

北海道北部・東部の広域積雪調査

秋田谷英次、° 石井吉之（北大低温研）

1. はじめに

北海道における積雪の地域特性とその年毎の差異を把握する目的で、1991年と1992年の2冬期にわたり、北部と東部を対象に広域積雪調査を実施した。91年は北部の顕著な少雪と、札幌圏や東部の多雪が特徴であった。一方、92年は北部東部ともに平年並からやや少雪傾向であった。

2. 方法

時期は多くの場所でのその冬の最深積雪となる2月下旬とし、石狩、空知、上川、留萌、網走、釧路、十勝、日高、胆振の各地方の国道沿いを調査コースに選んだ。地点数は91年が50点、92年は手稲山や旭岳などの高所を加えた64点である。調査項目は積雪深、積雪水量、ラム硬度のほか、目視による成層構造・雪質・粒度とした。

3. 結果

(1) 2冬期の積雪の概要

両年の積雪特性図を比較して図1に示す。図では勾配が平均密度を表している。92年は91年と比べ積雪深・水量ともに多く、雪の量と硬さが比例している。91年は雪が少ないにも拘らず異常に硬い雪があり、量と硬さが比例しない。一方、平均密度の増加につれて硬さが増す傾向は両年とも認められる。また、2月下旬の密度は 0.3g/cm^3 以下であると言えよう。

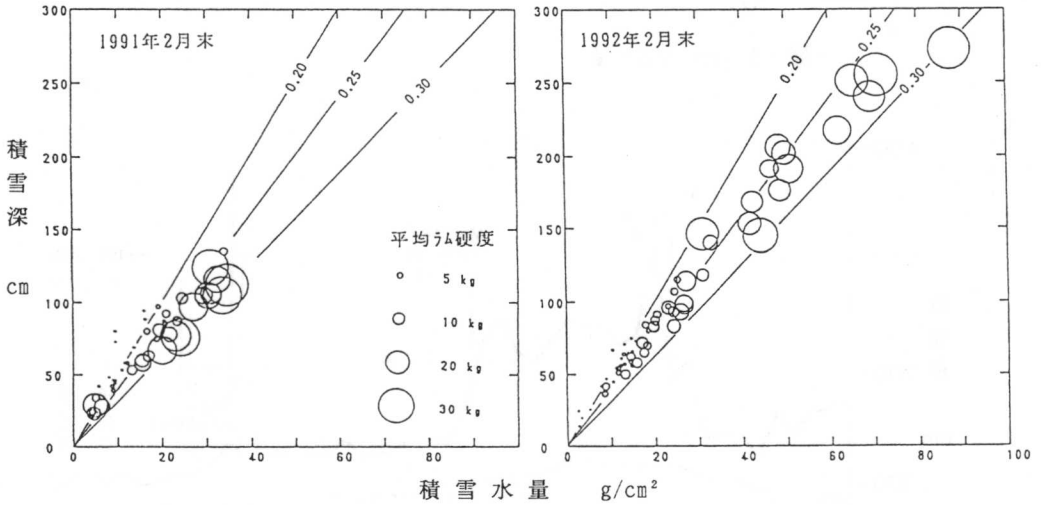


図1 1991年と1992年の積雪の比較

(2) 特徴ある観測事例

①札幌と岩見沢の比較(表1)： 両地点は東西方向約40kmの近距離にあるが、91年と92年では雪の量と硬さが逆になった。すなわち、91年の札幌は多雪暖冬のため、ざらめ層を多く夾む比較的硬い雪となったのに対し、岩見沢は極端な少雪で、こしも～しもざらめ層が顕著で脆い

雪となった。これとは反対に92年は、比較的少雪だった札幌ではこしも層が発達し脆い雪となったが、岩見沢の雪の量は平年並で、ざらめ層とこしも層が混在する比較的硬い雪となった。なお、1月と2月の月平均気温は最寄りのAMeDAS資料を用いた。

表1 札幌と岩見沢の積雪と冬期気温の比較

年		積雪深 cm	積雪水量 g/cm ²	平均密度 g/cm ³	ラム硬度 kg	1月平均気温 ℃	2月平均気温 ℃
札幌	1991	107	31.0	0.29	17.0	-1.2	-2.8
	1992	59	14.5	0.24	4.2	-2.4	-2.5
岩見沢	1991	45	9.5	0.20	2.3	-3.0	-5.0
	1992	95	25.9	0.27	14.4	-4.2	-4.3

②しもざらめ雪の比較(表2)：千歳・苫小牧地区の駒里やウトナイ湖畔では硬しもざらめ雪が観測された。同じくしもざらめ雪の発達する東部の中足寄に比べ、積雪深や密度はほぼ等しいがラム硬度は5倍以上も大きい。日中の融解と夜間から早朝にかけての急速凍結の繰り返により、一度ざらめ化した雪が硬しもざらめ雪に変化すると考えられる。

表2 駒里と中足寄のしもざらめ雪の比較

年		積雪深 cm	積雪水量 g/cm ²	平均密度 g/cm ³	ラム硬度 kg	1月平均気温 ℃	2月平均気温 ℃
駒里	1991	30	4.0	0.16	20.6	-3.6	-6.1
中足寄	1991	27	4.9	0.19	3.6	-5.1	-7.7

③阿寒湖畔の例(表3)：東部は兩年とも典型的なしもざらめ雪が観測された。特に92年は雪が少ない上に1月の平均気温も低かったので積雪内の温度勾配が大きく、しもざらめ雪の発達が顕著で硬度がより小さくなった。

表3 阿寒湖畔のしもざらめ雪の年差異

年		積雪深 cm	積雪水量 g/cm ²	平均密度 g/cm ³	ラム硬度 kg	1月平均気温 ℃	2月平均気温 ℃
阿寒 湖畔	1991	80	16.7	0.20	5.3	-6.4	-9.5
	1992	65	13.8	0.21	1.4	-11.1	-6.6

④添牛内・音威子府の例(表4)：北部の多雪地帯ではしまり雪が卓越したが、密度や硬度は雪の少ない91年の方が大きかった。図1左(91年)に示した雪の量が少ないにも拘らず異常に硬い雪は、ほとんどが北部のしまり雪である。

表4 添牛内・音威子府のしまり雪の年差異

年		積雪深 cm	積雪水量 g/cm ²	平均密度 g/cm ³	ラム硬度 kg	1月平均気温 ℃	2月平均気温 ℃
添牛内	1991	112	34.7	0.30	35.8	-5.1	-8.7
	1992	217	62.0	0.28	23.7	-7.4	-7.6
音威子府	1991	76	24.3	0.31	31.6	-5.6	-10.1
	1992	176	48.8	0.27	18.5	-7.3	-7.3

(3) しまり雪の圧密効果の比較

北部の密度・硬度が少雪年の91年に大きかった理由を、しまり雪の圧密効果の点から検討する。圧密の度合は時間・温度・上乗荷重に依存する。両年についてそれらを比較し表5に示す。92年は91年に比べ、根雪になってからの期間が7日以上長く、2月の月平均気温は1.1~2.8℃高い。さらに積雪差日計は1.5~2.0倍、積雪水量は1.8~2.0倍も多い。これらは全て92年の圧密効果を大きくさせる要因である。反対に1月の平均気温は91年が1.7~2.3℃高く、この点だけが91年の圧密を大きくさせる要因となっている。

表5 圧密効果および測定値の傾向性

年	時間	温度		荷重	測定値	
		1月	2月		密度	硬度
1991	短→小	高→大	低→小	少→小	大	大
1992	長→大	低→小	高→大	多→大	小	小

そこで、温度と荷重から両年の圧密程度（歪速度）を定量的に考察する。歪速度 $\dot{\epsilon}$ は荷重 W と圧縮粘性係数 η を用いて $\dot{\epsilon} = W / \eta$ と表される。 η の温度依存性は気温を T とすれば $\eta = \eta_0 e^{-0.15T}$ で表される（小島、1954）。表6に91年の値を1とした場合の92年の値を示すが、1月の気温が2℃低いので粘性が大きく圧密しにくい。一方、荷重は2倍なので全体としては1.5倍圧密しやすく、92年の方が密度・硬度が大きくなるはずである。しかし、実測密度は逆に92年が小さく、圧密以外の要因（例えば降雪結晶形や積もり方による初期密度の違いや、変態様式の違い等）により、91年の密度・硬度が大きくなったと判断される。

表6 圧密効果と実測密度の比較

年	T	η	W	$\dot{\epsilon}$	実測密度
1991	-5℃	1	1	1	1
1992	-7	1.35	2	1.5	0.87~0.93