

# 해양 심층수의 활용(수산분야)

김종만 / 한국해양연구원

## 1. 서론

해양 생물 자원은 인류에게 단백질원을 제공하는 중요한 식량 자원의 하나이다. 그러나, 최근 연안 매립 및 육상 기원 오염 물질의 유입 등으로 연안 어장이 황폐화되고, 재생산을 초과하는 남획으로 수산 자원은 고갈되고 있다. 기르는 어업의 일환으로서 수산 양식이 장려되고 있으나 인건비 및 사료비 등의 상승과 어가의 감소로 어가 경영이 악화되고 있을 뿐 아니라 하계 고수온 및 수질오염에 따른 대량 폐사와 품질 저하가 심화되고 있다.

따라서, 이러한 문제점을 해소하고 고품질 수산물을 생산하기 위한 다양한 노력이 경주되고 있다. 이를 위한 수산 양식 및 해양 생물 공학(유전공학)적 연구가 진행되고 있다. 한편, 미국 및 일본 등에서는 해양 심층수의 부영양성, 청정한 및 저온성을 활용하여 성공적인 결과를 보고하고 있다.

본고는 동해에 풍부히 부존하는 해양 심층수를 수산 분야에서 효율적으로 활용하기 위한 방안을 강구하기 위해 외국의 활용 사례를 종합 정리하고 우리 나라에서는 어떤 분야에 효율적으로 적용할 수 있을 지에 대하여 정리하

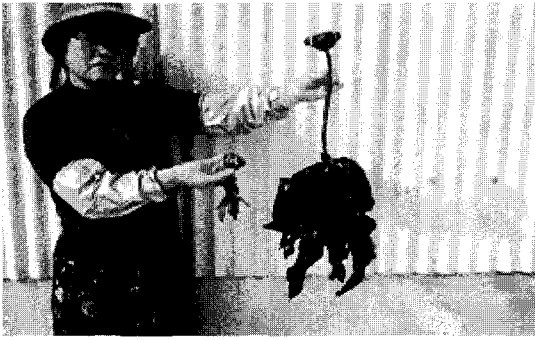
고자 한다.

## 2. 해양 심층수의 수산 분야 활용 사례

### 대형 해조

해양 심층수를 이용한 대형 해조의 배양에 대한 연구가 일본에서 진행된 바 있으며, 주로 다시마, 미역, 감태, 지층이 등을 대상으로 하였다. 주로 실내 실험을 중심으로 진행되었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

다시마는 육상 수조에서 표층수, 표층수와 심층수를 혼합한 경우, 그리고 심층수 만을 이용한 경우에 대해 비교한 결과, 홋카이도에서 사육한 것과 같은 대등한 결과를 얻을 수 있었다. 유주자의 방출 등 세대 교번도 정상적으로 행하여 졌다. 그러나 해양 심층수에서 배우체의 성숙까지는 정상적으로 행하여졌으나, 포자체의 성장에서는 복합 비료의 첨가가 요구되었다. 이 포자체를 1월부터 고씨현으로 옮겨 사육을 계속한 결과 5월까지 순조로운 사육 결과를 얻을 수 있었다. 해양 심층수에 의하여 사육된 다시마와 북해도산의 다시마의 단백질 함량을 분석한 결과 거의 유사하였고, 알킨산과



구론산의 비율이 북해도산의 경우 2.5인 반면에 심층수에 사육된 결과는 1.0 이하를 나타내어 공업적 가치가 높으므로 평가된다.

감태를 422일간 사육한 결과, 심층수를 이용하면 전장 1.5배, 중량 2.0배의 좋은 성장 결과를 보였고, 표층수에서 나타나는 끝녹음 현상이 비교적 적은 것으로 확인되었다. 배우체의 세포 분열은 심층수의 혼합 비율이 높을수록 활발하였고, 혼합 비율이 50% 이하일 경우에는 세포수가 거의 증가하지 않았다. 한편, 심층

수 사육구의 배우체 성숙은 늦었으며, 표층수에 복합 비료 첨가구가 가장 빨리 포자체를 형성하였다.

미역류에 대해서는 표층수와 심층수를 같은 양으로 혼합하여 사육할 경우 토쿠시마현 배양장에서 사육한 것과 대등한 결과를 나타내었다.

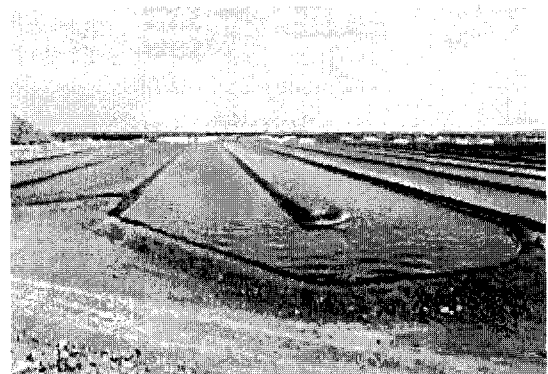
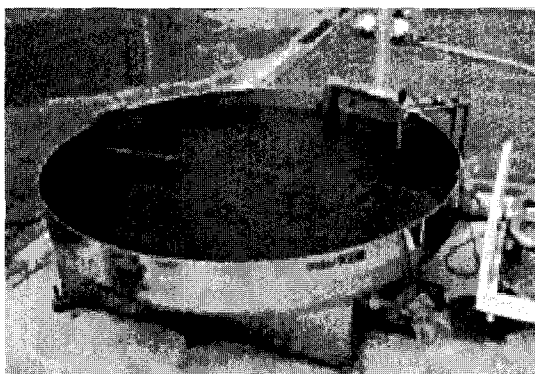
#### 미세 조류

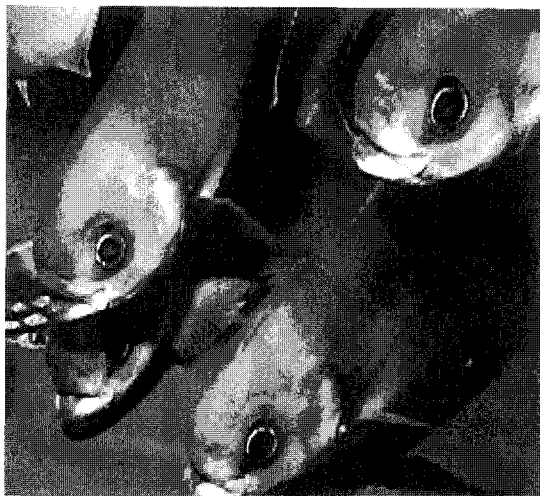
미세조류 *Nannochloropsis*, *Dunalilla*, *Chaetoceros*, *Prophyridium*, *Tetraselmis*, *Nitzschia*의 배양은 심층수에서 모두 좋은 증식 결과를 얻

었고, 실외에서의 증식 실험에서도 타종에 의한 오염이 없이 비교적 안정적인 배양 결과를 얻을 수 있었다. 표층수와 비교할 때 약 10배 정도의 증식 효과를 확인할 수 있었다. 그러나 효율적 배양을 위하여 증식 유도기의 단축과 세포 농도를 높일 필요가 있다고 판단된다. 이를 위하여 질소, 인, 미량금속, EDTA 등의 첨가와 탄산가스의 공급이 요구된다.

#### 연어병치(어류)

연어병치 치어에 대한 사육 시험 결과, 생존율은 원인 불





명의 안구 돌출증에 의해 사육 기간 2년차에 46%, 3년차에 20%로 낮은 결과를 보였다. 운송 직후 바이러스 감염에 의한 적혈구 피사증으로 대량 폐사 현상도 나타났고, 먹이 붙임이 완료된 1개월간의 사육이 대단히 어려웠다. 특히 운송중 수온을 15℃ 이하로 유지시킨 결과, 이로 인한 피해를 예방할 수 있었다. 심층수를 이용한 사육 적정 수온을 15~18℃로 유지시킨 결과 천연 상태의 성장에 뒤지지 않는 결과를 얻을 수 있었다. 만 4세어까지의 성숙이 확인되었으며, 4~6세어의 경우 친어로서 활용이 가능하였다.

#### 넙치

심층수를 이용한 양식용 친

어의 육상 양성과 종묘 생산을 수행한 결과 1994년에는 자연산 친어로부터, 1995년에는 양식산 친어로부터 채란하여 비교적 양질의 수정란을 얻을 수 있었다. 어란은 고찌현 재배어업센타에서 종묘 생산용으로 활용되었다. 평균 체중 17g의 종묘를 이용하여 6월부터 9개월간 표층수 심층수 혼합수 각각에서 양성한 결과, 생존율 95%로서 보통보다 3개월 이상 빠른 성장 결과를 얻었다.

#### 자주복

자주복의 양성실험을 1995년에 진행하여 빛의 장일 및 호르몬 처리에 의하여 보통 자연산 보다 3개월 빠르게 채란하고, 인공 수정하여 넙치와 마찬가지로 적정사육 수온

을 혼합수로 만들어 매우 좋은 성장 결과를 얻었다. 초기 사육 개시에 대량 폐사가 발생하여 원인을 분석한 결과, 현재 가두리양식에서 문제가 되는 아가미 기생충에 의한 것으로 판명되었다. 한편, 1996년에는 질병이 거의 발생하지 않았다.

#### 범가자미

체중 7g의 범가자미의 인공 종묘를 1994년 7월부터 21개월간 사육한 결과 혼합수를 이용하여 적정 사육 수온을 유지할 경우, 94%의 생존율과 체중이 2.2kg에서 최소 0.1kg의 개체 편차를 나타내었다. 수놈의 성장 둔화도 확인되어 실용화면에서 전 암컷 양식 등의 문제를 제기하였다. 1995년 12월부터 3개월에 걸쳐 2세어

를 사육한 결과 약간의 성장은 확인되었으나, 산란 및 인공 수정은 실패하였다.

### 3. 해양 심층수의 수산업 활용 방안

#### 육상 양식업의 이용

해양 심층수의 저온 안정성 및 청정성은 육상 양식 분야에 큰 이점으로 활용이 가능하다. 최근 양식어의 저가 형성에 의한 경영의 압박, 심층수 활용을 위한 초기 설비 투자의 과다함 등이 어려움으로 대두되고 있다. 그러나 현재 지하 해수를 이용한 민간 양식업자가 경영 개선으로 경쟁력을 확보하여 좋은 결과를 유지하는 점을 볼 때 해양 심층수가 갖는 안정성 및 청정성의 이용을 극대화하면 하나의 특성으로 이용할 가능성이 있다. 따라서 해양심층수가 갖는 제반 특성을 이용하여 합리적인 고도의 양식 기술에 활용을 극대화할 경우 가능성이 있다고 판단된다.

#### 친어 단지 조성

넙치 자주복 범가자미 등의 심층수 이용 사육시험 결과 조기 난의 청정성을 부가하여 비교적 적은 원가로 생산이 가능

하다. 그러나 일반 연안역에서의 오염에 의한 질병 적조 과밀 등의 현상이 개선되어 양식 환경의 호전을 기대하기는 현재의 여건이 너무도 비관적인 관점에서 심층수를 이용한 건강 친어의 확보는 우선 건강 한 다음 세대를 기대하는 필수 조건이므로 우선 심층수를 이용한 친어 관리 단지의 조성은 매우 희망적인 대안이 될 수 있다.

#### 생명 공학 기술을 이용한 육종 단지

전술한 바와 같이 넙치 범가자미 등의 친어 양성기간이 단축될 수 있다면 우량 품종에 대한 양성 기간의 단축 등에 심층수의 이용이 가능하므로 첨단 생명공학 단지를 조성하여 하이텍 육종 단지로의 활용이 가능할 것으로 기대된다.

#### 청정 사료 배양 기지

어패류 양식의 경우 많은 질병이 수반되는데 특히 대량 생산을 위한 먹이생물 배양시 바이러스 등의 오염에 의한 병원성 미생물의 전염이 큰 문제로 대두되고 있다. 따라서 청정한 먹이생물 확보는 질병을 예방하는 중요한 대책의 하나이며, 해양 심층수를 이용한 사료배

양은 청정성과 부영양성의 활용에 의해 집약적으로 진행될 수 있을 것이다.

#### 어장의 영양 강화

사업용으로 다량의 심층수를 활용하고 여기서 배출되는 심층수를 활용하면 연안역의 해조장 조성, 자연적인 Tide-pool 조성 등으로 연안역에서의 생산성 증대를 기대할 수 있다.

### 4. 결 론

동해 심층수를 취수하여 수산 분야에 효과적으로 활용하기 위한 방안을 모색하고자 외국에서 선행된 연구 사례를 조사하여 정리하였다. 이들 사례와 우리나라 해양 환경 및 수산 양식 현황을 고려하여 해양 심층수의 수산분야 활용기법을 검토하였다. 그 결과로서 수산 양식의 고부가가치화를 위한 저온 청정 양식수로서 활용할 수 있을 뿐 아니라 친어 관리 단지, 육종 단지, 사료 배양 기지 및 어장의 영양 강화 등에 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 해양 심층수의 유효 이용이 동해 고유의 수산업 창출에 기여할 수 있기를 기대한다. ㉠