

Poly- ϵ -caprolactone(PCL) / Polyvinyl chloride(PVC) 블렌드의 기계적 성질 및 생분해성

서해정, 하기룡*, 강선철

대구대학교 생물공학과, 계명대학교 화학공학과*

전화 (053)850-6553 FAX (053)850-6559

Abstract

Biodegradable polymers have been regarded as a good alternative to solve the plastic waste problems caused by nondegradable synthetic polymers such as polyethylene and polystyrene. In the soil environment, plastics are mainly being used as a mulching film for agricultural purposes. In this research, the miscibility, tensile properties and biodegradation effect of poly- ϵ -caprolactone(PCL) with polyvinyl chloride(PVC) have been studied. After 8 weeks of biodegradation, PCL/PVC(9/91) blend surface showed newly formed many holes. Consequently, the antiplasticization phenomenon and biodegradation were observed in the PCL/PVC blends. It was confirmed that a test for general biodegradation condition can be applied to plastic biodegradation in soil.

서론

현대문명의 발달과 더불어 플라스틱 제품의 사용이 늘어감에 따라 환경문제가 심각하게 대두되고 있으나 플라스틱 제품의 상업성과 이로움 때문에 그 사용이 불가피하다고 볼 수 있다. 이에 대한 해결책으로 생분해성 고분자의 사용을 위한 많은 연구가 주목을 받으며 진행되고 있다. 플라스틱 폐기물의 환경에의 폐해로 인하여 여러가지의 해결책이 모색되고 있는데 그 중에서 플라스틱 재사용(recycle), 소각(incineration), 생분해성 플라스틱의 개발 등이 주요 해결책으로 제시되고 있다. 플라스틱의 생분해는 미생물이 분비하는 효소의 작용으로 플라스틱 물질이 붕괴되고 저분자화된 후(1차분해) 미생물이 이들 저분자를 흡수하여 대사작용을 한 후 최종적으로 미생물 군체와 이산화탄소, 메탄가스 등을 생성하는 과정으로 구성된다. 본 실험에서는 생분해성 고분자인 폴리카프로락톤(PCL)과 기계적 물성이 우수한 폴리염화비닐(PVC)을 블렌드하여 상용성, 기계적 성질 및 생분해성을 연구하였다.

재료 및 방법

1. PCL/PVC 블렌드 제조

PCL/PVC 블렌드는 무게비로 0/100, 5/95, 9/91, 13/87, 16/84, 23/77, 100/0%로 two roll mill(효산기계)을 사용하여 블렌드하였다. PCL은 블렌드 전에 PVC 분말과 함께 혼합하여 블렌드 하였으며, PVC 분말은 블렌드 전에 0.4%의 활제와 2.5%의 열안정제를 PVC 입자에 충분히 흡수될 수 있도록 3시간 동안 폴리에틸렌 백에서 미리 혼합하였다.

2. 블렌드 필름 제조

PCL과 PVC 입자사이의 상호작용, 기계적 성질을 측정하기 위하여 시료는 전기 가열식 압축성형기(Carver, Inc.)를 사용하여 각각 두께를 500 μ m로 필름을 제조하였다. 생분해성 실험에 사용된 필름의 경우는 두께는 약 0.2mm, 크기 0.5 \times 0.5cm로 잘라서 사용하였다.

3. PCL/PVC 필름의 생분해성 실험

균주는 국내토양(대구대학교 인근 토양)에서 20여군데를 채취하여 그 중 생분해성을 가지는

strain PCL15-1 균주를 분리하였으며, 블렌드된 PCL/PVC 블렌드 필름의 생분해성을 조사하기 위하여 PVC에 PCL 함량이 9%인 필름에 대해서 실험하였으며, 배지로는 PCL/PVC 블렌드를 탄소원으로 할 수 있는 M9배지를 사용하였다. 분해력은 0, 2, 4, 8주로 나누어 필름 표면을 주사형 탐침현미경(SPM:scanning probe microscope)으로 관찰하였다.

결과 및 고찰

일반적으로 기계적 물성이 좋은 PVC와 기계적 물성이 PVC보다 낮은 PCL을 블렌드 하면 PCL의 함량이 증가함에 따라 50%정도의 함량까지는 기계적 물성이 순수 PVC에 비해 낮아지는 것이 보편적이거나 본 실험의 결과 PCL/PVC 블렌드에서는 5 ~ 13%의 PCL 조성에서 그와 반대되는 현상이 관찰되었다. 따라서 PCL/PVC 블렌드 시스템에서는 PVC에 대하여 약 13% PCL 함량까지 반가소화 효과가 나타나는 것을 알 수 있었다. PCL/PVC 블렌드의 생분해성 실험의 경우 주사형 탐침현미경을 이용하여 시간의 변화에 따른 필름 표면의 변화를 살펴본 결과, 배양 시간이 경과함에 따라 필름 표면에 굴곡이 생겼으며, 8주째에는 필름 표면이 많이 함몰된 것을 관찰하였다.

요약

기계적 성질이 우수한 PVC와 생분해성이 우수한 고분자로 알려져 있는 폴리카프로락톤(PCL)과 블렌드하여 새로운 소재의 생분해성 필름을 제조하여 생분해성 효과에 대해 조사하였으며, 그 결과 PCL/PVC 필름의 표면은 8주 후에 다수의 작은 구멍이 형성되었으며, 이러한 결과는 PCL의 함량이 9%로 낮아도 생분해성을 지닌다는 것을 의미한다.

참고문헌

1. Tomonori, I., Yasunori K. and Masanori F. Biodegradation of a polyvinyl alcohol-starch blend plastic film(1999). *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 15: 321-327.
2. Shin, P. K. and Jung E. J. Effects of various parameters on biodegradation of degradable polymers in soil(1999). *Journal of Microbiology & Biotechnology* 9: 784-788.

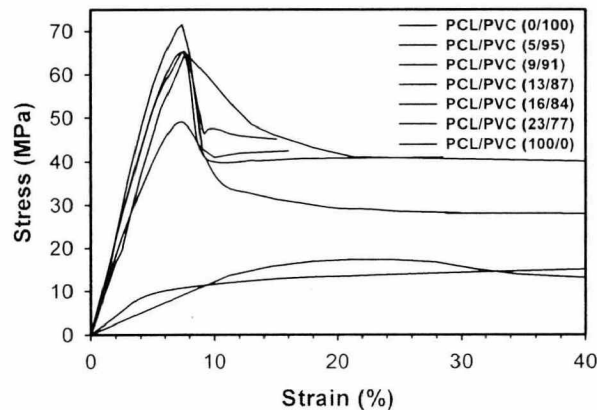


Fig. 1. Stress-strain curves of mechanically mixed PCL/PVC blends.