

재생가능한 크라프트 방습지 개발

Recycle of Kraft Paper

김영호 / 한국포장기술연구소 소장

1. 서론

포장산업은 가장 환경친화성 사업임에도 대부분의 비포장전문가들은 포장을 환경파괴의 주범으로 생각하여 환경문제만 나오면 포장을 규제하는 방향으로 추진되는 것이 오늘의 현실임을 우리는 잘 알고 있다.

그렇다고 하여 포장산업이 환경개선과 별개라는 것은 절대 아니며 공동 테두리에서 공존하여야 되기 때문에 상호 연계된 길을 모색하여야 한다고 강조하고 싶다.

포장산업이 발달된 나라는 굶주리는 나라가 없고 그것은 포장의 기본이 보호성, 수송·보관, 하역의 편리성과 상품가치 고양이기 때문에 포장이 발달된 곳은 생산지에서 생산된 물품을 수요지까지 안전하게 전달시키는 기본이기 때문에 포장이 없으면 보호성이나 수송, 보관, 하역의 편의성을 줄 수 없기 때문에 더 많은 물품이 다량으로 이동되어야 하기 때문에 실제 이용에는 소용이 없는 많은 폐기물이 발생하는 것을 포장이 절감시켜 주기 때문에 포장산업이야말로 환경개선에 가장 효자 산업이라고 선진국들

은 평가하고 있다.

특히 선진국의 경우 포장산업에 대한 환경규제의 원칙은

첫째, 에코로지 밸런스에 의한 평가

둘째, 포장목적이 보호성인가, 마케팅성인가의 평가

셋째, 그 나라의 현재의 위치와 수출문제 등에 대한 평가 자료에 의해 충분한 검토와 관련업계의 의견을 종합 규제 및 시행되고 있다.

그러나 우리나라의 경우 이와 같은 원칙에 대한 충분하고 구체적인 평가가 이루어지지 않은 상태에서 물리적으로 시행됨으로써 산업은 산업대로, 시행부처와 단속부처대로 많은 문제점이 대두되기 때문에 모두 합심하여 보존에 일익을 담당하여야 하겠다.

크라프트 방습지는 제품이 수분을 흡수하여 발생하는 케이킹현상을 방지하기 위하여 크라프트 지대에 1점을 사용하고 있는 설탕, 시멘트 등과 제지회사나 문구 제품을 비나 많은 수분으로부터 보호하기 위하여 사용되는 포장지로 연간 20,000톤 정도가 수요되고 있는 것으로 조사되고 있다.

방습 크라프트지의 역사는 파라핀 왁스 코팅,

아스팔트 크라프트 방습지, APP 코팅을 거쳐 현재 PE코팅이 주류를 이루고 있으며 가격도 합리적이고 기능성도 양호하나 재생이 되지 않아 우리나라와 같이 펄프를 거의 수입에 의존하고 있는 현 상황에서 재생이 가능한 크라프트 방습지의 개발은 자원재활용면이나 환경보존면에서 충분한 가치가 있다고 판정되어 본 테마를 선장 개발하게 되었다.

재생가능한 크라프트 방습지의 개발은 주로 일본을 위시하여 개발되고 있으며 2개의 방법으로 구분되어진다.

하나의 방법은 코팅제가 해리시 완전히 물에 용해하게 하는 방법이고 다른 하나의 방법은 해리시 코팅제와 종이를 완전히 분리시켜 분리기나 클리너로 분리된 도막을 걷어내는 방식으로써 방식 나름대로의 특징을 가지고 있지만 본 연구개발에서는 후자의 방법으로 연구 개발된 것임을 밝혀두고자 한다.

2. 코팅제의 개발

우선 기본적 조성을 알기 위하여 일본에서 출원한 특허와 여러 경로를 통하여 수집한 조성표를 기본으로 하고 국내에서 선두주자이면서 지금까지 실용화시키지 못하고 있는 한솔제지, 신희제지 및 본 코팅제를 개발 보급하고 있는(그러나 현재까지는 방습지로는 사용되지 못하고 발수지 사용) 회사의 자료를 수집 다음과 같은 5종의 코팅제를 합성 시험하여 1차적으로 가장 이상적인 조성을 확정하였다.

2-1. 코팅제의 합성

1 l의 4구 플라스크에 교반장치 Condenser은

[표 1] Sample 1 (85℃에서 5시간 반응후 45℃로 냉각 NH₄OH로 PH 7.8 조절)

종류수	614Parts
SLS	18Parts
AAC 10	Parts
AN	48.1Parts
BAM	108.6Parts
EAM	13.4Parts
SM	191Parts
APS	2.3Parts

[표 2] Sample 2 (85℃에서 5시간 반응후 45℃로 냉각 NH₄OH로 PH 7.8 조절)

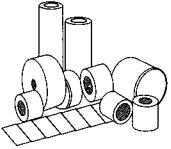
종류수	623Parts
SLS	12.8Parts
AAC	6.85Parts
AN	26.3Parts
BAM	114.8Parts
EAM	45.6Parts
SM	170Parts
APS	2.3Parts

[표 3] Sample 3 (85℃에서 5시간 반응후 45℃로 냉각 NH₄OH로 PH 7.8 조절)

종류수	525Parts
DA-120	6.8Parts
SLS	6.8Parts
AAC	9.5Parts
ICA	2.7Parts
BAM	109.9Parts
2EHA	58.2Parts
SM	58.2Parts
KPS	2.1Parts

[표 4] Sample 4 (85℃에서 5시간 반응후 45℃로 냉각 NH₄OH로 PH 7.8 조절)

종류수	601Parts
SLS	13Parts
AAC	13Parts
AN	28.6Parts
BAM	115.5Parts
EAM	80Parts
SM	154Parts
APS	2.4Parts



[표 5] Sample 5 (75℃에서 5시간 반응후 냉각 NH₄OH로 PH 7.8 조절)

종류수	527.2Parts
SLS	17.6Parts
AAC	13.3Parts
BAM	250Parts
MMA	57Parts
SM	132.2Parts
APS	2.7Parts

도계를 설치하고, Water Bath상에서 합성한다.
[표 1], [표 2], [표 3], [표 4], [표 5] 참조

2-2. Wax Emulsion을 첨가한 규팅제의 투습도 체크

합성된 Sample 각각에 Wax Emulsion 20%, 30%를 혼합한다.
[표 6], [표 7] 참조

[표 6] 20%혼합시 Date

Sample No	발수도	투습도 g/m ² 24hr
1	R6	305 g/m ² 24hr
2	R8	347 g/m ² 24hr
3	R8	215 g/m ² 24hr
4	R8	277 g/m ² 24hr
5	R10	197 g/m ² 24hr

[표 7] 30%혼합시 Date

Sample No	발수도	투습도 g/m ² 24hr
1	R8	295 g/m ² 24hr
2	R8	277 g/m ² 24hr
3	R8	194 g/m ² 24hr
4	R8	227 g/m ² 24hr
5	R10	109 g/m ² 24hr

1) 210g/m²의 골판지 원지에 25 μ m Coating

Bar로 Coating후 135 ° C에서 5분 건조하고 발 습도와 투습도를 조사하였다. [표 6], [표 7]과 같은 결과로 보아 방습제는 [표 5] Sample 5가 가장 우수하며 Wax Emulsion의 혼합에는 30%가 적당하다.

2) 280g/m²의 식품용 판지에 25 μ m Coating Bar로 방습제 Sample 5에 Wax Emulsion 30% 혼합액으로 Coating 135 ° C에서 5분 건조하고 발수도, 투습도를 조사하였다. [표 8] 참조

[표 8] 식품용 판지에 적용

Sample No	발수도	투습도 g/m ² 24hr
5	R10	70 g/m ² 24hr

3) 350g/m²의 s. c manila 판지에 25 μ m Coating Bar로 방습제 Sample 5에 Wax Emulsion 30% 혼합액으로 Coating 135 ° C에서 5분 건조하고 발수도, 투습도를 조사한다. [표 9] 참조

[표 9] s. c manila 판지에 적용

Sample No	발수도	투습도 g/m ² 24hr
5	R10	77 g/m ² 24hr

4) 80g/m²의 Kraft지에 Sample 5에 Wax Emulsion 30% 혼합액을 25 μ m Coating Bar로 Coating 하고 135 ° C에서 5분 건조하고 발수 도, 투습도를 조사한다. [표 10] 참조

[표 10] Kraft지에 적용

Sample No	발수도	투습도 g/m ² 24hr
5	R10	215 g/m ² 24hr

이상의 실험결과로 볼 때 방습제 Sample 5에

Wax Emulsion 30%를 혼합하여 80g/m² 크라프트지에 코팅하면 크라프트 방습지로 사용이 충분하고 또한 골판지 원지에 도공하여 골판지 상자를 만들면 저온수송 저온 보관용 골판지 상자로서 기능을 충분히 발휘할 수 있다고 판정되었다.

3. 코팅시험

3-1. 실험실적 코팅

Bar Coater로써 사전 코팅량을 체크하여 투습도를 측정 코팅상태와 투습도를 측정하려고 시도하였으나 코팅량도 불균일하고 코팅량에 따른 투습도의 변화를 예측할 수 없어 직접 생산라인을 이용하였다.

3-2. 코팅방식 선정을 위한 시험

- 1) Roll Coater에 Dry Chamber가 장착된 코팅기
- 2) Rod Coater에 Drum Dryer가 장착된 코팅기
- 3) Rod Coater에 Dry Chamber가 장착된 코팅기
- 4) Air Knife Coater에 Dry Chamber가 장착된 코팅기
- 5) Air Knife Coater에 Dry Chamber와 Drum Dryer가 장착된 코팅기
- 6) Rod Coater(1차)와 Air Knife Coater(2차 동일라인)에 Dry Chamber와 Drum Dryer가 장착된 코팅기
- 7) Air Knife(1차)에 Air Knife(2차, 3차 즉 Air Knife가 3단이 동일라인)에 3단 Dry

Chamber가 장착된 코팅기

3-3. 코팅방식 확정

1) 투습도 20~30g/m². 24hr를 얻기 위하여서는 코팅량을 20~25g/m²으로 조정하여야 한다.

2) 코팅방식은 Air Knife Coater에 Dry Chamber가 장착된 코팅기가 가장 이상적이며 코팅 속도를 100m/min으로 볼 때 건조온도는 130~150 °C에서 3부분으로(3개 Zone의 온도가 상이하여야 하기 때문)구성된 길이 30m 이상의 Dry Chamber에서 가공하는 것이 가장 투습도가 적었고 표면 평활도도 양호하였다.

3) 코팅량의 조절

본 코팅제는 Emulsion Wax의 함유량이 30%이기 때문에 1차 처리한 코팅면 위에 2차 코팅이 되지 않기 때문에 1차 코팅에서 필요 코팅량을 코팅하지 않으면 안되었다.

4) 코팅제의 점도 조절

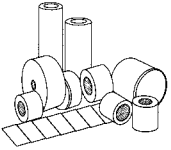
80cps, 100cps, 150cps, 200cps, 300cps, 500cps에 대하여 코팅량, 투습도, 표면 평활도 등에 대하여 체크하여 본 결과 250~300cps가 가장 이상적이었다.

5) 고형분 조절

고형분은 30%, 40%, 50%로 조정 코팅시험한 결과 투습도, 평활도 및 부위별 편차가 적은 것이 40%로 가장 이상적이었다.

6) 코팅원지(크라프트지 80g/m²)

쌍용제지, 신호제지, 송학제지의 3사 제품에 대하여 시험하였으나 시험시마다 제품의 특성이 달라 지금까지 크라프트지 메이커에 대한 차이를 분석할 수 없었기 때문에 계속 시험하여 원지



에 대한 특성을 규명하려고 한다.

4. 투습도 시험결과

물성시험 및 투습도 시험은 한국생활용품시험연구원에 시험, 의뢰하여 받은 시험성적서를 기술하여 최종개발된 제품의 시험치를 표시한다.

4-1. 사용원지의 실험결과

[표 11] 참조

[표 11] 사용원지의 시험결과

시험항목	단위	시험결과	시험방법
평량	g/m ²	79.4	
인장강도	가로	4.42	KSM 7501
	세로	6.91	
인열강도	가로	101	
	세로	91.8	
신장율	가로	2.8	
	세로	1.3	
파열강도	kgf/m ²	2.86	KSM 7017

4-2. 코팅지의 시험결과

3회에 걸쳐 코팅작업한 시료에 대하여 시험한 시험치를 표시한다.

[표 12] 참조

[표 12] 코팅지의 시험결과

시험항목	단위	시료1	시료2	시료3	시험방법
평량	g/m ²	101	100	103	KSA7013
		(코팅량21.6g/m ²)	(20.6)	(23.6)	
투습도	g/m ² 24hr	28.8	29.1	28.5	KSA1013

4-3. 시료3에 대한 물성치 시험결과

[표 13] 참조

[표 13] 시료3에 대한 물성치 시험결과

시험항목	단위	시험결과	시험방법
평량	g/m ²	103	
인장강도	가로	4.84	KSM 7501
	세로	7.81	
인열강도	가로	114	
	세로	104	
신장율	가로	4.0	
	세로	1.9	
파열강도	kgf/m ²	3.24	KSM 7017

이상의 시험 결과를 종합하여 볼 때 코팅 방식 크라프트가 코팅전 크라프트지에 비하여 인장강도에서 10%, 인열강도에서 12%, 신장률에서 40% 증가되기 때문에 사용원지의 평량을 낮추어 사용하는 것도 계속 시험할 예정이다.

5. 재생성 시험

이 시험은 강원대학교 산림과학대학 제지공학과에 정식 시험 의뢰하여 받은 시험결과 보고서를 전제한 것이다.

5-1. 시험편

- 1) 시료 A: 미 코팅한 80g/m² 크라프트지
- 2) 시료 B: 25g/m²을 코팅한 크라프트 방습지
- 3) 시료 C: 20g/m²을 코팅한 크라프트 방습지

5-2. 시험결과

5-2-1. 코팅 폴리머 입자의 부유상태 확인

- 1) 코팅시료를 증류수에 해리한 경우
 - 폴리머 층과 펄프의 해리성: 크라프트지에 코팅된 폴리머 층은 작은 조각으로 분쇄되어 펄프섬유로부터 완전히 분리되었으며 종이층 또

한 해리되어 슬러리화 됨.

- 폴리머 층의 용해 상태 및 부유정도: 코팅된 폴리머 층은 종이의 해리 과정에서 물에 용해된 상태는 아니나 작은 조각으로 분쇄되어 펄프와의 비중 차이에 의해 물위로 상승되었으며 해리된 펄프는 물 속에서 침전되어 분리되는 특성을 나타냈음.

- 시료 B와 시료 C의 차이: 육안 관찰에 의해 시료 B와 시료 C도 동일하게 코팅 폴리머 파 펄프의 분리는 완전하게 이루어 졌으며 단 해리에 의해 분쇄된 폴리머의 크기 및 부유량이 시료 B가 시료 C보다 다소 크고 다량 부유됨이 관찰되었음.

2) 3% Naoh 용액에 해리한 경우

- 폴리머 층과 펄프의 해리성: 종이에 코팅된 폴리머 층은 알칼리 전처리에 의해 펄프와 폴리머 층의 분리가 훨씬 양호하였으며 폴리머 층의 분쇄 정도도 물만으로 해리한 경우보다 미세하게 분리되었음.

- 폴리머 층의 용해 상태 및 부유정도: 해리시 폴리머 층의 분쇄 상태는 물만으로도 해리보다 세분되어 분리되었으나 코팅 층이 알칼리에 의해 용해되어 일부는 물위에 부유되었으나 많은 양이 펄프 슬러리와 함께 침전하는 것으로 나타났다음.

- 시료 B와 시료 C의 차이: 알칼리 전처리 후 해리하였을 경우 폴리머 층의 분쇄 정도 및 부유정도는 육안 식별에 의해 거의 유사하게 나타났으며 두 종류의 시료 모두 세분된 폴리머 층의 침전이 관찰되었음.

5-2-2. 초지상태 확인

1) 증류수에 해리 스크린 처리없이 수초한 경우

- 수초지 제조에 의한 육안적 평가: 해리된 펄프 슬러리를 수초지로 성형하였을 경우 부유되어 있던 폴리머 층이 수초지 제조 과정에서 종이의 내부 및 표면 부위에 침착되어 작은 반점 상태로 남아 있음.

- 리사이클링시 폴리머 입자에 대한 평가 의견: 코팅된 크라프트 방습지의 단순 해리에 의한 수초지 제조는 분쇄된 폴리머층의 종이에 그대로 존재하나 크라프트지에 코팅된 폴리머층이 해리된 펄프 슬러리와 완전 분리가 가능함에 따라 종이의 리사이클링시 스크리닝이나 크리닝 처리공정에 의해 완전 제거가 가능할 것으로 사료됨.

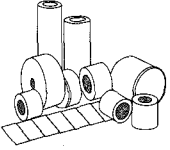
2) 3% NaOH용액에 해리 스크린 처리없이 수초한 경우

- 수초지 제조에 의한 육안적 평가: 3% Naoh 용액에 전처리 후 해리한 펄프 슬러리를 수초지로 성형하였을 경우 부유되어 있던 폴리머 층이 수초지 제조 과정에서 종이의 내부 및 표면 부위에 침착되는 점은 물만으로 해리한 경우와 동일하나 코팅 폴리머 층이 알칼리 처리에 의해 세분되어 종이에 침착된 폴리머 입자의 크기는 작게 관찰됨

- 리사이클링시 폴리머 입자에 대한 평가 의견: 코팅된 크라프트 방습지의 알칼리 전처리에 의한 해리는 폴리머 층이 훨씬 작은 크기로 분리되나 알칼리에 의한 부분적인 용해로 인해 부유되지 않고 해리된 펄프 슬러리와 함께 침전된 폴리머 입자가 종이 층에 그대로 존재하나 종이의 리사이클링시 스크리닝이나 크리닝 처리 공정에 의해 완전 제거가 가능할 것으로 사료됨.

3) 증류수에 해리 스크린 처리하여 수초한 경우

- 수초지 제조에 의한 육안적 평가: 코팅된 크



라프트 방습지를 증류수에 침적 해리한 펄프 슬러리를 실험실용 Flat Screen으로 15분 동안 정선 처리하였을 경우 스크린에 의해 코팅 폴리머 입자는 거의 제거되었으며 스크린을 통과한 극히 미세한 양의 미세입자가 펄프슬러리에 존재하였음. 따라서 스크린 처리한 펄프 슬러리를 이용하여 수초지로 초지하였을 경우 종이층에는 아주 미세한 양의 코팅 폴리머 입자가 침적되어 있는 것이 관찰됨.

- 리사이클링시 폴리머 입자에 대한 평가 의견: 코팅 시료를 증류수에 해리한 후 실험실용 Flat Screen으로 정선처리하였을 경우 펄프 슬러리에 부유되어 있던 폴리머 입자들의 제거는 가능하였으며 따라서 리사이클링시 폴리머 입자는 제지공정중의 정선 및 제진 작업에 의해 완전 제거가 가능하다고 사료됨.

4) 3% NaOH용액에 해리 스크린 처리하여 수초한 경우

- 수초지 제조에 의한 육안적 평가: 5-2-1의 2)항에서 언급한 바와 같이 코팅된 폴리머 입자는 물만으로 해리한 경우 보다 훨씬 미세하게 세분되어 슬러리 중에 침적되어 있었으며 이를 실험실용 Flat Screen으로 정선 처리하였을 경우 보다 다소 많은 양이 펄프 섬유와 함께 Screen Slot을 통과하여 스크린된 펄프 슬러리에 침적되었음. 따라서 3% NaOH 용액에 전처리 후 해리한 슬러리로 수초지를 제거하였을 경우 종이 지층 내에 스크린을 통과한 미세 폴리머 입자들이 침적되어 있는 것이 확인됨.

- 리사이클링시 폴리머 입자에 대한 평가 의견: 코팅시료를 3% NaOH 용액으로 전처리 한 후 해리한 펄프슬러리를 실험실용 Flat Screen으로 정선처리하였을 경우 미세화된 일부 폴리

머 입자들은 Screen Slot을 통과하여 빠져나갔으나, 다량의 폴리머 입자들은 Screen으로 제거가 가능하였음. 따라서 리사이클링시 미세화된 코팅 폴리머 입자들은 정선 및 제진 공정을 통하여 완전제거가 가능하다고 사료됨.

5-3. 종합결론

아크릴 및 왁스를 주재료 한 수성 에멀전용 코팅액을 이용하여 25g/m² 및 20g/m²의 두께로 코팅처리한 크라프트 방습지의 재생성 적부에 관한 시험평가로써 증류수에 침적 및 3% NaOH용액에 전처리 후, 해리하여 코팅 폴리머 입자의 부유상태 확인 및 동 시료의 실험실용 스크린을 이용한 정선 처리 전, 수의 수초지 제조에 의한 초지 상태 평가를 실시 한 바 다음과 같이 결과를 보고합니다.

1) 상기 5-1항의 코팅 방습지를 증류수에 해리한 경우 및 3% NaOH 용액에 전처리 후 해리 하였을 경우 지층은 해리되어 펄프 슬러리화 되었으며, 코팅 폴리머 층은 미세 조각으로 세분되어 지료 중에 부유되었음. 단 NaOH전처리에 의한 해리의 경우 코팅 폴리머 입자가 증류수에 의한 해리의 경우 보다 더욱 미세하게 세분되어 부유되었음.

2) 상기 5-1항의 시료 B 및 시료 C의 경우 동일 코팅제의 도포량 차이에 의한 비교로써 25g/m² 도포한 B시료에서 해리에 의해 부유된 코팅 폴리머 입자가 다소 많은 것으로 관찰되었으며 해리성은 차이가 없는 것으로 나타남.

3) 증류수에 의한 해리 및 3% NaOH용액에 전처리 후 해리한 시료를 스크린 처리없이 수초한 경우 해리에 의해 세분된 부유 폴리머 입자가 지층 내 및 표면 부위에 침적되어 투명 반점 형

대로 존재하였음. 단 동 시료를 스크린 처리하였을 경우 해리에 의해 세분된 폴리머 입자는 스크린에 의해 분리되어 제거가 가능하였으며, 스크린 처리 후 수초한 경우 지층의 내부 및 표면 부위에 폴리머 입자에 의한 반점도 제거가 가능하였음. 이러한 결과는 실제 초지 공정의 경우 상기 5-1항의 시료를 리사이클링시 스크린에 의한 정선 및 크리너에 의한 체진 공정을 통하여 코팅된 폴리머 입자는 완전 제거되어 재생성 적부에 전혀 문제가 없을 것으로 사료됨.

5-4. 시험방법 및 평가사항

5-4-1. 해리 및 수초지 제조

- 1) 시험방법: TAPPI Standard T 205 sp-95
- 2) 증류수에 해리한 경우
 - 해리농도: 1.5%
 - 해리방법
 - 코팅된 크라프트지를 2~3cm 정도로 잘게 찢는다.
 - 시험시료 15g을 1l의 증류수(상온)로 농도 1.5%로 조절하여 해리기에 넣는다.
 - 표준해리기를 이용하여 시험시료를 30,000회전 동안 해리한다.
- 3) 3% NaOH 용액에 해리한 경우
 - 해리농도: 1.5%
 - 해리방법
 - 코팅된 크라프트지를 2~3cm정도로 잘게 찢는다.
 - 시험시료 15g을 미리 준비한 NaOH용액(전건시료에 대해 3%)으로 10%가 되도록 조절한다.
 - 알칼리 전처리를 위해 준비한 시험시료 + NaOH용액을 중탕 수조에 넣고 온도 80°C에

서 30분동안 유지한다.

- 해리 전 시험시료를 증류수를 첨가하여 1.5%농도가 되도록 조절하여 해리기에 넣는다.
- 표준 해리기를 이용하여 시험시료를 30,000회전 동안 해리한다.

4) 수초지 제조 조건

- 수초지 제조방법: TAPPI Standard T 205 sp-95
- 평량: 60g/m²

5-4-2. 코팅 폴리머 입자의 실험실적 정선 (Screening)

- 1) 시험기기: Somerville Fractionater (Flat Screen)
- 2) 스크린 형태: Fine Slot Type Screen
- 3) 스크린 규격: 756 SLITS, 45mm long, 0.15mm wide
- 4) 정선시간: 15 min

5-4-3. 재생성 적부 평가사항

- 1) 폴리머 층의 해리성 평가
 - 코팅처리한 크라프트지를 각각 해리조건 1 및 2에 따라 해리한 후 0.3%농도로 조절
 - 1l 용량 비이커에 넣은 후 폴리머 층과 펄프의 분리, 폴리머 층의 용해상태 및 부유정도를 평가.
- 2) 수초지의 육안적 관찰
 - 수초지 제조 조건에 따라 평량 60g/m²의 수초지를 제조
 - 미코팅된 시료로부터 제조한 수초지와 코팅된 시료로부터 제조한 수초지를 육안 관찰에 의해 코팅된 폴리머의 입자나 용해물의 정도를 판별. KOL