

山岳地域における冬期降水量・積雪量算定の試み

鈴木啓助・佐々木明彦(信州大学山岳科学総合研究所)

1. はじめに

わが国の年平均降水量は約 1,700mm であり、世界の陸域における年平均降水量の約 800mm の約 2 倍となっており、比較的水資源に恵まれていると言われている。しかしながら、国民 1 人あたりの水量換算では、わが国は世界平均の 1/3 弱に過ぎない。また、暖候期の雨による降水は、わが国の急峻な地形のために、人工的なダム等の構造物なしには安定的な水資源として利用することが困難である。しかしながら、中部山岳地域での寒候期の降水は雪としてもたらされるため、春先まで天然のダムとして水を貯留し続ける。冬期間に数メートルにも達する積雪が広域に観測される地域は、地球上でも稀な場所である。そして、春になるとともに融け出して、降水量の少ない時期の田畑を潤し、生活用水や工業用水としても下流の都市域で重要な存在となっている。しかしながら、実際に、どれほどの雪が山岳地域に降っているのかを量的に議論することは難しい。高標高地点での積雪深観測はほとんど行われておらず、継続的に観測され公表されている気象庁の積雪深観測所の最高地点は奥日光の 1292 m に過ぎない。標高 1000 m 以上でも、菅平、草津、阿蘇山、開田高原の 4 地点を加えた 5ヶ所に過ぎない。このような状況では、山岳地域における積雪深の経年変動はおろか冬季降水量の量的な議論すらできない。そのため、山岳地域における冬季降水量の見積もりは、流域単位で河川の流出高から算定したり、衛星や航空機によって積雪深を測量しそれから降水量を算定したりすることによりなされている。これらの方法では、冬季降水量の、それぞれ空間分布と時間分布が不明であったり、乗り越えるべき課題が多い。そこで、雪氷化学的手法により冬季降水量を見積もる手法および GPS 連続キネマティック測位による雪渓における積雪量・融雪量を見積もる手法を紹介する。

2. 雪氷化学的手法による冬季降水量算定

この方法は、降雪の化学的性質が気象条件によって異なる(鈴木・遠藤, 1994; Suzuki and Endo, 1995, 2001)ことを利用して、積雪層ごとに降雪日を同定し、それに基づいて山岳地域における降雪量(冬季降水量)を算出する方法である。降雪とともに沈着した化学物質は、融雪がなければ堆積した層に保存される(Suzuki, 1982)ということが、本手法の前提条件となる。一般には、積雲対流の激しい冬型の気圧配置による降雪では海塩起源物質濃度が高くなり、南岸低気圧時の降雪では人為起源物質濃度が高くなる。また、標高が高く気温が低いことから、融雪が始まる前の山岳地域の積雪中には、これらの化学物質が長期間にわたり保存されている。つまり、積雪を掘削し、積雪層を詳細に調査すれば、初冬から掘削時までの湿性および乾性沈着物が時系列的に復元できることになる。これら積雪層の特徴的な層位に堆積時の日付を入れることができれば、上下のふたつの層位間の積雪水量は、その間の降水量に相当することになる。積雪掘削地点を多くすればするほど、数日間単位の降水量を多くの地点で算出することができる。

3. GPS を用いた積雪量算定

GPS(全地球測位システム)は、軌道半径約 26,500 km の宇宙空間に配置された衛星から送られる電波を地上のアンテナで受信し、アンテナの位置を求める測位方法である。ふたつの受信機を使う干渉測位が最も精度が良く、数 mm 単位での計測も可能であると言われている。干渉測位のひとつである連続キネマティック測位は、基準点に基準局となる受信機を設置し、もうひとつの受信機を移動させながら連続で計測していく方法である。つまり、移動局となる受信機を積雪上で移動させることにより、雪面の 3 次元的位置が精密に測量できることになる。そして、地表面の 3 次元位置データとして国土地理院の基盤地図情報を用いることにより、ふたつの標高データの差分が積雪深となる。受信機を雪面上で縦横に移動させることにより積雪深分布を描くことができ、同時に神室型スノーサンプラーを用いて積雪の平均密度を計測することにより、積雪水量分布を算出することができる。また、この作業を最大積雪深が観測される春季から雪渓の消失する秋季まで定期的に行うことにより、積雪水量減少の空間分布を明らかにすることができる。