

## 雲仙普賢岳，斑晶とメルトのSr同位体比の時間的变化から考えられるマグマ溜まりのモデル

Magmatic process in reservoir in terms of temporal change in Sr isotopic ratio of phenocrysts in the Unzen dacite lavas

# 中田 節也 [1], 陳 中華 [2]

# Setsuya Nakada [1], C.H. Chen [2]

[1] 東大・地震研, [2] 台湾中央研究院

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] Academia Sinica, Taipei

<http://hakone.eri.u-tokyo.ac.jp/vrc/nakada/index.htm>

普賢岳噴火の溶岩中の斑晶にはメルトとの非平衡組織が普遍的に認められる。これらの斑晶は集斑状を示し、マグマ溜まりの縁の結晶マッシュ帯で成長した結晶か、壁岩の深成岩が斑晶として取り込まれた可能性がある。斑晶と石基のSr同位体比は異なっており、溶岩毎のその差は時間とともに増加する。斑晶が溜まり縁からもたらされ、しかも、内から外側にかけて順次出てきたとすると、以下のマグマ縁に関するいずれかのモデルで説明可能である。1) 外に向かって古い結晶が存在する。2) 外来結晶とメルトの拡散による同位体比の交換が外ほど不十分である。3) メルトから晶出する新結晶や古い結晶へのオーバーグロースが外に向かって低くなる。

斑状火山岩類中の斑晶はしばしば集斑状を示し、粒間にガラスを挟むことなく複雑に密着していることが多い。また、それらの火山岩類中で単独で出現する斑晶にあっても破碎されていることが多く、組織的あるいは組成的に集斑状結晶の機械的に分離したものであると判断できる。このような集斑晶は、(1) 自由な成長空間がないマグマ溜まりの壁や天井などの結晶マッシュ帯中で成長したものや集積物、あるいは、(2) マグマ溜まりの壁でマグマによる加熱で部分溶融をおこした母岩(深成岩)の融け残りや岩片である可能性が考えられる。これらの2成因を区別する有効な手段は同位体比測定であろう。

普賢岳噴火で出現したデイサイト溶岩にも集斑晶やそれが分離したと考えられる斑晶が普遍的に認められる。また、それらの斑晶の多くは、噴火前にメルト(石基)と非平衡であった組織や化学組成を示す。一方、デイサイト溶岩の主成分組成と斑晶量とは相関が認められ、斑晶が多いほど苦鉄質になる。これらの事実から、デイサイト溶岩中の斑晶が捕獲結晶であるモデルが提案された(Nakada and Motomura, 1999; JVGR雲仙特集)。デイサイト溶岩のSr, Nd, O同位体比は、噴出時間とともにお互いに連動した変化を示す(Chen et al., 1999; JVGR雲仙特集)。これらの変化と溶岩の主成分化学組成も時間とともに変化とは調和的である。すなわち、観察される溶岩の同位体比の時間変化も斑晶の量によってコントロールしていると考えられる。Chenらは複数のデイサイト溶岩から分離した斑晶(粒の集合体)や石基のSr同位体比を測定し、その結果、斑晶毎や石基とで同位体比が異なり、平衡が成り立っていないことを示した。また、斑晶の同位体比は有史の溶岩の同位体比とも明らかに異なり、有史の溶岩から分離した斑晶種もそれぞれ異なる同位体比を示した。Nd同位体比についても斑晶毎に非平衡が確認される。このような斑晶毎や石基と斑晶との同位体的な非平衡がいくつかの火山岩類ですでに報告されており、DePaoloらのマグマ溜まり縁における停滞帯の存在と長いタイムスケールでのSrの拡散によるモデルと、Davidsonらの異なるマグマの混合の痕跡を見ているとするモデルとがこれまでに提案されている。

Chenらの結果は、石基のSr同位体比がほとんど変化しないのに対して、石基と斜長石、石基と角閃石の同位体比の差が後から噴出するものほど大きくなることを示した(後者で0.00004~0.00010)。ここで、噴火の進行に連れて、順次より外側の結晶マッシュ帯から結晶が斑晶としてもたらされたものと仮定すると、以下のモデルが考えられる。同位体比の差の時間変化は、1) 結晶マッシュ帯で外側ほど、結晶が長い間(>数十万年)閉鎖系にあった(年代を刻んだ)とすれば説明できる。しかし、このモデルは斑晶の非平衡組織を説明できず、数百年置きに同位体比はるかに異なるマグマが山頂から噴出していた事実からは受け入れにくい。2) また、元々、メルトとは同位体的に平衡になかった結晶が、校本でメルトと平衡になろうとした度合いを反映しているとすれば、結晶マッシュ帯の外側ほど、斑晶とメルトの間での拡散による同位体交換の効率が不十分であったことになる。この場合は結晶マッシュ帯は部分溶融帯となる。3) さらに、メルトから晶出した結晶が、捕獲結晶にオーバーグロースしたり、新たな斑晶として加わる割合が、溜まりの内側で高くても、同位体比の差の変化は説明できるだろう。

今後、微小部分の同位体比分析を行える測定法を確立し、斑晶の粒毎や斑晶内部における同位体比の分布を明らかし、斑晶に残されている同位体的履歴の時間変化をきちんと抑えることが上のモデルを検証する上で重要であろう。