모직물의 力學的 特性에 관한 硏究

A Study on the Mechanical Properties of Wool Fabrics
— The effect of the structural conditions of the fabrics —

부산대학교 가정대학 의류학과
교 수 **朴 正 順**
경남대학교 사범대학 가정교육과
조교수 **李 貞 順**

Dept. of Clothing & Textiles, Pusan National Univ.
Professor; **Chung Soon Park**
Dept. of Home Economics Education, Kyung Nam Univ.
Assistant Prof.; **Chung Soon Lee**

<目 次>

Ⅰ. 緖 論
Ⅱ. 實 驗
1. 試 料
2. 力學的 性質의 計測
3. 資料處理
Ⅲ. 結果 및 考察
1. 혼용률에 따른 力學的 特性
2. 조직별 力學的 特性
3. 밀도별 力學的 特性
Ⅳ. 結 論

<Abstract>

In order to investigate the mechanical properties such as tensile, bending, shearing, thickness and weight of the wool fabrics were measured by KES-F system.

Samples were classified into blend ratio, weave type, fabric count. Blend ratio was classified into two groups, which are P/W blended fabric (p=63~65%, w=35~37%) and all wool fabric. Weave type was classified into four groups, which are plain, 3 harness twill, 4harness twill, satin. Cloth count was classified into three groups, which are loose, medium, tight.

Statistical analysis was performed using T-test, F-test.

The results were as follows;

1. There was significant difference in the thickness, tensile, bending, shearing according to the blend ratio.

2. According the weave, there was significant difference in the bending, weight and thickness in the P/W blended fabrics. There was significant difference in the tensile, weight, thickness, bending, shearing hysterisis (2HG) in the all wool fabrics.

3. There was significant difference in the shearing properties according to the fabric count.

I. 緖 論

인체를 덮는 衣服을 위한 재료는 대부분이 섬유의 集合構造體인 실로서 이루어진 織布나 編布로서, 이러한 布는 금속재료나 그외의 각종 용도의 재료와 성질상 크게 다르고 異方性을 지닌 非連續體로서 有機纖維特有의 열·수분의 전달특성이나 集合構造體로부터 오는 특유의 力學的 性質을 갖고 있다.[1]

衣服을 構成할 때나 着用할 때 그리고 管理, 保全等 모든 단계에 걸쳐서 피복재료는 外力을 받아서 변형하거나 또는 그 변형에 의한 저항력이 동작을 구속하기도 하고 신체에 압박감을 주기도 한다. 그리고 실루엣 형성성, 드레이프성, 구김성 등의 着用性能 및 形態的 擧動에는 布의 力學的 특성이 직접 혹은 간접적으로 밀접하게 관련되는 것으로 알려져 있다.

한편 布의 力學的 特性은 川端에 의하여 開發된 計測 system인 KES-F system에 의하여 획기적으로 진전되어 정확하고 신속하게 측정이 가능하게 되었으며 KES-F system으로 측정된 특성은 6 Groop으로 引張, 굽힘, 剪斷, 압축, 표면, 형태특성으로 나누어져 있다. 이러한 布의 力學的 特性에 關한 硏究로는 川端[2] 및 丹羽[3,4], 그리고 小松 等[5], P. Grosberg[6,7], G.M. Abbott[8]에 의하여 보고된 바 있고 그외 역학적 성질과 태의 관계, 드레이프계수와의 관계 등 多數의 연구보고가 있으며 國內에서는 한복지를 중심으로 한 力學的 性質의 연구가 成[9]에 의하여 보고된 바 있다. 직물의 力學特性과 드레이프성에 관한 연구[10] 및 직물의 구김과 역학적 성질과의 상관성 연구[11] 等 직물의 力學的特性은 國內, 外에서 활발하게 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 모직물의 드레이프성과 力學的特性間의 관계를 분석하기 위하여 先行硏究에서 드레이프성과 관계가 깊은 力學的 特性으로 인정된 굽힘, 剪斷, 引張, 形態特性을 중심으로 드레이프성과의 관계를 검토할 목적으로 그 第1報로서 모직물의 구성조건 중 혼용률, 조직, 밀도가 力學的 特性에 어떠한 영향을 미치는가를 고찰하고자 한다.

II. 實 驗

1. 試 料

본 實驗의 試料는 경남모직 연구개발부에서 혼용률, 조직, 밀도間에 차이를 두어 製織하였으며 그 조건은 다음과 같다. 原系는 100% wool과 polyester 63~65%, wool 35~37%의 2 종류로서 조직은 평직, 3매능직, 4매능직, 주자직의 4종류로 하였으며, 밀도는 각 조직에 따라 적정경사 밀도로 고정하고 위사밀도만 변화시키는 방법으로 製織하였다. 그리고 가공은 CLEAR 가공법을 이용하여 동일조건으로 처리하였다.

이상의 조건으로 製織된 24種의 試料의 물성은 Table 1과 같다.

2. 力學的 性質의 計測

力學的 性質의 計測은 KES-F system을 이용하여 引張, 굽힘, 剪斷, 形態特性의 4항목에 대하여 표준조건에 準하여 計測하였다.

平面狀의 布로서 의복을 구성할 경우 布의 경사방향, 위사방향에 따라서 布가 받는 변형은 다르므로 그 異方性이 고려되어 引張, 굽힘, 剪斷特性은 경사, 위사별로 計測을 실시하여 경사, 위사, 그리고 경·위사평균 間의 상관계수를 산출한 결과 전 항목 모두 r=.80 이상의 고도로 높은 상관을 보였으므로 본 연구의 분석은 경·위사평균값을 이용하였다.

力學的性質 및 관련특성의 계측항목 및 조건은

Table 1. Characteristics of the samples

Samples No.	Weave	Fabric Count		Blend Ratio (%)		Yarn Number		Weight (mg/cm²)	Thickness (mm)
		Wp	Wf	W	P	Wp	Wf		
1	Plain	50	46	36.1	63.9	2/62	2/60	22.72	0.275
2	Plain	50	50	36.8	63.2	2/58	2/66	24.07	0.275
3	Plain	50	54	37.7	62.3	2/62	2/59	24.75	0.279
4	3H Twill	56	50	36.3	63.7	2/60	2/58	28.14	0.309
5	3H Twill	56	56	35.4	64.6	2/66	2/64	28.82	0.305
6	3H Twill	56	62	36.3	63.6	2/60	2/60	30.52	0.322
7	4H Twill	64	56	35.9	64.1	2/55	2/60	31.19	0.330
8	4H Twill	64	64	35.9	54.1	2/61	2/61	22.55	0.334
9	4H Twill	64	72	35.7	64.3	2/57	2/58	43.58	0.337
10	Satin	56	56	36.8	63.2	2/61	2/65	36.29	0.381
11	Satin	66	66	37.1	62.9	2/69	2/62	38.99	0.391
12	Satin	66	76	64.1	42.38	2/63	2/57	0.606	0.406
13	Satin	66	76	100	—	2/62	2/57	24.07	0.305
14	Plain	70	100	100	—	2/60	2/64	25.43	0.279
15	Plain	50	70	100	—	1/59	2/61	26.45	0.270
16	3H Twill	56	50	100	—	2/63	2/64	29.84	0.356
17	3H Twlil	56	56	100	—	1/61	2/61	30.52	0.356
18	3H Twill	56	62	100	—	2/62	2/62	23.55	0.360
19	4H Twill	64	56	100	—	2/62	2/61	32.89	0.381
20	4H Twill	64	64	100	—	2/65	2/57	34.58	0.406
21	4H Twill	64	72	100	—	2/61	2/58	40.01	0.432
22	Satin	64	56	100	—	2/57	2/59	37.30	0.432
23	Satin	64	66	100	—	2/53	2/56	40.01	0.432
24	Satin	64	761	100	—	2/61	2/64	43.06	0.457

Table 2. Characteristics values and measurement conditions of mechanical properties

Blocked properties	Characteristic values	Remarks	Unit
Thickness & weight	T	Thickness at 0.5g/cm²	mm
	W	Weight per unit area	mg/cm²
Tensile	Em	Maximum elongation	—
	LT	Linearity	—
	WT	Tensile energy	gf. cm/cm²
	RT	Resilience	%
Bending	B	Rigidity	gf. cm²/cm
	2HB	Hysteresis	gf. cm /cm
Shearing	G	Shear stiffenss	gf/cm degree
	2HG	Hysteresis at 0 = 0.5°	gf/cm
	2HG5	Hysteresis at 0 = 5°	gf/cm

Table 2와 같다.

3. 資料處理

본 연구의 資料處理는 SPSS Package를 사용하여 평균 표준편차를 산출하였으며 혼용률에 따른 각 특성치를 검증하기 위하여는 T-test를 사용하였고, 밀도와 조직에 따른 각 특성치를 검증하기 위하여는 F-test를 사용하였다.

III. 結果 및 考察

1. 혼용률에 따른 力學的 特性

혼용률에 따른 力學的 特性의 평균, 표준편차 및 T-test결과는 Table 3과 같다. Table 3에서 混紡織物과 純毛織物間에 무게와 引張特性 중 RT를 제외한 全特性에서 有意的인 차이를 보였는데 두께는 $p<0.05$, 굽힘剛性 B와 剪斷剛性 G는 $p<0.01$, 그리고 引張特性 중 LT, WT, EM 과 굽힘 히스테리시스(2HB), 剪斷히스테리시스(2HG, 2HG5)는 $p<0.01$에서 有意的이었다.

각 特性 別로 보면 무게와 두께는 純毛織物이 混紡織物보다 약간 높은 값을 나타내었다.

引張特性은 천의 늘어지기 쉬움 및 회복성에 관계하는 特性[9]으로 衣服을 着用하여 動作을 할 때에 引張特性의 線形性(LT)이 적은 布 즉, 引張初期에 低度저항이 적은 布일수록 引張에너지가 적으며 또한 피로가 경감되고 착용감이 좋게된다.[1] 그리고 引張線形性인 LT 및 引張레질리언스 RT가 적은 것은 적은 힘으로 늘어지기 쉬움을 뜻하며 RT가 큰것은 늘어나기 어렵고 회복성이 커서 치수 안정성이 있음을 의미한다[12]. 混紡織物과 純毛織物의 LT 및 RT값에서 RT는 두 집단간의 차이를 인정할 수 없으며 LT는 混紡織物이 0.240, 純毛織物이 0.428로서 混紡織物이 純毛織物에 비하여 線形性이 적은 천임을 알 수 있다. 그리고 成의 硏究[12]에서 우리나라 韓服地로 이용되는 견직물은 0.6775, 폴리에스테르직물은 0.6293 그리고 日本의 和服地[13]는 0.689로서 모직물이 견직물이나 폴리에스테르 직물보다는 착용감이 좋은 천임을 알 수 있다. 그리고 천에 최대 荷重을 가했을 때의 伸張變形값인 EM과 최대荷重時의 引張에너지인 WT는 같이 이용하기도 하는데 EM은 混紡織物이 4.026, 純毛織物이 7.568로서 純毛織物이 混紡織物보다 伸張이 용이한 것으로 생각되며 EM, WT 모두 混紡織物과 純毛織物間에 有意的인 차이를 보였다.

Table 3. The mean, standard deviation and T-value of mechanical properties on blend ratio

M.P \ B.R		P/W Blended Fabric				ALL Wool Fabric				T-value
		M.	S.D.	Min.	Max.	M.	S.D.	Min.	Max.	
Wieght		31.249	6.064	22.720	42.380	32.748	5.859	24.070	43.060	− .62
Thickness		0.328	0.043	0.275	0.406	0.371	0.056	0.279	0.457	− 2.14*
Tensile	LT	0.240	0.059	0.161	0.318	0.228	0.036	0.375	0.496	− 9.38***
	WT	2.427	0.677	1.580	3.480	8.103	1.211	6.220	9.950	− 13.95***
	RT	54.904	5.378	45.300	61.350	52.525	5.660	41.700	61.850	1.06
	EM	4.026	0.310	3.310	5.360	4.360	0.564	0.590	8.510	− 19.05***
Bending	B	0.061	0.016	0.041	0.096	0.044	0.101	0.032	0.061	3.07**
	2HB	0.022	0.008	0.013	0.037	.010	0.004	0.019	0.019	4.67***
Shearing	G	0.793	0.191	0.560	1.150	0.622	0.078	0.520	0.760	2.70**
	2HG	0.962	0.179	0.740	1.360	0.452	0.080	0.330	0.550	8.85**
	2HG5	2.797	0.836	1.860	4.520	1.257	0.870	0.870	1.610	6.16***

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$

Note : B.R = Blend Ratio M.P.= Mechanical Properties

굽힘剛性 및 굽힘히스테리시스는 적은 값을 가지는 織物이 인체에 적응되기 쉬우므로 인체의 곡선이 강조되는 실루엣을 형성하기 용이한 것으로[14] 純毛織物이 混紡織物에 비해 적은 값을 가지므로 굽힘회복성이 좋아 곡면형성성이 좋을 것으로 생각된다. 본 실험에 사용한 모직물의 굽힘剛性은 混合織物이 0.062, 純毛織物이 0.044이며 成의 硏究[14]에서 韓服地로 이용되는 견직물은 0.11317, 폴리에스테르 織物은 0.0608, 일본 和服地의 굽힘剛性값은 0.069로서 순모직물이 곡면형성성이 가장 우수함을 알 수 있었다.

剪斷剛性 및 剪斷히스테리시스는 인체곡면에 적응하기 쉽고 動作時 인체변형에 따르거나 布의 垂下形態에 관련하는 성질[15]로서 混紡織物이 純毛織物에 비하여 모두 큰 값을 나타내었으므로 混紡織物이 純毛織物 보다 剪斷彈力이 풍부하여 볼륨감 있는 실루엣을 형성할 것으로 예측할 수 있다. 成의 硏究[15]에서는 剪斷剛性이 견직물은 0.5072, 폴리에스테르직물은 0.3516으로 나타났으며 본 연구의 試料인 混紡毛織物은 0.793 純毛織物은 0.632로서 다른 織物에 비하여 毛織物이 대체로 剪斷彈力이 풍부함을 알 수 있다. 그리고 剪斷特性은 純毛織物과 混紡織物의 두 집단間에는 有意的인 차이를 보였다.

2. 조직별 力學的 特性

조직별 力學的特性의 평균, 표준편차 및 F-ratio를 나타낸 것은 Table 4, 5이다. Table 4는 混紡織物의 力學的特性, Table 5는 純毛織物의 力學的特性으로 混紡織物은 무게와 두께의 形態特性과 굽힘特性에서 조직별로 有意한 차이를 나타내었으며 純毛織物은 剪斷特性에서 剪斷剛性과 5°에서의 剪斷히스테리시스를 제외한 특성에서 조직별로 有意한 차이를 보여 혼용률에 따라 조직별로 큰 차이를 보였다.

Table 4의 混紡織物에서는 주자직, 능직, 평직의 順으로 무게와 두께의 값이 높은값을 보였는데 이것은 각 조직의 밀도에 기인한 것으로 생각된다. 그리고 굽힘特性에서 굽힘剛性과 굽힘히스테리시스는 주자직>능직>평직의 順으로 나타났다. 굽힘특성의 결과에서 평직, 능직, 주자직의 順으로 굽힘회복성이 높아 곡면형성성이 좋을 것으로 생각된다.

Table 5의 純毛織物에서는 무게와 두께는 混紡織物에서와 마찬가지로 주자직, 능직, 평직의 順으로 높은 값을 나타내었는데 무게와 두께에서 이러한 결과로 나타난 것은 조직의 변화에서오는 밀도차에 기인한 것으로 생각된다. 그리고 引張特性에서 LT와

Table 4. The mean, standard deviation and F-ratio of mechanical properties on weave type of P/W blended fabric

M.P. \ W		Plain		3H Twill		4H Twill		Satin		F-ratio
		M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	
Weight		23.847	1.033	29.160	1.226	32.773	1.706	39.217	3.056	33.725***
Thickness		0.276	0.002	0.312	0.009	0.334	0.004	0.389	0.014	88.121***
Tensile	LT	0.207	0.073	0.263	0.035	0.265	0.227	0.027	0.080	0.622
	WT	2.050	0.771	2.737	0.499	2.620	0.052	0.227	1.030	0.559
	RT	57.017	6.093	59.517	1.750	53.067	4.185	50.017	4.676	2.664
	EM	4.043	0.042	4.207	0.172	3.910	0.520	3.943	0.383	0.475
Bending	B	0.046	0.005	0.055	0.004	0.059	0.006	0.083	0.013	12.842**
	2HB	0.015	0.002	0.021	0.002	0.020	0.006	0.033	0.006	13.409**
Sheaning	G	0.780	0.154	0.820	0.207	0.703	0.176	0.870	0.285	0.333
	2HG	0.887	0.133	0.950	0.157	0.927	0.168	0.097	0.260	0.739
	2HG5	2.597	0.618	2.857	0.821	2.583	0.774	3.253	1.291	0.422

** $P < 0.61$ *** $P < 0.001$

Npte : W = Waeve M.P. = Mechanical Properties

RT는 $p<0.05$, WT와 EM은 $p<0.01$에서 有意적인 차이를 보였다. 引張線形性인 ST는 3매능직>4매능직>주자직>평직의 順이었고 引張레질리언스 RT는 평직>주자직>3매능직>4매능직의 順이었다. 이 結果에서 다른 조직에 비하여 평직은 LT값이 적은 천으로 引張에너지가 적으며 착용감이 좋고 RT가 커서 치수안정성이 있음을 알 수 있다. 그리고 引張特性 중 최대 荷重을 가했을때의 伸張變形인 EM과 引張에너지인 WT는 3매능직>4매능직>주자직>평직의 順으로 평직과 주자직이 능직에 비하여 伸張되기

Table 5. The mean, standard deviation and F-ratio of mechanical properties on weave type of all wool fabric

M.P. \ W		Plain		3H Twill		4H Twill		Satin		F-ratio
		M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	
Weight		25.317	1.194	30.970	1.410	34.583	1.695	40.123	2.882	31.842***
Thickness		0.296	0.015	0.357	0.002	0.382	0.013	0.440	0.014	73.150***
Temsile	LT	0.394	0.024	0.468	0.025	0.430	0.030	0.410	0.011	5.754*
	WT	7.033	0.758	9.580	0.392	8.210	1.108	7.190	0.151	8.195**
	RT	58.317	0.905	52.717	0.679	45.967	4.576	53.100	2.138	5.057*
	EM	7.077	0.506	7.320	0.287	7.557	0.216	7.317	0.248	7.796**
Bending	B	0.032	0.001	0.040	0.004	0.048	0.004	0.057	0.005	25.879***
	2HB	0.590	0.001	0.008	0.002	0.012	0.001	0.016	0.003	16.250***
Shearing	G	0.590	0.089	0.637	0.060	0.560	0.098	0.653	0.093	0.343
	2HG	0.343	0.015	0.453	0.006	0.520	0.030	0.530	0.025	47.452***
	2HG4	1.033	0.203	1.240	0.151	1.357	0.227	0.400	0.218	1.979

*P < 0.05 ** P < 0.01 ***P < 0.001

Table 6. The mean, standard deviation and F-ratio of mechanical properties on fabric count of P/W blened fabric

M.P. \ T.C.		Loose		Medium		Tight		F-ratio
		M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	
Weight		29.583	5.675	31.108	6.288	33.058	7.409	0.287
Thickness		0.324	0.044	0.324	0.045	0.335	0.053	0.088
Tensile	LT	0.235	0.064	0.218	0.051	0.269	0.066	0.732
	WT	2.405	0.782	2.265	0.675	0.600	0.738	0.199
	RT	55.888	4.736	54.613	7.350	54.213	5.248	0.088
	EM	4.173	0.147	4.113	0.206	3.798	0.421	2.079
Bending	B	0.054	0.012	0.062	0.015	0.067	0.020	0.689
	2HB	0.019	0.006	0.024	0.010	0.024	0.008	6.587
Shearing	G	0.595	0.031	0.785	0.098	0.000	0.119	20.083***
	2HG	0.973	0.046	0.955	0.105	1.140	0.155	9.789***
	3HG5	1.955	0.103	2.755	0.533	3.683	0.611	15.701**

** P < 0.05 *** P < 0.01

Note : F.C. = Fabric Conut

Table 7. The mean, standard deviation and F-ratio of mechanical properties on fabric count of all wool fabric

M.P. \ T.C.		Loose		Medium		Tight		F-ratio
		M.	S.D.	M.	S.D.	M.	S.D.	
Weight		31.025	5.557	32.635	6.180	34.585	5.953	0.325
Thickness		0.369	0.033	0.375	0.056	0.311	0.074	0.010
Tensile	LT	0.431	0.035	0.432	0.032	0.419	0.052	0.139
	WT	8.248	1.123	8.258	0.966	0.535	1.650	0.419
	RT	52.050	1.168	52.838	8.419	52.688	6.691	0.018
	EM	7.730	0.540	7.438	0.474	7.555	0.771	0.232
Bendihg	B	0.041	0.009	0.045	0.013	0.047	0.011	0.515
	2HB	0.010	0.005	0.009	0.013	0.0012	0.006	0.293
Shearing	G	0.55	0.027	0.623	0.049	0.720	0.032	0.515
	2HG	0.443	0.078	0.463	0.090	0.480	0.032	20.018***
	2HG5	1.068	0.137	1.255	0.218	1.450	0.160	4.779*

*P < 0.05 ***P < 0.01

어려운 것으로 나타났다.

굽힘特性은 混紡織物과 같이 주자직>능직>평직의 順으로 나타났으며 剪斷特性은 주자직과 능직이 평직에 비하여 剪斷彈力이 풍부하여 볼륨감있는 실루엣을 형성할 것으로 생각된다.

3. 밀도별 力學的 特性

밀도에 따른 力學的特性의 평균, 표준편차 및 F-ratio는 Table 6, 7과 같다.

Table 6, 7에서 剪斷特性을 제외한 특성에서 밀도에 대한 有意性이 거의 나타나지 않았는데 이것은 본 실험에 이용한 시료의 구성조건상 밀도 차이를 설정함에 있어서 파복재료로서의 布의 기능에 영향을 미치지 않는 범위내에서의 근소한 밀도차를 둘 수 밖에 없었기 때문에 기인된 결과라고 보여진다.

Table 6, 7에서 무게는 밀도가 조밀할수록 높은 값을 보였으며 伸張特性은 混紡織物, 純毛織物 모두 각 引張특성치가 조직의 밀도에 따라서 그다지 차이를 보이지 않았다. 굽힘特性은 밀도가 조밀할수록 높은 값을 보여 밀도가 조밀할수록 볼륨감있는 실루엣을 형성할 것이고 성긴 직물은 곡면형성성은 우수할 것으로 생각된다. 그리고 剪斷特性은 밀도가 조밀할수록 높은 값을 나타내어 剪斷彈力이 풍부할 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 밀도가 조밀할수록 力學的 성질상 剪斷탄력이 풍부하여 볼륨감있는 실루엣형성이 용이할 것으로 생각된다.

IV. 結 論

혼용률, 조직, 밀도에 차이를 둔 24종의 모직물의 力學的特性 중 引張, 굽힘, 剪斷, 形態特性을 KES-F system에 의하여 측정하여 직물의 구성조직별로 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 혼용률별로 본 각 特性은 混紡織物과 純毛織物間에 두께는 $p<0.05$에서, 굽힘剛性과 剪斷剛性은 $p<0.01$ 그리고 LT, WT, EM의 引張特性과 굽힘히스테리시스, 剪斷히스테리시스는 $p<0.01$에서 有意的이었다.

2. 조직별로 본 특성은 混紡織物에서는 굽힘特性이 $p<0.01$에서 形態特性이 $p<0.001$에서 有意的이었다. 純毛織物은 LT, RT는 $p<0.05$, WT, EM은 $p<0.01$ 그리고 形態特性과 굽힘(B, 2HB), 2HG에서 $p<0.001$에서 有意的이었다.

3. 밀도별로 본 특성은 混紡織物과 純毛織物에서 剪斷特性만이 有意的이었다.

이상의 結果에서 모직물의 引張, 굽힘 剪斷, 形態特性은 혼용률과 조직별로는 力學的特性에서 有意的인 차이를 보였으나 밀도에 따라서는 剪斷特性을 제외하고는 밀도의 차이가 力學的 특성에 그다지 有意的인 차이를 보이지 않았는데 이것은 試料 제직조건상 근소한 밀도차에 의한 결과로 생각된다.

參 考 文 獻

1. 丹羽雅子, 被服材料の 物性と 被服性能評價との相關について研究, 家政學雜誌, **34**(8), 20～30, (1983).
2. 川丹委雄, 風合い評價の 標準化と解析, 纖維機械學會誌, 32～39, (1982).
3. 丹羽雅子, 衣服材料の 力學的 性質 ツ-タ集(そのこ). 日本における 外衣用編布, 纖維機械學會誌, **29**(4), 28～38, (1976).
4. 丹羽雅子, 衣服材料の 力學的 性質 デ-チ集(その4). 婦人洋服用外衣布を 中心として, 纖維機械學會誌, **29**(10), 20～36, (1976).
5. 小松かおり, 孫珠熙, 丹羽雅子, 韓國民族服地の力學的 性質の 特徵, 纖維機械學會誌, **33**(2), 30～35, (1980).
6. P. Grosberg, The Mechanical properties of woven fabrics, (part II) The Bending of woven fabrics, *Text. Res. J.*, **36**(3), 205～211, (1966).
7. P. Grosberg, N.M. Swani, The Mechanical properties of woven fabrics, (part IV), The determination of the bending rigidity and frictional restraint in woven fabrics, *Text. Res. J.*, **36**(4), 338～345, (1966).
8. G.M. Abbott, P. Grosberg, G.A.V. Leaf, The Mechanical Properties of woven fabrics, *Tex. Res. J.*, **41**(4). 345～358, (1971).
9. 成委光, 高在運, 權五敬, 韓服地의 力學的 特性에 關한 연구. 한국의류학회지. **11**(3), 79～88, (1987)
10. 李光培, 모직물의 드레이프성에 관한 연구. 경희대학교 박사학위청구논문, (1983).
11. 김승진, 장동호, 직물의 구김과 역학적 성질과의 상관성 연구. 한국섬유공학회지, **20**(1), (1983).
12. 成委光, 高在運, 權五敬, 韓服地의 力學的 特性에 關한 연구. (第2報). 女子用 秋冬韓服地, 한국의류학회지, **12**(2), 169～179, (1988).
13. 丹羽雅子, 衣服材料の 力學的 性質 テ-タ集(その3), 和裝用絹織物を中心として, 纖維機械學會誌, 29, 329～342, (1976).
14. 成委光, 權五敬, 李貞淑, 婦人用 韓服地의 굽힘特性에 關한 연구, 한국의류학회지, **26**(2), 29～38, (1988).
15. 成委光, 權五敬, 黃智暎, 婦人用 韓服地의 剪斷特性에 關한 연구. 한국의류학회지, **26**(2), 29～38, (1988).