

**특집 : 대기전력 현황 및 규제동향**

# 국내 가전기기의 대기전력 현황과 전망

김 남 군

(한국전기연구원 전력반도체연구그룹 그룹장)

## 1. 서론

대기전력(standby power)이 우리 사회에 이슈화되기 시작한 지는 지금부터 채 10년이 되지 않았다. 1990년대 후반에 미국의 국립연구소인 로렌스 버클리 랩에서 캘리포니아의 표본 가정을 조사한 결과 가전기기를 사용하지 않는 동안에 소모하는 전력이 가정용 전력소비의 상당 부분을 차지한다는 사실을 발표하였다<sup>(1-2)</sup>. 이때부터 주요 국가를 중심으로 대기전력은 가전용 에너지 소비 문제의 한 축을 이루어왔으며 특히 최근에는 한국을 포함한 OECD 선진국들을 중심으로 이른바 "대기전력 1와트 정책"이 확산되고 있다<sup>(3-11)</sup>.

대기전력이란 "기기가 외부의 전원과 연결된 상태에서 해당 기기의 주기능을 수행하지 않거나 또는 외부로부터의 켜짐 신호를 기다리는 상태에서 소모하는 전력"이라고 규정되고 있다<sup>(12)</sup>. 즉 가전기기를 예로 들어 보자면 기기가 전원에 연결된 상태에서 그 주 기능을 사용하지 않더라도 전력을 소모하는데 이를 대기전력이라고 한다. 예를 들어 TV의 스위치를 껐으나 플러그를 전원과 연결한 상태에서도 미소 전력이 소모되는데 이것이 대기전력이다.

표 1은 실제의 가전기기에서 경우에 따라서는 소비전력량 기준으로 대기전력이 사용전력보다 크다는 점을 보여주고 있다. 표 1은 한국의 전형적인 가전기기에서 하루 동안 기기를 사용할 때 소모되는 전력과 비사용 시(대기 상태)의 소모되는 전력을 비교한 것이다. 전자레인지의 경우 대기상태에서 소모 전력량이 사용상태의 그것의 약 3분의 2에 달하지만, 셋톱박스나 비데의 경우에는 오히려 대기시에 소모되는 전력량이 사용시의 전력량보다 더 크다는 것을 알 수 있다.

본고에서는 한국에서의 대기전력의 거시적 현황에 대하여

표 1 가전기기의 사용전력량과 대기전력량의 비교  
(1일 평균사용시간 기준)

구 분	사용 전력량	대기 전력량	비 고
전자레인지	116 Wh	67 Wh	10분/1일 사용기준
셋톱박스	56 Wh	110 Wh	2시간/1일 사용기준
비데	34 Wh	79 Wh	40분/1일 사용기준

간략히 알아보고 향후에 가전기기의 대기전력이 어떤 방향으로 발전할 지 논의해 보기로 하겠다.

## 2. 국내 가전기기의 대기전력 현황

한국전기연구원에서는 국내 최초로 가전기기의 대기전력을 실측하여 조사하고 그 결과를 발표한 바 있다<sup>(12-13)</sup>. 2003년에 실시된 실측조사는 일반세대 53 가구를 대상으로 하여 가구 내 전기전자기기의 대기전력을 측정하고 평균대기시간을 조사하여 평균 대기전력을 구하는 방식으로 수행하였다. 측정대상 가구에서 보유하고 있는 110V 및 220V 전원에 접속하여 사용하는 모든 기기에 대하여 조사하였다. 본 절에서는 국내에서 처음으로 실시된 가전기기의 대기전력 현황을 요약하여 소개하고자 한다.

총 825개 샘플에 대하여 대기전력을 측정한 결과 대기전력이 1W 미만인 기기가 전체의 31%, 1~3W인 경우가 33%로 나타났다. 특히 측정대상기기의 약 5%가 대기전력이 10W 이상으로 나타났는데 주로 오디오, 외장형 모뎀 등이 여기에 해당되었다. 조사대상 기기의 평균 대기전력은 3.66W로 나타났다고 가구별 대기전력총량은 평균 57.0W였다.

표 2 가전기기의 대기전력 크기별 분포 (총 825샘플 대상)

기기당 대기전력(W)	비율(%)
≤ 0.1W	7
0.1W < ≤ 0.1W	24
1.0W < ≤ 3.0W	33
3.0W < ≤ 5.0W	18
5.0W < ≤ 10.0W	13
10.0W <	5

표 3 주요 가전기기의 대기전력

구분	가전기명	평균대기전력
일반가전	오디오	9.1W
	VTR	5.5W
	TV	4.3W
	에어컨	2.8W
	전자레인지	2.8W
정보가전	PC 본체	3.2W
	모니터	2.6W
	외장형 모뎀	6.4W
	PC용 스피커	1.6W
	프린터	3.0W
	전화기	2.2W
기타	가스보일러	4.9W

표 4 가구별 실측조사결과에 의한 전국 대기전력 추정치

개별가구의 대기전력	연간 대기전력 소모량	최소	306 KWh
		추정	367 KWh
가구당 총 소비 전력량 대비	가구당 총 소비 전력량 대비	최소	10.6%
		추정	12.7%
전국가정용 대기전력 합계	전국 가정용 대기전력 총량	최소	856 MW
		추정	1,028 MW
	연간 대기전력 소모량	최소	4.6 TWh
		추정	5.5 TWh
	전국 총 전력 소비량 대비	최소	1.67%
		추정	2.00%

표 3은 주요 기기의 대기전력을 측정하고 평균을 나타낸 것이다. 가정용 오디오의 대기전력이 평균 9.1W로 가장 높았으며 VTR, TV도 각각 5.5W와 4.3W로 나타났다. 정보통신기기의 대기전력도 매우 큰 것으로 나타났는데 프린터, 외장형 모뎀, 스피커 등을 모두 갖춘 컴퓨터 시스템에서 평균 16.8W의 대기전력이 소모되는 것으로 밝혀졌는데 이는 대기전력이 정보통신 기기에서도 큰 이슈가 될 수 있음을 암시한다. 그

밖에 가스보일러의 대기전력도 평균 4.9W에 이르는 것으로 나타났다.

한편 가구당 연간소비전력량에 대한 대기전력의 비중을 조사한 결과, 가구당 연간평균 대기전력 소모량은 306kWh로 나타났다. 이는 대상가구의 소비전력의 10.6%에 해당하였다. 이러한 결과를 바탕으로 한국전력의 주택용 수용가 1503만 가구의 연간 대기전력소모량은 4.6TWh로 추정할 수 있다<sup>[12]</sup>. 표 4는 가구별 대기전력 조사를 바탕으로 국내 가정용 대기전력 규모를 추정하여 만든 요약 결과이다. 표 4에서 최소값은 당 조사에서 측정된 값 또는 이런 바탕으로 계산한 값을 의미하며 추정값은 최소값에서 20%를 더하여 계산한 값이다. 추정값을 덧붙인 배경은 당 조사연구에서 가구당 평균 15.57대의 기기를 측정하였으나, 대기전력 측정이 물리적으로 불가능한 빌트인(built-in) 기기(가구당 약 3개: 도어폰, 보일러, 불박이 센서)들이 측정대상에서 제외되었음을 고려하여 실제보다 20% 늘어난 값을 실제의 대기전력으로 추정하였다. 이러한 가정용 연간대기전력 소모량은 조사시점의 한국의 연간소비전력 278TWh(2002년도 통계기준)의 1.67%에 해당한다. 이러한 가정용 대기전력을 순시전력으로 환산하면 525MW로, 화력발전소 1기의 발전용량에 해당하며 역설적으로 국내의 화력발전소 1기가 가정용 대기전력을 공급하기 위하여 가동된다고 설명할 수 있다.

### 3. 대기전력의 향후 전망

표 5는 스위칭 전원장치의 대기전력 손실을 각 요소별로 분석한 결과이다. 표에 나타나 있듯이 스위칭 전원장치의 손실 중에서 가장 중요한 요소는 전력반도체에 의한 손실이다. 특히 스위칭 주파수가 높아질 경우 전력반도체의 스위칭 손실이 더욱 크게 증가할 수 있다. 때문에 대기상태의 소비전력을 줄이기 위하여 무부하 시의 스위칭 주파수를 낮추는 것이 가장 일반적인 접근법이다. 현재 이러한 기술적 배경을 갖고서 대기전력을 낮추는 기능을 내장한 IC가 매우 다양하게 출시

표 5 스위칭 전원의 대기전력 손실 분석

구분		손실량
전력반도체의 스위칭 손실 (20kHz 동작 주파수 기준)	전압-전류 오버랩에 의한 손실	0.15W
	Capacitive 턴온 손실	0.32W
	leakage inductance 손실	0.1W
	게이트 구동 손실	0.01W
스타트업 저항 손실		0.1W~0.2W
컨트롤 IC 손실		0.05W~0.22W
컨트롤 IC 손실		0.73W~1.0W

표 6 디지털 셋톱박스의 모드별 소비전력

입력전압 Device	1.8V	2.5V	3.3V	5V	9V	12V	32V	상태
Tuner				290			10	on
				0			0	off
RF-TV modulator				110				on
				0				off
Front End	200		92					on
	20		6					Standby
Microprocessor		800	150					on
		153	12					Standby
SDRAM			120					on
			120					off
Flash			20					on
			20					Standby
EEPROM			1					on
			1					Standby
Audio DAC				30				on
				0				off
V/A buffers				100	5			on
				0	0			off
기타 주변기기				20				on
				20				Standby
전류 합계(mA)	200	800	383	550	5	0	10	
	20	153	159	20	0	0	0	
소비 전력 합계(mW)	360	2000	1264	2750	45	0	320	6,739mW
	36	383	525	100	0	0	0	1,043mW

되어 있다.

표 6은 디지털 네트워크 기기인 셋톱박스의 동작 시와 대기 시 및 꺼짐 상태에서의 각 부분별 소비전력을 정리하여 나타낸 예이다. 셋톱박스의 경우 대기상태에서 서비스 제공자(SO: Service operator)와의 네트워크 연결을 위하여 마이크로 프로세서가 일정부분 동작하여야 하고 또한 SDRAM 등 각종 메모리에도 전원이 공급되어야 한다. 따라서 이러한 전력 수요가 있는 한, 전원 공급을 위하여 시스템의 전원장치도 동작하지 않을 수 없다. 즉 셋톱박스와 같은 네트워크 기기는 네트워크와의 통신을 위하여 일정 부분이 전력을 지속적으로 소모하며, 그에 따라 전원공급 장치도 동작하게 되어 스위칭 전원의 손실도 불가피하게 발생함을 알 수 있다.

실제로 네트워크 장치는 오프라인 장치에 비하여 대기전력이 큰 편이다. 인터넷 모뎀의 경우 앞서의 표 3에 나타낸 것처럼 대기상태에서 평균적으로 6.4W를 소모하고 있으며 셋톱박

스의 경우에도 평균적으로 7W가 넘는다. 아직 네트워크 가전 기기가 대량 보급된 시점이 아니어서 네트워크 기기의 대기전력을 일반화할 수는 없으나 현 시점에서는 오프라인 기기의 3~5배의 대기전력을 소모하는 것으로 알려져 있다.

홈 네트워크화는 현재 가전기기에서 가장 중요한 흐름으로 자리잡아 가고 있으며 이러한 추세를 거스를 수 없다. 그럼에도 불구하고 이러한 홈 네트워크화는 대기전력의 증가에 의한 전기에너지 소비 증가라는 바람직스럽지 않은 경향도 함께 가져올 가능성이 높다.

실제로 스위스 취리히공대의 Aebischer의 분석에 따르면 홈 네트워크화에 의하여 2025년경에는 가정용 전력의 약 25%가 대기전력에 의하여 발생할 것으로 전망된다<sup>[14]</sup>. 이러한 전망은 가정 내의 모든 기기가 네트워크에 의하여 서로 연결되고 그리하여 네트워크 신호를 거의 언제나 대기하게 되므로 전력 소모가 증가할 것이라는 가정에 기반하고 있다.

홈 네트워크화에 따르는 대기전력의 증가를 방지하기 위해서는 전원장치와 네트워크 신호처리 장치와의 연동 개발이 향후 필요할 전망이다. 일방향 또는 양방향 네트워크 통신을 할 경우에는 그에 필요한 전력을 충분히 공급할 수 있고 통신대기 상태 일 경우에는 최소한의 기능을 활성화할 정도의 적절한 양의 전력을 공급할 수 있는, 통신과 연동된 전원장치를 개발할 경우 네트워크 기기의 대기전력을 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 4. 결론

본고에서는 한국의 가정용 대기전력 현황을 요약하여 설명하고 앞으로 홈 네트워크화에 따른 대기전력의 지속적 증가 가능성에 관하여 전망하였다. 국내 가정용 대기전력 현황을 조사한 결과 기기의 평균 대기전력은 3.66W로 나타났다. 또한 국내 가구당 대기전력 발생총량은 평균 57.0W였으며 연평균 306kWh의 대기전력을 소모하는 것으로 나타났다. 이러한 조사결과를 바탕으로, 국내 연간 소비전력량의 1.67%에 해당되는 4.6TWh의 전력이 국내 가정용 대기전력으로 소모되고 있는 것으로 예측된다.

현재 가전업계를 중심으로 개발 중에 있는 홈 네트워크 기술은 가전기기를 네트워크로 묶어 편의성을 크게 향상시킬 수 있으나, 한편으로는 대기전력의 급속한 증가를 가져올 가능성이 높은 것으로 지적되고 있다. 홈 네트워크화의 진전에 따른 대기전력의 증가를 피하기 위해서는 관련 기술개발이 긴요할 것으로 생각된다. 특히 전력전자 기술과 네트워크 통신기술의 결합에 의하여, 대기전력이 최소화된 홈 네트워크 기기용 전원장치 개발이 긴요한 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

- [1] W. Huber, "Standby Power Consumption in U.S. Residences", LBNL-41107, Lawrence Berkeley National Laboratories, Berkeley, Ca. USA, 1997.
- [2] A. Meier and K. Rosen, "Leaking Electricity in Domestic Appliances", Proc. 50th Int. Appliance Technical Conf., West Lafayette, Indiana, USA, 1999.
- [3] A. Meier, W. Huber, K. Rosen, "Reducing Electricity to 1 Watt", ACEEE Summer Study of Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove, California, 1998.
- [4] 산업자원부, 에너지관리공단, "Standby Korea 2010: Korea's 1-Watt Plan", 산업자원부, 2005.
- [5] 서길수, 김남균, 김은동, "대기전력절감을 위한 OECD 국가들의 제도 및 정책(1)", 대한전기학회 하

계학술대회 논문집 pp. 1383~1385, 2003.

- [6] 김남균, 서길수, 김은동, "대기전력절감을 위한 OECD 국가들의 제도 및 정책(2)", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp. 1386~1389, 2003.
- [7] Paolo Bertoldi, "Standby power use: How big is the problem? What policies and technical solutions can address it?", 2002 ACEEE Summer study, Asilomar, U.S.A., Aug. 2002.
- [8] International Energy Agency, "Things that go blip in the night: Standby Power and How to Limit it", IEA Publications, Paris, France, 2001.
- [9] International Energy Agency, "Cool Appliances: Policy Strategies for Energy-Efficient Homes", IEA Publications, Paris, France, 2003.
- [10] U.S. Dept. Energy, "Guidelines for Measurement of Standby Power Use, In Response to Executive Order 13221", Version June 6, 2002, FEMP of DOE, USA.
- [11] Lloyd Harrington and Paula Kleverlaan, "Quantification of Residential Standby Power Consumption in Australia", NAEEEEC, Australia, 2001.
- [12] 한국전기연구원, "대기전력 소비행태조사 및 절전기준 표준화연구" 산업자원부 에너지기술표준화사업 보고서, 2004.
- [13] 김남균, 서길수, 김상철, 김은동, "한국의 가정용 대기전력 소모현황 조사연구", 대한전기학회 논문지 Vol. 53A, pp. 472~75, 2004.
- [14] B. Aebischer, "The Internet: the key driver for future electricity demand in households? The Swiss case", ICT Workshop, Internat. Energy Agency, Paris, 21-22 Feb. 2002.

#### 〈 저 자 소 개 〉



**김남균(金南均)**

1962년 1월 15일생. 1984년 서울대 무기재료공학과 졸업. 1990년 서울대 무기재료공학과 졸업(공학). 1987년~1988년 독일 막스플랑크 재료 금속연구소 연구원. 1995년~1996년 일본 과학 기술청 무기재질연구소 연구원. 2005년~현재

에너지관리공단 중점연구사업 "홈반 대기전력 절감기술 개발" 연구사업 총괄책임자. 1990년~현재 한국전기연구원 책임연구원 전력반도체연구그룹장.