



報 道 発 表

平成 30 年 3 月 22 日
気 象 研 究 所

平成 29 年 3 月 27 日栃木県那須町における 表層雪崩をもたらした短時間大雪について

～閉塞段階の南岸低気圧に伴う 3 月として約 20 年に 1 度の稀な現象～

平成 29 年 3 月 27 日に栃木県那須町の山岳域において、短時間の大雪により表層雪崩が発生しました。この大雪は 3 月としては約 20 年に 1 度の稀な現象でした。本事例の短時間大雪は関東付近を通過する閉塞段階の南岸低気圧に伴う雲によりもたらされており、過去においても同様な気象条件のもとで短時間大雪が発生していたことがわかりました。本事例では、上記に加えて、地形の影響によって局地的に降雪が強化されたことも数値シミュレーションの結果から示唆されています。これらの研究成果は 3 月 15 日付で科学誌「雪氷」に掲載されました。

平成 29 年 3 月 27 日に栃木県那須町的那須温泉ファミリースキー場付近の山岳地で表層雪崩が発生し、高校生ら 8 名が犠牲となりました。表層雪崩の発生には短時間での多量の降雪が要因となることが指摘されています。このため、気象研究所予報研究部第三研究室 荒木健太郎研究官は、文部科学省科学研究費補助事業「2017 年 3 月 27 日に栃木県那須町で発生した雪崩災害に関する調査研究」の一環として、1989～2017 年の那須における降雪に関する統計解析に加え、3 月 27 日の大雪について事例解析を行い、那須における短時間大雪の発生条件や降雪強化メカニズムについて調べました。

その結果、那須において 3 月 27 日と同規模の大雪は約 3 年に 1 度起こっているものの、この大雪は 3 月としては約 20 年に 1 度の稀な現象だったことがわかりました（詳しい解説は別添）。那須で雪が降る気圧配置パターンは、西高東低の冬型の気圧配置が 63%、低気圧が 30%であり、いずれも降雪時間が長いほど大雪になるという特徴が見られました。しかし、低気圧による大雪の場合には例外的に短時間で大雪になることがあり、これらの事例の多くは閉塞段階の低気圧が関東付近を通過していたことが明らかになりました。閉塞段階の低気圧中心の北西象限では降雪が強まりやすいことが米国東海岸における調査では報告

されており、日本国内の低気圧に伴う降雪を扱った本研究でも整合的な結果が得られました。

3月27日の大雪においても閉塞段階の南岸低気圧とその西側で発達した低気圧が関東の南東海上を通過しており、これら二つの低気圧に伴う雲が一体化し、閉塞段階の低気圧の特徴を持つ雲システムが那須に大雪をもたらしていました。高分解能数値シミュレーションの結果、このような気象条件に加えて、地形の影響によって那須岳の北～東斜面で降雪が強化され、局地的に短時間大雪が発生していたことが示唆されました。

今回の研究成果は、雪崩防災という社会性の高いテーマに関連することとして、日本雪氷学会の科学誌「雪氷」に掲載されました。気象研究所では、引き続き大雪などによる災害をもたらす現象の実態把握とメカニズム解明に取り組み、防災気象情報の高度化に資する研究を続けていく予定です。

問合せ先： 気象研究所企画室（広報担当）

電話 029-853-8535 FAX 029-853-8545

本研究の成果の詳しい解説

栃木県那須町で雪崩事故の発生した 2017 年 3 月 27 日には、閉塞段階の南岸低気圧とその西側で発達した低気圧が関東の南～南東の海上にあり（別添 2 参照）、これら二つの低気圧に伴う一体化した雲システムが那須に大雪をもたらしていました。

アメダス那須高原の 1989～2017 年の雪観測データをもとに、那須における降雪の特性について統計解析を行ったところ、2017 年 3 月 27 日の事例と同規模の大雪は約 3 年に 1 度発生していたものの、本事例は 3 月としては 19 年に 1 度の稀な現象であったことがわかりました（図 1）。那須での日降雪深（1 日間の降雪深の合計）が 10cm 以上の 226 事例について気圧配置パターンを分類したところ、西高東低の冬型の気圧配置が 63%、南岸低気圧が 30%であり（表 1）、いずれも日降雪時間が長いほど日降雪深が大きいという特徴がありました（図 2）。しかし、低気圧による降雪の場合には例外的に短時間で大雪になることがあります（図 2 で年月日を記載した事例）、これらの事例の多くは 2017 年 3 月 27 日の事例を含め、閉塞段階の低気圧が関東付近を通過していたことがわかりました（別添 2 参照）。米国東海岸における低気圧を対象とした調査から、閉塞段階の低気圧中心の北西象限の雲域では、暖かく湿った空気の流入に伴って降雪結晶が急激に成長する「生成セル」が形成され、降雪が強まりやすいということが知られています。本研究では日本国内の南岸低気圧による降雪を扱いましたが、米国東海岸における先行研究と整合的な結果が得られました。

本事例について、水平解像度 250m の気象庁非静力学モデル（NHM ; Non-Hydrostatic Model）による数値シミュレーションを行ったところ、アメダス那須高原で観測された気象状況をよく再現できました（図略）。数値シミュレーションの結果によれば、那須岳の北東斜面において降雪が集中していました（図 3）。また、観測・数値シミュレーション結果ともに降雪が強まった時間には、低気圧接近とともに北東寄りの風が強まり、那須岳の風上側（北東側）の斜面上空で発生した地形性上昇流が $-10 \sim -5^{\circ}\text{C}$ の液体の雲（過冷却の水雲）を形成し、この雲の層で降雪が強まっていました（図 4）。

上中層に降水をもたらす雲（種をまく雲、**Seeder Cloud**）があり、下層にも雲（種をまかれる雲、**Feeder Cloud**）がある場合、下層での降水粒子の成長が促進されて降水が強まるという「**Seeder-Feeder** メカニズム」が働くことが知られています（図 5）。現地調査結果では、雲粒付着のない板状結晶からなる降雪が表層雪崩の要因となる弱層を形成し、その上部に積もった新雪は雲粒付着した降雪結晶だったと報告されています（防災科学技術研究所、那須町雪崩災害調査（2017 年 3 月 28 日実施））。本研究の数値シミュレーションでは、那須岳において 27 日 0 時前後の地形の影響をあまり受けていない雲粒付着のない降雪の後、地形の影響により発生した下層の過冷却水雲に種まきされて強化された雲粒付着のある降雪の持続が表現されていました。シミュレートされた那須岳での降雪特性は現地調査結果で得られた積雪特性と整合しており、表層雪崩発生に重要な弱層形成に至る降雪をある程度再現できたと考えられます。本事例では、閉塞段階の低気圧の北西象限での降雪だったことに加え、那須岳の北東斜面上空で局地的に **Seeder-Feeder** メカニズムによる降雪の強化・

集中が起こったことで、表層雪崩をもたらした短時間大雪が発生したことが示唆されます。

冬型の気圧配置時に日本海上で発達する降雪雲は基本的に積乱雲であり、樹枝状結晶による雪片や霰などが多く見られます。一方で低気圧に伴う降雪雲では、低温型結晶と呼ばれる表層雪崩の発生しやすい降雪結晶などが多く、表層雪崩のリスクも高いと考えられます。これらのことから、冬型の気圧配置ではなく閉塞段階にある南岸低気圧に伴って那須で大雪が予想される場合には、表層雪崩発生リスクが高まると考えられます。ただし、大雪が予想される場合には雪崩以外にも見通しの悪化や立ち往生のおそれがあるため、いずれにしても山岳域での活動には留意が必要です。

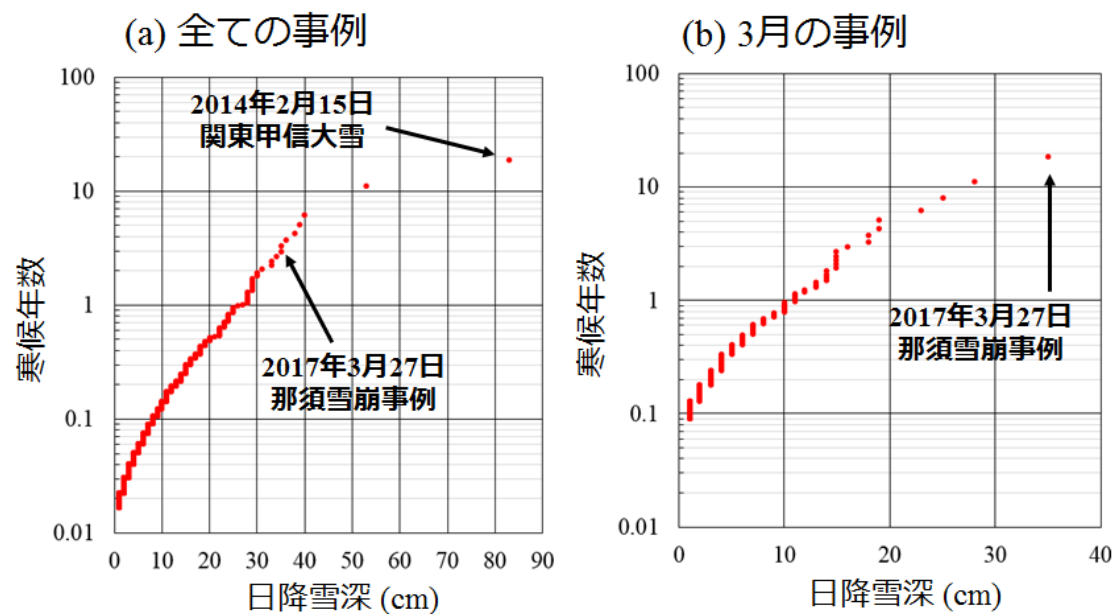


図 1. アメダス那須高原における日降雪深の再現期間曲線。(a) 日降雪深が 1cm 以上の全ての事例を対象にしたもの、(b) 3 月の事例のみを対象にしたもの。横軸は日降雪深 (cm)、縦軸は寒候年数 (対数軸) を表す。

表 1. 1989 年 11 月～2017 年 4 月のアメダス那須高原で、日降雪深 10cm 以上の事例について分類した気圧配置パターン。

略称	パターン	事例数	割合%	説明
WIN	冬型	142	62.8	冬型の気圧配置時の降雪
SCC	南岸低気圧	57	25.2	前線を伴う温帯低気圧（南岸低気圧）による降雪
SCCNF	低気圧	11	4.9	前線を伴わない本州南岸の低気圧による降雪
Other	その他	16	7.1	停滞前線，二つ玉低気圧などによる降雪

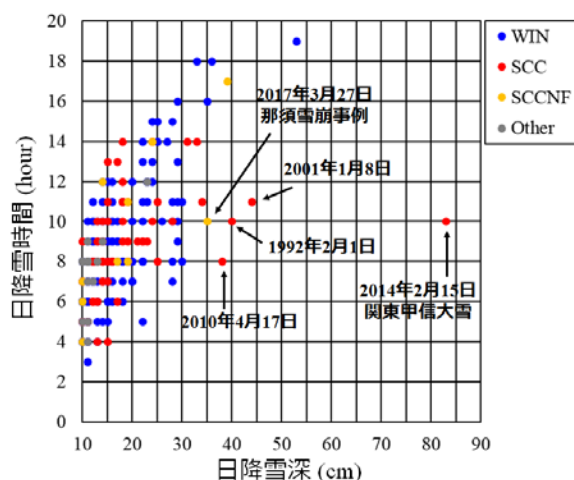


図 2. 気圧配置パターン毎の、アメダス那須高原における日降雪深と日降雪時間の関係。マークはそれぞれ青が西高東低の冬型 (WIN)、赤が前線を伴う南岸低気圧 (SCC)、オレンジが前線を伴わない低気圧 (SCCNF)、灰色がその他 (Others) を意味する。短時間で大雪となった事例については年月日を記載している。全体的に降雪時間が長いほど降雪深も大きくなっているが、低気圧の事例については例外的に短時間で大雪になるケースがあることがわかる。なお、2017 年 3 月 27 日の事例は前線を伴わない低気圧 (SCCNF) に分類されているが、二つの低気圧に伴う雲が一体化しており、閉塞段階の低気圧に伴う雲システムの特徴を持っていた (別添 2 参照)。

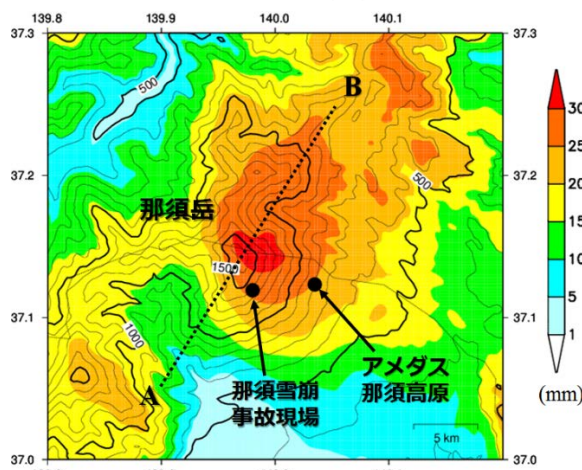


図 3. NHM による 2017 年 3 月 26 日 21 時～27 日 15 時の雪による積算降水量分布 (塗り分け、mm)。等値線はモデルにおける標高 (太線は 500m 毎、細線は 100m 毎) を意味する。那須岳山頂付近を東西に通る黒い細実線は県境を意味する。数値シミュレーションの結果では、那須岳の北東斜面で降雪が集中していた。

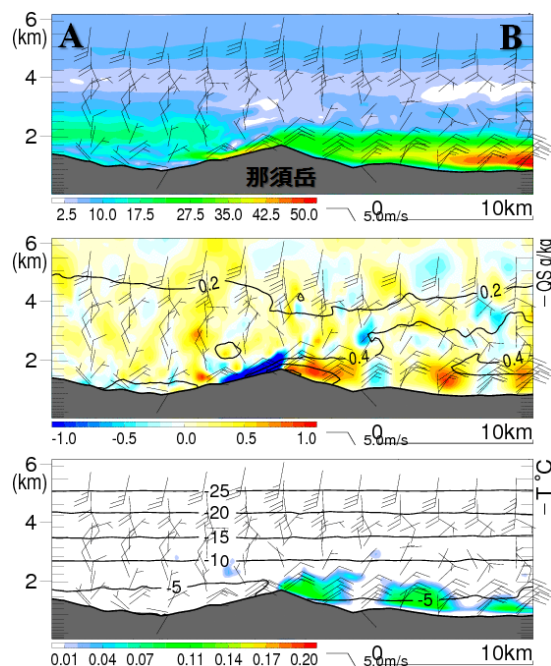


図 4. NHM で再現された 27 日 8 時 30 分の那須岳周辺の気象場の鉛直構造 (図 3 の AB 線分に沿った鉛直断面図)。上から順に水蒸気供給量 (塗り分け、 $\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、鉛直流 (塗り分け、 m s^{-1}) と雪混合比 (等値線、 g kg^{-1})、雲水混合比 (塗り分け、 g kg^{-1}) と気温 (等値線、 $^{\circ}\text{C}$)。矢羽は各高度における水平風を表す。混合比は乾燥空気に対する雪の質量の比のこと。鉛直流は暖色が上昇流、寒色が下降流を意味する。

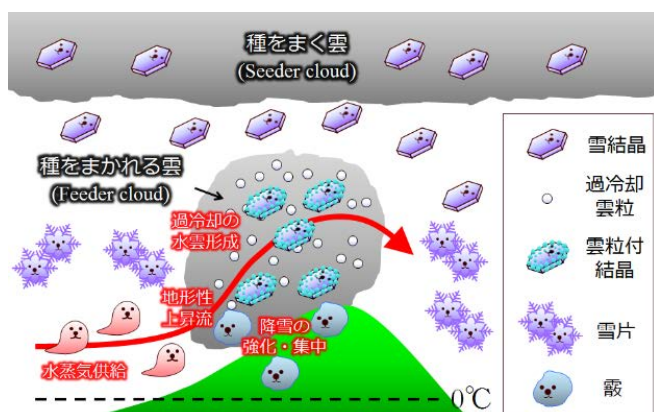


図 5. Seeder-Feeder メカニズムの概念図。風が強まり水蒸気が供給され、山岳風上斜面で発生した地形性上昇流により過冷却の水雲（種をまかれる雲）が形成される。そこに上空の雲（種をまく雲）から雪が降り、過冷却の水雲内で雲粒捕捉成長によって雪が成長する。これにより下層の雲で降雪が強化され、山岳風上斜面で局地的に短時間大雪がもたらされたことが示唆される。

○雪氷 3月15日付で掲載された論文

荒木健太郎, 2018: 低気圧に伴う那須大雪時の表層雪崩発生に関わる降雪特性. 雪氷, 80, 131-147.

2018年3月15日オンライン発表:

http://www.mri-jma.go.jp/Dep/fo/fo3/araki/data/Araki2018_Nasu_Heavysnowfall.pdf

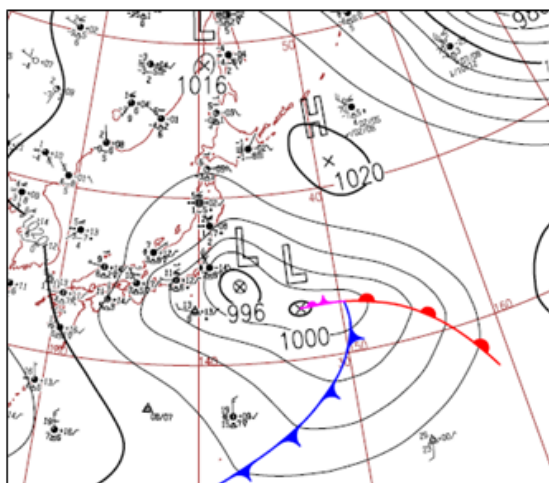
謝辞

本研究は、気象研究所重点研究「A1 メソスケール気象予測の改善と防災気象情報の高度化に関する研究」（平成26～30年度）の「副課題3：顕著現象の実態把握・機構解明に関する事例解析的研究」と、文部科学省科学研究費補助事業「2017年3月27日に栃木県那須町で発生した雪崩災害に関する調査研究」（課題番号：17K18453）、「首都圏の高精度雨雪判別手法確立に向けた降雪機構の実態解明」（課題番号：17K14394）の一環として実施したものです。

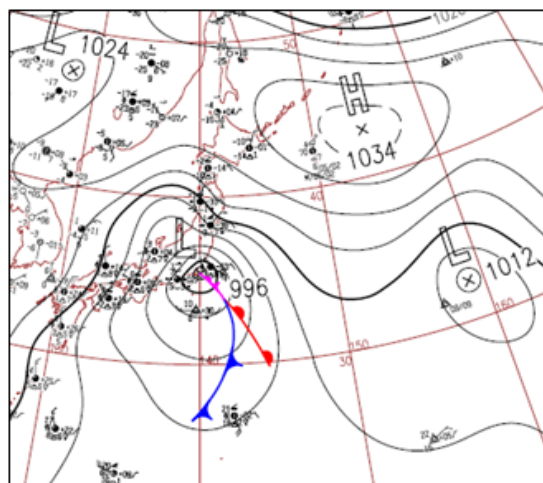
短時間大雪発生時の地上天気図

那須において短時間大雪が発生した 4 事例における地上天気図。いずれも閉塞段階の南岸低気圧が関東付近を通過しており、那須はこの低気圧中心の北西象限に位置する。2017 年 3 月 27 日の事例については、気象衛星観測結果等から二つの低気圧に伴う雲が一体化しており、閉塞段階の低気圧に伴う雲システムの特徴を持っていた。

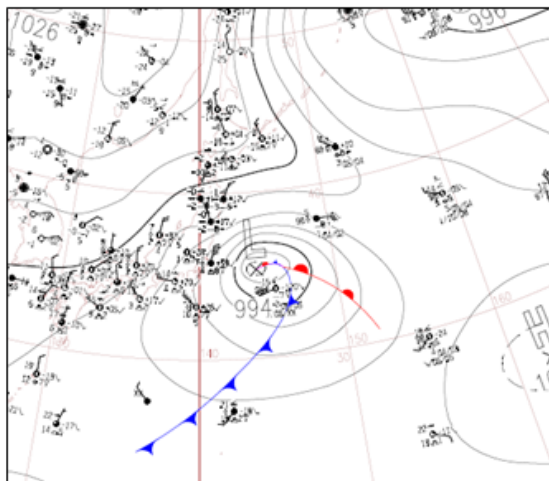
(a) 2017年3月27日9時



(b) 2014年2月15日9時



(c) 2001年1月8日15時



(d) 1992年2月1日9時

