

냉장고 효율기준 향상에 따른 기후변화협약 기여도 연구

백정명* 원종률** 이병하* 김정훈***
인천대* 안양대** 홍익대***

A study on contribution to UNFCCC caused by reinforcement of efficiency standard for residential refrigerators

Jung-Myoung Baek*, Jong-Ryul Won**, Byung Ha Lee*, Jung-Hoon Kim***
University of Incheon* Anyang University** Hongik University***

Abstract - 에너지 효율관리제도(최저효율기준, 라벨링 제도 등)는 에너지 사용의 증대와 산업의 발달에 따른 다양한 기기들의 개발에 따라 에너지기기들의 수요가 늘어나고 있는 현실에서 기기의 수요는 감소시키지 않으면서도 에너지를 감소시킬 수 있는 가장 효과적이고 경제적인 수단으로 평가받고 있다. 이는 이산화탄소를 비롯한 온실가스의 배출을 제한하여 지구온난화를 방지하고자 하는 기후변화협약을 이행하는 데 있어 중요한 도구가 되고 있다. 본 논문은 이러한 고효율기기의 효율향상에 따른 기후변화협약에 대한 기여도 산정을 위해, 효율향상 시에 이산화탄소 절감량을 구하는 방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

20세기 지속된 지구온난화 등의 기후변화 문제가 인간의 경제 및 산업활동에 영향을 의한 것으로 알려지고 국제사회의 협력 및 공동대응의 필요성이 증대되었다. 물론, 기존의 국제법도 대기오염 행위를 구제법 위반으로 금지하고 있으나 온실가스의 배출 규제를 강제하거나 허용가능한 수준의 방출기준을 채택하도록 규제할 수는 없다. 따라서 기후변화에 대한 효율적인 대응을 위해서는 전 지구적 차원의 협약을 만들어 상세한 국제기준을 설정하고 이를 규제, 감독할 필요가 있다.

기후변화협약 대응에 있어 온실가스(주로 이산화탄소) 배출에 영향을 주는 에너지 정책은 중심적인 역할을 한다. 국제사회에서는 2005년부터 교토의정서 차기 공약기간(2차 : 2013~2017)에 대한 온실가스 감축 의무부담협상이 진행될 것으로 보인다. 주로 OECD 회원국들로 의무부담을 갖는 선진국들은 온실가스 배출량이 상당한 수준인 우리나라에 대해 참여압력을 높이고 있다. 2015년, 국민소득 2만 불 이상을 바라보는 우리나라로서는 현재와 같은 기후변화협약상의 개도국 지위 확보는 더 이상 어려울 것이며 제 2차 공약기간 중 의무부담이 불가피할 전망이다. 에너지의 생산과 소비는 온실가스 배출에 있어 직접적 원인이라는 점에서 교토의정서가 발효된 이후 우리나라에도 선진국 수준의 감축의무 부담이 부과될 가능성이 높다. 그러나 우리나라는 에너지다소비 경제구조로 인해 감축의무 대응에 취약하다. 따라서 에너지다소비 산업구조, 낮은 에너지효율 등으로 선진국 수준의 감축의무를 부담하게 될 때에는 경제전반에 심각한 위협이 될 수 있다.

온실가스 배출을 감축하기 위해서는 무엇보다 화석연료의 연소를 줄여야 한다. 전환부문(전체 온실가스 배출의 30.9%)의 이산화탄소 배출비중이 산업부문(34.4%)에 이어 두 번째로 높을 뿐 아니라 증가속도 또한 가파른 실정이라 일각에서는 원자력발전을 기후변화의 주요한 대응전략으로 제안하기도 한다. 하지만 원자력은 원전사고나 방사성 폐기물의 처분의 위험을 둘러싸고 발생하는 사회갈등비용으로 말미암아 대안으로 채택하기에는 현실적인 어려움이 따르고 있다. 또한 신재생에너지의 확대

로 에너지 수요를 충족시키면서 온실가스 배출을 줄일 수 있으나 시장에 널리 확산되어 상용화되기 위해서는 좀 더 비용효과적인 기술개발을 위한 다소간의 시간이 필요한 실정이다. 신재생에너지로 전력을 비롯한 에너지 수요를 모두 감당할 수는 없다는 사실은 효율향상을 통한 에너지 감축이 필수적임을 시사한다.

따라서 이를 줄이기 위해서는 에너지 관리가 중요하며, 그중에서도 주요 기기의 효율향상을 통한 에너지 저감이 어느 때보다 중요하다고 할 수 있다. 그리하여, 기후변화협약에 대응하기 위해 정부 및 공공기관에서 많은 노력을 기울이고 있으며, 현재 주요 사용기기에 대해 최소효율제를 정책을 시행을 통해 에너지 사용량을 줄임으로서 기후변화협약에 대응하고 있다.

2. 가정용 냉장고의 부하특성

냉장고는 일반적으로 가정에서 사용하는 기기중 가장 많이 사용하는 기기중 하나이다. 냉장고는 일년 내내 가동함으로써 냉장고 부하가 가정에서 차지하는 비중은 상당히 높다. 그리고 삶의 질이 향상됨에 따라 냉장고 용량도 점점 올라가 현재는 많은 가정에서 대형 냉장고를 사용하고 있다. 이로써 냉장고 효율이 높으면 에너지 절약에서 큰 효과를 볼수 있으며 기후변화협약에 있어서도 발전량 절감에 따른 CO2 저감을 할 수 있다. 아래표는 가정의 주요기기중 냉장고가 가장 큰 용량을 차지하고 있음을 알 수 있다.

[표 1] 주요 가전기기별 전력사용 현황

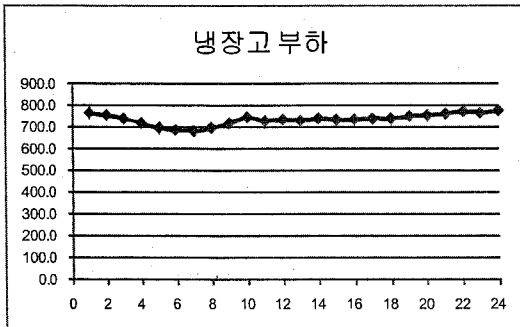
일반가전기기	보유대수 (대/가구)	평균용량 (W/대)	평균사용시 간 (시간/대.일)	사용전력량 (KWh/일.가구)		
조명						
형광등	6.83	31.76	6.34	41.26		
백열등	4.36	46.46	2.36	14.34		
T V	1.48	114.83	7.20	33.21		
냉 장 고	1.10	103.02	23.25	78.64		
세 탁 기	0.97	491.48	2.16	16.00		
찬 기 방 출	0.82	798.49	11.31	70.63		
전공청소기	0.72	535.18	1.03	7.22		
다 리 비	0.95	588.15	1.14	6.88		
오 디 오	0.92	49.89	1.84	1.32		
비 디 오	0.84	39.97	1.59	0.81		
컴 퓨 터	0.60	290.48	2.66	7.17		
기 타	0.15	520.00	4.63	6.90		
계 절 용				총 여 름 겨 울		
선 송 기	1.49	98.08	7.63	0.05	27.26	0.03
에 어 콘	0.21	981.46	6.00	0	27.8	0.07
가 슷 기	0.32	47.82	6.10	0.60	0.02	1.74
전 기 장 판	0.22	108.94	6.77	0.80	0.01	3.41
전 기 난 료	0.09	976.86	2.79	0.66	0	4.07

3. 이산화탄소 절감량 산정 방안

일반적으로 전원개발계획에서는 전도된 부하지속곡선을 바탕으로 고장정지율을 고려하여 상승적분을 통해 각 전원구성에 대해 운전비를 계산하고 있다[2,3]. 이러한 모형은 수요관리효과 분석에서도 널리 사용되고 있다. 즉, 8760시간 수요곡선에서 효율향상을 통한 부하감소분을 차감하여 부하지속곡선을 생성한 후, 이를 바탕으로 확률적 운전비 계산을 수행하면 효율향상에 대한 운전비 절감량이 도출된다. 따라서 여기에다 각 에너지원별로 이산화탄소 배출계수를 곱하면 효율향상을 통한 이산화탄소 저감량을 구할 수가 있다.

그러나 위와 같은 운전비 계산 모형은 그 수식이 복잡하고, 일반인이 이해하기가 난해한 면이 있다. 또한 전용 패키지 프로그램이 아니면 일반인은 결과를 도출하기가 매우 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이러한 방법보다 더 간략하면서도 편리한 방안을 제시해 보고자 한다.

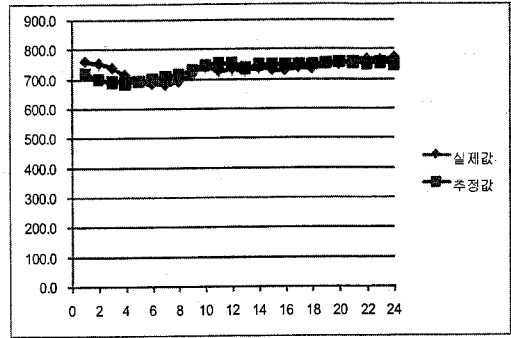
본 연구에서는 기존의 확률적 운전비 계산 모형 대신에 편리하면서도 이해하기 쉬운 등가발전모형을 제안하고자 한다. 이는 냉장고부하의 연평균 24시간 부하곡선에 대해 각 전원구성에 대한 점유비율을 구하여 계산하는 것이다. 다음 그림은 전체 냉장고부하의 연평균 24시간 부하곡선이다. 이는 냉장고부하에 대한 상대계수를 점유용량별로 가중평균하여 구한 것에, 평균 냉장고부하 전력을 곱하여 구한 것이다.



[그림 1] 연평균 냉장고부하 24시간 곡선

한편 다음 곡선은 무연탄, LNG, 중유 등의 각 발전원별로 위의 곡선을 등가화하는 계수를 구하여 생성한 곡선이다. 원자력은 전 시간에 걸쳐 변동이 없어 냉장고부하에 Load Following을 하지 않는다고 보고 3개의 발전원에 대해서만 구하였다. 이는 최소자승법(LSE)을 이용하여 구하였다. 구한 결과 냉장고부하에 대해 유연탄 발전량의 90.5%, LNG발전이 9.5%의 비율을 보였다. 추정된 곡선모양이 원래 곡선과 매우 비슷한 것을 알 수가 있다.

따라서 이를 통해 냉장고부하가 효율향상을 통해 절감량이 산정되면 이를 이용하여 에너지절감량을 구하고, 여기에 이산화탄소 배출계수를 곱하면 이산화탄소 절감량을 구할 수가 있다.



[그림 2] 연평균 냉장고부하 24시간 곡선

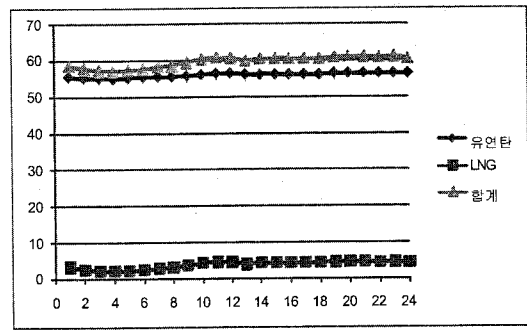
4. 사례 연구

전체 냉장고부하의 효율이 10% 향상된다고 가정할 때, 앞에 제시된 모형을 이용하여 이산화탄소 절감량을 각 발전원 별로 산정하였다. 먼저 이 때의 발전원별 에너지 절감량을 구하였다.

한편 이러한 발전원별 에너지절감량에 배출계수를 곱한 후 365일을 곱하면 연간 이산화탄소 절감량이 산출된다.

[표 2] 이산화탄소 배출계수

발전원 연료	(톤/MWh)
원자력	0.000
유연탄	0.851
무연탄	0.950
LNG	0.469
중유	0.697



[그림 3] 효율향상시 발전원별 CO₂ 저감곡선

계산 결과 냉장고의 효율을 10% 향상 시, 유연탄 발전량 저감을 통해 연간 488,863톤, LNG발전량을 통해 31,943톤, 합계 520,807톤의 이산화탄소 배출을 억제할 수 있다는 결과가 도출되었다.

5. 결 론

본 논문은 기후변화협약이 점점 중요한 과제로 대두되면서 CO₂ 배출량이 감소가 중요한 문제가 되었다. 이를 줄이기 위해서는 에너지 관리가 중요하며, 그중에서도 주요 기기의 효율향상을 통한 에너지 저감이 어느 때보다 중요하다고 할 수 있다. 그리하여, 기후변화협약에 대응하기 위해 정부 및 공공기관에서 많은 노력을 기울이고 있으며, 현재 주요 사용기기에 대해 최소효율제를 정책을 시행을 통해 에너지 사용량을 줄임으로서 기후변화협약에 대응하고 있다.

본 논문에서는 가정에서 사용하는 주요 가전기기중 하나인 냉장고부하의 연평균 24시간 부하곡선에 대해 각 전원구성에 대한 발전비율을 구하여 냉장고 부하를 효율향상을 통해 감소시켰을때 실질적으로 담당하고 있는 발전원을 추정하였다. 냉장고부하에 대한 주요 발전원의 추정 결과는 유연탄발전 자체발전량의 90.5%, LNG발전이 9.5%의 발전비율을 보였다. 추정한 곡선과 실제 냉장고 부하의 일일 사용 부하곡선을 비교한 결과 매우 근사한 곡선이 추정되었음을 확인하였다.

이 결과를 이용하여 가정용 냉장고의 효율향상 시켰을 때 절감 에너지량을 산정하여 이에 각 발전원별 이산화탄소 배출계수를 곱하여 CO2 절감량을 산정하였다. 그 결과 냉장고의 효율을 10% 향상 시, 유연탄 발전량 저감을 통해 연간 488,863 톤, LNG발전을 통해 31,943톤, 합계 520,807톤의 이산화탄소 배출을 억제할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (R-2005-7-150)주관으로 수행된 과제임

[참 고 문 헌]

- [1] 전기연구소. "DSM 잠재량 평가와 모니터링을 위한 기법 개발 및 활용방안 연구", 1998.
- [2] 기초전력공학공동연구소, "전원개발계획 최적화모형에 기초한 회피비용 계산 방법 연구", 1998.
- [3] Chris Marnay, Diane Fisher, Scott Murtishaw, Amol Phadke, Lynn Price, Jayant Sathaye, "Estimating Carbon Dioxide Emissions Factors for the California Electric Power Sector", 2002.
- [4] 한국전력공사 경영연구소, "전력사 온실가스 배출통계 통합 기반구축", 2007.
- [5] 기초전력연구원, 중간보고서, "기후변화협약 및 국제표준화를 대비한 국내 주요 전기기기의 효율기준 마련을 위한 기초연구", 2007.
- [6] 에너지관리공단, 한국전력공사, "가전기기 사용형태 조사연구" 2002