

보존용지의 이해

서울대학교 농생대 산림과학부

윤혜정

학습 목표: 출판에 보존용지를 사용하는 이유를 설명하고 규격을 기술할 수 있어야 한다.

구체 목표:

- 1) 보존용지를 정의하고 사용하는 이유를 설명할 수 있어야 한다.
- 2) 보존용지의 ANSI, ISO, KS 규격을 기술할 수 있어야 한다.
- 3) 보존용지 측정법을 나열할 수 있어야 한다.
- 4) 보존용지 여부의 확인 가능성과 국내의 보존용지 생산에 대해 알아본다.
- 5) ANSI 규격 보존용지를 사용할 때 어떻게 이 사실을 기술하는지 알아야 한다.

1. 보존용지의 정의 및 필요성

1.1. 보존용지의 정의

보존용지 (permanent paper)는 도서관 등의 통상적인 보관 및 사용 조건에서 수 백 년 동안 외관과 물성이 심각하게 변화되지 않고 유지될 수 있는 종이를 의미한다. 보관 시 변화될 수 있는 물성으로는 육안적으로 확인할 수 있는 색을 포함한 외관적 성질, 부서짐으로 인식되는 강도적 성질 등이 있다.

보존용지를 요구하는 사례로는 소설 및 비소설 주요 작품, 정기학술간행물 및 저서 등 학술지, 사전, 정부 문서, 다른 형태로 변환이 어려운 작품, 미술 원작 등이 있다.

1.2. 보존용지의 필요성

기원전 2세기로 거슬러 올라가는 종이의 발명은 정보 전달을 가장 궁극적인 목적으로 하고 있다. 즉 언어로만 전달되었던 정보를 인쇄물의 형태로서 기록하여 남기고 전달하여 그 형태를 갖게 하는 것이 종이 가 갖는 중요한 의의 중 하나이다. 따라서 인쇄물은 기본적으로 한 사람의 사상이나 생각, 의견 등을 다른 사람에게 온전한 모습으로 전달할 수 있어야 하며, 정보를 주고받는 사람사이의 시간적, 공간적 제한 역시 뛰어넘을 수 있게 하는 기능이 있다. 여기서 시간적 제약을 뛰어넘기 위해서는 오랫동안 보관하여 그 특성을 유지할 수 있는 보존성이 뒷받침되어야 한다.

박물관에 전시되어 있는 과거의 유물로 대표적인 것이 종이 기록물이다. 양호한 상태로 보관된 기록물의 경우 천 년의 시간을 뛰어넘을 수 있다. 비단 우리나라 뿐 아니라 대부

분의 고대 기록물은 보존성이 우수하기 때문에 보존성에 대한 논의가 사실 무색하다. 그 이유로는 고대의 종이는 손으로 만든 수록지인데, 이 경우 대부분 중성 또는 약알칼리성 조건에서 종이가 만들어지며, 또한 아마, 삼, 면, 닥섬유 등 현재의 종이의 원료에 비해 매우 긴 섬유장을 갖는 것으로 제조되어 강도의 손실이 적기 때문이다.

종이의 보존성에 문제가 발생하게 된 것은 종이를 기계로 대량 생산하면서 부터라고 할 수 있다. 1800년대 초에 기계를 이용하여 종이를 연속적으로 생산할 수 있게 됨으로써 높았던 종이의 수요에 부응하였으며, 1800년대 말에는 값비싼 면, 마의 원료 대신 값싼 목재를 이용하여 종이를 제조하게 됨으로 인해 종이 생산량이 매우 증가하게 되었다. 목재 섬유는 기존의 원료인 면, 마에 비해 섬유장이 10배 정도 작았기 때문에 강도적 부분에서 떨어지지만 대신 기계지에서 종이를 생산하기에는 매우 적합한 물성을 지니고 있었다. 인쇄에 있어서도 필사가 아니라 인쇄기를 이용하여 대량으로 인쇄물을 뽑아내는 것이 일반화되다보니 종이에 다양한 성질을 요구하게 되었다. 그 중 대표적인 것이 종이 내 물 또는 잉크 등 액체의 침투를 억제하는 특성으로서 이는 소수성 물질을 이용하여 섬유 표면을 처리해 주는 사이징이라는 과정을 통해 가능했다. 1800년 대 말과 1900년 대 초창기에는 소나무 송진, 즉 로진을 이용한 사이징 기술이 사용되었는데, 로진을 섬유에 정착하기 위해서는 알럼이 필요하였으며 이 로진-알럼 시스템이 잘 적용되기 위해서는 반드시 pH를 4.5 수준으로 맞추어야 했다. 로진-알럼을 사용하는 공정을 산성 초지 시스템이라고 부르는 이유가 바로 여기에 있다. 산성 조건에서 종이가 만들어지기 때문에 제조 후 잔존하는 산 성분에 의해 목재 섬유는 지속적으로 분해가 발생된다. 이 때 만들어진 산성지는 50 여년 정도가 지나자 급속도로 노화되는 문제를 드러내었다. 다시 말해 보존성이 급격히 떨어지는 문제가 발생하였다.

고대 종이의 이점과의 비교를 통해 고대 수초지에서 가능한 보존성을 근대 초지기에 접목하려는 시도가 이루어졌다. 그림11)은 초지 시의 pH와 종이의 물성 변화를 보여주고 있는데 초지 시의 pH가 알칼리성으로 갈수록 종이의 내절도는 증가하여, 초지 시의 pH가 종이의 강도적 성질에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 이상과 같은 연구를 바탕으로 초지 시의 pH를 알칼리성으로 변화시키려는 노력이 가해져 1960년대에는 중성초지 기술이 개발되었고, 1990년대에는 점진적으로 대부분의 공장에 확산되었다. 알칼리 조건에서의 종이의 생산은 종이 물성, 용수 처리 등에서도 장점이 있지만 탄산칼슘을 충전물로 사용할 수 있게 하였다. 탄산칼슘은 산에 대한 버퍼링 효과도 갖고 있기 때문에 종이의 부식을 더욱 막는다고 할 수 있다.

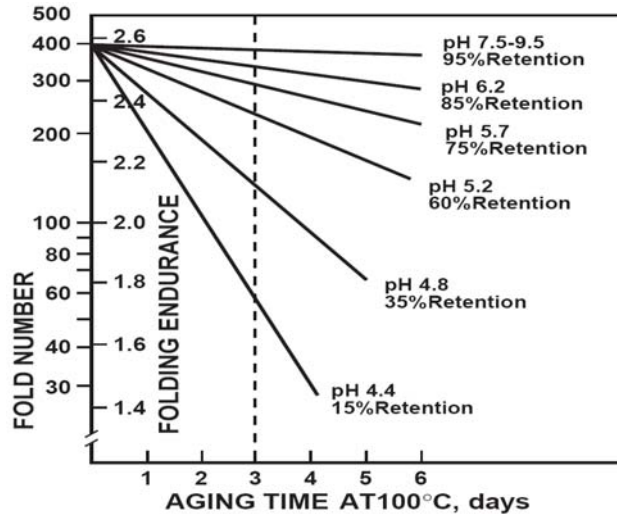


그림1. 초지시의 pH에 따른 가속 노화 상태에서의 내절도의 변화.

현재 대부분의 공장이 중성 조건에서 종이를 생산하기 때문에 보존용지로서 그 특성을 갖추고 있지만, 보존성을 논할 때 또 하나의 특성으로 고려되는 색 등의 외관 특성은 산성, 중성 초지 시스템 선택의 문제가 아니라 원료 선택의 문제와 연관된다. 종이를 원료를 펄프라고 하는데, 펄프는 제조방법에 따라 기계 펄프, 반화학 펄프, 화학 펄프로 나눈다. 종이 사용 용도에 따라 적절한 펄프를 선택하게 되는데, 일반적으로 기록용지로 사용되는 백상지는 표백화학펄프로 제조된다. 그러나 최근 들어 가볍지만 두꺼운 종이에 대한 선호가 커짐으로 인해 기계펄프를 소량 혼합하여 그 특성을 만족시키는 기술이 널리 이용되고 있다. 기계펄프에는 목재의 3성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌이 모두 들어 있는데, 이 중 목재의 색과 관련된 것이 리그닌이다. 리그닌은 발색단으로 종이에 색을 띠게 한다. 대부분 백상지에서 사용하는 기계펄프는 표백이 되어 있기 때문에 처음 사용 시에는 백색을 나타내지만, 시간이 흐름에 따라 리그닌의 화학 구조가 발색 가능한 구조로 바뀌므로 인해 시간에 따라 누런 색으로 변화된다.

이상과 같이 종이에 요구되는 특성이 다양해짐에 따라 종이의 제조 방법 또한 다양해지게 되었다. 따라서 정부기록 문서, 도서관 보관 자료의 경우 별도로 보존성이 우수한 종이를 선택하여 사용할 수 있도록 보존용지에 대해 규격이 정의될 필요가 있다.

2. 보존용지의 ANSI, ISO, KS 규격

보존용지의 경우 국가별, 단체별로 규격이 따로 있으며, 그 쓰임새에 따른 규격의 차이도 존재한다. ANSI (American National Standards Institute)에서는 NISO (National Information Standards Organization)에서 만든 규격으로 정의하고 있으며, ISO (International Standards Organization)에서도 보존용지에 대해 규정하고 있다. ISO 9706 규정이 나온 이후로 그 규격을 많은 나라 및 단체에서 적용하고 있는 것이 일반적이다. 대체적으로 강도 변화를 평가하기 위한 인열강도를 비롯하여 중성 및 알칼리 초지를 확인할 수 있는 pH 및 알칼리 함량, 리그닌 함량을 나타내는 카파가를 주요 요구 물

성으로 평가하고 있으며, 기준 값과 측정 단위는 기준으로 삼는 측정 물성의 규격에 따라 미비한 차이를 보이고 있다.

2.1. 단체별, 국가별로 존재하는 규격

2.1.1. ANSI 규격

ANSI/NISO Z39.48에 규정하고 있다. 다른 규격과 달리 도공지(coated paper)와 미도공지(uncoated paper)에 대해 별도로 규정하고 있다.

미도공지의 최소 요구사항은 다음과 같다.

- pH는 종이를 충분히 분리한 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.
- 인열강도는 MD방향 평균값이 5.25 mNm²/g을 넘어야 한다.
- 알칼리 함량은 종이 전건 무게 대비 탄산칼슘 함량 2%에 해당되는 값 이상이어야 한다.
- 펄프 섬유는 그 리그닌 함량이 섬유대비 1% 이하여야 하며, 카파가로는 7이하여야 한다. 다른 요구물성을 만족하는 경우 리그닌 함량이 기준보다 높더라도 열화 후 그 물성을 충분히 유지하는 경우도 있다.

도공지에 대한 최소 요구사항은 다음과 같다.

- pH는 도공층을 제거하고 측정한 값이 7.0 - 10.0 범위여야 한다. 충분히 분리 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.
- 알칼리 함량은 도공층을 포함한 종이 전건 무게 대비 탄산칼슘 함량 2%에 해당되는 값 이상이어야 한다.
- 펄프 섬유는 그 리그닌 함량이 섬유대비 1% 이하여야 하며, 카파가로는 7이하여야 한다. 다른 요구물성을 만족하는 경우 리그닌 함량이 기준보다 높더라도 열화 후 그 물성을 충분히 유지하는 경우도 있다.

표 1. ANSI/NISO Z39.48-1992²⁾ : Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives

ANSI	uncoated	coated
pH	7.5-10.0	7.0-10.0 (원지의 pH)
알칼리 함량 (alkali reserve), %	2 이상	2 이상 (도공층 포함)
인열강도(tearing resistance), mNm ² /g	5.25 이상 (MD)	3.50 이상
카파가 (kappa No.)	7 이하	7 이하

2.1.2. ISO 규격

ISO 규격은 ISO 9706:1994에 정의하고 있다. 서류에 적용되는 규정이며, 인쇄되지 않은 종이에 적용할 수 있다. 구성은 ANSI와 유사하다.

- 최소한의 강도 특성을 가져야 한다. 보통 인열강도로 평가가 되며, 70 g/m² 이상의 평량을 가진 지중은 MD 및 CD 방향 모두 인열강도가 최소한 350 mN이상이어야 한다. 평량이 25 - 70 gsm인 경우 6g-70 이상을 만족해야 한다. 여기서 g는 평량을 말한다.
- 종이의 단위 무게(kg)당 최소한 0.4 mol의 산을 중화시킬 수 있는 알칼리 함량을 가져야 한다.
- 산화에 대한 저항성으로 카파가를 평가하며, 이 값은 5 이하여야 한다.
- 종이의 pH는 냉수 추출로 평가되며 7.5-10.0 범위여야 한다.

표 2. ISO 9706: 1994³⁾ : Information and documentation - Paper for documents -Requirements for permanence

ISO	기준값
인열강도(tearing resistance), mN	평량 70 g/m ² 이상: 350 mN 70 g/m ² 이하: 6g-70 (g: 평량)
알칼리 함량 (alkali reserve), mol/kg	0.4 이상
카파가 (kappa No.)	5 이하
pH	7.5 - 10.0

2.1.3. KS 규격

KS 규격은 ISO 규격 부합화로 인해 ISO 9706와 동일하다. KS X ISO9706⁴⁾에 규정되어 있다.

2.1.4. 그 외 국가들에 존재하는 규격

캐나다, 오스트레일리아와 같은 다른 국가들 역시 보존용지에 대한 규격이 존재하고 있다. 하지만 ISO 9706 기준이 발표된 이후로 대부분의 국가들이 ISO 규격을 각국의 기준으로 적용하고 있으며, 그것이 일반적인 상황이 되었다. 핀란드의 경우 약 50년 전부터 정부 주도로 보존용지에 대한 기준을 제정하고 있으며 꾸준히 유지되고 있다.

2.2. 쓰임새에 따른 규격의 분류

보존용지의 규격을 쓰임새에 따라 나누어보면 크게 일반 복사 및 인쇄물과 같이 일반적인 환경에서 읽혀지고 옮겨지고 하는 등의 일반적 상황에 요구되는 규격과 도서관이나 문서 보존실 같이 기록물을 영구적으로 보관하고자 하는데 쓰이는 규격으로 나눌 수 있다. 물론 두 규격의 원리 및 목적이 같기에 시험 방법 및 조건이 본질적으로 다르지 않지만 영구보존을 목적으로 하는 규격이 더 가혹한 경향이 있다.

2.2.1. 인쇄물을 위한 규격

상기한 표 2 및 3과 같다.

2.2.2. 기록 보존을 위한 규격

영구적인 기록 보존이 요구되는 경우 ANSI는 표 1에서 제시된 바와 같다. 보통 영구 기록 보존을 위해서는 더 다양하고 높은 물성이 요구된다. ISO의 경우 서류용과는 별도로 ISO11108을 규정하고 있다. KS 규격은 KS M 7704에서 기록보존을 위한 보존용지를 규정하였으나, 최근 ISO 규격 부합화에 따라 KS X ISO 11108로 기록보존용지의 보존성과 내구성을 규정하고 있다. KS X ISO 11108은 ISO 11108과 내용이 같다.

표 3. ISO 11108⁵⁾ Information and documentation – Archival paper – Requirements for permanence and durability

	기준값
섬유조성 (fiber composition)	면, 린터, 아마, 대마 등으로 구성. 표백화학펄프 사용 시 그 함량을 기록해야 함.
평량 (grammage), g/m ²	70 이상
인열강도(tearing resistance), mN	350 이상 (양방향 모두)
내절도 (folding endurance)	Schopper 2.48 이상 Lhomargy, Kohler-Mölin or MIT 2.18 이상
pH	7.5 - 10.0 (냉수 추출)
알칼리 함량 (alkali reserve), mol/kg	0.4 이상 종이 내 탄산칼슘 함량 20 g/kg 이상
카파가 (Kappa No.)	5 이하

표 4. KS M 7704⁶⁾ 보존용지 (Permanent paper for archives)

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 횟수		품질 기준의 80% 이상	
변색도 ΔE		3.5 이하	
백색도, %		80 이상	

* 품질기준은 보존 복사용지의 경우 평량 75 gsm, 보존백상지는 평량 80 gsm 제품을 기준으로 한 것임.

3. 보존용지 측정법

3.1. 보존용지에 관련된 단어 설명

- 인열강도 (Tearing resistance)

찢어짐에 대한 종이의 저항으로서, 보통 일정 길이를 찢을 때 소모되는 힘으로 평가된다. 힘의 단위인 mN이 단위로 사용되나, 종이의 평량에 따른 영향을 없애기 위해 ANSI 규격에서는 인열지수 (tear index) 즉, 인열강도를 평량으로 나눈 값(mNm^2/g)으로 표시한다.

- 알칼리 함량 (Alkali reserve)

자연 열화나 대기 오염에 의해 생성되는 산을 중화시킬 수 있는 화합물의 양. 예를 들어 탄산칼슘이 해당된다.

- 카파가 (Kappa No.)

규정된 조건에서 펄프 전건중량 1 g이 소비하는 0.02 mol/L 과망간산칼륨의 mL 수. 결과는 과망간산칼륨의 50%가 소비될 때의 값으로 보정한다. 카파값은 공기 중에서 쉽게 산화하여 종이를 황화시키는 리그닌의 함량을 상대적으로 나타낸 값으로서, 과망간산칼륨 소비량이 30%~70% 범위에서는 카파값과 리그닌의 함량간에 선형적인 관계가 있다.

- 평량 (grammage)

시험의 규정 방법으로 측정된 종이 또는 판지의 단위 면적당 질량.

- 내절도 (folding endurance)

인장응력을 가한 상태에서 좁은 띠 모양의 종이 시험편을 앞뒤로 반복하여 접을 때, 시험편이 끊어질 때까지 반복한 접힘 수.

3.2. 상기 물성의 표준 시험 규격

보존용지의 요구 물성을 측정할 수 있는 시험 규격은 다음 표 6과 같다. 인열강도 측정 시에는 반드시 표준 대기 조건에서 조습처리 후 평가해야 한다. 규격 간 큰 차이는 없지만, pH의 경우 ANSI에서는 종이 충분히후 발생된 내부 표면의 pH 측정을 더 권장한다.

표 5. 보존용지 요구 물성의 표준 시험 규격

	ANSI	ISO	KS
Tearing resistance	TAPPI T 414 om-88 ⁷⁾	ISO 1974 ⁸⁾	KS M 7016 ⁹⁾
Alkali reserve	ASTM D 4988-89 ¹⁰⁾	ISO 10716 ¹¹⁾	KS M ISO 10716 ¹²⁾
Kappa No.	TAPPI T 236 cm-85 ¹³⁾	ISO 302 ¹⁴⁾	KS M ISO 302 ¹⁵⁾
pH	TAPPI T 529 ¹⁶⁾ TAPPI T 509 ¹⁷⁾	ISO 6588 ¹⁸⁾	KS M ISO 6588 ¹⁹⁾
Grammage	TAPPI T 414 om-88 ²⁰⁾	ISO 536 ²¹⁾	KS M 7013 ²²⁾

4. 보존용지 여부의 확인 가능성과 국내의 보존용지 생산 현황

보존용지 여부를 단순한 관능검사나 촉감검사로 판단하기에 불가능하기 때문에 반드시 규격에 의거하여 시험을 실시하는 것이 좋다. 시험은 공인된 실험실에서 수행하여야 규격 보존용지로서 인정을 받을 수 있다. 국내에서 제조된 종이는 매우 다양하기 때문에 해당 규격을 만족하는 것을 쉽게 찾을 수 있을 것이다. 모든 백상지가 중성 조건에서 제조되며 탄산칼슘의 함량 또한 높기 때문에 알칼리 함량, pH는 모두 만족할 만한 수준이다. 다만 용지 특성 상 벌크와 불투명도를 향상시키기 위해 리그닌이 포함된 표백열기계화학펄프(BCTMP)를 사용한 경우도 있기 때문에, 이에 대한 주의를 하여 선정하면 된다.

5. ANSI 규격 보존용지 사용 시 기술 방법

공인된 실험실에 의해 평가한 결과 ANSI 규격에 맞는 보존용지라면 그림 2의 심볼 마크를 붙여 보존용지의 규격에 맞는 용지를 사용하고 있다는 사실을 상업적으로 이용할 수 있다. 또는 “이 종이는 ANSI/NISO Z39.48-1992 (Permanence of Paper) 규격을 충족한다. (This paper meets the requirements of ANSI/NSIO Z39.48-1992 (Permanence of Paper)” 라는 문구를 사용할 수도 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.



그림 2. 보존 용지 심볼 마크 .

문제

1. 보존용지의 ANSI 규격을 기술하시오.
 - 미도공지와 도공지를 구별하여 규격을 기술.
2. 보존용지 ANSI 규격에서 규정한 각 물성이 갖는 의미를 기술하시오.
3. 규격 보존용지 사용 시 보존용지 표시 방법에 대해 기술하시오.

참고문헌

- 1) Jan-Erik Levlin , Papermaking Science and Technology : Pulp and Paper Testing vol.17 ,TAPPI PRESS, 1999
- 2) ANSI/NISO Z39.48-1992, Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives.
- 3) ISO 9706, Information and documentation - Paper for documents - Requirements for permanence.
- 4) KS X ISO 9706, 문헌정보 - 문서용지 - 보존성에 대한 요구사항
- 5) ISO 11108, Information and documentation -Archival paper- Requirements for permanence and durability.
- 6) KS M 7704 : 2004, 보존 용지.
- 7) TAPPI T414 om-88, Internal Tearing Resistance of Paper
- 8) ISO 1974:1990, Paper - Determination of tearing resistance.(Elmendorf method)

- 9) KS M 7016, 종이-인열 저항의 측정(엘멘도르프 방법)
- 10) ASTM D 4988-89, Standard Test Method for Determination of Calcium Carbonate Content of Paper
- 11) ISO 10716, Paper and board - Determination of alkali reserve.
- 12) KS M ISO 10716, 종이 및 판지-알칼리 보류도 측정
- 13) TAPPI T236 cm-85, Kappa Number of Pulp
- 14) ISO 302:1981, Pulp - Determination of Kappa number.
- 15) KS M ISO 302, 펄프-카파값 측정
- 16) TAPPI T529 om-88, Surface pH Measurement of Paper
- 17) TAPPI T509 om-88, Hydrogen Ion Concentration (pH) of Paper Extracts - Cold Extraction Method
- 18) ISO 6588:1981, Paper, board and pulps - Determination of pH of aqueous extracts.
- 19) KS M ISO 6588, 종이, 판지 및 펄프-pH 실험(수용액 추출법)
- 20) TAPPI T410 om-88, Grammage of Paper and Paperboard
- 21) ISO 536:1976, Paper and board - Determination of grammage.
- 22) KS M 7013, 종이 및 판지-평량의 측정