

보존용지의 요구 특성 및 국내산 인쇄용지의 보존성 평가

윤혜정[†] · 조 휘

(2008년 2월 19일 접수: 2008년 5월 22일 채택)

The Requirements for Permanent Paper and Evaluation of Permanence of Domestic Printing and Writing Papers

Hye Jung Youn[†] and Hwi Cho

(Received February 19, 2008; Accepted May 22, 2008)

ABSTRACT

The permanence is of great importance to library and archival paper. According to the established standardizations including ISO and ANSI, the permanence can be specified with tear strength, pH, alkali reserve and kappa number. In this study, we evaluated the permanence and durability of domestic coated and copy paper grades. Two types of coated paper grades and all kinds of copy papers which were tested in this study were satisfied with the criterion of permanence specification. However, all of the tested paper grades didn't meet the requirements of durability because of their low folding endurance.

Keywords : *permanence, durability, coated paper, copy paper, ISO, ANSI*

1. 서 론

현재 제조되는 대부분의 종이는 어느 정도의 보존성을 갖추고 있지만, 정부의 문서 또는 도서관 장서는 별도의 상품화된 보존용지를 요구하기도 한다. 보존용지가 필요한 사례로는 소설 및 비소설 주요 작품, 정기학술간행물 및 저서 등 학술지, 사진, 정부 문서, 다른 형태로 변환이 어려운 작품, 미술 원작 등이 있다. 최근 국내 학술지의 SCI 등재화에 대한 관심이 고조되면서, 국제적 학술지 요건을 충족한 학술지를 발행하고자 노력하

고 있다. 국제적 수준의 학술지가 되기 위해서는 우수한 질적 수준 및 일정한 발행 일시 준수 등의 주요 요건을 만족해야만 하지만, 이 외에 인쇄가 되는 학술지 종이에 대해서도 까다로운 규격을 요구하고 있다. 즉, 도서관에서의 보관을 위해 공인된 보존용지에 인쇄하였음을 증명하는 표시를 하거나, 별도의 비용을 지불하고 보존용지임을 확인하는 작업이 필요한 것이다. 국내 학술지의 국제적 학술지화가 앞으로 더욱 증가될 전망이기 때문에 이에 대한 요구는 일부 학술지에 국한되지 않고 더욱 확대될 것으로 생각된다.

• 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 환경재료과학전공 (Program in Environmental Materials Sciences, Dept. of Forest Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, 151-921, KOREA)

† 교신저자(Corresponding Author):E-mail: page94@snu.ac.kr

보존용지 (permanent paper)란 도서관 등의 통상적인 보관 및 사용 조건에서 수백 년 동안 외관과 물성이 심각하게 변화되지 않고 유지될 수 있는 종이를 의미한다.^{1,2)} 이와는 별도로 내구성 용지 (durable paper)는 오랜 시간동안의 보관 및 연속된 사용 시 그 특성을 유지할 수 있는 종이를 뜻한다.^{2,3)} 즉, 보존성 (permanence)과 내구성 (durability)은 정의가 다른데, 보통 내구용지가 보존용지보다 더 까다로운 특성을 요구한다. 고대의 종이는 손으로 만든 수목지로서 대부분 중성 또는 약알칼리성 조건에서 제조되고, 아마, 삼, 면, 닥섬유 등 매우 긴 섬유장을 갖는 섬유를 원료로 사용하였기 때문에 강도의 손실이 적어 보존성이 대체로 우수하다. 실제 고대의 종이 가 천 년 이상의 시간을 지나 양호하게 보존되어 있는 사례를 볼 수 있다. 19 세기에 이르러 종이의 주원료가 목재로 변화되고 기계를 이용하여 다량 생산하는 방식으로 변화됨에 따라, 생산된 종이는 고대 수목지와는 다른 특성을 나타내었으며, 특히 로진 사이징 시스템의 적용은 종이의 보존성을 급격히 저하시켰다. 이러한 문제를 극복하고자 중성 또는 약알칼리 조건에서 종이를 제조하는 기술이 개발되어 보존성 문제는 과거에 비해 큰 이슈가 되지 않았다. 그러나 최근 종이 요구 품질의 변화와 제조 원가의 압박으로 인해 종이 원료 및 제조 기술이 새롭게 변화되고 있다. 예를 들어 인쇄용지의 경우 벌크 특성의 요구로 인해 기계펄프의 함량이 점점 늘어나고 있으며, 충전물 및 형광염료 등 부원료의 투입 역시 증가하고 있다. 기계펄프 함량의 증가는 강도 특성을 저하시킬 수 있으며, 산화물질의 함량이 늘어나기 때문에 인쇄물의 보존성에 영향을 줄 수 있다. 따라서 이 시점에서 기존 정의에 따른 종이의 보존성에 대한 이해를 넓히고, 새롭게 변화되는 기술 변화에 맞추어 향후 보존성의 정의 및 요구 조건에 대한 고려가 필요하다고 판단된다. 본 논문에서는 보존용지의 요구 특성에 대해 살펴보고, 국내에서 생산 및 유통되고 있

는 인쇄용지의 보존성을 기존 규격에 의거하여 평가하였다.

2. 보존용지의 규격

용지의 보존성 평가는 국가별, 단체별로 별도의 규격을 제정하여 따르고 있다. 대표적인 규격으로 미국 ANSI (American National Standards Institute)에서는 NISO (National Information Standards Organization)에서 만든 ANSI/NISO Z39.48 규격으로 정의⁴⁾하고 있으며, ISO (International Organization for Standardization)에서도 보존용지에 대해 ISO 9706¹⁾과 ISO 11108³⁾로 규정하고 있다. 국내의 경우 규격의 ISO 부합화로 인해 현재는 ISO의 두 규격을 모두 따르고 있는 실정이다.^{5,6)} 규격이 대상으로 하는 종이의 종류 즉, 용도가 다르기 때문에 규격 내 포함된 항목은 다소 차이가 있지만, 대체적으로 ANSI/NISO Z39.48과 ISO 9706은 강도 변화를 평가하기 위한 인열강도를 비롯하여 중성 및 알칼리 초지를 확인할 수 있는 pH 및 예비 알칼리 (alkali reserve), 리그닌 함량을 나타내는 카파값을 주요 요구 물성으로 평가하고 있다. 예비 알칼리는 자연 열화나 대기 오염에 의해 생성되는 산을 중화시킬 수 있는 화학물의 양을 나타내며, 보통 종이 내 탄산칼슘이 이에 해당된다.

ANSI/NISO Z39.48은 도공지와 미도공지를 별도로 나누어 기준을 제시하고 있는 것이 다소 특이할 만하다 (Table 1). 미도공지의 최소 요구사항은 다음과 같다.

- pH는 종이를 층분리한 후 표면의 pH를 측정하는 방법을 이용하거나 (TAPPI T529), 냉수 추출액의 pH를 측정하기도 한다 (TAPPI T509). 제조사가 중성 및 알칼리 조건에서 종이를 제조한다면 종이의 pH는 적절한 범위에 있다고 할 수 있다.

Table 1. ANSI/NISO Z39.48-1992, Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives⁴⁾

Item	uncoated paper	coated paper
pH	7.5-10.0	7.0-10.0 (basepaper pH)
Tearing resistance, mNm ² /g	≥ 5.25 (MD)	≥ 3.50 (MD)
Alkali reserve, %	≥ 2	≥ 2 (including coating layer)
Kappa No.	≤ 7	≤ 7

- 인열강도는 MD방향 평균값이 5.25 mNm²/g을 넘어야 한다.
- 예비 알칼리는 종이 전건 무게 대비 탄산칼슘 함량 2%에 해당되는 값 이상이어야 한다.
- 펄프 섬유는 섬유 전건무게대비 1% 이하의 리그닌을 함유해야 하며, 카파값으로는 7이하여야 한다. 다른 요구 물성을 만족하는 경우 리그닌 함량이 기준보다 높더라도 열화 후 그 물성을 충분히 유지하는 경우도 있다. 도공지에 대한 최소 요구사항은 다음과 같다.
- pH는 도공층을 제거하고 측정할 값이 7.0 - 10.0 범위여야 한다. 층분리 후 내부 원지면의 표면 pH가 7 이상이어야 한다. 원지의 pH를 제조하기 위해서 도공지를 냉수 추출하여 평가하는 것은 바람직하지 않다. 제조사가 중성 및 알칼리 조건에서 종이를 제조한다면 종이의 pH는 적절한 범위에 있다고 할 수 있다.
- 인열강도는 MD방향 평균값이 3.50 mNm²/g을 넘어야 한다.
- 예비 알칼리는 도공층을 포함한 종이 전건 무게 대

- 비 탄산칼슘 함량 2%에 해당되는 값 이상이어야 한다.
- 펄프 섬유는 섬유 전건무게대비 1% 이하의 리그닌을 함유해야 하며, 카파값으로는 7이하여야 한다. 다른 요구물성을 만족하는 경우 리그닌 함량이 기준보다 높더라도 열화 후 그 물성을 충분히 유지하는 경우도 있다.
- ISO 규격 ISO 9706:1994는 서류, 문서에 적용되는 규격으로 인쇄되지 않은 종이에 적용할 수 있다. 보존성 평가 항목은 ANSI와 유사하지만, 기준 수치에서 다소 차이가 있다 (Table 2).
- 반면 기록보관소 및 도서관용으로 규정하고 있는 ISO 11108은 내구성과 보존성이 함께 요구되는 용지 특성을 정의하고 있기 때문에 문서용인 ISO 9706보다 더 까다로운 항목 즉, 섬유 조성, 내절도 항목을 추가적으로 포함하고 있다. 그 세부 내용은 Table 3과 같다.³⁾
- 국내 규격은 ISO 규격에 부합화하여 사용하고 있는 가운데, 이와 별도로 KS M 7704에서 보존용지를 규정하고 있다. ISO 및 ANSI 규격에 비해 더 까다로운 편인데, 특히 노화 후 기계적 특성과 변색 특성을 정의내리

Table 2. ISO 9706: 1994, Information and documentation - Paper for documents -Requirements for permanence¹⁾

ISO	Specifications
pH	7.5 - 10.0
Tearing resistance, mN	grammage \geq 70 g/m ² : 350 mN grammage < 70 g/m ² : 6g-70 (g: grammage)
Alkali reserve, mol/kg	\geq 0.4
Kappa No.	\leq 5

Table 3. ISO 11108:1996, Information and documentation - Archival paper - Requirements for permanence and durability

Item	Specifications
Fiber composition	Cotton, linter, flax, hemp, etc. If BKP is used, the amount shall be specified.
Grammage, g/m ²	\geq 70
Tearing resistance, mN	\geq 350 (for both direction) \geq 2.48 (for Schopper type)
Folding endurance	\geq 2.18 (for Lhomargy, Kohler-Mölin or MIT type)
pH	7.5 - 10.0
Alkali reserve, mol/kg	\geq 0.4 (\geq 20 g of calcium carbonate/kg of oven dried paper)
Kappa No.	\leq 5

Table 4. KS M 7704 보존용지 (Permanent paper for archives)⁷⁾

KS M 7704 보존용지		보존 복사용지	보존 백상지
섬유 조성		면, 린넨 또는 화학 펄프로 구성	
MD 인장강도, N/15 mm		70 이상	80 이상
내절도, 회 (9.8 N)	CD	30 이상	35 이상
	MD	40 이상	45 이상
인열강도, mN	CD	450 이상	550 이상
	MD	350 이상	450 이상
pH		7.5 이상	
탄산칼슘 함량, %		3 이상	
열 노화 후 내절 횡수		품질 기준의 80% 이상	
변색도 ΔE		3.5 이하	
백색도, %		80 이상	

고 있다. 품질 기준은 보존 복사용지의 경우 평량 75 gsm을, 보존 백상지는 평량 80 gsm 제품을 기준으로 한 것이다 (Table 4).

이상의 보존성을 만족하는 용지에는 이를 확인시킬 수 있는 심볼이나 문구를 용지에 넣을 수 있다. 예를 들어, ANSI/NISO Z9348 규격을 만족한다면 Fig. 1의 무한대 심볼을 사용하거나 또는 ‘This paper meets the requirements of ANSI/NSIO Z39.48-1992 (Permanence of Paper)’라고 기술할 수 있다. ISO 9706 또는 KS X ISO 9706을 만족하는 경우 역시 유사 문구와 심볼을 사용할 수 있다. 이 때 심볼 마크나 승인 문구 둘 중 하나, 혹은 양자 모두를 사용할 수 있으며 제품의 어느 부분에 승인 문구나 상징이 위치하여도 문제가 되지 않는다. 대체적으로 정기간행물의 경우 저작권 부분에 주로 사용한다. 다만 승인되지 않은 종이에 상징이나 문구가 들어가지 않도록 주의해야 한다.

3. 국내산 용지의 보존성 평가

3.1 재료 및 방법

3.1.1 공시재료

평량 100 gsm의 국내산 아트지 4종을 수거하여 평가



Fig. 1. Symbol of compliance.⁴⁾

에 이용하였다. 또한 미도공지로서, 시중에서 널리 유통되고 있는 범용 복사용지 3종을 수거하여 평가하였다. 범용 복사용지의 평량은 80 gsm이었다.

3.1.2 보존성 평가

아트지 및 복사용지의 보존성을 ISO 9706 및 ANSI/NISO Z39.48 규격에 의거하여 인열강도, pH, 예비 알칼리 및 카파값을 측정하였다. 각 항목의 측정은 해당 ISO 규격 및 TAPPI 규격에 의거하여 실시하였다. 또한 범용 복사용지는 보존성과 내구성을 평가하기 위해 ISO 11108 및 KS M 7704에 의거하여 평가하였다.

3.1.3 아트지의 노화 실험

본 실험에서 평가한 아트지의 노화 특성을 살펴보기 위해 아트지를 105°C 오븐에서 2일간 열 노화시킨 후 종이의 백색도와 내절도를 측정하였다. 백색도는 Elrepho 백색도 측정기를 이용하여 측정하였으며, 내절도는 MIT 방식의 내절도 측정기로 1 kg의 하중 하에 평가하였다.

3.2 결과 및 고찰

3.2.1 아트지의 보존성 평가

아트지 4종의 보존성을 ANSI/NISO 규격에 의거하여 평가한 결과가 Table 5에 제시되어 있다. 본 연구에서 평가한 용지의 경우 A 용지는 카파값을 만족시키지 못했으며, D 용지는 인열강도가 기준에 못 미치는 결과를 얻었다. 카파값이 기준을 넘는 것은 용지 내 BCTMP의 함량이 다소 높기 때문으로 판단된다. 반면 B 및 C 용

Table 5. Permanence evaluation of domestic coated papers in accordance with ANSI/NISO Z39.48

	A	B	C	D
Surface pH	8.7	8.3	9.5	8.9
Tearing resistance, mNm ² /g	3.83	3.91	3.57	3.19
Alkali reserve, %	32.9	14.1	33	37
Kappa No.	9.4	3.2	6.1	5.5

Table 6. Permanence evaluation of domestic coated papers in accordance with ISO 9706

	A	B	C	D
pH of cold extract	9.6	9.5	8.2	9.6
Tearing resistance, mN	383	391	362	319
Alkali reserve, mol/kg	6.57	2.82	6.61	7.35
Kappa No.	9.4	3.2	6.1	5.5

지는 기준을 모두 만족하여 보존성이 있는 것으로 판단되었다. 보존성에 대한 이해가 높지 않은 현 상황에서 보존용지는 수입 제품밖에 없다는 편견을 깨는 결과라고 생각된다.

동일한 종이를 ISO 9706 규격에 의해 평가하면, B 용지만이 규격을 만족하였다 (Table 6). C 용지는 미비한 차이로 카파값이 기준을 상회하여 보존성이 부족한 용지로 판명되었지만, 리그닌 함량과 보존성에 대한 논란은 계속 진행 중이다. 다시 말해, 산화물질 함량인 카파값이 다소 높더라도 오랜 시간 보존 시 기계적 특성은 충분히 높은 상태로 유지될 수 있다.⁴⁾ Fig. 2는 4종 아트지의 열노화에 따른 백색도 변화를 보여주고 있다. 이 중 C 및 D용지는 백색도 변화가 상대적으로 심하였으나, 내절도는 열노화에 의해 큰 변화가 발생하지 않았다. 열노화에 따른 백색도 변화는 BCTMP 함량이 증가

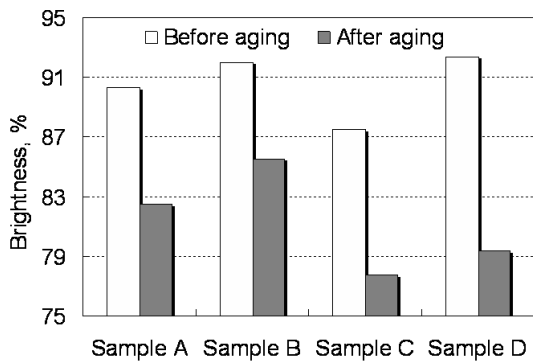


Fig. 2. Brightness of coated papers before and after aging.

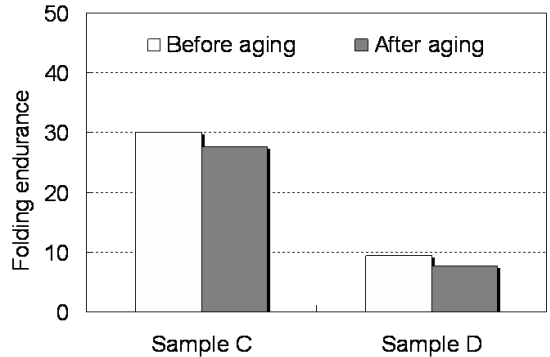


Fig. 3. Folding endurance of coated papers before and after aging.

할수록 더 커질 수 있을 것으로 생각되기 때문에, 장시간 보관에 따른 산화물질의 함량과 기계적 특성의 변화 및 관계를 고려할 필요가 있다고 생각한다.

3.2.2 범용 복사용지의 보존성 및 내구성 평가

국내 유통되고 있는 범용 복사용지의 보존성을 ANSI/NISO 규격에 의거하여 평가한 결과 모두 기준을 만족하여 보존성을 갖춘 것으로 판명되었다 (Table 7).

Table 7. Permanence evaluation of copy papers in accordance with ANSI/NISO Z39.48

	A	B	C
pH	8.5	8.9	9.0
Tearing resistance, mNm ² /g	5.9	6.7	7.0
Alkali reserve, %	13.9	11.5	11.5
Kappa No.	1.1	4.3	1.3

Table 8. Evaluation of permanence and durability of copy papers in accordance with ISO 11108

	Requirements	A	B	C
pH	7.5~10.0	8.5	8.9	9.0
Tearing resistance, mN	≥ 350	464	525	584
Alkali reserve, mol/kg	≥ 0.4	2.78	2.30	2.33
Kappa No.	≤ 5	1.1	4.3	1.3
Grammage, g/m ²	≥ 70	78	77	83
MIT folding endurance (MD/CD)	≥ 2.18	1.51/1.28	1.45/1.15	1.70/1.32

Table 9. Evaluation of permanence and durability of copy papers in accordance with KS M 7704

		보존 복사용지/백상지	A	B	C
섬유 조성		면, 린넨 또는 화학 펄프	BKP	BKP	BKP
카파값		5 이하	1.1	4.3	1.3
제조 조건		중성 또는 알칼리	Yes	Yes	Yes
MD 인장강도, N/15 mm		70 이상 / 80 이상	80.0	74.1	85.0
내절도, 회 (9.8 N)	CD	30 이상 / 35 이상	19	14	21
	MD	40 이상 / 45 이상	32	28	50
인열강도, mN	CD	450 이상 / 550 이상	523	535	592
	MD	350 이상 / 450 이상	464	525	584
pH		7.5 이상	8.5	8.9	9.0
탄산칼슘 함량, %		3 이상	-	-	-
열 노화 후 내절 횟수		품질 기준의 80% 이상	91.7%	-	82.2%
변색도 ΔE		3.5 이하	3.22	-	2.42
백색도, %		80 이상	99.4	94.4	95.0

또한 ISO 9706 규격에도 적합한 것으로 나타났으나, 보존성 및 내구성을 요하는 ISO 11108에 의거하여 평가한 결과 평가한 3 종류의 용지 모두 기준치에 훨씬 미치지 못한 내절도를 나타내었다 (Table 8). 즉 지속적인 사용 시에도 그 특성을 유지할 수 있는 능력은 다소 부족한 것으로 판단되었다. 다양한 물성 조건을 요구하는 KSM 7704과 비교할 경우 백색도 및 변색도, 열노화 후 내절 횟수는 만족하지만, 열 노화 전 내절도가 기준에 미치지 못한 것으로 나타났다 (Table 9). 내절도는 섬유의 유연성 및 장섬유의 함량에 크게 영향받기 때문에 충분한 내구성을 얻기 위해서는 면, 마 등의 장섬유의 혼합 사용이 필요한 것으로 판단된다.

4. 결론

현재 존재하는 표준 규격에 의하면 용지의 보존성은

일정 수준의 이상의 인열강도, 중성 및 약알칼리의 pH, 자연열화에 의해 발생될 수 있는 산의 중화 능력, 산화 물질의 최저 함량으로 정의된다. 보존성 및 내구성을 요구하는 용지에 있어서는 더욱 까다로운 규격이 정의되고 있다. 용지의 보존성에 대한 요구가 더욱 높아지고 있는 가운데, 국내산 아트지와 범용 복사용지의 보존성 및 내구성을 기존 규격에 의거하여 평가하였다. 보존성 특성을 만족하는 아트지 지종을 국내에서도 생산하고 있었으며, 일부 지종에서 기준을 벗어나는 항목으로는 카파값과 인열강도가 있었다. 평가된 범용 복사용지는 대체로 보존성을 모두 만족하였으나, 낮은 내절도로 인해 내구성은 만족시키지 못하였다. 이로써 국내산 용지의 보존성을 확인할 수 있었으며, 용지의 보존성 품질 기준에 최신 제지 기술의 변화를 반영할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

사 사

본 논문은 서울대학교 농업생명과학연구원의 지원을 받았습니니다.

인용문헌

1. ISO 9706: 1994, Information and documentation - Paper for documents - Requirements for permanence.
2. Hudson, F. L., Permanence of paper, in "The Fundamental Properties of Paper Related to Its Use", Bolam F. (Ed.), P.I.F., pp. 714-720 (1973).
3. ISO 11108: 1996, Information and documentation -Archival paper- Requirements for permanence and durability.
4. ANSI/NISO Z39.48-1992, Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives.
5. KS X ISO 9706:2004, 문헌정보 - 문서용지 - 보존성에 대한 요구사항.
6. KS X ISO 11108:2004, 문헌정보 - 기록보존용지 - 보존성 및 내구성에 대한 요구사항.
7. KS M 7704: 2004, 보존용지 (Permanent paper for archives).