



전환, 산업, 수송부문의 소비비중은 지속적으로 증가하고 있다. 전환부문의 에너지 소비비중 확대는 전력수요 증가, 산업부문은 에너지 다소비업종의 생산활동 증가, 수송부문은 차량증가에서 기인한 것으로 나타나고 있다.

석유화학업종 및 철강산업의 설비증설, 비금속광물업종의 생산증가, 조립금속업의 전력소비 증가로 인해 산업부문의 에너지 소비비중은 1990년의 38.8%에서 2002년에는 42.8%로 높아졌다. 석탄의 소비비중은 하락하고 있으나 발전용 소비비중으로 유연탄의 비중은 증가하고 있는 추이이다. 석유의 비중 역시 하락하고 있으나 LPG와 비에너지유의 비중은 증가하고 있다. 도시가스는 배관망의 확대 및 환경규제 강화로 빠르게 소비와 소비비중이 증가하고 있으며 전력도 지속적으로 소비와 비중이 증가하고 있는 추이이다.

수송부문의 에너지소비비는 꾸준히 증가하고 있으며 특히 승용차 보유대수의 급격한 증가와 물동량의 증가로 인한 도로부문의 에너지 소비비중과 소득증가로 인한 항공부문의 에너지 소비비중이 높아지고 있다. 그러나 철도와 해운부문의 소비비중은 감소하고 있는데 철도부문은 승용차 및 버스로의 수요대체로 인해 에너지 소비증가율이 낮은 수준에 머물고 있는 실정이다. 수송부문에서 경유의 비중이 가장 높으며 다음으로는 휘발유이며 이들 두 에너지의 소비비중은 70%를 차지하고 있다.

가정·상업부문의 에너지 소비 비중은 하락하고 있지만 소비량은 지속적으로 증가하고 있으며 소비증가는 도시가스(LNG), 열에너지(지역난방), 전력 등 네트워크 에너지를 중심으로 이루어지고 있다. 이는 소득증대, 지역난방 보급 확대, 가전제품의 대형화 등에서 기인하고 있다. 석유의 소비증가는 낮은 수준에 머물고 석탄의 소비는 감소하고 있는 추이이다. 보일러용 석유와 LPG의 소비는 상당부분 도시가스의 확대보급으로 대체되었다. 전력소비는 소득증가와 가전기기의 보급확대로 인해 소비가 지속적으로 증가하고 있는 추이이다.

우리나라의 온실가스 배출량은 1990년의 8,473만 8,000TC에서 2002년에는 1억 5,472만 4,000TC에 이르러 1990년 이후 연평

균 5.1%의 증가율을 나타냈다. 상승 추이를 나타냈던 국내 총생산에 대한 온실가스 원단위는 1996년 이후 하락하여 2002년에는 0.295TC/백만 원에 이르고 있으며 인구 일인당 온실가스 배출량은 지속적으로 증가하여 3.25TC를 기록하고 있다.

에너지 연소 및 탈루성 온실가스 배출량은 지속적으로 증가하여 그 비중도 1990년의 80%에서 2002년에는 전체 온실가스 배출량의 83%를 차지하고 있다. 산업공정에서 발생한 온실가스 배출량과 비중은 증가하고 있으나 농업과 폐기물에서 발생한 온실가스는 배출량과 비중이 하락하고 있는 추이이다. 온실가스별 비중에 있어서 이산화탄소의 배출량 비중은 89%로 상승했으며 아산화질소( $N_2O$ )도 배출량과 비중이 증가하고 있으나 메탄가스는 배출량과 비중이 감소하고 있는 추이이다.

전환부문과 수송부문의 연료연소에 의한 이산화탄소 배출량은 평균 증가율을 상회하는 속도로 증가하고 있는데 전환부문의 경우에는 유연탄 발전설비의 높은 증가세에서 기인하고 있다. 산업부문도 증가하고 있으나 평균 증가율을 하회하고 있으며 가정·상업과 공공부문의 이산화탄소 배출은 감소추이를 나타내고 있다. 탈루성 이산화탄소 배출은 무연탄의 소비감소로 인해 석탄광에서의 배출량은 감소하고 있으나 정제, 저장, 파이프라인을 통한 배송 등의 과정에서 석유와 천연가스의 이산화탄소 배출량은 급격히 증가하고 있는 추이이다.

### 에너지 수요 및 온실가스 배출 전망

우리나라의 에너지 수요는 2020년에 3억 4,030만 TOE에 이르러 2002년 이후 연평균 2.8% 증가하여 에너지 소비 증가율이 둔화될 것으로 전망된다. 이는 철강, 시멘트, 석유화학 등 에너지 다소비업종의 생산활동이 소폭 증가에 그치며 자동차 및 가전기기 보급이 2010년 이후 포화수준에 이르기 때문이다. 부가가치당 에너지 원단위는 2002년의 0.4(TOE/'9,500만 원)에서 2020년에는 0.29로 개선될 전망이다.

1차에너지에서 석유와 석탄의 비중은 계속 감소하는 반면 도시가스와 전력의 비중은 지속적으로 증

가할 전망이다. 석유 수요는 수송용 및 산업용 수요를 중심으로 지속적으로 증가하여 주종 에너지원의 위치를 차지할 것으로 예상된다. 천연가스는 청정연료에 대한 지속적인 수요증가에 힘입어 1차에너지 중에서 가장 빠르게 증가하여 2020년에는 에너지 소비의 15%를 차지할 전망이다. 석탄은 발전용 유연탄을 중심으로 수요가 증가하지만 소비비중은 지속적으로 하락할 전망이다.

부문별 에너지 소비구조에서 산업 및 가정부문의 비중은 지속적으로 감소하는 반면 수송부문 및 상업·공공부문의 비중은 계속 증가할 것으로 전망된다. 산업부문은 철강, 석유화학, 시멘트 등 에너지 다소비 업종의 성장둔화와 고부가가치업종의 비중확대로 인해 에너지 소비증가율이 점차 둔화되어 산업부문이 차지하는 소비비중은 2002년의 56%에서 2020년에는 51% 수준으로 하락할 것으로 전망된다. 수송부문의 에너지소비는 승용차의 보급 확대로 2020년에는 비중이 23% 수준으로 증가하며 가정부문은 주거면적 및 가전기기의 대형화 추세로 소비는 증가하지만 비중은 감소할 것으로 전망된다. 상업·공공부문의 에너지 소비는 서비스산업의 높은 성장으로 소비량과 비중이 빠르게 증가할 전망이다.

에너지 연소에 의한 온실가스 배출은 2020년까지 연평균 2.3% 증가하여 1억 9,320만TC에 이를 것으로 전망된다. 일인당 온실가스 배출량도 연평균 2% 증가하지만 부가가치당 온실가스 배출량은 지속적으로 감소하여 2020년에는 0.24TC/9,500만 원에 이를 것으로 전망된다. 온실가스 배출량 증가는 전환부문과 수송부문 및 상업부문이 주도할 것으로 전망된다.

산업부문은 에너지 다소비업종의 성장이 점진적으로 둔화되고 선철 및 시멘트의 생산도 점차 둔화되면서 산업용 유연탄 소비의 비중이 감소할 것으로 예상된다. 따라서 산업부문의 온실가스 배출 비중은 2002년의 34.2%에서 2020년에는 27.8%로 낮아질 것으로 전망된다. 수송부문은 에너지 수요가 빠르게 증가할 뿐만 아니라 에너지원간 대체 가능성이 낮기 때문에 온실가스 배출량은 연평균 3.3% 증가하여 부분 중에서 가장 빠르게 증가할 전망이다. 수송부분의 온실가스 배출량 비중은 2020년에

23.9%까지 상승할 전망이다. 가정부문은 인구 및 가구수 증가율 둔화에도 불구하고 가전기기 및 주거면적의 대형화 진행으로 인해 온실가스 배출량은 연평균 1.1% 증가하지만 비중은 하락할 것으로 전망된다. 상업부문은 건물면적 증가 및 냉난방 증가로 인해 연평균 3.0% 증가할 것으로 전망된다. 전환부문은 전력소비의 빠른 증가로 인해 연평균 3.1% 증가하여 2020년에는 배출량이 6,940만TC에 이르러 그 비중은 가장 높은 35.9%에 이를 것으로 전망된다.

### 정부의 기후변화협약 대응 정책

정부는 세계적인 기후변화 완화노력에 동참한다는 방침아래 1993년 12월에 기후변화협약에 가입했으며 2002년 10월에는 교토의정서를 비준한 바 있다. 국내에서는 기후변화협약 관계장관회의 등 범정부 대책기구를 구성하여 1999년에는 기후변화협약 제1차 정부종합대책(1999~2001년)을 수립하여 부문별 온실가스 감축대책, 감축기반강화, 기술개발, 교토메카니즘 활용 등 총 36개 과제를 발굴 추진했다. 제2차 대책(2002~2004년)에서는 협상능력 강화, 온실가스 감축기술 개발, 감축대책 강화, 교토메카니즘 및 통계기반 구축, 국민참여 확대 등 총 84개 과제를 선정하여 추진했다. 국회에서는 기후변화협약대책 특별위원회가 설치되고(2001년 3월) 에너지 다소비 업종을 중심으로 한 8개 업종별 대책반이 가동(2004년 11월)되는 등 기후변화에 대비한 기반이 착실하게 구축되고 있다.

2005년부터 2007년까지 시행되는 기후변화협약 제3차 정부종합대책은 보다 실천가능하고 온실가스 감축실적을 계량화할 수 있도록 내실화를 기하는 방향으로 수립되었다. 지구온난화문제에 대응하기 위한 국제적 노력에 적극 동참하고 온실가스 저배출형 경제구조 구축기반을 마련하며 농업·보건·재해 등 기후변화의 부정적 영향을 최소화한다는 것이 그 기본방향이다.

제3차 기후변화협약 정부 종합대책은 협약이행 기반구축, 부문별 온실가스 감축사업, 기후변화 적응기반 구축 사업 등 크게 세 개 분야로 구성되어 있

다. 총 90개의 과제가 선정되었고 정부는 2007년 까지 3년 동안 총 21조 5,000억 원을 투자할 계획이다.

### 1) 협약 이행 기반구축

협약 이행 기반구축사업은 온실가스 본격적인 감축에 대비한 기반을 구축하고 온실가스 저감기술 도입을 위한 연구개발을 추진하며 국민적 협력을 유도할 수 있는 제도를 정비하는 것이 주요 내용이다. 세부 사업으로서는 제2차 의무이행기간(2013~2017년)에 대한 의무부담 협상(2005년 말 시작)에 대비하여 우리나라 경제에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 협상방안을 수립하고(협상기반 구축), 국가 온실가스 배출 통계의 국가 인벤토리 시스템을 구축(온실가스 관련 통계체제 구축)하게 된다. 3대 신재생 에너지(태양광, 풍력, 연료전지)의 실용화 기술을 개발하고(온실가스 감축 관련 기술개발), 국민 및 지방자치단체의 참여와 협력을 유도할 홍보사업(기후변화협약 대응 교육·홍보)을 추진하며 산업자원부와 환경부의 시범사업안을 통합한 배출권 거래제를 마련하여 모의거래를 실시하고 청정개발제도(CDM) 잠재력을 평가하게 된다.(교토메카니즘 활용기반 구축)

### 2) 부문별 감축 대책

부문별 온실가스 감축대책은 온실가스 감축사업의 계량화를 통해 국제수준에 적합한 자료를 관리하고 국내실적을 국제적으로 인정받을 수 있도록 사업별 감축실적 계량화 방법론을 개발하고 부문별 시범사업을 통한 제도정비 및 감축체계 개발을 추진하게 된다.

에너지 진단, 절약사업 실시, 감축실적 관리를 연계한 통합관리형 에너지 절약정책(통합관리형 에너지 수요관리)을 실시하기 위해 자발적 협약(VA)의 확대, 에너지절약 전문기업(ESCO)의 기후변화대응 전문기업화 육성, 조기감축(early action)의 등록 및 인정사업을 추진하며 공공기관에 대한 에너지 소비 총량제를 실시하여 2007년까지 2003년 에너지 소비량의 3%를 절약하고 30여 개 품목의 에너지 원단위를 세계 최고수준으로 향상시키는 E-TOP

프로그램을 실시할 계획이다.

신재생 에너지와 청정연료인 천연가스의 보급을 확대하고 원자력의 적정비중을 유지하며 구역형 에너지사업(CES) 및 열병합발전 확대를 통해 2007년까지 200만 톤의 이산화탄소 배출을 감축할 계획이다(에너지 공급부문 온실가스 감축). 에너지 사용 기기의 효율을 개선하고 보급을 확대하여 온실가스 배출을 감축(에너지 이용 효율 개선)시키고 건축물의 에너지절약 설계 의무화 및 에너지 소비 총량 규제를 도입(건물에너지 관리)하며 디젤승용차와 같은 고연비 차량의 보급을 확대하고 무공해 자동차인 하이브리드 자동차와 CNG 자동차 및 경차보급을 확대할 계획이다. 음식물 쓰레기의 자원화와 수도권 매립지 가스자원화(환경·폐기물 부문), 농경지 및 반추가축 온실가스 배출 감축과 숲가꾸기를 확대하고 병충해 및 산불 예방(농림·축산부문)을 추진할 계획이다.

### 3) 기후변화 적응기반 구축

기후변화에 의한 영향을 평가하고 부정적 영향을 축소하기 위한 대응 방안을 수립하며 부문별 현황을 파악하여 적응조치 도입을 위한 기반을 구축하는 것이 주된 내용이다. 이를 위해 한반도 대기조성과 해수면의 모니터링 및 기후변화 시나리오를 개발하고 기후변화에 따른 재해방지 종합대책을 수립할 계획이다(기후변화 모니터링 및 방재기반 확충). 생태계에 대한 기후변화의 영향을 평가하기 위해 생태계 변화를 모니터링하며 육상 생태계와 해양 생태계 영향을 평가하고 국민생활에 대한 기후변화의 영향을 평가하여 기후변화예의 적응을 위한 도입기반을 구축(생태계 및 건강 영향평가 관련 연구개발)할 계획이다.

### 4) 향후 추진계획

기후변화대책위원회를 전문적이고 체계적으로 지원할 수 있도록 국무조정실에 전담인력 및 부서를 신설하고 분기마다 기후변화협약 실무조정회의를 개최하여 추진상황을 점검하고 기후변화대책위원회, 실무위원회에 점검·평가결과를 보고하며 부처별 대책 추진상황 평가결과를 토대로 정부종합대책을 매년

수정·보완할 계획이다. 2005년 말부터 2007년 말까지 진행될 예정인 제2차 의무공약기간 의무부담 협상에 대비하여 2005년도 상반기에 협상대책 골격을 수립하고 교토의정서 이후(post-Kyoto)의 체제에 대한 논의를 반영하여 협상대책을 지속적으로 수정·보완할 방침이다. 제2차 의무공약기간과 맞추어서 시행될 기후변화협약 제4차 정부 종합대책은 국제동향, 제2차 의무공약기간에 대한 의무부담 협상 결과 등 대외적 상황과 국내 여건을 고려하여 제반일정 및 추진방향을 결정할 계획이다.

### 맺 음 말

지구온난화를 방지하기 위한 기후변화협약은 지구 온난화에 대한 과학적인 문제에서 벗어나 이제는 국제 정치적, 경제적인 문제로 발전되었다. 우리나라는 경제개발협력기구(OECD)에 가입한 선발 개도국 이면서 온실가스 배출량이 세계 9위를 기록하고 있어서 교토의정서 이후의 의무부담 수용을 지연시키는 것이 쉽지 않을 것으로 보인다. 그동안 정부와 관련 연구기관은 기후변화협약에 대비한 기반구축에 중점을 두었으나 이제는 본격적인 온실가스 감축에 대한 계획을 수립할 시기가 되었다. 온실가스를 비용 효과적으로 감축할 수 있는 제도(교토메카니즘)를

활용할 수 있는 기반을 정비하는 것이 급선무일 것이다. 궁극적으로는 기술개발을 통한 온실가스 감축이 이루어질 수밖에 없다는 점을 고려하면 우리나라도 온실가스 감축 기술개발에 박차를 기해야 할 것이다. 이러한 기술개발은 청정개발제도(CDM)나 해외시장 진출 등을 통해 우리나라에 보다 융통적이고 비용 효과적인 온실가스 감축기회를 제공할 수 있기 때문이다. 교토의정서 기준을 거부한 미국은 수소연료 개발을 추진하여 지금 태어난 세대는 수소연료를 사용할 수 있는 체제를 구축하겠다는 의욕적인 계획을 추진하고 있다.

정부는 민간부문이 온실가스 감축계획을 수립할 수 있도록 정책에 대한 불확실성을 제거하는데 노력을 경주해야 할 것이다. 올 연말부터 시작될 제2차 공약기간에 대한 의무부담 협상이 본격화되면 정책에 대한 불확실성은 상당 폭 해소될 것으로 예상된다. 반면 민간부문은 온실가스를 감축할 수 있는 기술을 개별적으로 개발하기 보다는 국내에서 개발된 기술을 이전받는 방안을 강구하고 온실가스 감축목표별 로드맵 작성 등 의무부담에 대비한 계획을 수립할 필요가 있다. 이를 위해서는 기후변화 문제를 다룰 인력과 조직을 신설하고 보강하는 것이 중요할 것이다.

## 기 계 용 어 해 설

### Rayleigh 산란 측정법(Rayleigh Scattering Method)

Rayleigh 산란 측정법은 분자에 의한 산란으로 조사되는 빛의 파장과 같은 파장의 신호가 나오는 탄성 산란이다. 분자의 탄성 산란 신호의 크기는 입사되는 레이저의 세기, 분자의 산란 단면적과 수 밀도의 곱에 비례하며 이때 분자의 산란 단면적은 분자의 종류에 따라 값이 다르다. Rayleigh 산란을 이용하여 불균일 혼합물의 농도 분포나 균일 조성 혼합물의 밀도, 온도 등을 계측할 수 있다.

### 미소혼합기(Micromixer)

바이오, 화학 분석 시스템에서는 시료를 준비하는 과정 중 시료의 농도 조절, 분석용 시약 첨가 등의 이유로 유체를 혼합하는 것이 필수적이다. 그러나 일반적으로 층류 유동이 성격이 강한 미소유로에서의 유동에서는 유체 혼합이 어려운 것으로 보고되어 있어 이를 해결하고자 하는 연구가 활발히 진행 중이다. 미소혼합기는 집적화된 바이오, 화학 분석 시스템의 크기를 줄이고, 반응시간을 단축시켜 분석 장비의 소형화, 고속화에 도움이 된다.