

## 1. 서론

국내외적으로 미생물을 이용한 중금속 제거에 많은 관심을 가지고 있으나, 이러한 연구의 대부분은 박테리아 (Sag 등, 1995), 조류 (Wehrheim과 Wettern, 1994), 균류 (Blackwell 등, 1995; Gadd, 1983) 등의 순수한 미생물을 이용하여 중금속제거에 대한 응용가능성, 중금속 제거 메카니즘의 규명 및 중금속 제거 효율을 증진시킬 수 있는 균주의 개발 등에 한정되어 있는 실정이고, 최근 들어 국내에서도 연속적인 중금속 처리를 위해 세포 고정화 기법을 도입하고 있다 (Park 등, 1997).

본 연구에서는 우리나라의 생물학적 폐수처리 공정의 약 80 % 이상을 차지하고 있는 활성슬러지 공정을 중금속 처리에 직접적으로 응용하기 위한 연구의 일환으로서, 활성슬러지의 납 이온 제거능력 및 초기 납 이온 제거속도를 다른 순수 미생물들, 활성탄, 제올라이트 및 이온교환수지와 비교해 봄으로써, 중금속 처리에 대한 활성슬러지의 이용가능성을 정량적으로 고찰하고자 하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

생물재료를 사용한 경우와 비생물재료를 사용한 경우의 실험방법은 동일하게 하였다. 생물인 경우 현탁액(50 ml)과 실험에서 원하는 농도의 2배가 되도록 준비한 납이온 용액(50 ml)을 300 ml 삼각 플라스크에서 1:1로 섞은 후, 30℃의 진탕배양기에서 150 rpm으로 교반하였다. 일정한 시간 간격으로 1.8 ml의 시료를 채취하여 10분동안 원심분리(10,000 x g)한 후 상등수만을 회석하여 원자흡광광도법(Perkin Elmer 3300)을 이용하여 납이온 농도를 측정하였다. 측정된 상등액 중의 잔류 납이온 농도와 초기 납이온 농도의 차이를 실험재료의 건조무게로 나누어 단위 건조무게당 제거된 납이온의 양을 계산하였으며, 시간에 따른 잔류 납 농도의 변화가  $\pm 1\%$  이내인 경우를 평형농도로 간주하였다.

## 3. 결과 및 고찰

비생물재료들 중 입상활성탄, 분말활성탄 및 제올라이트는 Langmuir 등온식에 매우 적합하게 나타났으나, 이온교환수지는 Langmuir 또는 Freundlich 등온식 중 어느 모델에 더 적합한지 판단하기가 곤란하였다. 생물재료들 중에서는 *S. cerevisiae*만이 Langmuir 등온식에 적합하였으며, 활성슬러지와 *A. pullulans*는 Langmuir 등온식보다는 Freundlich 등온식을 더 잘 따른다는 것을 알 수 있었다. 납이온 제거능을 비생물재료와 생물재료에 대해 전체적으로 비교해 볼 때, 이온교환수지를 제외하고는 생물재료들의 납이온 제거능이 비생물재료들보다 월등히 높게 나타났다.

Table 1. Comparison of isotherm model between non-biomaterials and biomaterials

materials	model ( $r^2$ value)		$q_{10}$ (mg Pb <sup>2+</sup> /g)	$q_{200}$ (mg Pb <sup>2+</sup> /g)
	Langmuir	Freundlich		
granular activated carbon	0.95	0.84	26.0	36.5
powdered activated carbon	0.96	0.90	2.1	17.3
ion exchange resin	0.92	0.92	167.7	-
zeolite	0.99	0.91	30.2	57.7
activated sludge	0.93	0.98	30.9	68.8
<i>A. pullulans</i>	0.72	0.82	170.4	235.8
<i>S. cerevisiae</i>	0.97	0.94	95.3	272.7

\*  $q_{10}$  and  $q_{200}$  represent the removed Pb<sup>2+</sup> amounts (mg Pb<sup>2+</sup>/g) at the equilibrium concentrations of 10 mg/l and 200 mg/l, respectively.

#### 4. 결론

비생물재료에 있어 납이온 제거능은 이온교환수지>제올라이트>입상활성탄>분말활성탄의 순서로 나타났으며, 생물재료에 있어서는 *A. pullulans*>*S. cerevisiae*>활성슬러지의 순서이었다. 활성슬러지는 대체적으로 다른 생물재료나 이온교환수지보다는 납이온 제거능이 떨어지나 다른 비생물재료에 비해서는 비교적 높게 나타나, 납이온제거에 대한 활성슬러지의 이용가능성에 대해 시사해 주었다. 납이온 제거능에 있어 활성슬러지가 *A. pullulans*보다는 1/5 정도, *S. cerevisiae*에 비해서는 1/3 정도로 낮게 나타났다.

#### 참고문헌

- Sag, Y., Ozer, D., and Kutsal, T. A., 1995, Comparative study of the biosorption of lead(II) ions to *Z. ramigera* and *R. arrhizus*, *Process Biochemistry*, 30(2), 169-174.
- Wehrheim, B. and Wettern, M., 1994, Biosorption of cadmium, copper and lead by isolated mother cell walls and whole cells of *Chlorella fusca*, *Appl. Microbiol. biotechnol.*, 41, 725-728.
- Blackwell, K., Singleton, I., and Tobin, J.M., 1995, Metal cation uptake by yeast: a review, *Appl. Microbiol. biotechnol.*, 43, 579-584.
- Gadd, G.M., 1983, Use of solid medium to study effect of cadmium, copper and zinc on yeasts and yeast-like fungi: applicability and limitations, *J. Appl. Bacteriol.*, 54, 57-62.
- Park, J.K., Jin, Y.B., and Park, H.W., 1997, The recovery of heavy metals using encapsulated microbial cells, *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 2(2), 132-135.