



ISSN 1739-1342

2008년 겨울호

ENERGY FOCUS

에너지 포커스

제5권 제4호 통권30호



ENERGY
FOCUS

2008

겨울호

■ 권두칼럼

- 기후변화 대응, 위기에서 기회를 찾아야

■ 이슈진단

- 제14차 기후변화협약 당사국총회(COP 14) 주요 논의사항 및 평가
- 저탄소 · 녹색성장을 위한 신재생에너지 정책방향

■ 동향초점

- EU 저탄소 정책과 시사점
- 녹색성장 해외사례 및 시사점

■ 논단

- 전력산업의 소매경쟁과 규제
- 탄소중립 프로그램의 현황과 전망
- IEA 지표분석을 통한 에너지이용 및 효율 추세
- 탈석유화를 향한 서울시의 화석에너지 감축 방안

■ 원유시장

- 원유시장 동향



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



KOREA ENERGY

ENERGY

ENERGY

에너지포커스

FOCUS

에너지 포커스

2008년 겨울호

ECONOMICS INSTITUTE

FOCUS

ENERGY 2008 겨울호

FOCUS Contents

권두칼럼

- 기후변화 대응, 위기에서 기회를 찾아야 3
에너지경제연구원 원장 방 기 열

이슈진단

- 제14차 기후변화협약 당사국총회(COP 14) 주요 논의사항 및 평가 4
에너지경제연구원 선임연구위원 오 진 규
에너지경제연구원 책임연구위원 안 영 환
- 저탄소 · 녹색성장을 위한 신재생에너지 정책방향 14
에너지경제연구원 책임연구위원 배 정 환

동향초점

- EU 저탄소 정책과 시사점 28
에너지경제연구원 책임연구위원 김 수 이
- 녹색성장 해외사례 및 시사점 48
삼성경제연구소 기후변화센터장 이 지 훈

논 단

- 전력산업의 소매경쟁과 규제 64
아주대학교 에너지학과 교수 김 영 창
에너지경제연구원 선임연구위원 김 현 제
에너지경제연구원 연구위원 이 근 대 · 이 유 수
- 탄소중립 프로그램의 현황과 전망 76
중앙대학교 산업경제학과 교수 김 정 인
- IEA 지표분석을 통한 에너지이용 및 효율 추세 92
에너지경제연구원 초빙연구위원 오 상 면
에너지경제연구원 위촉연구위원 박 명 지
- 탈석유화를 향한 서울시의 화석에너지 감축 방안 120
서울시정개발연구원 연구위원 조 향 문

원유시장

- 원유시장 동향 138
에너지경제연구원 연구위원 오 세 신



권두칼럼

기후변화 대응, 위기에서 기회를 찾아야

에너지경제연구원 원장 / 방 기 열

폴란드 포즈난에서 열린 제14차 기후변화협약 당사국총회는 기후변화 대응을 위해 선진국과 개도국의 상호협력방안, 선진국의 온실가스 추가 감축문제 등 포스트 교토체제의 주요내용과 협상일정에 대해 합의하고 폐막되었다.

우리나라는 전 세계 10위권의 온실가스 배출국이다. 또 1인당 국민소득이 2만 달러를 넘는 국가로서 지금 보다는 강제성이 강화된 형태의 온실가스 감축참여에 대한 국제사회의 기대도 매우 높다. 정부도 국제사회에서의 우리나라 위상에 부합하는 역할을 수행하고 온실가스 감축에 따른 경제적 위기를 경제성장의 기회로 활용할 수 있는 방향으로 정책을 추진할 계획이다.

우리나라 온실가스는 에너지소비와 산업공정부문에서 95% 가량 배출된다. 이 가운데 산업부문 33%, 수송부문 20%, 가정·상업·공공부문 12%, 그리고 발전부문이 35%를 차지한다. 이처럼 경제의 모든 분야에서 고루 온실가스가 배출되므로 감축도 모두 참여하여 동시적으로 이루어져야 할 것이다.

국가 전체적인 온실가스 감축전략은 생산비용 상승 또는 불편을 종합적으로 고려하여 수립되어야 한다. 온실가스 감축전략 수립에 있어서 중요한 기준은 현재 배출하는 양보다는 온실가스 배출 감축잠재력, 이에 따른 직접적 비용과 경제적 파급효과, 새로운 온실가스 감축 기술의 개발과 적용 가능성 등을 고려하여 부문별 감축의 우선순위, 그리고 감축시기 등을 결정하여야 한다.

일반적으로 에너지 다소비산업 이외의 기업에서 에너지비용이 차지하는 비중은 그리 높지 않다. 그 결과 비용절감을 위한 기업의 관심이 상대적으로 낮았다. 산업부문에서의 효과적인 온실가스 감축을 위해서는 이러한 기업들도 온실가스 감축에 대한 관심과 투자가 제고되어야 한다.

산업부문에서는 단순한 온실가스 감축뿐만 아니라 배출권거래제도 등이 국내에 도입되고, 국제거래에 참여할 수 있는 경우 이를 판매하여 투자비의 일부를 회수할 수도 있다. 온실가스 감축이 본격적으로 시행됨에 따라 온실가스 감축과 기후변화 적응에 관련된 사업은 새로운 기회를 얻게 된다.

신재생에너지분야 뿐만 아니라 온실가스 감축과 관련된 제품, 서비스, 기후변화 적응을 위한 국토건설, 보험, 그리고 신기술에 대한 추가적 시장이 전 세계적으로 창출되고 있으므로 기업들은 이에 대한 사업기회를 적극적으로 모색하여야 한다.

이제, 우리나라도 더 이상 온실가스 감축에 대해 제3자의 관점으로 바라볼 수는 없다. 그러므로 정부는 국내 경제에 적합한 온실가스 감축에 대한 목표와 전략을 제시하고, 기업은 물론 일반인까지 온실가스 감축을 이행해야 하는 주체임을 자각하고 온실가스 감축과 기후변화 적응을 실천에 옮겨야 할 것이다.

제14차 기후변화협약 당사국총회(COP 14) 주요 논의사항 및 평가

오진규 에너지경제연구원 선임연구위원

안영환 에너지경제연구원 책임연구위원

1. 서언

2008년 12월 1일부터 2주간 제14차 기후변화협약 당사국총회(COP 14)가 폴란드의 포즈난에서 기후변화(Climate change)를 맞바꾼 '변화의 바람'(Climate for change)을 모토로 개최되어, 기후변화 대응에 대한 근본적인 변화가 시작되었다. 본 회의와 병행하여 제4차 교토의정서 당사국총회(CMP 4)가 개최되었으며, 2개의 부속 기구회의도 동시에 열렸다. 한편, 2012년 이후의 의무체제를 논의하기 위한 회의로서 제4차 AWG-LCA 및 제6차 AWG-KP(2부)가 동시에 개최되어 모두 6가지의 회의가 진행되었다.

금번 총회에는 189개 당사국 대표와 각료, UNEP 및 IPCC 등 국제기구, 그린피스 등 환경단체와 NGO 등 총 10,000여명이 참여하여 본 회의에 대한 뜨거운 관심을 표출하였다. 당사국총회중 마지막 2일간 개최된 각료회의에서는 반기문 UN 사무총장이 특별연설을 하였으며, 세계적인 금융위기에도 불구하고 기후변화에 대한 대응의 중요성을 강조하였다. 그리고, 각국 각료들의 발언과 2007년 노벨평화상 수상자인 앨 고어 전 미국 부통령의 특별강연을 들었다.

금번 총회는 '2012년 이후의 의무체제'(Post-2012)를

결정짓는 내년의 코펜하겐 총회에 대한 징검다리가 되는 중간점검회의의 성격을 띠고 있다. 현재 교토의정서상 각국의 의무는 선진국에 대해선 2008년에서 2012년까지의 1차 의무기간 동안에만 감축의무가 규정되어 있으며, 개도국에 대해선 일반의무가 규정되어 있다. 따라서, 2012년 이후의 의무체제를 결정하여 2013년부터 시행하기 위한 Post-2012 협상이 진행되고 있는 것이다. 그런데, 금번 회의는 최근 범세계적으로 급속하게 불어닥치고 있는 세계적 경제위기로 인해 기후 문제에 대한 대응이 희석되지나 않을까 하는 우려속에 개최되었다.

본고는 위에서 언급한 6가지 회의중에 제기된 사항들 중 현안을 중심으로 살펴 본다. 특히, Post-2012 협상과 관련된 ① 제4차 AWG-LCA(AWG-LCA 4, Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention) 및 ② 제6차 AWG-KP(2부)(Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the KYOTO PROTOCOL)의 논의동향을 살펴 보고, 당사국총회는 ③ 제4차 교토의정서 당사국총회(CMP 4, Conference of the Parties Serving as the Meeting of the Parties to the KYOTO PROTOCOL)를 중심으로 살펴 본다. 금번 회의는 멀리는 2005년부터, 가깝게는 2007년부터 개시된

Post-2012 의무협상의 연장선상에서, 선진국과 개도국 의무에 대한 다양한 입장과 의견들을 교환하고 이해를 증진시키는 회의로서의 역할을 하였다. 내년에는 본격적인 협상모드로 전환되어 4차례의 치열한 협상이 진행될 전망이다.

2. AWG-LCA 논의사항

AWG-LCA는 '기후변화협약하 장기협력행동에 관한 특별작업반'이라는 긴 이름을 가진 회의로서 2008년에 이미 3차례 회의가 개최되었고, 금번 당사국총회와 병행하여 제4차 회의가 개최되었다.

AWG-LCA 회의는 작년 12월 채택된 발리행동계획에 의거하여 2012년 이후에 주로 개도국의 감축행동의 내용과 촉진 지원책을 논의하는 회의이다. 물론 의정서에 참여하지 않고 있는 미국에 대한 사항도 본 회의체에서 논의된다.

가. 발리행동계획

발리행동계획은 13차 당사국총회(2007년, 발리)에서 채택되었으며, 2012년 이후의 선진국과 개도국 의무체계, 이 중에서도 개도국의 의무체계에 대한 핵심협상 지침을 담고 있다. AWG-LCA는 2005년 이후 2년간 진행되었던 개도국의무에 대한 'Dialogue'의 연장선상에서 마련된 협상체이다. AWG-LCA는 '장기협력행동'을 통해 협약의 완전하고, 효과적이며 지속적인 이행을 가능케 하도록 하기 위한 종합적 방안을 마련해야 하며, 2008년 4회 협상, 2009년 4회 협상을 통해 2009년 12월 15차 당사국총회에서 결론을 채택할 계획이다.

발리행동계획은 장기협력행동을 통한 협약이행 강화

방안 강구를 목적으로 다음의 5개의 주제에 대해 협상하도록 결정하였다. 이중 ① 공유비전, ② 개도국의 감축 강화는 선진국들이 강조하고 있는 사항이며, ② 선진국의 감축 강화, ③ 적응 강화, ④ 기술의 개발 및 이전 활성화, ⑤ 재정지원 및 투자 활성화는 개도국들이 강조하고 있는 문제이다. ② (선진국 및 개도국) 감축 강화와 관련하여, 선진국 감축강화는 AWG-KP에서 주로 다루고 있으며, AWG-LCA에서는 개도국의 감축행동(mitigation action)에 대해 협상하고 있다.

- ① 공유비전 (shared vision for long-term cooperative action)
- ② (선진국 및 개도국) 감축 강화 (enhanced action on mitigation)
- ③ 적응 강화 (enhanced action on adaptation)
- ④ (감축 및 적응) 기술의 개발 및 이전 활성화
- ⑤ 재정지원 및 투자 활성화

나. AWG-LCA 논의사항

금번 AWG-LCA 회의는 ① 공유비전 워크숍, ② 보험 등 위험관리 및 저감전략, ③ 혁신적인 기술개발 워크숍 등 3가지의 워크숍을 개최하였으며, 발리행동계획에 규정되어 있는 5가지 주제를 4개의 공식협상그룹(Contact Group)에서 분장하여 논의를 진행하였다. 5가지 주제에 대한 각국의 입장 및 의견을 취합한 Assembly 문서가 논의되었으며, 본 문서는 회의 종결 시 총 1100 페이지에 이르는 문서로 확대되었다.

1) 공유비전

가) 논의 배경

선진국들은 Post-2012 의무체제를 구축함에 있어서 선진국들만의 감축의무 강화만으로는 기후변화 방지에

미흡하기 때문에, 개도국들도 적절한 감축조치를 취해야 한다는 입장을 고수하고 있다. 따라서, Post-2012 의무체제에는 개도국들의 온실가스 저감의무가 반드시 포함되어야 한다는 입장을 견지하고 있다. 반면에, 개도국들은 기후변화에 대한 역사적 책임과 경제적 능력이 없으며, 빈곤퇴치가 최우선적 목표이기 때문에 개도국들에 대한 과도한 저감의무 부과는 부당하다는 입장을 가지고 있다.

이에 따라, 공유하고자 하는 비전의 범위가 선진국과 개도국간에 서로 다르다. 선진국들은 공유비전의 범위를 범지구적 온실가스 감축목표의 설정에 두고자 하고 있다. 범지구적 감축목표가 설정되면 이를 근거로 개도국의 감축목표를 정하고자 하는 것이 선진국들의 의도이다. 반면에, 개도국들은 공유비전을 발리행동계획의 다른 4가지 요소, 즉 적응, 기술, 재원에 대해서도 범지구적으로 공유해야 하는 비전을 만들 것을 요구하고 있다. 따라서, 공유비전 문제는 AWG-LCA와 AWG-KP 전체의 논의향방을 가름하는 중요한 사항이다.

나) 주요국 입장

공유비전은 기후변화 방지를 위해 전지구적으로 설정해야 하는 온실가스 목표와 관련 시스템의 구축을 포괄하는 개념이다. 이중 현재 온실가스 목표에 대한 논의가 가장 활발하게 진행되고 있다.

IPCC는 제4차 보고서('07.11월)에서, 온실가스 농도를 445~550 ppm 수준으로 안정화시키기 위해 전 세계적으로 배출할 수 있는 온실가스 총배출량을 제시하였다. 이를 달성하기 위해서는 향후 10~15년 이내에 지구전체의 배출이 정점에 달한 후 감소하고, 금세기 중반에 2000년의 절반 수준이 되어야 함을 밝히고 있다. 이를 위해 최소한, 선진국들은 2020년에 1990년 대비 25~40%를 감축해야 함을 강조하고 있다. 또한,

개도국들에 대해서는 2020년에 당해 연도의 추세적(Business-As-Usual Emissions) 배출량 대비 15~30%의 감축이 필요함을 권고하고 있다.

이러한 IPCC 보고서를 근거로 EU는 산업화 이전 대비 지구 평균온도의 2℃ 이내 상승을 목표로 하고, 2050년에 1990년 대비 50%의 감축이라는 장기목표를 주장하고 있다. 동시에 EU는 2020년에 1990년 대비 20%의 감축을 선언하고 있으며, 미국 등이 동참하는 경우 30% 까지 감축할 것임을 강조하고 있다.

일본은 범세계적으로 2050년까지 온실가스를 최소 50% 감축할 것을 공유비전으로 설정할 것을 주장하고 기술혁신의 중요성을 강조하였다. 미국은 특정한 수치를 제시하지 않은 상태에서 능력에 상응한 모든 국가들의 참여와 연구개발의 중요성을 강조하였다.

중국 등 개도국들은 공유비전에는 장기목표 뿐만 아니라 적응, 기술이전, 재정지원에 대한 비전도 균형적으로 포함되어야 함을 강조하고, 특히 목표설정시 '공동의 그러나 차별적인 책임'의 원칙 및 발전의 권리 등이 명확히 반영되어야 함을 주장하고 있다. 선진국들이 과감한 감축목표를 설정해야 할 것을 주장하고 있다. 기술과 재정에 관해서는 혁신적인 새로운 국제시스템의 창설을 주장하였다.

다) 논의 결과 및 의의

금번 회의에서 '공유비전' 의제와 관련하여 워크숍이 개최되었을 뿐만 아니라, 각료원탁회의가 개최되어 공유비전 이슈의 중요성을 나타냈다. 선진국들은 공유비전의 제에 대해 조속한 토의를 원했으나, 개도국들은 아직 시기상조임을 주장하였다. 개도국들의 입장이 반영되어 '공식협상회의' (Contact Group)는 단 한차례만 개최되었다. 이는 앞으로의 회의에서 이 문제에 대하여 선진국

과 개도국간에 치열한 입장대립이 불가피함을 의미한다.

공유비전중 전세계적 감축목표 설정과 관련해서 주목해야 할 점으로서, 비록 선진국들이 장기적 감축목표를 제시하고 있으나 2020년에 대한 중기적 감축목표를 제시하는 데 있어서는 매우 소극적이라는 사항이다. EU만이 1990년 대비 20~30%의 감축목표를 제시하고 있을 뿐, 여타 선진국들은 중기 감축목표를 제시하고 있지 않다. 다만, 일본은 내년 적절한 시기에 중기목표를 발표한다고 선언한 바, 향후 일본이 어떠한 수준 및 어떠한 형태의 중기목표를 제시할지 주목해야 할 사항이다. 이에 대해, 개도국들은 선진국들이 장기목표만을 설정하여 이를 토대로 개도국의 의무참여를 유인하고자 한다는 의구심을 가지고 있으며, 따라서, 선진국들이 2020년의 중기 감축목표를 조속히 설정할 것을 요구하고 있다. '공유비전'은 내년 일년 내내 치열한 논쟁의 주제가 될 것이다.

2) 감축 강화

발리행동계획의 두 번째 의제인 ② 감축 강화 문제에 대한 선·개도국의 입장은 ① 공유비전에 대한 선진국과 개도국의 입장과 유사하며, 공유비전, 선진국 감축, 개도국 참여의 3가지 이슈는 패키지로서 논의되고 있다.

감축강화는 형식적으로 선진국의 감축강화(mitigation commitments)와 개도국의 감축강화(mitigation action)의 두가지 의제로서 논의되고 있으나, 실질적으로는 선진국의 감축강화 문제는 AWG-KP에서 논의되고 있고 개도국의 감축강화만 주로 논의되고 있다. 개도국의 감축강화와 관련하여 명확히 해야 할 사항으로서, 모든 국가들이 개도국에 대해서는 특정년도 대비 절대량 기준의 감축을 주장하는 것은 아니며, 추세배출량(BAU) 대비 일정비율을 감축하는 것을 요구하고 있다는 점이다.

가) 개도국 감축(NAMA) 문제

개도국의 감축강화와 관련하여 NAMA(Nationally Appropriate Mitigation Actions by developing country Parties), MRV(Measurable, Reportable, Verifiable), 개도국 세분화의 세 가지 사항이 주로 논의되고 있다. 이들은 모두 개념 정립의 단계로서 논의의 초기단계에 있는 사안들이며 향후 심층적으로 논의될 의제들이다.

NAMA는 발리행동계획의 '1-b-ii'에 규정되어 있는 바, 개도국들의 자발적인 감축행동을 말한다. 선진국과 개도국을 불문하고 개도국들의 감축행동은 선진국으로부터의 적절한 기술이전과 재정지원에 의해 촉진되어야 한다는 데 대해서는 모두 동의하고 있다. 개도국들은 선진국으로부터의 기술과 재정적 지원이 전제되는 한에서 자발적인 감축행동을 이행할 수 있음을 강조하고 있다. 더 나아가 인도는 선진국의 기술 및 재정적 지원은 지원이 아니라, 선진국의 역사적 책임에 따른 개도국에 대한 보상이라는 개념으로 확대시키기도 한다. 이에 따라 NAMA에 대한 논의가 무성하게 진행되고 있다.

우리나라는 개도국들의 감축은 인센티브에 기초해야 하며, 인센티브를 제공하는 방안으로 NAMA에 대해 크레딧을 부여할 것을 강하게 주장하였다.

한편 개도국의 감축행동, 즉 NAMA로 인한 감축사항은 측정, 보고, 검증가능해야(MRV) 한다. 이는 크레딧을 부여하기 위해 필요한 기준이며, 향후 이에 대한 기술적 논의들이 활발하게 진행될 것으로 보인다.

나) 개도국 세분화 문제

② 감축 의제와 관련하여, 선진국들은 개도국 세분화 문제를 제기하기 시작하였다. 이는 ② 감축 의제가 주로

개도국 감축문제를 다루고 있기 때문이다. 우리나라와 여러 산업에서 경쟁하고 있는 일본이 가장 강력하게 개도국 세분화 문제를 이슈화하고 있다. 그러나, 개도국 세분화 문제는 개도국들이 연대하여 강력하게 반대하고 있다.

일본과 터키는 발리행동계획하의 선·개도국 정의를 재논의할 것을 요청하고, 이를 위해 1인당 GDP, 경제개발정도, 배출총량 등 다양한 기준을 제안하였다. 특히 일본은 선진국(부속서 I 국가) 범위의 확대를 강조하면서 개도국의 졸업(graduation) 기준을 제안하였다.

개도국들은 의무감축국 리스트에 대한 개정이나, 발리행동계획상의 선·개도국의 재규정 주장에 대해 강력히 반대하였다. 중국과 인도 등은 선진국과 개도국에 대한 재규정이나 구분 등 어떠한 시도도 용납될 수 없다는 입장을 강력히 표명하였다.

3) 적응 강화

가) 논의 배경

적응은 기후변화에 취약한 개도국, 특히 소도서 국가 및 아프리카의 최빈국 등에 대한 지원방안을 강구하는 주제로서, 개도국들이 가장 중요하게 생각하고 있는 이슈중의 하나이다. 이들은 이미 기후변화가 자국의 생태계에 영향을 미치고 있다고 강조하고 있다. 동시에 EU 등 선진국들도 적응에 대해서는 긍정적인 입장을 보이고 있다.

나) 쟁점 사항

적응과 관련된 쟁점사항은 적응계획의 수립, 적응재정 지원문제, 적응기술 개발, 정보교류강화 방안 등이다. 개도국들은 지속가능발전의 관점하에 기후변화에 대한 적응력이 보장되는 경제개발계획이 추진되어야 함을 강조

하였다. 아프리카 국가들은 적응이행의 전제조건으로 이들 국가에 대한 능력형성이 필요함을 강조하였다. 아프리카 국가들은 조기경보시스템의 구축을 요구하였다. 소도서 국가들은 위기관리, 보험, 보상 등의 개념을 강조하였다. 적응 재정과 관련하여 선진국들은 소극적인 입장을 보였다. 향후 적응기금(Adaptation fund)의 실질적 활용 문제가 주요 이슈로 논의될 전망이다.

4) 기술이전 및 재원지원 활성화

가) 논의 배경

발리행동계획중 공유비전, 감축, 적응은 'What'에 관한 사항이라면 ④ 기술개발 및 이전 활성화와 ⑤ 재정지원 및 투자 활성화는 'How to'에 관한 사항이라고 할 수 있다. 기술이전과 재정지원은 전통적으로 개도국들이 강하게 요구하고 있는 사항이나, 선진국들의 소극적 태도로 진전이 매우 더딘 사안이다.

나) 기술이전에 대한 쟁점

개도국들은 개도국들의 감축행동에 대한 전제조건으로 기술이전을 강력히 주장하고 있다. 그동안 기술개발 및 이전에 대해 많은 논의가 있었음에도 불구하고 실질적인 기술이전이 이루어지고 있지 않다는 판단에 따라, 개도국들은 Post-2012 논의 차원에서 기술이전에 대하여 '기술이전의 제도화방안 강구'라는 새로운 주장을 하고 있다.

필리핀, 중국, 브라질, 남아공 등 개도국들은 기술이전의 제도화를 위해, 기후변화협약상의 부속기구로서 '기술집행이사회' (Executive body on Technology)를 설치할 것을 요구하였다. 이는 기술이전을 제도화하

고 이전자금을 조달하기 위한 방안으로 제시된 것이다. 그러나, 선진국들은 이러한 제도화에 매우 소극적으로 대응하고 있다.

기술이전과 관련하여 또 하나의 중요한 쟁점은 지적재산권(IPR)과 관련된 사항이다. 개도국들은 지적재산권의 과도한 사용으로 인해 개도국으로의 기술이전이 잘 이루어지지 않고 있다고 지적하고, 정부개입을 통해 이를 개선해야 함을 강조한다. 반면, 미국을 중심으로 하는 선진국들은 지적재산권은 투자유인 및 기술개발 유인의 중요한 수단으로서 오히려 지적재산권 강화를 추진해야 한다고 한다. 우리나라는 기후변화와 관련된 경우 지적재산권에 정부가 개입해야 함을 강조하였다.

다) 재정지원에 대한 쟁점

개도국 감축행동 지원을 위한 재정지원은 추가적 지원의 규모와 이를 달성하기 위한 새로운 재정시스템의 창설이 큰 쟁점으로 대두되었다. 개도국들은 개도국들의 감축행동에 대한 유인책으로 선진국으로부터의 새롭고 추가적이며 대폭적인 재정지원이 필수적임을 강조하고 있다. 금번회의에서는 대폭적인 재정지원의 필요성과 이를 위한 제도적 장치로서 새로운 재정시스템의 창설을 주장하였다. 기술과 관련해서는 ‘다자간 기후기술펀드’(Multilateral Climate Technology Fund)를 설립할 것을 주장하였다.

또한, 개도국들은 최근의 세계적 금융위기로 인해 개도국으로의 재정지원이 약화되지 않아야 함을 강하게 주장하였다. 그리고, 재정지원에 대한 공공부문의 역할을 강조하였다.

반면, 선진국들은 추가적 재정지원과 새로운 재정시스템 창설에 반대하고 있다. 현재의 재정지원자금의 효율적 사용을 강조한다. 공공적 재정지원 보다 민간부문의 재원

활용을 강조한다. 일본은 재정지원 대상국도 개도국 세분화 차원에서 차별화되어야 한다고 주장하였다.

한국, 스위스, 멕시코 등으로 구성된 ‘환경건전성그룹’(EIG: Environmental Integrity Group)은 지난 번 회의에서 재정지원에 대해 3가지의 제안을 제시한 바가 있다. 우리나라는 NAMA에 기반을 둔 탄소크레딧 시스템, 스위스는 지구탄소세의 도입, 멕시코는 녹색기금 창설을 제안한 바 있다. 향후 새로운 재정시스템의 창설 여부와 추가적 재정지원의 규모가 논란이 될 전망이다.

다. AWG-LCA 향후 작업계획

금번 제4차 AWG-LCA 회의를 통해, 5가지 주제에 대해 각국의 입장이 광범위하게 표명되었다. AWG-LCA는 2009년에 4차례의 협상을 통해 2009.12월 15차 당사국총회(덴마크)에서 최종협상 타결을 목표로 하고 있다. 이를 위해, 5차 회의(2009.3)에서는 의장이 입장일치부분, 쟁점부분, 쟁점해소방안에 대한 안을 작성하고, 이를 토대로 협상을 진행할 예정이다. 그리고, 6차 회의(2009.6)에서는 의장이 ‘협상문안’을 작성하고, 이를 토대로 협상을 진행할 예정이며, 이로써 2009년은 실질적인 협상모드로 전환하게 된다.

3. 제6차 AWG-KP 회의 논의사항

AWG-KP는 부속서 I 국가(선진국)의 2012년 이후의 감축목표를 설정하는 작업반이다. 2005년 몬트리올 총회에서 구성된 후, 수 차례의 회의가 진행되어 이번 포츠난에서는 제6차 회의의 후반부가 개최되었다. 감축목표와 관련해서는 IPCC가 권고한 감축치(2020년까지 1990년 대비 25~40%)가 원론적으로 거론되었지만, 선진국

은 이에 대해 아직 확정하지 않고 있으며, 개도국은 이의 확정을 강력히 촉구하고 있다. 이번 회의에서는 다만, IPCC 권고를 기반으로 원칙적으로 정량적인 감축목표를 설정(principally take the form of quantified emission limitation and reduction objectives, (QELROs)) 한다는 기본 방향에 대해서만 합의를 하였다.

선진국의 감축잠재량에 대해서는 워크샵이 개최되었는데, 선진국은 전지구적 온실가스 농도 안정화를 위해서는 선진국 뿐만 아니라 개도국의 감축 참여도 필요하다는 의견을 주로 제시함으로써, AWG-KP와 AWG-LCA를 연계하고자 하는 의도를 보였다. 또한, 러시아나 캐나다 같은 경우에는 자국내의 감축여건이 어려움을 강조하였다. 이에 대해 개도국은 선진국은 역사적 책임이 있기 때문에 감축비용에 근거하지 말고, 역사적 책임과 경제적 능력에 기반해 감축목표를 설정할 것을 촉구하였다. 전반적으로 부속서 I 국가가 IPCC 권고치인 25~40% 감축치를 받아들이기는 쉽지 않을 것 같은 분위기였다.

감축수단과 관련해서는 2008년 8월 가나 아크라에서 열린 제6차 AWG-KP 전반부회의에서 배출권 거래 및 프로젝트 기반 메카니즘, LULUCF, 온실가스 배출원 및 배출목록, 부문별 접근 등의 감축수단의 검토를 지속키로 합의하였으며, 이러한 감축수단 목록에 대한 국가별 의견을 10월까지 추가적으로 취합하였다. 이번 포즈난 회의에서는 감축수단과 관련해서 감축수단 목록에 대한 향후 논의과정(process)과 일정에 대해서 당사국의 의견 청취로 진행되어 별다른 특이사항은 없었다. 다만, 개도국은 추가 감축목표 달성을 쉽게 할 수 있는 감축수단 목록 확대를 우려하였으며, 선진국은 더 많은 감축수단 및 방법론 등을 주장하고 있어 내년 1년간 협상의 진전이 쉽지 않을 것으로 전망된다.

추가적으로는 기후변화 대응의 파급효과(spillover

effect)에 대한 논의가 진행되었다. 지난 회의까지는 주로 사우디아라비아가 제시한 석유수요 감소에 따른 원유 생산국들의 부정적 영향에 대한 논의가 주류를 이루었다. EU와 같은 선진국은 파급효과가 부정적인 영향만 가져오는 것이 아니라 긍정적인 영향도 가져오므로, 이 두 가지 영향을 모두 고려해야 한다고 강조하고 있다. 뉴질랜드, 브라질 등이 바이오연료 보급확대로 인한 식량생산 및 식량안보문제, 경쟁력 왜곡문제, WTO체제하에서의 기후친화상품의 관세/비관세장벽 제거논의와의 조화 등과 같은 다양하고 구체적인 문제를 제기함에 따라, 향후 이 이슈를 비중 있게 논의할 것으로 전망된다. 파급효과라는 용어 대신 잠재적 영향(potential effect)이라는 용어를 사용하고, 이 효과에 대한 이해증진을 위해 AWG-LCA의 관련 워크샵과 연계하여 워크샵을 2009년 개최하기로 합의하였다. 이러한 효과는 정량화하기가 매우 어려운 것이라서 구체적인 조치가 취해지기 보다는 원칙에 대한 논의가 앞으로 이루어 질 것으로 판단된다. 수출에 대한 의존도가 높은 우리나라는 무역과 관련한 이슈의 논의동향을 계속 주시할 필요성이 있다.

4. 제4차 교토의정서 당사국총회 논의사항

제4차 교토의정서 당사국총회(the Fourth Conference of the Parties Serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol: CMP4)의 주요 의제는 청정개발체제(CDM), 공동이행(JI), 적응기금이사회 보고, 교토의정서 제2차 검토, 준수위원회 보고 등이었다. 논의 및 협상은 CDM 운영의 효율성 제고, CDM의 지역적 편중 해소, 적응기금의 조속한 운용 개시, 적응기금에 대한 할당금 확대, 교토의정서 제2차 검토와 AWG-LCA와의 연계 등을 중심으로 진행되었다.

가. CDM 관련 논의

교토메카니즘 중 현재 가장 활발하게 활용되고 있는 것은 CDM이기 때문에 교토메카니즘에 관한 논의는 대부분 CDM에 할애되었다. CDM에 대한 논의는 AWG-KP에서도 진행되고 있는데 AWG-KP에서는 Post-2012체제하에서의 CDM 활용으로 CDM의 성격 자체를 바꿀 수도 있는 전략적 이슈를 논의하고, CMP에서는 CDM의 효율성 향상과 지역적 편중 문제 완화를 위한 운영적 이슈에 초점을 맞추었다.

CDM의 추가성(additionality) 강화를 통한 CER의 품질향상이 2008년 CDM 집행위원회(Executive Board)의 가장 중요한 업무수행 방향이었으며, 그 결과로 등록 신청 프로젝트에 대한 재검토 요구(request for review)와 반려 건수가 크게 증가하였다. 이에 따라 CDM 프로젝트의 등록에 소요되는 시간이 더 지연되었는데, CDM에 적극적인 중국 및 일본 등이 이 문제를 집중 지적하였다. 이들 국가들은 추가성 강화를 통한 CER의 품질 향상도 중요하지만, 등록과정의 단순화 등 CDM 운영기구(DOE)에 대한 사항도 보완할 것을 요구하였다. 또한, 아프리카 및 남미, 아시아의 최빈국들은 CDM의 지역적 편중 문제가 완화되고 있지 않다고 지적하며, 이의 완화 방안을 CDM 논의 때 뿐만 아니라 교토의정서 제2차 검토에서도 적극적으로 요구하였다. CDM의 운영효율 개선 및 지역적 편중 문제 완화를 위해 협상을 통해 내린 결정은 다음과 같다.

○ CDM 사업의 등록에 소요되는 시간을 단축하기 위해 CDM집행위원회가 효율적으로 운영될 수 있는 방안을 지속적으로 강구하며, CDM운영기구(DOE)는 CDM집행위원회가 설정한 DOE 지침을 준수하고 업무능력을 향상하여 신속하게 사업을 처리

- 사업 참여자들이 방법론의 개발에 적극 참여할 수 있도록 하며, CDM집행위원회는 방법론의 표준화방안을 검토
- 유치하여 등록된 CDM사업수가 10개 미만인 국가들, 특히 최빈개도국, 도서국가 및 아프리카 등에 대해 방법론과 절차상의 배려 및 능력형성을 위한 노력이 집중될 수 있는 방안을 강구하도록 CDM집행위원회에 요청하고, 당사국들에게 CDM사업이 촉진될 수 있도록 양자간 협력, 개도국들 사이의 협력 및 민간부문의 참여를 확대하도록 촉구
- 브라질이 제안한 별채지역에 대한 재조림의 CDM 인정여부와, 사우디가 제안한 CCS(Carbon capture and storage)의 CDM 인정여부에 대해서는 CDM집행위원회가 CDM 사업으로 인정될 경우의 의미와 영향을 검토

교토의정서 제2차 검토의 내용 중에서도 CDM집행위원회의 지배구조 및 투명성 향상방안과 CDM 효율성 향상방안이 잠정적으로 합의되었으나, 제2차 검토가 내용 없이 종결하는 것으로 합의되어 결정문으로 채택되지는 못하였다. 잠정적으로 합의되었던 내용은 다음과 같다.

- 가능한 2009년 내에 CDM집행위원회 구성원을 위한 행동강령(code of conduct) 제정
- CDM집행위원회는 종합적인 CDM 지침서 갱신
- CDM집행위원회의 기술적 측면과 관련된 의사결정 과정의 단순화
- DOE나 프로젝트 참여자에게 추가 정보 요구 과정 마련
- CDM집행위원회 구성원 후보자는 CDM 관련 경력을 서면으로 제출
- CDM집행위원회는 구성원이 맡은 바 임무와 책임을 다할 수 있도록 하는 방법을 개발하여 제5차 CMP에서 의결할 수 있도록 준비
- CDM집행위원회는 프로젝트 반려 또는 CER 발행 취소시 프로젝트 참여자들이 EB에 이의제기를 할 수 있는 절차를 개발하여 제5차 CMP에 보고

나. 적응기금

작년 발리에서 개최된 제13차 기후변화총회에서 적응기금 발족이 합의되었지만, 1년이 지난 현재까지 아직 운용이 개시되지 않고 있다. 그 이유는 기금의 수혜국 기준 및 배분 원칙이 아직 결정되지 않았고, 적응기금의 재원인 CER(Certified emission reductions)의 현금화가 아직 이루어지지 않았기 때문이다. 수혜국 기준 및 배분 원칙에 대해 선진국은 CMP에서 기본 원칙을 결정할 것을 주장하였고, 개도국은 기금에 대한 개도국의 직접적 접근(direct access) 및 적응기금이사회의 법적 기반 확보를 주장하였다. 선진국들은 포즈난에서 적응기금이사회의 법적 위치를 결정하는 것에 반대하고, 타당성(feasibility) 연구 및 준비기간이 있어야 하므로 차기 회기에서 논의하는 입장을 보였다. 선·개도국간 입장이 첨예하게 대립되면서 결국 고위급비공식협의를 거쳐, 최종적으로는 적응기금위원회는 자격을 갖춘 당사국, 이행 및 집행기관들의 직접 접근(direct access)을 고려하여 기능 수행을 위해 필요한 법적 자격, 특히 당사국 및 기관들과의 계약과 프로젝트, 활동 및 프로그램의 제안 접수 및 이행시킬 법적 권한을 갖게 되었다. 이 결과는 별다른 진전이 없었던 포즈난 회의의 주된 성과 중 하나가 되었다.

CER의 현금화와 관련해서는 CER을 현금화할 신탁기관인 세계은행이 탄소펀드 운용을 통해 CER을 구매하는 역할도 하고 있기 때문에, 적응기금이사회에서 현금화를 하는 것이 더 적당하다는 의견이 개도국으로부터 제기되었다. 이에 대해 세계은행은 CER 구매는 일차시장(primary market)에서 진행되고 적응기금을 위한 CER 판매는 이차시장(secondary market)에서 이루어지기 때문에 문제가 되지 않을 것이며, 추가적인 수단을 강구하겠다고 약속하였다. 또한, 개도국은 적응기금의 재원규모가 작음을 지적하고 기금 확대를 위해서는 CDM에 대한 적

응기금에 대한 할당금을 배출권거래와 JI로 확대해야 함을 강조하였다.

다. 교토의정서 제2차 검토

교토의정서 제9조는 제2차 교토의정서 당사국회의의 부터 기후변화와 그 영향에 대한 기술적, 사회적, 경제적 정보와 함께 이용 가능한 최선의 과학적 정보와 평가 등을 활용하여 교토의정서를 주기적으로 검토하도록 규정하고 있다. 이에 따라 케냐 나이로비에서 개최된 CMP-2에서 제1차 검토가 수행되었으며, 포즈난에서는 제2차 검토를 수행하였다. 작년 발리에서는 제2차 검토의 목적 및 범위를 놓고 선개도국간 의견 대립이 팽팽하였는데, 최종적으로 교토의정서 제2차 검토의 목적은 교토의정서의 이행(implementation) 강화, 즉 선진국의 감축의무 및 개도국 지원 의무의 이행을 강화하는데 초점을 맞추고 합의하였다. 이러한 목적에 따라 제2차 검토에서 논의한 주요 이슈는 적응기금에 대한 할당금 확대, 교토의정서 부속서 B 개정절차 간소화, 교토의정서하 기구를 위해 활동하는 전문가의 특권 및 면책, 유연성 메카니즘의 범위 및 효율향상, 기후변화의 부정적 영향 최소화 등이었다.

여러 가지 이슈 중에서 선진국과 개도국간의 입장차가 컸던 이슈는 적응기금에 대한 할당금 확대 문제였다. 중국, 남아공을 포함한 모든 개도국은 현재 CDM에만 적용하고 있는 적응기금 할당금을 공동이행(Joint Implementation)과 배출권거래제(Emissions Trading)로까지 확대하던지, 아니면 국가별 배출허용량(Allocated Amount Unit: AAU)의 경매를 통한 추가 재원을 조달해 줄 것을 요구하였다. 반면 일본, 프랑스(EU 대표) 등의 선진국은 AWG-LCA에서 Post-2012에서의 개도국 재정지원 방안을 논의하고 있는 중으로, 적응기금 확대 문제도 AWG-LCA 논의와 통합하여 진행하고 최종적인

결론은 코펜하겐 협상타결시 일괄적으로 도출되어야 한다는 입장이었다. 실무급 공식 및 비공식 협상에서 합의가 이루어지지 않자, 고위급 협의과정을 거쳐 회의 마지막 날인 12월 12일 심야에 가나와 노르웨이 대표가 비공식적인 추가 조정을 시도했으나, 선·개도국이 기존 입장을 고수하여 합의를 도출하지 못하였다.

제2차 검토의 일부 이슈에 대해서는 잠정적으로 합의하였으나, 적응기금 확대 문제와 교토의정서 부속서 B 개정절차 간소화 문제 등에 대해서는 선·개도국간 입장차가 좁혀지지 않아 12월 12일(금) 자정을 넘긴 시간에, 최종적으로 합의된 내용 없이 2차 검토를 완료하는 것으로 결론을 내렸다. 선진국은 적응기금 할당금 확대 문제를 Post-2012 협상의 카드 중 하나로 사용하겠다는 의도를 관철시켰고, 개도국 입장에서는 할당금 확대를 포즈난에서 확보하면 최선이지만, 선진국의 입장이 강경하자 내용이 없는 상태에서 제2차 검토를 완료함으로써 선진국이 교토의정서 검토를 통해 궁극적으로 시도하고자 하는 교토의정서 개정의 여지를 차단한 것으로 평가된다. 개도국은 CMP하에서 논의되는 적응기금 의제나 유연성 메카니즘 관련 의제, 또는 AWG-LCA에서 적응기금 확대 문제를 다시 제기할 것으로 전망된다. 이번 논의의 가장 큰 피해자는 교토의정서 부속서 B 개정절차를 단순화하여 부속서 B에 기재되길 원했지만, 결국 이를 달성하지 못한 벨라루스인 것으로 판단된다.

5. 결어

금번 제14차 기후변화협약 당사국총회(COP 14)는 2012년 이후의 의무체제(Post-2012)를 구축하는 협상과정에서 중간점검의 성격을 갖는 회의였다. 따라서, 금번 회의에서 구체적인 결론이 도출된 것은 많지 않다. 그러

나, 2009년 한해 동안 협상할 주요 내용과 협상일정에 합의함으로써 2009년의 코펜하겐 총회까지의 대장정이 시작되었다고 할 수 있다.

현재 2008~2012년까지만 규정되어 있는 교토의정서상의 선진국 감축의무를 강화하기 위한 협상이 AWG-KP를 통해 진행될 것이며, 발리행동계획상의 공유비전, 감축, 적응, 기술, 재원의 5가지 요소를 통한 2012년 이후의 개도국 의무방안에 대한 협상은 AWG-LCA를 통해 진행될 예정이다.

2009년도의 선진국의무 협상과 개도국의무 협상에 영향을 미치는 요소는 다양하다. 현재 전세계를 휩쓸고 있는 세계경제위기가 기후변화 협상에 어떠한 형태로든 영향을 미칠 것이다.

또한, 2009년에 출범하는 미국의 오바마 행정부의 입장도 중요한 변수가 될 것이다. 부시는 얼마전 2025년 부터의 동결계획을 발표 한 바 있으나, 오바마는 선거기간 중 2020년에 1990년 수준으로의 동결을 약속한 바가 있다. 미국이 2009년 어느 시기에 어느 정도의 감축목표를 갖고 협상에 참여하느냐 하는 점은 Post-2012 협상 전체에 큰 영향을 미칠 요소임이 분명하다.

그리고, 선진국들의 2020년 중기적 감축목표의 강도가 협상 전체에 영향을 미칠 것이다. 더 나아가, 선진국들이 개도국들에게 제공할 수 있는 인센티브의 규모 및 형태도 중요한 요소가 될 것이다. 이러한 여러 요소들은 복합적으로 작용하며 최종 결과에 영향을 미칠 것이다. 우리나라는 주요 의제들에 대한 적절한 대응을 통해 전세계적 기후변화 방지노력에 적극 기여함과 동시에 국내적 대응을 강화해야 할 것이다. 2009년은 기후변화에 대한 인류의 범지구적 대응능력에 대한 시험대가 될 것이다.

저탄소·녹색성장을 위한 신재생에너지 정책방향



배 정 환

에너지경제연구원 신재생에너지실 책임연구원

1. 서론

지난 8·15 광복절 경축사에서 대통령은 저탄소사회 구현을 위한 기본 전략으로 '저탄소·녹색 성장'의 필요성을 강조하였다. 즉 녹색성장은 환경은 더 이상 경제성장을 위한 걸림돌이자 제약조건이 아니라 성장을 위한 모티브로서 환경개선이 곧 경제성장과 연결될 수 있다는 개념이다(국정기획수석실·미래비전비서관실, 2008). 그러나 일각에서는 과연 '저탄소·녹색성장'이 진정한 의미에서 기후변화에 대한 대응과 환경·경제성장을 조화시킬 수 있을 것인가에 대해 비판적인 견해를 제시하고 있다. 즉 2030년까지 국가에너지기본계획에서 전체 일차에너지 대비 신재생에너지의 비중을 11%까지 확대할 계획이나 원자력의 비중은 27.8%로 확대할 계획이라는 점에서 정부가 그린에너지에 대한 전망을 소극적으로 하고 있는 것이 아니냐는 것이다. 더구나 노후 원자력발전소의 안전성 문제나 원전 폐기물처리에 대한 신뢰성 확보를 위한 구체적인 계획이 결여되어 있다고 비판받고 있다.

또한 현재의 화석에너지 중심의 에너지 가격체계를 탈탄소 에너지 중심의 가격체제로 전환하는 문제나 중앙 집중적인 에너지 공급시스템을 신재생에너지에 적

합한 지역 분산형 에너지 공급 시스템으로 전환하는 문제 등 근본적인 개혁이 요구되는 이슈에 대한 고민을 담고 있는지에 대해서도 회의적인 시각이 존재한다. 이 외에도 녹색성장이 기존의 지속가능발전 개념에서 벗어나지 못하고 있으며, 세대내 및 세대간 형평성 문제를 간과하고 있다는 점에서 오히려 퇴보된 개념이 아닌가하고 반문하는 전문가들도 있다.

녹색성장이라는 개념은 비교적 최근에 등장하였으나, 자칫하면 위원회를 통해 명목만 유지하는 지속가능발전위원회의 전철을 밟을 수 있다. 즉 지금까지 지속가능발전전략은 국가 전체의 방향타 역할을 제대로 하지 못했던 것이 사실이다. 그러나 기후변화와 에너지 위기 문제에 어떻게 대응할 것인가가 전 지구적인 이슈가 되면서 우리 정부도 근본적인 패러다임 전환의 핵심 개념으로 저탄소·녹색성장을 내세운 것으로 보인다. 따라서 작금의 전 지구적 위기에 대응하기 위해서는 형식적인 구호가 아닌 구체적인, 실천력이 강한 전략을 제시할 필요가 있을 것이다.

여기서는 저탄소·녹색성장의 대두배경을 살펴보고 이를 뒷받침하기 위해 정부가 최근에 제시한 핵심전략과 실천수단을 검토해 본 다음, 대외무역 환경에 미치는 영향을 검토하고자 한다. 또한 미래의 유망한 신재

생에너지 기술에는 어떤 것들이 있는지 살펴보고, 결론적으로 향후 정부와 민간이 함께 중점적으로 고민해야 할 부분들이 어떤 것들이 있는지를 도출하고자 한다.

2. 저탄소·녹색성장의 대두 배경

녹색성장의 개념을 정의하기 이전에 우선 지속가능발전 원칙에 대해 살펴볼 필요가 있다. 이 개념은 1987년 'Our Common Future'라는 보고서에서 노르웨이의 브룬트란트 총리가 국제사회에 처음 소개하였는데, 경제성장과 사회적 형평성, 그리고 환경보전은 동시에 달성되어야 하며 그렇지 못할 경우 우리의 미래세대에 게 보다 나은 미래를 물려줄 수 없을 것이라는 경고의 메시지를 전 세계에 전달하였다. 그 후 많은 환경경제학자와 생태경제학자들의 논의를 통해 다음과 같은 네 가지 필요조건이 도출되었다. 첫째 더 적은 투입으로 더 많은 상품과 서비스를 생산하고, 둘째 인구증가를 억제하며, 셋째 과소비를 줄여 저소득층에게 자원을 재분배하며, 넷째 양적인 성장보다는 질적인 성장으로의 전환이 필요하다는 것이다¹⁾.

지속가능발전원칙은 1992년 리우 선언과 2002년 요하네스버그 선언을 통해 보다 구체화되었다. 요하네스버그 선언에서는 2005년까지 국가별로 지속가능발전원칙을 구현하기 위한 구체적인 국가전략을 수립할 것을 천명하였다. 이후 2005년 서울에서 개최된 UNESCAP 아·태 환경개발 장관 회의에서 한국은 회원국들에게 '녹색성장' 전략을 지속가능발전을 위한 국가전략으로 삼을 것을 촉구하였다. 이후 환경부와

ESCAP은 공동으로 '녹색성장 서울 이니셔티브'를 추진하면서 아·태지역의 녹색성장 패러다임 확산에 주도적인 역할을 하기 시작하였다.

여기서 제시된 녹색성장의 핵심 개념은 환경보전을 더 이상 경제성장의 제약요인으로 보아서는 안 되고 성장동력으로 삼아야 한다는 것이다. 보다 구체적인 실천 전략으로 제시된 개념으로는 녹색세입 및 세출 개혁(Green Tax and Budget Reform), 녹색국내총생산(Green GDP), 에코 라벨링, 환경오염에 대한 확대생산자책임제도(Extended Producer Responsibility), 다우존스 지속가능지표 등이 포함되었고, 이러한 실천 전략을 통해 산출물 단위당 환경비용을 의미하는 '생태적 효율성'을 제고할 필요가 있다는 것이었다²⁾.

3. 저탄소·녹색성장의 기본개념과 목표, 실천 전략 검토

저탄소 녹색성장의 기본개념과 추진방향은 2008년 9월 8일에 발표된 청와대의 '녹색성장의 개념 및 추진 방향' 속에 잘 나타나 있다. 핵심 개념은 기후변화와 환경문제라는 환경적 제약요인에 대한 역발상으로 '녹색'을 단순히 환경보전으로 볼 것이 아니라 환경을 새로운 성장 동력으로 삼아야 한다는 것이다. 이러한 녹색성장을 추진하기 위한 10대 추진방향을 선정하였는데, 첫째 녹색성장은 온실가스 저감을 위한 저탄소 정책이 되어야 하며, 둘째 신재생에너지 등 녹색기술 개발을 통해 녹색산업을 신성장동력으로 삼아야 한다. 셋째 IT, BT, NT, ET 등의 기술을 융복합 기술로 발전시켜 신

1) Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R., 1997, 'An Introduction to Ecological Economics', St. Lucie Press

2) UNESCAP Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 'Green Growth at a Glance: The Way Forward for Asia and the Pacific'

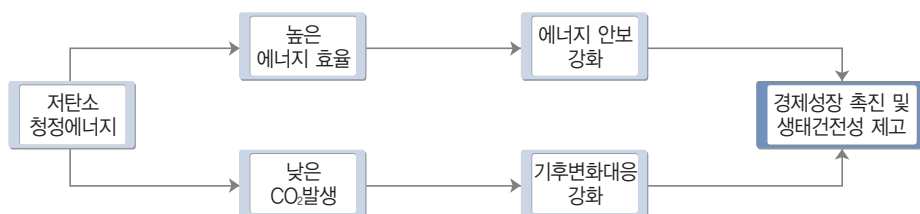
기술을 창출해야 하며, 넷째 녹색산업 육성을 통해 ‘일 자리 없는 성장’의 문제를 치유해야 한다. 다섯째 녹색성장은 환경규제 강화와 친환경기술 개발을 통해 기업의 경쟁력을 강화하는 정책이며, 여섯째 국토와 도시, 건축 및 교통을 친환경 · 저탄소형 시스템으로 개혁해야 한다. 일곱째 소비자의 녹색제품 구매 유도 및 확대를 통해 의식주 소비를 바꾸는 생활혁명이며, 여덟째 녹색성장을 교육, 홍보, 문화 정책과 연계시켜야 한다. 아홉째 환경친화적 세제 개편과 더불어 소득세 등의 감면으로 환경보전과 고용을 확대하며, 마지막으로 녹색성장은 우리나라를 글로벌 환경 리더이자 선 · 개도국 간 가교역할을 하도록 하는 외교정책이 되어야 한다는 것이다.

한편 같은 달 19일에 국무총리실에서 발표된 ‘기후변화대응 종합기본계획’에서도 저탄소 · 녹색성장의 기본 목표와 추진방향을 기후변화 대응의 측면에서 밝히고 있는데, 기본 개념은 다음과 같다. 우선 저탄소 · 청정에너지 기술 개발을 통해 에너지 효율을 제고하고, 에너지소비 감소와 에너지 수입비중 감소를 통해 에너지안보를 강화하는 한편, 이산화탄소 발생량을 줄여 기후변화문제에 능동적으로 대처함으로써 경제성장과 생태건전성이라는 두 가지 목표를 동시에 달성하는 것이다.[그림 1]

저탄소 · 녹색성장의 기본 목표는 첫째 기후친화 및 청정에너지 산업을 신성장동력 산업으로 육성하고, 둘째 국민의 삶의 질과 환경을 개선하며, 셋째 기후변화대응을 선도함으로써 국제사회에서 ‘성숙한 세계국가’의 이미지를 공고히 하자는 것이다.

본 목표를 실천하기 위해 기후변화대응 기본계획에서 제안된 정책수단은 청와대의 추진전략보다 구체적인데, 첫째 금융 · 재정적 지원강화를 통해 향후 5년간 31조원 이상의 재원을 확보하여, 박막형 태양광이나 대형 육상 및 해상 풍력단지 원천기술 확보를 위해 오는 2012년까지 5조원을 투입할 계획이다. 둘째 저탄소 녹색성장의 법제도적 기반을 마련하고, 국가 온실가스 배출통계구축, 신재생에너지 입지규제 완화, 배출권 거래제도의 중장기적 도입 등을 검토할 계획이다. 셋째 국내총생산의 3%에 이르는 교통혼잡비용 감소를 위해 철도와 같은 친환경교통수단을 확대하고, 공항이나 대공원과 같은 다중이용시설에 대한 대중교통 접근성을 높이며, 자동차에 대한 이산화탄소 배출규제를 강화할 방침이다. 넷째 탄소세 도입을 검토하되 전제 조세부담이 늘지 않도록 조세중립 원칙에 입각하여 세제 개편을 추진해 나갈 계획이다. 다섯째 새로운 패러다임에 대한 교육과 홍보를 강화하기 위해 초 · 중등 교과과정에 저탄소 녹색성장의 개념을 반영할 계획이다.

[그림 1] 저탄소 녹색성장 패러다임의 기본 개념도



또한 기후변화대응 기본계획에서는 목표별 추진과 제도 구체적으로 제시하고 있다. 첫째 기후친화적 산업을 신성장동력으로 발굴 및 육성하여 경제 선진국 진입의 발판을 마련하기 위해 선진국의 60% 수준인 기후변화 대응수준을 2012년까지 80%로 높이고, 주요 신재생에너지 핵심기술을 상용화하며, 2012년까지 태양광 및 풍력산업의 수출액을 10조원 규모로 확대하며, 신재생에너지 단지 조성, 조력발전, 그린홈 보급 사업 등을 통해 2030년까지 신재생에너지의 일차에너지 비중을 11%로 확대할 계획이다. 또한 선진국 수준의 60%에 불과한 에너지 저장, LED, 전력 IT 등 에너지 효율 향상 산업에 대한 투자를 확대하고, 세계 4대 그린카 생산국을 목표로 하며, 하수처리수 재이용과 해수담수화 기술 개발을 통해 글로벌 물 관리 전문기업을 육성할 계획이다.

두 번째 목표인 국민의 삶의 질 제고를 위해 국토 및 도시의 설계 단계부터 건물 및 교통정책에 이르는 사회전 분야에 대한 온실가스 감축과 적응을 추진할 계획이다. 구체적으로는 철도나 경전철과 같은 종합 대중교통망을 확충하고, 경차나 친환경 혹은 고효율 그린카 보급을 확대하며, 건물의 에너지 절약과 이산화탄소 감축을 위해 그린 홈, 그린 빌딩 등을 확대할 계획이다. 또한 폭염이나 홍수와 같은 자연재해에 대한 기후변화에 적응 및 재난관리체계를 강화하고, 기후변화에 의한 질병 발생에 대한 대책을 강화할 예정이다. 그리고 친환경농업 확대, 생활폐기물 발생 억제 등을 통해 온실가스를 줄이고, 산림과 같은 흡수원을 확대할 계획이다.

세 번째 목표인 기후변화 대응에 대한 우리나라의 선도적인 역할을 실현하기 위해 2009년 중 사회적 합의에 의해 국가 온실가스 감축 목표를 정하여 이를 실천하고, 전 세계가 동참할 수 있는 창의적인 시장기반 기후협상 체계를 추진하며, 동아시아 기후 파트너십 등

을 통해 우리 국력에 상응하는 수준의 기여를 할 수 있도록 추진할 방침이다.

지금까지 청와대 및 국무총리실의 저탄소·녹색성장의 기본 틀과 실천전략 및 수단에 대해 살펴보았다. 그러나 우리 경제가 과연 녹색화를 단기에 달성할 수 있는 역량이 있는지, 또한 이에 따른 부작용과 장애요인은 없는지를 검토하지 않고서는 이러한 목표가 달성 가능할 것인지 확신할 수 없을 것이다.

4. 에너지부문 기본계획의 검토

저탄소 녹색성장의 기본목표와 실행수단 및 추진전략을 검토해 보면 기후변화 대응수단이나 신성장 동력원으로서 신재생에너지 혹은 청정에너지가 갖는 중요성이 크게 부각되고 있음을 알 수 있다. 그러나 아직까지 신재생에너지에 관한 실천전략은 정량적이고, 평면적이며, 개략적인 수준에 그치고 있는 것으로 보인다. 또한 대부분의 실천전략이나 수단들은 최근 윤곽이 확정된 국가에너지기본계획과 제3차신재생에너지 개발 및 보급을 위한 기본계획(연구진행중)에 이미 반영된 것이다. 물론 유관 계획과의 연관성을 무시할 수는 없지만 보다 차별화된 전략이 필요하다. 여기서는 향후 저탄소·녹색성장의 핵심 추진기능을 담당할 것으로 예상되는 저탄소에너지 기술 및 신재생에너지의 보급과 확대를 위한 추진 전략을 검토하기로 한다.

이를 위해 우선 국가에너지기본계획에서 발표된 신재생에너지 관련 추진전략을 개관하고, 저탄소·녹색성장의 그것과 비교함으로써 추진전략이 보다 입체적이고 연계성이 강화되기 위한 선결조건들을 제시하고자 한다.

이번 2008년 8월 27일에 발표된 '녹색성장을 위한

국가에너지기본계획' 안에 따르면, 우리나라는 세계 10위의 에너지 다소비국으로서 에너지의 97%를 해외 수입에 의존하고 있고, 온실가스 배출부문에서 세계 10위를 기록하고 있어, 에너지 고갈 문제와 기후변화에 따른 국제규제 강화라는 외부적 충격이 심화될수록 우리 경제가 입게 될 타격은 매우 클 것으로 보인다. 이러한 문제 의식 속에 제1차 국가에너지기본계획안에서는 3대 기본 방향과 5대 비전, 그리고 10대 이행과제를 선정하였다. 즉 녹색성장을 위한 에너지 안보, 효율제고, 환경보전의 조화를 기본 방향으로 삼고, 에너지 저소비 사회, 탈석유사회, 에너지산업의 성장동력화, 에너지 자립국 실현, 그리고 더불어 사는 에너지 복지사회 구현을 비전으로 천명했다.

이러한 비전을 실행하기 위한 이행 과제로는 다음과 같다. 첫째 에너지 원단위를 현재의 0.335에서 2030년에 0.185 수준으로 낮추기 위해 에너지효율을 개선하고 에너지 시장 효율화와 합리적 가격체계를 구축하기로 했으며, 둘째 석유 의존도를 현재의 43%에서 33%로 개선하고자 신재생에너지 보급율을 현재의 2.4%에서 2030년에 11%로 높하기로 했고, 원자력 비중을 일차에너지 공급량 대비 현재의 15%에서 28%로 높하기로 했다. 셋째 그린에너지 기술수준을 현재의 선진국 수준 대비 60%에서 2030년에는 세계최고 수준으로 높이기 위해 기후변화 대응 역량을 강화하고 기술혁신에 의한 차세대 에너지 산업을 육성하며 에너지산업의 해외 진출을 모색하기로 했다. 넷째 에너지 자주개발율을 현재의 4.2%에서 40%로 확대하고, 에너지 빈곤층 비중을 현재의 7.8%에서 0%로 낮추기 위해 해외자원개발 역량을 확충하고, 에너지의 안정적 공급을 강화하며, 에너지 복지사회 구현을 위해 노력하기로 했다.

이러한 10대 이행과제를 실현시키기 위한 추진전략을 살펴보기로 한다. 우선 에너지효율을 개선하기 위한

추진전략으로 크게 산업, 수송, 에너지가격으로 구분하였는데, 산업부문에서는 에너지 저소비형 산업구조로 개편하기 위해 현행 자발적 협약을 의무적 정부협약으로 전환하고, 에너지 다소비기기의 고효율화를 위한 지원강화, 에너지감축 실적인증제(White Certificate) 및 거래제 도입, 에너지 경영시스템 보급 확대, 중소기업과 대기업간 에너지 절약 협력사업 강화, 에너지 절약기업(ESCO) 저리용자 활성화 등을 추진전략으로 삼았다. 여기서 검토해 보아야 할 전략으로는 우선 에너지 효율개선을 위해 의무적 정부 협약을 추진하면서 거래가능 백색 인증서 제도를 도입할 경우 제도의 중첩으로 기업에 과도한 부담으로 작용할 수 있다는 것이다. 즉 에너지 절약 목표량을 설정하고, 목표량 이내에서 백색인증서 시장을 조성해 주고, 기업들 간에 자유롭게 인증서를 거래하도록 함으로써 제도의 효율성을 극대화하는 것이 백색인증서 제도인 바, 의무적 정부협약을 추가하게 된다면 제도의 복잡성을 가중시킬 수 있다는 것이다. 따라서 에너지 효율부문에서는 효율 목표를 세우고 백색인증서 시장만 정부에서 잘 설계하고, 나머지는 시장 기능에 맡기는 것이 제도적 효율을 극대화하는 길이라는 것이다.

다음으로 수송부문은 그린카 개발, 권역별 차량 통행량 총량제, 에너지 · 탄소저감형 물류시스템을 구축하고, 가정 · 상업부문은 에너지 효율 및 신재생에너지를 감안한 도시개발계획 및 건물설계(패시브 하우스, 에너지제로 건물 등)를 통해 고효율화를 달성하며, 공공 인프라 부문은 신축 공공 건물의 에너지소비 총량제와 신재생에너지 활용을 강화하는 것으로 되어 있다. 이러한 직간접적인 규제제도와 함께 원가를 반영한 전력요금체계 개편, 수요관리, 에너지 절약교육 및 홍보 등을 포함시키고 있다. 사실 여기에서 핵심 정책은 전력요금의 현실화이다. 그러나 정부 당국은 전력 요금

현실화에서 다양한 이해집단과의 교섭작업이 요구되기 때문에 강력한 추진 의지 없이는 쉽지 않을 것으로 예상된다. 특히 전력 요금 현실화와 전력 산업 민영화를 통한 전력시장 효율제고, 탄소세 혹은 배출권 거래제도의 영향 등은 서로 얽혀있기 때문에 상호간의 영향을 종합적으로 고려하여 신중하게 결정할 필요가 있을 것이다.

신재생에너지 비중 11%로의 확대와 성장동력화를 위해 태양광, 풍력, 수소연료전지를 3대 전략 분야로 집중육성하고, 에너지사업자의 신재생에너지 의무할당제(RPS: Renewable Portfolio Standard) 도입, 공공 건물 신재생에너지 사용 의무화, 그린홈 100만호 보급, 농어촌 신재생에너지 보급확대, 풍력, 조력 및 조류 발전, 바이오연료 국내외 개발 확대 등을 추진전략으로 내세우고 있다. 그러나 신재생에너지 의무할당제를 제외하고는 대부분의 전략들이 기존 전략의 반복이나 지속에 불과하다. 신재생에너지 의무할당제를 실시할 경우 기존의 발전차액보전제도를 일시에 폐지할 것인지, 아니면 유지하되 의무할당제 실시를 위한 중단단계를 둘 것인지 등 이에 대한 구체적인 전략이 필요하다. 오는 2012년까지 의무할당제 실시를 위해 정부는 단계적으로 태양광의 발전차액 기준가격을 지속적으로 인하하겠다고 하고 있다. 그렇다면 타신재생에너지원에 대한 기준가격은 지속할 것이며, 2012년에 모든 신재생에너지원에 대한 의무할당제를 동시에 실시하겠다는 것인지, 아니면 시장을 구별하여 태양광 시장은 따로 보호하겠다는 것인지 구체적인 해법이 도출되지 않는 한 신재생에너지 전력시장의 혼란은 가중될 수밖에 없다.

국가에너지기본계획에는 이밖에도 원전 비중 확대 전략, 그린에너지 육성전략, 에너지 복지 실현전략 등이 포함되어 있다. 여기에서는 그린에너지 육성전략만을 재검토해 보기로 한다. 먼저 그린에너지를 온실가스

와 환경오염을 줄이는 핵심산업, 녹색기술과 청정에너지로 새로운 산업과 일자리를 창출하는 산업, 타 산업의 그린화와 체질을 강화하는 산업으로 규정하고 있다. 또한 에너지 생산, 전달, 소비의 전주기적 육성체계를 갖추고 세계 최고의 미래형 에너지 시스템을 구축하여 그린에너지에 관한 거대 신시장을 선점하는 것을 최종 목표로 삼고 있다. 그린에너지 산업 육성 전략으로는 15대 핵심기술을 선정하여 6대 스타프로그램(전력 IT, LED, 태양광, 건물효율, 에너지저장, 청정연료)을 단기 육성하고, 글로벌 브랜드화, 기술적 장애요인 해결을 위한 돌파기술의 집중, 대규모 그린에너지 실증단지 구축, 전력인프라의 IT화 추진 등을 포함하고 있다. 또한 초기 수요 창출을 위해 공공구매의 그린 에너지 기반기술구매 확대, 신재생에너지 의무화 및 녹색구매(green pricing), 민간 투자 유도 등과 같은 정책을 제안하고 있다. 그러나 그린에너지에는 신재생에너지가 상당부분 중첩되어 있고, 그 추진전략 또한 큰 차별성이 없는 것으로 보인다. 따라서 신재생, 저탄소, 그린에너지 등의 용어를 통합할 필요가 있고, 이를 체계화할 필요가 있을 것이다.

지금까지 에너지에 관한 최상위 계획인 국가에너지기본계획에서 언급하고 있는 저탄소·녹색성장의 핵심 개념인 신재생에너지, 그린에너지, 에너지효율과 관련된 기본목표와 이행과제, 그리고 추진전략을 검토해 보았다. 그 결과 이미 국가에너지기본계획속에 저탄소·녹색성장을 위한 구체적인 추진전략들이 상당부분 포함되어 있기 때문에 이를 기초로 녹색성장의 실천수단들이 개발될 수 있을 것이다. 다만 여기서는 정부의 역할을 어디까지 규정할 것인지에 대해 논의하고자 한다. 즉 저탄소·녹색성장을 위한 관련 산업 육성을 정부의 직접 개입과 추진력에 기초할 것인지, 아니면 가급적이면 시장 메커니즘을 최대한 활용할 것인지를 먼저 결정

해야 한다는 것이다. 사실 지금까지 에너지시장은 정부의 개입에 의해 많은 영향을 받아왔고, 아직까지 경쟁과 효율보다는 형평과 복지에 더 무게중심이 실려왔고, 공공재라는 인식이 지배적이었다. 그러나 앞으로 경쟁과 효율의 논리가 뿌리내리지 않고는 세계 신기술 시장에서 우위를 점할 수 없을 것이다. 이제부터라도 정부 의존적 에너지 시장을 점진적으로 개방과 경쟁·자율이 지배하는 자유경쟁시장으로 전환하고, 정부는 에너지 시장의 탈탄소화와 그린화를 위한 장기적인 비전을 제시하고, 시장기능을 적극적으로 활용하는 전략과 저소득층의 에너지 권리보호를 위한 보완 수단을 추진할 필요가 있다.

5. 국제무역환경의 저탄소화가 국내 산업에 미치는 영향

지금까지 국내 주요 기본계획속에 나타난 저탄소·녹색성장의 주요 추진전략들을 살펴보았다. 특히 기후변화대응 기본계획에서 기후변화와 관련한 국제협약에서 우리나라의 주도적인 역할을 강조하고 있는데, 과연 국제환경이 어떻게 변하고 있고, 기후 친화적 국제환경의 변화가 국내 산업에는 어떤 영향을 주게 될 것인지 논하고자 한다.

우리나라가 세계 10대 경제대국이 될 수 있었던 것은 좁은 내수시장에서 벗어나 국제무역에 적극적이었기 때문이라 할 수 있다. 앞으로 선진국의 반열에 올라서기 위해서는 국제무역의 비중이 더 확장되어야 할 것이다. 최근들어 국제무역의 패러다임이 점차 유럽에 의해 저탄소화가 진행되고 있는 추세이다. 지난 1999년

유럽연합은 2012년까지 주행거리당 이산화탄소 배출량을 120g/km으로 감축할 것을 제안하였고, 2005년 ~2007년간 유럽기후변화프로그램(ECCP: European Climate Change Programme)은 이를 실행하기 위한 전략을 구성하고, 대규모 공청회와 잠재적 영향에 관한 정책 연구들을 수행하였다. 이에 기초하여 지난 2007년 12월 19일 유럽연합은 유럽전체 이산화탄소 배출량의 12%를 차지하는 신규 승용차에 대한 이산화탄소 배출한도를 감축하는 법안을 상정했다³⁾. 본 법안에 의하면 신규 승용차는 현재 주행거리당 158g 수준을 오는 2012년까지 130g 수준으로 감축해야 하며, 이에 대한 초과 단위 배출량당 부담금은 2012년 20유로/g에서 2013년 35유로/g, 2014년 60유로/g, 2015년 95유로/g으로 증가할 전망이다. 그러나 유럽의회 환경위원회에서는 자동차 업계의 반대에도 불구하고 2012년까지 130g이하로 줄일 것과 2020년까지 95g으로 낮추고, 이를 위반할 경우 초과 이산화탄소 1g당 139달러(95유로)의 벌금을 부과하기로 한 법안을 통과시켰다(파이낸셜 타임즈, 2008. 9. 26). 우리나라 자동차의 이산화탄소 배출수준은 대당 170g 수준으로 현대와 기아차의 경우 대당 900유로 정도의 부담금이 예상된다(LG경제연구소, 2007). 2006년 기아와 현대차의 유럽시장 수출량을 고려하면 약 5,600억원의 부담금을 물게 되는 셈이다. 이러한 규제는 향후 철강, 항공, 화학산업 등으로 확대될 전망이다. 비단 유럽연합 뿐만아니라 미국도 캘리포니아 등 기후변화 대응에 앞장서는 주들을 중심으로 국제무역의 저탄소화를 통해 수입 상품에 대한 온실가스 규제를 강화할 전망이다.

국제무역 환경 변화의 관점에서 보면 정부가 추진 중인 녹색성장 전략은 선택이 아닌 필수가 되어가고 있

3) 유럽연합의 환경분과 산하 항공부문 홈페이지 참조 (http://ec.europa.eu/environment/air/transport/co2/co2_home.htm)

다. 그렇다면 국제무역의 녹색화 물결에 맞추어 나가기 위해서는 어떻게 해야 할 것인가? 만약 국내 자동차 수출업체들이 유럽연합의 이산화탄소 배출규제 강화에 순응할 경우 이산화탄소 저감기술 개발에 따른 상당한 부담이 예상되며 그러한 부담은 내수용 자동차 시장으로 전가될 수밖에 없다. 즉 국내의 배출수준은 제자리 걸음이나 수출에 따른 부담을 고스란히 국내 소비자가 부담할 수밖에 없다는 것이다. 결과적으로 국내 자동차 산업의 경쟁력은 유럽에 비해 좁은 시장을 대상으로 하고 있기 때문에 저탄소 자동차 개발에 대한 유인도 그만큼 적을 수밖에 없게 될 것이다.

따라서 국내 온실가스 저감정책이 국제 수준에 근접하도록 점진적으로 개선될 필요가 있다. 현재 우리나라의 경유 및 휘발유에 대한 유류세는 OECD 평균보다는 낮은 편이나 일본이나 미국보다는 높은 편이다⁴⁾. 화석 연료 가운데 가장 온실가스 발생량이 많은 석탄의 경우 저소득층을 위한 연료라는 점에서 오히려 정부 보조가 이루어지고 있다.

한편 유류세 구성을 살펴보면, 교통세⁵⁾, 교육세, 주형세, 부가가치세로 구성되어 이산화탄소 저감이나 환경오염 개선과 관련된 세금이 없음을 알 수 있다. 국제 유가가 치솟을 때마다 유류세 환급이나 세율 하락 조정 등에 대한 논의가 끊임없이 나오고 있다. 그러나 유류세를 기후친화적 조세로 전환하지 않고 단기적인 유가 급등에 대한 대응책만 강구하다가는 국제무역의 저탄소화라는 흐름에 막혀 오히려 경제에 악영향을 줄 수 있다. 그러므로 점진적으로 유류세를 개혁하되 친환경·저탄소화를 지향하도록 유도하고 비단 유류세 뿐만아

니라 자동차 시장에 대한 탄소저감규제를 시작으로 산업 전반에 걸쳐 온실가스 저감 목표량을 준수하도록 배출권을 설정하고 이에 미달할 경우 부담금을 부과하는 방식을 통해 실효성을 제고할 필요가 있다. 이렇게 함으로써 수출시장에 국한된 저탄소 녹색시장이 국내시장으로 확대되면서 기업들의 저탄소 고효율, 혹은 바이오연료를 이용한 자동차 기술 개발을 비롯한 산업 전반의 녹색화에 주력할 유인이 발생할 것이다. 이렇게 되면 수입 시장 역시 녹색화가 진전되어 저탄소기술을 갖지 못한 기업들은 우리나라에 제조품을 수출하기 어렵게 된다.

이미 이론적으로도 적절한 환경정책과 결합된 자유무역의 확대는 교역 당사국들의 사회 후생을 공고히 한다고 알려져 있다⁶⁾. 이와 관련하여 생산효과, 규모효과, 구조효과 및 규제효과가 존재한다. 첫째 자유무역의 증진을 통해 친환경 기술 및 서비스 이전이 늘어나면서 자유무역이 생산효과를 통해 환경에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 또한 무역의 증진은 친환경 투입요소에 대한 접근을 보다 용이하게 하여 환경 개선 효과를 거둘 수 있으며, 신기술 개발에 의한 이전효과로 에너지 효율을 개선할 수 있다. 둘째 자유무역은 경제성장을 촉진시키며 이에 따라 정부는 증가된 국부를 환경문제 해결에 투자함으로써 환경개선효과를 거둘 수 있다. 또한 기업은 늘어난 수익으로 친환경기술 개발에 대한 투자를 늘릴 수 있다. 또한 자유무역에 의한 시장경쟁 가속화는 각 기업들로 하여금 보다 효율적으로 생산하거나 보다 비용효과적인 신기술 도입을 촉진하도록 한다. 따라서 생산 효율성 향상은 자원투입량을 상

4) 정한경 외, 2007, '에너지가격 정책 및 규제체계 개선 연구', 에너지경제연구원

5) 2007년 1월부터 '교통 에너지 환경세'로 전환되었으나 환경개선이나 신재생에너지개발에 사용되는 세입은 일부분에 불과함

6) Townsend and Ratnayake, 2000, 'Trade Liberalisation and the Environment: A Computable General Equilibrium Analysis', World Scientific

대적으로 감소시켜 환경개선에 이바지할 수 있다. 셋째 자유무역은 그동안 왜곡되어 있던 생산과 소비 집약도나 입지를 통해 환경문제를 가중시켜온 무역규제를 철폐하는 구조조정의 역할을 한다. 이에 의해 정화능력(assimilative capacity)이나 환경부하(environmental endowment)에 비교우위가 있는 나라는 무역에 의한 이익 증진을 기대할 수 있다. 넷째 자유무역을 통해 당사국들의 환경기준이나 환경정책을 조율하고 통합함으로써 보다 향상된 환경정책 수립에 도움을 줄 수 있다. 즉 자유무역협정을 통해 상대적으로 환경관련 법규나 정책 수준이 낮은 국가에서 이에 대한 개선노력이 수반됨으로써 환경에 긍정적인 효과를 기대할 수 있다는 것이다⁷⁾.

아직까지 정부가 제시하고 있는 저탄소 · 녹색성장의 기본 목표나 실천전략에서 국제무역과의 상호연관성에 대한 중요성이 간과되고 있는 것으로 보인다. 국내의 에너지 가격체계가 저탄소형으로 전환되지 못하고, 국내 산업이 강력한 국제기준을 따라갈 만한 여건이 되지 못한 상황에서 성급하게 국제사회에서 기후변화협약의 리더십을 강조하다가는 국내 경제에 큰 타격을 줄 수 있다는 것이다. 따라서 향후 구체적인 전략 수립에 있어서 국제무역과의 연계를 고려한 저탄소 녹색정책을 수립할 필요가 있다.

6. 저탄소 및 신재생에너지 기술개발계획

지금까지는 비교적 중 · 단기 목표와 실천수단 및 추진전략을 비판적으로 검토해보았다. 이와 함께 향후 지

배적인(dominant) 신에너지 기술에는 어떤 것들이 있고, 저탄소 녹색성장이 궁극적으로 지향해야 할 에너지 시스템은 어떠한지에 대한 논의도 장기적인 비전 측면에서 언급하고자 한다.

우선 지난 9월 11일 발표된 지식경제부 ‘그린에너지 산업 발전전략’에 따르면, 그린에너지산업 발전전략은 저탄소 · 녹색성장을 위한 첫 번째 세부 실천계획이며, 신재생에너지와 에너지효율, 전력 및 온실가스분야를 망라한 통합된 산업화 전략이며, 지식경제부, 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부, 산림청 등 관계 부처가 합동으로 참여한 범정부적 전략이라는 점, 그리고 향후 그린에너지 산업을 성장동력화하고 수출산업화하기 위한 전기를 마련했다는 점에 의의를 두고 있다. 그린에너지 산업은 온실가스를 획기적으로 절감하는 에너지 기술로 신재생에너지, 화석연료 청정화, 효율향상 분야로 구분된다. 먼저 신재생에너지 분야는 태양광, 풍력, 수소연료전지, IGCC를 포함하고, 화석연료 청정화 분야는 석탄액화(CTL), 가스액화(GTL), 이산화탄소포집 기술(CCS)을 포함하며, 효율향상 부문은 LED, 전력 IT, 에너지 저장, 소형열병합, 히트펌프, 초전도기술을 포함한다.

시장성, 기술성, 시급성 등을 고려하여 성장동력화가 필요한 9대 분야를 선정하여 중점 육성할 계획으로, 세계시장이 급성장하고 국내 연관산업이 발달한 태양광, 풍력 등 4개분야를 우선 성장동력화해 나가고, 세계시장의 잠재력이 커서 기술적 우위확보가 시급한 수소연료전지, 청정연료 등 5개 분야도 차세대 성장동력으로 집중 지원할 계획이다(표 1).

또한 민관 합동으로 향후 5년간 3조원을 투자하여

7) 배정환, 2008, '바이오에너지 산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구 - 바이오연료 공급 확대가 농산물 시장에 미치는 영향 분석', 에너지경제연구원(12월 발간 예정)

2012년까지 선진국 수준의 기술력을 확보할 계획이다. 이를 위해 분야별 기술개발 목표를 설정하고, 그린에너지 기술개발 중장기 전략 및 로드맵을 2009년 3월까지 수립할 예정이다. 세부 기술별 기술개발 목표 및 주요 핵심기술은 <표 2>~<표 3>과 같다.

각 세부기술별 시장창출방안으로 신재생에너지 의무화 제도(RPS)를 실시하여 오는 2012년 총발전량의 3%, 2020년 10% 이상을 목표로 하며, 바이오연료 혼합 의무화 제도(RFS)를 도입하여 2012년 3%, 2020년 7%를 바이오연료로 보급할 계획이다. 또한 신도시 건설이나 신축건물의 경우 신재생에너지 사용설계를 반영할 계획이다. 보다 자세한 내용은 <표 4>~<표 5>와 같다.

한편 2008년 9월 19일에 발표된 지식경제부 신성장 동력기획단의 '신성장동력 비전과 발전전략'에 따르면, 정부는 성공가능성과 파급효과, 경제·사회적 문제 해결의 측면에서 6대 분야 22개 신성장 동력을 발굴하였다. 6대 분야 가운데 에너지·환경 분야에서는 6개의 신산업으로 무공해 석탄에너지, 해양 바이오연료, 태양전지, 이산화탄소 회수 및 자원화, 연료전지 발전 시스템, 원전 플랜트가 선정되었다.

이상 6개 신산업별 목표와 시장전망 및 여건, 투자 소요액을 정리하면 다음과 같다. 우선 무공해 석탄은 저급탄을 합성석유로 전환하는 기술로 생산과정에서 발생하는 이산화탄소도 재활용하는 '무공해 가스화 기

<표 1> 그린에너지 발전전략 9대 중점기술 분야

구 분	중점기술 분야
<제1그룹, 초기 성장동력화> 세계시장이 급성장하고 있거나, 국내 연관산업기반을 바탕으로 육성 가능한 분야 → 산업화 집중 지원	태양광, 풍력, LED, 전력IT
<제2그룹, 차세대 성장동력화> 세계시장 잠재력이 크기 때문에 기술적 우위확보가 시급한 분야 → R&D 및 실증 집중투자	수소연료전지, GTL/CTL(가스/석탄액화), IGCC(석탄가스화복합발전), CCS(CO2 포집·저장)에너지저장

<표 2> 태양광, 풍력, 연료전지별 기술개발 목표

구 분	기술개발 목표 및 주요 핵심 기술(예시)
태양광	- 화석연료 수준의 경제성 확보('20년 150원/kWh) * 고효율 차세대 박막 태양전지 및 유기 태양전지 상용화 기술
풍 력	- 중대형 풍력발전기 독자 개발 * (육상)고효율 블레이드 소재 및 주축 베어링 국산화 * (해상)2MW 부유식 해상풍력 발전기술
수소 연료전지	- 차세대 수소연료전지 기술 조기 확보 * (가정용)1kW급 핵심부품소재 국산화 및 양산기술(단가 '15년 500만원) * (발전용)2세대(MCFC) 상용화, 3세대(SOFC) 원천기술

〈표 3〉 IGCC, 에너지저장, LED, 전력 IT별 기술개발 목표

구 분	기술개발 목표 및 주요 핵심 기술(예시)
IGCC	- IGCC 상용화 기술력 확보 * 300MW급 설계기술 자립 후 600MW급 상용화
에너지저장	- MW급 저장 시스템 기술 자립 * 고정용 리튬이온전지, 분산전원용 대형시스템 등
LED	- 100 lm/W급이상 비질화물계 고효율 LED 원천기술 확보 * LED칩 물성설계, 내부 양자효율향상, 신형광재 등
전력IT	- 10대 핵심기술 조기 확보 및 차세대 전력시스템 개발 * IT기반 대용량 전력수송제어시스템, 스마트 미터링

〈표 4〉 태양광 및 풍력의 시장창출 방안

구 분	시장창출 방안
태양광	- '12년 RPS도입 이후 태양광 의무공급비율 설정 - 발전차액 지원한계 용량 확대 (500MW)
풍 력	- 상용화단지 등을 통해 '20년까지 풍력발전 2GW 공급 - 제주도, 새만금 등 대규모 풍황지에 Wind Farm 조성

술'이다. 오는 2018년까지 15만명의 고용을 창출하며 국내 석유소비량의 8%를 대체할 것으로 전망된다. 이 기술은 선진국도 2000년부터 본격적인 연구가 시작되어 기술격차가 적어 성공 가능성이 높은 것으로 평가된다. 향후 제도개선과 연구개발 및 국제협력 사업 등에 5년간 22조원이 소요될 것으로 판단된다.

둘째 해양 바이오연료는 해조류를 이용하여 바이오디젤 및 바이오에탄올 등의 석유 대체 연료를 생산하는 기술이다. 2018년까지 5만명의 고용을 창출하고, 휘발류 소비의 20%까지 대체할 것을 목표로 하였다. 또한 세계 바이오연료 시장이 연평균 7.5% 성장하고 있으며, 국내에서 해조류 바이오에탄올 생산을 위한 원천기술을 확보하고 있어 상용화만 된다면 해조류 바이오연료 시

장 선점도 가능한 상황이다. 제도 개선과 시장 창출, 기반조성에 5년간 1.6조원이 소요될 것으로 보인다.

셋째 태양전지는 수출 유망 산업으로 2-3세대 태양전지 기술개발을 통해 2018년까지 세계시장의 20%를 점유할 것을 목표로 하며, 박막형 태양전지와 같은 차세대 기술의 시장 점유율이 급상승하고 있다. 태양전지에 관한 차세대 기술 격차가 크지 않아 집중 투자시 경쟁력 확보가 가능할 것으로 평가된다. 연구 개발 및 기반조성에 5년간 2.4조원이 필요할 것으로 추산된다.

넷째 이산화탄소 회수 및 자원화 기술은 화력발전이나 제철소에서 이산화탄소를 포집하여 화학산업의 원료로 활용하는 기술로 이산화탄소 저장소가 없이도 처리가 가능하다. 본 기술의 목표는 2018년까지 국내 이

〈표 5〉 연료전지, 청정연료, IGCC, CCS, 에너지저장, LED, 전력 IT의 시장창출 방안

구 분	시장창출 방안
수소 연료전지	- 그린홈 100만호 사업과 연계, '20년까지 가정용 수소연료전지 10만대 보급 - RPS 제도에 수소연료전지 발전을 포함
청정연료	- 석유대체연료에 가스액화연료 포함(석유 및 석유대체연료사업법 개정)
IGCC	- 국내 노후 화력발전소를 순차적으로 IGCC 발전소로 대체 ('20년까지 15기 10GW 대체수요 발생 전망)
CCS	- 저장기술 우수 국가와 공동 CDM 추진
에너지 저장	- '12년까지 가정용전력저장시스템 3,000가구 규모 보급
LED	- 우체국 LED조명 시범사업 및 장려금 지급 등을 통해 '15년까지 LED조명 30% 달성
전력IT	- '12년까지 1만가구 규모의 실증사업 추진

산화탄소 발생량의 10%를 회수 및 처리하는 것이며, 향후 거대 시장이 형성될 것으로 전망된다. 시장여건은 저비용 재자원화 기술 확보가 관건이나 연구 개발 단계라고 할 수 있고, 제도개선이나 연구개발, 기반조성에 5년간 1,100억원이 소요될 것으로 추정된다.

다섯째 연료전지 발전 시스템은 전기분해의 역반응 원리로 전기와 열을 생산하는 기술로, 2018년까지 세계 시장의 40%를 점유할 것을 목표로 하였다. 2018년까지 세계시장은 약 6백억불로 늘어날 전망이며, 3세대 연료전지 기술은 선진국 기술에 근접한 것으로 평가되고 있다. 제도개선과 연구개발, 시장창출에 5년간 4조원이 투자되어야 할 것으로 추산된다.

여섯째 원전 플랜트는 미자립 원천기술과 수출용 차세대 신형원전 개발로 세계 6대 원전수출국으로 도약할 것을 목표로 하였다. 이미 세계 수준의 운영기술과 신뢰성을 확보하였고, 최신 시공기술 표준화를 통해 경제성 확보가 가능할 것으로 판단된다. 연구개발과 국제협력에 5년간 3,600억원이 소요될 것으로 보인다.

마지막으로 지식경제부에서 발표한 '그린 오션 100

대 과제'에서는 환경 및 에너지 관련 산업과 IT, NT, BT 등의 기술을 융합하여 환경·에너지·기후변화 문제를 해결하고 이러한 신 융복합 기술을 발전시켜 새로운 시장인 '그린오션'과 부가가치를 창출할 것을 목표로 하였다. 여기에서는 기존의 신재생에너지 중심 기술에서 벗어나 환경과 에너지분야 전체 기술을 망라한 추진전략이라는 점에서 기존 전략과 차별화된다고 보았다. 구체적으로는 첫째 자연친화적이며 쾌적한 웰빙 하우스 시범 모델 사업을 전개할 것과 둘째 물부족에 대비한 안전하고 맑은 웰빙 수자원 확보를 위해 11개 과제를 선정하였으며, 셋째 폐기물 자원화 및 청정처리를 통한 청정 주거환경 조성을 위해 13개 과제를 선정하였다. 또한 이산화탄소를 이용한 고부가가치 제품 생산에 11개 과제를 도출하였고, 다섯째 에너지와 이산화탄소를 획기적으로 절감할 수 있는 차세대 저탄소화 소재 및 공정 개발을 위해 11개 과제를 발굴하였으며, 여섯째 ET 및 IT 융합기술을 활용한 에너지 효율향상 부품소재와 제품, 시스템 및 솔루션 개발을 위해 11개 과제를 선정하였다. 일곱번째로는 저급석탄을 친환경 저

탄소 기술을 이용하여 초청정 합성가스 및 수소, 합성 석유를 생산하도록 전환하기 위해 11개 과제를 발굴하였고, 여덟번째 바이오매스를 활용하여 석유자원을 대체할 수 있는 수송용 바이오연료 및 바이오 신소재 개발을 위해 11개 과제를 추진하도록 하며, 마지막으로 자원 절약형 기술과 신재생에너지를 활용한 지속가능 제품 및 서비스를 생산하고, 이를 위한 인프라 구축에 10개 과제를 선정하였다.

7. 결론 및 정책 제언

저탄소 · 녹색성장이라는 우리에게 새롭게 주어진 대명제는 아직까지 정의 자체에 대한 의견이 분분하고, 기본목표나 실천수단, 추진전략 등에서 개선의 여지가 많음에 틀림없다. 그러나 에너지위기와 지구온난화라는 전 지구적 위기를 기회의 계기로 삼아 선진국으로 나아가기 위한 교두보이자 우리의 성장 기조를 근본적으로 혁신하자는 취지에서 우리 모두가 고심해야할 명제임에 틀림없다. 다만 그 실천에 있어서 지금까지 논의되어 왔던 다양한 정책 수단들과 추진전략들을 점검해 보고, 어떤 문제점이 있고, 어떤 방식으로 개선해야 할 지에 대한 검토를 해 보았다는 데에 이 글의 의의가 있다고 본다.

이번 광복절에 대통령이 저탄소 · 녹색성장을 새로운 기조로 천명한 이후 8월 27일 ‘국가에너지기본계획’, 9월 11일 ‘그린에너지산업 발전전략’, 9월 19일에는 ‘기후변화대응 종합기본계획’과 ‘신성장동력 비전과 발전전략’이 동시에 발표되었고, 11월 11일에는 ‘그린오션 100대 과제’가 발표되었다. 이들 5가지 기본계획과 발전전략들은 한결같이 저탄소 · 녹색성장을 구체

적으로 실천하기 위한 수단과 전략들을 제시하고 있다. 발표 주체는 청와대, 지식경제부, 국무총리실 등 상이하나 그 내용은 대부분 핵심 신재생에너지 개발과 에너지절약기술, 이산화탄소 저감 및 활용 기술의 산업화를 향후 5년, 10년, 혹은 30년 기간에 걸쳐 달성하기 위한 전략에 집중되어 있다. 이뿐만 아니라 환경부와 지식경제부 등 관련 부처에서 앞다투어 녹색성장 포럼이나 심포지움 등 비슷비슷한 회의들을 계획하고 있다.

벋사공이 너무 많으면 배가 산으로 가고, 과유불급이라 했다. 즉 비슷한 분야에 대해 상이한 주체가 기본전략을 구상하고 있어, 시너지 및 통합 효과와 더불어 중복성과 비효율, 과도한 경쟁을 야기할 수 있는 측면도 존재한다는 것이다. 따라서 유관기관간의 갈등과 과도한 경쟁 등의 부작용을 최소화하고, 중장기 전략과 비전을 제시하며, 전체를 아우를 수 있는 이른바 ‘녹색성장 전략연구센터’와 같은 통합적인 범부처 독립 기관이 신설될 필요가 있다. 다행히도 조만간 지속가능발전위원회, 국가에너지위원회, 기후변화대책위원회를 통합한 녹색성장위원회가 설립될 것으로 보이며, 이와 더불어 녹색성장기본법 제정도 가시화될 것으로 보인다.

앞으로 저탄소 · 녹색성장이라는 새로운 패러다임이 신재생에너지라는 기존의 개념과 잘 결합되고, 정착되기 위해서는 물론 정부가 개념 정립과 신 시장 창출에 앞장서야하는 부분이 있겠으나, 일단 시장이 형성된 다음에는 가급적 시장 개입보다는 시장의 기능을 최대한 활용할 필요가 있다고 본다. 즉 시장의 자율과 정부 개입을 적절히 조화시키는 지혜가 필요하다는 것이다. 시장에는 관련된 기술의 모든 정보가 입력되고, 최신의 정보가 교환되는 곳이다. 따라서 어떤 신기술이 시장에서 살아남고, 어떤 신기술이 퇴조할 지를 정부가 미리 알기란 매우 어렵다. 다만 지구온난화나 화석에너지 사

용으로 인한 외부비용이 적절하게 시장에서 내부화될 수 있도록 정부가 탄소배출권시장 형성을 지원하거나 탄소세 등을 통해 보정해주기만 한다면, 자유경쟁시장에서 최선의 기술, 즉 가장 비용효과적인 신재생에너지 기술 혹은 저탄소 기술이 살아남게 될 것이다.

마지막으로, 저탄소·녹색성장은 한 시대를 풍미하는 슬로건에서 유행으로, 그리고 패러다임으로 전이해갈 것으로 기대된다. 그러나 한 가지 잊지 말아야 할 사실은 어떤 가치관도 완벽할 수 없다는 것이다. 맹목적이고, 획일적이며, 끼워맞추기식 녹색성장은 결국 포장만 그럴듯하고, 전혀 실속없는 가치관으로 전락할 수 있다는 것이다. 다시 말해서 녹색성장의 출발점인 신재생에너지 분야조차도 과연 진정한 친환경 기술인지, 지나친 기대감에 버블은 존재하지 않는지, 과연 내실있는 산업화가 가능한 지부터 점검해야하며, 전산업과 외교, 국토, 교통, 교육, 문화로 녹색성장의 개념을 확대하기 위해서는 철저한 평가와 모니터링이 요구된다 할 것이다.

〈 참고문헌 〉

- 국무총리실, 2008, 9. 19, '기후변화대응 종합기본계획', 보도자료.
- 국정기획수석실·미래비전비서관실, 2008, 9. 8, '녹색성장의 개념 및 추진방향', 보도자료.
- 배정환, 2008, '바이오에너지 산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구 - 바이오연료 공급 확대가 농산물 시장에 미치는 영향 분석', 에너지경제연구원(12월 발간 예정)
- 유럽협의회 환경분과 산하 항공부문 홈페이지, http://ec.europa.eu/environment/air/transport/co2/co2_home.htm
- 이서원, 2007, 2. 14, '발등의 불, 온실가스 규제', LG주간경제, LG경제연구소
- 정한경 외, 2007, '에너지가격 정책 및 규제체계 개선연구', 에너지경제연구원
- 지식경제부 신성장동력기획단, 2008, 9. 19, '신성장동력 비전과 발전전략', 보도자료.
- 지식경제부 에너지경제연구원, 2008, 8. 27, '녹색성장을 위한 국가에너지기본계획' 안, 보도자료.
- 지식경제부, 2008, 11. 10, '그린 오션 100대 과제', 보도자료.
- 지식경제부, 2008, 9. 11, '그린에너지산업 발전전략', 보도자료.
- 파이낸셜 타임즈, 2008, 9. 26일자
- Costanza, R, Cumberland, J., Daly, H, Goodland, R., Norgaard, R, 1997, 'An Introduction to Ecological Economics', St. Lucie Press
- Townsend and Ratnayake, 2000, 'Trade Liberalisation and the Environment: A Computable General Equilibrium Analysis', World Scientific
- UNESCAP Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 'Green Growth at a Glance: The Way Forward for Asia and the Pacific'

EU 저탄소 정책과 시사점

김 수 이

에너지경제연구원 책임연구원



1. 서론

교토의정서에 따라, EU-15은 2008년~2012년까지 기준연도 수준과 대비하여 자체 온실가스(온실가스) 배출량을 -8%까지 감축해야 한다. [그림 1]에 제시된 바와 같이, EU는 자체의 감축수단과 교토 매커니즘을 사용하여 교토 목표를 무난히 달성하게 될 것으로 전망되고 있다. 이 중 -3.3%는 유럽 탄소배출권시장(EU ETS)에 의해서 감축될 것으로 예상된다.

2007년 초 EU는 교토 목표를 상회하는 중기 목표를 제시하였다. EU-27 온실가스 배출량을 1990년 수준 대비하여 2020년까지 최소한 20% 낮추기로 하였다. 그리고 다른 선진국들이 이에 상응하는 온실가스 배출량 감축에 동참하고 개발도상국들이 자국의 책임과 역량에 따라서 온실가스 감축에 적절히 동참한다면 1990년 대비 30%를 감축한다는 계획을 발표하였다.

EU는 이러한 자체 공약을 준수하기 위하여 EU 경제의 주요 분야를 망라한 새로운 법률적 조치들을 포함한 기후변화 및 에너지 패키지를 2008년 1월에 발표하

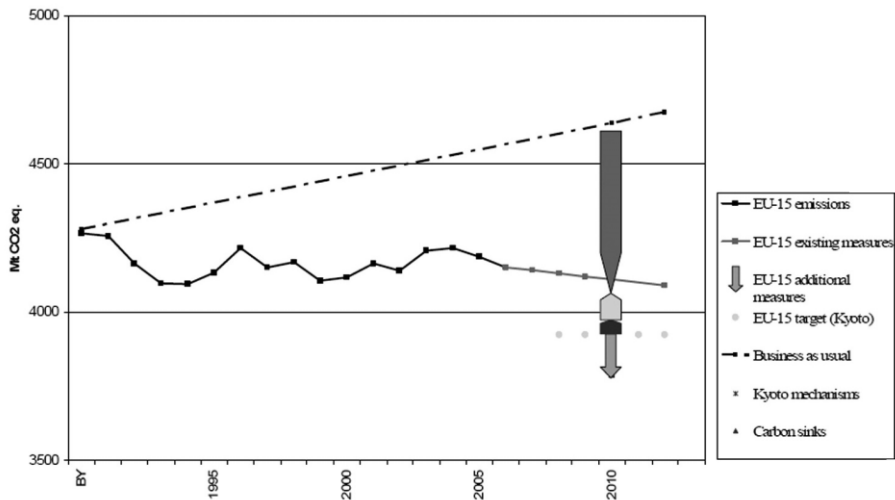
였다. 이러한 제안에 포함된 조치들에는, a) 강화된 배출량 거래제(ETS: emissions trading system), b) ETS에 포함되지 않은 산업들에 대한 배출량 감축 목표(예: 농업, 건축, 운송, 폐기물)¹⁾, c) 에너지 믹스에서 재생에너지 비율의 제고를 법률적으로 의무화, d) 탄소 포집 및 저장(CCS) 그리고 환경 지원금에 관한 새로운 법규가 포함된다.

[그림 2]에서는 2020년 회원국들의 전망치와 목표치 사이에는 상당한 차이가 있음을 보여주고 있다. 따라서 2012년 이후에는 보다 가파른 배출량 감축을 필요로 한다. 2020년의 배출량 감소는 현재 전망치와 비교하여 10억톤 내지 15억톤의 CO₂-eq의 감축량을 달성하여야 한다. 이를 달성하기 위해서는 EU와 소속 회원국들이 새로운 법안을 가능한 한 빠른 시일 내에 채택하여, 구체적으로 얼마나 실행할 수 있는가에 달려 있다.

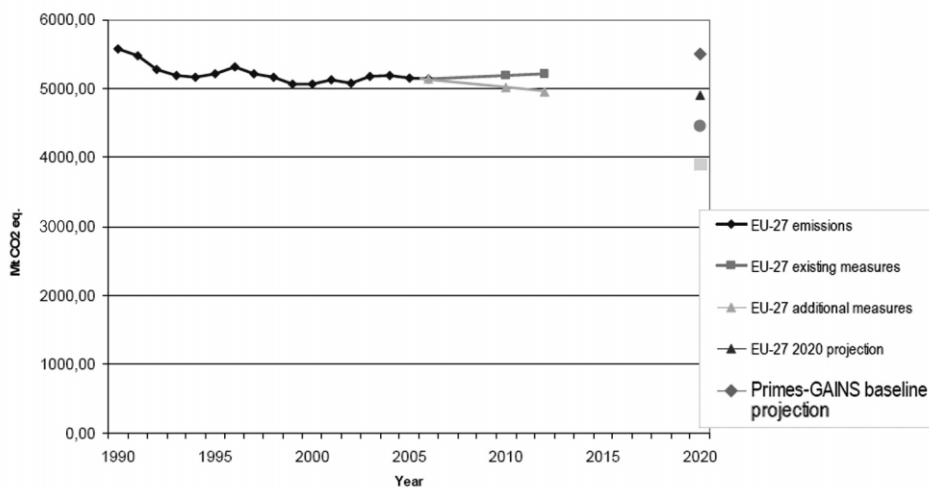
따라서 본고에서는 구체적인 EU의 배출량 현황 및 그리고 EU 목표를 충족시킬 수 있는 구체적인 대응방안에 대하여 살펴보고 우리나라의 저탄소 수렴정책에 대한 시사점을 도출해 보고자 한다.

1) 배출량은 각 회원국의 현재와 예측 GDP/인의 상대적인 수준에 따른 차별화된 목표에 따라 EU ETS에 포함된 국가들은 2020년까지 2005년 수준 대비하여 21%까지, 그리고 EU ETS에 포함되지 않는 국가들은 10%까지 감축하기로 한다.

[그림 1] EU-15의 실제 및 예상 배출량



[그림 2] EU-27의 실제 및 예상 배출량



2. 1990년-2006년 진행 상황

가. 온실가스 배출 추세

전반적인 EU 온실가스 배출량 추세는 총 EU-27의 온실가스 배출량의 3분의 1을 차지하는 대규모 배출국인 독일과 영국의 두 국가들에 크게 의존한다. 이 두 회원국들은 1990년 대비 3억 3,900만톤 CO₂-eq의 온실가스 배출량을 저감하였다.

독일에서 이와 같이 배출량이 감소한 주된 이유는 열병합 발전소의 효율성 증가와 독일 통일 이후 5곳의 새로운 주(Länder)에서의 경제 구조조정에 기인한 것이다. 영국에서의 온실가스 배출량 감축은 주요 에너지 사용 부문들에 걸친 광범위한 정책들에 기인한다. 특히 아디프산(adipic acid) 생산과 관련한 N₂O 배출량 감축 조치를 포함하여, 석탄 및 석유와 같은 탄소 집약적인 연료들로부터 탄소 배출량이 적은 가스, 원자력 및 재생에너지로의 전환으로 에너지 효율성을 상당히 개선하였기 때문이다.

이탈리아와 프랑스는 모두 11%를 점유하는 3위와 4위의 배출국이다. 이탈리아의 2006년 온실가스 배출 감축량은 1990년 수준 대비하여 10% 증가하였다. 1990년 이후 이탈리아의 온실가스 배출량의 증가량은 주로 도로, 운송, 열병합 전력 생산 및 석유 정제에 기인하였다. 프랑스의 배출량은 2006년에 1990년 수준 대비 4% 감소하였다. 프랑스에서, 대규모 감축은 아디프산(adipic acid) 생산에서의 N₂O 배출량 감축에 의하여 달성되었지만, 도로 운송 분야로부터의 CO₂ 배출량은 1990년과 2006년 사이에 상당히 증가하였다.

스페인과 폴란드는 EU-27의 배출국들 중에 5위와 6위를 차지하는데 동 2개국의 배출량의 합은 총 EU-27 온실가스 배출량의 약 8%를 차지하고 있다. 스페인은

1990년과 2006년 사이에 배출량이 51% 증가하였다.

이는 주로 도로, 운송, 열병합 전력 생산 및 제조 산업으로부터 배출량이 증가한 때문이다. 폴란드는 1990년과 2006년 사이에 온실가스 배출량이 12% 감소하였다(폴란드의 경우 1988년인 기준연도 이후 29% 감소하였음). 폴란드에서의 배출량 감소의 주요 요인은 다른 중부 유럽 및 동부 유럽 회원국들과 마찬가지로 중공업 분야에서의 에너지 비효율적인 면의 축소 및 1980년대 말 그리고 1990년대 초의 전반적인 경제 구조조정에 기인한 것이다.

2006년에 10개 회원국들은 기준연도 수준 이상으로 온실가스 배출량이 초과된 반면, 나머지 15개 회원국들의 배출량은 기준연도 수준을 밑돌았다. 기준연도부터 2006년까지의 온실가스 배출량이 -55.7% (에스토니아)부터 +49.5 (스페인)까지 다양하다. 사이프러스와 말타는 교토의정서에 따른 배출량 감축 목표량을 갖고 있지 않는데 이 국가들의 2006년 배출량은 1990년 수준을 초과하였다.

나. 2006년의 1인당 배출량과 온실가스 집약도

2006년에, EU 시민들은 평균 10.4톤의 CO₂-eq을 배출하였다. EU-15의 1인당 평균 배출량은 2005년 대비 0.2톤의 CO₂-eq이 감소된 10.7톤의 CO₂-eq으로 나타났다. 그러나 1인당 온실가스 배출량은 유럽 국가들 사이에 상당한 차이를 보이고 있다. 1인당 배출량은 각국의 에너지 집약도(1인당 1차에너지 소비량)와 에너지 구성(제조된 에너지 장치의 배출량 수준에 영향을 미치는)과는 상관관계가 있다. 현재의 경제 상황에서, 1인당 배출량 증가는 생활수준의 향상에 따라 한층 높아진 1인당 에너지 소비량으로 설명될 수 있는 반면, 감소된 1인당 배출량은 에너지 효율성 향상과 관련국

의 에너지 믹스 면에서 재생 에너지원의 비율 증가에 의하여 설명될 수 있다.

1990년대에, 1인당 배출 추세는 총 온실가스 배출량에 대한 전반적인 감소 추세와 부합하였다. 그러나 2000년 이후, 1인당 배출량은 EU-15 내에서 지속적으로 감소세를 보이고 있는 반면, 중부 유럽과 동부 유럽의 회원국들에서는 증가하였다(2000년과 2006년 사이에 각각 -3.2% 및 +4.2%). EU에서 1인당 온실가스 배출량은 스페인, 포르투갈, 사이프러스 및 말타에서 1990년 이후 가장 높게 증가하였다(하지만, 아직 이 국가들은 EU 평균에는 미치지 못하고 있다).

[그림 3]에서는 EU-15와 EU-27 모두에서의 배출량이 감소하고 있는 반면, 경제는 상당히 성장하였음을 보여주고 있다. 이러한 면은 상대적인 탈동조화(decoupling)가 1993년 이후 EU-15에서 그리고 1996년 이후 EU-27에서 발생되고 있음을 나타내는 것일

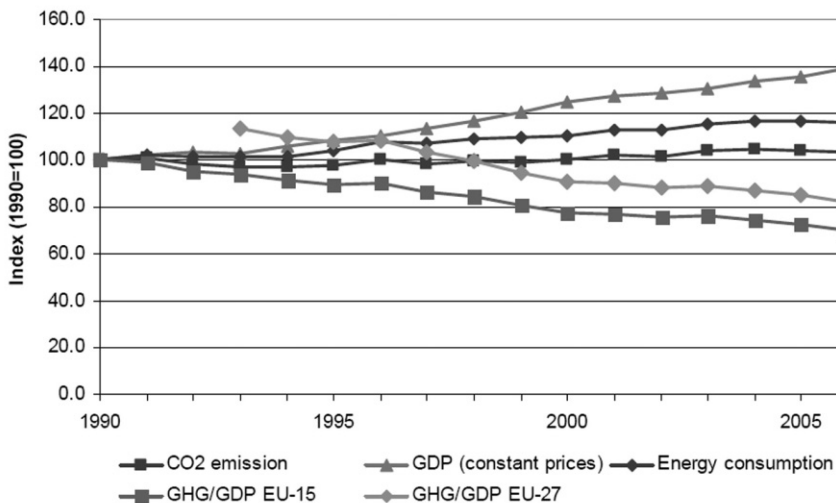
수 있다. 1990년과 2006년 사이에, EU-27의 GDP는 40%까지 성장한 반면, 배출량은 7.7%까지 감소하였으며, 동일한 기간 동안 EU-15의 GDP 성장은 온실가스 배출량의 2.2% 감축과 더불어 거의 39%에 달하였다.

포르투갈을 제외한 모든 EU 회원국들은 1990년과 2006년 사이에 각국의 배출량을 상당히 감축시킨 반면, 강력한 경제 성장을 도모하였다. 강력한 경제 성장과 더불어 배출량이 감소한 면은 주로 중부 유럽과 동부 유럽의 회원국들에서 제조 분야에 기초한 비효율적인 중공업의 변화에 기인한 것으로 관측되었다.

다. 2005년 대비 2006년 온실가스 배출량

2005년과 2006년 사이에 EU-27내 배출량은 14백만톤의 CO₂-eq 정도 감축되었다(0.3%). 이러한 전반적인 감소는 두 가지 이탈 추세의 결과에 의한 반면,

[그림 3] EU-15와 EU-27의 온실가스 집약도, EU-15의 GDP, 에너지 소비 및 CO₂ 배출량



EU-15의 배출량은 35백만톤의 CO₂-eq까지 감소하였으며(0.8%), 다른 회원국들에서는 21백만톤의 CO₂-eq까지 증가(2.2%)하였다.

모든 EU-15 회원국에서 온실가스 배출량은 핀란드와 덴마크를 제외하고 감소되었거나, 안정적인 수준이었다. 배출량은 에스토니아, 헝가리 및 슬로바키아 공화국을 제외한 대부분의 다른 회원국들에서 감소하였다.

국제 및 국내의 항공부문과 해운부문의 온실가스 배출량은 2006년에 가파로운 상승을 지속하였다. 이러한 분야들로부터의 기여도는, 현재 교토의정서 상에 포함되어 있지 않으며, EU-15 내에서 거의 5.2백만톤의 CO₂-eq(항공) 및 11.4 백만톤의 CO₂-eq(해운)까지 증가하였다.

도로운송부문의 배출량은 대부분의 국가들에서 계속하여 증가하고 있으며, 특히 스페인과 폴란드에서는 더욱 그런 경향이 강한 반면, 독일에서 그러한 배출량은 매우 감소하였다. 스페인에서, 배출량 증가는 증가된 디젤유 사용량(5.1%)이 반영된 것이며, 이는 가솔린의 사용량 감소분(-4.6%)을 상쇄하고도 남는 양이다. 폴란드에서, 가솔린과 디젤유 소비량은 모두 6.1%와 7.2%까지 각각 증가하였다. 독일의 배출량 감소는 주로 낮은 가솔린 소비량을 반영한 것이다(-4.3%).

EU-15의 회원국들 중 4개국은 전반적인 배출량 감소에 상당히 기여하였다: 프랑스(14백만톤의 CO₂-eq), 이탈리아(10백만톤의 CO₂-eq), 스페인(8백만톤의 CO₂-eq) 및 벨기에(5백만톤의 CO₂-eq). 배출량 감소는 특히 가정과 서비스 분야에서의 보다 줄어든 가스 및 석유 감소에 기인한다. 이러한 점은 보다 상승된 가스 가격과 더불어 2006년의 따뜻한 날씨로 인하여 유럽에서 필요로 하는 열량의 감소에 따른 결과였다. 가정의 전기 수요는 매우 안정적인 상태를 유지하였다. 또

한, 이탈리아는 경감 기법에 따른 아디프산 제조를 통하여 N₂O 배출량의 상당한 감소를 경험하였다(5백만톤의 CO₂-eq). 2006년의 EU-15 배출량 감소는 주로 공공부문의 열병합 전력 생산, 가정과 서비스 분야, 그리고 특히 도로운송부문의 줄어든 CO₂ 배출량에 기인한 것이다.

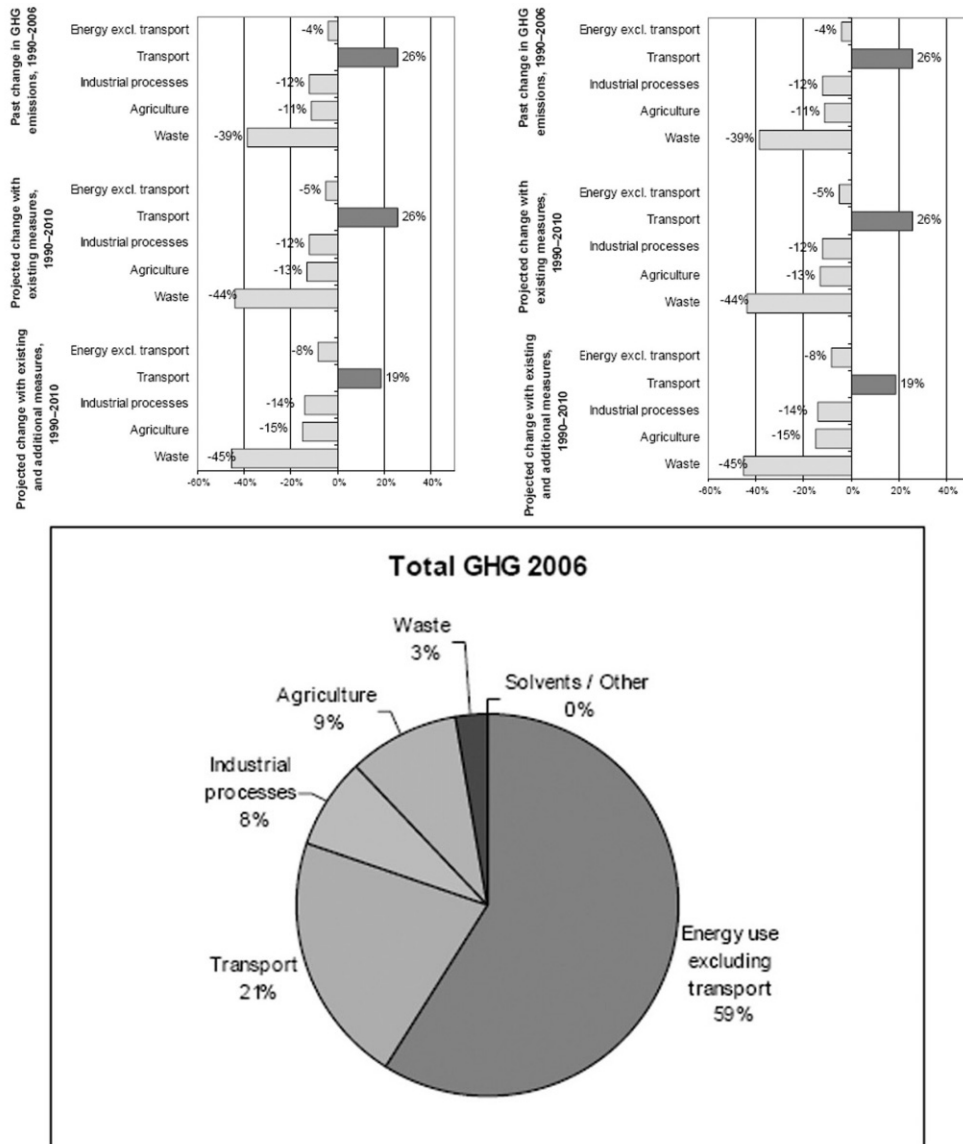
총 온실가스 배출량은 폴란드(14백만톤의 CO₂-eq), 핀란드(11백만톤의 CO₂-eq) 및 덴마크(7백만톤의 CO₂-eq)의 증가량으로부터 대부분 기인한 것이다. 이러한 증가량은 주로 에너지공급부문에서 발생하였는데 폴란드의 배출량 증가는 철강산업의 증가된 CO₂ 배출량을 비롯하여 수력 발전소의 증가된 전력 생산과 가정의 증가된 화석연료 소비증가에 기인한다. 핀란드의 배출량 증가는 석탄 발전소의 증가된 전력 생산, 수력 발전소의 감소된 전력 생산 그리고 감소된 전력의 순수입량 등에 의존한다. 덴마크의 배출량 증가는 석탄 발전소의 증가된 전력 생산 및 감소된 전력의 순수입량에 기인한다.

로마(5백만톤의 CO₂-eq)와 체코공화국(2백만톤의 CO₂-eq) 또한 총 온실가스 배출량에서 상당량이 증가하였는데 이는 전력 공급 부문(로마)과 화학 산업(체코 공화국)에서 주로 발생된 것이다. 이 두개국은 이탈리아와 마찬가지로 철강 산업에서 CO₂ 배출량 증가를 경험하였다.

라. 주요 부문들에서의 배출량 추세

[그림 4]에 강조되어 있는 바와 같이, 2006년에 총 EU-15 배출량의 80%를 차지한 에너지부문(운송 부문 포함)이다. 운송부문은 총 온실가스 배출량의 21%를 차지하며, 농업은 9%, 그리고 산업공정들은 8%, 그리

[그림 4] EU-15의 2006년 부문별 및 부문비율별 온실가스 배출량 변화



고 폐기물은 3%를 차지하였다.

운송부문의 배출량 증가는 운송부문을 제외한 다른 종류의 배출원에서의 상당한 감소량에 의하여 상쇄되고 있다. 1990년과 대비하여, EU-15의 배출량은 다음과 같은 요인에 기인한다. 즉 에너지부문(운송 제외)은 4% 감소하였으며, 운송부문은 26% 증가하였으며, 아디프산(adipic acid) 제조 그리고 할로겐화 탄소(halo-carbons) 및 불화 유황(sulphur hexafluoride)의 제조로부터 낮아진 배출량에 주로 기인한 산업공정부문으로부터 12% 감소하였지만, 또한 철강 제조 산업으로부터 보다 낮아진 배출량에 기인한다. 농업부문은 소 사육 수의 감소 및 미네랄 비료와 유기질 비료의 사용량 감소에 기인하여 11%까지 감소하였으며, 폐기물 부문은 관리된 매립지로부터의 보다 낮아진 CH₄ 배출량에 기인하여 39%까지 감소하였다.

3. 교토 목표 달성을 향한 예상 진행 상황

가. 회원국들의 전망 자료

1) EU-27

2010년까지 EU-27의 총 온실가스 배출량은 기준 연도 수준에 비하여 약 10.1% 감축하도록 전망된다(〈표 1〉참조). 이러한 전망은 모든 기존 국내 정책 및 조치를 반영한 회원국 자체에서 전망한 자료에 기초하고 있다. 교토 매커니즘과 이산화탄소 흡수원(carbon sinks)의 효과가 고려되는 경우 추정된 감소량은 13.4%에 해당되며, 현재 논의 중에 있는 추가적인 국내 정책 및 조치가 적시에 실행하게 되어, 예상한 대로 성과를 나타낼 경우, 이는 16.3%에 달할 수 있다.

2) EU-15

기존 국내 정책 및 조치에 기초한 총체적인 전망 자료들에서는 EU-15의 온실가스 배출량이 2010년까지 기준연도 수준에 대비하여 3.6% 감축하게 될 것으로 제시되었다. 이는 교토 목표와는 4.4% 모자라는 수치이다. 그러나 교토 매커니즘을 적용하는 경우 추가로 3%를 줄일 수 있으며, 교토 매커니즘과 탄소 흡수원을 모두 고려할 경우 2010년까지 자체 배출량을 8.0% 감축시킬 전망이다. 회원국들의 기존 국내 정책 및 조치 그리고 계획된 정책 및 조치는 〈표 2〉와 같다.

기존의 불확실한 상황들과 2020년까지 20% 감축이라는 EU의 야심찬 감축목표를 감안할 때, 회원국들은 기존 정책과 조치에 따른 배출 감축량에 관한 정보를 적기적시에 제공하여야 할 뿐 아니라, 회원국들이 자국의 계획된 정책 및 조치를 개발하여, 완전히 실행하는 면을 앞당기는 것은 불가피하다. 모든 이러한 조치들이 예상대로 완수됨을 전제로 하여, 전망한 전반적인 온실가스 배출량 감축은 기준연도 수준과 대비하여 11.3%까지 감축을 달성할 수 있을 것이다(〈표 3〉참조, 〈표 4〉참조).

더구나, 유럽의 탄소배출권시장(EU ETS)에 따른 2차 거래 기간의 허용 할당량에 대한 국가별 탄소감축계획서(NAP: national allocation plans) 결정을 통하여, EU-15의 교토 목표의 3.3%를 EU ETS를 통하여 달성할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

3) EU-12

다른 12개 회원국들로부터의 전체 배출량은 2006년 이후에 증가할 것으로 전망되고 있지만, 2010년까지 기준연도 수준에 비하여 아직까지 28.4% 정도 미달한

〈표 1〉 온실가스 배출량과 교토 목표

	1990 (Mt)	기준연도 (Mt)	2006 (Mt)	변화량 2005-2006 (%)	기준연도에 대한 변화량, 2006(%)	교토의정서와 EU부담공유에 의한 2008-2012 목표(%)	교토의정서와 EU부담공유에 의한 2008-2012 목표량(Mt)
오스트리아	79.2	79.0	91.1	-2.3%	15.2%	-13.0%	68.8
벨기에	144.5	145.7	137.0	-3.8%	-6.0%	-7.5%	134.8
불가리아	116.7	132.6	71.3	1.2%	-46.2%	-8.0%	122.0
사이프러스	6.0	6.0	10.0	1.6%	66.0%	na	na
체코	194.2	194.2	148.2	1.7%	-23.7%	-8.0%	178.7
덴마크	69	69.3	70.5	10.9%	1.7%	-21.0%	54.8
에스토니아	41.6	42.6	18.9	-2.3%	-55.7%	-8.0%	39.2
핀란드	70.9	71.0	80.3	16.3%	13.1%	0.0%	71.0
프랑스	563.3	563.9	541.3	-2.5%	-4.0%	0.0%	563.9
독일	1,227.7	1,232.4	1,004.8	-0.2%	-18.5%	-21.0%	973.6
그리스	104.6	107.0	133.1	-0.5%	24.4%	25.0%	133.7
헝가리	98.2	115.4	78.6	-2.0%	-31.9%	-6.0%	108.5
아일랜드	55.5	55.6	69.8	-0.8%	25.5%	13.0%	62.8
이탈리아	516.9	516.9	567.9	-1.7%	9.9%	-6.5%	483.3
라트비아	26.5	25.9	11.6	4.4%	-55.1%	-8.0%	23.8
리투아니아	49.4	49.4	23.2	2.4%	-53.0%	-8.0%	45.5
룩셈부르크	13.2	13.2	13.3	0.2%	1.2%	-28.0%	9.5
말타	2.2	2.2	3.2	-0.3%	45.0%	na	na
네덜란드	211.7	213.0	207.5	-2.0%	-2.6%	-6.0%	200.3
폴란드	453.6	563.4	400.5	3.7%	-28.9%	-6.0%	529.6
포르투갈	59.1	60.1	83.2	-4.8%	38.3%	27.0%	76.4
루마니아	247.7	278.2	156.7	3.1%	-43.7%	-8.0%	256.0
슬로바키아	73.7	72.1	48.9	-0.9%	-32.1%	-8.0%	66.3
슬로베니아	18.6	20.4	20.6	0.6%	1.2%	-8.0%	18.7
스페인	287.7	289.8	433.3	-1.7%	49.5%	15.0%	333.2
스웨덴	72.0	72.2	65.7	-1.7%	-8.9%	4.0%	75.0
영국	768.5	776.3	652.3	-0.5%	-16.0%	-12.5%	679.3
EU-15	4243.8	4,265.5	4151.1	-0.8%	-2.7%	-8.0%	3924.3
EU-27(2)	5572	5,768.0	5142.8	-0.3%	-10.8%	-	-

주: 사이프러스와 말타는 비부속서 I 국가임.

〈표 2〉 EU의 정책 및 조치의 계획 및 실행 현황

정책 및 법령	EU-15의 2010 잠재배출저감량 (Mt CO ₂ -eq)	실행단계 / 계획 / 비교
공통 (Cross-cutting)		
EU 배출 거래 계획	146	진행 중
모니터링 방법의 개정	n/a	진행 중
교토 유연성 체제와 배출 거래의 연계	187.5	진행 중
에너지 공급 (Energy supply)		
재생 전기 다이렉티브	100-125	진행 중
바이오 연료 수송 촉진 다이렉티브	35-40	진행 중
열병합 발전 촉진 다이렉티브	22-42	진행 중
재생 열(바이오매스 액션 플랜 포함) 관련 심화 법령	36-48	바이오매스 액션 플랜 2005 ⁽⁹⁹⁾ 년 12월 20개 이상의 심화 액션 플랜
유럽의 인텔리전트 에너지 : 재생 에너지 프로그램	n/a	재생 에너지 지원 정책 프로그램
총 실행	193-255	
에너지 수요 (Energy demand)		
건물의 에너지 성과 다이렉티브	20	진행 중, 모니터링 및 검토
국내 설비의 에너지 표시 다이렉티브		
현존 표시제	20	진행 중
신 제도(ovens&AC)	1	모니터링 및 검토 중
(파악된) 개정 (냉장고, 냉동고, 식기세척기)	10	준비 중
계획된 신 제도 (온수기)	23	준비 중
다이렉티브 범위의 확대	n/a	준비 중
에너지 사용 제품의 환경 효율성 요건 다이렉티브 구조	하위 다이렉티브의 실행에 의존	진행 중 하위 다이렉티브 진행을 위한 선행 연구
에너지 서비스 다이렉티브	40-55	진행 중
녹서 사후 조치로서의 에너지 효율성에 대한 액션 플랜	n/a	2006(18)년 10월 착수 2020년 20% 에너지 절감 달성을 위한 10가지 우선 사항
에너지 효율성에 대한 통합 오염 예방 및 규제 (IPCC) 다이렉티브 하의 조치	n/a	준비 중
에너지 효율성에 대한 유럽 프로그램에서의 인텔리전트 에너지	n/a	에너지 효율성 지원 정책 프로그램
에너지 효율성에 대한 공공 인식 캠페인	n/a	유럽 인텔리전트 에너지의 부분으로서의 지원 프로그램 실행 중

〈표 2〉 EU의 정책 및 조치의 계획 및 실행 현황 - 계속

정책 및 법령	EU-15의 2010 잠재배출저감량 (Mt CO ₂ -eq)	실행단계 / 계획 / 비고
모터에 대한 자발적 활동 프로그램	30	효율성 모터 시스템에 대한 자발적 활동 지원 프로그램
공공 조달	25-40	에너지 효율적 조달 증대에 대한 EU 안 내 지침서
총 실행	169-199	
수송 (Transport)		
승용차로부터의 CO ₂ 에 대한 공동체 전략 (차 제조업체 연합의 자발적 참여(VC) 포함)	총: 107-115 VC: 75-80	VC: 모니터링, 검토 진행 중 라벨링: 진행 중 재정 정책 수단: 실행 중 승용차 세금제 다이렉티브: 준비 중
인프라 다이렉티브 구조	n/a	실행 중, 중량급 운송 수단만. 개정 'Eurovignette' 다이렉티브가 제 안됨 ⁽¹⁹⁾ .
수송 방식 균형의 변화	n/a	실행 정책 패키지
연료 세제	n/a	진행 중 CO ₂ 저감이 아닌 EU 세제의 통합에 초점, 검토 중
이동 에어컨 시스템 다이렉티브: HFC	불소화가스 규제	진행 중
총 실행	107-115	
산업 (Industry)		
불소화가스 규제	23	진행 중
IPCC & non-CO ₂ 가스	n/a	진행 중, 정기 검토
폐기물 (Waste)		
매립식 쓰레기 처리 다이렉티브	41	진행 중
폐기물 주제별 전략	n/a	2005 ⁽²¹⁾ 년 12월 착수
연구 개발 통합 (Integration Research & Development)		
R&D 프레임워크 프로그램	n/a	R&D 6, 7 프레임워크 프로그램 진행 중 에너지, 수송, 기후 부문의 R&D 지원 포함
결합 정책 통합 (Integration Cohesion Policy)		
구조적 & 결합적 자금 조달에서의 기후 변화 통합	n/a	새 예산 기간 2007-2013에서 지속 가능한 수송, 적응, 재생 에너지 및 에너지 효율성은 지원에 적합한 부문이라 판단됨.

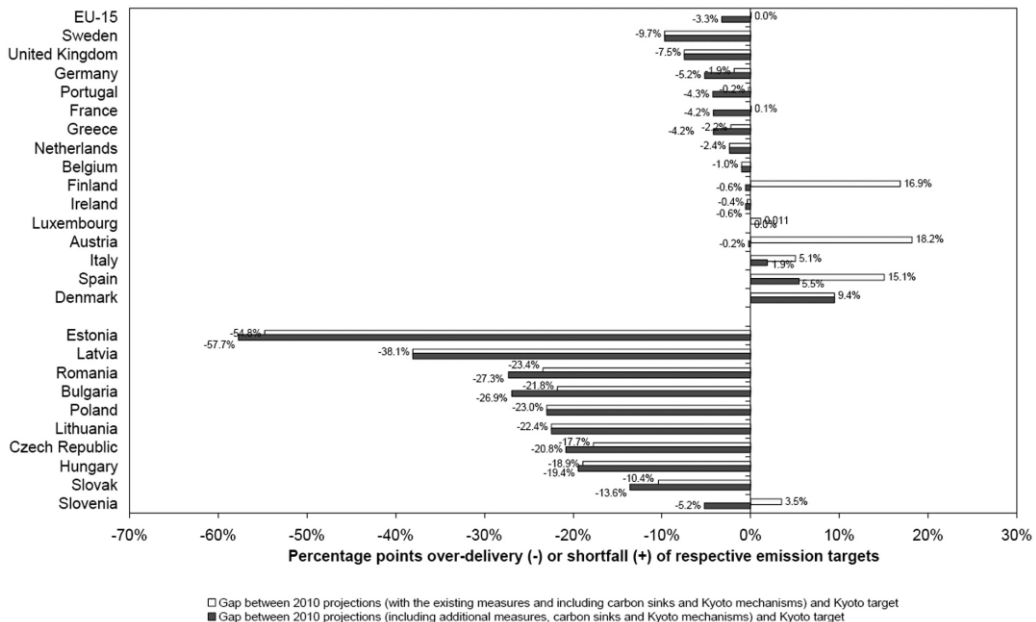
〈표 2〉 EU의 정책 및 조치의 계획 및 실행 현황 - 계속

정책 및 법령	EU-15의 2010 잠재배출저감량 (Mt CO ₂ -eq)	실행단계 / 계획 / 비교
농업 (Agriculture)		
지역 개발에서의 기후 변화 통합	n/a	진행 중
에너지 농작물 지원 계획	n/a	진행 중
CAP 개혁	19	2003년 CAP 개혁 1) 분리: 생산 증대를 위한 보상책 감소 효과로 생산량과 분리하여 농민에게 직접 지원하는 방향으로 지원 변경 2) 이행 조건(Cross-compliance): 농민 에게의 직접 지불과 EU 환경 및 기타 법령에의 응대 연계. 좋은 농업 및 환 경 조건(GAEC)은 토양 자원 보호와 농지 흡수량 증대에 도움.
N 화학 비료 효율성 개선 및 농업 용지에서의 N ₂ O 저감	10	1) 규칙을 제정함으로써 질산염 다이렉티 브의 실행 개선. 예, 화학 비료 사용 시 비료 저장 및 사용 방법 2) 다음과 같은 지역 개발 프로그램을 통 한 배출 저감 방안 지원 가능성 ■화학 비료의 활용을 위한 기기 투자 지원 ■농업-환경 법령 (예, 질소량 감소) ■농지의 조림 지원
가축 분뇨(혐기성 소화)에서의 CH ₄ 및 N ₂ O 저감	1.7	지역개발 프로그램을 통한 지원가능성 ■비료 저장 설비 및 활용 장치에의 투자 지원 ■혐기성 소화 설비 지원 ■농업-환경 법령(예, 축산의 조방화)
임업 (Forests)		
조림 및 재조림 - 조림 프로그램 - 자연림 확대	14	농업 용지의 조림 및 지역 개발 프로그램 하의 재조림 사업과 같은 산림 계획 법령 을 통한 지원 가능성
산림 관리 (지속적인 산림 커버, 특별 갱생 시스템과 같은 탄소 흡수 풀 강화를 위한 다양한 법령)	19	지역 개발 프로그램의 산림-환경 계획 법령을 통한 지원 가능성, 국가적 실행에 따른 법령의 이해
자연 재해, 화재, 역병으로 소실된 산림의 재건 및 산불 방 지 조치	-	지역 개발 프로그램의 잠재 산림 복구 및 방지 조치 도입 등의 특수 법령을 통한 지원 가능성

〈표 3〉 다양한 시나리오에 의한 EU의 온실가스 배출 전망

	기준연도 Mt CO ₂ -eq	교토 메커니즘(Kyoto Mechanism)과 탄소흡수원(Carbon Sinks)을 고려하지 않음		교토 메커니즘 고려		교토 메커니즘과 탄소 흡수원 활용		교토 메커니즘, 탄소 흡수원 그리고 추가적인 정책 활용	
		2010, Mt CO ₂ -eq	기준연도 대비 변화량, 2010	2010, Mt CO ₂ -eq	기준연도 대비 변화량, 2010	2010, Mt CO ₂ -eq	기준연도 대비 변화량, 2010	2010, Mt CO ₂ -eq	기준연도 대비 변화량, 2010
EU15	4,266	4,110	-3.6%	3,984	-6.6%	3,926	-8.0%	3,785	-11.3%
EU27	5,768	5,186	-10.1%	5,059	-12.3%	4,996	-13.4%	4,852	-16.3%

[그림 5] 2010년 온실가스 전망치와 “기존의” 그리고 “추가적인” 국내 정책 및 조치, 교토 체제 및 이산화탄소 흡수계의 적용, 그리고 부분적으로 EU ETS의 영향에 기초한 각 개별적인 2010년 목표치 사이의 상대적인 차이(과다-배출 또는 미달)



〈표 4〉 EU 교토 목표(2008-2012)와 온실가스 배출전망

	기준연도 배출량	교토 목표		현재의 정책 및 조치 반영		교토 메커니즘의 사용		탄소흡수원의 사용		추가적인 정책 및 조치		2010년 전망		전망과 목표 차이	
		Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)	Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)	Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)	Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)	Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)	Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)	Mt CO ₂	기존연도 대비 증가율(%)
오스트리아	79.0	68.8	-13.0%	92.8	17.4%	-9.0	-11.4%	-0.7	-0.9%	-14.6	-18.4%	68.6	-13.3%	-0.2	-0.3%
벨기에	145.7	134.8	-7.5%	140.3	-3.7%	-7.0	-4.8%			0.0	0.0%	133.3	-8.5%	-1.5	-1.0%
불가리아	132.6	122.0	-8.0%	93.1	-29.8%					-6.8	-5.2%	86.3	-34.9%	-35.7	-26.9%
사이프러스	6.0	na	na	8.7	44.3%					-0.2	-2.9%	8.5	41.4%	na	na
체코	194.2	178.7	-8.0%	145.4	-25.1%			-1.2	-0.6%	-6.0	-3.1%	138.3	-28.8%	-40.4	-20.8%
덴마크	69.3	54.8	-21.0%	67.8	-2.2%	-4.2	-6.1%	-2.3	-3.3%	0.0	0.0%	61.3	-11.6%	6.5	9.4%
에스토니아	42.6	39.2	-8.0%	15.9	-62.8%					-1.3	-3.0%	14.6	-65.7%	-24.6	-57.7%
핀란드	71.0	71.0	0.0%	85.0	19.7%	-1.4	-2.0%	-0.6	-0.8%	-12.4	-17.4%	70.6	-0.6%	-0.4	-0.6%
프랑스	563.9	563.9	0.0%	568.3	0.8%			-4.1	-0.7%	-24.0	-4.3%	540.2	-4.2%	-23.7	-4.2%
독일	1282.4	973.6	-21.0%	955.1	-22.5%			-4.5	-0.4%	-40.9	-3.3%	909.7	-26.2%	-63.9	-5.2%
그리스	107.0	133.7	25.0%	132.6	23.9%			-1.2	-1.1%	-2.1	-2.0%	129.3	20.8%	-4.5	-4.2%
헝가리	115.4	108.5	-6.0%	86.7	-24.9%					-0.6	-0.5%	86.0	-25.4%	-22.4	-19.4%
아일랜드	55.6	62.8	13.0%	68.3	22.8%	-3.6	-6.5%	-2.1	-3.7%	-0.1	-0.2%	62.5	12.4%	-0.3	-0.6%
이탈리아	516.9	483.3	-6.5%	555.4	7.5%	-20.7	-4.0%	-25.3	-4.9%	-16.5	-3.2%	492.9	-4.6%	9.6	1.9%
라트비아	25.9	23.8	-8.0%	14.0	-46.1%					0.0	0.0%	14.0	-46.1%	-9.9	-38.1%
리투아니아	49.4	45.5	-8.0%	34.4	-30.4%					0.0	0.0%	34.4	-30.4%	-11.1	-22.4%
룩셈부르크	13.167	9.5	-28.0%	13.571	3.1%	-3.942	-29.9%			-0.15	-1.1%	9.481	-28.0%	0.0	0.0%
말타	2.2	na	na	3.5	61.8%					0.0	0.0%	3.5	61.8%	na	na
네덜란드	213.0	200.3	-6.0%	208.3	-2.2%	-13.0	-6.1%	-0.1	-0.1%	0.0	0.0%	195.2	-8.4%	-5.1	-2.4%
폴란드	563.4	529.6	-6.0%	403.2	-28.4%			-3.0	-0.5%	0.0	0.0%	400.2	-29.0%	-129.5	-23.0%
포르투갈	60.1	76.4	27.0%	86.7	44.2%	-5.8	-9.6%	-4.7	-7.7%	-2.4	-4.0%	73.8	22.7%	-2.6	-4.3%
루마니아	278.2	256.0	-8.0%	190.9	-31.4%					-10.8	-3.9%	180.0	-35.3%	-75.9	-27.3%
슬로바키아	72.1	66.3	-8.0%	58.8	-18.4%					-2.3	-3.2%	56.5	-21.6%	-9.8	-13.6%
슬로베니아	20.4	18.7	-8.0%	21.7	6.7%	-0.6	-2.9%	-1.7	-8.3%	-1.8	-8.7%	17.7	-13.2%	-1.1	-5.2%
스페인	289.8	333.2	15.0%	440.5	52.0%	-57.8	-19.9%	-5.8	-2.0%	-27.8	-9.6%	349.1	20.5%	15.8	5.5%
스웨덴	72.2	75.0	4.0%	70.2	-2.7%			-2.1	-3.0%	0.0	0.0%	68.0	-5.7%	-7.0	-9.7%
영국	776.3	679.3	-12.5%	625.4	-19.4%			-4.0	-0.5%	0.0	0.0%	621.3	-20.0%	-58.0	-7.5%
EU 15	4285.5	3924.3	-8.0%	4110.2	-3.6%	-126.5	-3.0%	-57.5	-1.3%	-140.9	-3.3%	3785.3	-11.3%	-139.0	-3.3%
EU 27	5768.0	na	na	5186.4	-10.1%	-127.1	-2.2%	-63.4	-1.1%	-170.7	-3.0%	4825.3	-16.3%	na	na

수준이다. 그러나 추가적인 조치들과 더불어, 배출량은 추가적으로 2%까지 감축하게 될 것으로 전망된다.

슬로베니아는 교토체제에서 투자하도록 의도된 EU-12에서 제외된 유일한 회원국이다. 슬로베니아, 체코공화국 및 폴란드는 이산화탄소 흡수계(carbon sinks)를 반영할 계획을 가지고 있다.

4) 후보 국가들

2006년에 크로아티아의 배출량은 거의 31백만톤의 CO₂-eq에 해당되는데 기준연도 배출량에 비하여 14.4% 낮은 수준이다. 크로아티아는 기존 조치들과 이산화탄소 흡수계(carbon sinks)를 고려할 때 자체의 교토 목표를 약간 웃돌 것으로 예상되고 있지만, 계획된(추가적) 조치들의 효과로 목표를 달성할 수 있을 것이며, 실제로 목표에 대하여 예상 이상의 성적을 올리고 있다.

2006년에 터키의 배출량은 1990년의 170백만톤의 CO₂-eq에 비하여 332백만톤의 CO₂-eq을 나타내 95.1% 증가하였다. 터키는 부속서 I의 기후변화협약의 당사국이지만, 교토의정서의 부속서 B에 따른 감축 이행량이 배정되어 있지 않고 아직까지 교토의정서에 비준하지 않고 있다.

1990년과 2006년 사이에, 1인당 온실가스 배출량은 터키와 크로아티아 모두에서 증가하였다. 그러나 터키의 1인당 배출량은 매년 4.6톤으로 EU-27의 평균 1인당 배출량의 절반 이하에 해당한다. 두 국가들에서, GDP 당 배출량 수준은 또한 경제 성장과 자원 소비의 탈동조화를 포함하여 감소하였다. 현재 마케도니아의 과거 유고 슬라비아 공화국에 대한 정보는 이용할 수 없었다.

나. 유럽의 기후변화 프로그램(ECCP: European Climate Change Programme)의 실행

EU-27에 걸친 회원국들의 정책과 조치에 대한 평가 내용은 충분히 받아들여져 있는 상태로 EU에서 상당한 온실가스 배출 절감량을 제공하도록 예정되어 있는 8대 공동협력 정책 및 조치(CCPM: Common and Coordinated Policies and Measures)에 명시되어 있다. 이러한 내용들은 EU ETS 지침(보고 회원국에 의한 예상 영향: 123백만톤의 CO₂-eq), 에너지공급부문에서 재생에너지공급부문(RES-E)의 지침(재생 에너지원으로부터 생산된 전력 장려 관련), 운송부문에서 생물연료 지침, 그리고 범-EU 수준에서 자동차 제조업체들과의 ACEA 협정, 에너지수요부문에서 건물의 에너지 성능 지침, 에너지 과세 및 열병합발전(열과 전력 결합)의 장려, 그리고 마지막으로 교토의정서의 유연성 체제에 명시되어 있다.

이러한 8대 주요 정책과 조치 외에, EU에 걸쳐 중요한 절감량을 이전할 수 있을 것으로 예상되고 있는 추가적인 5가지 CCPM이 또한 식별되어 있다(매 정책당 4백만톤 내지 7백만톤의 CO₂-eq). 이러한 5가지 정책들은 매립 지침, 새로운 운수 보일러에 대한 효율성 요건, 통합적 오염 방지 및 관리(IPPC: Integrated Pollution Prevention and Control) 지침, 기기의 라벨 표시 지침, 그리고 산업용 전기 모터의 효율성 향상을 목적으로 하는 고효율 전기모터시스템의 보급 촉진 프로그램(Motor Challenge programme)이 해당된다.

상위 8대 정책들은 EU-27에서 CCPM에 기여하는 총 절감량의 86%를 담당한다. 이는 각국의 배출 감축 의무를 달성할 수 있도록 회원국들을 지원함에 있어 이러한 주요 정책들에 대한 중요성을 부각시킨다. 2007

년과 2008년의 예상치는 매우 유사하다. 2007년에 CCPM로부터 발생된 모든 절감량의 95%는 상위 13대 정책들을 통하여 달성된 반면, 2008년의 달성도는 94%를 나타내었다.

기후변화 및 에너지 패키지가 2008년 1월에 도입되었으며, 여기에는 다음 사항들이 포함되어 있다:

- (1) 유럽의 탄소배출권시장(EU ETS) : 2012년 이후의 EU ETS의 역할을 확대, 강화 및 개선하기 위한 법안 제출
- (2) 공동 노력(Effort Sharing) : EU ETS의 범주 밖에서의 배출량을 감축하기 위한 국가 의무 체제에 필요한 법안 제출
- (3) 재생 에너지(Renewables) : EU의 최종에너지 소비에서 재생 에너지의 비율을 2020년까지 20% 높이며, 운송부문에서 생물연료 비율을 10% 높일 수 있는 법안 제출
- (4) CCS : 규제적 체제에 필요한 법률 제안을 포함하여 탄소 포집 및 저장을 조기에 입증하도록 장려하는 정책들을 비롯한 개발 사항들이 포함되어 있다.
- (5) 항공부문(Aviation) : 2008년 7월 8일에 유럽 의회에서는 EU ETS에 항공부문을 통합하는 법안이 제출되었다. 그러한 계획에 따라 마련된 항공 운항과 관련하여 통상적인 사업 상황들과 비교하여 2020년까지 46%의 감축량에 상응하는 총 1억8천3백만 톤의 CO₂가 매년 감축될 것으로 예상되고 있다.
- (6) 불소화 가스(Fluorinated gases) : 자동차의 에어컨으로부터 발생하는 경우를 포함하여 불소화 가스 배출량을 규제하기 위한 규정과 지침 채택(2006년 7월). 그러한 규정과 지침에 따른 2020년까지의 예상 효과는 에어컨에서 HFC-134a의 단계적 제거에 따

른 최대 효과와 더불어 매년 약 40~50백만톤의 CO₂-당량에 달할 것이다.

- (7) CO₂와 자동차 : 배출량 감축전략을 명시한 보고서(2007년 2월) 및 자동차의 CO₂ 배출량 기준을 설정한 법안 제출(2007년 12월).
- (8) 운송 연료(Transport fuels) : 휘발유 및 디젤유 생산과 관련한 온실가스 배출량 감축목표를 포함한 연료 품질 지침을 수정하기 위한 법안 제출(2007년 1월).
- (9) 에너지 효율성(Energy Efficiency) : 2020년까지 20% 에너지절감을 달성하기 위한 10대 우선적인 조치들이 명시된 에너지 효율화 실행계획(2006년 10월).
- (10) 연구(Research) : 우리의 에너지 및 기후변화 목표를 달성함과 관련하여 중추적인 역할을 수행하게 되는 저탄소 기술의 개발 및 실행을 촉진하고자 함을 주요 목표로 하는 유럽의 전략적 에너지 기술계획(SET Plan: Strategic Energy Technology Plan)(2007년 11월).

다. EU 배출량 거래제(EU ETS)의 실행

2007년에, EU-27에서 EU ETS 사업장들로부터 검증된 총 배출량은 20억 5천만 톤의 CO₂이었으며, 이는 2006년에 기록된 20억 3,400만톤에 비하여 0.8% 증가한 양이다. 그러나 2006년 이후 신규 진입 및 퇴출 사업장에 대한 조정치를 반영할 경우, 동 시스템에 581곳의 사업장이 순 추가된 것이며, 따라서 지난해의 전체적인 배출량 증가는 단지 0.68%에 불과한 상황이다.

1) 1차 배출권 거래기간 (2005년 ~ 2007년)

평균 10,675개의 사업장들이 1차 배출권 거래기간

(first trading period) 동안에 참여하였다. 이러한 사업장들은 연간 2,155 백만톤의 CO₂에 대한 배출권을 부여받았으며, 평균 3% 적은 2,084 백만톤의 CO₂의 배출량을 보였다. 2005년에 EU ETS의 비율은 총 EU-25 온실가스 배출량의 약 41%를 점하고 있다.

모든 사업장들의 거의 3분의 2는 연소형 사업장으로 분류되어 있으며, 이러한 사업장은 전체 배출량의 72%를 차지하고 있다. 검증받은 배출량은 단지 6개 회원국들 (오스트리아, 아일랜드, 이탈리아, 슬로베니아, 스페인 및 영국)에서 배정량에 비하여 높아졌다.

2) 2차 거래기간 (2008년 ~ 2012년)

국가별 탄소감축계획서(NAP: national allocation plans)에 대한 평가에 이어, 2008년에서 2012년 사이에 범-EU 수준에서의 매년 상한 허용치는 20억 8천만 톤에 달한다(〈표 5〉 참조). 이는 회원국들이 위원회에 승인을 얻기 위하여 국가별 탄소감축계획서로 최초 제안된 경우와 비교하여 10.4% 또는 243백만톤의 CO₂-eq 정도 낮아진 것이다.

이는 2005년 내지 2007년 사이의 평균 배출량에 비하여 6% 감소된 감축량을 의미한다. 이는 23개 회원국들에 대하여 총 허용된 양인 12.7%의 실제 평균 감축량에 상응하는 것으로, 4개 회원국들(덴마크, 프랑스, 슬로베니아 및 영국)에 대한 추가 감축과 관련 없이 국가별 탄소감축계획서(NAP: national allocation plans)가 수용되는 면을 나타낸다.

3) 사업장들에 의한 JI와 CDM의 활용

제 2차 NAP의 일환으로서, 각 회원국들은 사업장

들의 배출권에 기초한 전망치를 최대 활용할 수 있도록 허용치를 설정하였다(공동이행제도(JI) 및 청정개발제도(CDM)). 모두 합하여, 2차 거래 기간 동안 모든 회원국들의 ETS 사업장들에 의하여 2억7천8백만 CER 또는 ERU 수준까지 매년 사용될 수 있을 것이다. 이는 2차 거래 기간 동안 범 EU 상한 수준의 13.4%에 상응하는 것이다. 실제로 이러한 허용치가 모두 활용될 것으로 예상되고 있다.

라. 정부의 교토 매커니즘 적용 계획

〈표 6〉은 EU회원국들의 교토 매커니즘의 사용 계획을 나타내고 있는데 13개 회원국들은 EC의 모니터링 체제 결정에 따른 질의서를 통하여 2008년의 교토 매커니즘과 관련한 각국의 계획을 업데이트하거나 확인하였다. 나머지 회원국들의 경우, ETS 지침(2003/87/EC)에 따른 제2차 국가할당계획(national allocation plan)에 반영되어 있는 교토 매커니즘의 적용과 관련한 질의서를 통하여 제공된 정보를 바탕으로 작성되었다.

EU 15의 10개 회원국들(오스트리아, 벨기에, 덴마크, 핀란드, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 네덜란드, 포르투갈, 스페인)과 슬로베니아는 자국의 교토 목표를 달성함에 있어 교토 매커니즘을 사용하기로 결정하였다. 이에 따르면 회원국들은 교토의정서에 따른 1차 이행 기간 동안에 매년 126.5 백만톤의 CO₂-eq의 감축량을 준수하게 될 것이다. 이는 교토 이행 기간 동안 -8%를 감축해야 하는 EU-15의 교토 목표량의 대략 3%를 차지한다.

교토 매커니즘을 사용하기로 한 11개 회원국들은 JI, CDM 또는 배출량 거래를 통하여 관련 목표치를 달

〈표 5〉 교토 매커니즘의 정부의 사용계획

	교토 매커니즘의 사용 여부	교토 매커니즘의 형태 (ET, CDM, JI)	국내 정책 및 조치 만으로 교토 목표 달성 여부	교토 매커니즘의 연간 사용 계획 (Mt CO ₂ -eq)	예산 (백만 €)
오스트리아	예	JI, CDM, ET	아니오	9.0	531.0
벨기에	예	JI, CDM, ET	아니오	7.0	104.0
불가리아	아니오	-	예	-	
사이프러스	아니오	-	적용 안됨	-	
체코	아니오	-	예	-	
덴마크	예	JI, CDM, ET	아니오	4.2	152.0
에스토니아	아니오	-	예	-	
핀란드	예	JI, CDM, ET	아니오	1.4	121.0
프랑스	아니오	-	예	-	
독일	아니오	-	예	-	23.0
그리스	아니오	-	예	-	
헝가리	아니오	-	예	-	
아일랜드	예	JI, CDM, ET	아니오	3.6	290.0
이탈리아	예	JI, CDM, ET	아니오	20.7	78.8
라트비아	아니오	-	예	-	
리투아니아	아니오	-	예	-	
룩셈부르크	예	JI, CDM, ET	아니오	3.6~4.3	400.0
말타	아니오	-	적용 안됨	-	
네덜란드	예	CDM, JI, ET	아니오	13.0	505.0
폴란드	아니오	-	예	-	
포르투갈	예	JI, CDM, ET	아니오	5.8	354.0
루마니아	아니오	-	예	-	
슬로바키아	아니오	-	예	-	
슬로베니아	예	JI, CDM, ET	아니오	<0.6	
스웨덴	아니오	(JI, CDM)	예	-1.3	8.7
영국	아니오	-	예	-	
EU15	예	JI, CDM, ET	아니오	126.5	2951
EU27	-	-	-	127.1	2951

〈표 6〉 제1차 공약 기간 동안 교토의정서 3조 3항, 3조 4항하에서 순 탄소 저장변화 전망

	교토의정서 3조 3항	교토의정서 3조 4항			총계
	순 탄소 스톡 변화량 (2008-2012) (연간 백만톤 CO ₂)	저감 활동	순 탄소 스톡 변화량 (2008-2012) 연간 백만톤 CO ₂	산림경영에 허용된 최 대 배출권 (연간 백만톤 CO ₂)	(연간 백만톤 CO ₂)
오스트리아	-0.7	모름	n.a.	n.a.	-0.7
벨기에	추정안됨	모름	n.a.	n.a.	n.e.
불가리아	보고안됨	모름	n.a.	n.a.	n.e.
사이프러스	보고안됨	n.a.	n.a.	n.a.	n.e.
체코	소량	모름		-1.17	-1.2
덴마크	-0.262	FM,CM,GM ^①	FM:-0.18, CM:-1.82	-0.18	-2.3
에스토니아	추정안됨	모름	n.a.	n.a.	n.e.
핀란드	+1.9to+2.4	FM	-2.5to-3.0	-0.59	-0.6
프랑스	-0.84	FM	-67.63	-3.23	-4.1
독일	추정안됨	FM	-7.3	-4.55	-4.5
그리그	-0.90	FM	-2to-4	-0.33	-1.2
헝가리	보고안됨	FM	보고 안됨	-1.06	n.e.
아일랜드	-2.07	모름	n.a.	n.a.	-2.1
이탈리아	-15.1	FM	-10.2	-10.19	-25.3
라트비아	보고안됨	FM	보고 안됨	-1.25	n.e.
리투아니아	추정안됨	FM		-1.03	n.e.
룩셈부르크	보고안됨	모름	n.a.	n.a.	n.e.
말타	보고안됨	n.a.	n.a.	n.a.	n.e.
네덜란드	-0.11	모름	n.a.	n.a.	-0.1
폴란드	순흡수량	FM		-3.01	-3.0
포르투갈	-3.36	FM,CM,GM	FM:-0.8, CM&GM:-	-0.81	-4.7
루마니아	보고안됨	FM,Revegetation	보고 안됨	-4.03	n.e.
슬로바키아	순흡수량	모름	n.a.	n.a.	n.e.
슬로베니아	-0.36	FM	-1.32	-1.32	-1.7
스페인	추정안됨	FM,CM	추정 안됨	-2.46	-5.8
스웨덴		FM		-2.13	-2.1
영국	-2.68	FM	-1.69	-1.36	-4.0
EU 15	-23.87		-25.68		-57.5
EU 27	-24.23		-31.17		-63.4

주: FM: Forest management; CM: cropland management, GM:Grazing-Land Management, n.a: not available

성하기 위해 약 2,951백만€를 투자하기로 결정하였다. 교토 이행 기간 동안 오스트리아, 룩셈부르크, 네덜란드, 포르투갈 및 스페인은 각각 531백만€, 400 백만€, 505 백만€, 354백만€ 및 384백만€의 예산을 배정하였다.

마. 이산화탄소 흡수원(carbon sinks)의 사용 계획

다양한 온실가스 배출원을 대상으로 하는 정책 및 조치 외에, 회원국들은 이산화탄소 흡수원(carbon sinks)을 활용할 수 있다(〈표 7〉 참조). 2008년에, 11개 회원국들이 업데이트된 예상 자료를 제출한 반면, 추가적인 9개 회원국들에 대한 정보가 전년도에 제출된 바 있다. 7개 회원국들은 자율적인 질의서를 제출하지 않았다.

이제까지 제공된 정보는 이행 기간 동안 교토의정서의 제3조 3항에 따른 조림 및 재-조림 활동으로부터 총 순 탄소 저장(sequestration: 식물과 땅에 탄소가 저장되는 것)은 매년 약 23.9 백만톤의 CO₂에 상당할 것으로 나타났다. 슬로베니아는 매년 4십만 톤의 CO₂를 추가적으로 저장할 것으로 보고하였다. 또한, 교토의정서의 제3.4항에 따른 활동의 적용을 통하여 EU-15에서 이행 기간 동안 매년 25.7 백만톤의 CO₂ 감축에 기여할 것으로 전망되고 있다. 이러한 수치는 영림(조림)과 관련한 최대 허용치를 반영한 것이지만, 여기에는 세부적인 데이터가 부족함으로 인하여 스페인이 포함되지 않았다.

스페인과 더불어, EU-15 회원국들의 교토의정서의 제3조 3항과 제3조 4항에 따른 전체적인 모든 활동들을 통하여 이행 기간 동안 EU-15의 감축 의무량인 매년 341 백만톤의 CO₂ 총량의 거의 17%에 상응하는 기준연도 배출량에 대비하여, 57.5백만톤의 CO₂ 배출량

감축을 이행 기간 동안 매년 달성할 것으로 전망되고 있다. 체코공화국, 폴란드 및 슬로베니아는 이행 기간 동안 매년 590만톤의 CO₂를 추가적으로 감축할 것으로 전망하였다.

4. 시사점

이상에서 살펴본 바와 같이 EU의 저탄소 정책에는 몇가지 주목할 점이 있다. 첫째, EU 회원국 중 일부 국가에서는 국내 저감 정책 및 조치만으로는 교토목표를 달성하기 힘들다. 따라서 이들 국가들은 향후 CDM, JI 등 교토 매커니즘과 탄소흡수원 등의 적극적인 활용을 통해서만 목표량을 달성할 수 있을 것으로 예상되고 있다. 또한 EU가 제시한 2020 중기목표를 달성하기 위해서도 이러한 국제적인 조치를 결합해서 할 의지를 보이고 있다. 이는 교토 매커니즘과 탄소흡수원을 활용하는 것이 국내 저감 비용보다도 훨씬 저렴하기 때문이다.

둘째, EU의 2020 중기목표는 이러한 동유럽 국가들의 EU 추가가입을 통해서 경제에 부담을 주지 않으면서 감축을 이루는 측면이 있다. 이러한 EU의 정책적인 이면에는 선진국들로 구성된 EU-15의 지난 온실가스 배출량에서 드러난다. 즉 2006년 현재 EU-15의 온실가스 배출량은 기준연도 대비 -2.7% 감소한 반면 EU 27전체로는 온실가스 배출량이 기준연도 대비 10.8% 감소하였기 때문이다. EU-27에서 EU-15을 제외한 나머지 EU 12국가들은 대부분 동유럽 국가들로서 국내 온실가스 저감 정책 및 조치에 의해서라기보다는 경제환경의 변화에 따른 온실가스 감축분이 반영되어 있다.

셋째, EU국가들은 회원국들 각각의 경제 환경에 따

라서 EU공동으로 부담공유(Burden Sharing)를 통해서 EU내 경제적인 충격을 최소화하는 전략을 택하고 있다. 교토의정서 부속서 B에는 각 국가들이 기준연도 대비 -8%의 온실가스 감축을 이루어야 하지만, EU내 합의를 통해서 EU 공동으로 교토 목표를 달성하기로 하였다.

넷째, EU가 현재 시행하고 있거나 혹은 향후 시행할 온실가스 감축 정책 및 조치를 보면 다양한 정책을 조합하여 사용하고 있다. 부문별로 보면 에너지 공급 정책 및 조치에서 가장 많은 배출저감량(193~255백만 톤의 CO₂-eq)이 있으며 그 다음으로 에너지 수요 측면에서 배출저감량(169~199백만톤의 CO₂-eq)이 있다. 따라서 에너지 부문에서의 정책 및 조치를 통하여 온실가스 감축량의 상당량을 충족할 수 있다. 그 다음으로는 수송부문의 정책을 통하여 온실가스 감축을 이룰 수 있다. 이상을 종합해 볼 때 온실가스 감축에 있어서 에너지 정책의 중요성을 알 수 있다.

현재 우리나라의 경우에는 post 2012 협상이 2009년 말을 시한으로 진행 중이다. 향후 우리나라의 비용 효과적인 의무부담 전략수립을 위해서는 EU의 정책들에 대하여 주목하고 국내 경제에 맞는 의무부담 형태를 결정하여야 할 것이다.

녹색성장 해외사례 및 시사점



이 지 훈

삼성경제연구소 기후변화센터장

1. 주목받는 녹색성장

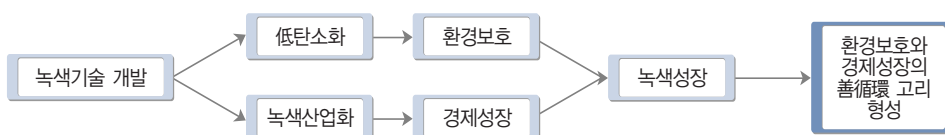
가. 녹색성장의 개념

최근 녹색성장이란 말이 화두가 되고 있다. 녹색성은 그린 그로스(Green Growth)를 한자어로 번역한 것이다. 그린 그로스는 1980년대부터 유럽에서 환경과 경제를 동시에 추구한다는 뜻으로 사용되기 시작했는데 아시아권으로 넘어오면서 녹색성장으로 번역되었다. 우리나라에서는 2005년에 서울에서 열린 ‘아시아 태평양 환경과 개발 장관회의’에서 공식적으로 언급되면서 이후에 본격적으로 녹색성장이라는 말이 사용되기 시작했다. 물론 녹색성장이라는 것이 학문적으로 정립된 개념은 아니다. 또한 환경과 경제라는 어떻게 보면 가치충돌적일 수 있는 두 단어를 묶어 놓았기 때문

에 지향점이 모호하고 이중적으로 보이는 측면도 있다.

본고에서는 녹색성장을 ‘저탄소화와 녹색산업화에 기반을 두고 경제성장력을 배가시키는 新성장개념’으로 정의한다. 여기서 ‘저탄소화’란 경제활동과정에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 줄여 지구촌의 기후변화에 대응하는 ‘수비적 녹색화’를 의미한다. 그리고 ‘녹색산업화’는 온실가스 감축이나 에너지효율 제고, 신재생에너지 개발 등과 관련된 이른바 녹색기술 그리고 환경친화적인 비즈니스 모델 등을 통해 새로운 시장을 창출함으로써 경제성장의 원동력으로 삼는 ‘공격적 녹색화’를 지칭한다. 따라서 녹색성장이 저탄소화와 녹색산업화를 통해 환경보호와 경제성장의 선순환 고리를 만드는 것이라고 할 수 있다. 그런데 이러한 녹색성장의 정의는 환경과 성장이 조화를 이루어야 한다는 ‘지속가능 성장(Sustainable Growth)’과 개념이 일면

[그림 1] 녹색성장의 개념



흡사한 측면이 있다. 하지만 지속가능 성장은 성장세 둔화를 일부 감수하고서라도 미래세대를 위해 환경을 보호해야 한다는 의미를 함축하고 있다고 볼 수 있다. 그런데 나름대로 정의한 녹색성장은 환경보호를 통해 성장능력을 확충한다는 측면이 강하다. 따라서 녹색성장은 지속가능 성장에 비해 보다 적극적인 개념이라고 할 수 있다.

나. 녹색성장의 부상 배경

미국, 일본, 유럽국가 등 거의 모든 선진국들은 반드시 녹색성장이라는 용어를 쓰고 있지는 않지만 수 년 전부터 녹색산업을 新성장동력으로 육성하려는 움직임을 보이고 있다. 이렇게 녹색성장이 부상하고 있는 배경으로는 크게 세 가지를 들 수 있다. 우선 기후변화와 관련 규제 논의가 본격화되고 있는 것을 꼽을 수 있다. 산업혁명 이후 석탄, 석유 등 화석연료 사용이 늘어나면서 대기 중의 이산화탄소 농도가 1750년 280ppm에서 2005년 379ppm으로 30% 이상 급증해 지구평균 기온이 0.80℃급등하는¹⁾ 등 기후변화가 가시화되고 있는 모습이다. 이에 따라 기후변화 문제를 방지할 경우 2100년까지의 경제적 손실이 세계 GDP의 5~20%에 달해 1930년대 대공황에 맞먹는 충격을 받을 수 있다는 전망까지 제기되고 있는 상황이다.²⁾ 이렇게 기후변화 문제가 심각해지면서 미국과 개도국에도 온실가스 감축을 강제하는 이른바 ‘포스트 교토의정서 체제’에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 사실 유럽과 일본 등을 대상으로 의무감축을 시행하는 현재의 교토

의정서 체제로는 악화되고 있는 기후변화 문제에 대응하는데 한계가 있다. 미국, 중국, 인도 등 의무감축을 하지 않고 있는 국가의 이산화탄소 배출량이 2005년 현재 178.1억 톤으로 전 세계 배출량의 68.2%를 차지하고 있는 상황이기 때문이다.

그 동안 미국은 개도국의 참여가 전제되어야만 동참할 수 있다고 주장해 왔으며, 중국을 비롯한 개도국들은 기후변화의 책임이 산업혁명 이후에 온실가스를 대량으로 배출한 선진국에 있다는 ‘선진국 책임론’을 주장하면서 의무감축에 동참할 수 없다고 버텼다. 그런데 최근 들어 이전과는 다른 모습이 감지되고 있다. 미국의 경우 버락 오바마(Barack Obama) 대통령 당선자가 온실가스 감축을 공약으로 내세웠었고, 포스트 교토의정서 체제의 주도권 확보를 위해서도 전향적인 조치가 예상되기 때문에 참여 가능성이 높아지고 있다. 또한, 개도국들은 선진국들이 상계관세를 도입하겠다는 의무감축을 압박하고 있기 때문에 참여가 불가피할 것으로 예상된다. 예를 들어 EU의 경우 온실가스 의무감축에 참여하지 않는 국가에서 수입되는 철강, 알루미늄, 유리 등 에너지 다소비 업종의 제품에 대해서 탄소관세를 부과하는 방안을 논의 중이다. 이는 세계 3위의 수출국이면서 동시에 2007년부터 미국을 제치고 세계 최대의 온실가스 배출국이 된 것으로 추정되는 중국에게는 상당히 효과적으로 작용할 것으로 보인다. 그리고 만약 중국이 의무감축에 참여하게 되면 다른 개도국들도 참여를 피하기 어려울 것이다. 다만, 감축방식은 선진국들보다 부담이 작은 쪽으로 결정될 가능성이 높다. 예단하기는 어렵지만, 일본이 개도국 참여를 유

1) 지구 평균기온은 1750년 13.96℃에서 2005년 14.76℃로 상승했다.

2) Stern, N., 『The Stern Review on The Economics of Climate Change』, Cambridge University Press

〈표 1〉 주요 에너지원의 가채년수(2008년 기준)

에너지원	원유	천연가스	석탄
가채년수	39년	59년	114년

자료: The Independent, "World Oil Supplies Are Set to Run Out Faster Than Expected, Warn Scientists," 6 June 2007

도하기 위해 제안한 ‘부문별 감축방식(Sectoral Approach)’이 유력해 보인다. 이것은 선진국처럼 모든 산업에 의무감축을 강제하는 것이 아니라, 온실가스 배출량이 많은 일부 산업에게만 감축량을 할당하는 방식이다. 일본은 개도국을 의무감축에 참여시켜 세계 최고의 에너지효율 기술 등 자국 녹색기술의 해외진출을 위한 교두보를 만들려는 속셈을 가지고 있다.

녹색성장이 부상하고 있는 두 번째 이유는 원유, 석탄 등 화석연료의 고갈에 대한 우려가 높아지고 있다는 것을 들 수 있다. 가채년수가 원유의 경우 39년에 불과해 2047년에 고갈될 것이라는 전망이 제기되고 있으며, 천연가스도 59년 정도이다. 물론 작년 하반기부터 달러화 약세 등에 의해 선물시장으로 폭발적으로 유입되었던 투기자금이 다시 한꺼번에 빠져나가면서 국제 에너지 가격은 지난 7월 중순부터 오를 때보다 몇 배나 빠른 속도로 하락하고는 있다. 전형적인 거품붕괴 과정이라고 할 수 있을 것이다. 하지만 미국발 금융위기가

하락세를 부추기고 있는 측면이 있기 때문에 이것이 어느 정도 진정이 되면 반등할 가능성이 있고, 무엇보다도 에너지원의 가채년수가 얼마 되지 않은 것 등이 가격의 하방경직성으로 작용하면서 올 상반기처럼 초급 등세를 나타내기는 어렵겠지만 강세는 이어질 것으로 예상된다.

세 번째 녹색성장의 부상배경으로는 기후변화라는 환경위기와 고유가로 대표되는 에너지위기가 동시에 진행되면서 탄소배출권 시장, 신재생에너지 시장 등 녹색시장이 빠른 속도로 성장하고 있다는 것을 꼽을 수 있다. 유럽기후거래소와 시카고기후거래소를 비롯한 전 세계 10여개의 시장에서 거래되고 있는 탄소배출권의 시장규모는 2007년 640억 달러에 달했다. 2005년 100억 달러가 조금 넘었던 것과 비교하면 2년 만에 여섯 배 이상 급성장한 셈이다. 세계은행에 따르면 2010년에는 1,500억 달러의 시장이 형성될 전망이다.³⁾ 보다 낙관적으로 보는 기관, 예를 들어 UNEP(United

탄소배출권 시장

▷탄소배출권 시장은 교토의정서 등 규제에 의해 형성된 것으로, ‘허용량 시장(Allowance market)’과 ‘프로젝트 베이스 시장(Project-based Market)’으로 대별

- 허용량 시장에서는 기업별로 온실가스 배출 허용량이 할당되면, 할당량 대비 잉여분 및 부족분이 거래
- 프로젝트 베이스 시장에서는 CDM(Clean Development Mechanism), JI(Joint Implementation) 등 온실가스 감축 프로젝트를 실시해 거둔 성과에 따라 획득한 배출권이 거래

※CDM: 온실가스 의무감축국과 비의무감축국 또는 비의무감축국들이 비의무감축국에서의 저감사업에 투자해 발생한 감축분에 상응하는 탄소배출권을 부여받는 제도

※JI: 온실가스 의무감축국간의 저감사업을 통해 배출권을 획득하는 제도

Nations Environmental Programme)는 2012년에 탄소배출권 시장이 2조 달러 이상 규모가 될 것으로 예상하고 있다.⁴⁾ 그런데 세계 1위와 2위의 온실가스 배출국인 중국과 미국이 의무감축에 참여할 가능성이 높은 포스트 교토의정서 체제가 시작되는 2013년 이후에는 배출권 시장의 성장세가 더욱 가속될 것으로 기대된다.

또한, 풍력, 태양광, 바이오매스⁵⁾, 연료전지 등 신재생에너지의 시장규모도 2017년 2,545억 달러로 확대되면서 2007년(773억 달러)에 비해 3배 이상 확대될 것으로 전망되고 있다.⁶⁾

급속도로 성장할 것으로 전망되면서 세계 주요국들은 이른바 ‘녹색선도시장’을 창출하여 선도자의 이익을 확보하기 위해서 국력을 집중하고 있다. 선도시장(Lead Market)이란 기술이나 규제의 표준이 설정되는 시장으로, 일단 표준이 설정되면 추후에 다른 국가도 채택하는 것이 불가피하다. 따라서 표준을 설정한 국가는 향후 시장을 주도하면서 선도자의 이익을 누릴 수 있게 되는 것이다. 그러면 선도자의 이익을 얻기 위해 치열하게 녹색경쟁을 벌이고 있는 주요 국가들은 어떤 정책들을 추진하고 있을까?

2. 녹색성장 관련 해외사례

가. 주요국의 정책동향

탄소배출권 시장, 신재생에너지 시장 등 녹색시장이

1) 일본 : 低탄소사회 달성을 위한 녹색기술 개발에 주력

일본은 오일쇼크를 겪으면서 이후 중간·중간의 유가 하락과는 관계없이 한국과는 대조적으로 지속적으로 정책을 개발해 일관되게 추진하면서 세계 최고의 에너지

〈표 2〉 일본의 低탄소사회 달성을 위한 핵심기술(후쿠다 비전)

분 야	핵심기술
발전·송전	高효율 천연가스·석탄 화력발전, CCS, 태양광 발전, 원자력 발전, 高효율 전력전송 등
교 통	연료전지 자동차, 플러그인 하이브리드·전기 자동차, 바이오 연료 등
산 업	혁신적 재료·제조·가공 기술, 혁신적 제철공정 등
민 생	에너지 절감형 주택·건축, 차세대 高효율 조명, 고정형 연료전지 등
기 타	高성능 배터리, 수소제조·수송·저장 등

주: CCS(Carbon Capture and Storage)는 발전 혹은 생산공정에서 발생하는 이산화탄소를 저장해 처리하는 기술을 의미
 자료: 정성춘, “일본의 低탄소사회 전략의 현황과 시사점,” 대외경제정책연구원, 2008

3) The World Bank, “State and Trends of the Carbon Market 2008,” 2008

4) UNEP, “Climate Change and the Financial Services Industry,” July 2002

5) 동식물 등의 생명체로부터 생성·배출되는 유기물에서 얻어지는 에너지를 의미한다.

6) Makower, J., R. Pernick and C. Wilder, “Clean Energy Trends 2008,” Cleanedge, 2008

지 효율 국가로 거듭났다. 이를 바탕으로 최근에는 '저탄소사회' 달성을 위한 녹색기술 개발에 주력하고 있다. 2008년 6월에는 이른바 '후쿠다 비전'을 통해 이산화탄소 배출량을 2020년까지 현재보다 14% 줄이고, 2050년까지는 최대 80%까지 감축하는 목표를 설정했다. 또한 후쿠다 비전은 이러한 이산화탄소 감축목표를 달성하기 위한 에너지 효율과 신재생에너지 관련 핵심 기술을 구체화하고 있다.

특히, 일본의 녹색기술 지원 정책에서 주목할 만한 것은 NEDO(New Energy Development Organization)라는 기구를 관한 것이다. NEDO는 우리나라로 치면 에너지관리공단과 같은 조직이다. 에너지관리공단과의 차이점은 우선 민간도 함께 참여한다는 것을 들 수 있다. 그런데 결정적인 차이점은 녹색산업에 대해 기술 개발부터 사업화까지의 전 과정을 윈스톱으로 지원한다는 것이다.

2) EU : 강력한 규제 등을 통한 녹색시장 창출과 시장 주도권 장악

EU는 강력한 환경규제와 법 제정을 통해 글로벌 녹색시장의 주도권을 장악해나가고 있다. 온실가스 규제 등의 환경규제로 국내 산업의 경쟁력을 강화하는 한편, 외국기업의 진출을 봉쇄하고 있는 것이다. 예를 들어, EU 의회는 지난해 7월 자동차의 주행거리당 이산화탄소 배출량을 현재의 킬로미터당 140 그램에서 2015년부터는 125그램으로 제한하는 규제를 도입했다. 이러한 기준을 충족시키지 못하는 자동차는 수입을 아예 금지하겠다는 것이다. 물론 역내에 있는 기업들은 2015년 이전까지 관련기술을 확보할 수 있을 것이란 계산을 했을 것이다. 즉, 기술확보 후에 규제를 강화하면서 일종의 비관세 무역장벽을 만들어 나가고 있는 것이다. 또한 EU는 2003년 제정한 '신재생에너지법(Renewable Energy Directive)'을 기반으로 회원국 공동으로 관련기술을 개발하기 위한 정책적 지원을 강화해 나가고 있다. 특히, 2000년 독일은 '재생에너지법'을 제정해 10년 간격으로 시장 확대 목표량을 제시하고, 2004년부터 'FIT(Feed-in-Tariff)'를 통해 국내시장을 확대해나가고 있다. 이에 따라 2004년 이후 신재생에너지 시장이 급속히 성장하면서 2005년부터 태양광 발전 분야에서 일본을 추월한 것으로 나타났다.

〈표 3〉 독일과 일본의 태양광발전 설치용량

(단위: MW)

구 분	2000년	2003년	2004년	2005년	2007년
독 일	44.3	83.4	153.0	613.0	953.0
일 본	121.6	184.0	228.3	272.4	286.6

주: 누적량 기준

자료: International Energy Agency, "Trends in Photovoltaic Applications," 2007

7) 신재생에너지로 생산한 전력을 화석연료 발전단가와와의 차이를 감안해 높은 고정가격으로 구매해 주는 제도로, 이탈리아, 중국, 인도 한국 등에서도 시행중이다.

〈표 4〉 ‘교토의정서’와 ‘아태 파트너십’ 체제 비교

구분	교토의정서 체제	아·태 파트너십 체제
의무감축 여부	구속적 국가 감축목표 설정	자발적 국가 감축목표 설정
의무부담 방식	총량감축(이산화탄소 총 배출량 기준)	경제규모 대비 감축(이산화탄소 원단위 기준)
감축방식	배출권거래 활성화	저탄소기술 개발 및 개도국 기술이전
비고	미국, 중국 등 참여 여부 관건	EU 주도의 교토의정서와 갈등

3) 미국 : 차세대 녹색기술 개발에 주력

그 동안 기후변화 대응에 소극적이었던 미국은 일본과 EU로부터 녹색산업의 주도권을 빼앗아 오기 위해 향후 시장주도권의 장악을 모색 중이다. 2005년 자국 주도의 기후변화협약인 ‘아·태 파트너십(APP : Asia Pacific Partnership)’을 구성해 기술개발 등을 통한 자발적 감축을 주장하면서 교토의정서와 차별화를 시도하고 있다.

특히, 미국은 차세대 기술분야에 대한 연구개발에 집중하고 있다. 투자 예를 들어, 실리콘계 태양전지 시장은 독일과 일본이 이미 장악했다고 판단하고 차세대 분야인 비실리콘계 태양전지에 대한 R&D 투자를 확대하고 있다. 태양전지는 빛을 전기로 변환시켜 주는 장치로, 현재 주재료가 실리콘이다. 실리콘은 지구상에서 산소만큼이나 흔한 물질이지만 태양전지에 사용되는 실리콘은 순도가 99.9999% 이어야 한다. 따라서 실리콘계 태양전지는 재료비가 비싸고 공정도 상당히 복잡하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 실리콘 사용을 최소한으로 줄이거나 또는 실리콘을 전혀 사용하지 않는 비실리콘계 태양전지 기술이 주목을 받고 있다. 대

표적인 것이 유기 태양전지이다. 유기 태양전지는 실리콘 대신 반도체성 고분자 플라스틱을 재료로 사용하는 데 고분자는 스스로 조립되는 성질이 있어서 공정이 간단해진다. 또한 실리콘계 태양전지에 비해서 가볍고 잘 휘어지기 때문에 전자제품의 휴대용 전원으로도 활용될 수 있다. 미국은 비실리콘계 태양전지 외에도 대형 태양열발전⁸⁾, 목질계 바이오에탄올⁹⁾, IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle)¹⁰⁾, CCS 등에 대한 연구개발을 통해 차세대 시장을 공략할 계획이다.

4) 중국 : 자국시장 조성을 통해 글로벌 기업 육성

세계의 공장 역할을 하면서 오염생산국이라는 오명을 받고 있는 중국의 경우도 거대한 자국시장을 활용해 특히 신재생에너지 분야를 집중 육성하고 있다. 자국의 시장잠재력을 보고 몰려드는 해외선진 기업에게 기술이전 등을 계약의 전제조건으로 제시해 빠르게 선진기술을 습득해 나가면서 일부 글로벌 기업도 배출하고 있는 상황이다. 태양전지 업체 쉐넥(Suntech)의 경우 2001년 설립 이래 선진기업과의 기술제휴와 함께 공격적인 경영, 안정적인 원자재 조달 등에 성공하면서

8) 태양열을 이용해 고온의 증기를 생성하고 이를 통해 전기터빈을 가동시켜 전기를 생산하는 기술을 의미한다.

9) 농업부산물 및 산림목재를 이용해 에탄올을 생산하는 기술을 의미한다.

10) 석탄연료로부터 전기뿐 아니라 수소, 액화석유까지 만들 수 있는 차세대 석탄발전기술로, 석탄을 고온·고압으로 가스화시켜 전기를 생산하는 기술로 기존의 미분탄 화력발전 방식보다 효율이 10% 이상 높다.

2007년 매출액 기준으로 세계 2위의 기업으로 등극했다. 2006년 모듈업체인 일본의 MSK(Making Solar worK)를 인수한데 이어 미국시장을 공략하기 위해 Suntech America 설립을 추진하고 있고, 미국의 MEMC(Monsanto Electronic Materials Company)나 노르웨이의 REC(Renewable Energy Corporation)와 같은 폴리실리콘 업체들과 장기공급계약을 체결했다고 한다. 또한 풍력터빈 생산업체인 골드윈드(Goldwind)는 1997년 풍력산업에 진출한 이후 기술 제휴 등을 통한 기술확보 전략으로 성장에 성공하면서 이 분야에서 세계 7위에 올라와 있다. 골드윈드는 풍력터빈 기술확보를 위해 2004년 독일의 리파워(REpower)와 기술 라이선스를 체결했으며, 벤시스(Vensys)와는 2.5MW급 풍력터빈을 공동개발 중이다.

나. 선진기업 동향

맥킨지(McKinsey)가 2007년 9월 전 세계 2,687개 글로벌 기업의 CEO를 대상으로 실시한 설문조사 결과에 따르면 응답자의 절반 이상(51%)이 향후 5년 동안 가장 중요한 세 가지 글로벌 이슈 중의 하나로 기후변화 등 환경문제를 꼽았다. 2006년 같은 조사에서보다 환경문제를 지목한 CEO들이 20% 많아진 것이다.¹¹⁾ 이를 반영이라도 하듯 녹색산업을 미래의 성장산업이라는 인식도 빠르게 확산되면서 관련분야에서 수익기회를 창출하려는 해외 선진기업들의 발걸음이 빨라지고 있는 모습이다.

1) 도요타 : 녹색사업을 자동차부문에 적용

도요타는 1990년대 초반부터 환경오염의 주범인 자동차 부문에서 친환경경영을 실천해 왔다. 1992년 환경과 조화를 이루는 성장을 실천하기 위해 배출가스 감축, 환경관련 신기술 개발 등을 골자로 하는 '도요타 지구환경헌장'을 제정하고, 1993년부터 석유고갈 등에 대비해 하이브리드(Hybrid)카¹²⁾ 개발에 착수했다. 특히, 2007년 11월 창립 70주년을 맞아 '도요타 글로벌 비전 2020'을 발표하면서 전 차종에 하이브리드 기술 채용, 고성능 소형 2차 전지와 연료전지 개발, 바이오 연료와 바이오 플라스틱 기술¹³⁾ 확립 등의 목표를 설정했다. 또한 도요타는 1997년 하이브리드카 프리우스(Prius)를 세계 최초로 상용화한 이래 현재까지 12종의 하이브리드카를 출시해 150만대 이상의 판매량을 기록했다. 연비는 처음 출시 당시 리터당 25.5km에서 2007년에는 33km로 높아졌고, 배터리 성능도 33kW급에서 2007년 165kW급으로 향상되었다. 도요타는 2010년대 초반까지 연간 총 자동차 판매량의 10% 수준인 100만대의 하이브리드카를 판매할 수 있을 것으로 전망하고 있다. 또한, 전기자동차의 조기 상용화를 위해 최근 전지업체 파나소닉(Panasonic)과 제휴하여 배터리 용량과 효율 향상에 투자를 가속화하고 있는데 하이브리드카와 전기자동차의 중간단계인 플러그인 하이브리드(Plug-in Hybrid)카¹⁴⁾를 2009년에 출시할 계획이다.

11) Bonini, S., G. Hintz and Mendonca T., "Addressing Consumer Concerns about Climate Change," McKinsey Quarterly, Number 2, 2008

12) 내연기관을 가동할 때 발생하는 전기를 배터리에 저장했다가 운행에 이용하는 자동차를 지칭한다.

13) 범퍼나 차체에 폭넓게 이용 가능한 바이오 플라스틱은 합성수지와 철을 대체하는 소재로 식물원료 케나프(Kenaf)를 이용해 생산되는데 생산에 필요한 에너지가 합성수지의 1/3, 철의 1/2에 불과하다.

14) 가정 내의 전원을 통해서도 충전이 가능하며, 전기만으로도 50km 정도의 주행이 가능하다

〈표 5〉 GE의 환경·에너지 부문 매출액 추이

(단위: 억 달러, %)

구분	2004년		2005년		2006년		2007년	
	매출액	비중	매출액	비중	매출액	비중	매출액	비중
환경·에너지	374	27.8	417	30.5	470	30.9	579	33.5
총 매출액	1,343	-	1,366	-	1,518	-	1,727	-

자료: GE, "GE 2007 Annual Report," 2008

2) GE(General Electric) : 환경분야를 新성장동력으로 육성

최근 기업의 모태라고 할 수 있는 가전부문의 매각을 추진하고 있는 GE의 경우 잭 웰치(Jack Welch)에 이어 2001년 회장으로 취임한 제프리 이멜트(Jeffrey Immelt)의 주도로 2005년에 환경산업을 新성장동력으로 육성하기 위해 全社적인 환경경영 전략인 '에코메지네이션(Ecomagination)'을 천명했다. 이는 생태를 의미하는 'Ecology'의 Eco와 GE의 슬로건인 'Imagination at Work(상상을 현실로 만드는 힘)'의 imagination을 합친 것으로 상상력을 발휘해 환경문제를 해결하고 수익을 창출한다는 의미이다. 다시 말해 모든 사업부문에서 에너지효율이 높은 제품을 만들고, 날로 악화되는 환경문제에 대한 혁신적인 솔루션을 찾아내서 기업의 지속성장을 도모하자는 것이다. 이를 위해 환경관련 60개 제품의 2010년 매출목표를 250억 달러로 설정하고, 녹색산업에 대한 투자규모를 2005년 7억 달러에서 2010년 15억 달러로 확대할 계획이다. 또한 2012년까지 이산화탄소 배출량도 2004년에

비해 1% 줄일 것이라고 한다. 만약 아무런 조치를 취하지 않을 경우 GE의 이산화탄소 배출량이 같은 기간 동안 30% 늘어날 것으로 추정되는 것을 감안하면 이는 실질적으로 30% 이상 배출량을 감축하는 셈이다. 이러한 에코메지네이션을 적극 추진한 결과, 환경·에너지 등 친환경 분야가 GE의 새로운 성장동력으로 부상하고 있다. 2007년 환경·에너지 분야가 매출액은 579억 달러로 총 매출액의 1/3 이상(33.5%)을 차지하고 있다.

3) 가즈프롬(Gazprom) : 탄소배출권을 수출상품화

세계 1위의 천연가스 기업인 러시아의 가즈프롬¹⁵⁾은 '탄소중립(Carbon Neutral)'이라는 기치 아래 천연가스 제품에 탄소배출권을 연계하여 수출하는 등 탄소배출권을 수출상품화하고 있다. 즉, 자사가 이산화탄소 배출을 줄여 확보한 20억 파운드 규모의 탄소배출권을 유럽 발전회사들에게 천연가스와 함께 판매하고 있는 것이다. 2008년 2월에는 일본의 마루베니와 12월 인도 물 탄소배출권의 선도판매계약을 체결하기도 했다. 탄소중립이란 기업 활동에서 발생하는 이산화탄소 배출

15) 1989년 국영 석유·가스회사에서 가스분야를 분리해 설립된 회사로 1993년 민영화되었는데, 주력사업인 천연가스를 비롯해 은행, 보험, 투자금융, 매스 미디어(Mass Media), 건설 등 다양한 분야로 사업을 확장했으며, 전 세계 시가총액 기준으로 엑슨 모빌(Exxon Mobil), 페트로 차이나(Petro China)에 이어 세계 3위를 달리고 있다.

〈표 6〉 베스타스의 경영실적 추이

(단위: 억 달러)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
매출액	18.7	29.4	44.6	48.4	66.6
순이익	1.7	1.5	1.0	5.8	11.3

자료: Vestas, "Vestas Annual Report 2007," 2008

량에 상응하는 탄소배출권을 구매하거나 신재생에너지 투자, 나무심기 등을 통해 純 이산화탄소 배출량을 0으로 만드는 것을 의미한다. 또한, 2008년 5월 이래 탄소배출권 시장의 성장가능성을 확신하고 노르딕 풀(Nord Pool)에도 참여하고 있다. 핀란드, 노르웨이 등 북유럽 국가의 전력시장으로 전력파생상품과 탄소배출권을 거래하고 있는 노르딕 풀은 21개국의 410여개 회원사로 구성되어 있으며, 유럽에서 유럽기후거래소 다음으로 큰 탄소배출권 시장이다. 한편, 가즈프롬은 국내의 이산화탄소 감축사업에 대한 투자확대를 통해 수출용 탄소배출권 확보에 주력하고 있다. 2008년 1월 러시아와 동유럽 국가의 에너지 효율화사업 등에 투자해 150억 파운드 규모의 탄소배출권을 확보할 것으로 기대되고 있으며, 4월에는 브라질의 신재생에너지 발전소인 프로파워(Propower)로부터 향후 6년간 탄소배출권을 구입하기로 계약했다.

하는데 성공한 이후, 부동의 세계 1위 풍력터빈 생산업체의 지위를 유지하고 있다. 1979~2007년 세계 63개국에 3만5,000여기의 풍력터빈을 설치하면서 2007년에는 세계 시장의 23%를 점유해 연간 매출액이 67억 달러에 달하고 있다. 2008년 6월 현재 우리나라에 설치된 풍력발전기의 80% 정도(73기)도 베스타스 제품이다. 또한 협소한 국내시장을 극복하기 위해 해외시장을 적극 공략하는 한편, 발상의 전환을 통해 해상풍력 시스템 개발에도 열중하고 있다. 해외시장을 겨냥해 현재 중국에 7개의 공장을 가동 중에 있으며, 2002년부터는 육지보다 바람이 강하고 공간적 제약이 작은 바다로 진출해 영국의 배로우(Barrow)와 덴마크의 호른스레우(Horns Rev) 등에 해상 풍력단지를 조성했다.

3. 한국의 녹색경쟁력 진단

4) 베스타스(Vestas) : 위기를 기회로 활용해 업종 전환에 성공

선박, 자동차, 건설장비 등의 부품을 생산하는 업체로 출발한 덴마크의 베스타스는 오일쇼크를 계기로 에너지 가격 변동에 취약한 사업구조를 신재생에너지 분야로 발 빠르게 전환했다. 그 결과 1979년 기존의 철강 기술을 기반으로 세계 최초로 상업용 풍력터빈을 제조

향후 본격화될 것으로 예상되고 있는 녹색성장시대를 준비하기 위해서는 우선 우리나라의 녹색경쟁력 수준을 파악하는 것이 필요하다. 녹색경쟁력은 저탄소화와 녹색산업화를 통해 녹색성장을 실현할 수 있는 국가 경쟁력을 의미한다. 따라서 국가별 녹색경쟁력 수준을 평가하고 비교할 수 있는 객관적인 지표를 개발하는 것이 필수적이다. 사실 환경지속성지수(ESI : Environmental Sustainable Index)나 환경성과지수(EPI :

Environ - mental Performance Index)와 같은 국제환경지수가 2~3년에 한번 씩 세계경제포럼에서 발표되고는 있다. ESI는 지속가능 성장을 위한 국가역량을 계량화한 지수로, 146개국을 대상으로 환경질(Environmental Systems), 환경오염 부하량(Reducing Environ- mental Stresses), 환경위해 취약성(Reducing Human Vulnerability), 사회·제도적 대응능력(Social and Institutional Capacity), 국제적 책임공유(Global Stewardship) 등 5개 분야의 76개 변수로 구성된다. EPI는 정부정책 등에 힘입어 환경변수가 개선된 정도를 평가한 것으로, 149개국을

대상으로 환경보건(Environmental Health), 대기질(Air Quality), 수자원(Water Resources), 생물 다양성(Biodiversity and Habitat), 자연자원(Productive Natural Resources), 지속가능 에너지(Sustainable Energy) 등 6개 분야 25개의 변수를 집계한다. 하지만 이러한 지수들은 주로 국가별 환경오염수준의 평가에 초점을 맞추고 있기 때문에 국가별 녹색경쟁력수준을 평가하기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

삼성경제연구소가 제안하는 '녹색경쟁력지수'는 '저탄소화지수'와 '녹색산업화지수'의 합성지수이다. 저탄소화지수는 경제활동과정에서 발생하는 이산화탄

〈표 7〉 녹색경쟁력지수의 부문별 구성 지표

부문	지표명	지표설명	자료원(시점)
低 탄 소 화	이산화탄소 총 배출량	한 국가의 이산화탄소 총 배출량(백만톤)	IEA(2005년)
	이산화탄소 원단위	실질GDP 1,000달러 당 이산화탄소 배출량(톤)	IEA(2005년)
	에너지 원단위	실질GDP 1,000달러 당 에너지 투입량(TOE)	IEA(2005년)
	신재생에너지의 전력생산량	태양광, 풍력, 지열, 바이오매스 등 4가지를 활용한 전력생산량 (10억 kWh)	EIA(2005년)
녹 색 산 업 화	정책일관성	정책의 일관성, 정치적 독립성 등을 평가	The World Bank(2002년)
	환경정책 효율성	환경정책의 강도, 기술개발의 유인 정도 등을 설문조사	WEF(2004년)
	Local Agenda 21 Initiatives	인구 백만명 당 Local Agenda 21 추진 건수	ICLEI(2001년)
	과학기술수준	R&D 투자액, 美 특허출원 수 등을 기초로 평가	WEF(2004년)
	환경기술혁신	기업의 환경기술혁신 정도를 설문조사	WEF(2004년)
	EcoValue 21	기업의 환경경영능력, 환경산업에서의 수익창출 역량 등을 평가	Innovest(2004년)
	ISO 14001	실질GDP(PPP 기준) 10억 달러 당 ISO 14001 인증기업 수	Reinhard Peglau(2003년)

주: 1) 1 TOE(Tonnage of Oil Equivalent) : 원유 1톤에서 얻을 수 있는 열량

2) Local Agenda 21 Initiatives : 지방정부가 지속가능한 지역사회발전을 위해 추진하는 환경사업

3) ISO 14001 : 환경경영을 기업경영 방침으로 설정한 후 이를 달성하기 위해 구체적인 목표와 수단을 정해 환경개선을 이루어나가는 기업에게 부여하는 국제표준

4) IEA : International Energy Agency, EIA : Energy Information Administration,

ICLEI : International Council for Local Environmental Initiatives

WEF : World Economic Forum, Reinhard Peglau : 獨 환경부 ISO 14001 담당조직

소를 어느 정도 감축하고 있는지를 평가하는데, 이산화탄소 총 배출량, 이산화탄소 원단위, 에너지 원단위, 신재생에너지의 전력 생산량 등 4개 변수로 구성된다. 이산화탄소 원단위와 에너지 원단위는 실질 GDP 1,000 달러 당 각각 이산화탄소 배출량과 에너지 투입량을 의미한다. 이산화탄소 총 배출량과 이산화탄소 원단위를 모두 포함시킨 것은 온실가스 의무감축 기준을 총 배출량으로 설정해야 한다는 EU 등의 논리와 경제규모를 감안한 원단위로 설정해야 한다는 미국의 견해를 모두 반영하기 위해서이다. 한편 녹색산업화지수는 녹색기술과 친환경제품의 비즈니스 모델을 창출할 수 있는 정

부와 기업의 잠재력 능력을 평가하는데, 정책 일관성, 환경정책의 효율성, 인구 백만 명 당 지방의제 21 추진 건수를 나타내는 Local Agenda 21 Initiatives, 과학기술 수준, 환경기술혁신 정도, EcoValue 21, 실질 GDP 10억 달러 당 ISO(International Organization for Standardization) 14001 인증기업 수 등 7개 변수를 집계한다. 지방의제 21은 지방정부가 지속가능한 지역사회발전을 위해 추진하는 환경사업을 의미하며, EcoValue 21은 기업의 환경경영능력, 환경산업에서의 수익창출 역량 등을 평가한다. 또한, ISO 14001은 환경경영을 기업경영 방침으로 설정한 후 이를 달성하기

녹색경쟁력지수의 산출과정

- ▷ 異常値(Outlier)의 존재로 인한 왜곡을 방지하고 지표 값이 클수록 보다 높은 녹색경쟁력을 나타내도록 지표의 변환을 수행
 - 異常値로 인해 歪度의 절대값이 2보다 큰 신재생에너지의 전력생산량과 Local Agenda 21 Initiatives는 자연로그 변환
 - 이산화탄소 총 배출량, 이산화탄소 원단위, 에너지 원단위 등은 역수를 취해 변환
- ▷ 각 지표들의 측정단위의 상이함에서 비롯된 변동 폭의 차이가 합성지수에 큰 영향을 미치는 것을 방지하기 위해 각 지표들이 평균 0, 표준편차 1의 값을 갖도록 표준화
- ▷ 지표들의 결합 시 자의적인 가중치 부여를 배제하기 위해 무가중치 방식을 사용, 즉 각 지표를 산술평균해 합성지수를 계산
 - 단, 15개국 평균값을 100으로 만들기 위해 다음과 같이 스케일 조정
 - *합성지수 = $(Z_i - Z^*) / S_z \times 10 + 100$
 - 단, Z^* 와 S_z 는 각각 표준화된 Z의 평균과 표준편차

<표 8> 주요국의 녹색경쟁력지수

구분	일본	네덜란드	독일	영국	미국	한국	중국	OECD
녹색경쟁력 지수	112.8 (1)	111.1 (2)	109.6 (3)	109.0 (4)	103.2 (7)	97.4 (11)	81.9 (14)	104.3
低탄소화 지수	114.0 (1)	110.3 (2)	105.2 (6)	108.3 (3)	101.4 (9)	88.2 (13)	81.1 (15)	104.3
녹색산업화 지수	110.9 (1)	110.4 (3)	110.8 (2)	108.5 (4)	103.8 (7)	102.3 (8)	84.1 (14)	103.8

주: 1) OECD(한국 제외)의 경우 조사대상 15개 국가 중 해당 국가 지수들의 평균
 2) ()는 조사대상 15개 국가 내 순

위해 구체적인 목표와 수단을 정해 환경개선을 이루어 나가는 기업에게 부여하는 국제표준을 지칭한다. 환경 정책 효율성과 함께 정책일관성을 변수로 포함시킨 것은 녹색기술이 IT(Information Technology), BT(Biology Technology), NT(Nano Technology) 등 다른 기술과의 융·복합 기술로 환경뿐만 아니라 전반적인 정책의 일관성에도 의존하기 때문이다.

녹색경쟁력지수는 11개의 구성변수 값이 클수록 높은 경쟁력을 의미하도록 속성을 조정하고, 표준화 작업을 거쳐 無가중치 방식에 의해 산출된다. 분석대상 국가는 경상 GDP 5천억 달러 이상이고, 무역규모 3천억 달러 이상으로 세계경제에서 일정 규모 이상을 차지하는 국가 중 해당변수의 자료를 IEA, The World Bank 등 공신력 있는 국제기구에서 획득 가능한 한국, 일본, EU 국가, 미국, 중국 등 15개국이다. 환경관련 통계는 국가마다 집계방식이 달라 개별국가의 통계로 국가별 비교가 어렵기 때문에 비교의 일관성을 위해 국제기구에서 발표한 자료만을 활용했다.

이러한 방식으로 개발된 녹색경쟁력지수를 국가별로 비교해 본 결과 한국의 녹색경쟁력지수는 97.4로 조사대상 15개국 중 11위인 것으로 나타났다. 한국을

제외한 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development) 국가의 평균(104.3)을 하회하고 있을 뿐만 아니라 15개국 평균인 기준치(100)에도 미치지 못하고 있는 상황이다. 한편 일본, 네덜란드, 독일, 영국이 각각 1, 2, 3, 4위를 차지해 예상대로 일본과 EU가 녹색강국인 것으로 판명되었다.

특히, 한국의 低탄소화지수는 신재생에너지 활용도, 에너지효율성 등이 매우 낮아서 88.2를 나타내면서 최하위권인 13위를 차지했다. 특히, 신재생에너지를 활용한 전력생산량은 중국보다도 뒤진 최하위를 기록했다. 2005년 현재 한국의 신재생에너지의 전력생산량(수력 제외)은 4.2억kWh로 1위를 차지한 미국(996.8억 kWh)의 0.4%에 불과하며, 심지어 14위를 기록한 중국(23.9억 kWh)보다도 크게 낮은 수준이다. 에너지 원단위의 경우도 2005년 0.34 TOE(Tonnage of Oil Equivalent)로 1위를 차지한 일본(0.11 TOE)에 비해 3배 이상 효율성이 떨어지는 것으로 나타나면서 13위를 나타냈다. TOE는 원유 1톤에서 얻을 수 있는 열량을 의미하며, 에너지 원단위는 낮을수록 에너지 효율이 높은 것을 나타낸다.

한편, 녹색산업화지수는 전반적인 과학기술수준 그

〈표 9〉 주요국의 低탄소화지수 구성 지표(원자료)

구분	일본	독일	영국	미국	한국	중국	OECD
신재생에너지의 전력생산량 (억 kWh)	233.0 (3)	428.5 (2)	150.2 (6)	996.8 (1)	4.2 (15)	23.8 (14)	232.3
에너지 원단위 (TOE/실질GDP 1,000달러)	0.11 (1)	0.18 (4)	0.14 (2)	0.21 (7)	0.34 (13)	0.91 (14)	0.21
이산화탄소 원단위 (톤/실질GDP 1,000달러)	0.24 (1)	0.41 (5)	0.33 (3)	0.53 (9)	0.70 (12)	2.68 (14)	0.47

주: 1) OECD(한국 제외)의 경우 조사대상 15개 국가 중 해당 국가 지수들의 평균

2) ()는 조사대상 15개 국가 내 순위

3) 각 구성지표들의 표준화된 수치는 〈別添〉 참조

〈표 10〉 주요국의 녹색산업화지수 구성 지표(원자료)

구분	일본	네덜란드	독일	미국	한국	중국	OECD
과학기술수준	5.49 (2)	4.04 (7)	4.36 (5)	6.44 (1)	4.69 (3)	1.97 (15)	4.16
EcoValue 21	1.55 (1)	1.54 (2)	0.94 (4)	0.45 (7)	0.94 (4)	-0.68 (14)	0.54
ISO 14001	4.03 (2)	2.47 (3)	1.86 (6)	0.34 (14)	1.85 (7)	0.86 (11)	2.08
Local Agenda 21 Initiatives	0.87 (9)	6.19 (6)	24.75 (1)	0.30 (11)	3.61 (7)	0.02 (14)	6.01
정책일관성	1.07 (9)	2.14 (1)	1.76 (5)	1.70 (6)	0.84 (11)	0.18 (12)	1.51
환경정책 효율성	51.21 (6)	56.96 (2)	59.74 (1)	51.17 (7)	43.08 (11)	35.39 (14)	50.27
환경기술혁신	14.24 (1)	13.09 (4)	13.91 (2)	12.61 (8)	12.43 (10)	10.60 (13)	12.70

주: 1) OECD(한국 제외)의 경우 조사대상 15개 국가 중 해당 국가 지수들의 평균

2) ()는 조사대상 15개 국가 내 순위

3) 각 구성지표들의 표준화된 수치는 〈別添〉 참조

리고 기업의 환경경영능력, 환경산업에서의 수익창출 역량 등이 상대적으로 강한 것으로 나타나 102.3을 기록하면서 중위권인 8위를 차지했다. 과학기술수준은 4.69로 미국(6.44)과 일본(5.49)에 이어 3위를 기록한 것으로 타났다. 과학기술수준은 1~7의 값을 가지며, 값이 클수록 높은 기술수준을 의미한다. 또한, 기업의 환경경영능력과 환경산업에서의 수익창출능력을 나타내는 에코벨류 21은 0.94로 4위를 차지했으며, ISO 14001 인증기업 수는 1.85개로 7위를 기록했다. 조사대상 15개국의 에코벨류 21의 범위는 -1.29~1.55로 나타났다. 이와 같이 녹색산업화지수가 중위권을 차지한 것은 한국이 녹색사업에 대한 잠재력만큼은 어느 정도 가지고 있다는 것을 시사한다.

4. 시사점

녹색산업은 선진국뿐만 아니라 중국 등 신흥개도국에서도 대규모 투자가 예상되기 때문에 시장이 급속히 확대될 것이 확실해 보인다. 또한, 아직은 초기단계로 선도기업과의 격차도 크지 않아서 한국기업들이 시장의 주역으로 나서는 것도 불가능한 것은 아닌 것으로 판단된다. 따라서 정부와 기업은 환경문제를 규제나 의무로만 여기지 말고 성장산업이라는 적극적인 관점에서 인식하고, 녹색산업을 성장동력으로 발굴·육성 요가 있다. 녹색경쟁력 수준을 분석한 결과, 기업의 환경경영능력과 환경산업에서의 수익창출 역량 등 녹색사업 관련 잠재력도 상대적으로 우수한 상태이기 때문에

녹색산업화 부문의 경쟁력을 강화할 경우 현재 우리나라의 취약점인 저탄소화 부문의 경쟁력도 제고되는 일석이조의 효과도 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

이명박 대통령도 2008년 8·15 경축사에서 ‘저탄소 녹색성장’을 국정운영의 새로운 비전으로 제시하면서 녹색성장을 녹색기술과 청정에너지로 신성장동력과 일 자리를 창출하는 새로운 국가 패러다임으로 천명한 바 있다. 이후 정부는 9월 11일 저탄소 녹색성장에 대한 목표와 전략을 담은 ‘그린에너지산업 발전전략’을 통해 태양광, LED(Light Emitting Diode), CCS(Carbon Capture and Storage), 풍력, 수소연료전지, 전력 IT(Information Technology), IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle), 에너지 저장, 청정연료 등 9대 분야를 2030년까지 집중적으로 육성하여 그린에너지 산업분야의 세계시장 점유율을 13%까지 끌어올린다는 계획도 발표했다.

가. 정부 차원 : 先 인프라 정비, 後 구체적인 녹색산업화 전략 추진

따라서 정부는 녹색성장을 위한 보다 구체적인 정책 방안을 마련하되 법, 제도 등의 인프라를 우선 정비하는 것이 필요하다. 녹색성장을 위한 연구개발과 산업화 등을 함께 아우르는 구체적인 중장기 로드맵을 제시함으로써 산업계와 민간의 참여와 협력을 유도해 나가야 할 것이다. 특히, 일본의 NEDO와 같이 R&D에서 비즈니스까지를 연결할 수 있는 포괄적인 추진 기구를 설치하는 것이 시급하다. 규제를 통해 녹색시장이 형성되는 특징을 고려할 때 법, 제도 등의 인프라를 정비하고 구축하는 것은 무엇보다도 중요하다. 특히, 이산화탄소 감축목표 설정, 배출권거래소 신설, 녹색산업에 대한 세제 지원, 산업단지 육성 등이 시급한 과제이다.

이후 정부는 기술, 산업, 수출경쟁력을 세 축으로 하여 구체적인 녹색산업화 전략을 추진해야 할 것이다. 우선 차세대 기술 분야에 대한 과감한 투자를 통해 기술경쟁력을 확보하는 것이 필요하다. 정부는 제품화 이전 단계인 차세대 기술의 R&D에 집중하여 기업의 투자 리스크를 덜어주는 역할을 담당할 필요가 있다. 또한, 산업경쟁력을 확보하기 위해서는 특정부문만을 육성하기 보다는 가치사슬(Value Chain) 전 분야를 육성해야 할 것이다. 예를 들어 풍력시장의 경우, 터빈, 기어박스, 제품 설계 등 전 부문을 동시에 육성한 독일과 스페인은 지속적인 경쟁력을 유지한 반면, 특정 부문에 집중했던 핀란드나 스웨덴은 도태되고 있는 것을 주목해야 할 것이다. 그리고 수출경쟁력을 확보하기 위해서는 내수시장도 적절히 활용할 필요가 있다. 우리나라가 세계 10대 에너지 소비국이라는 것은 온실가스 감축이라든지 신재생에너지 분야와 관련된 상당규모의 내수 시장을 확보할 수 있다는 것을 시사한다. 따라서 내수 시장을 보급차원이 아닌 차세대 기술의 테스트 베드(Test Bed)로 적절히 이용해야 할 것이다.

나. 기업 차원 : 녹색산업을 차세대 수종사업으로 육성

기업은 먼저 자사의 역량을 최대한 활용하여 녹색사업 기회를 발굴해 나가는 것이 바람직한 것으로 보인다. 한국기업이 강점을 지닌 IT 등의 기술을 활용하여 융·복합 녹색기술을 개발함으로써 녹색산업을 수출산업화해야 할 것이다. 특히, 신재생에너지 부문은 현재의 주력업종과 시너지효과가 큰 분야를 적극 발굴해 나가야 할 것이다. 예를 들어, 전자업종은 태양전지, 화확은 태양광 소재, 기계 및 철강은 풍력발전기, 조선은 해상풍력 장치, 그리고 자동차 및 에너지는 수소연료전지

와 같이 강점을 가진 분야를 중점 공략하는 것이 바람직하다.

동시에 온실가스 감축사업으로 탄소배출권을 획득하고 탄소배출권 시장에도 적극적으로 참여해 재무적 수익을 창출하는 것도 필요하다. 국내외 CDM에 사업에 투자해 배출권을 확보하고, 배출권 가격변화에 따라 상당한 손실이 발생할 수도 있는 것을 감안해 리스크 헤지 방안도 마련해야 할 것이다.¹⁶⁾

또한, 기업의 친환경 이미지 부각을 통한 녹색마케팅을 강화해 환경에 관심이 커지고 있는 이른바 녹색소비자를 공략해 나가는 것도 시급하다. 예를 들어, GE의 에코메지네이션과 같은 환경친화적 이미지를 확립할 수 있는 슬로건을 제정할 필요가 있다. 이와 함께, 자발적으로 온실가스 감축이나 에너지 효율 목표를 설정해 지속적으로 추진하면서 환경마크(Ecolabel)¹⁷⁾, 탄소성적표지(Carbon Label)¹⁸⁾ 등 친환경상품에 대한 각종 인증도 획득해 나가야 할 것이다.

〈 참고문헌 〉

정성춘, “일본의 低탄소사회 전략의 현황과 시사점,” 대외경제정책연구원, 2008

Bonini, S., G. Hintz and Mendonca T., “Addressing Consumer Concerns about Climate Change,” McKinsey Quarterly, Number 2,

2008

Energy Information Agency, DB

GE, “GE 2007 Annual Report,” 2008

Innovest, DB

International Energy Agency, DB

International Energy Agency, “Trends in Photovoltaic Applications,” 2007

International Council for Local Environmental Initiatives, DB

Makower, J., R. Pernick and C. Wilder, “Clean Energy Trends 2008,” Cleanedge, 2008

Reinhard Peglau, DB

Stern, N., “The Stern Review on The Economics of Climate Change,” Cambridge University Press

The Independent, “World Oil Supplies Are Set to Run Out Faster Than Expected, Warn Scientists,” 6 June 2007

The World Bank, DB

The World Bank, “State and Trends of the Carbon Market 2008,” 2008

United Nations Environmental Programme, “Climate Change and the Financial Services Industry,” July 2002

Vestas, “Vestas Annual Report 2007,” 2008

16) 2008년 8월 현재 국내에서 추진되고 있는 CDM 사업은 총 50개이며, 국내기업의 해외추진 사업은 10여개에 달하고 있다.

17) 생산과 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 유발하거나 자원을 절감하는 제품에 인증하는 제도로, 제품에 대한 환경정보를 소비자에게 제공함으로써 기업이 소비자의 선호에 부응해 제품을 생산하도록 유도할 목적으로 시행되고 있다.

18) 제품 전 과정에서 발생하는 이산화탄소 총 배출량을 나타낸 탄소발자국(Carbon Footprint)을 제품에 라벨 형태로 표기하는 제도를 의미한다.

〈別添〉 녹색경쟁력지수

구분	CO ₂ 총배출량	CO ₂ 原單位	에너지 原單位	신·재생 에너지의 전력 생산량	低탄소화 지수	정책 일관성	환경정책 효율성	Local Agenda 21 Initiatives	과학기술 수준	환경기술 혁신	EcoVal ue 21	ISO 14001	녹색 산업화 지수	녹색 경쟁력 지수
일 본	91.1	119.6	122.5	106.8	114.0	99.2	105.2	98.9	113.5	114.3	114.6	115.8	110.9	112.8
네덜 란드	125.4	101.9	102.6	99.4	110.3	111.7	112.3	107.6	101.4	106.1	114.5	104.9	110.4	111.1
독 일	94.1	103.7	105.8	111.4	105.2	107.3	115.7	113.8	104.1	111.9	107.3	100.7	110.8	109.6
영 국	98.9	109.8	111.5	103.5	108.3	110.4	107.4	108.3	102.0	106.6	112.1	100.8	108.5	109.0
스페인	106.6	99.7	101.3	106.8	105.1	104.6	96.5	109.2	96.6	93.8	97.8	126.3	104.4	105.0
프랑스	104.0	115.5	103.5	97.0	107.0	106.2	107.0	100.2	100.4	101.6	99.3	97.9	102.2	104.1
미 국	86.3	98.8	101.3	117.7	101.4	106.6	105.2	94.1	121.4	102.6	101.4	90.1	103.8	103.2
이탈 리아	101.3	104.4	107.7	103.1	105.8	97.3	98.9	108.5	95.5	104.7	88.8	102.0	99.2	101.5
호 주	104.6	92.8	97.5	90.9	95.0	108.2	107.4	109.3	100.7	104.6	96.2	98.2	104.4	101.3
캐나다	98.5	95.1	93.8	100.5	95.8	108.7	100.9	95.9	104.8	103.9	101.7	97.1	102.3	100.1
한 국	101.5	94.4	93.6	76.7	88.2	96.5	95.2	105.2	106.8	101.4	107.3	100.6	102.3	97.4
브라질	107.5	100.1	94.6	105.0	102.5	84.1	93.3	92.5	86.5	96.9	96.3	92.9	89.8	93.7
멕시코	104.0	96.4	96.4	100.1	98.9	88.4	88.4	82.0	86.5	86.2	94.2	90.9	85.2	89.1
중 국	86.4	84.6	85.2	89.7	81.1	88.8	85.8	82.0	84.1	88.3	87.9	93.7	84.1	81.9
러시아	89.8	83.2	82.7	91.2	81.4	82.0	80.8	92.3	95.7	77.1	80.6	88.0	81.6	80.2
OECD	101.4	103.4	104.0	103.4	104.3	104.4	104.1	102.5	102.4	103.3	102.5	102.2	103.8	104.3

주: 1) OECD는 일본, 네덜란드, 독일, 영국, 스페인, 프랑스, 미국, 이탈리아, 호주, 캐나다, 멕시코 등 11개국 평균(한국 제외)

2) EU는 네덜란드, 독일, 영국, 스페인, 프랑스, 이탈리아 등 6개국 평균

전력산업의 소매경쟁과 규제

김영창 아주대학교 에너지학과 교수

김현제 에너지경제연구원 선임연구위원

이근대 에너지경제연구원 연구위원

이유수 에너지경제연구원 연구위원

1. 서론

전력산업의 구조개편 작업이 중단된 2004년 이후 전력산업의 시장구조는 독점과 경쟁체제 사이에서 방향타를 잃고 표류하고 있다. 새로운 정부의 등장으로 전력산업을 포함한 공기업 선진화 작업이 추진되고 있지만 실제 전문가들이 기대하던 수준의 구조개혁은 이루어지지 않고 있다. 공공기관 선진화 추진계획 가운데 전력산업에 대한 방안은 한전기공(KPS)과 한국전력기술(KOPEC)의 민영화 추진 이외에는 한전 및 발전자회사의 경영효율화를 추진하는 것이 주된 내용이다.¹⁾ 한편 전력노조를 중심으로 일부에서는 전력산업 구조개편 작업이 더 이상 진척을 보이지 않기 때문에 발생하는 비효율을 근거로 원래의 한전 체제로 회귀하자는 주장도 제기되고 있다.²⁾

발전회사 분할이후 효율성은 개선되지 않고 있으며 오히려 발전연료 구입에 있어 구매력의 위축으로 비용

만 증가하고 있다는 지적이 제기되고 있다. 한편 발전 경쟁으로 미약하지만 경쟁의 효과가 나타나고 있으며, 전력시장의 개선을 통해 경쟁력을 제고해야 한다는 주장도 있다. 국내 전력시장 자유화와 규제완화에 대한 다양한 입장 차이가 존재함에도 불구하고 더 이상 현행 체제를 지속하기는 어려운 실정이며, 전력산업 구조개편의 재추진이거나 혹은 기존 체제로의 복귀 여부에 대한 정책당국의 결정이 시급한 시점이라고 여겨진다.

본고는 전력산업 구조개편의 최종 단계인 소매경쟁의 주요 내용을 살펴보고 국내 도입시 검토되어야 할 관련 이슈를 정리하고자 한다. 향후 시장이 자유화되거나 반대로 역전되는 경우에도 소매시장 자유화에 대한 기본개념과 그 의의를 분명하게 인식하는 것이 정책 수립과정에서 무엇보다 중요한 과제라고 할 수 있을 것이다. 본고에서 다루는 소매경쟁의 핵심 내용은 전력산업 구조개혁에 대한 정책 수립시 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

1) 기획재정부, 공공기관 선진화 추진계획안(3차), 2008. 10.

2) 전기신문 2008년 11월 10일자 “새로운 구조개편 방안 모색해야” 기사 참조.

2. 소매경쟁의 정의

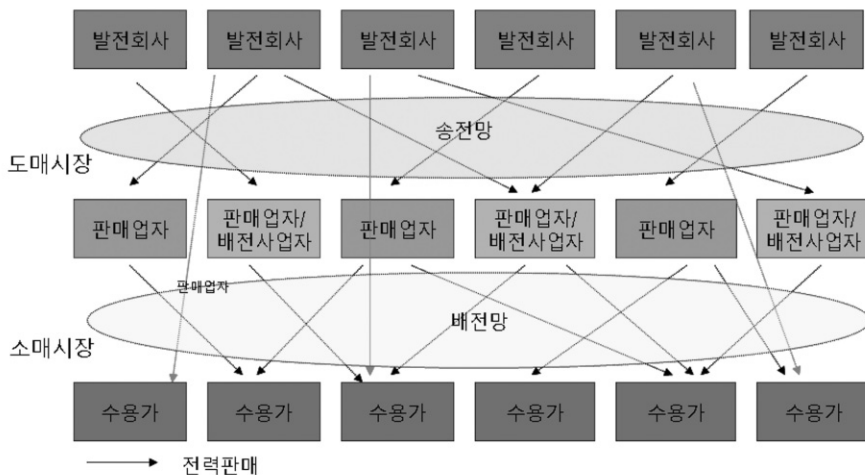
소매경쟁 모델의 기본 개념은, 송전 및 배전부분에서 발전과 소매사업을 송전사업으로부터 완전히 분리하는 것이다. 소매부문에서 독점은 없으며, 상호 경쟁하는 소매업자(판매사업자)들은 다른 시장의 소매업자와 똑같은 역할을 수행한다. 배전망은 접속이 개방되거나, 공동 운송자(common carrier)가 되며, 이는 도매경쟁 모델에서의 송전망과 같다. 소매경쟁모델은 직접 접속(direct access) 모델이라고도 하며, [그림 1]은 이를 도식화한 것이다. 소매경쟁 모델에서 모든 소비자들은 직접 접속하거나 또는 소매업자(판매사업자)를 선택함으로써 상호 경쟁하는 발전사업자에게 접속할 수 있다. 소매경쟁 모델과 도매경쟁 모델의 차이점은, 판매회사 또는 판매업자가 최종소비자(end-user)를 독점

하는 것이 아니라, 모든 소비자가 발전사업자를 선택할 수 있다는 점이다.

소매경쟁 하에서 발전시장으로의 진입과 퇴출은 자유롭다. 즉, 발전소의 신규설립에 대한 규제도 없으며, 경제적 수명을 다한 발전기의 용량을 유지할 필요도 없다는 것이다. 소매업자들도 자유로이 진입할 수 있다. 소매업은 소매경쟁 모델에서 새로운 사업이다. 이는 배전망을 소유할 필요가 없는 판매사업(marketer)이며, 망을 소유했다 하더라도 소매업자로서 경쟁하는 경우가 많을 것이다.

소매경쟁 모델은 단일 구매자 모델이 아니라는 점을 강조할 필요가 있다. 소매경쟁 모델에서의 풀(pool)은 구매기관이 아니라 경쟁자이다. 풀 운영자는 소매경쟁에 대한 영향력이 없으며, 시장 위험을 부담하지도 않는다. 또한 가격을 차별할 수도 없다. 소매경쟁 모델에서는 단일 전송 모델이 필수적이며, 이는 쌍방거래

[그림 1] 소매경쟁 모델



(bilateral contract)가 용이하도록 전력을 수송한다. 소매경쟁 모델의 거래구조(trading mechanism)에는 전력의 물리적인 수송 방법도 포함된다. 즉, 모든 거래는 반드시 통합된 네트워크를 통해서 이루어져야 한다. 망운영자는 거래를 계량하며, 거래를 책임진다. 풀 제도에는 현물시장에서의 입찰에 관한 조항이 있으며, 이는 경제급전(단기 운영비의 순서로 발전기를 급전함)을 쉽게 하기 위함이다. 풀은 경매인 역할을 수행하고, 수요와 공급을 일치시키며, 매 거래 단위(30분 또는 5분)마다 현물가격을 결정한다. 또한, 구매자로부터 전기요금을 모아서 생산자에게 분배하는 정산절차가 있다. 발전사업자와 소매업자는 풀에 판매하는 것이 아니라, 각자 상대방에게 판매한다. 소매경쟁 모델의 거래구조는 단일구매자(single buyer) 모델과 완전히 다르다.

가. 거래구조

소매경쟁 모델은 송전망이든 배전망이든 모든 망의 개방을 필요로 한다. 망을 통한 광범위한 쌍방 거래를 허용하기 위해서는 새로운 제도가 도입되어야 한다. 소매경쟁 모델에서는 고압 및 저압 선로에 대한 접속요금이 필요하다. 이러한 요금은 발전기의 위치와 급전에 대해 적절한 경제적인 유인을 제공해야 하며 또한, 망 소유자에게 충분한 이윤을 제공해야 한다.

도매경쟁모델에서는 현물시장이 바람직하지만 반드시 필요하다고 말할 수는 없다. 소매경쟁 모델에서는 현물시장이 반드시 필요하다. 소비자와 생산자간의 계약조항이 제 3자가 소유한 망에서 행해진 절차일 경우에는 언제나 현물시장이 필요하다고 본다. 망 소유자는 계약물량과 실제 전력흐름과의 차이를 정산할 수 있는 상업적 거래구조를 보장해야 한다.

소매경쟁 모델에서 계량은 중요한 문제이다. 사용시간대별 계량은 단순히 효율적인 사용을 장려하는 수단을 넘어서 상업적인 필수 요소이다. 정산단위가 30분이라면 모든 소비자의 전력사용은 매 30분마다 계량되어야 한다. 가격이 매 30분마다 변동하므로 개별 소매업자들은 정산단위마다 소비자들의 사용 전력량을 알아야 하며, 이는 소비자에게 요금을 올바르게 청구하며 적절하게 회계, 정산하기 위함이다. 계량은 소규모 소비자들의 선택을 넓히는 데 반드시 필요하며 이들 소비자를 위하여 수요 사용형태의 예측(demand profiling)도 필요하다.

나. 발전과 소매

발전과 최종소비자에 대한 판매가 자연적으로 통합될 것이라고 가정하는 데는 이유가 있다. 그 이유는 전력산업에서 소매업 그 자체에 부가된 가치가 매우 작기 때문이다. 다른 산업에서의 소매업은 다양한 기능을 수행하고, 이러한 기능에는, 가게의 상품 진열, 소비자들이 원하는 스타일과 품질에 기준하여 다양한 생산자로부터의 선택, 팔리지 않는 수량을 구입하는 것에 대한 위험부담, 제조자의 품질관리, 작은 묶음으로 팔기 위해 큰 묶음을 해체하는 것 등이 있다. 이러한 것들은 모두 소매업자에게 수익을 주는 부가가치 행위이다. 전력시장에서 소매업자는 위험(risk)을 감수하고 서비스를 세분화한다. 소매업자는 전력을 도매시장에서 대량 구매하여 요금이나 다른 형태의 계약으로 다시 포장한다. 이러한 것들은 유용성이 있는 기능이지만, 발전사업자도 쉽게 수행할 수 있다. 독립사업으로서 소매업은 외형적으로 위험이 높고 수익이 낮은 사업처럼 보인다. 물론, 이익이 매우 높으면 단기 차익을 노리는 독립 소매업자

의 시장 교란행위가 발생할 가능성이 나타날 수 있다.

다. 배전과 소매

배전망과 소매사업의 통합은 선택 가능한 또 다른 특징이다. 기본적으로는 배전망이 소매사업과 분리되어 운영된다고 가정한다. 소매업자는 배전회사와 계약을 체결함으로써 배전회사가 송전비용과 배전비용 및 사용전력에 포함된 모든 비용을 계산한 청구서를 자기 지역의 소비자에게 보내게 할 수도 있다. 또 다른 대안으로 소비자는 송전비용과 사용전력에 대한 청구서를 별도로 받을 수 있다.

도매경쟁 모델에서 급전원이 독립적이어야 하는 이유와 마찬가지로 배전망 운영자는 소매경쟁 모델에서 분명히 독립적이어야 한다. 한 예로, 악천후로 인하여 전력망이 손실을 입었다면, 배전회사는 우선 자신들의 소비자를 위해 보수를 하려는 동기가 강하다. 그리고 대부분의 소비자들은 기존 배전회사로부터 서비스를 받는 데 익숙하게 되면, 현재의 공급자를 다른 공급자로 바꾸려고 하지 않을 것이다.

라. 송전과 배전

배전 및 송전은 동일한 성격의 망 사업으로 전압이 다를 뿐이며, 모든 망 사업은 독점을 유지할 것이다. 망을 운영하는 데 있어 규모의 경제가 있느냐 하는 것은 부분적으로 망사업의 역사에 달려 있으며, 그 예로 계통이 과거에 통합 운영 되었다든가, 얼마나 많은 혼잡

이 저전압 계통에 있었느냐 하는 것에 달려있다. 우리에게 친숙한 대부분의 계통에서 배전은 송전과 별도로 운영된다. 이것을 별도로 하는 이유는 배전회사에게 일종의 잣대경쟁(yardstick competition)을 제공하기 위함이며, 이는 실제보다는 이론적인 면에서 더 쉽게 증명된다. 그러나 어떤 기관이 규제를 담당하든 여러 배전회사가 고객서비스와 가격을 두고 상호 경쟁한다면 더 나은 혜택이 소비자에게 제공될 수 있을 것이다.

마. 효율성 달성

직접접속과 소매경쟁을 도입하는 데는 많은 문제가 있음에도 불구하고 굳이 이 제도를 도입하려는 이유는 무엇일까? 소매경쟁에 필요한 모든 계약을 체결하는데 따르는 거래비용은 결코 사소하지 않다. 또한, 많은 독점회사는 싼 가격에 믿을만한 서비스를 제공했다는 훌륭한 기록들도 있다.³⁾ 과연 경쟁이 부가적인 효율성을 가져올 것인가? 소매경쟁의 한 가지 큰 장점은 공급 측면에 있다. 신기술의 가격이 하락함에 따라 독립적 시장 진입자의 욕구를 막을 수가 없게 되었다. 경쟁사들은 기존업자의 가격보다 낮은 가격으로 공급할 수 있을 때에만 경쟁하려고 한다.

경쟁에 관한 일반적인 논쟁(즉, 생산, 투자 및 소비의 효율성)의 결론은 소매경쟁 모델을 선호하나, 효율성의 일부는 단일구매자모델과 도매경쟁 모델 또는 독점모델에서도 달성될 수 있다. 경쟁은 단기 및 장기적으로 효율적인 생산과 소비를 장려해야 한다. 공급측면에서, 어떤 발전소가 퇴출되고 어떤 발전소가 계속 운

3) 한국전력은 에너지 관련 정보 제공업체인 미국의 Platts로부터 2008년 아시아 지역 전력부문 최우수기업으로 선정되기도 하였음. 물론 매출액과 수익률 등을 고려한 재무적 평가와 전문가 그룹에 의한 비계량 평가의 결과를 바탕으로 순위를 매김(Money Today 2008년 10월 20일자 기사 참조).

전되어야 하는지는 시장가격이 판별한다. 시장가격이 유지비와 인건비를 포함한 모든 회피가능 비용을 충당하지 못한다면 발전소는 퇴출되어야 한다.

운영자는 발전소의 가동률을 높이기 위해 투자하는 것이 얼마만큼 가치가 있는지 결정을 내릴 수가 있으며, 많은 의사 결정이 분산되어 이루어질 것이다. 풀의 경매 형태로부터 모든 계통의 경제급전은 유도된다. 또한, 설비를 건설하고, 유지, 운영 및 폐지하는데 적절한 동기를 부여하게 될 것이다.

이러한 공급측면의 동기는 도매경쟁 모델에서도 작용한다. 하지만 소매경쟁 모델은 소비자 측면에서 부가적인 경쟁의 압력을 창출한다. 다수의 소비자는 소수의 소비자보다 더 경쟁적인 시장을 형성한다. 그들은 새로운 공급자를 찾을 것이며, 이는 기존 공급자에게 압력으로 작용할 것이다. 소비자를 독점하는 도매경쟁 모델의 소매업자는 최소비용으로 구매하고자 하는 동일한 동기를 부여받지 못한다. 게다가, 소비자가 자유로이 실시간 가격에 대응할 수 있게 되면, 소매업자들은 보다 비용효과적인 방식으로 전력구매 형태를 바꾸게 될 것이다.

완전경쟁 소매시장의 세 번째 장점은 이전 시스템의 많은 비효율성을 제거하는데 기여할 수 있다는 것이다. 이러한 비효율성에 포함되는 것으로 공익성 보호 차원에서 전력산업이 담당하고 있는 타에너지산업에 대한 지원 등을 들 수 있을 것이다.

3. 단계별 경쟁도입

전력산업 구조개편기본계획에 기초하여, 단계별 경쟁도입 방안과 전력시장 구조 등을 살펴보면 소매경

쟁의 특성을 정리해 보면 다음과 같다. 우선 전력산업 구조개편을 준비하는 제 1단계에서는 현행 체제인 변동비반영 발전경쟁시장을 유지하면서, 도매경쟁시장 또는 소매경쟁시장을 위한 시장설계를 수행한다. 그리고 전력산업 구조개편 제 2단계에서는 현재의 변동비반영시장에서 출발하여 도매경쟁시장을 도입하여 운영하는 것이다. 동 단계에서는 배전/판매사업을 복수의 회사로 분할하여 경쟁입찰방식에 의해 전력구매가 이루어지는 발전·판매 양방향 입찰제(two-way bidding pool)를 도입하게 된다.

한편, 송전시스템은 한국전력이 담당하고, 배전부문에 있어서는 배전회사의 설립 및 배전망사업과 판매사업의 분리를 시행해야 한다. 또한 송전망 사용요금 및 배전망 사용요금을 결정해야 하고, 송전회사 및 배전회사에 대한 규제 설계를 통해 선로투자 및 사용요금에 대한 규제를 시행하며 소매경쟁 도입에 관한 상세설계를 시행하게 된다. 제 2단계에서는 도매경쟁의 시작과 더불어, 점진적인 소매경쟁이 단계적으로 확대되는데, 유자격수용가(eligible customers) 제도를 도입하게 되고 최종 수용가(end-user)는 판매사업자(supplier)를 선택할 수 있게 된다. 단, 포획 수용가(franchise or captive customer)는 판매사업자의 규제요금으로 전력을 구입하게 되며, 소매경쟁의 대상에서 제외된다.

도매경쟁 단계에서는 판매사업 부문을 적정한 수의 자회사로 분할(판매사업자는 면허를 발급하며, 개인도 시장 참여자가 될 것임.)하여 도매경쟁을 하게 되며, 이와 동시에 점진적인 소매시장 확대를 통해 소매경쟁이 도입된다. 이를 위해 판매사업자제도를 도입해야 하고, 각 배전회사는 배전 사용료를 설계해야 한다.

이러한 도매경쟁단계에서는 판매사업 및 판매사업자의 도입에 관한 검토가 필요하며, 규제요금 대상 수

용가(franchise customer)와 공급업자를 선택할 수 있는 유자격 수용가를 구분해야 한다. 그리고 유자격 수용가의 단계적 확대 일정 즉, 소매경쟁 확대 일정을 제시해야 한다. 도매경쟁 도입과 동시에 소매경쟁 도입에 관한 설계를 시행해야 하는데, 이 경우 판매사업(supply business)과 배전망사업(line business)의 정의와 구분 및 겸업 여부 등에 대하여 논의해야 한다.

배전망사업과 판매사업을 겸업하고 있는 현행 한전의 배전부문을 지역적으로 분할하여, 전국적으로 수 개의 배전회사를 설립하되, 배전망사업과 판매사업을 분리해야 한다. 초기에는 회계 분리를 통해 망사업과 판매사업을 분리하고, 향후 단계적으로 보다 높은 방식의 사업분리를 검토해야 한다. 이러한 시장구조는 도매경쟁단계에서 소매 판매부문에 지역 배전회사의 참여를 허용하는 것이다. 이는 판매를 겸업하는 배전회사의 판매사업부문이 참여하는 것이지, 배전망회사가 참여하는 것은 아니다. 즉, 소매부문의 경쟁은 배전망기능과 판매기능을 겸업하는 배전회사의 판매사업부문과 순수 판매회사 사이의 경쟁이 가능하게 되고, 유자격 소비자는 배전회사(판매업 겸업), 순수 판매회사, 전력 풀, 그리고 발전회사 가운데 전력구매 선택권을 가지게 된다. 그러나 이와 같은 배전부문의 수평분할의 경우, 판매사업을 겸업하는 기존의 배전회사와 경쟁하여 수익성을 올릴 수 있는 순수 판매사업자가 신규로 시장에 진출할 수 있도록 적절한 경쟁환경을 조성해야 한다. 즉, 판매사업은 경쟁이므로 배전회사의 판매사업 부분과 순수 판매회사가 공정하게 경쟁할 수 있도록 배전회사의 내부보조를 방지해야 한다. 예를 들어, 배전회사는 소속 지역 내의 다른 순수 판매업자가 공급하는 수용가의 직

접 접촉을 방해하여, 판매회사를 차별하는 불공정거래 행위를 할 소지가 있다.

전력시장에서 경쟁이 증가함에 따라 배전부문의 망사업과 판매사업을 분할해야 할 필요성이 크게 나타나게 된다. 소매경쟁 즉 판매경쟁 부문에서 발생하는 반경쟁적 행위⁴⁾를 방지하기 위해 배전망사업과 판매사업의 분할을 시행하는 것이 현재 세계적 추세이며, 경제학의 기본원리에도 부합된다. 이러한 배전망사업과 판매사업의 분할방식에는 회계분리, 금지조항선정, 상품의 분리, 법적분리 및 경영분리, 그리고 강제매각(forced divestiture) 등이 있으며, 회계분리가 가장 분할의 효과가 낮은 반면, 강제매각이 가장 적극적인 수직적 분할방안이다. 배전망사업과 판매사업의 분할방식을 정리하면 다음과 같다.

〈표 1〉 배전망사업과 판매사업 분할방식

분할정도	분할방식
낮음 ↑ ↓ 높음	회계 분리
	금지조항 선정
	상품의 분리
	법적 분리 및 경영 분리
	강제 매각

〈표 2〉 배전/판매 분할 이슈

구분	분할 이슈
	자산배분
	직원 재배치
	기업구조 및 조직재설계
	서비스 재분류
	시스템 설계(청구서 발행 등)

4) 예를 들면, 비용 이동(cost shift), 차별(discrimination), 정보획득의 유리(information advantage), 그리고 상품화(branding) 등이 있음.

이러한 배전망사업과 판매사업의 분할과 관련한 이슈로는 자산배분, 직원 재배치, 기업구조 및 조직 재설계, 서비스 재분류, 그리고 시스템 설계(청구서 발행 등) 등이 있다.

전력시장에 소매경쟁을 도입하기 위해 검토가 필요한 중요한 논점들을 살펴보면 다음과 같다. 전력시장의 소매경쟁 도입은 계량기 검침과 계량 서비스의 자유화와 연관되어 있다. 이러한 소매경쟁의 도입은 상당히 복잡한 과정이며 치밀한 준비를 요하게 되는데, 시장설계 과정에서 사전에 최적의 계획을 수립하는 것도 매우 어려운 작업으로 간주되고 있다. 소매경쟁의 장기적 목표는 소비자에게 판매사업자를 선택할 기회를 제공하고 이를 통해 가격 인하 및 품질 향상에 대한 압력을 행사하는 것이다. 이러한 소매경쟁 도입의 목적은 시장효율의 향상, 소비자의 선택권에 대한 장벽 제거, 판매업자에 대한 균등한 대우, 시장 및 기술의 혁신, 새로운 판매사업자의 진입 장려, 소비자의 권리 보호, 그리고 새로운 시장제도 개발에 따른 정부 부담의 최소화 등이다.

이러한 소매경쟁시장은 대개의 경우 점진적으로 도입되었으며, 계약용량 및 사용량을 기준으로 소매경쟁 도입단계를 구분하고 있다. 그러나 소매경쟁은 소비자의 규모가 작아짐에 따라 복잡성이 증가하며, 전력시장의 각 발전 단계에서 소비자의 반응은 매우 민감한 것으로 나타나고 있다. 특히, 가정용 소비자를 대상으로 하는 소매경쟁 도입은 다음과 같은 이유로 간단하지 않을 것으로 분석되고 있다. 첫째, 소비자 수가 많다. 즉, 상업용, 산업용 소비자에 비하여 대상 소비자 수가 많다. 우리나라의 경우, 2007년 기준으로, 가정용 소비자가 1,330만 가구이며, 상업용 소비자는 245만, 그리고 산업용 소비자는 32만 정도의 규모이다. 따라서 많은 소비자를 처리하기 위한 시스템의 복잡도도 증가하

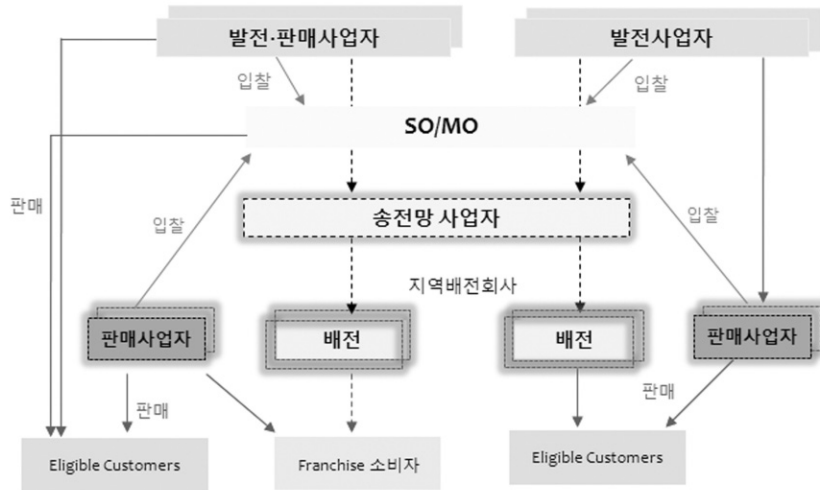
게 된다. 둘째, 계량에 있어서 대규모 소비자는 정교한 시간대별 계량기를 이용하여 계량할 수 있으나, 가정용 소비자는 적산계량기(cumulative advance meters)를 사용하며, 그 결과 한 달 동안의 총 사용량을 기록한다. 이것은 계량기 가격이 시간대별 계량으로 인한 비용보다 많기 때문이다. 그러나 이러한 계량체계 구축은 향후 가정용 수용가에 대한 전자식 전력량계의 보급 일정 등을 감안하여 시장설계를 추진하면 될 것으로 판단된다. 셋째, 혜택의 축소가 발생하는데, 계약용량이 작은 소비자 일수록 혜택이 줄어드는 것을 알 수 있다. 따라서 소매경쟁은 도입효과가 큰 소비자부터 도입해야 한다. 넷째, 정치적 민감성을 들 수 있는데, 대단히 많은 소규모 소비자를 대상으로 소매경쟁을 도입하므로 정치적으로 인기가 하락할 만한 상황이 발생하는 것을 꺼리게 되며, 이로 인해 소매경쟁 도입에 관련된 정치적 검토 기간이 매우 길어지는 경향이 있다. 해외의 경험에 따르면 소매경쟁 도입과정에서 비용이 적게 들도록 설계해야 소매경쟁이 보다 성공적으로 정착됨을 알 수 있다.

전력시장에 본격적인 소매경쟁이 이루어지는 단계에서는 발전사업자, 송전망사업자, 배전망사업자, 도소매시장 운영자, 판매사업자, 그리고 소매단계의 유자격 수용가 등이 도입되어 경쟁적 전력시장이 온전하게 구현된다. 이 단계의 전력시장 구조는 아래와 같다.

4. 소매경쟁시장 설계시 고려사항

본격적인 소매경쟁시장의 도입으로 시장참여자들은 도입 이전과는 변화된 시장 환경에 노출되게 한다. 즉, 소매요금의 규제 대상 수용가가 축소되고, 새로운 비용

[그림 2] 소매경쟁 단계



과 위험요소가 부상하며, 이를 해결하기 위해 새롭고 매우 복잡한 업무 프로세스가 필요하게 되며, 규제환경에도 변화가 필요하다. 따라서 규제기관은 이러한 본격적인 소매경쟁시장을 과도할 정도로 정교하게 구축하려 하거나, 수직적 분리도 지나치게 추구하는 경향이 있다. 그러나 이러한 본격적인 소매경쟁 도입은 예상보다 훨씬 복잡한 과제이므로, 적절하고 효과적인 기술을 선택하는 것이 매우 중요하다. 본격적인 소매경쟁시장 도입시 고려해야 할 주요 사항으로, 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

첫째, 시장구조, 법률적, 그리고 상업적 이슈로써, 배전/판매를 분할하는 방식의 문제, 시장의 원활한 작동을 위해 새롭게 의무적으로 수행해야 하는 역할을 구축하는 문제, 그리고 투명한 전력망 이용요금을 책정하는 문제 등이 있다. 다음으로, 시장구현상의 이슈로써, 시장구현 프로그램상의 의사결정구조(governance) 문

제, 효과적인 중앙 프로그램 관리체제 구축 문제, 기술 표준의 선택 및 적용의 문제, 시장 활동의 자원 마련 및 비용 회수 문제, 시장 규칙과 프로세스 및 데이터 표준 정의의 문제, 정산방식 정의(총액 혹은 차액 기준) 문제, 고객 프로파일의 결정 문제, 정산일정 정의의 문제, 계량 서비스의 경쟁 도입여부와 시점 결정의 문제, 소규모 고객의 경우 인터벌 계량 설비의 의무화 시점 문제, 시장 참여자가 일정에 맞추어 소매경쟁에 참여할 수 있도록 유인책을 제공하는 문제, 시장 진입을 원하는 참여자의 자격심사 및 인증 문제, 그리고 시장구현 이후 단계의 관리 문제 등이 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.

향후, 본격적인 소매경쟁시장이 도입되면 전력산업은 다음과 같은 사업영역으로 구분될 것으로 전망된다.

- 1) 발전회사 및 거래업자 - 연료구매활동, 발전소 소유, 운영 및 보수, 발전소 건설, 전력거래업자,
- 2) 시장 및 계통운영자 - 전력거래 물량 결정, 대금 결제, 시장

〈표 3〉 본격적인 소매경쟁 도입시 주요 고려대상

시장구조, 법률적, 상업적 이슈	시장구현 상의 이슈
· 송전/배전 분리 · 배전 분할 방식 · 배전비용 및 구조개편 편익에 대한 명확한 평가 및 균형적인 배분 · 시장의 원활한 작동을 위해 새롭게 의무적으로 수행해야 하는 역할 구축 · 투명한 전력망 이용요금 책정 문제	· 시장 구현 프로그램 상의 의사결정구조 · 효과적인 중앙 프로그램 관리체제 구축 · 기술 표준의 선택 및 적용 · 시장 활동의 재원 마련 및 비용 회수 · 시장규칙, 프로세스 및 데이터 표준 정의 · 정산방식 정의(총액 혹은 차액 기준) · 고객 프로파일의 결정 · 정산일정 정의 · 계량 서비스의 경쟁 도입여부 및 시점 · 소규모 고객의 인터벌 계량기 의무화 시점 · 시장참여자의 소매경쟁 참여 유인책 · 시장참여자(예시)의 자격심사 및 인증 · 시장구현 이후 단계의 관리

운영, 정산 업무, 수요와 공급의 균형 유지, 3) 송전사업자 - 송전시스템의 운영, 4) 배전망 서비스 제공자 - 독점사업인 배전망 사업의 운영, 5) 배전망 서비스 제공과 연계된 계량서비스 업무 - 계량기의 소유, 유지/보수, 계량 수치의 획득 및 처리(망 서비스와 분리하여 처리함), 6) 소매업자(power sales business) - 에너지 판매업과 관련된 회계 관리, 에너지 관리 서비스, 청구서 발행, 전력 판매의 영업활동(소비자 관리 및 PR, 판매 촉진, 상표 관리), 7) 겸업사업자(발전/판매, 배전망/계량서비스, 소매/계량서비스 등). 이러한 소매경쟁 도입으로 전력시장의 여러 분야가 영향을 받을 것으로 예상되는데, 아래 〈표 4〉는 소매경쟁시장에서 시장참여자의 역할 및 소매경쟁 도입의 시장참여자별 영향을 나타내고 있다.

전력시장에 참여하는 시장참여자 가운데, 배전 및 판매부분의 시장참여자를 세분화하면 다음과 같다. 지역 배전회사(회계 분리된 판매사업 겸업), 전력판매회사, 계량회사, 겸업회사들이다. 여기서 계량업무를 수행하

[그림 3] 배전 및 판매부문 사업형태 개요



〈표 4〉 소매경쟁 도입의 시장참여자별 영향

시장구조, 법률적, 상업적 이슈	시장구현 상의 이슈
발전사업자와 전력거래업자	- 다양한 소매업자 접촉(신규 포함) - 소비자가 공급업자를 변경할 경우, 계약 변경
시장 및 계통운영자	- 경쟁적 소매업자를 위한 의 정산 시스템 개발
송전망 사업자	- 송전망 사용료의 변경
배전망 사업자	- 배전망 사용료 변경 - 채무 불이행 소매업자와의 계약 - 소매경쟁시장의 운영을 위한 지원활동
검침서비스 사업자	- 소매업자에게 계량업무 서비스 제공 - 시장규칙의 변경에 따른 계량 시스템의 변경 - 다양한 소매업자에게 검침 자료 전송 - 계량 및 검침자료 제공의 경쟁적 환경 제시
소매사업자 (Power Sales Business)	- 중앙 시장운영자의 소매 정산시스템과의 연계 - 기존의 소매업자: 기존 고객의 유지 및 신규 고객 유치를 위한 활동 - 신규 소매업자: 시장 진입, 고객 확보, 고객 관리
검업사업자	- 발전과 판매의 검업 - 배전과 검침, 소매와 검침 등

는 계량회사의 기능을 지역배전회사 또는 전력판매회사가 겸업하는 것을 허용할 수 있다. 또한 최종소비자에 대한 검침의 경우 통상 계량서비스에 해당하므로 계량회사의 업무에 포함되지만, 청구서 발행 업무(billing)의 경우에는 이를 계량회사의 업무에 포함시키기도 하고 판매회사의 업무에 포함시키기도 한다. 향후 우리나라에 나타날 수 있는 배전 및 판매 부문의 사업형태는 다음의 [그림 3]과 같다.

5. 소매경쟁도입 관련 주요 논점

소매경쟁 도입은 매우 중요한 과제로서, 소매자유화는 전력사업의 다른 부문의 시장참여자에게 중요한 의

미를 가진다. 따라서 소매경쟁 도입으로 인한 전력사업의 변화과정 규모와 복잡성을 어떻게 관리하는가 하는 과제가 소매경쟁의 성공적인 실행의 관건이라고 할 수 있다. 소매경쟁 도입과 관련된 논의의 핵심은 주로 시장 운용규칙, 운영 상의 책무, 그리고 규제관련 사항이다.

소매경쟁시장의 설계를 위해서는 많은 항목에 대한 의사 결정이 필요한데, 이 가운데 다음과 같은 의사결정 항목이 가장 중요한 요소라고 할 수 있다. 첫째, 검침 구간의 범위 설정 즉, 소규모 소비자에 있어서 구간 검침의 적용범위를 결정하는 것은 매우 중요하다. 둘째, 소비자 전력소비패턴의 대표모형 설정 즉, 구간 검침 계량기를 설치하지 않은 소비자를 위한 정산구간에서의 소비 형태를 결정하기 위한 방법의 개발이 필요하다. 셋째, 대규모 소비자 관련 규칙으로, 구간 검침 계

량을 설치한 대규모 소비자에 대한 규칙 설정이 필요하다. 넷째, 기존 소매업자(incumbent retailer)와 신규 시장진입 소매업자를 위한 전력사용량 추정방법의 개발이 필요하다. 여기에서 기존 소매업자는 경쟁이 도입되기 이전부터 소비자에게 전력을 공급하던 사업자 인 반면, non-incumbent retailers는 기존 소매업자로부터 소비자를 획득한 소매업자를 지칭한다. 다섯째, 정산 조정방법 즉, 전력 계량 자료가 획득됨에 따라 정산이 조정되는 방식의 결정이 필요하다. 마지막으로, 여섯째, 소매경쟁도입 과도기에 있어서의 주요 의사결정 항목이 정의되어야 한다.

소매시장에서 이상의 의사결정들은 서로 연계되어 있는데, 예를 들면, 검침 구간(interval metering)의 범위 설정은 소비패턴의 선택과 관련된다. 검침 구간의 범위 설정과 관련하여, 대규모 소비자의 전력사용량은 정교한 구간검침 계량기에 의하여 계량되지만, 소규모 소비자의 사용량은 적산계량기를 이용하여 계량하게 된다. 따라서 상당히 긴 기간을 대상으로 하여 총 사용량을 계량한다. 그러므로 소비자의 계약용량의 크기가 작을수록 구간검침계량기를 이용하는 혜택이 줄어든다고 볼 수 있다. 소매경쟁이 도입됨에 따라 구간검침계량기의 설치 범위가 이슈가 될 수 있는데, 이것은 다음의 두 가지 항목에 의하여 결정된다. 첫째, 구간검침계량기를 의무적으로 설치해야 하는 소비자 계약전력의 최소용량은 얼마인가? 둘째, 기존 판매업자의 소비자를 대상으로 할 것인가 아니면 non-incumbent 판매업자를 대상으로 할 것인가? 이러한 구간검침의 범위를 결정하는데 있어서의 고려사항은 구간검침을 할 경우의 상대적 비용과 편익(검침의 정밀도 향상 및 정산방법의 개선)과 기술개발과 서비스 향상의 가능성 등이다.

한편 소매경쟁에 있어서 규제기관이 최우선적으로

관심을 가져야 할 영역으로는 소비자보호에 있다. 갑작스런 전력공급 중단 등의 소매경쟁에서 나타날 수 있는 제반 위험에 대비하여 규제기관은 최종소비자를 보호할 책임이 있다. 소비자 보호는 경쟁의 혜택을 받지 못하거나 받을 수 없는 고객을 위한 안전망(safety net)을 구축하는 것을 포함한다. 안전망은 소매경쟁이 도입되는 경우 소비자 고객을 보호하는 메커니즘이다. 전력시장에 안전망이 없다면 다음과 같은 위험이 상존하게 된다. 첫째, 어떠한 소매사업자도 전력을 공급하지 않을 고객이 존재할 수 있다는 것이다. 둘째, 접촉방식에 대한 정보 부족으로 인하여 자신에게 전력을 공급할 준비가 되어 있는 소매사업자를 찾을 수 없는 고객이 존재할 수 있다는 것이다. 셋째, 규제 가격과 조건이 없을 경우에 고객은 자신에게 제공되는 합리적인 공급조건을 찾지 못할 수 있다는 것이다. 소매사업자를 변경할 경우 고객들이 아주 비싼 탈퇴비용을 지불해야 하는 계약에 얽매일 수도 있으며 또는 합리적인 사전 통보 없이 고객에게 전력공급을 중단하거나 혹은 요금을 인상하려는 소매사업자가 있을 수 있다.

또한, 규제기관은 전력공급에 대한 최후 보루의 역할을 수행할 소매사업자(retailer of last resort)에 대한 정책을 결정할 필요가 있다. 안전망에 대한 규정은 전력공급의 최후 보루로서의 소매사업자 규정과 구분될 필요가 있다. 안전망이 사전 정의된 규제가격과 조건으로 전력을 공급받기 위해 모든 고객 혹은 일정한 고객군에게 허용되는 반면, 전력공급에 대한 최후 보루의 역할을 수행할 소매사업자는 고객과 계약을 맺은 소매사업자가 예상치 못하게 시장을 탈퇴할 경우를 대비하여 안정적으로 전력을 공급하기 위한 공급사업자를 지정해놓는 것이다. 예상치 못하게 시장을 탈퇴하는 경우란 소매사업이 망하거나 혹은 부적절한 행위로 인하

여 시장으로부터 탈퇴를 요구받은 경우를 의미한다. 전력공급에 대한 최후 보루의 역할을 수행할 소매사업자는 일반적인 안전망 메커니즘이 없다 할지라도 소매경쟁이 개시된 모든 전력시장에서 요구된다.

특히, 규제기관은 전력공급에 대한 최후 보루의 역할을 수행할 소매사업자 대책을 수립함에 있어 다음과 같은 사항에 유의할 필요가 있다. 첫째, 소비자에 대한 전력공급이 지속적으로 유지가능하게 해야 한다. 둘째, 전력소비에 대한 전기요금 및 전력 구매 조건 등에 관한 소비자의 이익을 보호할 수 있어야 한다. 셋째, 관계당국 혹은 적절한 규제기관 및 시장운영자가 소비자의 사업자 변경이 순조롭게 추진되도록 하기 위하여 합의된 절차에 따라 필요한 행동을 취할 수 있는 충분한 권한을 가지도록 보증해야 한다는 것이다.

〈 참고문헌 〉

- 기획재정부, 공공기관 선진화 추진계획안(3차), 2008. 10.
- 산업자원부, 우리나라 전력산업 규제정책 수립을 위한 해외 주요국의 전력산업 규제체계 연구, 최종보고서, 에너지경제연구원, 2006. 10.
- 전력산업연구회, 전력산업 구조개편 2.0, 2007. 12.
- 한국전력거래소, 전력산업 이슈분석 자료집, 2007. 12.
- 한국전력공사, 한국의 전력산업 구조개편, 1999. 4.
- 한국전력공사, 직접구매 도입 및 배전분할 대비 배전/판매부문 요금전략 연구, 2003. 2.
- 한국전력공사, 한국전력통계, 2008. 5.
- Doyle, G., and D. Maclaine, Power as a Commodity – the future of the UK electricity supply industry, Financial Times Energy Publishing, 1996.
- Fox-Penner, P., Electric Utility Restructuring : A Guide to the Competition Era, Public Utilities Reports, Inc., 1998.
- Freehills Consortium, Retail Deregulation Timetable, KEPCO, November 2002.
- Hunt, Sally and Graham Shuttleworth, Competition and Choice, John Wiley & Sons, 1996. 7.
- PWC Consulting, TWBP Market Environment: Introducing Retail Competition and Business Separation, KPX Retail Competition 020423 Vol. 1.0, Korea Power Exchange, April 2002.
- Sioshansi, F., and W. Pfaffenberger, ed., Electricity Market Reform: An International Perspective, Elsevier Global Energy Policy and Economics Series, 2006.
- Yajima, M., Deregulatory Reforms of the Electricity Supply Industry, Quorum Books, 1997.

탄소중립 프로그램의 현황과 전망

김 정 인

중앙대학교 산업경제학과 교수



1. 서론

전 세계에서 지금 가장 중요한 문제들은 기아와 질병, 지구온난화, 에너지, 그리고 금융위기로 초래된 경기 침체일 것이다. 세계은행은 최근의 보고서에서 매일 26,500명의 어린이가 극심한 가난과 영양실조, 병, 기상 재난 등으로 죽는다고 보고했다. 이것은 1분마다 18명의 어린이들이 지구에서 없어지는 것이며, 해마다 천만명의 어린 아이들이 죽어간다는 것을 의미하는 것이다. 이러한 것의 근본적인 원인은 선대부터 이어져온 극심한 가난과 이로 인한 절대적 빈곤에 있다고 본다.

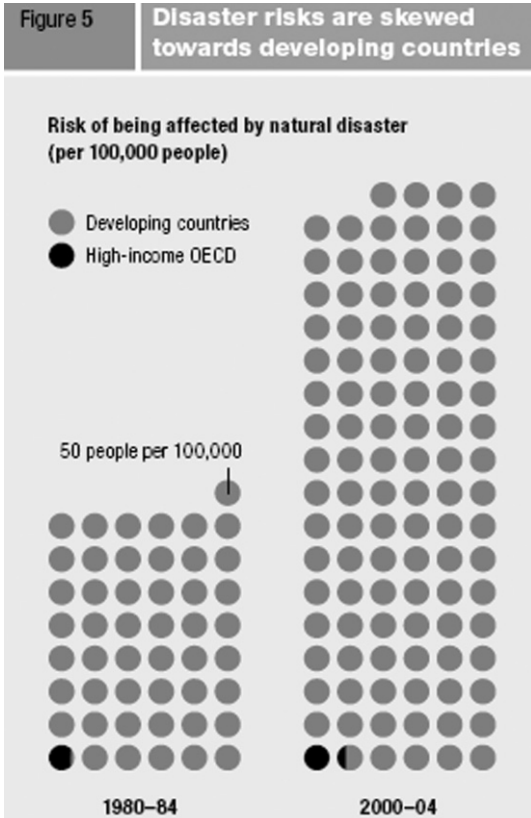
그러나 최근부터는 지구온난화로 인한 기상재난으로 인해서도 많은 인명이 죽어 가고 있거나 재산 피해가 늘어나고 있는 것도 문제라고 본다. 세계적으로 유명한 독일 Munizh 재보험사의 지구-위험연구실에 따르면 2006년의 전 세계 기상재난 건수는 953건인데 이러한 건수는 2005년에 716건, 2004년 718건에 비하면 점점 증가하고 있다는 것이다. 동시에 사상자 수는 2006년에 12,422명에 달한다는 것이다¹⁾. 또한 총 경제

적 손실은 4백 7십 6억 달러인데 이는 2005년에 미국에서 발생한 태풍 카트리나로 인한 경제적 피해액인 2천 백 4십 8억 6천만 달러보다는 적지만 경제적 피해액이 지속적으로 상승하고 있다는 문제가 있다. 한편 2008년에도 미얀마의 사이클론과 중국 쓰촨성의 지진, 인도의 홍수 피해 등은 세계 재해 역사상 가장 큰 사망자 및 피해액이 발생한 해였다.

영국 보험협회인 ABI(Association of British Insurer)는 매년 전 세계 GDP의 2% ~ 4%의 경제적 손실이 기상재난 때문에 발생하고 있다고 보고 있다. 이중 개도국이나 동부 유럽의 경제적 손실이 가장 큰 것으로 평가하고 있는데 매년 보험금액을 책정하는 위험 프리미엄이 4,000만 달러에 달할 것으로 전망하고 있다. 그 이유는 개도국이나 동부 유럽의 경우 기상재난에 대비한 취약한 사회 기반설비, 건물 구조의 강력한 규제 정책 미흡, 해안 거주자의 인구 증가, 농업 부문의 의존도 심화, 그리고 기상 재난 적응을 위한 프로젝트에 소요되는 자금의 부족 등에 있다는 것이다.

1) 2005년에 10,975명, 2004년 11,953명이다.

[그림 1] 기후변화에 취약한 계층의 변화(1980-2004)



자료: UNDP, "Human Development Report, 2007/2008," 2008

영국 보험협회의 주장을 뒷받침하는 것이 UNDP가 2008년에 발간한 유엔인간 개발보고서이다. 동 보고서에 따르면 2000년 이후부터는 OECD 국가의 국민들 중 1500명당 1사람이 기후변화에 취약하지만 개도국의 경우 19명당 1 사람이 기후 변화에 취약하다는 것이다. 그러나 개도국 전체 국가가 가지고 있는 기후변화로 인한 보험 관련 보험액은 영국의 홍수보험의 1주일치 지불금액에 불과하다. UNDP는 2015년까지 400억에서 860억 달러의 예산이 필요하다고 주장하고 있다. 이러한 비용은 세계 전체 GDP의 0.2%에 불과하다는 것이

며 세계 국방예산의 10%에 해당하는 것이다.

기아와 질병, 지구온난화, 에너지, 경기 침체 등 4가지 근심거리 중 경기침체를 제외하고 다른 3가지는 상호 밀접히 연관되어 있다. 그것은 지구온난화다. 지구온난화의 가장 큰 원인은 화석연료의 과다한 사용에 따른 이산화탄소와 다른 온실가스의 발생에 있다. 노벨 자선기금 재단의 노벨 박사는 인류는 1조 배럴의 석유를 쓰는데 125년이 걸렸지만 앞으로 같은 양의 석유를 쓰는데 30년밖에 안 걸릴 것으로 예상하고 있다.

그러므로 인류가 당장 시작해야 하는 것은 지구온난화 방지를 위한 도덕재무장운동 또는 지속가능한 생산과 소비운동을 하루속히 정착하는 것이 필요하다고 보며 이 운동을 통하여 기후변화를 막는 운동, 즉 저탄소 사회로 나가게 하는 일에 모든 노력과 운동을 결집시키는 것이다. 그러면서 이 기회에 단순히 지구온난화를 막는데 그치는 것이 아니라 사회 전체를 친환경적 사회(저탄소사회)로 만들면서 경제성장도 동시에 할 수 있는 새로운 경제발전의 패러다임 변화를 가져와야 한다. 이것이 바로 선진국들이 미래로 향하고 있는 지속가능한 경제성장 정책의 핵심이라고 할 수 있다.

외국에서는 이미 시민들이나 기업들로부터 자발적 참여를 유도하는 프로그램이 다양하게 진행되고 있다. 일본에서는 탄소저감을 하면 할수록 탄소 포인트를 많이 주는 탄소 마일리지 제도가 다양하게 시작되고 있으며, 유럽에서는 탄소 발자국 프로그램을 통한 탄소중립이나 탄소상쇄 프로그램이 점점 탄력을 받고 있다. 탄소상쇄는 배출되는 탄소의 양만큼 나무를 심거나 풍력, 태양력 발전과 같은 신재생에너지 개발 등에 투자하는 운동으로서 이러한 프로그램을 연결 해주는 기업들도 속속 나타나기 시작하였다. 그러나 한국은 올해부터 시작하고 있으나 아직은 초기단계에 머물고 있어서 많

은 경험과 보완이 필요하다. 본 논문에서는 국외의 탄소중립제도의 의미와 현황 및 전망을 살펴보고자 한다.

2. 저탄소사회와 탄소시장의 대두

선진국들은 21세기를 저탄소사회로 만들기 위하여 수년전부터 행동을 취해 왔다. 일본은 2007년부터 2050년까지 저탄소사회로 가기 위한 온난화 종합대책을 발표했다. 그 대책에는 2020년까지 온실가스 배출을 2005년 대비 14% 감축하겠다는 것이며, 온실가스 배출량 거래제를 도입하고 태양광 발전량을 2020년까지 10배 확대하겠다는 것이다. 프랑스도 저탄소사회 장기대책을 내놨다. 원자력 발전을 주로 사용하는 프랑스는 2020년 이후 건설하는 모든 건물에 신재생에너지 발전설비를 의무화하기로 했으며 2020년부터는 발전소의 화석연료 사용을 없앨 계획이다.

영국 정부는 세계에서 가장 강력한 기후변화법을 만들었다. 2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출을 60% 줄이고, 2020년까지는 26% ~ 32%까지 감축한다는 목표다. 올림픽을 개최한 중국 정부는 2020년까지 에너지원의 20%를 신재생에너지로 대체할 계획이며 북경부근의 21개 철강·석유화학업체를 폐쇄시켰고 석탄을 사용하는 화력발전소도 가스 배출을 30% 줄이도록 의무화했다. 중국은 1980년대 이후부터 산업구조를 개편하면서 에너지소비 집약도를 50% 개선하였으며 2005 ~ 2010년 동안 지역별 신재생에너지 할당

제(RPS)를 도입하기로 하였으며 대규모 풍력발전 터빈 기술의 도입을 추진하고 있다. 한편 중국 기업 중 상위 1000개 에너지 다소비기업(중국 전체의 64% 차지) 등을 대상으로 에너지저감 프로그램을 시행하여 각 단계별로 감축목표를 제시하여 운영하고 있다. 한편 UN에 따르면 중국의 경우 태양광 사업으로만 2005년에 15만명의 고용을 창출하였다고 한다. 호주는 2012년 까지 거래제도를 도입하는데 거의 전 부문을 포함하려고 한다. 캐나다는 전력, 정유, 상림, 정제, 철강, 시멘트, 화학 등이 포함되며 5가지 방법으로 달성하고자 한다. 즉 1) 내부노력, 2) 국내 offset 시장 형성, 3) 기술펀드 수립, 4) 조기 합동 감축, 5) 감축이행의 10%에 해당되는 CER발행 등이다. 한국은 ‘저탄소 녹색성장’ 통하여 신재생에너지의 비율을 현재의 2% 수준에서 2030년 11%, 2050년 20% 이상으로 높이고, 신재생에너지를 쓰는 ‘그린 홈’을 100만 가구 만들고 ‘그린 카’(친환경차)를 집중 육성해 세계 4대 친환경 자동차 강국으로 도약시키려는 계획이다.

도시도 변하고 있다. 중동의 아랍에미리트 연합은 2013년까지 “마스다르(자원이란 뜻)”라는 탄소 제로 도시를 건설할 계획이며 중국의 상해 앞에 있는 섬 동탄의 신도시를 탄소 제로 도시로 의욕적으로 건설하려고 한다²⁾.

세계의 초일류 기업들은 21세기 들어서면서부터 환경산업을 근거로 한 녹색 경제(Greenomics: Green과 Economics)를 중요한 경영 전략의 하나로 인식하고 있다. 그 이유는 미래는 환경문제의 해결이나 지구온난

2) 동탄시는 과거의 도시가 하루 평균 29000톤의 물을 소비하였다면 탄소 제로 도시는 물소비 16,500톤/일을 목표로 하고 있으며 폐수발생도 4,300톤/일 (과거는 29,000)로 하고 에너지 소비도 600GWH/년 (과거 1,650)로하면서 탄소 발생은 완전 제로 (과거에는 350,000톤 발생)하면서 직장과의 왕복 교통 거리는 56K미터를 목표로함.

화의 주범인 온실가스를 줄이는 상품개발이나 기술개발을 통하여 “탄소시장 경제(Carbonomics: Carbon & Economics)”로 이행할 것을 확신하고 있기 때문이다. 그래서 외국 기업들은 기업경영 전체를 탄소 경영(Low Carbon Management) 체제로 바꾸어 가고 있는 것이다.

세계 5대 석유회사 중의 하나인 영국 BP(British Petroleum)사는 2002년부터 “석유를 뛰어넘어”라는 경영이념으로 신재생에너지에 대한 투자를 통하여 15,000MW 규모의 초대형 풍력기지 건설을 발표했다. 에너지 바이오사이언스(energybioscience) 연구원을 설립하면서 생물로부터 에너지를 만들기 위하여 미국의 버클리 대학이나 로렌스 버클리 국립 연구소와 공동으로 바이오연료 연구에 10년 동안 5,000억 달러의 투자를 결정했다. 금융서비스 분야에 있는 영국의 HSBC 은행은 9,000만 달러를 투자하여 “세계적인 환경 효율 개선 프로그램”의 일부로 Climate Change Centre of Excellence 구축계획을 발표했다. 네덜란드의 로얄 더치셸사는 신재생에너지 투자를 통한 환경친화기업으로서의 이미지 제고를 위하여 수송용 연료를 대체하기 위한 방법을 옥수수, 유채꽃, 사탕수수 등 바이오에너지 자원에서 열쇠를 찾고 있다. 이미 2 세대 바이오 연료로 불리는 짚이나 폐목재, 낙엽 등으로부터 효소를 이용해 에탄올을 추출하는 바이오에탄올 기술개발 업체에 지분투자를 했다. 일본의 동경 가스, 파나소닉, 산요 전기 등은 가정에서 사용할 수 있는 연료전지 보일러를 만들어서 2010년까지 천만대를 보급할 계획을 세우고 현재 진행 중이다. 파나소닉의 경우 가정용 연료전지 보일러 보급을 위한 대량 생산체제를 2009년부터 수립하고 있다.

미국의 스낵 제조회사인 Frito-Lay는 아리조나 공

장에 매탄 가스를 이용하여 공장 보일러를 가동 중이며 20헥타의 부지에 태양열과 바이오매스를 건설할 예정이다. SC Johnson(세척제 제조사)사는 물류합리화 프로젝트를 추진한 결과 1,882대의 트럭을 1년 동안 줄이게 되어 168,000 gallon의 석유 절약으로 약 160만 달러를 절약하였다. 미국의 Enecsys사는 태양광, 풍력, 연료전지 등 에너지원 전력망 연결 방식 개발 선두자로서 에너지 산출량이 낮더라도, 공급된 에너지를 망으로 공급하는 효율을 높게 유지하는 기술을 개발하였다. 동부의 유명한 아이스크림 회사인 미국의 Ben & Jerry는 Unilever Research를 통하여 열음과 냉각(Thermoacoustic Refrigeration)에 대한 연구개발을 지원하기 위해 2년 동안 대학과 연구계약을 체결했다. 감자 칩과 스택을 만드는 Kettle Foods사는 미국 위스컨시 공장 지붕에 18개의 풍력 발전기를 설치하여 매년 28,000 kwh를 생산하여 56,000개의 감자 칩을 생산할 수 있는 전력을 공급하고 있다.

이미 미국의 실리콘 밸리가 에너지투자 증가를 대폭적으로 증가하여 실리콘이 미래는 닷컴(.com)에서 watt 컴(watt.com)으로 변할 것이라고 한다. 신재생에너지 투자만 보아도 2007년에는 2006년 대비 60% 증가한 1,484억 달러였다는 것이 하나의 증거라고 할 수 있다.

스코트랜드 기업인 Pelamis 파도 전력회사는 세계에서 두 번째로 2008년에 포르투갈 파도 단지(wave farm)를 설립하여 파도 에너지를 상용화 하였다. 원리는 다음과 같다. 즉 소규모 열차 크기 모양의 튜브 기계를 이용하여 파도가 튜브를 오르락 내리락 함으로써 파도의 진동을 에너지로 전환하여 이를 전력으로 바꾸는 방식이다. CMR사는 현재 이용 가능한 연료전지보다 훨씬 저렴한 연료전지를 생산하기 위해 단일 연료 전지 기술을 변형할 방법을 개발했다. Siemens는 영국 본

사 건물 전체의 조명 움직임을 자동으로 감지하면서 스위치가 자동 조절되는 장치를 만들었으며 사무실 자연 채광에 따라 밝기 조절이 가능하도록 설계하여 온도, 블라인드, 냉방 또한 중앙에서 조절되도록 하였으며 칸막이를 최소로 줄여 냉방 에너지 소비 절감이 용이하도록 하였다³⁾.

탄소거래를 활성화하기 위해 중요한 에너지절감이나 에너지효율을 전문적으로 컨설팅해주는 탄소경영전문사인 First Energy Service회사가 일본에서는 생겼다. 탄소배출권 취득을 대행해 주는 일본의 미즈호 신탄도 있으며, 연간 조 단위의 매출 규모가 될 것으로 예상되는 Carbon 무역박람회도 있다. CDM(청정개발체제)이나 배출권 거래제도의 투자 위험성을 최소화하려는 기후보험 상품도 등장했으며, 허리케인 등 기상 재난을 대비하는 기상 재앙 채권이 미국, 영국, 헝가리 등에 속속 나타나고 있다. 점점 더 예측 불가능한 날씨

로부터 위험을 보호하려는 기후 금융 파생상품도 인도, 미국, 일본에서 나오고 있다.

저탄소 경제로 이행되면서 가장 각광을 받고 있는 것이 바로 탄소배출권 거래시장이다. 탄소배출권 시장은 2002년 런던에서 개설된 후 지금까지 미국, 독일, 프랑스, 오스트리아 등 10여개 곳에서 개소하였다. 전 세계 탄소시장은 2006년 301억\$에서 2007년 541억\$로 2006년 대비 79.8% 증가하여 2004년 5억 달러에 불과하던 규모와는 매우 대조적이다. 세계은행은 2010년까지 세계 반도체 시장의 절반 규모인 1,500억\$에서 많게는 3000억 달러 규모로 성장할 것으로 전망 하고 있다.

그러나 일본의 산업성은 2007년에 전 세계 탄소 크레디트의 수요, 공급을 전망하였는데 2012년까지는 이론적으로는 공급량이 수요량보다 많다고 주장하고 있다. 러시아, 우크라이나의 경우 AAU가 많이 나오고

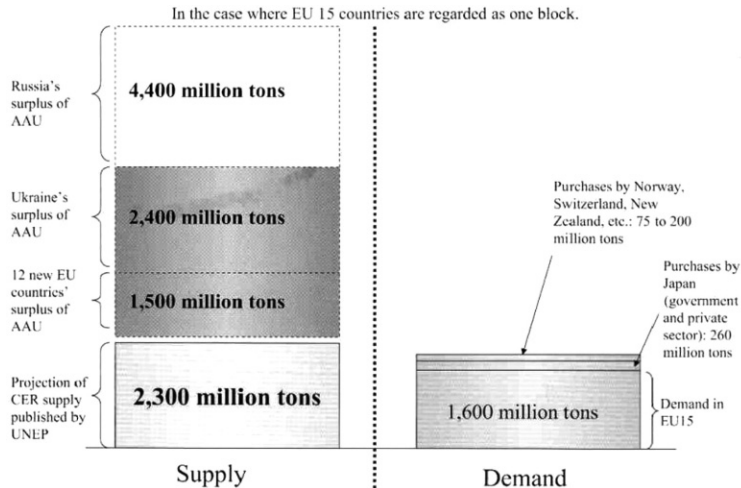
〈표 1〉 세계 온실가스 배출권시장 현황

구분	2006년		2007년				증가율(%)	
	거래 규모 (백만tCO ₂)	거래액 (백만\$)	거래 규모 (백만tCO ₂)	구성비 (%)	거래액 (백만\$)	구성비 (%)	거래 규모	거래액
EU-ETS	1,017	24,357	1,643	61.4	37,768	69.7	61.5	55.1
CDM	563	5,263	947	35.4	15,757	29.1	68.2	200
1차	523	4,496	597	22.3	8,034	14.8	14.1	78.7
2차	40	571	350	13.1	7,723	14.2	77.5	125.2
JL	21	128	38	1.4	438	0.8	80.1	242%
기타	31	403	48	1.8	250	0.5	54.8	-37.8
총계	1,632	30,151	2,676	100	54,213	100	63.9	79.8

자료: IETA & World Bank, "State and Trends of the Carbon Market", 2008

3) 새로운 조명 기구로만 연간 이산화탄소 배출량을 122.6톤 저감하고 34,000 프랑이상 비용을 삭감할 수 있을 것으로 평가받았다.

[그림 2] 교토의정서 상의 탄소 크레디트의 2012년 수요, 공급 전망



자료: MITI, "Supply and Demand of Kyoto Mechanism Credits," 2007.12

12개 신규 가입하는 유럽 연합국가 들로 부터도 나오기 때문이라는 것이다.

탄소시장이 급성장하고 있는 이유는 선진국 기업들이 판단할 때 많은 비용이 드는 온실가스 감소나 신재생에너지 개발을 위해 투자하기 보다는 상대적으로 비용이 저렴한 배출권 구매에 투자하고 있기 때문이다. 호주는 2012년까지 거래제도를 도입하는데 거의 전 산업부문을 포함하려고 한다. 뉴질랜드는 2013년까지 단계적으로 모든 가스와 부문을 대상으로 하면서 2008년에 법 통과를 목표로 하고 있다. 일본은 2005년부터 자발적 거래제도를 시행하고 있는데 보조금을 지급하고 있다. 2005년에 30억엔, 2006년 27.6억엔, 2007년 30억엔을 준비하여 1개 싸이트당 2억엔으로 제한하고 있지만 지원을 하고 있다. 다른 회사로부터 CER을 구입할 수 있으며 벌금은 없으나 목표달성을 못하면 보조금을 환수해야 한다. 캐나다도 대규모 탄소 배출사업

장을 대상으로 하는 국가 온실가스 배출량거래제도의 구축을 계획 중이다.

유럽의 배출권 거래제도 도입에 상당한 기여를 한 영국은 개인 배출권 거래제도도 도입하고자 상당한 연구를 진행 중이다. 2006년 12월 영국 환경부 장관은 5년 이내에 '개인 탄소할당' (individual carbon allowance) 제도 도입계획을 밝혔다.[2] 이 계획은 모든 국민에게 1년 동안 소비할 수 있는 일정량의 배출 허용량이 입력된 '탄소 신용카드'를 발급해 탄소배출과 관련된 모든 비용을 지불하고 허용량이 차감되는 방식의 운영을 고려하고 있다. 많은 탄소를 배출하고 싶은 사람은 다른 사람에게서 탄소 배출권을 구매할 수 있으며 반대로 잉여의 탄소 배출권을 지닌 사람은 다른 사람에게 판매할 수 있다. 즉 할당량 이하로 배출한 사람은 잉여 할당량을 은행에 판매하거나, 혹은 향후 탄소 예산과 연간 할당량이 감소할 것에 대비하여 저축하

〈표 2〉 전력부분을 포함한 EU이외의 cap-and-trade 체제 비교 요약

	호주	RGGI	NSW	CA
가스	6 GHG	CO ₂	6 GHG	CO ₂
배출원	30MW 이상 발전소 +고정식 에너지 발생원	25MW이상 발전소, 화석 연료 50%연소/10%판매	소매자에게 1년 100GWh 이상 공급	CA 선도 전기업자, 정유사, 기타 대형 발생
할당	3개영역 대상 10년 할당 상당한 타격을 입는 1지역 : 기존 발전사 무료로 할당 2지역 : 무역, 에너지 다소 비 산업에 무료로 할당 3지역 : 나머지는 경매	공공편의 목적에 20% 지역 탄소 펀드에 5% 나머지는 주정부 재량	연간 할당 (인구 X 전력 사용량) 최고 발전 기업과 비교하여 결정	할당은 아직 미정
할당 기준	20년 예상치의 NPV가 하락하는 발전사에게 무료 할당	2000년-2004년 동안 최고 3년간 평균 배출량	연간 할당. 주의 벤치마크 에 근거하여 인구수 X 전력 생산량에 따라 계산	할당 원칙 아직 미설정
사업지 할당	신규업자 무료 없음	주에 따라서 신규 진입자 고려	집약도 근거 할당	미정
계획	2010년	2009-2018	2003-2012	2020년까지
미이행 벌과금 정책	초과지출 벌과금	NOX 프로그램 비슷한 벌 과금과 규제 차기년도의 톤당 3개 할당량 포기	톤당 10.5 호주 유로 달러, 안전 대책	미정
상태 사용	가능	가능, 그러나 50%까지 허용	가능	미정
예치	제약없음	제약없음	사업형태에 따라	미정
Unit	1 metric ton CO ₂ -eq	1 short ton CO ₂ -eq	1 metric ton CO ₂ -eq	미정

자료: Julia Reinaun, "CO₂ALLOWANCE & ELECTRICITY PRICE INTERACTION", IEA, 2007.2

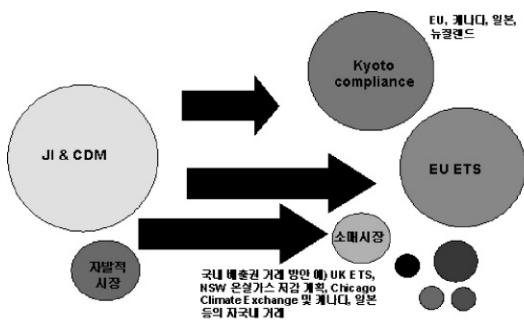
고, 초과하는 단위를 다른 개인이나 기구에게 증여하거나 포기할 수 있다. 한편 영국은 에너지소비가 많은 새로운 단체를 도입하여 배출권 거래제도 운영을 활성화 하려고 하는데 지금까지 탄소저감 노력에서 제외되었던 대형 슈퍼마켓, 호텔 체인, 정부조직 및 지방자치 단체의 공공건물 등에 대해서 강제적으로 배출권거래제도를 도입하려 한다.

3. 자발적 탄소시장과 탄소중립 프로그램

우리가 흔히 탄소시장을 이야기 할 때는 교토의정서와 관련하여 형성되는 시장을 생각한다. 그러나 탄소시장은 크게 보면 두 개의 시장이 존재 한다. 우선 가장 큰 시장으로서 Kyoto 의정서에 의해서 형성된 시장으로 강제적 시장으로 불릴 수 있다. EU, 캐나다, 일본 등 교토의정서 비준 국가들이 교토의정서에서 정한 목

표를 달성하기 위하여 CDM이나 JI, EU-ETS 등을 추진 중인 것이다. 특히 EU ETS(Emission Trading Scheme)⁴⁾가 가장 큰 시장의 중심이 되고 있다. 그러나 강제적 탄소시장은 유엔이 중심이 되면서 CDM 인증위원회, 방법론의 적정성, 추가성 등을 고려하여 배출권을 인정하는 것으로 행정비용과 절차가 까다롭다는 비판을 듣고는 있지만 국제적으로 공식적으로 인정되고 있는 유일한 시장이다.

[그림 3] 세계 탄소시장의 구조: 강제 및 자발적 시장



자료 : Dr. Manuel Fuentes, 'International CDM Market', 2006.12

두 번째는 자발적 시장이라고 할 수 있는 것으로 Kyoto 의무감축과 무관한 시장으로서 미국, 한국 등과 같이 아직 국가나 지방정부 차원에서 교토의정서를 비준하고 있지 않으나 자체적으로 탄소상쇄나 탄소중립 프로그램을 가지고 있으면서 거래하고 있는 시장이다. 정부 차원이 아닌 단체들 중심의 자발적 시장도 있다. 이는 기업들이 자발적으로 참여하는 시장으로 대부분

프로젝트 거래형태로 거래가 이루어지고 있으며 기업이 배출한 것을 상쇄하려는 의미에서 거래되고 있다.

그러나 자발적 시장은 급성장은 하지만 아직까지 논란의 여지가 많은 시장이다. 예컨대 영국의회의 환경감사위원회가 FERN에 의뢰하여 조사한 2007년도 보고서라든지 ICF의 2006 보고서에서도 제기하였듯이 향후 강제 탄소시장에서 통용되는 거래권으로 인정하지 않을 수도 있다는 점이다. 일부 NGO (예컨대 세계 야생동물협회; WWF)는 자기들 것은 인정하나 다른 단체가 추진한 자발적 인증은 부정하고 있다. 그 이유는 거래 인증시스템 자체의 명확성, 추가성의 문제, 거래권 인도의 절차문제, 강제적 시장에서 이용되는 거래권과 이중으로 사용할 수 있는 가능성으로 인정을 하지 않는 것이다.

자발적 탄소시장은 2006년 현재 약 1억 달러 규모로 추정되고 있다. 특히 자발적 시장은 AER, Hord, HSBC, Glogle, Dupont 등 많은 기업들이 자사의 배출을 상쇄하기 위하여 자발적 탄소시장에 참여하고 있는 특징이 있다.⁵⁾ 이 같은 상쇄 프로젝트는 다양한 형태를 가지고 있는데 재식림, 토양복원, 탄소저장 및 흡수(CCS) 사업 등이 있다. 자발적 시장에 참여하는 기업의 목적은 대부분 다르다. 즉 회사의 온실가스 저감목표를 달성할 목적이거나, 탄소시장에 대한 경험을 보유했을 목적, 미래의 탄소규제에 대한 사전 대응, 기업의 제품 및 브랜드 이미지 제고 및 가격차별화 목적, 그리고 기업 투자자에 대한 고려 등이다.

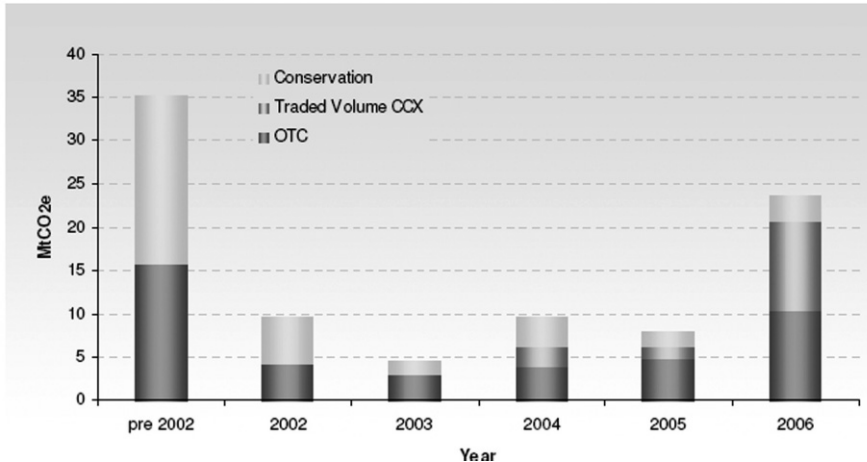
ERT 등록소와 Chicago Climate Exchange(CCX)

4) EU ETS(Emission Trading Scheme) : EU 배출권 거래 시장은 EU가 역내 국가들이 탄소배출권을 거래할 수 있도록 2005년 1월 1일부터 가동한 세계 최대의 탄소 시장으로 EU는 2005~07년을 시범 단계로 정하고 배출 거래권을 25개 국가에 할당하였다. 2008년부터 2차 단계로 진입함.

5) Conference Board가 2006년에 92개 회사를 대상으로 조사한 결과에서도 75%의 기업이 온실가스의 배출을 관리하고 있었다.

[그림 4] 자발적 탄소시장의 거래 동향(2002-2006)

Figure 3: Historically traded volumes in the voluntary carbon market



자료: Baraka advisors, State of Voluntary Carbon market, 2007.02

에 따르면 2006년 자발적인 탄소시장에서 23.7Mt CO₂e이 거래되었다고 한다. 이 거래량 중 50% 정도인 10.3Mt CO₂e가 CCX에서 거래되었다. 13.4 Mt CO₂e가 OTC의 자발적인 상쇄시장을 통해 거래되었다. 이때 시장에서 평균 탄소가격은 4.1\$/CO₂e으로 OTC 시장이 2006년 5490만 달러 규모였을 것이라고 추정하고 있다. 2006년은 자발적인 탄소시장의 양이 기록된 해였다. CCX 시장은 610% 성장했고 자발적인 OTC 시장은 2005년 대비 80% 성장했다.

자발적 탄소시장을 인정하는 방법에는 약 6가지 정도의 방법이 있다. 우선 “The Gold 기준”은 에너지사업에 대해서 세계 야생동물협회, SSN and Heklio International 등 NGI 등이 컨소시엄을 구축했다. 두 번째 기후, 지역사회와 생물다양성(CCB) 기준은 흡수원 사업에 대한 NGO와 민간부문의 컨소시엄에서 구축하고 있다. 세 번째 자체개발기준(Voluntary

Carbon Standard; VCS)은 개별 VER 공급자들이 구축하였고, 다섯 번째 라벨링 제도는 일부 공급자들이 개발하는 것이다. 여섯 번째인 ERT (GHG Registry by Environmental Resource Trust)는 “GHG 등록 SM”이라는 회사가 개발 하였다.

세계 야생동물기금이 이끄는 NGI 집단은 CDM Gold 기준을 구축했는데 Gold 기준은 스위스 법에 따라서 설립된 비영리 법인인데 추가성 문제를 연구하기 위해 수립되었지만 지속가능한 발전에 대해서는 어떠한 지침도 포함하고 있지 않다. 교토의정서에 따라 사업유치국들은 지속가능한 발전에 대해서 개별적으로 기준을 개발하고 제안된 사업이 이러한 기준을 충족시키는 지에 대한 책임이 따른다. 이러한 절차는 지속가능한 발전의 관점에서 일정수준 기준의 유지를 어렵게 할 수 있다는 점에서 일부 정부는 이 기준에 덜 엄격하다.

CDM Gold 기준을 따르는 사업들은 다음 세 가지

과정을 수행해야 한다. 첫 번째로 재생에너지 및 최종 에너지 효율개선사업에 한정(태양에너지, 바이오매스, 바람, 지열, 소수력, 바이오가스)하여 사업 종류를 조사하고, 두 번째로 추가성 및 베이스라인 조사를 통하여 다른 환경·경제·사회적 영향과 관련된 비용 및 이익을 파악하고, 마지막으로 이행 이전에 지역 이해당사자와의 협의한 지속가능한 발전 조사와 같은 세 가지 과정을 수행한다.

기후, 지역사회와 생물다양성 규제 기준은 토지이용, 토지이용변화, 임업(LULUCF)사업에 대해서 Gold 규정과 동등한 규정을 개발했다. 목적은 생물다양성과 지역사회 이익을 증진하는 LULUCF 사업 개발을 장려

하는 것이다. 이 규정은 지난 2년 동안 개발되었고 4개 대륙에서 시행되었다. 사업은 기후, 생물다양성, 사회경제적 발전에 있어서 순이익을 입증하기 위해서 15개 기준을 만족시켜야한다. 독립적인 감시자가 이 사업을 평가하고 사업의 질에 따라서 Silver 또는 Gold 등급을 매긴다.

탄소 저감으로 흡수원 사업의 신뢰도에 대해서는 논란의 여지가 존재한다. 그 결과 CDM 시장에서 임업의 비율은 지난 몇년동안 급격하게 줄어들었다. 흡수원의 장점으로서는 대기중으로 배출되는 인위적인 배출량의 20% ~ 25%는 토지이용변화로 인한 것이기 때문에 기후변화완화에 토지 이용 및 삼림파괴가 포함되어야 하

〈표 3〉 자발적 탄소 상쇄시장의 공급자와 사업형태 및 검증증 기관

상쇄 제공자	가격 (\$/Mt CO ₂)	비영리	사업 형태	사업	상쇄형태	검인증
USA	\$3.96a – \$25.00	No	Methane	No	Car, Home	Environmental Resources Trust
USA	\$4.30b – 5.50	Yes	Renewables, Efficiency, Reforestation	Yes	차, 가정, 개인, 행사 사업	Environmental Resources Trust, Climate Community and Biodiversity Standards, Chicago Climate Exchange, UNFCCC JI
USA	\$5.00	No	Renewables, Reforestation	No	Home, Car, Air	Chicago Climate Exchange, Environmental Resources Trust
USA	\$5.62 – \$6.25	No	Projects from CCX	No	차, 가정, 개인	Chicago Climate Exchange
USA	\$6.93 & up	Yes	Efficiency	No	Car	Chicago Climate Exchange
Ireland	\$8.00	No	Renewables	No	Car, Air, Events	SES
USA	\$10.91	No	Renewables, Methane	No	Car, Home, Air, Events, Business	Chicago Climate Exchange, Center for Resource Solutions

자료: Ecosystem Marketplace, Offsetting Emissions: A Business Brief on the Voluntary Carbon Market, 2006.12

〈표 3〉 계속

상쇄 제공자	가격 (\$/Mt CO ₂)	비영리	사업 형태	사업	상쇄형태	검인증
UK	\$12.64(USA) \$0.50(UKV ATincl.)	No	Renewables, Efficiency, Reforestation, Methane	Yes	Car, Air, Events, Business, Deliveries, +기타	CDM Gold Standard, Edinburgh Centre for Carbon Management, Independent Advisory Committee, UNFCCC JI, PricewaterhouseCoopers
USA	\$15.00	No	Methane, Efficiency, Renewables, Carbon, Sequestration	No	Car, Air, Sea, Events, 운동	Chicago Climate Exchange
영국 호주	\$15.00– \$18.0	No	Renewables, Efficiency	No	Air, Car, Home, Business	CDM Gold Standard
US, Swit- zerland	\$15.25	Yes	Renewables	No	Air, Car, Home, Hotel	See Myclimate
Austral- ia	\$16.00– \$19.00	No	Renewables	No	Home, Car, Air, Business	Office of the Renewable Energy Regulator, NSW Government, Ernst & Young.
Austral- ia	\$19.45	No	Efficiency	No	Air, Car, Home, Business	Greenhouse Gas Abatement Scheme Project
Switzer- land	\$33.00– \$99.00	Yes	Renewables	Yes	Air, Events, Business	Designated Operational Entity
UK	\$6.90– \$33.52	No	Renewables, Methane	No	Home, Air, Car, Business	CDM
UK	\$7.95– \$35.60	No	Various, depending on CDM offset project	No	Car, Air, Motorbike Home, Commute, Business	CDM
UK	\$0.00– \$39.67	Yes	Renewables, Efficiency	No	n/a	CDM

자료: Ecosystem Marketplace, Offsetting Emissions: A Business Brief on the Voluntary Carbon Market, 2006.12

며, 임업은 또한 추가적인 생물다양성 보존과 같은 사회경제적, 환경적인 이익을 가져올 수 있다. 이와 같은 흡수원의 장점을 바탕으로 한 LULUCF 사업은 특히 아프리카의 매우 가난한 사람들이 탄소 시장을 평가하기 위한 유일한 수단을 제공하고 있다. 일부 공급자들과 구매자들은 바이오에너지 사업으로부터 나오는 저감량을 배출량으로 받아들인다. “Climate Care와 Future Forests”와 같은 소매사들은 토지이용변화와 화석연료에너지의 기후변화 기여를 반영해서 20~25%의 토지이용사업과 75~80%의 에너지사업으로 구성된 포트폴리오 구축을 목표로 하고 있다. 이 포트폴리오 접근방식은 일부 사업의 탄소 이익이 완전히 달성될 수 없다는 위험을 줄일 수 있다.

자체 개발기준VCS은 대다수의 소매 공급자들이 CDM이나 Gold 규정지침을 따르기 보다는 자체 개발 기준과 확인절차를 채택하고 있다. 자체 개발기준은 구축된 규정보다 다소 약하거나 심지어는 훨씬 엄격하기 때문에 판단하기 어려우며 평가를 수행해야 하며 감사는 제 3자에 의해서 혹은 내부적으로 수행된다. 중요한 것은 독립된 제 3자의 사업 감사에 대한 투명성을 보장하는 것이다.

라벨링제도는 자발적인 탄소 저감 프로그램을 홍보하기 원하는 기업들을 위한 제도를 구축했다. 기업 협정으로 생성된 독립된 NGO인 기후중립네트워크(Climate Neutral Network)는 Climate Cool™ 인증을 만들었으며 모든 기업이나 개별제품 및 서비스는 배출량을 내부적으로 저감해 이를 상쇄함으로써 라벨을 획득하게 된다. 영국의 소매자인 Future Forests (FF)는 CarbonNeutral™이라는 상표를 취득했고 CarbonNeutral™으로 선언하기 위해 충족시켜야 하는 규정으로 구성된 프로토콜을 개발했다. 이 프로토콜에

의하면 기업들의 초기 배출량 평가는 세계자원연구소 및 세계 지속가능발전발전위원회의 탄소계산 프로토콜이나 영국 정부의 지침서에 따라 수행되어야 하며, 기업이 투자하기로 선택한 저감 사업은 특정 지침을 충족시켜야 한다. 프로토콜의 확인은 SGS(Societe Generate de Surveillance)가 자체적으로 수행한다. ‘carbon neutral’이라는 상표는 산업 분야의 다른 기업들의 항의를 불러오기도 하였다.

탄소시장을 구성하는 것에는 거래소, 소매업자, 브로커, 구매자 등이 있다. 탄소 저감을 위한 소매시장은 세계적으로 20 ~ 40여개의 제공자가 있는 것으로 추정되며, 이들 대부분은 유럽과 미국, 호주에 기반을 두고 있다. 소매업자들은 개인, 사업체, 정부 부처와 도시, 국제적인 이벤트를 포함한 광범위한 시장들을 목표로 하고 있다. 몇몇 소매업자들은 영리를 목적으로 하지만 비영리 기구인 경우도 있다. 이들의 웹사이트는 항공부문에서의 저감을 가장 유명한 마케팅 도구로 보고 있다. 일반적으로 개인은 항공, 자동차 운전 등에서 배출되는 배출량 및 연간 총 배출량을 계산할 수 있는 탄소 계산기를 보유하고 있다. 따라서 개인에게 구매 대가로 인증서를 받을 수 있다. 사업체들은 종종 일종의 라벨링 제도나 로고를 이용하여 소매자들로부터 저감분을 구매했음을 인증하는 제도도 갖고 있다. 일부 소매업자들은 탄소중립 홍보전략을 포함한 사업체를 위한 탄소 관리 서비스를 제공하고 있다. 그러나 소매시장의 문제는 VER 확보를 위하여 소비되는 마케팅과 행정비용의 수익 비율이다. 특정 소매자는 사업에 25% 수익만을 소비하지만, 마케팅 및 홍보에 25 ~ 30%를 소비하는 곳도 있다. 예를 들어 독일의 일부 비영리 소매업자들은 법적으로 이익의 70%를 사업에 투자해야 하며 행정비용에 30%만 소비하게 된다.

온실가스 거래 서비스를 기업에 제공하는 탄소 중개인들은 CDM과 JI사업을 위해서 구매자와 판매자를 연결시키며, 고객들에게 탄소저감 전략 컨설팅서비스를 제공하고 있다. 중개인들의 수수료는 일반적으로 7.5% 수준이다. 중개인들은 Trexler Climate and Energy Services, Natsource, 환경안보, CO₂e 등이 포함된다. 탄소 저감분의 구매자들은 기업체, 비정부기구, 정부기관, 개인들로 분류할 수 있다.

Annex I 국가들의 대기업들이나 EU ETS에 참여하고 있는 기업들은 기후변화 대응을 위해 CER이나 ERU를 구매하고자 한다.

Swiss Re는 세계 제일의 재보험 기업으로 자발적으로 탄소 배출량을 15% 저감을 선언하였으며 세계은행의 지역사회개발탄소기금의 투자를 통해 온실가스 중립이 되기 위한 10년 동안의 노력을 선언했다. 이를 통하여 연간 최소 37,000 tCO₂e 상쇄시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다. Munich Re와 같은 재보험기업들은 탄소 발자국 저감을 위한 정책을 홍보하고 있지만, 상쇄분을 구매하거나 기업의 자발적인 감축목표를 설정하지 않았다.

2004년 12월, HSBC는 탄소중립을 표방한 최초의 은행이다. HSBC는 에너지 효율개선, 녹색 에너지, 탄소상쇄의 세 가지 접근방식이다. 약 700,000 톤의 CO₂를 상쇄시키는데 대략 \$7,000,000를 투자할 것으로 예상하고 있다. 탄소 저감분은 기업 브랜드 강화나 로열티를 위한 마케팅 도구로 이용되고 있다. 일부 기업은 상쇄분에 대해 자체적으로 지불하는 것을 선택하는 반면 다른 기업들은 소비자에게 전가한다.

BP는 1998년에서 2001년 동안 20%의 에너지를 저감한 혁신적인 내부 탄소배출권을 거래했다. BP는 남은 탄소배출권을 상쇄시키지 않지만 호주에서 BP국제

선택 제도를 개발했다. 이 제도는 소비자들이 자동차 연료 이용에 대한 상쇄분을 구매하는 것을 가능하게 한다. CO₂e 톤당 부가되는 가격은 약A\$ 5 ~ 6 (US\$3.75 ~ 4.50) 수준이다. 혼다 또한 판매되는 차량의 3달 동안의 배출량을 상쇄하기 위한 계획을 발표했다.

Interface Carpets 사는 'Cool Carpet'을 홍보한다. 고객들은 카펫의 총주기에 해당하는 탄소 상쇄분 구매를 선택할 수 있다. 영국의 Cooperative Bank는 매년 모든 소비자 가정의 저당에 대해 1톤의 탄소를 상쇄하고 소비자들에게 비용부담이 없는 '탄소 의식' 자동차 대출상품을 제공하고 있는데 2004년에 Climate Care를 통해서 42,980톤의 탄소를 중립화하기 위해서 £225,000를 지불했다.

여행 산업계에서 유명한 영국 여행대행사인 Key Travel은 온라인 탄소 계산기를 개발했다. 이 탄소 계산기는 현재 예약과 과거 항공에서 배출된 이산화탄소량을 추정하며 개인이나 단체가 그들의 과거 항공부문의 배출량을 계산하도록 도와준다. 국제항공에서의 배출량은 현재 교토의정서에서 다루어지고 있지 않다. 통계에 따르면 항공부문이 연간 3%씩 점진적으로 증가하고 영국이 2050년까지 배출량 삭감 60%를 달성한다면, 영국에서 이륙하는 항공 배출량은 영국의 연간 총 배출량과 같은 것으로 예상하여 영국 정부는 상쇄 프로젝트를 위한 투자 기금을 마련하기 위해 항공 산업계와 협력을 시도해오고 있다.

정부의 참여도 있다. 영국의 환경식품농촌부(DEFRA)와 외무행정부(FCO)와 국제개발부(DFID)는 항공마일리지를 'earth 마일리지'로 교환하는 제도를 고려하고 있으며 항공사들은 국제개발부에서의 운항 수익 중 일정부분을 개발도상국에서의 저감 사업에 투자할 것이다. 환경식품농촌부가 항공기 이용에 190만

프랑을 소비하고 있으며 마일리지 자료는 비용의 약 85%에 해당한다. CO₂ 배출량은 2,000~3,000톤으로 이것은 높은 고도에서 연소되는 탄소의 추가적인 강제 복사력 효과를 고려하면 8,000 톤의 CO₂에 해당하는 것이다. 환경식품농촌부는 대략 £5/tCO₂e를 지불할 것으로 기대하고 있다.

영국여행업자협회는 Climate Care를 통해서 카이로에서 매년 개최되는 산업계 회의에 그들의 1,500명의 대표단을 파견하면서 발생하는 배출량을 상쇄하는 것에 기여했다. 요하네스버그에서 개최된 지구정상회의는 Future Forests를 통해서 대표단들이 참여로 이루어지는 자발적인 탄소기금을 설립했다. 심지어 Australian Grand Prix는 배출하는 200톤의 CO₂를 상쇄하기 위해 올해 GreenFleet를 통해서 750그루의 나무를 심는데 동의했다.

팝 밴드와 락스타들 또한 탄소중립성에 참여하고 있다. 2003년 롤링 스톤즈는 Future Forests를 통해서 스코트랜드의 두 개의 임업 프로젝트에 돈을 기부함으로써 그들의 국제적인 투어를 탄소 중립적으로 만들었다. ECCM은 이 투어가 160,000장의 티켓을 판매함에 따라 2,080 톤의 이산화탄소가 배출될 것으로 계산했다. 이는 티켓 한 장당 20센트부담하여 28,000 그루의 나무를 심는 것으로 해석될 수 있다. 핑크 플로이드, 콜드플레이, 레오나르도 디카프리오와 브래드 피트와 같은 명사들과 밴드들이 이 사례를 따르고 있다.

4. 결론

탄소중립에 대한 프로그램은 뉴질랜드, 아이슬랜드, 노르웨이, 코스타리카 등 4개국이 세계 최초로 국가 탄

소중립에 도전하고 있다. 우리나라에서도 산림청과 지방자치단체가 중심이 되어 올해부터 '탄소중립 프로그램'을 실시할 예정이다. 전라남도는 지난 3월 20일 서남해안 관광레저도시와 무안기업도시를 탄소 제로 도시로 만들기 위한 선언을 한 바 있다. 앞으로 이와 같은 탄소중립 프로그램은 다양하게 진행될 것으로 보인다. 일본의 경우, '탄소포인트제도'라는 것을 통하여 시민들의 자발적인 참여를 유도하고 있다. 전국적으로 일본에서는 시행되는 프로그램도 있고, 지방자치단체에서 시행하는 프로그램도 있다. 한국도 이제는 탄소중립 프로그램을 통하여 저탄소사회를 향한 첫걸음을 해야 한다고 본다.

탄소중립프로그램의 핵심은 모니터링, 검인증체제라고 할 수 있다. 지금까지 위에서 말하였듯이 세계에는 자발적 탄소시장을 형성하면서 나가고 있는데, 이 자발적 프로그램 시장은 향후에 더욱 그 시장의 규모를 증가시킬 것이다. 자발적 탄소시장에서도 핵심은 모니터링, 검인증체제이다.

한국은 포스트 교토체제에 가장 많은 요구를 받을 것이 틀림없다. 기업체는 나름대로의 이산화탄소를 포함한 온실가스를 줄이려는 노력을 경주해야 한다. 동시에 탄소중립 프로그램과 같은 자발적 프로그램을 통하여 시민들의 참여를 유도하면서 기업의 이미지를 제고할 전략도 필요하다. 이런 점에서 볼 때 탄소중립 프로그램은 매우 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

다양한 사업의 발굴을 하면서 철저한 모니터링과 검인증을 한다면, 우리에게도 많은 탄소프로그램이 발생할 수 있을 것이다. 기업의 참여 뿐 만 아니라, 여론주도층 예컨대, 연예인, 정치적 지도자, NGO단체 등의 참여가 반드시 필요하다.

시민들은 가정에서 쉽게 할 수 있는 것을 찾아낸 후

이것을 탄소중립 프로그램과 연결시킬 수도 있다. 이러한 모든 노력들이 축적될 때, 한국의 사회는 자연스럽게 저탄소사회로 진입할 것이다. 한국이 꿈꾸는 미래사회는 탄소중립을 넘어서 탄소저감의 사회로 나아가는 것이다. 탄소중립 프로그램은 단지 그러한 사회로 나아가는 것에 하나의 디딤돌이 된다는 것을 명심해야 한다.

〈 참고문헌 〉

- 김정인, 기후재난에 따른 탄소 금융과 보험, www.gihoo.co.kr, 2007.
- 김정인, “지속가능 보험과 금융,” 2005.
- 김정인, “기후변화로 인한 기상 재난과 기후 재난보험 도입 정책 방안,” 환경 정책학회 정기 학술 대회, 2007.
- 김정인, 김하나 외, “Post-Kyoto(2012이후) 기후변화 협상 대응전략 연구”, 2007
- 에너지경제연구원, “자발적 탄소시장의 현황 및 주요 이해관계자의 역할”, 2008
- WWF, 2007. Buyer Beware? WWF's response to the relase of the Voluntary Carbon Standard, WWF
- Mark Kenber, 2007. Raising the bar, Environmental Finance
- FERN, 2007. The Environment audit committee inquiry into the Voluntary Carbon market, FERN.
- House of Commons Commons Environmental Audit Committee, The Voluntary Carbon Offset Market, 2007
- Jonathan A. Patz, Holly K. Gibbs, Jonathan A. Foley, Jamesine V. Rogers, Kirk R. Smith, “Climate Change and Global Health: Quantifying a Growing Ethical Crisis,” Ecohealth, Vol. 4, 2007.11.30
- Kenny Tang, Andrew Dlugolecki, 2007. A Changing Climate for the Finance and Insurance Sector, The finance of climate change
- Swiss Re, 2007. Constrained World- Insurance as a Facilitator of Emissions Reductions, IEA
- Dan R. Anderson, 2007. Sustainability Risk Management as a Critical Component of Enterprise Risk Management: Global Warming - Climate Change Risks, The Geneva Association
- Ecosystem Marketplace, 2007. State of the Voluntary Carbon Marketplace
- Evan mills, 2007. Responding to climate change - the insurance industry perspective, Lawrence Berkeley National Laboratory
- Sharyn Kierce, 2007. Economic costs of natural disasters in Australia, Bureau of Transport Economics
- IGES, 2007. Asian Aspirations for Climate Regime Beyond 2012, IGES
- David Hofman, Patricia Brukoff, 2007. Insuring Public Finance Against Natural Disaster - A

Survey of Options and Recent Initiatives,
IMK

Aniello Amendola, Norio Okada, Peijun Shi,
2007. Disaster risk management: Pro-
active financing to reduce vulnerability,
Environmental Hazards

Koko Warner, Laurens M. Bouwer, Walter
Ammann, 2007. Financial services and dis-
aster risk finance: Example from the com-
munity level, Environmental Hazards

Swiss Confederation, 2007. Global Solidarity in
Financing Adaptation, Federal Department
of the Environment, Transport, Energy and
Communications DETED

IEA 지표분석을 통한 에너지이용 및 효율 추세

오 상 면 에너지경제연구원 초빙연구원

박 명 지 에너지경제연구원 위촉연구원

1. 서론

대다수 국가들이 에너지자원 이용 효율향상의 필요성을 절감하고 있으며, 에너지효율 향상이 에너지안보 확보 및 탄소배출 저감을 위해 가장 경제적이며 즉각 시행할 수 있는 방안이라는데 동의한다. IEA는 에너지 효율향상 정책을 효과적으로 수립하고 평가하기 위해 올바른 에너지 이용, 효율관련 추세, 탄소배출과 관련한 다양한 지표를 개발하기 위해 노력해 왔다.

IEA 지표 작업의 주요 목표는 최종사용자 및 발전 부문에서의 에너지효율 향상이 에너지 사용 및 CO₂ 배출 추세에 어떤 영향을 주는지에 대한 통합 분석이다. IEA가 최근 발표한 보고서 'Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency(2008)'는 에너지소비, 효율향상 및 CO₂ 배출을 측정하는 지표개발 작업에 대한 대강의 개요를 담고 있다. 본고에서는 상기 IEA 보고서의 발췌 요약내용을 중심으로 에너지수요를 증가시키거나 억제하는 요인을 규명, 국가 간 에너지집약도가 다르게 나타나는 이유를 설명하고 에너지소비를 줄이기 위한 효율향상 기술을 효과적으로 확산시킬 수 있

는 방안들을 제시하고자 한다.

2. 산업부문 에너지이용 및 효율

가. 세계적 추세

세계 산업부문의 2005년 에너지 소비량은 116EJ로 집계되었으며, 여기에는 코크스 제조로와 용광로, 증기 분해반응탑에서 소비된 에너지와 합성유기제품 생산에 사용된 공급연료가 포함된다. 산업부문의 CO₂ 배출량은 전력사용에 의한 간접적 탄소배출을 포함하며, 이는 9.9 CO₂ Gt에 달하였다. 산업부문 세계 에너지 소비량은 중국을 비롯한 비OECD 국가들의 에너지소비 증가에 따라 1990년 이후 21% 증가하였다. 반면 IEA 21개 회원국의 1990~2005년간 산출량이 39% 증가했음에도 산업부문 에너지소비는 5% 증가에 그쳤다. 이는 에너지효율 향상으로 대다수 국가의 에너지소비 증가세가 둔화된 결과이며(그림 1), 효율 향상을 통한 에너지 절약 효과를 감안하지 않을 경우 IEA 21개국의 에너지

소비는 2005년 실제 소비량 보다 21% 높았을 것으로 추정된다. 2005년 한 해 절약된 에너지량은 7.3EJ였으며, 이는 520Mt의 CO₂ 배출을 감축한 것과 동일한 수준이다.

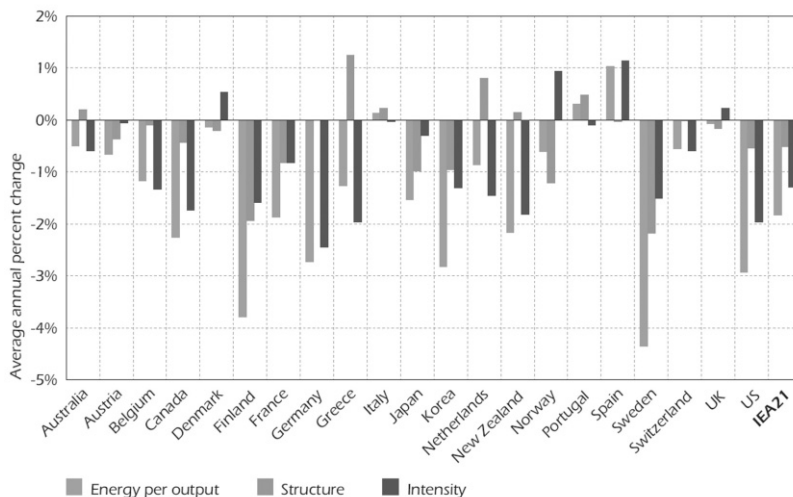
한편 일부 국가에서는 상기 추세와 다소 다른 패턴을 보였는데, 핀란드 및 노르웨이, 스웨덴에서는 구조적 변화가 에너지소비 증가를 억제하는 주요인이다. 핀란드와 스웨덴의 경우 이러한 효과는 구조적 요인 조정 후 집약도(structure-adjusted intensity)의 급격한 감소로 인해 증대되었으며, 반면 노르웨이에서는 상기 구조적 요인 조정 후 집약도가 증가하였으나 산업에 에너지집약도가 낮은 구조로 전환되어서 총 에너지집약도가 감소한 것으로 파악된다. 덴마크 및 스페인에서도 구조적 요인 조정 후 집약도가 증가하였는데, 이는 덴마크의 경우 식음료 및 비금속광물부문의 에너지집약

도가 증가하였고 스페인에서는 화학산업 하위부문의 에너지집약도가 증가한데 따른 것이었다.

나. 세부지표

산업부문에서는 철강, 시멘트, 펄프 및 제지, 화학 및 석유화학, 알루미늄의 5개 하위부문을 대상으로 세부지표(disaggregate indicators)가 고안되었다. 동지표들은 기간별 에너지효율 향상 패턴을 구체화하고, 최상의 기술(Best Available Technology, BAT) 및 성공사례(Best Practice Technology, BPT) 적용을 통한 부문별 에너지소비 저감 잠재량을 산출하는데 이용되었다. 이 결과, 세계 기준에 부합하는 기술의 채용으로 연간 25EJ~37EJ의 에너지(1차 에너지 기준)를 절약할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 현재 산업부문

[그림 1] 산업부문 에너지집약도 변화



Source: IEA indicators database.

에너지사용량의 18%~26%를 감축할 수 있는 수준으로, 이를 통한 CO₂ 저감 잠재량은 1.9 CO₂ Gt ~ 3.2 CO₂ Gt이다.

1) 철강

철강산업은 최대의 CO₂ 배출 산업이자 2번째로 에너지소비가 높은 산업으로, 2005년 철강산업의 에너지 소비량은 23EJ에 달했다. 주요 철강 생산국은 중국, 일본, 미국, 러시아로 이들 4개국의 철강생산량은 세계 총생산의 57%에 이른다.

강철(steel)생산 공정은 제품구성 및 이용 가능한 원자재, 에너지 공급, 투자자본에 따라 다양한 형태로 생산되고 있다. 강철제조 3가지 주요 공정경로는 다음과 같다:

- blast furnace(BF)/ basic oxygen furnace(BOF) 방법 (70 ~100%의 철광석과 철 대신 고철 사용)
- scrap/electric arc furnace(EAF) 방법(철 대신 고철 사용)
- direct reduced iron(DRI)/EAF 경로(철광석 및 고철 사용)

scrap/EAF 경로는 BF/BOF 경로보다 에너지집약도가 훨씬 낮는데, 이는 철 사전처리 및 코크스제조, 철제조 과정이 불필요하기 때문이다. 일부 국가들은 BF/BOF 과정에서 scrap/EAF 과정으로 전환함으로써 상당량의 에너지를 절약할 수 있으나, 고철 사용량이 철강의 양을 결정하므로 scrap/EAF 방법을 통해 생산될 수 있는 철강 산출량은 제한되어 있다.

조강(crude steel) 1톤당 소비되는 에너지량의 비교는 생산과정이 매우 상이하기 때문에 한계가 있다. 최소한 BF/BOF와 scrap/EAF, DRI 공정은 구분되어 다

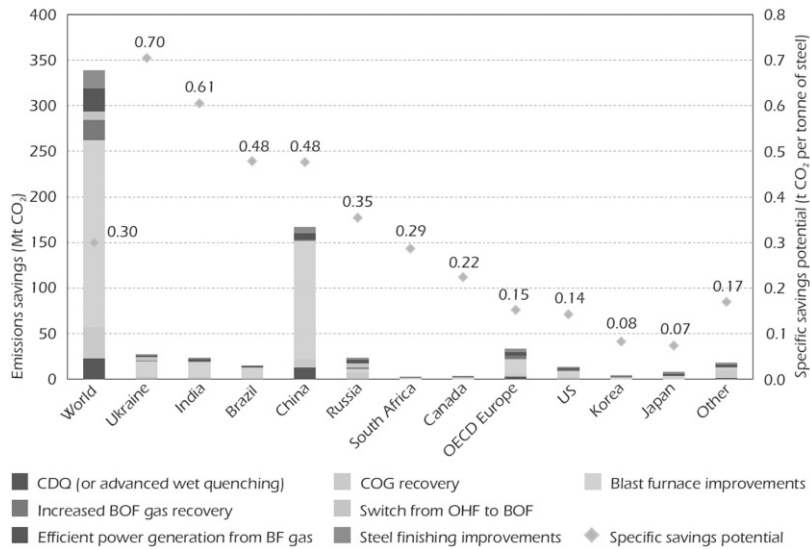
루어질 필요가 있는데, 이는 국가 간 혹은 심지어 개별 공장 간에도 1차 철강 생산의 에너지효율이 현저히 상이하게 나타나기 때문이다. 이러한 차이는 규모의 경제, 폐에너지 활용 수준, 철광석의 품질, 기술력, 품질관리 등의 요인으로 설명될 수 있으며, 이 부분을 설명하는데 유용한 지표는 다음과 같다;

- 조강 1톤당 1차 및 최종 에너지소비(마무리 작업 포함)
- BF/BOF steel 생산 1톤당 1차 및 최종 에너지소비
- DRI 1톤당 최종 에너지소비(가스 및 석탄 공정 구분)
- EAF steel 1톤당 1차 및 최종 에너지소비(마무리 작업 제외)
- 조강 1톤 생산 시 직접적으로 배출되는 CO₂양

이처럼 세부지표들은 일관성 있는 기준에 따라 구축되어야 하며 다양한 산업 관행들도 고려해야 한다. 철강산업의 주요 관행으로는 iron ore pellets 교역, coke 및 scrap steel과 발전용도로 판매되는 고로가스 및 coke oven gas, cement clinker 대체제로 슬래그 사용 등이 있다.

에너지 관련 상세한 데이터가 부족하기 때문에 부족으로 세부지표를 구축하는데 어려움이 있으며, 특히 steel rolling 및 finishing과 관련해서는 지표개발을 위해 비교 가능한 통합(aggregate)자료 조차 존재하지 않는다. 그러나 상향식모형을 통한 추정치는 계산할 수 있으므로, 동 보고서는 BAT가 세계적으로 채용될 경우 감축할 수 있는 에너지 및 CO₂ 저감 잠재량을 추정하였다. [그림 2]는 기술적 잠재량을 국가별로 세분화하여 보여주고 있는데, 총 에너지소비 저감 잠재량은 약 4.5EJ이며 CO₂ 저감 잠재량은 340 CO₂ Mt이다. 중국의 탄소 감축 잠재량은 45%에 달하지만 이는 세계 총 생산에서 중국이 차지하는 비중이 높기 때문이며,

[그림 2] BAT기준 철강부문 CO₂감축 잠재량(2005년)



〈표 1〉 세계 시멘트 생산(2006년)

	Production Mt/yr	Production Share (%)	Cumulative Production Share (%)	Process Type			
				Dry (%)	Semi-dry (%)	Wet (%)	Vertical (%)
China	1 200	47.1	47.1	50	0	3	47
India	155	6.1	53.1	50	9	25	16
United States	100	3.9	57.0	82	0	18	0
Japan	70	2.7	59.8	100	0	0	0
Republic of Korea	55	2.2	61.9	93	0	7	0
Russia	55	2.1	64.1	12	3	78	7
Spain	54	2.1	66.2	92	4.5	3.5	0
Turkey	48	1.9	68.1	-	-	-	-
Italy	43	1.7	69.8	-	-	-	-
Mexico	41	1.6	71.4	67	9	23	1
Other	730	28.6	100.0	-	-	-	-
Total	2 550	100.0	100.0	-	-	-	-

Sources: United States Geological Survey, 2008a; Batelle, 2002; PCA, 2005; Price, 2006; JCA, 2006; CEMBUREAU, 2006; Siam Cement Industry Company Ltd, 2005.

철강생산 1단위당 에너지 감축 잠재량은 OECD 회원국이 그 외 국가보다 낮았다. 또한 대부분의 국가에서 고로(blast furnaces) 효율향상이 가장 중요한 효율 증가의 요인인 것으로 나타났다.

2) 시멘트

시멘트 산업은 3위의 에너지소비 산업으로 연간 8EJ의 에너지를 소비하고 있다. 중국의 2006년 시멘트 생산량이 전체의 47%를 차지하며, 기타 주요 시멘트 생산국으로는 인도 및 미국, 일본 등이 있다.

시멘트 생산 공정에는 2가지 기본 유형과 기타 소성로 유형이 있다. 시멘트 생산은 기본적으로 ‘습식’ 혹은 ‘건식’으로 이루어지는데, 건식 공정은 수분을 증발시킬 필요가 없기 때문에 에너지집약도가 훨씬 낮은 공정이다. 현재 최고의 기술로 꼽히는 건식회전소성로(dry-rotary kilns)는 연료 효율이 뛰어난 편으로, 클

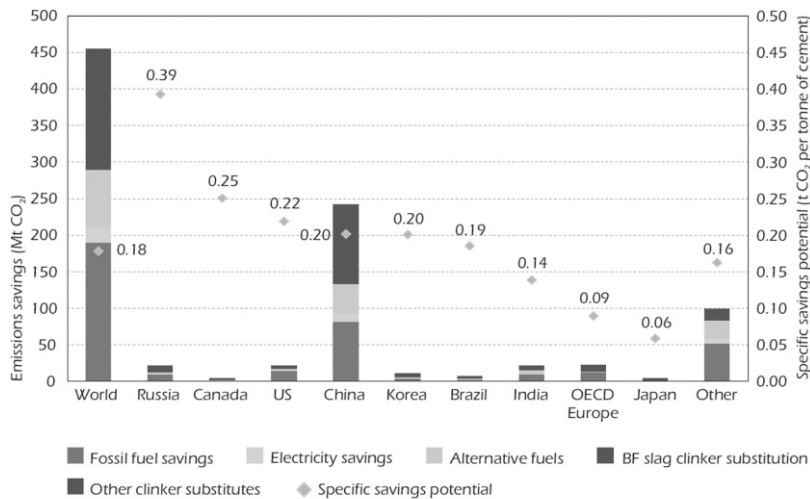
링커 1톤당 2.9~3.0GJ이 소요된다.

시멘트 생산 공정은 비교적 단순하여 지표분석에 적합한 것으로 평가된다. 다양한 지표를 이용하여 클링커 및 시멘트 생산을 수치화할 수 있으며, 다음 이 방식들이 포함된다.

- 클링커 1톤당 에너지소비(대체연료 포함)
- 시멘트 1톤당 전력 소비
- 시멘트 1톤 생산에 사용되는 총 1차 에너지
- 시멘트 1톤당 배출되는 CO₂(공정 및 에너지 관련)
- 클링커 생산에 사용된 대체 연료
- 클링커와 시멘트 비율
- 시멘트 1톤당 소비되는 에너지에서 배출되는 CO₂(전력포함)

에너지효율 관점에서 가장 중요한 지표는 클링커 1톤당 평균 에너지 소비량이다. 1990~2004년간 대부분 국가에서 클링커 생산 시 에너지집약도가 하락하였는

[그림 3] BAT 기반의 시멘트부문 CO₂감축 잠재량(2005년)



Source: IEA analysis.

데, 그 원인은 최신 기술 채용으로 노후 건식소성로의 대체율이 2배로 증가하였고 시멘트 생산 공정이 '습식' 유형에서 '건식' 유형으로 점차 전환되었기 때문이다.

현재 가장 효율적으로 클링커를 생산하는 국가는 일본이다. EU의 클링커 1톤당 평균 에너지 소비량은 3.6GJ이며, 중국 및 캐나다, 미국 모두 클링커 1톤당 4.2GJ~4.6GJ, 기타 국가들은 클링커 1톤당 3.2GJ~3.7GJ를 소비하고 있다.

또한 집약도를 나타내는 지표를 이용하여 BAT 도입으로 감축 가능한 에너지 및 CO₂ 배출량을 계산할 수 있다. 이 결과, 기술 도입을 통해 시멘트 제조부문에서 나타나는 에너지효율향상 잠재량은 약 2EJ이며, 감축 가능한 CO₂량은 210 CO₂ Mt이다. 클링커 대체 및 연료 대체가 포함될 경우 감축 잠재량은 450 CO₂ Mt으로 현저히 증가하게 되므로[그림 3], 동 부문에서는 연료 및 공급연료의 전환이 매우 중요하다고 할 수 있다.

시멘트부문에서 중국의 CO₂ 저감 잠재량은 동 부문 세계 잠재량의 50% 이상을 차지하는데, 이는 중국의 생산량이 많고 에너지효율은 낮기 때문이다. 시멘트 1톤당 탄소배출 감축 잠재량을 계산하면, 대부분의 국가들은 중국과 비슷한 수준의 잠재량을 보이며, 러시아의 잠재량은 더욱 크게 나타난다. 세계 평균 CO₂ 저감 잠재량은 시멘트 1톤당 0.18 CO₂ 톤이다.

3) 펄프 및 제지

펄프 및 제지산업의 에너지 소비량은 전체 산업에서 4위를 차지하며, 2005년 에너지 소비량은 6.4EJ를 기록하였다. 동 부문의 최종 에너지 소비량 중 약 2/3가량의 열생산으로 소비되며, 나머지 1/3은 전력사용으로 소비된다. 다른 산업과 달리 펄프 및 제지생산 과정

에서는 부산물로 에너지가 생산되기 때문에 생산과정에서 나오는 바이오매스를 이용하여 에너지 수요의 50%에 해당하는 에너지를 생산하고 있다. 바이오매스 사용 규모가 높아 펄프 및 제지산업의 탄소집약도가 높지 않음을 알 수 있으며, 이는 기타 에너지집약도가 높은 산업에 비해 현저히 낮은 수준이다. 펄프 및 제지산업의 에너지소비는 펄프생산 및 제지생산 공정에 따라 구분되며, 주요 공정은 화학 펄핑, 기계 펄핑, 제지 재생, 제지 생산 등이다.

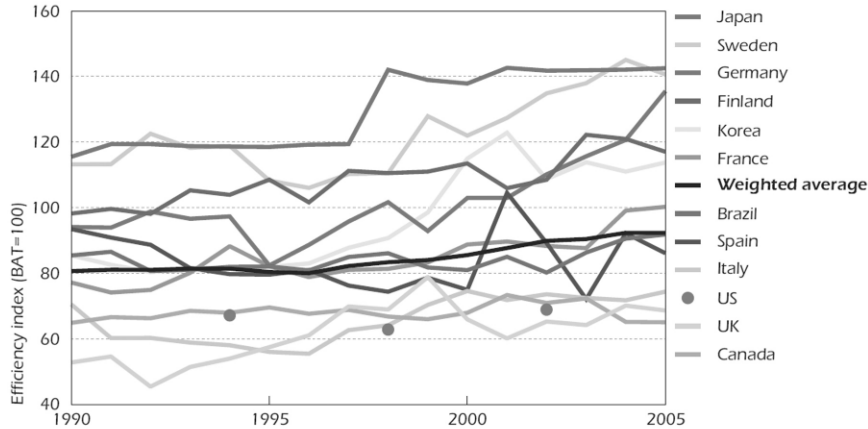
현재 미국, 중국, 일본, 독일의 제지 및 판지 생산량은 세계 총 생산량의 절반 이상을 차지하며, 화학 및 기계를 이용한 펄프생산은 미국, 캐나다, 브라질, 핀란드, 스웨덴 등 일부 국가에서만 이루어지고 있다. 재생 종이와 세계 총 섬유 공급의 절반가량을 차지하며, 여기에 폐종이 처리 과정에서 손실되는 양은 포함되지 않는다. 종이 및 판지 생산믹스의 절반가량은 포장 종이 및 판지이며, 30% 가량은 인쇄 및 필기용 종이, 나머지는 신문, 가정 및 위생용 종이와 차지하고 있다.

펄프 및 제지 부문의 에너지소비 및 CO₂ 배출 지표는 제품 분류별로 각각 개발되어야 하지만, 생산과 관련된 자료를 공개적으로 이용할 수 없기 때문에 여러 가지 통합 생산 지표만이 제시되어 왔다. 여기에는 펄프 및 제지 생산을 위해 각 국가에서 사용하는 실제 연료와 BAT 채용으로 발생하는 연료와 전력 간 관계를 보여주는 에너지 지표도 포함되어 있다. 예는 다음과 같다;

- 펄프 및 종이 생산에서 소비되는 열 vs BAT
- 펄프 및 종이 생산에서 소비되는 전력 vs BAT
- 펄프 수출 및 종이생산 1톤당 배출되는 CO₂의 양

한 국가의 에너지효율지표(Energy Efficiency

[그림 4] 펄프 및 제지 생산시 열소비 vs BAT



Sources: United States Energy Information Administration (EIA); IEA, 2007c; IEA, 2007d; IEA estimates.

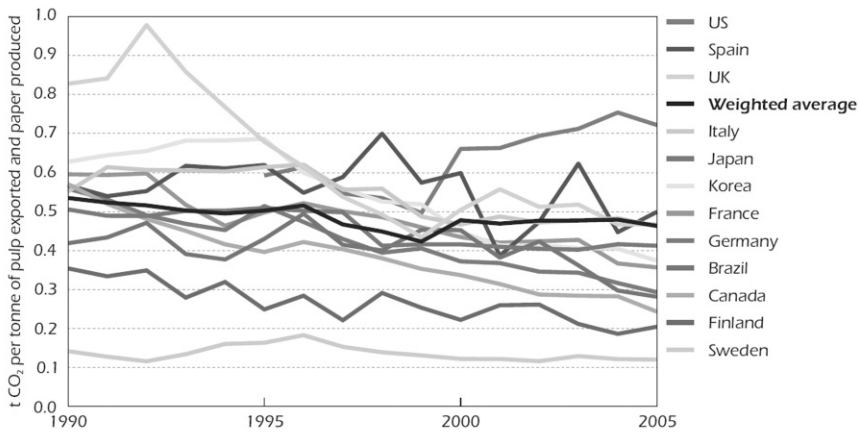
Index, EEI)는 제품생산에 사용된 에너지가 BAT 사용 수준과 같다고 가정할 경우 100과 동일한 수준이 된다. EEI가 100 이하이면 에너지소비가 BAT 수준 보다 높은 것이기 때문에, 이 경우에는 BAT 채택 시 에너지효율을 향상시킬 수 있는 여지가 있는 것으로 해석된다. EEI가 100 이하이면 BAT 수치가 지나치게 보수적이거나 제지공장의 통합 정도가 높다는 것을 의미하며, 혹은 국가별 생산 공정이 크게 다른데 따른 결과이기도 하다. 산업화된 국가에서 펄프 및 제지공장의 EEI는 100에 가까운 수치를 보이며, 반면 노후설비를 보유한 국가의 EEI는 낮게 나타나는 경향이 있다.

IEA 분석결과는 주요 국가에서 열소비와 관련한 에너지집약도가 향상될 수 있는 잠재력은 국가별로 상이함을 알 수 있었다(그림 4). 캐나다의 경우 35%, 일본의 경우 BAT 보다 높은 43%를 기록하였다. 전력의 경우, 잠재 효율 향상율은 영국 32%, 독일은 BAT 보다

3% 높아 다양하게 나타난다. 목재자원이 풍부하며 세계 최대 화학 펄프 생산국인 미국과 최대 기계 펄프 생산국인 캐나다의 경우 펄프 및 제지사업의 에너지집약도는 상당히 높은 편인데, 이는 펄프 및 제지 공장이 노후한 탓이다.

한편 국가별 바이오매스 사용량 추정을 위해 EEI 지수와 함께 CO₂ 지표가 개발되었다. [그림 5]은 제지 및 판지 생산, 펄프 수출 1톤당 발생하는 에너지 관련 CO₂ 배출량을 보여준다. 스웨덴 및 핀란드, 캐나다는 수력 발전 및 바이오매스 사용량이 높기 때문에 제품 1톤당 발생하는 탄소량이 가장 낮은 국가이며, 미국 및 스페인, 영국의 CO₂ 배출량은 화석연료에 대한 높은 의존도로 인해 높은 편으로 나타난다.

양질의 데이터 부족으로 펄프 및 제지 부문에서는 신뢰도가 높은 지표의 개발이 어려우며, 동 부문의 지표 분석 과정에서 국가별 데이터 호환성 및 일관성에 관한

[그림 5] 수출용 펄프 및 종이 생산 1톤당 CO₂ 배출량

Sources: IEA, 2007c; IEA, 2007d; IEA, 2007e; United Nations Food and Agriculture Organisation Statistics, 2008.

여러 가지 문제점이 제기되어 왔다. 바이오매스 이용에 관한 보고서 작성 방법도 국가별로 상이하며, IEA에 제출된 보고서를 살펴보면 일부 국가에서는 화학 펄프를 생산하고 있음에도 불구하고 바이오매스가 이용되지 않고 있는 것으로 나타나기도 하였다. 국가별로 펄프 및 제지 부문의 열병합발전 사용률이 높을수록 동 부문의 에너지 통계자료는 일관성이 없는 것으로 보인다.

동 부문의 지표는 통합 및 비통합 공장의 특성 및 생산 수준에 따른 추가적인 자료를 통해 개선될 필요가 있다. 열회수 시스템을 이용하면 펄프 및 제지산업의 에너지 효율을 한층 향상시킬 수 있을 것으로 보인다. 효율성이 높은 제지공장들은 대개 각 공정에서 발생하여 손실되는 열을 이용하는 열회수 시스템을 사용하고 있는 통합된 공장의 형태이다. 펄프공장만을 운영하게 되면 손실되는 열을 사용할 수 있는 잠재력이 낮아지며 에너지집약도 역시 높아져 효율성이 떨어지는 것으로 나타났다.

4) 화학 및 석유화학

화학 및 석유화학 부문은 최대 에너지소비 산업으로, 2005년 에너지 소비량은 34EJ에 달한다. 화학산업에는 유기 및 비유기 물질 간 발생하는 화학반응에 의한 벌크 혹은 특정 합성물질 생산시설이 포함되며, 석유화학 산업에는 석유 및 천연가스를 연료로 이용하여 생산되는 합성유기제품 생산 시설이 포함된다.

화학 및 석유화학 산업에서 생산되는 제품의 종류와 생산량이 매우 다양하며, 소비되는 총 에너지의 절반 이상이 공급연료로 소비되고 있다. 석유 및 천연가스 연료에서 발생하는 탄소는 플라스틱, 용매제, 요소, 메탄올과 같은 최종 제품에 고정(locked-in)되어 있다. 공급연료로 사용되는 에너지는 에너지효율 조치를 통해 감축할 수는 없으나, 고정된 에너지의 일부는 폐기 제품이 소각될 때 재생될 수 있다.

화학 및 석유화학 부문의 에너지지표는 다른 부문과

는 다소 상이한데, 이는 고정된 공급연료의 에너지 및 탄소 때문이다. 이상적으로는, 동 지표들이 공정별, 제품별로 개발되어야 하지만 에너지 및 탄소배출에 대한 데이터 부족으로 개별적인 지표 개발이 불가능하다. 그럼에도 동 산업부문 에너지소비의 95%를 차지하는 42개 주요 제품을 기반으로 에너지 및 CO₂에 대한 통합적인 제품지표가 개발되었으며, 다음과 같다:

- 총 에너지소비(전력 제외) vs. BPT;
- 총 에너지소비(전력 포함) vs. BPT;
- 총 CO₂ 배출 vs. BPT.

화학 및 석유화학 부문의 특성을 고려할 때, 현재 사

용 중인 효율 지표는 국가간 비교에 적절하지 않지만, 시기별 산업의 변화를 모니터링 할 경우 에너지 효율 지수에 대한 유용한 정보를 제공해주기도 한다. 42개 제품에 대한 BPT 에너지사용량은 24EJ(전력 제외) 및 26EJ(전력 포함)로 나타나며, 실제 에너지 사용량 30EJ(전력 제외), 33EJ(전력 포함)로 나타난다. BPT 수치는 동 산업 부문 총 에너지소비의 95%를 커버하고 있으며, 약간의 조정을 거친 후 측정된 동 산업의 총 BPT는 25EJ~27EJ 범위로 나타났다. 만약 에너지소비를 BPT 기반으로 측정할 경우 에너지 절약 잠재량은 5EJ~6EJ이 되며, 이는 현 에너지 소비량 보다 18~22% 감소된 수준이다.

나프타 채취 및 촉매분해크래킹(fluid catalytic

〈표 2〉 세계 화학 및 석유화학 산업에 대한 국가별 지표

	Energy Use (Incl. Electricity)				Energy Use (Excl. Electricity)			
	Reported Energy Use EJ	BPT Energy Use EJ	EEl	Improvement Potential	Reported Energy Use EJ	BPT Energy Use EJ	EEl	Improvement Potential
United States	7.8	5.2	0.67	33%	6.9	4.6	0.67	33%
Saudi Arabia	1.2	0.9	0.75	25%	1.2	0.9	0.75	25%
Taiwan	0.9	0.7	0.75	25%	0.7	0.6	0.76	25%
Netherlands	0.7	0.5	0.78	22%	0.6	0.5	0.78	22%
Brazil	0.7	0.5	0.79	21%	0.6	0.5	0.8	20%
India	1.1	0.9	0.82	18%	1.1	0.9	0.82	18%
China	4.4	3.7	0.84	16%	3.6	3.1	0.86	14%
France	0.7	0.6	0.86	14%	0.6	0.6	0.87	14%
Japan	2.2	1.9	0.86	14%	2	1.7	0.87	13%
Germany	1.3	1.1	0.87	14%	1.1	1	0.88	12%
Italy	0.5	0.4	0.86	14%	0.4	0.3	0.88	12%
Republic of Korea	1.5	1.3	0.88	12%	1.4	1.2	0.89	11%
Canada	0.9	0.8	0.92	8%	0.8	0.7	0.94	6%
United Kingdom	0.5	0.5	0.93	7%	0.5	0.4	0.96	4%
Total	33.4	26.1	0.78	22%	30.0	23.6	0.79	21%

Sources: IEA, 2007c; IEA, 2007d; SRI consulting; Ministry of Energy, Trade and Industry Japan; IEA analysis.

cracking) 과정에서 생성되는 고부가가치 화학제품은 주로 정제시설에서 생산되기 때문에 IEA 에너지 통계에 일관성을 저해하는 요인이 된다. 정제시설에서 생산되는 석유화학 제품생산에 소비되는 에너지가 에너지 밸런스 통계에서 화학 및 석유화학 카테고리가 아닌 전환부분으로 책정되기 때문이다. 최근까지 공급연료 에너지소비는 IEA 통계에서 세부부분의 총 에너지소비로 집계되었으나, 현재는 제외되어 있다. 따라서 한 국가가 에너지 및 공급연료 사용량은 보고할 때 야기될 수 있는 몇 가지 문제점 때문에, 동 분석에서는 에너지 및 공급연료량을 통합하여 이용하였다.

5) 알루미늄

비철금속 부문에서 사용되는 에너지의 절반 이상이 1차 알루미늄 생산에서 소비되고 있다. 특히 전력 소비가 높게 나타나는데, 이는 세계 전력 소비의 3.5%를 차

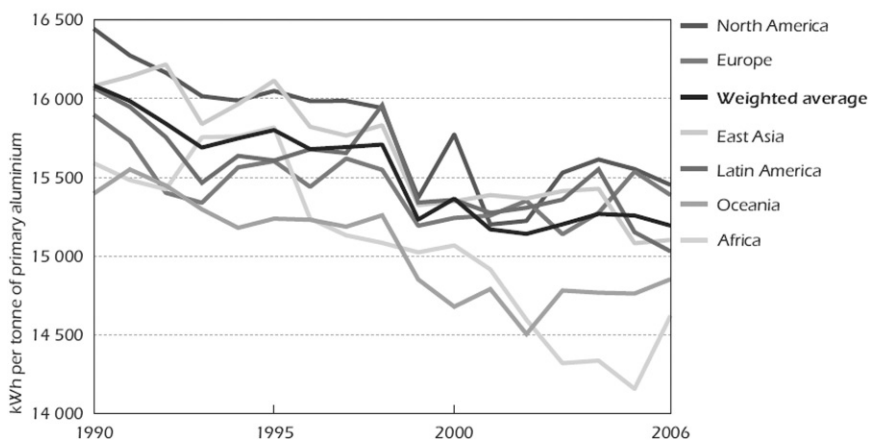
지한다(알루미늄 제련에 이용되는 전력 1.9EJ 포함).

알루미늄 생산은 1차 알루미늄 생산과 재활용 작업으로 구분될 수 있는데, 1차 생산의 에너지집약도는 재활용 부문의 20배에 달한다. 1차 알루미늄은 보크사이트 채굴, 알루미나 정제, 알루미늄 제련 작업의 3가지 작업을 통해 생산되며, 원칙적으로는 각 작업별 에너지 효율 및 CO₂ 지표를 개발할 수 있다.

알루미나 정제시설에서 소비되는 에너지는 대부분 스팀의 형태이며, 알루미나를 태우는 건조 작업은 대량의 고열을 필요로 한다. 스팀수요가 높기 때문에 현대화된 공장은 열병합시스템을 이용하고 있다. 2006년 평균적인 에너지집약도는 알루미나 1톤당 12.0GJ이며, 이는 지역별로 톤당 11.2GJ~14.5GJ로 다양하게 나타난다(International Aluminum Institute, 2008).

전력집약도가 높기 때문에 전력 사용량은 알루미늄 제련부문에서 가장 중요한 에너지 지표 역할을 한다. 1

[그림 6] 알루미늄 제련 시 전력소비



Source: International Aluminium Institute, 2008.

차 알루미늄 생산시 세계 평균 전력소비량은 2006년에 1톤당 15,194kWh를 기록하였으며, 이 수치는 지난 25년 간 연간 약 0.4%씩 하락해 왔다. 동 부문의 북미 지역 평균 전력 소비는 톤당 15,452kWh인 반면 아프리카는 14,622kWh를 기록하였는데, 이는 아프리카의 생산시설이 최근에 건설되어 효율이 비교적 높기 때문이다(표 2).

한편 알루미늄 생산부문의 에너지 효율잠재량은 상당히 제한적인 편이다. 현재 이용 가능한 기술을 채택함으로써 알루미늄 생산 과정에서 소비되는 에너지를 6~8% 가량 감축할 수 있다.

3. 수송부문 에너지이용 및 효율

가. 세계적 추세

1990년부터 2005년 사이 수송부문의 에너지 소비량은 37% 증가하여 75EJ에 달했으며, 가장 빠른 증가세를 보인 최종 소비 부문으로 나타났다. CO₂ 배출량 역시 에너지소비와 함께 증가하여 5.3Gt를 기록하였다. 도로수송은 2005년 소비된 전체 수송 에너지의 87%를 차지해 에너지소비 증가에 가장 큰 요인으로 나타났다. 1990년부터 2005년까지 도로 이외의 수송부문은 13%의 에너지소비 증가세를 보인 반면, 도로수송의 에너지 사용량은 41% 증가하였다.

지역 및 국가 간 수송부문의 에너지사용 추세는 매우 다르게 나타나는데, 평균적으로 비OECD 국가들의 에너지소비 증가율(+55%)이 OECD 국가들의 에너지소비 증가율(+30%) 보다 크게 나타났다. 비OECD 국가들의 에너지소비 증가율이 크게 나타나는 이유는 몇

몇 주요 국가들의 급격한 경제 성장으로 인한 개인 가처분소득의 증가와 차량 보유량 및 화물 수송의 증가 등에 기인한다. 중국 수송부문의 에너지사용량은 3배 증가했으며, 비OECD 국가들의 전체 수송 에너지 소비량의 33%를 중국이 차지하고 있다. 분석 대상 국가 및 지역 가운데 오직 러시아만이 1990년부터 2005년 사이 수송 에너지 소비량이 감소한 것으로 나타났으며, 이는 1990년대 초반 발생한 주요 경제재건 프로젝트 때문인 것으로 추정된다.

나. 세부지표

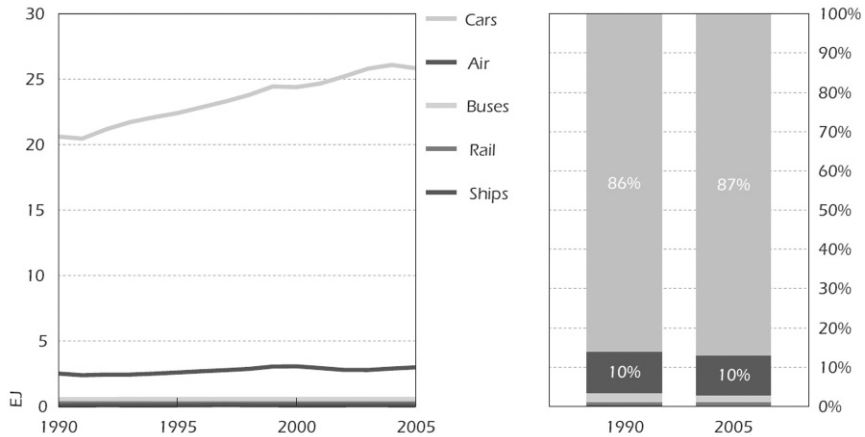
1) 여객수송

세분화된 데이터 수집이 가능한 IEA 18개 회원국의 수송 에너지 소비량은 1990년부터 2005년까지 24% 증가해 30EJ에 달한 것으로 조사되었다(그림 7). 한편 1990년 이후 다양한 여객수송 형태의 비율은 조금씩 변화되어 왔는데, 자동차가 87%로 가장 큰 비중을 차지했으며, 버스, 여객 철도 및 선박이 3%, 국내 항공여객이 나머지 10%의 비중을 차지하였다.

여객수송부문 최종 에너지소비에서 석유제품이 차지하는 비중은 99%로, 석유제품에 대한 의존도는 절대적으로 높았으나 최근 들어 최근 변화를 보이고 있다. 대표적으로 유럽 지역에서의 디젤 차량의 증가를 꼽을 수 있는데, IEA 18개국 여객수송 연료중 디젤의 비중은 1990년의 9%에서 2005년 14%로 증가하였다.

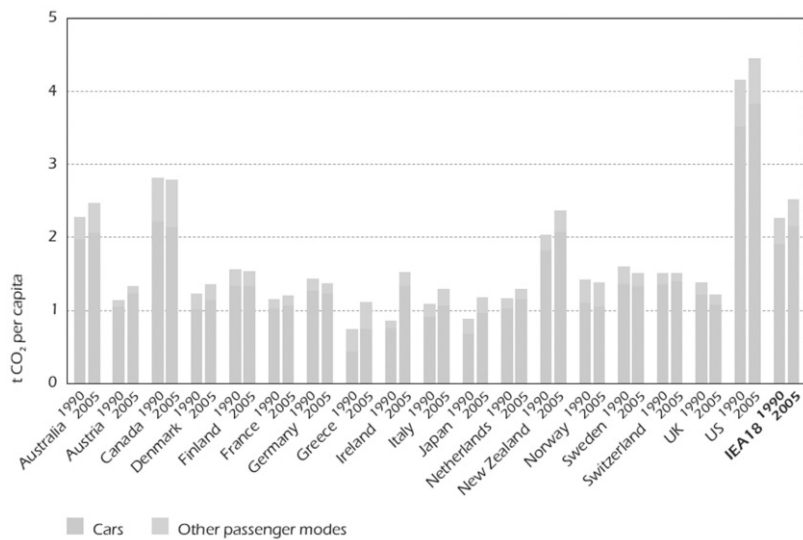
여객수송부문의 높은 에너지소비로 1990년 이후 CO₂ 배출량이 23% 증가해왔으며, 자동차, 버스, 항공기 등의 석유 의존도가 높아 수송부문의 에너지 소비량과 CO₂ 배출량은 밀접한 상관관계를 보여 왔다. 여객

[그림 7] IEA 18개국의 여객수송용 에너지소비



Source: IEA indicators database.

[그림 8] 여객수송부문의 일인당 CO₂ 배출량



Source: IEA indicators database.

수송부문의 1인당 CO₂ 배출량 분석[그림 8]을 살펴보면 각 국가마다 차이를 나타낸다. 일부 유럽 국가의 CO₂ 배출량은 안정적이거나 다소 감소하는 추세를 보이고 있는데 반해, 그리스와 아일랜드의 CO₂ 배출량은 자동차 사용의 증가로 급격한 상승세를 보인다. 또한 캐나다, 호주, 미국은 IEA 18개 회원국 가운데 가장 높은 CO₂ 배출량을 기록하였는데, 이는 장거리 운행과 대형 차량의 비율이 높기 때문인 것으로 해석된다.

수송부문에서의 에너지 소비량과 CO₂ 배출량을 더욱 상세히 나타내기 위해서는 운전자의 유형과 같은 자료의 상세한 분석이 필요하다. 이와 관련해서는 운행패턴과 소득 수준, 차량보유비율과 평균연료비 등의 다양한 요소들이 영향을 미칠 수 있다.

1990년부터 2005년까지 여객수송 활동은 꾸준히 증가해 왔다. 1인당 증가율이 가장 높은 것은 자동차 여객(연 +1.1%)과 항공 여객(연 +2.7%)으로 나타난 반면, 버스과 철도여객은 약간의 감소세를 보였다. 1인당 여객수송 수준은 국가 간 커다란 차이를 보이는데, 일본, 네덜란드 등 인구 밀도가 높은 국가의 수송 비중은 미국, 캐나다, 호주 등 인구 밀도가 낮은 국가보다 보다 월등히 낮은 수치를 보여준다.

[그림 9]은 수송수단에 따른 여객 비중을 보여준다. 모든 국가에서 자동차가 가장 높은 비중을 차지하며, 이는 1990년과 2005년에 모두 총 여객수송거리의 평균 82%를 차지하였다. 그러나 이 비중은 각 국가의 인구 및 지역적 특성과 시내, 시외 수송수단의 보급 정도에 따라 차이를 보인다. 1990년에서 2005년까지 가장 빠른 성장세를 보인 수송 형태는 항공이며, 버스와 철도는 2005년에 각각 5%의 비중을 차지하여 1990년에 비해 다소 감소하였다.

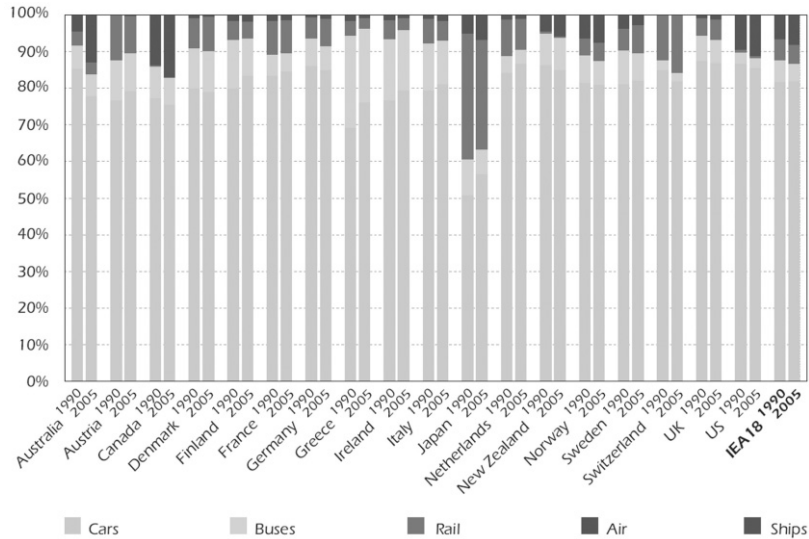
일본의 철도 이용률은 1990년 34%, 2005년에 30%

로 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 지난 수 십년간 일본의 철도 시스템이 꾸준히 보급된 결과로 해석된다. 유럽 국가에서는 미국이나 캐나다, 호주에 비해 대중교통의 비중이 높았으며, 미국 및 캐나다, 호주에서는 2005년 항공여객의 비중이 10% 이상으로 나타나 자동차에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지한 것으로 나타났다. 단 유럽 국가들 간 항공운항은 항공여객 항목에서 제외되었다 (항공여객은 오직 국내 항공여객을 기준으로 함).

[그림 10]은 모든 형태의 수송수단에 대한 여객이동거리 당 에너지사용 추세를 보여준다. 이 같은 추세는 각 수송수단별 에너지집약도와 특정 국가의 수송수단 비중으로부터 영향을 받게 된다. 대부분의 국가에서 여객이동거리당 에너지소비는 감소 추세를 보이고 있으며, 이는 각 부문의 에너지집약도가 감소함으로써 자동차와 항공에서의 소비 증가분이 상쇄되기 때문으로 보인다. 유일한 예외는 일본과 덴마크, 네덜란드의 경우인데, 이들 국가에서는 여객이동거리당 에너지소비가 증가한 것으로 나타났다. 일본의 경우 철도여객의 감소와 최근 몇 년간 자동차의 에너지집약도가 증가한 결과로 해석된다. 한편 네덜란드의 경우 자동차의 에너지집약도에 변화가 없는 상황에서 자동차 보유비율이 지속적으로 상승했기 때문인 것으로 추정된다.

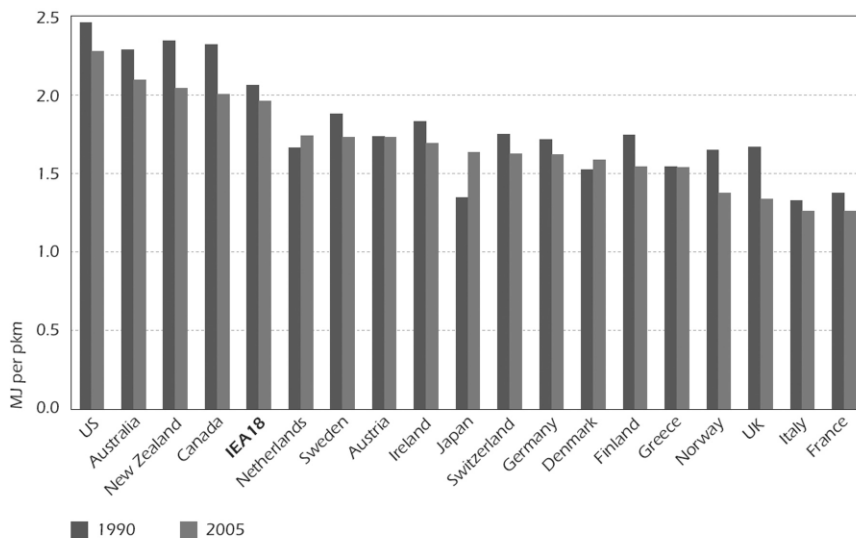
국가별 연료집약도에 따른 분석 역시 매우 흥미로운 결과를 보여준다. 1990년에서 2005년까지 대다수 국가의 평균 연료집약도는 감소하였으며, 유럽의 경우 다양한 요소들이 영향을 미친 것으로 보인다. 1990년대에는 고유가로 인해 고효율 자동차에 대한 소비자들의 요구가 높아져 연료계통에 전기제어시스템이 장착된 차량이 널리 보급되었으나, 2000년 이후 디젤 직접분사 방식의 자동차보급이 확산되면서 연료집약도 역시 감

[그림 9] 수송수단별 여객 비중



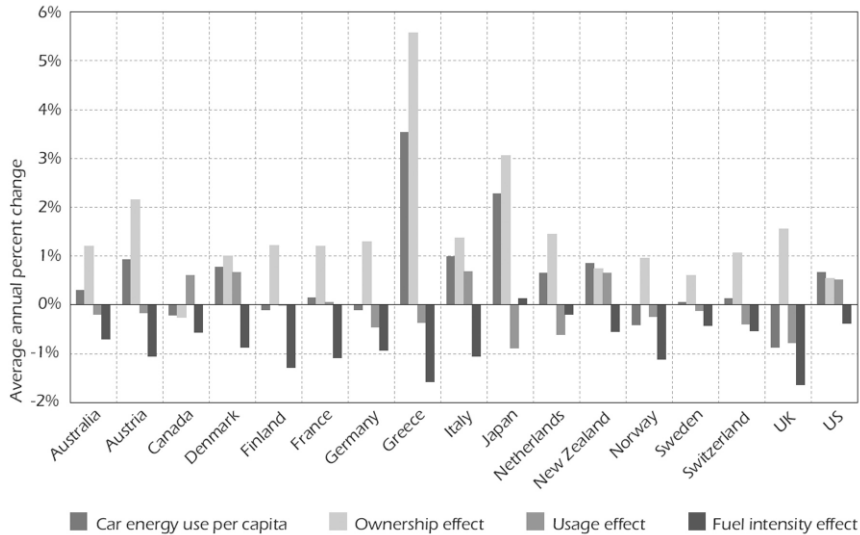
Source: IEA indicators database.

[그림 10] 모든 형태의 수송수단에 대한 여객 이동거리당 에너지사용 추세



Source: IEA indicators database.

[그림 11] 1인당 자동차 에너지소비 변화(1990~2005년)



Source: IEA indicators database.

소하였다. 한편 북미 지역 자동차의 연료집약도 역시 100 킬로미터(vehicle-kilometer) 당 휘발유 11.5 리터로 기타 IEA 국가에 비해 높은 경향을 보였다. 호주와 뉴질랜드, 일본의 경우도 높은 연료집약도를 보이는데, 특히 일본은 신형 자동차들의 효율증가가 자동차 중량 및 교통혼잡 증가 효과로 상쇄된 것으로 추정되었다.

자동차 중량의 증가는 신형 엔진의 효율성을 상쇄시키는 또 다른 요소로 작용한다. 지난 15년간 SUV 등 새로운 형태의 자동차가 등장하면서 자동차의 평균 크기와 중량은 계속 증가해 왔다. 추가 안전장치의 장착 역시 중량 증가로 이어졌으며, 이 경향은 자동차의 에너지소비 확대 요인이 되어왔다. 캐나다의 경우 SUV 등의 경트럭 비율은 1990년 20%에서 2005년 33%로 증가하였으며, 미국의 경우 1990년에서 2005년까지

승용차의 비중은 변화가 없었던데 반해 경트럭만이 2배가량 증가하였다. 유럽 지역에서는 1990년 이후 엔진 용량 2리터 이상의 자동차가 2배로 증가한 반면, 일본에서는 차량 중량 증가율은 매우 미미한 수준으로 나타났다. 이는 정부가 에너지 절약을 위해 Top Runner 프로그램 등을 시행하면서 자동차의 효율성에 대한 효과적인 규제를 실시하였고 1990년대 후반부터 그 효과가 나타났기 때문인 것으로 보인다.

연료집약도와 차량 보유율, 사용률 등을 혼합한 데이터를 통해 얼마나 다양한 요소들이 자동차수송 부문의 에너지소비에 영향을 미치는지 추정할 수 있다[그림 13]. 캐나다를 제외한 모든 국가에서 차량보유율이 상승하고 있으며 특히 그리스와 일본에서 급격히 상승하는 것을 볼 수 있다 (단 1990년에 비해서는 상대적으로

낮은 상승률을 보인다). 또한 대다수 국가에서 자동차 보유율의 상승세는 연간 1%의 에너지 소비율 증가로 이어지고 있다. 자동차이용(자동차별 운행 거리)이 1인당 에너지 소비율에 미치는 영향은 국가마다 더욱 다양하게 나타난다. 6개국에서 자동차별 운행 거리가 증가한 반면 11개국에서는 감소하였는데, 이는 한 가정이 보유한 차량이 1대 이상으로 증가하여 각 자동차당 운행 거리가 감소한데 따른 것으로 보인다.

자동차 보유율과 이용율을 통해 1인당 총 운행 거리를 계산할 수 있다. 대부분의 국가에서는 연료집약도 감소가 자동차 보유율과 이용율의 증가 효과를 상쇄하기에 충분하지 않았으며, 이로 인해 캐나다와 핀란드, 독일, 노르웨이, 영국을 제외한 대부분의 IEA 18개 회원국들에서는 1인당 자동차 에너지 소비량이 증가하였다. 예외를 보인 국가에서는 차량 이용률의 감소(핀란드 제외)가 보유율 증가분을 상쇄하여 총 에너지집약도

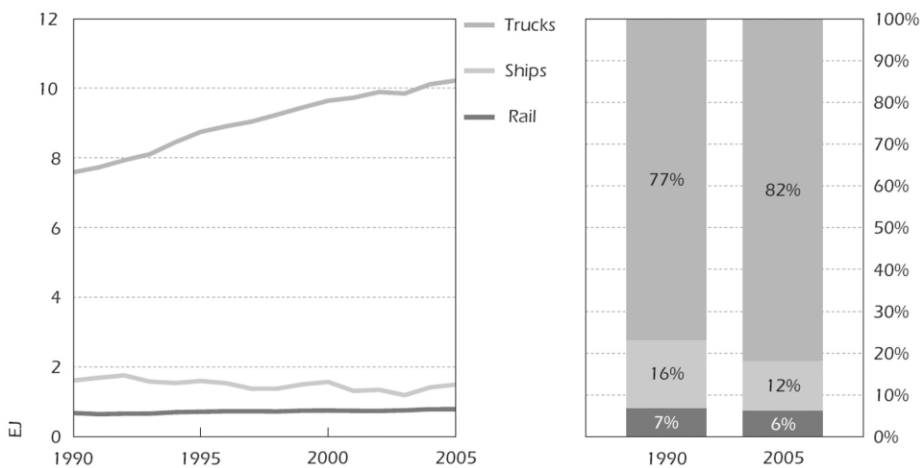
가 감소한 것으로 나타났다. 일본의 경우 자동차 증량과 교통혼잡 증가가 엔진효율성 향상을 상쇄하여 연료 집약도가 소폭 상승하였다.

2) 화물수송

IEA 18개 회원국 화물수송부문의 에너지이용 및 활동에 관한 세부 데이터를 분석한 결과, 2005년 화물수송의 에너지 소비량은 전체 수송부문 에너지 소비량의 30%를 차지하였다. 1990년부터 2005년까지 화물수송부문의 에너지 소비량은 27% 증가한 13EJ, 총 CO₂ 배출량은 26% 증가한 1Gt에 달했다.

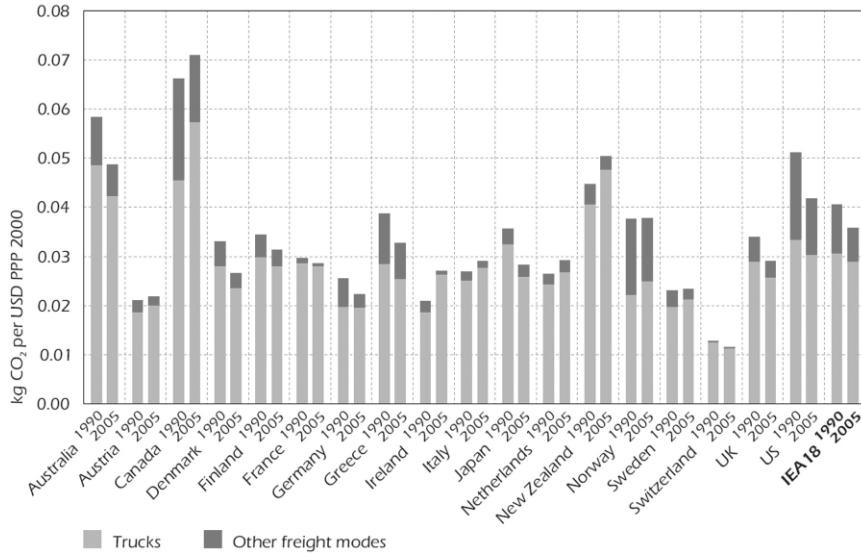
화물수송부문에서 에너지 소비량이 크게 증가한 것은 트럭수송 비중이 35% 증가한데 따른 것이며, 트럭수송은 2005년 전체 화물수송부문의 에너지 소비량 중 82%를 차지하였다. 그밖에 철도화물이 16%가량 증

[그림 12] IEA 18개국의 수송수단별 화물수송 에너지 소비량



Source: IEA indicators database.

[그림 13] IEA 18개국 화물수송 부문의 GDP 1단위당 CO₂ 배출량



가했으나, 전체 수송부문에서 차지하는 비중은 6%로 감소하였고 해상수송이 나머지 12%를 기록하였다.

화물수송부문의 에너지소비 역시 석유에 절대적으로 의존하는 경향을 보인다(99%). 화물수송은 대부분 디젤 연료를 사용하는데, 2005년 기준으로 트럭연료의 87%를 디젤이 차지하며 선박의 경우 디젤 40%와 중유 59%, 철도는 디젤 88%와 전력 12%의 비율을 보인다.

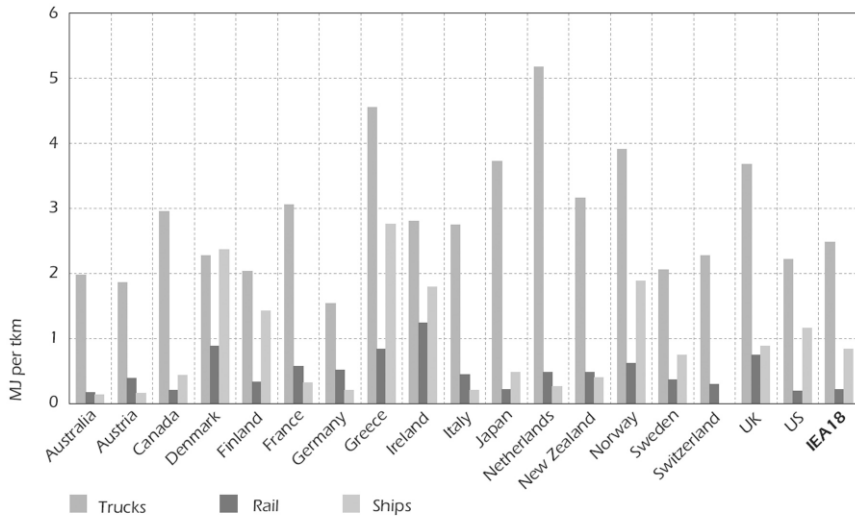
화물수송 부문에서의 CO₂ 배출은 대부분 트럭에서 발생하고 있다. [그림 13]는 IEA 18개 회원국의 GDP(US\$로 환산된 구매력평가지수 적용) 1단위당 화물량에 따른 트럭 및 기타(철도와 선박) 수송수단의 CO₂ 배출량을 보여준다. 국가별로 GDP 1단위당 화물량의 크기 및 수송수단의 비중, 각 수송수단의 에너지 집약도(톤-킬로미터당 에너지 소비율)가 크게 상이함

을 알 수 있다. 캐나다가 장거리 화물수송으로 인해 GDP 1단위당 가장 많은 CO₂를 배출하고 있으며, 반대로 스위스, 오스트리아, 스웨덴은 단거리 수송과 낮은 에너지집약도로 적은 양의 CO₂ 배출하고 있다.

2005년, 노르웨이, 미국, 그리스, 캐나다에서는 철도와 선박이 CO₂ 배출의 주요인으로 작용한 반면, 나머지 국가에서는 1990~2005년 사이 트럭의 CO₂ 배출량이 증가하였다. CO₂ 배출과 에너지사용 패턴에서 나타나는 국가간의 차이는 화물수송의 정도나 수송형태의 비중 및 에너지집약도에 의해 분석될 수 있다.

18개 IEA 회원국에서는 톤-킬로미터로 측정되는 화물 수송량이 1990~2005년 사이 34% 증가하였으며, 트럭 이용은 18개국 모두에서 가장 빠른 증가세를 보였다. 가장 높은 상승률을 보인 국가는 아일랜드로,

[그림 14] 화물수송부문의 수송수단별 에너지집약도(2005년)



Source: IEA indicators database.

급속한 경제규모 확대에 기인한 것으로 보인다. 한편 캐나다, 뉴질랜드, 노르웨이 등 인구 밀도가 낮은 국가에서도 트럭 이용의 증가가 두드러지며, 철도와 선박 역시 많은 국가들에서 증가했음을 알 수 있다.

트럭, 선박 및 철도의 에너지집약도는 매우 다르게 나타나는데, [그림 14]에서 나타나듯이 트럭이 가장 높은 에너지집약도를 보인다. 트럭으로 1톤의 화물을 1km 수송하는데 필요한 에너지는 평균적으로 철도의 2~17배에 이른다. 화물의 종류, 크기, 지리적 특성, 트럭의 종류 등에 따라서 에너지집약도에 큰 차이가 나타나기도 한다.

수송형태에 따른 에너지집약도의 차이는 화물수송 부문의 에너지소비에 중요한 시사점을 제공한다. 우선 도로 화물수송은 에너지집약도가 높아 철도나 선박에 비해 에너지소비에 더 큰 영향을 주므로, 트럭의 에너

지집약도를 감소시키면 철도나 선박의 에너지집약도를 감소시키거나 수송형태를 변경하는 것보다 에너지소비를 더 큰 폭으로 줄일 수 있다. 캐나다와 뉴질랜드에서 화물수송 부문의 에너지소비가 크게 나타나는 것 역시 트럭 이용의 증가로 설명될 수 있다.

1990년과 2005년 사이 IEA 18개 회원국들의 총 화물 에너지집약도는 연 -0.4%의 미미한 감소세를 보였으나 큰 변화는 없는 것으로 나타났다. 화물수송 부문의 에너지집약도를 살펴보면 크게 2가지 경향을 보이는데, 하나는 지금까지 개별 수송형태(트럭, 철도, 선박)의 에너지집약도가 꾸준히 감소되어 왔다는 것이고, 다른 하나는 높은 에너지집약도를 보이는 트럭의 비중 증가로 총 에너지집약도 역시 증가했다는 것이다.

대부분의 화물수송은 트럭에 의해 이루어지므로 트럭 화물의 에너지집약도에 영향을 미치는 요소에 대해

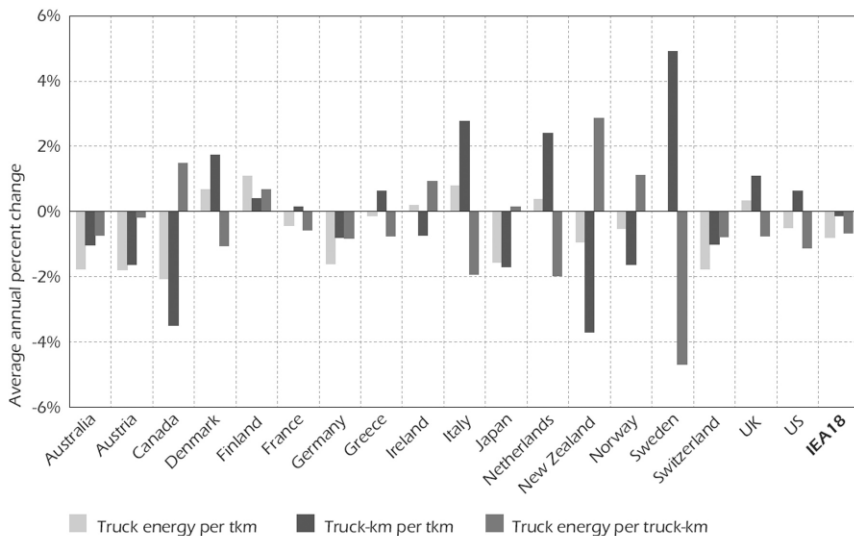
분석할 필요가 있으며, 예로 트럭당 평균 화물량, 단위 화물수송 비중, 트럭의 연료 효율성, 운전습관, 교통 체증, 최대 적재중량, 화물수송 인프라 등이 있다. 상기 요소들이 에너지집약도에 미치는 영향력을 정확히 평가하기 위해 동 보고서는 각 국가의 트럭수송 부문 에너지집약도와 톤-킬로미터당 트럭-킬로미터(truck-km per tonne-km, 화물량의 역수)를 이용하여 세분분석을 시행하였다[그림15]. 동 분석을 통해 트럭의 에너지집약도에는 화물량이 가장 큰 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다. 분석 대상국 가운데 절반 이상의 국가에서 화물량이 증가했을 경우 트럭의 에너지집약도가 높아진 것으로 나타났으며, 핀란드 및 프랑스, 미국의 경우 화물량 보다 개별 차량의 에너지집약도 변화가 트럭의 총 에너지집약도에 더욱 큰 영향을 미친 것으로 나타났다.

4. 가정부문 에너지이용 및 효율

가. 세계적 추세

가정부문의 세계 에너지소비비는 1990~2005년간 19% 증가한 82EJ에 달하였으며, OECD 국가의 에너지 소비가(+22%) 비OECD 국가(+18%) 보다 더 큰 폭으로 증가한 유일한 부문이 가정부문인 것으로 나타났다. OECD 국가에서 소비된 주요 에너지원(commodities)은 전력과 천연가스로, 2005년 가정부문 에너지수요의 72%를 차지하였다. OECD에서 가장 크게 증가하고 있는 부문은 역시 전열기기 사용 증가로 인한 전력이었다. 한편 비OECD 국가에서 가장 큰 비중을 차지하는 에너지원은 신재생에너지(주로 바이오매스)로 총 에너지소비의 59%를 차지하지만 사용비중은 감소하고 있

[그림 15] 트럭수송 에너지집약도의 변화(1990~2005년)



Source: IEA indicators database.

는 추세이다. 반면 소비가 가장 크게 증가하는 에너지원은 전력으로, 2005년에 총 에너지원의 10%에 불과하지만 1990년 이후 140%나 증가해왔다.

최종 에너지소비의 증가 및 에너지원 구성 변화에 따라 세계 가정부분의 CO₂ 배출 역시 1990~2005년 간 21% 증가한 4.5 CO₂ Gt에 달하였다. 이 증가분은 최종 에너지 소비량보다 훨씬 크게 증가한 것으로, 가정부분 에너지믹스에서 탄소집약도가 증가하였음을 알 수 있다.

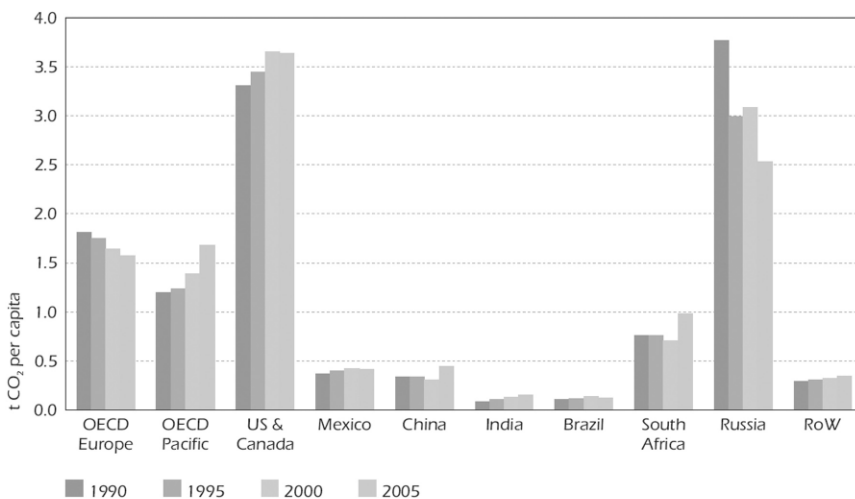
가정부분의 일인당 탄소배출 수준을 분석한 결과, 2005년 세계 평균 배출량은 0.7 CO₂톤으로, 사실상 1990년과 동일한 수준이었으나 국가별로는 차이가 나타난다. OECD의 1인당 CO₂ 배출량은 비OECD 국가에 비해 5배 이상 높았으며, 이는 비OECD 국가들의 신재생에너지사용 비중이 높아 가정부분의 1인당 에너지소비와 탄소집약도가 낮기 때문인 것으로 추측된다.

나. 세부지표

난방이 IEA 19개국의 가정부분에서 가장 중요한 에너지 사용 용도로 나타났으며, 2005년 사용 규모는 15EJ에 달하였다. 난방용 에너지소비는 기후 변동을 보정했을 때 1990년 이후 연간 0.4%의 증가율을 기록하였는데, 이는 난방기기의 효율 향상과 주거공간의 열 효율 상승으로 1인당 난방 요구량이 크게 하락하였기 때문인 것으로 나타났다. 이에 따라 난방용 에너지소비가 가정부분 총 에너지소비에서 차지하는 비중은 1990년 58%에서 2005년 53%로 하락하였다.

가정용 에너지수요 중 가장 급속히 증가하는 부분은 전열기기로, 1990~2005년 사이 57%나 증가하였다. 1990년대 후반 전열기기 부분의 에너지소비는 가정부분 총 소비의 21%를 차지하면서 온수용 에너지소비를 제치고 2위를 기록하였다. 온수용 에너지소비의 비중

[그림 16] 가정부분의 1인당 CO₂ 배출량



Sources: IEA, 2007c; IEA, 2007d; IEA, 2007e; IEA estimates.

은 2005년 16%로 하락하였으며, 조명 및 조리 부문은 각각 최종 에너지 소비의 5%를 차지하였다.

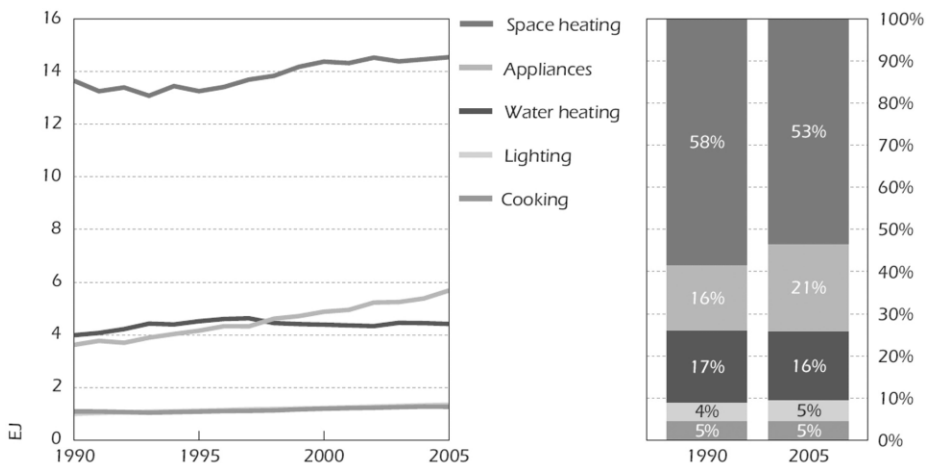
가정부문 에너지소비에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방과 전열기기부문의 에너지소비 추세를 분석하기 위해 더욱 세분화된 에너지지표들이 개발되었다. 에너지소비에 영향을 주는 요소들로는 주거 공간 크기, 거주자 수, 난방기기 효율, 유효 에너지 원단위 등이 있는데, 이런 요인들의 영향을 분해방식을 통해 살펴보았다 [그림 18]. 대부분의 국가에서 주거공간 크기의 증가와 거주자 수 감소로 인해 난방용 에너지수요가 증가하는 것으로 나타났다. 1990~2005년 간 IEA 19개 국가에서 주거공간 크기의 증가로 인해 에너지수요는 연평균 0.7% 증가해왔다. 한편 가구당 거주자 수의 감소는 난방수요 증가요인으로 작용하는데, 이는 주어진 인구에게 더 많은 주거공간이 필요하고, 고정된 주거공간의 거주인의 감소가 난방수요 감소로 이어지지 않기 때문

이다. 거주자 수 감소로 인한 에너지수요는 연평균 0.5% 증가한 것으로 나타났다.

평균적으로, IEA 19개 국가에서 난방용 에너지 수요증가는 효율 개선 및 유효에너지집약도의 감소로 상쇄되었는데, 이는 난방기술 향상으로 전환 손실이 감소하고 단열재가 개선되었기 때문이다. 전환손실 감소로 연간 0.2%의 에너지소비가 감소하였으며, 유효 에너지 집약도는 매년 1.2%의 감소하는 효과가 나타났다. 이로 인해 1990~2005년 간 IEA 19개국의 1인당 난방소비는 연 평균 0.2% 감소하였다.

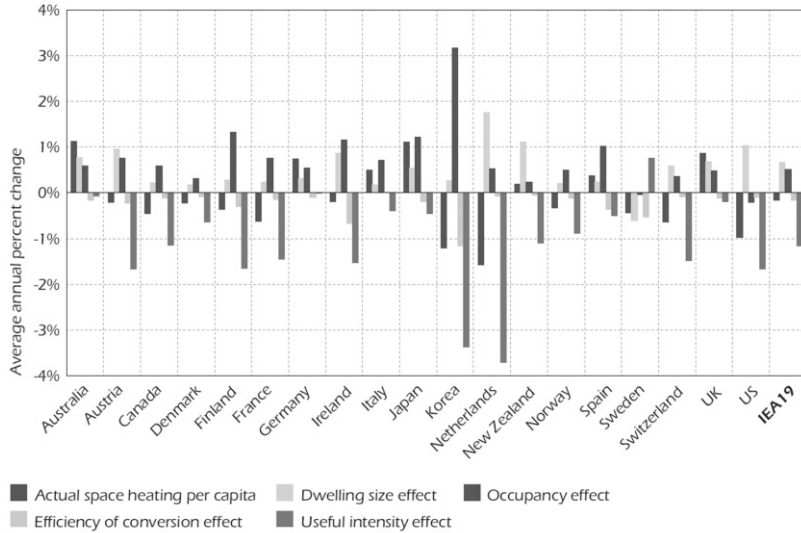
대다수 국가에서 이와 유사한 패턴이 나타나며, 에너지수요의 증가는 전환 손실 감소와 난방부문의 유효 에너지집약도로 상쇄되었다. 건물 코드 의무화나 난방기기의 최소 에너지효율 기준과 같은 에너지효율 정책들은 난방수요를 충족하는데 도움이 되지만, 동 정책들이 에너지소비에 미치는 효과를 분리 및 식별하는 것은

[그림 17] IEA 19개 회원국의 가정부문 에너지소비

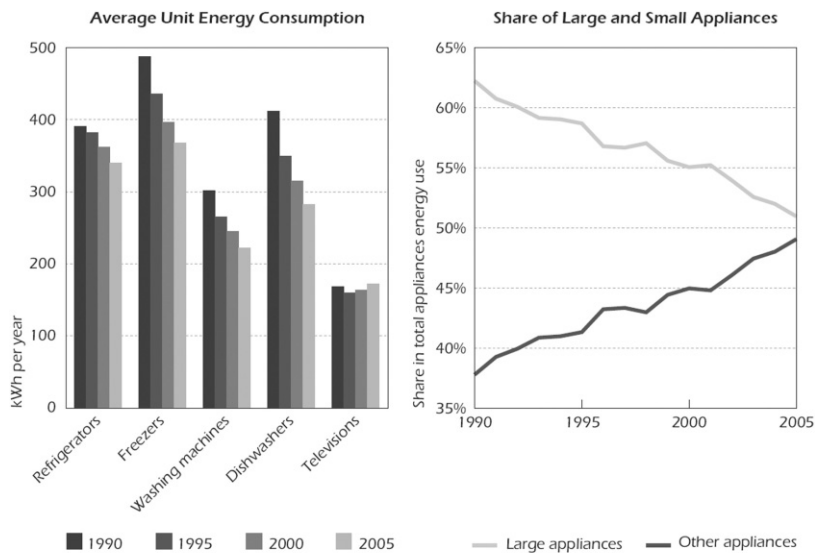


Source: IEA indicators database.

[그림 18] 1인당 난방용 에너지 소비량 변화(1990~2005)



[그림 19] EU 15개국 가정용 전열기기의 에너지소비



현재의 난방 관련 지표로는 분석하기 어려운 상황이다.

전열기기는 가정부문의 주요 에너지소비 기기로, IEA 19개 회원국의 가정용 전열기기 사용을 위한 전력 소비는 1990~2005년간 57% 증가하여 가정부문의 총 전력소비 증가를 전인한 것으로 나타났으며, 2005년 전 열기기는 가정부문 총 전력소비의 59%를 차지하였다.

전열기기의 에너지소비 분류에 대한 세부정보는 IEA 회원국 내에서도 일관성이 없고 일부 국가들은 관련 데이터도 보유하고 있지 않지만, 냉장고 및 냉동고, 세탁기, 식기 세척기, TV 등과 같은 대형 전기 전열기 기에 대한 일부 데이터는 입수가 가능하다. IEA 회원 국에서 상기 5개 주요 전열기기는 가정부문 전열기기 전력소비의 약 50%를 차지한다 (일부 국가에서는 에어컨이 주요 전열기기에 포함). 그러나 이 비중은 다양한 소형 전열기기들이 급속히 보급됨에 따라 점차 감소하 고 있는 것으로 나타났다.

IEA 회원국에서 시행되고 있는 최소 에너지효율 기 준, 레이블링, 자발적 산업 협약과 같은 정책 시행을 통 해 총 전열기기 전력수요 중 대형 전열기기의 비중은 낮아지는 추세이다. 에너지효율 프로그램의 효과는 단 위에너지소비(Unit Energy Consumption, UEC)로 나타낼 수 있으며, [그림 19]은 15개 EU 회원국에서의 5개 주요 대형전열기기에 대한 평균 UEC와 소·대형 전열기기의 에너지소비 비중을 보여준다. TV를 제외한 모든 전열기기의 평균 UEC는 1990년 이후 현저히 감 소하고 있으며, 냉장고 및 냉동고의 경우 전열기기 규 격이 커졌음에도 불구하고 평균 UEC는 감소하는 경향 을 보인다. TV의 에너지효율은 증가한 반면 큰 스크린 을 선호하는 소비자의 성향으로 소비량에 큰 변화가 없 는 것으로 나타난다. 이와 관련 더욱 세분화된 분석을 수행하기 위해서는 다음과 같은 데이터들이 필요하다:

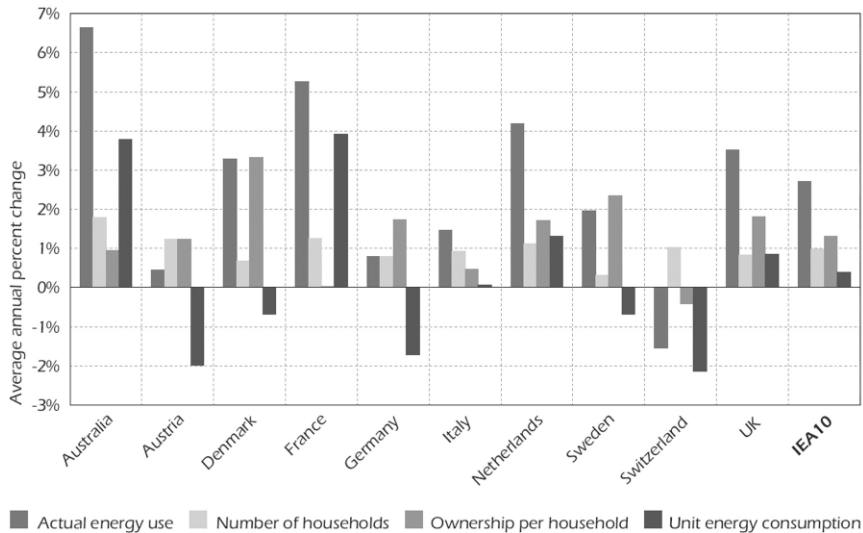
- 보급 관련 자료: 보유수 및 신규 전열기기 판매 데이터
- 보유전열기기 및 신규 전열기기에 대한 단위 에너지소비(UEC)
- 기술 형태, 사용 패턴, 크기, 부피 등 관련 특성

TV의 경우 상기 데이터들은 이용이 가능하다. 대다 수 IEA 국가에서 TV 보유율 증가로 TV부문 에너지소 비가 가장 빠른 속도로 성장하고 있기 때문에 주요 분 석 대상으로 사용되고 있으며, 최소 에너지효율기준, 레이블링과 같이 TV를 대상으로 한 신규 정책들이 개 발, 시행되고 있다. 동 정책의 효과를 측정하기 위해서 는 보다 포괄적이고 비교 가능한 데이터 등 양질의 정 보가 구축될 필요가 있다.

[그림 20]는 10개 IEA 회원국에서의 1990년 이후 TV의 에너지소비와 소비 패턴의 변화 요인을 보여준 다. TV의 에너지사용은 TV 보유율과 밀접한 관련이 있다. 스위스를 제외한 모든 국가에서 1가구 당 TV 보 유수가 증가하였고, TV의 에너지소비는 UEC에 따라 변화하며, UEC는 전력소비 및 사용시간의 영향을 받 는다. 1가구에서 가장 많이 사용하는 TV는 2번째 또는 3번째 TV에 비해 사용 시간이 길기 때문에 보유율이 높을수록 TV 1개당 평균 UEC는 낮아지게 된다. TV 보유율이 가장 높은 영국의 평균 UEC는 비교적 낮은 편이며, 보유율이 비교적 낮은 프랑스의 UEC가 가장 높았다.

IEA 10개 회원국의 전반적인 UEC는 1990~2005 년 간 연간 0.4%씩 증가해 왔다. 가장 큰 원인은 TV에 사용되는 기술의 변화로, 1990년에는 CRT 기술의 시 장점유율이 거의 100%에 달했으나 플라즈마 또는 LCD와 같은 신기술 점유율이 급속도로 증가해 왔다. CRT TV에 채용될 수 있는 TV의 크기는 제한적인데 반해 신기술을 통해 큰 스크린을 제작할 수 있게 되었 고, 이로 인해 에너지소비가 증가한 것으로 나타났다.

[그림 20] TV의 에너지소비와 소비패턴 변화 요인(1990~2005년)



Source: IEA indicators database.

5. 서비스부문 에너지이용 및 효율

가. 세계적 추세

2005년 서비스부문의 최종 에너지 소비량은 27EJ 이었으며, 에너지소비로 인한 CO₂ 배출량은 전력사용을 통한 간접 배출을 포함하여 2.6Gt에 달했다. 1990~2005년 사이 서비스부문의 세계 에너지소비는 37% 증가하였으며, OECD 및 비OECD 국가들의 소비 증가는 각각 32%, 53%를 기록하였다. OECD 국가의 에너지소비 증가율이 더 낮게 나타났지만, 2005년 총 에너지소비 중 서비스부문에서 OECD 국가가 차지하는 비중이 73%를 차지하였다.

서비스부문에서 가장 크게 소비되는 에너지는 전력

으로, 2005년 총 소비의 47%에 달했다. 전력소비는 1990년부터 73% 증가해 왔으며, 서비스부문의 세계 에너지소비 증가를 견인한 주 요인으로 작용하였다. 이는 조명, 사무기기, 에어컨 등 전력 기구 사용 증가의 중요성을 보여주는 것이며, 일부 개발도상국에서 전력 사용이 용이해 진 것 역시 동 부문의 에너지 소비가 증가한 요인이 되었다.

국가별로 서비스부문의 에너지원 구성에 큰 차이가 존재한다[그림 21]. 대다수 OECD 국가에서는 전력과 천연가스가 가장 중요한 최종 에너지로 사용되고 있으며, OECD 태평양 지역과 멕시코, 중국에서는 석유 역시 중요한 에너지원으로 꼽힌다. 인도의 경우 서비스부문의 최종 소비 가운데 바이오메스가 50%를 차지하며, 중국과 남아프리카공화국에서는 석탄이 여전히 중요한

비중을 차지하고 있다. 러시아에서는 서비스부문 에너지수요 가운데 지역난방의 비중이 50%를 차지한다.

서비스부문의 에너지수요에 영향을 미치는 주요 요소로 경제활동의 정도를 들 수 있다. IEA 보고서에서는 경제활동의 정도를 부가가치 산출(value-added output)로 정의하고 있다.¹⁾ 경제활동이 활발할수록 건물의 건설이 증가하고 고용창출이 증가하게 되어 서비스부문의 에너지수요 증가로 이어진다.

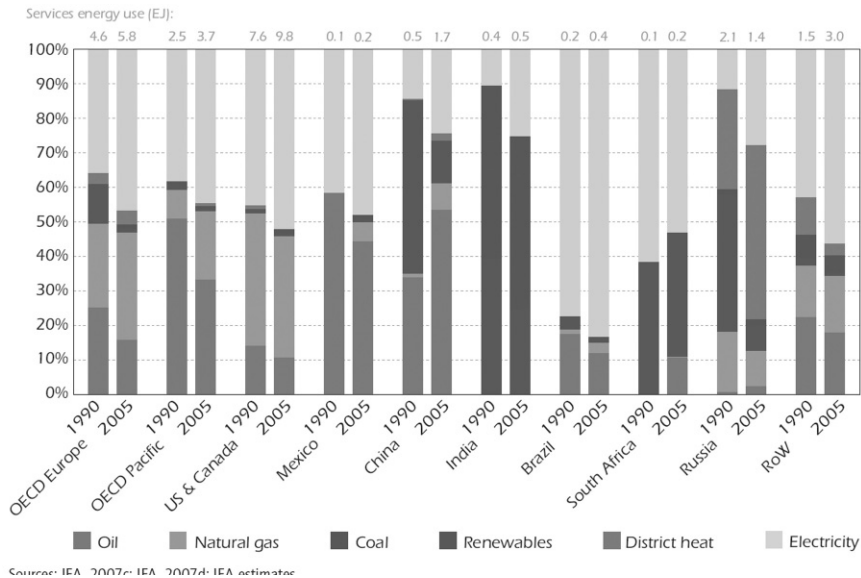
IEA 회원국에 대해 부가가치 및 단위면적당 에너지 소비량이라는 두 가지의 방식으로 에너지집약도가 측정되었다[그림 22]. 대다수 국가에서의 1990~2005년 간 서비스부문 에너지소비는 경제활동보다 더디게 증가하였으며, 같은 기간 IEA 11개 회원국들의 총 에너

지집약도는 15% 가량 하락하였다.

상세한 구조적 정보가 없는 상황에서 이 같은 추세를 에너지효율과 연관시켜 해석하기는 어려운데, 이는 서로 다른 종류의 서비스 활동이 같은 양의 에너지를 소비하면서도 크게 다른 산출량을 보일 수 있기 때문이다. 예를 들어, 금융기관이 밀집한 빌딩과 소매상이 밀집한 빌딩은 같은 수준의 최종 에너지를 소비하지만, 이들의 경제적 생산물은 크게 다를 수 있다.

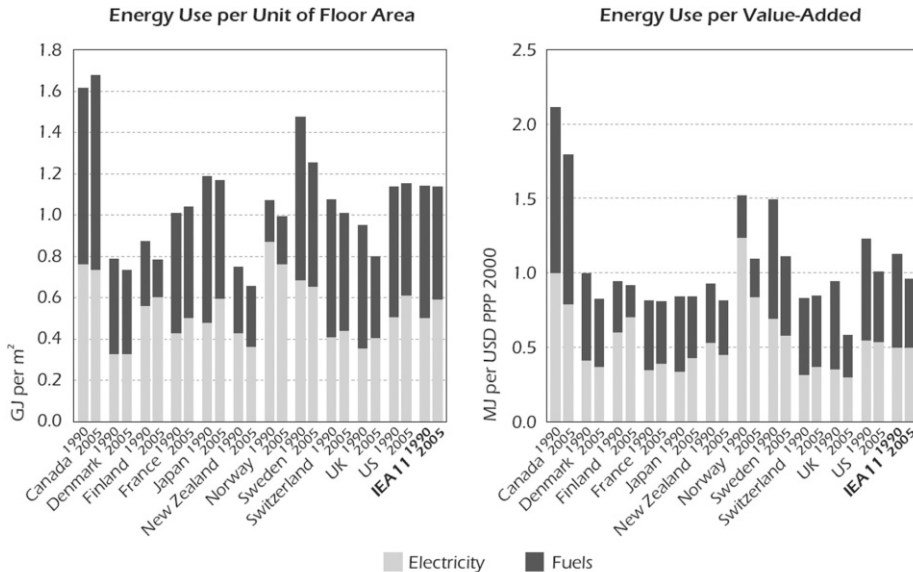
서비스부문의 에너지집약도를 나타낼 수 있는 또 하나의 지표로 단위면적당 에너지 사용량을 들 수 있다. 이 수치는 대다수의 국가에서 부가가치당 에너지 소비량 보다 낮게 나타나지만, 전력이 아닌 기타 연료의 사용 추세에 있어서는 큰 차이를 보인다. IEA 11개국에서

[그림 21] 서비스부문의 에너지원별 에너지소비



1) 상수 US\$2,000의 구매력평가설을 적용함.

[그림 22] 서비스부문 에너지집약도



Source: IEA indicators database.

1990~2005년 간 단위면적당 연료 사용량은 14% 감소했으나, 단위면적당 전력 사용량은 17% 증가하였다. 연료는 주로 난방에 이용되므로 동 수치의 감소는 단위면적당 난방용 에너지의 절약에 기인한다는 사실을 알 수 있다. 한편 전력소비의 증가는 조명, 사무기기, 냉방기구 등 전력 기구의 사용 증가로 설명될 수 있다.

국가간 에너지집약도의 차이와 그 변화를 정확히 분석하기 위해서는 서비스 활동의 형태, 기술 및 가전기기 차이 등 더욱 상세히 분화된 데이터 구축이 요구된다.

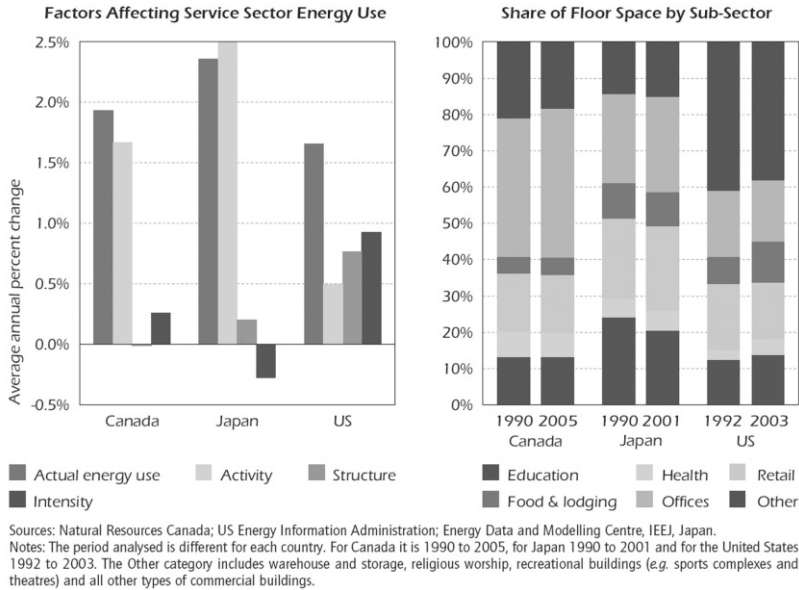
나. 세부지표

대다수 IEA 회원국은 서비스부문에 대한 세부 데이터를 보유하고 있지 않지만, 캐나다 및 일본, 미국으로부터

하위부문별 에너지소비 및 단위면적에 대한 자료를 입수하여 하위부문별로 구조적 차이가 서비스부문의 에너지소비에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 그러나 국가별로 하위부문이 동일하게 세분화되어 있는 것은 아니어서 국가간 하위부문 활동의 정의를 비교하기 어렵고, 모든 연도의 데이터가 구축되어 있지 않아 어려움이 크다. 더욱이 해당 데이터가 모든 국가들로부터 수집될 수 있는 것은 아니므로 분석 결과는 세부분석의 실증 사례 정도로 이해하는 것이 타당할 것이다.

데이터에 따르면 보건, 식품, 숙박업의 하위부문에서 서비스 부문의 단위면적당 에너지집약도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 이로 인해 서비스부문의 전체 단위면적당 에너지소비가 증가한다는 사실을 알 수 있다. 이는 더욱 상세한 분석을 통해 활동(면적), 구조(하

[그림 23] 서비스부문 에너지소비에 대한 구조의 영향



위 부문별 비중) 및 에너지집약도(단위면적당 에너지 사용) 변화의 파장을 가늠할 수 있게 해준다.

분석 결과, 캐나다와 미국에서는 단위면적보다 에너지소비가 더욱 빠르게 증가하고 있으며, 서비스부문의 에너지집약도를 견인하고 있다는 사실을 알 수 있다[그림 23]. 그러나 증가의 원인은 양국에서 서로 다르게 나타난다. 캐나다의 경우 대다수의 하위부문에서 면적이 차지하는 비율이 변화하지 않아 구조적 효과는 별다른 역할을 하지 못한 것으로 나타났으나, 미국의 경우에는 보건, 식품, 숙박업의 면적비율이 크게 증가해 구조적 효과가 중요한 역할을 한 것으로 나타났다. 일본의 경우에는 개별 하위부문의 에너지집약도가 구조적 영향보다 더 크게 감소함으로써 단위면적당 전체 에너지소비가 감소하였다. 이 같은 결과는 서비스부문에서

의 에너지사용과 효율성을 분석하는데 있어 세분화된 정보의 중요성을 보여준다.

6. 요약 및 시사점

에너지소비 추세는 국가 및 지역별로 다르게 나타난다. 1990~2005년 사이 최종 에너지소비는 OECD 국가(+19%)보다 비OECD 국가(+27%)에서 더욱 빠르게 증가해왔다. OECD 국가에서의 에너지소비 증가는 주로 수송부문의 에너지소비 증가에 의한 것으로, 2005년 수송부문이 차지하는 비중은 전체 최종 에너지소비의 35%에 달하였다. 서비스부문은 수송부문에 이어 소비 비중이 높지만, 최종 에너지소비에서 차지하는 비중

은 14%로 전체 에너지소비 증가에는 큰 영향을 미치지 않는다. 제조업부문의 에너지소비는 과거에 비해 크게 증가하지는 않았지만 최종 에너지소비에서 27%의 비중을 차지하여 중요도가 비교적 높은 것으로 나타났다.

IEA 16개 회원국에서는 1990~2005년 사이 전 부문(제조 및 가정, 서비스, 수송)의 에너지소비 패턴에 대한 비교가 가능하고 세분화된 자료가 구축되어 있다. 이 자료는 경제 및 인구 데이터와 통합되어 에너지소비 증가 및 억제 요인을 규명하기 위한 지표개발에 이용될 수 있을 것이다.

한편 부문별 에너지집약도 효과에 대한 추가적 분석을 통해 1990~2005년 간 제조업부문의 구조개선이 에너지소비 증가를 억제하는데 가장 효과적이었음을 알 수 있었다. 가정 및 서비스부문의 에너지집약도 감소 역시 중요한 요인이었으며, 가정부문에서는 난방의 원단위 향상을 통해 1990년대 초반에 에너지절약의 성과가 두드러지게 나타났다. 반면 서비스부문의 에너지절약은 서비스부문의 급속히 상승하던 1990년 후반에 긍정적인 효과를 보여주었다. 수송부문의 에너지집약도 향상은 뚜렷이 나타나지 않았다.

본고는 분해분석을 이용하여 IEA 국가들의 최종 에너지소비 패턴이 어떻게 형성되어 왔는지 분석하고 있는데, 1990~2005년 간 IEA 16개국의 최종 소비부문에서 총 에너지효율 향상율은 연간 0.9% 수준이었다. 이를 통해 2005년에 에너지소비는 15%, CO₂ 배출량은 14% 감소하였다. 다시 말해 2005년 연간 에너지 절약량은 16EJ, CO₂ 배출 감축량은 1.3 Gt이었으며, 이를 연료 및 전력비용 절약으로 환산하면 \$1,800억에 달한다. 그러나 실제 효율 향상분은 이전 시기보다 훨씬 낮은 수준인 것으로 나타났다. IEA 11개국의 에너지효율 향상율은 1973~1990년 간 연평균 2%였다. 만약

1990~2005년 간 에너지효율이 이전 기간 수준으로 향상되었다면 1990 이후 IEA 회원국의 에너지소비는 증가하지 않았을 것으로 추정되었다. 또한 에너지효율 향상에서 비롯된 에너지절약 추세는 장기적으로 더욱 뚜렷하게 나타났다. 1973~2005년 간 에너지효율이 향상되지 않았다면 IEA 11개국의 2005년 에너지소비는 현재보다 58%, 혹은 59EJ 높았을 것이다.

IEA 보고서에 발표된 각종 에너지지표들은 에너지효율정책 개발 및 평가방안을 고안하는데 도움이 될 것이다. 에너지지표 개발과 관련, 가장 시급한 과제는 기초 자료들을 적절한 시기에 가능한 많은 국가들이 활용할 수 있도록 하는 것인데, 이는 특히 기초자료가 부족한 비 IEA 회원국들에게 시급한 문제이다. IEA 회원국들 역시 에너지효율정책 개발 및 평가방안을 고안하는데 유용하게 사용할 수 있도록 기초 자료의 질을 향상시키고, 이를 국가 간 비교가 가능하도록 개발해야 할 것이다.

탈석유화를 향한 서울시의 화석에너지 감축 방안

조 항 문

서울시정개발연구원 연구위원



1. 서론

2000년 이후 국제유가는 가파르게 상승하여 금년 중에 1배럴당 150달러까지 급등한 바 있다. 올해 초에 만 해도 전문가들은 중국과 인도를 비롯한 신흥개발도상국의 수요 증가로 인해, 앞으로 배럴당 \$100 내외의 고유가 상황은 지속될 것으로 전망했다. 미국에서 촉발된 금융위기로 국제경기 침체로 인하여 국제유가는 40달러대로 하락하였으나 경기가 회복될 경우 석유소비 증가와 유가 폭등의 잠재성은 여전하다.

우리나라는 1인당 국민소득 수준은 31개 OECD국가 중 30위, 1인당 에너지 소비량 9위, 석유소비량 세계 7위, 최종에너지소비량 세계 10위이며, GDP 1000달러당 에너지 소비량은 OECD 국가 중 6위로 높으며, 원유수입량은 세계 4위, 1990년 대비 1인당 에너지사용량 증가율은 105%로 1위이다. 우리나라는 에너지 다소비국가로서 국가경제가 유가에 민감할 수 밖에 없다.

물가 및 에너지 효율성을 고려한 실질실효 유가 기준으로 볼 때 최근 유가폭등의 수준은 제1차 오일쇼크 시기보다 높고, 한때 제2차 오일쇼크 수준까지 근접한 것으로 평가되고 있다. 특히 서울은 서비스산업(85% 차지) 중심의 내수 의존적인 경제구조를 갖고 있어 경

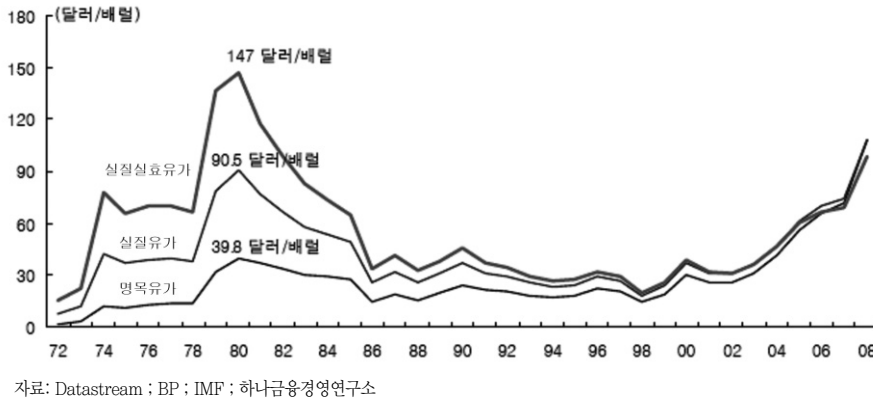
기침체 등 고유가든 그에 의한 타격이 크게 나타날 것으로 우려된다(그림 1 참조).

1차 오일쇼크(1973~1975) 당시에는 우리나라가 경공업 중심의 산업구조였음에도 불구하고 성장 둔화, 물가 급등, 무역적자 심화되는 등의 어려움을 겪은 바 있다. 경제성장률은 12%(1973)에서 6%대(1974~1975)로 둔화물가는 3%대에서 24%대로 급등하였다. 2차 오일쇼크(1979~1980) 발생 시에는 석유 의존도가 높은 중화학공업 중심의 산업구조로 전환되어 1차 오일쇼크 때보다 더 큰 충격을 받았다. 경제성장률은 6.8%(1979)에서 마이너스 1.5%로 급락물가는 14%대(1978)에서 28%대(1980)로 급등하였다.

과거 오일쇼크에서 보듯이 중앙정부의 대책만으로 고유가를 대처하기에는 미흡하다는 교훈을 얻었다. 1·2차 오일쇼크 당시 중앙정부는 비상대책을 마련하여 신속하게 대처하였으나 장기적·구조적인 석유에너지 대책 수립에는 소홀하였으며 중앙정부 단독으로 초고유가시대에 대처하기에는 그 한계가 분명하다는 점에서 고유가가 장기화되고 기후변화의 영향이 본격화될 경우에 대비하여 지자체의 적극적인 대응과 범국가적이고 근본적인 에너지대책이 필요하다.

우리나라의 경제·사회구조가 에너지 다소비형이라

[그림 1] 실질실효 원유가 추이



는 치명적인 약점을 고려하지 않은 공급중심의 에너지 정책은 치명적인 한계점에 노출되어 있다. 게다가 국제 사회는 '에너지 저소비 사회' 또는 '저탄소 사회'로 전환하도록 강력한 압력을 행사해 왔다. 선진국들은 이미 온실가스 배출량을 감축하기 위하여 에너지 소비절약과 에너지 효율향상 등 에너지수요관리를 위해 노력해 왔다. 우리나라도 공급중심의 에너지정책에서 수요관리 정책으로 전환하기 위하여 녹색성장을 근간으로 하는 국가에너지기본계획을 확정한 바 있으나 여전히 선진적인 수준에서 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

교통이나 가정·산업부문의 경우 에너지 절감 및 효율향상 그리고 신·재생에너지 보급계획의 이행과정에서는 지방자치단체의 역할이 매우 중요한 시점이다. 정부의 녹색성장계획이 결실을 맺기 위하여 서울시는 에너지 절감 및 그린에너지 공급확대로 정부의 저탄소 녹색성장 계획에 부응하고 정부는 서울시에 대해 녹색성장을 위한 재정지원을 확대하여 일자리를 창출하고 국가의 경제성장을 견인하여야 한다.

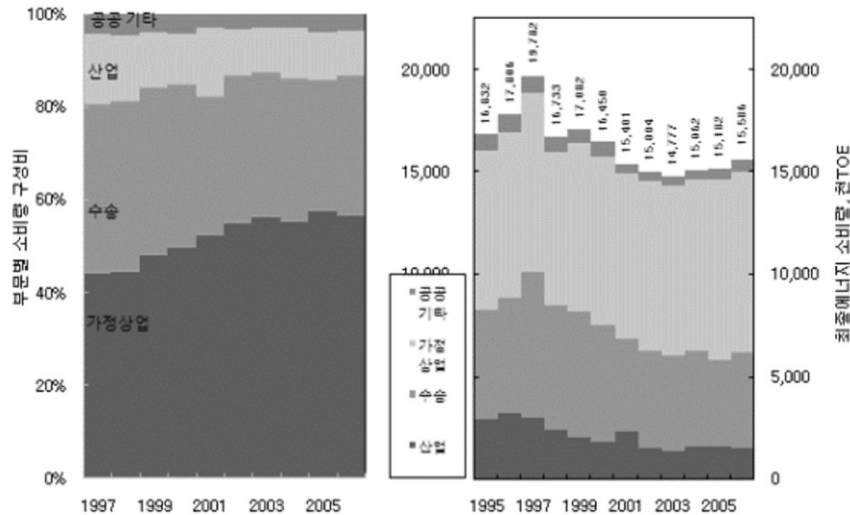
2. 서울시의 에너지소비 현황과 전망

가. 부문별 에너지 소비량

서울시의 부문별 에너지 소비량은 가정상업부문(57%), 수송부문(30%), 산업부문(9.7%), 공공 및 기타 부문(3.5%) 순이다([그림 2] 참조). 특히 가정상업부문의 에너지 소비량의 비율은 1997년 44% 수준이었으나 지속적으로 구성비가 증가하여 2006년에는 약 57%에 이르렀다. 수송부문의 에너지 소비량은 30%로 가정상업부문과 수송부문을 합하면 87%로 서울시 에너지소비량의 대부분을 차지한다.

최종에너지 소비량은 외환위기를 맞은 1997년에 19,782천TOE로 정점을 기록한 이후 1998년에는 16,733TOE로 15%나 급감하였으며, 2003년에는 1997년에 비해 14,777천 TOE로 25%까지 감소하였으나 2003년 이후부터는 서서히 증가하는 추세다([그림 2] 참조).

[그림 2] 서울시 부문별 에너지소비량 구성비 변화추이



가정상업부문의 에너지 소비량은 1997년 약 8,744천 TOE를 기록한 이후 1998년에는 7,482천 TOE로 14%가 감소하였으나 1년 만에 다시 급격히 증가하여 2006년에는 1997년의 에너지 소비량을 상회하기에 이르렀다. 수송부문의 에너지 소비량도 1997년 7,185천 TOE로 정점을 기록하였으며 감소추세를 유지하고 있다. 2006년에는 4,674천TOE로 1997년에 비해 35%가량 감소하였다.

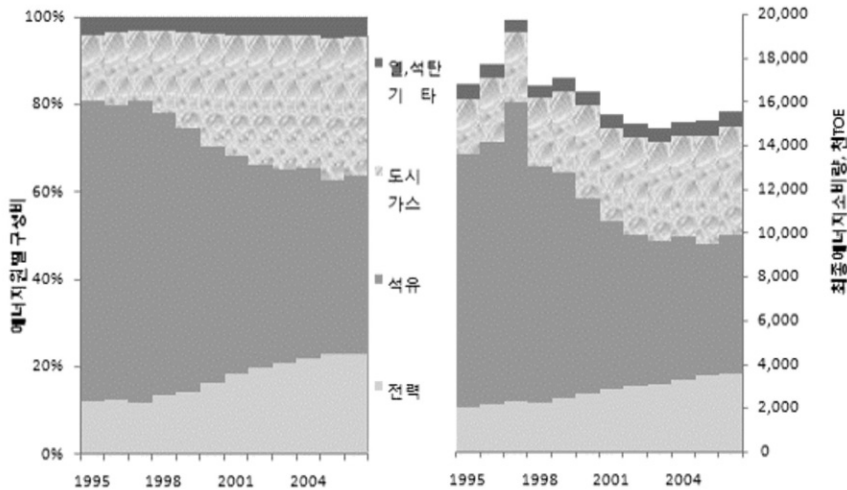
산업부문 에너지 소비량은 1996년 3,178천 TOE로 정점을 기록한 이래 2003년에는 1,366천 TOE로 57%나 감소하였으며, 2003년 이후 서서히 증가하여 2006년에는 1,512천TOE를 기록하였다. 2003년에 448천TOE로 48% 감소하였으나, 2003년 이후 서서히 증가하여 2006년에는 552천TOE를 기록하였다.

나. 에너지원별 소비량

2006년 서울시에서 소비된 에너지원별 구성비는 석유 41%, 도시가스 32%, 전력 23% 순으로 나타났다 ([그림 3] 참조). 석유의 구성비는 1997년 69%까지 달하였으나 지속적으로 감소하였으며 41%까지 낮아졌다. 반면 도시가스는 1997년 16%에서 2006년에는 32%로 증가하였다. 이는 도시가스 보급률이 1997년 61%에서 2006년에는 95%로 증가하였기 때문이다.

최종에너지 소비량 중 전력의 구성비 또한 1997년 12%에서 2006년에는 23%로 증가하였다. 이는 각종 가전제품 보급률 증가, 가전제품의 대형화, 가전제품 사용시간의 증가 등 다양한 요인에 기인한 것으로 추정된다. 실제로 1996년에 비해 2006년에는 TV는 7%,

[그림 3] 서울시 에너지원별 소비량 및 구성비



〈표 1〉 서울시 가전제품 보급률과 사용시간

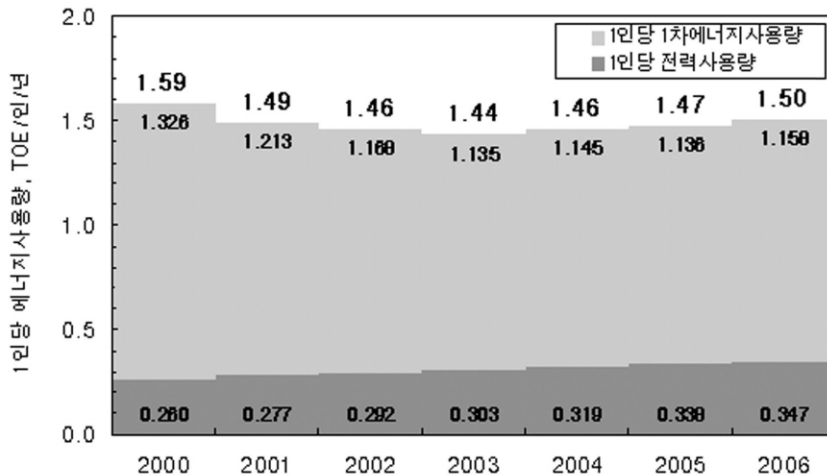
가전제품	보급률(대/가구)		사용시간(시간)	
	1996년	2006년	1996년	2006년
TV	1.37	1.46	2,047	2,254
세탁기	0.95	0.99	219	321
에어컨	0.18	0.58	232	308
컴퓨터	0.68	0.88	643	1,418

세탁기 4%, 컴퓨터 29%, 에어컨 222% 증가하였으며, 사용시간도 TV 10%, 세탁기 47%, 에어컨 33%, 컴퓨터 121% 증가하였다(〈표 1〉 참조). 이중 에어컨 보급률 및 사용시간 증가가 매우 두드러지게 나타나고 있으며 실제 여름철 전력사용량에 큰 영향을 미치고 있다.

에너지원별 에너지 소비량에 있어서 2000년 이후

석유를 제외하고 다른 에너지원의 소비가 모두 증가하는 경향을 보이고 있다. 석유소비는 2000년 8,911천 TOE에서 2006년 6,329천TOE로 감소하였으나, 도시가스는 4,227천TOE에서 4,978천TOE로 18%증가하였으며, 전력소비량은 2,700천TOE에서 3,597천TOE로 33%나 증가하였다(그림 3) 참조).

[그림 4] 서울시 1인당 에너지 소비량



다. 원단위

1) 1인당 사용량

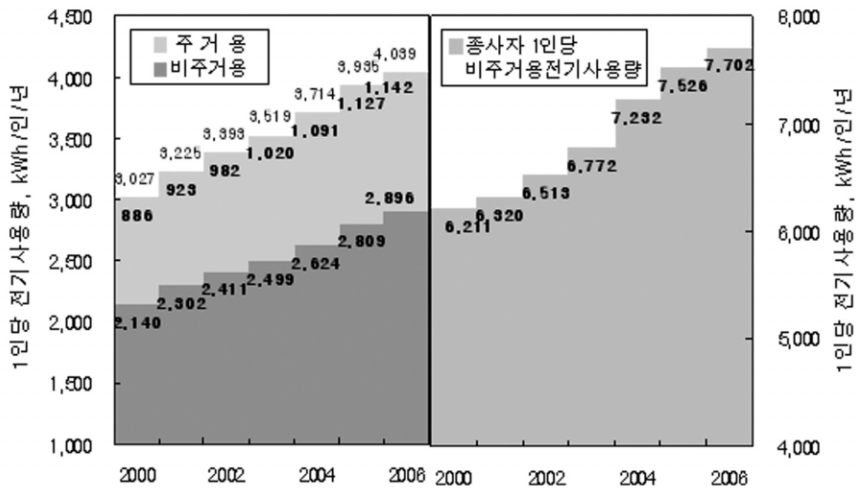
서울시의 1인당 에너지 소비량은 1997년 1,904 TOE에서 2006년에는 1,505 TOE로 낮아졌다(그림 4) 참조). 1인당 에너지소비량에 있어서 전력사용량은 1997년에 0.226 TOE/인, 2000년에는 0.260 TOE/인 그리고 2007년에는 0.347 TOE/인으로 지속적인 증가 추세를 유지하고 있다. 1차에너지 소비량은 2000년에 1,326 TOE/인에서 2006년에는 1,158 TOE/인으로 감소하였다.

1차에너지 소비량 감소는 석유사용량의 감소에 기인한 것으로 추정된다. 특히 2001년에는 김포국제공항의

국제공항 기능이 인천공항으로 이관됨에 따라 항공유 소비가 현저하게 감소하였다. 에너지원별로 살펴보면 2006년 전력사용량이 0.347 TOE/인이며 1차에너지 소비량은 1,158 TOE/인으로 나타났다.

1인당 도시가스 사용량은 468.6 Nm³/인, 1인당 주택용 도시가스 사용량은 283.76 Nm³/인이었다. 서울시의 1인당 전력소비량은 1990년 이후 지속적으로 증가하여 2006년 1인당 전력사용량은 약 4.04 MWh로 1990년에 비해 2.7배로 증가하였다. 1인당 주택용 전력사용량은 1.14 MWh로 2000년에 비해 29% 증가하였고, 종사자 1인당 비주택용 전력사용량은 2000년 6.211 MWh에서 2006년에는 7.702 MWh로 24% 증가하였다(그림 5) 참조).

[그림 5] 서울시 1인당 전력 소비량



〈표 2〉 에너지집약도

(단위 :TOE/백만원)

구분	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	연평균 증가율(%)
서울	0.136	0.148	0.138	0.134	0.119	0.108	0.097	0.095	0.096	0.095	0.096	-5.6
전국	0.256	0.269	0.272	0.268	0.259	0.255	0.248	0.245	0.236	0.234	0.226	-2.0
서울/전국	0.53	0.55	0.51	0.50	0.46	0.42	0.39	0.39	0.41	0.41	0.42	-3.7

2) 에너지집약도

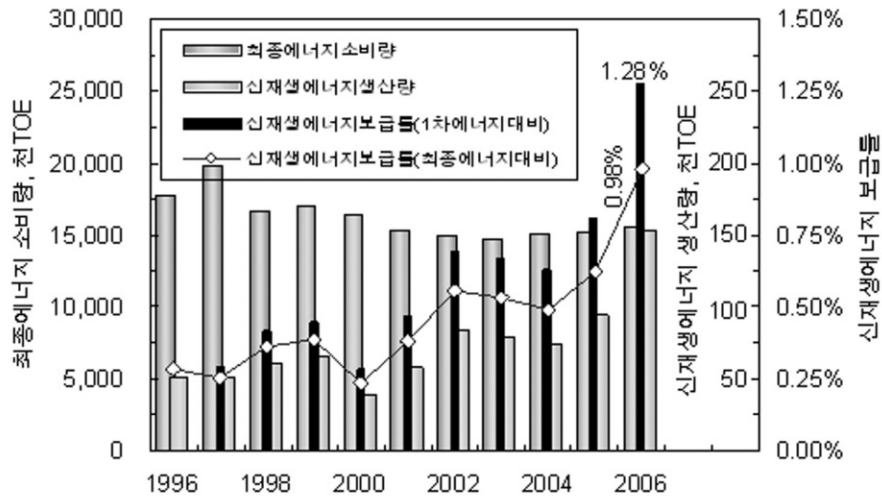
2000년 기준 가격을 기준으로 에너지집약도를 살펴 보면, 2006년 전국의 에너지집약도는 0.23 TOE/백만원이며, 서울시의 에너지집약도는 0.096 TOE/백만원으로 전국의 42% 수준으로 나타났다. 이는 서울시의 산업이 제조업보다는 금융 및 서비스업 중심이기 때문이다. 서울시의 에너지집약도는 전국 추세와 마찬가지로

감소하고 있으며 2000년 0.14(TOE/백만원)에서 2006년 0.096(TOE/백만원)로 31% 감소하였다.

라. 신재생에너지

서울시의 신재생에너지 보급률은 지속적으로 증가하고 있다. 2006년 신재생에너지 보급률은 최종에너지의 0.24%에 불과하였으나 2006년에는 0.98%로 약

[그림 6] 신재생에너지 생산량과 보급률



〈표 3〉 서울시 신재생에너지 구성비

계	폐기물	바이오	태양열	풍력	태양광	지열	연료전지
153,149	84,567	64,268	2,886	44	392	471	521
100%	55.2%	42.0%	1.88%	0.03%	0.26%	0.31%	0.34%

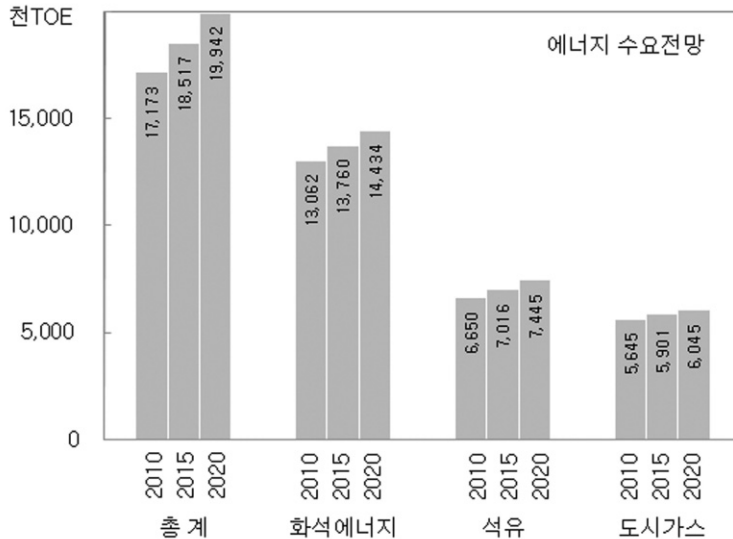
4배로 증가하였으며, 신재생에너지 생산량도 39,059 TOE에서 15,315 TOE로 약 3.9배로 증가하였다(그림 6) 참조).

신재생에너지 생산량은 현저하게 증가하였으나, 서울시의 신재생에너지원은 폐기물 소각열과 바이오에너지가 각각 55%와 42%로 전체의 97%이상을 차지하고 있으며, 연료전지 및 태양에너지 등의 비중은 3% 이하로 신재생에너지원의 생산구조가 편중되어 있다(표 3) 참조).

마. 에너지소비 전망

서울시의 건축물 수요증가, 자동차 등록대수 증가 등을 토대로 장래 에너지 소비량을 추정한 결과 2020년 최종에너지 소비량은 2000년에 비해 21% 증가한 19,942천TOE로, 도시가스 및 석유 등 화석에너지 수요는 14,434천 TOE로 2000년에 비해 5% 증가할 것으로 전망된다.

[그림 7] 서울시 에너지 소비전망



3. 서울시 화석에너지 감축목표와 주요과제

가. 화석에너지감축 기본방향

1) 감축목표 제안

고유가 및 기후변화에 대응과 관련하여 화석에너지 감축은 최대화두로 등장하였으며, 현재 유가가 큰 폭으로 하락하였으나 초고유가로 반전될 가능성이 높다. 저탄소 경제실현을 위해 런던이나 도쿄 등 우리의 경쟁도시들은 에너지소비 감축목표를 설정하여 전략적으로 접근하고 있다.

탈석유사회(oil-free society)로 전환하기 위하여 최근의 에너지 소비추세를 고려하여 2020년 화석에너지

〈사 례〉

런던의 에너지 전략(The Mayor's Energy Strategy)

- 2020년까지 1990년 대비 이산화탄소 배출량을 20%, 2050년까지 60% 감축을 목표
- 2010년 까지 10만 가구의 전기 공급을 재생가능 에너지로 대체
- 정책방향
 - 더 적은 에너지 사용(Be Lean: 에너지 절약을 통해 수요를 줄임)
 - 재생가능 에너지 사용(Be Green: 화석에너지 사용을 줄여 온실가스 배출량 감축)
 - 효율적인 에너지 공급(Be Clean: ESCO사업, 열병합 발전 등을 이용)

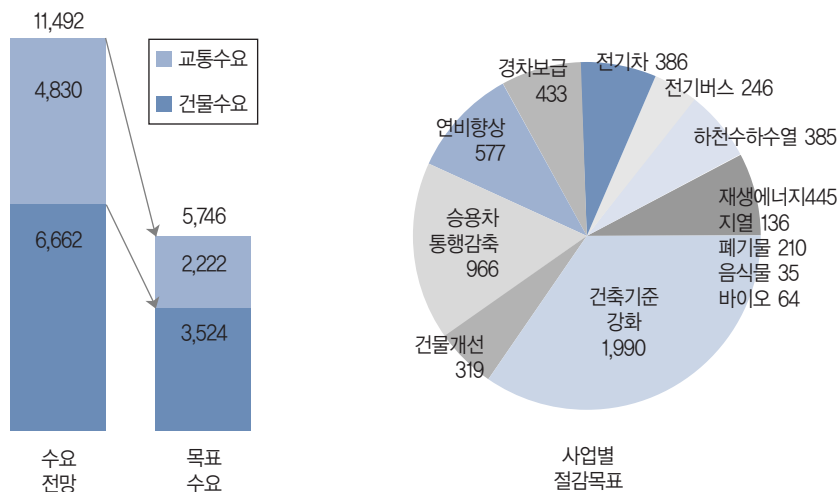
도쿄의 에너지 전략(Environment in Tokyo)

- 2010년까지 1990년 대비 온실가스 배출량을 6% 감축 목표
- 정책방향
 - 에너지 수요관리, 지역 냉난방의 확대, 에너지 교육프로그램 강화
 - 재생가능 에너지 사용 확대: 친환경에너지 프로그램, 그린빌딩 프로그램, 에너지절약 라벨 시스템 등

〈표 4〉 화석 에너지 절감목표

구분	수요전망(천TOE)	절감목표(천TOE)	목표수요(천TOE)	절감률(%)
합 계	11,492	5,746	5,746	50
건물부문	6,662	3,138	3,524	47
수송부문	4,830	2,680	2,222	54

[그림 8] 화석 에너지 절감목표



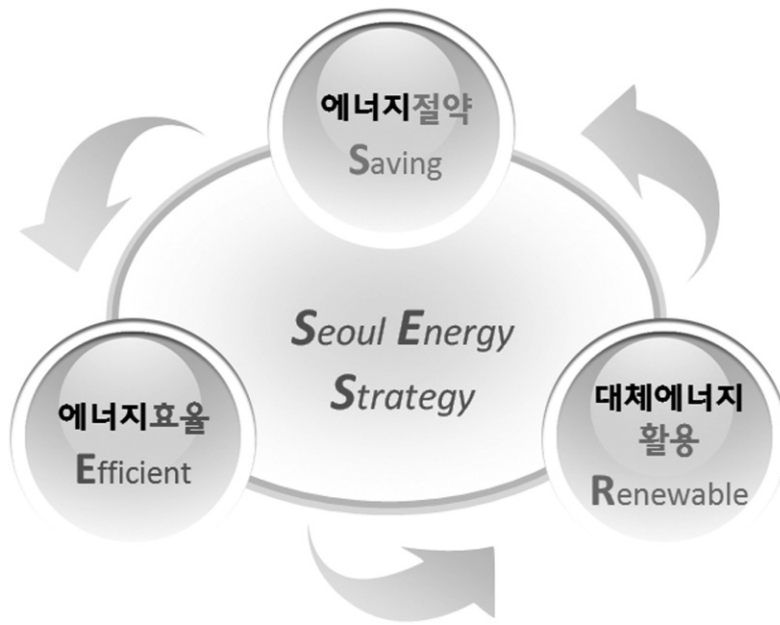
지소비를 50%이상 줄이는 목표를 제안한다. 이를 위하여 건물부문의 화석에너지 소비량을 47% 줄이고, 교통 부문에서 54%를 줄이도록 부문별로 목표량을 할당하였다. 건물(가정, 상업)부문은 건물에너지 효율향상, 패시브 하우스 보급 등으로 3,138TOE를 줄여 전체의 47%를 절감하고, 수송 부문의 경우, 승용차 통행량 30% 감축과 15% 연비 향상, 전기자동차 등 친환경 그린카 도입 등으로 54%의 화석연료 사용을 줄이도록 제안한다.

2) 화석에너지 감축을 위한 3대 부문 전략과제

국제적인 경기침체로 인하여 유가가 급격히 하락하였으나, 고유가 상황재발에 대비한 구조적인 대책을 마련하여야 한다. 에너지 정책의 기본원칙인 '절약', '효율향상', '대체' 등 3대 부문을 명확히 하고 장기적이고 구조적인 대책을 강구하여야 한다.

시민의 실천과 정부의 보조를 바탕으로 하는 에너지 절약, 건물의 에너지 효율향상이나 고효율 교통시스템

[그림 9] 화석에너지 감축 3대 방향



〈표 5〉 화석에너지 50% 감축을 위한 30대 전략과제

부문	분류	전략 과제
에너지 저소비형 건물	절약	탄소 마일리지, 스마트계량기 설치 및 시간별요금제, 저에너지주택 보급 지원, 옥외광고물 정비, 에너지절약 실천지침서 보급, 대기전력 차단기 보급, 쿨비즈 웹비즈 캠페인, 그린홈 프로그램 운영, 정보제공 홈페이지 운영
	효율 향상	신축건물효율등급 1등급화 지원, 기존 건물 단열 강화 지원, 에너지진단 및 설비 개선 지원
Green Mode에 의한 저에너지 수송	절약	승용차 통행량 감축, 그린모드 전환, Car Sharing 등
	효율 향상	대중교통 확충, 지하철 회생 제동전력 저장장치 설치, LED 신호등 보급, 가로등 효율 개선, 하이브리드 차량 보급
신재생에너지 보급 확대	대체	하수열 냉난방 공급, 하천수열 냉난방 공급, 지열 보급, 폐기물 에너지 회수 증진, 음식물쓰레기 바이오가스화, 태양광 발전시설 보급, 태양열 온수 보급, 소화가스 도시가스화, 수소연료전지 보급, 수소연료전지차 보급, 신재생에너지 구매 의무화

등 에너지 고효율시스템 구축을 통한 에너지 효율향상, 신재생에너지 및 미활용에너지를 이용한 에너지 대체 등 3대 부문의 전략사업을 <표 5>에 제시하였다.

나. 건물부문 전략

1) 건축물 효율향상과 에너지절약을 위한 정책을 강력하게 추진

서울시 에너지 소비량의 60%가 가정·상업부문과 공공부문에서 소비되었으며 이는 건물에서 소비된 것으로 볼 수 있다. 따라서 건물에너지 소비절감에 큰 비중을 두고 에너지 절약정책을 추진한다.

뉴타운 등의 단지 및 개별 건축물에 대해서 에너지 소비총량을 설정하여 총량의 범위 내에서 설계토록하는 에너지소비 총량제를 시행하는 방안을 강구한다. 에너지 총량제 시행에 있어서 에너지 절약기술 발전에 따라 총량을 점진적으로 감소시키는 방안도 고려한다.

신축건물의 경우는 건축물 에너지효율등급 1등급을 의무화한다. 건물이용자 및 관리자의 노력에 의존하는 기존의 에너지 절약 방법으로는 더 이상의 성과를 기대하기 어려우므로 건물의 성능을 획기적으로 향상시켜 에너지 손실을 줄인다. 예로서 건물에너지 효율향상을 위하여 단열강화, 2중창 또는 3중창, 저방사유리(Low E 유리), 이중외피 등 다양한 기법을 도입한다.

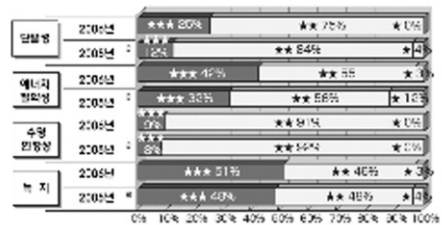
건축물 에너지효율등급인증 및 효율등급표시 의무화를 통해 기존건물의 에너지효율향상을 유도한다. EU국가 및 선진도시들은 2009년부터 모든 주택에 대한 에너지효율등급표시를 의무화한 바 있다. 서울시는 “서울특별시 친환경건축기준”을 제정하여 서울시 친환경건축물 등급기준을 설정하였으나, 친환경건축물 등

급표시를 의무화하지는 않은 상태이다. 서울특별시 친환경 건축물 등급 또는 건축물 에너지효율등급, 에너지 성능지표 등의 표시를 의무화함으로써 소비자가 에너지효율에 대한 정보를 파악할 수 있도록 하여 건물의 성능향상 유도하는 것이 바람직하다. 또한 에너지 효율등급이 높은 건축물에 대해서는 지방세 감면, 신축건물의 용적률 완화 등의 인센티브 부여할 필요가 있다. 다만, 용적률 인센티브가 실효성을 확보하려면 난립된 기존의 인센티브제도를 개혁한다. 특히, 시대의 변화에 따라 규제하지 않더라도 부동산 구매자가 선호하는 시설에 대해서는 용적률 인센티브제도를 폐지한다.

<사 례>

도쿄의 '아파트환경성능표시' 제도 시행효과

- 단열성, 에너지절약, 수명, 녹지 등 4개분야 평가
- 제도시행 후 모든 평가 부문에 대해 최우수등급의 비율이 증가하였음
- 4항목을 3 단계로 평가



- ★ 건물에 관한 법령 등이 요구하는 기준
- ★★ 상기보다 환경 배려가 웃도는 기준
- ★★★ 환경 배려가 가장 뛰어난 기준

에너지이용에 대한 책임감 부여하는 방안을 강구한다. 건물마다 에너지 사용상황을 실시간으로 파악하여 낭비요인 발생시 이용자 및 건물관리자에게 통보해주는 시스템을 구축할 필요가 있다. 건물 에너지관리시스

템(BEMS; Building Energy Management System)은 제어시스템 구축에 많은 비용이 소요되므로, 각 사무실단위로 냉난방이나 조도 등 에너지 이용상황을 감지하여 에너지 낭비요인 발생 시 관리자 및 이용자에게 통보하는 시스템을 도입할 경우 사무실마다 에너지 소비량을 실시간으로 계시하여 에너지절약 의식을 제고하거나 에너지낭비를 규제 할 수 있다.

스마트계량기 설치 및 실시간요금제를 시행함으로써 자발적인 에너지절약을 유도한다. 스마트계량기를 설치하면 전기 소비가 많은 시간에는 비싼 요금제를 적용하여 첨두부하를 완화하고 에너지절약을 유도할 수 있으며, 가스계량기, 수도계량기, 전력량계, 지역난방 열량계 등과 통합 계량하여 정보를 제공함으로써 에너지소비에 관한 관심이 높아짐으로써 에너지 절약효과를 얻을 수 있다. 에너지사용량 증감 정보제공 등을 통해 3~7%의 에너지절약을 할 수 있는 것으로 알려졌다.

2) 패시브 하우스 보급

기존 주택과 비교하여 난방에너지를 90%까지 획기적으로 줄인 패시브하우스를 자치구 마다 1개소 이상 보급하여 홍보 및 교육용으로 활용할 필요가 있다. 패시브하우스는 에너지 절약기술 및 자연에너지이용 기술을 최대한 활용한 것으로서 보온 및 단열, 3중창, 고효율 창호, 배열회수기법 등을 적용하여 에너지손실을 최소화하고, 고효율기기를 이용하여 에너지손실을 최소화한 것으로 난방에너지 뿐만 아니라 인체의 열이나 가전제품의 열까지 최대한 활용할 수 있다. 서울의 자연환경을 고려하여 지열, 태양에너지 등 신재생에너지를 생산하여 에너지를 자급자족할 수 있도록 설계한다.

〈사 례〉

런던의 무탄소 공동주택(Zero Carbon Development)

- 의미와 목표

- 에너지 효율이 높은 공동주택 보급
- 탄소의 순배출량이 0인 재생가능한 에너지를 활용한 전력과 난방 공급
- 2010년 런던내 모든 자치구당 최소 1개소 이상 조성

- 사용기술

- 효율 에너지 기술
- 열병합 발전 난방 / 공동 또는 지역난방
- 재생가능에너지 생산
- 새롭거나 진보적인 기술 적용(연료전지 등)



- 인센티브

- Energy Services Company(ESCO)를 활용한 비용 절약
- 정부의 Low carbon Building programme에 의한 지원
- Private Finance Initiative(PFI)와 녹색에너지 등의 자금 활용

대덕 연구개발 특구의 "제로에너지타운"

- 현황

- 한국에너지기술연구원에 2005년 건립
- 단독주택 1개 동과 주거용 아파트 4채, 연구실, 복합에너지 효율화 건축물, 성능관리 동으로 구성



- 건물에서 소비되는 모든 에너지를 자체 생산

- 발전 및 에너지 절감 방법

- 100kW급 풍력 발전기와 13kW급 태양광 발전기, 3kW급 연료전지 발전기 등을 통해 총 116kW 에너지 생산
- 동급 건물의 평균 에너지 사용량(55kW)보다 많은 에너지 생산
- 잉여에너지는 한전으로 보내며, 바람이 없거나 해가 뜨지 않는 날은 한전에서 전기 공급 받음
- 기밀창호와 벽체단열, 열커튼, 바닥단열, 지중열 등을 이용한 난방 시스템 구축

- 경제성

- 제로에너지솔라하우스는 평당 건축비가 530만원 선으로 일반 고급 주택에 비해 25%정도 비쌌
- 그러나 일반주택에 비해 연간 300만원 정도의 에너지 비용 절감

자료: 한국경제, 2008. 8. 20

다. 수송부문 전략

1) 승용차 통행을 친환경 통행으로 전환

수송부문에서 화석에너지의 감축은 수송용 신재생에너지가 개발전과 개발후로 구분하여 추진하는 것이 바람직하나 현재로서는 수송용 신재생에너지가 상용화되는 시기를 예상하기 어렵기 때문에 개발전 단계에 초점을 맞춘다. 수송용 신재생에너지 개발전 단계에서의 정책방향은 화석에너지를 절약하는 정책, 화석에너지 사용의 효율을 증대시키는 정책을 추진하는 편이 바람직하다.

승용차 수요관리를 통해 승용차통행을 Green mode와 대중교통으로 전환시키는 정책을 추진하며, Green mode와 대중교통의 시설을 개선하거나 승용차통행을 직접적 관리하는 정책을 추진하여 화석에너지 사용을 줄인다. 이를 위하여 도로다이어트, 환승시설 및 편의개선, 정류장 환경개선 등의 사업을 추진한다.

경차, 하이브리드차, 수소연료전지차 등 고효율, 저탄소 교통수단보급을 통해 화석에너지 소비를 줄이는 방안도 강구한다.

2) 승용차통행량 30% 감소

2020년까지 화석연료 50%감축목표 달성을 위하여

수송부문에서는 전체 승용차통행량을 30% 감축한다. 즉, 2020년 승용차통행량으로 약 257만 통행/일 감축하려면 Green mode로 전환해야 하는 통행량은 1,195,664통행/일이며 대중교통으로 전환해야 하는 통행량은 1,370,690통행/일이다. 이를 위하여 자전거 등 그린교통수단이용 활성화를 위한 교통환경을 개선하여야 하며, 대중교통 시스템도 확충한다.

3) 물리적 기법을 통한 Green Mode로 전환

도로 다이어트로 자전거전용도로망 구축을 통해 Green Mode로의 전환을 유도한다. 차도, 보도, 그리고 부속시설로 이루어진 도로공간은 승용차 소통중심으로 운영되어 왔으나, 이를 사람, Green mode 중심으로 재편한다. 도로 다이어트기법은 서울시의 자전거도로망 구축사업과 연계하여 추진한다. 현재 구축된 한강 및 지천변에 설치되어 있는 자전거 전용도로를 이용하고, 미연결 도로구간을 탐색하여 탐색된 도로에 도로다이어트를 실시하여 자전거 전용도로망을 구축하는 것이 바람직하다.

도로 다이어트란 승용차 통행공간을 축소하고 축소된 공간을 Green mode 통행에 우선권을 부여하는 기법으로 유럽과 일본에서는 이미 시행하고 있는 기법이다.

도로 다이어트 외에도 Green mode 시설물을 개선

〈표 6〉 화석에너지 절감을 위한 수송부문 정책

구 분		세부정책
Green mode로 전환	시설개선적 측면의 접근	도로다이어트, Green mode 시설물 설치, Green mode 다양화
	승용차통행 직접관리 측면의 접근	적극적인 Mobility Management시행
대중교통으로 전환	시설개선적 측면의 접근	도시철도 환승편의 개선 및 횡수 감축, 버스정류장 환경개선
	승용차통행 직접관리 측면의 접근	적극적인 Mobility Management시행

하고 Green Mode를 다양화 한다. Green mode를 편하게 운행하기 위해서는 보관소, 휴게실, 신호등, 안내표지판 등을 설치한다. 자전거는 대표적인 Green mode중 하나이나 지형과 날씨에 영향에 민감한 하다. 따라서, 이러한 단점을 극복하는 다양한 형태의 Green mode 개발이 필요하다. 예로서 단거리에서 많이 발생하는 쇼핑통행이나 도심의 관광지에 대해서는 자전거 택시의 활성화도 고려해볼 필요가 있다.

4) 물리적 기법을 통한 대중교통으로 전환

버스정류장 환경개선이나 도시철도 환승편의 개선 및 환승 감축 등 물리적인 기반시설을 확충하여 대중교통 이용을 촉진시킨다. 예로서 버스정류장에 의자 등 편의시설 확충하며 청결도와 쾌적성 향상시켜 시민편의를 증진시킨다. 또한 하나의 물리적인 노선을 여러 개의 노선이 공유하여 환승횟수를 줄이며 환승역의 구조를 변경하여 환승편의 개선한다(그림 10) 참조).

5) 정책적 기법을 통한 대중교통으로 전환

Mobility Management는 대표적인 수요관리 방법으로 업무·상업지역의 주차장 축소, 친환경통행수단 이용자에게 인센티브 지급, 홍보 등을 통해 통행행태를 변화시킨다.

6) 에너지효율향상

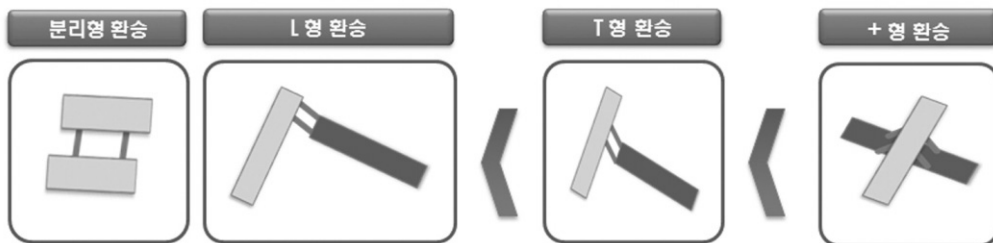
공공부분 하이브리드차량 우선 구입, 하이브리드차량 이용자에게 인센티브를 제공하는 등 경차 및 하이브리드차량 보급촉진하며, 운전면허 교육과정에 에코드라이빙에 대한 내용을 추가 등 에코드라이빙에 대한 체계적 교육을 실시한다.

7) 자발적 에너지 절약 촉진을 위한 탄소마일리지 도입

건물에너지 중심의 기존 탄소마일리지 제도를 자동차 부문까지 확대한다. 가정에서 사용한 에너지뿐 아니라 자동차 운행거리 단축에 따른 온실가스 감축량에 대해 마일리지를 부여한다.

[그림 10] 편리한 환승시스템 개념도

◦ 분리형과 L형 환승역에 대해 T 또는 + 형 환승역으로 구조 개선 필요



2) 수소에너지이용 기반 조성

수소경제사회 진입을 위한 시범사업으로서 마곡지구 및 용산지구 등에 수소타운을 조성한다. 마곡지구에는 서남물재생센터 소화가스를 주 연료로, 도시가스를

보조연료로 사용하는 수소연료전지를 설치하여 열과 전기 공급한다. 또한 물재생센터에 소화가스로부터 수소를 생산하여 공급하는 수소충전소를 설치하여 수소자동차 운행 기반을 확보한다.

〈표 7〉 탈석유화 사업비(2020년까지 누계)

부문	분류	단위사업	비용 억원	타분야 예산	부문	분류	단위사업	비용 억원	타분야 예산
계			166,477	6,346	계			27,984	2,346
가정	소계		49,642	-	수송	자동차 통행량 감축	승용차통행량감축		14
	건물 성능 향상	신축건물효율1등급	12,832				버스중앙차로제		2,269
		기존건물단열강화	26,331				대중교통복합환승센터		63
		에너지진단및설비개선	3,500				공영자전거도입	500	
	절약 생활	스마트계량기	3,884			효율 개선	하이브리드차지원	14,072	
		대기전력차단기보급	1,787				하이브리드버스보급	10,847	
		교육 및 홍보	20			공공 부문	하이브리드차량보급	560	
	행정 지원	그린홈프로그램	141				지하철회생제동전력	705	
		저에너지주택보급지원	537				수소연료전지차(공공)	1,300	
		에너지절약실천지침서	20		신 재 생 에 너 지	소계		57,504	
	탄소마일리지	590		태양광		태양광발전(복지및공공)	7,274		
상업	소계		25,434			4,000	태양광발전(민간보조)	2,079	
	건물 향상	신축건물효율1등급	16,607			태양열	태양열온수(복지및공공)	491	
		기존건물단열강화	8,176				태양열온수(민간보조)	625	
	효율 개선	에너지진단및설비개선	650			하수열	하수열	6,685	
		옥외광고물정비		4,000			하천수열	8,733	
	공공	소계		5,913		-	지열	지열-복지및공공	2,755
성능 향상		건물단열강화	5,648			지열-민간		224	
수요 관리		쿨비트웹비즈캠페인	20		수소	수소연료전지(kW)	5,000		
효율 개선		가로등효율개선	106		폐기물	폐기물자원회수시설증설	1,800		
		LED신호등교체	129		바이오	음식물쓰레기바이오가스	2,453		
정보 제공		정보제공홈페이지개설	10		의무 구매	신재생에너지의무구매	19,387		

3) 폐기물 자원의 에너지화

가연성 폐기물은 최대한 에너지화한다. 서울시 자원 회수시설의 소각용량은 2,850 톤/일로서, 가동률을 90%이상 유지하여 연간 160천 TOE의 열에너지 생산한다. 또한 500톤/일의 시설을 증설하여 연간 28천 TOE의 소각열을 생산한다.

음식물 쓰레기의 에너지화를 추진한다. 서울시 음식물 쓰레기 1일 발생량은 약 3,270톤에 달하며, 사료화(55.8%) 및 퇴비화(41.8%)가 대부분이며 처리과정에서 11천 TOE, 수송과정에서 4천 TOE의 에너지를 소비한다. 서울시 관내에서 처리되는 양은 17%에 불과하며,

경기도(52.5%) 지역과 충청도지역(24.9%)에서 주로 처리되기 때문에 수송에너지가 많이 소요된다. 음식물 쓰레기 50%를 혐기성 소화공법으로 처리하여 70천 TOE의 바이오가스를 생산한다.

4. 탈석유화를 위한 재원확보 및 추진체계 제안

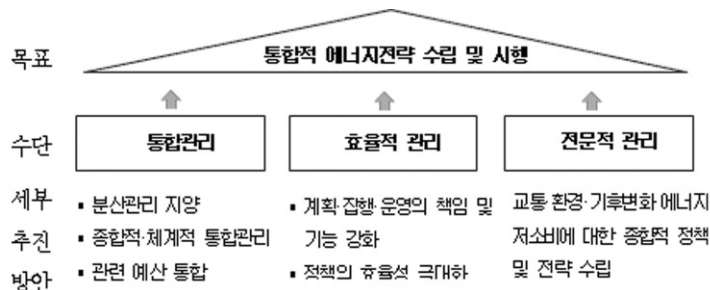
가. 화석에너지 50% 삭감을 위한 사업비

탈석유사회로 전환하기 위하여 서울시는 2020년까지 약 17조원에 달하는 대규모의 투자를 필요로 한다.

〈표 8〉 서울시 탈석유화 사업 재원 조달 방안

조달 주체	서울시	중앙정부	민간투자
재원규모	5조 원	5조 원	7조 원
내 용	· 세출예산 조정 4조 원 · 환경개선부담금 3000억 원 · 혼합통행료 7000억 원	정부의 녹색성장과 연계하여 국고 보조금 확보	재산세 감면 등 인센티브와 법규제 · 개정을 통한 투자 유도

[그림 12] 서울시 에너지 통합관리체계 구축방안



이는 건물, 수송 및 신재생에너지 등 3대 부문 30개 전략사업 추진에 소요되며, 부문별로 건물부문에 8조원, 수송부문에 2조 8,000억원, 신재생에너지 부문에 5조 7,000억원이 소요될 것으로 추정된다.

나. 재원확보 방안

탈석유사회로의 전환을 위한 재원확보를 위하여 세출예산의 조정, 환경개선부담금·혼잡통행료 부과 등을 통해 5조 원 규모의 에너지사업 재원을 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 서울시 재원 외에도 정부의 녹색성장 정책과 연계한 국고보조금 5조원과 민간투자자로부터 7조원을 조달할 수 있을 것으로 기대된다.

다. 서울시 에너지 통합관리체계 구축

17조 원에 달하는 대규모 에너지사업을 효율적으로 추진하기 위해서는 통합적인 관리시스템이 필요하다. 종합적이고 효율적인 사업추진을 위해 정책기능과 실행기능을 갖춘 기구를 설치하는 것이 바람직하다.

하나금융경영연구소, “유가의 재평가와 전망”, 「하나산업정보」, 제38호, 2008, 6.

Goran Persson, 「Commission on Oil Independence」, Commission on Oil Independence, 2006

Greater London Authority, 「The Mayor's Energy Strategy」, 2002

Tokyo Metropolitan Government, 「Tokyo Climate Change Strategy」, 2007.

〈 참고문헌 〉

김경철 외, “서울시 화석에너지 감축방안”, 「SDI 정책리포트」, 제19호, 2008. 8.

산업자원부, 「지역에너지통계연보」, 각호.

조항문 외, 「서울 친환경에너지 기본계획」, 서울특별시, 2008.6

원유시장 동향

오 세 신 에너지경제연구원 연구원

1. 국제유가 동향

2008년 한해 석유시장에서는 사상 유래 없는 국제유가의 움직임을 확인할 수 있었다. 지난해부터 시작된 국제유가의 급등세가 2008년 상반기까지 고스란히 이어졌으며 하반기 첫 달인 7월에는 배럴 당 150달러를 위협하기도 하였다. 하지만 7월 중순 이후 하락세로 급 전환한 국제유가는 12월에 이르러 배럴 당 30달러선까지 떨어지는 폭락세를 실현하였다.

상반기에만 해도 우리는 세계 경기침체의 확산과 더불어 국제 상품가격의 폭등에 따른 스태그플레이션을 고민하였다. 미국의 실물경기침체가 본격화 되고 금융시장 경색에 따른 여파가 유럽 및 주요 선진국들로 파급되면서 각종 경제지표의 부진이 목격된 가운데 국제유가와 원자재 및 농산물 폭등 현상으로 세계 경제는 마이너스 성장을 우려하기에 이르렀다. 실제로 일본과 유럽 지역의 2/4분기 경제성장률은 마이너스를 기록하였다.

WTI와 두바이 현물가격은 각각 99.64달러/배럴과 89.29달러/배럴로 2008년을 시작하였다. 상반기를 마감하는 시점인 6월 30일에 WTI와 두바이 현물가격은 각각 140.03달러/배럴과 136.16달러/배럴로 연초대비 47.2%와 48.7%의 급등세를 보여주었다. 한편, 국제

원자재 및 농산물 시장에서도 가격 폭등세가 동시에 나타나면서 우리나라 소비자 물가는 6월에 5.5%까지 상승하며 2008년 국가경제에 부담으로 작용하였다.

2008년 하반기를 시작하는 7월에도 국제 석유시장의 뜨거운 열기는 식을 줄을 몰랐다. 7월 3일 두바이 현물가격이 140.31달러/배럴로 최고점을 찍었으며, 이보다 앞선 6월에 이미 140달러 선을 돌파한 WTI 현물가격은 7월 14일에 145.49달러/배럴의 최고점에 올랐다. 이때까지만 해도 국제유가가 올해 안에 70달러 이하로 떨어지는 일은 대부분 상식 밖의 일로 치부되었다. 대표적으로 미국의 투자기관인 골드만 삭스는 유가가 배럴 당 200달러까지 상승할 수 있음을 경고하였으며 그나마 리먼 브라더스 정도가 2009년에 국제유가가 80달러 수준으로 하락할 것이란 전망을 내 놓았다. 대부분의 국내외 전문가들은 3/4분기부터 국제유가의 하향 안정세를 예측하긴 하였으나 최소 배럴 당 90~110달러 수준 밑은 떨어지는 것은 불가능할 것이라 여겼다. 이러한 와중에 7월 중순을 기점으로 뚜렷한 국제유가의 하락세가 목격되기 시작하였다. 7월 말 WTI와 두바이 현물가격이 각각 124.1달러/배럴과 123.33달러/배럴로 마감하였으며 8월 말에는 각각 115.48달러/배럴과 111.03달러/배럴까지 하락하였다.

대부분의 유가 전망 기관들은 8월 말 가격 수준에서 소폭 하향 안정화 추세를 보이며 2008년을 마감하리라 예상했을 것이다. 하지만 9월부터 본격적인 급락세가 나타나기 시작하였다. 9월 말 가격이 두바이 현물 경우에 전월 말 대비 20달러 이상 하락한 87.94달러/배럴을 기록하였으며, 10월 말에는 WTI와 두바이유 각각 60달러대와 50달러 수준까지 하락하였으며, 12월 현재 30달러 후반과 40달러 초반을 등락하고 있다. 7월에 기록했던 사상 최고치와 비교하면 5개월 만에 배럴당 100달러 이상이 폭락한 셈이다. 이러한 단기간 폭락에 대한 주된 요인으로 꼽히고 있는 것은 바로 세계 석유수요의 감소이다. 실제로 2008년 한해 세계 석유수요는 국제유가 만큼이나 예상을 뛰어넘는 수축현상을 나타내었으며 이 배경에는 세계 경제 불황이란 원인이 자리 잡고 있었다.

2. 국제유가의 변동 요인

2008년 국제유가의 롤러코스터 행보는 크게 두 가지에서 원인을 찾을 수 있을 것 같다. 그 첫 번째가 세계 석유수요에 대한 불확실성으로 현재의 국제유가 폭락의 원인이기도 하며, 두 번째는 금융시장의 대 혼란에서 그 요인을 찾을 수 있겠다.

가. 수급 요인

2007년 세계 석유수요는 하루 평균 8천 6백만 배럴로 전년에 비해 90만 배럴 정도 증가하였다. 이 기간 동안 OECD 국가들의 석유소비 증가는 하루 평균 40만 배럴 정도 감소한데 반해 비 OECD 국가들의 석유 소비가 130만 배럴 증가하였으며, 특히 중국의 석유 소비는 30만 배럴 이상 증가하며 전체 비 OECD 석유 소비 증가분의 1/4을 차지하였다. 반면 2007년 세계 석유공급은 하루 평균 8천 5백 6십만 배럴 수준으로 수요를 40만 배럴 이상 하회하며 공급 부족현상을 야기하였으며, 전년 대비로도 10만 배럴 증가하는 것에 그쳐 앞으로의 세계 석유수급이 심각한 불균형을 초래할 수 있다는 우려의 단초를 제공하였다. 이에 따라 2007년부터 국제유가의 급등세는 두드러지게 나타났으며 2008년에도 수급상황이 나아지기 어렵다는 전망이 제기되었다.

2008년 들어 국제에너지기구(이하 IEA)는 1월 월간 석유시장 보고서를 통해 2008년 세계 석유소비가 전년 대비 하루 평균 1.8백만 배럴 증가한 8천 7백 8십만 배럴을 기록할 것으로 내다보았다. 이는 미국의 서브프라임 모기지 부실에 따른 미국 경기의 침체 및 금융시장 불안을 이 당시 상황에서 어느 정도 감안한 결과였으며 또한 2008년 중국 베이징 올림픽을 고려할 경우

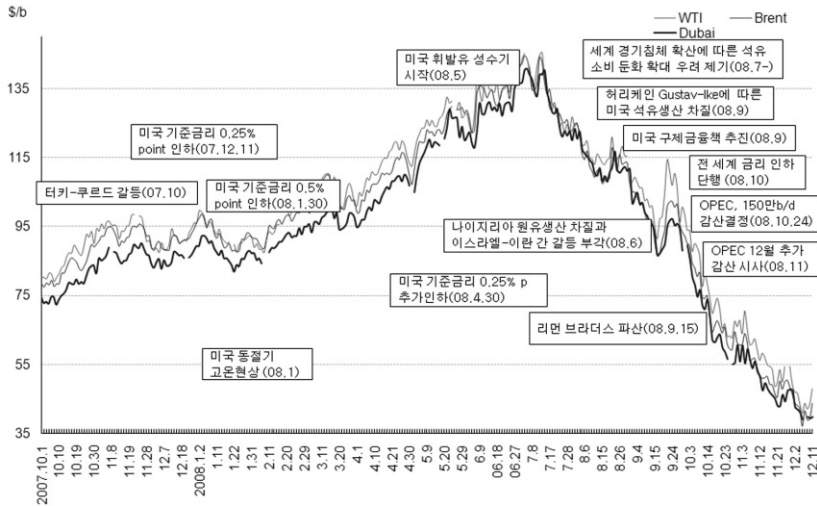
〈표 1〉 월별 원유가격 변동 추이

(단위: \$/배럴)

유종	2007년(A)	2008년					증감 (B-A)
		1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기*	평균*(B)	
두바이	68.43	91.38	116.71	113.72	54.73	95.68	+27.25
브렌트	72.62	96.81	121.61	123.29	58.12	98.93	+26.31
WTI	72.21	97.89	123.81	118.11	61.72	101.44	+29.23

주 : * 4/4분기와 연간 평균은 12월 19일까지의 가격을 기준으로 함.

[그림 1] 원유가 변동 추이



충분히 가능하다는 분석이 존재하였다. 이에 반해 2008년 세계 석유공급 면에서 비 OPEC 산유국들의 증산이 2007년에 비해 하루 평균 1백만 배럴 수준에 머물 것으로 예측, 공급 부족분인 80만 배럴 이상을 OPEC이 어느 수준까지 채워줄 수 있는지에 대해 우려를 표명함에 따라 2008년에도 국제유가의 상승세는 이어질 수밖에 없는 것으로 전망되었다. 이를 반영하듯 2008년 상반기까지 국제유가는 거침없는 상승세를 이어갔으며 특히, 중국이 올림픽을 앞두고 석유재고를 크게 늘리려 하였기 때문에 실물 석유거래 시장에서 수급 상황이 상당히 빠듯하다는 분위기도 이어갈 수 있었다. 하지만 이러한 상황 뒤편에서 이해할 수 없는 모순이 감지되고 있었다. 이는 실제로 관련 통계기관들이 제시하는 세계 석유수급 상황을 살펴보면 국제유가 추세와는 반대로 가고 있었기 때문이다. IEA가 발표하는 통계에 따르면 2008년 1/4분기 세계 석유공급은 하루 평

균 8천 7백 십만 배럴을 기록한데 반해 세계 수요는 8천 6백 8십만 배럴로 30만 배럴 가량 공급을 밀돌았으며 2/4분기에는 이러한 추세가 더욱 발전하여 세계 석유수요가 공급을 하루 평균 1백만 배럴 이상 하회하는 현상이 나타났다. 물론 공급이 전년 동기대비 하루 평균 1.5백만 배럴 이상 증가한 면도 있지만 수요가 당초 예상한 것과 달리 전년과 비교해 증가폭이 60만 배럴 수준에 그친 것도 원인이다. 이러한 수요의 둔화 현상이 발생한 원인은 미국의 경기침체 현상의 여파가 예상보다 심각했기 때문으로 풀이된다. 당초 유럽의 일부 국가들로 국한될 것으로 예상된 미국 발 경기침체 및 신용경색 현상이 유럽 전역과 일본, 그리고 아시아 신흥경제국들로 급속히 파급되면서 세계 석유수요도 예상보다 심각하게 침식되었다. 3/4분기에는 특히 세계 주요 은행과 기업들의 파산(리먼 브라더스) 및 파산 가능성으로 세계 경제의 장기 불황 가능성이 대두되었으

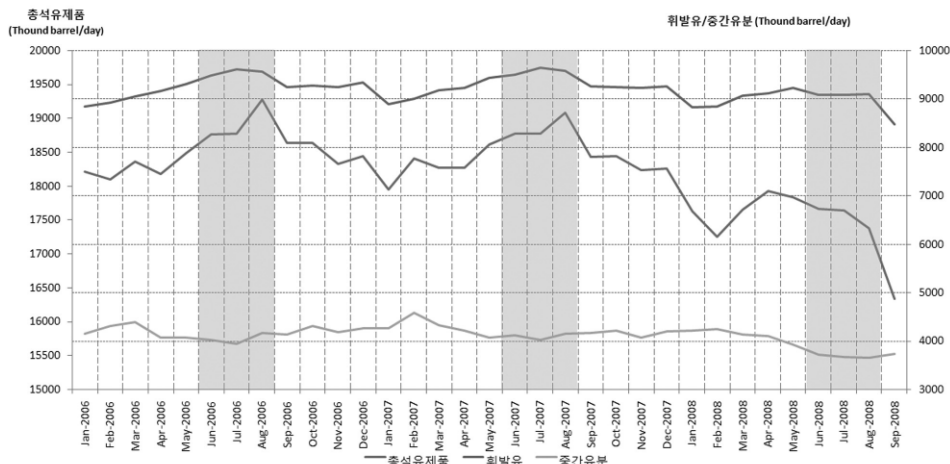
며, 실물경제의 급격한 위축 현상이 나타났다. 이에 따라 3/4분기 세계 석유수요는 전년 동기보다 오히려 하루 평균 50만 배럴 가량 감소한 8천 5백 2십만 배럴 수준에 그쳤으며 같은 기간 하루 평균 공급량인 8천 6백 3십만 배럴과도 1백만 배럴 이상 차이를 드러냈다. 특히, 세계 최대의 석유소비국인 미국의 2008년 석유소비는 이러한 심각성을 여실히 드러내고 있다.

미국의 석유소비 구조는 휘발유에 대한 의존도가 가장 높는데 2008년 들어 가장 심각하게 그 수요가 훼손되었다. 이미 2007년 10월부터 전년 같은 기간과 비교하여 감소세를 나타낸 가운데 2008년 6월까지 전년 동월대비 -2.3%로 그 감소율이 확대되었다. 특히, 미국 소비자들의 본격적인 자가용 운행기간이자 휘발유 성수기인 5월과 9월 사이를 살펴보면 다른 해와 달리 2008년에는 휘발유 소비가 정체된 것으로 나타나 세

계 경기침체에 따른 심각한 소비 위축현상을 잘 반영하였다. 또한 3/4분기를 마감하는 9월에도 중간유분을 제외한 전체적인 석유제품 소비가 심각하게 감소하고 있는 것이 2008년 세계 석유수요 감소 가능성을 지지하고 있는 것이다.

이러한 세계 석유수요의 감소로 국제유가도 3/4분기에 본격적으로 폭락하기 시작하였으며, 3개월 만에 배럴 당 50달러가 떨어지는 예측하지 못한 상황으로 발전하였다. IEA는 최근 12월 월간 석유시장 보고서를 통해 4/4분기 세계 석유수요가 전년 동기대비 하루 평균 1.6백만 배럴 감소한 8천 5백 6십만 배럴을 기록하여 2008년 세계 석유소비는 2007년 보다 오히려 하루 평균 20만 배럴 감소할 것으로 전망하였으며 국제유가도 이러한 현상을 반영하듯 12월 들어 30~40달러/배럴 선에서 등락을 거듭하고 있는 중이다.

[그림 2] 미국 석유소비 추세



주 : 음영 처리된 부분은 미국 휘발유 성수기 기간인 5월~8월 말을 표시함.

한편, 미국의 석유소비 시장에서도 확인할 수 있듯이 경기침체에 따른 수요 감소효과가 중간유분보다는 휘발유에 대해서 크게 나타나고 있다. 이는 올해 지속된 휘발유와 경유 가격 간 역전현상과도 무관하지 않다. 뉴욕상업거래소(NYMEX)에서 거래되고 있는 휘발유와 난방경유 선물 가격 간 역전 현상이 지금까지 지속되고 있는 가운데 난방 경유 선물의 정제마진은 배럴당 15~20달러 이상을 꾸준히 유지하고 있는 반면 휘발유 선물의 정제마진은 10월 중순 이후 마이너스(-)를 기록하다가 12월 중순에서야 플러스(+) 수준을 회복하여 현재에는 배럴당 5~7달러 선을 나타내고 있다. 소득탄력성이 휘발유에 대해서 민감하게 나타나는 만큼 2009년에도 이러한 역전현상은 최소 상반기까지는 유지될 것으로 보인다.

나. 금융시장의 변화

2000년대 중반 이후 석유시장에서 두드러진 변수로 제기되고 있는 것이 금융시장과의 연계성이다. 지금도 관련성에 대한 논란이 계속되고는 있으나 적어도 2007년과 2008년을 놓고 본다면 연관성은 매우 높다고 말할 수 있다. 2007년 하반기부터 국제유가가 본격적인 급등세를 나타낸 것을 두고 수급적인 문제와 함께 제기되고 있는 것 중 하나가 투기자금 문제다. 국제석유시장에 투기성 유동성의 증가가 국제유가의 급등을 견인했는가에 대한 논란이다. 실제로 2007년 상반기 미국의 서브프라임 모기지 부실 문제가 불어지면서 발생한 미국 달러화 가치의 폭락 및 금융시장 불안이 2007년 하반기부터 본격화된 국제유가 급등과 공교롭

〈표 2〉 세계 석유수요 동향

(단위: 백만b/d)

	2006년	2007년					2008년				
		1/4	2/4	3/4	4/4	연간	1/4	2/4	3/4	4/4*	연간*
OECD	49.6	49.8	48.2	48.8	49.9	49.2	48.9	47.2	46.6	47.4	47.5
Non-OECD	35.5	36.4	36.9	36.9	37.3	36.9	37.9	38.5	38.6	38.2	38.3
World	85.1	86.2	85.1	85.7	87.2	86.0	86.8	85.7	85.2	85.6	85.8

주: *는 전망치

자료: IEA, Oil Market Report, 2008.12

〈표 3〉 세계 석유공급 동향

(단위: 백만b/d)

	2006년	2007년					2008년				
		1/4	2/4	3/4	4/4	연간	1/4	2/4	3/4	4/4*	연간*
OPEC	36.3	35.6	35.5	36.0	36.8	35.9	37.2	37.1	37.4		
Call on OPEC	35.9	36.2	35.4	36.5	37.5	36.3	36.9	36.0	36.3	35.8	36.2
Non-OPEC	49.2	50.0	49.8	49.2	49.7	49.7	49.9	49.7	48.9	49.8	49.6
World	85.5	85.6	85.2	85.2	86.5	85.6	87.1	86.8	86.3		

주: *는 전망치

자료: IEA, Oil Market Report, 2008.12

제도 시간적 연결성을 가진다. 또한 2008년 상반기 동안에도 달러화 가치는 미국의 주택시장 침체, 무역적자 확대 및 금리인하 조치 등으로 하락세를 이어갔으며, 미국 서브프라임 모기지 부실의 여파로 대형 투자 은행인 미국의 베어스턴스가 파산위기에 몰리는 등 금융시장의 악재가 겹치면서 미국 증시는 본격적으로 급락하기 시작한 가운데 석유시장의 수급상황은 공급이 수요를 초과하는 재고증가 상황을 나타냈음에도 불구하고 국제유가는 연일 급등세를 이어갔다. 이러한 비정상적인 상황을 설명하기 위해 필요한 것이 국제 유동성의 흐름을 짚어보는 것이었다. 물론 파생상품시장이 전 세계적으로 확대된 지금의 현실에서 정확한 수치를 시계열 자료로 확보하기란 매우 어렵지만 투자기관 관계자들의 증언이나 미국 상품선물거래위원회(U.S. CFTC)에서 제공하는 비상업거래 매수자료 등을 통해 부분적인 확인은 가능하였다. 결과적으로 2008년 상반기 동안에 석유시장으로 유입되는 자금의 규모는 지속적으로 급증하였다는 것은 확실히 목격되었다. 하지만 여전히 투기적 수요가 국제유가를 끌어올렸는가에 대해서는 논란의 여지가 존재하고 있으며, 투기적 자금을 어느 선에서 규정짓느냐하는 것도 논란의 대상이다. 어찌되었건 2008년 하반기 세계 석유수요가 오히려 전년과 비교해 감소하는 현상까지 나타나면서 국제유가는 폭락하였고 이 와중에도 국제 유동성이 석유시장에 미치는 영향에 대한 평가는 더욱 분명해지는 듯하였다. 하반기 들어 미국의 달러화 가치가 다시 상승하기 시작하였으며, 미국의 대형 국책 부동산 회사인 패니 매와 프레디 맥 등이 구제 금융을 받아야 할 위기에 처하면서 국제적인 신용경색이 심화되었다. 이에 따라 달러화 보유가 금융적인 손실을 발생시켰던 상반기와는 달리 하반기에는 달러화 보유가 금융이익을 얻을 수 있는 상황으로 변하였으며 금융위기 심화로 기업들이 단기 유

동성 확보에 어려움을 겪게 됨에 따라 기존의 투자시장 뿐만 아니라 석유시장을 포함한 국제 상품시장에서도 유동성이 급속히 빠져나갈 수밖에 없는 요인으로 작용하였다. 따라서 국제유가가 하반기 들어 5개월 만에 배럴 당 100달러 이상, 비올로는 70% 이상 폭락한 것은 수급에서만 그 원인을 찾기에는 설득력이 미약하다. 출처가 투기세력이든 투자회사든지 간에 풍부한 유동성이 석유시장으로부터 이탈한 것은 사실이다. 비록 CFTC가 분류한 비상업거래의 움직임과 국제유가와와의 인과관계가 투기자금의 유가 변동에 대한 영향력을 이론적으로 입증할 수 없다 하더라도 상업거래로 규정된 거래자들과 비상업 거래자들로부터 유입되고 이탈한 유동성이 기초 수급 편차멘탈과 다소 거리를 두고 유가 급등과 급락을 견인한 부분은 인정할 수밖에 없다.

3. 향후 석유시장 전망을 위한 쟁점

2008년을 마무리하고 2009년을 맞이하는 현 시점에서 1년 앞을 내다보기가 지금처럼 부담스러운 적이 없었을 것이다. 그만큼 지금 석유시장의 발목을 잡고 있는 세계 경제의 향후 행보가 불확실하기 때문이며 제반 투자시장들을 비롯하여 각국의 금리 및 금융지원 정책 등의 금융여건이 불안정하기 때문이다. 하지만 경기 침체의 여파로 세계 석유수요가 어느 정도까지 감소할 수 있을지도 고려해 보아야 할 것이다. 지금 현 시점에서 세계 에너지 수급 구조에서 석유가 차지하는 비중(TOE 기준)이 여전히 35%를 넘고 있으며 경기침체에 따른 투자 위축으로 석유대체 자원의 개발이 지연될 수 있음을 생각해 볼 때 지금의 국제유가 수준이 바닥에 근접하고 있을 가능성이 높다고 판단된다. 물론 투자기관 메릴린치가 예측했던 것처럼 단기적으로 국제유가

〈표 4〉 2008년 원유가격 주요 변동요인

기간	주요 변동요인
1월	· 미국, 서브프라임 모기지 부실여파로 경기둔화 가능성 제기 · 동절기 이상 고온현상 지속 · FRB, 0.5%p 추가 금리 인하(1/30)
2월	· 베네수엘라, 엑손모빌의 제소 판결에서 자국 해외자산 동결 조치에 반발, 대미석유수출 중단위협 · OPEC 총회, 원유생산량 동결 합의 · 나이지리아, Shell 원유 선적용 파이프라인 누유로 원유수출 중단
3월	· 터키, 이라크 북부의 쿠르드 반군소탕 군사작전 재개 · 미국 북동부 지역, 한파 예보 · 달러화 약세 가속화로 대유로 환율 \$1.52 돌파 · 이라크, 정부군과 시아파 민병대 무력충돌
4월	· 나이지리아, 저유소 화재 및 무장반군의 석유시설 테러로 원유공급 차질 발생 · 영국, 스코틀랜드 Grangemouth 정유소 노조파업으로 북해 원유생산 감소 · 나이지리아, Exxon Mobil 노조파업으로 원유생산 중단 · FRB, 0.25%p 추가 금리 인하(4/30)
5월	· 터키, 이라크 북부의 쿠르드 반군 공격 재개 · 이란, 핵개발 포기에 따른 보상안에 대한 수용 불가 피력 · 영국, 스코틀랜드 Grangemouth 정유소 화재로 가동중단 · 중국, 대지진 사태로 석탄발전 일부 가동 중단, 경유발전 가동 확대 예상 · 미국, CFTC 시장통제권 강화 법안 통과 · 미국 휘발유 성수기 시작
6월	· 이스라엘, 이란 핵시설 지역에 대한 폭격 경고 · 미국 FRB 금리인상 가능성 시사(6.3) · 중국, 인도, 말레이시아 석유보조금 축소 가능성 시사 · 미국 5월 주택판매와 소매판매 실적 호조세 · 사우디, 증산 가능성 시사(6.13)
7월	· 이란, 서방국가들의 폭격 경고에 대해 호르무즈 해협 봉쇄 경고 · 브라질 Petrobras 석유노조 파업으로 석유생산 차질 발생 · 나이지리아 반 정부조직 MEND, Shell사의 송유관 두 곳 파괴(7.28)
8월	· 미국 휘발유 소비 감소, 8월 9.5백만b/d로 전년 동월대비 10만b/d 감소 · BTC 송유관 폭발(8.6) · 러시아-그루지아 간 전쟁 발발(8.7), 5일 만에 종결 · 일본과 유럽의 2/4분기 경제성장률 전년 동기대비 하락 · IMF, 2008년과 2009년 세계 경제성장률 전망치 하향 조정

〈표 4〉 2008년 원유가격 주요 변동요인-계속

기간	주요 변동요인
9월	· 미국 멕시코 만 지역에 허리케인 Gustav와 Ike 강타, 미국 정제가동률 66.7%까지 하락 · 미국 실업률 6.1%까지 상승, 최근 5년 간 최고치 · OPEC, 7월 생산 기준으로 50만b/d 감산 결정(9.10) · 미국, 리먼 브라더스 파산(9.15) 및 워싱턴 뮤추얼 은행 워크아웃 결정(9.26) · 미국 9월 석유소비 8.9백만b/d로 전년 동월대비 30만b/d 감소
10월	· 미국, 9월 실업급여 청구건수 7년 최고치 기록 · 전 세계 동시 다발적 금리인하(10.8), 미국 0.5%p, 유럽중앙은행 0.5%p, 중국 0.27%p 인하 단행 · IEA, 2008년과 2009년 세계 석유수요 전망치 각각 30만b/d와 40만b/d 하향 조정 · OPEC, 9월 생산쿼터 대비 150만b/d 감산 결정(10.24) · 미국, 기준금리 0.5%p 인하하여 1.0%로 결정(10.29)
11월	· 사우디, OPEC 감산결정으로 원유수출 축소 · 미국, 버락 오바마 대통령 당선(11.5) · 미국 자동차 회사 GM과 대형 은행 시티그룹의 파산 가능성 제기 · 미국, 일본 및 유럽의 3/4분기 경제성장률 전년 동기대비 하락

가 배럴 당 25달러 선까지 가라앉을 수도 있다. 그러나 이것은 아주 일시적인 현상에 그칠 것이다.

이러한 근거로 첫 번째 OPEC의 그동안 행보를 들 수 있다. OPEC은 이미 올해 10월 24일에 생산할당량을 하루 평균 1.5백만 배럴 줄이기로 결정한데 이어 12월 17일에 다시 2.2백만 배럴을 추가적으로 감산하는데 합의하였다. 물론 회원국들의 감산에 어느 정도 동참할지가 변수로 작용하겠으나 내년엔 OPEC 감산에 따른 유가 상승 효과는 일정부분 작용할 것이다.

두 번째로 세계적으로 내년엔 대규모의 경기부양책을 고려하고 있다는 점이다. 유럽과 일본의 경제성장률이 이미 올해 2/4분기부터 마이너스로 돌아섰으며, 미국은 3/4분기부터 마이너스에 돌입했다. 또한 국제통화기금(IMF)은 선진국들의 내년 경제성장률이 역시 -0.3% 수준을 나타낼 것으로 예상하고 있어 선진국들은 내년 경기부양을 위한 자구책 마련 중에 있다. 특히, 미

국의 경우 오바마 차기 대통령이 내년엔 5천억 달러 이상의 인프라 투자를 통한 경기부양을 공언하였으며 유럽에서도 각국 정상들이 모여 2천억 유로 규모의 범 유럽 경기부양책에 합의한 바 있다. 따라서 이미 공약된 경기부양책이 순조롭게 진행될 경우 현재 선진국들의 석유수요 감소세는 완화될 것이다. 특히 각국의 재정지출 확대는 산업 활동에 주로 투입되는 중간유분의 소비를 일정부분 부양할 수 있는 효과를 가지기 때문에 지금의 유가 하락세에 제동을 거는데 기여할 것으로 예상된다. 하지만 선진국들의 대규모 경기부양책이 시장에서 제대로 작동하지 않을 경우에는 경제적 혼란과 장기적인 대공황 사태가 야기될 수 있다는 측면에서 국제유가도 오히려 하락세를 가속화할 수 있음도 배제할 수 없을 것이다.

마지막으로 개발도상국들의 경제적인 성장 잠재력에 대한 평가다. IMF는 내년도 신흥경제국 및 개발도

〈표 5〉 세계 석유수급 밸런스

(단위: %)

	2007년	2008년	2009년
선진국	2.6	1.4	-0.3
미국	2.0	1.4	-0.7
유럽	2.6	1.2	-0.5
개발도상국	8.0	6.6	5.1
중국	11.9	9.7	8.5
인도	9.8	7.3	6.3
전 세계	5.0	3.7	2.2

자료: International Monetary Fund

상국의 경제성장률은 5.1%로 전망하였다. 물론 올해보다도 둔화된 수치는 분명하다. 하지만 중국과 인도 등이 내수성장 정책을 통해 기대 이상의 내수시장을 육성할 경우에는 예상보다 높은 경제성장률과 석유수요 증가세를 실현할 수 있을 것이며 또한 이러한 개도국들로부터 세계 석유수요 증가분이 발생한다는 점도 잊지 말아야 할 점이다.

한편, 국제 유동성 측면에서는 다음과 같은 변수를 고려해 보아야 한다. 바로 2007년과 2008년에 몇 차례에 걸쳐 단행된 전 세계적인 금리인하와 재정확대 정책에 따른 영향력이 어떻게 작용할 지에 대한 고민이다. 2008년 하반기부터 미국 달러화 가치가 상승세로 돌아섰으나 최근에는 다시 하락세를 보이고 있다. 2008년 3/4분기까지 달러화의 움직임이 유가에 상당히 영향력을 행사한 것으로 분석되었으나 최근의 상황은 이러한 부분이 퇴색된 듯 상관관계가 줄어든 모습을 보여주고 있다. 내년에도 금융시장의 위축 상태가 지속될 것이란 점에서 달러 환율의 움직임이 유가에 올해 상반기와 같은 큰 영향을 못 미칠 가능성이 있다. 따라서 내년에는 무엇보다 석유시장의 기초 수급 상황이 유

가를 가장 잘 설명하는 변수로 작용할 가능성이 높다.

이러한 전제들과 가능성들을 바탕으로 다소 조심스럽긴 하지만 2009년 국제유가가 두바이 현물가격을 기준으로 배럴 당 40달러~80달러 수준을 벗어나지 않을 것으로 예측해 볼 수 있다. 2008년 말과 2009년 1/4분에 걸쳐 유가가 배럴 당 20달러 수준까지 하락할 가능성이 존재하긴 하나 이후 서서히 반등을 시작하여 3/4분기나 4/4분기 중에는 배럴 당 60달러에서 80달러 수준까지 상승하고 이후 50달러에서 65달러 수준에서 수렴할 것으로 예상된다. 하지만 이러한 전망도 세계 경제에 대한 다소 낙관적인 입장에서 접근하고 것이라는 점을 인지할 필요가 있다. 때문에 알려지지 않은 경제적 위험이 수면위로 드러나 세계 경제가 진정 우리가 우려하는 장기적 불황으로 접어들면 5년 만에 연간 국제유가가 배럴 당 30달러 수준을 기록하는 것도 가능한 일이다.

제5권 제4호
에너지 포커스 ENERGY FOCUS

발 행 2008년 12월

발 행 인 방 기 열

편 집 인 임 기 추

발 행 처 **에너지경제연구원**

우 437-082 경기도 의왕시 내손동 665-1

인 쇄 정인아이앤디 tel : 02-3486-6791~4

※파본은 교환해 드립니다.

정가 : 5,000원

ENERGY FOCUS



KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

