

# ベタ雪豪雪地帯における自然融雪屋根の融雪性能 —栃尾原町における平成 24 年冬季(2011/2012)の場合—

深澤 大輔

(平成 24 年 10 月 31 日受理)

## The Snow Melting Performance of the Natural Snow Melting Roof in the Wet Snow Heavy Snowfall Area— At Tochio Harumachi In Case of 2012 Winter—

Daisuke FUKAZAWA\*

In the winter in 2012, the low temperature since 1984 continued and 210 cm snow was seen. When observing the performance of four kinds of roofs of the natural snow melting method of construction in it, the result like the following could be confirmed.

- ①As for the maximum snow-load about the snow period, the ground met in  $838\text{kg}/\text{m}^2$  whereas  $360\text{-}480\text{kg}/\text{m}^2$  met.
- ②Average dripping quantity of water about the continuous snow cover period was  $8.87 - 9.77 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ .
- ③The melting away of snow of the roof of the natural snow melting method of construction, it became early on the 18-33 day compared with the ground.
- ④It is because the cavity formed under the pipe in the freezing period, too, and the condensation moved ahead that the snow melting was progressional.
- ⑤The performance of the  $45^\circ$  roof of the jungle gym type model was the best for the inside in the form of four kinds.

Key words: 2012 winter, wet snow, natural snow melting, Tochio Harumachi, various model, snow melting performance

### 1. はじめに

雪国で屋根雪処理が社会問題化し出したのは、夫の冬の出稼ぎにより残された爺ちゃん・婆ちゃん・母ちゃんが行わざるを得なくなり、過疎化が叫ばれ始めた昭和 40 年頃からである。そのような中で昭和 46 年頃から人力に頼らない屋根雪処理方式の提案が見られるようになった。私も昭和 47 年からその研究<sup>[1]</sup>を開始したがそれから 40 年が経過した。私が最初に北陸のベタ雪豪雪地帯向けに「通気融雪工法+木造耐雪構造」を公表したのは昭和 57 年であった。当時は五六豪雪があり、その後五九からの三年連続豪雪と続き、屋根雪処理に関する関心が高まり、昭和 62 年には各種の方式が提案され、120 種類を越す勢いとなった。しかしながら、その後 19 年間も暖冬小雪年が続き、地球の温暖化が叫ばれるように

---

\* 建築学科教授 Department of Architecture and Building Engineering, Professor

なったため、急速に克雪の機運は後退してしまった。

ところで、平成 17 年頃から再び豪雪年が見られるようになり、屋根雪処理が社会問題化している。最近は、過疎化が少子高齢問題と絡んで最終段階の局面を迎え、多雪の中山間集落では 65 歳以上の高齢者率が 50% を超す限界集落の数が増え、消滅する集落も見られるようになってきている。市街地でも空家が増え、雪下ろしがされずに放置されるため、大きな社会問題となっている。

新潟県の雪下ろし地帯での克雪住宅化率は、40 年が経過した現在 40% 弱<sup>[2]</sup>に留まっている。そのため県では克雪住宅造りの義務化の検討に入っている。

## 2. 目的と方法

### 2.1 目的

少子高齢社会となり人力による屋根雪処理が困難となるとの予想から「雪下ろしからの解放」をスローガンとして、新潟県長岡市栃尾原町(以下栃尾)において「ベタ雪豪雪地帯向けの自然融雪工法の開発」<sup>[3]</sup>を行って来た。

実験建物の建設は、昭和 59 年から順次行って来たが、昭和 62 年から暖冬少雪年が続いたため、その成果を確認することが出来なかった。

そのような中で、栃尾の積雪深が平成 23 年 1 月 31 日に 225cm に達したが、その後は積雪は小康状態となり、融雪は進んだがやはり厳しい冬のデータの成果とは言えない状況であった。これに対し、平成 24 年 2 月 11 日に 210cm に達し、寒くて積雪の多い年となり、初めて各種形態の自然融雪効果が確認できた。

そこで、平成 23 年 12 月 16 日から平成 24 年 4 月 10 日の根雪期間において、各屋根ではどのように積雪し、消雪したか、積雪深データと撮った写真を基に整理し、どの形が最も性能が良いか明らかにすることを目的としてまとめて見ることにした。

### 2.2 方法

毎朝 9 時頃に積雪と空洞の形成、融雪の様子を写真に撮り、その月日の経過に応じてどのように地上と屋根上の積雪が変化するか、定性的に整理した。

地上積雪深と日降雪深については、新潟県の雪情報の中から【栃尾】<sup>[5]</sup>、日照と気温については気象庁アメダスの【長岡】<sup>[6]</sup>のデータを参考にした。

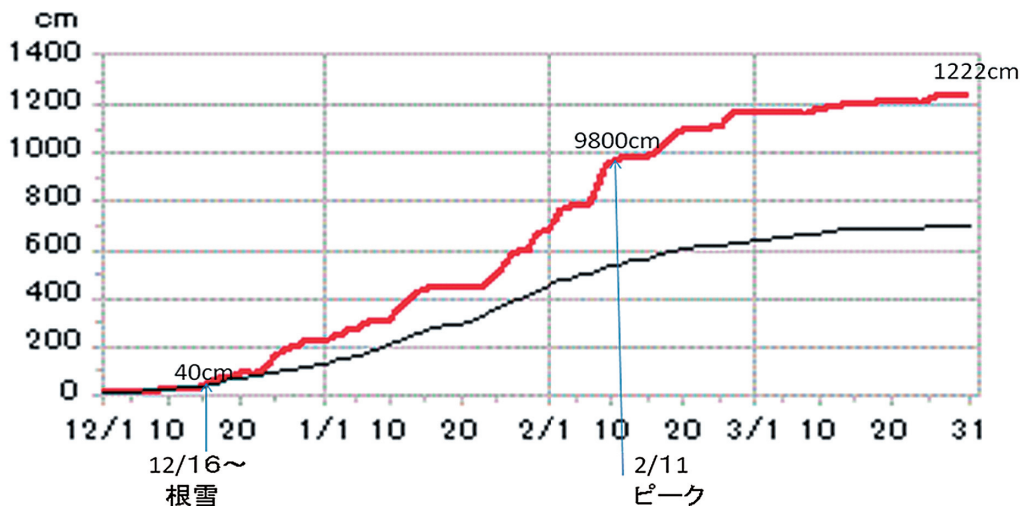
積雪重量については、積雪深に  $3\sim 3.5\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{cm})$  を掛けて得られた値または降雪累計積雪深に  $0.8\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{cm})$  を掛けて得られた値で推計した。

尚、地上の積雪底面では地熱で 1 日当り  $1\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$  融雪し、一般住宅の場合も生活熱で 1 日当り  $1\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$  融雪すると仮定した。これに対し、融雪実験建物はいずれも断熱がされているか、外気に面する形なので、屋内側からの熱は屋根には伝わらず融雪は無いと仮定した。

### 3. 平成 24 年冬季の気象と積雪

#### 3.1 降雪累計(グラフ 1 参照)

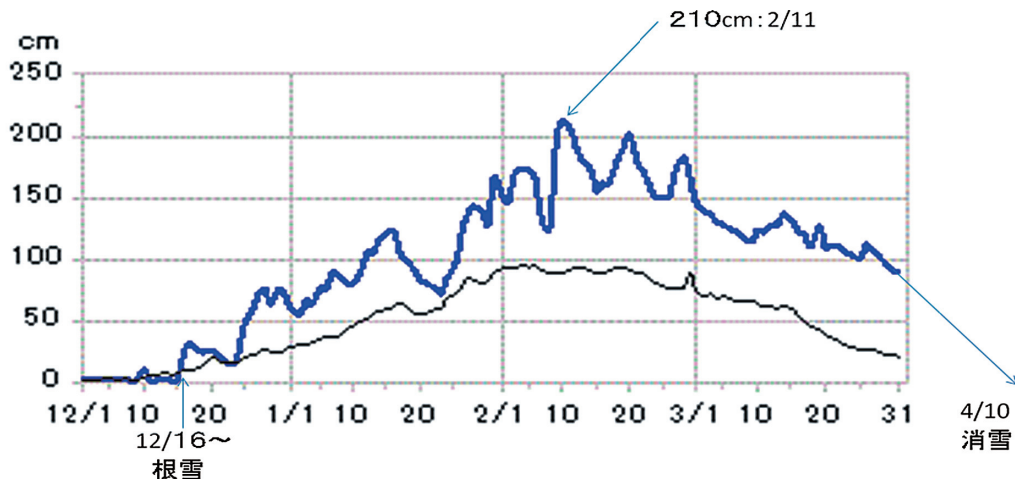
【栃尾】における H24 冬季の累積降雪量は、1222cm で H23 冬季の 849cm に比較すると約 1.5 倍であった。これは 12 月初旬から 2 月末まで毎日のように降雪が見られたためである。



グラフ 1 降雪累計(黒線は平年値)  
平成 23 年 12 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日【栃尾】

#### 3.2 降雪累計(グラフ 2 参照)

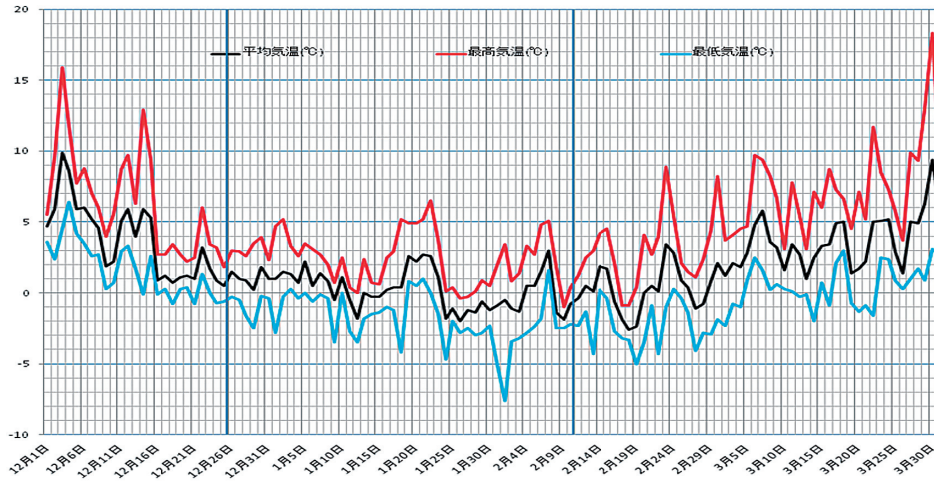
【栃尾】では H24 年冬期は 12 月 16 日から根雪となり、4 月 10 日に消雪日を迎えた。積雪のピークは 2 月 11 日で最高積雪深は 210cm であった。因みに H23 年冬期は 1 月 31 日で最高積雪深は 225cm であった。



グラフ 2 積雪深(黒線は平年値)  
平成 23 年 12 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日【栃尾】

### 3.3 平均気温と最高気温、最低気温（グラフ3参照）

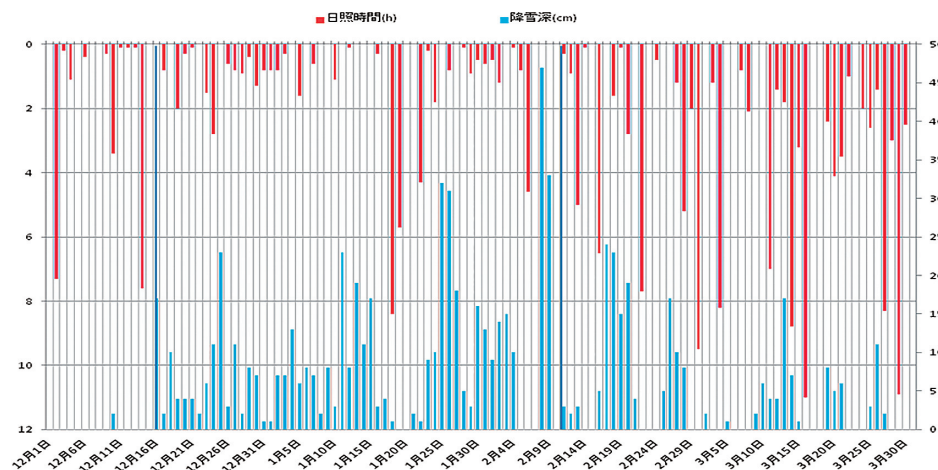
【長岡】における気温は、12月16日頃から寒波の影響で2月22日頃まで寒い日が続いた。最低気温の最低は2月1日の $-7.5^{\circ}\text{C}$ で、真冬日も1月中旬から2月20日にかけて数日見られ、寒く冷え込んだ冬季であった。



グラフ3 平均気温と最高気温、最低気温  
平成23年12月1日～平成24年3月31日【長岡】

### 3.4 日照時間と日降雪深(グラフ4参照)

【長岡】では、日照時間は12月から3月にかけて1日8時間以上の日が7日、6～8時間未満の日は5日、4～6時間未満の日は6日、2～4時間未満の日は10日で、他は2時間未満で全く陽の照らない日が31日も見られた。



グラフ4 日照時間(左目盛)と日降雪深(右目盛)  
平成23年12月1日～平成24年3月31日【長岡】

これに対し、根雪となってから2月末までで降雪の見られなかった日は10日で、殆ど毎日のように降雪が見られた。1日の最高降雪深は2月8日の47cmであった。

#### 4. 結果

今冬は、12月16日から根雪となり、2月11日に最高積雪深 210cm を記録し、4月10日に地面の積雪は見られなくなった。

写真 1～7 は、自然融雪屋根と雪下ろしを行わなかった家の屋根上の積雪の様子を平成 24 年 2 月 6 日(積雪 175cm)→2 月 11 日(積雪 210cm : ピーク) →2 月 17 日(積雪 160cm) →2 月 23 日(積雪 150cm)→2 月 29 日(積雪 180cm)→3 月 5 日(積雪 132cm)と日ごとに積雪が変化の中で、それぞれの屋根上における積雪が、どのように変化したか、記録したものである。周辺の殆どの家では、1月下旬と2月18日の2回雪下ろしを行っていた。

このような中で空洞は、2月6日には既に発達しており、3月5日にはかなり融雪が進み、8日には写真5の積雪は完全消雪を迎えた。

これらを見比べて見た結果、写真5・6の45°勾配のジャングルジム型屋根の融雪能力が最も高いことが分かった。

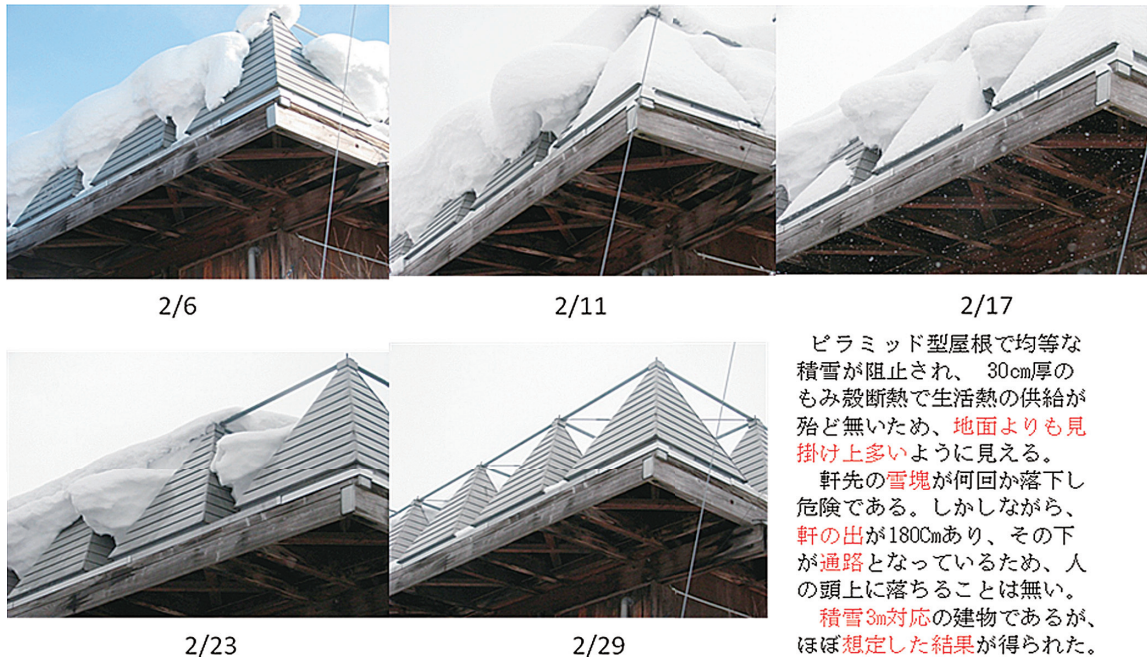


写真1 ピラミッド型屋根の外観の変化

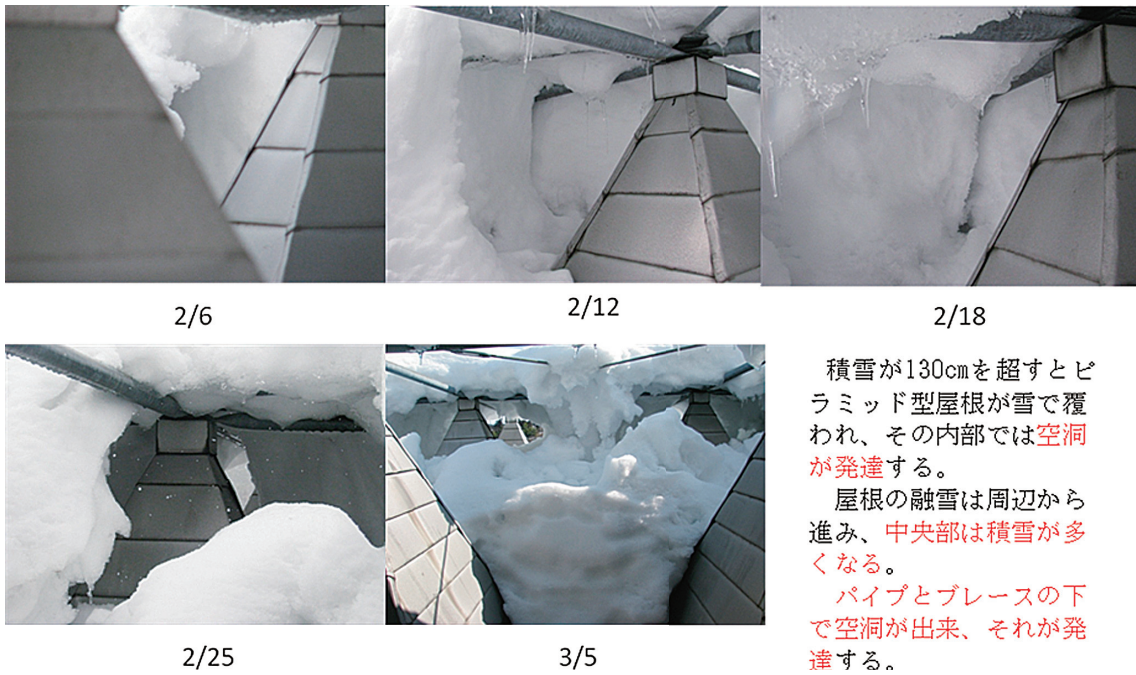


写真2 ピラミッド型屋根の内観の変化

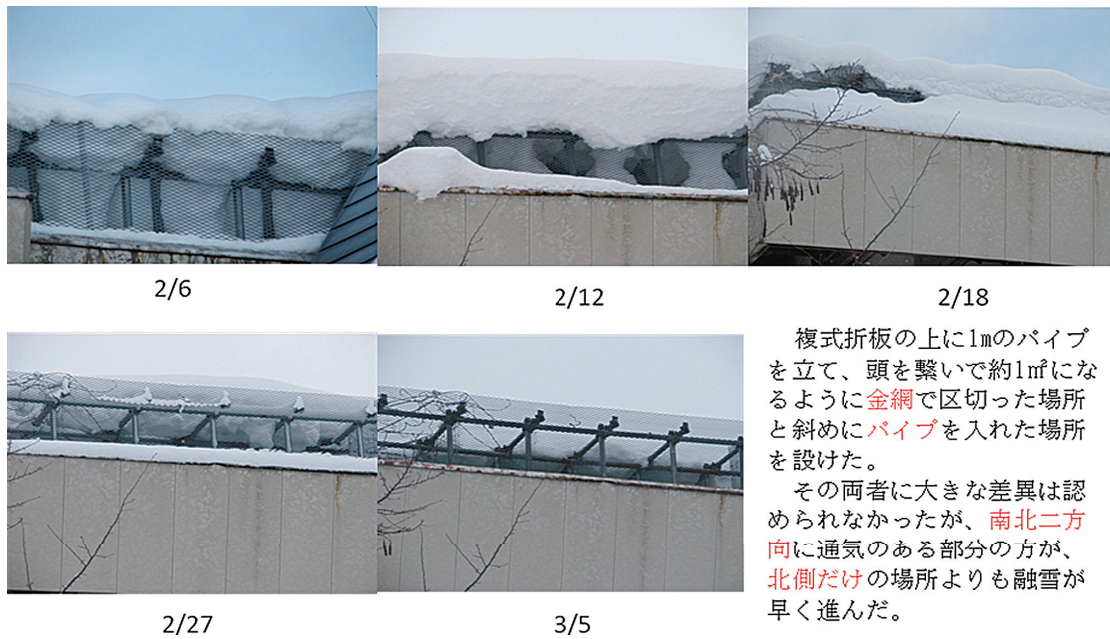


写真3 ジャングルジム型1段の水平屋根の外観の変化



2/6

2/12

2/18



2/27

3/5

水平なパイプが折板屋根の上に1mと2mの位置にあり、斜材が入っている。  
2/11に積雪が210cmとなったため、2段目を雪が覆い、下に大きな空洞が見られた。  
積雪4m対応として考案したものであるため、余裕が見られる。

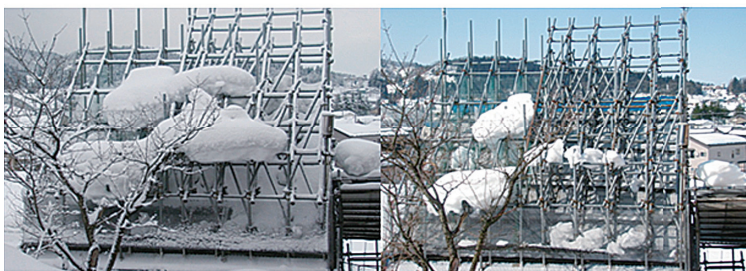
写真4 ジャングルジム型2段の水平屋根の外観の変化



2/6

2/12

2/18



2/27

3/5

今冬は年末から屋根全体を覆うように雪が積もり、2/12にピークを迎えた。  
例年は積雪と消雪が何回か繰り返見られたが、今冬は1回であった。  
雪がブロック化し、ハイクに引っかかって落下しない箇所が見られた。

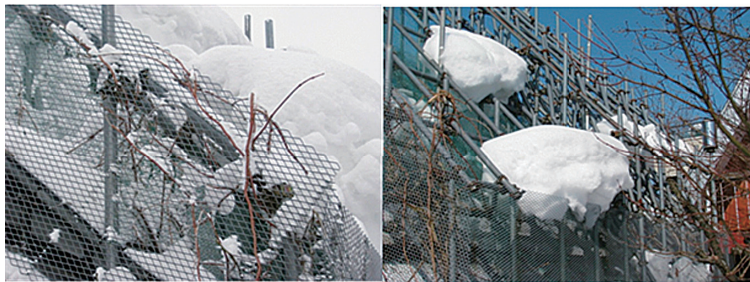
写真5 45° 勾配のジャングルジム型屋根の外観の変化



2/6

2/12

2/18



2/27

3/5

側面から見ると大きく空洞が発達している様子が見られる。

この空洞はパイプが埋まった12/27頃から見られ、雪が降り続き、気温が下がっても発達する様子が観察できた。

写真6 45°勾配のジャングルジム型屋根の内観の変化



2/6

2/12

2/22



2/27

3/4

雪下ろしを2月中旬に屋根の半分行ったが、雪消え後に屋根の庇と下屋の大規模な補修工事を行った。

最大雪荷重は646kg/m<sup>2</sup>に達したと推測され、木造住宅の保有耐力のほぼ限界に近かったと考えられる。

写真7 周辺の雪下ろし屋根の外観の変化



## 5. まとめ

- ①平成 24 年冬季は【栃尾】では 12 月 16 日から根雪となり、4 月 10 日に消雪日を迎えた。
- ②今冬季の最高積雪深は 2 月 11 日の 210cm で、昨年に続く豪雪年となった。
- ③昨年は 1 月 31 日に 215cm を記録したが、2 月には殆ど降雪が見られなかった。
- ④今年、12 月 16 日以来 3 月下旬まで降雪が見られ、気温も下がり、日照も少なかった。
- ⑤最大雪荷重は、地面は 838kg/m<sup>2</sup>、一般屋根は 646kg/m<sup>2</sup>であったが、ピラミッド型屋根は 480kg/m<sup>2</sup>、ジャングルジム型 1 段屋根は 455kg/m<sup>2</sup>、ジャングルジム型 2 段屋根は 450kg/m<sup>2</sup>、45°ジャングルジム型通気工法屋根は 360kg/m<sup>2</sup>と少なかった。一般的に雪下ろしは 240~450 kg/m<sup>2</sup>で行われているが、実験屋根はほぼその範囲に収まったと言える。
- ⑥根雪期間における平均日出水量は、地面は 7.27kg/(m<sup>2</sup>・day)、一般屋根は 8.17kg/(m<sup>2</sup>・day)であったのに対し、ピラミッド型屋根は 8.87kg/(m<sup>2</sup>・day)、ジャングルジム型 1 段屋根は 9.30kg/(m<sup>2</sup>・day)、ジャングルジム型 2 段屋根は 9.43kg/(m<sup>2</sup>・day)であったが、45°ジャングルジム型通気工法屋根は 9.77kg/(m<sup>2</sup>・day)と 4 種の実験屋根の中で一番出水量は多かった。
- ⑦消雪日は、地面の 4 月 10 日に対し、45°通気工法屋根では 3 月 8 日と 33 日も早くなった。
- ⑧融雪期で見ると、地面では融雪出水は 21.2 kg/(m<sup>2</sup>・day) とピラミッド型屋根の 10.7kg/(m<sup>2</sup>・day)の約 2 倍となったが、これはそれまで出なかった水が一気に出たためである。
- ⑨これまで融雪屋根では積雪層に空洞ができると熱損失に繋がるためその対策が求められていたが、本実験建物では空洞が早くできる屋根形式の方が良い結果となった。
- ⑩雪が深々と降り続く積雪期には、実験建物には地面よりも多く積っているように見えたが、その間にも積雪層に空洞ができ、出水が進み、想定通りの良い結果が得られた。
- ⑪化石燃料を使うこと無しにほぼ雪下ろしをしないで済む屋根が、ベタ雪地帯では成立すると立証できた。今後は、デザインや納まりを工夫し、普及に努める必要がある。

表 1 積雪面別期間別出水量一覧

於 栃尾原町、H23.12.1~H24.4.10

積雪面	最大雪荷重		積雪期: 日出水量		空洞期: 日出水量		融雪期: 日出水量		根雪期: 日出水量	
	(kg/m <sup>2</sup> )	発生日	期間	(kg/m <sup>2</sup> ・day)	期間	(kg/m <sup>2</sup> ・day)	期間	(kg/m <sup>2</sup> ・day)	期間	(kg/m <sup>2</sup> ・day)
地面	838	2/27	12/16~2/26	1	---	---	2/27~4/10	21.2	12/16~4/10	7.27
一般屋根	646	2/12	12/16~2/11	1	---	---	2/12~4/3	12.4	12/16~4/3	8.17
ピラミッド型屋根	480	1/16	12/16~1/26	0	1/27~3/5	16.10	3/6~3/23	10.7	12/16~3/23	8.87
ジャングルジム型1段屋根	455	2/12	12/16~1/11	0	1/12~2/12	7.80	2/13~3/13	14.7	12/16~3/13	9.30
ジャングルジム型2段屋根	450	2/12	12/16~1/11	0	1/12~2/12	7.99	2/13~3/11	15.5	12/16~3/11	9.43
45°通気工法屋根	360	2/12	12/16~12/26	0	12/27~2/12	7.19	2/13~3/8	13.9	12/16~3/8	9.77

## 6. おわりに

上記の自然融雪工法を考案したきっかけは、沈降力によって「雪に埋もれた鉄棒が曲が

ってしまう」ことから、Φ50の1.8mスパンのパイプはどの程度の雪荷重に耐えられるかを検証するために、平成元年12月に長岡市栃尾原町の庭で、屋根から落雪し堆積した雪を2m(約1000kg/m<sup>2</sup>)シャベルで積み上げた場所と、平地の最高70cm(約210kg/m<sup>2</sup>)の場所とが3月末には同時に消えたことから始まっている。それ以来、24冬季かかって考えて来た自然融雪方式の成立可能性の実証がようやくできた。

現在、同所において玄関から公道に出る約40mに雪下ろしを不要とする雁木を作成中である。住宅の屋根の雪下ろしが最近再び話題となっているが、超高齢社会となった雪国では、玄関から公道に出るまでの通路の確保が大問題である。それが確保できないと家に閉じ籠る高齢者が多くなり、ゴミ出しも出来にくくなってしまう。最近、家庭用の除雪機を購入する最大の動機はこの通路の確保と考えられるが、後期高齢者になると重い除雪機の操作は年々困難となる。かつて多雪地では雪棚と呼ばれる冬季の仮設の通路が入口前に設けられていたが、これを雪下ろし不要の形で確保する提案をして行きたいと考えている。

## 謝辞

このような屋根雪処理に関する研究は、父母の住んでいた長岡市栃尾原町で昭和43年以来進めてきた。現在、その父母は二人とも他界したが、雪下ろし等したことが無かった父母が同所で生きて行かれるために色々と考え造って来た結果である。このような成果に結びついたことは、父母の理解と建設費等の支援があったことが大きかった。公的な科研費や様々な助成金を受けてデータの解析が行えたことも大きい。また、これらの計測や写真撮影に母美恵子や妻三枝子の協力を得、データ整理には中井たまきの力を借りた。最後に、工事等に当たった設計事務所や工務店の人達にも感謝の気持ちを述べ終わりとしたい。

## 参考文献

- [1] 深澤大輔:屋根雪処理に関する建築計画的研究—新潟県中越地域を中心に—、東京大学博士請求論文、1-164、1987. 2
- [2] 深澤大輔:新潟県内における克雪建物の普及の実態調査報告;日本雪工学会誌 Vol. 27No. 4、14-21、日本雪工学会、2011. 10
- [3] 深澤大輔:ベタ雪豪雪地帯において雪下ろしを不要とする通気工法屋根の開発に関する研究(課題番号:12555166);平成12年度~平成15年度科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))研究成果報告書、1-148、2004. 3
- [4] 深澤大輔:ピラミット型自然融雪方式屋根の性能—ベタ雪豪雪地帯における観測結果—;日本雪工学会誌 Vol. 28No. 4、3-14、日本雪工学会、2012. 10
- [5] 新潟県:降積雪資料・栃尾、新潟県の雪情報、平成6年度~平成22年度、新潟県ホームページ、2012. 2
- [6] 気象庁アメダスデータ長岡:気象統計情報、1976年1月~2012年2月、気象庁ホームページ、2012. 2