

ニット地の風合い評価値に及ぼす編成組織の影響

崔 源政*¹・李 有鎮*²・米山雄二*³

Effect of Knit Structure on Objective Hand Values

The purpose of the study is to measure 17 mechanical properties of the basic structures Plain, Rib and Purl structure of flat knitting by using the KES-FB system, in order to investigate the effect of structure of knit fabric on the Hand Values.

As a result, Plain structure turned out to be relatively thin and light knit fabric, easily compressible due to its smoother surface than other knit structures, and good in resilience against deformation. Rib structure proved to be voluminous due to surface irregularities, relatively stiff and prone to wrinkles. In addition, it was shown to be easy for shear deformation compared with other knit structures and be excellent in resilience against shear, thus suitable for products of activity and comfortable wearing. Purl structure revealed itself to be easy-to-deform under initial tension, especially flexible structure in wale direction because of easier bending in the direction. However, it was shown to have poor recovery after bending, and low elastic resilience against compressive strain.

The above results demonstrated that the difference in the knit structure does have great influence on the Hand Values in knitted fabric. In fact, various Hand Values are expected to depend on the knit structure under the same design or yarn, in the planning of knit products.

Key words : Knit Fabrics, Knit structure, KES-FB, Mechanical Property, Hand Values

Received November 25, 2013; Accepted January 10, 2014

1. 緒言

繊維材料において風合いは品質を左右する重要

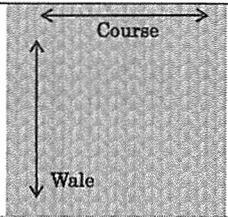
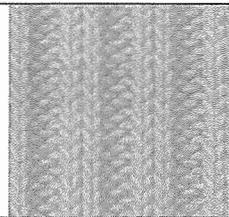
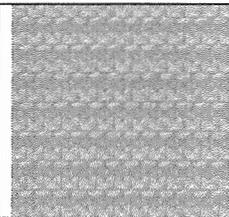
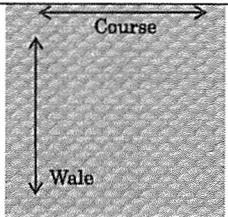
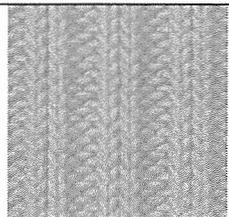
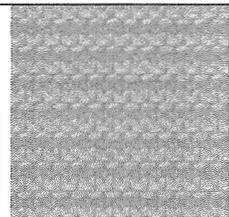
な要素であり、また繊維材料特有の物性でもある。風合いは布地などの手触りや外観から感じられ、テキスタイル製品やニット製品などの最も重要な特性の一つである。最近では布地の風合いを評価する研究において、実際に布地の基本力学特性から風合いを客観的に評価するシステムが幅広く使用されている。これは、布地を伸ばしたり、押ししたりする時の応力を測定し、その引っ張り特性や曲げ特性などが数値化できるものである。これらの数値から、ドレープ係数やこし、ぬめりなどが計算され、風合いの定量評価が導かれる。特に川端、

*¹ Wonjung Choi
韓国 漢陽女子大学 ニットファッションデザイン学科
200 Salgoji-gil, Seongdong-gu, Seoul (〒133-793), Korea

*² Yoojin Lee
韓国 清州大学 ファッションデザイン学科
Cheongju University, Naedeok2-dong, Sangdang-gu,
Cheongju-si, Chungcheongbuk-do (〒360-764), Korea

*³ Yoneyama yuji
文化学園大学 服装学部
東京都渋谷区代々木 3-22-1 (〒151-8523)

Table 1 Knitting conditions of samples

Knitting Condition	Description		
Material	Wool 100% (21tex×2) / ROSESTAR (Yarn Name)		
Knit Structure			
	Plain-Front	2x2Rib-Front	1x1Purl-Front
			
	Plain-Back	2x2Rib-Back	1x1Purl-Back
Knitting Machine	SHIMA SEIKI MFG.,LTD. SWG-X173 (12G)		

丹羽らが開発した風合いを評価する KES-FB 装置 (Kawabata Evaluation System) は、布地の低荷重域での基本力学特性と表面特性を測定でき、布地の風合いはもちろんのこと人工皮革の風合い、紙の風合いなど¹⁾手で触れる材料の風合いを客観的に評価するのに用いられている。このように風合いは本来繊維材料の品質評価の用語であったが、布地以外の分野にも広がっている。繊維材料の基本力学特性から感覚評価値を算出し、それらの評価値から衣料用材料としての品質や適切な性能を評価することが多い^{2),3)}。こうした布地の風合いに関する研究は、織物について行われていることが多く、ニットを対象とした研究は少ない。

そこで本研究は、ニット地の力学特性から風合いを客観的に評価することに注目し、KES-FB 評価システムを用いて力学特性を測定し、それから求めた風合い評価値に及ぼす編成組織の違いについて検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

実験用の試料は、平編 (Plain)、ゴム編 (Rib)、パール編 (Purl) のよこ編みの基本組織 3 種をニット編機 (株島精機製作所, SWG-X173 12G) によ

り作製した。この時、ループ長を一定にできるシステム装置 (DSCS-Digital Stitch Control System) を用いた。毛糸はウール 100%, 太さは 21 tex×2 ものを使用した。試料製作の条件を Table 1 に示す。ここで、Wale とはニット地のたて方向であり、Course はニット地のよこ方向を示すものである。

2.2 測定方法

3 種類のニット試料の基本力学特性は KES-FB-AUTO システム (KATO TECH CO., LTD.) を用いて、風合い評価値を算出するために、Table 2 に示す 17 個の特性値を測定した。測定は、温度 20±2 °C、湿度 60±5 % RH の恒温恒湿室内で行った。試料のサイズは、長さ 20 cm×幅 20 cm で、恒温恒湿室に 24 時間以上静置した後に、測定に用いた。その測定値より、ニット地の基本風合い値 (Hand Value) および総合風合い評価値 (Total Hand Value) を求めた。ここで、表面特性の測定では表面の凹凸によって試料が動いてしまうため、ニット地の裏側の周囲に綿布を貼ることで試料の動きを抑制し、測定した。各測定は 4 回を行い、その平均値を採用した。

2.2.1 基本力学的特性

ニット地の基本力学特性として、3 編成組織の

Table 2 Basic mechanical properties

Properties	Symbols	Characteristics	Unit
Tensile	LT	Linearity of load-extension curve	-
	WT	Tensile energy	gf·cm/cm ²
	RT	Tensile resilience	%
	EMT	Extension at maximum load	%
Bending	B	Bending rigidity	gf·cm ² /cm
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf·cm/cm
Shearing	G	Shear stiffness	gf/cm·deg
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5deg.of angle	gf/cm
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5deg.of angle	gf/cm
Compression	LC	Linearity of compression thickness curve	-
	WC	Compressional energy	gf·cm/cm ²
	RC	Compression resilience energy	%
Surface	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	μm
Thickness	T	Thickness at 0.5gf/cm ² pressure	mm
Weight	W	Weight of specimen per unit area	mg/cm ²

引っ張り特性, 曲げ特性, せん断特性, 圧縮特性, 表面特性, 厚み及び重量を測定した。Table 2 に基本力学的な特性について示した。

2.2.2 客観的風合い評価

実験用ニット地の基本風合い値 (HV) は, KES-FB-AUTO システムのデータ計算プログラムにおけるニット製品の評価式 (KN-402-KT 式) を用いて KOSHI (stiffness), NUMERI (smoothness), FUKURAMI (fullness) 値を算出した。また, 各々のニット地の総合風合い値 (THV) は, 同じデータ計算プログラムにおける評価式 (KN-301-Winter 式) を用いて算出した。これらの式は Table 2 に示す 17 項目の測定値を入力し, 計算されるものである。

3. 結果及び考察

3.1 力学的特性

3.1.1 引っ張り特性

平編 (Plain), ゴム編 (Rib), パール編 (Purl) の

3 編成組織について, 引っ張り特性である直線性 (Linearity of load-extension curve: LT), 仕事量 (Tensile energy: WT), レジリエンス (Tensile resilience: RT), 伸長率 (Extension at maximum load: EMT) を測定した結果を Fig. 1 に示す。直線性 (LT) は測定値が小さいほど初期引っ張りの抵抗が小さくなるので, 衣服の着用時の圧迫感なく着心地が良くなることを示す。3 編成組織のうち, ニット地のたて方向になるウェール (Wale) 方向ではパール編が伸びやすく, ニット地のよこ方向になるコース (Course) 方向ではゴム編が他のニット地に比べ伸びやすいことがわかる。仕事量 (WT) は測定値が大きくなるほど初期引っ張りにより変形しやすくなり, 小さくなると引っ張りにくいことを示す。ここでは, パール編がウェール方向, コース方向とも大きく, 初期引っ張りによって変形しやすいニット地であることがわかる。レジリエンス (RT) は繊維の形が外力によって変形したあと, 外力が消去すると元の形に戻

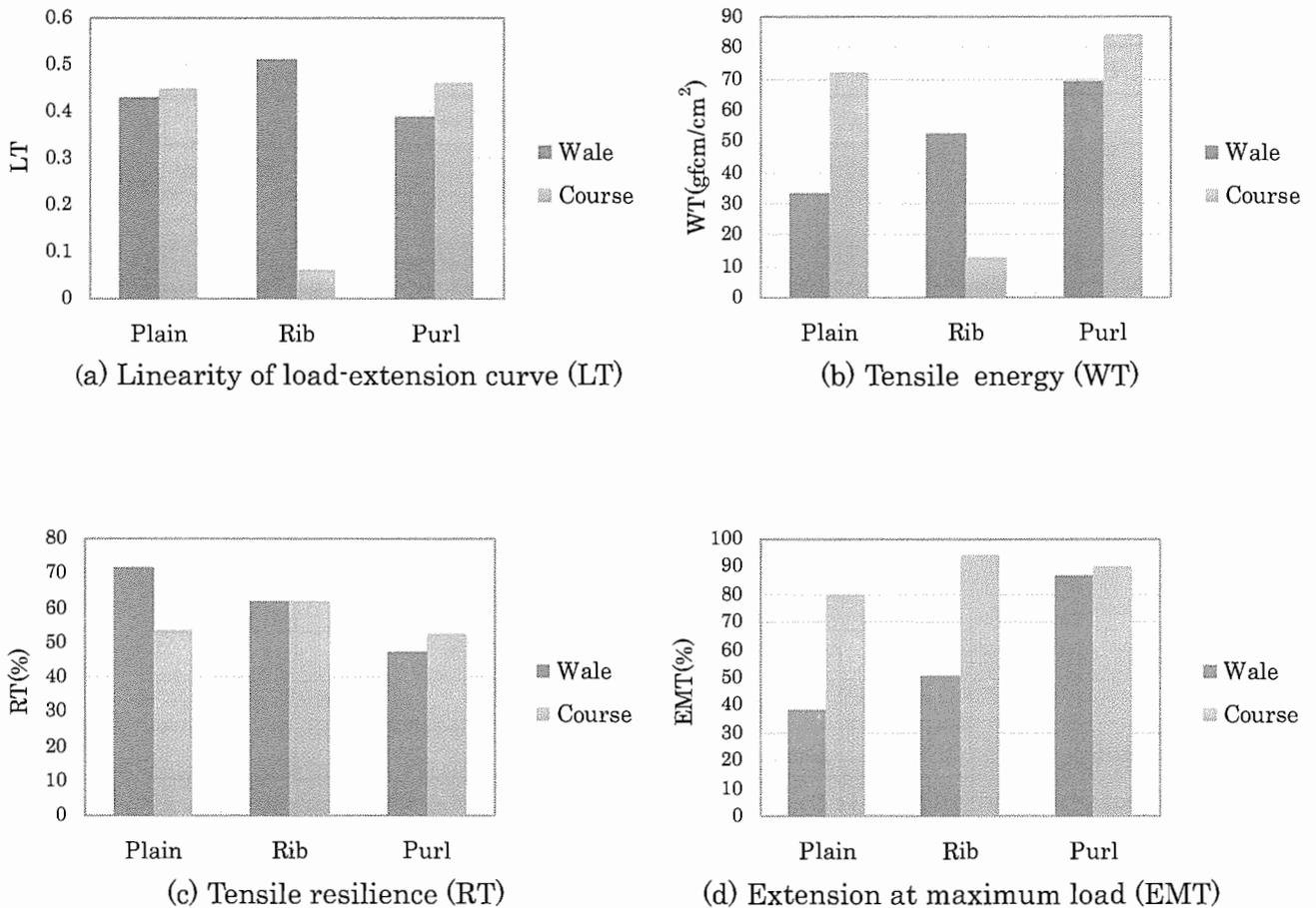


Fig. 1 Tensile properties

る回復性のことであり、RT が大きいことは回復性が良くて衣服の形崩れがしにくいことを示す。ウェール方向では平編が一番形崩れなく引っ張りの後の回復性が良い。また、ゴム編の場合は方向に関係せず同じくらいの回復性であることがわかる。伸長率 (EMT) については、ウェール方向でパール編が最も伸びやすく、コース方向ではゴム編が伸びやすい。また、平編とゴム編は方向による伸びの差が大きいですが、パール編はそれほどの差はなく伸びが良い。これらのことから、平編は形崩れにくいニット地であり、ゴム編はコース方向に非常に伸びやすく、着用感が良いニット地であり、パール編は両方向に伸びやすいニット地であることがわかった。

3.1.2 曲げ特性

曲げ特性について、曲げ剛性 (Bending rigidity: B), 曲げヒステリシス (Hysteresis of bending moment: 2HB) を測定した結果を Fig. 2 に示す。

曲げ特性は、ニット地の硬軟性や衣服の着用性能と関係がある。曲げ剛性 (B) は大きいほどごわつき感が増大して曲げにくくなり、小さいほどドレープ性が良く曲げやすいと言える。3 編成組織におけるウェール方向に曲げる場合、平編<パール編<ゴム編の順となり、ゴム編が最も大きいことがわかる。これは、ウェール方向と直角になった表目と裏目が凸になっていることによって曲げにくくなったと考えられる。コース方向に曲げる場合は平編<ゴム編<パール編の順となり、コース方向と直角になった表目と裏目が凸になっているパール編が一番曲げにくいことがわかる。このことから、ニット地における編成組織の違いによってその凹凸構成が曲げ特性に大きく影響することがわかった。また、平編は方向に関係なく測定値が小さいことから 3 編成組織の中で、一番柔らかくてドレープ性の良いニット地であり、身体の曲線ラインを重視するシルエットに効率良く使

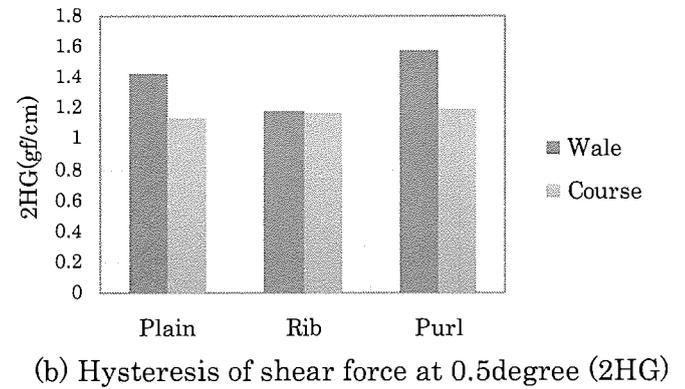
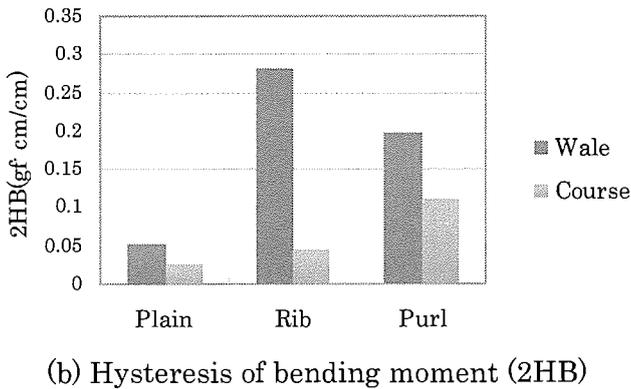
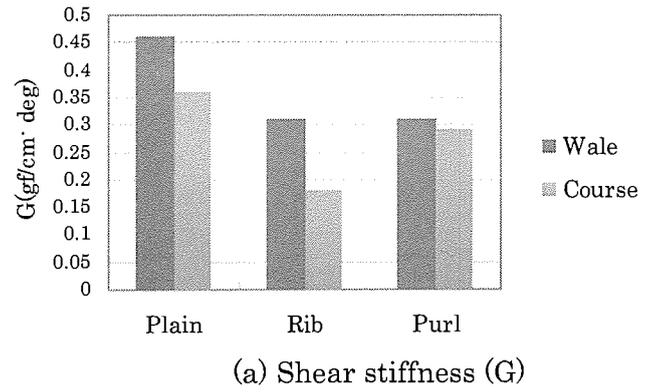
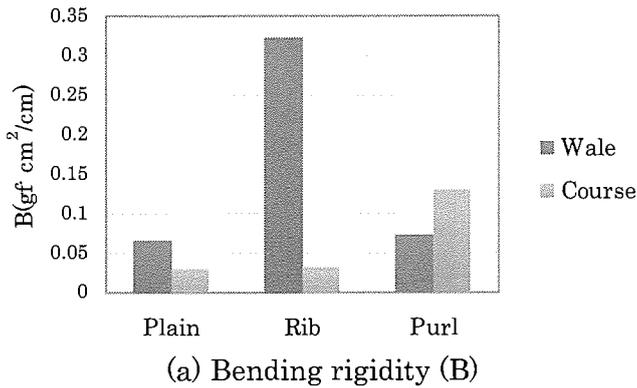


Fig. 2 Bending properties

えると思われる。次に、曲げによる変形後の回復性を表す曲げヒステリシス (2HB) を見ると、平編とゴム編は曲げ剛性と同一傾向であり、ウェール方向がコース方向より曲げの回復性がわるく、しわにもなりやすいと言える。しかし、パール編は他の編成組織と異なる傾向であり、ウェール方向で曲げやすく、曲げ変形の後には回復性が悪いことを示した。これは、ウェール方向の密度が増加することによって編目の摩擦力も増加し回復しにくいためと考える。以上のことから、平編は最も柔軟でドレープ性に優れたニット地であり、ゴム編とパール編は方向によって凹凸感があるので平編に比べ、硬めでしわになりやすいニット地であることがわかった。

3.1.3 せん断特性

せん断特性に関しては、せん断剛性 (Shear stiffness: G) およびせん断ヒステリシス (Hysteresis of shear force at 0.5deg.of angle: 2HG) を測定し、その結果を Fig. 3 に示す。せん断ヒステリシス

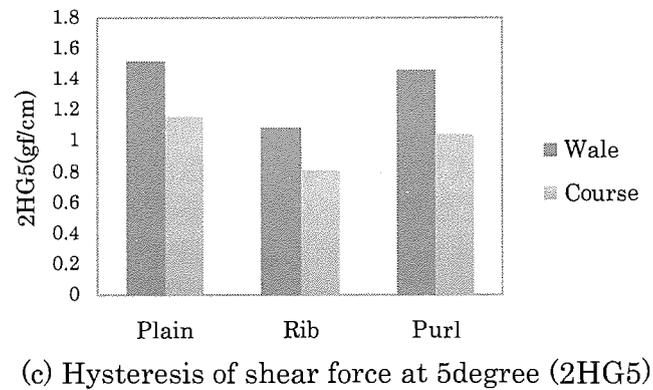
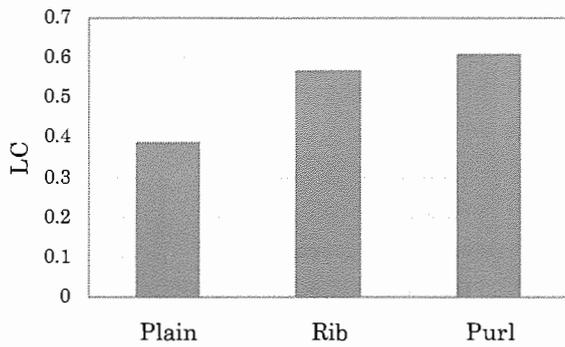
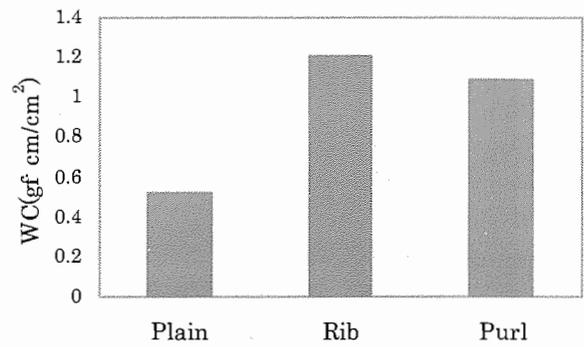


Fig. 3 Shear properties

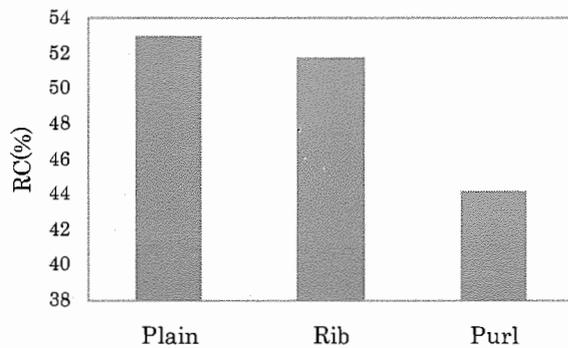
ス幅はせん断角 0.5° および 5° の値を求めた。せん断特性は曲げ特性と共に身体の動きによる変形に大きく影響する測定項目であり、衣服を着用する場合、外観や着用感などにも影響する性能である。せん断剛性は大きいほどせん断変形がしにくいニット地になる。3 編成組織ともコース方向よりウェール方向でせん断変形しにくくなっており、その中ではゴム編がせん断変形しやすいことがわかる。次にせん断ヒステリシスについては、



(a) Linearity of compression thickness curve (LC)



(b) Compression energy (WC)



(c) Compression resilience energy (RC)

Fig. 4 Compression properties

その測定値が大きいほどせん断回復が悪いニット地になる。ここでは、せん断角を変えた場合でも同じ傾向であり、いずれの編成組織においても、コース方向よりウェール方向のせん断回復が悪くなっている。また、3編成組織の中では、ゴム編のせん断回復が一番良いことがわかる。ゴム編は他のニット地に比べ、せん断変形しやすく、また回復性が良いことから、動きやすく着用感のよいニット製品づくりが可能になると考えられる。

3.1.4 圧縮特性

圧縮特性に関しては、Fig. 4 に示したように直線性 (Linearity of compression thickness curve: LC)、仕事量 (Compressional energy: WC) およびレジリエンス (Compression resilience energy: RC) を求めた。圧縮特性は編地の圧縮性及び圧縮回復性に関する性能で、厚さやボリューム感などを検討することができる。本研究で用いた3編成組織の圧縮直線性 (LC) は、平編<ゴム編<パール編

の順となり、平編はニット地全体が表目で滑らかな表面になるため、一番圧縮しやすい。ゴム編とパール編は編目の変化による凹凸感があるため、初期圧縮に対する抵抗性が増加して圧縮しにくいことがわかる。仕事量 (WC) は平編<パール編<ゴム編の順で、ゴム編の場合、圧縮変形に必要な仕事量が一番大きい。これは、Fig. 6 に示している3編成組織の厚さと同じ傾向であり、ニット地が厚くなるために仕事量 (WC) は増加すると言える。したがって、ゴム編は他の編成組織に比べてボリューム感のあるニット地と言える。圧縮レジリエンス (RC) は、パール編<ゴム編<平編の順であり、平編は圧縮による変形からの回復が良く、パール編は同じ圧縮変形であっても回復するのに時間を要することがわかった。

3.1.5 表面特性

表面特性に関しては、平均摩擦係数 (Coefficient of friction: MIU)、摩擦係数の標準偏差 (Mean

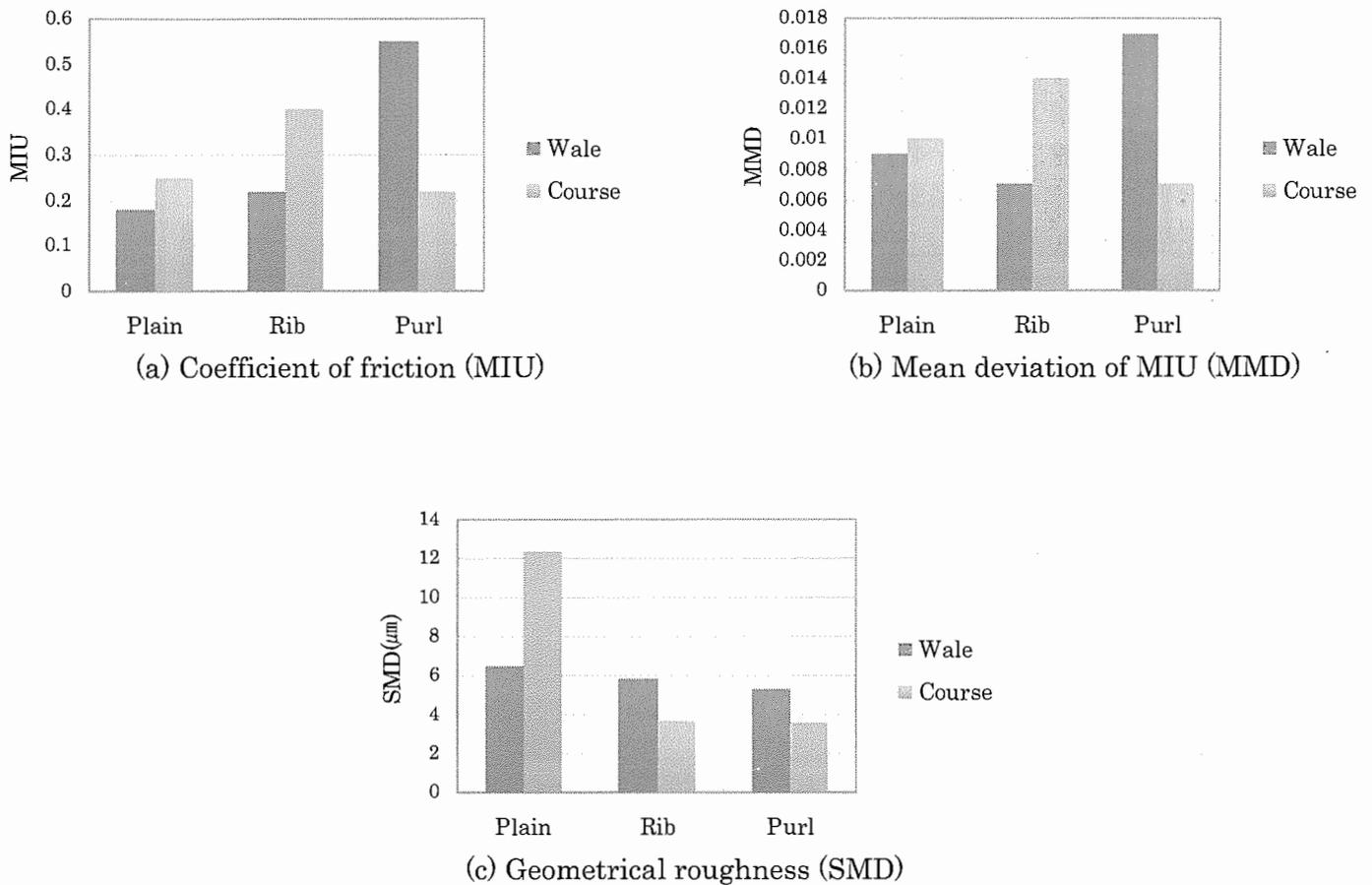


Fig. 5 Surface properties

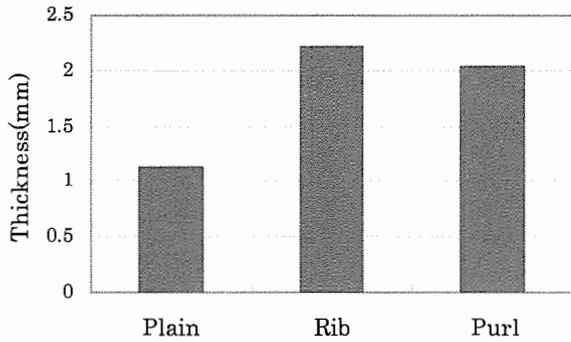
deviation of MIU: MMD), および平面粗さの平均偏差 (Geometrical roughness: SMD) を測定し, その結果を Fig. 5 に示す。平均摩擦係数(MIU)は特性値が大きいくほどニット地のすべりに対する抵抗が大きくなり, すべりにくいことを意味する。ニット地の方向から見てみるとウェール方向ではパール編が, コース方向ではゴム編が一番大きい特性値を示している。これはパール編の場合, コースとコースの間に畝が存在するのでウェール方向では滑りにくくなる。一方, ゴム編はウェールとウェールの間の畝間があるため, コース方向で滑りにくくなっている。しかし, 平編は他の編成組織に比べて, ウェールとコース方向の差が小さく, 3 編成組織の中では表面が滑らかであり, 滑りが良いニット地であることがわかる。

摩擦係数の標準偏差 (MMD) は, 特性値が大きいくほどニット地の表面に対する摩擦係数にバラツ

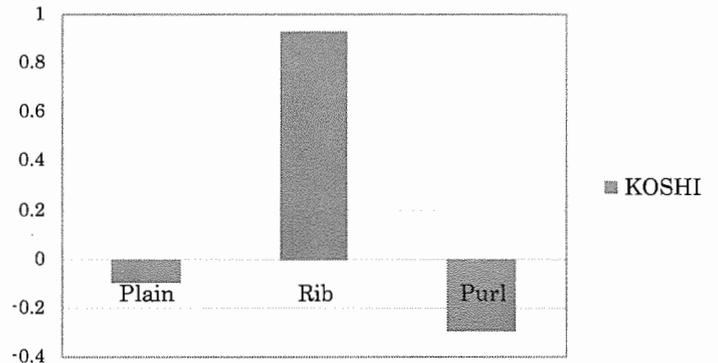
キがある編地となる。3 編成組織で比較すると, パール編はウェール方向で, ゴム編ではコース方向で表面摩擦係数が不均一となっている。そして, 平編では他の編成組織に比べてウェールとコース方向の差が少なく, 摩擦係数がある程度均一なニット地であることがわかる。

3.1.6 厚さおよび重量

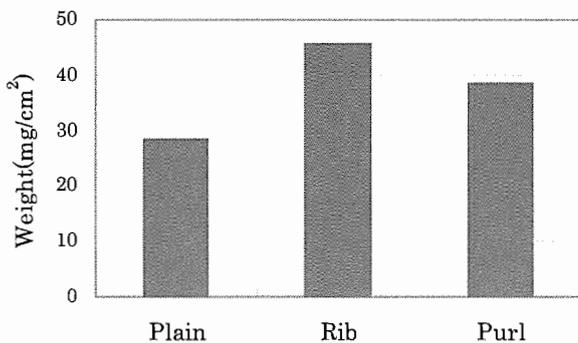
厚さおよび重量の結果を Fig. 6 に示す。厚さおよび重量は衣服の材質感の評価や着用感, 動きやすさなどに重要な要素になる。また, 圧縮単性や耐久性だけではなく衣服の外観や保温性などにもかかわる特性である。本研究で用いた 3 編成組織の厚さおよび重量は Fig. 6 に示したように同じ傾向を示し, 平編<パール編<ゴム編の順となり, 平編が一番薄くて軽いニット地であり, ゴム編が一番厚くて重いニット地であった。



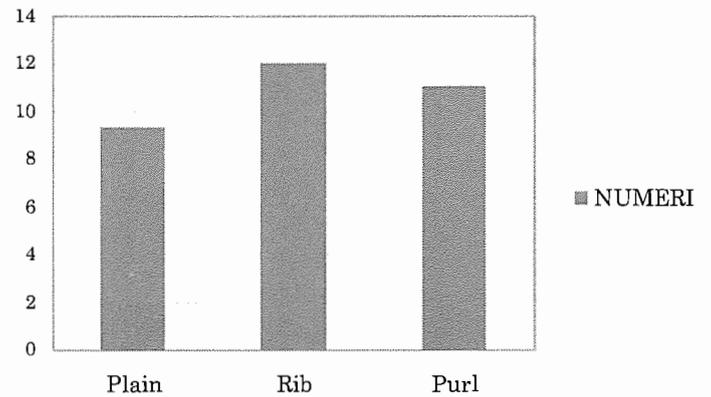
(a) Thickness



(a) Stiffness



(b) Weight



(b) Smoothness

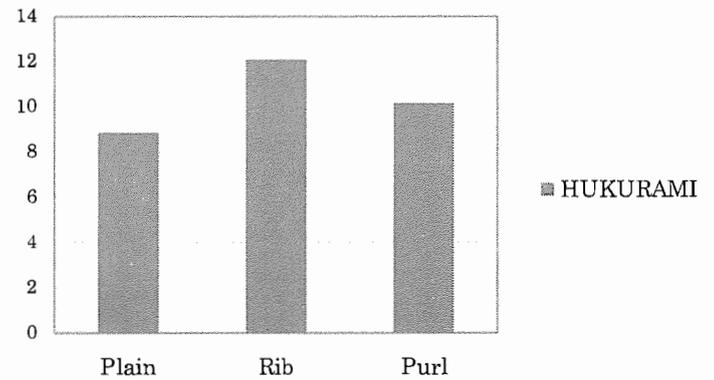
Fig. 6 Thickness & Weight

3.2 客観的風合い評価

3.2.1 風合い評価値 (HV)

KES 測定機から得られた 3 編成組織の力学特性値を用い、冬用の外衣ニットの変換式である KN-402-KT 式から、基本風合い値 (HV) である KOSHI (stiffness), NUMERI (smoothness), および FUKURAMI (fullness) 値を算出した。その結果を Fig. 7 に示す。

KOSHI (stiffness) は力学特性の中で素材の曲げ特性、せん断特性、厚さおよび重量に大きく影響される。評価値は、パール編<平編<ゴム編の順で大きくなっており、これはゴム編の場合は他の編成組織に比べて、曲げ特性値が大きいことが影響したと考えられる。したがって、ゴム編は 3 編成組織の中で一番重くて厚いニット地であり、安定したシルエットのニット製品に適していると考えられる。一方、平編とパール編は曲げ特性値が小さいことが影響して、ゴム編よりは柔



(c) Fullness and softness

Fig. 7 Hand Value

らかいニット地であると言える。次に NUMERI (smoothness) は素材を触った時に、滑らかさとしなやかさが混じった感覚で、毛質の良さからくる柔らかさをいう。力学特性の中では表面特性、圧縮特性、および引っ張り特性に影響されてくる。本実験のニット地で NUMERI 値は、平編<パール編<ゴム編の順で大きくなった。

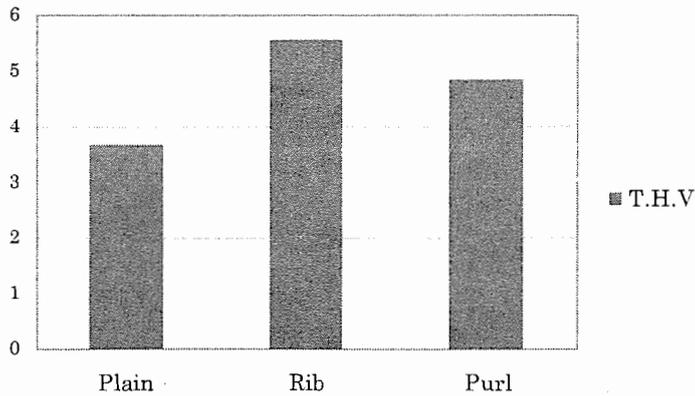


Fig. 8 Total Hand Value

HUKURAMI (Fullness and softness) は、嵩高でふくよかな布地の感覚である。力学特性の中で表面特性、圧縮特性、および厚さ・重量に影響される。本実験のニット地で HUKURAMI 値は、平編<パール編<ゴム編の順で大きくなり、圧縮特性の圧縮仕事量 (WC) の場合と同じ傾向であることがわかる。このことからゴム編は他の編成組織に比べ、ボリューム感を出せるニット地であるといえる。

3.2.2 総合風合い評価値 (THV)

3 編成組織の総合風合い値 (THV) について、KN-301-Winter 式を用いて算出した。その結果を Fig. 8 に示した。THV 値は平編<パール編<ゴム編の順で大きくなっており、これは HUKURAMI の結果と同じ傾向であった。特にゴム編の場合は 3 編成組織の中で、厚さや重量が一番大きく、ボリューム感があり、総合的にゴム編は冬の外衣用ニット地として一番適していると評価された。なお、平編は薄くて軽いニット地であるため、KN-301-Winter 式においては THV が低くなったと考えられる。

4. 結言

本研究ではよこ編の基本組織である平編 (Plain)、ゴム編 (Rib)、およびパール編 (Purl) の 3 編成組織について KES-FB 評価システムを用いて 17 項目の力学特性から、風合いの特徴を客観

的に評価することを試みた。その結果、次のことがわかった。

1. 平編は比較的薄くて軽いニット地であるため、柔軟でドレープ性に優れている。また、ニット地全体が表目で滑らかな表面になるため一番圧縮しやすく、一番形崩れなく引っ張りの後の回復性が良いニット地であると言える。
2. ゴム編は方向によって凹凸感があるので、3 編成組織の中では硬めでしわになりやすいニット地である。また、他の編成組織に比べ、せん断変形しやすく、せん断による回復性が良いことから動きやすく、着心地のよい製品づくりに適している。また、ボリューム感のあるニット地であり、安定したシルエットに適しているといえる。
3. パール編は 3 編成組織の中では、初期引っ張りにおいて変形しやすいニット地であることがわかった。特に、ウェール方向で曲がりやすく、変形後の回復性が悪く、パール編は同じ圧縮変形であっても他の編成組織より回復するのに時間がかかる。しかし、編目の変化による凹凸感があるため、初期圧縮に対する抵抗性が増加して圧縮しにくくなることがわかった。

以上のことから、同じ素材 (ウール 100%) と編機 (12 G の横編機) を使用しても、3 編成組織の違いによって風合いが変化することが客観的な基本力学特性から明らかとなり、編成組織という大きな要因が影響することがわかった。したがって、実際のニット製品の企画においては、デザインや糸の材質を同一した場合でも、編成組織を変えることで多様な風合いが得られると期待できる。

参考文献

- 1) 川端季雄, KES-F システムとその応用, 繊維科学誌 (繊維と工業), **47**, 624 (1991).
- 2) 原田隆司, 齊藤 実, “風合い” の検索システム, 繊維科学誌 (繊維と工業), **46**, 259 (1990).
- 3) 小林茂雄, 風合いを科学する, 粧技誌, **28**, 329 (1995).