

## MBR공정에서 부하율에 따른 SMP와 ECP의 거동

유영욱 · 정태영 · 차기철

연세대학교 환경공학과

### Behavior of Extracellular polymer(ECP) and Soluble Microbial Products(SMP) by the Loading Rate in Membrane Bio-reactor(MBR) Process

You, Young Uk, Chung, Tae Young, Cha, Gi Cheol

Department of Environmental Engineering, Yon Sei University

#### 1. 서 론

폐수처리에 있어서 막분리활성슬러지(membrane bio-reactor, MBR)공정은 막의 분리특성으로 부유 고형물을 완전히 제거할 수 있어 슬러지의 침강성에 관계없이 안정적인 처리가 가능하고, 또한 침전조가 필요 없어 공정의 부피 또한 감소되므로 compact화가 가능하며, 슬러지 체류시간(SRT)의 극대화가 가능하여 느린 성장속도를 보이는 질화균의 성장을 통한 질산화 등을 유도할 수 있는 등 여러 가지 장점으로 침강성의 악화 등 기존의 활성슬러지공정이 갖고 있는 여러 문제점을 보완할 수 있는 기술로 각광받고 있다[1]. 그러나, 운전에 따른 공정의 폐색(pore-blocking)이나 막면부착층(layer)의 형성으로 인한 막오염(bio-fouling)은 여과저항을 상승시켜 막투과 유속을 감소시킬 뿐 아니라 미생물 성장의 물리적 조건을 변화시켜 공정의 효율성, 자동화에 영향을 줄 수 있는 등 여러 문제점을 가지고 있다.[1,2] 기존의 많은연구를 통해 MBR공정에서 막오염을 야기하는 물질들은 유입수 중에 포함된 미분해 물질에 기인하기보다 미생물의 대사과정에서 생성된 생분해성을 갖지 않은 성분인 세포외중합물질 (extracellular polymer, ECP)과 lysis product가 최종 처리수 악화와 미생물 활성에 악영향을 주며 막오염에 영향을 미친다고 보고되고 있으며[3], 이중 특히 0.45  $\mu\text{m}$ 이하의 용해성 혹은 콜로이드성 대사생성물질은 용해성대사산물 (soluble microbial products, SMP)라한다[4]. SMP는 최종 처리수 내에 존재하여 처리수중 유기물 농도를 증가시키고, floc형성에 악영향을 주어 침전성 불량을 일으킨다. 또한 활성슬러지플록은 막여과시 분리막 표면에 접하게 되고 활성슬러지 미생물의 세포 표면에 고분자 ECP (extracellular polymer)

가 존재한다고 보고되고 있다[5].

본 연구에서는 ECP가 막오염에 미치는 직접적인 영향을 관찰하고 ECP의 양을 추정하여 막오염을 정량화하고 MBR공정에서 미생물의 여러 가지 생리학적특성에 따른 막오염을 살펴보고 막오염의 주원인인 SMP와 ECP의 관계를 규명하고자 한다. 또한 부하률에 따른 변화를 주어 막오염현상에서의 SMP와 ECP의 거동을 관찰하고자 한다.

## 2. 실험 장치 및 방법

본 연구에 사용된 실험장치를 Fig. 1에 나타내었다. 반응조는 내부관찰이 용이한 아크릴로 제작하였으며 실험조건에 따라 용적을 각각 20, 15, 10L로 하여 HRT의 변화를 주었으며 실험초기 MLSS의 농도는 약 2500mgMLSS/L로 하였다. 기질은 페놀(phenol,  $C_6H_5OH$ , 350mg/L)을 단일 탄소원으로 하고 미생물 성장에 필요한 질소, 인, 및 미량원소들을 포함시킨 인공기질(synthetic substrate)을 사용하였다.

실험에 사용된 분리막은 Y사(Japan)에서 제작된 막으로서 막의 면적은  $0.1m^2$ , 막공경은  $0.4\mu m$ 이며, 막의 재질은 polyethylene인 plate & frame membrane을 사용하였다.

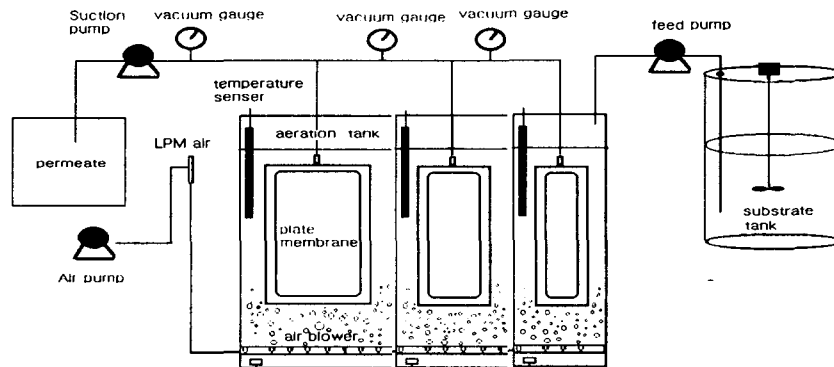


Fig. 1 Schematic diagram of lab-scale

SMP의 정량은 반응조 혼합액의 phenol의 농도가 1mg/L 이하로 분해되었을 때 반응조 혼합액의 TOC( $1.2\mu m$  GF/C로 여과하여  $0.45\mu m$ 의 membrane filter를 통과한 것)농도를 지표로 사용하였으며 ECP의 정량은 고속원심분리후 0.1N NaOH를 사용하여 ECP를 추출하여 dialysis tube(sigma,USA)를 통해 분리된 액의 TOC농도를 지표로 사용했다. 기타 측정항목은 standard method에 준하여 실시하였다[2].

Table. 1 Experimental condition

RUN	I	II	III
Hydraulic Retention Time(hr)	24	18	12
Reactor Volume(L)	20	15	10
TOC volumetric loading rate (KgTOC/m <sup>3</sup> /day)	0.26	0.346	0.52
MLSS(mg/L)	2500*	2500*	2500*
Aeration(L/min)	10		
Temperature(°C)	25		
Flux(LMH)	8.333		

\*initial value at the of operation

### 3. 결과 및 고찰

Fig2 (a)는 각각의 실험조건에 따른 SMP와 ECP의 농도변화를 나타냈다. 저부하의 Run-I의 경우 초기ECP 및 SMP농도는 200mgECP/L, 20mgSMP/L에서 운전경과에 따라 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있었으나, Run-II, Run-III의 경우 운전이 진행될수록 차츰 반응조내에 농축되는 것을 확인할 수 있었다. 실제 Run-II의 경우 초기 약 10mgSMP/L에서 20일 경과후 60mgSMP/L까지 축적되는 것을 관찰할 수 있었다.

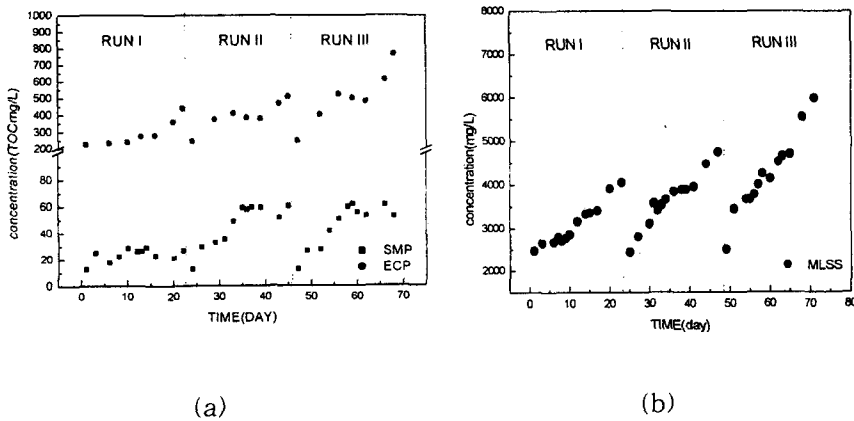


Fig.2 Variation of (a) SMP&ECP Concentration,(b) MLSS Concentration

또한 미생물의 경우초기 2500mgMLSS/L에서 운전이 진행될수록 4200 (Run-I), 5000 (Run-II), 6000 (Run-III)까지 성장하는 것을 관찰할 수 있었다.(Fig.2(b))

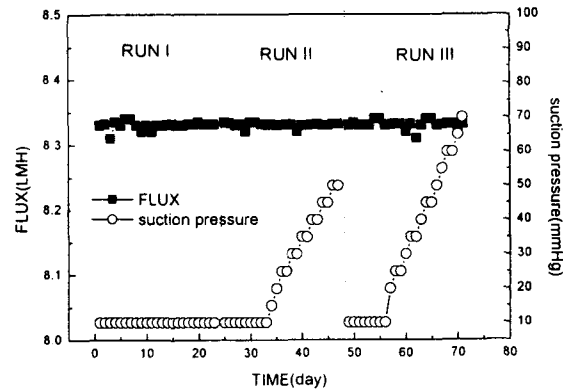


Fig. 3 Variation of Flux and Suction pressure

Fig. 3에 운전경과에 따른 Flux의 변화를 나타내었다. 막투과유속(Flux)을 일정하게 하고, 용적을 달리하여 정확한 부하량에 따른 막오염특성을 관찰하고자 하였으며, 실험결과 0.26kgTOC/m<sup>3</sup>/day로 운전된 Run-I의 경우 Flux와 흡입압력이 모두 일정하게 안정된 수치를 보이는 반면 Run-II와 Run-III는 운전경과 약11일과 9일 후 운전압이 오르기 시작하여 운전경과 25일경 70mmHg(Run-III)까지 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 참고 문헌

1. G. C. Cha and M. G. Hwang, *J. Kor.Membrane.* **3**, 1-8 (2001)
2. H.Nagaoka, S.ueda, A.miya(1996)*wat. sci. tech.*, **134**,165-172 (1996)
3. M.Pribyl et. al., First IAWQ specialized conference on Sequencing Batch Reactor Technology.(1996)
4. Boreo, V.J., et al, *wat. sci. tech.*, **23**, 1067-1076. (1991)
5. Sutherland I.W *Adv. microbiol. physiol.*, **8**, 143-213(1972)