

무습수 평판인쇄의 온도 의존성에 관한 연구

신춘범, 강상훈*, 이상남*

부경대학교 대학원 인쇄공학과, *부경대학교 공과대학 화상정보공학부

(2001년 1월 20일 접수, 2001년 2월 27일 최종 수정본 접수)

A Study on the Temperature Dependence of Waterless Lithography

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

Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate School of Pukyong National University

*Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University

(Received 20 January 2001, in final form 27 February 2001)

Abstract

The combination of a silicone surfaced plate and high viscosity ink produced a waterless printing system that worked well, but had limitation. The limitation was that this system was restricted to relatively short run lengths. In the waterless printing process, the press tended to heat up rapidly. Heat in turn, broke down the resins in the inks, causing them to become more fluid.

When the ink is heated, the viscosity will drop, the ink will become too liquid and the plate will no longer be able to resist it. The ink will adhere to the non-print portions of the plate, and will print as a very fine mist or speckle pattern in the non-image area. On the other hand, when the ink gets too cold, viscosity will increase until ink transfer is impeded. This is seen in the printed sheet as a mottle in the solid print areas.

This study carried out to investigate the effect of temperature variations of the inks on the print quality in waterless lithography and to examine the adaptability of the waterless lithography to conventional offset press without cooling system.

I. 서론

PS판을 주로 사용하는 기존의 평판 오프셋인쇄에서는 비화선부에 잉크가 묻지 않도록 하기 위하여 축입물을 사용하지 않으면 안 된다. 그러나 이 방식에서는 축입물이 잉크를 유화시켜 잉크의 농도를 흐리게 하고, 종이에 흡수되어 종이를 변형시키는 등의 여러 가지 문제를 일으키는 원인이 되므로 고품위 인쇄를 하는데는 한계가 있다. 이를 개선하기 위한 끊임없는 연구과정을 통하여 축입물을 사용할 필요가 없는 무습수 인쇄방식⁽¹⁾이 등장하게 되었다.

무습수 평판인쇄에서는 축입물을 사용하지 않기 때문에 축입물과 잉크의 균형을 맞추는 까다로운 작업이 필요없게 되어 기존의 평판인쇄의 문제점을 해결할 수 있으며, 인쇄판이 구조적으로 평오목판의 형상을 하여 판 상에서 화선부의 잉크가 비화선부로 퍼지는 경향이 감소하므로 기존의 오프셋인쇄보다 망점확대가 작아서 상대적으로 더 정밀하고 농도가 높은 인쇄를 할 수 있는 등의 여러 가지 장점이 있다⁽²⁾.

그러나, 인쇄실의 외기 온도가 낮으면 잉크의 온도가 낮아지고 점도가 증가하여 잉크의 전이불량에 의한 모틀링(mottling) 현상이 발생한다. 그리고, 이 방식에서는 축입물을 사용하지 않음으로써 축입물에 의한 잉크의 냉각 효과가 없어지기 때문에 인쇄기계와 잉크장치에서 발생하는 롤러 사이의 마찰열에 의하여 잉크의 온도가 상승하여 점도가 낮아지고 유동성이 증가하여⁽³⁾ 비화선부의 실리콘 고무층에 잉크가 묻게 되는 토닝(toning) 현상⁽⁴⁾과 망점확대 현상이 발생하게 된다. 이것을 방지하기 위해서는 인쇄기의 잉크장치나 판통에 냉각장치⁽⁵⁾를 설치한 무습수 전용 인쇄기를 구입하거나, 기존의 오프셋 인쇄기에 별도의 냉각장치를 설치하여 인쇄기계 상에서의 잉크의 온도를 적정범위로 유지해야 하는 문제가 따르게 된다.

본 연구에서는 무습수 전용 인쇄기의 구입이나 기존의 인쇄기에 냉각장치를 설치하기 위한 비용의 추가적인 부담없이 기존의 인쇄기를 이용한 무습수 인쇄의 가능성을 검토하고, 현재 시판되고 있는 무습수 잉크에 대하여 인쇄실의 기온과 잉크장치의 발열에 의한 잉크의 온도 변화가 인쇄품질에 끼치는 영향에 대하여 연구하였다.

II. 실험

2-1. 제판 및 인쇄

실험에 사용한 원고는 Apple사의 'Power Macintosh 7600/132' 컴퓨터에서 포토샵(photoshop) 소프트웨어를 이용하여 0~100%까지 5% 단계의 망점면적률로 가로, 세로 각 1cm 크기의 패치로 제작하였다. 또한, 1~10%의 하이라이트부와 91~100%의 새도우

부에서는 1% 단계의 망점면적률로 패치를 제작하였다. 필름은 Fuji사의 'LuxSetter 5600' 필름출력기에서 2400dpi로 175line/inch의 원형 망점으로 출력하였다.

제판은 수직형 빗썸기 Dainippon Screen사의 'P-804-G' 에서 빗썸을 하였다. 실험에 사용한 무습수 인쇄판은 두께 0.24mm의 포지티브(positive)판인 TORAY사의 'TAP-24' 를 사용하였고, TORAY사의 'TWL-860KII' 현상기를 통하여 현상하였으며, 현상액은 'PP-1' 과 'PA-1' 을 사용하였다.

Table 1은 무습수 인쇄판 상에서 빗썸 시간에 따른 해상력의 변화를 나타낸 것이다. 정확한 빗썸량⁽⁶⁾을 설정하기 위해 'GATF Plate Control Target' 을 사용하여 최적의 빗썸 시간을 구하였다. Table 1에서 보여주는 바와 같이 판 상에서 1%의 하이라이트와 99%의 새도우 망점면적률 및 11 μ m의 미세선 해상력을 얻을 수 있는 54초의 빗썸량을 최적의 빗썸 조건으로 선택하였다.

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

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

본 연구에 사용한 무습수 전용 잉크는 독일 Z 사와 국내 D 및 H 사의 3개의 잉크 제조사에서 구입한 프로세스 C(cyan), M(magenta), Y(yellow), K(black) 잉크를 사용하였다. 인쇄기는 Heidelberg사의 2색 인쇄기 'GTOZP' 모델을 사용하였으며, 종이는 국내 H사의 평량 120g/m²의 아트지를 사용하였다. 인쇄압력과 잉크 공급량 등의 인쇄조건을 최대한으로 동일하게 유지하기 위하여 인쇄기의 제1유닛만 사용하여 단색인쇄 방식으로 4000sph(sheet per hour)의 일정한 속도에서 인쇄를 실시하였다. 인쇄 중에 최적의 인쇄조건을 일정하게 유지하기 위하여 1%의 하이라이트와 99%의 새도우 망점이 정확하게 재현될 수 있도록 인쇄압력 및 잉크 공급량을 설정하였다.

블랭킷은 두께 1.9mm의 'REEVES Vulcan 714' 압축성 블랭킷을 사용하였고, 인쇄압

력은 0.1mm로 설정하였다. 그리고, 인쇄 중에 판면에 잉크를 전이시키는 마지막 잉크롤러 표면의 잉크 온도를 측정하기 위하여 비접촉식 적외선 온도측정 장치인 Raytek사의 'Raynger MX4' 적외선 온도계를 사용하였으며, 잉크 온도가 1℃ 상승할 때마다 30매의 샘플을 인쇄하였다.

Fig. 1은 본 실험에 사용된 장치의 구성을 나타낸 그림이다.

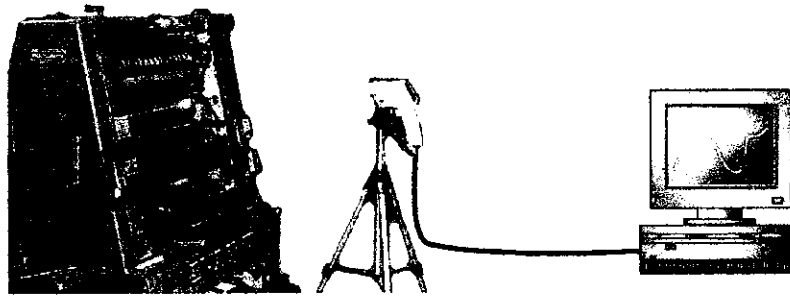


Fig. 1. Measurement method of temperature variation on the surface of ink form roller

2-2. 화상분석 및 평가

Ben Wong 등⁽⁷⁾의 연구에서는 화상분석법을 사용하여 모틀링을 평가하였는데, 이 방법은 CCD 카메라를 통해 얻은 컬러 이미지를 화상분석 프로그램 상에서 바이너리 이미지(binary image)로 바꾸어 잉크와 종이로 구분하여 모틀링의 정도를 평가하는 방법이다. 그러나, 바이너리 이미지로 변환할 때 문턱(threshold)값이라고 하는 주관적인 판단에 따라 모틀링의 발생 비율이 달라지는 단점을 가지고 있다. Christa Ness 등⁽⁸⁾의 연구에서는 표준편차의 개념을 응용하여 통계적으로 모틀링을 평가하여 평균값과 표준편차와의 관계를 연구하였다.

본 연구에서는 화상분석 프로그램 상에서의 문턱값과 같은 주관적인 판단의 개입을 배제하고 표준편차보다 통계적 계산 절차가 비교적 쉬우며, 그레이레벨값의 산포도에 따라 모틀링과 토닝을 평가하는데 적합한 분산 이론을 도입하였다. Fig. 2와 같은 화상분석 장치를 사용하여 모틀링과 토닝이 발생한 인쇄물의 패치와 비화선부의 이미지를 640×480 픽셀로 24비트 컬러 이미지를 포착한 후, 포토샵을 사용하여 각 잉크에 대해 보색필터의 개념을 도입하여 보색채널만을 추출한 8비트 그레이 이미지에 대해서 매트랩(matlab)으로 연산하여 분산값을 구하였다. 그리고, 그레이스케일(gray scale)로 변환한 이미지에 대하여 그레이레벨값의 분포에 따라 3차원 형상으로 나타내어 시각적으로 비교 평가하였다.

분산이란 주어진 데이터가 평균값으로부터 얼마나 분산되어 있는가를 나타낸다. 따라서, 분산값이 크면 이미지의 평균 그레이레벨값에 대하여 각 픽셀의 레벨값들이 흩어져 있는 정도가 심하게 된다. 즉 이미지의 불균일성이 심하여 모틀링의 발생이 증가함을 나타내며, 분산값이 작으면 평균 레벨값에 대하여 각 픽셀의 레벨값들의 흩어진 정도가 작기 때문에 이미지가 비교적 균일하게 되어 모틀링의 발생이 감소함을 의미하는 것이다.

분산값 σ 는 다음 식으로부터 구할 수 있으며, 여기서 n 은 픽셀의 개수, x_i 는 각 픽셀의 그레이레벨값, m 은 전체 이미지의 평균 그레이레벨값을 나타낸다.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (x_i - m)^2 \quad (12)$$

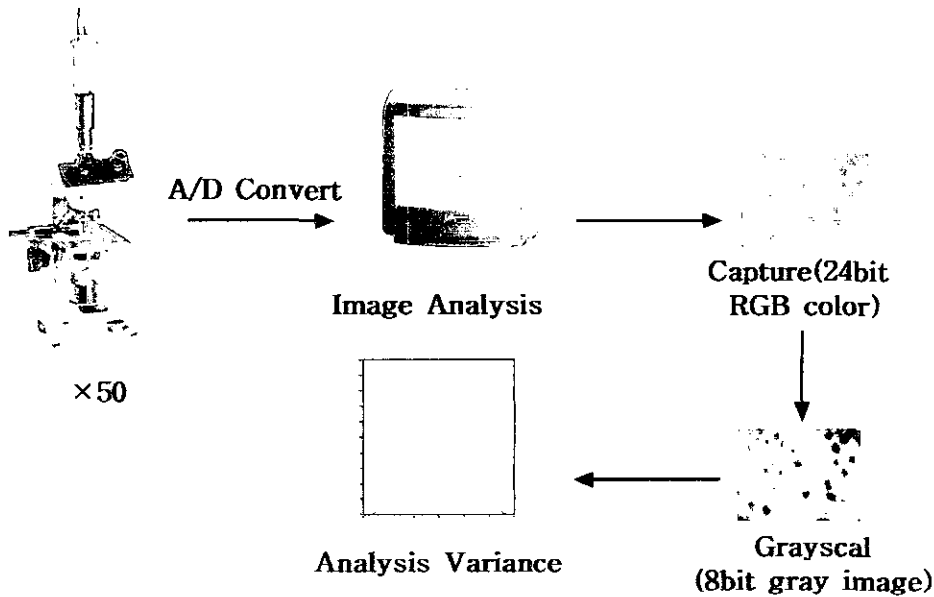


Fig. 2. Scheme of variance analysis for mottling and toning using image analyzer.

III. 결과 및 고찰

3-1. 무습수 잉크의 온도 의존성

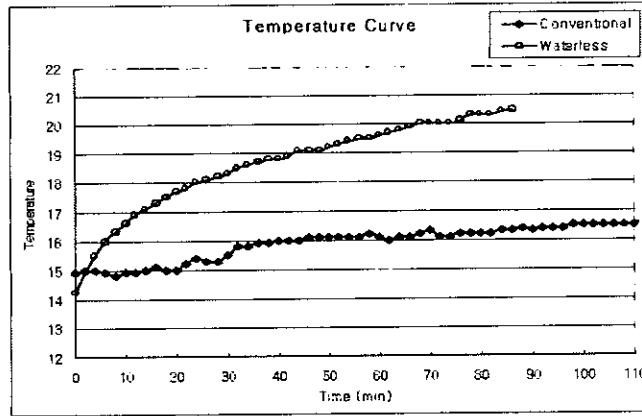


Fig. 3. Comparison of the temperature variations between conventional and waterless inks.

Fig. 3은 기존의 평판인쇄와 무습수 인쇄를 하였을 때, 잉크 문힘롤러 표면에 있는 잉크의 온도 변화를 나타낸 것이다. 기존의 평판인쇄에서는 축임물의 냉각효과로 인하여 인쇄시간이 경과하여도 잉크의 온도가 비교적 일정하게 유지되지만, 무습수 인쇄에서는 축임물을 사용하지 않아 냉각효과가 없기 때문에 인쇄시간이 증가함에 따라 잉크의 온도가 계속하여 상승함을 알 수 있다.

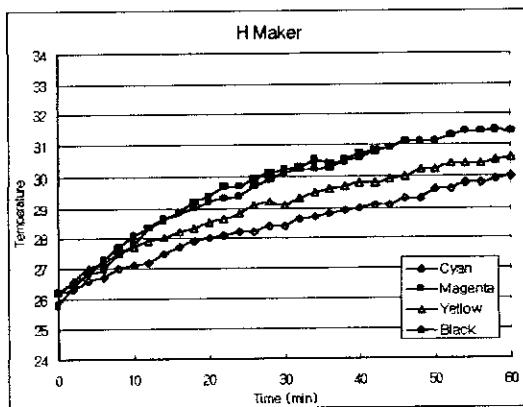


Fig. 4. Comparison of the temperature variation according to ink color.

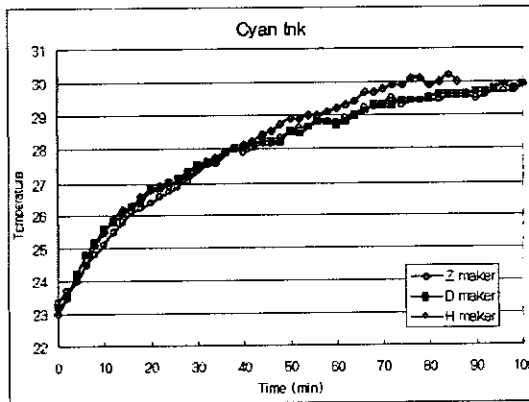


Fig. 5. Comparison of the temperature variation according to ink maker.

Fig. 4는 국내 H사에서 제조한 C, M, Y, K 잉크에 대하여 인쇄 시간에 따른 잉크의 온도 상승 특성을 도시한 것이다. 인쇄시간이 증가함에 따라 4종류의 잉크 모두에서 온도 상승이 일어나지만, 그 경향은 잉크의 색에 따라 다르게 나타남을 알 수 있다. 이것은 동일한 잉크 제조회사에서도 색에 따라서 각 잉크의 조성이 다르기 때문에 잉크의 온도 상승 경향도 다르게 나타나는 것으로 생각된다.

Fig. 5는 국내의 D, H사 및 독일 Z사의 3개의 잉크 제조회사에서 구입한 3종류의 C 잉크에 대한 온도특성을 나타낸 것이다. 인쇄시간이 경과함에 따라 3종류의 잉크가 모두 비슷한 온도상승 경향을 보이고 있으며, 이것은 잉크의 제조회사가 달라도 동일한 색에 대해서는 잉크의 조성이 유사하기 때문으로 생각된다.

3-2. 모틀링 현상

Fig. 6은 모틀링이 발생한 경우와 그렇지 않은 경우의 이미지에 대해서 그레이레벨값의 분포를 3차원 형상으로 비교하여 나타낸 것이다. 온도가 증가함에 따라 잉크의 점도가 떨어져서 모틀링의 발생이 감소하고, 레벨값의 분포도 균일하게 이루어짐을 알 수 있다.

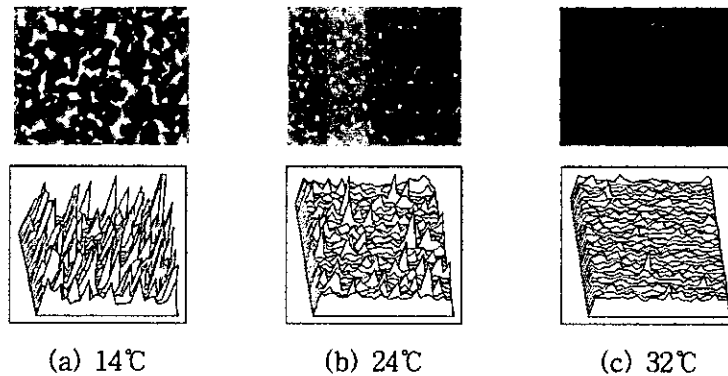


Fig. 6. 3D illustration of mottling surface analysis in K ink of H maker.

Fig. 7, 8, 9는 국내 D, H사 및 독일 Z사의 C, M, Y, K 잉크에 대하여 잉크의 온도에 따른 모틀링의 발생 상태를 평가하기 위하여, 각 잉크의 민인쇄 패치에 대한 분산값과 온도와의 관계를 도시한 것이다. 여기서 분산값은 각 잉크에 대한 그래프의 스케일을 동일하게 나타내기 위하여 최대값을 1로 표준화하였다.

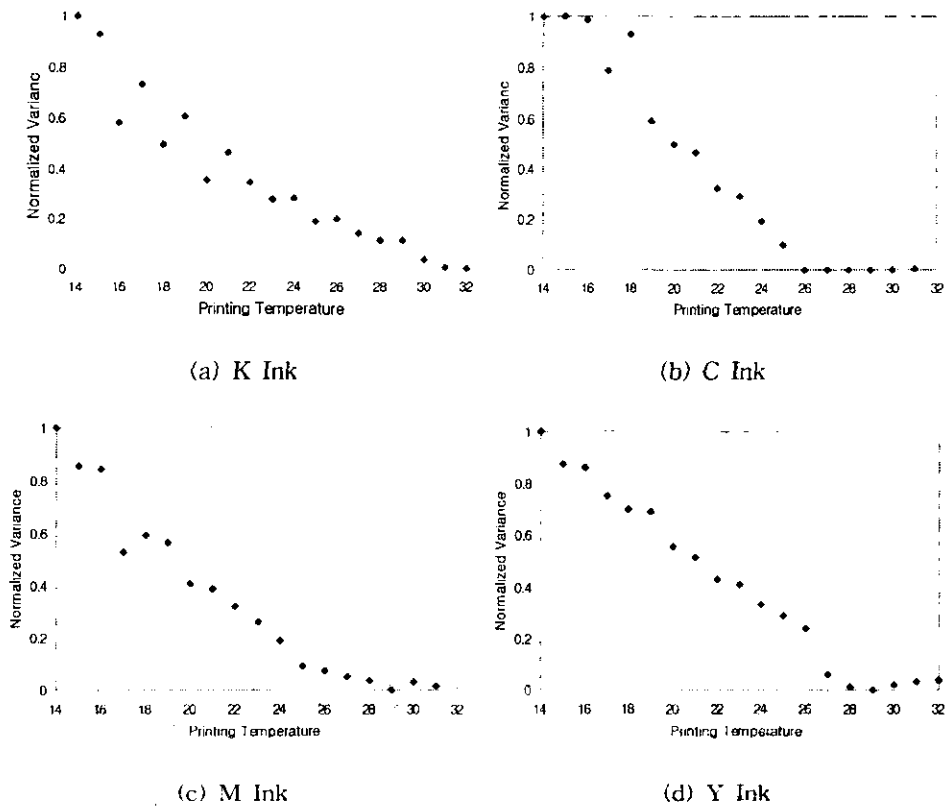
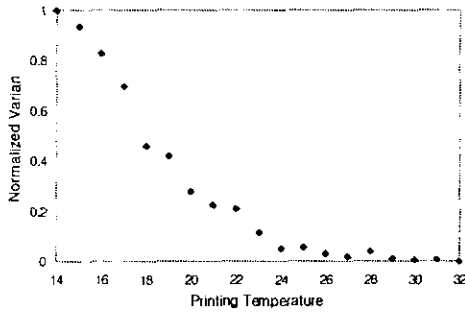


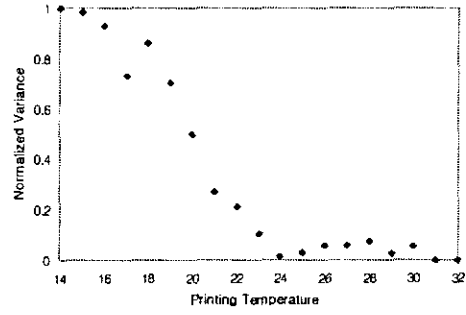
Fig. 7. Relationship of normalized gray level variance and printing temperature to evaluate mottling for the ink of Z maker.

Fig. 7 (a)는 독일 Z사의 K 잉크의 모틀링을 평가하기 위하여 화상분석기를 통하여 얻은 민인쇄부의 이미지를 사용하여 분산을 구한 결과이다. 대략 30°C 이후부터는 분산값이 0 부근의 비교적 안정적인 경향을 보여준다. 즉, 30°C 이후에는 이미지의 그레이레벨이 균일하여 모틀링이 발생하지 않음을 알 수 있으며, 화상분석 결과에서도 30°C 이후에는 모틀링이 발생하지 않음을 확인하였다.

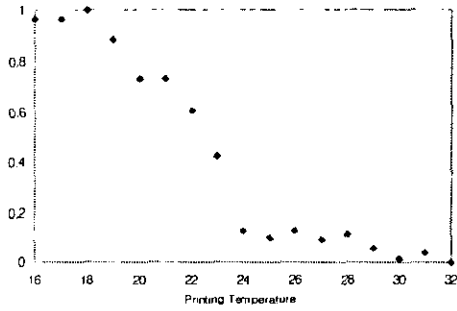
(b), (c), (d)는 각각 같은 회사의 C, M, Y 잉크에 대한 그림으로, C 잉크에서는 대략 26°C, M 잉크에서는 25°C, Y 잉크에서는 27°C 이상에서는 모틀링이 발생하지 않음을 보여준다. 따라서 동일한 제조회사에서 제조한 잉크도 색에 따라서 모틀링이 발생하는 온도범위가 다르게 나타남을 알 수 있으며, 이것은 앞에서 언급한 바와 같이 동일한 제조회사의 잉크라도 잉크의 색에 따라서 온도특성이 다르기 때문으로 생각된다.



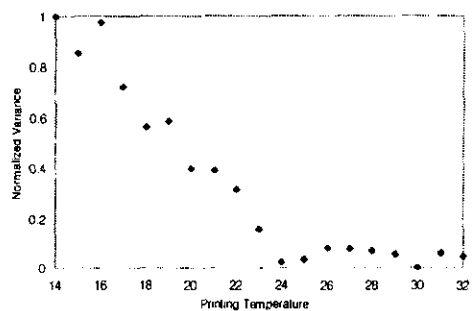
(a) K Ink



(b) C Ink

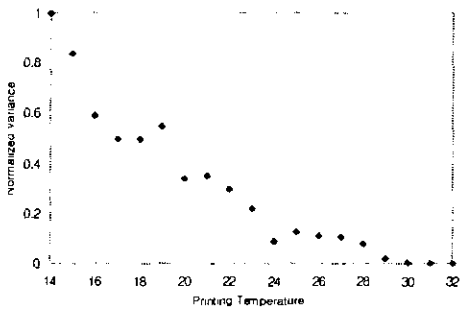


(c) M Ink

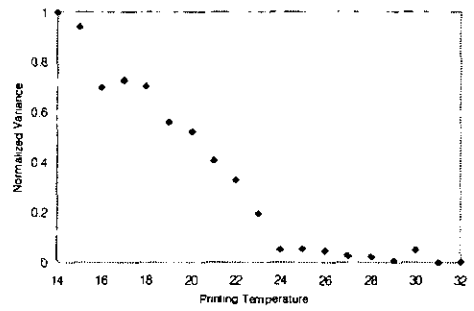


(d) Y Ink

Fig. 8. Relationship of normalized gray level variance and printing temperature to evaluate mottling for the ink of D maker.



(a) K Ink



(b) C Ink

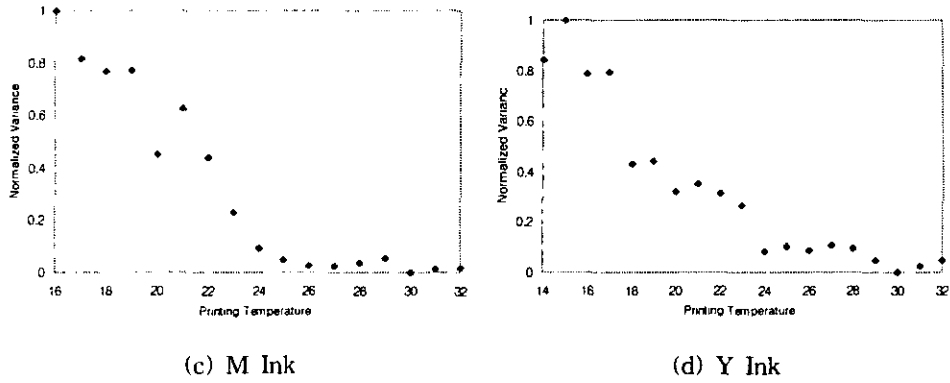


Fig. 9. Relationship of normalized gray level variance and printing temperature to evaluate mottling for the ink of H maker.

Fig. 8과 9는 국내의 D 및 H사의 C, M, Y, K 잉크에 대한 모틀링의 평가 결과를 나타낸 것으로, 독일 Z사의 잉크들과는 달리 모든 잉크가 대략 24℃ 이상의 온도에서는 모틀링이 발생하지 않음을 보여준다. 국산 잉크들은 모두 독일 Z사의 잉크에 비하여 24℃ 부근의 다소 낮은 온도에서도 유동성이 양호하여 모틀링이 발생하지 않는 우수한 잉크임을 보여준다. 이것은 국내의 두 회사의 잉크들은 서로 조성이 비슷하지만, 두 회사 모두 독일 Z사의 잉크와는 조성이 달라서 잉크의 온도특성이 다르기 때문으로 생각된다.

3-3. 토닝 현상

Fig. 10은 Z 회사의 C, M, Y, K 잉크의 토닝을 평가한 결과이다. C, M, Y 잉크는 대략 29℃ 이상이 되면 분산값이 급격하게 증가하기 시작하는데, 이것은 화상분석기를 통해 얻은 이미지의 그레이레벨값이 불균일하게 나타나기 시작하고 비화선부에 잉크가 묻는 토닝 현상이 발생함을 나타낸다. 그러나 K 잉크에서는 29℃ 이상에서도 분산값이 비교적 일정하게 유지되므로 토닝이 발생하지 않음을 알 수 있으며, 실제의 화상분석에서도 토닝이 발생하지 않는 것으로 나타났다. C, M, Y 잉크는 29~30℃ 이상이 되면 온도 상승에 의하여 잉크의 점도가 낮아지고 유동성이 증가하여 잉크가 전이되지 않아야 할 비화선부의 실리콘층에 잉크가 전이되기 때문으로 생각된다. 그리고, 모틀링과 마찬가지로 토닝을 평가하는 데도 이미지의 그레이레벨값에 의한 분산분석이 유용함을 알 수 있다.

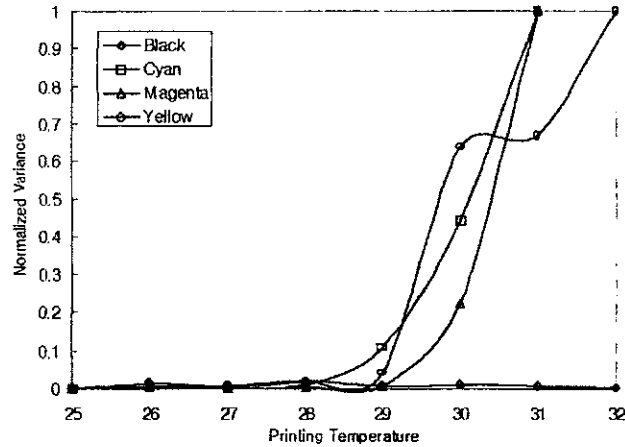


Fig. 10. Relationship of normalized gray level variance and printing temperature to evaluate toning for the ink of Z maker.

Fig. 11, 12는 D 및 H사의 C, M, Y, K 잉크의 토닝을 분산값에 의하여 평가한 결과로서, K와 M 잉크는 대략 30°C 이상이 되면 토닝이 발생하기 시작하며, 그 이하에서는 토닝이 발생하지 않음을 알 수 있다. C와 Y 잉크는 분산값과 화상분석에서 모두 토닝이 발생하지 않는 것으로 나타났다. K와 M 잉크는 온도가 대략 30°C 이상이 되면 잉크의 점도가 낮아지고 유동성이 증가하여 비화선부에 잉크가 묻기 시작하며, C와 Y 잉크도 온도가 상승함에 따라 유동성이 증가하지만 K와 M 잉크에 비하여 유동성이 부족하기 때문에 토닝이 발생하지 않는 것으로 생각된다.

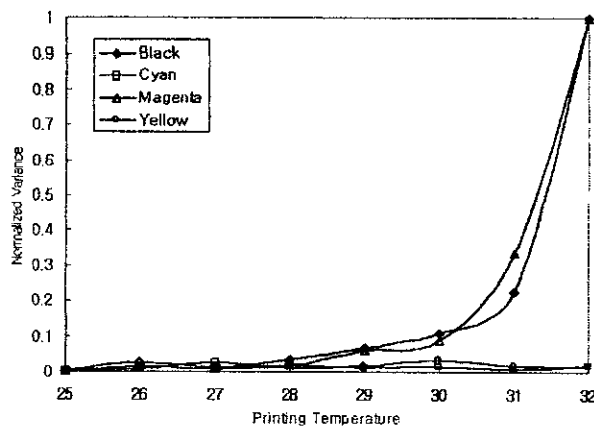


Fig. 11. Relationship of normalized gray level variance and printing temperature to evaluate toning for the ink of D maker.

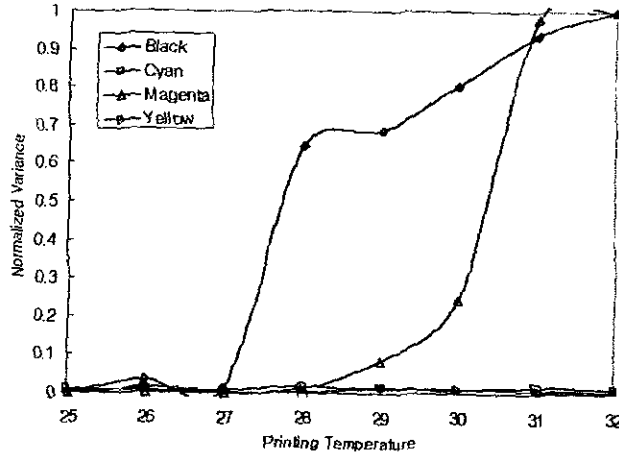


Fig. 12. Relationship of normalized gray level variance and printing temperature to evaluate toning for the ink of H maker.

IV. 결 론

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

(1) 기존의 평판인쇄에서는 축임물의 냉각작용에 의하여 인쇄 중에 잉크의 온도가 비교적 일정하게 유지되지만, 무습수 인쇄에서는 축임물을 사용하지 않으므로 잉크의 온도가 상승함을 확인하였다.

(2) 동일한 잉크회사에서 제조한 한 조의 프로세스 컬러잉크에서는 잉크의 색에 따라서 잉크의 조성이 다르기 때문에 온도상승의 경향이 다르게 나타났으며, 잉크 제조회사가 다른 경우에도 동일한 색의 프로세스 잉크는 조성이 유사하기 때문에 온도상승의 경향이 비슷하게 나타났다.

(3) 민인쇄 패치의 화상분석 및 그레이레벨의 분산값에 대한 통계적인 분석을 통하여 모틀링을 평가한 결과, 본 연구에서 사용한 3개의 잉크제조회사 중 독일 Z 사의 C와 M 잉크는 인쇄기 상에서의 잉크의 온도가 대략 25°C, Y 잉크는 27°C, K 잉크는 30°C의 상당히 높은 온도까지 모틀링이 발생하지만, 국내 2개 사의 모든 프로세스 컬러 잉크에서는 대략 24°C 부근 이상이 되면 모틀링이 발생하지 않고 안정된 민인쇄가 이루어짐을 확인하였다.

(4) 같은 방법으로 토닝을 평가한 결과, 독일 Z 사의 C 잉크는 29°C, M과 Y 잉크는 30°C 이상에서 토닝이 발생하지만, K 잉크는 32°C까지 토닝이 발생하지 않았으며, 국내

2개 사의 M과 K 잉크는 28℃ 부근 이상에서 토닝이 발생하지만, C와 Y 잉크에서는 32℃까지 토닝이 발생하지 않고 안정된 인쇄가 이루어짐을 확인하였다.

(5) 이상의 결과로부터 인쇄기의 잉크장치에 냉각장치를 설치하지 않은 기존의 인쇄기에서도 잉크의 종류에 따라서 인쇄기 상에서의 잉크의 온도가 일정한 범위에서 유지될 수 있는 인쇄조건에서는 무습수 인쇄가 가능하며, 인쇄물의 화상분석 및 그레이레벨의 분산값에 의한 통계적인 분석 방법이 인쇄물의 모틀링과 토닝의 평가에 유용함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 부경대학교 기성희 연구비의 지원에 의하여 수행되었으므로 이에 사의를 표한다.

참고문헌

- (1) John O' Rourke, "The Complete Guide to Waterless Printing", Quantum Resources, Inc., (1997).
- (2) Ben Wong, Zhenhua Xie, David Strong and Rick Stone, "A study of Waterless Web Offset Print Characterist", TAGA Proceedings, Vol.1, pp. 81~95 (1995).
- (3) Michio TAKAYAMA, "The Waterless Offset Plate (2)", The Japanese Society of Printing Science and Technology, Vol.26, No.3, pp. 114~124 (1989).
- (4) GATF Staff, "Solving Sheetfed Offset Press Problems", Graphic Arts Technical Foundation, pp. 45~56 (1994).
- (5) Robert Y. Chung, Clifton Frazier and Pichitgarnka, "Further comparison of conventional vs. waterless lithography", TAGA Proceedings, Vol.1, pp. 96~97 (1995).
- (6) 金星彬, "平版製版", 釜山工業大學校 出版部, pp. 255~259 (1994).
- (7) Christine Barratte, Julie E. Dalphond, Patrice J. Mangin and Jacques L. Valade, "An Automatic Determination of Threshold for the Image Analysis of Prints", Advances in Printing Science and Technology, Vol.23, pp. 451~469 (1995).
- (8) Christa Ness and Lothar Gottsching, "Formation of Paper and Mottling of Solid Prints", Advances in Printing Science and Technology, Vol.23, pp. 429~450 (1995).