

高齢者の温熱環境に関する実態調査 (第2報)

高齢者の人体周囲温の特性

岩重博文, 五十嵐由利子*¹, 宮沢モリエ*², 榊原典子*³,
水野由美*⁴, 久保博子*⁵, 磯田憲生*⁵, 梁瀬度子*⁵

(広島大学教育学部, *¹新潟大学教育学部, *²大阪青山短期大学, *³京都教育大学
教育学部, *⁴江南女子短期大学, *⁵奈良女子大学生活環境学部)

平成6年3月2日受理

A Survey of Residential Thermal Environments on the Aged in the Daily Living (Part 2) Aspects of Ambient Temperature on the Aged

Hirofumi IWASHIGE, Yuriko IGARASHI, *¹ Morie MIYAZAWA, *² Noriko SAKAKIBARA, *³
Yumi MIZUNO, *⁴ Hiroko KUBO, *⁵ Norio ISODA*⁵ and Takuko YANASE*⁵

Faculty of Education, Hiroshima University, Higashi-hiroshima 724

**¹ Faculty of Education, Niigata University, Niigata 950-21*

**² Osaka Aoyama Junior College, Mino 562*

**³ Faculty of Education, Kyoto Kyoiku University, Fushimi-ku, Kyoto 612*

**⁴ Konan Women's Junior College, Konan 483*

**⁵ Faculty of Human Life and Environment, Nara Women's University, Nara 630*

The aspects of ambient temperature on the aged are considered with regard to seasons, daily living actions, air conditioning and similar factors.

The following results were obtained from this survey:

- 1) The summer night time ambient room temperature encountered by many aged people is very high, approaching daytime temperatures.
- 2) Due to lack of heating, the winter night time ambient room temperature is strongly influenced by the outside temperature.
- 3) Aged women generally wear lighter clothing than aged men. Most aged women pass their time in rooms with temperatures lower than the standard winter time temperature.
- 4) This survey suggests the following ranges of comfortable daytime room temperatures for the aged: 25-29°C for summer and 20-25°C for winter.

(Received March 2, 1994)

Keywords: ambient temperature 人体周囲温, the aged 高齢者, clo-value of the clothing 着衣量, living action 生活行動, evaluation of room temperature 室温評価.

1. 緒言

本研究の目的はすでに第1報¹⁾でも述べたように、高齢者の温熱環境の評価指標を提案するための基礎資料を得ること、および加齢により身体的機能の低下す

る高齢者に対する快適な温熱環境の検討などである。本報では第1報における高齢者の温熱環境に関する実態概要、なかでも各地区の概要、高齢者の住宅と住まい方の特徴、および日常生活と居住性評価などに続

き、高齢者の日常的な温熱環境としての人体周囲温を具体的に測定し、着衣量などにも視点をあてながら高齢者の人体周囲温の特性を全国規模の実態調査に基づき考察する。

今日までの研究では、高齢者を対象とするものが少なく、わずかに一般の健常者を対象とした住宅温熱環境の実態調査として、専業主婦を中心にした報告^{2),3)}がみられる程度であり、それもある一定の地域に限られていた。そのため本研究では、高齢者を対象として新潟から大分までの全国6地区を選び、各地区の高齢者の人体周囲温などの測定を行った。各地区の都市気温との関係、着衣量との関係、冷房および暖房器具との関係など人体周囲温を成立させる諸条件とともに、各地区ごとの生活習慣をも考慮に入れながら、その温熱環境を考察した。また住宅熱環境評価基準値を対照とし、高齢者の活動時および睡眠時の住環境の良否を検討した。比較対象として大学生についても同様の調査を行い、高齢者の機能低下なども合わせ報告する。

2. 調査方法

第1報における測定調査方法にほぼ準じており、本報では第1報で概要を示したように、気候の異なる全国6地区（新潟，愛知，京都，大阪，広島，および大分）の61～85歳までの高齢者を調査対象としている。また、比較のため大学生も対象とした。今回の調査対象者数は高齢者の夏季冬季合計101名，大学生の夏季冬季合計77名であった。調査時期は1988年夏および1990年夏，と1988～1989年冬および1990～1991年冬である。人体周囲温および皮膚温の測定は，携帯用6チャンネル式温度記憶装置（通称「環境体温計」⁴⁾）および熱電対を用いて測定した。人体周囲温（肩端上20cm）と皮膚温（胸部，手部，足部の3部位）を5分間隔で24時間連続測定し，データ処理には2時間ごとの値を用いることとした。また，生活行動，温冷感，快適感，室温評価および着衣量についての調査も合わせて行い，その調査間隔を1時間とした。室温評価については，「かなり高い方がよい」から「かなり低い方がよい」までを5段階評価として申告記入してもらった。

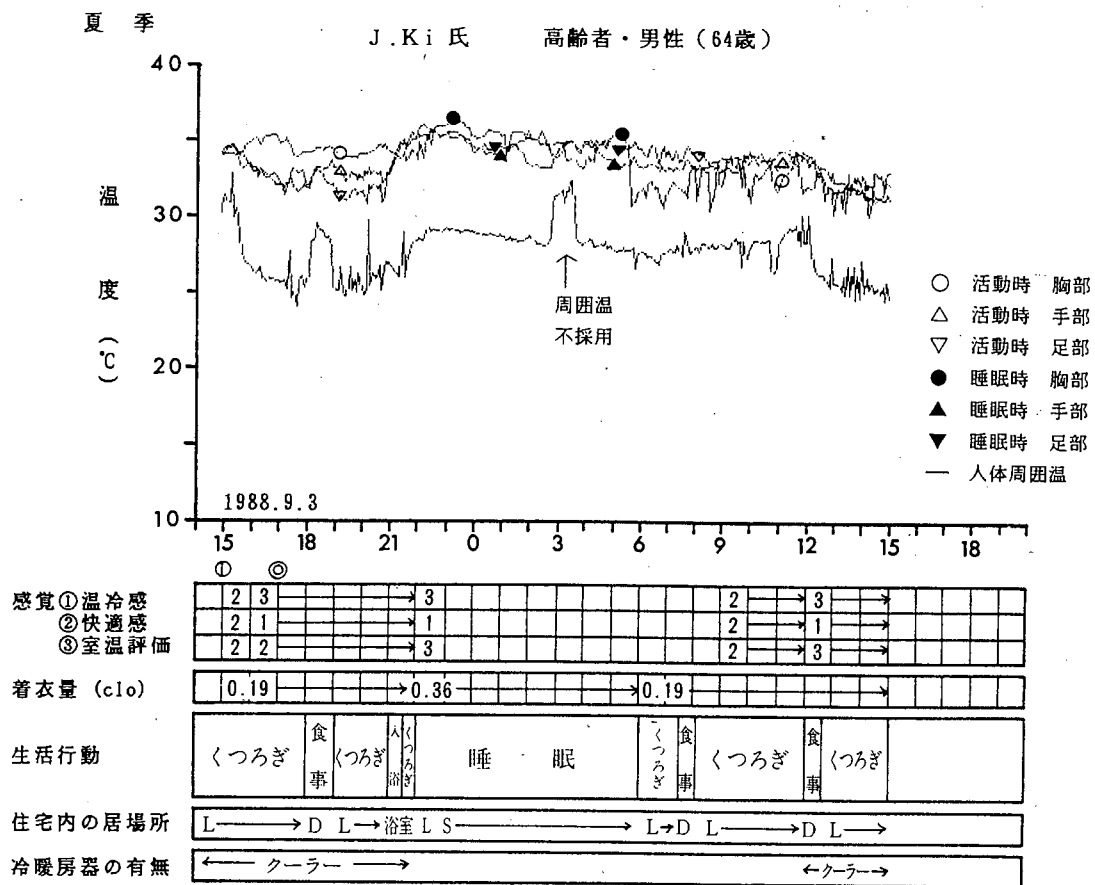


図1. 夏季人体周囲温，皮膚温および申告の経時変動と生活行動

3. 結果および考察

(1) 夏季の人体周囲温の特徴

夏季の人体周囲温および皮膚温（胸部，手部，足部）の経時変動例を，温冷感，快適感，室温評価，着衣量，生活行動などとともに図1に示す．調査対象者は64歳の有職男性であるが，自宅におけるくつろぎの一つとして知的軽作業を行っていた．住宅はコンクリート造2階建であり，その2階部分で過ごす時間が長く，夏季であるため室内の人体周囲温は30℃に達することがある．これに対応するため午前中と睡眠中は暑さを我慢しているが，正午から就寝まではクーラーに依存している．個室冷房のため同じ住宅内でも冷房の不均一があり，食事室などへの移動がはっきりと現れている．図1はクーラーの使用調整により比較的快適な環境に生活している例といえる．

その他，皮膚温の測定値なども検討すると，人体周囲温と皮膚温の間にはほぼ一定の温度差が認められることから，人体周囲温が皮膚温の変化に影響を及ぼしていることがうかがえる．特に手部や足部の皮膚温に対してその影響はより顕著である．一方，高齢者は大学生に比べて身体各部位による皮膚温の差が小さいことが多いが，これは放熱機関としての手足の働きが，高齢者において衰えてきているためではないかと考え

られる．また今回の調査において，全般的にコンクリート造の住宅は木造の住宅に比べ外気温の影響が少なく，日較差の少ない屋内環境であることがわかった．

1) 夏季の活動時および睡眠時の人体周囲温

図2から図4までに，夏季の活動時および睡眠時における人体周囲温の各地区別平均値を示す．また各都市（7月から9月まで）の平均気温を理科年表⁵⁾より引用し合わせ示している．愛知地区としては名古屋市の都市気温を載せた．図2は男性高齢者についてのグラフ，また図3は女性高齢者についてのものである．全般的に，活動時の人体周囲温は睡眠時の人体周囲温より少し高く，また活動時の標準偏差も睡眠時の標準偏差に比べて少し大きい．この活動時の標準偏差の大きさは，温度差のある温熱環境の異なった場所への頻繁な移動を示すものである．

新潟地区は蒸暑気候で高温多湿となるため，従来から住宅は開放的な間取りが多く，室内をほとんど冷房することがなく時々扇風機を使う程度であり，人体周囲温がかなり高温となっている．このため図中に載せた一般的都市気温の傾向とは逆に，今回測定したどの地区よりも高い人体周囲温を示しており，活動時における周囲温については新潟地区と他地区との間に有意な差が認められた（男性高齢者の場合： t 検定値 $p <$

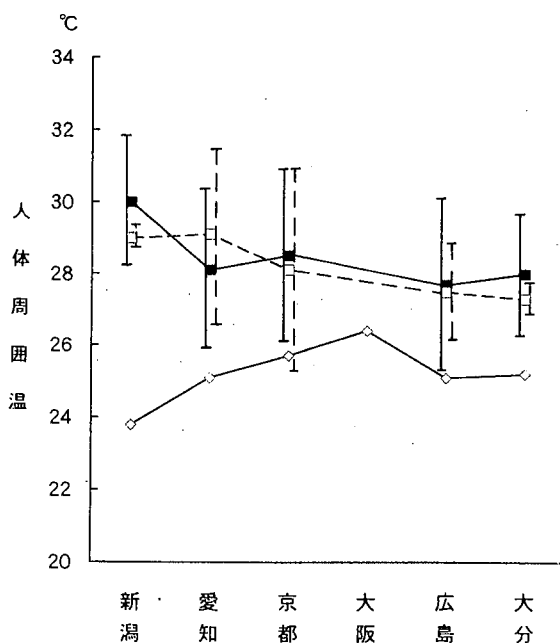


図2. 夏季地区別人体周囲温と標準偏差(男性高齢者)
■, 活動時; □, 睡眠時; ◇, 都市気温.

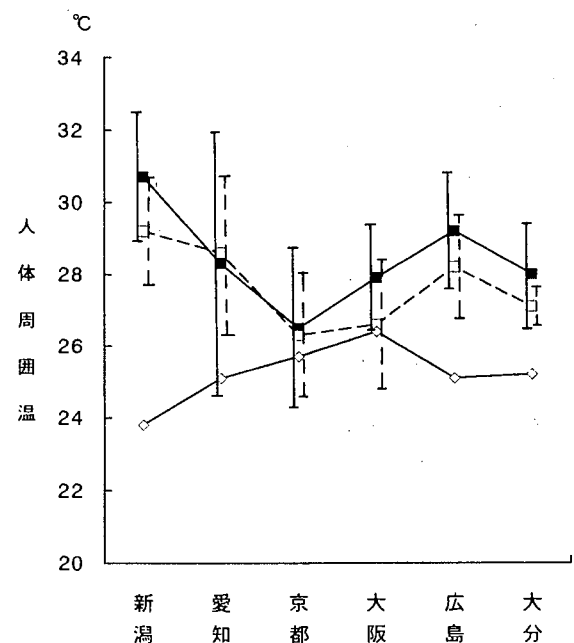


図3. 夏季地区別人体周囲温と標準偏差(女性高齢者)
■, 活動時; □, 睡眠時; ◇, 都市気温.

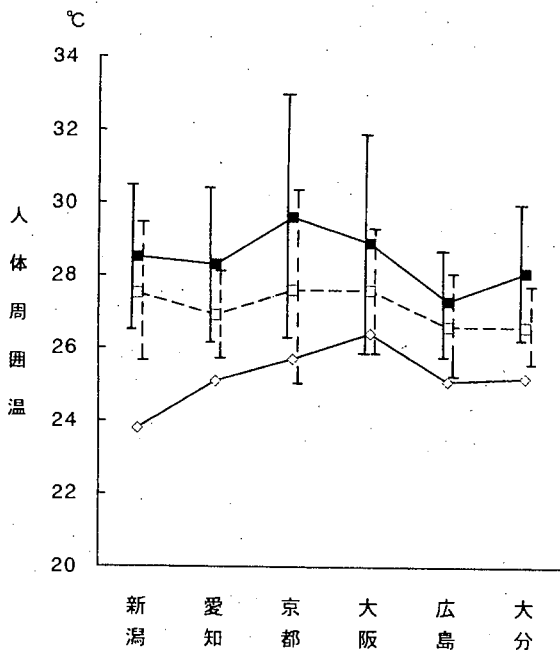


図4. 夏季地区別人体周囲温と標準偏差(女子大学生)
 ■, 活動時; □, 睡眠時; ◇, 都市気温.

0.05 ; 女性高齢者の場合 : t 検定値 $p < 0.01$). 愛知地区も暑い, やはり開放的な住宅であるため扇風機を使用し, 冷房器具の使用は比較的少ない. 広島地区は10例中8人がクーラーを所有しており, 使用率は高いと考えられる. 大分地区では, 午後の室内蓄熱のために過ごしにくい夕刻の団らんの時にクーラーを使用する程度で, 通常は扇風機で過ごしている.

図4は女子大学生の各地区別人体周囲温の平均値を示している. この場合も活動時の標準偏差は睡眠時のものよりやや大きい.

高齢者の人体周囲温は男性, 女性いずれ(図2, 3)の場合においても, 睡眠時の人体周囲温が活動時の人体周囲温に著しく接近するか, あるいは睡眠時の周囲温がわずかに高い地区もある. しかし女子大学生の場合, どの地区においても活動時より睡眠時の人体周囲温平均値が必ず小さくなっている. これは女子大学生が常に快適な睡眠環境への調整をしている現れであろう.

2) 夏季活動時の人体周囲温と着衣量

図5および図6に活動時の人体周囲温, 着衣量(clo値)の平均値および住宅熱環境評価基準値⁶⁾(高齢者または一般成人)の範囲などを示している. 図5は高齢者(男性, 女性)活動時の場合である. 新潟地区の人体周囲温がかなり高いことはすでに述べたが, その

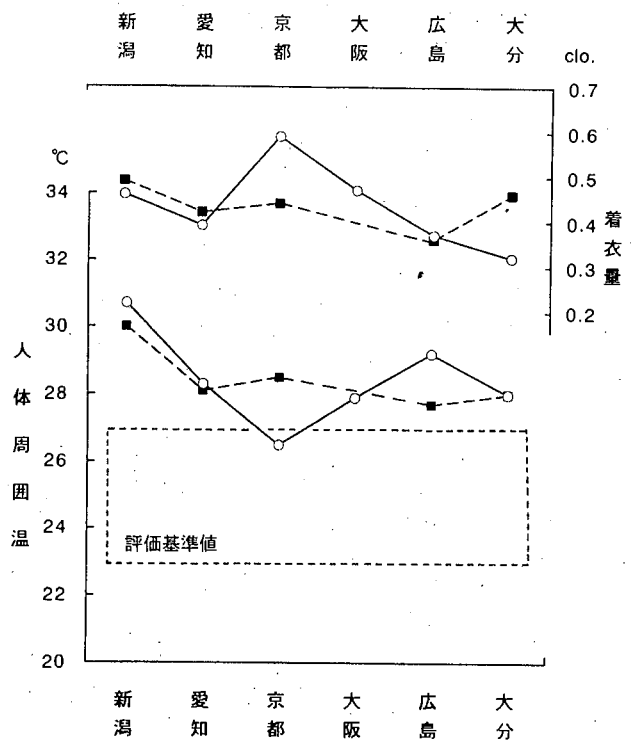


図5. 夏季人体周囲温と着衣量(高齢者, 活動時)
 ■, 男性; ○, 女性.

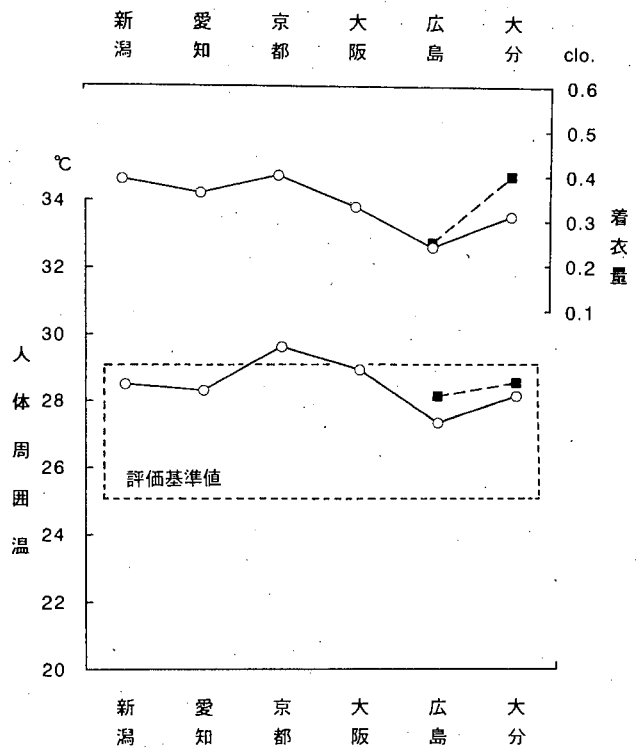


図6. 夏季人体周囲温と着衣量(大学生, 活動時)
 ■, 男性; ○, 女性.

他の地区においても、点線で囲んだ熱環境評価基準値（23～27℃）の範囲内の周囲温になることはきわめてまれで、ほとんどの地区において基準値をかなり上回っている。相対的に、男性高齢者より女性高齢者の人体周囲温の方がやや高い傾向にあり、女性高齢者についてはかなり過酷な高温熱環境下で日常生活を営んでいると考えられる。

図6には大学生活動時の場合の周囲温と着衣量を示すが、ほとんどの地区において人体周囲温は熱環境評価基準値（25～29℃）の範囲内にある。これは基準値の範囲が高齢者のそれより2℃高いこと、および大学生の多くがクーラーなどの冷房設備を調整して、快適な環境づくりに努力しているためと考えられる。

図5および図6より、すべての地区において、活動時における男性高齢者と男子大学生の着衣量（clo 値）については男性高齢者の方が多く、また人体周囲温についても高齢者の方が高く、大学生との間に有意な差が認められた（ t 検定値 $p < 0.05$ ）。なお、女性高齢者と女子大学生の着衣量についても女性高齢者の方が多い。高齢者の男性、女性については女性の方に薄着の傾向がみられるが、有意な差は認められなかった。

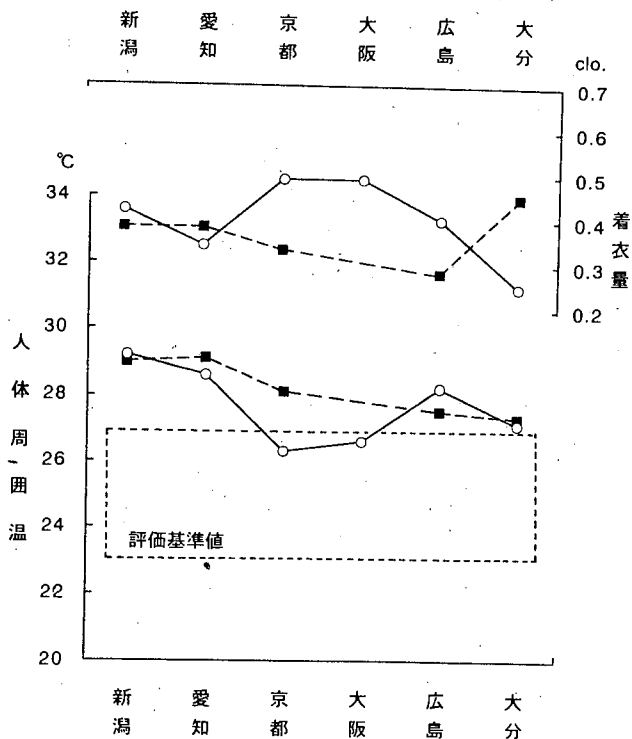


図7. 夏季人体周囲温と着衣量（高齢者，睡眠時）
■，男性；○，女性。

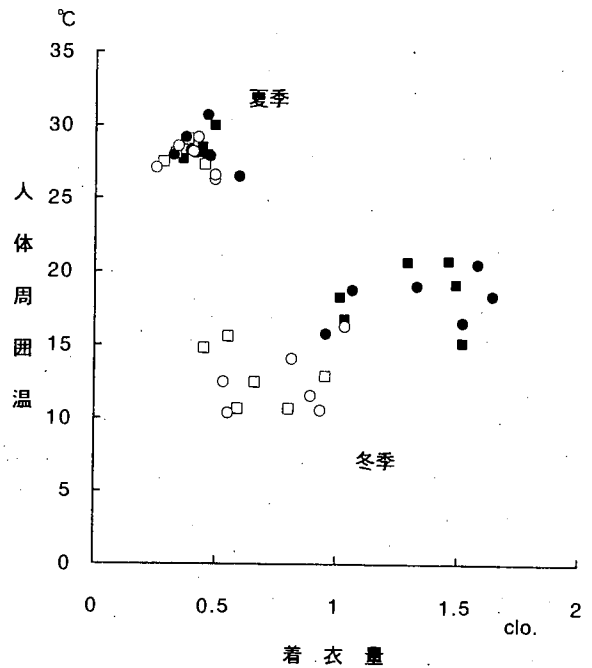


図8. 着衣量と人体周囲温の関係（高齢者）

■，男 活動時；□，男 睡眠時；●，女 活動時；○，女 睡眠時。

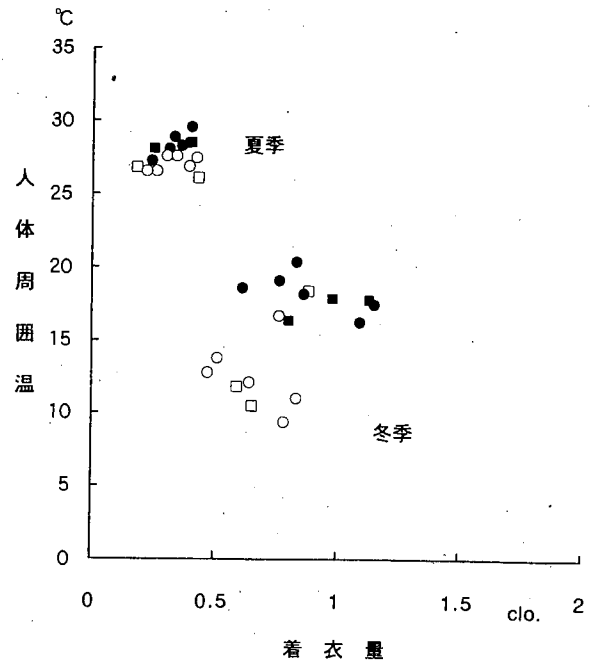


図9. 着衣量と人体周囲温の関係（大学生）

■，男 活動時；□，男 睡眠時；●，女 活動時；○，女 睡眠時。

3) 夏季睡眠時の人体周囲温と着衣量

図7に睡眠時の高齢者(男性, 女性)の人体周囲温, 着衣量平均値および住宅熱環境評価基準値を示す. 点線で囲んだ評価基準値(23~27℃)の範囲内にくる人体周囲温はごく少なく, ほとんどの場合基準値より高温である. このため, 睡眠時の温熱環境も決して快適とは言えない. この睡眠時の人体周囲温については男性の方が高く女性との間に有意な差が認められる(t 検定値 $p < 0.05$). また, 愛知地区などでは寝室で扇風機を使用し体感温度の低下に努めている例がみられた.

図8および図9は人体周囲温の各地区平均値と着衣量の関係を図示したものである. 図8は高齢者(男性, 女性)の夏季および冬季について, 各地区別の平均値としてプロットしてある. また図9は大学生(男性, 女性)の夏季および冬季について各地区別の平均値を示している. 図8と図9より, 一般的に夏季のclo値は冬季に比べて狭い範囲にあることがわかる. そのうち高齢者の着衣量(0.2~0.7 clo)と大学生の着衣量(0.2~0.5 clo)とでは, 大学生のclo値がより小さい値の狭い範囲にあり大学生の夏季における軽装傾向が認められる.

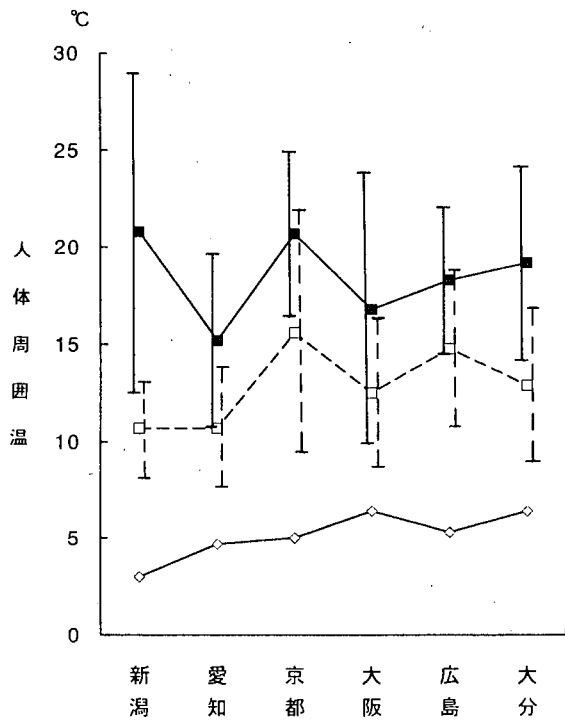


図10. 冬季地区別人体周囲温と標準偏差(男性高齢者)

■, 活動時; □, 睡眠時; ◇, 都市気温.

(2) 冬季の人体周囲温の特徴

1) 冬季の活動時および睡眠時の人体周囲温

図10から図12それぞれに, 男性高齢者, 女性高齢者, 女子大学生の, 冬季の各地区別の活動時および睡眠時における人体周囲温の平均値のグラフを示す. また図中には各都市(12月から2月まで)の平均気温を理科年表より合わせ示している. 愛知地区としては名古屋市の都市気温を載せた. いずれの場合も活動時の人体周囲温が一番高く, 睡眠時の人体周囲温に比べ5℃以上の温度差が生じている. 冬季活動時の人体周囲温の標準偏差については, 夏季の場合の約2倍以上となり冬季の周囲温変動の大きさを物語っている.

今回の測定地区のうち最も寒い地区が新潟であるが, それでも平均外気温が零下になることはなく3カ月間の平均値も3℃程度ある. 新潟地区では開放的な間取りと断熱性能の不十分な住宅が多いため, 活動時の高齢者の居室ではストーブとこたつを使用しており, 人体周囲温はかなり高くしてあるが, しかし評価基準値よりなお低い. また個室暖房であるため, 暖房室と非暖房室との温度差が大きく標準偏差は約8℃に達しており, 今回の測定地区のうち人体周囲温変動の最も激しい地区といえる. 愛知地区は比較的温暖な気候と考

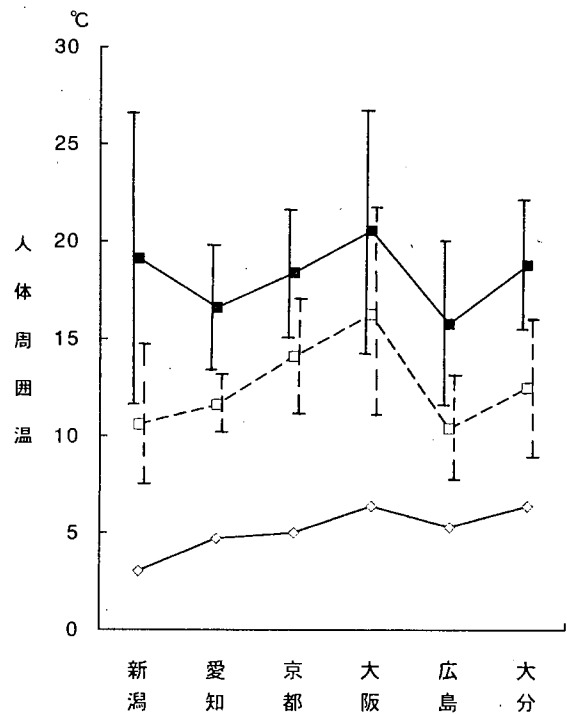


図11. 冬季地区別人体周囲温と標準偏差(女性高齢者)

■, 活動時; □, 睡眠時; ◇, 都市気温.

高齢者の温熱環境に関する実態調査（第2報）

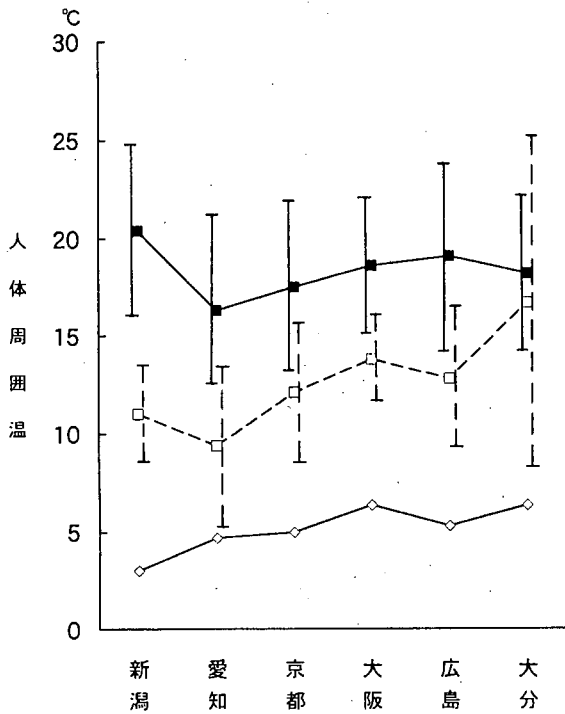


図 12. 冬季地区別人体周囲温と標準偏差（女子大学生）

■, 活動時；□, 睡眠時；◇, 都市気温。

えられ、こたつや電気カーペットを主な器具として採暖しているため人体周囲温としては低い値を示している。大分地区ではこたつ、石油ストーブ、ファンヒーター、電気カーペットなどが使用されるが、複数の器具を同時に使うことは少なく単一の暖房器具の使用で満足している。

以上のように各地区の睡眠時の人体周囲温について検討すると、寝室全体を暖房する器具はあまりなく、図 10 から図 12 までのすべての場合において、睡眠時の人体周囲温と都市気温との各地区別の相対値に比例関係が十分認められ、夜間の寝室内人体周囲温は外気温に影響されていることがうかがえる。

2) 冬季活動時の人体周囲温と着衣量

図 13 と図 14 に活動時の人体周囲温、着衣量 (clo 値) の平均値および住宅熱環境評価基準値 (高齢者または一般) などを示す。図 13 は高齢者 (男性、女性) の場合であるが、いずれの地区も点線で囲んだ熱環境評価基準値 (21~25 °C) の範囲より低い人体周囲温を示し、寒い環境に生活しているといえる。新潟地区などは、平均値でみると基準値に近く良い環境のように思えるが、これは身近にストーブを置いた 40 °C の高温に暴露された環境から全く暖房されていない 5 °C の場所へ往復するなど、住宅内の人体周囲温の場所に

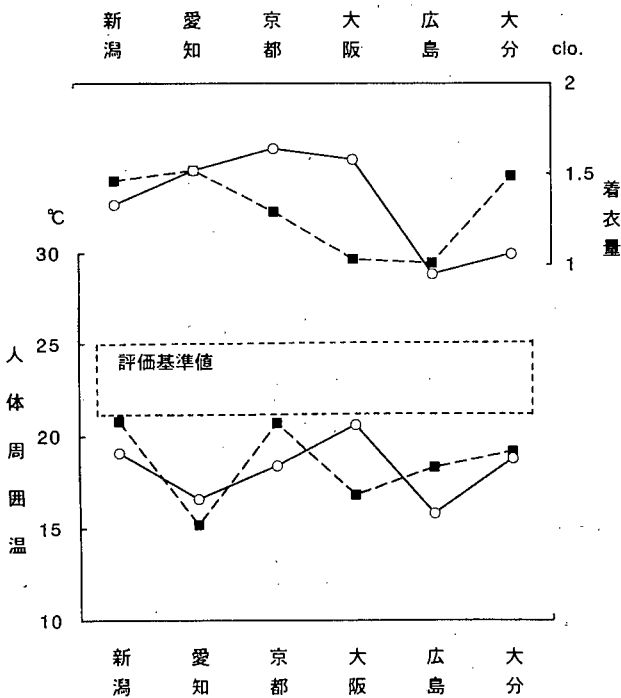


図 13. 冬季人体周囲温と着衣量（高齢者、活動時）

■, 男性；○, 女性。

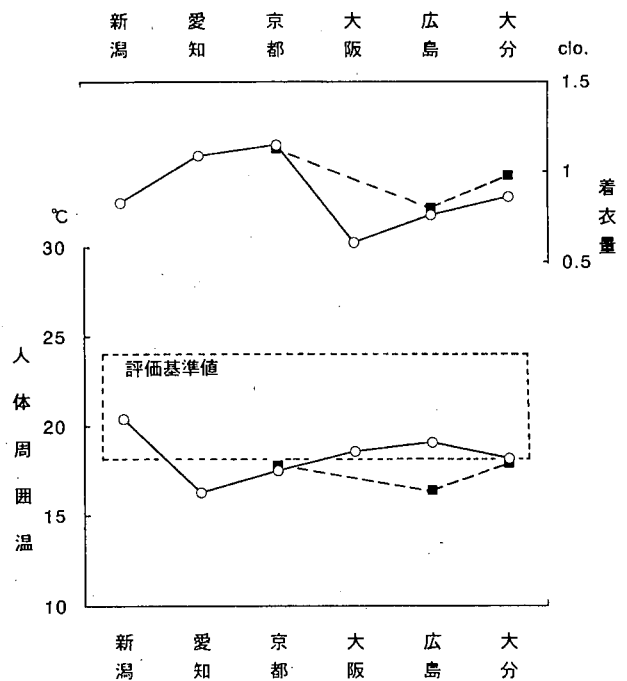


図 14. 冬季人体周囲温と着衣量（大学生、活動時）

■, 男性；○, 女性。

よる温度差の大きい状態を平均化した結果であり、決して良い環境とはいえず今後改善すべき高齢者の温熱環境の問題点である。愛知、京都、大阪地区などでは暖房器具の使用だけでなく衣類の重ね着により調整を行っているため、他の地区より着衣量が増加している。広島地区では気候的に温暖であることやストーブなどの暖房器具を使用していることなどから、他の地区に比べて着衣量は比較的少ない。大分地区の寒さはあまり厳しくなくわずかな採暖でしのげる程度の温熱環境である。

図14に大学生の活動時の人体周囲温と着衣量を示す。人体周囲温は熱環境評価基準値(18~24℃)の下端である18℃近くに分布しているため、基準値の範囲が高齢者の場合より3℃下方に広いことも合わせ考えると、高齢者の環境より良い環境をつくっているといえる。また、人体周囲温の平均値と着衣量の平均値から、これらがほぼ逆の関係にあることが認められ、周囲温と着衣量との相関関係が十分うかがえる。

活動時の着衣量は、全般的にみて大学生より高齢者の方がclo値にして0.4clo程度大きく、高齢者の厚着の様子が確認できる。また、男性の人体周囲温については、大学生より高齢者の方がわずかに高く有意な差が認められた(t 検定値 $p < 0.05$)。

3) 冬季睡眠時の人体周囲温と着衣量

図15に高齢者(男性、女性)の睡眠時の人体周囲温、着衣量平均値および住宅熱評価基準値を示す。点線で囲んだ評価基準値(18~22℃)よりかなり低い部分に人体周囲温が存在し、寒い睡眠環境であることがうかがえる。

それぞれの地区について寝室の暖房の状態を見ると、新潟および愛知地区では寝室を暖房しないかわりにほとんどの人が寝具内に電気毛布あるいはあんかを使用して寝床を暖めており、人体周囲温としては10℃程度である。大阪地区では高齢者全員が電気毛布を使用しており、また寝室を暖房するものも5例中3例あるなど睡眠時の温熱環境の改善に努めているが評価基準値には達していない。

睡眠時の人体周囲温は活動時の人体周囲温に比較して全般的に5℃程度低く、その差は両者の評価基準値の差より大きくなっている。

図8および図9において、夏季のclo値は全般的に狭い範囲にあったが、冬季の場合はかなり広い範囲に分布している。冬季の高齢者のclo値の地区別平均値の範囲が約0.5から1.7clo程度であるのに対し、大

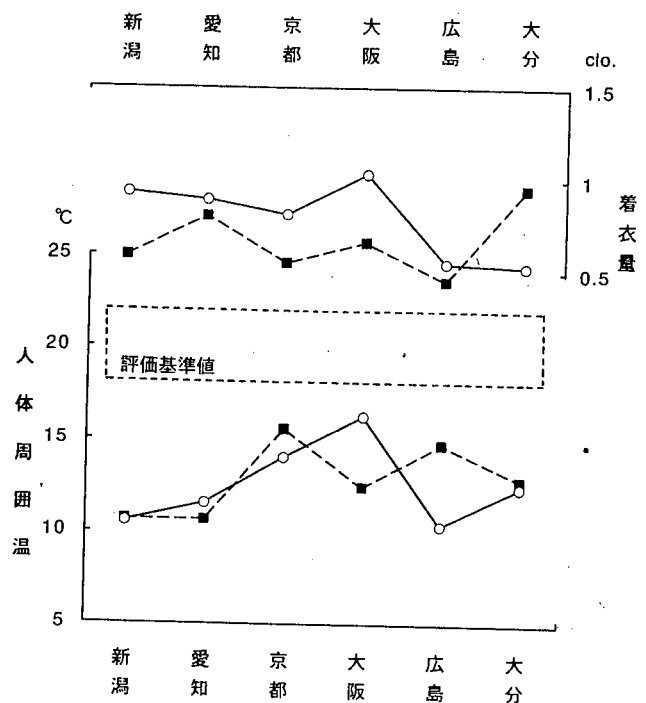


図15. 冬季人体周囲温と着衣量(高齢者, 睡眠時)
■, 男性; ○, 女性。

学生のclo値の範囲は0.5から1.2clo程度とやや狭く、しかも下方の範囲に多くあることより、高齢者の厚着による着衣量の多さが認められる。特に愛知地区などでは夏季、冬季とも高齢者の着衣量の方が大学生の着衣量より多い。また高齢者は冬季、上着類の重ね着が多いため、女子大学生との差がかなり大きくなっている。睡眠時においても高齢者は寝間着以外の衣類の着用が多く、寒さを着衣量で対処しようとする傾向がみられる。このように高齢者は冬季、人体周囲温が夏季より10~15℃低いにもかかわらず、重ね着と暖房のため皮膚温において冬季の方が若干高い傾向も生じている。大阪地区でも人体周囲温が低い場合はかなり厚着をし、着衣による調節が行われている。また、人体周囲温が基準値よりかなり低い地区において、こたつや電気カーペットなどの局所的な採暖方法で温度調節を行っている例がみられた。

(3) 人体周囲温と室温評価

図16および図17に人体周囲温と室温評価との関係を全地区の平均値と標準偏差とで示している。室温評価については、「かなり高い方が良い」から「かなり低い方が良い」までを5段階の評価とし、1時間ごとの申告に基づきまとめたものである。図16に夏季の

高齢者の温熱環境に関する実態調査（第2報）

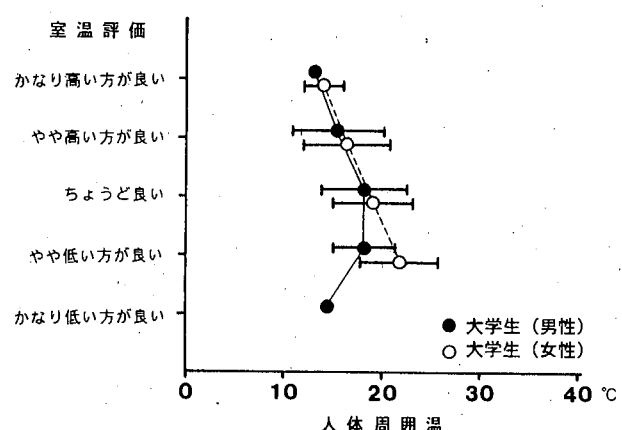
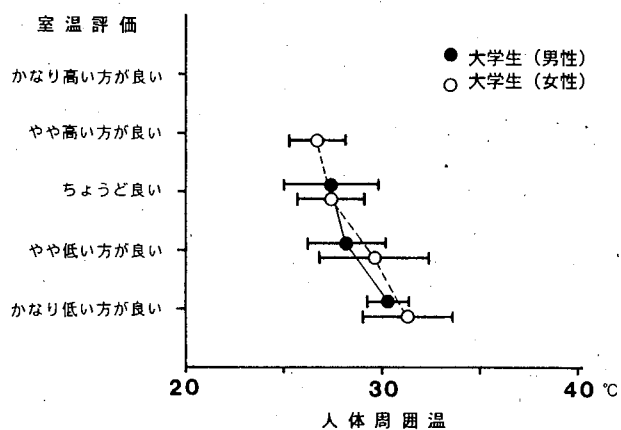
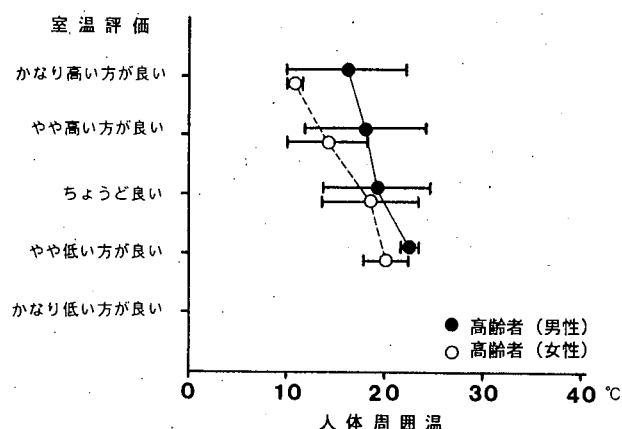
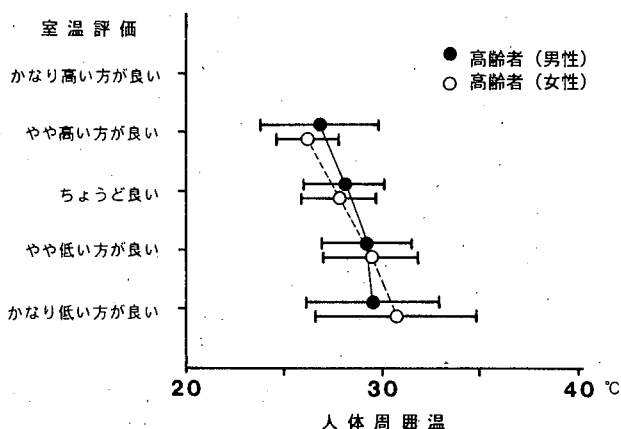


図 16. 夏季人体周囲温と室温評価の関係

図 17. 冬季人体周囲温と室温評価の関係

高齢者（上段）および大学生（下段）の場合を示す。これらを見ると、高齢者および大学生いずれにおいても、人体周囲温と室温評価とがほぼ直線的な比例関係にある。すなわち、低温では「やや高い方が良い」また高温では「かなり低い方が良い」となっている。

また図 17 は冬季の高齢者（上段）および大学生（下段）の場合である。この図からも人体周囲温と室温評価との間に比例関係は個々に認められるが、高齢者の男性と女性との間に「かなり高い方が良い」と評価する人体周囲温について差があり、女性高齢者の人体周囲温は 5℃ 以上も男性高齢者より低く、女性の温熱環境の悪さがうかがえる。

前節の着衣量を考慮して、高齢者の夏季の着衣量を 0.2~0.7 clo とし、また活動するための冬季の着衣量を 1.0~1.5 clo ととり、安静な作業として 0.8~1.0 met を与えれば、本測定調査から高齢者に対する快適な室温として次の温度範囲が得られる。これは ASHRAE⁷⁾ の快適範囲とほぼ等しいか少し高い程度の温度である夏季の場合 25 から 29℃、冬季の場合 20

~25℃となり、一般的に使用できるものである。

4. 結 論

新潟から大分まで全国 6 地区に居住する高齢者を対象に、夏季と冬季において住宅の温熱環境、生活行動、着衣量、室温評価および人体周囲温などの経時変動についての実態測定調査を行い、温熱環境の高齢者に及ぼす影響を検討した。また、大学生についても同様の調査を行い高齢者の比較対象とした。その結果を要約すると次のとおりである。

(1) 高齢者の夏季人体周囲温は活動時および睡眠時の値がかなり近接しており良好な睡眠環境とはいえない。

(2) 冬季の寝室は暖房される地区が少なく、寝室内の人体周囲温は外気温に影響されることが多い。

(3) 男性高齢者は、室温に対応して着衣量を調節するとともに、夏季のクーラー使用や冬季の暖房にも十分注意を払っている。大阪および広島地区では、気候的にも温暖であることやストーブなどの使用により部

屋全体が暖房されているためか、他の地区に比べやや薄着である。

(4) 女性高齢者については、男性高齢者より比較的薄着の傾向がみられ、また暖房方式による違いも認められる。住居内の冬季人体周囲温に関しては20℃以下の場合が多く、女性高齢者は比較的低温の室内で生活していることがうかがえる。なお、この結果は専業主婦を対象とした実態調査^{2) 3)}の結果ともほぼ一致している。

(5) 高齢者に対する実態測定調査から考えられる快適な室温範囲は次のようになる。夏季の着衣量を0.2~0.7 clo、また冬季の着衣量を1.0~1.5 cloとし、作業を0.8~1.0 metとすると、快適な室温範囲は夏季の場合25~29℃となり、また冬季の場合は20~25℃と考えられる。この値はASHRAEの示す快適範囲とほぼ同等か、あるいはわずかに高い程度で合理的な値といえる。

本研究は、昭和62年度および63年度文部省科学研究費「総合研究(A)課題番号：62304058」の助成を受けた。なお本研究を行うにあたり、調査測定にご

協力いただいた多くの対象者の皆様およびこれらの結果をまとめるにあたりご助言いただいた方々に深謝の意を表します。

引用文献

- 1) 宮沢モリエ, 五十嵐由利子, 岩重博文, 榊原典子, 水野由美, 磯田憲生, 梁瀬度子: 家政誌, 46, 447~454 (1995)
- 2) 井関恵子, 磯田憲生, 梁瀬度子, 花岡利昌: 家政誌, 39, 871~878 (1988)
- 3) 井関恵子, 磯田憲生, 梁瀬度子, 花岡利昌: 家政誌, 39, 879~884 (1988)
- 4) 三浦豊彦, 後藤 滋, 花岡利昌(編): 労働科学叢書・77 住みよい住宅熱環境, 労働科学研究所出版部, 東京, 175 (1986)
- 5) 国立天文台(編): 理科年表 平成3年版, 丸善, 東京, 198 (1990)
- 6) 日本建築学会環境工学委員会: 高齢者の温熱環境シンポジウム—高齢者のための暖冷房のあり方—, 日本建築学会, 東京, 40 (1992)
- 7) ASHRAE(Co.): ASHRAE Handbook—1993 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, 8.19~8.25 (1993)