

# 조림묘목용 멀칭매트의 생분해 특성 평가

이금자, 김형진, 박지현, 고승태

국민대학교 임산생명공학과

## 1. 서론

최근 산림치유 및 휴양체험시설에 따른 산림 이용 수요가 늘어남에 따라 숲을 조성하며 가꾸는 조림(造林)에 대한 다양한 요구가 증가되고 있다.<sup>1)</sup> 이에 따라 생활권, 관광지 주변의 생활환경 개선을 위한 큰나무 공익조림 및 지역주민의 생활안정을 도모하기 위해 시행하는 조림사업 등이 활발하게 진행 중에 있다.

일반적으로 조림은 파종 및 묘목 식재에 의해 시행되고 있으며 1차 풀베기작업을 실시한 뒤 활착률 조사를 통하여 묘목의 활착률이 낮을 경우 하자보수를 하도록 하고 있다.<sup>2)</sup> 그러나 현실적으로 활착률 조사를 할 수 있는 인원이 한정되어 있을 뿐만 아니라 사후관리가 원활하게 이루어지지 않아 조림 식재묘목에 대한 관리가 되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 묘목의 활착률을 높이고 잡초의 생장을 억제할 수 있는 효율적인 조림기술이 필요하다.

멀칭(mulching)은 polyethylene film, chip, 왕겨, 벚짖 등의 소재를 토양에 피복함으로써 잡초의 생장을 제어하고 토양 내 온·습도를 유지하여 묘목의 근계 생장을 향상시킬 수 있는 기술이다. 멀칭의 소재 중 polyethylene film은 작업의 편이성 및 저가의 가격으로 널리 사용되어 왔으나 최근에는 잔류한 난분해성 필름의 환경문제가 대두되면서 멀칭소재로써 규제 대상이 되고 있다. 이에 따라서 친환경적이고 생분해성인 멀칭소재를 활용한 멀칭제품에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 종이소재를 이용하여 멀칭매트 제작용 원지를 제작하고 농업용 부산물인 왕겨와 세절지를 이중재료로 재이용함으로써 생분해가 가능한 친환경 조림묘목용 기능성 멀칭매트를 제작하였다. 왕겨와 세절지의 혼합비율에 따른 멀칭매트는 토양매립법(Soil Burial Test)을 적용함으로써 멀칭매트의 생분해 특성을 확인하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

멀칭매트 제작에 사용된 이종재료는 왕겨와 세절지이다. 또한 접착제는 A社에서 pH 8, 고형분 함량 49~50 %, 점도 1000 cps의 라텍스계 접착제를 분양받아 사용하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 멀칭매트의 제작

조림묘목용 멀칭매트를 제작하기 위하여 **Table 1**의 혼합조건으로 이종재료와 접착제를 시료혼합기에 넣고 혼합하였다. 접착제의 첨가량은 이종재료의 전건중량 대비 30%를 투입하였으며 base paper의 상부와 하부 사이에 혼합된 시료를 넣고 열압기를 이용하여 6.89 MPa, 130 °C의 조건에서 7분간 열압하여 매트를 제작하였다. **Table 1**에 혼합비율에 따른 멀칭매트의 물리적 특성을 나타냈다.

Table 1. Physical properties of various mulching mats according to the mixing ratio between rice husk and shredded paper

R* : S**	Basis weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Bulk (cm <sup>3</sup> /g)
100 : 0	886.91	2.03	2.27	0.44
70 : 30	824.00	2.17	2.70	0.37
50 : 50	822.60	2.34	2.78	0.36
30 : 70	757.49	2.34	3.03	0.33
0 : 100	925.79	2.37	2.63	0.38

\* R : Rice husk \*\* S : Shredded paper

#### 2.2.2 토양에 의한 생분해특성 평가

시료의 생분해성 측정 방법은 American Association of Textile Chemists and

Colorists (AATCC) technical method 30-1993에 의거하여 제작된 멀칭매트의 생분해성을 구명하였다.<sup>3)</sup> 토양은 발효 50 %, 퇴비 40 %, 모래 10 % 비율의 배양토를 이용하였으며 50 × 50 mm로 자른 각각의 시료를 매립 한 후 항온배양기 내에서 온도 30 ℃, 상대습도 50~55 %의 조건으로 유지시키고 일정한 간격으로 시료를 채취하여 생분해도를 측정하였다. 또한 실험에 사용된 토양이 AATCC technical method 30-1993에 제시된 적정 수분율 25 %를 유지시키기 위해 매일 150 ml의 수분을 공급하였다.<sup>4, 5)</sup>

### 2.3 중량 변화율 측정

토양분해 시간 경과에 따른 시료의 무게감소를 측정함으로써 중량 감소율을 산출하였다. 3, 5, 7, 14일 동안 토양 분해를 실시한 후 시료를 꺼내어 표면에 묻은 이물질을 부드러운 솔을 이용하여 제거한 후 증류수로 가볍게 세척하고, 온도 23 ℃, 상대습도 50 %의 항온항습실에서 24 시간 이상 조습처리 하였다. 조습처리가 완료된 시료의 무게를 측정 후 다음의 식을 이용하여 중량 감소율을 측정하였다.

$$Weight\ loss\ (\%) = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A : weight of specimen before soil degradation

B : weight of specimen after soil degradation

### 2.4 외관 변화 관찰

토양분해 전, 후 시료의 표면구조 변화를 관찰하기 위하여 LV-100 (Nikon, Japan)의 광학현미경을 이용하여 표면특성을 관찰하였다.

### 2.5 화학적 성분 분석

토양분해 전, 후 시료의 화학적 성분의 변화를 분석하기 위하여 FT-IR (ATR, Jasco 300E, Japan)를 이용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 토양분해에 의한 중량감소율

Fig. 1은 토양분해에 의한 생분해도를 측정하기 위하여 혼합비율을 달리하여 제작한 멀칭매트를 토양매립 한 후 중량 감소율을 측정한 결과이다. 토양분해 기간이 늘어남에 따라서 모든 시료의 중량감소가 순차적으로 나타났으며 이는 토양 수분에 의한 산화 및 가수분해에 의한 영향으로 사료된다. 토양분해 초기부터 14일 이후까지 세절지 100 %로 제작된 매트와의 중량 감소율은 3.3 %로 가장 높은 중량 감소율을 나타냈으며, 왕겨 100 %로 제작한 매트와의 중량 감소율은 1.51 %로 가장 낮은 중량 감소를 나타냈다. 또한 왕겨의 혼합비율이 증가함에 따라 토양분해 기간에 따른 생분해도가 감소하는 경향을 나타냈다.

일반적으로 21 %의 높은 lignin 함량을 갖는 왕겨는 세절지에 비해 수분에 의한 생분해도가 낮은 것으로 사료되며<sup>5)</sup>, 이에 따라 세절지를 이용하여 제작한 멀칭매트에 비해 왕겨를 이용하여 제작한 멀칭매트가 수분에 의한 중량 감소율이 낮은 것으로 판단된다. 또한 세절지에 대한 왕겨의 혼합비율이 증가됨에 따라 토양 분해에 의한 중량 감소율은 점차적으로 감소되므로 왕겨와 세절지의 혼합비율에 의하여 멀칭매트의 생분해 기간을 조절할 수 있을 것으로 사료된다.

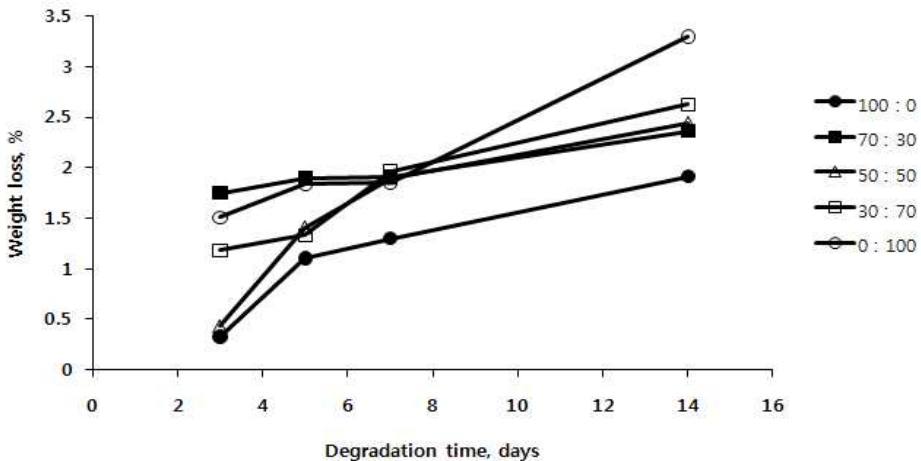


Fig. 1. Weight loss of various mulching mats at soil degradation.

### 3.2 토양분해에 의한 표면특성 평가

Fig. 2는 토양분해에 따른 멀칭매트의 표면특성 변화를 평가하기 위하여 광학현미경으로 왕겨와 세절지의 표면을 관찰한 결과이다. 왕겨의 표면은 매끄러우면서 울퉁불퉁한 형상을 나타냈으며 토양분해에 따른 구별되는 특징은 관찰되지 않았다. 이는 외피내 무기질 성분 및 단단한 큐틴성분에 의해 수분의 직접적인 침투가 이루어지지 않아 토양분해에 따른 왕겨 표면의 변화는 관찰되지 않은 것으로 판단된다.<sup>6)</sup> 토양분해에 의한 세절지의 표면특성 역시 큰 변화를 나타내지 않았으나 분해 시작일로부터 14일 경과 후 분해 초기에 비하여 섬유 표면이 벌크해지는 특징을 육안으로 확인할 수 있었다.

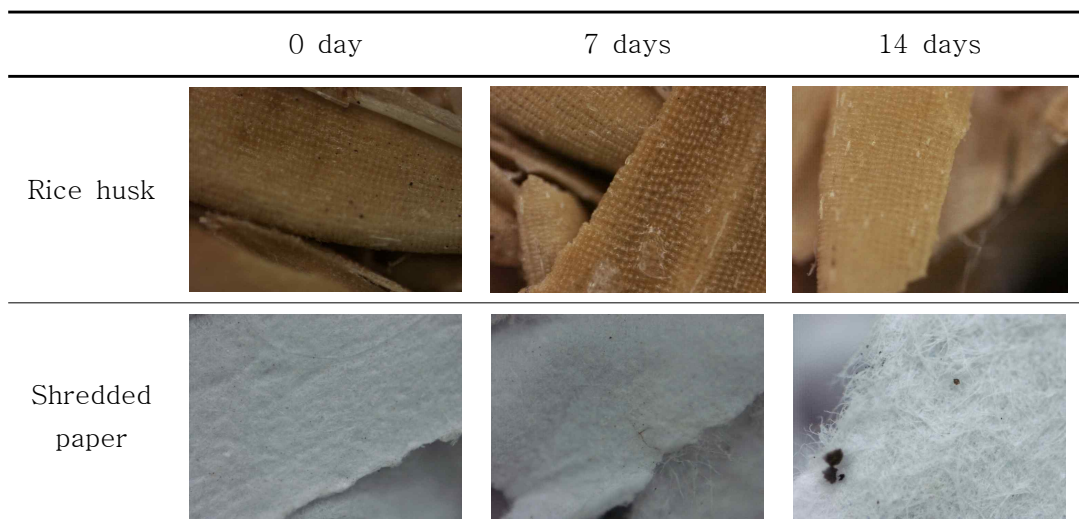


Fig. 2. Optical microscopic images of rice husk and shredded paper after soil degradation (X 50).

### 3.3 토양분해에 의한 화학적 성분 분석

토양분해에 따른 왕겨와 세절지의 화학적 성분을 분석하기 위하여 FT-IR을 측정하였으며 그 스펙트럼 결과를 Fig. 3과 4에 나타냈다. 왕겨와 세절지의 스펙트럼에서  $2900\text{ cm}^{-1}$ 에서 나타나는 hydrocarbon chain과  $3300\text{ cm}^{-1}$ 에서의 hydroxyl group,  $1600\text{ cm}^{-1}$  및  $1080\text{ cm}^{-1}$ 에서 carbonyl group이 나타났다.<sup>7)</sup> 이는 왕겨와 세절지 모두 cellulose를 포함하고 있기 때문이며, 특히 lignin을 21.6 % 함유하고 있는 왕겨는  $1660$

$\text{cm}^{-1} \sim 1725 \text{ cm}^{-1}$  사이에서 carbonyl group의 band가 강하게 나타났다. 토양분해에 따른 왕겨와 세절지의 FT-IR 스펙트럼 결과 토양 내 수분에 의한 산화 및 가수분해의 영향으로 토양분해 후  $1000 \text{ cm}^{-1}$ 에서 C-O band가 높은 흡수율을 나타냈으며  $2850 \text{ cm}^{-1} \sim 2920 \text{ cm}^{-1}$ 에서 나타나는 hydrocarbon chain 줄어드는 경향을 나타냈다.<sup>8)</sup>

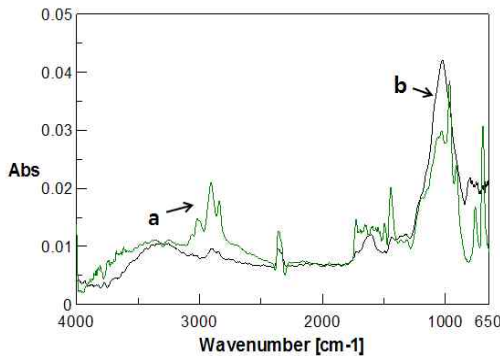


Fig. 3. FT-IR spectrum of rice husk after soil degradation during 14 days. (a : before b : after)

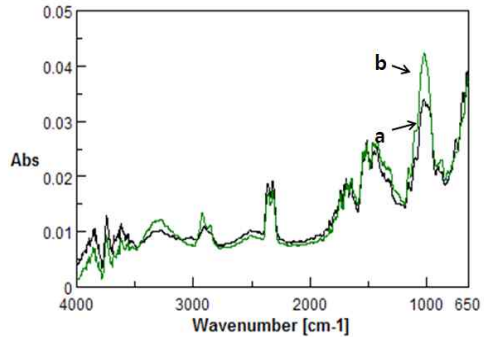


Fig. 4 FT-IR spectrum of shredded paper after soil degradation during 14 days. (a : before b : after)

#### 4. 결론

본 연구에서는 멀칭에 사용되는 난분해성 재료를 대체하기 위하여 생분해성 멀칭소재를 이용하여 매트를 제작하였으며 제작된 매트의 토양 적용에 따른 생분해 특성을 연구하였다. 토양매립 후 중량 감소율을 측정함으로써 매트의 생분해도를 측정하였으며 그 결과 세절지 100 %로 제작한 매트에 비해 왕겨 100 %로 제작한 매트의 중량 감소율이 낮았다. 또한 토양분해 기간이 늘어남에 따라 세절지의 표면은 벌크 해졌으나 왕겨의 경우 두드러진 특징을 관찰할 수 없었다. 이는 왕겨의 외피가 무기질 및 큐틴질로 이루어져 있어 수분의 직접적인 침투가 어려울뿐더러 왕겨의 화학적 조성이 lignin을 포함한 lignocellulose이기 때문에 수분에 의한 구조의 변화가 cellulose와 ash로 구성된 세절지에 비해 낮은 생분해도를 나타낸 것으로 판단된다. 따라서 생분해성 조립묘목용 멀칭매트 제조 시 왕겨의 투입비율이 높은 멀칭매트가 장기적인 조립묘목의 멀칭에 적합할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 산림청의 산림과학특정연구(S120708L1901104, 조림묘목용 기능성 생분해 멀칭 매트 제조)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 산림청 2009년도 업무계획보고, 녹색성장을 주도하는 산림강국 구현, 산림청 pp 1-5 (2009).
2. 조림설계.감리제도운용에 따른 조림시스템개발, 산림청 pp 1-10 (2009).
3. AATCC Technical Method 30-1993 Antifungal activity. Assessment on textile materials: Mildew and Fot resistance of textile materials
4. 강연경, 박정희, 환경 조건에 따른 셀룰로스계 섬유 의 생분해성, 한국의류학회지 29(7):1027-036 (2005).
5. 김은정, 박태현, 신평균, 토양매립에 의한 생분해도 측정 및 가속화, 화학공학의 이론과 응용, 1(2):527-529 (1995).
6. 성용주, 신수정, 오민택, 왕겨의 화학적 조성 및 왕겨섬유의 형태적 특성, 한국펄프종이공학회, 41(3):22-28 (2009).
7. 이병호, 김희수, 최성우, 김현중, 표면처리에 의한 왕겨분말-폴리프로필렌 바이오복합재의 계면 접착력 향상, 목재공학회 34(3):38:45 (2006).
8. 서진호, 정소영, 정선화, 조선왕조실록 밀납본 손상 복원을 위한 복원용지 탐색, 공업화학회, 19(2):151:156 (2008).
9. Kim, H. J., Yoo, Y. J., Kang, K. H., Lee, G. J., and Lee, J. H., Evaluation of soil degradation properties of mulching mat coated by biodegradable polymer, Applied Chemistry, 13(1):77-80 (2009).
10. Kim, H. J., Oh, D. G., and Yoo, Y. J., Studies on the Physical Properties of Base Paper for the Manufacture of Mulching Mat for Afforestation Seedling, Journal of Korea TAPPI, 41(1):37-43 (2009).