

風呂の廃湯による庭先融雪を目的とした野外融雪実験

著者	中村 秀臣
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	23
ページ	231-243
発行年	1980-03
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000822

風呂の廃湯による庭先融雪を目的とした 野外融雪実験

中 村 秀 臣*

国立防災科学技術センター新庄支所

Experimental Examination of Utility of Snow Melting Method Using Hot Water Left After Bath

By

Hideomi Nakamura

Shinjo Branch, National Research Center for Disaster Prevention

No. 1400, Takadan, Tokamachi, Shinjo-shi, Yamagata-ken 996, Japan

Abstract

Under the notion of making use of disused hot water left after taking bath to melt snow cover on the ground around a house, an examination through an experimental method was done to get the values of snow melting capacity and efficiency of hot water of 42°C (about 0.18m³ in volume) simulating actual bath water.

In order to carry out the snow melting test, four concrete test slabs, 3 by 3m in size, 13cm thick, were constructed on the ground of this Branch. Hot water heated by a boiler was supplied to three slabs and the rest one was used as a standard to estimate the amount of artificial snowmelt on other three slabs.

The hot water was supplied in the following ways:

1. hot water pipe method: the hot water is supplied into a vinyl chloride resin pipe of 7.8cm in diameter which is embedded in the ground 4cm deep from the surface.
2. sprinkling method: the hot water is directly sprinkled to the snow cover on the test slab.
3. reservoir method: in this case, the test slab equips a bank of 5cm in height on the edge, so it seems like a shallow pool and hot water is poured into the "shallow pool".

The supply of the hot water was done every night as a rule during the period from December 14, 1974 to March 10, 1975, and the depths of snow cover on the test slabs were measured every day and sometimes the weights of snow cover on

* 雪害防災研究室

each slab were measured by a snow sampler.

The results obtained were summarized as follows:

1. The depths of snow cover on the three test slabs to which the hot water was supplied were nearly equal to each other.
2. At the end of this experiment (March 10), these snow depths were less than 10cm, while the natural snow depth was still 95cm on the slab for control experiment.
3. The snow melting efficiency (the ratio of the quantity of heat actually used for thawing to the quantity of heat artificially supplied for thawing) of the hot water pipe method, the sprinkling method and the reservoir method was 0.56, 0.50 and 0.46, respectively.

1. はじめに

雪国の家庭においては、毎日のように降り積る雪の排除作業（雪かき）に少なからぬ時間と労力を費やさなければならない。たとえばその定量的な考察は東（1968）の報告書にも見いだすことができる。この雪かき作業に要する時間と労力を省くための一つの方法は、雪を融かしてしまうことである。しかしその場合には熱源が必要となり、それをどこに求めるかが重要な問題となる。経費の面から考えれば、家庭から廃棄される熱エネルギーを利用するのが望ましく、そのような熱エネルギーとしては、炊事時の温排水や、風呂の廃湯および煙突付きのストーブから放出される排気等の有する熱エネルギーがあげられる。この中で、敷地内に積った雪を融かすための熱源としては、風呂の廃湯が最も適切と筆者は考える。そこで、風呂の廃湯を利用した融雪法を想定し、その場合の融雪能力、融雪効率を実験的に求めたので、ここに報告する。

2. 実験方法

図1および図2に示したように、当支所構内に広さ $3\text{m} \times 3\text{m}$ 、厚さ 13cm のコンクリート製の試験路面4面と、隣接する小屋の中に、風呂になぞらえた熱源一式を用意した。この熱

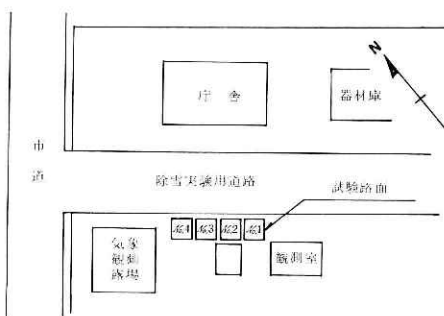


図1 試験路面の構内配置図
Fig. 1 Positions of four test slabs

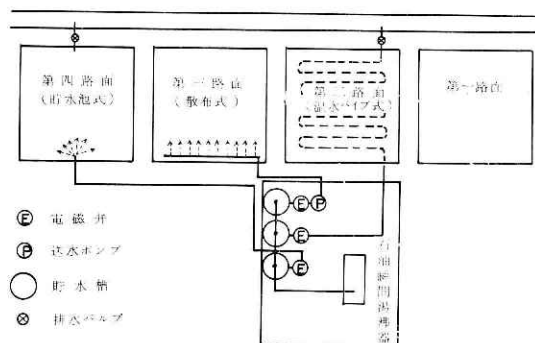


図2 試験路面の給湯系統図
Fig. 2 System for supplying hot water

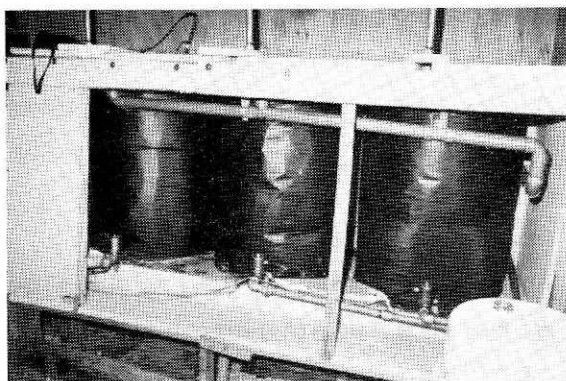


写真 1 給湯用の3個の貯水槽
Photo 1 Three storage tanks

源一式は石油瞬間湯沸器、3個の貯水槽、電磁弁、送水ポンプ(第二路面用)、タイマーから成りたっており、その配置は写真1、2に示した通りである。

この実験では、一般の家庭での風呂の廃湯利用による融雪を想定しているため、なるべく実想に近い

方法で融雪実験を行なった。すなわち、 42°C 位の湯180ℓ程度を石油瞬間湯沸器で作し、これを一旦それぞれの貯水槽に貯めた後、毎夜10時頃タイマーで各貯水槽に付いている電磁弁を同時に作動させ、それぞれの試験路面に一齐に給湯するという方法を採用した。給湯は4面の試験路面のうち3面(第二～第四路面)に対して行ない、残る1面(第一路面)には給湯は行なわなかった。第一路面の役割および第二～第四路面への給湯法は次のとおりである。

① 第一路面

第一路面に対しては給湯を行わず、積雪を自然状態のまま放置させる。これは、第二～第四路面において、人為的加熱(給湯)に起因する融雪量を算出する際の基準にするためのものである(この算出法については後述する)。

② 第二路面

図2および写真3に示すように、路面下に蛇行して埋設した硬質塩化ビニール管(内径7.5cm、管の頂部

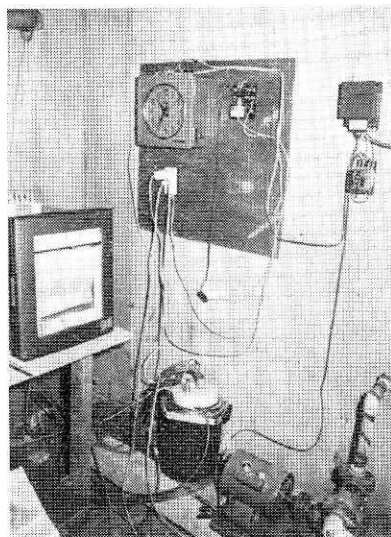


写真 2 送水ポンプ、タイマーおよび温度記録計
Photo 2 Pump to supply hot water to the third test slab and a time switch

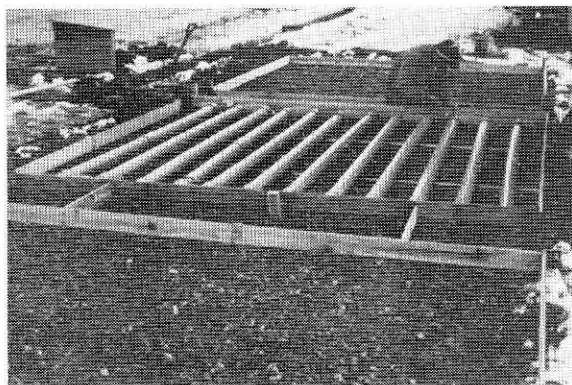


写真 3 埋設中の硬質塩化ビニール管の配列
Photo 3 Vinyl chloride resin pipe to be embedded under the second test slab

と路面の表面との間隔約 4cm, 敷設間隔 23cm, 内容積 123l) に湯を注入する。ただし, 第二路面用の貯水槽の容積は 187l で, 塩化ビニール管の容積より 64l だけ大きい。このためその差分は管を素通りして, 管の下流端に付いている溢水孔より流出することになる。管内にとどまった温水は, 翌朝 9 時までそこに滞留した後, その後バルブ操作により管外に排出される。この給湯法を“温水パイプ式”と呼ぶことにする。

③ 第三路面

路面の上流端に, 散水管(内径 2cm の硬質塩化ビニール管製)を取付け, これに対し貯水槽に用意した湯を送水ポンプで圧送する。散水管には, 10cm 間隔で直径 0.2cm の穴をあけてあるので, 湯はこの穴を通して路面に散布される。散布量は 1 回につき 170l で, 10~15 分間位で散布は完了する。散布された温水は散布後直ちに路面を流下し, 路面外に流れ出る。この給湯法を“散布式”と呼ぶことにする。

④ 第四路面

第四路面は, その周囲が高さ 5cm の土手になっており, いわば底の浅い貯水池である。この“池”に毎回 178l の湯を入れる。湯は, 翌朝 9 時までそこに滞留した後, 排水バルブの操作により排出される。この給湯法を“貯水池式”と呼ぶことにする。

なお, 第一~第三路面の表面は融雪水が速やかに排除されるように約 1.5% の勾配を持たせてある。

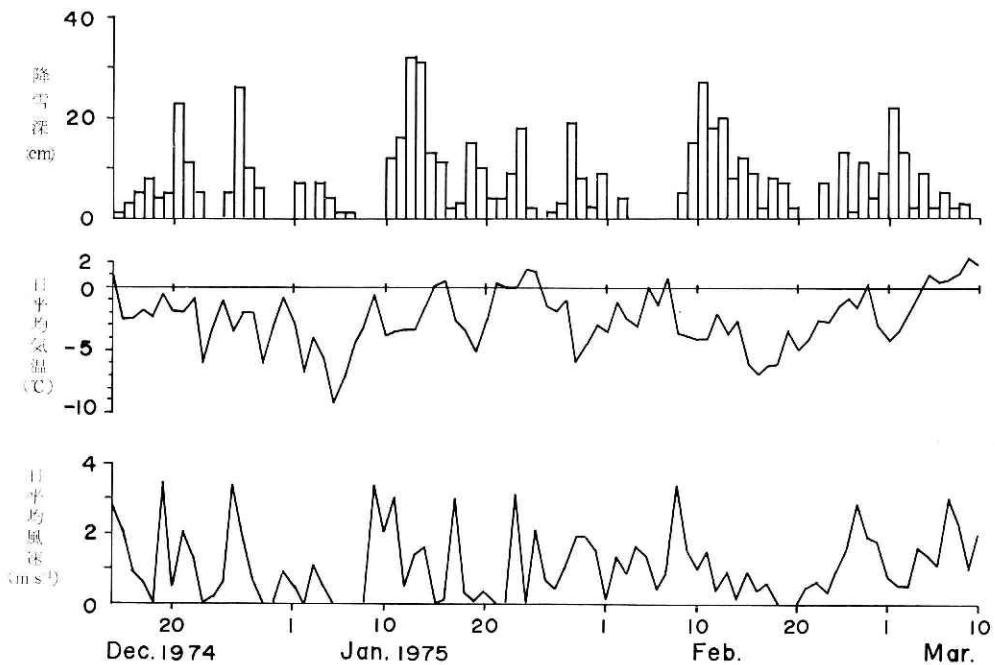


図 3 実験期間中の気象状況

Fig. 3 Meteorological conditions during the period of experiment

実験に際しては、給湯温度（給湯槽中の水温）、各路面の積雪深、および第二路面においては、給湯時に溢れ出た湯の溢水中の温度（溢水温度）の測定を行なった。これらの測定は、後の熱量計算を行なうためのものである。温度測定には銅—コンスタンタンの熱電対を、積雪深の測定には 1m の物指を使用した。雪面の凹凸が激しい時には、数カ所で積雪深を測定し、その平均値を採用した。また、実験期間中 6 回だけ採雪器を用いて、試験路面上の積雪重量の測定を行なった。

融雪実験は、1974年12月14日から1975年3月10日まで行なったが、その間、装置の不調などで給湯を行なわなかった日が何日もある。なお、新庄支所で測定した実験期間中の降雪深、日平均気温、日平均風速の測定値（東浦他、1978）を図3に示す。

3. 実験結果

給湯温度、各路面上の積雪深および第二路面での溢水温度の測定結果を付表に、また積雪重量の測定結果を表1に示すとともに、各路面での積雪状況を写真4に示す。溢水温度の測定では熱電対のコードがはずれたり、測定値が記録紙からはみ出したりして正しい値が得られなかった場合があった。このような時には、

次のようにして溢水温度を推定した。すなわち、良好な測定値が得られた場合について、給湯温度 T_0 と溢水温度 T_1 との関係を調べてみると、両者の間には図4のように $T_1 = 0.52T_0 + 3.46$ なる関係があることがわかったので、この式を用いて給湯温度から溢水温度を推定することにした。付表の中では推定値に括弧をつけて示してある。付表にはまた、第二～第四路面に毎日供給された融雪用の熱エネルギーを計算して表示してある。これは次の式から求めたもの

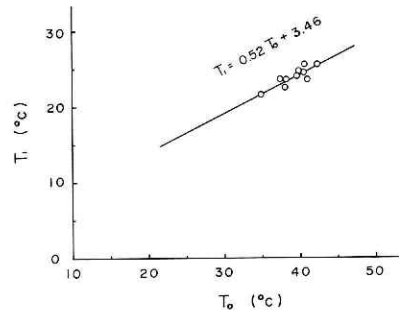
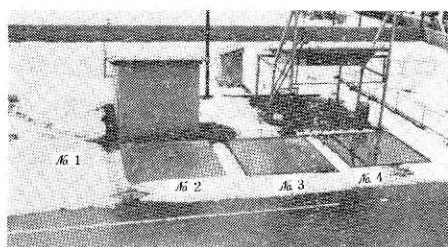


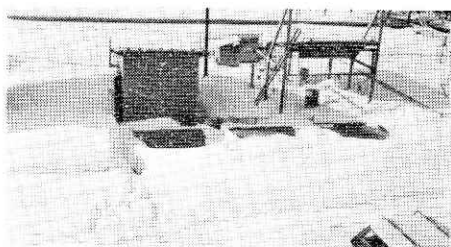
図4 給湯温度 T_0 と溢水温度 T_1 の関係
Fig. 4 Relation between the temperature of hot water and temperature of water which overflowed

表1 積雪重量の測定結果
Table 1 Measured weights of snow cover

測 定 日	第一路面	第二路面	第三路面	第四路面	
	gr cm ⁻²	gr cm ⁻²	gr cm ⁻²	gr cm ⁻²	
1974年12月14日	2.50	0.00	0.00	0.00	
12月18日	4.14	0.16	0.28	0.31	第二路面で測定した密度 (0.07grcm ⁻³) を第三、第四路面にも適用
12月24日	7.18	0.21	0.37	1.33	第一路面で測定した密度 (0.208grcm ⁻³) を第二～第四路面にも適用
1975年1月6日	9.96	0.26	0.21	0.46	
1月26日	25.10	0.27	4.30	3.00	第一路面で測定した密度 (0.326grcm ⁻³) を第二～第四路面にも適用
3月10日	38.00	2.32	1.48	2.88	第一路面で測定した密度 (0.40grcm ⁻³) を第二～第四路面にも適用



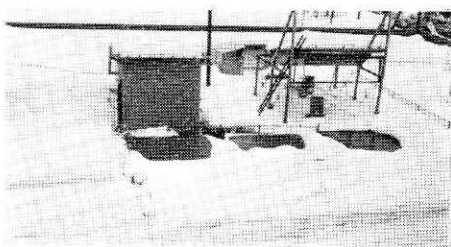
1974年12月14日



2月1日



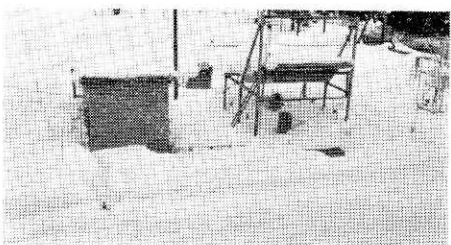
12月22日



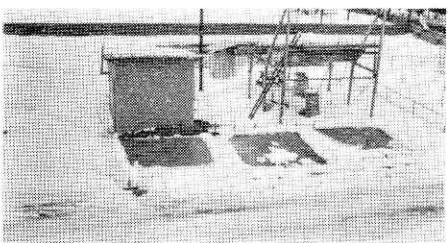
2月5日



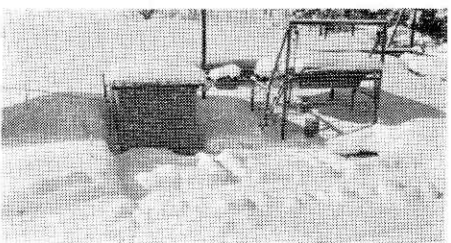
12月31日



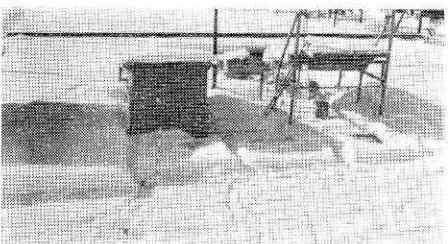
2月21日



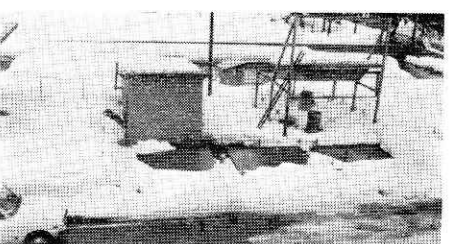
1975年1月9日



3月1日



1月20日



3月10日

写真 4 各路面における積雪状況

Photo 4 Views of the four test slabs in the sequence of date

である。

$$\text{積雪への供給熱量} = (\text{給湯温度} - 0^\circ) \times \text{給湯量} \times \text{密度} \times \text{比熱}$$

ただし、第二路面については、湯の一部が溢れ出ることによって、供給された熱エネルギーの一部が失われることになるので、積雪への供給熱量は次式によって計算した。

$$\text{積雪への供給熱量} = [(\text{給湯温度} - 0) \times \text{給湯量} - (\text{溢水温度} - 0) \times \text{溢水量}] \times \text{密度} \times \text{比熱}$$

なお、温度は摂氏で表わしたものである。

各路面上での積雪深の日変化を図5のようになり、また、第一路面上での積雪深と第二～第四路面での積雪深との差 ΔH の日変化を示すと図6のようになる。図5によると、第二～第四路面での積雪深はほぼ同じ値で推移し、実験終了日の3月10日には、いずれも10cm以下であるのに対し、第一路面での積雪深はまだ95cmもあることがわかる。また、第一路面の積雪深が急激に増加する時（たとえば1月9日～1月13日）には、他の三つの路面でも積雪深が同様に急増し、一見、給湯による融雪効果がないようにみえるが、この時の ΔH をみると増加しているので、やはり融雪が生じていることが図6からわかる。図5、図6からはまた、第二～第四路面での積雪量がある程度以上在る場合には、 ΔH は増加してゆくが、積雪量が少ない時（たとえば12月24日前後と1月1日～9日）には、第一路面上の積雪の沈降現象による雪面沈下の影響が強くと表われて ΔH は小さくなることがわかる。

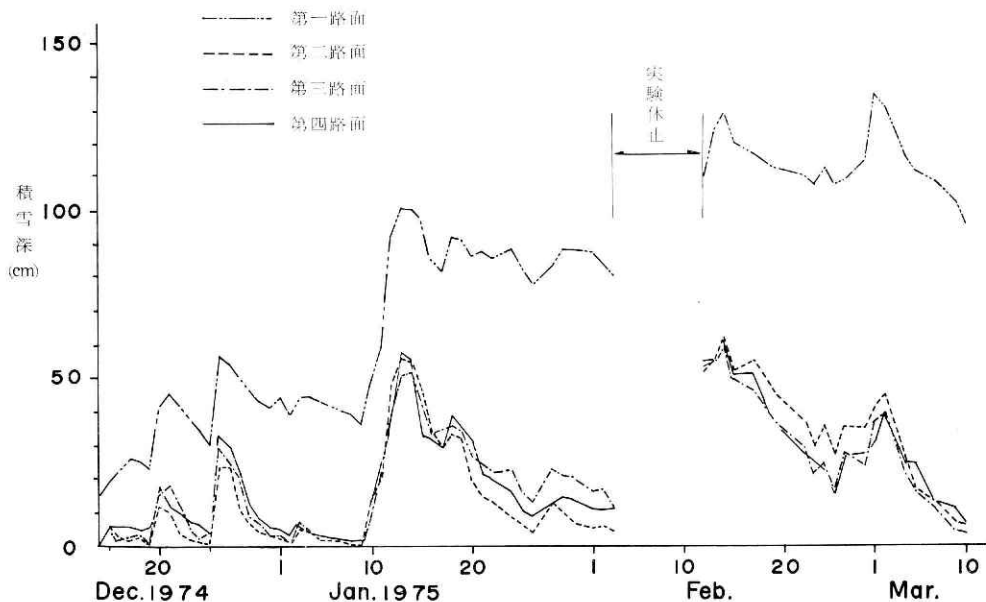


図5 各路面上での積雪深の日変化
Fig. 5 Daily variations of snow depth on four test slabs

* 融雪に利用できる熱エネルギーは、その湯が、その給湯温度から 0°C に冷却するまでに放出する熱エネルギーである。

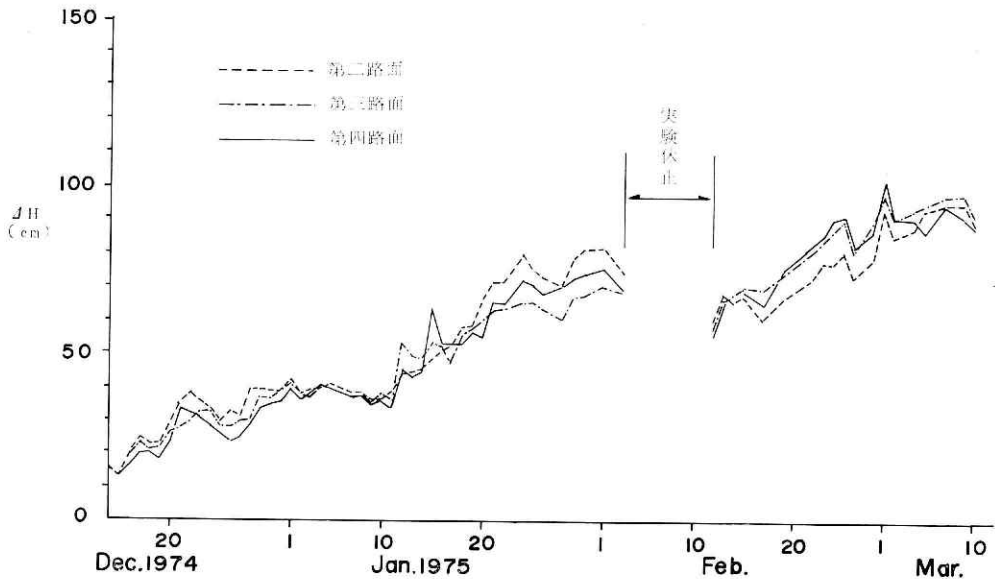


図6 第一路面の積雪深と第二～第四路面の積雪深との差 ΔH の日変化
 Fig. 6 Differences of snow depth between standard slab (to which no hot water was supplied) and three other slabs

4. 考 察

実験期間中に試験路面で行なった6回の積雪重量の測定から、各給湯法による融雪効率を求めてみる。いま、仮にAという名前の給湯法(A路面)での、ある期間内の平均的な融雪効率 η は、融解の潜熱を 80 cal gr^{-1} とすると次のように表わされる。

$$\eta = \frac{80M_a}{Q} \quad (1)$$

ただし、 M_a はこの期間に生じた、人為的な加熱に起因する融雪量(gr cm^{-2})、 Q はこの期間内に供給された融雪用の熱量(cal cm^{-2})である。

(1)式中の M_a は次のようにして求められる。すなわち、対象とする期間の初日と末日における、第一路面での積雪重量をそれぞれ W_0, W_0' 、A路面での積雪重量をそれぞれ W_1, W_1' (単位はいずれし gr cm^{-2}) とすると、

$$W_0' = W_0 + S - M_n \quad (2)$$

$$W_1' = W_1 + S - M_n - M_a \quad (3)$$

ここで、 S はこの期間中の降雪量(gr cm^{-2})、 M_n はこの期間中の自然融雪量(gr cm^{-2})である。

(2)式を(3)式に代入し整理すると次式が得られる。

$$M_a = (W_0' - W_0) - (W_1' - W_1) \quad (4)$$

(1)式および(4)式から融雪効率は次のように表わされる。

表 2 給湯法別の融雪効率
Table 2 Snow melting efficiency of each method

期 間	給 湯 法	温水パイプ式 (第二路面)	散 布 式 (第三路面)	貯 水 池 式 (第四路面)
1974年12月14日～	12月18日	0.44	0.36	0.33
12月18日～	12月24日	0.59	0.50	0.33
12月24日～1975年1月6日		0.26	0.25	0.29
1月6日～	1月26日	0.87	0.58	0.64
1月26日～	3月10日	0.51	0.59	0.47
1974年12月14日～1975年3月10日		0.56	0.50	0.46

$$\eta = \frac{80M_a}{Q} = \frac{80[(W_0' - W_0) - (W_1' - W_1)]}{Q} \quad (5)$$

(5) 式は任意の路面に対して成立するから、これを用いて第二～第四路面における融雪効率を求めそれらを表 2 に示した。

融雪効率を図 5 の積雪深の変化と比較してみると、第二～第四路面上の積雪深の小さい時には融雪効率が低く、十分に積雪が在る時には高い融雪効率を示しているのがわかる。積雪深が小さい期間においては、部分的に路面が露出していることがあり、このような時には、融雪に使用されることなく、路面から直接大気中に逃げてゆく熱量が相当あるため Williams, 1975), このような低い融雪効率となったものと思われる。

全実験期間を通じての融雪効率をみると、温水パイプ式のものが他に比べてやや大きい。これは、温水パイプ式の場合、路面上での融雪が場所によって偏ることなく、平均的行なわれたため、上述の“部分的な露出”が少なかったためと思われる。それに対し、第三、第四路面では、図 2 に示したように、給湯が路面の片側の一边、もしくは一箇所から行なわれるため、その近くの雪はよく融け路面が露出するが、そこから遠ざかるにつれ融雪されにくくなり、積雪で覆われてしまうことになる。このようにして“部分的な露出”が生じてしまい、結果的に融雪効率が低下してしまったものと思われる。さらに、第四、第三路面は第一、第二路面に対し冬期の主風向である北西側に位置するため、風雪時には風上側からの飛雪を受け入れやすく、このことも融雪効率を低下させる原因になっているものと思う。

この実験で得られた温水パイプ式の融雪効率（全実験期間を通じて）が 0.56（＝56％）というのは、山下他（1972）が行なった循環式の温水パイプの融雪実験で得た 60％という融雪効率と同程度の値である。また、散布式の融雪効率と、地下水の散水消雪の場合（中村，1977）のそれと比較すると、前者が 0.5（＝50％）であるのに対し、後者は 60～70％（降雪量によって違う）と少し大きい。これは、散布する水の温度の違いによるものと思われる。

なお、第二路面での融雪効率を算出するのに用いた溢水温度の推定値は、図 4 に示した式を用いて求めたが、これによると、0℃の水を供給した場合 3.46℃の水が溢れ出てくることになるが、これは、地熱を吸収したためというよりも、経験式を導く際に生じた誤差だと

思われる。しかし、いずれにしても、給湯温度は殆どが 40°C 前後の範囲に含まれるので、それほど大きな誤差とはならないと判断してこの式を使用した。

さて、家庭において、実際に風呂の廃湯による融雪を行なう場合、どの程度の融雪量が期待できるであろうか。冬期間の最大積雪深が約150cmである山形県新庄市について試算してみる。

いま、給湯法としては、融雪効率の最も良い温水パイプ式を採用することとし、また、毎日風呂（水温 42°C 、水量 200l）をたて、それを用いて毎日融雪を行なうものとする。

上記の仮定から、毎日 $2 \times 10^3 \text{cm}^3 \times (42 - 0)^{\circ}\text{C} \times 1 \text{gr cm}^{-3} \times 1 \text{cal gr}^{-1} = 8.4 \times 10^6 \text{cal}$ の熱量が融雪用の熱量として供給される。融雪効率が0.56、氷の融解の潜熱が 80cal gr^{-1} であるから、供給された熱量で融かしうる雪の重量は1日に $58,800 \text{gr}$ である ($8.4 \times 10^6 \times 0.56 \div 80$)。

新庄市における1月の月平均日降水量は6mm（1日に 0.6gr cm^{-2} の雪が降るのに等しい）であるから、この雪が上記の熱量で完全に融けるようにするためには、融雪面積が約 10m^2 ($58,800 \div 0.6 = 98,000$) 以内でなければならないことがわかる。

5. む す び

家庭から排出される熱エネルギーを、敷地内での融雪に利用することを考え、その融雪能力、融雪効率について実験的に検討を行なった。熱源としては、使い終えた風呂の持つ熱エネルギーを使用することとし、風呂の廃湯を想定した温水（湯温 42°C 位、湯量180l程度）を毎夜10時、3面の試験路面に3種類の給湯法（温水パイプ式、散布式、貯水池式）で与えた。その結果、融雪効率は温水パイプ式=0.56、散布式=0.50、貯水池式=0.46であることが判明した。散布式、貯水池式での融雪効率が低いのは、路面上で融雪が均一に行なわれないこと、位置的に風上側からの飛雪を受け入れやすいことなどが影響しているものと思われる。

1月の山形県新庄市（1月の月平均日降水量が6mm）を例にとり、風呂の廃湯（湯温 42°C 、湯量200l）を用いて、毎日温水パイプ式で融雪を行なうものとして試算すると、融雪の対象とする路面の面積が 10m^2 以下であれば十分に融雪が可能であることが判明した。

おわりに

試験路面の作製に当っては田代光男管理係長（現当センター用度係長）、東浦将夫研究員（現当支所主任研究官）、北岡豪一研究員（現京都大学）および阿部修研究員の各氏の御協力を得た。阿部修氏にはまた測定の一部の手伝いを、当報告の執筆に当っては中村勉支所長に有益な助言をいただいた。ここにしるすとともに厚く感謝する。

参 考 文 献

- 1) 東 晃 (1968): 家庭における除雪について——労働時間と用具の考察——, 雪氷, vol. 30, No. 2, 1-5.
- 2) 東浦将夫・阿部修・中村勉・中村秀臣 (1978): 新庄の平地における積雪断面観測 (昭和49年～50年冬期), 防災科学技術研究資料, 第33号, 国立防災科学技術センター, 26pp.
- 3) 中村秀臣 (1977): 地下水散水による道路融雪実験から算出した適正散水量, 国立防災科学技術センター研究報告, 第18号, 117-147.
- 4) Williams, G. P. (1975): SURFACE HEAT LOSSES FROM HEATED PAVEMENTS DURING SNOW MELTING TESTS. Technical Paper No.427 of the Division of Building Research. NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA DIVISION OF BUILDING RESEARCH.
- 5) 山下宏・下村忠一・石平貞夫 (1978): 道路の防雪に関する研究——橋面融雪に関する研究——, 昭和47年度道路事業調査費報告, 建設省土木研究所, 42-48.

(1979年12月28日 原稿受理)

附表 積雪深の測定結果および供給熱量
 Appendix Measured snow depth and supplied quantity of heat

測定日時	項 目	積 雪 深 (cm)				給湯温 (°C)	水温 (°C)	供給された融雪用の 熱量 (cal cm ⁻²)		
		第一 路面	第二 路面	第三 路面	第四 路面			第二 路面	第三 路面	第四 路面
1974年12月14日	09:00	15.0	0	0	0	38.1	22.4	63.2	72.0	75.4
	15 10:00	19.0	6.0	6.0	6.0	39.7	23.5	65.8	75.0	78.5
	16 09:30	22.0	2.5	2.0	6.0	41.3	24.8	68.1	78.0	81.7
	17 09:40	26.0	1.5	3.0	6.0	42.0	(25.3)	69.3	79.3	83.1
	18 09:00	25.0	2.5	4.0	4.5	41.4	(25.0)	68.2	78.2	81.9
	19 08:55	23.0	0.5	1.0	5.0	42.7	(25.7)	70.4	80.7	84.5
	20 08:50	41.0	12.0	15.0	17.5	42.7	(25.7)	70.4	80.7	84.5
	21 09:00	45.0	10.0	18.0	12.0	39.3	(23.9)	64.7	74.2	77.7
	22 01:00	41.5	3.8	12.0	9.5	40.5	(24.5)	66.7	76.5	80.1
	23 08:50	37.5	2.0	5.0	7.0	41.1	(24.8)	67.8	77.6	81.3
	24 08:50	34.5	1.0	2.0	6.5	41.1	23.5	68.7	77.6	81.3
	25 08:45	30.0	0.5	3.5	40.0	40.1	24.5	65.9	75.7	79.3
	26 09:00	56.0	23.5	28.5	32.5	37.5	23.5	61.2	70.8	74.2
	27 08:30	54.0	23.5	24.5	30.0	40.7	25.5	66.4	76.9	80.5
	28 08:30	50.0	11.0	20.0	21.0	43.0	(25.8)	71.0	81.2	85.1
	29 08:45	46.0	6.5	9.0	12.5	45.2	(27.0)	74.7	85.4	89.4
	30 08:50	43.0	4.0	6.5	8.5	40.8	(24.7)	67.2	77.1	80.7
	31 09:25	41.0	3.0	3.0	5.5	42.7	(25.7)	70.4	80.7	84.5
1975年1月1日	09:00	44.0	2.0	3.0	5.0	40.5	24.5	66.7	76.5	80.1
	2 09:20	39.0	1.0	1.0	3.0	×	×	0	0	0
	3 09:00	44.0	5.0	7.0	7.0	44.7	(26.7)	73.9	84.4	88.4
	4 09:00	44.0	4.0	4.5	3.5	42.8	(25.7)	70.7	80.8	84.7
	5 09:30	42.5	1.5	2.0	3.0	42.0	(25.3)	69.3	79.3	83.1
	6 09:00	41.5	1.5	1.5	2.5	38.3	23.5	62.9	72.3	75.8
	7 09:00	40.0	1.5	1.5	2.5	×	×	0	0	0
	8 09:00	39.0	0.5	0.5	1.5	×	×	0	0	0
	9 09:00	36.0	0	0.5	1.5	44.5	(26.6)	73.5	84.1	88.0
	10 09:00	49.5	13.0	11.5	13.0	40.8	(24.7)	67.2	77.1	80.7
	11 09:30	59.0	20.5	23.0	5.0	41.5	(25.0)	68.5	78.4	82.1
	12 09:00	92.0	48.0	38.5	47.0	40.5	21.4	68.9	76.5	80.1
	13 10:30	100.0	55.5	50.5	57.5	42.4	25.5	70.0	80.1	83.9
	14 10:00	100.0	54.5	51.5	55.5	45.1	(26.9)	74.6	85.2	89.2
	15 11:40	96.0	47.5	42.5	32.5	44.4	(26.5)	73.4	83.9	87.8
	16 10:30	85.0	34.0	33.0	32.0	48.8	(28.8)	80.9	92.2	96.5
	17 11:30	82.0	29.5	34.5	29.5	48.4	(28.6)	80.2	91.4	95.7
	18 —	91.0	33.0	35.5	38.5	43.3	(26.0)	71.5	81.8	85.6
	19 11:00	90.5	32.0	33.0	34.0	43.0	(25.8)	71.0	81.2	85.1
	20 14:00	86.0	19.5	26.0	31.0	47.6	(28.2)	78.8	89.9	94.2
	21 12:00	87.0	15.0	24.0	21.5	49.4	(29.1)	81.9	93.3	97.7
	22 11:30	85.0	13.0	22.0	20.0	48.2	(28.5)	79.9	91.0	95.3

注) ×は給湯を行なわなかった場合を、—は欠測を表わす。

風呂の廃湯による庭先融雪を目的とした野外融雪実験—中村

(付表つづき)

測定日時	項 目	積 雪 深 (cm)				給湯 温 (°C)	水 度 温 (第二 路面) (°C)	供給された融雪用の 熱量 (cal cm ⁻²)		
		第一 路面	第二 路面	第三 路面	第四 路面			第二 路面	第三 路面	第四 路面
1975年1月23日	—	—	—	—	—	48.1	(28.5)	79.7	90.9	95.1
24	15:30	88.0	8.0	22.5	16.0	51.6	(30.3)	85.7	97.5	102.1
25	11:00	82.0	6.0	16.5	11.0	35.9	(22.1)	38.1	67.8	71.0
26	09:40	77.0	4.0	13.0	9.0	34.3	(21.3)	56.1	64.8	67.8
27	—	—	—	—	—	×	×	0	0	0
28	14:00	83.0	12.5	22.5	12.5	38.3	(23.4)	62.9	72.3	75.8
29	16:00	88.0	9.5	21.0	15.0	44.1	(26.4)	72.9	83.3	87.2
30	15:30	88.0	7.0	20.5	14.0	46.6	(27.7)	77.1	88.0	92.2
31	—	—	—	—	—	39.6	(24.1)	65.1	74.8	78.3
2月1日	09:00	87.0	5.0	16.5	11.0	40.5	(24.5)	66.7	76.5	80.1
2	09:30	—	5.5	17.0	11.0	×	×	0	0	0
3	16:50	80.0	4.0	11.0	11.0	42.7	(25.7)	70.4	80.7	84.5
4~11	ポンプ故障のため実験休止									
12	16:40	110.0	52.0	52.5	54.5	17.9	(12.8)	28.1	33.8	35.4
13	18:10	123.0	55.0	55.0	55.0	28.9	(18.5)	46.9	54.6	57.2
14	17:10	128.0	62.0	60.0	60.0	35.5	(21.9)	58.2	67.1	70.2
15	15:25	120.0	52.0	49.5	50.5	35.6	(22.0)	58.3	67.2	70.4
16	—	—	—	—	—	×	×	0	0	0
17	15:30	116.0	55.0	46.0	51.0	45.2	(27.0)	74.7	85.4	89.4
18	—	—	—	—	—	44.4	(26.5)	73.4	83.9	87.8
19	09:00	112.0	45.0	37.0	37.0	50.8	(30.0)	84.2	96.0	100.5
20	—	—	—	—	—	37.7	(23.1)	61.9	71.2	74.6
21	—	—	—	—	—	36.3	(22.3)	59.6	68.6	71.8
22	09:00	110.0	37.0	29.0	27.0	39.0	(23.7)	64.2	73.7	77.1
23	11:00	107.0	29.5	22.1	21.5	36.4	(22.4)	59.7	68.8	72.0
24	14:30	112.0	35.0	24.5	22.0	37.8	(23.1)	62.1	71.4	74.8
25	15:30	107.0	26.5	17.0	16.0	39.6	(24.1)	65.1	74.8	78.3
26	16:00	108.0	35.0	27.5	26.5	38.8	(23.6)	63.8	73.3	76.7
27	—	—	—	—	—	39.0	(23.7)	64.2	73.7	77.1
28	16:50	114.0	35.0	23.5	27.0	37.8	(23.1)	62.1	71.4	74.8
3月1日	12:00	134.0	41.0	36.5	31.0	35.9	(22.1)	58.9	67.8	71.0
2	10:30	130.0	45.0	39.5	39.5	35.6	(22.0)	58.3	67.2	70.4
3	—	—	—	—	—	39.0	(23.7)	64.2	73.7	77.1
4	—	115.0	27.5	22.0	24.5	43.3	(26.0)	71.5	81.8	85.6
5	—	111.0	17.0	16.5	24.5	43.0	(25.8)	71.0	81.2	85.1
6	—	—	—	—	—	×	×	0	0	0
7	17:00	108.0	12.5	11.0	12.5	42.8	(25.7)	69.6	80.8	84.7
8	08:00	—	—	—	—	×	×	0	0	0
9	—	102.0	7.0	4.5	11.0	×	×	0	0	0
10	—	95.0	6.0	3.5	7.0	×	×	0	0	0

注) ×は給湯を行わなかった場合を, —は欠測を表わす.