

이산화탄소 포집 및 저장 실용화를 위한 국내 정책 연구

채선영*† · 권석재**

*, ** 한국해양과학기술원 해양정책연구소 정책연구부

A Study on Domestic Policy Framework for Application of Carbon Dioxide Capture and Storage(CCS)

Sun-Young Chae*† · Suk-Jae Kwon**

*, ** Ocean Policy Research Division, Korea Institute of Ocean Science & Technology, 787 Haeanro, Ansan, 426-744, Korea

요 약 : 본 연구는 기후변화에 대응하기 위한 이산화탄소 포집 및 저장(Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS)기술의 국내외 추진 상황 및 정책마련 현황을 점검하고 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)가 제시한 CCS 규제 프레임워크 가이드라인을 통해 국내 이산화탄소 해양지중저장 실용화 정책에 대한 한계 및 시사점을 제시하였다. 현재 국가차원의 계획이 마련되었으나 실질적인 법 개정이나 정책마련은 이루어지지 않았으며 CCS 실용화 추진을 위하여 구성된 총괄협의체는 그 협력체제 및 유연성이 부족하다. 경제성 평가 역시 CCS 과정 별로 분절적으로만 이루어지고 있으며 향후, 실증을 위한 대규모 투자가 예상되나 이를 위한 제정은 마련되지 않고 있다. 또한, CCS 관련 정보공유도 제한적이며 체계적인 대중인식 전략은 마련되지 않은 상황이다. 따라서 성공적인 CCS 실용화 추진을 위해서는 해양환경관리법을 바탕으로 한 신속한 법적체제 마련, CCS 총괄협의체 역할 조정 및 강화, CCS 전주기를 바탕으로 한 다양한 경제 시나리오 분석 및 경제적 인센티브 제도 마련, 대중인식 전략 마련, 그리고 정보교환을 위한 전문기관 설립과 같은 정책적 보완 사항들이 필요함을 본 연구에서 제시하였다.

핵심용어 : 기후변화, 이산화탄소 포집 및 저장, CCS 규제 프레임워크, 해양지중저장, 해양환경관리법

Abstract : This study examines the current status and policy development of Carbon Dioxide Capture and Storage(CCS), which is a technology to mitigate climate change, in Korea and foreign countries. It also analyzes IEA CCS regulatory framework as a guideline and provides limitations and implications for marine geological storage in the Republic of Korea. Although CCS master plan is established at national level, related laws are not amended and detailed polices are not yet provided. Established 'Intergovernmental CCS committee' lacks its cooperative mechanism and flexibility. Only limited and segmented economic analyses are performed and funding for large scale of CCS project is not secured. In addition, information sharing is limited and public awareness activities are insufficient. Therefore, this paper provides some policy suggestions on establishing a legal framework based on the 'Marine Environmental Management Act', strengthening the role of intergovernmental CCS committee, conducting CCS economic analysis based on various scenarios, providing economic incentives and public participation strategies, and establishing a specialized agency for information sharing.

Key Words : Climate change, Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS regulatory framework, Marine geological storage, Marine Environmental Management Act

1. 서론

최근 인류는 세계 각지에서 일어나는 다양한 기후변화 현상들을 목격하고 있다. 1988년에 설립된 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)

는 ‘기후변화 2007: 종합보고서(Climatic Change 2007: Synthesis Report)’에서 기후변화를 ‘기후특성의 평균이나 변동성 변화를 통해 확인가능하고 수십 년 혹은 그 이상 지속되는 기후상태의 변화’로 정의하였다. 또한 1995년부터 2006년 중, 11 번이 1850년 이래, 전 지구 표면기온의 기록이 가장 높았던 해라고 언급하며 기후변화가 허구가 아닌 현재 발생되고 있

† Corresponding Author : sunyoung@kiost.ac, 031-400-6508

는 과학적 현상임을 설명하였다. IPCC는 이러한 기후변화가 인간의 활동에 의해 발생했을 가능성이 매우 높으며(very likely) 온실가스는 이러한 기후변화에 가장 큰 영향을 주고 있음을 공식적으로 밝혔다(IPCC, 2007).

따라서 국제사회는 대기 중의 온실가스 농도를 기후에 위협한 영향을 미치지 않는 수준으로 안정화하기 위하여 1992년 기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)을 체결하였다. 특히, 기후변화협약 관련 최고의사결정기구인 당사국총회(Conference of the Parties, COP)는 1997년 교토의정서(Kyoto Protocol)를 통해 선진국에 구속력 있는 감축목표를 설정하였다. 이에 따라, 선진국들은 각자 할당된 만큼의 온실가스 감축의무를 이행하기 위하여 다양한 기술개발 사업 및 프로젝트들을 개발·진행 중이다.

그러나 획기적으로 온실가스를 감축, 저감하는 신기술 개발은 시간적·기술적 한계를 동반한다. 따라서 현재 대안으로 주목 받고 있는 것이 발생된 이산화탄소를 안전하게 회수하고 저장하는 이산화탄소 포집 및 저장(Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS)기술이다. 이는 이산화탄소가 대기 중에 배출되기 전에 발생원에서 포집한 다음, 수송 과정을 거쳐 육상 또는 해양에 저장하는 방식으로 크게 포집, 수송, 저장 3단계로 나눌 수 있다. 현재 다수의 상업적 CCS 사업들이 전 세계적으로 진행되고 있는데 노르웨이의 슬라이프너(Sleipner) 프로젝트와 스노빗(Snohvit) 프로젝트, 알제리의 인사라(In Salah) 프로젝트 그리고 캐나다·미국의 웨이번(Weyburn) 프로젝트 등이 대표적인 예라고 할 수 있다.

CCS 기술에 대해서는 이산화탄소를 제거하는 것이 아니라 일시적으로 격리시킨다는 점에서 현 세대에서 발생시킨 환경문제를 후세대에 전가시킨다는 비난론도 있다. 또한, 이산화탄소 누출로 인한 안전성 문제도 CCS 기술의 한계점을 논할 때 항상 언급되는 문제이다. 하지만 앞서 언급한 것처럼 신기술 개발에는 시간적, 경제적, 기술적 제약이 있으며 급격하게 증가하는 에너지 수요에 대응하며 경제적 인센티브도 제공할 수 있다는 점에서 CCS는 현재 인류가 선택할 수 있는 가장 현실적인 대안이라 할 수 있겠다.

우리나라의 경우, 기후변화 방지를 위한 국제적 움직임에 동참하고 Post-Kyoto 체제에 대비하여 자발적으로 온실가스 감축의무를 이행하고자하는 정책기조를 마련하였다. CCS는 향후 우리나라가 중점적으로 개발해야 할 기술 중 하나로 선정되었으며 CCS 기술개발과 실용화를 위하여 2010년에는 CCS 관련 범부처 계획이 마련되었다.

본 연구에서는 국내 CCS 추진을 위한 현 관리체계를 분석하고 시사점이나 개선이 필요한 사항들이 있는지 파악한다. 그리고 CCS 사업에 먼저 뛰어든 선진국들의 사례를 살펴보

고 선진국의 경험을 바탕으로 향후 CCS를 시행할 수 있는 국가들에게 이상적인 CCS 범·정책프레임워크 마련에 대한 가이드라인을 제공한 IEA의 사례도 소개한다. 이를 통하여 시사점을 도출한 후, 국내체제에 대한 보완 및 개선방안들을 제시하고자 한다.

2. 정책동향

2.1 CCS 국내 정책동향

1) 국가 CCS 종합추진계획

교토의정서 마련 후, 선진국에게는 온실가스 감축에 대한 의무가 부과되었으나 우리나라는 이러한 감축의무가 아직 부과되지 않은 상태이다. 그러나 우리나라는 2007년 에너지 부문 온실가스 배출량이 세계 9위에 속하였으며 향후 이산화탄소 배출 증가율은 OECD 국가 중 최고 수준이 될 것으로 전망되고 있다. 이에 따라 향후 포스트 교토체제에 대응하고 국제적인 노력에 적극적으로 동참하기 위하여 한국 정부는 2009년 11월 17일, 국무회의에서 2020년 국가 온실가스 감축목표를 ‘배출전망(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축’으로 최종결정하였다. 이에 따라, 현실적인 감축방법으로 CCS 사업에 대한 중요성이 증대되었으며 2010년 2월 ‘2010년도 녹색성장 7대 실천과제’에서 CCS 기술은 10대 핵심 녹색기술로 제시되었다.

따라서 한국정부는 2009년 ‘녹색성장위원회’를 바탕으로 정책협의회를 개최하여 CCS를 추진하기 위한 역할분담 방안을 5차례 개최하였다. 또한 2010년 3월부터 6월까지 4개월 동안 ‘국가 CCS 종합추진계획’을 마련, 같은 해 7월, 제8차 녹색성장위원회에 상정하였다. 이 계획은 세계 CCS 기술강국 도약이라는 비전 아래, 2020년까지 플랜트 상용화 및 국제 기술경쟁력 확보를 목표로 삼고 있으며 대규모 실증과 연계된 원천기술 개발, 상용화를 위한 대규모 실증 프로젝트 추진, 환경관리 및 상용화 기반구축과 같은 3가지 과제를 추진하기 위한 중장기 로드맵을 포함하였다.

정부는 ‘CCS 총괄협의체’를 마련하여 각 부처의 역할을 정하였다. 이는 부처 간 독립적 기술개발에 대한 중복투자 와 연구역량 분산을 막고 CCS 기술개발을 가속화하기 위함이다. 이를 위하여 녹색성장위원회가 각 부처 간의 역할을 총괄하고 기획재정부는 CCS R&D 예산배분, 조세 및 금융 지원을 담당하며 교육과학기술부는 기술개발 및 검증, 지식경제부는 상용화 및 산업육성, 국토해양부와 환경부는 각각 해양과 육상의 환경관리를 주로 맡았다. 이 계획을 바탕으로 CCS를 추진하기 위하여 국내에서 2010년부터 2019년까지 20년 동안 약 2조 3,000억 원 규모의 투자가 이루어지도록 하였다. 이 중, 전체 투자액의 약 52%에 해당하는 금액이 정

이산화탄소 포집 및 저장 실용화를 위한 국내 정책 연구

부에서 투자될 것이며 나머지 48%가 민간의 투자로 이루어질 계획이다(Presidential Committee on Green Growth, 2010).

2) 국토해양부 CCS 추진계획

2010년에 국토해양부는 ‘국가 CCS 종합 추진계획’을 추진하고 해양지중저장에 관한 상세 방안을 구축하기 위하여 ‘국토해양부 CCS 추진계획’을 마련하였다. ‘2020년 이후 연간 300만 톤급의 이산화탄소 해양지중저장 구현’을 목표로 하고 있으며 Table 1에서 보는 바와 같이, 2010년부터 2015년까지는 후보지를 선정하고 해양지중저장에 대한 기술개발 연구에 집중, 2016년부터는 실증 및 보급사업과 수송체제를 정립한다. 후보지 선정을 위해서는 2013년까지 저장후보지에 대한 해양지질구조 DB를 구축하고 2015년까지 대규모 실증저장소를 확보한다(MLTM, 2010).

현재 고려되고 있는 후보지는 울릉, 군산, 제주분지 등이다. 한국해양과학기술원과 한국석유공사의 기초조사 결과에 따르면 동해 울릉분지 남서부 주변 대륙붕에 이산화탄소 50억 톤을 저장할 수 있는 해저지중저장소가 발견되었으며 이

는 국내 감축목표량 3,200만 톤을 기준으로 향후 150년간 저장이 가능한 용량이라고 한다(Lee, 2012).

실증 및 보급 사업은 지식경제부와 공동으로 진행되며 국토해양부는 CCS 전 과정에서의 해양환경 안전관리 기준을 마련하여 이를 적용한다. 수송과 관련하여서는 발전소 및 제철소와 같은 주요 배출원에서 저장소까지 선박 및 파이프라인 수송을 모두 검토하고 있으며 실증단계에서는 선박을, 2020년 이후 실용단계에서는 파이프라인 건설을 추진 중에 있다. 이러한 계획을 이행하기 위하여 단계별 제도적 장치 마련과 전문인력 양성, 국제협력 강화와 같은 실용화 기반 구축 작업을 2010년부터 계속적으로 추진한다(MLTM, 2010).

이에 대한 초기 작업으로 이산화탄소를 해양배출 가능한 폐기물로 지정하기 위해 2010년 국토해양부는 해양환경관리법 시행규칙 별표1)를 개정하였다. 즉, 이산화탄소를 ‘이산화탄소 스트림(Stream)’으로 규정하고 해저지질구조 내 고립격리 방법에 의해 배출해야 하는 폐기물로 분류, 국토해양부장관이 이산화탄소스트림의 성질과 상태, 해저지질구조와 위치, 처리방법 등을 정하여 고시하는 폐기물로 명시한 것이다(KEI, 2010).

Table 1. Future Plan for CCS at the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (MLTM, 2010)

Project items	Year
1. Storage site section in offshore sediments	
○ Site screening by the establishment of DB ('10-'13)	'10
○ Storage Site Selection (focusing on Uleung Basin, by '15)	'15
2. Implementation of demo-scale CCS project and the deployment of full scale projects in Korea	
○ Demo-scale CCS project (1Mt CO ₂ level)(together with Ministry of Knowledge Economy, '16-'20)	'16 -
○ Deployment of full scale CCS project in Korea (MLTM will focus on storage part, after '20)	
3. CO ₂ Transportation for CCS in Korea	
○ (short-term) CO ₂ transport by ship (during demo until 2020) (invested by private sectors)	'16 -
○ (long-term) CO ₂ transport by pipeline (after 2020)	
4. Legal and management system for offshore CCS	
○ Legal and management system (“under Marine Environment Management Law”)	'10 -
○ Public awareness, international co-operation (with IMO and others)	
5. R&D for technology for CO ₂ storage in offshore sediment & its environmental management (including site selection)	'05 - '15

3) 국내 탄소배출권 거래제도 계획

배출권거래제(Emission Trading, ET)는 국가마다 할당된 온실가스 감축의무 달성을 위해 자국의 기업별, 부문별 배출량을 할당하고 기업들이 할당된 온실가스 감축의무를 이행하지 못할 경우 타 국가 또는 타 기업으로부터 할당량을 매입할 수 있도록 한 제도이다. 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM)는 선진국이 개발도상국에서 온실가스 감축 사업을 수행하여 달성한 실적을 선진국의 감축목표 달성에 활용할 수 있도록 하는 제도이다. 이러한 CDM을 통해 발생되는 크레딧을 탄소배출권(Certified Emission Reduction, CER)이라고 하고 이는 탄소시장을 통해 거래된다(Noh et al., 2011).

CCS 차원에서 주목할 점은 2011년 11월 남아프리카공화국 더반 유엔기후변화협약 당사국총회(COP 17)에서 CCS를 CDM 사업에 포함하기로 결정하였다는 것이다. 이는 CCS 사업이 단순히 이산화탄소를 격리·저장하는 것이 아닌 경제적인 이윤을 창출하는 수익사업으로 인정받게 되었다는 점에서 중요한 의미를 가진다. 이에 따라 CCS 사업을 국내외 탄소시장과 연동하여 경제적인 관점에서 바라보는 것이 중요하며 기업들의 활발한 참여를 위하여 제도적으로 금융, 세제상의 지원과 같은 인센티브 마련방안이 요구된다.

1) [별표 6]

3. 해저지질구조 내 고립격리 방법에 의하여 배출해야 하는 폐기물: 이산화탄소 포집공정으로부터 발생한 “이산화탄소 스트림(Stream)”으로서 국토해양부장관이 이산화탄소스트림의 성질과 상태, 해저지질구조와 위치, 처리방법 등을 정하여 고시하는 폐기물

국내에서는 국제 탄소시장들과 연동될 수 있는 ‘한국형 탄소배출권 거래제’를 구축하고자 2010년 ‘저탄소 녹색성장 기본법’ 제46조에 근거하여 ‘온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률(안)’을 마련, 11월 입법예고하였다. 해당 법률안에는 배출권 할당 및 거래의 목적, 기본원칙, 대상업체 지정, 할당방법, 배출권 거래소, 보고·검증·인증, 금융세제상 지원, 국제탄소시장과의 연계, 벌칙 및 과태료 등에 관한 내용이 담겨있다. 하지만 산업계는 기업들의 경제적 손실 및 부담과 빠른 시행시기, 온실가스 감축 할당규모를 이유로 반발하였다. 그 후 정부는 수정안을 마련하여 2011년 3월, 이를 다시 입법예고 하였으며 4월 12일 국무회의 심의·의결을 거쳐 15일, 정부안을 국회에 제출하였다(KIMST, 2012).

2012년 5월 2일 해당 법률은 국회를 통과하여 국내에서도 2015년부터 본격적인 탄소시장이 출범하게 되었다. 이는 한국이 의무감축국이 아님에도 불구하고 탄소배출권 거래제를 조기 도입했다는 데 큰 의의가 있으며 이러한 제도를 바탕으로 온실가스 감축과 신재생에너지, 녹색기술 개발에 한국이 선도적 역할을 하게 된다는 점에서 그 의의를 가진다고 할 수 있다(Kim, 2012; Jung, 2010).

2.2 CCS 국외 정책동향

선진국들은 CCS가 온실가스 저감을 위한 핵심적인 기술임을 일찍부터 인식하고 상용화 추진을 위하여 포집, 수송, 저장과 같은 단계별 제도적 장치를 마련하였다. 따라서 몇 가지 국외사례를 바탕으로 선진국들의 CCS 추진상황을 파악하여 국내 상황에 참고하고자 한다.

1) 일본 CCS 정책동향

일본은 CCS 사업추진 초반부터 해양지중저장을 염두에 두었다. 이는 일본 내륙의 저장 공간이 충분하지 못하고 인구 밀도가 높기 때문이다. 일본은 이산화탄소를 ‘격리목적의 이산화탄소 포집공정으로 발생한 이산화탄소 스트림’에 포함시켜 일정한 절차에 따라 투기가 허용될 수 있도록 합의한 런던협약(LC 72) 2006개정정서의 개정사항²⁾을 국내체제에 반영하기 위하여 일찍부터 노력을 쏟아왔다. 런던의정서가 개정된 2006년, 같은 해 일본은 9월부터 환경부 장관이 중앙환경위원회와 협의를 시작하였고 중앙환경위원회는 전문가 위원회와 협력하여 환경부 장관에 해양지중저장에 대한 가능성과 환경적 영향에 관한 보고서를 제출하였다. 2007년 5

월에는 ‘해양오염 및 해양재해 방지에 관한 법률’을 개정하고 동년 9월에는 동법 시행령을 개정하였다. 또한, 이산화탄소 스트림 농도 측정법 결정에 관한 환경부령을 제정하였다. 해양지중저장의 허가에 관해서는 환경부령과 고시를 통해 제정하였다. 같은 해, 일본은 런던협약(LC 72) 2006개정정서의 비준하였고 2008년에는 특정 이산화탄소가스의 해저폐기의 허가신청과 관련된 지침을 마련하였다(KIMST, 2012).

이러한 법률의 주요내용으로는 환경성이 CCS 사업을 관리하며 환경부 장관의 허가를 받은 경우에만 예외적으로 이산화탄소스트림의 해저저장이 가능하고 사업 실행기관은 이산화탄소스트림이 성격, 주입기간, 주입량, 주입절차, 저장소 위치 및 규모, 누출 시 복구방안, 모니터링, 환경영향평가, 사업자의 재정적, 기술적 능력 등에 관한 모든 사항들을 담야 승인서를 제출, 허가를 받아야한다는 내용이 담겨 있다. 허가기간은 5년이며 기간이 만료될 경우 반드시 재취득 절차를 거쳐야 한다. 격리될 이산화탄소 순도는 98-99%로 의무화되어 있으며 운송 및 안전에 관해서는 고압가스안전법, 도로법에서 관리하도록 하였다(IEA, 2010a; KIMST, 2011).

2) 유럽 CCS 정책동향

유럽은 이산화탄소 지중저장에 대한 법적 프레임워크를 구축하기 위하여 CCS Directive를 마련하였다. 해당 Directive는 CCS 와 관련된 모든 요소들을 담아 CCS 전주기를 관리하고자 하며 회원국들은 2011년 6월 25일까지 Directive의 관련사항들을 자국법에 적용시키는 작업을 마쳐야한다. 이러한 작업이 원활히 시행될 수 있도록 EC는 Information Exchange Group을 구성하여 회원국과 전환작업 중 발생하는 문제들에 대해 토론하고 해결방안을 모색하며 전환과정을 돕고 있다. 뿐만 아니라 EC는 전환과정을 돕기 위하여 이산화탄소 저장 위험관리 프레임워크, 저장부지 특성화, 이산화탄소 스트림 구성, 모니터링 및 시정조치, 당국으로부터 책임이전의 경우 고려사항, 제정 및 메커니즘에 관한 4권의 가이드라인을 발간하였다. 해당 가이드라인은 회원국들의 전문가, 산업계, 연구자들, NGO들에 의하여 검토되어 2011년 5월 31일 출판되었다. EC는 이러한 가이드라인을 통하여 이산화탄소 지중저장에 대한 안정성을 확보하고자 하였다(IEA, 2011).

이러한 노력에도 불구하고 오직 스페인만이 2010년 12월, Directive 전환을 완료하였고 대부분의 회원국들이 전환완료 기한인 2011년 6월 25일까지 해당 작업을 종료하지 못했다. 독일은 CCS 기술에 대한 불신과 환경에 대한 우려로 대중의 반대를 겪었으며 영국에서는 부처 간, 연방정부 및 주정부 간 조정에 대한 어려움이 있었다. 핀란드는 초기 연구결과에서 CCS 사업을 시행하기에 저장용량 및 부지가 적절하지 못하다는 결과를 얻기도 하였다. 회원국들이 이행절차를 적

2) 런던협약(LC 72) 2006개정정서의 부속서1는 투기를 고려할 수 있는 폐기물 또는 그 밖의 물질로 ‘격리 목적의 이산화탄소 포집공정으로 발생한 이산화탄소 스트림’을 포함하고 있으며 ‘해저 지질 구조에 대한 처분이 이루어지고, 압도적으로 이산화탄소로 구성이 될 경우, 어떠한 폐기물이나 그 밖의 물질이 처분 목적으로 추가되지 않을 경우’ 투기를 고려할 수 있다고 명시하였다.

이산화탄소 포집 및 저장 실용화를 위한 국내 정책 연구

절한 시기에 완료하지 못한 경우, EC는 회원국가에게 EU법 침해구제절차(Infringement procedure)를 밟을 수 있으며 공식 통지서(Letter of Formal Notice)를 발송할 수 있다. 이에 따라 2011년 7월, EC는 해당 통지서를 발행하였으며 덴마크, 네덜란드, 이태리, 프랑스, 리투아니아, 몰타, 슬로베니아가 2012년 1월, 전환절차를 급히 마무리하였다. 2012년 2월 기준으로 나머지 19개 국가들은 여전히 전환작업을 EC와 논의 중이다(Armeni, 2012).

법체계 마련뿐만 아니라 경제적 인센티브를 마련하여 CCS 사업을 장려하려는 EU의 움직임 역시 활발하다. CCS는 EU ETS의 대상범위에 2013년부터 새롭게 포함되었다. 따라서 EC는 EU ETS를 통한 수입을 재생에너지와 CCS 사업 및 실증 프로젝트에 활용되도록 할 예정이다. 이를 위하여 EC는 EU ETS 제도 내에 NER 300 프로그램을 설립하여 관련 사업들을 지원하도록 하였다. NER 300 프로그램의 재정규모는 약 45억 유로이며 8개의 CCS 프로젝트와 34개의 재생에너지 관련 프로젝트를 지원하고자 한다. 따라서 2010년 회원국으로부터 제안서를 받았으며 총 153개의 제안서가 제출되었다. 그 중 CCS와 관련된 사업은 22개였으며 EC는 유럽투자은행(European Investment Bank, EIB)과 함께 해당 제안서들을 검토하여 2012년 말, 최종적으로 사업을 선정할 예정이다. 이렇듯, NER 300과 같은 프로그램 설립으로 EU는 CCS와 재생에너지에 관한 민간기업의 관심을 이끌어내고 회원국간의 공동사업을 도모하고 있다(Limousin, 2011; Park, 2012).

3) 미국 CCS 정책동향

미국은 전 세계 이산화탄소 배출량의 28%를 차지하고 있지만 자국의 산업보호를 위해 2001년 3월 교토의정서를 탈퇴하였다. 그럼에도 불구하고 2012년까지 온실가스배출집약도(온실가스배출량/GDP)를 18%까지 낮춘다는 자체 목표 수립을 시행하였고 캘리포니아 주는 온실가스 배출을 2020년까지 25% 감축하는 법안을 제정하는 등, 온실가스 감축을 위한 자체적인 노력을 쏟고 있다. 특히, 오바마 정부가 당선 이후에는 과거 부시 행정부와 달리 온실가스 감축과 관련된 미래세대와 국제사회에 대한 책임을 분명히 하며 온실가스 감축과 관련된 기술, 청정에너지, 그린에너지에 관한 개발 및 투자에 집중하고 있다. CCS도 이러한 기술개발 대상 중 하나이다(Lee, 2009).

CCS 사업에 대한 기술개발은 미국 에너지국(Department of Energy, DOE), 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)이 담당하고 있으며 포집, 주입, 저장에 관련된 법으로는 청정대기법(Clean Air Act)과 먹는물관리법(Federal Safe Drinking Water Act)의 부속규정인 지하주입관리규정(Underground Injection Control Program)으로 관리한다. 또한, 이산화탄소 수

송은 미국 교통부와 주정부가 담당한다.

미국의 사례에서 주목할 점은 2010년 CCS 추진을 위해 미국 환경보호청과 에너지국 뿐 아니라 재무부, 법무부, 노동부, 교통부 및 과학기술 정책실 등 미국 대부분의 관련 정부조직들을 대거로 포함하는 CCS 범부처 대책위원회(Interagency Task Force)를 조직·운영하고 있다는 점이다. 해당 대책위원회는 2016년까지 5~10개의 실증 프로젝트를 마련하겠다는 목표를 세우고 있으며 연구조사 보고서, 'Report of the Interagency Task Force on CCS'를 발간하여 기후정책에서 CCS의 역할, 기술수준, 체제적 장벽, 법·규제적 접근, 대중인식 및 교육에 대해 설명하고 있다. 보고서에서 주목할 점은 CCS 사업의 가장 큰 장애물로 법·규제마련 미비, 이산화탄소 저장에 관한 장기적 책임, 대중인식 부족과 함께, 탄소 시장 및 탄소 가격에 대한 불안정, 정책 부족으로 인한 시장의 실패를 언급하고 있다는 점이다. 따라서 대출이나 세금지원, 온실가스 배출권 배분 등과 같은 경제적 지원방안 및 시장유인제도를 바탕으로 시장실패를 방지하고 저탄소 기술에 대한 안정적인 투자 및 기술개발이 이루어져야함을 강조하였다. 이 외에도 초기 시범사업 운영을 위한 연방정부 차원의 라운드테이블 또는 기술위원회 마파 신속한 정책프레임의 마련 및 이행, 정부공조체제 마련, 대중인식 증진, 시장제도 도입, 장기적 책임, 국제협력 등이 필수적으로 수립되어야 함을 제안하였다(Interagency task force on CCS, 2010).

추가로, 최근 미국 환경보호청은 신규 발전소에 CCS 설비 장착 및 기술 도입을 의무화하는 규제안을 2012년 3월 발표하였다. 이는 온실가스 배출을 엄격하게 제한하기 위함이다. 이러한 기술개발을 위하여 오바마 정부는 2013년, 2억 7,590만 달러 즉, 한화 3,150억을 의회에 요청하여 CCS 개발에 집중적인 투자가 이루어지도록 재정적인 지원과 투자를 아끼지 않고 있다(CCSA, 2012).

4) IEA의 CCS Model Regulatory Framework

각 국가 뿐만 아니라 국제기구, CCS 관련 협회, 국제적 연구기관에서 CCS 기술개발, 연구조사 및 시범사업 실행과 같은 움직임이 활발하다. 대표적인 CCS 관련 국제기구 및 기관에는 IEA, IEA 온실가스연구개발프로그램(IEA Greenhouse Gas R&D Programme), 호주정부 주도로 설립된 국제 CCS 연구소(Global CCS Institute), 영국주도의 탄소포집저장협회(Carbon Capture Storage Association, CCSA) 등이 있다. 주로 이러한 기관들은 국가를 넘어서 전 세계적으로 CCS 기술개발 및 지원, 국제 및 지역 범위의 CCS 네트워크 설립, 개발도상국 역량강화, 아웃리치(Outreach) 활동, 기술 및 정책 보고서 발간, 워크숍 및 포럼 개최, CDM화 논의 등을 담당하고 있다.

그 중에서도 가장 주목할 만한 것은 각국 정부가 CCS 규

제 프레임워크를 마련하는데 있어 실질적인 가이드라인을 제공하는 IEA의 CCS 모델규제프레임워크(Model Regulatory Framework)이다. IEA는 유럽, 호주, 미국 등에서 실행 중인 CCS 규제 프레임워크를 참고하여 현재 CCS 초기 단계에 있는 국가들, 특히, CCS 도입 가능성이 높은 개도국에게 도움을 주고자 하였다. 이산화탄소포집, 수송, 지중 저장, 모든

단계를 다루지만 특히, 지중저장에 초점을 맞추어 CCS 관련 29가지 이슈에 대한 원칙과 가이드라인을 제시하였다. Table 2는 이러한 29가지 사항을 명시하고 있으며 이에는 이산화탄소를 폐기물로 볼 것인지에 대한 분류부터 시작하여 순도, 재산권, 월경성 이동, 인센티브 제공, 환경영향 평가, 인허가, 책임문제, 모니터링, 재정마련, 대중참여 및 인식증진 등에 관한 사항을 포함한다. 즉, CCS 전 과정에서 고려해야 할 주요사안들에 대한 가이드라인을 제시하여 각국이 법체계를 만들 때 참고할 수 있도록 하였다(IEA, 2010b).

Table 2. Key issues for CCS regulatory frameworks(IEA, 2010b)

1. Classifying CO ₂	11. Engaging the public in decision making	21. Corrective measures and remediation measures
2. Property rights	12. CO ₂ capture	22. Liability during the project period
3. Competition with other users and preferential rights issue	13. CO ₂ transportation	23. Authorisation for storage site closure
4. Transboundary movement of CO ₂	14. Scope of framework and prohibitions	24. Liability during the post-closure period
5. International laws for the protection of the marine environment	15. Definitions and terminology applicable to CO ₂ storage regulations	25. Financial contributions to post-closure stewardship
6. Providing incentives for CCS as part of climate change mitigation strategies	16. Authorisation of storage site exploration activities	26. Sharing knowledge and experience through the demonstration phase
7. Protecting human health	17. Regulating site selection and characterisation activities	27. CCS ready
8. Composition of the CO ₂ stream	18. Authorisation of storage activities	28. Using CCS for biomass-based sources
9. The role of environmental impact assessment	19. Project inspections	29. Understanding enhanced hydrocarbon recovery with CCS
10. Third-party access to storage site and transportation infrastructure	20. Monitoring, reporting and verification requirements	

3. 한계 및 시사점

3.1 한계

CCS 사업 추진을 위해 녹색성장위원회의 ‘국가 CCS 종합 추진계획’과 국토해양부 ‘이산화탄소 해양지중저장 추진계획’이 마련되었으나 해당 정책의 추진체계는 몇 가지 한계점을 가지고 있다.

첫째, 2015년까지 실증, 2020년까지 플랜트 상용화를 목표로 해양지중저장을 추진하고 있지만 이에 대한 법체계는 아직 미비하다고 할 수 있다. 2010년 국토해양부가 해양환경관리법 시행규칙 [별표 6]을 개정하여 ‘이산화탄소 스트림’을 폐기물로 분류한 것 이외에는 다른 법적인 요소나 체제가 마련되지 않았으며 세부 정책추진 방안들이나 관련 제도들이 구체적으로 마련되어 추진되고 있지 않다.

둘째, 녹색성장위원회 아래, ‘CCS 총괄협의체’를 구성·운영하여 부처 간의 역할을 분담하였지만 상호 협력체제나 유연성이 부족하다. 그 예로, 육상에 대한 CCS 사업은 지식경제부가, 해양은 국토해양부가 담당하고 있지만 육상과 해양을 명확히 구분하는 기준은 정확히 설정되어 있지 않다. 환경관리 측면에서도 현재 육상과 해양을 나누어 환경부와 국토해양부가 그 역할을 분담하고 있다. 또한, 각 부처 간 상호협력과 포괄적 접근이 필요한 분야인 인센티브 제공, 기술인력, 전문인력 양성 분야는 각각 기획재정부, 지식경제부, 교육과학기술부가 주무부처로 지정되어 타 부처와 협력하게 되어 있다. 그러나 구체적인 상호협력 방안이나 체제가 설립되어 있는 것은 아니다.

셋째, 시나리오를 바탕으로 한 타당한 경제성 평가가 부족하다. 현재까지 해양지중저장을 위한 저장소가 최종적으로 선정이 되지 않은 상태이며 수송에 있어서도 선박과 파이프 두 가지를 모두 검토 중이다. 따라서 현재까지의 경제분석은 단계별로 분절적인 경제성 평가만이 이루어지고 있으며 CCS 전 사업단계를 바탕으로 하는 시나리오 별 경제성 분석은 이루어지지 않고 있다.

넷째, 대규모 CCS 실증 및 보급사업을 위한 재정적 기반

이 확립되지 않았다. 현재 예측으로는 2010년부터 2019년까지 약 2조 3,000억 원 규모의 대규모 투자가 이루어질 예정이며 이 중 민간의 투자규모는 48%로 추정하고 있다. 하지만 현재 산업계의 참여가 확정되거나 그 투자규모 및 참여방안에 대해서는 구체적으로 논의되거나 정해진 바가 없다.

마지막으로, 통합적인 정보공유와 대중인식이 부족하다. 지식경제부는 ‘한국이산화탄소포집 및 저장협회(Korea Carbon Capture & Storage Association, KCCSA)’, 교육과학기술부는 ‘한국 이산화탄소포집 및 처리 연구개발센터(Korea Carbon Capture & Sequestration R&D Center, KCRC)’, 국토해양부와 환경부는 ‘CCS 환경센터’ 설립을 추진하여 CCS 상용화 및 보급 촉진, 기관 간 협력, 소통채널의 역할을 담당하고 있지만 아직 그 역할이 초기단계이며 공유되는 정보량이 제한적이라고 할 수 있다. 또한, CCS 사업에 부정적인 시각을 가질 수 있는 대중들에 대한 접근법이나 인식증진 활동들이 체계적·전략적으로 마련되어 있지 않다.

3.2 시사점

관련 국외사례를 통하여 국내의 정책체제를 구축하기 위한 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 각 국가가 추진하려는 CCS 형태나 목적에 따라 법체계가 다르나 국제적·지역적·국내적 상황을 고려하여 CCS를 위한 법적 프레임워크를 구축했다. 예를 들어, 일본은 해양지중저장 프로젝트를 고려하여 ‘해양오염 및 재난방지 법률’을 개정하였고 미국은 주로 육상지중저장을 고려하기 때문에 ‘먹는물관리법’을 개정하여 법체계를 구축하였다. 별개로, EU는 회원국들과 통합적이고 일관성 있는 법적체제를 구축하기 위하여 우선적으로 CCS Directive를 마련하였다. 이후 이를 각국 법에 적용시키도록 전환과정을 거쳐 각국이 지역적이면서도 국가적인 법체계를 확립할 수 있도록 하였다. 즉, 그 방법은 각기 다르나 각자의 상황과 체제를 고려한 법적 프레임워크를 구축하였다고 말할 수 있다.

둘째, 통합적인 CCS 사업 추진을 위한 별도의 조직을 설립하여 운영하고 있다. 국가별로, 범부처 추진위원회 또는 대책위원회 등을 운영하여 각 부처의 담당자들이 해당 조직에 직접 참여, CCS 사업을 추진하고 있으며 미국과 같은 경우는 CCS 대책위원회가 직접 CCS에 관한 보고서를 출간하는 등 통합적이고 전문적 정책제언 역할까지 수행하고 있음을 알 수 있다.

셋째, CCS의 경제적 한계를 인정하고 다양한 인센티브 마련의 중요성을 강조하고 있다. CCS가 현재 기술적으로 가장 대안적인 온실가스 감축기술임에도 불구하고 톤당 이산화탄소가격은 높은 수준이다. 따라서 IEA, 미국 CCS 대책위원회 등 많은 연구조사에서 인센티브의 중요성이 계속 언급되

었으며 실제 유럽이 CCS에 대한 재정지원을 위하여 설립한 NER 300제도는 이에 대한 좋은 사례라고 할 수 있다.

넷째, CCS 사업의 상업화 단계에 있어 민간의 참여가 활발하다는 점이다. 앞서 언급한 CCS 주요 프로젝트에서 노르웨이의 슬라이프너, 스노빗 프로젝트는 석유 전문업체인 스타토일(Statoil)이 참여하고 있으며 미국·캐나다의 웨이번 프로젝트에서는 캐나다 최대 가스 전문회사인 엔카나(EnCana)사가 참여하고 있다. 이러한 기업의 참여는 정부투자에 대한 부담을 줄이고 민간투자를 유도하여 CCS 사업에 대한 안정적 재정을 마련해 줄 수 있다.

다섯째, 대중인식 및 대중의 참여 단계가 CCS 사업의 과정 중 필수적인 요소로 마련되어야 한다. 독일은 CCS에 관한 국내 법체제를 완료했음에도 불구하고 잠재적 후보지 지역민들의 반발이 있었다. 이는 CCS 기술 불신과 환경에 대한 우려 때문이다. 이로 인하여 2011년 독일의회 하원에서는 독일의 CCS 관련 법안을 승인하였지만 상원에서 녹색당과 사회민주당의 반대로 난항을 겪었다. 이처럼 법적체제를 갖추었다 하더라도 CCS에 대한 대중 참여와 이해, 관심을 이끌어내지 못한다면 사업의 성공도 확보하기 어렵다고 할 수 있다(Wacket and Marsh, 2012).

마지막으로, 각 국가들은 정보공유를 위한 국제 네트워크를 설립하고 활발한 정보교류를 통해 전문적인 기술을 축적하고 있다. 국가주도로 영국에서는 탄소포집저장협회(CCSA), 호주에서는 국제 CCS 연구소(Global CCS Institute)가 설립되었는데 해당 기구들은 국내적 수준을 넘어서 국제적 수준의 네트워크를 도모하고 CCS 관련 보고서를 출간하는 등 기존 국제기구 못지않은 활동을 펼치며 정보교류 역할을 담당하고 있다.

4. 결론

본 연구에서는 국내 CCS 상황을 분석하고 그 한계점을 도출하여 국외사례를 바탕으로 시사점을 도출하였다. 그리고 이를 바탕으로 마련된 관련 정책방안은 신속한 법적체제 마련, CCS 총괄협의체 역할 확립, CCS 전주기를 바탕으로 한 다양한 경제시나리오 분석 및 국내탄소배출권 거래제도를 통한 인센티브 제도 마련, 대중인식 전략 마련, 그리고 정보교환을 위한 전문기관 설립으로 요약할 수 있다. 자세한 사항은 아래와 같다.

첫째, 국내 ‘해양환경관리법’ 및 관련 법 분석을 통한 개정 작업과 관련 정책과제의 추진이 시급하다. 우리나라 역시 육상지중저장 보다는 해양지중저장이 더 적합한 현실을 바탕으로 일본의 ‘해양오염 및 재난방지 법률’의 개정은 국내에서 참고할 수 있는 좋은 사례가 될 수 있을 것이다. CCS와

관련된 국내법을 검토하고 필요한 정책과제들을 도출하여 안정성이 확보된 CCS 체계를 구축하는 과정이 시급히 이루어져야 할 것이다.

둘째, CCS 총괄협의체의 역할을 조정 강화하여 부처 간 협력 및 유연성을 강화해야 한다. 단편적인 부처 간 업무분장이 아닌 녹색성장위원회 CCS 총괄협의체를 바탕으로 부처 간 협력체계를 구축하여 분산되어 있는 CCS 환경평가 업무와 국제협력, 기술지원, 인력양성 등과 같은 통합적 업무에 대해 유연성 있게 대응하는 시스템을 구축하는 것이 바람직할 것이다.

셋째, 시나리오를 바탕으로 한 CCS 경제성 평가를 마련하고 ‘국내탄소배출권 거래제도’를 통하여 인센티브 제공방안을 마련, 민간참여를 유도시켜야 한다. 이산화탄소포집을 위한 발전소, 수송방법, 저장소 별로 CCS 전 과정을 다루는 다수의 시나리오를 바탕으로 한 경제성 평가가 먼저 선행되어야 이루어져야 할 것이다. 또한, 이러한 경제성 문제를 보완하기 위하여 현재 마련된 ‘운실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률’에서 금융·세제상의 지원 정책과 국제 탄소시장과의 연계를 통하여 다양한 인센티브 규정을 마련할 수 있을 것이다. 이러한 제도를 통하여 민간의 참여를 유도시킨다면 CCS 상용화 단계에 있어서의 민간참여율과 투자규모 역시 확대 될 것이며 안정적인 CCS 재원을 마련할 수 있을 것이라 기대된다.

넷째, 대중인식 증진과 참여를 위한 체계적·전략적 방안이 마련되어야 할 것이다. 독일과 같은 사례를 방지하기 위하여 CCS 전 과정에 대한 정확한 이해와 안정성을 사업 초반부터 대중에게 인식시키고 이들을 참여시킬 필요가 있다. 이미 CCS 사업을 진행한 선진국, CCS에 대한 대중인식에 대한 조사연구를 활발히 수행 중인 호주 연방과학산업연구소(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO) 및 기타 국제기구들의 전략방안은 그 좋은 예가 될 수 있을 것이다.

마지막으로 국내·외 네트워크 및 정보교환을 위한 전문기관을 설립하고 이를 통하여 전문적이고도 국제적인 기술정보 교류를 도모한다. 기존 각 부처 내에서 설립하여 운영되고 있는 지식보급 및 정보교류를 위해 관련 기관들의 기능 및 역할을 통합, 재조정하여 해당 업무를 전문적으로 담당할 수 있는 기관을 설립하고 그에 대한 충분한 인력과 예산을 확보해야 한다. 이럴 경우, 각 부처별 예산 및 기능 중복을 방지할 수 있으며 향후 국제적 CCS 전문기관으로 발전할 수 있을 것이다.

이러한 방향으로 국내의 CCS 추진체계를 정비해 나간다면 좀 더 안전하고 환경적인 CCS 사업이 이루어질 수 있을 것

Table 3. Current issues to be improved in Korea, implications observed from international cases and policy suggestions

Current issues to be improved in Korea	Implications from early adapting countries	Policy suggestions
Lack of legal framework	Establishing legal frameworks reflecting international regulations and national issues	Establishing legal framework based on the 'Marine Environmental Management Act'
Lack of cooperative mechanism and flexibility among ministries	Establishing integrated/ CCS interagency committee or task force	Strengthening or re-organizing the role of intergovernmental CCS committee
Limited economic analysis	Providing economic incentives	Conducting CCS economic analysis based on various scenarios and providing incentives through Korean Emissions Trading Scheme for private sector
Unsecured funding	Promoting active participation from private sectors	
Lack of public awareness and information sharing	Providing strategies for active public participation in the early stage	Providing public participation strategies
	Establishing international network systems for information sharing	Establishing a specialized agency for information sharing

이다. 참고로, 국내 CCS 추진현황에 대한 한계점과 국외사례를 통한 시사점, 이를 통한 제언을 Table 3과 같이 요약하였다.

CCS 기술은 전 세계가 기후변화로 인한 다양한 현상을 눈으로 목격하며 재정적, 인명적으로 막대한 피해를 입는 가운데 이러한 피해와 손실을 방지하고자 현실적으로 가장 비용·효과적으로 제시될 수 있는 기술이다. 따라서 현재 보유하고 있는 기술을 바탕으로 기후변화를 해결할 수 있는 최선의 방안으로 이해하는 것이 바람직할 것이다.

따라서, 이러한 기술을 신속하고 안전하게 실행하고자 각 국가들은 관련 법체계를 마련하였으며 이러한 국가들의 활동을 돕기 위하여 국제적인 기관들이 전문적인 지식을 공유하고 CCS 관련 네트워크를 도모하고 있다. 국내에서도 이미 CCS 사업 이행을 위하여 범부처적인 차원에서 ‘국가종합추

진계획'을 마련하였다는 점은 매우 고무적인 성과라고 할 수 있으며 기후변화에 대응하고 온실가스를 저감하고자 하는 한국정부의 의지를 확고히 나타낸 것이다. 따라서, 빠른 시일 내에 관련 법률을 검토하여 CCS 추진을 위한 법적제도를 마련하고 실증작업을 통하여 그 기술력을 세계적으로 인증 받은 후 실용화 사업을 추진하여야 할 것이다. 또한, CCS 사업이 기후변화에 대응하기 위한 국제적 노력의 산물인 만큼 국제정세 및 탄소시장에 대한 동향을 예의주시하여 향후 전략을 단계적으로 마련할 필요가 있다.

사 사

이 연구는 2011년 국토해양부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(이산화탄소 해양지중저장 기술개발).

참 고 문 헌

- [1] Armeni, C.(2012), An update on the state of CCS regulation from Europe, Global CCS Institute, Available at: <http://www.globalccsinstitute.com/insights/authors/chiara-armeni/2012/02/13/update-state-ccs-regulation-europe>(Accessed 13 August 2012).
- [2] CCSA(2012), Carbon Capture Storage Association, U. S. Budget seeks more funds for CCS, CCSA Weekly Newsletter, Issue 151, p. 2.
- [3] Interagency task force on CCS(2010), Report of the Interagency task force on Carbon Capture and Storage, p. 131.
- [4] IPCC(2007), Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2007: Synthesis Report, p. 73.
- [5] IEA(2011), International Energy Agency, Carbon Capture and Storage: legal and regulatory review, edition 2. p. 104.
- [6] IEA(2010a), International Energy Agency, Carbon Capture and Storage: legal and regulatory review, edition 1. p. 61.
- [7] IEA(2010b), International Energy Agency, Carbon Capture and Storage: Model Regulatory Framework, p. 127.
- [8] Jung, H. S.(2010), New wave of green finance based on emission trading system, Financial Focus, pp. 58-64.
- [9] Kim, J. S.(2012), Korea to introduce emission-trading system in 2015, Hankyereh, Available at: http://www.hani.co.kr/english_edition/e_business/531259.html(Accessed 30 May 2012)
- [10] KEI(2010), Korea Environment Institute, CCS Related Foreign Environmental Management System and Research Trend Analysis, KEI Working paper, Vol. 2010, No. 16, p. 93.
- [11] KIMST(2012), Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion, Development of Technology for CO2 Marine Geological Storage R&D Report, pp. 185-257.
- [12] KIMST(2011), Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion, Development of Technology for CO2 Marine Geological Storage R&D Report, pp. 59-238.
- [13] Lee, J. H.(2009), Successful Elements of the Climate Change Legislation: Focusing on the U.S. Federal Legislative Bills, Law Review, Vol. 26, No. 4, pp. 175-200.
- [14] Lee, M. C.(2012), Five billion tons of Large CO2 storage site found in the Ulleung Basin, East Sea, The aju business, Available at: <http://www.ajnews.co.kr/kor/view.jsp?newsId=20120404000217>(Accessed 7 May 2012).
- [15] Limousin, L.(2011), NER 300: Inventory of CCS applications to Member States, Carbon Capture Journal, Available at: <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=750>(Accessed 15 July 2012).
- [16] MLTM(2010), Ministry of Land, Transport & Maritime Affairs, CCS Plan at the Ministry of Land, Transport & Maritime Affairs, p. 23.
- [17] Noh, H. J., C. Huh, S. G. Kang and E. K. Jang(2011), Discussion and Challenges on Inclusion of Carbon Dioxide Capture and Geological Storage (CCS) as Clean Development Mechanism (CDM) Project Activities, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Proceeding of the Autumn meeting of the Korean Society for Marine Environmental Engineering in 2011, pp.184-189.
- [18] Park, S. J.(2012), EC selected possible NEW300 programmes, The daily green, Available at: <http://www.bizeco.kr/news/news-view.php?ncode=1065585005571284>(Accessed 20 August 2012).
- [19] Presidential Committee on Green Growth(2010), National CCS Mater Plan, p. 25.
- [20] Wacket M. and S. Marsh(2012), German mediation committee agrees carbon capture law, Reuters, Available at: <http://www.reuters.com/article/2012/06/27/us-germany-energy-co-idUSBRE85Q1JL20120627>(Accessed 6 July 2012).

원고접수일 : 2012년 10월 22일

원고수정일 : 2012년 12월 03일 (1차)

2012년 12월 17일 (2차)

게재확정일 : 2012년 12월 27일