

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

豊間 和子

(聖霊女子短期大学)

平成4年5月6日受理

The Correlations between the Volume of Urine, Humidity and Discomfort in the Disposable Diapers for Infant Use

Kazuko TOYOMA

Seirei Women's Junior College, Akita 011

On the properties of wetness and steam of disposable diapers for infant use, I had already concluded that the fundamental problems with diapers originated from temperature and humidity. So I tried to measure the correlations between hourly changes of temperature, wetness, mass and thickness of the diapers and discomfort, by using artificial urine on an adult's hand.

Temperature inside the disposable diapers increased with time. In the case of small volume of urinous influx, the temperature inside the disposal diapers increased with time. However, it sometimes fell when the volume was increased to large amount. The relative humidity inside the diapers reached at almost 90% one hour after the influx of urine, irrespective of the volume, except the permeable diapers.

Significant negative correlations were observed between the feeling of wetness and the temperature inside the diapers, and also between the temprature of influx and the passage of time. However, when the largest volume of urine was used, the correlation between the feeling of wetness and the temperature was significantly positive.

Evaluation of touch and comfort of the disposable diapers became worse with the increase of the volume of the urine.

The feeling of the disposable diapers were almost 'wet slightly' or 'wet.' This shows that many of the users feel wetness irrespective of the volume of urine.

(Received May 6, 1992)

Keywords: disposable diaper 紙おむつ, dampness むれ感, discomfort 不快感, relative humidity 相対湿度, temperature 温度, urine 尿.

1. 緒 言

乳幼児用紙おむつの着用によるおむつ内気候やおむつかぶれの要因に関する研究は、使用実態調査に比較するときわめて少ない。おむつと乳幼児のスキンケアに関する研究のうち、おむつかぶれのメカニズムの解明や紙おむつ内の湿潤が皮膚の性状に及ぼす影響などほとんどの研究が、皮膚科や小児科の臨床医によって行われているのが実情である¹⁾²⁾。

乳幼児の皮膚は皮膚生理的にみると、成人とは構造および機能面で異なっている³⁾。小児の皮膚、特に角

質層は薄く、抵抗力が弱いうえ、真皮も線維の発達が未熟なため、機械的刺激に弱く慎重を要する。一方、皮膚生理機能についても、汗腺、および発汗調節機構も未熟で体温調節も不十分な点や、母体影響が消える数週間で皮脂分泌量が低下するなどきわめて未熟な点が多い。乳幼児用紙おむつは清潔であることはいうまでもないが、特に股間部分は排尿によって湿度が上昇する傾向にあり、尿漏れを防ぐために比較のおむつの密閉性が高いことによって、高温・多湿の過酷な環境を呈する。また、排尿によっておむつに吸収された尿は

乳幼児自身の体重によって、おむつから皮膚へ尿が戻り、皮膚はふやけた状態になり、物理的および化学的刺激を受けやすい。

おむつかぶれ発症にかかわる要因は、体質的要因、おむつの性状や装着条件、尿や用便による刺激、尿による湿潤、おむつによる摩擦刺激、微生物の関与、環境・季節的要因などの多くの因子が影響して発症するといわれている。また最近では尿による湿潤と尿と便との相互的な作用がおむつかぶれの発症の重要な要因となることが報告されている⁴⁾。

甲斐、平松ら⁵⁾⁶⁾はすでに紙おむつの透湿性について、不透气不透湿性紙おむつと透湿性紙おむつの比較を装着実験により報告している。また、紙おむつの性能向上に関しては、最近各メーカーによる吸収力の大きいものや漏れない構造のものなどの開発が盛んである。

著者は前報⁷⁾で、市販紙おむつの構成とその性能につき、紙おむつ9種類と布おむつ4種類を用いて、「濡れに関する性能」、「漏れに関する性能」、「蒸れに関する性能」を検討し、紙おむつの構成内容と実用性能に深い関係があることを報告した。

本報では、実際に乳幼児が長時間紙おむつを装着した場合のおむつ内層の局所気候について模擬的に実験し、装着中の人工尿量と発汗や不感蒸泄などによる紙おむつの重量や厚さの変化を測定し、さらに人工尿量増加に伴うおむつ内の蒸れ現象を経時的に測定した。同時に紙おむつ装着時の感覚的装着感を評定が可能な成人女子によって求め、装着感とその内部蒸れ現象との関係をみた。そして、不快感を訴えることのできない乳幼児の股間部の状況を検討し、適切な尿量による紙おむつの交換時を推測した。

2. 実験方法

試料は市販されている紙おむつ5種類と布おむつ4種類、おむつカバー1種類である。試料の概要はTable 1および2に示した。なお、試料は1988年5月に購入したものである。

(1) 蒸れ現象に関する性能

素材の衛生的性能として蒸れ現象に関するものを取りあげ、通気性 (JIS L1003)、透湿性 (基礎繊維工学 III⁸⁾)、保温性 (JIS L1005) について各々所定の方法で実験を行った。

1) 通気性

東洋精機のフラジール型通気度試験機を用い、水柱

1.27 cm の圧力に相当する空気圧によって材料を通過する空気度 ($\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{sec}$) を求めた。

2) 透湿性 (蒸発法)

水を入れた容器 (口径 7.8 cm) を試験布でおおい (水面と試験布の距離 2 cm)、その容器を $40 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温槽に入れ、容器内の水温を約 40°C に保ち、外気温 20°C 、湿度 65% RH の恒温恒湿室中で1時間放置後、容器全体の質量の減少量 (W_1) を測定し、試験布をおおわないときに蒸発する水分量 (W_0) を求めて透湿度を算出した。

$$\text{透湿度 (\%)} = (W_1 / W_0) \times 100$$

3) 保温性 (恒温法)

東洋精機の ASTM の保温性試験機を用いて恒温法により測定し、次式により算出した。

$$\text{保温率 (\%)} = \left(1 - \frac{b}{a}\right) \times 100$$

a : 発熱体の空試験による放熱量 (Watt/hr)

b : 発熱体に試験布を取りつけたときの放熱量 (Watt/hr)

各実験の試料は恒温恒湿室 (温度 20°C 、湿度 65% RH) に 24 時間放置し調整した。試料は紙おむつの当たるところから股間部にかけて各層重なったままの状態にて採取した。布おむつは実際の使用時の最高重なり枚数を考えて、10 枚重ねにして用いた。人工尿⁹⁾は水分 96%、塩分 2%、尿素 2% の割合で作製し、 37°C (体温) に温めて用いた。

実験は、後述の装着実験と対応させ、次のように扱った。すなわち、乳幼児 (新生児) の 1 日の排泄尿量を 150 ml と仮定し⁹⁾、紙おむつ使用枚数をメーカーの宣伝と同様に 1 日 5 枚として計算し、排便時の 1 回分を除いて排尿 1 回分を 30 ml とした。このとき、排尿すなわち、尿量 0 ml を標準時試料とし、排尿 1 回でおむつを取り替える場合の尿量を 30 ml、2 回で取り替える場合を 60 ml とし、以下、同様に 90 ml、120 ml の 4 段階を設定し、尿量増加に伴う性能 (通気性、保温性、おむつの質量、厚さ) の変化を経時変化も含め測定した。実験はすべて 20°C 、65% RH の恒温恒湿室で行った。

(2) 装着実験

1) 標準時の紙おむつ内気候の変化

人工尿流入前の標準時試料の装着実験は、年齢が 19 歳の健康な女子学生 4 人 (平均ローレル指数が 133.1 で正常な皮膚を有するもの) を被験者として行った。

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

装着方法は紙おむつを左手部¹⁰⁾の指部分を軽く曲げるようにして紙おむつの股部(中心部)で包むようにし、手首部分に紙おむつの両端のマジック部分を重ねて輪ゴムで止め、動かないように固定密閉した。3分後にエース研究所製鋭感湿度計 AKH 型を皮膚や、紙おむつに触れないように軽く指を曲げている空間に挿入し、温度・湿度を測定し、おむつ内気候を記録用紙に記入した。記録用紙には次項の測定項目と共用し、1) 調査日、2) 紙おむつの装着方法、3) 試料名、人工尿量、装着時間の記入、4) 標準時、人工尿流入時、一定時間後のそれぞれの重量と厚さなどの記入の項目が設定されている。感覚的評価は1) 肌ざわり、2) 快適感、3) 温冷感、4) 湿潤感について5段階あるいは6段階尺度を用いて申告させた。

1) 肌ざわりは、良い、やや良い、どちらでもない、やや悪い、悪い、の5段階尺度を、2) 快適感、快適、どちらでもない、やや不快、不快、非常に不快、の5段階尺度、3) 温冷感、非常に暑い、暑い、温かい、どちらでもない、やや冷たい、冷たい、の6段階尺度、4) 湿潤感、乾いている、やや乾いている、どちらでもない、やや湿っている、湿っている、非常に湿っている、の6段階尺度である。なお、5段階および6段階尺度は上記の記述の順序に1, 2, 3, 4, 5, 6の順位をつけておいて申告させた。

2) 尿量増加に伴う紙おむつ内気候の経時変化

実験には、平均ローレル指数が132の健康な皮膚を有する女子学生7人を被験者に用いた。装着方法は標準時実験と同様である。

実験は、先に述べたように排尿1回の尿量を30 mlとし、37℃に温めた人工尿を流入後装着し、30 ml 流入した場合は1時間装着後、60 ml 流入の場合は2時間経過後、90 ml 流入の場合は3時間経過後、120 ml 流入の場合は4時間経過後までの4段階を設定し、尿量増加に伴うおむつ内気候(布おむつでは60 ml までの扱い)の経時変化を記録した。また、着用感覚の経時変化も同様に記録した。

測定後のおむつは取りはずして股間部分の厚さをJIS規格で定められている荷重240 g/cm²の圧力で測定し、標準時の厚さとの変化をみた。同時に、標準時のおむつ全体の質量と経時変化に伴う人工尿流入後のおむつの質量とを測定し、おむつの質量増加率を算出した。

測定結果については、尿量増加に伴う紙おむつ内の温度および湿度の標準時の場合と、人工尿30 ml 流入

時は3分後の値との差、60 ml、90 ml、120 ml 流入時は1時間後の値との差についてt検定を行った。さらに、尿量増加に伴う温度および湿度の変化について、二元配置の分散分析を行い、試料間および時間の経過による変化を検討した。着用感覚については、尿量の増加に伴う温度と湿度の相関、温冷感と温度、温冷感と湿度の相関、湿潤感と温度、湿潤感と湿度の相関係数を紙おむつおよび布おむつについて算出し、関連性を検討した。

3) 着装・環境条件

被験者は本学の制服を着用しているためほぼ一定の服装である。すなわち、ウール100%のスーツに綿65%、ポリエステル35%のブラウスが共通の衣服である。その他の組合せはブラジャー(綿、ナイロン、その他)、Tシャツ(綿)で、下衣はショーツ(綿)、ペチコート(レーヨン、ナイロン)、靴下(ナイロン)を装着し、内靴(皮)を履用している。環境条件は6月の室内気候として温度22℃±3℃、湿度65±5% RHに恒温恒湿室を調整した。実験は椅座位で行い、被験者は軽作業(読書、ノート整理、食事、話し合い)を行っても良いことを条件にした。

装着実験は紙おむつの1銘柄を2人が装着し、一つの条件で2回の繰り返しとし、布おむつ類は1銘柄を2人、または1人が装着するようにした。期間は1988年6月初旬から7月初旬である。

3. 結果ならびに考察

(1) 蒸れ現象に関する性能

Table 1は市販紙おむつの種類および構成内容について、その基本的構造特性を示したものである。サイズはすべてLサイズである。その構成は表面層、吸水層、防水層の3層から成り、表面層はポリプロピレン不織布を用いたものが多く、この他にポリオレフィン系不織布を用いたものが1種類(C試料)ある。C試料は透湿防水布素材である。

5種類の紙おむつの大きさ、および吸収体の大きさはLサイズで統一していることでもあり大差がない。1枚の質量は、最も大きいものと小さいものではその差が8.3 gであった。また、最も厚いものと薄いものとの差は0.64 mmであった。

Table 2は紙おむつとの比較に用いた布おむつの基本的構造特性を示したものである。FとGは平織の布おむつ地で、Hはドビー織の布おむつ地である。Iは綿ネットとウェーブ織をペアにしてある構造のもの

Table 1. Disposable diapers

Sample		A	B	C	D	E
Layers	Top sheet	polypropylene nonwoven fabric		polyolefin nonwoven fabric	polypropylene nonwoven fabric	
	Absorber	absorbent fluff superabsorbent polymer			absorbent fluff superabsorbent polymer	
	Water proof	polyethylene film			polyethylene film	
Size of product length×width×crotch (cm)		48.3×31.7×24.9	47.3×31.5×23.9	45.1×31.4×21.0	48.0×31.3×25.0	48.4×31.7×23.8
Size of absorber length×width×crotch (cm)		41.3×17.1×16.8	41.7×22.9×14.4	37.2×15.0×15.1	41.5×14.0×14.0	43.5×26.0×13.5
Mass (g)		46.5	51.0	48.1	42.7	51.9
Mass per unit area (g/cm ²)		0.067	0.087	0.071	0.064	0.096
Thickness (cm)		0.70	0.67	0.62	0.53	1.19
Number of diapers per pack		42	24	48	39	42

Table 2. Cloth diapers

Sample		F	G	H	I		Cover pants
Composition (%)		cotton 100			tevilon (surface) 100	cotton (reverse) 100	polyester 100
Weave of fabric		plain weaves		dobby weaving	knitted nets	wave weaving	double weave
Density of yarn (1/cm)	Warp	19	18	19	2	7	19
	Weft	17	17	18	3	12	20
Thickness (cm)		0.038	0.039	0.053	0.093	0.326	0.150
Mass (g)		52.55	51.55	53.75	14.39	48.06	80.70
Mass per unit area (g/cm ²)		0.011	0.011	0.011	0.018	0.080	0.048
Air content (%)		80.7	81.2	84.9	84.6	83.7	76.8

Notes: F, G and H: ring-shaped (70×33 cm), I: oval-shaped (30×16 cm) and Tevilon: polyvinyl chloride.

である。おむつカバーはポリエステル繊維を二重編みにしたものである。紙おむつ1枚と布おむつ1枚の質量差は1.9gから8.3gで紙おむつの方がわずかに軽い。

Table 3は蒸れに関する性能として標準時試料の紙おむつの通気度、透湿度、保温率を示したものである。

通気度は布おむつで7.91から9.20 cm³/cm²/secであるのに対し、紙おむつは1 cm³/cm²/secにも満たない。これは布おむつの1/47の値であり、通気性は全くないと考えてよい。透湿度は紙おむつが布おむつの1/10から1/14の値で平均2%位であり、透湿性もほとんどないと考えてよい。保温率は紙おむつの方が

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

Table 3. Comparison of physical properties of disposable and cloth diapers

Item	Sample	Disposable diaper					Cloth diaper			
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Air permeability (cm ³ /cm ² /sec)		0.109	0.130	0.119	0.067	0.409	8.390	7.910	9.203	8.433
Humidity transmission (%)		1.08	1.47	6.38	1.58	0	18.34	15.20	10.21	14.74
Thermal insulation (%)		75.8	77.5	75.0	72.2	76.6	63.1	60.5	65.4	63.0

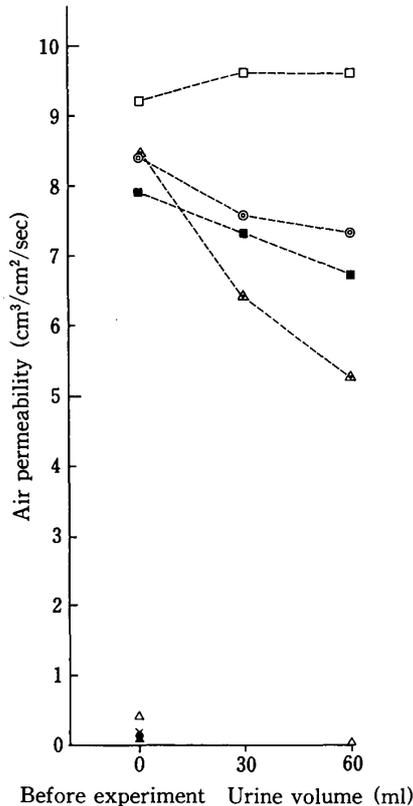


Fig. 1. Relationship between air permeability and urine volume

●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E; ◎, F; ■, G; □, H; △, I. —, disposable diaper; -----, cloth diaper.

布おむつよりも13から17%高い値を示した。

Fig. 1は人工尿増加に伴う通気度の変化を示したものである。布おむつは濡れると乳幼児が泣いて訴えるのでおむつ交換をする習慣があるため、2回分の尿量として、30 mlおよび60 mlまで流入して測定した。紙おむつ5種類は標準時に1 cm³/cm²/secにも満たない通気度なので、人工尿を30 ml流入時には測定不可能になった。布おむつは人工尿を30 ml流入した場合、H試料以外は7.6から23.8%の通気度減少率が認められた。同様に人工尿を60 ml流入した場合は、

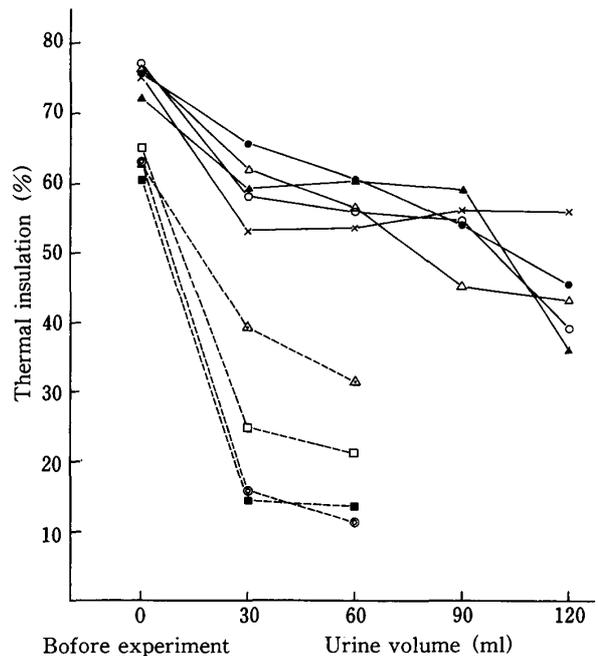


Fig. 2. Relationship between thermal insulation
●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E; ◎, F; ■, G; □, H; △, I. —, disposable diaper; -----, cloth diaper.

12.9から37.7%の減少率を示した。H試料はテピロンの編みネットとウェーブ織りのおむつであるためにほぼ同じ通気度であった。

Fig. 2は人工尿増加に伴う保温率の変化を示したものである。紙おむつ5種類の保温率の減少率は人工尿は30 ml流入した場合は13.5から29%、90 mlの場合は15.9から41%、120 mlの場合は23.5から50.3%を示し、尿量の増加に伴う保温率の低下が著しく、また銘柄によって異なることがわかった。しかし、C試料は人工尿30 ml流入時に保温率の低下は認められるが、その後の尿量増加による変化は他の4種よりもわずかである。これは透湿性防水素材を使用しているために極端な低下が現れないものと思われる。

布おむつの保温率の減少率は、人工尿30 ml流入時

において、紙おむつ5種類の減少率が13.5から29%の範囲であるのに対し、布おむつではI試料が37.3%の減少率で布おむつ4種類中最も小さく、H試料が61.8%の減少率で最も大きかった。I試料が最も少ない減少率であるのは、綿のウェーブ織地にテビロンの編ネットが重なり、二重構造の構成のために他の布おむつよりも減少率が顕著でないものと思われる。60 ml 流入の場合の布おむつの減少率はI試料の50%からH試料の81.8%であり、紙おむつ5種類の減少率が19.9から28.4%の範囲であることから、布おむつの保温性減少率は30 ml 流入時と同様、紙おむつより布おむつの方が大であった。

たとえば、紙おむつの保温率の減少率は人工尿30 ml 流入時の場合、布おむつの1/2から1/5程度である。紙おむつはもともと布おむつよりも高く密閉した状態で使用されること、また装着時間が長いので尿を高分子吸収体に保留したままの状態で使用されることなどは、蒸れ現象の要因として重要な影響を及ぼすものと考えられる。

(2) 装着実験

1) 基礎装着実験

Fig. 3には、人工尿を流入しないで紙おむつを装着した場合を標準時とし、人工尿を60 ml 流入して装着した場合を湿潤時として、装着1時間後の紙おむつ内

の温度と湿度の変化を示した。

(a) 温度の変化

標準時の紙おむつ内（装着後3分）温度は24.8から28℃の範囲であり、1時間経過後の温度上昇が最も大であったのはE試料で、AおよびB試料の温度上昇よりも4℃の相違があった。逆に上昇度が少ないのはC試料でほとんど差がなかった。つまり、AやB試料はE、C両者の中間に位置しており、その差が顕著でない。このとき、D試料は逆にやや下降を示した。花王生活科学研究所の報告¹¹⁾によれば、月齢5から20カ月の乳幼児を被験者とした場合、透湿性および不透湿性紙おむつのおむつ内温度は装着直後で25.5から30℃である。そのうち透湿性紙おむつはその中間の値を示していた。著者の同じ透湿性紙おむつCはそれよりも2℃高かった。季節は気温26℃以下の春に行っており、著者の室内環境に似ている時期であった。装着30分後には27から29.5℃の範囲にあり、透湿性紙おむつはわずか1℃の上昇となり、120分装着後は0.5℃の上昇でほとんど差がない状態と報告されていた。

甲斐ら⁶⁾の成人による椅座時の紙おむつの装着実験によれば、室内温度30℃における透湿性紙おむつ、および不透湿性紙おむつ内の温度は、著者のFig. 3の標準時や湿潤時のC試料やその他の紙おむつより

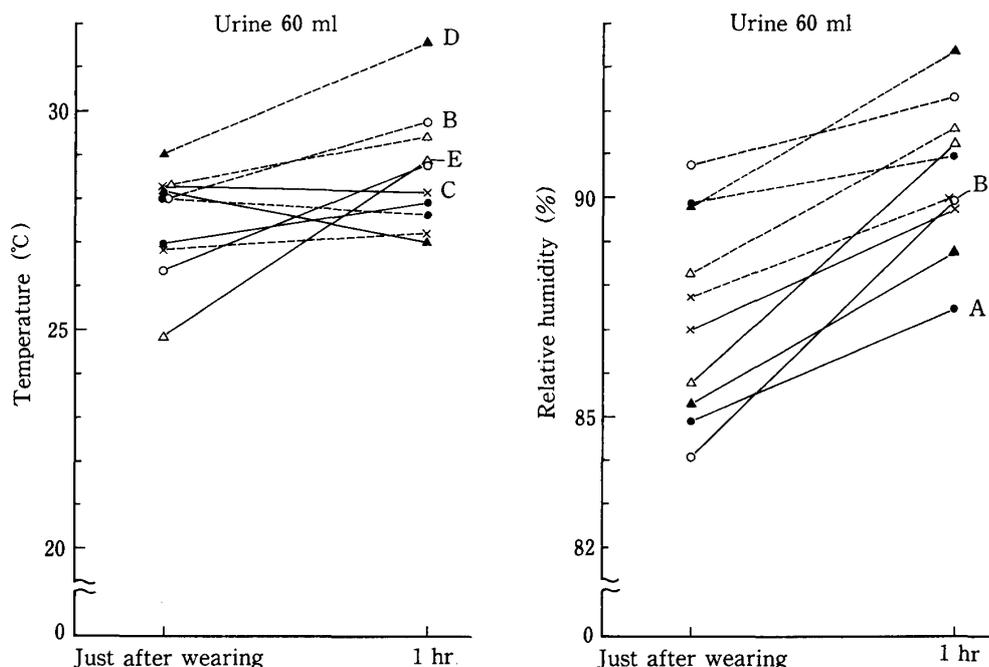


Fig. 3. Change of temperature and relative humidity in disposable diapers
—, before experiment; ----, when it is wet. ●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E.

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

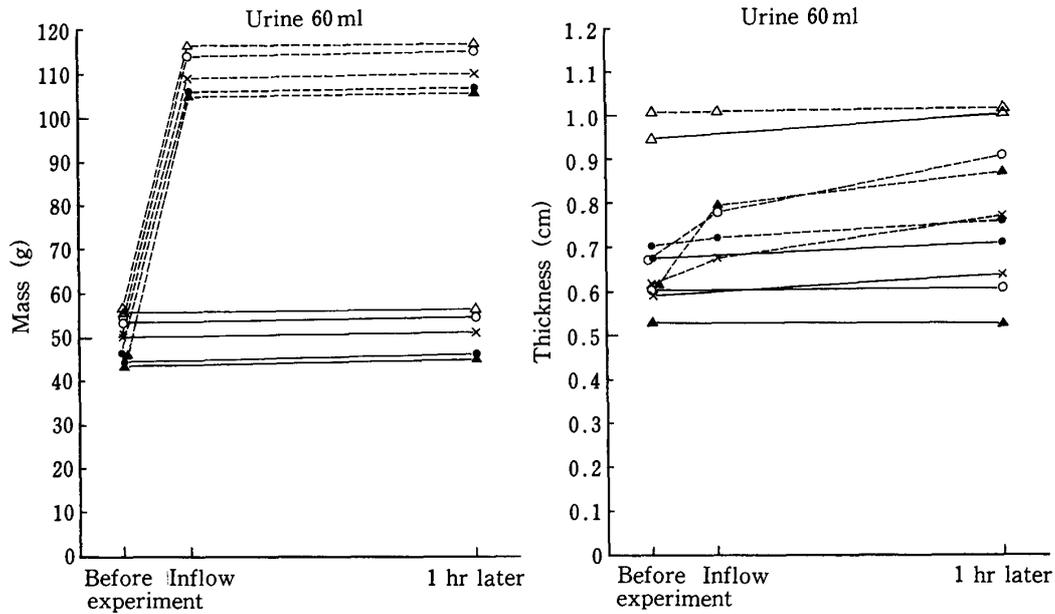


Fig. 4. Change of mass and thickness in disposable diapers

—, before experiment; - - -, when it is wet. ●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E.

も5℃高かった。試料サイドからみると、乳幼児用紙おむつと成人用紙おむつは構造の相違が顕著であること、また装着部分の相違からこのような温度差が現れたものと思われる。透湿性紙おむつに1時間後の経時変化がないのは著者と同様な結果であった。

湿潤時は人工尿37℃の影響が現れて直ちに上昇し、装着直後の温度は26.7から29℃の範囲であった。装着1時間後のC試料の温度は装着直後とほぼ同じ温度であった。また、D試料の温度上昇は5種類の中で比較的目立ったが、これは表面層のポリエチレン不織布に熱融着部分（不織布の繊維の配列を融着させ固定した部分）があるために不感蒸泄などの透湿が小で、他の試料よりも温度の上昇が比較的顕著であったと思われる。

(b) 湿度の変化

標準時の紙おむつ内の装着直後の湿度が84.0から86.8% RHで、1時間装着後は87.5から91.3% RHに上昇した。その差が最も大きいのがB試料で5.9%、最も小さいのがA試料の2.6%であり、透湿性紙おむつのC試料は2.2%であった。

花王生活科学研究所の報告¹¹⁾では紙おむつ内湿度は装着後60から80% RHの範囲にあり、著者の湿度よりやや低かった。しかし、30分装着後は80から90% RHの範囲に上昇し、著者とほぼ同じであった。このうち透湿性紙おむつは他のものよりも上昇が少な

かった。甲斐ら⁵⁾の装着実験の湿度は装着初期では著者よりもやや低かったが1時間経過後は著者とほぼ同じ値を示していた。

Fig. 3の湿潤時の湿度は装着直後にあっては87.8から95.8% RHであり、1時間装着後は90.0から93.5% RHの範囲に上昇した。この傾向は温度上昇の場合とほぼ同様で、変化が小さいのがA, C試料で、変化の大きいのがE, D試料であった。

(c) 質量の変化

Fig. 4は標準時および人工尿を60 ml流入した湿潤時の紙おむつの質量と厚さの変化を示したものである。

標準時における紙おむつの質量とその1時間装着後の質量を比較した場合は、不感蒸泄や発汗による水分移行で装着1時間においてわずかに質量が増加したのみである。人工尿を60 ml流入した湿潤時は装着前の2倍の質量になったが、1時間装着後は5種類とも変化がほとんどなかった。すなわち、尿量の付加のみが顕著で、その質量がほぼ保持されたままのようである。

(d) 厚さの変化

標準時の各紙おむつの股間部の厚さは、0.53から0.95 cmの範囲であるが、1時間装着後の変化はほとんどなかった。人工尿60 ml流入時は0.65から1.0 cmの範囲で、装着1時間後に0.1から0.2 cm厚くなった。

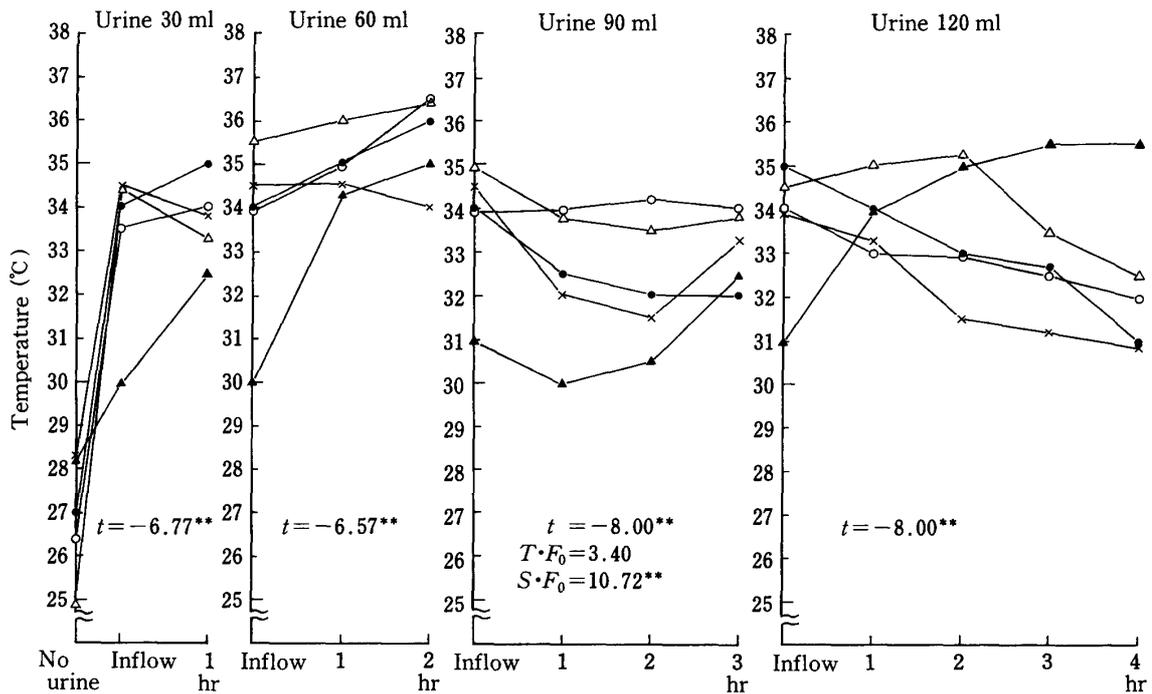


Fig. 5. Change of temperature in disposable diapers with increase of urine as a function of time

●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E.

2) 人工尿量増加に伴う経時変化の装着実験

(a) 紙おむつ内温度の経時変化

Fig. 5 は 1 日における紙おむつの装着と、取り替えの実際を模擬した場合の尿量増加に伴う紙おむつ内温度の経時変化を示したものである。標準時の装着直後の紙おむつ内温度は 24.9 から 28.3°C 内であるが、人工尿 30 ml を流入した直後のそれは 30 から 34.5°C に急激な上昇を示した。

同種の実験である花王生活科学研究所の排尿有りの紙おむつ内温度は 27 から 30°C の範囲にあった。尿量の明記がないが、流入後 30 分に測定しているため著者らよりも 3.5°C 程低い温度であったものと思われる。

尿流量が 30 ml または 60 ml と少ない場合の流入直後の温度上昇は高く、90 ml または 120 ml と尿流量が多くなると、その温度上昇はそれよりわずかに小さかった。標準時と人工尿流入時試料との装着直後の温度の差につき、尿量別に t 検定を行った結果、人工尿の量の相違にかかわらず $t = -6.77$ から -8.00 の値で 1% 水準で有意差が認められた。すなわち、5 種類の紙おむつは人工尿の量の相違にかかわらず、流入直後におむつ内温度が急激に上昇することが示された。これは人工尿を 37°C に温めて流入して密閉するため一時的に温度上昇を示すためと思われる。同様の傾

向は、花王生活科学研究所の報告にもみられる。いいかえれば、これらのことは実際の排尿の瞬間を再現した結果の現れともいえる。

紙おむつ内温度の時間経過については人工尿流入後 1 時間経過後に尿量が少ない場合は一時的に上昇傾向を示したが、人工尿が 90 ml、120 ml と多い場合には装着時間も長いので下降をする傾向がみられた。試料と経過時間の二元配置による分散分析を尿量別にした結果、人工尿を 90 ml 流入した場合に試料間にのみ 1% 水準で有意差が認められたが、経過時間には有意差がなかった。他の人工尿量には試料間にも経過時間にも有意差が認められなかった。このことは、人工尿流入直後の温度変化は人工尿の温度が影響して標準時に比べ有意差があるが、時間経過後は紙おむつの固体差や被験者の新陳代謝の相違による体表温度などの変動要因も作用して有意差がみられなかったものと考えられる。

(b) 紙おむつ内湿度の経時変化

Fig. 6 は尿量増加に伴う紙おむつ内湿度の経時変化を示したものである。標準時の紙おむつ内湿度は最低が 67.5% で最高は 84.9% であった。人工尿を 30 ml 流入した場合は C 試料以外は湿度の上昇を示した。逆に人工尿が 90、120 ml と多くなると C 試料以外は

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

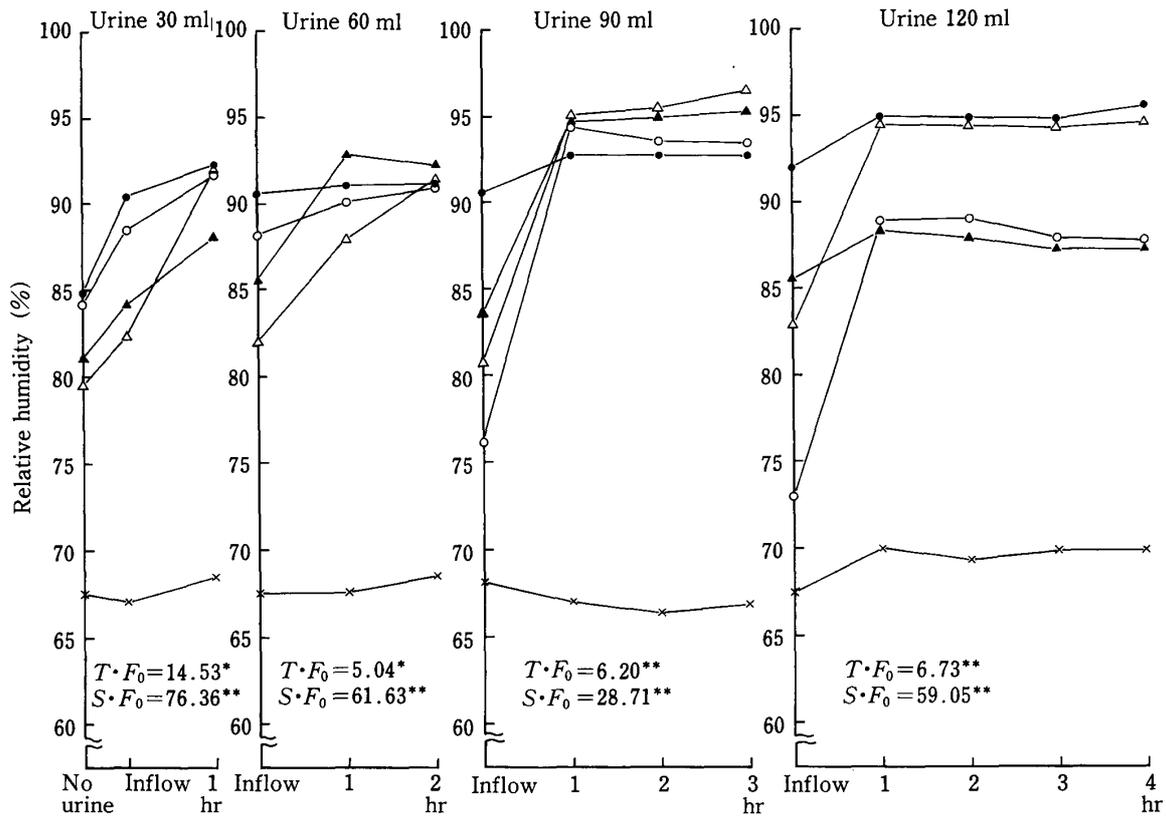


Fig. 6. Change of relative humidity in disposable diapers with increase of urine as a function of time

●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E.

湿潤時（流入3分後）に湿度の低下を示すものもあった。

標準時と人工尿流入時試料の装着直後（3分後）の湿度の差の t 検定を尿量別に行った結果、人工尿の増加にかかわらず、いずれの場合も湿度に有意差が認められなかった。これは5銘柄のうち、湿度の上昇を示さないものや下がったものもあること、また上昇してもその差に明確な相違がなかったためと思われる。

次に流入1時間後の変化は、尿量の多少にかかわらずC試料以外は急激な湿度上昇を示した。これは密閉時間が長くなったことにより、紙おむつの材質の疎水性が影響して不感蒸泄の放散が妨げられ、また、尿を保持したポリマーの湿気などで湿度の上昇を示すことによるものと思われる。その後の経時変化については尿量が多くなっていても一定しており、そのまま継続するか、またはわずかに湿度の低下を示すものもあった。

湿度の経時変化についてそれぞれの尿量につき試料との二元配置による分散分析を行った結果、経過時間については尿量が30と60mlの場合は5%水準で、尿量が90と120mlの場合は1%水準で有意差が認め

られた。このことは尿量が増加した場合における湿度の上昇が顕著であることを意味している。また、試料間には尿量の多少にかかわらず1%水準で有意差がみられた。

C試料は5銘柄中最も湿度が低く、人工尿量に左右されにくく長時間密閉しても湿度の上昇はわずかであった。この試料は、防水層のポリエチレンシートに透湿性を与えるための加工（オレフィン系樹脂に無機化合物を作用させ延伸して微細孔を生じさせたフィルム¹²⁾）を指したものであるために、湿度上昇を抑制しているものと思われる。

さて、B試料で月齢11カ月の乳児（女）の1週間の尿量を排便時を除いて計量した。1日の合計尿量が342.5から659.2mlであり、取り替え5回の1回当たりの尿量（平均値 91.6 ± 22.0 ml）を算出した結果は、最少 74.2 ± 39.4 から最大 131 ± 36.4 mlの範囲である。一方、新生児以外の乳幼児の1回の排尿量は50mlともされている⁹⁾。上記の尿量は、新生児の場合を例にした本実験尿量1回分30mlの2から5回分の尿量に相当している。なお、夜間は約9時間放置さ

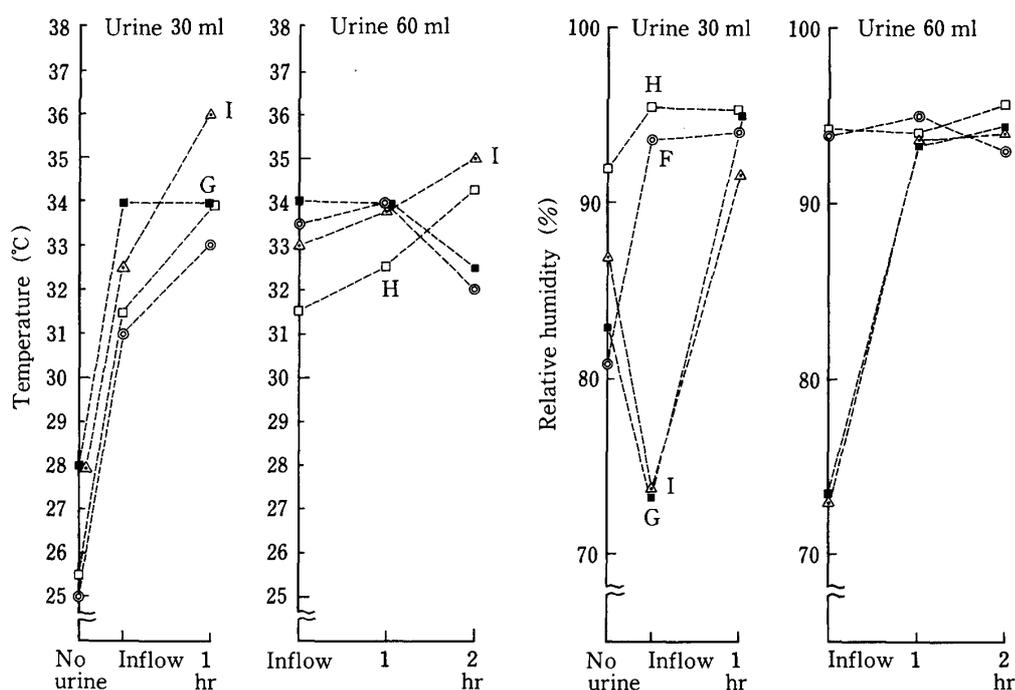


Fig. 7. Change of temperature and humidity with increase of urine in cloth diapers as a function of time

Cloth diapers+cover pant: ○, F; ■, G; □, H; △, I.

れるので、朝の尿量は127から175 mlと非常に多い。

この乳児は皮膚の色が白く柔らかいタイプであり、つねに会陰部が発赤していて取り替えごとに軟膏を塗布している実状であり、おむつ内の局所状態は極端に悪いものと思われた。

(c) 布おむつ内温度の経時変化

Fig. 7は尿量増加に伴う布おむつ内温度と湿度の経時変化を示したものである。布おむつの場合は2回分の尿量で2時間装着される場合が最も長い時間と仮定している。また、いずれのおむつにもおむつカバーを併用している。

標準時の装着直後の布おむつ内温度は25から28℃であり、紙おむつ内温度とほぼ同じであった。これに対して人工尿流入直後(3分)の湿潤時は、同、尿量が30と60 mlの場合の紙おむつ内温度(31から34.5℃)の範囲と同様な温度であった。すなわち人工尿流入直後は流入尿の温度効果が優先し、素材や構成の相違による温度差がないことがわかった。

1時間装着後では人工尿が30 ml流入の場合にI試料が最も高い36℃を示したが、G試料は流入直後と同じで上昇が全くみられなかった。人工尿60 ml流入の場合にはG試料では同様に温度上昇を示さないが、残りの3種類はわずかに上昇した。2時間装着後は上

昇を示したものがHおよびI試料であるが、FとG試料はわずかに(2℃)下降した。H試料はドビー織で厚さもあり、含気率が平織のものより大きいこと、I試料は編みネットにウェーブ織りを合せて用いているため厚さが他の3種類よりも最も厚く、含気率も最も大きいために体温(おむつ内温度)が保持されることによるものと思われる。すなわち、布おむつの組織や構成内容の相違によるものと考えられる。逆にFとG試料は、温度低下を示しているが、これは、厚さがH・I試料よりも薄いこと含気率も小さいことなどのためにおむつ内温度が低下しやすいものと思われる。

(d) 布おむつ内湿度の経時変化

Fig. 7に示すように標準時は湿度が81から92% RHと布おむつ内湿度が紙おむつ内湿度よりもやや高いが、これは方法のところで述べたように手部に装着する際に最高重ね枚数が一部で16枚となり、さらに、おむつカバーを加えて密閉したために紙おむつの標準時に比べ最高7%の上昇がみられたものと考えられる。

湿潤時における人工尿30 ml流入直後はGとI試料が湿度の低下を示し、FとH試料が上昇を示した。これはFとH試料の通気度がGとI試料よりも高いために人工尿の浸透が速やかに行われたものと考えら

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

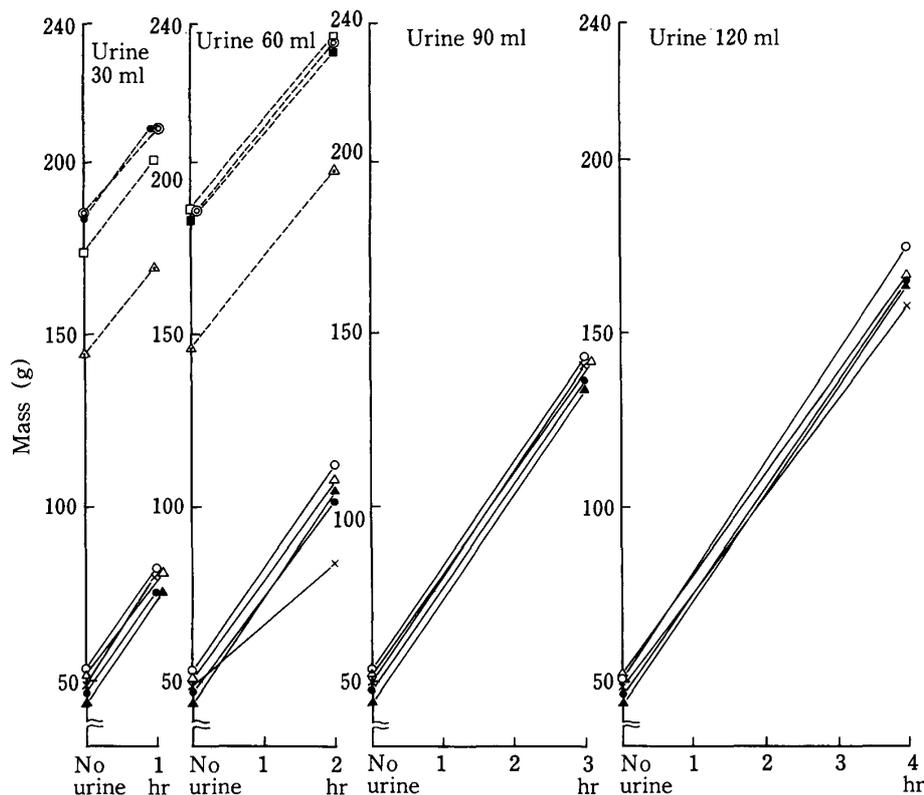


Fig. 8. Change of mass with increase of urine as a function of time

●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E. Cloth diapers+cover pant: ◎, F; ■, G; □, H; △, I. —, disposable diaper; ----, cloth diaper.

れる。人工尿 60 ml の流入直後の場合も同様な傾向を示した。

1 時間装着後は G も I も湿度が上昇し、人工尿 30 ml 流入の場合は試料全体で湿度が 91 から 95.5% RH であり、60 ml 流入の場合は 94 から 95.5% RH で試料や尿量による湿度の差はわずかであった。2 時間装着後も同様にその変化はわずかであった。

(e) 紙おむつ・布おむつ質量の経時変化

Fig. 8 は尿量の増加に伴うおむつ質量の経時変化を示したものである。標準時のおむつ質量は紙おむつが Table 1 に示したように 42.7 から 51.9 g の範囲であり、布おむつは 10 枚重ねにおむつカバーが加味されているので 144.7 から 184.9 g の範囲で紙おむつよりも重い。

湿潤時は、人工尿を 30 ml 流入して 1 時間装着後の質量増加率が、紙おむつで 56.2 から 74.4% であった。これに対し、布おむつの質量は 13.2 から 17.4% の増加率であり、紙おむつは布おむつの 4.3 から 4.8 倍になった。人工尿を 60 ml 流入して 2 時間装着後の質量増加率は、紙おむつで 75.4 から 142.8% の増加率で

あり、布おむつは 26.5 から 35.8% の増加率であった。したがって、紙おむつの質量増加率は、布おむつの 4.3 から 5.3 倍高い値を示している。これは、そもそもは紙おむつと布おむつの標準時試料の質量差によるものであるが、他に紙おむつの構造の相違にも由来するもので、特に高分子吸収体が結合水的に尿を取り込み、脱水しないための影響もあるためと思われる。

経時変化については、紙おむつは人工尿 30 ml 流入後 1 時間装着の場合の質量増加率が上述したように 56.2 から 74.4% と最も少なく、次が人工尿 60 ml 2 時間装着後の質量増加率で、漸次流入量が増大するに従って通常は当然のことながらその増加率は高くなる。90 ml 流入後 3 時間装着後の紙おむつの質量増加率は 172.9 から 215.4% の範囲にあり、120 ml 流入後は 219.8 から 279.4% の増加率を示した。これら質量増加率が紙おむつにおいて顕著であることは、排尿による紙おむつの質量による負担の指摘を証左するものであると受けとめられる。また、銘柄の相違による増加率の差がみられるが D 試料の質量増加率が最も大であった。これも、D 試料の吸収体の大きさが他の試料

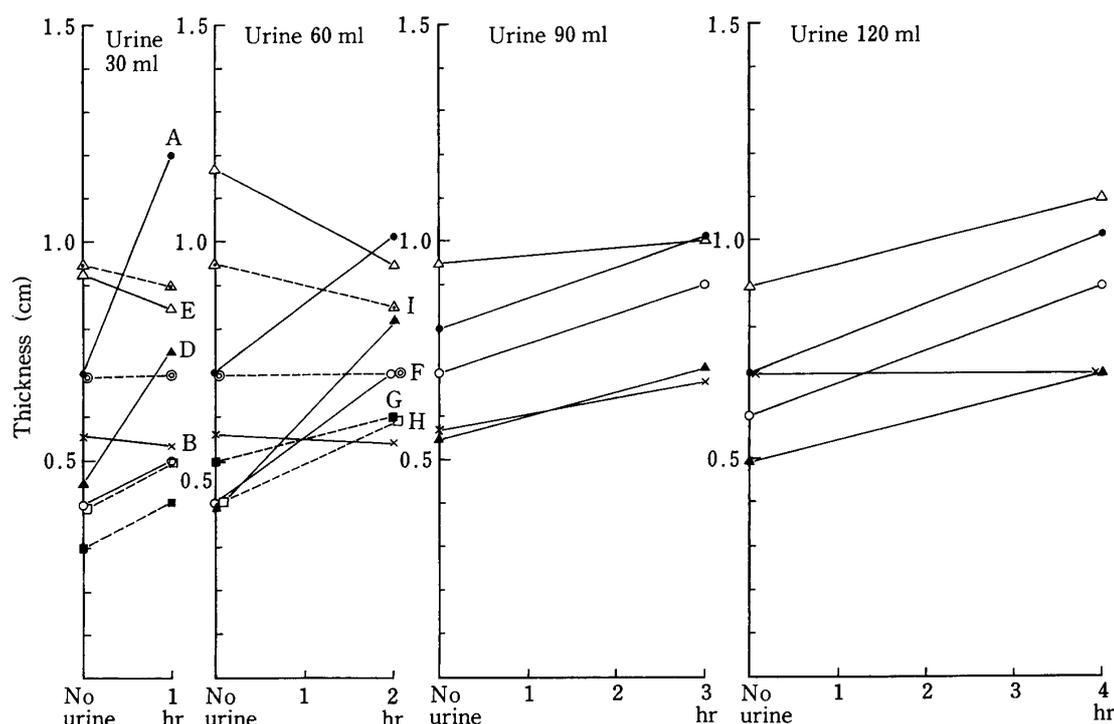


Fig. 9. Change of thickness with increase of urine as a function of time

●, A; ○, B; ×, C; ▲, D; △, E. Cloth diapers+cover pant: ◎, F; ■, G; □, H; △, I. —, disposable diaper; -----, cloth diaper.

よりもわずかに小さいこと、1枚の質量および厚さなどの基本的物理量や通気性などが他の試料よりも小さいためでもある。

なお、透湿防水布素材からなるC試料の60 ml流入時の増加率のみが特別に小さかった。これは他の試料より尿量が60 mlくらいまでは透湿しやすく、30 ml尿量とはほぼ同じような傾向を示したものと思われる。

(f) 紙おむつ・布おむつ厚さの経時変化

Fig. 9は尿量増加に伴う厚さの経時変化を示したものである。標準装着時の紙おむつの厚さは0.53から1.19 cmの範囲であり、これに対し、布おむつの厚さは重ね枚数で0.3から0.95 cmの範囲であった。

人工尿を30 ml流入して、1時間装着した場合の紙おむつの標準時の厚さの増加率は-9.4から71.4%の範囲であり、銘柄によりその差が顕著であった。これに対し、布おむつ類ではF試料の湿潤時は標準時の厚さと同じで、GとH試料は25.0から33.3%の厚さ増加率があった。I試料は-5.3%の値になったが、これは編ネットにウェーブ織りを重ねたものであるため、人工尿が浸透すると複雑な組織間隙に入るために潰されて薄くなってしまうものと考えられる。人工尿

を60 ml流入し2時間装着の場合は、紙おむつで-18から57%の厚さ増加率で銘柄の相違が顕著であった。これに対し、布おむつはF試料は標準時とはほぼ同じで、GとH試料は30から50%の厚さ増加率であり、I試料は-10.5%の値であった。紙おむつの実質的な厚さ増加率は、質量増加率の理由の一つと関係した高分子吸収体の吸水に伴う膨潤によるものと思われる。

経時変化については、紙おむつ5種類の厚さ増加率は尿量の増加や装着時間の相違による影響が質量増加率のように顕著ではなかった。しかし、メーカー側がやっているように、尿量を5回分保留したまま長時間交換しない状態にいることは乳幼児の体に負担がかかる。

(3) 紙おむつ内温度・湿度と着用感覚との関係

紙おむつ装着中の被験者の不快感の訴えは、A試料は人工尿120 ml流入時の2時間後に“かゆみ”を訴え、3時間装着時には発赤していた。B試料は人工尿60 ml流入時の2時間後に指の間が“かゆく”なり発赤した。D試料は60 ml流入2時間後に蒸れ感を訴え、汗や湿気で濡れて“かゆい”と訴え、120 ml流入4時間装着の場合は、肌が湿ってしまい、重く感じると訴えた。E試料は90 ml流入1時間で“かゆみ”、

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

Table 4. Relationship between temperature, relative humidity and feeling of disposable diapers

	Urine (ml)			
	30	60	90	120
Temperature (°C) vs. Relative humidity (%)	—	0.798* (2 hr later)	—	—
Sense of warmth vs. Temperature (°C)	-0.978** (3 min later)	—	-0.873* (2 hr later) -0.932** (3 hr later)	—
Sense of warmth vs. Relative humidity (%)	—	—	—	—
Sense of wetness vs. Temperature (°C)	—	—	—	0.819* (1 hr later)
Sense of wetness vs. Relative humidity (%)	—	-0.761* (3 min later)	-0.809* (3 min later) 0.814* (2 hr later)	0.944** (3 hr later) 0.957** (4 hr later)

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

120 ml 流入1時間で“かゆみ”を訴えた。C 試料の透湿おむつの場合も同様の訴えがあり、他の試料と変わらなかった。

このとき、被験者7人中5人が人工尿60 ml (2回分)の場合に“かゆみ”を訴え手部が発赤した。また、1人は“ふやけの状態”になった。皮膚の角質層の中の水分は大体15%の水分が含まれているときが良い条件で、もっと過飽和になると“ふやけ状態”になり皮膚が弱くなる。人工尿と正常尿の刺激が異なることから¹³⁾、正常尿の場合は被験者の訴え以上の蒸れ感や不快感が生じるものと考えられる。尿量を多く含んだ紙おむつの長時間にわたる装着は、おむつ内の温度および湿度の上昇によって蒸れやすくなるばかりでなく、乳幼児の角質層の薄い皮膚を刺激し、また、紙おむつ内面の不織布との摩擦によって紅斑を発症しやすい状態にするものと考えられる。

Table 4は乳幼児(新生児)の尿量の増加に伴う紙おむつ内温度・湿度と着用感との相関関係を示したものである。紙おむつ内温度と湿度との間には、人工尿60 ml 流入時の装着2時間の場合に $r=0.798$ で5%水準で相関が認められた。これは、おむつ内の温度が高いときそこにおける湿度も高いことを意味している。温冷感と温度との間には人工尿30 ml 流入直後に

$r=-0.978$ で1%の水準で、また90 ml 流入時は2時間後に $r=-0.873$ で5%水準で、さらに3時間経過後に $r=-0.932$ で1%の水準で、相関が有意であった。すなわち、負符号の結果は、紙おむつ内の温度が低い方で温かいと感じたことを意味している。なお、統計的には部分的な有意差に止まったが、この傾向は人工尿流入直後から装着3時間後まで一貫してみられた。温冷感と湿度の間には人工尿の増加と装着時間のいずれにおいても有意な相関関係は得られなかった。湿潤感と温度との間には、人工尿120 ml 流入後の1時間装着の場合にのみ5%の水準で温度が高い方が湿潤感が大きい相関関係が得られた。

湿潤感と湿度との間には人工尿60 ml 流入直後は負符号相関で5%の水準、90 ml 流入の場合は、流入直後に同じく負符号相関で5%の水準、2時間経過後は正符号相関で5%の水準で相関が有意であった。120 ml 流入後は3時間経過後と4時間経過後に正符号相関で1%の水準で相関が有意であった。流入直後には負の相関となり、湿度が低い方が湿潤感をより感じたことになる。一見矛盾するが、これは単純な2変数間の統計処理の見かけ上の結果とも考えられ、実際には温度の高い人工尿の接触直後の別の相互作用が十分考えられる。一方、人工尿が多くなり、装着時間が長く

なると尿量の他に不感蒸泄や発汗などによる湿度の上昇が生じおむつ内気候が悪化し、それによって湿潤感が高まり、正相関となり、不快感を増すものと考えられ、また、蒸れ感の他に手部に“ふやけ”を発症した被験者もいたことからそれは裏付けされる。Dallasら¹⁴⁾によれば、尿量の増加に伴って皮膚へ浸透して

Table 5. Relationship between temperature, wetness and feeling of cloth diapers

	Urine (ml)	
	30	60
Temperature (°C) vs Relative humidity (%) (3 min later)	-0.872*	—
Sense of warmth vs Temperature (°C)	—	0.817* (1 hr later)
Sense of warmth vs Relative humidity (%) (1 hr later)	-0.903*	0.905* (3 min later)
		-0.835* (2 hr later)
Sense of wetness vs Temperature (°C)	—	—
Sense of wetness vs Relative humidity (%) (1 hr later)	0.903*	—

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

いく水分量が増加し、また湿気感も強くなることが報告されている。

Table 5は布おむつ内温度・湿度と着用感との相関関係を示したものである。温冷感と温度との間には、人工尿60ml流入1時間後に $r=0.817$ で5%の水準で相関が得られた。この結果は、先の紙おむつの場合と異なり、温度の高い方で温かいと感じた正相関の関係にあったことを意味する。温冷感と湿度との間には人工尿30ml流入1時間後に $r=-0.903$ で5%の水準で、また60ml流入直後には $r=0.905$ の値で5%の水準で、2時間経過後は $r=-0.835$ で5%の水準で相関が有意であった。これらの結果は、流入直後には湿度が高い方で温かいと感じ、流入経過後には湿度が低い方で温かいと感じたことになる。

布おむつの場合は紙おむつの場合と異なり、温冷感と湿度との間に人工尿30, 60ml流入時に相関関係が得られた。これは布おむつの場合に被験者に“冷たさ”を感じさせる要因の働きが強かったためと思われる。

なお、以上の相関関係については、先にも触れたように二つの変数間の単純相関を問題にしているの、明確にはさらに分析が必要と思われる。

Fig. 10は尿量増加に伴う紙おむつの装着感覚を肌ざわりと快適感につき示したものである。質問1の肌ざわりは人工尿が90mlまでの評価点が3.5から4.5までの間で“やや悪い”に傾いている。また人工尿が

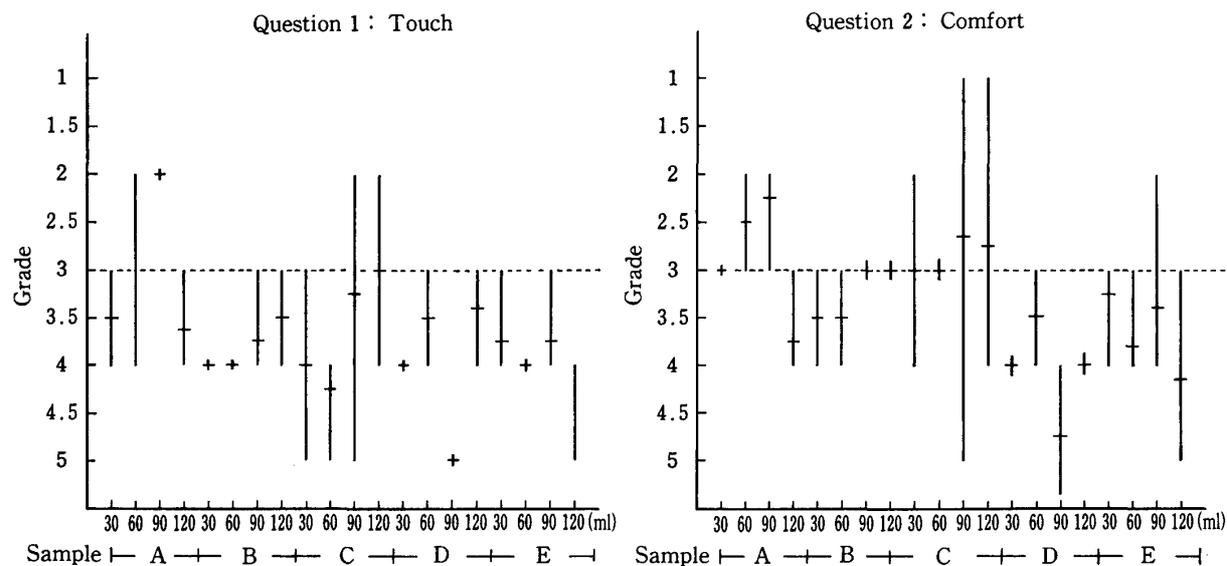


Fig. 10. Response for diapers with increase of urine (1)

<grade>Question 1: 1. good, 2. slightly good, 3. neutral, 4. slightly bad, 5. bad. Question 2: 1. comfortable, 2. neutral, 3. slightly uncomfortable, 4. uncomfortable, 5. very uncomfortable.

小児用紙おむつ内の尿量・湿度と不快感の関係

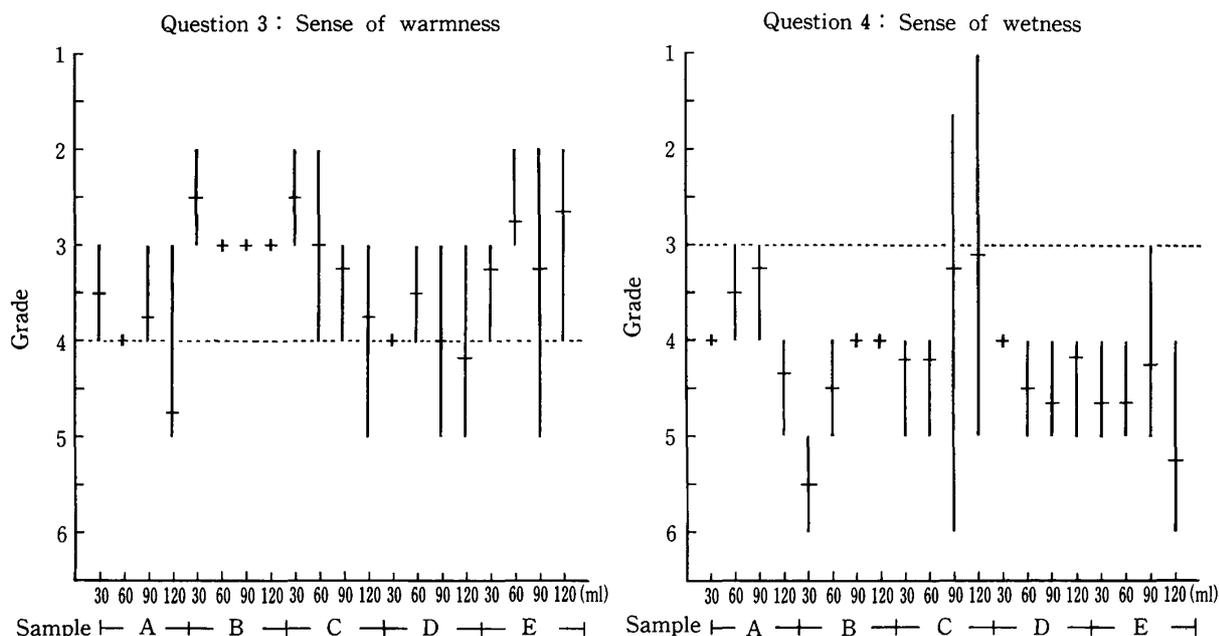


Fig. 11. Response for diapers with increase of urine (2)

<grade>Question 3: 1. very hot, 2. hot, 3. warm, 4. neutral, 5. slightly cool, 6. cold. Question 4: 1. dry, 2. slightly dry, 3. neutral, 4. slightly wet, 5. wet, 6. very wet.

120 ml で4時間装着の場合は評価点が4.5から5.0になり“悪い”を示している。すなわち、紙おむつの肌ざわりは皮膚層の厚い手部でも敏感に感ずるものと思われる。質問2の快適感、評価点にバラツキがあり、3.0の“やや不快”から4.0の“不快”が最も多く、4.7の“非常に不快”も出現している。以上から紙おむつの装着時にあっては不快感が非常に大きいことがわかった。

Fig. 11は尿量増加に伴う紙おむつの温冷感と湿潤感について示したものである。質問3の温冷感は、評価点が3.0から3.5までが最も多く、“温かい”と感じる感覚である。4.0の“どちらでもない”“丁度良い”は、D試料のみで、その他は3.5から4.2の評価であった。質問4の湿潤感は評価点が3.0の“どちらでもない”は全くなく、4.0の“やや湿っている”から5.0までの“湿っている”が最も多かった。したがって、尿量の相違にかかわらず何時でも湿気を感じていることになる。このことは、訴えることのできない乳幼児の股間部の皮膚に悪い影響を与えていることが確かで、Table 4の湿潤感とおむつ内湿度との関係に高い相関が得られていることから確認できる。紙おむつの装着感覚からは透湿性おむつと不透湿性おむつの相違は顕著でない。最近では各メーカーにより吸収力の大きいものや、液体ポケットギャザーの付いたもの、

漏れ防止ゾーンのあるもの、性別による構造の相違、通気性シートの使用など工夫されたものが市販されている。しかし、漏れないようにガードされたものほど不快感が増加するものと思われる。

以上の装着実験の結果から排尿量を最高120 mlまでとして、装着時間が4時間までの場合、紙おむつ内の温度と湿度の上昇現象が顕著であること。また、紙おむつ内の温度・湿度と着用感覚の相関に尿量が多い場合に、相関関係が得られたことや不快の訴えなどから、乳幼児の角質層の薄い皮膚に対しては尿量を多く含んだままの紙おむつの装着は望ましくなく、新生児では人工尿60 ml、すなわち2回分の排尿でおむつ交換をすべきと考えられる。また、尿量の多い乳幼児でも特に2回分の排尿での交換が限界といえよう。

4. 総括

乳幼児用紙おむつの尿量増加に伴うおむつ内局所環境とおむつ個体の変化を測定し、紙おむつ使用時の蒸れ現象の経時的変化を検討し、次のような結果が得られた。

(1) 蒸れ現象に関する性能としての通気性と透湿性は人工尿流入時は全くないといえる。標準時紙おむつの保温率は布おむつ類よりも13から17%も高くなっていることから蒸れ現象の要因としての影響を大にす

るものと考えられる。

(2) 装着実験において人工尿増加に伴う紙おむつ内温度の経時変化では人工尿流入直後に急激な温度上昇を示す。湿潤後の経時変化は、尿量が90 mlで装着時間が3時間経過の場合の試料間にのみ有意差がみられ、銘柄の差が大で選択の必要性がうかがえる。

(3) 尿量増加に伴う紙おむつ内湿度の経時変化では、人工尿流入直後に湿度の上昇を示し、流入1時間後までは急激に高くなり、その後の変化は、わずかであったが、銘柄の相違が顕著である。装着時間については、時間が長くなるほど湿度が大になることがわかり、交換回数を考慮すべきと思われる。

(4) 尿量の増加と装着時間の相違による女子学生の紙おむつに対する不快感の訴えは、人工尿を60から120 ml 流入時に“蒸れ”と“かゆみ”感などを訴え、装着時間が長くなると発赤し、“ふやけ”の現象を生じて異常感を訴え不安を示すようになった。

(5) 尿量の増加に伴うおむつ質量の経時変化は、紙おむつの方が布おむつ装着時よりも尿量が少ない場合(30 または 60 ml) で質量増加率が4.3から5.3倍となる。このことは紙おむつの場合、乳幼児の腰部にかかる負担は極めて大になるものと思われる。

(6) 尿量の増加に伴うおむつの厚さの経時変化は、紙おむつが布おむつよりも厚さの増加率が大きかった。長時間交換しない状態にいることは乳幼児の体に負担を多くするばかりで好ましくない。

(7) 紙おむつ内温度・湿度と着用感覚との関係は温冷感と温度との間に、尿量が多く、装着時間が長い場合に相関が有意であった。湿潤感と湿度との間には、人工尿の増加によって流入直後に負の相関が得られたが、長時間装着後は正の相関が得られ有意であった。尿量が多い場合は、装着時間が長いと湿潤感が大になり、不快感の要因となりうるといえよう。

(8) 布おむつ内温度・湿度と着用感覚との関係は温度と湿度、温冷感と温度、および温冷感と湿度との間に相関が有意であった。布おむつ内気候と着用感覚は、紙おむつ内気候と異なって紙おむつの人工尿よりも少ない人工尿(2回分尿量)で温冷感と湿度との関係に相関が有意であり、これは被験者に“冷たさ”を感じさせる原因である。

(9) 尿量増加に伴う紙おむつの肌ざわりと快適感は尿量の増加に伴って評価点が悪くなり、紙おむつ内面層の工夫が必要と思われた。快適感については評価点に“不快”が最も多く、“非常に不快”も出現してお

り紙おむつ装着時は不快感が非常に大きいことがわかった。

(10) 尿量増加に伴う紙おむつの湿潤感は“やや湿っている”または“湿っている”が最も多く、尿量の相違にかかわらず何時でも湿気を感じていることになる。装着感覚からは透湿性おむつと不透湿性おむつの相違は顕著でなく、不快感があることがわかる。1回の排尿量を30 mlとして120 mlまで流入した場合の紙おむつ内の温度と湿度の上昇現象と装着時間の長さの結果から、排尿量が60 ml(2回分)で装着時間が2時間で交換するのが望ましいと思われる。このことは、紙おむつ内温湿度と着用感覚の相関や不快感の訴えからもいえよう。

終わりに御助言ならびに原稿の御校閲を頂きました秋田大学医学部衛生学教室加美山茂利教授に対し、深く感謝申し上げます。また共同研究者の本学助手小松真弥、斎藤ゆかり先生に厚く御礼申し上げます。

第40回日本家政学会年次大会において一部を口頭発表し、その後継続研究したものである。

引用文献

- 1) Berg, R. W.: 「おむつと乳幼児のスキンケアに関する国際会議発表」, 日本 (1986); *Pediatr. Dermatol.*, 3, 95, 102, 107, メディカス インターコン株式会社, 東京 (1986)
- 2) 山本一哉: ざおむつ 15, メディカス インターコン株式会社, 東京 (1988)
- 3) 山本一哉: 育児の研究 (その1), 花王生活科学研究所, 東京 (1986)
- 4) 橋本武夫: ざおむつ 18, メディカス インターコン株式会社, 東京 (1989)
- 5) 甲斐恭子, 才田真喜代, 平松園江: 家政誌, 38, 13~20 (1987)
- 6) 平松園江, 甲斐恭子, 才田真喜代: 家政誌, 39, 67~70 (1988)
- 7) 豊間和子, 小松真弥: 織消誌, 30, 47~48 (1989)
- 8) 日本繊維機械学会基礎繊維工学編集委員会: 基礎繊維工学(III), 日本繊維機械学会, 大阪, 85 (1970)
- 9) 宇留野勝正: 新版育児書, 朝倉書店, 東京, 49 (1989)
- 10) 谷口祐司: 紙おむつ, 青山書房, 東京, 78 (1987)
- 11) 花王生活科学研究所, おむつと育児, 東京 (1984)
- 12) 特許公昭: 昭和 58-149303 (1983)
- 13) Berg, R. W.: ざおむつ 13, メディカス インターコン株式会社, 東京 (1987)
- 14) Dallas, M. J. and Wilson, P. A.: Proclamation 1987: International Dissolving Pulps Conference, 25~27 (1989)