



| | |
|------------------|---|
| Title | 自記積雪深計による天塩山地の積雪調査 |
| Author(s) | 油川, 英明 |
| Citation | 低温科学. 物理篇, 39, 63-74 |
| Issue Date | 1981-03-18 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/18414 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 39_p63-74.pdf |



[Instructions for use](#)

自記積雪深計による天塩山地の積雪調査*

油川 英明

(低温科学研究所)

(昭和55年10月受理)

I. ま え が き

積雪の分布は、一般にその地域の気候学的な特徴を示す重要な要素の1つであるが、さらに地形的、気象学的に解析することにより、積雪の分布から降雪の機構を究明するための基礎的な資料を得ることができる。

また山地積雪の堆積及び融雪の状況を把握することは、水資源の問題と関連して基本的に重要な課題である。このためには、山地積雪の連続観測が必要となるが、これはスノーサンプラーを持ち運ぶ測定や航空測量による調査よりも自記記録計による積雪の長期観測が最も適切であると考えられる。これまで、自記積雪深計による山地積雪の調査は大沼他のピンホール式積雪深計¹⁾による神室山系等における積雪調査がある。これには測定精度や設置上の改良の問題を残しながらも山地積雪に関して、これまでの積雪調査では得られなかった積雪深の連続記録及びそれを基にした積雪分布が報告されている²⁾。

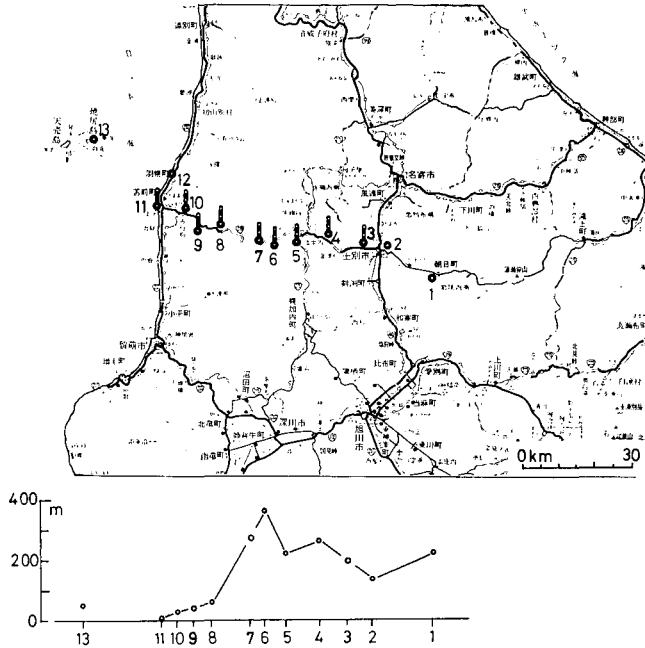
今回、大沼他の積雪深計の問題点のある程度解消した光学繊維による積雪深記録計³⁾を作製することができたので、それをを用い山地積雪の調査を二冬季にわたり試みた。

調査は多雪地帯で、地形が余り複雑でない天塩山地において行なった。1977～78年の観測結果の一部はすでに報告⁴⁾してあるが、今回は1978～79年の結果と合わせて以下に報告をする。

II. 調査の地域と概要

積雪深の調査に使用した装置は光学繊維を利用した自記積雪深記録計³⁾で、第1図にその記録を得た地点を示す。1977～78年(以下78年冬とする)にはNo. 3, No. 4, No. 6, No. 7, No. 9, No. 10, No. 11の各地点で、1978～79年(以下79年冬とする)はNo. 4, No. 5, No. 8の各地点である。この他にNo. 1, No. 2, No. 10, No. 12, No. 13の地点における気象測候所の資料を利用した。図から明らかなように、自記積雪深計を設置した地点はほぼ東西に海岸線から内陸へ続いている。これは国道239号線沿いで冬期間は閉塞される道路なので自記計は冬の初めに設置し消雪後に回収した。この地域は北海道の北西部に位置する天塩山地で、日本海に面した海岸線と数百～千メートルの高度の山嶺(No. 6の地域)がほぼ平行しており、その尾根を越えると雨竜川流域が南北に伸び、さらに二百～三百メートルの峠(No. 6の地域)を東に

* 北海道大学低温科学研究所業績 第2284号



第1図 天塩山地における積雪深計の設置地点(縦棒印の地点)と各地点の海拔高度

越えると天塩川流域の低地帯が南北に長く伸びている。

このように天塩山地は、山嶺と流域が海岸線と並行して南北に縞状に連っている地形である。すなわち冬の季節風に対する向斜面には No. 7~No. 11 背斜面には No. 2~No. 5 が位置しているわけである。

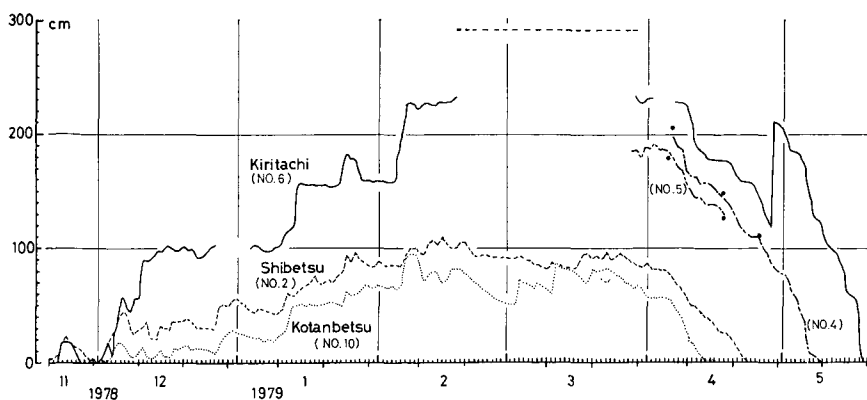
これらの地点における積雪深計の設置は、78年冬は1977年11月29~30日に埋設し1978年7月4~5日に回収を行なった。79年冬は1978年11月17~18日に設置し1979年7月3日に回収した。尚、回収時においてこれらの積雪深計はいずれも未だ記録が可能な状態にあった。これらの積雪深計は最大200cm深までの記録計であるが79年冬の観測時にはNo. 6の地点に400cm深の記録計を埋設した。

各地点の海拔高度を第1図の下部に示す。横軸の距離は上部の地図と同じ縮尺である。尾根上のNo. 6は高度が360mでありまたNo. 13は海岸より約20km沖の焼尻島である。

III. 調査の結果

1. 全冬期間の積雪深変動について

第2図は79年冬の観測結果である。積雪期の初期においては前年の78年冬の結果⁴⁾と同様に少しずつ積雪深が増加すると言うよりも、数度の急激な増加により階段状に積雪深が大きくなっていることがわかる。この傾向は高度が高ければそれだけ強くあらわれている。すなわち、この増加の状況は、値の大小はあっても海拔高度の低い地点から高い地点まで連続してみられることから、積雪深の増加が降雪によるものとするれば、山地において積雪が多いのは1降雪による堆積が多いためで、山地にのみ降雪がありそれによって平地よりも積雪が多くなった



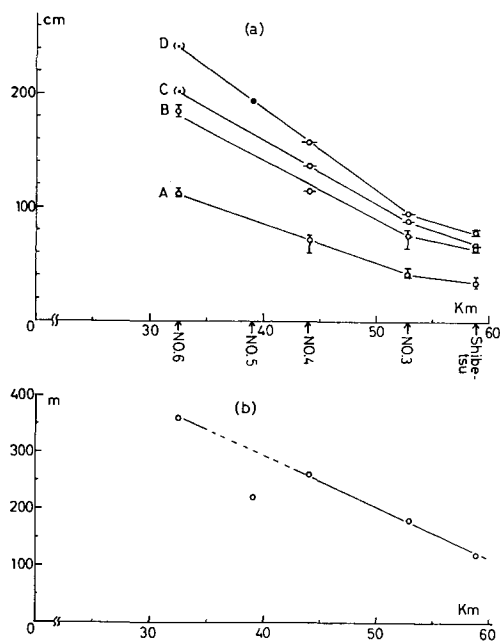
第2図 積雪深観測の結果。No. 6の破線は欠測部分

り、あるいはそのような現象によって山地積雪の全体の状況を変えるようなことは少なくともこれら二冬季の観測結果からは考えられない。

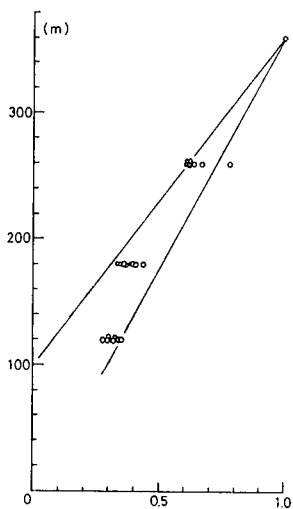
また峠の向斜面に位置する No. 10 と背斜面の No. 2 における積雪深の変動を比較すれば、平均的にはほぼ同じ傾向にあるが、個々の値についてみれば顕著な違いが所々に見い出される。特に2月から3月にかけては No. 10 の変動が激しく、同じような状況が78年冬の結果においてもみられる⁴⁾。これは明らかに降雪の状態の違いによるものと判断されるが詳細は後に述べる。尚、第2図において No. 6 の破線は記録の読み取り不能の部分で、この破線以上の値は記録されていなかったと言う意味であり、また4月末における90 cmもの積雪深増は除雪車による道路積雪の排雪によるものである。また No. 4, No. 5 の積雪深は融雪期のみ示しているが記録は全期間を通して得られており、またこの地点の目視による測定値がそれぞれグラフ上に示されているが、積雪深計による値と良い一致がみられる。

2. 積雪深と高度の関係

第3図は78年冬の背斜面における各地点の積雪深と、海岸からの距離との関係(a)及び海拔高度とそれらの地点の海岸からの距離(b)を示した図である。(a)のA, B, C, Dは、1977年12月27日～31日、1978年1月16日～20日、1978年2月15日～19日、3月12日～15日のそれぞれの平均積雪深の値によるグラフである。これらは各月について比較的積雪深の変動が小さいと判断される数日間を選択したわけである。いずれも直線関係がみられるが、それらのグラフの勾配は No. 6 の (C, D



第3図 背斜面における各地点の海岸からの距離と積雪深の関係(a)及び海拔高度との関係(b)



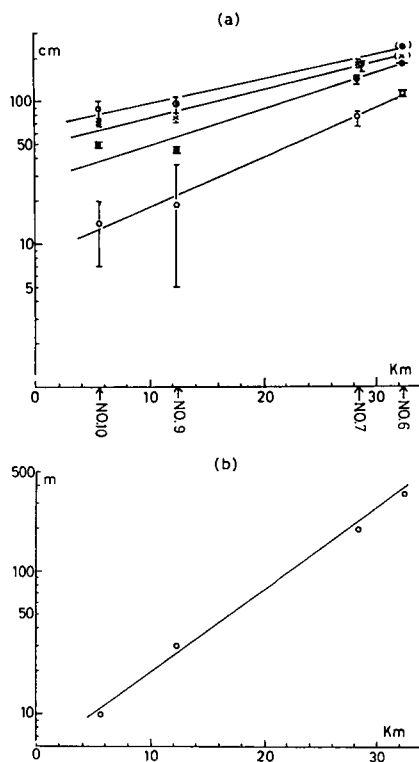
第4図 背斜面における積雪深比と海拔高度の関係

の値は外挿値)が大きくなる程増加している。また地形に関しても (b) に示されたように海岸からの距離と高度は No. 5 を除いて、直線関係で示される。このことは、直線的に高度が増す地形では、積雪深も単純増加するということを示している。さらにこれらの各地点における積雪深と No. 6 の峠の値との

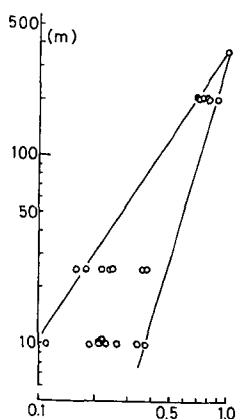
比率 (積雪深比) と高度との関係を第4図に示す。このグラフから、海拔高度と積雪深の間には直線関係がみられ、これらの各地点の積雪平均密度に余り大きなちがいがなければ (No. 2, No. 3, No. 4, No. 5 における最大積雪深時の平均密度は78年の冬, 79年の冬とも $0.3 \sim 0.35 \text{ g/cm}^3$ で大きなちがいは見られなかった)⁵⁾、大雪山における積雪水量と高度との直線関係⁶⁾と同様の傾向がみられることになる。しかし、この積雪深比と高度の関係は二本の直線の範囲で示される。すなわち積雪初期では直線の勾配が小さく、最大積雪深時に近づくに従って勾配が大きく (峠との比率が大きく) なる傾向にある。

同様のことについて向斜面に関して以下に述べる。第5図 (a) は積雪深と海岸からの距離との関係、(b) は海拔高度と海岸からの距離との関係を示したグラフである。尚、図中、C, D の No. 6 の値は第3図の外挿値である。この図から、海岸からの距離と高度との関係が指数関数であらわされるのと同様に、(a) における積雪深と海岸からの距離の関係は指数関数で示される⁷⁾。すなわち第3図と同様に、積雪深の場所によるちがいは地形に強く依存しているものと考えられ積雪深が地形とほぼ同じ状態に分布すると言っても良いであろう。またこのグラフのみかけの勾配は No. 6 の値が大きくなるにつれて減少する傾向にある。

次に、積雪深比と高度の関係を第6図に示す。これらは冪関数のグラフであらわされるが、第4図と同様に積雪深が増えるに従ってグラフの勾配は大きくなる傾向にある。またこのグラ



第5図 向斜面における各地点の海岸からの距離と積雪深の関係 (a) 及び海拔高度との関係 (b)

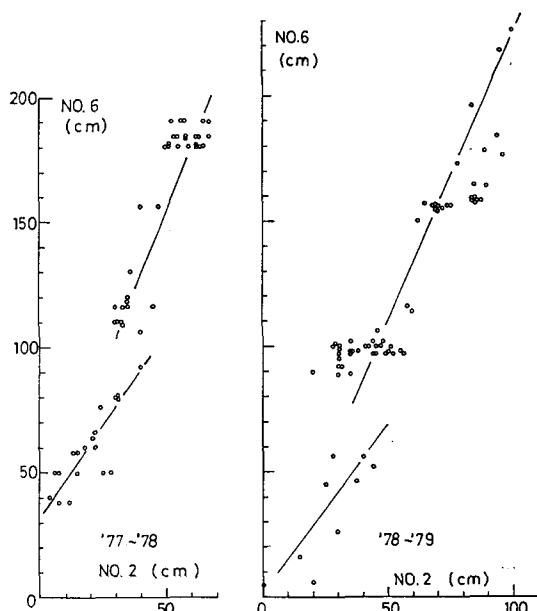


第6図 向斜面における積雪深と海拔高度との関係

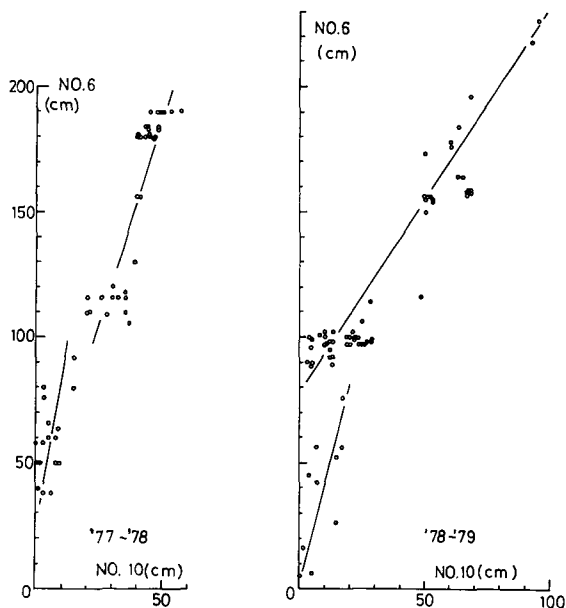
フによる積雪深比は第4図の背斜面の値よりも大きな値を示している。すなわち向斜面の方が同じ高度であれば背斜面の地点よりも積雪深が大きいことを示しているわけである⁸⁾。

3. 向斜面と背斜面の積雪の増加について

第7図は冬の季節風の背斜面に位置するNo.2の地点と峠のNo.6における積雪深のグラフである。また第8図は同様に向斜面のNo.10とNo.6における積雪深のグラフである。これらのグラフはいずれもNo.6の積雪期の記録が得られた時までの毎日の値を示したものである。No.2, No.10においても、また78年, 79年の冬においてもグラフは二つの直線であらわされ、不連続となっている。これらは、積雪深の小さい側の直線は積雪初期における関係を示し、積雪深の大きい側の直線は積雪の最盛期を示しているものである。またこれらの図を比較してみれば、No.2が積雪初期ではNo.6



第7図 No.6(峠)とNo.2(背斜面の地点)との積雪深



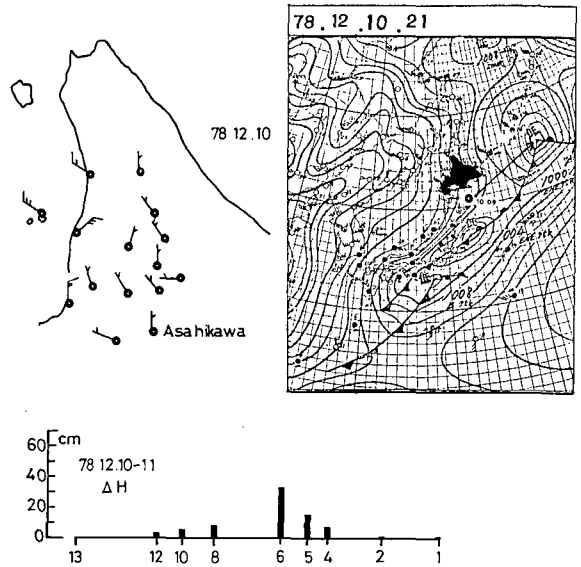
第8図 No.6(峠)とNo.10(向斜面の地点)との積雪深

とほぼ同程度の積雪深増がみられるが最盛期にはNo.6の方がその増加率を上まわっている。これに対し、No.10では初期において余り積雪が増えていない為にNo.6の増加率は非常に大きい、最盛期には第7図における傾向とは逆にそれが小さくなる傾向を示している。この

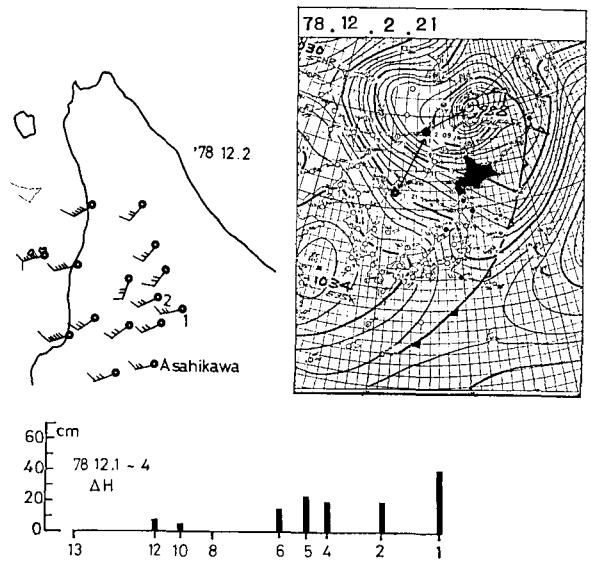
ような現象は明らかに斜面によるちがいであり、しかも78年、79年の冬のどちらにも見られ、絶対値は異なるがグラフの勾配が二冬季ともほぼ同じ値を示しているのは興味深い点である。このことは積雪初期と最盛期において降雪の状態が異なること、そしてその形態は少なくとも二冬については大きなちがいがなかったことを示唆している。これらのことから79年冬に関して、積雪深が顕著に増加した時の全ての事例について、平均風向、平均風速及びその時の地上天気図の状態とを比較検討した。第9図は時のNo.6の増加が最も大きく、向斜面背斜面とも同等に増加している場合である。但し、

このグラフにおいて海拔高度を考慮し向斜面と同じ高度の値に換算すれば背斜面の増分はこれらの値よりも小さくなるはずである。いずれにしてもNo.2よりもNo.10の方がやや大きい。この時の日平均風向は北～北西で平均風力は1～3であり、地上天気図においては、低気圧が北海道の太平洋岸を北東に向かって移動している。これは典型的な冬型の気圧配置である。これに対し、第10図は内陸側ほど積雪深の増分が大きい場合である。日平均風向は南西で風力は3～7とかなり強く、この時の低気圧は日本海側を北東に向かって移動している。このように、降雪時の低気圧の移動の経路により、風向が異なり両斜面における積雪の分布が明らかに異なることがわかる。

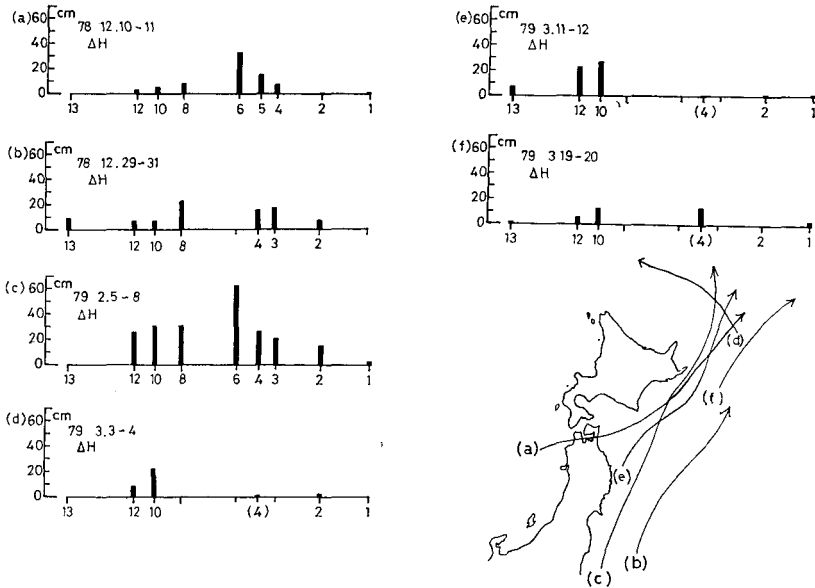
第11図は79年冬の、積雪深の増加が顕著であるもののうち、季節風の向斜面側の積雪深が増加している場合について、積雪深の増分(ΔH)、その期間及びその時の地上天気図上における低気圧中心部の移動経路を示した図である。この時の低気圧は全て太平洋側を通過しており、冬の季節風が卓越していることがわかる。



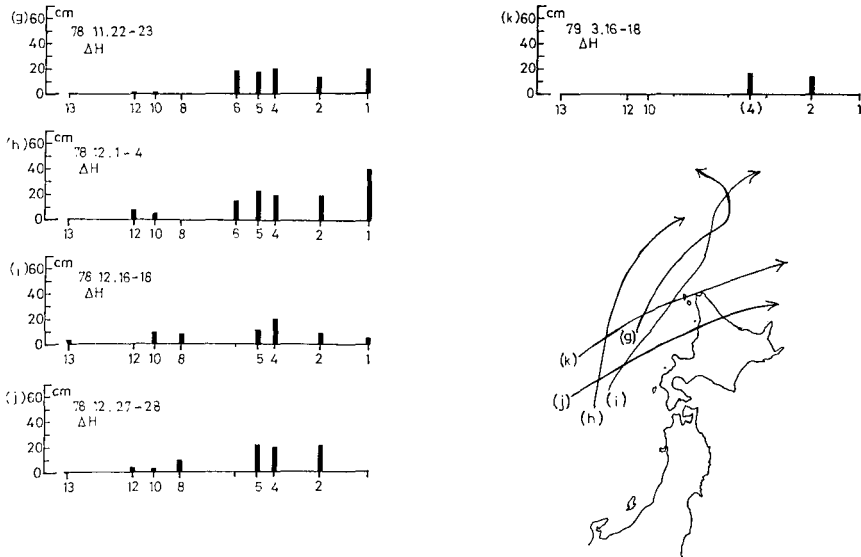
第9図 一降雪における各地点の積雪深増加量(ΔH)、日平均風向・風力及びその時の低気圧移動経路



第10図 一降雪における各地点の積雪深増加量、日平均風向・風力及びその時の低気圧移動経路



第 11 図 一降雪による積雪深の増加量とその間の低気圧の移動経路 (季節風型)

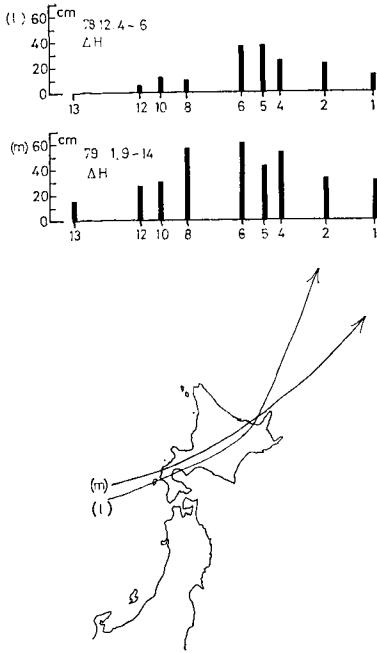


第 12 図 一降雪による積雪深の増加量とその間の低気圧の移動経路 (低気圧型)

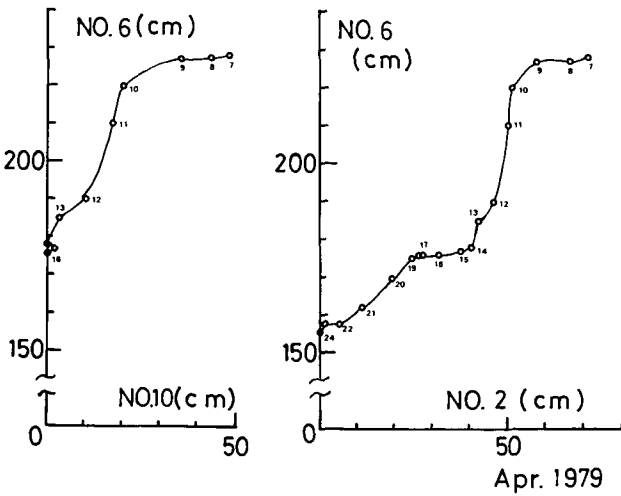
また、これに対して第 12 図は低気圧が日本海側を通過する場合で、この時は全て内陸側 (季節風の背斜面) の積雪深増が著しい。また第 11 図に示された時期が主に積雪の最盛期であるのは対し、第 12 図の場合は 11 月～12 月の積雪初期及び 3 月の融雪期初めである。

次に、第 13 図はこれら二つの形態と異なり両斜面において積雪増が著しい場合である。この時の低気圧は北海道を南西から北東方向へ横切るように移動している。

以上のように天塩山地において積雪が増加する場合は三つの形態に分けられる。すなわち、



第13図 一降雪による積雪深の増加量とその間の低気圧の移動経路(中間型)



第14図 向斜面と背斜面の地点における雪面低下量の比較及び焼尻(No. 13)における日平均気温、日平均風向、日平均風力

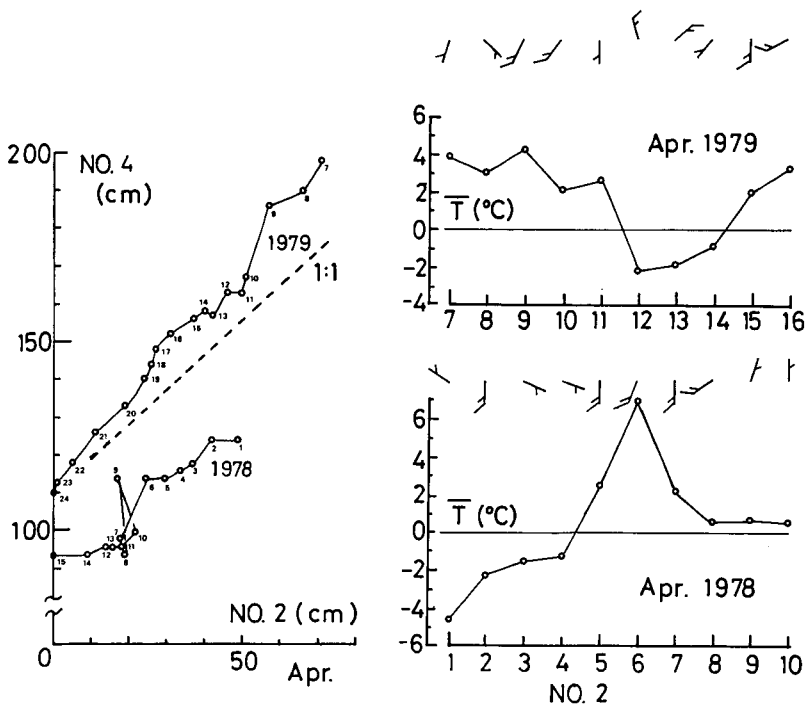
冬の初めと終りには低気圧の移動が日本海側に多くみられるので、結果として内陸側に積雪が多く、また積雪の最盛期には太平洋側を移動する低気圧に伴って向斜面に積雪が多くなる。このようなことから第7, 8図に示されたように向斜面、背斜面に特有な積雪の変動が起こるものと考えられる。

尚、低気圧の移動する経路のちがいは冬の大陸高気圧の勢力によると考えるのが一般的であるが、この点に関する詳しい研究は今後の課題である。

4. 雪面低下量の比較

第14図はNo. 6の峠とNo. 2, No. 10の雪面低下量を示したものである。また日平均気温、平均風向、風速はNo. 13の地点における気象測候所の観測である。これらのグラフから二、三特徴的なことを述べると、まず、4月9日～10日の雪面低下量は明らかにNo. 10の方が大きな値を示しているが、この時のNo. 13における気象状況は強い西寄りの雪が吹き気温が4～5°C程度である。すなわちNo. 10においてはこの強風によってかなり融雪が進んだが、背斜面のNo. 2では風も弱められ、また気温も雪面を吹送してくる風により低められるため、余り融雪が進まなかったものと考えられる。このことは第15図のNo. 2における気象観測の結果をみれば良くわかる。すなわちNo. 13と比較して風力は1/3に低下し、平均気温は1°C程低くなっている。

また11日～12日では高度の高いNo. 6がNo. 2, No. 10よりも雪面低下量が大きくなっている。これはいわゆる融雪量の逆転で高所ほど融雪量が多い現象である。この時、No. 13



第15図 背斜面の2地点における雪面低下量の比較及び土別(No. 2)における日平均気温、日平均風向、日平均風力

の平均気温は4.5~1.5°Cと比較的低く、風は北寄りで風力も2~3と余り大きくない状態である。

14日~17日ではNo. 2において融雪が進んでいるが、17日~19日はNo. 2もNo. 6もほとんど雪面低下は認められない。この状況はNo. 13の平均気温に良くあらわれている。すなわち14日~16日は5°Cほどの気温であるが、17日~18日は1~2°Cとかなり低い気温になっている。このようにNo. 13における気象観測の結果から、これらの地域の融雪の状況がある程度推察することができる。

第15図はNo. 2とNo. 4における78年と79年の融雪状況を示した図である。これらの二地点は同じ斜面に位置し、高度差は140mほどである。また、図の右のグラフはNo. 2における日平均の風向、風速、気温を示したものである。1979年においては4月9日の融雪がNo. 4において最も進んでいるが、これは平均気温が高いことと風が南寄りであることに起因していると考えられる。同様に78年の4月6日は気温が非常に高くなっており、その結果特にNo. 4における融雪が進んでいる。このように気温が高い場合には高度の高いNo. 4の融雪がより進行するが、この程度の高度差においては高所ほど風速が大きいためこのような現象が起こっているものと考えられる。

尚、79年においては平均的にみてNo. 4の方がNo. 2よりも雪面低下量が大きく、78年ではNo. 2の方がやや大きくなっている。これは78年の融雪期に降雪があったためであり、一般的には1979年のような融雪状態が考えられる。またこの傾向は平均気温が高いほど強くあらわれるであろう。

IV. ま と め

光学繊維を利用した積雪深記録計により、天塩山地において1977~78年及び1978~79年の二冬季にわたり積雪深の調査をおこなった。

日本海に面した海岸線から約60km東の内陸までの間9カ所の地点に積雪深記録計を設置した。この区間は海岸から35kmの所に尾根が南北方向に連なり、冬の季節風に対する向斜面と背斜面を形成している。積雪深計は尾根(海拔360m)の1カ所、向斜面の5カ所、背斜面の3カ所に設置された。いずれの年も積雪のはじまる前に設置し消雪後に回収し、積雪期全般にわたる積雪深の記録を得ることができた。

それらを気象観測資料により解析した結果以下の知見を得ることができた。

1. 積雪初期において積雪深の段階的な増加がみられるが、このような数度の急激な増加によってその冬の大まかな積雪の度合いが決められる。
2. 平地と比較して山地に積雪が多いのは、一降雪による堆積が山地において多いためである。
3. 積雪深と地形の関係については、その地形と同様の状態で分布する。すなわち高度が単純に増加する地形では積雪深も高度とともに直線的に増加し、指数関数的であれば積雪深もまた尾根に向かって指数関数的に増加する。
4. 積雪深比は向斜面の方が背斜面よりも大きい。天塩山地の場合向斜面では高度に関し

て冪関数的に積雪深比が増加する。他方背斜面では直線関係である。これは地形によるちがいである。

5. 向斜面と背斜面における積雪深の増加は異なっており、それは降雪をもたらす低気圧の位置及び移動経路に依る。天塩山地の場合は三つの形態に分けられる。

6. 融雪期における雪面低下量は、風速が大きい場合には向斜面の地点の方が背斜面よりも大きいと言う現象が顕著にあらわれる。

この観測にあたり、石川信敬氏(低温研)、久保田裕士*、深見浩司、内藤明男君(北大大学院)の協力を得た。また北海道開発局留萌開発建設部羽幌出張所の方々には多くの便宜をはかっていただいた。ここに併記して深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 大沼匡之・小島忠三郎 1950 積雪自記計の試作. 雪氷, **12**, 240-243.
- 2) 大沼匡之・浅川暢彦・大場多蔵 1954 Snow-Recorder について. 雪氷, **16**, 22-27.
- 3) 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.
- 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.
- 5) 小島賢治・油川英明・石川信敬・小林大二・久保田裕士・深見浩司・内藤明男 1979 低温多雪地帯(雨竜川流域)の消雪遅延機構. 低温科学, 物理篇, **38**, 93-111.
- 6) 山田知充・西村 寛・水津重雄・若浜五郎 1979 大雪山の積雪水量分布. 低温科学, 物理篇, **38**, 63-63-71.
- 7) 畠山久尚 1946 東京都付近における降雪の様相. 天気と気候, **12**, 10-13.
- 8) 小笠原和夫 1955 山形県の雪に関する気候学的研究. 山形県総合開発資料, 1-69.

Summary

A survey was conducted on the thickness of a seasonal snow cover, using snow depth recorders of the optical fiber type, throughout the accumulation and the ablation season from December 1977 to April 1978 and from November 1978 to May 1979 in the Teshio mountainous region located in the northwestern part of Hokkaido.

Nine locations were selected for the survey on the ridge (35 km east from the seashore, 360 m in elevation) as well as on the slopes east and west of the ridge between the seashore and the inland point of 60 km east from the seashore.

The recorders were set up before winter and collected after snow melted; they provided continuous records of the depth of the snow cover at these locations.

The results obtained are summerized as follows:

- 1) A few heavy precipitations in early winter resulted in an abrupt in thickness of a snow cover, which had a lasting effect on the total amount of snow at the area during the winter.
- 2) The amount of snow was larger in the mountainous region than in low land areas because at the time of a snow fall the precipitation was heavier in the former than in the latter.
- 3) The distribution of thickness of a snow cover on the slope of the mountain was influenced by the topography similar to the shape of it.
- 4) A ratio of the thickness of a snow cover at point on the slope of the mountain to that

* 現在株式会社カーター・アート社

of the ridge of the mountain was larger on the windward side of the slope than on the leeward of the seasonal wind.

And the relation between the altitude and the ratio in the area was dependent on the topography, which is linear on the leeward side and power on the windward side.

5) At the time of a snowfall the amount of precipitation differed on the east side slope of the mountain from the west side, as the result of the course of movement of a cyclone causing a snowfall which hit the prevailing slope first.

6) Snow melting was much faster on the windward side slope of the mountain than on the leeward side when the wind was blowing hard in spring.