

## PE20) 포괄고정화 기술을 이용한 암모니아 가스의 생물학적 제거 Biodegradation of Ammonia Gas by Immobilized Method

장현설 · 정미영 · 황선진 · 송지현<sup>1)</sup>

경희대학교 환경응용화학대학 및 환경연구소, <sup>1)</sup>세종대학교 토목환경공학과

### 1. 서 론

고분자물질에 미생물을 포괄 고정화하는 기술은 주로 산업폐수에 들어있는 독성물질 처리에 적용되어 왔다. 미생물을 고분자물질에 고정화하면 특정 미생물을 고농도로 유지할 수 있어 안정화 기간을 줄일 수 있고 독성물질의 처리에 유리한 것으로 알려져 있다. 이러한 점을 이용하여 폐수에 함유된 phenol (Wang et al. 1997), 4-chlorophenol(Zouari et al. 2002), benzene, toluene, xylene(Shim et al. 2002) 등의 처리에 고정화 미생물이 사용되어 왔다. 최근에는 미생물에 독성을 나타내는 유기성 악취물질 처리에도 분해 효과가 입증되면서 적용 범위가 확대되고 있는 추세이며 천연 고분자물질과 인공 고분자물질을 적정 비율로 혼합하여 각 물질 등의 장점을 극대화하는 미생물 포괄 고정화 기술이 활발하게 연구 개발되고 있다. 본 연구에서는 성장속도가 매우 느리고 환경조건 변화에 민감한 암모니아 산화균을 대상으로 미생물의 활성을 저해하지 않는 포괄고정화 제조방법과 포괄고정담체에 의한 암모니아 가스의 생물학적 분해 특성에 관하여 연구하였다.

### 2. 연구 방법

포괄고정을 위한 고분자 물질로는 PEG(Polyethyleneglycol diacrylate 700)를 사용하였는데 이는 gel 형성이 용이한 것으로 알려져 있다. PEG 포괄고정화 담체의 일반적인 물성은 개시제(Potassium persulfate), 촉진제(N,N,N',N'-Tetramethylethylenediamine), 가교제(N,N'-Methylenebisacrylamide)의 주입량에 의해 결정되는데, 특히 촉진제는 강한 독성을 나타내므로 주입 농도를 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%로 변화시키면서 미생물 활성에 어떠한 영향을 미치는지 LIVE/DEAD Bacteria Viability Kit (Invitrogen Co., USA)를 이용하여 평가하였다. 또한 담체 내부로의 물질전달을 효과적으로 개선하기 위하여 alginate 1%(w/v)를 주입하였으며, 제조된 PEG 포괄고정화 담체는 유효용량 1.5L의 컬럼형 유동상 생물반응기에 20%(v/v)의 용량으로 투입한 후, 암모니아 가스의 처리 특성을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1에는 TMEDA 농도에 따른 PEG bead 내 미생물의 활성을 분석한 결과를 나타내었다. TMEDA 농도가 0.05% 인 경우는 녹색형광을 나타내는 live cell이 대부분이나 TMEDA 농도가 0.5% 인 경우는 대부분이 적색으로 나타나 대부분 사멸한 것으로 판단된다. 따라서 PEG-alginate 담체의 제조시 주입하는 촉진제의 주입농도는 0.05%로 하였다.

제조된 PEG-alginate 담체는 유동상 생물반응기에 투입한 후 초기 암모니아 가스를 20ppm의 농도로 주입하기 시작하여 400ppm까지 점차적으로 농도를 증가시키면서 암모니아 처리효율을 평가하였다.

그림 2에는 PEG+alginate 포괄고정담체를 적용한 유동상 반응기와 부유상 반응기의 암모니아 가스 유입부하에 따른 최대분해능을 평가한 결과를 나타내었다. 이때 포괄고정화 담체를 적용하지 않은 부유상 반응기를 동시에 운전하여 포괄고정의 효과를 조사하였다.

그 결과 암모니아 농도 150ppm까지는 모든 반응조에서 암모니아 가스를 완전히 제거하는 것으로 나타났다. 고농도로 주입할수록 처리효율은 감소하는 것을 알 수 있었으며 포괄고정담체를 적용한 유동상 반응기가 부유상 반응기에 비해 고농도의 암모니아 가스 처리에 더욱 효율적인 것으로 나타났다. 이는 질산화 미생물을 포괄고정 함으로써 유동상 반응기 내 유효 미생물의 양을 부유상 반응기보다 미생

고농도로 유지할 수 있었기 때문이며, 담체가 물질전달 측면에서 완충역할을 하였기 때문으로 판단된다.

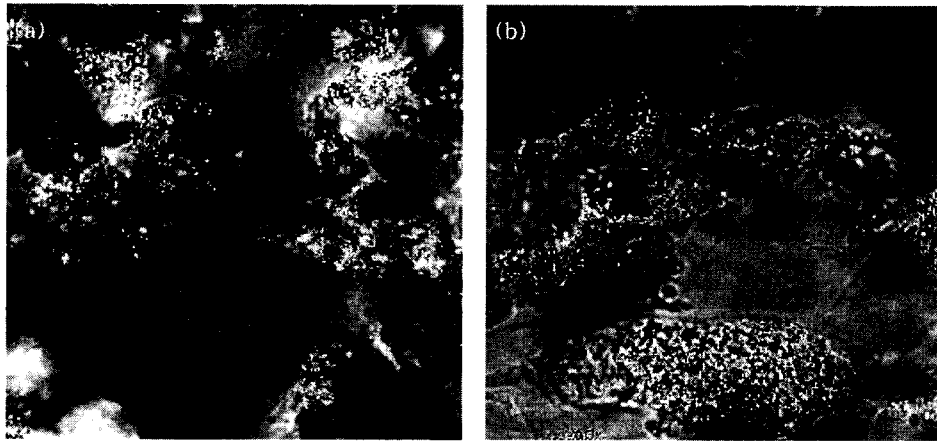


Fig. 1. The results of staining with LIVE/DEAD BacLight kit for viability of nitrifier in the PEG-alginate media. (a) TMEDA 0.05%, (b) TMEDA 0.5%.

한편 PEG+alginate 포괄고정담체를 적용한 유동상 반응기는 유입 암모니아의 농도가 300ppm 이상에서도 90% 이상의 처리효율을 나타내었으며, 포괄고정화 담체를 적용한 유동상 반응기의 최대분해능은 약  $13\text{g/m}^3/\text{hr}$ 로 나타났다. 따라서 최대분해능이  $8\text{g/m}^3/\text{hr}$ 인 부유상 반응기와 비교하였을 때, 포괄고정화 담체의 효과가 확실하게 작용하였음을 알 수 있었다.

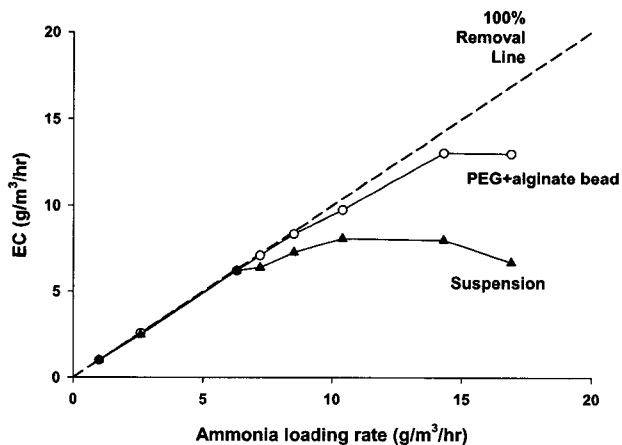


Fig. 2. Comparison of ammonia elimination capacity between immobilized and suspended nitrifying bacteria.

## 사 사

본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)”으로 지원받은 과제임.

### 참 고 문 헌

- Shim, H. and S.-T. Yang (1999) Biodegradation of benzene, toluene, ethylbenzene, and o-xylene by a coculture of *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas fluorescens* immobilized in a fibrous-bed bioreactor. *Journal of Biotechnology* 67(2-3), 99-112.
- Wang, J., P. Liu, et al. (1997) Biodegradation of phthalic acid esters by immobilized microbial cells. *Environment International*, 23(6), 775-782.
- Zouari, H., M. Labat, et al. (2002) Degradation of 4-chlorophenol by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* in free and immobilized cultures. *Bioresource Technology*, 84(2), 145-150.