

研究ノート

身近に見られる積雪の造形美の生成条件の解明 —北海道新聞読者からの写真を用いた解析—

直井和子^{1*}, 亀田貴雄², 橋井 潤³, 樋口敬二⁴

要 旨

2011年1月に札幌市内で雪まりもが観察されたことから、同様の観察事例が北海道内で多くあると考え、2012年12月から2013年3月にかけて「雪まりもの写真を集めるキャンペーン」を北海道新聞社が実施した。その結果、読者から42枚の写真が集まったが、そこには雪まりもに加えて、他の5種の積雪の造形美(雪だま、雪まくり、雪まくり(自動車のフロントガラス)、雪ひも、渦巻き雪ひも)の写真があった。本論文ではこれらの写真の中で代表的なものを紹介する。また、積雪の造形美42例の撮影地に最も近いアメダス観測点の気象データを用いて、積雪の造形美が生成された気象条件を推定し報告する。

キーワード: 積雪の造形美, 雪まりも, 雪だま, 雪まくり, 雪ひも, 渦巻き雪ひも, 気象条件, 北海道新聞

Key words: snow beauties, yukimarimo, snow balls, snow rollers, snow strings, snow swirls, meteorological conditions, The Hokkaido Shimbun Press

1. はじめに

2011年1月14日、北海道札幌市豊平区月寒の吹雪後の雪原にて、直径0.5~2cm程度の球形の雪の固まりを撮影し、その結果を「日本にも雪まりもがあった」として報告した(直井・樋口, 2011)。その後、札幌市手稲区在住の東海林明雄博士から2011年1月11日に札幌市手稲区稲穂にて同様な球形の雪の固まりを観察したとの連絡を受けた。観察時は風が強くこれまでに見たことのない雪の玉が転がっていたので、不思議に思い撮影をしたという。この情報をきっかけとし、他にも同様の

事例が見つければ雪まりもの形成条件を知る手掛かりになると考え、市民への観察事例の情報提供を樋口が橋井に提案した。これに基づき、北海道新聞社が2012年12月から2013年4月にかけて読者からの写真提供を依頼する記事を3回掲載した(橋井, 2014)。

その結果、雪まりもを含め北海道内で撮影された多様な形態の積雪の写真42枚を集めることができた。本報告では市民から提供を受けた写真を紹介すると共に、その撮影事例について撮影時の気象条件および撮影時から6時間前の時間帯で生成されたと推定した場合の気象条件を報告する。

2. 積雪の造形美の例

北海道内で撮影された雪まりも、雪だま、雪まくり、雪まくり(自動車のフロントガラス)、雪ひも、渦巻き雪ひもなど42枚の写真を集めることができた。表1に撮影日時、撮影場所、撮影者名(敬称略)をまとめ、図1に各分類の代表的な写真

1 日本雪氷学会会員

〒062-0041 札幌市豊平区福住1条2丁目1-1-101

2 北見工業大学社会環境工学科

〒090-8507 北海道北見市公園町165番地

3 北海道新聞社

〒060-8711 札幌市中央区大通西3丁目6

4 名古屋大学名誉教授

〒470-0154 愛知郡東郷町和合ヶ丘1-12-4

* 連絡先: goorei@yahoo.co.jp

表1 集まった42枚の写真の撮影日時, 撮影場所, 撮影者(敬称略).

名称	事例・図番号	撮影日時	撮影場所	撮影者
雪まりも	1	2010/3/14 8:40	札幌市豊平区	田岡充夫
	2 図1a	2011/1/11 11:49	札幌市手稲区	東海林明雄
	3 図1b	2011/1/14 11:00	札幌市豊平区	直井和子
	4	2013/1/4 8:00	音更町	松崎紘一
	5	2013/2/5 7:30	札幌市豊平区	大竹由紀子
	6	2013/2/5 12:15	札幌市清田区	直井和子
	7	2013/2/5 13:40	札幌市豊平区	直井和子
	8	2013/3/10 15:10	帯広市	後藤絹代
雪だま	1	1998/1/7 10:00	北斗市	滝沢秀美
	2	2004/2/25 10:18	音更町	大友淳一
	3	2008/1/5 14:44	石狩市	村松鞠子
	4	2011/12/11 14:00	江別市	原 利文
	5 図1c	2012/1/2 15:30	石狩市	田辺正信
	6	2012/1/14 16:30	札幌市清田区	蝦名富美子
	7	2012/12/6 16:00	深川市	島下拓也
	8	2012/12/9 9:00	鹿部町	中東信子
	9	2013/1/25 6:37	新篠津村	上坂剛士
雪まくり	1	2005/3/15 10:00	稚内市	疋田英子
	2	2008/3/16 13:10	千歳市	坂田 勲
	3	2009/1/29 10:30	北竜町	前田博之
	4	2009/1/29 11:20	北竜町	白岡直樹
	5	2009/2/25 14:51	江別市	中澤美津子
	6	2009/3/6 11:13	江別市	中澤美津子
	7 図1e	2012/4/8 11:00	小樽市	水野真紀子
	8 図1d	2012/12/6 8:20	小樽市	奥田宣夫
	9	2012/12/18 12:00	函館市	菅谷博之
	10	2012/12/21 8:30	札幌市豊平区	直井和子
	11	2013/2/2 7:50	札幌市西区	長田顕子
	12	2013/2/27 11:34	稚内市	疋田英子
	13	2013/2/28 6:00	札幌市豊平区	大井英子
雪まくり (自動車の フロントガラス)	1	2010/12/23 11:25	札幌市西区	福原正巳
	2	2012/11/19 7:30	札幌市中央区	竹野孝敏
	3 図1f	2013/4/19 8:00	北広島市	松村 岳
	4	2013/4/19 8:30	札幌市豊平区	直井和子
	5	2013/4/19 9:30	札幌市豊平区	直井和子
雪ひも	1 図1g	2012/1/19 8:58	旭川市	富田光雄
	2	2012/1/20 8:46	旭川市	富田光雄
	3	2012/4/12 7:28	斜里町	浦田初雄
	4	2013/1/15 10:45	旭川市	米山 宏
	5	2013/1/25 7:00	恵庭市	野呂正得
渦巻き雪ひも	1	2011/12/5 15:50	岩見沢市	山田小夜子
	2 図1h	2012/2/13 6:30	札幌市北区	白岩洋子

を示す。以下にそれぞれの形状の特徴を記載する。

図1a, 1bに雪まりもを示す。雪まりもとは南極ドームふじ基地で発見された直径0.5~3cm程度の球形で、軽くふわふわしていることが特徴である(Kameda *et al.*, 1999; 亀田, 2005)。北海道での観察場所は、雪原の中の樹木のそば、近くに

柵や橋のある河川敷、マンションのベランダ、建物にさえぎられた吹きだまりのできやすい駐車場であった。

図1cに雪だまを示す。これは乾いた積雪または湿った積雪からできており、直径10~20cm程度(ソフトボールからハンドボール大)の球形で、硬いことが特徴である。海岸、水田地帯、学校の



図 1 2012 年 12 月から 2013 年 3 月までに北海道内の市民から寄せられた積雪の造形美の代表的な写真. a, b: 雪まりも, c: 雪だま, d: 雪まくり (平地), e: 雪まくり (斜面), f: 雪まくり (自動車のフロントガラス), g: 雪ひも, h: 渦巻き雪ひも.

校庭など、開けた場所で観察され、雪だまが長距離移動した軌跡が残っている場合もあった。

図1d, 1eに雪まくりを示す。乾いた積雪または湿った積雪からできており比較的硬く、直径10cm~1m程度の俵型である。山や森林の斜面にできやすいが、暖かく風の強い日は海岸、田畑、校庭などの平地でも観察されることもあった。この形状の積雪が形成される要因として、風によるきっかけのほか、人や動物がきっかけになる場合がある。図1eは小樽市の潮見台シャンツェ（スキージャンプ台）の上部で子供が落とした小さな雪が下に落ちるにつれて成長した直径1m程度の雪まくりである。また、雪まくりの開始点にキツネなどの足跡が観察されていることから動物の歩行もそのきっかけになると考えられる。

図1fに自動車のフロントガラスにできる雪まくりを示す。これは、湿った積雪からできており比較的硬く、直径5~20cm程度の俵型あるいは中央から巻いたものである。

図1gに雪ひもを示す。雪ひもは高橋(1980)でも示されているが、長く曲がりくねった形状の積雪で、太い形状と細い形状がある。太くうねった形状は樹木や橋の欄干に見られ、細い形状は電柱に張り付いたものと自動車のナンバープレートに垂れ下がったものが観察された。

図1hに渦巻き雪ひもを示す。細い雪ひもが渦を巻いているのが特徴である。玄関の窓ガラスの着雪が渦を巻いて垂下した状態で観察された。

3. 積雪の造形美の生成時の気象条件

3.1 推定方法

2章で紹介した42事例の撮影地に最も近いアメダス観測点の気象データを用いて、積雪の造形美生成時の気象条件を推定した。写真の撮影地とアメダス観測所との距離(1/50000地形図使用)を表2にまとめた。表3は同種の事例が観察された気象条件をまとめた。ここで、表3aは気象庁HPで公開している10分間隔のアメダスデータを用いて、撮影時の気温、平均風速(10分間での平均風速)、最大瞬間風速の範囲を示す。表3bは同じデータを用いて、撮影時から6時間前までの平均気温、平均風速、最大瞬間風速の範囲を示した。ここで、「撮影時」とは、写真が撮影された時

刻に最も近い10分間隔でのアメダスデータでの気温、平均風速、最大瞬間風速を意味する。また、表3bでは、例えば14:08に写真が撮影された場合、8:00から14:10までの36データを用いて気温と風速の平均値を計算し、この間での最大瞬間風速の最大値を求めた。

2008年9~12月以前の場合^{注1)}、最大瞬間風速が気象庁HPでは公表されていない。このため、表2で*印をつけた北斗、駒場、石狩、宗谷岬、支笏湖畔では撮影された月と同じ月での2014年の10分間隔の平均風速データを用いて、1ヶ月間での平均風速と最大瞬間風速との関係を求め、それを用いて写真撮影時の最大瞬間風速と撮影時から6時間前までの最大瞬間風速を推定した。なお、5地点での10分間の平均風速と最大瞬間風速との間の相関係数はそれぞれ、0.94, 0.98, 0.99, 0.97, 0.93であり、両者の関係は充分に有意であった。

3.2 推定結果

図2は3.1節に述べた方法で推定した結果である。図2aでは撮影時の気温と撮影時の最大瞬間風速との関係であり、図2bは撮影時から6時間前までの平均気温と最大瞬間風速との関係である。以下にそれぞれの積雪の造形美の生成条件を図2aおよび図2bを用いて説明する。

雪まわりも(観察事例:8例)はすべて気温がマイナスの時に観察でき、撮影時の気温と平均風速は $-12.0 \sim -1.5^{\circ}\text{C}$ および $2.3 \sim 11.1 \text{ms}^{-1}$ (撮影時から6時間前までの平均気温と平均風速は $-12.3 \sim -3.4^{\circ}\text{C}$ および $2.5 \sim 7.3 \text{ms}^{-1}$)であった。また、観察事例8例中7例が撮影時の最大瞬間風速で $8.7 \sim 18.4 \text{ms}^{-1}$ 、6時間前までの最大瞬間風速で $9.9 \sim 20.6 \text{ms}^{-1}$ を観測しており、マイナスの気温で乾いた積雪が比較的高い風速の時に生成したと推定できる。

雪だま(観察事例:9例)は比較的広い温度帯と幅広い風速範囲で観察できた。撮影時の気温と平均風速は $-10.5 \sim 4.0^{\circ}\text{C}$ および $2.4 \sim 10.7 \text{ms}^{-1}$ (撮影時から6時間前までの平均気温と平均風速は $-10.3 \sim 2.4^{\circ}\text{C}$ および $1.0 \sim 10.2 \text{ms}^{-1}$)であり、観

注1 気象庁HPでは地点により最大瞬間風速の公表開始の日付が異なる。例えば、宗谷岬では2008年9月9日0:10からであり、北斗では2008年12月17日14:30からである。

表 2 各撮影地で使用したアメダス観測所および撮影地からアメダス観測所までの直線距離 (1/50000 地形図使用).

名称	写真の撮影地	アメダス観測所	距離(km)
雪まりも	札幌市豊平区・美園駅駐輪場	札幌	5.2
	札幌市手稲区稲穂五条の畑地	山口	3.4
	札幌市豊平区・八紘学園雪原	札幌	7.9
	音更町内の堤防	駒場	7.5
	札幌市豊平区福住・マンション	札幌	7.6
	札幌市清田区美しが丘・駐車場	札幌	13.5
	札幌市豊平区福住・駐車場	札幌	7.5
雪だま	帯広市民家・庭先	帯広	1.6
	北斗市・七重浜海岸	北斗*	9.0
	音更町 西中音更・田畑	駒場*	12.1
	石狩市・石狩湾海岸	石狩*	5.0
	江別市・夕張川河川敷	江別	1.3
	石狩市・石狩湾海岸	石狩	5.0
	札幌市清田区平岡・田畑	札幌	11.9
	深川市・深川東高グラウンド	深川	2.0
	鹿部町・美駒平道路	森	14.7
	新篠津村・水田	新篠津	0.6
雪まくり	稚内市・宗谷岬周辺	宗谷岬*	0.6
	千歳市・オコタンペ湖に向かう道路の両側	支笏湖畔*	10.5
	北竜町・碧水地区の水田	石狩沼田	4.8
	北竜町・碧水地区の水田	石狩沼田	6.6
	江別市・野幌森林公園大沢口	江別	9.5
	江別市・野幌森林公園大沢口	江別	9.5
	小樽市・小樽潮見台シャンツェ	小樽	1.0
	小樽市・小樽海上技術学校中庭	小樽	3.1
	函館市・湯浜漁港	函館	3.0
	札幌市豊平区・月寒川河川敷	札幌	7.1
	札幌市西区・五天山の裾野	札幌	6.3
	稚内市・宗谷岬周辺	宗谷岬	0.6
	札幌市豊平区・月寒公園の池付近	札幌	5.5
雪まくり (自動車の フロントガラス)	札幌市西区宮の沢・駐車場	札幌	6.3
	札幌市中央区北4条・駐車場	札幌	0.7
	北広島市虹が丘・駐車場	恵庭島松	12.0
	札幌市豊平区福住・駐車場	札幌	7.1
	札幌市豊平区平岸・駐車場	札幌	5.3
雪ひも	旭川市西神楽・桂橋の欄干	旭川	8.6
	旭川市西神楽・桂橋の欄干	旭川	8.6
	斜里町文光町・車のナンバープレート	斜里	1.0
	旭川市・神楽岡公園の樹木	旭川	2.5
	恵庭市黄金中央の電柱	恵庭島松	4.9
渦巻き雪ひも	岩見沢市鳩が丘・玄関	岩見沢	1.6
	札幌市北区あいの里・玄関	札幌	12.2

*気象庁HPで10分間の最大瞬間風速が公表されていないため、10分間の平均風速から10分間での最大瞬間風速を推定した地点

察事例9例中6例は雪まりもよりも暖かい温度で生成したと考えられる。また、撮影時の気温がマイナスとプラスの事例があったことから気温0度

を境にした場合の気温と平均風速を比較した。撮影時の気温がマイナスの事例(5例、以下、「雪だまA」と記載)は気温-10.5~-0.3℃、平均風速

表3 各形態の積雪が生成された気象条件.

a. 撮影時			
名称	気温 (°C)	平均風速 (ms ⁻¹)	最大瞬間風速(ms ⁻¹)
雪まりも	-12.0 ~ -1.5	2.3 ~ 11.1	3.6 ~ 18.4
雪だま	-10.5 ~ 4.0	2.4 ~ 10.7	4.0 ~ 19.5
雪まくり	-2.4 ~ 5.0	1.0 ~ 11.8	2.6 ~ 19.0
雪まくり(自動車)	0.7 ~ 3.3	2.1 ~ 5.7	4.1 ~ 9.4
雪ひも	-17.7 ~ 2.2	0.3 ~ 2.3	1.1 ~ 4.1
渦巻き雪ひも	-4.8 ~ -1.1	3.6 ~ 7.0	6.5 ~ 12.8

b. 撮影時から6時間前まで			
名称	平均気温 (°C)	平均風速 (ms ⁻¹)	最大瞬間風速 (ms ⁻¹)
雪まりも	-12.3 ~ -3.4	2.5 ~ 7.3	6.2 ~ 20.6
雪だま	-10.3 ~ 2.4	1.0 ~ 10.2	6.6 ~ 21.3
雪まくり	-2.6 ~ 3.3	1.1 ~ 9.4	6.8 ~ 20.8
雪まくり(自動車)	0.6 ~ 1.6	2.0 ~ 3.6	7.0 ~ 10.4
雪ひも	-18.9 ~ 0.5	0.9 ~ 3.7	2.1 ~ 13.5
渦巻き雪ひも	-6.0 ~ -1.3	5.9 ~ 6.7	15.6 ~ 25.6

2.9~7.5 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 5.5~11.3 ms⁻¹ (撮影時から6時間前までの平均気温 -10.3~-0.8°C, 平均風速 1.4~5.1 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 6.6~14.1 ms⁻¹) であり, 撮影時の気温がプラスの事例 (4例, 以下, 「雪だま B」と記載) は気温 0.5~4.0°C, 平均風速 2.4~10.7 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 4.0~19.5 ms⁻¹ (撮影時から6時間前までの平均気温と平均風速は -0.9~2.4°C および 1.0~10.2 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 7.6~21.3 ms⁻¹) であった. 気温がマイナスで乾いた積雪を材料とする雪だま A に対し, 気温がプラスで濡れ雪を材料とする雪だま B の方が風速が高い傾向にあり, 乾いた雪に対してぬれ雪を移動させるのにより大きな風速が必要であるとの考えに整合的である.

雪まくり (観察事例: 13例) は撮影時の気温は -2.4~5.0°C であり, 1例を除き雪まりもよりも暖かい温度で観察されていた. また, 観察事例 13例中 12例は雪だま A よりも暖かい温度で観察されたが, 9例は雪だま B と同じ範囲内の気温で観察されていた. 6時間前までの平均気温は -2.6~3.3°C であり, 平均風速の範囲は比較的広く撮影時から6時間前までの平均風速で 1.1~9.4 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 6.8~20.8 ms⁻¹ であった. 雪まくりを観察できた場所の形状が平地と斜面に分かれたため, 各々の気温と平均風速を比較した. 平地 (海岸や水田地帯: 図 1d) で観察された事例 4例はすべてプラスの気温で観察され, 撮影時の気温

1.4~2.6°C, 平均風速は 3.1~7.4 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 7.7~11.5 ms⁻¹ (撮影から6時間前までの平均気温と平均風速は -1.0~0.7°C および 2.6~5.7 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 8.3~14.2 ms⁻¹) の時に生成したと推定される.

一方, 斜面 (山や河川敷: 図 1e) で観察された事例 9例は撮影時の気温は -2.4~5.0°C であり, 1例を除いてプラスの気温でできていた. 風速は幅広い風速範囲で観察でき, 平均風速は 1.0~11.8 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 2.6~19.0 ms⁻¹ (撮影から6時間前までの平均気温と平均風速は -2.6~3.3°C および 1.1~9.4 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 6.8~20.8 ms⁻¹) であった. このうち観察事例 4例については撮影時の気温と平均風速は 0.0~3.0°C および 1.8~5.4 ms⁻¹ であり, 下記に示す自動車のフロントガラスにできる雪まくりの気象条件と類似している.

自動車のフロントガラスでできる雪まくり (観察事例: 5例) は, 撮影時の気温と平均風速は 0.7~3.3°C および 2.1~5.7 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 4.1~9.4 ms⁻¹ (撮影から6時間前までの平均気温と平均風速は 0.6~1.6°C および 2.0~3.6 ms⁻¹, 最大瞬間風速は 7.0~10.4 ms⁻¹) であり, 気温が 1.0°C 前後の時にできると推定できる. また, 事例 5例のうち 3例については撮影前 2時間以内に雪または霰を観察, 1例については撮影の前日に雨・雪・霰を観察し, いずれも降雪深 1cm を記録してい

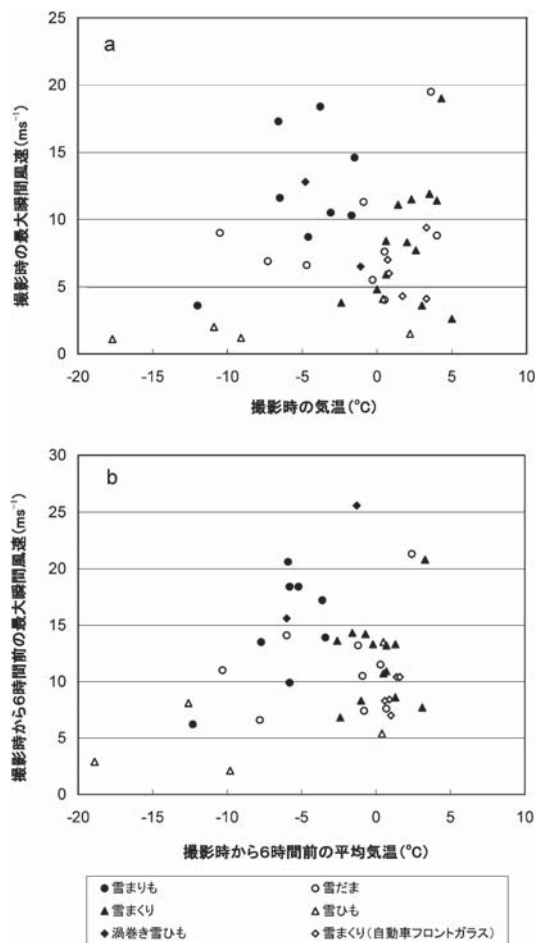


図 2 (a) 撮影時の気温と最大瞬間風速, (b) 撮影時から 6 時間前までの平均気温と最大瞬間風速との関係。

た。気温が 1.0°C 前後の時には降雪深 1 cm 程度の積雪はゆっくりと融雪すると考えられ、それがこのような形態の積雪を形作るのに寄与していたと考えられる。

雪ひも (観察事例: 5 例) は比較的広い温度帯と平均風速が低い時に観察することができ、撮影時の気温と平均風速は $-17.7 \sim 2.2^\circ\text{C}$ および $0.3 \sim 2.3 \text{ ms}^{-1}$ (撮影時から 6 時間前までの平均気温と平均風速は $-18.9 \sim 0.5^\circ\text{C}$ および $0.9 \sim 3.7 \text{ ms}^{-1}$) であった。また、観察事例 5 例のうち 4 例は撮影時の最大瞬間風速は $1.1 \sim 2.0 \text{ ms}^{-1}$ 、撮影から 6 時間前までの最大瞬間風速では $2.1 \sim 8.1 \text{ ms}^{-1}$ であり、今回集まった積雪の造形美の中でも比較的風速の

低い時に生成されたと推定できる。

渦巻き雪ひも (観察事例: 2 例) は撮影時から 6 時間前までの平均気温が $-6.0 \sim -1.3^\circ\text{C}$ で形成され、平均風速は $5.9 \sim 6.7 \text{ ms}^{-1}$ であった。いずれも撮影前 2~6 時間以内に降雪深 1~7 cm を観測し、撮影から 6 時間前までの最大瞬間風速は $15.6 \sim 25.6 \text{ ms}^{-1}$ と比較的大きな風速を観測していた。また、玄関の窓ガラスに付着した積雪が融雪する際、比較的高い風速を観測していたと考えられ、それがこのような形態の積雪を形づくのに寄与していたと考えられる。

上記の生成条件の範囲を図 3 に示す。ここではそれぞれの積雪の造形美が撮影時に生成されたと仮定した場合 (図 3a) と撮影時から 6 時間前までの気象条件で生成されたと仮定した場合 (図 3b) の範囲とした。すでに述べたように、それぞれの積雪の造形美ごとに生成される温度・風速領域が異なることがわかる。雪だまの生成条件の範囲は図 3a, 図 3b とともに広く、次に雪まくりの生成条件の範囲が広がった。一方、自動車のフロントガラスでできる雪まくりは、雪面でできる通常の雪まくりの生成条件の範囲の中に入った。また、雪まりもは温度の低下とともに、低い風速でも生成する傾向を示した。雪ひもは風速が比較的低い条件で幅広い温度範囲で観察できることがわかる。

4. まとめ

本研究で報告した積雪の造形美の特徴と推定した生成条件を以下にまとめる。

1) 雪まりもは、乾いた積雪からなる直径 0.5~2 cm 程度の球形をしており、推定した生成条件は、気温 $-12.0 \sim -1.5^\circ\text{C}$ 、平均風速 $2.3 \sim 11.1 \text{ ms}^{-1}$ 、最大瞬間風速 $3.6 \sim 18.4 \text{ ms}^{-1}$ である。

2) 雪だまは、乾雪あるいは湿雪の直径 10~20 cm 程度の球形をしており推定した生成条件は、気温 $-10.5 \sim 4.0^\circ\text{C}$ 、平均風速 $2.4 \sim 10.7 \text{ ms}^{-1}$ 、最大瞬間風速 $4.0 \sim 19.5 \text{ ms}^{-1}$ である。このうち乾いた積雪からなる雪だま A の生成条件は、気温 $-10.5 \sim -0.3^\circ\text{C}$ 、平均風速 $2.9 \sim 7.5 \text{ ms}^{-1}$ 、最大瞬間風速 $5.5 \sim 11.3 \text{ ms}^{-1}$ であり、湿った積雪からなる雪だま B の生成条件は、気温 $0.5 \sim 4.0^\circ\text{C}$ 、平均風速 $2.4 \sim 10.7 \text{ ms}^{-1}$ 、最大瞬間風速 $4.0 \sim 19.5 \text{ m/s}^{-1}$ である。

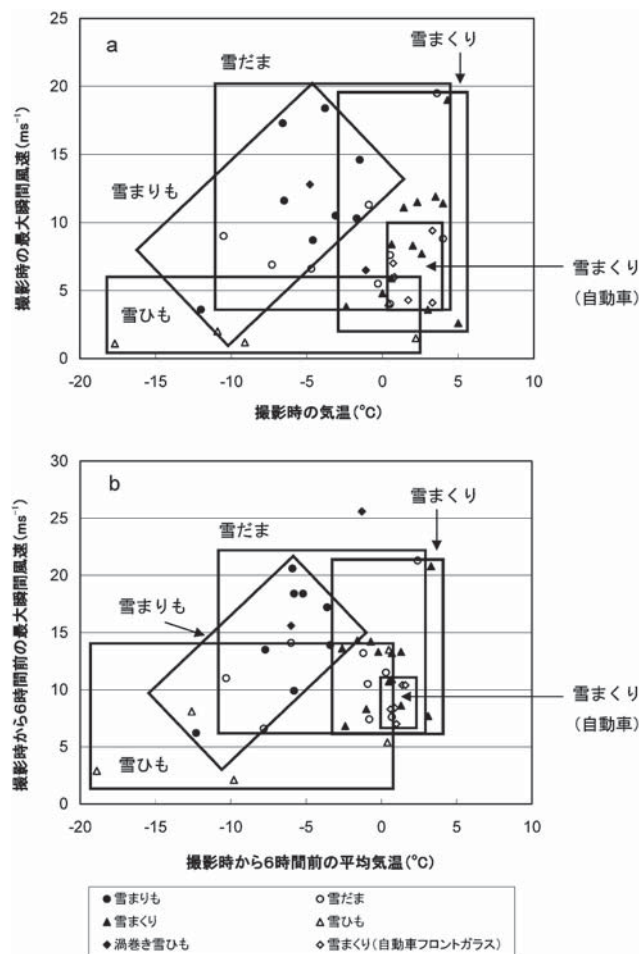


図3 雪まりも, 雪だま, 雪まくり, 雪まくり(自動車のフロントガラス), 雪ひもの生成条件。(a) 撮影時に生成されたと仮定した場合, (b) 撮影時から6時間前までに生成されたと仮定した場合。渦巻き雪ひもは2例しか観察していないので, 領域を示していない。

3) 雪まくりは, 乾雪あるいは湿雪の直径10 cm~1 m程度の俵型をしており, 推定した生成条件は, 気温 $-2.4\sim 5.0^{\circ}\text{C}$, 平均風速 $1.0\sim 11.8\text{ms}^{-1}$, 最大瞬間風速 $2.6\sim 19.0\text{ms}^{-1}$ である。

4) 雪まくり(自動車のフロントガラス)は, 湿った積雪からなる直径5~20 cm程度の俵型あるいは中央から巻いた形状をしており, 推定した生成条件は, 気温 $0.7\sim 3.3^{\circ}\text{C}$, 平均風速 $2.1\sim 5.7\text{ms}^{-1}$, 最大瞬間風速 $4.1\sim 9.4\text{ms}^{-1}$ である。

5) 雪ひもは, 長くまがりくねった形状の積雪で太い形状と細い形状があり, 推定した生成条件は, 気温 $-17.7\sim 2.2^{\circ}\text{C}$, 平均風速 $0.3\sim 2.3\text{ms}^{-1}$, 最大瞬間風速 $1.1\sim 4.1\text{ms}^{-1}$ である。

6) 渦巻き雪ひもは, 細い雪ひもが玄関の窓ガラスに渦を巻いて垂下しており, 推定した生成条件は, 気温 $-4.8\sim -1.1^{\circ}\text{C}$, 平均風速 $3.6\sim 7.0\text{ms}^{-1}$, 最大瞬間風速 $6.5\sim 12.8\text{ms}^{-1}$ である。

今回の事例として紹介した写真の他にも北海道新聞社の協力により, 同社のホームページ上に公開されている(www.hokkaido-np.co.jp/cont/snowy_modeling/)。

新聞というマスメディアを通じて, 研究者と市民の情報を共有する機会をいただいた。新聞社に寄せられた貴重な写真を見て, 身近に起きる不思議な現象に気づくことが自然を知る第一歩ではないか, と改めて感じた。今後もさらに多くの積雪

の造形美の写真を残すと共にそれらがどのような条件で生成されたか、気象条件を調べていきたいと考えている。

謝 辞

貴重な積雪の造形美写真を北海道新聞社に提供していただいた 34 名の方々に感謝いたします。

本論文のきっかけは東海林明雄博士が札幌市内で撮影した雪まりの写真であった。北見工業大学講師 Ms. Jennifer Claro に英文タイトルと英文要旨を校閲していただいた。査読者の佐藤篤司博士および論文担当編集委員の松下拓樹博士は原稿を丁寧に読んでいただき、必要な修正箇所を指摘していただいた。記して感謝いたします。

文 献

- 亀田貴雄, 2005: 雪まリモ。雪と氷の事典, 朝倉書店, 東京, 345-346.
- Kameda, T., H. Yoshimi, N. Azuma, and H. Motoyama, 1999: Observation of "yukimarimo" on the snow surface of the inland plateau, Antarctic ice sheet. *J. Glaciol.* **45** (150), 394-396.
- 橋井 潤, 2014: 新聞による「雪の造形美」写真の収集。雪氷, **76** (1), 126-129.
- 直井和子, 樋口敬二, 2011: 日本にも“雪まリモ”があった。雪氷 **73** (4), 228-229.
- 高橋喜平, 1980: 雪と氷の造形。朝日新聞社, 東京, 119 pp.

Yukimarimo, balls, rollers, strings, and swirls: Natural patterns in snow, and meteorological conditions for formations of “snow beauties”

Kazuko NAOI¹*, Takao KAMEDA², Jun KITSUI³ and Keiji HIGUCHI⁴

¹ Member of the Japanese Society of Snow and Ice, 1-1-101 Fukuzumi 1-2, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido 062-0041

² Snow and Ice Research Laboratory, Kitami Institute of Technology, 165 Koencho, Kitami, Hokkaido 090-8507

³ The Hokkaido Shimbun Press, 6, Odori, Nishi 3, Chuo-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8711

⁴ Professor Emeritus, Nagoya University, 1-12-4, Wagogaoka, Togo-cho, Aichi 470-0154

* Corresponding author: goorei@yahoo.co.jp

Abstract: The Hokkaido Shimbun Press conducted a photo-collecting campaign of “Searching for Yukimarimo in Hokkaido” from December 2012 to March 2013. Forty-two pictures of “snow beauties”, including yukimarimo, were collected from citizens in Hokkaido, Japan. This paper summarizes the shapes and formational meteorological conditions (air temperature, wind speed and maximum wind speed) of six types of snow beauties: yukimarimo, snow balls, snow rollers, snow rollers on the front glass of cars, snow strings, and snow swirls using AMEDAS meteorological data, which is operated by the Japan Meteorological Agency.

(2014 年 1 月 3 日受付, 2014 年 6 月 12 日改稿受付, 2014 年 7 月 30 日最終改稿受付, 2014 年 8 月 4 日受理, 討論期限 2015 年 3 月 15 日)