

코팅컬러의 안료 및 바인더가 인쇄 모틀링에 미치는 영향

하경옥, 윤종태, 구철회

부경대학교 인쇄정보공학과

(2000년 1월 20일 접수, 2000년 2월 20일 최종수정본 받음)

Effect of pigment and binder of coating color on print mottle

Kyung-Ok Ha, Jong-Tae Youn, Chul-Whoi Koo

Dept. of Graphic Arts Engineering, Pukyong National University

(Received 20, Jan. 2000, in final form 20, Feb. 2000)

Abstract

The mottling in coated paper is one of the most difficult problems to solve in the area of offset printing. The prevention of mottling requires optimization of coating color formation, especially the minimum of binder migration.

In this paper, we studied a mottling. Kaolin clay and CaCO₃ as pigment, starch and latex as binder of coating color were used in this study. We have measured surface property of 24 coated samples through k value, mottle value and transferred ink.

In the equation of Walker and Fesko, the value of k was the highest and that of mottle and the mount of transferred ink were the lowest in kaolin 60 part. And it is more easy to analyze the various surface of coated paper when sample was exposed on IR.

1. 서 론

현재 전달 매체로서의 종이는 정보의 전달뿐만 아니라, 좀 더 미려함을 부여함과 종이의 품질을 높이기 위한 연구가 계속적으로 진행되고 있다. 물론, 인쇄물의 미려함은 비도공지(uncoated

paper)보다 도공지(coated paper)가 우수하기 때문에 도공지를 사용하여 인쇄적성을 향상시키고, 인쇄물의 품질을 높이고자 하는 연구가 지금까지 진행되어 왔다. 도공지는 비도공지에 비해서 물리적인 특징인 백색도, 광택도, 기공도 등의 특성이 뛰어난 뿐만 아니라, 색재현성이나 망점 재현성도 뛰어난 것이 사실이다. 그러나 항상 도공지는 도공액(coating color or coating formation)의 조성이 복잡하고 원지(base paper)와의 부착 메커니즘이 복잡하며, 도공층위에 다시 택크(tack)가 있는 잉크를 트래핑(trapping)시켜야 하기 때문에 비도공지에 비해서 빈번하게 발생하는 픽킹(picking)이나 모틀링(mottling) 등이 발생한다. 따라서 인쇄공정에서 문제를 일으키거나 인쇄품질을 떨어뜨리는 결과를 가져오고 있다. 인쇄 모틀링은 인쇄부에 불균일한 흡수가 일어나서 인쇄부의 재현성이 불균일한 상태를 말한다. 즉 모틀링은 도공지 표면에 잉크수리성, 잉크흡수성의 불균일한 현상이 일어나는 것이 주요 요인이고 도공지 표면에 불균일한 착색제 분포도 원인 중 하나로 보고 있다.

이 논문에서는 코팅컬러를 직접 제조하여 코팅하여, 얻어진 시료에 인쇄적성 시험기를 사용하여 평판 오프셋용 잉크를 전이시킨 후, 인쇄된 잉크에서 발생된 모틀링 현상의 원인을 역추적하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 인쇄전이 변화에 의해 발생하는 모틀링을 관찰할 수 있기 때문에 스테인 시험이나 K&N 시약, Croda 시약법에 의한 방법보다 쉽게 모틀링 현상이 일어나는 시료를 제작할 수 있고, 그 원인을 알 수 있다고 생각한다. 또한 인쇄물의 모틀링을 시각적, 광학적으로 관찰한 종래의 방법에서 화상분석기와 특수파장의 광원을 이용한 방법을 사용함으로써 인쇄 모틀링과 코팅컬러의 조성간의 관계를 합리적으로 알 수 있다고 생각한다.

따라서 본 연구는 인쇄물 측면에서 코팅컬러의 조성이 인쇄잉크의 모틀링에 미치는 영향을 밝히고자 하였다.

2. 실 험

2-1. 실험재료

2-1-1. 도공원지

실험에 사용한 도공원지는 평량 70 g/m², 백색도 77.56%, 광택도는 24.9%인 것을 사용하였다.

2-1-2. 도공용 안료

일반적으로 제지공정 중 도공에 사용되는 안료로는 클레이, 탄산칼슘, 이산화티탄, 새틴화이트 등이 있고, 기타 기능성 플라스틱 안료들이 사용된다.

본 실험에서는 일반적으로 많이 사용되는 도공안료로 Engelhard Corp.의 UW-90의 카울린 클레이와 중질 탄산칼슘을 사용하였다.

2-1-3. 바인더

도공용 바인더로는 금호석유화학(주)에서 제조한 S/B라텍스 고흡분 함량 50%와 산화전분 고흡

분 함량 30%인 것을 이용하였다.

2-2. 실험방법 및 실험기기

2-2-1. 도공액 및 도공지의 제조

도공액과 도공지 제작에 관한 모든 환경은 Tappi test methods T 402 om-88의 조건에 따라 상대습도 $50 \pm 2\%$, 온도 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 가 유지되는 항온항습실에서 하였다. 도공액의 분산의 조건은 1500rpm에서 30분간 분산시켰다. 먼저 안료인 카올린 클레이를 분산시킨 후 중질 탄산칼슘을 분산시키고, 이 안료 슬러리와 바인더인 라텍스, 전분을 안료의 비율과 바인더의 비율별로 나누어 다시 분산을 시켰다. 이때 안료는 카올린 클레이와 중질 탄산칼슘이 전체적으로 100이 되는 비율에서 카올린 클레이 100~0(part)을 10 part씩 줄여갔으며, 중질 탄산칼슘은 0~100(part)로 10 part씩 늘리는 방법으로 하여 안료비를 별로 11단계로 제조하였다. 이때의 바인더인 라텍스는 12 part, 산화전분은 6 part로 고정시켰고, 도공액의 최종 고형분 함량은 53%로 조절하였다. 바인더의 비율은 전분에 있어서 라텍스를 12 part로 고정시키고 전분을 0~10(part)로 2part씩 늘려 6단계의 도공액을 제조하였고, 라텍스에 있어서 전분을 6 part로 고정시키고 라텍스를 0~24(part)로 4 part씩 늘려가는 방법으로 7단계로 제조하였다. 이 때, 카올린 클레이 60 part, 중질 탄산칼슘 40 part인 고정안료로 동일하게 하였으며, 최종 고형분 함량은 안료의 변수와 같이 53%로 하였다. Table 1은 안료의 비율에 따른 도공액의 조성비를 나타낸 것이며, Table 2는 전분의 비율을 변화시킨 조성비, Table 3은 라텍스의 비율을 변화시킨 도공액의 조성비를 나타낸 것이다. 도공지의 제작은 원지를 항온항습실에서 24시간 이상 시즈닝 시킨 후, 미리 제작된 도공액 24종을 바코우더(bar coater, wire bar #3)를 사용하여 용지에 도공하여 자연건조 시켰다. 건조된 시료는 자체 고안한 단일 캘린더링기를 사용하여 2회 통과를 시켰다.

Table 1. Composition of pigment used to coating color formations

(Unit : Part)

Comp. \ Sample		Sample										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
P I g m e n t	Kaolin clay	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
	Ground CaCO ₃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Binder : starch* 6 part and latex* 12 part

Solid content : 53 %

* : based on the pigment

Table 2. Composition of starch in binder used to coating color formations

(Unit : Part)

Sample		Comp.					
		I	II	III	IV	V	VI
Binder	Starch*	0	2	4	6	8	10
	Latex*	12	12	12	12	12	12

Pigment : Kaolin clay 60 part, CaCO₃ 40 part
 Solid content : 53 %
 * : based on the pigment

Table 3. Composition of latex in binder used to coating color formations

(Unit : Part)

Sample		Comp.						
		VII	VIII	IX	X	XI	XII	X III
Binder	Starch*	6	6	6	6	6	6	6
	Latex*	0	4	8	12	16	20	24

Pigment : Kaolin clay 60 part, CaCO₃ 40 part
 Solid content : 53 %
 * : based on the pigment

2-2-2. 인쇄적성 실험

인쇄적성 시험기는 IGT printability tester(model 2260, stiching Instiut Voor Grafixdhe Techniek 제조, 핀란드)를 사용하였다. IGT의 실험조건은, 실제 인쇄기에서 판의 역할을 하는 2cm 넓이의 디스크로 시료 전면에 평판 오프셋용의 시안 잉크를 이용하여 민짜 인쇄하였다. 인쇄 속도는 1 m/sec로 잉크량의 최대 전이율 곡선을 구하여 각 용지의 최적점에 의거하여 전이시켰다. 압력의 조건은 600N이었고, IGT 인쇄적성 시험기의 부속장치인 잉크 연유키에 IGT ink pipette으로 잉크를 올려서 잉크 연유키 A조에 3분, B조에 1분 동안 충분히 연유키킨 후에 디스크에 연유키 A, B 조에 각 1분씩 잉크를 전이시켜 인쇄하였다. 인쇄 후의 건조는 동일한 인쇄환경인 온도 23±1℃, 습도 50±2%의 항온항습의 조건에서 자연 건조시켰다.

2-2-3. 모틀링 측정

화상분석기를 이용하여 인쇄물의 재현상태를 관찰함으로써 인쇄물의 품질을 평가하였다. 이는 IR 광을 샘플에 노출시킨 상태에서 CCD를 통해서 화상을 화상분석기인 Optimas사의 Image analysis optimas version 6.2에 전달시켜 이 화상을 2차적인 형태로 바꾸어서 전체 면적에서 불균일하게 오 른 인쇄부의 면적을 측정하였다. 개요도는 Fig. 1과 같다.

2-2-4. 모듈링 평가

인쇄실험을 통하여 얻어진 인쇄물을 화상분석기에서 모듈링 면적의 비를 구하여 이 비에 의해 인쇄물을 판별하였다. 이에 대해 예제로 나타낸 형상은 Fig. 2와 같고 수치는 화상분석기를 통하여 얻어진 값을 이용하였다.

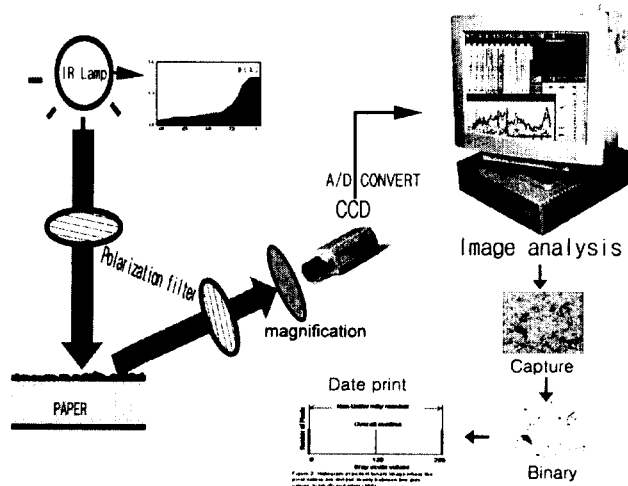


Fig. 1. Scheme of surface analysis using IR lamp.

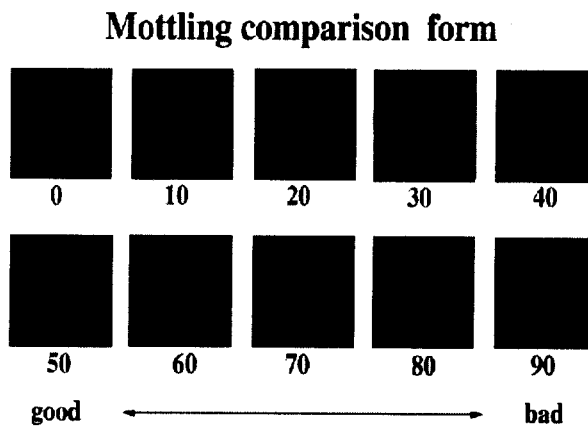


Fig. 2. Mottling comparison form.

3. 결과 및 고찰

3-1. 용지의 잉크 피복면적비

Fig. 3은 도공지에 잉크를 올린 후 인쇄전이 방정식 Walker와 Fetsko의 식에서 용지의 잉크 피복면적비인 k 값을 구하여, 도공액에서 안료의 조성비와 피복면적비의 상관관계를 나타낸 것이다. 잉크 피복면적비는 1에 가까워질수록 좋은 인쇄적성 값을 보여주며 이에 대한 내용은 식 1과 같다. 이 결과 Fig. 23에서는 카올린 클레이 60 part 및 중질 탄산칼슘이 40 part에서 잉크 피복면적비가 높음을 알 수 있다. 그리고 중질 탄산칼슘 60 part 이상에서는 잉크 피복면적비가 감소함을 볼 수 있었다. 결과는 중질 탄산칼슘을 60 part 이상으로 첨가시에는 인쇄적성이 저하되어 모틀링이 일어날 것이라는 예측을 할 수 있다.

Fig. 4에서는 전분의 혼합비에 따른 잉크 피복면적비를 나타낸 것이다. 전분이 증가할수록 잉크 피복면적비가 증가하였다. 이는 전분이 잉크 피복면적비를 높이는 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

Fig. 5에서는 라텍스의 배합비에 따른 잉크 피복면적비의 변화를 나타낸 것이다. 여기서 라텍스가 8 part 이하에서는 너무 작게 첨가되어 종이에 픽킹이 발생하였다. 따라서 피복면적비의 값이 음의 값으로 나오므로 이를 나타내지 않았다. 그리고 8 part 이상에서는 라텍스의 증가에 따라서 피복면적비가 증가하는데, 라텍스를 16 part 이상으로 배합시에는 오히려 피복면적비가 감소하는 경향을 보였다. 이는 라텍스가 도공액의 접착제 역할뿐만 아니라, 표면의 기공과 평활성을 높여주는 역할도 보조적으로 하고 있는데, 표면에 과잉의 라텍스가 공급되어 종이 표면의 최소기공을 제거하여 인쇄적성을 낮추었다고 사료된다.

$$y = (1 - e^{-kx})[b(1 - e^{-x/b}) + f\{x - b(1 - e^{-x/b})\}] \cdot \dots \cdot (1)$$

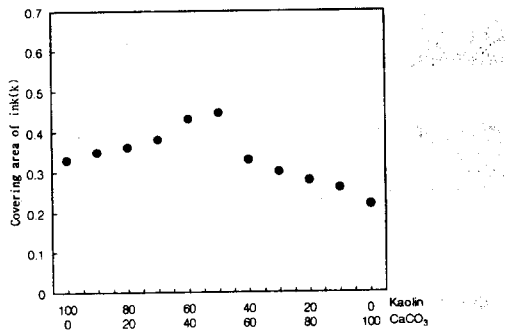


Fig. 3. The variation of k according to pigment.

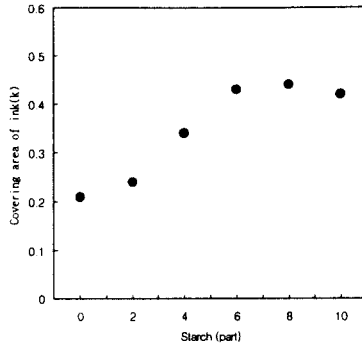


Fig. 4. The variation of k according to starch.

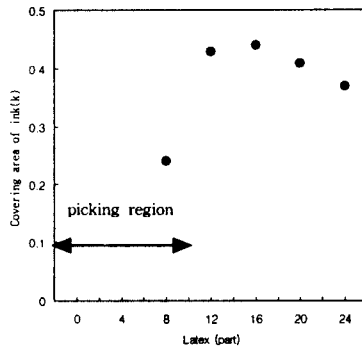


Fig. 5. The variation of k according to latex in binder.

3-2. 인쇄면적에서 모틀링의 비율

Fig. 6은 인쇄적성 시험기로 최대전이점에서 인쇄한 후, 표면에 모틀링이 발생한 비율을 나타낸 것이다. 이는 화상분석기 의해 읽혀진 면적에서 불균일한 부분을 나타내어 이를 차지하고 있는 비율로 나타낸 것으로, 이 결과 안료의 비율에 따라서 카울린 클레이 50 part와 중질 탄산칼슘 50 part를 중점으로 하여 포물선의 형태를 나타내었다. 가시적으로는 문제가 없는 불균일의 허용값은 10% 미만이라고 사료되고, 카울린 클레이가 60 part 미만에서 피복면적비의 값은 큰 차이가 없었지만, 모틀링의 값의 차이는 큰 것으로 나타났다. 이는 인쇄적성 계수인 용지의 잉크 피복면적비의 값의 사소한 차이가 인쇄시에는 큰 영향을 나타내는 것으로 보여진다.

Fig. 7은 전분비에 따른 모틀링의 발생비율을 나타낸 것이다. 앞에서 전분비에 따른 잉크 피복면

적비는 전분비가 높아질수록 상승하였는데, 이는 실제 모틀링의 발생비에서도 잉크 피복면적비가 높을수록 모틀링의 발생비는 적어짐을 알 수 있다.

Fig. 8은 라텍스의 비에 따른 모틀링의 발생비율을 나타낸 것이다. 앞에서 라텍스가 8 part 이하일 때에는 픽킹이 발생하여 관측할 수 없었으며, 12 part까지는 모틀링의 관측이 거의 되지 않다가 16 part 이상에서 모틀링의 값이 커지기 시작한다.

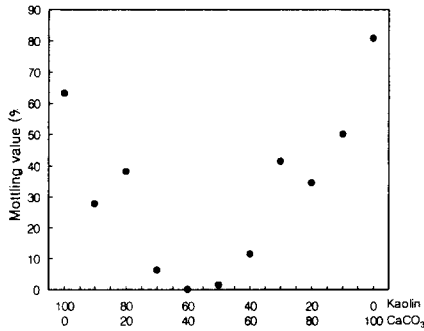


Fig. 6. The variation of mottling value according to pigment.

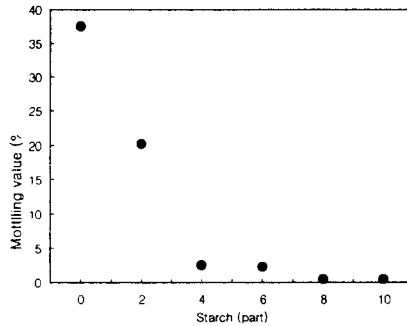


Fig. 7. The variation of mottling value according to starch in binder.

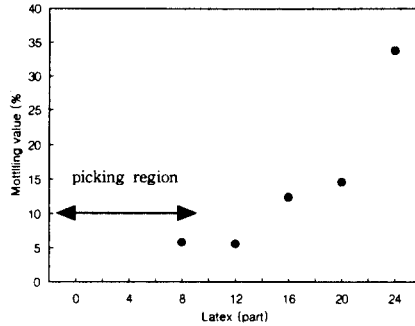


Fig. 8. The variation of mottling value according to latex in binder.

3-3. 잉크 공급량

Fig. 9에서는 모틀링 발생 위치에서의 최대 잉크 전이량을 보여주고 있다. 예를 들면 카올린 클레이 20 part, 중질 탄산칼슘 80 part에서는 잉크공급량이 0.07g/m² 이하일 때는 모틀링이 발생하지만, 이 이상으로 잉크를 공급하게 된다면 모틀링이 발생하지 않을 것이라는 예측을 할 수 있다.

Fig. 10은 전분의 비에 따른 잉크전이량이다. 전분이 증가할수록 최대전이량은 줄어들음을 알 수 있다. 이 결과 도공액에 전분의 양이 많아진다면 소량의 잉크공급으로도 모틀링이 없는 좋은 인쇄물을 얻을 수 있을 것이다.

Fig. 11은 라텍스의 비에 따른 잉크전이량이다. 라텍스의 비가 증가할수록 최대 잉크전이량은 줄어드는 것을 알 수 있다.

그러므로 모틀링을 제거하기 위해서는 모틀링이 발생하는 도공지의 경우, 잉크를 모틀링이 발생한 경우보다 더 많이 공급을 한다면 모틀링을 억제할 수 있다는 것을 알 수 있다.

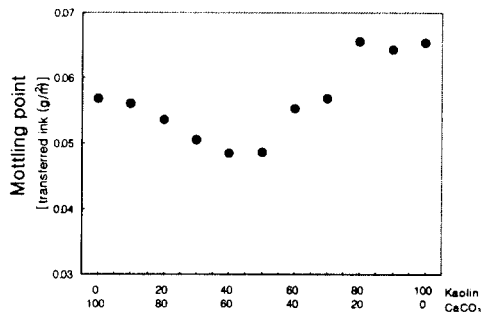


Fig. 9. The variation of mottling point according to pigment.

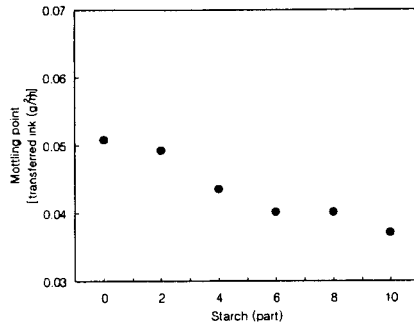


Fig. 10. The variation of mottling point according to starch in binder.

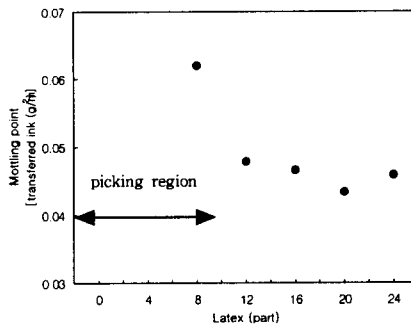


Fig. 11. The variation of mottling point according to latex in binder.

4. 결 론

도공액의 조성에 따라 원지에 도공처리하여 인쇄적성 시험기를 통해, 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 실험에서 사용한 도공재료에서 모틀링은 중질 탄산칼슘과 반비례하였고, 전분이 증가할수록 모틀링이 줄었으며, 라텍스에서 모틀링이 발생하지 않는 최적점은 12 part였고, 라텍스에 따른 시료는 8 part까지 픽킹이 발생하였다.
2. 전분은 용지의 피복면적비를 높이는 효과가 있었고, 중질 탄산칼슘은 용지의 피복면적비를 낮게 하는 결과를 보였으며, 라텍스의 증가시에는 피복면적비가 16 part까지 높아지다가 그 후 는 낮아지는 결과를 보였다.

3. IR/표면분석법에 의해 인쇄물의 불균일성을 측정한 결과 최적점을 찾을 수 있었으며, 이때의 최적점은 카울린 클레이 60 또는 50 part에서 최적점을 보였다.

결과적으로, 도공지에서 모틀링이 발생하는데 있어서 이를 판단하는 데는 기타 제지업계에서 낸 광학적인 문제, K&N잉크 그리고 Croda 잉크 등을 사용하는 것도 필요하지만 이는 종이에 한정되어 설명될 뿐이므로, 실제 인쇄에서 발생하는 모틀링의 문제를 직시하기 위해서는 잉크전이에 따른 모틀링을 판단하여 인쇄적성지수인 용지의 피복면적비와 잉크전이에 따른 모틀링의 발생을 살펴보고 모틀링의 문제를 풀어야 할 것으로 사료되며, 본 실험에서 사용한 IR/표면 분석법은 앞으로 현장에서 모틀링을 측정하는데 유용하리라 본다.

참고 문헌

1. 紙加工便覽編集委員會, 最新紙加工便覽, (株)テックタイム, pp633~639 (1988).
2. 平野哲, コーティング, 紙パルプ技術協會, Japan, p268 (1996).
3. 조헌정, 윤병오, 전양, 이학래, 펄프·제지공학, 선진문화사, pp347~349 (1995).
4. 이학래, 인쇄모틀링의 발생원인과 대책, 제6회 제지기술자 심포지움, pp103~144 (1993).
5. Alinec B. and Lepoutre P., Plastic pigments in paper coating-The effect of partical size on porosity and optical properties, Tappi 63(5), pp49~52 (1980).
6. Yamazaki K., Nishioka T., Hattori Y. and Fujita K., Print Mottle effect on binder migration and latex film formation during coating consolidation, Tappi 76(5), pp79~83 (1993).
7. Hideyuki M., Toshihiro I. and Yoko S., Study of coating structure affecting print mottle- I Development of the method of coating structure analysis and application to print mottle, 紙バ技協誌 Vol.47(12), pp84~93 (1993).
8. Hideyuki M., Toshihiro I. and Yoko S., Study of coating structure affecting print mottle -II Evaluation of the factors affecting print mottle and consideration of coating structure formation process, 紙バ技協誌 Vol.48(2), pp90~97 (1994).
9. Tetuo I., Classification of Mottle, 紙バ技協誌 Vol.50(2), pp55~62 (1993).
10. Tetuo I., A study on relationship between ink mottling and binder migration, 紙バ技協誌 Vol.46(1), pp74~80 (1992).
11. Henk W. L., Mottling and wettability, Tappi Proceedings - Coating conference, pp505~519 (1991).
12. Hideyuki M., Yoko S., Yukio T. and Yasuo K., The Influence of coating

- structure on paper quality, Tappi Proceeding - Coating Conference, pp161~ 171 (1992).
13. 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제1보), Journal of Korea Tappi Vol.27(3), pp34~41 (1995).
 14. 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제2보), Journal of Korea Tappi Vol.29(1), pp26~35 (1997).
 15. 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제3보), Journal of Korea Tappi Vol.29(3), pp60~68 (1997).
 16. Fujiwara H. and Kaga C., Single and double-blade coating : variations in submillimeter scale and their effects on sheet and print qualities, Tappi 75(12), pp40~52 (1992).
 17. 印刷界編輯室, 인쇄소재에 대한 기초지식 : 모틀링, Korea (1993. 4).
 18. William C. W. and Jacqueline M. F., Measurements of Ink transfer in printing, American ink maker - December, pp38~44 p69 p71 (1955).
 19. Tanaka T., Hoshino Y. and Matsuki M., Color reproduction in electrophotography : A layered model, Japan hardcopy '93, SEPJ, Japan, pp200~203 (1988).
 20. Michael A. M., Image analysis techniques for studying 'Oranges Peel' gloss effects in a LCW paper, Tappi Proceeding, pp125~138 (1990).
 21. Michael W. and Thomas E., An investigation of factors related to backtrap mottle in coated papers using electron probe microanalysis, Tappi Proceedings - Coating Conference, pp401~409 (1991).
 22. Hideki F. and Chizuru W., Effect of base paper properties on submillimeter non-uniformity of coating layer, Tappi Proceedings - Coating Conference, pp9~16 (1993).
 23. Gunnar E., Philip N. and Göran S., Studies of the drying and its effect on binder migration and offset mottling, Tappi Proceedings - Coating Conference, pp35~43 (1987).
 24. 印刷界編輯部, 인쇄소재에 대한 기초지식 : 도공지, 印刷界, Korea, pp81~85 (1992).