한국염색가공학회지
Vol. 21, No. 2, pp.48~53(2009. 4)

〈연구논문(학술)〉

고문서 복원 및 재현 시스템 연구

김영성 · 김수호 · 신종일[1] · 박수열[1] · 신승림[1] · 전 근[1] · 손영아[†]

충남대학교 바이오응용화학부, BK21 FTIT 유기소재 · 섬유시스템전공
[1]한국화학연구원 산업바이오화학연구센터

Restoration and Reproduction Study for Antique Documents

Young-Sung Kim, Su-Ho Kim, Jong-Il Shin[1], Soo-Youl Park[1], Seung-Rim Shin[1], Kun Jun[1] and Young-A Son[†]

BK 21 FTIT, Department of Organic Materials and Textile System Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, S. Korea
[1]Chemical Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, 305-600, S. Korea

(Received: March 30, 2009/Revised: April 21, 2009/Accepted: April 23, 2009)

Abstract— Reproduction of antique document is of importance with the concept of sharing the their contents and original aspects in terms of textual and artistic message. 'Pine tree ink stick' and 'Oil ink stick' are greatly enjoyed in their uses in the most written documentary works. Thus, it is said that the approach of this study has implied considerable meanings to cultural aspects. In this work, we have performed to investigate the reproduction and restoration study for antique documents. With comparison and analysis of some types of "ink stick", we have prepared several ink samples, controlling viscosity, surfactant, thickness agent, and applied these inks to the target antique document. Several reproduced samples showed a practical application possibility in terms of reproduction and restoration.

Keywords: *antique documents, restoration, reproduction, ink stick, ink preparation, carbon black*

1. 서 론

기록재료로서의 먹은 과거 시대를 대표하는 동양의 색조로서 사용되어 왔다. 문서 혹은 그림의 구현에 사용되는 대표적인 재료로서 현재에도 이의 이용 및 문화재 혹은 기록의 문화를 보존하는 관점에서 매우 중요한 부분이다. 일상에서는 예전과 비교하여 활발히 사용되고 있지는 않지만, 현재의 기록재로 및 매체가 구현할 수 없는 전통의 느낌과 숨결을 먹만이 갖고 있는 독창적인 색상과 다양한 표현 기법으로 나타냄으로서, 최근 들어서 먹의 가치는 더욱 주목 받고 있다.

재료적인 관점에서 연매의 채취로부터 가장 대표적인 구분이 송연묵과 유연묵으로 대별될 수 있다. 소나무를 태워서 그 연매를 채취하여 제조하는 것을 송연묵이라고 일컬으며, 기름을 태워 연매를 채취하여 만든 먹은 유연먹이라고 칭한다. 이들 연매의 사용에 따라 먹을 제조한 후, 기록 및 그림의 재료로 사용하였을 때 풍기는 느낌의 차별화가 중요하다. 이러한 먹은 그 기원과 제조 방법의 특징이 중요하며, 과거와 현재에서의 관점 및 특징을 비교함으로써 기록재료로서 가지는 먹의 중요성 및 가치를 알 수 있으며, 이러한 먹의 특징을 이용한 기록재료의 활용이 고려될 수 있다[1,2].

기록문화의 발전은 크게 먹과 잉크로서 구분할 수 있으며, 가장 기본적인 시작으로 먹의 발생과 함께 그 기록매체의 방법 및 종류 등이 발전하게 되었다. 먹은 과거 시대에서 현재까지 가장 널리 사용되는 무채색의 대표 색조이다. 본 연구에서는 기록재료로서의 먹의 특성과 활용을 이해하고, 이를 토대로 잉크를 제조하여 기록재료로서 보존되어 있는 고문헌 및 문서에 대한 재현 및 복제시스템에 대한 연구를 수행하여 왔다.

[†]Corresponding author. Tel.: +82-42-821-6620; Fax.: +82-42-823-3736; e-mail: yason@cnu.ac.kr

www.kci.go.kr

먹의 사용에 있어서의 현재의 기록재료와 과거의 기록재료가 어떤 차이를 나타내는지를 이해하고, 먹의 성상을 파악하기 위해서 제반 먹의 성상을 비교 하였고, 이를 토대로 현대의 스크린 등사 인쇄방법에 적합한잉크를 제조하였다. 동물성 아교를 이용할 경우 건조한 먹 형태로는 보관이 용이하지만 잉크 형태로는 시간이 지남에 따라 산화가 진행되며, 이로 인한 냄새 발생, 부패 등 보존에 많은 문제점을 안고 있다.

고문서 복제를 하는 가장 좋은 방법은 필사본의 제작이지만, 이는 현대의 재현 및 복제의 관점에서는 적합하지 않기 때문에, 현대의 인쇄방법을 고려하여야 하며, 이렇게 하기 위해서는 잉크화 작업이 반드시 수행되어야 한다[3-10]. 본 실험에서는 다양한 계면활성제, 카본블랙, 점도 조절제를 사용하여 W/O 형태의 에멀젼 잉크를 제조하여 고문서 재현 및 복제에 사용하였다[5,6]. 사용된 W/O 형태의 에멀젼 잉크의 특성을 파악하고 본 연구의 최종목표인 고문서의 복원에 부합하는 등사인쇄 잉크를 제조하여 실제로 적용 등사인쇄를 하여 비교 분석하였다.

2. 실 험

2.1 먹의 성상 분석

먹과 유사한 잉크의 제조를 위하여, 송연과 유연으로 제조된 것으로 알려진 먹을 구매하여 먹의 제조에 사용된 아교를 제거 전과 후에 입자의 성상 및 입도를 전자현미경 및 입도분석기를 이용하여 살펴보았다 (Fig. 1 to Fig. 4). 이를 바탕으로 입도의 분포의 유사한 카본블랙을 사용하여 고문서의 복제 및 재현에 잉크의 적용특성을 고려하였다.

2.2 Alkyd 레진의 제조

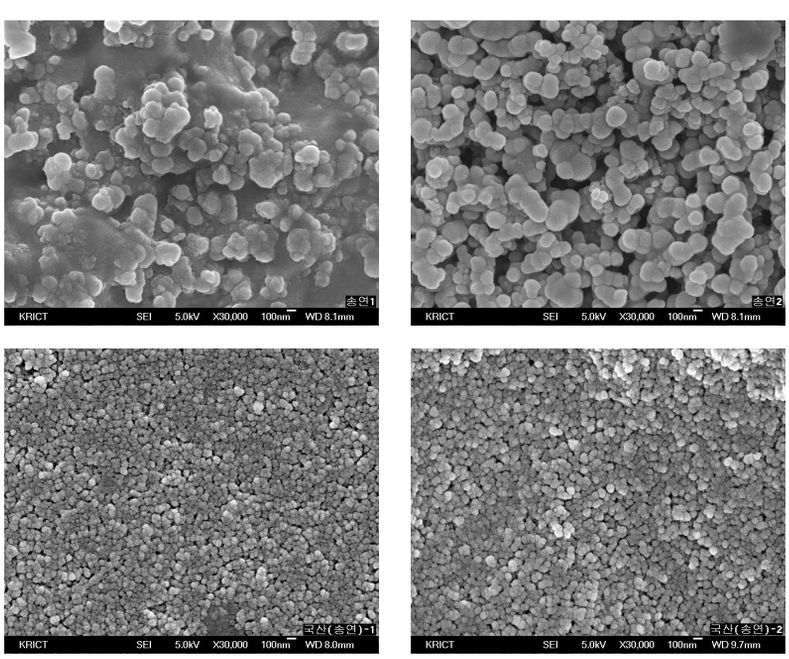
스크린인쇄의 잉크에 많이 쓰이는 alkyd 레진를 제조하였다. Linseed 오일 22.5g과 glycerine 11g을 넣고 촉매로 PbO 0.03g를 투입하였다. 질소를 서서서 불어넣으면서 가열하여 200°C에서 1.5h 반응을 유지하였다. 이후 온도를 170°C로 낮추고 phthalic anhydride 19.5g을 넣고 trimethylolpropan triacrylate를 0.5g 넣어준 후 가열하여 230°C에서 약 2~3h 반응시켰다. 산가를 측정하여 10 이하에서 반응을 종료하였다.

2.3 잉크의 제조

기존의 송연 및 유연으로 제조된 먹에 대한 입자성상 및 입도를 고려하여, 재현 및 복제를 위한 잉크의 제조를 카본블랙을 구입하여 진행하였다. 잉크의 제조는 잉크의 유상분 제조와 수상분제조로 나눌 수 있다.

잉크의 유상분 제조는 alkyd 레진 24g을 oil 80 ml에 녹이고, 고비점 석유계 용제 4g을 넣고, 계면활성제를 10g 넣은 후 교반하여 균일한 용액을 제조하였다.

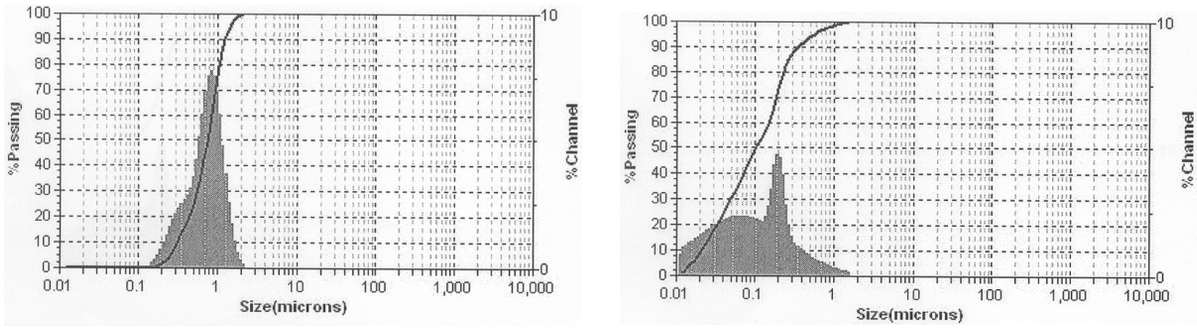
여기에 카본블랙을 24g을 넣고 교반기에서 약 30분간 pre-mix 한 후 3-roll mill에서 3회 milling 하여 카본블랙 입자를 완전하게 분산시켜 유상의 용액이 균일



(a) Samples 1 (b) Samples 2

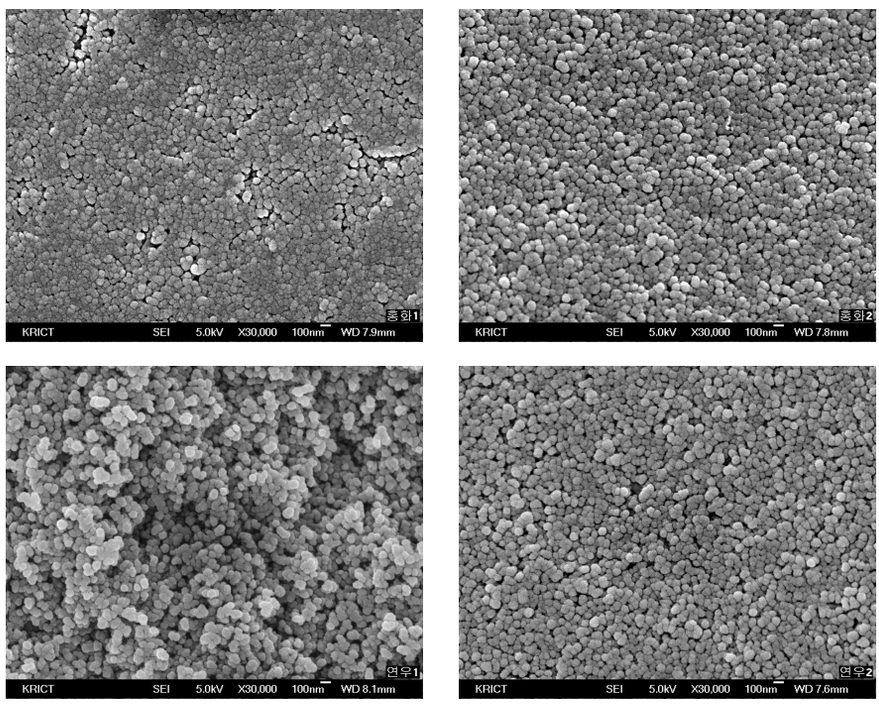
Fig. 1. SEM images of pine tree ink stick (with/without glue).

www.kci.go.kr



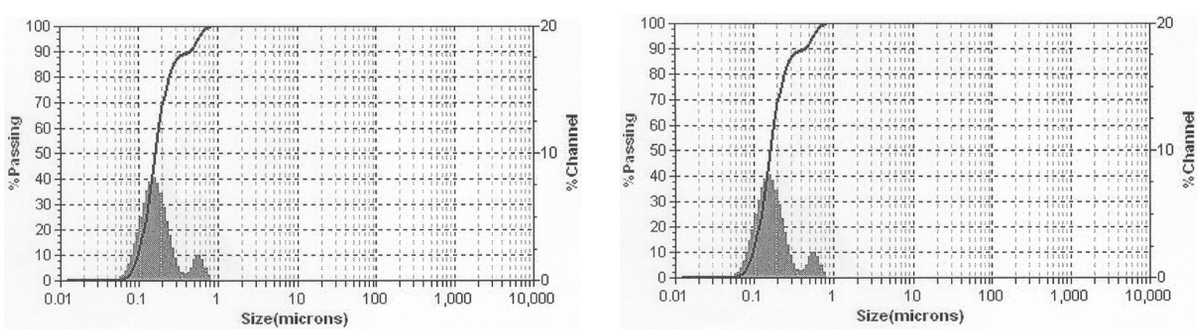
(a) Samples 1 (b) Samples 2

Fig. 2. Particle size distributions of pine tree ink stick.



(a) Samples 3 (b) Samples 4

Fig. 3. SEM images of oil ink stick (with/without glue).



(a) Samples 3 (b) Samples 4

Fig. 4. Particle size distributions of oil ink stick.

하게 제조하였다. 잉크의 수상분 제조는 증류수에 ethylene glycol을 넣고, polyvinyl alcohol 을 넣은 후 가열하여 녹인 다음 실온으로 냉각하고, 제조된 수용액 제조과정에서 PVA 대신 CMC를 넣어서 W/O 형태의 잉크용 수용액을 만든 다음, PVA 및 CMC의 농도를 조절하여 합성한 잉크의 점성을 조절하였다.

잉크의 에멀젼화는 유상을 호모믹서로 빠르게 교반하면서 수상분을 서서히 넣어준다. 이때 온도가 많이

www.kci.go.kr

Table 1. EDS analysis of ink on Korean paper

Element	k-ratio(calc.)	ZAF	Atom %	Element Wt %	Wt % Err.(1-Sigma)	No. of Cations
C -K	0.2180	1.842	47.27	40.15	+/- 1.54	21.593
O -K	0.1528	3.892	52.53	59.45	+/- 2.18	---
Si-K	0.0029	1.359	0.20	0.40	+/- 0.09	0.091
Total			100.00	100.00		21.684

Table 2. EDS analysis of ink stick

Element	k-ratio(calc.)	ZAF	Atom %	Element Wt %	Wt % Err.(1-Sigma)	No. of Cations
C -K	0.2618	1.776	53.76	46.49	+/- 2.03	28.082
O -K	0.1167	4.534	45.95	52.93	+/- 2.76	---
Si-K	0.0043	1.338	0.29	0.58	+/- 0.11	0.149
Total			100.00	100.00		28.231

상승함으로 물중탕으로 냉각시키면서 잘 섞어주어 1시간 에멀젼화를 진행하여 조건이 다른 안정한 잉크상태를 제조하였다.

3. 결과 및 고찰

고문서의 복제 및 재현을 위한 잉크제조에 있어서, 먹의 성분과 관련된 성상 및 조성을 파악하고자 하였다. 고문서 한지에 기록된 글과 먹에 대한 EDS 성분분석 (Thermo Noran) 을 행하여 기록재료로 사용되는 부분에서 어떠한 조성으로 이루어져있는 것을 파악하고자 하였다. Table 1 및 Table 2에서 보는 바와 같이 한지 및 먹에 대한 EDS 분석에서 탄소 및 산소의 성분이 99.8% 및 99.7%이상으로 나타났으며, 아주 미량의 실리카가 얻어졌다. 따라서 이들 성분이외에 다른 부분이 관찰되지 않아 이를 바탕으로 하는 잉크에 있어서는 카본블랙의 조성을 이용하여 제조를 진행하여도 타당할 것으로 판단하였다. 먹에 대한 입도분포에 대한 관찰은 Fig. 2 및 Fig. 4에 나타난 것과 같이 입도의 분포가 0.01 μm~0.1 μm 범위로부터 1 μm이하의 분포를 나타내고 있어, 잉크의 제조를 위한 카본블랙도 입도의 조성을 0.022 μm (Evonik, HIBLACK 40L, PH : 8.0, Oil Absorption number [cc/100g] : 55, Apparent density [KG/m^3] : 220, Surface area [mg/g] : 135) 범위로 선택하여 잉크제조 공정을 진행하였다.

먹에는 먹에 함유된 연(煙)이외에 아교 및 향료성분이 있으며, 고문서의 재현 및 복제를 위해서는 가장 좋은 방법이 필사본의 제작이 될 수 있으나, 이는 현실적으로 많은 제약을 않고 있다. 따라서 이를 현대의 관점에서 부합되게 제조하기 위해서는 인쇄의 방법을 고려하여야 하며, 이를 위해서는 연(煙)의 잉크화가 반드시 수행되어야 한다. 그러나 전통적인 동물성 접착제인 아교를 이용할 경우 건조한 먹 형태로는 보관이 용이하지만 잉크 형태로는 시간이 지남에 따라 산화가 진해되며, 이로 인한 냄새 발생 및 부패 등 보존에 많은 문제점으로 인해서, 현재의 등사잉크의 관점에서 카본블랙을 이용한 잉크제조를 진행하였다. 따라서 본 연구에서는 스크린 등사 인쇄에 적합한 W/O 형태의 에멀젼 잉크를 카본블랙을 사용하여 제조하였다.

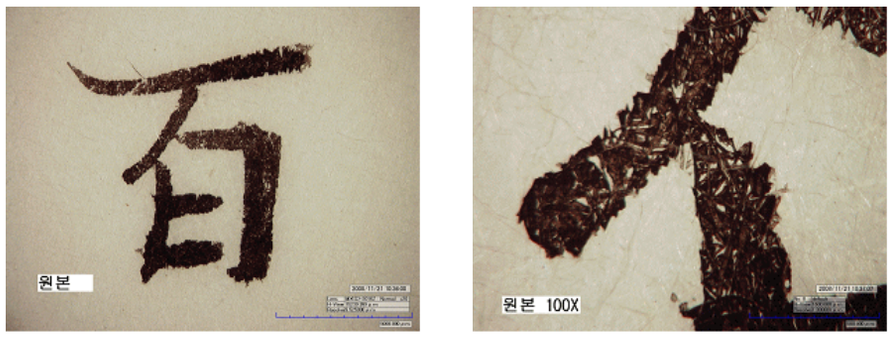
이러한 관점에서 잉크제조를 위해서 계면활성제, 카본블랙, 점도 조절제를 다양하게 적용하였으며 제조한 잉크를 사용하여 고문서 복제용 스크린 등사에 적용하여 관찰 하였다. Table 3에 카본블랙을 사용하여 제조된 잉크를 나타내었다. 점도, 오일, 계면활성제 및 증점제의 사용이 달리 적용된 6종의 잉크가 제조되었다.

제조된 잉크를 사용하여 고문헌 (이승만 대통령 국무회의 의결서)을 선정하고 국가기록원의 스크린 인쇄장치를 이용하여 인쇄를 행하고 이를 원본과 비교하여

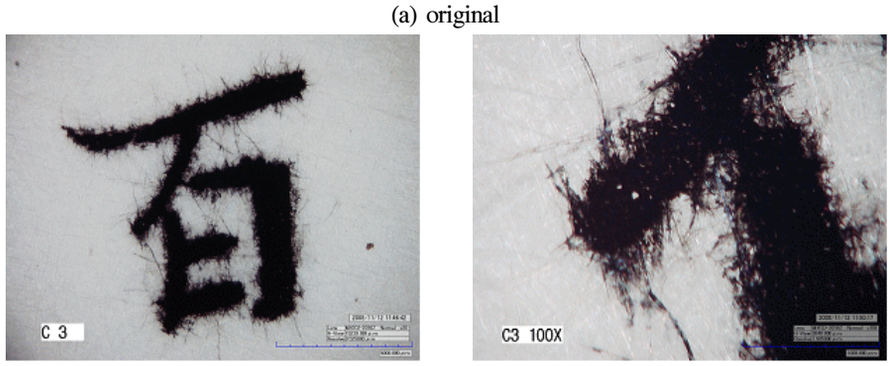
Table 3. Prepared ink samples with carbon black

Samples (carbon black)	Viscosity (brook field) cp. 20°C	Oil	Surfactants	Thickening agents
C 1	7,400	spindle	SF 20	CMC
C 2	4,900	spindle	SF 80	CMC
C 3	14,000	Soya	SF 80	CMC
C 4	14,100	Soya	SF 80	PVA
C 5	6,600	spindle	SF 20	PVA
C 6	7,300	spindle	SF 80	PVA

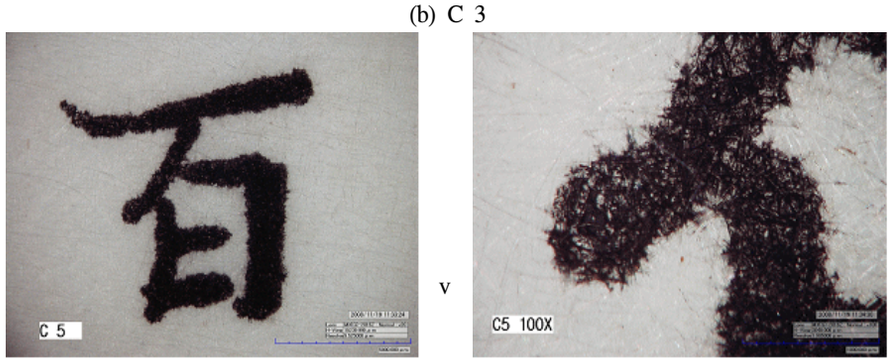
www.kci.go.kr



(a) original



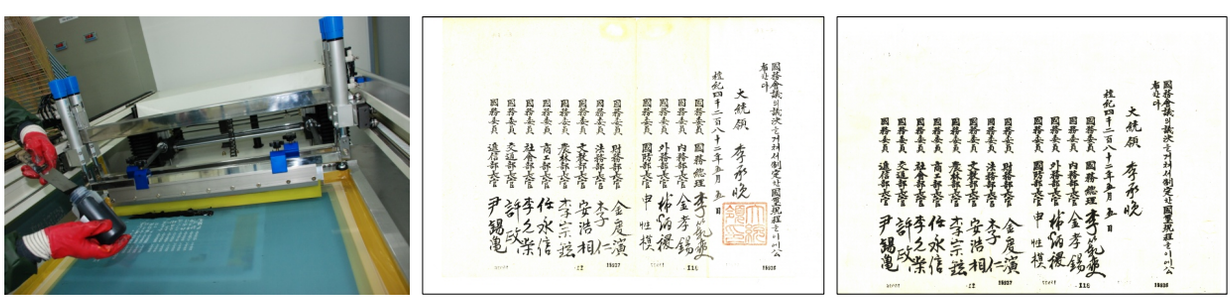
(b) C 3



v

(c) C 5

Fig. 5. Printed samples with prepared carbon black ink.



(a) original (b) printed samples

Fig. 6. Reproduction process and original/printed samples.

결과를 관찰하였다. 이에 대한 인쇄된 예를 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 5에서 보면 제조된 6종의 잉크 중, 두 종류의 잉크, 즉 C 3 및 C 5를 사용하여 한지에 인쇄된 글자의 확대된 결과를 나타내고 있다. 즉 동일한 카본블랙을 상용하여 잉크를 제조하였더라도 잉크의 점도, 오일, 계면활성제 및 증점제의 사용에 따라 번짐 현상이 현저하게 다른 특성의 시료가 관찰된다. C 3의 경우는 C 5와 비교하여 서체의 가장자리에 번짐 현상이 심각하게 나타난다. 이는 인쇄기 상에서 화선지를 약한 진공

www.kci.go.kr

으로 인쇄판에 고정하는데 이 정도의 진공에서는 인쇄 잉크의 빠른 흡수가 일어나 인쇄가 적용된 후 서서히 모세관 현상으로 잉크의 번짐이 나타나는 결과로 불수 있다. C 3의 경우는 점도는 높지만 제조에 사용된 다른 성분의 차이로 말미암아 번짐이 심각하게 발견되어 점도 부분만이 잉크의 특성을 결정짓는 중요한 부분이 아님을 판단할 수 있다. C 5 경우에는 점도는 낮지만 오일의 종류, 계면활성제 및 증점제의 사용을 달리하여 제조 조건의 변화를 주어, 결과적으로 번짐현상이 현저히 개선되었다. 따라서 고문서의 재현 및 복제의 관점에서 번짐 현상을 줄이기 위한 방법으로는 가장 손쉽게 생각할 수 있는 점도부분의 특성이외에, 등사잉크를 제조 하는데에 사용되는 오일과 계면활성제, 증점제의 종류 및 양에 따라 재현된 기록문서의 잉크특성이 영향을 받게 되는 것을 알 수 있었다.

따라서 이를 토대로 재현한 고기록 문서 사료의 인쇄과정 및 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 원본의 사료와 비교하여 기록한 방법면에서 보면 붓을 이용한 필사와 인쇄를 이용한 공정에서 오는 차이로 인하여 동일한 특성의 재현의 제조에는 다소 차이가 있으나 각 글자의 번짐특성 및 획의 명확한 선명성에서 매우 유사한 결과를 얻을 수 있었으며, 이를 이용하여 보다 쉽고 용이한 사료의 복제기술에 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 차후 진행되는 카본블랙을 이용한 복제 잉크의 제조에서 좀 더 세밀한 조성의 변화를 이용하여 이의 특성을 파악하고, 이를 반영하면 더욱 원본에 가까운 복제 재현품을 만들 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국가기록원의 “고문서 복제용 천연염료 및 관련시스템 개발” 사업으로 지원되어 이에 감사드립니다. 조성분석을 위해 고문서 사료를 제공해 주신 경북대학교 남권희 교수님께 감사드립니다.

참고문헌

1. H. Linda, “색채의 이해”, 미술문화, 1999.
2. 남성우, “천연 염색의 이론과 실제 1”, 보성문화사, 2000.
3. N. S. Kim, K. N. Han, K. H. Church, “Direct writing technology for 21st century”, 한국공작기계학회 2007 춘계학술대회 논문집, pp.511-515, 2007.
4. 김청, “인쇄 이갸기”, 포장 산업, 1999.
5. H. L. Lee, Coating structure and ink absorption properties of coated papers affected by coating formulation, *J. of TAPPIK,* **24**(4), 26-35(1992).
6. B. S. Kim, H. C. Jung, J. Y. Park, Investigation on relationship between pore structure of coating layer and ink residual behavior, *J. of Korea TAPPI*, **34**(3), 53-58(2002).
7. K. D. Nam, Industrial applications of optium de-inking agent by waste-paper recycling simulation technology, *J. of korean Ind & Eng. Chemistry*, **5**(6), 917-924(1994).
8. C. Neumann, P. Margot, New perspectives in the use of ink evidence in forensic science Part Ⅱ. Development and testing of mathematical algorithms for the automatic comparison of ink samples analysed by HPTLC, *Forensic Science International*, **185**, 38-50(2009).
9. R. M. Pemberton, R. Pittson, N. Biddle, J. P. Hart, Fabrication of microband glucose biosensors using a screen-printing water-based carbon ink and their application in serum analysis, *Biosensoers and Bioelectronics*, **24**, 1246-1252(2009).
10. H. C. Choi, K. D. Nam, N. H. Jeong, Preparation of solid-type deinking agent with new composition, *J. of korean Ind & Eng. Chemistry*, **14**(3), 360-364 (2003).

www.kci.go.kr