

## 몇가지 엽록소유도체들의 빛전기화학특성연구

김별, 리룡걸

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《새 재료부문을 발전시키지 않고서는 전자공업을 주체적으로 발전시킬수 없고 기계공업의 현대화를 실현할수 없으며 최신과학기술을 전반적으로 발전시킬수 없습니다.》

(《김정일선집》 제15권 증보판 487페이지)

색소증감형태양전지는 식물의 빛합성을 모방한 전지로서 현재 엽록소유도체들을 빛증감제로 리용하기 위한 연구가 많이 진행되고있다.[1-4]

우리는 몇가지 엽록소유도체들을 빛증감제로 리용하여 제작한 색소증감형태양전지의 빛전기화학특성에 대하여 조사하였다.

### 재료 및 방법

빛증감제로 리용한 엽록소유도체들은 시금치에서 분리한 엽록소로부터 제조하였다.

엽록소를 탈마그네시움화시키는데는 20% HCl(분석순), 비누화시키는데는 10% 메타놀성가성소다를 리용하였다. 엽록소의 금속치환에 쓴 초산아연, 초산마그네시움은 분석순이다.

빛전극을 만드는데 리용한  $\text{TiO}_2$ 나노분말은 상업용(《Degussa P25》, 아나타즈 80%/루틸 20%, 비표면적  $55\text{m}^2/\text{g}$ , 입자크기  $15\sim 25\text{nm}$ )이며 에타놀은 95% 에타놀을 CaO로 처리하여 무수에타놀로 만든것을 리용하였다.

전해질은 KI,  $\text{I}_2$ , TBP(4-3급부틸피리딘, 분석순)과  $\gamma$ -부틸로락톤(분석순)을 리용하여 제조하였다. 상대극은 헥사클로로백금산( $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ , 분석순)과 이소프로파놀(분석순)을 리용하여 제조하였다. 전도성유리는 국가과학원 전자공학연구소 태양전지실에서 만든 FTO( $20\sim 30\Omega/\text{cm}^2$ )를 리용하였다.

광원으로는 태양빛을 리용하였으며 빛세기는 조도계(《ЛЮКСМЕТР Ю116》)로 측정하였다. 열린회로전압( $V_{OC}$ )과 닫힌회로전류( $J_{SC}$ )는 수자식테스타(《DT-830B》)로 측정하였다.

나노결정성  $\text{TiO}_2$ 막은  $\text{TiO}_2$ 파스타를 전도성유리우에 칼도포법으로 입히고  $450^\circ\text{C}$ 에서 30min동안 소결하여 제작하였다. 빛증감제흡착은 나노결정성  $\text{TiO}_2$ 막을 엽록소유도체들의 에타놀용액( $3\cdot 10^{-4}\text{mol/L}$ )에 하루밤 잠그어 진행하였다. 상대극은 헥사클로로백금산용액을 전도성유리우에 유리봉으로 도달하고 건조시킨 후  $400^\circ\text{C}$ 에서 20min동안 소결하여 제작하였다. 빛증감제가 흡착된 나노결정성  $\text{TiO}_2$ 막우에 상대극을 덮은 다음 그사이에 전해질을 실관력으로 주입하여 전지를 구성하고  $\text{TiO}_2$ 막은 음극, 상대극은 양극으로 수자식테스타와 연결하였다. 다음 자연태양빛에서  $V_{OC}$ 와  $J_{SC}$ 를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

엽록소유도체들을 나노결정성  $\text{TiO}_2$ 막에 흡착시켰을 때 빛전류특성을 측정한 결과는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 빛전류는 Zn-클로린, Mg-클로린, 클로린, 페오포르비드, 페오피틴의 순서로 작아졌다. 전류값이 차이나는것은 엽록소유도체들의 최저려기에너지가 서로 다르기때문이다.

엽록소유도체들을  $\text{TiO}_2$ 막에 흡착시켰을 때 빛전압특성을 측정한 결과는 그림 2와 같다.

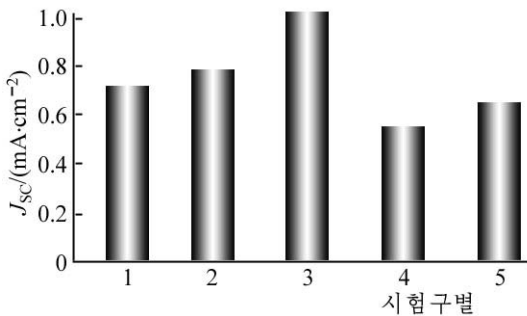


그림 1. 엽록소유도체들의 빛전류특성  
(빛세기 60 000lx)

1-클로린, 2-Mg-클로린, 3-Zn-클로린,  
4-페오피틴, 5-페오포르비드

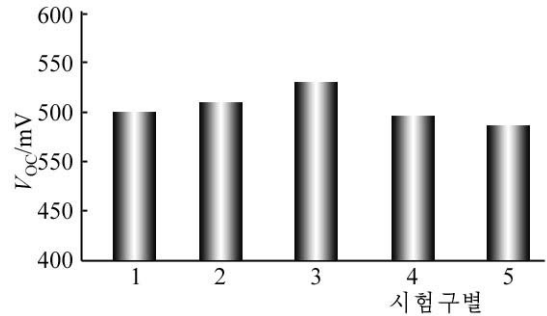


그림 2. 엽록소유도체들의 빛전압특성  
(빛세기 60 000lx)

1-클로린, 2-Mg-클로린, 3-Zn-클로린,  
4-페오피틴, 5-페오포르비드

그림 2에서 보는바와 같이 빛전압은 Zn-클로린, Mg-클로린, 클로린, 페오피틴, 페오포르비드의 순서로 작아졌다. 이것은 엽록소유도체들의 LUMO준위들이 서로 차이 나고  $\text{TiO}_2$ 막제조조건이나 전해질 등 다른 요인의 영향도 받기때문이라고 본다.

자연태양빛조건에서 엽록소유도체들을 리용한 빛전지체계의 안정성을 검토한 결과는 그림 3과 같다.

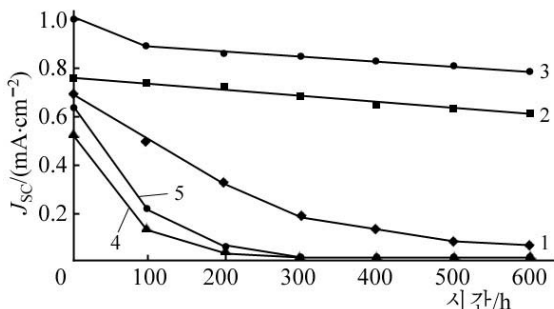


그림 3. 빛조임시간에 따르는 엽록소유도체들의  
빛전류곡선(빛세기 60 000lx)

1-Zn-클로린, 2-Mg-클로린, 3-클로린,  
4-페오피틴, 5-페오포르비드

그림 3에서 보는바와 같이 엽록소유도체들에서 시간이 지남에 따라 빛전류값이 감소하였다. 이것은 엽록소유도체들이 오랜 시간의 산화환원과정에 퇴화되는데 원인이 있으며 기타 밀봉결함에 의한 전해질의 누설도 원인으로 될수 있다.

엽록소유도체들중에서 빛전기화학적특성이 가장 높은 Zn-클로린을  $\text{TiO}_2$ 막에 흡착시켰을 때 빛세기에 따르는 빛전류의 변화를 조사한 결과는 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 Zn-클로린에서 빛전류값은 빛세기에 따라 거의 선형으로 증가하였다.

Zn-클로린에서 빛세기에 따르는 빛전압의 변화를 조사한 결과는 그림 5와 같다.

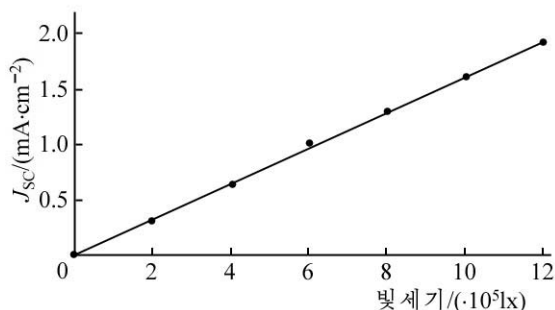


그림 4. Zn-클로린에서 빛세기에 따르는 빛전류의 변화

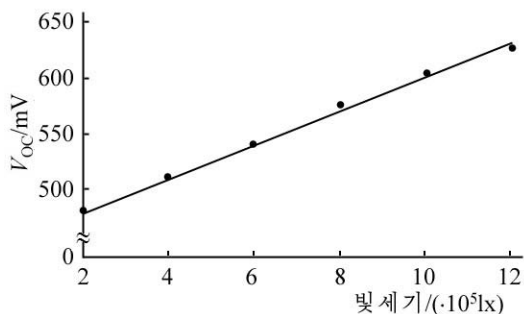


그림 5. Zn-클로린에서 빛세기에 따르는 빛전압의 변화

그림 5에서 보는바와 같이 Zn-클로린에서 빛전압은 빛세기가 높아지는데 따라 완만하게 증가하였다. 이것은 색소증감형태양전지의 전형적인 전류, 전압거동과 일치한다.

## 맺 는 말

엽록소유도체들중에서 Zn-클로린의 빛전류, 빛전압은 각각  $1\text{mA}/\text{cm}^2$ ,  $543\text{mV}$ 로서 제일 높았다.

## 참 고 문 헌

- [1] M. Gratzel et al; Nature, 353, 737, 1991.
- [2] W. M. Campbell et al.; Coord. Chem. Rev., 248, 1363, 2004.
- [3] M. Gratzel et al.; J. Am. Chem. Soc., 128, 16701, 2006.
- [4] W. Zhou et al.; Org. Elec., 13, 560, 2012.

주체103(2014)년 2월 5일 원고접수

## Photoelectrochemical Characteristics of Some Chlorophyll Derivatives

Kim Pyol, Ri Ryong Gol

In some chlorophyll derivatives, a short-circuit photocurrent density(  $J_{sc}$  ) and an open-circuit photo voltage(  $V_{oc}$  ) of Zn-chlorin is  $1\text{mA}/\text{cm}^2$ ,  $543\text{mV}$  respectively and photoelectrochemical characterization of Zn-chlorin is the highest among chlorophyll derivatives.

Key words: chlorophyll derivative, photosensitizer, dye-sensitized solar cell