

第1章 天明3年浅間山噴火の経過と災害

第1節 浅間山の形成史と天明3年噴火

環太平洋火山帯の一部を構成する日本列島では、海側のプレートが陸側のプレートの下に沈み込むために活発な地震や火山の活動が見られる。沈み込むプレートの違いにより東日本火山帯と西日本火山帯が存在する。東日本火山帯の火山フロント^{註1}の屈曲部に位置する浅間火山は、日本の代表的な安山岩質の活火山の一つである（図1-1）。

浅間火山は、群馬・長野両県の境に位置し、東西20km以上に延びる浅間・烏帽子火山群の一部を構成する。浅間・烏帽子火山群は、40年以上活動を続ける火山の集合である（写真1-1）。10万年前より古い時代に活動した烏帽子火山群は、多くの小型の火山からなる。10万年前から2万年前の間に黒斑火山が、2万年前から1万年前の間に仏岩火山が活動し、その後、前掛火山が活動を開始し、現在も活動中である。広義の浅間火山は、黒斑火山、仏岩火山、前掛火山の3つを指すのに対して、狭義の浅間火山は前掛火山を指す。本報告書では前掛火山を“浅間山”と呼ぶこととする。

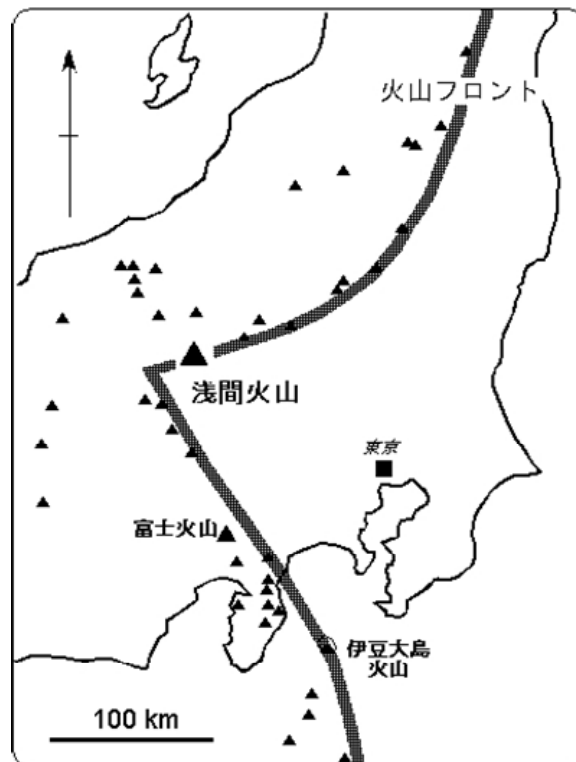


図1-1 中部日本の火山の分布と浅間山の位置



写真1-1 南方より見た浅間・烏帽子火山群の全景 (安井真也撮影)

黒斑火山は、安山岩質の溶岩流を大量に噴出し、活動後期には爆発的な火砕噴火も頻発した。活動末期の約2万3,000年前に、黒斑火山は山体崩壊を起こし、その山頂部を失った。その後、崩壊によって形成された馬蹄形のカルデラ内に、仏岩火山が活動を開始した。仏岩火山は頻繁に爆発的な火砕噴火を行い、デイサイト質～流紋岩質の降下軽石、火砕流、及び厚い溶岩流を数多くもたらした。その後、ほぼ同じ位置で浅間山（前掛火山 $36^{\circ} 4' N$, $138^{\circ} 1' E$ ）が活動を開始した。浅間山は爆発的な火砕噴火を行い、安山岩質の降下軽石、火砕流、及び溶岩流を繰り返しもたらした。13枚の軽石層が確認されることから、浅間山では、過去に大規模な火砕噴火が少なくとも13回起きたらしい。それらのうち、最も時代が新しい大規模噴火が天明3（1783）年噴火である。過去3回の大規模な火砕噴火は、700年程度の間隔をおいて発生している。天仁元（1108）年噴火は、浅間山の大規模噴火の中でも最大規模であった。大規模噴火の前後には、ブルカノ式噴火（単発的ないし数十分程度の間隔で間欠的に爆発が起こる噴火の様式）の活動期と静穏期が繰り返される。20世紀前半には、頻繁にブルカノ式噴火が起き、噴石や空振（強い爆発によって火口から発生する空気の振動（衝撃波））の被害が出ることもしばしばであった。平成16（2004）年9月1日から数か月間、断続的に発生した小規模なブルカノ式噴火も記憶に新しいところであろう。

第2節 古記録と噴出物に記録された天明3年噴火

天明3（1783）年噴火は、今から約220年前という比較的新しい時代に起きたため、噴出物の保存がよく、古記録も豊富に残されている。18世紀に日本の諸火山（桜島、伊豆大島、富士山、及び樽前山）で起きた噴火事例と比べると、天明3年噴火のマグマの噴出量は非常に少ないにもかかわらず、古記録数が例外的に多い。天明3年噴火の火砕物降下を記述した地点の分布を見ると、当時の中山道沿いで記述地点が多い（図1-2）。成層圏まで上昇した噴煙が偏西風で東方へ流され、人口の多い地域にあったことも、天明3年噴火の古記録数が多いことの一因であるとみられる。堆積物と古記録の双方から得られる情報を対応させると、細かい時間軸に沿って噴火の経過を知ることができる。本節では古記録と堆積物のそれぞれから得られる情報のうち重要なものについて述べる。

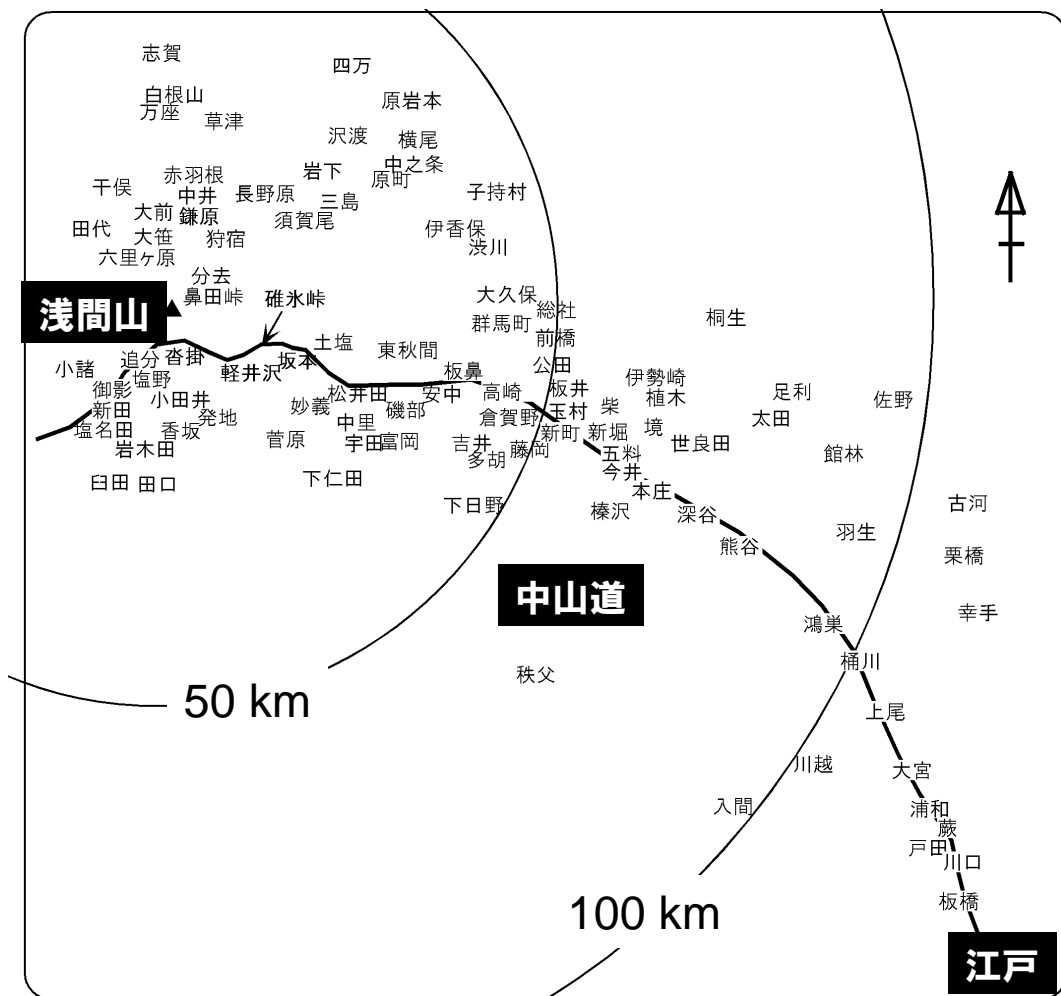


図1-2 古記録における天明3年噴火のプリニー式噴火に関する記述地点分布図

((安井ほか、1997)のFig. 9-1に修正加筆)

なお、本報告書において、“鎌原火砕流／岩屑なだれ”という表現を用いる理由は以下のとおりである。天明3年噴火で浅間山の北麓を襲った流れは、高温の本質物質（噴火を引き起こしたマグマに由来する物質）を含むという点で“火砕流”の性質を持つが、同時に山体が岩なだれとなって流下するという“岩屑なだれ”の特徴も併せ持ち、極めて特殊な堆積物を残した。一般に岩屑なだれは、発生頻度が低い（浅間火山での最近の例は約2万年前）、極めて破壊的な現象である。ここでは岩屑なだれの特徴を有することを重視し、火山体斜面で豪雨時などに発生する小規模な土石流などと区別する意味で、“鎌原火砕流／岩屑なだれ”を用いる。

1 古記録に記録された噴火現象とその時間変化

(1) 火砕物降下に関する記述の時間変化

天明3（1783）年噴火の古記録（古文書や絵図）は、鎌原火砕流／岩屑なだれと天明泥流に関するものがよく知られているが、プリニー式噴火やそれに伴う火砕物降下を記述したのも非常に多い。萩原進編集・校訂の『浅間山天明噴火史料集成 I～V』に収められた約150件の文献から、948項目の火砕物降下や鳴動などに関する記述を抽出してデータベースを作成し、そこから読み取れた事柄を以下にまとめる。なお、第3章第1節には、当時の軽井沢や高崎など特定の地域での火砕物降下の様子が述べられている。

同じ文献でも、複数の日付にわたって火砕物降下や鳴動に関する記述がある場合が多い。記述の日数は、火砕物降下が19日、鳴動が18日である。日付の誤差や一日の間の噴火回数に関する誤差を考慮に入れると、20回前後の独立した噴火イベントがあったものと考えられる。噴火に関する記述件数の頻度分布を図1-3に示す。天明3年噴火に関する古記録の記述数の合計（図1-3(1)）に着目すると、7月5日（8月2日）以降、数が急に増えるのがわかる。同図に認められる記述数のピークからは、3か月間の間に休止期にはさまれた活動期が大局的には5回あったことが示される。記述内容を細かく見ると、以下に述べるように噴火の盛衰が個々の活動期間内に見られる。ここでは便宜上、各活動期間をエピソードと呼ぶことにする。7月7日（8月4日）夜から翌朝にかけての最盛期の噴火と、7月8日（8月5日）午前10時の爆発の間には数時間の静穏期があるのみであるが、両者は極めて異質な活動であると見られるので異なるエピソードとする。全体としてエピソード1から6にわけ（図1-3）、表1-1には各エピソードについての古記録の記述内容をまとめた。

活動の激しい時期は、古記録の記述も詳細になるために、一回の噴火イベントの時間帯を推定できる場合がある。特に、浅間山の南西側の佐久平方面では直接噴火を目撃したと思われる記述が多く、日付によっては複数の地点においてほぼ同時刻に噴火が始まり、終了したという記述がある。しかしながら、例えば暮れ時という記述のみで時刻が書かれていない場合、噴火の推定時刻には前後に数時間の誤差が含まれる可能性もある。鳴動については広い範囲にわ

たつて記述があり、6月28日（7月27日）以降は、浅間山から約200km離れた加賀、銚子、名古屋といった遠隔地でも記述がある。鳴動の記述は、「鳴動」という表現以外にも、「山鳴」、「地鳴」、「大震動」のように多様な表現が見られる。ここでは「鳴動」は、音又は振動あるいは両方を含むものとして扱う。「鳴動」に関する記述の一部は、空振を記録した可能性があり、間接的に噴火の時間帯を示すものと見られる。実際、鳴動が記録された時間帯は、浅間山の南麓で直接噴火を目撃したと見られる記述が示す噴火の時間帯とほぼ一致する場合が多く、噴火の時間帯の評価に利用できる。

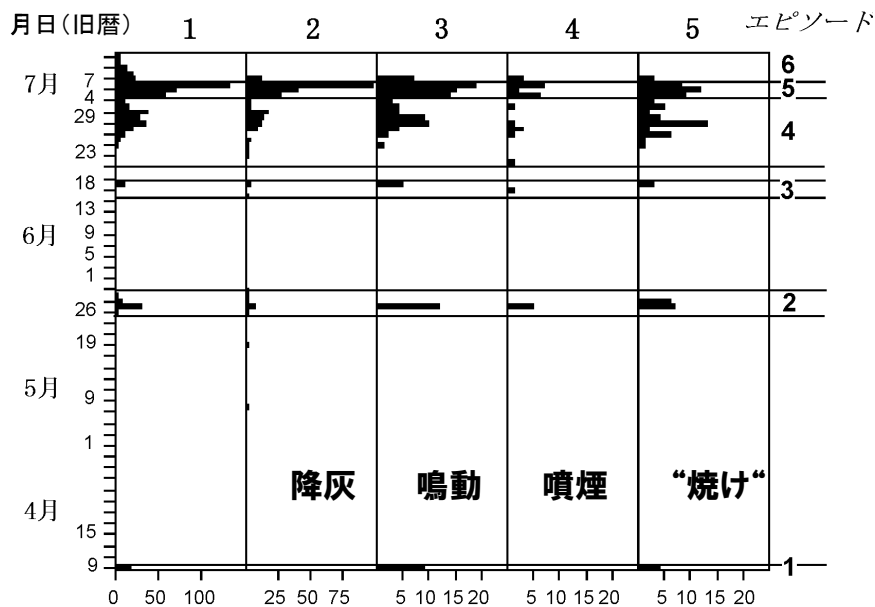


図 1-3 天明3年噴火に関する記述数の時間変化

((Yasui and Koyaguchi, 2004)に修正加筆)

注) 1 天明3年噴火に関する古記録の記述数の合計; 2 降灰の記録地点数; 3 鳴動の記録地点数; 4 噴煙の目撃の記述数; 5 “焼け”の記述数. “焼け”は噴火、鳴動、噴煙柱及び噴煙などを示すとみられる。

次に、火砕物降下に関する記述について、時間を追って整理する。記述地点の分布とその時間変化を知るため、火砕物降下や鳴動など噴火に関する記述のあった124地点の地名を地図に落とし（図 1-2）、個々の地点での記述内容を日別にプロットした（図 1-4）。火砕物降下の記述地点の数は時間とともに増え、7月7日（8月4日）の夜から翌朝にかけての期間が最も多い。天明3（1783）年の活動の始まりに関する記述は、4月8日と9日（5月8日と9日）に見られるが、降灰の記述は見られない。5月26日（6月25日）には、浅間山から40kmほど離れた地点で降灰があり、噴火や鳴動の記述も10件以上あるため、比較的大きな噴火があったものと見られる。5月は26日（6月25日）以外の数日にも記録が見られ、小規模な噴火があったようである。6月17日及び22～27日（7月16日及び21日～26日）にも小規模な噴火があったようだが、6月18日（7月17日）の噴火では、浅間山の北側の干俣（ほしまた）や大笹から遠方

では約170km離れた佐渡まで降灰の記録がある(図1-5)。6月28日～7月2日(7月27日～30日)には、北東と東南東の2方向に火砕物降下の記述があり、1日に複数回の噴火があったようである。浅間山の北～北東方向の大笹、狩宿、四万(しま)、伊勢町で小石や砂が降り(図1-4(1)～(4))、遠方では約170km離れた会津や白河、440km離れた陸中大槌でも降灰があった。7月3日(7月31日)と7月4日(8月1日)は、その前後に比べ記録件数が少ない。

7月5日～7日(8月2日～4日)の未明までの期間には、それ以前に比べ、激しい噴火が断続的に起きた。日によって噴煙の流された方向が若干異なるが、東南東方向への火砕物降下の記述が多い(図1-4(5)～(7))。また、7月2、7、8日(7月30日、8月4、5日)は、降下地点の分布が時間によって変化し、1日のうちでも噴煙の流された方向(風向き)あるいは噴煙の到達高度が変化したようである。

7月7日(8月4日)の午前中は、その前後に比べ記述数が少なく、記述内容からも火砕物の降下状況が一時的に穏やかだったらしい。7月7日(8月4日)午後には、噴煙が流された東南東方向で闇夜のように暗くなり、それまでに比べ激しい火砕物降下があったようである。7日夜から、翌朝には記述件数が最大となる。軽井沢宿では、夜になって「火石、大石、火玉が降り落ち」、避難が始まった。30kmほど離れた富岡周辺でも「雨あられや夕立雨のように小石や砂が降った」。これらの記録は、粗い火砕物の激しい降下があったことを物語っている。軽井沢の西方の沓掛(くつかけ)や追分などでは、激しい火砕物降下はなかったが、浅間山が火石を噴き上げる様子や地鳴りによって混乱し、逃げ出す者が多かったようである。このように、夜間であるにもかかわらず記録数が多いことや、軽井沢周辺での混乱状態を示す記述内容から、噴火の激しさが最大となったことがうかがえる。つまり、7月7日夜から翌朝(8月4日～5日)に、噴火の最盛期を迎えたといえる。最盛期の噴火の時間帯は記述により若干異なるが、混乱状況や時刻に関する記述の誤差を考慮に入れた上で、最盛期の噴火の継続時間を考えてみよう。鎌原火砕流/岩屑なだれに関連すると思われる爆発が、8日の10時とみられるが(Aramaki,1956)、その直前は数時間ほど静穏であったらしい。7日の18～20時ごろから8日の午前8時ごろまで最盛期の噴火が継続したとすると、継続時間は15時間程度であったとみられる。

7月8日(8月5日)には、午前10時ごろから昼時を中心に、浅間山の東～東南東方向の火口から80kmまでの地域を中心に泥雨が降った。時間的に重なることから、泥雨の降下と鎌原火砕流/岩屑なだれの発生(3)で後述)は関連があるらしい。

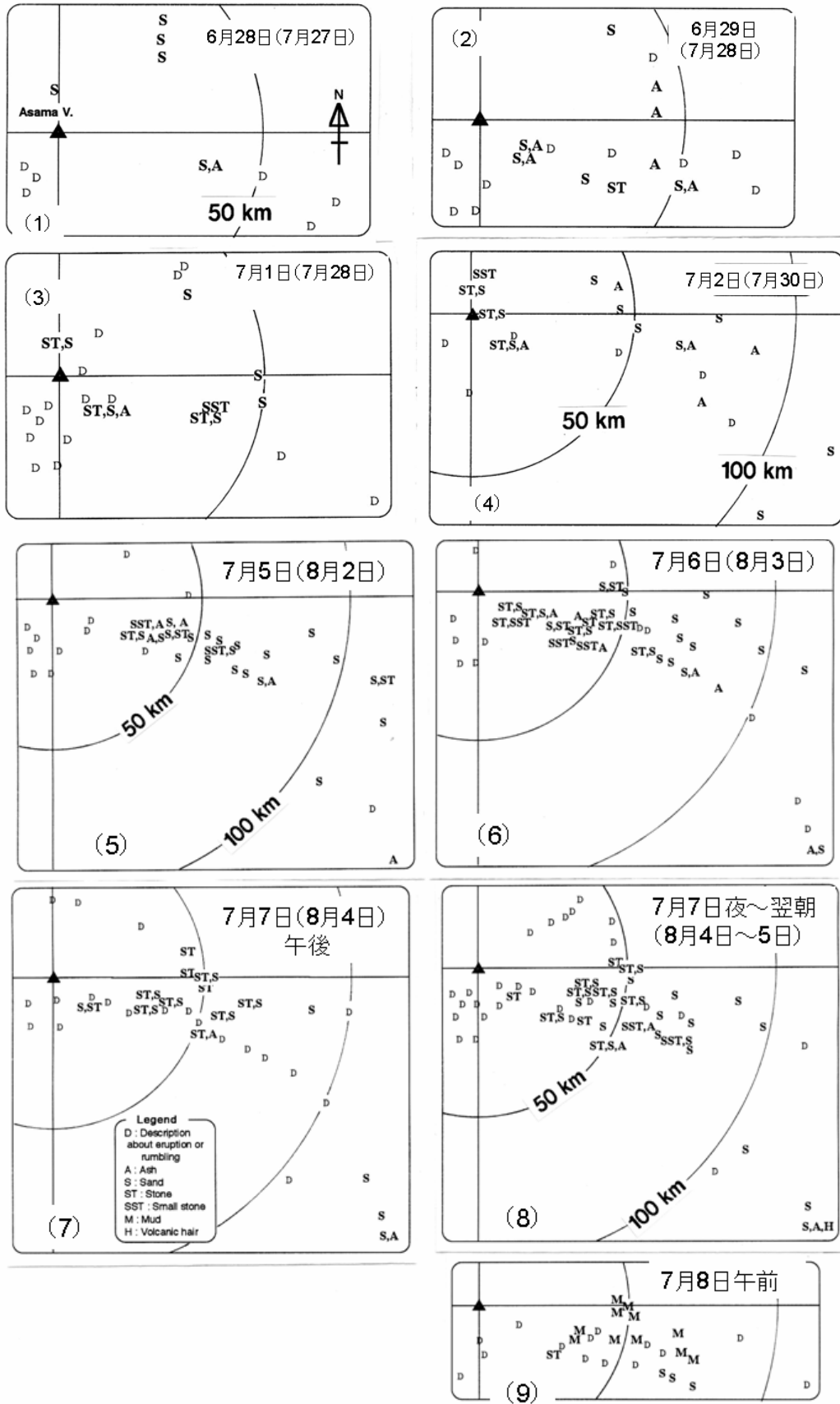


図1-4 6月28日~7月2日及び7月5~8日(7月27日~30日、8月2~5日)の噴火に関する記述地点分布図 ((安井ほか、1997)のFig. 9-2-10に修正加筆)

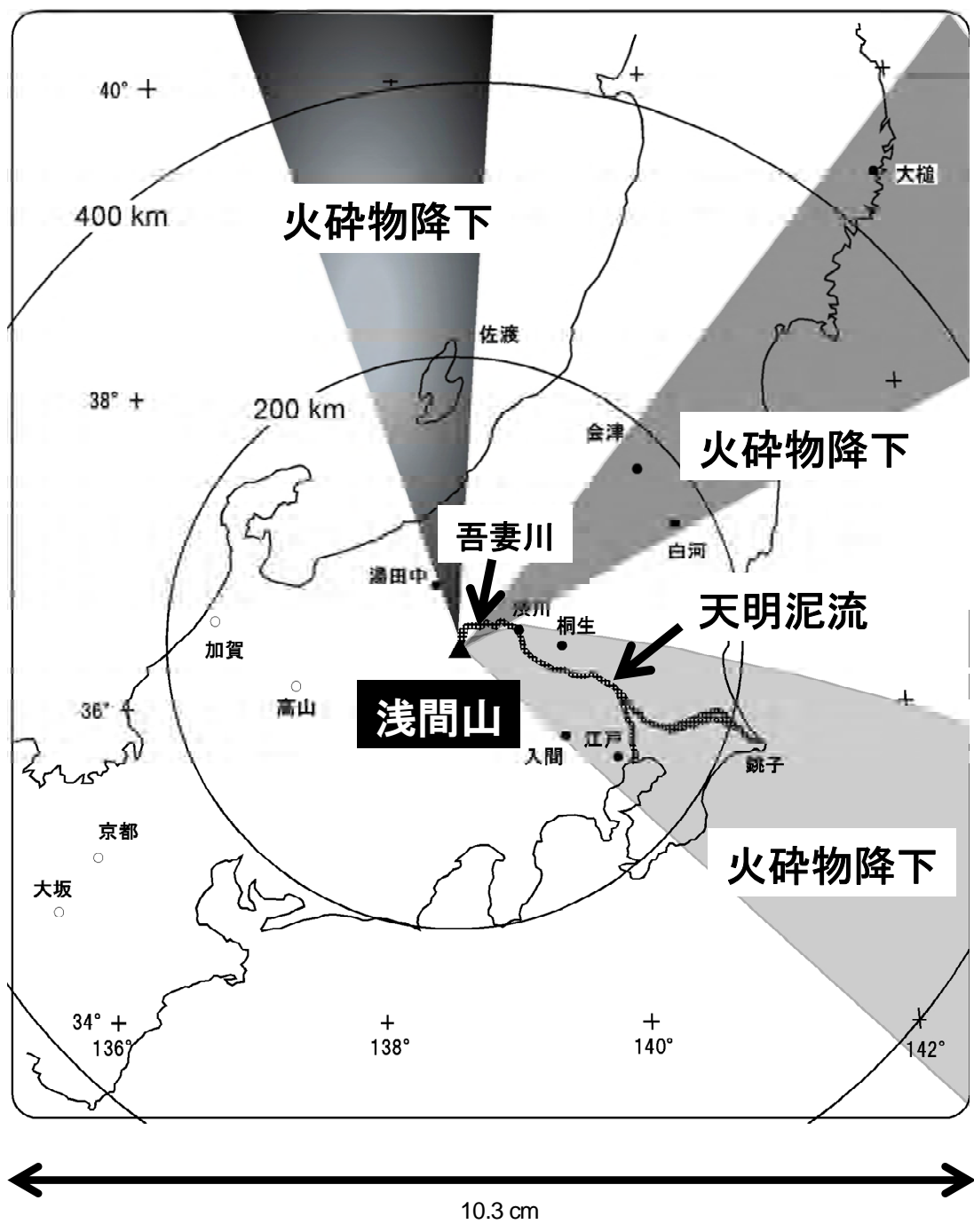


图 1-5 天明3年噴火の噴出物の到達範囲 (広域図)

表1-1 天明3年噴火に関する古記録の記述内容と解説される現象

エピソード	旧暦	新暦	時間帯	記述内容と解説される現象
1	4月9日	5月9日	不明	噴火の開始。13件の記録に4月9日に最初の噴火があったことが書かれている。鳴動が数地点で記録される。鳴動以外の現象に関する記録はみられない。
				約一ヶ月半休止(46日間記録なし)
2	5月26日	6月25日	10時頃～正午	音響と地響きを伴う鳴動が数地点で記録される。垂直な黒色の噴煙柱が目撃され、いくつかの絵図にも描かれる。東南東と南東方向に降灰。
			夜	鳴動。東から東南東方向へ降灰。
約3週間休止(記録なし)				
3	6月18日	7月17日	20時頃～	鳴動。火口から南西に13kmの地点で火山雷が夜目撃される。北～北北西方向で降灰。
数日間記録なし				
4	6月22-27日	7月21-26日		小規模な噴火が断続的に起こる。鳴動と降灰が記録される。
	6月28日	7月27日	午後	1)午後から噴火。厚い噴煙が東方へたなびき、北東方向で降灰。
			午後遅く	2)北東方向での降灰は夜まで続く。遠方は浅間山から北東へ176kmの地点でも降灰が記録される。南西300km以上離れた地点では鳴動が記録される。
	6月29日	7月28日	午後	浅間山から200km以上離れた地点を含め、広範囲かつ多数の地点で鳴動が感じられる。北東と東南東で降灰。
	7月1日	7月29日	14時以降	約5時間の噴火の間に、噴火の強度のバルスがいくつか認められる。16時頃噴火が激しくなり、19時頃の日暮れ時に止む。降灰は浅間山の北東440km(東北地方陸中)まで記録される。
	7月2日	7月30日	午後	1)14時頃噴火が激しくなり、日暮れ頃に止む。東方と東南東方向で降灰。
			午後遅くから深夜	2)北方と東方で降灰。
7月3-4日	7月31日-8月1日		4時間以上弱い噴火が続く。北東と南東で降灰。	
1日前後 静穏				
5	7月5日	8月2日	午後	数時間噴火が継続。
	7月5-6日	8月2-3日	夜～未明	4月9日(5月9日)以来、最も激しい噴火が起こる。噴火は連続するが、噴火の強度の盛衰のサイクルが2回あった。ほぼ夜通し東南東方向に激しい降灰があり、江戸にも降灰。名古屋を含め多くの地点で鳴動が感じられる。
	7月6-7日	8月3-4日	3日午後～翌朝	連続的な噴火。噴火の強度に変動がみられる。東南東方向で激しい火砕物降下。北北西に167km離れた加賀藩や名古屋で鳴動の盛衰が詳しく記録される。
	7月7-8日	8月4日	正午頃から16時すぎ	激しい噴火。東方で大雨のような激しい降灰。東南東方向では夜のように暗くなる。 浅間山から200kmまでの地点で鳴動が記録される。
			16時頃?	東南東方向で噴煙がとぎれて一時的に明るくなる。 東北から東北東の山腹斜面に火砕流が流下。火砕流を描いたものとみられる東方にたなびく低い噴煙が絵図に描かれる。火砕流発生を記述したとみられる古記録が数件ある。
7月8日	8月4-5日	最盛期 夜～翌朝	火柱と”火の玉”を含む火砕物降下が多く、多くの地点から目撃される。 南麓からみた絵図に、東方へたなびく噴煙、降下する灼熱の火砕物、噴煙内の火山雷が描かれる。上昇する噴煙柱の途中からおびたしい量の灼熱の火砕物が山頂部へ降り注ぐ様子も絵図に描かれる。 東南東で最も激しい火砕物降下。激しい夕立や雨霞のように小石が降ったと表現される。 噴煙に覆われた軽井沢の住民が激しい火砕物降下により混乱状態になる。着地した粗大な火砕物は割れて火をふいた。軽井沢住民の南西方面への避難が始まる。 浅間山から200km以上離れた数地点で空が赤く見える。関西で地震のような鳴動が記録される。	
数時間程度静穏				
6	7月8日	8月5日	午前	東南東へたなびく厚い噴煙の影響で、南麓では西から夜が明ける。東南東方向では夜明け頃一時的に少し明るくなるが、7時頃また暗くなる。
			8時頃まで	東南東方向の多くの地点で降灰が続く。
			10時頃	広範囲で大音響の爆発音が聞かれる。 浅間山の北側山腹で何らかの崩壊が発生した。
			正午頃	鎌原火砕流/岩屑なだれが発生する。岩屑なだれは浅間山北麓の鎌原村を埋没させた後、吾妻川に突入し天明泥流となる。天明泥流は吾妻川流域から利根川流域の広範囲に被害を与えた後、銚子および江戸まで到達した。 東から東南東方向では泥や泥雨が降り始める。

注)記述件数が4件以下の日(4月8日、5月27～29日、6月16～17日及び6月22～24日)にも何らかの小規模な噴火があった可能性がある。

(2) 絵図に描かれたプリニー式噴火

天明3（1783）年噴火の様子を描いた絵図は、豊富かつ多様である（第3章第3節を参照）。絵図は7月8日（8月5日）朝までの噴火を描いたものと、それ以降の鎌原火砕流／岩屑なだれ及び天明泥流に関連するものに大別されるが、前者は火山学的に大変興味深いものが多い。

7月8日（8月5日）朝までの噴火の様子を描いた絵図は、構図から判断して浅間山の南あるいは南西方向から描かれたと思われるものが多い。多くの絵図に共通することは、浅間山から垂直方向に噴煙柱が立ち上り、途中から水平方向へ曲がり、東方へ噴煙がたなびく様子が描かれている点である。このような特徴は、米国セントヘレンズ火山1980年噴火などで目撃されたプリニー式噴火の噴煙柱及び噴煙の形状とよく似ている。

絵図の描写は時間の経過とともに噴火の強さが激しくなったことを示唆する。6月（7月）以前の絵図には白っぽい噴煙のみが描かれているのに対し、それ以降の絵図には噴煙柱から火口付近へ粒子が降下する様子や稲妻が描かれている。7月2日ごろは「大焼」で7日には「極大焼」と噴火の強度の変化を示した絵図もある（第3節図3-7）。7月5日（8月2日）以降は朱色で塗られた火柱が加わる。特に、7月7日（8月4日）の絵図には、東方へたなびく噴煙から赤い粒子が山麓へ降下する様子や、噴煙柱の途中から大量の赤い粒子が火口周辺へ降り注ぐ様子が描かれている（図1-6、絵図類 ID.012）。火口周辺への大量の火砕物降下は、後述の火砕丘と溶岩流の成因を考える上でも極めて示唆的である。

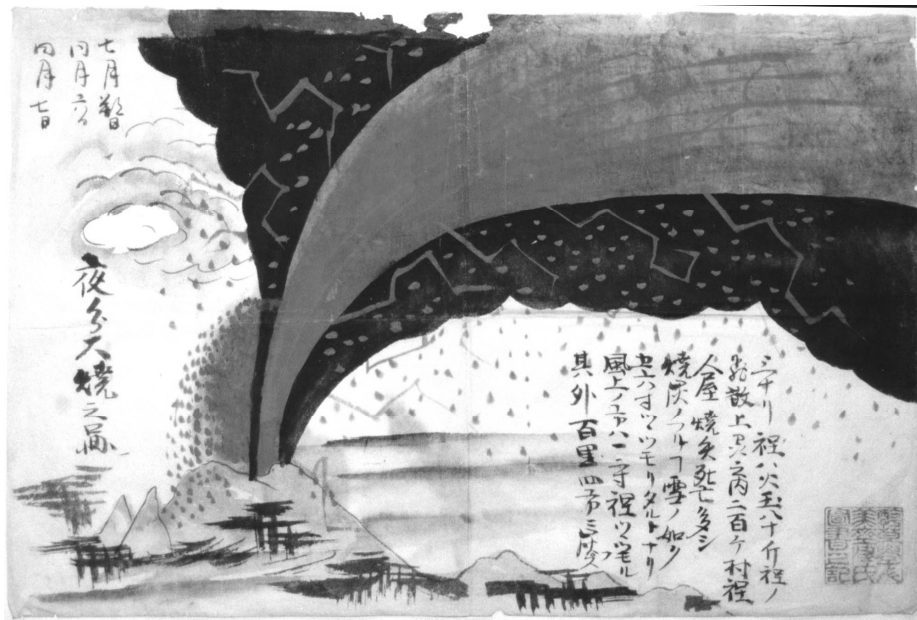


図1-6 浅間山夜分大焼之図（絵図類 ID.012）

(3) 火砕物降下以外の現象に関する古記録

天明3（1783）年噴火の火砕流や溶岩流に関する古記録は、極めて少ない。山麓から遠方にかけての被害が大きかったために、浅間山の山腹で生じた現象については、人々が記録に残す余裕がなかったのかもしれない。しかし、数少ない記録は火砕流や溶岩流の分布や特徴をよく表している。火砕流については、7月7日（8月4日）の夕刻に流下したことを示す古記録がよく知られており、このときの様子を描いたと見られる絵図もある（**図1-7**、絵図類ID.011）。この絵図からは火砕流が浅間山の東方へ流下したことがわかる。地を這うように広がる雲の先端から火山灰雲が上昇しており、プリニー式噴火を描いた絵図とは明らかに異なる現象が目撃されたものとみられる。

浅間山の山頂に関する古記録は、比較的多い。噴火後1か月ほど経過して登山をした人々が残した記録には、噴火後の山頂部の地形変化や、山頂から見下ろした鬼押出溶岩の様子が述べられている。天明3年噴火以前は「釜山」の方が「前掛山」（**図1-13**）よりも高度が低かったのが、噴火後釜山が著しく高くなったことを示す記述が多く、特に印象的だったようである（山頂付近の地形については2-(2)を参照されたい）。また、「無間の谷」と呼ばれる前掛山と釜山との間の谷が噴火で埋ったという記述は、火口周辺に相当量の火砕物が降り積もったことを物語る。噴火後の浅間山を描いた絵図には、噴火前に見れなかった山が一つ前掛山の上に描かれており、噴火で山一つ吹き出したと説明書きのある絵図もある（**図1-8**、絵図類ID.013）。これらの古記録は、天明3年噴火を通じて、火砕丘が形成されたことを物語るものとして注目に値する。7月8日（8月5日）に釜の北方が“焼抜けた”又は“焼崩し”という記述もある。この記述は鎌原火砕流／岩屑なだれと関連する可能性がある。

鎌原火砕流／岩屑なだれに関する記録は比較的多いが、共通するのは、「7月8日（8月5日）の午前10時に真っ黒な柱状のものが山頂から吹き出し、鎌原の方へ倒れて、六里ヶ原一面に押し出し、すべてをとおしに追っ払った」という内容である。荒牧(1993)はこれらの記述を、山頂で大爆発が起こり、大量の岩塊が火口から垂直方向に噴き上げられた後、北側斜面に雪崩のように落下して、高速度で北山麓へ展開したものと解釈した。鎌原火砕流／岩屑なだれが描かれた絵図には、山頂部でのみ黒い噴煙が上がっているものが多いが（例：絵図類ID.149）、山腹から黒雲が上がっているものもある（**図1-9**、絵図類ID.136）。噴火後に実地見分を行った幕府勘定吟味役の根岸九郎左衛門の記述では、「山頂か山腹のどちらから噴出したのか判然としない」とある。これらの古記録の解釈は様々であろうが、鎌原火砕流／岩屑なだれの発生箇所や発生機構を考える上で重要な情報源であることは確実だろう。

天明泥流に関する古記録の記述や絵図は、火石や人馬、死骸、家などが泥海のように流れていった様子が描写されたものが多い。流域の各村を天明泥流が襲った時刻や土砂入りの厚さなどの情報が得られる。詳細は第2章や第2章のコラムを参照されたい。

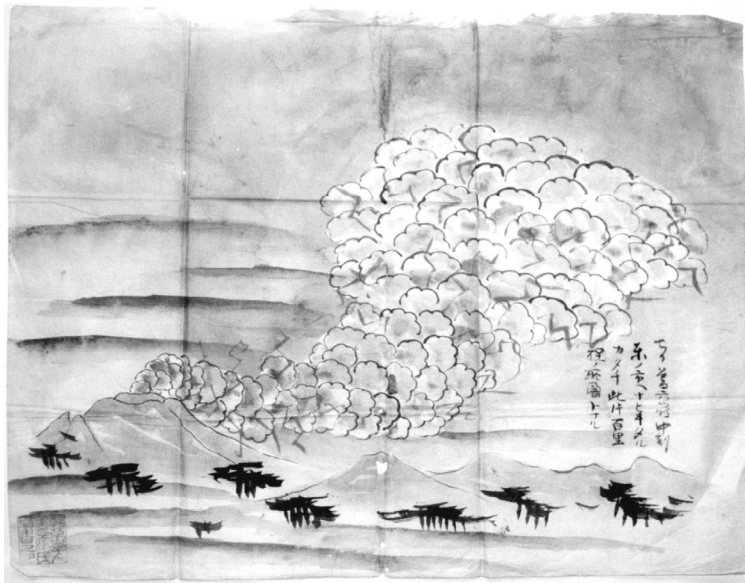


图 1-7 浅间山大焼之图(三) (絵図類ID. 011)



图 1-8 大焼其以後ノ图 (絵図類ID. 013)



图 1-9 浅间吹出村里之繪圖細見 (絵図類ID. 136)

2 火山噴出物に記録された噴火現象

(1) 天明3年噴火の降下火砕堆積物

天明3（1783）年噴火の降下火砕堆積物は、浅間山山頂火口の東南東方向、北東方向、及び北北西方向に分布する（図1-10）。ここではこれら3方向の堆積物を、それぞれ“ESE降下火砕堆積物”、“NE降下軽石”、及び“NNW降下軽石”と呼ぶ。これらのうちESE降下火砕堆積物の規模が特に大きい。

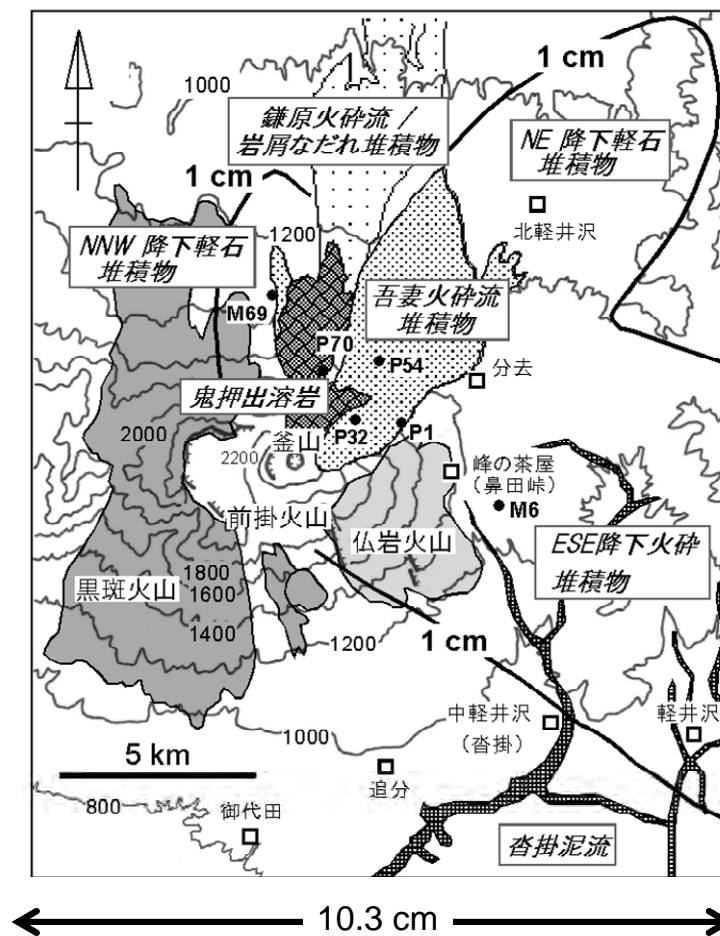


図1-10 天明3年噴火噴出物の分布と代表的な露頭地点図

((Yasui and Koyaguchi, 2004)のFig.1 に加筆修正)

注) 沓掛泥流の推定範囲は(田村・早川, 1995)による。

a. 降下火砕堆積物の構成物の特徴

ESE降下火砕堆積物は、多くの軽石層や火山灰層の積み重なりであり、噴火の繰り返しにより形成されたものである。火口から東南東方向に5.6kmの地点では22枚の層（下位から1～22番層）が認められる（図1-11、写真1-2）。基底層（噴火前の地表の直上）には、岩片に富む淡灰色の火山灰層が認められる（1番層）。

2、3、4、6、7、8、9、11、13、15、16、17番層は軽石層で、それぞれ厚さと構成軽石の粒は大きくない。19番層は軽石の粒が粗く、粒間に空隙が目立つ。この特徴は広範囲に迫るため、異なる地点間の対比に役立つ。21番層は、天明3年噴火の軽石層の中で最も軽石の粒が大きく、層厚も厚い。このことは21番層をもたらした噴火が最も激しく、大量のマグマを噴出したことを示している。5、10、12、14、18、20及び22番層は火山灰層で、いずれも淡赤橙色で粒が非常に細かい。これらの火山灰をもたらした噴火については(3)で後述する。

NE降下軽石層は、ESE降下火砕堆積物に比べはるかに規模が小さいが、火口から北東に約9 kmまでの地点では地表下約14cmのレベルに明瞭な軽石層として確認される。NE降下軽石は吾妻川流域で天明泥流の堆積物の直下に認められる“浅間A軽石”（第2章で詳述）に相当する。NNW降下軽石は、NE降下軽石より更に規模が小さく、火口から約6 kmまでの地点では軽石層として認められるが、それより遠方では地表下約14cmの土壌中の同一レベルに軽石粒子が散在する程度である。

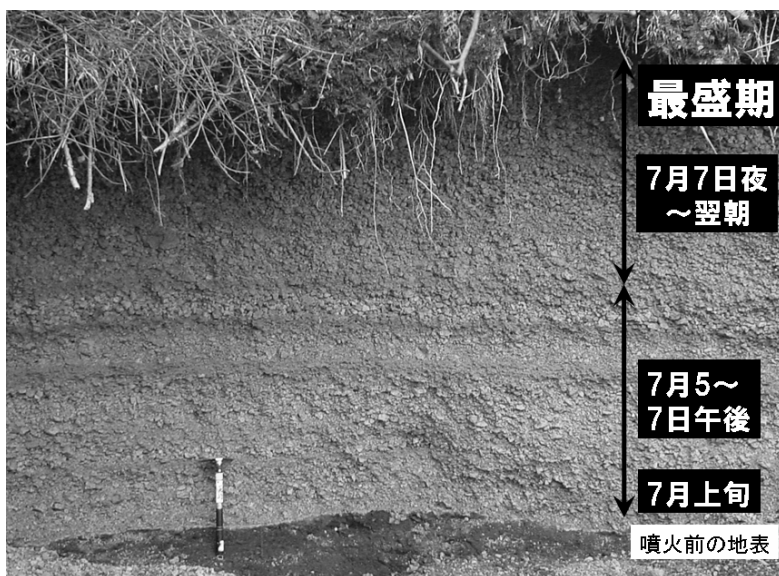


写真 1-2 天明3年ESE降下火砕堆積物の写真

注) 火口の東4.4km。峰の茶屋付近、東京大学地震研究所浅間火山観測所構内。

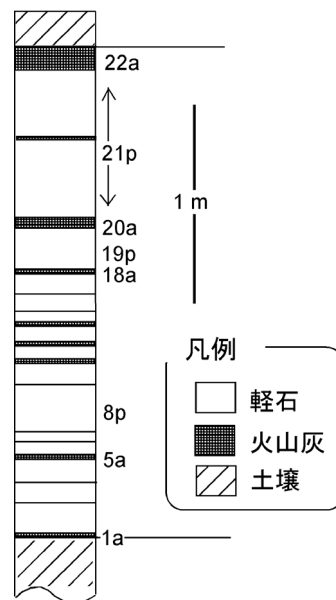


図 1-11 天明3年噴火ESE降下火砕堆積物の柱状図

注) 火口から東南東に5.6kmの地点。万山望の北西。

b. 降下火砕堆積物の分布

図 1-12に降下火砕堆積物全体及び明瞭に追跡できる軽石層の等層厚線図を示す。ESE降下火砕堆積物全体の分布の主軸はE22° S方向である。どの層も等層厚線図の形が東南東方向に細長く伸びており、噴煙が西北西の風に強く流されたことを示す。NE降下軽石堆積物の分布の主軸方向はN41° E, NNW軽石堆積物のそれはN9° Wであり(図 1-12-a)、それぞれ南西、南南東の風に流されたことがわかる。

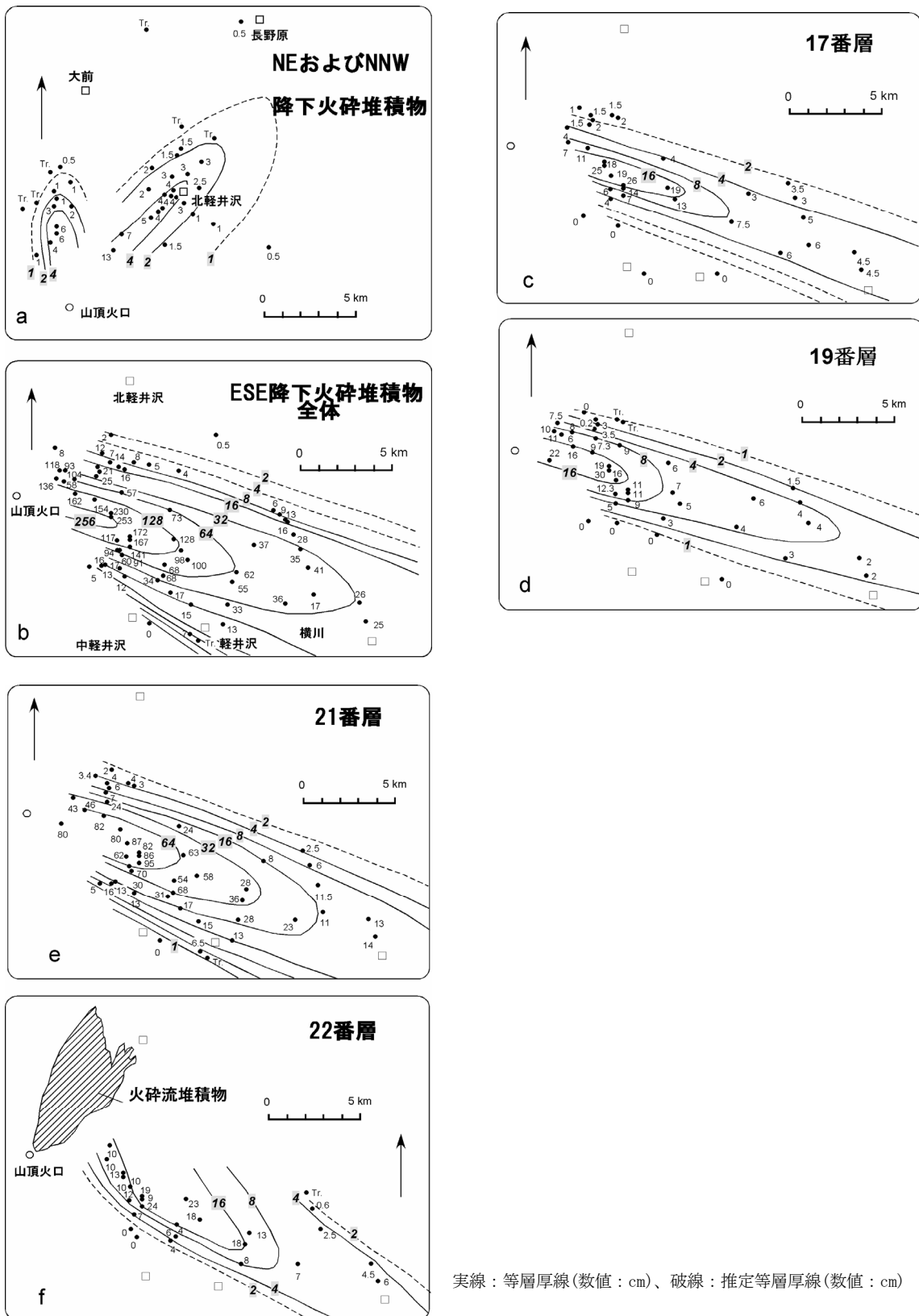


図1-12 天明3年噴火の降下火砕堆積物の分布 (Yasui and Koyaguchi, 2004) のFig. 3に修正加筆)

(2) 天明3年噴火による火砕丘形成

浅間山の山頂部は、二重構造になっている。外側の「前掛山」は、東西に伸張した裁頭楕円錐形で、高度2,000m以上での外側斜面の平均傾斜は30°、最大傾斜は南西の33°である。前掛山の頂部は皿状の凹地となっており、その内側の大部分を「釜山」が占めている。

釜山は、裁頭円錐形に近い形で（半径570m、比高約150m）、外側斜面の平均傾斜は19°、最大傾斜は北側の30°である。標高は釜山の方が前掛山よりも高く、標高差は最大48mである。釜山の中心は前掛山の中心より約150m北東へずれた位置にある（図1-13）。

釜山の火口は、東西にやや長い楕円形（長径500m、短径440m）である。火口の中心は釜山そのものの中心よりも約100m西にずれている。火口縁の高度は東側が最も高く（標高2,568m）、北側が最も低い（標高2,492m）。近年の火口底は火口壁からの崩落物質により埋められ、深さは約220mであったが、平成16（2004）年9月の噴火開始以来、深さに変化が見られる。釜山の火口壁は大きく3つの層に分けられる（下方からUnit-A, B, C）。主体部をなす中央部のUnit-Bは更に3つの層に細分される（下方からsubunit-Ba, Bb, Bc；写真1-3）。下方のsubunit-Baは成層構造が著しいが、その上のBbは厚く一様である。この特徴的な層の積み重なりは、ESE降下火砕堆積物が下半部では多くの軽石層からなり、上半部では比較的一様な厚い軽石層（21番層）からなることと似ている。このような層の積み重なり方は、噴火が断続的な火砕物降下から連続的な大量の火砕物降下へ推移したと考えると説明できる。つまり、火口壁のBaは、ESE降下火砕堆積物の下半部に、Bbは上半部にそれぞれ対比ができるのである。したがって、釜山の下半分は断続的なプリニー式噴火の時期に、上半分は厚い軽石層（21番層）をもたらした連続的な激しいプリニー式噴火時に形成されたと考えられる。Unit-Bは火口壁の主体部をなすため、釜山は天明3

（1783）年噴火の際に形成された火砕丘であるといえる。

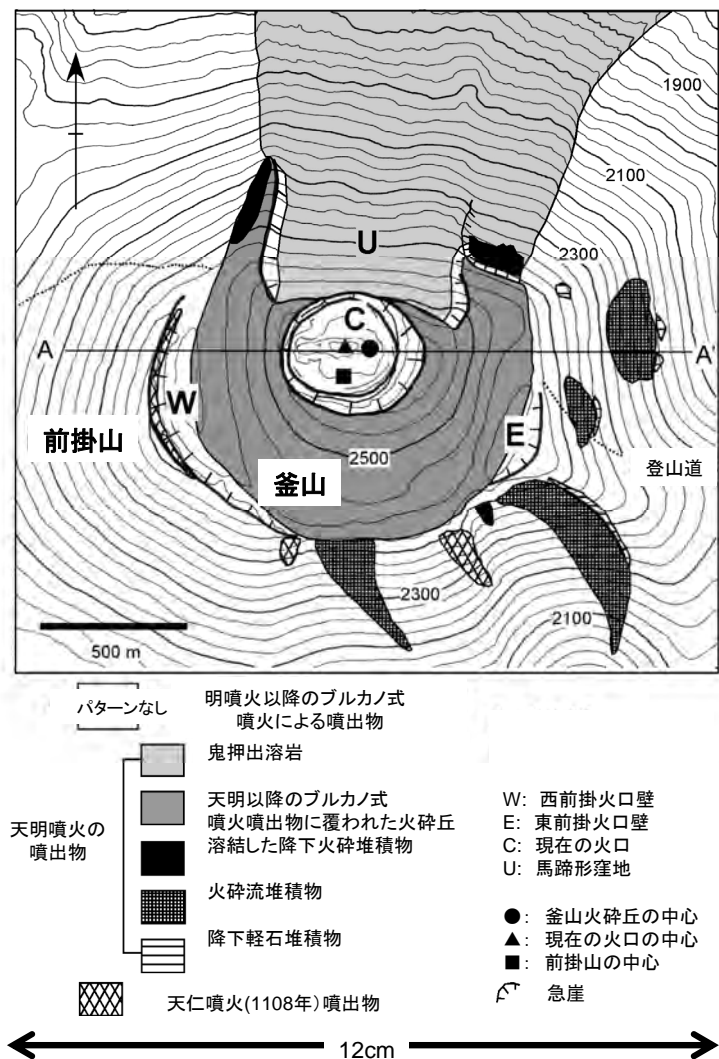


図1-13 浅間山山頂部の地質図

((Yasui and Koyaguchi, 2004) のFig. 6に修正加筆)

前述のように古記録には、天明3年噴火以前の釜山は前掛山よりも高度が低かったのが、噴火後著しく高くなったことを示す記述や絵図が多い。これらは釜山火口壁上部のUnit-Cと中央のUnit-Bの境の高度が前掛山よりも高く、Unit-Bと下部のUnit-Aの境が前掛山よりも低いということと調和的である。

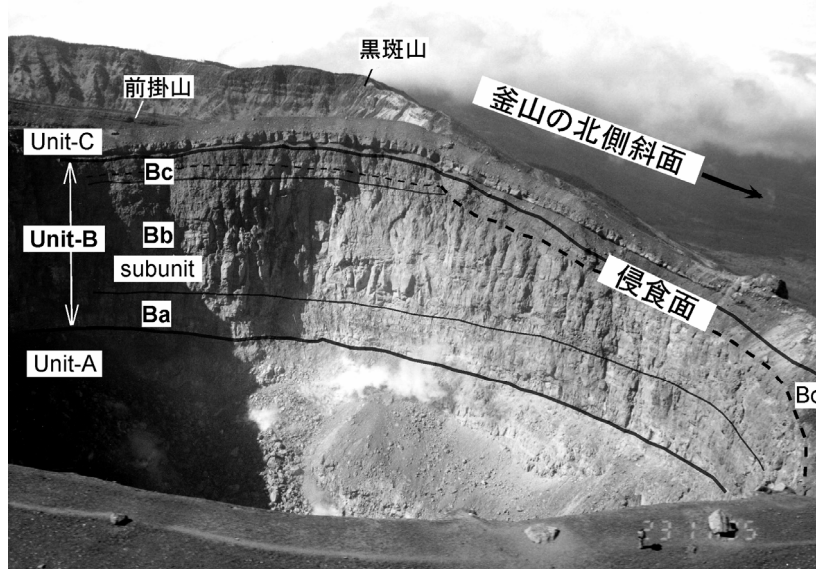


写真1-3 上空より見た釜山火口壁 (安井真也撮影)

(3) 天明3年噴火の火砕流堆積物

“吾妻火砕流”と呼ばれる天明3（1783）年噴火の火砕流堆積物は、多くの流れの単位（フローユニット）からなる。全体に強く溶結（自重で堆積物下部が変形し、粒子同士が固結する現象）しており、侵食による谷の発達がよくないため、堆積物内部の様子を知ることは難しい。表層では、少なくとも21枚のユニットが確認されるが（図1-14）、実際はより多くのユニットが積み重なっていると見られる。1ユニットの層厚は、数m以内と薄いにもかかわらず、溶結の程度が高く、硬くしまっている（写真1-4）。また、火砕流堆積物に囲まれた立ち木が蒸し焼きにされて形成された空洞（“溶岩樹型”）が存在する。木が倒されずに樹型となっていることから、火砕流の流下速度はさほど大きくなかったのだろう。冷却節理（冷却時に収縮によりできる柱状の割れ目）と酸化帯（堆積物上部が空気と触れて赤色に酸化した部分）などの関係から、比較的短期間内に火砕流が何度も流下したことがわかる。

粒が細かく全体に赤味を帯びた火山灰層が、しばしば火砕流堆積物のすぐ上に認められる。火山灰は、粒が細かく全体に赤味を帯びている。このような火山灰は、火砕流の流下時に空中に舞い上がった“灰かぐら”から降り積もったものと考えられる。同じような性質を持つ火山灰層は、ESE降下火砕堆積物中にも多く挟まれる（5番層、18番層、20番層など）。このことからプリニー式噴火が繰返されて軽石が堆積する中、火砕流も時々発生していたことがわかる。

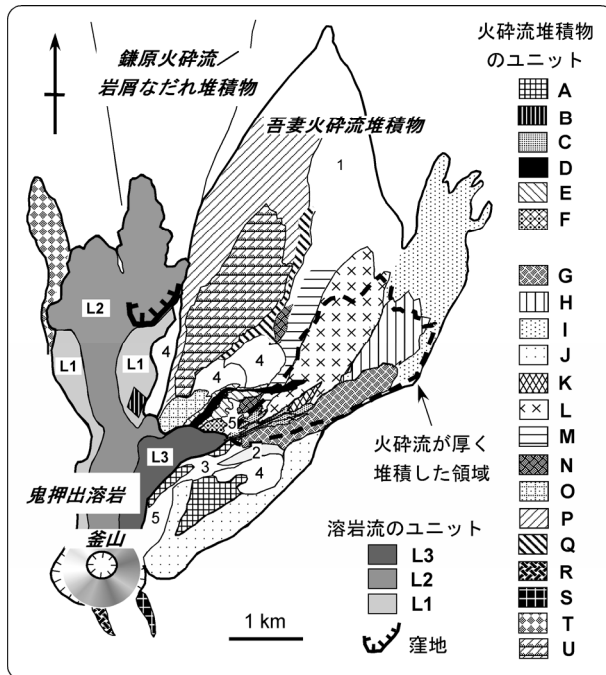


図 1-14 天明3年噴火の火砕流堆積物と溶岩流の分布 ((Yasui and Koyaguchi, 2004)の Fig. 9に修正加筆)

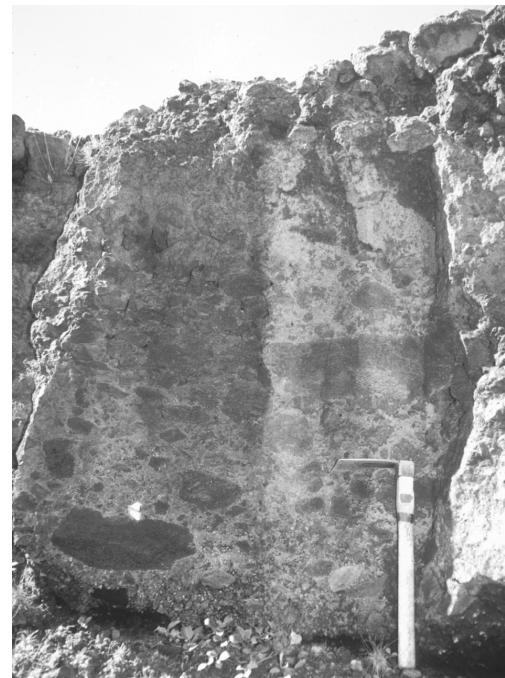


写真 1-4 天明3年噴火の火砕流堆積物の断面 (安井真也撮影)
注) ユニットJ スケール: 39cm

(4) 天明3年噴火の溶岩流

“鬼押出溶岩”と呼ばれる天明3年噴火の溶岩流は3枚の流れの単位からなる((井上, 2002)、**図 1-14**)。一見、通常の安山岩質溶岩と変わらない厚い塊状の溶岩であるが(**写真 1-5**)、全体の幅が広く、表面の地形も複雑である。井上(2002)は、表面の微地形を詳しく調査し、少なくとも表層から10数mが溶結した火砕岩であることを明らかにした。浅間園で実施された、建設省土木研究所による窪地の構造解明のためのボーリング調査(山田ほか, 1993)で回収されたコア試料から、溶岩の内部構造がわかる。鬼押出溶岩は表層部と、掘削された64mのコア試料のどちらも肉眼的、顕微鏡的に溶結構造を示し(**写真 1-6**)、酸化した火砕物を多く含む。これらは一般に、火口近傍に高温の火砕物が堆積する場合に形成される特徴である。

また、爆発的なマグマの破碎時には、マグマ中の結晶が破碎されて破片状結晶が多く生産されるが、鬼押出溶岩は破片状の結晶を8割以上含むのが特徴である。さらに、類質岩片(同じ火山を構成する物質)もしばしば含む。一般に、連続流体が火口から溢れ出した通常の溶岩には破片状結晶や類質岩片は多くは含まれない。したがって、これらの観察事実は、鬼押出溶岩が深部まですべて溶結火砕岩であることを示している。従来、鬼押出溶岩は、鎌原火砕流/岩屑なだれの発生後の天明噴火の最末期に、穏やかに火口から溢流した溶岩であると考えられてきた。しかしながら、火砕成溶岩(溶結した火砕物が通常の溶岩と同様の運動様式で流下したもの)であるという新しい見解は、その流出機構や流出時期を見直す転機をもたらしたといっても過言ではない。



写真 1-5 釜山北東山腹より見た鬼押出溶岩 (安井真也撮影)

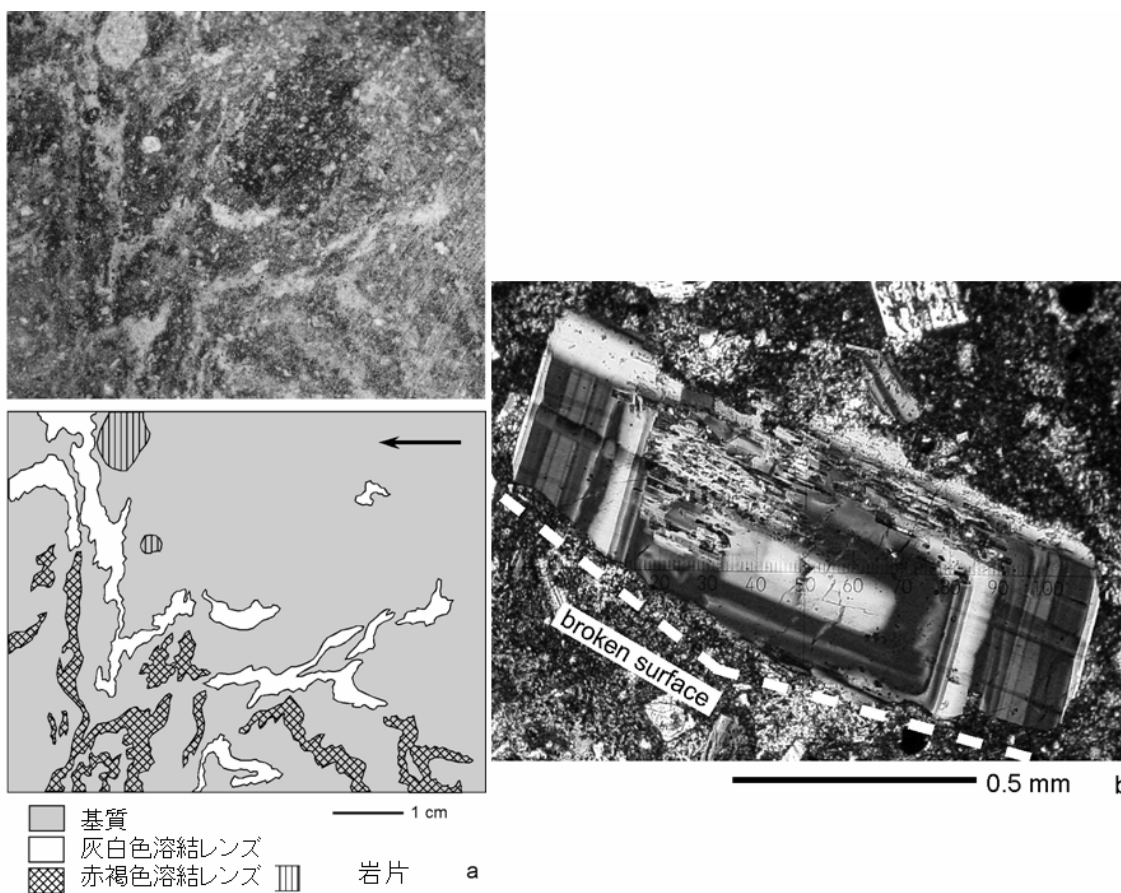


写真 1-6 鬼押出溶岩のボーリングコア試料の岩石組織

左：肉眼的不均質組織、右：破片状の斜長石斑晶

((Yasui and Koyaguchi, 2004)のFig. 13に修正加筆)

(5) 鎌原火砕流／岩屑なだれと天明泥流の堆積物

“鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物”は、最大60mに及ぶ巨大な本質岩塊と、薄い砂質の部分からなっており、火山学的に極めて特殊である。その分布は、山頂火口から始まるのではなく、鬼押出溶岩の先端から北方へ扇状に広がる（図1-14）。鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物は、溝状の窪地の内側に分布する。また、最大40mに及ぶ高さの崖の外側に、天明3（1783）年噴火の火砕流堆積物に由来する岩塊が散在するが、これらの岩塊は、高温で着地した証拠を持つ。これらの事実よりAramaki (1956)は、火砕流が堆積した直後の地面を、鎌原火砕流／岩屑なだれが掘り起こしながら流下して溝状の地形を形成したと考えた。

鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物は、上流から下流へ向かい様相が変化する。確認される最も上流の堆積物は、鬼押出溶岩の北端付近で見られ、径10m前後の巨大な岩塊が密集して積み重なっている。岩塊の分布密度は下流へ向かって減少する（図1-15）。巨大岩塊は、緻密で角張った形状を示し（写真1-7）、しばしば表面数cmに急冷縁（マグマが急激に冷やされて緻密な殻となったもの）があり、冷却節理も発達する。パン皮状火山弾^{註2}と似た構造を持つ岩塊もある。一方、砂質部は数m以内と薄く、暗灰色の本質岩片や雑多な礫を含む。本質岩片は、緻密で角張っておりガラス光沢を示すので容易に見分けられる。また、天仁元（1108）年噴火や、より古い時代の火砕流堆積物に由来する岩塊や、風化火山灰などのルーズな物質の塊が含まれる。1万3,000年前の噴火で形成された、多数の火山灰からなる層の破片も含まれる（写真1-8）。このようなやわらかい物質が攪拌されることなく、流れ始めたときの構造を保持して堆積していることは、岩屑なだれの堆積物に特有の性質といえる。このことから、鎌原火砕流／岩屑なだれは、乾燥状態で流動した固気混相流（固体と気体が混合した流れ）であったと考えられる。分布域下流の西側は巨大岩塊が少なく、砂質部が広く堆積している（図1-15）。

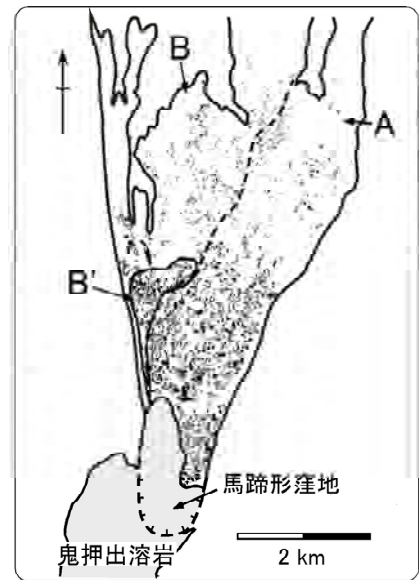


図1-15 鎌原火砕流／岩屑なだれの巨大岩塊の分布（田中、2000MS）



写真 1-7 鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物の巨大な本質岩塊 (安井真也撮影)

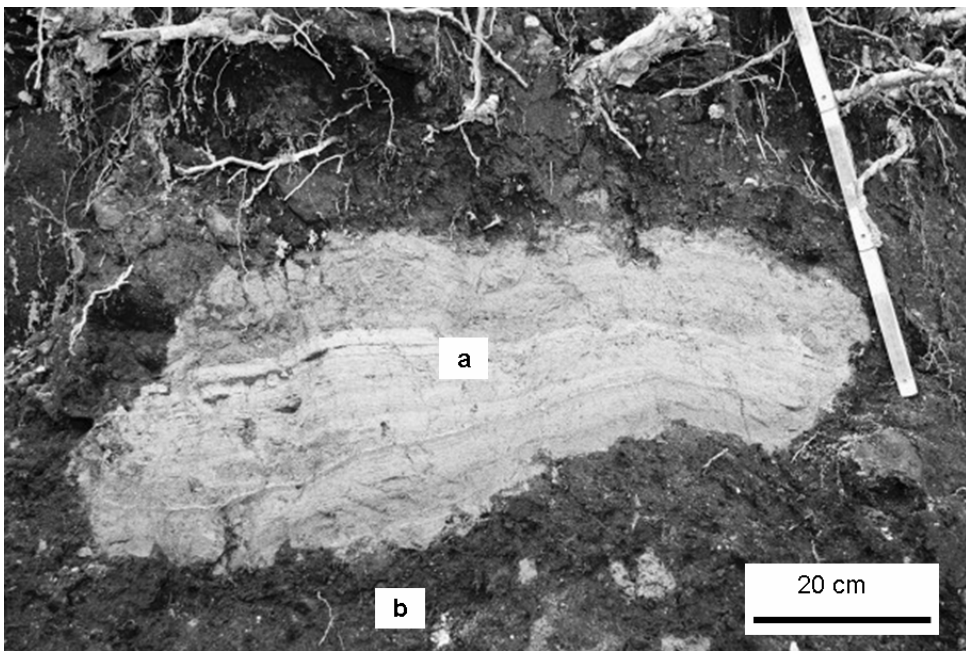


写真 1-8 鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物の砂質部 (安井真也撮影)

注) (a) 成層した火山灰層からなるブロック、(b) 基質

一方、分布域の東側は巨大岩塊に富み、水蒸気が上方へ抜けたことを示すパイプ構造が見つかっている(井上ほか、1994)。鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物の砂質部には、不均質な構造が広範囲で認められ(荒牧ほか、1986)、乾燥した部分が多かったと見られるが、地下水などに飽和した土砂を取り込むなど、部分的に水分を含んでいた可能性もある。一方、かなりの水分を含んでいたという考えもあり(コラム2参照)、鎌原火砕流／岩屑なだれの実態はよくわかっていない。

主に、黒色岩片からなる爆発角礫層（水蒸気爆発やブルカノ式噴火によって火口の周囲に降り積もった、角張った岩片からなる堆積物）が、浅間園の窪地（図 1-14）の周りに分布する。この層は、分布域の東側では天明 3 年噴火の火砕流堆積物を、西側では鬼押出溶岩を覆う。この層は、数枚のユニットからなり、層厚は窪地の周りで厚く、離れるにしたがって急激に薄くなる。黒色岩片は角張っており、緻密でガラス光沢がある。この特徴は、鎌原火砕流／岩屑なだれや天明泥流の堆積物（後述）に含まれる岩片と同じである。炭化した木片が含まれることから、高温状態で堆積したと見られる。Aramaki (1956)はこの爆発角礫層を、鎌原火砕流に伴って発生した熱雲（ブラスト）による堆積物であると考えた。爆発角礫層の存在は、何らかの爆発が浅間園付近で複数回起きたことを示しているが、鎌原火砕流／岩屑なだれとの直接的な関係はわかっていない。

天明泥流堆積物は、厚さ数m以下の暗灰色の砂質の堆積物で、少量の巨大な岩塊を含む。天明泥流が運搬した巨大岩塊（例えば写真 2-15）は、川沿いに現存するもので、浅間山から66km地点で15m近い大きさのものがある。古記録によれば、150km以上の距離にも数mの大きさの岩塊が到達した（コラム 1 参照）。砂質部には雑多な礫が含まれる（写真 2-14）。緻密でガラス光沢のある角張った黒色岩片が特徴的に含まれるが、これは、鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物や浅間園付近の爆発角礫層を構成する岩片と同質である。中～下流部では、河川礫や榛名火山 6 世紀噴火の降下軽石に由来する礫も含まれることから、流下中に周囲の土砂が取り込まれたのだろう。鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物に特徴的に認められる砂質部の不均質な構造（ルーズな火山灰からなる塊など）は、ほとんど認められない。鎌原火砕流／岩屑なだれは、吾妻川に突入した直後に、河川水と混じってよく攪拌されたようである。しかし、遺跡発掘調査による詳しい観察では、局所的に不均質な構造が確認される場合もあるという。災害考古学的視点から見た天明泥流の堆積物の実態については、第 2 章を参照されたい。

(6) 天明 3 年噴火の噴出物の形成順序

東南東方向へ分布する降下火砕堆積物の主体部と、北東方向から北方へ分布する火砕流堆積物及び溶岩流は、分布方向が異なるために重なり合う地点がとても少ない。このことは、天明 3（1783）年噴火の噴出物の形成順序を理解する上で最も深刻な問題である。しかし、これらの堆積物は、いずれも複数の噴出ユニット（個々の噴火に対応する地層の単位）から構成されており、一部のユニット同士が重なり合う地点はいくつかある。代表的な地点におけるユニットの積み重なりを図 1-16に示す。詳細は注釈^{注3}にまとめるが、重要な点は以下のとおりである。

前述のように、釜山のUnit-Bの上半分は21番層に、下半分はESE降下火砕堆積物の下半分に対比される。釜山の北側火口壁は、鬼押出溶岩の断面でもある。21番層を覆う火砕流のユニットが複数発見される。火砕流のユニットの一部は、溶岩流のユニット間に挟まる。鎌原火砕流／岩屑なだれと関連があるとみられる爆発角礫層は、火砕流と溶岩流の一部のユニットをそれぞれ覆う。

以上の関係は、21番層をもたらしたプリニー式噴火と同時に火砕丘が形成され、鬼押出溶岩も流出したこと、また火砕流もその最中か後半に多数流出したことを物語っている。一方、鎌原火砕流／岩屑なだれの発生は、最盛期の火砕噴火よりも後であったと考えられる。

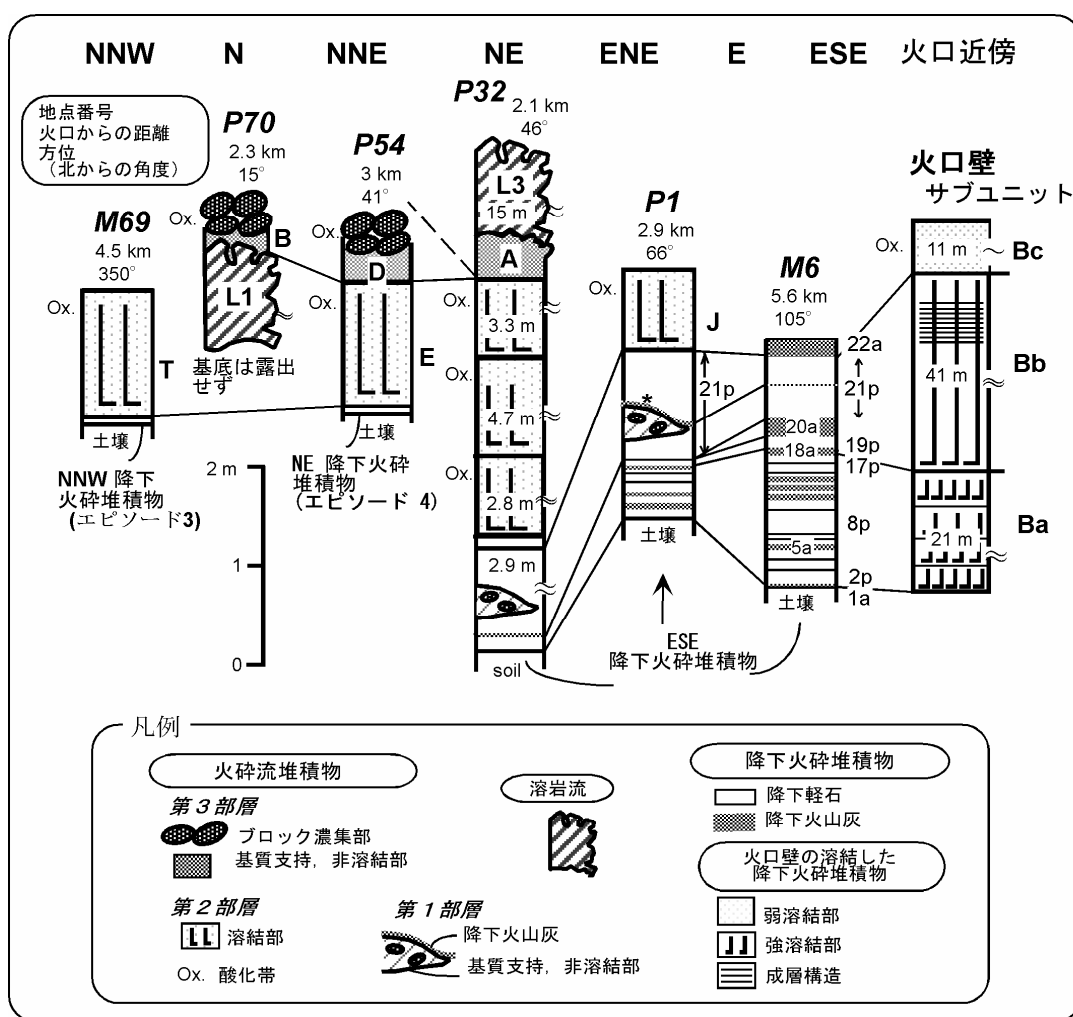


図 1-16 天明3年噴火の噴出物の代表的な地点間の層序対比図

(Yasui and Koyaguchi, 2004) のFig. 4に修正加筆)

注) 地点は図 1-10参照

第3節 天明3年噴火の経過と現象の火山学的考察

1 堆積物と古記録の対応

古記録を用いて噴火の経過を調べる際に注意が必要なのは、堆積物と古記録の記述の間に必ずしも一対一の対応関係が見られない場合があることである。その理由としては、1) 噴火時の周辺住民の混乱や人口密度分布の影響により、人の少ない地域では火砕物降下の記録が残りにくい、2) 噴火の記述があっても、堆積物を残さない小規模な噴火も有り得る、といった点が挙げられる。これらの点を考慮して、日別の火砕物降下の記述地点（図1-4）を見てみよう。

7月5日（8月2日）以降、広範囲にわたって多数の火砕物降下地点が現われるが、それ以前は火砕物降下の範囲が狭く、記述地点数も少ない。次に、火砕物降下の記述が5地点以上みられる日付を抽出し、方向別にその日数を数えた結果を見てみよう（図1-17）。火砕物降下が記述された浅間山からの方向は3つあり、降下火砕堆積物全体の等層厚線図が、大局的に3つの分布軸を持つこと（図1-10）と調和的である。また、記述日数は東南東方向が最も多く、北東方向、北北西方向の順に減る。したがって、火砕物降下地点の分布や記述日数などの古記録の持つ情報は、堆積物全体の分布方向や規模（体積）と大局的には一致するといえる。

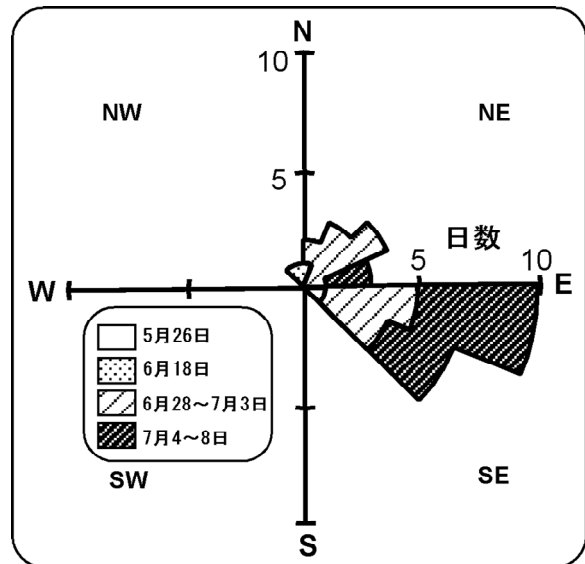


図1-17 天明3年噴火による火砕物降下の記録
（安井ほか、1997）のFig. 12に修正加筆

注) 地点の方向と日数(日付は旧暦)

次に、野外で識別した個々の軽石層について古記録との対応関係を見る。6月18日（7月17日）の北北西方向への火砕物降下の記述は、この方向に唯一分布するNNW降下軽石に対応すると見られる。北東方向の記述に関しては、6月28日～7月2日（7月27日～30日）の噴火の中でも、会津まで降灰の記録のある6月28日（7月27日）や、440km以上離れた陸中大槌（図1-5）まで降灰の記録のある7月1日（7月29日）の噴火の規模が大きかったものと見られ、これらのどちらか、あるいは両方がNE降下軽石として堆積物を残したと見られる。

ESE降下火砕堆積物を構成する降下単位のうち、最も規模の大きい21番層をもたらした噴火が活動の最盛期である。次に示す堆積物の特徴と古記録の内容の共通点から、21番層は、7月7日（8月4日）夜～5日朝の噴火でもたらされたと考えられる。21番層の分布軸は、ほかの降下単位に比べわずかに南にずれているが、古記録の示す7月7日夜から翌朝（8月4日夜から翌朝）の降灰域には、それ以前の記録に比べ南寄りの地名（下日野や熊谷等）が出てくる（図

1-4(9))。降下した火砕物の粒径に関する表現には、泥、灰、砂、小石、石、焼石という語が用いられているが、7月7日(8月4日)の夜から翌朝までについては、南東よりの地点に「小石」や「石」などの粗い粒子の降下を示す表現が見られる(図1-4(9))。21番層は、分布軸の南側で軽石の粒の大きさが粗いという傾向があり、記録と調和的である。7月7日(8月4日)の夜には、軽井沢で暮時から火砕物降下が激しくなったことから混乱状態になり、住人が南西へ向けて避難を始めたことが記されている。翌朝の記録には、軽井沢や坂本での記録が見られないが、火砕物降下が終了したというよりは、住民が移動したためのものである。

最盛期の直前については、7月7日(8月4日)の午後から噴火の強度が増したことが古記録から読み取れるが、層の積み重なるの順番や軽石の粒が粗いことから、19番層に対比される。一方、堆積物最上部の火山灰層(22番層)は、火砕物の粒が細かい点が堆積物と古記録で共通することと、層位的な順番から、7月8日(8月5日)昼ごろの泥雨を降らせた活動に対応すると見られる。22番層の分布方向(東南東方向、図1-12(f))と古記録の示す降灰域(東～東南東方向、図1-4(10))は概ね一致する。

7月5日から7日(8月2日から4日)の未明の間は、時間帯の異なる火砕物降下に関する記述が東南東方向を中心に多数あり、この方向に多くの軽石層が形成されたことが予想される。このことは、ESE降下火砕堆積物の下半部が数多くの軽石層からなることと調和的である。個々の軽石層と古記録の記述を一対一で対応づけることは難しいが、全体としてはESE降下火砕堆積物の下半部の大部分は、7月5日～7日(8月2日～4日)の諸噴火に対応すると考えてよいだろう。7月5日(8月2日)以前の6月29日、7月1～2日(7月28、29、30日)の噴火は、火砕物降下地点の範囲が限られており(図1-4)、記述内容からも7月5日(8月2日)以降に比べはるかに小規模な噴火だったらしい。しかし、これらの諸噴火に対応する軽石層がESE降下火砕堆積物の下半部に含まれる可能性はある。ESE降下火砕堆積物の最下部の火山灰層(1番層)は、東方に分布軸を持つが、古記録の示す降灰域の方向が一致することから、5月26日(6月25日)に対比できる。それ以外にも噴火を示す記録のある日付はいくつかあるが、次に述べる5月27日(6月26日)を除いて対応する火山灰層は見つかっていない。

21番層のように体積が大きい降下単位や、NNW降下軽石のように分布方向がほかと異なるなど特徴のある層については、堆積物と古記録の記述の一対一対応が可能である。古記録と堆積物とでは、情報量が同等の場合やどちらかが多い場合が考えられるが、極めて小規模な噴火はどちらにも記録されない可能性がある。第2章第3節で後述されるが、浅間山北東の八ツ場の遺跡で、畑の畝中に火山灰が発見され、5月27日(6月26日)の噴火に対比された。これは規模が小さく通常では地層として残らない火山灰が、当時人為的に保存されたことによって存在が確認された小規模噴火の例といえよう。

以上の古記録の示す噴火の日付との対応から、降下火砕堆積物に時間の目盛りを入れることができる(図1-18、写真1-1)。活動の盛衰をまとめると、4月～6月中旬(5月～7月中旬)までは数日～数10日間隔、6月22日～28日(7月21日～27日)は1日に1回程度、6月28日(7月27日)からは数時間～数10時間間隔、7月5日(8月2日)からは数時間間隔で噴

火が起こったと見られる。個々の噴火の継続時間は、7月5日（8月2日）以前の諸噴火でおよそ1～2時間、5日～7日（2日～4日）の諸噴火で4～5時間、7日（4日）の夜から翌朝までの噴火は15時間前後と推定される。個々の噴火の強度は、最後の4日間である7月5日から8日（8月2日～5日）に急激に増大し、7月7日（8月4日）の夜から翌朝にかけて最高潮に達した。このときは、連続的で大規模な最盛期のプリニー式噴火が起こり、本噴火の降下火砕堆積物全体の体積の半分以上を占める火砕物（21番層）が15時間程度の短期間に堆積した。

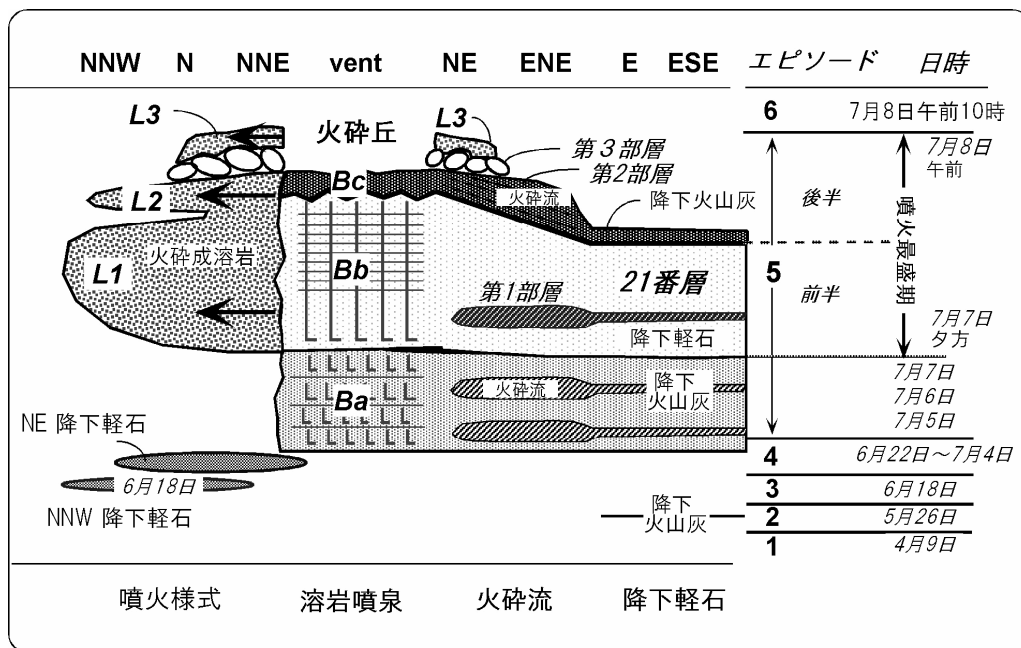


図1-18 天明3年噴火の経過の模式図(日付は旧暦)

((Yasui and Koyaguchi, 2004)のFig. 16に修正加筆)

第2節2-(6)において、21番層をもたらしたプリニー式噴火と同時期には、火砕丘の形成、鬼押出溶岩の流出、また、火砕流の流出もその最中か後半に多数あったということ述べた。21番層は7月7日（8月4日）の夜から翌朝にかけての最盛期の噴火に対比されるので、この時期にはプリニー式噴火と火口近傍への火砕物降下及び火砕流と溶岩流の流出がほぼ同時進行したという描像を持つことができる。図1-19に最盛期の火砕噴火の様子を模式的に示す。

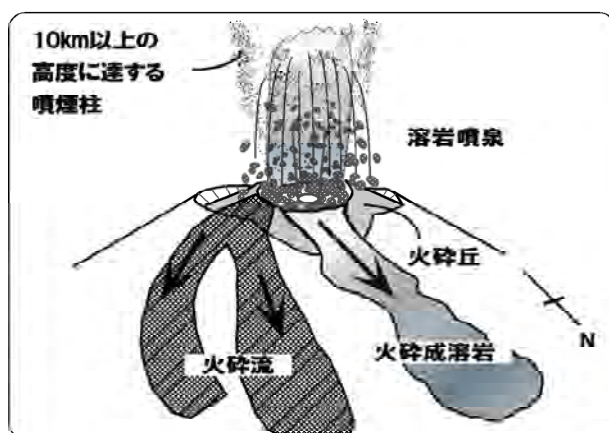


図1-19 天明3年噴火・最盛期の噴火のモデル

((Yasui and Koyaguchi, 2004)のFig. 17に修正加筆)

2 噴火の経過と現象の火山学的考察

前述した噴出物の形成順序と古記録の対応関係に基づいて、天明3（1783）年噴火の経過を示したのが表1-2と図1-18である。以下に図1-18に即して天明3年の噴火の経過をまとめる。

表1-2 天明3年噴火の経緯

旧暦（新暦）	
4月9日（5月9日）	噴火開始。鳴動が記録される。 ← 一ヶ月半の休止
5月26日（6月25日）	午前11時頃噴火。東方に降灰。 ← 3週間の休止
6月18日（7月17日）午後8時	噴火。北方に軽石が降下。
6月22～27日（7月21～26日）	噴火が時々発生し降灰。
6月28日～7月2日（7月27～30日）	断続的な噴火。主に北東方向に軽石が降下。 ← 2日間の静穏期
7月5日～7日午後（8月2～4日）	断続的な噴火により軽石が南東方向に降下。
7月7日夕方～8日早朝（8月4日～5日）	クライマックス噴火。（軽石が激しく降下、 火砕流と溶岩流が流出、同時に火砕丘が形成される）
7月8日（8月5日）午前10時～	鎌原火砕流／岩屑なだれと天明泥流の流下。 東方で泥雨降る。

4月9日（5月9日）に最初の噴火があり、鳴動が記録されたが、降灰の記録はない（エピソード1）。1か月半ほどの休止期をおいて、5月26日（6月25日）の午前11時に噴火があり、東方に降灰があった。このときは垂直な噴煙柱が絵図に描かれている（絵図類ID.009）。この日の噴火は、比較的規模の大きいブルカノ式噴火だったようである（エピソード2）。再び3週間の休止の後、6月18日（7月17日）の午後8時に噴火があり、北方に軽石が降下した。このときには盛大に噴煙が上がり、小規模なプリニー式噴火を行っただけ（エピソード3）。4日後の6月22日～27日（7月21日～26日）までは、断続的に小規模なブルカノ式噴火が発生し降灰もあったようである。6月28日～7月2日（7月27日～30日）までは、断続的なプリニー式噴火があり、主に北東方向に軽石が降下した（エピソード4）。

2日間の静穏期の後、7月5日（8月2日）から噴火の強度が強くなり、ほぼ連続的な活動を行うようになる（エピソード5）。7月5日～7日（8月2日～4日）にかけて断続的にプリニー式噴火が起こり、南東方向に軽石が降下した。この間、山腹斜面には小規模な火砕流が何度か流下したらしい。

7月7日（8月4日）の夜から翌5日の早朝にかけての約15時間にわたって、大規模な最盛期の噴火が起きた。プリニー式の噴煙柱が成層圏まで到達し、風に流された噴煙から東南東方向に軽石が激しく降下するとともに、山腹では溶岩流と多数の火砕流が流下した。

第2節2(4)で前述したように、鬼押出溶岩は溶結火砕岩であることから、火口近傍に急速に堆積した大量の火砕物が、強く溶結して再流動したものと考えられる。釜山火砕丘は前掛山の火口原の中に形成されたが、その中心の位置は前掛山のそれよりやや北にずれている。火口の周囲と釜山北側の30度以上に達する急斜面上に激しい火砕物降下があり、溶結した火砕物が重力不安定により連続的に二次流動したものと見られる。つまり、鬼押出溶岩は、火口から液体の溶岩が静かに溢れ出て流下したものではなく、火口近傍への激しい火砕物降下に起因する火砕成の溶岩流であるといえる。降下火砕物の体積は、溶岩、火砕流、火砕丘の体積の合計と比べ非常に小さい(Yasui and Koyaguchi, 2004)。したがって、最盛期の噴火を通じて遠方まで流された噴煙に由来する火砕物はむしろ少なく、火砕物の大半は火口周辺に降下したと考えられる。

最盛期の噴火の後、数時間の静穏期を経た7月8日（8月5日）の午前10時に鎌原火砕流／岩屑なだれが発生した（エピソード6）。午前10時には大きな爆発音が発生し、この音は遠く京都まで聞こえたという。この大爆発が、鎌原火砕流／岩屑なだれの成因と密接な関係があることはほぼ間違いない。以下に、鎌原火砕流／岩屑なだれの主要な成因説を紹介するが、現時点では堆積物の分布や特徴を整合的に説明できる説はない。

- (1) 巨大な本質岩塊を含んだ高温の火砕流が山頂から流下し、流走域の地面を削りとり、土砂を押し出すことによって岩屑なだれが発生した（(荒牧, 1993)など、**図1-20**）。
- (2) 鬼押出溶岩の流出後、山頂火口付近で爆発的な斜め噴火が生じ、火口を埋積していた溶結火砕岩が巨大な岩塊となって吹き飛ばされた。巨大岩塊の一部は火砕流として、また一部は放物線を描いて放出され、それらは既に流出していた溶岩流を飛び越え、着地した場所で二次的爆発を起こし、地面を削り取り土砂を押し出すことによって岩屑なだれを発生させた。
- (3) 鬼押出溶岩の流下中に、下位の山体の一部が溶岩とともに崩壊し、火砕流と岩屑なだれとなって流下した（田村・早川, 1995）。
- (4) 当時浅間山の北側山腹に存在した柳井沼付近でマグマ水蒸気爆発が起こり、火砕流と岩屑なだれが生じて流下した（井上ほか, 1994）。
- (5) 鬼押出溶岩が柳井沼を覆ったためにマグマ水蒸気爆発が起き、吹き飛ばされた溶岩片が火砕流となって流下した。火砕流は下流の土砂を掘り起こし、岩屑なだれを生み出した。このとき形成された爆裂火口は、後から流下してきた鬼押出溶岩の別のユニットによって覆い隠されてしまった。

鎌原火砕流／岩屑なだれは、北麓へ流下して鎌原村を埋没させた後、吾妻川に突入して“天明泥流”となった。天明泥流は、吾妻川を流下した後、利根川に合流して関東平野を流れ、最終的には銚子と江戸に達した。天明泥流の流下過程の詳細については、コラム1や第2章に詳述されるのでそちらを参照されたい。

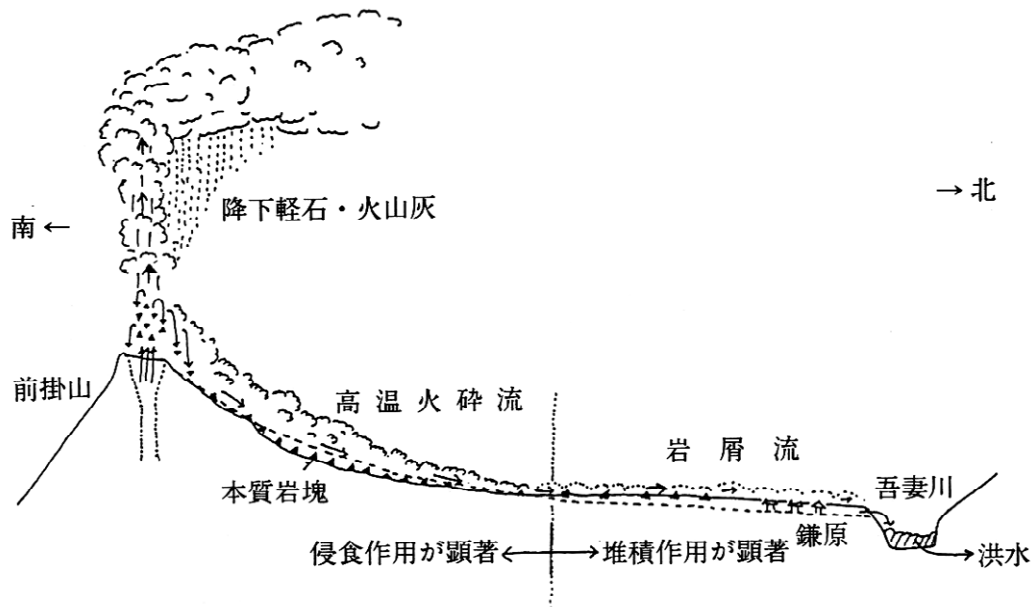


図1-20 鎌原火砕流／岩屑なだれのモデル (荒牧,1993)

第4節 天明3年噴火の物的被害

天明3（1783）年噴火による災害は、火砕物降下による災害と鎌原火砕流／岩屑なだれに伴う泥流による災害に大別される。当時の人的被害を中心とした災害状況は、第2章と第3章で詳しく述べられるので、ここでは主に物的被害について触れることにする。

天明3年噴火における降灰は、浅間山から200km圏内の江戸や佐渡から400km以上離れた陸中海岸にも及び、多くの人が記録に書き残した。火口から10数km以内の噴煙の流された方向を中心に厚く火砕物（軽石や火山灰）が堆積した。杳掛（くつかけ現在の中軽井沢）から北方の鼻田峠（現在の峰の茶屋）間は、当時、鎌原村方面へ抜ける杳掛街道が通っていた。杳掛街道へは東南東にたなびいた噴煙からの激しい火砕物降下があり、特に厚く火砕物が堆積して、山火事や交通途絶があったことが予想されるが、人里から離れていたためか記録が見られない。最盛期には、火口から20km以内の範囲で、東南東にたなびいた噴煙から激しい火砕物降下があり、軽井沢宿や坂本宿などでは、家屋の焼失や倒壊、用水路被害があった。軽井沢から碓氷峠を経て坂本へ至る中山道（**図1-2**）では、噴煙のほぼ真下であったために激しく火砕物が降った。これにより中山道が一時的に寸断され、大名行列などは足止めや迂回を余儀なくされた。火口から20km以内の火砕物が降った範囲は大部分が山間部であり、作物被害は少なかったと見られる。一方、火口から20km以遠は関東平野となり、桑畑などの農耕地への直接的な被害が大きかった。第2章第5節で“灰塚”について述べられるが、火砕物は降下後、速やかに人の手で除去されたことがうかがえる。

田村・早川(1995)によれば、7月7日（8月4日）夕刻に、湯川の千ヶ滝支流河川から熱泥流が発生して、杳掛宿で家屋や用水の被害があった。その後も浅間山南東麓で、降雨のたびに軽石が表土とともに流される泥流が頻発したことが判明し、“杳掛泥流”と総称された（**図1-10**）。浅間山の南東山腹に軽石が厚く降下して地表が不安定となり、二次的な火山泥流を誘発したという意味で、天明3年噴火の火砕物降下による災害の一つといえよう。

浅間山の北東側山腹では、火砕流が火口から北東へ9km近く流下した。火砕流は当時「なぎの原」と呼ばれた幕府直轄地の森林を厚く覆った。この地域は、平安時代（1108年）の大噴火時にも火砕流で破壊された。その後600年以上が経過し、森林が発達していたと予想されるが、天明3年噴火によって再び破壊されたことになる。天明3年噴火の火砕流の堆積面の植生の復旧は、降下火砕物の堆積した範囲に比べ遅れており、現在でも噴火直後の荒野の様相を残している。古記録は見られないが、鼻田峠（現在の峰の茶屋）から北方の分去茶屋間（**図1-2**）の火砕流が到達した地点では、杳掛街道の通行が困難になったと推測される。溶岩は、火口の北方5.8kmまで流下した。しかし、天明3年噴火の火砕流と溶岩流は、遠方まで到達しなかったために家屋や耕地に与えた被害は少なかったようである。

火砕流や溶岩流の被害が大きくなかったのに対して、鎌原火砕流／岩屑なだれと天明泥流は北麓から関東平野に及ぶ広い範囲に甚大な被害をもたらした。その被害は、流死者1,624人、被災村数55、流出家屋約1,151戸、田畑泥入被害5,055石と見積もられている（渡辺、2003）。鎌原火砕流／岩屑なだれは、北方山麓へむけて一気に流れ下り、吾妻川へと突入した。鎌原火砕流／岩屑なだれがもたらした地形変化は大きく、北麓の広範囲を覆い尽くした。これにより、生態系や農耕地に壊滅的な打撃を与えたものと見られる。鎌原村の被災状況を含む一連の災害の詳細については、第2章を参照されたい。

天明3（1783）年の浅間山噴火と同時期には、アイスランドでラカギガル（ラキ）の割れ目噴火^{註4}があった。1783年6月から8か月にわたる大規模な噴火で大量の二酸化硫黄が放出され、細かい微粒子が大気中に漂い太陽光を遮った。これにより、ヨーロッパで気温低下が起きたことが知られているが、この当時、日本でも天明の大飢饉があった。天明3年噴火はラキの割れ目噴火に比べて規模（マグマの噴出量）が格段に小さく、このときの気温低下に大きく関与したわけではないが、局地的に助長した可能性がある（Zielinski et al. 1994）。

第5節 まとめ

天明3（1783）年噴火の経過の特徴は、以下のようにまとめることができる。3か月の活動期間中、噴火の間隔が時間とともに短くなり、最後の4日間は、ほぼ連続的にマグマを噴出した。1回の噴火の継続時間と噴出量は、指数関数的に増大し、7月7日（8月4日）夜から翌朝にかけて最大となった。全期間を通じて噴出したマグマの総体積は、約0.5km³と見積もられるが、その96%が噴火が最も激しかった最盛期の15時間程度の噴火で噴出したと見られる。この期間には、最も激しいプリニー式噴火による火砕物降下と火砕流流出、溶岩流出、火砕丘の形成が同時進行した。

このように天明3年噴火については、細かい時間軸に沿って噴火の経過と噴火様式の実態を復元することができる。しかしながら、浅間山の最大規模の噴火である天仁元（1108）年噴火については、天明3年噴火のような精度での議論はできない。当然ながら、時代が古くなるほど噴火活動の情報量が減る。参考に、他火山で詳しく噴火の経過が知られている事例を見ると、桜島火山の大正噴火（1914～1915年）の場合は、1年以上に及ぶ活動期間の最初の2日間に爆発的な火砕噴火があり、その後は比較的穏やかな溶岩流出が続いた。北海道駒ヶ岳火山の1929（昭和4）年噴火の場合も、開始直後に破局的な火砕噴火となったが、約1日で終息した。現時点では限られた事例の比較しかできないが、噴火の経過には法則性があるとはいいたい。つまり、天明3年噴火では3か月の活動期間の最後が最盛期であったが、浅間山の将来の大規模噴火で同様の経過をたどるといった保証はないのである。

天明3年噴火は1,500名前後の犠牲者を出したが、その原因となったのが鎌原火砕流／岩屑なだれである。もし鎌原火砕流／岩屑なだれの発生がなければ、犠牲者はごく限定されたもので済んだに違いない。その意味で火山防災上、鎌原火砕流／岩屑なだれは重要であり、災害教訓として語り継がれていく必要があるだろう。しかし、巨大な本質岩塊と薄い砂質部からなるというほかに例を見ない堆積物の性質は、その流出機構の特殊性を意味している。この事件は天明3年噴火全体の中では、様々な特殊条件が重なったことでたまたま生じた、偶発的でしかも副次的な出来事に過ぎないのかもしれない。したがって、将来的に同じような現象が発生する確率は極めて低いものと見られる。

浅間山の過去の大規模火砕噴火の事例で共通することは、プリニー式噴火が起きて広範囲に火砕物降下があったことと、火砕流が発生したことである。火口近くでは、火砕丘の形成と溶岩の流出が見られる傾向があるが、冬季の融雪泥流の危険性を除くと、これらの山麓への影響は少ないだろう。プリニー式噴火による火砕物降下については、天明3年噴火から得られる種々の情報が直接参考となる。具体的には噴煙の到達範囲、堆積物の厚さや粒の大きさなどの実測値、軽井沢周辺での火災や住民の混乱があったことが参考となる。噴煙の流される方向は、噴煙柱の到達高度や気象条件によるため、過去の噴火の実績のみならず数値シミュレーションなどの結果も考慮する必要があるだろう。火砕流については、天明3年噴火の火砕流はさほど規模が大きくなかったが、天仁元(1108)年噴火では9 km以上流下し、南麓は御代田(図1-10)、北麓は吾妻川(図1-5)まで到達している。天明3年当時に比べ格段に人口も増加し、ソフト面でもハード面でも変貌を遂げた現代社会の枠組みの中では、情報を選択しながら浅間山の過去の災害教訓をいかすのが望ましいと思われる。

【第1章注釈】

- 注1 火山フロント：マグマの発生は海側のプレートの沈み込み深度と関連する。このため火山の分布は、プレートがもう一方のプレートの下に沈み込む場所である海溝より内陸側にある程度距離を置いて認められる。東北地方の例を見ると、南北に伸長する脊梁山脈上に最も火山が多いが、太平洋側には分布しない。この明瞭な火山分布の縁を“火山フロント”と呼ぶ。
- 注2 パン皮状火山弾：火山弾は特定の外形や内部構造を持つ本質の火砕物である。パン皮状火山弾の表面にはフランスパンの表面のひび割れのような割れ目が発達する。半固結状態のマグマが破碎し、緻密で角張った溶岩塊が放出されると表面に急冷縁ができるが、着地後も高温を保った内部の溶融部分が脱ガス・発泡により膨張し、表面に割れ目が生じたものである。
- 注3 天明3(1783)年噴火の噴出物の層序の詳細：北麓ではNNW降下火砕堆積物が火砕流のユニットTに覆われ、ユニットTは溶岩流のL1に覆われる。北方2.3kmのL1溶岩上には火砕流ユニットBが載る。北東3km地点では火砕流のユニットEがNE降下火砕堆積物を多い、ユニットDに覆われる。東北東2.1km地点ではESE降下火砕堆積物の21番層が4枚以上の火砕流堆積物に覆われ、これらの火砕流が形成する堆積原面を溶岩流L3が覆う。東北東3km地点ではESE降下火砕堆積物の21番層が火砕流のユニットJに覆われる。鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物のほかの堆積物との層位関係は不明な点が多い。鎌原村付近より下流ではNE降下火砕堆積物が鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物に覆われる地点が多くみられる。浅間園周辺では鎌原火砕流／岩屑なだれ堆積物と関連すると見られる爆発角礫層が火砕流堆積物のユニットPを覆う。
- 注4 ラカギガル（ラキ）の大規模な割れ目噴火：1783年6月に始まったアイスランドのラカギガル（ラキ）の割れ目噴火では、約8か月間の活動を通じて15km³以上の玄武岩質マグマが噴出した。これは隣接するグリムスバトン火山の噴火(1783年5月より2年間)と連動した活動であった(Thordarson and Self, 1993)。二酸化硫黄などの火山ガスや大気中に浮遊する微粒子(エアロゾル)が気候に影響を及ぼし、1783年から2年間の北半球の冬の気温は平年より2℃低かったといわれている。

コラム1 天明3年前後の気候

浅間山の噴火した天明3（1783）年前後の気候は、どのような状況であったのだろうか。無論、当時はまだ気象観測が行われていなかったため、平均気温を現在と比較することはできない。しかし、歴史に残る大飢饉が発生した年でもあり、その発端となったと考えられる冷害・凶作をもたらした夏期の天候不順に関しては、多くの記録が残されている。

一例として、天明3～4（1783～1784）年の大飢饉の惨状を叙述した書として知られる、磐城国（現在の福島県）相馬中村藩の『天明救荒録』の一部を次に引用する（日付は旧暦）。

「天明二 みずのえとら 壬寅年三月はじめより雨降出し、七月中旬まで雨天勝ちにて五月より八月まで冷氣続き、よろずの作物宜しからず、六月二六日洪水にて麦を多く流す（中略）

一、同三 みずのとう 癸卯正月十六日大雪、一九日二〇日と雪降積り、余寒厳しかりき。三月二三、四日種蒔き、五月一四、五日方より田植え。風雨有り、甚だ寒冷、三月中旬頃より雨降り出し、一兩日位晴天にて、四、五日ずつ日々の様に八月下旬まで雨天多く、陰天曇り勝ちにて、甚だ冷氣ゆへ、夏土用中も かたびら 帷子・ひとえもの 単物等は着しかね、あわせ 綿入や裕にて通りけり。よろず虫類生じず、五月一三日方より田植はじまり、六月下旬頃は早稲出穂あるべき日数なれども、さらに其色見えず、同月大雨、一八日洪水あり。麦作草生は大体なれども取箇少なし。

一、七月より日の色赤く、八月中頃西南に当りて震動雷電の如く、大そうの鳴物日夜夥しく聞へける処、八月二七、八日頃灰雪の如くふれり。追々聞けば信州浅間山焼抜け、大石ども数々熱湯にして押流し、小石・砂・焼灰を吹上げ、人家田畑 ことごとく 悉く亡失し、死人数知れず、遠国へ灰を飛ばしふらせしなりと云う。大火ありし後は、おびただし 多分雨ふるものなる処、浅間山春より焼けしゆへ、雨天続きしものならんと云うものあり。

一、春夏より秋まで、まれには雲きれもありて、日影あらはれし日もあれども、先は快晴といふは少なく、七月十七日快晴、水霜あり。其後八月二六日までしけ模様にて、甚だ冷氣なれば、諸作も成長うとく、野菜の類もかじけくされ、木の実までもよくは熟せざりし中にも、稲は水草ゆへか、所により思ひの外、丈ヶ長く能もて色黒く葉幅広く菰の如くなれども、室の中にて成長せし草木の如く、至て柔らかと見へたり。（中略）山中並に山手筋山迫向其外、冷水掛りは皆青立にて、更に実りなし。誠の皆無なり。内郷諸村ともに多分は実らず、早稲方又はそれにつづきし早き方の稲のみ薄く実り、中稲、晩稲は多分は実らず、内郷も皆無同然の大凶作也。（以下略）」

以上の記述から、東北地方における天明3（1783）年の天候異常と、それが大凶作を引き起こした過程を知ることができるが、『天明救荒録』では、更にこれが翌天明4（1784）年にかけて、未曾有の大飢饉へと導びかれてゆく状況を克明に叙述している。

『天明救荒録』から、天明3（1783）年の不順な天候の様相を知ることができるが、まだ気象観測がなされていなかったために、例えば8月の平均気温で表すとどの程度になるのかといった具体的な数字を求めることはできない。また、冷夏が全国的な規模のものであったのか、あるいは地域的にかたよっていたのかというような天候の地域性に関しても、十分に解明されていない。さらに、冷夏をもたらした気象要因についても、例えばオホーツク海高気圧の発達によるものなのか、それとも前線が停滞したためなのか、あるいは北極の寒気が南下したことによるのかといった点は不明である。

従来、天明年間の気候に関しては、各種災異誌や史料などから、冷害、干ばつ、長雨などが、いつごろ、どの地方で発生したかということの概念が把握されているが、定性的・主観的なものが多い。特に数十年以上も後になって書かれたものは、飢饉の悲惨さを強調するあまり、気候に関しては多分に誇張した表現が用いられる場合がある。また、200年以上前と現在とでは、衣・食・住の様式にも差異があるため、現在との単純な比較は誤まった結論を導く危険性をはらんでいる。その意味で、歴史時代の気候を最も客観的に表現できるのは、古い日記類に記された毎日の天候ではないかと思う。古日記を用いた歴史時代の気候復元の試みは、筆者の一連の研究をはじめとして既にいくつかなされており、興味ある結果が得られている。

筆者は、天明の飢饉年を含む1780年代（1781～1790年）の暖候期（5～10月）の天候を、時間と空間の両側面から明らかにすることを試みた。そのために、全国各地に残されている各種の日記類から、毎日の天候に関する記録を収集することから始めた。次に、それらをもとに毎日の天候分布図を作成した。一例として、**図1-21**に1783年6月30日～7月3日（いずれも新暦）にかけての天候分布図を示す。雨域が西日本から東日本へと移働していく様子が明瞭に読み取れる。恐らく、東シナ海方面から東進してきた低気圧による降雨と考えられる。低気圧の通過した後、西日本の天候は回復したが、東北地方の北部では、この期間を通して悪天候が続いている。7月2日と3日の八戸地方の天候記事には、大冷で東風が吹いたと書かれていることから、オホーツク海高気圧が発達し、そこから吹き出す冷涼な東よりの風（やませ）によって、このような不順な天候がもたらされたものと思われる。

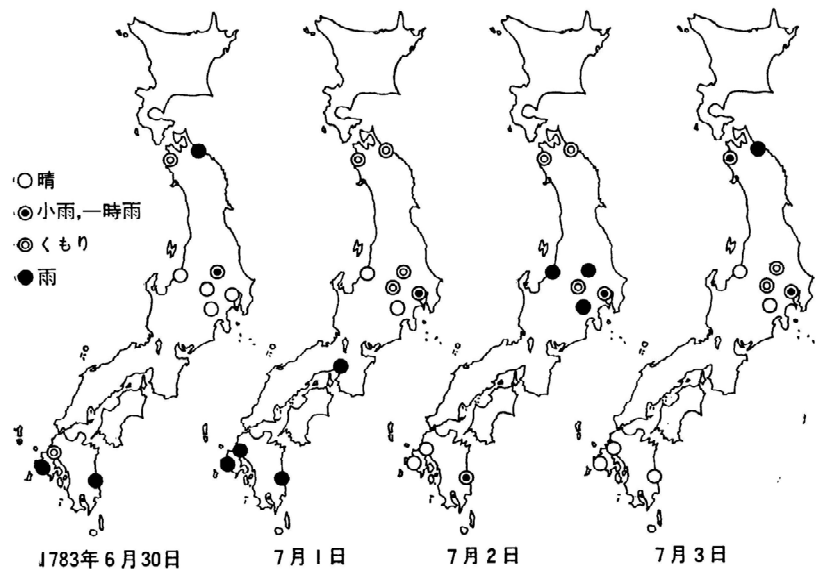


図1-21 天候分布図の一例

ところで、天候分布図を用いて気候を定量的に表現することはできないだろうか。もしそれができれば、前述したような気候の客観的復元が可能になる。そこで、筆者は毎日の天候分布図を、雨域の分布に着目していくつかのタイプに分類し、各タイプの出現

表 1-3 1780年代の天候分布型出現日数(7月、8月)

		全 国 晴天型	全 国 雨天型	東日本 雨天型	中部日本 雨天型	西日本 雨天型	九 州 雨天型	混合型	その他
天 二 七 八 一 八 八 年 一 八 八 間	1781年	33	2	12	12	3			
	1782年	18	3	9	8	8	12	2	2
	1783年	8	14	17	6	4	8	4	1
	1784年	22	3	5	5	13	14		
	1785年	32	1	17	3	3	2	2	2
	1786年	9	3	8	12	21	7	1	1
	1787年	15	2	14	13	4	8	5	1
	1788年	15	3	9	8	17	7	3	
	1789年	19	7	9	13	7	6	1	
	1790年	33	5	8	4	1	10	1	

日数を月別・季節別に集計するという方法を考えた。例えば図 1-21 の 7 月 1 日のように雨域が西日本に広がるタイプ、あるいは 7 月 2 日のように中部日本に雨域が分布するタイプといった具合である。

表 1-3 は、このようにして分類した 7 月と 8 月の各天候分布型の出現日数を、1780 年代について集計したものである。全国晴天型は、北太平洋高気圧が日本列島に張り出してくる典型的な夏型気圧配置のもとで出現しやすいと考えられるから、このタイプの出現日数が多い年ほど高温多照であるといえることができる。

1780 年代の全国晴天型の出現日数を見ると、1783 年と 1786 年がいずれも 10 日以下の冷夏であったのに対して、1781 年、1785 年、1790 年の各年ともに 30 日を超えている。従来、天明年間の気候に関しては、冷涼な天候が支配的であったとされているが、筆者の調査結果においては、冷夏と暑夏の繰り返される変動幅の大きな年代であったという点に特徴があるように思われる。

次に、全国晴天型の異常に少なかった 1783 年、1786 年について、冷夏の地域性という観点から比較検討を加えてみよう。1783 年と 1786 年の夏は、いずれも全国晴天型の出現日数が異常に少なかったという点では共通しているが、そのほかの天候分布型の出現割合に明瞭な差異が認められる。1783 年の場合、全国雨天型と東日本雨天型をあわせた日数が 31 日間と約半分を占めるのに対して、1786 年の場合は、中部日本と西日本に雨域の分布するタイプの出現日数が 33 日間にも及んでおり、明らかに雨域の中心が両年でずれている。冷夏の規模としては、全国雨天型の日数が 14 日に達する 1783 年の方が、同じく 3 日しか出現しなかった 1786 年よりも大きかったといえる。推定される 1780 年代の天候状況を凶作・飢饉と関連づけて述べる。

天明元 (1781) 年は典型的な暑夏で、2 年後に大飢饉が起こるとは誰も予測しなかったであろう。翌年 (1782 年) は天候がやや不順で、特に西南日本で雨天日数が増加した。しかし、全国的に見た場合、冷夏というほどではなかった。翌 1783 年は大冷夏となり、特に東北地方を中心に大凶作となった。その結果、史上空前の大飢饉が勃発したのである。

続く 1784 年の夏の天候は、ほぼ平年並みかそれ以上に回復し、東日本では連日晴天に恵まれた。しかし、天候の回復にもかかわらず、前年の大凶作の影響で連年の凶作となり、東北地方北部の餓死者数はその頂点に達した。次の 1785 年は、既に指摘したとおり西日本を中心に著しい暑夏となったが、東日本では雨天日数が増加した。人々は、ようやく飢饉の痛手から立ち直

りかけていた。ところが、翌1786年には、中部日本から西日本を中心に再び冷夏となり、凶作に見舞われたのである。その結果、飢饉が再発し、その影響は翌年（1786年）まで尾を引いた。

1782年から1787年に至る飢饉と気候の関係は、概ね以上のような状況であったと考えられる。ここで、もう一つ見落としてならない自然的要因として、浅間山の噴火を挙げることができる。

既に述べたように、不順な天候の兆しは1782年から現れており、1783年（新暦8月5日）の浅間山大噴火を飢饉の直接的要因とみなすことはできない。しかし、凶作がほぼ決定的となった段階での噴火による降灰が、稲作以外の作物生産にまで大きな被害をもたらし、飢饉に追いつけをかける結果となったことは否定できない。浅間山噴火の影響については、噴煙が成層圏にまで達した結果、硫酸エアロゾルが生成され、それが直連日射量の減少を招いて地上の気温を下げたとする見方もある。しかし、このときの噴火によるDVI（噴煙指数）は300と見積もられており、1963年のアグン火山（インドネシア）噴火時のDVI（800）をかなり下回っていることから、浅間山の噴火が気温を下げたとする説は妥当でないと考えられる。ただし、このことは火山噴火による気温低下をすべて否定しているわけではない。天明3（1783）年前後は小氷期と呼ばれるグローバルな寒冷期で、世界的に火山活動が活発化したといわれており、それが気候に与えた影響は無視できないだろう。また、1783年6月に噴火したアイスランドのラカギガル（ラキ）火山もヨーロッパに気候異常をもたらしており、大気循環パターンが平年と大きく異なっていたと推定される。さらに、1783年はエルニーニョ年であった可能性が高いことから、世界的規模で気候異常が発生したものと考えられる。