

로이코말라키트록을 함유한 폴리우레탄의 방사선조임효과에 대한 연구

방혁철, 리계룡

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구기관들과 과학자, 기술자들은 우리 나라의 실정에 맞고 나라의 경제발전에 이바지할수 있는 과학기술적문제를 더 많이 풀어야 하겠습니다.》(《김정일선집》 증보판 제13권 173페이지)

폴리비닐알콜이나 폴리비닐부티랄, 폴리스티롤 등의 중합물들에 로이코염료들을 첨가하여 방사선변색박막선량계나 방사선변색겔선량계를 만드는 방법과 방사선조임효과에 대하여서는 이미 알려져있다. 그러나 이러한 물질들은 방사선에 대한 감도가 낮고 온도와 산소, 자외선 등의 영향으로 하여 조임후 응답안정성이 낮은 일련의 부족점들을 가진다.[1-3]

우리는 방사선변색물질로서 로이코말라키트록과 라디칼개시제를 첨가하여 안정한 폴리우레탄을 합성하고 이 물질의 방사선응답특성에 대하여 고찰하였다.

실험 방법

실험기구로는 U15형 항온조, 교반기, 진공탈포기, 2L 가압탱크, γ 선조임장치(《ELDORADO-8》), 자외-가시선분광광도계(《UV-2201》)를 리용하였다.

시약으로는 톨루일렌디이소시아나트(분석순), 에틸렌글리콜(분석순), LMG(분석순), 클로로포름(분석순), 디부틸석라우릴산염(DBTDL)(분석순), 크실롤(분석순)을 리용하였다.

합성방법은 다음과 같다. 톨루일렌디이소시아나트 40%와 에틸렌글리콜 56%를 반응시켜 예비중합물을 형성하고 로이코말라키트록(LMG) 2%와 클로로포름 1.25%, 에틸렌글리콜과 폴리우레탄합성의 기본촉매로 리용되는 디부틸석라우릴산염 0.1%를 혼합하여 30min 동안 교반한 다음 용기의 압력이 0.4MPa인 조건에서 48h동안 중합하여 투명하고 굳은 폴리우레탄을 얻었다.

얻은 폴리우레탄을 각이한 선량의 γ 선을 쏘인 후 자외-가시선분광광도계로 방사선량에 따르는 흡광도변화를 측정하였다. 류산철선량계로 결정한 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 선조임장치의 선량률은 3Gy/h였다.

실험결과 및 해석

1) 선량에 따르는 시편박막의 색변화

각이한 선량으로 조임된 시편($d=2.5\text{mm}$)의 색변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 선량이 증가함에 따라 시편박막이 연록색을 띠며 2Gy이상부터는 현저한 색변화가 있다는것을 알수 있다. 이것은 선량계 물질을 방사선조임할 때 탄소-할로겐결합이 파괴되면서 생겨나는 자유라디칼들에 의하여 로이코말라키트록이 산화되어 말라키트록으로 넘어가는 결과이다.

2) 선량에 따르는 시편박막의 흡광도변화

자외-가시선분광광도계를 리용하여 500~800nm의 파장대역에서 시편박막의 흡광도(A)를 측정하였다.(그림 2)

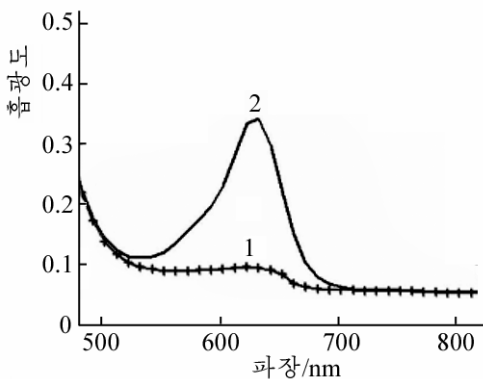


그림 2. 조임전과 후의 시편의 흡수스펙트럼
1-조임전 시편, 2-조임후 시편

선량에 따르는 시편의 흡광도변화($\lambda=633\text{nm}$)는 그림 4와 같다.

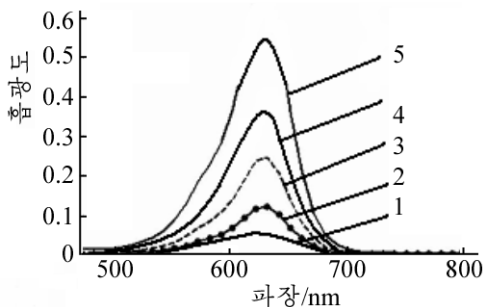


그림 3. 선량과 파장에 따르는 시편박막의 흡광도변화
1-5는 각각 1, 2, 3, 4, 5Gy로 조임 경우



그림 1. 각이한 선량으로 조임한 폴리우레탄의 색변화
1-6은 각각 0, 1, 2, 3, 4, 5Gy로 조임한 경우

그림 2에서 보는바와 같이 조임전에는 시료의 흡광도변화가 거의 없었지만 선량 4Gy로 조임하였을 때 시편에서는 현저한 흡광도변화가 있었다. 이 최대흡수봉우리는 선행연구[2]에서 얻은 LMG의 고유한 흡수파장인 633nm와 일치하였다.

3) 서로 다른 선량에서 조임 시편박막의 흡광도변화

선량과 파장에 따르는 시편박막의 흡광도변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 선량이 증가함에 따라 파장 633nm에서 흡광도가 증가한다는것을 알수 있다.

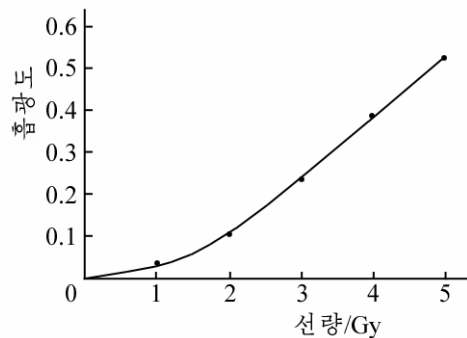


그림 4. 633nm파장에서 선량에 따르는 시편의 흡광도변화

그림 4에서 보는바와 같이 시편의 흡광도는 초기에는 서서히 증가하며 2Gy이상부터는 선형적으로 증가한다는것을 알수 있다.

맺는 말

에틸렌글리콜 56%, 톨루일렌디이소시아나트 40%로 예비중합물을 제조한 다음 여기에 LMG 2%, 클로로포름 1.25%, 디부틸석라우릴산염 0.1%를 함유한 혼합물을 방안온도에서 48h 동안 중합하여 시편박막을 만들고 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 선으로 2~5Gy까지 조사할 때 흡광도는 약 0.6까지 증가하였다.

참고 문헌

- [1] P. Y. Guo et al.; Med. Phys., **33**, 5, 1338, 2006.
- [2] J. Adamovics et al.; Conference Series, **3**, 172, 2004.
- [3] H. Gorjiara et al.; Med. Phys., **38**, 4, 2265, 2011.

주체107(2018)년 4월 5일 원고접수

Radiation Irradiation Effect of Polyurethane Including Leuco Malachite Green

Pang Hyok Chol, Ri Kye Ryong

We synthesized the stable polyurethane by adding LMG and radical initiator and considered the radiation response characteristics of this material.

Key words: leuco malachite green(LMG), polyurethane