

종이기록물의 섬유 배향성 연구를 통한 초지기술 연구

한윤희¹, 에노마에 토시하루², 이소가이 아키라²

(국가기록원¹, 동경대학교대학원 생물재료과학전공 제지연구실²)

1. 서론

현재 한지의 연구는 양지의 연구와 비교해서 연구가 제한적인 편이며, 아직 알지 못하는 부분이 많은 것이 현실이다. 특히 한지의 초지기술에 있어서는 과거의 제지 기술을 기술문헌으로 참고하여, 그 기술을 바탕으로 과거의 초지법을 추정하는 역사적 연구가 주류였다. 문화재의 보존과 복원을 위해서는 이를 구성하고 있는 용지의 조직학적 물리학적 연구가 필요하게 되었으며, 섬유의 종류, 두께, 밀도, 지합, 발촉, 발실의 간격과 방향, 성분분석 등이 논의 되어지고 있다.

또한 역사학적인 측면에서 종이 연구가 실시되고 있지만, 종이의 분류판단 기준이 부족하며, 본격적인 종이기록물에 대한 연구는 시작단계에 있다. 이러한 현상을 개선하기 위해 재질조사를 보다 과학적이고, 객관적인 수단으로 할 필요가 있다.

그러나 제지과학의 입장에서 볼 때 한지 분석에 대해서는 매우 간단한 비파괴측정이나 감각으로 충분히 측정할 수 있는 것이 있다면 분석도가 높은 측정방법을 필요로 하는 것이 있다. 이것을 포함하여 종이기록물이나 고문서로 사용된 용지의 특성을 새로운 과학 접근으로 파악하여 정리하는 것이 본연구의 최종적인 목적이다. 특히 섬유의 배향을 비파괴로 측정하는 기술을 검토하였다. 현재의 양지와 한지의 비교는 물론 일본 화지와 비교를 통하여 전통 한지의 초지 기술에 대해 규명하였다. 종이기록물(고문서)의 역사적 변천에 따른 초지기술의 변화와 국가기록원이 소장하고 있는 총독부 문서의 초지기술에 대해 고찰하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

전통적으로 쓰여진 한지(J와 U)와 화지(Minong종이), 11세기 16세기에 걸쳐있는 고문

서(고려시대~조선시대)를 실험 대상으로 하였다. 한국의 불교경전과 고려시대에서 조선시대의 문서로 개인이 소장하고 있는 문화재(11세기 6점, 13세기초 8점, 14세기 1점, 14세기말 4점, 16세기 5점, 총 24종)를 중심으로 분석하였다. 그밖에 국가기록원이 보유하고 있는 총독부 문서(1910-20년대 문서, 5종)에 대해서도 비교 분석을 실시하였다.

2.2 실험 방법

Digital Microscope DG-2(Scholar Co. Ltd)를 사용하여, 종이의 앞·뒤면에 대하여 각각 10군데씩을 정하여 100배 배율의 현미경 렌즈로 촬영을 실시하였다.

이렇게 얻어진 영상에 대해서는 8bit 즉 256 계조의 Gray level영상이나 24bit 칼라 영상에서 다음 단계의 고속 푸리에 변환(FFT) 조건이 좋도록 1024영상 사각형은 512 영상사각의 사이즈로 잘랐다. 다음은 이 영상을 동적인 방법을 이용해서 2치화를 실시하였다. 이 방법에서는 모두의 영상에 대해서 이 영소를 중심으로 하는 41영소사각 블럭의 평균 광도 레벨보다도 이 영소의 광도가 높은지 낮은지를 백(레벨 255) 흑(레벨 0)인지를 판정했다. 이 부분은 영상 분할법에 의해서 투명함의 불평균으로 생기는 얼룩을 없애고, 또한 동일 영상이 위아래 좌우에 무한 전체로 계산하는 FFT에 대해서, 위아래, 좌우에 농도차를 가능한 적게 할 수 있기 때문에 실제로는 존재하지 않는 주기성(고주파성분)이 생기는 것을 방지하기 위함이다. 이러한 2치화 방법은 집점에 맞지 않는 섬유나 전체로서 집점에 맞지 않는 영상에 대해서도 수치화가 가능하다. 2치화는 디지털 영상처리 소프트웨어 Popimaging V3.1를 사용하였다. 마지막으로 이렇게 2치화된 영상을 FFT처리를 실시하였다.

3. 종이속의 섬유 배향

일반적으로 흘림뜨기는 우선 발틀에 소량의 지료를 살짝 올린 뒤, 발에 평평하게 넓게 펼치며 동시에 발을 앞방향으로 내려서 경사를 주고 남은 지료를 흘려버린다. 다음에 그 1층의 위에 또한 남은 층을 형성하기에 충분한 지료를 넣고 좌우로 발을 흔든다. 탈수 속도가 느리게 되므로 섬유가 응집하기 전에 발을 전후로 살짝 흔들어 여분의 종이

1) 계조 : 그림, 사진, 인쇄물 등에서 밝은 부분에서 어두운 부분까지 변화해 가는 농도의 단계

를 버린다. 이런 과정을 3-4번 거치면 여기서 종이 섬유는 전층이 완성된다. 이러한 탈수 현상과 틀을 움직이는 과정 속에서 섬유는 배향하게 되는 것이다.

4. 결과 및 고찰

Fig.1은 한지와 화지의 초지 기술의 비교 실험 결과이며 화지 H의 경우 1.2 이상으로 Screen side의 섬유 배향성이 강함을 알 수가 있고 Top side 또한 1.15이상으로 한지에 비해 배향성이 강하다. 그에 비해 한지J와 U의 결과 섬유 배향성 강도가 1.15이하이며 특히 Top side의 섬유 배향성 강도가 낮은 것이 한지의 큰 특징이다. 표준편차 폭이 넓은 것으로 보아 배향성이 거의 보이지 않는 무배향임을 알 수가 있다.

Fig.2의 결과는 종이기록물의 섬유 배향성 실험 결과이다. 종이 기록물의 경우 정확히 Screen side와 Top side 구별짓는 것이 어려우므로 글이 쓰여진 면(Written side)와 쓰여지지 않은면(Unwritten side)으로 구별하여 분석하였다. 그 결과 11세기의 종이의 경우 Written side의 경우 섬유 배향성이 강하였으나, Unwritten side의 경우 섬유 배향성이 낮은 것을 알 수 있었고, 13C 초, 14C 말, 16C의 종이의 경우 전반적으로 강도가 1.15이하로 섬유 배향성이 낮음을 알 수가 있다. 14C 종이의 경우 강도가 1.2이상으로 섬유 배향성이 높게 나왔는데, 이에 대해서는 다른 사례에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

총독부 문서에서도 섬유 배향성 실험 결과 Screen side와 Top side의 차이를 발견 할 수 있었다.

본 실험 결과를 통해 볼 때 각 시대별로 각 시대의 방대한 양의 종이 기록물에 대해

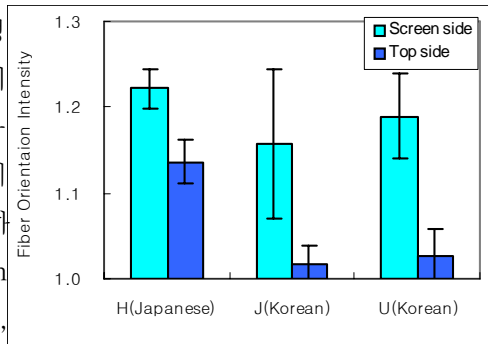


Fig.1 Hanji and Washi Fiber Orientation Intensity

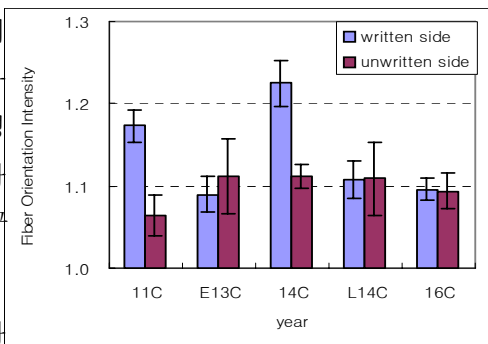


Fig.2 Fiber Orientation Intensity of Ancient Documents

여 이렇다고 단정하기는 어려우나 초지기술에 대한 정보를 알 수 없는 역사적인 종이 기록물의 초지 기술에 대한 추정이 가능하였다. 다양한 초지기술의 재현 실험과의 비교를 통해 더욱 다양한 연구가 가능하리라 생각된다.

4. 결론

본연구에 의해서 한국과 일본은 물론 중국, 유럽, 세계 각지에서 행해지고 있는 손으로 만드는 전통종이 혹은 종이기록물을 비파괴 분석으로 조사함으로써 국가, 시대, 지역, 사람 등의 초지기술을 특정할 수 있는 새로운 문을 열었다. 본연구의 성과를 더욱 쌓아갈수록 다양한 분석 샘플과 더 많은 데이터의 수집을 통해 더욱더 정확한 결과와 함께 문헌으로는 얻을 수 없는 사실과 역사적인 문화 복원이 가능하다고 생각된다. 현재 본 연구를 통하여 일본에서는 화지 연구 및 고문서 분석 방법 중에 하나로서 종이 기록물의 각종 프로젝트에서 적극적으로 활용되고 있다.

참고문헌

- 1) Murata, K. and Fujita, M. "FFT-estimation of fiber orientation on wood fiberboard", J. Soc. Mat. Sci., Japan 48:1, 1999, p.77
- 2) Niskanen, K. Kajanto, I. and Pakarinen, P. " In paper Physics" Chapter 1, " Paper structure" Vol 16 of the Papermaking Sci. and Tech. Series, TAPPI press Atlanta, 2001
- 3) Niskanen, K.J. and Sadowski J.W. Evaluation of some Fibre orientation measurements, J. Pulp Paper Sci. 15(6), p.220, 1989
- 4) 한윤희, 『한지와 화지의 재료와 초지기술 연구』, 동경대학교 박사학위 논문, 2006
- 5) Han, Y-H, Enomae, T., Isogai A., and Yamamoto, H, "Estimate of Hand-Making Processes of Asian Traditional Papers, Hanji and Washi, by Fiber Orientation Analysis", Studies in Conservation 51, p.1-10, 2006
- 6) 에노마에, 한윤희, 이소가이, "종이의 섬유 배향을 푸리에 영상처리에 의해 얻는 방법" 일본문화재수복학회 26회 대회, p.44-45, 2004