

프랑스 국립도서관 소장 직지(直指) 원본의 디지털 이미지와 세 종류 영인본의 축척 및 색 재현성 비교 분석

Comparative Analysis of the Scale and Color Reproducibility of the Digital Image and Three Versions of Reprints of the Original *Jikji* in the Collection of the Bibliothèque nationale de France (BnF)

유우식^{1,2*}, 유영식³

¹웨이퍼마스터스, ²경북대학교인문학술원, ³단국대학교 자유교양대학

Woo Sik Yoo^{1,2*}, Yeongsik Yoo³

¹WaferMasters, Inc., Dublin, CA 94568, U.S.A.

²Institute of Humanities Studies, Kyungpook National University, Daegu 41566, Republic of Korea

³College of Liberal Arts, Dankook University, Yongin 16890, Republic of Korea

Received April 23, 2025
Revised July 17, 2025
Accepted August 14, 2025

*Corresponding author
E-mail: woosik.yoo@wafermasters.com
Phone: +82-1-650-796-8396

Journal of Conservation Science
2025;41(3):423-436
<https://doi.org/10.12654/JCS.2025.41.3.07>

plSSN: 1225-5459, eISSN: 2287-9781

© The Korean Society of
Conservation Science for Cultural
Heritage

This is an Open-Access article distributed
under the terms of the Creative Commons
Attribution Non-Commercial License
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted
non-commercial use, distribution, and
reproduction in any medium, provided the
original work is properly cited.

초 록 본 연구에서는 프랑스 국립도서관 (BnF) 소장 직지(直指) 원본의 디지털 이미지와 세 종류 영인본의 축척 및 색 재현성을 비교 분석하였다. 원본의 디지털 이미지는 BnF가 공개한 고해상도 이미지를 사용하였고 비교 대상 영인본은 국내에서 1973년, 2000년, 2020년에 제작된 것을 사진 촬영 또는 스캔된 이미지 파일을 사용하였다. 2000년과 2020년에 제작된 두 종류의 영인본은 실물을 디지털 현미경으로 관찰하여 영인본의 인쇄 특징을 비교하였다. 영인본에서의 디자인 변경, 이미지 왜곡, 원본과의 색상차를 정량화하였다. 세 종류의 영인본에서 디자인 변경, 이미지 왜곡, 보정이 이루어졌으며 색상의 재현성은 매우 만족스럽지 못한 결과가 확인되었다. 『직지』 원본과 영인본의 특징과 차이점을 바탕으로 앞으로의 영인본 제작 시에 고려해야 할 점을 고찰하고 제안하였다.

중심어 직지(直指), 원본, 영인본, 이미지 비교, 이미지 분석, 색상 분석

ABSTRACT In this study, the original *Jikji* (直指) in the collection of the Bibliothèque nationale de France (BnF) and its three reprint editions by BnF and Korean institutions were compared and analyzed using their digital images. The original digital images are the high-resolution versions released by the BnF, and the reprints were examined with a digital microscope for the comparison of printing characteristics. The researchers investigated the changes in design choices, image distortions, modifications, and color differences between the original and the reprints. Design changes, image distortions, and modifications were discovered in all three reprints, and the color reproduction was found to be especially unsatisfactory. The characterization details of the reprints are reviewed and suggestions are made for consideration when producing future reprints.

Key Words *Jikji*, original BnF images, Korean reprint images, Image comparison, Image analysis, Color analysis

1. 서 론

고려시대인 1377년 청주 흥덕사에서 금속활자로 인쇄된 『직지(直指)』는 프랑스 국립도서관(BnF)이 소장하고 있으며 2001년에 유네스코 세계기록유산으로 등재되었다 (BnF, 2025a). 1972년에 재발 학자 고 박병선 박사에 의해서

세상에 다시 알려지게 되었다(Jikji Global, 2025). 그러나 지금까지 국내 전시는 성사되지 못하고 있다. 프랑스 국립도서관은 2023년 4월부터 약 3개월간, 50년 만에 『직지』 실물을 공개하였다(Figure 1) (BnF, 2025b; The Chosun Daily, 2023).



Figure 1. Jikji on display at the exhibition 'Print! Gutenberg's Europe' (from April 12 to July 16, 2023) by the Bibliothèque nationale de France (BnF) (The Chosun Daily, 2023).

국내에서는 책의 표지와 일부 인쇄 면이 기사에 소개된 사진의 형태로 소개되었다. 『직지』를 영인본의 형태로 처음 만든 것은 1973년 문화공보부 문화재관리국이다. 『직지』를 한지에 흑백으로 인쇄한 영인본(影印本)이 처음으로 만들어졌다(Korea Heritage Service, 2025; Buddha Land Korea, 2025). 첫 영인본의 제작과 배포 과정은 순탄치 않았다고 전해진다. 영인본과 함께 발행한 해제문을 만드는 과정에서 BnF가 3년에 걸쳐 연구한 내용이 반영되지 않았고, BnF에 연구용으로 영인본 50권을 보내기로 한 영인본 제작 허가 조건이 지켜지지 않아 BnF측이 영인본의 배포중단을 요구하게 되었다(CBinNews, 2005).

1986년 4월 5일~21일까지 17일간, 전두환 대통령이 영국, 서독, 프랑스, 벨기에 등 유럽 4개국을 순방하면서 프랑스를 방문한 것이 계기가 됐다. '국민방문' 형식을 무리하게 추진했다가 대부분 거절당하고 벨기에만 '국민방문' 형식의 방문이었던 것으로 드러났다(Yonhap News, 2017). 프랑스 방문 시, 엘리제궁에서 전 대통령을 맞이한 당시 프랑스 미테랑 대통령이 『직지』 등 한국의 고인쇄문화를 언급하며 인사말을 건네면서 직지와 외규장각 도서

를 열람할 수 있도록 한 것이다. 『직지』의 영인본 제작을 재개할 수 있는 계기가 되었다(CBinNews, 2005).

1987년 12월에도 문화재관리국에서 부분적으로 누렇게 변색된 『직지』 원본의 컬러 영인본을 제작하였다. 청주시는 1986년 5월에 1973년에 발간된 흑백 영인본을 다시 영인하였고 1996년부터는 컬러와 흑백으로 영인본을 주기적으로 발행하면서 영인본이 대중화되기 시작했다. 그러나 영인본을 통해서 『직지』를 접하게 된 일반인은 영인본이 원본의 크기와 색 재현성이 얼마나 정확한지 알 길이 없다. 특히 크기와 색상이 다른 영인본을 여러 권 접하게 되면 영인본에 대한 신뢰도와 호감도가 급격하게 떨어질 수 있다. 영인본 제작 및 보급 의도와 다르게 『직지』 원본에 관한 잘못된 인상을 심어 줄 우려가 있다.

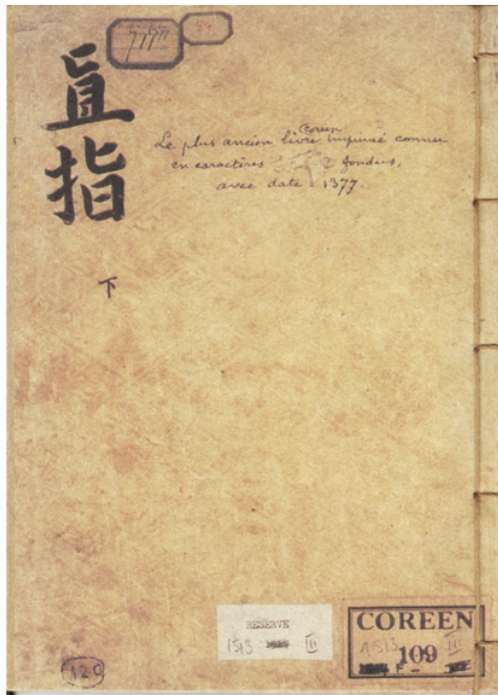
본 연구에서는 BnF가 제공하는 『직지』의 고해상도 컬러 이미지 파일과 1973년부터 국내에서 제작된 영인본을 비교하여 축척, 색상 재현성 등의 변화를 조사하고 앞으로 영인본 제작에 반영되었으면 하는 사항을 정리하여 제안하고자 한다.



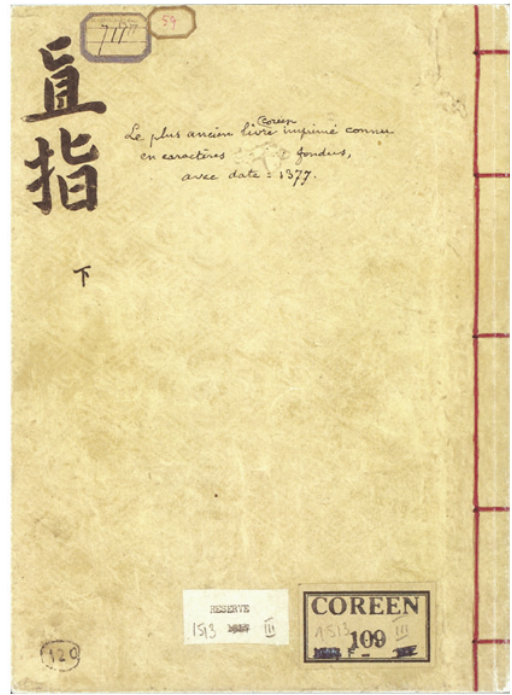
(A) Original Book from 1377



(B) Black and White Reprint in 1973



(C) Color Reprint in 2000



(D) Color Reprint in 2020

Figure 2. Images of (A) metal-type printed *Jikji* book in BnF collection, (B) The first black and white reprint on *Hanji* in 1973, (C) A color reprint on *Hanji* in 2000, and (D) A color reprint on modern white paper in 2020.

2. 연구 대상 및 연구 방법

2.1. BnF 소장 『직지』 하권 원본 및 영인본 3종

BnF가 소장하는 금속활자본 『직지』 하권 원본의 고해상도 디지털 이미지와 1973년부터 국내에서 보급된 영인본 3종을 원본과의 축척, 색상 재현성의 비교 대상으로 삼았다. Figure 2에 연구 대상 『직지』 하권 원본과 3종류의 영인본 표지 이미지를 정리하여 소개하였다. 원본과 3종류의 영인본 모두 컬러자트를 사용하여 촬영하거나 스캔한 이미지를 사용하였으나 4권의 표지를 최대한 크게 표시하기 위하여 원본 이미지에만 컬러자트를 포함했다. 모든 이미지는 24 bit 컬러 심도(color depth)로 같으며 압축률이 낮은 JPG 또는 압축이 없는 PNG 파일로 내려받거나 스캔하였다. Table 1에는 각 판본의 재질, 인쇄 방법, 컬러/흑백 여부, 크기 등을 정리하였다.

1973년에 문화재관리국에서 처음으로 출판된 『직지』 영인본 (Figure 2 (B))의 표지 디자인을 제외하면 다른 영인본은 원본의 모습을 최대한 살리려고 노력한 흔적이 보인다. 다만 크기가 왜곡되거나 색상 재현성이 불완전하여 원본과는 상당히 다른 느낌을 준다. 대다수 사람은 공적 기관에서 발행하는 『직지』 하권의 영인본을 통해서 원본의 크기, 색상, 질감을 추정하게 되므로 영인본 제작 시에 여러 가지 사항을 고려하여 가능한 한 원본에 충실하게 제작하는 것이 바람직하다.

금속활자본 『직지』 하권 원본과 조판방식 등에 관한 연구는 여러 논문에서 소개하고 있으나 (Lee, 2007; Nam *et al.*, 2006; Yoo, 2025) 영인본의 경우에는 제작과 배포에 중점을 두고 있어 영인본을 대상으로 한 연구 논문은 전혀 없다. 본 연구에서는 『직지』 하권 원본과 서로 다른 시기에 제작된 영인본에서 취득한 디지털 이미지의 비교를 통하여 앞으로 영인본을 제작할 때 개선이 필요한 점을 파악하고 제안하고자 한다.

2.2. 연구 방법

본 연구에서는 BnF가 제공하는 금속활자본 『직지』 하

권 원본의 고해상도 디지털 이미지(BnF, 2025a)와 1973년에 문화재관리국이 최초로 발간한 흑백 영인본의 디지털 이미지를 동국대학교 한국불교문화포털(Buddha Land Korea, 2025)와 국가유산청(Korea Heritage Service, 2025)에서 내려받았다. 본 논문에는 영인본의 촬영에 색상 보정용 컬러 패치를 사용하고 고해상도의 이미지를 제공하는 동국대학교 한국불교문화포털에서 내려받은 이미지를 위주로 비교하였다. 2000년과 2020년에 출판된 영인본 실물과 비교하는 방법으로 연구를 진행하였다. 영인본 실물 2종은 디지털 스캐너(Ok! MB419 + LP, Japan)로 200, 300, 600 dpi로 스캔하여 디지털 이미지로 변환하여 원본과 1973년 영인본의 디지털 이미지와 비교에 사용하였다. 2000년과 2020년에 출판된 영인본은 USB 디지털 현미경(Jiusion Digital Microscope, China)으로 인쇄 면의 x40~x1000 확대 이미지를 촬영하여 디지털 인쇄의 망점(網點, halftone dots)의 분포 등을 확인하였다.

국내에서 보급된 영인본 3종의 축척, 색상 재현성을 원본과 비교하고 정량화하는 작업은 이미지 분석 소프트웨어 PicMan(WaferMasters, Inc., California, U.S.A.)을 사용하였다. PicMan은 문화유산, 고고학, 예술, 서지학, 인문학 분야 이외에도 반도체, 전자재료, 생명공학, 의학 등 다양한 분야에서 활용되고 있다(Kim *et al.*, 2019; Yoo and Kim, 2021; Yoo and Yoo, 2021; Chua *et al.*, 2022; Yoo, 2022a; 2022b; 2022c; 2022d; 2023; Yoo *et al.*, 2022; Yoo and Yoo; 2022; 2024, Yoo and Yun, 2024). 비교대상 디지털 이미지에서 개별 화소 RGB 값 또는 영역별 RGB 통계치를 추출한 다음 CIELAB 값으로 변환하여 색차를 구하는 데 활용하였다. 디지털 이미지상의 화소의 RGB 값을 CIELAB 값으로 변환하기 위해서는 우선 직각 좌표계 CIEXYZ 색공간으로의 좌표 변환과정을 거친 다음 CIEXYZ 값을 CIELAB 값으로 변환하는 과정이 필요하다. PicMan은 RGB 값으로부터 HSV, HSV, CIEXYZ, CIELAB, Munsell Color, Hexcolor 값으로의 유용한 색정보 및 색공간 변환 기능을 가지고 있다(Yoo *et al.*, 2021; Yoo *et al.*, 2022).

Table 1. Summary of characteristics of four different versions of *Jikji* compared in this study

Book	Printing Technique	Year	Color	Height	Width	Remarks
A	Metal-type on Hanji	1377	-	24.6 cm	17.0 cm	Original
B	Offset on Hanji	1973	B&W	24.0 cm	17.6 cm	Reprint
C	CMYK on Hanji	2000	Color	24.6 cm	17.8 cm	Reprint
D	CMYK on modern paper	2020	Color	24.4 cm	17.8 cm	Reprint

3. 결과 및 고찰

금속활자본 『직지』 하권 원본과 1973년, 2000년, 2020년에 출판된 영인본의 인쇄용지, 표지 디자인, 본문 축척의 진실성(왜곡, 보정), 색상의 재현성에 관하여 비교하였다. 또한, 영인본 출판 당시의 인쇄 기술과 방법의 차이에 의한 영인본의 특징을 조사하였다.

3.1. 인쇄용지의 특징 및 영인본의 크기

1377년에 금속활자로 인쇄된 『직지』 하권 원본은 인쇄 당시의 고려시대 한지를 사용하였다. 1973년에 처음으로 문화재관리국에서 영인본이 출판되었을 때도 원본의 질감을 살리기 위해서 전통 한지에 흑백으로 인쇄하였다. 2000년에 청주고인쇄박물관에서 발행한 영인본은 전주 특수한지에서 제작한 한지를 사용하여 인쇄되었다. 2020년에 청주고인쇄박물관에서 발행한 영인본은 두 종류로 한지에 인쇄한 고급판과 현대 양지에 인쇄한 보급판 영인본 및 해설서로 나뉜다. 본연구에서는 2000년과 2020년 영인본의 인쇄 특징 비교를 위하여 2020년에 출판된 영인본은 현대 양지에 인쇄된 보급판 영인본 및 해설서를 사용하였다(Table 1).

모든 영인본의 크기는 원본과 매우 유사하게 출판되었다. 가로 세로 방향 모두 수 mm 이내로 비슷하게 제작되었으나 모든 영인본의 가로 방향의 크기는 원본의 17.0 cm보다 6 mm 또는 8 mm 넓게 제작되었다(Table 1). 따라서 영인본 제작 시에 축척이 변경되었음을 알 수 있다.

3.2. 표지 디자인의 진실성

『직지』 하권 원본과 세 종류 영인본의 표지 이미지를 Figure 3에 정리하였다. 원본의 여러 가지 특징적인 기호의 위치와 크기를 빨간색 직사각형으로 표시하고 나머지 세 종류의 영인본에 겹쳐 표지 디자인의 차이를 비교하기 쉽게 하였다.

원본은 19세기 말에 주한 프랑스 공사 콜랭 드 플랑시(Victor Émile Marie Joseph Collin de Plancy, 1853-1924)에 의하여 수집되어 프랑스로 반출되었다. 이후 플랑시에 의해 프랑스로 유출된 직지는 1911년 경매에 부쳐져 골동품 수집가 앙리 베베르(Henri Vever, 1854-1942)에게 180프랑에 낙찰되었다. 1950년 베베르의 유족이 이를 프랑스 국립도서관에 기증해 현재에 이른다. 『직지』 하권 원본의 첫 소유자 콜랭 드 플랑시는 표지에 ‘1377년 한국에서 금속활자로 간행된 가장 오래된 금속활자본’이

라는 내용을 검은색 잉크로 다음과 같이 프랑스어로 기록해 두었다.

*Le plus ancien livre Coreen imprimé connu en caractères
???? fondus, avec date = 1377*

*???? 주조 활자체로 인쇄된 가장 오래된 한국 서적
연도 날짜 = 1377*

표지의 왼쪽 위에 711번이라고 적힌 종이는 파리 호텔 드루오(L'Hôtel Drouot) 경매장에서 경매에 나올 때 부여된 일련번호로 직지 원본의 여정을 말해주고 있다. 『직지』는 앙리 베베르가 180프랑에 낙찰하였다.

앞 장의 표지 오른쪽 아래와 표지 뒷면에는 프랑스 국립도서관(BnF)이 ‘한국본 109번’이라는 의미 ‘109’라는 번호를 붙였다. 표지의 표제 ‘직지(直指) 하(下)’는 17세기 이후 표지를 새로 만들면서 소장자가 붓으로 쓴 것으로 추정된다. 『직지』의 표지에는 격자 모양 사방으로 연속된 마름모꼴 중앙에 연화 무늬 꽃 모양으로 디자인된 능화문(菱花紋)이 있다. 이 표지 문양은 한국에서 적어도 18세기 이후부터 등장하는 문양으로 현재의 표지가 『직지』가 출간된 이후 새롭게 개장된 것임을 시사하고 있다(Jikji Global, 2025). 표지의 능화문은 능화판으로 눌러 만든 요철 형태의 디자인으로 평면적인 디지털 이미지로는 비교 불가능하며 평면에 인쇄된 영인본에서는 능화문 디자인 흔적이 약간 나타나는 정도이다.

1973년에 출판된 영인본을 제외하면 금속활자본 『직지』 하권 원본의 표지를 기본 디자인으로 하고 크기를 약간 조정하여 영인본을 만든 것을 알 수 있다. 초기의 영인본은 원본의 디자인에 충실하기보다는 표지에 기재된 다른 정보를 모두 삭제하고 표지의 표제 ‘직지(直指) 하(下)’의 위치를 조정하였다. 2000년과 2020년에 출판된 원본과 표지 디자인이 비슷한 영인본도 금속활자본 『직지』 하권 원본의 색상과는 확연하게 다르다. 또한 원본 디자인의 폭을 늘려 영인본을 제작했음을 알 수 있다. 실제로 원본의 색상정보를 활용하여 늘어난 폭의 색상과 디자인에 활용하였음을 알 수 있다. 원본의 경우 오침안정법(五針眼訂法)으로 선장(線裝) 되어 있으나 영인본에서는 선장하거나 선장된 상태를 영인하였다. 원본의 경우, 침안(針眼)과 서배(書背)까지의 거리가 좁으나 영인본에서는 모두 원본의 2배 이상으로 넓게 선장 되거나 선장이 영인되어 있다. 영인본에서는 원본 이미지의 의도적 조정 또는 왜곡이 발생한 것이다.

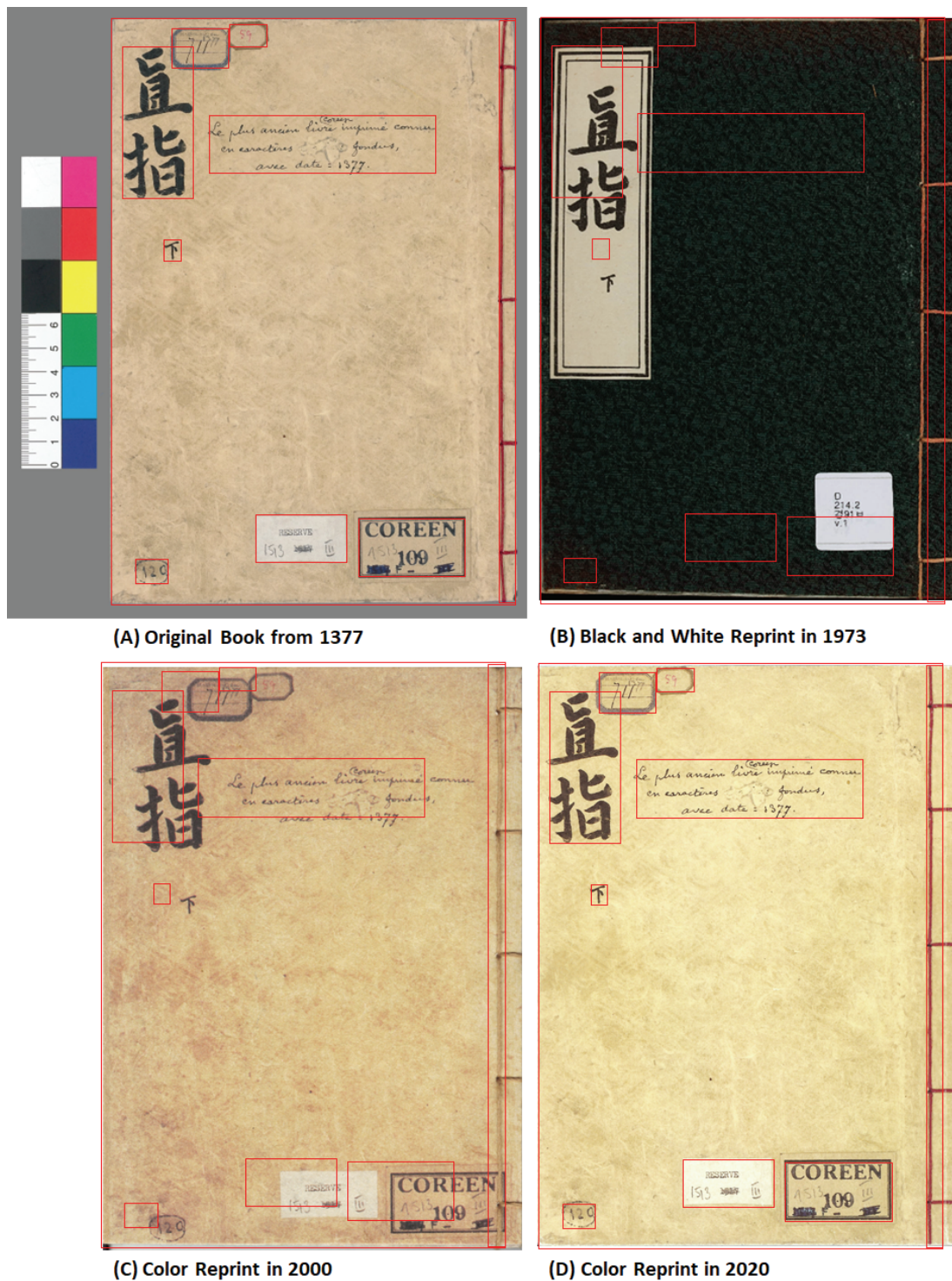


Figure 3. Cover page images of (A) Metal-type printed original *Jikji*, (B) The first black and white reprint on *Hanji* in 1973, (C) A color reprint on *Hanji* in 2000, and (D) A color reprint on modern white paper in 2020. For easy size and relative location comparisons, red rectangles highlighted on the original *Jikji* were superimposed on other reprints.

귀중한 지류 문화유산의 영인본의 제작에는 원본의 크기, 색상 및 질감까지도 원형에 가깝게 재현하는 것이 문화유산의 가치를 정확하게 전달하고 품위를 유지할 필요가 있어 보인다.

3.3. 본문 축척의 진실성 (왜곡, 보정)

『직지』 하권은 제1장이 없는 상태로 표지를 열면 제2장부터 본문이 시작된다. Figure 4에 『직지』 하권 원본과 세 종류 영인본의 제2장 전엽 이미지를 정리하였다. 원본 왼쪽 위에 적혀 있는 글자, 왼쪽 아래에 적혀 있는 글자와 아래쪽 가운데에 찍혀있는 『직지』가 소장된 BnF의 리슐리외(Richelieu) 도서관에서 찍은 장서인(藏書印)의 위치를 빨간색으로 표시하고 영인본에도 겹쳐서 표시하였다.

1973에 제작된 영인본은 오프셋인쇄 방식으로 흑백으로 인쇄되었다. 원본의 광각이 제책에 사용된 침안과 너무 가까워 원본을 평면 상태에서 촬영할 수 없어 서배쪽 광각 부근의 행에서는 이미지의 왜곡이 발생한다. 따라서 그러한 왜곡을 보정하기 위해서 영인본의 행간의 폭을 조정하면서 장서인의 위치가 원본보다 왼쪽으로 치우치게 되었고 장서인의 아래쪽이 잘리게 되었다. 또한 원본의 왼쪽 위와 아래에 적혀 있는 글자를 의도적으로 삭제한 것이 확인된다.

2000년에 한지에 인쇄된 고급형 영인본도 제1행의 폭이 의도적으로 넓혀졌으며 광각 밖의 공간도 원본의 색상을 연장해서 채우는 방식으로 원본과는 다르게 인쇄되었다. 원본보다 글자의 색을 더 짙게 조정하고 왼쪽 위와 아랫부분에 적힌 손 글씨도 의도적으로 삭제하였다.

2020년에 양지에 인쇄된 보급형 영인본은 왼쪽 위와 아랫부분에 적힌 손 글씨와 아래쪽 가운데 장서인도 본래의 모습을 그대로 유지하였다. 그러나 제1행의 폭을 조정하고 광각 오른쪽의 공간도 인위적으로 연장했음을 알 수 있다.

모든 영인본에서 원본의 이미지를 필요에 따라 인위적으로 왜곡 또는 보정하고 콘트라스트(contrast)와 색상 대비를 조정하여 인쇄되었다.

3.4. 색 재현성

원본의 색을 바탕으로 세 종류 영인본의 색 재현성을 비교 분석하여 색차를 정량화하였다. 프랑스 BnF의 원본 『직지』 이미지에 관해서 색 정확성을 확인할 수 없다면 최소한 “이 디지털 이미지가 정확히 어떤 방법을 이용해 취득되었는지는 확인할 수 없지만 일단 충분히 의미가 있

을 것으로 가정한다. Figure 5에 원본과 세 종류 영인본의 제2장 전엽의 이미지를 같은 축척으로 축소하여 정리하였다. 본문 위쪽 광각 밖 제4행, 제7행, 제11행의 인쇄되어 있지 않은 세 군데(ID: 1~3), 본문 내의 제4행, 제7행, 제11행 첫 글자 동(動), 동(東), 이(而) 세 군데(ID: 4~6), 본문 내 중간 높이의 제2행, 제4행, 제7행의 인쇄되지 않은 부분(ID: 7~9)과 본문 내 제7행 장서인 바로 위 인쇄되어 있지 않은 부분 (ID: 10)의 정사각형 영역의 평균적인 색 정보를 이미지 분석 소프트웨어 PicMan으로 추출하여 비교하였다. 측정 장소와 측정 영역이 대표성을 가질 수 있도록 원본과 영인본의 가장 첫 인쇄면을 대상으로 하였다. 정사각형 영역은 원본 크기로 124 x 124 mm²의 영역에 해당하며 축소된 이미지에서는 30 x 30 pixel의 영역에 해당한다. 육안 관찰만으로도 원본과 영인본 간에 색상차가 확연하게 보이지만 색상차를 정량화하여 영인본 색상 재현성의 문제점과 앞으로 발행하게 될 영인본 제작에 참고 자료로 활용되었으면 한다.

본 논문에서는 ‘색’과 ‘색상’, 이라는 용어를 사용하고 있으나 마찬가지로 ‘색 재현성’과 ‘색상 재현성’, ‘색차’, ‘색상차’라는 용어가 사용되었다. 영어 단어의 ‘color’와 ‘hue’처럼 엄밀하게 구별해서 사용한 것이 아님을 밝혀둔다.

sRGB 색 공간에서 색차는 색 공간 내의 유클리드 거리(Euclidean distance)로 정의 된다. RGB(빨강, 초록, 파랑) 값의 조합이 있고 각 RGB 조합 간의 색차는 다음과 같이 구할 수 있다(CompuPhase, 2025). Figure 4의 원본과 영인본과의 색상차도 같은 방법으로 구할 수 있다.

$$distance = \sqrt{(R_2 - R_1)^2 + (G_2 - G_1)^2 + (B_2 - B_1)^2}$$

색상차가 없다면 거리(distance)가 0이되고 색상차가 커지면 거리는 점점 커지게 된다. 다만 이 방법은 거리만 알 수 있을 뿐 어느 색상의 차이가 큰지는 확인할 수 없는 단점이 있다. RGB성분의 색상차를 알기 위해서는 R, G, B 성분의 차이를 구별해야 한다.

아래의 CIE 1976 색차 공식은 측정된 색차를 CIE L*a*b* ΔE_{Lab}^* 좌표에서 계산하는 식이다.

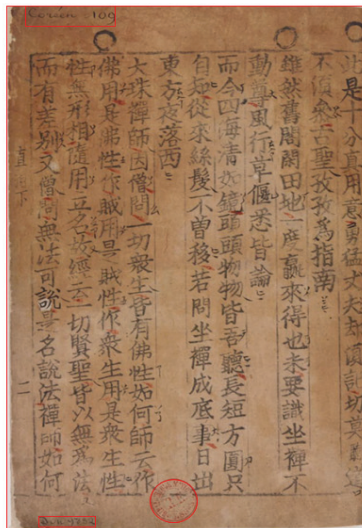
$$\Delta E_{Lab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

이 CIE 76식은 CIE L*a*b* 색공간의 채도가 높은 영역에서 지각된 색차가 과장되어 표시된다는 점이 지적되어 1994년과 2000년에 새로운 공식으로 대체되었다(Sharma and Bala, 2017, Fraser *et al.*, 2005). 그렇지만 영인본의 색

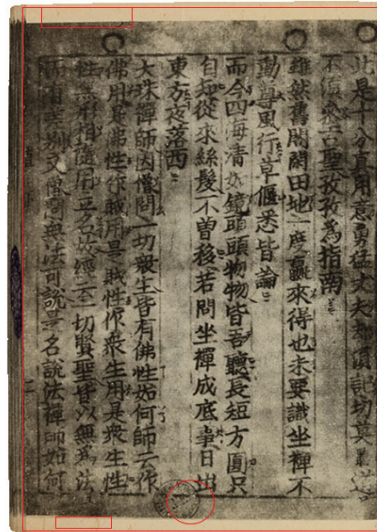
상차를 비교하는 데는 큰 문제가 없고 간단한 계산으로 색차를 정량화 할 수 있다는 장점이 있다. 위 식에서 $\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$ 인 경우를 JND(Just noticeable difference)라고 하여 육안으로 색차를 구별할 수 있는 최소치를 의미한다.

Table 2와 Table 3에 원본 (A)과 1973년 영인본 (B), 2000년 영인본 (C), 2020년 영인본 (D)에서 열 군데(ID: 1~10)의 측정지점 이미지와 함께 색상 거리 또는 유클리드 거리(Euclidean distance)라고 하는 ΔE_{ab}^* 를 구한 값을

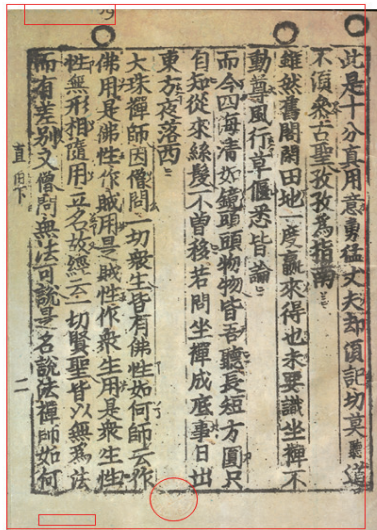
정리하였다. 색상 거리는 주로 RGB 색상 모델에서 두 색상 간의 시각적 차이를 측정하는 방법으로 널리 사용되고 있다. 이미지의 색으로 판단하고 원본과 영인본과의 색차가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 2020년에 제작된 보급형 영인본의 색이 원본에 가장 가까운 것으로 나타났지만 ΔE_{ab}^* 값은 13.3~18.7로 JND에 해당하는 $\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$ 의 5.78~8.13배의 값을 보였다. 영인본의 색 재현성이 매우 부실하다는 것(색 재현성의 정확도가 현저히 떨어진다는 것)이 통계적으로도 확인되었다. $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$, $A \rightarrow$



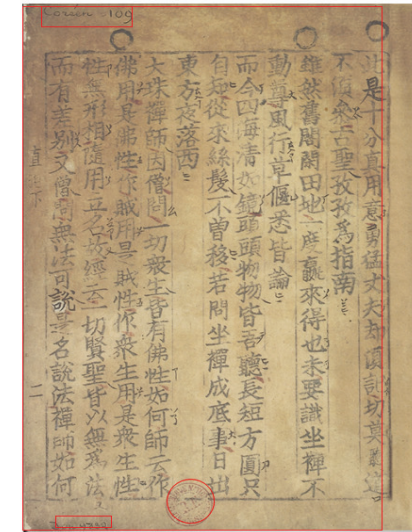
(A) Original Book from 1377



(B) Black and White Reprint in 1973



(C) Color Reprint in 2000

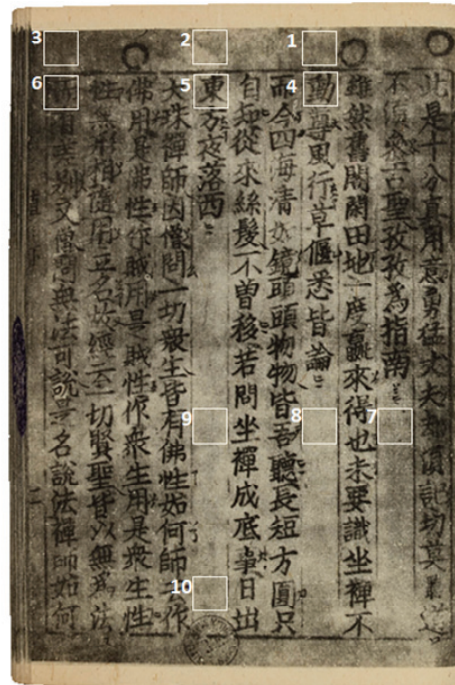


(D) Color Reprint in 2020

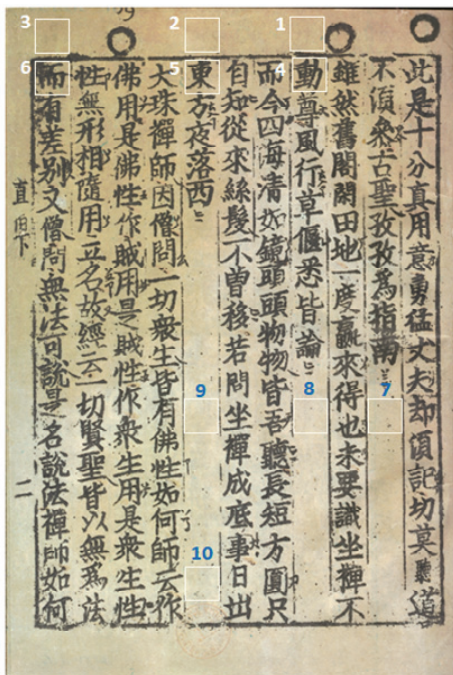
Figure 4. First printed page (the front side of the second leaf) images of (A) Metal-type printed original *Jikji*, (B) The first black and white reprint on *Hanji* in 1973, (C) A color reprint on *Hanji* in 2000, and (D) A color reprint on modern white paper in 2020. For easy size and relative location comparisons, red rectangles and a circle highlighted on the original *Jikji* were superimposed on other reprints.



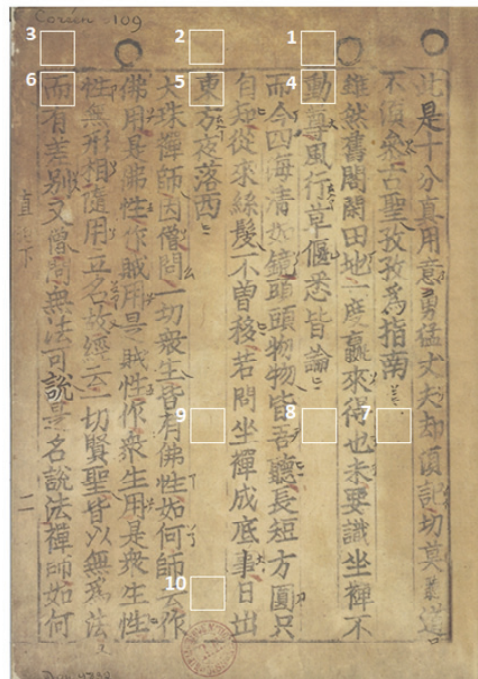
(A) Original Book from 1377



(B) Black and White Reprint in 1973



(C) Color Reprint in 2000



(D) Color Reprint in 2020

Figure 5. First printed page (the front side of the second leaf) images of (A) Metal-type printed original *Jikji*, (B) The first black and white reprint on *Hanji* in 1973, (C) A color reprint on *Hanji* in 2000, and (D) A color reprint on modern white paper in 2020. Ten 30 x 30 pixel squares (equivalent to 12.4 x 12.4 mm²) per image were sampled from original and reprints.

Table 2. Average RGB color values of ten measurement sites on the Jikji original (A) and three versions of reprint (B, C and D)

No.	Source Image				A			B			C			D		
	A	B	C	D	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1					166	121	82	131	118	94	207	182	141	181	152	109
2					171	125	87	155	141	114	211	187	143	187	159	115
3					144	96	62	82	71	54	190	171	127	157	128	102
4					150	111	78	104	94	77	149	135	110	170	146	110
5					153	113	79	119	109	90	161	147	118	172	148	112
6					133	89	59	69	60	47	133	123	100	153	125	100
7					173	132	94	142	132	112	210	197	165	202	178	133
8					185	147	113	175	165	140	224	212	189	218	196	149
9					183	145	106	165	155	132	223	215	185	215	193	146
10					182	147	115	153	142	117	222	217	190	209	189	146

D의 40군데의 측정에서 측정치는 모두 JND에 해당하는 $\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$ 의 최소 5.78배, 최대 18.7배의 차이가 있으므로 직관적으로도 영인본과 원본의 색차는 통계적으로 유의미하다고 판단할 수 있다. 출판물의 국제 표준 컬러 매니지먼트 기준(오프셋 인쇄 국제 표준 규격: GRACoL이나 ISO12647-2)에서의 허용 ΔE 수준인 ≤ 3 과 비교하더라도, 실제 시각적 품질 평가 결과를 통해서 보더라도 원본과 영인본과의 색차가 큰 것은 명확하다. ΔE_{ab}^* 수치가 높은 원인으로는 인쇄에 사용된 종이의 색과 투명도의 영향, 인쇄 잉크의 특성, 스캐닝 조건, 디지털 이미지 처리 색공간(프로파일) 등의 차이를 들 수 있다.

일반적으로 명도에서 상대적으로 큰 차이가 존재하는 흑백인쇄의 특성상 컬러로 복제한 2000년의 영인본이 1973년에 복제한 흑백 영인본보다 원본 색에 가깝고 색상 거리 또는 유클리드 거리가 가까울 것으로 예상할 수 있다. 그러나 실제 측정 결과는 動(ID:4), 東(ID:5), 而(ID:6)자가 인쇄된 영역에서는 반대로 나타났다. 이것은 흑백으로 인쇄하면서 인쇄된 글자가 선명하게 보이도록 명도를 조

정한 결과이다. 2000년 영인본의 색차가 가장 크게 나타난 원인 역시 원본의 색상에 충실하기보다는 영인본을 받아 보게 될 독자의 가독성을 높이기 위하여 색상을 인위적으로 조정한 결과로 해석할 수 있다.

3.5. 고찰

Figure 6에 2000년과 2020년에 제작한 영인본 실물의 망점 패턴(halftone dot pattern)의 확대 이미지와 망점 전체의 평균 색상 이미지를 정리하여 소개하였다. 현미경 관찰 장소는 Figure 5의 광학 바깥쪽의 ID: 1이다. 2000년 및 2020년에 제작된 영인본 모두 현미경 이미지의 가로 방향의 폭은 5.58 mm로 33개의 망점이 인쇄되어 있다. 영인본의 망점 밀도를 바탕으로 인쇄 해상도를 구하면 150 dpi (=33 개/5.58 mm x 25.4 mm)로 계산된다. 별색(Spot Color)은 미리 조색된 불투명 잉크를 사용하는 방식이고, Process Color(CMYK)는 반투명 잉크를 사용하여 원하는 색을 혼합 재현하는 방식으로, 토너 방식의 디지털 인쇄를 포함한 다양한 인쇄 방식에서 활용된다. 특히

Table 3. Color differences of ten measurement sites between the Jikji original (A) and three versions of reprint (B, C and D) in Euclidean distance in sRGB color space and ΔE_{ab}^* and CIELAB color space. For fair companions, color information from the black inked area was excluded for statistical analysis

No.	Source Image				Euclidean Distance			ΔE_{ab}^*		
	A	B	C	D	A $\rightarrow$ B	A $\rightarrow$ C	A $\rightarrow$ D	A $\rightarrow$ B	A $\rightarrow$ C	A $\rightarrow$ D
1					37.1	94.1	44.8	17.9	23.3	13.3
2					34.7	92.7	46.7	17.0	23.7	14.2
3					67.2	109.5	52.9	25.0	30.4	16.2
4					48.5	40.6	51.6	19.2	15.7	14.2
5					36.8	51.9	51.3	18.2	17.1	14.1
6					71.1	53.0	58.6	25.7	20.7	16.3
7					36.3	102.9	66.9	18.4	25.8	17.7
8					34.4	107.3	69.2	14.6	25.8	18.7
9					33.3	112.5	70.3	15.6	27.4	18.0
10					29.5	109.8	58.3	11.9	26.8	15.8

Note: $\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$ (JND: Just Noticeable Difference)

AM(Amplitude Modulated) 방식에서는 각 색상 잉크가 규칙적인 망점 각도로 배열되고, 인쇄 농도에 따라 망점의 크기를 조절함으로써 색을 표현한다. CMYK 잉크는 반투명으로 잉크가 종이 전면에 빈틈없이 인쇄되지 않는 한 인쇄에 사용한 종이 바탕색이 영인본의 색상에 영향을 끼치게 된다. 같은 망점 밀도와 배열로 한지, 양지, 색상지 등에 인쇄하게 되면 완성된 영인본의 색상 또한 달라진다.

원본의 색상과 크기를 영인본에서 정확하게 재현하기 위해서는 원본의 촬영에 색상과 크기의 왜곡이 발생하지 않도록 주의해야 하고 영인본의 색 맞춤은 인쇄방식과 인쇄에 사용하는 종이의 질과 색상을 고려할 필요가 있다. 특히 장마다 독특한 색상, 두께, 질감, 발끈 폭, 발 축수, 섬유장의 방향성과 분포에 차이가 있는 경우, 획일적인 색맞춤 결과를 바탕으로 CMYK 잉크로 망점 인쇄를 하게 되면 영인본 제작 의도와는 다른 결과로 이어질 수 있다. 영인본 제작에 앞서 인쇄에 사용할 종이 전체의 품질조사

와 관리가 필요하다. 영인본 제작의 각종 조건도 기록하여 앞으로의 영인본 제작의 참고 자료로 활용할 수 있도록 할 필요가 있다.

프랑스 BnF 소장 『직지』 이미지와 국내에서 제작된 세 종류의 영인본 간 색차를 수치적으로 계산하고 육안으로 비교한 결과, 영인본 간 색 재현의 일관성이 부족함이 확인되었다. 이러한 분석 결과는 향후 영인본 제작에서 색 정확성을 확보하기 위해 이미지 촬영 단계에서의 정밀한 색 기록과 인쇄 시 색 맞춤을 통한 정확한 색 재현이 필수적임을 시사한다. 또한 영인본 제작 전반에 걸친 조건들을 체계적으로 기록하고 데이터베이스화하여, 향후 유사한 지류문화유산의 영인본 제작에 활용할 수 있는 기반 자료로 구축할 필요가 있다고 판단된다.

본 연구를 통해서 확인된 망점 분석을 통해서 영인본의 인쇄 해상도가 150dpi 수준이라는 것이 확인되었다. 고문서 복제에 있어서 일반적인 해상도로 한지상에서의

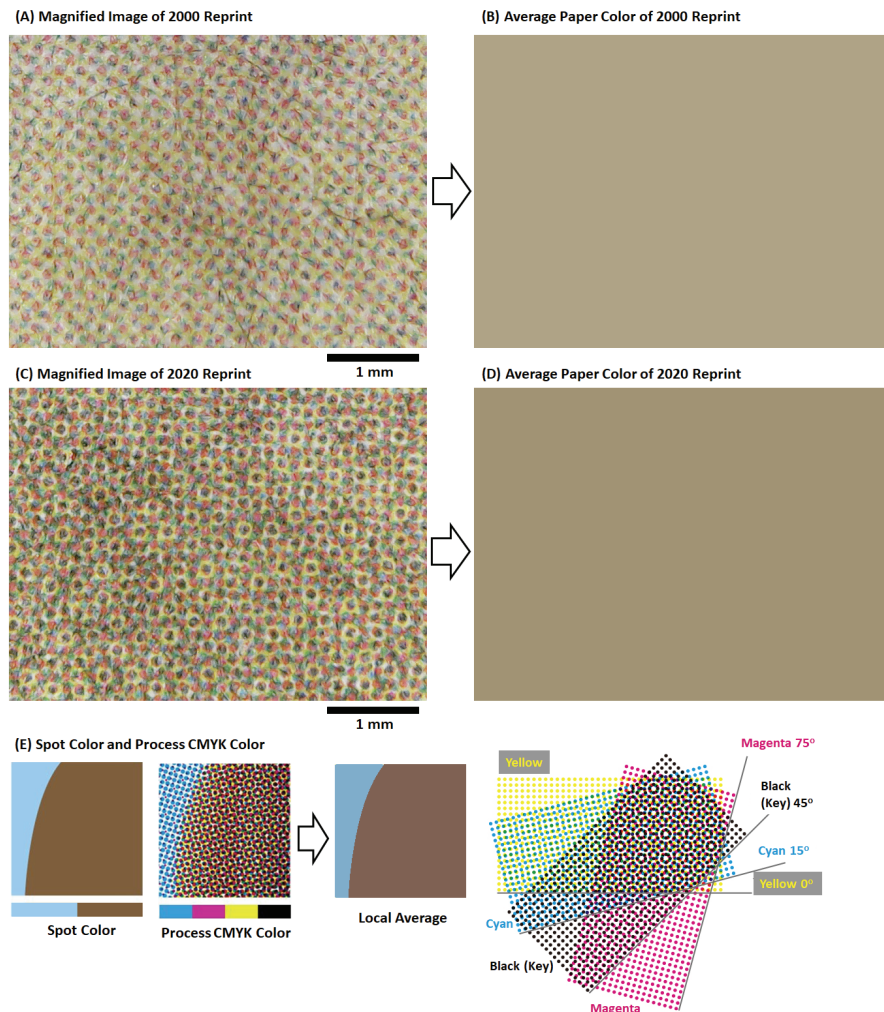


Figure 6. (A) Magnified image and (B) Average image of blank area in 2000 reprint. (C) Magnified image and (D) Average image of blank area in 2020 reprint. (E) Illustration of spot color, process CMYK color and halftone dot pattern for digital printing.

먹번짐의 정도를 원본의 상태에 따라서 150dpi 또는 300dpi 정도의 해상도로 영인본을 제작하는 것이 적합해 보인다.

보다 자세한 색 차의 원인에 관한 검토를 위해서는 CMYK 잉크의 반투명성과 종이 바탕색이 인쇄 색에 미치는 영향과 더불어 각 영인본에 사용된 용지의 백색도, 유광/무광 여부, 잉크 착색도 등 인쇄 재료의 구체적 특성의 비교가 필요하다.

4. 결론

본 연구에서는 프랑스 국립도서관 (BnF) 소장 『직지』 원본의 디지털 이미지와 1973년, 2000년, 2020년에 출판

된 세 종류 영인본의 축척 및 색 재현성을 비교 분석하였다. 『직지』 원본의 디지털 이미지는 BnF에서 제공하는 고 해상도 이미지를 사용하였다. 비교 대상으로 사용한 세 종류의 영인본의 이미지는 사진 촬영 또는 스캔된 이미지 파일을 사용하였다. 2000년과 2020년에 제작된 두 종류의 영인본은 실물을 디지털 현미경으로 관찰하여 각 영인본의 인쇄 방법, 특징, 해상도, 색상의 재현성 등을 정량화하여 비교하였다. 영인본에서의 디자인 변경, 이미지 왜곡, 원본과의 색상차를 이해하기 쉽게 영인본에 겹쳐 표시하였다. 연구 대상으로 선택한 세 종류의 영인본에서 디자인 변경, 이미지 왜곡, 보정에 대하여 영인본 색상 재현성은 매우 만족스럽지 못한 결과가 확인되었다. 『직지』처럼 귀중한 지류 문화유산의 영인본의 제작에는 원본의 크기,

색상 및 질감까지도 원형에 가깝게 재현하는 것이 문화유산의 가치를 정확하게 전달하고 문화유산의 품위유지를 위해 필요하다. 본 연구에서 확인된 『직지』 원본과 영인본의 특징과 차이점을 바탕으로 앞으로의 영인본 제작 시에 고려해야 할 점에 관하여 고찰하고 제안하였다.

REFERENCES

- BnF, 2025a, “Jikji”, a treasure of the world of printing. <https://www.bnf.fr/en/jikji-treasure-world-printing> (April 18, 2025)
- BnF, 2025b, Imprimer! L'Europe de Gutenberg. <https://www.bnf.fr/en/agendaEN/printing-gutenbergs-europe> (April 18, 2025)
- BnF, 2025c, 백운화상초록불조직지심체요절. 白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節 Päk un (1298-1374). Auteur du texte. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b52513236c/fl.item> (April 18, 2025)
- Buddha Land Korea, 2025, 백운화상초록불조직지심체요절(白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節) - 문화재관리국(1973). https://kabc.dongguk.edu/viewer/view?dataId=ABC_NC_05885_0001 (April 18, 2025)
- Jikji Global, 2025, Journey of Jikji, <https://www.globaljikji.org/en/sub.do?menukey=4203> (April 18, 2025)
- CBinNews, 2005, The Jikji that Dean Jeong Jong-taek saw in North Korea is a reprint published in 1973. <https://www.cbinews.co.kr/news/articleView.html?idxno=14339> (April 18, 2025)
- Chua, L., Quan, S.Z., Yan, G. and Yoo, W.S., 2022, Investigating the colour difference of old and new blue Japanese glass pigments for artistic use. *Journal of Conservation Science*, 38(1), 1-13. (in Korean with English abstract)
- CompuPhase, 2025, Coulor metric. <https://www.compuphase.com/cmetric.htm> (April 18, 2025)
- Fraser, B., Murphy, C. and Bunting, F., 2005, *Real World Color Management 2nd Ed., Part I and Part II*.
- Jikji Global, 2025, Jikji Original Text Information (직지원문정보). <https://www.globaljikji.org/home/sub.do?menukey=3301&no=1> (April 18, 2025)
- Kim, G., Kim, J.G., Kang, K. and Yoo, W.S., 2019, Image-based quantitative analysis of foxing stains on old printed paper documents. *Heritage*, 2, 2665-2677. (in English)
- Korea Heritage Service, 2025, Jikji Vol. II - 직지(直指) 下. <http://116.67.83.213:18080/streamdocs/view/sd;streamdocId=72059339035740547> (April 18, 2025)
- Lee, S.C., 2007, An Analysis of Movable Metal Types and Type-Setting in Jikji. *Journal of Studies in Bibliography*, 38, 377-411. (in Korean with English abstract)
- Nam, K.H., Kim, S.S., Lee, S.C. and Lim, I.H., 2006, A Research on the Physical Condition of the Original Jikji (直指) Held at the Bibliothèque Nationale de France. *Journal of Studies in Bibliography*, 35, 59-81. (in Korean with English abstract)
- Sharma, G. and Bala, R., 2017, *Digital Color Imaging Handbook (1.7.2 ed.)*. CRC Press. Chapters 1, and 2.
- The Chosun Daily, 2023, Early Korean Printed Book Goes on Display in France. <https://www.chosun.com/english/national-en/2023/04/12/S7UYXO3CADLYIYQFREUVYIKXIQ/> (April 18, 2025)
- Yonhap News, 2017, [Diplomatic Document] Chun Doo-hwan: “Make a State Visit to Europe”... An Unreasonable Attempt. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20170407037200014> (May 20, 2025) (in Korean)
- Yoo, C.D. and Yoo, W.S., 2022, Publication dating through observations of differences in woodblock printing characteristics among various versions of Wanpanbon editions of Honggildongjeon (Tale of Hong Gil Dong). *Journal of Conservation Science*, 38(2), 96-108. (in Korean with English abstract)
- Yoo, C.D. and Yoo, W.S., 2024, Image Comparison between Original and Duplicated Books on Goryeo History (高麗史) from 15th and 16th Centuries in Joseon Dynasty of Korea: Metal Type Prints vs. Re-engraved Woodblock Prints. *Journal of Conservation Science*, 40(5), 779-792. (in Korean with English abstract)
- Yoo, W.S. and Kim, J.G., 2021, Comparative study on very similar Jeungdoga Scripts through image analysis - fundamental difference between treasure No. 758-1 and treasure No. 758-2 -. *Journal of Conservation Science*, 37(6), 791-800. (in Korean with English abstract)
- Yoo, W.S. and Yun, J.S., 2024, Discovery of the new world's oldest extant metal-type-printed book in Korea through image acquisition, comparison and analysis. *Digital Studies/Le champ numérique*, 14(1), 1-22. <https://doi.org/10.16995/dscn.10946>. (in English)
- Yoo, W.S., 2022a, The world's oldest book printed by movable metal type in Korea in 1239: the song of enlightenment. *Heritage*, 5, 1089-1119. (in English)
- Yoo, W.S., 2022b, How was the world's oldest metal-type-printed book (the song of enlightenment, Korea, 1239) misidentified for nearly 50 years? *Heritage*, 5, 1779-1804. (in English)
- Yoo, W.S., 2022c, Direct Evidence of Metal Type Printing in The Song of Enlightenment, Korea, 1239. *Heritage*, 5, 3329-3358. (in English)
- Yoo, W.S., 2022d, Identification of Metal Type Prints, Recarved Woodblock Prints and Woodblock Recarving

- Sequences through Image Analyses: Comparisons among Six Versions of Jeungdoga Scripts. *Journal of Conservation Science*, 38(5), 404-414. (in Korean with English abstract)
- Yoo, W.S., 2023, Ink Tone Analysis of Printed Character Images towards Identification of Medieval Korean Printing Technique: The Song of Enlightenment (1239), the Jikji (1377), and the Gutenberg Bible (~1455). *Heritage*, 6(3), 2559-2581. (in English)
- Yoo, W.S., 2025, Identification of Printing Characteristics and Estimation of Typesetting Method of Metal-Type-Printed Jikji through Image Analysis. *Journal of East-West Humanities (JEWH)*, 27, 195-229. (in Korean with English abstract)
- Yoo, W.S., Kang, K., Kim, J.G. and Yoo, Y., 2021, Extraction of Colour Information from Digital Images Towards Cultural Heritage Characterisation Applications, *SPAFA Journal*, 5. <https://doi.org/10.26721/spafajournal.2021.v5.690> (in English)
- Yoo, W.S., Kang, K., Kim, J.G. and Yoo, Y., 2022, Extraction of Color Information and Visualization of Color Differences between Digital Images through Pixel-by-Pixel Color-Difference Mapping. *Heritage*, 5(4), 3923-3945. (in English)
- Yoo, Y. and Yoo, W.S., 2021, Digital image comparisons for investigating aging effects and artificial modifications using image analysis software. *Journal of Conservation Science*, 37(1), 1-12. (in Korean with English abstract)