

데님 직물의 워싱 가공 효과에 관한 연구

어미경·서미아^{*}
한양대학교 의류학과

A Study on the Washing Finishing Effects of Denim Fabrics

Mi-Kyung Uh and Mi-A Suh^{*}

Dept. of Clothing and Textiles, Hanyang University
(2007. 5. 29. 접수 : 2007. 10. 30. 채택)

Abstract

This study was to investigate the physical properties and the external characteristics of denim fabrics(100% cotton non-spun denim, 98% cotton/2% polyurethane spun denim) such as tensile strength, thickness and weight, flex stiffness, surface color and shrinkage.

The results of the study were as follows. After examining the change of external characteristics of before and after washing finishing for denim fabrics, denim with bio washing had increased pliability compared to denim without washing finishing but the pliability of the denim did not increase according to the intensity or frequency of washing. The luminance change according to washing finishing was high in the order of bio stone bleach washing, bio stone washing, bio washing and denim without washing finishing and the surface color became brighter in accordance with the increase of intensity and frequency of washing finishing.

Key words: denim fabric(데님 직물), washing finishing(워싱 가공), physical properties(물리적 특성), external characteristics(외관 특성).

I. 서론

청바지 세탁에 의한 수축과 불빠짐을 줄이기 위해 시작되었던 워싱 가공이 이제는 수축과 물빠짐 방지와 같은 물리적인 요구뿐만 아니라 패션 트렌드 불 반영한 다양한 디자인, 색감, 표면 효과와 같은 장식적인 요구로 진전됨에 따라 워싱 가공은 청바지에 있어서 필수불가결한 공정으로 자리잡았다. 워싱 가공 방법에는 수많은 방법이 있으며, 각각의 워싱 가공 방법에 따라 소재의 특성 변화뿐만 아니라 표면

효과 및 수축률이 달라진다.

데님 직물은 제직 준비 과정에서 처리한 호제 때문에 생지상태에서 상당히 뻣뻣한 상태이다. 이러한 데님의 뻣뻣함을 없애기 위해 수차례의 워싱 공정을 거쳐 수지를 제거하고, 원단에 부드러움과 유연함을 부여할 수 있다. 또한, 데님의 처음 상태는 거의 블랙에 가까울 정도로 진한 청색이지만 수차례의 세탁을 하면서 청바지는 오래 입었을 때의 낡고 자연스러운 색상으로 만들어진다. 청바지의 경우, 생지에 있던 풀기가 빠지면서 한번 수축이 일어나고 수차례의 세탁과 탈수 및 건조 과정을 거치면서 물리적인 힘과

^{*} 이 연구에 참여한 연구자는 2단계 BK21사업의 지원비를 받았음.

^{*} 교신저자 E-mail : miasuh@hanyang.ac.kr

고열로 인해 또 다시 수축이 일어난다. 청바지 착용 후 세탁에 의한 수축을 워싱 가공으로 미리 조정할 수 있으며, 청바지를 워싱 가공하여 소비자가 원하는 다양한 디자인과 색상 및 표면 효과뿐만 아니라 청바지의 치수를 안정시켜 고부가 가치 상품을 창출해 낼 수 있다.

청바지의 워싱 가공시에는 섬유 종류 및 두께, 데님 직물의 색상 및 가공 방법, 청바지의 디자인, 색상 및 가공 효과에 따라 적합한 청바지의 워싱 가공 방법과 종류를 선택하여야 한다. 일반적으로 워싱 가공 전에 브러시 및 샌드 공정을 하고 워단을 탈회한 후 세탁 및 탈색, 염색 공정을 거치는데 원하는 가공 효과를 만들어내기 위해서는 단순하게 효소 가공이나 부식 가공만 하는 경우도 있고 효소와 탈색 가공을 하는 경우, 효소와 염색 가공을 하는 경우 등 두세 공정을 배합하거나 공정 순서를 달리하여 다양한 워싱 가공을 하게 된다. 그에 따른 워싱 가공의 종류를 살펴보면 다음과 같다.

단순 세탁 가공으로 일한 세제와 호발제를 넣고 세탁하는 노말 워싱(normal washing), 셀룰라아제 효소(cellulase enzyme)만을 사용하는 바이오 워싱(bio washing), 부식(stone)을 사용하여 현옷과 같이 마모된 효과를 인위적으로 부여하는 스톤 워싱(stone washing), 효소와 부식을 적절히 배합하여 세탁하는 바이오 스톤 워싱(bio stone washing), 스톤과 탈색 가공을 동시에 하는 스톤 블리치 워싱(stone bleach washing), 스톤과 분해 효소를 같이 넣고 워싱한 후 표백제를 사용하여 탈색 효과를 증대시키는 바이오 스톤 블리치 워싱(bio stone bleach washing), 워싱 가공이 완료된 청바지에 추가적으로 염색 가공을 하는 오버 다잉 워싱(over dyeing washing) 등이 있다. 이 외에도 성형 엠보싱 워싱, 피그먼트 워싱, 황토 워싱, 오일 워싱 등의 워싱 가공 방법이 있으며 비수가공(非水加工), 레이저(laser) 가공과 같은 친환경 워싱 가공

이 등장하고 있다.

청바지의 착용이 증가하면서 청바지 및 청바지 소재에 관한 연구도 활발히 진행되어 많은 선행 연구가 발표되었다. 청바지 소재인 데님에 관한 선행 연구를 살펴보면, 신혜원 등¹⁾은 데님을 사용하여 세탁 가공 방법, 시간, 효소 농도를 달리하여 세탁 가공의 효과를 연구한 결과, 감량은 부서 처리한 경우는 처리 시간 및 농도가 증가함에 따라 감소하였지만 셀룰라아제 처리한 경우는 처리 시간 및 농도가 증가함에 따라 증가하였다고 발표하였다. 유혜자 등²⁾은 국내 생산 데님과 수입 데님을 사용하여 셀룰라아제 효소 처리를 한 후 감량률과 인열강도, 강경도 등의 물성과 색차를 연구한 결과, 국내 생산 데님의 감량률과 색차 변화가 수입 데님보다 더 크게 나타난 반면 인열강도 보유율은 낮게 나타났다. Card 등³⁾은 데님 청바지를 사용하여 사전 세탁(pre-washed), 부식 세탁(stone washed), 효소 세탁(enzyme treated)의 세 가지 세탁 방법으로 반복 세탁하여 필링과 마모 현상에 관한 연구 결과, 사전 세탁을 한 청바지는 부식과 효소를 넣고 세탁한 청바지보다 필링이 더 많이 발생하였고 마모 현상은 일어나지 않았다. Cavaco-Paulo 등⁴⁾은 데님을 사용하여 셀룰라아제 효소의 성분과 농도를 달리하여 세탁 가공의 효과를 연구한 결과, 표면의 마모 현상에는 큰 차이가 없었지만 섬유의 속성은 상이하게 달라졌으며, 표면의 색상도 변화가 일어났다고 밝히고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 청바지는 워싱 가공에 의해 다양한 색상과 표면을 표현해 낼 수 있고 유연성 증가와 치수 안정 효과로 인해 청바지의 맞춤형을 향상시킬 수 있다. 그러므로 청바지를 제작할 때는 청바지의 디자인과 소재에 적합한 워싱 가공 방법을 선택하여야 하며, 각각의 워싱 가공 방법의 특성을 고려한 효율적인 생산이 이루어져야 한다. 하지만 지금까지 데님의 워싱 가공에 관한 연구는

- 1) 신혜원, 유효선, “청바지의 세탁가공에 관한 연구(I)-세탁가공의 종류를 중심으로-,” *한국의류학회지* 21권 2호 (1997), pp. 471-481.
- 2) 유혜자, 김정희, “국내생산 데님직물과 수입 데님직물의 셀룰라아제 효소가공 효과에 관한 비교연구,” *응용과학연구* 8권.
- 3) A. Card, M. A. Moore and M. Ankeny, “Garment washed jeans: Impact of launderings on physical properties,” *International Journal of Clothing Science and Technology* Vol. 18 No. 1 (2006), pp. 43-52.
- 4) A. Cavaco-Paulo, J. Cortez and L. Almida, “The effect of cellulase treatment in textile washing processes,” *Journal of the Society of Dyers and Colourists* Vol. 113 No. 7-8 (1997), pp. 218-222.

대부분 셀룰라아제 효소를 이용한 세탁 가공에 관한 연구가 이루어져 왔고 다양한 데님의 종류 및 워싱 가공 방법에 따른 데님의 물리적 특성 및 외관 특성에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 청바지 소재로 사용하고 있는 데님의 종류와 워싱 가공 방법을 달리하여 워싱 가공에 의한 인장강신도, 두께 및 무게를 측정하고 외관 특성인 드레이프 강경도, 표면색 변화, 세탁 수축률을 측정하여 데님의 종류 및 워싱 가공 방법에 따른 워싱 가공의 효과를 알아보고 각각의 특성을 비교 분석하여 청바지 생산에 효율적인 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 실험 직물

본 연구에 사용된 실험 직물은 국내 캐주얼 브랜드 설문 조사 결과, 청바지 소재로 가장 많이 사용하고 있는 데님 직물로 cotton 100%의 비신축 데님과 cotton 98%/polyurethane 2%의 신축 데님으로 비신축 데님과 신축 데님을 각각 일반 가공과 머셔화(Mergerization) 가공으로 분류하여 총 4종류의 데님 직물을 선정하였다. 실험 직물은 (주)동국방직에서 제작한 2/1 능직으로 짜여진 데님으로 A는 비신축 데님으로 일반 가공한 직물, B는 비신축 데님으로 머셔화 가공한 직물, C는 신축 데님으로 일반 가공한 직물, D는 신축 데님으로 머셔화 가공한 직물로 명칭을 명명하였고, 실험 직물의 특성은 <표 1>과 같다.

2. 워싱 가공 방법

본 연구에 사용된 워싱 가공 방법은 캐주얼 브랜드의 설문 조사 결과, 최근에 가장 많이 사용하는 가공 방법으로 응답된 바이오 워싱, 바이오 스톤 워싱, 바이오 스톤 블리치 워싱 3종류를 선정하였다. 선정된 3종류의 워싱 가공에 대한 특성을 정리하면 <표 2>와 같다.

세 종류의 워싱 가공 모두 전(前) 공정, 탈호, 수세 공정을 거친 후 바이오 워싱은 셀룰라아제 효소를 넣고 워싱을 하였고, 바이오 스톤 워싱은 바이오 워싱을 한 후 부석을 넣고 추가 워싱을 하였다. 바이오 스톤 블리치 워싱은 효소와 부석을 넣고 워싱을 한 후 탈색을 하기 위하여 차아염소산나트륨을 물에 넣고 세탁을 하였다. 워싱 가공이 끝나고 탈수, 건조 과정을 거쳤다. 세 종류의 워싱 가공 공정조건은 <표 3>과 같다.

3. 실험 방법

각 실험 직물의 물리적 특성과 외관 특성을 파악하기 위하여 인장강신도, 두께 및 무게, 드레이프 강경도, 표면색 변화, 세탁 수축률을 측정하여 워싱 가공 전후의 변화를 비교분석하였다.

1) 인장강신도

강신도 시험기를 사용하여 KS K 0521 스트립법(Strip Method)에 의해 실험 직물을 경사 방향과 위사 방향으로 5회 측정하여 평균을 구하였고, 얻어진 강신도 값으로 인장강신도곡선을 얻었다. 시험 조건

<표 1> 실험 직물의 특성

명칭	구분	섬유 ¹⁾		실금기 (C: 변수, PU: denier)	조직	가공	두께 ²⁾ (mm)	밀도 ³⁾ (온/inch)		중량 ⁴⁾ (g/m ²)
		경사	위사					경사	위사	
A	비신축	C100	C100	7.1×7	2/1 twill 좌능	일반	1.04	66	44	389.2
B	데님	*C100	C80/TE20	7×7	2/1 twill 우능	머셔화	1.08	62	46	455.7
C	신축	C100	C98/PU2	7×30/2 (PU110)	2/1 twill 우능	일반	1.01	66	44	366.1
D	데님	*C100	C98/PU2	7×10 (PU110)	2/1 twill 우능	머셔화	1.05	62	46	396.6

¹⁾ 섬유: KS K 0210, ²⁾ 두께: KS K 0506, ³⁾ 밀도: KS K 0511, ⁴⁾ 중량: KS K 0514.

C: Cotton, TE: Tencel, PU: Polyurethane, *은 슬립 안(slub yarn)이 포함되어 있음.

<표 2> 선정된 워싱 가공의 특성

명칭	특성
바이오 워싱 (bio washing)	청마지의 fade out 효과를 내기 위한 생물학적인 워싱 가공 방법으로 셀룰라아제 효소 (cellulase enzyme)만을 사용하여 면섬유 표면을 분해시켜 효과를 내는 방법으로 셀룰라아제 효소가 들어간 약품명이 바이오이기 때문에 이 가공을 바이오 워싱 가공이라고 부른다. 약품의 종류, 양, 가공 시간에 따라 색을 조절할 수 있으며, 원단 표면의 기모를 깎아주는 역할을 하며, 인디고 컬러가 빠지면서 부드러운 색감으로 만들어준다.
바이오 스톤 워싱 (bio stone washing)	셀룰라아제 효소와 부석(stone)을 적절히 배합하여 생물학적인 가공과 물리적인 가공을 동시에 하는 워싱 가공 방법으로 부석 가공 특유의 거친 마모 효과와 효소 가공 특유의 부드러운 색상이 조화를 이루는 가공 방법으로 디자인 의도에 맞게 색상과 표면의 마모 정도를 조절할 수 있다.
바이오 스톤 블리치 워싱 (bio stone bleach washing)	효소와 부석을 같이 넣고 워싱한 후 표백제를 사용하여 탈색 효과를 증대시키는 가공 방법으로 생물학적, 물리적, 화학적 가공 방법을 모두 포함하고 있으며, 보색 효과가 좋고 유연성이 뛰어나다.

<표 3> 워싱 가공 공정조건

공정 순서	공정조건	워싱방법				
		바이오 워싱	바이오 스톤 워싱		바이오 스톤 블리치 워싱	
전(前) 공정	브러시	×	○	○		
	샌드	○	×	○		
	켓	○	○	○		
	비트	×	○	×		
	도밍고	×	×	○		
탈호	약품명	호발제 2%	호발제 2%		호발제 2%	
	물의 온도	65℃	65℃		65℃	
	시간	20분	20분		20분	
수세	물의 온도	찬물	찬물		찬물	
	시간	5분	5분		5분	
워싱	약품명 및 도구	바이오 1%	바이오 1%	스톤	바이오 1%	스톤
	물의 온도	55℃	55℃	25℃	55℃	25℃
	시간	30분	50분	20분	50분	20분
수세	물의 온도	찬물	찬물		찬물	
	시간	5분	5분		5분	
탈색	약품명 및 도구	×	×		차아염소산나트륨	
	물의 온도	×	×		50~60℃	
	시간	×	×		10분	
중화	약품명	×	×		탈염소제 0.6~1% (하이로드설파이드)	
	물의 온도	×	×		30~40℃	
	시간	×	×		10분	
수세	물의 온도	×	×		찬물	
	시간	×	×		5분	

〈표 3〉 계속

공정 순서	공정조건	워싱방법		
		바이오 워싱	바이오 스톤 워싱	바이오 스톤 블리치 워싱
탈수	시간	10분	10분	10분
건조	시간	50분	50분	50분
브러시	약품명	과망간산칼륨	과망간산칼륨	과망간산칼륨
중화	약품명	환원표백제 (과산화수소)	환원표백제 (과산화수소)	환원표백제 (과산화수소)
	물의 온도	30℃	30℃	30℃
	시간	10분	10분	10분
수세	물의 온도	찬물	찬물	찬물
	시간	5분	5분	5분
유연	약품명	유연제 2%	유연제 2%	유연제 2%
	물의 온도	40℃	40℃	40℃
	시간	10분	10분	10분
탈수	시간	10분	10분	10분
건조	온도	80℃	80℃	80℃
	시간	50분	50분	50분

〈표 4〉 인장강신도 시험 조건

Test Method	KS K 0521:2001, Strip Method	Jaw Type	Flat
Test Speed	100mm/min	Specimen Condition	Dry
Gauge Length	200mm	Test Condition	20℃, 65% RH

(FITI시험연구원)은 〈표 4〉와 같다.

2) 두께 및 무게

KS K 0506에 의해 두께를 측정하고 KS K 0514에 의해 무게를 측정하였다. 두께(T)는 압력 0.5g/cm²일 때의 두께(mm)이고, 무게(W)는 시료의 단위면적당 무게(g/m²)로 표시된다.

3) 드레이프 강경도

KS K 0539 캔틸레버법에 의해 Cantilever softness tester(Hanwon Industrial, KOREA)를 사용하여 경사 방향과 워시 방향을 측정하였다. 시험편은 2.5×15cm로 하여 경위사 방향으로 각각 10개씩 준비하여 5개는 시험편의 표면측, 5개는 시험편의 이면을 측정하여 드레이프 강경도를 다음의 식에 의해 구하였다.

$$C(\text{cm})=D/2$$

(C: 드레이프 강경도, D: 밀려나간 시험편의 길이)

4) 표면색 변화

적분구가 달린 자외가시부 분광광도계인 Spectrophotometer(Macbeth Color Eye, Division of Kollorgen Instruments Co.)를 사용하여 D₆₅광원, 10° 시야에서 표면반사율을 측정하고 Kubelka-Munk식으로부터 L*, a*, b* 값을 구하였다. 워싱 가공한 데님 소재는 표면 색상이 균일하지 않기 때문에 가능한 한 오차를 줄이기 위하여 여러 부위의 시험편을 채취하였고, 10회 이상 표면색을 측정하여 평균값을 구하였다.

5) 수축률 측정

시험편은 50×50cm로 5개씩 재단한 후 가장자리 시접을 오버록(overlock)하였고, 재단한 시험편이면에 30×30cm를 유성펜으로 표시하였다. 다음의 식에 의해 경위사 방향의 수축률을 구하였다.

$$\text{수축률}(\%)=(L_0-L)/L_0 \times 100$$

(L₀: 워싱 가공 전 원단길이, L: 워싱 가공 후 원단길이)

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 인장강신도

실험 직물의 인장강신도 시험 결과를 <표 5>에서 보듯이 워싱 가공을 하지 않은 원포의 인장강신도를 살펴보면, 경사 방향의 인장 강도는 C0(신축 데님 일반 가공)>D0(신축 데님 머서화 가공)>B0(비신축 데님 머서화 가공)>A0(비신축 데님 일반 가공)의 순으로 높았고, 워사 방향의 인장 강도는 B0(비신축 데님 머서화 가공)>A0(비신축 데님 일반 가공)>D0(신축 데님 머서화 가공)>C0(신축 데님 일반 가공)의 순으로 높게 나타났다. 면섬유에 머서화 가공을 하면 강도가 증가하게 되는데, 신축 데님의 경사 방향을 제외하고는 대부분 머서화 가공한 데님이 일반 가공한 데님보다 인장 강도가 높게 나타났다. 원포의 경사 방향 신도는 B0(비신축 데님 머서화 가공)>D0(신축 데님 머서화 가공)>A0(비신축 데님 일반 가공)>C0(신축 데님 일반 가공)의 순으로 높았고, 워사 방향의 신도는 C0(신축 데님 일반 가공)>D0(신축 데님 머서화 가공)>B0(비신축 데님 머서화 가공)>A0(비신축 데님 일반 가공)의 순으로 높게 나타났다. 대부분 머서

화 가공한 데님이 일반 가공의 데님보다 신도가 높게 나타났지만 워사 방향으로 폴리우레탄이 함유되어 있는 신축 데님의 경우는 워사 방향의 신도가 감소하였다. 데님을 머서화 가공하여 강신도를 높이고 신축성 섬유는 신도는 감소시켜 소재의 형태 안정성을 증가시켰음을 알 수 있었다.

워싱 가공 방법에 따른 인장 강도의 변화를 살펴보면, 비신축 데님과 신축 데님의 경위사 방향 모두 원포보다 효소를 넣어 바이오 워싱 가공을 한 데님의 강도가 감소하였고, 효소와 부석으로 가공처리한 바이오 스톤 워싱 가공은 바이오 워싱 가공보다 인장 강도가 현저하게 감소하였다. 하지만 바이오 스톤 워싱 가공에 표백제를 추가한 바이오 스톤 블리치 워싱 가공은 바이오 스톤 워싱 가공과 큰 변화를 보이지 않았다. 이는 효소는 면섬유의 셀룰로오스를 분해하고 부석은 면섬유의 표면을 깎아내기 때문에 효소와 부석을 사용한 워싱 가공에 의해 인장 강도가 감소하지만 표백제인 차아염소산나트륨은 섬유 표면의 염료를 탈색시켜 색을 밝게 만들어줄 뿐 인장 강도에는 영향을 주지 않는 것으로 보여진다.

워싱 가공 방법에 따른 신도의 변화를 살펴보면,

<표 5> 데님의 인장강신도 (단위: N², %)

직물 및 워싱 가공 방법		비신축 데님							
		일반 가공				머서화 가공			
		A0	A1	A2	A3	B0	B1	B2	B3
인장 강도	경사	1300	1000	670	690	1600	1300	860	880
	워사	830	720	460	460	890	730	470	560
신도	경사	20.0	27.0	26.0	27.5	22.0	28.5	26.0	26.0
	워사	16.5	17.5	16.5	16.0	20.5	20.5	17.0	18.5
직물 및 워싱 가공 방법		신축 데님							
		일반 가공				머서화 가공			
		C0	C1	C2	C3	D0	D1	D2	D3
인장 강도	경사	1700	1400	960	970	1600	1300	1100	910
	워사	480	320	130	120	750	730	490	430
신도	경사	19.0	26.5	26.5	27.0	20.5	27.5	26.5	26.5
	워사	30.0	39.0	38.0	37.5	25.0	27.5	25.0	24.0

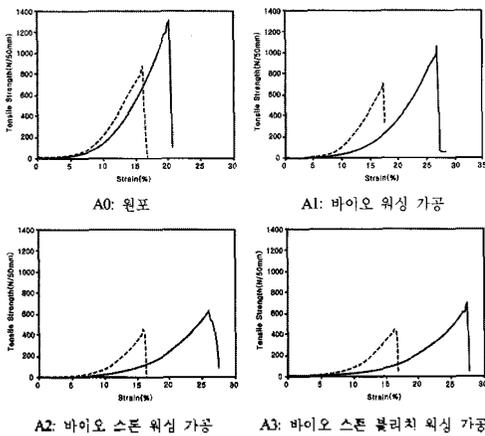
* 0: 워싱 가공하지 않은 원포, 1: 바이오 워싱 가공, 2: 바이오 스톤 워싱 가공, 3: 바이오 스톤 블리치 워싱 가공.

5) N(newton): 힘의 엠케이에스(M.K.S) 단위. 질량 1kg의 물체에 작용하여 매초마다 1m의 가속도를 만드는 힘을 일컫는다. 1kg=9.8N.

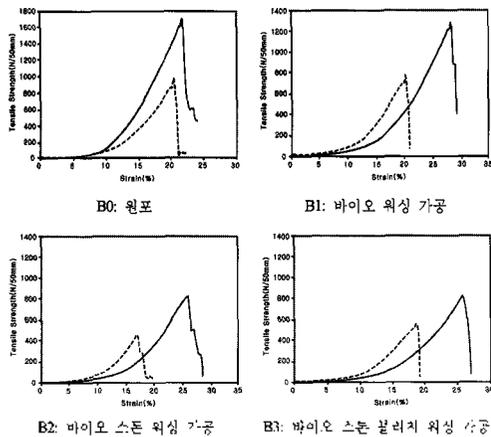
비신축 데넬과 신축 데넬의 경위사 방향 모두 원포보다 바이오 워싱 가공을 한 데넬의 신도가 현저하게 증가하였지만 워싱 가공 종류에 따라서는 신도의 변화가 거의 일어나지 않았다. 데넬은 제직과정에서 실의 내마모성을 향상시키고 각종 마찰에 강해지게 하기 위하여 경사에 풀을 발라 주는데 청바지를 제작한 후에는 풀을 제거하는 발호공정을 거치게 된다. 청바지의 워싱 가공은 가공종류에 상관없이 모두 발호공정을 거치게 되면서 소재가 유연해지고 신도가 증가하게 된다. 이와 같은 이유 때문에 워싱 가공하지 않은 데넬 원포는 한번의 워싱 가공에 의해 신도가 눈에 띄게 증가하였지만 워싱의 방법이나 종류에 따라

서는 신도 변화가 일어나지 않은 것으로 생각된다.

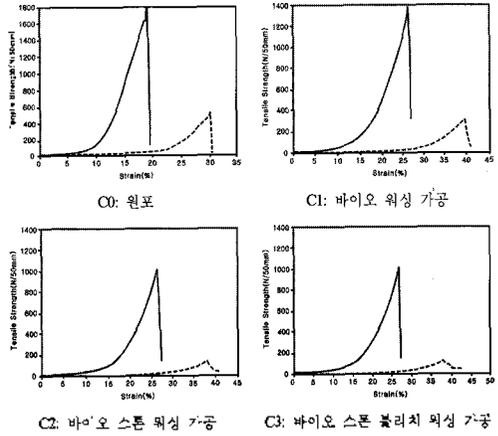
데넬 직물 4종류의 워싱 가공에 따른 인장강신도 곡선은 <그림 1~4>와 같다. 인장강신도곡선에서 보듯이 비신축 데넬과 신축 데넬 모두 경위사 방향에서 바이오 워싱 가공한 데넬이 워싱 가공하지 않은 원포에 비해 초기 탄성률이 작아져 유연성이 증가하였지만 바이오 스톤 워싱 가공이나 바이오 스톤 블리치 워싱 가공의 초기 탄성률은 비슷하게 나타나, 부석과 표백제를 추가하여 워싱의 강도 및 횡수를 증가시켜도 반드시 데넬의 유연성이 증가하는 것이 아님을 알 수 있었다. 인장강신도곡선 그림의 실선은 경사, 점선은 위사를 나타낸다.



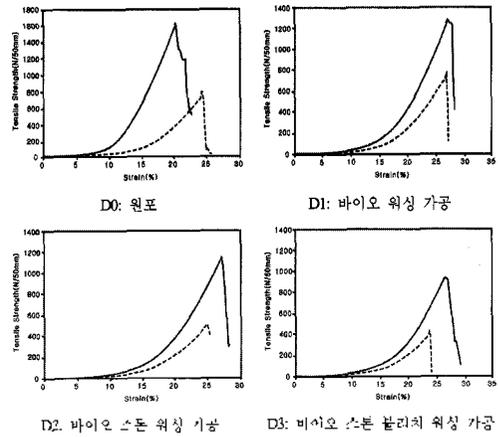
<그림 1> 비신축 데넬 일반 가공 직물의 인장강신도 곡선.



<그림 2> 비신축 데넬 머서화 가공 직물의 인장강신도 곡선.



<그림 3> 신축 데넬 일반 가공 직물의 인장강신도 곡선.



<그림 4> 신축 데넬 머서화 가공 직물의 인장강신도 곡선.

2. 두께 및 무게

〈표 6〉에서 보듯이 워싱 가공 전의 원포에 비해 워싱 가공 후의 데님의 두께가 모두 증가한 것으로 나타났는데, 이는 물에 의한 워싱 가공으로 인해 섬유가 팽윤되어 두께가 두꺼워진 것으로 보인다. 데님의 무게는 워싱 가공 전의 원포에 비해 워싱 가공 후의 데님의 무게가 비신축 데님의 머서화 가공을 제외하고 모두 증가한 것으로 나타나 워싱 가공을 하면 소재가 수축되면서 면적당 밀도가 높아지기 때문에 무게는 오히려 증가하는 것으로 보인다. 두께 및 무게 모두 워싱 가공 방법에 따라서는 큰 변화가 일어나지 않은 것으로 나타났다.

3. 드레이프 강경도

〈표 7〉에서 나타난 바와 같이 비신축 데님이나 신축 데님 모두 일반 가공한 직물보다는 머서화 가공한 직물의 드레이프 강경도가 낮아 유연성이 높은 것으로 나타났다. 비신축 데님의 경우, 경사 방향의 드레이프 강경도에서 이면이 표면보다 유연성이 높

고, 워사 방향에서는 표면이 이면보다 유연성이 높은 것으로 측정되었다. 한편, 신축 데님의 경우는 워사 방향에서 표면의 유연성이 특히 높게 나타났는데, 이는 신축 데님의 워사에 신축성 섬유인 폴리우레탄이 함유되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

데님 직물의 워싱 가공별 드레이프 강경도를 살펴보면, 워싱 가공하지 않은 데님 원포보다는 워싱 가공한 데님이 모두 유연성이 증가한 것으로 나타났다. 하지만 워싱 가공의 종류에 따라서는 드레이프 강경도에 유의한 차이가 보이지 않았는데, 이는 신혜원 등의 연구 중, 굴곡강경도 측정 결과와 같이 데님의 발호 및 정련의 유연 효과가 효소 처리에 의한 효과보다 크다는 것을 의미한다. 즉, 워싱 가공하지 않은 데님 원포는 발호 및 정련 공정을 거치면서 유연성이 크게 증가하지만 워싱 가공의 방법이나 횟수의 증가에 따라서는 유연성이 별로 증가하지 않는다는 것을 알 수 있었는데, 이는 청바지를 세탁하고 난 직후에는 뻣뻣하지만 착용한 후에는 부드러워지는 것처럼 면섬유인 데님의 특성상 외부의 물리적인

〈표 6〉 데님의 두께와 무게

직물 및 워싱 가공 방법	비신축 데님								신축 데님							
	일반 가공				머서화 가공				일반 가공				머서화 가공			
	A0	A1	A2	A3	B0	B1	B2	B3	C0	C1	C2	C3	D0	D1	D2	D3
두께 (mm)	1.04	1.30	1.33	1.30	1.07	1.30	1.22	1.21	1.00	1.31	1.33	1.29	1.05	1.28	1.24	1.27
무게 (g/m ²)	389.2	416.0	414.0	411.9	455.7	444.2	432.4	432.4	366.1	409.7	413.4	402.2	396.6	400.0	402.2	402.3

* 0: 워싱 가공하지 않은 원포, 1: 바이오 워싱 가공, 2: 바이오 스톤 워싱 가공, 3: 바이오 스톤 블리치 워싱 가공.

〈표 7〉 데님의 드레이프 강경도

(단위: cm)

직물 및 워싱 가공 방법	결방향	비신축 데님								신축 데님							
		일반 가공				머서화 가공				일반 가공				머서화 가공			
		A0	A1	A2	A3	B0	B1	B2	B3	C0	C1	C2	C3	D0	D1	D2	D3
경사	표면	3.0	2.6	2.4	2.4	2.2	2.3	2.1	2.25	2.7	2.2	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.4
	이면	2.0	1.6	1.6	1.8	1.6	1.9	1.75	1.6	2.5	2.3	2.0	2.4	2.0	1.9	1.8	2.2
워사	표면	2.4	1.7	1.6	1.6	1.8	1.75	1.75	1.6	2.0	1.2	1.2	1.2	1.7	1.3	1.3	1.1
	이면	2.7	2.4	2.25	2.0	2.2	2.2	2.2	2.0	2.5	1.9	1.75	1.9	2.2	1.8	1.75	1.9

* 0: 워싱 가공하지 않은 원포, 1: 바이오 워싱 가공, 2: 바이오 스톤 워싱 가공, 3: 바이오 스톤 블리치 워싱 가공.

6) 신혜원, 유효선, *Op. cit.*, p. 477.

압력에 의해 유연해질 수 있다는 것을 보여준다.

4. 표면색 변화

데님의 워싱 가공 전후의 표면색 변화를 측정하여 L^* , a^* , b^* 값을 구하였고, 그 결과는 <표 8>과 같다. L^* 값으로 워싱 가공에 따른 명도 변화를 살펴보면, 4종류의 데님 모두 바이오 스톤 블리치 워싱 가공, 바이오 스톤 워싱 가공, 바이오 워싱 가공, 워싱 가공하지 않은 원포의 순으로 높게 나타나 워싱 가공 횟수 및 강도가 증가할수록 점점 더 밝아지는 것으로 나타났다. a^* , b^* 값을 살펴보면, 워싱 가공한 모든 데님이 원포 데님에 비해 $-a^*$, $-b^*$ 값이 증가하

였으며, 워싱 가공 방법에 따른 $-a^*$, $-b^*$ 값은 바이오 워싱 가공, 바이오 스톤 워싱 가공, 바이오 스톤 블리치 워싱 가공으로 갈수록 점점 증가하여 선명한 blue색이 나타났다. 결국 데님에 워싱 가공 공정을 증가할수록 L^* , $-b^*$ 값이 증가하면서 명도와 채도가 높아져 밝고 선명한 blue색을 보이는 것으로 나타났다.

5. 수축률 측정

<표 9>에서 보듯이 비신축 데님의 평균 수축률을 살펴보면, 일반 가공은 경사 방향 5.5%, 워시 방향 1.9%로 나타났고, 머서화 가공은 경사 방향 2.4%,

<표 8> 워싱 가공에 의한 표면색 변화

직물 및 워싱 가공 방법	비신축 데님							
	일반 가공				머서화 가공			
	A0	A1	A2	A3	B0	B1	B2	B3
색좌표								
L^*	21.399	22.965	24.244	30.704	22.492	23.908	28.574	39.797
a^*	0.416	0.169	- 0.603	- 1.293	0.072	-0.650	-1.322	- 2.646
b^*	-4.370	-8.472	-11.115	-13.735	-3.205	-8.156	-10.049	-11.826

직물 및 워싱 가공 방법	신축 데님							
	일반 가공				머서화 가공			
	C0	C1	C2	C3	D0	D1	D2	D3
색좌표								
L^*	17.995	18.596	23.562	30.885	20.847	23.361	26.449	36.406
a^*	1.364	0.400	- 0.735	- 1.344	0.174	-0.518	-1.226	- 2.558
b^*	-5.632	-10.509	-12.719	-14.390	-4.099	-8.475	-10.336	-11.358

* L^* (명도): (0: black, 100: white), a^* : red, $-a^*$: green, b^* : yellow, $-b^*$: blue.

* 0: 워싱 가공하지 않은 원포, 1: 바이오 워싱 가공, 2: 바이오 스톤 워싱 가공, 3: 바이오 스톤 블리치 워싱 가공.

<표 9> 데님 직물의 수축률

(단위: cm, %)

직물 및 워싱 가공 방법	비신축 데님								신축 데님								
	일반 가공				머서화 가공				일반 가공				머서화 가공				
	A1	A2	A3	평균	B1	B2	B3	평균	C1	C2	C3	평균	D1	D2	D3	평균	
경사	치수	28.5	28.6	28.0	28.4	29.2	29.3	29.0	29.2	28.5	28.2	28.3	28.3	28.8	28.5	28.6	28.6
	수축량	1.5	1.4	2.0	1.6	0.8	0.7	1.0	0.8	1.5	1.8	1.7	1.7	1.2	1.5	1.4	1.4
	수축률	5.0	4.7	6.7	5.5	2.7	2.3	3.3	2.4	5.0	6.0	5.6	5.5	4.0	5.0	4.7	4.6
워시	치수	29.5	29.5	29.3	29.4	30.5	30.5	30.5	30.5	28.5	28.0	27.7	28.1	30.2	30.1	30.1	30.1
	수축량	0.5	0.5	0.7	0.6	+0.5	+0.5	+0.5	+0.5	1.5	2.0	2.3	1.9	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1
	수축률	1.7	1.7	2.3	1.9	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	5.0	6.7	7.6	6.4	+0.7	+0.3	+0.3	+0.4

* 1: 바이오 워싱 가공, 2: 바이오 스톤 워싱 가공, 3: 바이오 스톤 블리치 워싱 가공.

위사 방향 +1.7%로 나타났다. 신축 데님의 평균 수축률을 살펴보면, 일반 가공은 경사 방향 5.5%, 위사 방향 6.4%로 나타났고, 머서화 가공은 경사 방향 4.6%, 위사 방향 +0.4%의 수축률이 나타났다. 비신축 데님과 신축 데님 모두 일반 가공보다는 머서화 가공한 경우가 수축률이 낮게 나타나 머서화 가공으로 인하여 소재의 치수 안정성을 높였음을 알 수 있었다. 비신축 데님과 신축 데님에서 머서화 가공을 한 경우는 위사 방향의 수축률이 +0.4~+1.7%로 측정되어 직물이 수축하지 않고 신장하였다. 한편, 데님의 워싱 가공별 평균 수축률을 알아본 결과는 바이오 스톤 블리치 워싱 가공, 바이오 스톤 워싱 가공, 바이오 워싱 가공의 순으로 수축률이 높게 나타났다.

IV. 결 론

본 연구에서는 청바지 소재로 사용하고 있는 데님 직물의 종류와 청바지의 워싱 가공 방법에 따른 워싱 가공의 효과를 알아보고 각각의 특성을 비교분석하여 효율성이 높은 청바지 생산을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

본 연구의 결과에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 비신축 데님과 신축 데님의 경위사 방향 모두 바이오 스톤 워싱 가공, 바이오 워싱 가공의 순으로 인장 강도가 감소하였지만 표백제를 추가한 바이오 스톤 블리치 워싱 가공은 바이오 스톤 워싱 가공과 큰 변화를 보이지 않았다.
2. 데님의 두께와 무게는 대부분 워싱 가공한 데님이 워싱 가공을 하지 않은 데님에 비해 증가한 것으로 나타났지만 워싱 가공 방법에 따라서는 큰 변화가 일어나지 않았다.
3. 데님 소재의 워싱 가공별 드레이프 강경도는 워싱 가공하지 않은 데님 원포보다는 워싱 가공한 데님이 모두 유연성이 증가한 것으로 나타났다. 하지만 워싱 가공의 종류에 따라서는 드레이프 강경도에 유의한 차이가 보이지 않았으며, 데님 소재의 발호 및 정련 등의 유연 효과가 효소 처리에 의한 유연 효과보다 크다는 것을 알 수 있었다.
4. 워싱 가공에 따른 명도 변화는 모든 데님이 바이오 스톤 블리치 워싱 가공, 바이오 스톤 워싱

가공, 바이오 워싱 가공, 워싱 가공하지 않은 원포의 순으로 높게 나타나 워싱 가공 횟수 및 강도가 증가할수록 심심 더 밝아지는 것으로 나타났다.

5. 비신축 데님과 신축 데님 모두 일반 가공보다는 머서화 가공한 경우가 수축률이 낮게 나타나 머서화 가공으로 인하여 소재의 치수 안정성이 높아졌음을 알 수 있었고, 데님의 워싱 가공별 평균수축률은 바이오 스톤 블리치 워싱 가공, 바이오 스톤 워싱 가공, 바이오 워싱 가공의 순으로 수축률이 높게 나타났다.

본 연구에서 제시한 데님 직물 및 워싱 가공 방법에 따른 물리적 특성과 외관 특성에 관한 자료는 청바지 생산업체에 청바지 패턴설계를 위한 기초 자료로 활용되어 경쟁력 높은 코부가 가치 청바지 생산에 기여할 수 있을 것으로 생각되며, 더 나아가 청바지 워싱 가공에 의해 발생하는 가공 효과와 수축률을 진단해 내기 위해 청바지의 반복적인 워싱 가공 테스트로 인한 생산 사이클의 지연 및 생산 비용의 낭비를 절감할 수 있으리라 사료된다.

참고문헌

- 신혜원, 유효선 (1997). "청바지의 세탁 가공에 관한 연구(I)-세탁 가공의 종류를 중심으로." *한국 의류학회지* 21권 2호.
- 유혜자, 김정희 (1999). "국내생산 데님 직물과 수입 데님 직물의 셀룰라아제 효소 가공 효과에 관한 비교연구." *응용과학연구* 8권 1호.
- Ali, S. I., F. Khan and A. Anees (2000). "Development of cellulases enzymes and evaluation of stone wash effect." *International Journal of Clothing Science and Technology* Vol. 12 No. 6.
- Andreus, J., R. Campos and A. Cavaco-Paulo (2001). "Reduction of indigo backstaining by post-washing." *Melliand Textilberichte* Vol. 82 No. 10.
- Arputharaj, A. and R. Vijayagopal (2004). "Stone washing of cellulosic materials." *Textile Magazine* Vol. 45 No. 3.
- Card, A., M. A. Moore and M. Ankeny (2006). "Garment washed jeans: Impact of launderings on phy-

- sical properties." *International Journal of Clothing Science and Technology* Vol. 18 No. 1.
- Card, A., M. A. Moore and M. Ankeny (2005). "Performance of garment washed denim blue jeans." *AATCC Review* Vol. 5 No. 6.
- Cavaco-Paulo, A., J. Cortez and L. Almeida (1997). "The effect of cellulase treatment in textile washing processes." *Journal of the Society of Dyers and Colourists* Vol. 113 No. 7-8.
- Cortez, J. M., J. Ellis and D. P. Bishop (2002). "Using cellulases to improve the dimensional stability of cellulosic fabrics." *Textile Research Journal* Vol. 72 No. 8.
- Kochavi Daniel, Thomas Videback and Donna Cedroni (1990). "Optimizing processing conditions in enzymatic stonewashing." *American Dyestuff Reporter* Vol. 79 No. 9.
- Patrick, L. A. and P. J. Foody (2002). "New method to evaluate strength effects on denim garments." *AATCC Review* Vol. 2 No. 11.