

고품위 오프셋인쇄에 미치는 스크린 형태의 영향에 관한 연구

김성수* · 강상훈**

A Study on The Effects of Screen Shape on High-Quality Offset Prints

Sung-Su Kim* · Sang-Hoon Kang**

1. 서 론

인쇄 매체는 높은 해상도, 우수한 경제성을 배경으로 전자 매체와 대항하는 상업적, 예술적 가치를 가지고 있다. 따라서 최근에는 전자 매체의 고품위화, 하이비전화와 더불어 각 미디어와의 융합이 급속히 추진되고, 인쇄 매체에도 영향을 주고 있다.

기술 혁신은 점점 많은 색채를 가지는 미디어나 제품을 통해서 생활화되고 있다. 정보 미디어의 한 종류인 텔레비전에서도 고품위화가 진행되고, 하이비전 방송이 개시되어지고 있다. 또 일부의 포스터, 카다로그, 사진집 등에서 고정세 인쇄를 시작으로 하는 인쇄 방법(고품위 인쇄)이 채용되어지고 있다. 고정세 인쇄라 부르는 단어는 “고세선”과 “FM스크린” 또는 “랜덤스크린”에서 전반적으로 사용되고 있는데, 이들 용어의 정의도 필요에 의해서 단어가 바뀔 수 있다. 이와 같이, 정보 미디어의 고품위화는 적지 않게 진행되었고, 가까운 미래에는 더욱 더 고품위 인쇄가 보급되어질 것이다.

인쇄업계는 현재 디지털 신호 처리화를 최대 문제로 삼고 있지만 정지 화상 미디어에 있어서 인쇄 표현 기술(정보 표현)의 레벨 업이 차세대 문제로 부상하고 있다고 할 수 있다. 고품위 인쇄에서 표현 가능한 시각적, 감상적 표현은 보는 사람의 상상력을 증폭시켜 다른 미디어와 독자의 표현력을 풍부하게 한다.

인쇄 관련 업계도 주로 175 lpi 스크린 이상의 고품질, 고부가가치를 지향하고 인쇄 회사도 타사에 비해 차별화를 도모하는 고정세 인쇄를 중심으로 한 각종 “고품위 인쇄”를 개발, 실용화하는데 노력을 기울이고 있다. 현시점에서 고품위 인쇄로는 고정세 인쇄, FM스크린 인쇄, 고농도 인쇄, 고휘도 인쇄, 7색 인쇄가 행해지고 있으며, 이외에도 여러 가지의 인쇄 종류가 있다.⁽¹⁾

본 연구에서는 300lpi AM스크린과 이 스크린의 대략 2% 망점면적율의 망점 크기에 해당되는 직경 21 μ m의 균일한 망점으로 이루어진 FM스크린을 사용하여, 고품위 인쇄를 실시하고, 현재 국내 인쇄현장에서 널리 사용되고 있는 175lpi, AM스크린을 사용한 인쇄물과의 비교를 통하여 스크린의 형태가 고품위 인쇄의 인쇄품질에 미치는 영향에 대하여 연구 검토 하였다.

* : 부경대학교 인쇄공학과 대학원

** : 부경대학교 인쇄정보공학과

2. 실험

2-1 실험재료 및 기기

본 연구의 실험 재료는 한국특수잉크에서 생산중인 옅색인쇄용 일반잉크와 고정세(W-type)용 잉크를 구입하여 사용하였다. 필름은 컬러 차트를 작성하여 AM스크린 175lpi과 고정세용으로 사용되는 300lpi을 출력하였고, 망점형태의 위치가 랜덤스크린인 FM스크린을 출력하였다. 종이는 광택도, 평활도, 흡유도등에서 균일성을 가지며 지분으로 인한 인쇄불량을 피하기 위해 한솔제지 “로알아트지 120g/m²”를 사용하였다. P.S판은 고품위 인쇄로 갈수록 망점크기가 μm 단위이기 때문에 하이라이트부와 새도부에서 정확한 망점재현이 양호한 “Fuji-VPS” 포지타입을 사용하였고, P.S판 현상은 같은회사의 현상제 “DP-4”를 사용하였다. P.S판 소부시 빛점량을 정확히 얻기위해 “GATF palte control target”를 사용하였다. 인쇄기는 Heidelberg 2색 인쇄기 “GTOZP”를 최적의 상태로 유지하였다. 블랭킷은 “REEVES Vulcan 714 compressible Blanket” 두께 1.9mm를 사용하였다. 측정기로는 MINOLTA사의 “CM-2002” 분광측색계 (spectrophotometer)를 사용하였다. 투과농도계와 반사농도는 DAINIPPON SCREEN “DM-550” 과 “DM-400”을 사용하였다.

2-2 실험 방법

2-2-1 제 판

원고의 제작은 “Quark Xpress”를 사용하여 컬러 차트별 망점%를 제작하였으며 필름은 175, 300lpi AM스크린의 타원형 망점을 사용하였다. FM스크린은 아그파 크리스탈의 망점으로 망점의 한변의 길이가 $21\mu\text{m}$ 의 크기로 출력하였다. P.S판은 포지타입인 “Fuji-VPS” 두께 0.3mm 판에 노광하여 “Fuji. DP-4”로 현상처리하였고, 판면의 노광량을 조절하기 위한 “GAFT Plate control target”을 사용하였는데, “GAFT Plate control target” μm 선의 해상력을 살리기 위해서, 루페를 사용하여 소부시간의 노광량을 5초 간격으로 노출시킨후 정적노출을 10~12 μm 해상력이 되도록 하여 선명히 재현되었음을 확인하여 적정 노출을 얻고, 같은 조건하에서 175lpi과 300lpi FM스크린에 각각 노광량을 주어 소부하였다.

2-2-2 인쇄

본 실험에서 사용된 잉크는 고정세잉크와 일반잉크를 사용하였다. 인쇄기는 Heidelberg 2색 인쇄기 “GTOZP”를 최적의 상태로 유지하였고, 2색 인쇄기의 제1유닛만을 사용하였다. 블랭킷은 “REEVES Vulcan 714 compressible Blanket” 두께 1.9mm를 사용하여, 언더블랭킷 1.0mm과 함께 블랭킷통에 고정시킨후 판통과 압통의 셋팅을 정확히하여 실험하였고, 인쇄압력(블랭킷 압축량)은 0.1mm를 주었다. 인쇄속도는 5000/sph, 온도는 $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도는 $61\% \pm 5\%$ 의 조건하에 고정세용 잉크와 일반 잉크를 사용하여 4원색의 인쇄를 단색으로 하루에 잉크 한종류씩 6종류의 인쇄물을 Dry trapping하였다. 인쇄시 잉크집에서 피인쇄체로 전이된 양을 항상 일정하게 유지하기 위해 시험인쇄를 1,000장이상 가동 후, 본지의 인쇄가 잉크집에서 키(key)방출이 같을 때 동일 반사농도를 측정하여 모든 본지를 일정하게 인쇄하였고, 하이라이트부와 새도부에서 최대로 망점을 재현시켰다.

2-2-3 망점확대(Dot Gain) 측정

인쇄 공정에서 최종 인쇄물의 망점 크기가 변하는 현상을 항상 볼 수 있는데 이 현상이 망점확대이다. 이러한 현상은 주로 인쇄판과 블랭킷, 블랭킷과 용지 사이의 압력에 의해서 생긴다고 보고 있다. 이와 같이 망점확대는 기계적(또는 물리적) 망점확대와 광학적 망점확대가 있다. 기계적 망점확대는 인쇄과정 중에 잉크의 레오로지(rheology), 인쇄압력, 종이의 흡수율 등에 의하여 종이 위에 전이된 망점이 판상의 망점보다 실질적으로 커지는 것을 말하며, 광학적 망점확대는 인쇄물의 망점을 관측하는 과정에

서 피인쇄체에서 발생하는 빛의 산란으로 인하여 실제의 망점보다 크게 보이는 것을 말한다. 이러한 현상을 수식을 통하여 망점확대를 알아보는 것으로 Murray - Davies식과 인쇄용지에서 발생하는 빛의 산란을 고려한 Yule - Nielsen식이 있다.⁽²⁾

이 식을 간략히 다음에서 나타내면, 망점면적율을 A, 망점농도(dot or solid density)를 D_s , 망점과 인쇄용지의 여백의 조합에 의한 망점부의 합성농도(tint density)를 D_T 라 하고, 단위 면적당 단위량의 빛이 입사된다고 하면 단위 면적당 빛의 반사율이 곧 반사율이 되므로 망점의 반사율(dot or solid reflectance)을 R_s , 망점부의 합성반사율(tint reflectance)을 R_t 라 두면 망점 면적을 A는 다음과 같은 Murry-Davies식으로 표시된다.

$$\begin{aligned}
 R_t &= 1 - A(1 - R_s) \\
 D_t &= -\log\{1 - A(1 - 10^{-D_s})\} \dots\dots\dots (1) \\
 A &= \frac{1 - R_t}{1 - R_s} = \frac{1 - 10^{-D_t}}{1 - 10^{-D_s}}
 \end{aligned}$$

위에서 설명한 식은 피인쇄체에서 발생하는 빛의 산란을 고려하지 않았고, 인쇄용지를 완전반사체 망점을 완전흡수체로 가정하였다. 그러므로 Murry-Davies 식은 근본적인 결함을 가지고 있다. 이것을 고려한 식이 Yule - Nielsen식으로 지수 n을 사용하여 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 R_t &= 1 - A(1 - R_s) \\
 D_t &= -n \log\{1 - A(1 - 10^{-D_s/n})\} \dots\dots\dots (2) \\
 A &= \frac{1 - 10^{-D_t/n}}{1 - 10^{-D_s/n}}
 \end{aligned}$$

하지만 정확한 Factor값을 얻어도 모든 인쇄물서에 종이의 내부산란과 스크린선수에 따른 변화 잉크의 특성으로 적합한 망점율을 측정하기 어렵다.

그러므로 본 실험에서는 필름의 망점면적율을 투과농도계 DAINIPPON SCREEN사의 "DM-550"를 사용하여 필름의 베이스를 0%로, 필름의 민자영역을 100%의 망점면적율로, 셋팅한후 망점면적율을 %별로 측정한다. 인쇄물의 망점면적율은 반사농도계 DAINIPPON SCREEN사의 "DM-400"를 사용하여 종이의 베이스를 0%, 인쇄물의 민자영역을 100%의 망점면적율로 셋팅한다. 각 인쇄물에 대한 망점%는 보색필터를 사용하여 같은 방법으로 셋팅하여 측정하였다. 여기에서 인쇄물의 망점면적율과 필름의 망점면적율을 각 패치에 대한 차로 근사적인 망점확대값을 얻는다. 이 방법은 망점면적율의 50% 샘플도 셋팅시켜야 하지만 정확한 샘플이 없기에 0%와 100%만을 셋팅하여 값을 얻는다. 또한 시각적인 측면에서 필름과 인쇄의 단면을 사진을 통하여 망점확대가 어떻게 일어났는지를 알 수 있다.

2-2-4 분광측색 및 색차 측정방법

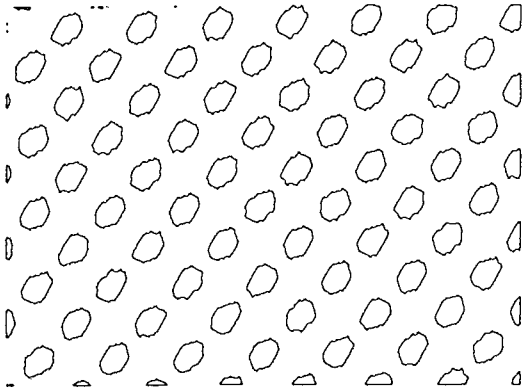
분광측색계는 3차원 칼라 공간에서 칼라의 위치값을 정의한다. 이것은 칼라 차이의 유무와 칼라매칭 판단의 정확한 칼라 표현과 더불어 인쇄잉크의 색상 검토에 쓰이게 된다. 또한 분광 분포곡선과 색상, 명도, 채도를 입체적인 값으로 수치로 얻을 수 있다. 분광측색계의 사용은 광원 D50, 2° 시야를 사용하였으며, 평균데이터를 얻기 위해 본지에 인쇄된 인쇄물을 무작위로 추출하여 측정값의 평균을 얻는다. 분광반사율은 400~700nm 영역을 10nm씩 등간격으로 각 31개의 분광반사율을 측정하였다.⁽³⁾ 각 인쇄물에서 하이라이트, 미들, 새도우측으로 부터 CIEL*a*b*값을 얻어서 스크린에 따른 컬러공간의 색역을 각 그림을 통해 일반잉크와 고정세잉크의 차이를 알아볼 수 있다. 명도를 나타내는 L^* 은 명도지수라 하며 수치가 클수록 백색이 나타나고 적을수록 흑색이 나타난다. +a 방향은 R(red), -a 방향은 G(green), +b 방향은 Y(yellow), -b 방향은 B(blue)의 색상을 나타내고 수치가 클수록 색상의 채도가 증가한다.⁽⁴⁾

본 실험에서의 잉크의 특성은 MINOLTA사의 "CM-2002" 분광측색기와 "Spectra Magic" 프로그램을 사용하여 측정하고 그래프로 나타내었다.

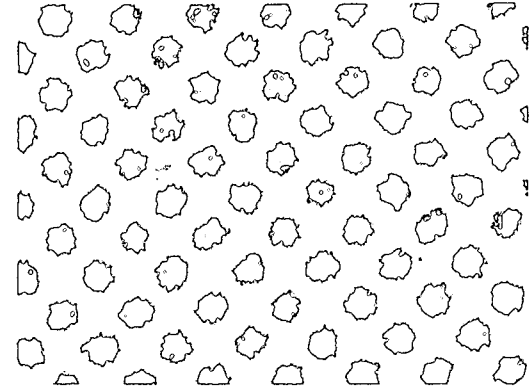
3. 결과 및 고찰

3-1 망점 확대

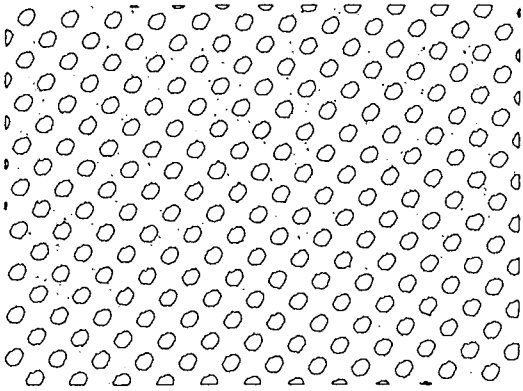
필름의 망점과 인쇄 후의 망점을 Fig. 1에서 보여주고 있다. 30%의 망점을 40배로 확대하였을 때, 스크린 형태에 따라서 그림으로 보여주는 것과 같이 시각적으로 망점확대가 일어났음을 알 수 있고, 스크린의 형태에 따른 망점의 크기도 비교할 수 있다.



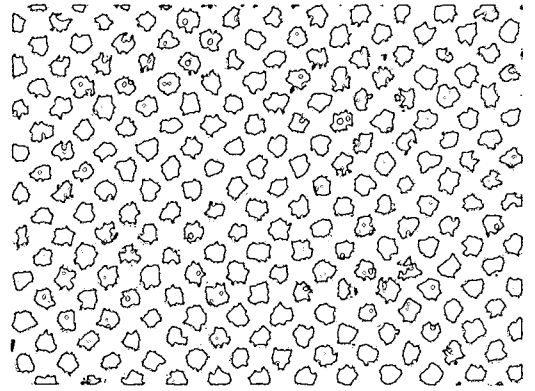
a) Dot shape on film AM175lpi 30%



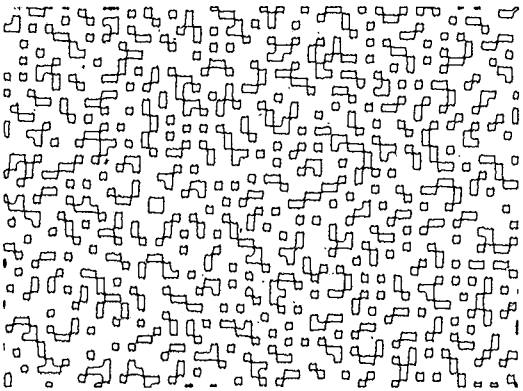
b) Dot shape printed on paper 175lpi 30%



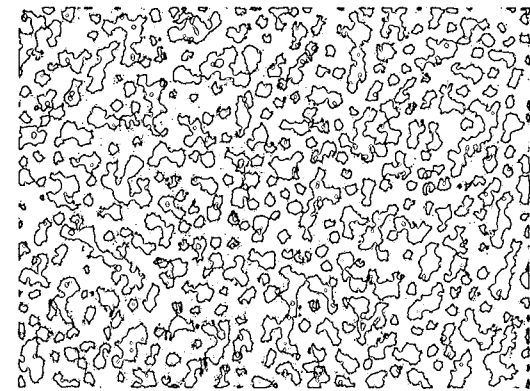
c) Dot shape on film AM 300lpi 30%



d) Dot shape printed on paper 300lpi 30%



e) Dot shape on film FMscreen 30%



f) Dot shape printed on paper FMscreen 30%

Fig. 1. Comparison dot area of film AM175, 300lpi and FMscreen printed.

Fig. 2에서는 현 일반인쇄에 가장 많이 쓰이는 175lpi AM 스크린은 망점확대가 최대 16%까지임을 보여주고 있으며, 일반잉크와 고정세잉크는 거의 같은 범위를 가지는 25~30%까지 망점확대가 증가됨을 알 수 있다. FM스크린은 50%에서 가장 많은 망점확대가 일어났고, 300lpi AM 스크린은 FM스크린과 비슷한 결과를 보여주고 있다. 그것은 고품위 인쇄로 갈수록 망점의 크기는 μm 로 나타나기 때문에 망점 확대의 차가 많아지는 것으로 사료된다. 망점의 크기가 작아질수록 물리적인 변화로, 망점이 작아지면 망점의 둘레가 커져서 망점확대는 당연히 증가된다. 망점확대의 억제를 위해서는, 필름출력시 망점확대를 예상하여 30~70%의 망점의 계조를 세분화함으로써 컴퓨터 작업시 중간계조로의 조정이 필요하다고 사료된다.

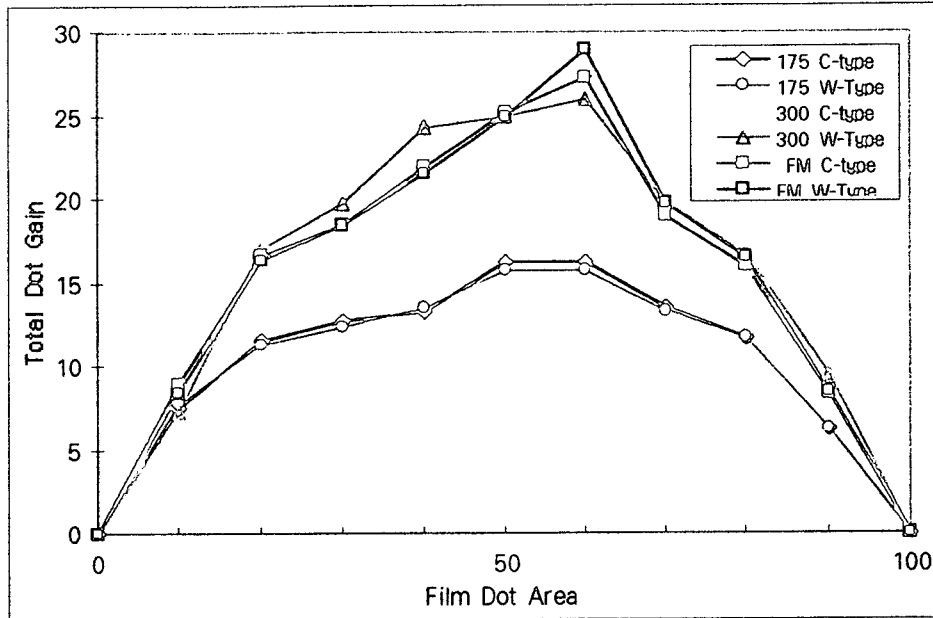


Fig. 2. Dot gain of 3types screen and inks(conventional and W-type) printed.

3-2 분광측색, 색차 및 색역

분광측색을 함으로써 나타나는, 스크린형태에 따른 색도부와 미들, 하이라이트부의 분광반사율을 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 잉크가 동일했을 때 스크린 변화에 따라 잉크의 반사율이 틀림을 알 수 있다. 망점이 작아지는 원인으로 인하여 잉크가 중첩되지 않으므로 이상적인 그래프 곡선을 보여주고 있다.

Table 1과 Fig. 3에서는 $L^*a^*b^*$ 값에서 175lpi를 기준으로 FM스크린과 300lpi AM 스크린에 대하여 각각의 색차를 구하였다. 10%에서는 거의 동일하게 색차가 보이지만, 전반적인 면에서 FM스크린의 색차가 많이 일어남을 확인 할 수 있었다.

원색잉크와 중첩된색 M(magenta), B, C(cyan), G, Y, R에서 색역을 Fig. 5에 나타내었다. $L^*a^*b^*$ 값의 결과에서 보여지는 것과 같이 일반잉크와 고정세잉크 Y가 거의 근접함을 알 수 있다. Cyan잉크도 동일한 색역을 가지지만, Magenta잉크는 약간의 색이 떨어짐을 알 수 있다. 그러므로 생기는 중첩의 색은 현저히 떨어짐을 알 수 있다. Fig. 5.에서 보여준 색역은 민인쇄의 영역이고 망점부의 색역은 Fig. 6.에 나타냈다. 예)N175C90 [N=일반잉크, W=W-type고정세잉크, 175=175line/inch, C=Cyan잉크, 90=망점%] 고정세 잉크는 90%의 망점에서 FM스크린의 색차가 현저하게 많이 났음을 알 수 있다. 그 다음이 300lpi, 175lpi의 순서로 색역이 떨어짐을 볼 수 있다. 50%에서는 175lpi이 마찬가지로 색역이 줄어들었음을 알 수 있다.

FM스크린은 AM스크린을 포함하는 색역을 가진다. 10%망점에서도 FM스크린이 색역은 작지만 모두 포함하고 있다. 하지만 일반잉크의 색역은 고정세 인쇄와는 색역의 구조가 틀림을 볼 수 있다. 90%망점에서 M잉크가 색역이 떨어짐으로 중첩인쇄시 문제가 생김을 볼 수 있다. 역시 50%망점에서도 FM스크린이 AM스크린의 색역을 포함시키지 못한다. 10%망점에서는 거의 일정하게 같음을 알 수 있다.

Table 1. Comparison the DE*ab values of AMscreen 300lpi and FMscreen to the 175lpi

DE*ab \ Ink	M	C	Y	M+C	Y+C	Y+M
300-90%	4.60	2.00	7.24	2.66	8.48	4.68
FM-90%	5.75	1.83	12.09	6.07	10.16	6.79
300-50%	7.34	4.23	7.03	4.72	8.34	4.23
FM-50%	8.40	6.20	15.47	10.84	17.16	6.19
300-10%	1.43	1.14	1.10	2.28	1.07	1.83
FM-10%	1.81	1.97	0.91	2.91	2.10	2.06

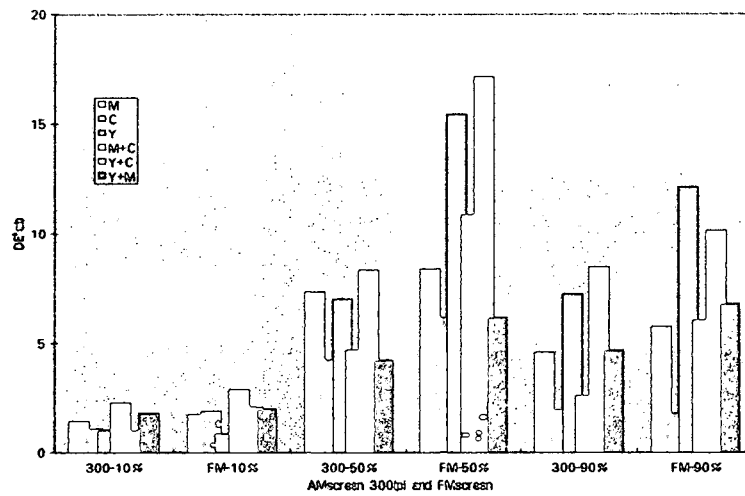
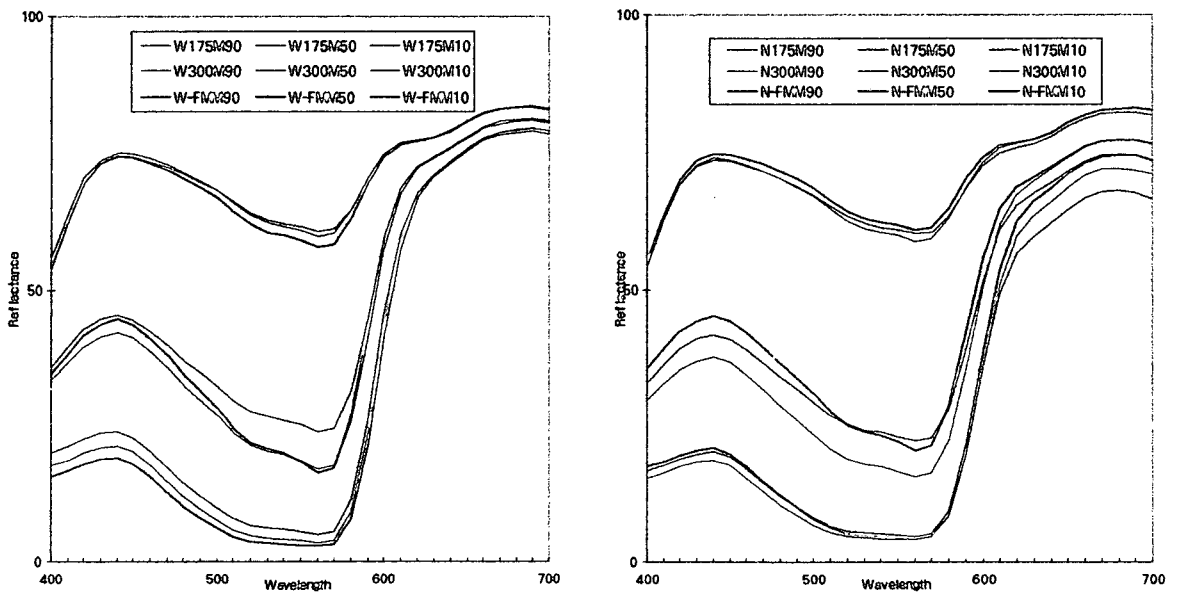


Fig. 3. Color differences in color space of 300lpi and FMscreen to the 175lpi



a) W-type ink(Magenta)

b) Conventional ink(Magenta)

Fig. 4 Reflectance curves of 175, 300lpi and FMscreen W-type

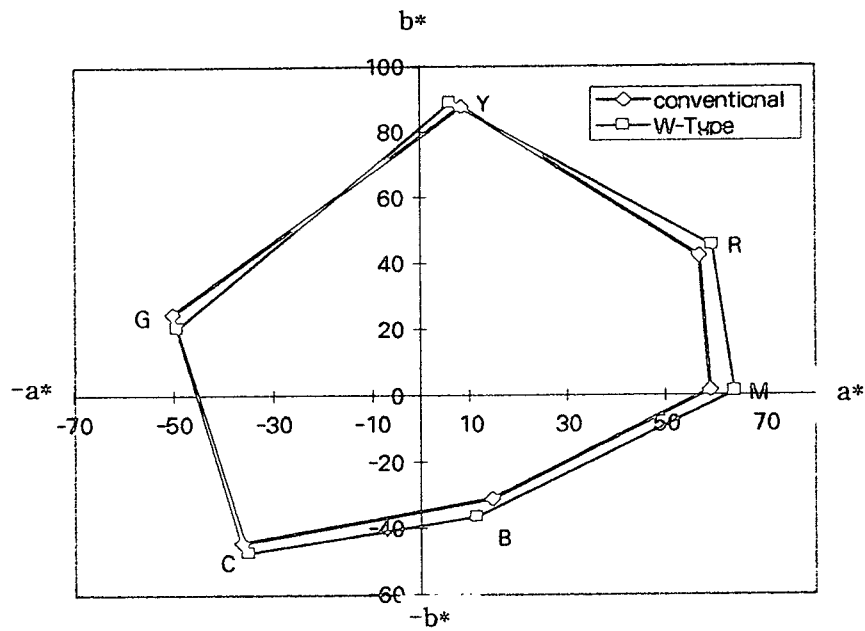


Fig. 5. Comparison color spaces of W-type and conventional ink.

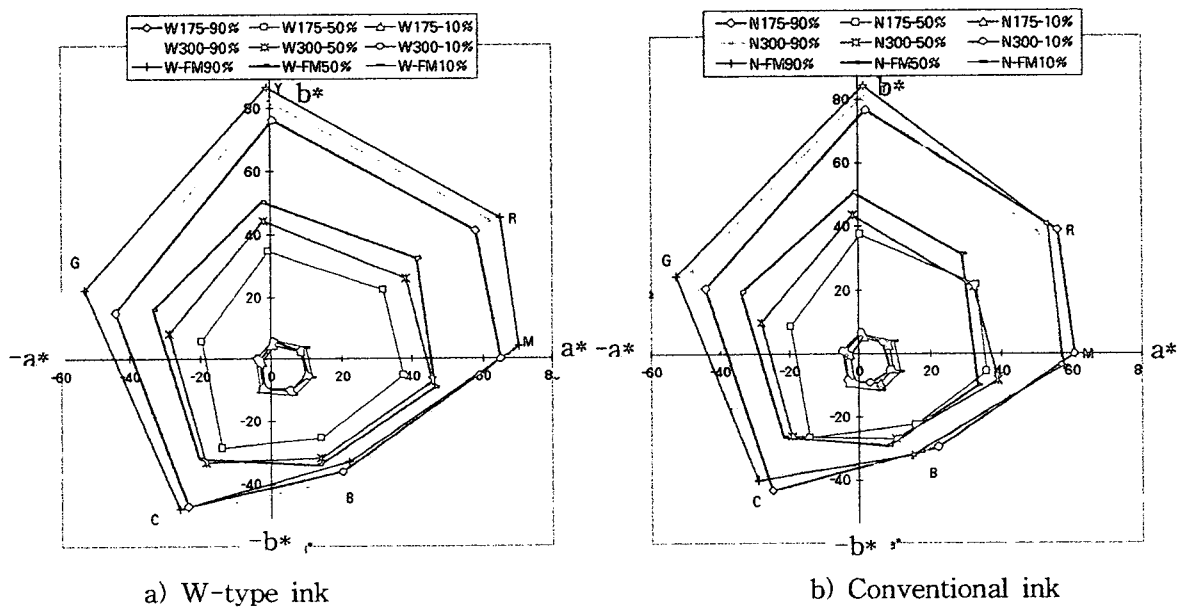
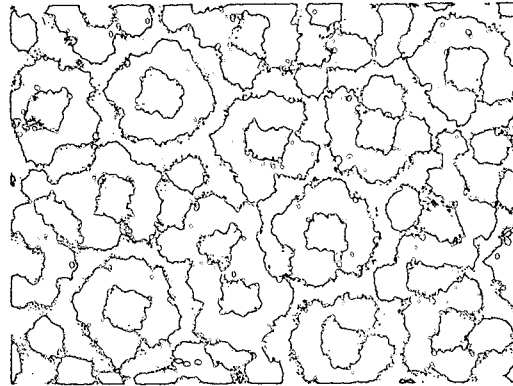


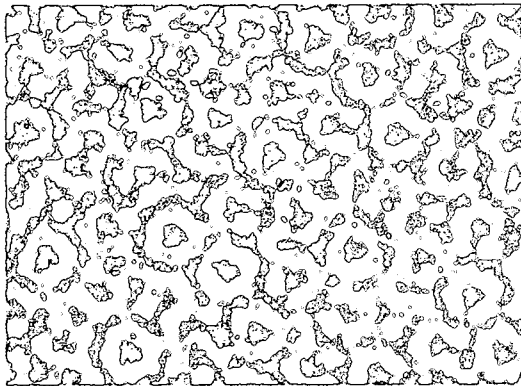
Fig. 6. Comparison color spaces of 175, 300dpi and FMscreen for 10%, 50%, 90% (W-type and Conventional)

3-3 로제트 패턴의 관찰

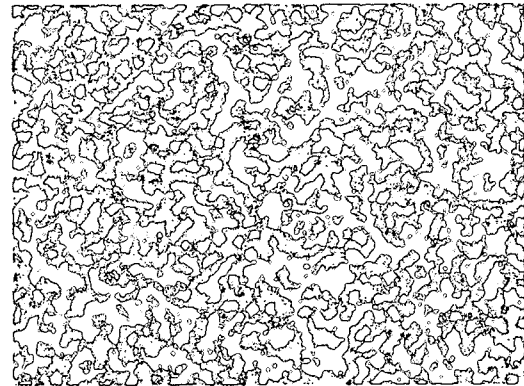
인쇄된 결과물 30% 망점을 40배 확대 비율로 촬영하여 동일크기의 면적을 비교한 결과를 Fig. 7 에서 보여주고 있다. 175lpi AM 스크린에서는 눈으로 알아볼 수 있을 정도의 큰 로제트 패턴이 발생하였고, 300lpi AM스�크린은 로제트패턴의 작음으로 인하여 눈에 거슬리지 않음을 확인할 수 있었으며, FM스�크린은 계조가 부드럽고 로제트 패턴은 발생하지 않았다.



a) AMscreen 175lpi 4color printed



b) AM screen 300lpi 4color printed



c) FMscreen 4color printed

Fig. 7. Comparison of printed 4color(175, 300lpi and FMscreen)30%

4. 결 론

300lpi AM 스크린과 FM 스크린을 사용한 인쇄실험을 통하여 스크린의 형태가 고품위 인쇄물의 품질에 미치는 영향에 대하여 연구 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 인쇄물의 망점확대는 175lpi AM 스크린에 비해 300lpi AM 스크린과 FM 스크린을 사용한 인쇄에서 더 크게 나타났으며, 300lpi AM 스크린과 FM 스크린의 사이에는 거의 차이가 없었다.
- (2) 인쇄물의 색 재현 상태는 고정세 잉크와 일반 잉크 모두에서 175lpi AM 스크린에 비하여 300lpi AM 스크린과 FM 스크린의 경우가 색역이 확대됨을 확인하였다. 그러나 이 역시 300lpi AM 스크

린과 FM 스크린 사이의 차이는 발견할 수 없었다.

- (3) 각 색별 인쇄 잉크의 분광분포는 175lpi AM 스크린에 비하여 300lpi AM 스크린과 FM 스크린의 경우가 이상적인 잉크의 분광분포 곡선에 더 근접하는 것으로 나타났으며, 300lpi AM 스크린과 FM 스크린의 비교에서는 FM 스크린이 더 우수하게 나타났다.
- (4) 로제트페턴의 발생 상태는 175lpi AM 스크린에서 가장 심하게 나타났으며 300lpi AM 스크린에서는 매우 약하게 나타났으나 FM 스크린에서는 로제트페턴이 발생하지 않음을 확인하였다.
- (5) 이상의 결과로부터 고정세 인쇄용 300lpi AM 스크린에 비하여 FM 스크린을 사용함으로써 더 우수한 인쇄 품질을 얻을 수 있음을 확인하였다.

5. 참고 문헌

1. Masao nakamura. "A high value-added Technology 「High fidelity printing」"
Japan Hardcopy. pp.29 (1995).
2. Henry R. Kang, "Color Technology for Electronic Imageing Devices", SPIC Optical Engineering Press, pp42-45 (1997).
3. Tetsuo Iga, "Color Management Technology and Color Stand in Offset Printing". 일본인쇄학회지, Vol.32, pp12-13, (1995).
4. Gary G. Field, "Color and its reproduction" GAFT. pp.56-58 (1988).