

規格化した冬季最深積雪から見た平成18年豪雪の特徴

中 井 専 人*・岩 本 勉 之*

要 旨

2005/2006冬季は、広範囲にわたり多量の降積雪が観測され、顕著な災害をもたらした豪雪年となった。この冬季の積雪分布の特徴について、各地点の冬季最深積雪を23冬季の平均値と標準偏差で規格化し、年々の変動を考慮した解析を行った。規格化した2005/2006冬季最深積雪は、いくつかの地域に集中して多くなる分布を示すとともに、山形・宮城両県以南においては内陸部で多くなる傾向が見られた。雪氷災害の多く発生した地域は、平均値より顕著に多い積雪のあった地域である。2005/2006冬季は、23冬季平均最深積雪の多い地点で最深積雪の正偏差が大きくなる一方、それ以外では顕著な負偏差となる地域が見られた。2005/2006冬季は最深積雪分布の偏りも大きかった。

1. はじめに

2005/2006冬季（以下2006冬季と呼ぶ）には、広範囲にわたり多量の降積雪が観測された。その結果、全国的に1984～1986冬季以来の“20年ぶりの豪雪”と言われ、気象庁が「平成18年豪雪」と命名を行った。気象庁が豪雪に命名するのは昭和38年1月豪雪以来2度目のことである。この豪雪により死者151名、重軽傷者2136名、住家被害4818棟という甚大な被害をもたらされ、その範囲は北海道から中国地方までの広範囲にわたった（消防庁，2006；佐藤，2006a）。このような顕著な災害をもたらした豪雪について、降積雪分布の特徴を抽出することは、雪氷災害の発生機構を明らかにする上で重要な点のひとつである。

これまでの解析で、2006冬季は北海道を除き、山沿いで積雪の多かったことが指摘されている（中井，2006）。これは2006冬季の最深積雪が統計期間平均より40 cm 以上多い地点と統計期間平均より少ない地点に注目し、前者が主に内陸の中山間地に多く見られ、後者が海岸近くや脊梁山脈風下側に多く見られたことによる。一方、気象庁では最深積雪の統計期間平均に

対する比を図化して公開している（気象庁，2006）。両者の図は定性的に似た傾向を示すが、いずれも平年値（もしくは統計開始年からの平均値）と2006冬季の最深積雪とを比較したものであり、各地点における年々の変動や地点による統計年数の差異を考慮していない。

そこで、本稿ではこれらの要素を考慮した上で2006冬季積雪分布の特徴を抽出することを目的として、各冬季最深積雪のデータを用いた解析を行った。

冬季全体の雪の量を表す指標としては、冬季最深積雪のほかに積算日降雪深もある。しかし、同一地点における積雪深計と雪板による34年分の観測値の比較によれば、最深積雪と積算日降雪深の相関は良い（中井，2004）。冬季最深積雪は多くの観測点で直接観測され、よく知られている要素である。そこで、本稿では冬季最深積雪を用いることにする。なお、本稿で用いる最深積雪は、正確には寒候年（主に冬季に観測する要素についての統計に用いられる期間で、前年8月から当年7月までの1年間）で定義されたものであるが、わかりやすさのため冬季最深積雪と表記する。年の表記は寒候年の定義と一致するようにし、2000冬季と言う場合は1999/2000年冬季のことを指す。

* 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター。

—2006年6月26日受領—

—2006年9月9日受理—

2. データ

解析データとしては、気象庁電子閲覧室 (<http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>) で検索できる「毎年の値」を用いた。ただし2006冬季はまだここに含まれなかったため、気象庁(2006)に掲載されている2005年12月1日から2006年4月30日までの最深積雪の値を用いた。地点の緯度経度、高度については気象庁平年値2000と気象庁月報(2006年1月)を参照した。これらと電子閲覧室の地点毎検索結果、気象庁(2006)の数値を整理し、ひとつにまとめた冬季最深積雪データを作成した。処理期間は、1962冬季もしくは観測開始の冬季以降とした。これは電子閲覧室「毎年の値」の冬季最深積雪では1962冬季以降の値が得られることによる。データ全体は気象庁の用いている地点番号で管理し、データの整理は汎用的なエディタソフト、表計算ソフトを用いて行った。作業ミスのチェックについては気象庁平年値2000の最深積雪平年値を参照したり、表計算ソフトのマクロを用いて一部自動化を図るなどの対策を取った。

この冬季最深積雪データをもとに、規格化した最深積雪

$$z_i = (d_i - \bar{d}) / s_d \quad (1)$$

を算出した。ここで d_i は各冬季の最深積雪、 i は年、 \bar{d} は最深積雪の平均値、 s_d は標準偏差である。本稿では $i=2006$ について議論する。冬季最深積雪 d_{2006} は地点による差の大きい観測値であり、平年値に対する差や比では2006冬季の特性を十分に拾い出せない。規格化した最深積雪 z_{2006} を用いることにより、各地点における年々の変動による値のばらつきを抑えて2006冬季の特性を見いだせると考えられる。以後、処理の簡単化のため2006年まで連続しているデータのみを解析対象とした。例えば、ある地点が1962年から観測があって1981年と1985年の値が得られていない場合、その地点は1986年以後のデータがあるものとした。

利用可能な冬季最深積雪データ数(地点数、実線)と雪氷防災研究センター(長岡)を例とした冬季最深積雪(cm、棒グラフ)の推移を第1図に示す。図中の38, 56, 59, 18はそれぞれ昭和38年1月豪雪、56豪雪、59豪雪、平成18年豪雪の年を表す。解析対象となるデータ数を年ごとに見ると、1980年代前半に急速に増加したことがわかる(第1図)。これはデータ欠落によるものではなく、電子閲覧室でこの時期から冬季

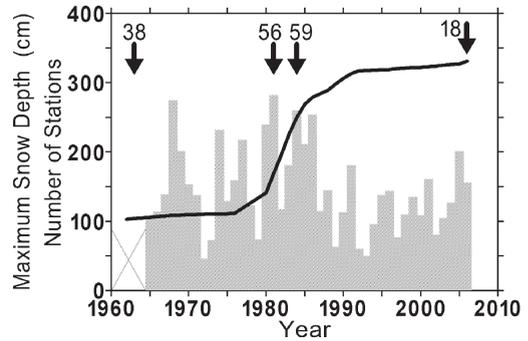


Fig. 1 Number (stations) of available data (solid line), and winter-season maximum snow depth (bar graph) at the Snow and Ice Research Center, Nagao-ka. Bold arrows indicate the known winter seasons of heavy snowfall. The numbers on the arrows, i. e., 38, 56, 59, and 18, indicate heavy snowfall in January 1963 (38th year of Showa), 1981 (56th year of Showa), 1984 (59th year of Showa), and 2006 (18th year of Heisei), respectively.

最深積雪の得られる地点が多いためである。これは以前から行われていた雪尺による委託観測データが、積雪深計によるアメダス観測データと接続されていないためと思われる。1980年代前半に増加した観測地点は本稿の解析に重要な中山間地が多い。一方、1980年代後半からは第1図に示すような暖冬少雪傾向が全国的に続いたため(Nakamura and Abe, 1998; 湯田, 1999; 飯田, 2004; 栗原, 2004など)、解析期間をそれ以降とすると、平均値などを過小評価しかねない。そこで、規格化に用いる期間としては、ある程度のデータ数が確保でき、かつ59豪雪などを含む1984冬季から2006冬季の23年間とした。

観測地点は、気象庁(2006)に掲載されている積雪深計による観測地点287点と雪尺による観測地点52点を対象とした。積雪深計と雪尺という測定法に関する値の補正はしていない。利用した冬季最深積雪は品質管理がなされており、欠測が20%を超える値は資料不足値と呼ばれて統計的扱いに注意を要するとされている(気象庁, 2005)。本研究では、解析期間となる23冬季の冬季最深積雪のうち資料不足値が20%以上(5個以上)の地点を解析対象から除いた。また、2006冬季の最深積雪が資料不足値である地点も除いた。

観測地点の中には、冬季最深積雪の非常に少ない地点が含まれる。そのような地点では、0 cmの年数が

多かったりまれに観測される大きな値が平均値に影響するなどのため、規格化した値が変動の実態を表しにくいと考えられる。本稿で解析したデータにおいては、冬季最深積雪が10 cm 以下になると平均値より標準偏差が大きくなることがあった。また、他の研究例として、積雪深上限値を統計的に議論した石坂(2006)では、月最深積雪の平均値が10 cm 以下の地点は解析から除いている。そこで、以下の解析では規格化期間における冬季最深積雪の平均値が10 cm 以下の地点は解析対象から除いた。以上の処理により、解析に用いた地点は192地点となった。

3. 規格化した冬季最深積雪に見られた特徴

最深積雪の23冬季平均値が10 cm 以上の地点について、1984冬季から2006冬季まで23冬季で規格化した2006冬季最深積雪 z_{2006} の頻度分布を第2図に示す。192地点のうち平均より少なかったのは35地点に止まり、広範囲で多雪となったことがわかる。特に0.25以上1以下の値を取った地点が多く、平均値は0.77であった。この値は観測地点の分布や選択によって影響

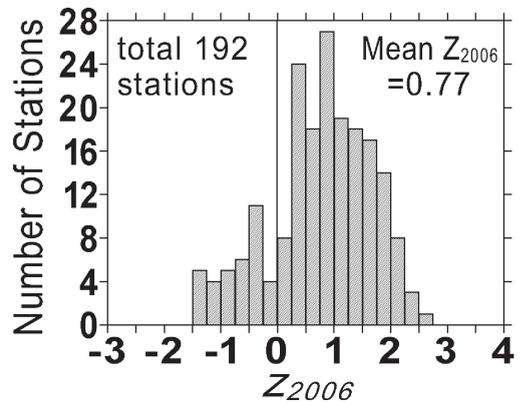


Fig. 2 Histogram of the maximum snow depth of the 2006 winter season normalized by 23-year data from the 1984 winter season to the 2006 winter season (z_{2006}). Data from stations at which the mean of the maximum snow depth exceeds 10cm are used for the analysis.

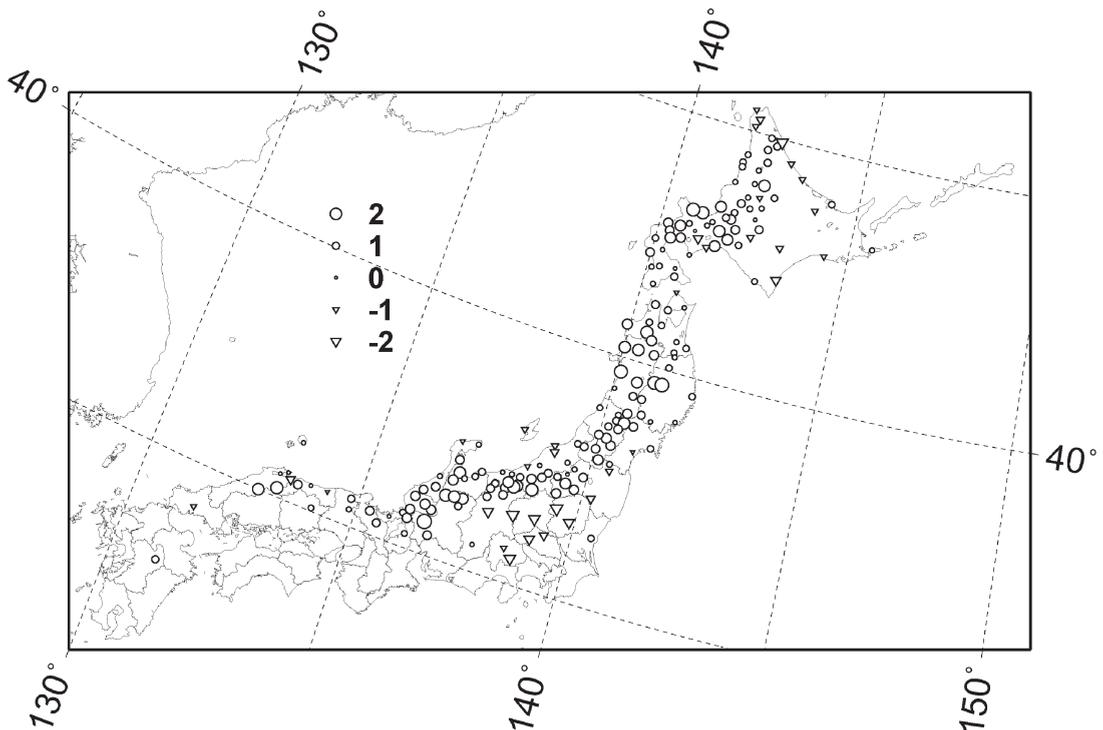


Fig. 3 Geographical map of the normalized maximum snow depth of the 2006 winter season (z_{2006}). Data from stations at which the mean of the maximum snow depth exceeds 10cm are used for the analysis.

されるので注意が必要であるが、具体的な値に直すと、例えば23冬季平均最深積雪が130 cm、標準偏差が35 cmの地点で157 cmの積雪となったことに相当する。この平均値は z_{2006} が負となった地点も含めた値であるが、 z_{2006} の頻度分布は双峰型をしている。上記の0.25以上1以下の集団の0側、 -0.25 までは急激に減少してギャップとなり、負の領域にまとまった別の集団がある。2006冬季最深積雪は23冬季平均値よりも多かった地点と少なかった地点に分かれる傾向が見られたと言える。

最深積雪の23冬季平均値が10 cm以上の地点について、 z_{2006} の分布を第3図に示す。山形・宮城両県以南においては、日本海側の海岸線より数十 km から百数十 km 内陸に入った中山間地で z_{2006} の大きい地点が多く見られた。一方、日本海岸に近い地点、及び脊梁山脈より季節風の風下側の地点においては、 z_{2006} が負となるか、正であっても値の小さい地点が多かった。各地点の z_{2006} について、解析に用いた全地点の平均値0.77より大きいかどうか、99%信頼限界の右片側 t 検

定を行った。第4図にその結果を示す。○は z_{2006} が解析に用いた全地点の平均値0.77より統計的に有意に大きい地点、▽はそれ以外の地点を表す。

山形・宮城両県以南においては、統計的に有意に大きいとされた地点は中山間地に多く見られた。福井県から石川県にかけての地域は例外で、日本海岸近くにも $z_{2006} > 1$ の地点が多く見られた。しかし、全体的には山形・宮城両県以南の2006冬季最深積雪は内陸部で多くなる傾向があったと言える。

秋田・岩手両県以北では、海岸からの距離よりは、むしろ特定の地域でかたまって z_{2006} が大きくなる傾向が見られた。岩見沢、小樽といった道央地方の山地近傍の地点、及び青森・秋田県境から秋田・岩手県境の北半分にかけてがそれである。これらの地域では海岸から内陸まで集中して大きな z_{2006} が現れている。山形・宮城両県以南においては、北～西方向で海岸に面した全ての地点の z_{2006} は大きくない値を取っている（第4図で▽となっている）。しかし、内陸部を中心として、大きな z_{2006} の値がいくつかの地域に集中してみら

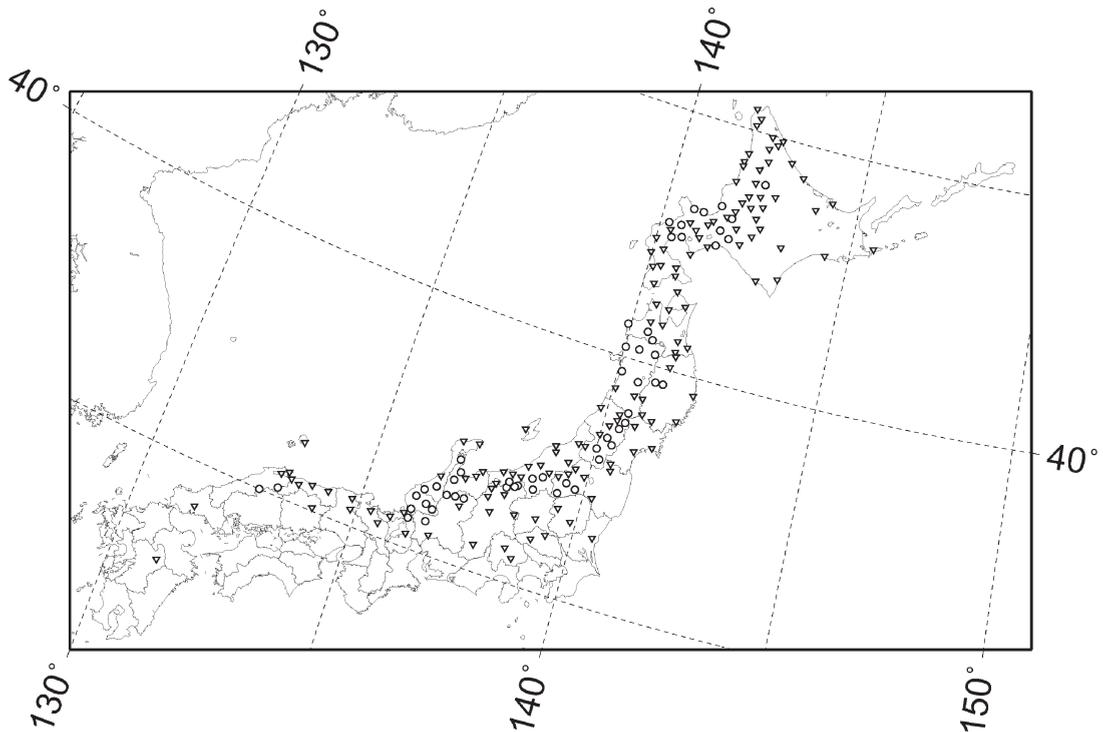


Fig. 4 Result of the t -test (1% level) on the normalized maximum snow depth of the 2006 winter season (z_{2006}). The symbol ○ (▽) indicates that the relation $z_{2006} > \bar{z}_{2006}$ ($=0.77$) is statistically significant (not significant) under the one-sided t -test (1% level). Data from stations at which the mean of the maximum snow depth exceeds 10cm are used for the analysis.

れた。山形県東部、新潟県南部から福島県南西部にかけて、福井県東部から石川県および富山県西部にかけて、島根県から広島県にかけての地域がそれである。

最深積雪の23冬季平均値 \bar{d} に対する、規格化した2006冬季最深積雪の散布図を第5図に示す。第5図を見ると、 $\bar{d} \sim 130$ cm を境に特徴が異なる。 $\bar{d} < 130$ cm の地点には正負いずれの z_{2006} も見られるのに対して、 $\bar{d} > 130$ cm の地点は全て $z_{2006} > 0$ である。すなわち、通常でも積雪の多い地域では平年より多い最深積雪になる傾向が強かったといえる。後述の雪氷災害発生地域の近くでは、北海道岩見沢、岩手県湯田、新潟県湯沢、福井県九頭竜、鳥取県大山などにおいて \bar{d} が約130 cm 以上かつ $z_{2006} > 1$ となった。 $\bar{d} > 130$ cm において、 $z_{2006} = 1$ は積雪深にして平均値より20~60 cm 多かったことを表す。これを通常の多雪年と考えれば、いわば通常の多雪年以上に積雪の多かった豪雪地点が存在していたということになる。

対照的に、北関東から東北部太平洋側にかけて、及び道東など、脊梁山脈より季節風の風下側の地域では、 z_{2006} の負となる地点が多かった。特に北関東から長野県中部にかけては z_{2006} が-2前後と通常より顕著に少ない積雪であった。また輪島から新潟平野にかけて、および山陰海岸付近においても z_{2006} が負となっており、2006冬季は最深積雪分布の偏りが大きかったことを示している。

大きな z_{2006} が集中した地域のスケールは300 km から500 km 程度であった。児玉ほか (1995) は12冬季の日降水量をコンポジットし、このスケールの局所的降水には季節風時に出現するメソ擾乱が寄与していたことを示した。 z_{2006} の分布に見られた通常より顕著に多い積雪の集中についても、そのようなメソ擾乱の寄与が考えられる。

大きな z_{2006} の見られた地域、言い換えれば、通常より積雪の多かった地域では、多くの雪氷災害が発生した。例えば、北海道岩見沢における雪庇の落下や積雪荷重による建物被害、秋田県乳頭温泉郷雪崩、新潟県土樽雪崩や新潟・長野両県にまたがる秋山郷の孤立、石川県における住宅地近くの雪崩、島根・広島県境付近における通常雪の少ない地域での家屋被害、などが報告されている (佐藤, 2006b)。多雪と災害との関連については、単に多雪であっただけでなく、2006冬季には12月の最初から連続的な降雪があったこと、低温が続く中での降雪であったことなどが指摘されている。しかし、本稿では冬季最深積雪を使用し、冬季

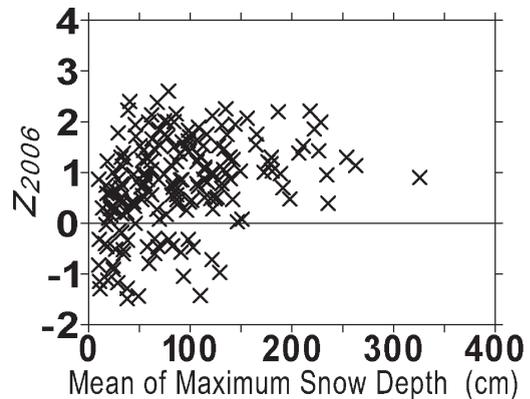


Fig. 5 Normalized maximum snow depth of the 2006 winter season plotted against the 23-winter-season mean of the maximum snow depth. Data from stations at which the mean of the maximum snow depth exceeds 10cm are used for the analysis.

全体をひとつの事例と見なして抽出される特徴を扱っている。2006冬季における季節内の変化と雪氷災害については本稿の範囲外であり、佐藤 (2006b) の報告などを参照していただきたい。

本稿で解析した観測地点は海岸沿いから山沿い、中山間地と言われるところにある。山形・宮城両県以南においては内陸部で2006冬季最深積雪の多くなる傾向があったが、さらに標高の高い山岳地ではやや様相が異なる。防災科学技術研究所雪氷防災研究センターで (最長の地点で) 1990年から行っている山地積雪観測 (阿部・清水, 2000; 山口・佐藤, 2005) によると、2006冬季は新潟県南部と石川県の観測点で最深積雪の記録を更新したが、平均的な値を示した地点もいくつかあった (佐藤, 2006b)。その理由については、現時点では明らかになっていない。中山間地、あるいは内陸で多い積雪分布が示されたとき、その特徴が中山間地のみでなく標高の高い山岳地域にどの程度現れるのか、今後調査をしていく必要がある。

4. まとめ

2005/2006冬季は広範囲にわたる豪雪となり、雪氷災害が多発した。この冬季の最深積雪について、年々の変動を考慮した分布を解析した。その結果、2006冬季最深積雪は、山形・宮城両県以南においては内陸部で多くなる傾向があり、かつ、特定の地域に集中して多くなる傾向は全国にわたって見られた。通常より顕

著に多い最深積雪となったのは、道央地方の山地近傍、青森県から秋田県北部にかけて、山形県東部、新潟県南部から福島県南西部にかけて、福井県東部から石川県および富山県西部にかけて、島根県から広島県にかけてであった。これらは、雪氷災害の多く発生した地域である。また、通常でも積雪の多い地域で特に平年より多い最深積雪になる一方、通常より顕著に積雪の少なくなる地域があり、2006冬季は冬季最深積雪分布の偏りが大きかったと言える。

本稿では23年分の資料を解析したが、それ以前からの雪尺データと整合性を持った解析ができれば、さらに長期の変動の中で平成18年豪雪の位置づけを考えることができよう。年々の変動が気象循環場とどのような関係にあったか、関係づけながら解明していくことも重要である。また、山形・宮城両県以南においては内陸部で多かったとはいえ、全国的に見て、特に積雪の多かった地域は集中して現れている。これについては山地や自治体等のデータを用いた詳細な解析とともに、そのような積雪の集中がどのように形成されるのか、明確な説明ができるよう、降積雪過程の解明を進めていく必要がある。

謝 辞

本研究の一部は、平成17年度科学研究費補助金（特別研究促進費）『2005-06年冬期豪雪による広域雪氷災害に関する調査研究（課題番号17800006，研究代表者：佐藤篤司）』によります。作図にはGMTを使用しました。

参 考 文 献

- 阿部 修，清水増治郎，2000：積雪分布と気象観測資料（2）（1992/93年～1995/96年4冬期），防災科学技術研究所研究資料，（201），284pp.
- 飯田 肇，2004：北アルプスの近年の積雪変動と山岳遭難，登山研修，19，105-114.
- 石坂雅昭，2006：温暖な積雪地域「湿り雪地域」におけ

る月最深積雪の平年値の上限について，雪氷，68，179-190.

- 気象庁，2005：気象観測統計の解説，気象庁ホームページ，電子閲覧室，<http://www.data.kishou.go.jp/mdrr/shishin/index.html>，126pp.（2006年9月9日現在）
- 気象庁，2006：平成18年豪雪のデータ，気象庁ホームページ，電子閲覧室，<http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>.（2006年9月9日現在）
- 児玉安正，中山高德，尾崎尚則，1995：冬季季節風時にみられる東北日本の100 km から数100 km スケールの降水変動，天気，42，85-96.
- 栗原弘一，2004：コメント：東北地方の気候変化・変動，天気，51，801-804.
- 中井専人，2004：“ひと降り降雪”による降雪特性の把握，寒地技術論文・報告集，20，93-98.
- 中井専人，2006：平成18年豪雪における降雪の特徴，雪氷，68，318-321.
- Nakamura, T. and O. Abe, 1998：Variation in amount of snow, winter precipitation and winter air temperatures during the last 60 years in Shinjo, Japan, Rep. Natl. Res. Inst. Earth Sci. Disast. Prev., (58), 1-14.
- 佐藤篤司，2006a：平成18年豪雪，消防防災，（16），69-74.
- 佐藤篤司，2006b：平成17年度科学研究費補助金（特別研究促進費）『2005-06年冬期豪雪による広域雪氷災害に関する調査研究（課題番号17800006，研究代表者：佐藤篤司）』研究成果報告書，197pp.
- 消防庁，2006：今冬（平成17年12月以降）の雪による被害状況等（第61報），消防庁ホームページ（<http://www.fdma.go.jp/index.html>），災害情報，（2006年9月9日現在）
- 山口 悟，佐藤篤司，2005：新潟県中越地域における積雪深の経年変化，寒地技術論文・報告集，21，296-301.
- 湯田憲一，1999：降積雪量からみた最近数十年の天候の特徴，ゆき，（35），26-29.

Characteristics of the Heavy Snow of
the 2006 Winter Season in Japan Indicated by
the Normalized Maximum Snow Depth

Sento NAKAI and Katsushi IWAMOTO*

* *Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science
and Disaster Prevention, Suyoshi, Nagaoka, 940-0821, Japan.*

(Received 26 June 2006 ; Accepted 9 September 2006)

Abstract

Heavy snowfall in the winter of 2005/2006 resulted in many disasters and accidents in Japan. The characteristics of the heavy snow were analyzed using the normalized maximum snow depth considering the year-by-year variation. The normalized maximum snow depth was large in some specific areas. It had a tendency to be larger in inland areas than in the coastal areas in and to the south of Yamagata and Miyagi Prefectures. Many snow and ice damages occurred in areas where significantly large values of normalized maximum snow depth were analyzed. The anomaly of the snow depth tended to be large in areas where 23-year mean of the maximum snow depth was large. On the other hand, a significant negative anomaly was analyzed in other areas. The uneven distribution of the normalized snow depth was also a characteristic of the 2005/2006 winter season.
