



Title	降雪検知器による積雪水量と深さの測定
Author(s)	秋田谷, 英次; AKITAYA, Eiji
Citation	低温科学. 物理篇, 48, 111-115
Issue Date	1990-03-12
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18588">https://hdl.handle.net/2115/18588</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	48_p111-115.pdf



## 降雪検知器による降雪水量と深さの推定\*

秋 田 谷 英 次  
(低温科学研究所)  
(平成元年10月受理)

## I. ま え が き

降雪の深さや降雪による降水量を無人観測する手軽な測定器はまだない。現在行われている観測法は積雪板を用いる方法で、一定時間後に積雪板上の深さを読み取り、次の観測のため板の上の雪を取り除いて、再び積雪表面に置く方法である。この時、板の上の積雪重量を測り降水量を求めている。また降水量の連続測定には転倒ます型雨雪計が用いられているが、雪の場合はその捕足率が問題となり、正確な値は得られない。雪粒子は雨に比べて軽いため、風に流されやすく、計器の受口部に入りにくかったり、入っても、吹き飛ばすことがあるためである。

また、山地では風や地形の影響で積雪は一様な厚さで堆積せず、雪庇や吹きだまりができたり、絶えず風で飛ばされ殆んど雪の積もらない場所もある。この様な場所では1地点で積雪の深さを記録してもあまり意味がなく、むしろ、降雪による水量の測定が流域全体の積雪量を見積るには重要である。しかし、現在使われている雨雪量計では上に述べたように捕捉率に問題がある。捕捉率の問題を解決するため、藤吉等<sup>1)</sup>は視程計をちもいて降雪強度と視程との関係を求め、また、小西等<sup>2)</sup>は電子天秤を用いた降雪強度計を試作している。前者は雪片の違いによるばらつきはあるが降雪強度と視程の間に良い相関がみられるが、高価な装置のため手軽に山岳地域に設置する訳にはいかない。後者は水量の直接測定で装置も単純で非常に精度もよいが、無人省力化には多くの問題がある。

ここでは、道路の散水消雪装置を制御するために開発された降雪検知器(下村, 1985)<sup>3)</sup>により、降雪の水量と深さの推定を試みた。

## II. 装置の概要

この装置はビームセンサーとも呼ばれ、その構成は光を出す投光部と、対象物による光の反射光を検出する受光部からなり、これらは同一ケース内に組み込まれている。投光部には赤外発光ダイオードを用い、一定パルス幅の変調光で点灯される。受光部はフォトトランジスタからなり、雪片で反射された変調光をここで電気信号に変換し、受光パルス数に比例した電圧を出力する。本センサーの特徴は

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第3308号

(1) 非接触型のため、離れたところから対象物を検知でき(最大3 m)、しかも、対象物に影響を与えない。

(2) 雪のような白い不透明な物体は、反射光で検出されるが雨等の透明物体は検出されない。

投光部から投射された光は、物体の種類・大きさで反射状況が異なるから、降雪の有無は検出できるが受光パルス数、即ち降雪のカウント数から直ちに降雪の水量や深さには変換できない。しかし、開発者の下村によると、降雪強度  $H$  (cm/hr) と受光パルス数  $P$  との間に  $H=9 \times 10^{-3} P$  (相関係数 0.863) の関係が得られている。この時の気温は  $-1 \sim +3^{\circ}\text{C}$  の範囲にあり、これは1時間当り 111 パルス(カウント)で1 cm の降雪の深さになる。さらに雪片の大きさは気温が高い時に大きく、低い時に小さくなる傾向があり、これが誤差の原因となるが融・消雪装置の制御のためには十分な性能であると述べている。

伊藤<sup>4)</sup> は本装置を用い秋田県内で降積雪の観測を行い降雪の深さと降雪パルス数の間に高い相関のあることを見いだしている。誤差の原因として風の影響と新雪の圧密沈降をあげている。

### III. 観測結果と考察

1987~1988, および 1988~1989 の2冬期, 北海道北部の北海道大学天塩地方演習林内で本装置による降積雪の観測を行い、降雪カウント数と水量および深さとの関係を求めた。

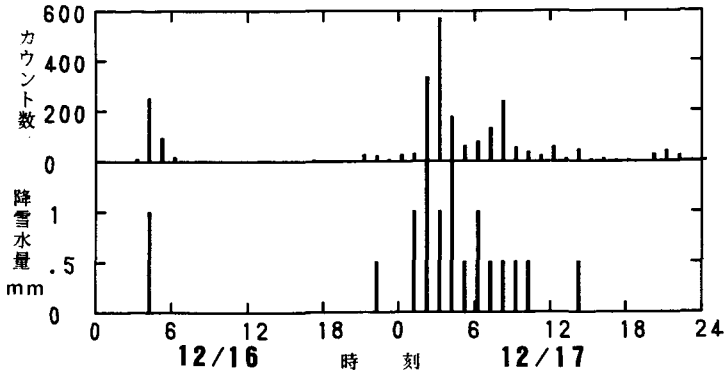
#### 1. 降雪のカウント数と水量の関係

観測地点は標高約 250 m の尾根上にある雪崩観測所である。この尾根はほぼ東西に走り、南斜面は木がなくさきで被われ、全層雪崩が多発し、一方、北斜面は主に広葉樹で被われていて、雪崩は起きない。雪の堆積状況は、冬型気圧配置で降雪のある時は、地形の影響で南西風が吹き、風上側の南斜面には少なく北斜面に多く堆積する。

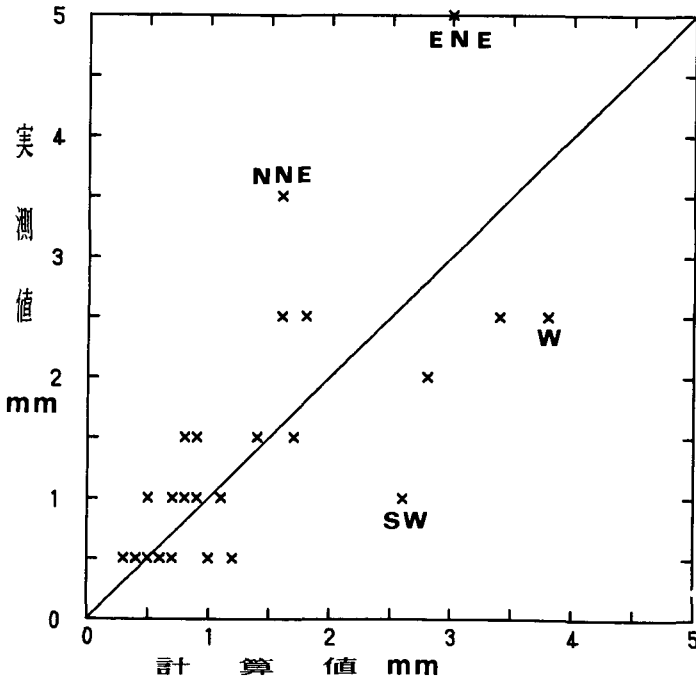
山地の積雪深は一般に場所により著しく異なるが、ここでも流域の代表となるような積雪深を測る適当な場所は見あたらない。もし降雪量の測定が正しく行えれば、流域の平均的な積雪量や年毎の積雪の変化を知ることができる。

雪崩観測所での気象観測(気温・風向風速・日射・降雪のカウント数)は毎時の平均または積算値を多チャンネルデータロガーで、降雪水量は 0.5 mm 感度の転倒ます式雨量計(ヒーター付き)で測定し、1チャンネルのロガーで1時間毎の積算値を記録した。第1図に観測の1例として1988年12月16, 17日の値を示した。この両日の気温は  $-4 \sim -5^{\circ}\text{C}$ 、10分間平均風速は 1 m/s 前後で、降雪カウント数と水量の対応が見られる。1988~'89年冬期で数時間以内のまとまった降雪は31回観測されたので、それらの降雪カウント数  $C$  と水量  $D$  (mm) の間の関係を求めた。水量を測定する雨雪量計(受水口径 200 mm)は風に対する捕捉率を考慮しなければならないが、ここでは、雨雪量計の測定値をそのまま用いた。

下村が指摘しているように気温が低くなるにつれ雪片の大きさが小さくなり、また、風速が大きくなると雪片は壊れて、小さくなることが予想される。したがって、低温・強風下では、同じ量の降雪があっても検知器では多くカウントすることになる。



第1図 降雪カウント数と降雪水量の日変化



第2図 降雪水量の実測値と降雪カウント数を用いた計算値の比較，相関係数は0.73

ここで、降雪水量  $D$  とカウント数  $C$  の関係を次のように仮定する。

1. 風速、気温が0のとき、 $C$  と  $D$  は比例し  $C=kD$  または、 $D=C/k$  の関係がある。ここに  $k$  は比例定数。

2. 風速 ( $W$ ) が大きくなり、気温 ( $T$ ) が低下すると雪片は小さくなるので、比例定数は  $k+aW-bT$  にしたがって増加する。したがって、

$$C = (k+aW-bT)D, \quad T < 0 \tag{1}$$

とおくことができる。ここに係数  $k, a, b$  は定数で未知な値である。

$Y=C/D$  とおくと (1) 式は

$$Y = k + aW - bT \quad (2)$$

となり、係数  $k, a, b$  は重回帰分析で求めることができる。31組の観測データから上の係数を求めると、 $k=173, a=12, b=44.6$  が得られた。気温  $T$  は  $-1.4 \sim -9.8^\circ\text{C}$ 、風速  $W$  は  $0.1 \sim 6.6$  m/s の範囲であった。3つの係数が求まると降雪のカウント数  $C$  から降雪水量  $D$  は

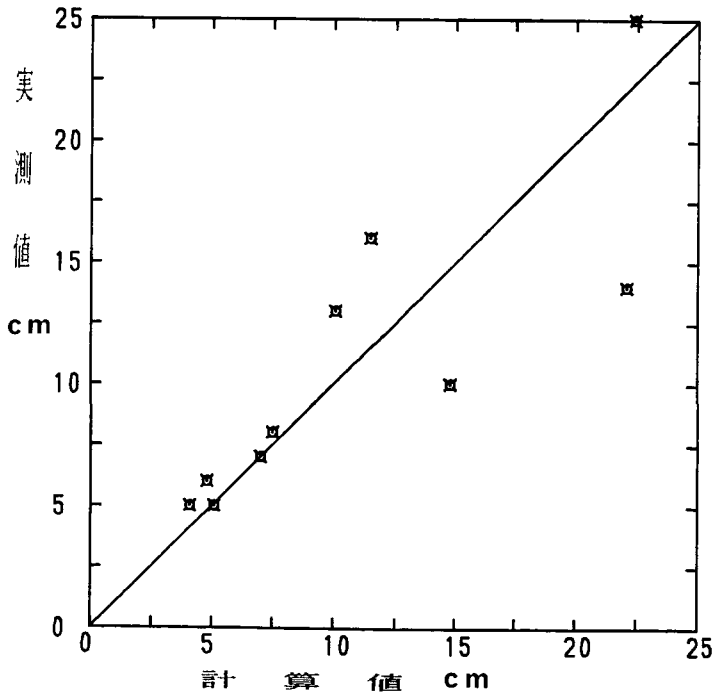
$$D = C/(k + aW - bT) \quad (3)$$

により計算できる。第2図に31組の実測した降水量  $D$  と(3)式で計算した降水量  $D$  を示した。両者の相関係数は0.73あまりであった。図の斜めの線は両者の1:1の対応を示したもので、この線から大きくはずれている、4点については風向も示してある。すなわち線の下側の2点の風向は南または西の成分を、上の2点は北または東の成分をもち、反対の関係にある。降雪検知器はほぼ北向きに設置してあるが、第2図から検知器の方向と風向の相対位置も降水量換算に関係することが予想される。カウント数と降水量の相関係数があまり大きくないのは、風向の影響のほか雨量計の分解能が0.5 mm とカウント数に比べ悪いこと、転倒ますが作動するのに時間遅れがあること等が考えられる。

また、雨量計の捕捉率の影響を除くためには、積雪板による降雪水量とカウント数を比較しなければならない。

## 2. 降雪のカウント数と降雪の深さとの関係

降雪の深さは、毎日午前9時に麓の演習林庁舎露場で測定している。ここにも降雪検知器



第3図 降雪の深さの実測値と降雪カウントを用いた計算値の比較、相関係数は0.84

を設置し、1チャンネルデータロガーで記録した。降雪の深さは9時に積雪板で観測しているので前日9時から当日9時までの24時間のカウント数と比較した。降雪の深さを  $H$  とおき、(1)式と同様に

$$C = (k + aW - bT)H \quad (5)$$

を仮定し、さらに  $Y = C/H$  とおき

$$Y = k + aW - bT \quad (6)$$

から重回帰分析で係数を求めた。

降雪の深さの欠測があり、また深さ5 cm以上のデータのみを採用すると、今冬期は10組のデータしか得られなかった。計算結果は  $k=62.3$ ,  $a=11.9$ ,  $b=1.4$  となった。また水量のときのように、顕著な風向の影響もみられなかった。これらの値を用い、カウント数から計算した深さと実測の深さを第3図に示した。両者の相関係数は0.84と水量の相関より高く、降雪検知器は日降雪の深さ計として採用できる可能性がある。

おわりに、本研究に御協力いただいた北大天塩地方演習林の方々に感謝いたします。なお、研究の費用は文部省雪崩事業費から支出された。

## 文 献

- 1) 下村忠一 1985 ビームセンサーを利用した融・消雪制御装置の開発. 土木技術資料, **27**, 83-88.
- 2) 小西啓之・遠藤辰雄・若浜五郎 1988 電子天秤を用いた降雪強度計の試作. 雪氷, **50**, 3-7.
- 3) 藤吉康志・若浜五郎・遠藤辰雄・入河真理・小西啓之 1983 札幌における一冬間の降雪強度と視程の同時観測. 低温科学, **42**, 147-156.
- 4) 伊藤 驍・金沢徳雄 1986 秋田平野における降積雪の観測 (第一報). 秋田高専研究紀要, **21**, 29-36.