

スノープレッシャーピローを用いた積雪重量計の開発

佐山 惣吾、田村 勇、西川 泰則、鈴木 智(北海道工業開発試験所)

1. 緒言

除雪のために最も重要な情報である降雪量の測定方法などについては、まだ確固たる方法は確立されていない。北陸地方では積雪量に関して、メタルウェーファー型のスノープレッシャーピローを用いた積雪相当水量の観測器が実用化されている。1)この地方では、積雪下の地表面の温度はほぼ0℃で、温度変化によるピローの圧力変動は小さい。しかるに北海道においては、冬期間の地表面の温度は0℃以下になることも多く、したがってピローは水枕の原理により温度変化に伴い、圧力が変動することも有り得る。また積雪層の温度も当然0℃以下になり、雪中の含有水の凍結により氷盤ができる場合もしばしばである。この氷盤の剛性(Stiffness)の影響により、雪の荷重が正確にピローに伝わらないことも考えられる。このようにスノープレッシャーピローを寒冷地である北海道において用いる場合は問題が多い。そこで当所では、塩化ビニールターポリン製のソフトウェア型のスノープレッシャーピローを製作し、その中に不凍液を充填し、積もった雪の重量を測定するために必要な圧力センサーを取り付け地面に設置し、積もった雪の重量(圧力)を連続的に測定できる積雪重量計を試作した。この装置を用いて1987年12月1日から1988年3月31日までの冬期間、当試験所構内において降雪重量(積雪相当水量)を連続して測定したので、その結果を報告する。

2. 測定装置とシステムの概要

プレッシャーピローは塩化ビニールターポリン製(厚さ2mm、防水布入り)ソフトウェア型とし、巾900mm、長さ1800mmの大型ピロー(PL.1)と、巾は同じで、長さ900mmとした小型ピロー(PL.2)2組を作成した。それぞれに不凍液を充填し、上に積もった雪の重さを圧力センサーで測定する機構とした。測定装置をFig.1に示す。大別するとスノープレッシャーピロー部、センサー部、データ収集部、データ処理部から構成されている。屋外にはプレッシャーピロー、センサー、データ収集部を設置して有線により、室内のデータ処理部にデータを転送する。ピロー内の圧力は圧力センサー(500mmH₂OFS)で電気信号に変えられ、ほぼ同じ場所で測定した風速(3杯風速計)、気温、液温(Pt100)と共にデータ処理部に送られコンピュータに出力できるようにした。

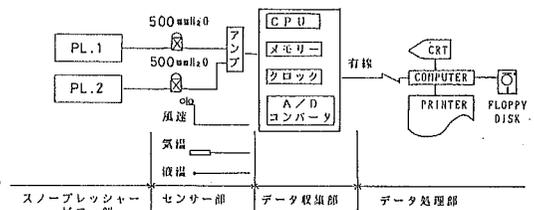


Fig.1 測定装置とシステムの概要

3. 測定結果

Fig.2に、12月1日～31日までの1ヶ月間のピロー圧力(PL.1、PL.2)、風

速、気温、液温の測定結果及び天候を示す。なお、積雪圧力の単位 kg/m^2 は降雪相

当水量 $\text{mm H}_2\text{O}$ に等しい。さらに Fig. 3 に、12月1日から12月4日までの測定値（1時間毎）を拡大して示すが、これによると12月1日朝の降雪開始から、翌2日昼迄の降雪に対するピローの測定値は、12月2日午前11時にスノーサンプラーによって計測した、全積雪重量実測値（相当水量）36.4 mm（図中に棒線で示す）と良く一致している。

続いて12月2日～3日の降雪に対してのピローの測定値も、12月3日にアクリル板の上に積もった積雪量の実測値（相当水量）17.4 mm（同じく図中に矢印で示す）とも良く一致していることが解る。Fig. 2 に示した、12月1日～2日の測定値の減少と上昇は降雨によるものである。また、12月15日の減少は原因が不明であるが、大きいサイズの PL.1 の方が変動は小さい。12月17日、12月19日、12月30日の降雪についての測定値も実測値と良く一致している。12月28日～29日の減少は降雨によるものである。また、液温については積雪の前は気温と同じ傾向を示しているが、積雪が始まってからの液温は、ほぼ0℃で変化は小さかった。

Fig. 4 に、1月1日～31日までの1ヶ月間の測定結果を示す。1月7日～8日の測定値の減少と上昇は降雨によるものである。1月10日～11日の降雪に対しての積雪量は実測値と良く一致している。1月15日以降の測定値は、小さいサイズの PL.2 の方の測定値が高く出る傾向がみられてくる。また、1月22日の減少は気温が高かったことが影響していると思われる。さらに、1月24日～29日は低温が続き、ますます測定値の差がでてきた。

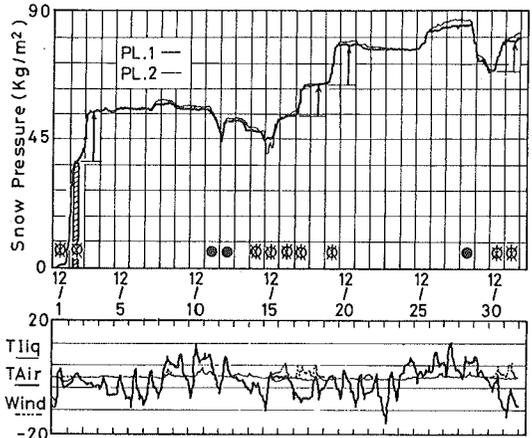


Fig.2 Data ('87/12/1-12/31)

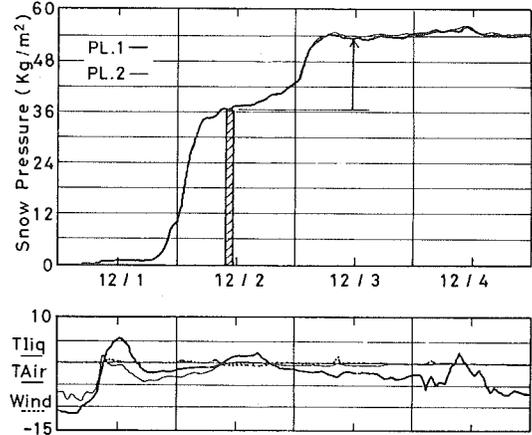


Fig.3 Data ('87/12/1-12/4)

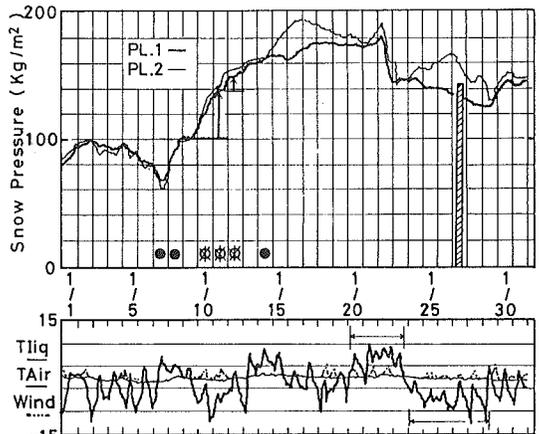


Fig.4 Data ('88/1/1-1/31)

1月27日の全積雪量実測値は、大小2枚のピローによる測定値の中間にある。

Fig. 5に、2月1日～29日までの1ヶ月間の測定結果を示す。2月2日の全積雪重量実測値は測定値と良く一致しているが、2月4日以降の実測値はピローの測定値の方が高くなる傾向がみられる。これは、2月2日の夜から3日にかけてのみぞれ雪による影響と、その後低温が続く雪層中に氷盤が発生して棚吊り現象が起こったと思われるが明らかではない。しかし、2月10日に測定したサンプル実測値は、PL. 1の方が変動は小さく測定値と良く一致している。さらに、この日を境にPL. 2の測定値はPL. 1の測定値より約50 mm以上高くなり、また、2月16日に測定した全積雪重量実測値とも差がでてきた。その傾向は3月の融雪期まで続く。

Fig. 6に、3月1日～31日までの1ヶ月間の測定結果を示す。3月16日からのPL. 1の測定値の急な下降は、調査の結果、ピローと圧力センサーを接続している銅パイプのジョイントのひび割れからの液漏れによるものであることが解った。3月11日、3月15日、3月18日、3月23日に測定した結果、全積雪重量実測値はピローの測定値より約100 mmほど低かった。この現象について考えられるのは、測定時において雪層中にかなりの厚さの水盤の存在と、圧力センサーの経時変化などの影響によって、ピローの測定値の方が高くなったのではないかとと思われる。

Fig. 7に、3月26日～31日までの融雪期にみられた測定値の波打ちの様子を示す。この現象は図下部に示した気温の変化と相関がみられる。すなわち午前中気温が上がると積雪重量が

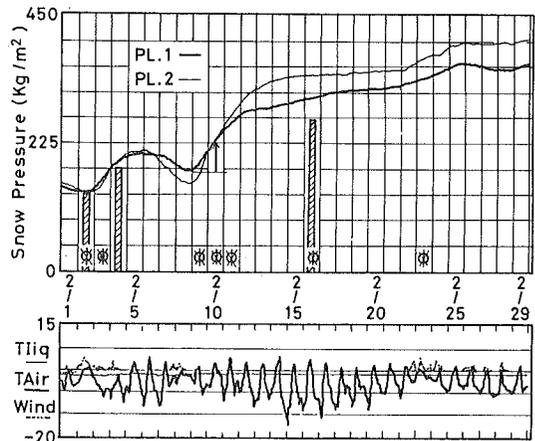


Fig. 5 Data ('88/2/1-2/29)

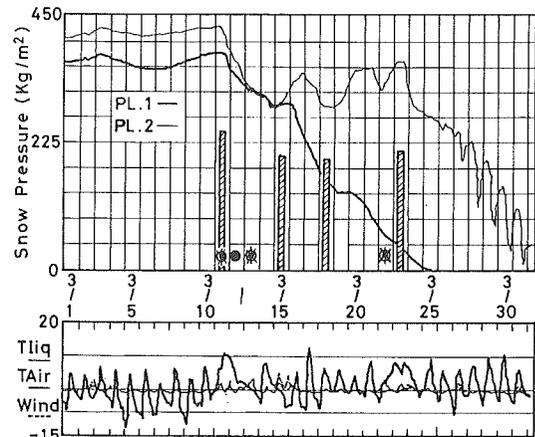


Fig. 6 Data ('88/3/1-3/31)

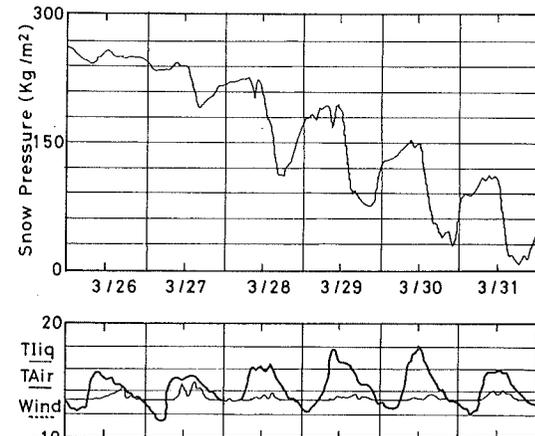


Fig. 7 Data ('88/3/26-3/31)

増加し、午後から夜にかけて気温が下がると積雪量測定値が低下する。その変動量は100 mm H₂O 以上にも達している。現段階ではその原因を明らかにすることはできないが、気温と雪層中の水の挙動または、液温の変化がこれに関与していると思われる。

Fig. 8 に、12月1日における0時～23時までの積雪初期の測定結果を示す。これによると新雪の降雪時には、本装置は積雪相当水量約0.1 mm H₂O 程度の高感度を有することが解る。

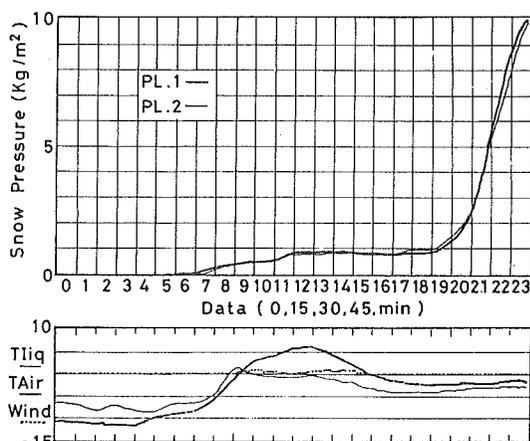


Fig. 8 Data ('87/12/1)

4. 総括

北海道向けにソフトウェアタイプのプレッシャーピローを用いた積雪重量計の冬期間における測定試験の結果及び問題点をまとめると次の通りである。

- (1) 雪の降り始めには、本装置は積雪相当水量0.1 mm H₂O の高感度を有する。
- (2) 12月中は大小2枚のピローは、ほぼ一致した測定値を示す。
- (3) 1月中旬からは、小さいピローの変動が大きくなり測定値が高くなる。
- (4) 2月中旬より全積雪実測値より測定値は高く出る。この原因として①氷盤の生成、②圧力センサーの経時変化などが考えられる。
- (5) 3月下旬の融雪期には、測定値はサイクリックに大きく波打つ。この原因として①雪層中の水の挙動、②液温の変化などが考えられる。
- (6) ピローの大小について比較すると、大きいピローの方がデータの変動は小さかった。しかし雪層中の氷盤の剛性の影響がみられなくなるピローの大きさは不明である。
- (7) スノープレッシャーピローを用いた積雪重量計を北海道で使用するのに当たっては、融雪期において氷盤の生成、液温の変化などの問題があり、実用化に当たってさらに検討の必要がある。
- (8) (1)で述べたように、このピローは新雪に対して高感度であるため、降雪強度計としての実用化が期待できると考えられる。

謝辞 本研究についてご指導いただきました、北大低温研山田知充先生に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 木村忠志、Metal Waferによる積雪相当小量の観測、国立防災センター研究報告第31号、P203(1983)
- 2) 小西啓之、遠藤辰雄、若浜五郎、電子天秤を用いた降雪降度計の試作、雪氷 vol. 50, No. 1, P.3(1988)