

2색중첩 민인쇄의 잉크트랩과 색차에 관한 연구

姜 相 薰

부경대학교 공과대학 인쇄공학과

(1997년 5월 20일 받음, 1997년 6월 15일 최종수정본 받음)

Ink Traps and Color Differences in 2-Color Solid Overprints

Sang-Hoon Kang

Dept. of Graphic Arts Engineering, Pukyong National University

(Received 20 May 1997, in final form 15 June 1997)

Abstract

Ink trap is one of the important factors to determine the color in multi-color overprints. This study was carried out for the purpose of analyzing the relationships between ink traps and color differences in two-color solid overprints.

The specimens were printed under four different conditions that the overprinting ink sequence of M(Magenta) or C(Cyan) and the overprinting method of W(Wet-on-Wet) or D(Wet-on-Dry) were changed alternately, that is, M+C-W or C+M-W and M+C-D or C+M-D.

1. 서 론

평판옵셋 컬러인쇄의 색재현에서 가장 중요한 과정 중의 하나는 프로세스 잉크(process ink)의 중첩인쇄 (overprinting)공정이다. 프리프레스(pre-press) 과정에서 아무리 정확한 교정인쇄물이 얻어져도 실제 인쇄기에서의 중첩인쇄공정이 잘못되면 컬러원고의 정확한

재현은 불가능하게 된다.

중첩인쇄에서의 인쇄물의 컬러 재현상태를 결정하는 가장 중요한 요인은 각 중첩색의 잉크트랩(ink trap)이다. 따라서 컬러원고의 정확한 색재현(color reproduction)을 위해서는 각 색의 중첩과정에 대한 잉크의 트래핑률(percentage trap or fractional trap)을 정확하게 분석하고 적절한 수준으로 유지하는 것이 매우 중요하다.

컬러 인쇄물의 중첩인쇄는 두 가지 방법에 의하여 이루어진다. 첫째는 단색인쇄기를 사용하여 먼저 인쇄한 잉크가 충분히 건조된 후에 다음 색의 잉크를 중첩시키는 이른바 건식중첩인쇄(wet-on-dry overprinting) 방법이다. 다른 하나는 다색인쇄기를 사용하여 중첩시키고자 하는 모든 색의 잉크를 차례대로 한 공정에서 중첩시키는 이른바 습식중첩인쇄(wet-on-wet overprinting) 방법이다.

잉크의 트랩상태는 과대트랩(over-trap), 과소트랩(under-trap) 및 역트랩(back-trap)으로 구분된다. 과대트랩은 1쇄색의 잉크 위에 중첩인쇄된 2쇄색의 잉크층 두께가 종이 위에 직접 인쇄된 잉크층의 두께보다 더 두꺼운 상태를 말하며, 주로 건식중첩인쇄에서 나타난다. 과소트랩은 과대트랩과 반대로 되는 경우를 말하며, 주로 습식 중첩인쇄에서 일어나기 쉽다. 역트랩의 경우는 1쇄색의 잉크가 블랭킷 위의 2쇄색의 잉크 위로 반대방향으로 중첩되는 현상을 말하며, 습식중첩인쇄에서 2쇄색 잉크의 택(tack)이 1쇄색 잉크의 택보다 매우 큰 경우에 일어날 수 있다.

위에서 지적한 중첩인쇄의 방식이나 잉크의 택 이외에도 잉크의 트랩에 영향을 끼치는 중요한 요인 중의 하나는 1쇄색의 잉크층이 2쇄색의 잉크를 받아들이는 능력, 즉 잉크 수용성(ink acceptability)이다. 중첩인쇄를 하는 두 종류의 잉크의 잉크 수용성이 서로 다르면 잉크를 중첩하는 순서에 따라서도 트래핑률이 다르게 된다.

이러한 잉크트랩 불량현상이 인쇄기에서 직접 인쇄한 품질허용 시험인쇄물(O.K sheet)을 인쇄할 때의 잉크 트랩상태를 과도하게 벗어나게 되면 컬러원고와의 색차(color difference)가 허용범위를 벗어나게 되어 인쇄불량현상으로 나타난다.

그동안 잉크트랩에 관한 많은 연구가 이루어져 왔지만, 이러한 연구의 대부분은 주로 인쇄물의 농도를 분석하는 데 집중되었다. 컬러 인쇄물의 품질을 분석하는 방법에는 농도측정법(densitometry)과 측색법(colorimetry)이 주로 사용된다. 그러나 농도측정법으로 컬러 인쇄물의 품질을 해석하는 데에는 한계가 있다는 것이 많은 연구에서 지적되고 있다^(1,2).

본 연구에서는 평판옵셋 민인쇄(solid printing)에서 M(magenta)잉크와 C(cyan)잉크의 중첩인쇄 순서 및 건식중첩인쇄와 습식중첩인쇄에 의한 인쇄방식의 차이에 대하여 잉크의 트래핑률을 precil⁽³⁾의 방정식을 사용하여 계산하고, precil의 방정식이 가지고 있는 문제점을 보완하기 위하여 표준화 트래핑률(normalized fractional trap)이라고 하는 새로운 개념을 도입하여 잉크의 트래핑률을 구하였다. 또한 분광측색기(spectrophotometer)를 사

용하여 각 인쇄물의 분광반사율(spectral reflectance)과 3자극치(tristimulus values)를 측정하고, 국제조명위원회(comission Internationale de l'Eclairage, 이하 CIE)에서 균등색공간(uniform color space)으로 권장한 CIELAB 및 CIELUV 색차를 구하여 각각 preucil 트래핑률과 표준화 트래핑률과의 관계를 검토함으로써 중첩인쇄의 잉크트랩과 색차와의 직접적인 관계를 구명코자 하였다.

2. 잉크트랩과 표준화 잉크트랩

중첩인쇄의 잉크 트래핑률을 합리적으로 정확하게 표현하기 위한 방법에 대한 많은 연구 중에서 preucil(1958), childer(1980), Brunner(1984), Ritz(1992) 등의 방정식이 자주 인용되고 있다. 이들 중에서 GATF(Graphic Arts Technical Foundation)에서 트래핑률의 계산 방식으로 채택하고 있는 preucil 의 방정식이 현재 가장 널리 사용되고 있으며, 식(1)과 같이 표시된다.

$$T = (D_{12} - D_1) / D_2 \quad (1)$$

여기서 D_1 , D_2 , 및 D_{12} 는 각각 Fig.1에서 도시한 바와 같이 2색에 대한 보색필터를 사용하여 측정한 1색, 2색 및 중첩인쇄색의 농도를 나타낸다. 이 식에서

$D_{12} = D_1 + D_2'$ 이 되므로 식(1)은 식(2)와 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$T = D_2' / D_2 \quad (2)$$

식(2)에서 명백한 바와 같이 D_2 가 변하더라도 D_2' 이 같은 비율로 변하기만 하면 트래핑률 T 는 일정하게 유지될 수가 있다. 이것은 이 식이 잉크의 트래핑률과 인쇄물의 색차와의 관계를 검토하는 데에는 한계가 있음을 나타내는 것이다. 즉 D_2 가 일정한 상태에서는 트래핑률 T 와 색차 사이의 관계를 검토할 수가 있지만, D_2 가 변화하는 경우에는 엄밀한 비교가 불가능하게 된다. 다시 말하면, T 가 일정하게 유지되는 경우에도 D_2 가 증가하면 D_2' 이 같은 비율로 증가함을 의미하며, 이것은 결국 중첩인쇄물의 색차가 변화함을 나타낸다.

따라서 D_2 가 변화하는 경우에도 색차를 잉크의 트래핑률과 일률적으로 비교하기 위해서는 새로운 형태의 트래핑률의 표현 방법이 필요하게 된다. 본 연구에서는 이러한 목적으로 표준화 트래핑률(normalized fractional trap) T_n 이라고 하는 새로운 형태의 트래핑률

의 개념을 도입하였다. 즉, 일정한 트래핑률 T 하에서 D_2 의 변화에 따른 중첩인쇄물의 색차를 트래핑률 T에 합리적으로 반영하기 위하여 식(3)과 같이 T를 D_2 로 나누어 줌으로써 단위 D_2 농도에 대한 표준화 트래핑률 T_n 을 구하였다.

$$T_n = T / D_2 \quad (3)$$

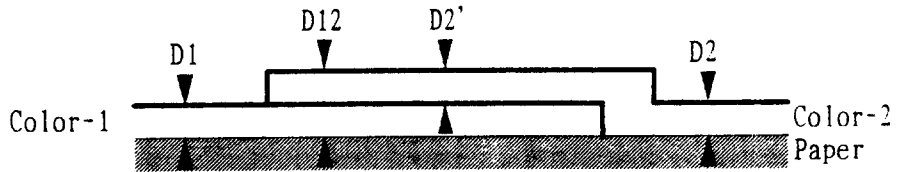


Fig. 1 Schematic of two-color overprint

3. 인쇄물의 색차

인쇄물의 표색 방법은 기본적으로 식(4)와 같이 표시되는 3자극치(tristimulus values) X, Y, Z 에서 출발한다.

$$\begin{aligned} X &= k \int_{\lambda} R(\lambda) P(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y &= k \int_{\lambda} R(\lambda) P(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z &= k \int_{\lambda} R(\lambda) P(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \\ k &= 100 / \int_{\lambda} P(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 $P(\lambda)$ 는 조명광의 분광분포(spectral distributions), $R(\lambda)$ 는 인쇄물의 분광반사율(spectral reflectance), $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ 는 각각 XYZ 표색계(color system)에 대한 측색 표준관측자(standard colorimetric observer)의 등색함수(color matching functions)를 나타낸다.

XYZ 표색계의 색도좌표(chromaticity coordinates)는 일반적으로 (Y, x, y) 로 표시되며, 여기서 x, y는 각각 다음 식으로 표시된다.

$$\begin{aligned}x &= X / (X + Y + Z) \\y &= Y / (X + Y + Z)\end{aligned}\tag{5}$$

그러나 xy 색도도(chromaticity diagram)에서는 임의의 두 색도점(chromaticity point) 사이의 거리가 일정하더라도, 두 점의 위치나 방향에 따라서 색차(color difference)가 상당히 다르게 나타나므로 색차의 크기에 의한 색의 평가가 곤란하게 된다.

따라서 색도점 사이의 거리와 색차의 크기와의 관계를 일정하게 표시하기 위하여 이른바 균등색도도(uniform-chromaticity-scale diagram)에 대한 많은 연구 결과가 보고 되었다. 이러한 연구 결과 중에서 CIE는 1976년에 색도좌표 x, y 를 식(6)으로 표시되는 새로운 색도좌표 u', v'로 변환시킨 "CIE 1976 UCS diagram"을 균등색도도로 채택하였다.

$$\begin{aligned}u' &= 4x / (-2x + 12y + 3) \\v' &= 9y / (-2x + 12y + 3)\end{aligned}\tag{6}$$

그러나 균등색도도는 xy 색도도의 불균등성을 상당히 개선시켰지만, 색의 명도(lightness) 균등성을 고려하지 않고 있으므로, 명도를 포함한 균등표색계, 즉 균등색공간(uniform color space)에 대한 많은 연구^(4,5)가 병행되어 왔다. 이런 연구 결과들 중에서 CIE는 다시 1976년에 CIELAB 색공간과 CIELUB 색공간을 균등색공간으로 채택하였으며, 식(7)은 CIELAB 색공간을 표시한다.

$$\begin{aligned}L^* &= 116 (Y / Y_n)^{1/3} - 16 \\a^* &= 500 \{X / X_n\}^{1/3} - (Y / Y_n)^{1/3} \\b^* &= 200 \{(Y / Y_n)^{1/3} - (Z / Z_n)^{1/3}\}\end{aligned}\tag{7}$$

여기서 X, Y, Z는 인쇄물의 3자극치, X_n, Y_n, Z_n은 완전확산 반사면의 3자극치이며, Y_n=100 으로 규격화 한다.

또한 CIELUV 색공간은 다음 식으로 표시된다.

$$\begin{aligned}L^* &= 116 (Y / Y_n)^{1/3} - 16 \\u^* &= 13 L^*(u' - u_n') \\v^* &= 13 L^*(v' - v_n')\end{aligned}\tag{8}$$

여기서 Y, u', v'은 인쇄물의 3자극치 Y와 식(6)의 색도좌표, Y_n, u_n', v_n'은 완전확산 반

사면의 3자극치 Y_n 과 색도좌표이며, $Y_n=100$ 으로 규격화 한다.

한편, CIELAB 및 CIELUV 색공간에서의 색차 ΔE_{ab}^* 및 ΔE_{uv}^* 는 각각 식(9)와 식(10)으로 표시된다.

$$\Delta E_{ab}^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \quad (9)$$

$$\Delta E_{uv}^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2\}^{1/2} \quad (10)$$

이와 같이 1976년에 CIE에서 CIELAB 및 CIELUV 색공간을 균등색공간으로 채택한 후에도 두 색공간에 대한 비교와 실제 인쇄물의 색평가에 대한 적용성에 관하여 많은 연구^(1,4)가 이루어져 왔으나 아직 명확한 정설이 없는 상태에서 양자가 비슷한 정도로 지금까지 널리 사용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 CIELAB 및 CIELUV 균등색공간의 색차를 모두 구하여 중첩인쇄의 잉크 트랩과 색차와의 관계를 분석함으로써 양자의 적용성에 대한 평가를 병행하였다.

4. 실험

4.1 2색 중첩인쇄

1매의 인쇄판에 6조의 중첩인쇄용 컬러차트를 배치하여 1쇄색 판과 2쇄색 판으로 2매의 분판을 두께 0.3mm의 PS판을 사용하여 제판하였다.

습식중첩인쇄(wet-on-wet overprinting)는 Heidelberg 2색 인쇄기 "GTOZP" 모델을 사용하였으며, 2쇄색을 중첩하기 전의 1쇄색의 건조(setting)상태를 일정하게 유지시키기 위하여 모든 중첩인쇄의 속도를 일정하게 유지시켰다.

건식중첩인쇄(wet-on-dry overprinting)도 역시 동일한 2색인쇄기를 사용하였으나, 단색인쇄를 반복하는 방법으로 중첩인쇄를 하였다. 단색기를 사용한 다색인쇄서 발생하기 쉬운 결정화(crystallization)나 트래핑불량(poor trapping) 등의 문제를 동일한 조건으로 유지시키기 위하여 모든 2쇄색의 인쇄는 1쇄색을 인쇄한 다음 24시간의 일정한 시간이 경과한 후에 실시하였다.

인쇄용지는 120 g/m^2 의 고급 아트지를 사용하였으며, M잉크와 C잉크는 각각 (주)동양인쇄잉크의 "칼라피아 적" 및 "칼라피아 청"을 사용하였다. 축임물의 조성, 축임물과 잉크의 공급률, 인쇄압력, 인쇄속도 등의 모든 인쇄조건은 동일한 상태로 유지하였다.

인쇄물의 종류는 건식 및 습식의 2종류의 중첩인쇄 방법 각각에 대하여 다시 M+C 및 C+M의 2종류의 중첩인쇄 순서로 인쇄를 하여 전체적으로 4종류의 인쇄물을 얻었다. 이하에서는 각 인쇄물의 종류를 간단히 구분하기 위하여 건식 및 습식 중첩인쇄를 각각 D 및 W로 표기하여 4종류의 인쇄물을 M+C-W, M+C-D, C+M-W, C+M-D로 표기하기로 한다.

4.2 잉크트랩과 색차 측정

위에서 분류한 4종류의 인쇄물 각각에 대하여 5매를 임의 추출하여 같은 종류의 인쇄물 1매 중의 6조의 컬러패치 중에서 인쇄상태가 비교적 불량한 같은 위치의 2조의 컬러패치를 제외한 4조의 컬러패치를 선택하여 1종류의 인쇄물 5매에 대하여 도합 20조의 컬러패트를 표본(samples)으로 사용하였다.

잉크 트래핑률을 구하기 위한 농도 측정은 DAINIPPON SCREEN 사의 반사농도계 "DM-400" 모델을 사용하였으며, 모든 농도는 2쇄색 잉크에 대한 보색필터를 사용하여 측정하였다.

잉크의 트래핑률은 식(1) 및 식(2)를 사용하여 각각 Preucil의 트래핑률과 본 연구에서 제안한 표준화 트래핑률을 계산하였다.

색차 측정에서는 MINOLTA 사의 분광측색기(spectrophotometer) "CM-2002" 모델을 사용하였다. 모든 측색은 CIE 표준광 D50을 사용하여 SCE(specular component excluded)상태에서 실시하였으며, 3회의 자동 반복측정에 의한 평균치를 측정하였다.

색차는 식(9) 및 식(10)에 의하여 CIELAB 및 CIELUV 균등색공간 상의 색차를 구하였으며, 각 표본의 색도점을 CIELAB 색공간에 도시하였다.

5. 실험결과 및 고찰

Fig.2는 각각 본 연구의 실험에서 사용한 M+C-W, M+C-D, C+M-W, C+M-D의 4종류의 인쇄물에 대하여 1종류당 20개씩의 표본의 색도점을 CIEALB 균등색공간에 도시한 것이다.

동일한 M+C 및 C+M 의 인쇄 순서에서도 중첩인쇄방식을 습식 또는 건식으로 함에 따라서 다소의 색역 차이가 발생함을 알 수 있다. 이것은 건식중첩인쇄에서는 1쇄색 잉크층이 건조되어 표면의 비이클(vehicle)층에서 발생하는 입사광의 표면반사와 잉크의 트래핑 차이가 주된 원인으로 생각된다.

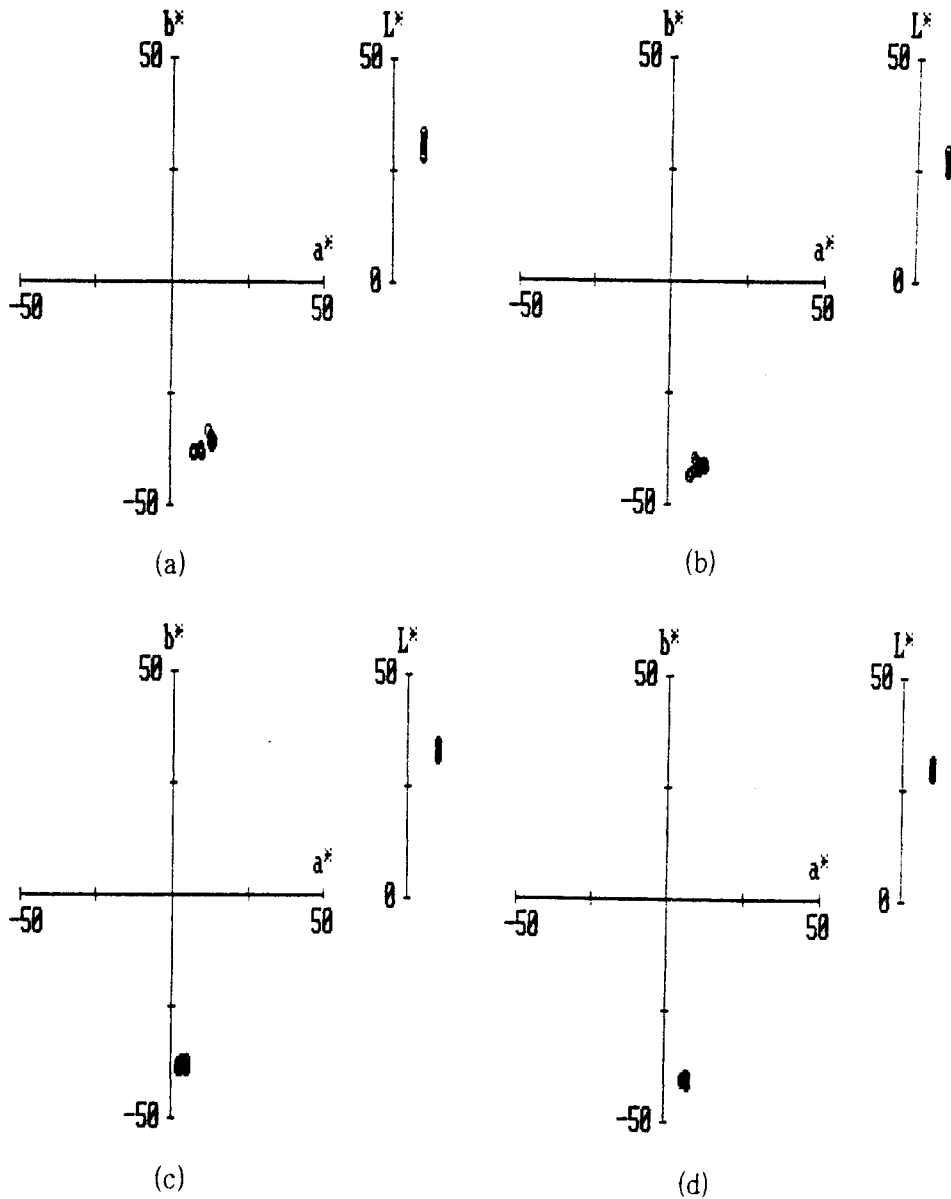


Fig. 2 CIELAB color gamuts of M+C-W(a), M+C-D(b), C+M-W(c) and C+M-D(d)

중첩인쇄에서 사용하는 이상적인 잉크는 각 잉크색의 파장에 해당하는 색광에 대하여는 완전히 투명해야 한다. 그러나 실제의 프로세스 잉크는 그렇지 못하며, 잉크의 종류에 따라서 투명도가 다르게 나타난다. 따라서 이상적인 잉크의 경우에는 M+C 와 C+M의 인쇄물은 동일한 색이 되어야 한다. 그러나 그림에서 나타난 바와 같이 동일한 중첩인쇄 방식에서도 양자 사이에 색도좌표의 차이가 발생함을 알 수 있으며, 이것은 M잉크와 C잉크의 투명도가 다르다는 것을 의미한다.

Fig.3~10은 4종류 인쇄물에 대한 잉크의 트래핑률과 색차와의 관계를 도시한 것이다. 각 그림은 식(1) 및 식(2)를 사용한 Preucil의 트래핑률 T와 본 연구에서 제안한 표준화 트래핑률 T_n 에 대하여 구분하여 도시하였다. 또한 동일한 인쇄물에 대하여 식(9) 및 식(10)에 의한 CIELAB 및 CIELUV 균등색공간의 색차에 대하여 별도의 그림으로 나타내었다. 여기서 색차는 잉크의 트래핑률이 최소가 되는 색을 기준으로 하여 각 트래핑률에 해당하는 색과의 색차를 나타낸다.

예상하였던 바와 같이 어느 경우이나 정도의 차이는 있지만 잉크의 트래핑률과 색차 사이에는 선형 관계가 있음을 알 수 있다. 이러한 선형 관계를 분석하기 위하여 최소사승법(least square method)으로 회귀직선(regression line)의 식 $T_i = a \Delta E_i + b$ 를 구하여 회귀계수(regression coefficient) a를 검토 하였으며, 또한 직선성의 강약을 분석하기 위하여 상관계수(correlation coefficient) R의 제곱, 즉 결정계수(coefficient of determination) R^2 을 구하여 각 그림의 상단에 표시하였다.

Fig.3~10에서 구한 회귀직선식과 결정계수로부터 4종류의 인쇄물에 대하여 Preucil의 트래핑률 T 및 표준화 트래핑률 T_n 과 CIELAB 및 CIELUV 색차 ΔE_{ab}^* 및 ΔE_{uv}^* 사이의 관계를 더욱 체계적으로 분석하기 위하여 도표로 재구성하면 Table 1~3과 같이 된다.

Table 1은 M+C-W, M+C-D, C+M-W, C+M-D의 4종류의 인쇄물 각각에 대하여 회귀계수 a와 결정계수 R^2 을 동일한 색차 측정방법에서의 T와 T_n 의 관계 및 동일한 트래핑률 측정방법에서의 ΔE_{ab}^* 와 ΔE_{uv}^* 의 관계로 나타낸 것이다.

여기서 회귀계수 a가 커지면 잉크의 트래핑률에 대한 색차의 의존성이 커지며, a가 작아지면 그 반대를 의미한다. 또 결정계수 R^2 은 1에 가까워질수록 색차와 잉크 트래핑률 사이의 직선성이 강하며, 0에 가까워질수록 직선성이 약함을 의미한다. 그리고 이러한 직선성의 강약은 회귀계수의 신뢰도의 대소를 나타냄으로 결국 회귀계수 a에 의하여 분석한 색차의 잉크 트래핑률 의존성 자체의 신뢰도, 즉 색차와 트래핑률의 비례관계의 신뢰도를 의미한다.

이러한 관점에서 Table 1의 관계를 살펴보면, 동일한 색차 측정방법에서의 색차의 잉크 트래핑률 의존성은 T_n 의 경우가 T의 경우보다 4종류의 인쇄물 전체에서 상당히 크며 양자 사이의 신뢰도는 대체로 비슷하다는 것을 알 수 있다. 앞에서 지적한 바와 같이 T_n 은

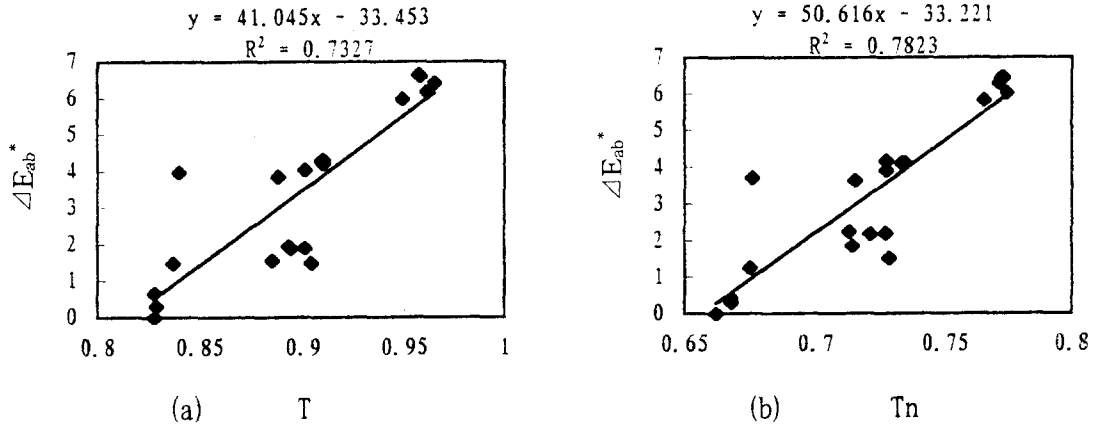


Fig. 3 Relationships between CIELAB color differences and T(a) or Tn(b) of M+C-W

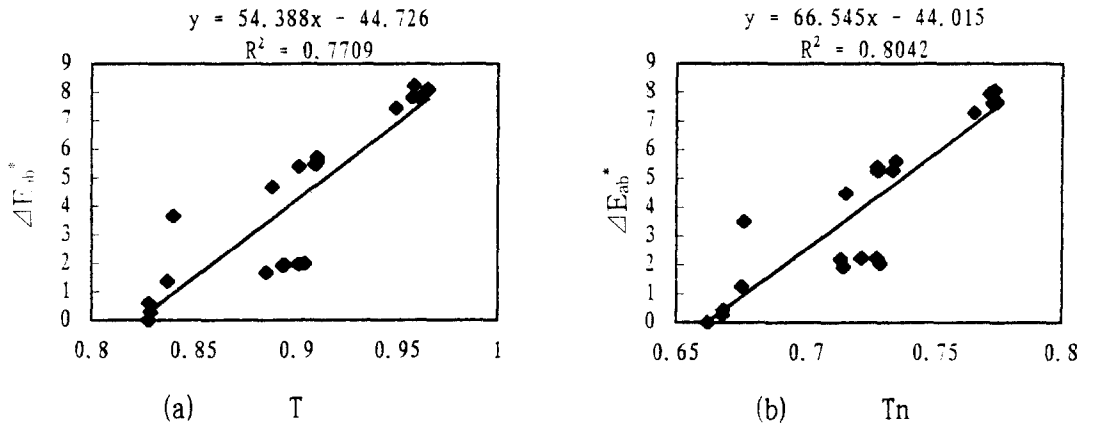


Fig. 4 Relationships between CIELUV color differences and T(a) or Tn(b) of M+C-W

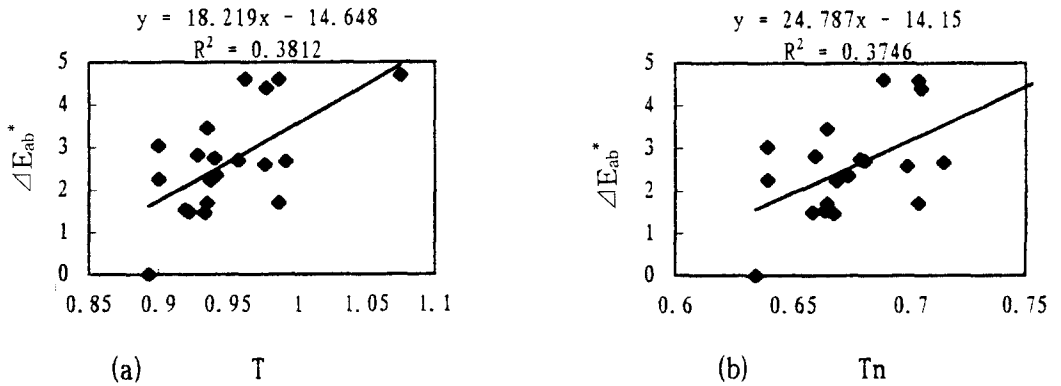


Fig. 5 Relationships between CIELAB color differences and T(a) or Tn(b) of M+C-D

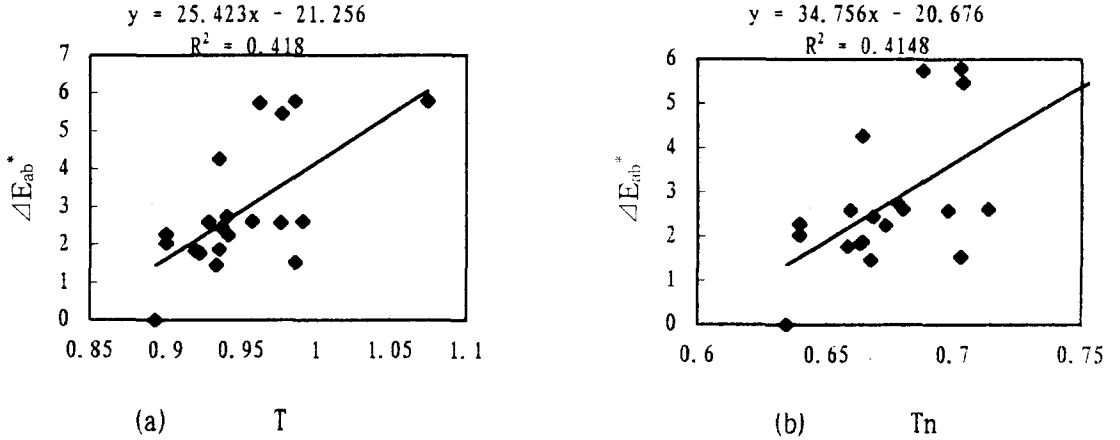


Fig. 6 Relationships between CIELUV color differences and T(a) or T_n (b) of M+C-D

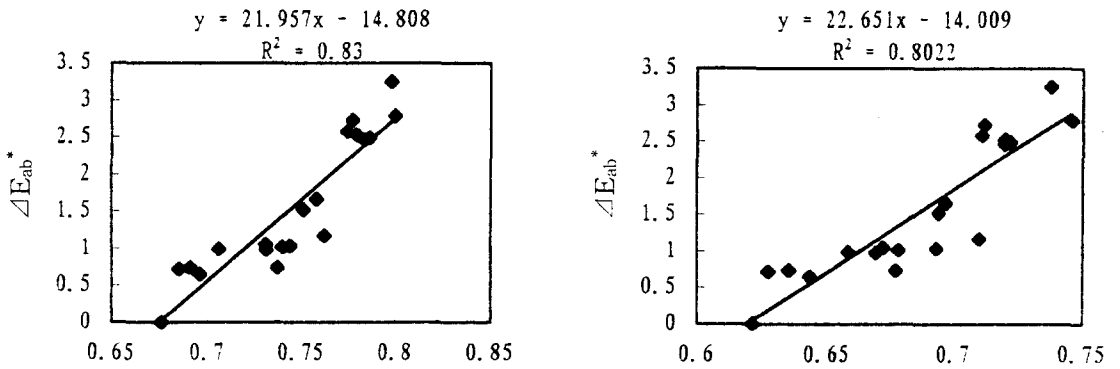


Fig. 7 Relationships between CIELAB color differences and T(a) or T_n (b) of C+M-W

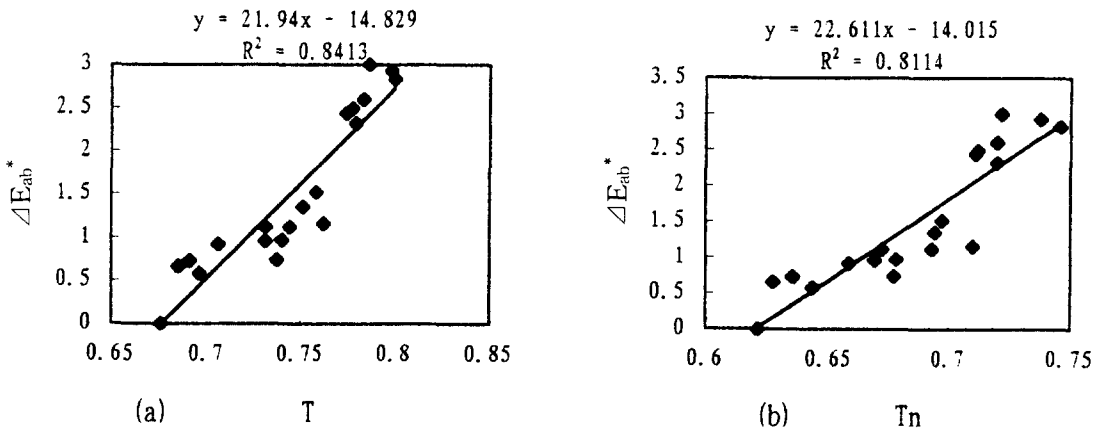


Fig. 8 Relationships between CIELUV color differences and T(a) or T_n (b) of C+M-W

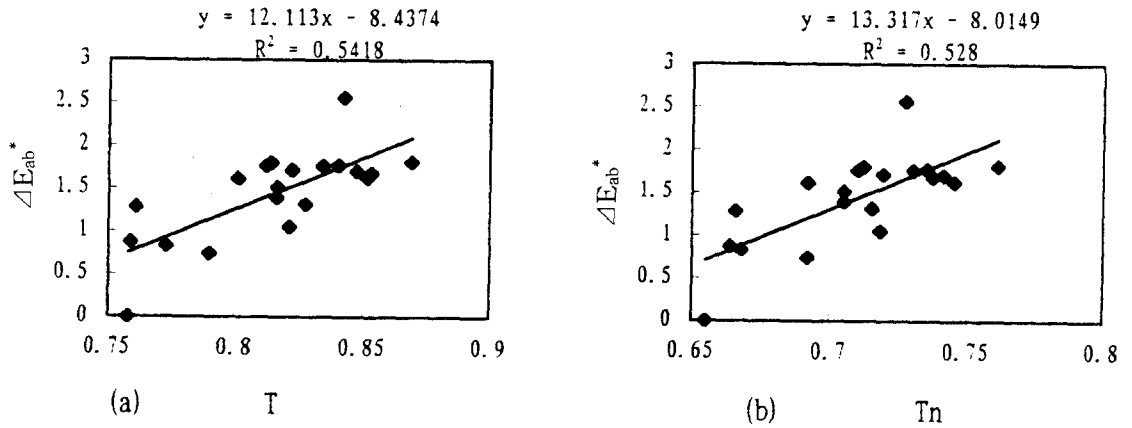


Fig. 9 Relationships between CIELAB color differences and T(a) or Tn(b) of C+M-D

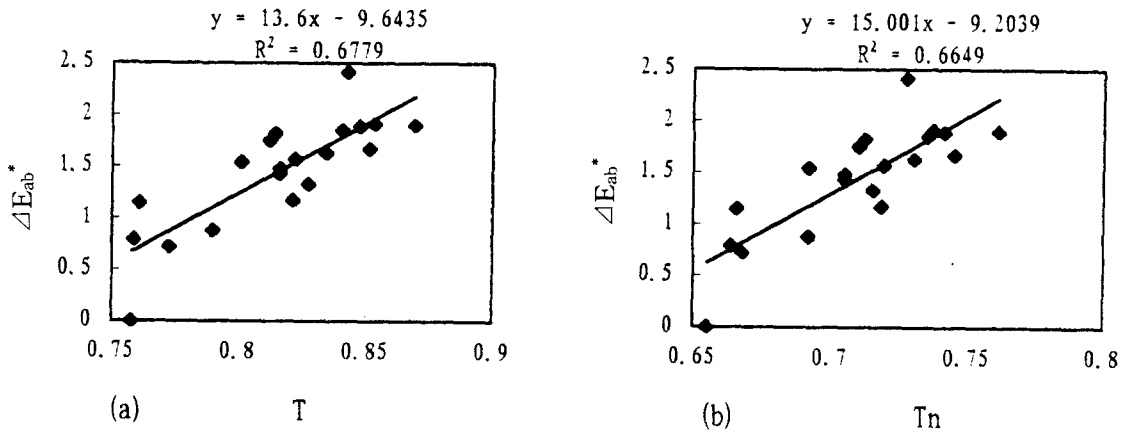


Fig. 10 Relationships between CIELUV color differences and T(a) or Tn(b) of C+M-D

T에서 야기되는 D_2 의 변화에 따른 색차 변화의 문제를 고려하였으므로 양자 사이에서 색차의 트래핑률 의존성이 다르게 나타나는 것은 당연하며, T_n 에서의 색차의 트래핑률 의존성이 실제의 색차와 트래핑률 사이의 관계를 나타내는 것이다.

한편 동일한 트래핑률 측정방법에서의 색차의 트래핑률 의존성은 C+M-W에서는 ΔE_{ab}^* 와 ΔE_{uv}^* 가 거의 같지만 나머지 3종류의 인쇄물에서는 ΔE_{uv}^* 가 ΔE_{ab}^* 보다 크게 나타났으며, 신뢰도는 전체적으로 ΔE_{uv}^* 의 경우가 근소하지만 크게 나타났다. 따라서 C+M-W에서의 다소의 의문은 있지만 전체적으로 볼 때, ΔE_{uv}^* 의 경우가 ΔE_{ab}^* 의 경우보다 색차의 트래핑률 의존성이 커짐을 알 수 있다.

Table 2는 M+C 및 C+M의 2종류 중첩인쇄 순서에 대하여 동일한 트래핑률 측정방법과 동일한 색차 측정방법을 사용하였을 때의 습식중첩인쇄(wet)와 건식중첩인쇄(dry) 사이의 색차의 트래핑률 의존성을 비교한 것이다. 어느 인쇄 순서에서나 모두 색차의 트래핑률 의존성이 습식중첩인쇄의 경우가 건식중첩인쇄의 경우보다 매우 크게 나타났으며 신뢰도도 습식의 경우가 크게 나타났다. 이것은 습식중첩인쇄의 경우에는 잉크의 트래핑률이 색의 재현에 매우 큰 영향을 끼치지만, 건식중첩인쇄의 경우에는 잉크의 트래핑률의 영향은 상대적으로 작아지고 건조된 1쇄색의 잉크층 표면의 비이클층에서 발생하는 빛의 반사가 상당한 영향을 끼치기 때문으로 생각된다.

Table 3은 동일한 색차 측정방법과 동일한 중첩인쇄 방법에서의 인쇄순서에 따른 색차의 트래핑률 의존성을 비교한 것이다. 색차의 트래핑률 의존성은 모든 조건에서 M+C의 중첩인쇄 순서가 C+M의 순서보다 매우 크게 나타났으며, 신뢰도는 오히려 C+M의 경우가 다소 크게 나타났다. 이것은 M잉크와 C잉크의 빛의 투과율이 서로 다르며, 색차의 트래핑률 의존성이 큰 M+C 순서에서의 2쇄색인 C잉크의 투과율이 M잉크의 투과율보다 크기 때문으로 생각된다. 따라서 M잉크와 C잉크의 중첩인쇄에서는 M+C의 순서로 중첩인쇄를 하는 것이 색맞춤(color matching)의 관점에서는 더 효과적일 것으로 판단된다. 그러나 이 경우에도 각 잉크층의 잉크 수용성(ink acceptability)의 차이에서 오는 잉크 트래핑률의 차이를 간과해서는 안 될 것이다.

Table 1. Regression coefficients and determination coefficients for comparing T with Tn and CIELAB with CIELUV

	specimen	printing method	LAB		LUV	
			T	Tn	T	Tn
a	M+C-W	wet	41	50.6	54.4	66.5
	M+C-D	dry	18.2	24.8	25.4	34.8
	C+M-W	wet	22	22.7	21.9	22.6
	C+M-D	dry	12.1	13.3	13.6	15
R ²	M+C-W	wet	0.733	0.782	0.771	0.804
	M+C-D	dry	0.381	0.375	0.418	0.415
	C+M-W	wet	0.83	0.802	0.841	0.811
	C+M-D	dry	0.542	0.528	0.678	0.665
	specimen	printing method	T		Tn	
			LAB	LUV	LAB	LUV
a	M+C-W	wet	41	54.4	50.6	66.5
	M+C-D	dry	18.2	25.4	24.8	34.8
	C+M-W	wet	22	21.9	22.7	22.6
	C+M-D	dry	12.1	13.6	13.3	15
R ²	M+C-W	wet	0.733	0.771	0.782	0.804
	M+C-D	dry	0.381	0.418	0.375	0.415
	C+M-W	wet	0.83	0.841	0.802	0.811
	C+M-D	dry	0.542	0.678	0.528	0.665

Table 2. Regression coefficients and determination coefficients for comparing wet-on-wet with wet-on-dry

	printing sequence	T				Tn			
		LAB		LUV		LAB		LUV	
		wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry
a	M+C	41	18.2	54.4	25.4	50.6	24.8	66.5	34.8
	C+M	22	12.1	21.9	13.6	22.7	13.3	22.6	15
R ²	M+C	0.733	0.381	0.771	0.418	0.782	0.375	0.804	0.415
	C+M	0.83	0.542	0.841	0.678	0.802	0.528	0.811	0.665

Table 3. Regression coefficients and determination coefficients for comparing M+C with C+M

T	LAB				LUV			
	wet		dry		wet		dry	
	M+C	C+M	M+C	C+M	M+C	C+M	M+C	C+M
a	41	22	18.2	12.1	54.4	21.9	25.4	13.6
R ²	0.733	0.83	0.381	0.542	0.771	0.841	0.418	0.678
Tn	LAB				LUV			
	wet		dry		wet		dry	
	M+C	C+M	M+C	C+M	M+C	C+M	M+C	C+M
a	50.6	22.7	24.8	13.3	66.5	22.6	34.8	15
R ²	0.782	0.802	0.375	0.528	0.804	0.811	0.415	0.665

6. 결론

M잉크와 C잉크를 사용한 2색중첩 민인쇄에서 각 잉크의 중첩인쇄 순서와 습식 및 건식의 중첩인쇄 방법에 따른 4종류 인쇄물에 대하여 각각 Preucil 의 잉크 트래핑률 및 본 연구에서 제안한 표준화 트래핑률과 분광측색계를 사용하여 측정된 색차와의 관계에 대한 연구 분석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 중첩인쇄에서 잉크의 트래핑률과 색차와의 사이에는 비례관계가 있다.
- (2) 색차의 잉크 트래핑률 의존성을 검토할 때는 Preucil 의 트래핑률 대신에 본 연구에서 제안한 표준화 트래핑률을 사용하는 것이 합리적이다.
- (3) ΔE_{uv}^* 가 ΔE_{ab}^* 보다 색차의 트래핑률 의존성이 크며, 색차와 트래핑률 사이의 비례관계의 신뢰도도 크다.
- (4) 습식중첩인쇄 방법이 건식중첩인쇄 방법보다 색차의 트래핑률 의존성과 양자 사이의 비례관계의 신뢰도가 크다.

- (5) M+C의 중첩인쇄 순서가 C+M의 순서보다 색차의 트래핑률 의존성이 크며, 각 잉크층의 잉크 수용성이 같은 경우, 즉 잉크의 트래핑률이 같은 경우에는 M+C의 중첩인쇄 순서가 C+M의 순서보다 색맞춤에 더 효과적이다.

참 고 문 헌

- (1) U. Schultz, "Density Measurement and Color Measurement-Advantage and Disadvantages in the Printing Industry" Advances in Printing Science and Technology, Vol. 19, pp. 37-54, 1987
- (2) Recharl S. Fisch and Sharon A. Bartels, " Densitometry and Chromaticity the Right Instrument for the Job", TAGA Proceedings, pp.604-610, 1988
- (3) F. Preucil, "Color and Tone Error of Multicolor Presses", TAGA Proceedings, pp. 175-180, 1958
- (4) M. Mahy et al, "Evaluation of uniform Colour Spaces for Image Processing", TAGA Proceedings, pp.179-194, 1994
- (5) M. Mahy et al, "Evaluation of Uniform Color Spaces Developed after the Adoption of CLELAB and CIELUV", Color Research and Application, Vol.19, No.2, pp.105-121, 1994