

# 초미립자탄산칼슘이 잉크젯트 인쇄품질에 미치는 영향

이용규<sup>†</sup> · 이희명<sup>\*1</sup>

(2005년 3월 2일 접수: 2005년 5월 20일 채택)

## The Effect of Precipitated Calcium Carbonate Having a Small Particle Size on the Print Quality of an Inkjet-Grade Paper

Yong-Kyu Lee<sup>†</sup> and Hee-Myung Lee<sup>\*1</sup>

(Received on March 2, 2005 Accepted on May 20, 2005)

### ABSTRACT

Experimental work was carried out in order to produce a novel grade of ink-jet paper that has both high print-out quality and price competitiveness. Usually, silica and PVOH has been used for ink-jet paper to design the coating layer that has a hydrophilic and micro-porous structure. However, poor rheological characteristics and low productivity of the silica-PVOH system make the price of the ink-jet paper high. The main focus of this study was replacing the conventional silica (coating pigment) PVOH (binder) coating system with the new PCC (coating pigment) cationic starch (binder) coating system, and optimizing the coating technology associated with PPC-cationic starch system.

In this study, ink-jet print quality of PCC-coated papers was compared with that of silica-coated paper. Two types of PCC were used: conventional type and colloid type. It turned out that PCC C, a conventional coating pigment, has not given a desirable result: it showed high dot reproduction, but it gave low optical density. In spite of low dot reproduction, the qualities of PCC A were comparable or superior to those of silica in optical density, color reproduction, and the uniformity of printing surface.

It was also shown that the problems that are happened when the dosage level of cationic starch was too low were varied with ink-type used in each printer. However, in the case of low binder level, the produced image was widely spread resulting from too low optical density of images, or from the lack of bonding ability to set ink into coating surface.

• 본 논문은 2004년도 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였음  
• 강원대학교 산림과학대학제지공학과 (Dept. of Paper Science and Engineering, College of Forest Science, Kangwon National University, Korea 200-701)

\*1 현 주소 : 금호석유화학(주) 중앙연구소 응용연구센터 LATEX연구팀

† 주저자(Corresponding Author); E-mail : yklee@kangwon.ac.kr,

**Keywords** : ink-jet paper, precipitated calcium carbonate(PCC), cationic starch, silica, optical density, wicking, color gamut

## 1. 서론

개인용 컴퓨터의 기술진보와 함께 고해상도의 디지털 화상 데이터를 물리적으로 출력할 수 있는 프린터 기술이 최근 급속하게 발전되고 있다. 그 중에도 주요한 위치를 차지하고 있는 잉크젯 프린터는 수성의 염료잉크를 사용하고 있기 때문에 인쇄매체로의 정착, 발색기구가 통상의 인쇄(오프셋 인쇄, 볼록판 인쇄 등)와는 크게 다르다. 잉크젯 인쇄는 수성의 잉크가 친수성의 다공질 도공층에 흡수되어 염료가 분산, 정착되면서 발색이 일어나기 때문에 일반적으로 실리카와 PVOH를 기반으로 한 도공지가 주를 이루고 있다. 그러나 이들 각각의 원료자체가 비싸고, 도공지 표면에서 잉크를 고착시키기 위해 양이온성 첨가제가 필요 하기 때문에 도공액의 배합조성이 복잡한 문제점을 가지고 있다. 일단 실리카 자체의 유동성이 불량하고, 양이온성 폴리머의 첨가로 도공액의 유동성은 더욱 불량해지기 때문에 낮은 고형분 조건 하에서만 제조가 가능하다. 또한 부가적인 광택을 부여하기 위해 캐스트 코터와 같은 특수한 코터를 필요로 하기도 하기 때문에 잉크젯의 가격을 상승시키는 결과를 초래한다.<sup>1,2)</sup>

잉크젯 용지의 인쇄품질향상을 위해 실리카에 대한 많은 연구들이 발표되고 있지만,<sup>1-4)</sup> 한편으로는 실리카 도공지에 필적하는 인쇄품을 얻을 수 있는 중저가의 잉크젯 용지를 제조할 수 있는 도공안료의 탐색도 이루어지고 있다.<sup>5)</sup> 본 연구에서는

기존 실리카와 PVOH 시스템의 유동성을 향상시키고, 그에 필적하는 인쇄품을 얻고자 초미립자의 PCC와 저점도 양성전분을 이용한 잉크젯 용지를 제조하였다.

일반적으로 알려져 있는 PCC와 양성전분의 특징을 간략하게 살펴보면, 1 um이하의 입자크기를 가지는 PCC는 다공성의 공극구조를 형성하기 때문에 잉크의 흡수와 건조가 빠르게 일어나는 특징을 가지고 있다. 또한 도공지 표면의 안료입자는 잉크를 바로 고착시킬 수 있는 특성이 있고, 낮은 산란 능력으로 인해 잉크가 차폐되는 것을 감소시켜 상대적으로 인쇄물의 잉크농도를 증가시킬 수가 있다. 양성전분은 상대적으로 고고형분의 도공액 제조가 가능하고, 음이온을 가지는 잉크를 정착시켜 평면방향으로의 확산을 저지할 수 있다. 또한 도공액의 양이온 요구도를 감소시켜 양이온성 폴리머의 양을 감소시킬 수 있는 특징을 가지고 있다.<sup>5)</sup>

본 연구에서는 기존 실리카를 대체할 수 있는 2종의 초미립자 PCC를 적용하여 유동성 및 인쇄품질의 평가를 통해 대체 가능성을 평가하고, 바인더로 사용한 양성전분의 레벨에 따른 인쇄품질의 변화를 평가하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 도공원지, 안료 및 바인더

**Table 1. The properties of pigments for ink-jet coating**

Type of pigments	Product	Designation	Mean size(um)	BET(m <sup>2</sup> /g)
Precipitated silica	HP 34M	Silica A	2.27	182
	Tixosil 34K	Silica B	3.40	173
Precipitated Calcium Carbonate	Colloid-3000	PCC A	0.12	20
	Colloid-5000	PCC B	0.08	28
	Brilliant-15	PCC C	0.30	11

본 연구에 사용된 도공원지는 일반 PCC 용지 (Lotte Canon Co., Ltd)를 사용하였고, 도공안료로는 precipitated silica 2종, 일반 도공용 PCC 1종 (Brilliant-15, Shiraishi Calcium Co., Ltd, Japan), 콜로이드계 미립자 PCC (C3000, C5000, Baek Kwang Co., Ltd, Korea) 2종을 사용하였으며, 이들의 특성을 Table 1에 나타내었다. 또한 도공용 바인더로는 Polyvinyl Alcohol (PVA-117, Kuraray, Japan)과 양성전분 (Supercat #3000 series, Daesang Co., Ltd, Korea)을 사용하였다

### 2.1.2 기타첨가제

안료의 분산을 위해 분산제 (WJ-400, Woo Jin, Korea)를 사용하였으며, 도공액의 pH조절을 위해 NaOH (10% solution)를 사용하였다.

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 도공액 및 도공지의 제조

일반적으로 잉크제트용지 제조에 사용되는 실리카와 PVOH를 Table 2에 나타낸 배합조성으로 조제한 후, 고속 교반기 (Kady mill, Kady International, USA)로 20분간 교반시켜 잉크제트용 도공액을 제조하였다. 이 때, 실리카의 경우는 PVOH를, PCC 3종에 대해서는 양성전분을 각각 바인더로 사용하였다. 실리카와 PVOH의 경우에는 약 16%의 고형분으로 제조하였고, PCC와 양성전분의 경우에는 40-50%의 고형분으로 제조가 가능하였다. 도공액 제조 후 250 mesh로 filtration시켜 발생한 기포를 제거하였다.

도공지의 제조는 실험실용 반자동 코터 (K-control coater, USA)를 이용하여 편면  $6\pm 1$  g/m<sup>2</sup>을 도포한 후, 105°C의 열풍 건조기에서 30초간 건조시켜 도

공지를 제조하였다. 바인더 레벨에 따른 인쇄품질 평가는 PCC A를 안료로 사용하여 바인더 레벨 10 ~ 40 php를 첨가하여 도공지를 제조하였다.

### 2.2.2 도공액 및 도공지의 특성평가

도공액의 점도측정은 B형 점도계 (No. 31 spindle, 60 rpm)를 사용하여 측정하였고, 도공지의 불투명도 (Elrepho 3300, Datacolor)와 거칠음도 (Parker Print Surf., L&W)를 측정하였다.

### 2.2.3 잉크제트인쇄품질의 평가

제조된 도공지에 안료잉크 (HP C1823D ink)를 사용하는 HP deskjet 970cxi 프린터와 염료잉크 (Epson T039071 ink)를 사용하는 Epson stylus C43UX 프린터로 각각 인쇄하여 인쇄품질을 평가하였다. 망점을 인쇄하여 광학현미경으로 관찰하고 망점의 면적과 테둘레에 의한 망점의 진원도를 다음 Eq. [1]에 의거하여 산출하였다.

$$\text{Shape Factor} = 4\pi \times (\text{area}) / (\text{perimeter})^2 \quad [1]$$

흑백영역 뿐만 아니라 각 컬러에 대한 잉크의 광학적 농도 (D196 densitometer, Gretag, Switzerland)를 측정하여 문자의 선명도를 평가하고, 흑색영역의 블리딩을 평가하기 위해 인쇄한 임의 문자를 인쇄한 후, 화상분석시스템 (BMI PLUS, BumMi Universe Co., Ltd)에 장착되어 있는 CCD camera를 광학현미경에 연결하여 면적 (area)과 테둘레 (perimeter)를 측정하였다. 또한 인쇄면의 불균일성을 평가하였으며, 컬러 재현성을 평가하기 위해 RED, GREEN, BLUE, YELLOW에 대한 CIE a\*, b\*값을 직각좌표에 플롯하여 다각형의 범위로 나타내었다.

**Table 2. Coating color formulation for ink-jet coating**

Components	Ingredients	Parts on Pigment 100
Pigment	Precipitated Silicas or PCC	100
Binder	Polyvinylalcohol (PVA-117) Cationic Starch (Supercat #3000)	20
Additives	Dispersant	0.2
	NaOH (10%)	0.15

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 초미립자경질탄산칼슘이 인쇄품질에 미치는 영향

##### 3.1.1 도공액 및 도공지의 물성평가

각각 제조된 도공액의 B형 점도를 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 일반적으로 잉크젯용지 제조에 사용되는 silica-PVOH 코팅 시스템은 전체 고형분 농도가 16.0%인데도 불구하고 1200-1800 cPs에 해당하는 높은 점도를 나타내고 있는데 반해 PCC를 적용한 도공액은 도형분 농도가 40.0%인 경우, 약 50-100 cPs의 점도를 나타냈으며, 50.0%인 경우에도 500-1500 cPs 범위의 점도를 나타내어 잉크젯 도공액의 유동성을 향상시켜 고고형분의 도공액을 제조할 수 있다.

Fig. 2에 나타난 도공지의 불투명도와 거칠음도를 살펴보면, PCC의 경우 실리카에 비해 높은 불투명도를 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 낮은 광산란 능력으로 높은 광학적 농도를 나타내는 PCC의 특성이 실리카에 비해서는 두드러지게 나타나지 않은 것으로 해석된다. 또한 잉크젯 용으로 적용한 PCC A와 B로 제조한 도공지는 상대적으로 거친

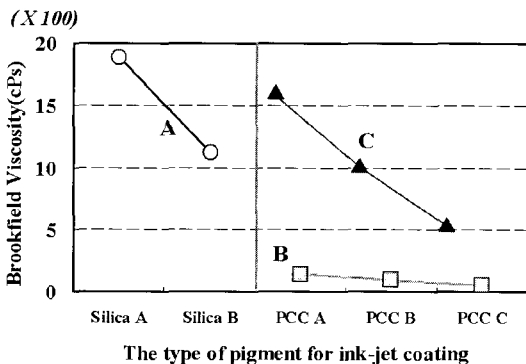


Fig. 1. Brookfield(DV-II+) viscosity of coating colors according to the type of pigments and solids contents of coating colors(A : Silica-PVOH formulation, TSC\* : 16.0 %, B : PCC- Cationic starch, TSC : 40.0 %, C : PCC- Cationic starch, TSC : 50.0 %, TSC\* : Total Solids Content).

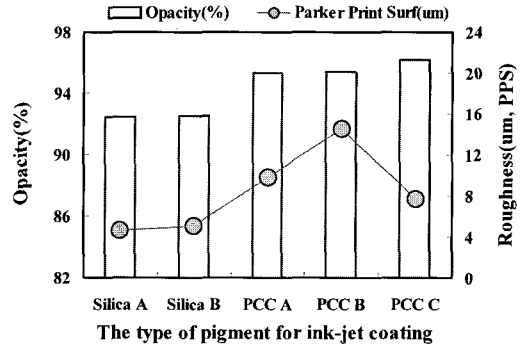


Fig. 2. Comparison of opacity and roughness of coated papers according to the type of pigments(PPS : Parker Print Surf., 1.0 MPa).

표면특성을 나타내었다. 이는 PCC A와 B는 초미립자의 콜로이드계 탄산칼슘이기 때문에 표면전하상태가 불안정하고, 수용액에서 응집하려는 경향으로 도공액의 분산상태가 불량한 것에 기인한다고 생각된다.

##### 3.1.2 도공지의 잉크젯트 인쇄품질 평가

Photo 1에 나타난 망점의 형상을 살펴보면, silica A, B와 PCC C에 의해 제조된 도공지의 경우 매우 양호한 망점을 형성하고 있지만, PCC A와 B의 경우는 망점의 번짐특성이 큰 것을 나타내는데, 이는 입자크기가 작은 PCC B의 경우에서 보다 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 거칠음도의 결과에서 나타난 바와 같이 PCC A와 B에 의해 제조된 도공지의 경우 거친 표면이 관찰되고 이로 인해 망점의 재현성이 저하된 것으로 생각된다.

각각의 프린터로 임의의 문자를 인쇄한 후, 문자의 광학적 농도를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 전체적으로 광학적 농도는 PCC가 상대적으로 높은 광산율로 인해 인쇄된 잉크가 차폐되기 때문에 실리카와 PVOH를 기반으로 한 도공지보다 낮은 광학적 농도를 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다.<sup>6)</sup> PCC 중에서는 PCC A의 경우가 실리카에 필적하는 높은 광학적 농도를 나타내고 있으며, 망점의 재현성이 PCC중 가장 양호하였던 PCC C의 경우에는 상대적으로 큰 입자로 구성되어 입자간 공

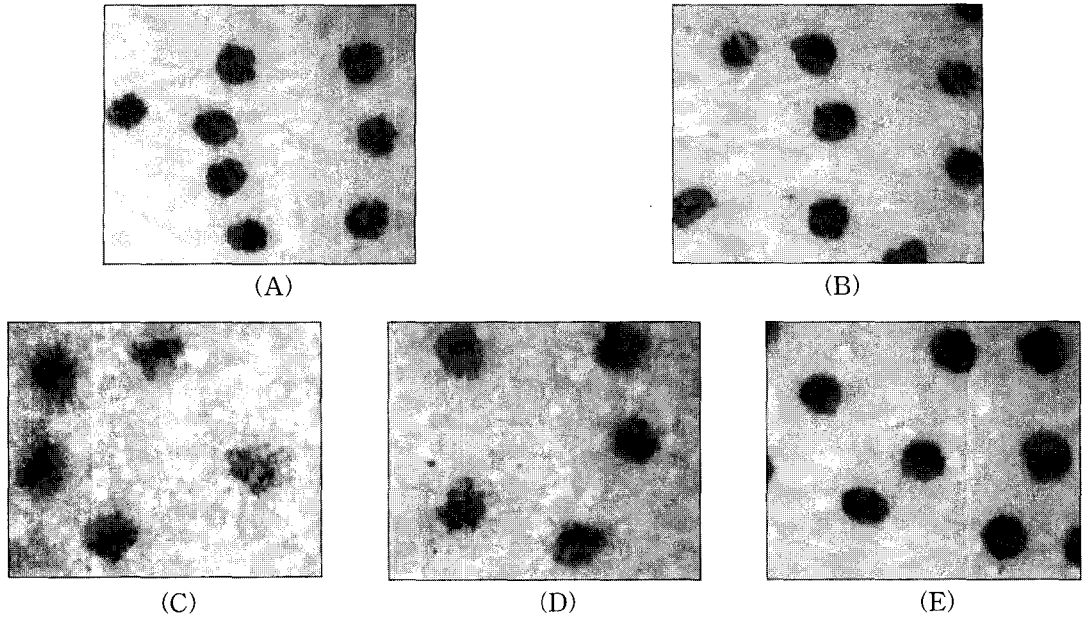


Photo 1. Shape and shape factor of printed dots on coated papers using the Epson printer. (A) : Silica A, 0.86\*, (B) : Silica B, 0.82, (C) : PCC A, 0.79, (D) : PCC B, 0.66, (E) : PCC C, 0.81. \* : Shape factor.

극이 커짐에 따라 잉크의 흡수가 과다 또는 불균일하게 일어나 매우 낮은 광학적 농도값을 나타내고 있다. 0.1 um이하의 입자인 PCC B는 PCC A보다 불량한 표면특성이 광학적 농도의 저하를 가져온 것으로 생각된다. 또한 HP사의 deskjet 970cxi 프

린터는 수백 nm크기의 안료입자를 가지는 안료잉크를 채택하고 있는데, 이는 염료잉크와는 달리 잉크가 접촉할 때 안료입자를 표면에 잔류시키고 비휘발 성분만 빠르게 흡수하여 색을 발현하는 매카니즘을 가지고 있기 때문에 염료잉크를 사용하는 Epson사의 프린터로 인쇄한 인쇄물에 비해 높은 광학적 농도 수치를 나타내고 있다.<sup>6)</sup>

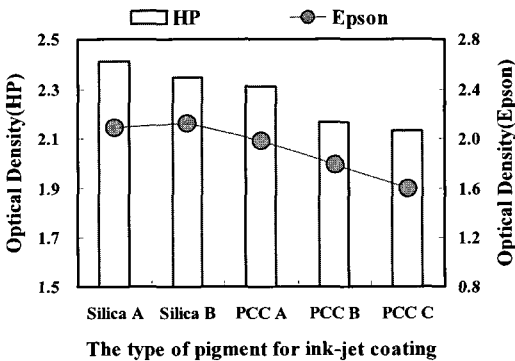


Fig. 3. Optical density of printed letter "T" on coated papers using HP and Epson printers(HP : Hewlett Packard deskjet 970cxi, Epson : Epson stylus C43UX).

Fig. 4에 나타낸 문자의 면적과 테둘레를 살펴보면, 기본적으로 Silica A와 B가 작은 크기의 문자를 형성하면서 낮은 테둘레로 문자의 매끄러운 경계면을 나타내고 있음을 확인할 수 있으며, PCC A는 Silica보다 상대적으로 큰 면적의 문자를 나타내고는 있지만, 유사한 테둘레를 형성하는 것으로 볼 때 우수한 인쇄품질을 나타내고 있음을 알 수 있다. PCC C의 경우도 마찬가지로의 결과를 나타내고는 있지만 Fig. 3에서 나타낸 바와 같이 낮은 광학적 농도로 문자의 선명도가 크게 저하된 이미지를 나타내어 고품질의 잉크제트용 안료로서는 부적합한 것으로 생각된다. 흑색영역의 광학적 농도 뿐만 아니라 각 컬러에 대한 잉크 농도를 측정하여 Table

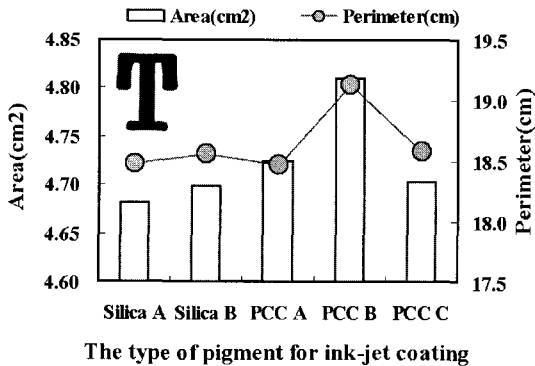


Fig. 4. Area and perimeter of printed letter "T" on coated papers using the HP printer(width of letter "T" : about 26 mm

3에 나타내었다. 컬러잉크의 농도 역시 흑색영역의 결과와 같이 전체적으로 실리카계 안료가 높은 광학적 농도를 나타내고 있지만, PCC A도 실리카계 안료와 유사하게 높은 수치를 나타내는 것을 각각의 프린터에서 모두 확인할 수 있었다.

Photo 2에 청색 민판 인쇄를 실시하여 인쇄면의 균일성을 살펴보았다. 실리카의 경우는 매우 높은 정밀도를 가지는 망점을 형성시킨 후, 정착되기 때문에 인접한 실리카 입자에 색을 발하지 않는 경향으로 잉크의 결락이 발생하고 불균일한 인쇄면을 형성하게 되는 것을 알 수 있었고,<sup>5)</sup> 그에 비해 PCC의 경우는 균일한 흡수로 인하여 양호한 인쇄면을 관찰할 수 있었다. Photo 3에 나타난 인쇄물에서도 잉크젯 용지제조에 있어 PCC A의 적용 가능성에 대해 유효한 결과를 나타내고 있다.

컬러잉크에 대한 색재현성을 평가하기 위해 RED, GREEN, BLUE, YELLOW에 대한 각각의

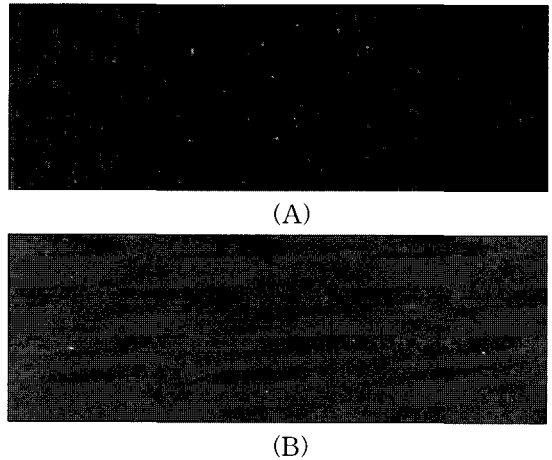


Photo 2. Comparison of print unevenness of printed area on coated papers with silica and PCC. (A) : Silica A, (B) : PCC A

CIE a\*, b\*를 직각좌표에 플롯하여 다각형의 범위로 Fig. 5에 나타내었다. Silica A를 기준으로 한 면적비를 살펴보면 Silica B와 PCC A가 Silica A보다 면적이 큰 것으로 볼 때, 전체적인 컬러의 색재현성이 우수한 것을 알 수 있으며, 각각의 색에 대한 색재현성 역시 높은 것을 그래프를 통해 확인할 수 있었다.

### 3.2 양성전분의 첨가량에 의한 잉크젯 인쇄품질 평가

도공액의 바인더 레벨을 10 php에서 40 php로 조절하여 인쇄품질을 평가하였다. Fig. 6에 나타난 광학적 농도를 살펴보면 바인더 레벨이 증가함에 따라 각각의 프린터로 인쇄한 인쇄물의 광학적 농도는 점차 증가하였으나 30 php를 경계로 감소하는

Table 3. Optical density with each color(cyan, magenta, yellow) on coated papers

Printer	Color	Silica A	Silica B	PCC A	PCC B	PCC C
HP	Cyan	1.37	1.34	1.41	1.08	1.32
	Magenta	1.26	1.28	1.23	1.15	1.02
	Yellow	0.85	0.89	1.05	0.85	0.97
Epson	Cyan	1.32	1.31	1.28	1.19	1.12
	Magenta	1.12	1.15	1.10	1.11	0.82
	Yellow	1.12	1.13	0.99	0.93	0.84

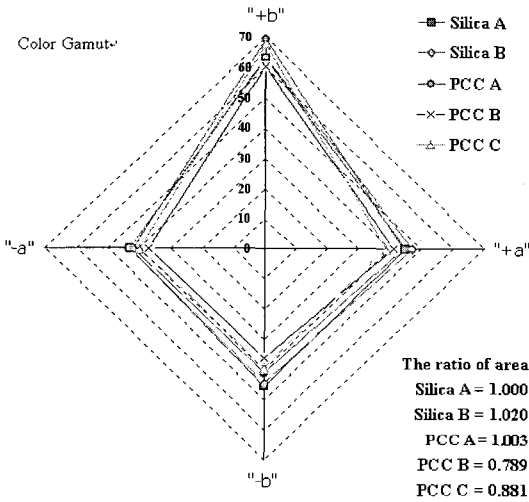


Fig. 5. Color gamut of coated paper with CIE  $a^*$ ,  $b^*$  according to the type of pigments.

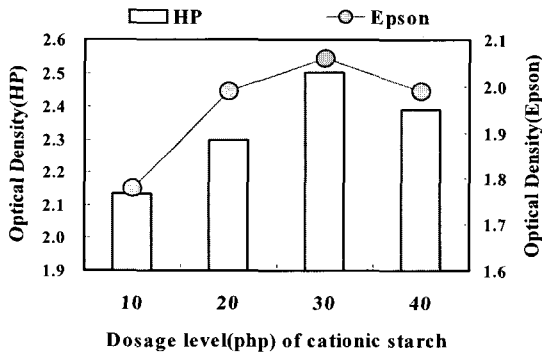


Fig. 6. Effect of dosage level of cationic starch on the optical density of coated papers using HP and Epson printers.

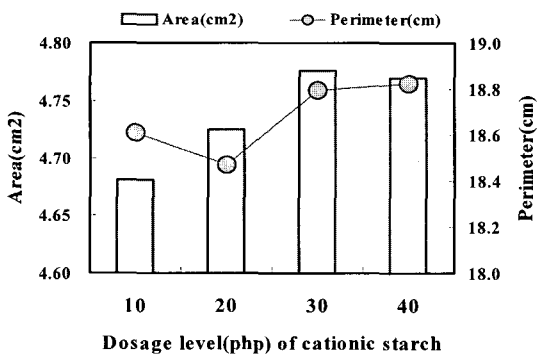
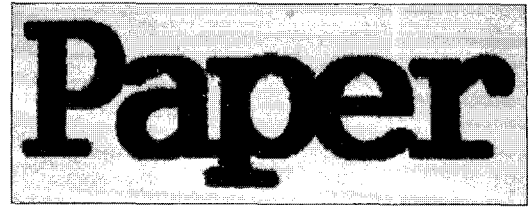
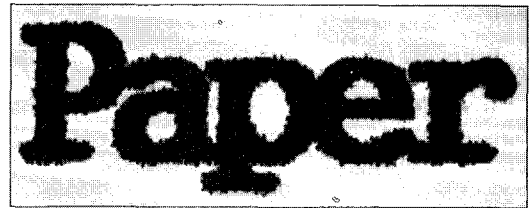


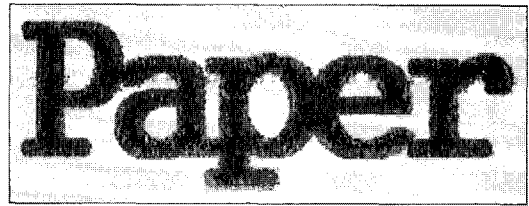
Fig. 7. Effect of dosage level of cationic starch on area and perimeter of letter "T" on coated papers using the Epson printer.



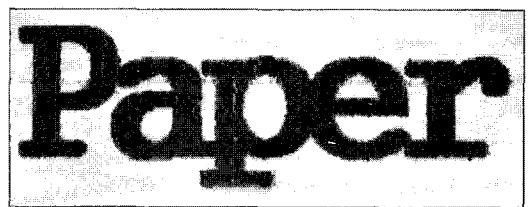
(A)



(B)



(C)



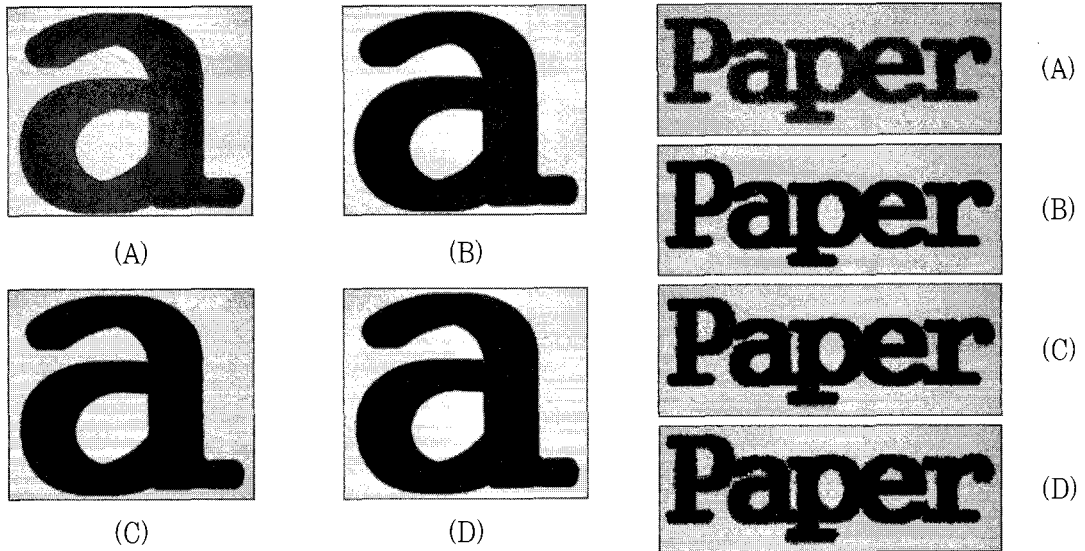
(D)



(E)

Photo 3. Printed word "Paper" of coated papers according to the type of pigments using the HP printer. (A) : Silica A, (B) : Silica B, (C) : PCC A, (D) : PCC B, (E) : PCC C.

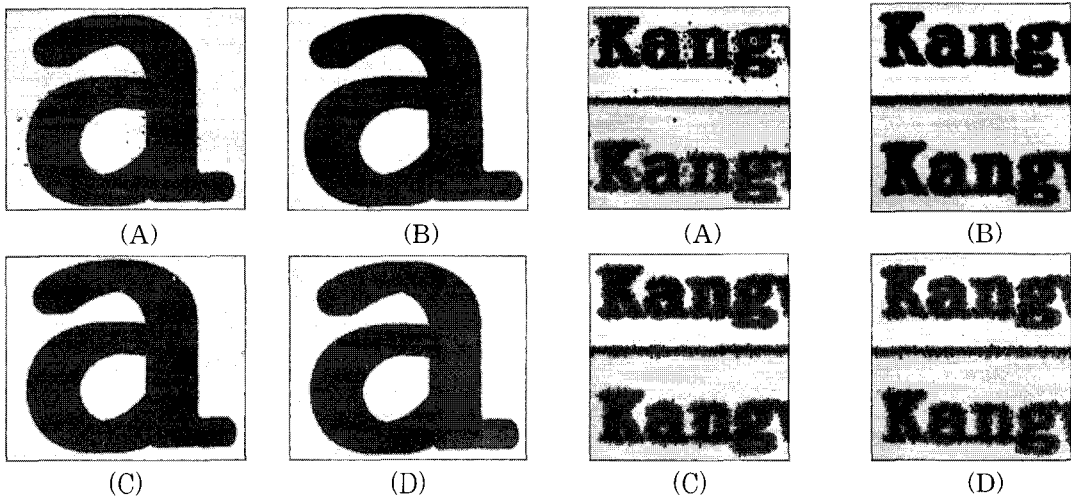
것을 알 수 있었다. 문자의 면적과 테둘레를 측정 한 결과, HP의 경우 바인더 레벨이 증가함에 따라 면적과 테둘레가 증가하였지만 염료잉크를 사용하는



**Photo 4.** Printed word "a" and small letter "Paper" of coated papers according to dosage level of cationic starch using the HP printer. (A)-(D) : 10-40 parts of binder on pigment 100.

Epson인쇄의 경우에는 Fig. 7에 나타난 바와 같이 10 php의 레벨에서 문자의 적은 면적에도 불구하고 테두리는 20 php보다 더 큰 것을 나타내고 있다. 이는 바인더의 레벨이 너무 낮을 경우, 도공지 표면에서 잉크를 정착시켜줄 수 있는 결합력이 부족하기 때문이라고 생각된다. 이를 보다 자세히 살펴보면, HP 프린터로 인쇄한 인쇄물은 바인더의 레

벨에 따라 큰 번짐특성은 나타나지 않았지만, 10 php의 레벨에서 매우 낮은 광학적 농도를 나타내고 있고, 우측의 작은 문자를 인쇄했을 때도 동일한 경향을 나타내면서 인쇄품질의 차이 또한 발견할 수 있었다 (Photo 4). Photo 5에 나타난 Epson 프린터로 인쇄한 이미지에서는 바인더 레벨이 너무 낮은 10 php에서 인쇄물 주위에 정착하지 못한 잉크의



**Photo 5.** Printed word "a" and small letter "Kang" of coated papers according to dosage level of cationic starch using the Epson printer. (A)-(D) : 10-40 parts of binder on pigment 100.



번짐으로 매우 불량한 인쇄품질을 나타내고, 작은 문자를 인쇄할 경우에서도 같은 결과를 나타내고 있다. 바인더 레벨에 따른 인쇄품질은 프린터에 사용하는 잉크의 종류에 따라 나타나는 특성이 상이하지만, 전체적으로 바인더의 레벨이 너무 낮으면 광학적 농도값이 너무 낮아 인쇄물의 선명도가 저하되거나, 도공지 표면에서 잉크가 쉽게 정착되지 못해 과도한 번짐현상이 발생할 수 있는 문제점이 있다는 것을 확인하였다.

## 4. 결론

본 연구에서는 초미립자의 경질탄산칼슘과 저점도 양성전분을 사용하여 제조한 잉크젯용지의 인쇄특성을 평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 초미립자의 콜로이드계 경질탄산칼슘과 양성전분을 사용하여 제조된 도공액의 유동성이 향상되었고, 약 50%의 고휘분농도로 제조가 가능하였다.
- 2) 광학적 특성은 PCC 중 PCC A가 실리카계 안료를 사용한 도공지와 유사한 광학적 특성을 나타내었다. 그러나 잉크젯용으로 적용한 콜로이드계 PCC는 입자의 크기가 매우 작기 때문에 수용액상에서 응집하려는 경향이 있어 거친 도공면을 형성하였다. 이는 잉크젯용지로서 과다 또는 불균일한 잉크의 흡수를 야기시키기 때문에 콜로이드계 안료에 대한 분산성의 고찰이 필요할 것으로 생각된다.
- 3) 도공지의 인쇄품질 평가를 통해 PCC의 적용가능성을 평가한 결과, 일반 도공용 PCC C는 망점재현성 및 번짐특성은 양호하였지만, 광학적 농도가 너무 낮아 잉크젯용 안료로서의 적용은 부적합한 것으로 생각된다. PCC A의 경우, 낮은 망점재현성에도 불구하고 인쇄물의 번짐특성, 광학적 농도 및 컬러에 대한 색재현성이 실리카계 안료에 필

적하는 인쇄물을 얻을 수 있었으며, 인쇄면의 균일성면에서는 오히려 더 우수한 특성을 나타냈다.

4) 바인더 레벨에 따른 잉크젯 인쇄품질 평가에서는 바인더의 레벨이 너무 낮을 경우, 광학적 농도를 극도로 저하시키거나 인쇄물의 번짐특성이 크게 나타나고, 너무 높은 레벨에서도 잉크흡수의 지연으로 용지의 평면방향으로 번지는 특성이 크게 나타날 수 있기 때문에 적절한 바인더 레벨의 적용이 필요할 것으로 생각된다.

## 사 사

본 실험에 사용한 PCC와 양성 전분의 제공 및 기술적인 지원을 아끼지 않으신 ㈜백광소재와 ㈜대상에 깊이 감사의 말씀을 올립니다.

## 인용문헌

1. Gemma Morea-Swift and Helen Jones, "The use of synthetic sillicas in coated media for ink-jet printing", 2000 TAPPI coating conference and trade fair, pp.317-328.
2. Miller, G. D., Jones, R. B., Boylan, J. R., "Polyvinyl alcohol-a specially polymer for paper and paperboard", Air Products and Chemicals, Inc. (1995).
3. Lee, Y. K., An, K. H., and Kuga, S., Influence of coating pigment on inkjet printing qualities, Japan TAPPI Journal, 54(5):94-100 (2002).
4. Lee, Y. K., An, K. H., and Kuga, S., Surface characteristics and print quality of inkjet-grade papers, Japan TAPPI Journal, 55(5):73-78 (2001).
5. Glittenberg, D., Voigt, A., and Donigian, D., Novel pigment-starch combination for the online and offline coating of high quality inkjet papers, 2003 TAPPI Spring Technical Conference & Trade Fair, TAPPI Press (2003).
6. Jurgens, M. C. "Preservation of Ink Jet Hardcopies", August 27 (1999).