

# 火山弾の形成過程\*

藤村 郁 雄\*\*

551.217

## § 1. はしがき

火山弾は、火山噴火の際溶融溶岩が空中に<sup>ほうしゅつ</sup>抛出され、それが落下の途中で固化してできたものであるといわれているが、これについてはまた既にその素因として原質様体が火口内の流動溶岩の中に胚胎しているということも指摘(津屋<sup>(1)</sup>山野<sup>(2)</sup>)されている。しかしながらこの形成の過程が具体的に論述されたことは筆者寡聞にしていまだこれを知らない。一方、これを実験的に検証することも筆者の手に及ばないのでここでは単に日常身の目に触れることを例引じつゝ火山弾の形成過程を述べるに止める。

## § 2. 火山弾の定義

こゝで次のように定義して論を進める。

「噴出溶岩が球形、紡錘形およびこれに類した形態をもつて降下したものを火山弾という。」(山野技官による定義<sup>(2)</sup>と同類)。

火山噴出による降下物をその大きさによつて火山灰、火山砂、火山礫、火山岩塊等に区分するとき、世上往々にして火山弾はこの火山礫と火山岩塊との間に編入される一区分に付けられた名称であるとし、単に寸法上の条項に該当すれば足りるというようなよび方をするが、これはいわゆる「弾(英: Bomb)」の語感から離れてくるので過大な定義ではない、そればかりではなく火山弾はその形成過程において特殊な要因を有すると考えられるので形態上から由来する定義を与えておくことが必要である。なお特にその外観形状等によつてパンケーキ状火山弾、牛ふん状火山弾等と称したり、小型の場合に火山涙等ということは火山弾を具象的に表現するという意味で何等子細ないこともちろんである。

## § 3. 火山弾散見の状況

火山灰、火山砂(溶岩砂)は別として一般に火山礫(溶岩礫)もしくは火山砕屑岩、火山岩塊(溶岩塊)等

\* I. Fujimura: The Process of Formation of Volcanic Bombs (Received Feb. 13, 1963)

\*\* 富士山測候所

は単に不定形の<sup>ぶどう</sup>凸凹に富んだ石塊でこれをしいてたとえるならば多くは石炭がら状あるいはかきがら状で中にはねじれた棒や薄片状になっているものもある。このような火山石塊に混って、火山弾は形態が整っているばかりではなくそのはだは多くの場合滑らかでさえあり、そうザラに見られるものではない。けれども場合によつてはある場所で、その辺一面にまるで敷きつめたように大小の火山弾が散乱していることもある。またある場合には溶岩流の表面または内部に火山弾が含まれたまま固まっていることもある。総じて火山弾は噴火口の近傍に多く見受けられる。

## § 4. 火山弾形成の過程

筆者は、火山弾は次のような過程を経て形成されると考える、すなわち

「いったん空中に抛出され固化した溶岩礫(岩塊)あるいは火口壁の崩壊砕屑礫(岩塊)がたまたま火口内に落下したとき爆発が起こつて、この溶岩礫や砕屑礫あるいは岩塊が溶融溶岩の衣を被させられた形であらためて空中に<sup>ほうしゅつ</sup>抛上され固化し火山弾となる。」これを換言すれば、火山弾は固形岩石が心核となり、それが溶岩の衣を被て火口を飛び出したものである。

いま心核となる岩石を第1次冷固岩と名づけ、それが溶岩の衣を被て飛び出してできたものを第2次冷固岩とし、さらにこれをくり返した場合には第3次、次いで第4次等の冷固岩とよぶことにすれば火山弾は第2次以降の冷固岩のうちで球形、紡錘形等の形態を備えたものである。もちろん第2次以降の冷固岩でも第1次冷固岩の本来の形と溶岩の衣の加減で平餅状(それも円盤や三角形などある)や角錐状等種々雑多のものがあると同時に第1次冷固岩が溶融溶岩によりにより半はおおわれた<sup>べい</sup>けで火口を飛び出した<sup>べい</sup>めに不完全な第2次冷固岩等々のできるのも当然である。そこで第2次以降の冷固岩でも弾と称するのが不適当なものは「不完全形態の火山弾」として、火山弾の同類とみなすのがよいと考える。

このようにして、第2次、第3次、……と冷固が重なれば火山弾は次第に形も整い、はだも滑らかになっていくことはおのずから諒解されるであろう。これらの過程に

相当する冷固岩の幾つかを写真によって見られたい。

### § 5. 火山弾の成因についての吟味

(1) 火山弾の形成に関して上述のごとく試案を提出したが、しからばすべての火山弾には心核があるだろうか。富士山において、火山弾の割れたものをよくみかけるがそれにはほとんど全部といつてもよい程心核があるが稀には火山弾の外被と中心部とは気孔の状況や緻密度が明らかに違つてはいてもどの部分から心核とみなしてよいか判らないというものもある、概して小型のものにこのような心核不明が見られるがこれは火口内の流動溶岩の小さな固さの不純性が心核となっているものであろう。だいたい、第1次冷固岩がたまたま火口内の流動溶岩と同質でそれが充分な時間にわたつて同居していれば縁辺不明確となることはうなずかれるであろう、心核不明の火山弾はかくしてできあがるものと考え。

なお、心核のないという火山弾のうちで、青灰色の堅硬な一見安山岩とも思われるような（いわゆる真石）火山弾が見られることがある。これが火山弾の心核となっていることもあるし、これだけで火山弾で心核となる部分は見当らないようなものもある。これは真石の外來岩片が、溶岩池の中で熱の中で熱のため外側部分が軟化して角がとれるまで滞留しているうちに噴出が起り投げ出されたために、この半溶融の真石自身が大体において火山弾らしい形を整えて固化したもので、これはまた外皮として黒褐色の溶岩の衣を被て一層整つた火山弾となつたり、あるいはこの外皮があとではげ、わずかにこの外側に薄い溶融溶岩をどころどころに塗つたようにつけているものと解釈される。

(2) 火山弾を切断した時、その内部に渦巻状の流紋があつたということから、噴火口内の流動溶岩中に生じた渦動等が火山弾形成の素因となると考えることももっともであるが、それは第1次のねじれ岩片が心核となつた場合でも現われ得るものと考えられ筆者はむしろ後者が多く、前者は極めて稀ではないかと考える立場をとるものである。

(3) 溶岩流に埋まつている火山弾については、これを溶岩池の中で既に火山弾の原質様体がある証左なりとみるよりはむしろ第1次あるいは第2次等の冷固岩が溶岩池に落下したもので、次の爆発が起れば火山弾たるべきものであるが爆発の代りに火口からの溢出溶岩流となつたためにそれに伴つて流下したと考える方がよいであろう。

従つてそれは火山弾の素因としては異存ないが、流動中に胚胎生成された不均質部分とみなす必要はないであ

らう。

(4) 往々見かけられる碗形<sup>わん</sup>の火山弾について、従来は抛上された溶岩が未だ固まらずに落下し地表の岩頭に打ち当つてこれにあたかも帽子のごとくかぶさつたまゝ固化したものが後に剝落したものであると説明されているが、これはそうではなく球形又は紡錘形の火山弾が割れてその心核が転出した殻（火山弾殻）であると考え。もちろん前者のような溶岩帽の場合もあり得るがそれは極めて稀であろう。実際には火山弾殻が現実に見られているのである。

(5) 津屋博士<sup>(4)</sup>は、火山弾は噴火口内の溶融溶岩内に存在する流理、粘性、多孔質性等の不均質が原因して形成されると述べられているが、上に述べた第1次、第2次、第3次、……等の冷固岩も不均質といえはそのとおりである。

ただし、これを「固化した岩石が心核となつて」というときは、津屋博士の所論を明確に限定しているという点で大いにその内容を異にする。もちろん、渦動やことに粘性、多孔質性等が不均一になっているために火山弾が出来ることもあり得ると考えるが、それは固化して岩石に比してずいぶんとすくないものとする。

### § 6. 結論

火山弾の形成について日常身の例引によって試案を提出したが、専門の知識に薄く、狭い見解を想い大方の御示教を切に願ひする次第である。終りに資料御恵賜にあずかつた本庁無線課（鳥島火山弾）奥山久一技官（三宅島火山弾）山野道雄技官（福江火山弾）および富士山測候所同僚諸兄の御協力に厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

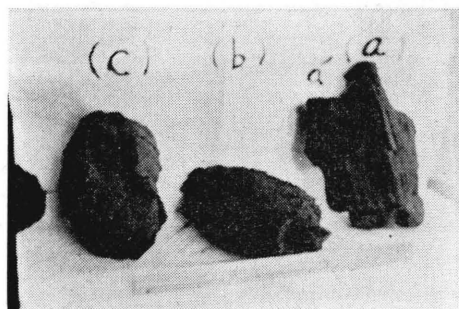
- (1) 津屋弘達：火山弾の形態及び構造——特に富士火山産玄武岩質火山弾の本源に関する一考察，地震研究所彙報（1939）809～825。
- (2) 山野道雄：五島の火山と火山弾，験震時報，26（1962）125～128，および同氏（1961）九州管区研究会発表。

### 附記

津屋博士は「地学概論（下巻）」（朝倉書店，1950，177）において——「火山弾は噴火口内に流動性の大きい熔岩が溜つていて、それが爆発によってふきとばされるときにでき易いもので玄武岩乃至塩基性安山岩の熔岩の場合に多く、紡錘（鏢節）・球・棒・リボン・皿などの

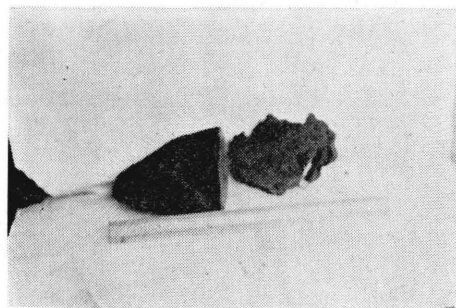
ような形をもっている<sup>(1)</sup>。また同ページの脚注として——(1): これらの形は熔岩中のガスの泡や外から捕えた岩片を(芽)核として造られたもので、ふきとばされる時にひきのばされ、空中を飛行中に多少廻転したり、地面に落ちるとき衝突したりすることによって変形される、と述べておられる。従って同博士は外来岩片が心核

となつてできる火山弾もあることを明言されている。しかしながら、「地震研究所彙報(前出)」において、「火山弾の形態及び構造の主要部は熔岩の抛出前の流動構造の様式に因つて決定される。包裹物の形に支配される事は勿論である」と結論されているので主旨としては外来岩片を二次的に解釈されておられるように思われる。



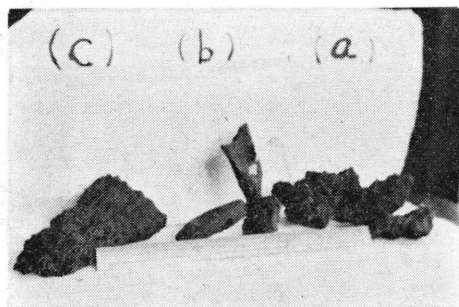
第1図 一般に見られる火山噴出の際の降下溶岩

- (a) 石炭殻または牡蛎殻状
- (b) リボン状、ネジレ棒状、の破片
- (c) 切株状



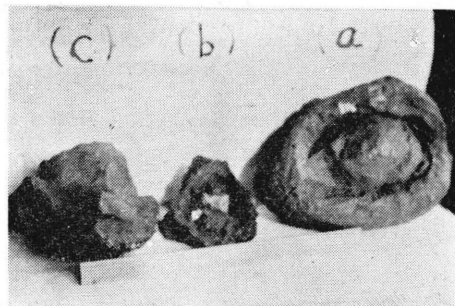
第2図 第2次冷固岩火山弾

- (a) 安山岩質の灰色心核を玄武岩質の黒色外被が半ばおおうている。心核と外被の間にはすきまがあり、不完全附着をしている。
- (b) 中心部に三角形の安山岩質黄色破片岩があり、その周囲に玄武岩質の黒色外被が球形に着いている。この球形外被の外側にも同質の黒色溶岩が着いている。それが2次冷固か3次冷固かは不明である。このような破片岩が中心部にある。ことは溶岩池の中で溶融溶岩の流動中に火山弾のほう芽がすでにできていると解釈するよりも、溶池の中へ落下した破片岩が溶融溶岩の衣をきて抛出されたと考えの方が了解し易いだろう。
- (c) 安山岩質灰色心核と赤色溶岩の外被。



第3図 第3次(あるいは第4次、……かも知れない)冷固岩火山弾

- (a) 火山弾(a)の心核にa'火山弾が入っている。(a)の外側にはなお同質の溶岩が附着しているが、とも角a'も(a)も同質溶岩である。こゝでは異質の心核ではないので溶岩池の溶融溶岩の中にすでに火山弾のほう芽があるものとするれば、流動中の渦動的不均質が有力な火山弾の素因と考えられるのに対し、事実は火山弾が心核で渦動的ではない。
- (b) これも心核に黒色火山弾があり、その外被も全く同質同色で矢張り外形が火山弾を形成している。この心核火山弾の内部にどのような心核があるかはまだ明らかにしていない。
- (c) 赤褐色溶岩の火山弾を心核として、同質の溶岩を薄い外被としている。



第4図 火山弾の横断面

これは第3図の火山弾(a)を、a'を含めて切断して見ている。a'の心核はa'と同質ではあるが断面をみるとa'のような紡錘形の同心的層の重なりではなく菊花状やや大きなすきまもある。一見してa'の心核は石炭殻状の第1次冷固岩でそれに溶融溶岩の衣を着せられて飛び出しa'となり、それが再び溶岩池へ落下して第3次冷固岩火山弾(a)となつたものと考えられる。



第5図 溶岩流の側面

富士山の御殿場登山道6合目(標高約2800mいわゆるかなわらじ), 玄武岩質の溶岩屋根である。その表面にも内部にも火山弾が2, 3見られる。心核には, 溶岩流と同質のものや異質のもの兩種ある。