



# 해양자원과 녹색성장 비전

조 정 제 바다살리기국민운동본부 총재

## 1. 서론

녹색성장은 ‘환경과 경제가 상충된다는 고정관념에서 탈피하여 환경이 경제성장을 주도하고 성장이 환경을 개선하는 선순환의 발전 양식’을 지칭한다. 녹색성장이라는 새로운 성장 패러다임은 2000년 1월 「이코노미스트」지가 최초로 제기하였고, 다보스 포럼(Davos Forum, 세계경제포럼)을 통하여 사용되기 시작하였다. 녹색성장은 또한 2005년 3월 서울에서 개최된 아태지역 환경개발 장관회의(MCED)에서 녹색성장을 위한 서울 이니셔티브(SI)가 채택되어 유엔 아태지역 경제사회위원회(UNESCAP) 등에서 본격 논의되었다.

2009년 2월 16일 출범한 대통령 직속 녹색성장위원회는 2020년까지 세계 7대 녹색강국, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입의 비전을 천명하고, 3대 전략과 10대 정책방향을 제시한 바 있다.

3대 전략으로는 (1)기후변화 적응 및 에너지 자립, (2)신 성장동력 창출, (3)삶의 질 개선과 국가위상 강화에 두고, 10대 정책방향은 효율적인 온실가스 감축, 탈석유 및 에너지 자립 강화, 기후변화 적응역량 강화, 녹색 기술 개발 및 성장동력화, 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성, 산업구조 고도화, 녹색성장기반 조성, 녹색국토 및 녹색교통 조성, 생활의 녹색 혁명, 세계적인 녹색성장 모범국가 구현 등으로 세분하였다.

21세기 인류가 해결해야 할 공동의 과제는 에너지 등 주요 육상자원의 고갈 문제와 지구기후변화 문제로 집약될 수 있다. 이러한 뜨거운 이슈 속에서 지구표면의 약 71%를 차지하고 있는 해양개발이 문제해결의 종결자(終決者)로서 주목받고 있다. 이러한 인식이 확산되면서 해양광물자원을 포함한 해양에너지자원, 생물 자원, 해양수자원 등의 개발과 이에 대한 실용화 및 연구개발이 더욱 강화되고 있다.

## 2. 녹색성장과 녹색조세

녹색성장은 근본적으로 시장경제 체제 속에서 녹색 조세가 채택되고 유인책이 부여되어야 현실적으로 가능해진다.

녹색조세는 환경세라고도 하는데, 이 가운데 대표적인 조세가 탄소세와 에너지세이다. 탄소세는 이산화탄소를 비롯한 석유·석탄 등 각종 에너지의 사용량에 따라 부과하는 세이고 에너지세는 에너지 함유량에 따

라 부과되는 물품세이다. 이들 조세는 화학연료의 가격을 상승시켜 그 이용을 억제하고 대체에너지 개발을 촉진하게 된다.

녹색유인책은 태양광 조력발전 등 대체에너지의 생산을 지원하여 기존의 에너지원보다 비싼 공급가격을 어느 정도 상쇄시켜 공급을 촉진해보자는 제도이다. 우리나라에서도 이런 취지에서 조력발전의 경우 kwh당 62.81원을 지원해주고 있다.

국제적으로는 교토의정서(기후변화협약에 따른 온실가스 감축목표에 관한 의정서)에 따라 1990년 기준으로 이산화탄소 배출량을 5.2% 감축(개발도상국 제외)하자고 합의한 바 있다. 우리나라도 2013년 이산화탄소 의무감축을 논의하는 포스트 교토 체제에서 이산화탄소 의무감축 대상국이 될 가능성이 높아서 이에 만전의 대비가 필요하다.

녹색조세의 부과는 당장 탄소연료 중심의 실물경제 전반의 가격인상을 촉발시켜 대외경쟁력을 저하시키고 실질소득을 감소시키는 영향을 초래한다. 그러나 대외경쟁력 문제는 전 세계가 교토의정서 같은 국제협약을 통하여 동시에 추진하되 장기적인 구상으로 점진적인 접근을 하게 되면 대처할 수 있고 실질소득, 특히 저소득층 문제는 녹색조세에서 확보된 재원으로 저소득층 지원 등 조세 중립성을 제고 할 수 있게 된다.

### 3. 지구 온난화와 바다의 분노

지구 온난화에 기여하는 비중이 가장 높은 이산화탄소는 생물이 호흡할 때 발생하고 화석연료가 연소될 때 많이 발생한다. 이산화탄소는 공장의 굴뚝과 자동차의 배기구에서 쉼 없이 뿜어져 나오는 반면에 이산화탄소를 흡수해주는 식물들이 감소하기 때문에 해마다 대기 중에 이산화탄소의 공급량이 늘어나고 있는 것이다. 메탄은 산소가 부족한 상태에서 유기물이 분해되며 생산되고, 소와 같이 되새김질하는 동물들의 소화관에서 만들어진다. 인구가 증가하면 가축도 늘어나고 메탄도 증가하므로 지구 온난화를 막으려면 소의 방귀에도 세금을 부과해야 된다는 우스갯소리를 한다.

바닷물은 온도가 올라가면 물이 끓듯이 이산화탄소가 기체로 변하기 때문에 바닷물 속에 CO<sub>2</sub>를 흡수 저장하는 능력이 떨어진다. 바닷물 속에 사는 식물플랑크톤은 육지의 식물같이 이산화탄소를 흡수해 광합성 작용을 함으로써 대기 중의 CO<sub>2</sub>를 흡수하는 역할을 하는데, 바닷물 온도가 올라가면 식물플랑크톤이 줄어들기 때문에 바닷물이 흡수하는 이산화탄소의 양도 감소하게 된다. 그래서 결국 지구온난화의 화근은 육지에서 생성되었지만 이를 가속화시켜 지구에 결정적인 악영향을 미치는 것은 바로 바다의 손에 달려있다고 할 수 있다.

요즘 CO<sub>2</sub> 배출로 인하여 지구 온난화가 심각하다고 하지만, 사실은 이 CO<sub>2</sub>가 비에 섞여서 바다로 흘러들고, 이 CO<sub>2</sub>가 원인이 되어 바다가 산성화가 되는 것도 지구 온난화 못지않게 매우 큰 환경 재앙이 아닐 수 없다.

굴, 홍합 등과 같은 조개류 및 갑각류 생명체들은 바닷물에 녹아있는 탄산염(CO<sub>3</sub>)과 칼슘(Ca)을 흡수하여 골격과 껍질을 이루고 사는데, 바다가 산성화가 되면서 수소이온이 증가하여 탄산염과 칼슘의 농도가 떨어지게 되고, 이로 인하여 껍질이 얇아지거나 생식기능이 떨어지게 된다. 이런 원인으로 국내 양식장에서 조개류가 폐사하여 발생하는 손실이 약 1,500여억원에 육박한다고 한다.

최근 우리나라 남해안 및 서해안 해변과 섬들에서 엄청난 양의 쓰레기로 홍역을 치르고 있다. 서울 및 경기도에서 발생하는 육상 쓰레기들은 홍수 시에 한강 및 임진강을 타고 내려와서 인천 앞바다에 쌓이게 되고, 이 때 남진하는 바람과 해류를 만나게 되면 태안 및 전남 신안군 앞바다까지 떠내려간다.

중국 쓰레기는 대련 등 동북부 쪽에서 북서풍과 해류를 타고 우리 중남부 서해안에 밀려들고 중국의 동남부와 말레이시아, 필리핀, 대만 등지에서 버린 쓰레기들은 쿠루시오 난류를 타고 남해 바다에 무단 침입한다. 우리나라 쓰레기는 부끄럽게도 일본의 동해 쪽 해변과 대마도에 많이 쌓인다. 이와 같은 ‘국경 없는 침입자’ 해양쓰레기들의 이동 경로가 거의 국제 금융이나 국제 무역을 연상케 할 정도로 방대하고 복잡하게 얽혀 있다는 것을 잘 보여 주고 있다.

이런 유해쓰레기들이 물에 떠다니다가 분해되면 미세 플랑크톤과 같은 사이즈로 잘게 쪼개지는데, 이를 플랑크톤으로 착각하고 수중 생물들이 먹게 되고, 이를 상위 포식자가 먹고, 최종적으로 먹이 사슬의 최상층에 있는 우리 인간에게 되돌아오게 된다.

해양오염을 방지하고 통제하기위한 국제적 규약으로 전 세계에 적용되는 것은 유엔해양법, 런던협약(London Dumping Convention) 등을 대표로 들 수 있다. 육상 쓰레기의 합법적 해양투기가 실시된 1988년에는 55만여톤의 쓰레기가 바다에 버려졌었지만 매년 바다에 버리는 쓰레기양이 늘어나 작년 한해만 해도 448만의 쓰레기를 동해 두 곳과 서해 한 곳에 버렸다. 지금까지 바다에 버린 쓰레기가 약 1억 2,300만여톤에 이르고 있으나 한국도 1992년에 가입한 이상 2012년부터는 육상쓰레기의 해양 투기를 할 수 없게 되었으니 다행한 일이다.

지구촌의 육지와 바다는 과거 선순환 관계를 유지하여왔으나 급격한 산업화 이후 육지의 이산화탄소 과잉 배출로 인하여 악순환 관계로 변하고 말았다. 해양자원의 녹색성장은 자정능력을 갖춘 청정 바다가 전제되어야 실현이 가능하다.

## 4. 녹색성장과 ‘푸른 경제’ (Blue Economy)

### (1) 수산자원의 지속가능 녹색성장

우리 바다 오염은 육지에서 발생하여 바다로 유입되는 것이 80%, 나머지는 주로 수산업 어로과정에서 생긴다고 한다. 바다살리기국민운동본부가 태안반도 해안정화작업 과정 중 육지에서 기인된 폐그물, 각종어구, 흰 플라스틱 부표 등이 많이 수거되었다. 울산 태화강이 개발연대 시대에 죽음의 강으로 치부되었으나, 이제 그 이전의 깨끗한 강으로 복원되었고 시민의 휴식공간으로 다시 태어났다는 현실은 상류의 강부터 청정해지면 청정바다의 꿈이 이뤄질 날이 머지않음을 보여준다 하겠다.

양식장 등 수산업의 자체 책임도 크다. 양식장에서 뿌린 사료, 굴 양식장에서 버린 굴 껍질, 그리고 멸치무덤 등도 적조를 불러일으키는데 적잖은 역할을 하고 있다.

양식장 주변 바다를 가보면 유기물 과잉공급, 양식물의 배설물, 섭식하지 못한 사료, 폐사어, 잔류약품 등이 그대로 저층으로 퇴적되어 덩어리를 이루고 물속에 가라앉아 있다. 이것들은 부영양화를 일으키고, 부패 분해되어 용존산소를 소비하게 되고 이로 인해 허영계 변해가는 ‘백화현상’을 일으킨다. 또한 굴 양식장에서 까고 버린 굴 껍질이 썩어 부영양화를 일으키고, 바다 속 햇빛을 차단시켜 바다가 썩게 만들어 오염된 바다

의 영양염류를 먹고 자라는 해면류를 불러들인다.

이러한 해양오염은 수산물 단위노력당 생산량을 감소시켜 어업의 지속가능 녹색성장을 막는 결정적인 요인으로 작용하고 있다.

‘로마에 가면 로마인으로 행세하라’는 말이 있다. ‘해양에 가면 해양인으로 행세하라’는 말로 풀이할 수 있다. 해양종사자가 바다를 오염 시키지 않아야 여타의 오염원에 경종을 울리고 그들이 따라 하게 할 수 있는 것이다.

해양수산부 시절에 도입한 자율관리어업은 어업인 스스로 어장의 황폐화를 막고 지속가능성장을 지향하는 성공 사례이다. 자율관리어업은 어촌계별로 스스로 규약을 정하여 일정 규모 이상만 잡게 하고 불법어업도 자율적으로 관리하는 제도이다. 어업인들이 어구를 버리고 그 버린 어구를 회수하는 데 유인을 주는 현행제도는 앞으로 어구실명제를 통하여 어업인 스스로 책임을 지게 하는 제도로 발전하여야 하고 이는 자율관리어업 제도의 확대라 할 수 있다.

어업양식도 지속가능 녹색성장 제도로 변형이 필요하다. 어류양식은 연해의 가두리 양식에서 해양목장화 또는 외해양식으로 개발해 나가고, 가두리 어업양식도 단종양식에서 복합양식으로 발전해 가고 있다.

복합양식은 어업양식의 경우 아래에 해삼이나 갑각류를 기르고, 해조류와 패류양식의 경우 맨 위에 김양식 또는 굴양식을 하고 그 밑에 전복-해삼-갑각류를 차례로 양식하여 위에서 소화하지 못한 사료와 부산물을 아래에서 차례로 먹게 하여 바다 침전을 감소시킴으로써 부분적이거나 순환의 기능을 다하게 될 것으로 보인다.

## (2) 해양자원과 ‘푸른 경제’ (Blue Economy)

미국 미래연구소(Institute for the Future)의 안소니 타운센드(Anthony Townsend) 박사는 해양연관경제(Ocean-based Economy)를 ‘푸른 경제’ (Blue Economy)라 칭하고 21세기는 ‘푸른 경제’가 경제성장을 주도하게 될 것이라고 천명한바 있다.

작년 브라질에서 20년 만에 다시 열린 <리오+20>회의에서 지속가능개발(Sustainable Development)을 강조한 바 있고 2012년 7월10일 창원에서 열린 동아시아 해양회의에서는 더 나아가서 지속가능개발 체계와 푸른경제를 함께 추구하는 공동선언문이 채택되었다.

바다는 무한한 자원의 보고이며, 현재 확인된 주요자원은 다음과 같다.

- 전략금속이용가능 연수 : 200년~1만년
- 망간단괴 : 1조톤(남서태평양 기준)
- 석유·가스 생산량 : 1억2천500만 배럴
- 메탈하이드레이트 매장량 : 10조톤/5천년 분(현재의 가스 소비량기준)
- 조력 및 파력 에너지 : 연간 9만 3천Twh(육상발전량의 5배)

주요 해양선진국은 해저 전략금속 채굴 기술을 어느 정도 개발해 놓고 상용화를 위하여 채산성이 보장되는

시점을 기다리고 있다.

우리나라는 2006년 5월 대양과 심해를 탐사하기위한 6000M급 심해무인잠수정 ‘해미래’를 미국 일본 프랑스에 이어 세계 네 번째로 개발·진수하였다. ‘해미래’는 심해저 망간단괴를 비롯한 광물자원 탐사와 채취에 활용 가능하고, 해저화산대 주변에 분포되어있는 열수광산, 심해생물의 생태계 조사 등에 활용할 수 있게 된다.

최근 중국은 세계 처음으로 자체 동력을 갖추고 과학 탐사가 가능한 유인잠수정을 개발하여 7000M을 탐사하는 기록을 세움으로써 선진해양국과 어깨를 나란히 하고 나섰다.

### (3) 해양에너지의 상용화

점차 심화되고 있는 전 지구적인 환경오염과 지구 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 방안의 하나로 해양에너지 자원을 개발하여 전력을 생산하기 위한 노력을 경주하고 있다. 최근 들어 우리나라도 연안에 부존량이 풍부한 조력, 조류, 파력 및 해상풍력, 온도차 발전 등을 중심으로 실용화 기술이 활발하게 진행되고 있다. 조력은 시화호 조력발전소의 준공에 이어 가로림만, 울돌목 조류발전소 등이 2013년 준공 목표로 추진되고 있다.

이 밖에도 해양의 표층수와 심층수의 온도차를 이용하여 전력을 생산하는 온도차 발전과 해수 열에너지를 이용한 냉난방시스템 개발 등의 해양에너지 개발이 추진되고 있으며 바이오수소 생산기술과 바이오에너지 자원화도 추진되고 있다. 한국해양과학기술원에서는 미세조류 연구를 통한 바이오에너지의 생산 기술을 개발하고 상용화 가능성을 탐색하고 있다.

일본 등 세계 각국에서도 해양 신에너지 상용화에 적극 나서고 있다. 특히 일본 정부는 최근 해상풍력발전 등 해양을 이용한 에너지 개발을 촉진하겠다는 방침을 발표했다. 일본은 후쿠시마 원전 사고의 여파로 원자력 중심의 정책기조를 전환하여야 한다는 여론이 높은 가운데 해양에너지를 새로운 에너지 정책의 주요 수단으로 기대하고 있다.

### (4) 이산화탄소의 포집·저장과 자원화

#### ▶ 이산화탄소의 포집·저장(Carbon Capture & Storage, CCS)

독극물질의 ‘주차장 구상’은 원래 독극물질 생산업체가 폐기물 저장의 책임을 지고 영원히 혹은 안전한 해독 방법이 개발될 때까지 저장비용을 지불하는 제도이다. 주차장 구상은 분자 표식을 활용함으로써 확대될 수 있다. 미분해성, 생물 축적성, 유독성 화학물질에 분자표식을 남겨서 그것을 제조한 생산업체가 어딘지 알 수 있게 하는 일종의 실명제이다. CO<sub>2</sub> 저장구상도 독극물질의 주차장 구상의 한 사례로서 심해저에 묻어두는 구상이다.

우리나라도 이산화탄소의 포집·저장(CCS)을 위한 해저적지를 탐색해오던 중 해양수산부는 최근 동해 울릉분지 인근 해저퇴적층(800~3000M)에서 대규모저장소로 적합한 지층구조의 존재를 확인하였다고 밝혔다. 이 지층은 CO<sub>2</sub> 50억톤 가량을 격리 저장할 수 있는 규모로 우리나라가 2030년 CCS방식으로 감축하고자 하는 목표치 연간 3200만톤을 기준으로 150년 이상 저장할 수 있을 것으로 보인다.



### ▶ 이산화탄소의 자원화

이산화탄소 문제는 단순 포집·저장을 뛰어넘어 포집된 CO<sub>2</sub>를 새로운 자원으로 이용하는 공정이 속속 개발 추진되고 있다. 지멘스 연구자들은 이산화탄소 기반의 혼합물질을 이용하여 다른 형태의 플라스틱을 대체하는 기술연구를 시도하고 있다.

미국의 어느 기업은 이산화탄소를 포집하여 바닷물과 결합시킨 뒤 건축 및 도로공사 등에 사용하는 공사용 자재를 생산하는 기술을 개발하였다. 이 재료는 미국 건설협회에 인증까지 받았을 정도로 성능이 뛰어나서 건설자재로 잘 팔리는데, 이것을 팔아 수익을 올리고, 또 탄소배출권을 팔아 수익을 올리는 이중 수익구조로 막대한 돈을 벌고 있다고 한다.

우리나라에서도 앞으로 이산화탄소의 포집과 자원화 기술의 연구와 상용화를 기대해본다.

## 5. 해양개발의 녹색 산업화 및 녹색강국 실현

해양광물자원의 개발이라는 이름의 해양개발이 해양 생태계 질서를 파괴하고 해양오염과 지구온난화를 부추기지 않도록 사전적인 예방장치를 마련하여 지구촌의 마지막 자산을 온전히 다음세대에 물려줄 수 있도록 하여야 할 것이다.

조력발전은 중요한 대체 에너지 자원의 하나이나 갯벌과 상충관계가 없지 않다. 우리나라 서해안 갯벌은 질도 우수하고 규모도 널리 퍼져있어서 세계 5대 갯벌의 하나로 평가 받고 있다. 따라서 조력발전 타당성검토는 우리나라 갯벌의 중요성을 충분히 반영하고, 세계적 자산으로서의 가치가 훼손되지 않도록 엄선되어야 할 것이다.

일명 ‘불타는 얼음(Burning Ice)’으로 불리는 메탄하이드레이트의 상업화를 위해 세계 각국이 박차를 가하고 있다. 미국은 2000년에 ‘메탄하이드레이트 연구개발법’을 제정해 연방정부 차원에서 국가적 사업으로 추진 중이며, 2025년 이전에 상업적 생산기술을 확보할 계획이다. 일본은 1970년대부터 개발에 나서 향후 100년간 사용할 수 있는 약 233억톤의 메탄하이드레이트를 발견했다. 이밖에도 중국은 메탄하이드레이트 개발을 국가전략산업으로 선정해 2015년 상용화를 목표로 하고 있고, 캐나다는 북극권 지역을 중심으로, 러시아는 시베리아 영구 동토층에 대한 메탄하이드레이트 탐사 및 개발을 본격화했다.

우리나라는 2007년 11월에 세계에서 다섯 번째로 동해 울릉분지에서 메탄하이드레이트의 부존을 확인했다. 전문가들은 이곳에 우리나라가 향후 30년간 사용할 수 있는 6억톤이 매장돼 있다고 한다. 우리나라 메탄하이드레이트의 상업적 개발을 위해서는 경제적, 환경적으로 극복해야 할 과제가 아직 많이 남아 있지만, 기술개발 성공여부에 따라 일거에 따라잡기(Catch-up)형에서 뛰어넘기(Leap-frogging)형으로의 국면전환이 가능한 것으로 기대된다.

우리나라의 2020년 세계 7대 녹색강국, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입의 비전은 육지경제의 녹색산업화 및 우리 생활의 녹색화 실천에 더하여 청정바다가 복원·유지되는 가운데 수산자원의 지속가능 녹색성장 및 총체적인 해양개발과 이용의 녹색산업화가 이뤄졌을 때에 남의 나라 일 같은 녹색강국의 비전이 성큼 우리 앞에 실현될 것으로 기대가 모아진다. 🌊