

멀칭매트 제조용 생분해성 고분자의 혼합 특성

Characterization of Biodegradable Polymer for Afforestation Seedling Mat

김강재, 이민형, 엄태진
경북대학교 임산공학과

1. 서론

숲 가꾸기에서 조림 후 다년간 조림묘목의 착근과 안정된 생장을 돕기 위해 제초작업과 덩굴제거 작업이 이루어지며, 이에 인력과 경비가 막대하게 지출되는 상황에서, 조림묘목의 착근을 돕고 묘목 주위 잡초번식 억제를 위한 조림묘목용 멀칭매트의 개발이 절실히 요구되며, 이들의 생분해성 및 생태계에 대한 안정성 평가가 전혀 이루어져 있지 않은 상황이다. 이에 적합한 조림묘목용 멀칭매트를 제조에 적합한 생분해성 고분자를 탐색하여 인력 및 경비를 줄이고 묘목의 생장에 도움을 주고자 본 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 기 조사된 연구에서 생분해성이 가장 우수하다고 입증된 Polyester(PET+PBA)와 PLA(Polylactic acid)를 비율별로 혼합한 후 film을 제조하여 고분자 자체의 이화학적 특성을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2. 1. 재료 및 배합 비율별 제조

이전의 연구에서 선택된 생분해성 고분자 2종을 본 연구에 사용하였으면 이들의 기본 특성 및 혼합 비율을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Physical properties of biodegradable polymer

Polymer	Specific gravity	Mixed ratio	Note
Poly lactic acid(PLA)	1.24	0 : 10	
		1 : 9	
		2 : 8	
		3 : 7	
		4 : 6	
		5 : 5	
		6 : 4	
		7 : 3	
		8 : 2	
		9 : 1	
Polyester(PES)	1.25	10 : 0	

2. 2. 생분해도 측정

PES와 PLA를 잘 용해시킨다고 알려진 lipase(*Pseuvmonas* sp.에서 추출)를 사용하였다. Lipase는 40-65℃, pH 5.0-10.0에서 최적 활성을 나타낸다. 본 실험은 실험 전·후의 중량감소를 이용하여 생분해도를 측정하였다. Phosphate buffer(pH 7.0), 고분자, 효소를 첨가하여 전체 부피가 10 ml가 되도록 하였다. 이 때 lipase의 투입량은 30 mg/L가 되도록 하였다. 이 반응물을 37℃, 180 rpm의 rotary shaking incubator에서 반응시킨 후 8, 16, 24, 48시간이 경과한 후 filter paper로 걸러 30℃의 dry oven에서 건조시킨 후 중량감소를 측정하였다.

Table 2. Mechanical properties of polymer dipped paper

Method	Unit	Standard	Measurment
Tensile strength	N·m/g	KS M 7014	Hounsfield H500M, England
Breaking elongation	%	KS M 7014	Hounsfield H500M, England

2. 3. 혼합 고분자 film의 강도

고분자 함침 종이의 강도를 측정하기 위하여 박 등(2006년)의 문헌과 같이 chloroform에 고분자를 투입한 후 30분 동안 가끔씩 교반하며 완전히 용해시켰다. 용해시킨 고분자 혼합용액을 12×15cm 틀에 넣어 완전히 건조시켜 평균 평량이 175~180g/m²이 되도록 제조하여 강도 측정에 사용하였다.

강도 측정은 Table 2와 같은 방법으로 측정하였다.

2. 4. 혼합 고분자 film의 IR 측정

혼합 고분자 film의 농도에 따른 관능기 변화를 관찰하기 위하여 ATR-IR (ALPHA-P model, Bruker Co., Germany)를 이용하여 film 표면의 관능기를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1. 혼합 고분자의 생분해 특성

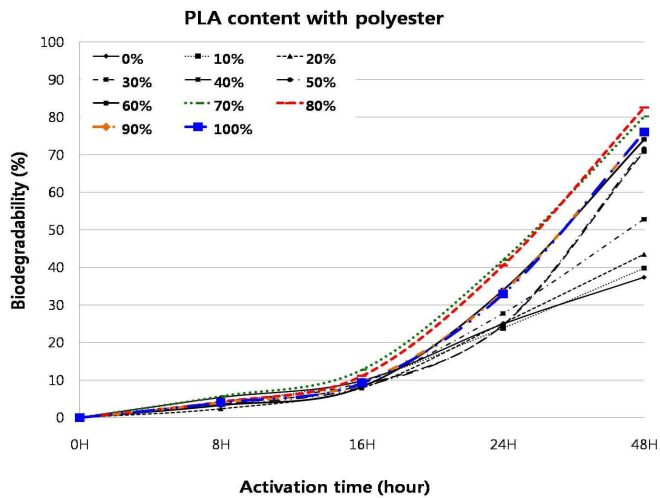


Fig. 1. Biodegradability of mixed polymers by lipase.

Fig. 1은 비율별로 혼합된 고분자를 48시간 동안 생분해도 측정을 한 것이다. PLA의 함량이 40% 이상이 되면 생분해도가 70% 이상으로 아주 높은 값을 보이고 있었으며 그 중에서도 70-80%의 PLA를 혼합한 경우 가장 높게 나타났다. 생분해의 속도만 늦을 뿐 모든 sample은 생분해능을 가지고 있는 것으로 나타났다. 이것은 고분자의 분해가 일어날 때 비결정영역이 먼저 분해를 일으킴에 따라 구조가 파괴되기 때문이다.

3. 2. 혼합 고분자 film의 강도 특성

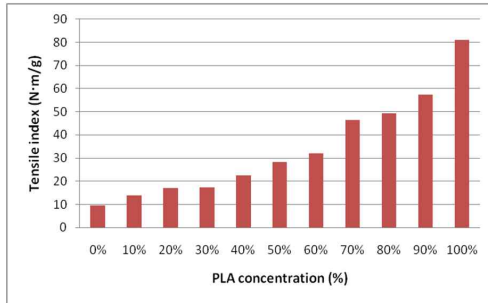


Fig. 2. Tensile strength of mixed polymer films.

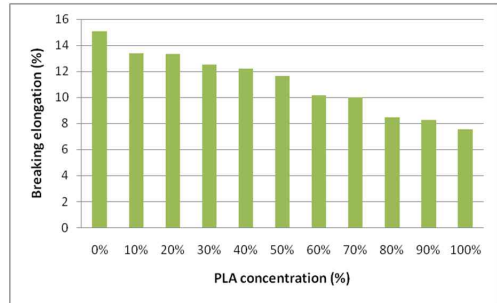


Fig. 3. Breaking elongation of mixed polymer films.

Fig. 2와 3은 혼합 고분자 film의 인장강도와 신장률을 측정한 것이다. PLA의 농도가 높아짐에 따라 강도가 증가하였으며, 이는 이전에 연구한 고분자 합침 종이의 강도의 결과와 동일하게 나타났다. 반대로 PLA의 함량이 높아짐에 따라 신장률은 낮게 나타났다. 이것으로 보아 목목의 수중에 따라 고분자의 혼합량을 조절함으로써 적합한 멀칭매트를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 3. 혼합 고분자 film의 IR spectra

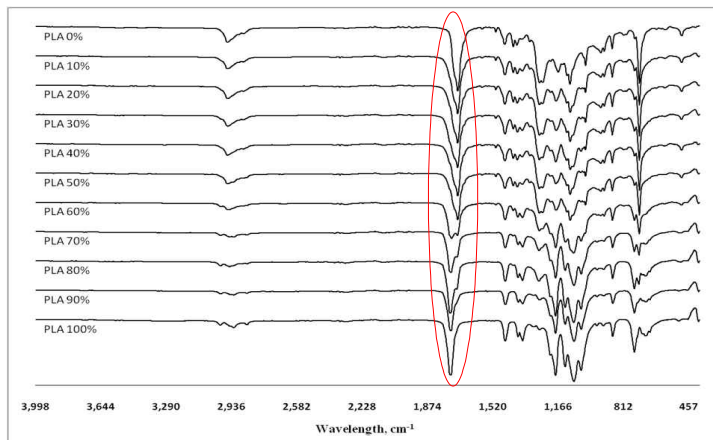


Fig. 4. IR spectra of mixed polymer films.

Fig. 4는 농도에 따른 혼합 고분자의 IR spectra를 나타낸 것이다. 1700~1750cm⁻¹영역에서 PLA에 존재하는 ester계 carboxyl group과 PES에 존재하는 carboxylic acid계 carboxyl group의 차이가 분명히 나타나고 있다. 즉, PLA의 함량이 적으면 carboxylic acid계 carboxyl group의 peak가 우세하게 나타나지만 PLA 함량이 60% 이상에서는 ester 유래의 carboxyl group peak가 역전되어 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

1. PLA의 함량이 40% 이상일 때 혼합 고분자 film의 생분해도는 70% 이상으로 높게 나타났다.
2. 혼합 고분자 film의 인장강도는 PLA의 함량이 높을수록 강도가 높았으며 신장률은 PLA 함량이 높을수록 낮게 나타났다.
3. PLA의 함량이 높아질수록 ester계 carboxyl group의 peak가 우세하였다.

참고문헌

1. Kang-Jae Kim, Tae-Jin Eom, Properties and biodegradation of polymer for afforestation seedling mulching mat, KTAPPI, 41(4), 8-14(2009).
2. 조정혜, 김강재, 엄태진, 조립묘목 멀칭매트 제조용 생분해성 고분자, (사)펄프·종이 공학회 춘계학술발표논문집, 223-228(2009).
3. Zini E, Baiardo M, Armelao L, Scandola M, Biodegradable polyesters reinforced with surface-moldified vegetable fibers, Macromol. Biosci., Vol 4(2004), 286-295.
4. Zhaobin Qiu, So Fujinami, Motonori Komura, Ken Nakajima, Takayuki Ikehara, Toshio Nishi, Structure and properties of biodegradable polymer-based blends, Macromol. Symp., 216(2004), 255-263.
5. 박정희, 홍은영, 제사속도와 열처리에 따른 polylactic acid 섬유유의 물성 및 생분해성 변화, 한국의류학회지, Vol.30(2006), 607-614.
6. 김강재, 조정혜, 엄태진, 조립묘목 멀칭매트 제조용 생분해성 고분자의 특성 평가, (사)펄프·종이공학회 추계학술발표논문집, 229-234(2009).