

환경친화적 · 순환재생형 자원 해양심층수

글 | 김현주 _ 한국해양연구원 책임연구원 hjkim@moeri.re.kr

해양심층수는 아주 오래된 새로운 자원이다. 우리 생활에 영향을 주었던 바다에 있던 짠물로서 우리가 무심결에 이용하기도 했던 바닷물의 일종이다. 영동북부 지방에서는 예로부터 두부를 제조하거나 동치미를 담글 때 깨끗한 바닷물을 이용해 왔고 지금도 전해져 활용되고 있다. 돈을 주고 사거나 팔지는 않았지만 힘들여 육지에서 떨어진 먼 바다로 가서 깨끗한 바닷물을 길어다 사용하였으니 그만큼 가치는 지금도 인정해 줄 수 있을 것이다. 또한, 대도시로 활어를 운반해 가는 활어차들도 돈을 내고 깨끗한 바닷물을 받아 가고 있으니 바닷물도 가치 있는 자원임에 틀림없다.

요즘은 육지에서 가까운 바닷물도 사용하기 꺼림칙해 하는 것이 현실이다. 그러다 보니 인간 활동의 영향을 덜 받고, 자연의 정화력으로 깨끗하게 유지될 수 있는 깊은 바닷물인 '해양심층수'가 대접을 받게 되었다. 그러나 '마법의 물'이라거나 '묘약' 같은 신비로움을 가지고 있다는 것은 아니다. 심층수는 인간이 살아가는 데 없어서는 안 될 생존필수자원을 제공해 줄 수 있는 깨끗한 바닷물로

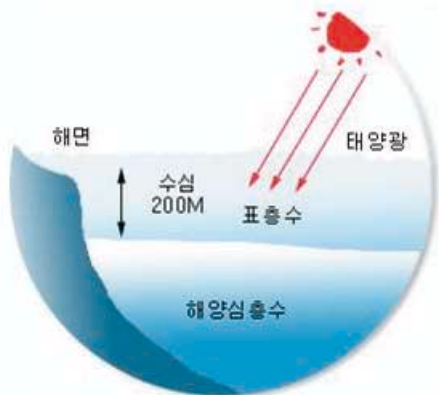
서 자원적 가치가 충분하고, 순환 재생되므로 무한정할 정도로 가용량이 많다.

수심 200m 아래 바닷물로 식수 · 에너지원 이용

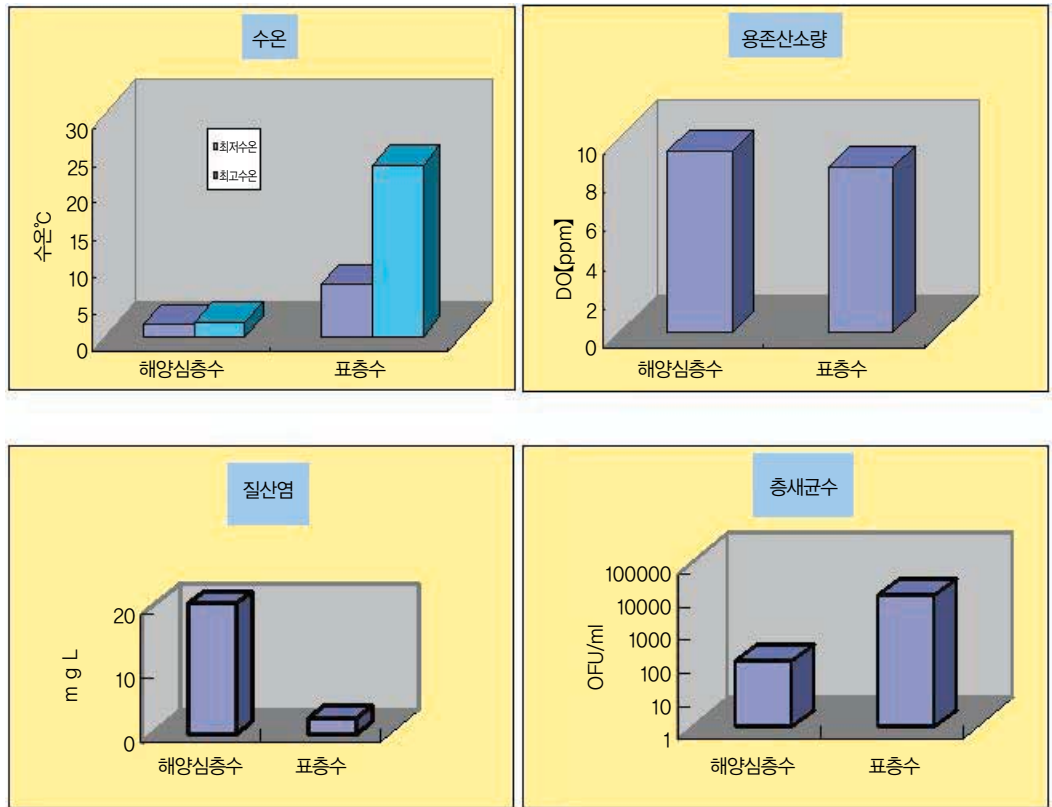
해양심층수는 광합성에 의한 유기물 생산보다 유기물 분해가 많아지는 수심(보상심도)보다 깊고, 겨울철 연직혼합의 영향을 받지 않는 수심에 존재하는, 일반적으로 수심 200m 아래에 있는 바닷물을 의미한다. 따라서 바닷물 자체의 미네랄성뿐 아니라 저온성, 청정성, 부영양성 등이 안정적으로 유지되고 있는 바닷물이다.

해양심층수의 4대 특성이라고도 불리는 자원적 특성은 공공(공익)적 이용 또는 산업(상업)적 활용이 가능한 자원으로서의 가치를 포함하고 있다. 공익적 관점에서 이용 가능한 분야는 물, 식량, 에너지 등을 들 수 있다. 미국과 일본이 해양심층수를 개발하게 된 배경을 살펴보면 이해가 잘 될 것이다. 석유 파동이 불어 닦친 1970년대 미국은 대체에너지로 해양온도차발전을 추진하기 위해 해양심층수를 취수하게 되었다. 석유 가격이 안정되면서 해양온도차발전에 대한 연구는 시들해졌고, 당시 실현 가능한 이용방안에 대한 연구가 진행되어 농수산, 건강식품 등으로 활용되기 시작하였다. 일본에서는 대량 폐사를 막고, 효율적인 수산자원의 조성 및 관리를 위한 배양수로서 청정한 저온수가 필요하였다. 차갑고 깨끗한 바닷물로 깊고 찬 바닷속에 사는 해양생물들을 키우며, 생리생태 특성을 연구하고 나아가 종묘를 생산하고 상업생산 기술을 개발하는 등으로 활용하였다. 취수지 인근의 주민들은 물과 소금이 필요한 다양한 생필품을 만드는 시험을 해 보았고, 입소문이 퍼져 나가면서 산업적 이용이 시작되어 오늘에 이르렀던 것이다.

20세기에는 인류가 석유, 석탄 등의 화석연료를 이용하여 급속한 산업발전을 이룩하였다. 그러나 이러한 에너지 자원들이



해양심층수의 정의



해양심층수의 특성

40~50년내에 고갈될지도 모른다는 우려가 제기되며 세계 각국은 에너지 절약방법, 재생 및 대체에너지 개발 등에 매진하기 시작하였다. 생활의 편리함 여부를 결정짓는 에너지 자원뿐 아니라 인류 생존과 직결되는 식량, 수자원의 부족과 품질 저하는 21세기 인류를 불안하게 할 것이며, 화석연료의 소모에 따른 이산화탄소의 배출이 지구 온난화를 가속시켜 생태계 파괴를 심화시킬 것으로 예상되고 있다.

산업혁명을 통해 과학기술이 발달하면서 물질만능의 시대적 가치관이 만연하였고, 산업 성숙기를 지나며 이를 가져온 과학기술의 가치가 높아지는 인간 중심의 가치관이 정립되고 있다. 그러나 이러한 편리와 풍요를 가져다 준 산업과 물질이 환경오염과 자원고갈로 우리를 위협하고 있다는 새로운 인식이 싹트고 있다. 이로부터, 생태계 환경과 조화를 이루면서 지속가능하게 자원을 활용함으로써 생태계의 일부로서 영속하며 공생하는 가치의 중요성이 강조되고 있다.

그러나 인류가 하루아침에 풍요롭고 편리한 과학문명을 포기하며 자연으로 돌아갈 수는 없을 것이므로 자원을 덜 소모하는 생활

과 함께 자연에 부하를 덜 주는 자원의 개발과 이용, 자연을 복구하고 개선하며 공생할 수 있는 방법 등이 중요한 사회·과학적 목표가 되어 LOHAS(Life Style of Health and Sustainability) 등으로 관심을 모으고 있다.

이를 만족시킬 수 있는 자원을 탐색하고 실용화하는 것이 지금부터 인류가 추구해야 할 일이며, 이러한 자원은 자연의 물질 순환계 속에서 재생되고 있고, 재생될 수 있는 것이어야 한다. 최근, 해양 심층수가 주목받기 시작한 배경에는 이러한 자원과 환경 문제에 바탕을 둔 인류의 자기 구원적 자성이 깔려 있다고 할 수 있다.

육상자원 한계 극복 가능한 천혜의 자원

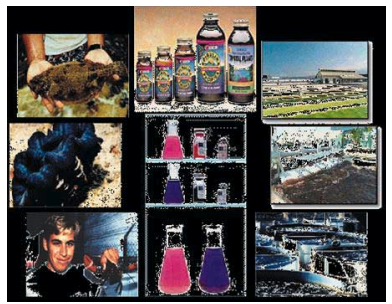
해양심층수를 효과적으로 개발하고 효율적으로 관리해야 하는 것은 무엇보다도 인류 생존 필수자원으로서의 지속가능한 이용을 위해서이다. 우리는 물, 식량, 에너지 등이 없이는 살 수 없거나 문명을 이어 나갈 수 없다. 따라서 우리는 해양심층수의 의미를 대박 상품을 만드는 원료라고 여기기보다는 국민 생존 필수자원으로서의 가치에서 먼저 찾아야 할 것이다. 심층수를 안정적으로



하와이 취수시설



하와이 자연에너지연구소(NELHA)

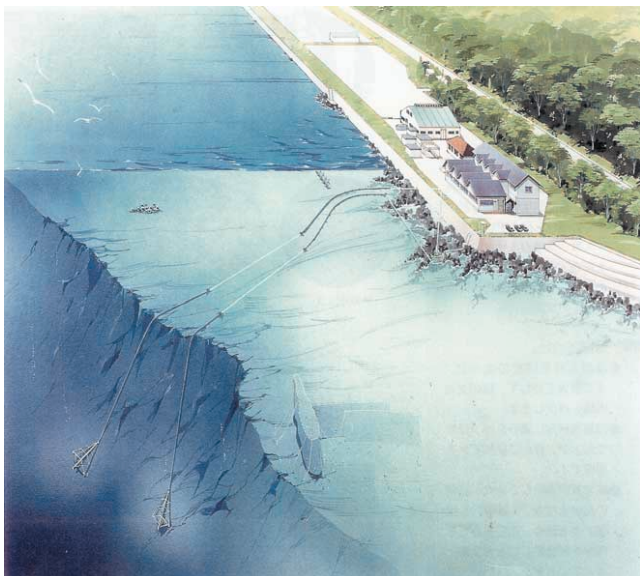


NELHA가 개발한 상품

미국의 해양심층수 개발 및 이용



일본상품



코우치

일본의 해양심층수 개발 및 이용

확보하기 위해 국책사업으로 연구개발이 진행되고 있는 것도 이 때문이다.

뿐만 아니라 이러한 기초자원이 공공적 또는 상업적 산업으로 활용될 수 있는 원료나 수단이 될 수 있다는 것은 육상자원의 한계를 극복할 수 있는 해양자원의 가능성을 보여주는 것이어서 의미가 크다. 물, 소금, 미네랄, 영양염(비료), 냉기가 필요한 모든 것들에 이용될 수 있으며, 깨끗하고 풍부하니 금상첨화일 것이다.

우리 나라로 수입되고 있는 관련 상품들 뿐 아니라 외국의 시장 현황을 보면 해양심층수의 산업적 활용에 대한 가능성을 예상할 수 있다. 일본과 미국을 중심으로 한 선진해양국에서는 1970년대 중반부터 이와 같은 해양심층수의 중요성을 깨닫고 기초연구를 시작하여 1980년대의 기반연구, 1990년대의 실용화 연구에 성공하였으며, 2000년대에는 산업화와 고도 이용을 위한 연구를 지속하고 있다. 일본에서는 해양심층수 관련 산업의 시장 규모가 2조5천억 원에 이르는 것으로 평가되고 있고, 미국과 대만 등에서도 산업화 사업 착수가 이어지는 등 해양신산업의 창출과 주변 산업의 부양에 크게 이바지하고 있는 것으로 알려지고 있다.

이들 선진 해양국이 해양심층수에 대한 지속적 연구개발 투자를 해 온 것은 미래 인류를 위한 공유의 유산으로서 가장 유망한 종합적 자원으로서의 중요함을 알고 있기 때문이다. 미국과 일본에서 이루어지고 있는 연구개발 투자는 중앙정부를 비롯하여 지방정부 및 자치단체, 각종 정부 및 민간 기구에서 막대한 예산으로 이루어지고 있는 것으로 알려지고 있다. 이것은 해양심층수가 환경 친화적이며 순환재생형인 자원이어서 신중하게 지속가능한 이용을 실현할 수 있을 것이며, 자원과 환경의 문제를 종합적으로 해결할 가능성이 있다고 보기 때문이다.

자원빈국으로서 수입의존도가 높은 우리 나라의 동해에도 해양

심층수 자원이 풍부하게 존재하고 있다는 것은 아주 다행스런 일이다. 개발하는 시점에 경제적 가치가 없으면 활용될 수 없기 때문에 많은 자연 자원들이 그때를 기다리고 있다. 해양심층수 자원은 개발 및 이용 기술만 개발되면 가까운 시일내에 경제성을 확보할 수 있어 이용 가치가 높은 해양자원으로 평가되고 있다.

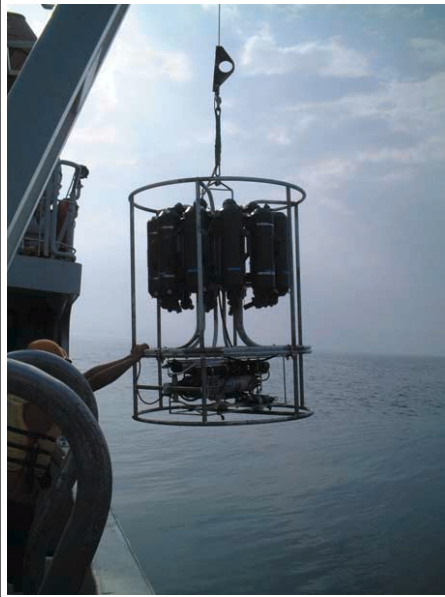
우리 나라에서 해양심층수에 대한 연구는 2000년 기획연구를 시작으로 2001년부터 시작되었다. 2005년에는 해양심층수연구센터가 강원도 고성군에 건립되어 본격적인 연구개발을 위한 연구기반을 완성하였다. 연구센터에서는 1일 1천100m³ 이상의 해양심층수를 취수하여 실시간 수질분석, 담수화 및 수질조정, 냉방이용, 농수산 배양실험 등에 이용하고 있다. 해양심층수 자원의 효율적인 이용을 위한 다단계 이용시스템 구축을 목표로 하여 자원 조사 및 취수기술 개발, 식수 제조, 농수산 이용 및 청정에너지 현장이용,



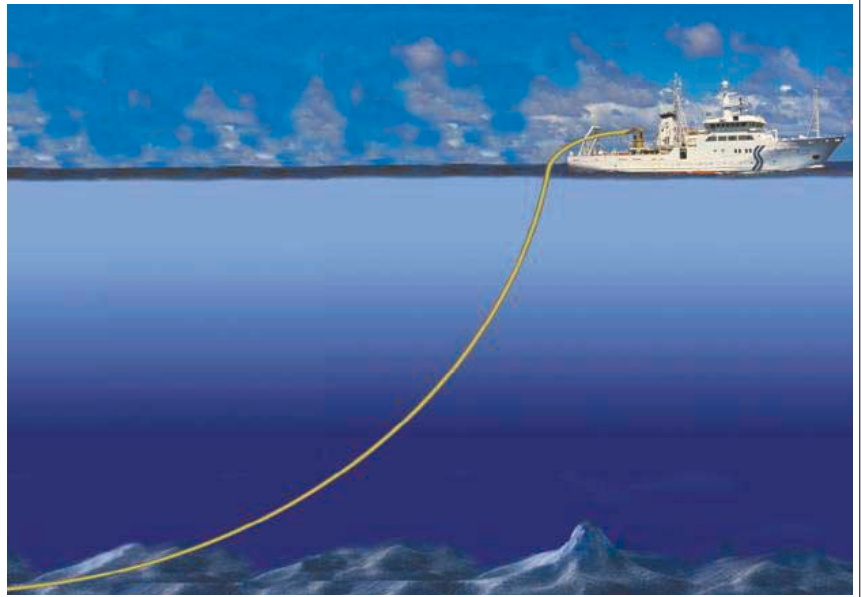
2005년 문을 연 강원도 고성의 '해양심층수연구센터'



해양심층수연구센터 및 취수-이용-관리시설 조감도



조사



취수설계

해양심층수의 개발연구

자원 및 환경 관리 등에 대한 연구가 지속되어 왔다.

관련법 국회 통과, 체계적 개발 기대

자원조사 및 취수기술 개발은 동해 바다에 존재하고 있는 해양 심층수인 동해고유수의 특성을 주기적으로 조사 및 분석하는 것으로 자원적 가치를 정리하기 위하여 실시해 왔고, 앞으로도 계절에 상관없이 안정성을 유지하는지 확인하기 위해 계속될 계획이다. 해양심층수 자원을 이용하기 위하여 중요한 기술이 취수기술이다. 육지에서 가까운 곳에 위치한 근해심층수는 육상까지 취수관을 설치하여 취수할 수 있으며, 이를 위한 설계 및 소재 연구가 실시되어 연구기반(해양심층수연구센터) 구성에 시험 적용되었다. 육지에서 먼 곳에 위치하는 외해심층수는 해역 비옥화를 위해 해상에 설치하여 가동하고, 필요시 운반선으로 육지로 가져와 이용하는 것이다. 외해심층수를 개발하기 위한 연구는 국토 균형발전을 위해 향후 추진되어야 할 것이다.

식수제조 기술은 해양심층수의 담수화 및 수질조정을 위한 분리막 및 막분리 시스템 개발, 성능평가 등을 실시하여 먹는 해양심층수나 수돗물의 제조를 위한 신형식 역삼투막을 개발하였고, 신형식 나노필터를 개발하여 성능평가 실험중이다. 이를 통해, 다양한 수질의 먹는 해양심층수를 제조하고, 수질기준을 만족시키면서 특성

화할 수 있는 핵심기술을 개발하고 있다. 상수도 제조단계에 비하여 경제성이 떨어지는 해수담수화의 제조단가를 낮추기 위한 기술도 지속적인 연구가 필요하다.

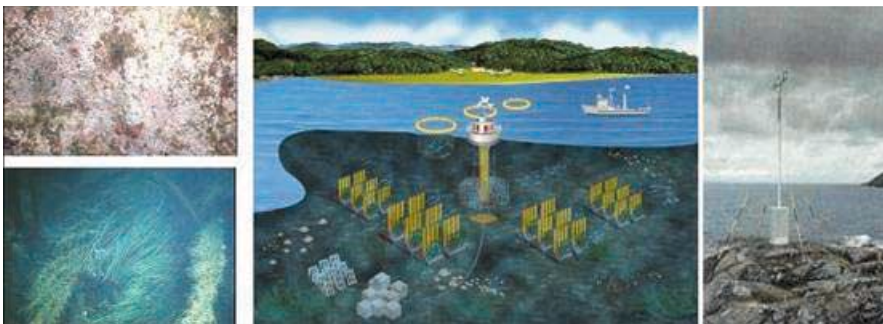
농수산 이용기술은 한해성 수산자원의 회복 및 관리를 위한 기초연구와 농산물의 생장제어 및 유용성분 증강을 위한 이용연구로 추진되고 있다. 한해성 수산자원인 뚝지, 도루묵, 연어류 등의 생리생태 및 월하(여름나기) 실험을 실시하고 있으며, 향후 대구, 헐리벳, 심해생물 등에 대한 연구를 추진할 계획이다.

청정에너지 현장이용 기술개발은 저온(원수는 2°C)의 심층수를 제빙, 냉방, 냉장 등에 이용하기 위한 것으로 현재 연구동의 일부에 냉방을 적용하여 운전실험중에 있다. 이를 연안역의 휴양시설, 숙박시설 등에 응용하는 연구가 계획되고 있다.

자원 및 환경 관리에 대한 연구는 원수를 다각적으로 이용함에 있어서, 특히 먹는 해양심층수로 활용함에 있어서 안전성을 보장하기 위한 수질기준을 정하고, 공정시험법을 정립하여야 한다. 이를 위해, 수질기준과 공정시험법을 설정하기 위한 기초연구를 계속하고 있다. 또한, 심층수의 개발 및 이용에 따른 환경영향을 최소화하고 배출수를 이용하여 환경을 개선하고 생산성을 높이기 위한 연구를 해왔다. 배수량과 연수해수와의 수온차에 따른 확산범위를 평가하고 영양 최소화를 위한 배수(취수)량 상한을 설정하고, 배수에 따




해양심층수의 이용연구



해양심층수의 관리연구

른 해역 생산성 변화를 평가하고 있다. 연구센터가 완공되어 배수가 시작된 이후에 배수해역의 생물 개체수 및 서식량이 증가한 사실을 알 수 있었고, 지속적인 조사 및 분석을 하고 있다.

최근, '해양심층수개발 및 관리법'이 국회를 통과하여 내년초부터 시행될 예정이다. 이 법은 천혜의 자원인 해양심층수를 종합적이고 체계적으로 보전·관리하고 이를 환경 친화적으로 이용하기 위하여 국가적인 차원에서 지속가능하게 개발 및 관리하기 위한 계획 수립 및 국민의 건강한 삶에 기여하고 관련 산업의 육성·발전에 이바지할 수 있도록 하기 위한 것이다.

기본법이 제정되면서 산업화를 위한 지자체와 기업체의 움직임도 활발해지고 있다. 따라서 해양자원의 하나인 해양심층수는 국민 생존 필수자원이어서뿐 아니라 국가 발전과 지역 활성화를 위한 전 통산업 부양 및 신산업 창출을 가능하게 할 기반자원으로 다각적으로 활용될 수 있을 것이다. 



글쓴이는 부산수산대학교 해양공학과를 졸업하고 동대학원에서 석사, 박사학위를 받았다. 현재 건교부 해수담수화 기획위원회 위원이다.