

〈技術解説〉

액체 ammonia 처리와 목면포(木棉布)의 고도유연화(高度柔軟化) 가공기술

조 환

염색기술연구소
(2000년 8월 21일 접수)

High Softening Technology of Cotton Fabrics Treated with Liquid Ammonia

Cho Hwan

Korea Dyeing Technology Center

(Received August 21, 2000)

1. 형태안정가공(形態安定加工)의 내력

1993년 8월 말경에 일본의 Toyobo(東洋紡)에서는 Y-shirt의 VP(vapor phase press), Nisshinbo(日清紡)에서는 SSP(super soft press) 가공상품을 연달아 발표하였다. Y-shirt의 품질은 기대한 바 이상으로 좋았고, 때마침 불어닥친 불황(不況)을 극복하고자한 소비자들의 실용품(實用品) 선호(選好)의 시대적인 조류와 불경기의 틈새를 공략하여 형태안정(形態安定) Y-shirt의 boom이 일어났다^{1~2)}. 현재 일본의 경우 Y-shirt의 약 반수는 형태안정가공품으로 정착되었고, 소비자에게는 거의 필수품이 되다시피 되어있다. 사실인즉, 이 글을 쓰고있는 본인도 외국 여행을 할 때는 형태안정 가공한 Y-shirt 한 장만을 입고 간다. 2~3일 입다가 더러워지면 hotel에서 잠자기 전에 간단히 빨아 널어 두었다가 다음날 아침에 그대로 입으면 되니까 말이다.

이 형태안정화 Y-shirt는 일본의 경우 최근의 불황 가운데서 섬유업계 최대의 hit 상품이 되어 마치 구세주(救世主) 격인 존재(存在)에 이르렀다고 야단법석이었다. 그런데 사실 이 형태안정가공

의 발상은 35년 이상으로 거슬러 올라간다. 다시 말하면 1955년 후반의 “New Cotton 상품”과 1965년 전반기의 permanent press 가공이 그 시작이었다³⁾. 그 당시의 “New Cotton 상품”은 강도저하 문제 때문에 보기 흉하게 좌절되어버렸고, polyester/cotton의 혼방(混紡)품으로 이어진 permanent press 가공의 성공을 보게 되었던 것인데, 이들의 know how를 기초로 하고 실패를 교훈 삼아 새로이 등장한 것이 액체 ammonia 처리를 하는, 이른바 “형태안정가공(形態安定加工)”이라고 알려져 있다.

그런데 그 “New Cotton 상품”은 목면 100%만이 가공 대상이었는데 반해서 permanent press 가공은 polyester 65%, 목면 35%의 혼방상품이 주된 대상임은 널리 알려져 있는 사실이다. 그리고 모두 다 봉제(縫製)하기 전에 수지의 가교반응을 끝내 놓는, 이른바 pre-cure가 주된 방법인 공통점이 있다. 단지, permanent press 가공도 목면 100%로 출발했을 초기에는 봉제하고 난 다음에 반응시키는 post-cure 방법이 채택되었고, 상업적인 생산의 실적도 있다.

이에 대해서, 현재의 형태안정가공에서는 post-

cure가 주체가 되어있는 점이 첫 번째 특색이라 할 수 있다. 구체적으로는 일본 Nisshinbo의 SSP와 Kanebo(鐘紡)의 Form Memory는 봉제한 다음에 열처리를 하는 전형적인 post-cure 방법인데 반해서, Toyobo와 Hujibo(富士紡) 및 Unitika 등의 VP 가공은 봉제 후에 가공약제를 먹이고, 곧이어 열처리를 실시하는 일종의 post-cure 방법이다. 여기서 VP 가공이라는 것은 이른바 vapor phase, 즉 기상(氣相)가공을 뜻하는 것인데, 특허에 기록되어있는 바에 따르면 기체상태인 것은 formalin과 촉매를 천에 먹이기까지의 공정이고, 반응공정(反應工程)은 보통의 방추가공(防皺加工)과 동일한 건식(乾式) 열처리 방법이다⁴⁾. 이에 대해서 Shikibo(數紡)의 Double Action 은 pre-cure 방식이다. 또한, 방추가공을 할 때의 반응형태를 논한다면 New Cotton 시절에는 반응이 젖은 상태에서 일어나는 습식가공(濕式加工)이었고, 방추(防皺)성능은 습방추(濕防皺)에 중점이 놓여 있었다. 그랬기 때문에 New Cotton 상품은 짜지 않고 널여 말리지만 하면 마치 다림질을 한 것처럼 구김이 퍼져서 「물 다림질」이라는 별명이 생겼다. 그러나 그 구김이 퍼지는 정도는 충분하지 않았고, 강도저하가 극심한 결정적인 결함이 알려졌기 때문에 수년이 못 가서 시장에서 그 자취를 감추게 되어버렸다.

이에 반해서 permanent press 가공 이후는 건식가공(乾式加工)이 주축을 이루게 되었고, 건방추(乾防皺)가 중시되게 되었다. 따라서 이 경우는 짜준 다음에 Tumble 건조기로 말렸을 때 어느 정도 늘어나는가가 문제가 되었다.

여기서 논하는 형태안정가공은 VP 가공까지를 포함해서 모두 건식(乾式)가공방법이기 때문에 Tumble 건조에서 진가를 발휘한다고 하는 제2의 특색이 있다. 따라서 탈수하고 난 다음의 널여 말리기의 경우에 완전히 구김이 퍼지기까지는 수일이 지나야 되는 예도 있다.

제3의 특색으로서, 소재(素材)에 있어서의 목면의 혼방률(混紡率)이 높아진 경우를 들 수 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 1965년대의 permanent press는 polyester 65%, 목면 35%의 혼방상품이었으며, polyester의 형태안정성이 주역(主

役)에 가까운 존재였다.

이에 대해서 현재의 permanent press 가공상품은 polyester 50%, 목면 50%의 소재를 주로 사용하고 목면의 역할이 높아졌다. 게다가 한발 더 나아가 SSP 상품에는 목면 100%의 제품이 등장해서 마침내 1960년대의 「New Cotton 상품」에서 이루지 못 하였던, cotton 100%의 다림질을 하지 않는 「No Iron 상품」 만들기가 가능해 지게 된 것이다. 그뿐만이 아니고 1960년대에 이룩하지 못 하였던 봉제(縫製)의 know how가 이번엔 충분히 활용되었다는 사실도 간과(看過)해서는 안 될 일이라 생각한다.

2. SSP의 개요^{5~6)}

SSP는 액체 ammonia 처리를 전제(前提)로 한 목면(木棉)상품의 고도유연(高度柔軟)가공이다. 액체 ammonia 처리기술은 지금으로부터 약 30년 전 Norway에서 개발이 시작되었으나, 그 후 주로 미국에서 채용된 바 있었던 기술인데, 한동안 잊어 버렸던 것을 일본 기술자들이 그 진가를 확인하여 부활시킨 기술이다. SSP는 액체 ammonia 처리에 의한 목면섬유의 개질(改質)을 기초로 한 post cure 가공에 의하여 완성한, 오래된 방법이기도 하나 새로운 첨단기술이다. 근년의 시판 초기에는 SSP와 VP가 시장을 양분하여 대결하는 양상을 보였으나, SSP는 목면 100%상품이 가세(加勢)해서 강도(強度)의 유지율(維持率)이 우수하다는 사실이 입증되었다고 한다⁷⁾.

SSP상품의 강도 유지율이 우수한 것은 액체 ammonia 처리의 효과에 기인하는 것은 사실이지만, 그 외에도 post-cure의 장점이 더해진 방추가공에 의하여 강도저하가 감소된 때문에 예상보다 더 높은 효과가 나타날 뿐만 아니라 Nisshinbo의 독특한 처방에 기인하는 것이라고 한다. 이러한 결과, 특별히 원단을 고르지 않고도 목면 100%의 소재로서 「No Iron 상품」이라는 상품은 현재 SSP방식뿐이고, 이 성능에 주목한 영국의 유명한 Marks & Spencer가 일본으로부터 가공한 천을 수입해서 SSP상품을 제조 판매하고 있다.

이뿐만이 아니고 SSP상품은 최근 중국에서도 판매하기 시작하였는데, 호평을 받고 있다고 한다.

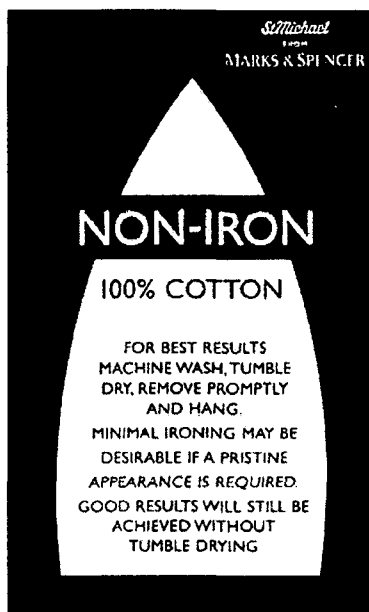


그림 1. 영국의 Marks & Spencer가 판매하고 있는 형태안정상품의 표찰

3. 액체 ammonia 처리가공기술의 줄거리

액체 ammonia의 cellulose 섬유에 대한 작용기에 대한 연구는 1940년대부터 시작되었던 것으로 알려져 있으나, 실제로 직물의 처리가공에 공업적으로 실행에 옮긴 것은 1970년경이었다. 이 처리장치를 개발하기 시작한 배경에는, 이른바 New Cotton 상품의 강도저하현상과 촉감이 거칠어진 이유 때문에 철저하게 반품되어 망하게 된 때문이라고 한다. 그래서 우여곡절(迂餘曲折)을 거쳐서 현재는 일본 국내에만 8대나 가동 중인 것으로 알려져 있다.

현재의 액체 ammonia 가공기의 가동상황은 표 1과 같으며, 세계 속의 모든 설비의 3분의 2가 일본기업의 소유인 사실을 알 수 있다. 이 표에서 알 수 있다시피 연구개발 된지 30년이 지나서 겨우 보급되기 시작한 가장 큰 이유는 설비비가 엄청나게 비싼 점과 특허사용료의 문제 및 합성섬유의 전성기를 맞이하여 자연산 섬유인 목면섬유의 소비가 위축당했기 때문인 것으로 풀이하고 있다. 그러나 근년에 와서 그러한 장벽들을 극복하고,

최근에 이르러 급속하게 처리설비가 보급되기 시작한 것은 액체 ammonia 처리에는 타의 추종을 불허하는 가공효과가 있다는 사실이 SSP 상품과 VP 상품에 의해서 증명되었고, 그 효과를 무시할 수 없었던 상품의 우월성이 현실적으로 인증(認證) 되었기 때문이라고 생각된다.

표 1. 액체 ammonia 가공 처리기의 설치 및 운전 현황

국가명	기업체명	대수	설치 시기	비고
Norway	Tedeco	1	1968년	
USA	Danriver	1	1977	
Germany	Martieni	1	1979	
China	Shang hai 第2 印染廠	1	1982	
Belgie	Beramtex	1		
Japan	Nisshinbo	1	1990	재 가동
Thailand	Thai · Shikibo	1	1994	
Japan	Nisshinbo	2	1994	
Japan	Nisshinbo	1	1995	수세식
Japan	Toyobo	1	1995	
Japan	Shikibo	1	1995	
Japan	Nisshinbo	1	1996	
Japan	Kurabo	1	1996	
합 계		14		

이뿐만이 아니고 일본에는 이외에도 Asahikasei (旭化成)가 1984년에 Bemberg의 방축가공용으로 독자적으로 제작한 소규모의 액체 ammonia 가공기계를 개발하여 현재도 가동 중이라고 한다. 한편, 액체 ammonia 처리에 대한 연구는 최근에 와서 다시 활발해지고 있다²⁾. 여기서 액체 ammonia의 물리화학적 성질을 간단히 간추려 보면 다음과 같다.

(1) 액체 ammonia의 성질

액체 ammonia는 화학적으로는 물과 흡사하나 물 보다 점도(粘度)와 표면장력(表面張力)이 낮기 때문에 목면섬유에 쉽게 침투한다. 이 침투는 목면섬유의 결정영역에 까지 이르고, 그 결정구조를 변화시킨다.

표 2. 액체 ammonia의 물리화학적 성질

구분	액체 ammonia	물
화학구조	NH ₃	H ₂ O
분자량	17	18
비점 (°C)	- 33.4	100
빙점 (°C)	- 77.7	0
밀도 (g/cm ³)	0.68 (- 34 °C)	1.00
증발열 (cal/g)	327 (- 34 °C)	537
점도 (cp)	0.266 (- 34 °C)	1.002
표면장력 (10 ⁻⁵ N/m)	34.4 (- 34 °C)	72.8

(2) 액체 ammonia 가공에 의한 목면섬유의 변화

액체 ammonia 가공에 의한 목면섬유의 겉보기와 속 심은 다음과 같이 변화한다.

- ① 단면(斷面)이 동그랗게 되면서 중공(中空)부분이 작아진다.
- ② 자연적인 꼬임이 없어지면서 매끈한 표면이 회복된다.
- ③ fibril의 배열이 정돈(整頓)되어 간격(間隔)이 평균화된다.
- ④ 결정화도(結晶化度)가 저하한다.
- ⑤ 결정구조(結晶構造)가 약간 성글어지면서 변형된다.

(3) 액체 ammonia 가공효과

액체 ammonia 처리에 의해서 다음과 같은 효과가 단 한번에 달성된다.

- ① 수축하기 어려워진다.
- ② 구김(주름) 생기기 어려워진다.
- ③ 섬유 한 가닥 한 가닥의 반발성능(反發性能)이 증가한다.
- ④ 섬유가 부드러워진다.
- ⑤ 섬유가 강하고 질기게된다.

이러한 현상을 silk 가공 및 수지가공과 비교해보면, silk 가공에서는 방축(放縮)효과와 강도(強度)향상의 효과는 있으나 방추(防皺)효과와 유연(柔軟)효과는 없다. 또, 수지가공에서는 방축성과 방추성 향상의 효과는 있으나 강도가 떨어진다. 따라서 위에서 기술한 몇몇 효과를 동시에 달성할 수 있는 가공은 오로지 액체 ammonia 만의 독특한 효과라고 말할 수 있다.

4. 액체 ammonia 가공의 효과가 나타나는 기구

액체 ammonia 가공에 의해서 방축효과와 방추효과 및 유연효과 그리고 강도(強度)향상 등의 복합적인 효과가 일거(一擧)에 얻어지는데, 이러한 효과들은 어떠한 원리에 의해서 생겨나는 것일까? 이러한 의문에 대한 해답은 지금까지 발표된 바가 거의 없는 듯 하다.

액체 ammonia에 의한 목면섬유의 겉보기의 현저한 변화는 납작하게 눌러져 있던 섬유 가닥이 팽윤(膨潤)해서 동그랗게 되는 사실과, 자연적으로 생긴 꼬임이 없어지는 현상 및 중공(lumen)이 작아진 사실 등이다. 사실인 즉, 이 변화는 물이 침투(浸透)해서 팽윤(膨潤)하더라도 꼭 같이 일어나기 마련인데도 마르고 나면 원상으로 되돌아가 버린다. 그래서 이 현상은 목면섬유를 세탁(洗濯) 후에 말리면 수축하는 결정적인 원인이 되어 있다.

그러나 액체 ammonia의 경우는 팽윤(膨潤)하고 난 다음에 가열해서 ammonia를 제거하면 목면섬유는 팽윤한 그대로의 상태를 지탱한다. 왜냐하면 액체 ammonia 가공에 의해서 결정구조가 cellulose I에서 cellulose III로 변하기 때문이라고 알려져 있다. 다시 말하면 목면섬유의 골격이 새로운 구조로 짜여지기 때문이라고 생각된다.

그러나 여기서 커다란 의문이 생긴다. 즉, 목면섬유에는 결정영역과 비결정영역이 있고 이들이 두루 섞여있는 사실이다. 만약, 그 혼재(混在)상태로 섞여서 결정영역이 각각 독립해서 존재하고 있다고 한다면, 전체로서의 섬유 골격(骨格)은 있을 수 없는 결과가 되어버린다. 예를 들면, 비결정영역에 물이 침투해서 수소결합이 끊어져 하나 하나의 결정영역이 고립(孤立)하게 되었다고 가정하면, 재차 건조해서 물분자가 없어졌을 때 원래의 납작한 상태나 꼬임 상태로 되돌아 갈 이유는 없어진다. 따라서 목면섬유의 결정영역은 서로서로 어떠한 결합상태를 지니고 있고, 전체로서는 보기를 들면 그림 2에 나타낸 수세미의 구조처럼 생긴 입체구조를 이루고 있을 것으로 상상을 비약시켜 볼 수도 있다.

그림 2에서 보인 바와 같이 부풀어 오른 수세미의 구조처럼 결정의 집합체를 상상하면 응력분

산(应力分散)에 의한 강도의 향상과 입체구조에 따른 변형저항력에 기인하는 방추성능(防皺性能)의 향상 등을 쉽게 설명할 수 있을 것으로 생각한다. 구조역학을 전공하시는 많은 연구인들의 해명

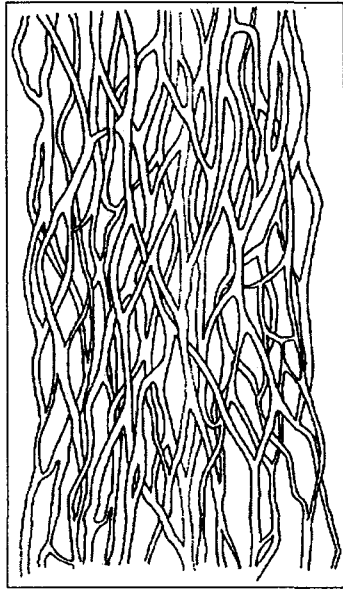


그림 2. 목면섬유의 결정집합체의 상상도

과 연구가 있으시기를 바라마지 않는 바이다.

5. 형태안정가공에 대한 잘못된 추측(推測)

형태안정가공 상품이 보급되는 과정에서는 image 선행의 경향이 농후하고, 여러 가지의 시행착오적인 일들이 많았다. 가장 어려웠던 일은 다음과 같은 여러 가지의 오해(誤解)가 생긴 것들이다. 이러한 오해는 오늘날까지도 계속되고 있으므로, 적어도 섬유가공을 전공하시는 여러분들은 그 진실을 알아주시도록 부탁드립니다.

① 형상기억합금(形狀記憶合金)을 사용했다는 오해(誤解)

처음에 “형상기억 shirt” 라는 상품선전이 일부에 사용된 바 있었기 때문에 이 오해가 생겼다고 생각한다. 그래서 구김이 곧바로 즉석에서 없어지는 것으로 기대하고 있는 소비자들이 있는데, 앞에서 기술한 바처럼 tumble 건조를 하면 기대한바

와 같은 결과를 얻을 수 있으나, 널어 말리는 경우는 시간이 걸린다는 사실을 납득하도록 하기 위해서 설득하지 않으면 안될 형편이라고 하는 말들이 있는데, 이 점 소비자들의 올바른 이해가 요망되는 실정이다. 그러나 섬유업계 이외의 사람들에게 당초에 많은 영향을 미쳤던 것이 사실인데, 형태안정(形態安定)이라는 용어가 사용되기 시작하고 나서부터는 잘못된 인식이 사라지고 오해가 풀리기 시작한 것으로 생각된다. 그러나 다른 한편으로 생각하면 형상기억(形狀記憶)이라는 용어는 소비자들에게 appeal 하는 힘이 강해서, 이 상품의 보급에는 크게 기여한 것으로 생각된다.

② 수지가공(樹脂加工)이라고 하면 coating이나 수지의 충전(充填)으로 생각하는 오해

이러한 잘못된 추측은 지금도 일반 소비자들의 마음속에 뿌리깊이 남아있는 것으로 추측되는데, 이점에 대한 올바른 이해가 시급히 요망된다. 특히, 충전(充填)은 lumen을 충전하는 것으로 오해하고 있는 이가 꽤 많다고 한다. 그러나 잘 생각해 보면 목면은 지나치게 가늘고 길기 때문에 lumen에 공기나 물 이외의 다른 물질을 충전한다는 것은 쉽게 되지 않는 일이다. 이해를 돕기 위해서 목면섬유의 굵기를 10 μm , lumen의 직경 6 μm 의 원통상(圓筒狀)이면서 길이 25mm, 즉 25,000 μm 로 가정해 보자. 이 굵기와 길이의 비(比)는 굵기 10cm, 길이 250m의 소방용 hose에 상당한다. 여기서 직경 6cm의 중공(中空)부분이 lumen이 되는 셈이 된다. 다시 말하면 그만큼 목면섬유는 가늘고 긴 것이어서, 간단하게 hose의 한 쪽 끝에서 무엇인가를 흘려 넣을 수 있을 정도의 구조가 아니다.

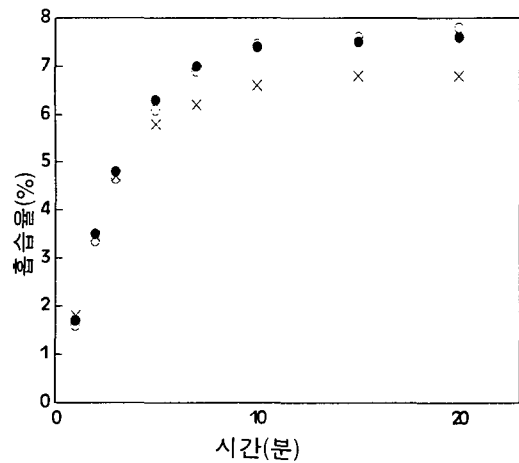
또 다른 하나의 오해를 하게 되는 원인은 수지라고 하는 단어가 알맞지 않기 때문이다. 노파심에서 적어보면 수지가공이라는 것은 수용성의 2작용(作用) 반응기(反應基)를 가진 화합물로 cellulose 분자 사이에 가교결합(架橋結合)을 생성하는 반응으로서, 방추성과 방축성을 부여하는 분자차원의 가공이며 coating이나 충전과는 전혀 다른 화학반응이다. 이러한 관점에서 생각하면 formalin을 사용하는 VP 가공은 수지가공의 특수한 경우라고 말할 수 있다.

③ 수지가공은 세탁하기만 하면 곧 바로 탈락하는 것이라고 생각하는 잘못

이것은 coating과 충전과의 오해로부터 파생(派生)한 것이라 생각되는데, 지금까지도 그렇게 잘못 생각하고 있는 사람들이 많다. 실제로 정상적으로 수지가공 한 상품을 사용해보면 쉽게 확인할 수 있을 줄 하는데, 세탁을 50회 하여도 처음의 W & W 성의 90% 이상은 충분히 유지하고 있을 정도로 내구성이 양호하다. micro의 화학결합이 그렇게 간단하게 끊어지는 일을 없는 것이다.

④ 수지가공을 하면 흡습률(吸濕率)이 저하한다고 생각하는 오해

수지가공을 한 다음에 원심탈수(遠心脫水) 하고 난 후의 수분 함유율이 저하하고 마르기 쉬운 것은 사실이나, 그림 3에 나타난 바와 같이 흡습률은 전혀 변하지 않는다.



× : 표백 처리, ○ : L. A. 처리, ● : L. A. 처리 · 수지가공

그림 3. 가공한 면포의 흡습(吸濕)속도

이 사실은 수지가공약제에 의한 가교결합의 크기는 물분자의 크기의 적어도 수배이상이고, 기체상태의 물분자의 진입을 방해 할 수 없다는 사실을 증명하고 있으며, 가교결합 그 자체는 소수결합(疎水結合)이 아님에 기인하는 것이라 생각된다.

⑤ 목면섬유의 흡습률은 lumen의 존재에 기인하는 것이라고 생각하는 잘못

목면섬유의 lumen은 목면섬유의 독특한 구조이기 때문에 흡습 성능에 대해서 무엇인가 특별한 작용을 할 것이라고 기대하는 것은 진실로 자연스런 생각이나, 그 크기를 잘 생각해 보면 별로 관계가 없을 것이라는 사실을 스스로 깨쳐 알게 된다. 물분자의 크기는 2 Å 밖에 되지 않으나 이것을 직경 1cm의 구슬이라고 가정하면 lumen의 직경 약 6 μ m 즉 60,000 Å 은 300m에 상당한다. 다시 말하면 lumen에 대한 물분자 한 개의 크기는 Tokyo dome의 가운데에 직경 1cm의 구슬 한 개에 상당하는 비율에 해당하는 격이 된다.

그뿐만이 아니고 흡습성이 있다고 하는 것은 cellulose 분자에 물분자가 가볍게 흡착하는 현상이기 때문에 단순히 공간이 있다고 하는 것만으로는 흡습성이 되지는 않는다. 그렇다면 목면섬유 그 자체의 구조는 어떤 것이냐고 반문 할 것이다. 목면섬유의 경우 결정영역의 부분일지라도 8 Å 전후의 틈새가 있다는 사실에 주목하지 않은 수 없다. 다시 말하면 물분자 크기의 4배 정도의 틈새가 있는 꼴이 된다. 여기서, 한번 더 물분자가 직경 1cm의 어린이들이 가지고 노는 구슬이라고 가정하면 목면섬유는 적어도 야구장의 back net 정도의 구멍이 무수하게 뚫어진 열김이(쌀집에서 돌을 골라내는 채) 처럼 생긴 구조물이라고 생각할 수 있다. 뿐만 아니라 실제로는 목면섬유에는 보다 더 큰 구멍이 얼마든지 나 있다.

이 사실은 목면섬유가 흡습성이라는 점을 생각하면 명백하다. 액체인 물은 분자 한 개일 수는 없고 적어도 두 개 이상이고, cluster 라고 불리는 물분자의 회합체(會合體)는 수십 개의 물분자로 이루어져 있는 것으로 알려져 있다. 이 액체의 물이 재빠르게 스며들기 때문에 목면섬유에는 그에 합당한 만큼의 틈새가 무수하게 있는 격이 되지 않을 수 없다.

따라서 기체상태의 물분자, 즉 물분자 한 개로 보면 목면섬유 전체는 마음대로 빠져나가 다닐 수 있는 거대한 그물 망(網)이라 가상 할 수 있는 것으로서, lumen 과 같은 큼직한 공간의 존재는 그다지 큰 의미가 없다고 생각 할 수 있다. 그러나 흡습성(吸濕性)과 보수성(保水性) 및 보온성(保溫

性)에는 크게 기여하고 있을 것으로 생각된다.

⑥ formalin에 의해서 피부에 염증이 쉽게 생길 것이라는 잘못된 생각

이 문제에 대한 오해만큼 과장된 해석은 보기 드물다. 실정에 맞는 냉정한 판단이 필요한 것으로 알려져 있다. Y-shirt에 적용하고 있는 기준은 300ppm이고, 속옷에 적용하고 있는 기준은 75ppm이다. 이 기준이라는 것은 보통 안전권(安全圈)에 설정하는 것을 고려하면 거의 100ppm 이하로 되어있는 Y-shirt에서 염증이 쉽게 발생할 리가 없으며, 사실 명백하게 formalin이 원인이 되어 생긴 시비(claim)의 예는 거의 없다. Y-shirt에서 생기는 염증의 원인은 봉제사(縫製絲)와 심지(芯地)가 원인이 되거나, 간혹 바느질 잘못으로 튀어나온 실이 원인이 되는 예가 있다.

게다가 물에 녹기 쉬운 formalin은 세탁을 한번 하면 거의 탈락하기 때문에, 피부가 약하다고 자각(自覺)하는 사람이라면 한 번 세탁해서 입는 정도의 주의를 한다면 아무런 문제가 없다.

6. 전망과 과제

형태안정가공을 거친 옷은 1990년대 말경에 boom을 일으켜서, 이제는 선진국에서는 기본상품으로 정착되어가고 있는 실정이다. 품질 측면에서는 30년 전의 permanent press 제품 보다 grade up 되어 있기 때문에 소비자들에게 이대로 정착될 가능성이 높다. 그러나 유행의 요소가 강한

apparel 업계이므로 동일한 양상으로 언제까지나 계속되리라고 기대하기는 어렵다. 어떻게든지 품질개량을 하거나 품질의 변경을 하지 않으면 안될 것으로 생각된다.

그 가운데서의 기술적인 과제인 방추가공에 있어서의 강도저하 방지문제는, 말하자면 영원한 과제로 남을 것이라 생각되기도 한다. 더 나아가서 착의감(着衣感)의 개선과 더러움을 쉽게 씻을 수 있게 하라는 소비자들의 요구도 있을 것으로 생각된다.

한편, 액체 ammonia 가공의 응용범위를 확대해야 할 과제가 있다. 액체 ammonia 가공은 금세기 최후의 대형가공기술이라 말 할 수 있으나, 아직 그 응용의 가능성을 추구하여 끝맺음을 보았다고는 할 수 없으며, 대형가공으로서의 참 모습은 지금부터 차츰 나타나기 시작할 것으로 기대되는 바 크다고 생각한다.

참고문헌

1. 日經 business, No. 716, 11月 2日 号, p.53 (1993).
2. T. Wakida and M. Lee, *Textile Res. J.*, **70**, No. 2, 161(2000).
3. T. Wakida and M. Lee, *Dyeing Industry*, **48**, No. 5, 216(2000).
4. 柳内雄一: 染色 *Dyeing & Finishing*, **14**, No. 2, 18(1996).