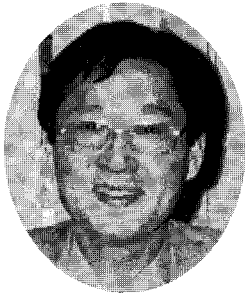


기후변화 협약 발효가 주정 및 산업에 미치는 영향



남 기 두
(일산실업 / 생산이사)

■ 목 차 ■

- I. 서 론
- II. 기후변화협약 발효에 대한 대응방안
 - 1. 교토의정서의 목표와 한국 지위
 - 2. 감축량의 강제 이행
 - 3. 주정산업에 미치는 영향
 - 4. 수출 공산품에 미치는 영향
 - 5. 국가 경제적 부담과 배출권 거래사업
 - 6. 정부의 대응방안
 - 7. 자동차 산업의 대응전략
- III. 맺음말 및 제언
[참고문헌]

2005년 2월 16일 교토의정서 발효로 인해 향후 전 제조업체가 직접 영향을 받게 되었으며, 이에 대한 자구책 마련이 시급한 현실로 다가 왔다.

따라서 에너지 다소비 산업구조인 주정산업도 에너지 절감형 생산체제 구축으로 온실가스의 배출량을 감축하는 한편 기후변화협약이 우리 주정산업 제조원가에 미치는 영향에 대하여 미리 예측하여 자구책과 주정산업 보호를 위한 적극적인 대비책 마련하는데 일조하고자 본 원고의 목적이 있다.

I. 서 론

교토의정서¹⁾가 2005년 2월 16일 발효됨에 따라 향후 전 제조업체가 영향을 받게 되었으며, 이에 대한 대책 마련이 시급한 현실로 다가 왔다. 우리나라와 개도

국은 1차 감축기간에는 빠졌으나 2013~2017년부터 시작되는 2차 의무감축에 해당될 것이 분명하다. 그러므로 이를 미리 대비하기 위해서는 제조설비의 효율 및 공정개선에 투자를 확대해야 할 것이다. 그러나 선진국들은 1992년 Rio 환경회의에서 기후변화협약¹⁾을 채택한 이후부터 착실한 대비를 해 온 반면 우리나라는 1997년 의정서 채택 이후에도 고에너지 소비산업구조의 개선 노력이 미흡하였다고 본다. 오히려 기준년도(1990년)보다 이산화탄소 배출량은 93%이상 늘었다고 한다.

기후변화협약의 발효로 주정산업을 포함한 전 제조업은 경제적 부담이 가중될 것으로 예상된다. 온실가스의 주 원인물질은 제조공정에서 사용되는 연료, 전기와 공업용수 즉 utility 부분의 비중이 크므로 효율적인 공정개선을 위해 꾸준한 기술개발과 적절한 시설투자가 지속적으로 병행되어야 할 것이다.

우리나라의 주정공업은 일제시대에 일본의 대륙 침략을 위한 병참기지 차원에서 무수주

정용 알코올공장이 건설되면서 시작되어 오늘에 이르게 되었다. 1970년 이후 주정산업은 희석식 소주에 적합한 증류기술로 발전하였으나, 1989년 진공증류 시스템³⁾이 국내에도 도입되면서 증류공정의 기술개발 및 성에너지 절약 증류시스템 보급의 원년이 되었다.⁴⁾

1990년 이후 국내 다수의 주정업체는 성에너지 절약형 증류시스템을 도입하여 상용가동에 성공함으로써 증류공정에서 소비되는 에너지의 약 50%를 절약할 수 있다는 것이 입증되었다. 이로 인해 노후 상압증류탑은 성에너지 절약형 증류시스템으로 교체되는 전기를 맞았다. 이렇게 한 결과 제조원가의 절감효과와 더불어 대기오염 물질의 배출저감 효과를 가져 왔을 뿐만 아니라 국가 에너지정책에도 크게 기여하게 되었다.

기후변화협약의 강제이행은 곧 설비투자와 신·재생에너지로의 대체 등 대안을 갖추지 못할 경우 결국 탄소배출권을 고려한 새로운 세제⁴⁾의 부담이 증가될 수 있으며, 이것은 제조원가에 직접 반영될 것이다. 더구나

1) Kyoto Protocol "Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change" (1992년 "Rio 환경회의"에서 지구 온난화에 대한 범지구적 대응을 위한 국제기후변화협약 채택 : 전문포함 1조~28조로 구성)
 2) UNFCCC, 전문포함 1조~26조로 구성
 3) ALKO LTD (Finland, 현재 JPI사로 개명)사 기술을 일산실업(주)가 국내 처음으로 1989년 도입
 4) Eco-Tax(환경세) : 에너지 및 온실가스 저감 정책 자원마련을 위해 독일 기후변화 전문가 슈프링거 박사 제안

우리나라 원유 도입량의 78%를 차지하고 있는 두바이유가가 25년만에 최고치(약 42달러/B)를 갱신하고 있어 에너지 부담은 더욱 증가되고 있다.⁵⁾⁶⁾

따라서 주정산업에서 에너지 절감형 생산 체제를 구축하여 온실가스 배출량을 감축하는 것은 선택이 아니라 필수로서 미래를 대비하는 새로운 발효기술 개발⁷⁾에도 노력해야 할 것이다. 이것이야말로 하나뿐인 지구를 구하는 유일한 길이기도 하다. 기후변화협약⁸⁾이 우리 주정산업에 미치는 영향에 대하여 최근의 자료를 중심으로 review 해보고자 한다.

II. 기후변화협약 발효에 대한 대응방안

1. 교토의정서의 목표와 한국 지위

온실가스로부터 지구환경을 보존하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 교토의정서는 1997년 일본 교토에서 열린 ‘유엔기후변화협약 제3차 당사국총회’에서 합의된 국제협약이

다. 현재 141개 국가가 비준하였다⁹⁾. 그러나 비준국가의 배출량 합계가 세계 전체 배출량의 55% 이상이 되어야 하는 요건 때문에 8년 동안 표류하다가 지난해 11월 러시아가 비준하면서 이번에 발효하게 되었다. 미국은 세계인구의 4%에 지나지 않으나 석유를 비롯 세계 주요자원⁹⁾ 소비와 전체 배출가스를 각각 약 25%나 차지하면서도 현재까지 기후변화협약에 참여를 거부하는 오만을 부리고 있다. 또한, OECD 국가들은 전세계 에너지의 52%를 소비하고 있는 바 지구환경보존에 앞장서야 할 것이다.

Annex I⁹⁾에 속하는 국가들은 1차 의무이행기간(2008~2012년) 동안에 온실가스 총배출량을 1990년보다 5.2% 줄여야 한다. 교토의정서 채택 당시 EU 8%, 미국 7%, 일본·캐나다 6% 등 국가별 감축 목표가 정해졌다. 규제대상은 6종류의 온실가스로 정의하고 있다(표 1). 이미 1차 의무이행기간 중에 온실가스 총배출량을 감축해야 하는 국가들은 대상품목, 규제물질과 규제내용 등을 상세히 규정했거나 준비 중에 있다(표 2).

5) 한국일보 ‘두바이유 41.96달러 25년만에 최고’ 2005/2/26

6) <http://www.knoc.co.kr/>

7) <http://www.pointcarbon.com>, <http://unfccc.int/2860.php>, <http://www.kemco.or.kr>

8) 연합뉴스, 2005.2.16.

9) 1차 및 2차 의무이행기간에 속하는 국가 지위를 각각 Annex I (39개국) 과 Non Annex I 로 구분함

〈표 1〉 불인정 공정으로 인한 HS 번호 변경사례

규제대상	6종 온실가스(CO ₂ , CH ₄ , HFCs, N ₂ O, PFCs, SF ₆)
'08년부터 적용되는 국가들	온실가스 배출량을 1차 의무이행기간 중 1990년 대비 5.2% 감축
'13년 부터 적용 국가들 ¹⁰⁾	1차 의무이행기간 중 기후변화협약상 공통의무반 이행
기타 결정사항	①교토메카니즘 ¹¹⁾ 결정 : 공동이행, 청정개발체제, 배출권 거래 인정 ②흡수원(대기의 탄산가스를 흡수제거하는 기능을 하는 것)의 인정

한국은 Non Annex I 국가로 동협약에 1993년 12월에 47번째로 가입하였고, 1996년 OECD 가입 후에도 국가지위를 계속 유지하는데 양해를 받은 바 있다.⁴⁾ 한국은 중국·인도와 같이 1차 의무이행 대상국은 아니나 2013년부터 강제 감축대상 국가로 분류되고 있다. 우리나라의 국제적인 지위나 경제규모(세계 11위)를 고려할 때 2차 감축기간(2013~2017년)에는 의무이행국가에 포함될 가능성이 매우 높다. 그러므로 강제 배출 감축시한이 2013년으로 다소 여유가 있다고 하겠지만 관련 제도마련과 기업들의 인식을 변화시키는 데는 많은 노력과 시간이 필요하다.

적 구속력이 있으며, 감축량을 강제 이행하기 위하여 각국은 의무준수위원회를 구성하고 이행여부를 감독해야 한다. 또 1차 의무이행기간에 목표를 달성하지 못할 경우 벌칙으로서 2차 이행기간 중에 1차 때 못 채운 감축량의 1.3배와 2차 이행 목표를 함께 감축해야 하므로 경제적 부담이 가중된다. 그러나 이산화탄소 최대 배출국인 미국과 2위인 중국, 5위인 인도가 불참하고 EU 국가인 스페인·포르투갈의 2002년 가스 배출량이 1990년보다 크게 증가하는 등 실질적인 성과를 기대하기는 어려운 상황이 전개될 수도 있으나(표 3) 세계적인 큰 흐름으로 이제 피할 수 없는 현실로 받아들여야 할 때이다.

2. 감축량의 강제 이행

온실가스의 의무감축량의 이행에 대한 법

3. 주정산업에 미치는 영향

1) 주정산업의 피해 예상금액 추정

10) 한국은 2013년부터 감축대상국가인 Non Annex I (138개국)에 속함

11) 새로운 의무이행수단(Flexibility Mechanism)의 검토

〈표 2〉 교토의정서 관련 주요국 규제조치(*표시는 추진중인 법안)¹²⁾

국명	대상품목	규제물질	규제내용
EU	자동차	탄산가스	한국은 2009년까지 신규자동차의 탄산가스 배출량을 현행 180g/km → 140g/km으로 감축키로 EU과 협약체결
	공산품*	F-가스	에어컨 소화기 등의 온실가스 사용금지 '안'을 추진 중
	세탁기	에너지 효율	기준 적합 에너지 라벨링 부착 의무
	냉장고		
	에어컨		
모든 에너지 사용 기구*	에너지 소비량 감축 및 효율성 증대	2006년 7월부터 에코 디자인을 해야 하는 제정을 추진 중	
일본	자동차 및 오토바이	NOx	2002년부터 디젤차의 NOx 35% 감축 및 2007년부터 2002년 기준의 절반으로 감축
캐나다	냉난방기(28종), 백색가전 및 가전제품	에너지 효율	에너지 효율성 라벨 의무부착 및 최소 에너지 효율성 기준 명시
	자동차*	배기가스	10년 내 캐나다 시판용 자동차의 온실가스 배출량을 25% 이상 감축키로 함에 따라 시행령 추진 중
미국	자동차	NOx	①자동차 배기가스의 NOx 배출량 기준치를 최대 95%로 삭감 ②SUV 등 소형 트럭의 배출기준치를 승용차와 동일하게 적용 ③미국 CA주는 10년내 배기가스 배출량 30% 감축법안 준비 중
세계 반도체 협회	반도체	PFCs	유럽, 일본, 한국, 미국 등의 반도체 기업은 PFCs 배출량을 2010년까지 1995년 기준(한국은 1997년)으로 10% 감축

12) 자료 : KOTRA

〈표 3〉 국가별 탄산가스 배출량(2002년 기준)

국가순위	탄산가스 배출량(백만톤)	배출비중 (%)
1 미국	5,623	23.5
2 중국	3,271	13.6
3 러시아	1,503	5.2
4 일본	1,207	5.0
5 인도	1,016	4.2
6 독일	838	3.5
7 캐나다	532	2.2
8 영국	529	2.2
9 한국	452	1.9
10 이탈리아	433	1.8

당사의 경우 에너지절약 및 온실가스 배출 감소를 위해 자발적협약을 지난 1997년 기준 년도로서 하여 이행해 오고 있다. 주정공장에서 사용되고 있는 연료는 지역에 따라 유향합량이 다른 방카유(A, B, C 등급)와 LNG가 있는데 당사는 청정연료인 LNG를 사용하고 있다. 연료사용량은 석유로 환산한 다음(표 4) 다시 IPCC IPCC¹³⁾ 탄소배출계수를 이용하여 탄산가스배출량을 추정할 수 있다(표 5).

총에너지 사용량의 원단위는 2003년 대비

2004년을 비교해 보면 발효주정은 366kgoe/kℓ¹⁴⁾ 로 약간 증가하였으나 정제주정은 71 kgoe/kℓ로 약간 감소하고 있다(표 6).

주정생산에 있어 탄산가스 배출량은 연료와 발효부산물로 회수되는 액화 탄산가스로 구분된다. 발효부산물로 회수되는 탄산가스도 생산제품에 혼합되지 않는 한 주소비처인 용접용으로 사용될 경우 대기로 방출된다. 따라서 연료 및 발효부산물로 회수되는 탄산가스를 합산한 탄산가스 배출량 총량은 12,654 tC로써 제품원단위로는 401kg C/kℓ이다. 이는 주정제품 1kℓ(5 DM) 생산하는데 온실가스 원인물질 중 하나인 탄산가스를 401kg 배출한다는 의미이다.

따라서 온실가스 목표치를 달성하지 못할 경우 EU와 같이 탄소배출권을 사야할 경우(Case I)와 2004년 총에너지 사용량을 기준하여 10%를 감축할 때(Case II)로 구분하여 제조원가 증가분에 대한 추정금액을 전망해 볼 수 있다.

예를 들면, Case I 과 II의 경우 원가에 미치는 영향을 분석한 결과, 추정 제조원가 증가는 약 1.4~2.4%¹⁵⁾, 금액으로는 16~27 억에 이를 것으로 전망되었다(표 7).

13)Intergovernmental Panel on Climate Change(기후변동에 관한 정부간 패널)의 약칭

14)kgoe/kℓ(kg of energy) : 제품생산 단위 kℓ 당 석유환산 에너지 소비량임

15)이산화탄소 처리비용 산출 = 탄산가스 총배출량(tC) × tC당 처리비용(\$220) × 의무감축비율(%)
단, 환율 ₩1000/USD, ₩1351/EUR, 발효 및 정제주정의 물품대는 2004.5.20일 출고가 적용

〈표 4〉 석유환산표

구분		배출비중		석유환산	
		단위	발열량	단위	환산계수
석유류	원유	kcal/ kg	10,000	kg/ kg	1.00
	경유	kcal/ l	9,200	kg/ l	0.92
	방카 A유	kcal/ l	9,400	kg/ l	0.94
	방카 B유	kcal/ l	9,700	kg/ l	0.97
	방카 C유	kcal/ l	9,900	kg/ l	0.99
가스류	프로판 가스	kcal/ kg	12,000	kg/ kg	1.20
	부탄 가스	kcal/ kg	11,800	kg/ kg	1.18
	도시 가스	kcal/ Nm ³	15,000	kg/ nm ³	1.50
	천연 가스	kcal/ Nm ³	10,500	kg/ nm ³	1.05
석탄류	무연탄	kcal/ kg	4,500	kg/ kg	0.45
	유연탄	kcal/ kg	6,600	kg/ kg	0.66
	코크스	kcal/ kg	6,500	kg/ kg	0.65
기타	전기	kcal/ kWh	2,500	kg/ kWh	0.25
	신탄	kcal/ kg	4,500	kg/ kg	0.45

- ※¹⁶⁾ 1. 석유환산기준은 원유(1kg=10,000kcal로 환산)로 기준 한 것임
 2. 최종에너지 기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1kWh=860kcal를 적용
 3. 도시가스 발열량은 공급회사별로 발열량의 차이가 있음
 4. 기타 증기 100 ton : $100 \times 0.0539 = 5.39 \text{ toe}$ ¹⁷⁾
 5. 온수 100 Gcal : $100 \times 0.1 = 10 \text{ toe}$

그러나 산출근거로 사용한 Case I의 tC 처리비용은 전산업체를 기준으로 한 것이기 때문에 제조업별 차이가 있을 수 있다. 실제로 우리나라에서 구체적으로 감축 기준년도,

업종 등에 따라 상이할 수 있으나 향후 기후 변화협약을 이행하지 못할 경우 결국 생산량을 줄이지 않는 한 온실가스 배출권을 매입해야만 제품 생산이 가능한 최악의 사태가

16) 에너지이용합리화법 시행령 제2조 관련

17) Ton of Oil Equivalent(석유환산톤)

〈표 5〉 IPCC의 탄소배출계수

연료구분			탄소배출계수(t/toe)
액체화석연료	1차연료	원유	0.829
		휘발유	0.783
	2차연료	등유	0.812
		경유	0.837
		중유	0.875
고체화석연료	1차연료	무연탄	1.100
	2차연료	Coke	1.210
기체화석연료		LNG	0.637
바이오매스		고체바이오매스	1.252
		액체바이오매스	0.837
		기체바이오매스	1.281

〈표 6〉 주정제품생산에서 배출되는 추정 탄산가스량

연도	구분	생산제품 품목 및 생산량			에너지소계 (toe)	탄산가스 배출량		
		발효	정제	탄산가스		소계(tC)	kgC/kl	
2003년	생산실적(kl/년)		18,299	10,324	6,327		6,327	
	자체 사용 에너지	연료사용량(toe)	4,851	2,385	0	7,236	4,609	
		전력사용량(MWh)	6,175	805	1,845	6,980	921	
		합계(탄산가스, tC)					11,857	414
		에너지사용량(toe)	6,395	2,586	461			
	에너지 원단위	연료(kgoe kl)	265.10	231.02	0.00			
		전력(kWh/kl)	337	78	292			
		총에너지(kgoe/kl)	350	251	73			
	2004년	생산실적(kl/년)		20,851	10,702	6,538		6,538
자체 사용 에너지		연료사용량(toe)	5,699	2,355	0	8,054	5,130	
		전력사용량(MWh)	6,641	835	1,861	7,475	986	
		합계(탄산가스, tC)					12,654	401
		에너지사용량(toe)	7,359	2,563	465			
에너지 원단위		연료(kgoe kl)	287	231	0.00			
		전력(kWh/kl)	318	78	285			
		총에너지(kgoe/kl)	366	251	71			

〈표 7〉 추정 주정제조원가 부담 전망치

구분		Case I	Case II
		탄소거래가(EUR) ¹⁸⁾	10% 감축시(USD)
탄소처리, EU거래가(원/ tC)		10	220
ISTC사 기준	금액(원)	171,847,000	284,045,000
	제조원가 증가율(%)	1.43%	2.38%
주정산업	주정생산(DM/년)	1,500,000	1,500,000
	추정금액(원)	1,633,888,000	2,700,642,000

도래할 수도 있다. 이는 곧 바로 생산원가를 상승시키는 요인으로 반영되어 가격 경쟁력 약화를 초래하게 될 것이다. 따라서 2차 감축이행기간이 시작되는 2013년부터 우리나라는 주정제조업도 에너지를 많이 소비하는 철강, 석유화학, 자동차 등과 같은 수준으로 강제이행 감축량을 적용받게 될지는 아직 정확히 예단하기는 어렵지만 이에 대비하는 지혜가 필요하다.

1980년대 이후 주정을 회수하는 증류공정에서 소비되는 에너지원단위가 약 30~50%가 감소한 반면 절대 생산량의 증가로 총에너지 사용량과 비용은 크게 증가되어 왔다. 이와 같은 결과는 선진 알코올증류기술을 도입하여 국내 음용주정 증류기술과 접목한 새로운 성에너지 증류시스템의 보급을 촉진하는 효과를 가져 왔다. 따라서 주정산업체는

중소기업체임에도 불구하고 에너지의 절감과 기술개발에 지속적으로 노력해온 점을 감안하여 주정산업은 1990년도 기준으로 온실가스배출을 소급 적용할 것이 아니라 그동안 에너지절감 노력을 충분히 고려한 온실가스 감축량의 할당 또는 기준연도를 1997년 이후로 설정될 수 있도록 해야 할 것이다. 그러므로 주정업계의 이익을 대변하기 위해서는 대한주류공업협회가 주정 회원사를 대표하여 정부의 향후 온실가스의 감축량을 설정하는 기본방향에 적극 대응할 방안의 모색을 촉구하는 바이다.

원가절감과 공정개선을 지속적으로 추진하고, 기후변화협약이 주정산업에 미칠 영향을 사전에 분석해 보고 향후 원가절감과 품질경쟁력 제고에 전사적 노력을 경주한다면 이 정도의 원가부담은 충분히 극복할 수 있을

18) 탄소거래가 2005년, 3월 현재 EU(<http://www.pointcarbon.com>)

것으로 확신한다.

2) 가스홀의 실용화

온실가스 저감을 위한 기후변화협약의 발효로 인해 국내외적으로 대체에너지개발 및 배출가스량 감소를 위한 현안문제가 이슈화되어 그동안 우리업체가 애착을 가지고 추진해 온 가스홀의 실용화사업의 추진도 탄력을 받게 될 것으로 전망된다.^{5) 6) 7) 8) 9) 10)} 그러나 알코올을 연료로 사용하기 위해서는 관련법들이 우선 정비되어야 하는데 이번에 석유 및 석유대체연료사업법시행령 개정 '안' 제5조 석유대체연료 법 제2조 제11호의 규정에 의한 '석유대체연료' 5종 석대체연료 5종¹⁹⁾에 알코올연료유가 삽입되게 되어 오랜 숙원이 이루어지고 있다.

과거 관련 정부기관들도 바이오에탄올을 대체연료로 사용하는데 매우 소극적이었으나 2002년 11월부터 바이오디젤 시범 보급(연간 1만톤) 시행 이후에 점차 긍정적으로 접근하고 있으며, 신·재생연료로써 뿐만 아니라 자동차 1,500만대²⁰⁾를 돌파로 인한 도시 대기오염 저감차원에서 보급의 필요성에 대한 공감대를 얻고 있는 추세이다. 따라서

보급 활성화를 위한 조치 또는 구체적인 정책¹¹⁾을 마련하여 세제혜택을 부여거나 국가나 지자체 능력 범위 내에서 제한적 보급 또는 일정비율의 사용을 의무화하는 방안과 Clean Zone(예를 들면 제주도)을 설정하여 가스홀을 시범적으로 보급하는 방안도 적극 고려할 수 있다.

정부는 2011년 신·재생에너지를 5% 수준으로 보급할 계획을 수립한 바 있고 바이오에탄올 사용상 기술적인 문제만 없다면 2008년부터 보급하는 방안을 추진해 보겠다는 입장이다. 이미 대체 연료로서 알코올의 생산 및 보급상 문제점들은 미국과 브라질의 사례를 벤치마킹하면 된다.¹²⁾

정유사들도 시장점유비가 줄어든다는 단순 시장원리로 접근하지 말고 기후변화협약에 따른 대기오염 저감 등 환경친화적인 경영마인드로 접근해야 할 것이다.

가스홀이 법적으로 사용 요건이 구비되고, 의무 또는 시범보급 여건이 조성될 경우 정유회사들은 외국에서 직접 구입하여 혼합하는 방안도 예상할 수 있다. 그러나 알코올은 응용으로 쉽게 전용될 수 있는 특성을 가지고 있기 때문에 주정판매회사가 일괄 수입 공급

19) 바이오연료유, 알코올연료유, 석탄액화연료유, 천연역청유, 유화연료유

20) 승용차 1,069만대, 승합차 120만대, 특수 및 화물차 312만대, 한국일보, 2005/3/4

하거나 주정제조회사와 정유회사가 컨소시엄 회사를 설립하여 공급하는 방안도 고려할 수 있다. 이렇게 함으로서 유통과정이 단순하고 투명하게 되어 효율적인 관리와 통제가 용이해진다. 또한, 신·재생에너지개발 등 종합적인 기술개발 프로그램에 주정업체와 정유업체가 공동으로 참여하는 방안도 상호 공존할 수 있는 하나의 대안이라고 사료된다.

3) 에너지 절감형 주정생산설비 구축

1980년대부터 주정공장에서는 고효율 주정 생산공정 개선을 위해 연속발효공정 검토, 저온증자, 주정공정에서 다량 발생하는 고온 공정수의 재활용 방안으로 양만장 운영과 화훼재배를 한 바 있다. 이외에도 증류공정 개선, heat pump 및 열병합 보일러 설치 등 에너지 절감 노력을 경주해 왔었다.

주정생산의 공정은 원료의 분쇄, 증자, 발효, 증류 및 폐수처리공정으로 대별할 수 있다. 이들 단위 공정에서 소비되는 에너지를 절약하기 위해서는 에너지 고효율의 설비대체 및 공정개선이 요구된다. 이를 위해서는 VA시설자금²¹⁾, 환경설비개선자금, 중소기업지원자금, 에너지합리화자금 등 기업체의 지원자금을 활용하면 경제적인 부담을 줄이면

서 설비개선이 가능하다.

공정별로 검토해 보자. 우선 증자공정은 저온증자^{13) 14) 15) 16) 17) 18) 19)}가 가능한 입도로 분쇄하여 액화효소 사용량 증가와 병행하면 분쇄 및 증자에 소비되는 에너지를 어느 정도 감소시킬 수 있다. 발효공정에서는 가능한 발효온도를 높이는 것이 생산성이나 제품회수에 유리하나 발효과정에서 부생되는 탄산가스와 함께 비산되는 알코올 회수를 고려해야 한다. 발효공정에서 에너지 절감요인²⁰⁾으로서는;

①알코올 생산공정에 적합한 설비와 신뢰성 확보, ②제조원가 비중이 가장 큰 원료를 안정적이고 저렴한 가격으로 조달 및 수송 개선, ③발효수율이 높고 알코올발효 부산물 생성은 가능한 적으며, 냉각 에너지를 감소시킬 수 있는 고온·고당도 내성균주 선발, ④회분식 공정의 단점인 dead time을 줄일 수 있는 연속 또는 반연속 발효법 검토, ⑤폐열 회수 등 에너지 이용 효율 극대화, ⑥폐액 발생량을 줄이고, 발효가 끝난 요의 알코올농도는 가능한 높을수록 증류공정에서 알코올 회수비용이 감소시킬 수 있는 점에 주목한다.

알코올발효의 제조원가는 연속 혹은 회분식 공정에 따라서 다르고 원료경비가 제조원

21) Voluntary Agreement 협약: 에너지 절약 및 온실가스 배출의 자발적 감소협약 체결

가에 차지하는 비중이 약 70% 이상으로 매우 높기 때문에 원료의 당전환율을 높이는 기술이 중요하다.

발효부산물인 탄산가스 회수에는 전력이 많이 소요되는데 이 전력을 절감하기 위해서는 압축기, 냉동기 및 냉각기의 효율개선이 필요하다. 따라서 회수효율을 높이기 위한 대안으로서 가스흡입 측에 Booster나 Precooler 등을 설치함으로써 생산효율을 10~20%까지는 증산이 가능할 것으로 예상된다.

폐수처리공정은 메탄가스를 회수할 수 있는 혐기성처리 공정을 추천하고 싶다. 혐기

성 처리공정은 발생 폐수 중에 주정박의 회수 여부에 따라 가스발생량이 다르겠지만 알코올제조에 소비되는 총소비에너지의 약 10~20%를 대체할 수 있다. 주정폐수처리 공법에 따른 경제성을 검토해 본 결과, 물리+생물(혐기+호기적 처리공정)+화학공정²²⁾ ²³⁾ 병행한 통합처리공정(Process B)이 증류 폐액의 농축건조 및 활성오니처리법(Process A)보다 경제성이 좋은 것으로 분석되었다(표 8).

Utility 중 고효율의 보일러설비 대체는 필수적이다. 최근에는 도시 대기질 개선을 위한 대기환경규제지역²²⁾을 영향권역별로 환경

<표 8> 폐수처리공정에 따른 처리비용 비교

Process A				Process B			
항목	일일발생량 (kg/일)	단가 (원/kg)	금액 (원)	항목	일일발생량 (kg/일)	단가 (원/kg)	금액 (원)
건조박	23,400	100	2,340,000	주정박	49,270	2	98,540
연료비	10,118	337	(3,412,400)	가스환산	2,324	337	783,740
전력비	18,000	56	(1,008,000)	약품비	1,214,690		(1,214,690)
슬러지	2,000	22	(44,000)	슬러지	17,770	22	(390,940)
SBR ²³⁾ 동력	75	56	(4,190)	동력비	6,629	56	(370,530)
종말처리비	26,920		(26,920)	기타			
합계			(2,155,510)	합계			(1,093,880)
DM당 처리단가			(8,290)	DM당 처리단가			(4,130)

22) 대기환경보존법 제8조 ③항 규정

23) Sequencing Batch Reactor : 한 반응조에서 폐수의 유입, 호기적 폭기, 무산소 교반, 침전, 분리를 순차적으로 제어하는 생물학적 폐수처리방법의 하나로서 脫窒에 효과적인 공정임

용량을 감안한 환경기준을 강화하는 지정제도에 따라 집중관리를 하고 있다. 보일러의 연소부 효율제고를 위해 기능적 제어장치의 효과적인 조정으로 완전연소로써 연료효율을 높이는 기술이 개발되고 있다.²⁴⁾ 뿐만 아니라 연소효율이 좋은 환류 및 비환류형 버너, 기류식 버너 회전식 등이 있으며, 기류식은 증기나 공기로 연료를 혼합시키는 위치에 따라 내부, 외부, 중간혼합형 버너 등이 개발되고 있어 노후 보일러 대체시 이와 같은 새로운 기술을 응용한 최신 보일러 설비 교체를 고려할 수 있다.

4. 수출 공산품에 미치는 영향

한국무역협회 무역연구소²⁴⁾의 보고서에 따르면 교토의정서 발효로 EU, 일본 등 선진국들이 배출가스 감축을 위한 제반 조치들을 도입함에 따라 EU와 일본 등에 대한 우리 수출 상품도 직접적인 영향을 받게 될 것으로 분석되었다. 금년부터 실시하는 EU의 배출권 거래제도는 EU자체의 생산비 상승을 가져와 우리나라를 포함한 역외 개도국들에게는 단기적으로는 경쟁력이 높아질 것으로 전망되고 있다. 그러나 현지에 진출

한 한국기업들이 제3국에 수출할 때는 같은 이유로 불리하게 작용할 것으로 예상되고 있다. 또한 EU의 가전제품, 자동차, 반도체 등에 대한 새로운 환경기준의 도입과 일본의 자동차, 가전제품 등에 대한 Top Runner제도²⁵⁾ 등은 기술 장벽으로써 작용하겠지만, 대응방법에 따라 해당 기술수준에 맞출 수 있는 기업은 오히려 중국 등 동남아국가 제품들과의 차별화로 경쟁력을 높이는 호기가 될 수도 있다.

에너지 다소비 및 저효율산업구조를 가진 우리로서는 철저한 준비 없이는 원천기술을 소유한 선진국들의 기술에 더욱 종속되거나 기술수지 적자가 심화될 것이 우려된다. 무역협회 관계자는 '배출가스 감축은 개별 기업의 몫이므로 각 기업이 교토의정서의 심각성을 인식하여 환경기술 개발에 적극 노력하는 것이 가장 시급하고, 이를 위해 정부는 우리 경제성장에 미칠 영향을 최소화하는 선에서 감축시기 및 감축량이 결정되도록 협상역량을 발휘하는 것이 필요하다'고 지적하고 있다.

5. 국가 경제적 부담과 배출권 거래사업

24) 현오석 소장의 '교토의정서 발표에 따른 수출영향과 대응전략'

25) 동일 품목의 제품 중 가장 고효율 제품을 선정하여 장기적으로 다른 제품들도 이 수준을 따르도록 강제하는 제도

우리나라는 세계 9위 이산화탄소 배출 국가(표 3)이고, 1인당 이산화탄소 배출량에서도 일본, 영국, 프랑스 보다 앞서고 있다. 중국, 인도, 멕시코, 브라질 등도 우리와 비슷한 상황에 직면하고 있다. 특히 한국은 교토의정서가 발효되면서 더욱 거센 압력을 받을 전망이다. 고에너지가 소비되는 철강, 석유화학, 자동차 등의 산업 비중이 높아 온실가스 감축은 우리나라 산업계에 큰 경제적 부담으로 나타날 것이다.

에너지경제연구원의 분석에 따르면 우리나라의 2020년 이산화탄소 배출량 전망치에서 10%를 줄일 경우 GDP의 0.29%(약 3조 4000억원)가 감소할 것으로 전망되고 있다. 또한, 기후변화협약이 국내 전력산업에 적용될 때 피해 예상 규모는 2020년 이산화탄소 배출량을 95년 수준으로 감축 한다고 할 때, 2020년에는 2조9000억원, 2030년에는 7조3000억원으로 예상하였다.²⁶⁾ 그러므로 에너지 절약과 효율성의 제고는 물론 화석연료를 대체하는 재생가능 에너지의 개발이 절실하다. 재생가능 에너지의 장점은 대기중의 이산화탄소를 탄소원(탄소동화작용에 의하여 곡물이나 서류의 전분 등 저장물질)으로

전환된 Biomass를 매년 재생산할 수 있다는 장점이 있다.

정부는 향후 온실가스 감축시행 이행을 위해 계량화와 평가체제 등의 기반을 구축하고, 기후변화가 국민생활에 미치는 부정적 영향 등을 점검해 종합대책을 수립할 것으로 알려지고 있다. 2007년까지 종합대책에는 탄소세 등 관련 세금도입, 신·재생에너지 보급 확대, 2006년에는 이미 EU에서 거래되고 있는 탄소배출권 거래의 시범실시 등을 검토하고 있다.

청정개발제도(CDM)²⁷⁾에 의하면 선진국은 개발도상국에 진출하여 온실가스 감축사업에 투자하여 발생된 온실가스 배출 감축분을 자국의 감축실적에 반영할 수 있는 제도로서 탄소배출권은 다른 선진국에 판매를 할 수도 있다. 따라서 국제탄소배출권(International Emission trading)을 확보하면 해외 수출이 가능하므로 에너지 효율이 좋은 플랜트 개발이나 신·재생에너지 개발에 투자하여 선진기술을 확보할 경우 새로운 해외수출 전략사업으로 확대도 가능하다. 이미 한 발전 한국전력은 해외 현지법인 설립을 통해 탄소배출권 거래사업에 나섰다

26) 매일경제신문, “한전 탄소배출권으로 돈 번다” 2005/02/22

27) Clean Development Mechanism(선진국·개도국 온실가스 감축 공동사업)

되고 있다.

한전은 탄소배출권 거래사업을 위해 파리, 뉴욕, 도쿄 사무소를 현지법인으로 전환하는 방안을 추진하기로 하고 노후 발전소 효율개선 사업과 세계 최고 기술수준인 전기 송배전 기술, 신·재생에너지 개발 사업 등에 투자해 탄소 배출권 확보에 나선다고 하였다.

6. 정부의 대응방안

기후변화협약에 따른 의무부담과 관계없이 온실가스 저감에 최대의 노력을 경주함으로써 대기오염을 획기적으로 개선하고 국제사회에서 응분의 역할을 분담하고, 매년 온실가스의 배출현황을 분석하고 장기전망을 수정·보완하여 이에 적합한 대책을 발전시킨다는 기본 방향을 설정해 두고 있다.

온실가스의 감축은 에너지 사용 저감을 통해 가능하다. 그러므로 산업분야와 경제 전반에 직접적으로 큰 영향을 미칠 것이며 감축의무 이행은 경제적 손실로서 제품의 가격 상승을 초래하게 되어 결국 국내 소비시장, 수출과 국내총생산(GDP) 감소로 나타날 것이다. 현재 한국은 세계 10위의 에너지 다소비국으로써 해외 에너지 수입 의존도는 93%나 된다. 그러나 국내 대체 에너지 보급과 자급률 증가에는 한계가 있다. 왜냐하면 국책사업으로서 대체에너지 개발을 위한 R&D

투자확대와 산업구조개선에는 막대한 금액이 투자되어도 정부의 의지에 따라 나타나는 효과는 크게 다르기 때문이다. 특히 대체에너지 보급률 증가에 있어 경제성에 너무 초점을 맞추다 보면 보급률 확대는 제약을 받을 수밖에 없다. 그 이유는 현재까지 개발된 대체에너지가 석유나 화석연료보다 경제성이 낮기 때문이다. 따라서 대체에너지의 보급률 확대는 에너지원 수급을 다양화하고 정책적으로 보급하는 시스템, 신기술인증·포상제도²⁵⁾등을 개발하여야만 그 효과를 기대할 수 있다고 본다. 우선 제조업 경우 에너지 효율이 높은 설비로 대체하거나 공정 개선을 통하여 공산품 제조원가를 절감하는데 전사적인 노력이 필요하다. 이렇게 착실히 준비를 하면 오는 2013년부터 우리나라에 적용될 기후변화협약은 위기라기보다는 전산업 부분에서 고효율의 산업구조로 개선되어 미래 핵심 성장 동력산업과 접목될 때 제품 경쟁력을 확보하는 새로운 기회가 될 수 있을 것이다. 따라서 에너지와 온실가스인 이산화탄소를 돈으로 인식을 전환할 때라 생각된다. 예를 들면 미국과 일본 등은 이산화탄소 처리기술로써 배출된 것을 어떻게 분리회수할 것인가를 고민하고 있다. 이들 선진국은 배출된 이산화탄소를 처리하는데 톤당 100달러면 가능한 처리기술이 개발되어 있는 반

면 우리나라는 톤당 220달러²⁸⁾를 투입해야 가능하다고 보고되고 있다. 한편 교토의정서 발효를 앞두고 지난 1월 1일 런던과 유럽 5개국도 탄소배출권 거래 시장이 정식 출범했는데 개장 첫날 거래가는 이산화탄소가 톤당 8.74유로였으며 현재는 톤당 7.1유로에 거래가 되고 있다.^{29) 30)}

정부는 기후변화협약에 대응하기 위해 3개 분야 90개 과제를 선정하고 21조원 이상 재원을 투입하겠다는 계획을 발표한 바 있다. 이를 계기로 성장동력을 가진 경쟁력있는 원천기술개발을 통해 온실가스 배출 감축에 대처하면서 에너지 정책기조와 산업구조 개선에 지속적인 지원과 노력이 뒤따라야 할 것이다. 앞으로 8년 후에는 전자의 실천의지와 결과에 따라 지불해야 할 대가는 큰 차이를 보일 것으로 예상된다.

7. 자동차 산업의 대응전략

경유를 사용하는 승용차는 휘발유 전용차에 비해 연비가 좋기 때문에 대표적인 온실가스인 이산화탄소를 적게 배출한다. 그러나

경유승용차가 대기오염의 주범인 미세먼지와 질소산화물은 더 많이 배출하므로 도시 대기오염을 가중시킨다. 그래서 경유차가 지나치게 늘어나는 것을 막기 위해 경유 판매 가격을 상대적으로 높이는 가격정책을 함께 추진하고 있다. 한국자동차협회는 '기후변화협약 대응 자동차산업 대책반' 운영을 통해 자동차 생산단계부터 폐차까지 전과정에 걸쳐 다각적인 온실가스 감축 대책을 마련키로 했다. 또 생산설비의 에너지 효율성을 높이고, 에너지원의 다원화를 추진하는 한편 경유승용차 보급, 하이브리드차³¹⁾ 및 연료전지차 등 친환경자동차의 개발 및 보급 확대를 추진키로 하였다. 한국자동차협회 관계자는 '정부에서도 친환경자동차 및 부품 기술개발과 조기 경쟁력 확보를 위해 향후 10년간 연간 2000억원 이상의 기술개발비의 획기적 확대지원이 필요하다'고 촉구하고 있다.

Ⅲ. 맺음말 및 제언

정부차원에서 기후변화협약 발효에 대비하

28) "교토의정서 16일 발효"에 대한 전문가 좌담, 매일경제신문, 2005/2/15

29) 매일경제신문 "교토협약 고마워" 2005/02/14

30) <http://www.pointcarbon.com/article.php?articleID=6521&categoryID=390>

31) Hybrid 차 : 휘발유와 배터리를 이용한 모터 구동으로 주행이 가능하며 자동차 연비는 가솔린 자동차보다 50% 이상 주행 가능함(35km/ℓ)

여 장기적인 대책을 수립하여 강력히 추진해야 할 것으로 판단한다. 대응 전략은 온실가스를 유발하는 6종류의 의무 감축량과 저감 방법을 도입할 때 기업체의 부담을 충분히 고려한 정책을 마련해야 할 것이다.

에너지의 수입의존도가 높은 우리나라로서는 대체에너지 비율을 높여야 한다. 특히 재생가능한 바이오에너지 대체 비율을 높여 대기중의 탄산가스 재순환율을 극대화하면서 강제 이행기간이 시작되기 전까지 고효율의 산업설비로 개선하는데 기업체는 생존 전략적 차원에서 투자를 계획해야 하겠지만 정부도 적극적이고 지속적인 설비대체 자금과 기술지원 해야 한다. 또한 기업체는 스스로 생산원가의 절감차원에서 기후변화협약의 발효를 받아들일 때 경쟁력을 높이는 기회가 될 것으로 믿는다.

최근에 대체에너지에 대한 관심이 고조되고 있어 가스홀의 실용화 분위기가 유리하게 전개되고 있다고 판단된다. 그러므로 협회를 중심으로 가스홀의 실용화에 우리 주정업체가 그동안 축적해온 역량을 충분히 발휘하여 국가 신·재생에너지 대체에도 일조할 수 있는 계기로 삼아야 할 것이다. 이렇게 하기 위해서는 연료알코올의 수급에 직접 참여하거나 정유관련 업체와 공동 참여하는 방안도 고려 대상이 될 수 있다.

또한, 농민과 직접 관련이 있는 정부 수매 양곡이나 일부 잉여농산물에 한해 연료알코올로 전환하여 국가에 납품하는 방안도 고려될 수 있다. 이와 같은 방안은 정부가 농민을 위한 양곡 정책 및 국가 에너지원의 다원화 측면에서 바람직하다. 이와 같은 적극적인 대체에너지 확대 보급을 위해 주정업체에 공급하는 정부 양곡가격의 조정 등으로 연료알코올의 실용화 정책을 지원·활성화할 수도 있는 대안도 있다.

[참고문헌]

- 1) 남기두, 주정용 증류시스템 개발과 증류 기술의 발전, 2003. 주류공업, 23(2) : 30-40
- 2) 남기두, 알코올 발효기술, 2004. 주류공업, 24(3) : 3-48
- 3) 공병호, 2005, 공병호의 10년후, 세계
- 4) 에너지절약편람, 2001, 에너지관리공단
- 5) 가스홀 차량 주행실험에 따른 배기가스 오염도 측정 및 실용화 방안 연구, 1996. 연구보고서. 부산광역시·환경보건연구원·대한알코올산업기술조합
- 6) 수송용 연료로 이용할 에탄올 생산을 위한 공장규모 연구(상공자원부 921C205 - 502DG1)
- 7) 파이롯플랜트에 의한 燃料用 알코올 생

- 産 技術開發(상공자원부 923C205-823DP1) 1992. 1. 1.-1995
- 8) 남기두, 자동차 연료알코올 개발 현황. 1997. 주류공업. 17: 45-56
- 9) 남기두, 국내외 가스홀 이용 현황과 실용화 필연성. 2002. 주류공업. 22: 22-29
- 10) 남기두, New Millenium 시대의 알코올생산 기술 동향. 2001. 주류공업. 21: 31-42
- 11) エタノールの燃料利用にする調査報告書, 2001, (社)アルコール協會
- 12) 남기두, 최근의 브라질 자동차 연료 동향. 2003. 주류공업. 23(3): 31-39
- 13) 남기두 외, Large Scale of Ethanol Fermentation from Sweet Potato Cooked at Low and High Temperature. 1986. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng. 14: 233-237.
- 14) Fujio Y., Suyanadona P., Attasampunna P. and Ueda S. 1984. Acoholic Fermentation of Raw cassava Starch by Rhizopus koji without Cooking. Biotechnol. Bioeng. 24: 315-319
- 15) Matsuoka H., Koba Y. and Ueda S. 1982. Alcoholic Fermentation of Sweet Potato without Cooking. J. Ferment. Technol. 60(6): 599-602
- 16) Matsumoto N., Fukushi O., Miyanaka M., Kakihara K., Nakajama E. and Yoshizumi H. 1982. Industrialization of a Noncooking System for Alcoholic Fermentation from Grains. Agri. Biol. Chem. 46(6): 1549-1982
- 17) Ueda S. and Koba Y. 1980. Alcoholic Fermentation of Raw Starch Without Cooking by Using Black-koji Amylase. J. Ferment. Technol. 58(3): 237-242
- 18) Matsumoto N., Fukushi O., Fukuda O. Inoue S. and Yoshizumi H. 1985. Industriral Scale Alcoholic Fermentation of Maize Heated at Low Temperature. Nippon Nogeihagaku Kaishi. 59(3): 271-277
- 19) Matsumoto N., Fukushi O. and Yoshizumi H. 1985. Small Scale Alcoholic Fermentation of Grains Heated at Low Temperature. Nippon Nogeihagaku Kaishi. 59(3): 265-269
- 20) 남기두, 1999, 알코올 발효공정의 효

- 올성 제고 방안, 경북대학교 이학박사
학위논문
- 21) 남기두 외, Treatment of Naked-
barley Distillery Wastewater Using
a Thermophilic Hybrid Anaerobic
Filter. 1996. Proceedings of the
WEF. The 69th annual conference
and exposition. 551-560. Dallas,
Texas, October, U.S.A.
- 22) 남기두 외 Treatment of Distillery
Wastewater I: A thermophilic
High Rate Anaerobic Reactor
Operation Experience. 1998.
Proceedings of IAWQ. Beijing,
China
- 23) 남기두 외, Treatment of Distillery
Wastewater using Thermophilic
High-rate Hybrid Anaerobic
Reactor in Industrial Scale. 1999. J.
Microbiol. Biotechnol. 9: 737-743
- 24) 월간 보일러, 2005, 한국보일러공업
협동조합
- 25) 산업기술백서, 2004, 한국산업기술진
흥협회

The man who makes no mistakes does not usually make anything.

실수를 저지르지 않는 사람은 통상 아무것도 이루지 못한다.

- Edward John Phelps -