

## Disperse red 1을 함유하고 있는 셀룰로오스 아세테이트의 광이성화에 관한 연구

이 수 · 박근호 · 정동순

창원대학교 공업화학과  
(1999년 11월 8일 접수 ; 1999년 11월 30일 채택)

### A Study on photoisomerization of cellulose acetate containing disperse red 1

Soo Lee · Keun-Ho Park · Dong-Soon Jung

Dept. of Chemical Technology, Changwon National University  
#9 sarim-dong, changwon, kyungnam 641-773, korea  
(Received November 8, 1999 ; Accepted November 30, 1999)

**Abstract** : In order to study a reversible photoisomerization of disperse red 1(DR 1) attached on natural polymers, cellulose acetate containing DR 1(DR 1/CA adduct) was prepared, and the changes of UV/VIS spectra of its solution(benzene, DMAc), thick film, and LB film were investigated by alternate irradiation with two different wave length lights.

DR 1/CA adduct was prepared through tosylation of partially hydrolyzed cellulose acetate followed by reaction with DR 1 at 100°C in pyridine.

From the UV/VIS spectra of DR 1/CA adduct dissolved in DMAc solvent including phosphoglyceride before and after irradiation at 360nm and 450nm, we found out the changes of UV/VIS spectra were reversible.

In addition, the change of UV/VIS spectra of this adduct solution was strongly depended on the sorts of solvents and temperature. As the temperature was increased, UV/VIS spectra of this adduct solution in DMF showed blue shift. These results provided this solution could be applied to a temperature sensor.

In the thick film case, we also obtained similar results with solution case. LB monolayer and trilayer from DR 1/CA adduct was obtained by scattering the solution including phosphoglyceride on water surface at the surface pressure of 8mN/m. After irradiation on that LB monolayer and trilayer, the reversible photoisomerization was also detected. From these results we concluded DR 1/CA adduct was suitable for the application to data storage and optical switch, etc.

### I . 서론

이차 비선형 광학 특성을 나타내는 chromophore를 고분자에 도입하는 방법으로는 guest host system, crosslinked system, main chain system, side chain system 등의 방법으로 반응을 하고 있으며<sup>1)</sup>, 본 연구에서는 disperse red 1(DR 1)을 비선형 광학 chromophore로 하여 고분자 기질에 side chain system의 방법으로 도입시키는 방법을 선택하였다. 여기서 사용된 고분자 기질의 back bone은 천연 고분자인 셀룰로오스의 유도체인 셀룰로오스 아세테이트를 사용하였다. 특히 아조벤젠기를 side chain으로 도입한 고분자의 경우는 정보 저장 및

상온에서 유발되어지는 이방성 구조 및 cis-trans 이성질화를 이용해 전기 광학적인 현상에 적용이 많이 되어지고 있다.<sup>2,3)</sup> 이런 물질들은 높은 화학적 안정성을 가지고 있을 뿐만 아니라 높은 nonlinear susceptibility를 가지고 있고 물성의 저하 없이 기록의 재생, 삭제가 다양하게 반복될 수 있는 특징을 가지고 있다. 또 이런 고분자에 아조 dye를 함유하고 있는 광학물질들을 dynamic holography와 광스위치 및 optical harmonic generation에 주로 사용되어지고 있다.<sup>4,5)</sup> 아조기를 가지고 있는 dye(disperse red 1)의 경우는 -N=N- bond의 cis-trans 이성질화가 가역적인 광변색성 과정을 거치고 있기 때문에 정보저장 분야에 적용이 용이하다고 할 수 있

다. 특히 이런 아조기의 *cis-trans* 광이성화 현상은 분자의 배향을 변화시켜 정보 관련 분야에 적용되고 있다. 한편 Langmuir-blodgett(LB)막은 수면 위에 형성된 단분자막이 고체기판 위에 여러 번 이전(transfer) 및 적층(deposition)되어 분자가 잘 배향된 초박막(ultrathin film)으로 알려져 있다. LB막은 막의 두께, 방향성, 배열상태 및 구조를 분자수준으로 조절할 수 있어 광에너지 변환막, 화학/생화학 센서 등 기능성 전극분야에 많이 이용되고 있으며<sup>6</sup> 특히 유기박막 보다는 고분자 박막이 안정해 전기 광학 소자에 사용되어지고 있다<sup>7</sup>. 본 연구에서는 아조기가 있는 dye를 천연 고분자인 셀룰로오스 유도체인 셀룰로오스 아세테이트에 side chain으로 도입하였고 UV, IR, NMR을 통해 분석을 하였다. 뿐만 아니라 반응 조건에 따른 dye의 도입량을 측정하였고 이 고분자를 용액상에서 광조사에 따른 *cis-trans*의 가역적인 광이성화 현상 및 온도 변화에 따른 흡광도 변화를 측정하였다. 그 후 친수처리된 석영기판 위에 단분자막 및 다층막인 LB막을 누적시켜 가역적인 광이성화 현상을 측정하였으며 그 응용 가능성에 대해 조사하였다.

## II. 실험방법

### 2-1. 시약 및 기기

합성에 사용된 셀룰로오스 아세테이트는 일본 Junsei사 제품을 사용하였고 가수 분해 시는 용매로 석산약품의 초산 1급 시약 과 염산을 정제 없이 사용하였다. Tosylation시에는 용매로 석산약품의 피리딘 1급시약과 일본 Junsei사의 *p*-toluenesulfonyl chloride를 정제 없이 사용하였다. Dye는 Aldrich사의 disperse red 1(dye content 95%)(DR 1)을 사용하였고 반응시 첨가된 Potassium hydroxide(KOH)는 일본 Junsei사의 특급 시약이다. 또 광이성화 현상을 위해 사용된 용매로는 일본 Junsei사의 *N,N*-dimethylacetamide(DMAC)특급시약과 Yakuri Pure Chemical사의 볼루엔을 정제 없이 사용하였다.

LB막의 제막을 위한 석영 기판 친수 처리를 위해서는 석산약품의 아세톤 1급 시약, 동양화학의 황산1급 및 석산약품의 중크롬산 칼륨 1급을 사용하였다. 또 트러프(trough)세척에 사용된 시약으로는 동양화학의 *N,N*-dimethylformamide(DMF) 1급 시약과 석산약품의 아세톤 1급 시약 및 이소프로필알콜 1급 시약을 정제하지 않고 사용하였다.

분석에는 Shimadzu사의 UV-2100을 사용하였으며 FT/IR은 Nicolet사의 IMPACT 410을 사용하였다. 광조사에는 미국 Oriel Corporation에서 제작한 Xe/Hg 500W 램프와 360nm 및 450nm 필터를 사용하였다. 또 LB제막 장치는 영국제 NIMA Technology Langmuir-Blodgett trough 611을 사용하였다.

### 2-2. LB막의 누적과 광이성화 현상 측정

LB막을 제막하기 위해서는 먼저 전개액을 제조하여야 한다. 본 실험에서는 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트 0.033g을 먼저 20ml의 DMAc를 용매로 하여 온도 50°C에서 2시간, 상온에서 24시간 완전히 용해를 시킨다. 그 후 혼합 용액 2ml를 취해 다시 DMAc 10ml와 혼합 후 분자간의 엉김 방지를 위해 클로로포름 50ml 에 인지질 0.0976g이 용해되어있는 용액 0.1ml를 가해 4시간동안 magnetic bar를 이용해 완전히 혼합하였으며 microfilter를 이용해 불순물을 제거하였다.

제막 실험에서는 표면 압력을 8mN/mD으로 고정시켰고 디퍼의 속도는 5mm/min, 베리어의 속도는 200mm/min로 고정시켰다. 그 후 다시 압축시켜 시료의 전개가 완료된 후, 기판을 상승시켜 상온에서 20분간 건조해 1층막이 제막되어진다. 그리고 다시 기판의 하강과 상승을 통해서 3층막을 제막하는 한편 광이성화 현상을 측정하기 위하여 UV/VIS spectroscopy를 사용하였다. 먼저 용액상태에서는 DR 1이 도입되어 있는 셀룰로오스 아세테이트를 용매로서 DMAc와 DMAc, 볼루엔 혼합용액(부피비 1:1)을 사용하였고 각 용매에 인지질을 첨가해 광이성화 현상을 관찰하였다. 또 film상태로서 고분자를 피리딘에 용해 후 유리 기판에 film을 제조 후 광이성화 현상에 대해 관찰하였으며 마지막으로 LB film 제막 후 역시 UV/VIS spectroscopy를 사용해 광 이성화 현상에 대해 조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 3-1. 시료의 분석

Fig. 1은 가수분해된 셀룰로오스 아세테이트에 *p*-toluenesulfonyl chloride를 반응시킨 시료의 UV/VIS 흡광도 곡선으로서 시료의 농도는 10000ppm으로 하였다. Fig. 2는 tosylated 셀룰로오스 아세테이트에 DR 1을 반응시킨 것으로서 반응

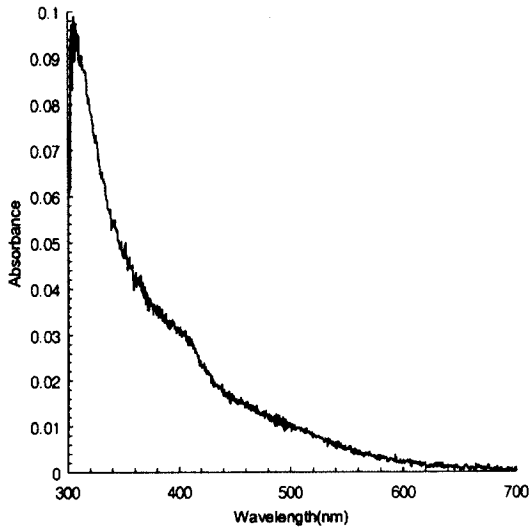


Fig. 1. UV/Vis spectrum of tosylated cellulose acetate.

온도 100°C, 110°C에서 각각 반응시간을 48시간 및 72시간으로 변화시켜 UV/VIS 흡광도 곡선을 관찰한 것이다. 반응온도 100°C에서 반응시간 48시간일 때는 420nm에서 흡광도 0.5051의 최고점을 가지고, 72시간 반응에서는 474.5nm에서 0.9406의 최고점 흡광도를 가지는 것을 볼 수 있다. UV/VIS 흡광도 곡선의 정량적 분석에 따라 일정한 반응 온도에서는 반응시간이 길수록 DR 1의 치환량이 많아진다는 것을 간접적으로 확인할 수가 있다. 또 다른 반응 온도인 110°C로 고정 후 역시 반응시간 48시간 반응 시에는 420nm에서 흡광도 0.6128이 나왔고, 72시간 반응에서는 474.5nm에서 0.7058의 흡광도를 가지는 것을 알 수가 있다. 이 역시 동일 온도에서는 반응시간이 길수록 치환량이 많다는 것을 알 수 있으며, 본 실험에서는 100°C, 72시간에서 치환량이 가장 많아 DR 1을 셀룰로오스 아세테이트에 도입키 위해서는 위 조건이 가장 적합한 것을 확인할 수가 있다.

가수분해된 셀룰로오스 아세테이트와 tosylated 셀룰로오스 아세테이트 그리고 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트의 Infrared Spectroscopy(IR) data를 보면, 가수 분해 되어진 셀룰로오스 아세테이트에서 3500cm<sup>-1</sup> 부근의 broad한 peak는 acids - OH기로 판단되어진다. 또 1750cm<sup>-1</sup>의 peak는 ester기의 C=O기이다. 또 1050cm<sup>-1</sup>와 1250cm<sup>-1</sup>의 2개 peak는 역시 에스터기의 C-O기이다. Tosylated 셀룰로오스 아세테이트의 IR data에서는 3050cm<sup>-1</sup> 부근에서 aromatic=C-H stretch peak와 1600cm<sup>-1</sup>, 1475cm<sup>-1</sup>에서의 aromatic C=C stretch peak 그리고

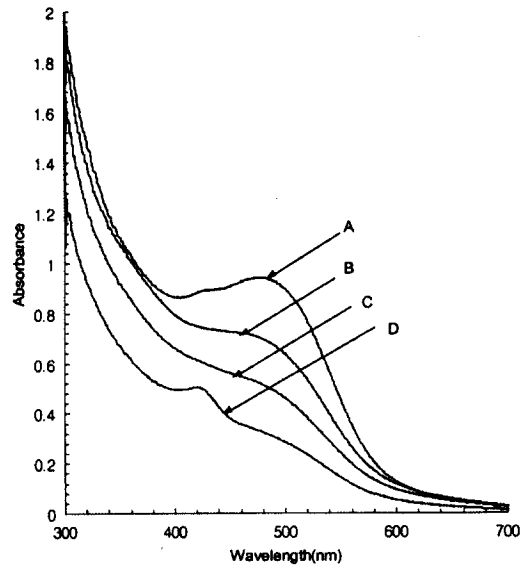


Fig. 2. UV/Vis spectra of DR 1/CA adducts; (A) 100°C, 72h, (B) 110°C, 72h, (C) 110°C, 48h, (D) 100°C, 48h.

900cm<sup>-1</sup> - 690cm<sup>-1</sup>에서의 aromatic=C-H bending peak 및 1150cm<sup>-1</sup>, 1300cm<sup>-1</sup>의 sulfones sym-stretch, asym-stretch의 peak로 보아 tosyl기가 도입된 것을 확인할 수 있었다. 또 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트의 IR data에서는 1510cm<sup>-1</sup>, 1390cm<sup>-1</sup>의 니트로화물의 N=O stretch peak와 1120cm<sup>-1</sup>에서의 아민의 -C-N stretch peak가 나타나는 것으로 보아 아조 화합물인 DR 1이 합성된 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 UV/VIS, IR 등의 분석 장치를 이용하여 광학적 특성이 있는 물질로 알려진 DR 1의 도입을 확인하였다.

또 가수 분해 되어진 셀룰로오스 아세테이트와 tosylated 셀룰로오스 아세테이트 그리고 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트의 수득률을 보면 셀룰로오스 아세테이트 80g을 가수분해시키면 63.9g을 얻어 수득률 79.88%가 얻어졌으며 tosylation에서는 가수분해된 셀룰로오스 아세테이트 25g과 *p*-toluenesulfonyl chloride 40g이 반응해 tosylated 셀룰로오스 아세테이트 32.01g을 얻어 49.2%의 수득률을 얻었다. *p*-Toluenesulfonyl chloride를 치환시키는 이유는 다음에 반응될 dye의 치환량을 높이기 위한 것이다.

그리고 DR 1의 도입에 대한 수득률을 보면 100°C, 48시간에는 dye함량이 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트 1g당 0.289mg 이고 72시간의 반응에는 0.789mg이다. 또 반응온도 110°C에서 반응시간

48시간의 경우는 0.455mg이고 72시간의 경우는 0.618mg이다. 이 수득률에서 볼 수 있듯이 반응온도와 반응시간이 높을수록 DR 1의 도입량이 많아지는 것을 알 수 있다. 하지만 본 연구에서는 셀룰로오스 아세테이트에 도입되는 DR 1의 경우는 반응온도 및 반응시간이 100°C 72시간의 경우가 도입량이 가장 많은 것으로 나타났다. 즉 반응온도 100°C와 반응시간 72시간이 여러 광학적 특성을 가진 DR 1을 셀룰로오스 아세테이트에 side chain으로 도입하기 위한 가장 적절한 조건으로 판단되어진다.

### 3-2. 용액 상태에서의 광이성화 현상

Fig. 3에서 나타난 UV/VIS 흡광도 곡선은 DR 1을 벤젠에 용해시킨 후 석영 셀에 밀봉하여 광조사 전후의 광이성화 현상을 관찰하였다. 자외선과 가시광선에 의한 *cis-trans* 구조로의 변화를 측정하기 위해 먼저 360nm 필터를 이용하여 5분간 광조사를 하였고 그후 450nm 필터를 이용하여 역시 5분간 광조사를 하였다. 다시 360nm 필터를 이용하여 5분간 광조사를 하므로써 흡광도 곡선이 가역적으로 변화가 되는지에 대해 조사하였다. Fig. 3의 벤젠을 용매로 한 경우에는 360nm 광조사에서 약 0.01정도로 흡광도가 증가하는 것을 볼 수 있고 다시 450nm 광조사에서는 흡광도가 0.32로 대폭 감소하는 것을 볼 수 있다. 또다시 360nm에서 광조사 시에는 흡광도

가 0.49로 상승하여 DR 1은 광조사에 따른 흡광도 변화가 가역적으로 발생함을 알 수 있었다. 하지만 DR 1을 클로로포름에 용해한 용액의 흡광도 변화를 보면 흡광도 변화가 가역적으로 발생하지 않음을 알 수 있다. 여기에서 볼 수 있듯이 DR 1 자체만으로는 가역적인 광이성화 현상은 분자 구조, 온도, 용매 등의 광이성화 현상을 발생시키는 주요 변수 중에서 용매에 의존성이 있는 것으로 사료되어진다. 즉 아조기의 이중결합이 용매의 종류에 의해 변화하는 폭과 간섭 현상의 발생 여부가 결정되어 있는데 중요한 역할을 한다고 할 수 있다.

Fig. 4는 DR 1이 도입되어있는 셀룰로오스 아세테이트를 용매 DMAc에 완전히 용해시킨 후 360nm 5분, 450nm에서 5분 광조사 후 다시 360nm에서 5분을 광조사해 가역적인 흡광도 변화가 있는지를 관찰하였다. 이 실험에서는 각 시료의 작용기 사이의 간섭을 막기 위해 각 용매에 50ml 클로로포름에 0.0976g 용해되어 있는 인지질을 0.1ml를 취해 혼합하므로 해서 광이성화 현상을 관찰하였다.

먼저 360nm에서 5분간 광조사를 하였을 때는 0.0115로 광조사 전에 비해 하락하였으나 450nm에서 광조사 후 흡광도 변화는 0.0096으로 큰 폭으로 하락하였다. 그후 가역적인 광이성화 현상을 관찰하기 위해서 다시 360nm에서 광조사를 한 후 흡광도 변화는 0.0118로 거의 복원되었다. 그러나 피리딘 용매에서는 가역적인 광이성화 현상을 거의 관

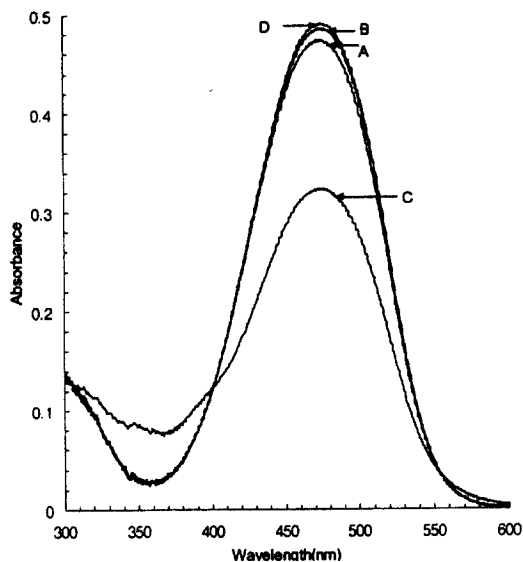


Fig. 3. UV/Vis spectrum changes of the DR 1 by light irradiation(5min.) in benzene:  
(A)Before irradiation, (B)360nm(1st),  
(C)450nm, (D)360nm(2nd).

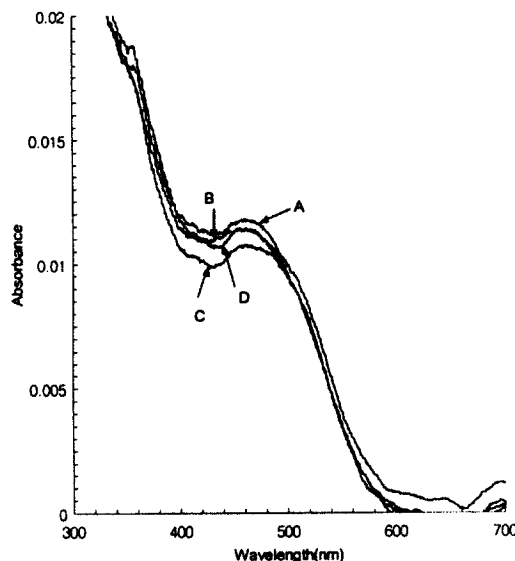


Fig. 4. UV/Vis spectrum changes of DR 1/CA adduct by light irradiation(5min.) in DMAc:  
(A)Before irradiation, (B)360nm(1st),  
(C)450nm, (D)360nm(2nd).

찰 할 수 없었으며, 이것은 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트는 피리딘 용매에서 아조기의 cis-trans변환이 간섭으로 인해 발생하지 않는 것으로 사료된다. 따라서 광이성화 현상은 용매의 종류에 따라 많은 영향을 받는다고 할 수 있다.

3-3. 온도 변화에 따른 용액의 흡광도 변화.

용액 상태의 온도변화에 따른 UV/VIS 흡광도 변화를 측정하기 위해서는 광조사 때와 같이 석영셀에 밀봉을 한 후 항온조를 이용하여 10분간 시료를 침적 후 사용하였다. DR 1이 도입되어 있는 셀룰로오스 아세테이트에 용매는 피리딘과 DMAc 그리고 DMF를 사용하였고 시료가 용매에 완전히 용해 후 인지질 0.1ml를 가해서 사용하였다.

Fig. 5는 DMF에 시료를 완전히 용해 후 역시 20°C, 40°C, 80°C, 85°C, 및 90°C에서 흡광도 변화를 나타낸 것이다. 20°C에서 흡광도는 0.0757로 비교적 낮은 편이며 40°C에서도 거의 변화가 없다. 하지만 80°C에서는 0.1068, 85°C에서 0.135, 90°C의 0.1678에서 볼 수 있듯이 80°C이상에서 급격히 증가하는 경향이 있다. 흡광도 변화는 용매의 종류에 따라 다소 차이가 나지만 일반적으로 온도가 증가하면 흡광도가 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 DMF 용매는 80°C이상의 온도에서는 비교적 blue shift 되는 폭이 커지는 것이 관찰되어 지는 것은 시료가

분자량이 높은 천연고분자 물질을 back bone으로 하고 있어 side chain의 움직임에는 비교적 높은 온도가 필요한 것으로 사료되어진다.

3-4. Film상과 LB막의 광이성화 현상

Fig. 6은 film상태에서의 광이성화 현상에 대한 흡광도 변화 곡선이다. DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트 시료를 용매 피리딘에 완전히 용해 후 유리 기판위에 얇은 film으로 제작 후 상온에서 24시간, vacuum oven에서 48시간 완전 건조 후 360nm 필터 및 450nm 필터를 이용하여 5분씩 광조사를 한 후 흡광도 변화를 측정 한 것이다. 이번에는 먼저 450nm 필터를 이용하여 5분간 광조사를 먼저 하였다. 광조사 후에는 흡광도가 0.1431로 광 조사 전에 비해 대폭 하락하였고 360nm를 5분 광조사 후에는 0.1545로 약간 상승하였다. 그리고 광이성화 현상을 확인키 위해 다시 450nm로 5분간 광조사 후에는 0.1436으로 처음 450nm로 광조사 때의 비슷한 흡광도인 0.1436으로 변경이 되었다. 여기에서 볼 수 있듯이 film 상태에서도 가역적인 광이성화 현상이 관찰되어졌다. 용액뿐만 아니라 film상에서도 광이성화 현상이 관찰됨에 따라 DR 1은 광이성화에 중요한 영향을 끼치는 인자인 용매뿐만 아니라 그 자체 구조로도 광이성화 현상이 발생되고 있음을 알 수 있다.

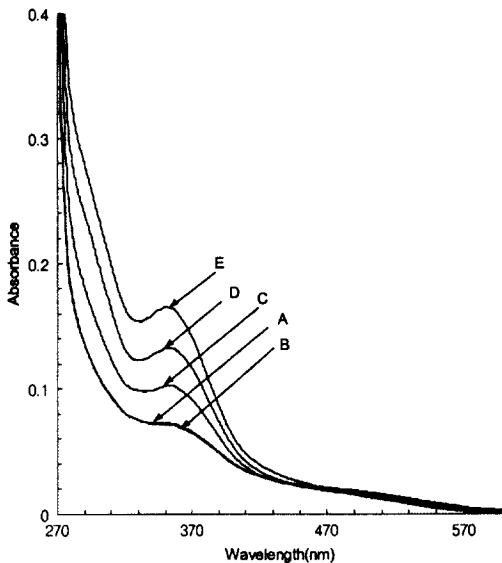


Fig. 5. UV/Vis spectra of DR 1/CA adduct in DMF at various temperatures: (A)20°C, (B)40°C, (C)80°C, (D)85°C, (E)90°C.

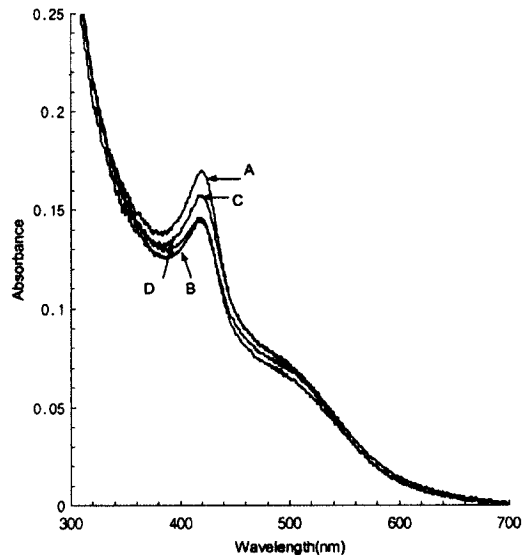


Fig. 6. UV/Vis spectrum changes of DR 1/CA adduct film by light irradiation(5min.); (A)Before irradiation, (B)360nm(1st), (C)450nm, (D)360nm(2nd).

그리고 LB막의 물성을 알아보기 위하여 DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트 0.1ml를 수면상에 전개시켜 베리어를 1차 및 2차 압축, 확장시켜 제막을 하였다. 이때 점유 면적을  $600\text{cm}^2$ 에서  $80\text{cm}^2$ 까지 압축 및 확장시켰을 때의 곡선에서  $210\text{cm}^2$  부근에서 표면압의 변화가 일어나기 시작하며, 1차 및 2차 압축 확장에서는 표면압의 차가 크게 발생하지 않았다. 이 제막 실험에서는 베리어 속도를  $200\text{mm}/\text{min}$ 으로 일정하게 하였고, 표면압은  $8\text{mN}/\text{m}$ , 디퍼의 속도는  $5\text{mm}/\text{min}$ 으로 고정한 후 제막을 하였다.

Precursor method로 제막한 DR 1을 함유한 셀룰로오스 아세테이트를  $360\text{nm}$ 와  $450\text{nm}$ 의 필터를 이용해 광조사 후 광이성화 현상을 관찰하기 위해 UV/VIS 흡광도 곡선을 Fig. 7과 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 7은 1층막을 제막한 것으로서  $360\text{nm}$ 에서 5분간 광조사를 한 후에는  $0.0056$ 으로 흡광도가 상승하였다. 하지만  $450\text{nm}$ 에서 5분간 광조사를 한 후의 흡광도는  $0.0023$ 으로 하락하였고 가역적인 광이성화 현상을 확인하기 위해서 다시  $360\text{nm}$ 에서 광조사를 하니 다시  $0.0045$ 로 회복이 되었다. 이로서 DR 1을 함유한 셀룰로오스 아세테이트는 LB막에서도 가역적인 광이성화 현상을 나타내는 것이 확인되었다. Fig. 8은 3층막을 제막한 후 UV/VIS 흡광도 곡선이다. 먼저  $360\text{nm}$ 에서 5분간 광조사를 한 후 흡광도는  $0.0036$ 으로 상승하였다. 그후  $450\text{nm}$ 에

서 5분간 광조사 후  $0.0005$ 로 하락하였으며 그후 가역적인 광이성화 현상을 확인하기 위해 다시  $360\text{nm}$ 에서 5분간 광조사를 하였다. 그때의 흡광도는  $0.0026$ 으로 처음의  $360\text{nm}$  흡광도와 거의 일치함을 알 수 있다. 여기에서 볼 수 있듯이 1층막 뿐만 아니라 3층막에서도 광이성화 현상이 잘 관찰되었다. 이로서 다른 무기재료나 유기재료에 비해 우수한 기계적 물성 및 열 안정성<sup>10)</sup>을 가진 고분자인 셀룰로오스 아세테이트에 side chain system으로 DR 1을 도입한 물질이 광 스위치 및 정보 저장 분야 등 다른 분야에 응용의 가능성을 확인하였다.

#### IV. 결론

아조기를 가지는 DR 1을 천연 고분자의 유도체인 셀룰로오스 아세테이트에 도입하기 위하여 반응의 조건을 변화시켰고 또 광조사에 따른 광이성화 현상을 확인하기 위해 용액 상태, 필름 상태에서의 변화를, 그리고 온도 변화에 따른 흡광도 변화를 관찰하였으며, 수면 위에서 분자상의 거동을 하는 LB막의 광이성화 현상에 대한 실험을 한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 비선형 광학 특징을 가지는 DR 1을 천연고분자 유도체인 셀룰로오스 아세테이트에 side chain으로 도입키 위해 가수분해, tosylation 반응을 하였고 이것을 IR, UV/VIS등의 분석 장치를 통해 분석한

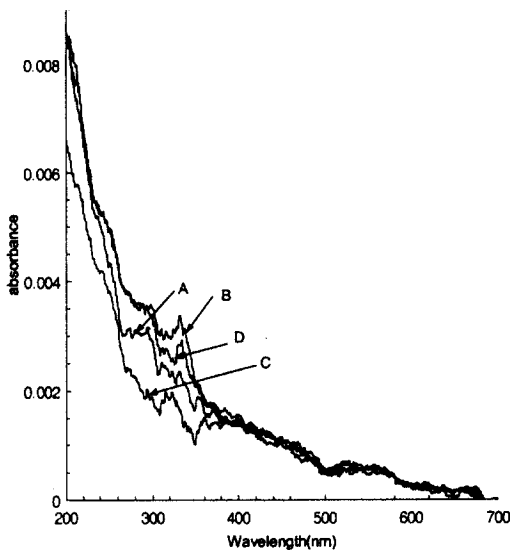


Fig. 7. UV/Vis spectrum changes of DR 1/CA adduct LB monolayer by light irradiation (5min.); (A)Before irradiation, (B)360nm(1st), (C)450nm, (D)360nm(2nd).

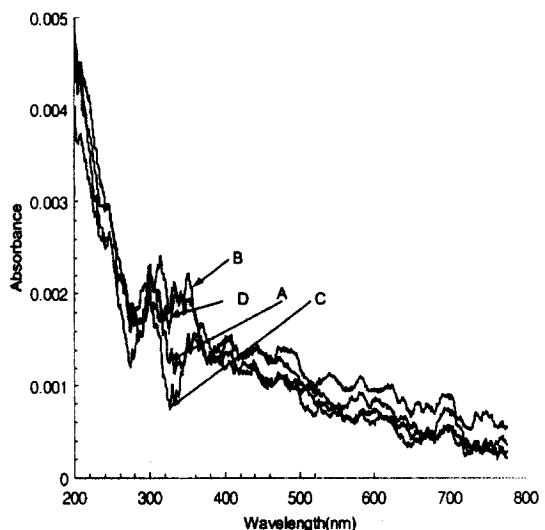


Fig. 8. UV/Vis spectrum changes of DR 1/CA adduct LB trilayer by light irradiation (5min.); (A)Before irradiation, (B)360nm(1st), (C)450nm, (D)360nm(2nd).

결과 고분자 backbone 1g당 0.789mg의 dye가 도입되어 졌다.

2. DR 1을 천연고분자 유도체인 셀룰로오스 아세테이트에 도입하기 위해 반응온도 등 조건을 변화시켜 수율을 확인한 결과 100°C, 72시간에서 DR 1의 도입량이 가장 많았다.

3. DR 1이 도입된 셀룰로오스 아세테이트의 film 상 및 LB막을 광조사 후 흡광도 변화를 관찰한 결과 가역적인 광이성화 현상이 잘 관찰되어졌다.

### 참고문헌

1. Winoto, D., Carr, S. H., *Polymer*, 4561-4566, **36**(1995).
2. Hvilsted, S., Pedersen, M., Holme, N. C. R., Ramanujam, P. S., *American Chemical Society*, 298-299, **39**(1998).
3. Brown, D., Natansohn, A., Rochon, P., *Macromolecules*, 6116-6123, **28**(1995).
4. Larichev, A. V., Simonov, A. N., Shibaev, V. P., Stakhanov, A. I., *American Chemical Society*, 274-275, **39**(1998).
5. Naydenova, I., Petrova, T., Tomova, N., Dragostinova, V., Nikolova, L., Todorov, T., *American Chemical Society*, 342-343, **39**(1998).
6. Seo, B. I., "Characteristics of the Palmitic Acid Monolayers and Langmuir-Blodgett Multilayers of Metal-Palmitate", *Kyungbuk University*(1992).
7. Lee, S. R., "A Study on the properties of Langmuir films and Langmuir-Blodgett films of Azobenzene derivatives", *Changwon National University*(1997).
8. Eemer, S., Lovejoy, S. M., Leung, D. S., Anderson, W. W., Eck, T. E. V., Girton, D.G., Marley, J. A., Harwit, A, ANTEC, 1515(1996).