

〈染色加工技術〉

용제방사법에 의해 제조된 새로운 cellulose계 섬유 『Tencel』

조 환
영남대학교 섬유공학과

1. 화학섬유 100년의 역사

거시적인 차원에서 볼 때, 인류가 문명이란 말에 인연을 가지게 되면서 부터 20세기에 이르기까지, 섬유라고 말하면 그것은 모두 자연섬유를 일컫는 것이었다. 그러나, 20세기에 들어오면서부터 여러 가지 다양한 새로운 섬유들이 인공적으로 만들어져, 증대하는 섬유수요에 부응하면서 풍요로운 사회를 만드는데 지대한 공헌을 하여 왔다.

이들 인조섬유(화학섬유라고도 함)들 가운데서, 주축을 이루어 온 것은 식물세포벽을 형성하고 있는 cellulose를 원료로 사용한 것과, 유한자원인 화석원료를 원료로한 plastic 섬유, 혹은 합성섬유로 대별할 수 있다. 화석원료도 원래는 생물의 죽은 시체였던 cellulose와 같은 생물성분이었지만, 석탄이나, 석유로 되기까지는 수백만년이라는 긴 세월을 소비하여서, 비로소 생성된 것이라는 점이 크게 다르다.

화학섬유의 무대에, 최초로 등장한 것은 viscose /rayon 이었다. 이것은, 1905년 Courtaulds 社の rayon 사업은 발전을 거듭해서, 1939년까지 미국에 6개, 영국에 7개, France와 Canada에 각각 1개소의 공장을 가지고, 독일과 이탈리아에는 합병회사를 설치하기에 이르렀다. Courtaulds 社は 현재도 영국, 미국, Canada 등에 공장을 가진, 세계 최대급의 rayon 제조사의 지위를 유지하고 있다.

한편, 합성섬유가 세계의 섬유통계표에 등재되기 시작한 것은 1940년 부터이고, nylon으로 시작해서 그 후 다양한 섬유들이 개발되어 왔다. 그중에서도 가장 광범위한 용도로 사용되고 있는 것이 polyester이며, 이 polyester로 대표되는 것처럼, 합성섬유는 강하고, 물빠짐이 좋고(速乾性), 구김이 쉽게 생기지 않으며, 곰팡이가 슬지않는 등, 우수한 기능을 가지고 있어 급속도로 보급되어 왔다.

표 1. 주요섬유들의 물성비교

	TENCEL	MODAL	VISCOSE	COTTON	POLYESTER
				*	**
TIRE (dtex)	1.7	1.7	1.7	N/A	1.7
TENACITY (cN/tex)	38-42	34-46	22-26	20-24	55-60
ELONGATION (%)	14-16	13-15	20-25	7-9	25-30
WET TENACITY (cN/tex)	34-38	19-21	10-15	26-30	54-58
WET ELONGATION (%)	16-18	13-15	25-30	12-14	25-30
TENACITY (@10% ext)	35	23	16	N/A	26
WET MODULUS (@5% ext)	270	110	50	100	210
WATER IMBIBITION (%)	65	75	90	50	3

* US MIDDLING

** HIGH TENACITY

이러한, 화학섬유의 발전은 섬유조달을 쉽게하고, 새로운 기능을 제공하며, 오늘날, 물건이 남아 넘칠 정도의 풍요로운 문화생활을 뒷바침하여 왔던 것이다. 그러나 21세기를 눈 앞에 두고, 사회적 요청에 변화의 조짐이 보이기 시작하고 있다. 이제까지처럼 절대량의 부족을 보충하고, 감성적가치나 기능성만을 갖추는데 그치지 않고, 앞으로는 지구환경 적합성을 강요당하게 되었다. 원료자원면, 제조공정 및 최종폐기의 각국면에서 여하히 지구환경보전에 공헌할 수 있는가라고 하는 문제가 대단히 중요한 과제로 대두된다.

Courtaulds 社가 “21세기에 때 맞춘 새로운 섬유소재”라는 구호아래 시판하기 시작한 「Tencel」은, 전혀 새로운 제법으로 제조한 cellulose 계 섬유인 것으로 알려져 있다. 「Tencel」은, 지금부터 소개하는 것처럼 여러가지 물성과 환경적합성을 가져, 광범위한 용도가 기대되는 새로운 섬유소재인데, 「Tencel」은, 21세기에 있어서는 현재의 polyester에 버금가는 주요섬유로 발전할 것이라고 전망하는 이들이 많다.

2. 「Tencel」의 특징

「Tencel」은, 현재 영국에 있는 준공업적 제조설비(제조능력 약 1,200 ton/year)에서 생산되고 있었으나, 최근, 미국 Alabama 주에 처음으로 양산 산업 plant(계획제조능력: 18,000 ton/year)가 완성되었기 때문에, 앞으로 일반상품의 생산은 미국으로 옮겨질 것으로 알려져 있다.¹⁾ 그리고, 영국공장은 특수품의 개발, 제조 및 여러가지 기술개발에 사용될 것으로 보도되고 있다. 즉, 「Tencel」은, 지금 막 태어난 완전히 새로운 섬유소재이고, 이미 옷감용도에서 커다란 성과를 올린 바 있고, 산업 자재용도에서도 많은 주목을 모으고 있으며, 각 용도에 따라 개질, 최적화가 앞으로 더욱더 진행될 것으로 기대된다. 여기서는 이미 상업화되어 시판되고 있는 통상품에 대하여 간단히 소개한다.

2.1 섬유의 특징

「Tencel」의 물리특성을 표 1과, 그림 1에 나타내었다. 「Tencel」은, 여기에 나타낸것처럼 다른 인

조 cellulose 섬유보다 훨씬 더 강하고, 특히, 인장강도는 polyester에 필적한다.

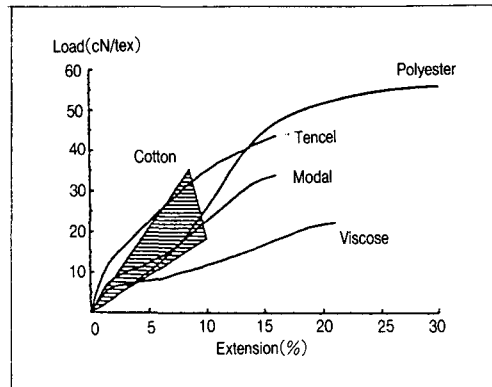


그림 1. 응력/변형 비교.

섬유단면은 원형이고, 표면은 대단히 매끄럽고, 톱니모양 crimp가 가해져 있어 겉보기에는 합섬과 비슷하게 보인다.

이들의 특징은 「Tencel」 제조공정에 채택되고 있는, 새로운 세정건조 방식에 기인하는 바 크고, 결과적으로 개섬 및 carding을 쉽게 해서, 균일하고, nep가 없는 card wave를 만들기 쉽게 하고 있다. 또한 tow도 균일한 품질이고, 정밀재단성(精密裁斷性)이 우수해서, 종래의 rayon에서 흔히 있을 수 있는 過長섬유의 발생이 적다. 섬유간 밀착성은, 가공제의 종류와 crimp 정도에 따라 광범위하게 조정할 수 있다.

특히, 부직포용도에서 aeray 방식에 필요한 것으로 알려진 低밀착성도 「Tencel」이라면 가능하고, 「Tencel」은 이 방식에 실용가능한 최초의 cellulose 섬유라고 말할 수 있다. 또한, 섬유강도가 바로 絲강도로 변환되는 상황을 몇몇 섬유들의 거동과 비교해 보면, 그림 2 및 3처럼 된다. 대부분의 섬유들은 실이 되면 단위당 강도가 반감하는데 대해 「Tencel」은 월등하게 높은 변화율을 보이고 있다(그림 2). 또는, 다른 섬유와 비교해서 섬유단계에 있어서의 差 이상의 강력한 실이 「Tencel」에서는 얻어진다(그림 3). 이것은 매끄러운 표면과, 실 내부에서 높은 섬유밀도가 얻어짐에 따라서, 내부

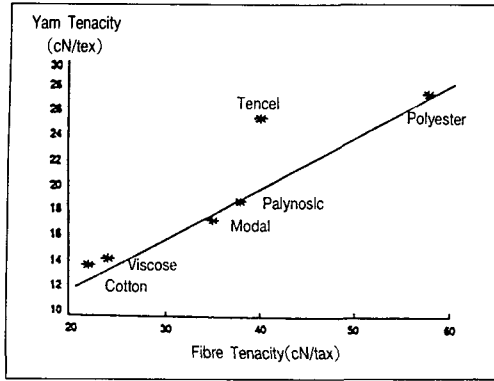


그림 2. 섬유강도와 絲강력의 관계.

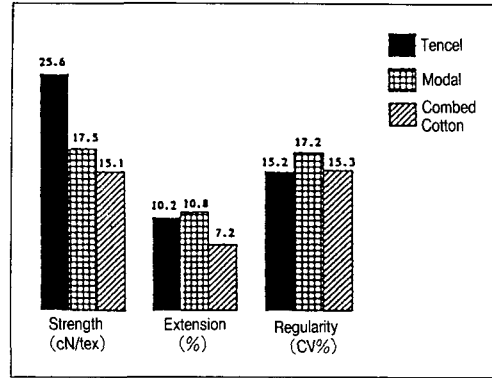


그림 3. 絲물성 비교.

표 2. 안정성확인 시험 일람표

시험항목	시료형상	결과
BGA		
1) Dry Residue in Cold Water Extract	fibers	18.5 mg/g (dry matter)
2) " "	Non Woven	4.2 mg/g (dry matter)
3) Formaldehyde in Cold Water Extract	Non Woven	not detected
4) Other Aldehyde in Cold Water Extract	Non Woven	0.025 mg/g (dry matter)
5) Dry Residue in n-Heptane Extract	fibers	not detected
6) " "	Non Woven	2.5 mg/g (dry matter)
7) Pentachlorophenol (PCP)	fibers	not detected
8) As, Pb, Cd, Cr, Hg	Non Woven	not detected
9) IR-Spectroscopic Testing of the Dry Residues from n-Heptane-and Cold Water Extract		not detected
10) Fluorescent Substances	Non Woven	not optically brightened under UV irradiation
11) Antimicrobial Constituents	Non Woven	not inhibition area
12) OX Value	fibers	55 mg/kg
FDA-510		
1) Heavy Metals As Lead	Non Woven	< 1 ppm heavy metals
2) Hemolysis-In Vitro	Non Woven	nonhemolytic
3) Cytotoxicity-Agarose Overlay	Non Woven	nontoxic
4) Cytotoxicity-MEM Elution	Non Woven	nontoxic
5) Limulus Amoebocyte Lysate Test	Non Woven	~17 times below the limit
6) Systemic Injection in Rabbits	Non Woven	nontoxic
7) Primary Skin Irritation In Rabbits	Non Woven	non-irritating and non-corrosive
8) Delayed Contact Hypersensitivity Study in Guinea Pigs	Non Woven	non-sensitizer

마찰력이 증가하기 때문인 것으로 알려져 있다.

『Tencel』의 중합도는 560, 결정화도 50이고, 특히, 결정화도는 viscose rayon의 20~30과, pulp의 결정화도가 55 정도인 것을 고려한다면, 높은 결정화도를 『Tencel』의 큰 특징이라고 말할 수 있다. 또한, 『Tencel』은 고순도의 목질 pulp를 원료로 하는 100% cellulose 섬유이다.

현재의 기술로서는, 완전 무염소 pulp를 얻을 수 없기 때문에, 통상의 용해 pulp를 원료로 하고 있는데, 『Tencel』 섬유로부터 염소라든지 dioxine은 검출된 바 없는 것으로 보고 되어있다. 단 주로 가공제 (soft finishing agents)의 영향으로 염화물이 수백 ppm 검출되고, 중금속은 trace level 로서 철(5 ppm), 구리 (1 ppm), 망간 (0.1~0.2 ppm), 기타 1ppm 미만 검출되는 것으로 알려져 있다.

안전성에 관해서는, 식품 접촉물(BGA-독일 식품법) 및 위생/의료재료(FDA-미국식품의약품국) 등의 허가신청용으로 다양한 시험이 행해지고 있

다고 하는데, 표 2에 나타난 것처럼 모두 허가규격에 합격하고 있다.

현재 생산되고 있는 『Tencel』은, 태반이 1.5 denier이고, bright 및 TiO₂를 함유하고 mat 絲가 있고, 다양한 길이(長)의 단섬유와, tow로서 판매되고 있다. 앞으로 예정되고 있는 차별화품으로서는 bias-cut, top, micro-denier, macro-denier 絲 등이 있으며, 장래에는 한층 더 발상을 바꾼 다양한 특수품의 개발이 있을 것으로 기대된다.

2.2 실의 특징

이미 서술한 Tencel 섬유의 특징으로부터 예상되는 바와 같이, 방적사는 강하고, 균질하다는 것이 최대의 특징이라고 말할 수 있다. 또한, 넓은 絲 변수범위에 대응할 수 있고, 다양한 방적방법에 널리 사용될 수 있으며 100% 사용뿐만 아니라 각종의 다른섬유들과의 광범한 혼방사를 만드는 데도 알맞다.

표 3. ring 式 방적사의 물성

	TENCEL			MODAL	COMBED COTTON
	1/16 Ne	1/30 Ne	1/50 Ne	1/30 Ne	1/30 Ne
TENACITY cN/Tex	30.0	27.5	23.0	17.5	15.1
EXTENSION %	12.2	9.4	8.3	10.8	7.2
REGULARITY CV %	10.1	14.6	15.6	17.2	15.3
THIN PLACES/1000m	0	6	14	26	7
THICK PLACES/1000m	5	5	21	16	55
NEPS/1000m	5	7	49	81	98

표 4. ring 式 방적사의 물성

	TENCEL	TENCEL	MODAL	COMBED COTTON
	1/12 Ne	1/30 Ne	1/50 Ne	1/30 Ne
TENACITY cN/Tex	20	19.0	12.5	17.2
EXTENSION %	11.0	9.5	11.6	5.4
REGULARITY CV %	14.2	15.0	17.7	17.2
THIN PLACES/1000m	0	4	4	168
THICK PLACES/1000m	4	12	33	222
NEPS/1000m	8	30	28	862

표 5. Tencel 혼방에 의한 보강효과

YARN TEST DATA	100% MODAL	70/30 VISCOSE/TENCEL
COUNT	30	30
COUNT STRENGTH PRODUCT	2730	2564
TENACITY cN/tex	17.1	16.4
EXTENSION	10.8	11.1
CV %	17.2	16.1
THIN PLACES/1000m	7	17
THICK PLACES/1000m	4	16
NEPS/1000m	27	5

표 3 및 표 4에서는, 「Tencel」을 ring 식 및 roter 식으로 각종의 絲변수로 방적하고, Modal(polynosic 유사품) 絲 및 綿絲와의 여러물성을 비교한 것이다. 1.5 denier의 「Tencel」은, ring 식으로는 면 변수 50번까지, roter식으로는 면변수 30번까지는 용이하게 방적할 수 있다.

한편, 방적 방법에 관해서는, 한결같이 생산성의 향상을 추구하고, 다양한 방적기술들이 개발되어 왔다. 일반적으로, roter식이라든지 air-zet식이라고 일컬어지는 방적법으로 만들어진 실은 ring식 실과는 성능이 다른데, 특히, 강도가 떨어진다는 것은 잘 알려져 있다. 「Tencel」은 그림 4에 나타낸 것처럼, 다양한 방적법에서 모두 높은 강도를 나

타내고 있다. 특히, ring 방적에 의한 면사(card 絲)의 강도를 어느 경우에 있어서나 모두 능가하고 있는 것은 주목할 만 하다. 새로운 방적기술을 채용하더라도 「Tencel」이라면 강력한 실이 만들어진다는 것으로서, 지금까지 불가능하다고 포기하고 있던 용도라든지, 그러한 분야가 다시 현실의 일로 실현되는 경우도 많으리라고 생각된다.

「Tencel」은 그 응력변형 특성이 우수성으로 인하여, cellulose 계 및 합성섬유의 어느것과도 혼방이 용이하고, 실의 강도와 균질성 향상에 기여하는 것으로 알려져 있다. 그림 5는, 「Tencel」, polyes-

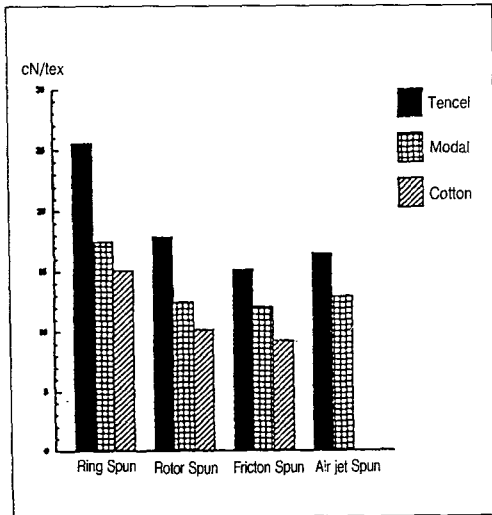


그림 4. 방적방법과 강도의 관계.

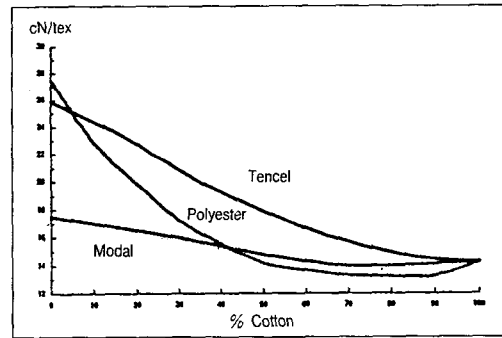


그림 5. Tencel과 다른섬유의 混紡絲의 강도비교.

ter, Modal을 면과 혼방하고, 그 혼방률과 강력의 변화를 나타낸 것이고, 그림 6은, 「Tencel」과 polyester, 면 및 viscose-rayon을 혼방해서 동일한 방법으로 비교한 것이다. 또, 표 5는 viscose-rayon에 「Tencel」을 겨우 30% 혼방하면, Modal과 동등하게 된다는 것을 나타내고 있다.

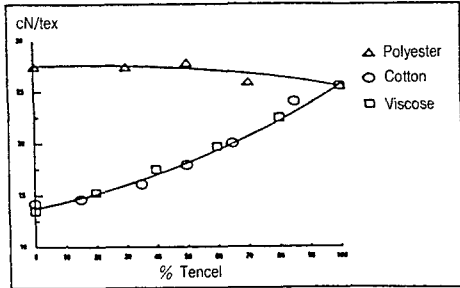


그림 6. Tencel과 다른섬유의 混紡絲의 강도비교.

이외에, 「Tencel」은 cashmere, wool, silk 등과의 혼방도 가능하고, apparel fashion 분야에서 대단한 기대를 모으고 있는 green 시대의 새로운 섬유인 것으로 알려져 있다.

2.3 직물의 특징

「Tencel」은, 물성과 섬유형태가 강하고, 우수한 품질의 실로 방적할 수 있다는 것은 전술한 바 있다. 이런 성질들이 서로 조화를 이루어, 제직 준비와 제직능률을 향상시키고 있다. 염색에서는 반응, 직접, vat, 황화, azo 염료 등의 어느 염료로도 염색이 가능하다. 섬유 본래의 안정성으로 가공 loss는 대단히 낮은 수준으로 억제되고, 수지량도 적게 사용하더라도 충분한 효력을 발휘한다.

「Tencel」 직물의 특징을 간추려보면, 먼저 안정성이 우수하고, 인열, 인장강도가 우수하다는 것을 들 수 있다. apparel, fashion 용도에서는, 전술한

특징에 덧붙여, cellulose 섬유의 흡습성과 정전기적 특성 때문에 느낄 수 있는 우수한 착용감이라든지, 피부접촉시 촉감의 친숙함이 중요하며, 게다가, 감성표현의 풍부함이 주목된다. 유연함, 부드러움, drape성, 깊이 있는 색상과 광택, 풍부한 질감 등으로 표현되는 만짐새는 「Tencel」의 큰 매력인 것으로 알려져 있다. 특히, 일본에서는 생지가 공기기술이 발달되어 있고, 다양한 만짐새 표출처리가 행해지고 있는데, 물리적 화학적 처리에 견디고, 그때마다 표정을 달리하는 「Tencel」은 섬유가 공산업과 apparel 업계에 있어서, 격조높은 신감성 소재 (新感性素材)라고 말할 수가 있을 것이다.

산업용 직물의 분야에서는, 「Tencel」의 강도와 치수안정성이 기본이 되고, cellulose 섬유의 비용융성이라든지, 非crimp 성 등이 활용된다. 용도로서는, 마찰 belt, printer-blanket, 각종 coat 용 천 등의 基布라든지 난연, 방염포 등을 들 수 있다. 또 지금까지 cellulose 섬유로서는 불가능한 것으로 알려져 있던 분야도 「Tencel」이라면 가능하게 되고, 같은 성능이라면 보다 값싼 생산방식이 쓰인다든지, 보다 가볍고 간소한 구조로 대응할 수 있게 되었다.

표 6에 「Tencel」 100%의 일반적인 직물의 물성을 나타내었다. 표 7과 그림 7은, 「Tencel」과 면의 혼방사로서 짜여진 평직의 다양한 혼방비율에 따른 여러 물성을 나타낸 것으로서, 안정성이 우수하고, 강도는 「Tencel」 혼합율에 비례하여 향상하는 것을 알 수 있다.

표 6. Tencel 100% 직물의 물성

FBRIC WEIGHT(GSM)	130	280
CONSTRUCTION	PLAIN	5 END SATIN
YARN TYPE	RING	ROTOR
YARN COUNT	1/30 Ne	1/12 Ne
RESIN LEVEL % DHDMEU	1	4
WASH STABILITY @60°C LENGTH %	-2.0	-2.0
WIDTH %	-0.8	-0.8
TEAR STRENGTH (N)	33	
TENSILE STRENGTH DRY (DaN)	37.5	73.4
TENSILE STRENGTH WET (DaN)	30.2	55.7
CREASE RECOVERY	122°	130°

표 7. Tencel 면혼직물의 안정성 (130 g/m², 평직)

% TENCEL	15	35	50	65	85
WASH STABILITY WARP (%)	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2
@60°C WARP (%)	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2
CREASE RECOVERY	136°	132°	133°	136°	130°

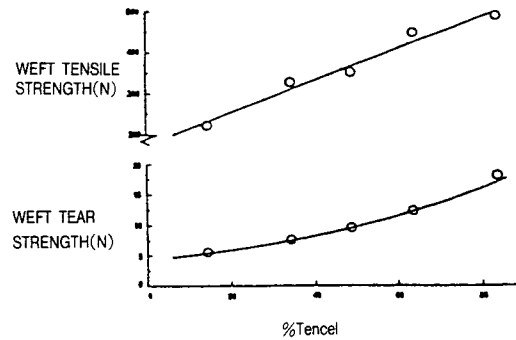


그림 7. Tencel, 면혼직물의 강도(130g/m², 평직).

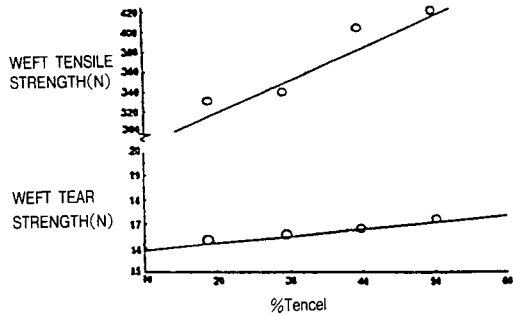


그림 8. Tencel, Rayon 혼직물의 강도(130g/m², 평직).

표 8. Tencel, Rayon 혼직물의 안정성 (130 g/m², 평직)

% TENCEL	20	30	40	50
WASH STABILITY @60°C & WEFT	-4.0	-3.3	-3.1	-2.2
CREASE RECOVERY	142	142	138	141

표 9. Ring Rotor식 방직에 의한 Tencel 직물의 강도

	Fabric Weight(g/m ²)	Weft Tensile (N)	Weft Tear (N)
RING SPUN COTTON	240	470	80
RING SPUN TENCEL	240	810	170
COTTON SPUN COTTON	242	578	95
ROTOR SPUN TENCEL	214	520	100

표 9에서는, 「Tencel」로 ring 방직의 면직물을 바꾸어 놓는다고 가정하면, rotor-spun에서 까지도 밀도를 1할 정도 줄더라도 강도적으로 여유가 있는 것을 알 수 있다.

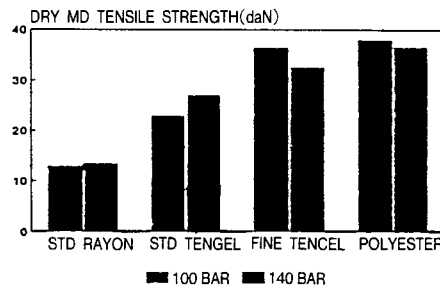


그림 9. High Pressure Hydroentanglement Stength Comparison MD DRY.

2.4 부직포의 특성

앞에서 서술한 섬유 특성으로 부터, 「Tencel」은 부직포 소재로서도 유망하다. Courtaulds 社の 중앙연구소에서는, 개발 초기부터 다양한 부직포 제조법과 관련지어 연구를 진행하여 온 것으로 알

려져 있다. 1986년의 INDA-Tec. 회의 이후, INDA 및 EDANA 관련 회의에서 많은 논문들이 발표된 바 있다. 지금까지의 연구성과에서도 「Tencel」 섬유의 강도가 부직포의 강도로서 나타나고, 접착이나, 용착요소를 감소시킨다든지, 경량화할 수 있는 사실들이 판명되었다.

PP 열융착식(熱融着式)에서는 특히, 습윤시의 강도가 건조시의 강도보다 높아지고, 그 정도는 pp의 type에 따라 다른데, 고탄성의 pp가 Tencel과의 혼방에는 적합하다. 흡수성도 rayon 혼방과 비교하여 그렇게 뒤 떨어지지 않고, 용착요소로서의 pp를 20%까지 줄이더라도 부드러운 흡수성의 부직포가 얻어진다. 표 10은, 이 분야의 연구의 일례를 나타낸 것인데, 평직물에서는 용착에 2개의 매끄러운 steel roller를 사용하고, pointed twill(山形斜紋織)에는 마름모꼴의 top roller를 사용하고 있다. pointed-twill에서는 용착면적이 전체의 22%로 된다.

표 11에서는, latex식으로 「Tencel」과 rayon을 비교하고 있는데, 일반적으로 Tencel의 건조강도는 rayon의 2배, 습윤강도는 3배가 된다. 흡수성은 rayon보다 다소 낮지만, 강도가 높기 때문에 latex의 사용량을 감소시킬 수 있고, rayon 정도의 강

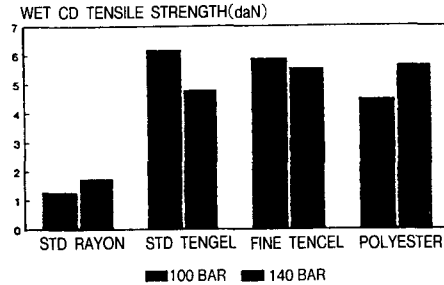


그림 10. High Pressure Hydroentanglement Strength Comparison WET CD.

도까지 latex를 줄이면 「Tencel」의 흡수성이 훨씬 높아진다.

수류교락(水流交絡)은, 현재로서는 유일한 100% cellulose, 즉, 생분해성의 부직포 제조 수단으로 되어있다. 여기서도 「Tence」은 강도 우위성으로 경량화를 꾀할 수 있다. 「Tencel」의 높은 습윤탄성률에 의해 신장성이 적고, 치수안정성이 우수한 부직포가 얻어진다. 높은 습윤강도와 작은 수축에 의해, 가공중의 직물폭 손실을 최소한으로 억제할 수 있다. 더욱이 1500 psi를 넘는 고수압하에서 「Tencel」은 fibril 화를 시작하여, 교락의 심도(深度)를 더하여 강력한 부직포가 만들어진다. 그러

표 10. Properties of 67/33 Tencel/polypropylene and 67/33 Viscose Polypropylene Thermally Bonded Fabrics

Bonding	Machine	Tensile properties (daN)		Cross Direction		Water Absorption (g/g)
		Direction		Dry	Wet	
		Dry	Wet			
Plain	Tencel	7.4	9.8	1.4	1.7	4.1
	Viscose	4.8	4.3	1.0	0.7	5.0
Piont	Tencel	7.0	8.5	1.0	1.4	7.9
	Viscose	4.4	3.6	0.6	0.5	8.3

표 11. Ladex식 부직포에 있어서 Rayon과의 비교

	40 g/m ² Fabric @ 20% Latex			
	Tencel	Tencel	Viscose	Viscose
	Dry	Wet	Dry	Wet
MD Strength	203	153	100	51
CD Strength	172	119	100	57

나, 여기서 fibril화 섬유는 주위의 섬유와 수소결합을 하기 쉽고, 처리시간이 길어지면, 제품이 굳어지기 때문에 주의를 요한다. 한편, fibril화가 일어난다 해도 수류에 녹아나는 용출물이 적고, 공정사용수의 여과에 사용된다

3. 「Tencel」과 환경적합성

Cellulose는, 재생산이 가능한 자연고분자로서, lignin과 함께 모든 식물의 세포벽을 형성한다. 태양광에 의해, 물과 탄산가스가 엽록소를 촉매로 하여, 광합성되어 당류가 생성되고, 이 당류가 중합되어 cellulose로 된다. Pulp 제조공정에서 lignin을 위시한 불순물들이 제거, 정제되는데, Tencel에 사용되는 용해 pulp는, 고순도로 96.5~98.8%의 cellulose를 함유한다. 이같은, 고순도의 pulp는, 열대 우림은 수목으로는 만들어지기 어렵고, 오직, 계획식림(計劃植林)에 의한 수목으로 부터 만들어진다.

이들 수목은 7~10년 걸려서 묘목에서 성목으로 자라고, 벌채 후 잘린 나무 뿌리에서 새싹이 나와 다시 성장한다.

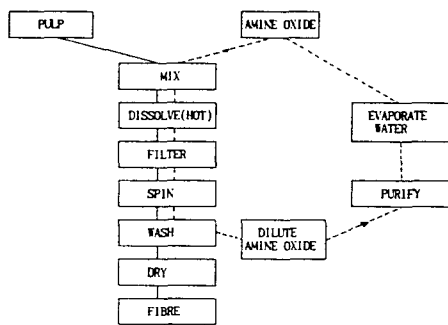


그림 12. Tencel의 제조공정.

이같은 營林사업은, 보통 농업에 적합하지 않은 메마른 땅에 행해지고, 화학비료와 농약도 대량 살포하지 않는다. 이 경로에 의한 cellulose 제조는, 대단히 효율이 좋아서, 단위경작면적당의 cellulose 收穫量은 최고 2.5 ton/acre/year에 이른다. 한편, 면섬유를 얻기 위해서는 목화의 재배가 필요한데, 이 경우 아무리 효율을 올리더라도 0.35 ton/acre/year이 한계라고 하며, 비옥한 땅이 필요하다.

가장 전형적인 재생 cellulose 섬유는, 100년의 역사를 가진 viscose rayon이라는 것을 앞에서 기술하였다. 이 분야에서는 최근에, 특히, 기술연구가 진행되어, 폐쇄계(閉鎖系)에서 제조하고, 환경에 대한 영향을 신경쓰지 않아도 되게끔 되었다. 그러나, 이 장치에서는 비용이 들고, 바로 상업적 經濟性을 얻기는 쉽지 않다. 한편, 최근 100년 동안, 단순히 cellulose를 용해하는 방법을 찾아내고자 하는, 많은 사람들의 노력의 결과로 다양한 연구가 진행되어 왔다.

Courtaulds 社の 연구원이 착안한 용제는 amineoxide로써, 과거 2년간, 이 용제를 기초로 방사 기술을 연구하여 온 것으로 알려져 있다. 당초, 이 연구 project는 「CENESIS」라고 이름 붙여졌고, 현재의 새로운 섬유 「Tencel」을 탄생시킨 기술의 바탕이 되었다.

「Tencel」의 제조에는, 그림 12에 나타난 것처럼, 용해 pulp를 N-methylmorpholine-N-oxide (NM-MO)에 용해시켜, 투명한 점성이 있는 용액으로 만들어 여과하고, 묽은 수용액에 방출한다. 그 방출출에서 amineoxide를 용출시켜 cellulose를 응결시킨다. 그런 다음에, 다시 세정하고, 건조해서 tow나 staple로 제품화 한다. 게다가, amineoxide는 거의 완전히 회수되어 재이용된다. 여기서 사용된 amineoxide는 다양한 농도로서, 다양한 각도에서 안정성 확인 시험을 하고 있기 때문에, 안전하다고 알려져 있다.

energy 소비는, 환경적합성을 고려함에 있어 중요한 요소로서, 일반적으로 석유의 양으로 환산하여 거론되는데, 「Tencel」의 경우, 원료의 근본이 광합성으로 시작하고, cellulose 이외의 원료를 소비하지 않고, 용제를 거의 완전하게 재이용하기 때문에 석요소비량은 적다. viscose rayon은 polyester보다 석요소비량이 적다는 고찰결과가 Courtaulds 社の 연구에서 얻어졌는데, 「Tencel」이 용제방사인 점과, rayon보다 낮은 수분함유율을 나타내는 점으로부터, 보다 더 省석유제품이라고 말할 수 있다.

그림 12에서와 같이, 「Tencel」은 폐쇄계에서 만들어지고, 배기 gas 처리장치라든지, 排煙하기위한 集合煙突이라는 특별한 장치를 필요로 하지 않는다.

또 물의 사용량도 rayon에 비해서 매우 적고, 용제도 거의 완전하게 회수되어 재이용된다. 따라서, 대기-하천의 오염에 관해서도 대단히 유리하다.

이에 덧붙여, cellulose 섬유의 폐기시의 이점, 즉, 생분해라든지 소각에 의해 최종적으로는 탄산 gas와 물이 되어, 지구상의 탄소연쇄(炭素連鎖)의 일부를 형성한다. 또, 장래 cellulose로부터 methane gas나 ethanol을 만드는 기술이 공업화되면, 그 원료로서 recycle 하는 것도 생각할 수 있다.

4. 일본에서 있어서의 개발상황

현재, 일본에서는 「Tencel」을 소재로 한 apparel 용도의 개발이 세계를 앞질러 가고 있고, 이미 다양한 옷감으로써 fashion 매장의 전시장을 장식하고 있다.

이러한 사업의 신속한 확장추세는, 해외원면 maker인 Courtaulds 社가 일본내의 여러 섬유가공 회사의 개발진과 생산팀을 편성하여, 특정 상사로 이루어진 판매팀을 통하여 판매하는 형태를 취하고 있기 때문에 한층 더 가속화 되는 것으로 생각

된다. 게다가, 이 경쟁에 참가하고 있는 기업간의 조정은 물론, marketing 전략의 입안과 실시의 중심적 역할을 viscose rayon의 marketing으로 실적이 있는 특정의 개인에 부탁하여 상품개발을 위시하여 다양한 국면에서 개인 level의 참가도 환영하고 있는데 기인하는 것으로 풀이된다. 일본의 섬유산업이 해외 market에 대해 이 같은 형태로 협력관계의 문호를 열고, 시장참가를 도왔던 경우는 종전에 없었다고 말해도 좋을 것이다. 그 점에서, 대단히 독특한 사업추세라고 말할 수 있으며, 경제분야에 있어서 국제협력의 새로운 형태를 시사한다고 해도 과언이 아닐 것이다.

영국에서 태어난 새로운 섬유 「Tencel」이, 미국에서 처음으로 양산되고, 일본에서 그 진가를 발휘하게 되었다고 보는 이가 많다. 앞으로, 일본에서도 원면이 생산되어, 구미에서도 우수한 감성소재로 가공되어, 「Tencel」은 21세기에는 세계속에서 폭넓게 사용되는 주요섬유로 20세기의 PET 섬유에 버금가는 소재로서 손꼽히는, 새로운 Green 형 섬유소재가 될 것으로 전망된다.

原報文：日本纖維學會誌, 48, 584(1992)