

山地積雪観測測器の開発について*

水野 長輝** 津田 直吉*** 魚津 博***

1. まえがき

この測器の開発は昭和38年10月国立防災科学技術センター雪害総合研究の一環として開始されたもので、43年度まで経常研究として継続して行なった。

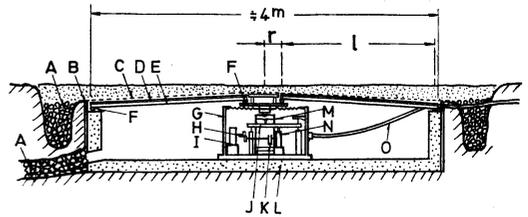
山地の積雪状況を明らかにする効果的な方法として、航空写真による積雪深観測がある。この観測から得られる積雪深の到達精度は高くは望めないが、水系全域の把握に威力を発揮できることが特徴である。これから積雪水量を求めるには積雪深にこの雪の推定密度をかけなければならない。

そのほかには現在効果的な測定方法、測器がない。過去数年間開発してきた重量式積雪量計は、数mの直径に対して中心のたわみを2~3mm以下に押えて、積雪によるたわみ量を拡大記録することにより積雪量を相当水量として求めることができる。この積雪量計を隔測化する。

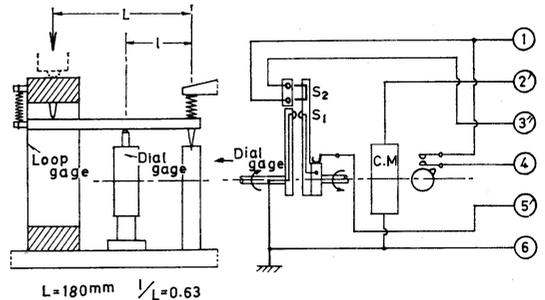
積雪深の地上測器はスノーゲージで目視観測が行なわれているが、現在隔測自記する測器がない。クセノン光を利用し雪面を検知して積雪深を隔測する地上測器を開発する。以上の積雪観測用測器を開発することがこの研究のおもな目的である。

2. 重量式積雪量計の隔測化

隔測の方法は積雪によるたわみ量を荷重検出装置および



第1図 重量式積雪量計の構成図
 (A) 排水溝 (B) 側板 (C) ビニールシート
 (D) 受雪床 (E) 鋼製はり (10kg/m) (F) 支点
 (G) ケース (H) ギヤ (I) モータ (J) 積桿 (K) 接点 S₁ (L) 基礎 (M) 環状型ひずみ計 (N) ダイアルゲージ (O) ケーブル



第2図 積雪の荷重検出装置構成図

第1表 重量式積雪量計の諸元

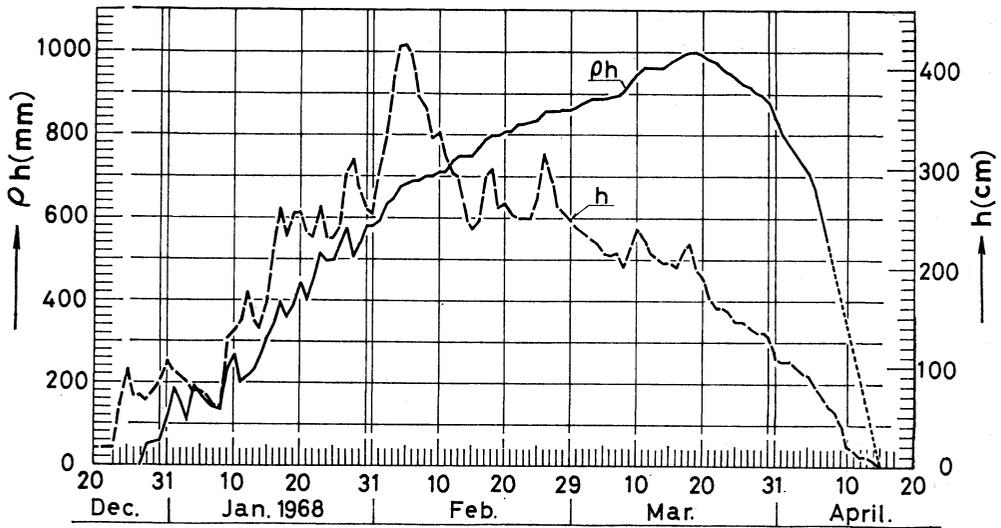
総合特性	集中荷重係数	受雪床		受雪床面積	歪計特性
ρh	$\eta = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{r}{l} \right)$	l	r	A	δ
$\frac{1mm}{Pulse}$	$\frac{1}{2.74}$	182.9cm	10.7cm	13.24cm ²	$\frac{0.549mm}{ton}$

* On the Snow Measuring Apparatus for the Mountainous Site.

** By the late N. Mizuno (文末参照),

*** N. Tsuda and H. Uozu 気象研究所気象測器研究部

—1970年8月2日受理—



第3図 積雪水量の観測例
(ρh) は相当水量, (h) は土樽駅構内の観測値

パルス発生器により電接数に変換し記録をとった。

i) 重量式積雪量計の構成図を第1図に、諸元を第1表に示す。

受雪床は二等辺三角形8個を集合した多角形である。受雪床上の積雪分布荷重は $\frac{1}{2.74}$ の集中荷重としてひずみ計(M)に加える。ひずみ計のたわみ量は榎桿(J)に伝えダイヤルゲージ(N)の指針を作動する。積雪量に相当するたわみ量はダイヤルゲージ指針の変位量として変換した。

モータ(I)に連結したアームには接点 $S_1 \cdot S_2$ があり常時回転している。 S_1 が指針に接するとパルスを検出し S_2 が基準接点に達したとき検出が終る。パルスを出す接点はモータと連結したギヤシャフトを利用しスリッピング接点である(第2図参照)。指針の変位 360° は600Pulseに相当する、積雪の相当水量(ρh)では600mmとなる。

ii) 検出したパルスは電位差計形記録計に自記した。チャート送り速度は100mm/day, 40日巻, 0~100 Pulseを記録する($\rho h=1,000$ mmの記録は10本のラインをペン書きする)。

観測装置の主電源は空気湿電池10~12V, 500AHである。試験中30%の電槽は電圧低下を起し数回観測を中断した。

3. 隔測方式による積雪の試験観測

42年度降雪期前半から融雪期後半に至る積雪の実態を

自動観測により求めることができた。第2区は、9、2時の積雪量を相当水量(ρh)でプロットした。積雪深(h)は試験地より約200m離れた土樽駅気象資料を用いた。

降雪期・12月7日—3月18日, 約103日間

沈降期・2月5日—3月19日, 約43日間

融雪期・3月19日—4月15日, 約27日間

ρh max・3月19日(999mm)

である。試験開始は7日の根雪より20日間遅れた。そのため試験地以外の積雪量は実際には多く、 ρh maxは1,000mmを超えたことになる。

沈降期間中相当水量にして313mm増加しているが逆に積雪深は減少の傾向を示めている。この間の沈降速度は約5cm/dayとなり、融雪水の地中浸透は殆どなかった。

融雪期後半に至り欠測したがこれは湿電池の故障が原因であった。

消雪は4月15日である。これは土樽駅観測値と一致した。融雪速度は相当水量にして約37mm/dayとなった。

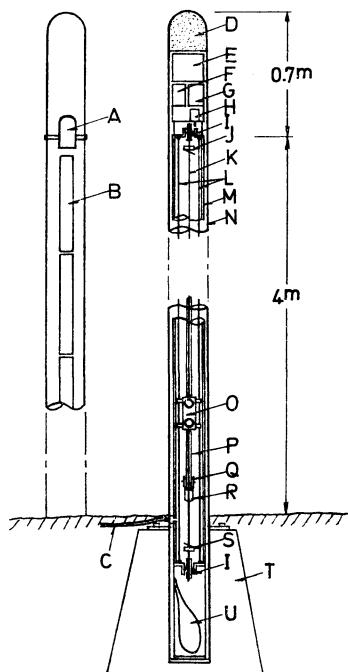
4. 積雪量計の誤差と日変化

積雪量計の誤差としては、

- (イ) 新雪が降ってから誤差の範囲内で記録が出るまでの間の過渡誤差
- (ロ) 日射・気温等の影響による日変化
- (ハ) 覆土の流出による原点移動
- (ニ) 覆土の土壌水分の増減

第2表 積雪深計の諸元

測深範囲	総合特性	発光器			受光器	
		光源	発光時間	発光間隔	光電変換素子	トランジスタアンプ
400cm	4cm Pulse	Xenon tube	$\frac{1}{1,000}$ sec	13sec	30mmφ	30db



第4図 積雪深計の構成図

(A) 発光器 (B) スリット (C) ケーブル (D) 乾燥剤 (E) 昇圧部 (F) 信号発生部 (G) リレー回路部 (H) モータ (I) 滑車 (J) 上限スイッチ (K) 吊線 (L) ガイド (M) 内筒 (N) ボール (127mmφ) (O) 受光器 (P) リード線 (Q) 移動滑車 (R) 重錘 (S) 下限スイッチ (T) 基礎 (U) 気球

が問題となる。このうち(=)は積雪期の初期と終期に原点の決定の際に注意を要するもので積雪中はあまり重要ではない。(ハ)は防止する方法があると思われるが、覆土流出はその大部分は融雪期が終わる10日間ぐらいに生ずる。

その量は周囲の地形・覆土の性質による 自記紙上 3mm ぐらいであるから修正をしてきた。

(イ),(ロ)は積雪層の性質と秤との結合系に関係し設計上の軽減策は互に矛盾するもので両方を同時に改善することはできない。

1971年 3月

積雪期は融雪期後半に日変化を生ずることがある(大正池の観測例では ρh が250mm のとき日変化は14.5mm の振幅で4日間続いた。このときの気象条件は天気快晴、最高気温7.5°C、最低気温-20°Cである)。秤感度をもう少し大きくすると日変化を軽減することができる。

5. 積雪深計の開発

雪面反射光を検知し光電変換により、積雪深を隔測する単ポール方式の開発をはかった。

i) 積雪深計の構成図を第4図に、諸元を第2表に示す。

受光器(O)は光電変換素子2個と増巾回路を内蔵する。発光器(A)はクセノン放電を集光し雪面を間歇照射する。照射位置はスリット(B)前面約10cmである。

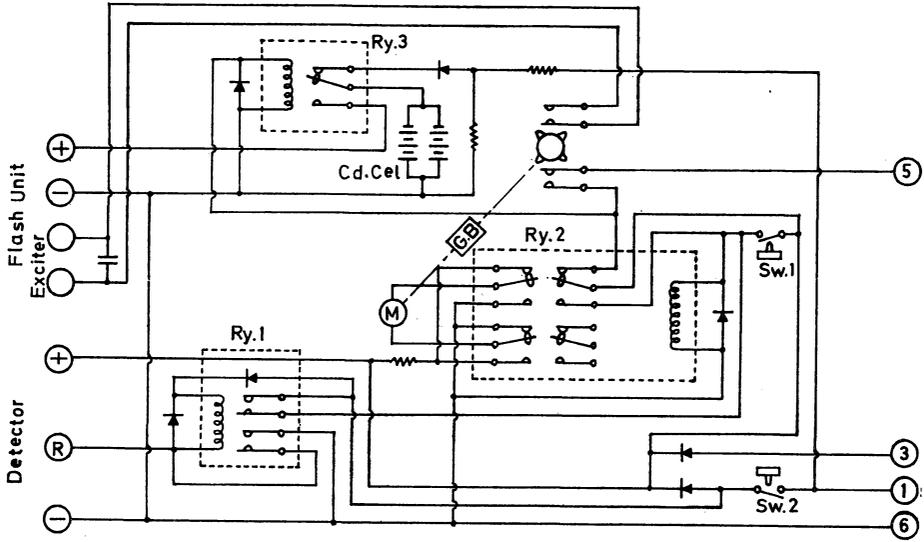
受光器は常時下限スイッチを off にして停止している。観測時刻になると駆動モータ(H)を作動し受光器を上昇させる。上昇中13秒毎に雪面照射が行なわれる。受光器が雪面にくると雪面反射光を検知し光電変換を行なう。反転回路を作動し降中発光は停止する。下限スイッチまで復帰すると電圧供給を切り次の観測時刻まで待機する。

上限スイッチ(J)は積雪が測深の範囲を超えたとき、雪面検知を誤ったとき受光器を復帰させるために用いられる。パルス発生器により電接数に変換し受信点に送った(気球(U)はポール内部の気圧と大気圧との差圧が生ずることを防止し、外気の浸入を押えスリット内面の水蒸気凝結を防ぐことにある程度効果があった)。

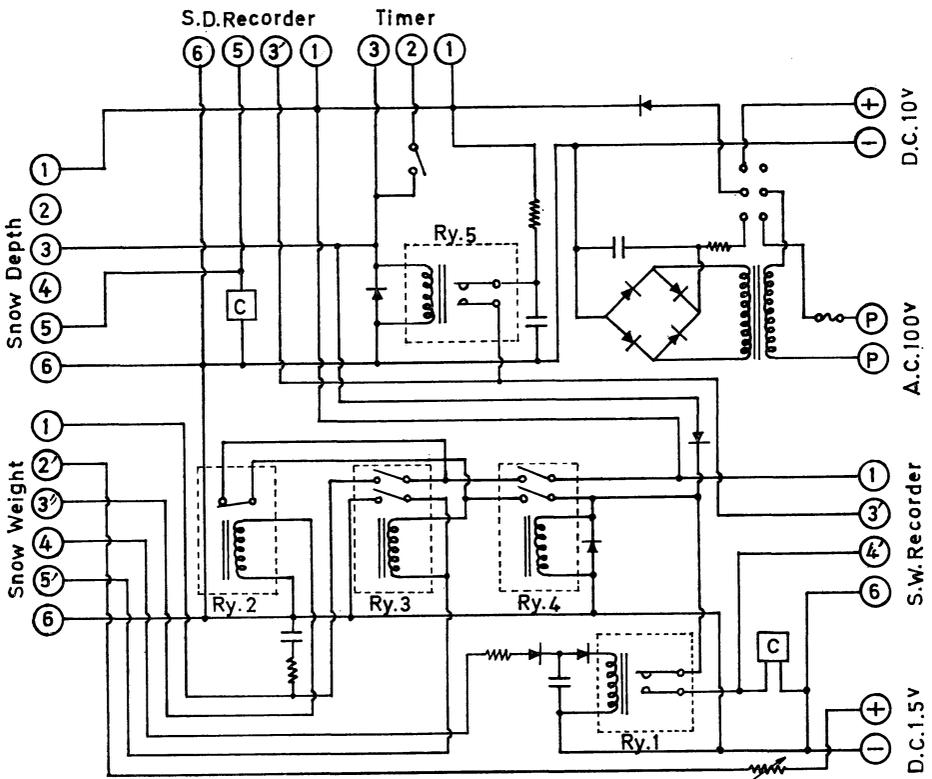
積雪深計の結線図を第5, 6図に示した。

6. 積雪深の試験観測

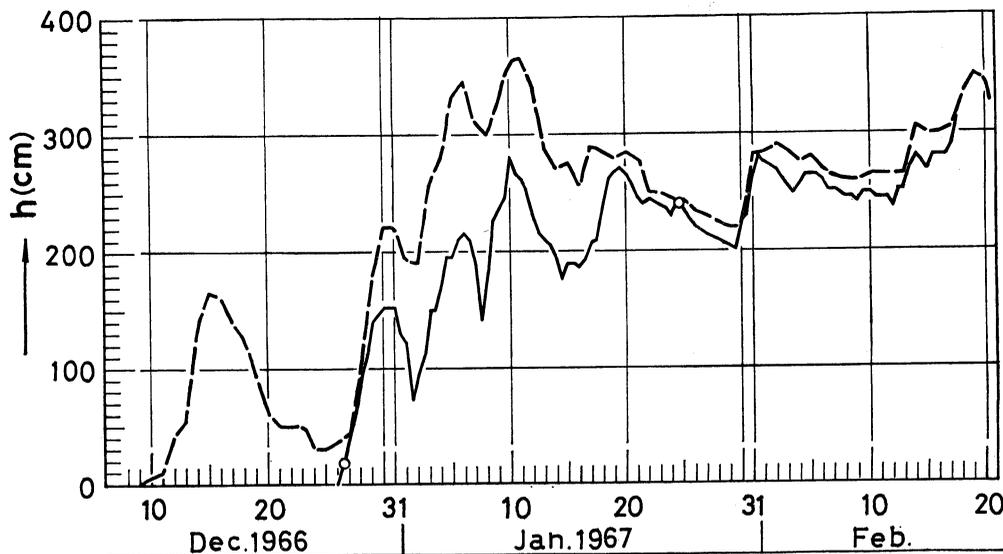
積雪深計の開発は野外試験を実施し雪面検知方法・隔測装置改良等を経て行なわれた。41年度、自動観測により2月28日まで積雪深の観測値をとることができた。積雪の実態を第7図に示す。根雪は12月11日である。しかし試験開始は26日から行なわれた。このとき積雪は40cm に達していた。そのため自動観測値は土樽駅の観測値よりも全般にわたり低い値を示した。



第5図 積雪深計結線図
(Sw.1) 上限スイッチ (Sw.2) 下限スイッチ



第6図 観測装置結線図



第7図 積雪深の観測例
 実線は積雪深計観測値，破線は土樽駅観測値，○印はスノーゲージ測定値

試験地の土樽営林班気象観測が中止となりスノーゲージとの比較は2回だけである。結果は測器の精度範囲内で一致した。降雪期の新雪はかわきゆき(密度0.05~0.15)であるので、ポールに着雪もなく、雪面は比較的平坦な積雪であった。このため降雪期の隔測は精度が得られた。

土樽駅観測値と比較すると降雪変化量の傾向はほぼ一致している。地形および観測地点が異なる上にかつ自動観測開始も遅れたために積雪深の観測値は一致していない。

2月19日以降は隔測装置が不調となり観測資料をとることができなかった。

7. 融雪期に生ずる雪穴

融雪期になると日射・気温が上昇し、ポールに接している雪面から融解が始まり空隙ができる。この空隙は日射融雪・気温融雪によって発達し雪穴となる。雪穴の形状は不規則で小径のポールでも発生する。

雪穴は雪層深く進行し地表を露呈するまでに至るが43年4月9日積雪90cmのとき長径90cm・短径33cmを観測した。このとき地表は露呈していた。

単ポール方式は雪面の反射光検知の方法である。このため雪穴の影響をうけ雪面を正確に隔測することがかなり難しい。集光線を水平照射し、直射光検知を行なう方法を用いれば、この問題は解決できると考える。

8. むすび

特に積雪深計は開発を始めただけでもあり、隔測装置等の改良があって測器の開発に大半の時間を要した。

そのために降雪期・沈降期・融雪期にわたる積雪の全層平均密度の実態を明らかにすることができなかった。しかし現地試験により問題点が明らかになり積雪深計を開発するため解決方法を見いだすことができた。

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。地上測器として特に雪測器は立遅れているが隔測化を進めることができると考える。

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日本国有鉄道新潟支社、水上保線区、特に試験観測のために尽力を載いた越後湯沢営林支区長・柳瀬知央氏と支区職員の方々、観測装置の試作および現地試験と整備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。

最後にこの研究の主任研究者故水野長輝氏の遺稿のまともが遅れたことを深くお詫びいたします。

引用文献

- 1) 井上力太, 1958: 秤型積雪水量計による積雪水量の観測, 雪氷, 20, 6-13.
- 2) 井上力太, 1963: 秤型積雪水量計による積雪水量の観測(第2報), 雪氷, 25, 1-9.
- 3) 大沼匡之, 1961: 山地積雪観測の測器について, 雪氷, 23, 11-20.

4) 吉田順五, 1953: 雪の粘弾性及び雪の破壊抵抗, 低温科学, 10, 1-12.

** 水野長輝

気象研究所・前気象測器研究部長
昭和43年4月 福井地方気象台長に就任
昭和44年9月 逝去

第16期 第6回常任理事会議事録

日時 昭和46年2月8日(月) 15h~18h

場所 気象庁観測部会議室

出席者 山本, 大田, 関口, 北川, 小平, 川村, 関原,
神山, 大井, 伊藤, 岸保, 駒林, 各常任理事

列席者 窪田長期計画委員長, 鈴木庶務委員

報告抜萃

[庶務]

1. 12月21日, 日本海洋学会外5団体連名で第2回国際海洋開発会議展示会に対し, 協賛名義使用方の協力依頼がきた。(議題とする)

2. 1月21日, 第9回原子力総合シンポジウム運営委員長から, 同シンポジウムを2月15日~16日国立教育会館で開催すると案内がきた。

3. 1月6日, 国際放射シンポジウム組織委員会および実行委員会委員予定者に対し, 委員に就任承認方の依頼をした。

4. 1月18日, 気象庁長官に対し, 気象庁が国際放射シンポジウムを後援し, また気象庁職員が組織委員会, 実行委員会の委員として参加し, 協力されるよう依頼した。(結果) 協力すると回答あり。

[ノート] 第106号を2月20日発行する。

[学会会議] 沖縄の科学者に選挙権を興えるよう政府当局に要望中

[学会賞] 学会賞については現在18通推薦状が来ている。天気12月号に2月3月〆切りの賞または奨励金の募集要項を掲載した。(朝日学術奨励金は3月1日〆切り, また藤原銀次郎賞, 山路自然科学奨励金は2月28日〆切りのはずだが, まだ要項が出ていない。)

[外国文献集] 未だ許可のこない原稿若干について転載許可をお願いしている。

議題

1. 春季大会の会期および日程の変更ならびにシンポジウム, 会場費等について

- 会場の都合により5月24~27日に変更
- シンポジウムの題目は, 「環境汚染」とする。
- 会場費の件については先回の常任理事会決議を再検

討した結果, 今回は適用しないことにする。

なお春期総会で充分PRし, 秋季大会より徴収出来るよう努力する。大会費は5万円増額するよう努力する。

2. 秋季大会の会期の延長, シンポジウム等について
○会期は昭和46年10月5日~8日とする。

○大会費用は5万円増額し, これに会場費を徴収して実施する方向で検討する。

○シンポジウムの題目は当番支部の申出に基き長期予報の基礎となる大循環の変化を内容とするものとする。

3. 故正野教授記念論文集について

○35名の執筆者で400ページ, 500部印刷の予定で進める。

○頒布価は単価3,000円とする。

○50万円程度の募金を行なう。

○若干の学会負担を考慮する。

4. 第9期学術会議会員候補者推薦選挙について

○投票用紙を天気にとじ込み, これに無記名で2名の候補者名を連記し, これを封筒に入れ投票者の所属地区と氏名を記載して投票する方式とする。

○選挙費用は2万円とする。

5. 気象学長期計画の進め方について

○春季大会中に非公式会合を開く。

6. その他

(1) 気象大学校で天気 of “入門講座” をテキストとして使用するため, 別冊として再解説, 問題等を大学校で編集することを了承する。

(2) 気象研究ノートの編集費を106号より増額する。ページ単価原稿料660円, 編集費180円とし, 広告通信費は事務局で支払うようにする。

(3) 第2回国際海洋開発会議展示会の協賛名義使用を承認する。

承認 通常会員樋口登志夫外22名の入会を承認する。