

秋田平野における降積雪の観測 (第二報)

伊藤 驍・金澤 徳雄

(昭和61年10月31日受理)

Observations of Snow Cover and Snowfall Intensity in Akita Plain, Honshu Island of Japan (2nd Report)

Takeshi ITO and Norio KANAZAWA

The measurements of snowfall intensity by a newly developed apparatus and the study of distribution of snow cover in Akita Plain field were continuously carried out from last year. Beside the site investigations of snow cover formation at 4 points were also represented through 4 times during the winter of 1985-1986.

The regional characteristics of these observations were discussed specially with the meteorological conditions.

1. はじめに

1983年2月に秋田県の横手盆地一円における積雪深の同時観測を開始して以来、秋田県の北部や由利地方及び秋田平野において詳細な同時観測が次々と開始されるようになってきた。このうち秋田平野については新しく開発された降雪検知器を国道7号線と13号線沿いに4台設置して、5分刻みの降雪の強さを冬期間連続記録させる測定が行なわれてきた。これは1983年に始まるが、1985~1986年の冬には、大曲市にも設置され遠隔地での観測も行なわれることになっている。

ところで、秋田平野における積雪深の同時観測は、シーズン中5のつく日を目標に4回行なってきた。本報告は前報¹⁾に引き続き、1985~1986年の観測結果について報告するものである。

2. 積雪深の観測

秋田市全域の積雪深の同時観測は、1986年の場合前年同様62地点で4回行なわれた。このうち4箇所では次のような日程で積雪の断面観測を実施した。

第一回目：1月25日 第二回目：2月5日

第三回目：2月15日 第四回目：2月25日

観測地点と雪質記号は前報に記載しているののでここでは省略する。

この冬はまず11月末に突発的に雪が降って、それから再び12月下旬に入って大量の雪をもたらすいわゆるクリスマス寒波が襲来している。しかし年末に

は気温が緩み、積った雪も融けて平年並みの寒さに戻った。しかし1月下旬から季節風が卓越し、クリスマス寒波から四週間目に除々に雪が増え始めた。ところが寒波はそれほど強くなく持続もせず、2月中葉に一旦暖気が来てその後再度降ったが、秋田地方気象台の積雪は2月28日の強い降雪によって55cmのピークを記録したにすぎない。従って、第一回目の観測では累年平均値の半分にも満たない所が多く各地での雪質は下部がざらめで上部で新雪やこしまり雪が占め、密度も小さかった。2月5日の観測では気象台の積雪深が37cmとなっている。この時期になると、住宅地には次第に吹き溜り現象が生じて、生活道路のわだち堀れが目立つようになる。雪質をみると、気象台、高専構内共数層の積雪層が壘層を成し、中間部にしまり雪層が形成されている。

当日行なわれた秋田市内南北20km、東西10kmにわたる積雪深観測の分布図は図1に示す通りである。例年に比べて雪の量が少なく幹線道路の路面圧雪はほとんどみられなかった。例年積雪深はこの時期から、郊外よりも都市部で上回ってくる。従って大雪の時はその現象が特に強くなる。図1には4地点の雪質も併記した。上小友、長田の2地点は山寄りやや雪が深く、積雪層が明瞭で雪温が都市部より低い。長田における雪質調査によると、ここは水田地帯であるため、氷板がよく発達している。一方、気象台、高専構内は共に芝生上の積雪のため、ざらめ化が進む特徴がみられた。

また2月15日の積雪分布は気温が上昇した後であったため、積雪深は低く、しまり雪の層も薄くなり、

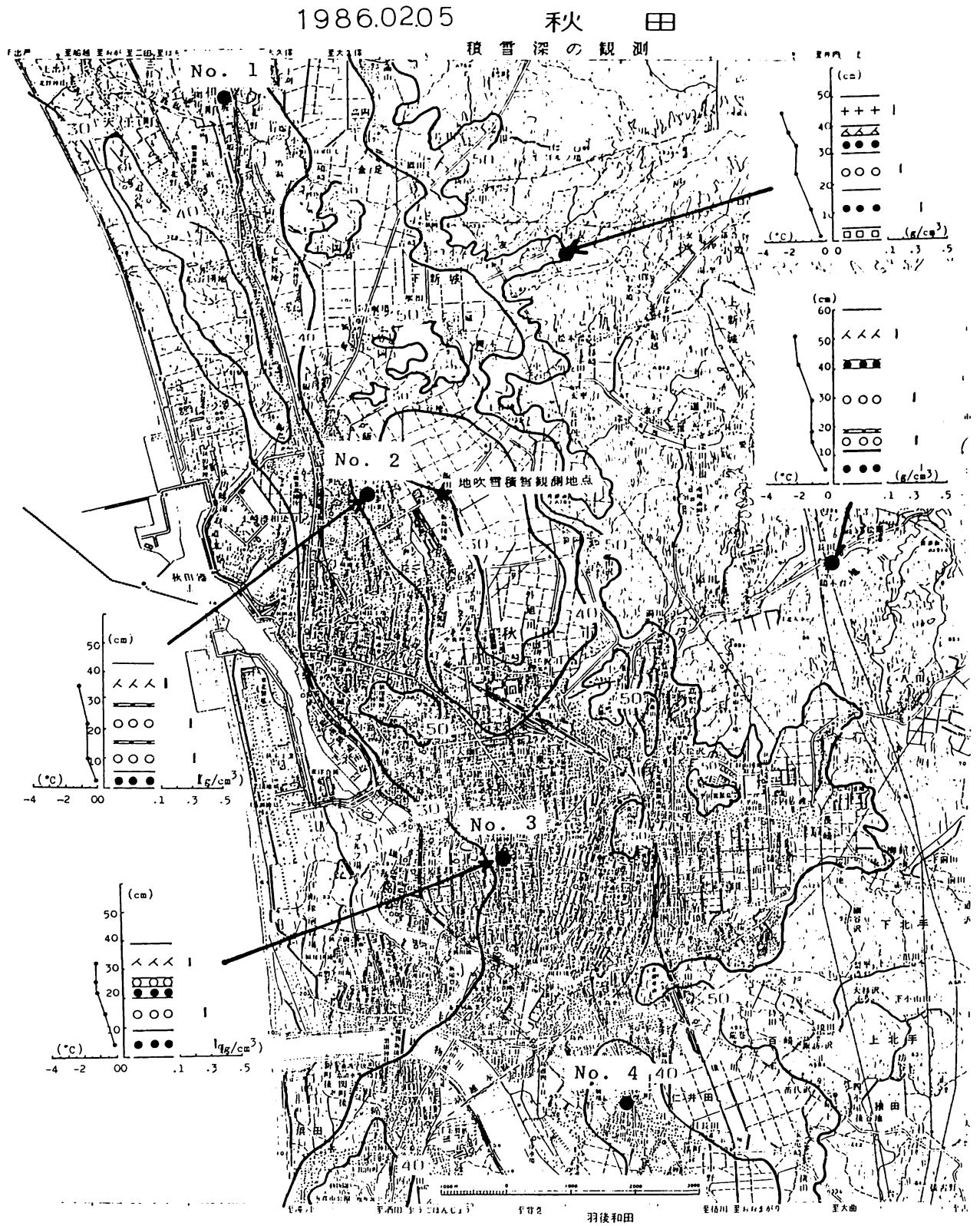


図1 1986. 2. 5の積雪分布(cm)と雪質及び降雪強度観測地点

秋田平野における降積雪の観測 (第二報)

2月25日の観測では雪が再び増加したが下部は湿れざらめ化し、細かい積雪層が複雑に幾重にも壘層を成し、密度が0.4 g/cm³を越すものになっている。このような密度層は下位から中位にも存在する。その場合の積雪層は、主として地吹雪性のしまり雪がざらめ化したものに多い。

なお、図中に示すNo.3は、降雪強度と気温を冬期間連続して測定している地点で、尾印は地吹雪防雪柵前の積雪観測箇所を示している。これらの観測については、後の章で述べることにする。また2月5日は秋田県全域で積雪の同時観測が行なわれているが、これについては別途報告する予定である²⁾

3. 降積雪の変化と気象環境

降積雪に関する各種気象因子の年次変化の比較のために、図2(a), (b)に秋田地方気象台における観測結果を示した。図中、 T_{ave} は平均気温、 H_s は日積雪深変化、 S_F は日降雪の深さ、 W_{ave} は平均風速、 H_u は相対湿度の平均、 S_d は日照時間を示している。

まずこの2ヶ年の気温の年次変化をみると、(a)は12月中旬から急な下降を示して早目に寒さが来た。しかし2月に入って気温の上昇傾向がみられ、早目の春となった。一方、(b)は1月中旬より下降し始め、2月下旬に \ominus の領域が形成されている。日積雪深(H_s)と日降雪の深さ(S_F)をみると、(a), (b)共に海岸地方特有の積り方を示していた³⁾。両年共、最大積雪深は平均値(50cm)をやや上廻った程度である。ただこの両年で突発的な大量の降雪現象がみられているが、こうした現象は季節風がややおさまった後で生じており、しかも特別大雪になっていない年、むしろ暖候年で多く出現する傾向がある。 W_{ave} は両年共余り季節風型が卓越していないが、(b)では1月下旬の強風発生後に気温が下がって S_d も小さくなり、降雪(S_F)が多くなっている。降雪量にこうした一連の関係がみられることに注意すべきであるが、 H_u については特記事項は余り見当たらない。

このようにして、年次毎に異なる冬の気象によってその年の積雪パターンが決る。従ってこの積雪パターンはその土地、その冬の気象環境のメモリーと

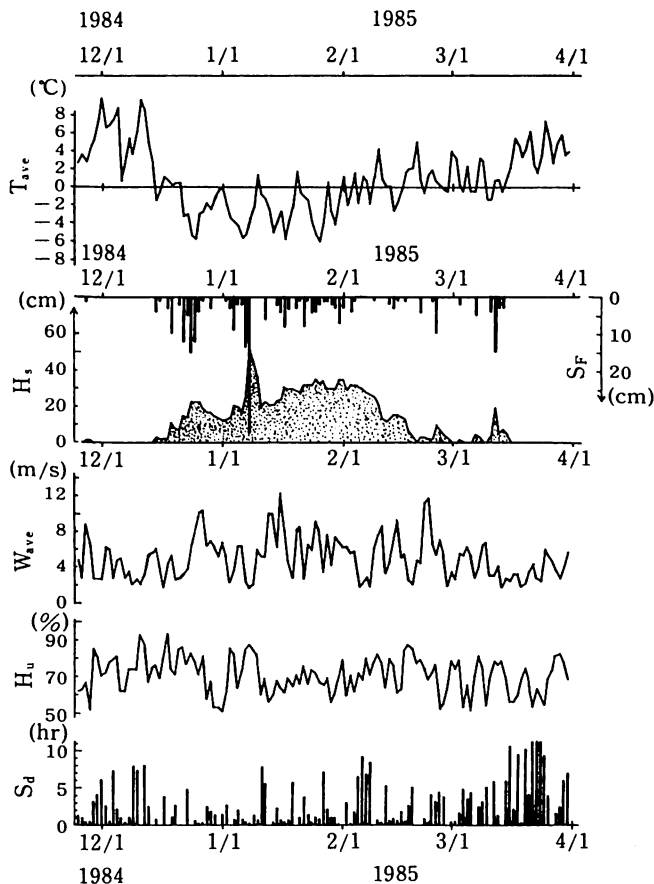


図2(a) No.3における1984~1985年の冬期の気象

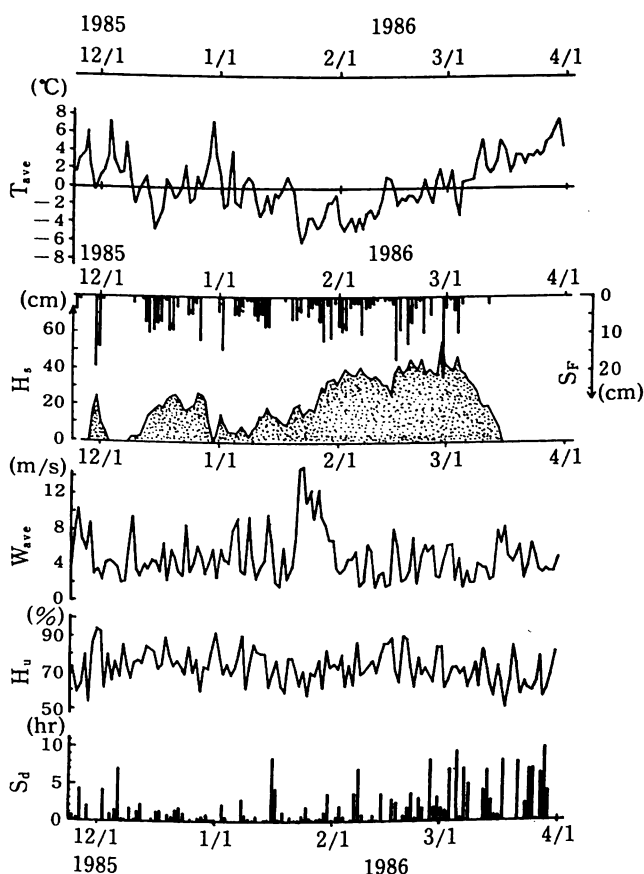


図2(b) No.3における1985~1986年の冬期の気象

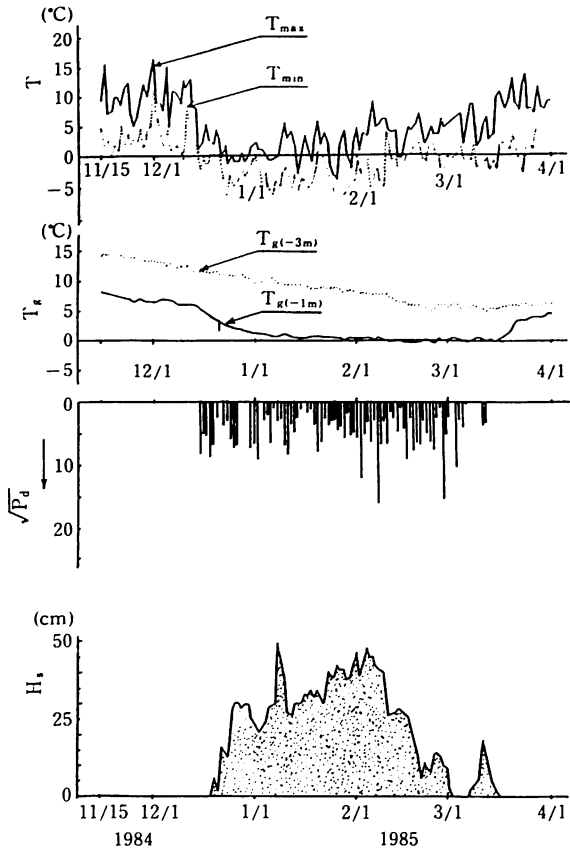


図3(a) No. 2における1984~1985年の冬期の気象

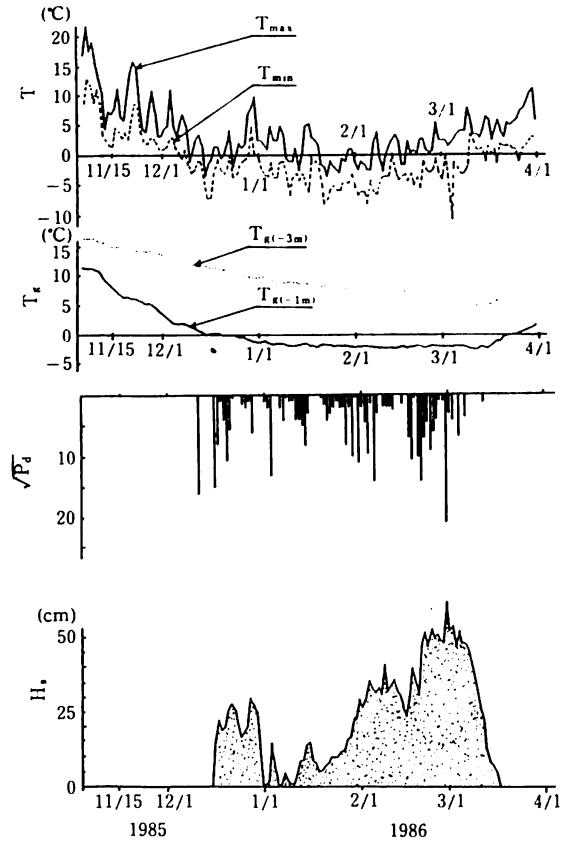


図3(b) No. 2における1985~1986年の冬期の気象

して重要な意味をもっていると言える。

一方、No. 2の秋田高専構内での観測値は、図3(a)、(b)に示す通りである。Tは気温でこのうち T_{max} は最高気温、 T_{min} は最低気温を、 T_g は地中温度で、(-1 m)、(-3 m)は各々地中1 mと3 mにおける地盤温度を示している。また $\sqrt{P_d}$ は降雪検知器による赤外線パルスのカウント数で、強く降ると数値が大きくなる。図によれば、 T_{min} は両年共に12月中頃から氷点以下になって、(a)では12月25日、(b)では10日早く12月15日より -8°C 以下を記録した。この頃より地中1 mでの氷点以下が続き、(b)では一時期を除いて3月初期まで持続した。しかし(a)では2月中旬から \oplus の領域が形成され、降雪も少なくなっている。この差異が両年の積雪パターンの差異を生み出すことになったと考えられる。

特に(b)に示される如く、平野部では地中1 mで氷点以下を記録することは注目すべきことである。この原因として、地盤の粒径が比較的粗い砂質土で透気性が大きく外気温に影響され易いこと、地下水位が -5.5 m と低いことなどが考えられるが、今冬だけの現象なのかどうかはさらにデータを積み重ねて検討してみる必要があるだろう。

4. 雪質変化の調査

1986年2月5日に全県一斉の雪観測が行なわれた時に、積雪深以外に積雪断面の積雪層と雪質や雪温、雪密度調査が行なわれた。秋田平野については、秋田地方気象台、秋田高専構内他2箇所、合計4箇所(図1参照)で観測が行なわれた。これらの地点についてはシーズン中5のつく日に4回観測している。ここでは特に秋田地方気象台と秋田高専構内の2地点における観測結果について述べる。

図1のNo. 2における観測結果をみると、1月25日の場合、積り始めであるためざらめ雪が底部に薄く形成されているが、この時点では全体的に密度が 0.3 g/cm^3 に達していない。10日後雪が増え密度も増したが、その後一担降った雪も融けて、2月15日には薄い積雪層が多数生じて、2月25日にはざらめ雪、しまり雪の互層が細かく重なり、下部は密度 0.4 g/cm^3 近くに変っている。この時点での雪温は上下層共ほぼ一様で氷点近くに高くなっていた。またNo. 3(図4(a))でもほぼ同様の変化がみられたが、ここではややざらめ雪の占有率が高い。これはNo. 2より積雪が浅く積っていたことが原因の一つと考え

秋田平野における降積雪の観測 (第二報)

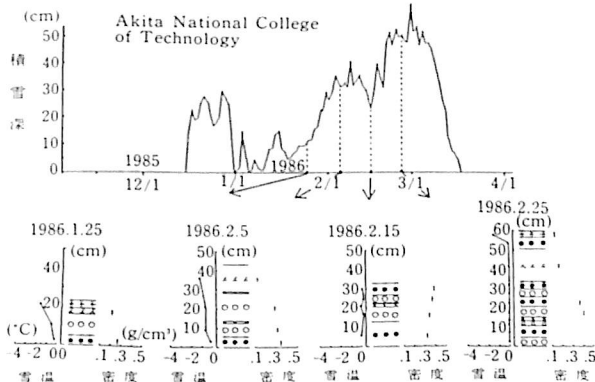


図 4 (a) No. 2 における積雪深と積雪断面観測

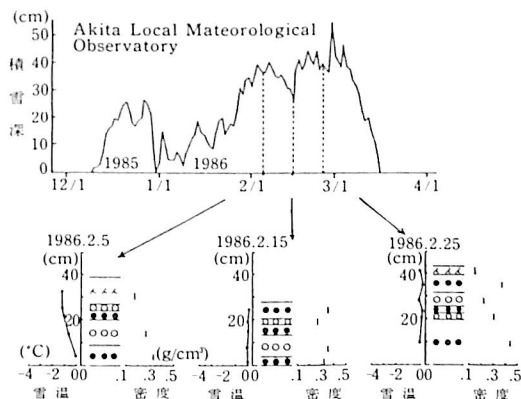


図 4 (b) No. 3 における積雪深と積雪断面観測

られる。なお、ここには示さなかったが、水田地帯の積雪層は低部や中位にも氷板が幾層にも分れて形成され、季節の後半になってこれが湿れざらめ化していく様子が観察された。これは地盤表面に水分が常時滞留していたことが原因の一つと考えられる。

5. 防雪柵前面の雪質について

秋田平野は日本海に面したわが国有数の地吹雪地帯である。平野部の大半が水田で占められ地形開平度が高く、北西季節風は生のまま入ってくるため、地吹雪による視程障害、吹き溜りが生じて、交通機関をはじめとする生活機能を著しく低下させている。このため、各地に吹溜柵、吹払柵、吹上柵等の防風防雪施設がみられるようになってきた。筆者らは2年前から県道秋田～上新城線に設置されている(図1参照)防雪柵前面の堆雪状況を調べてきた。その結果、路面側は無雪状態になるが、風上側は平地積雪の3倍程度の堆雪となっている。しかも地吹雪により圧密されて堆雪するため、雪の密度が0.4 g/cm³以上の純白の「かたしまり雪」の厚い層が形成され、

巻物状に累積していることが観察された。平地積雪としては異常に大きい密度である。

写真1は防雪柵と前面に堆雪した積雪断面を示している。防雪柵は高さが3.25 mの固定自立式吹払柵である。4枚の防雪板(1.2×600×4000 mm)が取り付けられているが、最下位の防雪板は基礎から1 mに位置し、各防雪板は風上側に23度前傾し、風を裾から吹払う仕組みになっている。

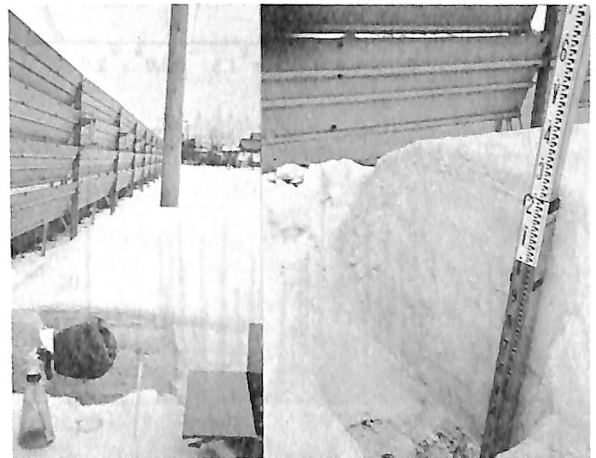


写真1 防雪柵前面の堆雪状況と雪断面観測

図5は1986年2月25日の堆雪状況を示している。防雪柵前面の積雪深が平地積雪深の位置になるまで水平距離で約30 mあった。従って積雪増加率の平均勾配は1/30になる。ここでの積雪断面について定期的に観測を行なったので、以下に1986年の場合について述べる。

図6(a)は2月5日の観測値で、断面の右側が北側になる。この時の積雪層の底部に碗曲状2~3 cmのざらめ層が観測された。さらにそれに内包された積雪はかたしまり雪で密度は0.39 g/cm³、雪温が-2℃であった。底部のざらめ層の変形は、地吹雪によって押されて移動する段階で押しつぶせ褶曲の形状を成したものと考えられる。この形は(b)の2月15日の観測ではさらに押し潰されて23 cmになり、(c)の2月25日には17 cmに、密度は0.42 g/cm³に変わっている。また(a)の段階で現われていなかった積雪層が、10日後の(b)では数層明瞭に現われている。このことは(a)の時点で一様に見えた雪が、実際は内部に分離層の素因を成す雪質の異なったものが幾つも潜在し、気象変化と雪質の経時変化によって顕現化したものと考えられる。このように目に見えない積雪層が毎日年輪のように刻み込まれていると思われるが、ざらめ層やかたしまり層を形成する気象はどのような条件であったかをこれから溯って推定することができ

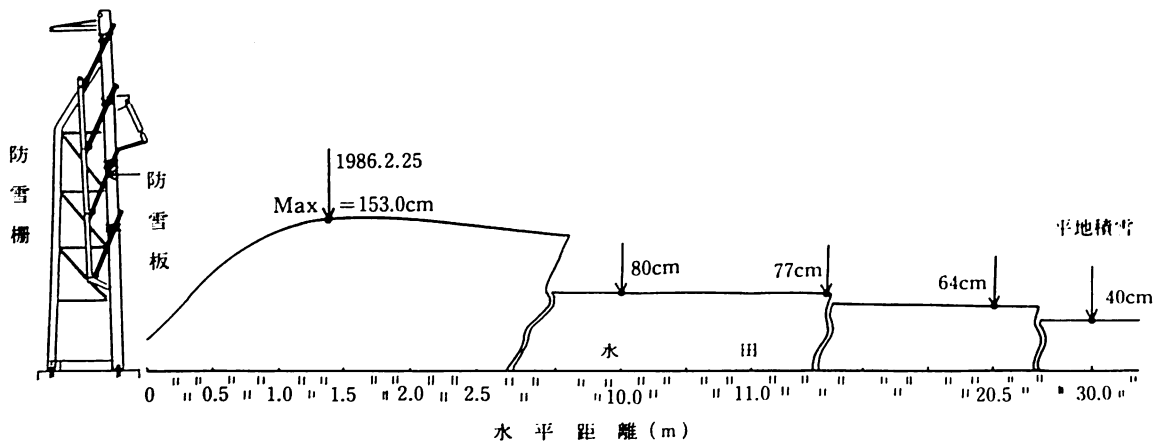


図5 1986. 2. 25の防雪柵前面の堆雪状態図

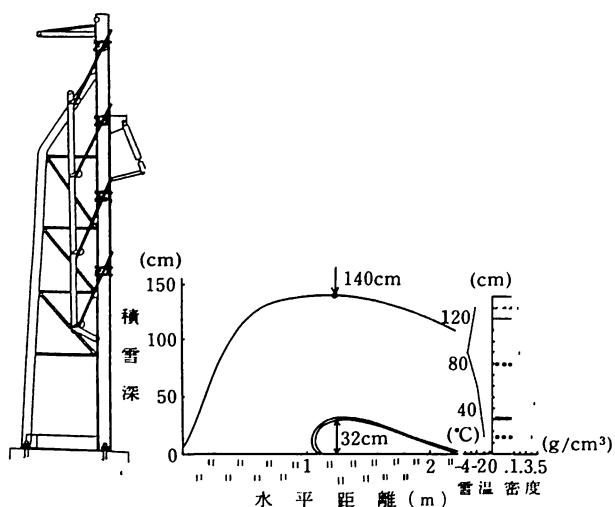


図6(a) 1986.2. 5の防雪柵前面の積雪断面観測図

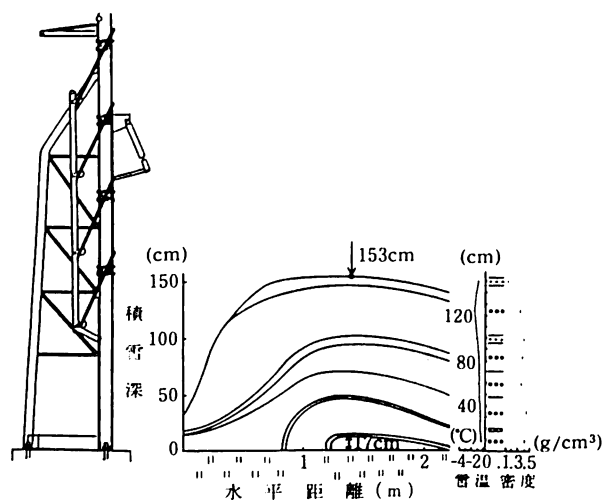


図6(c) 1986. 2. 25の防雪柵前面の積雪断面と雪質

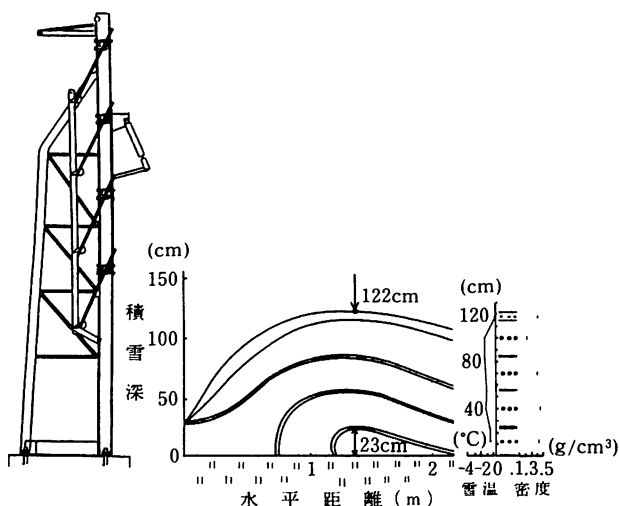


図6(b) 1986. 2. 15の防雪柵前面の積雪断面と雪質

る。なお、観測では最大積雪深の位置は防雪板からいずれも水平距離1～1.5 mの範囲内に形成されていた。雪温は上部から1/2の位置で最も低く-2℃前後で底部で最も高く0℃付近である。密度は1/2より下方でいずれの観測でも0.35～0.5 g/cm³を記録し、さらに平地積雪に比べてざらめ占有率が極度に低くかたしまり雪が極度に多いという特徴がみられた。

6. 降雪強度の観測

降ってくる雪の程度の強さを測定する装置として1983年以来、写真2に示すような赤外線方式の降雪検知器（坂田電機^株製、PC-01）を使ってきた。観測地点は前年に引き続き図1に示すNa 1からNa 4までである。今回は全地点で気温も一緒に測定した。温度センサーには白金抵抗を使っている。観測結果は図7(a)～(b)に示す通りである。降雪の強さを表わ

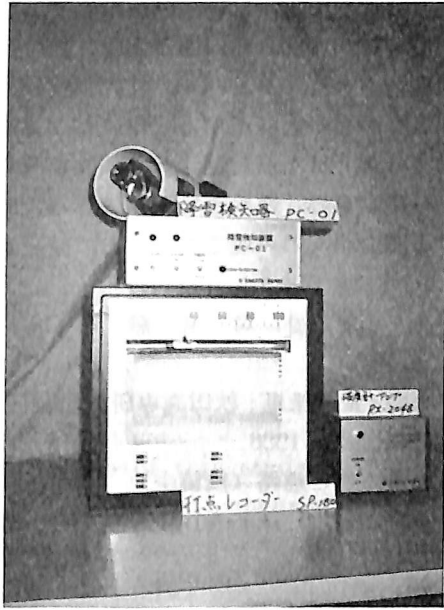


写真2 降雪検知装置

す赤外線反射のカウント数 $\sqrt{P_d}$ は、風などの影響で若干変るが、 $\sqrt{P_d} \div 4 \sim 7$ で1cmの降雪の深さに相当する。図には09時~09時における24時間合計値を示した。気象台では09時、15時、21時における積雪板上の積雪深を測り、3回の合計を日降雪の深さ(S_F)とする。これらを一日トータル量にまとめて比較すると次のようである。

No.1の秋田市北部郊外では、1月2日と2月16日に強く降ったが、No.2(秋田高専)では2月7日と2月27日に、No.3(秋田地方気象台)では12月19日、1月2日、2月2日、2月27日、3月3日に、No.4の秋田市南部では12月14~15日、1月2日、1月13日に強い降雪を記録している。一方、1月に入ってから気象台における大量降雪を挙げると、1位が2月28日23cm、2位が2月16日17cm、3位が1月2日の15cmとなっている。これらとNo.1~No.4のいずれかが必ず応答している様子がわかる。従ってどの時期にどこで多いか少ないか同一平野内での降雪状況が短い時間単位で把握できる他、市の北部と南部で雪の降り方に地域差がみられることも把握できる。共通して強く降った時期は、1月2日、2月2日、2月16日、2月27~28日等である。地点によって時間的なズレも判明する他、5分刻みのデータを詳細にみる事ができる利点があること、最も優れた点は21時等夜の観測も自動的に記録され室内ではぼりアルタイムでチェックができる点であろう。強風時については、現行の気象庁の観測方法でも、こうした観測機器でも互いに精度的に研究すべき点が残さ

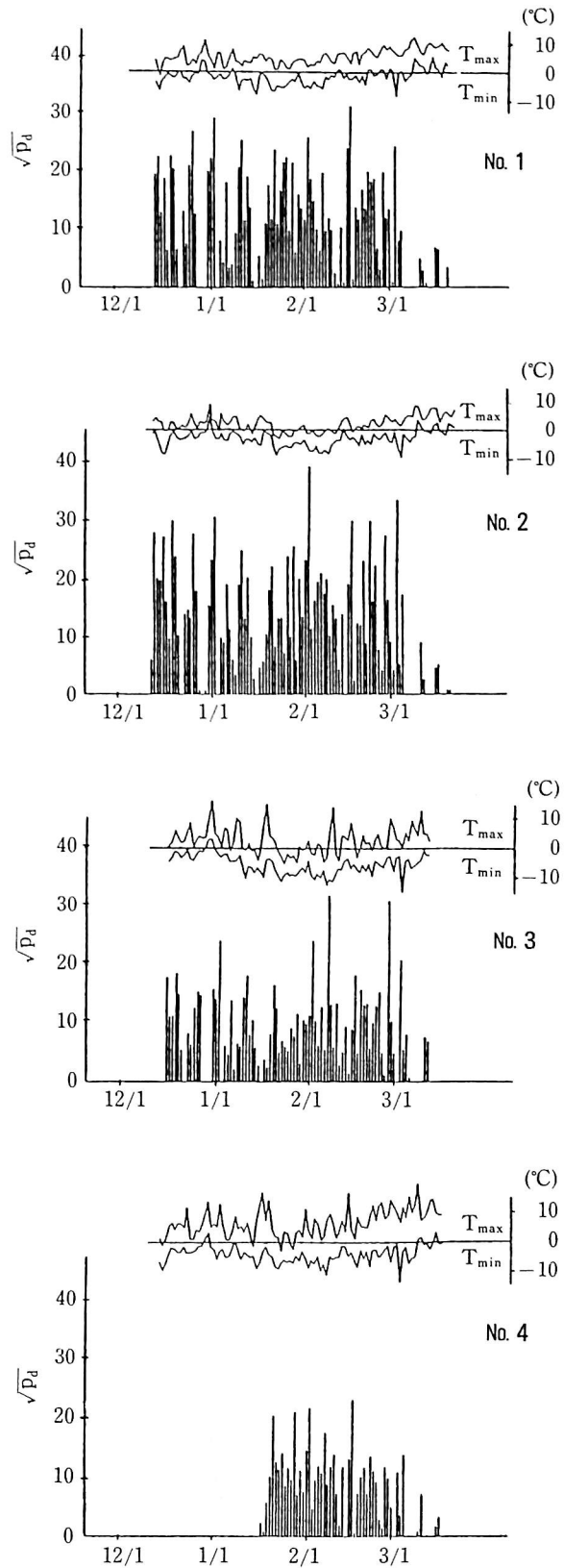


図7 秋田平野における各地点の降雪パルスのカウント数($\sqrt{P_d}$)と最高気温(T_{max})最低気温(T_{min})(1985~1986年)

れている。どのように改善すべきかはこうした観測を続けて、資料をじっくりと見極めてみる必要があるだろう。

7. あとがき

本報告で述べたような調査は秋田平野でかつて試みられたことのないものであり、ここ数年は継続していく考えである。データがさらに蓄積されてから詳細な調査解析を行なう計画であり、ここでは主として1985～1986年の降積雪の特徴について述べた。

〔謝辞〕

本調査を行なうに当り、秋田県企画調整部、秋田

地方气象台、秋田県土木部、秋田市企画調整部、日本気象協会秋田支部、秋田歴史建設株式会社、有限会社加賀伊ボーリング、株式会社計測技研、坂田電機株式会社から多大なご協力を頂いた。また、本研究は財団法人「日本積雪連合」の補助を得て行なわれ、さらに本学の「寒冷環境工学教育研究センター」における関連研究の一環であることに付記する。

参 考 文 献

- 1) 伊藤驍・金澤徳雄：秋田高専研究紀要，第21号，PP. 29-36，1986
- 2) 伊藤驍：雪と道路（投稿中）
- 3) 伊藤驍：雪氷，第45巻，第2号，PP. 57-63，1983.