

비식용 식물자원을 이용한 바이오플라스틱

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 고종성
(jsko1@reseat.re.kr)

NEC Corporation은 공급이 안정한 비식용 식물자원을 이용한 새로운 바이오플라스틱으로서 캐슈너트(cashew nut)의 껍질에 함유된 카다놀(cardanol)을 초목 주성분인 셀룰로오스에 결합한 카다놀 부가 셀룰로오스 수지를 개발하였다. 바이오플라스틱은 재생도 가능한 식물을 원료로 하므로 지구온난화와 자원고갈에 대응할 수 있는 새로운 플라스틱으로서 관심을 모으고 있고 포장, 용기 등에서 전자기기까지 이용되기 시작하였다.

현재 양산되고 있는 폴리락트산 등의 바이오플라스틱은 곡물전분이 주원료로 미래식량문제를 생각할 때 비식용 식물 원료로 원료의 대체가 시급한 실정이다. 대체원료는 공급안정성도 요구된다.

지금부터 미래에 걸쳐 공급이 안정한 비식용 식물자원인 셀룰로오스는 곡물의 줄기 및 초목에 다량 함유되어 있고 생산량은 연간 약 800억 톤이고 이 중 곡물줄기만으로도 석유생산량에 필적하는 약 25억 톤이 된다.

셀룰로오스를 효소 및 산으로 분해하여 생기는 단당으로 폴리락트산 및 바이오에탄올 등의 연료를 생산하는 연구가 진행되고 있으나 실용화는 제조원가가 큰 문제이다.

셀룰로오스를 분해하지 않고 구조 중의 히드록시기를 유기산 등의 다른 성분과 결합하여 가열용융성을 부여하여 문구, 생활용품 등에 이용하고 있다. 이들 수지는 가소제 등의 석유원료 첨가제를 다량 배합하여 성형성을 개량하고 있다. 가소제는 성형품의 물성과 수지 중의 식물성분 함유율을 저하시킨다.

Masatoshi Iji는 공급이 안정되고 비식용이고 유연하고 소수성인 천연유기물인 캐슈너트 껍질의 카다놀을 셀룰로오스에 결합하여 식물성분 함유율이 70%로 높은 바이오플라스틱을 개발하였다.

카다놀은 캐슈너트 껍질의 30중량%를 차지하며 유상이며 유연성과 소수성을 갖는 직쇄상의 탄화수소 측쇄를 갖는 페놀 유도체이다. 카다놀의 생산량은 아직 여유가 많고 폐기 또는 소각되고 있는 껍질을 이용하면 적어도 연간 40만톤은 생산이 가능한 것으로 추정된다.

카다놀을 반응하기 쉽게 변성한 후 셀룰로오스에 화학결합 하여 카다놀 부가 셀룰로오스 수지를 합성하였다. 카다놀의 불포화결합을 수소첨가 하여 자기들끼리의 가교결합을 방지하고 페놀성 수산기를 유기산기로 치환하여 반응성을 높이고 이 변성 카다놀을 초산으로 변성한 셀룰로오스(초산셀룰로오스)와 결합하여 수지화(카다놀 부가 셀룰로오스 수지)하였다.

카다놀 부가 셀룰로오스 수지는 카다놀 함량이 증가할수록 열가소성이 향상하였지만 소수성의 카다놀 결합에 의해 가열 시 셀룰로오스 분자 사이에 미끄러지기 쉽고 초산셀룰로오스에 비하여 내수성이 크게 향상하여 전자기기 외장용 석유 계통의 수지인 ABS 수지와 폴리락트산과 비슷한 수준이다.

카다놀의 적절한 결합량(약 40중량%)으로 구부림 시험에서 초산셀룰로오스 수지와 ABS 수지에 필적하는 높은 강도와 파단신장률을 실현하였다. 이러한 높은 강도는 셀룰로오스에 결합한 카다놀 끼리의 상호작용, 즉 얽힘 효과에 의하며 높은 파단신장률은 카다놀의 셀룰로오스 분자 사이를 미끄러지게 하는 효과 때문이다.

내열성 즉 유리전이온도 및 열변형 온도는 초산셀룰로오스 수지, 폴리락트산 수지, ABS 수지보다 높고 그 이유는 카다놀 끼리의 상호작용과 가열 시의 수지의 변형이 억제되기 때문이다.

본 셀룰로오스 수지의 식물성분 함유율은 70중량% 이상이고 석유 계통의 가스제 첨가 초산셀룰로오스 수지보다 크게 향상된 것이다. 앞으로 이 수지의 실용성을 더욱 높여 양산기술을 확립하여 환경문제 및 식량문제 해결에 소재 면에서 기여할 것이다.

출처 : Masatoshi Iji, Shukichi Tanaka, "非食用の植物資源を用いたバイオプラスチック",

이 분석물은 **교육과학기술부 과학기술진흥기금**을 지원받아 작성하였습니다.