



Title	建造物・障壁等の付近における融雪量の分布と熱収支
Author(s)	小島, 賢治; 油川, 英明; 石川, 信敬; 高橋, 修平; 久保田, 裕士
Citation	低温科学. 物理篇, 34, 111-121
Issue Date	1977-03-25
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/18304">http://hdl.handle.net/2115/18304</a>
Type	bulletin (article)
File Information	34_p111-121.pdf



[Instructions for use](#)

## 建造物, 障壁等の付近における融雪量の分布と熱収支\*

小島賢治・油川英明・石川信敬

(低温科学研究所)

高橋修平・久保田裕士

(北海道大学大学院 理学研究科)

(昭和51年11月受理)

### I. 緒 言

建物, コンクリートあるいは木のへい等の日陰では融雪が遅れ, 逆に, 陽が当たる壁面近くでは融雪が促進されることは言うまでもないが, この差が量的にどの程度であり, 天候にいか  
に支配されるか, また融雪要因となる各種の微気象要素が構造物のためにどのような影響を受け  
るかを測定した。

### II. 測 定 法

#### 1. 測定対象とした構造物および測定範囲と測定時期

(1) 鉄筋コンクリート造建築物。低温科学研究所の研究棟(高さ約10 m, 東西64 m, 2, 3階の外壁白色)の南側25 mの距離まで, および研究棟の北に隣接する低温実験棟(高さ8 m, 東西34 m)の北側15 mまでの範囲の融雪量の分布を1975年3月下旬から4月5日にかけて測定した。これに先立ち, 2月中旬の融雪が無い時期に雪面熱収支に関連する気象素ならびに積雪の温度, 密度, 積雪深等の分布を測定した。

(2) 木製のへい(a)。上記の研究所の建物から約100 m離れた雪原上に, 厚さ5 mmのベニヤ板を用いて高さ1.5 m, 長さ5.4 mのへいを東西方向に鉛直に立て, その南北それぞれ5 mの範囲の融雪量と熱収支の観測を4月3~5日に, また冬期の気象要素の分布測定を2月上旬に行なった。冬期は地吹雪による吹溜りが出来るのを避けるため, 実験時以外は支柱だけ残して取外すようにした。板には塗料を塗らずベニヤ板のなめらかで幾分明るい色の面を常に南向きに設置した。

(3) 木製のへい(b)。北大雨竜地方演習林母子里の雪原上に, (a)と同様のベニヤ板を用いて仮設したへい(高さ1.7 m, 東西に長さ7.2 m)の北側5 mから南側7 mまで範囲の融雪量と熱収支の分布を1975年4月18日から24日までの間に測定した。ここでは特に, へいの南側が白色の場合と黒色の場合の放射量の差異に注目した。そのため, 用いたベニヤ板8枚のうち4枚の片面を白色, 残りの4枚の片側を黒色に塗っておいて, 白色面を南に向ける場合は中央

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第1799号

部(幅3.6 m)だけを白色としたので、この時の北側は中央部が板の生地のみでその左右が黒色となった。融雪量その他の測定はへいの中央部付近を通る南北線上で行った。

## 2. 測定項目と測定装置

### (1) 構造物の影響のない場所での微気象要素の測定

前記の1・(1), (2)については、研究所の建物からも実験用へいからも充分離れた平坦な広い雪原で次の測定を常時行なった。

a) 全天日射量: A型全天日射計, b) 雪による反射光: B型全天日射計を水平下向きに設置, c) 全波長放射収支量: Funk型示差放射計, d) 気温, 水蒸気圧: サーミスタ通風乾湿計で雪面上1 mの乾湿球温度を自記, 湿球凍結時は小林<sup>1)</sup>が報告した方法によった。e) 風向, 風速: コーンペーン微風向風速計で10分間平均値を自記, 以上の測定結果を構造物付近での測定値と比較するさいは対照値と呼ぶことにする。対照値の記録はすべて野外観測室内で行なったが, 構造物付近における移動観測と同時記録の際は比較し易いよう記録方法を工夫した。

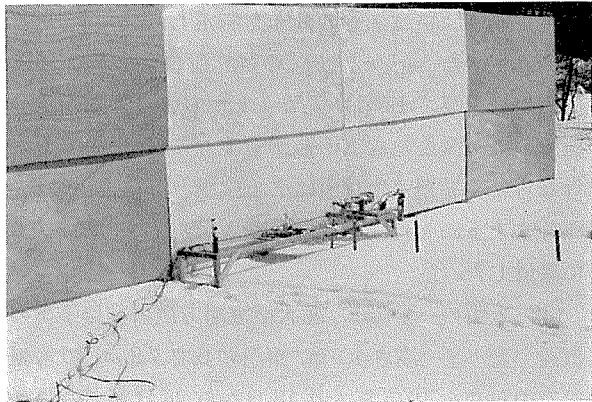
母子里で行った1・(3)の実験についても対照値の測定法はほぼ同様であるが, 全天日射計にB型を用い, 対照風速測定用には実験時間中だけ光電式3杯風速計を高さ30 cmに設置併用した。

### (2) 構造物付近での測定

測定対象(1), (2)および(3)につきそれぞれ若干違う方法を用いた。

1・(3)に述べた母子里での実験では, 小型示差放射計(CN-6), 通風サーミスタ乾湿計, エプリー全天日射計, 熱電対風速計を一行に, 雪面からの感部の高さが何れも30 cmになるように1台の木組の枠に固定し, へいからの距離を変えて測定するさいには, これらの感部の列をへいと平行に保って枠ごと移動した。第1図の写真にその概観を示す。1カ所での測定時間は2~3分間とし, へいの南北で一連の測定を終えるのに2時間以内ですむようにした。融雪量の分布を測るには, へいの中央を通る南北線上に14本の物指を鉛直に雪にさしこんでいて各点での雪面低下量を毎日2~3回測定した。

1・(2)の札幌での仮設へいによる実験のうち, 融雪期については使用した測定器は1・(3)とほとんど同じであるが, 各測定器の受感部を別々に移動した。冬期には風速分布は光電式3杯風速計5台を雪面上30 cmの高さにへいの南北に配置して風程の同時観測から求めた。また, 気温と水蒸気圧はアスマン通風寒湿計を雪面上1, 10, 20, 30 cm等の高さに水平において測ったが, 同時測定ではない, 雪温の垂直分布は細い棒状温度計で測定した。



第1図 母子里の雪原に実験用に仮設したベニヤ板のへいと, 気象測定器を並べて取り付けけた移動架台。左手前より熱電対風速計, 全天日射計, 通風温度計, および小型示差放射計

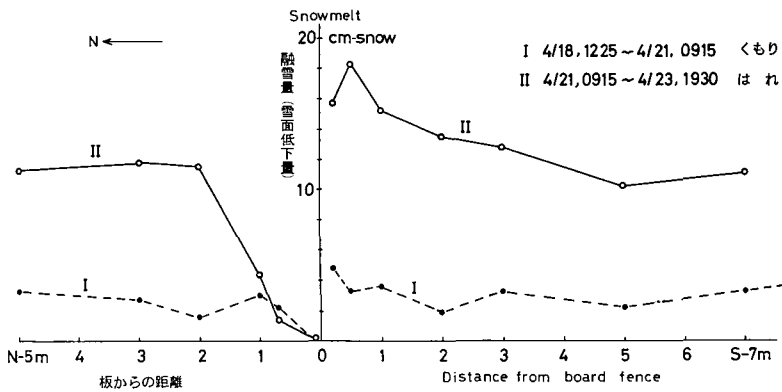
1・(1)に述べた建物付近の測定では、融雪量は雪尺14本を南北線上に立てて雪面低下量を毎日1回読みとることによって測ったが、気象要素の分布は融雪期には測定しなかった。冬期の測定では、示差放射計(CN-2)、日射計等の感部を雪面上1~1.5mの高さにおいたが、気温と水蒸気圧は40cmの高さで移動測定、風速は50cmの高さに3杯光電式風速計5台を建物から種々の距離において、風程の同時よみとりにより測定し、対照値との比較から1時間程度にわたる平均の水平分布を求めた。雪面温度、建物の壁面放射温度等は赤外放射温度計で測った。

### III. 測定結果

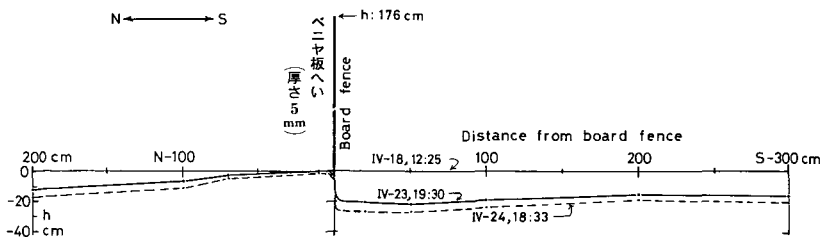
#### 1. 木のへい(b)による母子里での実験

##### a) 木のへいの南北の融雪量分布

第2図には、へいの北5mから南へ7mの地点までの間の融雪量の分布を示した。縦軸は融雪による雪面低下量(cm)をあらわす。黒円印を破線で結んだグラフIは曇天が多かった3日間の融雪量、白円印を実線で結んだグラフIIは、それにつづく晴れた3日間の融雪量をあらわす。正確な測定期間は図に記入してある。へいの北側の日陰の長さは4月21日11時に115cmであった。晴天であった期間IIの融雪量の方が、へいの北側の日陰の一部を除いて、曇天の期間Iにおける融雪量より著しく大きいのは当然として、期間IIの方が板の南面近くでの増大量が非常に大きく、また、板の近くの南側と北側日陰部分での差も著しい。へいのすぐ北側10cmのところでは全期間を通じてほとんど融雪が無かったが、8時から15時までは日陰に入



第2図 東西方向に立てたベニヤ板のへい(172(H)×720(W)cm)の南北の融雪量の分布。Iは曇天の3日間、IIは晴天の3日間の融雪量



第3図 「へい」の南北の融雪量差による積雪上部の変形(南北断面)

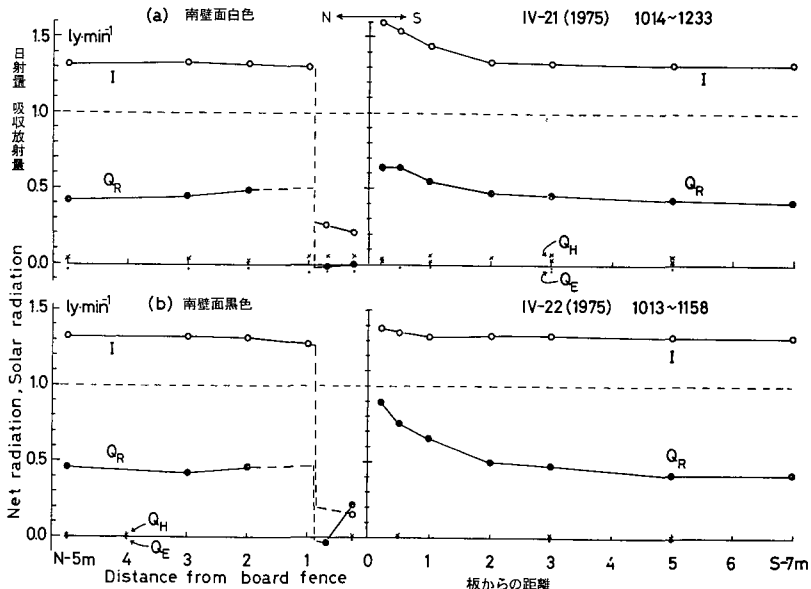
る北 70 cm 地点と、へいの南 1 m 地点での融雪量を比較すると、曇天期間 I では前者は後者の 61% であるのに、晴天の期間 II では僅か 9% で、絶対量もかえって曇天期間より少なかった。晴天時に、板の影響で融雪量の増大が見られた範囲は、板からその高さの 2 倍の距離南方までであった。

第 3 図は第 2 図に示した板の南北での融雪量の差によって生じた雪面の凹凸の形をあらわす。期間 I の始めの時刻における雪面を高さ 0 の水平直線で示し、縦軸はこれからの低下量を示す。実線は期間 II の終りにおける雪面、破線は期間 II より更に 24 時間後の雪面をあらわす。この最後の 1 日だけ日陰部分全体に若干融雪があった。

b) 熱収支, 特に放射収支の分布

第 4 図にはよく晴れた日の 10~12 時におけるへいの南北の水平面日射量  $I$  の分布を白円印と実線のグラフで、全波長放射収支量  $Q_R$  を黒円印と実線のグラフで示した。板の白色面を南に向けた場合と黒色面を南に向けた場合を比較するため、これらをそれぞれ図 (a) と (b) とにわけて示した。縦軸は 1 分間に水平単位面積が受けるエネルギー量、横軸は板からの距離である。板のすぐ北側で日射量と放射収支が極端に小さい部分が日陰である。雪面では板の北 1 m 地点はまだ日陰であったが、日射計等の感部は雪面から 30 cm の高さにあつて陽が当たった。また、示差放射計には日陰部分のすぐ外側の雪面からの強い反射光が 1 m 地点での反射光に約半分含まれるので、日陰雪面の放射収支をあらわすことにはならない。そこでこの図には  $Q_R$  の N-1 m での値を記入しなかった。

へいの南北における一連の測定を終えるのにはかなりの時間がかかる(始めと終りの時刻



第 4 図 「へい」の南北両側における全天日射量  $I$ , 全波長放射収支量  $Q_R$  の分布 (いずれも図に記入した時刻間の平均), ならびに各地点測定時における顕熱および潜熱交換量  $Q_H$  および  $Q_E$ , 負の  $Q_E$  は蒸発熱をあらわす。南向き面を白色とした場合 (a) と、黒色とした場合 (b) の比較

は第4図(a), (b)にそれぞれ記入してある)。そこで、各移動観測点ごとにその場所での日射量あるいは放射収支量の測定値  $I_x$  および  $Q_{Rx}$  と、これらの同時刻対照値  $I_c$  および  $Q_{Rc}$  との比 ( $I_x/I_c$  および  $Q_{Rx}/Q_{Rc}$ ) を求め、これらに対照値の上記観測時間中の平均を乗じて各観測点における日射量  $I_x$  および放射収支量  $Q_{Rx}$  とした。第4図の日射量と放射収支量の値はこのようにして地点毎の測定時刻差の影響を除去したものである。

日射量は南面を白くした場合、へいの南 20 cm で遠方における値の 20% 増となったが、南面を黒くすると僅かに 5% 増に過ぎなかった。これは板の南面からの反射光の大小による。板の北側の日陰部分では、日射量は対照値の 15% 前後にすぎず、ひなたに出ると対照値に近い値となるが、北 1 m 地点では僅かにこれより小さいのは、へいが天空散乱光を一部遮ぎるためと思われる。しかし第4図(a)は晴、(b)は快晴の時の観測値であるから散乱光の割合はもともと小さい。

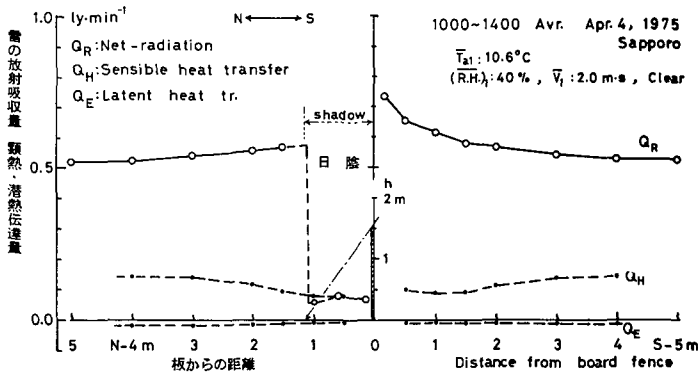
一方、全波長放射収支量の分布は白色面を南に向けた場合、板の 20 cm 南で対照値の約 1.5 倍であるが、黒色面を南に向けると板の南面近くでは遠方の値の 2 倍以上に達し、短波長日射量の分布とは非常に異なる。これは、南向き白色壁面でもその放射温度は同じ高さの気温より 12~15°C 高かったし、南向き黒色面では 30~35°C も気温より高くなったため、板からの長波長放射が(日射計には感じないが)板の近くでの放射収支量に大きく関与したと思われる。なお、積雪の反射率は 10~12 時には 57% であったから、板から 5 m 以上離れた所では全波長放射収支量は雪による短波長日射吸収量より約  $0.15 \text{ ly} \cdot \text{min}^{-1}$  小さかったことになる。これは負の長波長放射収支量に相当するが、板の近くでは低温度の天空と雪面との放射交換の一部が +20~+40°C の温度の板と雪面との交換におき代るため、全波長放射収支量の方が短波長日射収支量より大きくなり、その差は黒色南面の場合に一層大きくなった。

第4図には顕熱および潜熱交換量をそれぞれ  $Q_H$  および  $Q_E$  と記した点で示してある。これらは高さ 1 m での気温、風速、水蒸気圧によって求める際の経験式<sup>2)</sup>を高さ 30 cm のデータを用いる場合に変換した式により算定した。この変換には風速、気温、水蒸気圧差等の対数分布を仮定しているので、へい付近の実際の顕熱、潜熱伝達量を正確にはあらわしていないが、およその目安として図に示した。その値は何れもきわめて小さく、雪の蒸発による潜熱損失と顕熱伝達とが相殺して両者の和はほとんど無視できる程度であった。すなわちこの実験例では融雪がほとんど放射融雪であったことになるが、実際に第4図(a)の観測時間中の融雪量の測定値に基づく融雪熱量は放射収支量とはほぼ一致する。しかし、同図(b)の例については融雪量測定値から求めた融雪熱量は放射収支量より小さくなった。短時間内の融雪量測定値の誤差によるものと思われるが、融雪がほとんど放射融雪であったことに変わりはない。

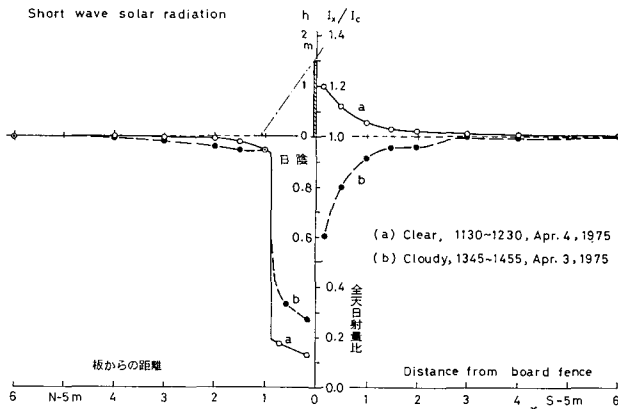
## 2. 木のへい(a)による札幌の融雪期における実験

気温が高く、風が強ければ気温融雪量が増すことは言うまでもない。その場合の観測例を第5図に示したが、融雪期に雪の温度が一様に 0°C の時には、顕熱伝達量は板の南北ではっきりした分布を示さない。第5図は札幌でへい(a)について測定した放射収支と顕熱および潜熱伝達量の分布の例である。

曇天時の水平面日射量の分布は晴天時とは非常に違う。第6図は札幌の実験で得た雲が多



第5図 札幌での実験における「へい」(150(H)×540(W)cm)の南北5mの範囲の放射収支量，顕熱伝達量，雪の蒸発潜熱損失量の分布，いずれも10～14時の平均。「へい」の影響の無い所での気象要素の平均値は図右上部に記載

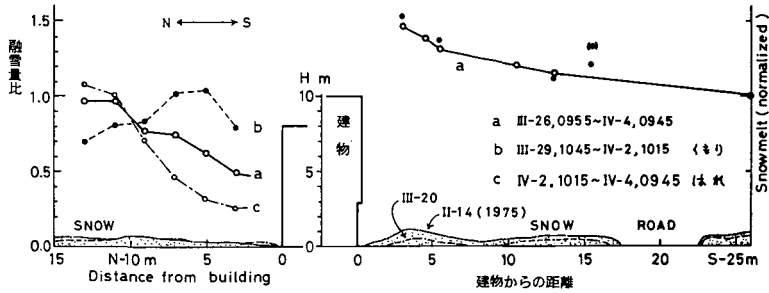


第6図 「へい」の南北での水平面日射量の分布  
a: 晴天時, b: 雲が多い時

い時と晴れている時の板の近くの日射量の分布を比較したもので，対照値に対する割合を縦軸にとって示してある。曇天の時はへいのすぐ南側に近づくにつれ，晴天時とは逆に水平面日射量は10～20%減少し，へいの北側の日陰でも減少はするがその割合は晴れている時の減り方ほど著しくない。南側での減少は雲による散乱光がへいでさえぎられるためであり，北側の日陰部分では散乱光の入射率が晴天時より大きいためである。なお，ベニヤ板の太陽光に対する反射率は，南向き面では0.64，北に向けた粗面では0.59であった。

### 3. 鉄筋コンクリート造建物の南北の融雪量

II, 1. に述べた測定対象(1)——低温科学研究所の建物——の南北各地点における1950年3月26日から4月4日までの9日間の融雪による積雪表面低下量を，遠方(南26m)の融雪量に対する比として第7図に白円印と実線のグラフで示した。この時期の北側の日陰の範囲は正午頃で建物の北壁から約9m北までであった。建物の南北3m地点での融雪量は，遠方の融雪量に対してそれぞれ50%増および減となり，建物から離れるに従って北側では増加し，南側で



第7図 鉄筋コンクリート造3階建の建物(低温科学研究所)の南北における融雪量の分布(南25m地点の融雪量に対する比)  
 a: 9日間の融雪量, b: くもりがちの4日間, c: 晴天の2日間

は減少するが、建物から15m南までは明らかに建物の影響とみられる融雪量の増加があった。この9日間のうち、3月29日10時45分～4月2日10時15分の4日間は雲が多く、それ以後4月4日9時45分までの約2日間は晴天が多かった。この両期間の融雪量分布には北側の日陰部分で特に著しい差異があった。前者を黒円印と破線b、後者を小白円印と一点鎖線のグラフcで第7図の左側に示した。すなわち、晴天時に朝夕を除いて日陰となる北5m地点では、曇天期間の融雪量は南26m地点と変わらないが、晴天期間の同地点の融雪量は遠方の陽が当たる場所の30%に過ぎない。図の下方にはこの建物の南北の積雪深の水平分布とその時間変化を示した。実線は2月14日、それから34日後の3月20日に測定した結果を破線で示した。当日建物の南8m地点には既に積雪はないが、北側の日陰部分ではむしろ積雪深が増加している。建物付近の気象要素の分布は融雪期には測定しなかったが、厳冬期の2月13日に日射量その他の測定を行なった。

4. 融雪が無い冬期における構造物付近の微気象要素および雪温分布

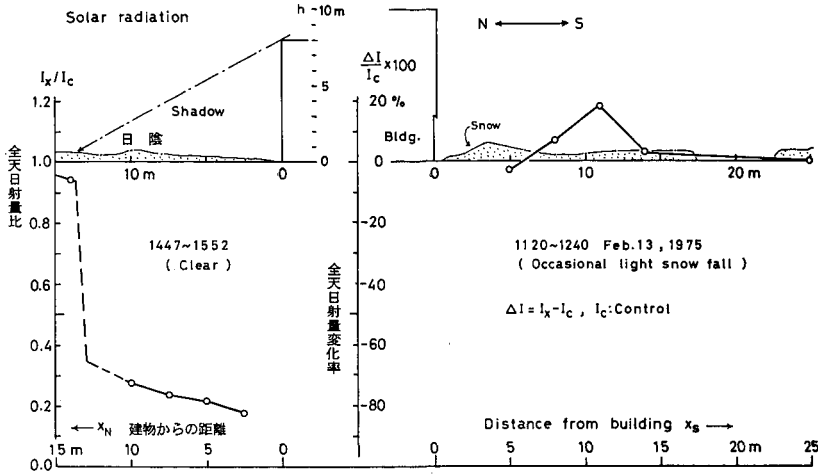
(1) 日射量の分布

冬期間は正午前後における構造物の北側の日陰の範囲が長いので、その中での全天日射量の分布を求め易い。第8図は2月13日に研究所の建物の南北で測定した全天日射量の分布を南側25m地点における値に対する増減の割合で示したものである。ただし、南側は11時20分～12時39分、北側は14時47分～15時52分の間測定した。各地点毎にその時刻での対照値との比を求め、更にこの比が南25mで1.0になるように調整してある。北側で測定していた時は快晴であったが、南側の測定を行っていた時は時々雪雲が払って地吹雪となったので、第8図の分布にはその影響が含まれている。北側の日陰での日射量の減少は著しいが、建物から離れるに従って天空散乱光を多く受けて少しずつ回復し、日陰から出ると急に対照値に近い値に増大した。南側では建物の高さの1.5倍まで建物の白い南面からの反射の影響がみられた。

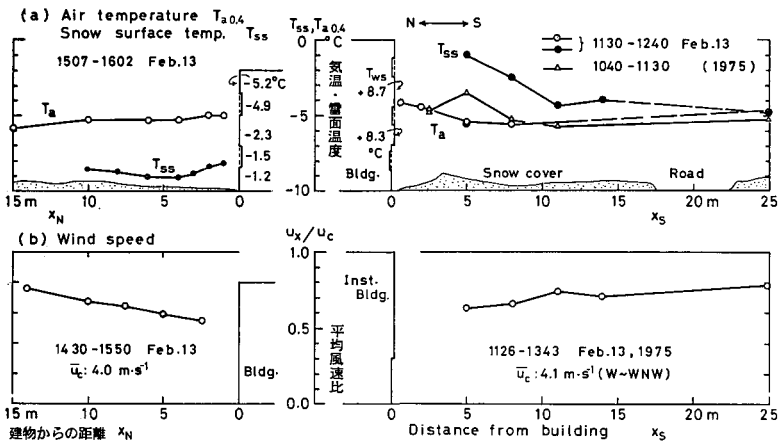
(2) 気温、雪面と壁面の温度

第9図(a)に建物の南北で測定した雪面上40cmの気温  $T_a$  を○印と△印で、雪面温度  $T_{ss}$  を黒円印で示した。対照値との対比を用いずに測定値そのままを記入してあるので、時間変化を含む値ではあるが、建物の南北とも建物に近づくにつれて1～2°Cの気温上昇がみられる。しかし南北の差は顕著ではない。ただし、この時の風速の対照値は1時間平均で  $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  前後





第8図 低温科学研究所の建物の南北における日射量の分布の観測例 (南25m地点の日射量に対する比)



第9図 (a) 融雪が無い時期(2月13日)における低温科学研究所の建物の南北の気温  $T_{a,0.4}$  (雪面上40cm) および雪面温度  $T_{ss}$  の分布の観測例。 図中、建物の内側に記載した温度は外壁表面の放射温度 (b) 建物の南北における平均風速  $u_x$  の分布。建物の影響が無い場所の平均風速  $u_c$  との比、高さは雪面上50cm

であったから、晴天で風速が  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  以下のような場合には南側と北側の日陰部分とで気温差が明らかになるかも知れない。

一方、雪面温度は建物の南北できわめて著しい差が観測された。南側では建物に近づくにつれて高くなり、南5m地点では気温より  $4^\circ\text{C}$  以上も高くなった。北側の日陰では逆に雪面温度は気温より  $3\sim 4^\circ\text{C}$  低かった。従って、建物の南と北側日陰とでは大気と雪との間の顕熱交換の向きが逆になるわけで、これが雪の温度が一様に  $0^\circ\text{C}$  で気温より低いという融雪期の顕熱輸送と大きく相異なる点である。図には建物の外壁温度を数字で記入した。南側の白いコンクリート壁面は40cmの高さの気温より約  $14^\circ\text{C}$  高く、北壁の日陰壁面では上の方が気温とほぼ同じで下ほど高温であるが何れも  $0^\circ\text{C}$  以下であった。雪面温度が北4mから北1mにかけて僅

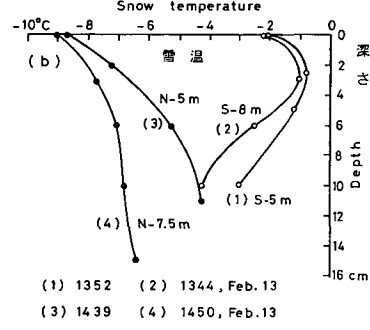
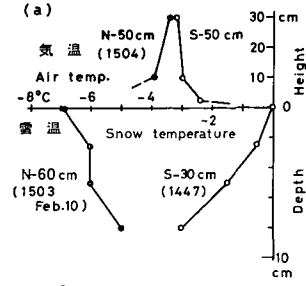
かに高くなっているのは、低温の上空との放射交換の一部にかわって、建物との熱交換が建物に近づくほど多くなるためである。

(3) 風速

建物の南北における長時間平均風速の分布を対照値に対する比で第9図(b)に示した。対照値測定場所はその風上150~400mが平坦な雪原であるのに、建物の周囲には樹木、車庫等風に対する種々の障害物があるためか、測定範囲のどこも対照風速の80%以下であった。

(4) 雪の内部の温度

雪の内部の温度も構造物の南北で著しい差が特に上層部にみられた。第10図(a)は板のへい(a)の南30cmと北60cm(日陰)の雪温(表面から8cmまで)と気温(高さ1~30cm)の分布である。雪の上層部内の伝導熱流の向きは構造物の南北で逆になり、南側では雪面から上および下に熱流が拡散し日陰では逆に上下から雪面に熱流が集って放射冷却による熱損失を埋めあわせる傾向が観測された。同図(b)は建物の南北それぞれ5mおよび8mで測定した雪温垂直分布である。



第10図 融雪が無い時期(2月中旬)の構造物の付近南北両側の雪面近くの気温と雪温の垂直分布例。

- (a) 高さ1.5mの木のへいの南北50cm付近における気温と雪温
- (b) 高さ10mの建物の南北それぞれ5mおよび8mにおける雪温垂直分布

IV. 要 約

日射をさえぎる構造物の陽のあたる壁面は日射の一部を短波長散乱光として反射し、残りを吸収して壁面温度が上昇する。そして、その温度での長波長熱放射を射出する。この両者の大小は壁面の反射率に左右され、温度上昇は風速によっても変わるが、何れにしても構造物の陽の当たる壁面近くの雪は、一般に壁からの反射光と長波長放射を受けて冬期ならば雪温が上昇し、融雪期には融雪が促進される。東西に長い壁面の南側での壁面の影響範囲はその高さの1.5~2倍程度である。一様な壁面ならば、壁の南面に近いほど融雪量の増加は大きい。一方、日陰部分では快晴時には負の長波長放射収支が僅かな天空散乱光吸収より卓越する結果、冬期には日中も雪の温度上昇が僅かであり、融雪期の日中でも晴天時にかえって融雪が全く止ることが多い。しかし曇天時に雲からの反射散乱光の割合が増え、構造物付近特に北側雪面の放射収支の特性が変わり、南側で融雪が起っている時には北側の日陰部分でも融雪が起る。従って、晴と曇との両方の条件を含む1週間以上の長期の融雪総量は、構造物の南北で快晴時ほどの極端な差は無い。それでも、高さ10mの東西に長い建物の南北それぞれ3~10mの融雪量を建物から充分離れた所と比較すると、南では1.44倍、北は0.59倍、つまり南側の融雪量は北側の2.4倍という観測例を得た。曇天時には構造物のすぐ北側の雪にも雲からの散乱光が入射するが、一部は構造物でさえぎられ、これは南側でも同じことである。したがって短波長全天放射量は南北とも構造物の近くで減少し、減少率は雲量により異なる。

風の振舞は構造物の周辺では複雑であるが、長時間の平均をとると構造物の近くで多少減少する場合が多かった。しかし、時にはへいのすぐ近くでかえって風速が増大した観測例もあり、風による顕熱輸送量の正確な推定は困難であった。

構造物の近くで昼夜連続観測を行った気象要素は、へいの南北それぞれ0.5~1 mにおいた小型放射計で記録した放射収支だけである。融雪量分布と正確に結びつく熱収支の十分な連続観測を今回は実施しなかった。今後再観測の機会を持ち度いと考えている。

この研究は昭和49~50年度の国鉄鉄道技術研究所からの受託研究の一部として実施したものである。低温科学研究所の小林大二助教授は研究計画の立案に当って多くの意見を提供し、観測の一部にも協力した。北大大学院学生植松孝彦、水津重雄両君も札幌あるいは母子里における実験に参加した。北大演習林母子里作業所からは、母子里での実験に種々便宜を与えられた。以上を併記して感謝の印とし度い。

## 文 献

- 1) 小林大二・油川英明 1973 冬期における通風式湿球温度計への水分補給装置. 昭和48年度日本雪氷学会秋季大会講演予稿集, 15.
- 2) 小島賢治・小林大二・油川英明・成瀬廉二・石本敬志・石川信敬・高橋修平 1971 母子里の小流域における融雪, 流出, および熱収支の研究 II. 低温科学, 物理篇, 29, 159-176.

## Summary

The melting rate of snow near the south side of a structure such as a building or a board fence is naturally greater than that in the shade at the north side. This is, of course, due mainly to the difference in the radiative energy absorbed by snow at the south and north sides of a structure. Such the difference is, however, affected by weather conditions; the areal variation of melting rate of snow near the structure is influenced by various factors natural and artificial.

A board fence, 1.7 m high and 7.2 m wide, was made of eight 90×180×0.5 cm plywood boards by installing it along the east-west direction on a snow field in Moshiri, Hokkaido. The distribution of melting rate of snow was observed in the test area at 14 locations from 5 m north of the board to 7 m south of it during a week from April 18, 1975. It was cloudy in the first three-day period (I) of the week, which was followed by another three-day period (II) with an almost clear condition. As shown by two graphs I and II in Fig. 2, the amount of snowmelt at a location 1 m south of the board was 1.6 times that at 0.7 m north of the board during period I, but the former was 11 times as great as the latter during period II. The increase in melting rate due to the influence of the board was found to take place at a distance 1.5 times the height of the board in the southside area.

A special attention was paid to the effect of difference in the color of the south surface of the board upon energy exchange at the surface of snow in the south of the board. When the south side surface of the board was lacquered in white, the intensity of shortwave radiation at a distance of 20 cm from the south side of the board (S-20 cm) increased by 20% of the control, which was the radiation at a place far from the board. The increase in all-wave net radiation at S-20 cm was 50% of the control (Fig.

4(a)). These are the averaged results during two hours from 1000 LST. In the case of the black-lacquered surface facing the south, the increase in shortwave radiation at S-20 cm was not more than 5% of the control, but the all-wave net radiation at the same place was found to reach more than twice as great as the control (Fig. 4(b)). The increase in shortwave radiation near the white board facing the south is due to an additional amount of solar radiation reflected by the board. On the other hand, a large increase in allwave net radiation near the south side of the black board is related with the fact that the temperature of the south surface of the black board was 30~35°C higher than the ambient air temperature and about 20°C higher than the temperature of the south surface of the white board. The air temperature at a height of 1 m above the snow surface in the snow field was observed to be +3~+5°C during the time of this experiment. The shortwave solar radiation in the shade near the north side of the board was only 15% of the control. For wet snow no clear tendency was found in the areal variation of turbulent transfer of sensible and latent heat from the air to snow near the board fence (Figs. 4 and 5).

The influence of a board fence made of unacqured plywood boards upon melting and heat exchange at the surface layer of a snowpack was also tested in Sapporo. As the location of a solarimeter was moved from the south to the board, the radiation was observed to increase up to about 120% of the control and decreased down to 10~20% in the shade behind the board when the sky was clear. Under a cloudy condition the shortwave radiation was found to decrease at both sides of the board (Fig. 6). This is explained by the partial cutting by the board at a location close to it of the scattered radiation, the proportion of which increases as the cloudiness increases.

The distribution of melting rate of snow near the two three-story buildings of our Institute was observed by 14 snow stakes set up along a line in the north-south direction from a point 25 m south of the south wall of the south building to a point 15 m north of the north wall of the north building of the Institute during the period from March 26 to April 4, 1975. The total amount of snowmelt of the area from 3 to 10 m south of the south building during this 9-day period was found to be 1.4 times as large as the control (snowmelt at S-25 m); on the other hand, that of the area from 3 to 10 m north of the north wall of the north building was 0.59 times as small as the control. This means that snowmelt at the southern test area was 2.4 times as fast as that in the shade of the northern test area. The decrease in melting rate in the shade was especially remarkable under a clear condition but the melting rate at N-5 m under a cloudy condition was almost the same as the control (Fig. 7). The influence of reflected solar radiation and longwave thermal radiation from the south wall of the south building was found upon melting rate or snow temperature in winter even at a southward distance 1.5 times the height of the building.

During a colder season when no melting occurred, it was noticeable that the snow surface temperatures at the south of the south building and the board fence were higher than the air temperature, while those in the shade behind them were much lower than the air temperature under a clear condition; then the direction of sensible heat transfer between the snow surface and the atmosphere in the sunny side of a structure was opposite to that in the shade (Figs. 9(a) and 10).