

白山付近の積雪

吉田 忠孝・後藤 義夫 金沢地方気象台

ON THE SNOW COVER IN HAKUSAN DISTRICT

Chuko YOSHIDA and Yoshio Goro, Kanazawa Local Meteorological Observatory

は し が き

加賀地方の南東部、富山・岐阜・福井県境にそそり立つ名峰白山は地方に住む人達の心の糧であり、また手取川の集水域を造り産業発展維持のためにも大きな役割を果している。筆者等は赴任しており、北陸線の車窓から真白に雪をいただく文字通りの春の「白山」を眺め石川県のシンボルを感じとった。

降雪の機構については、中谷先生の人工雪から始まり、最近では雲物理の面からも随分色々明らかにされてきた。また北陸地方では古来から雪との闘いが始まり、北陸の気象官署でも雪の調査研究が盛におこなわれ、最近では寒気渦として各層の天気図にあらわれる、大規模な場としての降雪機構が解明されてきた。しかし局地的な降雪現象はまだまだ不明な点が多い。白山付近の降雪現象を調べるためには、厳冬期であることと、峻嶒な山岳であるために観測データが得られないこともあって、更に局地的な雪の解明を阻害している。そこで筆者等は積雪という現象をとらえ、白山山麓の観測データを分析し、いわゆる山雪・里雪現象の区別から、1日とか12時間単位の短い降雪現象を積算したと考えられる、積雪量の分析を試みた。この結果から知られる、局地的な(白山付近)現象が短期間の降雪につながる問題は次回にゆずりたい。

最深積雪の階級と日降雪量最深の階級 (第1表)

第1表には昭和11年～49年までの金沢(標高27m)白峰(480m)の該当年の冬(昭和11年……昭和10年～昭和11年)の最深積雪量である。日降雪量最深も同様である。

第1表 累年冬期白山・金沢の降水量と積雪量

	最深積雪 cm		日降雪最深 cm		1月降水量 mm		1月輪島気温 500		N40～N60 500mb Δz
	金沢	白峰	金沢	白峰	金沢	白峰	9時	21時	
昭和 11	88(4)	300(4)	27(2)	40(1)					
12	57(3)	165(1)	55(4)	67(3)					
13	54(3)	290(4)	20(1)	55(2)					
14	57(3)	275(4)	31(3)	50(1)					
15	180(5)	380(5)	82(5)	54(2)					
16	33(1)	195(2)	13(1)	63(2)					
17	68(4)	257(3)	54(4)	50(1)					
18	98(5)	351(5)	67(5)	70(3)					
19	44(2)	261(4)	19(1)	48(1)					
20	130(5)	470(5)	57(5)	60(2)					
21	70(4)	250(3)	65(5)	45(1)					
22	143(5)	360(5)	57(5)	60(2)					-19m

23	74(4)	215(3)	55(4)	69(3)						+ 55m
24	39(2)	176(2)	23(2)	86(4)						+ 45
25	50(2)	130(1)	48(4)	52(1)						- 35
26	31(1)	179(2)	21(1)	72(3)						+ 10
27	29(1)	163(1)	20(1)	95(5)						+ 80
28	22(1)	218(3)	14(1)	65(2)	226	388	-28.0(0h)	-28.4(12h)		- 75
29	37(2)	150(1)	13(1)	56(2)	226	301	-27.4 "	-27.0 "		+ 30
30	74(4)	200(3)	47(4)	80(4)	450	464	-29.5 "	-29.0 "		- 10
31	99(5)	269(4)	48(4)	102(5)	432	614	-28.9 "	-27.7 "		- 60
32	34(1)	280(4)	32(3)	60(3)	260	239	-26.6 "	-26.1 "		+ 25
33	55(3)	165(1)	20(1)	78(4)	356	446	-27.7 "	-27.2 "		+ 40
34	86(4)	260(3)	44(4)	120(5)	402	516	-30.1 "	-29.5 "		+ 5
35	39(1)	170(1)	18(1)	70(3)	283	447	-28.6 "	-28.6 "		- 5
36	110(5)	400(5)	48(4)	100(5)	349	442	-28.6 "	-30.0 "		+ 5
37	72(4)	265(4)	30(2)	80(4)	489	568	-31.1 "	-31.9 "		- 45
38	181(5)	420(5)	57(5)	130(5)	718	1,000	-35.1 "	-35.1 "		-190
39	36(2)	150(1)	16(1)	90(4)	272	210	-25.6 "	-25.9 "		+ 55
40	59(3)	165(1)	40(3)	70(3)	322	330	-28.7 "	-28.7 "		+ 30
41	47(2)	240(3)	40(3)	70(3)	282	479	-29.3 "	-29.7 "		+ 55
42	62(3)	250(3)	32(3)	100(5)	366	556	-28.9 "	-30.0 "		+ 85
43	99(5)	335(4)	39(3)	90(4)	239	450	-30.0 "	-29.8 "		-100
44	47(2)	230(3)	23(2)	80(4)	263	553	-27.0 "	-26.6 "		+ 40
45	55(3)	230(3)	29(3)	90(4)	252	402	-29.7 "	-30.0 "		- 65
46	81(4)	230(3)	42(4)	50(1)	274	324	-29.3 "	-29.5 "		+ 40
47	46(2)	145(1)	34(3)	50(1)	140	240	-24.8 "	-25.3 "		+120
48	34(1)	115(1)	28(2)	49(1)	323	313	-26.6 "	-27.5 "		+100
49	33(1)	410(5)	26(2)	120(5)	145	372	-29.1 "	-29.1 "		-110

俗にことしは雪が多いとか少いとか表現するには、最深積雪量が格好である。この積雪量の累積度数分布曲線を作り等頻度に5階級に分類した(日降雪最深も同様)。

第2表 最深積雪階級と日降雪最深階級 (cm) 昭和11年~昭和49年

場 所		階 級				
		1(少雪)	2(小雪)	3(並雪)	4(中雪)	5(大雪)
最深積雪階級量	金 沢	~ 35	36~ 50	51~ 65	66~ 90	91~
	白 峰	~170	171~210	211~260	261~340	341~
日降雪最深階級量	金 沢	~ 22	23~ 30	31~ 41	42~ 55	56~
	白 峰	~ 52	53~ 65	66~ 75	76~ 90	91~

積雪の状態は

$$M_1 = \rho_1 m_1$$

$$M_2 = \Sigma(\rho_{1x} m_1 + \rho_2 m_2) - Q_1$$

$$M_3 = \Sigma(\rho_{1y} m_1 + \rho_{2x} m_2 + \rho_3 m_3) - Q_2$$

$$\vdots$$

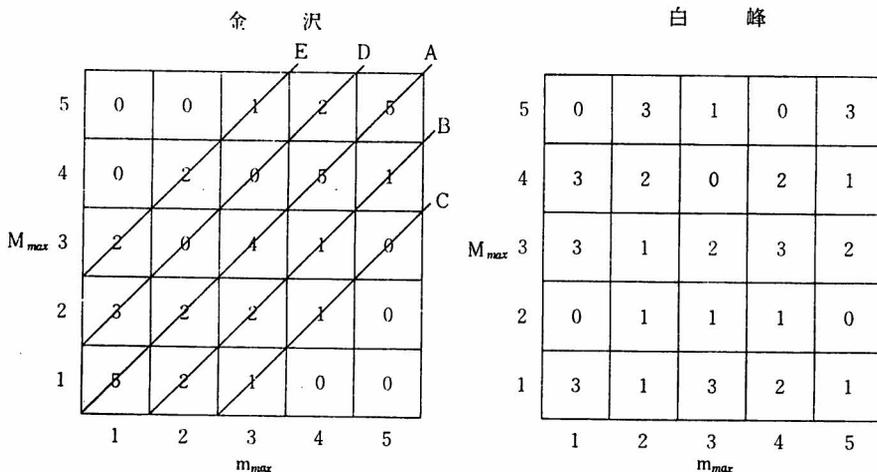
$$M_i = \Sigma(\rho_{1x} m_1 + \rho_{2y} m_2 + \dots + \rho_{i,x} m_i) - Q_{i-1}$$

M ; 積雪量, ρ ; 密度, m ; 日降雪量, Q ; 融雪量

$M_i = 0$ で消雪となる。 ρ_1, ρ_2, \dots は次第に下層の堆雪の密度となり, 大きくなる。 $(x, y, \dots$ の変化)

最深積雪は M の最大値であり, 日降雪の最深は m の最大値である。 M_{max} と m_{max} との関係は次のようであった。

第 3 表 M_{max} と m_{max} の関係



平野部(金沢)の関係はかなりよい関係を示し, 大きな m は M に寄与度があることを示している。

B・Dゾーンは許容範囲とすると, 対応の悪い年だけ調べると,

a Eゾーンは, 小さな m が連続して起きた場合 (M が大)

(悪天寒冬型, 昭13・33・11・37・43)

b Cゾーンは, 大きな m が集中的にあった場合 (M が小)

(集中豪雪暖冬型, 昭32・25)

白山山間部(白峰)では平野部と異り, 分散が大きく M と m との関係はない。すなわち, 山の雪は冬期間連続して降り, m の大小よりも m の数により M の大小を決定する。云い変えると

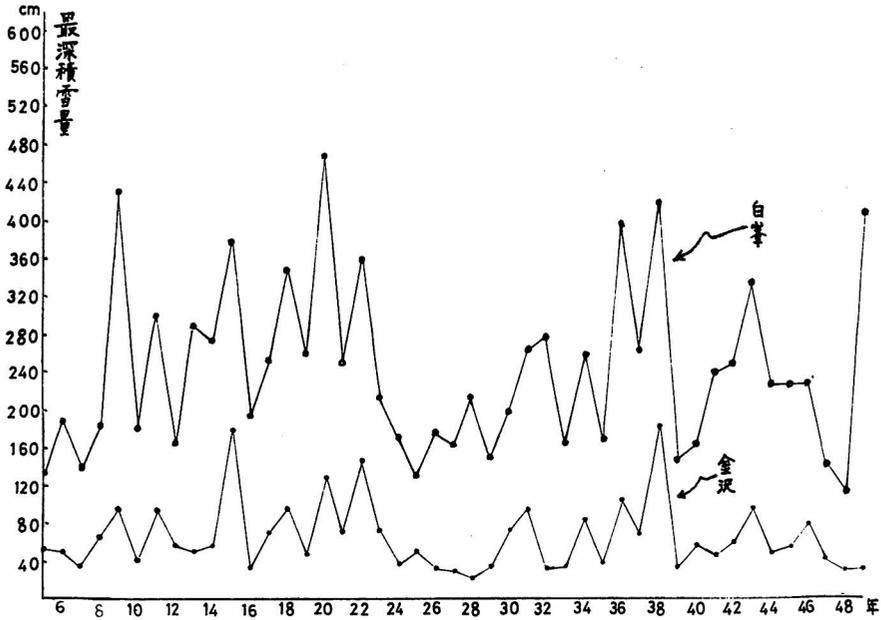
c 平野部の大雪は, 短期間の大雪にも支配されるが。

d 白山地方の大雪は寒波の吹き出しの回数によることになる。

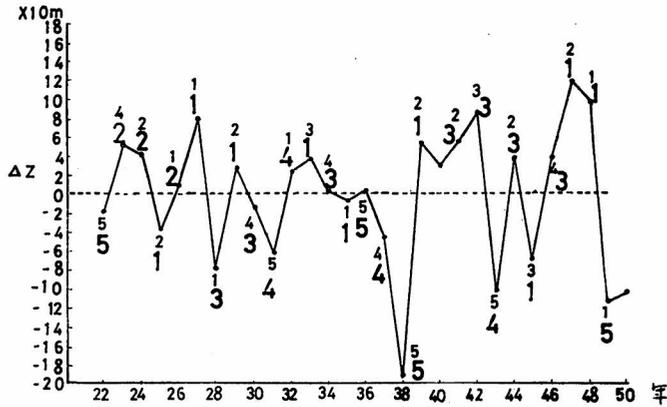
大規模の場と白山の最深積雪(第1図・第2図)

第1図は昭和5年から昭和49年の最深積雪(金沢と白峰)の変化図である。

第2図は極東地域(E90~E180)の500mbにおけるN40°~N60°の高度差4Z(m)の1月の平均値(第1表)の変化図である。1月をとったのは, 最深積雪のあらわれるのも1月に多いからであ



第1図 最深積雪年変化(昭和5~昭49年) 最深積雪量



第2図 1月500md ΔZ (N40-N60) 極東地又と金沢(大文字) 白峰(小文字)の最深積雪量

る。寒気渦を南下させる気圧配置としては、N50°~N60°のブロッキング高気圧が強調される。(E 140°~E 150°)寒波の卓越する冬は ΔZ が負となることが多い。

添字は金沢と白峰の最深積雪の階級である。

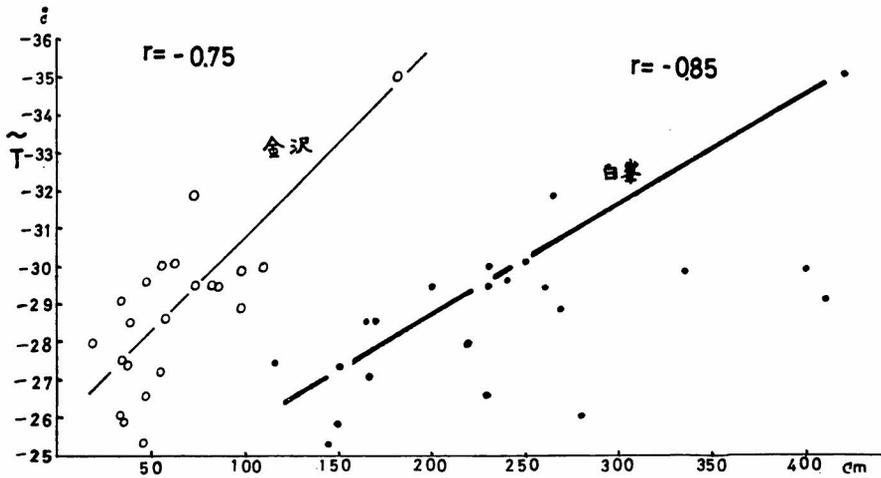
高指数(ΔZ 正值)が40m以上について見ると金沢では分散が大きい、白峰では M_{max} の階級が小さい。すなわち、季節風の強さに対応して降雪があり、平野部に比べ積雪が少くなる。また低指数(ΔZ 負値)が40m以下について見ると、平野部も白山付近でも一応大雪となっているが、平野部(金

第 4 表 Δz_1 の異常値と M_{max}

Δz	M_{max}	1	2	3	4	5
	場所					
40m>	金 沢	2	5	2	2	0
	白 峰	5	1	5	0	0
-40m<	金 沢	2	0	1	1	3
	白 峰	0	0	2	3	2

沢) では少雪の年も 2 回ある。これ等から結論できるのは、強い季節風で大雪型の年は白山も平野部も一応大雪となるが、季節風の弱い年は白山では雪が少いが、平野部では必ず大雪とならないとは云い切れない。

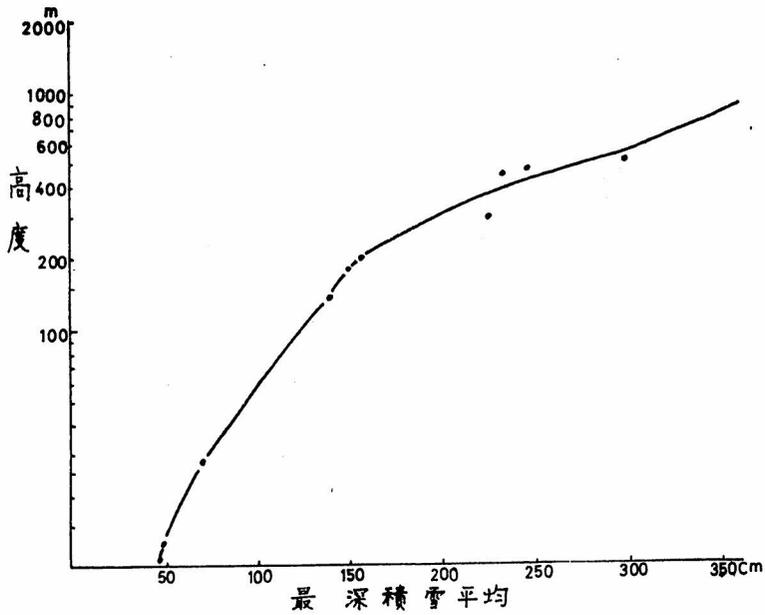
白山の積雪と平野部の積雪 (第 3 図)



第 3 図 1 月 T500 (輪島) と最深積雪量 (昭和28~49年)

これまで白山の積雪を大規模な場との関係で調べた。大雪は大陸からの寒気が南下沈降している上層収束下層発散場の中で、ごく下層に強い収束場が生じている時に起こる。このことは前述したように、短期間の降雪解析にゆずることとする。概要は下層の強い収束は石川県北西海上の暖流により生じ、500m b 面が大体下層の発散と上層の収束の境界層に当り、文字通り非発散層となっていることが多い。そして表現として 500m b 面の寒気が強ければ強い程、海面上の超断熱による収束が強まり、対流雲(雪雲)の活動を促すようである。すなわち 500m b の寒気と大雪の対応はよい相関を示している。第 3 図は輪島 500m b の 1 月の平均気温と金沢・白峰の M_{max} との関係である。相関度は夫々 -0.75 、 -0.85 と相関度は日降雪量より高い。しかも白峰の方が高い、しかし標準偏差は白峰の方がかなり大きくなっている。

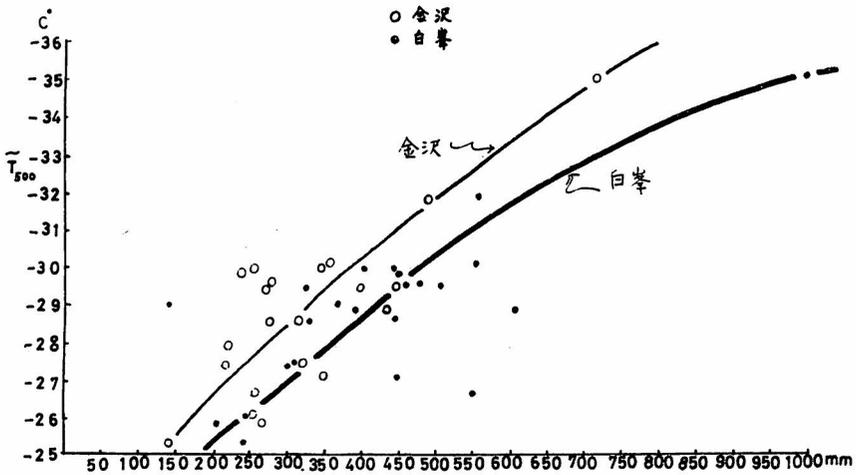
白山付近の最深積雪 (M_{max}) と高度 (第4図)



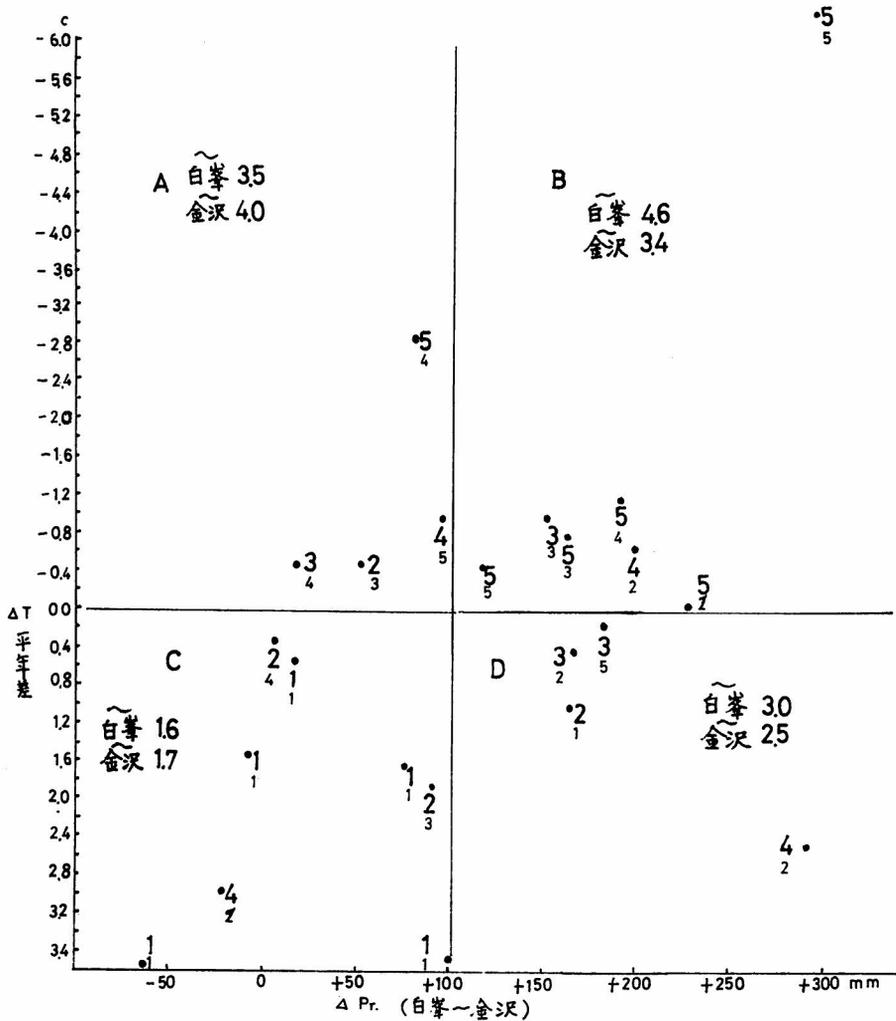
第4図 白山系累年最深積雪平年値高度分布最深積雪平均

手取川は白山から北西方に流れ、加賀平野の扇状地形を作っている。したがって、白山山系の斜面も北西方に傾斜している。しかし福井県境の山岳は北の斜面となり、新保・白峰付近の谷は北に面している。このため、第4図のとおり、最深積雪は高度に対し一次関係に増えない(同一水系では一次関係のものが多い)、また高度150m付近から M_{max} の値が大きくなることに注意したい。この付近の1月平均気温は 0°C 前後で冬期間の降水現象がほとんど雪となるため M_{max} の値が不連続となることも考えられる。

白山の降水量と最深積雪 (第5図・第6図)



第5図 1月降水量 (mm) と500mb平均気温 (輪島21n) (昭28~49年) (1月降水量)



第6図 1月500mb気温平年差(輪島)と(白峰, 金沢)雨量数字は最深積雪階級昭28~49年(大文字…白峰 小文字…金沢)

冬期, 白山の降水量は低気圧通過による降水と前述した季節風の降水量と2種類がある, 擾乱による降水は太平洋側の各地でも見られるように冬期は少く, ほとんど季節風の寒気による対流雲の降水と考えてよい。そこで1月の降水量と輪島500mbの月平均気温との関係を示したのが第5図である。この関係も非常によい。特に第3図では M_{max} 関係線が金沢と白峰が非常にかげ離れていたのに比べ接近している。

第6図は縦軸に輪島500mbの1月平均気温の平年差と横軸に白峰~金沢の降水量差をとった。

1月の白峰~金沢の平年降水量差は約100mmである, したがって100mmで区域を分けた。 $\Delta T=0$ の上限は寒冬年・下限は暖冬年となる。また $\Delta Pr=100$ mmの左側は寡雪年・右側は多雪年と考えてよからう。

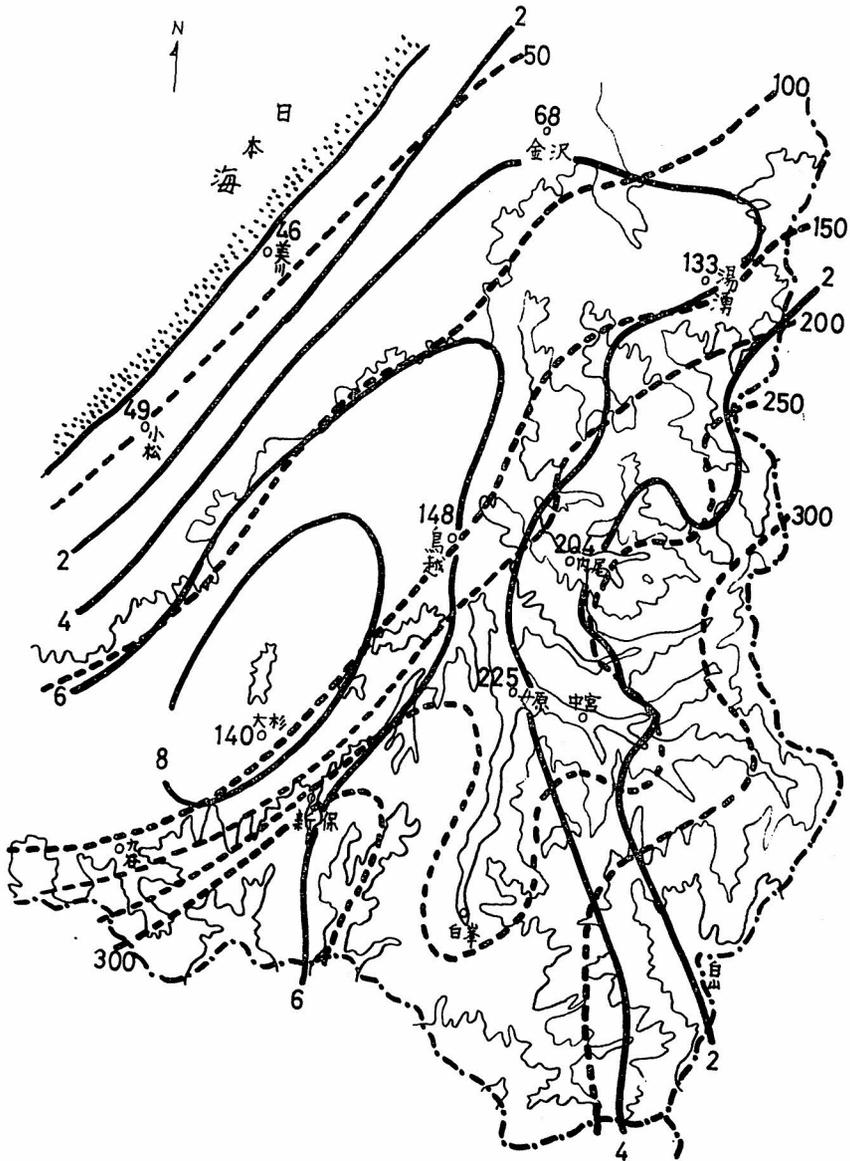
第5表 A, B, C, D 区域の M_{max} の平均

	A	B	C	D
金 沢	4.0	3.4	1.7	2.5
白 峰	3.5	4.6	1.6	3.0

これよりA区域は寒冬少雪年・B区域は寒冬多雪年・C区域は暖冬少雪年・D区域は暖冬多雪年と考えてよいはずである。添字は白峰・金沢の夫々の M_{max} の階級である。

- A区域は寒冬少雪年で、いわゆる里雪型の年である。
例年 昭和31年（金沢5，白峰4）
- B区域は寒冬多雪年で山雪の年に当る。
例年 昭和49年（金沢1，白峰5）
- C区域は暖冬少雪年である。しかし昭和32年のように暖い降水量の少い厳冬期があったが早春2月季節風の吹き出しで山雪となった年もある（白峰4，金沢1）
例年 昭和48年（金沢1，白峰1）
- D区域は暖冬多雪年で、季節風が弱く、擾乱による降水は平野部で雨、白山で雪となる年である。

地形性上昇速度と最深積雪分布（第7図）



第7図 W風地形性上昇速度 (m_{sec}) $10^{-2} V_{10}$ と最深積雪平均 (cm)

降雪現象はすでに述べた。季節風の強い場において、海上から加賀沿岸にかけて大量につくられた雪雲の雪が不安定解消のために、加賀地方に降雪として降るのであるが、僅か10~40km離れた白山地方に、西風により運搬され落下して集積することが多い。また第7図で示す地形により、地形上昇による気流の強制上昇による降雪、わけても低気圧通過による地形上昇による降雪は混合比も季節風時の気流に比べ高いだけに多くなる。第7図は白峰を中心として10kmの格子を作り、西風10m/secによる地形性上昇速度(m/sec)を計算したものである。

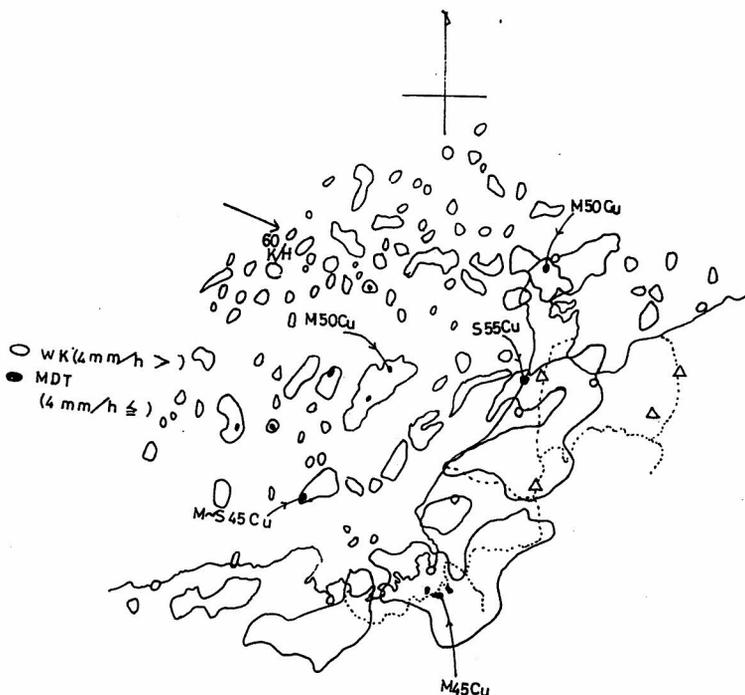
高さ150m付近の大杉から鳥越付近にかけて最大の上昇速度があらわれる。この分布は等最深積雪量平均の分布図の密度がこむ150m付近とよく一致している。また第4図であらわれた、 M_{max} の高度変化曲線が150m付近から不連続となることともよく一致している。

昭和50年に現われた山雪と里雪（第8図～第13図）

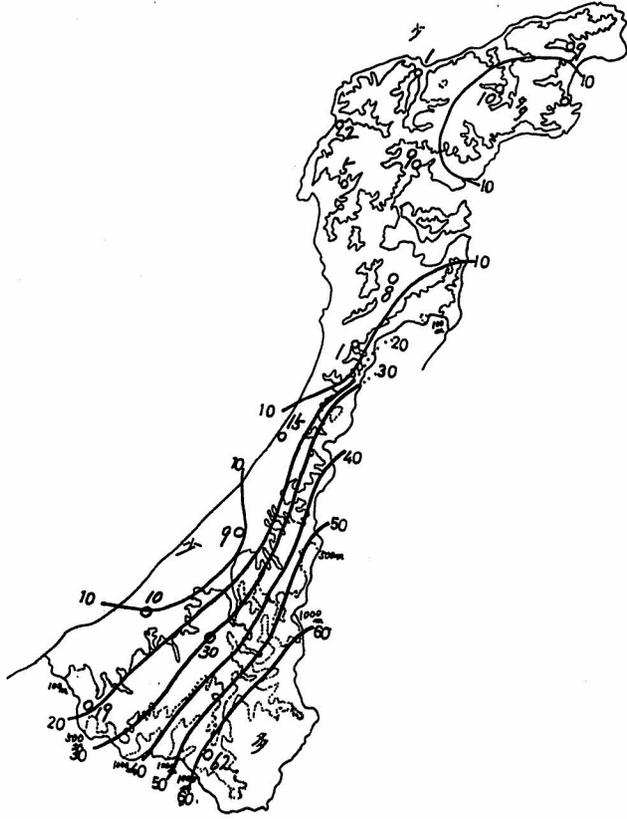
今まで冬の平均値としてあらわれる最深積雪を解析して白山の雪と平野部の雪を調べてきた。いわゆる山雪と里雪について冬を通じて、山で多かったか、里で少かったか等を1月の平均値を用いて論じてきた。

こゝでは日降雪量に見受けられた、今冬の白山の大雪と平野部の大雪について、夫々地上天気図、東尋坊レーダエコー、降雪量分布図をかかげた。これ等の降雪量と積雪量との関係については次の機会に調査したい。

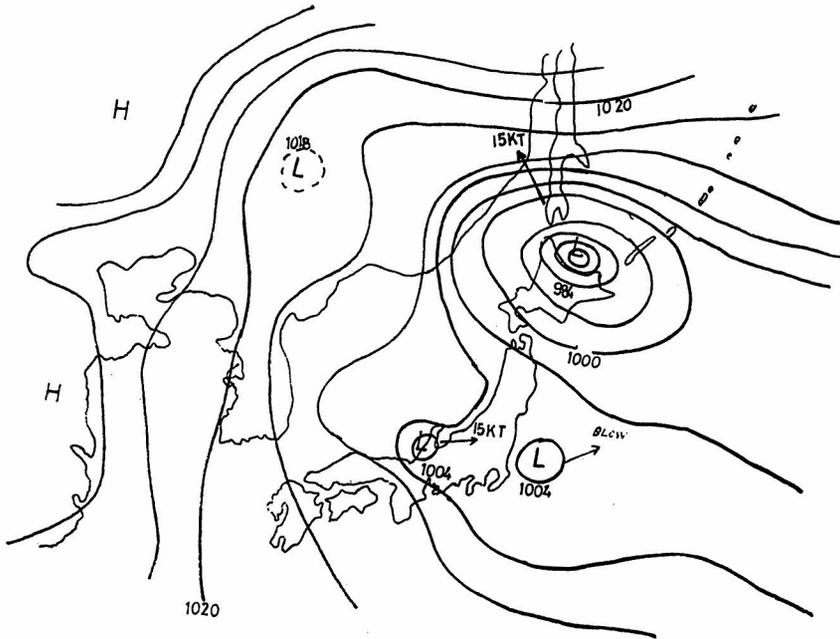
第8図、第9図は昭和50年1月13日の、東尋坊レーダエコー・降雪量分布図で、いわゆる山雪型である。



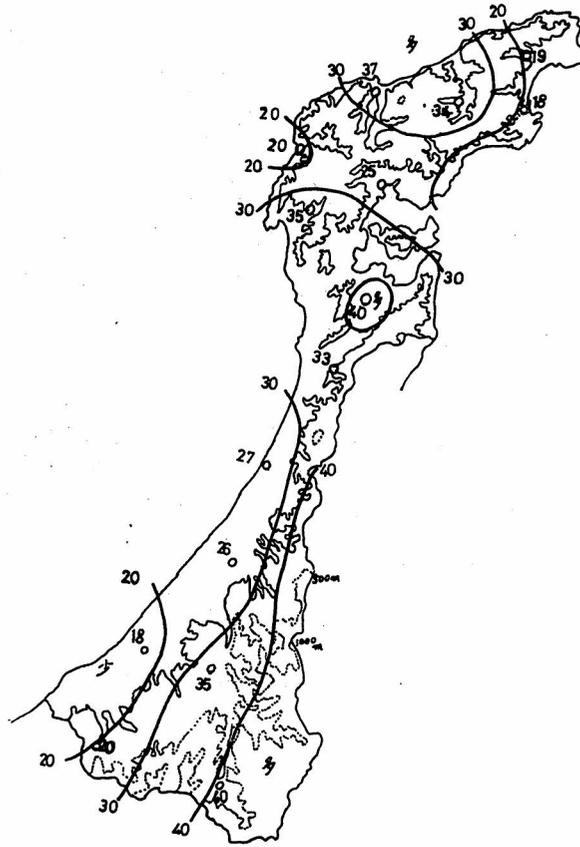
第8図 山雪型（季節風型）昭和50年1月13日07時東尋坊レーダエコースケッチ



第9図 山雪型（季節風型）1月13日09時降雪分布



第10図 地上天気図昭和50年1月18日03時



第13図 昭和50年1月18日9時降雪分布

第10図から第13図は昭和50年1月18日のいわゆる里雪型の前者と同様の資料である。

要 約

昭和11年から昭和49年までの白峰観測所の最深積雪と最深日降雪量の記録を使用して、白山地方の雪の特性を調べた。

その結果、白山地区の地形性上昇速度と最深積雪の分布には、いくつかの関係が見いだされた。また白峰の冬期間の降水量と最深積雪の関係についても調べた。山雪の特質を調べるために平野部の資料の代表として、同期間の金沢の資料を用いた。

Summary

Characteristics of the snow cover in Haku Mountain District are studied by the use of records of maximum depth of snow cover and daily maximum amount of snowfall during the period from 1936 to 1974 at Shiramine Station. As a result some correlations between the distribution of orographic lifting velocity and that of maximum depth of snow cover in winter and the maximum depth of snow cover at Shiramine is also studied.

The characteristic of snowfall in the mountainous region is studied as compared with records during 1936-1974 at Kanazawa local meteorological observatory.