2004년도 해양환경안전학회 추계학술발표회

論 文

새우 양식장에서 패각이 수질에 미치는 영향

이종일* · 김도희* · 김우항*

*목포해양대학교 해양시스템공학부

Effects of water quality with oyster shell in Prawn Farm

1. 서 론

대하 양식장에서 수질관리는 대하양식의 성패를 좌우하는 아주 중요한 요소이다. 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 암모니아로서 암모늄이온(NH_4^+) 과 암모니아가스(NH_3)로 이루어지며, 암모니아가스가 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 안되는 양식지 바닥의 무산소 상태에서 단백질이 타 영양세균의 대사에 의해 많이 발생한다. 그러한 곳은 바닥이 검게 변하고 저질 침전물로부터 기포방울 형태로 메탄가스 (CH_4)와 황화수소가 방출되어 나쁜 냄새를 풍긴다. 썩은 저질로부터 발생하는 황화수소는 해수중의 용존산소를 소비할 뿐 아니라 새우에도 유해한 영향을 준다. 황화수소는 용존산소의 존재하에서 아황산염 (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)에서 조차도 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 현장실험을 통하여 패각의 주입에 따른 수질의 변화를 알아보고 현장의 적용 가능성을 평가하는 것을 목적으로 하였다.

2. 재료 및 방법

실험은 대하양식장에서 이루어졌으며 대하를 입식하기 1주일 전에 패각을 주입하였다. 패각의 주입량은 약 1.1kg 패각/$1m^2$로 13,600m^2에 주입하였다. 주입된 패각은 사료용으로 판매되고 있는 패각으로 크기가 2-3mm인 것을 사용하였다. 패각의 주입은 2004년 5월 12일에 주입하였으며 새우의 입식은 5월 19일에 행하였다. 그리고 비교양식장으로는 17,500m^2의 양식장을 사용하였다. 수질의 분석에서 암모니아성질소는 인도페놀법을 이용한 흡광광도법으로 분석하였고, 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

실험에서 pH의 변화를 그림 1에 나타내었다. pH는 7.7-9.7까지 변화하였으며 패각을 주입한 양식장에서 pH의 변화가 완만하게 일어나는 것을 알 수 있다. 또한 pH의 변화는 패각의 주성분이 탄산칼슘이 pH의 상승을 억제하는 효과가 있는 것으로 보인다. 그림 2는 알칼리도를 나타낸 것으로 패각을 주입한 것에서 알칼리도는 126mg/l에서 163mg/l로 나타났으며, 비교양식장에서 알칼리도는 104mg/l에서 115mg/l로 낮게 나타났다. 광합성은 물속에 존재하는 무기탄산을 이용하여 유기탄소로 합성하는 것으로 광합성으로 인하여 물속의 탄산은 감소하게되며 이로 인하여 물속의 pH는 상승하는 것이 일반적이다. 그러나 패각의 주입은 패각의 주성분인 탄산칼슘에 의해서 물속의 pH가 상승하는 것을 억제시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

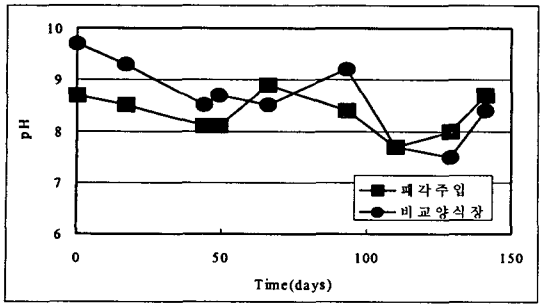

그림 1 패각을 주입한 양식장과 비교양식장의 pH의 경일변화

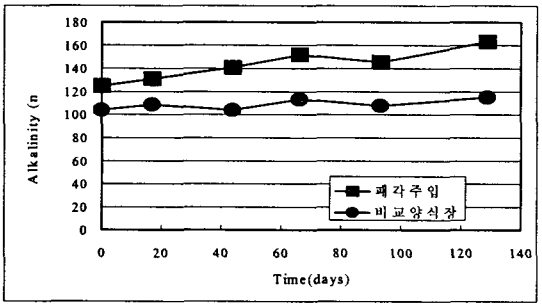

그림 2 패각을 주입한 양식장과 비교양식장의 알칼리도 경일변화

그림 3은 두 양식장에서 암모니아성질소 농도를 나타낸 것으로 패각을 주입한 양식장은 양식초기에 암모니아성질소의 농도가 높게 나타나고 있다. 이것은 패각의 주입으로 인하여 주입 직 후에 저질로부터 암모니아성질소가 용출된 것으로 판단된다. 그러나 93일에서부터 비교양식장에서 암모니아성질소의 농도가 높게 유지되고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 패각을 주입한 양식장의 저질에서 암모니아성질소의 흡착 등의 효과로 인하여 증가하는 속도가 감소된 것으로 판단된다. 그림 4는 총인의 농도를 나타내고 있다. 총인 또한 암모니아성질소의 경향과 거의 일치하는 결과를 나타내고 있다. 초기에는 패각을 주입한 양식장에서 높게 유지되고 있으나 시간이 경과하면서 비교양식장에서 높은 농도를 유지하는 것으로 나타났다. 이것은 패각의 주입으로 인하여 수중의 용존산소의 농도가 감소하는 것으로 나타나고 있으며 용존산소의 감소는 저질로부터 암모니아성질소와 인이 용출된 것으로 판단된다(그림 5). 양식초기에 영양염의 용출은 양식장내 플랑크톤의 성장에 좋은 환경되며, 다량의 플랑크톤의 증식은 초기에 어린 대하의 성장에 도움이 된 것으로 판단된다. 또한 시간이 경과하면서 수중의 암모니아성질소나 농도의 증가를 억제시키는 역할을 하여 수질의 향상에도 도움을 주는 것으로 나타났다.

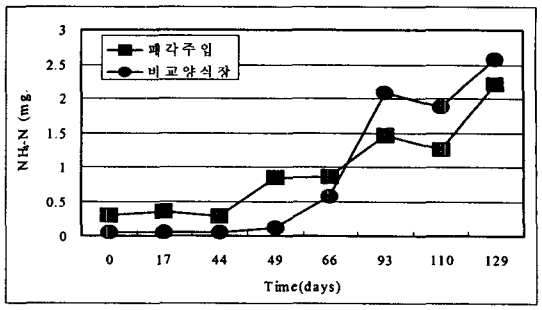

그림 3 두 양식장에서 암모니아성 질소의 경일 변화

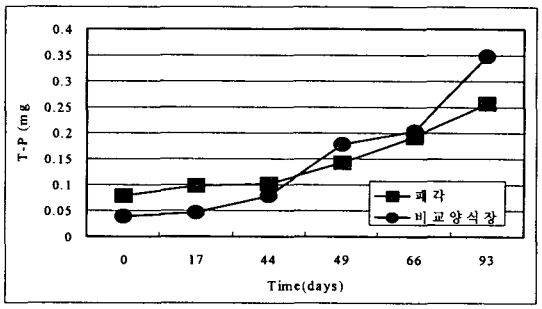

그림 4 두 양식장에서 총인의 경일변화

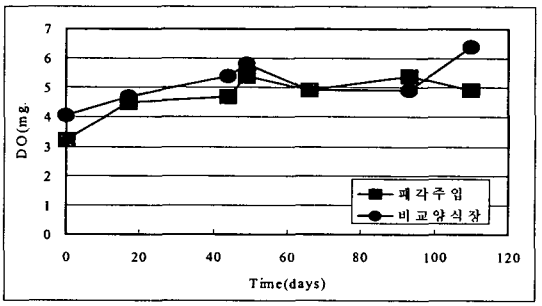

그림 5 두 양식장에서 용존산소의 경일변화

4. 결 론

패각의 주입은 패각의 주성분인 탄산칼슘이 공급되어 알칼리도를 증가시키고 있으며 이것은 플랑크톤의 광합성으로 인한 pH의 상승을 억제시키는 것으로 나타났다. 또한 광합성으로 인한 pH 상승의 억제는 암모니아성질소에서 암모니아가스의 비율을 낮출 수 있어서 새우에 미치는 독성을 감소시킨다고 할 수 있다. 패각의 주입은 초기에 용존산소를 감소시키고 이로 인하여 초기에 암모니아성질소와 인의 농도가 비교양식장에 비하여 높게 나타나고 있다. 이는 초기에 영양염의 공급으로 플랑크톤이 성장하기 좋은 조건을 만들어 새우의 먹이 공급을 원활히 할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 암모니아성질소 농도의 증가가 시간이 경과하면서 억제시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

[1] 강주찬·松田 治·山本 民次, 1993, 히로시만의 빈산소수와 황화수소가 가자미의 초기발생단계에 미치는 영향, J. Fac. Appl. Biol. Sci. 32, 61-70.

[2] 河合 章, 1997, 수역에서의 저층수의 저산소화와 저질에 관한 연구

[3] 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.

[4] Toshiyrki Masuzawa and Yasushi Kitano, 1983, Sulfate Reduction and Sulfide Deposition in Deep-Sea Sediments from the Southwestern Japan Sea, J. of the Oceanographical Society of Japan. Vol. 39 , 251-258.

[5] Chen. J. C. and Y.Z. Kou, 1992, Effects of Ammonia on Growth and molting of *Penaeus Japonicus* Juveniles. Aquacult., 104, 249-260.

[6]Chen. J. C. and Y.Z. Kou, 1992, Effects of Ammonia and Nitrite on *Penaeus Penicillatus* Juveniles at Two Salinity Levels. Comp. Biochem. Physiol., 100C : 477-482

[7] Kang, J.C., 1997, Acute Toxicity of Hydrogen Sulfide to Larvae and Adults of Blue Crab *Portunus Ttituberculatus*, White Shirimp *Metapenaeus Monoceros* and Prawn *Macrobrachium Nipponense*, J. Fish Pathol., 10 , 65-72