

해양생물의 증양식 자원으로 각광받는 해양심층수



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

최근 해양심층수라는 말을 여러 매스컴을 통해 자주 듣는다. 어느 TV 홈쇼핑에서는 화장품에도 해양심층수를 사용하였다고 하여 세간에 화제를 끌고 있다. 하지만 대다수의 사람들은 해양심층수가 단순히 바다 속 깊은 곳의 해수로 알고 있는 듯하며, 굳이 우리들이 여름 피서철에 몸을 담그는 바닷물과 같지 않느냐고 반문하는 사람마저 있다.

그렇다. 바닷물이기엔 꽤 한가지다. 그렇지만 무언가 다르기 때문에 선진국인 미국과 일본에서 저리도 공들이며 해양심층수를 굳이 개발하려는 것이 아닐까. 이런 궁금증을 해소하려는 순전히 개인적인 관심에서 그간 해양심층수에 관한 여러 정보를 모으다가 마침 2002년 11월 말에 일본 오키나와에서 해양심층수에 관한 심포지움이 개최된다는 말을 들어서 이 모임에 참가하여 최근의 연구 개발동향에 관한 새로운 정보를 얻고자 하였다.

하지만 일반 독자를 위해서는 먼저 해양심층수에 관해 이것이 어떤 특징을 지니고 있는지를 설명해야만 본 난의 주제인 이용방안을 이해하는데 도움이 될 것이라 여겨지므로 간단하게 설명한다.

해양심층수의 특징

수산·해양인들이 평생을 벗어나면서 또한 삶의 터전으로 삼는 바다의 평균 수심은 자그만치 3,800m나 된다. 바다에는 각종 생물들이 살고 있지만, 온 바다에 생물이 분포하는 것은 아니고 빛이 도달할 수 있는 표층 이하 약 200m까지 주로 집중되어 있고 이보다 깊은 곳에서는 유기물을 생산하지 못하여 생물이 살기가 쉽지 않다. 즉, 수심 200m까지는 먹이사슬의 영향을 받지만 이보다 깊은 곳에서는 유기물의 분해만이 주로 진행된다. 이런 의미에서 생물해양학에서는 빛이 도달하는 유광층까지를 생산층이라 하고 그보다 깊은 곳을 분해층이라 하며, 일반해양학에서는 수심 200m까지를 천해(淺海)라 하고 이보다 깊은 곳을 심해(深海)라 부르는데 바로 이 심해의 물이 해양심층수이다.

그런데 해수는 비열이 고체나 대부분의 액체에 비해 크기 때문에 에너지에 의해서 잘 데워지지 않고 잘 식지도 않는 특성이 있다. 그래서 아무리 더운 여름철이라도 태양에 의한 수온 상승은 해면에서는 일어나지만 그 밑으로는 열이 잘

전달되지 않으며, 설사 대류나 파도 등에 의한 난류로 인해 유광층까지는 교반이 일어나서 계절에 따른 수온변화가 크더라도 이보다 아래에서는 수심이 깊어질수록 수온도 계속 낮아져서 수심 1,000m를 넘어서면 5°C 정도로 안정된 저온을 유지한다. 이것을 '저온안정성'이라 하는데 이러한 저온 안정성이 해양심층수의 중요한 특성 중 하나이다. 또한 깊은 곳에 있으므로 표층수와는 달리 환경오염물질이 매우 적고 물리적·생물적·화학적 청정성이 매우 뛰어나며(이를 '청정성'이라 한다), 다종다양한 미네랄을 많이 함유(이를 '부영양성'이라 한다)하고 있다는 것도 특성이다.

그리고 '숙성성'을 해양심층수의 또 다른 특성이라 하는 연구자들로 있는데 이것은 해양심층수가 4,000년이나 걸리는 해양대순환을 하기 때문이다. 그린랜드 먼바다나 근처에서 가라앉은 해수가 대서양의 심해를 흘러 인도양이나 태평양에 이르고 이곳은 적도 지역이라 점차 더워지면서 표층으로 올라왔다가 다시 반전하여 북대서양이나 쪽으로 되돌아간다. 이렇게 순환하는데는 편도에 2,000년이 걸리므로 지구를 한바퀴 도는데는 약 4,000년이나 걸리는 셈이다. 하지만 심층수의 지구적 규모의 대순환과는 별도로 특정 해역에서도 순환이 일어난다는 것이 최근 밝혀졌다. 예를 들어, 동해는 남북이 좁은 해협이어서 거의 독립된 해역이지만, 겨울에 블라디보스톡 먼바다의 해수는 차고 무거워져 수심 1,000m 정도로 동해 심해를 흐른다. 그리고 이들의 순환은 태평양 심층수처럼 수천년이 걸리지는 않지만 짧게는 수십 년에서 100년 정도에 걸쳐 이루어진다고 생각된다. 그럼 언제부터 심층수에 관해 이처럼 관심을 가

지게 된 것일까?

해양심층수의 개발

1881년 프랑스의 학자인 달슨발은 바다나 호수에서 심층수와 표층수의 온도차이를 이용하면 온도차 발전이 가능하다고 제안하였고 실험은 1926년 프랑스의 클로드 교수에 의해 처음으로 이루어졌다. 그러나 이후 여러 가지 우여곡절을 겪으면서 중단되었다가 1970년대부터는 주로 미국과 일본에서 연구와 실험이 진행되었다. 미국은 1979년 하와이에서 그리고 일본은 1981년 남태평양의 나울공화국에서 각각 해양 온도차 발전에 비로소 성공하게 되었다. 하지만 심층수를 사용한 전력생산은 화석에너지인 석유를 입수하기가 어려운 격리된 지역 등의 제한된 경우가 아니라면 운영비는 석유보다 비싸기 때문에 일반적이지 못하며, 현재로서는 일부 지역에서 실험적으로 생산하는데 불과하다. 하지만 심층수를 안정적으로 취수할 수 있는 기술이 완성되었다는 것이 더욱 가치가 있다. 그래서 이때부터 심층수를 단순한 자원으로 보지 않고 광범위하게 이용가능한 자원으로 인식하게 되었다. 이처럼 해양심층수를 개발하는 국가에서는 심층수를 이용한 전력생산에 이용하려는 의도에서 시작되었지만 활용 용도는 더욱 넓어져서 수산분야 뿐 아니라 식품 분야, 건강·미용·의료 분야 및 기타 분야가 개발되고 있다.

해양심층수의 수산분야 이용

일찍부터 해양심층수에 주목한 일본에서는 1989년 코치현 무로토시에 해양심층수 취수시설

인 「코치현 해양심층수연구소」를 세워 본격적인 연구와 생산을 시작하였다. 이곳에서는 처음부터 수산물에 대한 심층수 이용을 주로 연구하였다.

즉, 차가운 심층수와 표층수를 적절하게 섞어 온도관리를 하면서 심해성 어류인 돛돔, 남방 심해의 붉은 산호, 넙치, 자주복, 가자미를 비롯하여 냉수성 어종인 대서양연어, 은연어, 각시송어와 왕새우, 전복 (먹이인 규조 포함) 등의 사육을 시작하였다. 대개는 치어나 종묘를 생산하였지만 특히 넙치나 가자미는 여름철의 고수온기에도 종묘생산이 가능해졌으며 심층수를 사용하여 기른 어미에게서 받은 종묘는 내병성도 커서 다른 지역의 종묘와도 차별화 되면서 좋은 평가는 물론 가격도 상대적으로 싸게 받는다.

그리고 심층수로 대형 해조를 기르려는 시도도 있는데, 오키나와에서는 열대지역임에도 불구하고 심층수로 기른 다시마는 일본 홋카이도산에 비해 품질이 더 좋다고 하며 현재 실내 수조에서 연구 배양 중에 있고, 참다시마나 미역, 녹미채에서도 좋은 결과가 나왔다고 한다. 이들 대형 해조는 표층수로 배양하면 해조 끝부분이 떨어져 나가는 끝녹음이라는 현상이 나타나지만 심층수로 이런 일이 일어나지 않았다고 한다.

해산어류의 종묘 생산 시 먹이로 쓰이는 미세조류를 심층수를 사용하여 옥외수조에서 길렀더니 종에 따라 약간 다르기는 하였지만 표층수로 기른 것보다 약 10배나 생산효율이 크다고 한다. 게다가 수산물을 생산하는데 사용하고 난 다음에 방류시킨 심층수에 의해서 주변 해역이 비옥화될 수 있음을 확인하였는데, 갯녹음에 가까운 상태였던 해안에 모자반 등의 해조가 다시 자라나기 시작했다고 한다.

하와이에서는 심층수를 이용해서 대량으로 플

랑크톤을 배양하여 바지락이나 굴의 종묘 생산에 사용하고, 수개월 사육한 치패는 북태평양의 생산지로 보내어 친패로 성장한 후 수확하는데 생육기간을 1년 정도 단축할 수 있다고 한다. 다시마나 꼬시래기 등의 해조도 배양하여 켈러드나 의약품 재료로 출하하기도 하고, 이들 해조로 전복 등을 길러 출하하기도 한다. 특히, 해양생물을 사용한 바이오테크놀로지에 벤처기업의 뜨거운 시선이 모아져서 다양한 수산물을 성장촉진이나 유전기술, 인공교배 등으로 대량 배양, 사육하여 의약품이나 영양식품, 게다가 새로운 에너지원으로 활용하려 하고 있다.

이 밖에도 심층수를 사용하여 바다가재를 부화시키고 사육하는 사업도 이루어지고 있는데, 자연상태에서는 7~8년 걸리는 데 비해 3년 안에 출하할 수 있을 정도로 자란다고 한다.

하지만, 실제로 심층수를 사용하여 수산물을 생산하려 한다면 비교적 고급 해산물인 전복이나 가자미, 왕새우 등은 타산이 맞겠지만 넙치만 해도 시장가격과의 관계에서 어려운 면이 있을 것이다. 따라서 심층수를 어느 한 분야에만 사용하기보다는 여러 분야에 함께 사용하여 이용도를 높이면 전반적인 경제성은 해결될 수 있으리라 생각한다. 더구나 우량 종묘를 생산할 수 있다는 점은 앞으로 생활 수준의 향상에 따른 소비자들의 수산물에 대한 엄격한 식품안전성 요구를 감안한다면 충분히 매력적이다.

심포지움을 통해 살펴본 최근의 연구동향

2002년 11월 일본의 오키나와 쿠메지마에서는 제6회 해양심층수 이용 연구회 전국대회가 열렸다. 11월 28일과 29일 이틀에 걸쳐 열렸는데, 전



그림 1. 토야마시 뉴젠(入善)에 있는 해양심층수의 일반판매장. 일반인들도 사무실 안에서 자동판매기로 티켓을 구입한 다음 수도꼭지에서 원하는 종류의 심층수를 구입한다

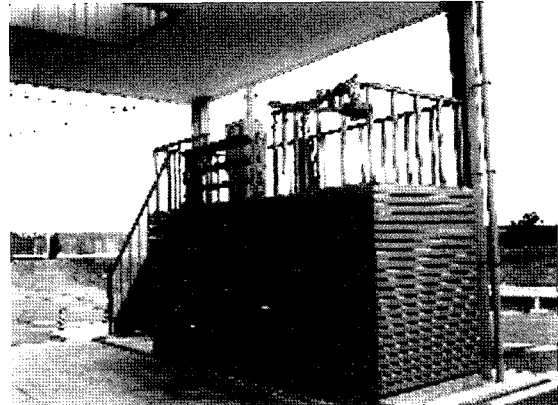


그림 2. 해양심층수를 대용량으로 주입할 수 있는 스탠드. 스탠드 아래 (보이지 않는 곳)에 있는 펌프로 심층수를 이동시켜 위의 주입관으로 운송차에 물을 담는다.

국 각지에서 관련된 학계, 산업계, 관공서 공무원 등이 참가하여 참가자 수만 500여명에 달하였고 발표논문도 70여편이나 되었다. 분야로는 수질 관련, 취수시설 관련, 이용 관련으로 구분하였으며, 이용 관련은 다시 수산 분야, 농업 분야, 열음과 에너지 분야, 식품과 기능수 분야, 시스템 개발 분야, 이료 및 건강 분야로 세분화 하였다.

이 가운데 수산과 관련된 발표 논문을 정리하면, 해양심층수의 대량배수가 유해 플랑크톤의 증식에 미치는 영향이라거나, 미세조류나 식물플랑크톤의 증식효과, 미역 등 대형 조류의 양식가능성 실험, 보리새우의 어미 양성과 관련된 발표가 있었다. 하지만 발표대회에 참가하면서 놀란 점은 심층수를 단순한 식품이나 생물생산의 소재로만 활용하는게 아니라 의료면에서의 활용도 꽤나 활발하게 이루어지고 있다는 사실이다. 즉, 이번에 발표된 보고 중에는 심층수로 목욕을 하면 혈압상승이 억제되며, 수돗물이나 일반 해수를 사용한 온욕에 비해 수면효율이 향상되었고, 실

험동물에게 심층수를 마시게 하였더니 뼈가 튼튼해졌고 백내장 발증이 지연되었으며 사람에게서는 백혈구를 부활시켜 면역기능을 향상시키는 등의 매우 긍정적인 효과가 있었다고 한다. 앞으로 우리나라도 고령화 사회로 접어들 것이므로 노인들에게 특히 중요한 뼈 및 면역력 증강에 심층수가 바람직하게 작용한다는 것은 심층수의 이용분야를 확대시킬 수 있다는 기대를 가지게 한다.

결론

우리나라에서는 강원도 고성지역에서 해양심층수 개발사업이 한국해양연구원과 지자체를 중심으로 진행 중이다. 앞서서도 언급하였지만, 동해의 심층수는 지구적 규모로 이동하는 심층수의 본류는 아니고 동해라는 갇힌 해역에서 일어나는 해류 이동에 따라 생성된 심층수이다. 따라서 우리나라 동해안을 흐르는 심층수처럼 순환기간이 짧은 경우에는 대순환에 의해 흐르는 심층수보다

해양오염의 영향을 받기 쉬울 것이다. 해양심층수가 지구상에 남아있는 청정한 미이용 자원이고 무진장하면서도 재생산이 가능한 자원이라는 점에서 긍정적인 점도 있지만 중금속이나 환경호르몬 등의 유해물질이 지속적으로 유입된다면 아무리 심층수라 해도 영향을 받는다는 것을 명심해야 한다. 얼마나 청정한 해수자원을 후손들에게 물려줄 수 있느냐는 오늘 우리들이 바다를 얼마나 깨끗하게 쓰느냐에 달려 있다고 해도 지나친 말이 아닐 것이다. 비록 삼면이 바다여서 해양자원이 풍부할 것이라 생각하겠지만, 심층수만 본다면 동해에서만 얻을 수 있는 자원이므로 그 이

용도 제한적일 수밖에 없을 것이다. 심층수개발에는 경제적으로 많은 비용이 소요되느니 만큼 사용여하에 따라서는 귀중한 자원이 될 수도 있겠으나 제대로 활용하지 못한다면 그만큼 손실을 입는 것이니 만큼 사용에는 신중을 기할 필요가 있을 것이다. 더욱이 수산발전이 다른 지역에 비해 상대적으로 늦은 강원 동해역에 있어서는 심층수의 개발과 활용여하는 지역산업의 발전과도 무관할 수가 없으므로 여러 지혜를 모아 추진해 나간다면 좋을 것이다. 진정 심층수가 우리에게 남은 마지막 보물이라고 생각한다면 말이다.