

수용성 C-60을 이용한 양모섬유의 기능화

Functionalization of Wool Fiber Using Water-Soluble C-60

전영실, 권혁성, 남성우, 김인희

성균관대학교 공과대학 텍스타일시스템공학과

Abstract

Polynitro fullerenes were synthesized by reaction C-60 in benzen solution with a mixture of NaNO_2 and HNO_3 . Hydrolysis of polynitro fullerenes in aqueous NaOH gave the corresponding polyhydroxylated fullerenes. Sulfonation reaction was carried out in pyridine solution of ClSO_3H . Infrared spectra of the resultant fullerene derivatives showed the characteristic IR bands, corresponding to absorptions of O-H, N-O, and SO_3Na functions. Electric resistivity and thermal transmittance of wool fiber absorbed with the water-soluble C-60 were investigated. Thermal transmittances of wool fiber were increased with increasing water-soluble C-60 concentrations, but electric conductivity were decreased with raising water-soluble C-60 uptake values.

1. 서 론

C-60이란 주로 탄소 원소 60개가 축구공 모양으로 결합하여 생긴 탄소의 크리스터를 말한다. 지름 약 1nm인 '나노의 축구공'을 형성하며 C-60의 형태가 구형이어서 일명 버키볼이라고 하며 C-60분자에서 유도된 달걀모양의 C-70, C-76등과 관련된 화합물을 fullerene이라 한다. 21세기 꿈의 신소재, 풀러렌은 탄소나노튜브와 더불어 대표적인 나노소재이다.

60개의 탄소원자가 축구공 모양으로 결합되어 있는 구조로서 C-60에는 지름 $0.4\text{nm}(0.4 \times 10^{-9}\text{m})$ 의 공간이 있고, 고차 풀러렌에서는 보다 큰 공간이 있기 때문에 금속내포 풀러렌도 만들 수 있으며 최근 알칼리금속을 도입한 금속풀러렌이 종래의 유기물 초전도체보다 높은 온도에서 초전도성을 나타내고 있어서 주목을 받고 있다. 기름에 녹는 성질을 이용하여 풀러렌을 수지에 첨가해서 내구성이나 내열성을 높이거나 정전기의 제거, 잡음 필터로의 응용이 시도되고 있다. 또한 이것을 이용해서 단단하고 날카로운 절삭 도구나 아주 단단한 플라스틱을 만드는 연구도 진행 중이다.

C-60은 열화학적인 안정성에도 불구하고 화학적으로 반응을 잘하는 화학종으로 알려져 있다. 벤젠과는 달리 치환이 불가능하기 때문에 (C60에는 수소가 없다) 주로 부가에 의해 반응이 일어난다. 극성 수

산기와 C-60 분자의 기능화는 물에 대한 수용성이 아주 높은 수용성 플러렌 유도체를 제조 할 수 있으며 최근에 다양한 합성방법이 개발되고 있다.¹⁾

본 연구에서는 C-60을 일련의 공정에 의하여 수용화하고 수용화한 C-60을 양모섬유에 흡착시켜서 열전도성, 전기전도성등의 물리적 성질의 변화에 의한 양모섬유의 기능화 가능성을 조사하였다.

2. 실험

2.1 시약 및 재료

KS K 0905에 준한 표준 양모섬유를 증류수로 수세하고 자연건조 하여 사용하였다. 수용성 C-60을 얻기 위한 원재료로서 1mm 크기의 나노 C-60 플러렌을 사용하였다. HCl과 acetic acid는 수용성 C-60의 양모섬유에 대한 흡착실험에서 pH조절 시약으로 사용하였으며 benzene, NaNO₂, HNO₃, NaOH, ClSO₃H 등은 C-60의 수용화 시약으로 사용하였다.

2.2 C-60의 수용화 및 흡착실험

C-60의 수용화는 C-60 플러렌의 니트로화(C-60(NO₂)_n) → (C-60(NO₂)_n)의 가수분해(C-60(OH)_n) → 설폰화(C-60(SO₃H)_n) → salt화(C-60(SO₃Na)_n)의 4단계에 의하여 행하여졌다. 수용성 C-60의 양모섬유에 대한 흡착은 다양한 농도의 C-60을 소정의 pH(pH=5) 및 온도(100℃)에서 흡착시간을 변화시켜 실험을 행하였다.

2.3 분석 및 측정

C-60 유도체들의 화학구조 변화를 알아보기 위하여 FT-IR을 이용하였으며 흡착량은 측색기를 이용하여 수용성 C-60의 최대흡수파장(400nm)에서 측정하였다. 전기저항성 및 열전도율은 각각 KS K 0170 및 KS K 0466법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 C-60 유도체들의 FT-IR 분석

FT-IR 분석법중 KBr법을 이용하여 C-60 플러렌을 benzene용액에 용해시킨후 NaNO₂와 HNO₃를 사용하여 니트로화한 C-60인 (C-60(NO₂)_n)의 분석결과를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서와 같이 N-O기의 비대칭 신축진동에 해당하는 1570cm⁻¹ 부근의 강한 흡수피크와 대칭 신축진동에 해당하는 1320 cm⁻¹ 부근의 흡수피크 및 굽힘진동에 해당하는 810cm⁻¹ 부근의 흡수피크가 존재하는 결과로부터 C-60(NO₂)_n이 제조되었음을 알 수 있다. Fig. 2에 C-69(NO₂)_n을 NaOH를 이용하여 가수분해한 C-60(OH)_n의 FT-IR 결과를 나타내었다. 그림에서와 같이 3400cm⁻¹부근에 OH기에 기인하는 강한 흡수피크가 존재함으로써 C-60(OH)_n이 제조되었음을 확인 할 수 있다.

3.2 수용성 C-60의 흡착성 및 열전도성의 변화

Fig. 3에 수용성 C-60의 양모섬유에 대한 흡착결과를 나타내었다. 수용성 C-60의 화학구조내에 -SO₃Na

강산기가 존재하기 때문에 산성욕에서 양모섬유의 NH₂와 용이하게 정전기적 이온결합이 일어날 수 있음을 예상할 수 있다. 그림에서와 같이 일반적으로 C-60의 농도가 증가함에 따라 흡착량이 증가함을 볼 수 있으며 흡착시간 80분정도에서 포화가 일어날 수 있다. Fig. 4에 C-60이 흡착된 양모섬유의 열전도성의 변화를 나타내었다. C-60은 열화학적으로 안정하기 때문에 열전달 능력을 예상할 수 있으며 그림에서와 같이 C-60의 흡착량이 증가함에 따라서 열전도율이 증가함을 확인할 수 있다.

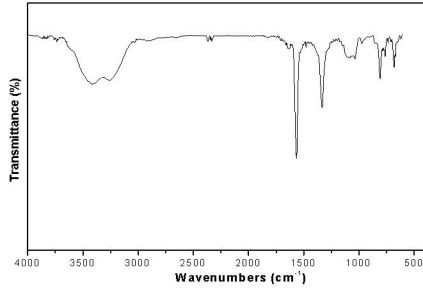


Fig. 1. FT-IR spectrum of C-60(NO₂)_n.

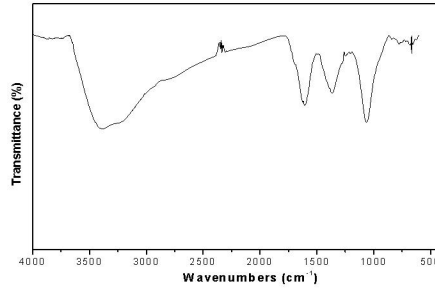


Fig. 2. FT-IR spectrum of C-60(OH)_n.

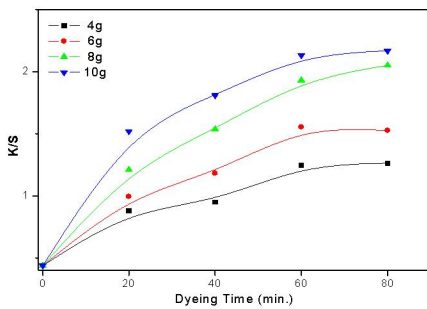


Fig. 3. Relationship between K/S values and cocentrations of C-60(SO₃Na)_n

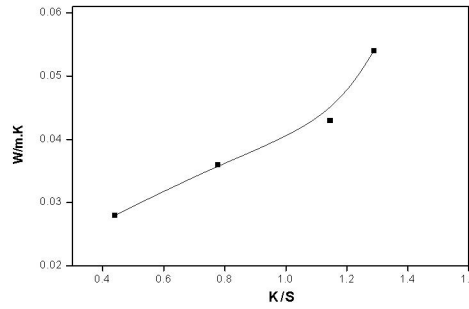


Fig. 4. Relationship between thermal transmittances of wool fiber and uptake values of C-60(SO₃Na)_n

4. 결 론

나노 C-60 플러렌의 니트로화 및 가수분해등의 일련의 공정을 통하여 수용성 C-60을 제조하고 FT-IR 을 이용하여 확인하였다. 수용성 C-60이 양모섬유에 용이하게 흡착되었으며 흡착량은 C-60의 농도에 비례하여 증가하였다. C-60이 흡착된 양모섬유의 열전도성은 C-60의 흡착량에 비례하여 증가하고 있으며 전기전도성은 C-60이 전기절연체의 성질을 갖고 있기 때문에 흡착량에 비례하여 감소하였다.

참고문헌

1. Schneider, L.Y.; Darwish, A.D.; Kroto, H.W.; Taylor, R.; Walton, D.R.M. J. Chem. Soc., Chem. Commun. **15**, 25(1994).