

닥 인피 섬유질의 절단장이 한지의 물성에 미치는 영향

최태호 · 이상현 · 임강혁 · 이기용

충북대학교 임산공학과

1. 서 론

조선시대 한지제조업은 국가의 기간산업으로서 다른 수공업분야 중에서도 매우 높은 비중을 차지하고 있었다. 그러나 개화기 이래 서양의 양지 제지술이 도입되고부터 수요의 감소, 그에 따른 기술의 낙후성. 자본의 영세성으로 겨우 명맥만을 유지하고 있는 실정이었다고 근래의 한지 제조 역시 기계화가 이루어지지 못하고 영세업종으로 전락되었으며, 농·산촌인구의 감소와 기능 인력의 부족으로 심각한 어려움을 겪었다.

근래에 와서는 옛것을 되찾자는 움직임이 팽배해 가면서 새로운 기술의 개발과 함께 전통적인 한지 제조법을 익히려는 사람의 수도 늘어나는 한편 서예나 닥종이 공예에 뜻을 두는 전통문화 애호 인구가 확대되어 한지의 수요가 급증하고 있다. 이렇게 수요는 급증했지만 원료의 공급부족과 낙후된 시스템 때문에 많은 양을 수입에 의존하고 있다. 여기서 시스템이 낙후된 것의 주된 원인은 닥나무 섬유의 길이에 큰 원인이 있다.

따라서 본 연구는 닥나무 인피섬유의 절단장이 펄프화 및 한지에 미치는 영향을 알아보고 그렇게 제조된 한지의 물성과 기존 한지의 물성을 비교함으로써 더욱 효율적이고 고품질의 한지 개발 방법을 연구하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2. 1 공시재료

백 피 : 안동산 국산 백피 (*Broussonetia kazinoki Siebold*)

태국산 백피 (*Broussonetia papyrifera*)

PAM : 중립상사(한지제조용)

2.2 방법

2.2.1 시료의 조제

국산닥과 태국닥의 인피섬유를 1, 2, 3, 4, 5, 10cm 단위로 절단하였다.

2.2.2 펄프화

AK펄프화는 NaOH를 사용하여 액비 1:8 증해온도 150℃로 1시간 증해하였다.

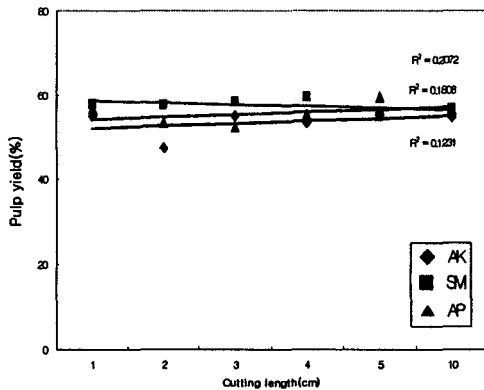
AP펄프화는 NaOH, H₂O₂, EDTA를 사용하여 액비 1:8 증해온도 150℃로 1시간 증해하였다.

SM펄프화는 Na₂SO₃, HCHO를 사용하여 액비 1:8 증해온도 170℃로 1시간 증해하였다

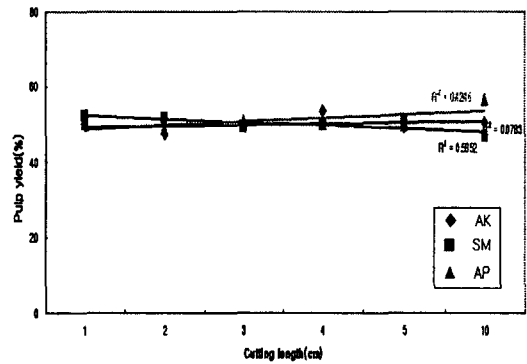
2.2.3 한지의 초지

각각의 펄프시료를 0.03% PAM 분산시킨 후 사각수초기(20*20)를 이용하여 평량 30g/m²로 초지 하였다.

3. 결과 및 고찰



B. kazinoki



B. papyrifera

Fig. 1. Relationship between pulp yield and cutting length.

Table 1. Physical and optical properties of Hanji made of *B. kazinoki* alkali pulp

Properties	Cutting length(cm)						Mean
	1	2	3	4	5	10	
Grammage(g/m ²)	30.88	28.88	27.15	30.48	33.23	32.70	30.55
Thickness(μm)	99.90	93.60	86.25	102.4 0	109.5 5	118.8 5	101.76
Apparent density(g/cm ²)	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.28	0.30
Brightness(ISO,%)	39.40	34.74	33.67	35.63	35.82	34.27	35.59
Opacity(%)	70.77	74.11	72.70	72.59	72.95	77.11	73.37
Scattering coefficient(%)	29.38	27.20	25.80	24.85	27.62	28.97	27.30
Absorption coefficient(%)	3.88	5.82	5.74	5.91	5.20	6.77	5.55
Formation(L.T. value)	154.2 7	162.3 3	173.1 3	181.7 9	205.3 5	210.8 9	181.29
Breaking length(km)	1.05	1.09	1.33	0.95	1.00	1.26	1.11
TEA(J/m ²)	3.14	3.21	3.61	2.44	2.61	3.32	3.06
Tearindex(mN · m ² /g)	44.37	60.95	83.24	72.51	58.58	62.59	63.73
Burst index(kPa · m ² /g)	2.09	2.38	2.61	2.36	2.06	2.19	2.28
M.I.T. folding endurance(log10)	1.30	1.21	1.22	1.05	1.56	1.25	1.27
M.I.T. folding endurance(times)	20.00	16.40	16.50	11.33	36.17	17.75	19.69

Table 2. Physical and optical properties of Hanji made of *B. papyrifera* alkali pulp

Properties	Cutting length(cm)						Mean
	1	2	3	4	5	10	
Grammage(g/m ²)	30.28	32.38	31.85	32.60	32.30	35.25	32.44
Thickness(μm)	99.25	105.0 5	102.5 5	110.4 0	102.5 5	107.6 0	104.57
Apparent density(g/cm ²)	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.33	0.31
Brightness(ISO,%)	39.69	39.92	34.29	31.19	35.62	35.61	36.05
Opacity(%)	67.21	71.62	78.51	80.24	77.47	75.99	75.17
Scattering coefficient(%)	27.63	30.55	30.10	28.09	30.92	29.25	29.42
Absorption coefficient(%)	3.15	3.90	7.14	8.82	6.31	6.06	5.90
Formation(L.T. value)	153.9 0	177.9 3	180.1 5	170.9 0	186.1 0	165.5 5	172.42
Breaking length(km)	1.21	1.36	1.31	1.27	1.37	1.49	1.34
TEA(J/m ²)	3.26	4.23	3.85	3.61	4.11	4.32	3.90
Tearindex(mN · m ² /g)	106.2 1	144.5 1	166.9 9	127.1 6	117.4 4	162.4 0	137.45
Burst index(kPa · m ² /g)	2.36	3.14	3.37	3.05	3.06	4.07	3.17
M.I.T. folding endurance(log10)	1.39	1.90	2.15	1.49	1.79	2.37	1.85
M.I.T. folding endurance(times)	24.38	79.80	140.2 0	30.81	62.00	231.8 6	94.84

Table 3. Physical and optical properties of Hanji made of *B. kazinoki* sulfomethylated pulp

Properties	Cutting length(cm)						Mean
	1	2	3	4	5	10	
Grammage (g/m^2)	30.28	32.38	31.85	32.60	32.30	35.25	32.44
Thickness (μm)	99.25	105.0 5	102.5 5	110.4 0	102.5 5	107.6 0	104.57
Apparent density (g/cm^2)	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.33	0.31
Brightness (ISO,%)	39.69	39.92	34.29	31.19	35.62	35.61	36.05
Opacity (%)	67.21	71.62	78.51	80.24	77.47	75.99	75.17
Scattering coefficient (%)	27.63	30.55	30.10	28.09	30.92	29.25	29.42
Absorption coefficient (%)	3.15	3.90	7.14	8.82	6.31	6.06	5.90
Formation (L.T. value)	153.9 0	177.9 3	180.1 5	170.9 0	186.1 0	165.5 5	172.42
Breaking length (km)	1.21	1.36	1.31	1.27	1.37	1.49	1.34
TEA (J/m^2)	3.26	4.23	3.85	3.61	4.11	4.32	3.90
Tearindex ($\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$)	48.88	70.42	77.55	78.52	61.9	57.3	65.77
Burst index ($\text{kPa} \cdot \text{m}^2/\text{g}$)	2.60	2.67	3.84	3.27	3.17	2.90	3.08
M.I.T. folding endurance (log10)	1.21	1.71	1.62	2.03	1.95	1.62	1.69
M.I.T. folding endurance (times)	16.25	51.38	41.88	107.7 5	88.25	41.63	57.85

Table 4. Physical and optical properties of Hanji made of *B. papyrifera* sulfomethylated pulp

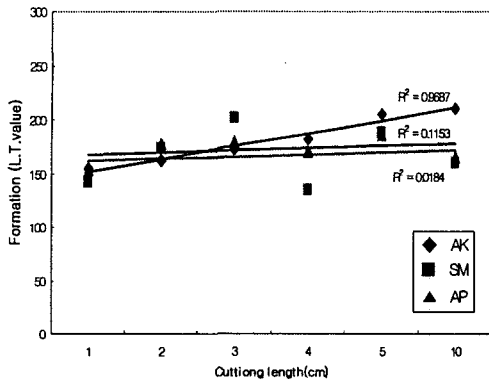
Properties	Cutting length(cm)						Mean
	1	2	3	4	5	10	
Grammage (g/m^2)	30.05	30.93	30.00	31.95	31.90	31.33	31.03
Thickness (μm)	0.10	0.10	0.19	0.11	0.11	0.10	0.12
Apparent density (g/cm^2)	0.30	0.31	0.16	0.30	0.31	0.30	0.28
Brightness (ISO,%)	46.93	47.66	44.95	46.35	46.21	47.56	46.46
Opacity (%)	49.92	67.75	66.00	68.63	69.67	65.00	64.50
Scattering coefficient (%)	32.08	33.75	30.06	32.75	32.96	32.34	32.32
Absorption coefficient (%)	2.42	2.08	2.29	2.79	2.74	1.66	2.33
Formation (L.T. value)	193.1 2	208.4 7	184.4 6	165.9 4	175.0 9	207.9 7	189.18
Breaking length (km)	1.29	1.13	0.94	1.05	0.99	1.06	1.08
TEA (J/m^2)	5.42	4.67	3.31	3.97	3.71	4.06	4.19
Tearindex ($\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$)	147.0 9	164.8 9	151.3 3	118.9 4	160.5 0	231.7 3	162.41
Burst index ($\text{kPa} \cdot \text{m}^2/\text{g}$)	2.37	2.83	2.44	2.30	2.46	2.67	2.51
M.I.T. folding endurance (log10)	1.63	1.67	1.15	1.40	1.42	1.50	1.46
M.I.T. folding endurance (times)	43.13	46.75	14.29	25.25	26.50	31.88	31.30

Table 5. Physical and optical properties of Hanji made of *B. kazinoki* alkali-H₂O₂ pulp

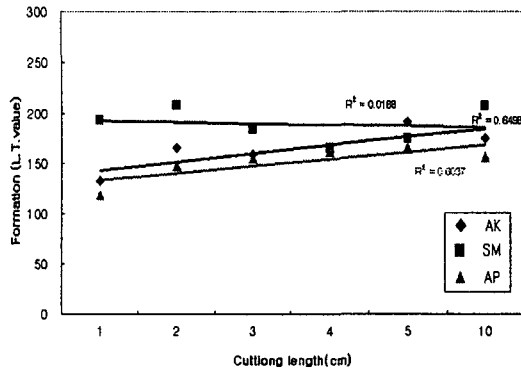
Properties	Cutting length(cm)						Mean
	1	2	3	4	5	10	
Grammage (g/m ²)	30.08	31.93	30.05	29.95	32.58	31.25	30.97
Thickness (μm)	99.45	103.9 0	91.85	101.4 5	108.6 5	105.6 0	101.82
Apparent density (g/cm ²)	0.30	0.31	0.33	0.30	0.30	0.30	0.30
Brightness (ISO,%)	45.28	47.26	46.11	42.28	47.00	41.74	44.95
Opacity (%)	60.01	62.17	58.61	60.73	63.69	61.78	61.17
Scattering coefficient (%)	28.98	31.79	28.93	26.63	31.99	26.33	29.11
Absorption coefficient (%)	1.19	1.18	0.96	1.71	1.44	2.00	1.41
Formation (L.T. value)	141.9 9	173.5 3	201.6 7	135.1 8	188.3 6	159.6 1	166.72
Breaking length (km)	1.26	1.18	1.07	1.44	1.35	1.17	1.25
TEA (J/m ²)	4.49	3.77	3.14	3.98	4.05	2.85	3.71
Tearindex (mN · m ² /g)	71.15	60.77	66.88	64.44	79.59	80.32	70.36
Burst index (kPa · m ² /g)	2.68	3.06	2.29	2.73	2.19	2.16	2.52
M.I.T. folding endurance (log10)	1.22	1.59	1.30	1.39	1.37	1.05	1.32
M.I.T. folding endurance (times)	16.63	38.86	20.13	24.63	23.25	11.14	22.44

Table 6. Physical and optical properties of Hanji made of *B. papyrifera* alkali-H₂O₂ pulp

Properties	Cutting length(cm)						Mean
	1	2	3	4	5	10	
Grammage (g/m ²)	33.05	37.90	32.28	30.75	32.70	35.10	33.63
Thickness (μm)	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10
Apparent density (g/cm ²)	0.32	0.33	0.33	0.31	0.32	0.32	0.32
Brightness (ISO,%)	32.98	36.23	35.51	32.66	16.10	34.03	31.25
Opacity (%)	84.27	87.12	83.64	80.60	79.56	83.39	83.56
Scattering coefficient (%)	32.44	40.38	35.08	29.51	33.76	33.40	34.10
Absorption coefficient (%)	10.16	9.25	8.16	8.05	7.39	9.26	9.21
Formation (L.T. value)	118.8 3	148.1 9	156.0 3	161.8 0	166.1 4	156.2 6	156.21
Breaking length (km)	1.16	1.25	1.16	1.05	1.39	1.26	1.21
TEA (J/m ²)	5.15	8.21	6.03	3.82	7.39	6.41	6.17
Tearindex (mN · m ² /g)	88.96	92.88	107.8 1	143.7 4	144.3 4	105.4 1	113.86
Burst index (kPa · m ² /g)	3.17	3.48	3.27	3.81	3.79	3.55	3.51
M.I.T. folding endurance (log10)	2.10	2.50	2.10	2.19	2.33	2.49	2.29
M.I.T. folding endurance (times)	126.7 5	314.3 8	125.6 3	156.0 0	215.1 3	309.7 5	207.94

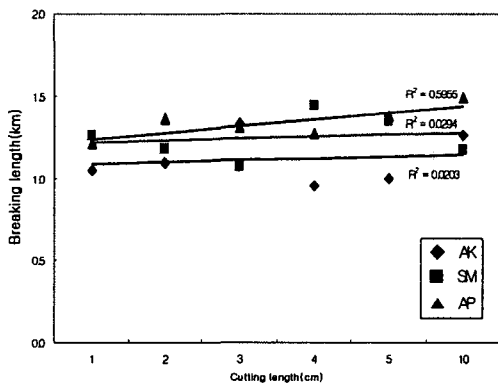


B. kazinoki

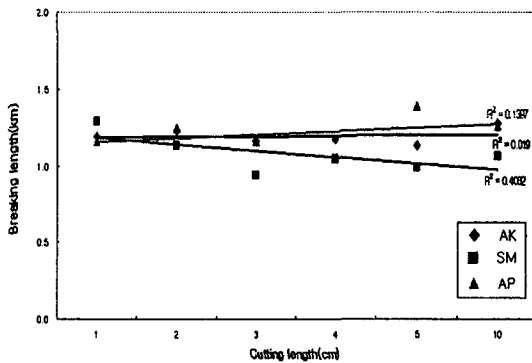


B. papyrifera

Fig. 2. Relationship between sheet formation and cutting length.

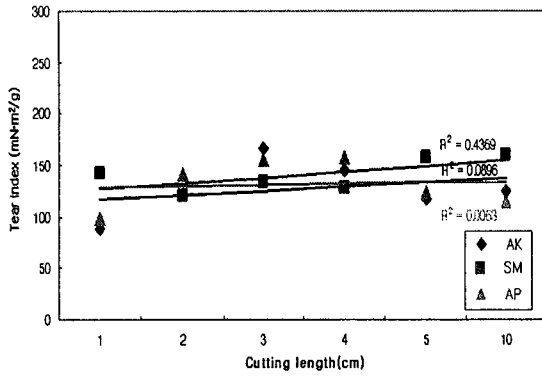


B. kazinoki

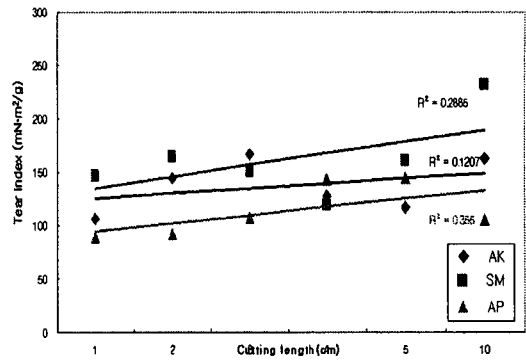


B. papyrifera

Fig. 3. Relationship between breaking length and cutting length.

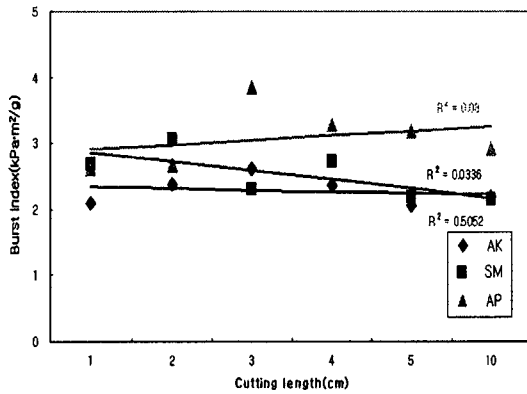


B. kazinoki

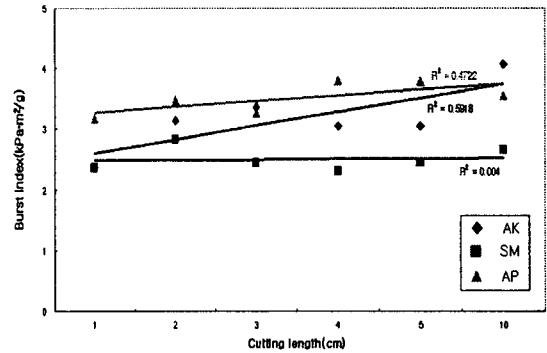


B. papyrifera

Fig. 4. Relationship between tear index and cutting length.

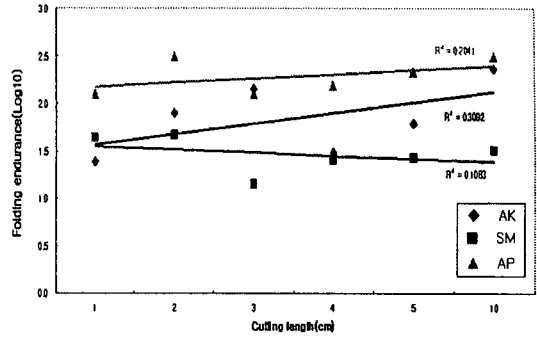
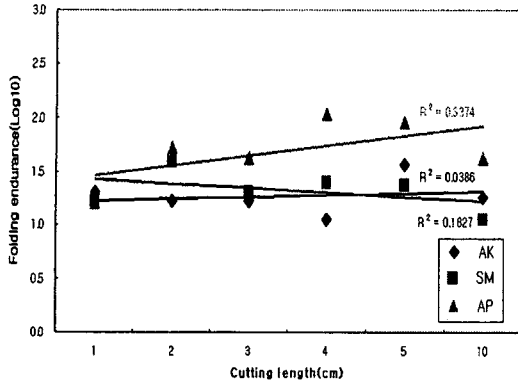


B. kazinoki



B. papyrifera

Fig. 5. Relationship between burst index and cutting length.



B. kazinoki

B. papyrifera

Fig. 6. Relationship between folding endurance and cutting length.

4. 결 론

펠프화법에 따른 수율은 SM, AP, AK 순서로 나타났다. 섬유절단장에 따른 펄프수율의 변화는 없는 것으로 나타났다.

지합은 1~3cm의 범위에서는 절단장이 증가할수록 불량하였으며 그 이상의 범위에서는 지합의 변화가 미미하게 나타났으며, 백색도는 SM이 45%로 가장 높고 AP 36%, AK 35% 순서로 나타났으며 불투명도는 AP 75.2%로 가장 높았으며 AK 73.4%, SM 61.2% 순서로 나타났다.

비흡수계수는 AP, AK, SM의 순서로 나타났고, 비산란계수는 AP, SM, AK의 순서로 나타났다.

열단장은 절단장이 증가할수록 비례하여 증가하였다. 펄프화법 별로는 SM, AP, AK의 순서로 나타났고, TEA는 열단장과 유사한 경향을 보였다.

인열강도는 절단장이 증가함에 따라 증가하였으며 AK 및 AP는 유사한 경향을 보였다.

과열강도는 절단장이 증가함에 따라 SM은 감소하는 경향을 나타냈으며 AK 및 AP의 강도변화는 미미하였다.

내절도는 절단장 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 SM 및 AP의 변화는 미미하였다.