

한지 제조용 원료 섬유유의 식별

최태호·이상현·이지연·최속기

충북대학교 임산공학과

1. 서 론

우리 나라는 유구한 전통의 한지 문화를 가지고 있으며, 우수한 한지 제조기술을 바탕으로 세계 그 어느 나라에서도 찾아볼 수 없는 다양한 한지 문화를 발전시켜 왔다. 그러나 이와 같이 우수한 한지 문화는 산업화, 도시화로 인하여 점차 쇠퇴하여 지금은 겨우 명맥을 이어가고 있는 실정이었으나, 최근 경제성장을 바탕으로 한 생활 수준의 향상은 우리의 전통문화에 대한 관심을 다시 불러일으키게 되었고, 한지에 대한 관심도 점차 확대되어가고 있는 추세이다.

한지의 품질 및 용도에 대한 정확한 이해를 위해서는 한지를 구성하고 있는 섬유원료에 대한 지식이 필수적이라 할 수 있다. 우리의 선조들은 다양한 원료를 이용하여 우리의 전통 종이를 제조하여 왔으며, 그 중에서도 닥나무 인피섬유를 이용하여 제조한 한지의 명성은 수록지 중에서는 과히 세계 최고라고 할 수 있었다. 그러나 산업화 도시화로 인한 숙련된 노동력 및 원료의 부족 등은 한지 원료의 질적인 변화를 야기하였다.

최근 한지 제조의 원료는 전통적인 닥나무 인피섬유의 비중이 감소하는 대신에 목재 펄프 및 고지의 비중이 증가하고 있는 추세이다. 따라서 최근에 제조된 한지 중에는 매우 다양한 종류의 섬유들이 포함되게 되었다. 이들 섬유에 대한 정확한 식별과 분석이 있어야 한지의 품질 및 용도 평가가 가능하리 사료된다.

따라서 본 연구에서는 현미경을 이용한 형태관찰을 통하여 전통적인 한지 원료 외에 최근에 포함되고 있는 다양한 섬유원료의 정확한 식별을 목적으로 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 섬유원료

피나무, 일본닥, 모시, 국산삼지닥, 뉴질랜드 flax, 벽오동, 황마, 태국닥, 일본닥백피, 국산닥, 일본삼지닥, 중국닥, 중국삼지닥을 원료로 하였다.

2.1.2 Pulp

Straw, flax, kenaf 전간 및 인피(중국), cotton 표백 및 미표백, linter, abaca, 등나무, 대나무 표백 및 미표백, hemp, 노상, 산상, 백상, Sw-UKP, Sw-SP, 유칼리 BKP

2.2.1 섬유원료의 해섬

절단한 해섬용 섬유원료들을 Schultze 용액($\text{KClO}_3 : \text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2 : 1$)에 침지시켜 시료의 색이 백색 투명해질 때까지 실온에서 2주간 방치시킨 다음, 증류수로 세척하고 해섬하여 측정용 시료로 하였다.

2.2.2 Pulp시료의 해리

시료를 잘게 찢어 비커에 넣고 증류수를 가하여 hot plate에서 비등시킨 다음, 30ml 시험관에 옮기고 흔들어서 원료를 해리하고, 최종 지료 농도가 0.05%가 되도록 증류수를 가한다.

2.2.3 해부학적 특성 관찰

해섬된 시료를 safranine으로 염색 시킨 뒤 광학 현미경을 이용하여 해부학적 특성을 관찰하고, morfi 섬유 분석기로 섬유장, 섬유폭, coarsness 및 kinks angle을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1. Morphology of non-woody fibers

Species	섬유장 (mm)	섬유폭 (μ m)	Coarsness	Kinks angle($^{\circ}$)	특 징
Flax	10.40	17.71	0.46	124.37	섬유끝은 점첨두이고 세포벽은 두껍고 비틀리지 않는 원통형의 섬유로써 표면은 파상이고 마디가 있다
Hemp	25.88	18.2	0.15	129.69	섬유폭이 균일하고 섬유끝이 둥글며 세포벽은 두껍고 섬유표면은 파상이다
Jute	4.81	17.44	0.35	133.56	섬유표면은 불균일하고 직경이 울퉁불퉁하고 마디가 없다. 섬유 끝부분은 둥글다
Ramie	25.70	38.3	-	-	섬유가 비틀리지 않는 원통형이다. 마디가 있고 섬유폭의 변수가 매우 크다. 세포벽은 두껍고, 내강이 넓다.
Kenaf best-fiber	16.89	17.67	0.19	129.43	섬유끝이 둥글다(대부분 무디다) 섬유표면은 매끄럽지 못하고 마디가 있으며 도관요소이다
Kenaf stalk	7.07	22.38	0.2	127.38	섬유폭이 불균일하고 섬유끝이 뾰족하고 섬유표면은 파상이다.도관요소이다.
Cotton	13.21	21.13	0.39	121.13	리본모양 섬유가 있고 마디가 있다 섬유들이 우발적으로 붙고 섬유끝단리가 많이 보인다. 세포벽은 두껍다.
Linter	11.79	21.21	0.4	120.68	섬유끝이 둥글고 표면이 울퉁불퉁하다. 섬유폭은 균일하지 않고 나선비후와 도관요소가 있다.
Abaca	24.68	19.81	0.15	129.56	섬유끝이 점첨두이며 세포벽 두께는 얇다, 꼬인세포와 다른 형태의 세포들이 우발적으로 붙는다
뉴질랜드 Flax	14.84	17.94	0.46	126.52	섬유의 끝은 무디고 세포벽의 두께는 두껍다. 섬유상 가도관이 있다.
Straw	15.46	22.42	0.23	130.54	세포벽 두껍고 내강이 좁다. 벽공이 가지는 도관요소가 있다. 섬유끝이 뾰족하고 표면은 거치상이다.
Bamboo	12.12	21.65	0.26	126.86	섬유끝이 대부분 뾰족하고 무딘것들도 종종 존재한다. 섬유폭은 균일하지 않고 세포벽 두께는 얇다. 유세포와 도관요소가 나타났다.

Table 2. Morphology of woody bast fibers.

Species	섬유장 (mm)	섬유폭 (μ m)	Coarsness	Kinks angle($^{\circ}$)	특 징
국산닥	15.99	17.29	0.54	129.69	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 매끈 트리콤 : 있음, 마디 : 있음 투명막 : 있음
중국닥	4.33	18.9	-	-	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 매끄러움 리본모양 섬유 존재, 마디 : 있음 투명막 : 있음
태국닥	21.42	19.18	0.47	124.06	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상 마디 : 있음, 투명막 : 있음
일본닥	11.24	19.1	-	-	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상 리본모양 섬유 존재, 마디 : 있음 투명막 : 있음
국산 삼지닥	21.97	18.32	0.23	126.63	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상 리본모양 섬유 존재.
중국 삼지닥	26.36	19.8	0.35	125.84	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상 트리콤 : 있음, 마디 : 있음, 리본모양 섬유 존재
일본 삼지닥	13.53	18.37	0.67	130.41	섬유끝:뾰족, 섬유표면 : 매끄럽다 마디 : 있음, 투명막 : 있음
백상	6.44	15.5	-	-	섬유끝:뾰족, 섬유표면 : 파상 마디 : 있음, 투명막 : 있음
산상	4.50	13.3	-	-	섬유끝: 둥글(갈라진것 있음) 마디 : 있음
노상	22.54	17.65	0.58	131.49	섬유끝: 둥글(간혹 갈라짐)
산닥	4	20	-	-	섬유끝: 둥글 세표벽 : 얇다 마디 : 있음 축방향 줄무늬가 존재
등나무	7.02	22.38	0.20	127.38	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상 심함 마디 있음
피나무	10.34	21.69	0.39	126.02	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상
벽오동	7.32	25.70	0.69	121.97	섬유끝: 둥글, 섬유표면 : 파상 리본모양 섬유 존재

Table 3. Morphology of wood pulp

Species	섬유장 (mm)	섬유폭 (μm)	Coarsness	Kinks angle($^{\circ}$)	특징
유칼리BKP	8.17	20.23	0.20	130.70	다른 형태의 섬유들과 우발적으로 붙게 된다. 도관요소 많이 있고 섬유직경이 매우 불균일하다. 마디가 있고 세포내강과의 경계가 불분명하다.
Sw-SP	15.22	24.86	0.28	130.07	섬유폭은 균일하고 섬유끝은 무디다. 섬유의 마디가 있으며 세포벽은 두껍다. 유연벽공이 존재한다.
Sw-UKP	17.56	25.92	0.32	131.57	섬유의 마디가 있고 직경이 균일하며 섬유의 끝이 갈라져있다. 세포벽의 두께가 얇은 편이다.

Table 4. Keys for identification of non-woody fibers

1. 섬유장이 평균 10mm 이하로 매우 짧다	2
1. 섬유장이 평균 10mm 이상이다	4
2. 섬유의 끝부분 모양이 점첨두 이다	3
2. 섬유의 끝부분 모양이 둥글다(무덤)	Jute
3. 세포벽이 두껍고, 마디가 있다	Flax
3. 섬유폭이 불균일하고, 도관요소가 존재한다	Kenaf stalk
4. 섬유장이 평균 10~20mm 사이이다	5
4. 섬유장이 평균 20mm 이상으로 매우 길다	10
5. 섬유의 끝부분 모양이 점첨두 이다	6
5. 섬유의 끝부분 모양이 둥글다(무덤)	8
6. 세포벽이 두껍다	7
6. 세포벽이 얇고, 유세포와 도관요소가 나타난다	Bamboo
7. 내강이 좁고, 벽공을 가지는 도관요소가 있다	Straw
7. 내강이 넓고, 리본모양의 섬유를 가지고 있다	Cotton
8. 섬유의 표면이 매끄럽지 못하다	9
8. 세포벽이 두껍고, 섬유상 가도관이 있다	NewZealand flax
9. 마디가 있으며, 도관요소를 가지고 있다	Kenaf best-fiber
9. 섬유폭이 균일하지 않고, 나선비후를 가지고 있다	Linter
10. 세포벽이 두껍다	11
10. 세포벽이 얇고, 섬유의 끝부분이 뾰족하다	Abaca
11. 섬유폭의 변수가 매우 크고, 마디가 있다	Ramie
11. 섬유폭이 균일하며, 섬유의 끝부분 모양이 둥글다	Hemp

Table 5. Keys for identification of woody bast fibers

1. 섬유장의 평균 10mm 이하로 매우 짧다	2
1. 섬유장이 평균 10mm 이상으로 길다	8
2. 섬유의 끝부분 모양이 점침두 이다	백상
2. 섬유의 끝부분 모양이 둥글다(무덤)	3
3. 섬유에 마디가 존재 하지 않는다	4
3. 섬유에 마디가 존재 한다	5
4. 섬유의 끝부분 모양이 둥글고, 세포벽의 두께변수가 크다	피나무
4. 섬유 대부분이 리본상으로 꼬여 있고, 도관요소가 있다	백오동
5. 섬유폭이 불균일 하다	6
5. 섬유폭이 균일하다	7
6. 투명막이 존재하며, 꼬인 리본상이다	중국닥
6. 세포벽이 얇고, 섬유의 끝이 종종 갈라진 것이 있다	산상
7. 편평 또는 원통형이고, 축방향 줄무늬가 존재한다	산닥
7. 도관요소, 유세포, 포피세포가 나타나고, 섬유표면은 심한 파상이다	등나무
8. 섬유장이 평균 10~20mm 사이이다	9
8. 섬유장이 평균 20mm 이상으로 매우 길다	11
9. 세포벽이 두껍다	10
9. 세포벽이 얇고, 트리콤이 있다	국산닥
10. 리본상의 꼬인 섬유가 나타난다	일본닥
10. 섬유의 끝이 둥글고, 섬유의 폭이 불균일 하다	일본삼지닥
11. 세포 표면이 파상이다	12
11. 섬유의 끝이 둥글고, 세포벽의 경계가 불명확 하다	노상
12. 마디가 존재한다	13
12. 트리콤이 존재하고, 리본상의 꼬인 섬유가 존재 한다	중국 삼지닥
13. 세포벽이 얇고 불균일하며 투명막이 있다	태국닥
13. 단리된 섬유와 진정목섬유가 존재 한다	국산 삼지닥

Table 6. Keys for identification of wood pulp

1. 섬유장이 10mm 이하로 짧다	유칼리 BKP
1. 섬유장이 10mm 이상으로 길다	2
2. 세포벽이 두껍고, 섬유끝은 둥글다	Sw-SP
2. 세포벽이 얇고, 섬유끝이 갈라져 있다	Sw-UKP

4. 결 론

한지 원료섬유의 식별을 위하여 형태학적인 관찰에 의해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

닥나무 인피섬유는 섬유장 3~20mm, 평균 9mm, 섬유폭 12~43 μ m, 평균 20 μ m이고, 투명막을 가진다.

삼지닥나무 인피섬유는 섬유 중앙부의 폭이 다른 부분의 약 2배정도 이고, 유세포내에 수산칼슘의 결정체를 가지는 것이 있으며, 섬유장은 2~30mm, 평균 18mm, 섬유폭 10~33 μ m, 평균 18 μ m였다.

산닥나무 인피섬유는 축방향 줄무늬가 있고 마디가 있으며, 섬유장은 2~7mm, 평균 4mm, 섬유폭 8~32 μ m, 평균 20 μ m 정도였다.