

PLA(Polylacticacid) 코팅 멀칭매트의 노화특성 평가

김형진, 유영정, 이금자, 강광호

국민대학교 임산공학과

1. 서 론

세계적으로 발생하는 이상기후의 예방뿐만 아니라 저탄소 녹색성장을 위한 목질계 바이오매스 공급지의 역할로 체계적인 조림지 조성에 대한 필요성이 증가되고 있으며, 또한 문화 및 여가생활의 확대 등에 따른 삶의 질 향상을 위해 심미적 녹지 공간의 확대 요구가 있어 계획적인 인공조림이 확대되고 있다. 그러나 묘목의 조림은 초기 조림 비용 이외에도 묘목의 무육 성장을 위해 조림지의 풀베기, 덩굴류제거, 비료주기 등 추가적인 사후관리 비용이 발생하게 된다.¹⁾ 멀칭 매트 of 조림지 적용은 농작물에 대한 환경 보존형 재배 기술 중 하나로 작물이 생육하는 토양에 광역제 가능한 플라스틱 필름 또는 종이 시트를 덮어 고온과 다우로부터 작물을 보호하고 잡초 배아의 토양접근 차단 및 햇빛의 차단을 유도하여 근원적으로 발아를 막아 잡초를 제어함으로써 잡초제거 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.²⁾

그러나 현재 사용되고 있는 다종의 멀칭 필름은 난분해성 플라스틱필름을 사용하고 있는 경우가 많으며, 이러한 필름을 사용하여 멀칭을 할 경우 재배 기간이 끝난 후 잔류 플라스틱 필름의 수거 비용 및 환경오염이 야기된다. 따라서 사용 후 수거의 번거로움이 없도록 멀칭매트 제조 시 생분해 가능한 종이시트를 이용한다면 수거에 따른 비용 및 인력을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 논문에서는 조림묘목의 생장 및 안정적 착근, 잡초번식 억제, 사후관리 비용의 절감 등을 위해 조림지에 멀칭 매트를 적용하고자 하였으며, 생분해성 고분자 코팅 멀칭매트의 토양 및 광 노화특성을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

2.1.1. Paper materials

섬유상 원료로는 KOCC(Korean old corrugated container)를 사용하였으며 AKD 0.5% 와 PAE 2%를 첨가하여 base paper를 제작하였다.

2.2.2. Biodegradable polymer

Base paper 코팅용 생분해성 고분자로는 polyester(PES)와 3종류의 polylactic acid(PLA)를 사용하였으며 물리적 특성은 Table 1에 나타났다.

Table 1. Physical properties of biodegradable polymers

	Specific Gravity(g/cc)	Melting point(°C)	Tensile strength(psi)	Tensile elongation(%)
PES	1.26	125	6350	670
PLA(A)	1.24	210	7700	6
PLA(B)	1.24	210	15000	180
PLA(C)	1.24	200-220	-	-

2.2. 실험방법

2.2.1. 생분해성 고분자 코팅

생분해성 고분자인 PES와 PLA를 chloroform 100ml에 80:20의 비율로 혼합하여 총 함량이 10%가 되도록 1시간 동안 교반하여 용해시켰다.³⁾ 조성된 코팅액은 base paper에 bar coater를 이용하여 코팅을 실시한 다음 항온항습조건에서 24시간 동안 조습처리를 실시하였다.

2.2.2. 생분해성 고분자 코팅 base paper의 노화특성 평가

가. 광노화

생분해성 고분자 PES와 3종류의 PLA를 80:20의 비율로 혼합하여 코팅한 base paper의 광노화 후 노화정도를 평가하기 위해 UV lamp가 설치된 장치에서 150×15mm 크기의 시편을 21일 동안 광노화 시켰다. 광노화 된 시편은 7, 14, 21일에 광노화 장치에서 채취하여 24시간동안 조습처리하여 인장강도를 측정하였다. 또한 FT-IR분석을 이용하

여 광분해 후 채취한 시료의 carboxyl group과 carbonyl group의 흡광도를 이용하여 노화도를 평가하였다.(Eq. 1)

$$\frac{\text{Carboxyl group}(1730\text{cm}^{-1})}{\text{Carbonyl group}(1620\text{cm}^{-1})} = \text{Oxidation index} \dots\dots\dots \text{Eq. 1}$$

나. 토양분해실험

생분해성 고분자 PES와 3종류의 PLA를 80:20의 비율로 혼합하여 코팅한 base paper의 토양분해 특성을 평가하기 위해 Fig. 2의 토양분해 장치를 이용하여 토양분해 실험을 실시하였다. 토양채취는 북한산의 토양을 이용하였으며 지면에서 약 20cm 깊이의 흙을 채취하여 사용하였다.⁴⁾ 시편의 매립 시 토양에서 쉽게 분해되지 않는 PET 재질의 음료용기를 사용하였으며, 이때 PET용기는 수분과 미생물의 이동이 원활 할 수 있도록 구멍을 뚫어 주었다.

토양 분해된 시편은 3, 5, 7, 14 및 28일에 반응조에서 채취하였다. 채취된 시편 표면에 잔존되어 있는 흙을 제거하기 위해 물로 수차례 세척한 후 petri dish에서 면봉을 이용하여 표면을 닦아내고 증류수와 에탄올로 다시 수회 세척하였다.⁵⁾ 세척이 완료된 시편은 항온항습 조건에서 24시간 동안 조습 처리하여 인장강도, 파열강도 및 무게 감소율을 측정하였다.

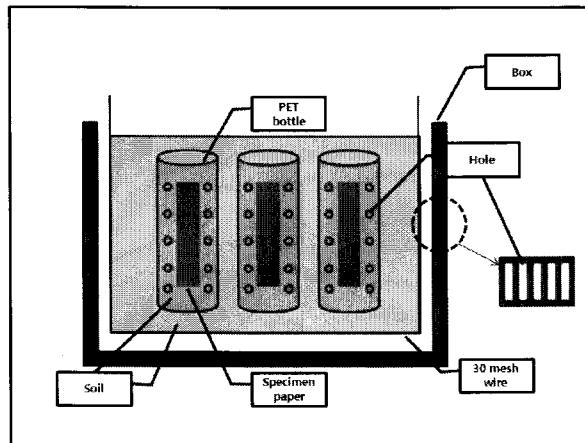


Fig. 1. Schematic of reaction vessel for soil degradation of specimen paper.

3. 결과 및 고찰

3.1. 생분해성 고분자 코팅 base paper의 광노화 결과

Table 2는 PES와 PLA 3종류를 80:20의 비율로 혼합하여 코팅한 base paper를 UV lamp로 21일 동안 광노화한 후의 인장강도 감소율에 대한 결과이다. 이중 PES와 PLA (C)를 80:20으로 혼합하여 코팅한 coated paper C의 경우 인장강도 감소율이 13.67%로서 가장 높은 강도 감소율을 나타냈으며, PES와 PLA (A)를 80:20으로 혼합하여 코팅한 coated paper A의 인장강도 감소율은 4.89%로서 광노화에 대하여 비교적 높은 안정성을 나타냈다.

Table 2. Loss of tensile strength of base paper and coated paper after UV degradation

Ageing time	Loss of tensile strength(%)			
	Base paper	Coated paper(A)	Coated paper(B)	Coated paper(C)
7 Day	0	0	0	0
14 Day	4.93	2.96	11.89	3.72
21 Day	9.91	4.89	13.67	6.67

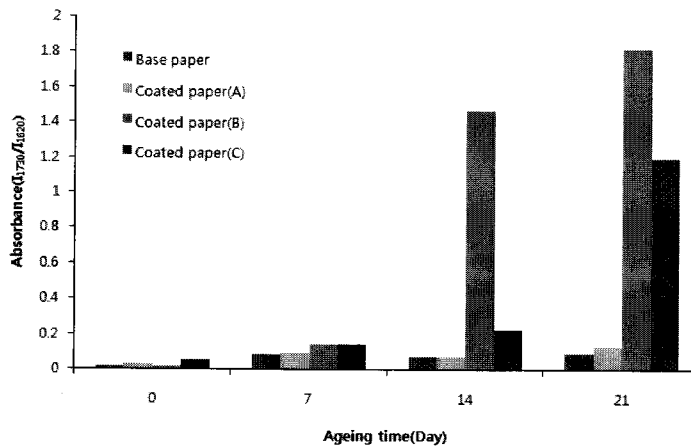


Fig. 2. FT-IR measurement of coated paper after UV degradation.

Fig. 2는 생분해성 고분자인 PES와 PLA 3종류를 80:20으로 코팅한 base paper의 광노화에 따른 FT-IR의 oxidation index를 측정된 결과이다. Oxidation index의 결과는 Table 2의 인장강도 감소율과 유사한 경향을 나타냈으며 coated paper A가 가장 낮은 oxidation index값을 나타냈다.

3.2. 생분해성 고분자 코팅 base paper의 토양분해 결과

Fig. 3은 생분해성 고분자 PES와 PLA 3종류를 80:20으로 혼합하여 코팅한 base paper의 토양분해 후 인장강도 감소율을 나타낸 결과이다. coated paper (B)의 경우 토양분해 7일부터 14일까지 인장강도가 급격하게 감소하였으며 14일 후에는 서서히 감소하는 경향을 보였다. 또한 토양분해 28일 후의 인장강도 감소율은 coated paper (A)가 가장 높았으며 base paper의 인장강도 감소율이 가장 낮았다. 이는 base paper에 생분해성 고분자를 코팅하여 토양미생물에 의한 분해성을 상승시킬 수 있을 것으로 판단된다.

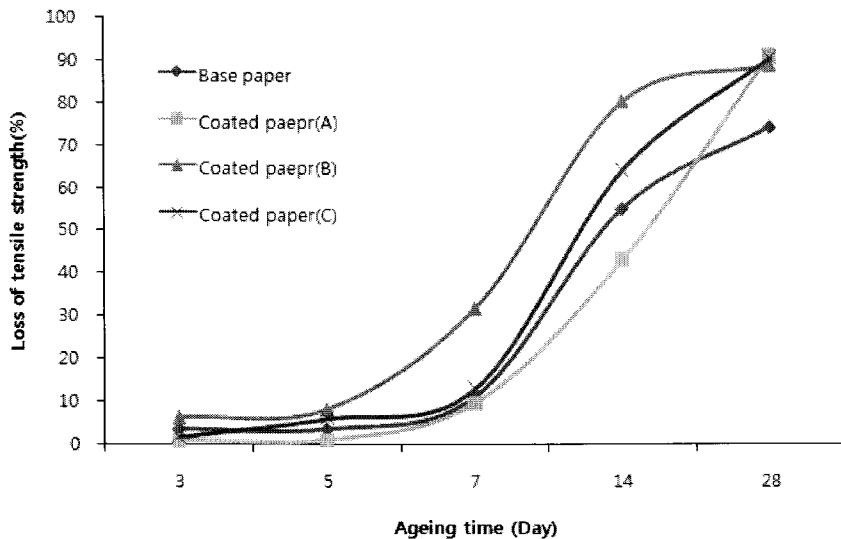


Fig. 3. Loss of tensile strength of base paper and coated paper after soil degradation.

Table 3은 생분해성 고분자 PES와 PLA 3종류를 혼합하여 80:20으로 코팅한 base paper의 토양분해에 따른 파열강도 감소율 결과를 나타냈다. 토양분해 28일 경과 후 base paper와 생분해성 고분자를 코팅한 base paper 모두 85~90%의 파열강도 감소율을 나타냈다. 이는 토양미생물에 의해 생분해성 고분자 및 종이 가 분해되어 강도가 급격하게 감소한 것으로 판단된다.

Table 3. Loss of burst strength of base paper and coated paper after soil degradation

Ageing time	Loss of burst strength(%)			
	Base paper	Coated paper(A)	Coated paper(B)	Coated paper(C)
7 Day	0.64	21.23	0	1.82
14 Day	55.04	43.59	52.17	52.06
28 Day	89.24	86.47	88.84	88.66

Table 4는 생분해성 고분자 PES와 PLA 3종류를 혼합하여 80:20으로 코팅한 base paper의 토양분해에 따른 무게 감소율 결과를 나타냈다. 토양분해 14일 경과 후에는 약 1.5%로 모든 지점에서 비슷한 감소율을 보였으나 28일 경과 후에는 coated paper(B)가 16.97%로 높은 무게 감소율을 나타냈으며, coated paper(A)가 10.61%로 낮은 무게 감소율을 나타냈다.

Table 4. Weight loss of base paper and coated paper after soil degradation

Ageing time	Weight loss(%)			
	Base paper	Coated paper(A)	Coated paper(B)	Coated paper(C)
7 Day	0	0	0	0
14 Day	1.45	1.35	1.25	1.55
28 Day	14.84	10.61	16.97	15.11

5. 결 론

생분해성 고분자인 PES와 PLA를 base paper에 코팅하였을 때 인장강도 감소율이 약 88%로 base paper보다 인장강도 감소율이 높았다. 이는 base paper에 생분해성 고분자를 코팅하였을 때 토양미생물에 대한 분해성을 상승시킬 수 있었으며 이에 따라 조립 묘목 멀칭매트 제작 시 분해기간을 조절 할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

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

6. 참고문헌

1. 산림청 2009년도 주요업무 세부추진계획, 산림청, 32-46 (2009).
2. Lee, H. L., Ryu, J. Y., Youn, H. J., Chu, S. B., and Park, Y., Development of Multi-function Mulch papers and Evaluation of Their Performance, J. Korea TAPPI 30(3) : 38-45 (1998).
3. 김형진, 유영정, 오동근, 박재석, 생분해성 고분자 혼합비율에 따른 멀칭매트의 특성 평가, Proceeding of spring conference of Korea TAPPI, pp 303-308 (2008).
4. 최선웅, 이인수, 외. 생분해성 고분자 수지로 코팅된 포장종이의 토양분해에 관한 연구(1). J. Sci, Res Inst Han Nam Univ, 27 : 191-198. (1997).
5. 손명호. Degradation Modeling을 통한 생분해성 고분자의 분해거동에 관한 연구. (2005)
6. Dong Geun Oh, Hyoung Jin Kim, Studies on the Physical Properties of Base Paper for the Manufacture of Mulching Mat for Afforestation Seedling, J. Korea TAPPI 41(1) :36-42 (2009).