

被服実験教具 通気性簡便測定装置 シリンジ法の開発

田上和子*・佐藤麻子**・山本紀久子***

(2012年9月15日受理)

Measuring Air Permeability Using a Syringe as Part of Homemaking Education

Kazuko TAGAMI, Asako SATO and Kikuko YAMAMOTO

キーワード: 教具開発, 通気性, 注射筒, 簡便法, 安全な操作

快適な着方に、通気性は重要な衣服地の性能である。家庭科授業に導入可能な通気性を数量的に把握できる実験教具の開発を目的に、プラスチック製注射筒を用いた実験装置を製作した。注射筒(syringe)を用いるため、この教具をシリンジ法と名付けた。注射筒の筒先を実験試料で覆い、空気を押し出すと、注射筒の前方に設置した的が移動する。通気性の大小を的の移動距離の測定から数量化できる方法である。この教具は、身近な材料・用具で、安価で簡単に製作でき、測定操作が容易で、測定状態を可視化でき、安全に繰り返し実験ができる。また、教具が軽量で容積が小さく、楽に持ち運びができ収納に手間がかからず、保管場所をあまりとらない。シリンジ法により測定した数値を、フラジール形法との精度比較の結果、全試料の測定値の順位が一致したところから、家庭科授業において活用できる教具であると判断した。

はじめに

衣服地の通気性は空気が布地を通過する性質である。人体はたえず皮膚から水分を放散し、高温環境や運動時においては発汗する。水蒸気の量が60%RH以上となれば、着心地では不快と蒸し暑さを感じ、また、衛生上よくないとされている。これらの水分を外界に放散させるために、肌着、休養着、運動着の布地は適度な通気性が必要である。

通気性の精密な測定法には、JISで定めているフラジール形法¹⁾やKES機器法²⁾などがある。しかし、フラジール形試験機³⁾やKES法通気度試験機⁴⁾は、高価で操作も困難であることから学校教育において使用することは困難である。そのため、布地の通気性を測定するための簡便法が中橋^{5),6)}・日下部^{7),8)}により報告されている。筆者らはこれらの簡便法を改良し、「ペーパー法による通気性簡便測定装置」⁹⁾の開発を試み、学習効果が高まることを明らかにした。しかし、ペーパー法は、ヘアドライヤーを用いるため、その調達とともに教室内の電源の確保が必要であり、学習者の誤作動

*聖徳大学児童学部(非) **東京学芸大学附属小金井中学校 ***茨城大学教育学部

による火傷(熱風)が考えられる。

小学校家庭科教科書^{10),11)}では、通気性の実験教材の紹介として、トイレットペーパー芯など既製の筒先に布を被せ、筒口から紙に息をふきかけ、目の粗さを変えた布による紙の動きを見る方法が記載されている。この方法は、衛生上の配慮から、班の数分あるいは、学級人数分のトイレットペーパー芯などの準備が必要であること、芯が使い捨てになることなどの短所がみられた。一方、中学校技術・家庭教科書(家庭分野)^{12),13),14)}及び高等学校家庭科教科書^{15),16)}では、通気性の実験教材に関する記載は皆無で、通気性の記述表現に留まっているにすぎない。

そこで、身近な材料を使用して製作でき、測定操作が容易で、通気性を数量化・可視化できる通気性簡便測定装置の開発を試みた。注射筒(プラスチック製)の筒先を実験試料で覆い、空気を押し出すと、注射筒の前方に設置した的が移動する。的の移動距離から通気性の比較を試みた方法である。なお、注射筒(syringe)を用いることから、注射筒を用いた通気性簡便測定装置を「シリンジ法」と名付けた(以下、シリンジ法と略す)。

シリンジ法の概要

1 シリンジ法による通気性簡便測定装置開発の方針

シリンジ法による通気性簡便装置の製作にあたっては、以下の事項を考慮した。

- (1) 実験装置の製作・組み立てについて、① 身近にある材料・用具で製作でき、安価であること。
② 設置・組み立てが、安全に簡便にできること。
- (2) 実験装置の操作性として、① 多様な試料に対応できること。② 使用しやすく、測定が簡便にでき、可視化できること。③ 繰り返し使用できること。④ 電気設備を必要としないこと。
- (3) 実験装置として、精度が高いこと。
- (4) 実験装置の運搬・保管として、① 収納・保管に場所をあまりとらないこと。② 楽に持ち運びができること。

2 実験試料

表1 実験試料の諸元

試料	組成 (%)	組織	厚さ (mm)	糸密度 (本/cm 又は段・目/cm)		フラジール形法 通気量 (cm ³ /cm ² /sec)
				たて	よこ	
鹿の子編	綿 100	鹿の子編	0.75	10	9	134.2
ジャージ	綿 100	横メリヤス	0.62	16	14	91.4
ギンガム	綿 100	平織	0.23	29	29	52.5
ポーラー	毛 100	平織	0.32	24	22	31.4
ブロード	綿 100	平織	0.24	54	27	18.1
サージ	毛 100	綾織	0.43	30	32	8.7

表1に、実験試料の諸元を示す。実験試料は、児童・生徒が日常、活動着、肌着などに着用して

いる衣服地を用いた。例えば、鹿の子編はポロシャツに、ジャージはTシャツや肌着に、ギンガムはブラウスやワンピースに、ポニーは夏用学生服のスカートやズボンに、ブロードはワイシャツやブラウスに、サージは冬用学生服のブレザーやスカート、ズボンに用いられている。

実験試料の通気量は、JISで規定されているフラジール形法の通気度試験機（島津製作所製）により、各試料を5回測定し、平均したものである。試料は10cm×10cmに裁断し、シリンジ法に用いる。

3 シリンジ法の材料・器具

表2 シリンジ法の材料・用具

材料・用具	備考
注射筒 30ml	SS-30ESZ 胴内径 21 mm、先端径 2mm、長さ 117mm、重量 23 g、@ ¥170
測定値読み取り用紙	工作用紙 1 枚、坪量 350g/m ² 、450mm×319mm、10mm 方眼、@¥30
的	工作用紙 20mm×80mm
輪ゴム	ゴムバンド 太さ 1mm、長さ 60mm
その他	定規、粘着テープ(幅 15mm)カッター、はさみ、筆記用具

表2に、シリンジ法の材料・用具を示す。備考欄には、このシリンジ法で実際に使用したものを記した。材料・器具は、身近な日用品の活用及び学校用教材冊子から、購入可能である。

(1) 注射筒

注射筒は、注射筒 10 本が 26cm×15 cm×4cm の箱に収まる程の容積で、学校用教材冊子 2011 年度版（ケニス理科機器 No. 840、ナリカサイボックス理科消耗品カタログ Vol. 24）から購入可能なプラスチック製注射筒である。2社の冊子には注射器の項目に注射筒が示されている。なお、他に 20 ml、50ml を購入したが、予備実験結果と考慮事項から、30ml を採用した。

(2) 測定値読み取り用紙

測定値読み取り用紙は、測定値の読み取りを目的とし、工作用紙を 2 枚使用する。工作用紙の両端を突き合わせ、900mm×319mm になるように裏面を粘着テープで固定する。

(3) 的の製作

図1に、的の製作図を示す。

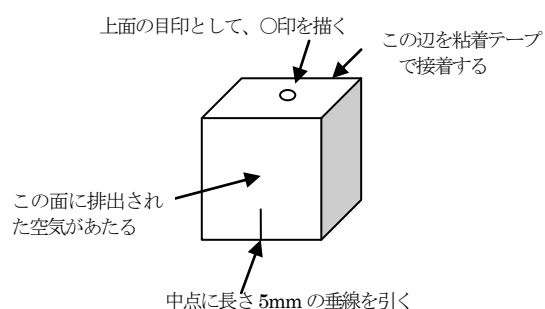


図1 的の製作図

的の製作は、測定値読み取り用紙に用いた同様の工作用紙を 20mm×80mm に裁断し、20 mm角の 4 面立方体の両端を粘着テープで固定する。粘着テープで固定した面が上面になるように、測定値読み取り用紙上に設置し、垂直面の下端の midpoint に長さ 5 mm の垂線を引く。また、上面の目印として○印を描く。

4 シリンジ法による実験装置

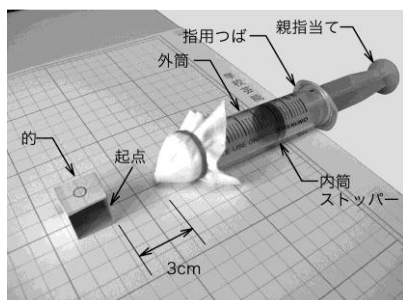


図2 シリンジ法による実験装置

図2に、シリンジ法による実験装置を示す。シリンジ法による実験装置は、注射筒、測定値読み取り用紙、的、輪ゴムで構成されている。筒先に試料を取り付けた注射筒の前方に的を設置する。注射筒から排出された空気は、注射筒の筒先に取り付けた試料を通過して的に当たり、的が移動し、その移動距離から試料を通過した風量を判断する。つまり、的の移動距離を測定することにより、衣服地の通気性が数量化でき、通気性の大小を理解し、判断することができる。

5 実験方法

- (1) 測定値読み取り用紙の端を机の端にあわせて、粘着テープでとめる。
- (2) 注射筒の指用つばを机端に垂直にあて置き、外筒に沿って線を2本ひき、注射筒を置く位置とする。筒先から3cmの位置に・印を付け、的を置く起点位置とする。
- (3) 的の○印面を上、垂線の下端の midpoint を、測定値読み取り用紙の起点にあわせて、的を置く。
- (4) 筒先を平らに覆うように、試料を輪ゴムでしっかり取り付ける。外筒の周囲にギャザーができる場合は、細かく均等にして、形状をできるだけ損なわないように配慮する。
- (5) 内筒ストッパーを容量表示(30mlでは30)の目盛りに合わせる。
- (6) 内筒を押し込む力が、常に同一になるように、安定した姿勢で、指用つばを机端にあて、親指と人差し指で指用つばを押さえ、親指あてに、他方の掌をあてたまま内筒を、一気に押し込む。移動後の的の midpoint を読み取り用紙に印を付け、起点からの移動距離を定規で読み取る。
- (7) シリンジ法の実験装置の精度を確かめるために、1種類の試料について、20回測定する。

6 シリンジ法による実験結果と考察

表1に、記した6種類の試料の通気性を、注射筒30mlを用いて、5に記した実験方法で測定した結果、実験机上に設置した測定値読み取り用紙の工作用紙は、厚さがあるために、測定中にたわまず、破れず使用できた。また、10mm方眼に印刷された罫線を、注射筒や的の設置に利用できた。

(1) シリンジ法による測定値

図3に、シリンジ法による測定値を示す。

20回測定した移動距離は、鹿の子編は、平均43.3cm(最小値38.7cm、最大値47.7cm、標準偏差2.68)、ジャージは、平均25.5cm(最小値20.1cm、最大値29.0cm、標準偏差

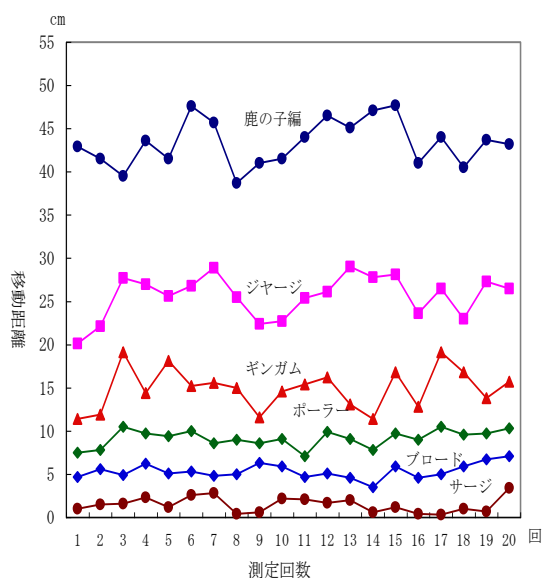


図3 シリンジ法による測定値

2.68)、ギンガムは、平均14.9cm(最小値11.4cm、最大値19.1cm、標準偏差2.42)、ポーラーは、平均9.1cm(最小値7.5cm、最大値10.5cm、標準偏差1.03)、ブロードは、平均5.4cm(最小値3.5cm、最大値7.1cm、標準偏差1.03)、サージは、平均1.7cm(最小値0.3cm、最大値3.4cm、標準偏差0.90)であった。

(2) シリンジ法とフラジール形法の通気性

シリンジ法により測定した数値を、フラジール形法との精度比較を試みた。

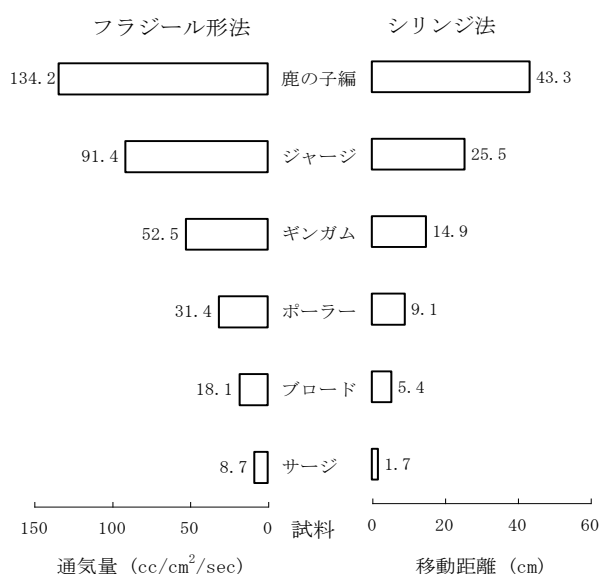


図4 シリンジ法とフラジール形法の通気性の比較

図4に、シリンジ法とフラジール形法の通気性の比較を示す。シリンジ法は、各試料を20回測定した移動距離の平均である。フラジール形法は、JISで規定されている通気度試験機(島津製作所製)で、各試料を5回測定した通気量の平均である。

シリンジ法による通気性の順序は、大きい順に、鹿の子編、ジャージ、ギンガム、ポーラー、ブロード、サージであった。シリンジ法の測定順位は、フラジール形法と一致した。

(3) シリンジ法の移動距離とフラジール形法の通気量の関係

図5に、シリンジ法による移動距離とフラジール形法による通気量の関係を示す。図5は、フラジール形法による通気量を基準とし、x軸にフラジール形法による通気量を示し、y軸に、シリンジ法による20回測定した移動距離の平均をとり、一次回帰式で示すと $y=0.319x-1.25$ となる。なお、決定係数が0.996と高い信頼性を得ることができた。

以上の結果から、シリンジ法では、移動距離の大きい試料は、通気性がよく、移動距離の小さい試料は、通気性が悪いことが判断できた。シリンジ法の全試料の通気性の順序は、フラジール形法と一致しており、簡便法としては精度の高い成果を得ることができた。回数を5回にしぼることなどにより一単位時間内で実

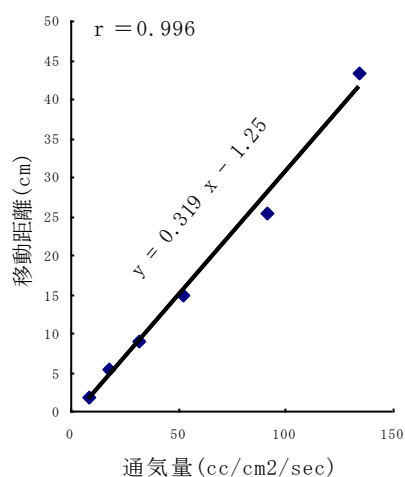


図5 シリンジ法による移動距離とフラジール形法による通気量の関係

験・結果の整理が可能であると推察される。このため、家庭科授業における通気性の実験教具として活用できる教具であると判断した。

まとめ

家庭科授業に導入可能な、被服実験教具として通気性簡便測定装置の開発を目的に、プラスチック製注射筒(30ml)を用いた実験装置を製作し、シリンジ法の開発を試みた結果、以下のような知見を得た。

- 1) シリンジ法による実験装置の製作では、身近にある安価な材料・用具で、容易に、安全に製作でき簡便に、実験装置の組み立て・設置ができる。
- 2) 実験装置の操作性では、多様な試料に対応でき、試料の通気性の大小を、短時間に可視化できる。実験装置は電気設備を必要とせず、測定が安全・簡便にでき、操作しやすく、繰り返し使用できる。また、試料を学校の実態に即して選定し、測定回数を5回にしぼることなどにより一単位時間内で、実験・結果の整理が可能であると推察される。
- 3) 実験装置は、容積が小さく、軽量であるために、持ち運びが楽にでき、収納・保管に手間がかからず、あまり保管場所をとらない。
- 4) シリンジ法とフラジール形法の通気性の測定の結果、シリンジ法の全試料の通気性の順序は、フラジール形法と一致した。シリンジ法は通気性簡便測定装置としては、精度が高く信頼性があることが認められる。

以上のことから、シリンジ法は、通気性簡便測定装置として精度の高い成果を得られ、総合的に見地から家庭科授業における実験教具の一つとして採用され、活用できる教具であると判断した。

今後、さらに、授業実践を通してワークシートの開発などを行っていきたい。

注

- 1) 日本規格協会「JIS L1096 一般織物試験方法」『JIS ハンドブック 31 繊維』(日本規格協会,2007), pp.1749-1750.
- 2) 川端季雄「通気性測定装置の開発とその応用」『日本繊維学会誌』第40巻第6号(1987), pp.41-49.
- 3) フラジール形試験機は一定面積の試料について、一定時間に、一定の圧力下で、試料を通過する通気量($\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{sec}$)を求めるものである。試料を通過する通気量が多くなると測定値が大きくなり、通気度が大きくなる。ちなみに、フラジール形による通気度試験機の単価は¥820,000からである。
- 4) KES法通気度試験機は一定通気量の空気を試料に送り、試料の通気抵抗および、通気度が定義される。抵抗が大きい場合は通気度が小さく、逆に抵抗が小さい場合は通気度が大きくなる。ちなみに、KES法による通気度試験機の単価は¥1500,000である。
- 5) 中橋美智子・浜村月子「小中学校家庭科被服領域における通気性測定の簡便法」『日本家庭科教育』

学会誌』第27巻3号(1964),pp.50-56.

- 6) 中橋美智子・村山雅巳・Lu Di「家庭科教育における衣服地の通気性簡便測定法」『日本衣服学会誌』第39巻1号,(1995),pp.51-56.
- 7) 日下部信幸『家庭科の実験・観察・実習指導集』(開隆堂,1999),pp.28-29.
- 8) 日下部信幸『楽しく出来る被服教材・教具の活用研究』(家政教育社, 2000),pp.151-159.
- 9) 田上和子・坂口志津子・須釜弘子・金子純子・山本紀久子・中橋美智子「高等学校家庭科の衣生活領域着方指導に関する研究」『日本家庭科教育学会誌』第42巻 第4号(2000),pp.31-37.
- 10) 櫻井純子ほか『小学校わたしたちの家庭科5・6』(平成22年文部科学省検定済)(開隆堂, 2012),p.80.
- 11) 渡邊彩子ほか『新しい家庭5・6』(平成22年文部科学省検定済)(東京書籍,2012),p.78.
- 12) 鶴田敦子ほか『技術・家庭 家庭分野』(平成23年文部科学省検定済)(開隆堂,2012).
- 13) 佐藤文子ほか『新しい技術・家庭 家庭分野』(平成23年文部科学省検定済)(東京書籍,2012).
- 14) 見稔幸ほか『技術・家庭 家庭分野』(平成23年文部科学省検定済)(教育図書,2012).
- 15) 小澤紀美子ほか『家庭総合』(平成24年文部科学省検定済)(教育図書,2012).
- 16) 佐藤文子ほか『家庭基礎』(平成24年文部科学省検定済)(大修館書籍書店,2012).