

## 플렉소 잉크가 포함된 신문고지의 중성 탈묵

- 중성 탈묵제의 탈묵 효율 평가 -

이 학 래<sup>†</sup> · 류 훈

### Neutral Deinking of Old Newsprints Contaminated with Flexo Ink

- Evaluation of the Deinking Efficiency of Two Neutral Deinking Agents -

Hak Lae Lee<sup>†</sup> and Honn Ryu

#### ABSTRACT

Presence of small amount of old newsprints printed with waterbased flexographic inks leads to a significant loss of brightness of the deinked pulp by flotation process. Recently there has been an increased interest in employing neutral deinking processes to solve the problems associated with waterbased flexo ink.

A comparative experimental study was performed to evaluate the efficiency of neutral deinking and conventional alkaline deinking for ONP furnishes contaminated with flexo ink. It was shown that neutral deinking provides significant improvements in brightness, yield and freeness as compared with alkaline deinking.

Flotation efficiency was different depending upon the type of surfactants used in neutral deinking. The result of this study showed that alcohol type surfactant is superior to fatty acid type surfactant in neutral deinking efficiency.

**Keywords:** Neutral deinking, Flotation, Flexography, ONP

## 1. 서론

자원재활용을 통한 환경보존과 원가절감이 가능한 유용한 제지 원료인 재생펄프는 지난 10년 동안 전세계적으로 사용량이 2배 가까이 증가하였다. 이러한 재생펄프의 사용량 증가에 따라서 전통적으로 탈묵 재생

펄프를 원료로 이용하던 지종인 신문용지와 화장지의 경우에는 그 이용률이 더욱 증대되고 있으며 천연펄프를 원료로 사용하던 고급 인쇄용지 분야에서도 탈묵펄프의 활용이 서서히 증가하고 있다. 이러한 재생펄프의 이용률 증가 추세는 경제적 이유뿐 아니라 각국의 환경규제 강화 동향 및 자원절감을 위해 지속될 것이

• 본 논문은 1998년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음.

• 서울대학교 농업생명과학대학 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

분명하다.<sup>1)</sup>

국내의 재생펄프 이용률은 70% 이상으로 외국에 비해 상대적으로 높은 편이지만 거듭된 재활용에 따라서 고지의 품질이 조악할 뿐 아니라 고지의 공급이 수요에 크게 미치지 못하고 있어 현재 상당부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다.<sup>2)</sup> 하지만 외국에서도 자국의 자원 및 환경보호를 위해서 자국 내 재활용률을 증대시키기 위한 노력을 꾸준히 경주하고 있기 때문에 수입 고지의 품질은 급격히 저하되고 있으며, 이는 다시 재생섬유를 주원료로 하여 생산되고 있는 국내 신문용지의 품질 악화로 이어지고 있다.

설상가상으로 국내 신문용지 산업은 거듭된 재활용에 따른 신문고지의 품질저하에 의한 문제점뿐 아니라 신문 인쇄방식의 변화에 따라 발생하는 문제점에 노출되고 있다. 국내로 수입되는 신문고지에는 오프셋 인쇄 뿐만 아니라 플렉소그래피에 의한 인쇄물이 포함되어 있다. 플렉소그래피란 활판 인쇄가 변형된 인쇄방식으로 주로 포장용지의 인쇄에 사용되었으나 근래에 들어 신문 인쇄에 적지 않게 이용되고 있는데, 이는 플렉소그래피에 사용되는 잉크가 용매를 사용하지 않는 환경친화적 잉크이기 때문이다. 이 밖에도 플렉소 인쇄는 초기 투자비와 운전 지점이 적으며 저평량지에도 사용이 가능한 장점도 지니고 있어 미국과 유럽지역에서 그 사용이 증대되고 있다.<sup>3,4)</sup>

현재 신문 인쇄에 가장 일반적으로 사용되고 있는 오프셋 인쇄에 사용되는 잉크는 기존의 알칼리 해리와 부유부상법에 의해 제거가 용이한 특징이 있다.<sup>5-7)</sup> 이는 오프셋 잉크를 구성하는 친유성 비이클이 알칼리 처리에 의해 검화되어 soap과 알코올로 분해되어 섬유로부터 용이하게 박리될 뿐 아니라 박리된 잉크의 크기가 부유부상법으로 제거가 용이한 때문이다. 그러나 플렉소 인쇄잉크를 구성하는 친수성 안료는 해리되면 매우 작은 입자상으로 존재하기 때문에 부유부상법으로 효과적으로 제거하기 어려운 단점을 가지고 있다.<sup>3)</sup> 특히 플렉소 인쇄잉크는 알칼리 조건하에서 탈묵할 경우 잉크입자의 크기가 더욱 작아져 부상탈묵에 의한 백색도 증가효과가 더욱 크게 저하되는 문제점을 지니고 있다.<sup>4,8)</sup> 이러한 기본적인 잉크의 차이에 의해

서 기존의 탈묵기술을 이용하여 부유부상법으로 신문고지를 탈묵할 경우 플렉소 고지의 함량이 증가할수록 탈묵성이 크게 저하되어 백색도가 떨어지는 문제점이 나타나고 있다. 이러한 문제점 때문에 국내로 반입된 수입 신문고지에 일부 포함되어 있는 플렉소그래피 고지는 극히 소량 첨가하여 소비하거나 탈묵공정에 투입하지 못하고 야적해 놓고 있는 실정이다.

플렉소그래피 인쇄물과 관련된 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 세척탈묵기술을 활용하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있으나 이는 국내의 탈묵설비 및 탈묵공정상황을 비추어 볼 때 불가능하다고 판단된다. 따라서 플렉소그래피로 인쇄된 신문고지의 탈묵의 효과를 증가시킬 수 있는 방법으로 국내에서 실현이 가능한 기술을 구축하는 것이 시급히 필요하다고 믿어진다.

본 연구에서는 부상탈묵기술을 활용하여 플렉소그래피 인쇄물을 함유한 신문고지의 탈묵성을 개선할 수 있는 기술로서 중성 탈묵기술의 적용 가능성을 탐색하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

#### 2.1.1 고지

신문용지 제조를 위한 탈묵펄프 원료로는 100% 신문고지를 이용하였다. 오프셋 신문고지는 발행 일자가 같은 국내 신문고지를 이용하였고, 플렉소그래피 고지는 미국으로부터 수입된 신문고지(San Francisco Examiner)를 사용하였다.

#### 2.1.2 탈묵약품

부유부상 탈묵을 위한 계면활성제로 알칼리 탈묵시에는 소수기의 탄소수가 18개인 올레인산(oleic acid)을 사용하였다. 중성 탈묵시에는 소수기의 탄소수가

Table 1. Foamability and cloud points of nonionic surfactants

	Foamability (mm)	Cloud point (°C)	EO (mole)
Oleyl Ester	45	35	9
Oleyl Ether	78	56	20

18개인 올레인산이 비이온성 친수기인 EO(ethylene oxide)와 ester 결합을 이룬 oleyl ester와 올레일기가 ether 결합을 이룬 oleyl ether의 2가지 종류를 이용하였다. 본 실험에 사용된 비이온 계면활성제의 기포성(foamability) 및 담점(cloud point)은 Table 1과 같았다. 비이온 계면활성제의 기포성은 본 실험에서 이용된 부유부상 셀에 계면활성제를 넣고 1분간 작동시킨 후 생성되는 기포층의 높이를 측정하여 평가하였다. 기포성은 oleyl ether 화합물이 oleyl ester 화합물보다 높았다. 비이온 계면활성제의 1%의 용액을 중탕하면서 온도를 올려 용액이 탁해지는 온도를 측정하여 평가한 담점 역시 oleyl ether가 높았다. 계면활성제의 담점은 일반적으로 부가되는 에틸렌 옥사이드의 몰수가 증가할수록, 즉 친수기의 비율이 많아지면 높아지는 것으로 알려져 있다. 담점이 낮은 지방산 타입의 oleyl ester는 기포력이 낮을 뿐만 아니라 기포 안정성이 약해 쉽게 기포가 깨지는 것으로 나타났다.

## 2.2 방법

탈목을 실시하기 위해 사용된 용수는 일반 상수를 이용하였다. 알칼리 탈목의 경우에는 연화칼슘을 사용하여 경도를 200 ppm으로 조절하였으며, 중성 탈목의 경우에는 경도를 조절하지 않은 상수를 사용하였다.

먼저 국내 오프셋 고지와 미국산 플렉소 고지를 100 : 0, 90 : 10 및 80 : 20으로 혼합하여 알칼리 조건과 중성 조건에서 해리를 실시하였다. 플렉소 고지 첨가 비율에 의한 탈목성의 차이를 비교하기 위하여 알칼리 탈목시에는 올레인산을 0.6% 첨가하였으며, 중성 탈목시에는 비이온 계면활성제인 oleyl ether와 oleyl ester를 각각 0.2%, 0.4% 및 0.6% 첨가하였다. 알칼리 탈목시에 pH를 조절하기 위해 가성소다를 전건 고지 당 1.0% 첨가하여 pH를 10.5로 조절하였으며, 중성 해리시에는 가성소다를 넣지 않았다. 알칼리의 영향만 파악하기 위하여 일반적으로 해리 공정에 투입되는 규산소다와 과산화수소는 첨가하지 않았다. 해리는 농도 5%인 조건에서 15분간 표준해리기로 실시하였으며, 탈목 약품은 해리 전에 첨가하였다.

해리가 끝난 지료는 45℃ 항온수조에서 30분 동안 유지시켜 덤핑체스트 효과를 부여하고 부유부상 탈목을 실시하였다. 부유부상 탈목을 위해 Voith A형의 플로테이션 셀을 이용하였다. 부유부상 탈목시에는 해리된 고지를 1% 농도로 희석하여 플로테이션 셀에 넣고 10분 동안 부유부상 처리를 실시하였다. 탈목 중에 부상된 기포는 일정 시간 간격으로 굵어 리젝트로 배출하였다. 부

유부상 탈목시의 온도는 45℃로 조절하였다.

탈목 조건이나 계면활성제의 종류에 따른 수율의 변화는 아래 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Yield (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

여기서, A는 부유부상 셀에 투입된 전건 원료 무게이며, B는 리젝트의 전건무게이다. 부유부상 처리가 끝난 탈목펄프는 200 메쉬 와이어 상에서 감압 탈수하여 농축시켰다. 그 후 다시 해리하여 수초지 제작 및 여수도 측정에 사용하였다.

각 공정별로 처리가 끝난 지료를 이용하여 TAPPI 표준시험법에 의거하여 백색도를 측정하였다. 또 탈목이 끝난 지료를 이용하여 수초지를 제조하여 화상분석기로 잉크입자의 크기와 분포를 조사하고, 불투명도와 색차를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

천연펄프의 대체와 전력 및 용수 절감을 통한 원가 절감 및 환경보전의 다양한 효과가 있는 고지재활용 기술은 크게 문화용지와 산업용지 관련기술로 대별할 수 있다. 이 가운데 문화용지의 원료로 고지를 사용하기 위해서는 고지에 함유된 잉크를 제거하기 위한 탈목처리가 필수적이다. 특히 문화용지 가운데에서도 신문용지는 탈목펄프가 천연펄프를 대신하여 주된 원료로 자리잡고 있다. 그 동안 꾸준한 기술진보에 따라서 신문고지의 탈목효과가 크게 향상되었으나 최근 들어 플렉소 인쇄물이나 복사고지 같은 난탈목성 고지의 혼입량이 증가하면서 이들의 탈목을 위한 새로운 기술이 요청되고 있다.

일반적으로 현재의 신문고지 탈목은 알칼리 조건에서 실시되고 있으며, 이에 따라 펄프의 황변화, 약품 비용과 COD 증가, pH 쇼크, 규산소다의 침적 등과 같은 많은 문제점이 수반되어 나타나고 있다.<sup>6,9,10)</sup> 특히 알칼리 조건에서는 친수성의 플렉소 잉크의 제거가 어려운 문제가 발생하여 국내 신문용지 산업에 큰 문제점으로 부각되고 있다. 알칼리 탈목공정과 관련된 이러한 문제를 해결하기 위해서 선진국에서는 최근 들어 새로운 탈목법으로 중성 또는 산성 탈목기술에 대한 관심이 증가하고 있으나<sup>11-13)</sup> 국내에서는 아직 중성 탈목에 관한 연구는 매우 미비한 상황으로서 중성 효소탈목에 관한 연구가 일부 진행되고 있는 정도이며, 그나마 신문고지의 중성 탈목에 관해서는 연구가 전무한 실정이다. 외국에서는 플렉소 잉크가 포함된 고지

의 탈묵법으로 부상법과 세척법을 함께 사용하는 방법을 제안한 바 있으나 국내에서는 설비 및 용수의 제한에 의해 현실적으로 세척법을 사용하기 어려운 문제점을 지니고 있다.

중성 탈묵이 관심을 모으고 있는 이유는 기존의 알칼리 탈묵에 비해 첫째, 기계 펄프의 황변화를 일으키는 알칼리를 사용하지 않기 때문에 표백 공정을 단순화하거나 표백약품비용을 절감할 수 있으며, 둘째, 알칼리 조건에 의해 발생하는 점착물 입자나 친수성 잉크의 분산에 따른 부상효과 저하를 예방할 수 있고, 셋째, 초지 공정에서 pH를 낮출 때 발생하는 pH 쇼크나 alum과 규산소다가 반응하여 발생하는 점착성 물질의 형성을 줄임으로써 조업성과 품질 향상에 기여할 수 있다는 것이다. 또 넷째, 알칼리 조건에서는 고지에 포함된 기계펄프에서 리그닌이나 헤미셀룰로오스와 같은 물질이 용출되어 폐수의 COD와 지료의 양이온 요구도가 증가되지만 중성 탈묵기술을 활용할 경우에는 이와 같은 문제를 최소화시킬 수 있고, 더 나아가서는 용수 사용량을 절감시킬 수도 있으며, 다섯째, 최근 활발히 연구되고 있는 생물공학기술을 이용한 효소탈묵의 효과를 증가시킬 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 중성 탈묵의 효과를 수율, 여수도 및 탈묵펄프의 품질 측면에서 알칼리 탈묵의 경우와 비교 평가하였다.

### 3.1 수율

고지재활용 공정의 원가절감과 직접적으로 관련된 수율은 품질의 저하 없이 높게 유지하는 것이 중요하다. 본 실험에서는 탈묵시의 pH, 탈묵계의 종류 및 첨가량 그리고 플렉소 고지의 첨가에 따른 수율 변화를 측정하였다. 그 결과 중성 탈묵보다는 알칼리 조건에서 탈묵을 실시한 경우에 수율이 낮은 것으로 나타났다(Fig. 1). 플렉소 고지가 첨가되지 않았을 때 수율은 알칼리 탈묵이 89.2%로 비이온 계면활성제를 0.2% 첨가한 중성 탈묵의 95.3%와 96.1%보다 6~7% 낮았다. 이것은 비슷한 탈묵성을 위해서는 알칼리 탈묵시에 지방산의 첨가량이 많기 때문에 기포발생이 많아 잉크 뿐만 아니라 섬유들도 기포에 부착되어 리젝트로 제거되는 양이 증가하기 때문이다. 또한 알칼리 조건에서 지방산을 이용하여 탈묵할 경우에는 칼슘 이온이 탈묵 효율 개선 뿐만 아니라 기포와 섬유의 결합을 증가시키는 역할을 하기 때문에 섬유 손실이 증가한 것으로 생각된다.<sup>5)</sup> 계면활성제의 첨가량이 증가하면 수

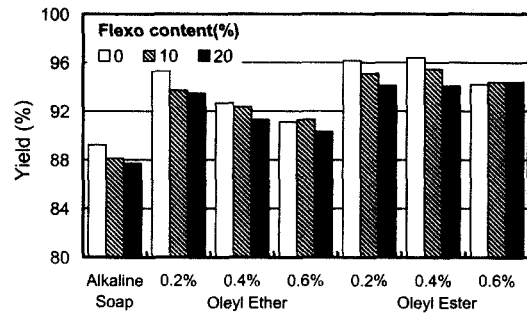


Fig. 1. Effects of flexo ink and the amount of surfactant addition on yield after flotation deinking.

율의 감소는 필연적인데, 이것은 발생하는 기포가 많아지기 때문에 기포에 부착되는 회분이나 단섬유 같은 미세분과 장섬유의 양이 많아지기 때문이다.

플렉소 고지의 함량이 증가하면 수율이 감소하는 것으로 나타났는데, 알칼리 탈묵에서는 89.2%에서 87.7%로, oleyl ether를 0.2% 첨가한 중성 탈묵에서는 95.3%에서 93.5%로, 그리고 oleyl ester를 0.2% 첨가한 중성 탈묵에서는 96.1%에서 94.1%로 감소하였다. 이처럼 플렉소 신문고지의 첨가량이 증가함에 따라 수율이 감소하는 것은 크게 2가지로 생각할 수 있다. 첫째는 플렉소 잉크에는 잉크의 분산을 위해서 계면활성제가 첨가되는데 이러한 성분이 탈묵 시에 기포의 발생량을 증가시키기 때문이고, 둘째는 플렉소 신문고지가 국내 신문고지와 달리 미국에서 수입되기 때문에 고지의 노화가 진행되어 해리 시에 단섬유가 많이 생성되어 플로테이션을 할 경우에 제거되는 양이 많기 때문이다. 이렇게 노화되어 입고되는 수입 고지는 국내 고지에 비하여 품질의 저하가 심각한데, 더욱이 플렉소 신문고지는 쉽게 사용되지 못하고 야적되는 실정인어서 온도가 높을 때에는 부패되는 심각한 문제가 발생하고 있어 적절한 활용 방법을 모색하는 것이 중요한 것으로 생각된다.

### 3.2 여수도

고지는 해리되는 동안 섬유상으로 분리될 뿐 아니라 기계적 작용에 의해 섬유와 충전물이 분리되고 미세섬유가 생성된다. 이렇게 생성된 미세섬유와 충전물들이 플로테이션 과정을 통해 제거되어 펄프의 여수도에 영향을 미치게 되며, 그 정도는 해리 시의 pH와 첨가된

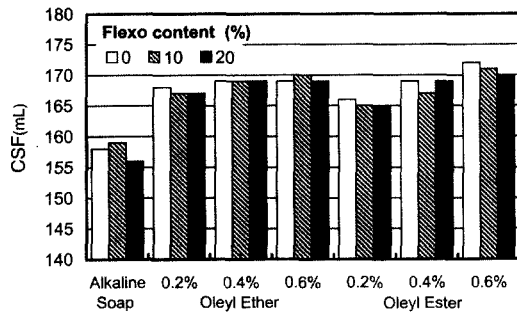


Fig. 2. Effects of flexo ink and the amount of surfactant addition on freeness.

계면활성제에 의해 달라진다. 본 실험에서는 알칼리 조건과 중성 조건에서 여수도의 변화를 파악하고자 탈묵이 끝난 지료의 여수도를 측정하였다. 그 결과 알칼리 탈묵이나 중성 탈묵 조건에서 모두 플렉소 고지의 첨가량 변화에 따른 여수도의 차이는 크지 않았다 (Fig. 2).

그러나 탈묵 시의 pH에 따른 차이는 컸다. 알칼리 탈묵 조건에서는 플렉소 비율에 상관없이 여수도가 156~159 mL CSF를 나타낸 반면, 중성 탈묵 조건에서는 oleyl ether를 첨가한 경우에 168~170 mL CSF, oleyl ester를 첨가한 경우에는 165~172 mL CSF로 알칼리 탈묵에 비해 약 10 mL 높은 여수도를 나타내었다. 이것은 알칼리 조건에서 섬유에 카르복실기나 설포닐기 같은 음이온기가 증가하고 충전물도 음이온을 나타내 지료의 구성 성분이 분산이 되어 탈수성이 떨어졌기 때문으로 생각된다. 또한 알칼리 조건에서는 중성 조건보다 섬유가 팽윤되므로 여수도가 저하될 수 있다. 중성 조건에서 해리할 경우에는 소용 동력이 많이 들기 때문에 같은 해리 조건에서 미해리분의 증가에 의해 여수도가 높을 수도 있으나 본 실험에서는 미해리분이 거의 발생하지 않았기 때문에 그러한 영향은 없을 것으로 생각된다.

따라서 중성 조건에서 탈묵을 할 경우에 알칼리 탈묵보다 탈수성이 개선되어 세척 단계나 농축 단계에서 효율 개선효과가 있고, 최종적으로 초지 공정에 와서도 탈수성 개선에 효과가 있을 것으로 생각된다.

### 3.3 잔류 잉크

알칼리 탈묵과 중성 탈묵 조건에서 탈묵 후 종이에

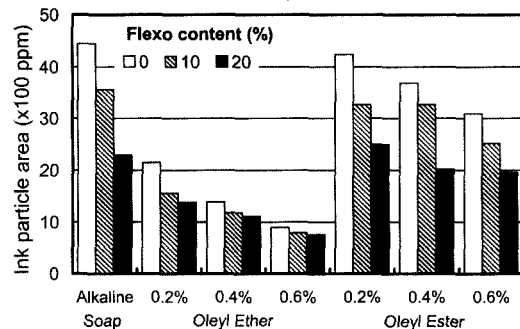


Fig. 3. Effects of flexo ink and the amount of surfactant addition on ink particle area.

잔류하는 잉크 가운데 육안으로 관찰할 수 있는 크기인 80  $\mu\text{m}$  이상의 잔류 잉크의 양을 측정하였다. 잔류 잉크의 양은 알칼리와 중성 조건에 상관없이 플렉소 고지의 함량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났는데, 이것은 플렉소 고지의 잉크가 해리되면서 미세한 잉크로 분산되어 육안으로는 관찰되지 않는 특성이 있기 때문이다 (Fig. 3). 또 탈묵이 끝난 후 잔류 잉크의 수는 oleyl ether를 첨가하여 중성 조건에서 탈묵한 경우가 가장 적은 것으로 나타났고, 그 첨가량이 증가하면 현저히 감소하는 것을 알 수 있었다. 플렉소 고지의 함량이 20%일 때 계면활성제의 첨가량을 0.2%에서 0.6%로 증가시키면 잔류 잉크의 양은 1,379 ppm에서 758 ppm으로 약 45% 감소하였다. 알칼리 탈묵을 실시한 경우에는 플렉소 고지가 첨가되지 않았을 때 4,447 ppm이었으며, 플렉소 고지가 20% 첨가되었을 때는 2,298 ppm으로 oleyl ether를 0.2% 첨가하여 탈묵한 것보다 약 2배의 잔류 잉크가 있었다. Oleyl ester를 0.2% 첨가하여 탈묵한 경우에도 잔류 잉크의 양이 플렉소 고지가 20% 첨가되었을 때 2,499 ppm으로 알칼리 탈묵과 비슷하여 비이온성 계면활성제이지만 oleyl ether보다 탈묵 효율이 떨어지는 것으로 나타났다. 이것은 비이온 계면활성제라도 잉크 박리·분산력과 기포력이 우수한 것이 탈묵 효율이 좋다는 것을 의미한다.

### 3.4 백색도

플렉소 인쇄잉크를 구성하는 친수성 안료는 해리되면 1  $\mu\text{m}$  이하의 매우 작은 입자상으로 존재하기 때문에 부유부상법으로 효과적으로 제거하기 어려운 단점

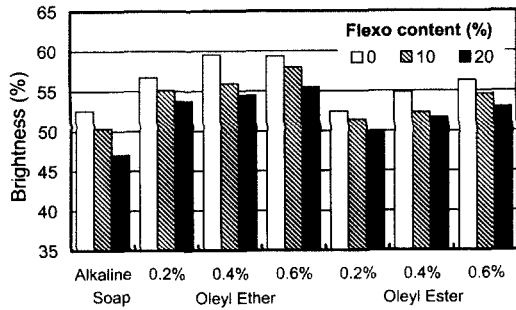


Fig. 4. Effects of flexo ink and the amount of surfactant addition on brightness.

을 가지고 있다. 특히 플렉소 인쇄잉크는 알칼리 조건 하에서 탈묵할 경우 잉크입자의 크기가 더욱 작아져 부상 탈묵에 의한 백색도 증가 효과가 더욱 크게 저하되는 문제점을 지니고 있다.<sup>13,14)</sup> 이러한 기본적인 잉크의 차이에 의해서 기존의 탈묵기술을 이용하여 부유부상법으로 신문고지를 탈묵할 경우 플렉소 고지의 함량이 증가할수록 탈묵성이 크게 저하되어 백색도가 떨어지는 문제점이 나타나고 있다.

알칼리 해리 후 부유부상 탈묵을 하였을 경우 Fig. 4에서 보는 것과 같이 플렉소 고지의 함량이 0%, 10% 및 20%로 증가됨에 따라 백색도는 각각 52.6%, 50.3% 및 47.0%로 감소하였다. 또 중성 해리하였을 경우에는 플렉소 고지의 함량이 0%, 10% 및 20%로 증가함에 따라 oleyl ether나 oleyl ester 첨가한 경우 모두 알칼리 탈묵과 마찬가지로 백색도가 감소하였다.

모든 처리구에서 플렉소 고지의 첨가량이 증가할수

록 백색도는 감소되었으나, 알칼리 탈묵의 경우에 백색도 감소폭이 5.2%로 중성 탈묵을 실시한 oleyl ether의 3.0%와 oleyl ester의 2.4%보다 훨씬 크게 나타났다. 이것은 플렉소 잉크가 중성 조건보다 알칼리 조건에서 더욱 작게 분산되어 부유부상 탈묵으로 제거되기 어렵기 때문이다.

플렉소 고지의 함유량 증가에 의한 백색도 감소는 모든 탈묵 조건에서 발생되었으나 플렉소 고지가 20% 첨가된 경우에도 중성 탈묵용 계면활성제의 첨가량이 0.6%로 증가된 경우 백색도는 oleyl ether가 55.5%, oleyl ester가 53.0%로 알칼리 탈묵보다 각각 8.5%와 6.0% 높았다. 이것은 잉크 제거 효율의 개선뿐 아니라 알칼리 탈묵시에 발생하는 신문고지의 황변현상(alkali darkening)이 감소한 때문으로 생각된다. 특히 중성 조건에서 oleyl ether를 첨가하여 탈묵을 한 경우에는 플렉소 고지가 20% 첨가되어도 플렉소 고지가 없이 오프셋 신문고지만을 알칼리 탈묵한 경우보다 높은 백색도를 얻을 수 있었다. 전반적으로 지방산 타입보다는 ether 결합을 형성하는 알코올계 계면활성제를 탈묵에 사용하는 것이 플렉소 고지의 함유에 상관없이 높은 탈묵 효율을 얻을 수 있었다.

### 3.5 색 차

플렉소 고지의 증가가 탈묵펄프의 색차에 미치는 영향을 파악하고자 부유부상 탈묵을 한 후에 수초지의 색차를 측정하여 L\*, a\* 및 b\*로 나타내었다(Table 2). 여기에서 보는 것과 같이 플렉소 고지의 첨가량이 증가할수록 L\* 값은 백색도와 마찬가지로 감소하였다. 이것은 제거가 안된 잔류 플렉소 잉크에서 기인하

Table 2. Effects of flexo ink and amounts of surfactant addition on sheet color (Lab)

	Flexo Ratio	Alkaline	Oleyl ether (%)			Oleyl ester (%)		
		Soap	0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6
L*	0	82.92	81.78	85.07	85.01	77.88	80.24	81.36
	10	80.95	80.53	82.36	83.84	78.11	78.30	80.13
	20	78.02	79.74	80.86	82.61	77.51	78.40	79.00
a*	0	-0.66	-0.71	-0.33	-0.36	-0.66	-0.69	-0.53
	10	-0.40	-0.70	-0.28	-0.26	-0.55	-0.51	-0.61
	20	-0.57	-0.57	-0.59	-0.30	-0.52	-0.31	-0.42
b*	0	4.77	2.93	3.71	3.80	1.96	2.48	2.83
	10	4.59	2.96	3.64	3.69	2.53	2.44	3.08
	20	4.41	2.96	3.79	3.77	2.85	2.83	2.80

는 것으로 생각된다. 플렉소 고지가 0%, 10% 및 20%로 증가할 때  $L^*$  값은 알칼리 탈묵시에 각각 82.92, 80.95 및 78.02로 4.9 정도 감소하는 것으로 나타났고, oleyl ether를 0.2% 첨가하여 중성 탈묵하였을 때는 각각 81.78, 80.53 및 79.74로 약 2 정도 감소하였으며, oleyl ester를 0.2% 첨가하여 중성 탈묵하였을 때는 각각 77.88, 78.11 및 77.51로 거의 변화가 없었다.  $L^*$  값 역시 백색도와 마찬가지로 알칼리 탈묵을 할 경우에 중성 탈묵보다 더 많이 감소하는 것으로 나타났다. Oleyl ether의 경우에는 첨가량이 많아지면 플렉소 고지의 비율에 상관없이 알칼리 탈묵에 비하여 높은  $L^*$  값을 나타냈다.

종이의 색깔 중에서 녹색이나 적색을 나타내는  $a^*$  값은 모든 처리구에서 플렉소 고지의 함량과 일정한 관계를 나타내지는 않았으나 중성 탈묵시에 계면활성제의 첨가량이 많아지면 0에 가까워지는 경향을 보였다.  $b^*$  값은 종이의 색깔 중에서 청색이나 황색을 나타내는 것으로 그 값이 크면 황색에 가까운 것을 의미한다. 따라서 신문고지의 알칼리 탈묵시에  $b^*$  값은 황변 현상의 정도를 예측할 수 있는 값으로, 그 값이 크면 노화에 의한 황변 현상이나 알칼리에 의한 황변 현상이 더 많이 발생한 것으로 판단할 수 있다. 본 실험에서는 알칼리 탈묵과 중성 탈묵 후의  $b^*$  값을 비교한 결과 모든 경우에서 알칼리 탈묵이 높은 값을 나타내 알칼리 조건에서 황변 현상이 많이 일어남을 알 수 있었다. 중성 탈묵 조건에서는 oleyl ether 처리구가 oleyl ester 처리구보다 높은 값을 나타냈다. 또 각 처리구에서는 탈묵제의 첨가량이 증가할수록  $b^*$  값이 높게 나타났는데 이것을 잉크 제거 효율이 높아서 잉크에 의한 영향이 감소하였기 때문으로 생각된다.

### 3.6 불투명도

탈묵 조건이 최종 제품의 불투명도에 어떤 영향을 미치는가를 간접적으로 비교하기 위하여 플로테이션이 끝난 후에 수초하여 불투명도를 측정하였다. 신문용지는 평량이 낮고 두께가 얇기 때문에 불투명도가 백색도와 더불어 중요한 광학적 성질 중의 하나이다. 불투명도는 종이의 광산란계수와 광흡수계수에 따라 달라진다. 광산란계수는 충전물의 함량, 종이의 밀도, 평량 등에 의해, 광흡수계수는 리그닌이나 잉크입자의 함량에 따라 크게 영향을 받는다. 즉, 회분제거율이 높으면 광산란이 감소하여 불투명도가 감소되며, 플로테이션 후에 잔류 잉크의 양이 많으면 광흡수가 증가하

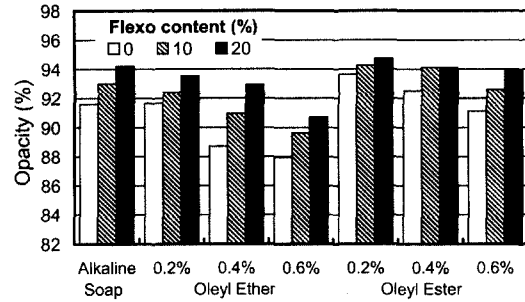


Fig. 5. Effects of flexo ink and the amount of surfactant addition on opacity.

여 불투명도가 증가하게 된다.

불투명도는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 탈묵제의 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 탈묵 조건별로 비교하면 알칼리 탈묵을 실시한 경우의 불투명도가 높았으며, oleyl ether를 이용하여 중성 탈묵을 실시한 경우가 가장 낮았다. 이것은 알칼리 탈묵시 잔류 잉크의 양이 많아 광흡수 증가에 따른 결과라 생각된다. 또한 플렉소 고지의 함량이 증가할수록 불투명도가 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 광흡수 효과가 큰 플렉소 잉크의 양이 증가하였기 때문으로 생각된다. 따라서 잉크 제거 효율이 우수한 oleyl ether를 첨가하여 탈묵한 경우에 가장 낮은 불투명도를 나타냈다. 같은 고지 배합조건에서는 계면활성제의 첨가량이 증가할수록 회분제거율이 증가하고 잔류 잉크의 양이 감소하기 때문에 불투명도가 감소하였다.

## 4. 결론

플렉소 고지가 혼입된 신문고지는 알칼리 조건에서 해리할 경우에 잉크입자가 매우 작아져서 기존의 부상탈묵으로는 그 제거 효율을 크게 저하되어 백색도가 떨어지는 문제가 있다. 본 연구에서는 중성 조건에서 플렉소 고지의 탈묵을 실시하여 수율, 여수도, 잉크제거 효율, 백색도 및 불투명도를 조사하였다.

알칼리 조건보다는 중성 조건에서 탈묵할 경우에 탈묵필프의 백색도, 잉크제거 효율이 우수하였으며, 수율 및 여수도도 높았다. 이런 결과는 알칼리 조건에서 플렉소 잉크가 작게 분산되어 탈묵 효율이 떨어지는 것과 연관이 있는 것으로 판단되었다. 그러나 불투명도와  $b^*$  값은 알칼리 조건에서 높은 것으로 나타났는데, 이는 잉크제거 효율이 떨어지면서 광흡수능이 커지고, 알칼리에 의한 황변이 일어났기 때문으로 생각

되었다.

중성 조건에서도 계면활성제의 종류에 따라 탈묵 특성에 차이가 있었다. 알코올계 탈묵제가 지방산계 탈묵제보다 우수한 탈묵효과가 있는 것으로 나타났다.

## 인 용 문 헌

1. McKinney, R. W. J. Waste paper and collection. In Technology of Paper Recycling, ed. by R.W.J. McKinney, Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK. pp. 1-27 (1995).
2. 이학래, Condebelt Drying Technology를 이용한 산업용지의 품질 향상, 환경친화형 폐지 재활용 기술 Workshop. 국립기술품질원 pp. 111-128 (1998).
3. Chabot, B., C. Daneault, M. Lapointe, and L. Machildon. Newsprint water-based inks and flotation deinking. Progress Paper Recycling. August/1993:21-29.
4. Jarrehult, B., R. G. Horacek, M.-L. Lindquist. Deinking of wastepaper containing flexographic inks. 1989 Pulping Conference Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta, USA. pp. 391-405.
5. Turvey, R. W. Chemical use in recycling. In, Technology of Paper Recycling, ed. by R. W. J. McKinney, Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK. pp. 130-144 (1995).
6. Galland, G., Y. Vernac and B. Carre. The advantages of combining neutral and alkaline deinking, Part I: Comparison of deinking of offset and flexo-printed paper. Pulp Paper Canada, 98(6):T182 (1997).
7. Galland, G., Y. Vernac and B. Carre. The advantages of combining neutral and alkaline deinking, Part II: Comparison of various processes for deinking mixtures containing waterbased printed paper in the CTP pilot plant. Pulp Paper Canada, 98(7): T254 (1997).
8. Chabot, B., C. Daneault, M. M. Sain and G. M. Dorris. The adverse role of fibres during the flotation of flexographic inks. Pulp Paper Canada, 98(12):T451 (1997).
9. Jobbins, J. M. and O. U. Heise. Neutral deinking of mixed office waste in a closed-loop process. 1996 Recycling Symposium Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta, USA. pp. 27-29.
10. Guerro, G. J., J. J. Schroeck, N. N.-C. Hsu and L. Errigo. Effect of deinking agents on clarification chemicals. 1997 Recycling Symposium Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta, USA. pp. 453-458.
11. Anderson, J. Chemical techniques to improve deinking efficiency. 1994 World Pulp Paper Tech. pp. 176-180.
12. Anderson, J. High efficiency for clean deinking. Progress in Paper Recycling May/1995: pp. 90-94.
13. Galland, G., B. Carre and Y. Vernac. Deinking difficulties related to waterbased ink printed paper. 1998 Paper Science Symposium Proceedings, Korea, pp. 97-119.
14. Lafon, M.-O. Deinking of water-based inks. Cost Workshop Proceedings, "Waterbased Inks and Deinking", CTP, Greboble, France (1998).