

## 재활용폐지 유래 기름반점 제어효율 평가

성용주 · 윤도현 · 김동섭 · 이지영<sup>†1</sup> · 허영준<sup>2</sup> · 김영훈<sup>2</sup> · 김연오<sup>2</sup> · 이세란<sup>2</sup>  
접수일(2014년 10월 13일), 수정일(2014년 10월 21일), 채택일(2014년 10월 22일)

## Evaluation of Control Efficiency of Oil Mark Originated from the Recycled Fibers

Yong Joo Sung, Do-Hyun Yoon, Dong Sub Kim, Ji-Young Lee<sup>†1</sup>, Young-Jun Heo<sup>2</sup>,  
Young-Hoon Kim<sup>2</sup>, Yeon-Oh Kim<sup>2</sup> and Se-Ran Lee<sup>2</sup>

Received October 13, 2014; Received in revised form October 21, 2014; Accepted October 22, 2014

### ABSTRACT

The paper recycling becomes more important technology in terms of the reduction of the municipal waste and of saving natural resource such as wood. However the more utilization of recycled fiber would result in the higher contaminants in the papermaking processes and in the deterioration of the paper quality. The oil marks in the paper products becomes one of the major defects of paper products originated from paper recycling. The coagulation of various stickies in recycled fiber stock led to the oil marks. In this work, we applied functional polymer additives such as the dispersing agents, the fixing agents and the hydrophobic talc powder for the control of those stickies in order to remove the oil marks. The addition of the talc powder showed the great reduction in the oil marks of the packaging paper products. The hydrophobic surface of the talc particles collected the individual sticky materials and prevented their aggregation in the recycled fiber stock, which resulted in the great reduction of the oil marks on the paper products.

*Keywords: Oil mark, sticky, talc, paper recycling, aggregation*

• 충남대학교 농업생명과학대학 환경소재공학과 (Dept. of Biobased Materials, College of Agriculture and Life Science, Chungnam Natl. Univ., Daejeon, Republic of Korea)

1 경상대학교 환경재료과학과/농업생명과학연구원 (Dept. of Environmental Materials Science/IALS, Gyeongsang National Univ., Jinju, 660-701, Korea)

2 깨끗한나라(주)(KLEANNARA Corp., Shinhoyang B/D 49-17, Choongmooro-2ga, Joong-Gu, Seoul, Korea)

† 교신저자 (Corresponding Author): E-mail: paperyjy@gnu.ac.kr

## 1. 서론

환경보전을 위한 산림보호, 전 세계적 산업발전에 따른 목재펠프 수요 증가 등으로 목재자원의 가격은 지속적으로 상승되고 있다. 이에 따라 매년 250만 톤 내외의 목재펠프를 수입하는 국내 제지산업에서는 원가절감과 제품 가격경쟁력 확보를 위하여 재활용 폐지의 다양한 지종으로의 적용이 더욱 확대되고 있는 실정이다. 특히, 생활폐자원, 도시쓰레기의 재활용 측면에서 폐지의 재활용은 그 중요성이 매우 높고, 대단위 고밀도거주가 중심이 되는 도시화가 더욱 일반화 되면서 폐자원의 재활용이 상대적으로 용이해지는 장점 등으로 인해 폐지 등의 폐자원 재활용이 활발히 이루어지고 있다. 국내에서의 폐지재활용은 매우 적극적으로 이루어지고 있어서 전 세계 최고 수준의 폐지재활용을 보여주고 있고, 실례로 산업용지 등의 지종에서는 90% 이상의 폐지가 재활용되고 있는 실정이다(한국제지공업연합회, 2013).

그러나 높은 폐지재활용률에 비해 수거된 폐지의 적절한 등급별 분류 시스템의 부재로 선진국과 같이 적정 활용을 위한 체계적 폐지분류 및 등급화는 잘 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히 폐지의 사용량이 증가함에 따라 폐지 등급 내의 불순물 및 등급 외 지종의 혼입, 오염 등이 더욱 심각하게 발생되고 있다. 재활용 폐지의 적절한 활용을 위해서는 폐지 내에 존재하는 다양한 오염물질들을 제거하여야 하는데 실제 폐지의 활용가치를 높이기 위한 다양한 공정기술들이 개발되어 다양한 지종에서 활용되고 있다. 인쇄용지의 생산을 위하여 폐지를 활용하는 신문용지,<sup>1)</sup> 컴퓨터용지,<sup>2)</sup> 복사용지,<sup>3)</sup> 백상지<sup>4)</sup> 등의 생산 공정에서는 폐지내의 잉크를 제거하는 탈묵공정이 주로 적용되고, 산업용지를 생산하는 경우 주요 원료인 골판지폐지<sup>5)</sup>의 정선을 위하여 디스퍼징 등 물리적 화학적 처리방법이 주로 적용되고 있다. 이와 함께 탈묵공정의 부유부상법<sup>6)</sup>과 효소처리법<sup>7)</sup> 등 많은 관련 연구가 진행되어 현장에서 적용되고 있는 실정이다. 그러나 현재 더욱 심화되는 재활용 폐지의 품질저하와 이에 따른 다양한 불순물의 유입 및 공정오염 증가 등으로 인해 폐지 내 이물질 종류, 함량, 제어방법 및 효율에 대한 적정기술개발은 더욱 중요해지고 있는 실정이다.<sup>8)</sup>

이러한 반복되는 폐지재활용으로 인해 발생될 수 있는 문제들은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 폐지재활용이 반복됨에 따라 나타나는 목재섬유의 각질화로 섬유의 유연성 저하 등으로 인해 제품의 강도감소 등 최종 물성저하가 심화되는 것이다. 두 번째로는 인쇄, 코팅 등 다양한 종이의 후처리 공정 및 종이제품의 사용과정 중에서 혼입되는 다양한 오염물질들에 의한 영향이다. 특히 이러한 오염물질들은 여러 가지 공정상, 제품품질 상 문제들을 발생시키게 되는데, 예를 들어 공정상 초지계 내에 점착성 이물질이 누적될 경우에 와이어나 펄트의 막힘, 진공박스 및 포일에의 침적, 프레스 및 건조 실린더의 오염, 와이어나 펄트세척제의 사용량 증가 등의 다양한 공정상 문제들을 야기시키게 된다.<sup>9)</sup>

이러한 점착성을 가지는 폐지유래 불순물들을 통칭하여 스티키(stickies)라고 일컫는데, 발생 원인에 따라 크게 1차 스티키와 2차 스티키로 나눌 수 있다. 1차 스티키는 주로 코팅층의 바인더, 접착라벨 및 핫멜트 등으로부터 유래되는데 초지기의 정선공정 등을 통해 대체로 제거될 수 있다. 하지만 2차 스티키의 경우 이러한 1차 스티키 물질이 분해되거나 도공용 접착제, 다양한 고분자물질, 원료 내 피치 등으로부터 유래된 다양한 콜로이드상의 입자 또는 용존 물질들을 말하는데, 상대적으로 제거 및 관리가 어려우며, 초지공정에서 응집되거나 침착되면서 여러 가지 다양한 문제들을 발생시키게 된다.<sup>10)</sup>

이와 같이 폐지원료 내에 포함되어 들어오는 다양한 오염물질들이 펄핑 등의 제조공정 중에서 분리되어 다양한 문제들을 일으키는데, 특히 2차 스티키 물질들의 응집물들이 최종 제품표면에 잔류하게 되면서 인쇄품질 저하 등의 제품품질 저하를 가져오는 현상을 기름반점(oil mark 또는 oil spot)이라고 통칭하고 있고, 이것은 현재 재활용폐지 기반 제품의 주요한 품질관리 기준이 되고 있다. 제품의 기름반점 발생은 폐지의 품질저하와 함께 최근 들어 더욱 심화되는 상황이고 이에 대한 관리는 더욱 중요한 이슈가 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 재활용폐지를 원료로 제조되는 지류제품 품질에 큰 영향을 미치는 스티키 물질의 제어를 통한 기름반점 조절 기술들의 효율성을 평가하여 보았다. 현재 스티키 조절기술로 두 가지 방법이 일반적으로 적용되고 있는데, 소수성 표면을 가지는 탈크 분말을 적용

하여 점착성 오염물질을 흡착하는 방법<sup>11)</sup>과 다양한 특성의 고분자 전해질을 첨가하여 미세 입자 상태인 점착성 이물질들을 분산시키고 각각 섬유 등의 표면에 흡착시킴으로써 문제를 일으킬 수 있는 큰 입자로 성장하지 못하게 하는 방법 등<sup>12)</sup>을 들 수 있다. 본 연구에서는 이러한 스티키 제어 기술의 적용을 통해 재활용폐지 지료에서의 점착성 물질 제어 효과와 실제 제품에서의 기름반점 발생 정도를 평가하여 향후 재활용폐지에서의 스티키 제어를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

재활용 폐지 지료에서 스티키 제어 기술의 영향을 평가하기 위하여 실제 저급 재활용폐지를 사용하는 A사의 헤드박스 지료를 분양받아 평가를 진행하였다. 재활용 폐지 지료에서의 스티키 물질 조절영향을 평가하기 위하여 일반적 스티키 물질의 분산을 유도하는 고분자 분산제(polymeric dispersant, A)를 적용하였다. 또한 고분자분산제와 고분자 정착제를 함께 적용하였을 때 스티키 조절 효율 및 이에 따른 기름반점 조절 가능성을 평가하고자 고분자 정착제(polymeric fixing agent, B)를 적용하였다.

고분자 응집제의 처리가 재활용 폐지 지료 내 스티키 물질의 조절을 통해 실제 제품에서의 기름반점 조절 정도에 미치는 영향을 비교 평가하고자 양이온성이 상대적으로 약하고 저분자량으로 만들어진 고분자 응집제 C와 강한 양이온성의 고분자량 고분자 응집제 D 두 종류의 응집제를 분양받아 그 영향을 비교 평가 하였다. 또한 입자들의 보류 등을 도와서 스티키 물질의 제거에도 영향을 미칠 수 있는 제지첨가제용 벤토나이트를 분양받아 평가하였다. 이와 함께 무기성 스티키 조절용 무기첨가제인 탈크 분말을 첨가제로 적용하여 그 영향을 비교 평가하여 보았다.

또한, 약품 농도 및 반응시간에 따른 스티키 물질 조절영향을 평가하기 위해 강 양이온성 고분자량 응집제 D를 첨가비율 및 반응 시간에 따른 기름반점 제거효율을 평가하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 재활용폐지 지료에서의 스티키 물질 조절 특성 평가방법

##### 2.2.1.1 재활용 폐지 지료에서 PDT(pitch deposit testing) 법을 적용한 스티키 제거 효율 평가 방법<sup>13)</sup>

고분자 분산제와 정착제에 의한 스티키 물질의 특성 및 영향성 변화를 평가하고자 이러한 스티키 물질 특히, 50 μm 이하의 미세 스티키 입자들을 정량화 할 수 있는 PDT를 활용하여 평가하였다. PDT 방법에서는 지료 상에 존재하는 스티키 입자들을 소수성 OHP 필름에 흡착시켜 지료 내의 스티키 물질량과 흡착특성 등을 간접적으로 평가하게 된다. 분산제, 정착제 및 추가적인 벤토나이트의 투입량에 따른 영향을 Fig. 1에 도시된 바와 같이 시험절차를 따라 평가하였으며, 이때 벤

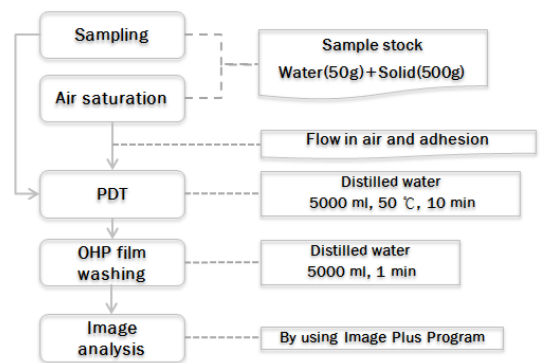


Fig. 1. Evaluation procedure for the sticky control efficiency in recycled fiber stock by using PDT.

Table 1. Typical properties and mineral analysis of talc

Type	Brightness (GEB)	Surface area (m <sup>2</sup> /g)	Specific gravity	pH (10% slurry)
Powder	79	12-15	2.8	8-9
Purity (%)	Dolomite (%)	Other (%)	Asbestos (method CTFA J4-1)	
94-98	1-3	1-3	No detected	

토나이트는 투입 전 증류수로 팽윤시켜 적용하였다. 각 기능성 첨가제의 투입량 및 조건을 Table 2에 나타내었다.

2.2.1.2 점착성 물질의 전이량 정량화를 통한 재활용 폐지 지료에서 스티키 조절 효율 평가(Pulmac 법)  
고분자 첨가제에 의한 스티키 조절 특성 및 최적 조합의 토출을 위하여 고분자분산제, 정착제, 벤토나이트의 투입량을 조절하여 그 영향을 평가하였다. 특히, 150 μm 이상의 매크로스티키를 평가할 수 있는 Pulmac 법을 적용 첨가제의 투입조건 변화에 따라 그 영향을 평가하였다.

2.2.1.3 기름반점 원인물질 함량조사 방법  
재활용폐지를 기반으로 제조되는 산업용지에서 발생하는 기름반점 등의 원인물질로 대표적인 것은 핫멜트, 테이프 등으로부터 유래된 소수성 고분자 물질들로 알려져 있는데 이러한 물질들은 디클로로메탄(DCM, dichloromethane)과 같은 유기용매에 용해된다. 실제 이러한 기름반점 원인물질은 펄핑과 원질공정을 거치면서 지료 속 존재하게 되는데, 폐지로부터 완전히 분리되어 지료 속에서 부유하거나 또는 폐지섬

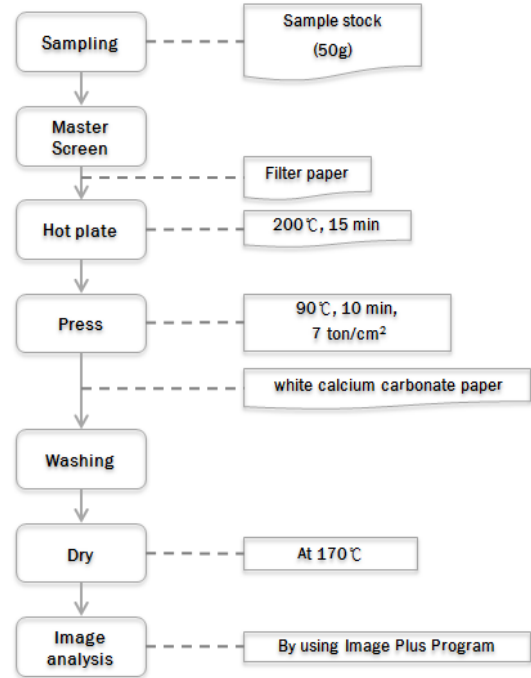


Fig. 2. Schematic diagram of evaluation processes for the sticky control efficiency by using Pulmac method.

Table 2. Test conditions for evaluating the effects of sticky control polymer agents by using the PDT method

1) Trial 1. Conditions for addition of the polymer agents

Type	Polymeric dispersant	Polymeric fixing agent
Control	No addition	No addition
Test 1	A (500 ppm)	B (1,000 ppm)
Test 2	A (1,000 ppm)	No addition
Test 3	A (1,000 ppm)	B (2,000 ppm)

ppm: Dry weight of stock

2) Trial 2. Conditions for addition of the bentonite

Type	Polymeric dispersant	Polymeric fixing agent	Bentonite
Control	No addition	No addition	No addition
Test 4	A (1,000 ppm)	B (2,000 ppm)	No addition
Test 5	A (1,000 ppm)	B (2,000 ppm)	2,000 ppm

ppm: Dry weight of stock

Table 3. Conditions for the addition of the polymer agents (Pulmac)

Type	Polymeric dispersant	Polymeric fixing agent	Bentonite
Control	No addition	No addition	No addition
Test 6	A (1,000 ppm)	B (2,000 ppm)	No addition
Test 7	A (1,000 ppm)	B (2,000 ppm)	(2000ppm)

유로 완전히 분리되지 않거나 추가적으로 흡착되어 섬유와 함께 거동하게 된다. 따라서 폐지지를 증류수로 30분간 세척하여 폐지로부터 분리된 스티키 물질을 제거한 후 DCM 추출을 통해 폐지섬유에 잔류하거나 흡착된 스티키 물질의 양을 평가하였다.

### 2.2.2 고분자 첨가제에 적용에 의한 기름반점 조절특성 평가

#### 2.2.2.1 스티키 조절을 위한 첨가제 적용 및 수초지 제조

기름반점의 원인이 되는 스티키 물질의 제어를 통해 실제 수초지에서 기름반점 발생이 변화되는 여부를 확인하기 위하여 본 실험에서는 탈크 및 고분자 첨가제를 적용하여 기름반점 발생여부를 평가하였다. 이를 위해 소수성 특성을 가지는 탈크와 스티키 물질의 응집을 감소시키는 고분자 분산제 및 스티키 물질의 섬유부착을 유도하는 고분자 응집제를 각각 폐지지에 투입하였다. 투입 후 교반기를 사용하여 20분 간 150 rpm으로 완전히 혼합하고, 혼합된 지료로 수초지를 제조 기름반점의 발생여부 등을 평가하였다. 이때 수초지의 경우 기름반점의 영향 등의 평가를 용이하게 하기 위해서 저평량, 약 55 g/m<sup>2</sup>으로 수초지를 제작하였다. 본 실험과정 및 투입량 등은 Fig. 3에 모식적으로 나타내었다.

#### 2.2.2.2. 기름반점 발생 평가

폐지를 원료로 제조된 수초지에서 기름반점 발생 현황을 평가하기 위하여 제조된 수초지를 오븐드라이어를 사용하여 120℃, 20분 간 열처리를 실시하였다.

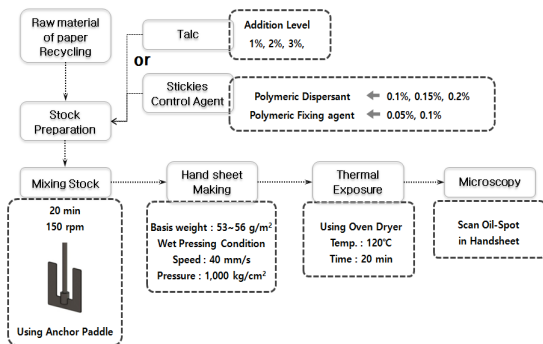


Fig. 3. Flow diagram of the test procedure for evaluation of the effects of the control agent addition on the oil spot of handsheets made of recycled fibers.

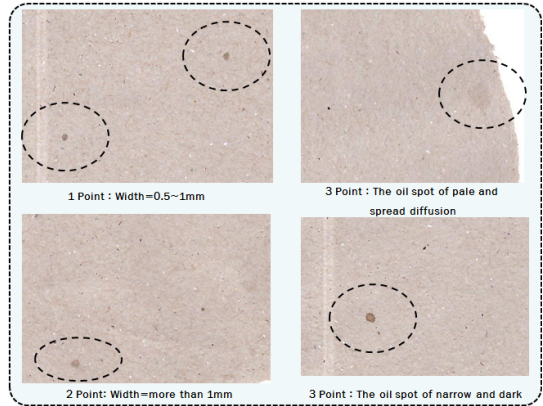


Fig. 4. Evaluation examples of oil mark depending on the size and the color of the oil mark.

열처리 후 각각의 첨가제가 적용된 수초지 시료를 각 조건 당 10개 이상 시료를 대상으로 육안평가를 실시하여 기름반점 발생여부를 확인하였다. 이때 열처리에 의해 발현된 기름반점의 크기나 형태별로 가중치를 주어 기름반점 발생정도를 정량화 하였는데, 기름반점의 폭이 0.5-1 mm는 1점, 폭이 1 mm 이상 2점, 반점이 열으나 넓게 확산된 형태이거나 짙게 발현된 형태는 3점으로 평가하였다. Fig. 4는 대표적으로 발생되는 기름반점의 형태와 그에 따른 가중치를 보여주고 있다.

#### 2.2.2.3. 탈크 첨가에 따른 수초지 무기물 함량 변화 평가

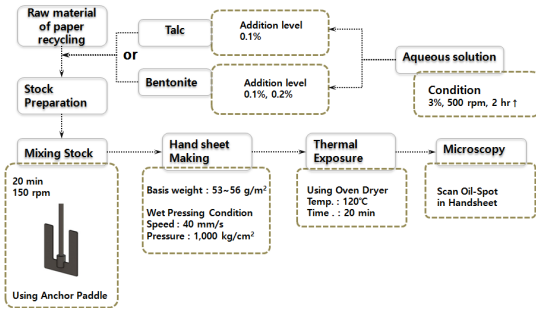
본 연구에서는 탈크 첨가에 따라 수초지의 무기물 함량이 변화되는 정도를 평가하였다. 이때 수초지의 무기물 함량은 TAPPI Standard Test Method T 244cm-99에 의거하여 측정하였다.

#### 2.2.2.4. 첨가제 반응시간에 따른 특성평가

스티키 조절 효과가 우수한 양이온성 고분자량 고분자 응집제 D를 투입량과 반응시간을 변화시켜 적용함으로써 투입조건에 따른 기름반점 조절 특성을 평가하여 보았다. 고분자 응집제 D는 0.025%, 0.05%로 투입하였고, 투입 후 지료와의 교반시간은 30초, 2분, 5분, 10분씩 다르게 하여 고분자 첨가제와의 반응시간에 따른 기름반점제어효율을 비교 평가하였다.

#### 2.2.2.5 벤토나이트의 첨가에 따른 기름반점 제어효율 평가

벤토나이트는 많은 음이온전자와 혼합하여, 전기적



**Fig. 5.** Flow diagram of the test procedure for evaluation of the effects of the talc and bentonite on the oil spot of handsheets made of recycled fibers.

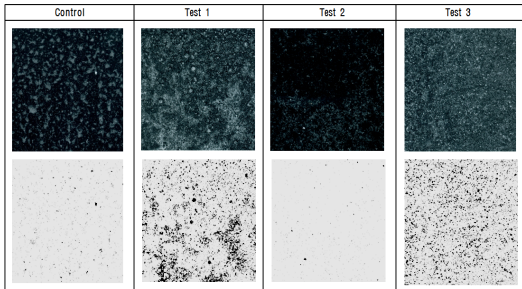
이중층을 이루고, 표면적이 넓어 실제교질의 극미립자를 만들어 제지공정에서 양이온 특성에 많은 영향을 주는 첨가제로 널리 활용되고 있다. 본 실험에서는 무기첨가제인 탈크와 이러한 벤토나이트의 효과를 비교해 보고자 실험을 진행하였고 이때 지료조성 및 수초과정은 Fig. 5에 도시된 바와 같이 절차대로 진행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

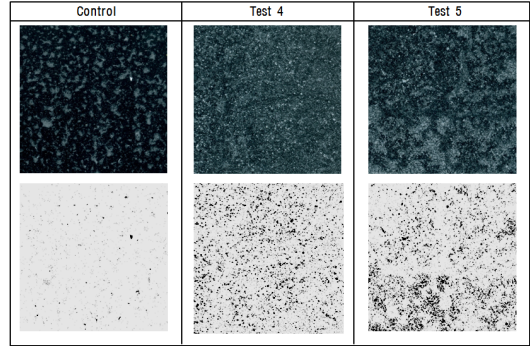
#### 3.1. 고분자 첨가제에 의한 폐지재료의 스티키 물질 변화

##### 3.1.1 마이크로피치 PDT 측정 결과

고분자 첨가제의 첨가에 따른 폐지재료 내 스티키 물질 변화를 PDT로 평가하여 Fig. 6에 측정 이미지를 나타내었다. 소수성 표면에 흡착된 스티키 물질의 양은 각 이미지의 역이미지를 통해 알아볼 수 있는데, 실



**Fig. 6.** Image of the PDT measurements by the addition of polymer dispersant and polymer fixing agents.



**Fig. 7.** Image of PDT measurements depending on the addition of bentonite.

제 고분자 분산제의 투입량이 많은 Test 2에서 스티키의 흡착이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 고분자 정착제를 투입한 경우에는 스티키의 흡착이 더욱 많이 늘어나는 것을 확인할 수 있었고, 벤토나이트의 추가적인 처리에 의한 영향을 나타낸 Fig. 7과 같이 PDT의 이미지 상에서 벤토나이트 첨가에 의해 스티키의 흡착이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

##### 3.1.2 Pulmac 법을 적용한 스티키 변화 측정결과

고분자 분산제, 고분자 응집제 및 벤토나이트 첨가에 의한 폐지재료의 스티키 물질 특성 변화를 Pulmac 법을 활용하여 평가하여 보았다. Fig. 8과 같이 스티키 조절을 위한 첨가제의 적용에 의해 스티키 물질의 전이량 등이 실제로 증가되고 있는 것을 볼 수 있었고 벤토나이트의 추가적 처리에 의해 이러한 스티키 전이량은 다소 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 분산되어 있는 스티키 물질이 고분자응집제 등에 의해 과도하게 응집되면서 나타난 결과로 판단되었다.

##### 3.1.3 폐지재료 내 기름반점 원인물질의 함량평가

폐지재료에서 기름반점의 원인이 되는 물질이 존재하는 형태 등을 알아보기 위해 DCM 용매 추출을 실시한 결과 Fig. 9와 같이 무처리 폐지재료에서는 추출량이 1.5%이고 증류수로 세척한 지료에서는 0.4%인 것으로 나타났다. 이러한 결과로부터 지료첨유에 잔류하거나 흡착되어 있는 스티키 물질의 양은 약 0.4% 정도로 추정할 수 있고 실제 첨유와 분리되어 지료에 존재하는 스티키 물질이 약 1.1%인 것을 보여주고 있다. 이러한 결과로부터 헤드박스 유입되는 폐지재료에서 스티



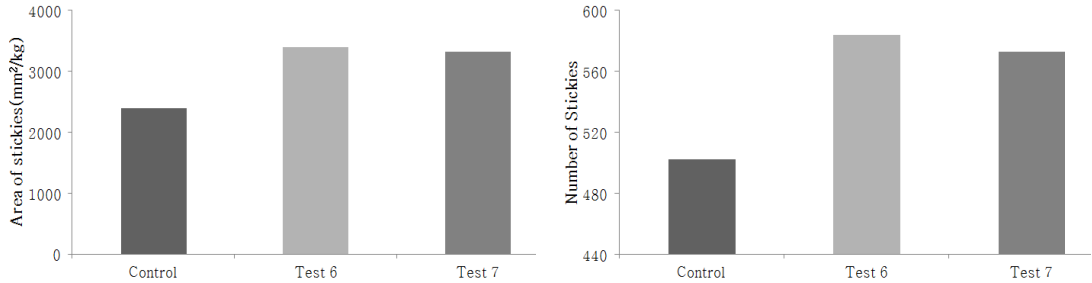


Fig. 8. The changes in the stickies depending on the addition of polymer agents with bentonite measured by Pulmac method.

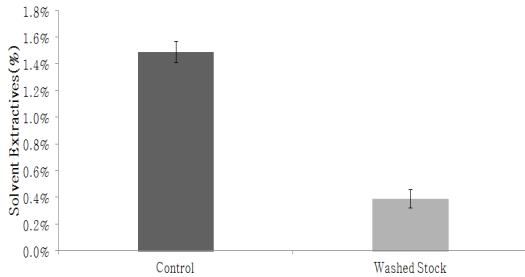


Fig. 9. The changes in stickies contents depending on the washing treatment measured by the dichloromethane (DCM) extraction.

키 물질은 섬유에 약 30% 정도 있고, 섬유와 분리된 상태로 60-70%가 존재하는 것으로 생각할 수 있다.

### 3.2 기름반점 제어효과 평가결과

#### 3.2.1 Talc 및 고분자전해질 첨가에 따른 기름반

#### 점 제어효과

폐지지료에 탈크와 고분자분산제 및 고분자응집제 첨가에 따른 기름반점제어 효율을 비교 평가한 결과를 Fig. 10와 같이 나타내었다. 각각의 첨가제에 의해 기름반점은 상대적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었고 첨가량이 증가함에 따라 감소율도 커지는 것을 볼 수 있었다. 실제 탈크의 첨가에 의해 기름반점 감소가 가장 크게 나타남을 알 수 있었다.

#### 3.2.2 탈크 첨가에 따른 무기물함량 및 유기용매 추출변화

Fig. 11과 같이 본 연구에서 적용된 폐지지료 자체가 함유한 무기물량은 28-30%로 높은 무기물함량을 가지고 있기 때문에, 추가적인 탈크의 첨가는 전체 무기물 함량에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 탈크를 첨가한 시료들의 DCM 추출을 실시한 결과 추

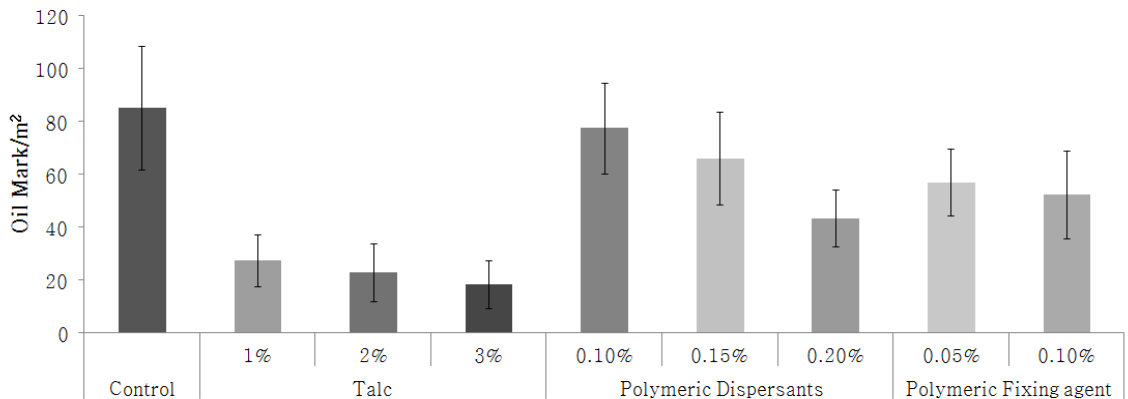


Fig. 10. The changes in the amount of oil mark depending on the addition of talc and polymeric dispersant and polymeric fixing agent.

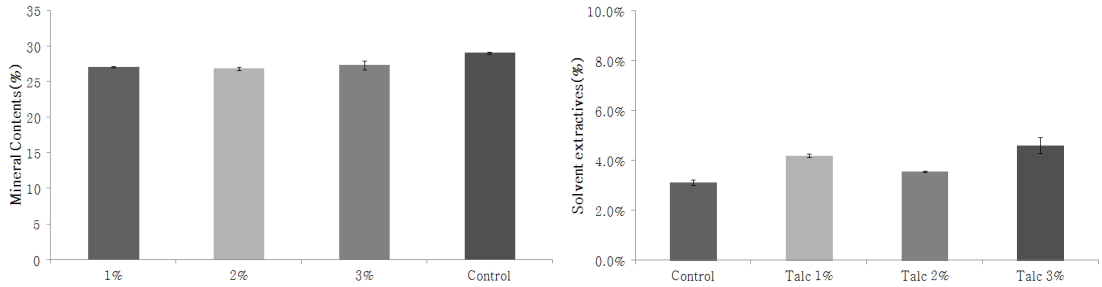


Fig. 11. The changes in the mineral contents and the solvent extract of handsheet by the addition of talc.

출량이 탈크의 첨가와 함께 다소 증가되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 탈크의 첨가로 인해 기름반점이 감소되는 것은 기름반점 원인 물질의 제거 등으로 인한 것이라기보다는 기름반점 원인물질들을 미세한 상태에서 탈크가 흡착함으로써 응집을 저해하는 마스크킹 효과로 인한 것으로 판단되었다.

3.2.3 벤토나이트 첨가에 의한 기름반점 제어

무기첨가제로서 탈크와 벤토나이트의 투입에 의한 기름반점 발생정도를 비교 평가한 결과를 Fig. 12와 같이 나타내었다. 벤토나이트의 첨가로 인해 상대적으로 기름반점이 감소되는 것을 확인할 수 있지만 같은 양으로 투입되는 탈크에 비해서는 그 효율은 다소 낮은 것을 볼 수 있었다.

3.2.4 첨가제의 반응시간과 투입량에 따른 영향 평가

기름반점 조절을 위한 고분자 첨가제의 투입위치 등에 대한 기초자료를 확보하고자 강한 양이온성 고분자

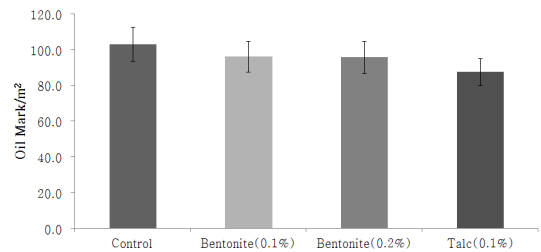


Fig. 12. The changes in the oil mark generation depending on the addition of talc and bentonite.

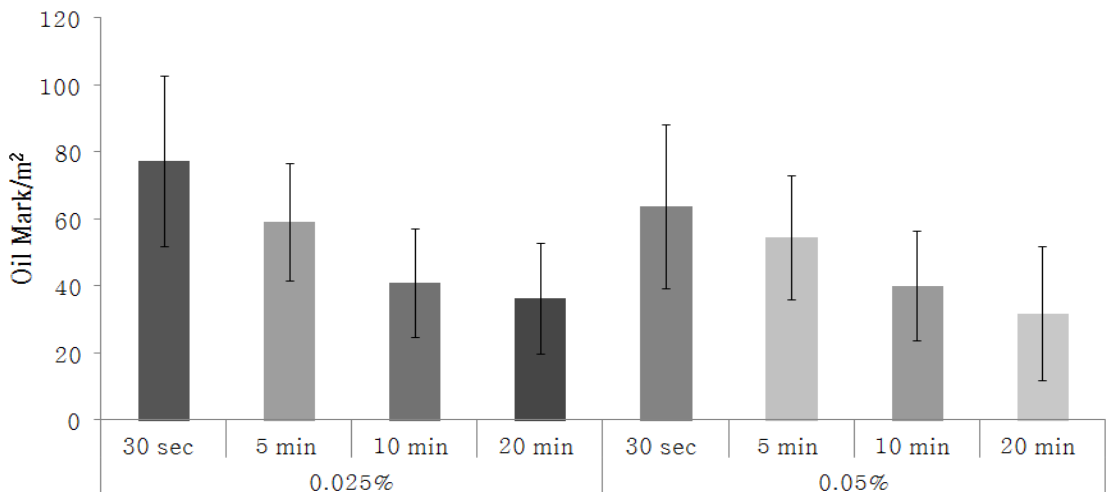


Fig. 13. The effects of the reaction time and the addition amount on the efficiency of oil mark control.



량 응집제를 투입할 때 투입량과 반응시간을 변화시키며 그 영향을 비교 평가하여 Fig. 13과 같이 나타내었다. 결과에서 볼 수 있듯이 투입량이 증가할수록 기름반점은 감소하는 것으로 나타났고 또한 반응시간이 길어질수록 기름반점 제거효율이 상승하는 것으로 나타났다. 이러한 결과들로 고분자 첨가제의 투입위치는 가능한 초지공정의 앞쪽에서 이루어질 때 약품효율을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

#### 4. 결론

환경적, 경제적 이유로 폐지재활용이 더욱 증가하고 상대적으로 저급폐지의 활용도 더욱 심화되면서 폐지내의 다양한 불순물로 인한 공정트러블과 품질저하가 더욱 심각해지고 있다. 본 연구에서는 폐지기반 제지공정에서 많이 발생하는 스티키 물질의 조절과 이를 통해 폐지기반 종이의 대표적인 품질저하 요소인 기름반점 발생 조절효율 등을 알아보았다. 특히, 대표적인 스티키 조절 방법인 고분자 분산제, 고분자 응집제 그리고 소수성 탈크 분말 등을 적용하고 그에 따른 영향을 비교평가 하였다. 지료 상에서의 스티키 조절 특성은 PDT법과 Pulmac법으로 각각 평가하였는데 상대적으로 고분자 분산제를 투입하는 경우에 스티키 제어효율이 우수한 것으로 나타났다. 탈크 및 고분자첨가제 등을 폐지지료에 첨가하여 수초 한 후 열처리 하였을 때 나타나는 기름반점의 발생정도를 정량화하여 비교 분석한 결과 상대적으로 탈크를 투입하였을 때 기름반점의 제어효율이 높게 나타났고 고분자 첨가제의 적용 시 반응시간이 길어질수록 기름반점 제거효과가 우수하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. DCM 추출을 통해 기름반점 원인 물질의 양을 정량분석한 결과, 탈크의 적용 후 제조된 시료의 기름반점 원인물질인 스티키 양은 오히려 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과들은 탈크에 의한 기름반점 발생저하는 기름반점 원인 물질의 제거가 아니라 탈크에 의한 흡착 및 마스킹 기작 등을 통해 이루어지는 것임을 보여주는 결과라고 판단되었다. 본 연구의 결과들을 바탕으로 각각의 다양한 폐지재활용 공정에서 최적 첨가제의 투입 및 적용방법을 도출한다면 폐지의 저급화 등으로 점차 심각해지는 제품의 품질저하를 극복할 수 있을 것으로 판단되었다.

## Acknowledgement

This subject is supported by the Korea Ministry of Environment as "Advanced technology program for Environmental Industry".

## Literature Cited

1. Park, S. C. and Kang, J. H., Screening of micro-organisms secreted high efficient enzymes and properties of enzymatic deinking for old newsprint (III) -Production of bacterial cellulase and xylanase for enzymatic deinking of old newsprint-, Journal of Korea TAPPI 37(1):25-37 (2005).
2. Aun, B. J. and Park, K. H., Deinking of laser-printed paper using enzyme, Journal of Korea TAPPI 29(2):16-24 (1997).
3. Shin, D. S. and Lim, C. K., Studies on deinking of xerographic wastepaper, Journal of Korea TAPPI 22(3):7-18 (1990).
4. Han, S. H. Deinking of computer printed out and white ledger, Journal of Korea TAPPI 32(1):48-56 (2000).
5. Lee, J. H. and Seo, Y. B., Strength property improvement of OCC-based paper by chemical and mechanical treatment, Journal of Korea TAPPI 32(2):10-18 (2000).
6. Ji, K. R. and Ryu, J. Y., Recycling of wastepaper (II) -Improvement of drainage and strength properties of test-liner by successive treatments of flotation and mixed enzyme, Journal of Korea TAPPI 31(1):10-16 (1999).
7. Yang, J. K. and Chang, J. P., Studies on the recycling technology of the waste paper with wood degradable enzyme (II) -Effect of crude enzyme on the bleaching characteristics and physical properties of waste paper-, Journal of Korea TAPPI 30(3):15-21 (1998).
8. Jong, Y. H. and Yoon, S. L., Type of foreign materials in waste paper used for the manufacture of linerboard and physical properties of recycled fibers, Journal of Korea TAPPI 39(3):1-11 (2007).
9. Joh, B. M. and Lee, J. M., Investigation on the application to the pitch control agents of the surface-modificated talc powders, Korean Ind. & Eng,

- Chemistry Journal 67(3):420-427 (1995).
10. Lee, K. P. and Ryu, J. Y., Studies on the screening of fixing agent for deposit control of ONP stock, Journal of Korea TAPPI 42(3):168-173 (2010).
  11. Yang, G. Menghua, Q., and Chao, L., Control of sticky contaminants with cationic talc in deinked pulp, BioResources 6(2):1916-1925 (2011).
  12. Biermann, C. J. and Lee, M. K., Analytical techniques for analyzing white pitch deposits, Tappi Journal 73(1):127-131 (1990).
  13. Shin, E. J. and Choi, T. H., A new test method to evaluate potential white pitch deposit, Journal of Korea TAPPI 41(3):26-33 (2009).