

表 1 4 最低気温に基づく高齢者浴槽内心肺停止発生件数の予測（山形県）

山形県	気象庁 2012 年	高齢者浴槽内心肺停止	
	最低気温の平均 (℃)	気温からの予測 (人)	調査件数 (件)
1 月	-4.7	44	24
2 月	-5.6	44	19
3 月	-1	34	19
4 月	4.4	22	
5 月	10.7	15	
6 月	14.5	11	
7 月	20.2	8	
8 月	22.1	7	
9 月	19.3	8	
10 月	10.4	15	18
11 月	4.3	23	19
12 月	-1.6	35	23
10－3 月合計		195	122
年間合計		266	

気象庁山形県山形市の日最低気温の平均値からの予測値と本調査の実測値を示す。

表 1 5 最低気温に基づく高齢者浴槽内心肺停止発生件数の予測（佐賀県）

佐賀県	気象庁 2012 年	高齢者浴槽内心肺停止	
	最低気温の平均 (℃)	気温からの予測 (人)	調査件数 (件)
1 月	1.5	18	10
2 月	2	17	12
3 月	6.3	13	7
4 月	10.6	9	
5 月	16	7	
6 月	20.1	5	
7 月	24.4	4	
8 月	25.4	3	
9 月	20.8	5	
10 月	14.1	8	7
11 月	7.5	12	13
12 月	2.5	17	18
10－3 月合計		85	67
年間合計		117	

気象庁佐賀県佐賀市の日最低気温の平均値からの予測値と本調査の実測値を示す。

表 1 6 最低気温に基づく高齢者浴槽内救助事案発生件数の予測（東京都）

東京都	気象庁 2012 年	高齢者浴槽内救助群	
	最低気温の平均 (℃)	気温からの予測 (人)	調査件数 (件)
1 月	1.8	144	166
2 月	2.2	131	109
3 月	5.3	115	81
4 月	11	77	
5 月	16.1	58	
6 月	18.6	48	
7 月	23.5	36	
8 月	26.3	30	
9 月	23.3	35	
10 月	16.2	57	39
11 月	9.6	85	105
12 月	3.8	127	169
10－3 月合計		659	669
年間合計		942	

気象庁東京都東京地方の日最低気温の平均値からの予測値と本調査の実測値を示す。

表 1 7 最低気温に基づく高齢者浴槽内救助事案発生件数の予測（山形県）

山形県	気象庁 2012 年	高齢者浴槽内救助群	
	最低気温の平均 (℃)	気温からの予測 (人)	調査件数 (件)
1 月	-4.7	27	18
2 月	-5.6	26	18
3 月	-1	21	11
4 月	4.4	14	
5 月	10.7	10	
6 月	14.5	8	
7 月	20.2	5	
8 月	22.1	5	
9 月	19.3	6	
10 月	10.4	10	8
11 月	4.3	14	18
12 月	-1.6	22	13
10－3 月合計		120	83
年間合計		168	

気象庁山形県山形市の日最低気温の平均値からの予測値と本調査の実測値を示す。

表 1 8 最低気温に基づく高齢者浴槽内救助事案発生件数の予測（佐賀県）

佐賀県	気象庁 2012 年	高齢者浴槽内救助群	
	最低気温の平均 (℃)	気温からの予測 (人)	調査件数 (件)
1 月	1.5	12	14
2 月	2	10	8
3 月	6.3	8	6
4 月	10.6	6	
5 月	16	5	
6 月	20.1	3	
7 月	24.4	3	
8 月	25.4	3	
9 月	20.8	3	
10 月	14.1	5	4
11 月	7.5	8	2
12 月	2.5	11	10
10－3 月合計		54	44
年間合計		77	

気象庁佐賀県佐賀市の日最低気温の平均値からの予測値と本調査の実測値を示す。

表 1 9 心肺停止群と救助群との比較

	浴槽内発生 心肺停止群 N=261 (%)	浴槽内発生 救助群 N=456 (%)	p-value
男 性	127 (49)	314 (69)	<0.01 [†]
年 齢 中央値 (IQR) 歳	81 (74-86)	80 (75-85)	0.43*
個別の浴室	254 (97)	390 (86)	<0.01 [†]
浴槽内の水			
浅 い	12 (5)	44 (10)	<0.01 [†]
ふつう	169 (65)	311 (68)	
深 い	80 (31)	101 (22)	<0.01 [†]
溺没あり	233 (89)	73 (16)	
入浴開始から発見までの時間 中央値 (IQR) 分	60 (30-90)	30 (20-60)	<0.01*
飲酒あり	31 (12)	28 (6)	0.01 [†]

t - 検定*, Chi 二乗検定[†]

表 2 0 多変量ロジスティック回帰分析の結果（変数減少法）

独立因子	オッズ比（95%信頼区間）	p-value
溺没あり	61.5 (36.8-102.7)	<0.01
個別の浴室	14.3 (5.7-35.6)	<0.01
年 齢	1.03 (1.01-1.04)	<0.01
入浴開始から発見までの時間	1.004 (1.001-1.006)	<0.01

心肺停止群に対するオッズ比を示す。

表 2 1 非心肺停止群の症候（救急隊記載）

救急隊の記載した症候	救助群 N=935 (%)	急病群 N=1,545 (%)	外傷群 N=574 (%)
意識障害	451 (48)	641 (41)	56 (10)
脱 力	646 (69)	646 (42)	39 (7)
呼吸困難	34 (4)	44 (3)	1 (0)
胸 痛	7 (1)	26 (2)	0 (0)
めまい	7 (1)	72 (5)	8 (1)
外 傷	15 (2)	72 (5)	465 (81)
その他の疼痛	17 (2)	52 (3)	48 (8)

表 2 2 非心肺停止群の症候（医療施設記載）

医療施設記載の症候	救助群 N=530* (%)	急病群 N=820* (%)	外傷群 N=363* (%)
意識障害	160 (30)	167 (20)	11 (3)
一過性意識障害	260 (49)	460 (56)	54 (15)
ショック	19 (4)	20 (2)	3 (1)
溺 水	84 (16)	29 (4)	2 (1)
呼吸困難	57 (11)	32 (4)	3 (1)
胸 痛	3 (1)	21 (3)	5 (1)
頭 痛	4 (1)	39 (5)	19 (5)
めまい	14 (3)	43 (5)	201 (55)
麻 痺	24 (5)	38 (5)	0 (0)
転 倒	18 (3)	59 (7)	227 (63)
打 撲	14 (3)	43 (5)	201 (55)

医療施設に搬送され、医療施設対象の調査票が回収され、かつ何らかの症候の記載がなされていたものの件数*

表 2 3 12 誘導心電図の異常所見

	救助群 N=538 (%)	急病群 N=839 (%)	外傷群 N=140 (%)
急性心筋梗塞	1 (0.2)	8 (1.0)	0 (0)
陳旧性心筋梗塞	17 (3.2)	11 (1.3)	1 (0.7)
虚血性変化	13 (2.4)	12 (1.4)	0 (0)
洞性頻脈	51 (9.5)	31 (3.7)	3 (2.1)
心房細動	35 (6.5)	52 (6.2)	5 (10.7)
上室性頻拍	35 (6.5)	52 (6.2)	5 (10.7)
心室頻拍	1 (0.2)	0 (0)	0 (0)
左室肥大	15 (2.8)	20 (2.4)	2 (1.4)

表 2 4 頭部 C T 検査の異常所見

	救助群 N=463 (%)	急病群 N=697 (%)	外傷群 N=225 (%)
くも膜下出血	7 (1.5)	20 (2.9)	4 (0.6)
脳出血	26 (5.6)	43 (6.2)	1 (0.4)
陳旧性脳梗塞	87 (18.8)	97 (13.9)	11 (4.9)
慢性硬膜下血腫	11 (2.4)	9 (1.3)	1 (0.4)

表 2 5 医療施設における外来診断結果

	救助群 N=756 (%)	急病群 N=1,051 (%)
一過性意識障害	231 (31)	338 (32)
意識障害	62 (8)	52 (5)
失 神	71 (9)	161 (15)
低血圧	39 (5)	84 (8)
めまい	4(1)	34 (3)
脱水症	154 (20)	175 (17)
くも膜下出血	7 (1)	19 (2)
脳出血	23 (3)	40 (4)
脳梗塞	18 (2)	33 (3)
TIA	38 (5)	66 (6)
心筋梗塞	3 (0)	11 (1)
心不全	2 (0)	6 (1)
熱中症	43 (6)	21 (2)
溺水・誤嚥	12 (2)	8 (1)
転 倒	13 (2)	46 (4)
打 撲	8 (1)	27 (3)

表 2 6 医療施設における外来転帰

	救助群 N=636 (%)	急病群 N=1,050 (%)
帰 宅	304 (48)	701 (67)
入 院	331 (52)	341 (32)
外来死亡	1 (0)	8 (1)

入浴事故：救急隊調査用紙

・本邦では、入浴中に約 14000 人の市民が急死しています（2000 年調査）。予防策を検討するため、以下の調査にご協力をお願いします。

・各項目への回答を（ ）内に記載し、あるいは選択肢に○をつけて下さい。

・本調査の浴室内で傷病が発生した救急事例すべてを対象にしています。

（1）基礎的事項

- 1) 救急隊名 ()
- 2) 覚知年月日 20 () 年 () 月 () 日
覚知時間 () 時 () 分
現場到着時間 () 時 () 分
現場出発時間 () 時 () 分
病院到着時間 () 時 () 分
- 3) 傷病者の年齢と性別
() 歳 1) 男性 2) 女性

（2）傷病者の状態（複数回答可）

- 1) 心肺停止
- 2) 自力で浴槽から出られなくなり、救助を要した。
- 3) その他の急病
- 4) 外傷（滑り、転倒など）

（3）事故発生の家屋の種類

- 1) 一般住宅 2) アパート・マンション 3) 公衆浴場 4) 旅館・ホテル 5) 老人ホーム・福祉施設など 6) サウナ 7) その他

（4）浴室での事故の発生場所

- 1) 浴槽内 2) 洗い場 3) その他

（5）浴槽内発生の場合の傷病者の状態

- 1) 溺没あり（顔面が水に浸かっている） 2) 溺没なし 3) 不明

（6）発見者

- 1) 本人 2) 家族・介助者 3) 同時入浴者（公衆浴場など） 4) その他

（7）発見のきっかけ

- 1) 長時間入浴 2) 物音 3) 本人の訴え 4) 非常ブザー 5) その他

（8）バイタルサインなど

意識 JCS ()

呼吸 回数 () 回/分

性状 1) 正常 2) 喘鳴 3) 努力性 4) 下顎呼吸 5) その他 ()

脈拍 回数 () 回/分

1) 整 2) 不整

血圧 () / () mmHg

体温 () °C

SpO₂ () %* *酸素投与前の値を記入してください。

瞳孔 1) 正常 2) 不同 3) 共同偏視 4) 散大 5) その他 ()

四肢の麻痺 1) あり 2) なし

(3) 症状(主なもの3つまで)

1) 心肺停止 2) 意識障害 3) 脱力、ぐったり 4) 呼吸困難 5) 胸痛 6) めまい 7) 打撲・挫創など 8) 他の疼痛 9) その他 ()

(4) 既往症(複数選択可)

1) 心疾患 2) 脳血管障害 3) 高血圧 4) 呼吸器系疾患 5) 糖尿病 6) 腎不全 7) その他 8) 不明

(5) 入浴前の飲酒の有無

1) あり 2) なし 3) 不明

(6) 入浴開始から事故発生までの時間

1) およそ () 分 2) 不明

(7) 浴槽の湯量

1) 浅い(臍部まで) 2) 普通(胸部まで) 3) 深い(肩まで) 4) 不明

(8) 浴槽の湯温

1) 熱い 2) 適温 3) ぬるい 4) 不明

(9) 浴槽内湯温が確認できた場合 () °C

(10) 発見者の処置について

1) なし 2) 気道確保 3) 人工呼吸 4) 胸骨圧迫 5) 湯栓を抜いた 6) 浴槽から救助 7) その他の移動 8) その他 ()

(12) 心肺停止の場合: 心電図波形

1) 心静止 2) 無脈性電気活動 3) 心室細動

(13) 心肺停止の場合: 特定行為による心拍再開の有無

1) あり 2) なし

(14) 収容施設名 ()

(15) 初診時の傷病名 (複数選択可)

心肺停止 脳梗塞 脳出血 くも膜下出血 意識障害 一過性の意識障害
一過性脳虚血発作 失神 低血圧 脱水 溺水 熱中症 めまい 心筋梗塞 心不全
転倒 打撲 その他 ()

(16) 初診時の重症度

1) 死亡 2) 重篤 3) 重症 4) 中等症 5) 軽症

ご協力有難うございました。

入浴事故：医療施設調査用紙

・本邦では、入浴中に約 14000 人の市民が急死しています（2000 年調査）。予防策を検討するため、以下の調査にご協力をお願いします。なお、本調査に関して、厚生労働省から地域医師会に、予め協力要請が行われています。

・各項目への回答を（ ）内に記載し、あるいは選択肢に○をつけて下さい。

・本調査の浴室内で傷病が発生した救急事例すべてを対象にしています。

（1）救急隊の記載欄

傷病者の年齢・性別：（ ）歳、 男性 女性
搬送日時：平成（ ）年（ ）月（ ）日 （ ）時（ ）分
救急隊名：（ ）救急隊 電話（ ）
隊長名：（ ）

（2）医療機関到着時のバイタルサイン

意識（JCS）： 清明 1 2 3 10 20 30 100 200 300

呼吸数：（ ）/分

心拍数：（ ）/分

血圧：（ ）/（ ） mmHg

体温：（ ）℃

SpO₂：（ ）%

酸素投与（ ）L/分 あるいは F_IO₂（ ）

鼻カニューラ、マスク、リザーバー、気管挿管

（3）搬入時の症状・症候（複数回答可）

心肺停止、ショック、意識障害、一過性の意識障害、高体温、溺水、胸痛、呼吸困難、頭痛、麻痺、めまい、転倒、打撲、その他（ ）

（4）搬入時の心電図所見

施行せず 正常 異常

〈異常の場合〉（複数回答可）

心筋梗塞（急性、陳旧性）、左室肥大、虚血性変化、洞頻脈、上室性頻脈、心房細動、心室性期外収縮、心室頻拍、心室細動、心室静止、洞房ブロック、房室ブロック（1 度、2 度、3 度）、その他（ ）

（5）搬入時の頭部 CT 所見

施行せず 正常 異常

〈異常の場合〉（複数回答可）

くも膜下出血、脳内出血、陳旧性脳梗塞、慢性硬膜化血腫、その他（ ）

(6) 既往歴 (複数回答可)

() () ()

(7) 服用中の薬剤の有無

有り 無し

〈有りの場合の薬剤名、種類のみでも可能、複数回答可〉

() () ()

(8) 今回の事故に関する臨床診断 (複数回答可)

心肺停止 脳梗塞 脳出血 くも膜下出血 意識障害 一過性の意識障害
一過性脳虚血発作 失神 低血圧 脱水 溺水 熱中症 めまい 心筋梗塞 心不全
転倒 打撲
その他 ()

(9) 外来及び入院の転帰

帰宅 外来死亡 入院*

*入院の場合、概ね1週間後の状況を選択下さい。

入院中 軽快退院 死亡 転院

(10) その他お気づきのことがありましたらご記入ください。

ご協力有難うございました。

第2章 日本救急医学会の調査研究

2.2 シミュレーションによる入浴事故の検討 伊香賀 俊治

本節では、高齢者の入浴時に対応した人体温熱生理モデルの開発と開発したモデルを用いたシミュレーションによる入浴事故予防策の検討について述べる。2.1.1 節で高齢者の入浴時の人体温熱生理モデルを開発する必要性を、2.1.2、2.1.3 節で開発したモデルの概要とモデルの精度検証について述べ、2.1.4 節で性別・体格・体温の個人差による入浴時の体温変化の差異について解説する。

2.2.1 高齢者の入浴時の人体温熱生理モデルを開発する必要性^{文[2.1], [2.2]}

(1) 人体温熱生理モデルの有効性

入浴方法と体温の変化の関係を把握するためには、入浴方法に応じた体温変化の分析が必要であるが、それらを被験者実験により再現することは危険を伴う場合がある。加えて、高齢者の入浴実験は生命倫理の観点からも困難である。そのため、体温の算出が可能な人体温熱生理モデルを用いた数値解析が有効であると考えられる。

(2) 既存の人体温熱生理モデルの問題点

既存の人体温熱生理モデルは、オフィスや住宅内における一般的な温熱環境の快適性評価のみに適応可能なモデルであり、入浴行為を想定して作成されていない。また、若年者を基準として作成されているため、高齢者の入浴時の体温を精度良く再現することができない。その具体的な理由として以下の2点が挙げられる。

1) 環境・人体に関する与条件の違い

オフィスや住宅内における一般的な状態と入浴中では様々な違いがある。例えば、一般的な状態において熱を伝える媒体は空気であるが、入浴中は水であるという点であり、空気と水では熱伝達率などの物性値が異なる。また、代謝量や発汗量、衣服の有無などが異なるという点も挙げられる。更に、若年者と高齢者では、オフィスや住宅内における一般的な状態と入浴中の違いに関わらず、基礎代謝量や基礎血流量といった人体生理量の違いがある。高齢者の入浴時の人体生理応答を再現する際には、このような環境・人体に関する与条件の違いが発生する。

2) 体温の制御方法の問題

人体－環境間熱交換は定常状態において (2.1) に示す熱収支式が成立する。

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} = (Q_{cv} + Q_r + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) \quad (2.1)$$

M : 代謝量 [W/m²]

W : 外部仕事量 [W/m²]

Q_{sk} : 人体皮膚表面における全熱放散量 [W/m²]

Q_{res} : 呼吸による全熱放散量 [W/m²]

Q_{cv} : 人体皮膚表面における対流熱伝達量 [W/m²]

Q_r : 人体皮膚表面における放射熱伝達量 [W/m²]

E_{sk} : 人体皮膚表面における潜熱伝達量 [W/m²]

C_{res} : 呼吸による顕熱放散量 [W/m²]

E_{res} : 呼吸による潜熱放散量 [W/m²]

既存の人体温熱生理モデルは、熱的中立に近い環境での温熱環境評価を主眼に体系化されたモデルであるため、上記の熱収支式が成立する場合のみ適切な評価をすることができ、体温の過度な上昇を防ぐプログラムが組まれている。しかし、入浴時の意識障害によって事故が発生する時の人体は、この熱収支のバランスが崩れている状態であるため、既存の人体温熱生理モデルでは体温が約 40℃まで上昇するような極限の状態を再現できない。

2.2.2 入浴時に対応した若年者の人体温熱生理モデルの開発

(1) 開発の基となる人体温熱生理モデル

本研究では、Gagge らが提案した Two-node モデル^{文[2.3]}を基に、入浴時に対応した人体温熱生理モデルの開発を行った。Two-node モデルは部位数が 1 で、コア層と皮膚層に分かれており、人体と外部環境との熱交換は、対流・放射・蒸発・呼吸により行われる。Two-node モデルで使用される、蒸発による熱放散と皮膚血流量に関する基本式を (2.2) 式～ (2.5) 式に示す。

<皮膚表面からの蒸発による熱放散>

$$E_{sk} = E_{rsw} + E_{diff} \quad (2.2)$$

$$E_{rsw} = 170 \times (T_b - 36.49) \times \exp\{(T_{sk} - 33.7)/10.7\} \quad (2.3)$$

$$E_{diff} = w_{rsw} \times E_{max} - E_{rsw} \quad (2.4)$$