

# 동적방법을 이용한 평판형광생물 반응기의 산소전달특성 Oxygen transfer characteristics of flat panel photo-bioreactor using dynamic method

\*최강훈<sup>1</sup>, #정상화<sup>2</sup>

\*G. H. Choi<sup>1</sup>, #S. H. Jeong(shjeong@chosun.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 기계공학과, <sup>2</sup>조선대학교 기계공학과

Key words : flat panel photo-bioreactor, dynamic methods, oxygen transfer coefficient

## 1. 서론

최근 에너지원 고갈과 원유가격의 급격한 상승으로 생물자원을 활용한 대체에너지 개발, 특히 바이오연료(바이오에탄올, 바이오디젤, 바이오가스 등) 생산이 주목을 받고 있다. 특히 해수나 담수에 널리 분포하는 광합성 생물인 조류(Algae)로부터 생산되는 바이오연료는 소위 곡물 자원을 사용한 1세대 바이오연료, 작물의 줄기나 폐목재 등을 사용하는 2세대 바이오연료에 이어 미래의 3세대 바이오연료(3rd generation biofuel)로 인식되고 있다.[1] 이중 조류에 속하는 미세조류를 이용하여 친환경적이며 고부가 가치의 바이오물질들을 생산하려는 연구가 활발하다. 미세조류는 다른 광합성 생물에 비하여 이산화탄소 포집하는 속도와 세포가 성장하는 속도가 빠르며 인공적인 배양이 용이하기 때문에 대규모 배양을 통하여 대량으로 생산할 수 있다. 최근 미세조류를 이용하여 바이오에너지인 바이오디젤을 생산하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 미세조류를 대량으로 배양하기 위해 대용량 생물반응기의 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 미세조류를 대량으로 배양하기 위해 많은 종류의 반응기가 개발되었으며 크게 노지형(Open pond), 외부에서 빛이 공급되는 밀폐형 반응기(Closed photo-bioreactor) 나뉜다. 그중 밀폐형인 평판형 반응기가 가장 생산성이 좋은 것으로 보고되고 있다.[2]

본 논문에서는 고농도로 배양이 가능하고 단위 면적당 생산성이 높고 빛을 이용하는 평판형 광생물 반응기를 개발하였다. 반응기의 교반 시 산소 전달특성을 평가하기 위해 동적방법을 이용한 산소전달계수를 측정하였다.

## 2. 반응기 제작

Fig 1 과 같이 평판형 광생물 반응기는 일정한 양의 가스를 주입하기 위해 가스조절기를 설치하였고, 반응기의 용존산소량을 실시간으로 측정하기 위해 용존산소(Dissolved oxygen) 센서를 설치하였다.

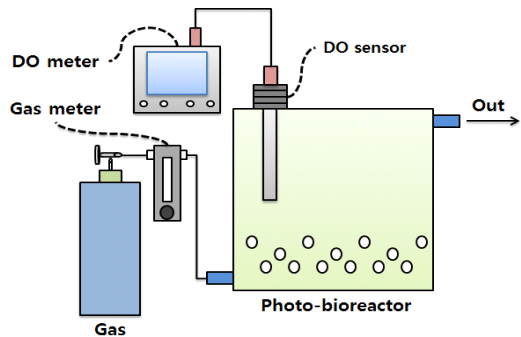


Fig. 1 Schematic diagram of flat panel bioreactor

## 3. 산소 전달 측정

동적방법이란 생물반응기에서 성장하고 있는 미생물의 호흡 활동을 Taguchi 및 Humphrey가 제안한 기술을 기반으로 측정한다.[3] 생물반응기에서 가스 공급 장치가 꺼져있으면, 용해된 산소 농도는 미생물의 호흡에 의한 산소소비와 같은 속도로 감소한다. Fig. 2는 동적방법을 나타낸 것이다. 식 (1)은 생산 공정 동안 각각의 용적산소질량전달을 결정하는데 사용할 수 있다.  $C_L$ 과 시간은 경험값이며 활성화된 반응기에서도 응용할 수 있다.[4]

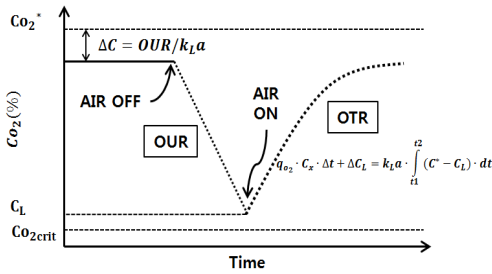


Fig. 2 Schematic description of the direct measuring of OTR in bioprocess by the classical dynamic technique [ Adapted from reference 4]

$$q_{O_2} \cdot C_X \cdot \Delta t + \Delta C_L = k_L a \cdot \int_{t_1}^{t_2} (C^* - C_L) \cdot dt \quad (1)$$

$C^*$ : 표준상태 (20℃, 1 atm)에서의 포화 DO 농도(%)  
 $C_L$ : 초기 DO 농도(%)  
 $K_L a$ : 총괄물질전달계수 ( $hr^{-1}$ )  
 $q_{O_2}$ : 산소섭취율( $mol O_2/kg \cdot h$ )  
 $C_X$ : 이용한 바이오메스

Table 1은 반응기의 실험 조건을 나타내었다. 생물반응기의 가스공급을 중단하여 탈산소화 시킨 후 1.0L/min 유량으로 공기를 주입하여 용존산소 농도를 측정하였다. Table 2은 시간에 따른 용존산소량을 나타내었다.

Table 1 Operating conditions of reactor

Parameters	Unite	Reactor
Effective volume	L	50
Temperature	℃	26
Airflow rate	L/min	1

Table 2 Dissolved oxygen according to time

Time(min)	DO(%)	$C^* - C_L$	$\ln(C^* - C_L)$
5	20.4	79.6	4.4
10	41.8	58.2	4.0
15	56.7	43.3	3.8
20	67.7	32.3	3.5
25	73.4	26.6	3.3
30	80.5	19.5	3
35	85.2	14.8	2.7
40	87.2	12.8	2.5
45	89	11	2.4
50	90	10	2.3

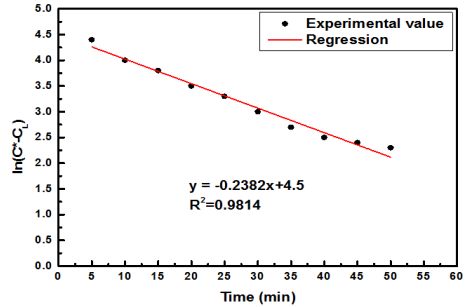


Fig. 3 Oxygen transfer rate according to time

### 4.결과

본 논문에서는 50L급 평판형 광생물 반응기의 산소전달능력을 평가하기 위해 실험을 실시한 결과  $14.3 h^{-1}$ 의 산소전달계수를 구할 수 있었다. 향후 반응기의 대용량화에 따른 산소전달효율을 구하여 비교분석 해야 할 것이며 교반기의 성능을 측정하는 자료로 이용할 수 있을 것이다.

### 후기

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No. 20103020090020)

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No. 2011401010090)

### 참고문헌

1. 오희목, "미세조류 바이오메스의 연료화 연구 개발 현황 및 전망," 한국화학공학회지, 29, 355, 2011.
2. 이진석, "태양광 활용효율이 높은 광생물반응기 개발 연구 현황," 한국태양에너지학회지, 29, 355, 2011.
3. Taquchi, H., Humphrey, AE., "Dynamic Measurement of the volumetric oxygen transfer coefficient in fermentation systems," J Ferment technol, 39, 85-94, 1992.
4. Felix, G., Emilio, G., "Bioreactor scale-up and oxygen transfer rate in microbial processes: An overview," Biotechnology advances, 27, 153-176, 2009.