

서해안 해양자원 개발전략

노 일
(盧 一)

한국해양대학교
해양공학과 교수



I. 서론

II. 각론

1. 수산 및 생물자원 개발
2. 광물자원 개발
3. 해양에너지 개발

III. 결론

I. 서론

현재 우리나라 육상에서 생산되는 식량 및 각종 광물자원의 현황은 어떨까? 한 마디로 말해서 가용 자원은 점점 고갈되어 가

고 있으며, 농산물의 재배 환경은 악화일로를 걷고 있고, 무분별한 농업 활동에 따라 육상 생태계는 두루 파괴화되고 있는 중이다.

10여년 전 필자의 대학원 시절, 어류 학계의 태두인 최기철 교수님을 따라 담수어류의 실태를 조사하기 위해 경기도 고양군 및 여주, 이천과 강화도 일대를 조사하러 다닌 적이 있었다. 그 때 말로만 듣던 농약의 피해를 눈으로 확인하고 우리나라 농민들의 농업 행태에 대해 한탄한 적이 있었다. 논밭이 있는 경작지에는 작고 좁은 독이 흔히 있었는데 이런 곳은 예외 없이 쓰다 남은 맹독성 농약병이 이리저리 굴러다니고 있었으며, 농로에 연해 있는 작은 수로들은 비교적 독성에 강한 종으로 알려져 있으며, 예전부터 이러한 수로에 흔하던 송사리, 왜물개 등 소형어류들이 전혀 자취를 감추고 있어 농약의 화학적 독성이 수로를 그야말로 '맹물'로 만들어 놓은 것을 발견하고 아연 신탁한 적이 있다. 더욱이 염색공장이나 피혁

공장이 있는 곳은 그 정도가 더욱 심해, 인근의 넓은 개수로는 마치 석탄을 풀은 듯 검은빛 일색이었으며, 개천 자체가 “무생물 상태”로서 끝도 없이 흘러가고 있었는데, 틀림없이 그 물들은 흐르고 흘러 서해 바다로 들어갔을 것임에 틀림없다.

그 때 이후, 농업 환경은 악화일로를 걸어왔으며, 농업을 통한 식량증산은 이미 한계에 다다랐고, 수질 및 토양 환경은 각종 맹독성 화학물질에 의해 몸살을 앓아 왔다. 이런 현상은 시간이 흐를수록 더욱 심화되어 갈 것으로 믿어진다.

육상의 광물 자원 역시 곳감 빼 먹듯 써버릴 수밖에 없어, 향후 100년 이내에 대부분의 육상 광물 부존 자원은 고갈 내지는 심각한 결핍 상태에 빠질 것이란 것이 학계의 예측이다.

한편, 현대는 에너지의 시대라고 해도 과언이 아니다. 석유, 천연가스 및 석탄 등 화석에너지의 확보 유무에 따라 빈부의 격차가 나뉘짐은 물론이고, 국권의 강약조차 심각한 영향을 받는 작금의 상황이지만, 석유는 앞으로 50년이면 끝장이 날 것이라는 것이 학계의 정설이다. 이러한 석유시대의 종말과 함께 살아남기 위하여 우리나라도 대체 에너지의 개발을 서둘러야 한다. 현재 우리나라는 화력 및 수력 발전, 원자력 발전으로 산업 및 도시 전력을 충당하고 있으나 자연환경 파괴 및 공해물질 생성 등을 담보로 하고 있어 “환경적으로 불건전한” 진전

을 계속하고 있는 상황이다.

자원의 고갈 및 환경 피폐화에 지칠대로 지친 이런 상황에서 서해안을 바라보는 우리의 시각은 다시 한번 새로워져야 하겠다. 서해는 우리나라를 중국과 대륙붕으로 연결하고 있는 매우 얇은 바다로 중국과의 각종 교역 및 경제활동, 선박항해 및 항공교통 등으로 날이 갈수록 그 중요성이 강조되고 있으며, 지정학적으로 매우 중요한 위치에 있다.

한편, 양국간 폐기물의 공해상 투기 허용 구역이 지정되어 있으며, 양국의 많은 하천이 서해로 흘러들어 하천을 통한 폐수의 해양오염 역시 양국의 현안 사항이다. 최근에는 중국 청도에 있는 해양연구소와 한국의 해양연구소 공동으로 서해에 대한 제반 해양학적 프로젝트가 착수되었으며, 우리나라 환경부 자체 프로그램으로 서해 일대의 제반 환경학적 조사가 시작되고 있다. 이와 같이 최근 들어 서해는 해양학 및 환경학적으로 양국 공통 관심 대상지역으로 부각되고 있는 해역이다.

서해안은 조석간만의 차가 매우 크다는 것은 잘 알려져 있어, 인천 부근은 9m를 상회할 정도의 세계적인 조차(潮差)를 갖고 있다. 또한 해안 전체가 침하하는 지질학적 특성을 갖고 있어 해안선이 들쭉날쭉하며, 거기에 따라 땔이 잘 발달되어 있어 많은 생물들의 산란처 및 서식처로서 그 생태학적 중요성이 매우 크다. 만약 서해안 전역의

빨을 우리나라 국민 4천만이 나누어 갖는다면 1인당 50평 이상이 할당될 정도의 광활한 넓이를 자랑하고 있으며, 이러한 빨은 각종 수산생물의 양식장으로 활용될 뿐만 아니라 주요한 자연적 서식처로서의 기능을 하여, 우리 식단을 장식하는 많은 해산식품이 바로 이 서해안의 빨에서 생산되고 있다.

한편 서해안의 최대 수심은 고작 100m를 넘을 정도이고, 평균 수심은 40m 밖에 안되는 매우 수심이 낮은 해역으로써 동남해안과는 달리 바다 바닥으로의 접근이 아주 용이하며 따라서 각종 광물자원 채취가 동남해역에 비해 비교가 안될 정도로 쉬운 장점이 있다.

서해안은 이와 같이 동남해안과는 다른 독특한 해양환경 조건을 갖추고 있는 지역으로서, 광활한 빨에서 채취할 수 있는 수없이 많은 수산자원과, 수심이 유난히 얕은 대륙붕 지역에 부존되어 있는 무진장한 광물자원, 조석간만의 차가 세계적인 지역으로 조력 에너지 개발이 무척 용이한 점이 대표적인 특장점이다.

II. 각론

1. 수산 및 생물 자원 개발

1) 인공어초 설치

어류는 몇몇의 초대형 종을 제외하고는 해저에 적당한 은신처가 있을 때 그곳에 모

여들어 집단적으로 서식한다. 따라서 여러 형태의 인공어초를 어느 특정한 지점들에 투하하여 어류의 서식처 및 산란처로서의 기반을 제공하는 어류 유인 작업이 필요할 때가 왔다. 이미 일본에서는 상당한 수준으로 인공어초 투하로 많은 어획량의 증산을 꾀해 오고 있으나 우리나라는 아직 시작 단계에 불과하다. 이웃나라 일본의 연구 결과를 참고로 하여 우리나라 특성에 맞는 인공어초 제작 및 투여지점 결정 등 고기를 따라다니며 잡는 노력형 어업에서 유인하거나 은신처를 제공하여 이곳이 산란처가 될 수 있도록 하는 유인형 어업이 필요한 시점에 와 있다. 서해안은 특히 수심이 얕은 관계로 어초 투하 및 집적이 용이하여 어획량 증가에 유리한 입장에 있다.

2) 양식장 확충조성

연근해 양식장의 확충조성은 동서남해안 공통의 문제이지만 특히 서해안의 양식 산업이 비교적 낙후되어 있는 만큼 잡는 어업에서 기르는 어업으로의 전환이 향후 우리나라 수산업의 목표로 설정되는 것이 바람직한 상태에서 김, 미역, 다시마, 파래 등 우리나라 사람들의 식단에 거의 필수적인 대형 해조류의 대량 양식기술 개발에 많은 투자가 선행되어야 하고, 어류를 위시하여 조개류, 우렁쉥이, 굴, 새우 등 주요 해산동물의 양식장 확충에 우선적으로 진력하여야 한다.

3) 심층수의 인공 용승에 의한 어장 조성

일반적으로 심층수는 규조류로 대표되는 식물플랑크톤의 필수 영양소인 질소와 인을 다량 함유하고 있으며 세계적으로 이러한 심층수의 용승에 의해 조성된 유명한 어장이 매우 많다. 그러나 서해안에서의 자연 용승은 흔하지 않으므로 심층수를 펌핑하여 표층 방류하는 방식에 의한 인공 용승은 다량의 영양염류를 표층수에 공급하여 식물플랑크톤의 급격한 성장을 유발한다. 이렇게 성장한 식물플랑크톤은 해양생태계의 먹이사슬을 통해 동물플랑크톤 소형어류 대형어류 순으로 증식을 유발하므로 대규모 어장 조성을 할 수 있다. 다만 50m 이상의 수심을 가진 해역에서 인공 용승을 해야만 어장 조성을 위한 충분한 영양염류의 공급을 기할 수 있으므로, 서해안에서는 어장 조성을 위한 해역 선정에 신중을 기하여야 한다.

4) 해양목장 개발

해양목장은 어떤 일정 해역에 치어를 부화 방류하여 증식시키는 어업으로서 활어조 또는 가두리에서 치어를 가두어 놓고 기르는 양식어업 등은 이미 실시되고 있지만, 해양목장은 이것을 더욱 넓은 해역과 대상 어종을 더욱 확대 적용하여, 양식을 자연 생태계와 조화시켜 가면서 행하는 어업이다. 해양 목장은 일정한 해역을 각종 어류의 산란, 서식, 생육처로서 지정하고 해양에 있어서의 먹이사슬을 개선하여 어업 생산량을 성장시

키고자 하는, 기르고 키워서 잡는 어업의 최종 종착지이다. 다시 말하면 종묘 생산, 종묘 방류, 어장 조사, 육성 관리, 수확 관리, 환경 및 기생충 관리 등 상당히 광범위한 기술을 조합한 관리형 어업이다. 즉 증식재배 어업이 고도로 발전한 자원관리 단계의 어업이고, 양식업까지 포함한 종합적 어업 생산체제이다.

해양목장의 구성요소로서는 첫째 해양 구조물로서 어장 관리용 플랫폼, 관리 연구용 바이지, 활어조, 어탐용 부이, 각종 사육조, 소파 및 방파제, 표사 방지제, 어초, 취수관, 계류장치 등이 있다. 이들 해양 구조물은 해저에 고정하는 고정식, 해상에 뜨게 하는 부유식, 해저에 고정하지만 약간의 동요를 허용하는 요동식 등이 채택된다.

이러한 인공 해양 구조물은 천연적인 천연어초와 적절히 혼합되어 방대한 해저목장을 이루는 가장 필수적인 구조물들이다. 서해안은 다른 연안보다 비교적 수심이 얕아 이러한 해양 구조물을 시공·설치하는데 훨씬 유리하며 따라서 앞으로 수많은 해저목장의 신설을 서둘러서, 기르는 어업의 최선두 연안으로서의 역할을 감당해 나가야 한다.

2. 광물자원개발

1) 석탄

석탄은 육지에 가까운 천해(淺海)의 해저

로 1,000m 정도까지의 지각에 부존하는 탄층을 대상으로 하는데 채탄장이 육지에서 바다 쪽으로 뻗어 나갈 경우 육지에서 채탄을 위해 바다 쪽으로 접근하는 것은 석탄의 생산성 및 갯내 환경조건의 악화를 초래케 하므로 해상에 인공섬을 건설하여 해양으로부터의 접근을 도모해야 한다. 서해안은 천해 지역이므로 채탄을 위한 인공섬 조성이 타 해안에 비해 매우 용이하여 경제성이 매우 양호한 것으로 사료된다.

2) 건설재

건설재인 모래, 자갈은 하천에서 천해역으로 퇴적하는 모래층, 자갈층을 채취하여 사용하고 있는데, 주지하다시피 서해안역은 전연안역이 천해역으로서 비교적 먼바다까지 걸쳐 무진장한 건설재를 채굴할 수 있는 입지적 여건이 타의 추종을 불허하고 있는 형편이다. 육상에서의 건설자재원 고갈 현상이 심화되고 있는 현재, 서해안에서의 모래, 자갈 등의 부존량이 증가일로에 있는 건설, 토목공사에 필요한 양을 충당하고도 남을 것이다.

3) 광물자원

(1) 해저의 광물자원

해저의 광물자원은 매장된 해저의 수심에 따라 광물의 종류와 분포 양상이 다른데 일반적으로 조간대에는 다이아몬드, 금, 백금, 자철광, 중석 등이 많이 분포하며, 대륙붕

지역에는 석탄, 석유, 천연가스, 금, 주석, 인광, 인회석 등이 많이 매장되어 있다. 우리나라의 경우 육상에는 수요가 급증하고 있는 이러한 광물자원이 충분히 부존되어 있지 않아서 하이테크 산업의 필수 원자재가 되는 대부분의 광물자원을 수입에 의존하고 있다.

채굴 방법만 잘 개발된다면, 천해역으로서 채굴에 유리한 서해안은 각종 광물자원에 관하여 천혜의 보고이며, 따라서 개발이 시급히 진행되어야 한다.

(2) 해수중의 광물자원

해수중에는 이 지구상에 출현하는 거의 모든 종류의 각종 금속, 비금속 광물자원이 용해되어 있으며, 용출공법만 잘 개발하면 그 양에 있어서 무한에 가까운 금속, 비금속 광물자원을 바닷물로부터 캐내어 쓸 수가 있는 것이다. 특히 산업용으로 많이 쓰이는 금, 백금, 은, 망간, 철, 코발트, 구리, 니켈, 아연 등은 주요 개발 대상 광물자원으로서 해수 순환이 비교적 용이하게 이루어지고 있는 서해안은 공법에 따라 연중무휴로 해수로부터의 추출을 계속할 수 있다. 또한 식염은 우리가 천일염으로 그 옛날부터 해수를 증발시켜 만들어 오던 방법으로써 지금도 거의 전량의 수요가 해수로부터 충족되고 있는 형편이다.

한편 육상 우라늄 부존자원이 거의 없는 우리나라는 원자력발전을 위한 우라늄을 거의 100% 해외에 의존하고 있다. 해수에 용

존되어 있는 우라늄은 평균 3ppm으로 함유량이 적기는 하나 해양수가 막대하므로 해수중에 용해되어 있는 막대한 양의 우라늄 추출공법 개발은 원자력발전이 화력발전을 능가할 것으로 예측되는 21C에는 더욱 필수적인 것으로 생각된다.

(3) 해수의 담수화

해수를 수자원으로서 이용하기 위한 해수의 담수화는 이미 실용화되고 있지만 제조원가가 상당히 높기 때문에 근해의 해상시설 또는 원거리 항해용 대형선박에서 주로 사용되고 있다. 이미 우리나라의 수자원 부족은 어제 오늘의 일이 아니며, 대도시뿐만이 아니고 낙도 등의 수자원 부족은 장차 제조원가를 최저화할 수 있는 공법의 개발로 해수를 담수로 용이하게 전환하여 이용할 수 있을 때에만이 막을 내리게 될 것이다. 또 한편으로는 이미 언급한 바와 같이 해수중 용해되어 있는 유용한 성분의 금속, 비금속 광물을 해수의 담수화 공정에서 기대하지 않은 훌륭한 부산물을 얻어질 수 있으니 이는 일석이조가 아니겠는가?

3. 해양에너지 개발

1) 조력발전

조력발전이란 보통 1일 2회의 밀물, 썰물의 수위차를 이용하여 전기를 얻는 것으로, 만조시에 해수를 저수지에 저장하였다가 썰물때 낙차를 이용하여 수차를 돌려 발전하

는 시설이다. 세계 최초의 상용 조력발전소는 프랑스 랑스 하구의 조력발전소로서 1966년에 완성되었다. 그 외에 소련, 중국에서의 시험용 조력발전소가 잇따라 가동되었으며 우리나라에서도 몇 년 전에 서해 가로림만에 시험용 조력발전소를 건설했으나 아직까지 상용화에는 이르지 못하고 있다.

이 조력발전이 가능하기 위해서는 조차가 적어도 3~4m 이상이어야 하는데 우리나라의 서해안은 보통 3~4m 이상에서 최대 9m까지 조차가 생겨 조력발전을 위한 최적지는 매우 많으므로, 향후 꾸준한 기술개발과 물질적 투자로 천혜의 이익을 극대화하는 방안이 반드시 강구되어야 할 것이다.

2) 해류발전

해양에는 언제나 일정한 방향으로 흐르는 해수의 흐름이 있다. 이 해수의 흐름을 해류라고 하는데, 이 해류 속에 프로펠러를 설치하여 프로펠러가 발전기를 돌림으로써 전기를 얻는 방식이 해류발전이다.

미국에서는 1970년에 플로리다 해류를 이용하여 발전을 시도하였으며 그 이후 꾸준히 해류발전에 대한 연구개발이 진행되어 오고 있다. 일본 본토 옆을 지나가는 구로시오(黒潮)는 상당히 속도가 빠른 난류인데 일본에서는 이 구로시오를 이용하여 발전을 하고자 하는 연구가 꾸준히 진행되어 오고 있으나 아직까지 실용화에는 이르지 못하고 있다.

우리나라 서해안은 계절에 따라 약간의 차이는 있으나, 이러한 구로시오의 지류가 연중 흘러 들어오고 있어 해류발전을 위한 입지는 충분히 갖추어진 것으로 사료되며, 미래의 에너지 개발을 위해 지금부터라도 이러한 해류발전에 대한 연구개발이 이루어져야 한다.

3) 파력발전

해수욕장이나 암초 해안에 나가 보면 일 년내내 센 파도가 끊임없이 몰려와서 부딪혀 사라지곤 한다. 파도의 잠재 에너지는 매우 크며 해안선이 발달한 지역에서는 그 총 에너지가 막대하다고 할 수 있다. 파력에너지 이용하려고 외국에서는 18세기 이래 많은 아이디어가 제안되어 왔다.

파력발전의 원리는 파도에 의한 물 입자의 에너지 즉 해면의 상하 동요를 이용하여 터빈을 돌리던가, 경사면을 따라 흐르는 물을 저장하여 수력으로 변화해서 발전기를 돌리는 것이다.

영국의 서해안은 세계적으로 파장이 심한 해역이어서 1975년에 파력발전에 대한 첫 연구가 시작되었다. 그 외에 구미 제국이나 미국, 일본에서도 파도를 이용한 발전 방법에 대한 수많은 연구가 이루어져 왔다. 그러나 이와 같은 수많은 연구 개발에도 불구하고 부표 등의 소규모 발전 장치를 제외하고는 실용화에 이르지 못하고 있다.

그러나 해안선이 잘 발달되어 있는 우리

나라 서해안은 동해안보다 입지적으로 조금 떨어지지만 파력발전의 이용 가능성이 높다.

4) 해양 온도차 발전

해양 온도차 발전의 원리는 밀폐용기 내에서 암모니아 등의 끓는점이 낮은 유체를 바다 표면에서 취수한 해수로 가열, 기화시켜 터빈을 돌려 발인하는 것이다. 한번 터빈을 돌린 기화된 유체는 깊은 바다에서 취수한 차가운 물로 냉각해 액체로 되돌려지고 이 되돌려진 액체는 따뜻한 표면수로 다시 기화시켜 연속적으로 터빈을 돌리게끔 만드는 발전 시설이다.

해양 온도차 발전의 역사는 오래되어 1881년 프랑스의 물리학자 잭 다르손발에 의해 최초로 제안되었으며 그 제자들에 의해 원리가 실증된 후, 브라질 연안에서 최초의 실험 운전을 시도했으나 실패로 끝났다. 그 후 해양 온도차 발전에 대해 얼마간 소강 기간이 있은 후, 1970년대에 이르러 석유 자원의 고갈과 자연 에너지 이용이 사회의 토픽으로 되자, 해양 온도차 발전은 다시 주목받게 되었다. 미국은 1972년 해양 온도차 발전의 연구개발을 시작하여 현재까지 많은 연구가 진행되어 있다.

일본에서도 1974년부터 해양 온도차 발전의 연구에 착수했으며 그 외에 구미 각국에서도 연구 개발을 시도하고 있다. 우리나라에서는 아직 해양 온도차 발전에 대한 연구를 시도한 적은 없으나 계절에 따라 따뜻

한 쓰시마 난류의 유입이 있는 비교적 깊은 서해남부 해역에서는 시도할 가치가 충분하다고 본다.

5) 해수농도차 발전

해수는 약 35%의 염분을 보유하고 있고 이것을 담수와 접촉시키면 농도의 차에 기인하는 압력을 일으킨다. 이것을 전기에너지로 변환해서 이용하는 것이 해수농도차 발전이다. 특히 하구부분에 해수농도차 발전 시설을 설치하면 해수와 담수의 농도 차가 극대화 되므로 많은 에너지를 얻을 수 있으며 이 에너지는 파격에너지에 상당할 정도로 막대한 것이다.

해수 농도차 발전은 1939년에 농담전지 방식이 제안된 이래 각국에서 조사연구가 시작되어 왔으나 실용화 단계까지는 넘어야 할 과제가 많은 것이 이 해수농도차 발전이다.

6) 해양 바이오매스 에너지

석유와 석탄도 원래는 동식물이 모여서 이루어진 바이오매스(biomass, 생체량)이고, 해양에 있어서 광합성으로 성장하는 해조류도 바이오매스이다. 바이오매스 에너지란 이러한 자연 생체량을 에너지로 이용한 것이다.

다시 말하면 해양에 자연적으로 서식하던 해조류를 채집해서 대량으로 재배한 후, 이것을 에너지로 변환하는 것이다. 에너지 변환방식으로는 해조류를 건조, 분쇄하여 작은

덩어리로 가공하여 연료로 하는 방식이 있고, 다른 한편으로 발효에 의해 메탄가스나 에틸알코올을 얻는 방식이 있다.

우리나라에서는 수많은 해조류가 동서남해에 즐비하고 재배지로도 최적 장소가 많으므로 해양 바이오매스 에너지 개발은 많은 부가가치를 창출하는 것은 물론, 물량 면에서도 충분하여 대체 에너지로서도 고려해 볼만 한 가치가 있다.

III. 결론

육상의 식량 및 광물, 에너지 자원의 결핍이 심화되고 있는 현재, 동서남해안 중 지질학적, 해양학적, 지정학적으로 다른 두 연안과는 판이하게 다른 서해안은 낮은 수심으로 인한 접근의 용이성 때문에, 제반 해양자원의 개발 및 이용이 훨씬 가속화될 수 있으며 개발 대상 자원별로 우리나라 실정에 알맞은 개발방법이 강구되어야 하는 급박한 시점에 와 있다. 앞으로 4년 후면 대망의 21세기를 맞게 된다. 21세기는 해양개발의 시대로서 해양개발을 적절히 이루는 나라만이 살아남을 수 있다는 케네디 대통령의 말은 차치하고라도 육상자원이 고갈되고 있는 지금, 손쉽게 무진장한 해양자원을 이용할 수 있는 서해안역의 개발여부에 따라 우리나라가 자원 부국으로 도약할지, 또는 영원한 자원결핍국으로 남을지가 달려 있다고 해도 과언이 아니다. **열린충남**