



| | |
|------------------|---|
| Title | 硬さを考慮した北海道の積雪特性 |
| Author(s) | 秋田谷, 英次; 石井, 吉之 |
| Citation | 低温科学. 物理篇, 51, 31-39 |
| Issue Date | 1993-03-25 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/18611 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 51_p31-39.pdf |



[Instructions for use](#)

硬さを考慮した北海道の積雪特性*

秋田谷英次・石井 吉之

(低温科学研究所)

(平成4年11月受理)

Abstract : The depth, water equivalent and the hardness of snow cover are the most important factors in the characteristics of snow cover. In this paper, diagrams were used to illustrate the characteristics of snow cover using these three factors.

Snow surveying was carried out all over the Hokkaido during the second half of February for the last 15 winters. It is considered that at this time of year the snow cover is characterized strongly by the climate of mid winter as the mean air temperature is below the melting point of ice.

The depth, water equivalent and mean Ram hardness of the snow cover were all shown in one figure labelled a diagram of snow cover. Three types of diagrams are shown in this paper; the first diagram is a regionally divided one, the second one is classified by snow types, and the third one is a time series diagram from the beginning to end of winter for every 10 days in Sapporo. These diagrams of snow cover illustrate the snow characteristics simply and clearly.

要旨：広域の積雪調査では積雪の深さと全水量(重量)を測定し、この2要素を積雪の性質を表す指標として用いてきた。これまで、北海道では冬の特徴を最も反映している、2月中・下旬に広域積雪調査を行い、積雪の地域的な特徴や年による違いを調べてきた。ここでは、積雪の深さと全水量以外に硬さ(ラム硬度)を加えた3要素を用いて積雪特性の比較を行った。

北海道を北部、中部、南部、東部の4地区に分け、地区毎の積雪特性図を示した。また北海道の卓越する雪質の特徴から、しまり雪地域としもざらめ雪地域に分類し、それぞれの積雪特性図と分布を示した。さらに札幌の6冬期の定期積雪断面観測結果を用い、各冬毎の積雪の始まりから終わりまでの、積雪特性の変化も示した。これらの積雪特性図から、地域別や時期別の積雪の特徴が視覚的に理解できるようになった。

key words : characteristics of snow covre, Ram kardness, diagram of snow cover, snow survey, type of snow cover.

キーワード：しもざらめ雪、しまりゆ雪、広域積雪調査、積雪特性、ラム硬度

* 北海道大学低温科学研究所業績 第3625号

1. はじめに

積雪調査には雪穴を掘らずにおもに深さと全水量を測る広域積雪調査（スノーサーベ）と、雪穴を用いたいわゆる積雪断面観測がある。前者は測定項目は少ないがなるべく広い面積を短期間に観測する場合に、後者は1地点で時間をかけて詳細に行う定点観測にむいている。筆者らは、1963年から毎月3回、札幌で積雪断面観測を継続している¹⁻⁴⁾。さらに1970年後半から、北海道各地で広域積雪観測を行ってきた。

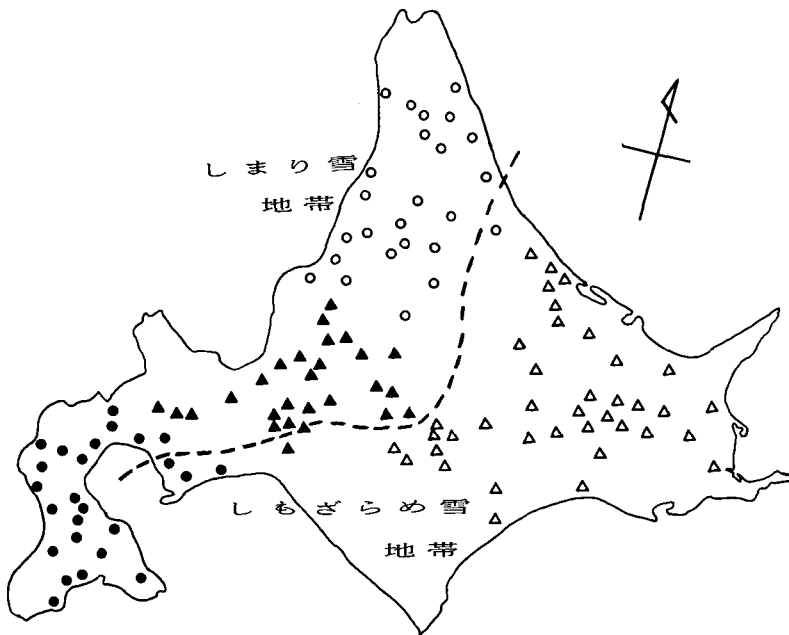
積雪は降雪時の気象条件により雪の結晶型や積もり方が異なるので、成層構造をもっている。さらに、積もったあとの気象環境によっても積雪の性質は著しく変化する。積雪の量（深さと全水量）の他に、硬さや成層構造・雪質・密度・粒度等の違いは、各種の雪害対策や融雪水の浸透や流出に影響を及ぼす。北海道の真冬の積雪は気温が低い「しまり雪」が多く、北陸のようないわゆる暖地の積雪は厳冬期でも「ざらめ雪」が多いことが知られている。この様な「しまり雪」主体の北海道の積雪も融雪期になると、次第に「ざらめ雪」への変態が進み、やがて全層が「ざらめ雪」になり、暖地の積雪との差は少なくなる。これまでの多くの積雪調査により、北海道内でも地域によりまた、年によっても雪質に大きな違いのあることが次第に明らかになってきた。

2. 北海道の厳冬期の積雪特性

積雪の深さや全水量、成層構造、雪質、硬度などを2月下旬の値で比較すると、冬の気象の特徴が最も反映していると考えられる。すなわち、この時期は、融雪があまり進んでいないので厳冬期の雪の積もり方の違いや、寒さの程度が雪質や成層構造の違いとして保存されているからである。そのためには各地で同じ時期に一齐に積雪断面観測を行えば、地域や年による積雪特性の比較ができる。しかし、積雪断面観測には長時間を要するので少ない人員で北海道全域をカバーすることは難しい。筆者らは以前から北海道で年により地域を限定して、2月中・下旬に数日をかけて広域積雪調査を行ってきた⁵⁻⁹⁾。この時期は積雪の深さや全水量も冬の最大値に近く、また融雪が始まっていないので、雪質や成層構造はその冬の気象の特徴を最も反映している時期と考えられる。

ここでは過去15冬期に行った北海道の広域積雪調査結果を用いて、道内の積雪特性を比較した。深さ・水量・硬さ（平均ラム硬度）の3要素を用いて視覚的に比較が容易な地域別および雪質別の積雪特性図を作成した。

深さと全水量はスノーサンプラー（神室型）で、硬度はラム硬度計で測定した。これらの測定法は積雪調査法に詳しく解説されている¹⁰⁾。観測点と地域区分は第1図に、観測年度別の観測地点数は第1表に示した。観測は毎冬行ったわけではなく、また観測地点の間隔は雪の多い地域は粗く、少ない地域では密になっている。積雪の少ない所は、観測に要する時間が短く、また場所による雪質の差が大きいので密な観測を、一方積雪の多い所は場所による積雪の差が少



第1図 主な観測地の位置

○：道北，▲：道央，●：道南，△：道東

破線はしまりゆ雪地帯としもざらめ雪地帯の境界（第3図参照）

なく、観測に要する時間が長いので粗い測点間隔とした。調査には車を使用し、幹線道路沿いにおこなった。観測地点は標高の低い平野部が多く、標高の高い地点は峠のみである。したがって、山岳地での観測は少なく、日常人々の活動する範囲の積雪特性を調べたことになる。

1) 地域別積雪特性

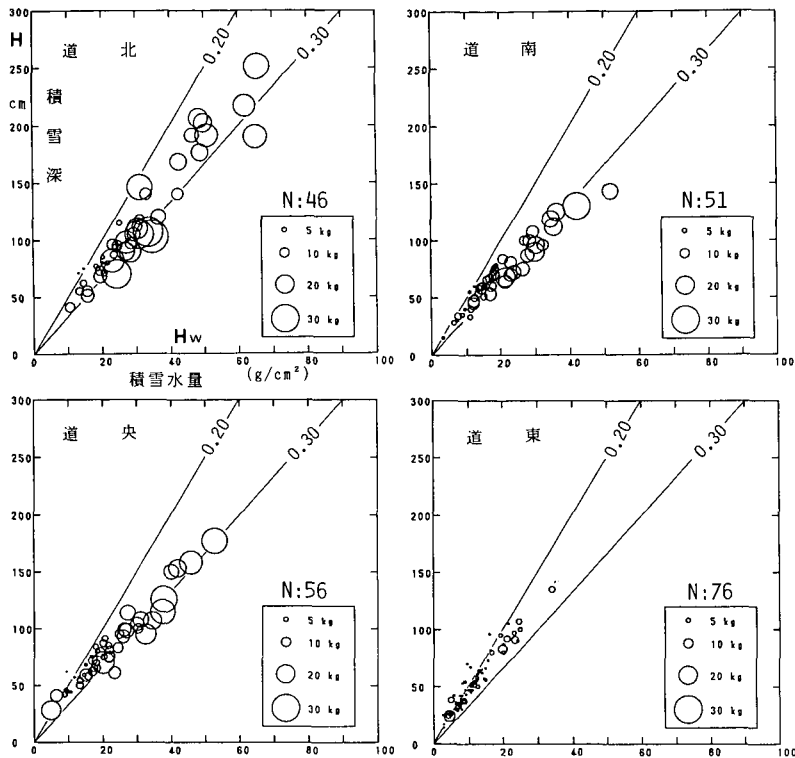
第2図には北海道を南部・北部・中部および東部に分け、それぞれの積雪特性を示した。

図に示した各測点の位置から深さと水量が、円の大きさから硬さが、また斜めの線から平均密度が読み取れる。

道北（北海道北部）は日本海に面した地域で冬の北西季節風の影響を最も受ける多雪寒冷な気候であり、「しまり雪」が卓越する。道南は日本海に面した多雪地と太平洋岸の雪の少ない地域があり、北海道では最も温暖な地域で「しまり雪」の他に「ざらめ雪」もみられる。道央の日本海に面した所は比較的多雪で「しまり雪」が多く、また内陸は積雪が少なく夜間の放射冷却も受けやすいので「しもざらめ雪」もみられる。東部は冬の季節風による降雪は少なく、北

第1表 地区別／年度別観測地点数

| | 道北 | 道央 | 道南 | 道東 |
|---------|----|----|----|----|
| 1978年2月 | | 4 | 25 | |
| 1979年2月 | | 2 | 7 | |
| 1980年2月 | 7 | 13 | | 24 |
| 1981年2月 | 2 | 3 | 19 | |
| 1982福2月 | | 2 | | |
| 1990年2月 | 2 | | | 7 |
| 1991年2月 | 13 | 14 | | 22 |
| 1992年2月 | 18 | 18 | | 23 |
| 合計 | 46 | 56 | 51 | 76 |



第2図 北海道の地域別積雪特性図

Nは測点数，円の大きさは平均ラム硬度，斜めの線と数値は平均密度を表す。

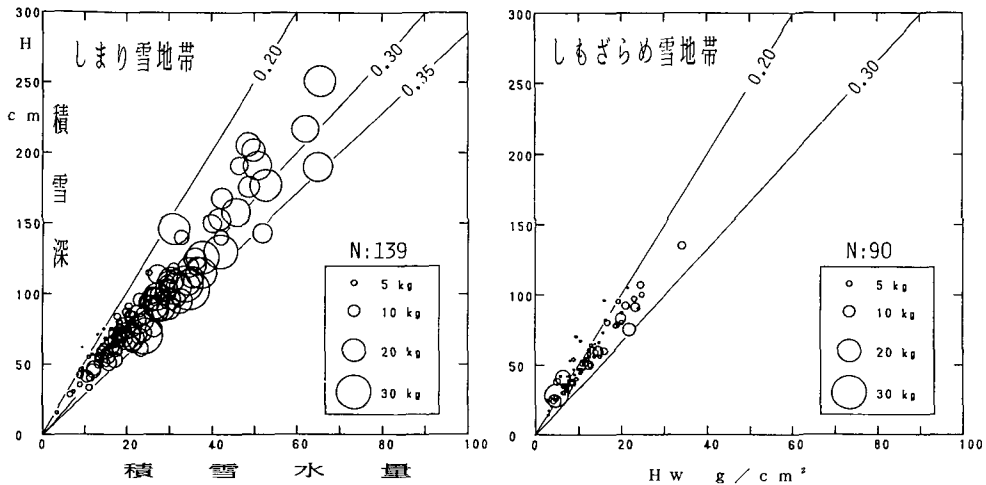
海道では最も積雪の少ない地域で季節風時には快晴となり，夜間に強い放射冷却が現れ「しもざらめ雪」が顕著である。

図によると道北は積雪深が大きく硬度も大きい，平均密度は小さいものもある。道南は積雪深・硬度は小さいが平均密度の大きな場所もあり，これは一部融解・再凍結による「しもざらめ雪」が形成されたためである。道央は道北と道南の中間の値となっている。道東は積雪深・水量とも少なく，したがって平均密度，ラム硬度も小さく，年や場所による差も小さい。各地で硬度が5 kgと小さな値は，例外なく「しもざらめ雪」が卓越した地域であり，道東以外でも盆地状地形や，積雪が少ない場所でもしもざらめ雪がみられた。平均硬度が20 kg以上のものは，「しまり雪」が多い地域である。積雪内に凍結したしもざらめ雪や氷板が多い積雪は，硬度は比較的大きくなっている。気温の高い道南が「しもざらめ雪」の割合が高く，積雪深・水量が少なくても平均密度は大きくなっている。

2) 雪質別積雪特性図

第1図に示した地域区分は行政区分を考慮したもので，地形や地理的要素を考慮していない。一方，積雪特性からみると，似た特性を示す地域は，同じ気候区分とみることができ，地形や

海岸からの距離が反映されていると考えられる。これまでの多くの調査によると北海道の積雪の特徴は多雪地では「しまり雪」が多いこと、雪が少なく寒さの厳しい地域には「しもざらめ雪」が広く分布することが分かっている。ここでは雪質別に積雪特性を比較し、地理的分布を調べた。第3図は「しまり雪」が卓越していた地域と、「しもざらめ雪」が卓越していた地域の積雪特性図である。しまり雪地域でも年によりしもざらめ雪が多く硬度の小さい観測点が多く



第3図 北海道の雪質別積雪特性図

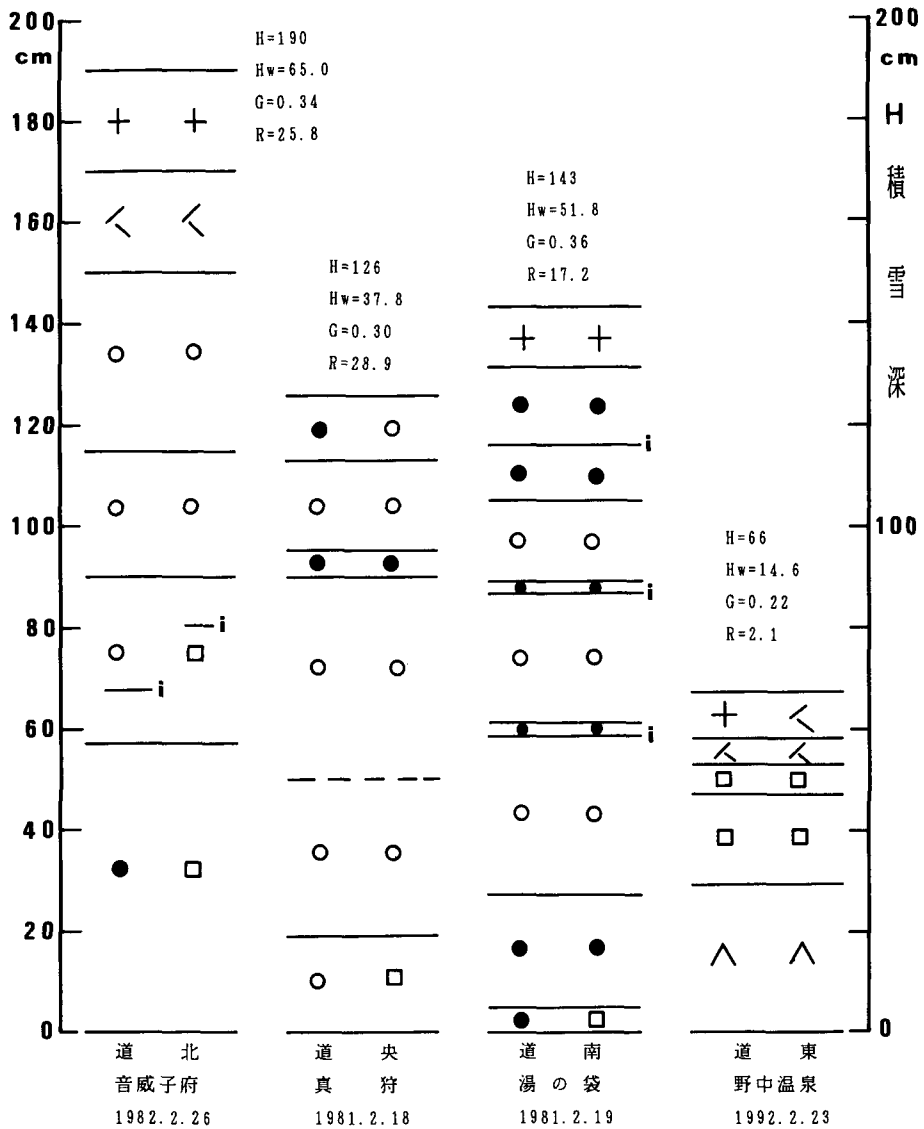
みられる。しまり雪としもざらめ雪が卓越する地域のおおよその境界を第1図に破線で示した。

しまり雪地帯は北海道の西部で日本海岸に面し、北西季節風で降雪がもたらされる地域である。一方、しもざらめ雪地帯は太平洋岸からオホーツク海岸に面した地域と内陸部で、冬期の北西季節風の影響が少ない東部の地域である。各地の気候は山岳や海岸からの距離等の地理的要因に依存し、これらが積雪特性に大きく反映していると考えられる。

3) 成層構造と雪質

第4図に各地の特徴的な積雪の成層構造と雪質を示した。道北はしまり雪、道央はしまり雪主体で一部ざらめ雪が混在し、道南はざらめ雪の割合がさらに多く、道東はしもざらめ雪が卓越した層構造を示している。ここに示した雪質と層構造は、その地域の冬期間の気象の反映として次のように説明できる。

- ・道北：根雪が最も早く、積雪は主に北西季節風下の降雪によってもたらされる。気温が低く冬の間は雪が融けることがないので、しまり雪のまま春まで残る。積雪量が多いことと、根雪期間が長いのでしまりゆ雪は圧密され、硬い雪となる。
- ・道央：積雪は冬型気圧配置の季節風下で堆積する。気温が高いこともあるので、ざらめ雪層が形成されることもある。道央の内陸ではしもざらめ雪もみられる。
- ・道南：道央よりさらに気温が高いので、ざらめ雪の割合が多くなる。ざらめ雪が多いことと、高い雪温による圧密のため平均密度は大きいものがある。



第4図 各地の代表的な雪質と成層構造

+:新雪, <:こしまり雪, O:しまり雪, ●:ざらめ雪, □:こしもざらめ雪, △:しもざらめ雪, i:氷板, H:積雪深(cm), Hw:積雪水量(g/cm²), G:平均密度(g/cm³), R:平均ラム硬度(kg)

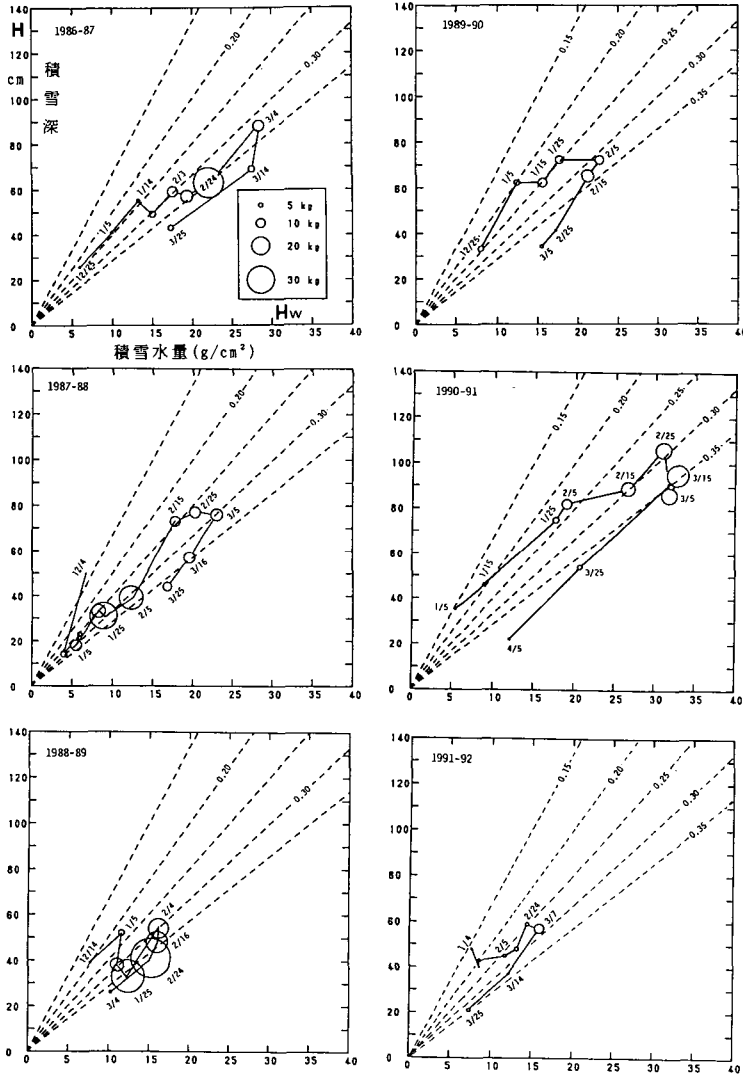
・道東:冬型気圧配置のときは低温・快晴となる。そのため積雪は少なく, しもざらめ雪が発達しやすい条件が持続する。平均密度・硬度は最も小さい。

3. 札幌の積雪特性の年変動

札幌の平地積雪の断面観測は, 昭和 38~39 年冬以来毎年, 北海道大学低温科学研究所の裏庭

で行われている。観測項目及び方法は、最初の観測（昭和 38～39 年冬）以来同じで、雪温、層構造・雪質・粒度、密度、硬度（木下式）、含水率、積雪水量であるが、1986～'87 年冬からラム硬度を加えた。観測は毎月 5、15、25 日に行っている。

第 5 図は札幌でラム硬度の測定を始めた冬期以降の 6 冬期分について、各冬期毎の積雪特性の推移を表している。ラム硬度をあらわす円の大ききから、前半の 3 冬期は 1、2 月に 1～2



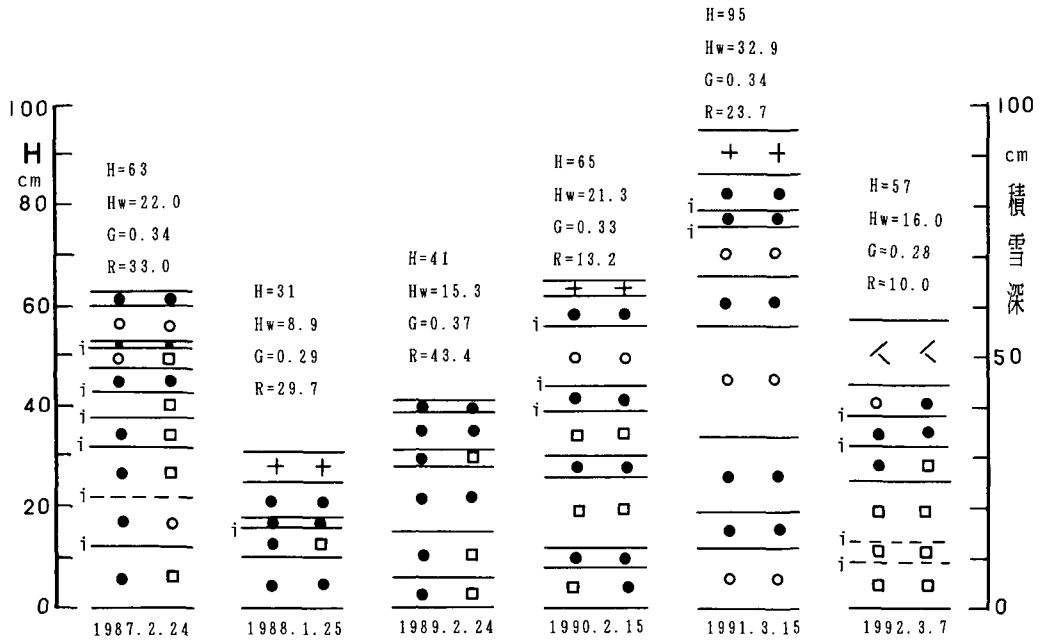
第 5 図 札幌における最近 6 冬期の年度別積雪特性の推移

回、硬度の著しい増加が現れている。これは一度融解してざらめ化した雪が再凍結したためである。ぬれた雪が凍結すると「乾きざらめ雪」となり硬度が著しく増加することはよく知られている。このことから、前半の 3 冬期は寒暖の差が大きかったものと推察される。一方、後半の 3 冬期は融解・再凍結の程度が小さかったため、大きな硬度増加は見られず、やがて融雪期

には全層が硬度のより小さな「ぬれざらめ雪」になり消雪している。

積雪深と積雪水量の最小，最大は約 50 cm と 100 cm，および 16 g/cm² と 33 g/cm² で 2 倍の差がある。また最大積雪深になるのは 2 月上旬から 3 月上旬の間で，年により 1 ヶ月の差があり，その時の平均密度はほぼ 0.3 g/cm³ であることが分かる。また最後の観測日（10 日後の次の観測日には雪は消えてしまっている）は 3 月上旬から 4 月上旬と 1 ヶ月の差があることがわかる。

第 6 図には最大ラム硬度を示したときの積雪成層構造を示した。この時の雪温はいずれも全層氷点下で乾き雪である。札幌で最も硬度が大きくなるのは凍結したざらめ雪が多いときであ



第 6 図 札幌で平均ラム硬度が最大を示した時の成層状況，雪温は全て氷点下で乾き雪である

る。平均硬度の最大と最小の値は 43.4 kg と 10.0 kg，最大硬度の現れた時期は 1 月 25 日から 3 月 15 日までと年による較差の大きいことがわかる。

4. ま と め

わが国は南北に細長く，北海道から本州の日本海岸にかけては豪雪地帯¹⁾に指定されている。この豪雪地帯の北端から南端までの長さはおよそ 1500 km におよび，豪雪地帯はわが国総面積の 52% を占めている。南北に長いため積雪期の気象にも大きな差があり，積雪の性質にも大きな違いがある。この積雪の違いを視覚的に表現するため積雪特性図を提唱した。ここでは北海道での調査結果をまとめたが，西部のしまりゆ雪地帯と東部のしもざらめ雪に大別でき，積雪

特性の差が明瞭になった。すなわち、積雪の性質から北海道の冬の気候を考えると西部と東部に区分でき、各種の雪害対策や水資源としての積雪の有効利用の面でも積雪特性を考慮する必要がある。

この積雪調査は多くの方々の協力によってなされたが、特に遠藤八十一、成瀬廉二、白岩孝行の各氏には全面的に協力して頂いたことを記し深く感謝いたします。なを調査に要した費用の一部は文部省科学研究費・重点領域研究「山地豪雪の予測と防除、復旧対策に関する研究」（研究代表者・秋田谷英次）および、雪崩事業費から支出された。

文 献

- 1) 小島賢次・他 1965 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和 38~39 年冬期. 低温科学, 物理篇, 23, 99~120.
- 2) 遠藤八十一・他 1972 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和 44~45 年・45~46 年および 46~47 年冬期. 低温科学, 物理篇, 30, 資料集, 10~28.
- 3) 秋田谷英次 1987 札幌の平地積雪断面測定資料報告, -昭和 61~62 年冬期-. 低温科学, 物理篇, 46, 資料集, 1-9.
- 4) 秋田谷英次・他 1991 平成 2~3 年冬期の札幌における平地積雪の特徴. 低温科学, 物理篇, 50, 15-21.
- 5) 秋田谷英次・遠藤八十一 1980 北海道内平地における厳冬期の積雪特性. 低温科学, 物理篇, 39, 55-61.
- 6) 秋田谷英次・遠藤八十一 1982 北海道内平地における積雪特性. 昭和 54-56 年度北海道大学特定研究成果報告書 (代表 若濱五郎), 1-17.
- 7) 河島克久・他 1988 日本海沿岸平野部の広域積雪調査 II. 低温科学, 物理編, 47, 資料集, 11-25.
- 8) 秋田谷英次 1990 北海道北部・東部の広域積雪調査. 低温科学, 物理篇, 50, 9-13.
- 9) 石井吉之・他 1991 北海道内の広域積雪調査-1991 年 2 月-. 低温科学, 物理篇, 50, 資料集, 9-24.
- 10) 秋田谷英次・山田知充 1991 積雪調査法, 雪氷調査法, 日本雪氷学会北海道支部編, 29-45.
- 11) 国土庁地方振興局編 1985 豪雪地帯の現状と対策-新しい雪国の創造へ向けて-. 大蔵省印刷局, 231 pp.