

2 ポール型の積雪深観測装置の開発について*

津 田 直 吉** 魚 津 博**

1. ま え が き

雪に関する観測用測器の隔測化が要望されている。

特に積雪深に関しては現状はスノーゲージで目視観測が行なわれ、積雪の実態を明らかにする効果的な積雪深観測用測器がない。

昭和44年12月、積雪深を隔測する自動観測装置を開発して新潟県湯沢町に設置した。二冬にわたり積雪の実態を試験観測することができた、この研究は積雪深の自動観測測器を開発することがおもな目的である。

2. 積雪深計の隔測化方式

積雪深計を隔測化する方式としては

1) 地上数mの空中に設置した超音波送受波器から雪面に向けて超音波を出し、その反射波を受波して伝播時間より積雪深を求め、自動平衡型記録計に連続記録する方式がある。

2) 空中に設置したスピーカー、マイクロホン間の低周波音波の直接波と、地面上の反射板から積雪層を通過してマイクロホンに到達する反射波を受波し、その位相から積雪を検知する方式がある。

3) 数 cm 間隔に太陽電池または CdS を取付けたポールを地上に設置して、太陽光とタングステン光（夜間）が大気中と積雪中では光の強さが異なることを利用し、光電変換を行ない積雪深を隔測する平地または山地用の単ポール方式がある。

4) ポール上部の発光器から雪面に向けクセノン光の間歇発光を繰返し雪面に拡散反射光を起す。同時に太陽電池内蔵の受光器を上昇させ、雪面においてこの反射光を検知し積雪深を求める。自動観測ができる山地用の単ポール方式がある。

5) Two-poles type の方式（本文）

(1), (2)は音波を利用し、(3), (4), (5)は光を利用した方式である。

音波を利用した方式は雪質による測深誤差を補正することがかなり難かしいと考えられている。

(a) 積雪の種類によって吸音率を測定した研究がある（大浦浩文, 1953）。

(i) 積雪の吸音率は相当に大きい。

(ii) 積雪の密度が小さい程吸収が大きい。

(iii) しまりゆきでは周波数が増えると吸収が大きくなる。

(iv) しまりゆきでは温度が上って含水率が増えると吸収が増える。

(b) 積雪の種類によって音速を測定した研究がある（大浦浩文, 1953）。

(i) 密度が大きい程音の速さは小さい。

(ii) 密度は同じでも粒子が大きい程速い。

(iii) しまりゆきは温度が上ってしめつてくると（含水率が大きくなると）わずかに速くなる。

ざらめゆきにはこの変化はみとめられない。

光を利用した単ポール方式は融雪期になるとポールの周囲に大きな雪穴ができる。この雪穴の影響をうけ精度の良い積雪深の観測値を得ることがむづかしい。

霧氷、着氷、着雪等の発生が激しい積雪地では防水対策が必要である。

前述の各方式は霧氷、着氷、着雪および強風について試験がまだ充分に行なわれていない。雪質および雪穴に関連する測深誤差を解消し且雪面を比較的正確に隔測できる方式を別の観点から検討する必要があった。

Two-poles type の方式は観測精度を高めるために雪面に並行した間歇発光のクセノン直射光を、数m離れた受光器（太陽電池内蔵）で検知し積雪深を求めた。

発光および受光器は常時、相対位置を保ちながら等速度をもって昇降できる信頼度の高い連動機構を用いて複数のポール方式の開発を行なった。

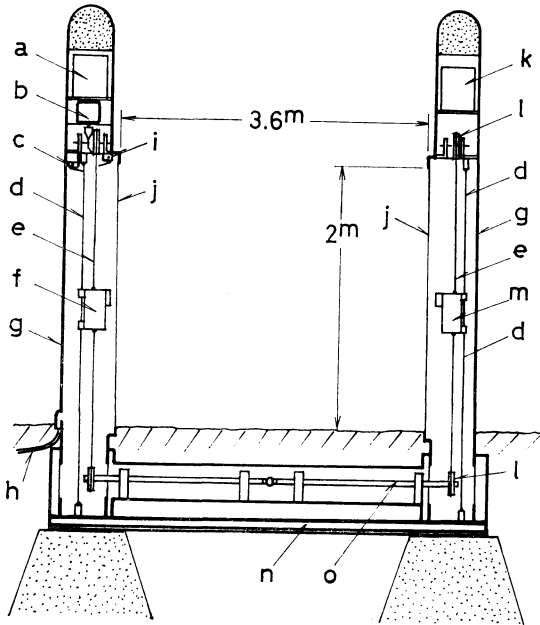
3. 積雪深計の構造と機構

1) 積雪深計の構造（第1図）

(i) 発光および受光ポールはスリット面が対向する。

* Test of a Two-poles Type Snow Depth Recorder.

** N. Tsuda, H. Uotsu: 気象研究所気象衛星研究部—1972年9月22日受理—



第1図 Two-poles type 積雪深計の構成図

(a)制御回路, 他, (b)モーター, (c)上限スイッチ, (d)ガイド兼回路, (e)チェーン, (f)受光器, (g)ポール, (h)ケーブル, (i)下限スイッチ, (j)スリットガラス, (k)発光回路, (l)ラダーホイール, (m)発光器, (n)基盤, (o)連動シャフト

着雪, 着氷が発生する積雪地にはスリットガラスの前面に, ヒーターガラスを装着して防水を行なう。

(d) 発光器(m), 受光器(f)は常時地表よりも下の位置に停止している。

観測時刻になると(m), (f)は同時に上昇を続ける。

両器が雪面を通過するとき受光器は, クセノン光の直射を受けて雪面を検知する。

検知と同時に両器は反転下降し, 測深した信号が記録計に送られる。

(v) 制御回路, 信号発生回路等の主回路(a)は, 受光ポール上部のカプセルに収容し, 観測室に設置した電源部, 自動観測用タイマー, 記録計等に地下埋設ケーブルを用いて結線されている,

(vi) 連動機構の構成は, シャフト(o)の両端にラダーホイール(l)を固定し, ポールの上部に取付たラダーホイールの上下2箇所と, 輪状にしたラダーチェーン(e)を用いて連結してある。

発光器および受光器はそれぞれのチェーンに結合

する, 駆動モーター(b)によって連動する機械系連動方式である。

両器は等速度で連動するから相対位置を正しく保つ, このため信頼性は高い。

(vi) 外気圧の変動によりポール内部に湿気を含む空気の浸入防止を施す。各結合部に工業用パテを用いると効果がある。

2) 積雪深計と自動観測装置の構成 (第2図)

本装置をブロックダイアグラムで示した。

(i) 電源部, 電源は AC 100V および A-D 変換を行なった DC 10V を用いている。

観測装置および積雪深計の作動状況を容易に監視することができるように, パネル型電圧計, 電流計を結線した。正常に作動しているときこの計器は

(a) 電圧計, 常時10Vを示す。

(b) 電流計, 自動観測がおわるまで約4秒間隔で指針が振れる。観測時以外は零を示す。

(c) 記録計, 電磁カウンターおよび印字機構を一体にした, デジタル型を試作した。

印字区分は観測回数として2桁(0~99を反復), 積雪深の観測値として3桁まで記録することができる。

(d) 自動観測用タイマー, 第1年度は振り型電池時計の短針と長針を利用してマイクロスイッチを作動し, 観測指令を送ったがこのタイマーは精度と安定性があまり良くなかった。

信頼性の高いタイマーとして第2年度はベルトタイマーを利用し, 駆動モーターを始動するに用する電圧供給時間を3秒間に整定した自動観測用タイマーを試作した。

精度はワーレンモーター駆動式であるから, 観測時刻の誤差は±3sec/day程度であった。欠点は停電したとき欠測または観測時刻のずれが生ずることである。

(e) 制御回路部, 駆動制御回路・検知回路・カウンター制御回路・発光制御回路等で構成している。回路には DC 10V を用いた。

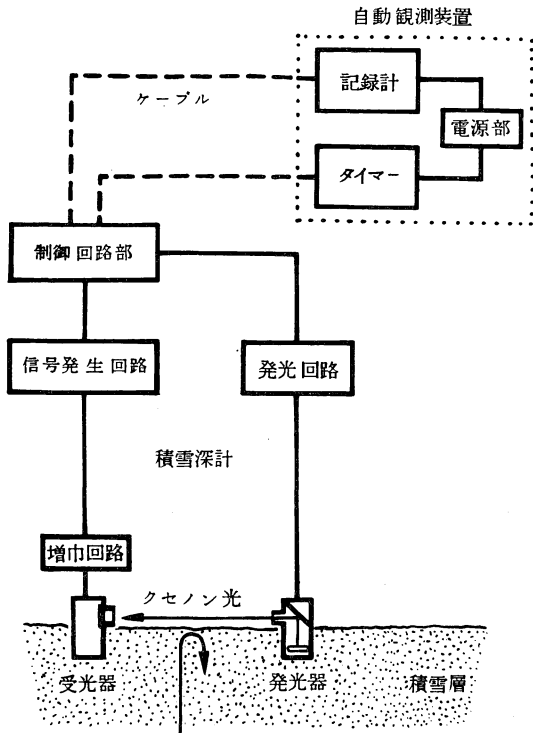
(f) 信号発生回路部, 駆動モーターと連結したラダーホイールの側面に, 角度72° 間隔に5個の突起を配列して, ラダーホイールの回転に従いマイクロスイッチを作動する信号発生器を用いた。

発光および受光器が2cm移動するごとに電磁カウンターにパルスを送るが, 回転角を利用したため

第1表

観測範囲	観測精度	走査速度	発 光 光			素 子
			光 源	閃光時間	発光間隔	
200cm	$\frac{1}{100}$	5 cm/sec	Xenon tube	$\frac{1}{2,000}$ sec	5 sec	Solar cell

受 光 器		自 動 観 測		電 源	記 録 計
素子の直径	光束の幅	観測時刻	観測回数		
30 ^m /m	≒40cm	9, 21	2	AC 100V (A-D変換10V)	Digital type

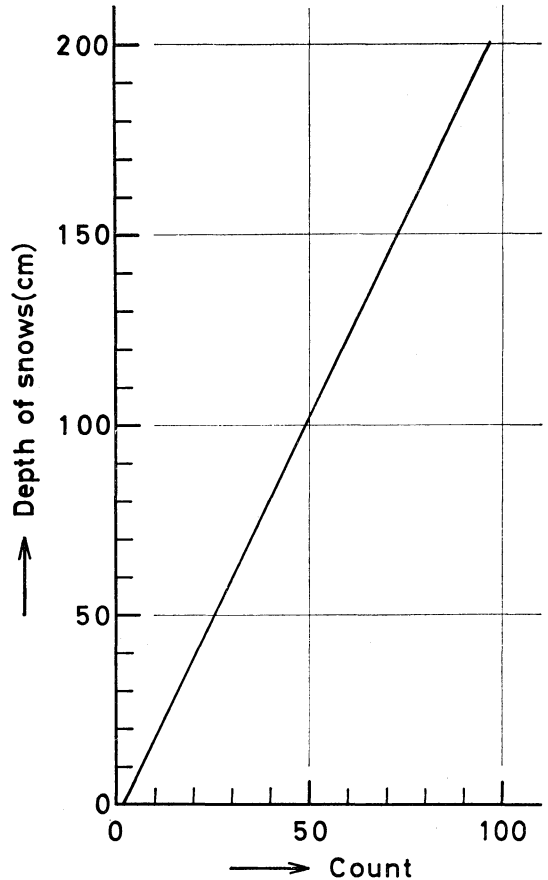


第2図 積雪深計と自動観測装置の構成図

に正確度が劣り、特性を 2 cm/count とすることができなかった。

記録した観測値は第3図に示した特性曲線を用いて積雪深を求める。

(ハ) 発光器、器内にはクセノン放電管・集光レンズ・反射鏡等を取付てある。



第3図 積雪深計の特性曲線

放電管等の互換性を考慮し容易に入手できる市販のココストロボ818型を利用した。このストロボの

特性は

- (a) 波長特性, 4,500~4,600°K が最大となる可視光線であるが, 閃光持続時間 (約1/2,000sec) 内を受光して検知する。
 - (b) 光量, ガイドナンバーで示すと, 18であるが, 猛吹雪がときどき発生するような山岳地等の積雪地では, もつと光量の大きいストロボを用いた方がよい。
 - (c) クセノン放電管, 放電回数の実績は32,000回を超えたことがある。毎冬交換するために限界は試験していない。
 - (d) 受光器, 直径30^m/mの太陽電池とクセノン光を検知したとき, 光電変換を行ない発生した電圧を増幅する回路等が内蔵してある。
- クセノン光の照度が充分であれば光束がシャープでなくとも測深精度には影響しない。また光束の幅が1cm弱であっても検知する。
- (f) 積雪深計の諸元を示す (第1表)

4. 自動観測による積雪深の観測結果

昭和44年度, 45年度の2冬に亘る積雪の実態を自動観測することができた。

降雪量の傾向を比較するために試験地より約2km離れた, 国鉄越後湯沢駅構内, 営林支区気象観測資料を用いた。

1) 44年度の試験観測結果 (第4図)

この年の降雪量は累年平均値よりも多く, 特に山地に近い試験地の降雪量は平地よりも多かった。

根雪: 12月14日

降雪期: 12月14日—3月13日, 約92日間

沈降期] : 3月14日—5月2日, 約50日間
融雪期]

消雪: 5月2日

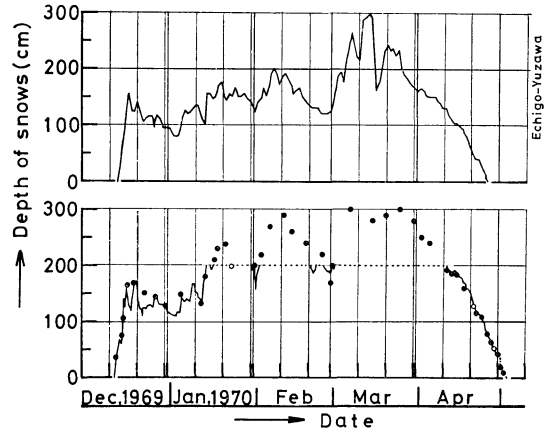
最深積雪: 3月13日 (295cm)

となる (融雪期を正しく求めるには重量式積雪量計の観測を実施する必要がある)。

最深積雪は委託観測が欠測しているために営林支区の観測値である。営林支区の降雪図と比較すると試験地の降雪量は, 全般にわたり大きい値を示している。

試験地の積雪は実際には295cmを超えていることになる。

- (i) 上図は営林支区の観測値で8時に観測した資料を用いた。
- (ii) 下図は積雪深計の9時および21時の自動観測値である。



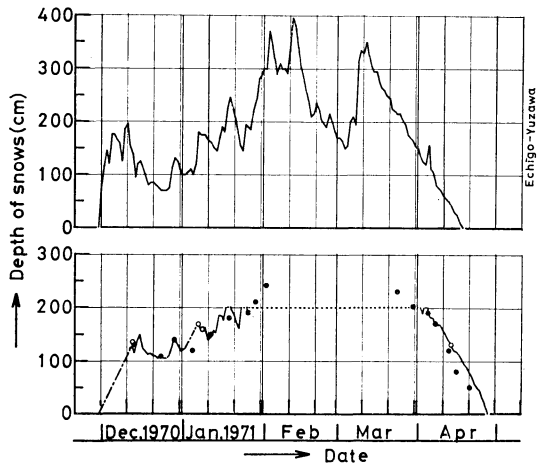
第4図 積雪深の自動観測例 (44年度)

上図……越後湯沢駅営林支区の観測値

下図……積雪深計の自動観測値

○ ……比較観測の測定値

● ……委託観測の測定値



第5図 積雪深の自動観測例 (45年度)

上図……越後湯沢駅営林支区の観測値

下図……積雪深計の自動観測値

○ ……比較観測の測定値

● ……委託観測の測定値

積雪が観測範囲の200cmを超えたために, 1月14日—4月10日の間オーバースケールとなった。しかし時折積雪が観測範囲内に沈降し観測値を記録した。

融雪期中期から積雪の沈降が急速に進み連続的に観測値を記録するようになった。4月29日—5月

2日に消雪するまでの4日間は、自動観測用タイマーの不調が原因で欠測した。

(イ) ●印は受光ポール側面に取付けた雪尺により受光ポール正面の積雪深を測定した、委託観測値である。

○印はわれわれが比較観測を行なって得た測定値である(5項を参照)。

2) 45年度の試験観測結果(第5図)

前年とほぼ同様に降雪量が多かった。但し根雪が11月下旬であったこと、観測装置の整備実施が結果的には遅れたために、試験観測開始は前年と同じく12月12日になり、降雪初期を欠測した。

根雪：11月30日

降雪期：11月30日—3月11日

沈降期)
融雪期)：3月12日—4月27日

消雪：4月27日

最深積雪：2月11日(395cm)

最深積雪は委託観測が欠測しているために、営林支区の観測値である。試験地の積雪は実際には395cmを超えていることになる。

(イ) 上図は営林支区の観測値である。

(ロ) 下図は積雪深計の9時および21時の自動観測値である。

前年と同じく積雪は観測範囲を超えた。1月25日21時の観測から3月30日21時まで、全くオーバースケールとなった。

この外、観測範囲を超えた例は1月25日以前では1月16日21時—19日9時の間および1月23日9時—24日21時の間を記録した。融雪期間中の4月3日に35cmの降雪があり9時観測ではオーバースケールを記録している。

降雪図と比較すると降雪の傾向はほぼ一致している。試験地の降雪量はこの冬も多雪である。消雪日を比較すると市街地より約10日間も遅れている。

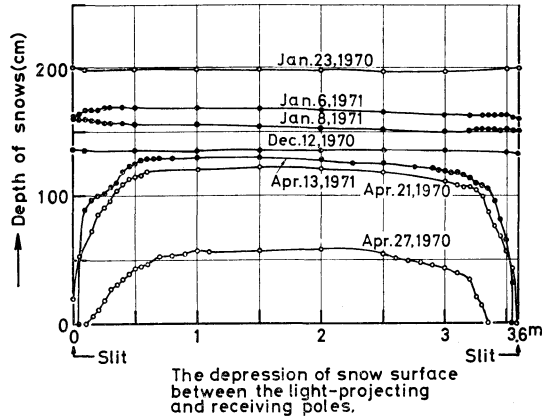
(イ) ○印はわれわれが比較観測を行なって得た測定値である。いずれも±1cmの観測精度の範囲内で一致している。

●印は委託観測である、目視観測によって受光ポール正面の積雪深を測定した。

5. Two-poles type の積雪の実態

1) 降雪期および融雪期における積雪の実態(第6図)

6回に亘る積雪測定を実施した。これは発光ポールおよび受光ポール間の積雪断面図に相当する。



第6図 降雪期、融雪期の積雪の実態例

測定方法は各ポールに水糸を雪面より高い位置に緊縛した。水平方向の測定位置を定めておき水糸と雪面間を測定している。中心部の雪面を破壊しないように2mぐらい離れた位置からT定規型のゲージを用いて測定した。測定値から逆算し各測定点について雪の深さを求めた。

(イ) 第1年度は雪面防護のために積雪深計周囲を柵で囲った。柵の影響をうけて降雪期の積雪状態は皿状を呈しているが、Jan. 23, 1970の積雪断面図がその実態を示している。

(ロ) 降雪期と融雪期の積雪断面図を比較すると、融雪期はポールに近い雪が融解し雪穴の発達する状態が明らかになる。

4月の積雪断面図がその実態を示す。

Two-poles type は積雪層の最も高い積雪面を検知する特徴をもっている。

降雪期は雪質等にもよるがポールに着雪する。着雪の影響をうけてスリットガラスの前面は雪が盛上って積ることが多い。かような現象に対してはスリットガラスに密着して盛上った雪面を検知するから、正しい積雪面の観測値が望めない。

ガラス付近の積雪面は窪んだ状態の方が好ましい、本方式は雪穴に対して観測精度は極めて良好である(8項参照)。

6. 降雪期の着雪について

越後湯沢の試験地は委託観測の結果着雪回数が比較的になかった。7回比較観測を実施しその間3回着雪の実態を調査することができた。

降雪中の雪質は「ぬれゆき」が殆どで稀に「かわきゆ

き」が降る。しかし着雪を確認した時はいずれも降雪は止んだ後であるから積雪上に積った新雪を測定することになった。「ぬれゆき」密度0.10~0.25に相当する雪質を測定した。

1) 第1年度の着雪 (第7図, Jan. 23, 1970) 着雪の影響を考慮しポールの側面に季節風を受けるように積雪深計を設置した。

(i) 着雪は気温, 風速, 雪質等の気象条件により発生すると考えられる。

土樽の試験では降雪期の雪質は「かわきゆき」密度0.07~0.10が多く, この雪質は着雪の発生を見なかった。

湯沢の試験地では含水率の多い「ぬれゆき」の降雪が多い, この雪質は着雪し易い。今後の着雪および防氷対策を検討するために, 着雪の実態調査を実施し幸いにして数例であったが資料を得た。

(ii) ポールの側面に着雪が発生し着雪量が多くなるとその影響で, スリットガラス前面の積雪は盛上って積る例が多い。

発光ポール側の盛上った積雪面が最深積雪 (200 cm) となる実態を示した。このために盛上った積雪面を検知し, オーバースケールを記録している。

2) 第2年度の着雪 (第7図, Jan. 6, 1971)

着雪の実態例を示した内では比較的着雪量が多い。ポールの風下側は風の乱れにより派生したくぼみが出現している。

着雪量が多くなるとその付近の雪面を乱す原因となつて好ましくない。

受光側の盛上った積雪面が最深積雪 (169cm) となる実態を示した。

3) 第2年度の着雪 (第7図, Jan. 8, 1971)

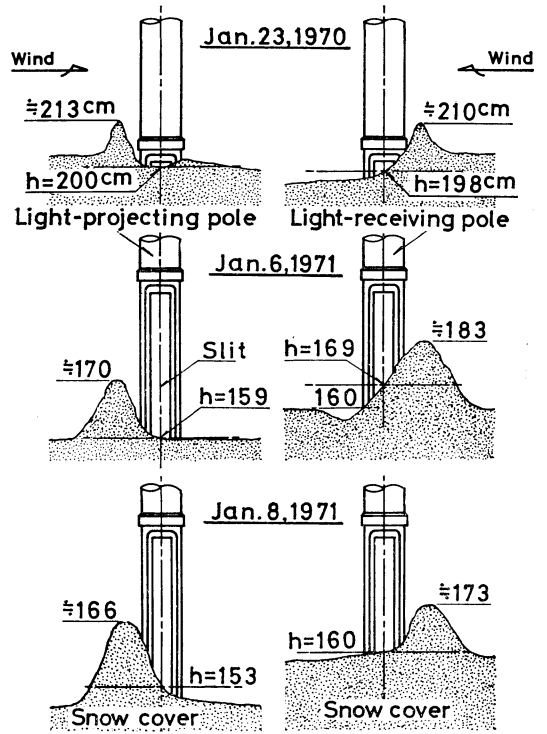
(1)の着雪例と逆の実態を示した例である。着雪は発生するときの気象条件によって着雪の状態が変化する。着雪が発達するといずれかのポール付近に最深積雪が出現することがわかった。

この実態例では受光側に最深積雪 (160cm) がある。

また太陽電池の中心部がスリット中心と最深積雪面と交叉した位置に達したとき検知が行なわれ, 反転下降することを目視で確認している。

4) 着雪による観測誤差 (第2表)

(i) 通常最深積雪値の現われる位置は受光ポールのスリット前方1.5m 付近である。これは段状地形によって起る現象であつて, この試験地の特徴だと考



第7図 着雪の実態例

第2表

年 度	月 日	積雪の測定値			隔測値 積雪深 (cm)	着雪誤差 (cm)
		最深位置 (cm)	最深積雪 (cm)	基準位置 の積雪深 (cm)		
I	昭和45年 1月23日	360	201	199	—	(+2.0)
II	昭和46年 1月6日	40	169	168.5	169	+0.5
	1月8日	5	160	155.5	160	+0.5

えられる。

ポールに着雪すると風上側は盛りその影響がスリット側に波及し最深位置は着雪個所になる。

また着雪時の気象条件によって最深位置はいずれかのポールの着雪面となり一定しない。着雪が成長したとき自動観測が行なわれると, 盛上った雪面を検知するから着雪誤差を伴った積雪深を記録してしまう。

第3表

年度	比較試験の 期日	雪 質	積雪の測定値		隔 測 値		観測誤差 (cm)
			最深位置 (cm)	最深積雪 (cm)	記 録 (count)	積 雪 深 (cm)	
I	昭和45年 1月23日	ぬれゆき	360	201	オーバースケール		—
	4月21日	ざらめゆき	160	122.5	60 60	122	-0.5
	4月27日	ざらめゆき	100	57.5	29 29	58	+0.5
II	12月12日	ぬれゆき	8	137	67 67	138	+1.0
	昭和46年 1月6日	ぬれゆき	40	169	82 82	169	0
	1月8日	ぬれゆき	5	160	78 78	160	0
	4月13日	ざらめゆき	150	130	64 64	131	+1.0

(㊦) 湯沢の着雪は小規模で且つ発生回数も少ない。着雪の激烈な積雪地においては着雪誤差はもっと大きく現われよう。

スリットガラスの着雪を防止して降雪期の観測精度を高める対策が必要である。

5) 着雪, 着氷の防水対策

降雪期の雪質が「かわきゆき」の積雪地ではポールに着雪しないようである。また積雪面の状態は殆ど平坦である。札幌・上高地・土樽においてその例を見ることができた。

このような積雪地においては、降雪期の観測精度も良いから防水装置は必ずしも必要としない。

高田市は含水率の多い「ぬれゆき」の降雪を見る。この積雪地の雪質は着雪し易い。また山岳地の山稜地帯では霧氷・着雪・着氷が激しい。このような積雪地には防水装置を設備しないと正しい観測値は望めない。

(イ) 積雪深計本体を保温する間接式よりもスリット面を加熱する直熱式の方が電力消費量、効率の点で有利だと考える。

発熱材の被膜をガラス表面に塗布したヒーターガラスがあるが一般に利用している発熱線を数 cm 間隔に入れたヒーターガラスと比較すると、後者が経年変化による耐用度と経費の点で実用的だと思ふ(現在伊吹山において防水装置を設備した積雪深計を試験中である)。

(㊦) 防水効果を高めるには霧氷, 着雪が発生する事前から防水ヒーターを常時加温すべきであろう。

着雪が成長して着氷に発達した後でこれを融解し

除去することは容易でない。雪片が付着する度に溶かす方が効果的であるし着雪の成長を防止する。

降雪期にヒーターガラスを加温すると小規模ではあるがポール付近に人工雪穴ができる。これは防水上の派生現象であるから人工雪穴を防ぐことはできない。

単ポール方式では観測精度を悪くする原因となるが、幸いにも本方式には逆に降雪期の観測精度を高める利点がある。

(㊦) 猛吹雪のときヒーター効果が低下し、スリット枠の着雪が成長してスリット幅を狭めることが起ったとしても、スリット中心部が 1 cm 幅で隙間が残ればクセノン光を検知できる。

7. 雪質とその観測誤差について

1) 現在行なわれている積雪の分類は、積雪の標準組織変化の順序をもとにしている。

積雪	新 雪	{ かわきゆき (0.05~0.15)
		{ ぬれゆき (0.10~0.25)
	締 雪	{ しまりゆき (0.15~0.45)
		{ ぬれしまりゆき (0.15~0.50)
粒 雪	{ こおりゆき	
	{ ざらめゆき (0.35~0.50)	

新雪はまた「あらゆき」ともいわれる。括弧のなかの数字は gr/cm^3 で表わした密度である。

根雪より消雪するまでの期間、積雪は新雪・締雪・粒雪と組織が変化する。密度、含水率等がそれぞれ違う雪質についても観測精度の高い隔測方式が望ましい。

2) 雪質による観測誤差(第3表)

湯沢の降雪期は「ぬれゆき」が多い、まれに「かわき

ゆき」の降雪を見るようである。

積雪の沈降が盛んになる頃から「ぬれしまりゆき」は含水率の多い組織に変化する。2月中旬頃から最高気温が5°Cに達すると積雪の表面が「ざらめゆき」となることがわかる。

4月の最高気温は15°Cに上昇する、この頃の雪面は粒状の氷が連続した組織を容易に観察できる「ざらめゆき」である。またこの時期は融雪が盛んである。

(イ) 比較観測を行なった雪質は降雪期に積る「ぬれゆき」、融雪期の「ざらめゆき」について実施することになった。

(ロ) 新雪と粒雪は密度、含水率、組織等において雪質が異なる。また粒雪のなかでも融雪初期と末期の頃では組織は変化している。

比較観測の結果雪質が違っていても、±1cmの観測精度で雪面を検知することが確かめられた。

8. 融雪期に発生する雪穴について

1) 融雪期になると降雪日数は急減し気象条件は日照時間、気温が上昇してくる。

ポール周辺の雪は積雪層の表面から融解して空隙ができる。この空隙は日射融雪、気温融雪、降雨等による融雪により広がり雪穴に発達する。

融雪期中期以降となると地熱による融雪も加わりポール直下の地表を露呈するまでに至る。第1年度4月21日、積雪が123cmのときすでに発光ポール周囲の地表は露呈した。雪穴の形状は不規則であって、たとえ小径のポールでも雪穴は出現する。

2) 雪穴による観測誤差(第4表)

第4表

年度	比較試験の期日	雪穴の測定値		測定値	観測値	観測誤差 (cm)
		雪面 (cm)	地面 (cm)	最深積雪 (cm)	積雪深 (cm)	
I	昭和45年 4月21日	60	0	122.5	122	-0.5
	4月27日	100	10	57.5	58	+0.5
II	昭和46年 4月13日	55	5	130	131	+1.0

(イ) 予備実験により雪穴の問題は解決できることを予測していた。

第1年度試験観測を開始するに当り仮想雪穴を設けて予備試験を行ない観測精度を確かめた。雪穴半径50cmおよび150cmを比較した結果観測精度は±

1.0cmの範囲内で仮想雪面を検知できることを再確認した。

(ロ) 比較試験の実施回数は少なかった。しかし実際の雪穴について、Two-poles方式の観測精度を確かめることができた。

雪穴の測定値は受光ポールのスリット面からの距離である。この数値はほぼ雪穴半径に相当する。積雪層表面の雪穴の境界は目視では区別することが難しい。第6図の積雪層雪線を用いて境界位置を読みとった。

雪穴は半径55~100cmについて比較することができた。観測誤差は±1.0cmの範囲内であった。

この結果は予備試験の観測誤差と一致している。単ポール方式では、雪穴による観測精度を高めることは極めて難しい。積雪に対応した雪面並行の直射光を検知するTwo-poles typeにして隔測する方が、精度の高い積雪深観測値を得ることが容易である。

試験観測および予備観測の結果から雪穴に関連する問題点は解決することができたと確信している。

3) 積雪と雪穴の関連性(第8図)

融雪期に発生する雪穴は積雪地の地形、設置したポールの直径および材質、気象条件等によりその現象は変化するようである。湯沢の試験地で雪穴の成長過程を参考のために調査してみた。融雪時期に積雪と雪穴の関連性を図表に現わし雪穴の成長状態を予測して試験日を極める目的もあった。

試験観測を行なって融雪期間中に得られた、この試験地における雪穴の一例である。

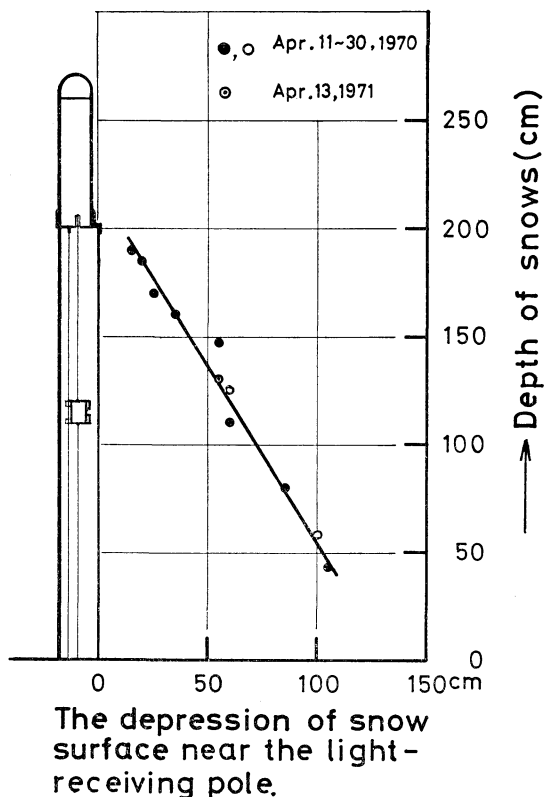
(イ) ○、●印は比較試験を行なったとき得た雪穴の測定値である。

●は雪穴の観測を委託した測定値である。

受光ポールのスリットガラス前方の雪穴と雪面の接線位置を測定した。地表が露呈してくる状態は2例しか資料が得られなかった。

(ロ) 湯沢における雪穴調査では消雪する融雪末期には、第8図から予測すると雪穴半径は約1.4mぐらいに達する。

今回輸送する都合もあって、2本のポール間距離を3.6mとして設置した。消雪直前になるとポールの中間には、測定する有効積雪面が80cm程度しか残らない。直射光を検知する能力はまだ充分にあるから、この試験地ではポール間距離を5mぐらにして、設置するのが適当である。



第8図 雪穴の測定例

○, ●……比較観測の測定値
●……委託観測の測定値

9. まとめ

現業面において観測用雪測器の隔測化が要望されている。特に積雪深観測用測器の開発にその要望が強い。

現在積雪深の地上測器としてはスノーゲージで目視観測が行なわれているのが現状である。特に山岳測候所における悪天候時の積雪観測は労力と危険が伴うから自動観測ができる雪測器が望ましい。

1) Two-poles type を開発し試験を行なった結果

(i) 積雪の雪質に関係なく ± 1 cm の観測精度を得

た。

- (ii) ポール周辺の積雪のへこみ、雪穴に関係なく ± 1 cm の観測精度を得た。
 - (iii) ポールに着雪すると雪面が乱れ、観測精度を低下することが確かめられた。
 - (iv) 霧氷、着雪、着氷等が発生する積雪地には、スリット面にヒーターガラスを装置して、観測精度を高める必要がある。
 - (v) 実用化するためには、信号発生器等一部の機構を改良する必要がある。
- 2) 音波方式の積雪深計および降雪検知装置は、積雪の雪質による測深誤差を生ずると考えられる。
- 3) 単ポール型積雪深計は、雪穴が発達する融雪期は観測精度は極端に低下する。

謝 辞

この研究を行なうにあたり試験観測地の便宜と協力をいただいた、国家公務員共済組合連合会湯沢保養所・所長林六一郎氏および所員の方々、気象観測資料を提供してくだされた国鉄水上保線区越後湯沢保線支区および営林支区、観測装置の試作に支援をいただいた気研試作係の方々、ならびに観測装置の試作および現地設置と整備等に経費を度外視して協力された原田製作所に厚く感謝する次第です。

文 献

- 1) 大浦浩文, 1951: 積雪による光の反射および透過について(I), 低温科学, **6**, 23-34.
- 2) 大浦浩文, 1951: 積雪による光の反射および透過について(II), 低温科学, **6**, 35-40.
- 3) 大浦浩文, 1953: 積雪中の音速, 低温科学, **9**, 171-178.
- 4) 大浦浩文, 1953: 積雪表面における音の反射, 低温科学, **9**, 179-186.
- 5) 小口八郎, 1951: 着氷の気象条件について, 低温科学, **6**, 103-115.
- 6) 吉田順五, 1959: 積雪の物理学(I), 雪氷, **21** 巻4号, 25-32.