



조류를 이용하여 발전을 할 수 있는 조력발전시설

4 해양환경기술

깨끗하고 환상적인 시토피아(Seatopia) 건설

바다는 매우 크고 넓다는 사실을 우리 모두는 알고 있다. 그런데 바다가 크고 넓다면 얼마나 크고 넓을까? 바다의 면적은 3억6천100만km²이며, 평균수심은 약 3천800m나 된다. 이는 지구표면의 약 71%로, 평균고도 약 840m인 육지의 모든 산들을 깎아 바다를 채운다고 해도 결국 지구는 평균수심 2천 400m의 물로 덮이게 된다. 따라서 우주에서 지구를 바라보면 푸르게 보이며 이 때문에 지구는 물의 행성이라고 부르기도 한다. 바다는 크고 넓은 만큼 서식하는 생물종도 많아 바다에는 지구 전체 동식물의 80%에 해당하는 총 30여만 종의 다양한 생물이 살고 있다. 또한 광물자원인 망간, 니켈, 코발트, 구리 등 4대 광물의 경우 육지는 이용가능 연수가 최고 수십 년인 반

글 최화규 국립수산과학원 서해수산연구소 hgchoi@nfrdi.re.kr

면, 바다는 1만여 년에 이르고 있다. 가장 중요한 에너지자원인 석유도 세계 총생산의 30%가 바다에서 생산되고 있다.

바다는 무한한 자원을 품고 있다

우리는 지구 육지의 자원은 고갈되고 있으니 무한한 자원이 있는 바다를 개척하여야 한다는 말을 신문이나 방송을 통해 많이 듣고 있다. 따라서 현재 세계 각국은 21세기 생존을 위해 해결해야 할 인류의 공동의 과제인 자원고갈과 지구환경 변화 문제를 해양에서 해결하려는 노력이 확대되고 있다. 유망한 세계 석학인 앨빈 토플러도 '해양개발'은 정보통신, 우주개발, 생명공학과 함께 제3의 물결을 주도할 4개의 핵심사업이라 하



미래의 해양도시

있다.

그러면 바다를 개척해 이용하려면 우리는 무엇을 하여야 하나? 그렇다 해양의 가치, 즉 해양과학기술(MT)에 의해서만 그 모습을 드러내 활용될 수 있으며 이렇게 개발된 해양과학기술은 미래인류의 생존과 부, 나아가 삶의 질을 획기적으로 향상시켜 인류의 꿈을 실현시켜줄 희망이 될 수 있는 것이다. 그러나 최근 전세계 물동량의 90% 이상을 수송하고 있는 이 넓고 광대한 바다도 산업화에 따른 육상기인오염물질의 증가, 해양 이용확대에 따른 해양환경 파괴 등으로 일부 지역에서는 차츰 본연의 모습을 잃어가고 있는 것 같아 안타깝다.

인류가 언제부터 해양을 탐구하기 시작하였는지는 확실치 않으나 1519년 마젤란이 최초로 추를 단 줄을 투하하여 바다를 측정했다고 하며, 19세기 후반에 과학적인 해양 관측기를 갖춘 영국의 챌린저호가 탐험한 것이 오늘날 해양과학의 기초가 되었다. 그 후 지금까지 세계 여러 나라에서 정밀한 해양연구가 지속되고 있으며, 현재 선진각국의 해양과학기술은 친환경·안전·초고속·거대·무인·자동화되고 있다.

그러나 해양과학기술은 해양이라는 특별하고 가혹한 조건에서 수행하여야 하는 특수하고도 극한의 기술이다. 바다는 깊이가 깊어질수록 압력이 커지고, 염분을 함유한 바닷물은 재료를 부식시키며, 고착생물들의 부착으로 관측기기의 성능이 떨어지기도 한다.

또한 바닷속에서는 빛이 멀리까지 나가지 못해 넓은 범위를 관찰하기 어렵고 전파를 이용한 관측의 경우에도 한계가 있으며 정보전송도 어렵다. 뿐만 아니라 높은 파도나 해일 등의 가혹한 자연현상이 빈번하게 발생하여 지금까지 활발한 개발이 이루어지지 못하였다. 하지만 최근의 과학기술의 진보는 이러한 좋지 않은 조건을 점차 극복하여 새로운 해양자원개발 및 공간이용을 가능하게 하고 있다.

해양과학기술에는 어떤 것들이 있으며 앞으로 어떻게 발전되어갈 것인가? 해양과학기술은 크게 해양환경, 해양자원개발, 그리고 해양에서의 활동 등 세 분야로 나눌 수 있다. 첫째 해양환경 보전을 위한 연구이다. 해양환경을 이용하려면 우선 그 해양 환경이 깨끗하게 유지 보존되어야 한다. 인간의 활동과 자원의 개발에 따라 파생되는 해양환경문제를 예방하고 능동적으로 대처하기 위해 필요한 분야이다. 여기에 속하는 해양과학기술로는 해양기상 및 기후감시·예보, 해양환경 종합관측, 연안 해양환경 모니터링·평가, 오염해양 청정화 기술, 폐기물 해양투기기술 등이 있다.

둘째 해양자원의 개발/활용을 위한 연구이다. 바다에는 무한한 생물자원과 광물자원이 존재한다. 이러한 다양한 자원을 인간에게 보다 유용한 식품이나, 의약품, 또는 산업 및 에너지자원 등으로 효율적으로 활용하기 위해 필요한 분야이다. 여기에 속하는 해양과학기술로는 해양생물·유전자자원, 조류 등을 이용한 해양에너지 자원, 석유, 천연가스 등의 해양광물자원, 해수의 담수화와 심층수 같은 해양수자원, 해수욕장 같은 해양공간·환경자원 등이 있다.

마지막으로 셋째는 해양에서의 활동을 위한 연구다. 여기에 속하는 해양과학기술로는 선박기술, 해상산업기지 개발, 수중로봇제작 등을 통한 수중활동기술, 해양장비시스템 개발, 항만건설과 같은 해양구조물 등이 있다.

바닷물은 이상적인 에너지 자원

산업에 있어 기초 필수자원인 석유자원의 개발을 위해 우리나라는 1990년대 중반부터 축적되기 시작한 기술과 경험을 바탕으로 이라크, 시베리아, 카스피해 지역을 핵심전략지역으로 선정, 해외유전개발을 적극 추진하고 있다. 이러한 노력에 힘입어 우리 나라는 석유자주개발 공약을 지금의 (2003년 6월 기준) 3%에서 2010년까지 10%로 확대코자 하고 있다. 또한



석유탐사 위치도



바다목장

1970년부터 기론되기 시작한 국내 대륙붕에서의 석유자원 개발을 위해서도 1983년부터 본격적인 석유탐사작업을 시작하여 최근에는 울산 앞바다에서 경제성이 있는 천연가스 매장량을 발견, 2004년에는 국내 최초의 천연가스를 개발 생산하기에 이르렀다. 앞으로 이 파이프라인천연가스(PNG)는 발전용 연료로서 2년여간 품질 검증단계를 거친 후 2006년부터 동서발전의 울산복합화력의 발전용 연료로 우선 사용될 예정이다. 이번 천연가스 발견 성공으로 국민의 염원인 산유국의 꿈은 실현될 수 있을 것이다.

또한 태평양 깊은 바닷속에 엄청난 양으로 매장되어 있는 망간단괴자원을 개발을 위해 우리 나라는 지난 1994년 세계 7번째로 15만km²(최종 7.5만km²)의 광구를 확보하여 이를 개발하기 위한 정밀탐사를 실시하고 있다. 오는 2010년 이후에는 연간 약 300만 톤의 망간단괴를 생산하여 15억 달러의 수입대체효과를 거두게 된다. 우리는 흔히들 에너지 부족을 말하며 또한 에너지의 주 발전인 원자력은 방사능 오염이다 하여 심각한 환경 문제가 되고 있다.

그러나, 바다에서 얻은 에너지는 육지의 에너지와 다르게 얻어질 염려가 전혀 없고, 현재 사람들이 사용하는 에너지의 양을 모두 충족시키고도 남을 만큼 풍부하며, 공해가 생기지 않는 미래의 이상적인 에너지자원이다. 밀물과 썰물을 이용한 조력발전소, 주기적인 바닷물의 수평운동을 이용한 조류발전, 파도로부터 에너지를 얻을 수 있는 파력발전 등이 있으나 바닷물을 이용한 발전소는 아직도 실험단계지만 많은 연구가 이루어지고 있기 때문에 멀지않아 바닷물로부터 전기를 공급받을 수

있는 시대가 올 것이다.

바다목장은 육지의 가축사육과 같이 자연그대로의 청정해역에 인공어초(바닷속에 정착시키는 인공적인 구조물로서 물고기의 아파트라 할 수 있음) 등을 넣어 물고기들이 모여 살게 만든 곳이다. 바다목장에서는 새끼고기 때부터 먹이를 줄 때마다 음향 급이기를 이용, 특정음파를 보내고 이것을 반복하면 멀리 나갔던 고기도 다시 모이게 만든다. 또 관측기기를 설치하여 수온이나 기타 오염여부를 측정하여 바다목장 주변을 과학적으로 관리한다. 이러한 바다목장은 한정된 바다를 첨단과학기술을 이용하여 관리함으로써 생산력을 키울 수 있는 가장 좋은 방법이다. 현재 경남동영해역에 가면 볼 수 있으며 서해·남해 지역으로 단계적으로 확대될 예정이다.

항만은 해상교통과 육상교통이 연결되는 곳으로 우리나라와 세계 여러 나라를 연결해 주고 교역을 통해서 함께 발전할 수 있도록 만드는 중요한 시설이다. 따라서 동아시아 물류 중심 국가로의 도약을 위해 우리나라는 제1의 항만인 동시에 세계 제3위의 컨테이너 항만인 부산항의 반성적인 적체를 해소하기 위해 30척의 선박이 동시에 집안할 수 있는 부산 가덕신항 건설을 추진하고 있다. 한편 오는 2011년 광양항에는 33척의 컨테이너 선박이 동시에 집안할 수 있는 새로운 시설이 완공된다. 아산항에도 총 77척의 선박이 동시에 집안할 수 있게 되어 수도권 화물의 분산처리라는 물론 대 중국 교역기지 역할을 담당하게 된다.

최근 각종 매스컴에 오르내리고 있는 신비의 물로 알려져 있는 해양심층수는 21세기 인류의 식수, 식량, 에너지부족과 환

경오염이라는 위기에 직면해 있는 지금, 깨끗하고 재생 가능한 자원으로서 이러한 위기를 극복할 수 있는 하나의 대안으로 주목받고 있다. 해양심층수는 수심 200m 이하의 바닷물로서 표층수와는 다른 해류의 흐름을 갖고 있으며 연중 안정된 저온상태를 유지하고 병원균이 거의 없는 반면 인체에 유익한 각종 미네랄 성분이 풍부한 것으로 알려져 있다. 따라서 우리나라도 일본, 미국 등 선진국에 이어 해양심층수를 실용화하여 기능성생수, 식품, 의약품, 화장품등을 생산하고 차가운 물에서만 서식하는 물고기를 양식하려 하고 있다.

또한 바닷속 깊은 심해의 극한환경에서 사람대신 잠수해 줄 6천m 무인잠수정을 개발하여 해양자원개발과 해양과학조사를 위한 기술을 축적하고 심해의 극한환경을 극복할 수 있는 수중작업시스템을 개발하고자 하고 있다. 해역의 특성과 상황을 신속 정확하게 파악할 수 있는 첨단 해양과학기지가 동·

서·남해안에 설치·운영된다. 이어도 해양과학기지를 시작으로 국토 선단에 설치될 해양과학기지는 각종 해양 정보를 제공함으로써 해상안전 도모는 물론 해양산업발전을 지원하는 중추적인 역할을 담당하게 될 것이다.

생태계 파괴없는 해상구조물 시대 열려

남극과 북극은 자연환경과 기후여건이 가혹하기 짝이 없는 혹한의 지역이나 극지 특유의 자연조건으로 인하여 해양생물 자원과 광물자원이 풍부한 자원의 보고이다. 북극해와 주변 8개국의 북방영토로 구성된 북극과는 달리 남극대륙과 남극해로 이루어진 남극은 어느 나라의 소유도 아닌 지구상의 마지막 미개척지라 할 것이다. 특히, 남극의 경우 남극개발에 따른 막대한 경제적 가치를 둘러싼 여러 국가들의 이해대립이 첨예한 가운데 현재는 남극조약으로 어떠한 국가의 권리주장이나 광



이어도 해양과학기지

남극 세종기지



물자원개발을 철저히 금하고 있는 형편이나 선진국들은 향후 본격적인 남극개발에 대비하여 남극에 대한 과학조사연구를 활발하게 진행중이다. 우리 나라도 1988년 남극 킹조지섬에 세종과학기지를 건설하여 15명의 전문가가 상주하며 환경과 생태 등에 대하여 연구하고 있으며, 2002년에는 북극개발을 위한 과학조사연구를 위하여 노르웨이의 스발바르섬에 다산북극과학기지를 개설하여 운영하고 있다.

해양과학기술의 개발로 지금 우리는 해양도시의 건설을 꿈꾸고 있다. 해양도시란 바다 위 또는 바닷속에서도 인간이 생활할 수 있도록 주거시설이나 공원, 공항 등을 만들어 바다를 육지처럼 사용하려는 계획에서 시작한다. 우리 나라는 육지가 좁은 반면 삼면이 바다로 둘러싸여 있어서 바다공간을 이용하기에 매우 좋은 조건을 갖추고 있다. 예전에는 바다를 매립하여 공간을 활용하여 왔으나 이러한 방법은 해양생태계를 손상시키기 때문에 최근에 와서는 새로운 해양 공간 이용기술이 등장하였다. 바다 위에 배처럼 띄우는 해양구조물을 만드는 것인데, 이러한 해양구조물은 높은 파도나 바람, 조류에도 전혀 흔들리지 않으며, 구조물 아래쪽으로는 바닷물이 순환할 수 있게 되어 환경도 보존할 수 있게 되어 있다. 우리 나라에서도 최근 해양구조물개발

에 착수하였기 때문에 멀지않아 영화 속에서나 보았던 깨끗하고 환상적인 해양도시를 만나 볼 수 있을 것이다.

그러면 세계 각 나라들의 해양과학기술은 어떻게 개발되고 있을까? 우리가 미래의 해양과학기술이라고 일컫는 기술들 중 이미 일부는 선진국에서는 개발되어 현재 이용되고 있는 것도 많다. 미국의 경우 1960년 케네디 대통령이 '해양개발선언' 이래 미국은 해저 석유개발, 해저산업, 해양과학탐사, 인공위성탐사, 해양자원탐사분야에서 최신의 기술과 정보를 축적하고 있으며 기초과학기술과 해양과학기술을 바탕으로 세계 최고의 해양강국으로 성장하고 있다. 일본은 역사적으로 해산물을 좋아하는 국민 식생활 습성과 지진이 많은 자연 환경적 특성 때문에 해양연구의 중요성이 강조되어 왔다. 일본은 세계 수준의 조선 및 해양구조물 기술을 바탕으로 각종 선박 및 장비를 수출하고 있으며, 최첨단의 수산양식기술을 생물공학과 연계·발전시키고 있다. 아울러 도서국가라는 지리적 협소함을 극복하기 위해 인공섬, 간사이국제공항, 고메인 공항관 등을 건설하여 이용하고 있다.

영국의 해양개발은 북해 해저의 유전개발을 위한 실용적인 차원에서 발전되었으며 해운항만관리, 해양토목 건설 등에서

북극 다산기지



세계 수준의 기술을 보유하고 있다. 프랑스는 수산양식, 조력 발전 기술 분야에서 세계 최첨단의 기술을 보유하고 있으며, 특히 조수간만의 차이를 이용한 랑스조력발전소가 가동중에 있다. 중국은 최근 해양관측 전용위성 발사, 말해만 및 남중국 해에서의 석유개발과 관련된 해양환경보존노력, 해양생명공학 연구투자확대, 심해저 관련 연구 및 기술개발강화 등 해양과학 기술 각 분야에서 눈부신 발전을 이루고 있다.

해양관측 전용 위성으로 해양환경 보존

해양과학기술개발이 성공적으로 이루어져 멋진 해양 미래를 건설하기 위해서는 연구와 개발을 위한 예산이 뒷받침되어야 한다. 삼면이 바다로 둘러싸인 우리 나라는 해운, 수산, 조선산업 이외에 해양과학기술 및 해양개발 산업수준은 선진국에 비하여 매우 뒤떨어져 선진국과 비교하여 약 40% 정도의 기술수준에 머물고 있다. 그러나 다행스럽게도 정부는 IT, BT, NT 등에 비해 해양과학기술개발이 열악하다는 지적에 따라 2003년 10월부터 학계와 업계전문가까지 참가시켜 개발계획을 수립해 왔으며, 지난 7월 28일에는 해양과학분야에 대한 기술개발과 투자를 위한 해양과학기술개발계획을 확정 발표했다. 이에 따

라 국내에서도 MT에 대한 투자와 개발이 본격화될 전망이다.

이 계획에 따르면 해양수산부는 올해부터 오는 2013년까지 10년간 3개 기술축 즉 동북이물류중심국가 건설을 위한 기술기반 구축(9천900억 원), 해양자원과 청정에너지 개발(1조 860억 원), 해양환경보전과 해양재난·재해 대응 기술개발(1조 240억 원)에 14개 중점 추진분야를 선정, 총 3조1천억 원을 집중적으로 투자하게 될 것이라고 한다. 매우 반가운 일이 아닐 수 없다.

세계지도를 기꾸로 놓고 보면 우리 나라는 대륙의 끝에 있는 작은 반도국가가 아니고 드넓은 태평양을 앞마당으로 하여 세계로 뻗어나갈 수 있는 무한한 가능성을 지닌 해양 국가다. 미래는 꿈을 실현하는 자의 몫이며, 바다에 대한 도전은 무한한 재산적 가치를 창출하는 것이다. 멸지 않은 장래에 바다는 육지를 대신할 새로운 인류생활의 중심지로서 우리 곁에 자리 잡게 될 것이다. 이는 바로 우리 인류가 추구하는 이상형인 시토피아(Seatopia)의 세계이며, 바다에 대한 끊임없는 도전과 창조적 정신만이 이를 가능하게 할 것이다. ㉔



글쓴이는 부산수산대학교 환경공학과에서 석사 학위를, 부경대학교에서 박사 학위를 받았다.