

## 보임빛대역에서 $g-C_3N_4$ 빛촉매에 의한 메틸렌청의 빛분해

리금룡, 김경일

빛촉매기술은 빛에너지를 리용하여 폐수속의 유기오염물과 병원성세균 등을 높은 효율로 제거할수 있는것으로 하여 환경정화에 많이 리용되고있다.[2, 3]

특히 빛촉매로 널리 리용되어온 이산화티탄이 자외선조건에서만 촉매활성을 가지는 것으로 하여 보임빛대역에서 촉매활성을 가지는 빛촉매[1]에 대한 연구가 심화되고있다.

우리는 새롭게 제조한 빛촉매재료인 흑연상질화탄소( $g-C_3N_4$ )를 리용하여 빛촉매활성검토에서 흔히 리용되는 모방물질인 메틸렌청에 대한 빛촉매분해를 진행하고 그 특성을 연구하였다.

### 실험 방법

실험기구로는 로출장치(자체제작, 광원은 40W 월프램등), 원심분리기, 초음파분산기, 자외가시선분광광도계(《UV-9100》)를, 시약으로는 이산화티탄(P25), 자체로 제조한  $g-C_3N_4$ , 메틸렌청을 리용하였다.

메틸렌청표준용액들의 제조 전자천평으로 10mg의 메틸렌청분말을 0.1mg의 정확도로 취하여 1 000mL 눈금플라스크에서 10mg/L의 메틸렌청용액을 제조하였다. 이 용액을 각각 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45mL씩 취하여 50mL 눈금플라스크에 넣고 눈금까지 희석시켜 농도가 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9mg/L인 표준용액들을 제조하였다.

메틸렌청의 농도와 흡광도사이관계 자외가시선분광광도계를 리용하여 최대흡수파장(664nm)에서 메틸렌청표준용액들의 흡광도를 측정하였다. 매 농도에 대하여 3번 반복측정하고 흡광도의 평균값을 취하여 표준용액의 농도와 흡광도사이의 표준곡선을 작성하였다.

메틸렌청에 대한 빛촉매분해 로출장치를 리용하여 보임빛조건에서  $g-C_3N_4$ 의 빛촉매특성을 연구하였다. 실험에서는 복사빛파장이 400nm이상인 40W 월프램등을 보임빛원천으로 리용하였다.

150mL 유리비커에 농도가 10mg/L인 메틸렌청용액 100mL와 20mg의  $g-C_3N_4$ 을 넣고 10min간 초음파분산시킨 후 암조건에서 3h 방치하여 흡착평형에 도달하도록 한 다음 광원으로부터 10cm거리에서 빛을 쏘여주었다. 1h 간격으로 6mL의 용액을 분취하고 원심분리한 다음 자외가시선분광광도계로 664nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 빛분해률을 결정하였다.  $g-C_3N_4$  빛촉매에 의한 메틸렌청의 빛분해률( $R_d$ )은 다음식으로 결정하였다.

$$R_d = (C_0 - C_t) / C_0$$

여기서  $C_0$ ,  $C_t$ 는 각각 로출전과 로출후 용액에서의 메틸렌청의 농도이다. 메틸렌청의 농도는 흡광도와 농도사이의 표준곡선으로부터 구하였다.

## 실험결과 및 고찰

메틸렌청용액의 농도와 흡광도사이 표준곡선 농도  $C$ 를 가로축으로, 흡광도  $A$ 를 세로축으로 하여 그린 메틸렌청용액의 농도와 흡광도사이 표준곡선은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 메틸렌청용액의 농도와 그것의 흡광도는 0~10mg/L범위내에서 선형관계를 이룬다는것을 알수 있는데 표준곡선에 대하여 선형화를 진행하면 회귀방정식은 다음과 같다.

$$A=0.102C, \text{ 상관계수 } R^2=0.999$$

$g-C_3N_4$  빛촉매의 메틸렌청분해특성 실험과정에 메틸렌청용액의 색깔은 짙은 청색으로부터 점차적으로 연해져 연청색으로, 마지막에는 무색에 이른다.(그림 2)

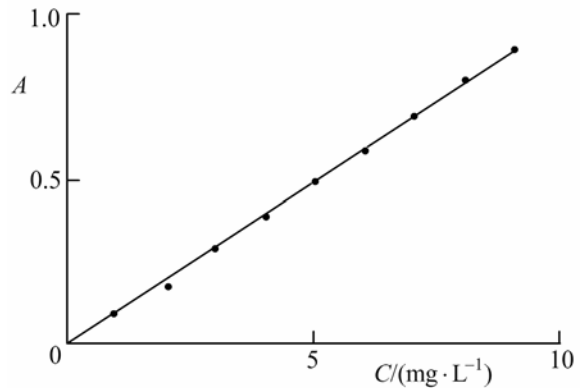


그림 1. 메틸렌청용액의 농도와 흡광도사이 표준곡선

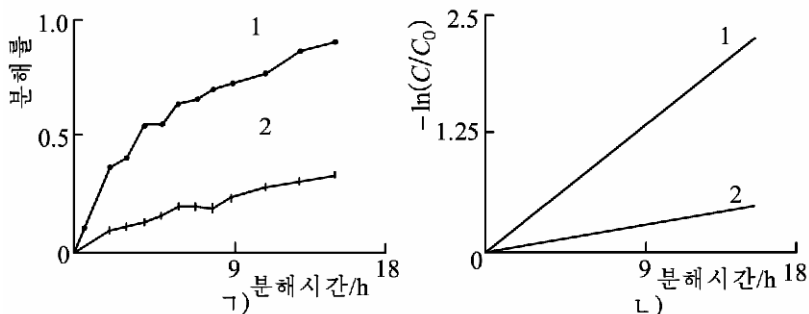


그림 2. 로출시간에 따르는 메틸렌청용액의 분해률( $\gamma$ )과 분해속도상수( $\tau$ )

1과 2는  $g-C_3N_4$  빛촉매와  $TiO_2$  빛촉매를 리용한 경우

그림 2의  $\gamma$ )에서 보는바와 같이  $g-C_3N_4$  빛촉매를 리용하면 보임빛조건에서 12h동안에 메틸렌청이 90%이상 분해된다는것을 알수 있다.

빛촉매분해반응이 1차반응속도방정식에 따른다고 보면 반응속도방정식은  $-dC/dt=kC$  라고 볼수 있는데 여기서  $C$ 는 메틸렌청용액의 농도이고  $k$ 는 분해반응의 결보기속도상수이다.[1]

시간  $t$ 에 따르는  $-\ln(C/C_0)$  그래프의 경사도는 결보기속도상수  $k(h^{-1})$ 를 나타낸다.

그림 2의  $\tau$ )에서 보는바와 같이  $g-C_3N_4$  빛촉매는 보임빛조건에서 뚜렷한 촉매활성을 나타내며  $TiO_2$ 에 비하여 분해률은 3배, 결보기속도상수는 5배이상이라는것을 알수 있다.

따라서  $g-C_3N_4$ 은 매우 좋은 보임빛촉매활성을 가지는것으로 하여 환경정화의 여러 분야에서 태양에너지를 효과적으로 리용하는데 응용될수 있다.

## 맺 는 말

자체로 제조한 비금속반도체재료인  $g-C_3N_4$ 을 리용하여 메틸렌청용액에 대한 빛촉매분해실험을 진행한 결과  $g-C_3N_4$ 은 보임빛조건에서 우수한 빛촉매활성을 나타냈으며 12h동안에 메틸렌청을 90%이상 분해하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김정민 등; 화학과 화학공학, 2, 33, 주체107(2018).
- [2] M. Anpo et al.; Environmentally Benign Photocatalysts, Springer, 3, 200, 2010.
- [3] E. S. Aazam; Journal of Alloys and Compounds, 577, 551, 2013.

주체108(2019)년 10월 5일 원고접수

## **Photodegradation of Methylene Blue by $g-C_3N_4$ Photocatalyst in Visible-Light Region**

*Ri Kum Ryong, Kim Kyong Il*

We made the photodegradation experiment of methylene blue by using a new photocatalytic material,  $g-C_3N_4$ . This photocatalyst exhibited an excellent photocatalytic activity in visible-light region and the photodegradation rate of 10mg/L methylene blue reached to 90% after 12 hours.

Keywords: methylene blue,  $g-C_3N_4$ , visible-light, photocatalyst