

## 北海道大雪山永久凍土帯における湧水からみた陸面水循環過程

北海道大学 大学院環境科学院

環境起学専攻 統合コース

新井 秀典

**【はじめに】**凍土は、凍結融解サイクルや難透水性などの水文学的特徴をもち、これにより流出や蒸発散、土壌水分などの陸面水循環過程を制御している。このような凍土と水循環過程との相互作用系を解明することは、寒冷圏にみられる様々な生態、地形学的諸過程の理解に大きく寄与する。

北海道中央部大雪山の山稜部には永久凍土が不連続的に分布する。ツンドラ植生や周氷河地形など北極圏陸域に普遍的な諸現象が散見され、これらの生起・維持には凍土の水文学的な関与が示唆されている。また、多数の湧水が点在し、それらの流出特性は降雨時のみ水流が現れるものや、暖候期を通じて絶えず水流がみられるものなど様々である。演者は、このような湧水の水文学的特性を詳しく調べることにより、同山域における凍土と水循環過程の特徴を見出すことができると考えた。本研究では同山域永久凍土帯における陸面の水循環諸要素(降水、積雪、湧水、土壌水、融解深)を初めて同期・定量的に観測した。それらの特徴に基づき、特に湧水の起源に着目した考察をすすめた。

**【方法】**永久凍土が存在し、断続的に湧水がみられる2地点(H：西向き斜面 2070mASL, K：南向き斜面 2100mASL)、気象観測が行われている地点(G：山稜部 2010mASL)、連続的に湧水がみられる地点(L：2000mASL)を調査地点とした。地点H, Kにおいて気温、地温(3m; 12深度)、融解深、降水量、湧水流出量、湧水温を2009年5月~9月下旬の期間に観測した。同期間における気温の欠測を地点Gの気象観測結果より、雨量の欠測を地点H, Kの観測結果より相互に補間した。

また、2009年の融雪期直前に計5地点で積雪を採取するとともに、水当量を測定した。地点H, Kで凍結土壌(0~3m深)を採取した。積雪、凍結土壌は常温で融かし、土壌水を抽出した。2008年、2009年の夏季に不定期で降水と湧水を地点L, H, Kにて採取し、地点Hでは降水と湧水を短期集中的(2009年8/2~4, 20~26)に採取した。全ての採取水について水素・酸素の安定同位体比( $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$ )を分析した。

**【結果と考察】**地点H, Kの気温はほぼ等しかった。一方で、西向き斜面の地点Hよりも南向き斜面の地点Kの方が地表面付近の地温変動が大きく、融解深は地点Kが20~30cm深かった。また、2009年夏の最大融解深は地点Hで-98.6cm、地点Kで-133.0cmであった。代表的な降水イベントと、それに伴う湧水流出イベントを選び出し、降水に対する流出の割合を表す流出率を求めた結果、流出率は融解層の深化にともなって減少した(地点H：0.9→0.4, 地点K：0.2→0.01)。また、降水イベント開始から湧水流出量が増大するまでに土壌中に蓄積する積算雨量は融解層の深化にともない増加した(地点H：11→45mm, 地点K：2→49mm)。さらに、湧水流出が多い時の湧水温と地温プロファイルの関係から、湧水流出経路の深度を調べた結果、地点H, K共に融解深と同様に深化した(地点H：-10→-30cm, 地点K：-60→-90cm)。このように、融解深の深化によって湧水流出発生や、その経路には融解深の深化が大きく関係していることが示唆された。

採取水の酸素同位体比分析結果より、2009年夏季の降水平均 $\delta^{18}O$ 値は-13.04‰、2009年最大融解深までの土壌水平均 $\delta^{18}O$ 値は地点で-12.65‰、地点Kで-11.86‰、積雪の平均 $\delta^{18}O$ 値は-15.27‰、湧水の平均 $\delta^{18}O$ 値は地点Lで-15.54‰、地点Hで-14.68‰であった。地点Lの湧水は積雪の $\delta^{18}O$ 値とほぼ等しい。ここでは斜面上方に夏季に消失しない雪渓があることから、湧水の起源は融雪水と考えられる。地点Hにおける8月の短期集中的な採取結果は、降水の $\delta^{18}O$ 値が短期間で大きく変動するのに対し、湧水 $\delta^{18}O$ 値は変動が極めて小さかった。このため地点Hの湧水の水源は様々な水が混合して均一化する比較的大きな地下貯留帯があると考えられる。さらに、地点Hの湧水 $\delta^{18}O$ 値は降水、土壌水よりも低いことから、融雪水が夏季まで地中で保持され、夏季の降水と混合して流出したと考えられる。