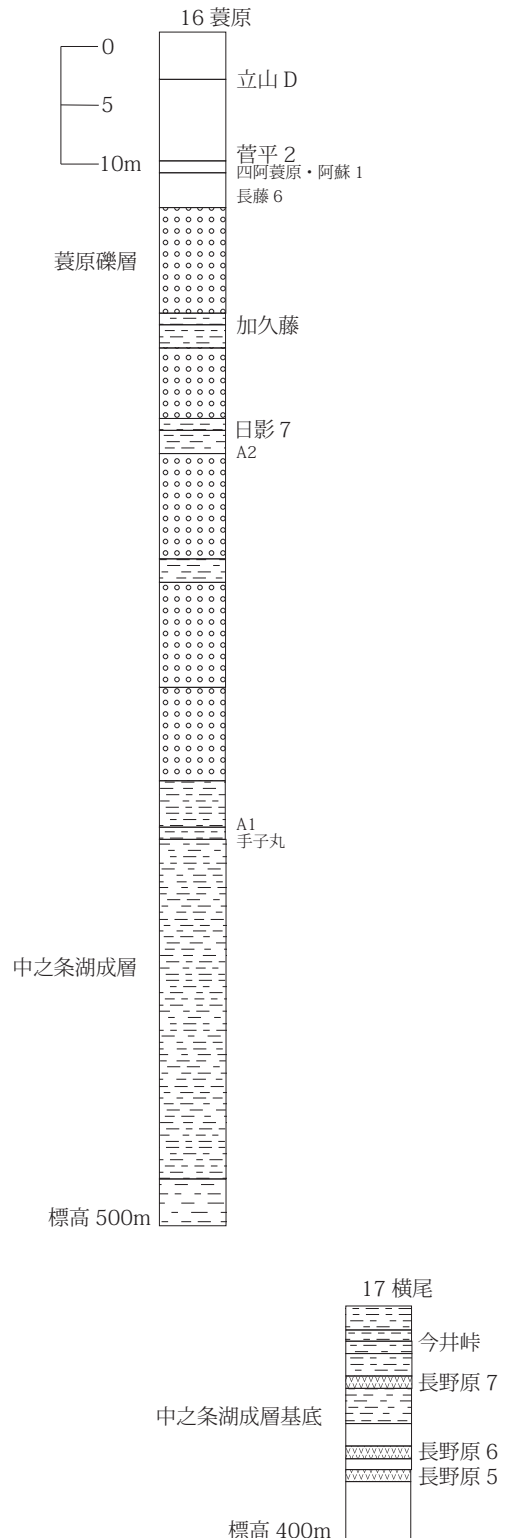


図4. 中之条盆地の中部更新統の柱状図。テフラは柱状図の縮尺により線で示す。凡例は図2、位置は図3。

中之条町蓑原付近の中之条湖成層には下位よりスコリアからなる今井峠テフラや大町A₁テフラ（NLU-20）、大町A₂テフラ、日影7テフラ（BT72）、大町A₄テフラ、加久藤テフラ、大町A₅テフラが挟在し、湖成層は蓑原礫層に覆わ

表4. テフラのフィッション・トラック年代.

試料名 A1 (クレンザー)		採取地 安中市西殿		緯度 北緯 36° 19' 16" 経度 東経 138° 54' 33"		
自発核分裂飛跡 $\rho_s(\text{cm}^{-2})$ (Ns)	誘発核分裂飛跡 $\rho_i(\text{cm}^{-2})$ (Ni)	熱中性子線量 $\rho_d(\times 10^4 \text{cm}^{-2})$ (Nd)	相関係数 r	x 2 検定 Pr(x ²) (%)	ウラン濃度 (ppm)	年代値 ($\pm 1\sigma$) (Ma)
3.97×10^4 (140)	2.75×10^6 (9676)	8.08 (1244)	0.179	17	270	0.43 ± 0.04

試料名 四阿菅平2 (三原)		採取地 高崎市宮沢町		緯度 北緯 36° 23' 56" 経度 東経 138° 54' 49"		
自発核分裂飛跡 $\rho_s(\text{cm}^{-2})$ (Ns)	誘発核分裂飛跡 $\rho_i(\text{cm}^{-2})$ (Ni)	熱中性子線量 $\rho_d(\times 10^4 \text{cm}^{-2})$ (Nd)	相関係数 r	x 2 検定 Pr(x ²) (%)	ウラン濃度 (ppm)	年代値 ($\pm 1\sigma$) (Ma)
5.53×10^4 (24)	7.42×10^5 (3222)	8.09 (1245)	0.195	89	70	0.22 ± 0.05

測定鉱物：ジルコン 測定方法 外部ディテクター法 (ED2) 結晶数 102

測定：京都フィッション・トラック (株) 熱中性子照射線量測定法 NBS-SRN612 glass+Mica.Zeta: ζ ED1=370 \pm 4, ζ ED2=372 \pm 5照射場所：立教大学原子力研究所回転資料棚 r ρ_s と ρ_i の相関係数 Pr (x2) X2 値の自由度 (n-1) の X2 分布における上側確率

れる。蓑原礫層を覆う吾妻ローム層には阿蘇1テフラ (蓑原オレンジ)、四阿蓑原テフラ、阿多鳥浜テフラ、四阿菅平2テフラが挟在する。

下部中之条湖成層 (新井, 1968) と呼ばれた湖成堆積物は主に名久田川沿いに分布し、矢口ほか (1992) や北爪ほか (1994) の尻高“しったか”層や大塚層に相当する。大塚層は吾妻ローム層の貝塩上宝テフラ (NC1) よりも下位にあることが確実で、下部更新統の小野上層に対比される。

吾妻ローム層の貝塩上宝テフラ (NC1) はフィッション・トラック年代が測定され、 $0.66 \pm 0.09\text{Ma}$ の年代を示す (鈴木ほか, 1998)。また、中之条湖成層の大町A₁テフラ (NLu-20) は $0.49 \pm 0.08\text{Ma}$ 、大町A₃テフラ (NLu-27) は $0.31 \pm 0.04\text{Ma}$ のフィッション・トラック年代を示す (竹本ほか, 1987)。

3-6 中之条盆地以東のテフラ

高山村中山と沼田市境の権現峠付近では吾妻ローム層の模式的な露頭が存在する。露頭の一部は剥ぎ取り標本が作成され、群馬県立自然史博物館で常設展示されている。小森・矢口 (1992) は権現峠の吾妻ローム層に草津白根長野原テフラ、今井峠1~3テフラ、手子丸テフラ、大町A₁テフラ (クレンザー)、大町A₂テフラ、今井峠4テフラ、大町A₃テフラが挟在することを明らかにした。

沼田市上発知“かみほっち”周辺の吾妻ローム層は下部更新統の武尊火山天神グループ溶岩を覆う泥流堆積物を開析した谷を埋めるように堆積している。吾妻ローム層には下位より5.3 mの風化火山灰土を挟んで上発知1テフラ、貝塩上宝テフラ、亀沢1・2テフラ、上発知2テフラ、草津白根長野原5テフラ、上発知3テフラ、草津白根長野原6テフラ、今井峠テフラ、手子丸テフラ、A₁テフラ (クレンザー)、大町A₂テフラが挟在する。

3-7 吾妻ローム層を覆う後期更新世テフラ

吾妻ローム層の最上部はクラックが発達し粘土化が著しく、風化帯や埋没土壌からなる。吾妻ローム層を覆う風化火山灰土は沼田ローム層 (矢口, 1999) と呼ばれ、下位から立山Dテフラ、御岳奈川テフラが挟在する。

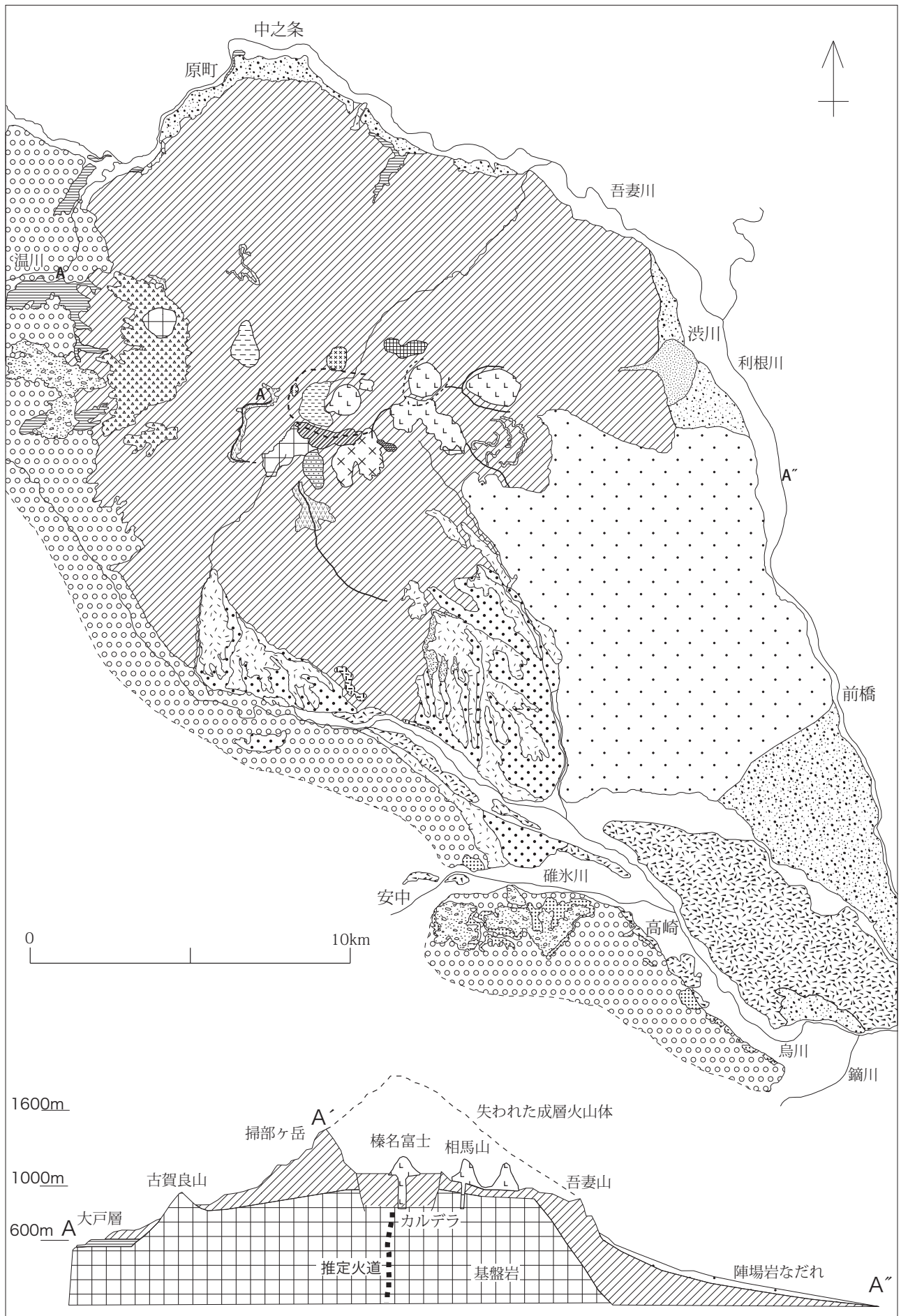
4. 榛名山と周辺の地質

榛名山を構成する成層火山の噴出物及び基盤岩類と周辺地域の中部更新統について地質図と基盤と火山体の関係を表した推定断面図を図5に示し、その概要を述べる。

4-1 榛名火山の基盤

大島 (1986) は湯沢安山岩類を含む榛名川最上流の火砕岩類を古榛名火山と考え、標高は1000 mに分布するとした。中村 (2005) も榛名川上流の標高850~1050 mに広く基盤の火山岩が分布することを明らかにした。本報告ではこれらの火山岩類を榛名火山の基盤とする従来の考えを踏襲し、これらを覆う成層火山を榛名火山とする。

榛名山北西麓の温川沿いに分布する火砕岩は後期鮮新世の吾妻層小倉部層 (中村, 2005) と呼ばれる。西麓の古賀良山“こがらさん”もこの一部であり、これらの分布高度は715~981 mである。山頂部に近い相馬山南部のガラメキ温泉東には標高900 mに後期中新世の変質した安山岩類が分布し (小林ほか, 1990)、その年代は $8.14 \pm 0.28\text{Ma}$ のK-Ar年代を示す (野村ほか, 1990)。これらは榛名火山の基盤として山体部の主要な部分を占めるものと考えられる。一方で南東麓のしんとう温泉の掘削試料では海拔-165~-225 mから上越火砕流に対比される下部更新統が検出されており (中村・新井, 1998)、これらの落差は1065 mでガラメキ温泉東の基盤から21.3%の急勾配を呈している。



このようなことから榛名火山の基盤は極めて高く、山体部を構成する土台には成層火山形成以前の古い火山が存在している可能性がある。これらは榛名火山に先行する後期鮮新世から前期更新世に活動した火山の可能性があるのでその詳細は不明である。

4-2 成層火山の噴出物

榛名山の成層火山を構成する堆積物は西～北麓の標高600～800 m付近では成層した凝灰角礫～亜角礫層からなる火山麓扇状地堆積物からなり、標高800 m以上では凝灰角礫岩や溶岩、火砕岩の互層からなる。山頂部にみられる溶岩は厚さが数mに達し、急峻な崖を呈している。また、榛名湖東部付近を推定給源と考えられる放射状岩脈が成層火山の山体を貫いている。

東麓の山体を構成する吾妻山は浸食谷が発達する特異な形状の山体を呈し、約30～40度東側に傾斜した複数の複輝石安山岩溶岩と火砕岩から構成され、これらを五輪平溶岩と呼ぶ。

北西の山体部周辺では標高800 m付近に複輝石安山岩溶岩の大谷沢溶岩やかんらん石複輝石溶岩の深沢溶岩がみられる。これらはその分布から山頂火口から供給されたと考えられるが、いずれも厚さは10 mを越えない。

西～北麓の火山麓扇状地堆積物は最大層厚60 mを呈し、残存のよい火山麓扇状地面を形成している。これらは草津白根長野原7テフラの堆積後に形成され、大町A₁テフラの堆積前後に扇状地の成長を休止した。

4-3 野殿層

岩野谷丘陵の北～北東縁を構成する中部更新統の野殿層は4部層に区別された(中村・高崎地学愛好会, 1989)。模

式地である安中市西殿で、野殿層の層厚は60 mで岩なだれ堆積物からなる凝灰角礫岩の上部と下部層、礫層と砂～シルトからなる中部と最下部層からなる。竹本(2008)は野殿層上部と下部の泥流堆積物を野殿岩屑なだれ1・2と呼び、榛名山南麓に崩壊壁を推定して榛名起源と考えた。

4-4 大戸層・萩生層・相原火砕流・分去層

榛名山西麓の中部更新統は、矢口(1989)や矢口ほか(1992)が層序を報告し、下司・竹内(2012)は湖成層を萩生層と呼んだ。以下は矢口ほか(1992)の区分による。

大戸層はシルト～砂からなり、火山麓扇状地堆積物の萩生層と一部が指交関係にある。層厚は20 m前後で層相の側方変化が著しく、榛名山側で粗粒化する。大戸層を覆う火山麓扇状地堆積物の萩生層は火山麓扇状地面の直下で相原火砕流堆積物に覆われる。

相原火砕流は単斜輝石と直方輝石、斜長石を含む灰色の粗粒火山灰と火山礫から構成される火砕流堆積物である。層厚は20 m前後で西麓に広く分布する。

分去層は泥流堆積物とそれを覆うシルト～砂などの堆積物からなる。層厚は10 mで東吾妻町分去から萩生にかけて平坦な山麓面を形成する。

4-5 旧期宮沢火砕流

大島(1986)の4期にあたる宮沢火砕流、下司・竹内(2012)の高崎市巾着町江戸村付近に分布する宮沢火砕流を旧期宮沢火砕流と呼ぶ。旧期宮沢火砕流は単斜輝石と直方輝石、斜長石を含む暗灰色の粗粒火山灰を基質として灰色軽石質火山礫やスコリアを含む軽石～スコリア流堆積物からなり、層厚は15 mである。

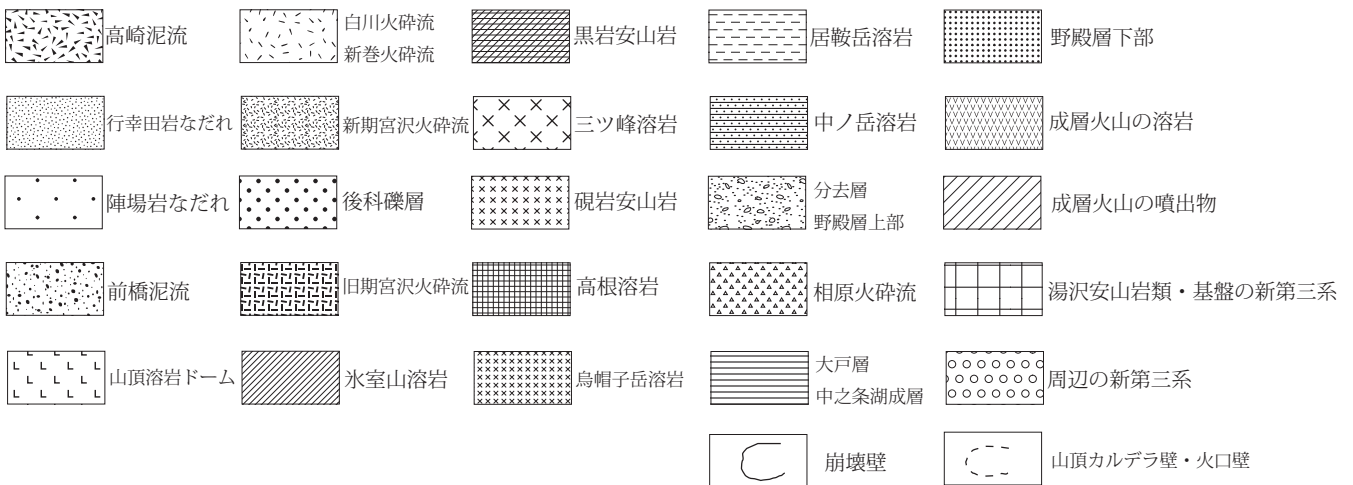


図5. 榛名山の地質図と断面図。被覆層として二ツ岳の噴出物は除外した。

4-6 後料“ごりょう”礫層

大島(1986)の4期にあたる後料泥流は久保(2007)が後料礫層と呼んだ。高崎市神戸町上手長付近では凝灰質亜角～亜円礫層からなる火山麓扇状地堆積物からなり、層厚は20 mである。上里見町風戸峠の後料礫層は四阿菅平2テフラを挟在する吾妻ローム層に覆われる(矢口ほか、1993)。

4-7 新期宮沢火砕流

高田ほか(1990)の宮沢火砕流や、下司・竹内(2012)の宮沢火砕流のうち、高崎市宮沢町の市立宮沢小学校付近に分布する火砕流を新期宮沢火砕流と呼ぶ。単斜輝石と直方輝石、斜長石を含み、粗粒火山砂混じりの灰色軽石流堆積物からなり、層厚は5 mである。十文字町から宮沢町の火山麓面の頂部に分布していることから後料礫層を覆う可能性が高い。

4-8 白川火砕流

新井(1962)が定義し、大島(1986)の室田火砕流や下司・竹内(2012)の白川火砕流からなる。普通角閃石と直方輝石、斜長石、石英を含む白灰色軽石流堆積物からなり、模式地の高崎市箕郷町白川での層厚は20 mで、高崎市十文字町から宮沢町の火山麓扇状地の頂部に分布している。前橋市上武道路の周辺遺跡では、中部ローム層に挟在する榛名八崎テフラの上位に白川火砕流から降下した火山灰互層が認められる。

竹本(2008)は榛名北麓の東吾妻町新巻に白川火砕流に比定される新巻火砕流の分布を認めた。東吾妻町新巻では白川火砕流を覆う灰白色の火砕流堆積物が認められ、前橋泥流堆積物に覆われる。この火砕流堆積物は榛名八崎テフラの上位にある榛名三原田テフラに伴う火砕流の可能性が高く、これを新巻火砕流と呼ぶ。

4-9 陣場岩なだれ

森山(1971)が陣場“じんば”泥流堆積物と定義し、久保ほか(2011)は陣場泥流堆積物を上蟹沢岩屑なだれ堆積物、陣場火砕流堆積物、陣場ラハール堆積物に細分した。模式地の北群馬郡吉岡町長松寺での層厚は10 m+で、榛名山南東麓の火山麓扇状地の末端にかけて広く分布している。新井・矢口(1994)は高崎市福島町で陣場岩なだれに伴うラハール堆積物の層位が浅間白糸テフラと浅間大窪沢テフラの間にあるとした。

4-10 行幸田岩なだれ

大島(1986)が行幸田“みゆきだ”泥流堆積物と呼び、新井・矢口(1994)は水沢山溶岩を覆う宮前テフラから、行幸田岩なだれや水沢山溶岩の年代を9 kaと推定した。模式地の渋川市水沢での層厚は30 mで、榛名山東麓の火山麓扇状地を開析した谷を埋めるように分布している。矢口(2011)は行幸田岩なだれ堆積物を覆う崖錐堆積物の上位から出土した縄文時代草創期の遺物から本層の年代を15 kaと推定した。

5. テフラの推定年代

調査地域には吾妻ローム層にすべてのテフラが連続して堆積した露頭は認められない。しかし図3、4に示した柱状図16の蓑原、19の小塚と21の中山、24の上発知では模式的な層序が認められ、これらのテフラを介して層序対比した(図6)。この4地点での吾妻ローム層の累積の最大層厚は28.4 mに達し、亀沢1テフラから立山Dテフラまでは累積して20.05 mの風化火山灰土が堆積し、複数のテフラが挟在している。

鈴木・早川(1990)や早川(1995)はテフラの間の火山灰土からテフラの年代を推定した。矢口(1994; 1999)は年代の明らかな広域テフラを利用して吾妻ローム層の堆積速度を0.042 mm/年と推定した。

近年明らかになった広域テフラの年代は、幅がある各地のテフラの放射年代を海成層の酸素同位体編年とテフラの層位からより精度の高い年代を導き出しており(鈴木、2012)、矢口(1994; 1999)が年代推定を試みた90年代後半の年代観から大きく進歩している。これには、下位よりMIS15の貝塩上宝テフラが 610 ka、MIS13の小林笠森テフラは 530 ka、MIS11～9にある大町A₁テフラが 380 ka、加久藤テフラは 330 ka、MIS8の阿蘇1テフラが 260 ka、MIS7の阿多鳥浜テフラが 240 ka、MIS5cの立山Dテフラは 101 kaなどの年代があげられる。

本報告のテフラと火山灰土の年代推定は矢口(1999)の図7に新たな主要な広域テフラの年代値を再挿して算出したものである。吾妻ローム層は貝塩上宝と小林笠森テフラ間が 0.060 mm/年、大町A₁と加久藤テフラ間は 0.057 mm/年、加久藤と阿蘇1テフラ間が 0.066 mm/年、阿蘇1と阿多鳥浜テフラ間が 0.017 mm/年、阿多鳥浜と立山Dテフラ間は 0.045 mm/年の堆積速度が推定される。

亀沢1テフラの直下は下位の風化火山灰土と斜交関係にあり、亀沢1テフラから大町A₁テフラまで及び貝塩上宝テフラ下位は堆積速度を一定と仮定して外挿した推定年代で

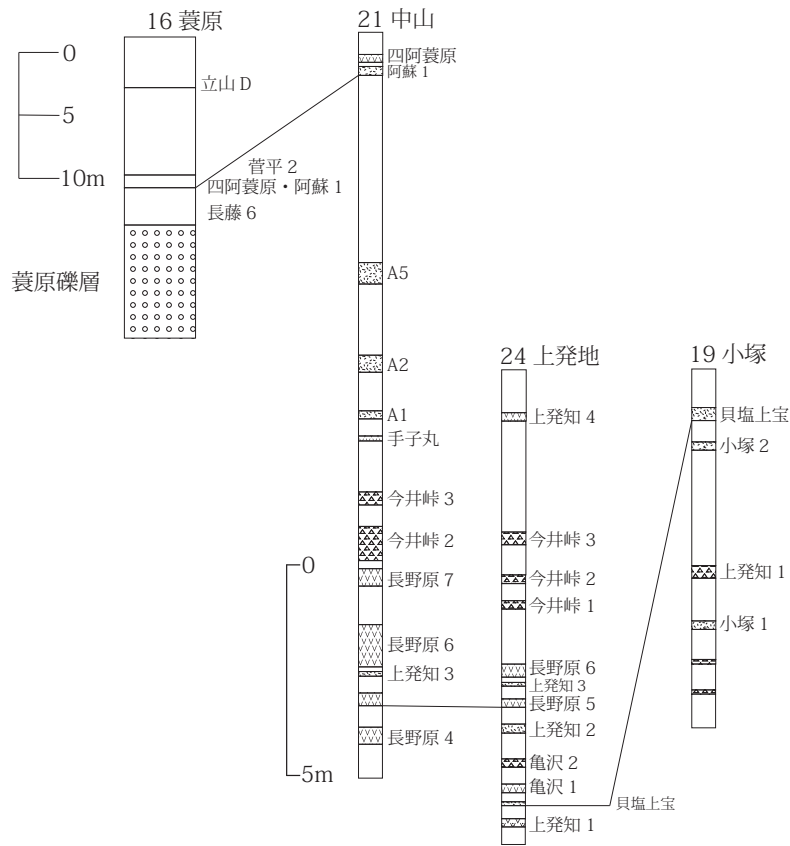


図6. 吾妻ローム層の層序対比. 火山灰土の堆積速度を推定した元となる層序. 凡例は図2. 位置は図3.

ある. それ以外のテフラはテフラ間の堆積速度が一定と仮定して内挿した推定年代である.

吾妻ローム層の風化火山灰土の基底の年代は沼田市上発知町で739 ka, 中之条町小塚で703 kaと推定される. 吾妻ローム層に挟在するテフラは, 下位より小塚1テフラが670 ka, 上発知1テフラは654 ka. 小塚2テフラが618 ka, 見沢1テフラは526 ka, 亀沢1・2テフラは523 ka. 上発知3テフラが524 ka, 草津白根長野原1~3テフラは502~473 ka. 草津白根長野原4・5テフラが468~462 ka, 草津白根長野原6・7テフラは451~437 ka. 今井峠1・2テフラが420~411 ka, 手子丸テフラは390 ka. 相原火砕流が379 ka, 大町A2テフラは340 ka. 長藤14~9テフラが327~320 ka, 長藤8・7テフラは295~293 ka. 長藤6~4テフラは279~277 ka. 四阿蓑原テフラが258 ka, 新期宮沢火砕流は257 ka. 宮沢1・2テフラが256~251 ka, 四阿菅平2テフラは241 kaと推定される.

6. 榛名山の大規模山体崩壊とその可能性がある崩壊堆積物

榛名山の地形発達を系統的に論じた森山(1971)は榛名山の接峰面図を作成した. 森山の図1からは山頂の南西を

流れる榛名川から時計回りに北東の沼尾川まで整った成層火山の地形が読み取れる. これは榛名山の地形を遠望した景観に現れ, 富岡市から安中市西部や入山峠及び東吾妻町から望む榛名は山頂の外輪山をピークとした緩やかな裾野が広がりをみせる. 一方で渋川市や前橋・高崎市街から望んだ榛名山は山頂が複雑な峰々に分かれ, 山頂部に榛名富士やニツ岳を望むことができる.

この地形差は成層火山を構成した一部が外輪山として残存する北西側と外輪山が失われて山頂の中央部を晒した南東側の地形差に他ならない. それでは成層火山の南東側が失われた時期はいつで, それに伴う堆積物は何であろう. それらは成層火山の姿を残した榛名山西麓の層序に求めることが可能である.

榛名西麓や中之条盆地縁の北東山麓で湖成層が堆積を開始するのは草津白根長野原6テフラの堆積以降であり, その時期は440 kaである. 水域は標高の異なる複数各所に同時に形成されており, 榛名山北西の水系で同時多発的に堰き止め作用を生じるイベントが開始されたものと推定される.

その後水域は火山麓扇状地堆積物に覆われ消失し, 西~北西麓では緩傾斜の火山山麓が形成された. 森山(1971)はこれを古期火山性扇状地面と呼んだ. この扇状地は西~北西麓に広く分布する相原火砕流に覆われており, 火砕流

はその分布から成層火山の山頂に給源火口が求められる。同時期に北西の山体部では深沢溶岩が形成された。その後、山麓面は吾妻ローム層に被覆されることから火山麓扇状地の成長及び成層火山の活動休止、すなわち山体崩壊は大町A₁テフラ堆積後の379kaと考えられる(図7)。

このとき成層火山が山体崩壊した地形は、榛名川や車川上流に名残をとどめると考えられる(図8)。掃部ヶ岳から杖の神峠に至る稜線は標高1449～1150mが急崖を呈し、1150～1100mは緩斜面をなす。同様に杖の神峠から杓が岳までの稜線も標高1300～1050mが急崖を呈し、1050～1000mは緩斜面をなす。榛名川上流を挟んで東側の地藏峠から天狗山北東の稜線も1250～1100mが急崖を呈し、1100～850mは緩斜面をなしている。前者の稜線東側は榛名川まで比高差600～400mの急崖をなし、後者は天狗山山頂から車川まで530mの比高差を有する斜面となっている。

掃部ヶ岳から杓が岳に至る稜線の東西で山体部の傾斜は著しく非対称であり、東側斜面は火山体の内部を晒している。このような東西非対称の地形的特徴は榛名川のみ浸食で形成された可能性は低いものと考えられる。榛名川上流で味噌玉岩と鏡台山の間は榛名川の谷がV字状に浸食したがその比高差は250mである。標高1449～1100m以上は

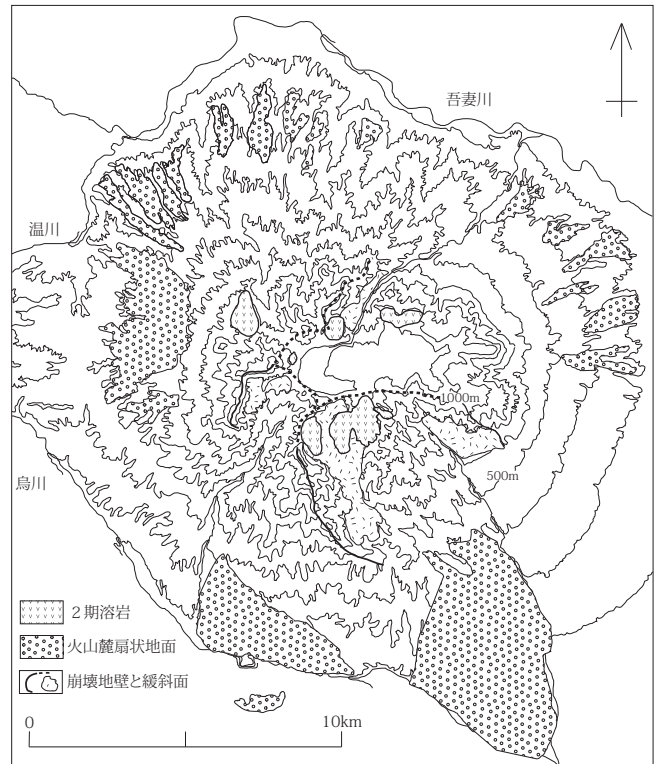


図7. 成層火山の山体崩壊と地形。等高線は100 m間隔。成層火山の崩壊地と崩壊地内の溶岩ドーム群や火山麓扇状地の範囲を示す。



図8. 上空から見た榛名山。北東上空から。ANA仙台-伊丹便から矢口裕之撮影

表5. 火山活動区分の対比.

大島 (1986)	小林 (1988)	中村 (1999)	下司・竹内 (2012)	高橋ほか (2016)	本報告
5期溶岩円頂丘	6期現在のカルデラ	6新(榛名湖)カルデラ ・新榛名火山溶岩ドーム	新期榛名火山	4期	山頂カルデラ形成と 山頂溶岩ドーム群3期
4期火砕流噴出 カルデラ形成				3期	
3期側噴火	5期山頂部のカルデラ	5旧(氷室)カルデラ	古期榛名火山	2期	山頂側噴火2期
2期主成層火山体の 爆発的崩壊・再構築	4期中心噴火と側火口噴火	4古榛名山の溶岩ドーム		1期	成層火山1期
1期主成層火山体	3期大型成層火山 2期小型成層火山 1期小型火山体	3多重環状構造 2主成層火山 1発生直後			

山体崩壊によって失われたものと考えられる。山体崩壊により山頂部は馬蹄形に削られ、これは種山、天狗山、地藏峠、杵ヶ岳、杖の神峠、掃部ヶ岳、鬘櫛山、烏帽子岳を結んだ線に沿うように形づくられた。これを境に東側の山体部が失われたと考えられる。

このような地形の特徴は沼尾川上流の烏帽子岳北側の山体斜面でも一部でみられ、標高1246 mの尾根から標高900 mの沼尾川底までが緩斜面を形成している。この斜面と蛇ヶ岳北側を結んで臥牛山の北西斜面とつなぐとあたかも馬蹄形の崩壊地の中に烏帽子岳の溶岩ドームが形成されたようにも見える。

この山体崩壊による堆積物は榛名山の南東麓でこそ未発見であるが、岩野谷丘陵に分布する野殿層上部がこれに相当すると思われる。野殿層上部は層厚20 m+で岩野谷丘陵北東部の標高180～250 mに分布する。直径1 mを越える岩塊は複輝石安山岩溶岩や火砕岩であり、これらを含んだ岩なだれ堆積物である。堆積物に含まれる斜長石を多く含む安山岩は榛名山の成層火山を構成する吾妻山上部の溶岩類に類似する。野殿層上部の層位は大町A₁・A₂テフラの間にあり、年代は379～340 kaである。

同様に野殿層下部の岩なだれ堆積物は岩野谷丘陵北東部の標高160～260 mに分布しており層厚は30 m+である。また、同層はGS-TK1のボーリング試料での層厚は25 mで上部のそれよりもやや規模が大きい。角礫は特徴的なかんらん石複輝石安山岩溶岩や灰長石の巨晶を含む玄武岩質安山岩を含む。これらは榛名山の成層火山を構成する榛名川最上流の火砕岩や岩脈の溶岩に類似する。堆積物は凝灰角礫岩で直径1 mの溶岩から火砕岩を含み、まれに数mの巨大岩塊を包含する岩なだれ堆積物であり、基質に径10 mmの板鼻鷹巣テフラを多く含む。その層位はKs5と草津白根長野原6テフラの堆積後にあり年代は440 kaである。この

岩なだれ堆積物を生じた山体崩壊の痕跡は明らかでないが、野殿層上部の岩なだれ堆積物を発生させた崩壊壁と同一であった可能性も考えられる。野殿層下部の岩なだれ堆積物の年代は榛名西麓の水域で堰き止め作用を生じたイベントが開始された時期に一致する。この堆積物が大戸層や中之条湖成層の形成に直接関わった証拠は不明だが、その蓋然性は極めて高いと考えられる。

7. 榛名火山の噴火史

榛名火山の噴出物及びテフラと火山灰土並びに挟在するテフラの層序から、榛名火山の活動期を3期に分けて述べる。従来知られている大島(1986)の5期から高橋ほか(2016)の活動期と本報告の関係を表5に、総括表を図9に示す。

7-1 成層火山1期

高橋ほか(2016)は竹本(1999)を引用して榛名火山の火山活動Stage 1は古期主成層火山形成期で、古期主成層火山は小林笠森テフラに覆われており、それよりも古いとした。榛名火山との関係が想定されるテフラは竹本ほか(1987)のNLI～8など火山礫の火砕流やNLI-10・11などであろう。また、中之条盆地には貝塩上宝と小林笠森テフラの間には小野子火山起源の可能性が見沢1火砕流堆積物が存在しており、山体から離れた中之条盆地の榛名山起源の堆積物については検討すべき点が多い。

野殿層下部の岩なだれ堆積物を発生させた1回目の山体崩壊は、下位にある板鼻鷹巣テフラの噴火が影響した可能性を指摘する。これには成層火山体を成長させた活動に伴う浅間板鼻褐色テフラの噴出後に山体崩壊をもたらした浅間黒斑火山の例を彷彿させる。

板鼻鷹巣テフラは今のところ岩野谷丘陵以外に分布を確

年代 (ka)	火山灰土	テフラ	榛名火山の活動			岩野谷丘陵	榛名南・西麓	榛名北麓・中之条盆地	東麓・前橋～高崎台地
			活動期	テフラ・岩なだれ	溶岩				
1.5	黒色土	浅間板鼻黄色始良 Tn	山頂溶岩ドーム群 3期	有馬・渋川・伊香保	二ツ岳				
20	上部			行幸田岩なだれ	水沢山	高崎泥流			行幸田岩なだれ・高崎泥流
40	中部			陣場岩なだれ	相馬山	前橋泥流			陣場岩なだれ
60	下部	大山倉吉	山頂カルデラ 3期	三原田・新巻火砕流	榛名富士		中之条泥流	前橋泥流	
80	沼田			八崎・白川火砕流		白川火砕流		新巻火砕流	
100		立山 D							
110									
220	吾妻	阿多鳥浜							
		阿蘇 1	山頂噴火 2期	新期宮沢火砕流	氷室山		新期宮沢火砕流		
300		加久藤		長藤 12・13	居敷岳・観岩・烏帽子・高根		後科礫層	巖原礫層	
		琵琶尾高島沖 72		旧期宮沢火砕流	中ノ岳・三ツ峰・黒岩		旧期宮沢火砕流		
		A1	山体崩壊	野殿岩なだれ上部		野殿層上部	分去層	東層	
				相原火砕流	深沢		相原火砕流		
400		長野原 7	成層火山 1期	大沢 1・2		野殿層中部	萩生層	中之条湖成層	
		辺川笠森 5		今井峠 1・2・3	五輪平		大戸層		
		長野原 1	山体崩壊	野殿岩なだれ下部		野殿層下部			
		小林笠森	成層火山 1期	板鼻鷹巣		野殿層最下部	押平層		
500		斜交層準						清河岩なだれ・炭高層	
		貝塩上宝						具沢火砕流	
600		上発知 1							
700								名久田川礫層	
800									
900									
1000							小野上層・大塚層		
1100		上越	先榛名火山	上巻火砕流		上巻火砕流			

図9. 榛名火山の活動と周辺の第四系.

認できないことから、榛名山から南東方向に分布する火砕流堆積物ないしはプリニー式テフラの可能性はある。

成層火山の初期のありようは不明であるが440 kaまでに規模の大きな火山麓扇状地を有しない成層火山が古榛名火山と基盤山地を覆うように形成され、板鼻鷹巣テフラの後に東側が大規模に崩壊したものと考えられる。

五輪平溶岩の上部の火砕岩には草津白根長野原テフラ群

に対比される可能性があるテフラが挟在しており、その年代は437 kaと推定される。五輪平溶岩は今井峠テフラを挟在する吾妻ローム層に覆われることから420 kaには活動を休止したと推測される。

吾妻山の噴出物が山麓側に急傾斜することはその後の傾動による可能性もあるが、噴出源が6.3 km離れた山頂火口よりも吾妻山近くの火口から供給された可能性もある。ま

た、この火山は1回目の山体崩壊以前の成層火山の一部である可能性も否定し得ないが、山体崩壊で失われた東側の一端を修復するように形成された側火山の可能性もある。

山体崩壊で失われた成層火山が再び構築されるのは、今井峠1～3テフラ及び大沢テフラの噴火による火山活動である。今井峠テフラは榛名火山から北東方向に噴出したスコリア質火山礫で、大沢テフラも同様に発泡が悪くスコリアを含む軽石質火山礫からなる。北東麓ではこれらが直径10 cm大のスコリア質火山礫となって降下し、内部は高温酸化により桃褐色を呈する。またこの層準の吾妻ローム層はスコリア質の火山灰土で直径2～1 mmの輝石が含まれる。これらのテフラが噴出した420～390 kaに成層火山は山体部を急成長させながら、急激に大部分の火山麓扇状地を形成した。北西の山体部周辺では大谷沢溶岩や深沢溶岩が標高800 mに形成され、これらは山頂火口からもたらされた。

390～380 kaの手子丸テフラ、大町A₁テフラの堆積以降に山頂火口から西側に相原火砕流が噴出し、これ以後に成層火山は2回目の山体崩壊を起こしたと考えられる。

7-2 山頂側噴火2期

成層火山が崩壊した後、山頂火口とは異なる側火口による火山活動が山体部の各地で溶岩ドームを構築した。大島(1986)の中ノ岳溶岩は崩壊地に形成された溶岩ドームである。側火口から噴出した火砕流は、崩壊した成層火山の山麓縁北東部に沿ってスコリア流からなる旧期宮沢火砕流を形成した可能性がある。旧期宮沢火砕流や中ノ岳溶岩ドームと吾妻ローム層のテフラの層序は明確でないが、ドームが山体崩壊地内に位置することや崩壊した山体の山麓縁を埋めるように火砕流堆積物が分布すること。また2回目の山体崩壊による野殿層上部に旧期宮沢火砕流のスコリア礫が含まれないことから、これらは大町A₂テフラから長藤9テフラ間の時期に形成された可能性を指摘したい。その推定年代は340～320 kaである。

山頂付近の山体部南に分布する三ツ峰溶岩も同様に側噴火で形成された可能性があり、東部はその後の相馬山の山体崩壊で失われている。三ツ峰溶岩の近距離に位置する黒岩安山岩を構成する岩頸は想定される給源の候補である。

旧期宮沢火砕流の上位には火山麓扇状地堆積物である後料礫層が駒寄川から車川までの山麓を覆った。同様の堆積物は高崎市榛名山町の榛名川、標高600 m付近を扇頂に榛名川以東から滑川まで分布し、火山麓扇状地を形成した。この火山麓堆積物は烏川右岸に達して、高崎市八幡町付近の台地を形成した。

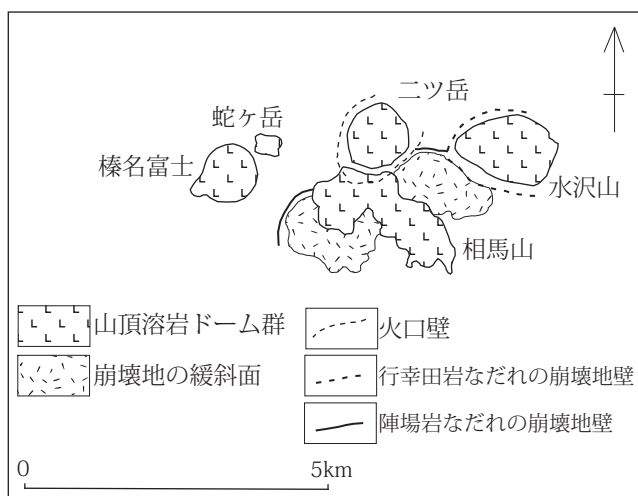


図10. 山頂溶岩ドーム群と崩壊地。図5の山頂付近に分布する山頂溶岩ドームの名称を示す。

榛名火山北東部の沼尾川上流の烏帽子岳溶岩や高根溶岩は、成層火山の残骸である山体部に小規模な溶岩ドームを形成した。この火山活動で沼尾川沿いの北東麓は大町A₅テフラの堆積前後に火山麓扇状地が拡大し、森山(1971)はこれを五輪平面と呼んだ。

榛名火山北西麓では大町A₁テフラの堆積以降に火山麓扇状地の成長が休止したため吾妻ローム層に被覆された。吾妻ローム層に挟在する長藤12・13テフラはいわゆる「カタ」と通称される粗粒降下テフラである。その年代は320 kaで居鞍岳溶岩ドームの形成に関与したテフラの可能性はある。

側噴火期の終末は山頂部の側火口から257 kaに新期宮沢火砕流が噴出した可能性が高い。火砕流堆積物は南麓に小規模に分布することから、山頂に旧期カルデラを形成したとは考えにくい。おそらく側火口は新期宮沢火砕流の堆積後の251 kaに宮沢1・2テフラを噴出し、最後に氷室山溶岩ドームを形成して噴火を終了した可能性がある。

7-3 山頂カルデラ形成と山頂溶岩ドーム群3期

氷室山溶岩ドームの形成後に榛名火山は約20万年間の休止期があり、後期更新世の火山活動は50 kaに八崎テフラを東に白川火砕流を主に南麓に噴出した山頂カルデラ形成で幕を開ける(大島, 1986)。白川火砕流は榛名川が高崎市室田町に形成した火山麓扇状地と高崎市十文字町に広がる火山礫扇状地と新期宮沢火砕流の堆積面を覆って、広い火砕流堆積面を形成した。これらは森山(1971)の前者が上室田面、後者が十文字面に相当する。火砕流堆積物の小規模な分布は西麓の山体近くや北麓にも広がっており、火砕流が山頂火口から広範囲に噴出したことを物語る。



図11. 金井東裏遺跡から出土した古墳人。群馬県埋蔵文化財調査センター提供・矢口裕之撮影。

山頂カルデラを起源とするテフラは白川火砕流を伴う八崎テフラの噴出以降に南麓にテフラを降下した後、38 kaの新巻火砕流を伴う三原田テフラを北東方向に噴出した可能性がある。これらのテフラをもたらし給源火口は現在のところ山頂カルデラ内に見当たらない。榛名富士溶岩ドームは始良Tnテフラに被覆されていることから（下司・竹内，2012）これらのテフラを形成した火口を塞いで形成された可能性がある。その後、後期更新世末の35 kaに御蔭1テフラ、25 kaに御蔭2テフラが山頂部に近い榛名山麓に降下した。これらは蛇ヶ岳溶岩ドームを含む山頂部の溶岩ドーム群によりもたらされた可能性がある。山頂部には相馬山と水沢山溶岩ドームを形成したが、両者とも小規模の山体崩壊を伴って溶岩ドームを形成した（図10）。前者は24 kaの浅間白糸と浅間大窪沢テフラの間に層位がある陣場岩なだれ堆積物で溶岩ドーム形成中に山体崩壊したため、岩なだれ堆積物に熱雲を伴っている。後者は岩なだれの上位から縄文時代草創期の遺物包含層が検出され、15 kaと推定される行幸田岩なだれ堆積物である（矢口，2011；2023）。

完新世は5世紀第4四半期に有馬テフラを噴出し、火口には小規模な溶岩ドームを形成した可能性がある（矢口，2017）。5世紀末に同火口からプレー式の火砕流堆積物を伴って二ツ岳渋川テフラが噴出し、溶岩ドームは破壊された。6世紀前半にプリニー式噴火の二ツ岳伊香保テフラを噴出後に二ツ岳溶岩ドームが火口を覆った。渋川市の金井遺跡群は二ツ岳渋川テフラに覆われた遺構が発掘され、火砕流堆積物で被災した古墳人6名とウマの遺体が発掘されている（図11）。これらのテフラは炭化樹木の放射性炭素ウイグルマッチング年代により榛名二ツ岳渋川テフラはcal AD491-500 (AD497/+3-6) に（早川ほか，2015）、榛名二ツ岳伊香保テフラはcal AD545-567（奥野ほか，2022）

の年代が提示された。

8. おわりに

榛名山は成層火山の東側が大規模な崩壊を繰り返し、山頂に溶岩ドーム群が誕生した。このことから、平野部から眺める姿は複雑な峰の姿を呈している。このような地形は火山の基盤が高く、平野部に接する側が急崖を呈するような構造からなり、その不安定な土台から生み出されたもの想定される。

東日本の脊梁に位置する第四紀の火山フロントは隆起して形成された山地と平野の境に位置し、大型の成層火山は山体崩壊が繰り返されている。これは太平洋側からの沈み込み帯によって生み出される島弧火山の成長の一端なのかもしれない。榛名山では約3万年前以降に山頂に溶岩ドーム群が形成された後も複数の山体崩壊が認められる。その山麓周辺には現在も約80万人が暮らす地方都市が点在し、今後の噴火は現代社会の脅威となるであろう。

上信自動車道建設に伴う渋川市金井遺跡群の発掘調査は、火砕流で被災した古墳人が発見されたことで記憶に新しい。榛名山がもたらす恵みとは裏腹に、この遺跡は榛名山麓に災害リスクが存在することの警鐘であり、我々はこれを忘れてはならない。埋蔵文化財の発掘調査は未来の豊かな地域を創生するための素材でもある。今後も自然史や歴史解明が地域創りに活用されることに期待したい。

謝辞

本報告をまとめるにあたり、調査から余りにも長時間を費やす結果になったことは、ご指導いただき、お世話になった方々にひたすらお詫びを申し上げる次第である。地学団体研究会、第四紀総合研究会、高崎地学愛好会、榛名団研グループ、上信火山団研グループ、野尻湖地質グループ、野尻湖火山灰グループ、野尻湖古地磁気グループの皆さんには多大なるご支援をいただいた。また査読者の下司信夫氏（産業技術総合研究所地質調査総合センター）には有益なご助言をいただき、論文内容の修正にご助力いただいた。ここに感謝を申し上げます。

文献

- 新井房夫(1962)：関東盆地北西部地域の第四紀編年。群馬大学紀要自然科学編，6：1-79。
 新井房夫(1968)：北関東の第四系，日本の第四系。地団研専報，(16)：161-171。

- 新井房夫(1979): 関東地方北西部の縄文時代以降の指標テフラ層. 考古学ジャーナル, 157: 41-52.
- 新井雅之・矢口裕之(1994): 榛名火山の後期更新世末から完新世の噴火史. 日本第四紀学会講演予稿集, 24: 174-175.
- 下司信夫・竹内圭史(2012): 榛名山地域の地質. 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, 79pp.
- 早川由紀夫(1995): マスターテフラによる日本の100万年噴火史編年. 火山, 40: 1-15.
- 早川由紀夫・中村賢太郎・藤根 久・伊藤 茂・廣田正史・小林統一・(株)パレオ・ラボ(2015): 榛名山で起こった渋川噴火の理学的年代決定. 群馬大学教育学部紀要, 63: 35-39.
- 岩崎重三(1897): 榛名火山及び角落火山地質調査報告. 震災予防調査会報告, 11: 140-180.
- 関東ローム研究グループ(1965): 関東ローム, その起原と性状. 築地書館, 東京, 379pp.
- 北爪智啓・高橋 誠・磯田喜義・榛名団体研究グループ(1994): 中之条盆地の中部更新統の層序と植物化石. 日本第四紀学会講演要旨集, 24: 176-177.
- 小林 豊(1988): 榛名火山の形成史. 日本地質学会第95年学術大会講演要旨, 314.
- 小林 豊・野村 哲・渡辺将哲・海老原充(1990): 群馬県, 榛名火山の基盤. 日本地質学会第97学術大会講演要旨: 414.
- 小森郁美・矢口裕之(1992): クリスタル・アッシュの層位と強磁性鉱物の熱磁気特性による対比. 第四紀, 25: 11-16.
- 久保誠二(2007): 通史編 第1章 地形・地質 第1節 黒土と軽石層～第5節 榛名山南麓の地形. 榛名町史編さん委員会(編)榛名町史 自然編. 榛名町史刊行委員会, 高崎, p. 5-29.
- 久保誠二・鈴木幸枝・中島正裕・宮沢公明(2011): 榛名火山南東麓の地質. 群馬県立自然史博物館研究報告, (15): 115-127.
- 町田 洋・新井房夫(2003): 新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 東京, 336pp.
- 守屋以智雄(1966): 吾妻川流域の地形発達. 地理学評論, 39: 51-62.
- 森山昭雄(1971): 榛名山東・南山麓の地形一とくに軽石流の地形一. 愛知教育大地理学会地理学報告, 36-37: 107-116.
- 中村正芳・高崎地学愛好会(1989): 群馬県西部碓氷川下流域の第四系一野殿集塊岩の再検討. 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 276.
- 中村正芳・新井房夫(1998): 群馬県中央部で発見された前期更新世の含堇青石テフラについて. 地球科学, 52: 153-157.
- 中村正芳・竹本弘幸(2014): 群馬県高崎市において掘削されたGS-TK1ボーリングコア層序の再検討. 地球科学, 68: 23-28.
- 中村庄八(1999): 榛名火山の山体形成史の再検討. 日本地質学会第106年学術大会講演要旨, 98.
- 中村庄八(2005): 群馬県吾妻川流域に分布する浸食された火山の内部と基盤構造. 地球科学, 59: 5-24.
- 中村庄八(2007): 通史編 第1章 地形・地質 第6節 榛名火山. 榛名町史編さん委員会(編)榛名町史 自然編. 榛名町史刊行委員会, 高崎, p. 30-44.
- 野尻湖地質グループ(1990): 黒姫火山とその東麓の地質. 地学団体研究会専報, (37): 21-28.
- 野村 哲・小林 豊・渡辺将哲・海老原充(1990): 群馬県榛名火山の基盤. 群馬大学教養部紀要, 24: 79-92.
- 大石雅之(2009): 四阿火山を起源とする岩石記載の特徴とテフラの分布. 地学雑誌, 118(6): 1237-1246.
- 大島 治(1968): 榛名火山の地質(予報). 日本火山学会1968年秋季大会講演要旨, 13-3: 151.
- 大島 治(1986): 榛名火山. 日本の地質「関東地方」編集委員会(編)「関東地方」, 共立出版, 東京, p. 222-224.
- 奥野 充・八塚慎也・中村俊夫・高橋利彦・汲川輝樹・下司信夫・坂本 稔・星野安治(2022): 榛名二ツ岳, 伊香保テフラの炭化樹木の樹種同定と¹⁴Cウイグルマッチング年代. 月刊地球, 44-3: 131-137.
- 坂口裕夫(1989): 榛名山南西面の地質について. 群馬大学教育学部卒業論文: 1-72.
- 早田 勉(1989): 6世紀における榛名火山の2回の噴火とその災害. 第四紀研究, 27: 297-312.
- 早田 勉(2000): 榛名火山一山頂部のカルデラと溶岩円頂丘群. 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦(編)日本の地形, 第四巻, 関東・伊豆小笠原弧. 東京大学出版会, 東京, p. 61-64.
- 須貝俊彦・水野清秀・杉山雄一(2000): 深度145 mボーリング(GS-TK1)に基づく群馬県高崎市における深谷断層系の活動性評価. 地質調査所速報, 地質調査所, (EQ/00/2): 61-76.
- 鈴木毅彦・早川由紀夫(1990): 中期更新世に噴出した大町APmテフラ群の層序と年代. 第四紀研究, 29: 105-120.
- 鈴木毅彦・藤原 治・檀原 徹(1998): 関東・中部地方に分布する第四紀テフラのフィッシュン・トラック年代. 地学雑誌, 107(3): 348-367.
- 鈴木毅彦(2012): 北関東・東北地方南部のテフロクロノロジー: 現状と展望. 第四紀研究, 51(2): 65-78.
- 多賀谷卓(1991): 榛名山北東麓における第四紀地質学的研究. 群馬大学教育学部卒業論文: 1-57.
- 高田将志・鈴木毅彦・早田 勉・下川浩一・今井 登(1990): 群馬県榛名山南麓に分布する横川第二軽石のESR年代. 日本地理学会予稿集, 38: 152-153.
- 高橋正樹・渡辺由美子・関慎一郎・金丸龍夫・竹本弘幸(2016): 榛名火山噴出物の全岩化学組成一分析データ235個の総括一. 日本大学文学部自然科学研究所研究紀要, 51: 179-219.
- 高橋 誠・早川由紀夫(1995): 群馬県中之条湖成層に産する植物遺体. 群馬大学教育学部紀要, 自然科学編, 43: 71-86.
- 竹本弘幸・米澤 宏・由井将雄・小池一之(1987): 中之条湖成層の層序とフィッシュン・トラック年代. 駒沢地理, 23: 93-108.
- 竹本弘幸(1999): 北関東北西部地域における第四紀古環境一変遷と火山活動. 茨城大学大学院理工学研究科博士論文: 130p.
- 竹本弘幸(2008): 榛名山の活動と中之条盆地・烏川・碓氷川・鍋川の段丘. 日本地質学会(編)日本地方地質誌, 関東地方. 朝倉書店, 東京, p. 357-361.
- 矢口裕之(1989): 榛名火山北西麓の中部更新統. 日本地質学会第96年大会講演要旨, 277.
- 矢口裕之・田辺智隆(1990): 群馬県北部に分布する中期更新世の火山灰層. 日本第四紀学会講演要旨集, 20: 120-121.
- 矢口裕之・榛名団体研究グループ・高崎地学愛好会(1992): 群馬県榛名火山周辺の中部更新統. 第四紀, 25: 57-62.
- 矢口裕之・野村 哲・檀原 徹・高崎地学愛好会(1993): 榛名火山南東部に分布する中部更新統の層序. 日本地質学会第100年学術大会講演要旨, 297.
- 矢口裕之(1994): 榛名火山周辺の中期更新世の火山灰層. 日本第四紀学会講演要旨集, 24: 100-101.
- 矢口裕之(1999): 群馬県北西部のテフラとローム層の層序. 群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要, 16: 61-90.
- 矢口裕之(2011): 関東平野北西部, 前橋堆積盆地の上部更新統から完新統に関わる諸問題. 群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要,

29 : 21-40.

矢口裕之(2017) : 神道集説話からみた榛名二ツ岳渋川・伊香保テフラの噴火とその災害. 群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要, 35 : 151-164.

矢口裕之(2023) : 群馬県中央部, 前橋・高崎・伊勢崎台地の地形と古墳時代の水系. 群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要, 41 : 93-108.

山口一俊(1975) : 中之条盆地とその周辺の地形. 駒澤大学院地理学研究, 5 : 28-39.

八ヶ岳団研グループ(1988) : 八ヶ岳山麓の第四系. 地学団体研究会専報, (34) : 275pp.