

P3 浅間山天明噴火にともなう鎌原火砕流の流下・堆積機構

建設省土木研究所○山田 孝、石川芳治、矢島重美
日本工営株式会社 井上公夫、山川克己

1. はじめに

日本有数の活火山である浅間山では1783年(天明3年)の噴火によって、死者1,500名にのぼる壊滅的な火山災害がもたらされた。噴火にともなって発生した土砂移動現象や、その発生箇所、流下堆積区域、流れの特性については、荒牧¹⁾らによって研究されてきているがいまだに不明な点も多い。

本調査では、浅間山上流域での詳細な現地調査、本質岩塊の堆積分布に関する空中写真解析、テストピットによる堆積状況の把握、堆積物の土質試験等を行い、それらの結果をもとに、従来、鎌原火砕流といわれてきた天明3年噴火時の土砂移動現象の発生・流下・堆積の実態を調べた。

2. 研究方法

浅間山上流域(鬼押し出し溶岩堆積区～小宿川(図-1))に堆積している巨大な本質岩塊のいくつかについて、古地磁気測定により伏角、偏角分布を調べ、天明噴火時に生産されたものであること、キュリー温度以上で堆積したことを確認した。

ついで、この地域での大規模なリゾート開発が行われる以前に撮影された空中写真(米軍(1947年撮影)、林野庁(1965年撮影))を用いて、本質岩塊の大きさ、堆積分布を解析した。そして現地踏査によってこれらの結果を確認し、天明3年噴火時の土砂移動現象の流下・堆積範囲、流れの主流路を推定するとともに、流れの方向に沿う6ポイントでのテストピット掘削、テストピット掘削箇所を含む18箇所での粒度分布測定により堆積物の特性を調べ、土砂移動現象の種類、流れの状態等について検討した。こうして得られた結果と平成2年度に得られた鬼押し出し溶岩堆積区域におけるボーリング調査成果や上流域の地形調査等をもとに、天明噴火時の土砂移動現象の発生・流下・堆積プロセスについて考察を進めた。

3. 研究結果

3.1 本質岩塊の古地磁気測定

対象とした本質岩塊はアグルチネート(高温状態の火口の中で軽石やスコリア質の岩滓が溶結してできたもの)とよばれる岩石で、縞模様や空隙が多くみられ容易に他の岩石と区別ができるものである。測定試料は、比較的大きく、かつその後の移動の可能性の少ない本質岩塊22試料から採取した。

これらの試料から測定した平均偏角・伏角値を磁気永年変化図(シュミット・ネット図)にプロットした結果、これらのデータの多くはおおむね1783年当時の地磁気の方向に近いことがわかった(図-2)。このことは、測定した本質岩塊が1783年の噴火によって生産された可能性が高いと同時に、堆積後においてもキュリー温度(磁鉄鋼 578℃、赤鉄鋼 675℃)以上の高温であった可能性が高いことを示している。

3.2 本質岩塊の堆積特性

流下にともなう本質岩塊の堆積分布等の変化を把握するため、鬼押し出し溶岩堆積先端部付近から1kmごとに本質岩塊の密度、個数、最大粒径、平均粒径の変化を図-3に整理した。なお、4.6km～7km

の区間は、一区間とした。

この図によれば、本質岩塊の分布密度、最大粒径、平均粒径、個数とも流下にともない減少していく傾向が認められる。特に、4.6~7kmの区間から7~8kmの区間において分布密度、最大粒径は急激に減少しており、本質岩塊が勾配変化点付近に集中して堆積したことがわかる。

また、11~12kmの区間から12~13kmの区間にかけても分布密度や最大粒径が急激に減少しているが、これは、この区間において本質岩塊を含む土砂の流れが小宿川に流入し、多くの本質岩塊が下流の吾妻川、利根川へ運搬されたことによるものと考えられる。

3.3 テストピット掘削ならびに粒径分布からみた天明噴火時の土砂移動現象

テストピットは断面が土砂移動現象の流下方向と直交方向となるように、パワーショベルを用いて長さ2~4m、幅2~3m程度、掘削深は原則として天明の土砂移動堆積物の下まで深さ約1~4m程掘削した。図-4にテストピット断面の一例を示す。ここでは、軽石流堆積物の上に天明噴火にもなって発生した土砂移動現象の堆積物が、層厚約1.2mで堆積している。堆積物中には ϕ 30~60cmの本質岩塊が数個含まれている。このような本質岩塊は、古地磁気測定の結果から天明噴火時に火口から生産されたものであると推定される。但し、本質岩塊の含まれる割合は、最も本質岩塊が集中して堆積している4.6~7kmの区間でも18.09%にすぎず、他の地区ではほとんど古期岩類の軽石や岩塊等の類質からなる(表-1)。さらに水蒸気が上方に抜けたことを示す細い明瞭なパイプ構造が本質岩塊の周辺にあることから、堆積土砂は当時かなり水分を保有していたことが推定される。なお、鳥海山や磐梯山の岩屑流堆積物でみられるような巨大な岩塊ブロックは、ほとんど認められない。以上のような堆積物の特徴は他のテストピット掘削箇所でも認められた。

一方、マトリックスは全体的に礫、砂からなり、50%粒径で約0.4~1.0mm程度である。粒径分布曲線はサンプリングの位置にかかわらずよく似ているため、ほぼ同じ現象の堆積物と考えることができる。また、下流の試料程50%粒径が小さくなり、シルト分や粘土分の割合が増加する傾向がある。

テストピットの堆積層の状況(パイプ構造が見られる等)ともあわせて考えると、高温の本質岩塊が20%以下と少なく、かつ水分をかなり含んでいたと思われるので、これらの堆積物は明らかに火砕流ではなく泥流に近いものと思われる。さらに、小宿川方向に今回掘削したテストピットの堆積層と鎌原村付近の延命寺発掘現場での堆積層とを比べてみると、小宿川方向では堆積層表面に巨大な本質岩塊が多く堆積している以外は、それほど大きな違いが認められない。

一方、天明噴火時の土砂堆積物の平均層厚は、テストピット掘削の結果によれば1.5~3.0m程度(最大厚4.2m以上)である(表-1)。これらのデータと荒牧らのデータ(1986)をもとに、各区間の面積を乗じることにより、この区域での土砂堆積総量を求めると約4,700万 m^3 となる。この値は鈴木²⁾らの研究で得られた値(2,800万 m^3)と比べると、オーダ的には比較的あうものの約1.7倍大きい。

3.4 天明の土砂移動現象の発生・流下・堆積プロセス

以上の結果から、天明3年の噴火当時鬼押し出し溶岩下流から小宿方面、ならびに鎌原村方面にかけては、泥流タイプの土砂移動現象が流下・堆積したものと考えることができる。堆積の実態や地形条件から、小宿方面には本質岩塊を多く含む泥流が集中して流下し、現在のプリンスタンド付近(火口から約10kmの地点)で分派して、その一部が鎌原村の方に流下したと考えられる。堆積層にかなりの量の

類質を含むのは、泥流が流下するにしたがって、天明当時の地盤(柳井沼付近)をかなり侵食したことによるものであろう。

泥流の発生源については、平成2年度の調査でも報告したように、現在の鬼押し出し溶岩堆積区域には当時の柳井沼と思われる凹地が存在し、少し大きめではあるがボーリング調査の結果等から深さ50 mの水深をもつ沼地を想定して、何らかの営力で沼地内の水(約2,500万m³)を全て溢れさせれば吾妻川、利根川での泥流の水収支を説明できる。浅間山大変実記などの古文書にも、柳井沼があったと思われる中腹から大量の泥や水が湧出したと考えられるような詳細な記載がなされている。今後、ボーリング調査によって、天明噴火直前のこのあたりの地盤を正確に再現することが必要となるが、現段階では泥流の発生源を柳井沼と思われる凹地に求めることが妥当であろう。

この凹地からどのようにして泥流が発生したかについては、①山頂噴火にともなって巨大な本質岩塊を多く含む火砕流が発生・流下し、凹地に流入して沼地内の水や泥が押し出され、泥流へ発達した(高温の火砕流が柳井沼に流入した段階で、大規模な水蒸気爆発が発生し周辺地形が破壊、侵食されて土砂が生産されたことや、爆発のエネルギーが沼地内の水や土砂を容易にはきださせる役割をしたこと、泥流の初速を高める役割をはたしたことが十分考えられる)。②凹地からの側方噴火によって一気に沼地内の水や泥が流出し、泥流が発生したとする二つの考えが可能であるが、各々、下記のような問題点がある。

前者(山頂噴火)の考え方についての問題点

①凹地付近の地形勾配は、0.06(3.8°)と極めて緩勾配であり、火砕流の底層部の堆積勾配と思われるため、山頂から火砕流が流下してきたならばこの凹地にかなりの量の本質岩塊が堆積しているはずである。しかしながら、平成2年度に実施したこの地域でのボーリング掘削結果によれば、天明の本質岩塊は存在しない。②山頂から火砕流が発生したとすれば、なぜ、前日発生した吾妻火砕流の流れの方向や堆積分布と大きく異なるのかを説明する必要がある。

後者(側方噴火)の考え方についての問題点

①前日に吾妻火砕流が山頂噴火によって流出しているにもかかわらず、その翌日に側方噴火が発生することは火山学的に考えにくい。翌日発生したとされる鬼押し出し溶岩流も山頂噴火により発生している。

②これまでの火山学で得られた知見によれば、アグルチネートは中腹噴火では形成されにくいとされている。

5. おわりに

平成2年度から平成3年度にかけての現地調査によって、天明噴火時の土砂移動現象の実態がある程度明らかになった。今後は、前述の問題点をふまえて、特に発生から流下にいたるプロセスを明らかにすべく、柳井沼と思われる凹地周辺の追加ボーリング調査や、詳細な地形・地質調査を行うとともに、発生・流下・堆積の一連のプロセスを、堆積の実態に基づいて力学的に説明することが重要な課題となる。

参考文献

1) 荒牧重雄・早川由起夫・鎌田桂子・松島栄治: 浅間火山鎌原火砕流/岩屑流堆積物の発掘調査, 火山噴火

に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害, 自然災害特別計画研究研究成果, No.A-61-1, pp.247-288, 1986

2) 鈴木建夫・津久井雅夫・荒牧重雄: 鎌原火砕流本質岩塊の総量と粒度組成, 火山噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害, 自然災害特別計画研究研究成果, No.A-61-1, pp.239-245, 1986

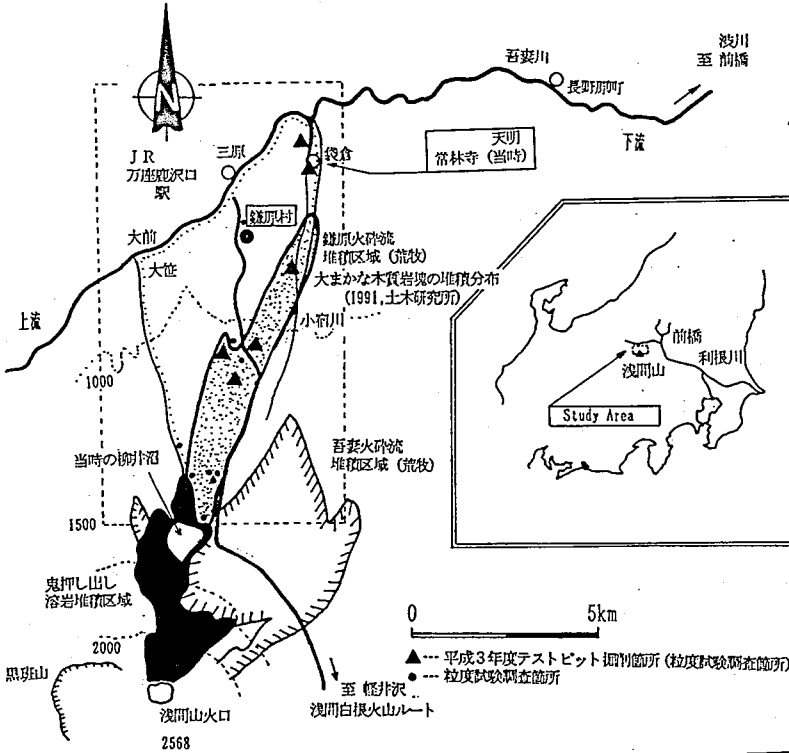


図-1 調査対象図

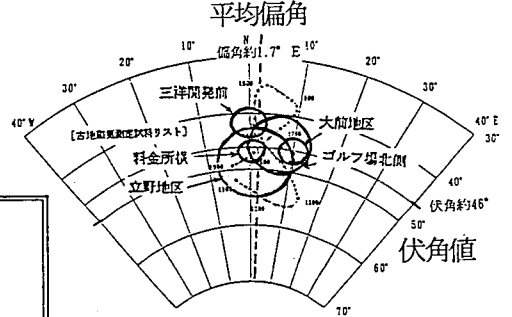


図-2 本質岩塊の古地磁気測定結果 (シュミット・ネット投影図) 天明3年(1783年)噴火当時の地磁気の方角 (偏角約1.7°E、伏角約46°)

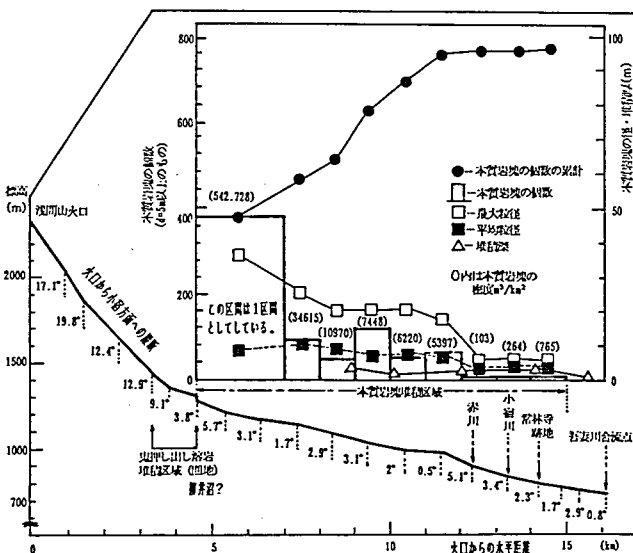


図-3 本質岩塊の個数, 密度, 最大粒径, 平均粒径の流れにとりもなう変化

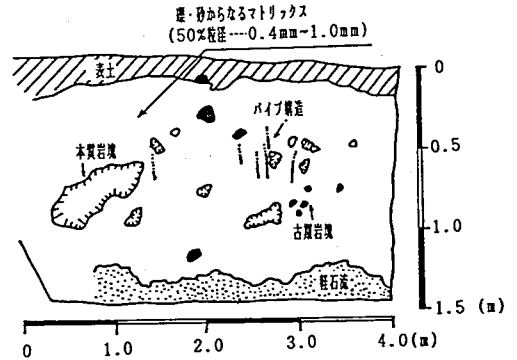


図-4 堆積断面のスケッチ (オアシランドゴルフ場西の観状台地断面(南面) (大口から北平方向に約8.5km))

表-1 本質岩塊の量・堆積物の厚さ、量・本質岩塊比

計測区間	突面積 km ²	本質岩塊の量(a)		天明の土砂移動堆積物(b)		本質岩塊比 Σa/Σb	備考
		平均粒径	総体積	平均層厚 mm	総体積 m ³		
4.6~7km	3.30	542,728	1,791,001	3.0	9,900,000	18.09	誤因
7~8km	2.05	34,615	70,961	2.5	5,125,000	1.38	実測
8~9km	2.31	10,970	25,342	2.5	5,775,000	0.44	実測
9~10km	3.01	7,448	22,418	2.5	7,525,000	0.30	実測
10~11km	2.60	6,220	16,171	2.5	6,500,000	0.25	実測
11~12km	1.98	5,397	10,685	3.0	5,940,000	0.18	実測
12~13km	1.52	113	172	2.5	3,800,000	0.00	実測
13~14km	1.04	264	274	2.0	2,080,000	0.01	実測
14~15km	0.34	765	250	1.5	510,000	0.05	実測
合計	18.2	106,737	1,937,284	-	47,155,000	4.11	-