

II-322 宇宙線を利用した積雪中の水分量の観測について

日本大学 学生会員 前田 利和
日本大学 正会員 坪松 学
日本大学 境 孝祐

1.はじめに

積雪中の水分量を知ることによって、水資源に関する情報を得ることが出来る。水分量を得る一つの方法として、地表に降り注ぐ宇宙線を利用することについて検討を行った。宇宙線は、自然に存在し、またほぼ同じ強度で降り注いでいる。この宇宙線を利用することが出来れば、人工放射線を使うように、放射線源を求める必要も法律による取り扱いの規制もなく便利である。ここでは、水に対する宇宙線の吸収に関する基礎的なデータの収集を行い、実際に積雪中の水分観測を行った。

2.実験方法

実験装置は、直径 10 cm、長さ 40cm の計数管 3本を並列に配列したものを1組とし計4コ（それぞれを A,B,C,D,とする）を使用した。装置は図-1のように A と B（又は C と D）を上下に配置した2対の計数管を用いた。宇宙線は地上付近で様々な方向からやって来るため、試料を通過した宇宙線であることを知るため上の計数管（A）と下の計数管（B）が同時に放電しものだけをカウントできる論理回路を作り、その出力をスケーラーでカウントしパソコンで記録する（C と D も同様である）。ここでは、計数管 A と B の組の上部には試料を置き、A と B の計数管を同時に通過した宇宙線（即ち、試料の物質中で吸収されなかった宇宙線）の計数と、試料の質量との関係を調べた。試料には、水を置き、それらの量を変化させ宇宙線の減衰を測定した。また、C と D の上部には試料は何も置いていないが、これは A と B を同時に放電した計数の変化が宇宙線自身が変化したのではなく確かに試料中で吸収されたものであることを示すために設置してある。

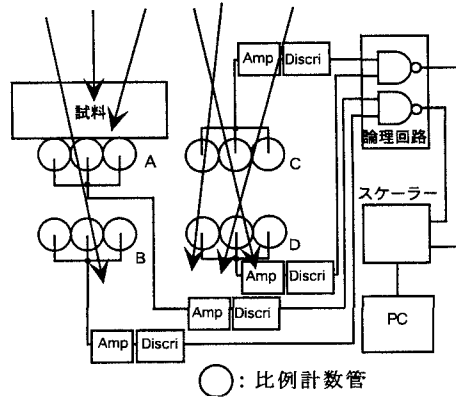


図-1 実験装置

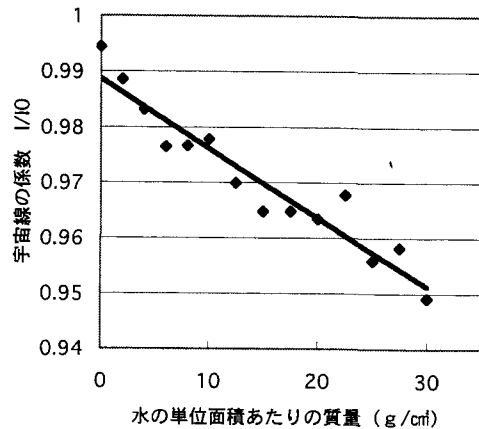


図-2 水の単位面積あたりの質量と宇宙線の計数

4.吸収曲線

図-2 は計数管の間隔を 40 cmにし水の質量の違いによる宇宙線の計数との関係を示したもので、横軸に水の単位面積当たりの質量（g/cm²）、縦軸に宇宙線の通過量を示してある。

宇宙線 積雪 計測

千葉県習志野市泉町 1—2—1 日本大学生産工学部土木工学科坪松研究室 TEL 047-474-2451

一般には単位面積あたりの質量 X 、その物質中の宇宙線の吸収係数 μ 、物質中を通過した宇宙線のカウント数 I 、および計数管の間に何も物質をおいていない場合のカウント数 I_0 との間には次のような関係がある。

$$I = I_0 \cdot \text{Exp}(-\mu \cdot X) \cdots (1)$$

この関係式から吸収係数を求めると、 $\mu = 0.0013 \text{ (cm}^2/\text{g)}$ となった。この値を使って実際に積雪中の水分量を推定していく。

4. 観測概要

観測は山形県山辺町作矢沢地区標高 460m で 99 年 2 月 18～23 日に行った。上下の計数管の間隔は 40 cm で、写真-1 に示すように配置した。まず、雪のない状態（物質質量 0 g/cm^3 ）の宇宙線を計測する。次に、雪を計数管の上部に 30 cm の高さのせ（図-1 参照）、その後、その上に降り積もった雪を宇宙線の減少量から計測した。

一方、実際の積雪中の水分量は、降り積もった雪を直径約 10 cm のパイプで採集し溶かし、その質量を測定した。

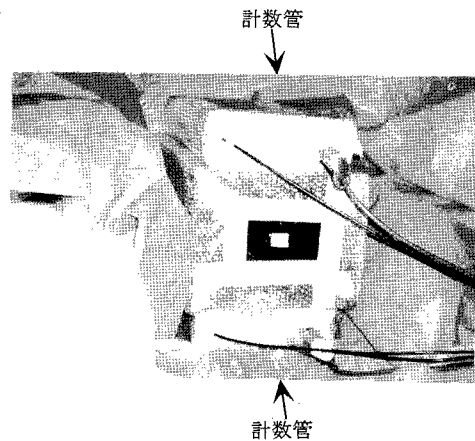
5. 観測結果

表-1 は、実際の積雪中の水分量と宇宙線の計数から計算によって求めた水分量を示したものである。誤差は、宇宙線のカウント数による統計誤差のみを考慮したものである。図-3 は、表の第 1 列目を横軸に、第 2 列目を縦軸に示したものである。両者の相関をとると、相関係数は 0.824 となった。このことから、実際の水分量と宇宙線観測による計算結果は、統計誤差内で一致していることがわかる。

6. 結論

以上のことから宇宙線を利用して積雪状態を予測することが十分可能であることがわかる。積雪の変化量を知るためには統計誤差を小さくする必要があり、宇宙線の計数を上げなければならない。このためには、測定器の面積を大きくするか、測定時間を長くすることが必要である。

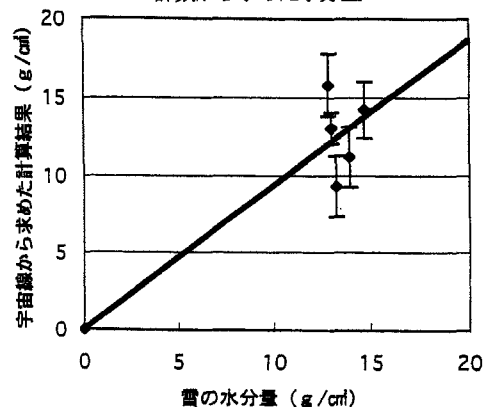
一方、水資源等を議論するためには何 g/cm^3 の変化をどの位の時間単位で得ればよいかわかる必要がある。今後この辺を考慮し、具体的に測定器の大きさと観測時間を決め、積雪期の観測を続けてみる予定である。



写真—1 観測の様子

積雪中の水分量	計算結果	誤差 (g/cm^3)
0.0 g/cm^3	0.0 g/cm^3	± 1.3
12.8 g/cm^3	15.8 g/cm^3	± 2.0
13.0 g/cm^3	13.1 g/cm^3	± 1.0
13.2 g/cm^3	9.3 g/cm^3	± 2.0
13.9 g/cm^3	11.2 g/cm^3	± 2.0
14.7 g/cm^3	14.2 g/cm^3	± 1.8

表—1 積雪中の水分量と宇宙線の計数から求めた水分量



図—3 積雪中の水分量と宇宙線の計数から求めた水分量との相関