

1. 浴室の温熱環境と入浴の快適性

Effects of Bathing Thermal Conditions on Comfortable Bathing and Physiological and Psychological Responses

奈良女子大学生生活環境学部
Nara Women's University
久保博子
KUBO Hiroko

キーワード：浴室 (Bathroom)、入浴行動 (Bathing Behavior)、
浴室温湿度 (Thermal Condition)、
湯温 (water Temperature)、快適感 (Thermal Comfort)

1. はじめに

我々は身体を清潔に保つためだけでなく、疲れを癒し、快適さやリラックスするために入浴するが、浴室は住居の中で最も温熱的ストレスの大きい空間でもある。日本人は「風呂好き」と言われ、ほとんどの人が毎日入浴し、シャワーで体を洗い流すだけでなく、浴槽につかる入浴方法も多い。そのため、リラックス効果や暖まり効果など様々な機能を求めて、入浴を楽しんでおり、入浴時間も長いとされる。^{1) 2)} その一方で、高齢者の入浴中の事故は冬期に多いことが報告されており、死亡率には地域差があり、外気温との関連があることも報告^{3) -7)} されている。この原因として、日本の冬期の風呂場や脱衣室に暖房設備が少なく、室温が低く、室温と湯温との過度の温度差による生理的負担によると推察されている。入浴に関する実測調査や実験^{8) -12)} は多数あるが、非常にプライベートな空間であるので、日常生活で実際にどのような環境でどのように入浴しているのか、浴室の温熱環境や入浴行動、さらには、入浴時の生理的影響などの詳細は明らかになっていない。

本報では、日常生活での自宅での入浴時の温熱環境と入浴行為等に関する実測調査結果を中心に、浴室の温熱環境と入浴行動について検討し、実験室による生理量や心理量を計測した検証実験の結果を中心にレビューする。

2. 青年女性による入浴温熱環境と入浴行動に関する実態調査^{13) 14)}

2.1 調査概要

調査は、2004年度と2006年度の夏期と冬期に行なった。2004年度は換気や入浴順番によりどの程度環境が変わるのか把握するため条件を変えて2日間、2006年度は通常入浴で2日間実測を行った。両年ともに被験者には浴槽に浸かる通常入浴を指示した。被験者は、2004年夏期9名・冬期7名、2006年度夏期6名・冬期8名で各15名ずつである。温熱環境として浴室・脱衣室温湿度、浴槽・シャワー湯温、入浴中の行動、生理的反応として血圧、心拍数、前額・左手背皮膚温、心理的反応として温冷感、快適感等を測定した。

被験者は、年齢が20歳～23歳、BMIが17.3～

表1 調査概要

		夏期	冬期
期間	2004年度	7/20～8/12うち2日間	12/21～1/15うち2日間
	2006年度	7/19～7/30うち2日間	2/15～3/31うち2日間
対象者	04・06年共通	浴室の洗い場と浴槽が別々で近畿圏内在住の女子大生	
	2004年度	9名	7名
	2006年度	6名	8名
調査項目 '04・'06共通	アンケート	①浴室構造・設備	
		②日常入浴行動・入浴に関する意識	
	温熱環境	①浴室・脱衣室温度・相対湿度	
		部屋の中央100cm～120cm程度で各1点 ②入浴中の浴槽湯温・シャワー湯温	
	入浴行動	カセットレコーダーで録音	
	心理反応	温冷感・快適感(脱衣前・出浴直前・着衣後)満足感など	
生理反応	血圧・心拍数		
	(手首血圧計、脱衣前・出浴直前・着衣後)		
	前額・左手の甲の皮膚温 (脱衣前・着衣後、放射温度計)		

21.1 で、若干痩せ気味の被験者もいるが標準的な体型の被験者だった。又一戸建てが 6 件、集合住宅が 11 名だった。集合住宅には、ワンルームや一人暮らしの者もいた。浴室に暖房が設置されている家が 3 名、脱衣室に扇風機を設置している家が 2 軒だった

2.2 浴室環境と湯温

図 1 に浴室・脱衣室室温の平均値と開始時・終了時の値を、図 2 に浴槽・シャワー湯温の平均値と最高・最低値を、表 2 に浴室・脱衣室・浴槽湯温・シャワー湯温の平均値を示す。2004 年度の換気等による環境変化より個々の個々のばらつきの方が大きかったので、2 回実験として同時に示す。夏期は 25℃～35℃とばらつきが小さくなく、入浴開始時と終了時の差も小さかった。冬期には暖房非使用住居では 11℃～24℃であり、暖房使用時には 30℃以上になっており、35℃を超えている場合もあり、住居による温度幅が非常に広がった。冬期は特に同時に示した住宅熱環境基準値の範囲にはなく、それより低温であった。

浴槽湯温は、夏期には 36.2℃～42.2℃、冬期には 36.64℃～43.3℃と温度の幅には違いが認められなかった。しかし、平均値は夏期 38.8℃・冬期 40.2℃と冬期の方が有意に高くなっており、身体が冷えているため浴槽湯温が高くなっていったと考えられる。シャワー湯温も同様で、冬期の方が高かった。

大塚¹⁵⁾らは、湯温 38℃～41℃、洪¹⁶⁾は快適な湯温の範囲を 40.1℃～40.5℃と提案している。本調査では、41℃を超える浴槽湯温は 2 日間しかなく、快適な範囲で入浴していると考えられる。シャワー湯温は、洪¹⁶⁾は 40.5℃、鎌田¹⁷⁾は快適なシャワー湯温は 42℃、ROHLES¹⁸⁾の実験では選択されたシャワーの平均値は 39℃だったが、本調査では 40℃を下回るシャワー湯温が多かった。

図 3 に浴室室温と湯温の関係を示す。夏期は浴室室温が高いほど浴槽湯温も高い傾向を示した (R=0.605) これは、湯温の影響で浴室室温が高くなったと考えられ、また、浴室室温が高いと浴槽湯温との温度差がなく入浴中浴槽湯温の低下が起こりにくいこともと考えられる。冬期においては、浴室室温が低いほど湯温が低いと

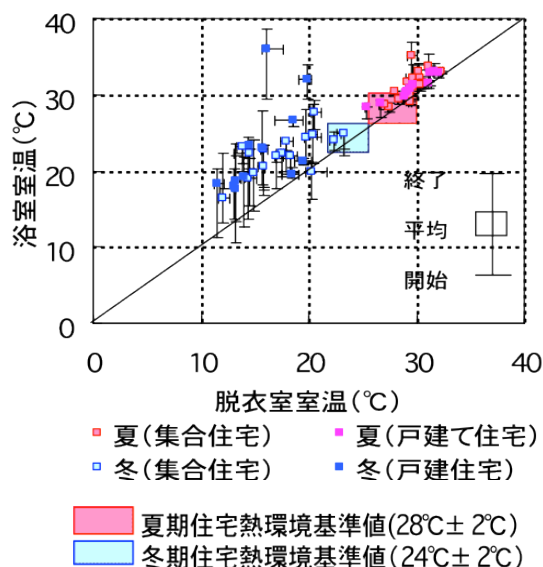


図 1 浴室・脱衣室温度 (平均・開始時・終了時)

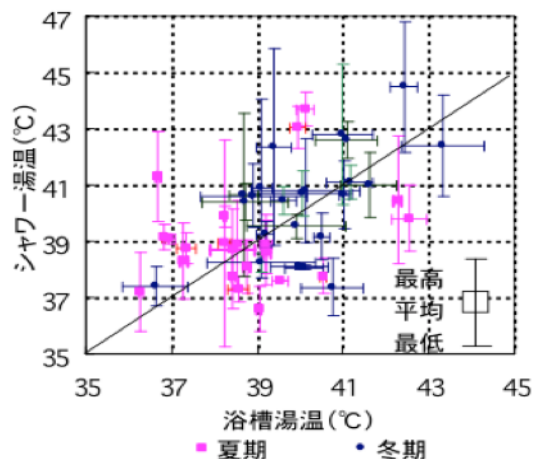


図 2 浴槽・シャワー湯温 (平均・開始時・終了時)

表 2 夏期と冬期の温熱環境の平均値

	浴室室温			脱衣室室温			湯温	
	平均値	開始時	終了時	平均値	開始時	終了時	浴槽	シャワー
夏	31.2	30.2	31.6	29.5	29.6	29.6	38.8	39.1
冬	22.6	18.8	23.8	16.6	16.8	16.8	40.2	40.5
T検定	***	***	***	***	***	***	**	**

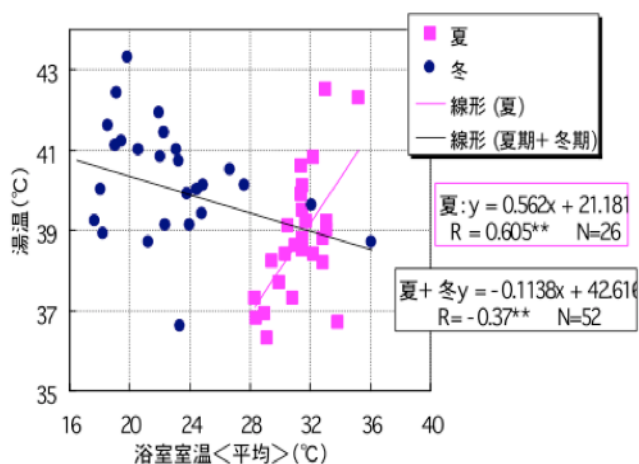


図 3 冬期と夏期の浴室室温と湯温との関係

いう傾向があり、暖房を使用し浴室室温が 30℃以上になった場合は湯温が 39℃程度と低めになっており、室内が低いと高めの湯温で身体を温める傾向が示唆された。また、夏期+冬期では浴室室温が高いと湯温が高くなる傾向が認められた ($R = -0.37$)。これは、室温が低いと温まるために湯温を高くするのではないかと考えられる。

2.3 入浴行動

図 4 に夏期と冬期の浴槽浸水時間および浴槽外時間の平均値と標準偏差を示す。浴槽外時間は、夏期 12.5 分・冬期 12.9 分で違いは認められなかった。一方、浴槽浸水時間は、夏期 8.11 分、冬期 4.7 分で冬期の方が有意に長かった。これは、1 回目の浴槽浸水時間が延長したこと、2 回目の浴槽浸水が夏期 12 名から冬期には 23 名に増加したためである。身体が冷えているので浴槽に浸かる時間が延長したと考えられる。

図 5 に浴槽湯温と総浴槽内時間の関係を示す。夏期には浴槽湯温と総浴槽内時間に関連は認められなかった。一方冬期には、浴槽湯温が高いと総浴槽内時間が短い傾向が認められた ($R = -0.46$)。これは、湯温が低いと温まるのが速く、長時間浸かっている必要が無いとと考えられる。

図 6 に入浴前左手背皮膚温と総浴槽時間との関係を示す。夏期は夏期+冬期では入浴前左手背皮膚温が低いと総浴槽時間が長引く傾向が認められた (相関係数: -0.55)。入浴前に身体が冷えているために浴槽に浸かる時間が長引いていると考えられる。夏期、冬期では相関は認められなかった。又、前額皮膚温でも左手背皮膚温と同様の傾向が認められた。

2.4. 生理反応と温熱環境・入浴行動

図 7 に心拍数変化量の平均値と標準偏差を、図 8 に拡張期血圧変化の平均値と標準偏差を示す。心拍数は、入浴するとともに上昇する傾向が認められ、浴槽浸水 1 回目より 2 回目、入浴後上昇した。また、浴槽浸水時間で夏期よりも冬期の方が上昇し、冬期の入浴後は入浴前より平均で 20 拍/分程度上昇した。これは、冬期の方が入浴前の室温が低い事や、入浴時間の延長が原因と考えられる。拡張期血圧は浴槽浸水にとともに低下し、浴槽 1 回目・2 回目ともに夏期よりも冬期の方が低下した。収縮期血圧には季節の差は認められなかった。収縮期血圧は 1 回の血液拍出量およびその速度・大動脈壁の伸展性、拡張期血圧は動脈血管の抵抗・心拍数によって決まる。¹⁹⁾ 入浴の温熱効果により皮膚血管の拡張に起因する血圧の低下が大きいので収縮期血圧よりも拡張期血圧に季節差が見られたのではないかと考えられる。

2.5. 入浴中の温冷感と快適感

図 9 に温冷感と快適感の平均値と標準偏差を示す。入浴前温冷感は夏期で「6: やや暖かい」～「7: 暖かい」、冬期で「3: 涼しい」で有意に冬期の方が寒い側の申告だった。しかし、入浴中・入浴後に

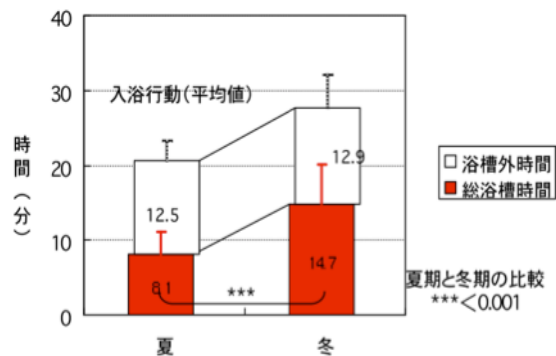


図 4 夏期と冬期の入浴行動
図 1 浴室・脱衣室温度 (平均・開始時・終了時)

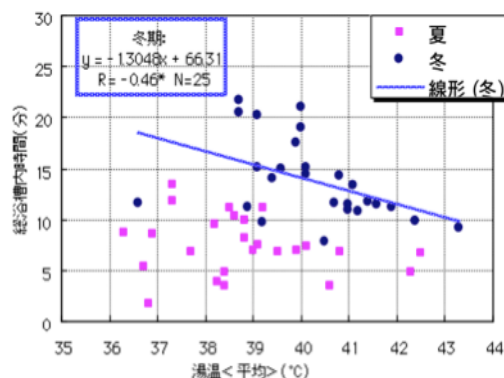


図 5 湯温と総浴槽浸水時間との関係

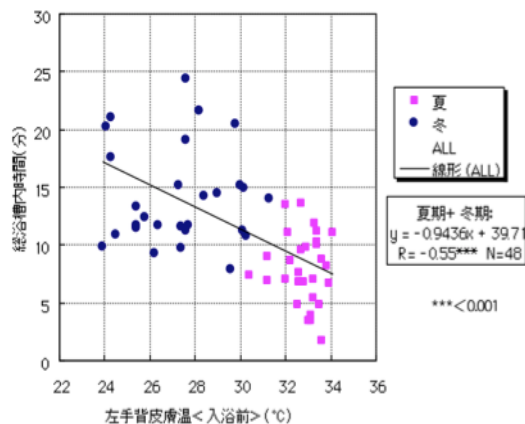


図 6 手背皮膚温と浴槽時間の関係

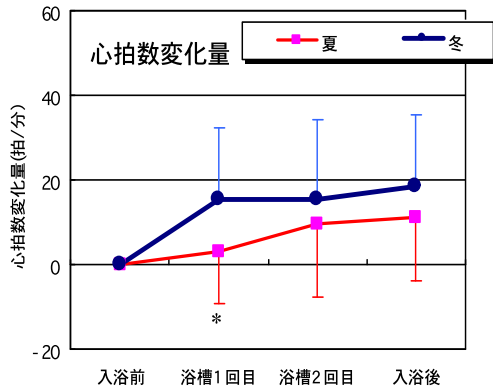


図7 入浴中の心拍数の変化

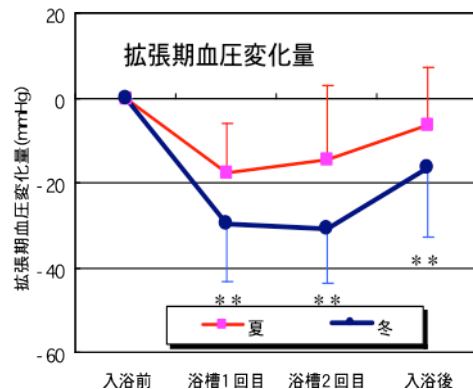
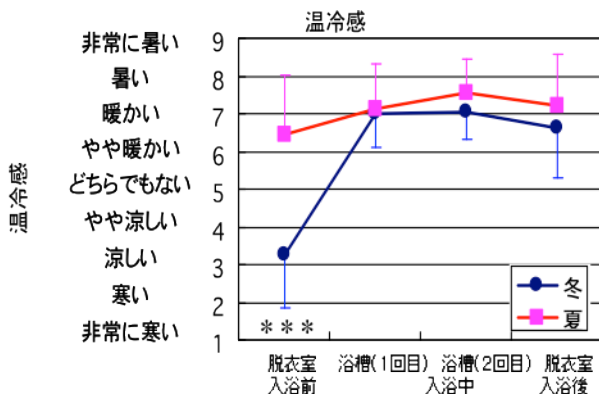
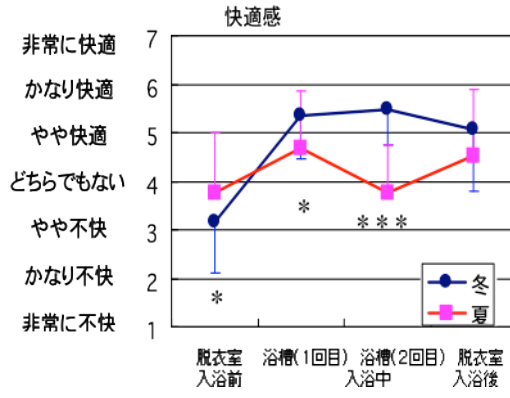


図8 入浴中の拡張期血圧の変化



(1) 温冷感申告



(2) 快適感申告

図9 入浴前後前後および入浴中の感覚

は季節差はなく、暖かい側の申告だった。入浴前は快適感は冬期の方が夏期よりも不快側だったが、入浴中入浴後は、夏期・冬期ともに快適側で、特に冬期の方が快適感が高かった。

2.6. 温熱環境・入浴行動と生理的反応の関係

図10に入浴前前額皮膚温と心拍数変化量の関係を示す。冬期、夏期+冬期では、入浴前に前額皮膚温が低いほど入浴時の心拍数上昇(浴槽1回目)が大きい傾向が認められた(冬期: $R=-0.50$ 、夏期+冬期: $R=-0.57$)。これは、入浴前に皮膚温が低い場合、浴槽浸水により身体が温まり、心拍数が早くなる事によるが、暖まりをもとめ、冬期では入浴時間が長くなり、より拍数の上昇が大きくなったと考えられる。入浴前の前額皮膚温が 30°C を下回ると心拍数の上昇は20拍/分を超えた。皮膚温が 30°C を下回るような寒冷環境下から、そのまま入浴することは好ましくないと考えられる。

図11に湯温と拡張期血圧変化量の関係について示す。冬期、夏期+冬期において湯温が高いと入浴時拡張期血圧変化量が大きい傾向が認められた(冬期: $R=-0.37$ 、夏期+冬期: $R=-0.43$)。湯温が 40°C

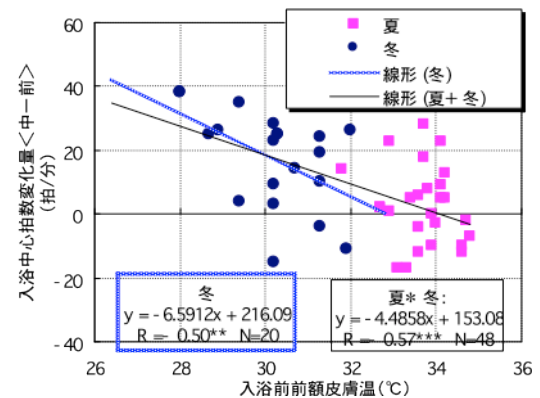


図10 入浴前皮膚温と入浴中の心拍変化

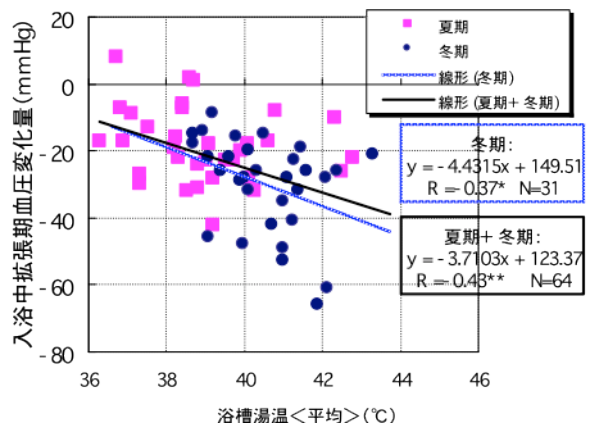


図11 浴槽湯温と入浴中血圧変化の関係

以上になる冬期の場合、血圧は 40mmHg 程度以上低下する場合も認められ、生理的影響が大きかった。

以上、青年女子での日常生活での入浴温熱環境と入浴行動との関連を報告したが、日常生活でも特に冬期には脱衣室や浴室温が低く、その影響で浴槽の湯温が高くなり、身体が冷えていると入浴時間が長くなり、心拍数の上昇も大きい傾向が認められた。また、湯温が高くなると入浴中の血圧低下度が大きいという傾向が認められ、急激な温熱刺激が循環系に大きな影響を与える事が示唆された。

3. 高齢者の入浴実態²⁰⁾

青年男女、中年男女、高齢者男女の日常生活における自宅での入浴実態調査をおこない、入浴環境や入浴行動、入浴による生理・心理反応を把握し、季節差、性差、年代差などについて検討をおこなった。

3.1 調査手順

実験概要を表 3 に示す。実験手順や手法は 1 の青年女性の場合とほぼ同様である。表 4 に実験時期と被験者の年齢を示す。青年および中年は夏期と冬期に、高齢者はそれに加えて秋期に、調査は被験者が居住している住居にて日常の入浴状態で、調査を行った。被験者は奈良県を中心に近畿地区在住であるが、高齢者女性には一部四国在住の者が含まれている。

3.2 入浴時間

図 12 に夏期、秋期、冬期のそれぞれの入浴行動の平均時間を浴槽内と浴槽外に分けて世代・季節別に示す。総入浴時間は秋期・冬期の高齢群を除くと男性より女性の方が長く、これは、浴槽内時間が長いと考えられる。反対に秋期と冬期の高齢群は男性の方が、浴槽外時間が長く、総入浴時間が長い傾向が、入浴行動には性差がみとめられた。

3.3 浴室温熱環境

図 13 に脱衣室、浴室の入浴宙の室温、浴槽浸水時の浴槽湯温、シャワー使用時のシャワー湯温をそれぞれ被験者群別、季節別に平均値と標準偏差で示す。夏期は脱衣室と浴室温度ともに 30℃ 付近の高温であったが、奈良で行った高齢者コミュニティー施設での入浴¹²⁾の場合ほど高温ではなかった。また入室から退室までの温度変化も少なかった。浴室内の湿度は 100% 近い高湿度であったが、脱衣室は 60%~80% 程度であった。秋期、冬期の脱衣室は 20℃ 以下でかなり低かった。

浴室でも、入浴中に湯温等の影響で室温が

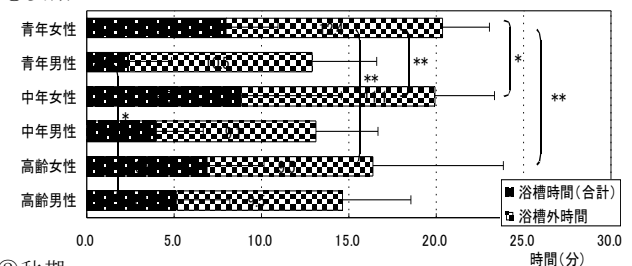
表 2 実測調査概要

調査時期	青年群 中年群 高齢者群	男性:2006年夏・冬 男性:2006年夏・冬 男性:2007年夏・秋・冬	女性:2004年、2006年夏・冬 女性:2006年夏・冬 女性:2003年夏・秋・冬
	それぞれ2日ずつ計測		
アンケート	①身体状況、浴室・脱衣室の状況 ②日常入浴行動、入浴に関する意識		
温熱環境	①浴室・脱衣室・休憩室の室温 床上100~120cm程度で各1点 ②入浴中の浴槽湯温 (携帯型レコーダー・エスベックRS-11、RT-11:連続測定)		
入浴行動 入浴評価	追跡調査(行動をボイスレコーダにより録音) 温冷感、快適感、満足感、入浴に対する評価		
生理反応	血圧・心拍数 (手首型血圧計 : 脱衣前、浴槽から出る直前、着衣後) 手背および前額皮膚温 (放射温度計 : 脱衣前、着衣後)		

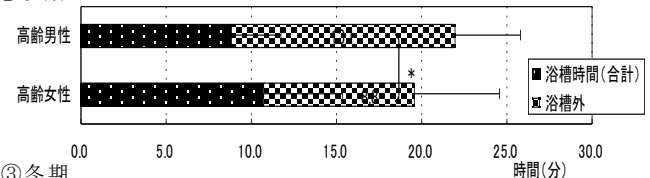
表 3 調査時期および被験者年齢

		夏期		中間期(秋期)		冬期				
		実験期間	数	年齢(才)	実験期間	人数	年齢(才)	実験期間	人数	年齢(才)
青年	男性	8/5~9/30	12	21.6±1.6			12/17~1/7	7	22.0±2.5	
	女性	7/20~8/12	15	21.9±1.1			12/21~3/31	15	21.9±1.1	
中年	男性	7/15~8/9	14	47.1±5.5			1/6~2/12	12	46.8±5.1	
	女性	7/15~10/2	11	47.2±5.9			12/12~2/4	10	47.9±6.2	
高齢者	男性	8/7~9/27	5	76.8±9.3	10/26~11/14	7	75.7±5.2	12/14~1/4	8	73.3±5.4
	女性	8/1~9/9	10	77.9±3.4	10/25~11/22	7	78.3±4.0	12/12~1/18	10	78.0±3.6

① 夏期



② 秋期



③ 冬期

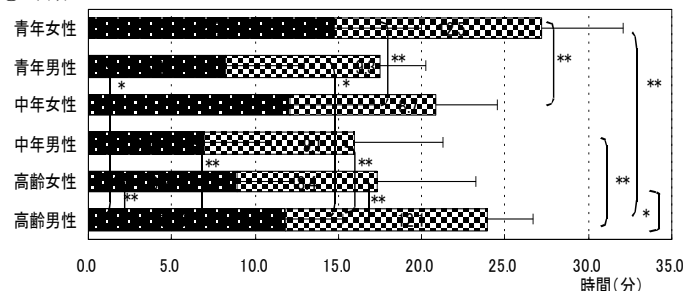


図 12 入浴時間 (平均値±標準偏差)

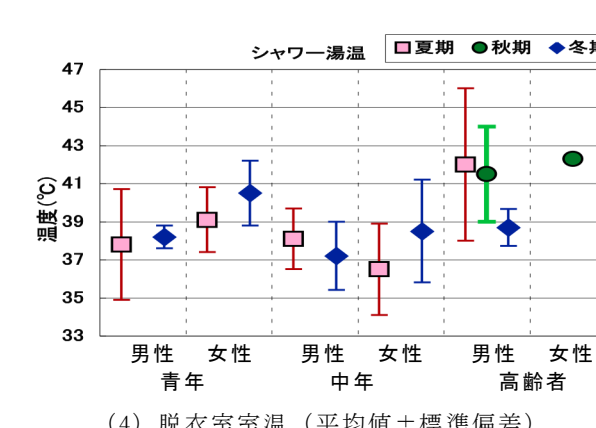
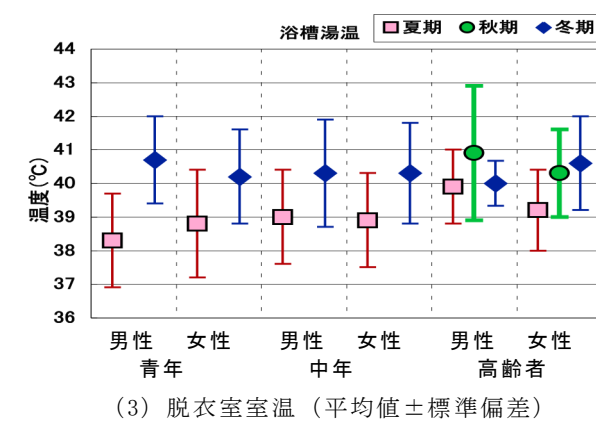
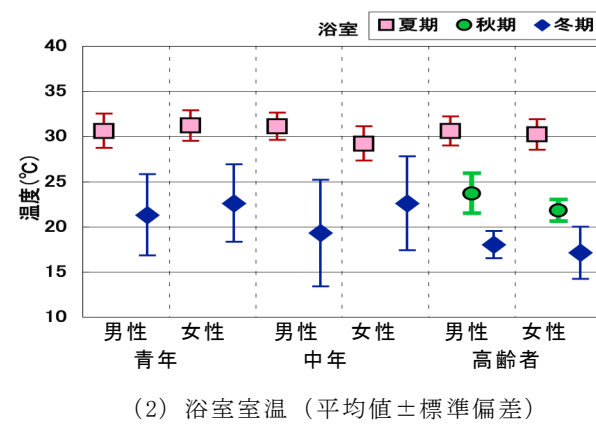
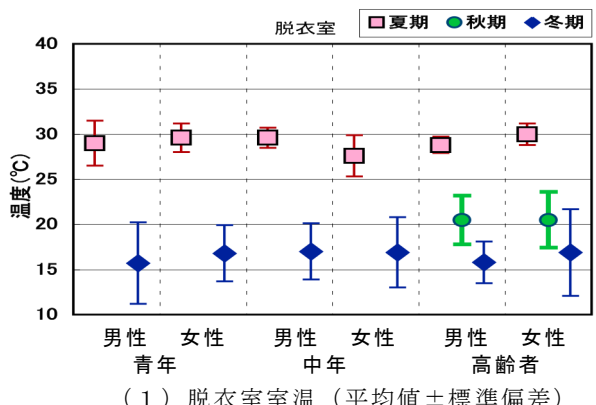


図 13 入浴時の温熱環境 (更衣室・浴室の室温と湯温)

上昇するが、入浴開始時は低く、平均値で 20°C 以下になる場合もあった。特に、冬期の高齢者の浴室は特に高齢群は他の世代と比べて低く、木造住宅で、しかも家族人数が少なく一番風呂が多いと考えられることが原因であると考えられる。浴室暖房の設置は殆どなく、高齢者で、更衣室に電気ストーブなどの暖房を持ち込んでいる例が 2 例見られたのみである。

浴槽湯温は、夏期は 40°C 以下と低めの湯温で、冬期は 40°C 以上の高温で入浴していた。高齢者は、夏期も他の年代に比べて若干高めの湯温で、秋期も冬期と同様 40°C 以上の高温で入浴していた。シャワー湯温に関しては、若干低温の傾向があり、センサーの取り付け不備かもしれない。高齢者女性では、シャワー使用者が今回の被験者の中にはいなかったため、湯温の計測値が無い。浴槽浴とシャワー浴に関しては、既報の青年男女の実測調査^{12) 13)}において、学生の単身者では夏期だけでなく冬期もシャワー浴のものが多かった。これは、浴室がトイレ、洗面と一緒にになったユニットタイプで設備が適切でないことや、1 人のみの入浴であるため節約意識やその理由としてあげていた。今回の実測では、調査対象者を浴槽と洗い場のあるタイプの者としたため、青年男子の一部の者以外は浴槽入浴していた。

3.4 季節、年代、性別による比較

表 4 はこれらの測定結果を分散分析 (SAS の GLM プロシジャー) により、季節差、年代差、性差について検討をおこなった結果をまとめたものである。入浴中の温熱環境については、季節の影響が大きかった。浴室室温では年代差も認められ、高齢者の居住住宅の影響が考えられる。入浴行動は浴槽内時間には性別と季節の影響が、浴槽外の洗浄す

表 4 性別、季節、世代別の分散分析結果

		性別	季節	世代	季節 世代	性別 世代	季節 性別	季節 世代 性別
		浴室温度(入浴中)	平均	0.9329	<.0001	<.0001	0.0002	0.2176
	標準偏差	0.3447	<.0001	<.0001	0.0954	0.025	0.8069	0.1709
湯温	平均	0.4037	<.0001	0.419	0.1154	0.9671	0.7161	0.1337
入浴行動	浴槽内合計	<.0001	<.0001	0.6687	0.0531	<.0001	0.3625	0.0857
	浴槽外時間	0.1709	0.0637	<.0001	0.0084	<.0001	0.0179	0.2153
	総入浴時間	<.0001	<.0001	0.0259	0.0946	<.0001	0.4766	0.0312
左手の甲の皮膚温	入浴前	0.0002	<.0001	0.0003	0.063	0.4973	0.1706	0.1783
	入浴後	0.3684	<.0001	<.0001	0.705	0.0201	0.857	0.3604
収縮期血圧	浴槽2-前	0.0287	0.0247	0.0126	0.5581	0.0255	0.5599	0.3136
心拍数	浴槽2-前	0.0713	0.1162	0.2046	0.5902	0.0291	0.2325	0.1718

る時間については世代間の違いが認められた。皮膚温には季節の影響と世代の影響が強く認められ、収縮期血圧については、世代及び季節の影響が大きかった。心拍数については、性別と世代の交互効果が認められた。

浴室の事故が報告される高齢者も、冬期に寒い浴室、脱衣室で体が冷えている状況で、熱い湯温に長時間浸かって暖まっている事が確認された。また、心拍数や血圧、皮膚温など生理量には世代間の影響も認められた。一方申告では、ほとんど年代差が認められず、「暖かく」「快適」であると申告しており、気持ちよく入浴していた。冬期の入浴の危険性は、高齢者の居住する住居の浴室温熱環境とその入浴行動影響していることが示唆され、環境整備が求められる。

4. 水位と湯温の影響²²⁾

4.1 実験条件および手順

実際の入浴時の行動に近い状況を想定して、湯温と水位の異なる環境下で、入浴時間を制限せず被験者が好ましく温まるまで入浴させ、その時の生理・心理反応におよぼす影響について検討した。

実験は、2005年10月～11月に奈良女子大学生生活環境学部内の隣接する2室の人工気候室を用い、そのうち片方の人工気候室内に設置された浴槽にて実施した。実験概要を表5に示す。

健康な女子大学生を被験者として起用した。事前に被験者の温熱的な傾向を把握するため、選択気温実験²³⁾を行い、中温群にあたる選択気温 $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲の者10名を採用した。入浴条件は半身浴（みぞおちまで浸かる）で湯温の低い条件：①38h、および全身浴（脇の下まで浸かる）で湯温の異なる3条件：②38°Cw、③40°Cw、④42°Cw の計4条件とした。湯量は4条件ともほぼ統一し、半身浴の場合は浴槽内の椅子に腰掛けて、浸水位置を調節した。1や2の実測調査の結果を基に、一般的な冬期の居住環境を想定して、前室は $15^{\circ}\text{C} \cdot 50\% \text{RH}$ 、浴室は $22^{\circ}\text{C} \cdot 70\% \text{RH}$ で全条件で統一した。

実験手順および計測項目を表6に示す。被験者は、前室にて半袖Tシャツ・短パンにバスローブをはおり（0.8clo相当）、測定装置を装着後、20分間椅座安静状態を保った後、浴室に移動し、パンティーとブラジャー（0.05clo相当）でそれぞれの条件の浴槽に浸水し、好ましく温まったら出浴するよう指示した。出浴後、浴室にて濡れた着衣を交換し、Tシャツ、短パン（0.34clo相当）を着用し、前室にもどり40分間椅座安静を保った。

4.2 入浴時間

表5 実験条件

実験期間	2005年10月3日～11月1日
被験者	健康な青年女子10名
場所	奈良女子大学E棟2階人工気候室
条件	①38°C 半身浴 (38h) ②38°C 全身浴 (38w) ③40°C 全身浴 (40w) ④42°C 全身浴 (42w) 入浴時間:自由 室温:前室 15°C 60%、浴室 22°C 70%
着衣	入浴中:ブラジャー・ショーツ 安静時:ブラジャー・Tシャツ・半ズボン・バスローブ
測定項目	温熱環境要素:気温・相対湿度・グローブ温度・湯温 生理反応:皮膚温7点・直腸温・心拍・血圧・発汗量 体重減少量、赤外線サーモグラフィー 心理反応:温冷感・快適感・リラックス感・疲労感etc.

表6 実験手順

	安静20分	移動	入浴	着替え	安静40分
	0 10 20		0.5...出浴前	10分	0 10 20 30 40
皮膚温、心拍数、 発汗量、環境温	← 30秒間隔 →				
血圧			2分間隔		
申告	☆☆☆		☆☆...☆		☆☆☆☆☆
体重減少量					
サーモグラフィー	☆			☆	☆

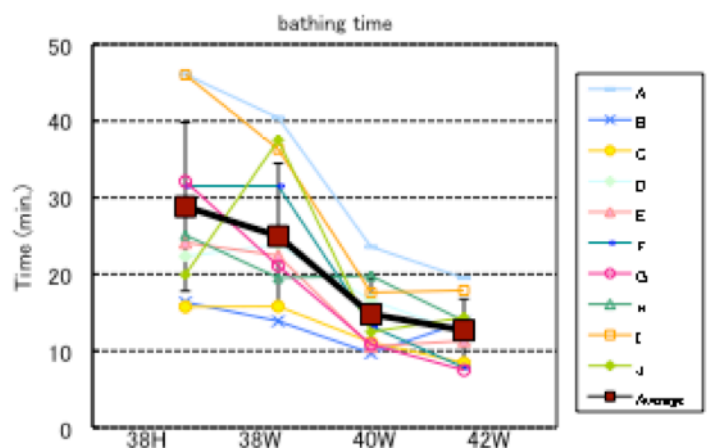


図13 被験者毎および平均入浴時間

図 1 に被験者ごとの入浴時間と平均値を示す。温が低い方が入浴時間が長く、38℃h で 25 分と最も長く 40℃、42℃の場合より有意に長かった全身浴より半身浴の場合、入浴時間が若干長い向があった。

4.3 平均皮膚温・直腸温の変化

図 14 に、平均皮膚温の経時変動を被験者全員の平均値と標準偏差で示す。入浴時間が被験者により異なるため、最短入浴時間までの平均値とし、それぞれの出浴時の平均値を示す。入浴前安静では、気温が 17℃と低めで皮膚温が 32℃程度であるが、入浴中は浸水している部位の皮膚温が湯温と同じになるため、湯温が高い程、平均皮膚温も高く、42℃で最も高くほぼ湯温に依存した。38℃の場合、水位の影響はほとんど無かった。入浴後は急激に下降し、移動や着替えに伴い入浴前と同等に低くなるが、その後やや上昇し、入浴前より 1℃程度高めで安定し、湯温や水位の影響は小さかった。

図 15 に直腸温の入浴直前直後からの変化量の経時変動を被験者全員の平均値と標準偏差で示す。入浴前安静中は若干下がるが、37℃～37.5℃程度である。入浴中は湯温 40℃、42℃で入浴直後より直腸温が上昇始め、湯温が高いほど早く顕著に上昇し、出浴時には 0.2℃～0.4℃上昇する。38℃の場合は入浴により直腸温は下降した。入浴後安静では、暖まった血流が還流し、湯温が高い程直腸温も高い傾向が認められ、0 分では着替えや移動で 10 分以上経過している場合が多かったが、0.6℃高い傾向にあった。浸水面積の影響はほとんど無かったが、どの条件でも、40 分経過後でも入浴前より直腸温が高く、暖まりが持続していた。

4.4 入浴時間に影響及ぼす個人要因

図 16 に被験者の BMI と入浴時間の関係を条件別に示す。BMI が大きい程入浴時間が長い傾向が認められ、その傾向は湯温が高いときに認められた。これは、暖まるのに時間がかかるのではないかと考えられた。体格では、体重や背部の皮脂厚、寒さに強いかなどで、相関が認められ、体格により暖まりやすさが異なり、入浴時間に影響が見られることが示唆された。

図 17 に入浴前の心拍数と入浴時間との関係を示す。若干ではあるが、入浴前の心拍数が高

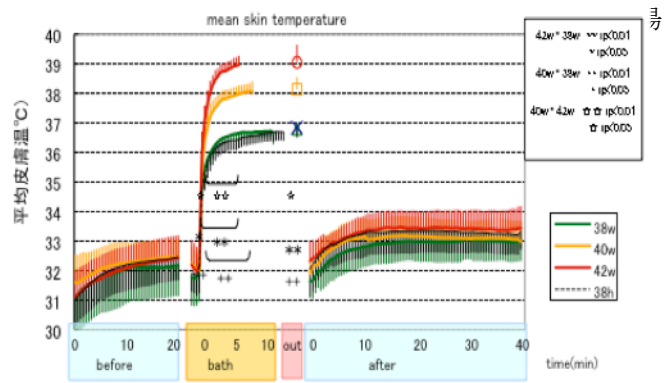


図 14 平均皮膚温の経時変動

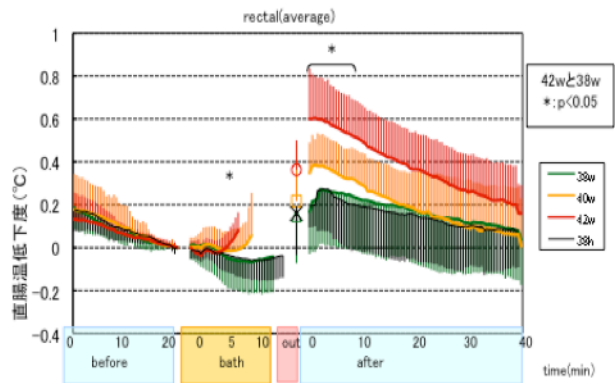


図 15 直腸温変化度の経時変動

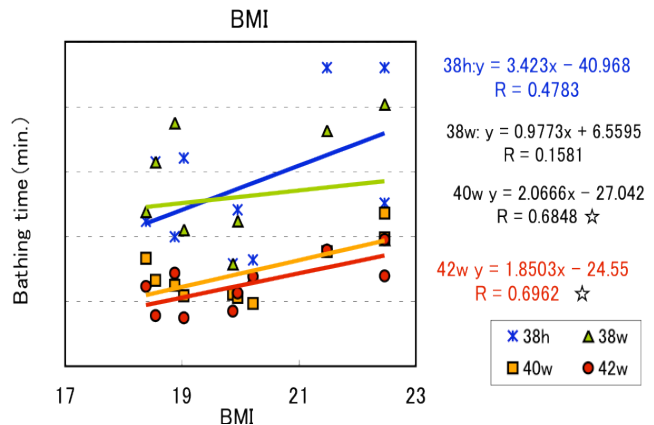


図 16 体格指数 (BMI) と入浴時間の関係

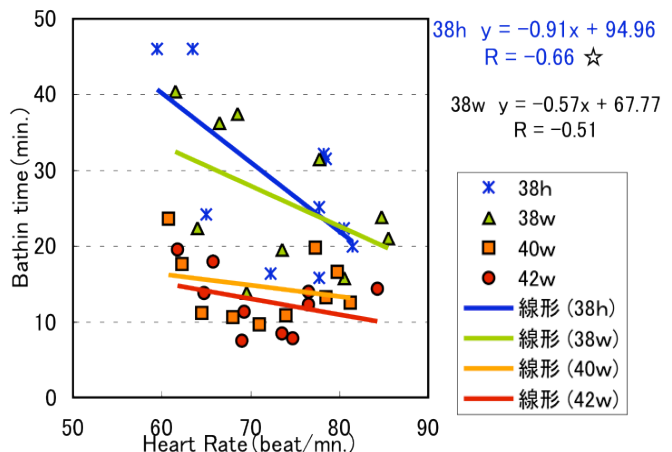


図 17 心拍数と入浴時間の関係

いほど入浴時間が、短い傾向があった。特に38℃の場合にその傾向が見られた。入浴時間の増加にともない心拍数は上昇するが、血流量との影響が示唆された。

実測調査により、入浴時間に男女差が認められたが、これは一般に、女性は男性に比べ、皮下脂肪が厚く、心拍数が高めで血圧が低く血流量が少ない傾向にあるため、暖まりにくく、浴槽時間が長くなったものと考えられる。

以上、同程度の暖まり度になるまで時間を制限しないで入浴する場合、心理的影響にはほぼ同等の暖まり感になっていたが生理的影響には湯温の影響が大きく現れた。同等の暖まり度だと感じて、湯温が高い場合には生理的影響がより大きいことが示唆され、高温の湯温での生理的負担が懸念される結果となった。

5. 暖まりへの前室と浴室の室温の影響²⁴⁾

5.1 実験条件および手順

入浴前および入浴時の室温が、生理・心理反応におよぼす影響について検討するため、同様の方法で、入浴時間を制限せず、被験者が好ましく温まった場合における入浴時間と、生理・心理反応を計測して検討した。

実験概要を表7に、実験手順を表8に示す。実験は、人工気候室2部屋を使用して、青年女子9名で4の水位と湯温の実験と同様に行った。実験条件は入浴前および入浴時の室温が異なる3条件<①寒冷：入浴前・入浴時室温17℃、②温暖-寒冷：入浴前室温25℃・入浴時室温17℃、③温暖：入浴前・入浴時室温25℃>を設定した。被験者は、前室にて40分間安静を保った後に浴室に移動し、湯温40℃・胸までの水位で入浴した。被験者には好ましく温まったら出浴するよう指示した。出浴後前室(室温25℃)にて20分間安静を保った。

5.2 入浴時間

図18に被験者9名の入浴時間とその平均値を示す。平均入浴時間は寒冷条件で19.7分と最も長く、最長で30分以上入浴する被験者もいた。温暖-寒冷条件で16.5分、温暖条件で14.2分と暖かい方が短かった。

5.3 皮膚温と直腸温の変動

図19に平均皮膚温の平均値と標準偏差を示す。入浴前は寒冷条件が30℃程度、温暖-寒冷・温暖

表7 実験概要

期間	2006.2.19~2006.3.16
被験者	健康な青年女性9名
場所	奈良女子大学E棟2F人工気候室
条件	<p><温熱環境> 入浴前→入浴中→入浴後; 寒冷; 17℃・相対湿度60%→17℃・相対湿度70%→25℃・相対湿度60% 温暖; 25℃・相対湿度60%→17℃・相対湿度70%→25℃・相対湿度60% 温暖; 25℃・相対湿度60%→25℃・相対湿度70%→25℃・相対湿度60%</p> <p><入浴条件> 入浴時間; 自由(被験者が好ましいと感じる位温まるまで) 湯温; 40℃ 水位; 胸まで</p>
着衣	入浴前; 0.80clo(半そでTシャツ、半ズボン、バスローブ、ブラジャー、シューズ、スリッパ) 入浴中; 0.05clo(ブラジャー、シューズ) 入浴中; 0.34clo(半そでTシャツ、半ズボン、スリッパ)
測定項目	温熱環境; 温度、相対湿度、黒球温度 生理反応; 皮膚温(7点)、直腸温、血圧、心拍数、発汗量 体重減少量、赤外線サーモグラフィ 心理反応; 温冷感、快適感、発汗度、満足感など

表8 実験手順

	入浴前		入浴中		入浴後						
	安静	移動	入浴中	着替え	安静		安静				
	前室	前室→浴室	浴室	浴室→前室	前室	前室	前室	前室			
	40分間	10分間	自由	15分間	20分間						
	0	20	40	0	10	0	10	0	10	20	
温熱環境	← 30秒間隔										
皮膚温・直腸温、心拍数、発汗量	← 30秒間隔										
血圧	☆	☆	☆	☆	☆	☆	2分間隔	☆	☆	☆	☆
体重減少量、赤外線サーモグラフィ	← 5分間隔										
報告	☆	☆	☆	☆	☆	5分間隔	☆	☆	☆	☆	☆

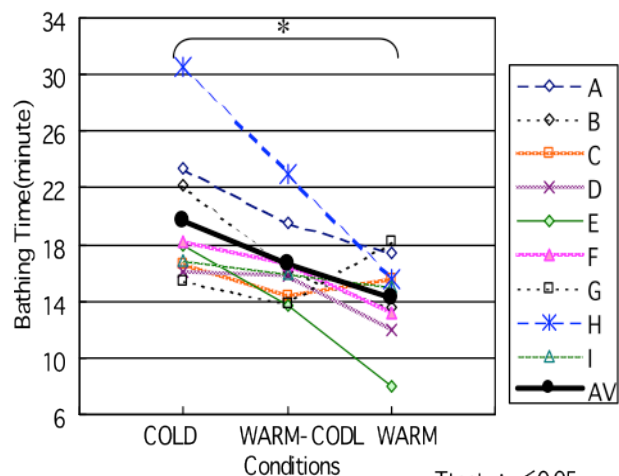


図18 入浴時間

条件は 33℃程度で寒冷条件の方が有意に低かった。入浴中皮膚温は上昇したが、条件により寒冷条件では、平均皮膚温も低かった。出浴時の平均皮膚温は寒冷条件では他の 2 条件より有意に低く、その後も寒冷条件が 31℃～32℃、温暖-寒冷条件が 32℃～33℃、温暖条件が 33℃程度と入浴後同じ環境に曝露されていても、条件間に差が見られ、入浴前・入浴時室温の影響が認められた。

図 20 に入浴前安静開始時からの直腸温上昇度の平均値と標準偏差を示す。3 条件ともに入浴前安静時に 0.1℃程度下降した。入浴中、直腸温は上昇し、出浴時には入浴前より若干上昇した。入浴により、温暖条件では入浴後安静開始時から終了時まで、温暖-寒冷条件では入浴 13 分から入浴後安静終了時まで、入浴前安静終了時と比較して有意に直腸温は高かった。一方、寒冷条件では入浴後安静開始時から入浴後安静 9 分まで有意に低く、他の 2 条件と比べて上昇が遅く下降は速かった。深部の暖まりにも、入浴前室温の影響が認められた。

5.3 入浴時間に及ぼす室温の影響

図 21 に入浴前安静終了時の手背部皮膚温と入浴時間の関係を示す。どの条件の場合も、入浴前安静終了時の手背部皮膚温が低いほど入浴時間が長い傾向を示した。(寒冷: $R = -0.45$ 、温暖-寒冷: $R = -0.82$ 、温暖: $R = -0.41$)。3 条件を合わせた場合でも皮膚温と相関関係が ($R = -0.63$) 認められた。足背皮膚温でも同様の傾向が認められた。末梢部が冷えていると温まるのに時間がかかり、暖まるために長時間の入浴を要すると考えられる。

図 22 に入浴時間と各被験者の入浴中収縮期血圧変化量の平均値との関係を示す。寒冷、温暖条件では、若干ではあるが、入浴時間が

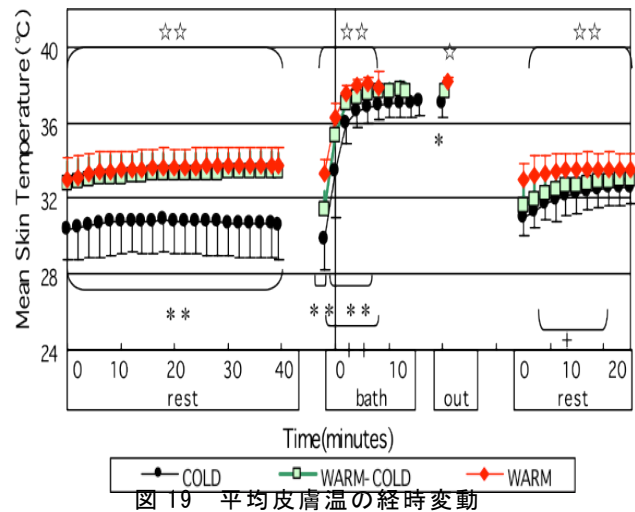


図 19 平均皮膚温の経時変動

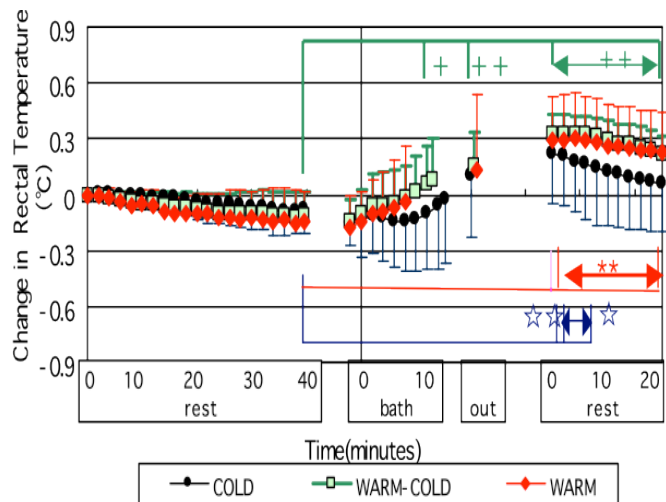


図 20 直腸温変化度の経時変動

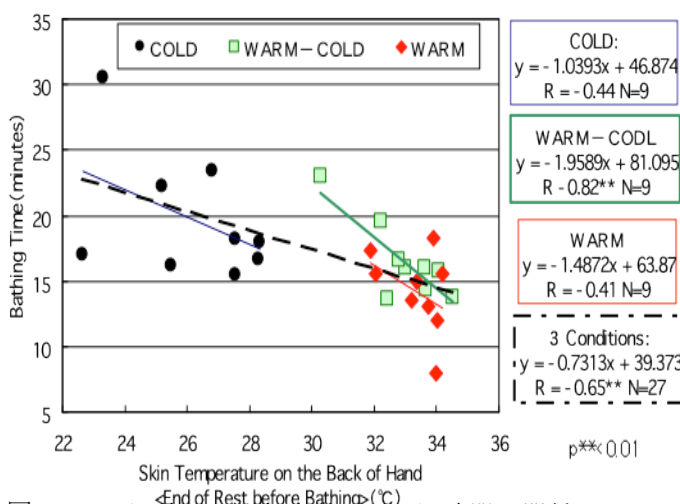


図 21 入浴前の手背部皮膚温と入浴時間の関係

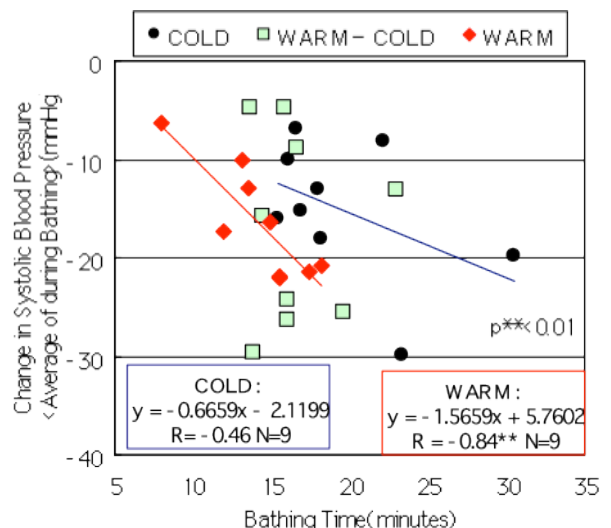


図 22 入浴時間と入浴中収縮期血圧変化量の関係

長いほど血圧は下降する傾向を示した。(寒冷条件：R = - 0.49、温暖条件：R = - 0.84) 拡張期血圧についても同様の傾向が見られた。入浴時間の延長にともない血管が拡張し血圧が下降するためと考えられる。

入浴前に寒冷環境に曝露されると皮膚温が低く冷え切って閉まった場合、入浴時に直腸温の上昇が遅れて入浴時間が長引いた。一方、入浴時に寒冷環境に曝露されると、湯に浸かっていない前額・手背・前腕皮膚温が低くなるが、その他の生理量には、大きな違いが認められなかった。以上より、入浴時の室温よりも入浴前室温による冷えの影響が大きかったと考えられ、浴室温度だけでなく、入浴前の身体の冷えが影響を与えられられる。

6. まとめ

以上、入浴時の温熱環境と入浴行動について概要を述べてきたが、入浴行為は住居の中で行われる作業としては、最も温熱環境の変動が大きい行為である。しかも、裸体で身体を防御するものがなく、水という熱容量の大きいものに曝される。実測調査でも実験室実験でも、低い室温による身体の冷えにより、暖まるために高温の湯温で長時間の入浴を行う事が明らかになった。さらにこの高温で長時間の入浴が心拍数や血圧など循環器系への影響が大きいことが示唆された。

実験でのデータは青年女性でのデータなので、比較的元気で影響は小さいと考えられる被験者であるが、心拍数や血圧の変化が認められた。また、実測調査では、年代による影響が大きかったことから、高齢者にはより大きい影響があると考えられる。高齢者にとってはこの影響は健康を損なう危険があると考えられる。しかし、高齢者は、この環境でも暖まり快適であると答えており、影響の大きさを認識していない可能性があり、安全で快適な入浴のためには、温熱環境の整備が必要である。

謝辞：

非常にプライベートな生活行為に関する実測調査にご協力頂きました皆様、実験室での実験被験者としてご協力頂きました皆様に深謝を表します。

7. 参考文献

- 1) 竹原広実他：浴室環境及び入浴行動に関する調査研究、その1，その2、家政学会誌、Vol. 52, 2001
- 2) 風呂文化研究会、東京ガス株式会社都市生活研究所：入浴の実体と意識に関する調査報告書、1999
- 3) 高崎裕治他：浴室温熱環境の全国調査 その1 入浴実態について 入浴の安全性と快適性 p 6～9 2006、
- 4) 栃原裕編著：人工環境の健康影響と快適性 7. 浴室環境、弘学出版、1997
- 5) 輿水ヒカル他：湯温及び室温が入浴にともなう人体反応に及ぼす影響に関する実験的研究、日本建築学会学術講演梗概集、1996
- 6) 河原ゆう子：冬期入浴中の推移と湯温が生理・心理反応に及ぼす影響、人間と生活環境、Vol. 9、No. 2、2002 など
- 7) 大野秀夫他：中高年を対象とした冬期入浴後の熱的快適性に関する研究、人間と生活環境、7(1)、40-47. 1999
- 8) 河原ゆう子他：冬期入浴中の水位と湯温が生理・心理反応に及ぼす影響 人間と生活環境、vol19N0(2)、79-86、2002
- 9) Kyoko KANDA etc ;Thermal Condition in the Bathroom in Winter and Summer, and Physiological Responses of the Elderly during Bathing, Jpn. J. Hyg., 50, 595-603(1995)
- 10) H. Ohno: THE EFFECT OF THE HEATING EQUIPMENTS ON AGED WOMEN AT THE CHANGING ROOM FOR BATHING IN WINTER Indoor Air1996 vol11
- 11) 久保博子：入浴行動と入浴時の温熱環境の実測調査、日本建築学会学術講演梗概集、2003

- 12) 久保博子：入浴行動と入浴時の温熱環境の実測調査、その2、日本建築学会学術講演梗概集、2004
- 13) 久保博子他：入浴行動と入浴時の温熱環境の実測調査、その3 日本建築学会学術講演梗概集、2005
- 14) 津本美和他：入浴時の温熱環境と生理・心理反応についての調査研究 - 若年者と高齢者の比較-、日本建築学会学術講演梗概集、2005
- 15) 大塚吉則：正しい入浴法のすすめ 入浴の生理学、831-835、2000
- 16) 洪玉珠他：住宅用給湯設備の使用感に関する実験的研究 第2報 シャワー入浴、空気調和・衛生工学会論文集, 45 43-59 1991
- 17) 鎌田元康他：住宅用給湯設備の使用感に関する実験的研究 第3報 シャワーヘッド散水板・洗髪に関する検討および湯使用時の生理反応 空気調和・衛生工学会論文集, 48 59-71 1992
- 18) ROHLES, F 他：Showering behavior; implications for water and energy conservation, ASHRAE Trans., 88, 1063-1075 1982
- 19) 岩瀬義彦：やさしい生理学 1995年 南江堂 p 29
- 20) 久保博子他：入浴時の温熱環境と入浴行動について、ハウスクリマ研究ノート第34号, pp. 1-6, 2008
- 21) 久保博子他：久保博子他：高齢者のための浴室温熱環境について、ハウスクリマ研究ノート31号、1-8、2005
- 22) 久保博子他：湯温と水位が入浴時間および生理心理反応に及ぼす影響、人間-生活環境系学会第30回シンポジウム、241-254、2005
- 23) 佐々尚美他：夏期における好まれる気温の個人差に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第531号、31-53、2002
- 24) 津本美和：冬期における入浴前及び入浴時室温が入浴時間及び生理心理反応に及ぼす影響について、人間-生活環境系学会第30回シンポジウム、237-340、2007