

전 세계적인 환경문제로 떠오른 시급 과제 1순위 Non-CO₂ 온실가스 기술개발 동향 및 전망



지구 온난화의 원인이 되는 각종 온실가스의 배출량 증가는 우리나라 뿐만 아니라 전세계적인 문제로 대두되고 있다. 1997년 교토의정서가 채택된 이후, 2012년까지 온실가스 감축을 위한 이행 프로그램들이 실행 중에 있으며, 2007년 12월 제13차 기후변화협약 당사국 총회를 통해 발리 로드맵이 타결되면서 의무 저감 대상국가가 아니었던 개도국도 온실가스 감축에 참여해야 하는 실정에 이르게 되었다. 현재 우리나라는 온실가스 배출순위 세계 9위로 지난 1990년에 비해 배출량이 약 80% 증가하여, OECD 회원국 가운데 가장 높은 증가율을 보이고 있어 우리나라에 대한 온실가스 저감의무 부과는 명확한 현실로 다가오고 있다. 그동안 우리나라의 온실가스 저감 기술개발은 총 배출량이 많은 이산화탄소 위주로 이루어 왔으나 그 외의 온실가스 물질(CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆)들은 이산화탄소에 비해 총 발생량은 적지만 온실효과 기여율이 매우 높아 이를 감축하기 위한 기술 개발은 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

현재 우리나라는 온실가스 배출순위 세계 9위로 10여년 전에 비해 배출량이 약 80% 증가, OECD 회원국 가운데 가장 높은 증가율을 보이고 있다. 온실가스 저감 의무 부과가 명확한 현실이 된 지금 감축을 위한 기술개발이 무엇보다 중요하다.

〈 표 1 〉 온실가스별 지구온난화지수(GWP)

온실가스 종류	지구온난화 지수(GWP)	배출원	주요특성
CO ₂ (이산화탄소)	1	연료사용/산업공정	에너지원, 공정배출원
CH ₄ (메탄)	21	폐기물/농업/축산	비점오염형태로 포집 난해성
N ₂ O(이산화질소)	310	산업공정/비료사용	배출원에 따라 포집 난이도 존재
HFCs(수소불화탄소)	140~11,700	냉매, 용제, 발포제, 세정에 사용	대기 중 잔존기간이 길고, 화학적으로 안정적
PFCs(과불화탄소)	6,500~11,700	냉동기, 소화기, 세정에 사용	
SF ₆ (육불화황)	23,900	충전기기 절연가스	

김 영 주 |
페자원에너지화 및 Non-CO₂ 온실가스사업단 팀장
tel. 02-2220-4066 | loseave@nate.com

〈표 2〉는 우리나라에서의 온실가스별 배출추이 (1990~2004)를 표시하고 있다. 배출 증가율이 가장 높은 온실 가스는 HFCs로 2004년에 1990년 대비하여 610% 증가하였고, 그 다음은 SF₆로서 212%, PFCs 210%, N₂O 161%인 반면에 CH₄는 감소하여 -40%를 기록하고 있다.

〈표 2〉 국내 온실가스별 배출추이

[단위:백만 tCO₂]

온실 가스	1990	1994	1995	1996	2000	2003	2004	90-04 증가율(%)
CO ₂	258.3 (83.2)	369.5 (87.5)	401.0 (88.6)	438.3 (86.8)	464.9 (87.9)	510.7 (87.7)	517.9 (87.7)	100
CH ₄	43.2 (13.9)	32.6 (7.7)	28.5 (6.3)	30.6 (6.1)	26.4 (5.0)	25.8 (4.4)	25.7 (4.3)	-40
N ₂ O	8.0 (2.6)	11.0 (2.6)	11.9 (2.6)	12.6 (2.5)	14.9 (2.8)	18.2 (3.1)	20.9 (3.5)	161
HFCs	1.0 (0.3)	3.8 (0.9)	5.1 (1.1)	5.7 (1.1)	8.3 (1.6)	7.7 (1.3)	7.1 (1.2)	610
PFCs	n.a.	n.a.	n.a.	1.0 (0.2)	2.3 (0.4)	2.5 (0.4)	3.1 (0.5)	210
SF ₆	n.a.	5.1 (1.2)	6.3 (1.4)	17.0 (3.4)	11.7 (2.2)	17.4 (3.0)	15.9 (2.7)	212
합계	310.6 (100.0)	422.1 (100.0)	452.8 (100.0)	505.2 (100.0)	528.6 (100.0)	582.3 (100.0)	590.6 (100.0)	90

- 주) 1. n.a.: not available
 2. 토지이용변경 및 임업부문의 배출/흡수량 제외
 3. PFCs는 1996-2003, SF₆는 1994-2003 증가율임
 4. 자료 : 에너지경제연구원, 2006. 8

우리나라의 경우 5종 온실가스의 배출비율은 2004년 기준 온실가스 총배출량의 12.3%, 72.7 백만 tCO₂이다. HFCs, PFCs, SF₆는 국내 반도체 산업의 고속성장과 LCD 생산량 증대, 자동차 생산 증대에 따른 소비량 증가로 계속적으로 증가해 왔으며 N₂O 또한 아디픽산 및 질산 생산 증대로 증가하고 있다. Non-CO₂ 온실가스 중 대표물질에 대한 지구온난화지수는 〈표 1〉에서 보는 것처럼 동일한 저감노력에 비해 CO₂ 보다 Non-CO₂ 온실가스의 감축 효과가 높음을 알 수 있다.

국내의 메탄(CH₄)을 주성분으로 하는 매립가스 이용을 통한 메탄 저감 기술은 수도권, 대구, 대전, 울산, 부산 등 광역매립지를 중심으로 시행되고 있다. 그동안 연구되어 온 매립가스 자원화 방안은 중질 또는 고질가스를 직접 연료로 사용하는 방법과 전력 생산(가스엔진, 가스터빈, 증기

터빈 등) 기술로의 적용 방법 등이다. 그러나 현재 매립가스에 관련된 국내 자원화 방안은 중질가스를 통한 전력, 보일러 연료에 집중하여 다양성이 부족하고 수요처에 대한 고려가 부족하다고 할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 매립가스 활용 방안으로 CNG, LNG, DME 제조를 통한 수송연료의 활용, 또는 연료 전지로의 활용 등을 들 수 있으나 실험적인 데이터 확보와 더불어 경제성 분석도 필요한 실정이다. N₂O 저감기술을 위한 촉매 개발은 일본, 유럽, 미국 등의 선진국에서 활발히 진행되어 왔으며 국내에서는 학계 및 연구소 등에서 소규모로 기술개발이 진행되고 있는 실정이다.

반도체 공정에서 주로 배출되는 HFCs, PFCs, SF₆ 가스의 분리/회수/재생/분해/폐기 기술 및 대체물질 개발 관련 연구는 주로 상용화가 용이하고 그 효과가 가시적일 수 있는 기술 위주로 개발되어 왔다. 최근 정부 주관 하에 여러 연구가 진행되어 반도체 공정에 적용되는 일부 성과를 거둔 바 있다. 반도체 및 LCD와 관련된 온실가스는 국내 PFCs 다소비 기업들이 공정 개선, 처리시설 도입, Non-PFCs 사용기술개발 등을 적극적으로 지원하고 있어서 향후 국산 기술 개발과 적용이 용이할 것으로 기대된다. 반도체 공정에서 배출되는 저농도 HFCs와는 달리 냉매로 사용되는 HFCs는 노후된 냉장고, 에어컨 등을 폐기하거나 냉동기에서 냉매를 교체할 때 고농도로 회수가 가능하다. 냉매로 사용된 HFCs는 저온의 응축공정을 통해 회수·정제한 후 재생냉매로 재활용하거나 분해시켜 폐기할 수 있다. 국내에서는 일부 recycling center에 저온 응축공정이 보급되어 HFCs를 회수하고 있으나 경제성있는 정제공정의 운영이 필요한 실정이다.

고전압증전기에 사용된 SF₆도 반도체 공정에서 배출되는 저농도 SF₆와는 달리 장비에서 충전물을 교체할 때 고농도로 회수할 수 있으나 국내의 SF₆ 분리, 정제, 재활용 기술개발 연구는

아직 기초단계에 머물러 있다. 국내의 HFCs, PFCs, SF₆ 가스의 분리/농축/정제/재활용 또는 분해 기술개발은 고효율 분리소재 기술 개발과 공정 최적화 기술이 미흡하며 산업에 대한 적용성이 낮은 편이다. 이러한 기술개발에 대한 정책적 지원이 우선적으로 필요하며 향후 기존 공정과 연계시켜 경제성 있는 고효율 및 저에너지 소비형 처리기술 개발 유도가 필요할 것이다.

우리나라의 CDM 사업은 개도국(non-Annex I 국가)이 CDM 사업을 발굴하고 투자하여 개도국이 CERs(Certified Emission Reductions)를 팔거나 이월하는 unilateral CDM 사업 결정에 따라 2005년 울산화학 HFC-23 저감사업을 시작으로 현재 42개 사업이 등록되어 있고 추진 중인 사업들도 다수 있어 향후 기술 개발을 통한 사업의 활성화가 이루어질 것으로 전망된다.

Non-CO₂ 온실가스 저감 기술의 개발·보급, 실증 사업화, CDM 사업 등은 미국, 유럽, 일본

등 선진국을 중심으로 활발히 진행 중이다. 메탄 저감을 위해 유럽에서는 매립가스 자원화로 발전을 하는 경우에는 신재생/대체 에너지로 규정하여 재정적 지원을 하는 등 정책지원을 통한 기술개발을 유도하고 있다. N₂O 저감을 위한 촉매기술도 대부분 선진국에서 보유하고 있으며, 최근에는 직접 분해 방법으로 제거하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. HFCs, PFCs, SF₆ 저감기술 또한 선진국을 중심으로 분리/회수 및 대체가스 제조기술 등에 대한 개발, 보급이 이루어지고 있다. 전세계 CDM 사업은 2004년 브라질의 'Novagear 매립지'가 CDM 사업을 처음 등록한 이후, 기하급수적으로 증가하여 현재 1,085개 사업이 등록되었으며 성장세는 당분간 지속될 것으로 전망된다.

Non-CO₂ 온실가스는 배출원 중에 대부분이 산업공정이고, 저오염원이므로 저감기술 적용이 용이하다. 또한 지구온난화지수가 높아 CO₂와 비교하여 동일한 노력으로 저감효과가 탁월하다. 그러므로 Non-CO₂ 온실가스 저감기술 개발 및 보급이 시급한 실정이다.



최근 정부 주관하에 여러 연구가 진행되어 반도체 공정에 적용되는 일부 성과를 거둔 바 있다.

반도체 및 LCD와 관련된 온실가스는 국내 PFCs 다소비 기업들이 공정개선, 처리시설 도입, Non-PFCs 사용기술개발 등을 적극적으로 지원하고 있어서 향후 국산 기술개발과 적용이 용이할 것으로 기대된다.