

# CMS를 사용한 별색 교정에 관한 연구

정청숙, 강상훈

부경대학교 공과대학 화상정보공학부

## A Study on Spot Color Proofing using ICC-based Color Management System

*Chung-Suk Jung, Sang-Hoon Kang*

Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University

### Abstract

The general commercial printing meets the customer's diverse demand by using spot color besides process four color. Especially, by using spot color for printing the enterprise's logo or specific color, we can see the effect of printing is getting better.

The objective of this study was to examine the quality of spot color reproduction with Inkjet for 2 types of paper and Dye sublimation in ICC-based color management system. ICC profiles were generated for each device using ECI 2002 visual target and evaluated for the accuracy of each printer's color profile. The test chart consisting of Pantone color 1140 was selected to test the quality of spot color reproduction.

### 1. 서 론

종래의 다량소품종 인쇄시장이 소량다품종체제로 바뀌면서, 일반 상업인쇄에서는 4색 프로세스컬러 이외의 별색을 사용함으로써 한층 다양해지고 있는 고객의 요구사항을 만족시키고 있다. 특히 기업의 로고나 제품의 특정색을 인쇄하기 위해서 별색을 사용함에 따라 인쇄효과가 커지는 것을 알 수 있었다. 하지만 인쇄 시 미디어의 종류와 장치의

특성에 따라서 디자이너가 주문하는 색상이 다르게 나타나기도 한다. 요즘 인쇄업체는 이런 결과를 사전에 예상하여 비용절감과 시간절약을 이끌어내기 위해 디지털 프린터로 교정인쇄물을 출력하여 고객과 커뮤니케이션을 통해 품질을 검증받고 있다. 이러한 교정출력물을 정확하게 얻어내기 위해서는 최근 각광받고 있는 ICC 기반의 컬러 매니지먼트 시스템을 통해 4색 프로세스컬러 뿐만 아니라 점점 수요가 늘어나고 있는 별색에 대해서도 효용성을 객관적으로 평가해 볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 광택과 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정장치와 염료 승화형 교정 장치를 사용하였다. “ECI 2002 Visual” 타깃을 이용하여 RIP을 통해 품질을 제어하였고, 생성된 교정 장치 프로파일의 정확성을 평가한 다음, 이 프로파일을 별색 테스트 타깃 “Pantone color 1140 patches”에 적용하였다. 이 때 각 장치의 색역(gamut) 비교에 의한 시각적인 평가방법과 색역 안과 밖의 색상으로 나뉜 원고와의 색차를 통해 정량적인 분석방법으로 별색 재현상태를 평가하였다.<sup>1)</sup>

## 2. 실험

### 2-1. 실험 재료 및 기기

본 연구에서는 잉크젯 교정 장치 Epson사의 SC 3000에 대하여 E사의 광택용지와 H사의 무광택용지를 사용하였고, 교정 장치의 특성을 비교하기 위해 염료 승화형 교정 장치 3M사의 Rainbow 2730을 사용하였다.

잉크젯 교정 장치는 “BEST Color Proof XXL” RIP을 통해 품질을 제어하였고, 염료 승화형 교정 장치는 MAC OS 9.0에서 “3M Rainbow controller ver. 4.1” RIP을 거치도록 설정하였다. Fig. 1의 “ECI2002 visual target 1485”를 통해 교정 장치의 ICC 프로파일을 생성한 다음, 오프셋 인쇄된 ECI2002 visual target OK 시트를 활용하여 교정 장치 프로파일의 정확성을 평가하였다. Fig. 2의 별색 타깃 “Pantone color 1140 patches”를 사용하여 별색 재현 상태를 확인하기 위해, Gamut Vision과 MathLab 7.0을 활용하여 각각의 교정 장치 프로파일의 색역 비교 및 색역사상이 이루어지는 것을 확인하였다. 또 별색 교정 인쇄물을 출력하여 GretagMacbeth Spectroscan으로 측색값과 원고 데이터값의 색차를 통해 별색 재현 상태를 평가하였다.

### 2-2. 실험 방법

#### 2-2-1. 장치의 기본 선형화

잉크젯 교정 장치는 용지의 종류에 따라 최대 잉크량과 각 채널당 잉크량이 달라지므로 프로파일을 생성하기 전, 안정된 상태에서 최적의 잉크량을 얻을 수 있도록 하기 위

해 선형화 작업을 수행해야 한다.<sup>2)</sup> 또 염료 승화형 교정 장치의 프로파일을 생성하기 전, Ink ribbon calibration과 Test target adjustment에 대해 모든 세팅값은 “3M Rainbow controller ver. 4.1 RIP”에서 일반 모드(default)값으로 설정하여 선형화 값으로 유지시켰다.

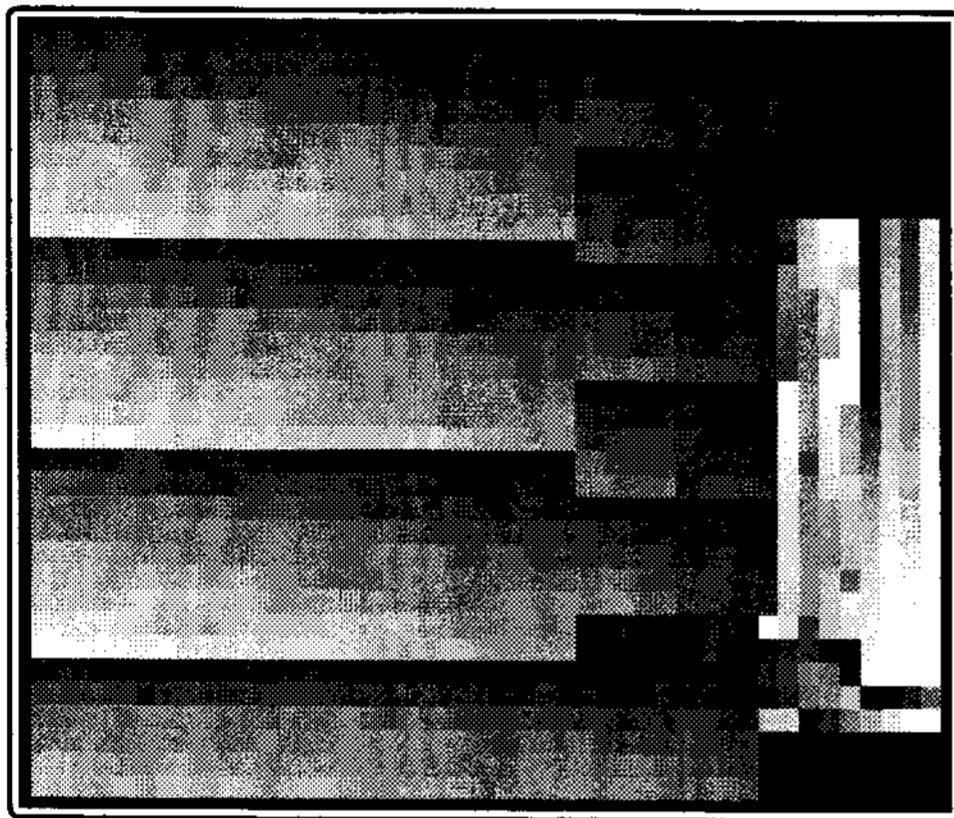


Fig. 1. ECI 2002 visual layout 1,485 CMYK target.

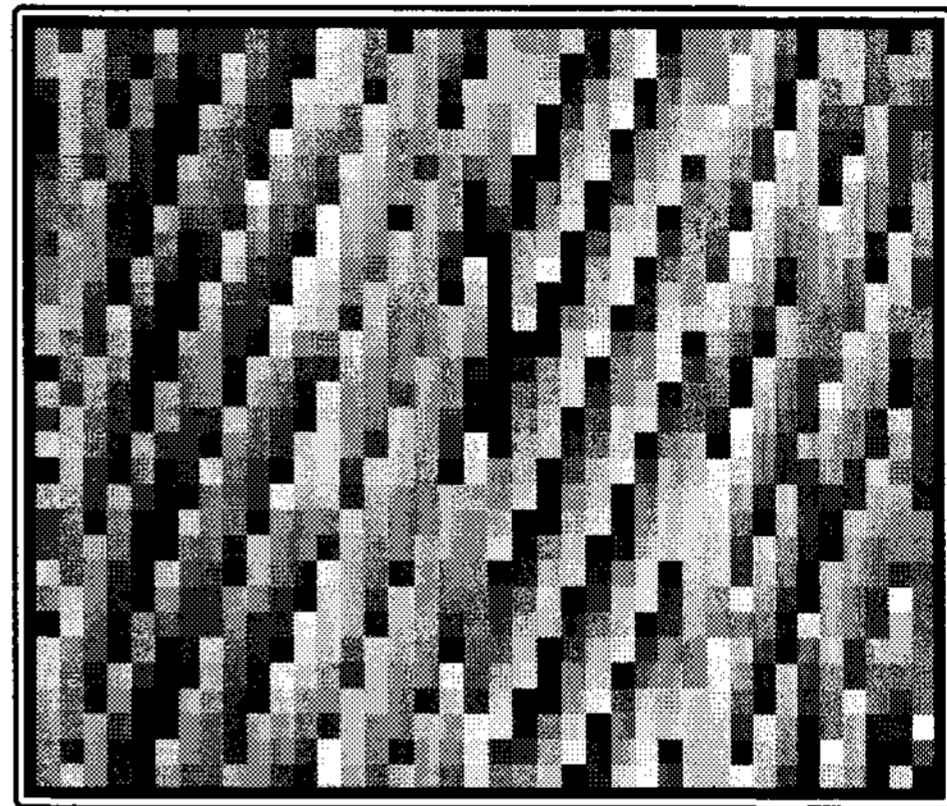


Fig. 2. Spot color test chart.

### 2-2-2. 장치 프로파일 생성 및 검증

본 실험에서, 교정 장치 프로파일을 생성하기 위해 GretagMacbeth ProfileMaker 5.0을 사용하였고, 기본 설정은 ICC에서 제시한 ver.2로써 정의하였다. 프로파일 생성옵션은<sup>2)</sup> Profile size "Large", Perceptual rendering intent "Paper colored gray", Gamut mapping "LOGO Colorful", 조명광원은 D50으로 설정하였다. 가장 중요한 세퍼레이션 설정은 용지의 종류에 상관없이 ProfileMaker5.0에서 추천하는 옵션에 따라 "Inkjet"과 "Dye sublimation"을 선택하였다.

이렇게 생성된 프로파일의 정확성 검증을 위해 Komori사의 lithrone으로 오프셋 인쇄된 ECI 2002 visual target OK 시트의 장치프로파일을 교정 장치와 같이 설정하되, 세퍼레이션 설정만 "offset"으로 설정하여 ICC프로파일을 생성하였다. 따라서 Fig. 3에서 나타난 바와 같이, 참조 프로파일(source profile)과 목적 프로파일(destination profile)의 정확한 경로 지정을 통해, 오프셋인쇄물의 OK 시트(원고)와 잉크젯과 염료 승화형 교정 장치로 출력한 교정 인쇄물의 색차로써 프로파일의 정확성을 평가하였다.

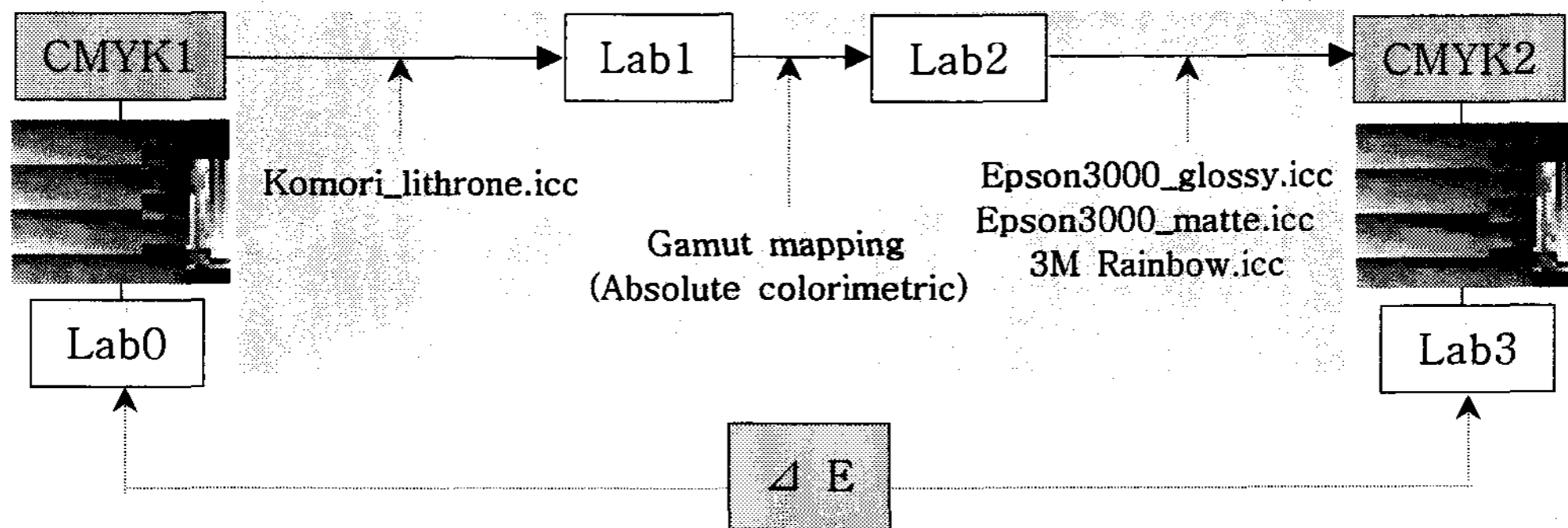


Fig. 3. Schematic diagram for the profile accuracy evaluation.

### 2-2-3. 색역 비교에 의한 별색 평가 방법

Gamutvision을 활용하여, 광택용지와 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역 비교, 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치와 염료 승화형 교정 장치의 색역 비교, 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역과 염료 승화형 교정 장치의 색역 비교를 하였다.

### 2-2-4. 색차에 의한 별색 평가 방법

Lab모드에서 만들어진 별색 테스트 타깃은 RIP의 CMM집합에서 참조프로파일은 "Lab 1 to 1" 과 "Absolute colorimetric"으로 색역사상시키고, 목적 프로파일은 교정 장치의 프로파일을 참조하여 색변환 후, 출력 및 측색을 통해 L\*a\*b\*값을 알 수 있었다. 이때 별색 특성상 나타날 수 있는 색역밖의 색상에 대해 포토샵의 Gamut Warning을 통해 색역 안과 밖의 색상으로 나누어봄으로써 전체의 평균색차와 차이를 확인해 볼 수 있었다. 이러한 작업 과정을 Fig. 4에 도시하였다.<sup>3)</sup>

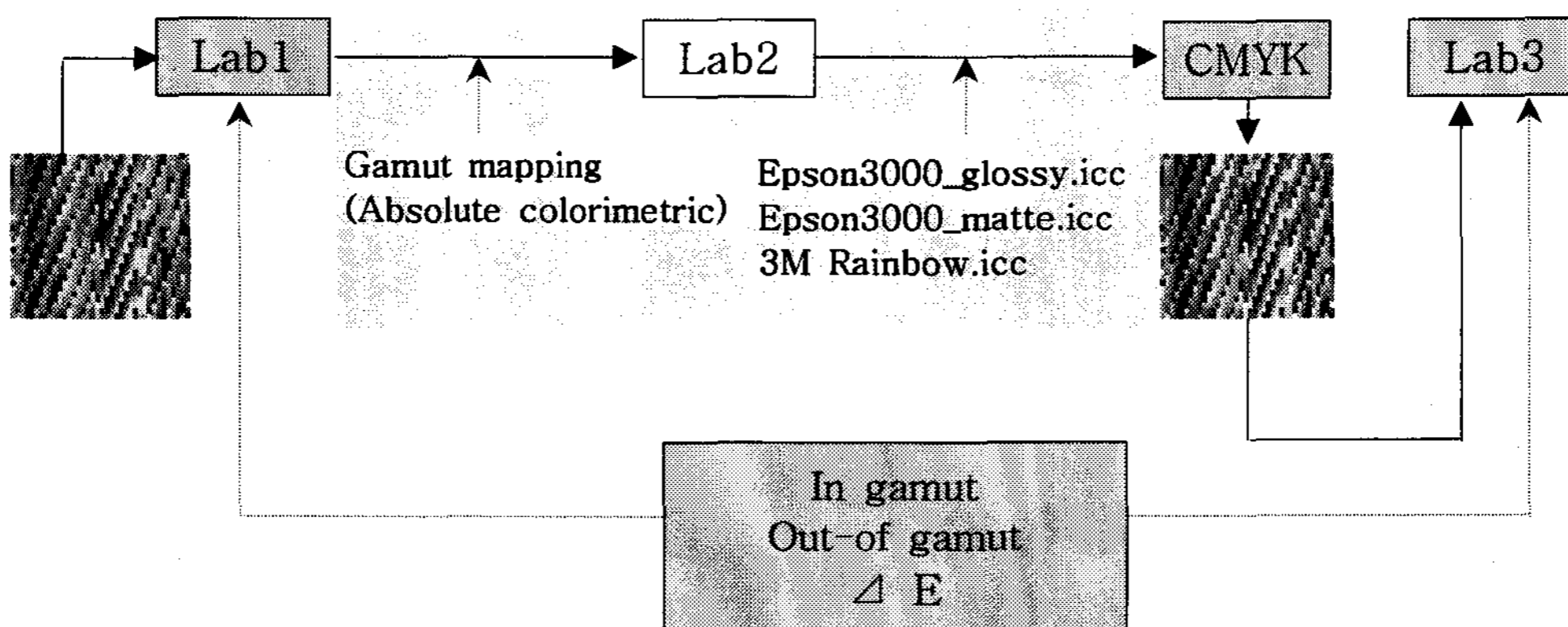


Fig. 4. Hard copy proofing work flow.

염료 승화형 교정 장치는 Mac OS에서 제어되는 RIP을 사용하고 있기 때문에 Microsoft에서 만든 ICC 프로파일을 로드시킬 수가 없었다. 이러한 이유로 Photoshop 7.0의 Color settings 에서 교정 장치 프로파일을 로드시키고, CMM은 Adobe (ACE)와 Absolute colorimetric 방법으로 색역 사상되도록 설정한 후, 색변환하여 ICC 프로파일과 함께 저장시켰다. Mac 상에서 RIP을 통해 출력, 측색을 통해 색차로써 정량적으로 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 교정 장치 프로파일의 정확성 평가

앞에서 설명한 실험방법에서 기술된 바와 같이 오프셋인쇄된 OK 시트(원고)와 교정 출력물의 L\*a\*b\*값을 CIE 94 색차를 통해 비교해 봄으로써, 프로파일이 효용성을 평가하였다.

Table 1.  $\Delta E$ ,  $\Delta L$ ,  $\Delta C$ ,  $\Delta H$  Comparison between Offset OK Sheet and 3 Proofs  
CIELAB Values in ECI2002 Visual 1485 Target

| Mean             | $\Delta E$<br>(Min / Max) | $\Delta L$ | $\Delta C$ | $\Delta H$ | Std. Dev. |
|------------------|---------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| Epson3000_Glossy | 1.59<br>(0.08/7.67)       | 0.40       | -0.40      | 0.95       | 1.10      |
| Epson3000_Matte  | 2.31<br>(0.08/11.54)      | -1.09      | 1.31       | 1.24       | 2.14      |
| 3M Rainbow       | 1.62<br>(0.22/4.73)       | 0.38       | -0.89      | 1.18       | 0.69      |

염료 승화형 교정 장치는 평균색차 1.62, 표준편차 0.69이고, 최소와 최대색차 사이의 범위가 가장 작게 나타남으로써 정확한 프로파일을 생성한 것으로 사료된다. 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 교정 인쇄물과 비슷한 경향을 나타내고 있으나 염료 승화형 교정 장치에 대해 적성이 뛰어나도록 설계된 전용지를 사용함으로써 가장 안정된 결과값을 나타낸 것으로 판단된다.

#### 3-3-1. 색역 비교에 의한 평가

Fig. 5에 나타난 바와 같이, (a) 광택용지(솔리드)와 무광택용지(격자)를 사용한 잉크젯 교정 장치의 프로파일 색역을 비교해 보면, 전체적으로 고명도부와 Yellow부분은 무

광택용지가, 명도가 50이하 부분에서는 무광택용지의 잉크 흡수에 따른 색역 감소로<sup>4)</sup> 광택용지가 색재현 능력이 우수한 것으로 나타나고 있다. 부분적으로 Red, Magenta, Dark Green 부분에서 광택용지를 사용하였을 때의 색역이 크게 나타났다.

(b) 광택용지(격자)를 사용한 잉크젯 교정 장치와 염료 승화형 교정 장치(솔리드)의 색역을 비교해보면, 염료 승화형 교정 장치는 Cyan, Orange, Red 색상이외의 모든 색역을 포함하고 있다. 특히 고채도의 Green, Blue, Magenta, Greenish Yellow의 최외각 점을 보면 고채도의 밝고 선명한 색상에 대해서는 잉크젯방식에 비해 우수한 색상을 재현해 낼 수 있는 능력을 가지고 있음을 확인하였다. 반대로 저명도부의 Red와 Magenta의 중간색에서 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치에 비해 색역이 좁게 나타났다.

(c) 무광택용지(격자)를 사용한 잉크젯 교정 장치와 염료 승화형 교정 장치(솔리드)의 색역을 비교해 보면, 명도 50이상의 Redish yellow, Orange, Cyan, Red와 Magenta의 중간 색상에 대해서 무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 색역이 조금 크게 나타나고 있으나 그 밖의 색상에 대해서 염료 승화형 교정 장치가 전체 색역을 포함하는 것으로 나타났다.

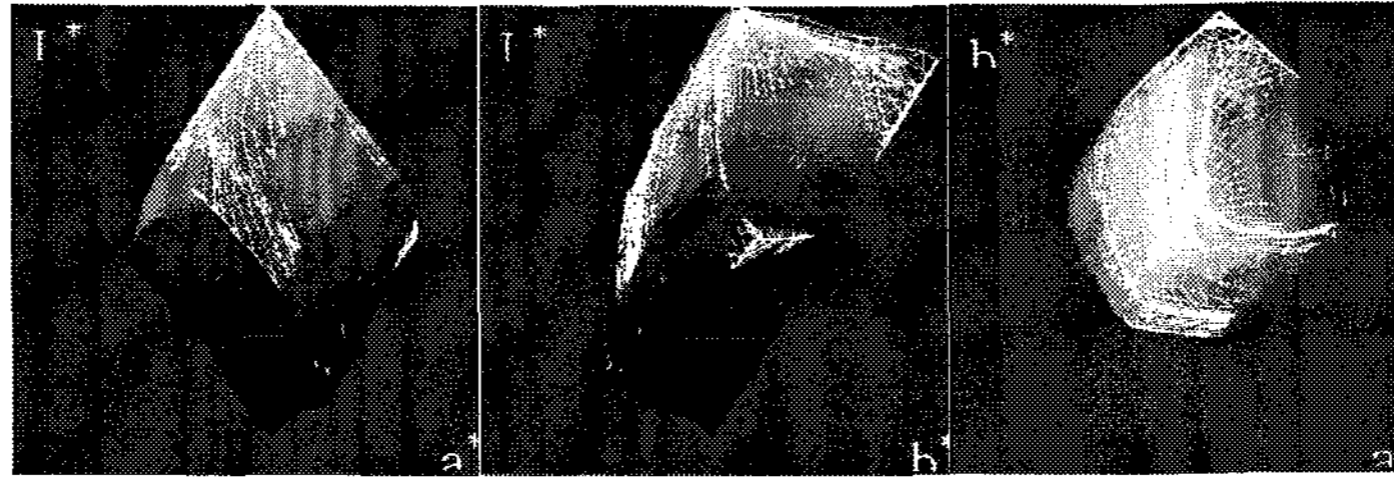
따라서 염료 승화형 교정 장치의 색역이 가장 넓게 나타났지만, 명도 50이상의 Red, Orange, Cyan과 저명도의 Magenta와 Red의 중간색을 나타내는 범위에서 잉크젯 교정 장치에 비해 약간의 부족함이 나타났다. 또 잉크젯 교정 장치의 색역 중 광택용지를 사용한 경우, 명도 50이상의 Yellow, Green, Blue가, 무광택용지는 저명도부의 전체적인 색상 재현상태가 부족한 것으로 나타났다. 반대로 염료 승화형 교정 장치는 Magenta, Blue, Green 및 저명도 색상재현이 우수하고, 잉크젯 교정 장치에서 광택용지를 사용한 경우는 Red와 Cyan에서, 무광택용지는 Yellow에서 색재현 상태가 양호하게 나타났다.

### 3-3-2. 색차에 의한 별색 재현 평가

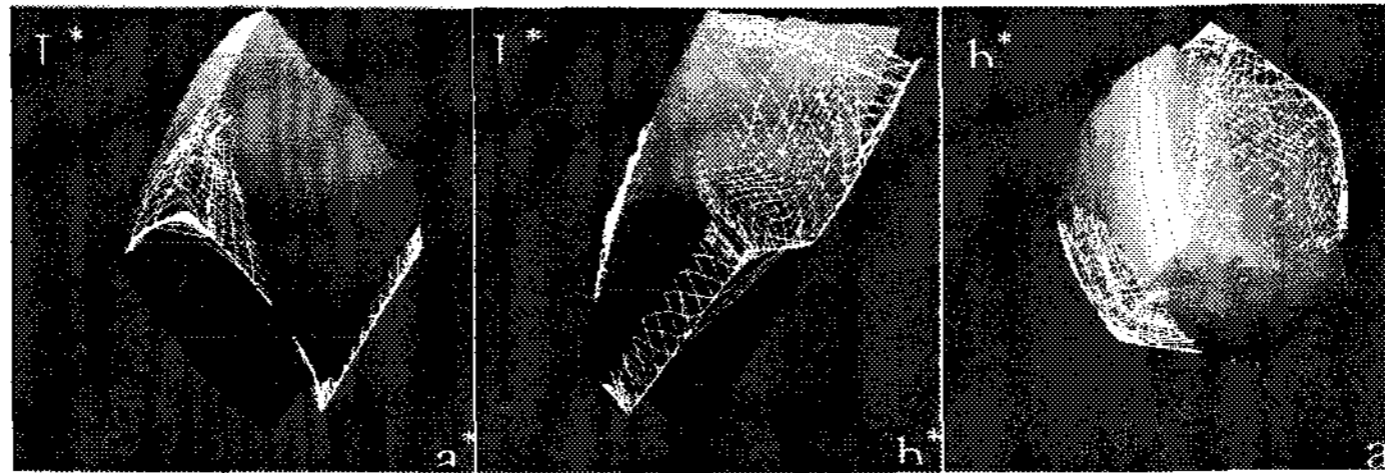
별색 테스트 타깃의 색재현 상태를 확인하기 위해 교정 인쇄물과 원고의 측색치로써 색차를 통한 정량적 평가와 1140 패치의 CRF 곡선과 3차원 막대그래프를 통해 시각적 방법으로 평가하였다.

Table 2는 Pantone color 1140 패치에 대한 원고와 교정 인쇄물의 색차를 나타낸 것이다. 먼저 광택용지를 사용하여 잉크젯 교정 장치로 출력한 교정 인쇄물은 색역안에 있는 색상을 추출하여 측색한 결과값과 차이가 크지 않지만 약 160개의 색역밖에 있는 색상은 색변환(color conversion)에 의한 색상변환(hue shift)이 예상된다. 색역안의 색상에 비해 평균 채도차가 약 10정도 차이를 나타남에 따라, 색역의 경계면으로 색역 사상될 때 명도값은 최대한 유지하되,  $\Delta a^*$ 와  $\Delta b^*$ 값에 의한 채도값의 차이가 크게 나타난 것으로 사료된다.

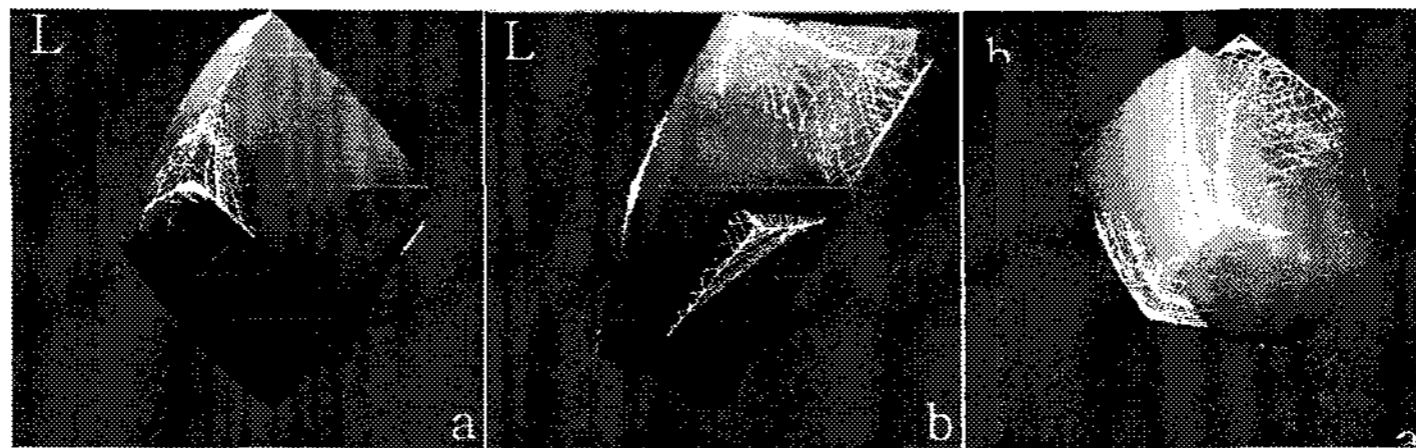




(a) Epson SC 3000 gamuts for matte(wire frame) and glossy paper



(b) Epson SC 3000 gamuts for glossy(wire frame) and 3M Rainbow



(c) Epson SC 3000 gamuts for matte(wire frame) and 3M Rainbow

Fig. 5. Gamut volume comparison using GamutVision.

무광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치의 교정 인쇄물은 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치보다 색차가 크게 나타남에 따라 별색 재현상태가 다소 부족한 것으로 나타났다. 색역안에 있는 색상은 광택용지를 사용한 잉크젯 교정 장치와 비슷한 색재현을 하지만 약 40%의 색역밖의 색상은 좁은 색역에 의해 재현할 수 있는 색상의 한계를 드러내고 있다. 특히 광택용지를 사용했을 때와 비교해 채도차가 크게 나타남에 따라 선명도가 떨어지는 색상들이 많을 것으로 판단된다.

염료 승화형 교정 장치를 사용한 교정 인쇄물은 가장 안정된 색재현을 하는 것으로 나타났다. 색역안의 색상은 넓은 색역내에서 일부 고채도의 색상에 대해서 선명도를 유지하면서 별색을 재현할 수도 있을 것으로 판단된다. 색역밖의 색상은 잉크젯 교정 장치보다 평균색차와 표준편차가 작게 나타났으며, 채도차 또한 작게 나타남에 따라 색역 폭이 넓은 염료 승화형방식이 별색 재현에 이점을 가지고 있었다. 또 색역밖의 색상이 약 10%정도로 광택용지보다 더 많은 색상을 색역내에 포함시킬 수 있음을 확인하였다.

Fig. 6은 원고와 교정 인쇄물의 색차를 시각적으로 평가하기 위해 CRF곡선 (Cumulative Relative Frequency)<sup>5)</sup>과 3차원 막대그래프로 나타낸 것이다.

Table 2. Summary of  $\Delta E$ ,  $\Delta L$ ,  $\Delta C$ ,  $\Delta H$  of 3 Proofs CIELAB Values in Pantone Color 1140 Patches

| 1140 Patches                 | Epson_Glossy |                          |                           | Epson_Matte |                          |                           | 3M Rainbow |                          |                           |
|------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|
|                              | Mean         | In <sup>1)</sup>         | Out <sup>2)</sup>         | Mean        | In                       | Out                       | Mean       | In                       | Out                       |
| $\Delta E$<br>(Min)<br>(Max) | 2.47         | 1.99<br>(0.17)<br>(7.91) | 5.43<br>(0.67)<br>(12.42) | 4.01        | 2.34<br>(0.07)<br>(8.04) | 6.74<br>(0.56)<br>(20.58) | 2.27       | 1.89<br>(0.18)<br>(6.09) | 4.81<br>(1.94)<br>(12.76) |
| $\Delta L$                   | 0.67         | 0.53                     | 1.63                      | -0.37       | 0.16                     | -1.23                     | 0.6        | 0.57                     | 0.71                      |
| $\Delta C$                   | 2.73         | 1.31                     | 11.69                     | 6.14        | 2.23                     | 12.5                      | 0.61       | -0.72                    | 9.46                      |
| $\Delta H$                   | 1.33         | 1.19                     | 2.13                      | 1.74        | 1.37                     | 2.33                      | 1.19       | 1.03                     | 2.25                      |
| Std. Dev.                    | 1.91         | 1.35                     | 2.24                      | 3.19        | 1.42                     | 3.39                      | 1.5        | 0.91                     | 2.05                      |

1) : in gamut color , 2) : out-of gamut color

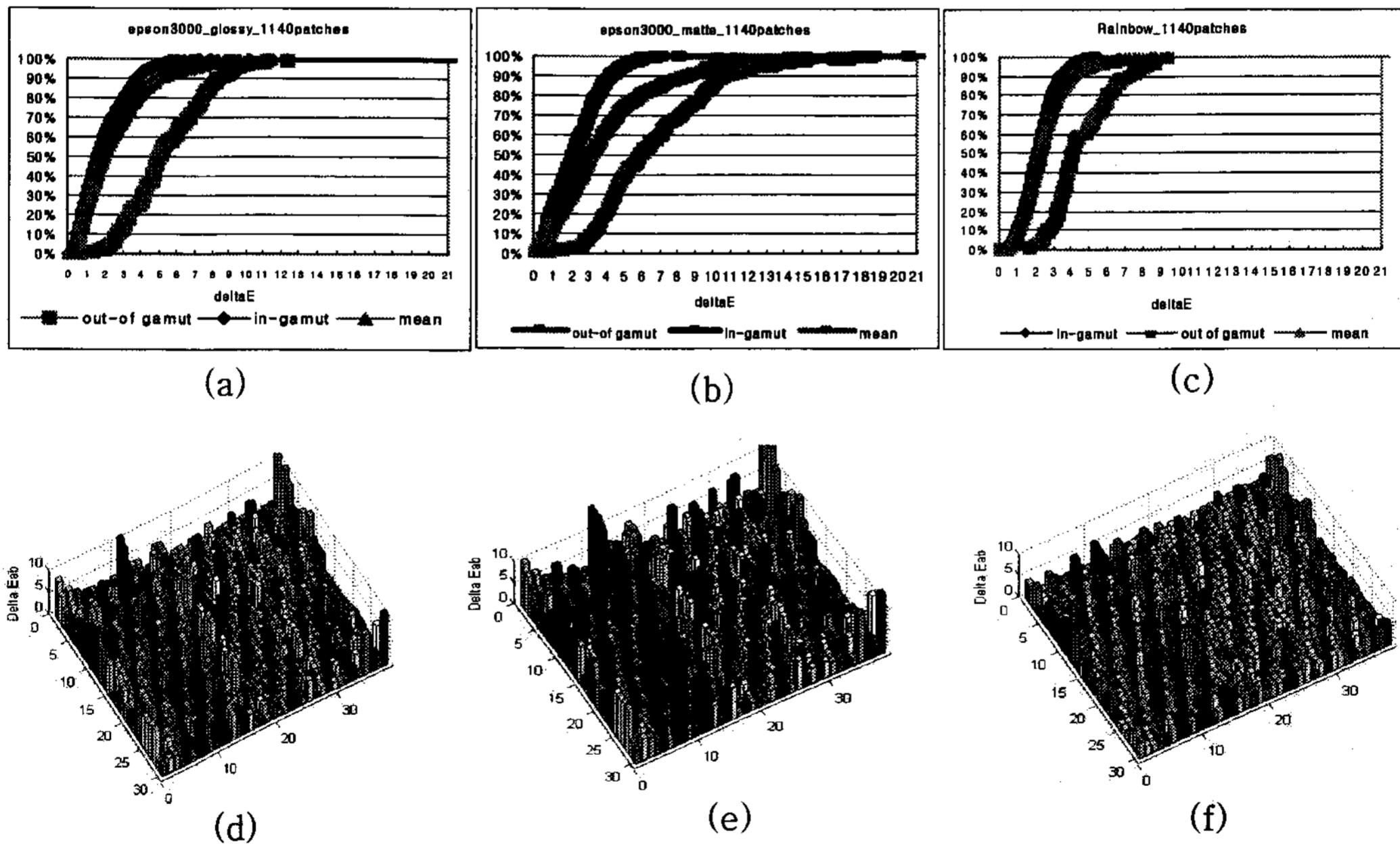


Fig. 6. CRF curve of  $\Delta E$  between original and output on (a) Epson SC 3000 for glossy paper, (b) Epson SC 3000 for matte paper (c) Rainbow in,  $\Delta E$  distribution between original and output on (d) Epson SC 3000 for glossy paper, (e) Epson SC 3000 for matte paper (f) Rainbow in Pantone color 1140 patches.



## 4. 결 론

ICC 기반의 컬러 매니지먼트 시스템을 사용한 교정 장치에 대하여, 별색 교정 인쇄물의 색재현 특성에 관한 평가를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. RIP에 의한 교정 장치의 선형화를 통해 최적의 ICC 프로파일을 생성함으로써 별색 재현 상태가 향상되었음을 확인하였다.
2. 염료 승화형 교정 장치는 잉크젯 교정 장치보다 더 넓은 색역을 가짐에 따라 색역 밖의 색상을 더 많이 포함할 수 있으므로 별색 재현에 있어 우수한 교정 장치임을 확인하였다.
3. 잉크젯 교정 장치에서 무광택 용지를 사용하였을 경우 잉크 흡수에 의해 명도가 낮은 부분의 색역이 좁게 나타남에 따라 광택용지를 사용하였을 경우보다 별색 재현 상태가 다소 불량함을 확인하였다.
4. 원고와 별색 교정 인쇄물의 색차는 명도차보다는 채도차에 의해 크게 발생하였으며, 특히 2차, 3차 색상중 명도가 낮은 Dark Blue와 채도가 높은 Orange, Green, Red 계통의 색상에서 색차가 크게 나타남을 확인하였다.

## 참 고 문 헌

- 1) Suchy, M., Dr. Fleming III P. D., Dr. Abhay Sharma. "Spot Color Reproduction with Digital Printing", Department of Chemical Engineering, paper Engineering and Imaging, Western Michigan University, USA (2006).
- 2) Erika Hrehorova, Dr. Abhay Sharma and Dr. Fleming III, P. D., "Color Reproduction Studies in RGB and CMYK workflows using Inkjet Printer Driver and RIPs", Western Michigan University (2006).
- 3) Robert Y. Chung and Yoshinori Komori, "ICC-based CMS & Its Color Matching Performance", Proc. TAGA (1998).
- 4) Li Yang and Björn Kruse, "Chromatic Variation and Color Gamut Reduction due to Ink Penetration", Proc. TAGA (2001)
- 5) Robert Chung, Yoshkazu Shimamura, "Quantitative Analysis of Pictorial Color Image Difference", Proc. TAGA (2001).