

# 전기전도도와 음이온성 트래쉬에 따른 양성전분의 흡착 거동변화

허 동 명 · 이 학 래†

## Influence of Conductivity and Anionic Trashes on Adsorption Behavior of Cationic Starches

Dong Myung Huh and Hak Lae Lee†

### ABSTRACT

The influence of simple electrolytes or anionic trashes on cationic starch adsorption was examined using deinked pulp and bleached thermomechanical pulp. Adsorbed amounts of cationic starches increased slightly, then decreased abruptly as the concentration of simple electrolytes increased. This phenomenon was discussed based on the compression of electrical double layer and conformational change of starch molecules. Also, the effect of the type of simple electrolytes on starch adsorption was examined and discussed.

Addition of sodium silicate increased starch adsorption since it increased surface charge density of fibers. On the other hand, addition of kraft lignin decreased cationic demand of the pulp slurries and adsorbed amounts of cationic starches. Nonionic surfactant did not show any significant effect on the cationic demand of pulp slurries. When simple electrolytes were added to the stock, greater adsorption of cationic starches was obtained with starches of lower degree of substitution. On the other hand, amount of adsorbed starches decreased for lower DS starches when the concentration of anionic trashes increased.

### 1. 서론

최근 제지산업은 원가절감 및 환경보호를 위해 천연화학펄프의 사용량 절감과 재생섬유와 기계펄프 사용 증대를 위해 노력하고 있으며, 이와 아울러 제지공정의 용수사용량을 감소시키기 위한 공정 폐쇄화를 활발히 모색하고 있다. 이러한 원료의 저급화와 초지계의 폐쇄화는 종이의 강도 저하

와 조업성 및 생산성 악화를 초래할 뿐 아니라 초지계 내에 이온성 물질의 축적에 따른 용수의 전기전도도 증가 및 이에 따른 보류도 저하 등 다양한 문제를 유발시키게 된다.

저급 원료의 사용량 증대와 공정폐쇄화에 따라 원료로부터 용출되어 초지계 내에 누적되는 이온성 물질은 리그닌, 헤미셀룰로오스, 추출물 등과 같은 펄프섬유의 용출성분과 종이 제조공정에 사

• 서울대학교 임산공학과(Department of Forest Products, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea).

† 주저자(Corresponding author): e-mail: lhakl@plaza.snu.ac.kr

용된 분산제, 전분, CMC, 라텍스 등의 수용성 고분자물질이나 교질상 물질로 크게 나눌 수 있다. 이들은 일반적으로 음전하를 띠므로 음이온성 트래쉬(anionic trash)라고 칭해지고 있으며, 섬유와 친화성이 적어 백수계에 누적되는 성질을 나타내며 특히 기계필프와 탈묵필프에 다량 함유되어 있다.<sup>1)</sup>

음이온성 트래쉬는 지료의 양이온 요구량(cationic demand)을 증가시켜 고분자 첨가제가 섬유에 흡착되는 것을 방해하고, 지료 내의 전해질과 결합하여 지필에 침적되어 지합을 악화시킬 뿐만 아니라 pin hole을 발생시킴으로써 지질의 원인이 될 수 있다.<sup>2)</sup>

지력증강, 미세분 보류도 및 탈수성 개선 등의 다양한 목적으로 사용되고 있는 양성전분의 첨가 효과를 극대화하기 위해서는 필프에 다량 흡착시키는 것이 요청되지만 음이온성 트래쉬 함량과 전기전도도가 높을 경우에 섬유에 대한 양성전분의 흡착은 크게 저하되므로<sup>3)</sup> 이를 극복할 수 있는 방안을 모색하는 것도 최근의 제지기술 동향을 고려할 때 매우 중요하다고 믿어진다. 즉 양성전분의 경제적, 효율적 이용방안을 확립하기 위해서는 저급 원료 사용과 폐쇄화에 따라 지료 내의 단순 이온성 물질 혹은 음이온성 트래쉬의 농도가 증가될 경우 발생하는 양성전분의 흡착현상을 검토하고, 이를 기초로 하여 양성전분의 효과적인 적용방안을 확립하며, 이를 극대화하기 위한 전분 개질에 대한 연구가 절실히 요청되고 있다.

본 실험에서는 현재 나타나고 있는 이러한 기술 변화에 부응하기 위하여 초지계의 폐쇄화에 따라 초지계 내에 축적될 수 있는 단순 이온성 물질 및 음이온성 트래쉬에 의한 양성전분의 흡착거동 변화를 열기계필프와 탈묵필프를 이용하여 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

국산 ONP 85%와 OMG 15%를 탈묵하여 얻어진 농도 3%인 탈묵필프 슬러리와 침엽수로 제조된 표백 열기계필프를 공시 필프로 사용하였다.<sup>4)</sup> 양성전분으로는 치환도 0.05, 0.08 및 0.10인 옥수수 양성전분을 사용하였다.<sup>4)</sup>

단순전해질로는 NaCl, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 사

용하였으며, 폐쇄화에 따른 이온성 물질의 축적이 양성전분과 섬유의 상호작용에 미치는 영향을 파악하기 위해 규산소다 용액, 크라프트 리그닌 및 계면활성제를 음이온성 트래쉬 물질로 사용하였다.

### 2.2 실험방법

섬유표면에 흡착된 금속이온과 지료 내의 불순물을 세척, 제거한 필프 슬러리에 양성전분을 첨가하여 최종 농도를 0.7%로 조절한 다음 교반하면서 30분 간 흡착시키고 분광학적으로 전분의 흡착량을 정량하였다.<sup>4)</sup>

전해질 이온농도에 따른 양성전분의 흡착특성을 평가하기 위해서는 농도 0.7%인 필프 슬러리에 NaCl, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액을 농도 0.0001 - 0.1 M까지 변화시켜 투입한 다음 양성전분 50 mg/g을 가하고 흡착량을 평가하였다. 이때 지료의 전기전도도는 NaCl과 CaCl<sub>2</sub>를 이용하여 2400, 4000, 6000  $\mu$ S/cm로 조절하였다.

폐쇄화에 따른 이온성 물질의 축적이 양성전분과 섬유의 상호작용에 미치는 영향을 파악하기 위해 규산소다 용액, 크라프트 리그닌 또는 계면활성제를 지료에 처리하고 PCD를 이용하여 양이온 요구량을 측정하였다. 또한 양성전분 첨가 후의 흡착량과 양이온 요구량 변화를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 전해질 이온농도에 따른 흡착특성 변화

NaCl, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 처리한 지료의 전기전도도와 초기 흡광도를 Table 1에 나타내었다. 여기에서 보는 것과 같이 전해질 농도가 증가함에 따라 지료의 전기전도도는 급속히 상승하였으며, CaCl<sub>2</sub>와 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 처리된 지료의 전기전도도는 NaCl를 첨가한 지료의 전기전도도보다 약 2배 가까이 높게 나타났다. 초기 흡광도는 전해질이 첨가된 경우 지료 내의 용존 및 콜로이드성 물질이 전해질 이온에 의해 응집되어 단순전해질의 농도가 증가할수록 저하되었다. 특히 CaCl<sub>2</sub>를 첨가한 경우 초기 흡광도의 변화가 가장 크게 발생하

Table 1. Changes of pulp slurry properties after treatment with electrolytes

|                                 | Concentration(M) | Conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) |       | Initial absorbance |       |
|---------------------------------|------------------|--|-------|--------------------|-------|
|                                 |                  | DIP                                      | TMP   | DIP                | TMP   |
| NaCl                            | 0.0001           | 63                                       | 21    | 0.018              | 0.047 |
|                                 | 0.001            | 167                                      | 124   | 0.013              | 0.038 |
|                                 | 0.01             | 1190                                     | 1100  | 0.003              | 0.017 |
|                                 | 0.1              | 10470                                    | 10000 | 0.003              | 0.008 |
| CaCl <sub>2</sub>               | 0.0001           | 64                                       | 32    | 0.020              | 0.044 |
|                                 | 0.001            | 280                                      | 246   | 0.005              | 0.015 |
|                                 | 0.01             | 2290                                     | 2040  | 0.004              | 0.007 |
|                                 | 0.1              | 17900                                    | 16000 | 0.002              | 0.003 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0.0001           | 89                                       | 32    | 0.021              | 0.046 |
|                                 | 0.001            | 282                                      | 221   | 0.011              | 0.027 |
|                                 | 0.01             | 2220                                     | 1820  | 0.005              | 0.010 |
|                                 | 0.1              | 15040                                    | 14550 | 0.001              | 0.003 |

었다. 이는 초기 흡광도에 영향을 미치는 물질이 음이온성의 물질이라는 것을 시사하며 이들은 +2가의 칼슘 이온에 의해서 효과적으로 응집됨을 보여주고 있다. 열기계펄프는 펄프 자체의 색깔과 섬유내의 용출성분으로 인해 탈묵펄프보다 높은 초기 흡광도를 나타내었다. 동일한 Na 이온을 지닌 단순 전해질의 경우에도 NaCl보다 이온 함량이 높은 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 사용한 경우에 초기 흡광도가 더욱 크게 감소하였다.

한편 단순전해질의 첨가는 섬유표면의 전기이중층을 압축시켜 펄프 슬러리의 양이온 요구량을 감소시켰다(Fig. 1). 전해질 가운데 CaCl<sub>2</sub>가 가장 크게 펄프 슬러리의 양이온 요구량을 감소시켰으며, NaCl에 비해 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 양이온 요구량을 더 크게 저하시키는 것으로 나타났다.

펄프 종류별로는 탈묵펄프가 탈묵시 첨가된 각종 약품이 잔류된 때문으로 열기계펄프에 비해 양이온 요구량이 높게 나타났으며, 단순전해질의 첨가에 따라 양이온 요구량의 감소효과도 낮게 나타났다.

### 3.2 양성전분의 흡착량 변화

단순전해질이 처리된 펄프 슬러리에 대한 양성전분 흡착량은 Figs. 2-4에 나타내었다. NaCl과 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 처리된 경우에는 각각 전해질 농도가 0.01 M과 0.001 M로 증가할 때까지 흡착량이 약간 증가하여 최대값에 도달한 후, 그 이상으로

전해질 농도가 높아지면 급속히 감소하였다. 전해질 농도가 낮은 경우 펄프 슬러리의 양이온 요구량은 Fig. 1에서 본 바와 같이 감소하였음에도 불구하고 양성전분의 흡착량이 약간이나마 증가한 것은 전해질 이온에 의해 전분 분자가 수축되기 때문이라고 판단된다. 즉, 단순 이온에 의해 수축된 양성전분의 분자 크기가 작아 섬유표면에 흡착될 때 더 적은 면적을 차지하므로 섬유표면의 음전하를 중화시키기 위해 많은 양의 전분이 필요하게 되어 흡착량이 증가된 것으로 해석된다. 최대 흡착량을 나타내는 전해질 농도에서는 양성전분 분자가 수축된 상태로 섬유표면에 흡착될 뿐만 아니라 내부공극으로 침투하는 양도 증가된다. 한편, 높은 전해질 농도에서는 전해질에 의한 섬유표면과 양성전분 분자의 전기이중층 압축 효과 혹은 단순 이온에 의한 양성전분의 치환효과에 의해 흡착량이 감소한 것으로 해석할 수 있다.<sup>5,6)</sup>

CaCl<sub>2</sub> 처리 후에는 전분 흡착량이 계속적으로 감소하였다(Fig 3). 이는 Ca<sup>2+</sup> 이온이 섬유에 대한 친화력이 높기 때문에 양성전분에 앞서 섬유표면에 흡착되어 양성전분의 흡착위치를 선점함으로써 표면전하가 감소하였기 때문으로 생각된다.<sup>7)</sup> 또한 칼슘 농도가 증가함에 따라 섬유표면의 전기이중층 압축효과가 커지므로 흡착량도 계속적으로 감소되었다. 이는 CaCl<sub>2</sub> 농도 증가에 따라 펄프 슬러리의 양이온 요구량을 나타낸 Fig. 1의 결과에서도 확인할 수 있었다.

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 처리시에는 NaCl과 마찬가지로 전해질 농도가 낮은 경우 최대 흡착량을 나타낸 후

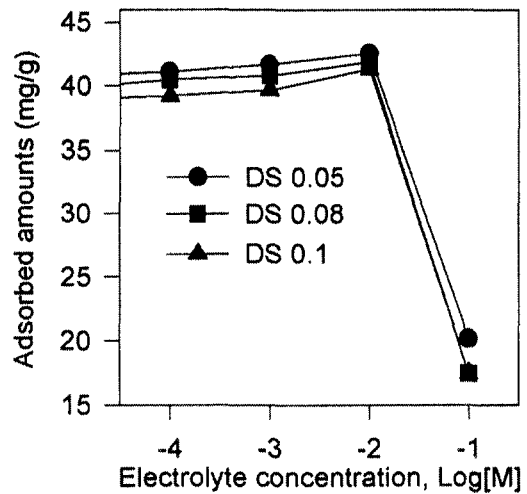
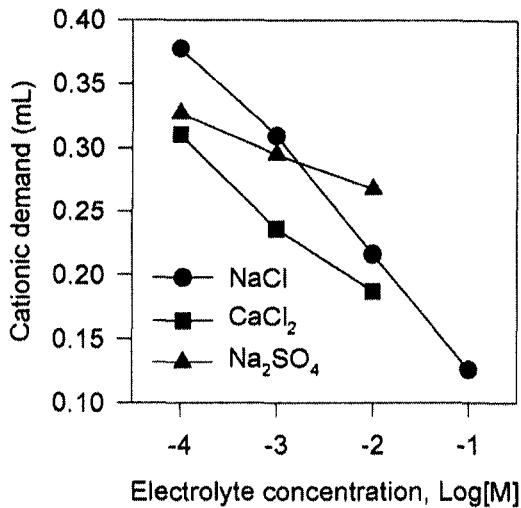
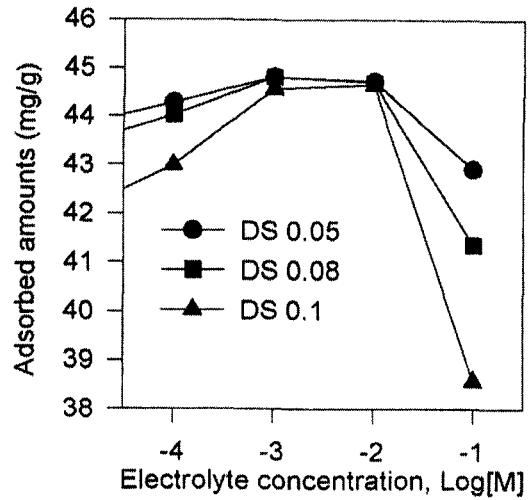
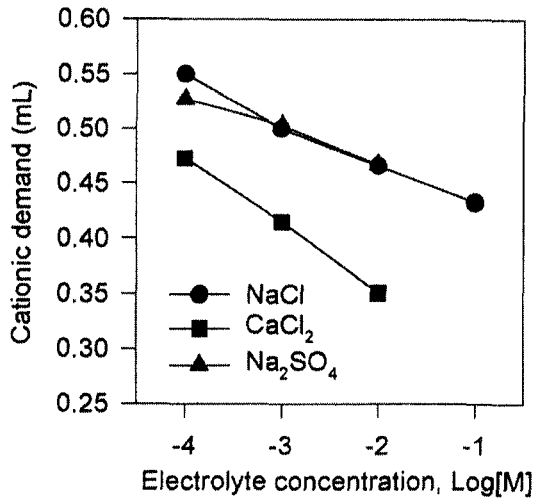


Fig. 1. Cationic demands of DIP (top) and TMP (bottom) slurries treated with electrolytes.

Fig. 2. Effect of the NaCl solution concentration on the adsorption of cationic starches onto DIP (top) and TMP (bottom).

0.01 M 이상의 농도에서는 흡착량이 급속히 감소하였다. 또 0.1 M의 전해질 농도에서는 흡착량이 NaCl을 처리한 경우에 비해 크게 낮았다(Fig 4).

이는 전해질 이온의 전하수 차이로 설명될 수 있다. 전기이중층 압축효과에 의한 교질입자의 응집이나 고분자 전해질의 수축은 대이온의 전하수가 증가할수록 쉽게 일어난다. 즉 -2가의 황산 이온이 -1가인 염소 이온보다 양성전분 분자를 압축시키는 효과가 더욱 크게 된다. 따라서 농도가 낮

은 경우에는 양성전분의 흡착량이 NaCl을 사용한 경우에 비해 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 투입한 경우가 약간 높게 나타난 것으로 판단된다. 하지만 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>의 농도가 0.1 M로 증가되면 전분이 지닌 양이온성이 대부분 상실되어 흡착량이 급격히 감소한 것으로 해석된다.

전해질 농도가 같은 조건에서 두 펄프에 대한 전분 흡착량 차이를 비교해 보면 탈목펄프가 열기 계펄프에 비해 흡착량이 높게 나타났다. Fig. 1

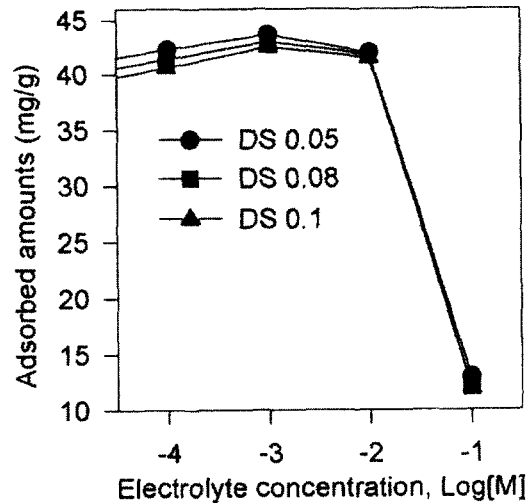
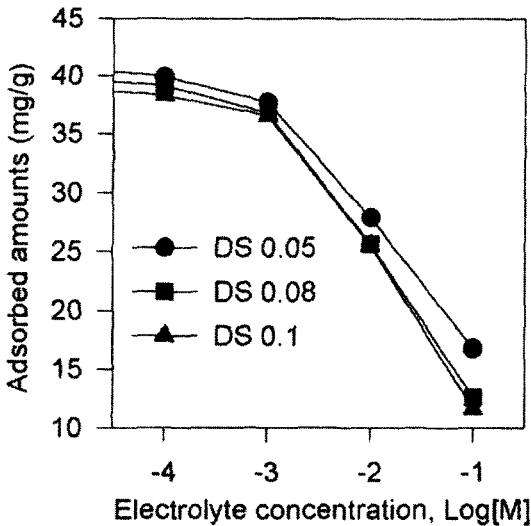
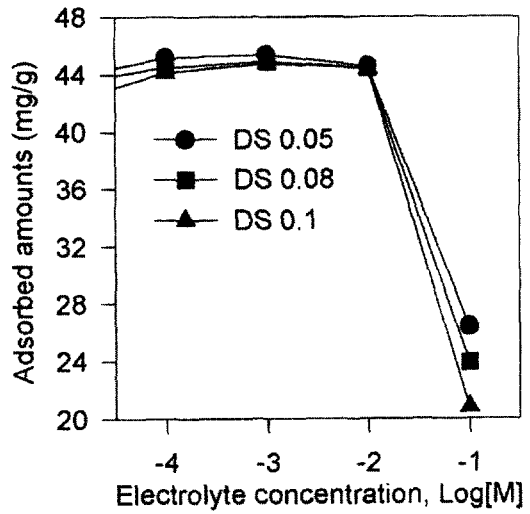
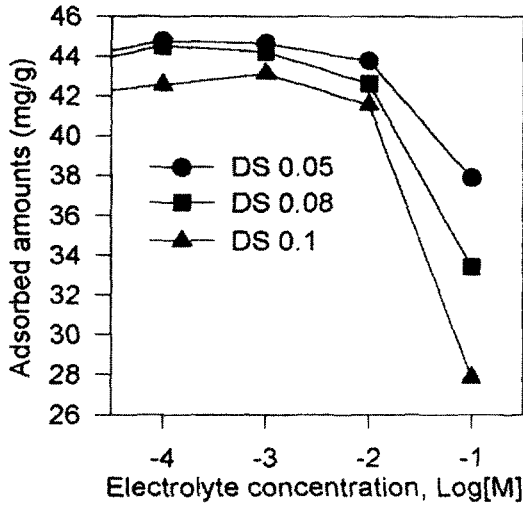


Fig. 3. Effect of the CaCl<sub>2</sub> solution concentration on the adsorption of cationic starches onto DIP (top) and TMP (bottom).

Fig. 4. Effect of the Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution concentration on the adsorption of cationic starches onto DIP (top) and TMP (bottom).

에서 본 바와 같이 전해질을 첨가하지 않은 지료의 양이온 요구량은 열기계펄프가 0.329 mL, 탈묵펄프가 0.303 mL로 열기계펄프가 높았다. 하지만 전해질 처리 후에는 열기계펄프 슬러리의 양이온 요구량이 탈묵펄프에 비해 더욱 낮았으며 이에 따라 열기계펄프의 흡착량이 감소한 것으로 믿어진다.

전분 종류별로는 치환도가 낮을수록 흡착량이

높게 나타났으며, 이 경우 단순 이온의 농도 변화에 따른 흡착량 변화도 적었다. 일반적으로 전분의 치환도가 낮은 경우에는 전분 분자 작용기 사이에 발생하는 정전기적 작용에 의한 팽윤현상 역시 낮아지고 따라서 단순 이온의 첨가에 의한 분자의 형태 변화 역시 치환도가 높은 전분 분자에 비해 적게 나타난다. 즉 치환도가 낮은 전분일수록 단순 이온에 의해 분자형태가 적게 영향을 받

**Table 2. Effect of the addition of 2% cationic starches on the cationic demand of pulp slurry treated with 1% of ionic substances**

| Ionic substance                  | Starch DS | Cationic Demand (mL) |                              |           |                              |
|----------------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|-----------|------------------------------|
|                                  |           | DIP                  |                              | TMP       |                              |
|                                  |           | tap water            | 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | tap water | 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> | 0.08      | 0.954                | 0.287                        | 0.374     | 0.228                        |
|                                  | 0.1       | 0.867                | 0.227                        | 0.348     | 0.217                        |
| Kraft lignin                     | 0.08      | 0.264                | 0.212                        | 0.265     | 0.142                        |
|                                  | 0.1       | 0.248                | 0.206                        | 0.243     | 0.128                        |
| Surfactant                       | 0.08      | 0.194                | 0.179                        | 0.188     | 0.132                        |
|                                  | 0.1       | 0.175                | 0.141                        | 0.127     | 0.134                        |

으며,<sup>8)</sup> 이러한 결과 치환도가 낮은 양성전분의 흡착 효과는 단순 이온의 농도가 상승하여도 지속적으로 유지된 것으로 생각된다. 또 전반적으로 단순 전해질의 농도가 0.01 M 이하에서는 본 실험에 사용된 전분의 흡착량이 크게 저하되지 않았다. 이는 치환도가 0.05 이상의 고치환 전분을 사용한 때문이라 추정된다.

### 3.3 음이온성 트래쉬가 양성전분 흡착에 미치는 영향

신문용지 공장에서 주로 사용되는 규산소다, 크라프트 리그닌 및 계면활성제를 펄프 슬러리에 처리하고 이들이 양성전분 흡착에 미치는 영향을 평가하였다. 규산소다는 탈묵공정에서 널리 사용되는 첨가제로 과산화수소 표백시 과산화수소를 안정화시키는 강알칼리성 물질이며, 계면활성제는 잉크제거를 위해 사용되는 비이온성 탈묵제였다. 크라프트 리그닌은 섬유에서 용출되거나 표백과정에서 발생될 수 있으므로 선정하였다.

#### 3.3.1 펄프 슬러리의 양이온 요구량의 변화

이온성 물질을 처리한 지료의 양이온 요구량 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 여기에서 보는 바와 같이 규산소다와 크라프트 리그닌의 처리량이 증가됨에 따라 양이온 요구량이 증가되었다. 특히 규산소다가 처리된 경우에 그 증가율은 더욱 크게 나타났다. 이는 강알칼리성인 silicate 이온의 완충작용과 물과의 반응에서 생성된 수산기에 의한

pH 상승효과로 인해 펄프 슬러리의 양이온 요구량이 증가된 때문으로 판단된다. 또한 크라프트 리그닌은 자체 내에 다량의 카르복실기를 함유하고 있어 양이온 요구량이 증가된 것으로 생각된다. 그러나 비이온성 탈묵제의 첨가에 따른 양이온 요구량 변화는 다른 물질과 달리 뚜렷한 경향을 나타내지 않았으며 조건에 따라 매우 다양한 양상을 나타내었다.

지료의 전기전도도를 4000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 증가시키면 전해질 이온에 의해 섬유표면과 양성전분의 전기이중층이 압축되므로 전체적으로 낮은 수준의 양이온 요구량을 나타내었다.

음이온성 물질을 펄프에 대하여 1% 처리한 펄프 슬러리에 양성전분을 2% 첨가하여 측정된 양이온 요구량의 값을 Table 2에 나타내었다. 여기에서 보는 것처럼 음이온성 물질을 투입한 경우에는 지료에 첨가된 양성전분이 이온성 물질들과 반응하므로 계 내의 양이온 요구량이 감소되었다. 즉 양성전분이 섬유와 반응하기 전에 지료 내에 이온성 물질과 반응을 한 것으로 해석할 수 있다.

이온성 물질이 1% 처리된 탈묵펄프 슬러리에 양성전분을 첨가하지 않았을 경우 상수 지료와 4000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  지료의 양이온 요구량은 규산소다가 처리되었을 때 각각 1.174 mL와 0.429 mL, 크라프트 리그닌으로 처리한 경우는 각각 0.776 mL와 0.405 mL, 계면활성제로 처리한 경우는 각각 0.688 mL와 0.258 mL이었다(Fig. 5). 이 값을 Table 2의 결과와 비교하면 양성전분 첨가에 따라 상수를 이용하여 준비된 지료의 양이온 요구량 감소율이 크라프트 리그닌과 계면활성제가 처리되었을 때 크게 나타났음을 알 수 있다. 이는

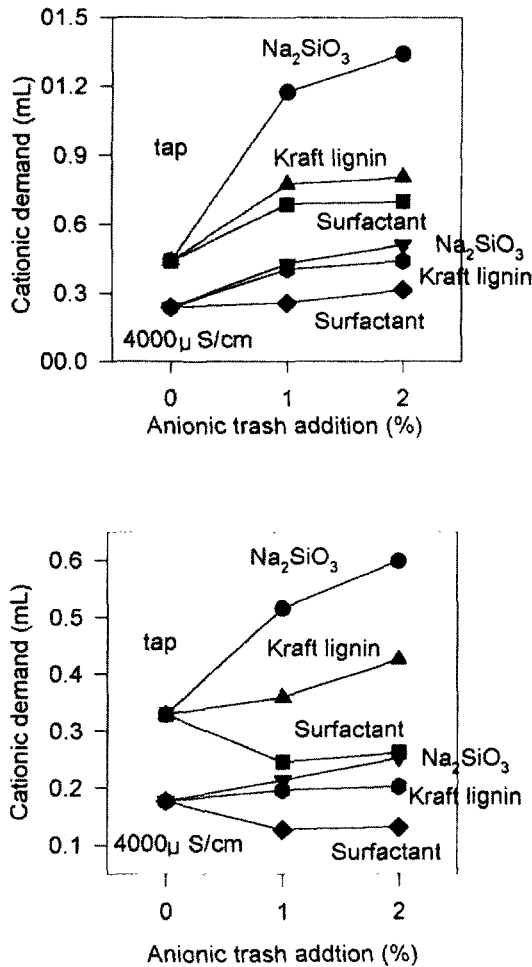


Fig. 5. Cationic demand of DIP (top) and TMP (bottom) slurries treated with ionic substances.

양성전분이 크라프트 리그닌과 반응할 뿐만 아니라 섬유에도 흡착되기 때문이다. 또 계면활성제는 양성전분과 섬유표면에서 정전기적으로 반응하지 않으므로 양성전분에 의한 양이온 요구량 감소 효과가 더 크게 나타난 것으로 판단된다. 반면 규산소다가 처리된 지료의 양이온 요구량은 매우 높고 규산소다가 완충작용을 나타내기 때문에 양성전분이 첨가되어도 양이온 요구량 감소율은 적었다.

지료의 전기전도도가 높은 조건에서도 양성전분 첨가에 따라 양이온 요구량이 감소하였다. 특히 규산소다의 경우 양이온 요구량 변화가 크게 발생하였다.

이온성 물질이 1% 처리된 열기계펄프 슬러리에 양성전분을 첨가하지 않은 경우 상수 지료와 4000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  지료의 양이온 요구량은 규산소다가 처리되었을 경우 각각 0.516 mL와 0.241 mL, 크라프트 리그닌으로 처리한 경우 각각 0.359 mL와 0.196 mL, 계면활성제가 처리된 지료는 각각 0.246 mL와 0.147 mL이었다 (Fig. 5). 따라서 탈목펄프 슬러리에 비해 양성전분 첨가에 따른 상수와 4000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  지료의 양이온 요구량 감소율은 적은 것으로 나타났다 (Table 2).

두 펄프 슬러리에 양성전분의 치환도에 따른 양이온 요구량은 치환도 0.1인 양성전분이 첨가되었을 때 더욱 낮게 나타나 음이온성 트래쉬의 함량이 높은 지료의 경우 고치환 전분이 유용함을 알 수 있었다.

### 3.3.2 흡착량의 변화

음이온성 물질의 처리에 따른 양성전분 흡착량의 변화는 Figs. 6, 7에서 보는 것과 같이 세척 펄프와는 반대로 고치환도 양성전분의 흡착량이 높게 나타났다. 펄프 슬러리에 포함된 음이온성

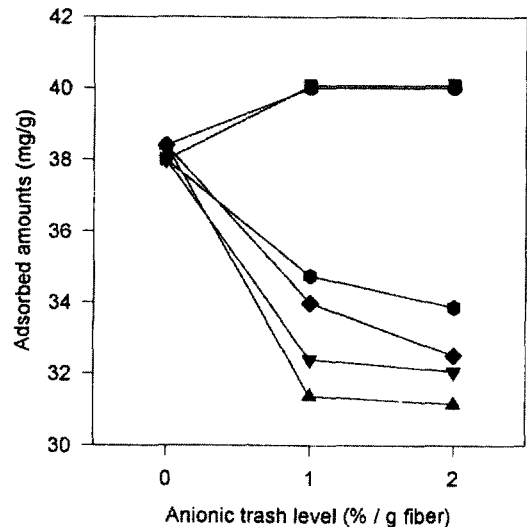


Fig. 6. Effect of ionic substances on the adsorption of cationic starches onto DIP (tap water).

- SiO<sub>3</sub> - DS 0.08
- SiO<sub>3</sub> - DS 0.1
- ◆ KL - DS 0.08
- KL - DS 0.1
- ▲ Surf - DS 0.08
- ▼ Surf - DS 0.1

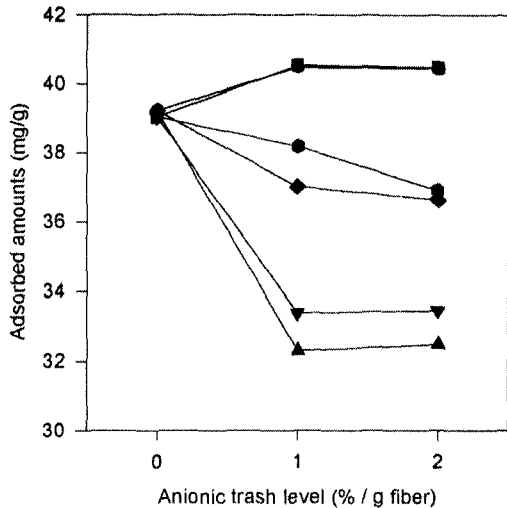


Fig. 7. Effect of ionic substances on the adsorption of cationic starches onto TMP (tap water).

- SiO<sub>3</sub> - DS 0.08      ■ SiO<sub>3</sub> - DS 0.1
- ◆ KL - DS 0.08      ● KL - DS 0.1
- ▲ Surf - DS 0.08     ▼ Surf - DS 0.1

물질 함량이 높을 경우에는 첨가된 양성전분이 섬유표면에 흡착이 일어나기 전에 이온성 물질과 반응이 일어나므로 전분의 양이온성이 상실된다. 고치환 양성전분의 경우에는 전해질에 대한 전하중화 효과가 상대적으로 낮게 나타나므로 흡착량이 비교적 높게 유지된 것으로 판단된다.

Figs. 6, 7에서 보는 바와 같이 펄프 슬러리에 규산소다가 처리된 경우에 흡착량이 크게 증가되었으나 계면활성제가 처리된 경우에는 흡착량이 감소되었다. 규산소다로 처리한 경우 양성전분의 흡착량이 크게 증가한 이유는 silicate 이온에 의한 양성전분 분자의 수축으로 전분이 섬유에 흡착될 수 있는 가능성이 증가되었고, 강알칼리성인 규산소다가 물과 반응하여 지료의 pH를 상승시킴으로써 섬유표면의 음전하밀도가 더욱 높아졌기 때문으로 생각된다.

크라프트 리그닌은 유기고분자로 분자 내에 카르복실기 등의 음이온성 작용기를 함유하고 있다. 이런 작용기들이 양성전분과 정전기적으로 반응하기 때문에 처리량이 증가할수록 흡착량은 계속적으로 감소하였다.

## 4. 결론

원가절감 및 환경보호를 위해 보편화되고 있는 재생섬유와 기계펄프의 사용 증대 및 용수사용량 절감에 따라 발생하는 지료 내의 단순전해질과 음이온성 트래쉬의 축적에 따른 양성전분의 첨가효과를 구명하기 위해 양성전분의 흡착현상을 열기계펄프와 탈묵펄프를 이용하여 검토하였다.

펄프 슬러리에 단순 전해질만을 투입한 경우에는 투입 농도가 낮을 경우 섬유표면의 전기이중층 압축효과와 전분 분자구조의 수축으로 인하여 양성전분의 흡착량이 점차 증가하여 최대값을 나타내었으나, 단순 전해질 이온농도가 더욱 높아지면 흡착량은 크게 감소하였다. 전해질의 이온 전하수가 증가할수록 이러한 효과는 커지는 경향을 보여 주었으며 지료 내에 존재하는 나트륨 이온은 양성전분의 흡착량을 증가시키는 반면 칼슘이온은 섬유표면에 대한 친화력이 높아 양성전분의 흡착량을 감소시켰다.

열기계펄프는 섬유 자체적으로 다량의 카르복실기를 함유하고 있고 표백과정에서 부가적으로 카르복실기가 도입되므로 섬유표면의 음전하밀도가 높으며, 탈묵펄프와 달리 리사이클링 과정을 거쳐 섬유의 각질화가 발생하지 않았기 때문에 양성전분의 흡착량이 높게 나타났다.

규산소다를 첨가한 경우에는 지료의 pH가 상승하여 양이온 요구량과 전분의 흡착량이 증가되었다. 크라프트 리그닌을 첨가한 경우에는 양이온 요구량은 증가되었지만 양성전분과 고분자 복합체를 형성하므로 흡착량은 감소되었다. 한편 비이온성 계면활성제는 양이온 요구량에는 거의 영향하지 않았으나 분자 내 친수기가 섬유표면과 전분의 수산기와 반응이 일어나 전분흡착량의 변화를 초래하였다.

계 내의 전기전도도를 단순 전해질로 증가시킨 경우에는 치환도가 낮은 양성전분의 흡착량이 높았으나 음이온성 트래쉬의 함량이 높은 경우에는 치환도가 높은 양성전분이 흡착량이 높게 나타났다.



## 인용문헌

1. Holmbom, B., *International Paper and Coating Chemistry Symposium Proceedings*, CPPA, p. 97 (1996).
2. Dobbins, R. J. and Alexander, S. D., *Tappi J.* 60(12):121 (1977).
3. Buontempo, J. T., Sherman, L. M. and St. John, M. R., *1996 Papermakers Conf. Proceedings*, TAPPI Press, 49 (1996).
4. Lee, H. L., and Huh, D. M., *J. Korea TAPPI* 31(2):42 (1999).
5. Henrica, G. M., Steeg, V. D. and Keizer, A. K., *Nordic Pulp and Paper Research J.*, 3(2):173 (1989).
6. Henrica, G. M and Steeg, V. D., *Nordic Pulp and Paper Research J.*, 8(1):34 (1993).
7. Gupta, B. and Scott, B., *1995 Papermakers Conf. Proceedings*, TAPPI Press, 85 (1995).
8. Wackerberg, E., Johansson, K. and Wallin, S., *Pulp Paper Canada*, 95(7): T290 (1994).