保温効果の高い入浴剤の作成

房間綾音

要旨

現在、販売されている入浴剤を多数用いた複数回の温度測定により保温効果の高い成分を調査したところ、二酸化炭素の発生と唐辛子エキスの配合、適正量の界面活性剤の配合が保温効果の高さに影響することがわかった。

キーワード：入浴剤　保温効果　ナトリウム　二酸化炭素　唐辛子エキス　界面活性剤

Ⅰ. はじめに

1)動機

保温効果を売りにした入浴剤を入れて入浴すると感じる温かさを入浴後も持続させることはできないか。冬の浴後の寒さ解消を図りたい。

2)背景

2-1)保温効果の仕組み

アース製薬によると入浴剤に含まれている塩類(ミネラル等)が皮膚表面のタンパク質と結合して全身に保護膜をつくる。これが熱の放散を防ぐため、湯冷めしにくくなる。

2-2)入浴剤の分類

アース製薬によると入浴剤には炭酸ガス系、薬用植物系、と言ったような様々な種の分類があるが中でも無機塩類系の入浴剤が冷えが気になる時に使用すべき入浴剤である。

さらに、伊藤誠ほか(1982)によるとさら湯と比較して硫酸ナトリウム浴、塩化ナトリウム浴の浴後の肌の表面温度持続が確認されている。

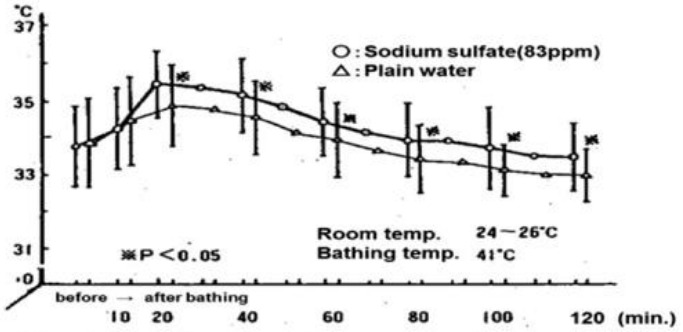


Fig. 3. Temporal variations of skin surface temperature on sodium sulfate bathing (upper extremities)

図 1:硫酸ナトリウム浴とさら湯での肌の表面温度持続時間の違い(出典:伊藤誠ほか(1982))

2-3)保温効果持続時間

人工塩類泉入浴効果班(1997)によると就寝前入浴による夜間の深部体温は、さら湯浴での最大0.3℃の上昇が 2.5 時間持続に対し、人工温泉浴(芒硝泉浴剤:ナトリウムと硫酸イオンを主成分としたもの)においては最大 0.4℃の上昇が 5 時間持続した。

3)目的

今現在存在するものよりも保温効果の高い、保温効果に特化した入浴剤を作成する。

Ⅱ. 手法

1)予備実験

本実験の方法を明確にするために予備実験を行った。

1-1)予備実験の目的

タンパク質の有無によって本当に保温効果に差が生まれるのか、皮膚表面のタンパク質の代わりとしてホエイプロテインを使用できるか、また温度を測って本実験を行うと仮定してそもそも入浴剤ごとに数値的に差が生まれるのかどうか、を検証すること。

1-2)予備実験の手法

使用したもの:スタンド、メスシリンダー、凧糸、温度計、発泡スチロール製容器、マグネチックスターラー、ホエイプロテイン、電子ばかり、ハンマー、ストップウォッチ、

入浴剤各種

[A バブメディキュア Aa2(花王)

B バスアワーVHW2(白元アース)]

手順:
①入浴剤をハンマーで砕き電子ばかりを使用して5g はかりとる。プロテインを 1 g はかりとる。
②スターラーの上に発泡スチロール製カップを置き、スタンドから凧糸を用いて温度計を吊るしその温度計の先端を容器内に入れる。容器内に撹拌子を入れる。
③お湯を 50℃設定で沸かしておく。
④一方はプロテイン 1 g を容器内に入れる。
⑤お湯を 100ml、メスシリンダーではかりとり容器に注ぐ。
⑥スターラーのスイッチを入れて温度計の先端の場所が安定するよう位置を調節する。
⑦はじめの温度をそれぞれ測り、同時に入浴剤を静かに容器内に入れる。
⑧5 分経過するのを待ち、再び温度を測定する。



図 2:温度測定装置

2)本実験①
2-1)本実験①の目的
　保温効果の高い入浴剤に含まれている成分を探し出すこと。
2-2)本実験①の手法
　使用したもの:予備実験で使用したものに加え、入浴剤各種
[バブ Cg(花王)
バスアワーVHW2〈ほうじ茶の香り〉(白元アース)
バブ Ea1(花王)
エイトザタラソユー　タブレット入浴剤ディープ(ステラシード)
バブメディキュア Aa2(花王)
バブメディキュア Nb1(花王)
バブメディキュア S1(花王)
バスアース OB-1(アース製薬)
バスアワーVHW2〈つつじの香り〉(白元アース)
アラモード　バスタブレット CR(SPR ジャパン)
YL バスタブレット C(I-ne)
クナイプスパークリングタブレットピースフルモーメント　アクアハーバルの香り(クナイプジャパン)]
　手順:基本的に予備実験と同様の方法、分量で進める。ただし、予備実験結果より全てにタンパク質(プロテイン 1 g)を入れて実験する。また、実験結果を正確なものにするため 10 分ごとに 1 時間分測定に変更。また全部で 12 種の入浴剤を使用して実験をした。



図 3:本実験①の様子

3)本実験②
3-1)本実験②の目的
　本実験①では全ての入浴剤が炭酸水素ナトリウムと酸を含み二酸化炭素を発生させるものであったため、本実験②では炭酸水素ナトリウムを含まない入浴剤を用いて比較実験をし、炭酸ガスの発生は保温効果と相関があるのかを調べる。
3-2)本実験②の手法
使用したもの:予備実験で使用したものに加え、入浴剤各種

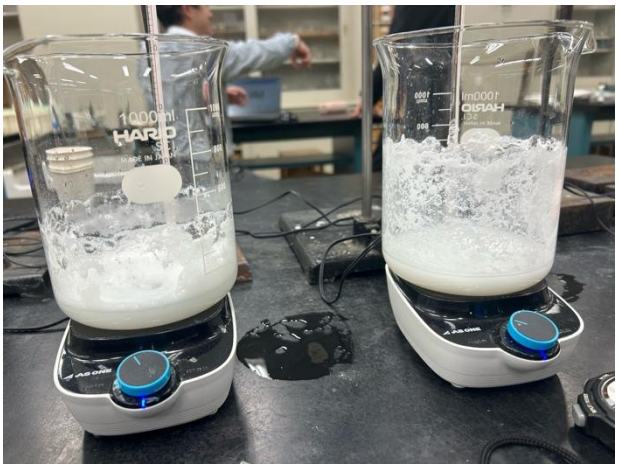
[YL バスタブレット C(I-ne)
クナイプバスソルトオレンジ・リンデンバウム
<菩提樹>の香り(クナイプジャパン)
薬用ティールズフレグランス EPS LV(フィッツコーポレーション)
クラシエバスソルト YE(クラシエ)
お湯物語　プレミアム泡 5A(牛乳石鹸共進社)
ゲルマバス(石澤研究所)]
　手順:基本的に本実験①と同様の方法、分量で進める。今回は 5 分ごとに温度測定を行った。


図 4:本実験②の様子

4)本実験③
4-1)本実験③の目的
　本実験②より保温効果に影響すると思われた物質を用いて、その物質は本当に温度を保つのか、またどの物質が最も保温効果に影響するのかを確かめる。
4-2)本実験③の手法
　使用したもの:予備実験で使用したものに加え、炭酸水素ナトリウム、フマル酸、ステアリン酸ナトリウム、辻さん家のとける唐辛子(辻製油)
　手順:実験装置、方法は今までの実験と同様にする。ただし、今回の実験試料は
A:お湯、プロテイン
B:お湯、プロテイン、炭酸水素ナトリウム(4.4g)、フマル酸(5.6g)
C:お湯、プロテイン、炭酸水素ナトリウム(4.4g)、フマル酸(5.6g)、ステアリン酸ナトリウム(1g)
D:お湯、プロテイン、炭酸水素ナトリウム(4.4g)、フマル酸(5.6g)、とける唐辛子(1g)
E:お湯、プロテイン、炭酸水素ナトリウム(4.4g)、フマル酸(5.6g)、ステアリン酸ナトリウム(1g)、とける唐辛子(1g)
の 5 つを準備して比較する。


図 5:本実験③の様子(左から ABCDE)

5)本実験④
5-1)本実験④の目的
　本実験③で予想に反する結果が出たため実験失敗なのか本当にその結果が正しいのかを検証する。ステアリン酸ナトリウムが溶けきっていなかったためそれが原因かと考えた。
5-2)本実験④の手法
　使用したもの:本実験③の B と C で使用したもの、乳鉢、乳棒
　手順:本実験③で溶けきらなかったステアリン酸ナトリウムを、初めから乳鉢・乳棒で粉状にしてから実験を始める。分量は変えず実験③同様、B と C を用意する。


図 6:本実験④の様子(左から BC)

III. 結果

1)予備実験結果

表 1 予備実験での 5 分後の温度変化(℃)

	プロテインなし	プロテインあり
入浴剤 A	41.1℃→37.4℃ 【—3.7℃】	39.8℃→37.6℃ 【—2.2℃】
入浴剤 B	40.2℃→37.1℃ 【—3.1℃】	39.5℃→37.6℃ 【—1.9℃】

2)本実験①結果

表 2: 10 分ごとの温度測定(℃)【1 回目】

	入浴剤なし	入浴剤1	入浴剤2	入浴剤3	入浴剤4	入浴剤5	入浴剤6	入浴剤7	入浴剤8	入浴剤9	入浴剤10	入浴剤11	入浴剤12
はじめ	42	41.1	41.2	38.9	39.8	39.3	40.3	37.3	40	40.7	40.8	40	40.8
10分	36	35.9	35.5	34	34	33.9	34.3	32.1	34.3	35.2	35	34.5	35.2
20分	32.9	32.7	32.2	31	31.1	30.7	31	30.8	30.6	32	32.3	31.8	32.5
30分	30.5	30.5	30	29	29	28.5	28.7	28.7	29.4	29.8	30	29.7	30.5
40分	29	29.5	28.6	27.5	27.6	27	27.2	27.1	27.9	27.9	28.5	28.3	28.8
50分	28	28.5	27.5	26.3	26.5	26.1	26.2	26.1	26.8	26.8	27.5	27.5	27.7
60分	27.5	28.9	27	25.6	25.8	25.3	25.5	25.3	26	26	26.6	26.6	27
1時間での減少度	14.5	12.2	14.2	13.3	14	14	14.8	12	14	14.7	14.2	13.4	13.8
30分での減少度	11.5	10.6	11.2	9.9	10.8	10.8	11.6	8.6	10.6	10.9	10.8	10.3	10.3

表 3 :10 分ごとの温度変化(℃)【2 回目】

	入浴剤なし	入浴剤1	入浴剤2	入浴剤3	入浴剤4	入浴剤5	入浴剤6	入浴剤7	入浴剤8	入浴剤9	入浴剤10	入浴剤11	入浴剤12
はじめ	48	48.5	49.2	48.3	45	50	49.3	48.4	48	46.7	48.1	48	47.9
10分	39.8	40.2	41.8	40.5	38.9	41.1	40.2	41.7	40.1	41.2	41.6	41.2	41
20分	35.3	35.7	37.2	35.7	34.8	36.5	35.4	36.8	35.5	36.5	36.7	36.5	36.2
30分	32	32.4	33.7	32.3	31.7	33.1	32	33.1	32	33	33	33	32.7
40分	29.5	29.9	31	29.8	29.6	30.8	29.8	30.7	29.8	30.4	30.4	30.4	30.3
50分	27.7	28.3	29	27.9	28.1	29	28	28.8	28.1	28.3	28.5	28.5	28.4
60分	26.3	27.1	27.5	26.5	27	27.8	26.8	27.4	27.1	26.9	27.1	27.2	27
1時間での減少度	21.7	21.4	21.7	21.8	18	22.2	22.5	21	20.9	19.8	21	20.8	20.9
30分での減少度	16	16.1	15.5	16	13.3	16.9	17.3	15.3	16	13.7	15.1	15	15.2

表 4 :10 分ごとの温度変化(℃)【3 回目】

	入浴剤なし	入浴剤1	入浴剤2	入浴剤3	入浴剤4	入浴剤5	入浴剤6	入浴剤7	入浴剤8	入浴剤9	入浴剤10	入浴剤11	入浴剤12
はじめ	45.2	45.3	45	46.2	44	43.4	43.7	42.6	41.2	42.3	41.8	40.6	40
10分	38.8	38.1	39.4	39.2	38	37.4	37.3	36.5	34.8	37.5	36.2	35.1	34.6
20分	34.7	34.3	35.9	35.2	34.5	34	33.8	32.9	31.8	34.3	32.2	32.1	31.8
30分	32	31.7	33.4	32.6	32	31.6	31.3	30.5	29.8	32	31	30	29.9
40分	30	30	31.5	30.5	30.2	29.8	29.5	28.7	28	30.4	29.5	28.4	28.4
50分	28.7	28.8	30	29	28.8	28.4	28.1	27.4	26.9	29	28.1	27.3	27.3
60分	27.9	28.2	29.1	28	27.7	27.4	27	26.4	26	27.9	27	26.5	26.5
1時間での減少度	17.3	17.1	15.9	18.2	16.3	16	16.7	16.2	15.2	14.4	14.8	14.1	13.5
30分での減少度	13.2	13.6	11.6	13.6	12	11.8	12.4	12.1	11.4	10.3	10.8	10.6	10.1

入浴剤 1 :バブ Cg(花王)

入浴剤 2 :バスアワーVHW2<ほうじ茶の香り>
(白元アース)

入浴剤 3:バブ Ea1(花王)

入浴剤 4 :エイトザタラソユータブレット入浴料
ディープ(ステラシード)

入浴剤 5 :バブメディキュア Aa2(花王)

入浴剤 6 :バブメディキュア Nb1(花王)

入浴剤 7 :バブメディキュア S1(花王)

入浴剤 8 :バスアース OB-1(アース製薬)

入浴剤 9 :バスアワーVHW2〈つつじの香り〉
(白元アース)

入浴剤 10:アラモード　バスタブレット CR
(SPR ジャパン)

入浴剤 11:YL バスタブレット C(I-ne)

入浴剤 12:クナイプスパークリングタブレット
ピースフルモーメントアクアハーバルの香り
(クナイプジャパン)

3)本実験②結果

表 5: 本実験②5 分ごとの温度変化(℃)

	入浴剤なし	入浴剤11	入浴剤13	入浴剤14	入浴剤15	入浴剤16	入浴剤17
はじめ	43	42.8	42	42.2	41.3	41.3	41.4
5分	38	39.6	38	37.9	37.1	38.1	37.6
10分	36.2	37.8	35.1	35.2	34.4	35.5	35
15分	33.8	35.1	32.8	33	32.1	33.3	32.8
20分	31.8	32.8	31	31.1	30.2	31.3	31
25分	30.1	30.8	29.4	29.6	29.7	29.7	29.6
30分	28.6	29	28	28.1	27.2	28.3	28.2
35分	27.4	27.7	26.8	27	26	27.1	27
40分	26.3	26.4	25.8	25.9	25	26	26
45分	25.3	25.4	25	25	24.1	25.1	25.2
50分	24.5	24.4	24.1	24.2	23.4	24.2	24.5
55分	23.8	23.6	23.4	23.5	22.7	23.6	23.8
60分	23.1	22.9	22.8	22.9	22.1	23	23.1
1時間での減少度	19.9	19.9	19.2	19.3	19.2	18.3	18.3
30分での減少度	14.4	13.8	14	14.1	14.1	13	13.2

入浴剤 11:YL バスタブレット C(I-ne)

入浴剤 13:バスソルトオレンジ・リンデンバウム
<菩提樹>の香り(クナイプジャパン)

入浴剤 14:薬用ティールズフレグランス EPS LV
(フィッツコーポレーション)

入浴剤 15:クラシエバスソルト YE(クラシエ)

入浴剤 16:お湯物語　プレミアム泡 5A
（牛乳石鹸共進社）
入浴剤 17:ゲルマバス(石澤研究所)

4)本実験③の結果
表 6:本実験③5 分ごとの温度変化(℃)

	試料A	試料B	試料C	試料D	試料E
はじめ	43	43	44.1	43.6	43.8
5分	37.3	37.8	37.5	37.6	37.9
10分	33.8	35	35.2	35.4	35.3
15分	31.2	32.8	33.5	33.6	33.8
20分	29	31.2	32	32	32.5
25分	27.4	30.3	30	30.5	31.6
30分	26	29.5	28	29.1	30.3
30分での減少度	17	13.5	16.1	14.5	13.5

5)本実験④の結果
表:7 本実験④5 分ごとの温度変化

	B	C
はじめ	43.8	44.8
5分	37.7	35.8
10分	35.6	34
15分	33.8	31.6
20分	32.2	29.2
25分	31	27.4
30分	30	26
30分での減少度	13.8	18.8

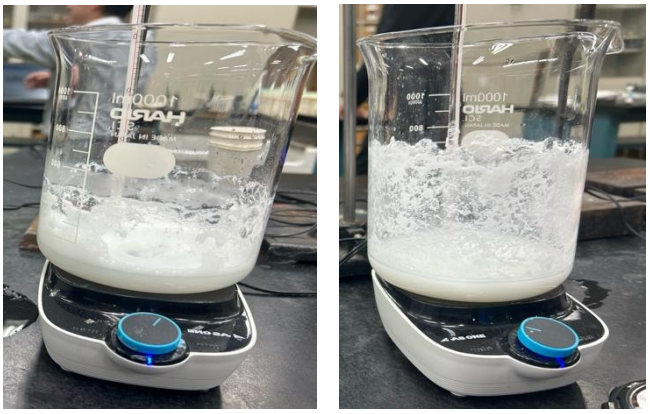


図 7:開始 2 分後時点での様子
（左から試料 B，C）

IV. 考察

1） 予備実験考察
表 1 より入浴剤 A プロテインなしの温度変化－3.7℃と入浴剤 A プロテインありの温度変化－2.2℃とを比較すると、プロテインありの方が保温されている。また入浴剤 B でもプロテインなしの温度変化－3.1℃とプロテインありの温度変化－1.9℃とを比較すると、プロテインありの方が保温されている。よって本実験で皮膚表面のタンパク質の代わりとしてプロテインを使用することができる。

さらに、タンパク質なしのもの同士で入浴剤 A と入浴剤 B とを比較すると A が－3.7℃に対し B が－3.1℃と入浴剤 B の方が保温されている。タンパク質ありのもの同士で入浴剤 A と入浴剤 B とを比較すると A が－2.2℃に対し B が－1.9℃と入浴剤 B の方が保温されている。このことから入浴剤の種によって数値的に差が生まれる、温度を基準に保温効果を調べることができる、と考えられる。

2） 本実験①考察
温度変化をグラフ化したが特徴がよみづらく、1 時間で何℃分下がったかで検討することにした。

表 8:本実験①1 時間での温度減少
［3 回の実験の平均値］(℃)

入浴剤なし	17.80
入浴剤 1	16.90
入浴剤 2	17.27
入浴剤 3	17.77
入浴剤 4	16.10
入浴剤 5	17.40
入浴剤 6	18.00
入浴剤 7	16.40
入浴剤 8	16.70
入浴剤 9	16.30
入浴剤 10	16.60
入浴剤 11	16.10
入浴剤 12	16.06

表 8 より低下温度の小さい入浴剤 4.11.12 は保温効果が高く、低下温度の大きい入浴剤 3.5.6 は保温効果が低いと考えられる。
保温効果の高いもの、低いもの同士で共通する成分がないかを調べたところ特定の成分は見つからなかった。ただし、糖類とエステルが含まれていないものは保温効果が高くなっているのではないかという考えに至った。

3) 本実験②考察

今回の実験は冬季に行ったため外気の影響で本実験①に比べ温度が短時間で下がってしまったと考える。本来入浴に適する温度を考えると低くて30℃前後のため、30 分経過時の温度を採用し考察した。

表 9:本実験②30 分での温度減少(℃)

入浴剤なし	14.4
入浴剤 11	13.8
入浴剤 13	14.0
入浴剤 14	14.1
入浴剤 15	14.1
入浴剤 16	13.0
入浴剤 17	13.2

入浴剤 11(二酸化炭素の発生する入浴剤)の13.8℃減少に対し、入浴剤 13，14，15(二酸化炭素の発生する入浴剤)はそれぞれ 14.0℃，14.1℃，14.1℃と減少値が大きくなったため二酸化炭素の発生は温度を保つ、つまり保温効果を高めるのだと考えられる。

しかし二酸化炭素を発生させないにも関わらず入浴剤 11(13.8℃減少)よりも温度を保ったものが入浴剤 16(13.0℃減少)と入浴剤 17(13.2℃減少)であるが他の入浴剤の成分と比較しその入浴剤のみに含まれている目立った成分を探し出すことで保温効果を高める要因を考えた。その結果、入浴剤 16 よりオレフィン(C14-16)スルホン酸ナトリウム[界面活性剤]、入浴剤 17 より唐辛子エキスが保温効果を高める要因の候補として挙げることができた。

以上より本実験①に比べ明確に特定の成分を挙げられたことも踏まえ、今回の結果を確定させるべく、二酸化炭素の発生、唐辛子エキスの配合、界面活性剤の配合、の 3 つに注目して実験を進めていくことにした。

4) 本実験③考察

表 10:本実験③30 分での温度減少(℃)

試料 A	17.0
試料 B	13.5
試料 C	16.1
試料 D	14.5
試料 E	13.5

試料 A(17.0℃減少)と試料 B(13.5℃減少)を比較すると二酸化炭素を発生させる試料 B の方が保温されていることから、二酸化炭素の発生は保温効果を高めると考えた。

また試料 C(16.1℃減少)と試料 E(13.5℃減少)を比較すると唐辛子エキスを含む試料 E の方が保温されていることから、唐辛子エキスの配合は保温効果を高めると考えた。

さらに試料 D(14.5℃減少)と試料 E(13.5℃減少)を比較するとステアリン酸ナトリウムを含む試料 E の方が保温されていることから、界面活性剤の配合は保温効果を高めると考えた。

しかし試料 B(13.5℃減少)と試料 C(16.1℃減少)を比較すると、試料 D，E の比較と同じく、比較目的はステアリン酸ナトリウムを含むか否かであるにも関わらず、ステアリン酸ナトリウムを含む試料 C の方が温度が下がってしまっている。この結果が正しいのかそれとも実験失敗で何か原因があるのかを考えたが、ステアリン酸ナトリウムが溶けきっていなかったためこれが結果に影響してしまっているのではないかと考えた。再度試料 B、C のみ実験を行うことにした。

5) 本実験④考察

30 分経過後は試料 B(13.3℃減少)に比べて試料C(18.8℃減少)は大きく減少しており本実験③の結果と同様なため、本実験③の結果は正しかったと言える。

しかし温度測定開始から 2 分後時点での様子よりステアリン酸ナトリウムを含む試料 C の方が泡が大きく膨れ上がったことがわかるため、ステアリン酸ナトリウムはしっかり溶け効果を発揮しているはずである。ただし 2 分後の時点で発生した泡は消え、その後 5 分経過時には試料 C の方が温度が下がってしまっていることを踏まえると、界面活性剤で保温効果を高めるには適正量があるのではないかと考えた。界面活性剤による泡が表面を覆い熱の放散を防ぐのだと考えているが、いくら多量の泡が発生してもそれが消えてしまうようでは意味がなくなってしまうため、入れれば入れるほど保温されるわけではないと考えた。界面活性剤の保温のための適正量については本研究では十分な検証ができなかったため今後の課題としたい。

V. 結論

二酸化炭素の発生、唐辛子エキスの配合、適正量の界面活性剤(本実験ではステアリン酸ナトリウム)の配合、この 3 つを条件とし、保温効果の高い入浴剤を作成した。

謝辞

本研究の遂行に携わって下さった市川学園の化学科教諭の先生方に深く感謝申し上げます。特に研究計画から多大なご指導を賜りました小芝先生に心より感謝申し上げます。

文　献

1, アース製薬:入浴剤のおすすめはどれ？入浴剤の種類と特長について/お風呂なび

2, 伊藤誠,藤原敏雄,天野勝彦,平野智(1982):浴剤の保温性に関する研究(第 1 報).日本香化粧品科学会誌,6(3):175-180.

3, 人工塩類泉入浴効果研究班(1997):高血圧患者の人工塩類泉(バスクリン)入浴による夜間血圧,深部体温,血液ガスの変化.日温気物医誌,54:51-52