



Title	光学繊維を利用したD型積雪深記録計
Author(s)	油川, 英明; ABURAKAWA, Hideaki
Citation	低温科学. 物理篇, 38, 73-79
Issue Date	1980-03-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18392
Type	departmental bulletin paper
File Information	38_p73-79.pdf



光学繊維を利用したD型積雪深記録計*

油川 英明
(低温科学研究所)
(昭和54年10月受理)

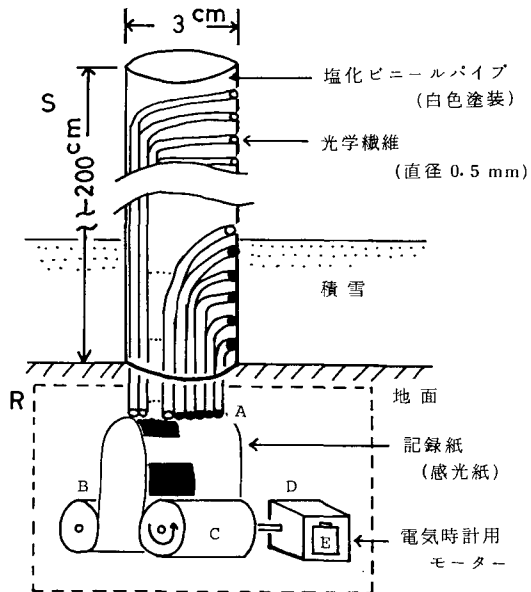
I. ま え が き

光学繊維を利用し8 mm カメラによりその明暗を記録し積雪深を測定する装置¹⁾は、記録時刻を任意に決めることができ、また積雪深の値が繊維端の輝点の数として表わされると言う便利さがあり、山地積雪の観測²⁾や融雪期の積雪深の測定³⁾に良い結果が得られた。しかしその反面いくつかの装置に記録不能ないしは解析不能の障害もみられた⁴⁾。これらの原因は記録部への融雪水の漏れ、過酷な温湿度条件による撮影装置の機械的故障、カメラの不調整な撮影などが主にあげられる。これらは装置に関する機械的な原因と人為的な原因に大別されるが、いずれも野外調査には余り適当でない精密機械の使用にそれらのほとんどが起因していると考えられる。このことから上述の装置と比較して記録期間は短かく、かつ測定誤差がやや大きくはなっても、より故障の少ない簡便な装置が望まれるので、感光紙 (Direct Print Paper) を利用した記録計 (D型記録計) の開発を試みた。以下にその結果を報告する。

II. 装置の概要

第1図に装置の原理図を示す。この装置は光学繊維を細い円柱 (塩化ビニールパイプなど) に一定の間隔で埋め込み円柱の端においてその繊維の他端を、円柱に埋め込んだ順序どおりに一列にならべ、その列に直交する方向に感光紙を移動させることにより、その感光紙に積雪深に応じた带状の感光部分が得られることから、その時々積雪深の値を連続的に測定しようとするものである。

すなわち第1図において200 cmの塩化ビニールパイプに1 cm間隔で光学繊維



第1図 D型積雪深計の原理図

A: 光学繊維の発光部 B: 未感光記録紙
C: 感光済記録紙 D: 記録紙巻き取り用モーター
E: 乾電池

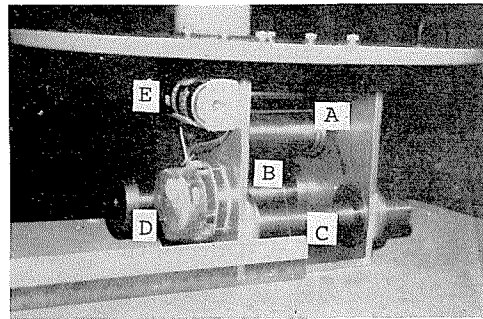
* 北海道大学低温科学研究所業績 第2171号

200本を埋め込み、その他端をパイプの下端部で、埋め込んだ順序どおりに一列に並べてある(A)。この長さは直径0.5mmの繊維を使用した場合きちんと並べると10cmの長さとなる。このパイプは繊維の受光部を除いて白色塗装し日射の吸収を防ぎ、融雪期における感部のまわりの雪面のくぼみが余り生じないようにする。

10cm幅以上の感光紙を、この一例に並べられた繊維上を直交するように移動させることにより、積雪外に露出した感部の繊維は図のA部において明るく輝きその部分の感光紙が感光される。一方積雪内の繊維端からは光の伝播がないので感光されず、結局その感光部分の長さ

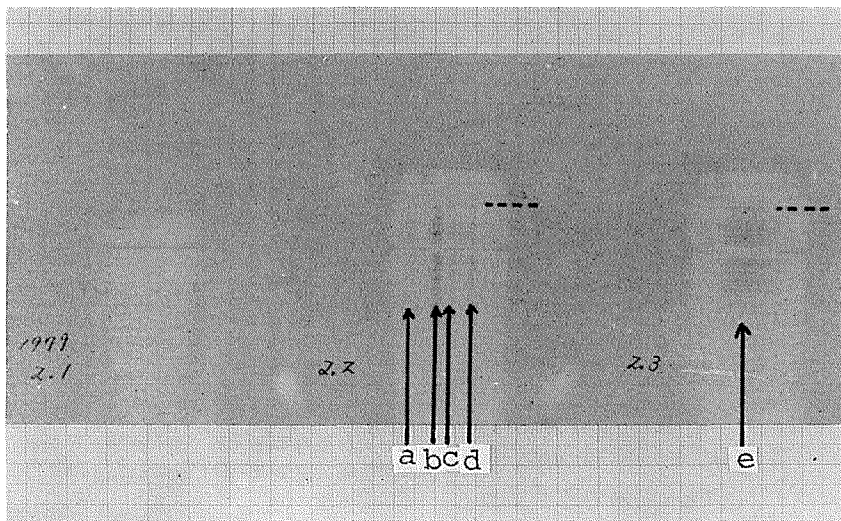
から積雪表面の位置を知ることができるわけである。第1図の場合では200cmの積雪深の変化を積雪深1cmの感度で、10cmの長さの記録の変動により測定することになる。

図のBは未感光記録紙、Cは記録紙の巻き取り



第2図 D型積雪深計の概観

a: 装置の全部 b: 記録部, A~Eは第1図のそれぞれの同記号に対応



第3図 積雪深記録の例, 左より1979年2月1日, 2日, 3日

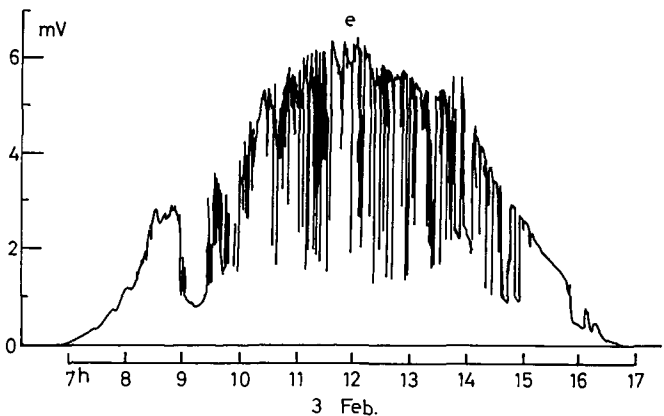
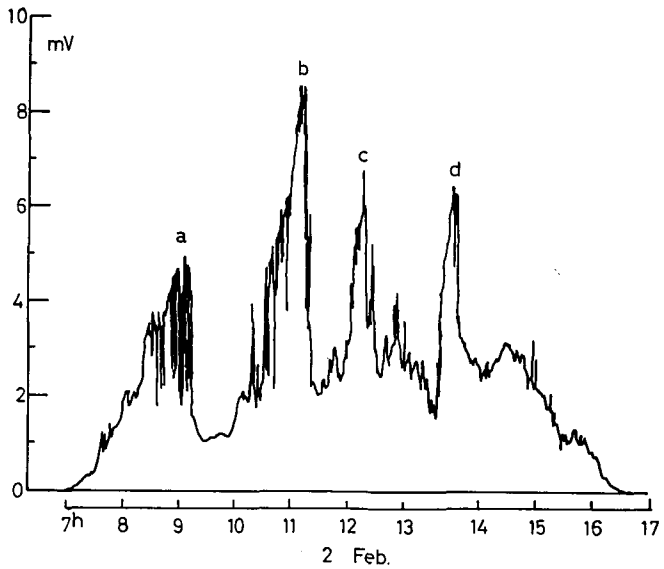
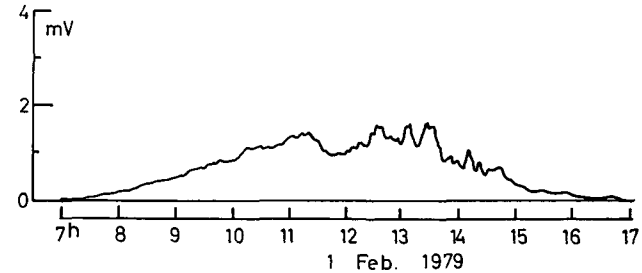
部分である。感光の度合い（記録紙の移動速度）はこの C の回転の速さと径によって決められる。感光紙の感度と、記録の必要期間とによってこれらは適当な値に決められる。今回は Kodak 社製の電磁オシログラフ用感光紙を使用し、移動速度を記録の最初で 60 mm/日として良い結果がえられた。

なお、時間の経過とともに巻き取り部 D の径が段々大きくなるので、記録紙の移動速度もそれによって大きくなる。今回の場合のように駆動モーター(D)が1日1回転で C の直径を 19 mm とすれば、記録初めの速度は 60 mm/日で、その後1日につき 0.52 mm 増加し、2カ月後には約 90 mm/日の速さとなる。これらのことから記録する期間に合わせて必要な長さの感光紙を B に用意しておけば良い。記録時刻の決定はこの移動速度を等分して毎正時の記録とする。

この装置の駆動部は時計用モーターだけなので、機械的な複雑さはほとんどなく、さらに電源は 1.5V 単 1 乾電池 (E) 1 個で1年間の駆動が可能である。またこれらの記録装置は -20°C まで正常に作動することが確かめられている。

第2図は装置の概観を示した写真である。(a)は野外に設置する直前の写真で、感部の長さは 200 cm である。設置する場合、感部の受光部を南の方位に向ければ最も良い状態で記録紙が感光される。

(b)は記録部の概観である。A~E は第1図の同記号とそれぞれ対応する。この写真は記録



第4図 日射計の記録例
図の a~e は第3図のそれぞれの記号に対応

紙を装填する以前で、記録紙は写真の手前に巻き取られるようになっている。

第3図は低温科学研究所積雪実験場における1979年2月1, 2, 3日の記録例で1mm方眼紙を下に置いて写した記録紙の写真である。記録紙の移動は右から左の横方向で、光学繊維の列(第1図のA)は記録紙の縦方向である。感光している部分(感部の雪面上の部分)は淡い色の部分でこの縦方向の長さから積雪深の値を知ることができる。

ところで2月2日および3日の矢印で示した部分は日照により特に感光された部分で、他の淡い部分は日照のない時の記録である。

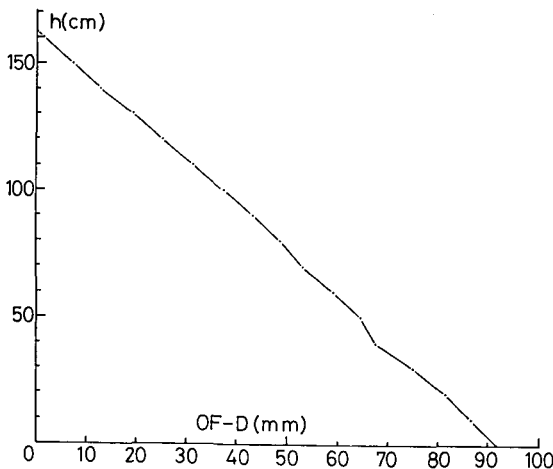
このことは第4図の日射計の記録と比較すれば明らかである。すなわち2月1日は雨天で日射量が少なく、その為感光紙の記録が淡く、2日は晴れと曇りが交互の状態、晴れの状態のa, b, c, dが感光紙のそれぞれの記号に対応し、感光の濃い部分が縦縞状になっている。さらに3日は、完全な晴天ではないがほぼ日中晴れていたので、日射計のeの記録が感光紙の濃淡にあらわれている。

また、2月2日, 3日の破線は縦方向の感光の濃い部分と淡い部分の境界を示しており、淡い部分は受光部のまわりの積雪の凹み及び積雪内の光による感光部分であるので破線の位置が真の雪面を表わしていることになる。このようなことは日射の比較的弱い2月1日の記録には生じていない。

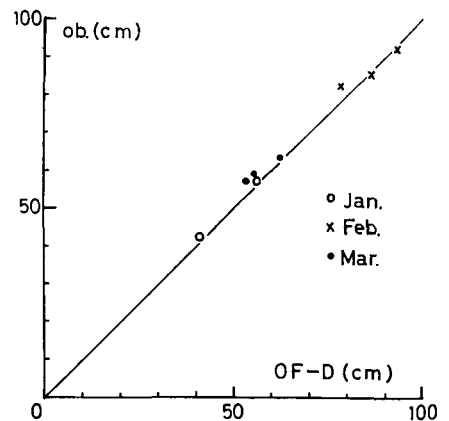
このように、この記録計によって積雪深の測定はもちろん、その時のおおよその天候も知ることができるわけである。

さて、この記録の感光している長さを積雪深に換算するためには設置した装置の受光部の位置と一列に並べられた発光部の位置の関係を知らねばならない。

今回試作した装置におけるそれらの関係を第5図に示す。横軸は発光部の明るい部分の長さ(記録紙上での感光部分の長さ)で、縦軸は受光部の光が遮断されている長さ(積雪の深さ)を表わす。発光部の繊維端を理想的にきっちりそろえればこれらは直線関係となるが、今回試作した装置では70mmあたりの所が不整いであることがグラフから判断される。また今回は



第5図 積雪深計の記録(感光の長さ, 横軸)と積雪深(縦軸)



第6図 装置の記録による積雪深の値(横軸)と真の積雪深の値(縦軸)との比較

記録紙の幅の制約から最大 160 cm 程度の記録計となった。このグラフから、第 3 図における 2 月 1 日、2 日、3 日の午前 9 時の積雪深はそれぞれ 25 cm, 50 cm, 52 cm となる。

次に実際の積雪深と装置の記録による積雪深の比較を第 6 図に示す。縦軸は直接装置の感部を目視により測定した積雪深であり横軸は記録紙から読みとった積雪深の値である。積雪期間全体を通じて 1, 2, 3 月の 1~3 日を比較したものであり、測定値は真の値に比べてほとんど小さな値を示しており、特に 3 月の融雪期にはその差が最大の値を示している。これは感部のまわりにできる雪面の窪みのためであると考えられる。この図から真の値との差は $-4\text{ cm} \sim +1\text{ cm}$ と判断される。

III. 測定の結果

試作した積雪深記録計を用いて低温科学研究所積雪実験場における積雪深の観測を行なった。装置は 1979 年 1 月 8 日に設置し 4 月 14 日に回収した。

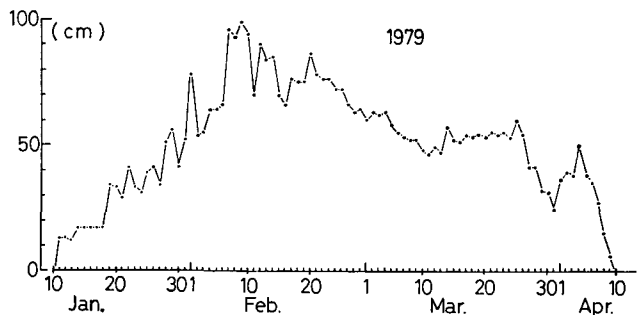
記録の結果から午前 9 時の積雪深の値を第 7 図に示す。積雪実験期間は 1 月 10 日から 4 月 10 日までの 91 日間であった。最大積雪深は 2 月 9 日の 99 cm であり、春の融雪は 3 月 25 日からはじまったが 3 月 31 日から 4 月 4 日までの降雪があり、このためはじめの融雪がそのまま続いていた場合に比較して少なくとも 1 週間ほど消雪がおくれたことになる。また 1 月 20 日から 2 月 20 日ごろまで積雪の変動が激しく、その後は融雪期まで比較的変動の少ない状態がつづいている。

第 8 図は装置により記録された積雪深の変動を記録紙からそのまま書き写したものである。

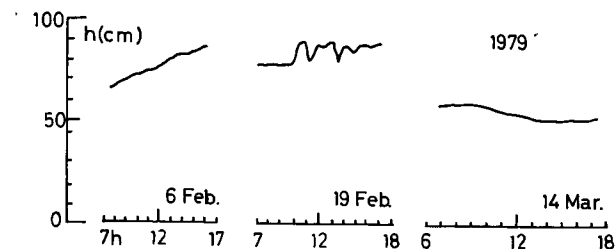
2 月 6 日は一日中降雪がつづき 7 時から 17 時の間に 20 cm 程積雪深が増加している。また 2 月 19 日は 10 時少し前から雪面の変動がはげしくその後夕方までこの状態が続いていた。この時は天候は雪吹で、雪面の変動がはじまった時の風速 (1.5 m 高, 10 分間平均値) は 6 m/sec であった。そしてこの日の最大風速は 12 時 30 分頃 9 m/sec に達している。

また 3 月 14 日の記録は雪面の低下の状態を示しており、その値は約 5 cm であった。

このように積雪深の変動が日中時、時間的に連続記録ができるので積雪や融雪速度、及び吹雪による雪面の変動なども知ることが



第 7 図 D 型積雪深記録計による全積雪期間の測定記録 (低温科学研究所積雪実験場)



第 8 図 D 型積雪深記録計による雪面の時間的変動の測定例。図の式より積雪時、吹雪時、融雪時 (低温科学研究所積雪実験場)

できる。

IV. ま と め

光学繊維を利用した積雪深計を8mmカメラを使用しないで、より簡便な積雪深記録計の試作をした。この装置によれば日中の積雪深の長期記録に加えて積雪深の変動が連続的に記録でき、また時々刻々の天候の判別も可能である。電源は1.5V単I乾電池1個で1年間の作動ができ、記録紙の速度も可変にできる。

感部のまわりに生ずる雪面のくぼみが誤差を生ずる大きな原因であるが、その誤差の範囲も-4cm~+1cmで、山地積雪の測定には許容できる値であると考えられる。なお、記録部をより小型化して風の抵抗をなるべく小さくし感部の上端(雪面上)に取り付け、任意の時に記録紙を回収できるように改良を試みている。

この装置の作製にあたり北見工業大学高橋修平氏からは当初より有益な助言をうけた。また本研究所の桧森政治氏、新堀邦夫氏からは技術的な援助をうけた。山田知充氏からは改良点に関する種々の助言をうけた。

試作に際し本研究所大学院生の深見浩司氏他の援助を得た。

ここに並記し感謝の意を表する。

文 献

- 1) 高橋修平・油川英明 1976 光学繊維を利用した積雪深記録計. 低温科学, 物理篇, **34**, 79-86.
- 2) 高橋修平・久保田裕士・成瀬廉二 1977 大雪山系旭岳山腹の積雪深観測(1977年). 低温科学, 物理篇, **35**, 資料集, 13-16.
- 3) 油川英明 1977 グラスファイバー式積雪深計. 雪氷, **39**, 203-206.
- 4) 油川英明 1978 天塩山地の積雪深調査. 低温科学, 物理篇, **37**, 175-178.

Summary

An optical device called "D-type snow depth recorder" has been designed using optical fibers as a sensor, which is capable of detecting snow surface and telling the snow accumulation by a difference in brightness across the surface as well as identifying local changes in weather in terms of solar radiation with a lapse of time.

The recorders which were set at various stations including a mountainous region, provided successful and stable results and also proved easy in handling and setting, compared with those provided by other snow depth meters which were set together at the stations.

The schematic of the recorder is shown in Fig. 1. As seen as from this, it contains of two parts, that is, the sensing pipe S containing 200 optical fibers and the recording unit R. Along the pipe S 200 holes are aligned at the interval of 1 cm, to each of which the upper end of a fiber is fixed, the lower end of a fiber is fixed to the bottom of the pipe in the way in which all the ends are arranged in a line 10 cm in longer consecutively according to the heights of the other ends.

The recording unit R, a cylindrical case, contains a rolled direct print paper which revolves by a driving clock unit moved by a dry battery (1.5 volts) with its axis parallel to the line

moving at a rate of 6 cm/day in contact with the line perpendicularly to the line.

When the recorder is set at a station, the recording unit is buried in the ground so that the pipe stands vertically on the surface.

After several snowfalls the lower part of the vertical pipe is covered with a snow pack, then, in the daytime, the each of upper ends on the pipe above the snow surface transmits light through the fiber and transmitted light reacts on the sensitizer of the direct print paper, whereby the height of the snow surface, that is, the depth of the snow pack, is marked on the paper. While the paper is moving at the constant rate, the depth of the snow pack with a lapse of time is measured.

As the paper moves constantly and is not exposed to light during the night, it is marked alternatively by a series of contrast pattern, which can be used as a date maker.

From these contrast lines and date marks made by the upper ends of the fibers, information can be easily collected about increases and decreases with time in the depth of a snow pack through a winter.

Furthermore, the degrees of exposure marked on the paper depend upon the intensity of light through the fibers, so when it is fine, the paper is highly exposed as contrasted with a poor exposure under a bad weather.

This suggests that the recorder is recommendable not only as a snow depth meter but also as a weather discriminator.