

책과 문서의 보존

Conservation of Books and Documents

도춘호

순천대학교 고분자공학과, 전남 순천시 매곡동

Choon Ho Do

*Department of Polymer Sciences & Engineering, Suncheon National Uni .,
315 Maegok-dong, Suncheon, Chonnam*

초 록 : 책과 문서의 보존은 매우 중요하고 시급한 문제이다. 여기에서는 책과 문서를 만드는 종이의 열화 원인, 열화를 억제하거나 방지하는 화학적 방법, 그리고 고분자를 이용한 물리적 보강 방법, 열화가 산성 종이에 비해 매우 느린 알칼리성 종이 제법, 그리고 최근 책과 문서에 사용되는 종이에 대한 규정 등에 관해서 개관하고 토의하였다.

ABSTRACT : It is important and urgent matters to conserve books and documents. Causes to the deterioration of papers, chemical methods to prevent or retard the deterioration of papers, physical methods to preserve the deteriorated papers, preparation of alkaline papers of which hydrolysis is very slow compared with acid ones, and recent requirements for papers used in books and documents are reviewed and discussed.

1. 서 론

책이나 그림, 서화, 사진, 영화 필름, 녹음 및 녹화 테이프, 컴퓨터 디스켓, 광기록 디스켓 등을 이용하여서 우리는 우리의 행위와 사상과 문화와 역사를 기록하여 후세에 영원히 전하려

한다. 그러나 우리가 기록하여 남기는 매체가 영원히 변하지 않고 남아있는 것은 거의 없다. 지금까지의 우리의 기록을 되돌아보면 우리가 처한 상황을 알 수 있다. 우리가 보관하고 있는 족보는 얼마나 오래된 것인가? 어릴 때 찍은 사진은 벌써 빛이 바래고 있음을 알고 있고, 육이오때 찍은 기록 영화 필름도 색깔이

바랬음을 우리는 알고 있다. 신라 시대의 기록들은 어디에 있고, 고려 시대의 기록은 어디로 갔는가? 우리는 단지 수백년된 기록에도 경탄을 금하지 못하고 있다. 그렇다면 지금부터 수백년 뒤에는 우리의 후손들은 우리 시대의 무슨 기록을 볼 수 있을 것인가? 수천년 뒤에 우리의 후손은 현재의 우리 시대를 기록이 남아 있지 않는 선사시대로 이해할 가능성도 있다.

따라서 기록 매체의 보존은 매우 중요하다는 것을 새삼 인식하게 된다. 다양한 기록 매체 중에서 여기에서는 책과 문서, 즉 종이의 보존 문제에 국한하여 다루고자 한다. 여기서 언급하고자 하는 책과 문서는 우리나라에서 오래전부터 사용해 온 한지로 만들어진 것이 아니라, 우리나라의 개화 이후 서양 기술로 만든 종이를 사용해서 서양 인쇄기술로 인쇄해서 만든 책들을 의미한다. 그러나, 여기서 토의되는 일반적인 보존 방법들은 이들에게도 적용될 수 있을 것이다.

도서관에 소장되어 있는 책들, 특히 1970년대까지 출판된 많은 책들의 책장들은 갈색으로 변해있거나 심하면 부서지기까지 하는 것들을 볼 수 있을 것이다. 이런 책들을 앞으로 얼마 동안 서가에서 견딜 수 있을지 의문이 가며, 이 책들을 어떻게 할 것인지는 도서관만의 문제가 아니라 우리 전체의 심각한 문제이다. 도서관이나 문서보관소에 있는 많은 책과 문서들은 변질되거나 훼손되어서 일반에게 대출될 수 없는 것도 많이 있고 앞으로도 이들의 양은 증가될 것이다.

책과 문서의 열화과정(deterioration)에서 나타나는 변색, 훼손, 부스러지기 쉬운 등은 사용된 종이의 질과 보관되는 조건, 즉 공기, 습기, 햇빛, 기온에도 영향을 받는다. 그리고

미생물과 곤충, 동물들에 의해서도 손상을 입는다. 종이의 원료인 셀룰로오스의 제조 과정, 셀룰로오스의 주된 분해 원인인 산(acid)의 출처, 탈산 방법(deacidification), 변화를 늦추거나 정지시키는 방법, 부스러지기 쉬운 종이의 물리적 보강 방법, 산성 종이 대신 중성 내지 알칼리성 종이의 제법 등 책과 문서를 이루고 있는 종이의 보존에 관한 다각적인 방법들을 여기에서 개관하고자 한다.

2. 종이의 열화 원인

책이나 문서는 종이를 사용해서 만들어진 것이고 종이의 주 성분은 셀룰로오스이다. 따라서 책이나 문서의 훼손은 종이의 훼손에서 시작되고, 종이의 훼손은 셀룰로오스의 분해와 관련이 있다. 셀룰로오스는 D-글루코오스가 1,4-글리코시드 결합을 하고 있는 중합도가 큰 고분자 물질이다(Fig. 1).^{1,2} 셀룰로오스의 분해 반응은 가수분해와 공기에 의한 산화반응으로 설명할 수 있다(Fig. 1).

셀룰로오스는 목재, 면화, 삼, 대나무 등에 들어있는데, 면화 중의 셀룰로오스는 중합도가 약 15,000, 그리고 목재를 구성하는 셀룰로오스의 중합도는 약 10,000이다. 종이가 만들어지면 중합도는 약 1,000 정도가 된다.² 중합도가 500 이하가 되면, 종이는 종이의 힘을 잃고 부서지기 쉬워진다. 면화는 약 94%가 셀룰로오스로 이루어져 있지만, 이것은 종이보다는 더 부가 가치가 높은 섬유를 만드는데 이용된다. 그러므로 종이에 사용되는 셀룰로오스는 대부분 목재로부터 얻게 된다.

침엽수에서 얻는 목재는 보통 셀룰로오스 42%, 헤미셀룰로오스 약 27%, 리그닌 28%,

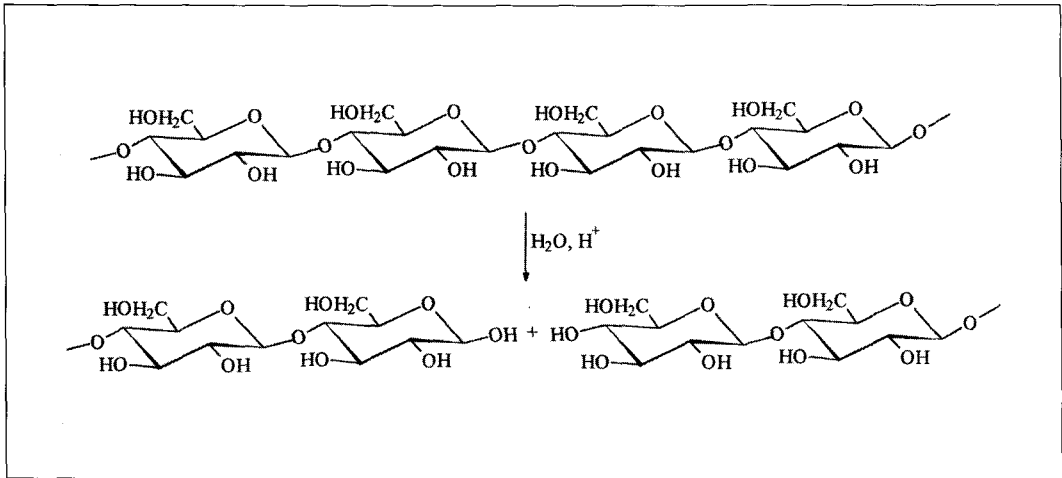


Fig. 1. Hydrolysis of cellulose by acid catalysis.

그리고 추출물 1~5%로 구성되어 있다.² 헤미셀룰로오스는 글루코오스, 만노오스, 갈락토오스, 자이로오스, 아라비노오스 등으로 구성되고, 가지도 있고, 다당류 사슬의 길이도 짧아서 중합도는 수백 정도이다. 헤미셀룰로오스는 종이를 만드는 과정에서 가수분해되어 물에 녹는 작은 조각으로 갈라진다. 리그닌은 방향족 고분자에 속한다. 주로 페닐프로판 단위로 에테르 결합형태로 삼차원적으로 결합되어 있고 분자량이 매우 높다.

셀룰로오스는 분자내 강한 수소결합으로 상당히 안정하지만, 산의 존재하에서 셀룰로오스는 글루코오스의 베타-아세탈(beta-acetal) 결합이 가수분해된다. 그러므로 종이의 분해는 종이의 산도(acidity)와 연관이 있다. 종이에 산이 없으면, 종이의 분해는 아주 느리므로 오랫동안 보존이 가능하다. 종이에 산이 들어가는 이유는 종이를 만드는 과정과 종이가 보존되는 환경에 기인한다. 종이가 만들어지는 과정과 환경에 의해 산이 종이에 들어가는 것을 살펴보자.

2.1. 종이의 제조 과정²

목재에서 리그닌, 헤미셀룰로오스, 그리고 추출물을 분해하고 용해시켜서 종이의 원료인 펄프의 주성분인 순수한 셀룰로오스를 얻기 위해서 일련의 화학반응을 진행시킨다. 보통 두 가지 방법이 펄프를 얻는데 사용된다. 첫번째 방법은 다음과 같다.

화학 용액이 쉽게 침투할 수 있도록 목재를 작은 조각으로 부순 다음, 0.2 N bisulfite 염을 포함하는 이산화황이 거의 포화된 용액에 넣고 125~145 ℃에서 3~7 시간 가열한다. 약 95%의 리그닌, 90%의 헤미셀룰로오스가 녹는다. 이때 얻어지는 셀룰로오스의 중합도는 약 3,200으로 줄어든다. 반응물을 높은 압력에서 쏟아내면, 리그닌은 녹고 개개의 셀룰로오스 섬유가 펄프 상태로 얻어진다.

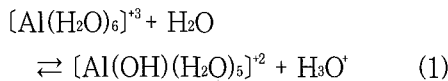
두번째 방법은 두단계로 이루어진다. 첫단계는 pH 3~4의 온화한 산성 용액에서 160~175 ℃에서 0.5~3 시간 가열하여 헤미아세탈을 녹여 낸다. 두번째 단계는 pH 13~14

에서 sodium sulfide를 사용하여 155~175 °C에서 1~3시간 가열하여 리그닌을 분해하여 녹여 낸다.

위의 두 방법 모두 이 펄프를 만드는 과정에서 리그닌, 헤미셀룰로오스, 그리고 불순물을 완전히 제거하기는 어렵다. 남아있는 잔류물을 제거하기 위하여 표백 단계를 거친다.

펄프를 이용하여 종이를 만드는 과정에도 산이 들어가게 된다. 종이가 만들어지는 과정 중에 종이의 친수성을 줄이고 잉크의 번짐을 막기 위해 사이징제(sizing agent)를 사용한다.³⁻⁵

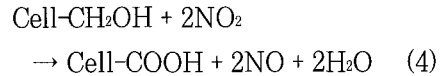
이 사이징제에는 alum-precipitated rosin을 사용하는데, 황산 알미늄, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ 를 사용한다. 알미늄 이온은 식 1에서와 같이 가수분해하여서 산, H_3O^+ 를 생성하게 된다.



2.2. 환경 문제⁷

공기 오염도 종이의 산성을 높이는데 기여한다. 자동차 배기가스에는 아황산가스(SO_2)와 이산화질소(NO_2)가 포함되어 있다. 아황산 가스는 물과 반응하여 아황산을 만들고(식 2), 아질산은 물과 반응하여 질산을 만들거나(식 3), 셀룰로오스와 반응하여 셀룰로오스의 메틸올기를 카르복시산으로 바꾼다(식 4).

식 (2)~(4)는 환경이 종이에 나쁜 영향을 미치는 산이 어떻게 생성되는가를 보여 준다.



3. 보존 방법들

책과 문서들을 오랫동안 보존하는 방법은 우선 이들이 변질되거나 훼손되지 않고 보관되는 보관 환경을 마련해야 하고 이미 변질이 시작되었거나 훼손된 것은 가능하면 물리적이거나 화학적 방법을 동원하여서 원래의 상태로 돌려놓거나, 더 이상 변질이 진행되지 않도록 해야 할 것이다. 보관방법, 탈산반응, 물리적 보강법, 그리고 가수분해가 산성 종이에 비해 매우 느린 알카리 종이의 생산에 대해서 살펴본다.

3.1. 보관 방법의 개선^{6,7}

서적 및 문서의 수명은 서적 및 문서들이 보관되고 있는 환경, 즉, 온도, 산소, 습도, 햇빛에 따라서 영향을 받게 된다. 그리고 곰팡이 등 미생물과 책벌레 등 종이를 갉아먹는 곤충에 의해서도 종이가 손상을 입게 된다. 대기 오염이 없는 깨끗한 공기라 할지라도 공기 중의 산소 자체가 셀룰로오스 분자를 시간이 지남에 따라서 산화시켜서 과산화물과 유기산을 만들고 이것들이 분해하면 카르보닐기 등을 셀룰로오스에 도입하게 되고 결국 셀룰로오스를 분해하고 종이의 황변이 일어나게 하는 원인이 된다.

종이에 들어있는 소량의 리그닌과 다른 첨가물과 불순물들이 빛을 흡수하여 셀룰로오스의 광분해를 유발시켜서 종이가 갈변하고 변질되게 한다. 습도가 높으면, 곰팡이 등 미생물의 발생을 촉진하고, 셀룰로오스를 가수분해가 쉽게 일어나게 한다. 순수한 셀룰로오스는 빛을

흡수하지 않고, 따라서 빛에 의한 셀룰로오스의 광 분해(photodegradation)는 일어나지 않아야 한다. 그러나, 산화반응 등에서 생긴 카르보닐기 등이 빛을 흡수하게 되고 셀룰로오스의 광분해가 일어나게 된다. 산소와 관련된 광산화 반응(photooxidation)도 동시에 일어나고 이것에 부수하여 광분해도 일어나게 된다.

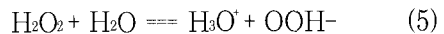
온도 10℃의 증가는 일반적으로 화학반응을 두배로 증가시킨다고 알려져 있다. 서적 및 문서의 높은 보관 온도는 종이의 산화, 가수분해, 광분해, 광산화반응 등을 모두 증가시켜서 종이의 열화를 촉진시킬 것이다. 일반적으로, 서적 및 문서들을 보관하는 도서 관이나 문서보관소 등은 실내이고 온도와 습도가 조절되는 곳이므로 햇빛, 온도, 습도의 문제는 심각하지 않으나, 온도, 습도, 그리고 귀중한 문서들은 공기의 조성마저 조절하여서 이런 열화 반응을 억제하여야 할 것이다. 그리고 곰팡이 등의 미생물, 그리고 화학 반응이 아닌 곤충에 의한 피해가 일어나지 않도록 보관하는 것이 필요할 것이다.

3.2. 책의 갈색 변화와 표백 반응⁷⁻¹⁰

책이 오래되면 우선 종이의 색이 누렇게 변하고 갈색으로 변한다. 이것은 미학적인 면에서 보기가 좋지 않을 뿐만 아니라, 책의 종이 노화하고 분해하고 있다는 신호가 된다. 책이 갈변하는 이유는 종이의 성분, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 그리고 리그닌, 특히 리그닌의 광화학적 반응에 의해서 광산화 반응이 주원인인 것으로 알려져 있다. 따라서 리그닌의 함량이 적은 종이를 사용하는 것이 필요하고, 리그닌의 라디칼 광화학 반응을 억제해서 변색이 되지 않도록 해야 한다.

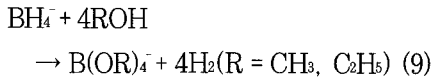
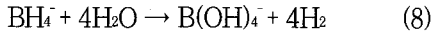
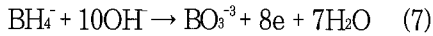
변색된 고서적 및 중요한 문서들은 물로 씻거나 화학적 표백 반응을 이용하여 탈색시키거나 얼룩을 제거한다. 이런 작업을 하기 전에 인쇄에 사용된 잉크나 그림의 물감의 성질을 미리 조사해 두어야 한다. 물을 사용하는 방법은 Ca(OH)₂나 Mg(HCO₃)₂를 녹인 알칼리 수용액으로 씻는 것이다. 종이가 Ca⁺² 또는 Mg⁺² 이온을 잃으면, 처리 후에 종이가 빨리 분해한다고 알려져 있다. 물로 씻는 것이 충분하지 못하면, 화학 표백 반응을 적용해 볼 수 있다. 이때, 표백 반응은 셀룰로오스를 분해할 수 있다는 것을 염두에 두어야 한다. 화학 표백은 원리적으로는 발색단을 환원시키거나 발색단과 조색단을 없애는 것이다. 표백 반응으로 변색을 막거나 얼룩을 제거하는 것은 좋으나, 그러나 표백은 분해된 셀룰로오스의 결합을 연결하는 것은 아님을 명심해야 한다.

산화 표백제로는 과산화수소, 알칼리성 hypochlorite, 이산화염소 등이 있으나, 과산화수소가 주로 사용되고, 환원 표백제로는 나트륨 보로하이드라이드가 주로 적용된다. 과산화수소의 표백 반응은 식 5, 6과 같다.



환원 표백에는 나트륨 보로하이드라이드 용액 0.01-2%, pH 9 정도의 용액을 사용한다. 반응은 식 7과 같다. BH₄⁻는 물속에서 천천히 분해하여 수소를 발생하는데(식 8), 이것이 종이를 손상시킨다. 이 분해를 느리게 하기 위해서 (CH₃)₄NBH₄와 (C₂H₅)₄NBH₄를 사용하기도 한다(식 9). 그리고 BH₄⁻의 분해는 알코올 용액 중에서 더 느리게 일어난다. 그리고 BH₄⁻

는 산성 용액 중에서 더 쉽게 분해 하므로 표백을 하기 전에 산을 제거해야 한다.

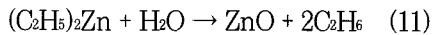
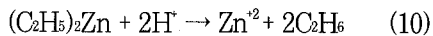


3.3. 탈산 반응(Deacidification)⁴⁵

종이의 탈산 반응은 이것들의 열화, 즉 가수분해를 저하시킨다는 것이 실험적으로 밝혀졌다. 사용되는 몇가지 방법들은 다음과 같다.

3.3.1. 증기 상태 탈산 반응(vapor phase deacidification)

디에틸 아연(diethyl zinc, DEZ) 방법으로도 알려져 있다. 감압술 속에서 책을 종이의 초기 무게의 0.5%까지 수분을 줄인 다음 기체 상태의 디에틸 아연을 넣어 반응시킨다. 디에틸 아연은 종이의 산 및 수분과 각각 식 10, 11과 같이 반응한다. 디에틸 아연은 산과 직접 반응하여 중화시킬 뿐만 아니라, 산화아연을 생성하여서 앞으로 들어올 산에 대비할 수도 있게 된다.



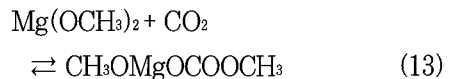
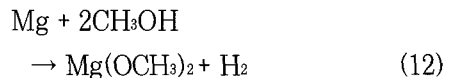
산화아연이 종이에 남아있으면 셀룰로오스의 자외선 분해를 촉진할 수 있다. 그러나, 실제 책이나 문서가 보존되는 상태의 자외선량은 많지 않으므로 그렇게 문제되지 않는다. 디에틸 아연은 매우 인화성이 크므로 주의해야 한다. 실제 불이 난 경우도 있다. 이것 때문에 앞

으로 디에틸 아연을 계속 사용하는 것에 회의적인 반응도 있다.

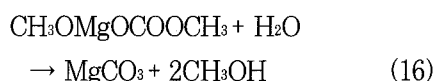
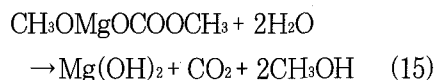
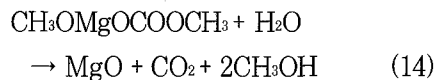
3.3.2. Wei T'o 공정

메톡시 마그네시움 메틸 카보네이트(MMMC)를 사용하는 공정이다. 첫단계에서는 약 36시간 진공 속에서 책을 건조한다. 두번째 단계에서는 메탄올, 프레온 12(CCl_2F_2), 프레온 113($\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$)에 MMMC를 녹인 용액에 압력 용기 속에서 50분간 담근다. 최종 단계에서는 진공 상태에서 용매를 날려 보내고 말린 다음, 책은 공기 중에서 두어서 습기를 흡수하게 한다.

MMMC는 마그네슘, 메탄올과 탄산가스를 사용하여 다음과 같이 만든다(식 12, 13).



MMMC는 물과 반응하여서 식 14~16에 따라서 산화 마그네시움, 수산화 마그네시움, 탄산 마그네시움을 생성하고, 이 화합물들은 종이 중의 산을 중화시킨다.



염기성 탄산 마그네시움, $\text{MgCO}_3\text{Mg}(\text{OH})_2$

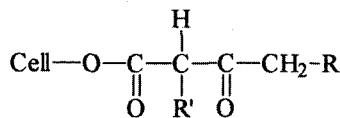
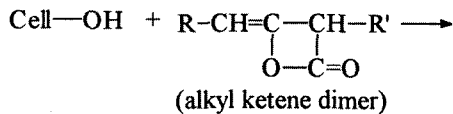
4. 중성 및 알카리성 종이^{12~15}

종이가 쉽게 분해하는 주된 원인은 산성인 알룸 로진 사이징 때문이라는 것을 앞에서 언급했고 종이를 알카리성으로 유지하면 수명이 수백배 연장된다는 것이 밝혀졌다. 1970년 이후 알카리 종이 서유럽에서 발전하기 시작하였다. 알룸 로진 사이징을 하는 산성 종이 대신 중성 또는 알카리성 종이 제조되고 있다.

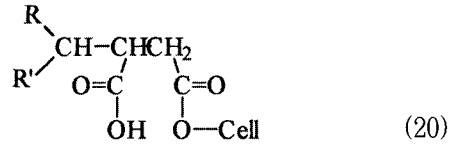
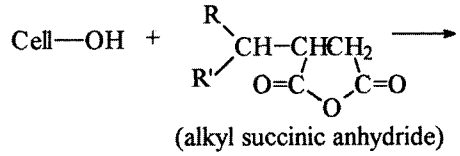
중성 또는 알카리성 종이 제법은 다음과 같다.

알룸 로진 사이징제 대신 알킬 케텐 이량체(alkyl ketene dimer, AKD)와 알킬 숙신산 무수물(alkyl succinic anhydride, ASA)를 합성 사이징제로 사용하는 것이다. 이 사이징제는 유화상태로 사용하는데, 중성 또는 알카리 용액 중에서 셀룰로오스의 히드록시기와 반응하여 소수성기를 셀룰로오스에 도입하여 결국 수분을 배척하는 성질을 가지게 하는 것이다(식 19~20).

AKD 와 ASA 는 물속에서 가수분해도 하지만, 곁에 붙어있는 알킬기 때문에 가수분해는 억제된다.



(19)



카오린, 그리고 비싸지만 이산화 티탄은 불투명성과 흰색을 증가시키므로 산성 종이의 충전재로 사용되어 왔다. 알카리 종이에서는 비싼 이산화 티탄 대신 탄산칼슘을 사용할 수 있는 이점도 있다.

종이의 질이 더 좋아진다는 것이 알카리성 종이의 장점이다. 그러나 제조 공정상에 문제점도 있다. 즉, 중성 또는 알카리 용액 중에서 미생물이 성장할 수 있고, 사이징제의 가수분해로 점착성 물질이 형성되어 기계에 붙는다. 그리고 경제적, 환경 친화적인 장점으로 중성 또는 알카리성 종이로 바뀌어지고 있지만, 산성 종이를 만들던 기계를 새로 바꾸어야 하고, 작업 조건의 변경 등을 조정해야 한다.

5. 결론 및 전망

책과 문서의 보존을 위해서 외국에서는 책과 문서에 사용될 종이의 성질을 규정하고 있다.^{16~20} 여기에는 pH, 알카리 함량, 종이의 기계적 특성 등을 규정하고 있다. 우리나라에도 “보존용지”에 대한 단체표준이 있고,²¹ 사무관리규정 시행 규칙도 마련되어 있다. 그리고 총무처 산하에 정부기록보존소가 있어서 정부 소관의 책과 문서 보존을 다루고 있다. 그러나

정부 관련 문서 이외에 대부분의 장서와 문서를 보관하고 있는 일반 도서관과 책을 만드는 출판사의 관심은 아직 크지 않다. 다행한 것은 우리나라에서도 이제 중성 및 알카리성 종이를 생산하고 있다는 것이다.

지금까지 우리는 책과 문서에 사용되는 종이의 열화 원인, 열화를 억제하거나 방지하는 방법, 그리고 열화가 일어난 종이의 처리 및 보존에 관해서 살펴보았다. 외국에서는 이것에 대한 연구가 활발한 편이나, 우리나라에서는 아직 한지로 만든 고서나 서화에 더 많은 관심을 가지고 있고 근대에 만들어진 책과 문서의 보존에는 관심이 부족한 편이다. 최근 문서 및 책의 보존을 위한 노력이 보이고 있다.²² 앞으로 출판된 책들은 사용할 종이 선택에 더 신경을 써야 하고, 제지업계는 더 오랫동안 보존할 수 있는 더 좋은 종이를 생산하는데 관심을 가져야 하고, 근대에 만들어진 책과 문서의 보존에 대한 연구와 대책을 세우는 것은 더 늦기 전에 시작해야 할 것이다.

참고문헌

1. 조헌정, 윤병호, 전양, 이학래, "펄프, 제지공학," 선진문화사, 서울, 1995.
2. J. D. Wilson and J. K. Hamilton, *J. Chem. Educ.*, **63**, 49(1986).
3. R. A. Stuhrke, in "Preservation of Paper and Textiles of Historic and Artistic Value," J. C. Williams Ed., American Chemical Society, Washington, DC, Vol. 1, Chapter 2(1977),
4. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **67**, 3(1990).
5. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **73**, 417(1996).
6. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **66**, 883(1989).
7. V. D. Daniels, in "Historic Textile and Paper Materials: Conservation and Characterization," H. L. Needles and S. H. Zeronian Eds., American Chemical Society, Washington, DC, Chapter 17(1986).
8. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **73**, 1068(1996).
9. L. C. Tang, in "Historic Textile and Paper Materials: Conservation and Characterization," H. L. Needles and S. H. Zeronian Eds., American Chemical Society, Washington, DC, 1986, Chapter 24.
10. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **72**, 651(1995).
11. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **73**, 1160(1996).
12. H. A. Carter, *J. Chem. Educ.*, **74**, 508(1997).
13. M. S. Relsch, *Chem. Eng. News*, **69(17)**, 9(1991).
14. A. M. Thayer, *Chem. Eng. News*, **71(44)**, 28(1993).
15. D. J. Priest, in "Historic Textile and Paper Materials II: Conservation and Characterization," S. H. Zeronian and H. L. Needles Eds., *American Chemical Society, Washington, DC*, Chapter 1(1989).

16. American National Standard for Information Sciences - Permanance of paper for Printed Library Materials, ANSI Z39. 48.
17. ASTM D 3208." Standard Specification for Manifold Papers for Permanent Records"
18. ASTM D 3290, "Standards Specification for Bond and Ledger Papers for Permanent Records".
19. ASTM D 3458, "Standard Specification for Copies from Office Machines for Permanent Records".
20. ISO 9706. " Information and Documentation - Paper for Documents Requirements for Purance".
21. 대한민국, 단체표준, 95-9, "보존용지".
22. 한국기록보존협회, "문·도서류의 물성조사 및 화학처리 체계 개발 연구", 총무처, 정부기록보존소, 1996.