

열화기간에 따른 국내 및 수입 신문고지의 탈묵성 비교

김 용 석 · 안 병 준 · 백 기 현[†]

고려대학교 산림자원학과
(1998년 10월 12일 접수, 1998년 12월 10일 채택)

The Comparison of Deinkability of Domestic, Japanese and Australian Old Newsprint

Yong-Sek Kim, Byoung-Jun An, and Ki-Hyon Paik[†]

Department of Forest Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea
(Received October 12, 1998; accepted December 10, 1998)

요 약: 경제적, 환경적인 이유로 신문용지를 생산하는데 신문고지가 상당량 재이용되고 있다. 본 연구에서는 국내·외의 신문고지의 열화기간에 따른 제반 성질의 변화를 조사하기 위하여 시도하였다. 시료의 백색도, 수율 및 펄프 강도를 고려하면 열화기간이 증가할수록 탈묵성이 호주산 신문고지에서 가장 우수하고, 국내 신문원지를 사용한 신문고지와 일본 신문고지는 비슷하며, 캐나다산 신문원지를 사용한 신문고지에서 가장 낮았다. 국내 신문원지를 사용한 신문고지의 경우, 열화기간 90일까지는 약 83%의 수율과 백색도 50% 이상을 나타내지만 그 이후에는 급격히 감소하였다. 또한 국내 신문용지의 경우 수입된 신문용지보다 섬유 길이는 짧지만 제반 강도적성질은 높았다. 국내 신문용지와 수입 신문용지는 전반적으로 열화기간에 따라 인장강도와 파열강도는 증가하다가 감소하였으며, 인열강도는 점차 증가하였다.

Abstract: In this paper, to investigate the deinkability of domestic and Australian old newsprint according to aging time, two types of newsprint printed with commercial offset ink in domestic(K; Korean newsprint, C; Canadian newsprint), Japanese(J) and Australian(A) old newsprint were aged naturally for 10, 30, 90, 180 days, and then yield, brightness, fiber length, and physical properties (tensile index, tear index, burst index) were evaluated according to aging time. As the aging time increased, the yield and brightness of respective samples decreased. The brightness and yield were decreased in the order of A, K, J and C. The brightness and strength of newsprint varied according to the ink formulation and kinds of pulp and wood. The decreasing order of strength is subsequently J, K, C and A.

Key words: Deinking, Aging Time, Offset Ink, Fiber Length, Brightness, Yield

1. 서 론

국내 신문용지 생산에는 신문고지가 다량 재활용되고 있는데 이 재활용 신문고지의 상당량을 수입하고 있는 실정이다. 이러한 이유는 국내 신문고지의 경우 수입 신문고지에 비하여 고지 첨가량이 높고 재생횟수가 많아 섬유길이가 짧고 펄프강도가 낮기 때문이다. 또한 잉크조성분에도 차이가 있어 일정한 시간이 경과한 후에 탈묵이 어려운데도 그 이유가 있다.

신문고지의 탈묵에 영향을 주는 인자는 여러 가지가 있다. 인쇄잉크의 종류, 인쇄방법, 탈묵공정, 탈묵약품, 재생횟수, 원지의 특성, 그리고 종이의 열화기간 등, 다양한 인자들에 의해 영향을 받는다[1-6]. 이러한 인자들 중에서 특히 탈묵공정, 탈묵약품, 재생횟수에 대한 연구는 국내·외적으로 많이 수행되어 왔지만, 인쇄잉크의 종류 및 조성분, 그리고 원지의 특성에 관한 연구는 미진한 상태에 있다. 따라서 인쇄잉크의 종류와 원지의 특성은 국내 신문고지의 탈묵 난이성을 직접적으로 규명하고 개선하는데 기본이 되는 인자라고 판단된다.

현재 신문인쇄에는 옅색 인쇄잉크를 주로 사용하고 있다. 옅색 인쇄잉크 성분 중에서 특히 비이클(vehicle)은 안료의 운반역할과

안료를 종이에 고착시키는 바인더로 작용하고 공기 중의 산소와 반응하여 수지상의 피막을 형성하므로써 탈묵에 영향을 미친다. 이러한 바인더의 종류에 따라서 탈묵성에 영향을 미치게 된다. 또한 펄프의 종류 및 고해도에 따라 탈묵성에 차이가 있다. 쇠목펄프(groundwood pulp, GP)와 크라프트 펄프(kraft pulp, KP)를 비교할 때, GP가 KP보다 잉크를 흡수하기 어렵고, KP의 섬유분포 중장섬유가 단섬유보다 탈묵성이 나쁘다. 또한 밀도가 높은 것은 탈묵이 잘되고, 미고해나 과고해된 상태는 탈묵이 어렵다[7]. 고지는 재생과정중에도 많은 물리적 성질이 변한다. 따라서 사용된 펄프의 강도와 섬유장 변화는 재생 횟수에 따라 영향을 받는다. 즉 기계펄프는 재생 횟수의 증가로 더 평평하고 유연해져 강도가 강해지고, 화학펄프는 각질화가 심해져서 강도는 더 약해진다고 보고된 바 있다[4]. 또한 재생과정을 통해서 화학펄프의 특성이 기계펄프의 특성보다 훨씬 더 감소하고, 미표백 아황산펄프의 특성이 표백 아황산펄프의 특성보다 덜 영향을 받는다고 보고되었다[8]. 특히 재생과정을 통해 기계펄프는 화학펄프에 비해 인장강도, 불투명도, 비용적(bulk)에 있어서 소량의 감소만이 있다고 보고되고 있다[9]. 따라서 본 연구에서는 국내산 신문원지와 수입 원지에 국내 잉크로 인쇄한 고지와 수입 신문고지의 탈묵성을 열화기간에 따라 비교하였다.

[†] 주 저자 (e-mail: khpaik@kucncx.korea.ac.kr)

Table 1. A Commercial Offset Ink Formulation Used in Korea for Newspaper Printing

Component of offset ink		High viscosity				Low viscosity
		Black	Blue	Red	Yellow	Black
Pigment	Carbon Black	15-20				15-20
	Cyanine Blue	2-5	15-25			2-5
	Carmine Red	15-25				
	Disazo Yellow				15-25	
	CaCO ₃	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15
Resin	Rosin-modified-phenolic resin					
	Hydrocarbon resin	(20-30)	(20-30)	(20-30)	(20-30)	20-30
	Gilsonite					
Solvent	Linseed oil	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15
	Mineral oil	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
The others		1-2	1-2	1-2	1-2	1-2

2. 실험

2.1. 실험재료

신문용지는 국내 S사의 용지와 캐나다 수입용지를 사용하였고, 인쇄는 한국신문 인쇄(주)에서 오프셋 인쇄를 하였다. 잉크도 한국신문 인쇄(주)에서 생산하고 있는 상품명 오프셋 신문윤전잉크(고점도 4원색)와 오프셋 신문윤전잉크(저점도 흑색)를 사용하였다. 이러한 잉크의 조성분은 Table 1과 같다. 신문고지의 탈묵성을 비교하기 위해 호주산 신문 (Herald Sun지)과 일본신문 (讀賣新聞)을 준비하였다. 편의상 국내 신문용지, 캐나다 수입용지로 인쇄된 신문, 호주산 신문고지, 그리고 일본산 신문고지를 각각 시료 K, C, A, 그리고 J라고 표기하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 시료의 열화

인쇄된 시료들을 직사광선이 들지 않는 실험실 안에서 줄에 매달아 자연 열화시키고, 열화의 조건을 균일하게 하기 위해서 시료의 방향을 고루 바꾸어 주었다. 자연열화 처리기간을 인쇄된 후 10, 30, 90, 180일로 하였다.

2.2.2. 탈묵방법

열화기간에 따라서 처리된 시료는 기존의 부유부상 (flotation)을 사용하여 탈묵하였다. 재펄핑과 부유부상 조건은 Table 2와 같다. 이렇게 탈묵한 시료는 200 mesh 체를 사용하여 세척한 후 건조시켜 수율을 측정하였다.

2.2.3. 섬유장 측정

섬유장은 재펄핑 (repulping)된 펄프를 섬유장 분석기 (fiber length analyzer, FS-100, KAJAANI)를 사용하여 측정하였다.

2.2.4. 초지 및 물리적·광학적 성질

초지는 재펄핑된 펄프를 표준해리기로 해리시키고, 수초지기에서 평량이 50 g/m² 되도록 초지하였다. 초지된 종이를 25 °C, RH 50% 조건에서 24시간 이상 조습시키고 백색도 (T452 om-83), 불투명도 (T452 om-91), 인장강도 (T494 om-81), 인열강도 (T220

Table 2. Repulping and Flotation Conditions

Sample (g)	40
Soaking time (min.)	5
Pulping	
NaOH (%)	1.5
Na ₂ SiO ₃ (%)	2.0
Foaming agent (%)	0.1
Consistency (%)	3.0
Time (min.)	5.0
Temperature (°C)	40.0
pH	11.0~11.5
Flotation	
CaCl ₂ (Ca ⁺⁺ base, ppm)	200
10% H ₂ SO ₄ (mL)	4.5~5.5
Consistency (%)	1.0
Air flow (L/min.)	10.0
Time (min.)	3.0
Temperature (°C)	35~36
pH	8.0~8.5

Table 3. Optical and Mechanical Properties of Original Newsprint

Original paper	Brightness (%)	Ash (%)	Opacity (%)	Tensile index (Nm/g)	Tear index (mNm ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)
K	54.7	4.75	93.0	MD 22.56	MD 5.55	1.79
				CD 7.61	CD 6.45	
C	51.9	0.43	88.8	MD 31.86	MD 5.06	1.96
				CD 8.98	CD 6.15	

* K and C are made in Korea and Canada, respectively.
* MD: machine direction, CD: cross-machine direction.

om-88), 파열강도 (T403 om-91)를 Tappi Standard에 준하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 국내와 수입 신문원지의 특성

국내와 수입 신문용지의 열화기간에 따른 탈묵성질을 비교하기 위하여 우선적으로 미인쇄된 원지의 특성을 측정하였다. 그 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서와 같이 국내 원지의 백색도는 54.7%로 수입 원지 51.9%보다 높은 값을 나타내고 있다. 그러나 원지의 펄프조성은 국내 원지의 경우 미국 수입고지, 국내고지, 잡지고지 등이 혼합된 것으로 추측되며, 재생횡수도 수입고지에 비해 많을 것으로 사료된다. 이같은 사실은 회분량을 비교해 볼 경우, 수입고지에는 잡지고지가 혼합되지 않았으며, 캐나다에서 수입된 원지를 사용하여 섬유장 분포 (Figure 4 참조)를 측정한 결과, 장섬유가 많이 분포하는 것을 보아 사용된 펄프는 침엽수 계통으로 사료된다.

3.2. 백색도와 수율

Figure 1은 열화기간에 따라 측정된 시료들의 백색도를 보여주고 있다. 국내 신문용지에 국내 인쇄잉크로 인쇄한 시료 K는 열화기간이 90일까지도 50% 이상을 유지하고 있지만, 180일 처리시 44.3%로 떨어졌다. 현재 국내에서 수입하여 사용하고 있는 캐나다산 신문용지에 국내 인쇄잉크로 인쇄한 시료 C는 단지 10일의 열화기간만으로도 상당히 낮은 백색도를 나타냈고, 열화기간에 따라

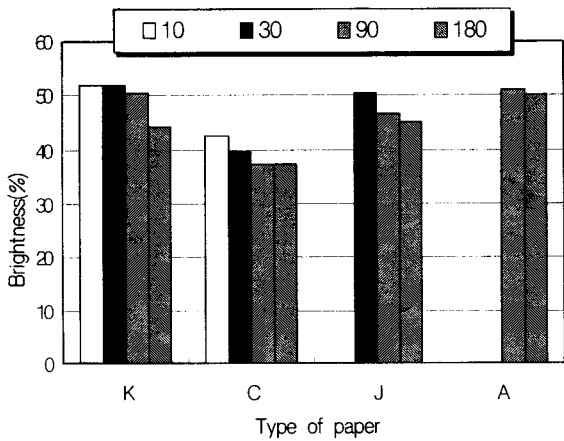


Figure 1. Brightness of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time(day).

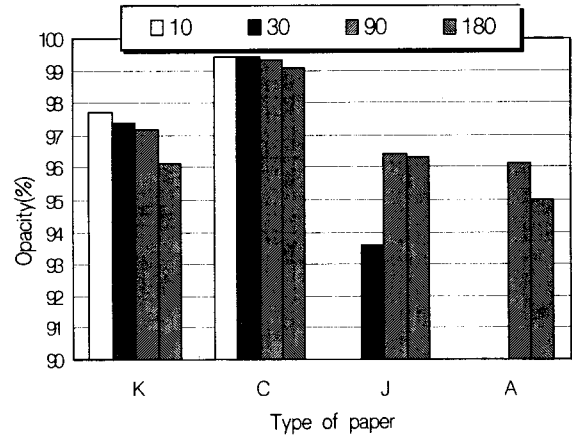


Figure 3. Opacity of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time(day).

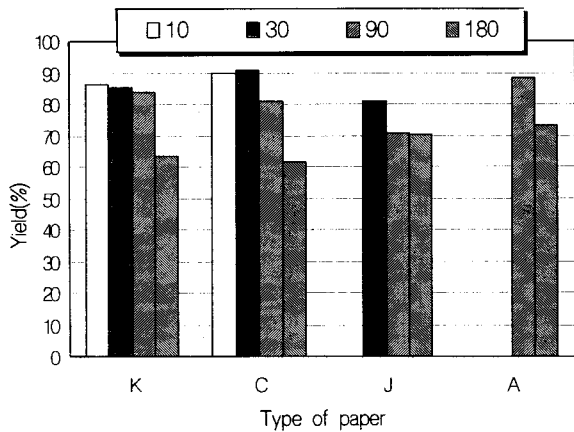


Figure 2. Yield of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time(day).

더욱 낮아졌다. 시료 K와 시료 C의 백색도는 큰 차이가 있는데, 이것은 사용한 잉크 성분이 같고, 인쇄 방식과 인쇄된 화선부가 같은 스포츠지이므로 백색도에 관여하는 인자는 원지의 자체 백색도와 원지의 펄프조성, 재생회수 등에 기인한다. 일본신문인 시료 J의 경우는 열화기간이 30일 처리시에 50.4%를 나타냈지만 90일과 180일 처리시에는 각각 46.6%와 45.1%의 백색도로 점차 떨어지고 있음을 알 수 있다. 한편 호주 신문고지인 시료 A의 경우 열화기간 180일까지도 50% 이상의 백색도를 보여주고 있다. 이러한 이유는 국내와 호주의 잉크성분의 차이 때문이다. 국내와 일본의 경우, 바인더로 사용되는 로진변성페놀수지와 아마인유의 경우 탈묵에 심각한 영향을 주지만 호주의 경우 미국에서 사용하는 것처럼 석유수지를 변성시켜 사용한다. 이러한 석유수지계통은 탈묵에 영향을 덜 주기 때문에 열화기간에 따라서 백색도의 감소는 심하지 않다[10].

본 실험에서 얻어진 백색도는 시료 K의 경우 고지 수집기간이 90일 처리시라면 탈묵에 큰 지장없이 재생에 이용될 수 있으나 시료 C의 경우 백색도면에서 상당히 떨어지고 있어 재생지 이용에 많은 어려움이 있을 것으로 사료된다.

Figure 2는 각각의 시료들의 열화기간에 따른 수율을 보여주고 있다. 수율면에서 국내 신문용지에 국내 인쇄잉크를 인쇄한 시료 K는 열화기간이 90일까지 소폭 감소하였지만 180일 경과 후에는 급격히 떨어졌다. 캐나다산 신문용지에 국내 인쇄잉크를 인쇄한 시

료 C의 경우 열화기간이 30일 처리시의 수율은 90% 정도로 상당히 높은 수치를 나타내지만, 90일 처리시의 수율은 시료 K보다 떨어지고 있다. 또한 180일 처리시의 수율은 현저하게 떨어져 국내 신문고지와 거의 같은 수율을 보여주고 있다. 따라서 열화기간 90일 처리시의 두 시료의 수율은 80% 이상이지만 열화기간이 180일 처리시에는 급격히 떨어져 시료 K의 경우 63.3%, 시료 C의 경우 61.7%를 나타내고 있다. 이에 비해 일본 신문고지인 시료 J는 열화기간 30일 처리시에는 수율이 80%를 넘고 있지만 그 이후에는 70%를 유지하고 있으며, 호주산 신문고지인 시료 A는 열화기간 90일까지도 88%를 유지하며 180일 후에도 70% 이상을 유지하였다. 경제적인 면을 고려해 본다면, 열화기간이 3개월 처리시라면 80% 이상의 높은 수율로 국내 신문고지의 재사용이 가능할 것으로 사료된다.

3.3. 불투명도

불투명도는 Figure 3에서 보는 바와 같이 시료 K와 시료 C의 경우 상당한 차이가 있다. 시료 K의 경우 96.1%에서 97.7%의 불투명도를, 시료 C는 99% 이상의 높은 불투명도를 보여주고 있다. 열화기간에 따라서, 90일까지는 거의 변화가 없다가 그 이후에는 급격하게 떨어지고 있다. 이러한 결과는 원지의 불투명도 (시료 K: 93.0%, 시료 C: 88.8%)를 비교해 볼 때, 상당히 차이가 있다. 이러한 원인은 시료 C의 경우 낮은 백색도에 기인하는데, 잔존하는 잉크 입자들이 광산란계수를 변화시키기 때문이다[9]. 시료 J는 열화기간 30일 처리시에 93.6%의 불투명도를 보이는데 이것은 일본신문의 경우 평량이 43 g/m²으로 낮은 경량지를 사용하고 있기 때문이다. 그러나 그 이후의 열화기간별 불투명도는 96.4%, 96.3%로 잔존하는 잉크 때문에 더 높은 값을 나타내고 있다. 시료 A의 경우는 96.1%에서 95.0%로 감소하고 있다.

3.4. 섬유장 분포

Figure 4에서는 열화기간별 각 시료의 무게평균 섬유장을 보여주고 있다. 시료 J는 다른 시료와 비교하여 장섬유가 상당히 많이 포함되어 있으며, 그 다음으로 무게 평균섬유장은 시료 C, 시료 K, 그리고 시료 A의 순서로 장섬유들이 분포하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 시료 C의 펄프원료가 장섬유인 침엽수라는 것을 단적으로 증명하는 것이다. 또한 시료 K는 몇 번의 재생을 거치기 때문에 비교적 시료 C의 섬유장보다 더 짧았다. 시료 J의 섬유장이 다른 시료에 비해 긴 이유는 일본의 경우 고지를 사용하지만 우리 나라보다 많은 양의 천연펄프를 사용하고 있기 때문이다. 그

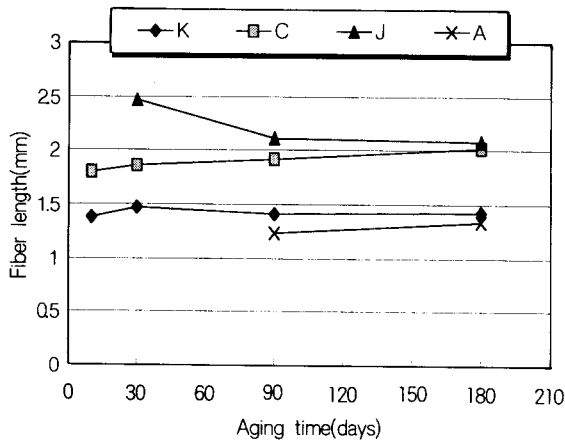


Figure 4. Average weighted fiber length of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time.

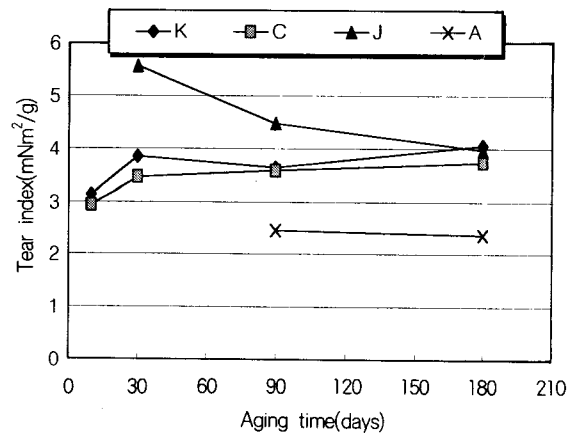


Figure 6. Tear index of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time.

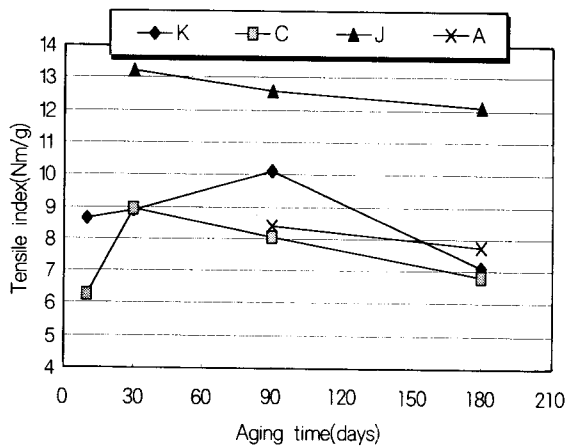


Figure 5. Tensile index of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time.

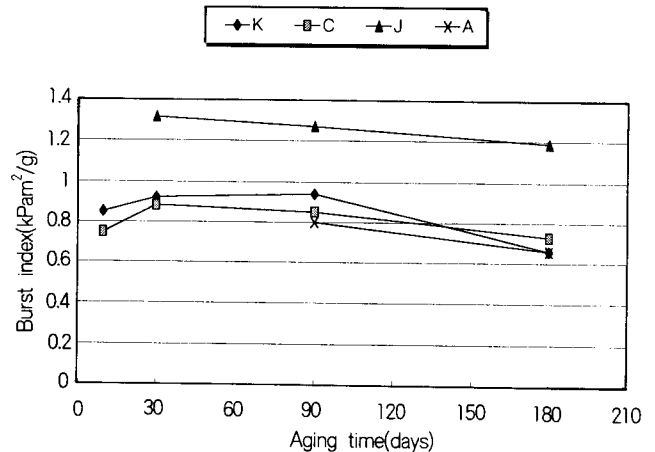


Figure 7. Burst index of newsprints printed with the commercial offset ink according to aging time.

리고 시료 A의 섬유장이 더 짧은 이유는 호주의 주 수종인 *Eucalyptus* 계통의 활엽수 펄프를 많이 사용했기 때문으로 사료된다.

3.5. 기계적 성질

기계적 성질은 Figures 5, 6, 7에서와 같이 인장지수, 인열지수, 그리고 파열지수로 나타내었다. 이러한 결과는 앞에서 측정된 섬유장의 결과에 영향을 받는다.

인장지수는 시료 K의 경우 열화기간 90일까지 증가되다가 그 후 급격히 떨어지고 있고 시료 C는 열화기간 30일 이후에 급격히 감소하고 있다. 이러한 이유는 국내 신문인쇄에 사용되는 잉크의 성분 중 바인더로 사용되는 아마인유와 로진변성페놀수지 때문으로 열화기간이 길어질수록 더욱 단단한 피막을 형성하여 해리가 어렵도록 만드는데 그 원인이 있다[10]. 인쇄 전의 원지 K와 C의 인장강도는 기계방향 (MD)과 폭방향 (CD)으로 측정하여 정확하게 비교할 수 없지만 대략 13.10 Nm/g, 16.91 Nm/g로 인쇄 후 열화기간을 거치면서 상당히 떨어졌다. 그러나 캐나다산 신문용지인 경우 원지의 인장강도는 국내 신문용지보다 더 높지만 인쇄 후에 더욱 큰 폭으로 감소하고 있음을 알 수 있다. 시료 J는 다른 시료보다 높은 인장지수를 나타내고 있는데, 이것은 측정된 섬유장 분포에서 예상된 결과였다. 열화기간에 따라서도 점차 감소하고 있다. 또한 시료 A도 변화폭은 작지만 감소하고 있다.

인열지수는 시료 K와 시료 C의 경우 열화기간 30일까지 급격히 증가하고, 30일 이상에서는 소폭으로 증가하고 있다. 시료 J는 열화기간 30일 이후부터 90일까지는 급격히 감소하지만 90일에서 180일 열화기간에서는 감소폭이 줄었다. 시료 A는 90일에서 180일 열화기간에서 인열지수의 변화는 거의 없다. 한편 열화처리된 탈목 펄프 K와 C의 인열지수는 MD와 CD의 측정치가 모두 5.0 mNm²/g 이상의 높은 값을 나타내고 있다.

파열지수는 시료 K와 시료 C의 경우 열화기간 30일까지 증가하다가 90일까지는 소폭 변화 후에 급격히 감소했다. 또한 일본 신문고지인 시료 J와 호주 신문고지인 시료 A도 동일한 경향을 나타내고 있다. 원지의 파열지수와 비교해 볼 때, 인쇄 후 열화과정을 거치면서 파열지수는 현저하게 감소됨을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 국내에서 사용되는 신문 인쇄잉크로 인쇄한 국내 신문용지와 국내에 수입되고 있는 캐나다산 신문용지를 열화기간에 따라 탈목성을 조사하고 이러한 탈목성을 일본 신문고지와 호주 신문고지의 탈목성과 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

측정된 시료의 백색도와 수율은 열화기간이 증가될수록 감소하였다. 백색도와 수율 측면에서 양호한 고지는 호주 신문고지, 국내

신문원지를 사용한 신문고지와 일본 신문고지, 그리고 캐나다산 신문원지를 사용한 신문고지 순으로 나타났다. 용지에 사용되는 펄프의 종류, 수중에 따라 서로 강도의 변화가 큰데, 국내 신문용지의 경우 수입 신문용지보다 섬유의 길이가 짧지만 강도는 더 높았다. 또한 활엽수 계통을 사용한 것으로 추정되는 호주산 신문고지의 강도는 수입 신문용지보다 낮았다. 상대적으로 천연펄프를 많이 사용한 일본 신문고지의 강도는 다른 시료보다 상당히 높게 나타났다. 국내 신문용지와 수입 신문용지는 열화기간에 따라 인장강도의 변화는 증가하다가 감소하며, 인열강도는 점차 증가하고, 파열강도는 인장강도와 비슷하게 증가하다가 감소하였다. 일본 신문고지는 인장강도, 인열강도, 파열강도가 모두 열화기간에 따라 감소하지만 다른 국내 신문고지나 호주 신문고지보다 상당히 높은 강도를 유지하였다. 호주 신문고지의 경우 열화기간 10일과 30일에 측정된 시료는 없지만 열화기간이 더 진행될수록 탈묵펄프의 강도가 감소하였다.

감 사

본 연구는 학술진흥재단(95) 자유공모학술연구비에 의해 수행되었음.

참 고 문 헌

1. L. D. Ferguson, *Tappi J.*, **75**, 75(1992).
2. L. D. Ferguson, *Tappi J.*, **75**, 49(1992).
3. K. Cathie, G. Moore, and N. Pearson, *Pira Intl.*, 8(1994).
4. R. C. Howard and W. Richard, *Pulp and Paper Sci. J.*, **18**, J151(1992).
5. R. L. Ellis and K. M. Sedlachek, *TAPPI PRESS*(1993).
6. D. D. Roberson, *Tappi J.*, **59**, 63(1976).
7. H. L. Baumgarten, H. Großmann and J. Weigl, *Das Papier*, **42**, V166(1988).
8. A. Bovin, N. Hartler and A. Teder, *Paper Technology*, **14**, 261(1973).
9. R. C. McKee, *Paper Trade J.*, **155**, 34(1971).
10. Y. S. Kim and K. H. Paik, *J. Kor. Ind. & Eng. Chem.*, **7**, 787(1996).