

컴포질 시스템의 보류 및 탈수특성과 양성 옥수수전분을 이용한 성능 개선

이 학 래*¹ · 김 태 영*¹ · 윤 혜 정*¹

Retention and Drainage Characteristics of Compozil System and Impact of Cationic Corn Starch for its Improvement*¹

Hak Lae Lee*¹, Tae Young Kim*¹, and Hye Jung Youn*¹

ABSTRACT

Effect of cationic starches and anionic colloidal silica on retention and drainage characteristics of Compozil system was investigated. Depending upon the degree of substitution and molecular weight of cationic starches and morphological characteristics of anionic colloidal silica, retention and drainage properties of Compozil system were significantly influenced.

When cationic starch addition level increased above a certain limit retention and stock freeness were decreased. To elucidate this an electrostatic coagulation mechanism occurring between unadsorbed starch molecules and anionic colloidal silica was proposed.

Unstructured colloidal silica showed greater improvement in retention than structured colloidal silica.

Cationic corn starches with different degree of substitution and molecular weights were prepared and their effect as a constituent of Compozil system was also evaluated. By controlling the molecular weight and degree of substitution of cationic corn starch it was possible to achieve significant improvement in fines retention. Cationic corn starch with higher degree of substitution maintained its retention efficiency even when the stock conductivity was increased.

Turbidity measurement technique was found to be a simple and useful method to measure the retention characteristics.

1. 서론

양성전분과 음이온성 콜로이달 실리카로 구성되

는 마이크로파티클 시스템의 하나인 컴포질 시스템(Compozil system)은 보류도와 탈수성을 개선시킬 뿐 아니라 양성전분의 지력증강효과에 의해 종이의 강도를 향상시키는 장점을 지니고 있

*¹ 서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과 (Department of Forest Products, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon, 441-744, Rep. of Korea).

다. 특히 충전물 함량이 높은 인쇄·필기용지를 주로 생산하고 있는 국내 백상지업체에서는 충전물 사용량 증가에 따라서 발생하는 스티프니스의 감소를 억제할 수 있는 물질로서 전분을 활용하는 것이 요청되고 있기 때문에 컴포질 시스템이 폭넓게 적용되고 있다. 컴포질 시스템은 고분자 물질만을 사용하는 일반적인 보류시스템과 달리 마이크로파티클에 의해 전단력에 의해 파괴된 플록이 신속히 재응집되는 특징이 있기 때문에 보류도가 증가될 경우에도 지합이 우수한 장점도 지니고 있다.¹⁾

이러한 컴포질 시스템은 이를 구성하는 양성전분과 콜로이드 실리카의 특성에 따라서 그 효과가 크게 달라진다. 먼저 전분의 경우 원료전분의 종류, 치환기의 화학구조 및 치환도, 분자량 등에 따라서 컴포질 시스템의 효능이 변화된다. 또 음이온성 콜로이드 실리카의 입도와 구조화 여부에 따라서 컴포질 시스템의 보류 및 탈수효과가 달라진다. 이러한 구성 성분의 특징 이외에도 적용 대상이 되는 지료의 조성 및 용수 조건도 컴포질 시스템의 효과에 영향을 미치게 된다. 따라서 컴포질 시스템의 활용효과를 극대화하기 위해서는 구성성분의 특징과 지료 및 용수 상태에 따른 보류 및 탈수효과를 파악하는 것이 중요하다. 최근들어 국내 제지산업은 인도네시아산 BKP와 BCTMP의 사용량 증대를 통한 원가절감을 꾀하고 있으므로 이와 같은 원료 펄프의 변화에 따른 컴포질 시스템의 효과를 파악하는 것은 국내 제지산업의 원가절감 노력을 체계화할 수 있는 방안이 될 것이라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 양성전분과 콜로이드 실리카의 특징에 따른 인도네시아산 BKP, BCTMP 및 활석으로 구성된 백상지 지료의 보류 및 탈수 특성을 평가하였다. 아울러 컴포질 시스템에 사용되는 양성전분의 국산화를 위해서 옥수수 전분을 이용하여 제조된 양성전분의 효능을 감자전분과 비교 평가하였다. 또 공정 폐쇄화를 지향하는 국내 제지산업의 기술 변화에 부응하기 위한 양성전분의 개발 방향을 모색하기 위해서 용수의 전기전도도 변화에 따른 양성전분의 효과를 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

공시 펄프로는 인도네시아산 BKP와 BCTMP를 사용하였다. 이들의 특성은 전보에 기술되었다.²⁾

양성전분으로는 치환도 0.055와 0.074인 감자전분과 치환도가 0.08, 0.10인 옥수수전분을 사용하였다. 이들은 모두 4차 압모뎀 작용기를 지닌 양성전분이었다.

음이온성 실리카 졸은 단일 입자상태로 존재하는 것과 선상으로 구조화된 두 가지를 사용하였다. 충전물로는 활석을 사용하였으며 이의 평균 입도와 전하밀도는 각각 1.61 μm 와 1.278meq/g이었다.

2.2 실험방법

BKP는 실험실용 Valley beater를 이용하여 425 \pm 10mL CSF가 되도록 고해한 후 사용하였다. BCTMP는 농도 1.2%인 슬러리 2L를 해리기로 완전히 해리한 후 사용하였다. 해리된 BCTMP는 360 \pm 5mL CSF의 여수도를 나타내었다. 이와 같이 준비된 BKP와 BCTMP를 8:2 비율로 혼합하고 농도를 0.5%가 되도록 조절하였다. 혼합 지료의 중량평균 섬유장은 0.85mm였으며, 미세섬유 함량은 23 \pm 0.5%였다.

충전물로 사용된 활석은 600 $^{\circ}\text{C}$ 에서 4시간 이상 회화처리하여 잔류 유기물을 제거하였다. 회화처리된 활석은 농도 25%인 조건에서 20분 이상 분산시킨 다음 5%로 희석하고 이를 BKP와 BCTMP 혼합지료에 첨가하였다. 활석의 첨가량은 전건 펄프에 대하여 30%로 일정하게 유지하였다.

양성전분은 항온수조를 이용하여 95 $^{\circ}\text{C}$ 에서 25분간 호화한 후 증류수로 0.5%가 되도록 희석하여 지료에 첨가하였다. 본 연구에 사용된 4가지 양성전분 0.5% 용액의 Brookfield 점도는 아래 Table 1과 같았다. 여기에서 보는 것과 같이 감자전분과 옥수수전분 모두 치환도가 클수록 점도가 감소하였으며, 옥수수전분이 감자전분보다 높

Table 1. Brookfield viscosity of starch solutions

| Cationic starch | Degree of Substitution | Brookfield viscosity (cPs, 0.5%, 20°C) |
|------------------|------------------------|---|
| Potato starch I | 0.055 | 22.0 |
| Potato starch II | 0.074 | 13.5 |
| Corn starch I | 0.080 | 25.9 |
| Corn starch II | 0.100 | 15.6 |

* Corn starch I and II were crosslinked to increase viscosity.

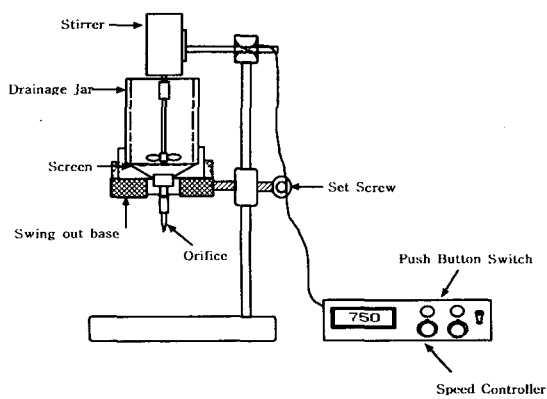


Fig. 1. Schematic diagram of DDJ with speed controller.

은 점도를 나타내었다. 이는 본 실험에 사용된 옥수수전분이 가교처리되었기 때문이다.

콜로이드 실리카는 증류수로 0.5%가 되도록 희석한 후 지료에 첨가하였다. 미세섬유의 함량과 미세분 보류도는 TAPPI 표준시험법 T 261 om-90에 의거하여 측정하였다.

마이크로파티클 보류 시스템의 보류효과를 정확히 평가하기 위해서는 첨가제 투입 후 교반속도를 신속히 조절할 수 있어야만 한다. 이를 위해 본 연구에서는 rpm 변환 버튼이 설치된 조절장치를 부착하여 일반적으로 사용되는 dynamic drainage jar의 교반속도를 신속히 조절할 수 있도록 하였다(Fig. 1).

콤포질 시스템의 보류도 및 탈수성 평가를 위한 첨가제의 첨가순서 및 유지시간은 Fig. 2와 같았다.

Fig. 2에서 보는 것과 같이 보류도 및 여수도 측정을 위해서 각각 농도 0.5%와 0.3%인 펄프 슬러리 500mL와 1000mL를 DDJ에 넣고 800rpm으로 교반하였다. 그 다음 활석 30%를

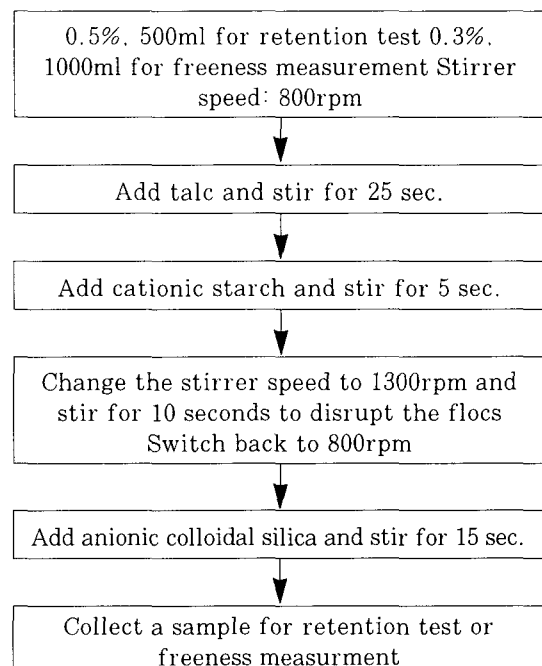


Fig. 2. Flowchart for measuring of fines retention and freeness.

첨가하고 25초간 교반하여 균일하게 혼합하였다. 이와 같이 준비된 지료에 양성전분을 투입하고 5초간 교반하였다. 이후 rpm 변환 버튼을 이용하여 교반속도를 1300rpm으로 증가시키고 10초간 더 교반하여 응집이 파괴되도록 하였다. 그 다음 순간적으로 800rpm으로 교반속도를 낮추고 음이온성 실리카를 투입한 후 15초간 더 교반하고 보류도와 여수도를 측정하였다. 별도로 명시하지 않은 보류 및 탈수 실험은 모두 상수(tap water)를 이용하여 행하였다.

탁도는 보류도 측정을 위해서 채취된 시료를 DR 2000으로 측정하였다. 탁도 측정시 파장은

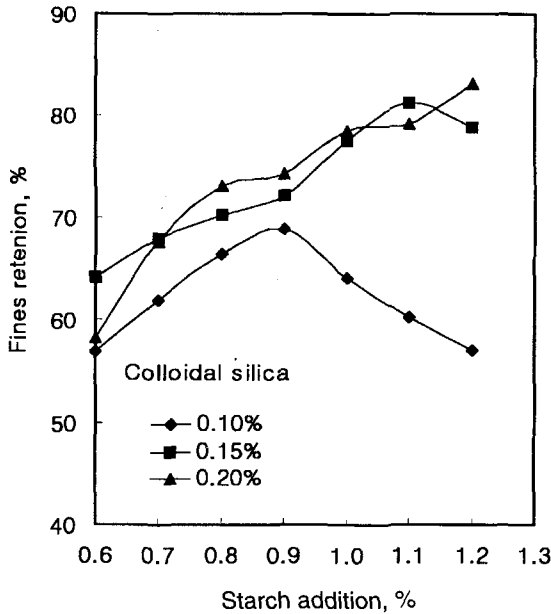


Fig. 3. Effects of potato starch I and unstructured anionic colloidal silica on fines retention.

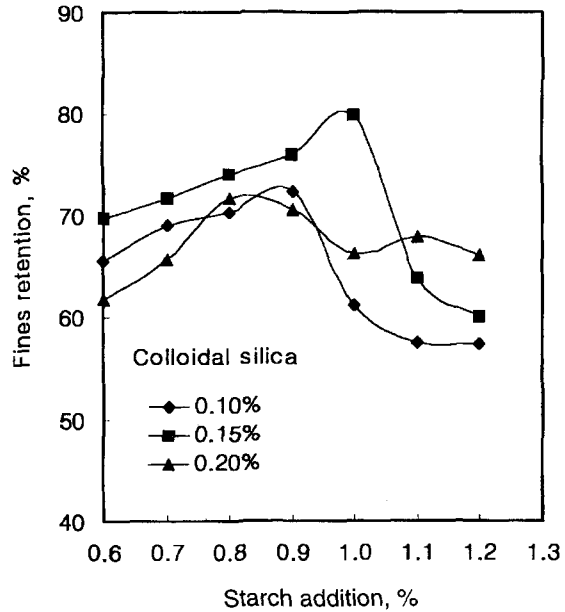


Fig. 4. Effects of potato starch I and structured anionic colloidal silica on fines retention.

450nm였다.

양성 옥수수전분을 이용한 컴포질 시스템의 보류 및 여수도 개선 효과가 용수의 전기전도도에 따라 변화되는 현상을 평가하기 위해 농도 2M의 NaCl과 농도 0.5M의 CaCl₂ 용액을 이용하여 지료의 전기전도도를 3000 μ S/cm와 6000 μ S/cm로 변화시켰다.

3. 결과 및 고찰

3.1 양성 감자전분을 이용한 컴포질 시스템

3.1.1 미세분 보류도 변화

감자전분으로부터 제조된 치환도 0.055와 0.074인 두 종류의 양성전분과 단일 입자상 및 구조화된 두 가지의 음이온성 실리카를 이용하여 Fig. 2의 방법으로 미세분 보류도를 측정하고 그 결과를 Figs. 3-6에 도시하였다.

여기에서 보는 것과 같이 일반적으로 양성전분의 첨가량이 증가함에 따라서 미세분 보류도는 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며, 측정된

미세분 보류도는 모두 무첨가 시료의 보류도 35%보다 높게 나타났다.

양성전분이 과량 첨가된 경우에 미세분 보류도가 감소한 이유는 펄프 섬유와 활석 표면에 흡착되지 않은 상태로 용액 내에 존재하는 전분의 양이 증가하였기 때문이라고 판단된다. 즉 미흡착 상태로 지료 내에 존재하는 양성전분은 이후에 첨가된 콜로이달 실리카와 정전기적으로 반응하여 이들이 지료 조성분에 흡착된 양성전분과 효과적으로 반응하지 못하도록 함으로써 보류도를 저하시킨 것으로 해석된다.

미세분 보류도가 가장 높게 나타난 전분 투입량 범위는 0.8-1.2%였으며, 최대 보류도를 나타내는 전분 투입량은 콜로이달 실리카의 첨가량이 증가할수록 높아졌다.

본 연구에서는 BKP와 BCTMP를 8:2의 비율로 혼합하고 여기에 활석 30%를 투입하였기 때문에 완성지료의 조성은 BKP 61.5%, BCTMP 15.4%, 활석 23.1%였다. BKP, BCTMP 및 활석은 단독으로 존재할 경우 각각 전분의 투입량이 2%, 5% 그리고 0.6%에 이를 때까지 투입된 전분을 거의 완전하게 흡착할 수 있다.²⁾ 따라서 본 연구에 사용된 지료조성분이 모두 흡착포화점

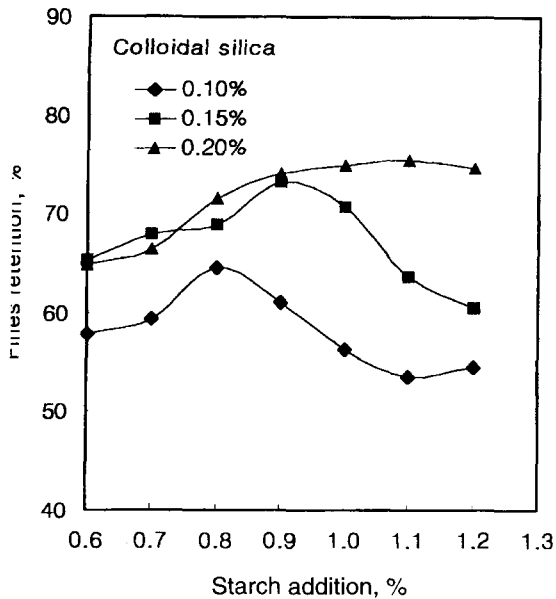


Fig. 5. Effects of potato starch II and unstructured anionic colloidal silica on fines retention.

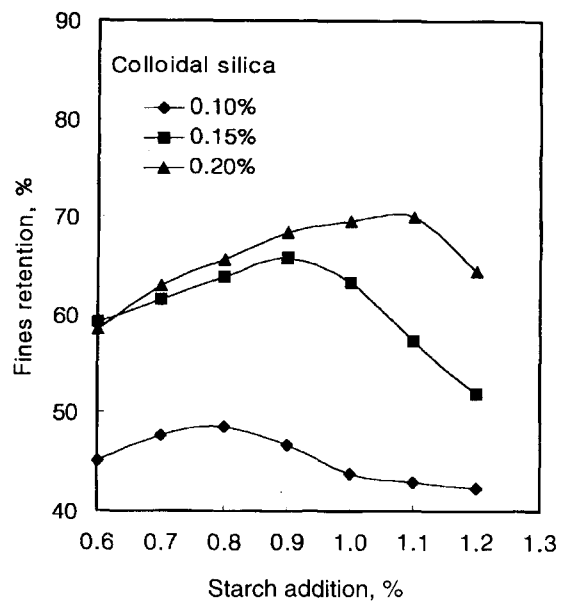


Fig. 6. Effects of potato starch II and structured anionic colloidal silica on fines retention.

까지 전분을 흡착했다면, 전분 투입량이 2.14% 이하인 경우 투입된 전분은 완전히 지료 조성분 표면에 흡착되어 용액 내에는 전분이 존재하지 않았을 것이다. 또 콜로이드 실리카가 양성전분 사이에서 가교를 형성함으로써 응집을 일으킨다면³⁾ 양성전분의 투입량이 지료조성분의 양성전분 포화 흡착량 이하일 경우 미세분 보류도는 지속적으로 증가해야만 한다. 하지만 위에서 언급한 바와 같이 미세분 보류도가 가장 높게 나타난 전분 투입량 범위는 0.8-1.2%로 본 실험에 사용된 지료의 전분포화흡착량 2.14%보다는 크게 낮았다. 이러한 차이는 흡착등온선 작성 시와 보류도 측정 시의 전분 흡착 시간과 교반조건이 서로 달랐기 때문으로 판단된다. 즉 전분의 흡착등온선 작성 시에는 300rpm의 낮은 교반속도에서 30분간 흡착이 진행되도록 하였지만,²⁾ 콤포질 시스템의 보류도 평가 시에는 실제 제지공정과 비슷하도록 교반 조건 및 반응시간을 조절하기 위해서 전분 투입 후 800rpm의 교반조건 하에서 5초간 유지하고, 1300rpm으로 교반속도를 증가시켜 10초간 유지하여 총 15초간 전분이 흡착되도록 하였기 때문에 완전한 흡착이 발생하지 못한 것으로 판단된다. 양성전분은 신속하게 지료 조성분 표면에 흡

착되지만 흡착시간이 극히 짧은 경우에는 용액 내에 전분분자가 미흡착 상태로 존재할 것이 분명하며, 이들은 추후 투입되는 음이온성 실리카와 우선적으로 반응함으로써 콤포질 시스템의 보류 향상 효과를 저하시키게 된다고 믿어진다.

또 Figs. 3-6에서 보는 것과 같이 음이온성 실리카 종류의 첨가량이 증가할수록 최대의 미세분 보류도를 나타내는 양성전분의 첨가량이 증가하였다. 이는 양성전분의 투입량이 증가함에 따라서 지료 조성분에 미흡착되어 용액 내에 존재하는 전분의 양이 증가하고 이에 따라서 음이온성 콜로이드 실리카와 반응할 수 있는 전분이 증가한 때문이라 생각된다. 즉 미흡착 양성전분의 증가는 곧 음이온성 콜로이드 실리카의 기능상실을 의미하므로 전분 투입량을 증가시킬 경우에는 음이온성 콜로이드 실리카의 투입량을 증가시키는 것이 필요한 것으로 해석된다.

Wakerberg 등⁴⁾은 질소함량 0.4%와 1.3%인 두 가지 양성전분을 콤포질 시스템에 적용한 결과 양성전분의 첨가량이 낮은 경우에는 질소함량이 높은 양성전분이 우수한 보류율을 나타내지만 질소함량이 낮은 양성전분의 투입량을 증가시키면 질소함량이 높은 양성전분을 사용한 경우와

거의 같은 최대보류도를 얻을 수 있었다고 보고한 바 있다. 하지만 본 연구에서는 양성전분의 치환도가 낮은 경우에 미세분 보류도는 높게 나타났다. 이는 본 실험에 사용된 치환도 0.074인 양성전분이 치환도 0.055인 양성전분에 비하여 분자량이 낮아 효과적인 응집을 일으키지 못한 때문으로 믿어진다.

콜로이드 실리카의 형태에 따른 보류효과를 비교하면 구조화된 콜로이드 실리카의 보류도 증가 효과가 단일 입자 상태로 존재하는 콜로이드 실리카보다 낮았다. 이는 구조화된 콜로이드 실리카는 선상 고분자인 폴리아크릴 아마이드와 병용할 경우 우수한 보류도 증가 효과를 나타내며, 단일 입자상의 콜로이드 실리카는 양성전분과 병용하는 것이 효과적이라는 Andersson과 Lindgren의 연구결과³⁾와 일치하는 것으로 흡착된 고분자 물질의 분자 형태에 따라서 마이크로파티클의 성상을 선택해야만 한다는 것을 보여준다.

3.1.2 여수도의 변화

감자 양성전분과 콜로이드 실리카로 구성된 컴포질 시스템에 의한 치료의 여수도는 양성전분의

첨가량이 증가함에 따라 증가한 후 다시 감소하였다(Figs. 7-10). 전분 투입량이 일정 수준 이상에서 여수도가 감소한 이유는 앞서 설명한 바와 같이 음이온성 콜로이드 실리카가 치료 조성분에 흡착되지 않은 양성전분과 우선적으로 반응하여 그 효과를 상실한 때문이라고 해석된다. 이러한 가설은 음이온성 콜로이드 실리카의 투입량을 증가시킬 경우에는 최대 여수도를 나타내는 양성전분 투입량이 지속적으로 증가하였다는 사실로부터 확인할 수 있다. 즉 콜로이드 실리카의 투입량이 증가하면 용액 내에 잔존하는 양성전분에 의해 콜로이드 실리카가 일부 중화되더라도 치료 조성분에 흡착된 양성전분과 추가적으로 반응할 수 있는 콜로이드 실리카의 양이 증가하므로 응집효과가 크게 나타난 것으로 판단된다.

전분의 치환도에 따른 여수도 변화를 비교하면 치환도가 0.074인 양성전분이 치환도가 0.055인 전분에 비해 전분 투입량이 낮은 조건에서 최대의 여수도를 나타내었다. 하지만 여수도 개선 효과는 치환도가 낮은 양성전분이 더 우수하였다. 이는 치료 조성분의 음전하를 중화시키는 효과는 치환도에 비례하지만 응집효과는 분자량에 따라 크게 좌우된다는 것을 보여주는 것이다.

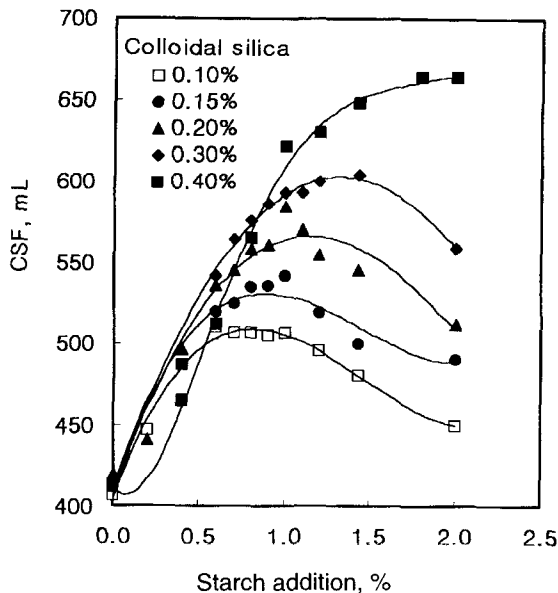


Fig. 7. Effects of potato starch I and unstructured anionic colloidal silica on free-ness.

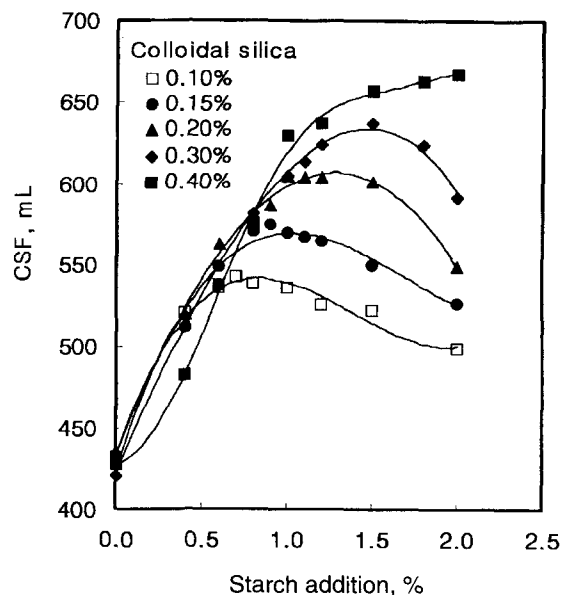


Fig. 8. Effects of potato starch I and structured anionic colloidal silica on free-ness.

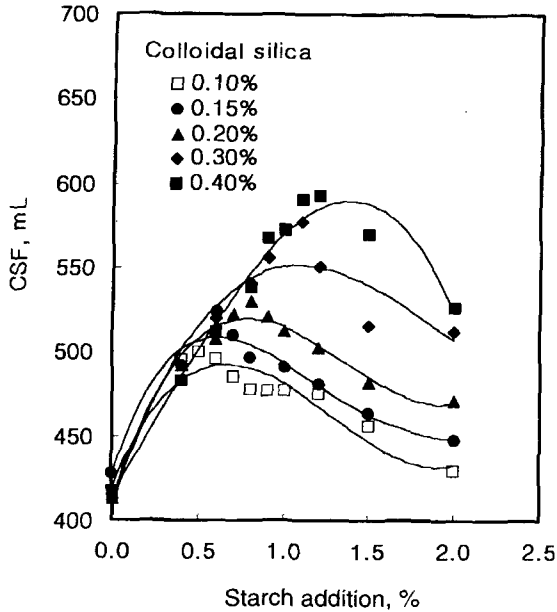


Fig. 9. Effects of potato starch II and unstructured anionic colloidal silica on freeness.

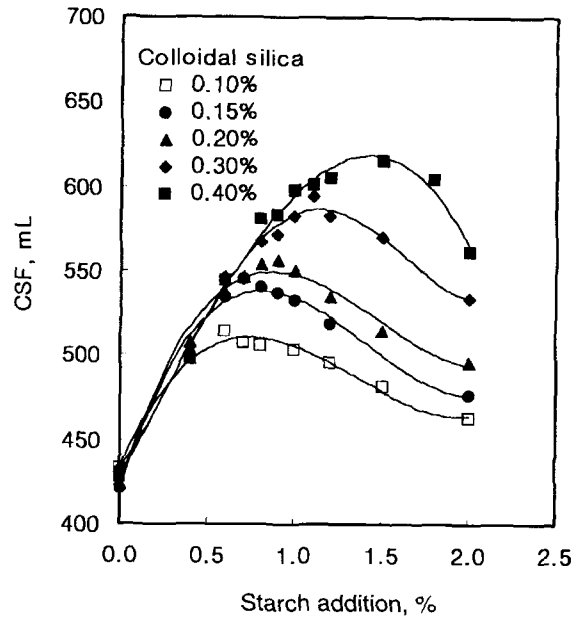


Fig. 10. Effects of potato starch II and structured anionic colloidal silica on freeness.

동일한 양성전분을 사용한 경우에는 단일 입자 상태로 존재하는 콜로이드 실리카보다는 구조화된 콜로이드 실리카를 활용한 경우 더욱 높은 여수도가 얻어졌다. 이는 구조화된 콜로이드 실리카를 적용한 경우 미세분의 보유도가 감소하였기 때문이다.

따라서 콤포질 시스템의 효과를 극대화하기 위해서는 분자량과 치환도가 높은 양성전분과 단일 입자 상태의 콜로이드 실리카를 활용하는 것이 좋을 것이라 믿어진다. 또 양성전분이 우선적으로 지료 조성분과 충분히 반응할 수 있는 교반조건과 흡착시간을 부여하는 것도 중요하다. 하지만 일반적으로는 양성전분의 치환도를 증가시킬 경우에는 분자량 감소가 발생하므로 이를 극복하기 위한 방안을 마련하는 것이 요청된다. 이를 위해서는 변성 처리와 함께 분자량을 증가시킬 수 있는 가교화 반응을 병용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

3. 2 가교화된 양성 옥수수 전분을 이용한 콤포질 시스템

앞에서 언급한 바와 같이 콤포질 시스템의 활용

효과를 증대시키기 위해서는 치환도와 분자량이 높은 전분을 사용할 필요가 있다. 전분 가운데 감자전분은 다른 원료 전분에 비해서 분자량이 크기 때문에 분자량 측면에서 가장 유리한 원료로 여겨지고 있다. 그러나, 국내에서는 감자전분이 수입 규제에 의해 사용에 제한을 받고 있기 때문에 이러한 제약 요인이 없는 옥수수 전분으로부터 우수한 성능의 양성전분 제조기술의 개발이 요청되고 있다. 하지만 전술한 바와 같이 옥수수 전분은 감자전분에 비해 분자량이 낮으므로 양성화 반응뿐 아니라 분자량 증대 방안이 요청된다.

또 최근들어 초지공정의 폐쇄화에 따라 초지계 내에 각종 이온성 물질이 누적되어 고분자 첨가제의 투입 효과가 저하되는 현상이 발생하고 있다. 이러한 문제에 대처하기 위해서는 강한 양이온성의 전하중화제를 별도로 투입하거나 치환도가 높은 고분자 물질을 사용하는 방안이 효과적이라고 알려져 있다. 따라서 콤포질 시스템에 적합한 옥수수 양성전분의 개발 방향은 치환도 향상 및 가교화를 통한 분자량 증대라고 할 수 있다.

국내 제지산업의 이러한 특성을 반영코자 본 연구에서는 옥수수 전분의 가교화를 통하여 양성전분의 분자량을 증대시킨 고치환 양성전분을 제조

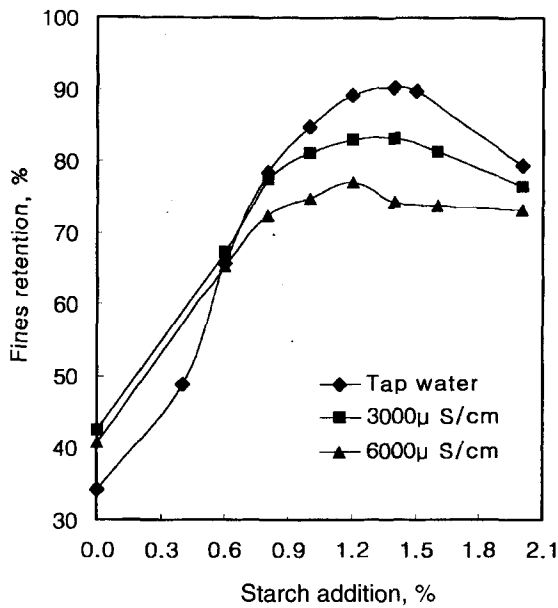


Fig. 11. Effects of corn starch I and unstructured anionic colloidal silica on fines retention.

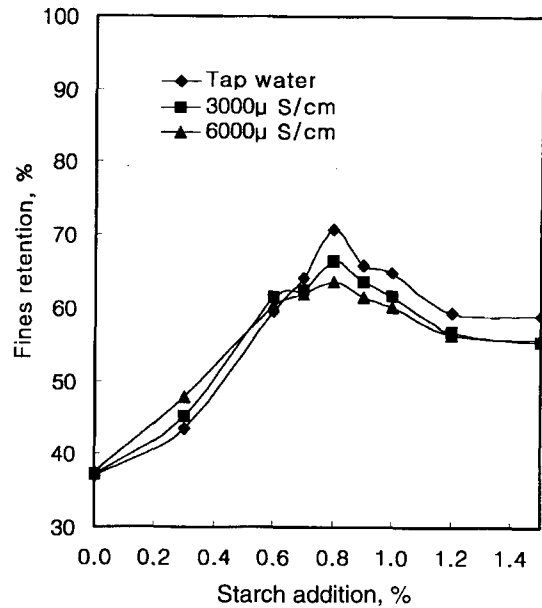


Fig. 12. Effects of corn starch II and unstructured anionic colloidal silica on fines retention.

하고 이들의 컴포질 시스템에 대한 활용 가능성을 평가하였다. 특히 공정 폐쇄화가 진행될 경우 발생하는 보류 시스템의 효율 감소 현상을 파악하기 위해서 용수의 전기전도도 변화에 따른 미세분 보류도를 측정하고 이를 Figs. 11-12에 도시하였다. 이 실험에서는 앞서 밝혀진 바와 같이 보류도 상승효과가 우수한 단일-입자 상태의 콜로이드 실리카를 이용하였다. 콜로이드 실리카의 투입량은 0.2%로 일정하게 유지하였다.

그 결과 Fig. 11에서 보는 것과 같이 치환도 0.08인 양성 옥수수전분을 사용한 경우 최대 보류도가 감자전분을 이용한 경우보다 10% 정도 향상된 90% 수준을 나타내어 컴포질 시스템의 구성 성분으로 매우 우수한 효과가 있는 것으로 평가되었다. 하지만 Fig. 11에서 보는 것과 같이 용수의 전기전도도가 증가할 경우 미세분 보류도는 점차 감소하였다. 이는 용수 내의 전해질 농도가 증가할수록 양성전분 분자가 수축되어 응집효과를 충분히 발현하지 못하였기 때문인 것으로 판단된다.^{4, 6)}

이러한 문제점을 극복하기 위해서 치환도가 0.10인 양성전분을 제조하여 보류효과를 평가하고 그 결과를 Fig. 12에 도시하였다. 여기에서

보는 바와 같이 용수의 전기전도도 증가에 따른 미세분 보류도 변화는 치환도 0.10인 전분이 치환도 0.08인 전분보다 훨씬 작게 나타났다. 이는 치환도가 높은 양성전분은 용수 내에 존재하는 이온에 의한 분자 구조의 변화가 적게 발생하기 때문으로 판단된다. 고치환 전분의 이러한 기능은 Beaudoin 등⁵⁾의 결과와 일치한다. 하지만 치환도 0.10인 옥수수전분의 경우에는 보류효과가 낮은 단점이 있었다. 이는 전분을 치환시키는 과정에서 발생한 분자량 감소가 그 원인으로 판단된다.^{5, 6)} Table 1에서 본 바와 같이 치환도가 0.08과 0.10인 양성전분의 점도는 각각 25.9와 15.6 cPs로 치환도가 낮은 전분의 점도가 1.66 배 높았다. 따라서 앞으로는 고치환 전분 제조 시에는 분자량을 더욱 높게 조절할 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

3.3 미세분 보류도와 탁도의 상관관계

미세분 보류도는 DDJ를 이용한 분리, 여과, 건조 및 칭량의 많은 단계를 거쳐야만 측정될 수 있다. 따라서 최종적인 결과를 얻기까지 많은 시

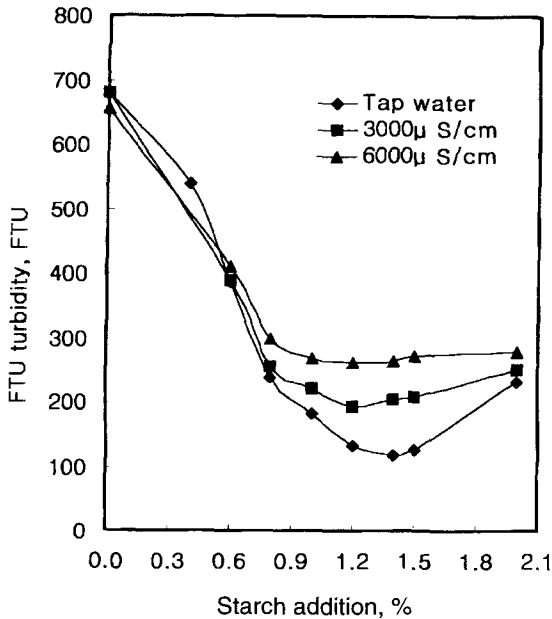


Fig. 13. Effects of corn starch I and unstructured anionic colloidal silica on FTU turbidity.

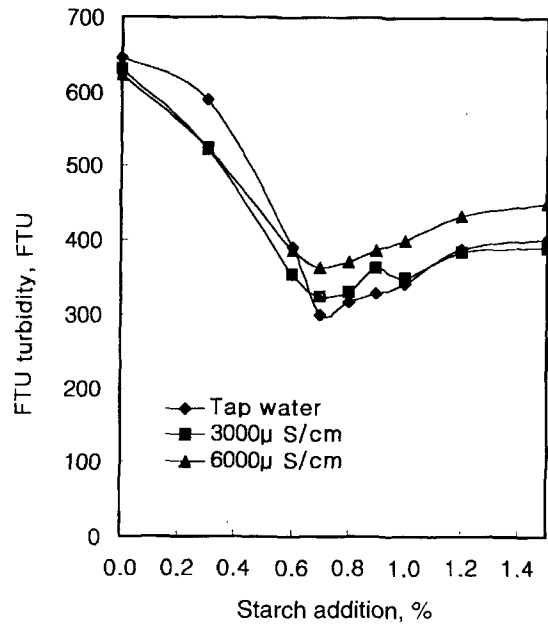


Fig. 14. Effects of corn starch II and unstructured anionic colloidal silica on FTU turbidity.

간을 필요로하며 결과적으로 이를 실제 제지 생산 현장의 보류도 평가방법으로 사용하는 것은 거의 불가능하다고 할 수 있다. 미세분 보류도가 직접적으로 보류현황을 파악할 수 있는 가장 바람직한 방법이지만 실제 적용 시에 수반되는 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 신속하게 보류상황을 파악할 수 있는 측정법을 모색할 필요가 있다. 미세분 보류변화를 신속하게 파악하기 위한 방안의 하나로 본 연구에서는 DDJ 여과액의 탁도를 평가하였다. 만약 측정이 극히 간편한 탁도 분석을 통하여 미세분 보류도를 파악할 수 있다면 현장에서 발생하는 보류도의 변화현상의 실시간 측정이 가능할 것이라 생각되었다.

이를 확인하기 위해서 Figs. 11-12에 사용된 지료의 여과액을 이용하여 DR 2000으로 탁도를 측정하고 이를 Figs. 13-14에 도시하였다. 여기에서 보는 것과 같이 미세분 보류도가 증가할수록 탁도는 뚜렷하게 감소하는 경향을 나타내었다.

미세분 보류도와 탁도의 상관관계는 Figs. 15-16에서 보는 것과 같이 R²값이 0.97 이상으로 매우 높은 상관관계가 있었다. 따라서 DDJ 여과액의 탁도 측정을 통하여 미세분 보류도의 예측이 가능하다고 판단되었다. 물론 이를 위해서는 각

초지기의 생산지종별로 탁도와 보류도 사이의 상관관계를 미리 파악하여 관계식을 도출하는 작업이 선행되어야만 한다.

4. 결론

양성전분과 콜로이드 실리카의 특징에 따른 백상지 지료의 보류 및 탈수 특성 변화와 콤포질 시스템에 사용되는 양성전분의 국산화를 위해서 옥수수 전분으로부터 제조된 양성전분의 콤포질 시스템에 대한 효능을 평가하였다.

미세분 보류도와 여수도는 양성전분의 첨가량이 증가함에 따라서 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었다. 양성전분이 과량 첨가된 경우에 미세분 보류도와 여수도가 감소한 이유로 미흡착된 양성전분이 이후에 첨가된 음이온성 실리카와 반응하여 이들의 투입 효과를 저하시킨 때문으로 해석되었다. 보류도 및 여수도 개선 효과는 점도가 높은 전분이 더 우수하였다. 따라서 양성전분의 치환도 뿐 아니라 분자량이 콤포질 시스템의 효과발현에 중요한 인자임이 밝혀졌다.

구조화된 콜로이드 실리카의 보류도 증가 효과

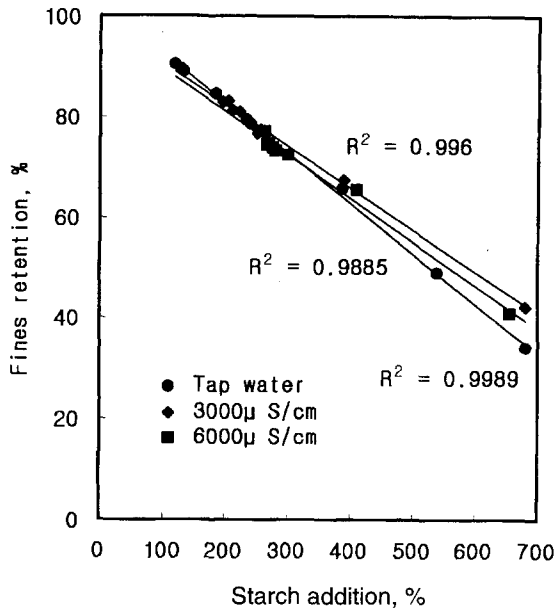


Fig. 15. Relationship between fines retention and FTU turbidity treated with corn starch I and unstructured anionic colloidal silica

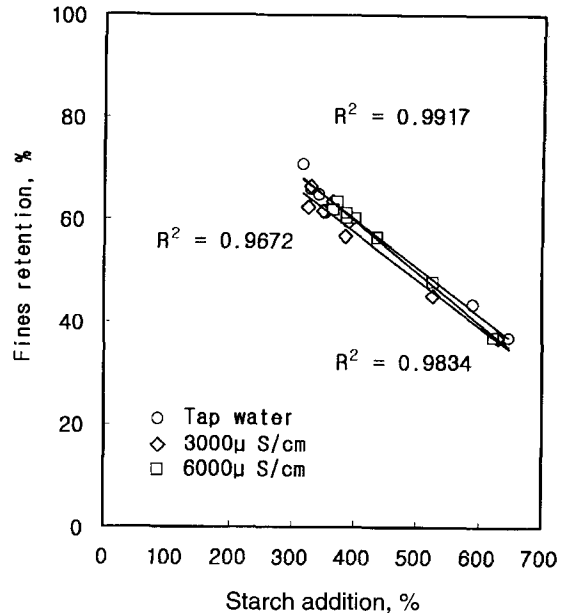


Fig. 16. Relationship between fines retention and FTU turbidity treated with corn starch II and unstructured anionic colloidal silica

가 단일입자 상태로 존재하는 콜로이달 실리카보다 낮았다.

옥수수 전분의 가교화를 통하여 양성전분의 분자량을 증대시키고 이들의 컴포질 시스템에 대한 활용 가능성을 평가한 결과 치환도 0.08인 양성 옥수수전분을 사용한 경우 최대 보류도가 90% 수준을 나타내어 감자전분을 이용한 경우보다 10% 정도 향상되었다.

용수의 전기전도도 증가에 따른 양성전분의 효능저하는 치환도를 향상시킴으로써 방지할 수 있음이 확인되었다. 하지만 고치환 전분 제조 시 분자량 저하가 수반되면 응집효과가 크게 낮아지므로 가교화에 의한 분자량 증가를 모색할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

미세분 보류변화를 신속하게 파악하기 위한 방안의 하나로 DDJ 여과액의 탁도를 평가한 결과 미세분 보류도가 증가할수록 탁도는 감소하는 경향을 뚜렷하게 나타냈으며 이들 사이의 R2값이 0.97 이상으로 매우 높았다. 따라서 DDJ 여과

액의 탁도 측정을 통하여 미세분 보류도의 예측이 가능하다고 판단되었다.

인용문헌

1. Morberg, K., Retention and Drainage Short Course, p. 65, TAPPI Press, Atlanta, GA (1989).
2. 이학래, 허동명, 펄프종이기술 29(4):45(1997).
3. Andersson, K. and Lindgren, E., Nordic Pulp and Paper Res. J., 11(1):15 (1996).
4. Wakerberg, E., Johansson, K.A. and Wallin, S., Pulp and Paper Canada 95(7):44 (1994).
5. Beaudoin, R., Gratton, R., and Turcotte, R., JPPS 21(7):J238 (1995).
6. Fitzgibbons, 1994 Papermakers Conference Proceedings, TAPPI Press, p. 239.