



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士學位論文

교정 인쇄물과 국내 오프셋 인쇄물의  
비교 평가에 관한 연구



2011 年 2 月

釜慶大學校大學院

印刷工學科

吳承宰

工學碩士學位論文

# 교정 인쇄물과 국내 오프셋 인쇄물의 비교 평가에 관한 연구

指導教授 具 哲 會

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함



2011 年 2 月

釜慶大學校大學院

印刷工學科

吳 承 宰

# 吳承宰의 工學碩士 學位論文을 認准함

2011年 2月 25日



主 審 工學博士 尹 鐘 太 (印)

委 員 工學博士 趙 가 람 (印)

委 員 工學博士 具 哲 會 (印)

# 목 차

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 목 차 .....                                                                | i   |
| List of Figures .....                                                    | iii |
| List of Tables .....                                                     | iv  |
| Abstract .....                                                           | v   |
| 1. 서 론 .....                                                             | 1   |
| 2. 이 론 .....                                                             | 3   |
| 2-1. ICC 프로파일 .....                                                      | 3   |
| 2-2. 장치 의존적 컬러 재현 .....                                                  | 4   |
| 2-3. 장치 독립적 컬러 재현 .....                                                  | 5   |
| 3. 실 험 .....                                                             | 8   |
| 3-1. Test 타겟 .....                                                       | 8   |
| 3-2. 용지 .....                                                            | 9   |
| 3-3. 측정 장치 및 Profiling .....                                             | 9   |
| 3-4. 인쇄 .....                                                            | 10  |
| 3-5. Proofing .....                                                      | 10  |
| 3-6. 교정 인쇄물의 객관적 평가 .....                                                | 11  |
| 3-6-1. 농도를 이용한 평가 방법 .....                                               | 11  |
| 3-6-2. CIEL <sup>*</sup> a <sup>*</sup> b <sup>*</sup> 표색계를 이용한 분석 ..... | 12  |
| 3-6-3. 색차( $\Delta E_{ab}^*$ , 2000) .....                               | 14  |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 3-7. 교정 인쇄물의 주관적 평가 .....     | 14        |
| <b>4. 결과 및 고찰 .....</b>       | <b>16</b> |
| 4-1. 객관적 평가 .....             | 16        |
| 4-1-1. 민인쇄 농도값을 이용한 평가 .....  | 16        |
| 4-1-2. 민인쇄의 색차를 이용한 평가 .....  | 21        |
| 4-1-3. 인쇄물의 색차를 이용한 평가 .....  | 23        |
| 4-1-4. 용지의 특성에 따른 비교 평가 ..... | 24        |
| 4-2. 주관적 평가 .....             | 25        |
| <b>5. 결 론 .....</b>           | <b>28</b> |
| <b>6. References .....</b>    | <b>29</b> |



## List of Figures

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1. Device dependent color reproduction .....                                                                                            | 4  |
| Figure 2. Comparison of device dependent color reproduction .....                                                                              | 5  |
| Figure 3. Device independent color reproduction .....                                                                                          | 6  |
| Figure 4. Comparison of device independent color reproduction .....                                                                            | 7  |
| Figure 5. Gracol G7 test form for measuring and evaluation .....                                                                               | 8  |
| Figure 6. A scheme of making profiles in printing process .....                                                                                | 10 |
| Figure 7. A scheme of making profiles in proofing process .....                                                                                | 11 |
| Figure 8. Comparison of the solid density .....                                                                                                | 17 |
| Figure 9. Comparison of density curve .....                                                                                                    | 19 |
| Figure 10. Comparison of the process inks $\Delta E^*_{ab}$ between high quality coated and domestic coated .....                              | 22 |
| Figure 11. Comparison of $\Delta E^*_{ab}$ between printing on the paper types (paper1 : high quality coated, paper2 : domestic coated ) ..... | 25 |

## List of Tables

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table 1. Comparison of the Substrate CIEL <sup>*</sup> a <sup>*</sup> b <sup>*</sup> ..... | 10 |
| Table 2. Classification on the Filter Characteristic .....                                 | 13 |
| Table 3. CIEL <sup>*</sup> a <sup>*</sup> b <sup>*</sup> Value of ISO 2846 .....           | 14 |
| Table 4. Optimum Density Range of Process Inks .....                                       | 17 |
| Table 5. Average $\Delta E^*_{ab}$ and Maximum $\Delta E^*_{ab}$ of Hight Quality Coated · | 24 |
| Table 6. Average $\Delta E^*_{ab}$ and Maximum $\Delta E^*_{ab}$ of Domestic Coated .....  | 24 |
| Table 7. Subjective Ranking .....                                                          | 27 |



# A Study on Comparison Evaluation between Proof Test Prints and Domestic Offset Prints

Seung-Jae Oh

*Department of Graphic Arts Engineering, Graduate School,  
Pukyong National University*

## Abstract

In printing, managing color means that how closely its color reproduces and printing supplier meets customers' requirements. When applying device profiles, it depends on properties of the devices. But color management of domestic digital prints is accomplished more scientifically and objectively than any other printing.

According to this paper addresses a method of evaluating between proof prints and offset prints which are produced by identical date on the field. We evaluate two cases normal proof prints and domestic offset prints based on standardized color data analysis and subjective data analysis.

We gathered objective data by measuring solid density  $L^*a^*b^*$  and  $\Delta E^*_{ab}$ . Furthermore, we evaluated the offset prints and proof prints through human eyes to decide the ranking.

## 1. 서 론

인쇄에서 컬러를 관리한다는 의미는 고객이 요구하는 컬러, 즉 교정 인쇄물과 실제 인쇄물이 얼마나 가깝게 재현될 수 있는냐이다. 특히 국내 디지털 인쇄에서 인쇄물의 컬러 관리(Color Management)는 다른 인쇄 방식보다 비교적 과학적이고 객관적인 방법으로 관리되고 있으며, 인쇄 시에 장치 프로파일(Device Profile)의 적용은 장치적인 특성에 따라 재현할 수 있는 컬러가 다르게 나타나기 때문이다.

인쇄 분야에서 사용되고 있는 입력 장치는 디지털 카메라(Digital Camera), 스캐너(Scanner)가 있으며, 출력 장치로는 모니터(Monitor), 교정용 프린터(Printer), CTP, 인쇄기 등이 있으며 이들 장치는 모두 다른 색역을 가지고 있다. 다양한 장치적인 특성에 따른 인쇄물의 객관적인 이미지 분석 방법으로는 ICC(International Color Consortium)에서 제안된 색변환 규격이 ISO 표준 규격이 사용되어진다.<sup>1~2)</sup>

장치 특성에 따른 교정 인쇄물이 오프셋 인쇄물의 색과 일치되기 위해서는 ISO 12647 표준 규격에 맞는 피인쇄체(Substrate), 잉크, 허용 오차를 가져야 한다. 하지만 국내 인쇄 회사들은 ISO 규격에 맞추기보다는 좀 더 경제적인 방법을 택하고 있고, 표준 규격의 인쇄물 보다는 장치의 캘리브레이션을 통한 색재현을 하고 있어, 교정 인쇄물의 재현에 있어 실제 인쇄물과 많은 차이를 나타내고 있다. 또한 소비자들이 교정 인쇄물에서 재현된 컬러와 인쇄물에서 재현된 컬러의 차이를 육안으로도 직접 확인됨으로써 가장 큰 문제로 대두되고 있다.

따라서 본 논문에서는 실제 인쇄 현장에서 동일한 데이터로 제작되고 있는 교정 인쇄물과 오프셋 인쇄물을 규격화된 객관적인 컬러 데이터 분석과 시각적인 특성을 이용한 주관적인 데이터 분석을 바탕으로 비교 평

가함으로써 장치적인 특성에 의하여 나타나는 색차를 더욱 체계적이고 효율적으로 관리를 위한 방법을 확인하였다 또한 교정 인쇄시 사용하는 종이의 특성이 오프셋 인쇄물과의 비교 평가에 어느 정도의 영향을 미치는지를 평가하고, 올바른 교정 용지의 선택을 확인하였다.



## 2. 이 론

### 2-1. ICC 프로파일

ICC는 컴퓨터 및 주변 장치의 제조사에 상관없이 모든 하드웨어에서 동일한 품질의 컬러 영상을 얻도록 하는 컬러 운용시스템의 구성과 장치 프로파일의 표준을 규정하기 위한 목적으로 1993년도에 구성되어졌다.<sup>3)</sup>

ICC는 미국을 중심으로 매년 2회 이상의 정기 회의를 하고 있으며 표준화 활동 및 Working Group의 활동 결과를 발표하고 각종 안건을 의결한다. 여기서 1994년에 Version 3.0을 시작으로 2001년 Version 4.0까지의 개편 작업이 이루어졌으며, 현재도 프로파일에 대한 개선 작업이 Working Group별로 이루어지고 있다.

컬러 관리에서 ICC 프로파일은 디지털 카메라, 스캐너 등의 입력 장치와 모니터, 프린터, 플로터, 인쇄기 등의 출력 장치의 특성을 구현하는 데이터의 집합으로 ICC가 공인한 표준을 따른다. 프로파일은 특정한 장치의 컬러 특성을 정의하거나 컬러 공간, PCS(Profile Connection Space)의 매핑 정의에 필요한 요구 사항을 보여준다. 특히 PCS는 CIEL\*a\*b\* 또는 CIEXYZ 값으로 되어있다.<sup>4~5)</sup>

컬러를 사용하는 모든 장치는 저마다 프로파일을 가지고 있다. 일부 제조업체들은 자사 제품에 맞는 프로파일을 제공하며 최종 사용자만의 컬러 프로파일을 만들 수 있게 하는 제품도 몇몇 존재한다. ICC는 이 포맷을 정확하게 정의하지만 알고리즘이나 처리에 대한 자세한 부분까지 정의하지는 않는다. 다시 말해 ICC 프로파일과 호환되는 응용 프로그램과 시스템 사이에 차이가 있을 수 있다.<sup>6)</sup>

## 2-2. 장치 의존적 컬러 재현

컬러화된 정보를 전달하기 위해 멀티미디어 환경에서 사용하는 컬러 정보는 3차원 XYZ와 색도 좌표(CIEL\*a\*b\*, CIEXYZ)나 광학 농도 등의 측정하는 장치에 의존하는 경우를 장치 의존적 컬러 재현(DDC : Device Dependent Color Reproduction)라고 부른다. 컬러 신호로서 DDC를 사용할 시에는 사용되는 장치를 명시할 필요가 있으며, 복잡할 뿐만 아니라 신호 교환 자체가 곤란한 것도 있다.

대표적인 장치 의존적 컬러 공간으로서 디지털 카메라의 RGB, 스캐너의 RGB, 모니터의 RGB, 인쇄 장치의 CMYK 등이 있으며, 이러한 RGB나 CMYK값은 각 장치가 컬러 재현에 필요한 컬러신호의 양을 나타낸다. 장치 종속적 컬러 재현 방법은 동일한 RGB 신호값이라고 하더라도 각 장치에서 재현되는 컬러가 장치의 컬러 재현 특성에 따라 다르게 나타난다. 따라서 재현되는 컬러의 불일치를 보정하기 위해서는 각 장치간에 일대일로 보정 작업을 해 주어야 하므로 장치 의존적 컬러 재현 작업 방법으로 장치마다 동일한 컬러를 재현하기는 매우 어렵게 된다.

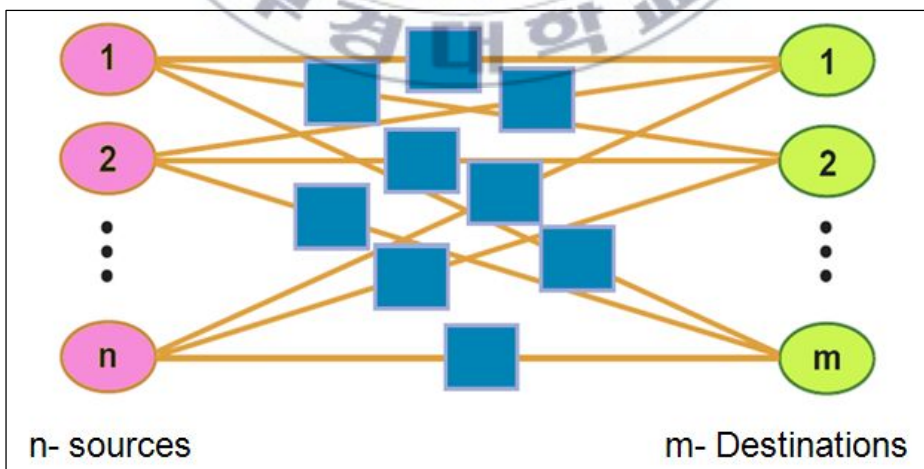


Figure 1. Device dependent color reproduction.

Figure 1에 나타난 것처럼 실제로 m개의 출력 장치와 n개의 입력 장치 간에 일대 일로 컬러 맞춤을 하기 위해서는  $m \times n$ 개의 다른 컬러신호 교환 방법이 필요하며 각 장치의 컬러 재현 특성을 잘 이해하는 숙련자만이 정확한 컬러 재현을 할 수 있으므로 스캐너 전문가, 카메라 전문가, 인쇄 전문가에 의존하여 컬러 보정이 이루어지는 방식이다.<sup>7)</sup>

보통 고급 사양 제품의 시스템에 사용되며, 컬러 변환은 입력(Source)과 출력(Destination) 모두의 정보를 가지며, Figure 2에서처럼 서로 다른 이미지 출력 특성에 따른 컬러 재현성을 일치시켜 장치 연결 간에 최적화가 될 수 있다.



Figure 2. Comparison of device dependent color reproduction.

### 2-3. 장치 독립적 컬러 재현

장치 독립 컬러 재현(DIC : Device Independent Color Reproduction)은 하드웨어에 상관없이 색상을 표현할 수 있는 것으로 장치 의존적 색체계와는 반대로 어떠한 장비와도 호환할 수 있도록 색상을 표현할 수

있다. 즉, Figure 3처럼 장치간의 컬러 재현 특성을 고려하여 장치 독립적 컬러 공간인 CIE<sup>\*</sup>L\*a\*b\*나 CIEXYZ 컬러 공간으로 변환한 후 각 장치의 구동에 필요한 RGB나 CMYK 신호로 변환하여 컬러 재현을 하게 되므로 모든 장치에서 동일한 컬러를 구현하기가 용이하다.

색체계는 RGB와 CMYK 사이의 컬러 변환을 위해 시스템 내에서 사용될 수 있으며, 특정한 장치가 갖고 있는 컬러 공간으로부터 다른 장치의 컬러 공간으로 컬러 정보가 이동되는 과정에서도 사용될 수 있다. 또한 인간이 인식할 수 있는 가시 영역 내의 모든 컬러 영역을 포함하고 있기 때문에 디스플레이에서 선택된 어떠한 컬러도 표색계 내에서 표현할 수 있다. 더불어 CIEXYZ 색체계는 분광광도계(Spectrophotometer)나 필터식 측색기(Colorimeter)등으로 측색한 결과를 표시하는 데에도 이용된다. CIEXYZ 색체계는 인간이 관찰하는 모든 컬러를 수치화할 수 있다. 즉, CIEXYZ 그래프로 수치화된 컬러는 시간과 장소를 초월하여 동일한 컬러로 간주될 수 있는 것이다. 이는 인간이 광원의 종류, 빛의 세기, 심리 상태 등에 따라 컬러를 다르게 보는 것과는 분명한 차이가 있다.

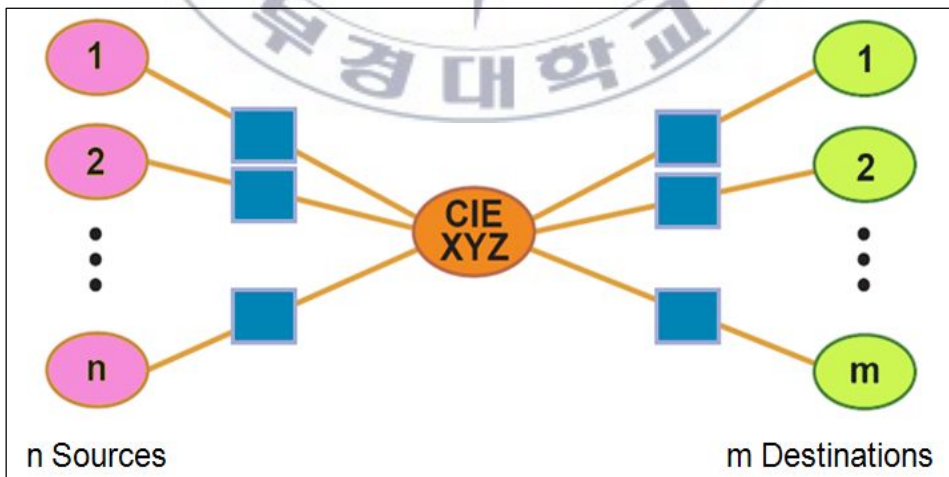


Figure 3. Device independent color reproduction.

각각의 장치에 대해 장치에서 표준 컬러 공간으로의 변환을 가지며, m개의 출력 장치와 n개의 입력 장치 간의 컬러 변환에는  $m+n$ 개의 컬러 변환이 필요하다. 또한 컬러 변환은 Source to Standard Color Space 또는 Destination to Standard Color Space를 가진다. Figure 4와 같이 각 장치 간의 색상 차이가 거의 없어 새로운 장치 하나가 추가 되더라도 새로운 하나의 컬러 변환만 요구되므로 편리하다.



Figure 4. Comparison of device independent color reproduction.

### 3. 실험

#### 3-1. Test 타깃

본 실험의 인쇄물 제작을 위하여 사용한 Test Form은 Figure 5와 같이 구성되어 있고, 이 Gracol G7 Test Form을 국전지(636×936mm) 크기로 각각 교정 인쇄물과 오프셋 인쇄물을 제작하였다. 특히 Gray Balance Test 측정에는 P2P 타깃을 적용하였고, 캘리브레이션 및 장치의 최적화를 위한 프로파일 제작 및 교정 인쇄물과 오프셋 인쇄물의 객관적인 평가를 위한 색차 비교에는 1617개의 패치로 이루어진 IT8.7/4 Test 타깃 등을 사용하였다.

또한 Gracol G7 Test Form의 표준 규격으로 제작된 사진 이미지는 주관적 평가에 사용하였다.

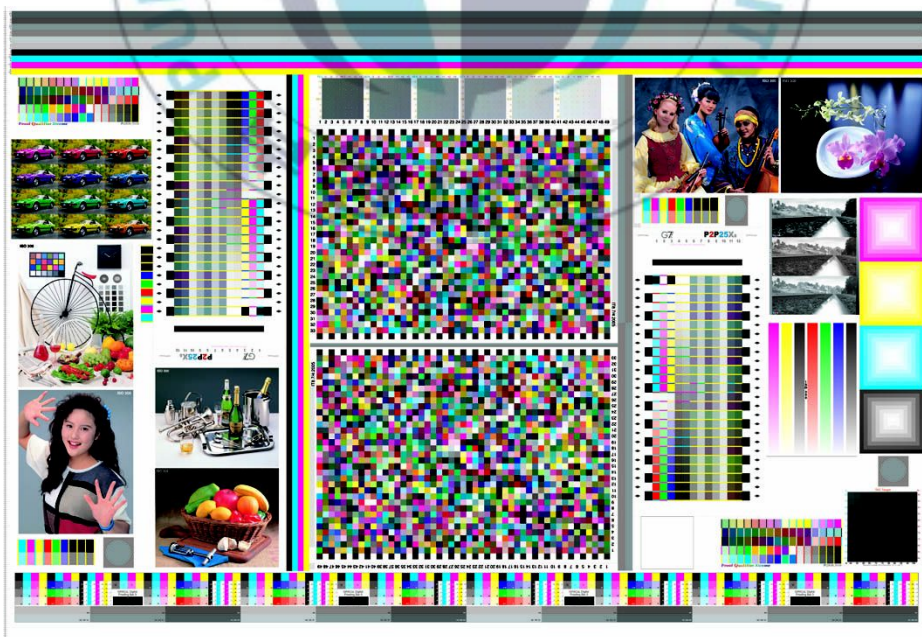


Figure 5. Gracol G7 test form for measuring and evaluation.

### 3-2. 용지

용지는 A사의 A Proofing 교정 용지인 Hight Quality Coated지와 국산 Coated지, 국산 오프셋 인쇄용 매엽 용지 평량 120g/m<sup>2</sup>를 사용하였다. 객관적인 평가에 측색적 결과를 적용하기 위하여 먼저 Table 1과 같이 실험에 사용할 용지가 본 실험에 적합한지를 확인하기 위하여 CIEL\*a\*b\* 값을 측정하여 ISO 표준 용지 규격과 비교하였다.<sup>8)</sup> 특히 UV광에서 용지의 형광 증백제 Test에서 교정 용지에서는 없는 형광 증백제 성분이 인쇄용지에는 나타났다.

Table 1. Comparison of the Substrate CIEL\*a\*b\*

| Proofing Substrate Type                        | L*    | a*    | b*    |
|------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| ISO 12647-7                                    | ≥95   | 0±2   | 0±2   |
| Hight Quality Coated<br>(250g/m <sup>2</sup> ) | 95.81 | -0.56 | 2.00  |
| Domestic Coated<br>(240g/m <sup>2</sup> )      | 95    | -0.35 | -0.36 |
| Domestic Print Paper<br>(120g/m <sup>2</sup> ) | 94    | -0.4  | -0.42 |

### 3-3. 측정 장치 및 Profiling

교정 인쇄물과 오프셋 인쇄물의 측색 장치로 X-Rite사의 DTP70을 사용하였고, 특히 정확한 측색 데이터를 얻기 위하여 DTP70을 이용하여 교정 인쇄물을 약 15분간 건조시킨 뒤 측정하였다. 또한 IT8.7/4 타겟의 측색값으로 프로파일을 제작하기 위하여 Color Tune 및 ProfileMaker 5.08을 이용하였다.<sup>9)</sup>

### 3-4. 인쇄

고급 컬러 인쇄는 매엽 오프셋 인쇄(Sheet-Fed Offset Printing)를 이용한 인쇄를 많이 사용한다. 따라서 본 연구에서는 Figure 6에 나타난 것처럼 장치 캘리브레이션을 하고, Gracol 표준에 컬러를 맞춘 오프셋 매엽 인쇄기에서 시험 인쇄한 결과물을 사용하였다.

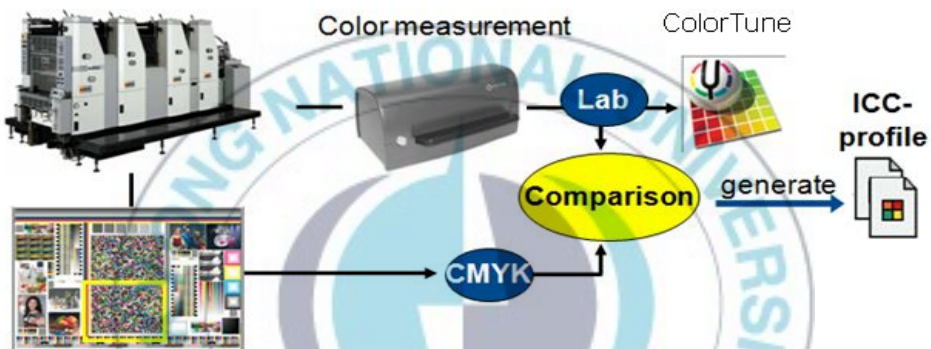


Figure 6. A scheme of making profiles in printing process.

### 3-5. Proofing

Figure 7은 교정에서 프로파일을 만드는 과정이며, 본 교정에서는 Epson 9800을 사용하였으며, 피인쇄체로 사용하는 인쇄용지 및 잉크를 교정 장치 적용하여 캘리브레이션하였다.<sup>10)</sup> 입력 프로파일(Source Profile)에는 인쇄물을 샘플링 하여 측정된 데이터의 평균으로 만든 최적의 In-house 프로파일과 상용 Gracol 프로파일을 사용하였고, 목적 프로파일(Destination Profile)에는 장치 캘리브레이션 상태에서 제작한 최적의 ICC 프로파일을 사용하였다.<sup>11~12)</sup> 이 때 용지별로 Proofing에서 가장 최적의 상

태로 출력할 수 있는 Absolute Colorimetric 방법과, 인쇄 교정에서 컬러를 가장 정확하게 재현할 수 있는 Relative Colorimetric를 이용하여 교정 인쇄물을 각각 출력하고 각각의 용지별 재현성을 알아보았다.<sup>13)</sup>

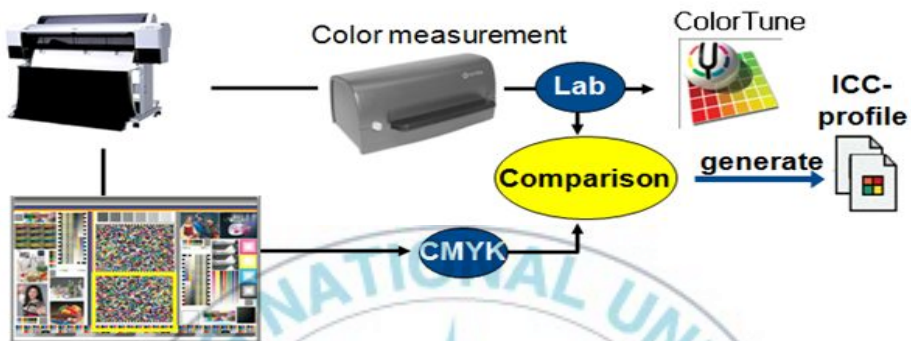


Figure 7. A scheme of making profiles in proofing process.

### 3-6. 교정 인쇄물의 객관적 평가

#### 3-6-1. 농도를 이용한 평가 방법

인쇄물의 객관적 평가 방법으로 농도계를 사용하는 것을 농도법(Densitometry)이라고 한다. 농도법은 주로 농도계를 사용하여 품질을 측정하는 것이며, 농도법은 가장 큰 장점은 사용법이 아주 간단하다는 점이다. 농도는 투명한 필름을 측정하는 방법과 같은 투과 농도법(Transmission Densitometry)과 불투명한 물질에 인쇄된 인쇄물이나 인쇄된 상등을 측정하는 반사 농도법(Reflection Densitometry)이 있다.

농도 측정 및 농도계에 대하여 ISO 5-3:1995의 'Photography Density Measurements-Part 3:Spectral Conditions'<sup>14)</sup>에 규정되어 있으며, 농도계의 광원은 측정 시료에 형광 성분이 없을 때 2,850K의 표준 광원 A를 사용하며 주변의 온습도에 따라 인쇄 색상값의 변화가 있을 수 있으므로

23 ± 2°C, 상대 습도(Relative Humidity) 50 ± 5%의 환경 조건을 권장하고 있다.

농도계는 제작 회사 및 모델에 따라 측정값의 차이를 보이는데 이는 농도계에 적용된 R, G, B 필터의 특성이 다르기 때문이다. ISO에서는 필터의 특성을 Table 2와 같이 분류하였다.

Table 2. Classification on the Filter Characteristic

| Classification | Characteristic                                       |
|----------------|------------------------------------------------------|
| Status A       | Measurement of Transparent Film and Reflection Copy  |
| Status M       | Measurement of Negative Color Film                   |
| Status T       | Measurement of Reflection Copy the likes of Printing |
| Status E       | “DIN Wide-band” Standard                             |
| Status I       | “DIN Narrow-band” Standard                           |

Table 2의 분류 외에도 인쇄 농도의 드라이다운(Dry Down) 현상 등을 고려하여 편광(Polarizer) 필터를 사용하기도 한다. ISO 5-4:1995의 'Photography Density Measurements - Part 4: Geometric Conditions for Reflection Density'에서는 농도 측정 시 측정 시료를 놓는 바탕의 농도가 백색 바탕보다 흑색 바탕에서 영향이 적기 때문에 중성 농도 1.50 ± 0.2의 매트(Matt)상 재료를 권장하고 있다. 반면에 투과도를 갖는 인쇄물의 경우, 농도가 0.08이하의 백색 바탕을 사용하도록 권장하고 있다.

### 3-6-2. CIE L\*a\*b\* 표색계를 이용한 분석

CIE L\*a\*b\* 표색계는 컬러의 심리 물리학에 입각한 것으로 컬러 지각을 만드는 빛의 스펙트럼 특성을 물리적으로 측정하고 세밀한 계산을 하여 삼자극치 X, Y, Z로 표현하는 것이다. 인쇄물의 측색은 3차원 컬러 공간

에서 컬러의 위치 값을 정의한다. 이것은 컬러의 차이 유무와 컬러 매칭이 정확한가를 검토하는데 쓰이게 된다. 또한 명도, 채도, 색상을 입체적인 값으로 얻을 수 있다.

CIEL\*a\*b\* 컬러 공간에서 규정한 삼자극치 X, Y, Z에서 CIEL\*a\*b\* 컬러 공간으로 변환하는 계산식은 식 (1)과 같다.<sup>15)</sup>

$$\begin{aligned} L^* &= 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 \\ a^* &= 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right] \\ b^* &= 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right] \end{aligned} \quad (1)$$

여기에서  $X_n, Y_n, Z_n$ 은 기준 백색에 대한 삼자극치의 값이다.

$Y/Y_n$ 가 0.008856보다 크면  $f(Y/Y_n) = (Y/Y_n)^{1/3}$ 이고,  $Y/Y_n$ 이 0.008856 이하이면  $f(Y/Y_n) = 7.787(Y/Y_n) + 16/116$ 이다.  $f(X/X_n)$ 와  $f(Z/Z_n)$ 도 동일하게 정의된다.  $L^*$ 은 명도를 나타내며 수치가 높으면 백색이 되고, 반대로 수치가 낮으면 검은색이 된다.  $+a^*$  방향은 R(Red),  $-a^*$  방향은 G(Green),  $+b^*$  방향은 Y,  $-b^*$  방향은 B(Blue)의 색상을 나타내고 수치가 높을수록 색상의 채도가 증가하게 된다. 본 실험에서 잉크의 민인쇄 CIEL\*a\*b\*값을 구하여 Table 3과 같이 ISO 2846에 명시된 CIEL\*a\*b\*값과 비교하여 사용한 잉크의 특성을 평가하였다.

Table 3. CIEL\*a\*b\* Value of ISO 2846

| Ink | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$ | $\Delta E^*_{ab}$ |
|-----|-------|-------|-------|-------------------|
| C   | 57    | -39.2 | -46   | 4                 |
| M   | 50    | 76    | -3    | 4                 |
| Y   | 91    | -5.1  | 95    | 4                 |
| K   | 18    | 0.8   | 0     |                   |

### 3-6-3. 색차( $\Delta E^*_{ab}$ 2000)

색차는  $\Delta E^*_{ab}$ 로 표시되며, 3차원 공간상의 유클리드 거리의 차로 평가한다. CIEL\*a\*b\* 컬러 공간에서 2개의 측색치  $L_1, a_1, b_1$  와  $L_2, a_2, b_2$  간의  $\Delta E^*_{ab}$ 은 식(2)와 같이 표시된다.<sup>16)</sup>

$$\Delta E^*_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L - S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C - S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H - S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C - S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H - S_H}\right)} \quad (2)$$

컬러 공간에서 원고의 측색치  $L_1, a_1, b_1$ 와 샘플의 측색치  $L_2, a_2, b_2$ 로 식(3)~(5)을 사용하여 명도차( $\Delta L'$ )와 채도차( $\Delta C'$ ), 색상차( $\Delta H'$ )를 정의할 수 있다.

$$\Delta L' = L_2 - L_1 \quad (3)$$

$$\Delta C' = C_2' - C_1' \quad C_1 = \sqrt{a_1^2 + b_1^2} \quad C_2 = \sqrt{a_2^2 + b_2^2} \quad (4)$$

$$\Delta H' = 2\sqrt{C_1' C_2'} \sin \frac{\Delta h'}{2} \quad (5)$$

$$h_1 = \tan^{-1}\left(\frac{b_1'}{a_1'}\right) \quad h_2 = \tan^{-1}\left(\frac{b_2'}{a_2'}\right) \quad (\tan^{-1}\left(\frac{b_1'}{a_1'}\right) \geq 0)$$

$$h_1 = \tan^{-1}\left(\frac{b_1'}{a_1'}\right) + 360^\circ \quad h_2 = \tan^{-1}\left(\frac{b_2'}{a_2'}\right) + 360^\circ \quad (\tan^{-1}\left(\frac{b_1'}{a_1'}\right) < 0)$$

$$\Delta h' = h_2' - h_1' \quad (|h_2' - h_1'| \leq 180^\circ)$$

$$\Delta h' = h_2' - h_1' + 360^\circ \quad (|h_2' - h_1'| > 180^\circ; h_2' \leq h_1')$$

$$\Delta h' = h_2' - h_1' - 360^\circ \quad (|h_2' - h_1'| > 180^\circ; h_2' > h_1')$$

### 3-7. 교정 인쇄물의 주관적 평가

장치를 이용한 객관적인 평가는 재현성이 좋은 객관적인 결과가 얻어지는 대신에 심리적인 평가는 부족하다는 단점이 있기 때문에 인쇄물의 주

주관적인 평가는 중요한 과정이며, 인쇄 적성의 향상과 연구에 필요한 평가 방법이다. 재현성이 좋고, 객관적인 결과도 얻어지고, 또한 관찰자의 주관적인 개념이나 감정 등도 개입할 수 있는 인쇄 적성의 지수가 필요하다.

먼저 용지를 변화시켜 얻어진 이미지와 입력 프로파일을 각각 적용시키고, 색역 사상 방법 중 Relative Colorimetric, Absolute colorimetric 변화에서 얻어진 각각의 이미지를 8개를 준비한다. 정해진 대상에 대해서 먼저 10 사람의 사람이 연색성을 방지하기 위하여 먼 곳을 30분간 응시한 뒤에 D50의 표준 광원의 라이트 부스에서 이미지를 빛과 45°에서 육안으로 관찰하여 주관적인 감각 순위를 매긴다.

또한 계측기를 이용하여 인쇄 적성 지수에 관해 그 값을 구하여 순위를 매긴 뒤, 감각 순위와 인쇄 적성 지수 사이의 관계가 가장 좋은 인쇄 적성 지수를 선택한다. 인쇄 적성 지수는 인쇄 과정보다는 인쇄물 자체의 평가에 역점을 두는 편이며, 다양한 방법으로 측정을 하는 것이 좋다. 순위의 관계는 통계학적인 방법을 응용하는 경우가 많다.

주관적인 평가에 쓰인 통계학적인 방법은 Olds 상관 계수 식(6)을 이용하였다.

$$r_s = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum d^2 \quad (6)$$

여기서  $r_s$ 는 순위 상관 계수,  $n$ 은 시료의 수,  $d$ 는 순위의 차 ( $x-y$ )를 나타낸다. 또한  $x$ 는 인쇄 적성 지수이고,  $y$ 는 육안에 의한 인쇄 효과를 나타낸다. 감각적인 순위의 관계를 이용하여 순위 상관 계수를 계산하고, 이미 정해진 Olds의 순위 상관 계수 데이터와 비교 검토하였다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4-1. 객관적 평가

#### 4-1-1. 민인쇄 농도값을 이용한 평가

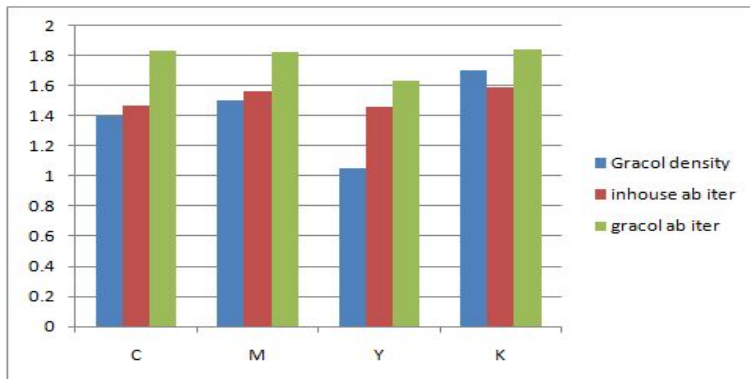
민인쇄 농도는 잉크를 사용하여 재현할 수 있는 컬러 범위와 깊이를 결정해주기 때문에 중요하다. 중성 농도가 0.08이하인 백색 바탕을 인쇄물 아래에 깔고 측정한 인쇄물의 농도값을 Figure 8에 나타내었다.

Figure 8의 결과와 같이 민인쇄 농도의 경우 Table 4에 나타낸 프로세스 잉크의 최적 농도값과 비교하여 Gracol 농도와 In-house 프로파일을 적용한 농도값이 유사한 경향을 보였다. 이것은 민인쇄 농도인 경우 본 실험에서 제작하여 적용한 In-house 프로파일이 최적에 부합한 교정 인쇄를 할 수 있었던 결과라 사료된다.

Table 4. Optimum Density Range of Process Inks

| Paper Type         | Ink     | Solid Density |
|--------------------|---------|---------------|
| Type 1<br>(Coated) | Cyan    | 1.4           |
|                    | Magenta | 1.5           |
|                    | Yellow  | 1.05          |
|                    | Black   | 1.7           |

또, Gracol Absolute의 경우 농도값은 대체적으로 K값을 제외하고, C, M, Y 민인쇄 농도값에서는 In-house 프로파일을 적용한 데이터 농도 기준에 더 가깝게 나타남을 알 수 있었다.



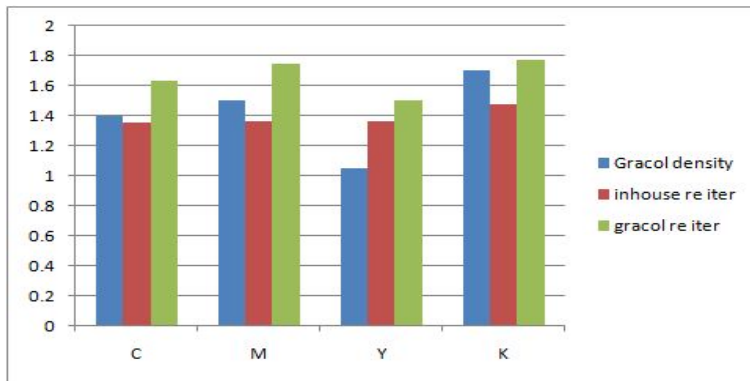
(a) Domestic coated(absolute)



(b) Domestic coated(relative)



(c) High quality coated(absolute)

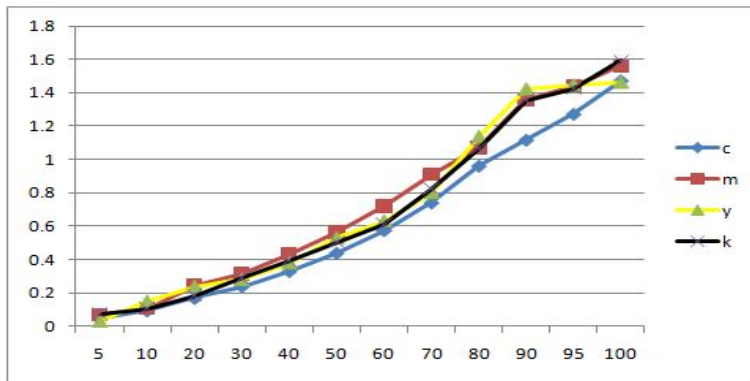


(d) High quality coated(relative)

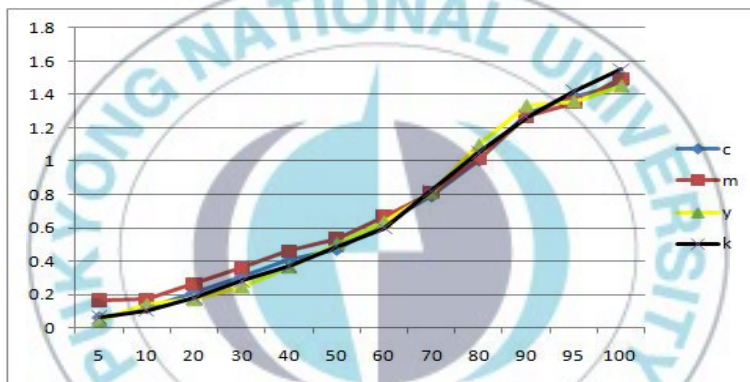
Figure 8. Comparison of the solid density.

국산 Coated 용지에 소스 프로파일로 In-house 프로파일과 Gracol 프로파일을 적용하였고, 또한 이 두 가지 프로파일이 적용할 때마다 교정 인쇄와 오프셋 인쇄물 제작에 일반적으로 가장 많이 활용하는 렌더링 인텐트(Rendering Intent)의 조건을 Absolute Colorimetric, Relative Colorimetric로 나누어 적용시킨 뒤, 인쇄물을 출력하였다. 출력한 인쇄물은 농도계로 P2P 타깃의 C, M, Y, K 농도값을 측정하였고, 그 결과를 Figure 9의 (a)~(h)에 각각 나타내었다. Figure 9의 결과와 같이 용지별로 잉크의 농도값은 대체적으로 망점 면적률이 올라갈수록 C, M, Y, K모두 연속적으로 일정하게 증가하는 결과를 나타내었다. 이것은 실험에서 단계별 망점 재현이 바르게 이루어진 결과라 생각된다.

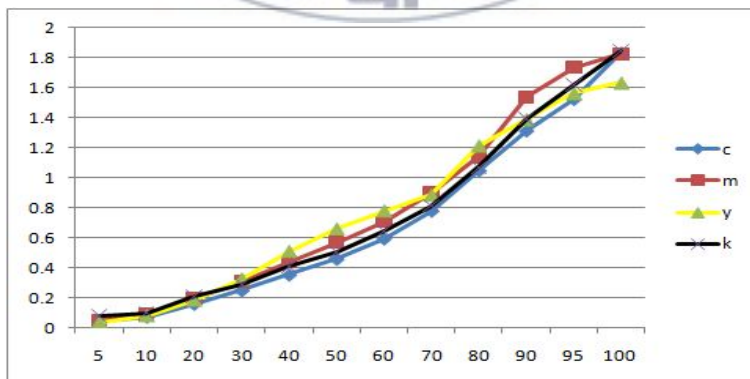
또한 Gracol 프로파일을 적용시킨 것이 In-house 프로파일을 적용시킨 것보다 농도값이 높게 나타났다. 이것은 Gracol 프로파일을 적용시킨 경우가 잉크의 농도값이 높게 규정되어 있어 그 값을 적용한 결과가 전체적으로 더 넓은 색역을 표현할 수 있는 결과를 나타내었다. 따라서 Gracol 프로파일을 적용시킨 것이 In-house 프로파일을 적용시킨 것보다 높은 콘트라스트의 인쇄물 제작 및 고해상도 인쇄물의 제작에 이용할 수 있을 것으로 사료된다.



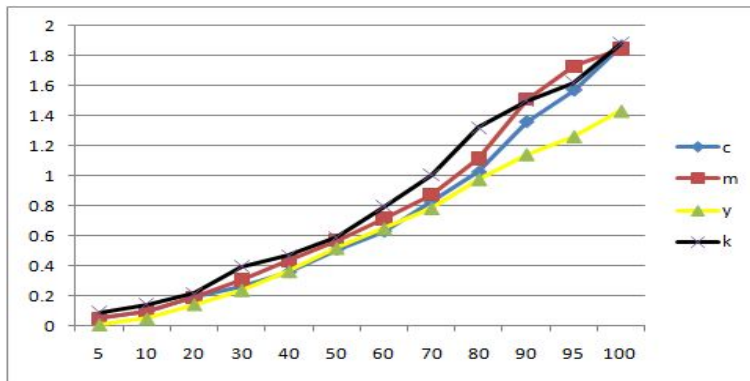
(a) Domestic coated(In-house absolute)



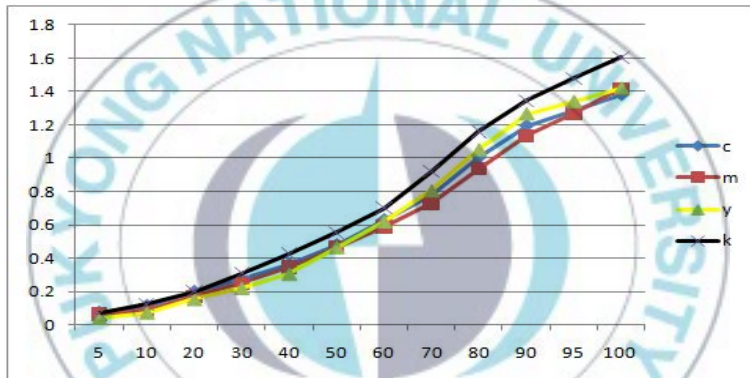
(b) Domestic coated(In-house relative)



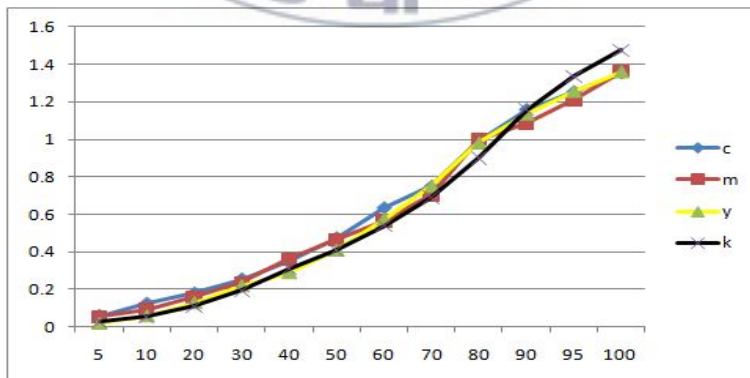
(c) Domestic coated(Gracol absolute)



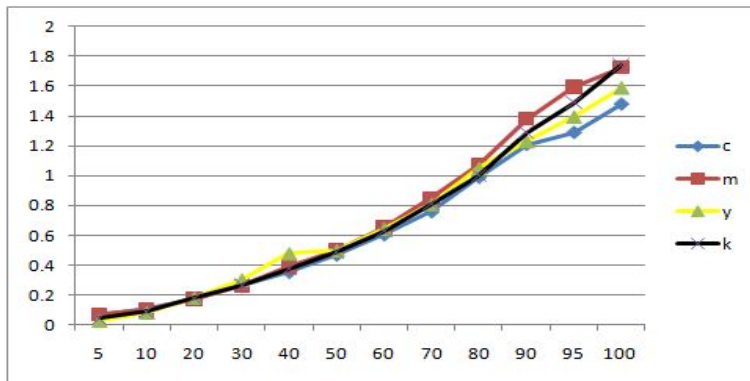
(d) Domestic coated(Gracol relative)



(e) High quality coated(In-house absolute)



(f) High quality coated(In-house relative)



(g) High quality coated(Gracol absolute)



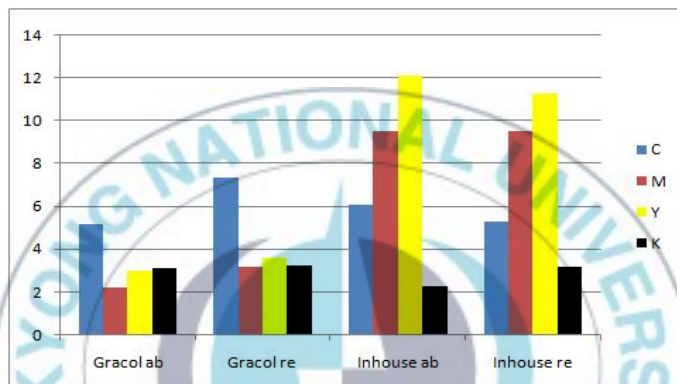
(h) High quality coated(Gracol relative)

Figure 9. Comparison of density curve.

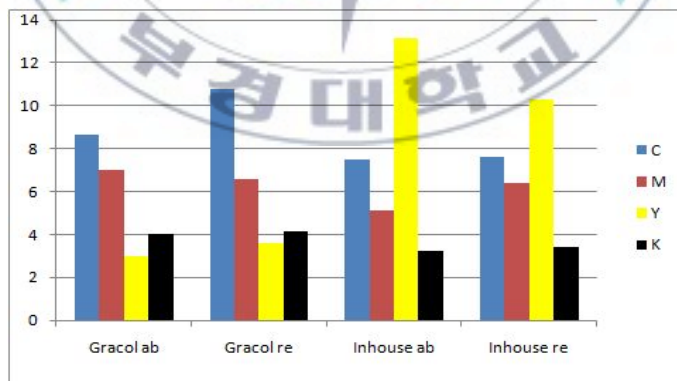
#### 4-1-2. 민인쇄의 색차를 이용한 평가

다음 각각의 용지별 CIEL\*a\*b\*값을 측정하여,  $\Delta E^*_{ab}$ 을 계산하였으며, 결과는 Figure 10(a), (b)에 나타내었다. ISO2846에 명시된 오프셋 인쇄물의 CIEL\*a\*b\*과 용지의 각각의 결과를 비교해 보았다. Figure 10과 같이 Hight Quality Coated의 경우 Gracol 프로파일을 적용한 것이 In-house 프로파일을 적용한 것보다 적은 색차를 나타내었고, 특히 In-house Absolute가 더 큰 색차를 보였다. 전체적으로 High Quality Coated와 국산

Coated의 경우 C 잉크는 허용 오차 4안에 들어간 것이 없으며, M 잉크 역시 High Quality Coated 용지의 Gracol을 적용시켰을 경우를 제외하고 허용 오차 안에 들어오지 않았다. 특히 In-house 프로파일을 적용한 경우 상대적으로 Y 잉크에서 큰 색차를 나타내었다. 이것은 ISO 규격의 잉크를 사용 하지 않았으며, 또한 Epson 전용 잉크의 구성 요소와 컬러가 표준 규격이 서로 맞지 않는 결과 때문이라 사료된다.



(a) High quality coated



(b) Domestic coated

Figure 10. Comparison of the process inks  $\Delta E^*_{ab}$  between high quality coated and domestic coated.

#### 4-1-3. 인쇄물의 색차를 이용한 평가

본 실험에서 컬러 재현 평가를 확인하기 위하여 종이별 소스 프로파일  
에 Gracol 프로파일과 In-house 프로파일을 각각 적용한 뒤 출력한 교정  
인쇄물과 오프셋 인쇄물의 CIEL\*a\*b\*값을 측정하고, 그 측정값을 적용하  
여 색차를 구한 결과 Table 5, 6과 같은 결과를 얻었다.

Table 5. Average  $\Delta E^*_{ab}$  and Maximum  $\Delta E^*_{ab}$  of Hight Quality Coated

| Hight Quality Coated |            |                   |       |          |       |
|----------------------|------------|-------------------|-------|----------|-------|
| Source Profile       | Comparison | $\Delta E^*_{ab}$ |       |          |       |
|                      |            | Absolute          | Max.  | Relative | Max.  |
| Gracol               | Gracol     | 0.52              | 2.22  | 0.72     | 2.21  |
| Gracol               | Printing   | 2.32              | 10.17 | 2.12     | 10    |
| In-house             | Gracol     | 2.28              | 10.12 | 2.33     | 10.52 |
| In-house             | Printing   | 0.58              | 3.12  | 0.8      | 4.16  |

Table 6. Average  $\Delta E^*_{ab}$  and Maximum  $\Delta E^*_{ab}$  of Domestic Coated

| Domestic Coated |            |                   |       |           |       |
|-----------------|------------|-------------------|-------|-----------|-------|
| Source Profile  | Comparison | $\Delta E^*_{ab}$ |       |           |       |
|                 |            | Absolute          | Max.  | Relative. | Max.  |
| Gracol          | Gracol     | 1.97              | 4.81  | 2.14      | 4.75  |
| Gracol          | Printing   | 3.35              | 14.7  | 3.46      | 14.8  |
| In-house        | Gracol     | 2.25              | 10.64 | 2.41      | 10.98 |
| In-house        | Printing   | 1.5               | 5.28  | 1.76      | 4.5   |

Table 5, 6와 같이 용지별 인쇄물과 교정 인쇄물의 평균 색차 및 최대 색차 비교한 결과 In-house 프로파일을 적용한 것은 평균 색차가 용지에 따라 0.58 ~ 1.76 정도로 적게 나타났고, 또한 최대 색차가 3.12 ~ 5.28로 나타내었다. Gracol 프로파일을 적용한 경우 평균 색차가 2.25 ~ 2.41 정도로 높게 나타났고, 최대 색차 또한 10.12 ~ 10.98 정도로 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 하지만 In-house 프로파일을 적용한 교정 인쇄물과 Gracol 프로파일을 적용한 인쇄물을 비교 했을 때는 2.12 ~ 3.46의 색차를 나타내었으며, 이와 반대로 Gracol 프로파일을 적용한 교정 인쇄물에서는 인쇄물과의 색차가 0.52 ~ 2.14로 적은 것을 알 수 있었다.

따라서 보다 정확한 컬러 재현을 위하여 입력 프로파일과 비교 대상이 같아야만 색차가 적을 것이다. ISO 기준은 윤전, 매엽, 교정 등의 여러 기준이 있으며, 인쇄물의 컬러를 표준에 맞춰도 각각의 색차는 존재하며, 표준의 규격에 맞췄다고 하더라도 비교 대상이 다르면 색차는 크게 나타날 수가 있기 때문에 교정 인쇄물과 오프셋 인쇄물의 컬러와 가장 비슷한 교정 인쇄물을 얻기 위해서는 In-house 프로파일 제작하여 교정 인쇄의 프로파일에 적용 시키는 것이 가장 좋은 방법이라 사료된다.

#### 4-1-4. 용지의 특성에 따른 비교 평가

High Quality Coated지가 같은 조건에서 국산 Coated지 보다 컬러 재현에서 더 좋은 결과를 나타내었다. 또한 같은 용지 조건에서는 Absolute Colorimetric의 컬러 재현성이 더 좋게 나타났는데. 특히 Absolute Colorimetric 색역 사상 방법은 원고와 출력 장치의 백색점 보정을 하지 않고, 색역 사상을 하는 방법으로 피인쇄체의 색상을 측색적으로 정확하게 재현하므로써 교정 인쇄 방법으로 널리 사용되는 컬러 재현 방법이다. 또한

CMYK = 0 % 부분에서 용지의 색상을 그대로 CMYK 잉크를 뿌려줌으로서 인쇄용지의 색상과 유사한 인쇄 교정이 가능한 색역 사상 방법이다. 하지만 Relative Colorimetric 색역 사상 방법은 종이의 백색면을 고려하여 원본의 가장 밝은 색을 출력 장치의 백색점으로 조정하는 백색점 조정(White Point Compensation)을 수행한 후 나머지 색을 사상시키는 방법이며, 원본의 색상을 최대한 유지하여 재현하는 측색적 재현 방법이다.

이번 실험 결과에서도 Figure 11에 나타난 것처럼 High Quality Coated 지에서 Absolute Colorimetric 색역 사상 방법을 적용했을 때, 평균  $\Delta E^*_{ab}$  0.52로 가장 적은 결과를 확인하였는데, 이것은 인쇄용지에 UV광을 비췄을 때 푸른색으로 나타나는 형광 증백제 성분이 Absolute Colorimetric에서 교정 용지에 푸른색의 색상을 뿌려 줌으로서 Relative Colorimetric 색역 사상 방법 보다 교정 인쇄에서 오프셋 인쇄물과의 컬러가 가장 가깝게 나타난 결과로 사료된다. 즉, 교정 인쇄의 방법으로 가장 적합한 색역 사상 방법은 Absolute Colorimetric이며, 용지의 CIEL\*a\*b\*가 ISO에 적합하더라도 용지의 후가공 처리에 따라 색상의 차이가 나는 것을 알 수 있었다.

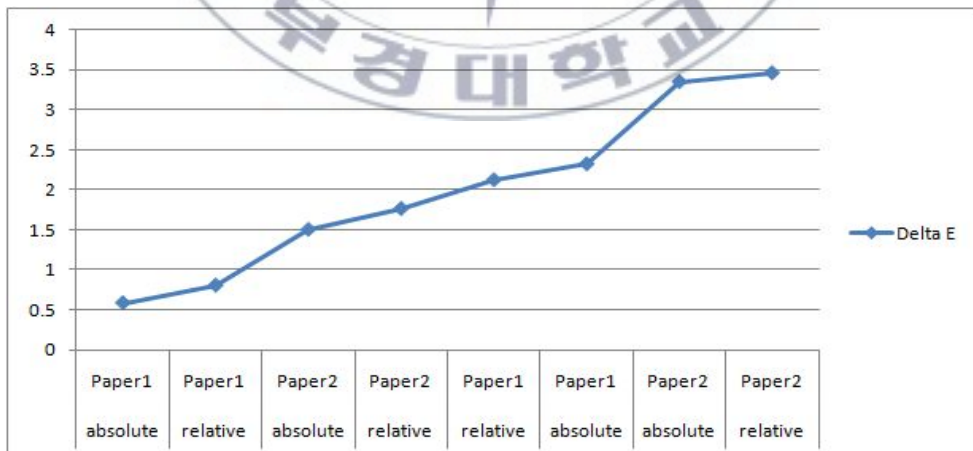


Figure 11. Comparison of  $\Delta E^*_{ab}$  between printing on the paper types (paper1 : high quality coated, paper2 : domestic coated).

#### 4-2. 주관적 평가

주관적인 평가인 인쇄물의 통계학적인 방법을 이용하기 위해 먼저 주관적인 평가를 하기 위하여 교정 인쇄물 출력시 용지별 최적의 입력 프로파일을 각각 적용시키고, 이 때 색역 사상 방법 중 Relative Colorimetric, Absolute Colorimetric 등의 2가지를 각각 적용 한 뒤, 8개의 결과물을 준비하였다.

평가 방법은 관측자 10명을 30분간 먼 곳을 응시하여 색의 연색성을 줄이고, 각각의 이미지를 인쇄물과 라이트 부스에서 빛과 45°로 두고 D50 광원에서 주관적인 감각 순위를 비교하여 인쇄물과 Gray와 색상이 가장 비슷하게 표현된 순서대로 순위를 구한다. 측색된 데이터를 이용해 측정된 인쇄적성 지수와 감각 순위를 다음 Table 7에 나타내었다.

Table 7. Subjective Ranking

|                      | Absolute | Relative | Absolute | Relative | Absolute | Relative | Absolute | Relative |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | Paper1   | Paper1   | Paper2   | Paper2   | Paper1   | Paper1   | Paper2   | Paper2   |
| Ranking/<br>Observer | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |
| 1                    | 1        | 2        | 4        | 3        | 7        | 6        | 8        | 5        |
| 2                    | 3        | 1        | 2        | 6        | 8        | 4        | 7        | 5        |
| 3                    | 2        | 1        | 6        | 3        | 4        | 5        | 8        | 7        |
| 4                    | 1        | 3        | 2        | 6        | 4        | 7        | 5        | 8        |
| 5                    | 2        | 1        | 3        | 4        | 7        | 6        | 5        | 8        |
| 6                    | 1        | 4        | 2        | 3        | 6        | 7        | 5        | 8        |
| 7                    | 2        | 1        | 4        | 7        | 3        | 5        | 6        | 8        |
| 8                    | 1        | 3        | 6        | 2        | 4        | 7        | 5        | 8        |
| 9                    | 1        | 2        | 5        | 4        | 6        | 3        | 8        | 7        |
| 10                   | 1        | 4        | 2        | 3        | 5        | 6        | 7        | 8        |
| Average              | 1.5      | 2.2      | 3.6      | 4.1      | 5.4      | 5.6      | 6.4      | 7.2      |

육안으로 주관적인 감각 순위를 매긴 결과는 인쇄물의 객관적인 평가 결과와 같은 결과를 얻었으며, 이 수치를 각각 Olds 상관 계수법을 이용하여 구

한 상관 계수의 값은 0.812였으며, 이 수치는 위험율 1%의 한계값인 0.833과 5%의 한계값인 0.643에 들어감으로 상관 관계가 있다고 볼 수 있다.

또한 실험 결과가 모두 Olds의 상관 계수 데이터의 한계값보다 높게 나타났기 때문에 육안에 의한 교정 인쇄물의 평가 역시 어느 정도 정략적이고, 객관적임을 알 수 있었다.



## 5. 결론

교정 인쇄물과 국내 오프셋 인쇄물을 객관적인 평가와 주관적인 평가로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ISO 인쇄 규격과에 농도의 차이에서는 Gracol을 입력 프로파일로 했을 때는, Cyan의 컬러의 오차가 크게 나타났다. 이것은 인쇄용지에서는 UV광에서 관찰시 형광 증백제 성분이 나타났지만, 교정 용지에는 형광 증백제 성분이 들어있지 않아 Cyan에서 차이가 크게 나타난 것을 볼 수 있었다.
2. 인쇄물의 용지에 형광 증백제 성분을 측색 장치에서 컬러를 인식했다. 따라서 인쇄물의 출력된 인쇄물은 이미지는 대체적으로 붉게 나타나는 것을 볼 수가 있었다.
3. ISO 규격에는 여러 가지가 있으며, 그들이 가지는 색역은 모두가 다르다. 실제 인쇄물과 교정 인쇄물을 Gracol 규격에 맞춰서 동일하게 적용하더라도 농도의 차이는 크게 났으며, 결과적으로 컬러 재현 차이가 난다는 것을 알 수 있었다.
4. 교정 인쇄물과 오프셋 인쇄물의 색차를 줄이는 가장 효율적인 방법은 상용 프로파일을 적용하여 맞추는 것보다 실제 오프셋 인쇄물의 컬러 재현을 참조한 In-house 프로파일을 만들어 교정 인쇄 시 소스 프로파일로 활용하는 것이 바람직하다.
5. 교정 인쇄 용지에 따라 표준의 컬러의 허용 오차 안에 맞는 컬러를 맞출 수가 있었다. 또한, 인쇄물과의 색차를 줄이기 위해서, 교정 인쇄시 전용지를 활용하는 것이 보다 효율적임을 알 수 있었다.

## References

- 1) R. Y. Chung, "ICC based CMS & Its Color Matching Performance", Proc, TAGA(1998).
- 2) J. D. Clippeleer, "Device Independent Color Reproduction", Proc. TAGA, pp. 98~106.
- 3) International Color Consortium, "International Color Consortium Profile Format", <URL : ftp : // sgigate.sgi.com / pub / icc / ICC34.pdf>(1998)
- 4) C. Joel Chan, Robert Chung, Wilson Cheung "Digital Proofing with ICC CMS. TAGA, pp. 143~159(2000).
- 5) Michael Stokes, "A Standard Default Color Space for the Internet - sRGB," <http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB.html>.
- 6) Dawn Wallner, "Color Management and Transformation Through ICC Profile", Color Engineering, pp. 247~261(2002).
- 7) Bruce Fraser, Charis Murphy and Fred bunting, "Real World Color Management", 2nd edition(2005).
- 8) ISO-12647-7 Graphic technology-Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints, Proofing processes working directly from digital data(2007).
- 9) Abhay Sharma and Paul D Fleming "Evaluating the Quality of Commercial ICC Color Management Software, TAGA(2002).
- 10) Stefan Livens, Rudi Bartels, MarcMahy, and Dirk Vansteenkiste "consistent Inkjet Proofing with a Quality Management System. TAGA (2002).
- 11) Yoshikazu Shimamura, Robert Chung, and Franz Sigg "Further

Study of Icc-based Digital Proofing, TAGA(2001).

- 12) Kudzai Chigogora, Paul D. Fleming III and Abhay Sharma,  
"Optimizing Proofing in a Digital Work Flow", TAGA(2005).
- 13) Anthony Stanton, Carnegie Mellon University; and Mark Bohan,  
Printing Industries of America/ Graphic Arts Technical Foundatio,  
"Influences of Rendering Intents on Reproduced Colors Using  
Color-Managed Graphic Workflows", TAGA(2007).
- 14) R. W. Hunt "Measuring Color" 2nd edition, Ellis Horwood(1991).
- 15) ISO 5-3:1995 "Photography-Density Measurements-Part 3: Spectral  
Conditions"
- 16) "CIE DELTA-E 2000 VBA Code Implementation", [http://iqcolour.com/pdf/  
standards/IQC\\_CIE\\_DE2000.pdf](http://iqcolour.com/pdf/standards/IQC_CIE_DE2000.pdf)

