

# 도공지 물성 변화와 IPA에 의한 잉크 유화가 인쇄 모듈에 미치는 영향

하영백<sup>†</sup>, 이의수, 오성상\*, 구철회\*\*, 윤종태\*\*

<sup>†</sup>동국대학교 언론정보대학원 인쇄화상전공, \*신구대학 그래픽아츠미디어과,

\*\*부경대학교 공과대학 화상정보공학부

(2008년 9월 8일 접수, 2008년 10월 27일 최종 수정본 접수)

## The Effects of the Properties Changing of Coated Paper and Ink Emulsion of IPA on Printed Mottle

*Young-Baeck Ha<sup>†</sup>, Euy-Soo Lee, Sung-Sang Oh\*,  
Chul-Whoi Koo\*\*, Jong-Tae Youn\*\**

<sup>†</sup>Graphic Arts & Image Major, The Graduate School of Communication & Information, Dongguk University,

\*Graphic Arts Media, Shingu College,

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

(Received 8 September 2008, in final from 27 October 2008)

### Abstract

Printed mottle of coated paper is one of the most common phenomenon and the most difficult problem in offset printing. Off-set printing is processed mainly processed by the attractive properties between water and oil, so all inks for off-printing must work with dampening solution(water). It may cause the emulsion on the printing nip from the printing pressure.

This study aimed to investigate the effect of emulsified inks on print mottle from emulsified cyan ink by force with each different IPA contents. We measured the print mottle by densitometer and image analysis method.

The emulsified inks also give effect to flow properties of inks and it caused more ink transfer rate, however, it caused low density of inks. Moreover the emulsified inks were spreaded to around of dots and cause the thinning density on the

non-printing area like print mottle.

The results showed that the emulsified inks also cause scumming on the printing result with little mistake of adjusting dampening solution and mostly decreasing dot reproduction. So we could find out the obvious effect of emulsified inks to print mottle.

Keyword : coated paper, ink emulsion, IPA, print mottle

## 1. 서 론

습수를 사용하는 평판인쇄는 물과 기름의 반발력을 이용하는 화학적 원리를 채택하고 있으며, 잉크와 습수에 의하여 화선부와 비화선부가 구분되어진다. 하지만 인쇄가 진행되는 동안 nip에서 인쇄 압력에 의하여 습수는 미립자화 되어 잉크 안으로 분산되며 잉크의 유화를 발생시킨다.<sup>1)</sup> 물과 기름은 일반적으로 혼합되지 않지만, 표면장력의 조절을 위하여 사용하는 습수의 에치액(etch)과 이소프로필 알코올(IPA)과 같은 계면활성제에 의하여 유화가 발생된다. 유화의 문제는 점도, 택, 레벨링 그리고 광택과 같은 잉크의 물리적인 특성에 영향을 주게 되므로 이러한 영향들에 의하여, 유화된 잉크는 불균일한 흡수에 의한 water interference mottle(WIM), 적당하지 않는 잉크 택으로 발생하는 wet ink trap mottle, 점도 변화에 따른 잉크 흡수력 차이의 gloss mottle 등과 같은 인쇄 모틀 현상에 영향을 준다.<sup>2)~7)</sup> 또한 도공지 원지의 바인더 마이그레이션에 따라 도공층으로 잉크 흡수의 불균일 현상이 나타나 인쇄 모틀과 같은 현상이 발생할 수도 있다.<sup>8)~10)</sup>

따라서 본 연구는 유화된 잉크가 도공지로 전이되는 과정에서 어떠한 영향을 미쳐 인쇄 모틀과 같은 사고가 발생하는지에 관하여 선행 연구와 동일한 실험 방법 및 평가 방법을 사용하여 연구하였다.<sup>11)</sup> 특히 유화된 잉크로 본인쇄 실험을 시행하여 실제 인쇄 작업에서 발생하는 현상을 분석함으로써 다양한 방면으로 인쇄 모틀에 접근하는 연구를 시도하였다.

## 2. 실 험

### 2-1. 실험 재료

#### 2-1-1. 피인쇄체

본 연구를 위하여 Table 1과 같이 코팅 킬러의 조성을 고점도와 저점도 두 가지 형태로 조성하여 시료를 제작하였다.<sup>11)</sup>

Table 1. Formulation of Solid Contents

Components	Low Solid Coating Form	High Solid Coating Form
	A	B
GCC	65	80
Clay	35	20
Rheology Modifier	0.4	0.4
Synthetic Thickener	-	-
Latex	11.5	11.5
Solid Content (%)	67	70

### 2-1-2. 잉크

유화된 잉크가 인쇄 모듈에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 현재 습수에 첨가하고 있는 IPA(isopropyl alcohol)를 10%(3분, 15분), 20%(3분, 15분) 첨가한 후 DUKE 유화기(독일)에 의해 강제 유화시켜 만든 잉크를 사용하였다. Table 2에 유화된 잉크의 점도를 나타내었다.<sup>11)</sup>

Table 2. Viscosity of Inks

Color	IPA Content (%)	Time (min)	Viscosity (Poise)
Cyan	10	3	104
		15	97
	20	3	86
		15	84

## 2-2. 실험 및 평가 방법

### 2-2-1. 실험 방법

인쇄적성 실험은 온도 21.6℃, 습도 63%의 조건하에서 인쇄 속도 1 m/sec, 인쇄 압력 200N으로 IGT 인쇄적성 시험기 C1을 사용하여 민판 인쇄하였다. 공급한 잉크량은 IGT 인쇄적성 시험기 매뉴얼에 의거 0.6 cc를 30초간 연육한 후 전이하였고, 잉크 공급 후의 disc 무게와 전이 후 disc 무게로 전이율을 구하였다. 본인쇄 시험을 위하여 선행 연구와 같이 인쇄판을 제작한 후 RYOBI(일본) 인쇄기를 이용하여 본인쇄를 하였다.

## 2-2-2. 평가 방법

인쇄 모듈이 발생한 영역을 선행 연구와 동일한 방법인 화상분석법으로 측정하여 모듈이 발생하지 않은 결과물의 threshold값(180)을 구하였고, 모듈이 발생한 부분에 적용하여 전체 면적에 대하여 얼룩으로 나타난 값을 면적으로 나타내는 객관적인 평가를 하였다.<sup>11)</sup> Line scan의 결과는 측정된 농도값을 기준으로 threshold에 대한 편차를 구하여 나타내었으며, 인쇄물의 농도는 X-Rite 418(미국) 반사 농도계를 사용하여 측정 분석하였다.

본인쇄의 결과는 화상분석기를 통하여 측정한 후, 인쇄 전문가 10인으로 구성된 평가자들의 육안에 의한 주관적인 오점법 평가를 실시하였다. 이 때 평가 부분은 망점의 모양, 망점 주변의 오염도 및 색농도 균일성을 위주로 하였다. 또한 주간적인 평가의 검정을 위하여 선행 연구와 동일하게 Olds의 순위 상관 계수값으로 검증하였다.<sup>12)</sup>

# 3. 결과 및 고찰

## 3-1. 잉크 유화에 따른 전이율과 인쇄 색농도

각각의 유화 조건이 다른 잉크의 전이율 값을 Fig. 1에 나타내었다. 유화가 많이 진행된 잉크일수록 탄성적인 거동보다는 점성적인 거동에 의하여 전이가 많이 일어난 것으로 나타났다. 유화가 많이 발생하게 되면 점도가 낮아지고 유동성은 증가하게 된다. 하지만 20% IPA를 첨가한 후 15분 동안 강제 연육한 잉크와 3분 동안 연육한 잉크에서는 전이율이 0.557과 0.56으로 거의 비슷한 경향을 보이고 있다. 이와 같은 현상은 nip에서 전이될 수 있는 한계치가 동일한 조건일 경우에 내부 응집력인 텍이 낮아짐으로 전이되는 잉크량이 비슷해졌기 때문으로 생각된다.<sup>13)</sup> 유화에 의하여 유동성이 증가하더라도 잉크의 텍 값이 낮아지게 되면 잉크를 공급하는 잉크집에서 잉크 되오름과 같은 잉크 전이 문제가 발생하는 것과 같은 이유로 판단된다.<sup>9)</sup>

Fig. 2는 각각의 유화된 잉크에 대한 인쇄물의 색농도 값의 결과를 나타내고 있다. 유화가 가장 적게 발생한 것으로 판단되는 10%-3분 A의 경우에서 1.07(D)로 가장 높은 인쇄물의 농도값을 나타내었다. Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 20%-15분 동안 강제 교반시킨 잉크에서 전이율이 높게 나타났지만 인쇄물의 농도는 0.835(D)로 가장 낮게 나타났다. 일반적으로 전이율이 높으면 잉크 색농도는 높은 것이 일반적이거나 유화가 발생하면 전이가 많이 일어났다 하더라도 잉크속에 액체 성분이 많이 존재함으로 잉크 자체의 색농도값이 낮아진다.<sup>5)</sup> 유화 시간에 따른 인쇄물의 농도를 비교하여 보면 3분 동안 유화시킨 결과가 15분 동안 강제 유화시킨 결과 값보다 조금 높은 값을 나타내었는데, 이것 또한 잉크 성분속에 액체 성분이 시간이 길어짐에 따라 많아진다는 사실을 확인할 수 있었다. 하지만 20%-15분에서는 유화 시간에 달라짐에도 불구하고 거의 비슷한 농도값을

나타내고 있는데, 이것은 DUKE 유화기의 특성상 롤러 사이에서 발생하는 것과 같이 미립자에 의한 분산 특성을 가지지 못했기 때문으로 판단된다.

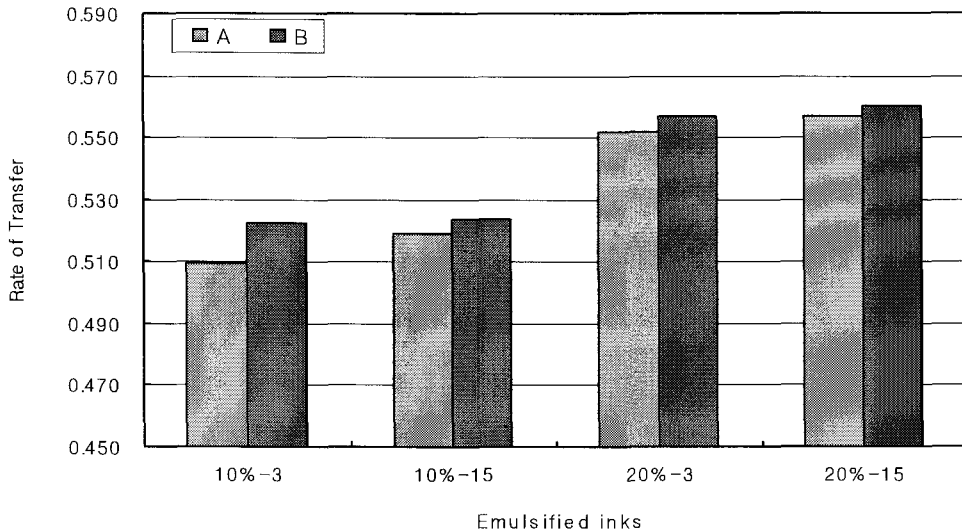


Fig. 1. Rate of transfer for emulsified inks.

### 3-2. 잉크 유화에 따른 모듈 발생 면적을 및 line scan 결과

인쇄 후 인쇄 모듈이 발생한 면적을 화상분석법을 통하여 백분율로 환산하여 Fig. 3에 나타내었다. IPA의 첨가량이 10%미만의 조건일 경우에 20% 함량보다 모듈 발생이 적게 나타남을 알 수 있었다. 그러므로 20%인 경우 확연하게 과잉의 상태임을 알 수 있었고, 전체적으로 GCC의 사용이 많은 코팅 컬러를 사용한 시료 A의 경우 인쇄 모듈의 발생이 적게 일어났다. 이것은 저점도 코팅 컬러의 사용으로 원지위에 도공층의 형성이 비교적 순조롭게 이루어져 균일성이 좋았기 때문이라 판단된다. 하지만 고점도의 코팅 컬러에서는 불균일한 도공층 형성으로 잉크가 전이된 후, 침투하는 과정에서 인쇄물의 잉크 색농도 불균일성을 많이 발생한 것으로 판단된다. 강제 유화 시간은 앞서 언급한 것과 같이 강제 유화기의 특성에 의하여 비슷한 경향을 나타낸 것으로 판단된다.

Fig. 4~7은 IPA 함량과 강제 유화 시간에 따른 line scan의 결과를 나타내었다. 강제 유화에 의한 모듈 발생 면적이 가장 적은 시료는 IPA 함량 10%, 3분의 강제 유화 및 코팅 컬러의 점도가 낮았던 시료 A로, 이때 최대 잉크 색농도는 1.1(D)로서 농도편차는 0.05로 나타났다. 색농도 편차값에서 나타난 것과 같이 저점도 코팅 컬러의 사용에 의한 도공층의 균일한 형성은 잉크 수용에 있어서도 균일하게 나타났다. 하지만 IPA함량 20%, 강제교반 시간 15분의 유화 잉크를 사용하여 고점도 코팅 컬러에 의해 제작된 시

료 B에서는 오히려 농도 편차가 적게 나타났는데 그 이유는 전체적으로 유화가 많이 발생하여 잉크 전이시 화선부 전체를 얼룩지게 함으로서 평균적인 농도 감소를 유발했기 때문이라 판단되어진다.

Table 2에 측정된 최대 농도 값과 최저 농도 값 및 편차 농도값을 나타내었다.

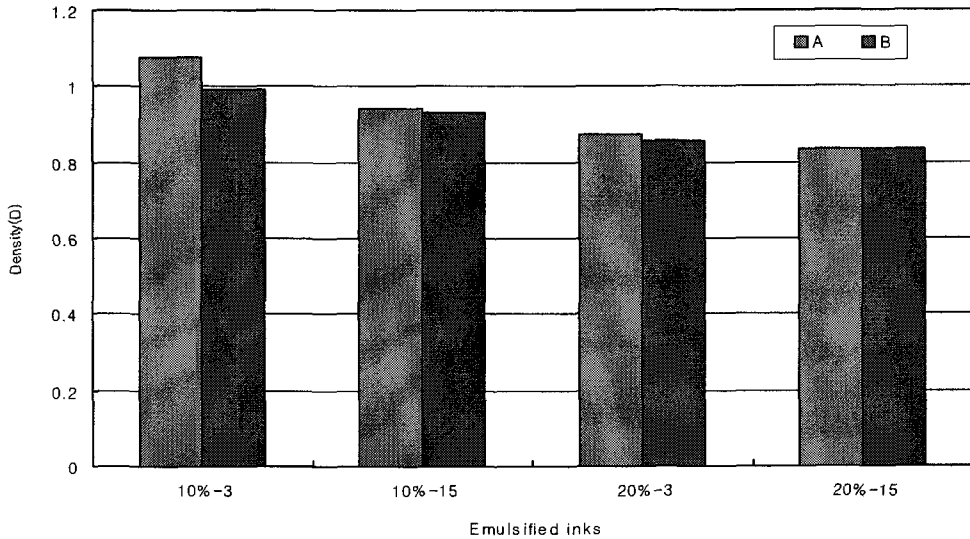


Fig. 2. The results of printed density for emulsified inks.

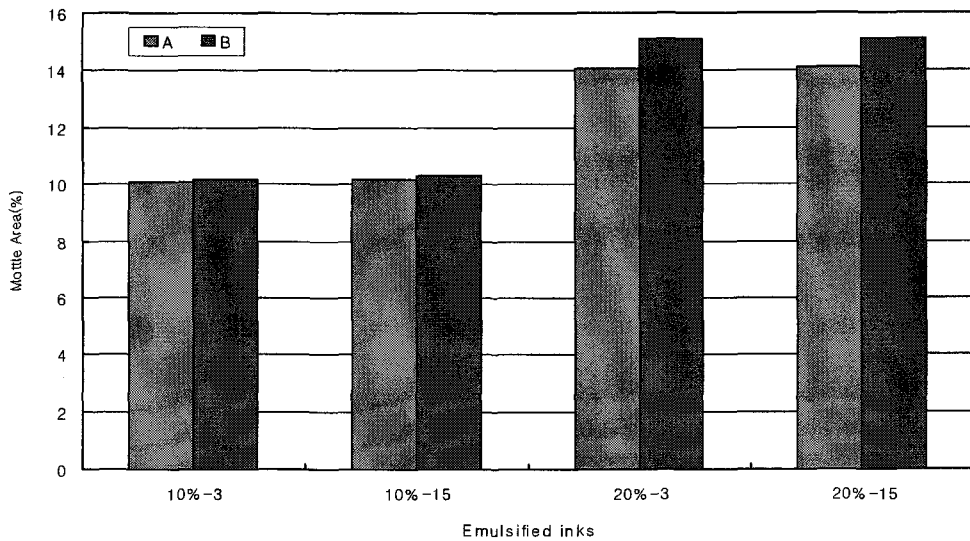


Fig. 3. The results of mottle area for emulsified inks.

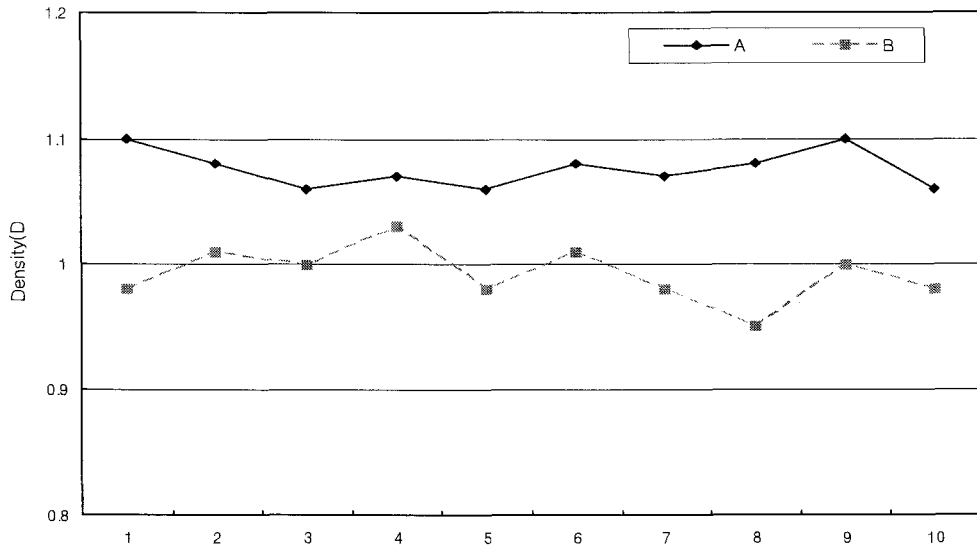


Fig. 4. The results of line scan for emulsified inks(10%-3min).

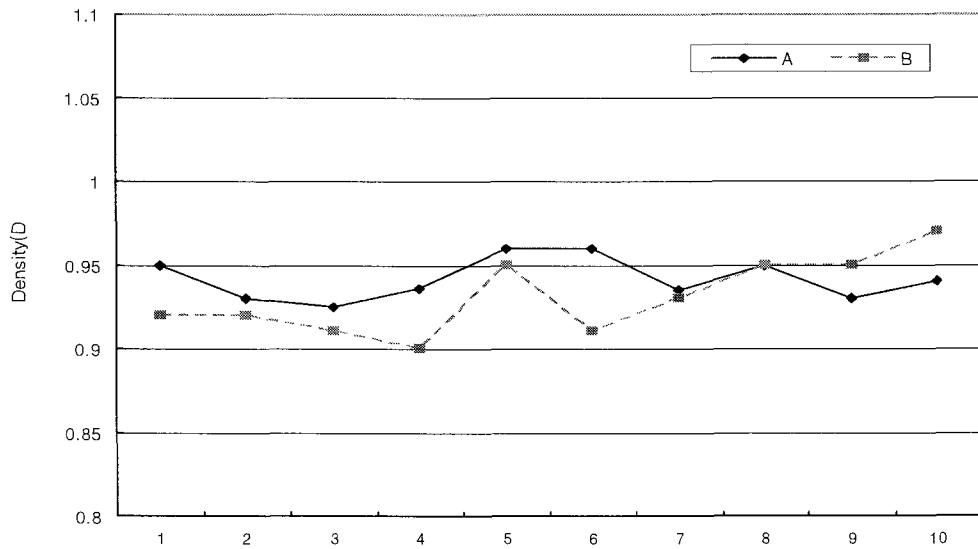


Fig. 5. The results of line scan for emulsified inks(10%-15min).

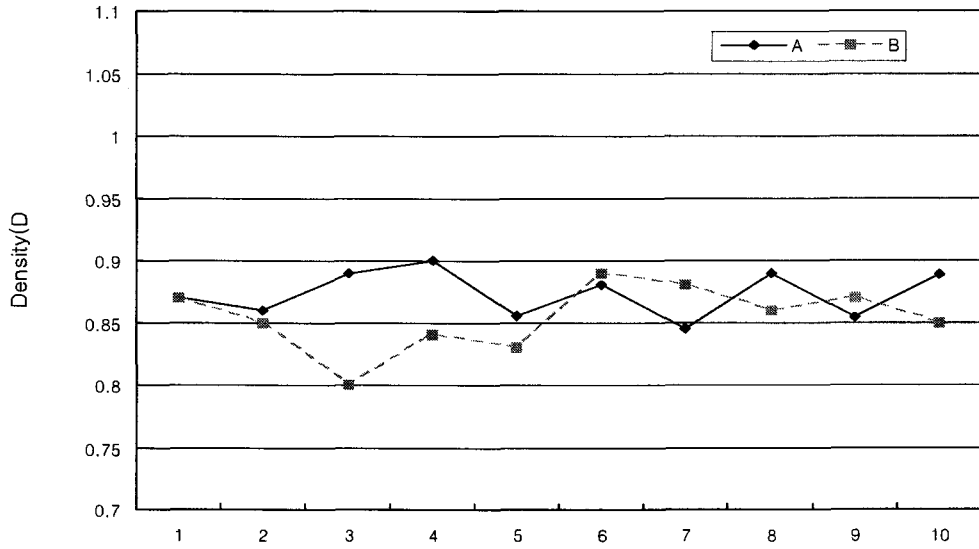


Fig. 6. The results of line scan for emulsified inks(20%-3min).

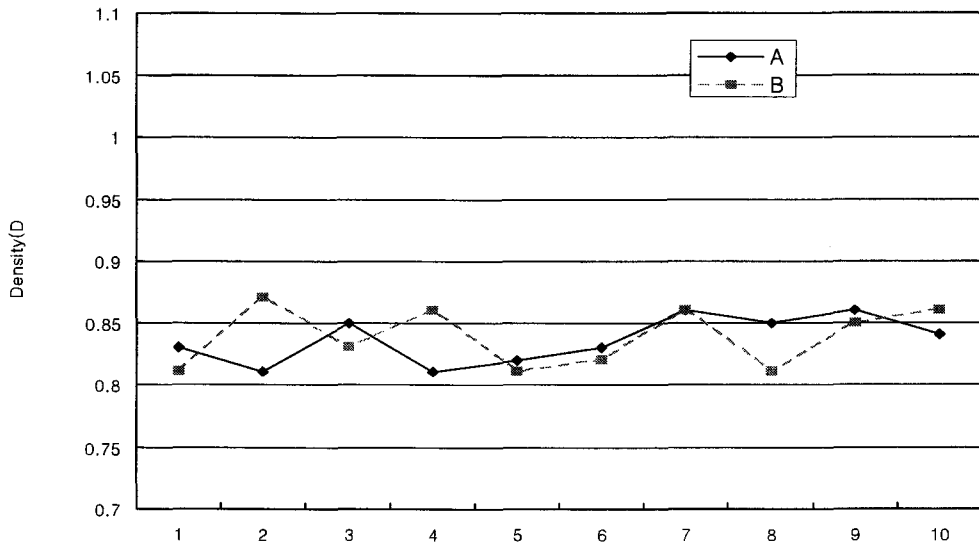


Fig. 7. The results of line scan for emulsified inks(20%-15min).



Table 3. The Results of Line Scan.

Content	Sample	A	B
	10%-3min	Min	1.06
Max		1.1	0.93
<b>Deflection</b>		<b>0.05</b>	<b>0.08</b>
10%-15min	Min	0.94	0.97
	Max	0.99	0.91
	<b>Deflection</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>
20%-3min	Min	0.85	0.80
	Max	0.90	0.89
	<b>Deflection</b>	<b>0.05</b>	<b>0.09</b>
20%-15min	Min	0.81	0.81
	Max	0.86	0.86
	<b>Deflection</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>

### 3-3. 본인쇄 결과

시험 인쇄에서 가장 좋은 결과를 나타내었던 시료 A에 IPA 10%, 3분 강제 유화시킨 시안 잉크를 표비 인쇄기를 이용하여 인쇄한 결과 인쇄판에서 재현상태와 본인쇄된 인쇄물을 화상분석기를 통하여 분석한 결과를 Fig. 8에 나타내었다.

Fig. 8의 결과와 같이 50% 망점 이후에서는 비화선부 상당부분이 오염되어지고 있는 사실을 확인 할 수 있었다. 또한 잉크 농도가 점점 흐려지고 있는 것을 볼 수 있는데, 그 이유는 화선부가 많이 존재하는 인쇄물에서 유화에 의하여 비화선부까지의 잉크 진입이 나타났기 때문으로 판단된다. 75% 망점에서 잉크 유화에 의하여 비화선부의 많은 부분이 잉크로 덮어진 것을 볼 수 있었다. 그러므로 75%이상의 농도를 가진 화선부는 상당부분 민짜 인쇄화 되는 경향을 나타낼 것으로 판단된다.

Fig. 9는 IPA 함량 10%에 3분 동안 강제 교반시킨 잉크를 사용하여 본인쇄한 시료 A, B의 결과를 나타내고 있다. 전체적인 망점 형상 및 주변 오염도의 변화를 비교해 보면 15%의 경우 망점 크기가 작기 때문에 전이된 잉크가 다른 망점에 비하여 적어서 망점 주변 오염도가 낮게 나타났기 때문으로 판단된다. 30% 망점에서부터 75% 망점까지 전체적으로 망점 형상의 변화가 심하게 일어남을 알 수 있었다. 30% 망점의 경우 그 현상이 뚜렷하게 나타났는데, 그 이유는 망점의 크기에 비하여 망점의 주변에 존재하는 비화선부의 면적이 많으므로 망점 주변 오염도에 의하여 화선부 뿐만 아니라 비화선부에도 동시에 잉크 전이가 나타나 육안 관측시 더욱 나쁜 결과를 보여 주기 때문이다. 중간

조인 50%의 망점과 shadow부의 시작인 75%에서는 전체적으로 망점과 망점 사이의 비화선부에 유화된 잉크가 전이되어 나타남으로서 육안 관측시 30% 망점보다 균일한 전이 결과를 나타낸 것과 같지만, 확대해서 관측해본 결과 실제 망점 주변 오염도는 더욱 높게 나타났다. 그 이유는 유화에 의해 자체 잉크 색농도가 낮아진 잉크가 비화선부에 얇게 전이되었기 때문으로 생각된다.

또한 강제 유화시킨 잉크중 다른 유화 잉크에 비하여 유화가 적게 발생된 것으로 판단된 IPA 첨가량 10%, 3분 연육시킨 잉크를 사용하여 육안 관측의 결과를 검증한 결과 0.958로 잘못될 확률이 100회 중 5회 이내이기 때문에 위험을 5%이내에서 오차 상관관계가 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

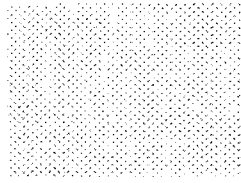
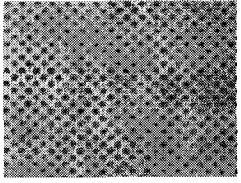
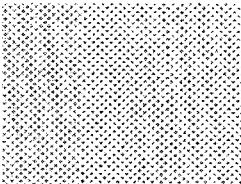
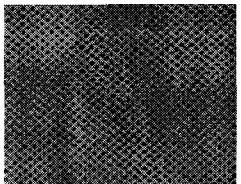
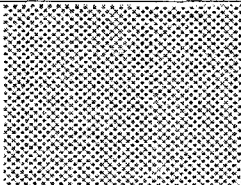
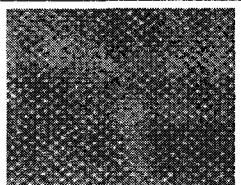
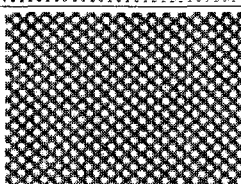
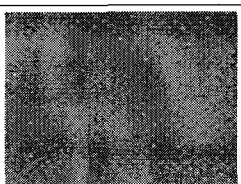
continuous tone(%)	plate & printed image	
	plate image	printed image
15		
30		
50		
75		

Fig. 8. Plate image & trial printed image.

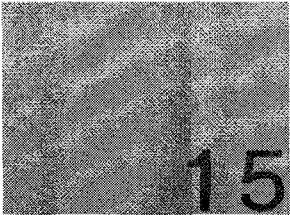
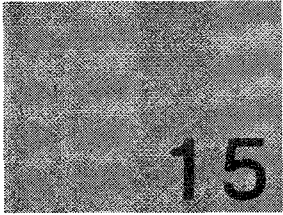
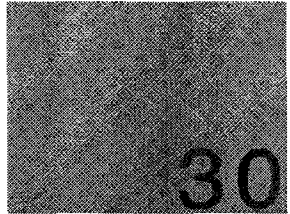
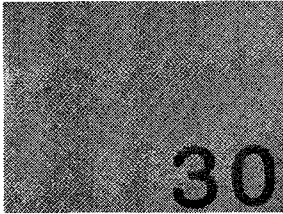


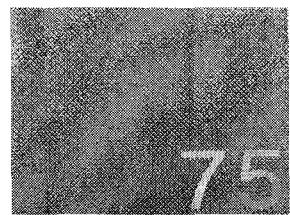
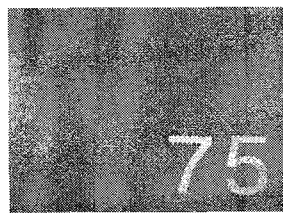
continuous tone(%)	IPA content(%-min)	
	A	B
15		
30		
50		
75		

Fig. 9. The results of trial printing test.

#### 4. 결 론

도공지 원지의 조성 변화와 잉크 유화가 인쇄 모듈에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도공지의 조성 변화에 의하여 점도가 낮은 코팅 킬러의 사용은 균일한 도공층을 형성

하여 잉크 흡수를 균일하게 이룬다는 것을 알 수 있었다.

2. 잉크 유화의 영향을 연구하기 위하여 IPA의 첨가량(10%, 20%)에 따른 결과를 비교 하면 잉크 유화가 진행됨에 따라 잉크 점도가 낮아져 잉크 전이율은 높아지지만 불균일한 도공층이 형성되었을 것으로 판단되는 시료에서 인쇄 모틀 발생이 많아짐을 알 수 있었다.
3. 유화된 잉크가 인쇄 모틀에 미치는 영향을 line scan으로 확인한 결과 유화 시간보다 첨가량에 영향을 더 많이 받는다는 것을 알 수 있었다.
4. 본인쇄 결과 유화된 잉크는 망점 주변 오염도가 높아져 50%이상의 망점에서는 거의 민판 인쇄처럼 변하는 현상을 볼 수 있었다. 더욱이 과잉으로 첨가된 IPA의 영향으로 잉크 색 자체 농도가 낮기 때문에 망점 주변의 비화선부에서 옅은 색조를 땀으로서 인쇄 모틀의 양상이 많이 나타나는 것을 볼 수 있었다. 유화된 잉크에 의한 망점 주변 오염에 따라 농도 불균일이 시각적인 인쇄 모틀의 양상을 나타낸다는 사실을 확인할 수 있었다.

하지만, IPA를 이용한 잉크 유화는 피인쇄체에 대한 젖음 특성의 변화를 유발하며, 강제 유화 시간에 있어서는 실제 인쇄기 상에서 발생하는 것과 같은 효과를 얻지 못하였기 때문에 이러한 부분에 대한 보완이 필요한 것으로 사료된다. 그러므로 본 연구를 기초로 이러한 부분에 대한 보완과 종이 물성과의 관계에 대한 정밀한 해석이 지속적으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- (1) N. Christa, G. Lothar, "Formation of paper and mottling of solid prints", *Advances in Printing Science and Technology*, **23**, pp. 429~450 (1995).
- (2) A. Rosenberg, "Influence of fillers on rheology emulsification and printing properties of offset ink", *Advances in Printing Science and Technology*, **21**, pp. 328~345 (1992).
- (3) 윤종태, "Introduction to printability", 부경대학교, pp. 108~119 (2004).
- (4) 片山賢二, "上手に 使い こなす 印刷 インキ", 日本印刷新聞社, pp. 105~106 (1993).
- (5) 오세웅, "오프셋 인쇄의 사고와 대책", 대한인쇄연구소, pp. 92~94 (1999).
- (6) Nelson, R. Eldre, "Solving Offset Ink Problems", *GATF*, pp. 38~40 (1987).
- (7) 市川家康, "わかり やすい 紙・インキ・印刷の科学", 印刷局朝陽會, pp. 117~119 (1975).
- (8) 이학래, 신동소, 조동일, "인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제1보)", *J. Korea*

- TAPPI*, **27**(3), pp. 34~41 (1995).
- (9) 이학래, 신동소, 조동일, "인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제2보)", *J. Korea TAPPI*, **29**(1), pp. 26~35 (1995).
- (10) 이학래, 신동소, 조동일, "인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제3보)", *J. Korea TAPPI*, **29**(3), pp. 60~68 (1995).
- (11) 하영백, 오성상, 이의수, 유건룡, 구철희, 윤종태, "도공지 물성 변화와 인쇄조건이 인쇄 모듈에 미치는 영향", *한국인쇄학회지*, **25**(2), pp. 85~93 (2007).
- (12) 윤종태, "인쇄적성개론", 부경대학교, pp. 18~21 (1998).
- (13) 三上敦敏, "オフセット 印刷技術のトラブル 解決法", 日本印刷技術協會, pp. 20~21 (1991).
- (14) 윤종태, "인쇄과학", 부경대학교, pp. 49~60, pp.125~142 (1996).