研究 No. 0627

高齢者の個人差を考慮した快適室温の研究

主査 佐々 尚美[*1]
委員 磯田 憲生[*2], 久保 博子[*3]

高齢者の生活習慣や温熱的特性に応じた快適な室内温熱環境を検討する事を目的として、高齢者が好む気温の把握および設定環境下における人体反応の違いを把握する人工気候室実験と、日常生活習慣に関するアンケート調査や室内温熱環境の実態調査を実施した。高齢者の好む気温は、平均値では若齢者より高く、その時の生理反応は異なっていた。また、設定気温下の生理心理反応は、平均皮膚温は同様の傾向を示したが、気温が低い場合に高齢者の末梢部皮膚温は若齢者より高く保たれ、血圧は上昇し、体温調節機能の衰えが示された。また、高齢者の中でも、性別、血圧等の違いにより好む気温や設定気温下における人体反応は異なっていた。

キーワード ：1）高齢者，2）皮膚温，3）温冷感，4）快適感，5）個人差

Experimental Study on thermal comfortable temperature for the elderly in consideration of individual variation

Ch. Naomi Sassa
Mem. Norio Isoda, Hiroko Kubo

The purpose of this study is to investigate the thermal comfortable temperature for elderly people, taking into consideration individual variations. Two experiments and two investigations were conducted. In the first experiment, subjects freely chose the preferred air temperature for themselves for 120 minutes. In the other experiment, subjects were exposed to 4 established air temperatures(23℃-33℃) for 60 minutes. The preferred air temperature of the elderly was higher than that of young people and the physiological responses were also different. The distal skin temperature of the elderly people was higher than that of the younger people. The physiological and psychological responses of the elderly were different from those of young people. There were also differences of based on gender and blood pressure, etc.

1. はじめに

高齢者の快適な室内温熱環境に関しては、これまでにも多数研究[1)～5)など]され、季節に応じた快適温湿度範囲[6) 7)など]が提案されている。これらの多くは、高齢者と若齢者あるいは中年者などの年齢で分けて実験および調査を実施し、検討されている。しかし、加齢により種々の機能は低下するが、その老化による機能低下は個人による差が大きく[8)]なるともいわれており、その個人差が大きい高齢者を画一化してとらえて提案された環境にいても、快適と感じる高齢者ばかりではないと考えられる。個人差が少ないと考えられる若齢者においても、ちょうど良いとする気温には季節を問わず約７℃の差[9) 10)]が認められており、高齢になるにつれ、体力や体温調節能力などにはより個人差が大きくなると考えられる高齢者の方が、個人の温熱的特性に応じた室内温熱環境を創造する必要が考えられる。更に、今後、高齢化社会が進み、暑さ寒さに弱い人、強い人や体温調節能力が衰えた人など、様々な温熱的特性を持った高齢者が増加し、その個人差が大きくなると想像できる。しかし、この様な高齢者の個人的な温熱的特性の違いを考慮した快適な室内温熱環境に関する研究や提案は、いまだほとんどなされていない。また、高齢者は一般的に部屋を暖房するという概念が希薄[11)]であり、加齢により暑さ寒さの感受性が劣り[12) 13)]、寒さに対する感受性の遅れがみられ、高齢者ほど暑熱暴露後の過冷房、寒冷暴露後の過暖房を行ないやすいこと[14)]から、室温の変化に応じて皮膚温などの生理量を快適と言われている範囲に保つ様に冷暖房器具を使用して調節することも上手く出来なくなると考えられる。以上からも、画一的に評価した快適温熱環境の提案のみではなく、高齢者の特性に応じた快適な室内温熱環境を提案する必要が今後更に増していくと考えられる。

そこで、高齢者の生活習慣や温熱的特性に応じた、快適な室内温熱環境を検討することを目的として、実測調査およびアンケート調査、人工気候室実験を実施した。本報告では、既往研究との比較検討も含めて、日常生活習慣や性別、血圧、体温の違いなどの特性別に、ちょうど良い気温、設定気温下における生理心理反応の違いを把握し、高齢者の特性に応じた室内温熱環境を検討した。

[*1] 武庫川女子大学生活環境学部生活環境学科 講師
[*2] 奈良女子大学大学院人間文化研究科 教授
[*3] 奈良女子大学生活環境学部 准教授

2. 方法

2.1 室内温熱環境の実測調査およびアンケート調査

高齢者が日常でどのような環境下で生活し、どのように生活行動をしているかを明らかにする事を目的として、室内温熱環境の実測調査およびアンケート調査を実施した。表 1-1、1-2 に調査概要を示す。室内温熱環境の実態調査の対象は人工気候室実験に参加の高齢者とした。温熱環境の測定として対象者には 2 日間 2ch 式温湿度計を持ち歩いてもらい、身体周囲温湿度を 1 分間隔で測定した。また自宅での温熱環境測定の許可を頂いた対象者には身体周囲温度を測定するとともに、対象者が最もよく利用していると考えられる居間および寝室の室温と相対湿度、黒球温度を測定した。室温は床上 10 cm、60 cm、110 cm、160 cm、相対湿度と黒球温度は床上 60 cmで測定した。温熱環境測定期間中、全ての対象者に睡眠や外出、入浴などの生活行動、冷暖房機器の使用や窓の開閉などの環境調節を記録してもらった。また睡眠や外出、入浴時以外は、対象者に随時、主観的申告（温冷感と快適感）の記録もしてもらった。調査は 2007 年の夏期と冬期に行った。アンケート調査は、奈良女子大学の実習室にて回答を得た。質問項目は、体質（耐暑耐寒性、暑がり・寒がり、冷え性、病気、体格、血圧など）、日常生活習慣（食事、睡眠など）、冷暖房使用実態（使用器具、好み、使用時間、必要性など）とした。

2.2 人工気候室実験

1) 好む気温の把握（選択気温実験）

「好む気温」の個人差に関しては、人工気候室を用いた実験により求めた。表 2 に実験概要を示す。実験は、実験室内にて自由に気温を調節することができる奈良女子大学環境調節室（W3.0×H2.3×D4.0m、気温 5℃ー40℃±0.3℃、湿度 30%Rhー90%Rh±3.0%Rh にて制御可能）にて実施した。気温は室外の操作盤によっても室内の設定器によっても調節可能である。気流は全面床吹き出し、全面天井吸い込み方式である。なお、被験者には直接風が当たらない様に絨毯を敷いた。気温は床上 10cm、60cm、110cm において、湿球温度と黒球温度は床上 60cm において、0.1mmφの熱電対を用い多点温度計にて測定した。気流速度は被験者の位置において熱線風速計を用いて測定した。皮膚温は Hardy&DuBois による 7 点あるいは 12 点[22]に 0.1mmφの熱電対を、サージカルテープを用いて測定部に貼り多点温度計にて測定した。申告は、快適感（SD 法 7 段階）および温冷感（SD 法 9 段階）、室温評価などとした。図 1 に実験手順を示す。被験者は設定された人工気候室に入室し、設定着衣を着用した後、実験装置を装着し、椅座安静を保ち約 30 分間暴露した後、室内の設定器を用いて 120 分間気温を「ちょうど良い」と感じる様に被験者自身が好きな時に好きなだけ自由に気温を調節した。尚、被験者には気温

表 1−1 室内温熱環境実態調査概要

期間	夏期:2005年7～8月[16]，2007年8月
	冬期:2005年3月[15] [16]，2007年3月
対象	夏期:実験に参加した高齢者（女性14名，男性5名）
	冬期:実験に参加した高齢者（女性19名，男性16名）
調査項目	・温熱環境――― 身体周囲温湿度（全対象者），居間・寝室での温湿度（夏期：女性12名，男性2名）など ・生活行動記録― 睡眠・外出・入浴などの行動，冷暖房機器の使用などの環境調節 ・主観申告――― 温冷感，快適感を随時記録 ・着衣量 ・日常生活，住宅に関するアンケート

表 1−2 アンケート調査概要

期間	2006年夏期
対象	高齢男性 24名（平均：年齢70.9歳、身長158.1cm、体重59.4kg、体脂肪率25.7%） 高齢女性 11名（平均：年齢70.6歳、身長153.3cm、体重51.0kg、体脂肪率30.0%）
調査項目	「体質」「毎日の食事」「運動量」「服装」「冷暖房器具の好みや使用状況」「環境に対する意識」など 身長・体重・血圧・体脂肪率・舌下温・サーモグラフィー

表 2 選択気温実験概要

期間		夏期:2003年8月～9月[17] [18]2005年7月～8月[19]、2006年8月、2007年7月 冬期:2005年4月[15]、2007年2月～3月
温熱環境条件	気温	前室 夏期:28℃、冬期:21℃ 実験室 被験者自身が自由にちょうど良い様に調節
	相対湿度	50%
	気流速度	0.15m/s以下
	周囲壁面温度	気温とほぼ等しい
人体側条件	被験者	健康な高齢者 夏期:2003年 女性:30名 、2005年女性:18名 、 2006年 男性:23名、2007年 男性8名、女性15名 冬期:2005年 女性19名、2007年 男性:25名
	着衣量	夏期:0.4clo、 冬期:1.0clo
	活動量	椅子座安静

時間(分)	−20	0	20	40	60	80	100	120
気温	28℃/21℃	被験者が随時調節						
皮膚温	30秒ごと							
心拍数	30秒ごと							
血圧	20分ごと							
舌下温	10分ごと							
体重	☆		☆		☆			☆
申告	10分ごと							

図 1 選択気温実験の手順

表 3 設定気温実験条件および測定項目

	夏期設定気温実験概要		
	年度	2006・2007年 8月～9月	2004年 8月～9月[20]
温熱環境条件	気温	前室 27℃ 実験室 24・27・29・32℃	前室 27/29℃ 実験室 23・25/31・33℃
	相対湿度	50%	
	気流速度	0.15m/s以下	
	周囲壁面温度	気温とほぼ等しい	
人体側条件	被験者	健康な高齢者 57名	
		女性10名，男性28名	女性19名
	clo値	0.4clo	
	活動量	椅子座安静	

	冬期設定気温実験概要		
	年度	2007年 3月	2005年 3月[21]
温熱環境条件	気温	前室 21℃	
		実験室 17・21・25℃	実験室 17・19・23・25℃
人体側条件	被験者	健康な高齢者 36名	
		男性17名	女性19名
	clo値	1.0clo	

時間(分)	-30	-10	0	0	10	20	30	40	50	60
	前室			実験室						
皮膚温	30秒ごと									
心拍数	30秒ごと									
血圧	○						○			○
舌下温	●				●	●	●	●	●	●
体重				●						●
申告	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

図 2 設定気温評価実験の手順

操作ボタンを1回押すと何℃気温が変化するかは知らせていない。皮膚温および気温は30秒間隔、申告は10分間隔にて測定を行った。実験は、2006年および2007年の夏期および冬期に実施した。尚、冬期実験の前には日常生活習慣のアンケート調査も実施した。

2) 設定気温下の人体反応の検討（設定気温評価実験）

奈良女子大学人工気候室B室（W3.2×H3.2×D2.9m）を前室、A室（W4.5×H5.12×D2.9m）を実験室とし2室を用いて行った。表3に実験概要を示す。測定項目は選択気温実験と同様とした。図2に実験手順を示す。気温27℃に設定した人工気候室B室にて、被験者を30分間暴露した後、24℃、27℃、29℃、32℃の気温に設定した人工気候室A室に移動し、椅子座安静状態にて60分間暴露した。着衣量は重量より0.4clo[23) 24)]と推定した。測定間隔は、皮膚温・心拍数は30秒間隔、舌下温は10分間隔、血圧は30分間隔、体重は実験室移動時、実験終了時の計2回測定した。申告は10分間隔に測定した。被験者は一日2回実験に参加し、計2日間行った。実験は、2006年夏期および冬期に実施した。

尚、室内温熱環境実測調査および実験期間中の外気温は、夏期は平均26.5℃～27.8℃であり、冬期は平均6.6℃～7.1℃であった。

3) 被験者の特徴

表4に高齢者の全被験者の特徴を示す。被験者の身体的特徴は実験年度が異なってもほぼ同じであった。平均年齢は男性も女性もほぼ同じであり、身長および体重、体表面積、体格指数は男性の方が大きかったが、体脂肪率は女性の方が多かった。また、70歳の全国平均[25)]と比較すると本報告の方が、若干体格が良かった。

3. 結果および考察

3.1 室内温熱環境の実測調査

1) 夏期の室内温熱環境と環境調節

図3に冷房および非冷房時の居間と寝室の気温を示す。非冷房時では居間の平均気温は約27.5℃～32℃であり、夏期の住宅居間基準値の25±2℃[7)]と比較すると、約7割が基準値外であった。気温が高い程、暖かい側、不快の評価であったが、ほぼ「やや涼しい」～「暖かい」の範囲内であり、「不快」側の評価は約半数と、気温の高さにも関わらず、それほど不快に感じていなかった。冷房時の平均気温は約26～29.5℃であり、ほぼ全ての対象が上述の基準値内であり、「涼しい」～「どちらでもない」の範囲で「快適」側の評価をしていた。寝室の平均気温は約26～29.5℃であり、約半数が寝室の基準値26±2℃[7)]の範囲内であった。

図4に居間在室時の環境調節を時間率で表したものを示す。何らかの環境調節を行っている割合が高く、中でも扇風機や窓開放によって気温を調節する割合が高かっ

表4 被験者の身体的特徴

		年齢（歳）	身長（cm）	体重（kg）	体表面積[20)]（m^2）	体格指数（kg/m^2）	体脂肪率（%）
女性（n=62）	平均値	70.4	150.4	52.7	1.47	23.3	32.7
	標準偏差	3.8	5.4	8.3	0.11	3.1	5.3
男性（n=31）	平均値	71.8	162.7	59.9	1.64	22.8	25.5
	標準偏差	5.5	5.4	8.9	0.10	3.4	4.9
全体（n=94）	平均値	70.9	154.5	55.1	1.53	23.1	30.6
	標準偏差	4.5	7.9	9.1	0.13	3.2	6.1
全国平均[25)]	女性	70	146.3	50.1	1.42	23.4	
	男性	70	160.1	59.0	1.61	23.0	

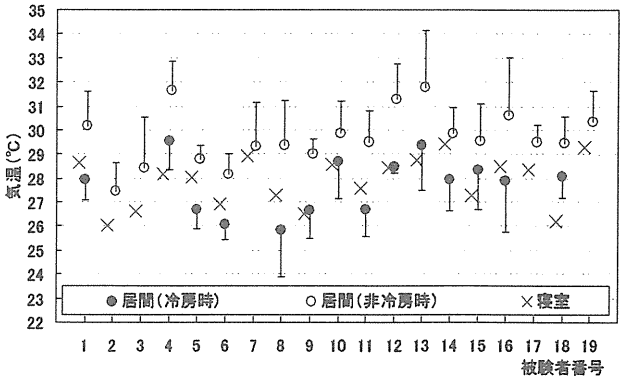


図3 夏期の居間および寝室の気温

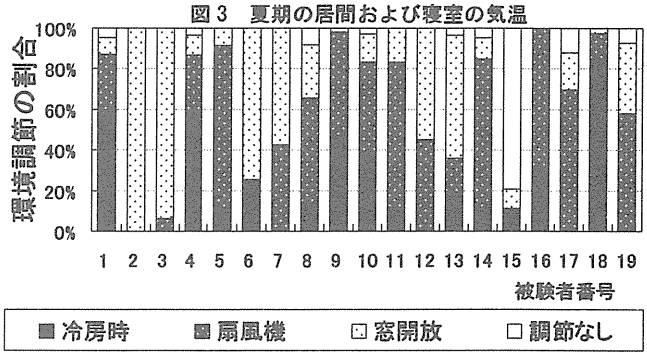


図4 居間在室時の環境調節時間率

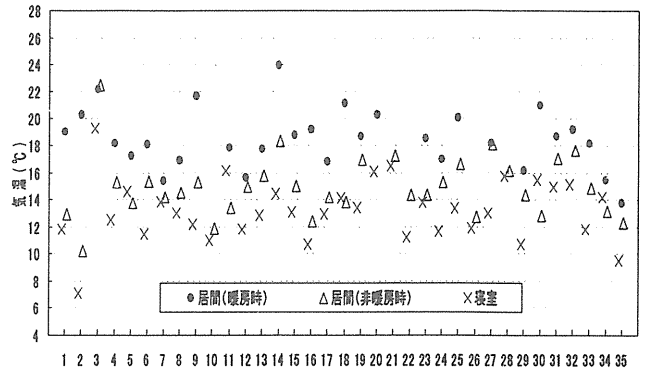


図5 冬期の居間および寝室の気温

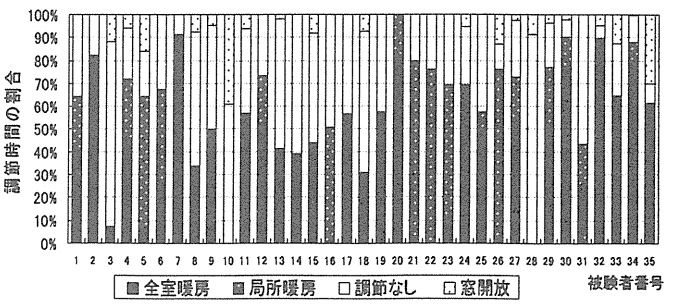


図6 居間在室時の環境調節時間率

た。冷房を全く使用しない者や、在室時はほとんど使用する者など個人差が認められたが、非冷房時の気温が高い程、冷房使用の割合が高い傾向を示した。

2)　冬期の室内温熱環境と環境調節

図５に暖房および非暖房時の居間と寝室の気温を、図６に居間在室時の環境調節の時間率を示す。居間の平均気温は非暖房時には約 15～20℃と低く、暖房時では、全室暖房の割合が高いが、冬期の住宅居間基準値の 23±2℃[7] より低い気温である住宅が多かった。暖房使用により、気温は低いにも関わらず、ほぼ「どちらでもない」～「暖かい」の範囲で「快適」側の評価となった。高齢者は暖房使用より着衣量を増加[27]させていることも考えられるが、寒さを感じていないとも考えられ、改善の必要がある。同様に、寝室の平均気温は 10～15℃と低い気温であり、寝室の基準値である 20±2℃[7] より低かった。

3)　アンケート調査による冬期のエアコン使用状況

図７に冬期のエアコンの使用状況等に関して男女別に示す。いずれもエアコンは好まず、時々使用あるいはめったに使用せず、ぎりぎりまで我慢して使用する傾向が認められた。図８に使用暖房器具を同様に示す。いずれも様々な暖房器具を使用し、２つ以上の暖房器具を併用して使用する割合が高く、こたつとストーブ・ファンヒータの組み合わせが最も多く、次いで、エアコンとホットカーペット、ホットカーペットとこたつが挙げられた。また、冷え性の３割しかエアコンを使用せず、6～8 割がストーブ・ファンヒーターやこたつを使用する傾向を示した。また、冷え性の８割弱が冷房は嫌いであり、寒がりの８割弱が冷房を使用していない環境に長く滞在している傾向を示すなど、体質により冷暖房使用状況などに違いが認められた。

以上より、高齢者の室内温熱環境は、夏期は冷房の使用により基準値[7] 内の気温となるが、冬期は暖房使用によっても基準値[7] 以下である割合が高く問題である。また、アンケート調査からこたつやホットカーペットなどの使用も高かったことや、冷え性の有無などによる使用暖房器具が異なることからも、特性別に冬期の暖房環境の改善を検討する必要が考えられる。

3.2　夏期の好む気温および生理心理反応

1)　好む気温

気温調節開始より 120 分経過後の気温を好む気温とし、以後「選択気温」として称することとする。

図９に選択気温の分布を、既往の若齢男女[28) 29) 30)]、高齢女性[17) 18) 19)] との結果とあわせて示す。図に示す範囲は 1991 年に日本建築学会高齢者熱環境研究会により作成された住宅熱環境評価基準値[7]（25±2℃）である。高齢者の選択気温時の快適感はほぼ「どちらでもない」より快適側であり、約５割の

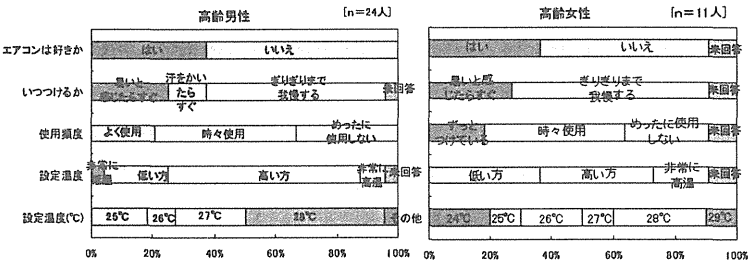


図７　エアコンの使用状況

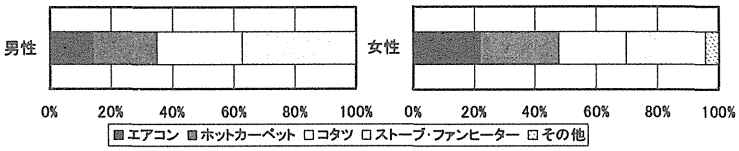
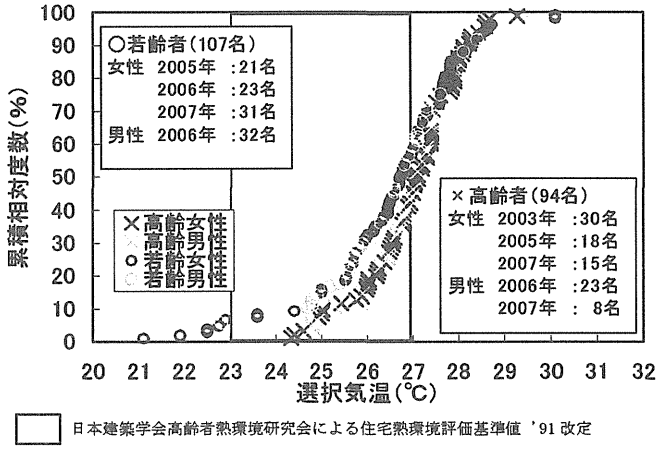


図８　使用暖房器具



日本建築学会高齢者熱環境研究会による住宅熱環境評価基準値 '91 改定

図９　選択気温の分布

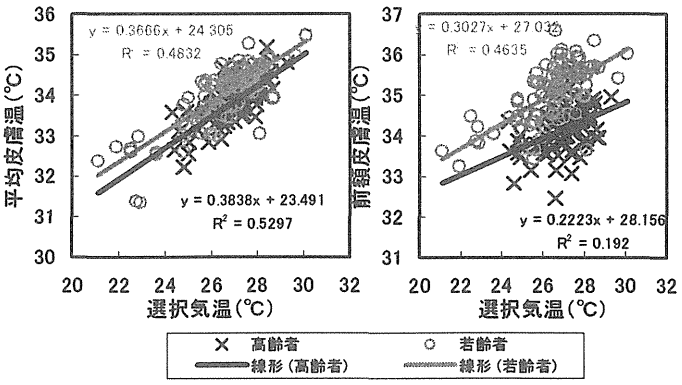


図 10　選択気温と平均皮膚温、前額皮膚温との関係

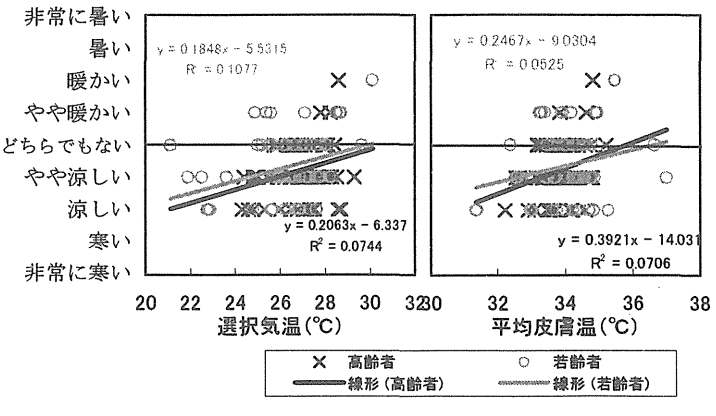


図 11　選択気温と温冷感の関係、平均皮膚温と温冷感の関係

高齢者の選択気温は基準値[7]より高い側であった。年代別では、平均すると高齢者は 27.0±1.0℃、若齢者は 26.5±1.6℃であり、有意差が認められた。高齢者の方が個人差は小さく、ちょうど良い範囲が若齢者より狭いことが伺える。性別では、高齢男性の選択気温は 24.8℃～28.5℃の範囲、個人差は 3.7℃であり、平均すると 26.8±0.9℃であった。高齢女性の選択気温は 24.3℃～29.3℃の範囲、個人差は 5.0℃であり、平均すると 27.0±1.1℃であった。個人差は高齢男性の方が、高齢女性より小さかったが、平均選択気温は高齢男性の方が若干低いがほぼ同じであった。若齢者でも同様の傾向を示し、若齢女性は 21.1℃～30.1℃の範囲、平均選択気温は 26.6±1.7℃であり、若齢男性は 22.8℃～29.6℃の範囲、平均選択気温は 26.3±1.3℃であった。年代に関わらず男性の方が、平均選択気温は若干低く、個人差が小さい傾向を示した。

図 10 に選択気温と平均皮膚温および前額皮膚温の関係を同様に示す。若齢者も高齢者も平均皮膚温は選択気温の影響を受けていた。いずれの選択気温でも高齢者の方が平均皮膚温は低い傾向を示し、選択気温時の平均皮膚温は 33.9℃±0.5℃であった。既往の研究では快適な平均皮膚温は 33℃[31]あるいは 33℃ー34℃[32]であり、この範囲から、高齢者の約 4 割が外れていた。また、同じ選択気温であっても高齢者の前額皮膚温は若齢者より低い傾向を示しており、生理的な面から再検討する必要がある。

図 11 に選択気温と温冷感の関係、平均皮膚温と温冷感の関係を同様に示す。選択気温が高いと温冷感も暖かい側となる傾向を示すが、選択気温および年代に関わらず多くは「涼しい」～「どちらでもない」の範囲であり、夏期は「涼しい」側を好む[33]と同様の傾向を示した。また、平均皮膚温と温冷感の関係も同様の傾向であった。

2)設定気温下の生理心理反応

図 12 に設定気温と平均皮膚温の関係および部位の皮膚温の関係を、前額および下腿前の皮膚温を一例として若齢者[30]および高齢者別に示す。いずれの部位および気温においても個人差は認められるが、気温が高いと平均皮膚温も高く、逆に気温が低いと平均皮膚温も低くなる傾向を示し、若齢者も高齢者も同様の傾向を示した。前額の皮膚温は気温に関わらず他の部位より変化は少なく、選択気温時と同様に高齢者の方が若齢者より低い皮膚温であった。一方、下腿前皮膚温は気温の影響を受け、気温が高くなると皮膚温も高くなり、逆に気温が低いと皮膚温も低くなる傾向を示し、その傾向は若齢者の方が大きく示された。また、いずれの気温においても下腿前皮膚温は、高齢者の方が若齢者より高い傾向を示した。この傾向は既報[3) 34)]などと同様であり、特に気温が低い時にその差は大きく、高齢者より若齢者の方が寒さに適応していると考えられ、高齢者の体温調節能力の低下が示唆された。

図 13 に設定気温と血圧の関係を同様に示す。いずれ

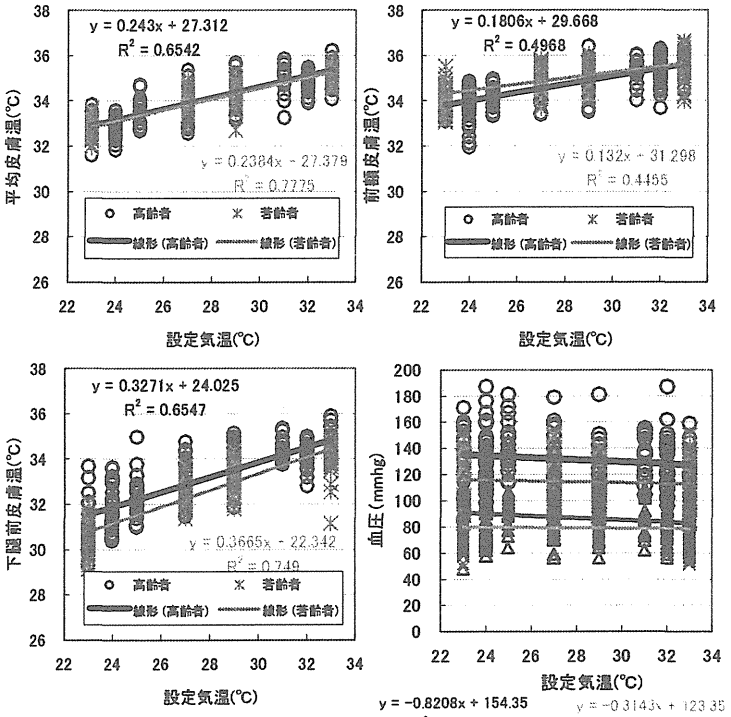


図 12 設定気温と平均皮膚温および前額皮膚温、下腿前皮膚温の関係

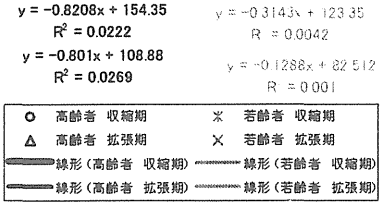


図 13 設定気温と血圧の関係

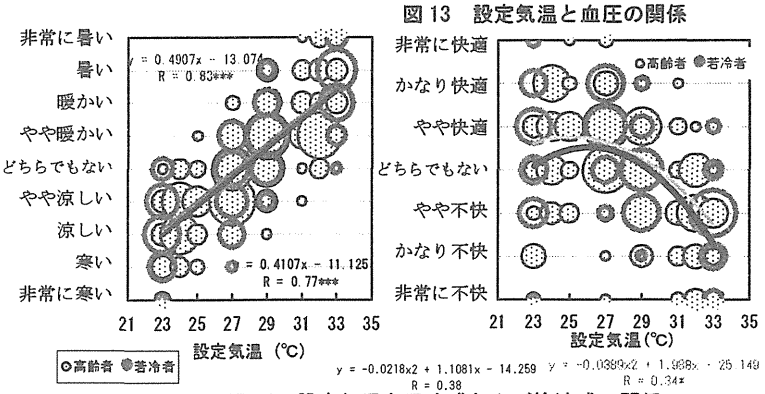


図 14 設定気温と温冷感および快適感の関係

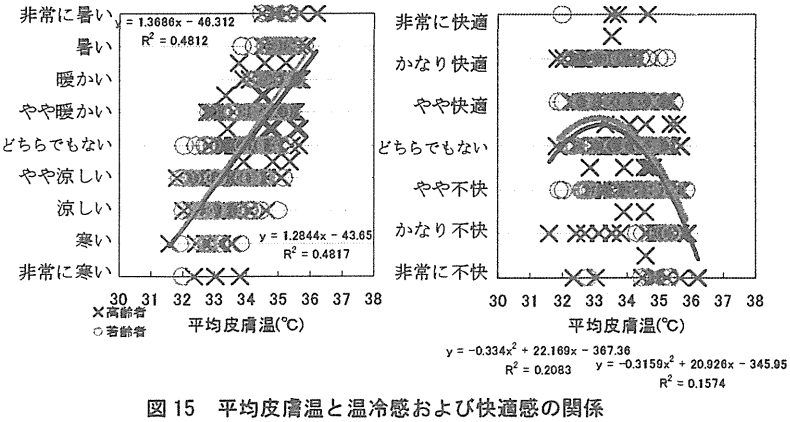


図 15 平均皮膚温と温冷感および快適感の関係

の気温においても高齢者の方が血圧は高い傾向を示した。また、若齢者は気温に関わらず血圧の変化は少ないが、高齢者は気温が高いと血圧は下がり、気温が低いと血圧は上昇する傾向を示し、環境の影響を受け変化する傾向を示した。また、気温が低い程、高齢者と若齢者の血圧差は大きくなり、寒い環境における高齢者の血圧上昇による疾病が危惧される。

図 14 に設定気温と温冷感および快適感の関係を示す。温冷感および快適感のいずれも個人差は大きく認められるが、温冷感は、気温が高くなると高くなる傾向を示し、温熱的中性申告が得られる気温は、高齢者 27.6℃、若齢者 27.2℃と約 0.4℃高齢者の方が高かった。快適側と予測される気温は、高齢者は約 22.6℃ー29.4℃であり、前述の基準値[7]より高い側に広がっていた。また、若齢者は 30℃以下であり、快適となる気温の範囲は高齢者の方が狭かった。また、最も快適と推測される気温は、高齢者は約 26.1℃、若齢者は約 25.1℃であり、高齢者の方が約 1℃高かった。

図 15 に平均皮膚温と温冷感および快適感の関係を同様に示す。いずれも個人差は大きく認められるが、気温との関係と同様の傾向を示した。温熱的中性申告が得られる平均皮膚温は、高齢者は 34.0℃、若齢者は 33.8℃であり、高齢者の方が同じ平均皮膚温を涼しい側に感じており、平均皮膚温が高い程、その傾向が認められた。また、快適側と予測される平均皮膚温は、高齢者は約 32.0℃～34.0℃の範囲、若齢者は約 31.7℃～34.5℃の範囲であり、高齢者の方が快適とする範囲が狭かった。

以上より、若齢者と比べ、高齢者の好む気温は平均値では高く、個人差は小さいなどの違いが認められた。また、高齢者では、選択気温時の平均皮膚温および前額皮膚温は若齢者より低く、生理面からの更なる検討が必要であると考えられる。設定気温下での人体反応では、若齢者とは異なる生理心理反を示し、高齢者の体温調節能力の衰えが認められ、高齢者の方が高い気温および平均皮膚温にて温熱的中性申告が得られ、快適とする範囲は狭い範囲であった。

3.3 特性別の人体反応の検討

本項では、夏期における結果を用いて検討した。

1) 選択気温と体格との関わり

夏期における高齢男女の選択気温の平均値および標準偏差が 27±1.0℃であったことを考慮して、26℃以下の低い気温を好むグループを「低温グループ」、28℃以上を好むグループを「高温グループ」、選択気温の平均値と標準偏差内を好むグループを「中温グループ」として 3 群に分けた。低温グループは 14 名、中温グループは 68 名、高温グループは 12 名であった。表 5 にグループ別の体格の平均値および標準偏差を示す。「低温グループ」は、身長が高く、体格指数は小さく体脂肪率は少ない傾向を示し、「高温グループ」は、身長は低く、体重は少なく、体表面積は小さいが、体格指数は大きく、体脂肪率は多い傾向を示した。若齢者では、低温を好む方が、体脂肪率が多い傾向を示していた[35]こととは逆の傾向を示し、更なる検討が必要である。

2) 選択気温からみた設定気温下における人体反応

選択気温との関わりを検討する為に、選択気温実験および設定気温評価実験の両方に参加した被験者に関して

表 5 選択気温群別の体格

		選択気温 (℃)	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体表面積 (m^2)	体格指数 (kg/m2)	体脂肪率 (%)
高温グループ	平均値	28.4	69.6	152.5	53.2	1.49	22.9	32.9
	標準偏差	0.3	3.6	3.9	7.3	0.09	3.2	6.6
中温グループ	平均値	27.1	71.0	154.4	55.6	1.54	23.3	30.5
	標準偏差	0.6	4.6	8.3	8.8	0.13	3.1	5.8
低温グループ	平均値	25.1	71.0	156.2	54.2	1.53	22.2	28.7
	標準偏差	0.5	4.4	8.2	11.7	0.16	3.8	6.4

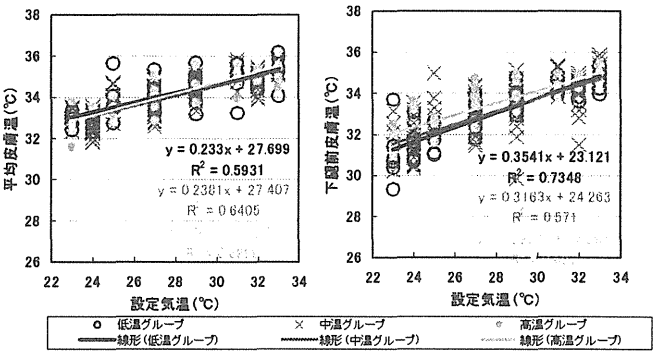


図 16 選択気温群別の設定気温と平均皮膚温および下腿皮膚温の関係

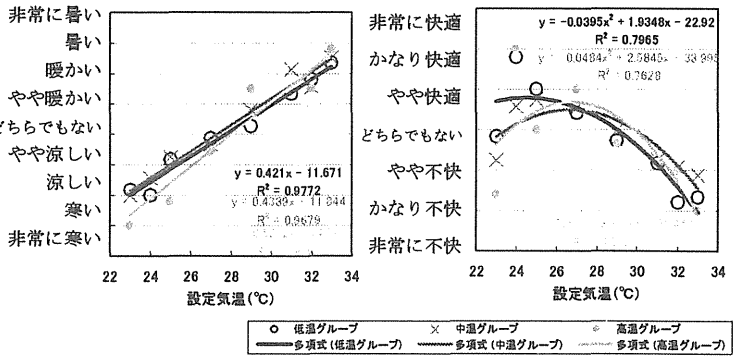


図 17 選択気温群別の設定気温と温冷感および快適感の関係

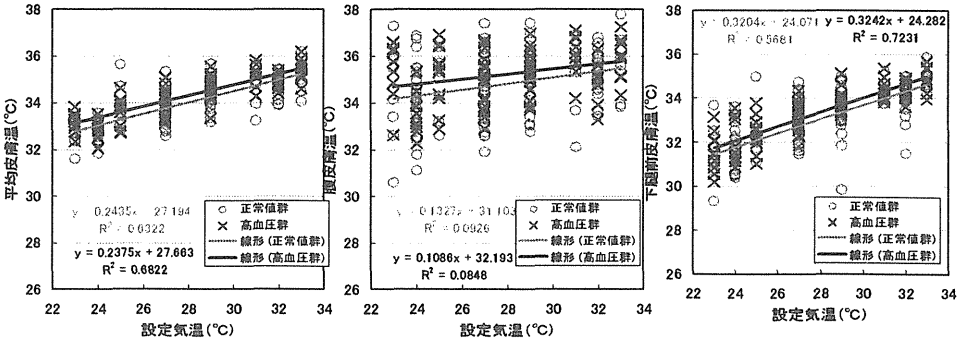


図 18 血圧別の設定気温と平均皮膚温、腹皮膚温および下腿皮膚温の関係

検討を行った。選択気温による群分けは前述と同様とした。低温グループは11名、中温グループは39名、高温グループは7名であった。

図 16 に設定気温と平均皮膚温および下腿前皮膚温の関係を選択気温群別に示す。平均皮膚温ではグループによる差はほとんど認められなかったが、下腿前皮膚温では、高温グループはいずれの条件においても他のグループより高い皮膚温である傾向を示し、特に気温が低い条件では、グループ間の差が広がり、低温グループが最も皮膚温が低く、高温グループが最も皮膚温が高い傾向を示した。高齢者の中でも高温グループは一番体温調節能力が衰えていると推察される。

図 17 に設定気温と温冷感および快適感の関係を選択気温群別に示す。設定気温と温冷感の関係では、低温グループおよび中温グループはほぼ同様の傾向を示したが、高温グループは、他グループより低い気温をより寒く、高い気温をより暑く評価する傾向を示した。温熱的中性申告が得られる気温は、低温グループは約 27.7℃、中温グループは約 27.3℃、高温グループは約 28.1℃であり、高温グループは他グループより高い気温で得られていた。また、快適側と想定される気温範囲は、低温グループは 29.4℃以下、中温グループおよび高温グループは 23.6℃～29.8℃の範囲であり、低温グループが他グループより低い範囲であった。選択気温により、設定気温下の生理心理反応は異なる傾向を示した。

3) 血圧との関わり

図 18 に高齢者の血圧別の気温と平均皮膚温の関係を示す。WHO による血圧基準により、高血圧（拡張期血が 160mmhg 以上、又は収縮期血圧 95mmhg 以上）および境界域血圧（拡張期血が 140mmhg～160mmhg 未満、かつ収縮期血圧 90mmhg～95mmhg 未満）を「高血圧群」、正常血圧（拡張期血が 140mmhg 未満、かつ収縮期血圧 90mmhg 未満）を「正常値群」とした。高血圧群は 19 名、正常値群は 38 名であった。同じ気温でも高血圧の方が平均皮膚温は高い傾向を示し、部位別でも同様に高血圧群の方が軀幹部や末梢部の皮膚温は高かった。また、同じ気温でも高血圧群の方が暖かい側に感じ、快適な気温の範囲は正常値群より低い気温で狭い範囲であった。

図 19 に設定気温と血圧の関係を同様に示す。いずれも高血圧群の方が血圧は高い傾向を示した。

図 20 に設定気温と温冷感および快適感の関係を同様に示す。気温と温冷感の関係では、いずれも同様の傾向を示しているが、低い気温において高血圧群の方があまり寒さを感じていない傾向を示した。温熱的中性申告が得られる気温は、高血圧群では約 27.5℃、正常値群では約 27.9℃であり、高血圧群の方が約 0.4℃低かった。快適側と推測される範囲は、正常値群は 24℃～30℃の範囲、高血圧群は 29.2℃以下であり、正常値群の方が高い気温範囲を快適としていた。また、最も快適と推測される気温は、正常値群で約 27℃、高血圧群で約 25.6℃であり、約 1.4℃の差が認められた。

以上より、高齢者の中でも血圧の違いにより、生理心理反応は異なる傾向を示した。高血圧群は、低い気温範囲にて快適が得られていたが、あまり低い気温とすると血圧上昇を引き起こす恐れがあり、注意が必要である。

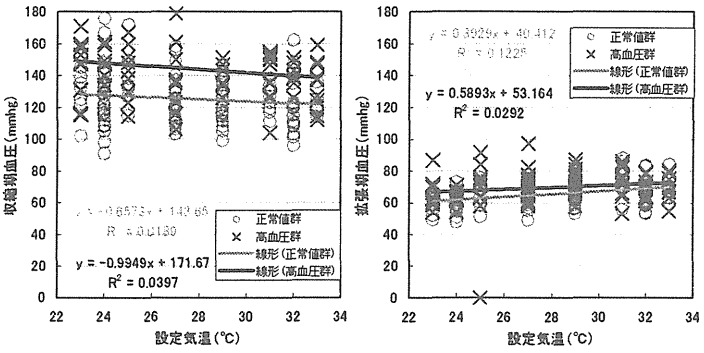


図 19 設定気温と血圧の関係

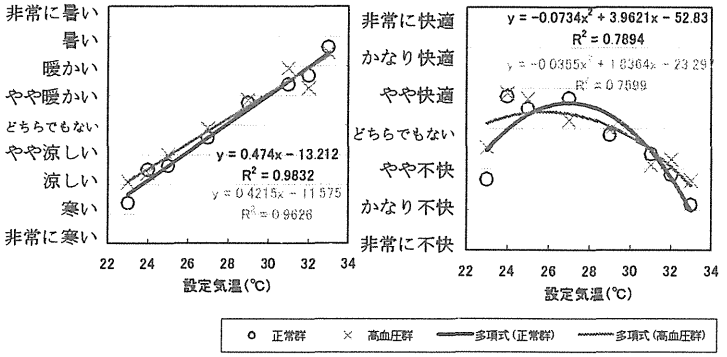


図 20 設定気温と温冷感および快適感の関係

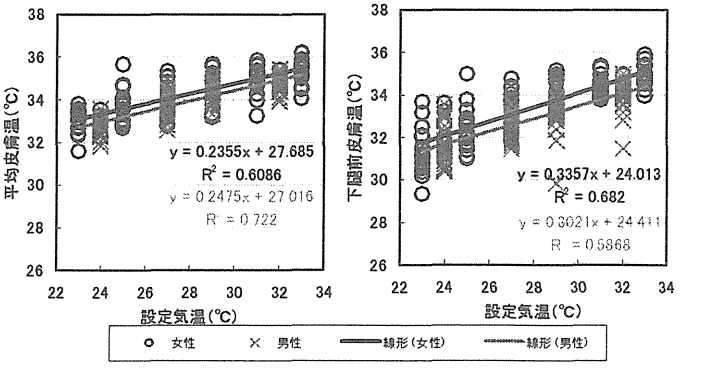


図 21 性別の設定気温と平均皮膚温および下腿皮膚温の関係

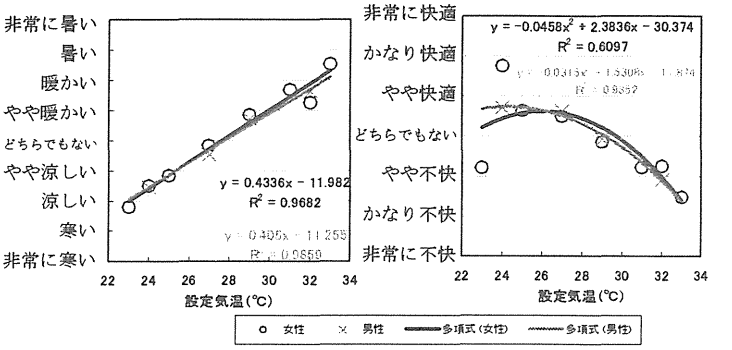


図 22 性別の設定気温と温冷感および快適感の関係

4)　性別

図 21 に設定気温と平均皮膚温および下腿皮膚温の関係を性別に示す。平均皮膚温および下腿皮膚温はいずれも女性の方がいずれの気温においても高い傾向を示した。

図 22 に設定気温と温冷感および快適感の関係を性別に示す。温冷感では、男性も女性もほぼ同じ傾向を示し、温熱的中性申告が得られる気温はいずれもほぼ同じであった。快適側と予測される範囲は、女性は約 29.8℃以下の範囲を、男性は約 29.1℃以下の範囲であり、最も快適と推測される気温は、女性では約 26℃、男性では約 24.2℃と、女性の方が高い気温、狭い範囲を快適とする傾向を示した。既往[30]の夏期の若齢男性と若齢女性の比較でも若齢男性は末梢部の冷えが女性よりなく、低温環境下で快適感が高くなっていたことと同様の傾向を示した。

3.4　夏期の高齢者の快適室温

夏期における高齢者の快適室温に関して、若齢者との比較および好む気温、血圧、性別に好む気温および設定気温下における人体反応の違いを検討した結果より、高齢者の快適室温に関して検討を行う。

設定気温下における気温と全身温冷感の関係より、温熱的中性申告が得られる気温は約 27.5℃であり、「やや涼しい」～「やや暖かい」となる気温範囲が約 26℃～29℃の約 3℃であったことより、夏期の高齢者の快適室温としては、27.5±1.5℃が妥当と考えられる。好む気温（選択気温）別には、高温を好むグループは、低い気温において他のグループより下腿皮膚温が高く、温冷感も涼しい側に感じる傾向が認められることから、上記に示した快適気温範囲では高めの気温が望ましい。また、性別では、女性の方が最も快適と推測される気温は約2℃高く、快適と推測される範囲も男性より高い側であり、女性では高めの気温が望ましい。血圧別には、高血圧群は温熱的中性申告および快適と推測される気温範囲は正常値群より低かったが、低い気温に調節すると血圧上昇が危惧されることにより、低すぎる気温には注意を要する。

3.5　冬期の好む気温および生理心理反応

1)　好む気温

図 23 に選択気温の分布を既往の高齢女性[21]の結果とあわせて示す。高齢男性の選択気温は SET*21.9℃～7.2℃の範囲、平均選択気温は SET*24.7±1.3℃であった。高齢女性の選択気温範囲の SET*24.1～27.9℃より全体的に低い気温であった。また平均選択気温も高齢女性の SET*25.7±1.2℃より 1℃低かった。若齢女性の平均選択気温の SET*24.8±2.3℃[35]と比較すると、高齢男性はほぼ同じであったが高齢女性は 1℃程度高かった。

2)　設定気温下の生理心理反応

図 24 に各設定気温下における平均皮膚温の経時変動

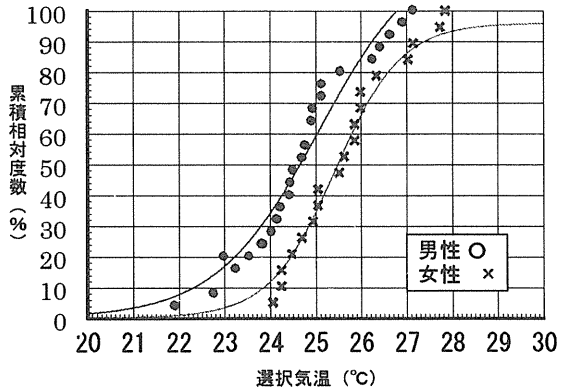
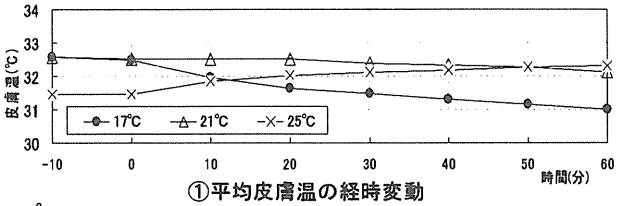
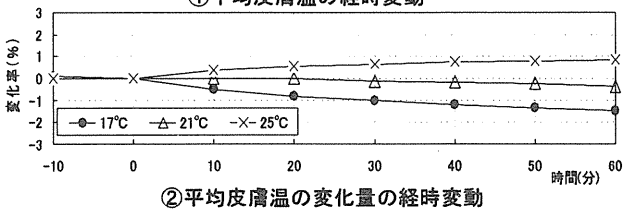


図 23　選択気温の分布



①平均皮膚温の経時変動



②平均皮膚温の変化量の経時変動

図 24　平均皮膚温および変化量の経時変動

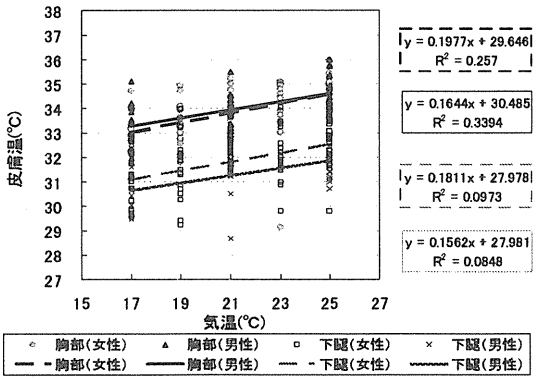


図 25　設定気温と胸部および下腿前部皮膚温の関係

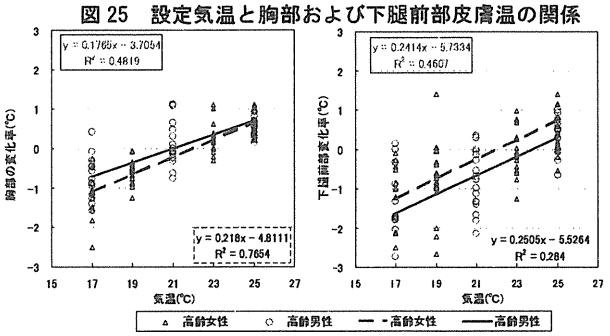


図 26 設定気温と胸部および下腿前部皮膚温の変化率の関係

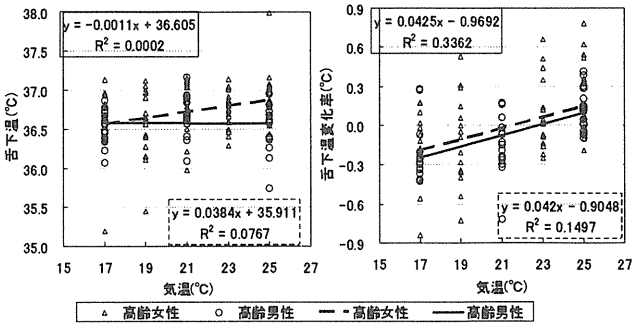


図 27　　設定気温と舌下温の関係

と0分時を基準とした平均皮膚温の変化量の経時変動を示す。気温 17℃および 21℃では実験開始時の平均皮膚温は約 32.5℃とほぼ同様であったが、気温 25℃では開始時の平均皮膚温が 31.5℃と約 1℃も低くなっていた。これは気温 17℃の実験終了 30 分後から気温 25℃の実験を開始したため、気温 17℃での影響のため低くなったと考えられる。平均皮膚温の変化量では、気温 17℃では皮膚温は入室後徐々に低下し、終了時には約 1.5℃低下していた。気温 25℃では皮膚温は徐々に上昇し、約 1℃高くなっていた。

図 25 に設定気温と胸部皮膚温および下腿皮膚温の関係を高齢女性[21]の結果とあわせて示す。また図 26 に設定気温と胸部および下腿前部皮膚温の変化量の関係を示す。気温の上昇にともなって、皮膚温は高くなっていた。変化量では下腿前部は胸部より気温の影響を受けやすかった。低温環境下で高齢男性は女性よりも胸部皮膚温を高く保ち、下腿前部皮膚温は低かった。変化量においても男性のほうが胸部皮膚温の低下量が小さく、下腿前部の低下量が大きかった。

図 27 に設定気温と舌下温の関係および設定気温と舌下温の変化量を同様に示す。高齢男性および高齢女性はいずれの気温下でも舌下温は 36.5℃以上に保っていた。変化量では低温環境下で舌下温が男女ともに低下する傾向がみられた。低温環境下では総放熱量が大きくなり、その為、体内温もやや低下する傾向がみられたと考えられる。

図 28 に設定気温と放熱量の関係を示す。高齢男性および高齢女性ともに気温によって水分蒸発放熱量（E）はあまり変わらなかったが、対流+放射放熱量（R+C）は気温が低くなるほど男女ともに高くなった。総放熱量は高齢女性のほうが高く、男女ともに低温環境になるほど高くなった。性差で対流＋放熱量（R+C）に差はみられなかった。

図 29 に設定気温と温冷感の関係について高齢女性の結果とともに示す。高齢男性および高齢女性ともに気温が高くなるほど、温冷感は高くなっていた。温熱的中性申告時の気温は高齢男性 21.9℃、高齢女性は 22.9℃と高齢男性のほうが低く、1℃の違いがみられた。

図 30 に設定気温と快適感の関係について示す。高齢男性および高齢女性ともに気温が高くなるほど快適感は高くなっていた。低温環境下では高齢男性より高齢女性のほうが不快とする申告が多かった。前室と同じ 21℃の気温では高齢男性および女性ともに「0：どちらともいえない」の申告が多く、申告に性差はなかった。

図 31 に設定気温別の部位別の温冷感を示す。気温が高くなるほど部位別の温冷感も高くなっていた。また低温環境では高齢男性の方が各部位の温冷感が女性より 1 段階ほど高かった。前室と同じ気温 21℃のとき高齢男性および女性の申告に差はみられなくなった。温かい気温下でおよび高齢男性・女性ともに全ての部位で部位別温冷感は「1：やや温かい」に満たなかった。

以上より、高齢男性は SET*21.9℃～27.2℃に調節し、高齢女性の選択気温範囲 SET*24.1～27.9℃より全体的に低い気温を選択した。また、高齢男性の平均選択気温は SET*24.7±1.3℃であり、高齢女性の SET*25.7±

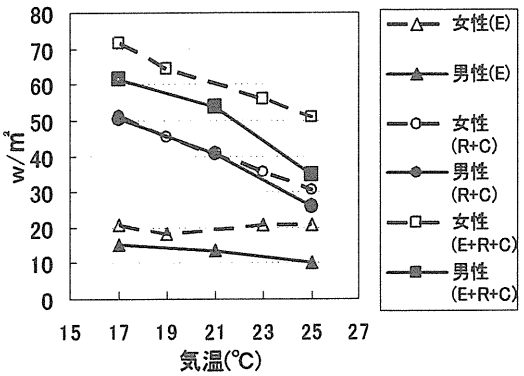


図 28　設定気温と放熱量の関係

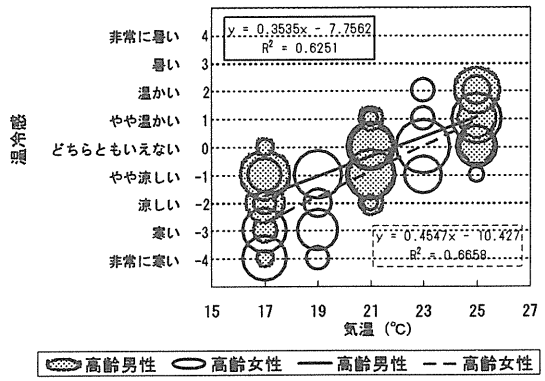


図 29　設定気温と温冷感の関係

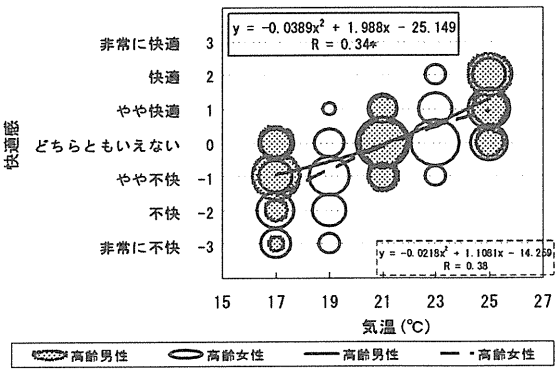


図 30　設定気温と快適感の関係

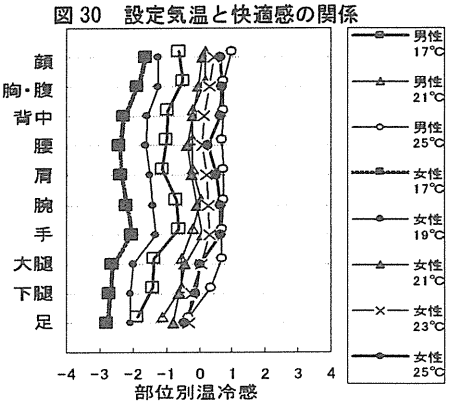


図 31　設定気温別の部位別温冷感の分布

1.2℃より 1℃低かった。設定気温下での生理反応においては高齢男性のほうが末梢部の皮膚温が低下し、胸部皮膚温を高く保っていた。体内温である舌下温では高齢男性および女性ともに低温環境でも大きく低下せず、保っていた。心理反応において高齢男性は温熱的中性申告時の気温が約 22.9℃と高齢女性より 1℃程度低かった。

以上より設定気温下での生理反応において性差では大きな違いはみられなかったが、好む気温、心理反応において性差がみられた。

3.6 冬期の高齢者の快適室温

冬期の好む気温および設定気温下の生理心理反応結果より、夏期と同様の考え方から気温と温冷感の関係より、着衣量の増加なども考慮し、冬期の高齢者の快適室温は、高齢者男性は 22±2℃、高齢女性は 23±2℃が妥当と考えられる。

4. まとめ

高齢者の快適室温を検討することを目的に、高齢者の住宅の室内温熱環境の実態調査、日常生活習慣に関するアンケート調査、好む気温の把握の選択気温実験および、設定環境下における人体反応の検討の設定気温評価実験を実施し、既往の研究と比較した結果、以下のようにまとめられる。

1）高齢者の住宅室内温熱環境は、夏期では非冷房時は住宅居間の基準値の 25±2℃より高い気温である割合が高かったが、冷房使用により基準値内となった。冬期では非暖房使用時は住宅居間の基準の 23±2℃より低い割合が高く、更に、暖房使用にも関わらず基準値より低い割合が高く、改善の必要性がある。

2）高齢者の夏期の好む気温（選択気温）は、「涼しい」～「どちらでもない」の範囲で 24.3℃～29.3℃の範囲を選択し、平均して 27.1±1.0℃であり、若齢者より狭い範囲であり、気温も高かった。

3）選択気温時の平均皮膚温は平均すると約 34℃であったが、同じ気温での平均皮膚温や前額皮膚温は若齢者より低かった。

4）夏期の設定気温下における高齢者の生理反応は、平均皮膚温には年齢差は認められなかったが、高齢者は若齢者より前額皮膚温が低く、下腿前皮膚温は高く、低温環境下において血圧が上昇するなど、体温調節機能の衰えが示された。

5）設定気温下における夏期の快適な気温範囲は、22.6℃～29.4℃であり、若齢者より狭い範囲であった。温熱的中性申告が得られる気温は約 27.5℃であり、高齢者の方が約 0.5℃高かった。

6）性別には、夏期の選択気温は、男性は 24.8℃～28.5℃、女性は 24.3℃～29.3℃の範囲であり、男性の方が女性より選択気温の範囲は狭かった。設定気温下では、男性の方が皮膚温は低い傾向を示し、最も快適と推測される気温は、男性は約 24℃、女性は約 26℃と女性の方が約 2℃低かった。

7）血圧別では、温熱的中性申告が得られる気温は、高血圧群は約 27.5℃、正常値群は約 28℃と、高血圧群の方が約 0.5℃低い気温であり、最も快適とする気温は、高血圧群は約 25.6℃、正常値群は約 27℃と高血圧群の方が低かった。また、いずれの気温においても高血圧群の方が高い皮膚温であった。

8）高齢者の快適室温は、夏期は 27.5±1.5℃、冬期は男性 22±2℃、女性 23±2℃と提案する。また、夏期では特性別の違いが認められ、特性に配慮することを示した。

高齢者の好む気温や設定気温下における生理心理反応は、特性別に異なっており、夏期において室温調節時の配慮点などを示したが、高齢者は様々な要因を複数持っていることが多く、更に、季節的な検討も必要であり、今後も検討する必要がある。

謝辞　実験に快くご協力下さいました被験者の皆様に深謝申し上げます。

＜参考文献＞

1) 栃原裕、他：至適温度の研究―年齢差について―、日生気誌、12、12、1976
2) P.O.Fanger:Thermal comfort, pp.75-86, McGraw-Hill Book Company, New York.,1970
3) 渡辺ミチ、他：女子高齢者における体温調節反応、家政学会誌、32（3）、pp.204-209、1981
4) Ohnaka,T. et al: Preferred temperature of the elderly after cold and heat exposures determined by individual self-selection of air temperature, J. therm. Biol., 18, pp.349-354,1993
5) 榎本ヒカル、他：高齢者の夏期における選択気流速度に関する研究、空気調和・衛生工学、56、pp.69-76、1994
6) 三浦豊彦、後藤滋、花岡昌利編集：住みよい住宅熱環境、財団法人労働科学研究所
7) 川島美勝　編著：高齢者の住宅熱環境、p239、理工学社、1994
8) 川島美勝　編著：高齢者の住宅熱環境、p56、p72、理工学社、1994
9) 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、pp.31-35、2000.5
10) 佐々尚美、他：冬期における好まれる気温に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第 541 号、pp.17-22、2001.3
11) 原田睦男：第 12 回人間―熱環境系シンポジウム報告集、pp.52-56、1988
12) 徳田哲男、他：環境温度の変化と高齢者の心身諸機能に関する研究、人間工学、25(4)、pp.197-206、1989
13) Tochihara,Y. et al: Physiological responses and thermal sensations of the elderly in cold and hot environments,J.Therm.Biol.,18,pp.355-361,1993
14) Ohnaka,T., et. al : Preferred temperature of the elderly after cold and heat exposures determined by

individual self-selection of air temperature, J. Therm. Biol., 18,pp.349-353,1993
15) 衣笠奈々恵、他：高齢者の至適温熱環境に関する実験的研究―高齢者の温熱的個人差と自宅における実測調査の比較検討―、日本人間工学会関西支部大会講演論文集、pp.65-68、2005.12
16) 寺田留美、他：高齢者の生活行動及び温熱環境に関する実態調査、社団法人日本家政学会第 58 回大会　研究発表要旨集、p202、2006
17) 衣笠奈々恵、久保博子、佐々尚美、磯田憲生：高齢者の選択気温下における生理・心理反応、（社）日本家政学会第 56 回大会研究発表梗概集、p148、2004
18) 衣笠奈々恵、久保博子、佐々尚美、磯田憲生：高齢者の選択気温下における生理・心理反応-夏期における高齢女性の場合-、日本建築学会全国大会学術講演梗概集、pp.155-156、pp,2004.8
19) 衣笠奈々恵：高齢者の個人差を考慮した至適温熱環境に関する研究、奈良女子大学大学院修士論文、2005
20) 衣笠奈々恵、他：高齢者の至適温熱環境に関する実験的研究―夏期における設定既婚実験による検討―、日本建築学会近畿支部研究報告集、第 45 号、環境系、pp.125-128、2005
21) 久保博子、他：高齢者の個人差と温熱的快適性について、ハウスクリマ研究ノート、pp.1-10、2007
22) J,D,Hargy et.al：The technic of measuring radiation and convection, Journal of Nutrition,15,pp.461-475, 1987
23) 花田嘉代子、他：婦人用下着類の熱抵抗の計測に関する研究、繊維製品消費科学、vol.22,No,10、pp.34-41、1981
24) 磯田憲生：生活と衣服に関する一考察、衣生活研究、No.6、pp.15-20、1980
25) 国立天文台編：理科年表、丸善株式会社、p819、2005
26) 藏澄美仁、他：日本人の体表面積に関する研究、日本生気象学会雑誌、第 31 巻、第 1 号、pp.5-29、1994
27) 栃原裕：寒冷環境下における高齢者の生理心理反応の特徴－特に体温と温冷感について－、第 12 回人間熱環境系シンポジウム報告集、pp.60-63、1988
28) 水田祐美子、他：至適温熱環境の個人差に関する研究―夏期と冬期における好ましい気温の比較―、第 30 回人間-生活環境系シンポジウム報告集、pp.97-100、2006
29) 水田祐美子、他：夏期における至適温熱環境の個人差に関する研究　異なる気温下での生理・心理反応の男女差について、社団法人日本化成学会第 59 会大会 研究発表要旨集、p.221、2007
30) 水田祐美子、他：夏期における至適温熱環境に関する研究-異なる気温下での生理・心理反応の性差について-　空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.1271-1274、2007
31) 磯田憲生、他：風洞内気流と人体皮膚温の関係に関する実験的研究、日本建築学会論文集、第 299 号、pp.121-128、1975
32) 志村欣一、他：日本人を対象とした室内温湿度条件の至適域に関する実験研究-夏季至適域の提案-,日本建築学会計画系論文集、第 480 号、pp.15-24、1996
33) 久保博子　他：温冷感と快適感の季節差に関する実験的研究、人間と生活環境、第 1 巻第 1 号、pp.51-57、1994
34) 川島美勝　編著：高齢者の住宅熱環境、p148-150、理工学社、1994
35) 佐々尚美：快適温熱環境の個人差に関する研究、奈良女子大学大学院博士論文、2001

＜研究協力者＞

寺田　留美　奈良女子大学大学院生
上野　明日香　武庫川女子大学生活環境学部生活環境学科 4 年生
川越　絵実　武庫川女子大学生活環境学部生活環境学科 4 年生
中田　知佳　武庫川女子大学生活環境学部生活環境学科 4 年生
松野　美咲　武庫川女子大学生活環境学部生活環境学科 4 年生