三種の陸屋根上での積雪深と地上積雪深との比較

著者	中村 勉, 阿部 修, 中村 秀臣, 東浦 將夫, 沼野 夏生
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	32
ページ	55-72
発行年	1984-03
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000905

551.578.46

三種の陸屋根上での積雪深と地上積雪深との比較

中村　勉*・阿部　修**・中村秀臣**・東浦將夫*・沼野夏生*

国立防災科学技術センター新庄支所

Comparison of the Roof Snow Depth on Three Different Types of Buildings with the Ground Snow Depth

By

Tsutomu Nakamura, Osamu Abe, Hideomi Nakamura, Masao Higashiura and Natsuo Numano

Shinjo Branch, National Research Center for Disaster Prevention
Shinjo-shi, Yamagata-ken 996, Japan

Abstract

Daily snow depths on roofs of three different types of buildings were measured in the last successive six winters and compared with the daily snow depth on the ground.

The conclusions are as follows:

(1) The taller the building, the lower the roof snow depth, if the building has no higher building at the windward.

(2) If the building is tall, and if there is a higher building at the windward, then the building had more snow depth on its roof than on the ground. Case studied was for distance between two buildings of 10m.

(3) Relative to items (1) and (2), item (1) is applicable to building(Rc), because roof snow on the building(Rc) is gradually melted away during winter due to the heat flow through the ceiling (see Fig. 1).

(4) Ratios of the max. snow depth on the roof to the max. snow depth on the ground were calculated from the above measurements as follows:

(a) For the isolated building of about 10m tall on the ground, roof snow depth was about 80% of the ground snow depth in the case of light and heavy snowfall winters, and was about 60% of it in the moderate snowfall winter.

(b) For the isolated building of about 4m high, roof snow depth was about 80% in the moderate snowfall year, but in the light and heavy snowfall years the roof snow depth was about the same as the ground snow depth.

*　新庄支所,　**　新庄支所雪害防災研究室

はじめに

前報（中村・阿部：1978，Nakamura and Abe：1979）では，高さや規模形状の異なる三種類の陸屋根上での積雪の断面観測結果に基づき，測定された屋根雪の深さの違いは，屋根面を通過する熱による融解のためであると推論した．しかし，この観測は1冬期間のうちわずか1回の測定に基づいていたので，より多くの観測データの収集が望まれた．それゆえ，翌年からは，屋根上での毎日の積雪深の測定が開始された．積雪深の他に，融雪量，天井から屋根面へ通過する熱流量，屋根裏温度および気温，積雪層の断面観測が行なわれたが，本報告では過去6冬期間の積雪深の解析結果のみについて述べる．

1. 測定場所

屋根上の積雪の観測を行なった建物は，支所構内にある庁舎（Rc），器材庫（Rs）及び観測室（Ro）である（図1参照）．

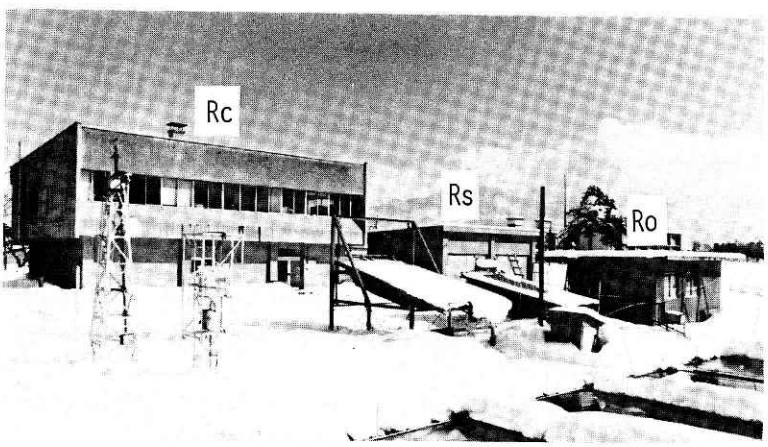


図1　屋根雪測定を行なった三種の建物，庁舎（Rc），器材庫（Rs），及び観測室（Ro）．

Fig. 1　Three different types of buildings where daily roof snow depths were measured.

図2に，それぞれの建物の相対位置，屋根の地上高，勾配及び下り勾配方向を示した．同図からわかるように，器材庫は冬の季節風の庁舎の風下側に位置している．地上での積雪深の観測点は，1982年4月までは同図G_1の所にあり，1982年11月からは器材庫（Rs）の南東端から南東方向へ約70m離れた地点G_2へ移った．積雪深測定用雪尺の設置箇所は，図2に黒丸印で示してある．それぞれの屋根材は，庁舎と器材庫が長尺カラー鉄板であり，

観測室はコンクリート防水モルタル仕上げである．屋根雪を測定している建物の造りは，庁舎(Rc)と器材庫(Rs)にあっては鉄筋コンクリート造，観測室(Ro)は鉄筋ブロック造・モルタル仕上げである．

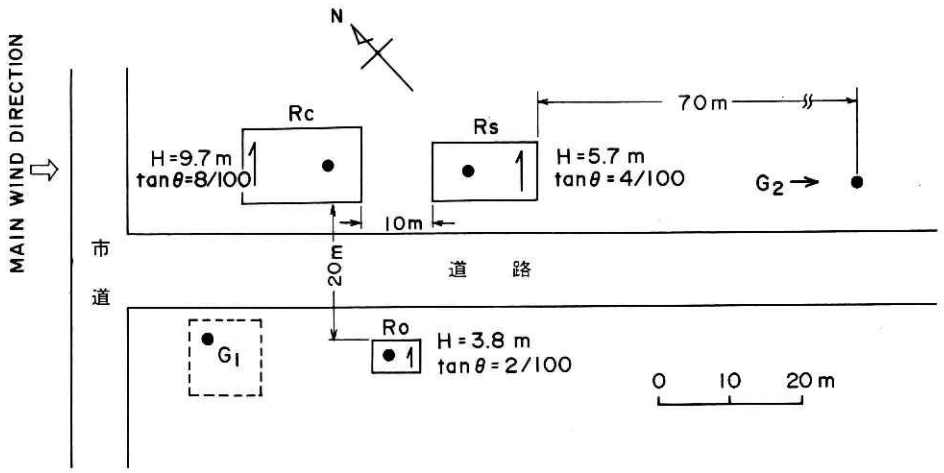


図2　三種の建物，Rc，Rs，及びRoの配置図．

Fig. 2　Locations of the three buildings, R_C (central building, tanθ of the roof is 8/100), R_S (store house, tanθ : 4/100), R_O (observational house, tanθ : 2/100) and of the ground snow measurement points (G_1, G_2). Distances between these two buildings are: 20m between R_C and R_O, 10m between R_C and R_S, and 20m between R_O and R_S.

2. 測定結果

1977年から1983年までの6冬期にわたる各屋根上及び地上での積雪深の日変化を図3にまとめて示した．図から分るように，1978～79年は寡雪年，1979～80年と1980～1981年は大雪の年といえよう．1980～81年はいわゆる56豪雪の年である．この図で＊印を付けた所は，そこで屋根雪下ろしをした事を意味する．多量の屋根雪荷重による建物の倒壊を恐れたからである．すなわち，雪下ろしをした年は，1980年の2月のRsとRo，および1981年1月のRc，Rs，Roである．ただし，1980年2月のRs(器材庫)については，屋根雪は一部のみ下ろした．

三つの建物と地上での積雪深を比較してみると，どの年でも，器材庫上では，地上とほぼ同程度の雪が積もっている事が分る．一番少ないのは庁舎であり，次に観測室で，この順番は年が変っても不変である．すなわち，一番背が高くてしかも風上側にある庁舎上で一番少なく，庁舎の陰でかつ風下側の器材庫では地上と同じ程度，庁舎の影響は受けず，独立建家ではあるが背の低い観測室にあっては庁舎と器材庫との中間の値である．最大積雪深について比較すると，庁舎では地上の約半分しかない年があった．これは，1977～78年，1981～82

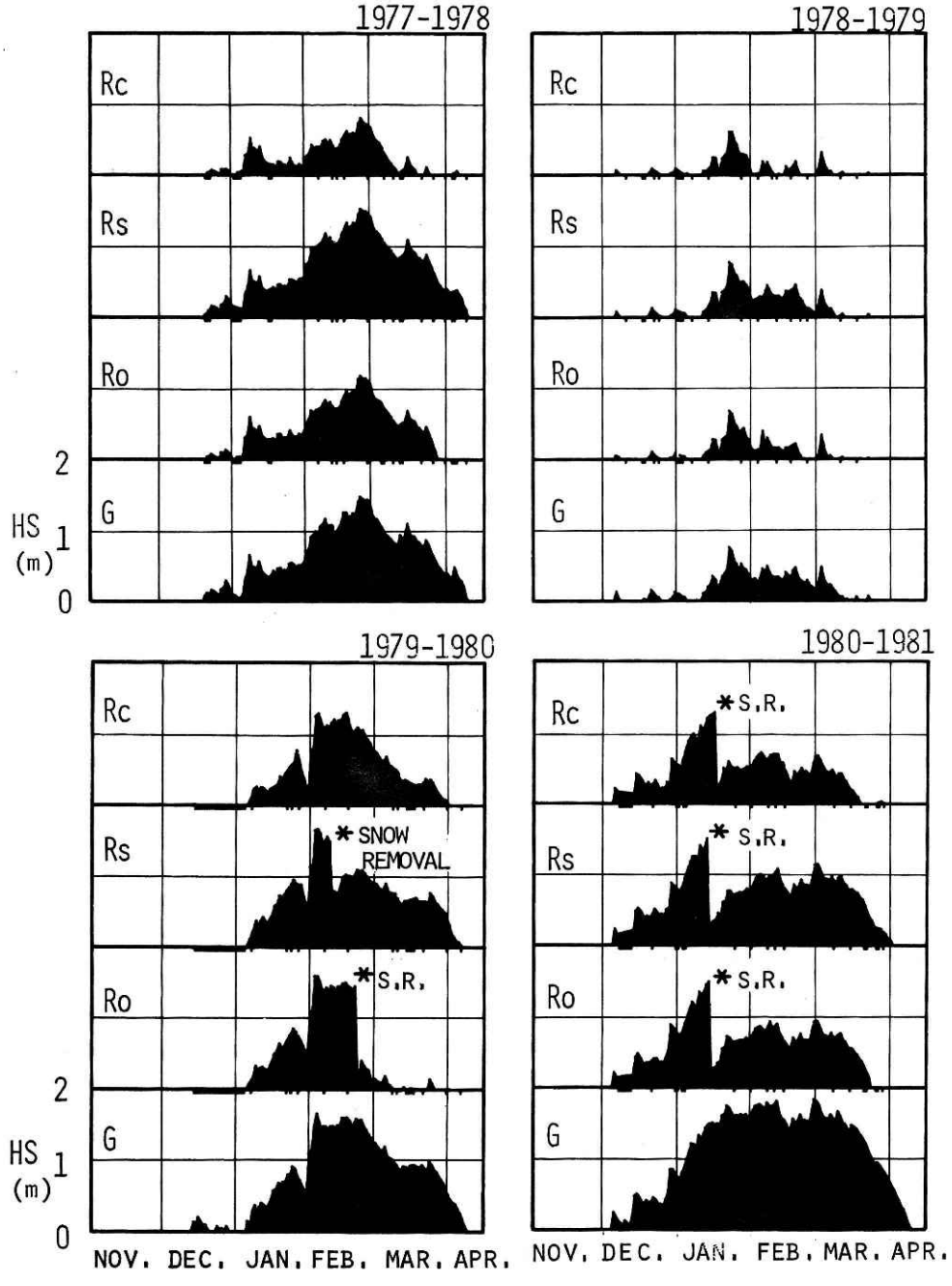


図3　庁舎（Rc），器材庫（Rs），観測室（Ro）屋上，及び地上（G）での積雪深の日変化（＊印はそこで雪下ろしをした事を意味する）．横軸下方の突出線は欠測を意味する．

Fig. 3　Variations of daily snow depths on the ground and on three different buildings during each winter. R_c: central building, R_s: store house, R_o: observational house and G: ground. An asterisk-mark means where roof snow removal was done. Thick horizontal and vertical thin short lines under the axis of abscissa mean the lack of the snow depth measurement there.

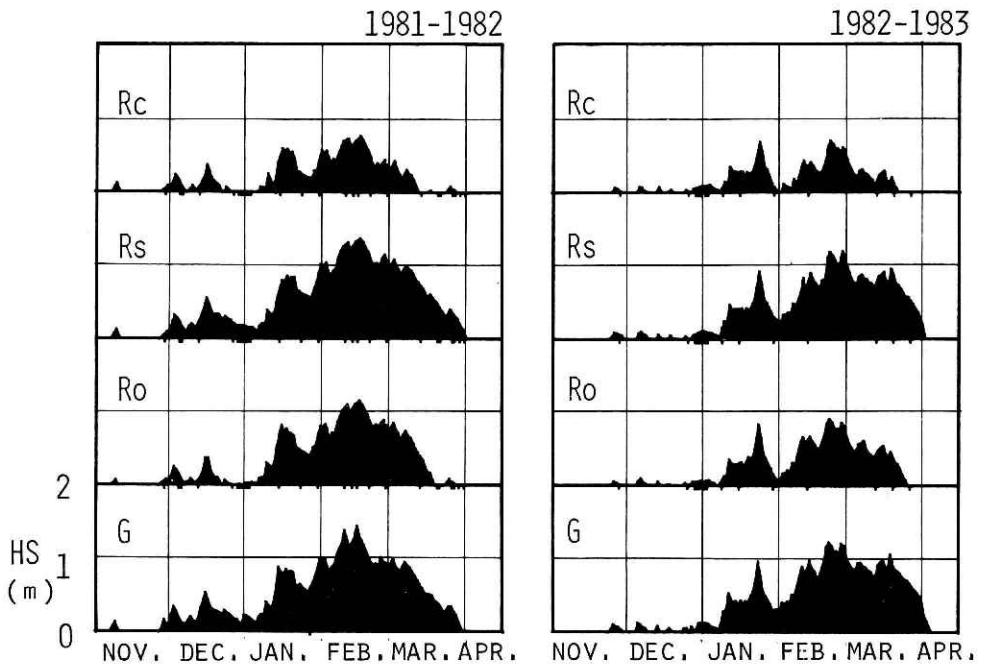


図3 庁舎(Rc)，器材庫(Rs)，観測室(Ro)屋上，及び地上(G)での積雪深の日変化（＊印はそこで雪下ろしをした事を意味する）．

年および1982～83年であるが，これらの年はいわゆる平年の年に相当する．

図4は，各屋根上での積雪深と地上での値とを6冬期分全てについて比較したものである．横軸には地上での積雪深を，縦軸には屋根雪の深さを示している．斜線は45度の線である．それゆえ，両者の値が同じ時には，この斜線上に値が来ることになる．矢印記号は時間的経過を表わしている．実線は毎日の測定になるものを，点線はそれ以外の測定によるものを表わす．途中で屋根雪下ろしをしたものについては，その直前までのものしか表示していない．

建物の違いについて比較してみると，器材庫上では，年によらず，いつもほぼこの斜線上にあることが分る．すなわち，地上での値とほぼ同じである事を示す．注意深く観察すると，1978～79年と1982～83年の年を除くと，むしろ地上よりは多い事が分る．もっとも，1979～80年と1980年～81年の2カ年については，途中で屋根雪下ろしをしている事に注意せねばならぬ．

庁舎について観察してみると，どの年をみても地上の積雪深よりも大きい事は決して無い．寡雪年(1978～79年)や大雪年(1979～80，1980～1981年)では，屋根雪は地上の値に近づくが，平年についてみると，45度線よりもかなり下方右寄りになっている．すなわち，かなり地上の値よりも小さい事を意味している．

観測室についてみると，45度の斜線上に分布している年もある一方，他方ではこの斜線の

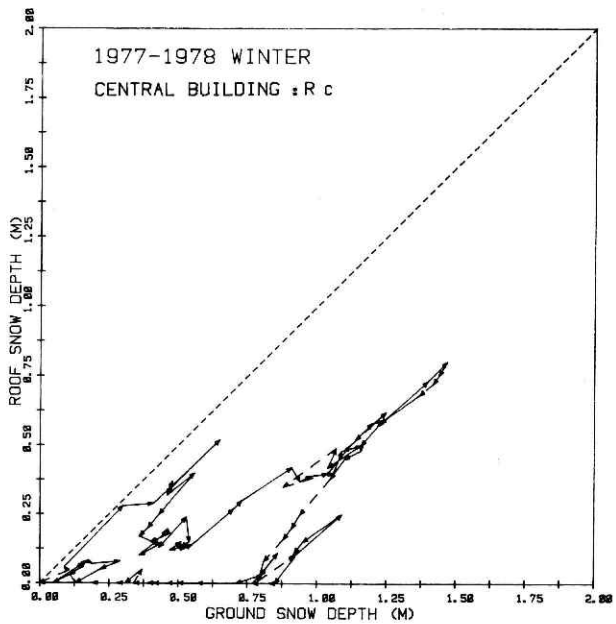


図 4.1

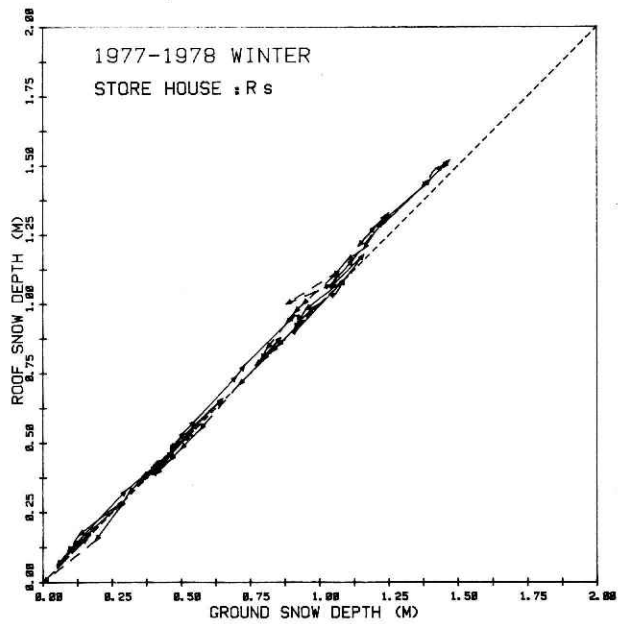


図 4.2

図 4　地上と屋根上とでの毎日の積雪深の対比の経時変化.

Fig. 4　Time variation of daily snow depths on roofs and the ground. In figures of Fig. 4-8, 4-9, 4-10, 4-11 and 4-12, an asterisk-mark means where roof snow removal was done, therefore, since then no roof snow depth was drawn in the figures.

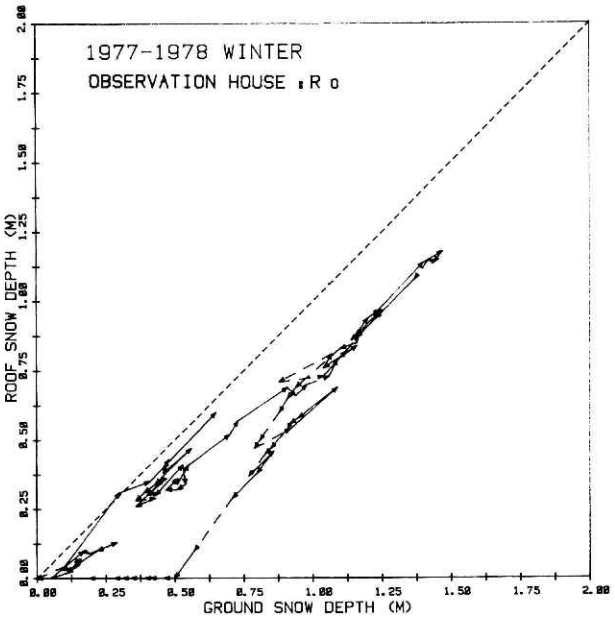

1977-1978 WINTER
OBSERVATION HOUSE : R o
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.3

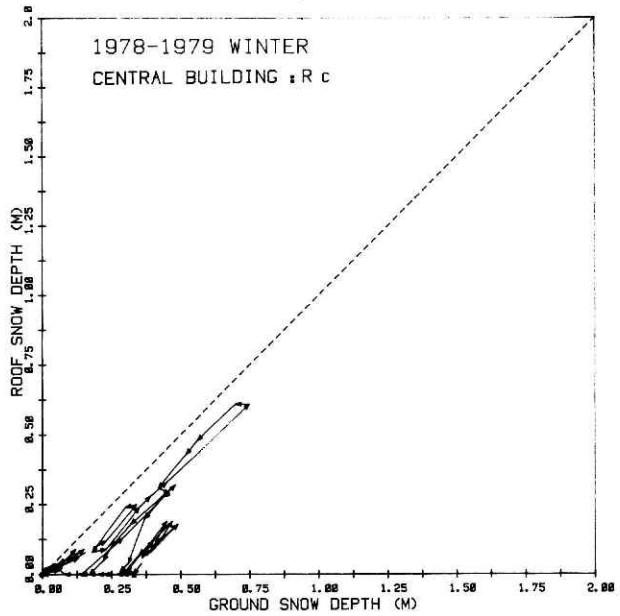

1978-1979 WINTER
CENTRAL BUILDING : R c
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.4

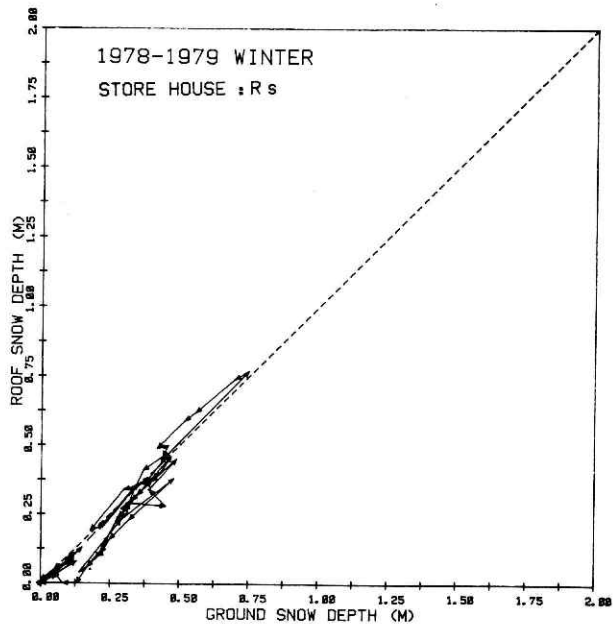

1978-1979 WINTER
STORE HOUSE : R s
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.5

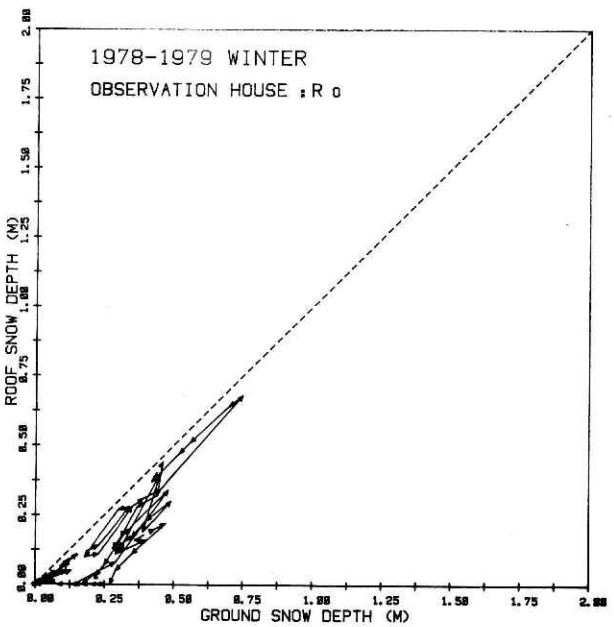

1978-1979 WINTER
OBSERVATION HOUSE : R o
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.6

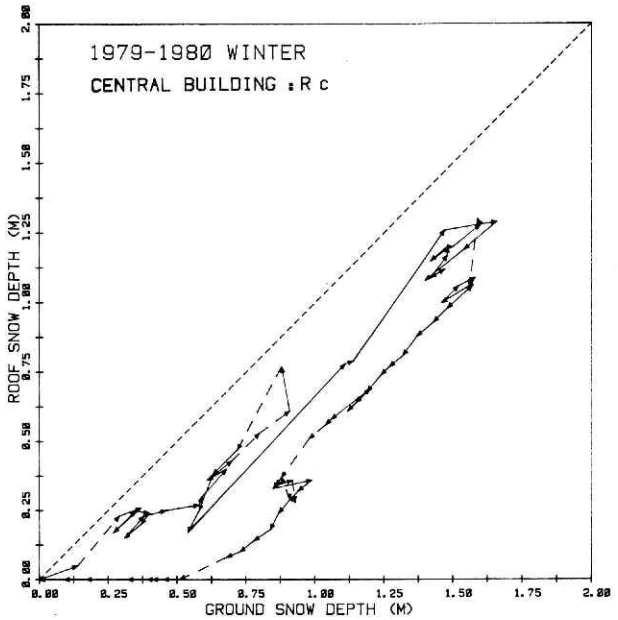

1979-1980 WINTER
CENTRAL BUILDING : R c
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.7

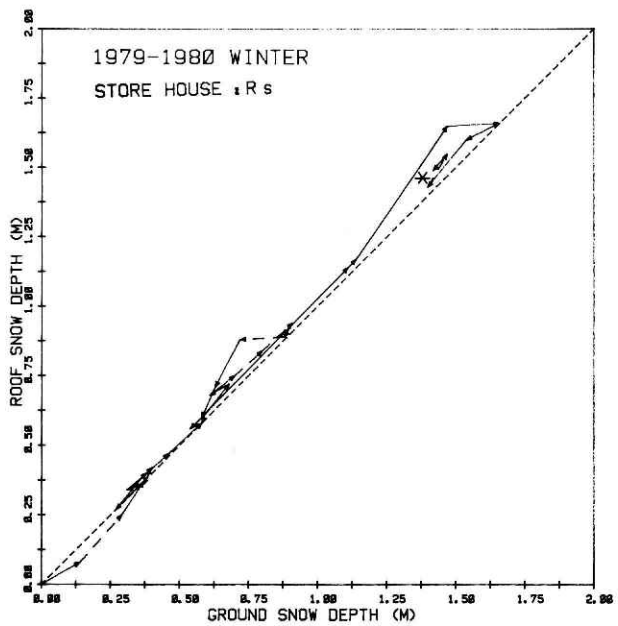

1979-1980 WINTER
STORE HOUSE : R s
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.8

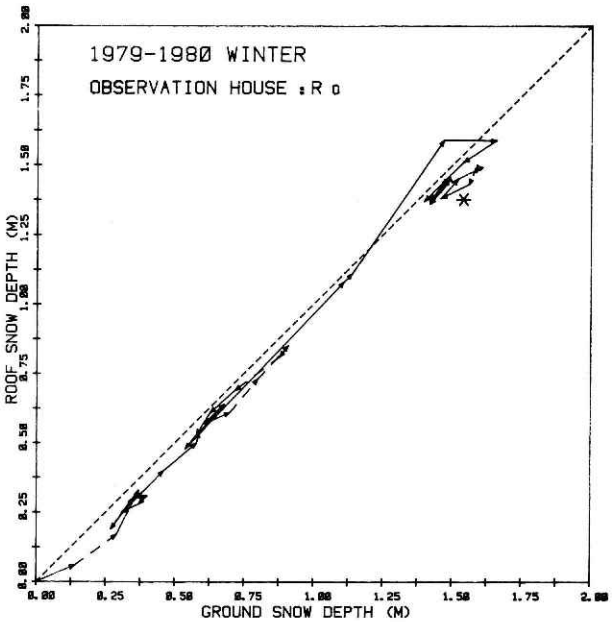

1979-1980 WINTER
OBSERVATION HOUSE : R o
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)

図 4.9

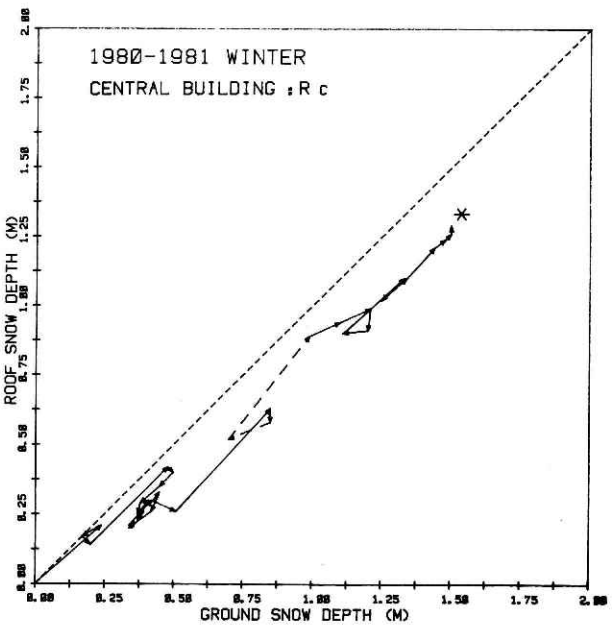

1980-1981 WINTER
CENTRAL BUILDING : R c
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)

図 4.10

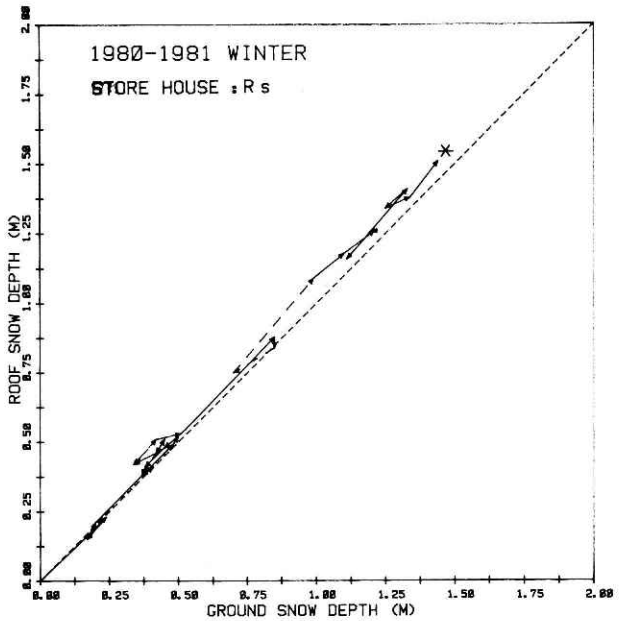

1980-1981 WINTER
STORE HOUSE : R s
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.11

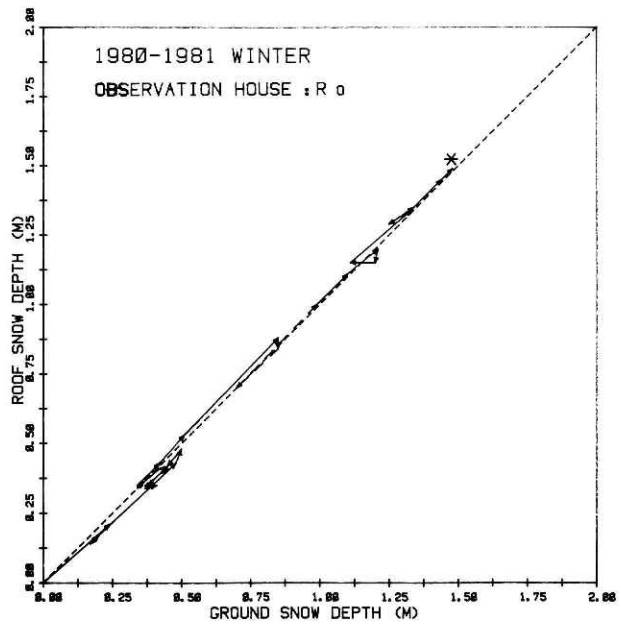

1980-1981 WINTER
OBSERVATION HOUSE : R o
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.12

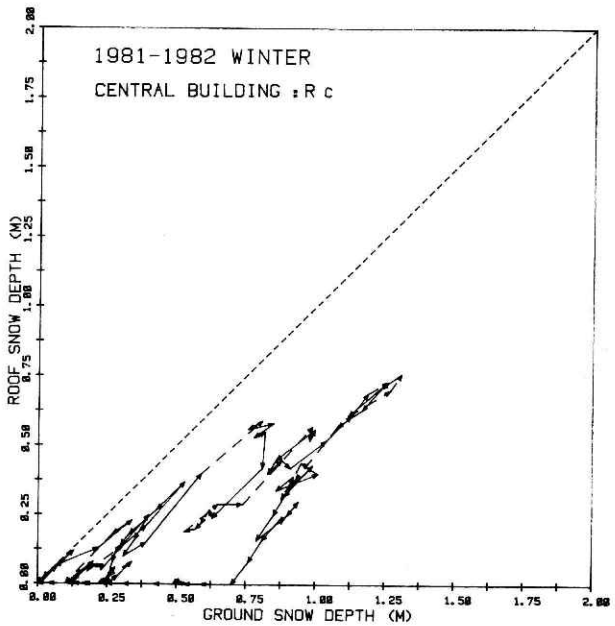

1981-1982 WINTER
CENTRAL BUILDING : R c
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.13

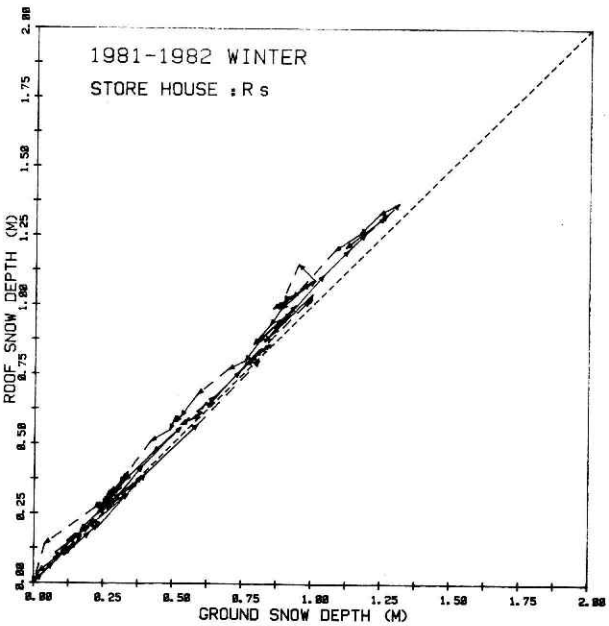

1981-1982 WINTER
STORE HOUSE : R s
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.14

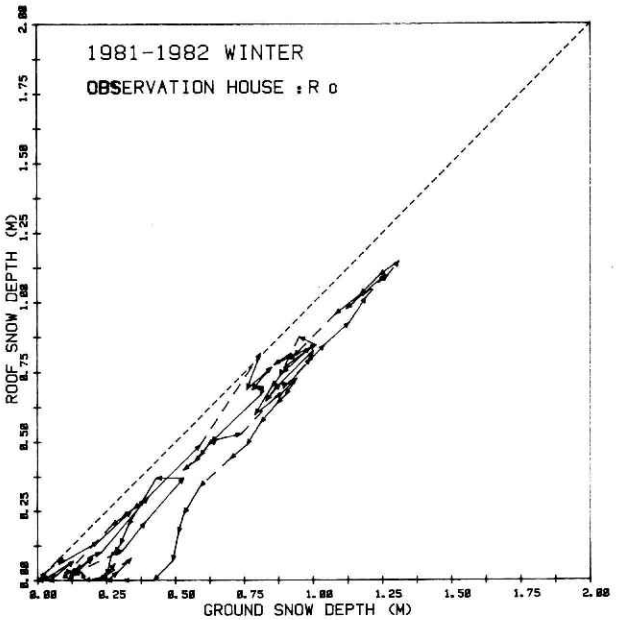

1981-1982 WINTER
OBSERVATION HOUSE : R o
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)

図 4.15

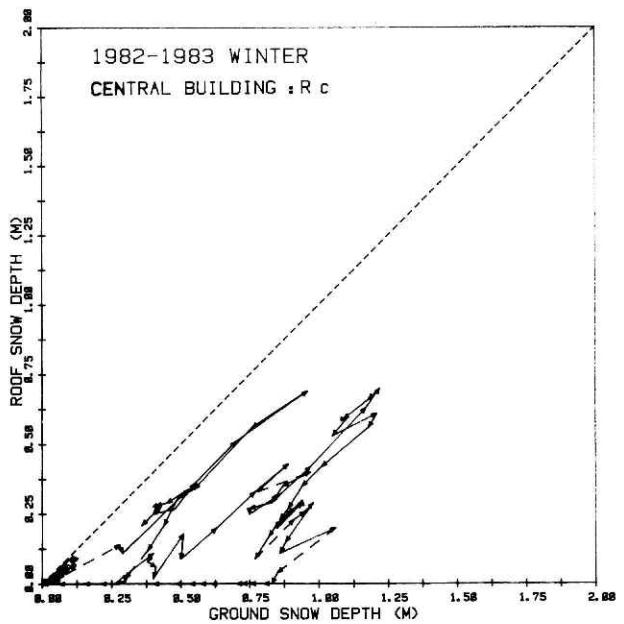

1982-1983 WINTER
CENTRAL BUILDING : R c
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)

図 4.16

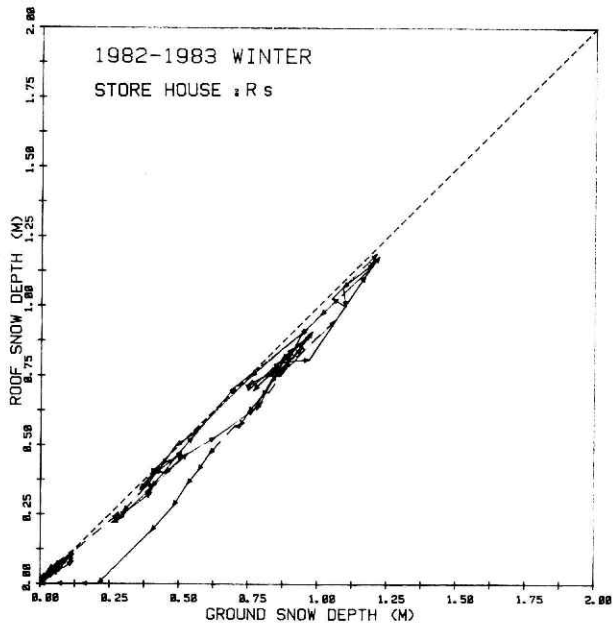

1982-1983 WINTER
STORE HOUSE : R s
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.17

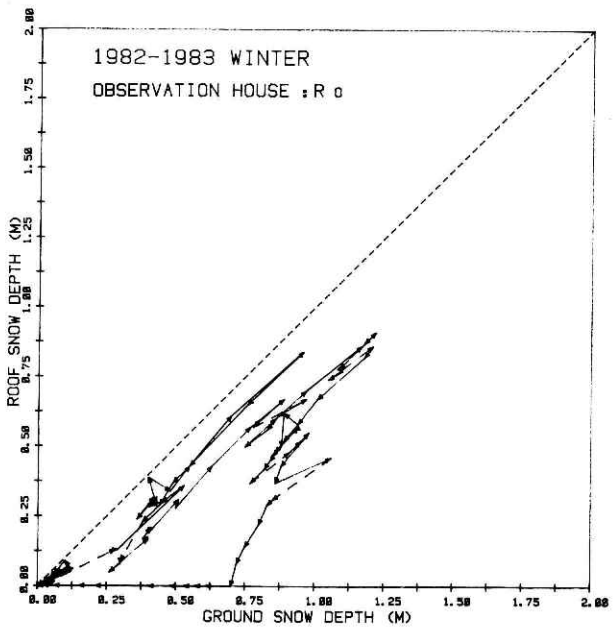

1982-1983 WINTER
OBSERVATION HOUSE : R o
ROOF SNOW DEPTH (M)
GROUND SNOW DEPTH (M)
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
1.50
1.75
2.00

図 4.18

下方に位置している年もあるが，下方への分布の幅は，庁舎ほどではない．これは，図3の所で説明したように，観測室屋上での積雪の仕方は，庁舎と器材庫上での中間のタイプをとっている事に相当しよう．

これらの屋根雪と地上積雪の深さの対比図は図5の様に模式化される．すなわち降雪の開始（S点）と共に増加期（線分I）を経て最大積雪深（M点）に到達し，更に減少期（線分D）を経て終雪日（E点）を迎える．線分Iの傾きが45度よりも小さいという事は，積雪深

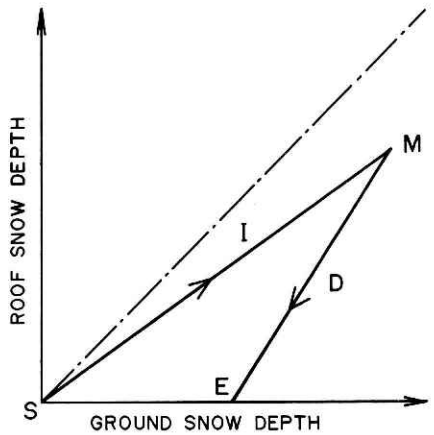


図5　図4の抽象化図．

Fig. 5　Simplified and typical pattern of the life of the roof snow.
I: increasing stage, M: maximum point, D: decreasing stage, and E: end (final point).

の増加速度が小さい事に相当し，線分Dの傾きが45度よりも大きい事は積雪深の減少速度が地上での値よりも大きい事を意味する．この様な見方から，日降雪の積もり方を見るとIの傾きは日降雪深が大きい時にはほぼ同じであることが分る．大雪の年（1979～80年，1980～1981年）には，この傾向がより判然としている．

では，この様な屋根雪の深さは，地上積雪深に比べてどの程度のものであろうか．図6は，屋根雪の深さの地上積雪深に対する比が，その時々の地上の積雪深との対応でどのように変っているかをみたものである．ただし，屋根雪の深さは毎冬の最大値のみについて考察している．この図から判るように，地上での積雪深との相関はみられないが，二つのグループに分けて考えた方が実用度が高いと思われる．すなわち，1979年（1978～1979年の冬期を表わす，以下同様），1980年と1981年（これらは寡雪年か大雪年）のグループとそれら以外（これらは平年）である．表1および表2は，これらをまとめて表示してあるが，寡雪年か大雪年にあっては庁舎屋上には地上の81%，観測室屋上では96%，器材庫では103%の値の雪が積もっていたという事になる．平年にあってはこれらの値は小さく，庁舎にあっては地上の56%，観測室屋上では81%であるが，器材庫屋上では寡雪年や大雪年とさして変らぬ102%の値であることが分かる．これらのパーセンテージは1979，1980，1981年の3カ年の平均値である．

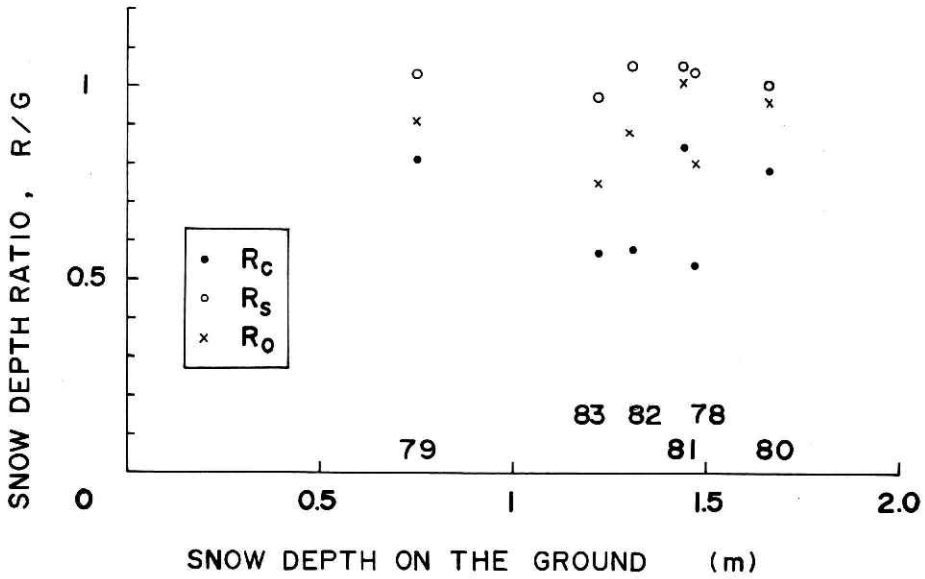


図6　屋根雪の深さの最大値の，地上積雪深の最大値に対する比の地上積雪深に対する依存性．図中下方の2桁の数字は西歴年号を下2桁で表わしたものである．

Fig. 6　Variation of the ratio of the max. snow depth on the roof to the max. snow depth on the ground against snow depth on the ground.

表1　地上と屋根上とでの最大積雪深の比較，G：地上，R：屋根，添字のCは庁舎，Sは器材庫，Oは観測室を意味する．

Table 1　Max. snow depths on roofs and on the ground, and the ratio. G, Rc, Rs and Ro corresponding to snow depth on the ground, on the roof of the central building, on the roof of the store house and on the roof of the observational house respectively.

積雪深 他 / 年 year	Max.snow depth (roof snow/ground snow) 最大積雪深，cm (屋根雪/地上雪)				起日 (月/日)	備考 Remarks
	G	Rc (Rc/G)	Rs (Rs/G)	Ro (Ro/G)		
1977～78	147	80 (0.54)	152 (1.03)	118 (0.80)	2/23	平年
1978～79	75	61 (0.81)	77 (1.03)	68 (0.91)	1/23	寡雪年
1979～80	166	129 (0.78)	166 (1.00)	159 (0.96)	2/ 4	大雪のため途中で
1980～81	144	121 (0.84)	151 (1.05)	145 (1.01)	1/13	雪下ろしをした
1981～82	131	76 (0.58)	137 (1.05)	115 (0.88)	2/17	平年
1982～83	122	70 (0.57)	118 (0.97)	91 (0.75)	2/22	平年

表2　地上と屋根上とでの積雪深の比．寡雪・大雪年と平年とでは，器材庫を除きその比が異なる．

Table 2 Ratio of the roof snow depth to the ground snow depth. The ratios are fairly well grouped into two categories depending on the winter snowfall condition, i.e., a heavy or a weak snowfall year and a moderate snowfall year.

	比 ratio / 年 year	Rc/G	Rs/G	Ro/G
寡雪年 大雪年 weak or heavy snowfall winter	1978～79	0.81	1.03	0.91
	1979～80	0.78	1.00	0.96
	1980～81	0.84	1.05	1.01
	平均	0.81	1.03	0.96
平年 moderate snowfall winter	1977～78	0.54	1.03	0.80
	1981～82	0.58	1.05	0.88
	1982～83	0.57	0.97	0.75
	平均	0.56	1.02	0.81

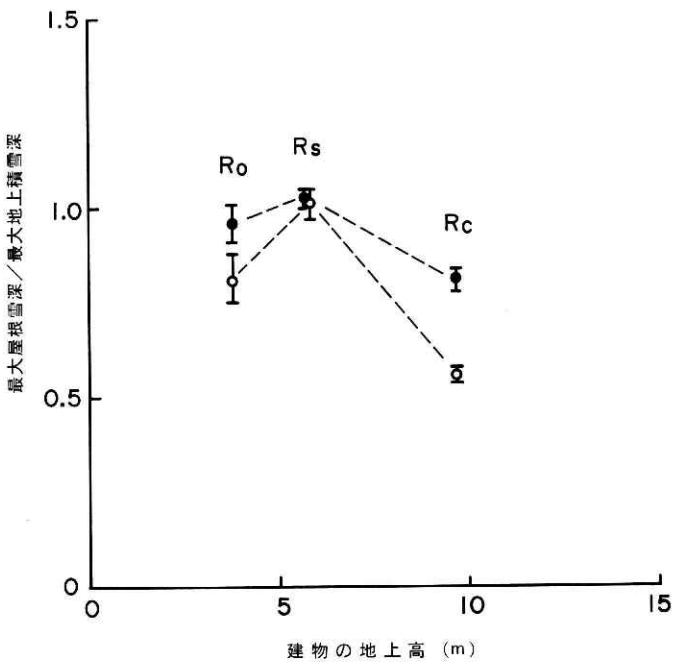


図7　屋根雪の深さの最大値の，地上積雪深の最大値に対する比の建物の高さ（地上高）依存性．黒丸印は寡雪年または大雪年の，白丸印は平年の時の値．

Fig. 7 Variation of the ratio of the max. snow depth on the roof to the max. snow depth on the ground against the height of a building. Solid circles correspond to a weak or a heavy snowfall year and open circles a moderate snowfall year.

図7は，これらの値（表2にも示されている）を基に，屋根雪の深さの最大値が建物の高さに応じてどう変わるかを示したものである．この図上には地上での最大積雪深との比を取ってはいるが，上述した通り，地上での積雪深に応じて屋根雪の深さも増えているから，定性的にはこの様に考えてもよい．そうすると図7からも分るように，建物の高さが高くなれば屋根雪の深さが減るといいたい所であるが，その建物の立地条件を考えねばならない事が分る．いくら背が高くても，風下側であれば，屋根雪はむしろ地上よりも多く積もることが分る．もし，建物が同じ気象条件下にあれば，勿論，背の高い建物ほど積雪深は小さいといえる．

3. 結論と考察

6冬期間にわたる積雪深の測定により，風上側でかつ背の高い建物上での屋根雪の深さは，風下側かあるいは背の低い建物上での積雪深よりも小さい事が判明した．この原因は，背が高いため，恐らく風の作用で降雪量が少ないためと考えられる．更に，前報（中村・阿部：1978，Nakamura and Abe：1979）でも述べたように，この背の高い庁舎では，天井から屋根に抜ける暖房余熱のための融雪作用が効いていることは間違いがない．この両者の程度を知るためには風速および融雪量の解析にまたねばならない．しかしながら，通常の暖房がある普通の造りの陸屋根の建物にあっては，高さが地上高10m位のものにあっては，地上積雪深の6割ないし8割強が，高さ4m位の建物についてはその8割ないし9.5割が積もっているといえよう．他方，或建物の風下側の暖房のない建物にあっては，たとえ，その地上高が6m位におよぶものであっても，地上での積雪深を越えて積もる事があるから，建物を設計する際の雪荷重の見積りには熟慮を要しよう．屋根上の積雪深の風の影響については次報（阿部・中村：1984）を参照されたい．

謝　辞

英文通読をして下されたT・E・ラング教授に御礼を述べる．また，観測期間の一部ではあるが，その読取りに精を出された大津政良，鈴木克彦両君にも御礼を述べるものである．

参考文献

1) 中村勉，阿部修（1978）：陸屋根上の積雪の断面観測とその積雪底部での融解．国立防災科学技術センター研究報告，第**19**号，219～228．
2) Nakamura, Tsutomu and Osamu Abe (1979): Observations on vertical profiles of the snow cover on roofs and melting at the bottom of the snow cover. Draft Translation **697**, 1～19, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, USA.
3) 阿部修，中村勉（1984）：陸屋根上の日降雪深に及ぼす風の影響．国立防災科学技術センター研究報告，第**32**号，73～87．

（1983年11月30日　原稿受理）