

# 동해안 심층수의 수산 분야 이용방안



**전중군** 교수  
강릉대학교 해양생명공학부  
TEL)033-640-2412  
E-mail) jkjeon@kangnung.ac.kr

강원도 고성에서 이제 본격적으로 취수할 심층수를 어떻게 효율적으로 이용할 것인지에 관해 많은 사람들이 관심을 보이고 있다. 외국의 개발 사례를 보면 처음에는 전기에너지로 개발하려고 하였지만 경제성 등의 문제 때문에 중단되었고, 이후 미국 하와이에서 심층수를 이용해서 해조류를 대량 배양하여 이를 식량·의약 소재로 사용하고 있다. 하지만 심층수를 폭넓게 일상생활에 활용하고 있는 곳은 일본이 아닐까 생각한다. 그도 그럴 것이 우리나라는 아직 한군데도 심층수를 취수하는 곳이 없는데 일본에서는 코치현의 무로토시를 시작으로 그동안 토야마현의 토야마만, 시즈오카현의 시즈오카시, 오키나와현의 쿠메지마 및 홋카이도의 2-3곳에서 심층수를 취수하였고 이를 활용한 여러 산업이 활발하게 부흥하고 있다. 더욱이 심층수의 개발가능성은 여전히 매우 크다고 한다. 심층수의 사용 방안을 편의상 나누다면 식품 분야, 음료 분야, 화장품 분야, 수산 분야, 체험요법 분야로 구분할 수가 있을 것인데, 이 중에서도 식품과 음료 분야는 현재 수 조원의 시장을 형성하고 있고 매년 매출액은 늘어나고 있다.

한편, 해양심층수라 하여도 모두 같은 품질이

아니며, 형성된 나이나 수질 특성이 다르다. 일본에서 활용하고 있는 심층수 가운데 토야마나 홋카이도의 것은 동해고유수라 불리는 것이고 나머지는 태평양 심층수이다. 동해고유수와 태평양 심층수간에 어떠한 특성차가 있는지에 관해서는 아직까지 상세하게 알려져 있지 않다. 하지만 강원도 지역에서 취수하는 심층수는 동해고유수에 속하는 것이므로 토야마나 홋카이도에서 취수하는 것과 특성이 비슷할 것이라 여겨진다. 게다가 토야마시에서는 심층수를 수산분야에 적극 활용하고자 여러 가지 연구를 진행하고 있으므로, 이를 참고한다면 강원도에서도 수산분야에 이용할 수 있는 방안을 마련할 수 있을 것이기에 '富山灣深層水利用研究會'에서 발간한 '21세기의 자원, 토야마만 심층수' 중에서 일부를 발췌하였다.

## ■ 동해고유수

동해에는 수심이 200 m보다 깊은 곳에 '동해고유수'라 부르는 고유한 물덩어리가 존재하는데 이것은 동해에 있는 해수의 80% 이상을 차지한다.

200 m보다 깊은 곳의 해수를 고유수라 하는

이유는 무엇일까. 바다는 해류가 흐르고 있고 인접하는 바다와 항상 해수교환 (유입과 유출)을 한다. 동해의 해수 유입구로는 쓰시마 해협을 통해 쓰시마 난류가 들어온다. 하지만 쓰시마 난류의 수층 두께는 수심에서 200 m 밖에 되지 않아 동해 연안에서는 표층을 흐른다. 그리고 동해의 해수 유출구로는 쓰가루 해협이 중요한데 이곳을 통해서 총 유출량의 78%가 태평양쪽으로 흘러나간다고 한다. 하지만 이곳을 비롯하여 일본에 있는 다른 해협들은 대부분 수심이 얇고 폭도 좁아서 동해에 있는 심층수는 인접하는 바다와 거의 교환이 이루어지지 않고 동해에만 머무는 고유수가 되어 내부에서만 순환하는데, 이것이 바로 '동해고유수'이다.

실제로 동해고유수는 주로 러시아 블라디보스톡의 남동부 북위 40-42°, 동경 136°를 중심으로 하는 해역에서 만들어지며, 겨울철에 블라디보스톡 부근에서 강한 북서 계절풍이 불면 해면은 차가워지고 이렇게 차가워서 비중이 커진 해수는 아래로 가라앉기 때문에 이곳에서는 수직대류가 일어난다. 이때 해면에서는 시계 회전 방향과 반대로 도는 순환류가 생겨나서 상단이 해면 가까이로 올라오게 되는데, 이 때문에 수직난류가 더 일어나기 쉬어지고 해수는 더욱 깊은 곳까지 가라앉게 되어 '동해고유수'가 만들어지는 것이다.

## ■ 심층수를 이용한 생물 증식

토야마현은 표층 해수와 풍부한 지하수를 사용하여 천해성 어패류를 중심으로 증식기술을 개발하는 한편 자원관리도 하여 왔지만, 1995년 이후에는 저온이면서 깨끗하고 영양염이 풍부한 해양 심층수를 이용하고 있다. 그래서 냉수성 및 심해

성 어패류에 대한 시험연구가 비약적으로 진전을 이루었고, 일부 어종에 대해서는 양산체제를 갖추고 있다. 그 가운데 몇 가지 종류를 간단히 설명한다.

### - 시마연어

우리나라 강원도 북부의 하천에는 매년 상당수의 연어가 소상을 하고 있으며, 국가에서는 이들의 알을 부화시켜 방류하고 있다. 그러나 소상하는 개체의 양은 하천의 환경 악화와 해양환경의 변화에 따라 해마다 크게 다르다. 일본에서도 계속되는 하천환경의 악화로 말미암아 산란장과 어린 새끼들의 육성장이 사라지면서 연어가 자취를 감추는 것은 우리네와 사정이 마찬가지로이다. 그래서 시마연어의 인공부화 방류사업을 각 현 내의 여러 하천에서 실시하였지만, 연어와 마찬가지로 친어가 하천을 올라오지 않으면 인공부화 방류사업을 계속할 수가 없으므로 친어를 안정적으로 확보하고자 토야마현 수산시험장에서는 심층수를 사용하여 친어를 양성하는 실험을 1995년부터 시작하였다. 이곳에서는 1983년부터 지하수를 사용하여 사육을 하였지만, 시마연어는 사육온도가 18℃ 이상이 되면 살기가 곤란한데 여름철 표층수온이 28℃를 넘는 시기에는 지하수로 온도를 조절하더라도 18℃ 이하로 내리기가 무척 어렵기 때문에 비브리오팀 등의 질병이 자주 발생하여 폐사하는 일이 잦았다. 그래서 지하수 (17℃)와 심층수 (2~3℃)를 혼합하여 수온조정을 하여 시험사육을 한 결과 이제는 어느 정도 사육방법을 확립하였다. 또한 1997년에는 채란한 종란을 안전하게 관리할 수 있는 전용시설로 난관리시설을 완성하여 매년 성장한 친어로부터 20~30만립을 채란한다. 그래서인지 전에는 BKD

(세균성 신장병)가 곧잘 발생하였으나 지금은 사육 중인 자어에서 질병 발생의 조짐은 보이지 않는다고 한다.

## - 대구

대구는 여러 가지로 요리하여 먹으며 겨울철에 맞는 수산물이다. 냉수성어종으로서 우리나라에서는 원산만이 주요 산란장이지만, 산란기 이외에는 보통 수심이 200~300 m 되는 저층 (대륙붕이나 대륙붕 경사면)에서 산다. 하지만 최근 들어 우리나라에서도 어획량이 크게 줄고 있다. 그래서 종묘를 방류하여 자원을 증대시키는 것이 기대되지만 아직 우리나라에서는 본격적인 연구조차 되지 않고 있다. 최근 일부 연구기관에서 실험적으로 생산 및 방류 연구를 하고는 있지만 본격적인 사업이 필요하다. 다른 어류들과 마찬가지로 양질의 알을 안정적으로 확보하여 종묘생산을 하려면 친어를 양성하는 일이 가장 시급하다. 토야마현 수산시험장에서는 1995년부터 해양심층수를 사용하여 연중 사육실험을 하고 있다. 아직은 수정율, 부화율과 생존율이 높지는 않지만 차츰 기술이 개발되면서 향상되고 있는 중이다.

## - 도루묵

도루묵의 어획량이 매년 줄어들어, 일본에서도 3년간 금어기간을 설정한 적도 있다. 1997년부터 사육실험을 시작하였는데, 대체로 10개월만에 자연산과 비슷한 크기 (12cm, 14g)로 사육할 수가 있었다. 처음에는 어병 (*Aeromonas salmonicida*) 때문에 생존율이 50% 이하였지만 점차 개선되어 80%로까지 높아졌다.

성숙 조사에서도 반년 동안의 생존율이 95%로 높았고, 생식선이 발달하지 않은 개체도 적지 않

았지만 방정과 산란을 하는 개체도 있었다. 자연산란 시험에서는 1개월 간 단속적으로 모두 43 덩어리를 얻을 수 있었다. 알 덩어리 1개에는 알이 560개, 수정율은 70% 가량 되었다고 한다.

## - 넙치류

해양심층수의 특징 중 하나인 청정성을 유지한 채 수온만 낮은 상태로 자유롭게 조절할 수 있다면 어류를 사육하는데는 매우 좋다. 수온이 0-2°C인 심해에 사는 어패류 중에는 10-20°C의 중간 수온에서는 잘 자라는 종이 있는데, 넙치류나 가자미류가 그렇다. 대부분의 이들 어류는 20°C 정도에서 잘 자라며, 25°C를 넘으면 먹이를 잘 먹지 않는다. 자연산은 여름철의 고수온을 피해 깊은 곳으로 이동하지만, 주로 육상수조에서 양식하는 것은 수온이 25°C를 넘는 기간 중에 견디기가 몹시 힘들다. 따라서 사육수온을 항상 20°C로 유지할 수 있다면 청정한 물이라서 넙치도 병에 걸리지 않고 잘 자랄 것이다. 실제로 코치현의 무로토시의 종묘배양장에서는 심층수로 양성하는 친어 넙치에서 받은 종묘가 병리적으로 안정하다는 평판을 받아 높은 가격을 받고 있다.

## - 대게

대게가 서식하는 곳은 수심이 400~2,600 m나 되므로 현장조사는 사실상 어렵다. 게다가 서식 수온이 1°C 이하이므로 표층해수를 냉각하는 정도로는 장기간 대량사육하기도 어려워져 아직은 그 생태에 관해 모르는 부분이 너무 많다. 토야마현 수산시험장은 해양심층수를 사용하여 대게를 사육할 수 있는 몇 안 되는 시설이다. 그래서 대게의 생태를 해명하려는 기초연구가 실시되고 있다. 부유유생을 사육할 수 있는 적온을 찾는

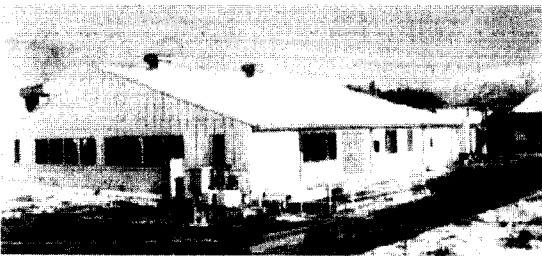
실험에서는 수온을 표층수에 가깝게 할수록 발육이 촉진된다는 것을 확인하였으며, 해양과학기술센터의 협력으로 1999년과 2000년에 잠수조사선 「신카이 2000」이 토야마만에서 잡아 수산시험장에서 기르고 있는 10 마리의 새끼 (19.3~44.4 mm) 중에는 인공환경에서도 탈피를 하였다. 탈피는 1년에 1-2번 하는 것 같았고, 한번 탈피할 적마다 성장량은 20~30%나 된다는 것이 밝혀졌다.

심층수를 사용한 사육연구를 통해 대게를 부화에서 성체까지의 성장과정을 밝힐 수 있다면 대게의 자원관리형 어업을 추진하는데 중요한 정보가 얻어질 것이라 기대한다.

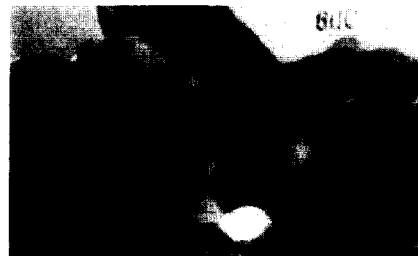
### - 새우 (토야마새우)

본 새우는 베링해에서 동쪽으로는 동해, 서쪽으로는 밴쿠버 부근까지의 북태평양에 널리 분포하는 심해성 새우이며, 새끼는 1년 후에 체장 6 cm, 2년 후에 10 cm, 3년 후에 12 cm, 4년 후에는 14 cm로 자란다고 하고 수명은 10년 이상이라 추정한다. 토야마만에서는 1960년대 이래로 어획량이 점차 줄어 최근에는 10톤이 되지 못한다.

그래서 종묘생산을 수산시험장에서 심층수를 사용하여 실시하였는데, 종묘의 생산율이 매우 높아 요즘에는 20~50만 마리를 안정되게 방류하고 있다.



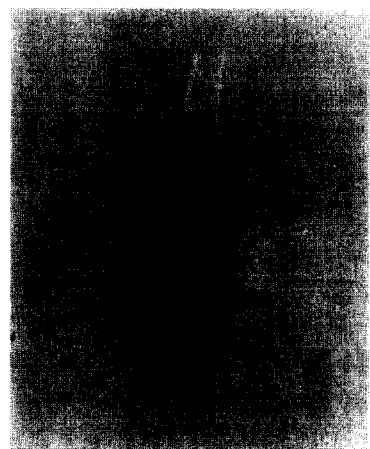
〈토야마현 수산시험장 시마연어 사육동의 모습〉



〈인공 종묘 생산한 대구 (새어)〉



〈자연 산란한 도루묵의 알〉



〈대게 유생, I기 조애아〉