

오프셋 매엽 인쇄의 최적 민인쇄 농도 설정 방법

서석진[†], 강상훈

[†]부경대학교 대학원 인쇄공학과, 부경대학교 공과대학 인쇄정보공학과
(2009년 6월 8일 접수, 2009년 7월 6일 최종 수정본 접수)

The Optimal Solid Print Density Setting Method for Sheetfed Offset Printing

Suck-Jin Seo[†], Sang-Hoon Kang

[†]Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate School, Pukyong National University,
Dept. of Graphic Art & Information Engineering, Pukyong National University
(Received 8 June 2009, in final from 6 July 2009)

Abstract

Since domestic offset print quality control depends on the experience of persons in charge rather than objective data, the standards from the data are needed for the well-organized quality management of high-quality prints. Based on the ISO standards, now the standard specifications, such as GRACoL 7, SWOP 11, SNAP, G7 in America, and EURO Color, ECI, BVDm in Europe, and Japan Color 2001, Japan Color 2004 in Japan, are employed. There exists KS for domestic standards. However, since it has been directly imported from ISO Standards, there are discrepancies in printing materials and media. Although the quality management of commercial prints has been focused and studied. For this circumstance, standards are needed for the production of prints to meet international standards.

This paper aims to find out suitable ways to approach domestic printing standards using densitometric method and colorimetric method. Printing experiments on this study were performed with domestic process color inks(Cyan, Magenta, Yellow,

Black) and domestic coated papers, under the same conditions as the actual commercial printing processes. In densitometric method, how to set up the optimal solid print density was studied through three tests such as the ways to match solid print density and print contrast to GRACoL standards respectively, and the way to get the highest contrast. In colorimetric method, how to get solid print density with the minimum color difference between the CIEL*a*b* color specification values in GRACoL standards and the measured color specification values in prints, was studied.

Keyword : domestic offset print, ISO standards, densitometric method, colorimetric method, solid print density, CIEL*a*b* color specification value.

1. 서 론

국내 오프셋 인쇄물의 품질 관리는 객관적인 데이터에 의존하기 보다는 실무자의 경험에 의존하고 있으며, 고 품질 인쇄물의 체계적인 품질 관리를 위해 데이터화 된 표준 규격이 요구되고 있다. 현재 ISO를 표준(Standard)으로 미국에는 GRACoL⁷⁾, SWOP¹¹⁾, SNAP³⁾, G7을 유럽에는 EURO Color⁴⁾, ECI⁵⁾, BVDm⁶⁾이 일본에는 Japan Color 2001, Japan Color 2004 등의 규격(Specification)이 있다. 국내의 인쇄 표준 규격은 KS가 있으나, ISO규격을 그대로 도입했기 때문에 국산 인쇄 재료와 인쇄물 모두 차이가 있다⁷⁾. 현재 상업 인쇄물의 품질 관리는 많은 관심이 속에 연구 되고 있다. 이에 맞추어 국내 인쇄물에 대한 표준 규격이 요구된다.

본 연구에서는 국내의 인쇄 표준 규격에 접근하는 적합한 방법을 찾고자 농도법(densitometric)을 이용한 연구와 측색법(colorimetric)을 이용한 연구 두 가지 방법에 대해 검토하여 표준 규격화에 적합한 방법을 제시하고자 한다. 인쇄 실험에는 국내 오프셋 인쇄에 사용되고 있는 국산 프로세스 컬러 잉크(Cyan, Magenta, Yellow, Black)와 국산 아트지를 사용하였고, 상업 인쇄의 공정과 동일한 조건으로 인쇄된 자료를 기반으로 각각의 방법에 대하여 연구하였다. 농도법으로 민인쇄 농도와 콘트라스트를 각각 GRACoL 기준에 일치시키는 방법과 최대 콘트라스트를 구하는 방법의 3가지 실험을 통하여 최적의 민인쇄 농도를 설정하는 방법을 검토하였고, 측색법으로는 GRACoL 규격의 CIEL*a*b* 표색치와 인쇄물의 측정 표색치 사이에 색차가 최소가 되는 민인쇄 농도를 구하는 방법을 검토하였다.

2. 실험

2-1. 원고 준비 및 실험

Figure 1은 인쇄 실험을 위한 테스트 타깃이다. 인쇄용 테스트 타깃을 이용하여 좌우 잉크량을 고정 후 인쇄하여 삼각판의 면적에 따른 컬러 차트 농도에 변화를 주었으며 25단계의 농도 변화를 측정할 수 있도록 컬러 차트를 배치하였다. 농도법에 의한 방법으로 최대 콘트라스트 값과 최적의 농도를 찾기 위해 C, M, Y, Bk 패치는 5, 25, 50, 75, 95, 100%의 단계로 배치하였고, 각 농도별 색상 재현에 대한 평가를 위해 R(Red), G(Green), B(Blue) 패치는 100%만을 배치하여 농도별 색 재현 정도를 확인하였다.

출력에 사용된 CTP는 DAINIPPON SCREEN사의 PR-8800이 사용되었으며, RIP은 AGFA Apogee를 사용하였다. Screen은 Sublima Hybrid 240lpi를 사용하였다. 인쇄기계는 미쯔비시사의 오프셋 매엽 인쇄기 DIAMOND 300 series를 사용하였으며, 인쇄 속도는 시간당 14,000장으로 인쇄하였다. 프로세스 컬러 잉크는 대한잉크사의 C, M, Y, Bk 잉크를 사용하였고, 인쇄 순서는 Bk→C→M→Y 순서로 중첩 인쇄하였다.

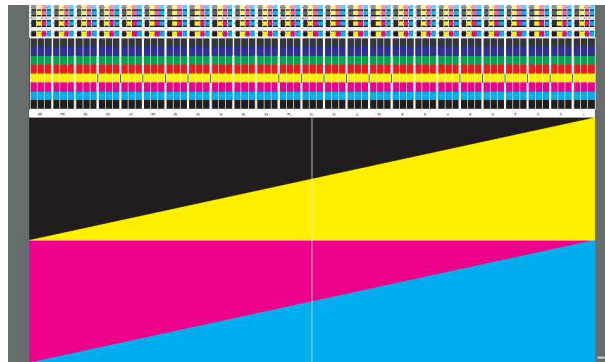


Figure 1. Density test form.

2-2. 인쇄물의 평가 방법

인쇄된 인쇄물의 평가는 인쇄 후 발생하는 드라이다운에 의한 농도 변화를 최소화하기 위하여, 72시간의 건조 시간을 두고 측정하였다. 측정은 농도법에 의한 평가로는 "IHARA R730" 반사 농도계를 사용하여 측정오차를 최소화하기 위해 3회 반복 측정한 평균값을 사용하였고 측색법에 의한 색 평가는 분광 측색기 GretagMachbeth사의 "Spectrolino-scan"을 사용하였다. 측정 시에는 인쇄용지의 비치는 정도를 생각해 인쇄물의 후면에 "white backing"하여 인쇄물을 측정하였다.

농도법과 측색법 두 가지 방법의 비교를 위해 각각의 방법으로 구해진 최적 민인쇄

농도를 비교하였고, 각 방법의 민인쇄 농도에서의 색차, 망점 확대율, 색역의 비교로 각 측정 방법의 적합함을 확인하였다.

농도법에 의한 평가는 최대 콘트라스트에서 최적의 민인쇄 농도값을 가짐을 확인하기 위해 국내 인쇄물과 GRACoL 규격과의 비교를 통해 확인하였다. GRACoL 규격과 국내 인쇄물의 비교는 민인쇄 농도, 콘트라스트, 망점 확대, 색차를 통하여 확인하였다. 국내 인쇄물과 GRACoL 규격의 기준이 되는 각 값들을 모두 맞출 수는 없기에 국내 인쇄물과 GRACoL 규격의 최대 민인쇄 농도가 같을 때의 콘트라스트와 색차비교, 국내 인쇄물과 GRACoL 규격의 콘트라스트가 같을 때의 색차비교, 마지막으로 국내 인쇄물의 최대 콘트라스트에서 인쇄물과 GRACoL 규격과의 민인쇄 농도, 콘트라스트, 색차를 비교하였다. 인쇄물의 콘트라스트 K 는 다음 식으로 표시되며, 여기서 D_s 는 민인쇄 농도, D_t 는 75% 망점 면적을 부분의 농도를 나타낸다.⁸⁾

$$K = [(D_s - D_t) / D_s] \times 100(\%) \quad (1)$$

농도별로 구해진 콘트라스트 중 최대일 때의 민인쇄 농도 값과 그 측정치의 R, G, B의 값으로 색역의 평가를 한다.

Figure 2는 3차원 색공간의 CIE L*a*b* 표색계를 나타낸 것이다. 인쇄물의 색은 3차원적인 색 공간에서 L*a*b*의 측색치로 표시된다. 이 표색치는 색차의 크기와 컬러 매칭이 정확한가를 검토하는데 사용되며, 색의 명도, 채도, 색상을 나타낸다.

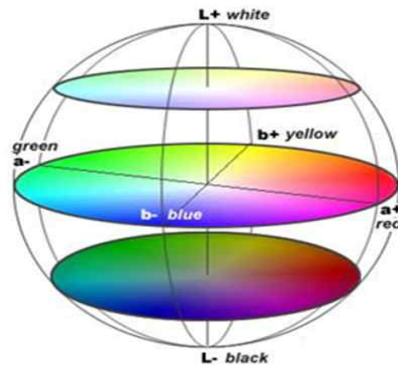


Figure 2. CIE L*a*b* color space.

CIE 1976 L*a*b* 색공간에서 규정한 3차원치 X, Y, Z에서 CIE L*a*b* 색공간으로 변화하는 계산식은 다음 식 (2)와 같다.⁹⁾

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16, a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right], b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right] \quad (2)$$

여기에서 X_n, Y_n, Z_n 은 기준 백색에 대한 삼자극치 값이다. Y/Y_n 이 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 흑색이 된다. $+a^*$ 방향은 R, $-a^*$ 방향은 G, $+b^*$ 방향은 Y, $-b^*$ 방향은 B의 색상을 나타내고 수치가 높을수록 색상의 채도가 증가한다.

색차는 ΔE^*_{ab} 로 표시되며, 3차원 공간상의 두 점 사이의 유클리드 거리의 차로 평가한다. CIEL^{*}a^{*}b^{*} 색공간에서 2개의 측색치 L_1^*, a_1^*, b_1^* 와 L_2^*, a_2^*, b_2^* 간의 색차는 다음 식과 같이 표시된다.

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

인쇄물의 색 측정은 D₅₅에서 2도 시야조건에서, 3회 반복 측정한 평균 CIEL^{*}a^{*}b^{*} 값으로 GRACoL 규격과의 색차를 비교하였고, 최소 색차일 때의 농도 값에 대한 망점 확대율, 색역을 비교하여 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 농도법에 의한 평가

3-1-1. 콘트라스트와 민인쇄 농도

Table 1.부터 Table 3.까지는 농도법으로 최적의 민인쇄 농도를 찾을 수 있는 방법과 결과이다. 최대 콘트라스트에서의 콘트라스트와 민인쇄 농도를 GRACoL 규격과 비교하였으며, 비교 대상으로 GRACoL 규격과 인쇄물의 민인쇄 농도값이 같을 때의 콘트라스트. GRACoL 규격과 인쇄물의 콘트라스트가 같을 때의 민인쇄 농도 값을 비교하였다. 최대 콘트라스트로 적정 민인쇄 농도를 찾았을 때의 GRACoL 규격과의 색차는 C(2.28), M(3.76), Y(4.38), Bk(2.05)이고, 인쇄물의 콘트라스트가 GRACoL 규격과 같은 콘트라스트에서의 색차는 C(4.11), M(8.35), Y(4.38), Bk(20.54)임을 확인하였다. 마지막으로 인쇄물의 민인쇄 농도가 GRACoL 규격과 같을 때의 색차는 C(2.54), M(4.68), Y(3.67), Bk(3.72)로 최대 콘트라스트에서 최적 민인쇄 농도를 찾았을 때의 색차가 가장 작음을 확인하였다.

Table 1. Comparison of Contrast, Density and Color Difference Between GRACoL Specification and Domestic Offset Prints Under the Max. Print Contrast

Solid Ink	GRACoL Specification		Domestic Offset Prints		Difference		
	Print Contrast (K)	Print Density (D _s)	Max. Print Contrast (K)	Print Density (D _s)	ΔK	ΔD _s	ΔE* _{ab}
C	40	1.45	44	1.55	4	0.10	2.28
M	35	1.45	44	1.49	9	0.40	3.76
Y	35	1.00	31	0.94	4	0.60	4.38
Bk	30	1.70	47	1.68	17	0.02	2.05
(Mean)					(8.5)	(0.28)	(3.12)

Table 2. Comparison of Contrast, Density and Color Difference Between GRACoL Specification and Domestic Offset Prints Under same Print Contrast

Solid Ink	GRACoL Specification		Domestic Offset Prints		Difference		
	Contrast (K)	Print Density (D _s)	Same Print Contrast (K)	Print Density (D _s)	ΔK	ΔD _s	ΔE* _{ab}
C	40	1.45	40	1.30	0	0.15	4.11
M	35	1.45	35	0.90	0	0.55	8.35
Y	35	1.00	35	0.95	0	0.05	4.38
Bk	30	1.70	30	1.01	0	0.69	20.54
(Mean)					(0)	(0.36)	(9.34)

Table 3. Comparison of Contrast, Density and Color Difference Between GRACoL Specification and Domestic Offset Prints Under Same Density

Solid Ink	GRACoL Specification		Domestic Offset Prints		Difference		
	Contrast (K)	Print Density (D _s)	Print Contrast (K)	Same Print Density (D _s)	ΔK	ΔD _s	ΔE* _{ab}
C	40	1.45	43	1.45	3	0	2.54
M	35	1.45	44	1.45	9	0	4.68
Y	35	1.00	30	1.00	5	0	3.67
Bk	30	1.70	46	1.70	16	0	3.72
(Mean)					(8.3)	(0)	(3.65)

Figure 3은 최대 콘트라스트에서의 농도 값이며, GRACoL 규격과 비교 한 것이다. 최대 콘트라스트에서의 민인쇄 농도는 다음과 같다. C(contrast 44.444, D_s 1.55), M(contrast 44.295, D_s 1.49), Y(contrast 33.684, D_s 0.95), Bk(contrast 47.619, D_s 1.68)로 나타났다. M과 Bk 잉크의 농도는 오차 허용 범위 ± 0.05 안에 들어오지만 C와 Y 잉크는 농도의 오차 허용 범위를 벗어난다는 것을 확인하였다. 최대 프린트 콘트라스트도 GRACoL 규격과 비교했을 때 다르며, Y 잉크를 제외한 나머지 잉크가 더 높은 콘트라스트를 가지는 것을 확인하였다.

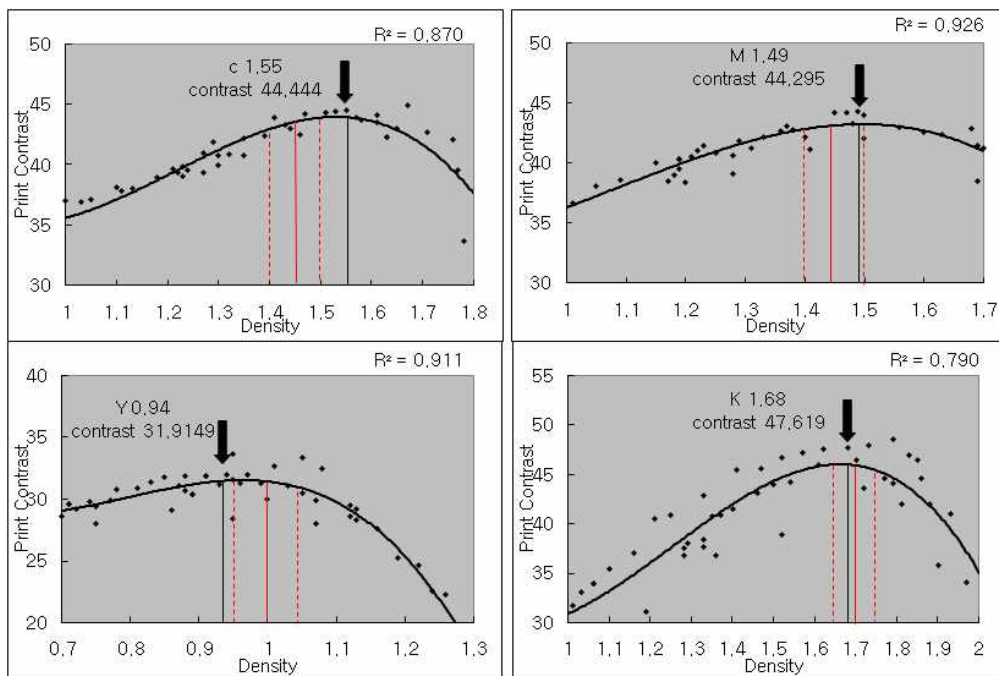


Figure 3. Max print contrast and optimal solid print density in C, M, Y, K inks.

3-1-2. 망점 확대

높은 콘트라스트를 가지는 것은 아래의 Table 4와 Figure 4에 나타난 것처럼 낮은 망점 확대율이 원인이 된다. 특히 Cyan, Black 잉크의 망점 확대(Dot Gain)율이 GRACoL의 기준 규격과 비교 했을 때 비교적 낮다는 것을 확인하였다.

위와 같이 GRACoL 규격과 비교했을 때 다른 측정값들은 국산 프로세스 잉크와 국산 용지의 경우 GRACoL 규격에 사용되어지는 잉크, 용지와는 성질이 다른 것이기 때문임을 알 수 있다.

Table 4. Optimal Solid Print Density and Dot Gain

Solid Ink	GRACoL Specification		Domestic Offset Prints	
	Solid Ink Density(D_s)	Max. Dot Gain(%)	Solid Ink Density(D_s)	Max. Dot Gain(%)
C	1.45	17	1.55	15
M	1.45	17	1.49	18
Y	1.00	16	0.94	16
Bk	1.70	20	1.68	16

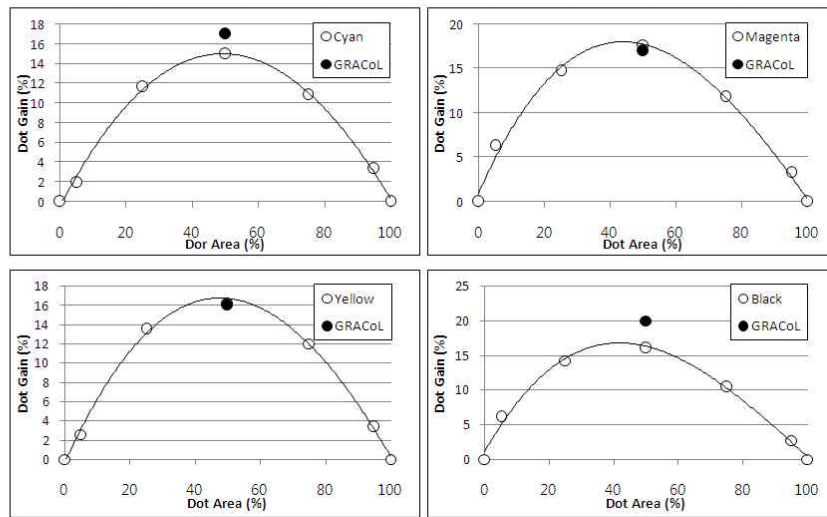


Figure 4. Comparison of the dot gain between domestic offset print and GRACoL specification.

3-1-3. 색차와 색역

농도와 프린트 콘트라스트, 망점 확대율의 정도가 모두 GRACoL의 규격과는 조금 다르지만 아래 Figure 6의 인쇄물의 색 재현 정도는 GRACoL 표준규격의 색역과 국산 인쇄물의 색역차가 거의 없다는 것을 확인하였다. Table 5는 C, M, Y, Bk 각 잉크의 $L^*a^*b^*$ 값과 색차를 나타낸 것이고, Figure 5는 C, M, Y, Bk 잉크와 R, G, B의 민인쇄 부분의 $CIE L^*a^*b^*$ 표색치와 GRACoL 규격에서 제시한 $CIE L^*a^*b^*$ 표색치의 색차를 나타낸 것이다. M 잉크에서 차이가 있지만 C 잉크는 거의 정확하게 일치하는 것을 볼 수 있다. 이때의 색차는 Y 잉크를 제외하고는 C, M, Bk 잉크는 2~3정도의 색차가 나며 Y 잉크는 4이상의 색차가 나는 것으로 확인하였다. Y 잉크의 색차는 a^* 에 의한 차이라는 것을 확인할 수 있었다. 3이상의 색차가 나는 M 잉크 역시 a^* 에 의한 색차가 가장 크다는 것을 알 수 있다.

Table 5. Comparison of the CIEL*a*b* Value Between Domestic Offset Prints and GRACoL Specification.

Solid Ink	CIEL*a*b*	L*a*b* at Optimal Solid Print Density	L*a*b* at Optimal Solid Print Density GRACoL Specification	ΔE^*_{ab}
C	L*	56.31	55	2.28
	a*	-36.97	-37	
	b*	-51.87	-50	
M	L*	46.42	48	3.76
	a*	77.4	74	
	b*	-3.34	-3	
Y	L*	87.21	89	4.38
	a*	-1.14	-5	
	b*	91.94	93	
Bk	L*	14.89	15	2.05
	a*	-1.25	0	
	b*	1.63	0	

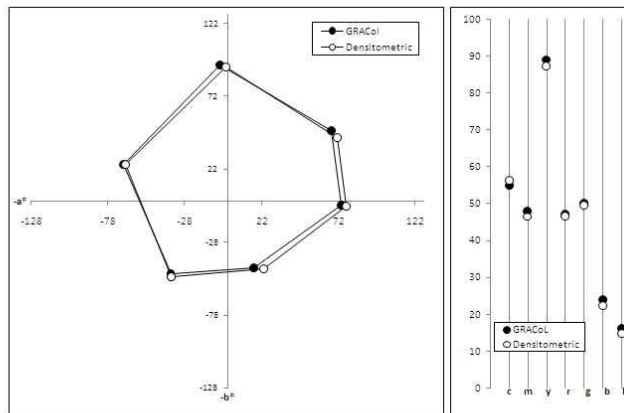


Figure 5. Comparison of the CIEL*a*b* color space between domestic offset prints and GRACoL specification.

3-2. 측색법에 의한 평가

3-2-1. 색차와 민인쇄 농도

Figure 6은 인쇄물의 최소 색차에 대한 민인쇄 농도를 나타낸 것이다. 최소 색차에서의 각 민인쇄 농도는 C(1.5), M(1.5), Y(0.95), Bk(1.72)이며, Figure 7에 도시된 것처럼 C, M, Y, Bk 4가지 잉크 모두 GRACoL의 표준 규격(± 0.05)을 만족하는 것을 알 수 있다.

Table 6은 각 잉크의 L*a*b*값과 색차를 나타낸 것이고, 측색법으로 찾아낸 민인쇄 농도에서의 L*a*b*값 또한 농도법으로 찾아낸 민인쇄 농도에서의 L*a*b*값과 마찬가지로 Yellow 잉크를 제외한 나머지 C, M, Bk 잉크의 색차는 2~3정도가 난다는 것을 알 수 있었고, Y 잉크는 4이상의 색차가 나는 것을 확인 할 수 있다. 이때의 색차 또한 a*의 값에 대한 차이로 확인 되었다.

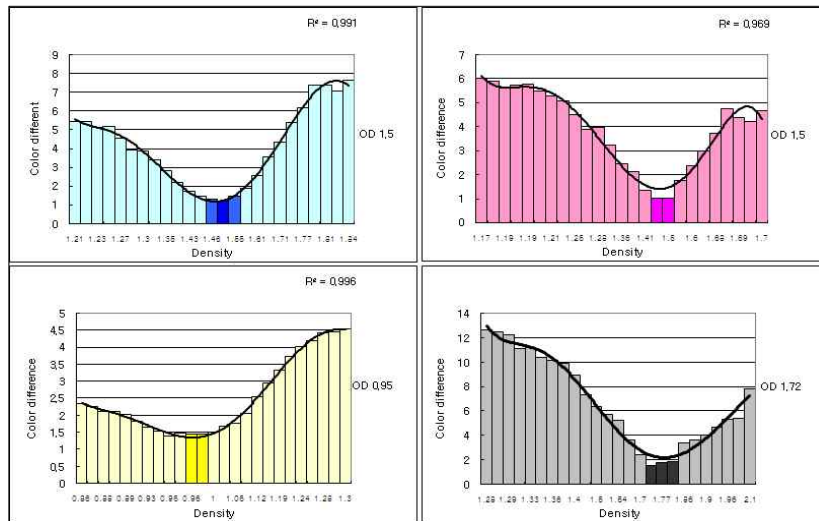


Figure 6. Minimum color difference and optimal solid print density in C, M, Y, Bk inks.

Table 6. Defined L*a*b* and Color Difference in C, M, Y, Bk inks

Solid Ink	CIEL*a*b*	GRACoL Specification	Domestic Offset Prints	ΔE^*_{ab}	ΔK	ΔD_s
C	L*	56.31	55	2.28	6	0.05
	a*	-36.97	-37			
	b*	-51.87	-50			
M	L*	46.42	48	3.76	9	1.45
	a*	77.4	74			
	b*	-3.34	-3			
Y	L*	87.21	89	4.38	4	1.00
	a*	-1.14	-5			
	b*	91.94	93			
Bk	L*	14.89	15	2.05	18	1.72
	a*	-1.25	0			
	b*	1.63	0			
(Mean)				(3.10)	(7.7)	(1.05)

3-2-2. 망점 확대와 색역

Figure 7은 측색법으로 찾은 민인쇄 농도에서의 망점 확대율을 보여준다. 측색법으로 찾은 민인쇄 농도에서의 망점 확대율도 농도법에 의해 찾아진 망점 확대율과 마찬가지로 C, Bk 잉크에서 낮은 망점 확대율을 보이고 있다. Bk 잉크와 C 잉크를 비교를 통해 두 가지 방법 모두 농도는 충분하나 망점 확대율이 낮은 것으로 보아 잉크의 공급량은 충분하지만 C unit에서 인쇄 압력이 조금 부족한 것으로 생각된다. Bk 잉크의 솔리드 농도는 GRACoL의 규격에는 적합하지만 낮은 망점 확대율을 가지는 것으로 비취볼 때 측정물이 공급이 많거나 인쇄 압력이 낮은 것으로 생각된다.

Table 7. Optimal Solid Print Density and Dot Gain.

Solid Ink	GRACoL Specification		Domestic Offset Prints	
	Solid Ink Density(D _s)	Max. Dot Gain(%)	Solid Ink Density(D _s)	Max. Dot Gain(%)
C	1.45	17	1.50	14
M	1.45	17	1.50	17
Y	1.00	16	0.95	16
Bk	1.70	20	1.72	17

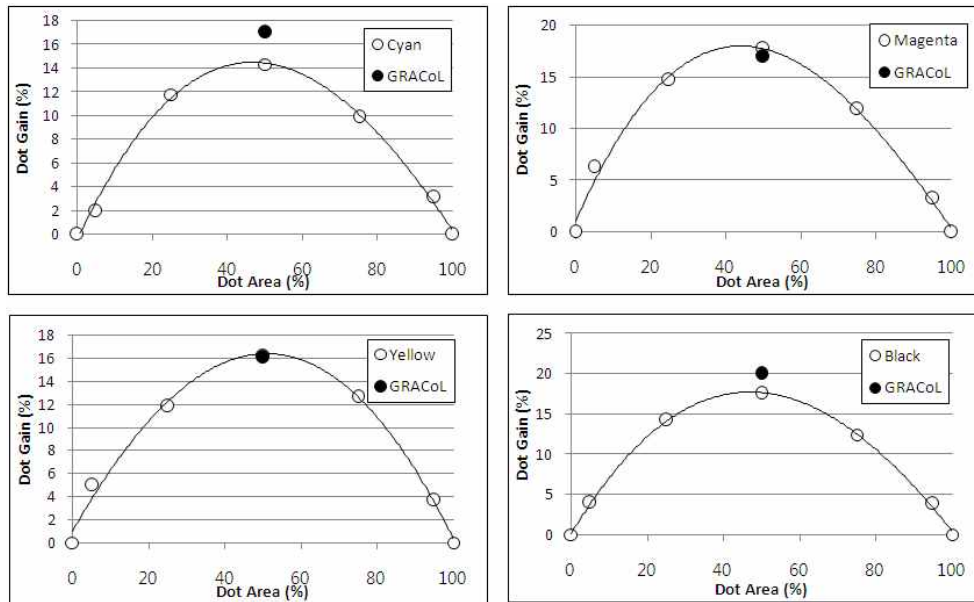


Figure 7. Comparison of dot gain between domestic offset prints and GRACoL specification.

Figure 8은 C, M, Y, Bk 잉크와 R, Gr, B의 민인쇄 부분의 CIEL*a*b* 표색치와 GRACoL 규격에서 제시한 CIEL*a*b* 표색치의 색차를 나타낸 것이다. 최소의 색차에서의 최적 농도를 설정하는 방법을 사용하였기 때문에 색역에 대한 차이는 거의 없는 것으로 확인하였다.

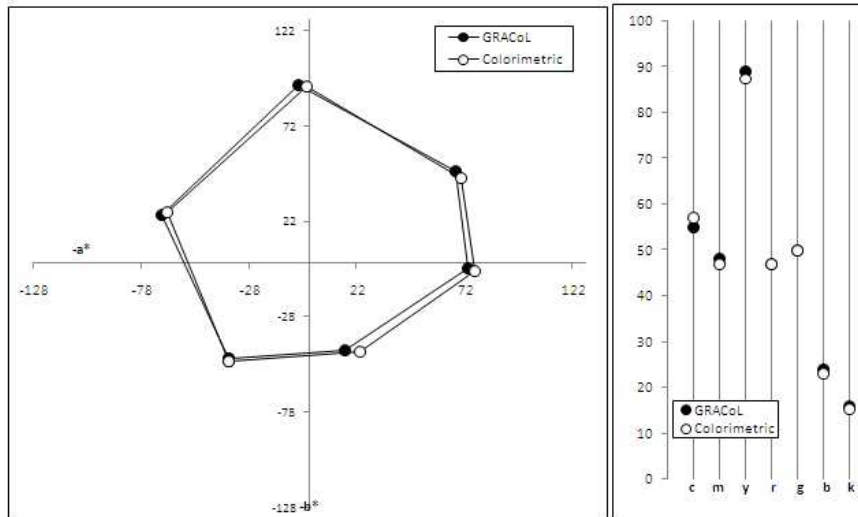


Figure 8. Comparison of the CIEL*a*b* color space between domestic offset prints and GRACoL specification.

4. 결 론

GRACoL 규격에 가장 적합한 컬러 인쇄물을 얻기 위하여 실시한 농도법과 측색법에 의한 최적 민인쇄 농도 설정 방법에 대한 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 농도법에서는 민인쇄 농도와 콘트라스트를 각각 GRACoL 기준에 일치시키는 방법과 최대 콘트라스트를 구하는 방법의 3가지 실험을 통하여 최대 콘트라스트를 구하는 방법이 가장 우수함을 확인하였다.
2. 측색법에서는 GRACoL 규격 표색치와 인쇄물의 측정 표색치 사이에 색차가 최소가 되는 민인쇄 농도를 구하는 방법이 매우 유용한 방법임을 확인하였다.

참 고 문 헌

- 1) GRACoL <URL:http://www.gracol.com>
- 2) "SWOP for the New Millenium:2001", Ninth Edition (2001).
- 3) SNAP <URL:http://naa.org/technology/pdf/snap-coldsetstandards-705.pdf/>
- 4) FOGRA <URL:http://www.fogra.org/>
- 5) ECI <URL:http://www.eci.org/>
- 6) BVDM <URL:http://www.bvdm-online.de/Aktuelles/>
- 7) K. C. song. "A Study on the CMS Development for the Offset Printing Industry in Korea" , Pukyong National University (2005).
- 8) Hellmut Kipphan, "Handbook of Print Media", Heidelberg pp.102~103 (2000).
- 9) R. W. Hunt "Measuring Color" 2nd edition, Ellis Horwood (1991).