

## 草津白根山火口湖湯釜湖水硫黄同位体比の長期変動

## Secular variation of sulfur isotope ratio dissolved in the lake water of Yugama crater, Kusatsu-Shirane volcano, Japan

# 清水 惇 [1]; 大場 武 [1]

# Atsushi Shimizu[1]; Takeshi Ohba[1]

[1] 東工大・火山流体研

[1] Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

## 1. 序

群馬県北部に位置する草津白根山では、1966年から火口湖湯釜湖水の繰り返し観測が始り (Ossaka et al., 1997), 現在も観測は継続されている (Ohba et al., 2008) .

湖水に含まれる硫酸イオンの硫黄同位体比 ( $^{34}\text{S}$ ) は, Ohsawa et al. (1993), Kusakabe et al. (2000) により先駆的な研究が行われ, 1955年から1995年に至る期間の時間変化が明らかにされた. 本研究では, それに続く1988年から2007年までに採取された湖水に含まれる硫酸イオンの  $^{34}\text{S}$  を測定し, 40年間にわたる長期変動と火山活動との対応を考察する.

## 2. 結果および考察.

1966年から2007年に至る期間を以下の4つに区分する.

## Period-I (1966-1981)

火山性地震回数は比較的少なく, 火山活動は安定していた. なお本研究において引用する地震回数の計測は気象庁が行った. 1976年に湯釜に隣接する水釜火口で噴火があったが,  $^{34}\text{S}$  に変動は見られなかった.  $^{34}\text{S}$  は変動に乏しく, +20-+21%と高い値を維持していた.

## Period-II (1982-1988)

1982年と1983年に湯釜火口内で合計5回の噴火が発生した. 噴火時期には地震が多数発生した. 噴火後に硫酸イオンの濃度は上昇し, 1984年に最高値に達し, その後低下する山なりの変化を示した. 噴火に伴い, 地震の回数は増加し, 噴火後も比較的多くの地震が観測された.  $^{34}\text{S}$  は+19から+17%へ低下した. 噴火に対応するような  $^{34}\text{S}$  の変動は観測されなかった.

## Period-III (1989-1999)

1989年に湯釜クレーター内で微小な噴火が発生した (Ida et al., 1989). 1990年には地震回数が顕著に増加したが1995年までに急速に低下した. 1995年から1999年まで地震回数は低い傾向が維持された. 1990, 91, 92年の7-8月の湖水温度は草津町の気温に比較して顕著に上昇し, 水温と気温の差は平均して10度に達した. この温度差は, Period-I, IIでは約6度であった. 湖水温度の上昇は, 熱放出量の増加を意味している (Ohba et al. 1994). Period-IIIにおいて火山活動は, 熱放出量と地震活動の観点からはPeriod-I, IIよりも活発であったが, 噴火は発生しなかった. この時期は, マグマからの熱が効率的に地表に輸送されたために噴火に至らなかったと考えるべきかも知れない.

$^{34}\text{S}$  に微小噴火の影響は見られずに, 低下傾向は1990年まで継続し, 1990年11月に+13%まで低下した.  $^{34}\text{S}$  は1990年の後半から上昇を開始し, 1994年に+20%まで回復し, 1998年まで高い傾向を維持したが, 1998年の後半から1999年にかけて急激に低下した. Period-IIIにおいて, 湖水の硫酸イオン濃度は変化に乏しく安定していた. このことは湯釜に供給される硫酸イオンの濃度は一定であったことを意味している. それにも拘わらず,  $^{34}\text{S}$  は大きな上昇と低下を示した. Ohba et al. (2000) の見積もりによると, 湯釜に供給される流体の流量は1988年から1990年にかけて急激に増加し, 増加率は最大で10倍に達する可能性がある. この期間, 湖水体積に大きな変動はないので, 1990年には湯釜の湖底から流出する湖水も1988年に比べて増加していたはずである. 湯釜は水の収支の観点から流動系の一部とみなされ, 湖の下に存在すると考えられる熱水系と湖の間で流体の循環が1990年では盛んになっていたと推定される. つまり, 硫酸イオン濃度を一定に保った状態での  $^{34}\text{S}$  の上昇は, 湖の下に存在する熱水系から供給される水の流量が増加し, 相対的に地表水からもたらされる  $^{34}\text{S}$  の低い硫酸イオンの影響が低下したためと解釈される.

## Period-IV (2000-2007)

2000年から湖水の塩化物濃度が揺るやかに上昇する傾向が始った. 地震回数は2002年ころから増加傾向がみられたが, 急激な増加はなく, 2007年まで若干高い回数が継続している. この時期は火山活動は安定しており, その意味でPeriod-Iに似ている面もある.

前の時期からの  $^{34}\text{S}$  の低下は継続し, 緩やかな低下は2007年まで続いた. 硫酸イオン濃度は安定し変動が少なかった. 全体としてこの時期は他の時期に比較して  $^{34}\text{S}$  はより低く, 湯釜に対する, 熱水系から水の供給が相対的に低下していると推定される.