

# 고품위 오프셋 인쇄에 미치는 스크린 방식의 영향

김성수\* · 강상훈\*\*

\*부경대학교 인쇄공학과 대학원 \*\*부경대학교 인쇄정보공학과  
(1998년 11월 21일 접수, 1998년 12월 20일 최종수정본 접수)

## A Study on the Effects of Screening Method on High-Quality Offset Lithography

*Sung-Su Kim\* · Sang-Hoon Kang\*\**

\*Dept, of Graphic Arts Engineering, Graduate School

\*\*Dept, of Graphic Arts Information, Pukyong National University

(Received 21 November 1998, in final form 20 December 1998)

### Abstract

FM screening has been praised for its apparent resolution advantage over conventional AM screening. FM screening is also known for its criticalness of film output and difficulties in the proofing stage because of the microdot formation. However, FM screening is not a well understood process from press performance point of view.

This study was carried out for the purposes of introducing the availability of hifi-offset printing to domestic printing industries and evaluating the print qualities between 300lpi AM screen and FM screen with the equivalent sized microdots to 4-5 % dot area of the 300lpi AM screen, together with comparing with the 175lpi AM screen representing a conventional printing. Solid density, dot gain, color gamut and some other quality properties were measured and discussed.

## 1. 서 론

인쇄 매체는 높은 해상력과 우수한 경제성을 배경으로 전자 매체와 대응하는 상업적, 예술적 가치를 가지고 있다. 최근에는 인쇄 매체도 전자 매체의 고품위화, 하이비전화와 더불어 각 미디어와의 융합이 급속히 추진되고 있다.

이와 같은 정보 전달 매체의 기술 혁신을 통하여 더 많은 색채를 가지는 멀티미디어 제품이 생활화되고 있다.<sup>1)</sup> 그러므로 소비자들은 색에 대한 감각도 점점 더 높아졌으며, 여기에 부응하기 위하여 인쇄 매체도 자연색의 연속계조에 최대한 접근할 수 있도록 하기 위하여 많은 연구가 진행되어 왔다. 특히 오프셋 인쇄에서는 연속계조의 화상을 재현하기 위하여 스크린 선수(screen ruling)의 고선수화나 스크린 방식의 변화에 의하여 고품위 인쇄를 실현하기 위한 연구가 계속되고 있다.<sup>2)</sup>

고품위 인쇄물에 대한 수요자의 욕구가 증가함에 따라 기존의 CMYK의 4색인쇄 보다 더 많은 색을 사용하는 다색인쇄(7색인쇄) 또는 FM 스크린을 이용한 인쇄 방법의 개선을 통하여 상당한 수준의 인쇄 품질의 향상을 보이고 있다. 이른바 하이파이(hifi) 인쇄라하는 이러한 인쇄 기술들이 호평을 받고 있지만, 인쇄 중에 발생하는 여러 가지 문제점으로 인하여 인쇄 현장에서는 아직도 상당한 비판적인 견해를 나타내고 있다.

FM 스크린은 일반적인 AM 스크린 보다 해상력 면에서 우월한 장점을 가지고 있지만, 단위 망점이 너무 미세하기 때문에 필름의 출력과 취급이 매우 까다롭다. 따라서 FM 스크린을 이용한 오프셋 인쇄에서는 이와 같은 미세한 단위 망점의 정확한 재현에 많은 어려움을 겪고 있다.

FM 스크린은 전자적인 방법으로 처리하여 단위 망점을 아주 미세하게 형성시킴으로써 연속계조에 가깝고 선예도가 높은 화상을 얻을 수 있으며, 스크린 각도가 필요 없는 등의 여러 가지 장점이 있다. 그러나 망점 확대가 심하고, 색재현에 있어서 하이라이트(highlight) 부에서는 거친 느낌을 주며, 실제의 오프셋 인쇄 과정에서 많은 어려움이 발생하는 등의 단점이 있다.

본 연구에서는 고품위 인쇄에서 사용되는 300lpi AM 스크린과 이 스크린의 대략 4~5 % 망점면적율의 망점 크기에 해당되는 직경  $21\mu\text{m}$ 의 단위 망점으로 이루어진 FM 스크린을 사용한 인쇄물의 품질을 현재 널리 사용되고 있는 175lpi AM 스크린과 비교 연구함으로써 국내 인쇄 현장에서 아직 시작 단계에 있는 고품위 인쇄의 효과와 가능성을 검토코자 하였다. 또한, 인쇄물에서의 화상의 정확한 재현을 위하여 PS판의 제판 과정에서 "GATF Plate control target"을 이용하여 빛췌 조건을 조절함으로써 판과 인쇄물에서의 화상을 최적 상태로 재현하고, 분광측색계(spectrophotometer), 투과농도계, 반사농도계 및 반사현미경을 사용하여 인쇄물의 망점확대, 색재현 영역 및 로제트 패턴 등의 인쇄 품질 특성들을 측정 및 관찰하여 스크린 방식이 고품위 인쇄 품질에 미치는 영향을 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 제판 및 인쇄

원고의 제작은 파워맥켄토시 7600/132에서 “Quark Xpress”소프트웨어를 사용하여 망점면적을 1~100%사이에서 20단계의 컬러패치를 설계하였다. 175lpi와 300lpi의 AM 스크린은 타원형 망점으로 필름을 출력하였으며, FM 스크린의 필름은 망점 한 변의 길이가 21 $\mu$ m인 아그파 크리스탈 망점의 형태로 출력하였다.

PS판은 하이라이트부와 새도부에서 망점의 재현성이 양호한 후지사의 “Fuji-VPS” (두께 0.3mm)를 사용하였으며, 현상액은 후지사의 “DP-4”를 사용하였다.

PS판 상에서 한 변의 길이가 21 $\mu$ m인 미세한 망점을 재현하기 위해서는 10 $\mu$ m의 해상력이 필요하다. PS판에서는 빛쥼량에 의해 해상력이 변화하기 때문에 정확한 빛쥼량을 설정하기 위하여 Fig. 1에서 도시한 바와 같은 형태의 “GATF Plate control target”을 사용하였다.

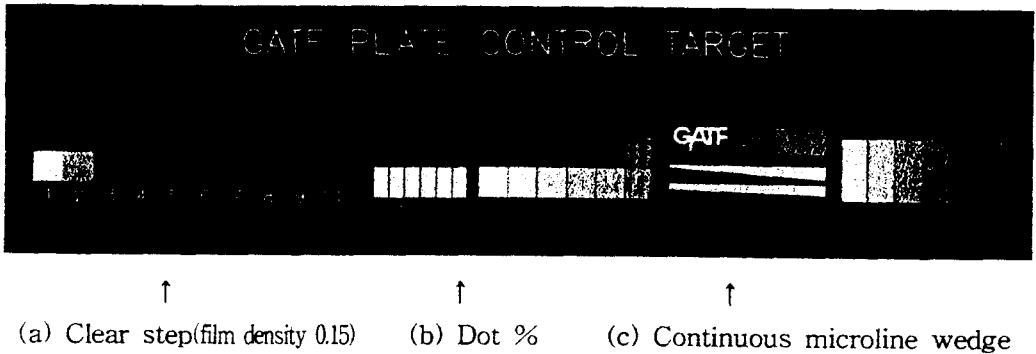


Fig. 1. Configuration of GATF plate control target.

Table 1은 PS판 상에서의 빛쥼량의 변화에 의한 해상력의 변화를 나타낸 것이다. 빛쥼 상태를 단계적으로 나타내는 클리어단계(clear steps)로는 미세한 해상력을 판단하기 어려우므로 10 $\mu$ m의 고해상력을 판단하기 위하여 확대경을 사용하였다.

Table 1에서 보여주는 바와 같이 빛쥼 시간 90초에서 판과 인쇄물 모두에서 10 $\mu$ m의 해상력을 얻을 수 있으며, 이때 하이라이트부는 판과 인쇄물 모두에서 1%의 망점이 재현되었고, 새도부는 판과 인쇄물에서 각각 99%와 97%의 매우 높은 망점면적이 재현되었다. 이 결과로부터 인쇄물에서 하이라이트부와 새도우부를 동시에 최대한으로 살릴 수 있는 최적 빛쥼 시간은 90초임을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 사용한 인쇄판은 모두 빛쥼 시간을 90초로 일정하게 유지하여 제판하였다.

Table 1. Resolution variations of the image of GATF plate control target on plates and prints according to the exposure time

Exposure time (sec)	Clear step	Microline resolution( $\mu\text{m}$ )		Plate		Print	
		Plate	print	Highlight	Shadow	Highlight	Shadow
50	1	5	6	0.5%	98.0%	0.5%	95%
60	1	6	7	0.5%	98.0%	0.5%	95%
70	2	8	8	0.5%	99.0%	0.5%	96%
80	2	9	9	0.5%	99.0%	0.5%	96%
90	3	10	10	1.0%	99.0%	1.0%	97%
100	3	11	11	1.0%	99.0%	1.0%	97%
110	3	12	12	1.0%	99.5%	1.0%	97%
120	4	13	13	1.0%	99.5%	1.0%	97%
130	4	14	14	1.0%	99.5%	1.0%	97%

본 연구의 인쇄실험에 사용된 잉크는 국내 H사의 하이파이 잉크(W-type)와 일반 잉크를 사용하였고, 종이는 광택도, 평활도, 흡유도 등이 비교적 균일하며 지분으로 인한 인쇄 불량을 피하기 위해 국내 H사의 고품위 인쇄용 “로얄아트지 120g/m<sup>2</sup>”를 사용하였다.

블랭킷은 두께 1.9mm의 압축성 블랭킷 “REEVES Vulcan 714 compressible Blanket”을 사용하였으며, 두께 1.0mm의 언더블랭킷과 언더레이 페이퍼를 사용하여 판통과 블랭킷통 및 블랭킷통과 압통 사이의 인쇄 압력(블랭킷 압축량)은 0.1mm가 되도록 통꾸밈을 하였다. 인쇄기는 Heidelberg 2색 인쇄기 “GTOZP”의 제2유닛만을 사용하여 5000sph(sheet per hour)의 일정한 속도로 인쇄하였다. 전체 인쇄물의 재현상태를 일정하게 유지하기 위하여 인쇄 도중에 확대경과 농도계를 사용하여 수시로 인쇄물을 관찰하여 하이라이트부와 새도우부의 재현상태에 따라서 잉크공급량을 최적 수준으로 유지하였다.

## 2.2. 망점확대(dot gain) 측정

인쇄 공정에서 필름의 망점크기 보다 최종 인쇄물의 망점 크기가 커지는 현상을 볼 수 있는데 이 현상이 망점확대(dot gain)이다. 이러한 현상은 주로 인쇄판과 블랭킷, 블랭킷과 용지 사이의 압력에 의해서 생긴다.

이와 같이 망점확대는 기계적(또는 물리적) 망점확대와 광학적 망점확대가 있다. 기계적 망점확대는 인쇄과정 중에 잉크의 레오로지(rheology), 인쇄 압력, 종이의 흡수율 등에 의하여 종이 위에 전이된 망점이 판상의 망점보다 실질적으로 커지는 것을 말하며, 광학적 망점확대는 인쇄물의 망점을 관측하는 과정에서 피인쇄체에서 발생하는 빛의 산란으로 인하여 실제의 망점보다 크게 보이는 것을 말한다.

피인쇄체의 산란을 고려하지 않은 인쇄물의 근사적인 망점면적을  $A$ 는 식(1)과 같이 Murray-Davies식으로 표시된다. 이 식에서 민인쇄 농도  $D_s$ , 망점부의 농도  $D_t$  및 피인쇄체 자체의 농도  $D_p$ 를 구하면 근사적인 망점면적율을 계산할 수 있다.<sup>3)</sup>

$$A = \frac{1 - 10^{-(D_t - D_p)}}{1 - 10^{-(D_s - D_p)}} \quad (1)$$

식(2)을 이용하여 인쇄물의 망점면적율을 계산하는 프로그램이 내장된 농도계를 사용하여 인쇄물의 망점면적율  $A_p$ 와 필름의 망점면적율  $A_f$ 를 측정하여 근사적인 망점확대율  $DG(\%)$ 를 구할 수 있다.

$$DG(\%) = A_p - A_f \quad (2)$$

본 연구에서는 DAINIPPON SCREEN사의 "DM-400" 반사농도계 및 "DM-550" 투과농도계를 사용하여 각각 인쇄물과 필름의 망점면적율을 측정하였다.

### 2.3. 색재현 영역 측정

인쇄물의 색재현 영역은 "MINOLTA사의 CM-2002" 분광측색계(spectrophotometer)와 "Spectra Magic" 프로그램을 사용하여 CIELAB 균등색 공간에서 측정하였다. 분광측색계의 광원은  $D_{50}$ , 2° 시야(CIE 1931 observer)를 사용하였으며, 표면반사 중의 경면반사성분을 제외하기 위하여 SEC(specular component excluded) 상태에서 3회의 자동 반복측정에 의한 평균치를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

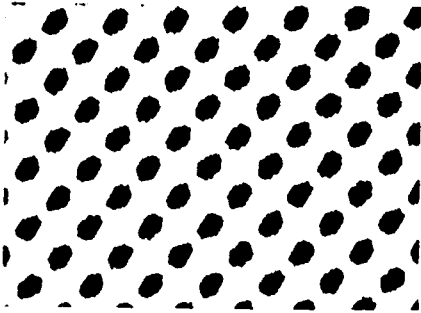
#### 3.1. 망점확대

Fig. 2는 현재 인쇄 현장에서 가장 많이 쓰이는 175lpi AM 스크린과 하이파이 인쇄용 300lpi AM 스크린 및 FM 스크린을 사용한 필름과 인쇄물에서 30%의 망점을 40배로 확대한 사진을 도시한 것이다. 스크린 방식에 따라서 시각적으로 망점의 크기를 비교할 수 있으며, 필름의 망점이 인쇄가 되었을 때 망점확대가 일어났음을 확인할 수 있다.

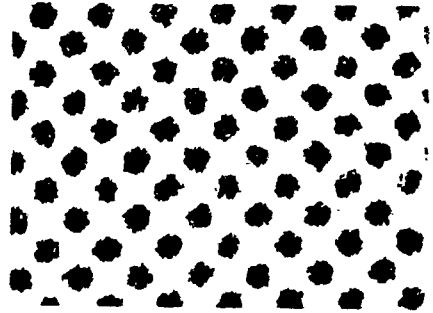
Fig. 3은 Fig. 2와 같은 망점 확대와 필름의 망점 면적률과의 관계를 도시한 것이다. 175lpi AM 스크린에서는 최대 16%정도의 비교적 낮은 망점확대를 보이지만, 300lpi AM 스크린과 FM 스크린에서는 일반 잉크와 하이파이 잉크 모두에서 25~30%의 매우 높은 망점확대를 보이고 있다. FM 스크린은 50%에서 가장 많은 망점확대가 일어났고, 300lpi AM 스크린도 FM 스크린과 비슷한 결과를 보여주고 있다. 이것은 고품위 인쇄로 갈수록 망점의 크기가 작게 나타나기 때문에 미세한 망점을 정확하게 재현하기 위해서는 상대적으로 잉크의 공급량이 많아지므로 망점확대가 크게 나타남을 보여준다. 또한, 망점의 크기가 작아질수록 전체적인 망점의 둘레가 커져서 망점확대가 증가됨을 나타낸다.

#### 3.2. 색재현 영역

Fig. 4는 하이파이 잉크를 사용한 50% 및 90%의 망점인쇄에서 1차색 C(cyan), M(magenta), Y(Yellow) 및 2차색 M+Y(Red), Y+C(Green), C+M(Blue)의 재현 상태를 CIELAB 균등 색공간을 사용하여 도시한 것이다. 망점면적을 50%와 90% 모두에서 FM 스크린의 경우가 색재현 영역이 가장 넓게 나타났으며, 다음이 300lpi AM 스크린 및 175lpi AM 스크린의 순으로 나타났다. 이것은 동일한 망점면적을 하에서도 일반 인쇄보다 하이파이 인쇄가, 그리고 하이파이 인쇄 중에서도 AM 스크린보다 FM 스크린의 경우가 피인쇄체에 대한 망점의 전체적인 분포 상태가 균일하여 색재현 범위도 우수하게 나타나는 것으로 생각된다.

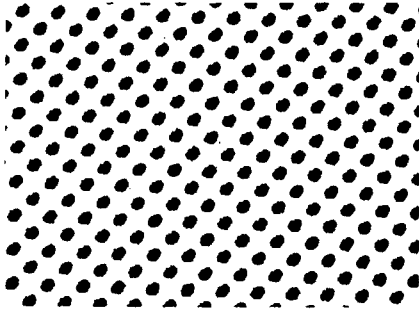


(Film)

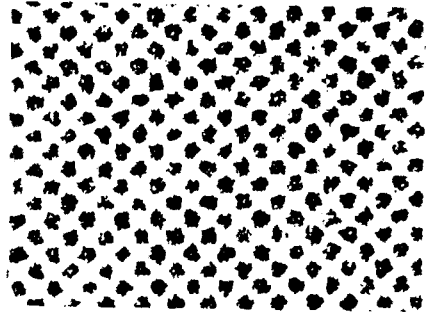


(Print)

(a) 175lpi AM screen

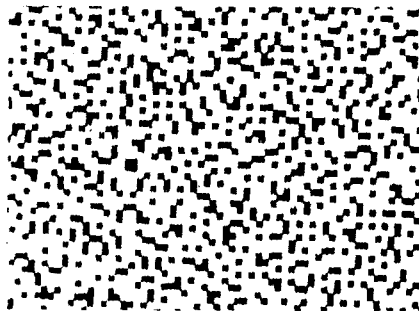


(Film)

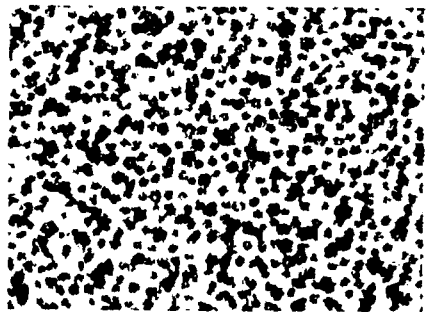


(Print)

(b) 300lpi AM screen



(Film)



(Print)

(c) FM screen

Fig. 2. Comparisons of dot shapes of 175lpi AM screens, 300lpi AM screens and FM screens at 30% tints on films and prints( $\times 40$ ).

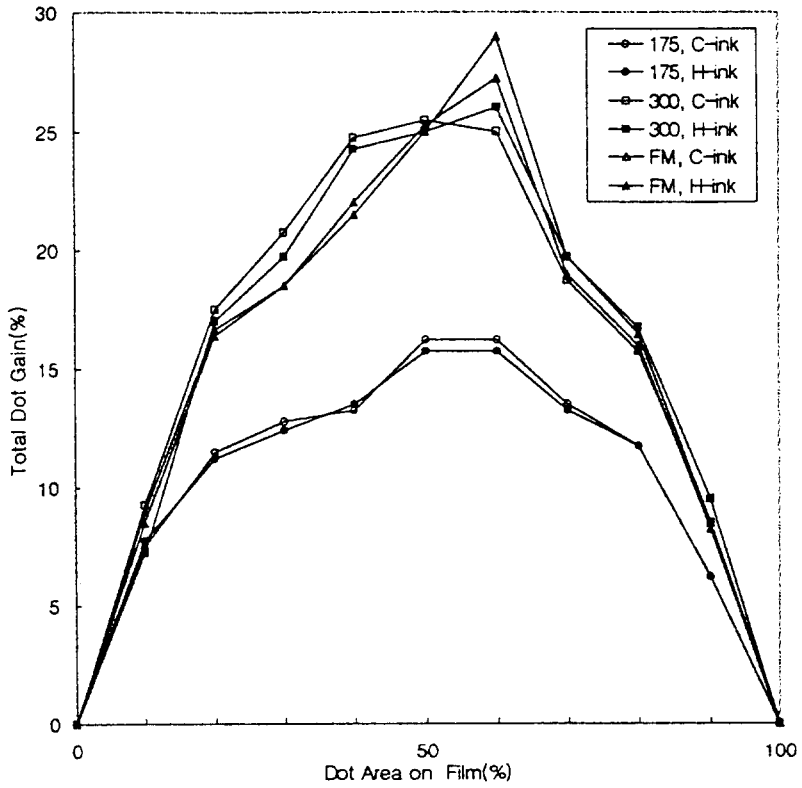


Fig. 3. Relationships between dot area on films and total dot gain of tints printed with conventional(C) and hifi(H) inks using 175lpi AM screen (175), 300lpi AM screen(300) and FM screen(FM).



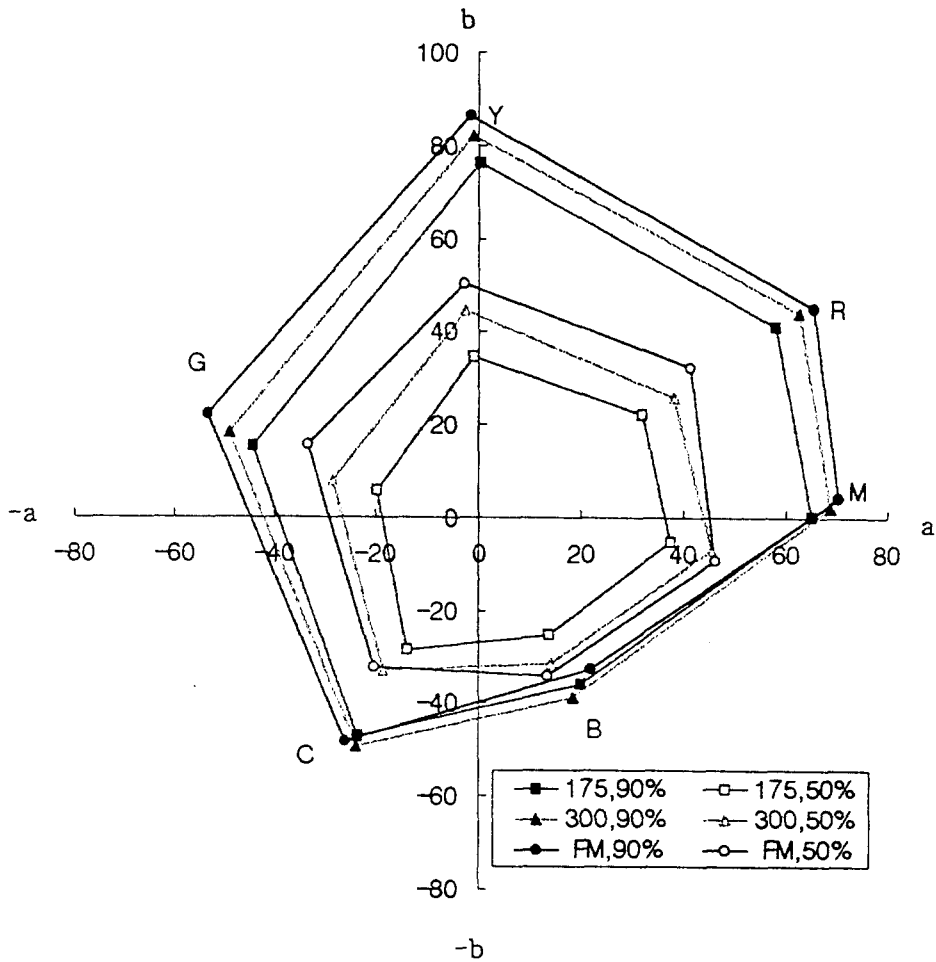
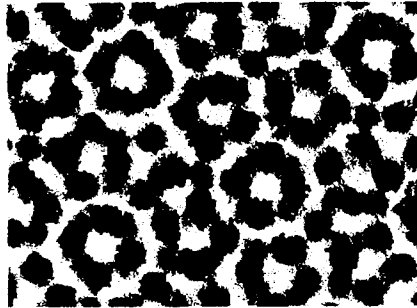


Fig. 4. Comparison of color spaces of 50% and 90% tints printed with hifi C, M and Y inks using 175lpi AM screen(175), 300lpi AM screen(300) and FM screen(FM).

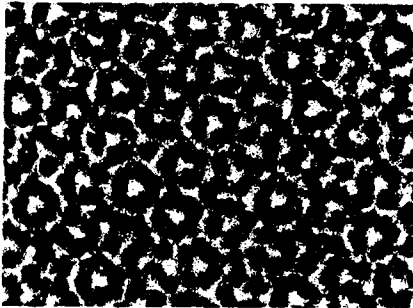
### 3.3. 로제트 패턴의 관찰

Fig.5는 망점 중첩인쇄에 의한 무아레 패턴의 발생 상태를 관찰하기 위하여 30%의 망점을 4색 중첩인쇄하여 40배로 확대하여 촬영한 3종류의 인쇄물의 사진을 비교하여 도시한 것이다.

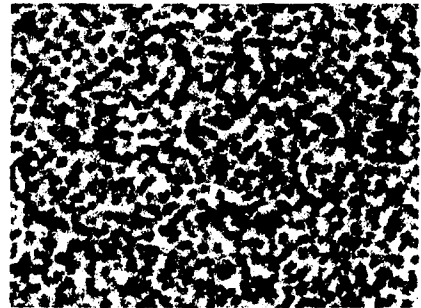
175lpi AM 스크린에서는 로제트 패턴<sup>4)</sup>이 아주 심하게 발생하였으며, 300lpi AM 스크린에서는 175lpi AM 스크린보다는 덜하지만 육안으로 쉽게 알아 볼 수 있을 정도의 로제트 패턴이 발생하였다. 그러나 FM 스크린에서는 로제트 패턴이 발생하지 않고 계조가 부드럽게 인쇄되었음을 보여 준다.



(a) 175lpi AM screen



(b) 300lpi AM screen



(c) FM screen

Fig. 5. Comparison of rosette patterns on 30% tints of 4-color overprints( $\times 40$ ).

## 4. 결 론

175lpi AM 스크린과 300lpi AM 스크린 및 이 스크린의 망점면적을 4%에 해당하는 망점 지름  $21\mu\text{m}$ 의 FM 스크린을 사용한 인쇄 실험을 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) 하이파이 잉크를 사용한 인쇄물의 색 재현 상태는 동일한 망점면적을 하에서 175lpi AM 스크린에 비하여 300lpi AM 스크린과 FM 스크린의 경우가 색영역이 더 넓게 나타났으며, 300lpi AM 스크린과 FM 스크린의 비교에서는 FM 스크린이 더 우수함을 확인하였다.
- (3) 로제트 패턴의 발생 상태는 175lpi AM 스크린에서 가장 심하게 나타났으며 300lpi AM 스크린에서는 매우 약하게 나타났고, FM 스크린에서는 로제트 패턴이 발생하지 않음을 확인하였다.
- (4) 이상의 결과로부터 하이파이 인쇄용 300lpi AM 스크린에 비하여 이 스크린의 망점 면적을 4%에 해당하는 망점 지름  $21\mu\text{m}$ 의 FM 스크린을 사용함으로써 더 우수한 인쇄 품질을 얻을 수 있음을 확인하였다.

## 참 고 문 헌

1. Masao Nakamura, "A High Value-Added Technology (High Fidelity Printing)", Japan Hardcopy. pp.29 (1995).
2. Ari Siren, Tapio Lehtonen, Helene Juhola, Anneli Karttunen, "Experimenting with Hifi-Printing Techniques", TAGA proceedings, pp.304-320 (1995, VOL.1).
3. S. H. Kang, "Equivalent Scattering Area Model of Optical Dot Gain", Journal of The Korean Printing Society, Vol.12, No.2, pp.45~48 (1994):
4. J. A. C. Yule, "PRINCIPLES OF COLOR REPRODUCTION", John Wiley & Sons, pp.328-346 (1967).