

각종 단섬유펄프를 이용한 화선지 제조

강진하[†] · 주용찬

(2005년 2월 19일 접수: 2005년 5월 20일 채택)

Manufacture of Hwaseonji(Korean Traditional Paper) Using Various Kinds of Short-Length Fiber Pulps

Jin-Ha Kang[†] and Yong-Chan Ju

(Received on February 19, 2005: Accepted on May 20, 2005)

ABSTRACT

Hwaseonji(Korean traditional paper) used for writing and painting has been made from the mulberry bast-fiber and the short-length fiber pulps, wood pulps. However, besides wood pulps, other short-length fiber pulps also can be used instead of wood pulps. Hence, this research was carried out to make the various Hwaseonjis with the different properties, using the five kinds of short-length fiber pulps respectively.

The short-length fiber pulps used in this research were softwood bleached kraft pulp(SwBKP), hardwood bleached kraft pulp(HwBKP), rice-straw bleached sulfite pulp(RsBSP), bamboo bleached kraft pulp(BbBKP) and recycled pulp from vellem paper(RP). And, the mixture ratios of the mulberry bast-fiber pulp and short-length fiber pulps were 100:0, 80:20, 60:40, 40:60 and 20:80. After various Hwaseonjis were made from different mixtures mentioned above with hand-made method, physical properties and chinese ink blot property of each paper were measured.

The strengthes were the highest in the Hwaseonji made from the mixture of the mulberry bast-fiber pulp and SwBKP. However, chinese ink blot property and smoothness were better when RsBSP, BbBKP or RP were mixed into the mulberry bast-fiber pulp. As a result, the various kinds of Hwaseonjis which the users can choose based on their needs were made.

Keywords : mulberry bast-fiber pulp, short-length fiber pulp, Korean traditional paper, Whaseonji, chinese ink blot

-
- 본 연구는 산업자원부의 산업기반기술개발사업 중 전통고유기술개발사업에 의해 수행된 결과의 일부임.
 - 전북대학교 농업생명과학대학 산림과학부 (Division of Forest Science, College of Agricultural Life Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea)

[†] 주저자 (Corresponding author) : E-mail: kjh@chonbuk.ac.kr

1. 서 론

한지는 종이의 역사와 함께하여 왔다고 하여도 과언이 아닐 정도로 그 역사가 매우 길다. 중국에서 종이제조기술이 발명되었을 당시에 만들어진 종이는 원료로서 麻類, 芥類, 대나무 및 인피섬유가 사용되어졌으며, 초지방법은 수록법이었다. 이와같은 종이제조기술은 우리나라를 거쳐 일본까지 전래되었으며, 오늘날까지도 중국, 한국, 일본에서 계승 발전되어 오고 있는데, 우리나라에서는 한지(韓紙)라는 이름으로 제조, 이용되고 있다.¹⁾

우리나라에서는 한지의 원료로서 닥나무 인피섬유인 닥펄프를 주로 사용하여 왔으나, 최근에는 닥펄프에 고지 등의 목재펄프를 혼합하여 화선지 등을 제조하고 있다. 특히 화선지 제조의 경우 먹물의 번짐성을 균일하게 하고 발룩성을 적절하게 조절하기 위하여 단섬유로서 목재펄프가 주로 이용되고 있다.²⁾ 그러나 국산 화선지는 중국과 대만에서 수입되는 고급 화선지보다 품질이 열등하여 저가로 판매되고 있으므로 芥類 펄프 또는 대나무펄프를 이용하는 연구도 수행된 바 있다.³⁾

이에따라 본 연구는 닥펄프와 침엽수표백화학펄프, 활엽수표백화학펄프, 벗짚표백화학펄프, 대나무표백화학펄프 및 고지(모조지고지)펄프를 고해

한 후, 여러 가지 비율로 혼합하여 수초지한 한지들의 물리적 성질과 발룩성을 구명하므로서 다양한 물성의 한지들을 제조하는 기술을 개발코자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 닥펄프

겉껍질이 박피된 인피섬유(수입품)로 제조한 닥펄프를 한지제조업체인 K한지회사에서 구입하여 사용하였다.

2.1.2 벗짚펄프

한지제조용 벗짚펄프는 다음과 같이 제조한 후 표백하여 사용하였다.

(가) 벗짚펄프 제조

벗짚을 이용한 펄프제조 실험을 한 결과⁴⁾ 펄프수율 및 Kappa number를 고려하였을 때 적정하다고 평가된 알칼리성 아황산염-안트라퀴논 펄핑 방법을 사용하였는데, 알칼리(20%)에 안트라퀴논(0.05%)을 첨가하여 150°C에서 60분간 증해하여 한지 제조

Table 1. Bleaching conditions of rice straw alkaline sulfite pulp

Conditions \ Stages	H	P
Chemicals	Ca(OCl) ₂ 3%	H ₂ O ₂ 2%, NaOH 1.5%, Na ₂ SiO ₃ 5%, MgSO ₄ 0.5%
Temperature(°C)	25	40
Time(min.)	30	60
Concentration of pulp(%)	3	10

Table 2. Bleaching conditions of bamboo kraft pulp

Conditions \ Stages	P	D ₁	E	D ₂
Chemicals	H ₂ O ₂ 1.5%, NaOH 2%, Na ₂ SiO ₃ 5%, MgSO ₄ 0.5%	ClO ₂ 1.5%	NaOH 1.0%	ClO ₂ 0.5%
Temperature(°C)	80	70	70	70
Time(min.)	120	180	60	180
Concentration of pulp(%)	10	10	10	10

용 벗짚펄프를 제조하였다.

(나) 벗짚펄프 표백

상기와 같이 제조한 벗짚펄프를 표백실험한 결과⁴⁾ 백색도를 고려하였을 때 적정하다고 평가된 2 단 표백(HP)으로 표백하였다.

2.1.3 대나무펄프

한지 제조용 대나무펄프는 다음과 같이 제조한 후 표백하여 사용하였다.

(가) 대나무펄프 제조

대나무를 이용한 펄프제조 실험을 한 결과⁴⁾ 펄프 수율 및 Kappa No.를 고려하였을 때 적정하다고 평가된 Kraft 펄핑 방법을 사용하였는데, 활성알칼리 20%, 황화도 25%로 하여 170°C에서 90분간 증해하여 한지제조용 대나무화학펄프를 제조하였다.

(나) 대나무펄프 표백

상기와 같이 제조한 대나무화학펄프를 표백 실험한 결과⁴⁾ 적정하다고 평가된 4단표백(PD₁ED₂)으로 표백하였다.

2.1.4 목재펄프

한지 제조용 목재펄프는 수입된 침엽수표백크라프트펄프, 활엽수표백크라프트펄프 및 고지펄프(모조지 고지)를 각각 사용하였다.

2.1.5 분산제

지통에서 펄프의 균일한 분산을 위하여 분산제로서 Polyacrylamide(PAM)를 구입하여 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 펄프의 고해

닥펄프는 knife beater(용량 50 ℥)를 사용하였으며, 펄프농도를 1%로 하여 25°SR로 고해하였다. 또한 벗짚펄프, 대나무펄프 및 목재펄프는 valley beater(20 ℥)를 사용하였으며, 펄프농도를 2%로 하여 35°SR로 고해하였다.

2.2.2 한지 제조

2.2.1항과 같이 고해한 각종 펄프들을 다음과 같

이 혼합하여 평량 30 g/m²으로 수초지(초지발 크기 : 45 × 30 cm)하여 press로 18시간 동안 압착, 탈수하였다. 탈수한 습지는 열판건조기에 1장씩 발라 건조하였다. 혼합비율(닥펄프 : 벗짚펄프, 대나무펄프 또는 목재펄프)은 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80으로 하였다.

2.2.3 한지의 물질시험

2.2.2항과 같이 제조한 각종 한지들의 물리적 성질을 비교코자 밀도, 백색도, 투기도, 평활도, 열단장, 파열지수, 인열지수 및 내절도를 측정하였다. 또한 제조된 한지들을 화선지로 사용시 중요한 물성인 발목시험을 수행하였다. 발목실험은 시편에 시판용 먹물을 뷰렛을 이용하여 2방을 떨어뜨린 후 건조하여, 발목점의 길이, 폭, 길이와 폭의 차, 둘레길이, 넓이 및 진원도를 화상분석기(Image Analyzer)를 사용하여 측정하였다.

※ 진원도(眞圓度, Shape factor)

$$= 4\pi \times \text{면적} \div \text{주변장의 } 2\text{승} \quad [1]$$

(원은 1, 직선은 0이다)

3. 결과 및 고찰

3.1 한지의 물리적 성질

각종 한지들의 물리적 성질을 측정한 결과는 다음과 같다. 닥펄프의 고해도를 25°SR로 하고 침엽수표백화학펄프의 고해도를 35°SR로 하여 수초지한 한지(화선지)들의 물리적 성질은 Table 3과 같다.

침엽수표백화학펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 종이의 조직이 치밀해짐으로써 밀도와 평활도는 증가된 반면 투기도는 감소되었다. 열단장, 파열지수, 인열지수 및 내절도와 같은 각종 강도들은 침엽수표백화학펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 감소되는 경향이었는데, 열단장의 감소율이 다른 강도들의 경우보다 적었다.

닥펄프의 고해도를 25°SR로 하고 활엽수표백화학펄프의 고해도를 35°SR로 하여 수초지한 한지(화선지)들의 물리적 성질은 Table 4와 같다.

Table 3. Physical properties of Korean traditional paper(Hwaseonji) made from mulberry bast-fiber(MBF)* and softwood bleached kraft pulp(SwBKP)**

Mixing ratio of pulps (MBF : SwBKP)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
Density (g/m ³)	0.30	0.30	0.30	0.31	0.34
Brightness	73.8	77.5	78.7	80.6	80.8
Air permeability (sec/100mL)	1.9	1.5	2.3	3.2	6.7
Smoothness (sec)	1.11	1.33	1.42	1.66	2.24
Breaking length (km)	7.0	6.8	6.9	6.7	6.6
Burst index (kPa·m ² /g)	4.47	3.87	3.84	3.80	3.63
Tear index (mN·m ² /g)	67.3	76.5	59.5	54.1	53.8
Folding Endurance (times)	78	71	65	61	55

* Freeness of mulberry bast fiber : 25°SR

** Freeness of SwBKP : 35°SR

Table 4. Physical properties of Korean traditional paper(Hwaseonji) made from mulberry bast-fiber* and hardwood bleached kraft pulp**

Mixing ratio of pulps (MBF : HwBKP)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
Density (g/m ³)	0.30	0.30	0.31	0.32	0.34
Brightness	73.8	78.4	79.8	80.5	83.4
Air permeability (sec/100mL)	1.9	1.3	1.6	1.8	2.2
Smoothness (sec)	1.11	1.35	1.45	1.82	2.56
Breaking length (km)	7.0	6.3	5.2	4.6	4.5
Burst index (kPa·m ² /g)	4.47	3.53	2.91	2.42	2.22
Tear index (mN·m ² /g)	67.3	65.0	57.6	47.5	35.4
Folding Endurance times)	78	40	17	10	6

* Freeness of mulberry bast fiber : 25°SR

** Freeness of HwBKP : 35°SR

활엽수표백화학펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도와 평활도는 증가되었으나, 투기도는 감소되었다. 각종 강도들도 활엽수표백화학펄프의 비율증가에 따라 감소되었는데, 침엽수표백화학펄프의 경우보다 감소율이 높았다. 이와 같이 활엽수펄프의 비율이 증가됨에 따라 각종 강도들이 감소하는 것은 활엽수 펄프의 섬유장이 닥나무 인피섬유의 섬유장 보다 크게 적은데 기인한다.

닥펄프의 고해도를 25°SR로 하고 벗짚표백화학펄프의 고해도를 35°SR로 하여 수초지한 한지(화선지)들의 물리적 성질은 Table 5와 같다.

벗짚표백화학펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 투기도는 감소되고, 밀도와 평활도는 증가되었

다. 각종 강도들도 벗짚표백화학펄프의 비율증가에 따라 감소되었는데, 활엽수표백화학펄프를 혼합한 경우보다 높은 수준이었다.

닥펄프의 고해도를 25°SR로 하고, 대나무표백화학펄프의 고해도를 35°SR로 하여 수초지한 한지(화선지)들의 물리적 성질은 Table 6과 같다.

대나무표백화학펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 투기도는 감소하고 평활도는 증가되었으나 밀도는 변화가 거의 없었다. 각종 강도들은 대나무표백화학펄프의 혼합비율증가에 따라 감소되었는데, 침엽수펄프의 경우보다 낮았으나 활엽수펄프와 벗짚펄프의 경우보다는 높은 수준이었다.

닥펄프의 고해도를 25°SR로 하고, 고지(모조지

Table 5. Physical properties of Korean traditional paper(Hwaseonji) made from mulberry bast-fiber* and rice-straw bleached sulfite pulp**

Mixing ratio of pulps (MBF : RsBSP)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
Density (g/m ³)	0.30	0.27	0.28	0.29	0.31
Brightness	73.8	76.3	75.6	74.9	73.9
Air permeability (sec/100mL)	1.9	1.3	1.7	2.3	5.6
Smoothness (sec)	1.11	1.43	1.67	1.98	2.94
Breaking length (km)	7.0	5.5	5.4	5.2	5.1
Burst index (kPa·m ² /g)	4.47	3.28	3.16	3.06	2.93
Tear index (mN·m ² /g)	67.3	85.5	73.1	59.9	44.9
Folding Endurance (times)	78	23	17	16	9

* Freeness of mulberry bast fiber : 25°SR

** Freeness of rice-straw bleached chemical pulp : 35°SR

Table 6. Physical properties of Korean traditional paper(Hwaseonji) made from mulberry bast-fiber* and bamboo bleached kraft pulp**

Mixing ratio of pulps (MBF : BbBKP)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
Density (g/m ³)	0.30	0.29	0.30	0.30	0.31
Brightness	73.8	76.6	80.6	81.0	82.0
Air permeability (sec/100 mL)	1.9	1.4	2.0	2.3	2.9
Smoothness (sec)	1.11	1.46	1.71	2.16	2.62
Breaking length (km)	7.0	6.6	6.5	6.4	5.4
Burst index (kPa·m ² /g)	4.47	4.00	3.71	3.27	2.90
Tear index (mN·m ² /g)	67.3	67.9	56.8	53.4	52.3
Folding Endurance (times)	78	45	31	18	10

* Freeness of mulberry bast fiber : 25°SR

** Freeness of bamboo bleached kraft pulp : 35°SR

고지)펄프의 고해도를 35°SR로 하여 수초지한 한지(화선지)들의 물리적 성질은 Table 7과 같다.

고지펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도와 평활도는 증가하였으나, 투기도는 감소되었다. 각종 강도들은 고지펄프 혼합비율 증가에 따라 감소하였다. 상기 Table 3 ~ 7에서 보는 바와 같이 닥인피섬유의 비율이 100%인 경우가 각종 단섬유펄프의 혼합 시보다 각종 강도가 높은 것은 닥인피섬유의 섬유장이 길고 섬유 자체의 강도가 높은데 기인하는 것으로 사료된다. 결과적으로 여러 종류의 단섬유펄프와 각종 혼합비율을 사용하여 물리적 성질 면에서 다양한 종류의 한지들을 제조함으로써 용도에 적합한 한지를 선택할 수 있게 되었다.

3.2 발목성

우리나라에서 생산, 이용되는 한지 중 수요가 가장 많은 한지는 화선지이다. 그런데, 시판되는 화선지는 닥펄프에 고지(모조지)펄프를 혼합하여 제조하므로, 고지 이외에 여러 종류의 단섬유펄프를 각종 혼합비율에 따라 혼합하여 제조한 다양한 종류 화선지들의 발목성을 실험한 결과는 Table 8과 같다.

발목점의 넓이는 고지펄프를 혼합시가 다른 종류 펄프들의 경우보다 큰 경향이었는데, 침엽수펄프, 대나무펄프, 벚꽃펄프, 활엽수펄프 순이었다. 발목점의 원형정도를 나타내는 진원도는 벚꽃펄프 혼합시가 다른 종류 펄프들의 경우보다 큰 경향이었

Table 7. Physical properties of Korean traditional paper(Hwaseonji) made from mulberry bast-fiber* and recycled pulp from vellem paper**

Mixing ratio of pulps (MBF : RP)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
Density (g/m ³)	0.30	0.30	0.31	0.33	0.34
Brightness	73.8	77.9	78.5	79.1	79.2
Air permeability (sec/100mL)	1.9	2.1	4.7	6.8	7.5
Smoothness (sec)	1.11	1.73	2.52	3.25	3.35
Breaking length (km)	7.0	6.4	5.8	5.2	4.1
Burst index (kPa·m ² /g)	4.47	3.94	3.25	2.71	1.92
Tear index (mN·m ² /g)	67.3	61.5	53.2	41.6	38.2
Folding Endurance (times)	78	38	19	11	9

* Freeness of mulberry bast fiber : 25°SR

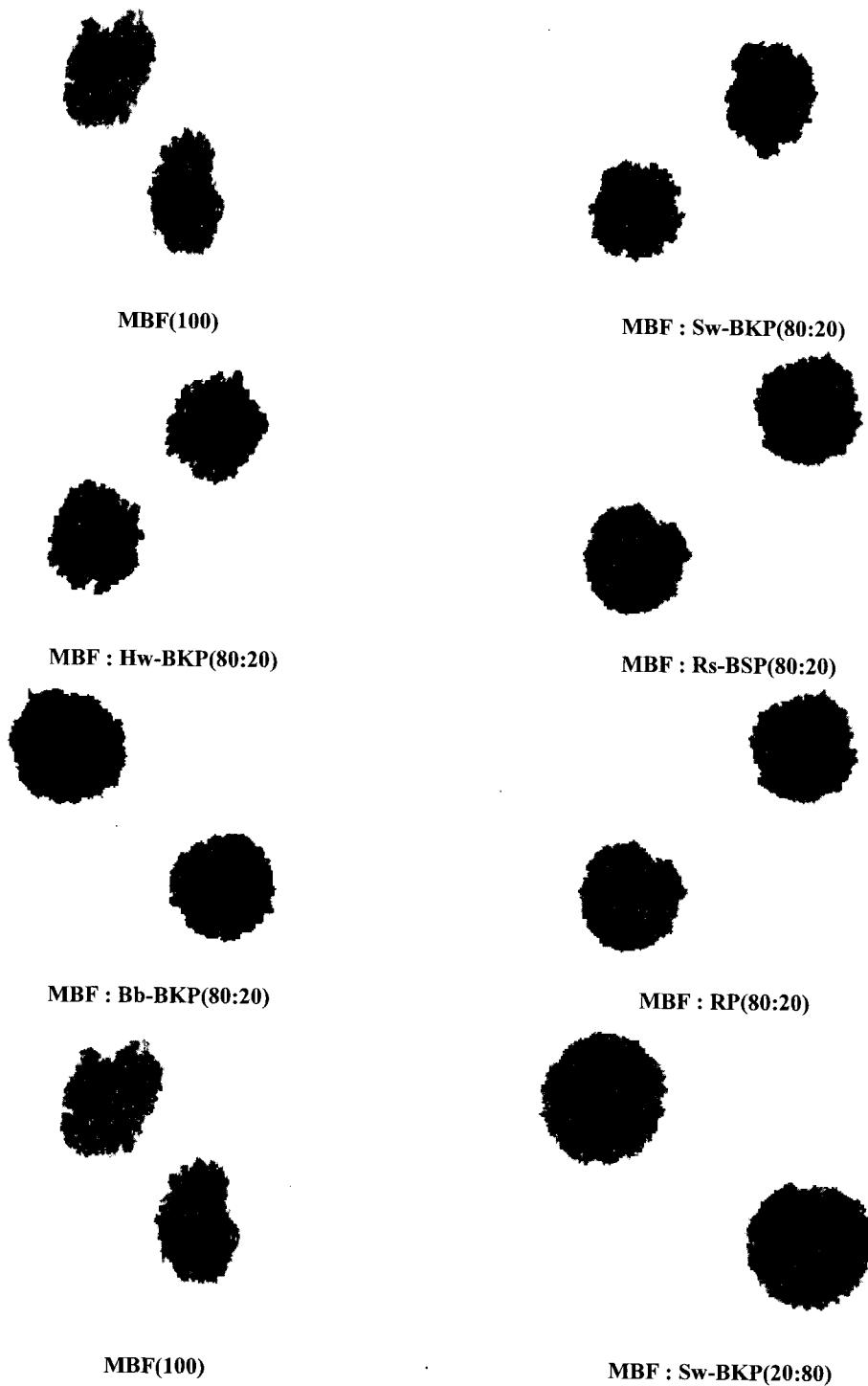
** Freeness of wastepaper(vellum paper) pulp : 35°SR

Table 8. Chinese ink blot properties of Korean traditional paper(Hwaseonji) made from mulberry bast-fiber* and various kinds of short-fiber pulps**

long-fiber pulp (25 °SR)	short-fiber pulp (35 °SR)	Mixing ratio of pulps	Width (cm)	Length (cm)	Difference between width and length(cm)	Girth (cm)	Area (cm ²)	Shape factor
mulberry bast-fiber pulp	Softwood bleached chemical pulp	100:0	1.897	2.555	0.658	9.794	3.280	0.430
		80:20	1.890	2.398	0.508	8.175	3.216	0.605
		60:40	1.927	2.424	0.497	8.161	3.489	0.658
		40:60	2.020	2.479	0.459	8.125	3.501	0.668
		20:80	1.964	2.390	0.426	8.009	3.550	0.695
	Hardwood bleached chemical pulp	80:20	1.723	2.220	0.497	8.107	2.623	0.502
		60:40	1.791	2.187	0.396	7.522	2.826	0.628
		40:60	1.808	2.204	0.297	6.997	2.865	0.735
		20:80	1.987	2.285	0.256	7.620	3.474	0.752
		80:20	1.820	2.229	0.409	7.263	2.983	0.711
bamboo bast-fiber pulp	Rice-straw bleached chemical pulp	60:40	1.844	2.200	0.356	7.085	3.055	0.765
		40:60	1.859	2.131	0.272	6.993	3.105	0.798
		20:80	1.939	2.205	0.266	7.153	3.267	0.802
	Bamboo bleached chemical pulp	80:20	1.904	2.404	0.500	8.128	3.421	0.651
		60:40	1.933	2.324	0.390	7.925	3.324	0.665
		40:60	1.936	2.255	0.319	7.655	3.276	0.703
		20:80	2.062	2.262	0.200	7.742	3.478	0.729
		80:20	1.854	2.239	0.385	7.732	3.058	0.643
Recycled pulp(vellum paper)	Recycled pulp(vellum paper)	60:40	2.015	2.385	0.380	8.323	3.565	0.647
		40:60	2.040	2.414	0.374	7.985	3.697	0.725
		20:80	2.082	2.364	0.282	7.702	3.752	0.795

* Freeness of long-fiber pulp : 25°SR

** Freeness of short-fiber pulp : 35°SR



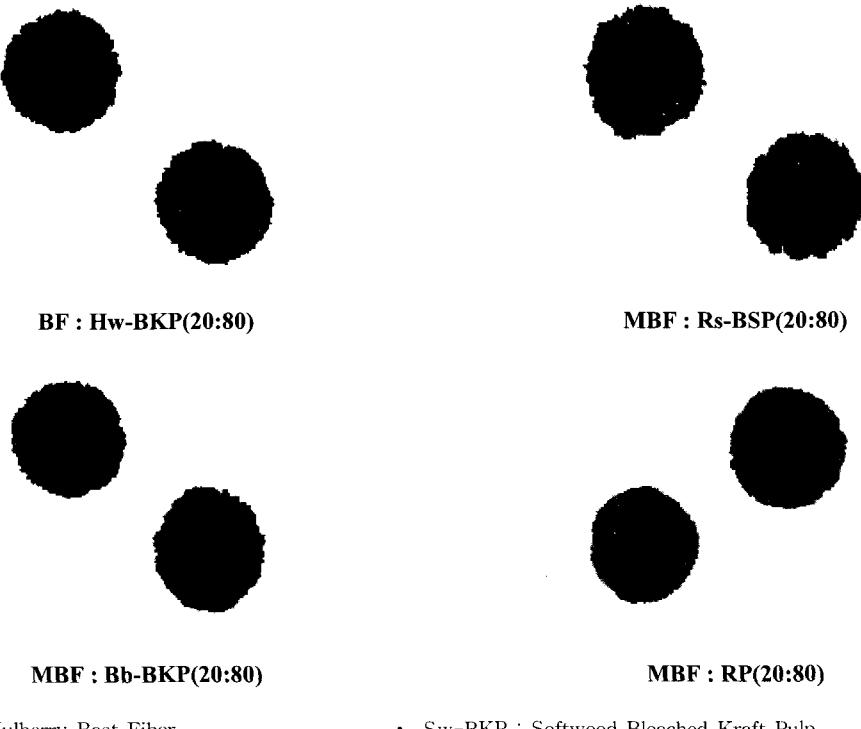


Fig. 1. Chinese ink blot properties of Korean traditional papers(Hwaseonji).

으며, 고지펄프와 대나무펄프의 경우가 우수한 편이었다. 한편 단섬유펄프의 혼합 비율면에서 검토하여 보면 혼합비율을 증가시킴에 따라 넓이와 진원도는 증가하는 경향이었으므로 단섬유펄프의 혼합비율을 증가시키면 발룩성이 양호하여 진다고 볼 수 있다.

또한 각종 조건에서 제조된 다양한 종류 한지들의 발룩점 주변의 요철을 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 단섬유펄프의 혼합비율이 낮았을 때는(닥펄프 : 단섬유펄프 = 80 : 20) 고지펄프, 벗짚펄프 및 대나무펄프를 혼합한 경우가 침엽수펄프 또는 활엽수펄프를 혼합한 경우보다 요철의 크기가 적었다. 그러나 단섬유펄프의 혼합비율이 높았을 때는(닥펄프 : 단섬유펄프 = 20 : 80) 단섬유펄프 종류간의 요철크기 차이가 근소하게 되었다.

결과적으로 여러 종류의 단섬유펄프와 각종 혼

합비율을 사용하여 발룩성 면에서 다양한 종류의 화선지들을 제조함으로써 용도에 적합한 화선지를 선택할 수 있게 되었다.

4. 결 론

닥펄프에 여러 종류 단섬유펄프(침엽수표백화학펄프, 활엽수표백화학펄프, 벗짚표백화학펄프, 대나무표백화학펄프, 고지펄프)를 각종 혼합비율(100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80)에 따라 화선지를 제조한 결과, 투기도, 평활도 및 각종 강도(열단장, 파열지수, 인열지수, 내절도)들이 서로 다른 다양한 종류의 화선지들이 제조되었는데, 침엽수표백화학펄프를 혼합하였을 때 가장 높은 강도를 나타내었다. 또한 다양한 종류 화선지들의 발룩성을 실험한 결과 벗짚펄프 또는 대나무펄프를 혼합시가

침엽수펄프 또는 활엽수펄프를 혼합 시보다 발목성이 우수하였으며, 서로 다른 발목성을 가진 다양한 종류의 화선지들이 제조되었다. 사용자들은 용도와 취향에 적합한 물성을 가진 화선지를 선택, 사용할 수 있게 되었다.

인용문헌

1. 이명기, 서화지에 대한 조사분석, 원광대학교 대학원 임학과 석사학위논문, 1-14 (1987).
2. 김봉태, 조옥기, 이범순, 특수한지 개발에 관한 연구, *The Report of NISRI*, 23:77-81 (1973).
3. 전철, 대나무펄프를 이용한 화선지 개발에 관한 연구, *목재공학*, 20(2):43-50 (1992).
4. 강진하, 한지재조용 대용섬유자원의 개발 - 벗짚 및 대나무의 원료 성질, 펄프화, 표백 및 한지의 특성 -, 산업자원부 전통고유기술개발사업보고서, 109- 171 (2000).