

## OF1) 저질로부터 용출되는 독성물질 제거방법의 평가

김우항\*, 이종일

목포해양대학교 해양시스템공학부

### 1. 서 론

수중의 용존산소는 최적 양식 수용밀도와 생산량을 결정하는 중요한 환경요인 중의 하나이다. 새우양식을 위해서는 용존산소를 4 ppm 이상의 적정수준으로 계속적으로 유지하는 것이 중요하며, 용존산소량이 4 ppm 이하로 될 경우에는 새우의 생존에 영향을 미치게 된다. 또한 암모니아는 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )과 암모니아가스( $\text{NH}_3$ )로 이루어지며, 암모니아가스는 새우에 독성을 일으킨다. pH와 수온의 증가에 따라 암모니아가스가 증가하며, 이러한 암모니아가스의 축적은 양식새우에 치명적인 요소가 된다. 일일주기로 pH와 이산화탄소의 농도에 의해 암모니아가스의 농도가 변동된다. 이산화탄소의 농도가 낮고 pH가 높을 때인 오후에 암모니아가스는 최고치에 이르며, 이산화탄소의 농도가 높을 때인 동트기 전에 최소로 된다. 특히, 암모니아는 pH가 높아지면 독성이 강하게 나타나 pH 7을 기점으로 pH 8에서 10배, pH 9에서 100배로 그 독성도가 강해진다. 새우는 0.1 ppm의 암모니아가스에 장시간 노출될 경우 악영향이 나타날 수 있다. 황화수소는 유기물질이 많이 쌓이고 물의 유통이 잘 되지 않는 양식지 바닥의 무산소 상태에서 단백질이 타 영양 세균적 대사에 의한 분해로 많이 발생한다. 그러한 곳은 바닥이 검게 변하고 저질 침전물로부터 기포방울 형태로 메탄가스( $\text{CH}_4$ )와 황화수소가 방출되어 나쁜 냄새를 풍긴다. 썩은 저질로부터 발생하는 황화수소는 해수중의 용존산소를 소비할 뿐 아니라 새우에도 유해한 영향을 준다. 황화수소는 용존산소의 존재 하에서 아황산염( $\text{SO}_4^{2-}$ )과 같은 산화된 형태로 전환되므로 황화수소는 발생하지 않으나 혐기성에서는 황화수소와 이온화된 황화물이 발생한다. 이온화된 황화물과 황화수소의 비율은 pH와 수온에 좌우되며, 배출된 황화수소는 썩은 계란 냄새가 나는 가스로서 약간 감지할 수 있는 수치(0.03 ppm)에서조차도 새우에 심한 독성이 있으며 1.0 ppm에서 폐사가 발생할 수 있다.

이러한 양식장에서 새우의 성장에 영향을 미치는 독성물질의 제어는 새우의 생산량의 증대에서 매우 중요하며, 또한 새우를 튼튼하게 하여 질병 등으로부터도 피해를 줄일 수 있다. 이 때문에 새우양식장에서 독성물질의 배출의 억제시키는 것은 새우의 양식에서 매우 중요한 것이라고 할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 다년간 양식한 새우양식장의 저질을 이용하여 시험실에서 각종 저질개선제를 주입하고 수질의 변화를 평가하였다. 또한 이 실험을 통하여 앞으로 현장실험에 적용하고자하는 저질개선제를 평가하고 선택하는데 도움을 주는 것을 목적으로 하였다.

### 2. 재료 및 방법

실험에 사용된 저질은 3년간 대하의 양식에 사용된 양식장에서 저질을 채취하여 사용하

었다. 실험은 칼럼을 이용하여 실험하였으며 사용된 칼럼은 직경이 5 cm 이고 길이가 60 cm인 것을 사용하였다. 칼럼에 저질을 15 cm 주입하고, GF/C로 여과하고 청정해수 25cm 를 주입하였다. 또한 저질개선편제로는 활성탄, 제올라이트, 염화제이철( $FeCl_3$ ), 패각을 사용하였으며 아무 것도 넣지 않는 대조구와 모두 5개의 칼럼을 설치하였다. 활성탄 5 g, 제올라이트 5 g, 염화철 2.5 g, 패각 10 g을 주입하였다. 각각의 칼럼은 20 °C 항온 수조에서 실험을 행하였다. 분석을 위하여 시료는 일정량을 채취하고 같은 량의 해수를 똑같이 보충해 주었다.

암모니아성질소는 인도페놀법을 이용한 흡광광도법으로 분석하였으며, 황화수소는 5 cm 셀을 사용한 메틸렌블루법으로 측정하였다. 또한 인산염인은 아스크로빈산을 이용한 흡광광도법을 이용하였으며, COD는 과망간산칼륨법으로 측정하였다. pH는 pH meter(ORION model 720A, DO는 DO meter(YSI 5000)를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 대조구, 활성탄 그리고 패각을 주입한 곳에서 pH의 변화를 나타내었다. 그 결과 패각의 경우 pH가 초기에 조금씩 상승하여 pH 7.6 -7.8정도에서 매우 안정하게 유지되고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 대조구와 활성탄을 주입한 곳에서는 pH의 변화가 패각의 pH 변화보다 심하게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 이것은 패각이 pH를 안정하게 유지하는 기능을 하는 것을 알 수 있다.

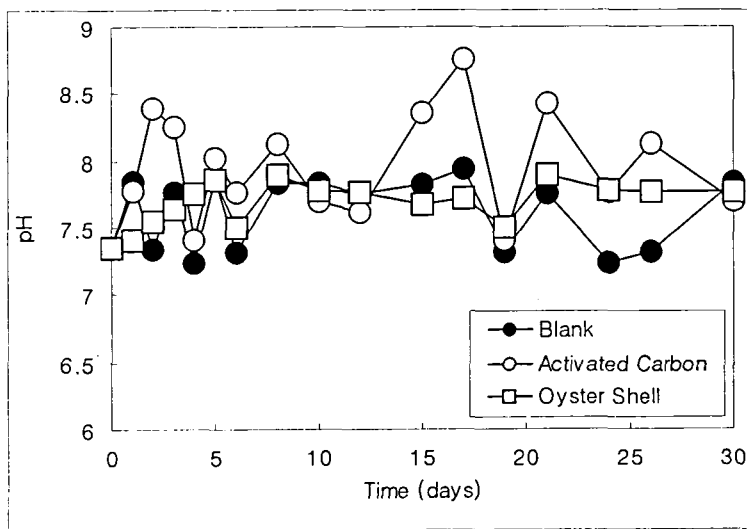


Fig. 1. Comparison of the pH profiles with activated carbon, zeolite and oyster shell adding.

Fig. 2는 황화수소의 농도를 나타내고 있다. 황화수소는 약 3일이 경과하면서 증가하여 약 11일에서 낮아지는 것을 알 수 있다. 블랭크와 제올라이트를 주입한 곳에서 황화수소의

농도가 매우 높게 나타나고 있으며, 그 다음이 패각이며, 활성탄과 철에서는 매우 낮은 농도로 나타났다. 활성탄에서는 황화수소가 흡착되어진 것으로 판단되며, 철에서는 분해가 거의 일어나지 않은 것으로 판단된다. 그리고 패각에 있어서도 황화수소가 블랭크에 비하여 낮게 유지되고 있어서 황화수소의 제거가 어느 정도 일어나고 있는 것으로 판단된다. 그러나 제올라이트에서는 황화수소의 제거는 거의 일어나지 않는 것으로 나타났다.

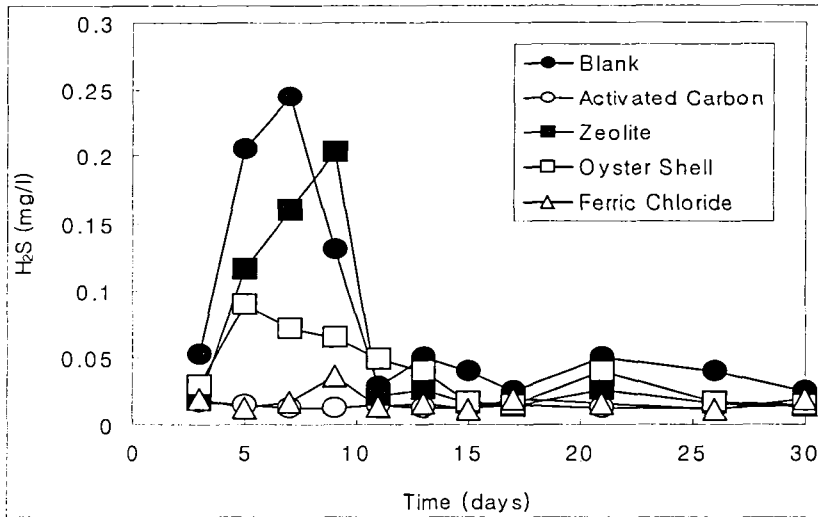


Fig. 2. H<sub>2</sub>S profiles for each column during a month operation.

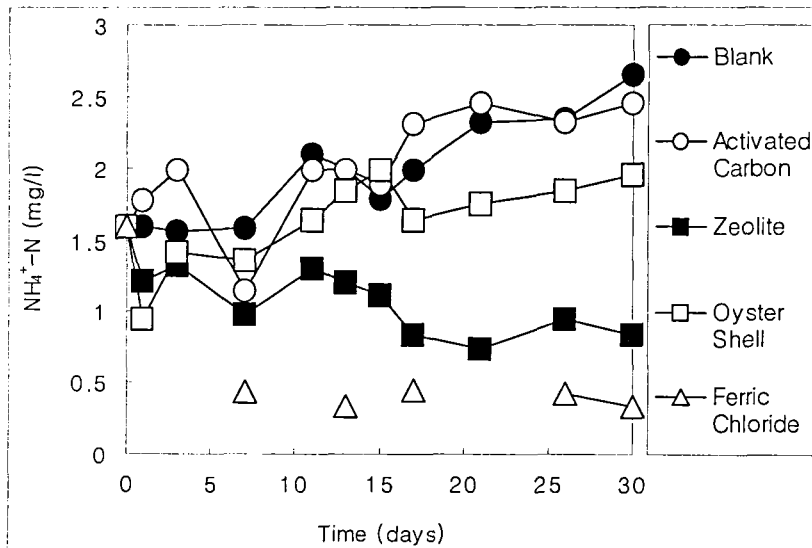


Fig. 3 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N profiles for each column during a month operation.

암모니아성질소의 농도를 Fig. 3에 나타내고 있다. 암모니아성질소의 농도는 암모니아가스와 평형을 유지하면서 일정한 비율을 유지하고 있으므로 새우에 독성을 나타내는 암모니아가스의 간접적인 지표이다. 또한 암모니아가스는 pH에 따라 농도가 매우 급격하게 변화하므로 암모니아성질소의 농도와 더불어 pH가 높아지지 않도록 안정하게 유지하는 것이 매우 중요하다. 암모니아성질소의 농도는 제올라이트를 주입한 곳에서 가장 낮게 유지되고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 제올라이트가 가지고 있는 암모늄이온의 이온교환 능력에 의한 것이라고 할 수 있다. 그러나 철을 제외한 나머지의 경우 높게 나타나고 있으나 패각의 경우 다른 활성탄에 비해 낮게 유지되는 것으로 나타났다. Fig. 4은 활성탄과 패각을주입한 곳에서 암모니아가스의 농도를 비교하였다. 이것은 pH를 기준으로 계산한 결과이며 이 결과에 따르면 패각의 경우 새우의 성장에 영향을 미치는 농도인 0.1 mg/l를 초과하지 않고 안정하게 유지되는 것을 알 수 있다. 그러나 활성탄의 경우 기준을 초과하는 경우가 많았으며 매우 불안정하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

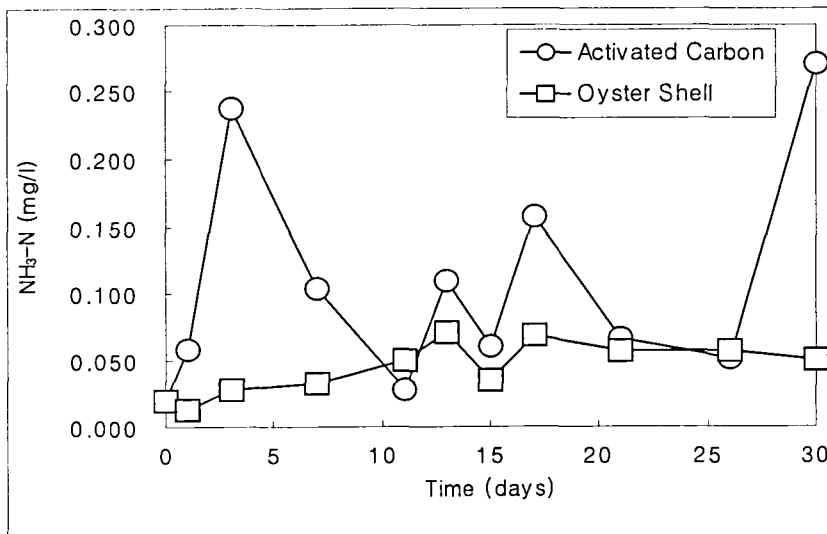


Fig. 4. Comparison of NH<sub>3</sub>-N profiles for each column during a month operation.

#### 4. 결 론

새우양식장의 저질에서 용출되는 독성물질의 영향을 최소화시키기 위하여 몇 가지의 물질을 사용하여 효과를 평가하였다. 그 결과 암모니아가스의 제어에는 제올라이트와 패각이 우수한 것으로 나타났으며, 제올라이트는 암모늄이온의 제거로 인하여 암모니아가스를 감소시킬 수 있었으며, 패각은 pH의 상승을 억제하는 효과로 암모니아가스의 비율을 감소시키는 것으로 나타났다. 황화수소에 있어서는 활성탄을 주입한 곳에서 낮게 나타났으며 활성탄의 흡착에 의한 것으로 판단되었다. 또한 패각을 주입한 곳에서의 황화수소 농도는 활성탄을 주입한 곳에서 보다는 높은 농도를 나타내었으나 블랭크나 다른 것을 주입한 곳에서 보다는 낮은 농도를 나타내는 것으로 나타나 황화수소의 제거에도 효과가 있는 것으로

나타났다.

#### 참 고 문 헌

- Chen. J. C. and Y.Z. Kou, 1992, Effects of Ammonia on Growth and molting of *Penaeus Japonicus* Juveniles. *Aquacult.*, 104, 249-260.
- 강주찬, 구자근, 이정식, 대하양식장의 생산성향상을 위한 환경관리에 관한 연구, I. 대하 양식장의 저질 및 수질특성에 따른 성장, *Journal of Aquaculture*, 13 (1), 39-46 (2000)
- Ju-Chan KANG and Osamu MATSUDA, 1994, Combined Effects of Hypoxia and Hydrogen Sulfide on Early Developmental Stages of White Shrimp *Metapenaeus monoceros*, *J. Fac. Appl. Biol. Sci.* Vol.33, 21-27.
- Kang, J.C., 1997, Acute Toxicity of Hydrogen Sulfide to Larvae and Adults of Blue Crab *Portunus Tituberculatus*, White Shrimp *Metapenaeus Monoceros* and Prawn *Macrobrachium Nippanense*, *J. Fish Pathol.*, 10 , 65-72