

지구 온난화에 따른 해양환경 변화와 대책

김도희*

* 목포해양대학교 해양환경전공

Global Warming Effect on Marine Environments and Measure Practices against Global Warming

Do-Hee Kim*

* Division of Marine Environmental Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 최근 지구온난화로 인한 수온상승과 해수면의 상승으로 인해 해양 생태계가 변화되고 있다고 보고되고 있다. 한반도 주변 해역에서도 수온과 해수면이 상승하고 플랑크톤의 종 조성이 변화되고 가시파래, 불가사리, 해파리 등의 유해 생물종의 출현 빈도가 증가되고 있고, 바다 사막화가 증가되는 등 해양 생태계의 변화로 어업활동이 어려워지고 어업생산량이 감소하여 어민 경제가 심각한 영향을 받고 있다. 본 보고서에서는 지구 온난화의 원인과 그 메커니즘을 소개하고, 지구 온난화에 따른 해양환경 변화와 해양 생태계에 미치는 영향과 그 대책에 관하여 보고하고자 하였다.

핵심 용어 : 기후변화, 지구 온난화, 해수온도, 해수면 상승, 해양환경, 해양 생태계

Abstract : It has been known that the global warming has an effect on marine ecosystem and marine environments. Then, fisherman's activity and fishing production were decreased by changing of marine plankton composition and increasing of harmful marine organisms such as jellyfish, starfish and green laver bloom. Harmful red tides algae bloom and the deserted sea bottom often occurred due to increasing of sea water temperature and sea level rising in Korea. In this report, the cause and mechanism of the global warming phenomenon and its effect on marine environment and marine ecosystem were introduced, and measures against global warming were suggested.

Key Words : Climate change, Global warming, Sea water temperature, Sea level rise, Marine environment, Marine ecosystem

1. 서 론

최근, 지구온난화로 인해 육상 생태계와 해양 생태계가 큰 변화를 보이고 있다. 한반도 주변 해역에서도 수온이 상승하고, 해수면의 수위가 상승되고 있다고 보고되고 있다(한국해양연구원, 2010; 김 등, 2010). 뿐만 아니라 플랑크톤의 종조성의 변화와 유해적조가 자주 발생되고 가시파래, 불가사리, 해파리와 같은 유해 해양생물종의 발생 빈도가 증가되고 있다. 특히, 바다 사막화(Whitening event; sea bottom desert)가 증가되는 등 해양 생태계의 변화로 인해 어업활동이 방해되고 어업생산량이 감소하여 어민 경제가 심각한 영향을 받고 있다. 본 보고서에서는 지구 온난화의 원인과 그 메커니즘을 소개하고, 지구 온난화에 따른 해양환경 변화와 해양 생태계에 미치는 영향을 진단하고, 그 대책에 관하여 보고하고자 한다.

2. 지구온난화의 원인과 발생

지구 온난화(Global warming)란 태양으로부터 입사된 태양 복사(Solar radiation)가 반사된 후 적외선(Infrared radiation)의 지구복사선이 온실가스 층을 통과하지 못해 지구 주변의 대기의 온도가 증가되는 현상이다(Fig. 1). 즉, 인위적으로 이산화탄소(CO₂), 메탄가스(CH₄), 아산화질소(N₂O), 프레온가스류(PFC_s, HFC_s, SF₆) 등 온실가스(Green house gas)의 농도가 증가함에 따라서 대기의 온도가 점차 증가되는 현상이다. 이 현상은 지구를 항상 일정한 온도를 유지시켜 주는 매우 중요한 현상이다. 왜냐하면 대기가 없어 온실효과가 없다면 지구는 낮에는 햇빛을 받아 지금보다 수십도 이상 더 올라가고, 반대로 밤에는 모든 열이 방출되어 영하 100℃ 이하로 떨어지게 될 것이다.

최근 문제시되고 있는 온실효과는 그 자체가 문제가 아니라, 일부 온실효과를 일으키는 기체들이 짧은 시간에 인위적

* 중신회원, doking@mmu.ac.kr, 061-240-7308

으로 너무 과도하게 대기 중으로 방출됨으로써 초래되는 지구 온난화 현상을 우려하는 것이다.

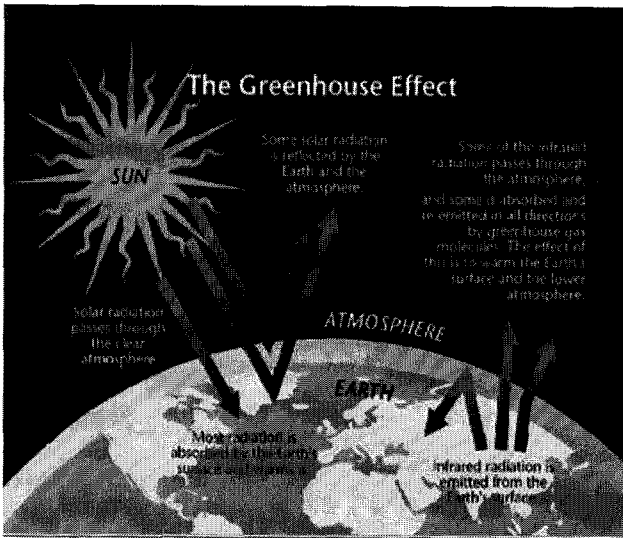


Fig. 1. Global warming mechanism(<http://imagesearch.naver.com>).

지구온난화의 발생원인은 크게 자연적인 원인과 인위적인 원인으로 구분된다. 자연적인 원인으로서는 대기, 해양, 얼음, 육지, 물수지(Water balance), 에어로졸, 태양활동, 태양과 지구의 상대적 위치 등에 따라서 발생된다. 인위적인 원인으로서는 화석연료의 사용으로 인한 온실가스의 대량발생, 냉매제, 스프레이, 산림파괴 등이 주요 원인이 되고 있다(Fig. 2).

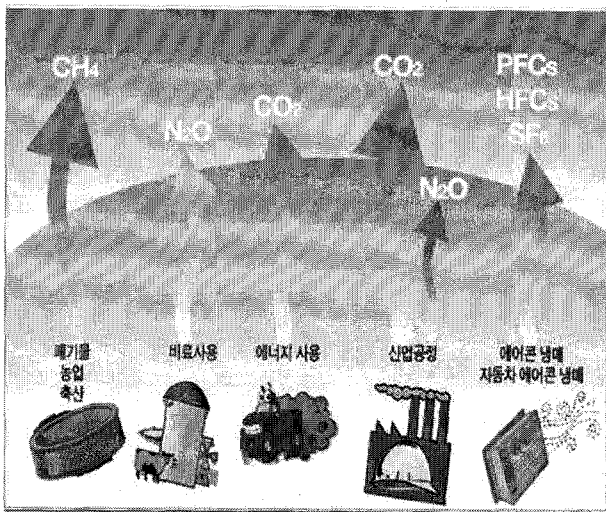


Fig. 2. Global warming gas generated by human activity (<http://imagesearch.naver.com>).

특히, 인간 활동으로 인해 발생하는 CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆ 등의 온실가스 중에서 대기 중에 잔류하는 기간이나 지구 온난화에 미치는 정도는 각기 다르나 그 양적 비율은 단연 이산화탄소(CO₂)가 가장 높은 비율을 차지하고 있다(Fig. 3).

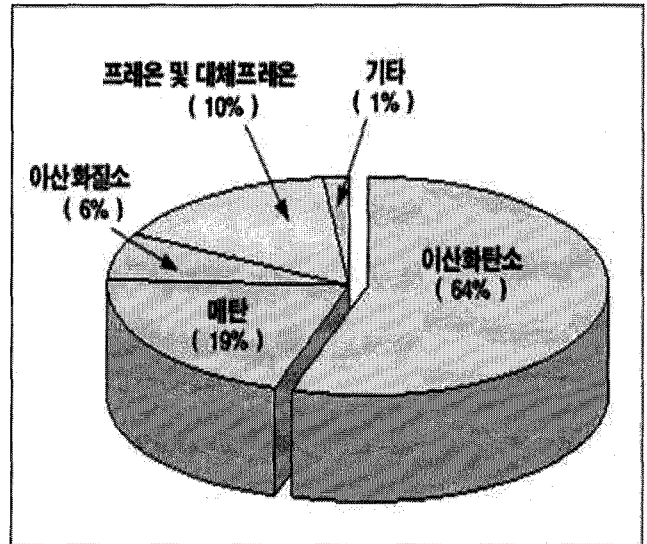


Fig. 3. Volume ratios of global warming gases generated by human activities(Figure : Green start).

3. 지구 온난화가 해양에 미치는 영향

온실가스의 대량 방출로 초래되는 지구 온난화의 영향은 대기의 기온이 상승하여 남극과 북극 및 그린란드의 얼음이 녹아 해수면이 상승된다. 기후변화에 관한 정부 간 협의체의 보고서(IPCC, 2007)에 따르면, 현재와 같은 추세로 온실가스를 계속 방출할 경우, 2050년 내에 CO₂의 농도가 자연농도 수준의 2배인 550ppm까지 증가될 것이라고 예상하고 있다. 또한 21세기 말에는 지구의 평균 기온이 1.1-6.4℃까지 상승하고 평균 해수면이 최고 18-59cm 상승할 것이라고 예상하고 있다.

평균 기온의 상승은 지구 생태계의 변화와 기상이변으로 이어져 1.5-2.5℃ 상승으로 20-30%의 생물종이 사라지고 환경난민이 발생하여 앞으로 태평양의 섬나라인 투발루와 몰디브와 같은 많은 섬나라들이 머지않아 수몰될 것이라고 예상하고 있다. 이와 같은 예상은 이미 세계 도처의 해안선이 침수하여 무수한 사람들이 피해를 겪고 있다.

뿐만 아니라 온실가스의 배출량의 증가로 인한 기온상승과 수온상승은 물의 열적 팽창 및 물의 밀도를 변화시켜 대양순환이 변화되고, 열과 물질수송이 변화되면 침수, 범람, 홍수, 폭염과 폭풍, 가뭄 등 기상이변이 발생된다.

최근의 이상기후 현상과 피해의 사례로는 2003년 유럽 전역에 발생한 강력한 열파와 우리나라에서는 태풍 매미로 인한 큰 피해가 있었다. 2004년에는 일본에서 태풍 피해가 있었고, 2005년에는 허리케인 카트리나의 피해가 있었다. 2007년에는 인도 및 방글라데시에서 집중 호우에 의한 피해가 있었고 같은 해에 텍사스에서 사이클론에 의한 침수 피해가 있었다. 2008년에는 쓰촨성 지진피해가 있었고, 금년에는 파키스탄에서의 홍수 피해와 아이티 지진피해가 있었다.

한국해양연구원(2010)에 따르면 한국 연근해에서 최근 39년간 평균 해수 표층 수온이 약 0.93℃가 상승하였다고 보고하

였다. 해역별로 동해는 0.80℃, 서해는 0.97℃, 남해는 1.04℃ 상승하였고, 해수로 유입된 CO₂에 의해 해양의 탄산염의 화학조성이 변하여 해양이 산성화되어 가고 있다고 보고하였다(장 등, 2006; 주, 2010).

동해에서는 수온 상승으로 인해 명태, 대구, 도루묵 등 한류성 어종의 감소 추세가 뚜렷하게 나타나고 있는 반면에 오징어, 고등어, 멸치, 참치, 꽂치 등과 같은 난류성과 아열대성 어종이 증가하고 있다고 보고하였다(주, 2010). 뿐만 아니라 바다사막화가 증가되고 적조생물, 가시파래, 불가사리, 해파리와 같은 유해 종이 대량 번식하는 등 해양 생태계의 변화가 나타나고 있다(Uye, 2004; 박, 2010; Fig. 4, Fig. 5와 Fig. 6).

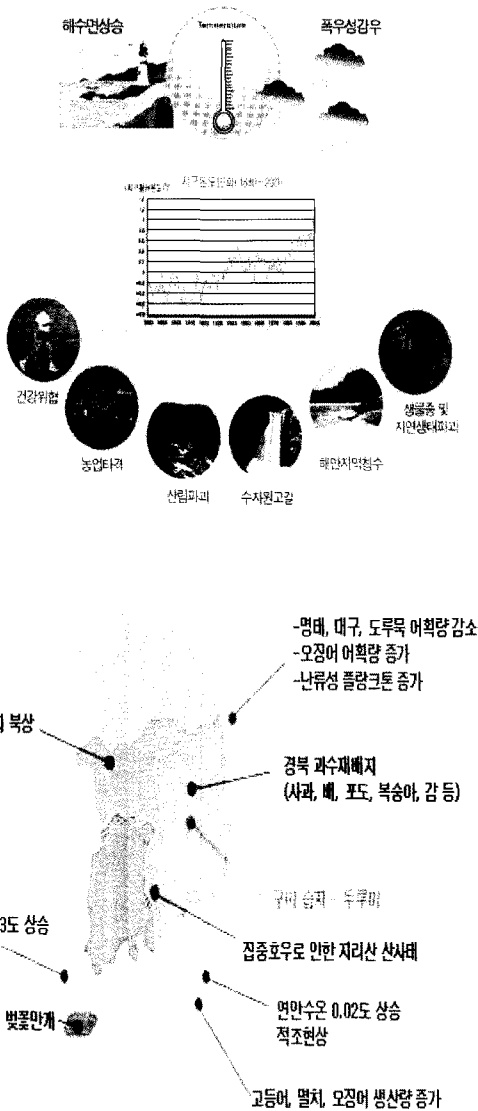


Fig. 4. Global warming effect on ecosystem and life (<http://imagesearch.naver.com>).

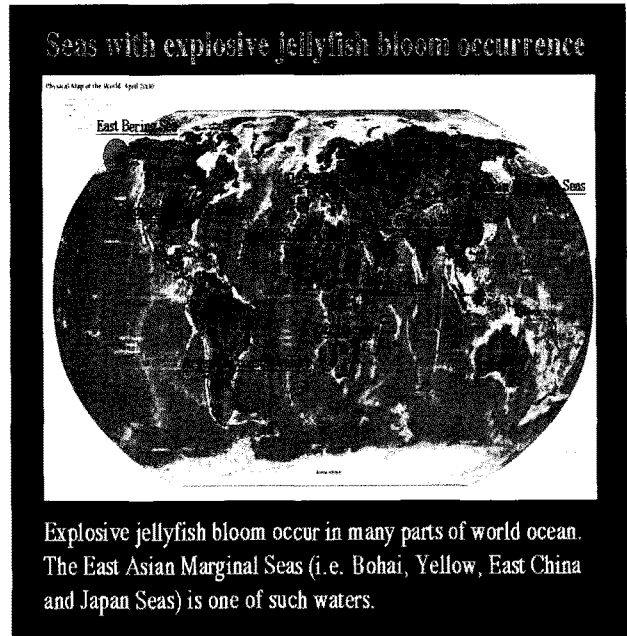


Fig. 5. Explosive jellyfish bloom in sea(Uye, 2004).



Fig. 6. Explosive star fish bloom and whitening event in bottom of sea(<http://imagesearch.naver.com>).

4. 지구 온난화 대책

지구 온난화 방지를 위한 국제적인 대책은 1992년 6월에 개최된 유엔환경개발계획에서 지구온난화 방지를 위한 기후변화 협약이 채택되었고, 우리나라는 1993년 12월에 가입하였다. 1997년 12월 교토 의정서에서는 온실가스로 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 프레온류 등 6개 성분을 정하였으며, 그 배출량의 감축 목표를 국가에 따라 차등화 하여 설정하여 산업 국가들의 지구 온난화에 대한 책임과 의무가 강조되었다. 이는 선진 국간 온실가스 배출권리 거래를 인정하는 배출권거래제도와 선진국이 개도국의 온실가스를 줄일 경우 이를 선진국의 감축 분으로 인정 해주는 청정개발체제 그리고 선진국 간 공동으로 온실가스 저감을 추진하였을 때 이를 인정하는 공동이행제도 등이 있으나 이러한 것 모두 경제적인 파급효과가 크기 때문에 구체적 실천방안에 있어서 국가 간 이견이 좁혀지지 않고 있다(장 등, 2002).

2007년 요하네스버그 지구정상회의에서는 재생 가능한 에너지 확대에 대한 합의가 도출되었다. 뿐만 아니라 2007년 기준

국제 해운업에 의한 온실가스 배출량은 전 세계 배출량의 2.7%에 해당되어 기술적, 운영적 개선으로 25-27%까지 저감시키기 위해 IMO MEPC 59(2009.7월)에서는 온실가스 배출저감을 위한 기술적 조치(Technical measures)와 운영적 조치(Operational measures)를 적용하게 되었다(임, 2010). 2009년 코펜하겐 회의의 주요 정상들 간 비공식 회의에서는 개발도상국에 대한 기후변화 대응의 재정지원 합의가 이루어졌으나, 구체적 감축 합의에는 도달하지 못하고 있다.

우리나라의 경우는 개도국 지위가 계속 유지됨에 따라 자발적 감축목표(BAU대비 30% 감축) 이행을 위한 정부 주도의 온실가스 감축계획을 마련해야 하고 2년마다 국가 보고서를 제출해야 한다. OECD회원 국가 중 한국은 1인당 온실가스 배출량이 세계 1위이다. 따라서 국제적인 온실가스 의무 부담을 더 이상 회피할 수 없을 것이다.

기후변화에 대한 국가나 사회적 대책의 일환으로 우선, 인위적인 활동으로 인한 급속한 지구 온난화의 발생을 예방하기 위해서는 현재의 화석연료 사용량을 줄이고, 가능한 온실가스가 발생되지 않는 태양에너지, 풍력에너지, 바이오에너지, 조석 및 조류에너지, 온도차에너지 등의 청정에너지를 사용해야 할 것이다. 아울러 산업경제 활동에서도 에너지 효율을 높이고, 에너지 절약 및 자원 순환형 산업으로 바꾸어 가야 한다. 개인의 의식주 생활에서도 자원절약이나 에너지를 절약하는 생활로 바뀌어가야 할 것이다(Fig. 7).

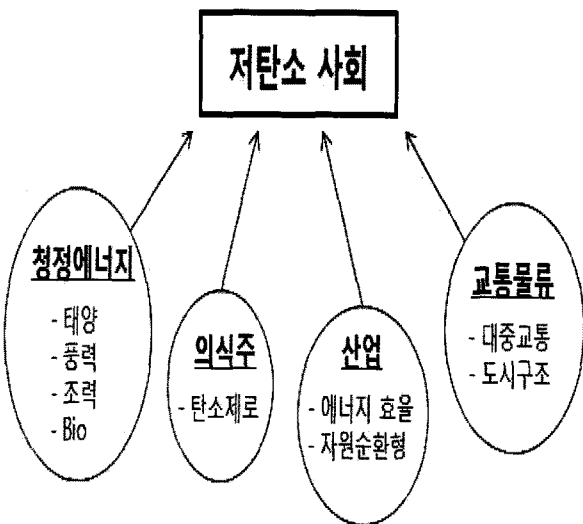


Fig. 7. Low carbon society for saving resources and energy.

특히, 지구 온난화에 따른 해양 환경변화와 해양 생태계 보호를 위해 기후변화와 관련된 해양환경 변화와 해양 생태계 변화에 관한 연구 사업을 지속적으로 추진해 가야할 것이다. 기후변화에 따른 해양 변동에 대응하기 위한 정책과 연구 사업들은 Fig. 8과 같다(포항산업과학연구원, 2008; 국토해양부, 2010).

정부 기후변화, 해양변동 대응 전략

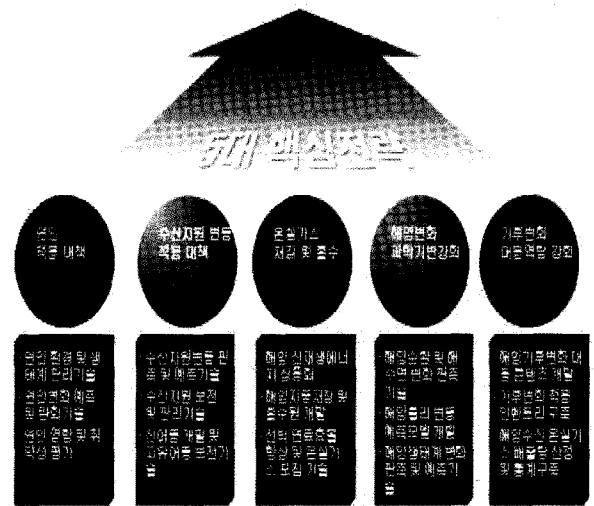


Fig. 8. National policy and study on prevention of marine change from Global Warming(국토해양부, 2010).

먼저, 온실가스 저감 및 회수를 위해서 산업 활동에서의 생산 공정에서의 온난화 가스의 발생감소 기술, 배출되는 이산화탄소를 포집, 제거, 저장하는 기술을 개발해 가야할 것이다. 해양은 대기 중의 이산화탄소 농도를 조절하는 중요한 역할을 담당하고 있는 곳이다(조, 2010). 해양 처리기술로서는 해조류를 이용한 온실가스 저감기술, 해양 분사, 해저 저류, 해저 지중 매설법 등이 있다. 그 외 연안지역 바다 숲 조성을 통한 온실가스 흡수 기술 등이 있다(Fig. 9).

그 외 기후변화적응 정보교환, 기후변화적응 정책 수립, 기후변화 대책 재원확보, 해수면상승 분석 예측과 연안침식 모니터링 체제 구축 및 해안침수 예상도 제작, 기후변화 따른 수산자원 변동 적응 대책, 기후변화에 대비한 연안도시의 적응 시스템 구축과 같은 기후변화 적응 해양기반 구축 등의 해양 기후변화 적응 대책이 요구된다(이, 2009; 임, 2010).

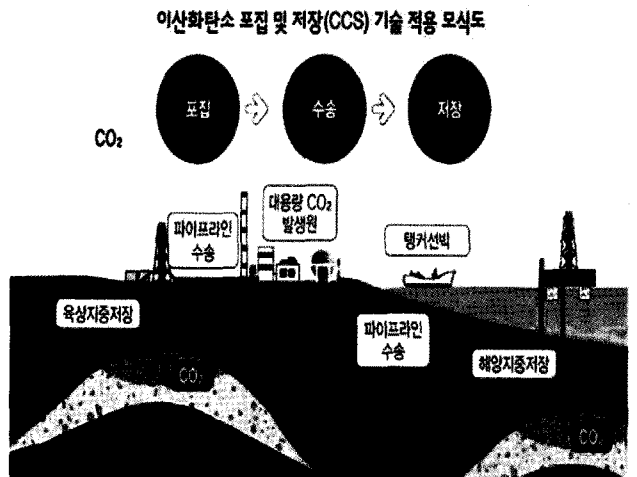


Fig. 9. Carbon dioxide capture and treatment technology (<http://imagesearch.naver.com>).

5. 결론

인위적인 활동으로 인해 대량 방출되는 온실가스로 인한 지구온난화가 국제적인 문제로 대두되고 있다. 급속한 지구온난화는 대기 온도와 수온을 상승시키며, 빙하가 녹아 해수면이 상승된다. 뿐만 아니라 지구온난화는 물의 열적 팽창과 물의 밀도가 변하여 해수 대순환을 변화시켜 폭염, 폭풍, 홍수, 가뭄 등의 기상이변으로 연결된다. 그 외 침수피해, 해양 생물의 종조성과 유해 해양생물종의 발생 빈도가 증가하여 해양 생태계가 변화되고 주요 어종이 변화되고 있다.

국제적으로 지구온난화 방지를 위해 1992년 기후변화 협약이 채택되었고, 1997년에는 교토의정서가 채택되어 산업 국가들의 지구온난화에 대한 책임과 의무가 강조되었다. 2007년에는 요하네스버그의 지구정상회담에서는 재생 가능한 에너지 확대에 대한 합의가 도출되었다. 2009년 코펜하겐의 정상 회의에서는 개발도상국에 대한 기후변화 대응을 위한 재정지원의 합의가 있었다. 그러나 기후 변화에 대한 각국의 입장 차이로 인해 아직까지 구체적인 실천방안에 있어서는 국가 간 이견 일치를 못 이루고 있다.

지구 온난화의 발생을 사전에 예방하고 그 결과에 대처하기 위해서는 지구온난화의 발생 원인과 지구온난화가 미치는 지구환경 변화와 해양 생태계 변화 및 인류에 미치는 영향을 사전에 예측하고 예방할 수 있는 정책이나 연구를 개발하고 정책을 추진해야 한다. 아울러 산업 활동이나 개인 생활에 있어서 지구온난화 예방을 위한 조치나 행동을 적극 실천해가야 할 것으로 생각된다.

무엇보다 인위적인 활동으로 인한 급속한 지구 온난화의 발생을 억제하기 위해서는 현재와 같은 화석연료의 사용량을 줄이고, 가능한 온실가스가 발생되지 않는 재생 가능한 에너지, 청정에너지를 사용해야 할 것이다. 아울러 산업경제 활동에서도 에너지 효율을 높이고, 에너지 절약 및 자원 순환형 산업으로 바꾸어 가야 한다.

산업 활동의 생산 공정에서도 지구온난화 가스의 발생감소, 배출되는 이산화탄소를 포집, 제거, 저장하는 기술을 개발해가야 할 것이다. 해양은 이산화탄소를 저장하고 흡수하는 능력이 무궁무진하다. 해조류를 이용한 온실가스 저감, 해양분사, 해저저류, 해저 지중 매설, 연안지역 바다 숲 조성 등의 기술이 개발, 적용될 수 있다.

그 외 기후변화적응 정보교환, 기후변화적응 정책 수립, 기후변화 대책 재원확보, 해수면상승 분석 예측과 연안침식 모니터링 체제 구축 및 해안침수 예상도 제작 등 기후변화 적응 해양 기반 구축 등의 해양 기후변화 적응 시스템구축이 요구된다.

참 고 문 헌

[1] 강치구, 권영식, 오덕순, 우달식, 이승석, 조용준(2002), 환경과 인간, pp. 210-218.

[2] 국토해양부(2010), 정부기후변화, 해양변동 대응 전략, pp. 14-20.

[3] 김영택, 유학렬, 김호균, 박명원, 이호정, 이종진, 박혜연(2010), 2010 한국해양과학기술협회 공동학술대회 발표논문집, pp. 77-78.

[4] 박수진(2010), 해양환경과 기후변화 정책, 해양기후변화 적응 워크숍, pp. 37-58.

[5] 이숙희(2009), 해양기후변화 적응 시스템구축 동향, 해양기후변화 적응 워크숍, pp. 61-74.

[6] 임채호(2010), 기후변화 적응 해양기반 구축, 해양기후변화 적응 워크숍, pp. 3-18.

[7] 장성민, 김성수, 최영찬, 김수강(2006), 제주도 기온과 주변해역 해수면 온도와의 상관관계에 관한 연구, 한국해양환경공학회, 제9권, 제1호, pp. 55-62.

[8] 주세종(2010), 기후변화와 해양산성화의 해양생태계 영향 연구, 해양기후변화 적응 워크숍, pp. 21-26.

[9] 조현서(2010), 지구온난화와 해양, pp. 23-25.

[10] 포항산업과학연구원(2008), 기후변화 대응을 위한 해양수산 분야 R & D 로드맵 구축, pp. 15-20.

[11] 한국해양연구원(2010), 기후변화의 남해권역 해양생태계 영향 및 기능 평가, pp. 5-12.

[12] IPCC(2007), 지구 온난화 보고서, pp. 22-24.

[13] Uye, Shin-Ichi(2004), Mass occurrence of the giant jellyfish *Nemopilema Nomurai* and its effect on fisheries in East Asian waters, pp. 12-14.

원고접수일 : 2010년 09월 16일

원고수정일 : 2010년 10월 18일

게재확정일 : 2010년 12월 23일