



Title	雪氷災害の地域特性の研究
Author(s)	山田, 知充; YAMADA, Tomomi; 秋田谷, 英次 他
Citation	低温科学. 物理篇, 47, 57-72
Issue Date	1989-03-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18565
Type	departmental bulletin paper
File Information	47_p57-72.pdf



雪氷災害の地域特性の研究*

山田 知 充 ・ 秋田谷 英 次

(低温科学研究所)

梶 川 正 弘

(秋田大学教育学部)

和 泉 薫

(新潟大学積雪地帯災害センター)

川 田 邦 夫

(富山大学理学部)

井 上 治 郎

(京都大学防災研究所)

(昭和63年11月受理)

I. はじめに

我が国土のおよそ半分は、冬期積雪に覆われる。雪国に住む2,000万余の住民は、毎年否応なく雪と寒さに起因する様々な災害を被り、その被害を防止・軽減するために多大の努力を払っている。雪や氷、寒さによって生ずる事故や障害、被害を、ここでは雪氷災害あるいは簡単に雪害と呼ぶことにする。雪害は、年による程度の違いはあるものの毎年確実に繰り返され、冬の間長期かつ広域にわたって発生するところに、地震や水害など他の自然災害に比べ際だった特徴がある。

我国の積雪地帯は、南北に細長く横たわっているため、冬期の気象条件は、北の、乾いた積雪に覆われた寒冷な地方から、南の、濡れ雪に覆われている温暖な地方まで、地域的に大きな違いがある。従って、積雪の物理的性質にも地域的に大きな違いが認められる^{1,2)}。また、地域住民の雪とのかかわり方の歴史的違いを反映して、雪との付き合い方や生活の仕方は、それぞれの地域で異なり、何を重要な雪の害と考えるかに違いをもたらしている。又、地域社会の雪に対する防御の仕方の違いによって、雪害に対する防災力に大きな地域差があるであろう。これら様々な地域差は、雪害の内容や頻度に大きな地域差をもたらしていると考えられる。自然災害は、自然現象の社会的認識の問題だからである。

個々の地域やある特定の豪雪年の雪害の特徴や構造については、従来から多くの研究がなされ^{3~5)}、その防止・軽減のための対策や技術についても多くの著作^{6,7)}がある。しかし、我国積雪域全体にわたって雪害の実態を調べ、雪害の地域特性を定量的に明らかにした例はない。

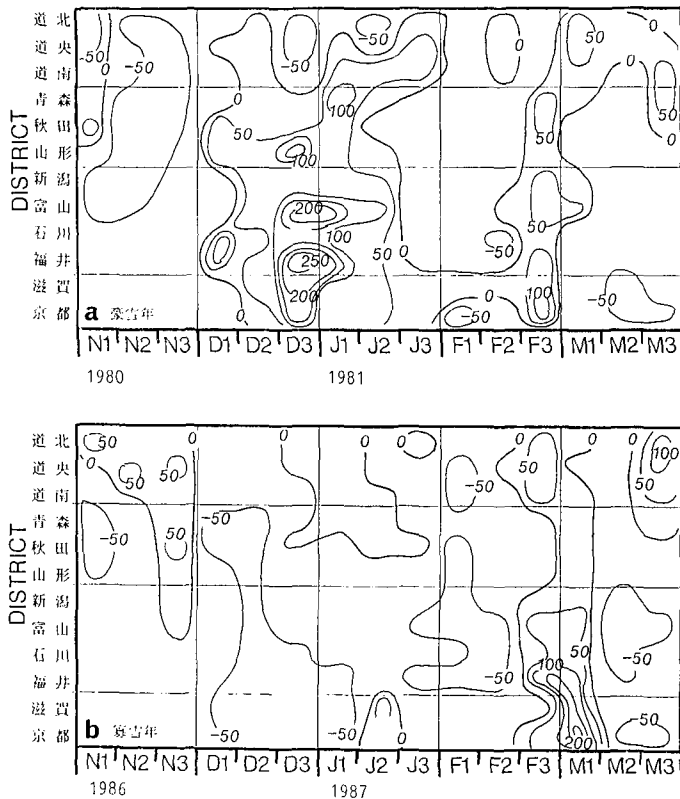
* 北海道大学低温科学研究所業績 第3193号

本論文では、現在の雪害の内容や発生頻度、発生原因等を詳細に調査し、雪害にどのような地域特性があるかを示す。雪害には降積雪や寒さなど自然現象が直接の原因となって発生する1次雪害と1次雪害が原因はなって2次的、次いで3次的に発生する雪害とがある。雪害の発生と気象条件との関係を知る手始めとして、ここでは1次雪害を発生させる気象条件の極値にどのような地域差があるのかも明らかにする。今後とも毎年確実に発生する雪害に対処してゆく上で、現在の雪害の地域特性を把握しておくことは重要と考えられるからである。

II. 調査方法

雪国全体の雪害の様相を知るため、調査地域としては、寒冷地から暖候地に至る代表地域として、北海道、秋田県、新潟県、富山県、京都府・滋賀県の5地域を選んだ。暖候地の代表として、京都府と滋賀県はひっくるめて1地域とした。又、豪雪年と寡雪年の対照的な違いを見るため、調査年度は、38豪雪以来の近年の豪雪年であった1980/81年冬期(いわゆる56豪雪の年)と寡雪年であった1986/87年冬期を選んだ。

ここで取り上げた年度が、近年の冬期降雪のなかでどの程度の豪雪年であり寡雪年であったかを知るため、第1図のように両年の降水量の10冬期間(1977/78冬期—1987/88冬期)平均値からの偏差を、降雪に着目して調べてみた。北海道は日本海沿いに道北(宗谷・留萌)、道央



第1図 豪雪年(1980/81)と寡雪年(1986/87)における降雪量の10年平均値からの偏差(%)

(空知・石狩)、道南(後志・檜山)に分け、本州は上記府県別に地域分けし、各地域全体の旬平均値について偏差を求めた。図は、縦軸に各地域を北から南に縦に並べ、横軸に時間が取られている。図から分かるように、1980/81は、新潟以南において確かに豪雪年であったが、秋田はせいぜい50%雪が多い程度であり、北海道については豪雪とは云えない。寡雪年についても、本州は確かに寡雪年であったが、北海道は豪雪年に比べると寡雪ではあるものの、本州のような極端な寡雪年とは云えないことが分かった。ここでは、便宜上前者を豪雪年、後者を寡雪年と呼ぶことにする。

雪害資料は、警察や消防署・JR・道路管理の所轄官庁・電力会社など、それぞれの機関にとって関心の深い地域と雪害項目については詳しくまとめられていると思われるが、雪害全般にわたって同一精度の資料を広く収集することは困難であることが予想された。そこで、雪害資料として、秋田谷・和泉⁸⁾が雪害調査に用いたと同様に、資料に均一性が保たれていると考えられ、かつ資料収集が比較的容易な地方新聞、北からそれぞれ「北海道新聞」、「秋田さきがけ新報」、「新潟新報」、「北日本新聞」、「京都新聞」の雪害記事を用いることにした。新聞は地域住民に広範な影響を及ぼすような、社会的関心の強い雪害は余さず取り上げるが、影響の少ない雪害は無視するであろう。そこにおのずから、現在の各地域の主要な雪害像が浮き彫りにされることが期待されるからである。このことは逆に、例えば、札幌では恒常的に発生している住宅の結露やすが漏りによる被害、庭木とか柵、フェンスの損傷、除排雪に伴う疲労や近隣とのトラブルなどは日常的でニュース性に乏しいことから新聞に掲載される頻度は少なく本解析資料には欠落している。

新聞の雪害記事を予め用意した雪害カードに抽出し、フォーマットを整えた後、表計算ソフトの1種であるLOTUS-123のデータベースとしてフロッピーディスクに収納し解析した。

1次雪害が発生し始める気象要素の極値に関する解析は気象庁のアメダス資料によった。

III. 雪害の分類について

雪害を一義的に分類整理することは困難であると同時に実際的でない。雪害には、余りにも多様な側面を持っているからである。例えば、雪害の約半分以上は交通運輸関係の障害と事故で占められているので、雪害を「交通運輸関係の雪害」と「それ以外の雪害」の大きく2つに分けることもできる。被害の面から分類すると、「交通障害」・「人身被害」・「物損被害」・「その他」に分けることもできる。ここでその他としては、後述するように小件数多項目にわたる。雪害をその原因からみると、「積雪」が堆積することによって発生するもの、「雪崩」、「吹雪」、「融雪」、「季節はずれの降積雪」、「寡雪」によるもの、その他がある。これも分類方法の1つではある。他にも、その雪害の特徴によって、例えば、除排雪作業など雪処理中に発生する様々な人身被害や物損被害等を「雪処理被害」、屋根雪によって発生する被害を「屋根雪被害」などと分類することもできる。それぞれに意味のある分け方である。ここでは、雪害の分けかた・分類方法を一義的に固定せず、色々な側面から解析して行くことにする。そのため、解析に当たって、雪害の分類項目別に発生件数を勘定する時、1件の雪害事例が、様々な分類項目に重複して勘定された。例えば、屋根雪の落雪に埋没して死亡すると云った雪害事例では、雪害件

数としては1件であるが、「人身被害」と云う分類項目に対して1件であると同時に、屋根雪に関係する事故として「屋根雪被害」1件と勘定されている。

IV. 雪害の概要

新聞の雪害記事から抽出した各地の豪雪年と寡雪年の雪害件数と発生した雪害のうち「交通運輸関係の雪害」(表には交通型雪害と記載)の占める割合を第1表に示す。抽出された雪害の総数は、豪雪年で1,391件、寡雪年で454件であった。表から分かるように、交通事故を含む交通運輸関係の雪害が、雪害件数の半分からそれ以上を占めており、この傾向は寡雪年ほど強い。近年の経済・社会活動の進展に伴って、人と物の流れを途絶させることなく維持することは、日本社会の基本的なニーズとして必要不可欠なものとなっている。従って、ひとたび交通運輸システムが障害を蒙ると、社会はそれを強く雪害と認識するため、全雪害に占める割合が大きいのであろう。

交通運輸関係の雪害(以後交通型雪害と呼ぶ)は、被害の面からみると、第2表に示したような内容の「道路障害」・「鉄道障害」・「空港障害」・「港湾障害」からなる交通障害、および冬型交通事故による「人身被害」と「物損被害」がその全てで、分類項目は比較的単純である。

一方、交通運輸関係以外の雪害(以後非交通型雪害と呼ぶ)は、第3表の様に「人身被害」・「物損被害」、「その他種々様々な雪害」(学校障害からその他までの7種類)からなっており、被害の内容は交通型雪害に比べて複雑多岐にわたっている。非交通型雪害の人身被害の内容は後

第1表 雪害発生件数とそのなかで交通型雪害の占める割合

	1980/81(豪雪年)		1986/87(寡雪年)	
	雪害件数	交通型雪害の割合(%)	雪害件数	交通型雪害の割合(%)
北海道	369	71	229	80
秋田県	136	68	75	56
新潟県	315	46	75	50
富山県	305	47	34	94
京都府・滋賀県	266	68	41	92

第2表 交通型雪害の種類と被害内容

	種類	被害内容
交通障害	道路障害	不通・通行止め・閉鎖
	鉄道障害	運休・欠航・渋滞・遅延
	空港障害	速度制限・チェーン規制・車線規制
	港湾障害	立ち往生・その他
交通事故	人身被害	死亡・重傷・軽傷
	物損被害	車両・列車・道路・ガードロープ・橋等交通施設 粉塵の発生・漁船・船舶・パンタグラフ・ポイント・架線・踏切・トンネル・その他

第3表 非交通型雪害の種類と被害内容

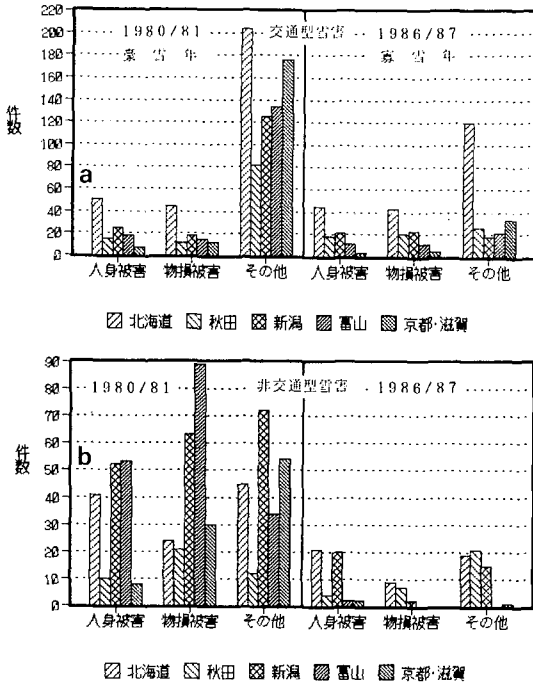
種 類		被 害 内 容
人 身 被 害		死亡・重傷・軽傷・行方不明・人埋没・緊急救助・その他
物 損 被 害	建 造 物	家屋・物置・車庫・倉庫・工場・がん木
	物 件	プロパンガス配管・水道管・その他屋外配管
	電 気 通 信 関 係	鉄塔・電柱・送配電線・通信回線・アンテナ・絶縁不良
	農 業 関 係	畜舎・ビニールハウス・鶏舎・農作物・果樹・家畜・田畑
	森 林・樹 木	森林・街路樹・立木
学 校 障 害		休校・授業繰上げ／繰下げ／短縮・給食不能・寄宿舎生活臨時分校開設
公共サービスの低下 (除交通関係)		郵便集配障害・ゴミ収集障害・水道障害・停電 消火活動障害・救急活動障害・電話不通
行 事 障 害		レジャー／スポーツ／各種イベント開催障害 冠婚葬祭・入学試験
避 難 行 動		自宅放棄
産 業 活 動 障 害		職場の休業／操業短縮・人手不足 スキー場／旅館等レジャー産業
経 済 関 係	流 通 障 害	貨物滞貨・人荷不足／不能
	混 乱	人夫賃高騰・物価高騰／下落・品不足
	損 失	減収・売上不振・除排雪費の増加
そ の 他		集落の孤立・山岳遭難事故他

に詳しく述べる；物損被害は建造物・構造物・樹木等の、過大な積雪荷重による損傷、積雪荷重や沈降圧による屋外配管の損傷、着雪による送配電・通信施設の損傷などが大部分を占めている；その他種々様々な被害は、交通障害が主たる原因となって2次的に発生する事故や被害が大きな部分を占め、その内容は第3表に示すように多項目にわたる。

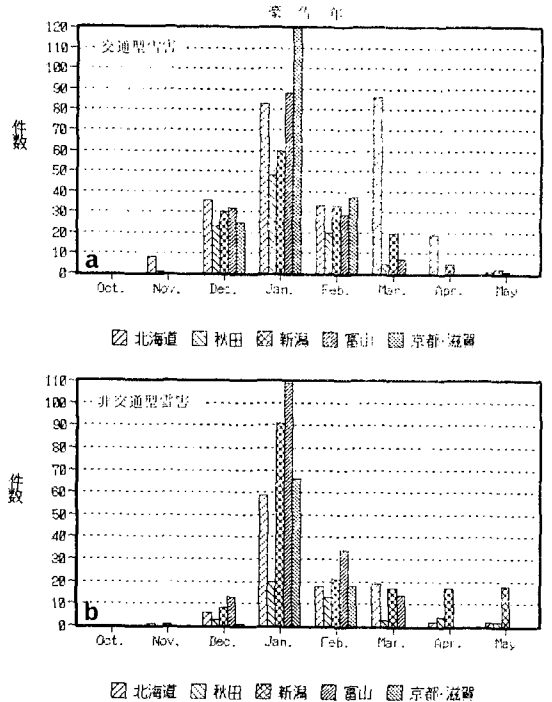
「交通型雪害」(a)と「非交通型雪害」(b)の各地における発生件数を、第2図に豪雪年と寡雪年に分けて示す。交通型雪害の人身事故と物損事故はスリップなど雪に関連して発生する冬型「交通事故」によるものであり、豪雪年と寡雪年で発生件数に大きな違いが無い。このことは他の雪害にみられない大きな特徴である。交通事故による人身・物損被害以外の雪害の発生件数は、当然のことながら、図に示したように豪雪年と寡雪年で劇的な違いがある。特に、富山県や京都府・滋賀県は寡雪年には、非交通型雪害がほとんど発生していない。

各地の人口、道路・鉄道延長距離、車両台数等人文社会的背景が違うので、雪害発生件数を単純に地域比較することはできないが、第1表、第2図に示したように、北海道では交通型雪害の発生頻度が特に大きいように見える。

豪雪年と寡雪年の各地の雪害件数の月変化を「交通型雪害」(a)と「非交通型雪害」(b)に



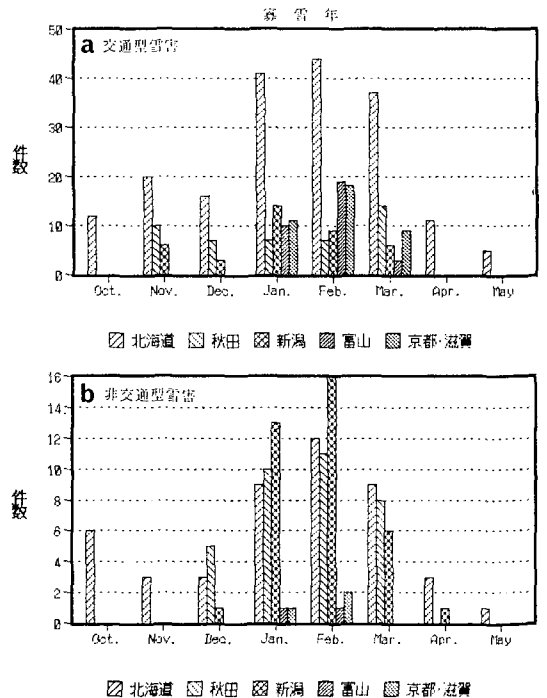
第2図 豪雪年と寡雪年における交通型雪害(a)と非交通型雪害(b)の発生件数



第3図 1980/81(豪雪年)の交通型雪害(a)と非交通型雪害(b)発生件数の月変化

分けて第3, 4図に示す。降雪期間の長い北海道の雪害は雪が降りだす10/11月から始まり5月まで7-8カ月もの長期に及んでいるが、暖候地の京都府・滋賀県では12/1月から2/3月までのわずか3カ月に過ぎない。本州の雪害は実質的には3月に終る。4-5月まで尾を引くのはすべて融雪と雪崩による被害で、いわば冬の降雪の「置き土産雪害」である。一方、北海道では実際に5月に降雪を見ることがあり、雪備えを解除してしまっているためわずかの降雪でも雪害が発生する。

第1図と第3, 4図から、降雪量の正の偏差の大きな豪雪の来襲時期と雪害の発生件数の多い時期との対応をみると、「交通型雪害」は「非交通型雪害」に対して良い対応が認められ、降雪の頻度や量が「交通型雪害」の支配因子であることを強く示唆している。1986/87の北海道は第1図に示したように本州ほ



第4図 1986/87(寡雪年)の交通型雪害(a)と非交通型雪害(b)発生件数の月変化

ど強い寡雪ではなかったため、本州各地に比べて雪害の発生件数が多く(第1表)、特に交通型雪害にこの傾向が強い(第2図a)。この年は北海道に例年より早い10月に、多量の湿雪が降ったため、多くの雪害が発生した特異な年である(第4図)。一般に、10月や5月に季節外れの降雪があると、豪雪地帯といえども雪に対する防備を解除しているため、真冬なら雪害を発生させないようなわずかな降雪でも雪害、特に交通障害を多発させる。交通型雪害と非交通型雪害発生件数の月分布を見ると、後者の方が、雪害発生がある月に集中する傾向が強い；豪雪年の非交通型雪害は1月に、寡雪年では、少し発散けするが、1-3月に集中している。

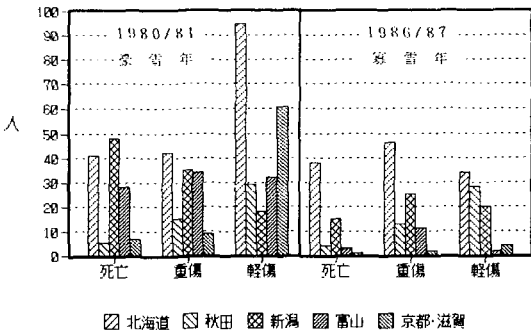
次に、社会的に関心が強くかつ影響するところも広範な雪害を取り上げて以下にもう少し詳しくみてみよう。

V. 雪害による人身事故

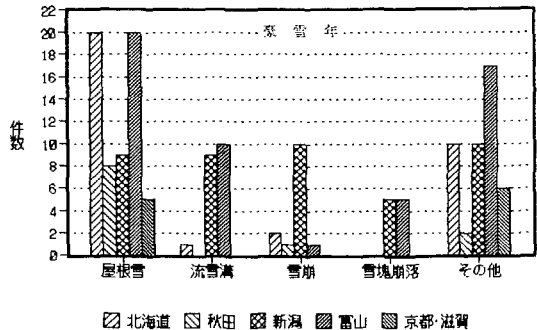
暖候地に住む人々のなかには、土石流や台風などの自然災害は多くの人身被害を伴うが、雪害による人身被害はほとんどないと思っている人が多い。しかし、第2図にも示したように、人身被害は雪害の中でも大きな割合を占めているのである。人身被害件数を冬型交通事故によるものとその他の雪害一般によるものとに分けて第4表に示す。豪雪年の新潟県、富山県を除いて、一般に冬型「交通事故」による死傷者の方が「非交通型雪害」によるものよりも多い。豪雪年と寡雪年の全死傷者数を第5図に示す。5道府県の合計で、豪雪年で129名、寡雪年でも61名の死者がでている。北海道と新潟県で死者数の多いのが目立っている。新聞記事の特性から、死者数は実状に近いと思われるが、重軽傷者の実数は、この何倍にもなるであろう。

第4表 人身被害の発生件数

	1980/81		1986/87	
	交通事故 (件)	非交通型 (件)	交通事故 (件)	非交通型 (件)
北海道	50	41	45	21
秋田県	15	10	18	4
新潟県	24	52	21	20
富山県	18	53	11	2
京都府・滋賀県	7	8	3	2



第5図 豪雪年と寡雪年における雪害による死傷者数

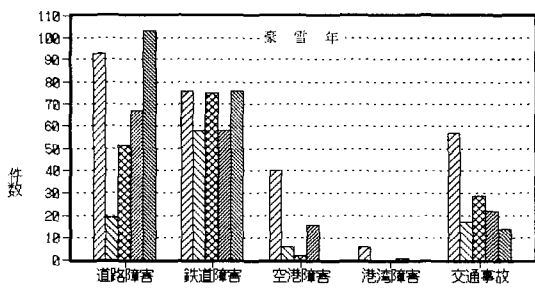


第6図 豪雪年における非交通型雪害の人身被害件数

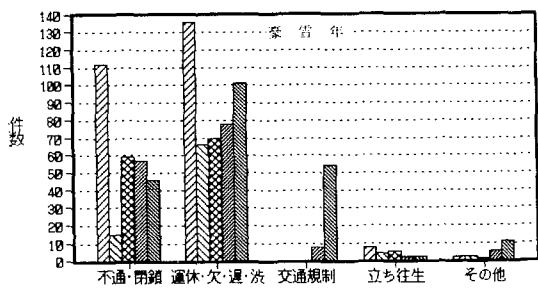
「交通型雪害」の人身被害は、ほとんど全て交通事故による。「非交通型雪害」のそれは、豪雪年を例として挙げると第6図に示したように、除雪中の屋根からの滑落や屋根を踏み抜いての転落、屋根雪の落雪に埋没したり、隣家の屋根雪崩で破壊された窓ガラス片による負傷、積雪荷重による建造物の倒壊事故に出会うなど屋根雪が原因の人身被害が最も多い。他に、流雪溝・排水溝・川等への転落、雪崩による埋没、雪塊・雪庇の崩落などで発生している。その他、融雪による出水・地滑り・土砂崩れ、積雪荷重で屋外プロパンガス配管が損傷して発生するガス爆発事故によるものや寒さによる凍死もある。本州の豪雪地帯、新潟県と富山県には流雪溝や用水路への転落事故が多い。それらへの雪捨てが盛んなためであろう；氷の融点前後の気温条件にあるため、雪の付着力が大きく、雪塊や雪庇が形成されやすいためか、その崩落による事故の発生が特徴的である。急峻な山里の多い新潟県では、雪崩による事故が際立っている。全人身被害の中で屋根雪を原因とした人身被害は豪雪年では39%をも占めており、屋根雪処理対策の研究は緊急に重要な課題の1つであることが明らかである。屋根雪による雪害は後に再度取り上げる。

VI. 交通運輸関係の雪害

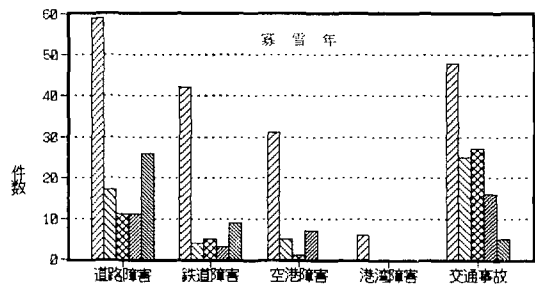
道路・鉄道・空港・港湾障害からなる交通障害は、豪雪年と寡雪年に分けて第7図に示すように、道路と鉄道の障害がその大部分を担っている。空港障害と港湾障害は、北海道に多く発生する交通障害である。北海道では、他府県に比べ航空機とフェリーが人と物の流れに大きな役割を担っていることの反映であろう。また、流水による港湾障害と海難事故のあることも



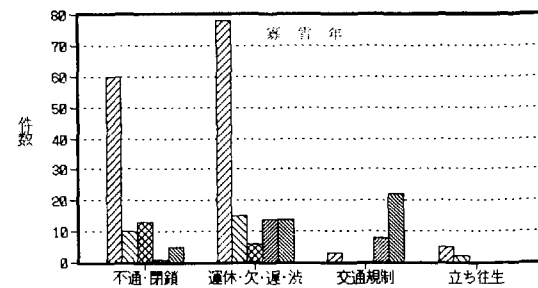
a 北海道 秋田 新潟 富山 京都・滋賀



a 北海道 秋田 新潟 富山 京都・滋賀



b 北海道 秋田 新潟 富山 京都・滋賀



b 北海道 秋田 新潟 富山 京都・滋賀

第7図 交通型雪害の種類と発生件数：a 豪雪年；b 寡雪年

第8図 交通障害の内容：a 豪雪年；b 寡雪年

第5表 交通事故に占めるスリップ事故の割合

	1980/81			1986/87		
	交通事故件数	スリップ事故件数	割合(%)	交通事故件数	スリップ事故件数	割合(%)
北海道	57	38	67	48	34	71
秋田県	17	15	88	25	21	84
新潟県	29	20	69	27	22	81
富山県	22	11	50	16	15	94
京都府・滋賀県	14	10	71	5	4	80

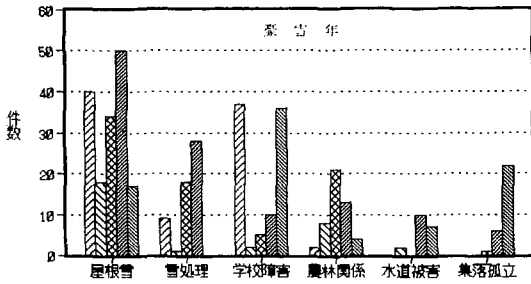
特徴的である。1986/87の北海道はそれほど寡雪年ではなかったため、交通障害の発生件数が本州各地に比べると圧倒的に多い。一般に、寡雪年の道路と鉄道の障害は、豪雪年に比べて激減するが、空港障害、港湾障害は大きくは減っていない。交通事故に付いてもすでに第2図で述べたようにその差は小さい。従って、寡雪年の交通型雪害の激減は道路・鉄道障害の激減に負っていることが分かる。

交通障害の内容は第8図に示す通りで、不通・閉鎖など交通網の機能停止と連休・欠航・遅延・渋滞など交通機関の機能低下が大部分を占めている。これが広域に深刻な影響を与え、2次雪害発生の重要な誘因となっている。速度制限やチェーン規制などの交通規制が暖候地の京都府・滋賀県で特に目立っている。豪雪地帯住民にとってはごく普通の僅かな降雪でも、京都府・滋賀県では車両が冬タイヤを装着していないために発生すると思われる雪害で、雪に対する防災力の低いことを示す好例であろう。立ち往生は踏切内で動きの取れなくなったものの他、北海道ではさらに吹雪の吹き溜りによるものが加わり、時として、一晚中立ち往生を余儀なくされる。車内の暖房上エンジンを切らずにいるため、車内に排気ガスが流れ込み死亡事故の発生をみることがある。

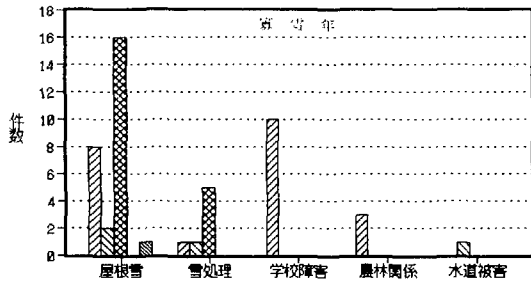
交通事故の発生件数は、第7図に示したように寡雪年でも減少せず、ほとんど豪雪年と変わらない。秋田県ではむしろ寡雪年の方が多発している。交通事故の原因は、第5表に示すようにスリップによる事故が圧倒的に多く、しかも、豪雪年と寡雪年で発生件数に際立った違いはない。降雪頻度の高い豪雪年は、スリップ事故発生の自然要因は増加するが、車が円滑に走れないことやマイカーの運転が手控えられることなどのために事故の確率は低くなる。一方、寡雪年には事故発生の自然要因は減少するが、車の使用頻度も、運転のスピードも増加し、事故の確率は高くなる。両者相きっこうして両年で発生件数に大きな違いがないのであろう。吹雪による視程障害やわだちによる交通事故は北海道で圧倒的に多く発生している。除雪作業に伴う交通事故は、寡雪年には各地域でほとんどみられなくなる。

VII. 非交通型雪害

すでに述べたように、非交通型雪害は多種多様にわたっている。その中でも、特に発生頻度が高いものと地域差の大きい雪害項目をみてみよう。第9図に各地の主要な6項目の雪害の発生件数を示す。非交通型雪害は豪雪年と寡雪年で非常に大きな違いがあり、積雪量に非常に敏感な雪害であることを裏付けている。特に富山県と京都府・滋賀県は豪雪年と寡雪年の差が

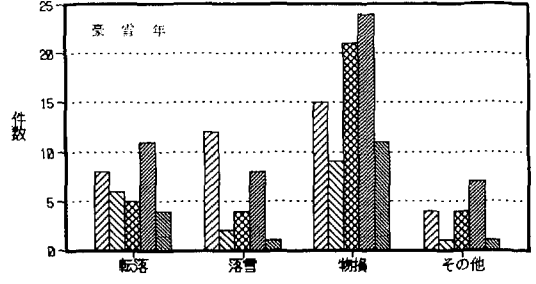


a 北海道 秋田 新潟 富山 京都・滋賀



b 北海道 秋田 新潟 富山 京都・滋賀

第9図 主要な6項目の非交通型雪害発生件数の地域比較：a 豪雪年；b 寡雪年



第10図 豪雪年の屋根雪による雪害発生件数の地域比較

著しい。

図からも分かるように、「屋根雪による事故・被害」の発生件数が各地とも非常に多い。屋根雪が原因となって起こる雪害としては、すでに述べた屋根からの「転落」と屋根雪の「落雪」による人身被害と積雪荷重による各種建造物(第3表)の損傷・倒壊等の「物損」被害がある。豪雪年における各地の屋根雪雪害の転落・落雪・物損他の事故件数を第10図に示す。図でその他とあるのは、例えば学校体育館の倒壊の危険による休校とか落雪が道路を塞いだために生じた交通障害などである。新潟県では寡雪年にも転落事故が多いが理由はよくわからない。

雪処理によるものとしては前述した除排雪中の流雪溝などへの転落のほか除雪機械に巻き込まれるなどの人身被害につながる被害が大部分を占めている。交通機関の途絶や暴風雪による学校の休校・繰上げ・短縮等の「学校障害」が北海道では兩年とも他地域に抜きんで多い。北海道の学校障害の原因は後に述べるように豪雪年でその65%以上が、寡雪年で100%が吹雪によっている。新潟県の豪雪年では「農林水産関係の雪害」が際立っている。豪雪のため養殖池の鯉が圧死するなどの事故も含まれている。寡雪年における北海道の農林水産関係の雪害は5月の寒波による季節はずれの降雪で放牧牛が多数凍死したものである。豪雪年は例年より気温が低いため水道管の凍結など「水道障害」の発生も富山県以南の暖候地に多い。特に豪雪年の京都府・滋賀県では交通障害による「学校被害」と「集落の孤立」が多発している。これは例年余り降らないところに寒波が来襲し、多量の降雪に見舞われたもので、雪害に対する防災力の弱さを露呈したものと考えられる。寡雪年には北海道を除く本州各地で「学校障害」も「農林水産障害」も「集落の孤立」も絶無となる。

VIII. 1次雪害の自然要因

ほとんど全ての1次雪害は、当然ながら、積雪の急激な堆積や積雪が長く居座っていることなど直接、間接に積雪に関連して生じている。「積雪」以外の雪害の原因としては広範なもの

があるが、主には第11図に示したように、「雪崩」、「吹雪」、「融雪」である。1次雪害の自然要因とは云えないが豪雪年と寡雪年に特徴的な雪害原因として、それぞれ「もらい雪害」と「寡雪害」もここに挙げておく。

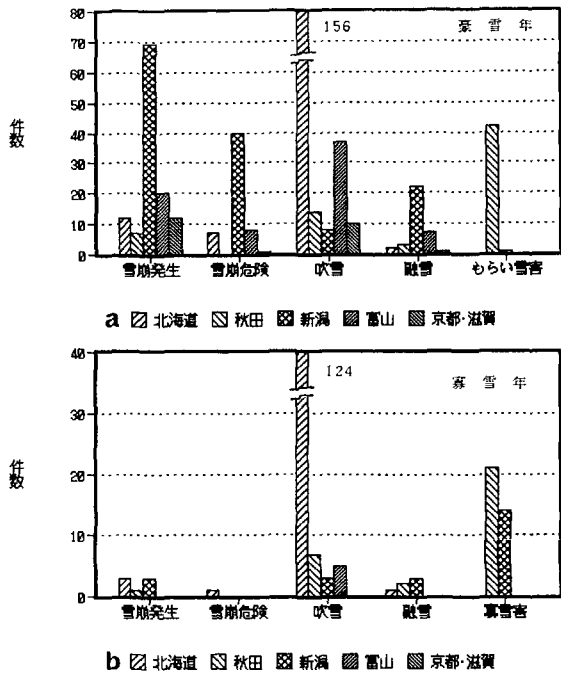
雪崩による被害は2種類ある。実際に雪崩が発生して人身被害や物損被害、交通障害が発生する場合と、その危険があるために通行止めとなったり、家屋を放棄して避難行動を取るなどの被害とである。図から分かるように、豪雪年の雪崩による雪害は新潟県で抜きん出て多く、寡雪年には全地域で激減する。

視程障害や交通路上への吹き溜りも含めた吹雪による雪害は、豪雪年寡雪年とも北海道で圧倒的に多く、寡雪年では、この原因以外の雪害は無視し得るほど僅かに過ぎない。そこで、もう少し詳しく北海道の吹雪被害の内容を調べてみると、第12図に示すように、その被害は主に道路・鉄道・空港障害からなる交通障害と学校障害が占めている。

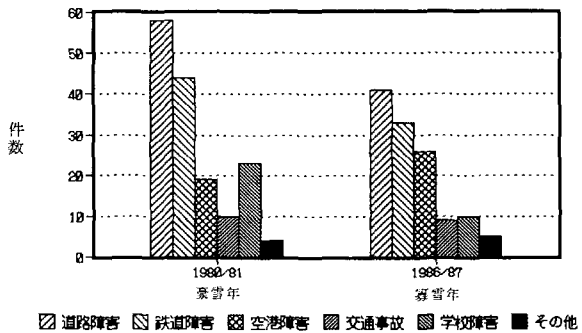
融雪による雪害は融雪出水、融雪による地滑り・土砂崩れ・落石の発生が原因となって生ずる人身・物損被害、およびその危険による交通障害がその内容である。これも雪崩と同様に新潟県で特に多発する雪害である。新潟県は山里にも多くの人が住んでいることと地滑り地帯が広く分布しているためであろう。

もらい雪害は秋田県特有と云えるほどこの地方に頻発する雪害で、秋田県には雪害が発生するほどの降雪が無くとも、山形県・福島県・新潟県の豪雪のため、秋田県の鉄道が障害を受けるものである。豪雪地帯からあるいは豪雪地帯への列車が運休・遅延・間引き運転され鉄道運輸が大混乱に陥る。

寡雪害は寡雪年に特有の雪害で、秋田県と新潟県のみで発生している。この雪害は平年より雪が少ないため、スキー場が機能できなくなるとか、雪を使うスキー大会やお祭りなど各種イベントが開催できなくなる等、人々の娯楽と観光産業に大打撃を与えており、立派に雪害と



第11図 雪害の自然要因別発生件数の地域比較：
a 豪雪年；b 寡雪年



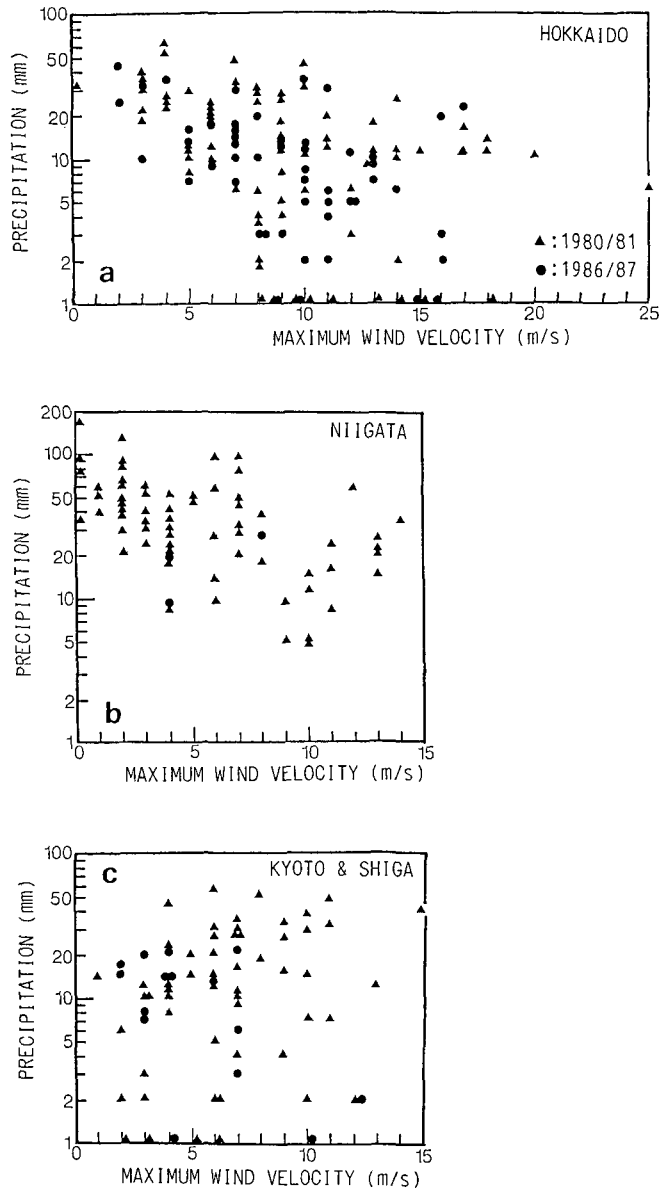
第12図 北海道における吹雪による雪害の被害別発生件数

云える。

IX. 1次雪氷災害発生時の 気象条件の極値

1次雪害の発生をもたらす主たる気象要素は降雪量と風速である。1次雪害発生時の雪害発生地域内または近傍アメダス観測点の日降雪量 (mm) と日最大風速 (m/s) を、寒冷で乾いた北海道と積雪が冬でも融解する、湿潤豪雪地帯の新潟県と暖候地の京都府・滋賀県の3地域について調べてみた。雪害に対する抵抗力の強い豪雪地帯といえども、無風でただか10 mm前後の降雪量で雪害が発生することがあり、経験とは合致しない。ところがその様な日の前日の降雪量を見ると、かなりの降雪があり、2日間降水量の合計値としては雪害発生に充分と思われる妥当な量に達する。そこで、雪害を発生させる降雪量としては、一般には、雪害発生日の日降雪量を用い、雪害発生日の日降雪量が不自然なほど少ない場合、その日とその前日の2日間降雪量を採用した。こうして雪害発生降雪量と雪害発生日の日最大風速の散布図を描いてみた。第13図にその結果を示す。

北海道と新潟県では、風速が増すに連れて、雪害発生限界降雪量の値が指数関数的に減少する傾向が認められる。北海道の方がより急激に減少する。一方、京都府・滋賀県にはこのような関係はなく、風の有無に関わらず、わずかでも降雪があると雪害が発生している。図に示したように積雪が乾いている北海道では、風速が吹き溜りや視程障害を引き起こすに十分な強さ、約8 m/sを越えると、降雪が無くとも雪害が発生している。また、風速ゼロにおいて雪害



第13図 1次雪害発生時の日降水量または2日間降水量と日最大風速の散布図

a 北海道; b 新潟県; c 京都府・滋賀県

が発生し始める降雪量の限界値は、北海道では 30 mm 程度、新潟では少し大きく 35 mm 程度であることも明らかとなった。雪害発生時の降雪量の極値を見ると、北海道と京都府・滋賀県はたかだか 60 mm 程度であるが、世界有数の豪雪地帯である新潟県では 170 mm にも達している。一方、風速を見ると、新潟県と京都府・滋賀県は最大 15 m/s 程度に過ぎないが、北海道では 25 m/s にも達し、強風を伴った雪害が多発していることが分かる。

ここに明らかにした降水量と風速の関係は、雪害が発生した時どのような気象条件であったかを示すものであり、上に示した限界値以上の降水量と風速があれば必ず雪害が発生するわけではない。たとえ限界値以上の気象状態になっても、人口密度が低い地域や人が住んでいない地域では社会的に重大な雪害は起りようがないからである。

なお、空港障害は他の雪害に比較して、ごく僅かの降雪量と風速でも発生し、他の雪害に比較すると非常に雪と風に弱いといえる。そこで、図では、空港障害発生時の値は除かれている。

X. 雪害の特徴とその地域特性

これまで各地の雪害について様々な角度から解析を試みると共に、1次雪害を発生させる降水量と風速の限界値を明らかにした。ここではこれらの結果をもとにして、現在の雪害とその地域特性をまとめる。

1) 冬型交通事故を含む交通運輸関係の雪害(交通型雪害)は全雪害件数の半分からそれ以上を占めており、寡雪の年ほどこの傾向は強まる(第1表)。

2) 交通型雪害は道路・鉄道・空港・港湾などの交通網の障害と冬型交通事故による人身・物損被害からなっている(第2表)。交通型雪害以外の雪害(非交通型雪害)は、屋根雪除雪中の転落事故や屋根雪の落雪による埋没事故、排雪作業中の流雪溝や川等への転落事故、雪崩事故、雪塊・雪庇の崩落事故などによる人身被害(第6図)、積雪の荷重・沈降圧・着雪・冠雪などによる物損被害、その他主に交通障害に起因して2次的、3次的に発生する多種多様な雪害からなっている(第3表)。

3) 交通事故以外の雪害発生件数は各地域とも豪雪年と寡雪年で大差があり、寡雪年には激減するが、交通事故の発生件数には両年で大きな違いはない(第7図)。交通事故原因の大部分はスリップ事故が占めている(第5表)。

4) 交通障害の大部分は道路・鉄道障害が占めており(第7図)、両雪害とも寡雪年で激減する。これが交通型雪害の寡雪年に激減する理由である。

5) 雪害期間は、北海道では10/11月から5月まで6~7カ月に及んでいるが、暖候地の京都府・滋賀県では12/1月から3/4月までの3カ月間に過ぎない。非交通型雪害は交通型雪害に比べて、発生が1~3月に集中している(第3,4図)。

6) 降雪量の月変化(第1図)と交通型雪害および非交通型雪害の発生件数の月変化(第3,4図)を比較すると、前者は後者より良い対応があり、交通型雪害は主に1次雪害であることを示唆している。

7) 雪害による人身被害は、他の自然災害と比較しても無視できないほど多い。調査対象地域だけでも、死者数は豪雪年で129名、寡雪年でも61名に達している(第5図)。人身被害件

数は、一般に交通事故によるものの方が非交通型雪害によるものよりも多いが、豪雪年の新潟県と富山県では非交通型雪害による人身被害件数が全人身被害件数の各々 68%、75% を占め、交通事故による人身被害件数をりょう駕している(第4表)。非交通型雪害では、屋根雪による人身被害件数が最も多く、全件数の 40% をも占めている(第6図)。

8) 冬の間積雪が融解することのない北海道は吹雪(視程障害・吹き溜りを含む)による雪害の発生件数が、本州の府県に比べて圧倒的に多い(第11図)。吹雪が頻発するために、鉄道・道路・空港障害、交通事故(従って、交通事故による人身・物損被害)、学校障害が北海道で際だって多いという結果となっている(第7, 9, 12図)。

9) 秋田県下の降雪は雪害を発生させるほどでなくとも、北陸地方が豪雪に襲われると鉄道は大混乱に陥る。これを「もらい雪害」と名付けた。もらい雪害は秋田県に特徴的に発生する雪害である(第11a図)。

10) 秋田県と新潟県に特に顕著に発生する雪害として、寡雪年ゆえに発生する雪害がある。雪が例年より少ないことによって、スキー場の閉鎖や雪を使った各種イベントの開催不能・延期、それに伴う観光産業の不振など様々な被害が発生している(第11b図)。これを「寡雪害」と名付けた。

11) 新潟県は山里まで人が住んでいることと地滑り地帯が広範に分布していることから、豪雪年では融雪による地滑り・土砂崩れ・落石と雪崩の被害が抜きん出ている(第11a図)。しかし、寡雪年になると、激減し、他道府県と同程度になる(第11b図)。また、農業県であるためか豪雪年には農林水産関係の被害の発生が多いのも新潟県の特徴である(第9a図)。

12) 豪雪年に調査した道府県の中で富山県は最も酷い豪雪に襲われたためか(第1図)、非交通型雪害をみると、屋根雪による被害や雪処理による被害がどこよりも多く(第10図)、他にも多数の雪害が発生した(第9a図)。しかし、寡雪年になると富山の非交通型雪害はほとんど実質的にはなくなってしまふ(第1表, 第9b図)。富山県は雪害発生件数の年変動が非常に大きいのが特徴である。

13) 京都府・滋賀県は暖候地にもかかわらず交通の要路に位置しているためか豪雪年・寡雪年とも道路・鉄道障害からなる交通障害が多いと云う特徴がある(第7a図)。豪雪年では道路障害のうち交通規制が 49%、寡雪年では 67% も占めている。また、鉄道障害の大部分は列車の遅延である。これらの障害は、豪雪地帯ではほとんど雪害と認識されないような些細な雪害である。例えばわずか 10 分程度の新幹線の遅延ですら雪害と認識されるところに大きな特徴がある。このような些細な交通障害を除くと、交通障害の雪害件数は現在の 1/2 から 1/3 に減る。それでも豪雪年には雪による交通障害を原因とする学校障害と村落の孤立が多発する(第9a図)。除雪体制の不備など、防災力の弱さを示すものであろう。寡雪年には富山県同様非交通型雪害はほとんど発生しない(第1表)。

本研究を進めるに当たっては、気象資料の整備やその計算機による取扱に関して、株式会社システムクラフトの長谷美達雄氏の労を煩わせ、数々の貴重な助言を頂いた。また、雪害記事の抽出については北海道大学低温科学研究所雪害部門事務官永山修さんに多大の御助力をあ

おいた。ここに記して、深甚なる謝意を表する。

なお、本研究に要した経費の一部は昭和 62 年度文部省科学研究費補助金「比較調査による豪雪災害の地域特性の研究」(研究代表者 山田知充) によった。

文 献

- 1) 河島克久・山田知充・若浜五郎 1987 日本海沿岸積雪地域の堆積環境区分とその積雪特性. 低温科学, 物理篇, **46**, 1-13.
- 2) 河島克久・山田知充 1988 積雪特性からみた日本海沿岸平野部の堆積環境区分. 低温科学, 物理篇, **47**, 15-24.
- 3) 渡辺善八編 1982 都市の豪雪による災害とその対策. 文部省科学研究費自然災害科学総合研究班, 研究成果報告書, 120 pp.
- 4) 東浦将夫・沼野夏生 1982 昭和 56 年豪雪による福井県・石川県の都市雪害に関する実態調査. 昭和 56 年豪雪による北陸地方の災害現地調査報告, 科学技術庁国立防災科学技術センター, 主要災害調査, **17**, 171-335.
- 5) 沼野夏生・東浦将夫 1982 多雪市街地の冬期生活における 2, 3 の問題とその規定要因について. 国立防災科学技術センター研究報告, **27**, 297-301.
- 6) 地域防災データ総覧 1986 危険物災害・雪害編, 財団法人消防科学総合センター刊, 326 pp.
- 7) 高橋 博・中村 勉 1986 雪氷防災. 白亜書房, 478 pp.
- 8) 秋田谷英次・和泉 薫 1981 新聞からみた雪害. 自然災害資料解析, **8**, 75-83.

Summary

Varieties and regional characteristics of snow damage have been studied in snow covered areas in Japan by using local newspaper articles concerning snow damage during two winter monsoon seasons in 1980/81 and 1986/87, which were distinctive as to heavy snowfalls and less heavy snowfalls respectively. Five districts were chosen as representative districts subjected to this study, covering Hokkaido, Akita, Niigata, Toyama and Kyoto/Shiga Prefectures, which distribute from the northern region characterized by the cold climate and dry snow to the southern region characterized by the relatively warm climate and wet snow. Investigations were also made of regional differences in the lowest values of snow precipitation and wind velocity resulting in snow damage, using daily values from AMEDAS data.

Snow damage was roughly divided into two types, 'traffic type' and 'non-traffic type'. The former consists of obstructions of road, railway, airport and harbor traffic as well as traffic accidents bringing about casualties and damaging of vehicles and other traffic facilities (Table 2); the latter consists of non-traffic accidents, damage and economic losses caused by a heavy load of snow on the roofs of buildings and all sorts of structures, snow accretion to electric power lines, telecommunication lines and trees, avalanches, snowstorms, melting snow and those cases which occur secondarily as a result of damage to the traffic system (Table 3). The snow damage of the 'traffic type' accounts for almost half or more of the total number of cases (Table 1). The generation of traffic accidents is characterized by being independent of the amount of snowfall; that is, the number of its generation is almost the same in the winter with heavy snowfalls (1980/81) as the winter otherwise (1986/87) (Figs. 2 and 7). The traffic accident is mainly attributed to the slipping of vehicles on the road (Table 5).

It is noted that casualties came about in larger numbers when the snowfall was heavy (Fig. 5); 129 and 61 persons died in 1980/81 and in 1986/87, respectively. The occurrence of the mortal accidents is generally larger in the 'traffic type' than in the 'non-traffic type'

except in Niigata and Toyama Prefectures in 1980/81 heavy in snowfall. The mortal accidents of the 'non-traffic type' are mainly attributed to a fall from the roof of a building and into the river or the irrigation channel during the snow removal work and to being crushed within fallen snow from the roof or avalanche (Fig. 6).

The northernmost prefecture, Hokkaido is characteristics of the damage caused by blowing snow (Fig. 11). As shown in Fig. 13, while the lowest precipitation for the generation of snow damage exponentially decreases with increasing daily maximum wind velocity which is the same as in Niigata Prefecture, it suddenly falls down to almost zero when the maximum wind velocity reaches about 8 m/s. This velocity corresponds to the condition for blowing snow to be generated. The phenomena are not found in two other prefectures (Fig. 13). It means that blowing snow is an important control factor for the generation of snow damage in Hokkaido. *Blowing snow obstructs the traffic system frequently as well as bringing about traffic accidents (Figs. 7 and 12); the traffic obstruction causes schools to be closed fully or teaching hours shortened (Figs. 9 and 12).*

Only Akita Prefecture is strongly subjected to the influence of the heavy snowfall generated in the Hokuriku district to the south; even when there are not enough snowfalls in Akita Prefecture to cause snow damage, the railway obstruction results from heavy snowfalls in the Hokuriku district (Fig. 11).

In the winter with heavy snowfalls, avalanche damage is most frequently generated in Niigata Prefecture, where damage is also made by landslides due to snow meltwater (Fig. 11), because many village residences are situated in the piedmont of steep mountain slopes distributed widely in the landslide zone in this prefecture; agricultural damage also takes place (Fig. 9). In the winter with less heavy snowfalls, small snowfalls make many troubles in both Akita and Niigata Prefectures; that is, the closing of skiing areas, suspending of skiing tournaments and many kinds of events using snow and coldness, which result in damage to tourism.

Toyama Prefecture abounds in the number of snow damage cases due to the snow cover on the roofs and the operation of snow removal and many kinds of the other snow damages in the year with heavy snowfalls. On the contrary, they decrease markedly in the year with less heavy snowfalls (Figs. 2, 7, 9). This prefecture is characterized by a large fluctuation in the generation of snow damage.

Although Kyoto/Shiga Prefectures have a relatively warmer climate and a smaller amount of snow in winter, compared with the other prefectures, a large number of snow damage cases took place in roads and railways in both the years (Fig. 7), but about 50% of the snow damage cases in the year with heavy snowfalls and 67% in the year otherwise consist of traffic obstructions caused by limitation of car speed and forced attachment of tire chains for protecting cars from slipping, which is too minor damage for the other prefectures. If we exclude these minor traffic damage, the traffic snow damage decreases drastically in number from one third to one half. In the year with heavy snowfalls, isolation of villages and close of schools also occurred due to the stoppage of roads (Fig. 9). It is concluded that in this prefecture the ability to prevent snow damage is the weakest in the prefectures subjected to our study. The amount of precipitation causing snow damage is regardless of wind velocity; and even when precipitation occurs only in a small amount, snow damage might be generated (Fig. 13). In the year with less snowfalls, snow damage of the 'non-traffic type' is almost none as the same as in Toyama Prefecture.