

安定同位体比からみた御嶽山の地下水流動系

Stable isotope study of groundwater flow system in Mt.Ontake.

浅井 和由[1]; 佐竹 洋[2]

Kazuyoshi Asai[1]; Hiroshi Satake[2]

[1] 富山大・院; [2] 富山大・理・環境

[1] The Graduate School of Science and Engineering, Toyama University; [2] Environ. Chem., Toyama Univ.

本発表では、御嶽山の降水の安定同位体組成の時空間分布と、湧水の同位体比から得られた地下水の涵養期と涵養標高について報告する。御嶽山の降水の同位体比の時空間分布を把握するために、南東斜面3地点、東斜面3地点、北斜面3地点、西斜面2地点の計11地点に降水採取装置を設置し、月毎に採水を実施した。積雪期(1月~2月)については、2月末に積雪層を採取し、2ヶ月分の降水試料とした。降水の採取は2003年1月から開始し、現在も継続中である。地表水については、低水期に採取した湧水(170地点)と河川水(95地点)および温泉水(6地点)を用いた。

降水の同位体比は D で $-105 \sim -41 \text{ ‰}$ 、 ^{18}O で $-15.3 \sim -6.8 \text{ ‰}$ の範囲で大きく変動した。各斜面の変動傾向は非常に類似しており、全体的に春(4月~5月)に高く、冬季(1月~2月)に低い傾向がみられた。d 値は $5 \sim 34 \text{ ‰}$ の範囲で、夏季に低く、冬季に高い一般的な季節変化を示した。冬季において同位体比が低かったが、この理由として御嶽山がこの時期の降水の水蒸気源となる日本海から 100 km 以上内陸側に位置すること、風上側に豪雪地帯が存在するため、本地域に至るまでに D・ ^{18}O に富んだ雪を降らせてしまったことが考えられる。各地点の降水の加重平均値を求め、その D と ^{18}O の関係をみると、ほぼ $D=8 \cdot ^{18}\text{O}+15$ の直線上にプロットされた。各斜面の同位体比を比較すると、南東 東 西 北の順に低くなり、北斜面では南東斜面より ^{18}O 値で約 0.7 ‰低い値を示す。南東斜面は夏季降水(年降水の 80%)の卓越風向の風上側で降水量の多い地域、北斜面は風下側で降水量の少ない地域にあたる。風上となる南東斜面で D・ ^{18}O に富んだ雨をまず降らせるために、結果的に風下に当たる北斜面の降水の同位体比は低くなったと考えられる(山陰効果)。斜面毎に標高と ^{18}O 値の関係をみると、全斜面で高度効果がみられた。高度効果の大きさ(^{18}O)は、標高 100 m につき、南東斜面で -0.11 ‰ 、東斜面で -0.15 ‰ 、西斜面で -0.12 ‰ 、北斜面で -0.14 ‰ であった。湧水の D と ^{18}O 値は、それぞれ $-90 \sim -62 \text{ ‰}$ および $-13.5 \sim -9.8 \text{ ‰}$ の間にあり、その d 値は $14 \sim 19 \text{ ‰}$ と変動幅は小さい。d 値の変動幅が小さいことは、御嶽山の地下水が夏の降水と冬の降水の両方によって涵養されており、これらが地下で十分に混合してから湧出していることを示している。また、d 値は低い同位体比を有する湧水でより高くなる傾向がみられ、高い標高で涵養された地下水ほど冬季の降水の寄与が大きいことを示唆している。湧水の涵養標高を算出するために、各斜面において地下水の ^{18}O 値と涵養標高の関係式(地下水涵養線)を求めた。この際、高い標高の地下水の同位体比については四ノ池湧水と三ノ池湖水の平均値を使用し、低い標高については、山麓部に露出する基盤岩地域の湧水や集水域の限定される沢水の同位体比(全 20 地点)を用いた。地下水涵養線を比較すると、北斜面の式は南東斜面の式よりも ^{18}O で $0.5 \sim 0.7 \text{ ‰}$ 低く、山陰効果を反映した形となった。地下水涵養線の高度効果は、100 m につき南東斜面で -0.17 ‰ 、東斜面で -0.18 ‰ 、西斜面で -0.19 ‰ 、北斜面で -0.15 ‰ となり、各斜面共に降水の高度効果よりもやや高い値を示した。地下水涵養線と各標高で採取した降水の加重平均値の関係をみると、標高 2000 m 以上の降水はほぼ地下水涵養線上にプロットされるが、標高が低下するにしたがって、降水は地下水涵養線よりも高い値を示す傾向がみられ、標高 1000 m 付近では $0.4 \sim 0.7 \text{ ‰}$ 高い。地下水の同位体比が降水より高くなる場合、地下水涵養時における蒸発による同位体分別が第一に考えられ、 $0.4 \sim 0.7 \text{ ‰}$ の同位体比の濃縮は 5% 程度の蒸発で説明できる。しかし、本地域では、高い標高で涵養された地下水の方が冬の降水の寄与率が高く、また冬の降水は相対的に低い同位体比を持っているので、標高による涵養期の違いが現れた可能性もある。また、降水の同位体比は ^{18}O で $\pm 1 \text{ ‰}$ くらいの経年変動が存在することが知られており、実際に 2003 年と 2004 年の加重平均値には 1 ‰ の違いが観測された。蒸発率について詳細な議論をするにはもう少し長い期間での降水の観測が必要と思われる。地下水涵養線を用いて、各湧水の平均涵養標高を求めた。山体南部の古期火山地域における湧水の涵養標高は 1300 m ~ 1800 m の範囲で、主に山腹斜面を涵養域としていることが明らかとなった。また、湧水点と涵養域との標高差は平均 200 m で、この地域の湧水を形成する地下水流動系の規模は小さいと考えられる。新期火山体の湧水の涵養標高は 1700 m から 2500 m の範囲で、山体上部が主な涵養域となっていることが明らかになった。その中でも特に、新期火山体の北東部の湧水群は、湧水点と涵養域の高度差が 700 m 以上と大きく、新期の溶岩流にそって大規模な地下水流動系が存在していると考えられる。