

51. 1 豪雪の積雪現象および
積雪災害に関する広域調査報告

昭和 51 年 8 月

科学技術庁

国立防災科学技術センター
企画課資料調査室

調 査 お よ び 観 測 一 覧

内 容	期 間
1. 広域調査(第1次)	
1) 長岡-柿崎-新井ルート	1976
2) 長岡-新津-喜多方ルート	1.28~2.2
3) 長岡-湯沢-三国峠-永井ルート	
4) 長岡-六日町-八箇峠-十日町-飯山-浅野-関山-新井-直江津ルート	
2. 頸城地方調査(第2次)	
1) 観測車による広域雪況調査<Kルート> (一部路線に第2次調査の再測を含む)	2.23~2.6
2) 徒歩による主として山岳地域の調査 <S ₁ ~ S ₄ ルート>	
3. 山岳地域調査(第3次)	
1) 樹形山 2) 大峰 3) 筒山 4) 志賀高原	3.19~2.3
4. 魚野川流域広域なだれ調査(第4次)	1) 3.5 ~10
魚野川本流及び支流に沿った小千谷市から三国峠の範囲	2) 4.3 ~5
○第1次, 第2次は一部調査範囲について文部省緊急災害調査班(大学関係者)と合同調査を行なった。	

☆ 本文3豪雪調査(P ~~81~~), 表-2 (P ~~23~~), 図-4 (P. ~~24~~)参照。

51.1 豪雪の積雪現象および積雪 災害に関する広域調査報告

渡辺興亜*・五十嵐高志*・山田 穰*

目 次

1. まえがき	1
2. 気象概況および降雪状況	2
3. 豪雪調査	3
4. 雪況について	5
4.1 積雪について	5
4.2 豪雪層の雪質について	7
4.3 積雪と雪質の時間的・地域的变化	10
5. なだれ現象について	12
5.1 豪雪によって発生したなだれ現象	13
5.2 魚野川流域におけるなだれ発生状況	14
6. 豪雪被害	14
7. 豪雪調査のまとめと今後の課題	15
7.1 豪雪層の特性とその経時変化について	15
7.2 積雪現象の地域・高度変化と積雪災害	16
7.3 51.1豪雪からみた積雪災害の問題点	17
表・図・写真集（見出し集）	21

1. ま え が き

昭和51年1月の集中的な降雪は新潟県を中心とする日本海沿岸地方に多くの被害をもたらした。50年-51年の冬期の積雪量としてはむしろ平年並かそれ以下であったにもかかわらず、集中的な降雪が多大な実際の被害と地域住民の積雪のある生活環境への被害感あるいは重圧感をあらためて高める原因となったことは積雪災害が社会構造の変化と関係して新たなかたちで顕在化することを示唆するに思われる。

この観点からすれば51・1豪雪の災害的側面は社会構造が高度に複雑化し他の生活圏と

* 雪害実験研究所 第一研究室

の経済的・文化的関連が高まった中での積雪現象と生活空間とかかわりのケース・スタディとして興味深い問題をふくんでいる。豪雪現象による積雪災害は集中的な降雪時に引き起こされる直接的な被害、たとえば除雪作業の麻痺による交通障害、急激な積雪量の増加による建造物の破壊、除雪作業のための労働量の増大などをもたらすのみならず、一たん形成された厚い積雪は融雪期に至るまでいろいろな形の積雪災害、たとえばなだれの多発・異常な発生、融雪洪水、異常残雪、慢性的な生活空間への圧迫などの発生の危険性を賦存して長期にわたって残存する。また豪雪現象は地域によって変化するので、積雪災害の発生様式、ひきつづく積雪期間での後発災害の危険の度合のあらわれ方も異ってくる。

雪害実験研究所第一研究室ではさきのべたような視点から豪雪時より融雪期に至る四月上旬までの三カ月間、豪雪現象の広域状況調査を中心に豪雪による積雪層の後発災害発生の可能性およびその予知についての基礎調査を実施したので報告する。

2. 気象概況および降雪状況

1月15日頃よりバイカル湖付近(上空)に現れた寒気の勢力は優勢でかつ広範囲に及んだ。500mb面の寒気域の中心付近の気温は -5.0°C 近く、 -4.2°C の等温域は7~800km四方の範囲に及んだ。この寒気域は徐々に南東に進み、18~24日にかけて沿海州南部を中心とした極東域に停滞、日本付近に次々にじょう乱を送りこんだ。

この期間の地上付近の気象状況は強い西高東低型の典型的な冬型気圧配置であった。大陸の高気圧はバイカル湖西方で1060mb、低気圧はカムチャッカ南部で962mbまで発達した。いわゆる5.1.1豪雪といわれる積雪災害は51年1月17日夕刻にはじまり24日まで続いた強度の降雪が直接の原因となった。長岡(雪害実験研究所)、十日町(林業試験所十日町試験地)、塩沢(国鉄技研・雪実験所)におけるこの期間の降雪強度の時間変化を図-1に示した。時間あたりの最大降水量は長岡・十日町・塩沢で2.6mm(21日5^h~6^h)、5.7mm(20日3^h~4^h)、4.9mm(20日18^h~19^h)である。1日あたりの最大量は三地点で26.5mm(20日)、68.4mm(20日)、68.6mm(20日)である。5.1.1豪雪の平野部での極の一つは上越市高田であったが、18日に日降雪量が130cmに達した。降雪の中心域は新潟県の南部、西部の山沿い、山間部で時により大雪の地域は西部の平野部や海岸地方に及んだが、大勢としては降雪中心域の動きに大きな変動はなかった。図-1についてみれば、18日と22日が里・山雪混合型、他は山雪型の降雪と考えられる。十日町はこのいずれの場合に於いても強い降雪があり、地域的にみていずれの降雪型の気象状況にあっても雪の降りやすい所といえよう。

新潟地方気象台による18~24日間の6日間に於ける日降雪量の分布を図-2に示し、表-1に1月17日~25日の期間における北陸を中心とした日本海沿岸各地の日降雪深、日積雪深量の推移を示した。積雪観測所のほとんどが平野部または比較的標高の低い地点に

あり、山間部での降雪・積雪現象については十分な資料が得られないのが現状である。

昭和50～51年冬期間の積雪深および降雪深の推移を長岡にある雪害実験研究所露場での観測資料でみたものを図-3に示した。初雪が50年11月23日にあり、以後12月中は最大積雪深が25cmに達したのみで51年1月のはじめではほとんど無雪の状態であった。5.1.1 豪雪被害は1月17日～24日の連続した強度の降雪現象によってもたらされたが、1月5日から12日間続いた降雪を含めて、この一連の降雪が豪雪現象といえるものである。1月5日からはじまった降雪は1月9日にこの期間の最大降雪量62cmを出現した。この値は今冬を通じての最大量である。12日には積雪深が120cmに達した。この後に再び1月17日～24日と続く強い降雪があり、結果的に大きな被害の原因となったが1月24日以降には見るべき降雪はなく、50～51年冬期の積雪状況は平年並かそれ以下であった。

3. 豪雪調査

豪雪災害は長時間にわたって続く強度な降雪現象が広域にわたってあるいは局所集中的に生じた場合ひき起こされる積雪災害の一形態である。災害は人間の社会活動との相対的な関係によって実在するものであるからそれにかかわる降・積雪現象は多岐にわたり、また社会構造の時代変化とともに災害パターンが多様に变化するものと考えられる。したがって豪雪調査は被害の直接的原因の実態を明らかにするだけでなく、間接的あるいは災害化にとっての必要条件となるような降・積雪現象についてそれに関連した広い地域について調査し直接的な現象、現象の変化、あるいは間接的現象形成要因などについて多角度からの調査を実施しその実態を明らかにすることが必要である。積雪災害に関係する降・積雪現象について福井(1964)は次のような分類を試みている。

(要約)

- (1) 降雪量とその時間的配分(降雪強度) - 直接災害
- (2) 降雪時の気象条件(雪質と関連) - 直接災害
- (3) 積雪量(最深積雪量, 積雪量の時間推移) - 直接・間接災害
- (4) 積雪層の雪質の時間変化 - 直接災害

この他、交通機関が高度に発達した現在では降雪現象が何処で起こるか、その時間的变化、一定時間内での降雪量の地域的配分などが重要となっている。すなわち災害の波及効果が大きき問題となっている。高度に発達した交通網を通じて関連した地域では一部地域で生じた、たとえば局所集中的な異常な降雪現象による交通しゃ断が物の流通、人的交流を通じてその交通網系全域に影響を及ぼすような事態が起こっている。

(1)および(2)については降雪時の観測が必要であり、現状では既設の観測網による定常観測によらざるを得ない。

今回の野外調査を主とする豪雪調査は(3)および(4)について広域にわたって調査することに

主眼をおき、(1)、(2)については資料の収集につとめ可能なかぎり状況の正確な把握につとめた。野外調査は豪雪直後の1月下旬から融雪期の3月末にわたり4次にわたって実施した。

野外調査では豪雪期積雪深の地域分布特性、今冬積雪層との量的・質的相対関係ならびに積雪災害に関係する積雪諸現象の時期的・地域的变化特性を明らかにすることを中心にして調査を実施した。特に豪雪現象が誘発する可能性の多いなだれ災害との関連についてはなだれ現象の発生状態を広域にわたって調査するとともに主要な発生原因と考えられる雪質変化との関連について重点的に調査した。次に調査地域、ルート、調査時期を示す。

(1) 広域調査 (第1次)

北陸地方、特に新潟県を中心とした地域での1.17～2.4豪雪期積雪の広域にわたる実態を積雪深・雪質・雪温について調査し、それら積雪要素の地域的・高度的特性を調査した。それらの特性変化(時間的変化)については2～4次調査でひき続いて実施した。調査ルートは次の通りである。

i) 長岡 - 柿崎 - 新井ルート

ii) 長岡 - 新津 - 喜多方ルート

iii) 長岡 - 湯沢 - 三国峠 - 永井ルート

iv) 長岡 - 六日町 - 八箇峠 - 十日町 - 飯山 - 浅野 - 関山 - 新井 - 直江津ルート

期間は1月28日～2月2日である。

(2) 頸城地方調査 (第2次)

信濃川とほぼ並行しその西側に位置する東頸城地方は全体として丘陵地域であり、200～500mの標高地に村落が点在する。北端に米山(標高993m)、南端は1000～1100mの東頸城丘陵があり西は高田平野に連なる。この丘陵地域の周辺地方はすべて多積雪地帯であり(当地方も雪が深く冬期交通路が途絶する)、地形上海洋からの水蒸気の地域的、高度的分配を考える上で重要な位置にあると考えられる。二月中旬この地方の雪況、雪崩発生状況、豪雪層の雪質変化に関する調査を行なった。調査ルートは低地部と山岳地域のふたつに分かれる。

i) 観測車による広域雪況調査<Kルート>

(一部路線に第1次調査の再測をふくむ)

ii) 徒歩による主として山岳地域の調査(S1～S4ルート)

期間は2月23日～26日である。第1次、第2次調査は文部省緊急災害調査班と一部調査範囲について合同調査を行なった。

(3) 山岳地域調査 (第3次)

豪雪災害の直接被害は降雪時あるいは降雪期直後に発生するが、間接被害、たとえば雪崩災害や融雪災害あるいは異常残雪による農業などへの被害は豪雪期以降融雪期に至る過程の中で発生する。これら間接的な積雪災害は多量の降雪にみまわれ、平地では発生しないよう

な積雪に覆われる山岳地帯に多発する。積雪災害に関連する積雪量の地域的变化、雪質変化の地域的、高度的変化の一般的傾向を明らかにする上で山岳地域の調査は不可欠である。主としてスキ-場など積雪期に於いても接近可能な山岳地域を対象に異なった高度差をもち、かつ内陸度の関係からみても全体として一つの地域的高度的自然系を包含するような観測を基本として実施した。調査地域および対象とした高度差は次の通りである。高度に対する積雪相当水量、雪質の変化を主たる調査の対象とし併せて雪崩発生状況などについても調査した。

- i) 柘形山調査(標高300m~700m)
- ii) 大峰調査(標高400m~950m)
- iii) 筍山調査(標高900m~1700m)
- iv) 志賀高原調査(標高950m~2300m)

調査期間は3月19日~23日である。

(4) 魚野川流域広域をだれ調査(第4次)

豪雪直後に各地でなだれが発生したが被害があったかあるいは被害の出る可能性の大きいものについては雪害実験研究所が通常実施しているなだれ発生調査によったほか、豪雪に関連する雪崩発生状況を広域にわたって調査するため魚野川流域に数十地点の観測点を設け、その観測点から観測し得る斜面についてなだれ発生の有無、規模、発生時期について調査した。魚野川本流及び支流を小千谷市から三国峠の範囲にわたり、次の調査期間観測した。

- i) 3月5~10日
- ii) 4月3~5日

以上の第1次~第4次調査の調査ルートおよび地域を図-4に示した。各調査の観測項目は表-2に示す。

4. 雪況について

4.1 積雪について

(1) 広域調査

第1次広域調査での調査ルート沿いの積雪深測定値を地形と関連して整理した結果を図-5に示す。横軸に適当な基点からの定方向への距離をとり縦軸にはこれに対応する高度と積雪の深さをとって両者の関係を示したものである。例として国道18号線では、直江津(海岸)を基点としてS30°E方向の距離を用いたが、この方向(S30°E)は国道18号および県道(柿崎-新井線)沿いの海岸からの距離に対応する積雪深の増加傾向が一致する方向である。積雪深の増加傾向はいずれのルートにおいても平野部では海岸からの距離の増加に比例して線形傾向にあるが、全体としてみれば地形特に高度との相関が非常に強い。峠あるいは脊稜山脈の前方で最大値が現れる。この地形に対する積雪の位相の進みは、国道17、

18, 49号線では12～13kmである。

東頸城地方における積雪深と高度との関係を図-6に示す図-6の実線は2つの領域に分かれ次のような式で表わされる。積雪深をHS (cm) 高度をH (m) とすると

$0 \leq H \leq 50$ mでは

$$HS = 2.22H + 1.4 \quad (1)$$

$50 \leq H \leq 800$ m

$$HS = 0.376H + 1.08 \quad (2)$$

で表わされる。

(1)と(2)の比例係数が大きく異なる理由としては降雪量の山地と平地のちがいのほか、積雪の融解と変態が(1)と(2)の領域では異なるからであろう。後に4-3で述べるように融解変態によるさらめ化の割合は、高度が増すと減少する傾向にある。

図-6の破線は、頸城地方における稜線および稜線直下地点の積雪深であり、次式で表わされる。

$$HS = 0.306H + 7.7 \quad (3)$$

稜線および稜線直下での積雪の深さは、山腹より50～80cm小さい。この傾向は、広域調査の図-5で得た結果とも一致している。平均密度は高度に比例して減少する。高度差1,000mに対する密度差は約 0.07 g/cm^3 である。式(1)(2)の結果および実測値より頸城地方の等積雪深分布図を求めた(図-7)。また同様に広域調査の結果と建設省北陸地建、新潟県農業気象月報、電源開発の奥只見地区積雪調査資料を加えて5.1.1豪雪の新潟県を中心とする等積雪深分布図を作成した。この結果を図-8に示す。積雪の深さは地形因子によって強い影響をうけている。

(2) 山岳地域調査

山岳地域調査で行ったスノ-サンブラ-観測の結果より、積雪相当水量と平均密度の高度に対する変化を求めその結果を図-9に示す。山岳地域では、積雪相当水量の高度依存性が地域によって異なっている。異なった三つの領域(図-9の1図のI, II, III)の存在は高度による効果が海岸からの距離によっても変化するといつてよいだろう。積雪の密度は高度に比例して減少する。その一般的傾向は、頸城地方での傾向とほぼ同じである。大峰地域では不規則な変動を示している。この一般的傾向からはずれる密度変化の理由は明らかではないが、積雪相当水量の領域II, IIIの境界領域に関連する現象、すなわち沿岸の湿潤域から乾燥域へ移りかわる大気環境変化と関連しているのかもしれない。図-9の3図には、電源開発会社の観測資料によって積雪相当水量と平均密度の冬期に於ける時間的変化の例として示した。

4.2 豪雪層の雪質について

(1) 雪質調査の方法

1～3次の調査で合計28地点で30点の積雪断面調査を行った(表-3)。山岳地域調査では、積雪断面調査10地点の他、16地点でラムゾンデによる積雪層の貫入抵抗値垂直分布測定を併せて行った。積雪断面観測では雪質観測を壁面巾約1.5mについて行なった。以下に調査方法および積雪断面図への記載方法を述べる。

積雪層構造と雪質：観測壁面をはげで仕上げた積雪層構造・雪質を観測した。はげの使用は、薄い氷板・弱層等の分離効果により層構造の観察に有効であった。雪質は日本雪氷学会の分類記載法により分類記載した。ただし混合層の場合は強い雪質を両側に、ふくまれる雪質を中央に記載した。また層構造の不連続性は次の記載法を用いた。

積雪の不連続面	(破線)
雪質の不連続面	(点線)
氷板による不連続面	(実線)

積雪の不連続面は、多少とも連続した降雪によって形成された積雪層界を示し、同降雪期による積雪層内で雪質が変化している場合雪質の不連続面として記載した。雪質の不連続面は主として融解水の浸透により形成された水みちを含む層にあらわれる。氷板による不連続面は、氷板の厚さに比例するように実線で記載し、氷板の傾き・褶曲も記載した。

積雪密度 G (g/cm^3)：密度測定は連続した同一雪質層についてその層を代表するような点を選び角型密度サンプラーで採集・秤量した。雪質が均質な層では15～20cm毎に採集し、融解水の部分的な浸透によって融解変態の割合が同一積雪層内で異なった場合にはそれぞれの雪質について密度を測定した。

積雪粒度 D (mm)：粒度は2枚のポラロイド板に積雪粒をはさみ、上面のポラロイド板に貼付した1mm粒度ゲージで測定した。粒度は一般に用いられているA～E階級分けではなく実測した直径の平均値で示した。

雪温 T ($^{\circ}C$)：雪温の測定は、零点検定を行った棒状温度計とサーミスターを用いて行った。

積雪硬度 R (kg/cm^2)：積雪断面観測では、カナディアン・ゲージを用いて測定した。カナディアン・ゲージの測定範囲は、 $10g/cm^2$ から $100kg/cm^2$ で、四手井式硬度計などと同じく観測壁面での面的測定が可能である。山岳地域調査では積雪層の硬度垂直分布をラムゾンデ法によっても観測し両者の比較を行なった。ラムゾンデは先端が円錐形の探針の積雪への貫入抵抗を測定し、積雪層の硬度・粘着力の相対値を連続的に測定する観測器である。ラムゾンデ測定によって得られるラム貫入抵抗値は、土の貫入試験によって得られるN値の概念と同様の量である。以後この調査報告では、ラム貫入抵抗値をN値に習ってR値と呼ぶことにする。

積雪相当水量HW (mm): 直接測定は、断面 20cm^2 の神室型スノーサンブラーを用いて積雪相当水量と積雪全層平均密度を求めた。また、積雪断面観測による密度測定値からも間接的にHWを推定した。

(2) 豪雪直後の雪質について

5.1.1 豪雪層の地域による雪質変化を図-10に示す。この調査では豪雪による積雪層と豪雪前後の積雪層を区別し、豪雪層の雪質の特徴を明らかにすることを主目的とした。

積雪層構造と雪質観測から、豪雪期に形成された層を明白に区分することができる。豪雪期積雪層の上下層はざらめ化し、豪雪層ではこしまり雪ないししまり雪で、この境界面が明白な積雪の不連続面として各地で観測された。この不連続性は、この後でふれるように積雪密度・積雪温度・積雪硬度等の量的不連続性として一層明確に現れる。積雪断面図では豪雪層の上・下限を矢印で示してある。

次に豪雪層の1月28日～2月2日現在の物理的諸性質を示す。積雪密度は一般に $0.25\sim 0.35\text{g/cm}^3$ であるが高山地域では豪雪上層で $0.15\sim 0.2\text{g/cm}^3$ の層も見られる。豪雪前の層ではおおよそ 0.40g/cm^3 である。

豪雪層の積雪粒度は、豪雪前後の積雪層に比較して小さくかつ層内での変化がほとんどなく一様である。例として大杉新田(017-07)の積雪断面図をみると豪雪層では $0.1\sim 0.4\text{mm}$ と粒度、変化巾とも小さいが豪雪前後の層では粒度の絶対値とその変動がともに大きい。粒度は積雪粒子の粗大化を伴う融解変態即ちざらめ化の進行度合と密接に関連する。高度が低く雪温全層 0°C の西川口(017-04)では全体に粒度が大きくざらめ雪層では 1mm 前後に達している。

積雪温度はおおよそ 100m 以下では全層 0°C 、 100m 以上では表面層を除いて 0°C 以下である。また豪雪層内の最低雪温は高度に比例して低くなっている。

積雪硬度は、豪雪層に相当するしまり雪層内では一様で 10kg/cm^2 前後であるが、豪雪前のざらめ雪が主体の層では硬度の変化が大きい。

(3) 豪雪1ヶ月後の頸城地方の雪質変化について

積雪断面調査は2地点について行った。高度 190m の大平(K-30)では表面の新雪層を除いて全層ざらめ化し雪温もまた全層 0°C である。

豪雪最上層のざらめ層には水みちがあり、水みち部分の粒度が粗大化している。硬度は豪雪直後の測定値よりも小さくなっているが豪雪層内の一様性は保存されている。密度は $0.35\sim 0.50\text{g/cm}^3$ まで増加している。しかし硬度と同様に一様性は保存されている。以上の層構造・雪質によりこの時点でも豪雪層は容易に識別できた。

次に高度 640m の津南スキ-場の積雪断面図(S4-11)をみると豪雪層の雪温は 0°C で全体としてざらめ化が進行しているが部分的にしまり雪が残っている。豪雪前の層では僅かに雪温 0°C 以下でしまり雪・ざらめ雪の混合層が多い。硬度は大平と同様豪雪直後

の値より小さくなっている。豪雪層内の部分的に残るしまり雪層は堆積時の構造を残す雪質であり、さらめ雪は融解水の浸透によって融解変態が進み形成されたものである。さらめ層の密度・粒度はしまり層に比較して大きい。豪雪層中のさらめの雪への浸透水が、同一層のしまり雪に比較してどの程度多いかを密度測定値より推定できる。しまり雪層中の浸透水の割合をa%と仮定するとさらめ雪層の浸透水の割合は

$$\left\{ \rho_G - \rho_S (1 - a/100) \right\} / \rho_S (1 - a/100)$$

であらわされる。 ρ_G 、 ρ_S はそれぞれさらめ雪、しまり雪の湿り密度である。しまり雪中への浸透水の割合を0.5%と仮定した場合の結果を下表に示す。

積雪量 (cm) a (%)	191~172	172~155	155~145	145~133
0	18.5%	26.6%	15.1%	11.7%
5	24.7%	33.2%	21.4%	17.8%

得られた結果から豪雪層中の上層ほど浸透水が多く172cmに位置する氷板の下で最大である。なおこの浸透水は積算された浸透量であり現在の含水率を示すものではない。頸城地方調査中高度300m以下の地域で全層雪崩が多発しているが、この原因は積雪のさらめ化の進行によるものと推定される。

(4) 豪雪2カ月後の山岳地帯の雪質について

豪雪期より2カ月後の山岳地域雪質は、高度による気温・積雪量の変化に対応した雪質変化がみられるが今回の豪雪層の特徴である雪質の一様性はほぼ一般的傾向としてよく保存され、これを用いての豪雪層の識別は容易である。なだれ現象に密接な関係をもつ雪質の変態による硬度変化については次節のラム・ゾンデ資料の解析と関連して述べることにし、以下に豪雪層の物理的性質を個別に示す。

豪雪層内のしまり雪の粒度は0.3mm前後、さらめ雪の粒度は0.5~1mmのものが多く部分的に2mm前後に達する。粒度分布傾向で興味深い現象としてしまり雪の段階では、豪雪層の下部ほど粒度が大きく全層がさらめ化すると上部で粒度が大きくなることである。このさらめ化による粒度分布の逆転の例として、大峰(RG-3)榊形山(RG-3)および頸城地方の大平がある。榊形山(RG-9)ではこれらの中間的分布すなわち粒度は一定値を示す。

豪雪層温度は、観測地点中最大高度の筍山(1,760m)で全層0°C以下で、それ以外の地点ではすべて0°Cである。

積雪密度は、大峰・筍山地点では一般に0.43~0.53g/cm³の範囲にあるが筍山頂上では0.40~0.48g/cm³と小さくなる。榊形山(680~500m)では0.50~0.57g/cm³と大きな密度を示す。また志賀高原熊の湯(1570m)では0.39~

0.41 g/cm³ と他地区のいずれよりも小さい。

積雪硬度は、大峰・筍山の頂上地点で30～100 kg/cm²を示し、観測例中の最大である。大峰・筍山の中腹および元橋では10～30 kg/cm²、柵形山地区では1～3 kg/cm²と小さく、1ヶ月前の頸城地方の値とほぼ同じである。

志賀高原熊の湯では5 - 10 kg/cm²であり豪雪直後の平野部の値とほぼ同じである。

4.3 豪雪層諸特性の時間的・地域的变化

豪雪層のもつ積雪の性質とりわけ雪質は時間の経過にともないまた地域のちがいでによって異なることが前節の結果からもわかる。長岡・元橋での隔時観測および広域路線調査のうち国道17号線沿いの雪質調査と山岳地域調査の結果にもとづく解析結果を報告する。

(1) 長岡・元橋での隔時観測

長岡（標高 97 m）での第1回観測は、豪雪期中の1月23日に行った。この時の雪質（N-1）は新雪層の下はこしまり雪（S₁）層で層中に数層のうすいアラレ層が残存している。豪雪期前に堆積した層はざらめ雪（G）である。豪雪層の密度は平均0.19 g/cm³でありこれに対して豪雪期前の層の平均密度は0.38 g/cm³である。豪雪10日後の2月3日の観測では、豪雪層の雪質は下層7 cmがしまり雪（S₂）となったがそれより上部の層はざらめ化し、密度は0.35～0.48 g/cm³に増加している。長岡では融解変態によるざらめ化は非常にやく進行する。

火打峠の元橋（標高 840 m）の1月31日の積雪断面（017-14）では2 m近い積雪層のほとんどがしまり雪で下部層に薄いざらめ雪層がみられる。密度は0.16～0.33 g/cm³、硬度は0.1～1 Kg/cm²の範囲である。3月21日の観測では積雪深が80 cmに圧密した。この時密度は0.45～0.52 g/cm³に硬度は5 - 10 Kg/cm²に増加、雪質はしまり雪、ざらめ雪の互層となっている。元橋でのざらめ化の過程は、長岡にくらべて緩やかである。

(2) 積雪層のざらめ化および豪雪層相当水量の地域的变化

積雪層のざらめ化の度合を雪質を新雪（N）・こしまり雪（S₁）・しまり雪（S₂）・ざらめ雪（G）の4つに分類し、ざらめ層の全積雪層に対する割合を百分率で示した。上部からの浸透水によって局所的にざらめ化が進んだ層や混合層ではその占める割合で比例配分した。豪雪層相当水量は、密度測定値から相当水量を推定し全層相当水量に対する割合を百分率で示した。これらの量に対する地理・地形（地域性）要素の変数として、路線調査では長岡を基点とするS25W方向への距離をkm単位でとり、山岳地帯調査では海拔高度を用いた。（結果を図-11に示す）長岡 - 三国峠間では、ざらめ化の度合の地域変化は長岡からの距離を変数とする負の勾配を持つ直線で表わされる。（図-11左上）。直線にのらない図の左端の測定は三国峠（越後山脈）の関東側の斜面での観測値で地形的影響が他のものと異なる。

っている。

山岳地帯でのさらめ化の度合は高度を変数とする負の勾配を持つ直線で表わされる。(図-11右上)。

志賀高原(標高1500m)の値の直線からのずれが大きいのはこの地域が他の地点にくらべてより内陸にあり、地理・気候条件が異なるためであろう。山岳地域の観測結果によると豪雪層の雪質は高度5~600m以下では全層さらめ化し高度1000m以上ではしまり雪が主で一部さらめ化と対照的である。しかし志賀高原地域ではこの高度が約500m上昇し940m地点(RG-16)ですでに全層さらめ化している。

次に豪雪期終了直後における国道17号線沿いの豪雪層相当水量のそれまでの積雪全体に占める割合の変化を図-11右下に示す。この路線沿いでは豪雪相当水量は、平均61%であり内陸度に対する依存性が明らかで内陸ほど豪雪層の占める割合が多い。即ち今回の豪雪が全体として山雪型であることを示している。3月下旬の山岳地域の豪雪相当水量は平均44%である。7日~10日という短期間で形成された層が全積雪量の約1/2を占めることは豪雪が集中的な降雪現象によるものであることを示している。豪雪の平均相当水量は上部の層からの浸透水が含まれるので実際の豪雪層相当水量はこれより少ない。

(3) 広域雪質変化調査におけるラムゾンデ測定の応用

積雪現象は広域にわたって生じ地理的・気候的条件に応じて多様に変化する。積雪層のもつ物理的性質は、層構造、密度、硬度、粒度、含水量、積雪の組織などによって示される。積雪の状態はこれら物理的性質や積雪深などの総合されたものといえるが、それを知る方法のうちで最も確実なものは積雪断面による観測である。今回の豪雪調査において、広域に分布する豪雪層の積雪層特性の地域的、経時的変化を明らかにするため多くの地点で断面観測を実施しそれによる結果の概略はこれまでの節で報告した。断面観測時にそれに併せてラムゾンデの測定を行なったのでその結果について検討する。

今回の調査におけるラムゾンデ測定の導入は特になだれ災害の発生予知と関連した広域雪質調査の能率的かつ効果的な方法として用いurるかどうかを検討することにあつた。積雪断面を用いての観測は最も望ましい雪質調査法であるが、一地点での観測に多くの時間を要し、広域にわたって短期間内に多点観測を実施するのは困難である。したがってもしラムゾンデ測定が雪質の相対的評価に役立つのであれば、積雪断面観測地点間の補填として有用な役割りを果たすだろう。

ラムゾンデ測定を考案したHeafeli(1939)はラムゾンデによって観測可能な現象として次の三つをあげている。

- i) 積雪層の物理的性質の全般的・相対的評価
- ii) なだれ危険の評価(なだれ発生の予知)
- iii) 積雪層中の特定の層の識別

ラムゾンデ測定はスイス・アルプスや北米、南極大陸などで数多く実施され、これらの地方では有効な方法であることが実証されている。特に寒冷地方の表層なだれの発生危険評価に有効といわれている。雪質のちがう日本海沿岸地方にこの評価がそのままあてはまるとはいえないが、導入応用のための順序として次の点について検討した。

i) 日本海沿岸地方の山岳地域の雪質、積雪状態とR値がどのように対応するか。

ii) R値と雪質との対応解析の結果にもとづいて今回実施した高山地域調査の四つの高度変化に対応する積雪層の特性をR値について解析しそれらの相対関係を明らかにする。

ラムゾンデ測定はi) 筍山調査 ii) 大峰山調査 iii) 柵形山調査 iv) 志賀高原調査の4地点で実施した。図-12に筍山調査(RG-5~RG-8)の結果を示す。積雪層に対するR値の垂直分布の傾向は他の三地点ともほぼ筍山調査の結果と一致する。筍山調査(元橋-筍山山頂)でのR値と雪質の間にはほぼ次のような関係がある。

- (1) 新雪深が40~50cmの場合、新雪層のR値は1に近い値であるが、表層の下部ではそれより下部の積雪層のR値の大小、新雪の雪質により増大する傾向がある。
- (2) 氷板はR値の突出した部分に、しまり雪層中のざらめ雪層あるいはざらめ雪層中の混合層はR値の凹部に対応するが、その逆は成立しない場合がある。氷板との対応はよくこれをキー・マークとして層構造の追跡ができる場合もある。
- (3) 乾きしまり雪のR値は60-120、湿りしまり雪のR値は20~50の範囲にある。一様なしまり雪層内ではR値の漸増現象がみられる。
- (4) 乾きざらめ雪の層ではR値は20-50の範囲で氷板を除いて一定である。しめりざらめ雪のR値は10前後と小さい。
- (5) ざらめ雪・しまり雪の混合層では、R値の漸減現象がみられる。

以上のR値と雪質との対応結果は、筍山の調査結果より得られたものであるが他の地域についてもほぼ同じような結果がえられた。詳しい解析結果は別の報文で報告する。ただし、R値の一定値がある雪質(物理的性質を含めて)にとって必要条件であっても十分条件でない場合があるのでラムプロファイルの解析にはその点の注意が必要である。R値およびR値の垂直プロファイルを利用しての雪質解析法にとっての今後の課題は各種の積雪のR値データの集積、時間推移の過程でのR値形成過程の観測などである。

5. なだれ現象について

斜面地に堆積した多量の雪は降雪直後あるいは積雪となった後の積雪物性の変化あるいは積雪条件の変化によって積雪層の下方への動力が地面および積雪層内の支持力に優勢となったとき雪崩が生じる。豪雪現象のように急激な積雪量の増加はそれ自体、なだれ発生の原因となるがたとえ降雪時あるいは直後に生じなくとも積雪層の動力と支持力とのバランスを微妙な状態にする。いかえれば積雪層の可動性が非常に大きくなっていると考えられる。積

積雪条件の変化、特に雪質変化と新たな積雪量の付加による変化については豪雪現象の経時変化として観測する必要がある。今回の豪雪時には特に顕著ななだれ災害の発生あるいはなだれ現象の多発は見られなかったが災害予知の観点からみた雪崩現象の推移について報告する。

5.1 豪雪によつて発生したなだれ現象

表-4に今冬発生したなだれのうち報告されたものの一覧を示す。いうまでもなくなだれ現象は主として山岳域で発生するため被害がない場合には報告されることが少ない。したがってここでのなだれ現象は自然の中で発生しているなだれ現象のごく一部にすぎないがなだれが多発した時期やなだれ発生の機構についてうかがい知ることができよう。表-4によれば豪雪期の1月5日～24日間に4件、豪雪直後から融雪のはじまる3月初めにかけて17件、融雪期にはいつてからのもの3件が報告されている。死者は14名に達し、うち8名は3月の高山地域のなだれによるものである。次に豪雪現象が原因となったなだれのうち現地調査を実施したものについて報告する。

(1) 新潟県新井市下平丸で発生したなだれ

2月1日16時すぎ、県道沿いの側斜面の積雪がなだれ道路を埋めた。バス通過直後のため被害は発生していない。なだれ発生地域の規模は巾40m、長さ20mで傾斜は約30°の斜面である。上部は55°～60°となっている。なだれ発生地点の積雪深は約2mでうち豪雪層は1.2m。豪雪層の下層はざらめ化しているが豪雪層はうすいざらめ層を除けば全層しまり雪(S₂)層である。なだれは面発生全層雪崩であるが発生の直接原因は急激に堆積した豪雪層がそれより下層のざらめ層となじまず、急激に加えられた振動をきっかけとし崩壊流下したと考えられる。発生地点は毎年なだれの発生する地点である。周辺の立木の少ない一定斜度以上の斜面上の積雪はずりを生じてクラックが発生しているかなだれていた。(表-5の1)

(2) 新潟県北魚沼郡広神町中子沢で発生したなだれ

2月4日13時すぎ、県道三ツ又線沿いの側斜面の積雪が崩壊流下し除雪作業中の人、3名が生き埋めとなり内1名が死亡した。なだれの規模は巾30m、なだれ発生地点よりデブリの末端まで30m、なだれが発生した道路側斜面の傾斜は平均45°の斜面となっていた。面発生湿雪全層なだれであるが、積雪断面(A-1)にみられるように豪雪層下部はすべてざらめ化し、暖たかい晴天が続いたため表層から豪雪層の1/2の深さまでざらめ化している。(写真-③)日本海沿岸の標高の低い地域(中子沢は標高182m)では2月にはいるとざらめ化の進行が早いいため多量の降雪のあった後に暖たかい晴天が続くとこのタイプのなだれが多発する。(表-5の2)

以上現地調査した地域ではいずれも同じタイプのなだれが多発しており、たまたま道路に

面していたため被害がでたかあるいはその危険があったものである。

5.2 魚野川流域におけるなだれ発生状況

日本海沿岸の新潟県を中心とする多雪地方の比較的標高の低い地域では春さきから融雪期にかけての全層なだれの発生が広範囲にわたって生ずる。斜面条件（傾斜・植生）が一定範囲にある積雪層は全層なだれの発生によって積雪現象が終了するといえるだろう。これはこの地方の多量の降雪（厚い積雪層の形成）と急激に生じるさらめ化による。この他に特殊な斜面条件（地面の支持力を減ずるような植生、地すべりの発生しやすい地質）が関与するからであろう。したがってなだれ発生時期および発生地域の現状把握には広域調査が必要である。なだれ発生と積雪状態および斜面条件との関係を明らかにする基礎調査として、比較的気象や積雪現象についての観測網が完備している魚野川流域を選び、今年の冬から春にかけてのなだれ発生の状況を調査したのでその結果の概略について報告する。

調査地域は図-13に示されているように信濃川・魚野川の合流付近（川口町）から上流、土樽手前までの本流および支流域ならびに清津川と国道17号の出合上流より三国峠に至る流域である。この地域のなだれ発生状況について3月、4月上旬に調査した。観測地域内に85地点の観測点を設け、目視および写真撮影によるなだれ発生地点、なだれの形態およびなだれの前駆現象を観測し一カ月の期間をおいた後再測しその変化を調べた。これらの調査結果を図-13に示した。

魚野川流域、清津川上流域のなだれ現象の観測結果は次のように要約できる。

- i) なだれは広範囲にわたって発生している。
- ii) 表層なだれの発生地点は大部分標高1000m以上でそれ以下の標高地では全層なだれである。
- iii) 魚野川流域では三月上旬での全層なだれ発生高度の上限はほぼ600mでそれ以上の地点では三月中旬～4月上旬に発生している。
- iv) 湯沢以南の地域での全層なだれの発生は三月上旬まではほとんど見られず、それ以後の時期における発生も下流域に比較して少ない。

全般的な傾向として全層なだれの発生には積雪量が関係し、発生時期は積雪層のさらめ化と関連している。前章でのべた雪質、特にさらめ化傾向の地域的、高度的变化と全層なだれの発生機構との間には密接な関係があり、その量的関係を明らかにすることは観測資料の蓄積によって可能といえよう。

6. 豪雪被害の概況

今冬、新潟県を中心として東頸城丘陵から高田平野、富山、長野、群馬、福島、山形県境

におよぶ豪雪による雪害は、雪国の生活と社会に大きな被害をもたらした。

被害は一般日常生活はもとより、産業、経済、交通機関、諸施設など広範囲に及び、新潟県総務部消防防災課でまとめた被害は表-6に示されているように被害総額353億円に達している。

生活および人的被害は表-7に示す通り、死者12名、重軽傷者105名、車輛のスリップ事故176件による負傷者262名となっている。

また、物的被害の内容は、住家や諸施設、電信電話施設、電力施設などの倒壊、損傷などである。

豪雪による道路不通区間は、表-8に示すように1月25日現在不通区間82カ所、延長距離272kmに及んだ。各市町村で管理している生活道路については、道路交通の確保はきわめて困難な状態で、そのほとんどが交通不能の状態となった。

豪雪時における国鉄列車運転状況は表-9に豪雪時における不通状況は表-10に示す通りである。

電力施設関係では難着雪電線の開発や大雪時の事故復旧体制の確立などで38.1豪雪に比べて被害は減少しているが、今冬の大雪時8日間で4000件の冠雪や積雪荷重による電線切断等の被害が発生した。復旧費や除雪費は表-6に示す通りである。ここでは示されていないが、一般生活においては停電による住家や施設の照明不能、暖房停止などの被害がでている。

7. 豪雪調査のまとめと今後の課題

7.1 豪雪層の特性とその経時変化について

集中的な降雪は冬期の積雪層の中に、特有の性質をもつ厚い層を形成する。急激な厚い層の形成が斜面上のそれ以前の積雪層の地面に対する相対的な力学的安定の均衡を乱しなだれ発生の原因となることもあるが、多くはそのまま積雪の一層となって積み重なり、より新しい積雪に覆れて春の融雪期をむかえる。比較的短期間の集中的な降雪による層は一般的傾向としては次のような性質をもつことが降雪状態、層形成過程から推測される。

- 1) 比較的単調な雪質変化をもつ厚い層
- 2) それ以前に形成された層あるいは集中降雪以後に形成された層に比べると層形成時の特有の気象状態を反映して雪質が異なり、その結果として雪質の変化過程(変態)が異なるであろう。

積雪層の雪質および物理的性質変化の中で集中降雪による層は特異な、他の層の変化過程とは不連続な性質を示すだろう。

以上のような豪雪層のもつ特有の性質はたとえば次のような現象の原因となる。温暖な地域では融雪水の浸透に対して雪質の不連続面は不透水面となり境界面の止水層は厚い氷板と

なってその効果を強めその結果その面の上下層の変態過程が変わり雪質の大きなちがいとなる。高山のように寒冷な地域では豪雪層の上面または下面が霜ざらめ化の局所的発達の場合となったりあるいは層形成時の条件のちがいが積雪層硬化過程を異なったものにする原因となって積雪層間の安定あるいは不安定な要素となる。以上のような豪雪層の特有な性質に起因する積雪状態の変化は積雪期を通じてなだれや異常残雪などの間接的な原因となる可能性がある。

豪雪による積雪災害については降雪時の現象だけではなく、その後の積雪層の変化についても調査しその推移を観測する必要がある。

今回の調査の結果によれば5.1.1 豪雪層の一般的性質は次のように結論される。

- (1) 積雪の物理的性質に一様性がみられ、降雪時の気象を反映した性質は比較的長期間保存された。(図-10)
- (2) 5.1.1 豪雪は低温の気象条件のもとに生じたため、しまり雪(S₂)の発達がよく、ざらめ化の進行は他層にくらべると遅れた。別の表現をすれば5.1.1 豪雪層は“しっかりした”層の状態が長くつづいた。(図-10)
- (3) 山岳地域では豪雪層の相当水量は全積雪相当水量の1/2 近い率(平均44%)を示し、積雪現象の中での豪雪層の占める割合は大きなものであった。(図-11)
- (4) 豪雪層をふくめた一般的積雪雪質の変化傾向をざらめ(G)化を指標としてみたときに、ざらめ化の比率は高度および内陸度に比例して減少する。(図-11)

全般的結論として5.1.1 豪雪層は50年-51年冬期の積雪層の中で安定した状態にあったといえるだろう。

7.2 積雪現象の地域・高度変化と積雪災害

シノプティック気象の変化およびメソ気象と地形とのかかわりの変化に対応して、降雪現象は地域によって変化する。積雪は広域にわたる現象であるが、降雪現象の地域特性および堆積後の雪質変化の多様な過程を反映して、積雪の状態は地域により時期によって異なる。

積雪災害は積雪現象とその変化が地形や気象条件と関係しながら発生するものであるから積雪災害の発生の様式や災害のタイプもまた地域によって異なるであろう。

したがって積雪災害の予知研究の基礎は広域にわたる積雪現象の地域的、高度的変化特性を明らかにし、特性を形成する機構を明らかにすることであろう。積雪の状態は(降雪量・積雪量・積雪層の形成様式・雪質・雪質の変化過程など)で示される。地域によるこれらの状態の変化と相互の関係は、積雪環境の一つの系とみなせるであろう。今回の調査で注目した豪雪層は同一時期に形成された特有の性質をもつ層であるからそれがもつ性質と変化の過程は積雪現象の地域・高度変化をよく指標するものとみなせる。積雪現象の地域・高度変化とそれに基づく積雪環境は次のように要約できる。

(1) 一地点の積雪相当水量、平均の密度は図-9の(3)の佐梨川流域および奥只見での定点観測資料が示すように、冬期間を通じて連続的に変化するが、図-7、図-8で示したような地域についてそれらの一定時期における積雪量および平均密度を沿岸からの距離(内陸度)および高度の関係からみると図-9の(1)および(2)の結果が得られる。積雪相当水量は高度の増加にほぼ比例して一定の割合で増加し、内陸度に反比例して減少する。図-8に示した積雪量の平面的分布はそれらが相互に関係した結果と見なせる。内陸度がほぼ同一条件にある地域(東頸城地方)における積雪量と高度の関係は図-6に示した。それらの関係は線型である。

(2) 図-9に示された積雪相当水量と平均密度の高度と内陸度に対する変化の関係から調査地域は少なくとも三つの積雪環境系に分かれるだろう。

仮にそれを沿岸積雪系・内陸積雪系・その中間系とすればそれぞれはおおよそ次のような地理的条件にある。

I) 沿岸積雪系 沿岸より20km以内、標高100~200m以下の地域

II) 沿岸-内陸中間積雪系 沿岸より20km~50kmの範囲にあって標高200~800mの範囲にある地域

III) 内陸積雪系 沿岸より40~50km以遠にあって標高700~800m以上の地域
地理的条件がそれぞれの系の境界にあたる地域、たとえば図-9の(1)、(2)の樹形山、大峰では標高の低い所ではII.の性質、高いところではIII.の性質をもつと考えられる。

(3) 図-13の魚野川流域のなだれ分布図をみると全層湿雪なだれはI.およびII.の地域で発生しておりIでは2月中旬より多発の傾向がはじまり、多発地域は次第に高所に移っていく。発生時期は図-11に示されたような積雪全層のざらめ化の進行に対する高度効果に関連するであろう。III.の地域での全層なだれの発生は少なくとも本調査地域内では四月上旬まではほとんどみられない。表層なだれの発生はこの地域に集中している。

(4) ラムゾンデ硬度プロファイルの傾向はI~III.の地域の積雪状態の一般的傾向を知る上で有効な手段であり、特にざらめ化の度合、氷板の形成など融雪現象と関係する積雪状態をよく反映する。

7.3 5.1.1 豪雪からみた積雪災害の問題点

豪雪ということばには特に明確な定義はない。ある年の平均をはるかに上まわる積雪現象の全体をさす場合もあるが、集中的な強度の降雪現象をさす場合もある。最近のように除雪作業が機動化され、除雪体制が整備されると、たとえその年の積雪量が平年を越す量であっても、積雪量の増加が除雪能力内で生じたような場合では災害化しないであろう。大まかな表現であるが最近の“豪雪現象”とは特定の気候現象を示す用語というより異常な気象現象と社会構造とのかかわりの中で意識される異常な積雪現象と考えた方が理解しやすい面もある。

る。

(1) 5.1.1 豪雪とこれまでの豪雪の比較

長岡市における大正2年から今年まで63年間の冬期における積雪深の推移を図-14に示した。この図は図-3に示した昭和50年-51年冬期の積雪深推移と同じもので、山型で示される図形の大きさは積雪からうける重圧感を感覚的によく表現している。ちなみに、これまで大雪の年または豪雪の年といわれる、昭和8-9年、10-11年、14-15年、19-20年、35-36年、38-39年、42-43年、48-49年では他の年にくらべて白ぬき、黒ぬき図型も大きい。

図形の面積を累計積雪深(ΣHS m・day)として昭和20年(1945)から今年まで長岡・十日町・松代・塩沢についての比較を図-15に示した。図-15には平均値からの偏差量が示されている。平均累計積雪深($\bar{\Sigma HS}$)は長岡を1としたとき十日町は1.8、松代は2.4、塩沢は1.4となる。これらはほぼ出現する雪の深さの比を示すだろう。長岡から内陸にかけては積雪量が増加し、脊稜山脈近くの内陸では4章で示したように積雪量は減少する。累計積雪深の年々の変化の大よその傾向は比較した4つの町で一致する。しかしその絶対量をみると長岡での変動巾は平年値の最大2~2.5倍に達するのに対し、内陸部では1.5倍程度である。

雪国の生活様式は出現する積雪の平均的な深さを基準としていと考えられるので、別の表現をすれば都市部の多い平野ほど積雪の深さの変動の影響を受けやすいといえるだろう。 ΣHS の今年の値はいずれも平年並かそれ以下である。図-16に長岡での昭和年代における累計積雪深(ΣHS)、最大積雪深(HS_{max})、根雪期間および最大積雪深の出現日を示した。縦の太い線は大雪または豪雪といわれた年を示している。大雪(豪雪)と記憶された年は昭和14-15年の例を除けば ΣHS 、 HS_{max} 、根雪期間とも平均値からの偏差の大きい年であり、それが必要条件のように思えるが必要十分条件ではない。これらと同じ程度の平均値からの偏差値にあっても大雪の年として意識されない年もある。 ΣHS と HS_{max} のいずれかが小さい値であったり、同じような大雪の年が続いた場合、ひきつづく年が前年に比べて ΣHS 、 HS_{max} の値が小さい場合は大雪の年と記憶されないようだ。過去における積雪の資料が乏しいため豪雪の意味、豪雪災害の発生様式の詳しい分析には至らないが、豪雪災害は積雪量が多いという条件のみでは起こらず、積雪深増加の傾向、急増した時期、冬期の気温の動向、集中降雪の極となった地域の位置・配列などが関係した現象であると推察される。5.1.1 豪雪は資料上の比較からではこれまでの豪雪とかなり異なった現象であるように思われる。

(2) 積雪災害の問題点

5.1.1 豪雪の災害意識は、主として集中降雪の極が幹線交通網の配置と一致したため被害が発生しただけでなく、生活物資・人的流通の障害あるいは中断による社会活動の麻痺化

の危惧感が高められたことと関係するであろう。積雪量としては平年並かそれ以下であったため後発災害は発生していない。しかし51.1豪雪によって日本海沿岸地域の住民が実質的なあるいは潜在的な多大の被害を受けたことは事実である。たとえば積雪深の増加傾向および既存深を示した図-17に見られるように、51.1豪雪は一冬間の積雪量のほとんどが連続した20日間の降雪に集中したためきわめて除雪困難な状況が出現し、幹線交通網が機能低下あるいは機能できない状態となった。それが社会に及ぼした影響は多大なものであり、今後社会構造が複雑化し、人間、物資流通網が高度化するにつれこのような型の積雪災害の増加が予想される。また社会構造の変化およびそれによる人間の行動様式の変化にもなって積雪災害の様相も変化すると考えられる。将来の高速交通網の寒冷地・積雪地での発達およびそれによって引き起こされるレジャー地への局所的人口集中の増大などの傾向に対応して局所的集中降雪、大規模ななだれ、積雪環境の急激な変化(急激な温暖・寒冷化)が異常積雪現象に加えて積雪災害の要因化となるであろう。雪国の生活も、食糧・燃料の備蓄の習慣が失われ、冬期間でも「静的社会」から「動的社会」に移り変わってきている。これらは社会構造の変化過程という大きな動きの中で関連しており、その意味からすれば積雪災害に関する研究もまたそれらと対応する中で構想される必要がある。

本調査にあたっては下記の機関から資料の提供、現地調査の助力をうけた。

新潟県土木部道路維持課

新潟県警察本部交通部交通企画課

新潟県総務部消防防災課

新潟県北魚沼郡町村会

新潟地方気象台観測課

国鉄新潟鉄道管理局総務部文書課・広報課

国鉄長野鉄道管理局総務部文書課・広報課

国鉄長野鉄道管理局施設部保線課

国鉄鉄道技術研究所塩沢雪実験所

建設省北陸地方建設局道路部道路管理課

林業試験場十日町試験地

電源開発株式会社岩越電力所

東北電力株式会社新潟支店配電課

名古屋大学水圏科学研究所

京都大学防災研究所

引用および参考文献

福井篤 (1964): 38. 1 豪雪によせて - 日本の雪の研究の現況と問題点. 地学雑誌, Vol. 73, No.1 (738), 1-10.

Haefeli, R. (1939): Bader, et al Der Schnee und Seine Metamorphose (Snow and its metamorphism). Beitrage zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Hydrologie, Lieferung 3, Bern. [U.S. Army Snow and Ice and Permafrost Research Establishment, Corps of Engineers. Translation 14, 1954 128-138.]

新潟地方気象台・新潟県(1976): 新潟県農業気象月報, 昭和51年1月号

新潟地方気象台(1976): 昭和51年1月18日~24日にかけての大雪に関する異常気象速報. 昭和51年1月28日, 40pp.

新潟県立松代高等学校(1976): 豪雪地 松代の気象 第二集. 1976年3月, 120pp.

農林省林業試験場十日町試験地(1958): 新潟県十日町 気象40年報. 昭和33年2月, 20pp.

宮沢清治(1976): 昭和51年1月の新潟県を中心とする日本海側の大雪と太平洋側の異常乾燥. 気象, No.227, 1976年3月号, 4434-4435.

研究代表者樋口敬二(1976): 昭和51年豪雪の調査研究報告. 昭和51年3月, 50pp.

北陸地方建設局道路部(1976): 特集51. 1 豪雪 道路交通確保のために. けんせつ北陸, No.71, 1976年2月号, 4-16.

北陸地方建設局上越国道工事事務所(1976): 51. 1 豪雪. 雪と道路の調査報告 第二編, 昭和51年3月, 589-604.

(1976年7月5日原稿受理)

表・図・写真集

表見出し一覧

表 - 1 の(1)	北陸各地の降・積雪表
表 - 1 の(2)	新潟県内積雪観測所
表 - 2	5 1. 1 豪雪観測項目表
表 - 3	5 1. 1 豪雪雪質調査一覧表
表 - 4	1 9 7 5～7 6年冬期災害なだれ
表 - 5 の(1)	下平丸の災害なだれ
表 - 5 の(2)	中子沢の災害なだれ
表 - 6	5 1. 1 豪雪による被害概要
表 - 7	5 1. 1 豪雪の生活および人的被害
表 - 8	除雪路線における日別交通不能(毎日午前9時現在)
表 - 9	国鉄列車運転状況
表 - 1 0	国鉄列車の線別不通状況

図見出し一覧

図 - 1	長岡・十日町・塩沢での降雪強度(mm/1時間)の比較(3月17日～24日)
図 - 2	日降雪量分布(新潟地方気象台資料)
図 - 3	長岡における積雪深・降雪深の推移(1975-76)
図 - 4	5 1. 1 豪雪調査地域および地勢
図 - 5	広域調査における積雪深と内陸度(直江津, 新潟, 長岡からの特定方向沿いの距離)の関係および調査路線の内陸度に対する高度変化
図 - 6	頸城地方における積雪深・平均密度と高度との関係
図 - 7	頸城地方の2月下旬における積雪深分布(単位cm)
図 - 8	新潟県を中心とする日本海沿岸地方の5 1. 1 豪雪直後の積雪深分布(単位 cm)
図 - 9	山岳地域における積雪相当水量と密度の高度による変化
図 - 1 0	積雪断面図
図 - 1 1	積雪層の雪質比および豪雪層の占める割合の地域・高度による変化
図 - 1 2	筍山地域でのラム・ゾンデ測定の結果
図 - 1 3	魚野川流域におけるなだれ発生分布
図 - 1 4	長岡における積雪深推移の63年間の変化(大正2年-昭和51年, 長岡市資料)

- 図 - 1 5 長岡・十日町・松代・塩沢における累計積雪深 (m ・ day) の推移 (1945
～ 1976)
- 図 - 1 6 昭和元年 - 五十一年間の長岡における累計積雪深・最大積雪深・根雪期間・
最大積雪深出現日の推移 (平均値からの偏差量を示す)
- 図 - 1 7 昭和35年度以降の大雪年の積雪深増加勾配比較 (北陸地建 上越工事事務
所資料)
- 図 - 1 8 昭和51年1月17日 - 25日の地上天気図

写真見出し一覧

- 写真 - 1 長岡における豪雪層 (1975年1月23日撮影)
- 写真 - 2 下平丸のなだれ現場 (写真左側が県道新井 - 飯山線)
- 写真 - 3 中子沢のなだれ現場

表 - 1 の (1) 北陸各地の降・積雪表

	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日
新潟	0(14)	11(8)	12(18)	1(23)	2(22)	17(20)	3(30)	0(31)	0(23)
長岡	2(82)	24(71)	55(93)	45(134)	24(159)	24(157)	11(158)	18(152)	3(155)
高田	1(51)	130(39)	21(140)	51(130)	57(161)	26(196)	12(190)	0(183)	8(168)
奥只見	22(195)	32(190)	120(215)	105(300)	50(340)	52(336)	70(322)	28(353)	59(330)
六日町	0(85)	38(65)	98(100)	95(169)	55(214)	54(217)	65(220)	14(240)	25(219)
十日町	5(105)	57(95)	73(140)	103(183)	38(242)	67(265)	47(274)	20(275)	20(260)
松之山	12(140)	78(130)	77(197)	102(225)	70(280)	55(306)	55(320)	18(325)	26(306)
津南	1(129)	76(115)	72(193)	86(213)	83(265)	55(306)	70(305)	4(305)	31(275)
八広瀬	10(145)	30(140)	32(150)	88(195)	65(235)	60(240)	50(252)	40(260)	15(255)
関山	2(110)	89(92)	70(175)	78(200)	68(223)	84(246)	66(290)	0(280)	43(250)
富山	0(29)	22(21)	17(40)	24(50)	40(60)	36(84)	16(92)	0(93)	0(78)
金沢	-(17)	3(9)	2(9)	9(13)	9(19)	13(28)	19(43)	1(43)	0(33)
福井	-(29)	1(23)	3(25)	8(32)	11(43)	19(57)	12(63)	5(65)	0(60)

表 - 1 の (2) 新潟県内の積雪観測所

科学技術庁 気象庁	国立防災科学技術センター雪害実験研究所*1 (長岡)
気象台・測候所*2 農業気象観測所*3	新潟地方気象台, 高田測候所, 相川測候所 村上, 下関, 中条, 菅谷, 新津, 巻, 津川, 森町, 長岡, 入広瀬, 川口, 六日町, 十日町, 津南, 柏崎, 松之山, 安塚, 関山, 糸魚川, 中興, 府屋, 岩沢, 村松能生, 羽茂
建設省 北陸地方建設局*4	新潟, 上越, 高田の各国道工事事務所雪量観測点, 指定雪量観測点
その他	日本国有鉄道保線区, 農林省林業試験所十日町試験地, 電源開発株式会社岩越電力所

*1 防災科学技術研究資料(刊行予定) *2 *3 新潟県農業気象月報 *4 雪況情報

表 - 2 5.1.1 豪雪観測項目表

観測項目 調査名	積雪 深測定	スノー サンブラ 観測	積雪断面観測					なだれ観測			
			層構造	粒度	密度	硬度	雪温	ラムゾンダ 測定	定点写 真観測	グライドメー ター観測	災害なだ れ調査
広域調査	○	○	○	○	○	○	○				○
[頸域地方調査]	○	○	○	○	○	○	○		○		
山岳地域調査	○	○	○	○	○	○	○	○			
魚野川流域 広域なだれ調査									○	○	

表 - 3 5 1.1 豪雪雪質調査一覧表

番号	地点コード	地点名	標高(m)	調査年月日	備考
1	N-1	長岡	98	1976 1.23	
2	"	"		2. 3	
3	901-03	十文字	10	1.28	
4	901-05	下中	20	"	
5	008-07	曾地峠	140	"	
6	049-02	論瀬	5	1.29	
7	049-05	吉津	73	"	
8	049-08	八田	272	"	
9	117-02	卯木	220	2. 1	
10	117-05	白鳥	334	1.30	
11	017-04	西川口	78	1.31	
12	017-07	大杉新田	160	"	
13	017-09	石打	255	"	
14	017-14	元橋	840	"	RG-5と同一地点
15	017-17	永井	1,000	"	
16	018-05	関山	350	2. 2	
17	018-07	六月	700	2. 1	
18	K-30	大平	190	2.23	
19	S4-11	津南	640	2.25	
20	RG-1	大峰	940	3.20	R,粒度測定は3.21
21	RG-3	"	550	3.21	R
22	RG-5	元橋	840	"	R 017-14と同一地点
23	RG-6	荀山	1,760	3.22	R
24	RG-7	"	1,250	"	R
25	RG-9	栴形山	680	3.23	R
26	RG-10	"	500	"	R
27	RG-11	"	320	"	R
28	RG-14	志賀高原	1,570	3.24	R 熊湯
29	RG-16	"	940	"	R
30	A-1	中子沢	182	2. 3	

(注) Rはラムゾンデ測定地点。雪質調査は地点RG-11, A-1を除いて積雪断面観測による。

表 - 4 1975 / 76 冬期災害なだれ

番号	月日	時間	場所	なだれの形態	被害
1	1.10	13.00	福島県大沼郡三島町 国鉄会津宮下駅～会津川口駅中間	発生区で長さ12m, 幅2m, 高さ1.5mのなだれ	列車3本が60分遅延線路の埋没
2	1.10	09.30	新潟県栃尾市栃堀	農業用水の水があふれ雪と土砂約200m ² が崩落	住家半壊
3	1.21	00.30	新潟県刈羽郡刈羽村赤田町方	西向き斜面で巾20m以下長さ51～200mの60m ² 表層なだれ	片側車輛通行不能
4	1.24	05.00	新潟県柏崎市大字小田の入	南西向き斜面で巾51m以上長さ50m以下800m ² 全層なだれ	両車線を塞ぐ
5	1.28	21.30	新潟県南魚沼郡湯沢町火打	東向き斜面で巾21～50m, 長さ201m以上の表層なだれ	交通障害
6	1.28	23.40	新潟県南魚沼郡湯沢町萱付	南西向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の表層なだれ	交通障害
7	1.29	22.00	新潟県刈羽郡刈羽村赤田町方	南西向き斜面で巾21～50m, 長さ50m以下の全層なだれ	片側車線通行不能
8	1.30	13.30	新潟県長岡市大字妙見字要害	西向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の全層なだれ	なし
9	1.30	15.30	新潟県長岡市大字妙見字要害	西向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の全層なだれ	なし
10	1.31	16.00	新潟県栃尾市吹谷山中地区 通称狐平	巾30m, 長さ50m 500m ² の全層なだれ	死者1名
11	2.1	16.45	新潟県新井市平丸 通称白岩地内	巾35m長さ50m, 厚さ4m 2500m ² の全層なだれ	県道50m埋没
12	2.3	10.30	新潟県長岡市大字妙見字白岩	西向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の全層なだれ	車道部 $\frac{1}{2}$ 車線埋没
13	2.3	14.05	岐阜県揖斐郡坂内村川上	積雪約1.5m, 全層なだれ	死者3名
14	2.4	14.00	新潟県北魚沼郡広神村中子沢	南西向き斜面で巾30m長さ30m, 800m ² の全層なだれ	死者1名軽傷2名
15	2.4	15.40	新潟県南魚沼郡湯沢町八木沢	西向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の全層なだれ	交通障害
16	2.11	21.05	新潟県南魚沼郡湯沢町火打	東向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の表層なだれ	交通障害
17	2.11	21.05	新潟県南魚沼郡湯沢町火打	東向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の表層なだれ	交通障害
18	2.11	22.30	新潟県南魚沼郡湯沢町火打	東向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の表層なだれ	交通障害
19	2.12	04.10	新潟県南魚沼郡湯沢町火打	東向き斜面で巾21～50m, 長さ200m以上の表層なだれ	交通障害
20	2.15	13.30	新潟県新井市長沢	約500m ² の雪まじりの土砂が崩落	大型車が2時間半通行不能
21	2.17	03.05	新潟県南魚沼郡湯沢町火打	東向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の全層なだれ	交通障害
22	3.16	14.25	新潟県南魚沼郡湯沢町二居	西向き斜面で巾20m以下長さ50m以下の全層なだれ	交通障害
23	3.24	不明	長野県大町市・北アルプス針ノ木岳	天候変化時に急斜面を並んで下ったため, なだれを誘発	死者1名 行方不明4名
24	3.27	09.50	長野県駒ヶ根市・中央アルプス駒ヶ岳	表層なだれ	行方不明3名
25	4.8	10.40	新潟県糸魚川市蓮華温泉白馬山ろく庭付	巾300～400m長さ1.5mの表層なだれ	死者1名 行方不明1名

記号	内容	備考
N1	緊急連絡先	
N2	家族構成	
N3	家族の健康状態	
N4	家族の職業	
N5	家族の収入	
N6	家族の貯蓄	
N7	家族の所有資産	
N8	家族の負債	
N9	家族の保険	
N10	家族の医療記録	
N11	家族の教育記録	
N12	家族の法律記録	
N13	家族の旅行記録	
N14	家族のボランティア活動	
N15	家族のその他の記録	
N16	家族の連絡先	
N17	家族のその他の情報	
N18	家族のその他の情報	
N19	家族のその他の情報	
N20	家族のその他の情報	
N21	家族のその他の情報	
N22	家族のその他の情報	
N23	家族のその他の情報	
N24	家族のその他の情報	
N25	家族のその他の情報	
N26	家族のその他の情報	
N27	家族のその他の情報	
N28	家族のその他の情報	
N29	家族のその他の情報	
N30	家族のその他の情報	
N31	家族のその他の情報	
N32	家族のその他の情報	
N33	家族のその他の情報	
N34	家族のその他の情報	
N35	家族のその他の情報	
N36	家族のその他の情報	
N37	家族のその他の情報	
N38	家族のその他の情報	
N39	家族のその他の情報	
N40	家族のその他の情報	
N41	家族のその他の情報	
N42	家族のその他の情報	
N43	家族のその他の情報	
N44	家族のその他の情報	
N45	家族のその他の情報	
N46	家族のその他の情報	
N47	家族のその他の情報	
N48	家族のその他の情報	
N49	家族のその他の情報	
N50	家族のその他の情報	
N51	家族のその他の情報	
N52	家族のその他の情報	
N53	家族のその他の情報	
N54	家族のその他の情報	
N55	家族のその他の情報	
N56	家族のその他の情報	
N57	家族のその他の情報	
N58	家族のその他の情報	
N59	家族のその他の情報	
N60	家族のその他の情報	
N61	家族のその他の情報	
N62	家族のその他の情報	
N63	家族のその他の情報	
N64	家族のその他の情報	
N65	家族のその他の情報	
N66	家族のその他の情報	
N67	家族のその他の情報	
N68	家族のその他の情報	
N69	家族のその他の情報	
N70	家族のその他の情報	
N71	家族のその他の情報	
N72	家族のその他の情報	
N73	家族のその他の情報	
N74	家族のその他の情報	
N75	家族のその他の情報	
N76	家族のその他の情報	
N77	家族のその他の情報	
N78	家族のその他の情報	
N79	家族のその他の情報	
N80	家族のその他の情報	
N81	家族のその他の情報	
N82	家族のその他の情報	
N83	家族のその他の情報	
N84	家族のその他の情報	
N85	家族のその他の情報	
N86	家族のその他の情報	
N87	家族のその他の情報	
N88	家族のその他の情報	
N89	家族のその他の情報	
N90	家族のその他の情報	
N91	家族のその他の情報	
N92	家族のその他の情報	
N93	家族のその他の情報	
N94	家族のその他の情報	
N95	家族のその他の情報	
N96	家族のその他の情報	
N97	家族のその他の情報	
N98	家族のその他の情報	
N99	家族のその他の情報	
N100	家族のその他の情報	

表-5の(1) 下平丸の災害なだれ

表一六 5.1.1 豪雪による被害概要 (昭和51年5月10日現在)

区分	被害額(千円)	摘				要	
		死者12人	重傷者34人	軽傷者71人	計117人		
1. 人的被害		全壊 1 半壊 2 一部破損 252 床上浸水 45 床下浸水 210 計 510	全壊 1 半壊 2 一部破損 252 床上浸水 45 床下浸水 210 計 510	全壊 47 半壊 5 一部破損 159 床下浸水 16 計 227	全壊 1 一部破損 108		
2. 建物関係被害	173,008						
3. 商工業関係被害	20,400,000	輸送の停滞, 交通困難等による売上及び生産減少等					
4. 農林関係被害	262,165	園芸ハウス, 樹体, 養鯉(錦鯉を含む), 家畜, 林業施設及び林木の損傷等					
5. 農地関係被害	2,872,000	農地, 水路, 道路, 橋梁, ため池, 頭首工及び農地保全等					
6. 土木関係被害	6,254,700	河川, 道路, 橋梁, 海岸及び砂防等					
7. 運輸通信電力関係被害	761,255	国有鉄道の旅客, 貨物の減収見込 668,000千円 電電公社の線路関係被害 67,730 東北電力の配電設備被害 25,525					
8. 道路除雪管理費 地建管理 県管 市町村管理	667,000 1,063,000 1,801,856	} 道路の機械除雪と消雪パイプ電気料					
9. 公共建物除雪管理費 県管 市町村管理	91,327 453,565						
10. 運輸電力 国有鉄 東北電	503,000 8,744	新潟鉄道管理局管内分 変電所, 配電所分					
総額	35,311,620						

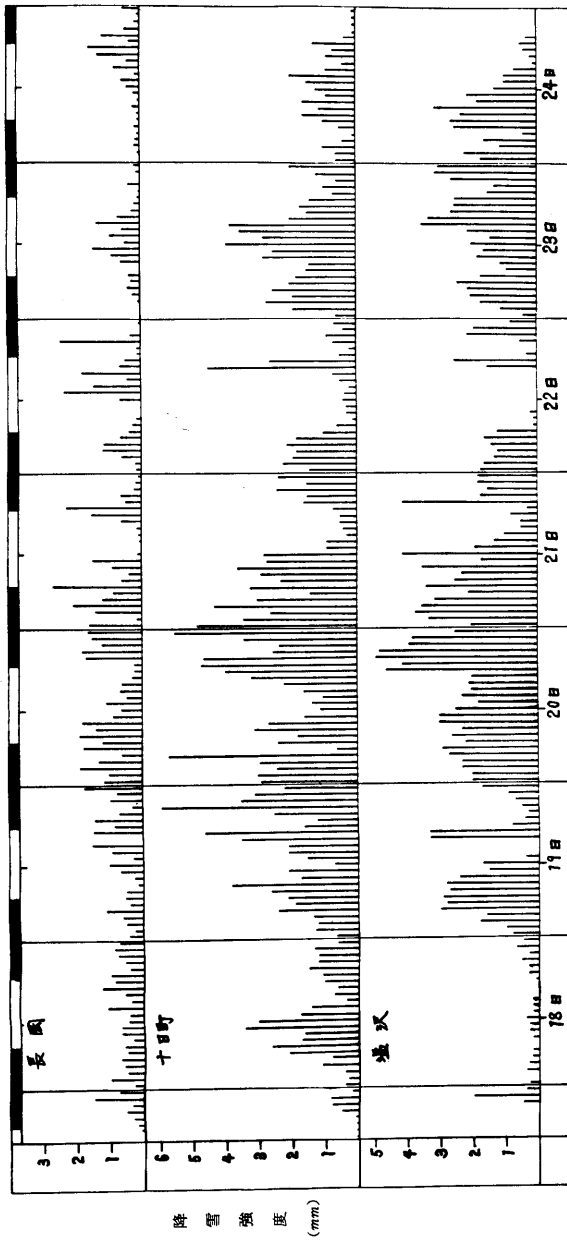
新潟県総務部消防防災課調べ

表-7 5.1.1 豪雪の生活および人的被害

自然	被害原因	死者数	重傷者数	軽傷者数	合計
	なだれ	2	-	2	4
	屋根雪落下	2	3	2	7
屋根雪おろし作業	屋根から転倒	3	15	8	26
	屋根で転倒	-	-	-	-
	屋根で発病(脳血)	2	1	0	3
	屋根上で雪塊に圧迫	-	2	-	2
	屋根材(トタン等)負傷	0	0	3	3
	除雪機械の運搬および誘導	1	-	-	1
	除雪機械から雪塊落下	-	-	1	1
	除雪機械から転落	-	-	1	1
	除雪機械に接触	-	-	1	1
	雪塊の下じき	1	-	-	1
道路通交中	転倒	-	1	1	2
	道路の雪壁と車輛に挟撃	-	1	-	1
	圧雪,凍結路面で転倒	-	8	26	34
	歩行者に車輛が突入(吹雪で視界悪く圧雪路)	-	3	1	4
	車輛のスリップ事故		重軽傷262名(176件)		
	雪あそび中に流雪溝へ転落	1	-	-	1
	除雪中転倒(屋根か,道路か不明)	0	0	25	25
	合計	12	34	71	117

新潟県総務部消防防災課調べ

※ 但し,スリップ事故は新潟県警察本部の調べで合計には加えていない。



図一 長岡・十日町・塩沢での降雪強度 (mm/1時間) の比較 (3月17日～24日)
 長岡：雪害実験研究所 十日町：林業試験場十日町試験地
 塩沢：国鉄技術研究所雪実験所

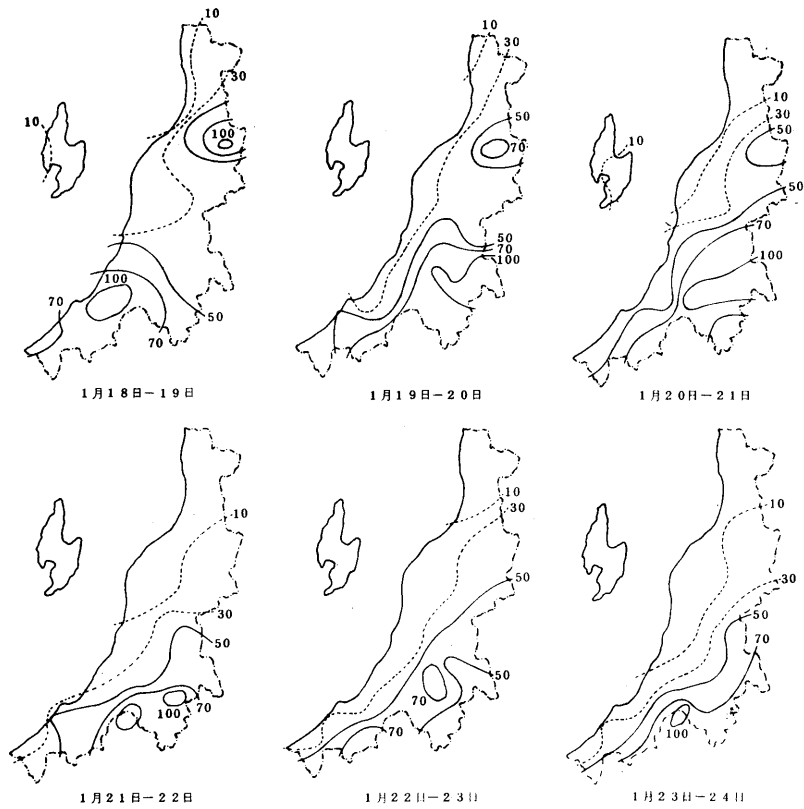


図-2 日降雪量分布(新潟地方気象台資料)
(09時~09時の間の降雪量, 単位cm)

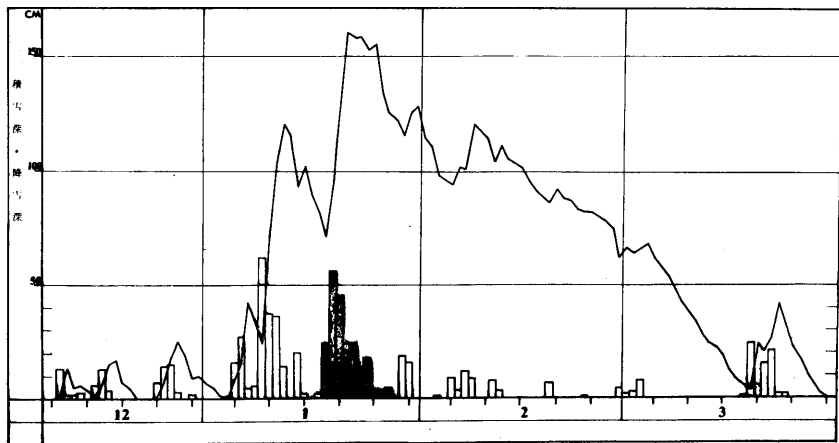


図-3 長岡における積雪深・降雪深の推移(1975-76)
雪害実験研究所露場

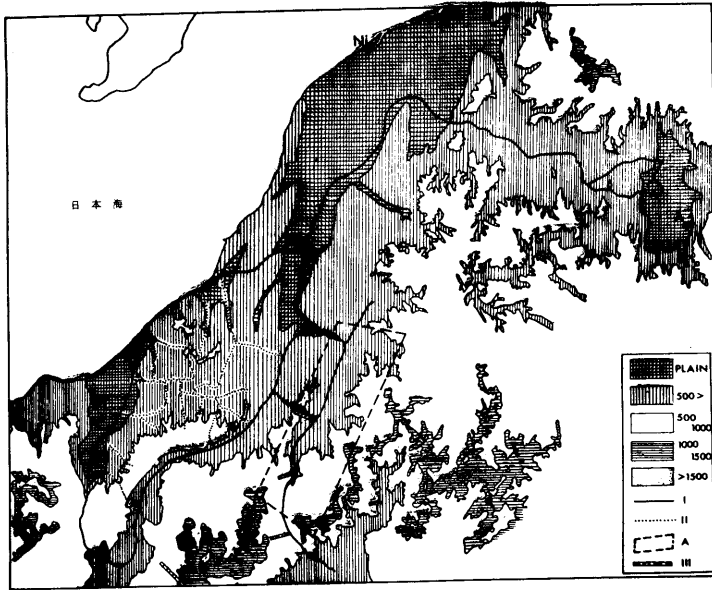


図-4 5.1.1 豪雪調査地域および地勢
 Ni: 新潟 Na: 長岡 A: 会津若松 T: 高田 I: 飯山
 i. 広域調査(第一次) ii. 頸城地方調査(第二次)
 iii. 山岳地域調査(第三次) A. 魚野川流域広域雪崩調査

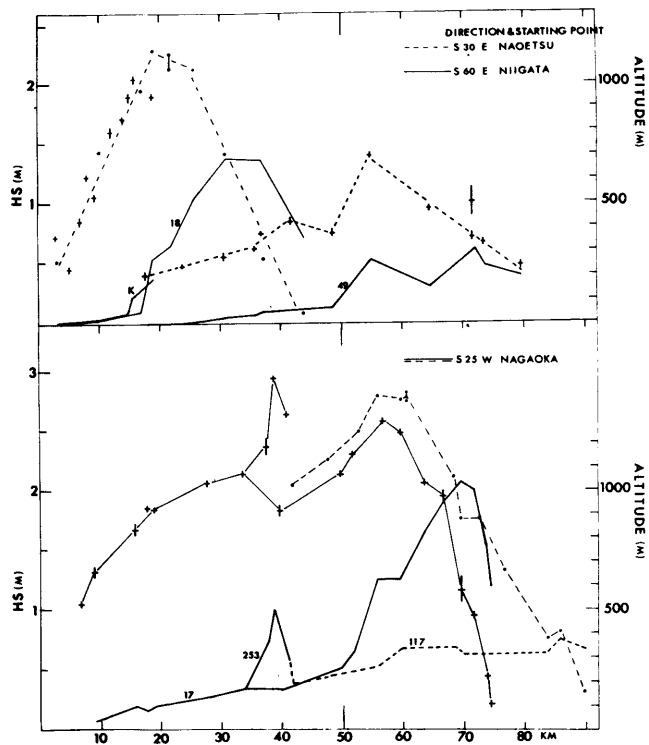


図-5 広域調査における積雪深と内陸度(直江津, 新潟, 長岡からの特定方向沿いの距離)の関係および調査路線の内陸度に対する高度変化(17, 18, 49, 117, 253 は国道路線名, Kは県道を示す)

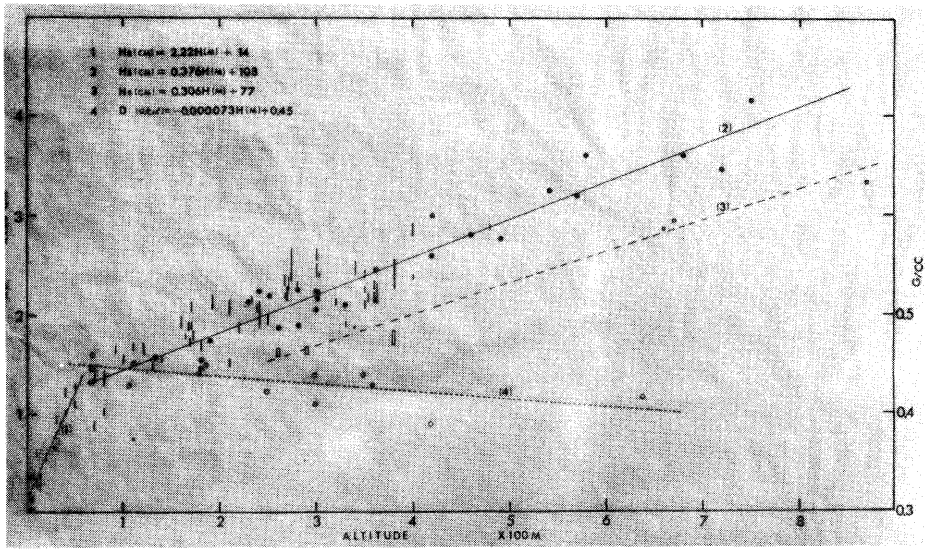


図-6 頸城地方における積雪深・平均密度と高度の関係
 (1), (2) 一般的な地形地の積雪深。積雪深(●)および積雪深の変化巾(I)を示す。
 (3) 稜線上および峠地形地の積雪深(□)。
 (4) 平均密度(○)。



図-7 頸城地方の2月下旬における積雪深分布 (単位 *cm*)
 K: 柏崎 M: 松代 N: 直江津 Ii: 飯山



図一八 新潟県を中心とする日本海沿岸地方の5.1.1豪雪直後の積雪深分布 (単位cm)
●調査地点および農業気象観測所所在地

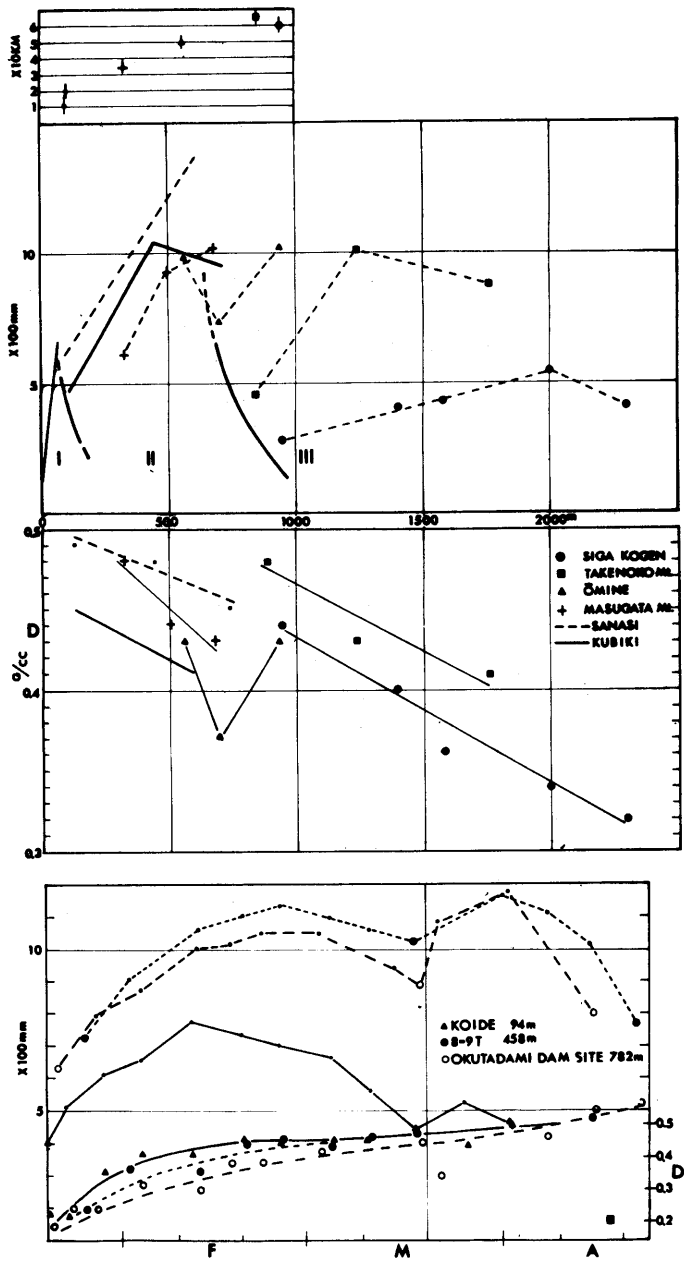


図-9 山岳地域における積雪相当水量と密度の高度による変化
 上より 9-(1) 積雪相当水量の地域別高度変化
 9-(2) 密度の地域別高度変化
 9-(3) 佐梨川-奥只見地域における積雪相当水量と密度の冬期間
 の変化(電源開発KK資料)

積雪断面図凡例

雪質	層構造	物理的諸量
+++ N	新雪	積雪の不連続面
***	あられ	雪質の不連続面
AAA S ₁	こしまり雪	氷板による不連続面
OOO S ₂	しまり雪	豪雪層上・下限
●●● G	ざらめ雪	PZ 堆積原層
○ ○ ○ } ● ● ● }	帯水層	MZ 融雪変態層
■○■	氷板状ざらめ雪	
◀▶	アイスレンズ	
◀▶	塊状氷	
ㄥㄥ	ロータリ飛雪	
ㄥ ㄥ	地面	

物理的諸量	
H	積雪の深さ
D	積雪粒度
G	積雪密度
T	積雪温度
C.G.	積雪硬度

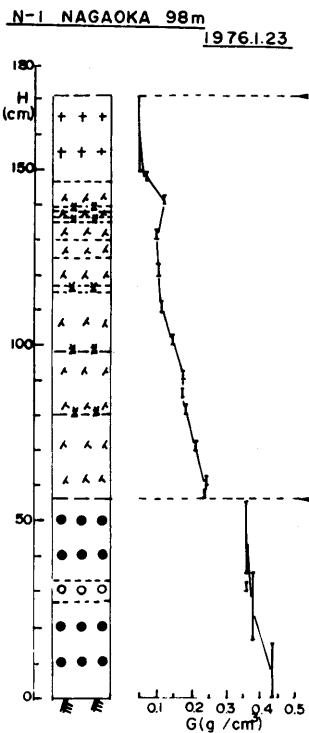
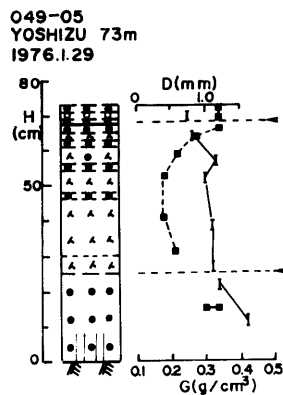
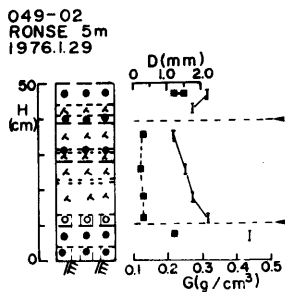
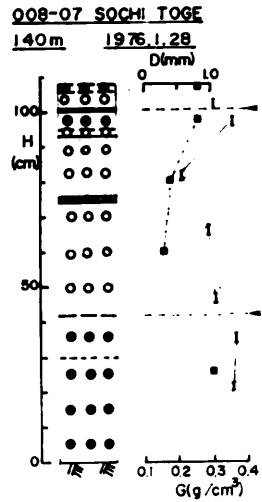
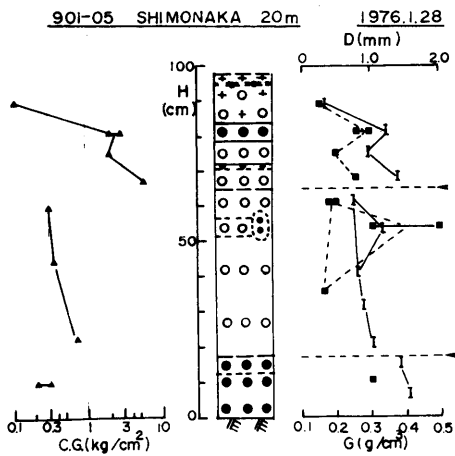
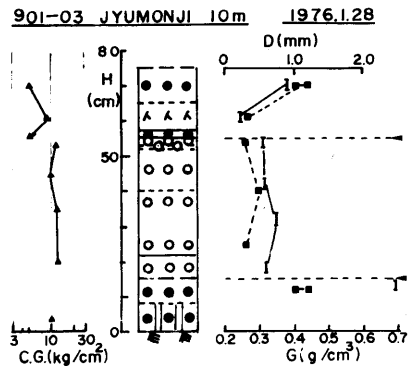
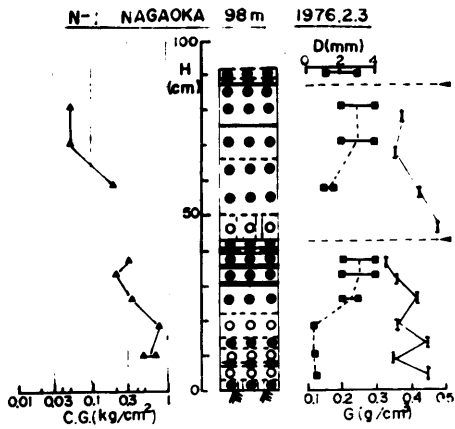
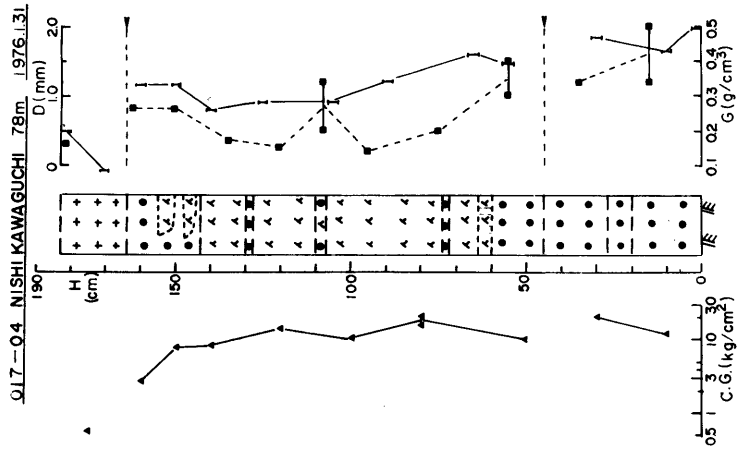
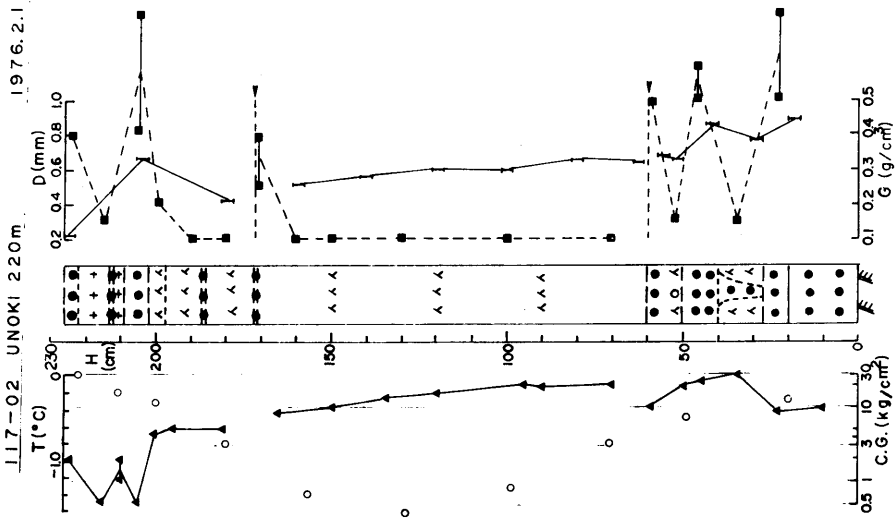
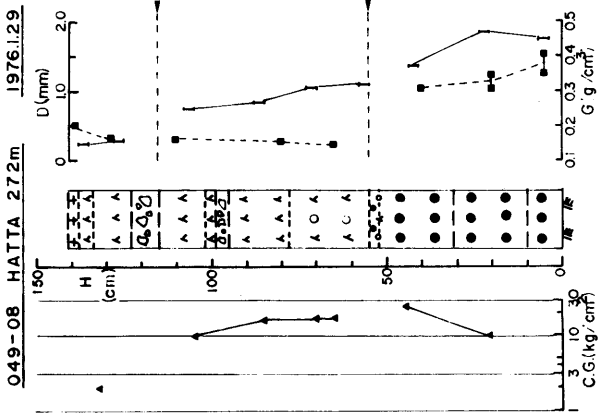
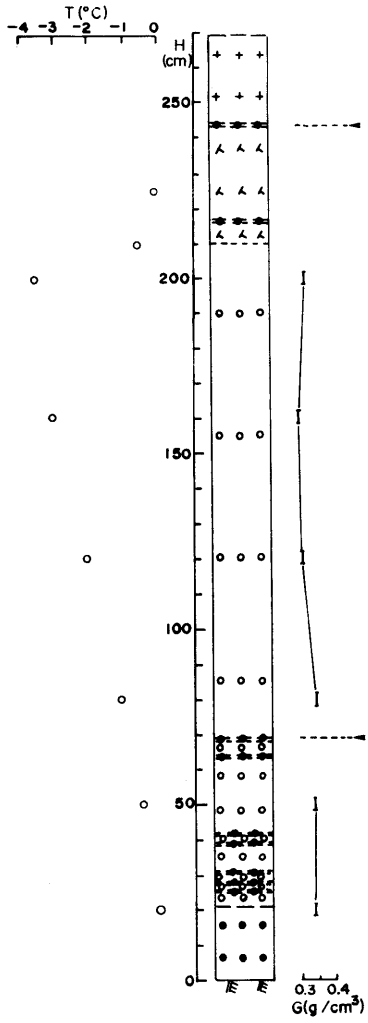


図-10 積雪断面図

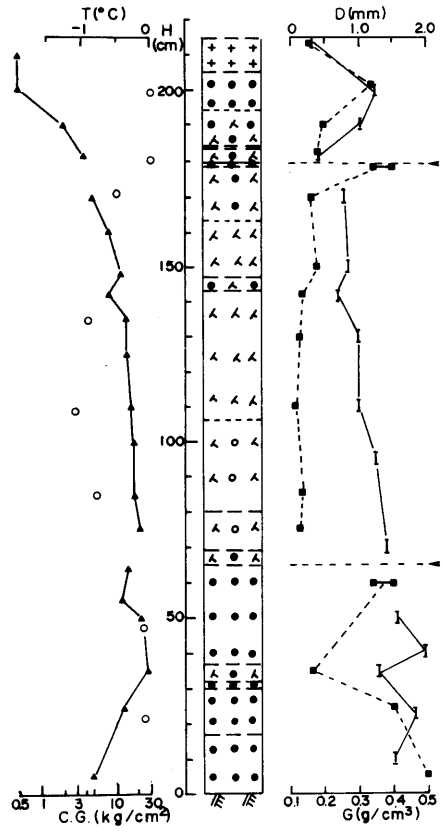


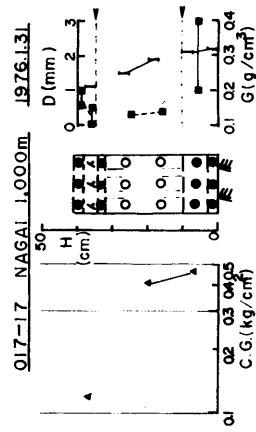
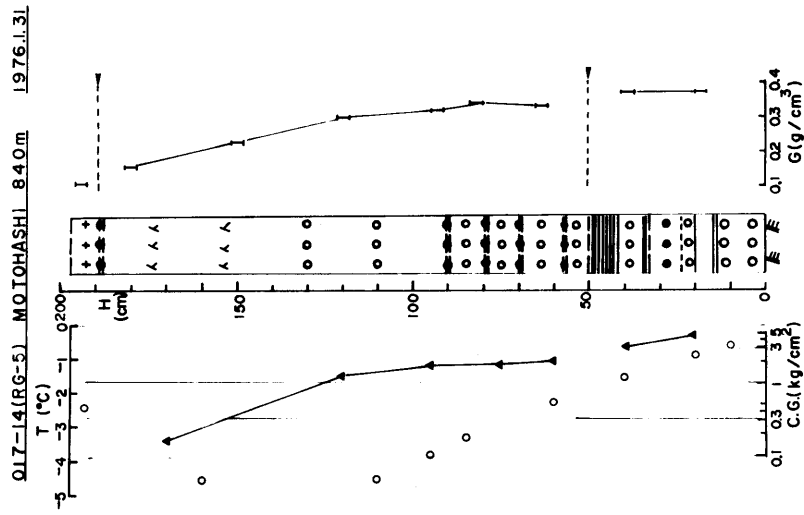
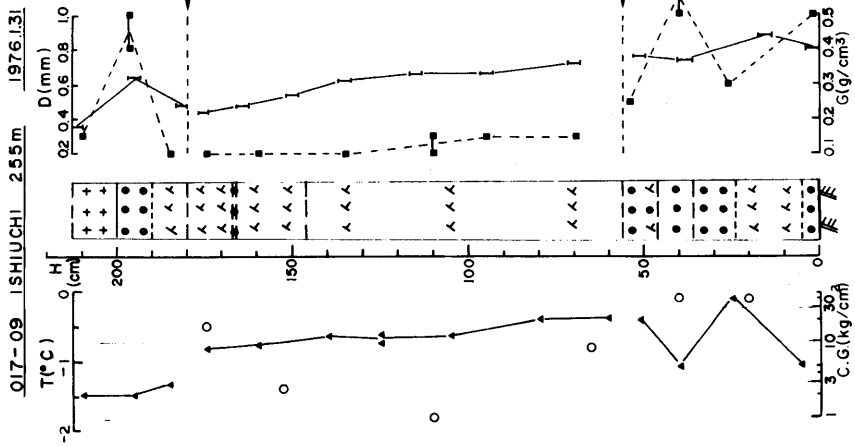


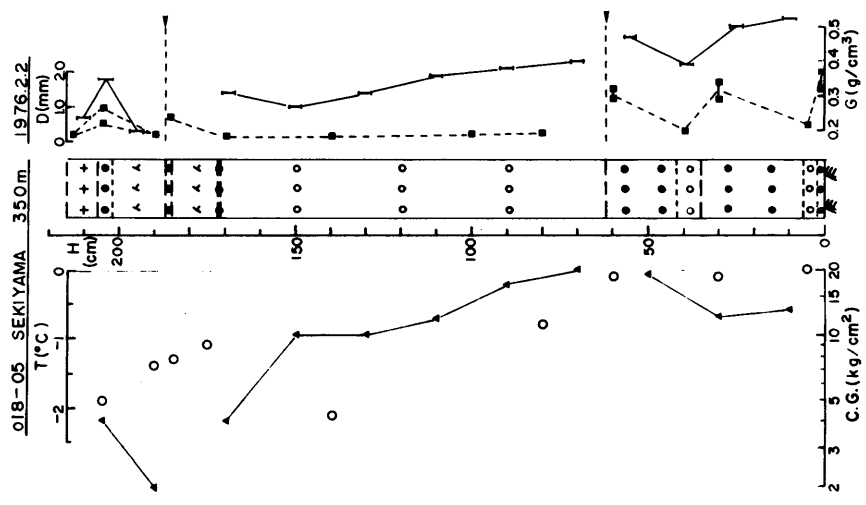
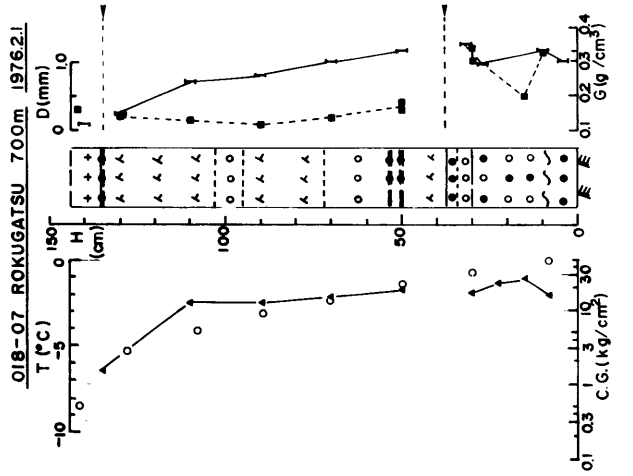
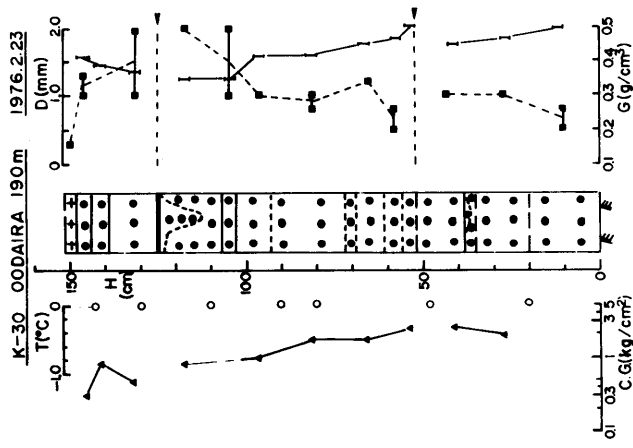
117-05 SHIRATORI 334m
1976.1.30

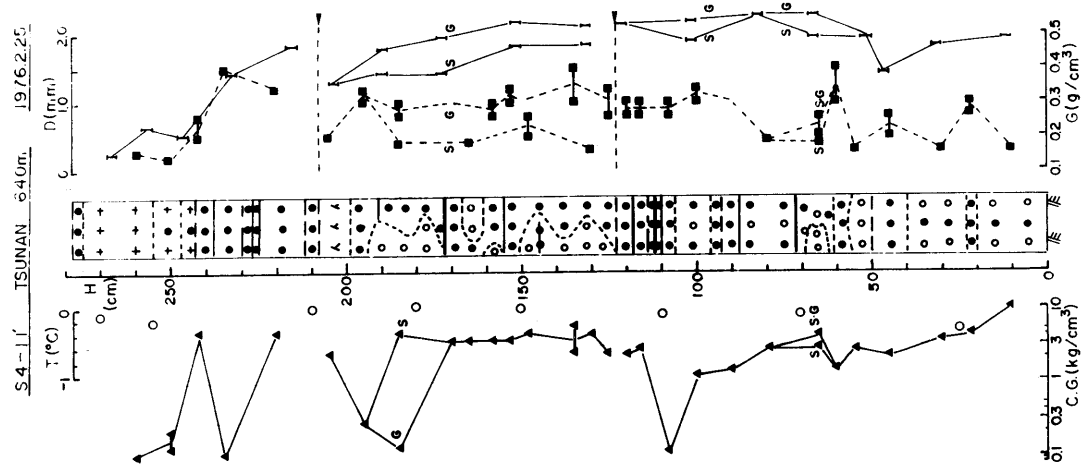
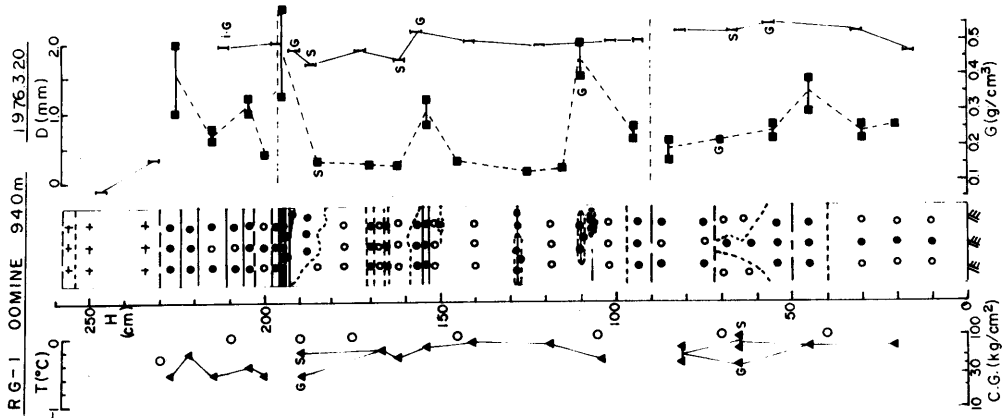


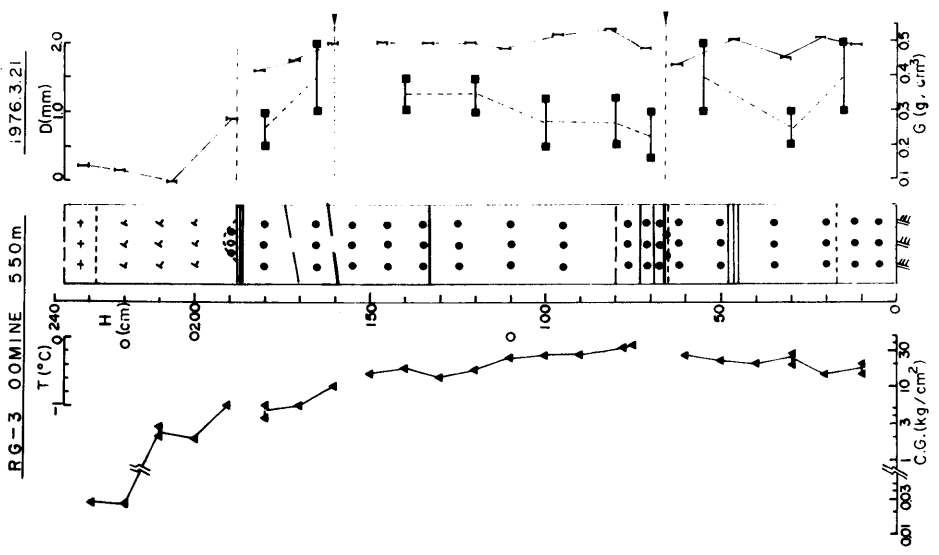
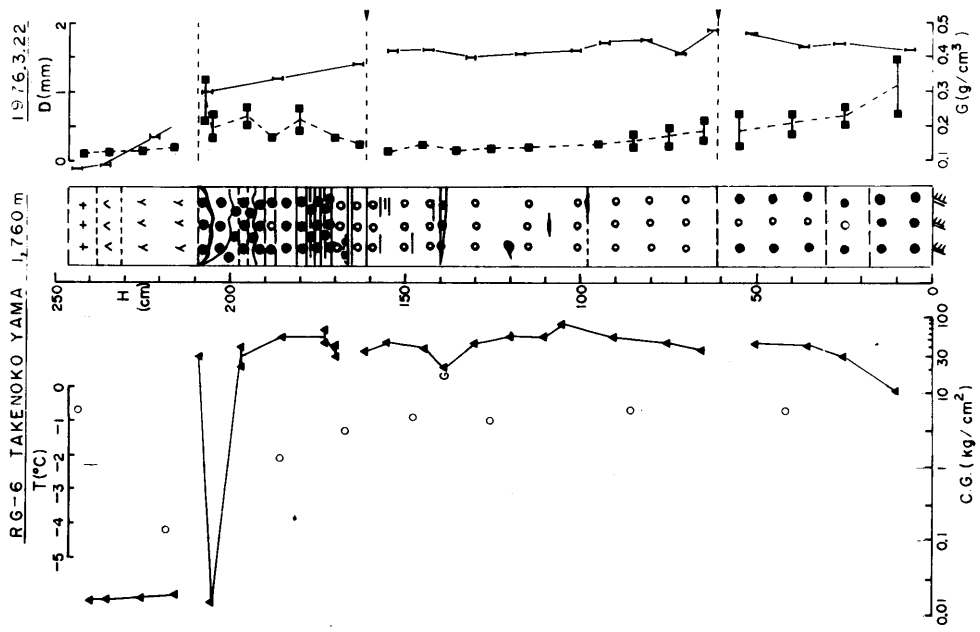
017-07 OOSUGISHINDEN 160m 1976.1.31



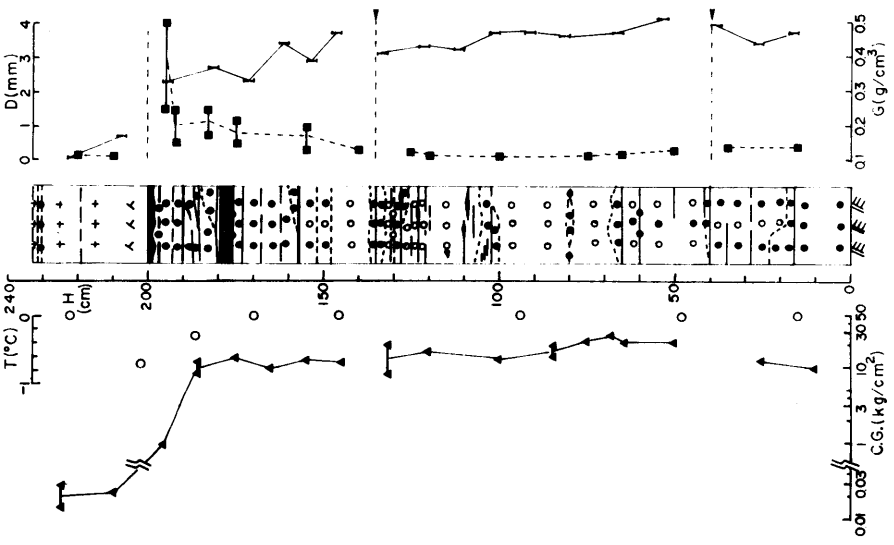




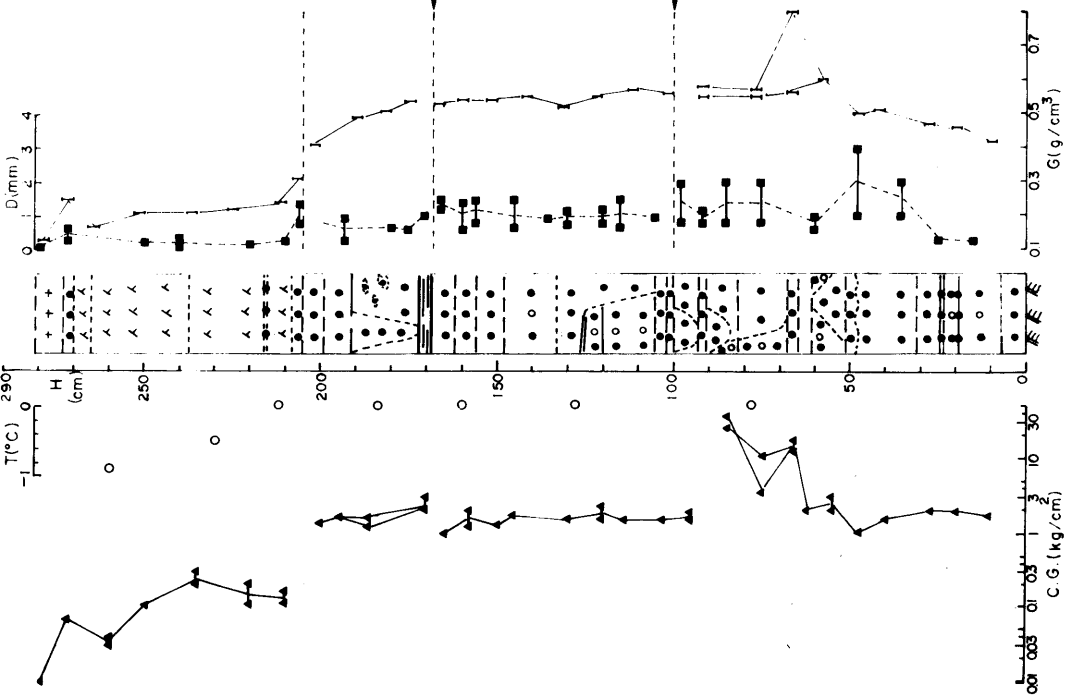


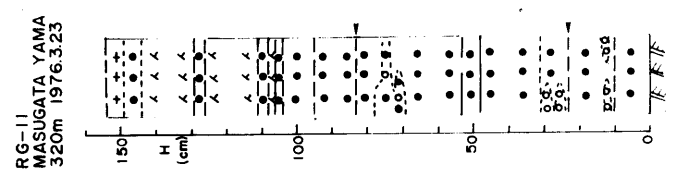
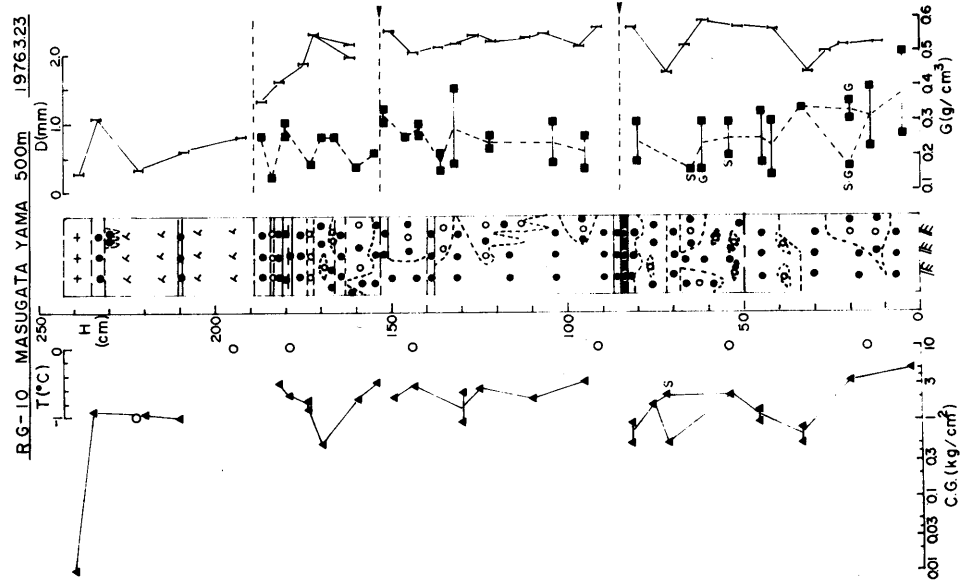
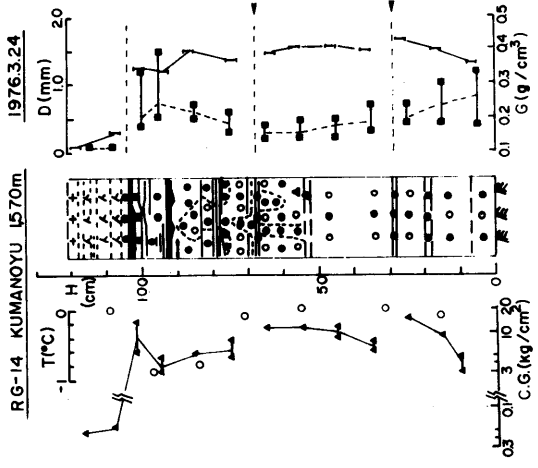


RG-7 TAKEKOKO YAMA 1250m 1976.3.22

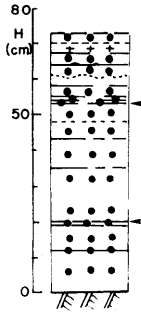


RG-9 MASUGAITA YAMA 680m 1976.3.23

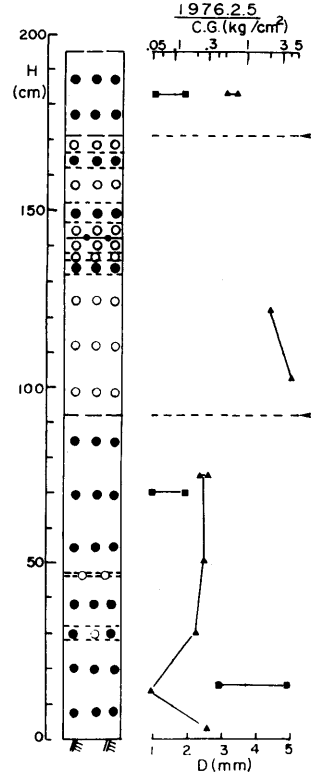




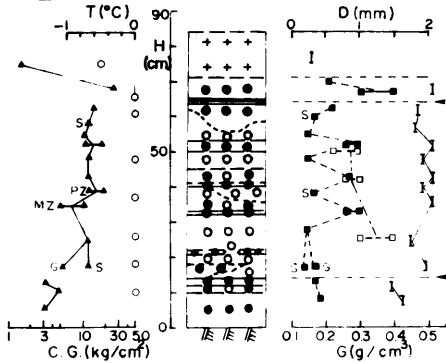
RG-16
SHIGA KOGEN
940m 1976.3.24



A-1 CHUSHI ZAWA 182m



RG-5 MOTOHASHI 840m 1976.3.21



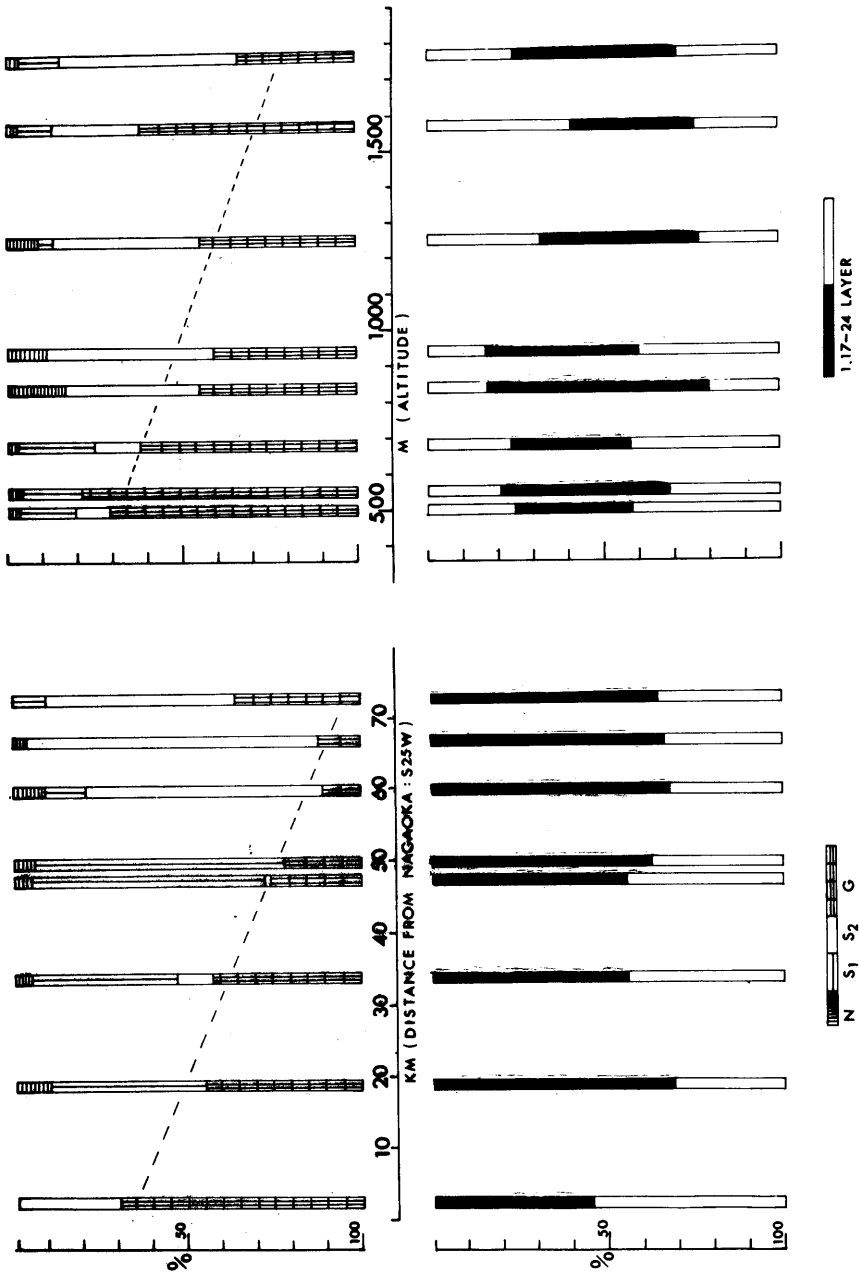


図-1-1 積雪層の雪質比および豪雪層の占める割合の地域・高度による変化

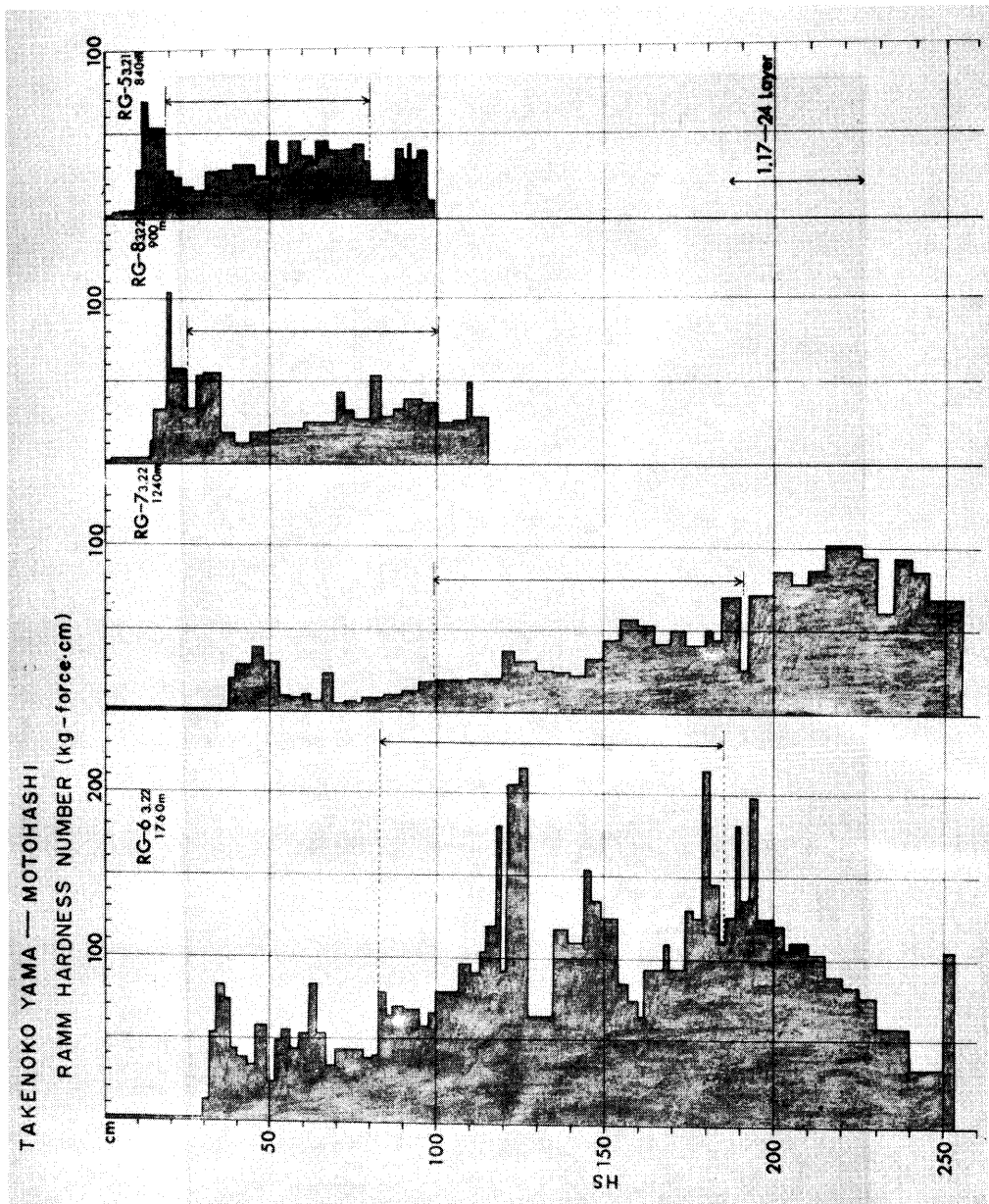


図-12 箭山地域でのラムゾンデ測定の結果
 (RG-5~RG-8 は積雪断面資料と対応する)

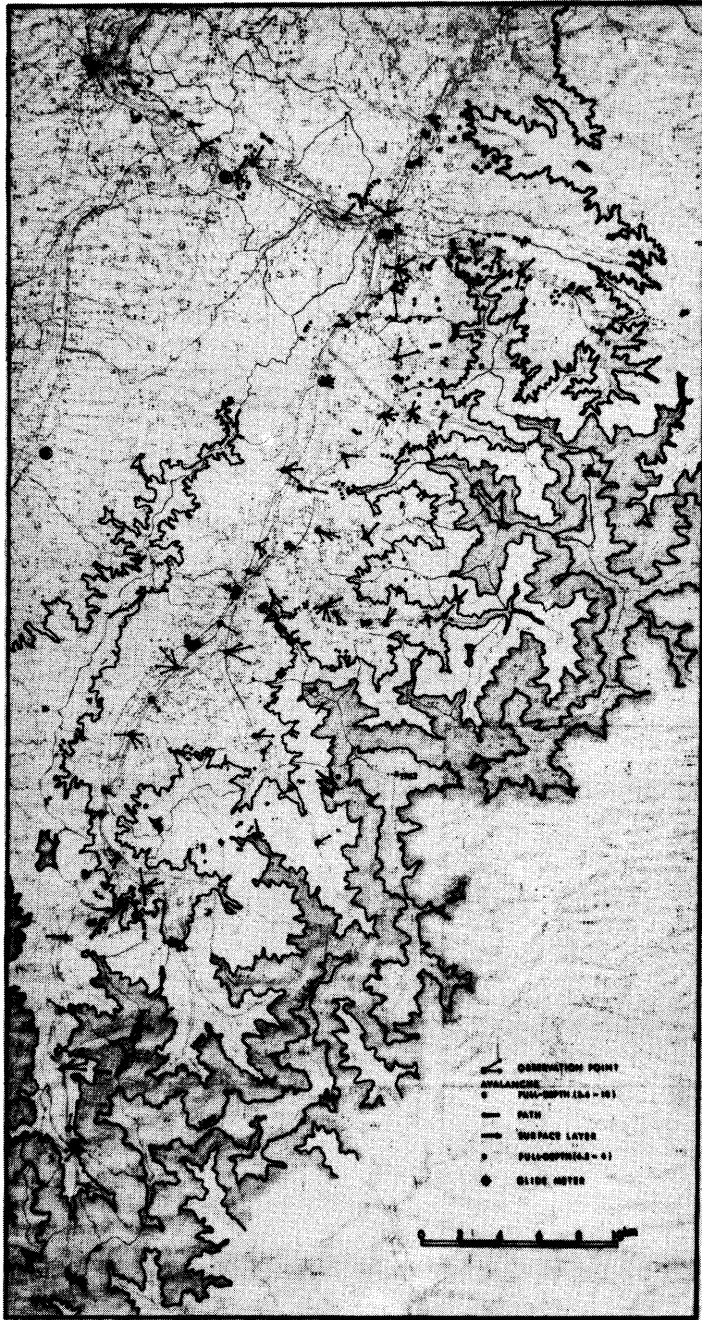


図 - 13 魚野川流域におけるなだれ発生分布

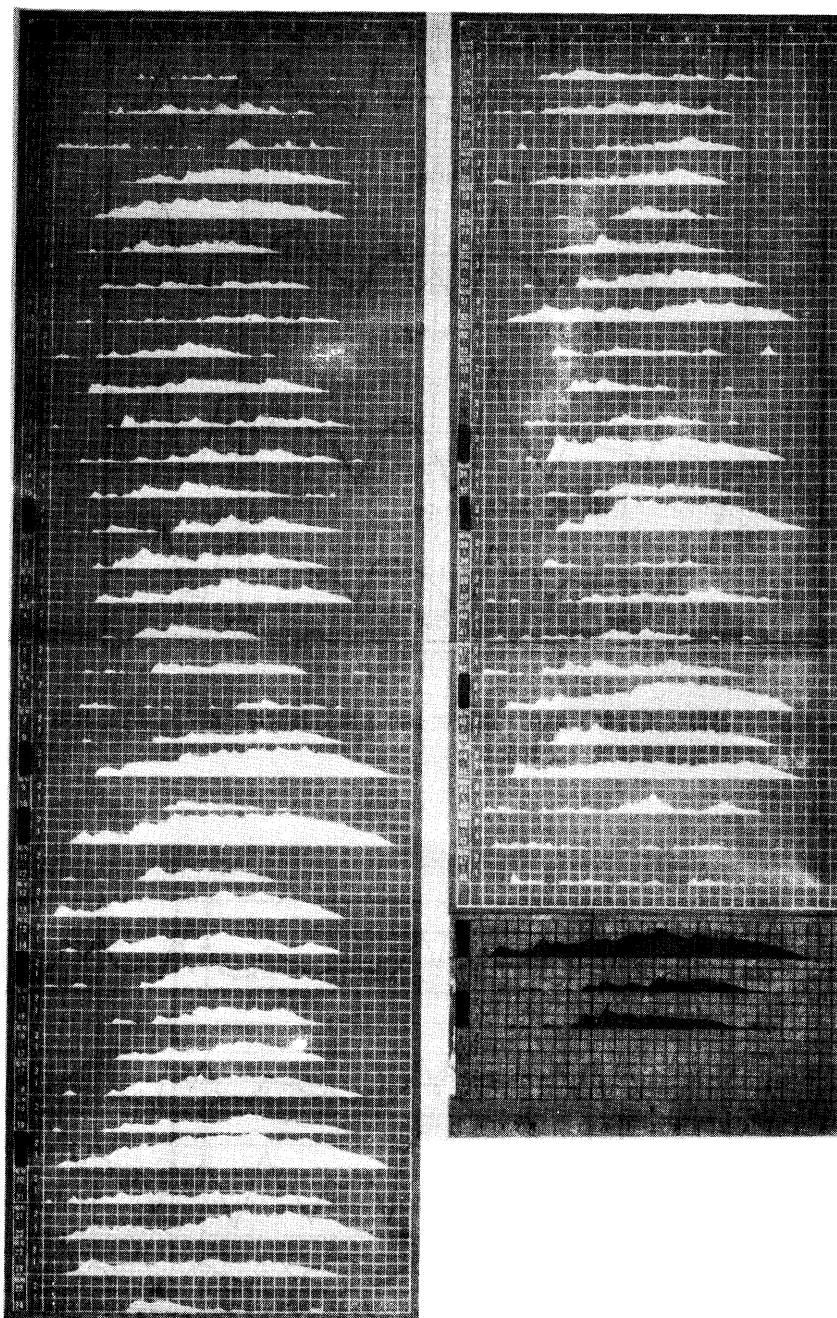


図 - 14 長岡における積雪深推移の63年間の変化
 (大正2年-昭和51年, 長岡市資料)
 記録に残る大雪年を黒ぬりで示す

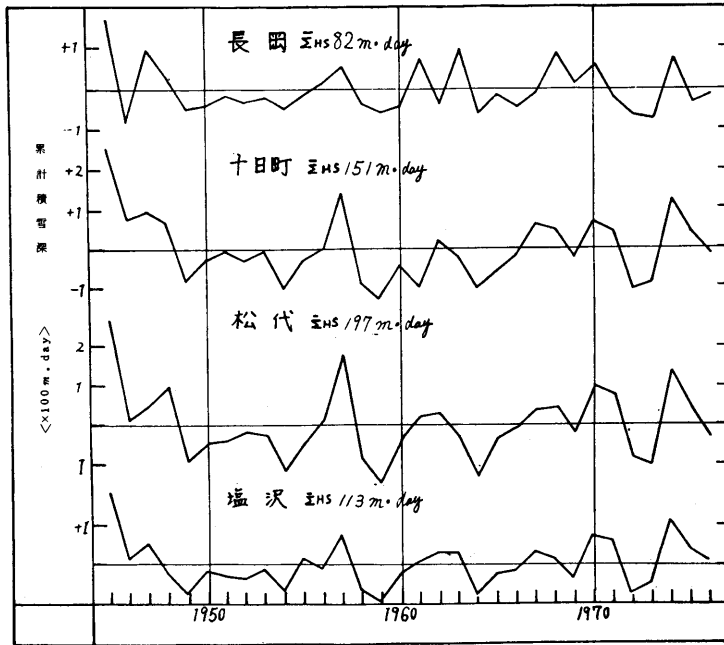


図-15 長岡・十日町・松代・塩沢における累計積雪深 (m·day) の推移 (1945~1976)

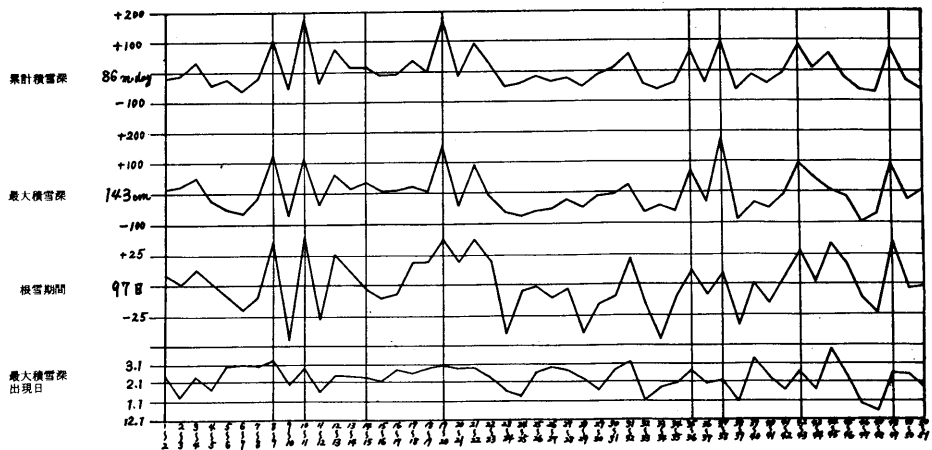


図-16 昭和元年一五十一年間の長岡における累計積雪深・最大積雪深・根雪期間・最大積雪深出現日の推移 (平均値からの偏差量を示す)

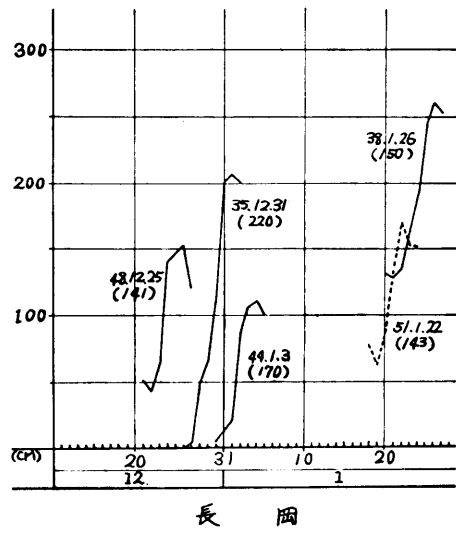
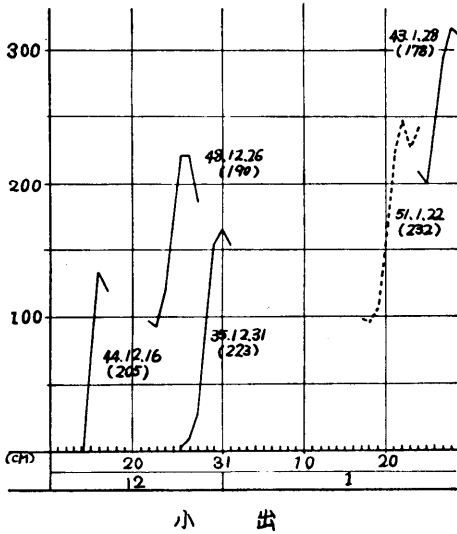
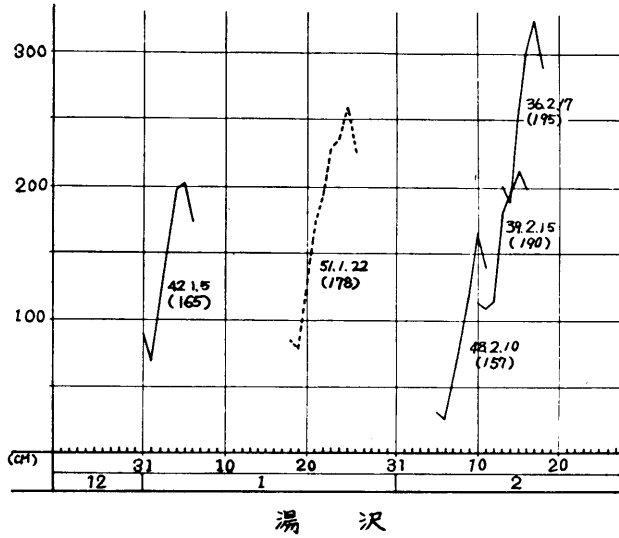


図 - 17 昭和35年度以降の大雪山の積雪深増加勾配比較
(北陸地建上越工事事務所資料)

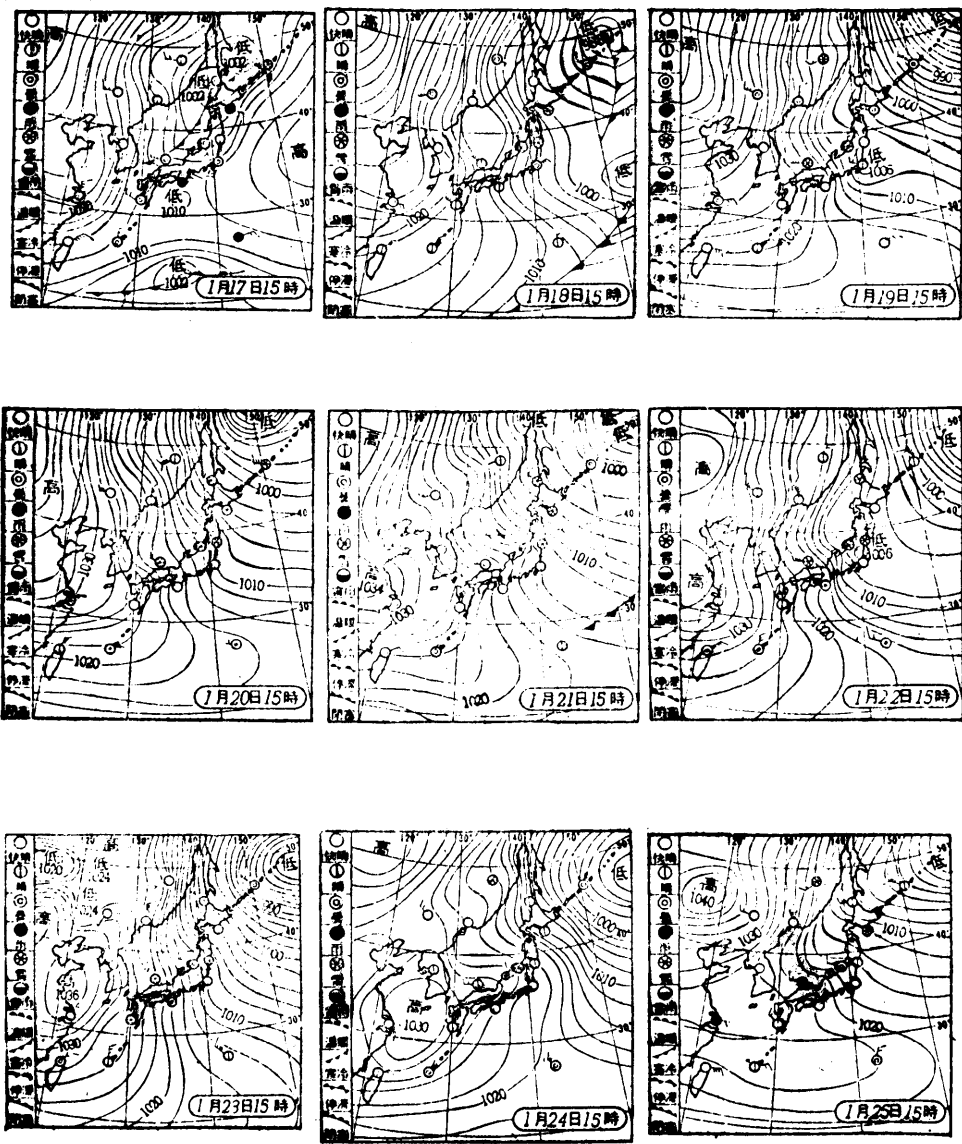


図 - 18 昭和51年1月17日~25日の地上天気図

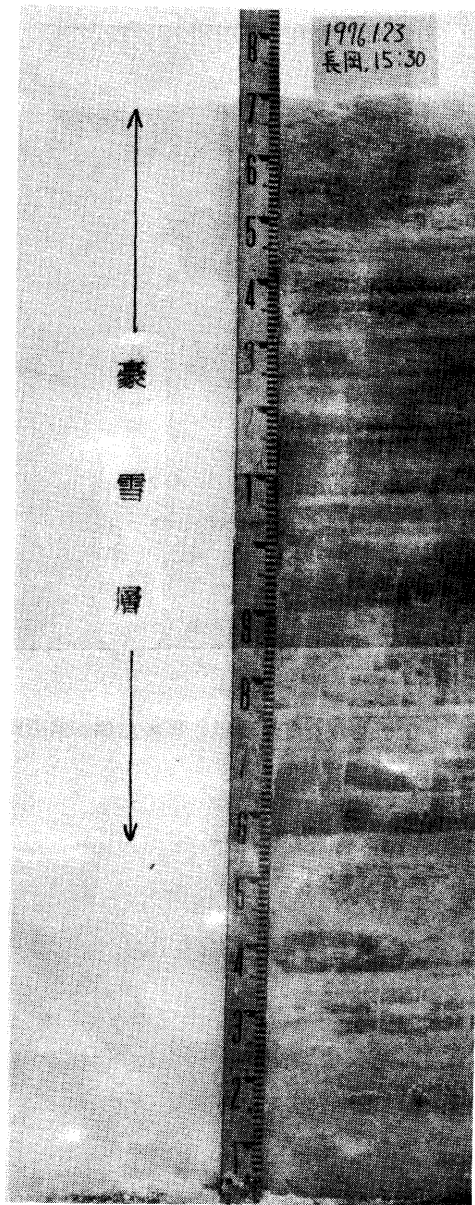


写真-1 長岡における豪雪層
(1975年1月23日撮影)

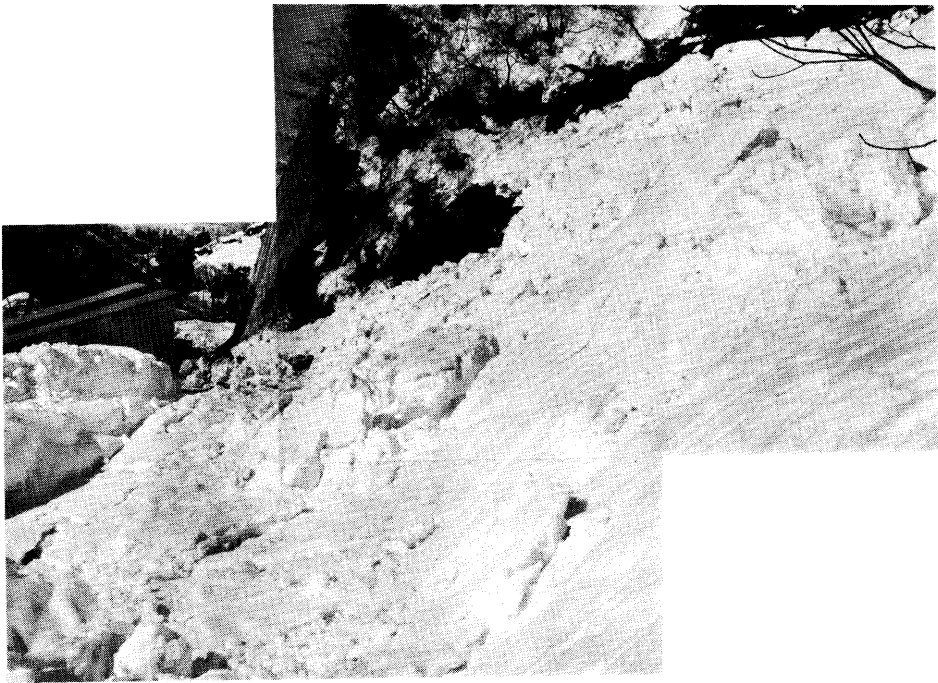


写真-2 下平丸のなだれ現場(写真左側が県道新井-飯山線)



写真-3 中子沢のなだれ現場

主要災害調査報告既刊一覧

- 第1号 八丈島地震災害現地調査について 昭和48年3月
- 第2号 昭和48年4月18日長野県萩之峰地すべり災害について 昭和48年7月
- 第3号 1973年6月17日根室半島沖地震現地調査報告 昭和48年10月
- 第4号 昭和49年4月新潟県新井市平丸地区及び山形県大蔵村赤松地区に発生した地すべり災害現地調査報告 昭和49年8月
- 第5号 1974年伊豆半島沖地震現地調査及び観測報告 昭和49年11月
- 第6号 1975年4月大分県中部に発生した地震災害現地調査報告 昭和50年7月
- 第7号 垂水市牛根麓および熊本周辺の災害現地調査報告 昭和50年10月
- 第8号 昭和50年8月6日青森県岩木町百沢地区および山形県北部に発生した集中豪雨災害現地調査報告
- 第9号 1975年8月17日台風5号による高知県中部の災害現地調査報告 昭和51年1月
- 第10号 昭和50年8月台風6号による石狩川洪水災害および渡島支庁国道5号線斜面崩壊災害調査報告 昭和51年3月

昭和51年8月25日 印刷

昭和51年8月30日 発行

編集兼
発行者

国立防災科学技術センター
東京都中央区銀座6丁目15番1号
電話(03)541-4721 郵便番号104

印刷所

有限会社 宝文社
東京都中央区八丁堀2-1-6