

국산 오프셋 인쇄물의 색재현 특성에 대한 평가(II)

- 색차 측정법에 의한 평가

김진영[†], 강상훈

[†]부경대학교 대학원 인쇄공학과, 부경대학교 공과대학 화상정보공학부
(2006년 1월 20일 접수, 2006년 2월 13일 최종 수정본 접수)

The Color Reproduction Property Evaluation of Domestic Offset Prints (II)

-Using Colorimetric Method

Jin-Young Kim[†], Sang-Hoon Kang

[†]Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate School, Pukyong National University
Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University
(Received 20 January 2006, in final from 13 February 2006)

Abstract

Offset lithography is the most widely used printing process in domestic printing industry, but there are no industry-wide specifications for press control to assure consistent quality across printing plants. As printing becomes more of a commodity and less of an art, it is necessary to develop a print quality specification standard suitable for Korea offset printing field.

This study aims to contribute to improving the quality of domestic offset color prints by comparative study on color reproduction properties of 2 kinds of domestic process color ink composed of C(cyan), M(magenta), Y(yellow) and K(black) and of 3 kinds of domestic coated paper, using colorimetric color measurement method.

1. 서 론

오프셋 인쇄분야에서도 첨단화 시대에 발맞춰 인쇄 공정에 많은 변화가 일고 있으며, 고품질의 컬러 인쇄물에 대한 관심이 증대되고 있다.

국내 오프셋 인쇄 현장에서는 인쇄물의 품질관리를 과학적이고 객관적인 데이터에 의존하기 보다는 주로 인쇄 작업자의 경험에 의존하고 있으며, 인쇄 작업자의 숙련도에 의해 인쇄품질이 결정되는 실정이다. 그러므로 더욱 체계적이고 효율적인 품질관리를 위해서는 규격화된 객관적인 데이터로 국산 인쇄물에 대한 표준규격을 설정할 필요가 있다.¹⁻³⁾

본 연구에서는 국내에서 생산되고 있는 인쇄 잉크와 인쇄용지를 사용한 인쇄 실험을 통하여 해외 규격과 비교·연구함으로써 국산 오프셋 인쇄물의 인쇄 품질에 대하여 검토코자 하였다. 본 연구의 인쇄실험에서는 국내 오프셋 인쇄 현장에서 주로 사용되고 있는 국산 프로세스 컬러 잉크 C(cyan), M(magenta), Y(yellow), K(black) 3종과 국산 도포지(120g/m²) 3종을 사용하여 서울과 경기 및 부산의 7곳의 인쇄회사에서 인쇄하였다.

인쇄물의 품질은 잉크, 종이, 인쇄회사, 그리고 국제 표준에 대한 국산 인쇄물의 CIE L*a*b* 표색치와 표색계 및 색차 등의 색재현 특성을 비교·평가하였다.

2. 실 험

2-1. 원고준비 및 제판

제판에 사용된 실험 재료 및 기기는 Table 1과 Fig. 1에 나타내었다. 원고제작은 인쇄물의 객관적 평가를 위하여 C, M, Y, K 각각에 대해 0~100%의 망점면적률 범위를 5% 간격으로 20단계 나눈 컬러 패치와 C, M, Y, K 4색으로 1,485개의 컬러 패치가 조합되어 있는 “ECI2002” 타겟과 컨트롤 스트립(control strip)으로 구성하여 “Quark Xpress 3.3”과 “Photoshop 6.0”, “Illustrate 7.0” 소프트웨어로 테스트 타겟을 제작하였다.

CTP용 인쇄판은 Kodak “ELECTRA Excel”로 2곳의 인쇄회사에서 사용하였고, Agfa “Thermostar” 3개사 및 Fuji “LP-N” 2개사에서 출력에 사용하였다. 출력에 사용된 CTP는 Dainippon Screen “PlateRite 8000”과 “PlateRite 8600”으로 5곳의 인쇄회사에서 사용하였으며, Fuji “Luxel V-6” 2곳의 인쇄회사에서 출력에 사용하였다.

CTP와 인쇄판은 서울, 경기 및 부산 7곳의 인쇄회사에서 보유한 기기와 재료를 사용하였으며, 출력 해상도는 2,540dpi, 스크린선수 175lpi로 설정하여 C, M, Y, K로 출력하였다.

Table 1. Prepress System used in Printing Test

	Manufacturer	Product Name
PC	IBM	Pentium 4 3.2 GHz
	Apple	Power Mac G4
Software	Quark	Quark Xpress 3.3
	Adobe	Photoshop 6.0
	Adobe	Illustrate 7.0
Plate Setter	Dainippon Screen	PlateRite 8000
	Dainippon Screen	PlateRite 8600
	Fuji	Luxel V-6
Plate	Kodak	ELECTRA Excel
	Fuji	LP-N3
	Agfa	Thermostar

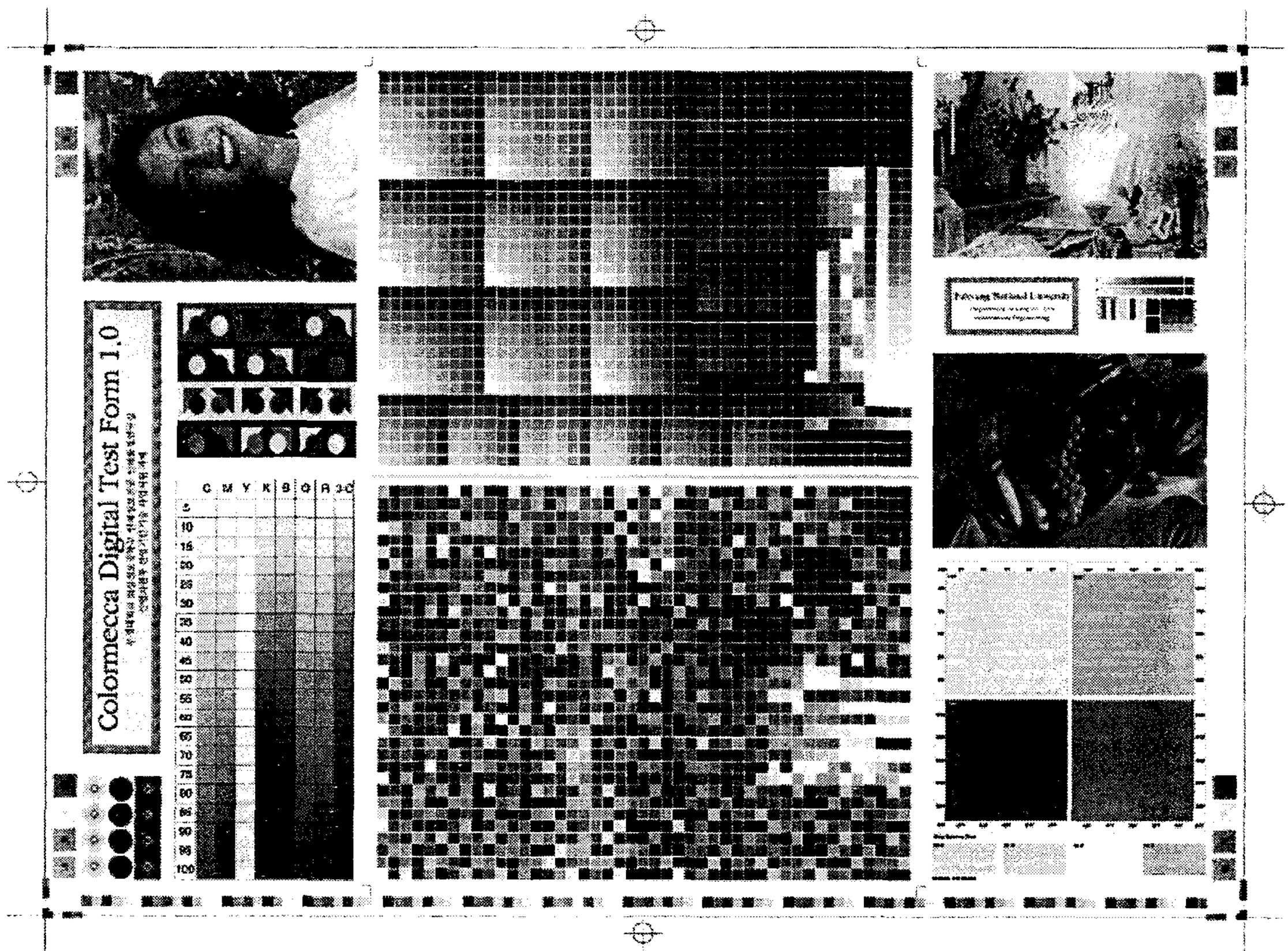


Fig. 1. Test target combination used in printing test.

2-2. 인쇄 및 인쇄물의 평가 방법

인쇄에 사용된 실험재료와 기기는 Table 2와 같다. 서울, 경기 및 부산 7곳의 인쇄회사에서 이용한 오프셋 매엽기는 Heidelberg “CD 102”, “SM 74”를 4곳의 인쇄회사에서 사용하였으며, MITSUBISHI와 KOMORI 및 Shinohara 회사들의 최신기기로 각각 3곳의 인쇄회사에서 사용하였다.

오프셋 인쇄용 프로세스 컬러 잉크는 국내에서 생산되고 있는 대한잉크, 동양잉크, 한국특수잉크 3개회사의 C, M, Y, K 잉크로 인쇄하였으며, 각 인쇄회사에서 주로 사용하고 있는 잉크로 인쇄하였다. 인쇄용지는 7곳의 인쇄회사에서 모두 한국제지, 한솔제지, 신무림제지 3개사의 도포지(120g/m²)를 동일하게 사용하였다.

인쇄 속도는 롤러 마찰에 의한 온도상승을 막기 위하여 충분히 공회전 후 10,000rpm으로 유지하였으며, 블랭킷 압축량은 0.1mm로 설정하였다. 습수액은 pH 5.5, 온도 9.8℃, IPA 13±1%로 유지하였고, 실내온도는 25℃±3℃, 습도 50%±5%로 설정하였다. 인쇄 순서는 1~4 유닛을 사용하여 K→C→M→Y 순서로 중첩인쇄 하였으며, 7곳의 인쇄회사에서 각각의 제지회사별로 500장씩 9,000장을 인쇄하였다.

인쇄물에서 일어나는 드라이다운(dry down)에 의한 농도변화를 고려하여 완전건조를 위해 48시간이 경과한 인쇄물을 측정하였다. 인쇄물은 잉크 제조회사에 따라 I₁, I₂, I₃로 분류하였다. I₁ 회사 잉크를 사용하여 실험한 인쇄회사는 C₁, I₂ 회사 잉크는 C₂~C₄, I₃ 회사 잉크는 C₅~C₇으로 분류하였다. 각각의 인쇄회사에서 사용한 3개 제지회사의 도포지(120g/m²)는 P₁, P₂, P₃로 분류하였으며, 국내 7곳의 인쇄회사에서 인쇄한 인쇄물 중 제지회사별로 각각 5장씩 총 105장의 샘플을 추출하였다.

Table 2. Printing Presses and Materials used in Printing Test

	Manufacturer	Product Name
Press	Heidelberg	CD 102
	Heidelberg	SM 74
	Mitsubish	D3000LS-4
	Komori	Lithrone 32
	Shinohara	75VH
Ink	Daihan	Plus KleenTec CMYK
	Dongyang	ArononT CMYK
	Korea Special	Best One CMYK
Paper	Hansol	Hi-Q Duo Art(120g/m ²)
	Hankuk	Double Art(120g/m ²)
	Shinmoorim	Neo Art(120g/m ²)

2-3. 색차의 측정 및 평가 방법

인쇄물의 재현성을 측색적 방법으로 원고와의 색차로 비교하였다. CIE 1976 L*a*b* 색공간에서 규정한 3자극치 X, Y, Z에서 CIEL*a*b* 색공간으로 변환하는 계산식은 다음의 Eq. (1)과 같다.⁴⁾

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

여기에서 X_n, Y_n, Z_n 은 기준 백색에 대한 삼자극치 값이며, 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.

ΔE^*_{ab} 로 표시되는 색차는 3차원 공간상의 두 점 사이의 거리의 차이로 평가 되며, CIEL*a*b* 색공간에서 2개의 측색치 L^*_1, a^*_1, b^*_1 와 L^*_2, a^*_2, b^*_2 간의 색차는 Eq. (2), (3)과 같이 표시된다.⁵⁾

$$\begin{aligned} \Delta L^* &= L^*_2 - L^*_1 \\ \Delta a^* &= a^*_2 - a^*_1 \\ \Delta b^* &= b^*_2 - b^*_1 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

또한 채도차(ΔC^*_{ab})와 색상차(ΔH^*_{ab})로 (4), (5)식으로 색차를 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned} C^*_{ab} &= [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \\ \Delta C^*_{ab} &= C^*_{ab2} - C^*_{ab1} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\Delta H^*_{ab} = [(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*_{ab})^2]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

인쇄물의 색측정은 GretagMacbeth "Spectrolino"를 사용하여 표준광 D50에서 2°시야 조건으로 3회 반복 측정한 평균 CIEL*a*b* 값으로 국산 인쇄물 상호간의 색차와 국산 인쇄물과 'SWOP(Specifications Web Offset Publications)' 및 'JAPAN COLOR', 'ISO(International Standards Organization)' 규격과의 색차를 비교·평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 국산 인쇄물 상호간의 색재현 특성 평가

Table 3과 Fig. 2는 총 105장의 샘플에서 C, M, Y, R, G, B 패치의 100% 망점면적을 부분을 측색하여 CIEL*a*b* 표색치와 표색계에 나타낸 것이다. C₁ 인쇄물의 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 는 종이 종류에 따라서 모든 색상에서 2~3 이내의 근소한 차이를 보이고 있으며, 잉크와 인쇄 회사가 같고 종이가 다르더라도 색상의 차이는 많이 나지 않음을 확인할 수 있었다.

I₂ 잉크로 인쇄한 C₂~C₄ 인쇄 회사에서는 동일한 종이를 사용하여도 인쇄 회사에 따라 C색상의 ΔL^* 은 7, Δa^* 와 Δb^* 는 각각 5정도로 나타났으며, G와 B색상의 ΔL^* 은 3 정도이지만 Δa^* 와 Δb^* 는 10정도로 큰 차이를 확인할 수 있었다. P₂와 P₃에서도 비슷하게 나타났으며, 한곳의 인쇄 회사에서 종이만 달리하였을 경우 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 각각 1 이내의 작은 차이를 확인할 수 있었다.

I₃ 잉크도 같은 종이를 사용하고 인쇄 회사가 다른 경우 모든 색상의 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 에서 큰 차이가 나타났다. 특히, Y와 G색상의 Δa^* , Δb^* 에서는 18의 큰 차이를 확인할 수 있다. 이는 인쇄 작업자에 따라 인쇄물의 선호색과 인쇄 환경의 차이 때문에 동일한 재료로 인쇄를 하더라도 많은 차이가 난다고 생각된다.

잉크회사별로는 I₂와 I₃ 잉크의 채도와 색상이 비슷하였으며, I₁ 잉크는 Y와 G, R 색상의 채도가 더 낮으나, 명도는 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

종이별의 채도차, 색상차과 명도차는 거의 나지 않았으며, 인쇄회사별로는 C₁의 Y색상에서 채도는 다른 회사들에 비해 낮고, C₇의 Y색상은 더 높게 나타났다. G색상에서도 인쇄회사간의 채도차이와 색상차이를 확인할 수 있었다. 명도는 C₁이 가장 높았으며, C₇이 가장 낮게 나타났다.

Table 4는 국산 인쇄물을 잉크, 종이, 인쇄회사로 분류하여 색차를 분석한 것이다. I₁과 I₂ 잉크는 C와 M색상에서 3.59이하의 색차가 낮으나, Y색상에서는 16.59의 많은 차이를 확인할 수 있었다. I₁ 잉크의 채도가 I₂ 잉크 보다 16가량 낮아 많은 색차가 낮으며, 2차색에서는 R색상에서도 I₁ 잉크의 낮은 채도 때문에 11.61의 색차가 낮다. G와 B색상은 색상차이 때문에 13.21과 7.87의 색차를 확인할 수 있었다.

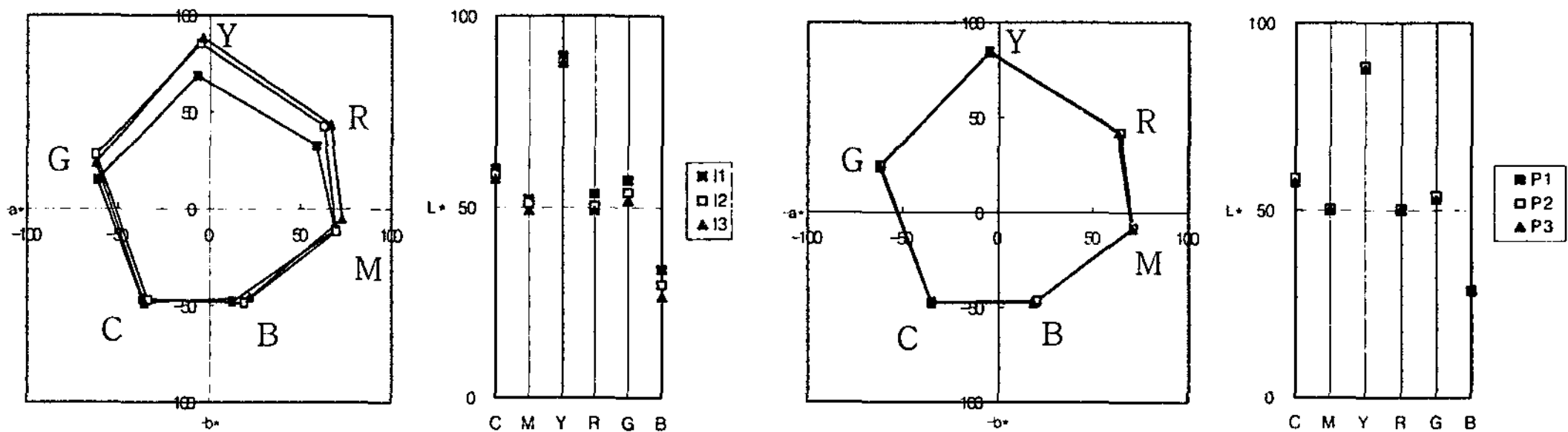
I₁과 I₃ 잉크에서도 역시 Y와 R색상에서 채도차이 때문이었으며, G와 B잉크 역시 색상차이 때문에 큰 색차가 낮다. 이는 잉크의 문제보다는 I₁ 잉크를 사용한 인쇄회사가 1곳 밖에 없으므로 인쇄회사 3곳의 평균값을 사용한 I₂와 I₃ 잉크에 비해 민인쇄 농도가 다소 낮기 때문이라고 생각된다.

I₂와 I₃ 잉크는 M색상에서 7정도의 색차가 낮으며, I₂ 잉크의 색상차가 6.89 높은 것으로 나타났다. C와 Y색상에서는 I₂ 잉크의 채도가 2정도 낮아 2~3의 색차가 낮으며, 2차색 G와 B색상에서는 색상차이 때문에 5정도의 색차가 낮았다.

Table 3. CIEL*a*b* Color Specification Values of Domestic Offset Prints

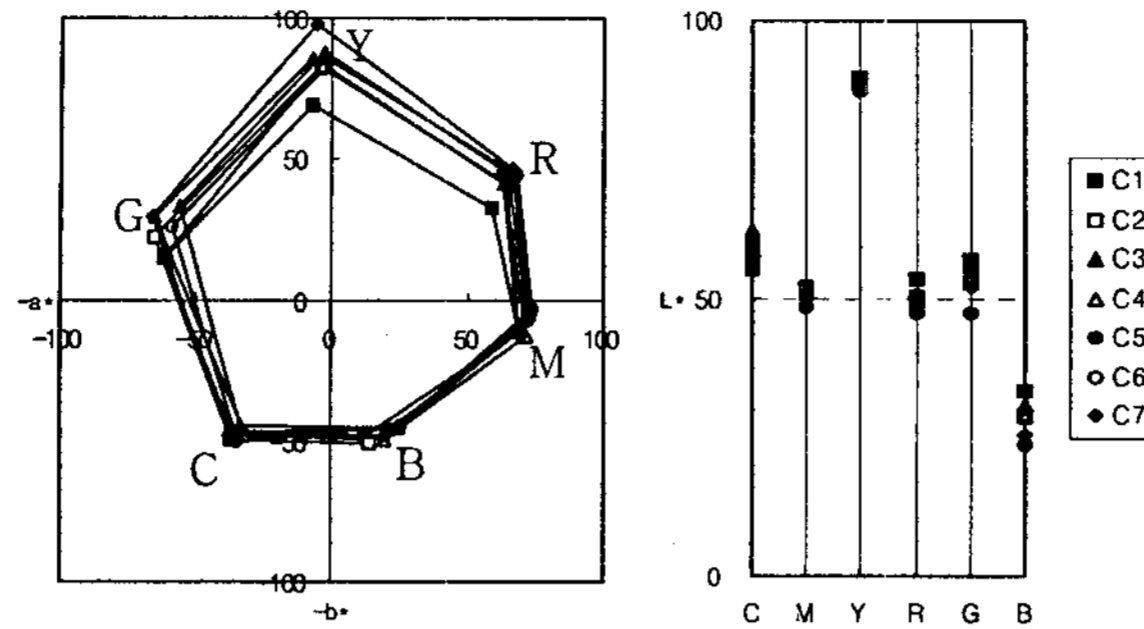
Company			Cyan			Magenta			Yellow			Red			Green			Blue		
Ink	Paper	Printing	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
I ₁	P ₁	C ₁	60.46	-36.68	-46.14	51.91	69.76	-10.59	89.64	-6.70	69.40	53.41	59.77	32.32	57.47	-61.21	16.17	33.54	13.44	-47.90
	P ₂	C ₁	60.81	-36.57	-45.62	52.07	69.32	-10.80	89.98	-6.93	68.10	53.44	59.22	31.86	57.78	-60.90	16.42	33.56	14.30	-47.52
	P ₃	C ₁	58.98	-36.93	-47.22	52.31	68.11	-11.05	89.23	-6.59	69.38	53.80	57.61	33.97	55.59	-62.84	14.04	33.38	10.50	-48.54
I ₂	P ₁	C ₂	57.99	-36.62	-49.31	51.73	69.23	11.34	88.78	-4.32	82.53	50.91	63.31	41.22	52.74	-65.54	21.99	29.01	14.25	-50.74
		C ₃	62.04	-33.73	-44.41	51.36	70.18	10.82	87.94	-2.90	87.52	50.68	63.96	46.65	55.00	-56.34	32.79	30.70	25.96	-44.78
		C ₄	55.44	-31.16	-47.99	49.19	72.58	10.98	88.81	-6.80	85.73	49.88	63.24	41.86	54.01	-65.83	29.00	28.31	20.64	-49.43
	P ₂	C ₂	57.64	-36.71	-48.97	52.06	68.22	-10.99	88.67	-4.43	82.43	50.35	63.76	41.72	52.75	-65.13	22.78	28.95	14.00	-50.22
		C ₃	62.05	-34.10	-44.51	50.18	71.91	8.97	88.40	-3.53	88.40	50.44	64.35	45.13	55.37	-56.77	32.57	29.84	29.05	-43.34
		C ₄	55.34	-31.05	-47.70	49.95	70.97	12.23	88.82	-7.29	85.31	49.77	62.95	41.08	54.02	-65.38	28.94	28.79	19.40	-49.36
	P ₃	C ₂	57.42	-36.63	-48.89	50.47	69.71	10.66	88.11	-4.38	82.11	50.15	63.52	41.09	52.67	-64.73	22.24	29.00	14.02	-50.14
		C ₃	62.11	-32.47	-44.00	52.47	64.40	-13.76	86.73	-2.63	87.99	51.42	58.20	47.95	54.88	-54.06	34.83	32.27	19.34	-46.59
		C ₄	55.12	-30.59	-47.80	49.47	70.88	12.90	87.77	-6.95	86.37	49.26	62.79	41.34	53.87	-64.70	30.41	29.09	19.32	-49.42
I ₃	P ₁	C ₅	56.36	33.83	49.65	50.05	71.62	2.88	87.76	-1.98	84.76	47.97	68.32	44.03	47.45	61.18	16.52	25.21	23.76	-43.21
		C ₆	59.21	35.77	47.24	50.13	72.68	5.47	88.23	-2.84	80.73	50.71	65.50	40.18	54.97	-58.87	25.04	28.53	23.25	-45.69
		C ₇	58.00	37.43	-47.31	49.17	72.58	6.28	88.80	-5.67	98.00	49.28	66.39	46.34	52.80	-65.51	31.05	26.61	19.07	-47.68
	P ₂	C ₅	54.31	35.55	-51.02	47.09	75.51	0.57	87.22	-2.59	86.72	46.94	69.64	44.50	47.07	-62.59	13.58	22.00	27.67	-43.34
		C ₆	62.19	35.29	-44.20	52.19	70.64	8.49	88.42	-2.82	84.78	52.44	63.06	43.20	56.72	-56.53	29.85	31.77	22.19	-45.74
		C ₇	58.25	37.35	-47.25	48.81	72.40	6.02	88.66	-6.25	96.96	48.67	66.68	46.02	52.76	-65.25	30.07	26.57	18.84	-47.33
	P ₃	C ₅	55.55	-34.77	-49.89	48.34	73.46	4.81	86.39	-2.29	85.35	47.92	66.51	43.09	48.43	-60.62	16.49	24.53	25.39	-45.29
		C ₆	57.45	-36.13	-48.76	48.88	73.02	-4.78	87.36	-2.95	80.56	49.44	66.26	38.49	53.12	-60.58	22.32	26.95	22.57	-46.35
		C ₇	56.27	-37.17	-49.79	47.88	74.11	4.16	88.09	-5.72	97.87	48.59	66.59	46.65	50.77	-67.04	28.65	23.67	21.23	-47.76

종이에 따라서는 C, M, Y, R, G, B색상에서 모두 색차 1.5미만으로 종이가 색차에 미치는 영향은 아주 작은 것으로 나타났다. 인쇄회사별 색차는 I₂ 잉크를 사용한 C₂~C₄와 I₃ 잉크를 사용한 C₅~C₇를 비교하였다. 같은 잉크와 종이를 사용하였으나, 인쇄 작업자에 따라 색차 1~15의 큰 차이가 났다. I₂와 I₃ 잉크를 사용한 모든 인쇄회사에서 M색상은 3이하의 비교적 우수하였으나, Y와 G색상에서는 주로 채도차와 색상차이 때문에 많은 색차가 났다. 국산 인쇄물의 명도차는 1~3정도로 잉크와 인쇄회사에 상관없이 고르게 나타났다.



(a) Ink

(b) Paper



(c) Printing company

Fig. 2. Comparisons of CIEL*a*b* color spaces of according to ink, paper and printing company.

Table 4. Color Differences Analysis of Domestic Offset Prints for Ink, Paper and Printing Company

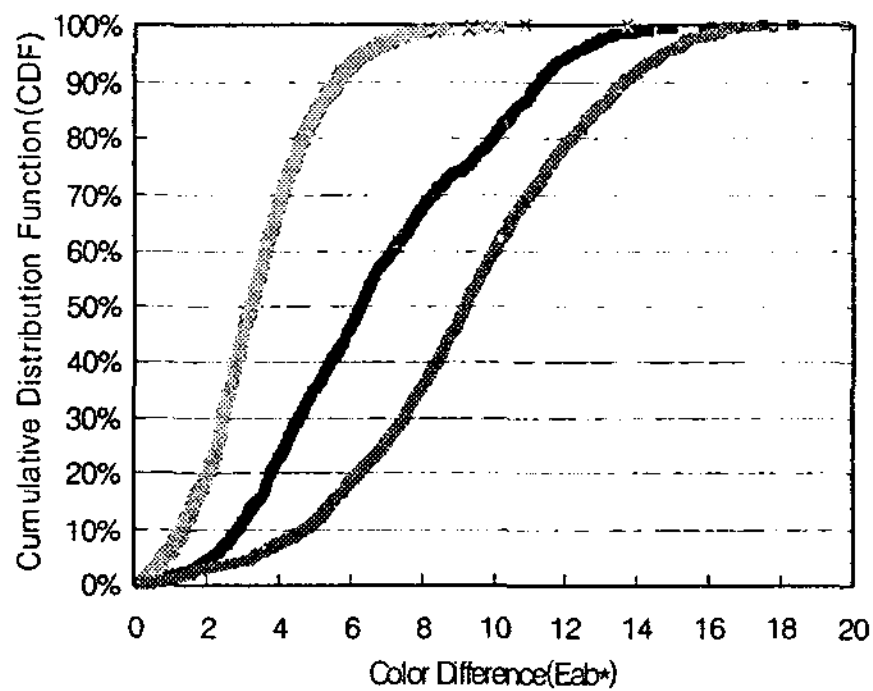
Color	Color Difference	Ink			Paper			Printing					
		I ₁ -I ₂	I ₂ -I ₃	I ₃ -I ₁	P ₁ -P ₂	P ₂ -P ₃	P ₃ -P ₁	C ₂ -C ₃	C ₃ -C ₄	C ₄ -C ₂	C ₅ -C ₆	C ₆ -C ₇	C ₇ -C ₅
Cyan	ΔE^*_{ab}	3.59	2.72	3.37	0.47	1.52	1.13	7.43	5.97	1.53	5.75	3.10	3.99
	ΔL^*	1.73	0.84	-2.57	-0.16	1.10	-0.94	-4.38	3.82	0.56	-4.21	2.12	2.10
	ΔC^*_{ab}	1.25	-2.36	1.11	0.20	-0.65	0.45	5.83	-4.47	-1.35	1.96	-2.26	0.30
	ΔH^*_{ab}	2.88	1.06	1.87	0.40	0.82	0.42	1.43	0.99	0.44	3.39	0.09	3.38
Magenta	ΔE^*_{ab}	1.63	7.45	7.68	0.18	1.02	1.03	0.31	3.35	3.27	3.73	2.04	2.53
	ΔL^*	1.33	1.59	-2.93	0.17	0.36	-0.53	0.07	1.80	-1.88	-1.91	1.78	0.13
	ΔC^*_{ab}	-0.81	-2.34	3.15	-0.04	0.68	-0.64	0.24	-2.62	2.38	1.62	-0.92	-0.70
	ΔH^*_{ab}	0.47	6.89	6.37	0.05	0.67	0.62	0.18	1.03	1.21	2.77	0.35	2.43
Yellow	ΔE^*_{ab}	16.59	3.26	19.77	0.69	1.08	0.91	5.23	4.48	4.11	3.30	14.62	11.81
	ΔL^*	1.39	0.34	-1.74	-0.03	0.93	-0.90	0.83	-0.78	-0.06	-0.88	-0.51	1.40
	ΔC^*_{ab}	-16.22	-2.98	19.20	-0.60	0.46	0.14	-4.95	1.73	3.23	3.12	-14.36	11.23
	ΔH^*_{ab}	3.17	1.27	4.37	0.34	0.31	0.04	1.43	4.06	2.54	0.58	2.70	3.37
Red	ΔE^*_{ab}	11.61	3.88	14.05	0.21	1.19	1.33	5.01	5.09	1.00	5.17	5.55	3.21
	ΔL^*	3.23	1.21	-4.44	0.11	0.21	-0.32	-0.37	1.20	-0.83	-3.26	2.01	1.24
	ΔC^*_{ab}	-8.91	-3.31	12.22	0.03	1.05	-1.08	-1.90	2.39	-0.49	4.01	-4.19	0.19
	ΔH^*_{ab}	6.71	1.62	5.33	0.17	0.53	0.70	4.62	4.33	0.27	0.15	3.03	2.95
Green	ΔE^*_{ab}	13.21	5.23	9.80	0.46	1.30	0.89	14.32	10.43	6.80	13.06	8.60	15.14
	ΔL^*	3.02	2.36	-5.38	-0.29	1.02	-0.73	-2.37	1.12	1.24	-7.29	2.83	4.46
	ΔC^*_{ab}	-4.66	1.84	2.82	0.17	0.01	-0.18	2.66	-5.95	3.29	-1.91	-8.08	9.99
	ΔH^*_{ab}	11.98	4.29	7.69	0.32	0.80	0.48	13.87	8.49	5.82	10.67	0.84	10.47
Blue	ΔE^*_{ab}	7.87	5.16	12.50	0.82	2.17	1.39	12.15	7.10	5.77	5.98	5.03	6.81
	ΔL^*	3.94	3.35	-7.29	0.06	0.37	-0.43	-1.95	2.22	-0.27	-5.17	3.47	1.70
	ΔC^*_{ab}	-2.39	0.92	1.47	0.05	-0.23	0.18	-0.67	-0.98	1.66	0.83	-0.16	-0.67
	ΔH^*_{ab}	6.38	3.82	10.04	0.81	2.12	1.31	11.97	6.67	5.52	2.89	3.63	6.56

Fig. 3은 총 105장의 인쇄물에서 'ECI2002' 타겟의 1,485개 패치를 잉크회사와 제지회사 및 인쇄회사간의 누적분포함수 곡선으로 나타낸 것이다. I₁과 I₂ 잉크간의 전체 평균 색차는 6.7이었으며, 1,485개의 패치 중에서 90%가 색차 11의 많은 차이가 났다. I₁과 I₃

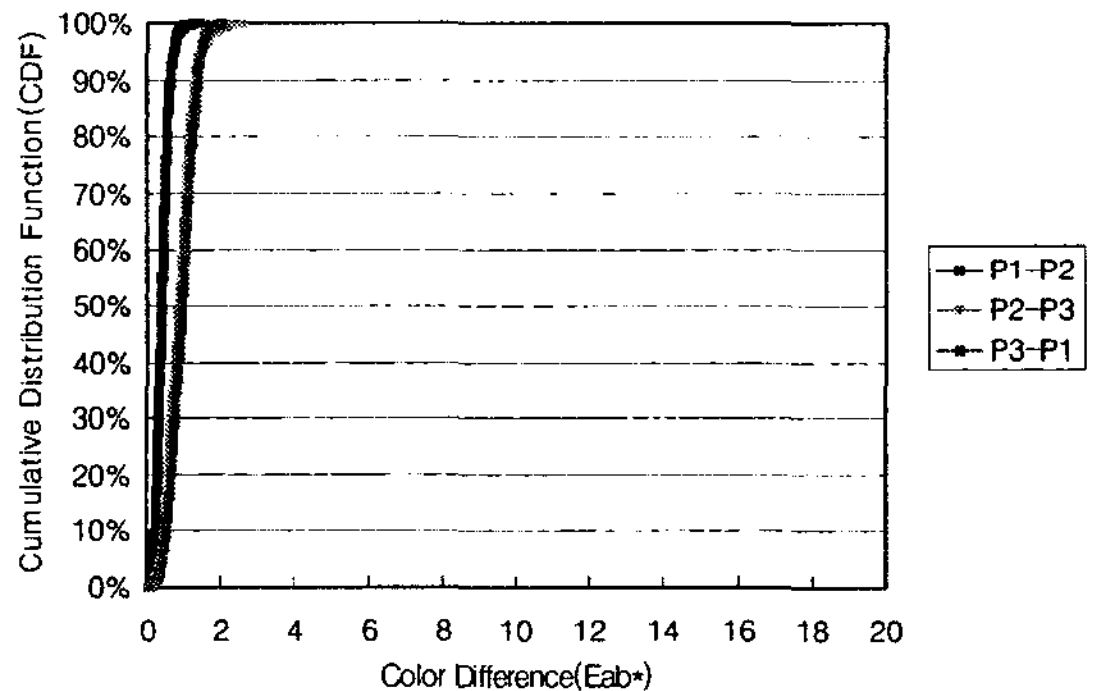
잉크의 전체 평균 색차는 9.2로 높았으며, 패치 90%가 14로 더 높게 나타났다. 그러나 I₂와 I₃ 잉크의 전체 평균 색차는 3.4였으며, 패치의 90%는 5정도의 색차를 확인할 수 있었다.

P₁과 P₂ 종이의 전체 평균 색차는 0.4로 거의 차이가 없었으며, 1,485개의 패치 중에서 90%가 색차 0.5 미만으로 나타났다. P₁과 P₃ 종이의 전체 평균 색차는 1이하였으며, 패치의 90%가 색차 1.5이하로 우수하였다. P₂와 P₃ 종이에서도 전체 평균 색차는 0.9로 우수하였으며, 패치의 90%는 1.4이하로 나타났다. 국내 3개의 제지 회사 중 어떠한 것을 선택하여도 인쇄물의 색차에는 2미만의 작은 차이를 확인할 수 있었다.

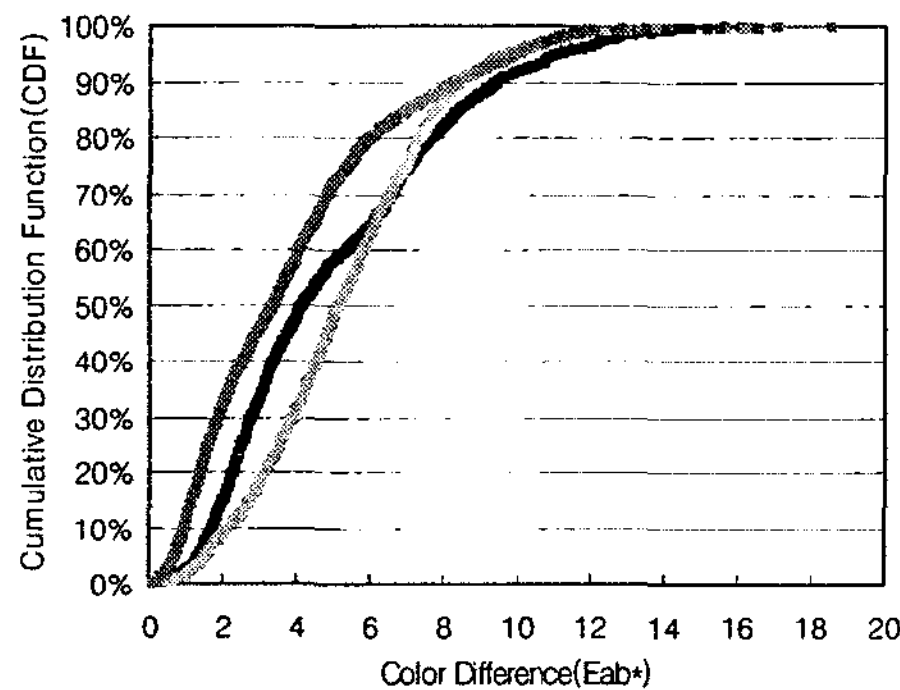
인쇄회사별 색차는 I₂ 잉크로 인쇄한 C₂~C₄를 비교하였으며, C₂와 C₃의 전체 평균 색차는 5, 패치의 90%는 색차 9.4로 많은 차이가 나타났다. C₂와 C₄의 평균색차는 3.9, 패치의 90%가 색차 8.1이었으며, C₃과 C₄는 평균색차 5.3, 패치의 90%는 8.4로 같은 잉크로 인쇄하더라도 인쇄 작업자에 따라 3에서 8.4까지 큰 차이를 확인할 수 있었다.



(a) Ink



(b) Paper



(c) Printing company

Fig. 3. CRF curves of color differences(ΔE^*_{ab}) of domestic offset prints for ink, paper and printing company.

3-2. 주요 국제 표준에 대한 국산 인쇄물의 색재현 특성 평가

Table 5와 Fig. 4는 국산 인쇄물의 평균(KOR)과 해외 규격의 CIEL*a*b* 표색치를 CIEL*a*b* 표색계에 나타낸 것이다. 국산 인쇄물의 ΔL*은 해외규격보다 모든 색상에서 높았으며, Δa*, Δb*는 가장 낮은 것으로 나타났다.

'SWOP'규격은 C, M, Y색상의 Δa*가 2정도 높고 2차색 R, G, B에서는 Lab 모두 낮으나 국산 인쇄물의 평균 CIEL*a*b* 표색치와 가장 비슷하게 나타났다.

'JAPAN COLOR'의 명도는 낮으나 Δa*와 Δb*는 1에서 최대 8 높게 나타났다. 'ISO' 규격 역시 모든 색상의 a*와 b*는 높았으며, 특히 Y색상은 Δa*가 7.3 높았으며, Δb*도 12가량 높게 나타났다. 1차색 C, M, Y의 ISO규격이 가장 크고 Y, G, B색상에서는 색상 차도 확인할 수 있었다. 2차색 R, G, B는 'JAPAN COLOR'가 가장 크게 나타났으며, 'SWOP' 규격의 색공간은 가장 작으나 국산 인쇄물과 가장 비슷하게 나타났다.

명도 그래프는 Y를 제외한 나머지 색상에서 국산 인쇄물이 가장 높았으며, Y색상에서는 'ISO' 규격이 높게 나타났다. 그러나 C, M, R, G에서는 가장 낮았으며, B색상은 'JAPAN COLOR'의 명도가 가장 낮음을 확인할 수 있었다.

Table 5. Comparisons of CIEL*a*b* Color Specification Values of Domestic Offset Prints with Typical International Standard

	Cyan			Magenta			Yellow			Red			Green			Blue		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
KOR	58.3	-35.1	-47.4	50.3	71.0	-8.8	88.3	-4.7	84.3	50.4	63.7	41.7	53.6	-62.0	25.0	28.9	19.7	-47.4
SWOP	56.0	-37.6	-40.0	47.2	68.1	-4.0	84.3	-5.8	84.3	46.9	62.2	41.8	51.5	-61.6	26.1	26.6	17.6	-42.2
JAPAN	53.9	-35.9	-50.4	46.3	74.4	-4.8	86.5	-6.6	91.1	48.0	65.5	48.0	48.9	-70.1	27.1	23.1	20.4	-52.1
ISO	54.0	-37.0	-50.0	45.0	75.0	-10.0	88.0	-12.0	96.0	46.0	62.0	42.0	50.0	-67.0	33.0	27.0	29.0	-44.0

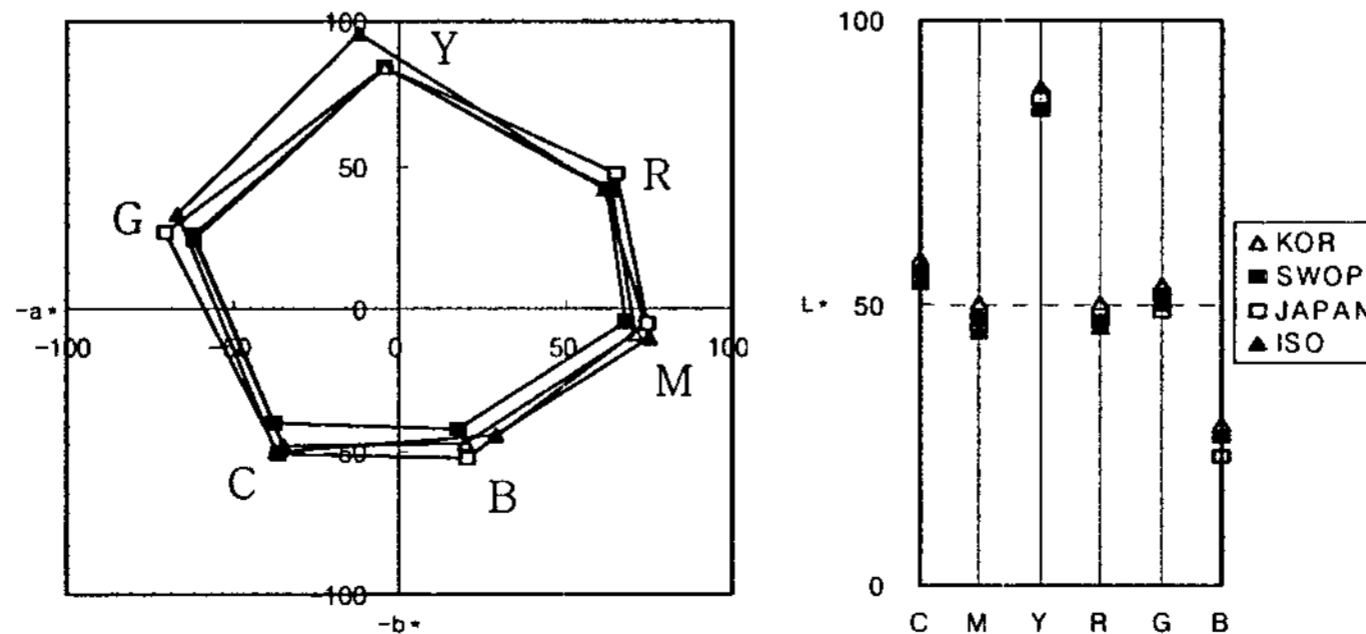


Fig. 4. Comparisons of CIEL*a*b* color spaces of domestic offset prints with typical international standard.

Table 6과 Fig. 5는 전체 인쇄물의 C, M, Y, R, G, B 100% 망점면적률 패치와 해외 규격과의 색차를 나타낸 것이다. 해외규격 중에서 SWOP와의 전체 평균색차는 5로 가장 작았으며, 1차색(C, M, Y)의 색차는 4~8, 2차색(R, G, B)에서는 2~6의 색차가 나타났다. C색상은 색차 8.14 중 색상차(ΔH^*_{ab})가 6.63 더 높았으며, M색상은 6.38의 색차에서 색상차가 4.5 높고, B색상의 색차 6.02에서 채도가 5.58 더 높음을 확인할 수 있었다. Y, R, G 색상의 색차는 2~4 정도이나 명도가 더 높게 나타났다.

JAPAN COLOR와 KOR의 전체 평균색차는 7이었으며, G색상은 색차 9.61 중 채도가 8.3 낮았으며, B색상은 7.49의 색차에서 명도가 5.75 높고, Y색상의 색차 7.27에서 채도가 6.89 더 낮음을 확인할 수 있었다. R색상은 색차 6.95 중 채도가 5 낮았으며, M색상은 6.59의 색차에서 색상차가 4.28 높고, C색상의 색차 5.41에서 명도가 4.43 더 높음을 확인할 수 있었다.

ISO와 KOR의 전체 평균색차는 8.5로 가장 높았으며, 주로 M, Y, G, B색상에서 많은 색차가 나타났다. Y색상은 13.77의 색차 채도가 12.3 더 낮았으며, G색상은 10.13의 색차에서 채도가 7.83 낮고, B색상은 색상차가 9.77 더 높음을 확인할 수 있었다. C, M, R 색상의 색차는 5~7 정도이나 명도가 더 높게 나타났다.

Table 6. Color Differences Analysis of Domestic Offset Prints for the Typical International Standard

Color	Color Difference	SWOP	JAPAN	ISO
Cyan	ΔL^*	2.33	4.43	4.33
	ΔC^*_{ab}	4.11	-2.88	-3.20
	ΔH^*_{ab}	6.63	1.14	0.05
	ΔE^*_{ab}	8.14	5.41	5.38
Magenta	ΔL^*	3.08	3.98	5.28
	ΔC^*_{ab}	3.31	-3.03	-4.14
	ΔH^*_{ab}	4.50	4.28	0.69
	ΔE^*_{ab}	6.38	6.59	6.75
Yellow	ΔL^*	4.00	1.80	0.30
	ΔC^*_{ab}	-0.05	-6.89	-12.30
	ΔH^*_{ab}	1.07	1.43	6.17
	ΔE^*_{ab}	4.14	7.27	13.77
Red	ΔL^*	3.47	2.38	4.38
	ΔC^*_{ab}	1.18	-5.08	1.24
	ΔH^*_{ab}	0.87	4.10	1.15
	ΔE^*_{ab}	3.77	6.95	4.69
Green	ΔL^*	2.14	4.74	3.64
	ΔC^*_{ab}	-0.05	-8.30	-7.83
	ΔH^*_{ab}	1.21	0.97	5.30
	ΔE^*_{ab}	2.46	9.61	10.13
Blue	ΔL^*	2.25	5.75	1.85
	ΔC^*_{ab}	5.58	-4.65	-1.40
	ΔH^*_{ab}	0.03	1.15	9.77
	ΔE^*_{ab}	6.02	7.49	10.04

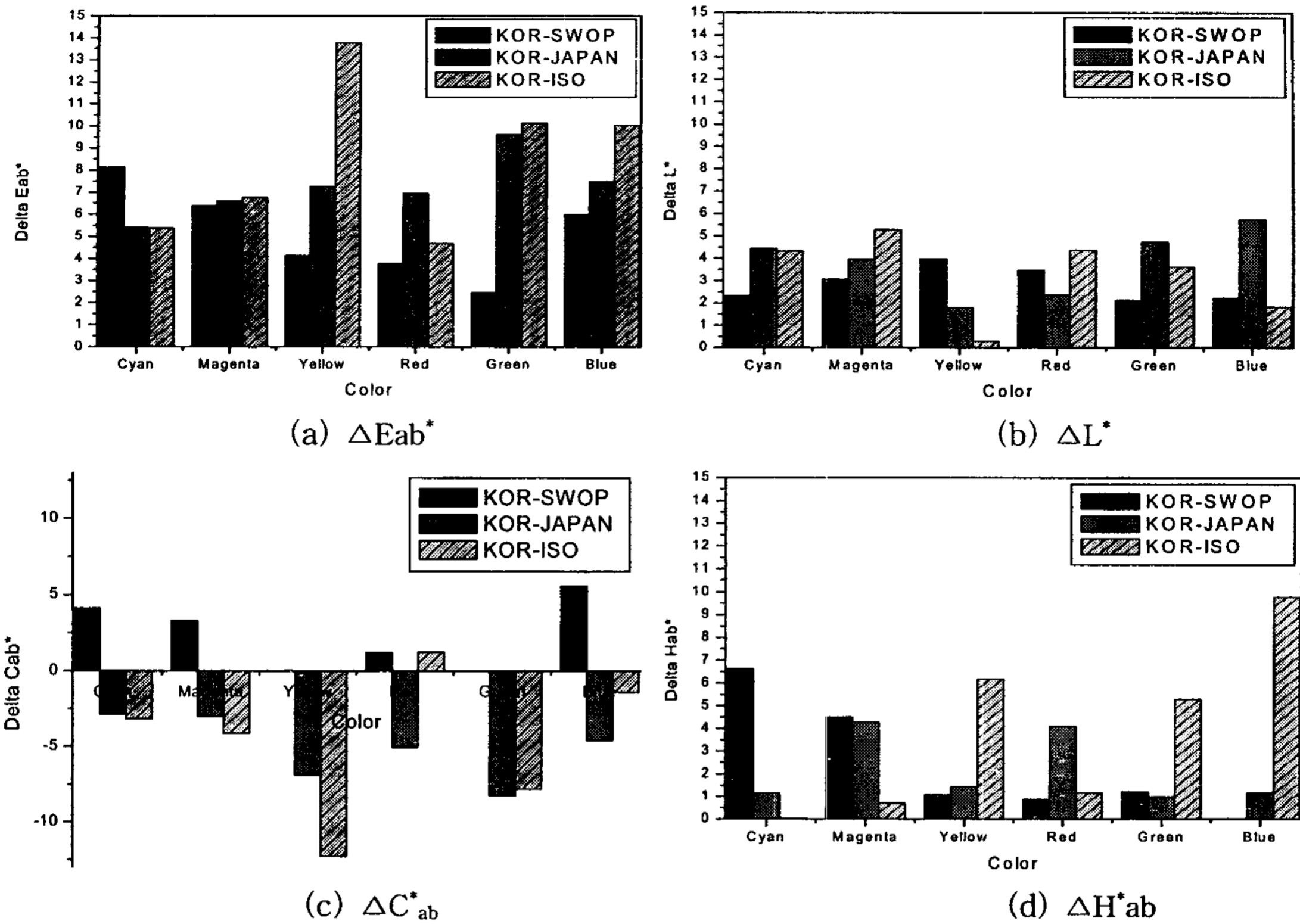


Fig. 5. Color differences analysis of domestic offset prints for the typical international standard.

4. 결 론

본 연구에서는 국산 오프셋 인쇄물의 품질 향상을 위하여 국내 오프셋 인쇄 현장에서 많이 사용하고 있는 국산 도포지 3종과 국산 오프셋 인쇄용 프로세스 컬러 잉크 3종으로 실험한 인쇄물에 대하여 색재현 특성을 비교·평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 국산 인쇄물 상호간의 색재현 특성을 비교한 결과 잉크에 따라 큰 색차가 낮으며, 종이 색차에 미치는 영향은 작은 것으로 나타났다. 인쇄 회사에 따라서는 동일한 재료로 인쇄하더라도 큰 색차가 나타남을 확인하였다.
2. 국산 잉크 3종의 색재현 특성을 비교한 결과 1차색 C, M, Y 중에서 C색상의 색차는 잉크 3종 모두 비슷하지만, I₁과 I₃, I₂와 I₃ 잉크 M색상의 색차는 색상차로 인해 큰 차이가 남을 확인하였다. Y색상은 I₁잉크의 채도가 I₂와 I₃ 잉크 보다 불량하였으며, 2차색의 색재현 특성은 잉크 3종 모두 불량하였다. R색상은 채도차, G와 B색상은 색상차

로 인해 큰 색차가 났으나, 명도는 잉크 3종 모두 비슷하게 나타남을 확인하였다.

3. 국산 인쇄물의 평균적인 색재현 특성을 'SWOP', 'JAPAN COLOR', 'ISO' 등의 국제 주요 표준과 비교하면 'SWOP'에 가장 가까우며 특히, 색의 3속성별로 분석하면 명도는 모든 국제 표준보다 다소 높지만, C와 M색상을 제외한 나머지 색상의 채도와 색상은 'SWOP'와 대체로 유사한 것으로 나타났다.
4. 국산 인쇄물과 'SWOP' 규격사이의 색차는 C와 M색상에서 주로 색상 차이에 기인하며, Y와 R, G색상은 명도 차이, B색상은 국산 인쇄물의 채도 차이에 기인함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- 1) J. W. Long, "Specifications and Tolerances for Publication Press Proofing", TAGA Vol. 1, pp. 579~597 (1995).
- 2) M. Kaji, Y. Azuma and M. Nonaka, "Some Colorimetric Properties included in the Color Characterization Data of Process Prints", TAGA, pp. 226~241 (1998).
- 3) Y. C. Hsieh, "Print Quality Specifications of Sheetfed Offset Lithography in Taiwan", TAGA, pp. 229~248 (2003).
- 4) Roy S. Berns, "Principles of Color Technology", WILEY, pp. 78 (2003).
- 5) R.W. Hunt "Measuring Color" 2nd edition, Ellis Horwood (1991).