우리나라 계절별 습도변화가 국산 아트지의 인쇄적성에 미치는 영향

이광석 · 윤종태
부경대학교 인쇄정보공학과
(1998년 7월20일 받음, 1998년 8월25일 최종수정본 받음)

Effect of Moisture Content on The Printability of Domestic art paper in Korea Weather

Kwang-Seack Lee · Jong-Tae Youn
Dept. of Graphic Arts Information
Pukyong National University, Pusan Korea
(Received 20 July 1998, in final form 25 August 1998)

Abstract

Moisture content of printing paper and circumstance of printing room has great influence on the printing works. We have studied on the printability of domestic art paper according to the insufficient Korea weather. As the result, we found the printability of domestic art paper are much more affect by moisture content than any other printability coefficients, especially print density and hygroexpansivity decrease with moisture content increase.

1. 서 론

종이와 잉크 등, 인쇄재료의 인쇄적성은 1870년대 영국의 Riddle에 의해 최초로 언급되었다. 1951년 Olssen & Pihl의 '다공성 용지에 점성유체의 침투에 관한 연구'와 같은 해 Smith & Coupe에 의해 '종이에 기름이 침투하는 현상의 실험적 관찰'을 발표함으로써, 인쇄적성의 연구가 본격적으로 시작되었다. 그 이후로 Benndite, Lovasz, Levlin, Roeher, Tollenaar, Pauler 등이 잉크전이량에 의한 인쇄적성을 연구했고[1], 지금도 많은 연구가들이 인쇄적성을 연구하고 있다. 그런데 1955년까지의 인쇄적성에 관한 연구는 용지, 잉크, 판, 습수, 기계 등의 인쇄적성을 위주로 한 인쇄물의 품질평가, 작업적성, 운전적성을 보아왔다. 여기에 1955년 미국의 Rogers는 인쇄

실의 환경을 추가하여 인쇄적성을 생각하였다. 실제로 인쇄는 판과 잉크, 습수, 기계 상에서 이루어지는 아주 정밀한 작업이며, 이것들이 환경적인 영향에 아주 민감한 것은 잘 알려져 있다. 비슷한 시기에 미국의 Carrier에 의해 air conditioner가 발명되었는데, 이것은 Carrier의 친구이자 당시 [저지]라는 인기잡지를 만들었던 뉴욕의 월헬름즈의 출판사가 여름만 되면 높은 온도와 습도 때문에 인쇄용지의 부피가 달라지고 칼라인쇄의 색상이 제대로 나오지 않는 등 여러 가지 문제가 발생하게 되어 Carrier는 인공으로 찬 공기를 만들어 습기를 없앨 수 있는 기계를 고안해 내어, 이러한 문제를 해결하였다. 이것이 Air conditioner의 시초였고 이것의 발명이 인쇄실의 항온 항습을 위한 것이었다는 것은 주목 할 만하다.

특히 우리나라는 4계절이 뚜렷하며 이에 따른 온·습도의 변화가 심한 편이다. 특별히 여름은 동남아시아의 몬순과 연관된 장마가 연평균 6월 24일부터 7월 24일까지 거의 한달동안 지속되며, 이 기간동안은 80~90%의 습도 분포[2]를 보이고 있다. 이 기간동안 인쇄실의 항온 항습시설이 되어있지 않은 인쇄소는 습도에 대한 막대한 영향을 받을 것이다. 그럼에도 불구하고 항온·항습 시설을 하지 못하는 이유는 비싼 설비가격, 장소의 협소함, 전문설비업체의 미비 그리고 인식부족 등이 있다. 그러나 처음부터 설비를 고려하여 설계한다면, 운전비나 유지비가 싸게 들고, 인건비, 기계의 상각비, 그리고 품질을 생각한다면 결코 비싼 것이 아니다.

본 연구는 국내 6개 제지회사에서 생산된 25종류의 아트지를 대상으로 계절별 습도변화에 따라 인쇄적성 및 작업적성에 어떠한 영향을 주는지에 대하여 조사했다. 습도변화에 따라 각 용지의 인쇄농도 변화를 측정하였고, 고 습도상황에서 용지에 발생할 수 있는 문제점을 고려하여 검토하였다. 또한 잉크의 수리성과 습도에 대한 민감성을 측정하였다. 종이의 함수율[3]을 측정하고, 그것의 기울기 값을 구하여 각 용지가 습도에 얼마나 민감한지를 파악했다. 지금까지 습도에 의한 용지 물성 변화에 대한 연구는 제지회사에서 많이 해 왔으나, 실제 인쇄적성에 주는 영향에 대한 연구는 많지 않기 때문에, 본 연구는 주로 습도의 변화가 인쇄적성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

2. 실 험

2-1 종이와 표준잉크

2-1-1. 종이

시험용 아트지는 현재 국내에서 시판중인 한솔제지, 한국제지, 동신제지, 홍원제지, 계성제지, 및 무림제지의 6개사 25종의 옵셋용 아트지를 수집했다. 회사별로 A~F까지의 기호와 숫자를 사용하여 표기했고 그 예는 다음과 같다.

예) 100/A : A회사 100g 용지

2-1-2. 표준잉크

K&N 흡유도 측정은 K&N lab 표준잉크를 사용하였고, Receptivity(수리성) 측정은 수성잉크를 Printability 측정을 위해 아트지용 표준잉크를 사용하였다.

2-2. 측정장치

Table 1. Experimental apparatus and test methods.

Tester	Manufacturetory	Testmethod	Figure
Printability	Home made		Fig.1.
Hygroexpansion	Home made		Fig.2.
Receptivity	Home made		Fig.1.
Sensibility of moisture in paper	Home made		Fig.3.
Curl test	Home made	KS A1050	Fig.4.
Absorption of moisture content in paper		KS M7023	
Thickness tester	Lorentzen & Wettre thickness tester	KS M2021	
Gloss meter	Model D48 Optical HD Hunter Lab	KS M7026	
Smoothness tester	Bekk Smoothness tester	KS M7028	
Brightness tester	Model 7067 Brightness opacity tester	KS M7026	
Roughness tester	Clamping pressure	TAPPI	
K&N absorption		TAPPI useful method 553	
Opacity tester	Model 7067 Brightness opacity tester	KS M7038	
IGT Printability	Model 2260		

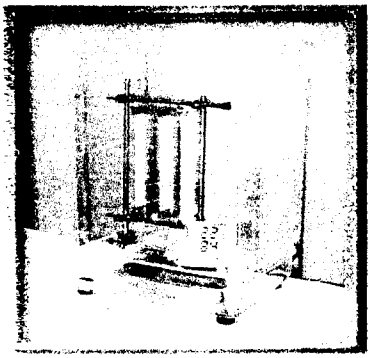

Fig.1. Printability tester.

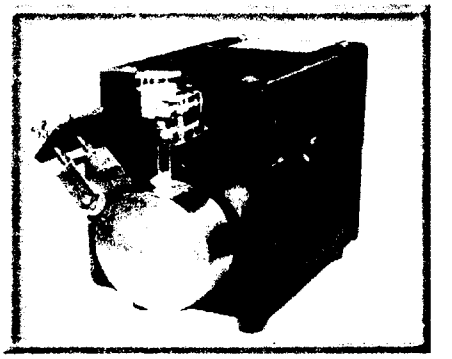

Fig.2. Hygroexpansion measurement device.

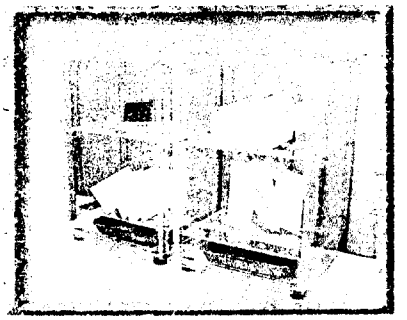

Fig.3. Seasoning container.

Fig.4. Wet curl tester.

2-3. 실험방법

2-3-1. 인쇄적성 시험

Fig.1은 인쇄적성을 보기 위해 자체 제작한 Printability tester이다. 실험방법은 잉크 묻힘[5] 롤러에 0.02~0.03g의 잉크를 묻히고, 압력은 나사산의 피치를 동일하게 하여 같게 부여하였다. 인쇄방식은 Solid 인쇄하여 시료를 얻고 반사 농도계로 농도를 측정하였다.

2-3-2. Hygroexpansion 측정

팽창을 측정하는 여러 장치 중, 참고문헌[3]에 근거하여, 폭 당 2g/mm의 장력을 주어 변화된 길이를 Vernier caliper로 측정하였다.

2-3-3. 흡수도 측정

Paprican Dynamic Sorption tester를 모델로 한 흡수도 측정장치 Fig.1를 자체 제작하였다. 본 장치는 직경 11㎝, 폭 4㎝의 원반을 10.5m/min의 속도로 정속 회전시킬 수 있도록 제작되었다. 여기에 0.02㎖ 잉크를 떨어뜨린 후 인쇄된 길이로 측정하였다.

2-3-4. 함수율 측정

KS규격(M7023)에 의거하여, 습도 60%에서 처리한 용지를 2g씩 채취하여 105℃±3의 온도에서 1시간 건조시켜 중량변화를 측정하였다.

2-3-5. Curl 측정

KS규격(A1050)에 의거하여 Curl 측정장치(Fig.4.)를 제작하였다. 본 장치는 길이 5㎝, 너비 2.5㎝의 접수구에 시험편이 입사각 30°로 물에 닿을 수 있도록 집게를 설치, 제작되었다. 이 실험은 CD 방향으로 용지를 채취하여 CD 방향의 curl 만을 측정한 것이다.

2-3-6. 두께와 밀도

용지의 두께는 Lorentzen & Wettre thickness tester로 KS M7021 시험법에 준하여, 10회 측정 평균하였다. 밀도는 두께와 평량에 의한 식에 의하여 얻었다.

2-3-7. 광택도

각시료의 광택측정은 Gloss meter(Model D48 Optical HD Hunter Lab)로 KS M7026 시험법에 준하여 측정하였다.

2-3-8. 평활도

평활도는 Bekk Smoothness tester로 KS M7028에 준하여 측정하였다.

2-3-9. 거칠기

거칠기는 Clamping pressure로 TAPPI 시험법에 준하여 측정하였다.

2-3-10. 백색도

Model 7067 Brightness opacity tester로 KS M7026 시험법에 준하여 측정하였다.

2-3-11. K&N 흡유도

K&N absorption은 TAPPI useful method 553 시험법에 준하여 용지의 반사율을 측정한 후, K&N 표준잉크를 시료 전면에 soild 인쇄하고, 2분 경과후 solid 면을 닦아내어 반사율을 측정함으로 얻는다.

$$K \ \& \ N \ Absorption(\%) = \frac{R_b - R_f}{R_b} \times 100$$

(Rb : 원지의 반사율, Rf : K&N 잉크로 인쇄한 후의 반사율)

2-3-12. 불투명도

Model 7067 Brightness opacity tester로 KS M7038 시험법에 준하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 인쇄적성 시험결과

자체 제작한 Seasoning container로 종이를 60%와 90%로 처리하여 인쇄적성 시험기로 인쇄하여 농도를 측정한 결과 습도의 차이에 따른 농도의 변화를 확인할 수 있었다. 즉, Fig.5~9까지는 각 회사별 시료의 농도차를 나타낸 그래프이다. A사의 종이는 고평량에서 농도의 큰 차이를 보였다. B사는 120g과 200g에서 많은 차이를 보였다. C사는 저평량에서 많은 농도의 차이를 보였고, D사는 전반적인 농도의 저하를 보였다. E사는 150g지를 제외하고 농도의 변화가 적음을 알 수 있었다. 이것은 습도의 증가로 인해 용지의 함수율이 증가함으로 말미암은 인쇄농도저하로 사료되며, 이를 각 용지별로 확인할 수 있었다. Fig.10은 인쇄적성시험기로 인쇄한 인쇄면을 Scan한 것이다. 60%와 70%의 습도에서 처리된 종이는 농도의 변화가 거의 없으나 90%로 처리된 종이는 농도의 변화가 심했으며, A, C사의 종이는 picking이 발생했다.

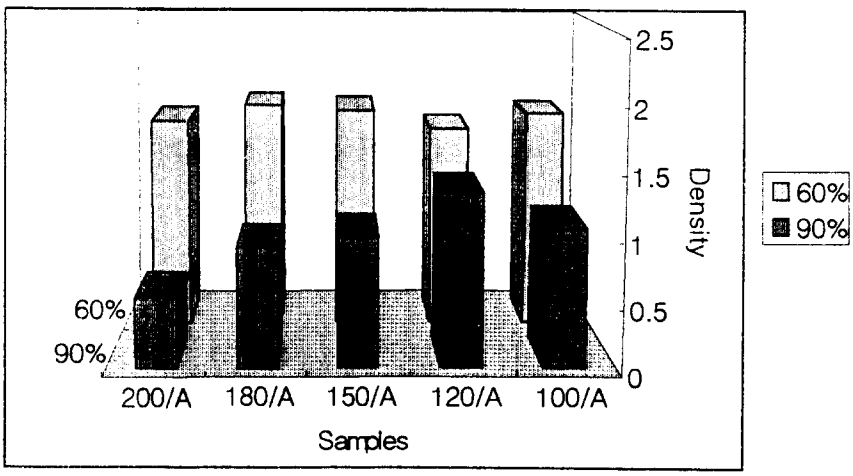

Fig.5. The shift of print density according to moisture content.

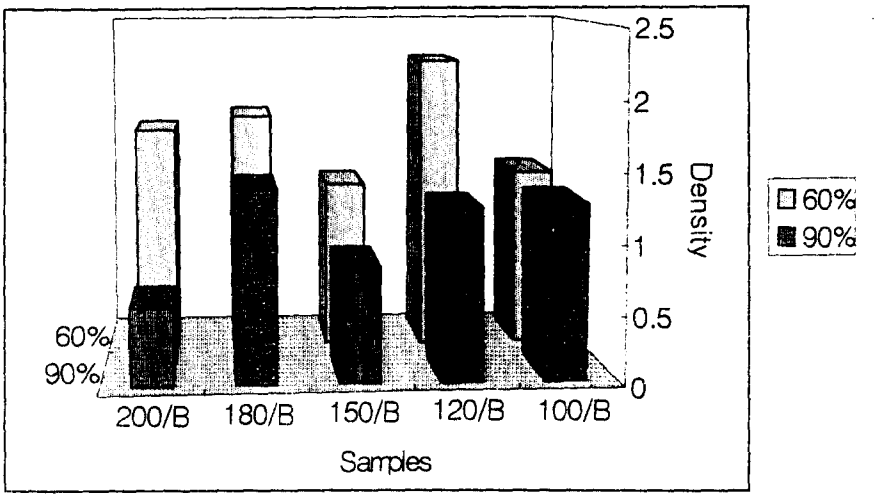

Fig.6. The shift of print density according to moisture content.

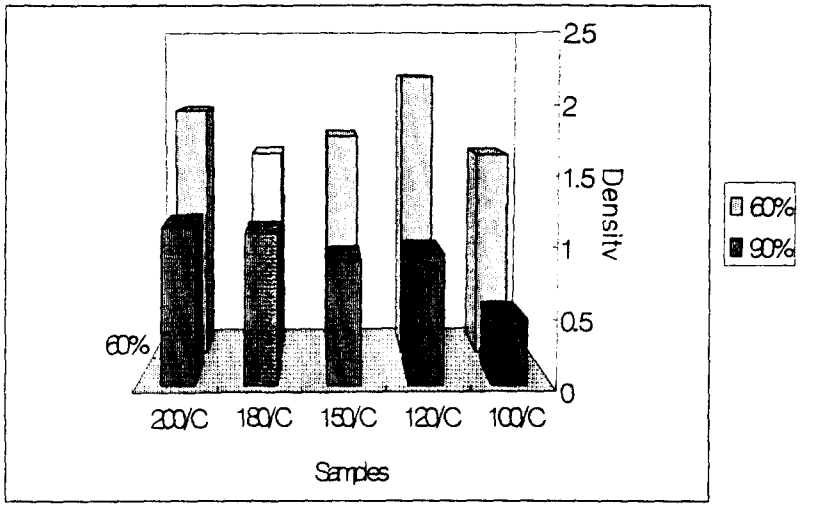

Fig.7. The shift of print density according to moisture content.

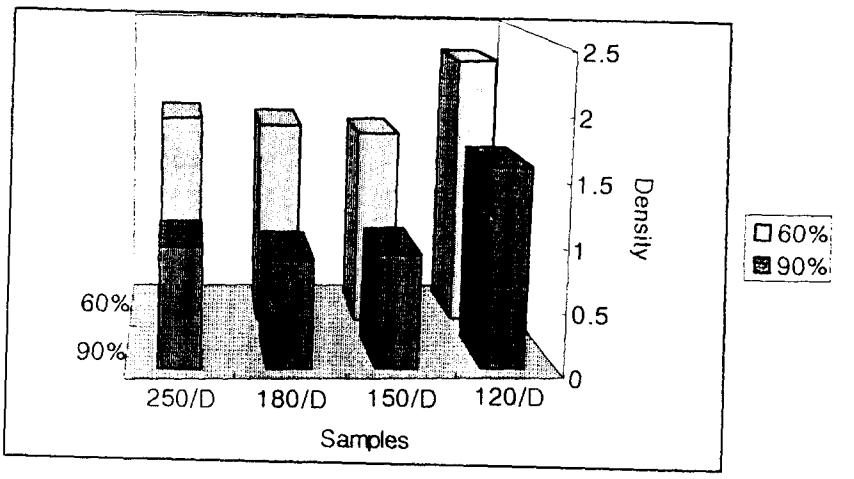

Fig.8. The shift of print density according to moisture content.

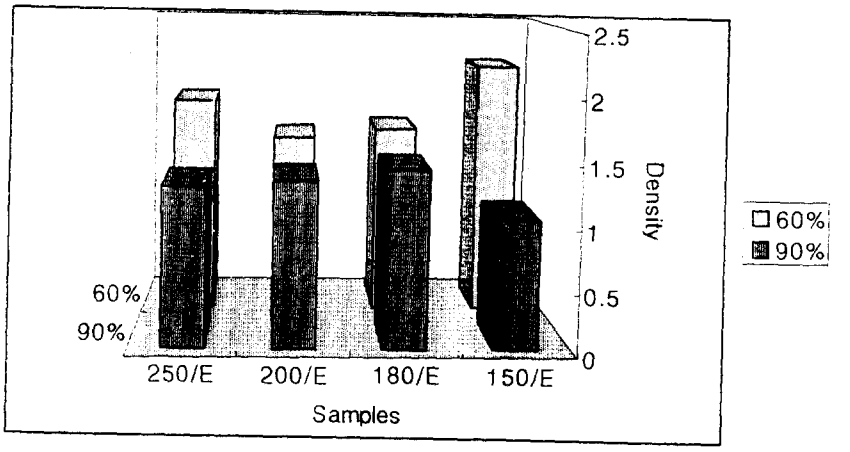

Fig.9. The shift of print density according to moisture content.

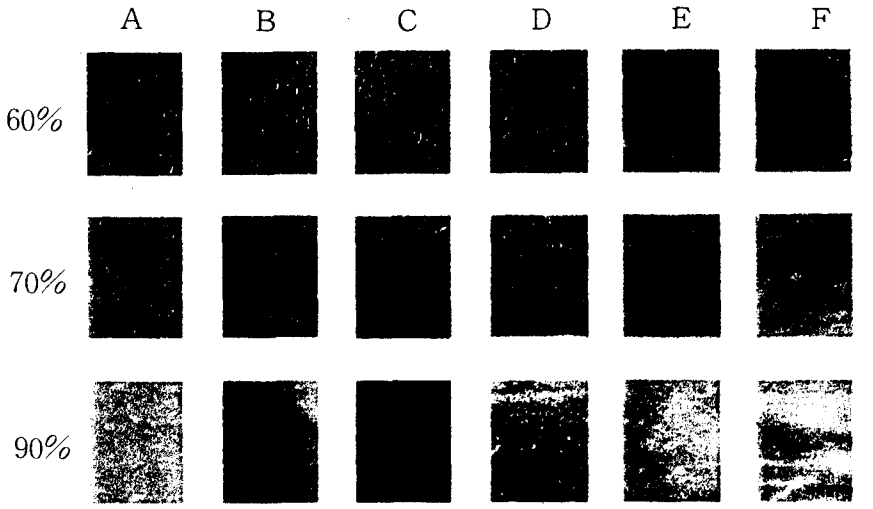

Fig.10. Picking occurrence.

3-2. 습전성

습도에 대한 종이의 습전성을 측정한 결과 CD 방향으로 Fig.11을 MD 방향으로 Fig.12의 결과를 얻었다. 이 결과는 팽창한 결과를 전지크기로 환산한 값이다. CD 방향으로 A, B, C는 9mm까지 변화를 보였으며, E, F는 습도에 강한 면을 보였다.

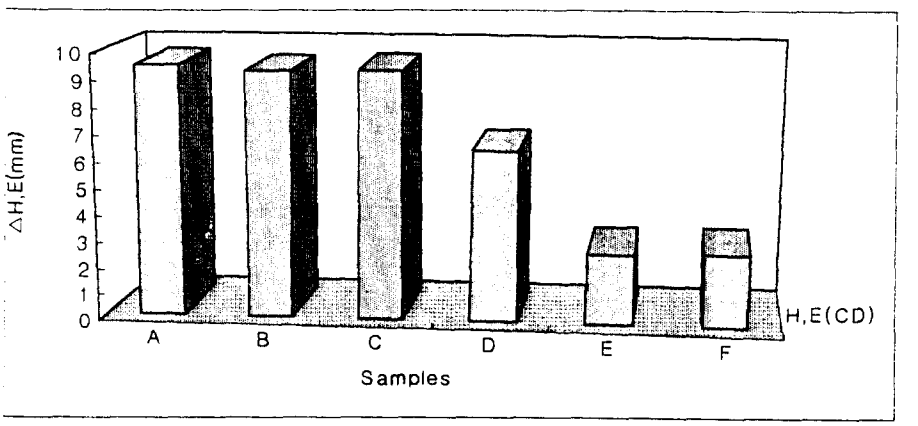

Fig.11. Hygroexpension test of CD.

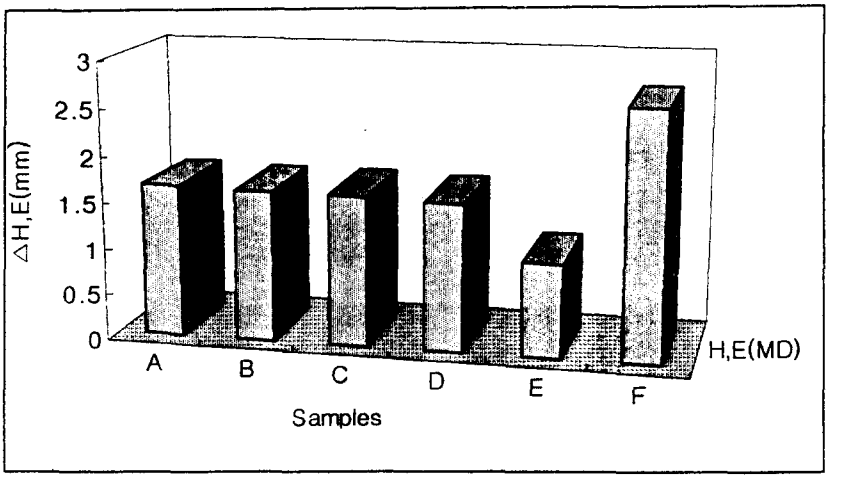

Fig.12. Hygroexpension test of MD.

3-3. 흡수도

자체 제작한 Printability tester로 각 시료의 흡수도를 측정하고 또, 시료가 습도에 민감한 정도를 파악하여 이것들의 상관관계를 Fig.13에 나타내었다. 종이의 물성과 습도에 대한 민감도는 Fig.14에 나타내었다.

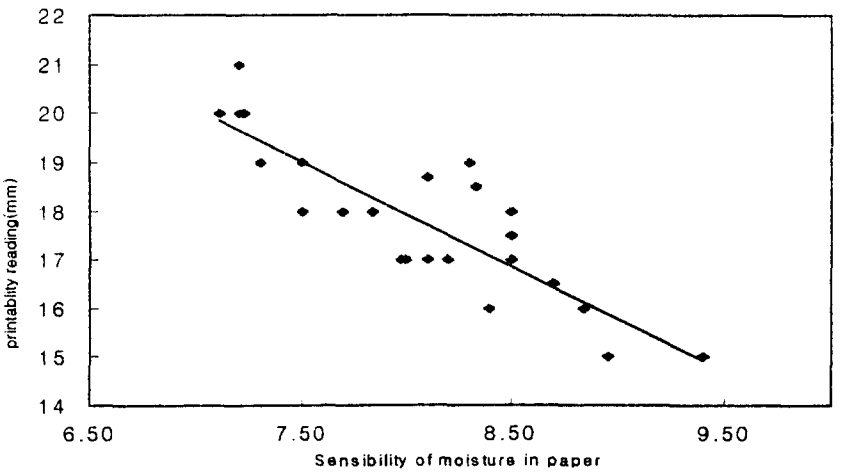

Fig.13. Correlation between ink receptivity and sensibility of moisture in paper.

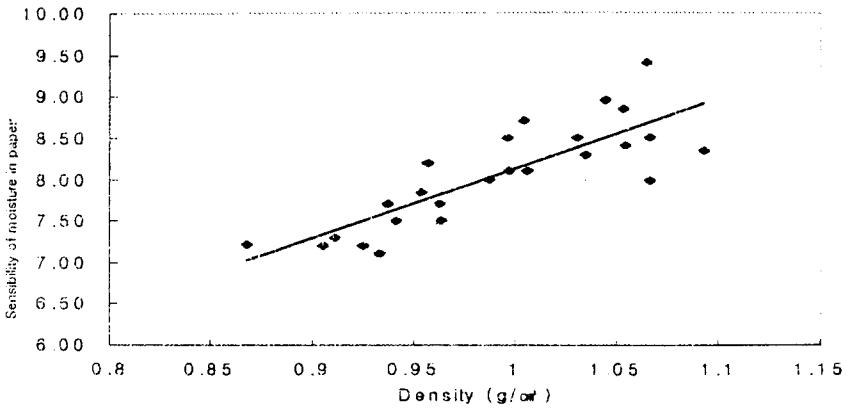

Fig.14. Correlation between sensibility of moisture in paper and density.

3-4. 습도에 대한 종이의 민감도

Fig.15~16은 각 시료가 90% 습도에서 시간대 별로 종이의 함수율을 측정하여 기울기를 구하였다. 이 기울기를 각시료에 대한 습도의 민감성으로 나타내었다. 전반적으로 습도에 대하여 민감히 반응하는 용지는 기울기가 급하고 민감하지 않은 용지는 그 기울기가 완만하게 변화함을 알 수 있었다.

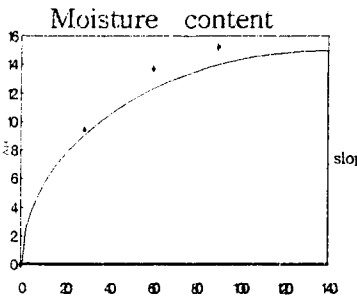

Fig.15. Sensibility of moisture in paper.

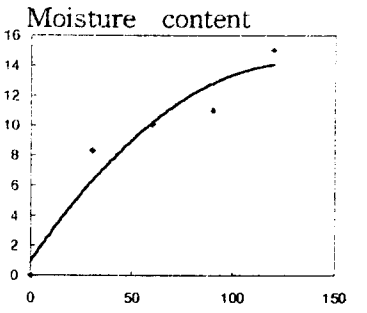

Fig.16. Sensibility of moisture in paper.

3-5. 컬도

자체제작한 Wet curl tester에 의해 각 시료의 컬도를 측정하였다. Fig.17~21까지는 각 시료의 컬도를 나타낸 것이다. 일반적으로 저평량 용지에서 심하게 발생하고 고평량으로 갈수록 컬이 덜 발생했다. 특별히 E사의 종이는 컬이 거의 발생하지 않았는데 컬의 정도만 고려할 경우 E사의 용지가 우수하지만, Fig.22에서 보는 바와 같이 인쇄된 농도에서 E사가 가장 낮은 치수를 보였다. 즉, 컬정도에서 우수한 종이가 인쇄적성이 좋은 종이라고는 말할 수 없다.

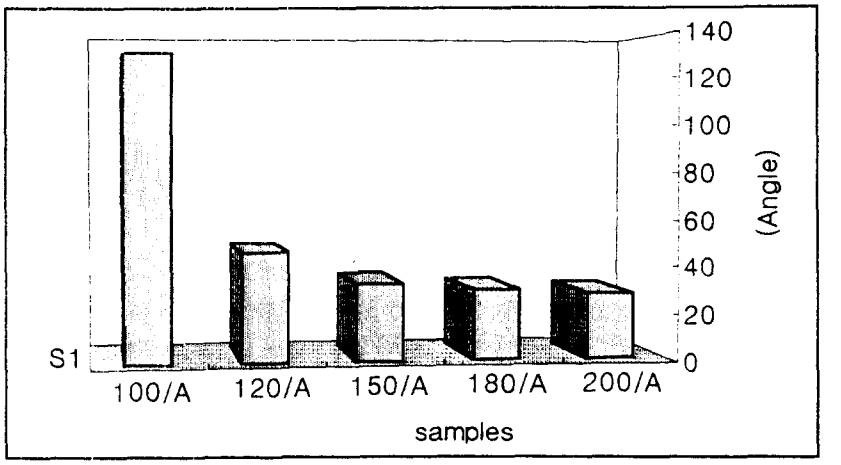

Fig.17. Curl angle.

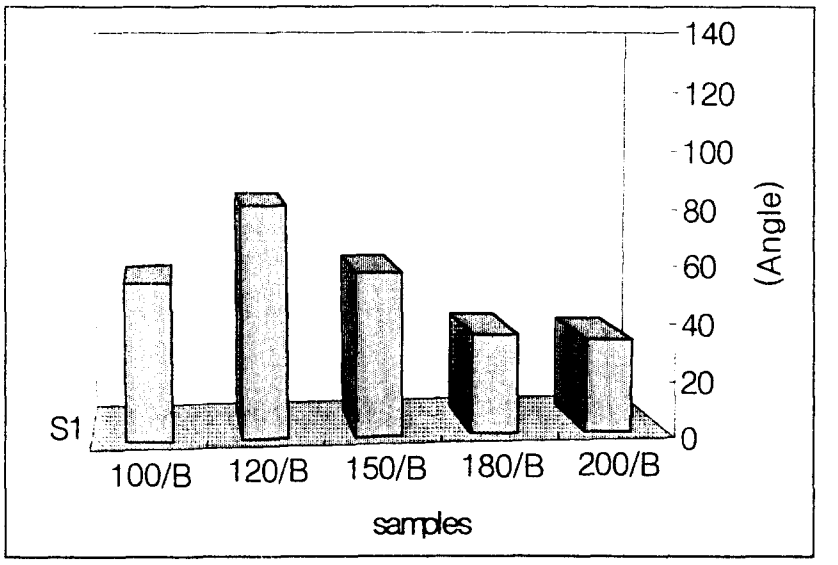

Fig.18. Curl angle.

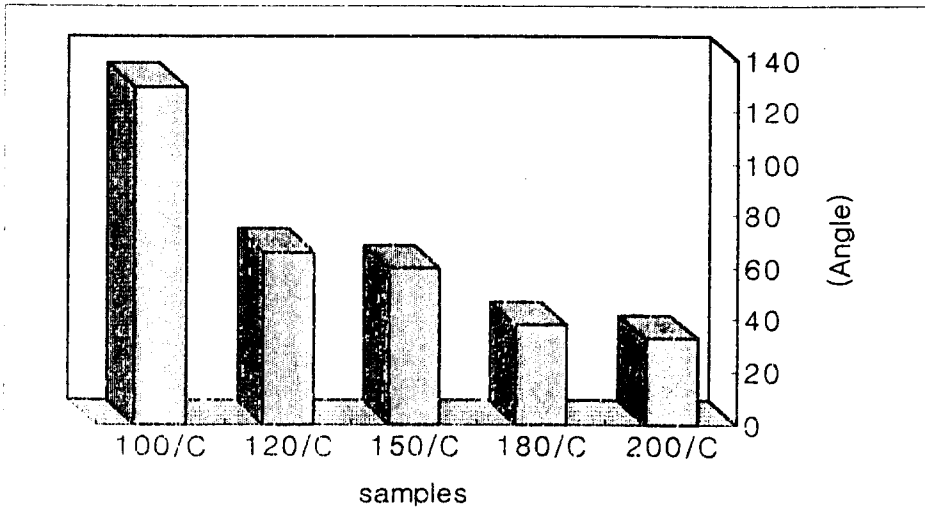

Fig.19. Curl angle.

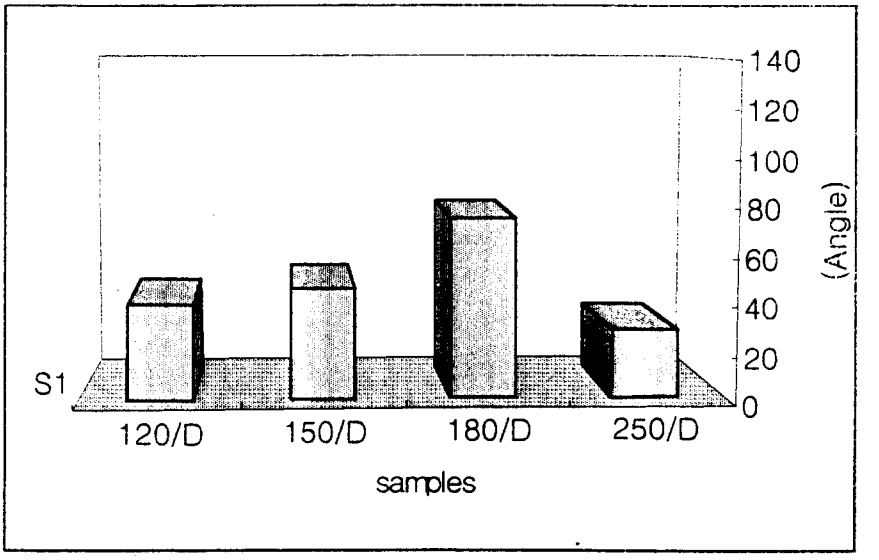

Fig.20. Curl angle.

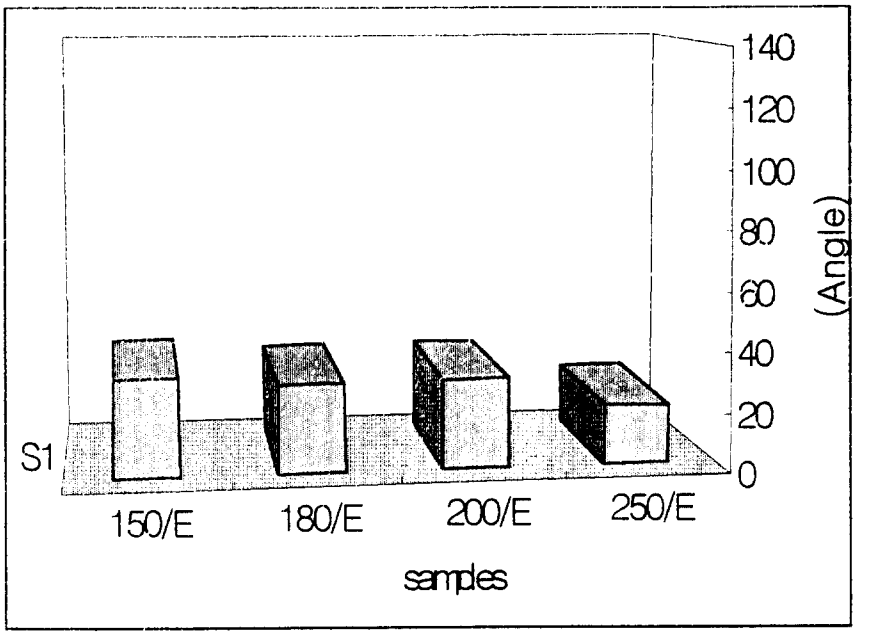

Fig.21. Curl angle.

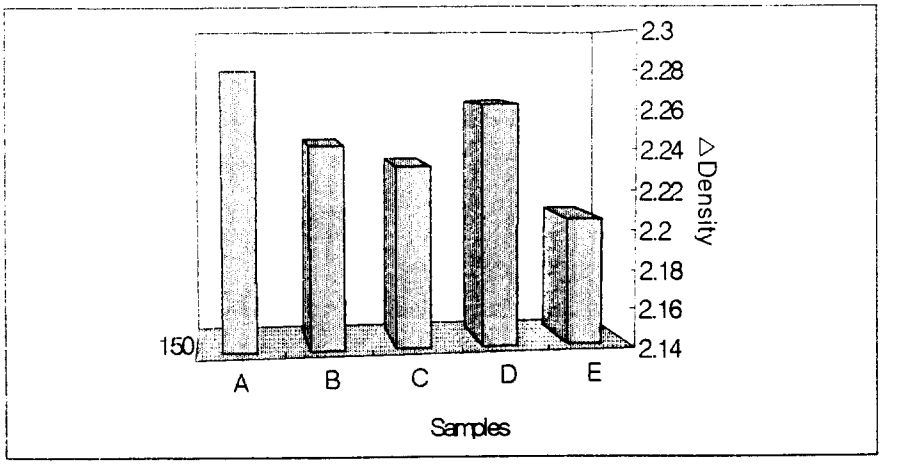

Fig.22. Density of each sample.

4. 결 론

이상과 같이, 우리나라의 장마철 습도와 KS 규격에서 제안하는 습도하에서 국산아트지의 인쇄적성을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 습도에 많이 노출된 종이는 0.6~1.2까지 농도가 감소한다.
2) 습도에 의한 표면강도 저하로 Picking이 발생했다.
3) 용지의 신축은 CD 방향으로 1.02%, MD 방향으로 0.15% 발생했다.
4) 습도에 대한 민감성은 종이의 물성·수리성과 상관관계가 있다.
5) 그외 컬 등 다양한 인쇄불량 발생의 요인이 된다.

이상과 같이, 고습도 상황에서는 좋은 인쇄물을 기대할 수 없다. 인위적으로 계절적 온·습도 변화를 제어하기는 어렵기 때문에, 인쇄실을 가능한 23℃·50%로 조절하여 인쇄적성과 작업적성을 높여야한다. Air conditioner의 설치는 많은 비용적 부담이 있다. 그러나 인쇄의 예술성을 감안하고, 업체의 신뢰도를 감안한다면, 충분히 투자할 가치가 있다. 제지회사는 용지 제조 시, 우리나라의 온·습도를 고려하여 계절별로 조성을 변화시켜 습도의 변화를 극복할 수 있게 해야할 것이다.

참고문헌

1. 윤종태, 인쇄적성, 부경대학교, pp.24~177(1996).
2. 장마 백서, 한국 기상청(1995. 6. 1).
3. James P. Casey, Pulp and paper, Ⅲ, pp 1895-1903, pp.1774-1778, pp1766-1774(1981).
4. Marten Gomer and Goram Londholm, Hygroexpasion of newsprint as a result of water absorption in a printing press, TAGA pp.268-282(1991).
5. J. S. Aspler and M. B. Lyne, How important is water absorption in newsprint, TAGA pp.340-351(1987).