

松本盆地東部の山地斜面における降水および地下水の安定同位体比の特徴について Characteristics of stable isotopes for precipitation at the mountainous region in the eastern part of Matsumoto

藪崎 志穂^{1*}YABUSAKI, Shiho^{1*}¹ 立正大学地球環境科学部¹ Rissho University

松本盆地は東側には美ヶ原高原の属する筑摩山地、西側には飛騨山脈が広がり、周囲が山で囲まれた地形的な特徴を有している。盆地一帯は薄川および女鳥羽川による複合扇状地となっており、河川によって運搬・堆積した砂礫層が厚く堆積している。これらの砂礫層中に地下水が豊富に蓄積されており、幾つかの帯水層が存在している。市内にも深度の異なる多くの井戸や湧水があり、現在でもこうした地下水は飲料用などとして使われているため、持続的な地下水利用や地下水保全のためには地下水涵養量や涵養域について把握することが必要とされる。

松本盆地の地下水、湧水等の涵養域(標高)を推定するための方法の一つとして、酸素・水素安定同位体比の利用が有効であると考えられるが、この方法を利用するためには、地下水の源である降水の同位体比を把握することが重要である。降水の同位体比の特徴を把握するために、2009年6月から、松本盆地(P-1, 標高592m)と美ヶ原高原(P-4, 標高1,900m)の2地点において月降水の採取を開始した。また、2010年5月からは、山地斜面の2地点の採水も開始し、それぞれ、P-2(標高1,000m)、P-3(標高1,300m)とし、現在は4地点で採水おこなっている。標高の高いP-3およびP-4地点では、冬季の間(11月下旬~翌年の4月下旬までの約5か月間)は降水採取地点までの道が冬期閉鎖されてしまうため、この間の採水は実施していないが、P-1とP-2は通年を通じて採水をおこなっている。本発表では、2009年6月~2011年12月までの観測結果を用いて、標高別降水の安定同位体比の特徴とその周辺に存在する地下水の同位体比について考察する。

降水の同位体比についてみると、標高が高いほど同位体比が低くなる傾向が明瞭にあらわれており、高度効果の存在が示唆された。4地点で降水採取が可能である4月~11月のデータを利用して高度効果の値を計算したところ、 ^{18}O は $-0.17\text{‰}/100\text{m}$ ($r^2=0.998$)、 D は $-1.0\text{‰}/100\text{m}$ ($r^2=0.994$)であった。降水量は標高が高いほど多くなる傾向があるため、雨量効果も働いていると考えられる。日本各地の降水の同位体観測結果をみると、酸素安定同位体比(^{18}O)や水素安定同位体比(D)には季節変化があまり認められないのが一般的であるが、松本盆地周辺で採取した降水の同位体比には、冬季(11月~2月ごろ)において相対的に同位体比が低くなる傾向が認められる。これは通年で採水のできるP-1およびP-2の同位体比データでは明瞭にあらわれており、一定期間しか採水することのできないP-2およびP-3においても、7~8月の同位体比が相対的に高くなっている。よって、松本盆地の降水の安定同位体比の特徴の一つとして、同位体比の季節変化が比較的明確に示されていることが挙げられる。これまでに調査をおこなった松本盆地周辺や山頂付近の湧水や地下水等の同位体比を利用して平均涵養標高を求めたところ、盆地内の地下水はおよそ1,300~1,600m付近の涵養が卓越していることが推定された。

降水のd-excessの変動であるが、これは日本の他の地域と同様に、夏季に低く、冬季に高くなる季節変化が認められており、松本盆地においても水蒸気の起源は季節によって異なっていると考えられる。一方、d-excess値自体をみると、松本盆地周辺の地域(北側の新潟県や長野県南部、山梨県西部など)と比べて値が低くなっている。これは松本盆地が周囲を2000~3000mの高い山に囲まれた地形的な特徴を有しているため、降水の元である水蒸気の同位体比がなんらかの作用を受けて周辺とは異なったd-excess値を示していることが予測される。

天水線についてみると、P-1では $\text{D} = 7.16 \text{ }^{18}\text{O} + 2.58$ ($r^2=0.928$)、P-2では $\text{D} = 7.12 \text{ }^{18}\text{O} + 2.26$ ($r^2=0.902$)、P-3では $\text{D} = 6.18 \text{ }^{18}\text{O} + 7.00$ ($r^2=0.681$)、P-4では $\text{D} = 8.00 \text{ }^{18}\text{O} + 13.3$ ($r^2=0.976$)であった。Craigの天水線($\text{D} = 8 \text{ }^{18}\text{O} + 10$)と比較するとP-1~P-3では傾きが小さくd値が低くなっているが、美ヶ原高原山頂付近のP-4ではほぼCraigの天水線とほぼ等しく、またd値は盆地内の値と比べて高くなっている。これは上述したように、松本盆地内において水蒸気が形成される際に働く作用とは異なるプロセスにより山頂付近の水蒸気が形成されていることが可能性として考えられる。山頂付近での降水の同位体比の特徴やその形成過程を明らかにすることは、松本盆地一帯での降水のd-excess値が低くなる原因の解明とも関連している。加えて、標高2,000mの山地部において降水の同位体観測を継続的におこなった研究は殆ど無いため、今後も観測を継続してこうした現象の解明についてさらに考察を深めてゆきたい。

キーワード: 松本盆地, 美ヶ原高原, 降水, 地下水, 安定同位体

Keywords: Matsumoto basin, Utsukushigahara plateau, precipitation, groundwater, stable isotope