

衣服のシルエットに関連するドレープの形成機構について

著者	水谷 千代美, 杉田 明子
著者所属(日)	平安女学院大学生生活環境学部
雑誌名	平安女学院大学研究年報
巻	3
ページ	91-98
発行年	2003-03-10
URL	http://id.nii.ac.jp/1475/00001193/

衣服のシルエットに関連するドレープの形成機構について

水谷千代美・杉田 明子

1. 緒 言

感性の時代と言われる今日において、布のドレープ性は衣服のシルエットや美しさに深く関連する重要な因子のひとつである。今日では多様化する生活者のニーズに応えるべく、さまざまな種類の布帛が市場に現れて、それらはそれぞれ異なったドレープ形態を示す。布帛のドレープ性はドレープ係数で表現したり、ドレープの形態を特徴づけるものとしてノード数やノードの形態などで評価されてきた。しかしながら、それらは垂下させた布に力を加えれば、ある範囲内で変化するという不安定さがあり、布帛のドレープ性は主としてドレープ係数で評価されている。ドレープ係数については物理的因子を検討した報告¹⁾やドレープ係数に形状因子をパラメータとして加えた報告²⁾がある。また、ドレープの形態に関する研究³⁻⁶⁾やドレープ係数と布の力学的特性値との関係について多くの研究⁷⁻⁹⁾が行われており、最近では、ドレープ形状のシミュレーションに関する報告もされている¹⁰⁻¹²⁾。しかし、現在においてもノード数や形態が安定状態で持続する現象すら解明されず、ドレープの発生についてまだ不明瞭な点が多い。これらの問題を解決するためにはドレープの形成機構を解明する必要がある。また、ノード数やその形態が衣服のシルエットの美しさに大きく関係するならば、ノードが発生するメカニズムを解決することも非常に重要であると考えられる。

本研究では、ドレープが発生するメカニズムを解明すべく、新規なドレープ性評価装置（以下、ドレープエレベータと称する）を試作した。その装置をこれまで日本工業規格(JISL1096法)（以下 JIS法と称する）でもちいられてきた装置と比較して、ドレープ性やその形態、ドレープ性と力学的特性値との関係について検討した。

2. 実験方法

2-1 試 料

綿、麻、羊毛、絹、ポリエステルと羊毛混紡（混紡率70/30）の布帛を試料として用いた。試料布の物性と表1に示した。

Table 1. Construction of sample fabrics

Sample	Thickness (mm)	Mass per unit area (g/m ²)	Yarn density (number/cm) (warp/weft)	Yarn count (Tex) (warp/weft)	Weave type
cotton	0.215	119.7	59/29	14/14	Plain
linen	0.210	127.4	33/27	20/20	Plain
wool 1	0.275	153.7	24/22	32/32	Plain
wool 2	0.320	159.7	32/25	25/25	Plain
silk	0.148	82.8	48/38	9.5/9.5	Plain
PET/wool	0.503	222.0	36/21	35/35	Twill

2.2 ドレープ性の評価

布帛のドレープ性評価のために、試作したドレープエレベータを用いる方法と JIS 法を採用した。

(1) ドレープエレベータ法

ドレープエレベータの構造を図 1 に示す。ドレープエレベータは、円形の試料台（直径 12.7cm）と

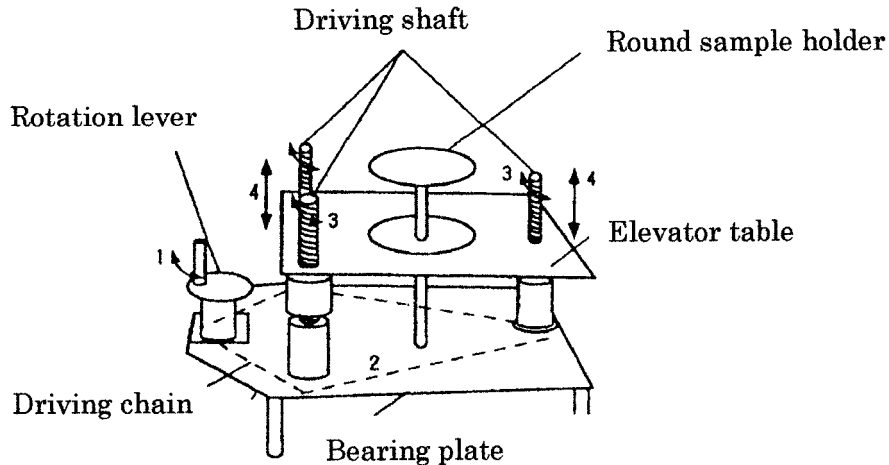


Figure1. The construction of drape elevator.

その周辺に上下可動なエレベータ式のテーブルを付けた装置である。回転レバーを回すとエレベータ板が 1.0cm/rev で移動する。はじめに、円形の試料台とエレベータ板を同じ高さにして試料を設置し、次にエレベータ板を除々に下げていくことによってドレープが形成される。その過程を上部に設置したデジタルカメラで撮影し、布帛のドレープ特性はドレープ係数やノード数で評価した。ドレープ係数は、次式によって算出した。

$$\text{Drape coefficient} = \frac{Ad - S_1}{S_2 - S_1} \times 100$$

ここで、 Ad は投影面積 (cm^2)、 S_1 と S_2 は試料台の面積 (cm^2) と試料の面積 (cm^2) を示す。

(2) JIS (L1096・1972) 法

大栄科学製ドレープテスター YD・100を用いた。試料は、試料台（直径 12.7cm）に固定した状態で回転（120rpm、10秒間）させた後、垂下した試料布の投影図形は光電追跡法により自動記録した。

ドレープ係数および形状に関するパラメータは描かれた投影図形をもとにして算出した。

2.3 布帛の力学特性評価

KES・FB シリーズ FB 1 ~ 2 の装置を用い、曲げ、せん断特性を評価した。

3. 結果と考察

3.1 ドレープが発生するまでのドレープ形状の変化

ドレープエレベータのメカニズムは、円形の試料台に試料布を設置した後、回転レバーを回転させてエレベータ板を除々にさげていくことによって、試料布は平面状態から徐々に形態が変化してドレープを形成していく（図 1）。図 2 は、綿布を例として試料布の形態変化を示した。図中の数字は、降下距離をあらわしている。降下距離 1 cm では変化が認められないが、2 cm 下げるとノードが現われ、

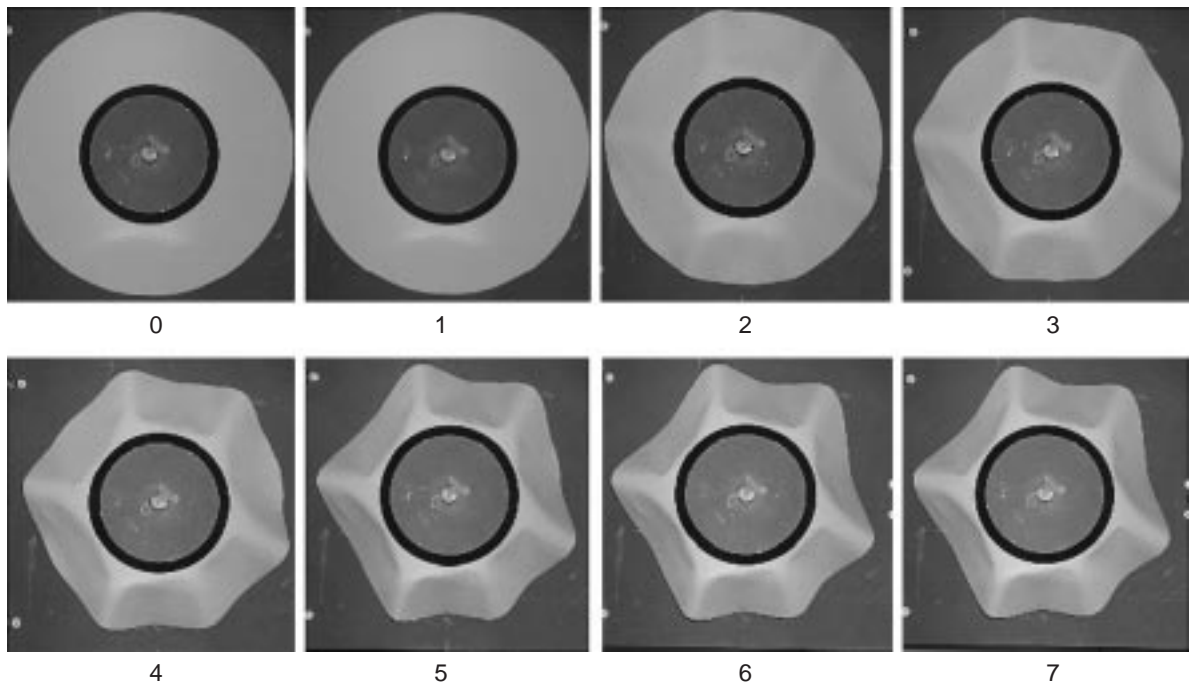


Figure2 . The change of drape shape of cotton fabrics estimated by the drape elevator. (The number shows distance of descent (cm).)

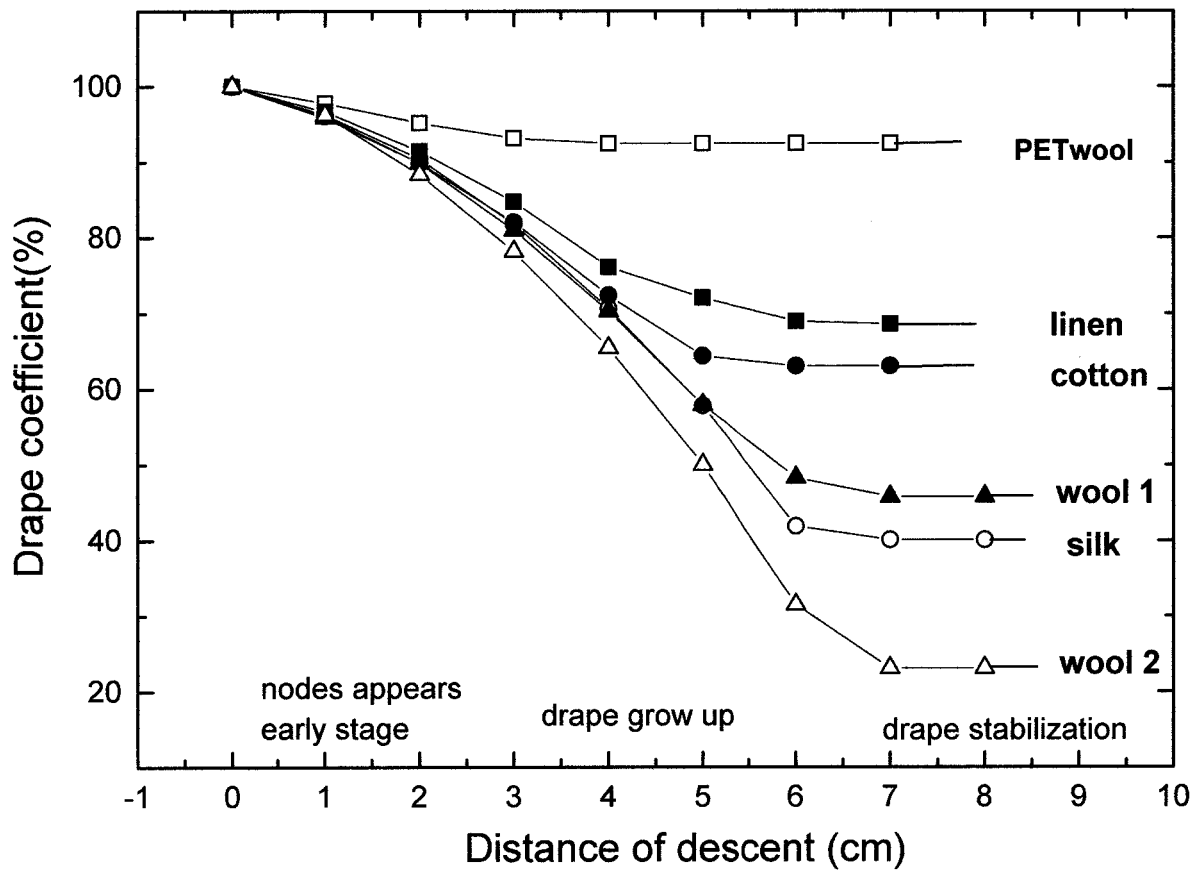


Figure3 . The change of drape coefficient of fabrics at various stage.

3 cm ~ 4 cm下げるとノードが明確になり、ドレープの成長していく様子がうかがえる。さらに6 ~ 7 cm下げると、ドレープが完成する。

そのほかの試料について、ドレープ性をドレープ係数で比較した結果を図3に示した。ポリエステルと羊毛の混紡布 (PETwool) は初期の段階 (降下距離 2 cm) でドレープ係数は一定値を示し、それ以上降下しても変化が認められなかった。これは、試料が硬いことが影響していると考えられる。他方、綿布、麻布は降下距離 3 cm ~ 5 cmでドレープ係数が大きく変化してドレープが成長していき、さらに下げて降下距離 6 ~ 7 cmで一定のドレープ係数を示した。絹布、羊毛 1、2 布は、降下距離 3 cm ~ 6 cmでドレープ係数が大きく変化して降下距離 7 cm以上で安定したドレープ係数が得られた。これら試料のドレープ係数の変化は、試料の重量、試料布の力学的特性が関係していることと考えられる。

いずれの試料ともドレープの形成過程は、ノードが現れる初期の段階とさらに成長する過程とドレープが安定する、三つの段階であることが明らかとなり、ドレープエレベータによってドレープの形成過程を調べることが可能であることが判明した。

3.2 布帛の力学特性がドレープ係数に与える効果

これまでドレープ性と布帛の物性値について多々の報告がある¹³⁾。本実験で用いた試料布について力学的物性値を KES 法で測定し、ドレープ係数との関係を検討した。ドレープ係数は試料重量と力学的特性値のうち曲げ特性とせん断特性が深く関係していることが指摘されている⁷⁾。本実験に用いた試料の曲げ特性値である B (Bending rigidity: 曲げ剛性)、2HB (hysteresis: 曲げヒステリシス) とせん断特性値である G (Shear stiffness: せん断剛性) と 2HG (hysteresis: せん断ヒステリシスの幅) および試料重量 (W) とドレープ係数との関連を調べた。得られたそれぞれの特性値を試料重量で割った値とドレープエレベータで得られたドレープ係数との相関係数を表2に示した。表中には参考のために、JIS 法で得られたドレープ係数との相関係数も参考のために記載されている。表から明らかのように本実験で用いた試料については、ドレープ係数と B/W が最も高い相関係数を示し、続いて 2HB/W との相関が高く、G/W および 2HG/W の相関性は比較的低いことがわかった。この結果は、ドレープ係数のみならず、ドレープ形状、ノードの発生についても曲げ特性値 B と 2HB が関係していることを示唆している。

Table 2 . Correlation coefficient between drape coefficients and mechanical parameters

Mechanical parameter	Correlation coefficient	
	Drape elevator	JIS method
B/W	0.850	0.833
2HB/W	0.777	0.745
G/W	0.341	0.439
2HG/W	0.274	0.290

3.3 ノードの発生機構

次にノードの発生について、たて方向、よこ方向およびそれぞれの角度の曲げ特性 B と 2HB を測定した。ドレープエレベータでドレープ形状を観察し、ノードが発生する箇所とそれらの特性値との関連について調べた。本実験で用いた試料についてノードが発生する初期の段階での形状を図4に示した。布地の方向は、水平方向をよこ方向、垂直方向をたて方向とした。図から明らかのように、ノードが発生するのは、どの試料とも布帛のバイアス方向にあった。布地のよこ方向を 0°、たて方向を 90°、バイアス方向を 45°、135°としてそれぞれにおける曲げ特性 B と 2HB の測定結果を表3に示

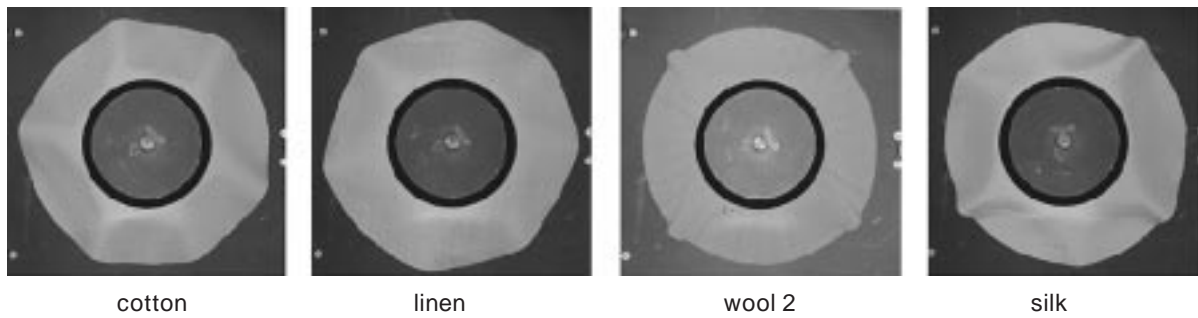


Figure4 . The change of drape shape of cotton fabrics estimated by the drape elevator. (The number shows distance of descent (cm).)

Table 3 . The bending properties of samples at various angles

Sample	B (g/cm ² /cm)				2HB (g/cm/cm)			
	Angle (degree)							
	0	45	90	135	0	45	90	135
cotton	0.0663	0.0537	0.0751	0.0479	0.0406	0.03787	0.0408	0.0394
linen	0.2122	0.1441	0.2449	0.159	0.1061	0.0712	0.1101	0.0745
silk	0.0341	0.0228	0.0241	0.0257	0.0235	0.0215	0.0152	0.0185
Wool 1	0.0754	0.0665	0.087	0.0638	0.0248	0.0279	0.0262	0.0259
PETwool	0.1973	0.2567	0.5761	0.2777	0.3049	0.4834	0.7958	0.4732

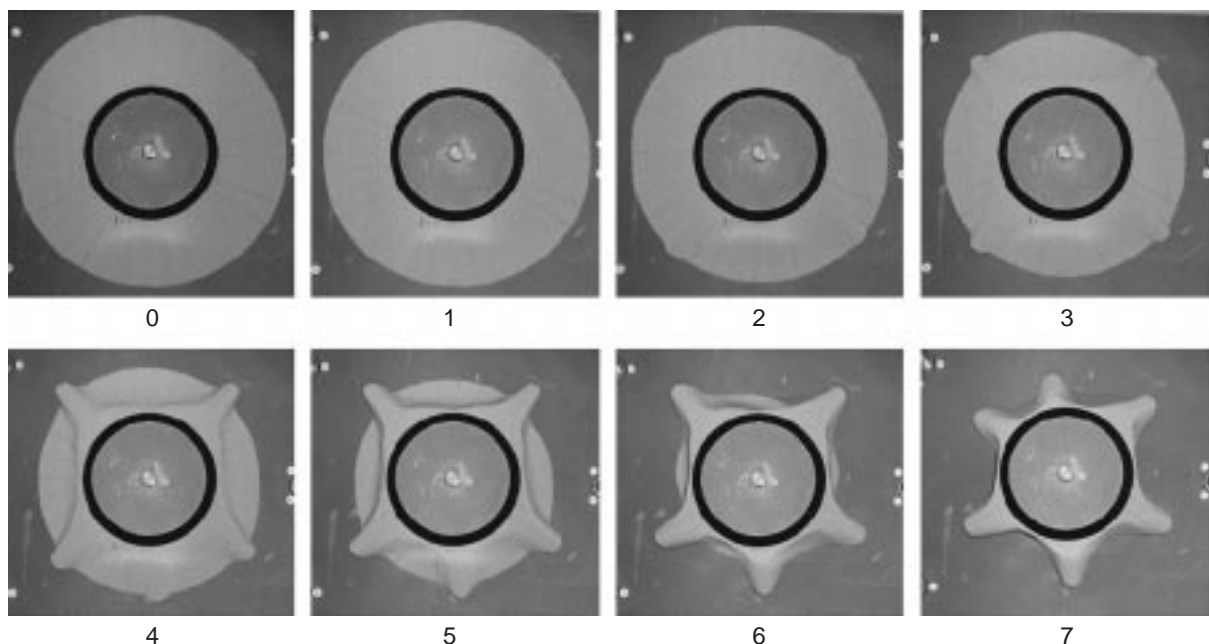


Figure5 . Time dependence of drape shape of the wool 2 fabrics. (The number shows distance of descent (cm).)

した。いずれの試料においても布帛のバイアス方向の B と 2HB は、たて、よこ方向の値よりも低い値を示した。この結果は、曲げやすく、曲げの回復力が低いバイアス方向にノードが発生するといえる。

ノードが発生する初期の段階を過ぎて、成長段階でドレープの形態、ノード数が決定する。ここで、羊毛2の経時変化を図5に示す。エレベータ板から試料が放れる（降下距離6～8cm程度）段階で、ノード数が増えてドレープ形状が決定することがわかる。このような傾向は、絹についても同じような結果が得られた。一方、綿布の経時変化を示した図2と比較してみると綿布は、初期段階でノード数が決定すると成長過程の間も変化が認められない。上記のように、二つタイプに分けられ、これは、試料重量、曲げ硬さが影響しているものと考えられる。また、エレベータ板と試料との摩擦抵抗も影響されるものと考えられる。

3-4 JIS法とドレープエレベータ法による測定精度の比較

ドレープ性の評価は、FRL (Fabric Research Liberating) 法とMIT (Massachusetts Institute of Technology) 法が使われている。FRL法は日本工業規格 (JISL1096法) 採用されて広く知られている。一方、MIT法は篠原らによって評価方法について検討されている¹⁴⁾が研究例は少ないために本実験ではFRL法 (以下JIS法と称する) でドレープ性を評価する基本的な方法とした。この方法は試料を試料台の上に置いて回転させた後、垂下形状を測定する方法である。我々は、新規に開発されたドレープエレベータとJIS法を比較して、その測定精度について検討した。ドレープエレベータとJIS法で得られたそれぞれのドレープ係数と標準偏差を表4に示した。ドレープエレベータで得られたドレープ係数は、JIS法と比べて、比較的高い値を示した。測定のはらつきを標準偏差で比較して見ると、

Table 4 . Experimental results of the drape coefficient by JIS method and drape elevator method.

Sample	Drape coefficient (%)			
	Drape elevator		JIS method	
	Average	Standard deviation	Average	Standard deviation
cotton	64.0	2.4	63.0	3.4
linen	69.6	1.3	62.7	3.5
wool 1	45.4	1.3	45.1	5.5
wool 2	23.8	0.2	19.5	0.5
silk	38.0	0.7	34.8	1.3
PET wool	91.3	0.8	86.4	3.3

Table 5 . Comparison of the drape coefficient with cycle measurement evaluated by the drape elevator and the JIS method

Number of measurement	cotton		silk		wool 2	
	Drape elevator	JIS	Drape elevator	JIS	Drape elevator	JIS
1	65.2	60.2	37.4	33.5	24.1	18.7
2	66.0	66.0	38.6	36.3	23.7	20.0
3	61.1	61.3	37.0	36.2	23.8	19.9
4	65.9	67.6	38.3	33.9	23.5	19.5
5	61.3	61.0	38.7	34.3	23.8	19.5
Average	63.9	63.2	38.0	34.8	23.8	19.5
Standard deviation	2.5	3.3	0.7	1.3	0.2	0.5

ドレープエレベータ法で得た結果の方が JIS 法より標準偏差が小さく、ばらつきが小さく、測定精度が高いといえる。羊毛 2 や絹のような軽量の試料では、標準偏差値が小さくばらつきが小さいことから、試料によって振動や試料に対する外力の大きさが定まらなると考えられ、回転操作が測定のばらつきを助長している可能性がある。これらがドレープの形状、ノード数の不確定さにも影響を与えていると考えられる。

さらに、3種の試料の各一枚について5回測定し、試料間のばらつきを除いた測定のみ誤差について調べた。その結果を表5に示した。いずれの試料においても、JIS法よりドレープエレベータ法の方がばらつきが小さく、測定精度は優れていることが分かった。

4. 結 語

新規に試作されたドレープエレベータを用いてドレープの発生機構について調べたところ、以下のような成果が得られた。

- 1) ドレープエレベータの測定精度を調べるために、同一試料での測定誤差の評価と同種類試料間での個体誤差を評価したところ、いずれの評価においても JIS 法と比較して標準偏差が小さく、ばらつきが小さく、測定精度は優れていることが分かった。JIS 法では、試料を回転させるという動作が加わるために試料によって振動の強弱、外力の大きさが定まらないことが測定精度に影響していると考えられる。
- 2) ドレープ係数は、B/W と最も高い相関係数を示し、続いて 2 HB/W と高い相関関係を示した。しかし、G/W および 2HG/W の相関性は比較的低いことから、ドレープ係数は、試料の重量と布帛の力学的特性値のうち、曲げ特性値が深く関係することが明らかとなった。
- 3) ドレープの形成過程は、ノードが現れる初期の段階とさらに成長する過程とドレープが完成して安定する過程の三段階に分かれることが明らかとなり、ドレープエレベータによってドレープの形成過程を調べることが可能であることが判明した。
- 4) ノードが発生する箇所は、曲げやすく、曲げの回復力が低い布帛のバイアス方向に発生することが分かった。

追記

最後に本研究を行うにあたり、試料を提供していただきました 日本毛織(株)に心から謝意を申し上げます。本研究は、本学2001年度特別研究費の支援を受けたことを付記しておきます。

参考文献

- 1) 須田紀子、大平通泰、布のドレープ性について -- Hamburger のドレープ係数の物理的意味について --、織消誌、13(11)、475-482 (1972)。
- 2) 天野敏彦、高田和美、川西定子、布のドレープ性の評価、織消誌、35(10)、570-576 (1994)。
- 3) 須田紀子、小林茂雄、大平通泰、布のドレープ性について -- 平面ドレープ係数と側面ドレープ係数との関係について --、織消誌、11(6)、312-317 (1970)。
- 4) 須田紀子、大平通泰、布のドレープ性について -- モデルによるドレープ形成機構の解析について(1) --、織消誌、15(5)、164-169 (1974)。
- 5) 須田紀子、大平通泰、布のドレープ性について -- モデルによるドレープ形成機構の解析について(2) --、織消誌、18(2)、68-73 (1977)。
- 6) 楊敏壯、松平光男、布のドレープ係数の測定と垂下した布形状の表現 -- (第2報) 異方性試料についての表現 --、織機誌、51(4)、57-63 (1998)。

- 7) 丹羽雅子、瀬戸房子、布の力学的性質とドレープ性との関係、織機誌、**39**(11)、T161・T168 (1986)。
- 8) 山田民子、中里喜子、赤見 仁、除 延権、布の曲げ剛さとドレープ性、織機誌、**39**(7)、495-501 (1995)。
- 9) 張 如全、松平光男、布の曲げ振動特性(第4報)灰色関連分析による布の曲げ振動特性値とドレープ係数との関連、織機誌分析による布の曲げ振動特性値とドレープ係数との関連、織機誌、**51**(5)、T87・T91 (1998)。
- 10) J. Ascough, H. E. Bez and A. M. Bricis, A Simple Beam Element, Large Displacement Model for the Finite Element Simulation of Cloth Drape, J. Textile Inst **87**(1), 152-165 (1996)。
- 11) L. Gan, N. G. Ly and G. P. Steven, A Study of Fabrics Deformation Using Nonlinear Finite Elements, Textile Res. J., **65**(11), 669-675 (1995)。
- 12) J. R. Collier, Bill J. Collier, Gino O'Toole and S. M. Sarggand, Drape Prediction by Means of Finite-element Analysis, J. Textile Inst., **82**(1), 96-107 (1991)。
- 13) 楊 敏壯、松平光男、布のドレープ係数の測定と垂下した布形状の表現(第3報)ドレープ形状に及ぼす布のパラメータについて、織機誌、**51**(9)、T182・T191 (1998)。
- 14) 鮑 力民、高寺政行、澤田宏一、桜井正幸、中沢 賢、篠原 昭、織物の力学的特性がMITドレープ挙動に与える影響、織学誌、**58**(3)、77-83 (2002)。

A Study of the drape fundamental generation mechanism related to the silhouette of clothing

Chiyomi MIZUTANI & Akiko SUGITA

ABSTRACT

A new type of equipment called "drape elevator" was developed in order to evaluate fundamental generation mechanism. The drape elevator used in this experiment was designed to measure in the static condition and evaluate drape shape, node, and drape coefficient of fabrics at various stages. It was found that drape generation process consists of three stages: nodes appear in the early stage; the nodes then appear more clearly and mature; finally, drapes form themselves and become stable. Nodes occurred at weak points of bending and hysteresis that are on the diagonal of the fabrics. Bending and shearing properties of fabrics estimated by KES method were closely related to drapeability. The drape coefficient of fabrics by drape elevator was of higher accuracy and reproducibility than that of the JIS method.