



## 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

국내 오프셋 인쇄물 평가를 위한  
최적의 Proofing 조건에  
관한 연구



2011 年 02 月

釜慶大學校大學院

印刷工學科

李元珪

工學碩士學位論文

국내 오프셋 인쇄물 평가를 위한  
최적의 Proofing 조건에  
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 02 月

釜慶大學校大學院

印刷工學科

李 元 珪

# 李元珪의 工學碩士 學位論文을 認准함

2011年 02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.....                     | ii  |
| List of Table.....                       | ii  |
| Abstract.....                            | iii |
| <br>                                     |     |
| 제 1 장 서 론.....                           | 1   |
| <br>                                     |     |
| 제 2 장 이 론.....                           | 3   |
| 2-1. PCS(Profile Connection Space).....  | 3   |
| 2-2. ICC Profile.....                    | 4   |
| 2-3. CMM(Color Management Module).....   | 5   |
| 2-4. Rendering Intent.....               | 8   |
| 2-5. RIP(Raster Image Processor).....    | 10  |
| 2-6. 색차.....                             | 11  |
| <br>                                     |     |
| 제 3 장 실 험.....                           | 12  |
| 3-1. 원고 제작.....                          | 12  |
| 3-2. 실험 장비.....                          | 13  |
| 3-3. 실험 방법.....                          | 14  |
| <br>                                     |     |
| 제 4 장 결과 및 고찰.....                       | 18  |
| 4-1. 교정용지 특성에 따른 프로파일 비교.....            | 18  |
| 4-2. 소스 프로파일에 상용 프로파일을 적용한 결과.....       | 19  |
| 4-3. 교정지 특성과 소스 프로파일의 적용에 따른 색차의 조절..... | 27  |
| <br>                                     |     |
| 제 5 장 결 론.....                           | 37  |
| <br>                                     |     |
| 참고문헌.....                                | 38  |

## List of Figures

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure. 1. PCS acting as HUB of color transform between input/output device.....                                                                | 3  |
| Figure. 2. The use of profile in color transformation process .....                                                                             | 4  |
| Figure. 3. Comparison of source profile and destination profile .....                                                                           | 5  |
| Figure. 4. The use of profile in CMM.....                                                                                                       | 6  |
| Figure. 5. Gamut mapping method .....                                                                                                           | 8  |
| Figure. 6. Result of color reproduction according to gamut mapping method .....                                                                 | 10 |
| Figure. 7. Agfa CMYK6 total ink limit 240 proof profile target .....                                                                            | 12 |
| Figure. 8. ISO 12642-2 test target .....                                                                                                        | 13 |
| Figure. 9. Making proof profile .....                                                                                                           | 13 |
| Figure. 10. Ink table calibration & proof profile creation in Agfa QMS.....                                                                     | 14 |
| Figure. 11. Application of proof profiling and source profiling.....                                                                            | 15 |
| Figure. 12. RE-gamut mapping due to applying Iteration.....                                                                                     | 16 |
| Figure. 13. Schema of optimal proofing process.....                                                                                             | 17 |
| Figure. 14. Gamut of 3 proof profiles according to paper types in CIEL*a*b* 19                                                                  |    |
| Figure. 15. Gamut comparison of Fogra39L, Gracol2006_coated1, SWOP_coated3<br>profiles in CIEL*a*b* color space.....                            | 20 |
| Figure. 16. Comparison of $\Delta E^*_{ab}$ , after applying rendering intent in CIEL*a*b* in<br>high quality glossy, semi-glossy, glossy ..... | 21 |
| Figure. 17. (A~I) $\Delta E^*_{ab}$ due to the difference of rendering intent in CRF curve..                                                    | 23 |
| Figure. 18. Comparison of $\Delta E^*_{ab}$ in high quality glossy, semi-glossy, glossy<br>paper after Iteration .....                          | 29 |
| Figure. 19. (A~I) Comparison of $\Delta E^*_{ab}(a \sim i)$ , after Iteration in CRF curve..                                                    | 30 |
| Figure. 20. Comparison of maximum $\Delta E^*_{ab}$ in high quality glossy, semi-glossy,<br>glossy paper after Iteration.....                   | 35 |

## List of Table

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table 1. CIELab Coordinates, Tolerances for Unprinted Proofing Paper Types... | 18 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|

# A Study on Optimal Proofing Conditions for Evaluation of the Domestic Offset Prints

Won-kyu Lee

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

## Abstract

Because of high demand of color quality of the prints, proof prints are more important for end-user to predict and correct the final prints directly as an intermediate. Thus, proof prints can be used as a reference to take minimum  $\Delta E^*_{ab}$  between the originals and finals in the field. The advantage of proof prints is to predict and correct color easily through the RIP(Raster Image Processor) without printing plates and plate making steps. While, it is thought that the proof systems are almost equivalent to the press in the past, present proof systems are more simple to take proof prints more easily due to the automation and digitalization.

This paper addresses a method to perform an accurate profiling according to proof paper types and find optimal proof papers which meet proofing requirement. Although proof papers are matched with ISO 12647-7, we were trying to reduce  $\Delta E^*_{ab}$ , In addition to the above, through the Gamut Mapping and Iteration, We were trying to find optimal proofing conditions.

In this study, the result and conclusions are listed below.

1. For optimal proofing, it is essential to correctly set a calibration and ink table setting in proof profiling process.
2. For effective proofing, proper commercial profiles must be applied after taking the properties of the test target and papers to be printed in the field into consideration.
3. When rendering intent was applied correctly as per the properties of the proof papers,  $\Delta E^*_{ab}$  was reduced. Since effective gamut mapping methods are differ from the proofing to press printing, properties of rendering intent have to be taken into account prior to application.
4. By using Iteration, maximum  $\Delta E^*_{ab}$  and average  $\Delta E^*_{ab}$  are reduced. Therefore, it is possible to take proofing without High Quality paper which is more expensive them the others.

## 제 1 장 서 론

인쇄 공정에서 컬러를 관리한다는 것은 최종 인쇄물 컬러가 소비자가 요구하는 컬러와 얼마나 일치하여 재현 가능한지를 판단하고, 최적의 효과를 내도록 하는 것이다.

인쇄에서 사용되는 워크플로우(Workflow)는 컬러 관리의 어려움이 지속적으로 발생한다. 입력 장치의 컬러는 RGB 컬러 공간에서 재현되지만, CMYK 4색 인쇄나 또는 다른 출력 장치는 CMY 컬러 공간에서 이미지가 재현되므로, 컬러 게뎃(Gamut)의 차이로 다르게 표현된다. 따라서 이런 컬러 불일치를 해결하기 위하여 필요한 것이 CMS(Color Management System)이며, 또한 이미지의 입력, 처리, 출력 과정에서 일관된 컬러를 유지하기 위한 시스템이다. 현재, 인쇄 산업에서 CMS는 입력 장치에서 출력 장치까지 모든 과정에서 정확한 컬러를 재현하기 위해 사용되고 있다.<sup>1)</sup>

입출력 장치의 컬러 재현 특성은 ICC 프로파일(Profile)이라 하는 데이터 파일(Data File)로 만들 수 있으며 인쇄 공정의 워크플로우에 컬러를 관리하는데 중요한 역할을 한다. 컬러 변환을 위해서는 항상 두 가지의 프로파일이 필요하며, 원래의 컬러 공간에서 사용된 프로파일을 입력 장치(Source) 프로파일이라 하며, 변환될 컬러 공간에서 사용되는 프로파일을 출력 장치(Destination) 프로파일이라 한다. 프로파일은 그 장치에 대한 컬러 재현 특성을 포함하고 있으므로 스캐너나 디지털 카메라인 경우 입력 장치 프로파일, 모니터나 프린터의 경우 출력 장치 프로파일을 적용한다.<sup>1)-3)</sup>

교정 인쇄는 소비자의 컬러에 대한 인식이나, 컬러 품질 향상에 대한 요구가 높아짐에 따라서 소비자가 직접 교정 인쇄물로 하여금 최종 인쇄물의

결과를 미리 예측해 볼 수 있고, 최종 인쇄물의 중간 단계로써 수정의 여지도 가질 수 있는 중요 매개로 인식되어 활용되고 있다. 또한 인쇄 현장에서의 교정 인쇄는 원고와 최종 인쇄물이 교정 인쇄물로 하여금 최소의 색차를 얻기 위한 참조로 사용되고 있다.

교정 인쇄의 장점은 인쇄판을 사용하지 않고 본인쇄 조건으로 RIP(Raster Image Processor)을 통해 교정 인쇄함으로써 제판 공정 없이도 손쉽게 컬러를 관찰, 수정할 수 있다는데 있다. 대부분의 인쇄 장비들이 디지털화로 인하여 많은 부분들이 자동화로 관리되고 있는 것처럼 과거의 교정 인쇄 시스템은 인쇄 방법의 축소화라 생각될 정도로 복잡한 절차들을 거쳤으나, 현재는 컬러 프린터나 프루프(Proofer) 등의 장비와 컬러 재현 기술 능력의 발달로 손쉽게 교정 인쇄물을 출력할 수 있게 되었다.

본 논문에서는 교정용지의 특성에 따라 정확한 프로파일링을 하고, 현재 많이 사용되고 있는 상용 프로파일을 적용시켜 프루핑(Proofing)에 적합한 교정 용지를 찾고자 한다. ISO 12647-7의 교정용지 기준에 맞는 조건을 가진 교정용지라도 특성에 따른 차이를 고려하여 색차를 줄일 수 있는 방법을 연구해 보았으며 색역사상과 재 색역 조절을 통해 국내 오프셋 인쇄물 평가를 위한 최적의 Proofing 조건을 찾고자 한다.

## 제 2 장 이 론

### 2-1. PCS

프로파일 연결 공간(Profile Connection Space)으로 주로 장치 독립적 컬러 공간인 CIEXYZ나  $CIEL^*a^*b^*$  컬러 공간을 사용한다. 특히 CIEXYZ 컬러 공간보다  $CIEL^*a^*b^*$  컬러 공간이 지각적으로 균등한 컬러 공간이므로 사람이 인식하는 컬러를 가장 정확하게 표현할 수 있는 장점을 가진다.

프로파일의 종류에 따라 두 가지 중 하나의 컬러 공간을 사용하며 사용하는 CMS 소프트웨어와 프로파일을 생성하는 소프트웨어에 따라서 동일한 장치에 사용되는 프로파일 이라고 하더라도 다른 컬러 공간을 사용하기도 한다.<sup>1)</sup>



Figure 1. PCS acting as HUB of color transform between input/output device.

## 2-2. ICC 프로파일

ICC 프로파일은 그 장치에 대한 컬러 재현 특성을 포함하고 있으므로 스캐너나 디지털 카메라인 경우 입력 장치 프로파일, 모니터나 프린터의 경우 출력 장치 프로파일을 적용한다. 장치의 프로파일은 장치의 구동에 필요한 RGB나 CMYK 신호 값과 그 신호에서 재현되는 실제 컬러 정보(CIE XYZ나 CIE L\*a\*b\* 값)를 룩업테이블(Look-Up Table)로 저장하고 있거나, 그 두 가지 값들 사이의 상관관계를 해석할 수 있는 정보를 담고 있다.

룩업테이블의 경우, 한 줄에는 장치의 구동 신호 값인 RGB나 CMYK 값이 있고 그 값에 해당하는 측색 값인 CIE XYZ나 CIE L\*a\*b\* 값이 표의 형태로 저장되어 있다. 프로파일 만으로는 컬러 변환이 이루어지지 않고 컬러 변환에 필요한 정보만을 제공할 뿐이다. 또한 장치의 프로파일은 장치의 컬러 재현 특성을 표현하고 있을 뿐이며, 이러한 장치의 특성을 프로파일의 형태로 저장하는 과정을 프로파일링 또는 특성화(Characterization)라고 한다.

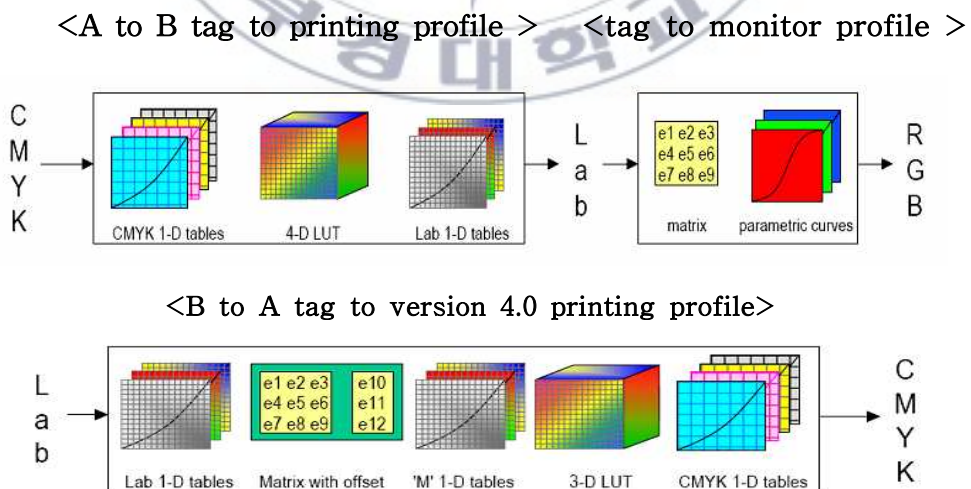


Figure 2. The use of profile in color transformation process.

컬러 변환을 위해서는 항상 두 가지의 프로파일이 필요하며, 원래의 컬러 공간에서 사용된 프로파일을 입력 장치 프로파일이라 하며, 변환될 컬러 공간에서 사용되는 프로파일을 출력 장치 프로파일이라 한다.

예를 들어 입력 장치 프로파일이 모니터 프로파일이고, 출력 장치 프로파일이 프린터 프로파일일 경우, Figure 3과 같이 사용된 프로파일 내의 룩업테이블의 컬러 정보가 어떻게 사용되는지를 볼 수 있다. 특히 모니터와 프린터 모두다 프로파일 PCS를 CIEL\*a\*b\* 컬러 공간을 사용하고 있음을 알 수 있다.<sup>1)-4)</sup>

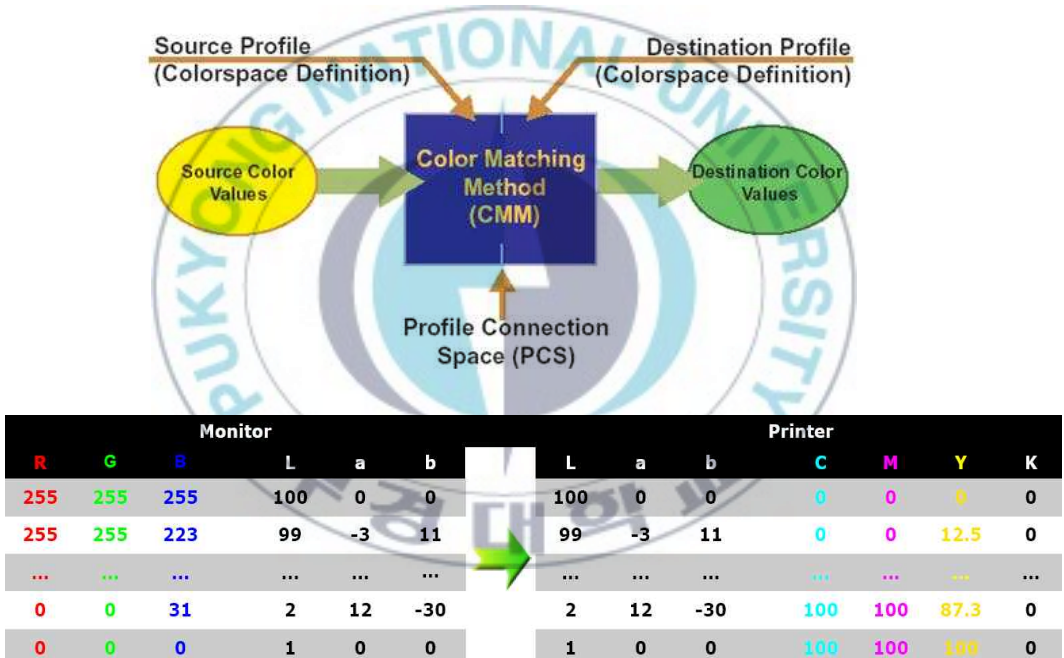


Figure 3. Comparison of source profile and destination profile.

## 2-3. CMM

CMM은 프로파일의 컬러 정보를 사용하여 컬러 변환을 수행하는 소프트웨어 엔진의 역할을 하며, 컴퓨터의 OS나 응용 소프트웨어에서 모듈의

형태로 선택적으로 사용할 수 있다.

일반적으로 장치 프로파일은 그 장치가 표현할 수 있는 모든 색상의 조합에 대한 정보는 가지고 있지 않다. RGB 컬러 공간을 사용하는 장치의 경우, 채널당 8비트로 컬러를 표현할 수 있다고 한다면, 1,600만 컬러를 재현할 수 있다. 이때 각각의 RGB 값에 대한 CIE L\*a\*b\* 값을 모두 룩업 테이블에 저장하여 그 장치의 프로파일을 만든다면 그 장치의 프로파일의 크기는 48M 이상이 된다. 따라서 일반적으로 샘플링을 통해서 부분적인 정보만으로 프로파일을 제작하고 약 1M 내외로 그 크기를 줄이게 된다. 따라서 샘플링된 값 사이의 중간 값을 계산할 필요가 있을 때에 CMM에서 보간(Interpolation) 방법 등을 사용하여 연산을 수행한다.<sup>5)</sup>

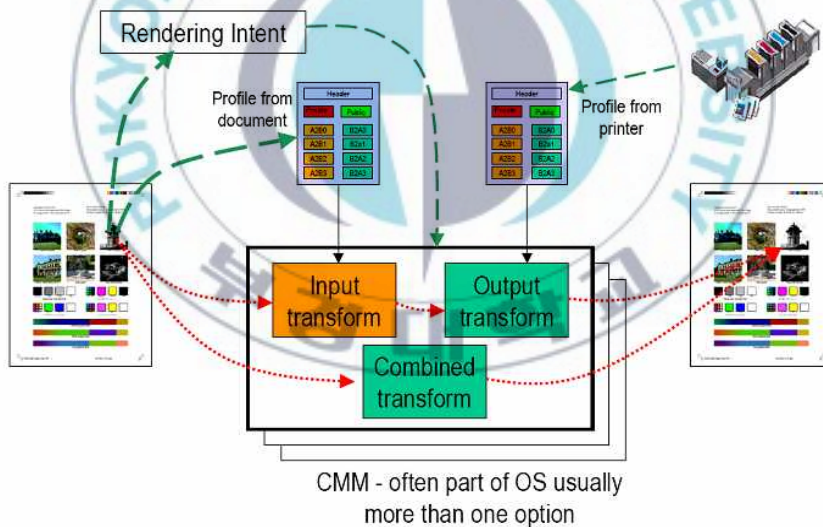


Figure 4. The use of profile in CMM.

CMM에서 PCS로 입력 장치 프로파일의 컬러 공간을 출력 장치 프로파일의 컬러 공간으로의 변환을 수행하므로, CMM을 단순한 연산 엔진 (Calculation Engine)으로 부르기도 하며, 보간 엔진(Interpolation Engine)

이라고도 한다. CMM을 Color Matching Method, Color Manipulation Model 등으로도 부르지만 그 의미는 유사하다. 그러나 컬러 매니지먼트 시스템에서 하나의 모듈로서 작동하므로 소프트웨어적인 관점에서는 Color Management Module로 널리 불린다.

CMM 엔진은 Adobe, Agfa, Apple, Heidelberg, Kodak, X-Rite 등의 회사에서 제작하여 공급하며, 이러한 ICC 기반의 CMM은 모든 ICC 프로파일을 인식하고 연산에 사용하도록 설계되어 있다. 그러나 그 정확성과 보간 방법, 백색 점 보정 방법, 먹판 생성(Black Generation) 등은 각 회사의 고유한 알고리즘에 의해서 연산이 수행된다. 따라서 CMM의 선택에 따라 동일한 프로파일을 사용하더라도 그 결과는 달라진다. 또한 컬러 변환의 정확성은 프로파일을 어떠한 프로그램으로 만들었나에 따라서도 달라짐을 명심해야 한다.

컬러 매니지먼트 소프트웨어는 일반적으로 자체적으로 장치의 프로파일을 생성하는 기능을 가지고 있으며, 그 프로파일에 적합한 CMM 또한 함께 제공한다. 이러한 경우 정확한 컬러 변환을 위해서는 프로파일 생성 소프트웨어에서 제공하는 CMM을 사용하여 컬러 변환을 하는 것이 바람직하다.

프로파일 태그에는 그 프로파일에 최적의 CMM이 무엇인지를 저장할 수 있으므로 먼저 자동으로 적당한 CMM을 찾아서 컬러 변환에 사용할 수도 있다.

Mac OS의 경우 ColorSync 조절판에서 CMM의 선택을 자동(Automatic)으로 설정하게 되면 프로파일의 태그에 저장된 CMM을 먼저 찾게 되고 적당한 CMM이 없을 경우 다른 ICC 기반의 CMM을 사용하게 된다.

또한 Mac OS와 Windows OS, 거의 모든 컬러 매니지먼트가 가능한 소프트웨어에서는 최적의 CMM을 무시하고 특정 CMM을 강제로 선택할

수도 있다. 실제로 CMM에 의한 컬러 변환 결과의 차이보다는 프로파일을 어떻게 만들었느냐에 따라서 컬러 변환의 결과가 달라지므로 모든 소프트웨어에서 하나의 CMM으로 통일해서 설정해 두는 것도 바람직하다고 하겠다.<sup>1)-3)</sup>

## 2-4. Rendering Intent

일반적으로 출력 시스템은 제한된 범위의 컬러만을 재현할 수 있다. 이때, 각 장치가 재현할 수 있는 컬러의 범위를 그 장치의 색역으로서 정의한다. 서로 다른 출력 장치들 사이에서 나타나는 색역 차이를 보정하기 위한 처리 방법을 색역 사상 이라하고, 여러 가지의 색역 사상 방법들이 사용되고 있다.

ICC 프로파일 규격에서는 색역 바깥쪽의 컬러를 어떻게 재현할 것인가에 대한 방법 4가지를 제안하고 있으며 이것을 변환 의도라 한다. 특히 ICC에서는 컬러 재현의 목표를 지각(Perceptual), 절대 측색(Absolute Colorimetric), 상대 측색(Relative Colorimetric), 고채도(Saturation) 등으로 분류하고 있다.

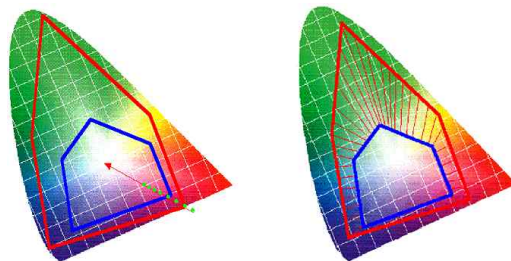


Figure 5. Gamut mapping method.

### 1) 고채도 변환 의도(Saturation Rendering Intent)

프레젠테이션 파일과 같이 표나 그래프가 눈에 띄게 선명하게 재현시키고자 할 때 사용하는 색역 사상 방법이다. 원본의 최대 채도를 출력 장치의 최대 채도 부분으로 사상을 하는 방법이지만 일반적으로 정확한 컬러 재현이 요구되는 곳에는 사용하지는 않는다.

### 2) 상대 측색 의도(Relative Colorimetric Intent)

사람의 눈은 항상 우리가 보는 인쇄물의 가장 밝은 부분(일반적으로 종이의 백색면)에 순응(Adaptation)하는 것을 고려하여 원본의 가장 밝은 컬러를 출력 장치의 백색 점으로 조정하는 백색 점 조정(White Point Compensation)을 수행한 후 나머지 컬러를 사상시키는 방법이다. 일반적으로 출력 장치에서 재현 가능한 컬러는 그대로 두고 색역 밖의 컬러들만을 출력 장치에서 재현 가능한 최근접점으로 붙이는 게멧 크리핑(Gamut Clipping) 방법이 주로 사용된다. 이 방법은 지각적(Perceptual) 재현 방법과는 달리 원본의 색상을 최대한 유지하여 재현하는 측색적 재현 방법이다.

### 3) 절대 측색 의도(Absolute Colorimetric Intent)

상대 측색적 색재현 방법과는 달리 절대 측색적 색재현 방법은 원고와 출력 장치의 백색점 보정을 하지 않고 색역 사상을 하는 방법이다. 원고의 피인쇄체의 색상을 측색적으로 정확하게 재현하므로 교정 인쇄 방법으로 널리 사용되는 컬러 재현 방법이다.

Figure 6 에서 RGB 원고를 CMYK로 변환할 때 변환 의도에 따른 컬러 재현 차이를 나타내었다.

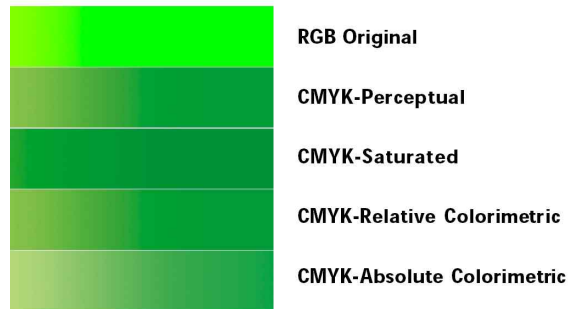


Figure 6. Result of color reproduction according to gamut mapping method.

이러한 색역 사상은 출력 장치의 컬러 변환 과정에서 이뤄진다. 모니터의 RGB 컬러가 프린터의 CMYK로 변환될 때 입력되는 입력 프로파일의 색역이 출력되는 목적 프로파일의 색역보다 크므로 출력 장치의 프로파일 안에 있는 B to A 테이블 4개중에서 의도하는 컬러 재현 방법에 따라 선택적으로 컬러 변환 시 사용된다.<sup>1)-5)</sup>

## 2-5. RIP(Raster Image Processor)

소프트웨어 RIP이나 하드웨어 RIP 서버로 역할을 수행한다. RIP은 작업자의 어플리케이션(Application)에서 전송되는 포스트스크립트(PostScript)와 PDF(Portable Document Format) 파일을 해석하고, Adobe가 제공하는 CPSI(조정 가능 포스트스크립트 해석기)를 통하여 고품질의 출력물을 제공하게 된다.

포스트스크립트 해석기로 페이지 조합(Raster & Vector Data)으로 구성된 파일(문서, 그림, 하프톤 및 분판 정보를 포함)이 인쇄되는 방법을 프린터가 이해하는 형태로 해석한다.

RIP에서의 컬러 변환은 2단계로 일어나는데 첫 번째는 보색인 R, G, B를 감함으로써 C, M, Y 원색을 재현하는 방법이다. 이론적으로는 C, M, Y의

동등한 양의 합으로 K를 재현할 수 있으나, 실제로 C, M, Y잉크는 완벽하게 혼합되지 않는다. 그래서 두 번째 단계로 K의 양을 계산한다. K량의 계산은 UCR (Under Color Removal), GCR(Gray Component Replacement)을 포함하는 매개 변수의 정확한 선택으로 출력 장치의 특성화에 의존되어 RIP에 적용된다.<sup>2)-3)</sup>

## 2-6. 색 차

색차는  $\Delta E_{ab}^*$ 로 표시되며,  $\Delta E_{ab}^*$ 는 CIEL\*a\*b\* 컬러 공간에서 두 점 사이의 유클리드 거리로 구할 수 있다. CIEL\*a\*b\* 컬러 공간에서 2개의 측색치  $L_1^*a_1^*b_1^*$ 와  $L_2^*a_2^*b_2^*$  간의 색차는 다음 식과 같다.

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

여기서  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ 을 구하기 위하여  $L^*, a^*, b^*$ 는 다음 식으로 나타난다.

$$\left. \begin{aligned} L^* &= 116(Y/Y_N)^{1/3} - 16 \\ a^* &= 500[(X/X_N)^{1/3} - (Y/Y_N)^{1/3}] \\ b^* &= 200[(Y/Y_N)^{1/3} - (Z/Z_N)^{1/3}] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

단.  $X/X_N > 0.008856$ ,  $Y/Y_N > 0.008856$ ,  $Z/Z_N > 0.008856$  일 때이다.

## 제 3 장 실 험

### 3-1. 원고 제작

실험에서 사용한 프루프 프로파일 제작용 타깃은 Figure 7과 같이 컬러 패치수가 1,187개로 구성되어 있는 Agfa Ink Limit 240 타깃을 사용하였고, CIE L\*a\*b\*값을 측정하기 위해 ISO 12642-2 테스트 타깃을 사용하였다.

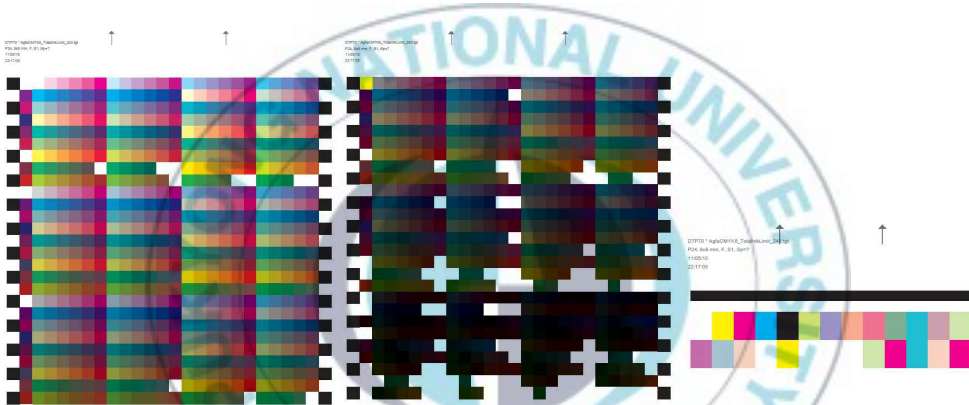


Figure 7. Agfa CMYK6 total ink limit 240 proof profile target.

Agfa CMYK6 Total Ink Limit 240 타깃은 Agfa사에서 프루프의 색 재현 범위에 맞춰 잉크량을 조절하여 제작한 것으로 본 실험에서 사용한 프루프의 특성에 가장 최적화된 타깃이라고 할 수 있다.<sup>6)</sup>

Figure 8의 ISO 12642-2 타깃은 1,617개로 구성되어 있으며, 인쇄 장치의 특성화를 위한 ISO(International Standard Organization)과 Fogra에서 정한 표준 타깃으로 최근 실험에서 널리 사용되고 있다.<sup>6)-7)</sup>

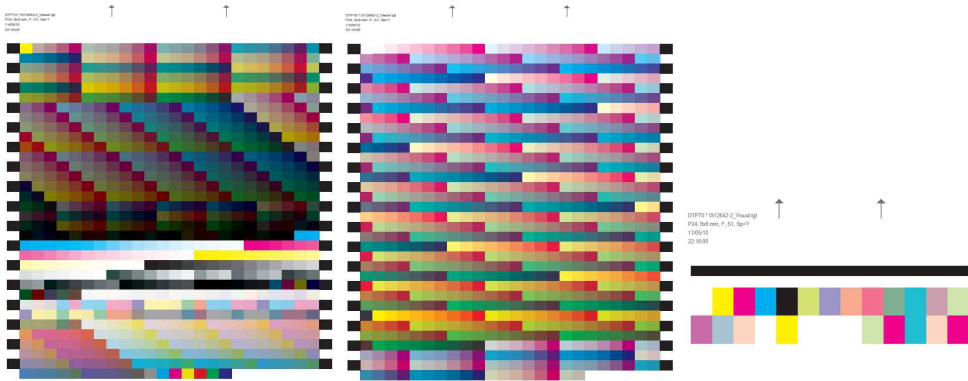


Figure 8. ISO 12642-2 test target.

### 3-2. 실험 장비

실험에서 사용된 프루프는 다중 잉크 분사 기술(VSDT)을 지원하고 단일 롤 시스템인 8색의 Epson Styleus 9800을 사용하였으며, 측색 장비는 X-Rite DTP70을 사용하였다. Figure 9와 같이 워크플로우는 Agfa ApogeeX를 사용하여 작업 처리 순서와 시간을 최적화 하였으며, 장치 프로파일 제작에 사용된 엔진은 Agfa QMS를 사용하였다. Agfa Color Tune으로 측색한 CIEL\*a\*b\*값을 비교 분석을 하였다.

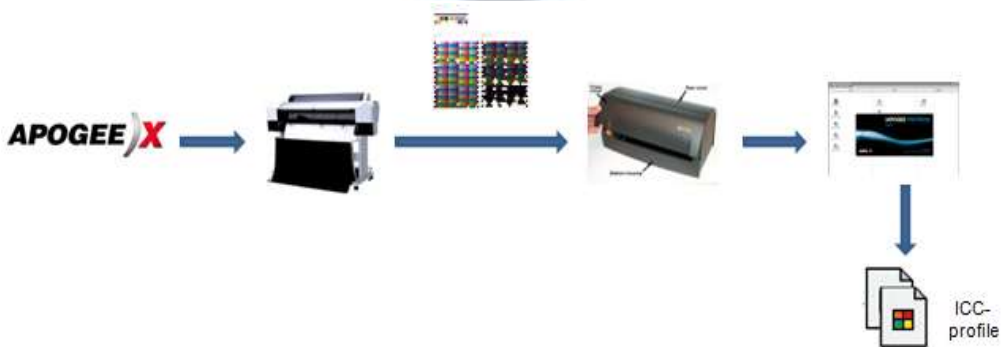


Figure 9. Making proof profile.

### 3-3. 실험 방법

#### 3-3-1. 프루프 프로파일 제작

프루프 프로파일링 프로그램은 Figure 10과 같이 ApogeeX QMS를 사용하여 프루프의 8색 특성에 맞는 Ink Setting을 하고 용지 타입을 설정한 후, 잉크 테이블을 캘리브레이션을 하였다. 프루프 프로파일을 생성하기 위해 Agfa Ink Limit 240 타깃을 출력하여 측색한 후, 프로파일링 하였다. 이 때 작업 조건은 Viewing Condition이 D50, 2°시야로 Total Limit Ink량은 240으로 설정하여 프루프 프로파일을 생성하였다.

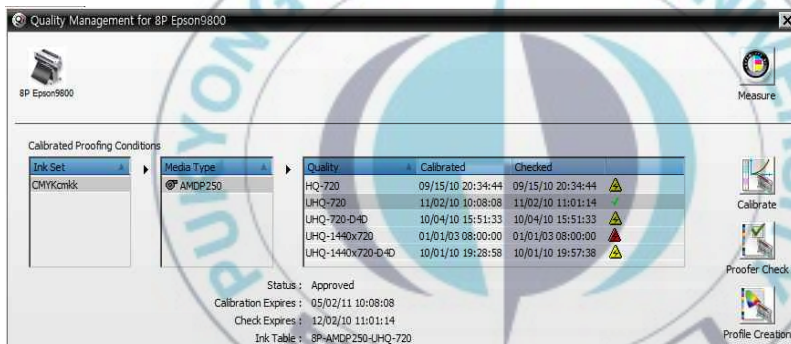


Figure 10. Ink table calibration & proof profile creation in Agfa QMS.

#### 3-3-2. 3가지 교정 용지 특성에 따른 프로파일 제작

본 실험에서는 교정 용지의 특성에 따른 최적의 프루핑 조건을 찾고자, 일반적으로 국내 교정 인쇄에 사용되는 High Quality Glossy, Semi-Glossy, Glossy 3가지 교정 용지 타입을 사용하였다. 교정 용지마다 각각의 프로파일을 따로 제작하였으며, 프로파일의 정확성을 확인하기 위하여 Agfa Color Tune에서 색역을 비교 평가하였다.

### 3-3-3. 상용 프로파일의 적용

Figure 11과 같이 3가지 교정 용지에 따른 프로파일을 생성 후, ApogeeX 워크플로우에서 프루프 프로파일로 적용하고, 국내에서 대표적으로 사용하고 있는 3가지 상용 프로파일 Fogra39L, Gracol2006\_Coated1, SWOP\_Coated3 프로파일을 소스 프로파일로 사용하였다.

또한, 프로파일의 정확성을 확인하기 위해 Agfa Color Tune에서 색역을 비교 평가하였다.

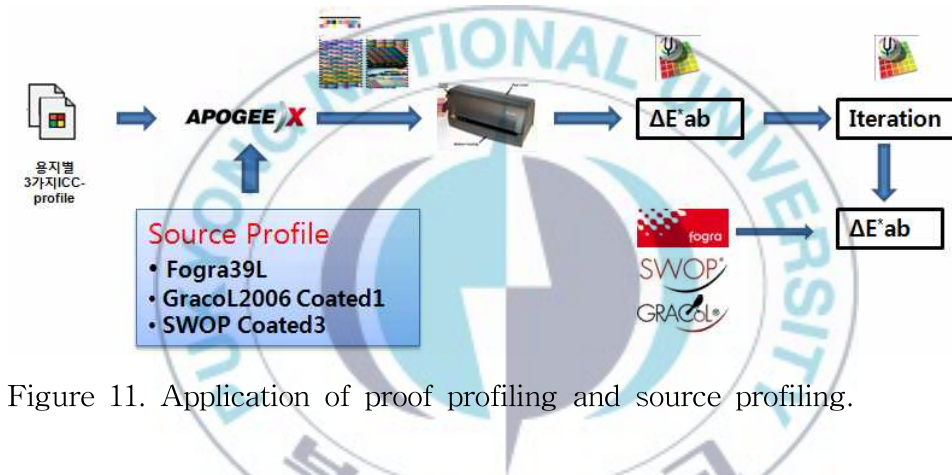


Figure 11. Application of proof profiling and source profiling.

### 3-3-4. Rendering Intent의 적용

국내 교정 인쇄에 사용되는 High Quality Glossy, Semi-Glossy, Glossy의 3 가지 용지 타입으로 각각 구분하여 교체하면서 프로파일을 생성 후, 3가지 상용 프로파일 Fogra39L, Gracol2006\_Coated1, SWOP\_Coated3 프로파일을 소스 프로파일로 사용하였다. 그리고 프루프 프로파일에 적용하는 Rendering Intent를 교정 인쇄에 가장 일반적으로 사용 되는 Absolute와 Relative를 각각 적용하여 ISO 12642-2 타깃을 출력한 뒤, 측색한 CIEL\*a\*b\* 값으로 색차를 구한 다음, 그 색차를 비교 평가하여 최적의 변환 조건을 확인하였다.

### 3-3-5. 재 색역 조절(Iteration)

교정 용지 특성과 소스 프로파일의 종류에 따른 최고 색차와 평균 색차 조절은 Figure 12와 같이 Agfa QMS에서 Iteration을 적용하여 출력한 후, 프로파일과 비교하여 새로운 프루프 프로파일을 생성하여 Iteration으로 재 색역 조절된 프로파일을 Figure 13과 같이 다시 프루프 프로파일에 적용한 뒤, ISO 12642-2 타겟을 출력하고, 출력한 인쇄물을 측정하였다.

또한, 측정값으로 최고 색차와 평균 색차를 각각 구하여 비교 평가하였다.

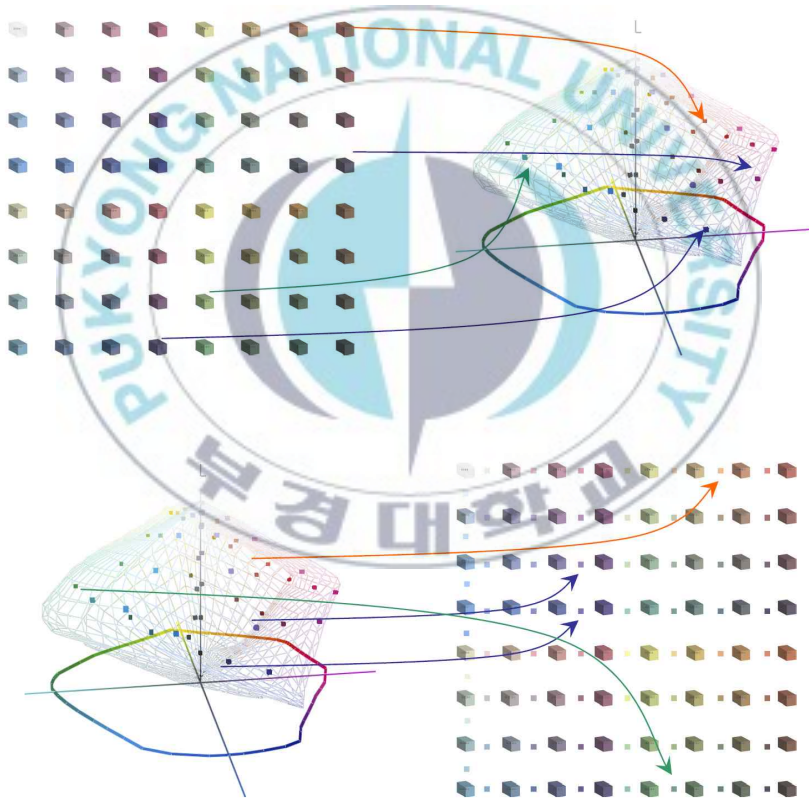


Figure 12. RE-gamut mapping due to applying Iteration.

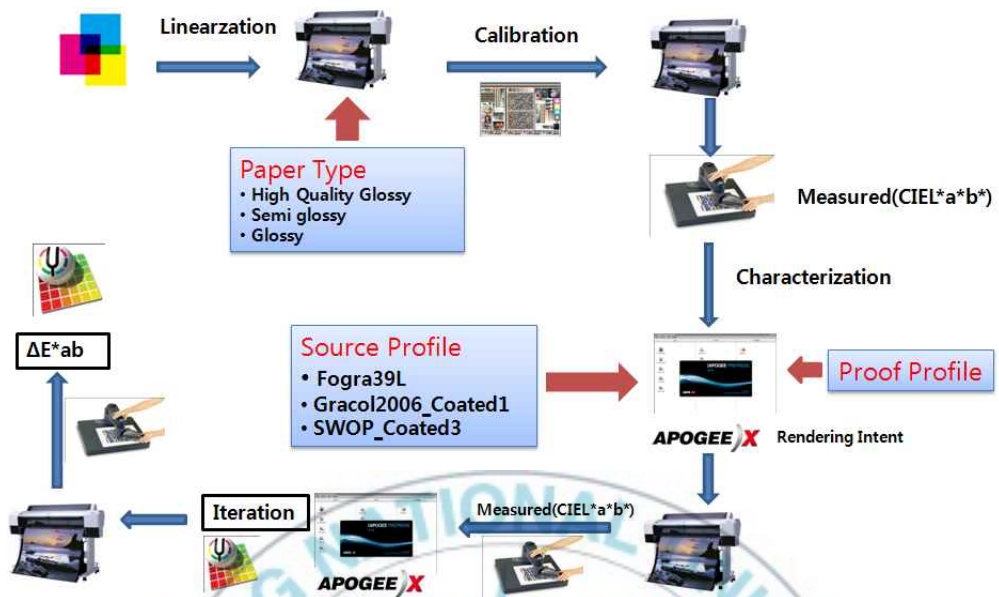


Figure 13. Schem of optimal proofing process.

## 제 4 장 결과 및 고찰

### 4-1. 교정 용지 특성에 따른 프로파일 비교

#### 4-1-1. 교정지 특성

High Quality Glossy, Semi-Glossy, Glossy 3가지 용지 타입의 ISO-12647-2의 기준에 맞춰 Proofing Paper Type을 Table 1에 나타내었다.

3가지 용지의 CIEL\*a\*b\*값이 모두 ISO 12647-7에 명시되어 있는 범위에 포함된다.<sup>8)</sup>

Table 1. CIEL\*a\*b\* Coordinates, Tolerances for Unprinted Proofing Paper Types.

| Proofing Paper Type     | L*        | a*        | b*        |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| ISO 12647-7             | $\geq 95$ | $0 \pm 2$ | $0 \pm 2$ |
| High Quality Glossy(HG) | 95.81     | -0.56     | 2.00      |
| Glossy(G)               | 95.40     | -0.07     | -0.81     |
| Semi-Glossy(SG)         | 96.95     | -0.08     | -1.44     |

#### 4-1-2. CIEL\*a\*b\*공간에서 프루프 프로파일 비교

본 실험에서 용지 타입에 따라 만들어진 3가지 프로파일을 CIEL\*a\*b\*공간에서 색역을 비교한 결과, Figure 14와 같이 High Quality Glossy 용지의 프로파일이 Semi-Glossy, Glossy 용지의 프로파일 보다 상대적으로 색역이 넓게 나타났고, 특히 Blue와 Red쪽보다 Green쪽이 넓은 것을 확인할 수 있었다.

따라서, High Quality Glossy 용지의 색역이 크기 때문에 교정 인쇄 시, 색재현 범위가 Glossy, Semi-Glossy 용지보다 넓게 되는 결과라 생각된다.

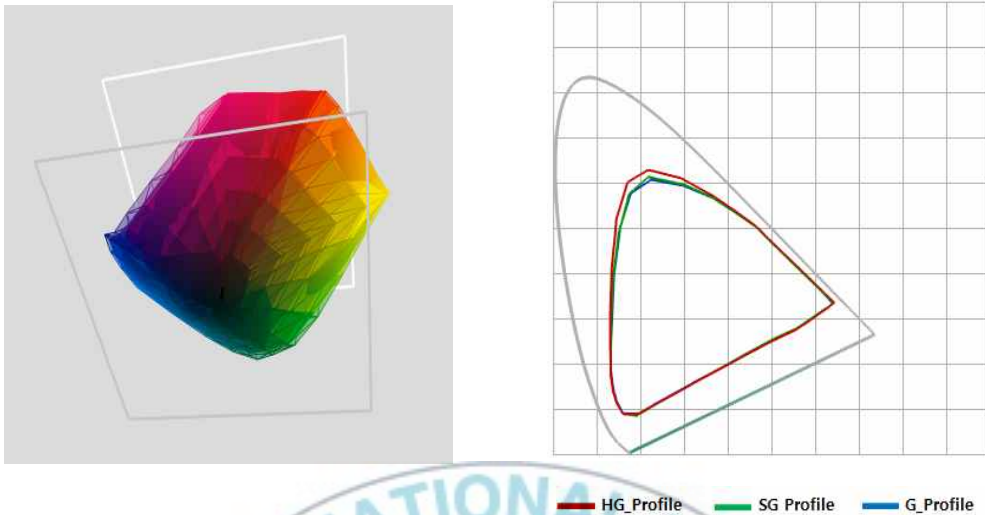


Figure 14. Gamut of 3 proof profiles according to paper types in CIEL\*a\*b\*.

#### 4-2. 소스 프로파일에 상용 프로타일을 적용한 결과

##### 4-2-1. 상용 프로파일의 색역 비교

Figure 15를 보면 CIEL\*a\*b\* 색공간에서 3가지 상용 프로파일의 색역이 +a축의 Red쪽은 거의 일치 하였지만 -b축의 Blue쪽에서 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 특히, SWOP\_Coated3 프로파일의 색역이 가장 좁은 것을 확인하였고, Fogra39L와 Gracol2006\_Coated1은 오프셋 매엽 인쇄 기준인 ISO 12647-2의 기반으로 만들어졌기 때문에 색역의 범위가 유사하였다.<sup>9)-10)</sup>

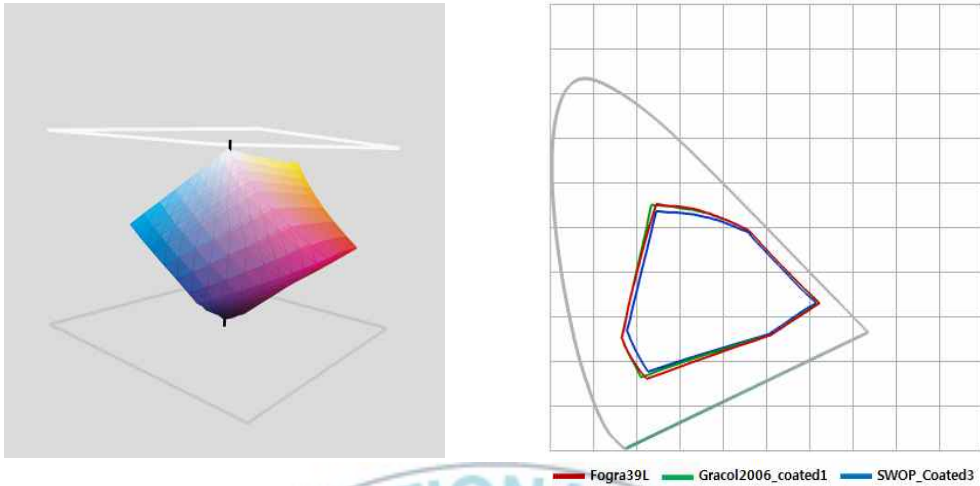


Figure 15. Gamut comparison of Fogra39L, Gracol2006\_coated1, SWOP\_coated3 profiles in CIEL\*a\*b\* color space.

#### 4-2-2 교정지 특성에 따른 Rendering Intent의 적용 결과

Figure 16과 같이 High Quality Glossy, Glossy, Semi-Glossy 등 3가지, 용지 모두 Absolute로 색역 사상을 한 뒤, CIEL\*a\*b\* 값을 측정하여 구한 색차가 Relative로 구한 색차보다 적은 결과를 얻었다. High Quality Glossy 용지의 색차는 Absolute와 Relative 방식 간의 색차가 약 0.2~1.1 정도가 낮고, Semi-Glossy 용지는 약 0.6~1.4, Glossy 용지는 약 1~2 정도의 차이를 나타내었는데, 용지의 품질에 따라서 서로간의 색차 범위가 커진 결과이다. 색역 사상 시, Relative 방식은 White Point 조절을 수행한 뒤, 나머지 컬러를 사상시키는 방법이기 때문에 색역 밖의 영역에 컬러 조절을 적용함과 동시에 색역 안의 컬러에도 영향을 주기 때문에 색역 밖의 컬러만 조절을 하는 Absolute 방식 보다 색차가 더 높았다.

인쇄물을 교정 용지로 교정을 할 경우, Relative 방법으로 하고 교정 인쇄를 할 경우에는 인쇄용지의 색상과는 무관하게 인쇄에서 CMYK=0%인

부분은 교정 인쇄물에서도 CMYK=0%로 재현된다. 따라서 실제 인쇄물의 색상과 차이가 나는 교정 인쇄물이 재현되지만, Absolute 방법으로 교정 인쇄를 할 경우, CMYK=0% 부분에서 인쇄용지의 색상 그대로 CMYK 잉크를 뿌려줌으로서 인쇄용지의 색상과 유사한 인쇄 교정이 가능한 색역 사상 방법이므로 본 실험에서는 Absolute 방식보다 Relative 방식이 색차가 더 높은 결과라 사료된다.

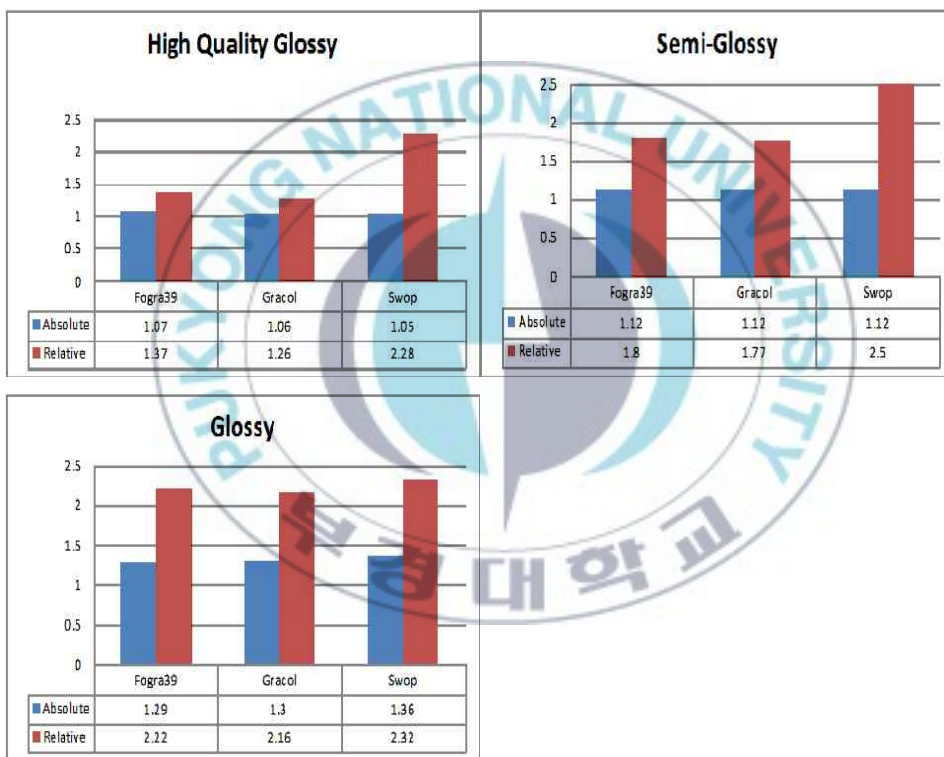


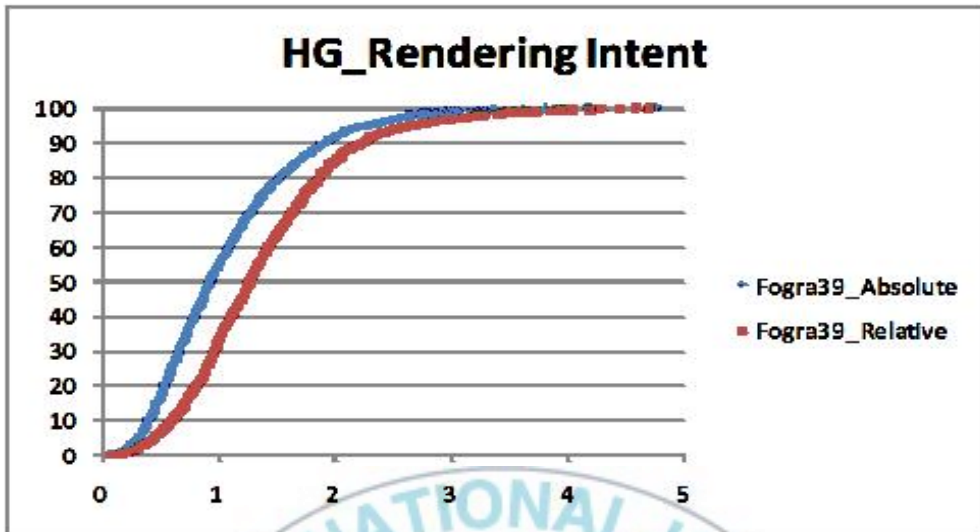
Figure 16. Comparison of  $\Delta E^*_{ab}$ , after applying rendering intent in CIEL\*a\*b\* in high quality glossy, semi-glossy, glossy.

Figure 17은 High Quality Glossy, Semi-Glossy, Glossy, 용지의 Rendering Intent 적용에 따른 색차를 CRF(Cumulative Relative Frequency) 곡선으로 나타낸 결과이다. 이 곡선은 원고의 최소 색차에서 최대 색차까

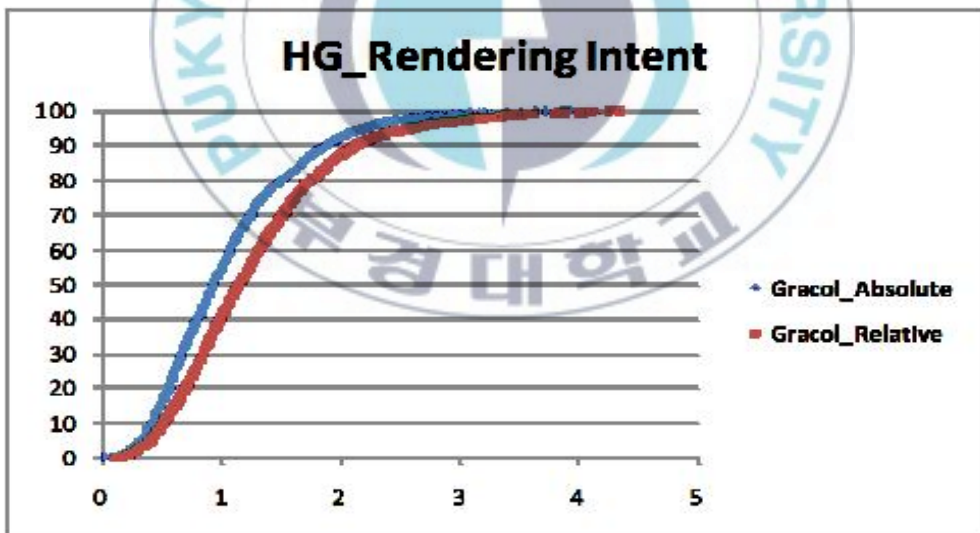
지의 전체 색차의 범위를 빈도수에 따라 순위별로 구한 뒤, 시각적 그래프로 표현한 것으로 High Quality Glossy, Glossy, Semi-Glossy 용지 모두가 Absolute 방식이 Relative 방식보다 색차가 작게 나타났다.

상용 프로파일의 적용에 따른 색차의 차이도 곡선에서 확연하게 차이가 났는데, ISO 12647-2 기반의 Fogra39L과 Gracol2006\_Coated1 프로파일을 적용했을 시, High Quality Glossy, Semi-Glossy 용지에서는 10%~80%까지 Absolute와 Relative 방식간의 색차가 1이하였지만 SWOP\_Coated3 프로파일을 적용시켰을 경우, 10%~80%까지 Absolute와 Relative 방식간의 색차가 1이상을 나타내었다.

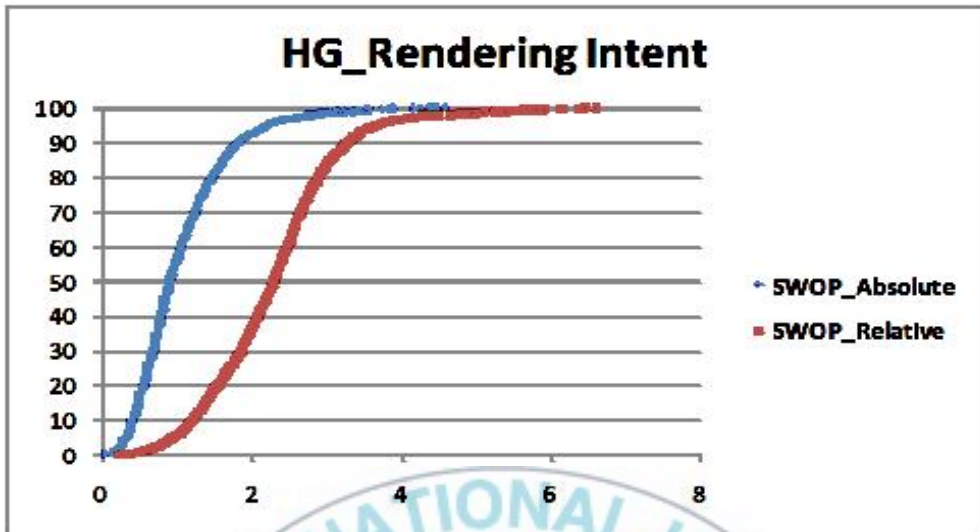
가장 품질이 낮은 Glossy 용지에서는 Fogra39L과 Gracol2006\_Coated1 프로파일 역시, 10%~80%까지 Absolute와 Relative 방식간의 색차가 1이상 났는데, Absolute와 Relative 방식간의 색차가 적었던 Fogra39L을 적용한 High Quality Glossy 용지와 비교를 해보면 곡선의 차이가 크다는 것을 알 수 있다. Semi-Glossy 용지는 색역 사상 방식에 따라 어느 정도 High Quality Glossy 용지의 색 재현 범위에 가깝게 할 수 있지만, 용지의 품질이 가장 낮은 Glossy 용지는 상용프로파일 적용과 색역 사상 방식에 따라 색차의 차이가 나므로 상용 프로파일과 색역 사상 방식의 선택이 제한적이기 때문에 High Quality Glossy 용지보다는 안정적이지 않았다.



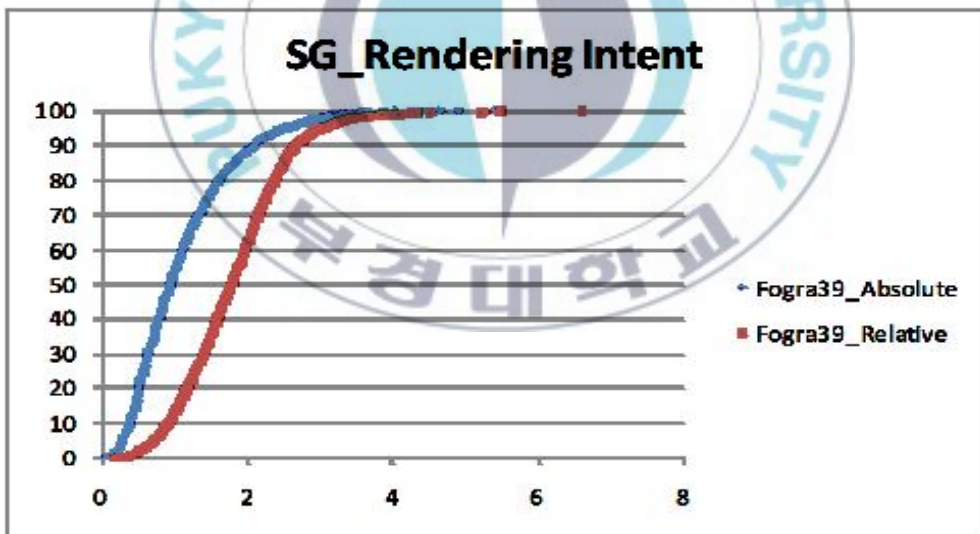
A)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in high quality glossy paper(Fogra39L).



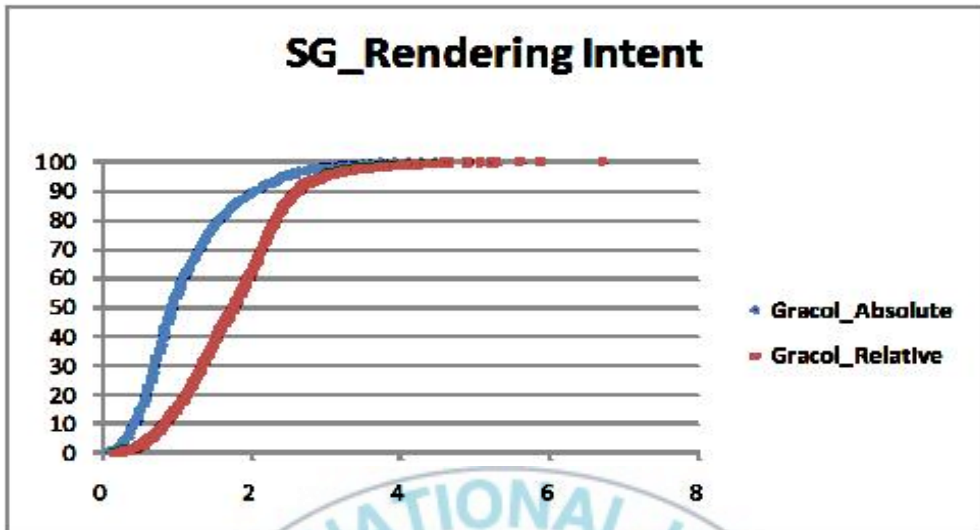
B)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in high quality glossy paper(Gracol2006\_coated1).



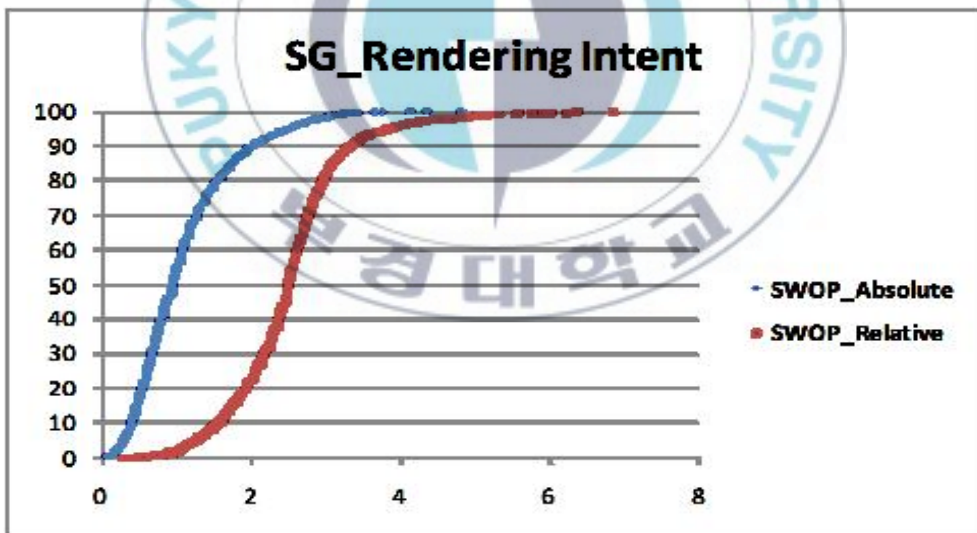
C)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in high quality glossy paper(SWOP\_coated3).



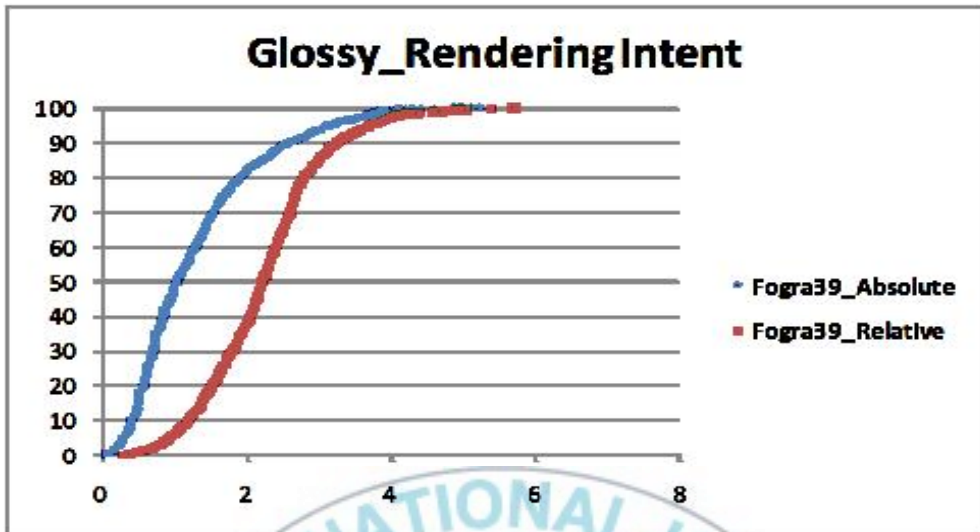
D)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in semi-glossy paper(Fogra39L).



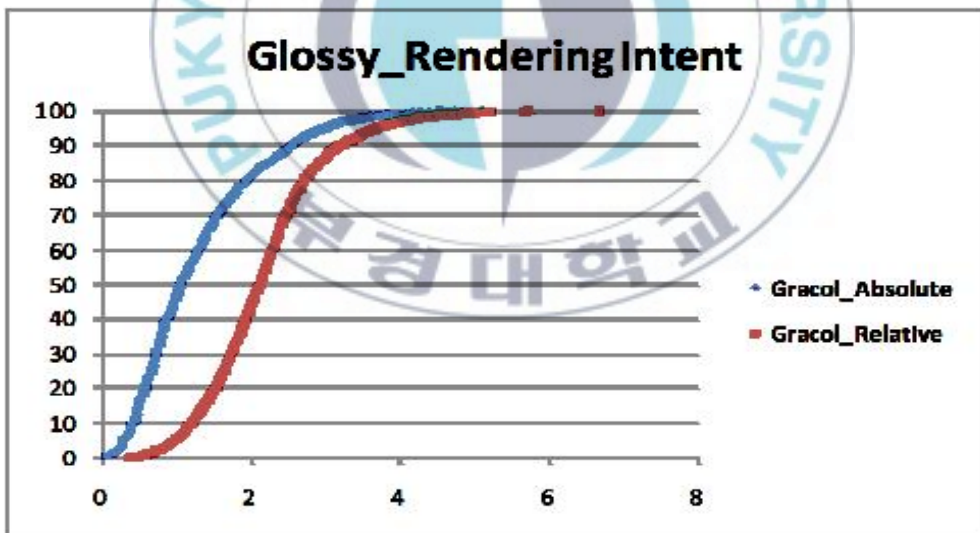
E)  $\Delta E_{ab}^*$  according to the gamut mapping method in semi-glossy paper(Gracol2006\_coated1).



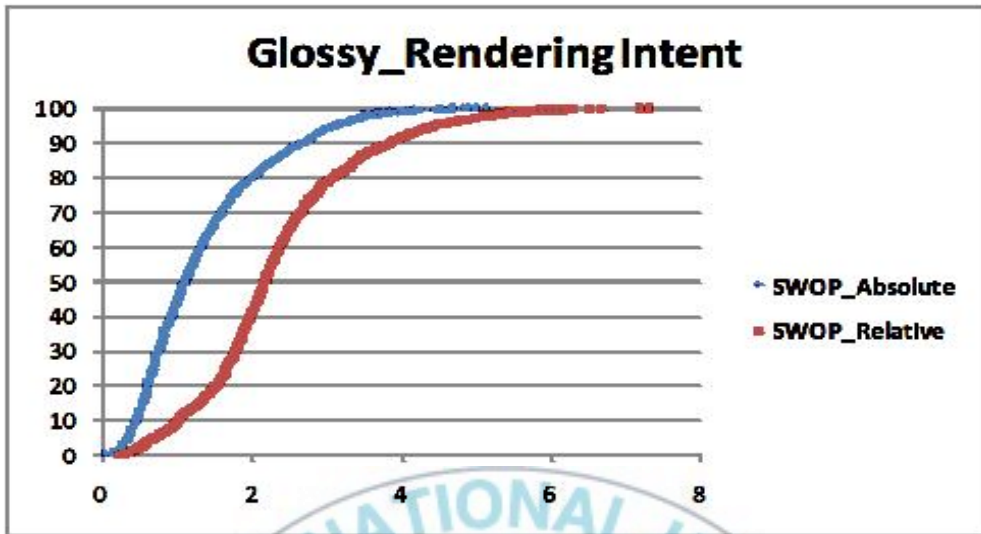
F)  $\Delta E_{ab}^*$  according to the gamut mapping method in semi-glossy paper(SWOP\_coated3).



G)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in glossy paper(Fogra39L).



H)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in glossy paper(Gracol2006\_coated1).



I)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the gamut mapping method in glossy paper(SWOP\_coated3).

Figure 17. (A~I)  $\Delta E^*_{ab}$  due to the difference of rendering intent in CRF curve.

#### 4-3. 교정지 특성과 소스 프로파일의 적용에 따른 색차의 조절

##### 4-3-1. 재 색역 조절에 따른 색차 변화

프루프 프로파일에 Iteration을 적용하여 색역 사상을 다시 반복한 새로운 프루프 프로파일을 생성하였다. Figure 18과 같이 Iteration은 PCS 공간에서 CMKY를 CIEL\*a\*b\*로 CIEL\*a\*b\*를 CMYK로 변환할 때 컬러 정보를 최적화하여 프루프 프로파일을 다시 생성하게 된다. 최적화된 컬러 정보를 가진 3가지 용지 타입에 따른 프루프 프로파일과 소스 프로파일인 상용 프로파일을 워크플로우에 적용하고 Rendering Intent를 달리 한 다음, ISO 12642-2 타깃을 재 출력해서  $\Delta E^*_{ab}$ 값을 다시 구해 보았다.

Iteration은 평균 색차와 최고 색차를 줄이는데 목적을 두고 있지만 기

존의 컬러 정보를 다시 최적화하는 과정에서 기존의 정확한 컬러 정보까지 재 조절을 하기도 한다. 그러므로 시각적으로 느낄 수 있는 색차 3에서 4이상은 반복적으로 적용하기도 하지만 본 실험에서는 평균 색차가 1이하부터 2초반까지 이므로 한번만 적용하였다.

Figure 19의 결과와 같이 High Quality Glossy 용지와 Semi-Glossy 용지에서는 3가지 상용 프로파일의 적용을 달리하고, 색역 사상 방식을 Absolute와 Relative 방식으로 다르게 적용하여도 색차가 줄어들었다. CRF 곡선으로도 확인했듯이 10%~90% 사이에서 색차가 확연히 줄어든 결과를 나타내었다.

또한 Glossy 용지의 경우, Fogra39L 프로파일을 적용하고 Relative 방식으로 색역 사상을 하였을 때는 색차가 약 1.6정도가 떨어졌지만 SWOP\_Coated3 프로파일을 적용하였을 때, 오히려 색차가 0.2정도 상승한 결과를 나타내었다. 이것은 SWOP\_Coated3가 ISO 12647-2 기반의 프로파일이지 아니기 때문에 그로인해 발생한 차이로 생각되며, 뿐만 아니라 Fogra39L, Gracol2006\_Coated1 프로파일보다 색역이 좁은 원인으로도 간주할 수 있다. 효과적인 프루핑을 위해서는 색역 사상 방식과 적절한 소스 프로파일의 선택이 중요하다고 할 수 있다.

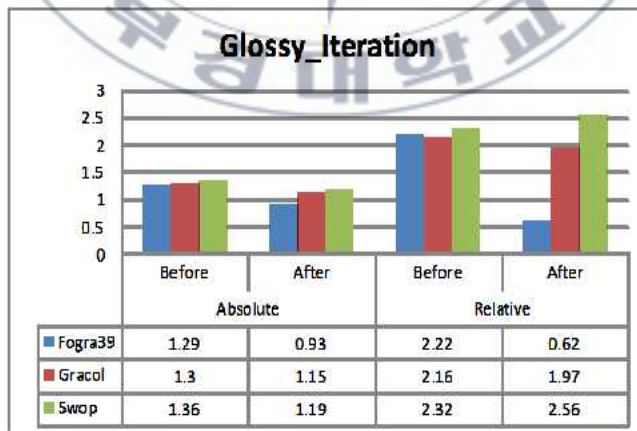
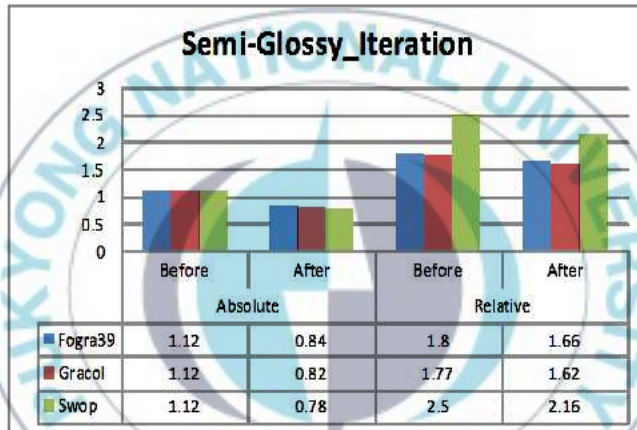
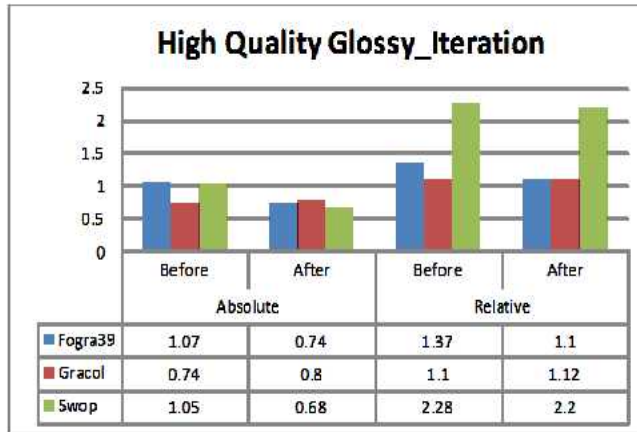
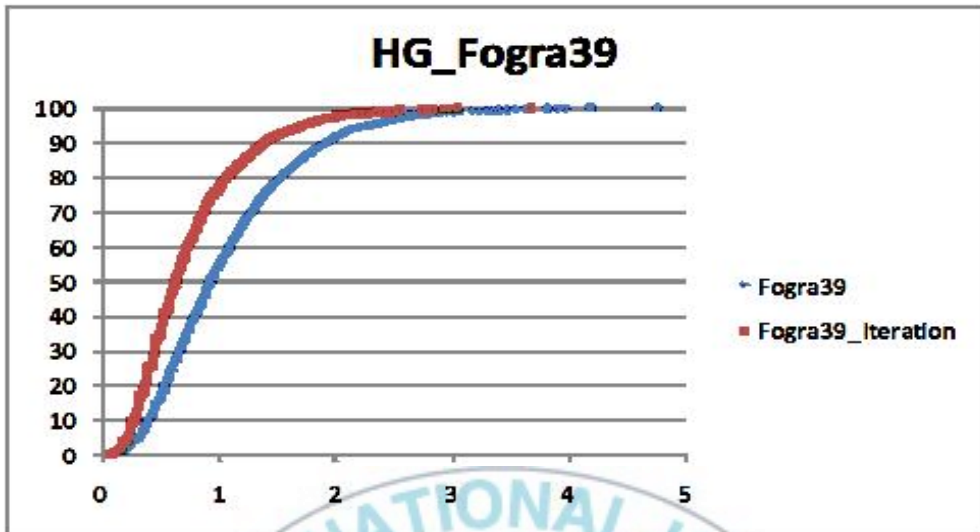
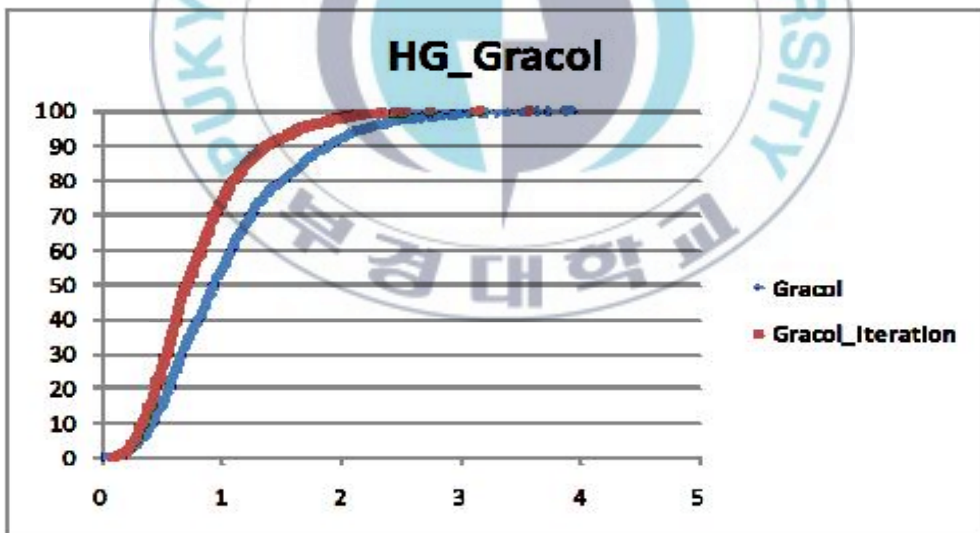


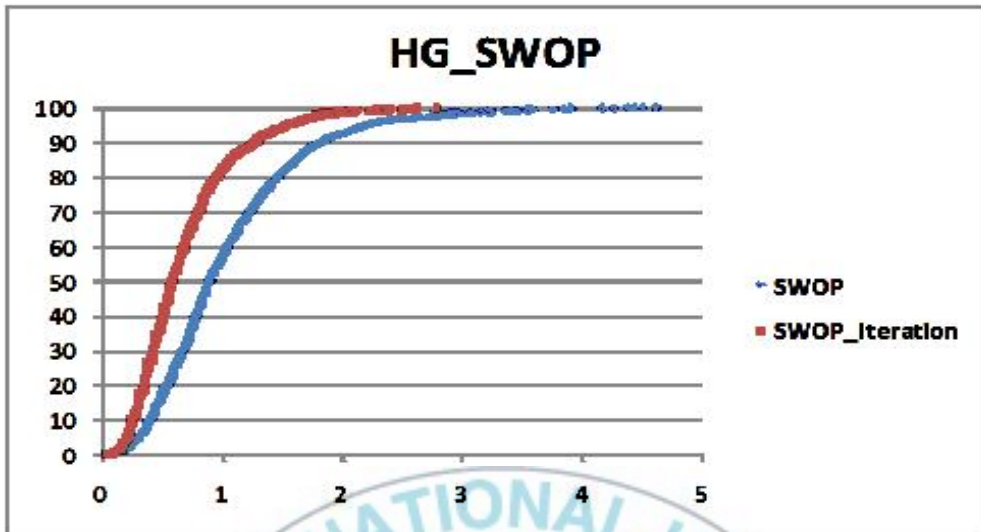
Figure 18. Comparison of  $\Delta E^*_{ab}$  in high quality glossy, semi-glossy, glossy paper after Iteration.



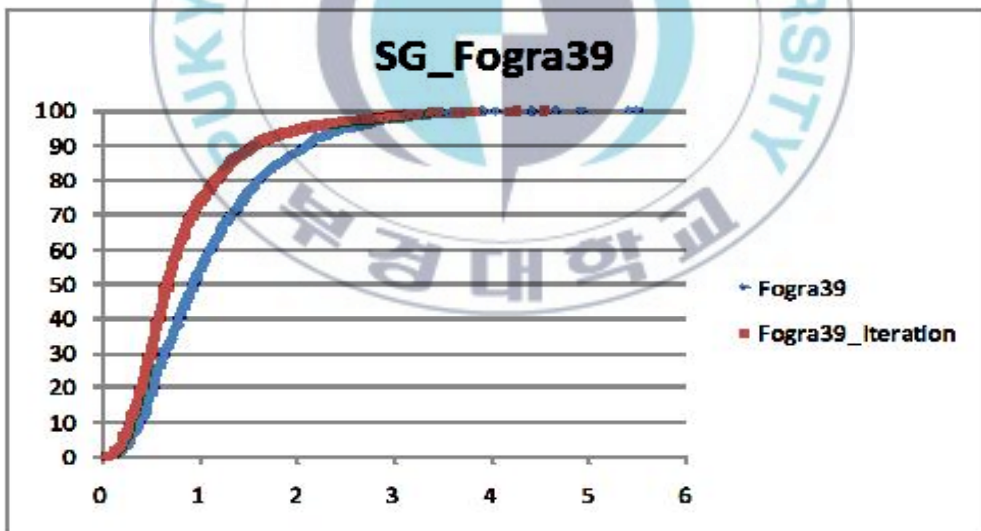
A)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in high quality glossy paper(Fogra39L).



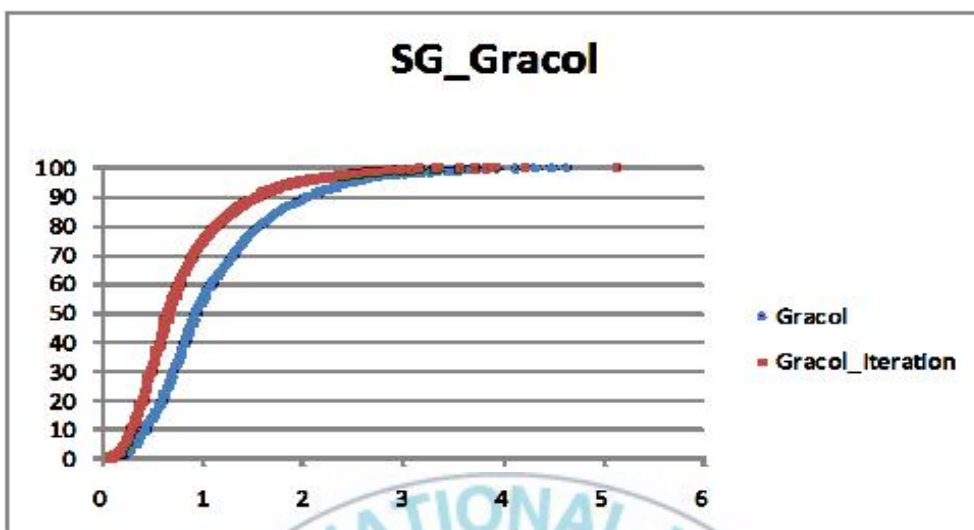
B)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in high quality glossy paper(Gracol2006\_coated1).



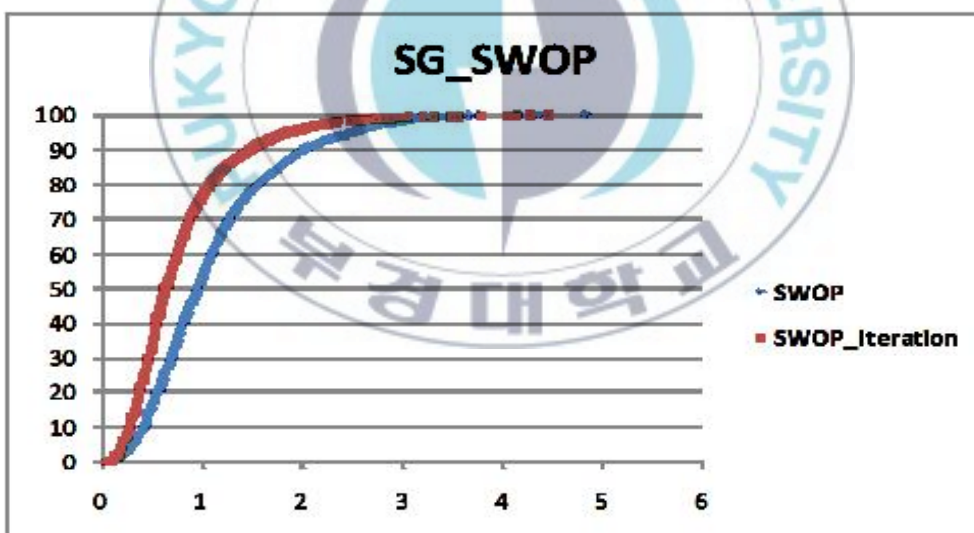
C)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in high quality glossy paper(SWOP\_coated3).



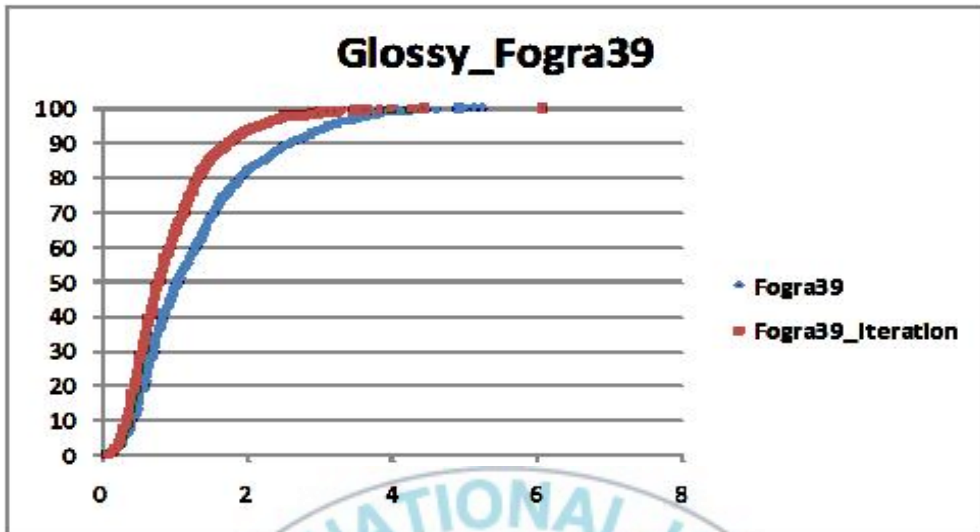
D)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in semi-glossy paper(Fogra39L).



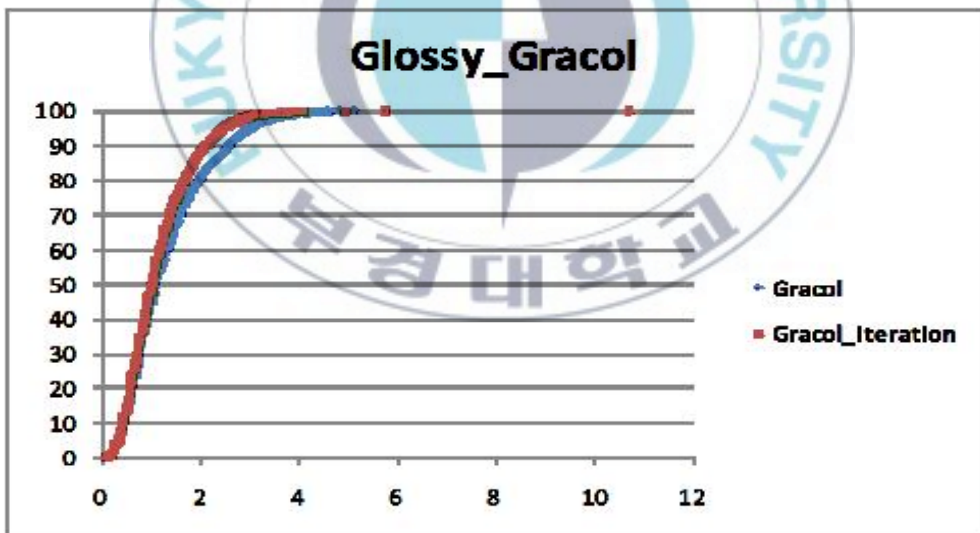
E)  $\Delta E_{ab}^*$  according to the Iteration in semi-glossy paper(Gracol2006\_coated1).



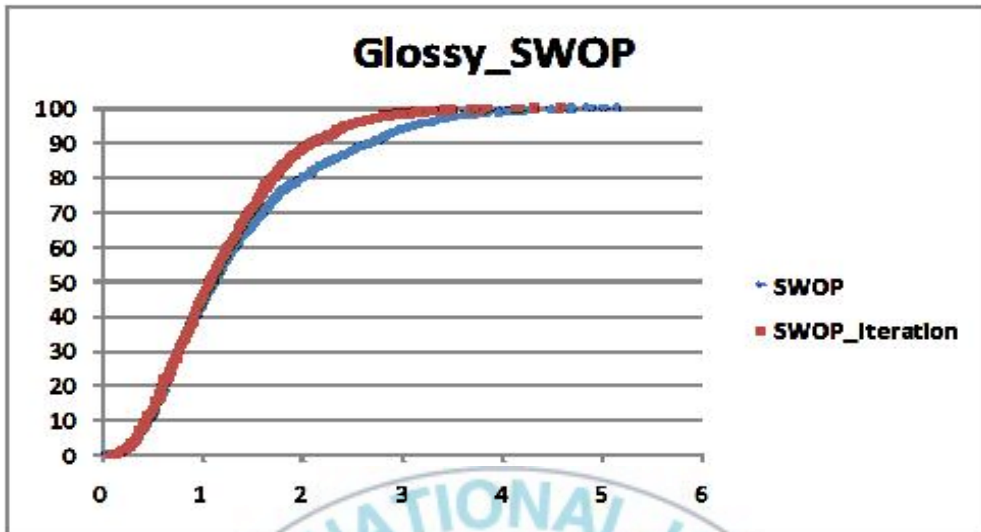
F)  $\Delta E_{ab}^*$  according to the Iteration in semi-glossy paper(SWOP\_coated3).



G)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in glossy paper(Fogra39L).



H)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in glossy paper(Gracol2006\_coated1).



I)  $\Delta E^*_{ab}$  according to the Iteration in glossy paper(SWOP\_coated3).

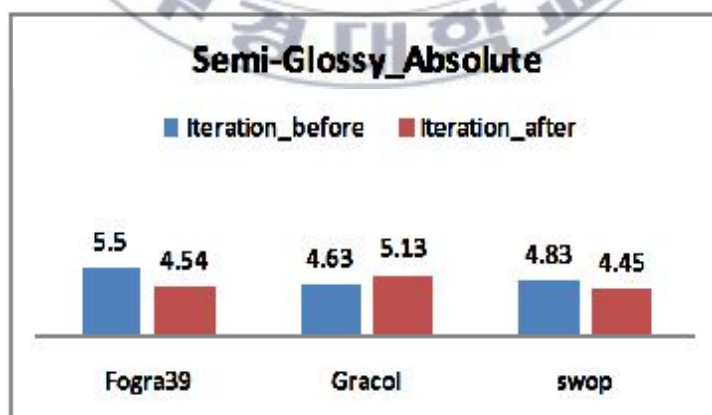
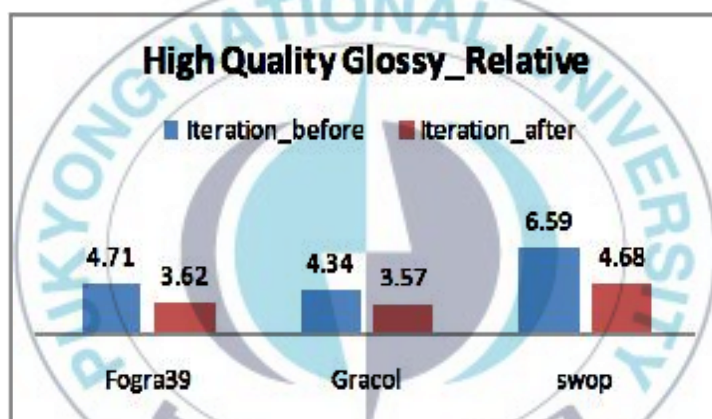
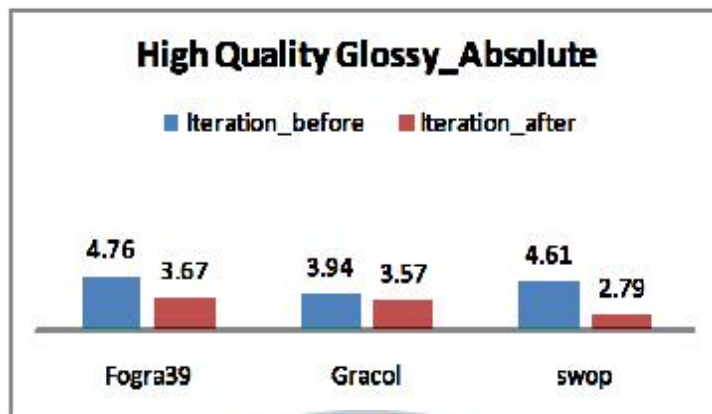
Figure 19. (A~I) Comparison of  $\Delta E^*_{ab}$  after Iteration in CRF curve.

#### 4-3-2. 재 색역 조절 후 최고 색차의 비교

재 색역 조절전의 최고 색차와 재 색역 조절 뒤, 최고 색차를 비교한 결과 Figure 20과 같은 결과를 얻었다.

High Quality Glossy 용지에서는 최고 색차가 현저하게 줄어들었으며, Semi-Glossy 용지의 상용 프로파일의 적용에 따라 최고 색차는 0.5에서 1정도로 줄었거나, 또는 상승하였다. 하지만 Glossy 용지는 상용 프로파일과 Rendering Intent 차이에 따라 줄어든 것보다 오히려 상승한 폭이 커진 결과를 나타내었다.

최고 색차는 전체 평균 색차에 큰 영향은 미치지 않지만 용지 특성과 품질에 따라 Iteration이 최고 색차에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.



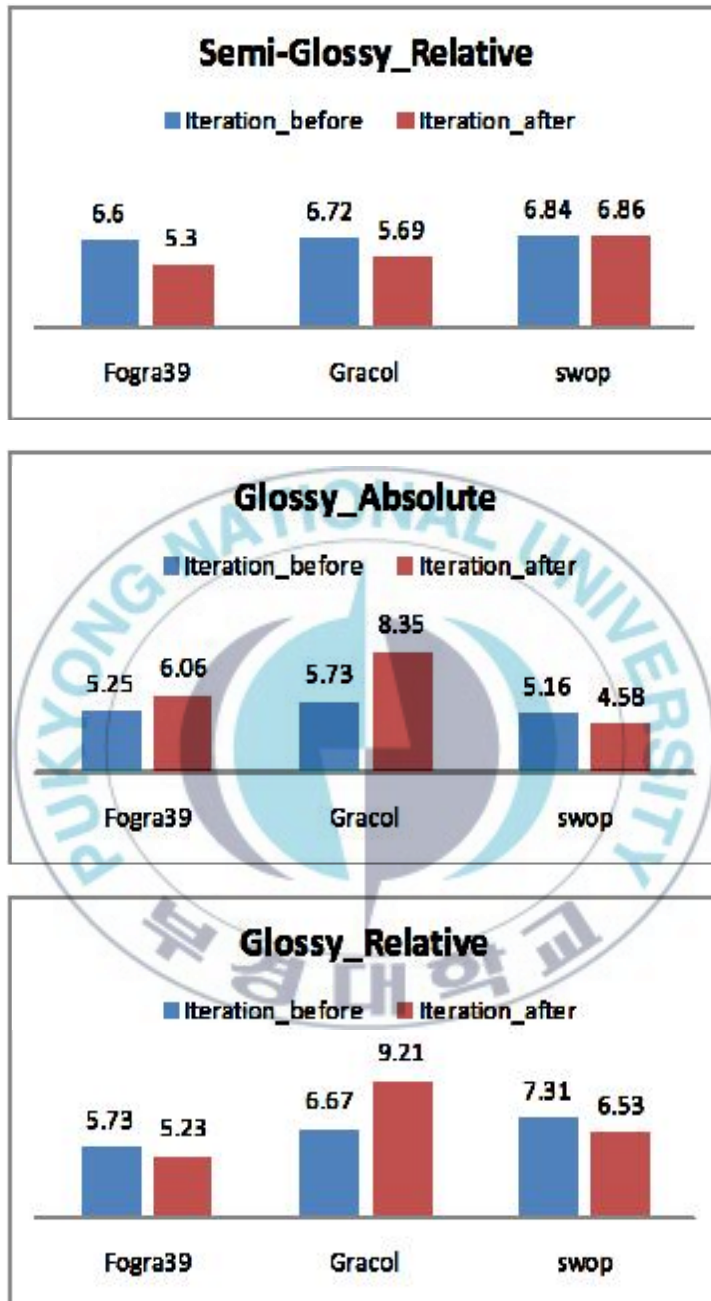


Figure 20. Comparison of maximum  $\Delta E^*_{ab}$  in high quality glossy, semi-glossy, glossy paper after Iteration.

## 제 5 장 결 론

국내 오프셋 인쇄물 평가를 위한 최적의 Proofing 조건에 관하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 프루프 프로파일링 작업에서 정확한 캘리브레이션과 잉크 테이블 세팅은 최적의 Proofing을 하기 위한 중요한 요소라고 할 수 있다.
2. 교정 인쇄 시, 국내에서 대표적으로 사용하는 상용 프로파일을 소스 프로파일로 적용하여 사용하지만, 교정 용지 특성에 따라 맞춰 올바르게 사용하지 않을 경우, 색차의 변화가 나타남을 알 수 있었다. 테스트 타겟의 특성과 본 인쇄물의 용지 특성을 고려하여 알맞은 상용 프로파일을 적용해야 효과적인 Proofing이 가능하였다.
3. 교정 용지 특성에 따라 Rendering Intent를 정확히 적용하게 되면 색차가 줄어들게 됨을 본 실험을 통해서 알 수 있었다. 효과적인 색역 사상 방법이 Proofing과 본인쇄에서 서로 다르므로 특성을 고려하여 적용하여야 한다.
4. 최고 색차와 평균 색차는 재 색역 조절에 따른 프로파일링으로 줄일 수 있으므로, 상대적으로 가격이 비싼 High Quality 교정 용지를 쓰지 않더라도 효과적인 Proofing이 가능함을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- 1) 부경 대학교, “국내 인쇄 산업의 표준화”(2010)
- 2) Erika Hrehorova, Dr Abhay Sharma and Dr Paul D FlemingⅢ, “Color Reproduction Studies in RGB and CMYK Workflows using Inkjet Printer Drivers and RIPs”, TAGA, pp. 59~171 (2006).
- 3) Kudzai Chigogora, Paul D. Fleming Ⅲ and Abhay Sharma, “Optimizing Proofing in a Digital Work Flow”, Proceedings of the 57th TAGA Annual Technical conference, Toronto, Ontario(2005).
- 4) International Color Consortium, “International Color Consortium Profile Format”(1998).
- 5) Abhay Sharma, “Understanding Color Management”(2004).
- 6) Agfa <URL : ftp : // TN Profiling for Proofer s v 2.2. pdf>
- 7) ISO 12647-2:2004 Graphic technology, “Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints – Part 2: Offset lithographic processes” (2004).
- 8) ISO 12647-7:2007 Graphic technology, “Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints – Part 7: Proofing processes working directly from digital data”(2007).
- 9) Robert Y. Chung and Yoshinori Komori, “ICC-based CMS & Its Color Matching Performance”, proc. TAGA (1998).
- 10) FOGRA <URL:http://www.fogra.org>

## 감사의 글

인쇄라는 학문을 접하게 된지 10년이 된 지금, 많은 일들이 주마등처럼 스쳐 지나갑니다. 20살 철부지 시절부터 지금까지 많은 일들이 있었지만, 또 다른 길을 위해 새로운 도전을 시작 하려고 합니다. 2002년 인쇄공학과 입학에서부터 인쇄라는 학문의 길을 갈 수 있도록 짧지 않았던 시간동안 많은 격려와 도움을 주신 모든 분들께 감사의 인사를 드립니다.

먼저 부족한 저를 항상 지도와 격려로 가르침을 주신 구철희 지도교수님께 진심으로 머리 숙여 감사의 말씀을 드립니다. 학부생부터 대학원과정까지 많은 가르침을 주시고 석사논문을 완성 할 수 있도록 도와주신 심사위원장 윤종태 교수님과 학문적인 가르침과 논문지도는 물론 제가 잘할 때나 못 할 때에도 언제나 한결같은 격려와 따뜻한 정을 주신 조가람 박사님께도 정말 감사하다는 말 드립니다.

대학원시절부터 논문 마무리까지 관심과 조언을 아끼지 않고 도와주신 송경철 박사님과 학위과정 동안 많은 관심을 아끼지 않았던 차재영 박사님, 하영백 박사님, 이성형 선배님 그리고 김준곤 선배님께 감사의 마음을 전합니다. 같이 동거동락하며 지낸 최고의 파트너 오승재 조교선생님과 친구이자 많은 도움을 줬던 배재민 조교선생님, 우리 스캐너실 가족인 윤주양, 최인식, 허경영, 김성진 후배님들에게 고마움의 마음을 전합니다.

긴 시간 실험하는데 큰 도움을 주신 아그파코리아 박웅식 부장님과 김진영선배님 그리고 아그파코리아 여러분들께 감사드립니다. 학창시절 함께하고 친형 같은 서석진 선배님, 송승엽 선배님, 항상 고마운 성진 애드컴 김성진 이사님께도 감사드립니다.

항상 응원해주시는 이모님과 이모부님, 누나와 자형, 하나밖에 없는 동생에게도 항상 고마움을 전하며, 친구 권상호, 차태경, 김지홍에게도 고맙다는 말 전합니다.

마지막으로 아들이 잘되길 바라시며 학문에 전념할 수 있도록 힘들게 뒷바라지 해주신 아버님 그리고 어머님께 정말 감사 하다는 말 드리고 싶습니다.

논문이 잘 마무리 될 수 있도록 격려해주신 모든 분께 다시 한번 감사드립니다. 새롭게 시작되는 도전과 일들이 잘 될 수 있도록 노력하겠습니다. 감사합니다.

2010. 12. 23.

李元珪