

1. はじめに

現在、社会問題のひとつとして地球温暖化やヒートアイランド現象が挙げられている。温室効果ガスの増加により、赤外線が宇宙空間に放出される際の熱の吸収が高まっており、地球の温度は上昇の一途をたどっている。この高温化により、熱中症や睡眠障害、大気汚染などの人体影響が問題となっている。我々はこのような劣悪な屋外環境下での生活を強いられている。

近年、暑熱順化の完了を待たず、春期に気温が上昇する傾向にあるため、春期から熱中症の危険が顕著に高まっている。大人は気温の変化に伴って自らの着衣を選択することができるが、乳児は保護者の判断によって着衣が選定される。暑熱順化をする前の乳児にとって、熱感覚の異なる大人に温熱環境を判断されることは、熱中症発症のリスクが高まる可能性があると考えられる。

地球環境が変化し続ける一方で社会環境もまた変化している。インフラストラクチャーのバリアフリー化が進み、道路や公共施設などを利用する際には、車椅子やベビーカーの使用が容易になってきている。ベビーカーの普及により外出が容易な社会環境となってきたが、乳幼児をベビーカーに乗せるようになったことで、乳幼児が短波長日射と長波長放射の影響を強く受けやすくなった。車椅子乗車の人体も同様と考えられる。ベビーカーや車椅子のシート部分は、周囲の空気からの対流や、太陽からの短波長日射による熱伝達を受ける。地面から座面までの距離が近いことから、地面からの照り返しの影響もより強く受けると考えられる。ベビーカーには短波長日射に対して、シェードによる日射遮蔽があるものの、通気性などの問題から常に覆いをしている状態で過ごすことは難しい。

身体周辺の温熱環境を改善するために、車椅子乗車の人体の多くは、行動性体温調節を保護者や介助者へ告げることが可能と考えられる。しかし、ベビーカー乗車の乳児は意思伝達能力が未熟なため、自身の状態を申告することができず、行動性体温調節を保護者へ告げることができ難い。そのため、乳幼児の温熱環境は大人の判断の影響を受けているといえる。したがって、大人の温熱感覚が乳幼児の熱中症のリスクを高める可能性もあると考えられる。さらに、乳幼児の身体は暑熱環境では温まりやすく、寒冷環境では冷えやすいという特徴を持っている[1]。また乳幼児の皮膚の厚さは大人よりも薄く、暑熱環境では体温を高くしやすい[2]。健常者や大人と比べて、ベビーカー乗車の乳児

は環境から受ける熱的な適応力が低いといえる。以上より、乳幼児は、大人よりさらに劣悪な環境の中で生活していることが推測できる。すなわち、乳幼児には大人とは異なった熱的な影響を考慮することが不可欠であり、よりいっそうの配慮が必要であると考えられる。そのため、ベビーカー乗車の乳児に対する温熱環境の評価指標が必要であるといえる。

既往の研究には、乳児人体の体表面積の実測[3]、乳児人体の日射投影面積率の実測[4]、乳児人体の季節別着衣の着衣面積増加率の実測[5]、乳児の季節別着衣の着衣熱抵抗の実測[6]が存在する。ベビーカー乗車乳児の着衣面積増加率と着衣熱抵抗の実測は、ベビーカー熱中症に及ぼす着衣の影響に関する研究[7]のみである。しかし向暑期における着衣面積増加率とベビーカーを含めた着衣熱抵抗は実測されていない。また個別の着衣やベビーカーに対する着衣熱抵抗は明らかにされているが、それらを組み合わせた着衣熱抵抗は全く明らかにされていない。したがって、既往の研究では全く明らかにされていない、向暑期におけるベビーカー乗車姿勢の乳児の着衣面積増加率と着衣熱抵抗を明らかにする必要があると考える。

そこで、本研究では、向暑期に乳児がおかれる状況下で、暑熱順化をする前の乳幼児の温熱環境を検討する際の人体係数値の目標値として、ベビーカー乗車の乳幼児の着衣面積増加率と着衣熱抵抗を明らかにすることを目的とした。

2. 実験計画

2.1 着衣面積増加率

ベビーカー乗車乳児の着衣面積増加率を明らかにする写真撮影法を用いた実測を行った。写真撮影にはフルサイズデジタルカメラ（Canon：EOS 5D, Canon：EF24-70mm f/2.8）を用いた。なお、実測時のレンズの焦点距離は70mmに固定した。土川ら[3]や藏澄ら[8][9]と同様に、撮影距離は、投射面積の誤差が1%程度以下となる6.0mを測定距離とした。

本来であれば、実測には健康な乳児人体を使用するのが好ましいが、乳児人体を用いた実験や実測は倫理的におこなうことが困難である。そこで、藏澄ら[8][11]と同様の乳児人体モデルを対象とした。乳児人体モデルは、医療・看護現場でも使われている看護練習マネキン-新生

表1 乳児人体モデルの特徴

領域	表面積 [cm ²]	面積比 [-]	面積比 [-]
右頭部	256.29	0.123	0.238
左頭部	240.53	0.115	
右腹側胴体	155.25	0.074	0.302
左腹側胴体	151.31	0.073	
右背側胴体	154.99	0.074	0.117
左背側胴体	168.01	0.081	
右上腕	61.66	0.030	0.041
左上腕	60.71	0.029	
右前腕	59.61	0.029	0.240
左前腕	60.87	0.029	
右手	34.80	0.017	0.062
左手	49.03	0.024	
右大腿	146.78	0.070	0.030
左大腿	159.07	0.076	
右脚部	91.86	0.044	0.030
左脚部	105.32	0.050	
右足	67.78	0.032	
左足	63.63	0.030	



図1 ベビーカー



図2 向暑期衣服

児・乳児（日本スリーピー・サイエンティフィック：W17002, ベビーカーモデル アジア系）を用いた。この乳児人体モデルの身長は50-60cm程度である。厚生労働省の男子の乳児の発育調査[12]より、月齢が1-2か月程度の50%パーセンタイル値データを抽出すると、身長は55.6cm、体重は4.79kgとなる。乳児人体モデルの特徴を表1に表す。

今回使用したベビーカーのモデルは Conbi SUGOCAL 4 Wheels EggShock Light plus (Combi Corporation) である。使用したベビーカーを図1に示す。

ベビーカーに対する基準 (CPSA001, 2017; EN1888, 2018; ASTM F-833, 2019; BS7409, 1997) は、構造上の安全性などが規定されているが、ベビーカーのリクライニングの角度を基準化しているのは CPSA001 (製品安全協会, 2017) のみである。CPSA001 SG standard for stroller A型には、生後1か月を過ぎたまだ首が座らない乳児や乳児を寝

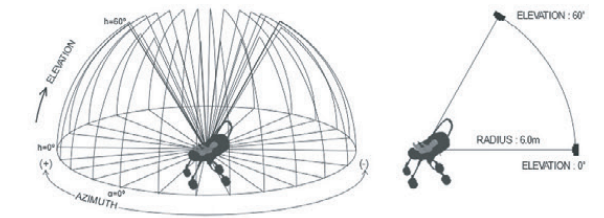


図3 各測定シーンの位置関係



図4 実験風景

表2 乳児の着衣の特徴

種類	デザイン	材質 [g]	重量 [g]	備考
オムツ				25 Pampers 新生児用, 生後 0-2 か月
肌着	半袖のTシャツ	綿100%	45 mlb hours, 全長 0-3 6月, 69cm	
フックネックTシャツ	長袖のTシャツ	綿100%	82 mlb hours, 全長 0-3 6月, 50-66cm	
靴下		綿100%	13 mlb hours, 全長 0-3 6月, 9-15cm	
				チャイルドシート ベビーカー (L)
ベビーカー				Conbi SUGOCAL 4 Wheels EggShock Light Plus (Combi Corporation) 座席のみを数値化する

かせた姿勢で使用できるベビーカーは、生後1か月から4か月までの乳児に対するリクライニングの角度を150°以上、生後4か月から48か月までの乳児に対するリクライニングの角度を130°以上としている。したがって、藏澄ら[9]と同様に、本研究では、乳児のリクライニングの椅座位姿勢の背もたれの角度を150°に設定した。

使用した衣服を図2に示す。使用した着衣の特徴を表2に示す。乳児人体と熱伝導との観点より、ベビーカーの着衣と見做す部分は、乳児人体が接触をするシート部分のみとした。

実験手順は以下の通りである。(1)カメラから6mの位置に投射面積測定架台を設置する。(2)測定架台の上に乳児を乗せ固定する。(3)表示板と比較対象になるスケール基準体を設置する。(4)床に撮影予定の高度がとれる位置をテープでマーキングしておく。(5)実測座標の原点は、乳児人体の中心点である臍の奥0.05mの位置とする。(6)実測は測定架台に乗せて行なう。

実測位置は仰角と方位角24点を組合せた48点とした。仰角方向は座標原点から0°と60°とした。乳児人体モデルは左右対称ではなく設定姿勢を鑑みて、実測の方位角は乳児人体モデルを取り囲むように正中面を基準とした15°間隔とした。各写真撮影シーンの位置関係を図3に示す。実験風景を図4に示す。

着衣面積増加率(fcl)は以下の式で表現できる。

$$f_{clij} = A_{clij} / A_{nij} \quad (1)$$

$$f_{cl} = \sum f_{clij} / 48 \quad (2)$$

ここで、

f_{clij} : 方位角と高度毎の着衣面積増加率 [N.D.]

f_{cl} : 着衣面積増加率 [N.D.]

A_{clij} : 方位角と高度毎の着衣時の投射面積 [m²]

A_{nij} : 方位角と高度毎の裸体時の投射面積 [m²]

2.2 着衣熱抵抗

ベビーカー乗車乳児の着衣熱抵抗を明らかにする実測を行った。実験に用いた姿勢は、着衣面積増加率の実測で述べた椅座位と同じに設定した。着衣も着衣面積増加率の実測と同じに設定した。健康な乳児人体を使用して実測を行うことが倫理的に困難であるため、本研究の着衣面積増加率の実測で使用した乳児人体モデルを模擬して開発された、藏澄らの乳児サーマルマネキンを用いた。

本研究は、典型的な乳児の着衣熱抵抗を明らかにする探索的で基礎的なものと位置付けている。したがって、温熱環境条件は、クロ値が定義されている気温を基準とした温度帯とした。気温の設定値は、20℃、22℃、24℃の3段階とした。設定温熱環境条件を表3に示す。

表3 設定温熱環境条件

衣服	室温[°C]:Ta	気流速度Va[m/s]	相対湿度RH[%]	平均放射温度MRT[°C]
裸体	20.0	0.13	55.8	19.2
裸体	22.0	0.11	55.5	21.0
裸体	24.0	0.11	55.5	22.8
ベビーカー	20.0	0.06	49.8	19.9
ベビーカー	22.0	0.12	50.5	21.4
ベビーカー	24.0	0.10	56.6	23.0

実験は環境実験室内に設置した曝露ブースで行った。この環境実験室は、コンベンショナル式の空調機が設置されており、壁面からの吸排気が行われている。室内の壁と天井には薄手のカーテンが設置されており、これにより壁表面温度が気温と等しい平均放射温度となるように調整されている。

実験手順は以下の通りである。

(1) 乳児サーマルマネキンを支持架台に設置する。(2) 乳児サーマルマネキンと設定温熱環境との間で熱平衡が成立し、乳児サーマルマネキンからの熱損失が定常状態であることを確認する。(3) 設定温熱環境条件下で乳児サーマルマネキンを90分間曝露する。

本研究で使用した乳児サーマルマネキンは形状と伝熱面積の観点から着衣面積増加率の実測で使用した乳児人体モデルと同一と見做すことができる。よって着衣熱抵抗の算出に使用する着衣面積増加率(f_{cl})の値は、着衣面積増加率の実測で明らかにしたものをを用いた。着衣熱抵抗はSeppanennら[13]の方法を用いて算出した。

着衣熱抵抗(I_{cl})は以下の式で表現できる。

$$I_a = (t_s - t_o) / 0.155 Q_a \quad (3)$$

$$I_t = (t_{cl} - t_o) / 0.155 Q_t \quad (4)$$

$$I_{cl} = I_t - I_a / f_{cl} \quad (5)$$

$$f_{cl} = A_{cl} / A_s \quad (6)$$

ここで、

I_a : 裸体時の熱抵抗 [clo]

I_t : 着衣時の熱抵抗 [clo]

I_{cl} : 着衣熱抵抗 [clo]

Q_a : 裸体時の乳児サーマルマネキンからの熱損失量[W/m²]

Q_t : 着衣時の乳児サーマルマネキンからの熱損失量[W/m²]

t_s : 乳児サーマルマネキンの皮膚温 [°C]

t_{cl} : 着衣表面温度 [°C]

t_o : 作用温度 [°C]

A_{cl} : 着衣時の乳児サーマルマネキンの表面積 [m²]

A_s : 裸体時の乳児サーマルマネキンの表面積 [m²]

f_{cl} : 着衣面積増加率 [N.D.]

3. 実験結果

3.1 着衣面積増加率

撮影された画像に塗り分け処理を行い、抽出した乳児人体モデルの面積を求めた。同じ画像に写り込んでいる一辺0.15mの正方形の色紙の投射面積を基準に投射面積を算定した。各実測点の着衣面積増加率は着衣時の乳児人体モデルの投射面積を裸体時の乳児人体モデルの投射面

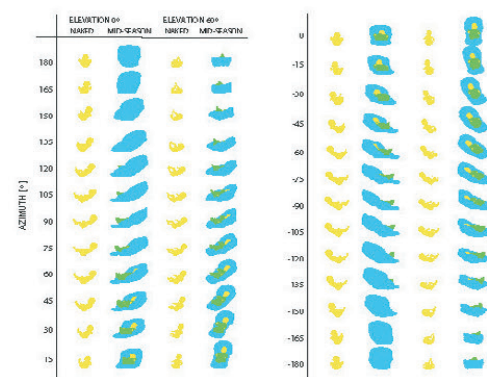


図5 処理画像

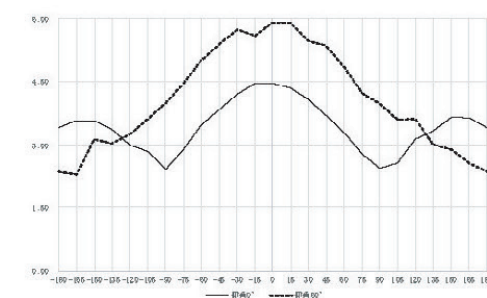


図6 方位角0°を中心とした着衣面積増加率

表4 温熱環境条件測定結果

衣服	室温[°C]:Ta	気流速度[m/s]:Va	相対湿度[%]:RH	床温度[°C]:Tf	壁温度[°C]:Tw	天井温度[°C]:Tc	平均放射温度[°C]:MRT
裸体	20.0±0.1	0.13±0.05	55.8±0.4	19.2±0.0	20.1±0.1	20.2±0.1	12.0±0.1
裸体	22.2±0.1	0.11±0.04	55.8±0.4	21.0±0.1	22.4±0.1	22.9±0.1	22.2±0.1
裸体	24.1±0.1	0.11±0.04	55.5±0.5	22.8±0.0	24.4±0.1	25.1±0.1	24.2±0.1
春秋	20.0±0.1	0.06±0.03	49.8±0.4	19.9±0.1	20.2±0.1	19.8±0.1	20.1±0.1
春秋	22.0±0.0	0.12±0.03	50.5±1.1	21.4±0.0	22.0±0.0	22.0±0.0	21.9±0.0
春秋	24.0±0.0	0.10±0.03	56.6±0.4	23.0±0.0	24.4±0.1	24.7±0.0	24.2±0.0

積で除して求めた。実測結果の処理画像を図5に示す。図5は、各方位と高度ごとに実測された画像を示している。黄色で示された領域は皮膚表面を、緑色で示された領域は着衣表面を、水色で示された領域はベビーカーのシート表面をそれぞれ表している。

また方位角0°を中心とした着衣面積増加率のグラフを図6に示す。

この研究では、藏澄ら[14]および藏澄ら[8]が指摘したように、下肢部が前顔面より大きく突出する姿勢では、仰角が60°の場合と0°の場合とを比較すると、着衣面積増加率が大きくなること示されている。着衣面積増加率の平均値は3.75となった。図6より、方位角に着目すると、-120°から120°において仰角0°よりも、仰角60°の方が着衣面積増加率は大きくなっている。

3.2 着衣熱抵抗

温熱環境条件の測定結果を表4に示す。各実験中の気温は約0.2℃の偏差があったが、制御された範囲内で±0.1℃の範囲で保たれていた。相対湿度については、約6%の偏差があったが、制御された範囲内である±0.6%の範囲で保たれていた。周囲壁面の表面温度や床の表面温度には約1℃の偏差があったが、気温とほぼ同じであることが確認された。乳児の形態係数が明らかにされていないため、正確な平均放射温度を求めることはできなかったが、面積重みの平均放射温度は気温とほぼ同じであった。

気温と床および天井表面温度を含む垂直方向の気温分布を図7に示す。環境実験室では、空調の吹出口と床表面から2.0mの高さの気温が高くなる傾向が見られたが、他の鉛直方向の気温差は1.5℃程度の範囲内であった。屋外気温と設定気温の差が大きくなると、空調負荷が増加し、吹出空気の温度が上昇する傾向があった。実験室の断熱性が脆弱であることが示唆される。風速は実験全体を通じて0.2m/s以下であった。すべての実験条件において、各実験中の温熱環境はほぼ設定条件を満たしていた。ISO 9920[10]によると、着衣量に関する実験条件では、気温と平均放射温度の差が5℃以内であり、静穏な気流であること、相対湿度が実験中に10-70%の範囲で変動しないことが求められる。したがって、この実験の結果から、着衣の熱抵抗を算出することが妥当であることを確認した。

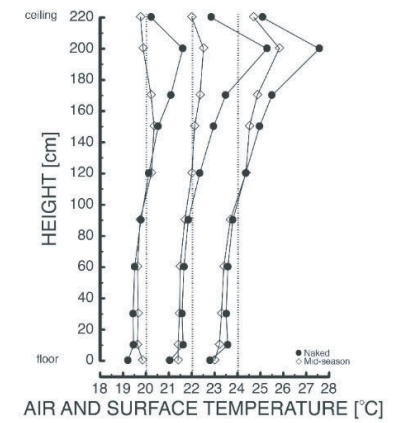


図7 実験室内の空気温度垂直分布

実験開始後20分以降から終了前10分までの60分間のデータを解析の対象とした。各温度の I_a 、 I_t 、 I_{cl} の結果を図8に示す。

裸体時の着衣熱抵抗には作用温度による大きな較差は認められなかった。藏澄ら[8][9]は、作用温度が高くなるとサーマルマネキンの表面温度との差が小さくなり、自然対流の駆動力が小さくなる影響があるとしている。すなわち、自然対流の駆動力が小さくなると、サーマルマネキン表面を沿う上昇気流の流れが遅くなり、温度境界層が厚くなることの影響があるとしている。しかし本研究の温度範囲では、すべての実験条件において、作用温度に若干の偏差が見られたが、大きな温度依存性は認められなかった。回帰式の回帰係数の有意性をANOVAにより検定した結果、裸体時の熱抵抗 I_a は $p=0.43$ 、ベビーカー乗車時の乳児熱抵抗 I_t は $p=0.56$ 、ベビーカー乗車時の着衣熱抵抗 I_{cl} は $p=0.60$ となり、すべての場合で $p>0.05$ となった。これにより、回帰式の傾きが有意ではないと判断できる。したがって、裸体の熱抵抗が0.77 clo、ベビーカー乗車時の熱抵抗 I_t が1.59 clo、ベビーカー乗車時の着衣熱抵抗が1.39 cloとなった。

4. 考察

4.1 着衣面積増加率

ベビーカーに乗る裸体の乳児の伝熱面積に関する研究は、藏澄ら[9]によるもののみである。リクライニング角度が150°の場合、裸体の乳児の着衣面積増加率は3.21と報告

されている。また、ベビーカー乗車の裸体乳児人体の投射面積率に関する土川ら[3]の研究では、リクライニング角度が130°で高度と方位角が一致し、裸体乳児の投射面積(蔵澄ら[9])を基準値とした場合の着衣面積増加率の推定値は3.76となる。これらの研究結果は、本研究とほぼ整合しており、蔵澄ら[9]が指摘しているように、伝熱面積の観点からもベビーカーに乗る裸体の乳児の着衣面積増加率が、乳児と周囲環境の熱収支に著しい影響を与える可能性があることを示唆している。

春秋服の着衣面積増加率に関して、前後左右の着衣面積増加率の違いをANOVAで分析した結果(RMSE=0.83, F(3,46)=8.42, p=0.00)、p<0.05となった。これにより、着衣人体の非対称性が着衣面積増加率に強く影響していることを示した。さらに、Tukey-testによる比較では、右前方と左後方、左前方と左後方、右前方と右後方の間とも(p=0.01)、p<0.05となり、着衣人体の非対称性が着衣面積増加率に影響を与えていることを示している。また、高度の着衣面積増加率の違いをANOVAで分析した結果(RMSE=0.96, F(1,48)=5.33, p=0.03)、p<0.05となった。これにより、方位角の違いが着衣面積増加率に影響を与えていることが示されたといえる。リクライニング姿勢は下肢部が前額面よりも前方に出た形態である場合、この部位が前額方向からの実測写像には反映されるが、矢状方向からの実測写像には反映されにくいことが影響していると考えられる。

従来の研究では、顕熱放熱量から経験値として着衣面積増加率 fcl を求める方法では、Sprague と Munson[18]、Olesen ら[15]、McIlough ら[19]、IOS 15831:2004[20]、ISO 9920:2007[10]の着衣熱抵抗値を説明変数とする線形式の算定式により、着衣面積増加率が求められている。また、着衣のゆるみに関連する被服下気候の気積を説明変数とする算定式も利用されている[22]。

ASHRAE[23]によると、大人の季節ごとの着衣の面積増加率と比較すると、本研究のベビーカーに乗る乳児の着衣面積増加率は著しく高いことがわかる。また、深沢ら[24]による乳児の季節ごとの着衣面積増加率と比較しても、本研究のベビーカーに乗る乳児の着衣面積増加率は顕著に大きいことが示された。この研究によって得られたベビーカー乗車時の着衣データは、乳児の温熱環境を評価する際に極めて有用と考えられる。

4.2 着衣熱抵抗

蔵澄ら[9]によれば、ベビーカーの着衣熱抵抗は0.47 cloであり、また蔵澄ら[11]では春秋服の着衣熱抵抗が0.57 cloとしている。このことから、ベビーカーと着衣の組み

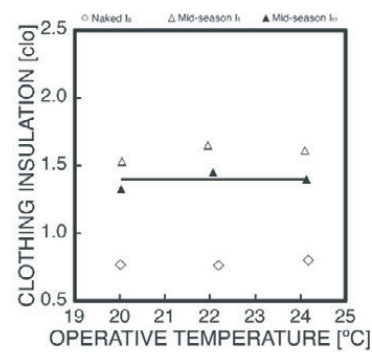


図8 着衣熱抵抗

合わせにおける総合的な着衣熱抵抗が、これらの単独の値よりも大きくなる可能性が示唆される。つまり、ベビーカーと着衣が一体となり、微小な空気層が多重に内包された断熱層が形成されることが考えられる。これは、乳児の組み合わせ着衣の着衣熱抵抗を実測により求め、組み合わせ層の空気層が着衣熱抵抗を増加させる要因であるとしている。しかし、着衣面積増加率とベビーカーを含めた着衣熱抵抗を直接実測していない。

加えて、車椅子が人体の熱収支に大きな影響を与えることが明らかになっている。そして、夏期のベビーカーに乗車している乳児の着衣熱抵抗が裸体の乳児よりも高いことがわかっている。

5. まとめ

写真撮影法による実測を行った結果、向暑期における典型的なベビーカー乗車時の乳児の着衣面積増加率 fcl は3.75であることを示した。また、乳児サーマルマネキンを用いた実測により、向暑期のベビーカー乗車時の乳児の典型的な着衣の組み合わせにおける着衣熱抵抗 Icl は1.39 cloであることを明らかにした。ベビーカーが乳児の体と周囲環境との間の熱収支にも顕著な影響を及ぼすと推察できる。

本研究では、ベビーカー乗車時の乳児の温熱環境について、ベビーカーが大きな影響を与えることを明らかにした。乳児の温熱環境を設計や評価する際には、乳児の実データを活用して検討することが不可欠といえる。乳児のデータを網羅することが、乳児の温熱環境計画において不可欠であることから、他の季節や異なる着衣条件、ベビーカーの組み合わせについて実験を行うことを今後の課題とする。

参考文献

[1]都築和代(1998)暑熱および温暖環境における子供と母親の体温調節反応の比較, 日本家政学会誌, 49(4), pp. 409-

415.

[2]宮島暉(1960)日本人の体表面積に関する研究, 第13篇 乳児の体表面積及びその算出式. 長崎総合公衆衛生学雑誌, 9(9), 484-499

[3]土川忠浩, 近藤恵美, 蔵澄美仁(2019)ベビーカーに乗車する乳幼児の日射投影面積率に関する研究. 人間と生活環境, 26(2), 87-92

[4]安藤鈴華, 細谷玲奈, 水野友香子(2021)乳児の季節別着衣の着衣熱抵抗に関する研究 2021年椛山女学園大学卒業論文

[5]今泉花菜, 酒井美玖, 羽切萌(2021)乳児の季節別着衣の熱抵抗に関する研究. 2021年椛山女学園大学卒業論文

[6]真田麻矢, 杉本七海, 中村萌映(2022)着衣としてのベビーカーの効果に関する研究. 2022年椛山女学園大学卒業論文

[7]山下真奈, 山本蛭(2023)ベビーカー熱中症に及ぼす着衣の影響に関する研究. 2023年椛山女学園大学卒業論文

[8]Kurazumi, Y., Fukagawa, K., Sakoi, T., Naito, A., Hashimoto, R., Kondo, E., Tsuchikawa, T. (2021a) Clothing area factor for typical seasonal clothing of infant. Health, 13(4), 378-392.

[9] Kurazumi, Y., Fukagawa, K., Sakoi, T., Yamashita, K., Naito, A., Imai, M., Hashimoto, R., Kondo, E., Tsuchikawa, T. (2021c) Influence of stroller upon thermal insulation of infant. Health, 13(9), 955-974.

[10] ISO (2007) ISO 9920:2007 Ergonomics of thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. International Organization for Standardization, Switzerland.

[11]Kurazumi, Y., Fukagawa, K., Sakoi, T., Naito, A., Imai, M., Hashimoto, R., Kondo, E., Tsuchikawa, T. (2021b) Clothing thermal insulation for typical seasonal clothing of infant with infant thermal manikin. Engineering, 13(7), 372-387.

[12]厚生労働省(2022)乳幼児身体発育調査. 73-22-01. pdf (mhlw.go.jp)

[13]Seppänen, O., McNall, P. E., Munson, D. M., Sprague, C. H. (1972) Thermal insulating for typical indoor clothing ensembles. ASHRAE Transactions, 78(1), 120-130.

[14]蔵澄美仁, 堀口明子, 坂本英彦, 松原斎樹(2006)姿勢が着衣熱抵抗値に及ぼす影響

[15]Olesen, B. W., Silwinska, E., Madsen, T. L., Fanger, P. O.

(1982) Effect of body posture and activity on the thermal insulation of clothing; Measurements by a movable thermal manikin. ASHRAE Transactions, 88(2), 791-805.

[16]

Fanger, P. O., Angelius, O., Jensen, P. K. (1970) Radiation data for the human body. ASHRAE Transactions, 76-II, 338-373.

[17]大和義昭, 蔵澄美仁, 橋田美奈, 鳥居孝行, 松原斎樹(2003)姿勢の違いと着衣熱抵抗に関する研究. 人間と生活環境, 10(2), 108-116.

[18]Sprague, C. H., Munson, D. M. (1974) A composite ensemble method for estimating thermal insulating values of clothing. ASHRAE Transactions, 80(1), 20-129.

[19]McIlough, E. A., Jones, B. W., Huck, J. (1985) A Comprehensive Data Base For Estimating Clothing Insulation. ASHRAE Transactions, 91(2), 29-47.

[20] ISO (2004) ISO 15831:2004 Clothing-Physiological Effects-Measurement of thermal insulation by means of a thermal manikin. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

[21]大和義昭, 蔵澄美仁, 石井仁, 深川健太, 飛田国人, 松原斎樹, 柴田祥江(2010)着衣のゆとり違いが着衣熱抵抗に及ぼす影響, 一女性用の着衣についての実測研究一. 日本繊維製品消費科学会誌, 51(4), 281-292.

[22]垣鍔直, 鈴木健次 (1997): 着衣のゆるみ度が有効放射面積率に及ぼす影響に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, 500, 37-41.

[23] ASHRAE(2017)2017 ASHRAE Handbook Fundamentals, Chapter 8 Thermal Comfort. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Georgia, US.

[24] 深沢太香子, 池田幸世, 金聖淑, 梶原裕(2009)九州地域における乳幼児着衣状態の季節変動とその衣服熱抵抗. 日本家政学会誌, 60(7), 635-643.

[25] 入来正躬(1995)体温調節のしくみ. 文光堂, 東京.

[26]Tourula, M., Fukazawa, T., Isola, A., Hassi, J., Tochiara, Y., Rintamäki, H. (2011) Evaluation of the thermal insulation of clothing of infants sleeping outdoors in Northern winter. European Journal of Applied Physiology, 111, 633-640.

[27]土川忠浩, 坂本英彦, 蔵澄美仁, 松原斎樹, 大和義昭(2006)車いす乗車者と環境との熱交換に関する基礎的研究. ハウスクリマ研究ノート, 32, 33-40.