

## ハワイ火山の進化と同位体比の関係

### Relationship between the evolution of Hawaiian volcanoes and isotope ratios

# 兼岡 一郎[1]

# Ichiro Kaneoka[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

ハワイ諸島の火山は、マントル・プルームが太平洋プレートをつきやぶって上昇することにより生じている。マントル・プルームを形成しているマントル物質は、アセノスフェアやリソスフェアを構成しているマントル・地殻物質などとは異なった放射性起源同位体を含む同位体比をもつことが知られている。そのため、プルーム起源の物質とアセノスフェアやリソスフェア物質との間で物質交換が生じると、それは同位体比の変化として表れることが予想される。実際、 $3\text{He}/4\text{He}$ 、 $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ 、 $143\text{Nd}/144\text{Nd}$  などの同位体比が、ハワイ火山の進化に伴い、中央海嶺玄武岩のマグマ源物質の値に近づくことは、それらを反映していると考えられる。

ハワイ諸島の火山は、マントル深部から上昇してくるプルームがマグマを生じ、太平洋プレートを構成するリソスフェアをつきやぶってつくられた火山であると見なされている。その形成段階の差は、プルームの上昇部分からの距離に反映されており、その結果として火山体の形態などにも系統的な違いがあることがみだされている。現在、マントル・プルームの影響を受け始めて形成されているとみなされている、ハワイ島南西沖合の海底下にあるロイヒ火山は、"pre-shield stage"の進化段階に相当するが、キラウエア、マウナ・ロア、マウナ・ケア火山などは、巨大な火山体を形成する"shield stage"に相当するとみなされている。さらに現在ではほとんど火山活動が見られなくなったハレアカラ火山などは、"post-shield stage"に相当する。これらの火山形成後、100万年オーダーの静穏期を経て、火山活動としては小規模であるが非常にアルカリ質に富む溶岩を噴出する'rejuvenated stage'に相当する火山が形成される。オアフ島で Salt Lake Crater などを形成したいわゆる Honolulu series の活動がそれに相当する。これら一連のハワイ火山の進化は、マントル・プルームとアセノスフェアやリソスフェア物質との相互作用などの差を反映していると考えられている。これらの構成物質は同位体比が異なっているので、それらが相互に影響しあうとその変化は同位体比の変化として表れるはずである。

ハワイ諸島の火山に関しては、これまでも多くの研究がされてきているが、特にそれらのうちロイヒ火山については、その  $3\text{He}/4\text{He}$  比が 21-35Ra 程度 (1Ra が現在の大气中の値、 $1.4 \times 10^{-6}$ ) で、現在地表で観察されるものの中で最も高い値を示す部類に属する。このことはプルームが関与するマグマ源物質が中央海嶺玄武岩のマグマ源物質とは明らかに異なり、始源的希ガス成分が残されていて、プルーム源物質が相対的に未分化な証拠と考えられている。希ガス同位体比からは、このほか Ne, Ar, Xe 同位体比などからも同様のことが示唆される。ロイヒ火山では、海水などの影響があってもその比が変化しにくい  $3\text{He}/4\text{He}$  比の値が変動するのに対し、Ne 同位体比では海水などからの大気成分の影響はある者の、それ以外には単成分であるかのように見える。このことは、 $3\text{He}/4\text{He}$  比に影響を与えているのが比較的浅い部分での放射性起源  $4\text{He}$  の付加によるものであり、リソスフェアからの影響があることが示唆される。しかし Ne に関しては、リソスフェア中からはそれに含まれる量と拡散速度の違いから、 $4\text{He}$  ほどの影響はみられないと考えることができる。また  $3\text{He}/4\text{He}$  は、ハワイ火山の進化とともにその値が減少し、中央海嶺玄武岩のマグマ源物質の値に近づく。特に Salt Lake Crater の試料などは、8Ra 程度の値になる。このことは、アセノスフェア物質の  $3\text{He}/4\text{He}$  比は中央海嶺玄武岩のマグマ源物質の値と同じ 8Ra 程度の値をもち、プルーム物質がリソスフェア上昇する前にアセノスフェア中でその成分と混合する程度が増大する過程を考えることで説明できる。

しかしさらに  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  比や  $143\text{Nd}/144\text{Nd}$  比などの変化も考慮すると、 $3\text{He}/4\text{He}$  比とこれらの同位体比変動の関係が、火山によって異なった傾向を示すことが見いだされる。例えば、ハワイ島のロイヒ火山やマウイ島のハレアカラ火山では、 $3\text{He}/4\text{He}$  比が減少すると  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  比も減少する傾向があるのに対し、ハワイ島のマウナ・ロア火山やオアフ島のクーラウ火山などでは、 $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  比はやや増大するような傾向がある。またこれらの火山の岩石試料の  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  比と  $143\text{Nd}/144\text{Nd}$  比の間では、一般的な他の地域の火山岩試料でみられると同様に、負の相関関係が認められる。さらに 1870s/1880s 比の結果からは、クーラウ火山やマウナ・ロア火山などでは循環物質の影響があることが示唆されている。これらの同位体比の関係を説明するためには、循環物質の影響の度合いはハワイ火山のうちでも異なり、 $3\text{He}/4\text{He}$  比と  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  比が共に減少するような場合には循環物質の影響は少ないことが予想され、むしろアセノスフェアなどからの影響が、火山の進化と共に大きくなっていることを示唆している。またクーラウ火山のような場合には、むしろ循環物質の影響が相対的に大きい傾向を示している。Salt Lake Crater のような'rejuvenated stage'に相当する火山の場合には、各種の同位体比は中央海嶺玄武岩のマグマ源物質の値に近くなる傾向があり、アセノスフェア物質が寄与する割合が大きいことを示唆している。