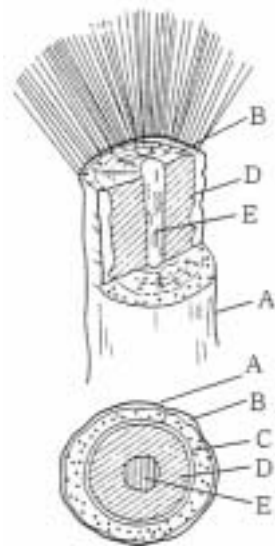


면의 염색가공(4)

2.3 마(麻)섬유의 미세구조와 특성

일반적으로 알려진 마섬유는 인피(韌皮)섬유로서 많은 식물에 존재하지만 실용적으로 사용하기에 충분할 만큼 널리 알려진 것은 아마(flax or linen), 저마(ramie), 대마(hemp), 황마(jute) 등이다. 이 가운데서도 중요한 것은 아마와 저마이다.

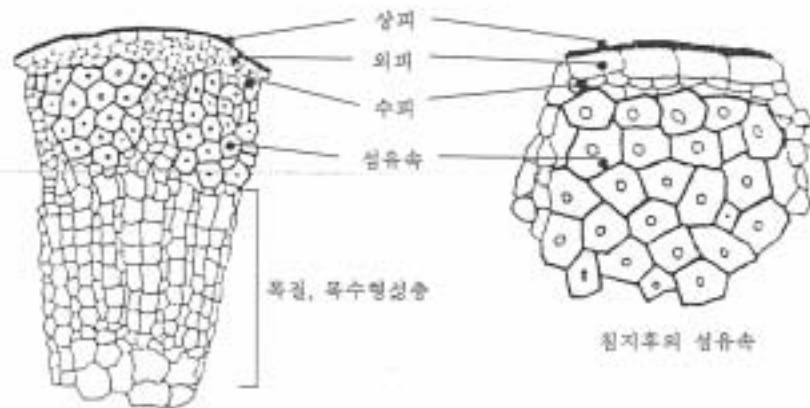
인피섬유는 <그림 10> 및 <그림 11>과 같이 인피부, 즉 섬관속(fibrovascular bundle)은 식물에 필요한 양분과 수분을 전달하는 부분이며, 식물에 따라 배열형태가 다르고, 식물이 성장함에 따라 형성과정에서 발생한 세포가 분열 증식되어 집합상태로 존재하여 인피부를 형성한다.



A : 표피(bark) B : 인피섬유(bast fibre) C : 목질섬유(woody fibre)

D : 목질섬유 : (woody fibre) E : 목수(marrow, pith)

<그림 10> 아마줄기의 구조



<그림 11> 인피섬유의 구조

인피세포는 식물의 종류에 따라 형태가 다르기는 하지만 대체로 단면이 5~6각형이며, 중심부에 강도(腔道·lumen)가 있고, 끝은 폐쇄된 관상세포이다. 이러한 섬유세포가 길이와 폭 방향으로 집속(集束)되어 길이가 수cm~수십cm에 달하는 연속된 섬유속(纖維束·fiber bundle)을 형성하고, 이 섬유속 여러 다발이 목질부를 환상(環狀)으로 둘러싸서 인피부를 이루고 있다. 줄기 하나에 약 30본의 섬유속이 존재하며, 섬유속의 단면은 10~40개의 세포로 이루어진다.

섬유속을 구성하는 세포와 세포 사이 및 섬유속과 그 주위에 있는 유연조직(柔軟組織) 사이에는 펙틴(pectin)이나 리그닌(lignin) 등의 교질(膠質) 물질이 존재해서 이들을 접착시키는 구실을 한다. 섬유속과 유연조직 사이의 펙틴은 발효(醱酵)나 알칼리처리에 의해서 용해되지만 섬유세포 사이의 펙틴은 리그닌과의 복합상태로 존재하므로 쉽게 용해, 제거되지 않는다. 따라서 인피섬유를 섬유속의 형태로 쉽게 분리해낼 수 있는 것이다.

면섬유는 단세포 섬유이지만 마섬유는 섬유세포의 집합체로 이루어져 있는 점이 달라 섬유장((纖維長)은 단(單)섬유가 아니고 섬유속의 길이로 나타

내는 것이 보통이다. 인피섬유의 내부구조는 면섬유처럼 다수의 얇은 층으로 이루어지며, 이 얇은 층은 피브릴(fibril)이 나선배열을 한 피브릴구조로 이루어져 있다. 여러가지 인피섬유의 길이 및 굵기는 <표 6>과 같다.

<표 6> 인피섬유의 길이 및 굵기

마 섬 유	단 섬 유		섬 유 속	
	길이(mm)	폭(μ)	길이(m)	굵기(d)
아 마	10~50	20~30	0.3~2	13
대 마	15~25	16~50	1~3	20
저 마	60~300	30~80	0.5~2	6~7
황 마	1.5~5(2)	16~32	1.5~3	16~21

섬유의 구성분자인 셀룰로오스 분자는 면섬유의 그것보다 더욱 규칙적으로 배열되어 있고, 마이크로피브릴의 나선각도는 섬유축(軸)에 대하여 거의 평행에 가까운 각(角)을 이루기 때문에 면보다 강도가 큰 반면 신도(伸度)는 낮다. 습윤 강신도의 증가경향도 면섬유와 비슷하며, 이러한 성질은 모두 구조가 유사(類似)하기 때문이다.

인피섬유(bast fiber)의 일반적인 소재특성은 다음과 같다.

① 비중 : 1.5

② 침지(retting)후 인피섬유의 화학적인 평균 조성은 아래와 같다.

- 셀룰로오스 71.3%
- 헤미셀룰로오스 18.5%
- 리그닌 2.2%
- 펙 틴 2.0%

◦ 왁 스 1.7%

◦ 기 타 4.3%

③ 흡수성이 있고, 수분율은 외기의 온습도에 따라 좌우되며, 공정수분율은 12.0% 이다.

④ 강력은 면섬유에 비하여 약 1.6~2.2배 정도로 매우 강하고, 습윤시 강력은 건조시보다 8~18% 강력이 높다.

⑤ 신도는 면이 표준상태(20°C, 65%RH)에서 3~7%인 것에 비하여 인피섬유는 1.5~2.3%밖에 되지 않는데, 이는 마이크로피브릴의 나선각이 섬유축에 대하여 작기 때문이다.

⑥ 열의 영향은 130°C에서 5시간 방치하면 황변이 일어나고, 200°C에서 분해가 된다.

⑦ 인피섬유는 면섬유에 비하여 열전도도가 높고, 딱딱한 촉감을 주므로 인피섬유로 만든 의복은 체온의 하강이 용이하고, 살갓을 따끔하게 찌르는 딱딱한 감이 있어 여름용 의복 재료로서 적합하다.

⑧ 내후성(耐候性)은 계속적으로 햇볕에 노출하면 황변이 되고, 강력이 저하한다.

⑨ 일반적으로 화학약품에 대해서는 면과 흡사하나 산화제, 표백제에 대하여 저항성이 약하므로 사용시에 주의해야 한다.

⑩ 알칼리에 대한 저항성은 면보다 적어서 알칼리용액에서 팽윤이 일어나고, 손상은 없지만 알칼리용액에서 비등(沸騰)시는 주의가 필요하다.

⑪ 산에 대한 저항력은 면에 비하여 높으나 열산액(熱酸液)에 침해된다.

⑫ 일반적으로 용제(溶劑)에는 녹지 않는다.

⑬ 염료 매염제에 의한 처리는 면과 동일한 처리가 가능하지만 인피섬유는 세포간의 결합이 견고한 관계로 염료의 침투 효과가 좋지 못하고, 친화력

이 작은 것이 단점이다.

⑭ 인피섬유는 벌레에 대한 저항성이 있고, 특히 저마(ramie)는 습기에 의하여 침해되지 않고, 수중에 침지(浸漬)하여도 부식하지 않는다.

2.4 레이온의 미세구조와 특성

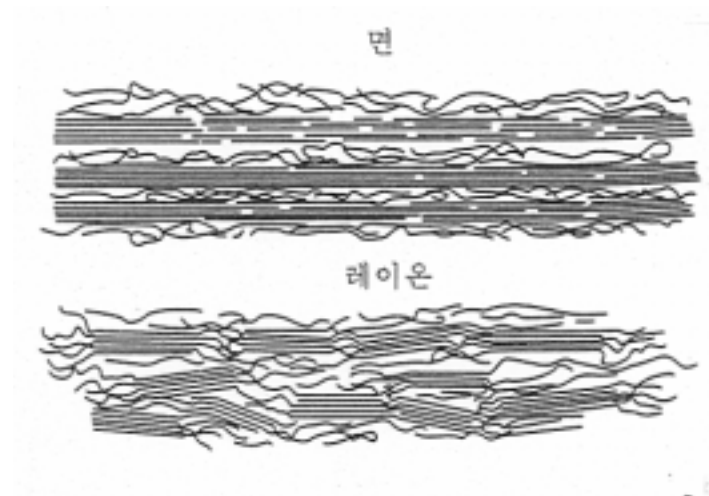
레이온은 재생셀룰로오스 섬유로 중합도 약 300~500의 셀룰로오스 분자로 되어 있고(표 7 참조), 이들이 집합하여 결정부분과 비결정부분을 형성한다.

<표 7> 섬유소의 중합도

섬 유	중 합 도
면	2,500~3,000
아 마	2,000~3,500
아황산 펄프	900~1,500
레 이 온	300~500

<표 8> 섬유의 결정부와 비결정부의 역할

배향 결정부	무배향 비결정부
인열강도	신 장 성
영률 및 기타 탄성률	굴 요 성
강경성	흡 습 성
형태안정성	흡 열 성
밀도(비중)	팽 윤 성
융점	염 색 성
내(耐)화학약품성	화학반응성



<그림 12> 면섬유 및 레이온의 미세구조

비결정부분은 섬유의 흡습, 행운, 수축 등에 대하여 큰 역할을 하는데 (표 8 참조), 일반적으로 레이온은 면에 비하여 훨씬 셀룰로오스 분자의 길이가 짧고, 중합도도 적을 뿐만 아니라 결정화도도 면섬유에 비하여 $\frac{2}{3}$ 정도로 비결정부분이 많기 때문에 (그림 12 참조) 물에 적셔지면 조직이 미끄러지고, 고분자의 길이가 짧아 고분자끼리의 미끄러짐이 과도하게 일어나 습윤강력이 건조시의 강력보다 40~50% 저하하고, 신율(伸率)이 늘어나게 되므로 (표 9 참조) 습윤 때의 모든 처리에 주의하지 않으면 소성(塑性)변형이 일어나고 잔류수축을 일으키기 쉽다. 또 습윤시에 외력에 의해 생기는 주름 등은 가공 후에 남아 있을 위험성이 크므로 연색가공 공정에서 충분히 주의하여 다루어야 한다. 한편 레이온 제조공정에서 중합도와 결정화도를 높이면 물에 적셔져도 습윤강력의 저하를 줄일 수 있다. (표 10 참조)

레이온의(rayon)의 일반적인 특징은 다음과 같다.

① 비중 : 1.50~1.52

② 레이온의 흡습성은 외기의 온습도에 따라 변하고, 표준상태에서의 공정

수분율은 11%이고, 20°C, 50%RH에서 수분율은 4.5~6.5%, 20°C, 95%RH에서 수분율은 25~30%이다.

③ 내후성은 햇볕에 오래 노출되면 강력이 약간 저하한다.

④ 열에 의해 연화(軟化)되거나 용융되지 않고, 260~300°C에서 착색분해하기 시작하고, 재는 약간 희고 잘 부서지며 재가 조금 남는다.

⑤ 일반적으로 뜨거운 희석된 산과 차고 온도가 진한 산에는 강력이 저하되고 분해되지만 5%염산이나 11% 황산에서는 강력이 거의 저하되지 않는다.

⑥ 알칼리에 대한 저항력은 강알칼리에 의해 팽윤하고 강력도 저하되지만 가성소다 2% 이하 용액에서는 강력은 거의 저하되지 않는다.

⑦ 강한 산화제에 손상되지만 차아염소산염, 과산화물 등에 의한 표백제에서는 손상되지 않는다.

⑧ 염색에 사용하는 염료는 면과 거의 동일하다.

⑨ 벌레에는 충분한 저항성이 있고, 곰팡이에는 침해(侵害)된다.

⑩ 레이온 필라멘트직물은 견직물과 같이 매우 섬세한 것이 대부분이므로 견직물의 가공방법과 비슷한 방법이 이용될 수 있다. 레이온 필라멘트직물은 일반적으로 물에 담가두면 현저하게 팽윤하고, 이 때문에 물성변화가 쉽고 또 건조할 때의 건조장치의 온도 및 장력에 따라 제품의 품질과 촉감이 크게 좌우될 가능성이 크기 때문에 불필요한 장력은 반드시 피해야 된다. 레이온 필라멘트직물의 일반적인 촉감은 차갑고 종이 같은 느낌이 있으며, 방축이나 방추성을 목적으로 한 수지가공에서는 강력저하가 일어나므로 적당한 축매 및 조제의 선택과 그 처리조건 및 가공기계의 조합 등 충분한 검토가 필요하다.

<표 9> 면, 마, 레이온의 물리적 성질

품 종 성 능		면	마		레이온					
			아마	래미	스테이플		필라멘트		폴리노직	
					보통	강력	보통	강력	스테이플	필라멘트
인장강도 (g/d)	표준시	3.0~4.9	5.6~6.5	6.5	2.5~3.1	3.6~4.2	1.7~2.3	3.4~5.2	3.5~5.2	2.2~2.9
	습윤시	3.3~6.4	5.8~6.6	7.7	1.4~2.0	2.7~3.3	0.8~1.2	2.5~4.1	2.6~4.2	1.3~1.9
건습강도비(%)		102~110	108	118	60~65	70~75	45~55	70~80	70~80	55~70
신율(%)	표준시	3~7	1.5~2.3	1.8~2.3	16~22	19~24	18~24	7~18	7~14	8~12
	습윤시		2.0~2.3	2.0~2.3	21~29	21~29	24~35	20~30	8~15	9~15
신장탄성률 (3%신장시)		74(2%) 45(5%)	74(2%) 45(5%)	84(1%)	55~80		60~80		60~85	55~80

<표5-10> 셀룰로오스 섬유유의 결정화도

시험방법	셀룰로오스 섬유유의 결정화도(%)			
	면	목면 펄프	머서화 면	강력 비스코스 레이온
가수분해*	94	90	89	79
가수분해**	92~94	88~91	85~89	69~73
X선 회절	69	65	47	39
밀도 측정	58	53	40	42~43
측 열	87	-	77	52

(주): *: Nickerson법, **: Conrad 및 Scroggie법