

무습수 평판인쇄의 온도 의존성에 관한 연구

신춘범, *강상훈, *이상남

부경대학교 대학원 인쇄공학과, *부경대학교 화상정보공학부

A Study on the Temperature Dependence of Waterless Lithography

*Chun-Beom Shin, *Sang-Hoon Kang, *Sang-Nam Lee*

Dept. of Graphic Arts Eng., Graduate School of Pukyung National University

*Division of Image Information, Pukyung National University

1. 서 론

평판 오프셋인쇄 방식이 도입된 이래로 축입물로 인하여 야기되는 인쇄품질 불량문제를 개선하기 위한 끊임없는 연구를 통하여 등장하게 되어 고품위 인쇄분야에서 빠른 속도로 보급되고 있다.

PS(Pre-Sensitized)판을 주로 사용하는 기존의 평판오프셋인쇄에서는 비화선부에 잉크가 묻지 않도록 하기 위하여 축입물을 사용하고 있지만 축입물의 조절이 까다롭고 여러가지 문제를 일으키는 원인이 되므로 이 방법으로 고품위 인쇄를 하는 데는 한계가 있다.

이에 반하여 무습수 평판인쇄에서는 축입물을 사용하지 않기 때문에 축입물과 잉크의 균형을 맞추는 까다로운 작업이 필요없게 되어 기존의 평판인쇄의 문제점을 해결할 수 있으며, 인쇄판의 구조적인 특성으로 인하여 PS판을 사용하는 인쇄보다 망점확대가 작아서 더 정밀한 인쇄를 할 수 있는 장점이 있다.

그러나 인쇄현장에서 무습수 평판인쇄가 상업적으로 보편화되기 위해서는 여러가지 문제가 남아 있다. 그 중에서 가장 중요한 것은 무습수 인쇄에서는 축입물을 사용하지 않음으로써 축입물의 냉각 효과가 없어지기 때문에 인쇄기계 상의 마찰부분에서 발생하는 열로 인하여 잉크의 온도가 올라가서 비화선부의 실리콘 고무층에 잉크가 묻게 되는 심각한 인쇄 불량 문제가 발생하게 된다는 것이다. 이것을 방지하기 위해서는 인쇄기의 잉크장치와 판통에 냉각장치를 설치한 무습수용 인쇄기를 구입하거나, 기존의 평판 오프셋 인쇄기에 별도의 냉각장치를 설치해야 하는 문제가 따르게 된다.

본 연구에서는 무습수 전용 인쇄기의 구입이나 기존의 인쇄기에 냉각장치를 설치하기 위한 비용의 추가적인 부담없이 기존의 인쇄기를 이용한 무습수 인쇄의 가능성을 검토하기 위하여 무습수 인쇄에서 잉크의 온도 변화가 인쇄품질에 끼치는 영향에 대하여 연구하였다.

2. 실 험

2. 1 제 판 및 인쇄

실험에 사용된 원고 제작 및 제판과정을 요약하면 다음과 같다.

(1) 원고패치의 제작

: Power Macintosh 7600/132을 사용하여 망점면적률 0~100%(5%단계), 1~10%(1%단계) 및 91~100%(1%단계)를 가로, 세로 1cm×1cm 크기로 포토샵4.0 소프트웨어를 이용하여 제작하였다.

(2) 필름 출력

: 175 및 300line/inch 라운드 도트(round dot)로 Fuji LuxSetter 5600출력기를 사용하여 출력하였다.

(3) 제 판

: 빛罫기 - Dainippon Screen MFG사의 P-804-G 수직형 빛罫기

인쇄판 - Toray TAP 24 (두께 0.24mm)

현상 - Toray TWL-860KII 현상기 및 PP-1, PA-1 현상액 사용

정확한 빛罫량을 설정하기 위해 "GATF Plate Control Target"을 사용하여 최적의 빛罫 시간을 구하였다. Table 1은 무습수 인쇄판 상에서 빛罫 시간에 따른 해상력의 변화를 나타낸 것이다. Table 1에서 보여주는 바와 같이 판상에서 하이라이트 1%와 새도우 99%의 망점면적율과 11 μ m의 해상력을 얻을 수 있는 54초의 빛罫량을 최적의 빛罫 조건으로 선택하였다.

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

sec	clear	shadow(%)	highlight(%)	μ m line	high resolution
12	3	95	1	8	1000
24	4	96	1	10	1000
30	4	96	1	10	800
36	5	97	1	10	800
42	5	98	1	10	800
48	6	98	1	11	800
54	6	99	1	11	800
60	6	99	2	12	800

본 연구의 인쇄 실험에 사용된 잉크는 무습수 전용 잉크로 국내에서 생산되는 2종류(B, C)와 외산 1종류(A)의 잉크를 사용하였고, 종이는 국내 H사의 평량 120g/m² 아트지를 사용하였다. 블랭킷

은 두께 1.9mm의 압축성 블랭킷 “REEVES Vulcan 714 compressible Blanket”을 사용하였으며, 인쇄기는 Heidelberg 2색 인쇄기 “GTOZP”의 제1유니트만을 사용하여 4000sph(sheet per hour)의 일정한 속도로 인쇄하였다. 그리고, 인쇄시 판면에 잉크를 전이시키는 마지막 잉크 묻힘 물러 표면의 잉크 온도를 측정하기 위해 비접촉식 적외선 온도 측정기인 Raytek사의 “Raynger MX4 Infrared Thermometer”를 사용하였으며 1℃ 상승할 때마다 샘플을 인쇄하였다.

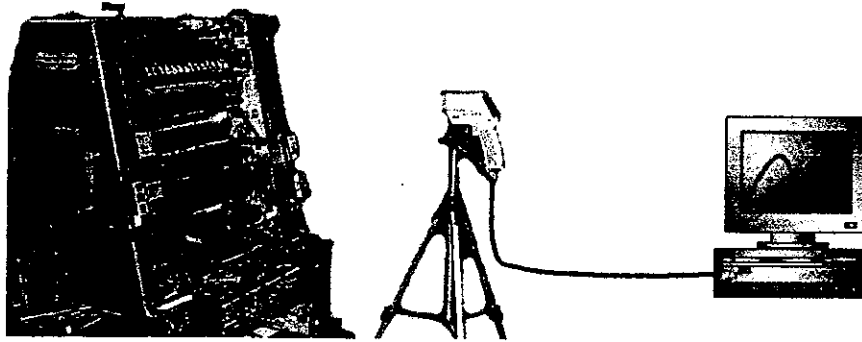


Fig. 1. Measurement method of temperature variation on the surface of ink form roller

2. 2 모틀링 평가

낮은 온도에서는 잉크의 점도가 높기 때문에 잉크의 전이가 어려워져서 인쇄된 종이의 민인쇄부에서 모틀(mottle)이라고 하는 인쇄불량 문제가 발생한다. 모틀이 발생하는 한계 온도를 CMT(critical mottling temperaure)라 한다.

주로 민인쇄 부분에서 발생하는 모틀링을 평가하기 위해 농도법과 화상분석법을 이용하였다. 온도 변화에 따라 화상분석기를 사용하여 민인쇄 패치의 이미지와 농도값을 측정하였다. 모틀링이 발생은 잉크의 점도가 높아 전이가 균일하게 되지 않기 때문에 농도값이 떨어지게 되고 온도가 증가함에 따라 잉크의 전이량이 점점 증가하여 농도 역시 증가하게 된다.

또한 화상분석기를 통해 얻은 이미지를 그레이 스케일로 변환하여 이미지의 불균일성이 모틀링의 발생 정도와 동일한 의미로 해석할 수 있기 때문에 이를 평가하기 위해 분산(variance)을 구하였다. 분산은 변수의 평균을 구해 각 변수와 평균과의 차를 제곱한 값들의 평균을 말한다. 본 연구에서는 화상분석기를 통해 얻은 이미지의 평균 그레이 레벨값을 구하고 각 픽셀의 그레이 레벨값을 뺀 후 그 값들의 평균 즉 분산을 구하였다. 분산이 크면 이미지의 평균 레벨값을 기준으로 각 픽셀의 레벨값들이 흩어져있는 정도가 심하다고 해석할 수 있다. 즉 이미지의 불균일성이 심하므로 모틀링의 발생이 증가한다고 볼 수 있고, 분산이 작으면 평균 레벨값을 기준으로 각 픽셀의 레벨값의 흩어진 정도가 작기 때문에 이미지가 비교적 균일하게 이루어져 있어서 모틀링이 발생하지 않았다고 판단할 수 있다.

식(3)은 분산을 구하는 수식을 나타낸 것이다. n 은 픽셀의 개수, x_i 는 각 픽셀의 레벨값, m 은 이미지의 평균 레벨값을 말한다.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (x_i - m)^2 \quad (3)$$

2.3 토닝 평가

무습수 인쇄는 축입물을 사용하지 않음으로서 축입물로 인한 냉각 효과가 없기 때문에 인쇄부의 온도가 상승하여 잉크의 점도가 낮아져서 비화선부의 실리콘 표면이 잉크를 반발하지 못하게 되어 결국에는 일반 평판인쇄에서의 바탕더러움(scumming)과 같은 종이의 비화선부에 미세한 잉크가 전이된다. 이를 토닝이라고 정의하고 토닝이 발생하기 시작하는 온도를 CTT(critical toning temperature)라 한다.

토닝을 평가하기 위해서 모틀링 평가 방법과 동일한 농도법과 화상분석법을 이용하였다. 토닝은 비화선부에서 발생하기 때문에 온도 변화에 따라 비화선부의 농도 변화를 측정하고, 화상분석기를 통해 얻은 비화선부 이미지를 그레이 스케일로 변환하고 이미지 불균일성의 분포를 나타내는 분산을 구하여 토닝의 발생에 대해 정량적으로 알아보았다.

모틀링과 토닝이 온도의 변화에 따라 농도가 변하기 때문에 망점부에서의 망점확대에 영향을 미칠 수 있으므로 "X-Rite 408" 농도계를 사용하여 농도측정을 하고 인쇄물 패치의 망점면적율을 계산하였다. 이 때 계산된 인쇄물의 망점면적율 A는 식(1)과 같이 Muray-Davies식으로 나타낸다. 이 식에서 민인쇄 농도 D_s , 망점부의 농도 D_t 및 피인쇄체 자체의 농도 D_p 를 구하면 근사적인 망점면적율을 계산할 수 있다.

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

인쇄물의 망점면적율 A_p 와 필름의 망점면적율 A_f 를 측정하여 식(2)와 같이 최종적인 망점확대율을 구할 수 있다.

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

Fig. 2는 화상분석법에 사용된 화상분석기의 장치 구성에 대해 나타낸 그림이다.

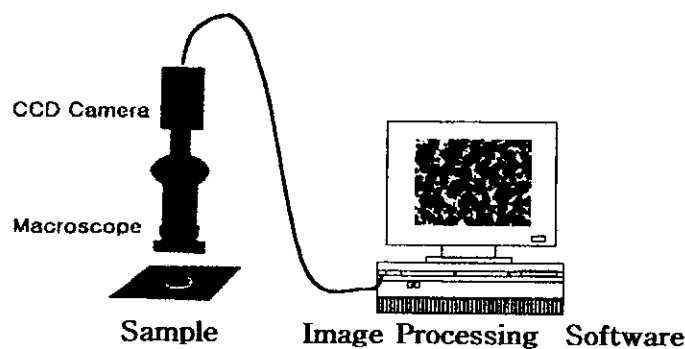


Fig. 2. Image Analyzer composed of a macroscope, a CCD Camera and an image analysis software

3. 결과 및 고찰

3. 1 무습수 잉크의 온도 의존성

Fig. 3은 기존의 평판인쇄와 무습수 인쇄를 하였을 때 잉크 몸집롤러 표면에 있는 잉크의 온도 변화를 나타내었다. 기존의 평판인쇄의 경우 축임몰의 냉각 효과로 인쇄시간이 지나도 일정한 온도를 유지한다. 하지만 무습수 인쇄는 축임몰을 사용하지 않아 냉각 효과가 없기 때문에 온도 상승이 지속적으로 일어난다는 것을 알 수 있다.

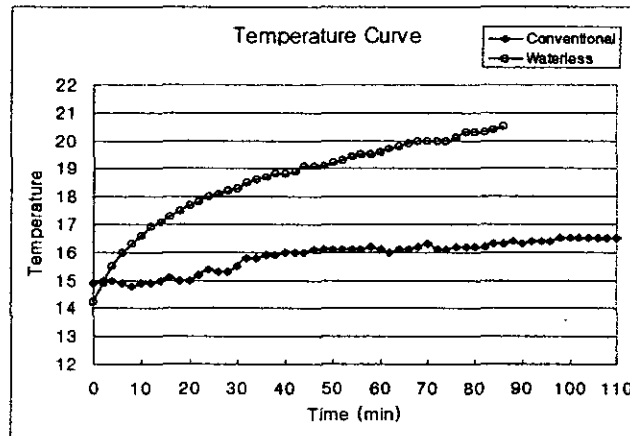


Fig. 3. Comparison of the temperature variations between conventional and waterless inks

Fig. 4는 잉크 색상에 따른 온도 변화에 대해서 나타낸 그림으로 지속적인 온도 상승이 나타나지만 각 색에 따른 잉크의 조성과 물성이 각기 다르기 때문에 온도 증가 경향이 다르게 나타남을 관찰하였다.

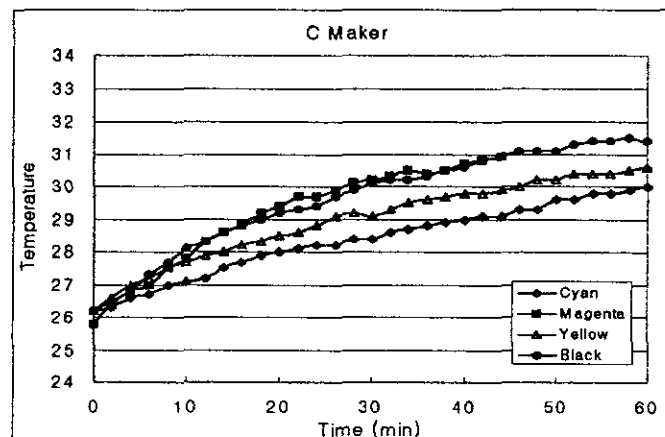


Fig. 4. Comparison of the temperature variations according to ink colors

Fig. 5는 C(cyan) 잉크에 대해 잉크 제조 메이커에 따른 온도 변화를 나타낸 그림으로 C잉크의 조성이 유사하기 때문에 큰 변화가 없다는 것을 관찰하였다.

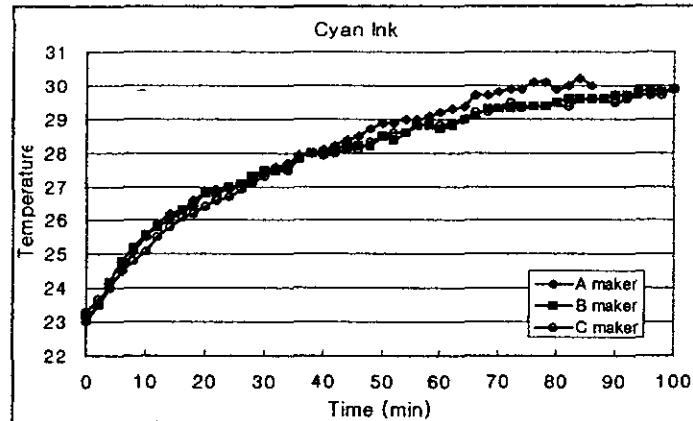


Fig. 5. Comparison of the temperature variations according to ink makers

3. 2 모틀링 및 토닝 분석

Fig. 6은 모틀링과 토닝이 발생한 경우와 그렇지 않은 경우 화상분석기를 통해 얻은 이미지이다. (a)는 잉크 분쇄롤러의 잉크온도가 낮을 때(13°C) 민인쇄부에서 발생한 모틀링의 형태이고 (b)는 온도가 높을 때(32°C) 모틀링이 발생하지 않고 균일하게 잉크가 전이된 민인쇄부의 모습이다. (c)는 잉크 분쇄롤러의 잉크온도가 높을 때(32°C) 토닝이 발생한 모습이며, (d)는 잉크온도가 낮을 때(13°C) 토닝이 발생하지 않은 모습을 나타낸 것이다.

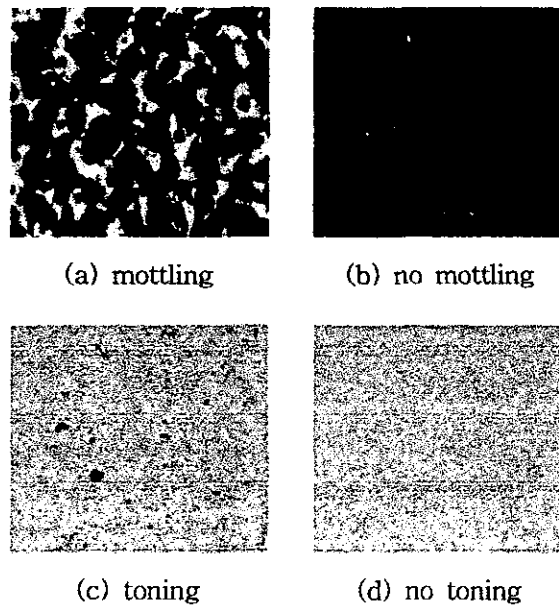
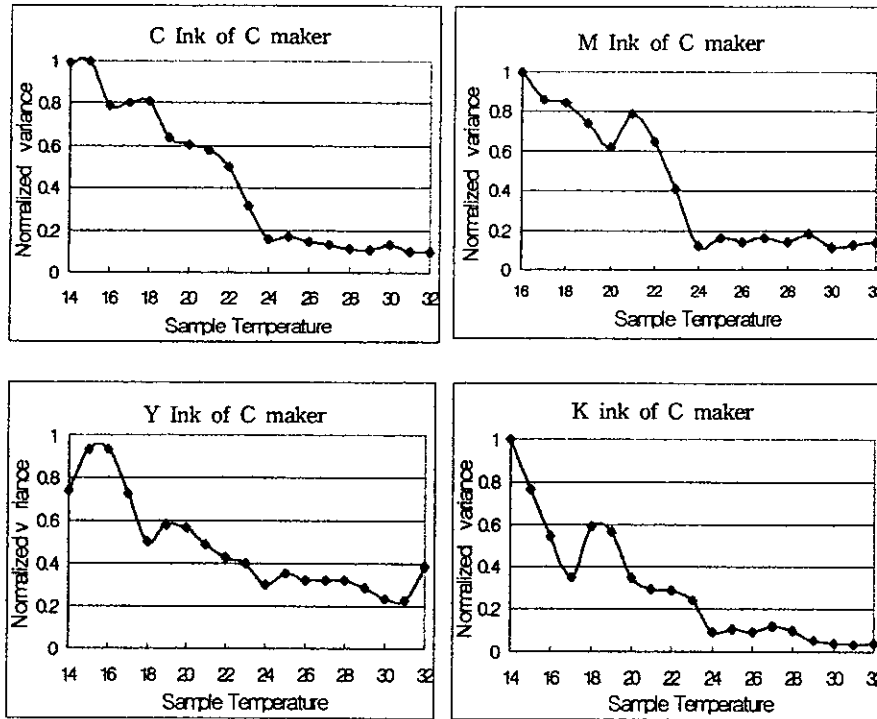


Fig. 6. Typical mottling and toning phenomena captured by image analyzer :

- | | |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| (a) mottling of K ink of C maker(13°C) | (b) no mottling of K ink of C maker(32°C) |
| (c) toning of K ink of C maker(32°C) | (d) no toning of K ink of C maker(13°C) |

Fig. 7은 모틀링을 평가하기 위해서 화상분석기를 통해 얻은 민인쇄부의 이미지를 사용하여 분산을 구한 결과이다. 대략 24℃ 이후부터 안정적인 분산이 지속적으로 나타나는 경향을 볼 수 있다. 즉, 24℃부근부터는 모틀링이 발생하지 않는다고 판단할 수 있다.



각 인쇄물의 민인쇄부분을 20℃부근과 24℃부근에 대하여 Fig. 8에 나타내었다. 대략 낮은 온도 범위인 20℃ 부근에는 시각적으로 모틀링이 발생하고 높은 온도 범위인 24℃ 부근에서는 모틀링이 발생하지 않은 것으로 나타났다.

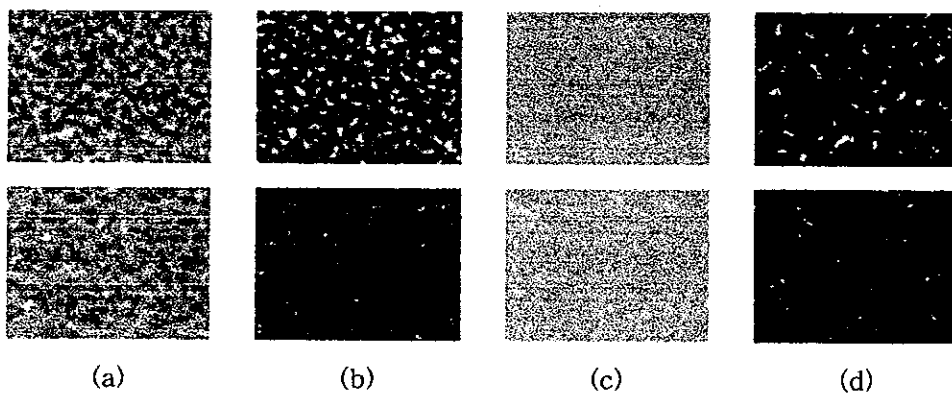


Fig. 8 Comparisons of mottling in (a)C ink, (b)M ink, (c)Y ink, (d)K ink of C maker near by 20℃(up) and 24℃(down)

Fig. 9는 토닝을 평가하기 위해 모틀링 평가에서와 같이 분산을 이용하여 토닝의 발생결과를 나타낸 그림이다.

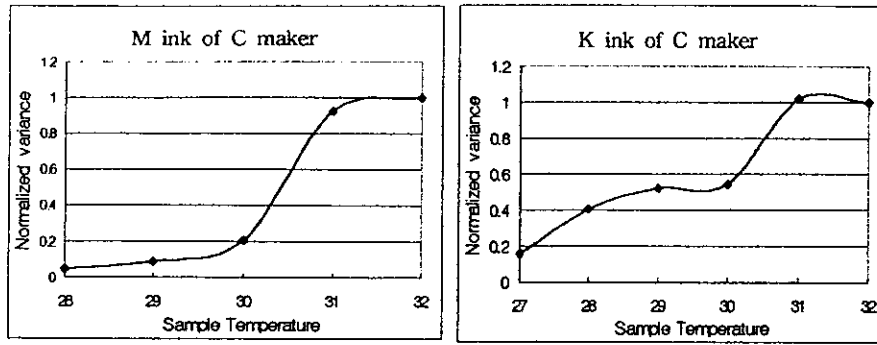


Fig. 9. Toning according to the temperature variation

Fig. 10은 Fig. 9의 데이터를 바탕으로 28°C부근의 M(magenta), K(black)인쇄물의 비화선부 이미지와 토닝이 발생하지 않은 비화선부 이미지를 나타낸 것이다.

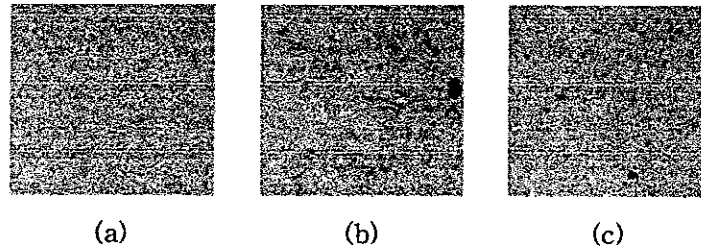


Fig. 10. Comparisons of toning in (a)paper and (b)M ink, (c)K ink of C maker near by 28°C

Fig. 9와 Fig. 10의 데이터에 의해서 토닝이 발생하는 온도는 대략 28°C부근으로 볼 수 있다. Y(yellow)잉크와 C잉크는 토닝이 발생하지 않았지만 농도법에 의해 망점면적율을 계산한 결과 Fig. 11과 같이 온도가 상승할수록 망점면적율 또한 증가하는 경향을 보였는데, 높은 온도 범위인 27°C부근 이상이 되면 새도우부의 망점면적율 증가가 현저히 커져서 민인쇄와 유사한 망점재현이 이루어지기 때문에 좋은 인쇄 결과를 얻을 수 없다고 생각된다.

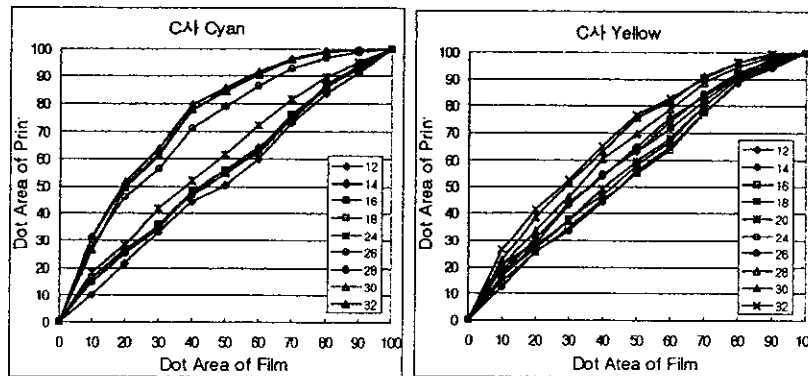


Fig. 11. Tone reproduction curve according to temperature

4. 결 론

기존의 인쇄기를 이용한 무습수 인쇄에서 잉크의 온도변화가 인쇄품질에 끼치는 영향에 대한 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 기존의 평판인쇄에서는 축입물의 냉각작용에 의하여 인쇄 중에 잉크의 온도가 비교적 일정하게 유지되지만, 무습수 인쇄에서는 축입물을 사용하지 않음으로 인하여 잉크의 온도가 상승함을 확인하였다.
- (2) 동일한 제조 회사의 한 조의 프로세스 컬러잉크에서도 잉크의 색에 따라서 각의 잉크 조성이 다르기 때문에 온도상승의 경향이 다르게 나타난다.
- (3) 제조회사가 다른 경우에도 동일한 색의 프로세스 잉크에서는 잉크의 조성이 유사하기 때문에 온도상승의 경향이 비슷하게 나타난다.
- (4) 민인쇄 패치의 화상분석 및 그레이 레벨의 분산을 통하여 모틀링을 평가한 결과 C, M, Y 및 K 잉크 모두 20℃부근까지 모틀링이 발생하고 대략 24℃부터는 모틀링이 발생하지 않고 안정된 민인쇄가 이루어짐을 확인하였다.
- (5) 같은 방법으로 토닝을 평가한 결과 M, K 잉크가 대략 28℃부근에서 토닝이 발생하고, C, Y 잉크는 토닝이 발생하지 않았지만 27℃이상이 되면 세도우부의 망점면적율이 증가하여 양호한 망점재현이 이루어지지 않음을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. John O' Rourke, "The Complete Guide to Waterless Printing", Quantum Resources, Inc., (1997)
2. R. Krishnan and D. Klein, "Ink / Plate Interactions in Waterless Lithography", TAGA Proceedings, pp.478~489 (1991)
3. Robert Y. Chung and Chanassa Pichitgarnka, "A Study of Conventional vs. Waterless Lithography", TAGA Proceedings, pp. 276~285 (1994)
4. Robert Y. Chung, Clifton Frazier and Chanassa Pichitgarnka, "Futher Comparison of Conventional vs. Waterless Lithography", TAGA Proceedings, pp.96~103 (1995 vol.1)
5. Ben Wong, Zhenhua Xie, David strong and Rick Stone, "A study of Waterless Web Offset Print Characterist", TAGA Proceedings, pp. 81~95 (1995 vol.1)
6. Satoshi Mochizuki, "Estimation of Waterless Offset Printing Plate Surface Temperature", TAGA Proceedings, pp. 372~482 (1982)