

재생펄프의 사용이 교과서 용지의 인쇄품질에 미치는 영향

하영백¹ · 김창근^{2*}

접수일(2012년 5월 29일), 수정일(2012년 6월 11일), 채택일(2012년 6월 15일)

Effects of the Use of Recycled Pulp on the Print Quality of Textbook Paper

Young-Baeck Ha¹, Chang-Keun Kim^{2*}

Received May 29, 2012; Received in revised form June 11, 2012; Accepted June 15, 2012

ABSTRACT

Recycled pulp therefore play a very important role in the paper industry today as a substitute for virgin pulp. In many countries of the world, the paper industry could not exist as it does without recycled pulp. Because, this is mainly due to economic reasons. Particularly in our country, the additional reason is the scarcity of native pulpwood resources. Therefore, the use of recycled pulp is very important. This study was aimed to apply recycled pulp to textbook paper. So we made a paper containing 30% recycled pulp and investigated about print quality, such as color reproduction, trapping, contrast, dot gain, gloss and print through. The results showed that is similar to existing textbook papers.

Keyword : recycled paper, print quality, color reproduction, trapping, contrast, dot gain, print through

1. 서론

최근 경제 성장 및 국민생활의 향상과 더불어 국내의 제지산업도 크게 성장하였다. 우리나라 종이 생산량은 년 1,100만 톤으로 세계 8위에 선진국 반열에 올라있

지만, 일인당 종이소비량 179 kg/년으로 세계 20위에 그치고 있다. 앞으로 국민소득 증가와 문화발전으로 종이소비량은 계속 늘어날 전망이다. 이와 같은 성장에도 불구하고 국내 제지산업은 주원료의 자급도가 낮아 많은 문제점을 안고 있는 것이 현실이다. 주원재료인 화

1. 신구대학 그래픽아트미디어과(Graphic Arts Media, Shin Gu College, Sungnam 462-743, Korea)

2. 강원대학교 창강 제지 기술 연구소(Changgang Institute of Paper Science and Technology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea)

* 교신저자(Corresponding author): E-mail: kck8848@kangwon.ac.kr

학펄프의 경우 80%를 수입에 의존하고 있으며, 신문고지의 경우에서도 수요의 33% 정도가 수입 고지로 충당하고 있는 실정이다. 이것은 국내 신문고지의 경우 신문용지 제조사로 82%, 판지회사로 14%, 중국으로의 수출이 4%로 공급이 어려운 가운데에서도 수출을 하고 있기 때문에 생각되어진다.^{1), 2)} 이러한 제지산업의 전체 생산량 중 70%이상은 재생펄프를 원료로 하는 판지, 신문용지와 같은 재생지로 구성되어 있다. 하지만 선진국에 비하여 고급 인쇄용지에 재생용지를 사용하는 예는 극히 드물다. 이와 같은 이유는 현재 국내 인쇄용지를 생산하는 업체들이 고지를 처리하는 설비가 없고, 국민과 정부 또한 재생용지에 대한 관심이 부족했기 때문에 판단된다.²⁾ 그러므로 우리나라의 제지산업도 지속적인 발전을 유지하고 생산량을 높여주기 위해서는 주된 원료가 되는 재활용 폐지의 원활한 공급 및 품질유지가 중요한 요인이 될 것이라 판단된다.

또한 세계자원의 고갈과 국가적 차원의 자원 독점화가 진행되고 있는 현실에서 수입에 의존하고 있는 종이의 주원료인 펄프 가격 인상은 점점 심화되어 갈 것으로 예측되며, 이러한 상황을 타계할 대안은 적극적인 고지의 활용이 될 것으로 판단된다. 더욱이 폐지를 재활용함으로써 자원 고갈을 방지함과 동시에 종이 원료의 수급 원활, 나아가 친환경 용지의 제조라는 시대적 조류에 편승할 수 있을 것으로 생각되어진다.

따라서 본 연구에서는 기존의 교과서 인쇄용지와 재생펄프를 30% 첨가한 재생용지에 대한 인쇄물 색상 재현성, 중첩성(trapping), 선명성(contrast), 망점 재현성, 광택 그리고 뒤비침과 같은 인쇄품질에 대하여 비교 연구함으로써, 폐지의 사용이 인쇄물 품질에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 기초자료 확보에 그 목적을 두고 있다.³⁾⁻⁷⁾

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

2.1.1 피인쇄체

본 연구를 위하여 기존의 고급 교과서 본문용지 75g/m²과 재생펄프 30%를 혼합하여 기존의 고급 교과서 용지와 동일한 조건으로 제지공장에서 시험 생산한 75g/m² 용지를 사용하였다.

2.1.2 인쇄잉크

인쇄물의 품질 특성을 평가하기 위하여 D회사의 매엽용, 운전용 인쇄 잉크 Y, M, C, K 4색 잉크를 사용하여 품질 시험을 실시하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 피인쇄체의 물성측정

각 용지의 두께는 두께측정기(Lorentzen & Wettre, Sweden)로 KS M7021 시험법에 준하여 측정하였으며, 광택은 광택도측정기(Model T480A, 미국)로, 백색도와 불투명도는 Elrepho(Code 070, AB Lorentzen & Wettren, Sweden)로 측정하였다. 거칠음도의 측정은 Parker print-surface 78(model 2041)을 사용하여 TAPPI법에 준하여 측정하였다.

2.2.2 잉크 물성 측정

잉크의택 값은 32℃, 800rpm의 조건으로 Inkometer를 사용하여 측정하였고, DM은 25℃, 60sec에서 늘어난 직경을 Spreadmeter로 측정하였으며, 점도는 25℃에서 Laray Viscometer로 측정 한 값을 나타내었다. 다음의 Table 1은 각 색상 잉크의 측정된 물성을 나타낸다.

2.2.3 실험 방법

인쇄품질 실험을 위하여 GATF Test Form을 사용하여 인쇄를 행한 후, 각 컬러 잉크에 대한 반사율을 측정하여 색상 재현력을 나타내었다.⁸⁾ 잉크 중첩성은 오버프린트 된 Red(M+Y), Green(C+Y), Blue(C+M)에 대하여 첫 번째 잉크에 두 번째 잉크가 얼마나 중첩되었는지를 백분율로 표시하여 측정하였다. 인쇄 콘트라스트

Table 1. Properties of sheet & web inks

Sample / color	Property			
	Viscosity	DM(mm)	Tack	
Sheet	Y	120	41	5.8
	M	140	39	6.3
	C	140	40.5	6.8
	K	120	40	6.3
Web	Y	100	39	5.0
	M	115	37.5	5.4
	C	115	39.5	5.8
	K	100	39.5	5



Fig. 1. GATF Test Form.

의 경우는 민 인쇄된 부분(100%)과 망점부(75%)로 구성된 화상간의 농도 값을 백분율로 나타내어 표시하였다. 또한 망점 재현성의 측정은 인쇄판에 출력된 망점과 실제 인쇄된 망점의 크기를 비교하여 그 차이로 나타내었으며, 인쇄물 광택은 광택도측정기(Model T480A, 미국)를 사용하여 측정하였다. 인쇄물의 뒤비침은 인쇄되지 않은 깨끗한 종이의 밝기와 인쇄된 이면의 밝기를 측정하여 그 차이로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 기존 교과서 용지의 물성과 재생용지의 물성

Table 2에서 E(existing paper : 이하 E)는 기존의 교과서 용지이고, R(paper containing recycled pulp : 이하 R)은 재생펄프를 30%첨가하여 만든 재생용지이며, 공정한 결과를 얻기 위하여 각 회사의 시험기를 교차 시험하여 나타낸 결과를 표시하였다. Table 2에서 보는 것과 같이 재생펄프 30%를 혼합하여 제지공장에서 기존의 고급 용지와 유사한 조건으로 시험 생산한 용지의 물성을 비교 측정한 결과, 기준 값에서 벗어나지 않으며 비슷한 값을 나타내고 있다.

불투명도의 경우 기존의 용지에 비하여 재생펄프가 함유된 용지에서 다소 높게 나타났다. 인쇄 잉크의 전이에 영향을 많이 끼치는 거칠음도의 경우 30%의 재생펄프를 함유한 용지에서 다소 높게 나타났으나, 교과서 용 고급 용지의 기준을 벗어나지 않고 있다. 따라서 종이의 제조 공정상 차이는 있을 수 있으나, 유사한 물성을 얻을 수 있었다.

3.2 인쇄물의 색상 재현력

인쇄된 잉크의 색상 재현력을 비교 분석하기 위하여 E와 R 값을 Fig. 2에 표시하였다. 매엽 인쇄의 경우 기존의 교과서 용지에서 다소 높은 색상 재현력을 나타내고 있으나, 그 차이는 5%로 매우 유사한 결과를 나타내

Table 2. Properties of existing paper and paper containing recycled pulp

Samples		Bases of Textbook	Existing paper(E)	Paper containing recycled pulp (R)
Properties				
Basis weight (g/m ²)		75±3	75.2	75.5
Thickness (μm)		73±3	71.5	70.3
Tensile index MD (kN/m)		3.5 ↑	3.7	3.6
Tear index CD (mN)		200 ↑	375	399
Gloss (%)	T	23±3	25.0	24.0
	B		23.0	24.6
Brightness (%)		78±2	78.6	78.1
Opacity (%)		90 ↑	92.0	91.8
Color	L	93±0.7	93.4	93.0
	a	0±0.4	-0.24	-0.18
	b	3.5±0.4	4.02	3.64
PPS (μm)	T	2.55±0.5	2.35	2.46
	B		2.24	2.30

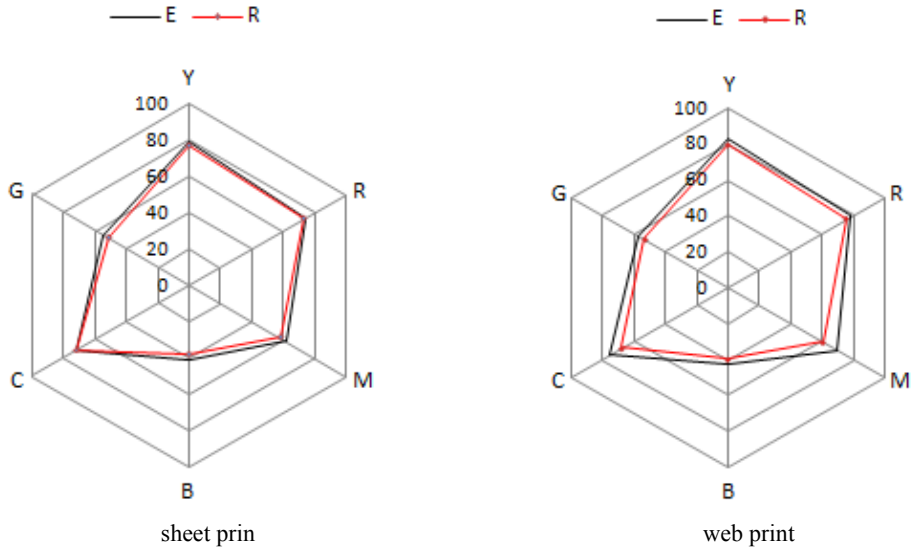


Fig. 2. The results of color reproduction.

고 있다. 운전 인쇄의 경우에서도 비슷한 경향을 보여 주고 있다. 하지만 M잉크에서 10%, C 잉크에서 8%의 다소 높은 색상 재현력 차이가 나타난 것을 볼 수 있는데, 이것은 Table 1에 나타난 것과 같이 잉크의 점도 차이에 의한 영향 때문으로 판단된다. 매엽 인쇄물과 운전인쇄물의 색상 재현력을 비교해 보면 유동성이 좋은 운전 인쇄물에서 조금 높은 색상 재현력 결과를 나타내고 있다.^{3), 9)}

3.3 인쇄 광택

기존의 교과서 용지와 현 종이를 사용한 재생용지의 인쇄물 광택 측정값을 Fig. 3에 나타내었다. 인쇄물의 광학적인 특성은 용지가 가지고 있는 광학적인 특성에

영향을 많이 받는데, 기존의 교과서 용지에서 다소 높은 광택 값을 나타내고 있다. 이것은 기존 용지의 광택 값이 25% 그리고 백색도가 78.6%로 높게 나타났기 때문이며, 또한 종이 표면의 평활도에 따라 균일한 잉크 광택을 나타내게 되는데, 거칠음도가 2.35 μ m로 낮은 기존 교과서 용지에서 높은 광택 값을 가지기 때문이다. 하지만 기존 교과서 용지 대비 재생용지의 광택 측정값은 2% 이내로 거의 편차가 적음을 알 수 있었다.

3.4 잉크 중첩성

두 가지 잉크 들이 중첩되어 색을 재현하는 R, G, B 컬러의 중첩을 측정값을 Fig. 4에 나타내었다. 매엽 인쇄물은 ISO에서 규정하고 있는 중첩율 75%에 근접하

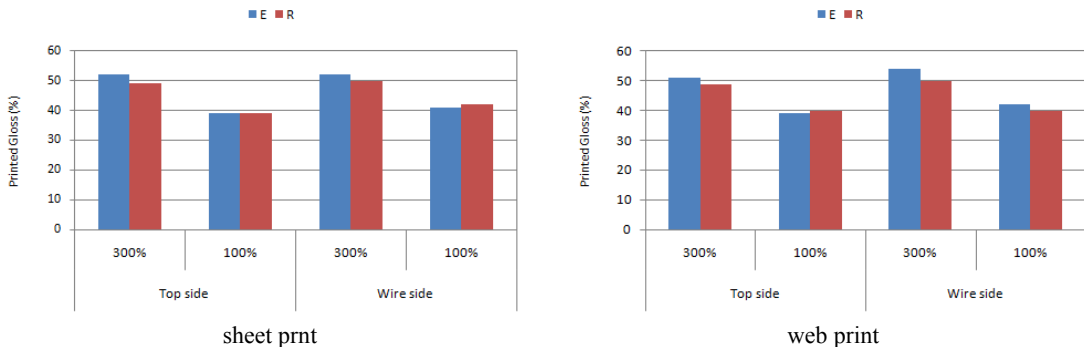


Fig. 3. The results of printed gloss.

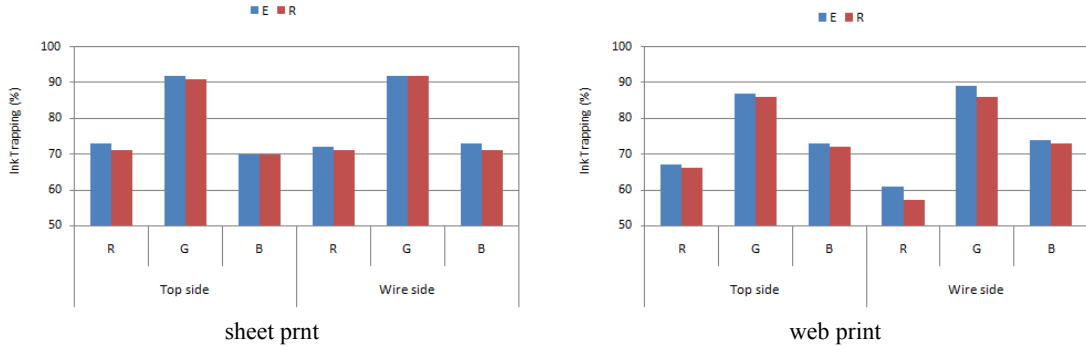


Fig. 4. The results of ink trapping.

게 나타나고 있다. 특히 Green(C+Y)이 90% 이상 높은 값을 나타내고 있는데, 그 이유는 잉크 택 값의 차이가 많아 나중에 인쇄된 Y 잉크가 C 잉크 위로 잘 전이되었기 때문이다.⁶⁾ 하지만 운전 잉크에서 같은 이유로 전이가 잘된 Green을 제외하고는 다소 낮은 중첩성을 나타내고 있다. 두 시료 사이의 중첩성은 재생 용지가 1~3% 정도 낮은 값을 나타내지만 5% 미만인 점을 감안해 볼 때, 거의 동일한 수준을 나타내고 있다고 판단된다.

3.5 콘트라스트

Fig. 5에 인쇄물의 콘트라스트 결과를 그래프로 나타내었다. 일반적으로 콘트라스트 값은 인쇄물의 색 농도가 높은 값을 가지는 부분과 낮은 부분 사이의 차이를 말하며, 두 농도 사이의 대비도가 높을수록 선명한 인쇄물을 얻을 수 있다. 하지만 magenta 잉크와 운전인쇄의 black 잉크를 제외하고는 다소 콘트라스트가 낮은 값을 나타내고 있다. Fig. 5의 결과에서 기존의 교과서 용지와 재생 용지 사이의 콘트라스트 값은 기존의 교과

서 용지에 비하여 재생 용지가 1~3% 높게 나타났다. 아주 적은 차이이지만 화선부의 색간 선예성은 재생용지가 높지만 기존의 용지와 큰 차이를 가지지는 않는다.

3.6 망점 재현성

망점 확대가 발생한 비율에 대하여 Fig. 6에 표시하였다. ISO 규정에 따르면 50% 망점에서 망점 확대 발생률은 매염 인쇄에서 C와 M 잉크는 20%, Y 잉크는 18%, K 잉크는 22%로 규정되어 있으며, 운전 인쇄는 C와 M 잉크에서 22%, Y 잉크에서 20%, K 잉크에서 26%로 규정되어 있다. 통상 국내에서는 50%에서 16~18% 정도의 망점 확대 발생율을 원칙으로 인쇄를 하고 있다.⁵⁾ Fig. 6에 나타난 것과 같이 매염·운전 인쇄에서 거의 대부분이 15% 이내로 국내 규정에 적합한 망점 확대 값을 나타내고 있지만, 매염 잉크의 K 값에서 다소 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 그 이유는 동일한 유동성 값을 가지는 Y잉크에 비하여 잉크의 택 값이 상대적으로 크게 나타난 K 잉크에서 잉크 전이 시, 분열되는 과정에서 잉

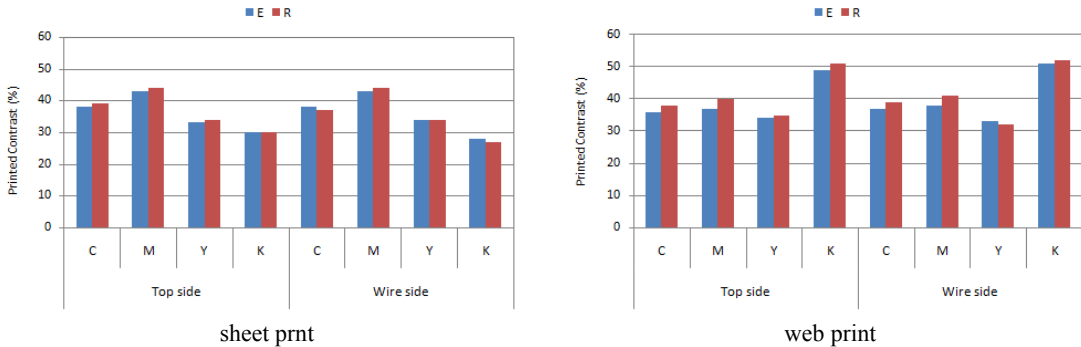


Fig. 5. The results of printed contrast.

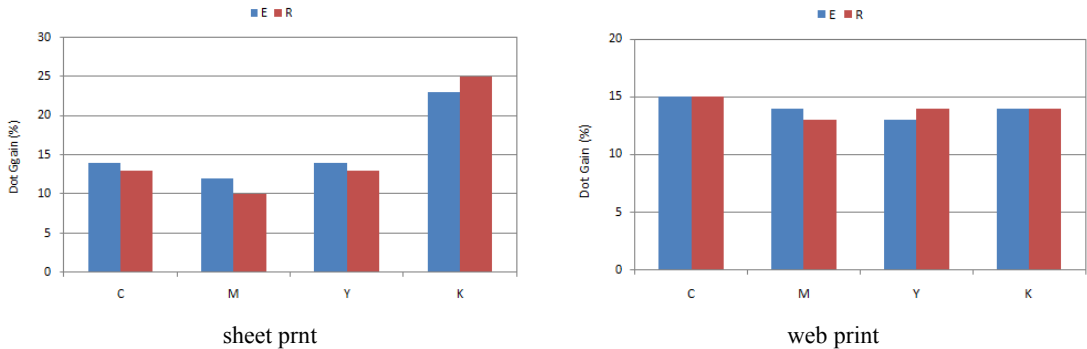


Fig. 6. The results of dot reproduction(dot gain).

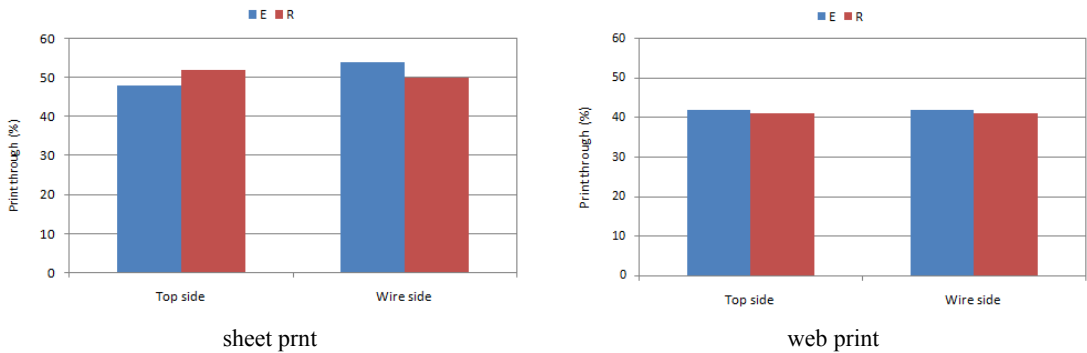


Fig. 7. The results of print through.

크 예사성과 인쇄 압력에 의한 망점 확대가 발생한 것으로 판단된다.⁷⁾ 기존 교과서 용지와 재생 용지 사이의 망점 확대 비율은 2% 이내의 오차로 거의 동일한 수준을 나타냄을 알 수 있었다.

3.7 인쇄면의 뒤비침

Black 잉크에 대한 인쇄물 뒤비침 현상에 관한 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 평균 불투명도가 92.8% 상대적으로 높은 재생 용지의 경우에서 대체적으로 인쇄면 뒤비침 현상은 적게 일어났다. 하지만 매엽 인쇄의 경우, top side에서는 기존의 용지가 다소 많이 나타났는데, 그 이유는 표면 거칠음도가 낮아 동일한 량의 잉크를 공급했을 때 전이되는 량이 거친 표면을 다 채우기 위해서 다소 많은 량이 전이되어 이러한 결과가 나타났을 것으로 판단된다. 즉 잉크 공급량이 많거나 표면에 잔류하는 잉크 량이 상대적으로 많으면 이면에서 비추어 볼 때 나타나는 광학적 뒤비침은 높아진다.

4. 결론

30% 재생펄프를 혼합하여 실제 제지공장에서 기존의 고급교과서 용지와 유사한 조건으로 생산한 용지의 물성은 기존의 교과서 용지와 동등한 수준의 물성 결과를 보였으며, 용지의 광학적 특성인 L, a, b 또한 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 단, 두께에 있어 1 μ m 정도 줄어든 결과를 나타내었다.

또한 인쇄물 품질에 관련하여 색의 재현성, 광택, 중첩성, 콘트라스트, 망점 재현성 그리고 뒤비침에 대하여 실험한 결과 기존의 교과서 용지와 재생 용지 간의 평균 오차가 5% 이내로 거의 비슷한 수준을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

인용문헌

1. Jo, S. H., Supply and Prospect of Recycling Paper,

- Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry Colloquium, pp.81-90 (2008).
2. Ryu, J. Y., Efficient way to use and Policy Plan of Recycling Paper, Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry Colloquium, pp.91-136 (2008).
 3. Ha, Y. B., Oh, S. S. and Lee, W. J., The Study of the Printability on the Phenol Free Heat-Set Web Inks (I), J. Korea TAPPI 44(2):42-48 (2012).
 4. 하영백, 최재혁, 김형진, 이원재, 오성상, 국산 Heat-set 윤전 잉크의 인쇄적성에 관한 연구, 한국인쇄학회지 28(2):101-116 (2010).
 5. Hideaki Ohmori, High Quality Printing, Japan Tappi Journal, pp. 35-41 (1999. 7)
 6. Youn, J. T., Introduction to printability, Pukyong University, busan, pp. 134-149 (2004).
 7. Youn, J. T., Introduction to printing science, Pukyong University, busan, p. 161, pp. 131-144 (2004).
 8. 강상훈, 인쇄기술, 부경대학교, 부산, pp.12-21 (2009).
 9. 市川家康, わかり やすい 紙 ・ インキ ・ 印刷の科學, 印刷局朝陽會, 東京, pp. 117-119 (1975).