

# 가스냉방의 보급효과 분석

최정환, 한정옥, 이용원  
한국가스공사 연구개발원

(Analysis Study on the Effect of Spreading of Gas Air Conditioner)

Jeong-Hwan Choi, Jeong-Ok Han, Yong-Won Lee  
R&D Center, Korea Gas Corporation

## 1. 서론

### 1.1 가스냉방의 수요관리 효과

그림 1은 '99년도 가스와 전력의 계절별 수요패턴을 나타내고 있다. 이 그림이 보여주고 있는 바와 같이 두 에너지원간의 상호보완적 관계를 잘 운용하면 국가 에너지이용합리화 정책에 부응하는 기대효과를 거둘 수 있다는 사실을 알 수 있다.

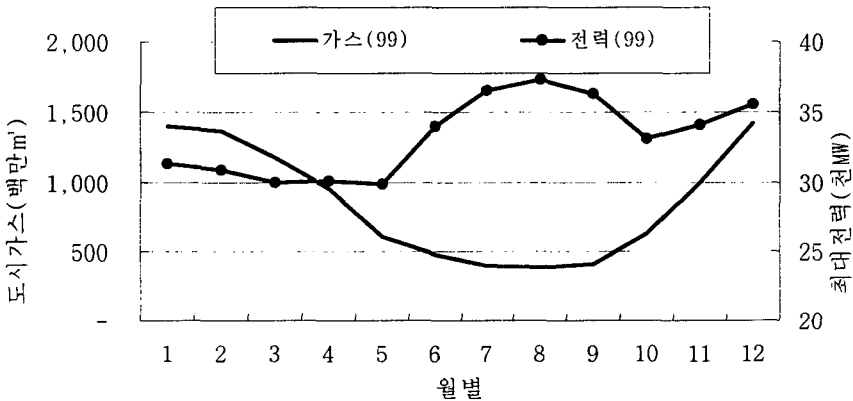


그림 1 가스와 전력의 수요 패턴

가스냉방보급 확대의 궁극적 목표는 가스-전력간의 상호보완적 역할 및 에너지 이용합리화를 통한 국가경쟁력 제고에 있다. 즉, 전력부하의 상당부분을 차지하는 냉방수요를 천연가스를 이용한 냉방으로 대체함으로써 안정적인 전력수급

을 유지하는 것은 물론 천연가스의 기저부하 향상을 통해 가스·전력간 관련설비의 이용효율을 향상시킬 수 있기 때문이다.

### 1.3 냉방전력 분석

냉방전력은 하절기 냉방수요에 소비된 전력으로 '83년 이후부터 동계 수요를 앞질러 최대 전력수요를 이끄는 주 원인이 되고 있다. 냉방수요는 경제 성장률의 향상으로 냉방보급률이 점차 증가하는 추세를 고려하면 향후 상당 기간 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

그림 2는 한국전력의 장기 전력수급 계획으로부터 최대전력부하 특성 및 냉방 전력을 분석한 것으로 '00년에 냉방전력이 최대전력부하의 20% 수준에서 '05년경에 약 23%대로 증가할 것으로 전망된다. '00년의 전력 수요는 최대수요가 41,007MW이었으며 이중 냉방부하는 8,130MW에相当하였다.

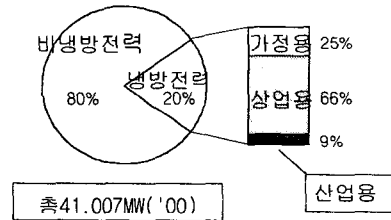
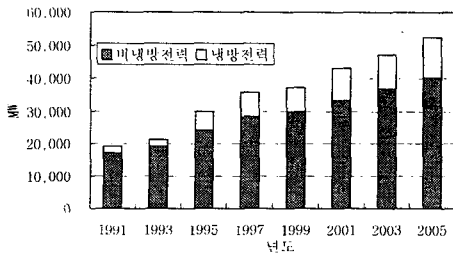


그림 2 연도별 최대 전력부하 현황      그림 3 '00년도 냉방전력 구성비 및 용도별 구분

앞에서 예측된 냉방전력부하를 용도별 냉방전력으로 구분하면 그림3과 같다. 냉방전력중 가정용은 25%, 상업용은 66%, 산업용이 9% 수준으로 상업용이 대부분인 것으로 나타났다. 상업용의 경우 가스 흡수식 냉방기의 보급으로 냉방수요를 전기와 분담하는 형태이나 냉방전력의 25% 수준인 가정용의 경우는 완전히 전기방식에 의존하는 상태이다.

## 2. 가스냉방의 보급현황 및 전망

### 2.1 가스냉방기 보급현황

가스 냉방기의 종류로는 흡수식과 가스엔진을 이용한 압축식 그리고 흡착식, 화학식 등이 있다. 현재 가장 많이 보급되어 있는 것은 흡수식으로서 흡수식에는 물(H<sub>2</sub>O)-암모니아(NH<sub>3</sub>)방식과, 취화리튬(LiBr)-물(H<sub>2</sub>O)을 사용하는 방식이 있다. 암모니아식의 경우 냉매를 암모니아로 사용하며 흡수제로는 물을 사용한다. LiBr-H<sub>2</sub>O 방식에서는 물을 냉매로, LiBr을 흡수제로 사용한다.

가스냉방은 기기의 기술적 어려움과 경제성으로 전기 압축식 냉동기가 업무용 건축물과 산업현장에서 냉방기의 주 기종으로 사용되어 왔으나 1980년대 중반부터 하절기 최대 전력수요 억제의 일환으로 가스냉방기의 보급이 본격화되기 시작했으며 가스 흡수식 냉방기 및 냉온수기의 공급으로 대규모 건축물의 냉난방에 대한 개념이 서서히 바뀌기 시작하였다. 1992년 7월 “건축물의 냉방설비에 대한 설치 및 설계기준”이 제정, 시행됨에 따라 일정규모 이상의 건축물에 중앙집중 냉방 적용시 흡수식 냉온수기와 빙축열 냉방시스템의 설치가 의무화됨으로써 냉방은 물론 난방까지 겸하는 흡수식 냉온수기의 보급이 크게 증가하고 있다.

이와 같이 국내 건축물의 냉방시설은 전기 압축식 냉동기에서 가스 흡수식 냉온수기와 빙축열 냉방기로 대체되는 추세에 있다. 또한 근래에 들어서는 가정용에 대한 냉방수요가 본격화되면서 관련기술의 개발과 함께 소형제품의 개발도 활발할 전망이다. Table 1은 가스냉방 보급 현황으로 설비용량과 냉방용 천연가스 사용량을 나타내고 있으며, 최대 냉방수요월(8월)의 수요량을 비교하였다.

Table 1 가스냉방설비 보급 추이

연도	구분 설치건물수	설비용량 (천RT)	냉방용 LNG사용량(톤)		
			냉방용 전체	최대사용월(8월)	부하비율
1995	2,906	792	49,442	19,601	40%
1996	3,500	955	70,864	25,521	36
1997	4,065	1,145	117,907	38,524	33
1998	4,347	1,232	119,466	40,036	34
1999	4,808	1,411	138,028	45,585	33
2000	5,340	1,550	172,670	59,532	34

주 : 설치건물수, 설비용량은 누계치.

자료: 한국가스공사 영업처

## 2.2 가스냉방의 전력대체 효과

가스냉방의 전력 대체효과는 최대전력 발생시 가스냉방의 부하이며 이를 정확하게 평가하는 것은 쉽지 않다. 전력대체 효과 분석방법은 다음과 같이 두 가지로 구분할 수 있다.

- 1) 가스냉방기의 보급 실적으로부터 운전부하와 동시 사용률을 고려하여 계산하는 방법
  - 2) 냉방용 가스수요(월간)로부터 최대전력 발생시 가스수요(순시치)를 추적하여 냉방부하를 추산하는 방법등이 있다.
- 첫째 방법은 냉방보급 대수의 누적에 따라 동시 사용률과 평균운전부하를

정확하게 예측해야하는 어려움이 있으며 또한 정확한 보급 통계가 필요하다. 따라서 기간이 경과할수록 통계자료의 오차발생 가능성이 높아지는 문제가 있다. 두 번째 방법은 냉방용 가스수요량으로부터 최대전력 발생시의 냉방용 가스소비량을 예측해야하는 어려움이 있으며 이를 정확하게 예측하는 방법이 필요하다. 이를 위해 냉방용의 일별 가스소비량은 월간 가스수요 통계자료와 냉방부하에 관련되는 기온자료로부터 도일(degree day) 값을 이용하거나, 불쾌지수자료를 이용하여 추정하는 방법이 있다.

기온자료로부터 추정하는 방법은 다음과 같다.

최대전력 발생시 냉방용 가스소비량(TON) =

$$\frac{MAX(도일)}{\sum(도일)} * 월간냉방용 가스수요량$$

여기서, . 도일(Degree Day)=일 최고기온-기준온도(=18℃)

- .  $\sum(도일)$ : 한달간 일별 도일의 합(최대 냉방수요가 발생하는 8월기준)
- .  $MAX(도일)$ : 월간 DD중 최대가 되는 값
- . 월간 냉방용 가스수요량: 월간 냉방용 가스수요량(8월 기준)

또한 불쾌지수자료로부터 추정하는 방법은 다음과 같다.

최대전력 발생시 냉방용 가스소비량(TON) =

$$\frac{MAX(불쾌지수)}{\sum(불쾌지수)} * 월간냉방용 가스수요량$$

여기서, . 불쾌지수= 일 최고불쾌지수 - 70%

- .  $\sum(불쾌지수)$ : 한달간 일별 불쾌지수의 합(8월기준)
- .  $MAX(불쾌지수)$ : 월간 불쾌지수중 최대가 되는 값

또한 하절기 최대 전력량과 최고 기온 및 불쾌지수와의 상관관계를 다음 그림 4와 같이 비교하였다.

한편 일일 중에도 냉방부하의 차이가 발생함으로 최대 발생치를 추정하는 것이 어렵기 때문에 운전부하 실태조사 결과를 활용하였다. 그림 5와 같이 중, 대형 건물의 냉방부하 특성이 모자형태의 부하패턴을 갖는 것으로 나타났으며 최대부하는 평균 운전시간을 10시간으로 균등하다고 가정하여 일일 순간 최대 수요치를 추정하였다. Table 2에 계산결과를 정리하였다.

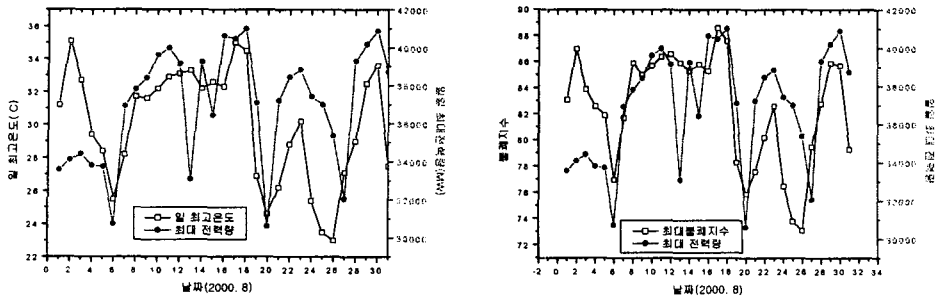


그림 4. 최대전력량과 최고기온 및 불쾌지수 비교

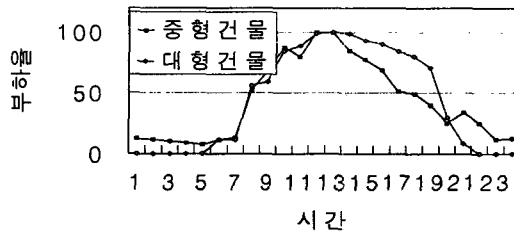


그림 5 중대형건물의 냉방부하 패턴(가스냉방 운전실태 조사결과, 2000. 12)

Table 2, a. 가스냉방에 의한 대체전력(일 최고온도 기준)

항 목	1999년	2000년	2001년
8월의 월간 최고온도 DD, (A)	377.4	372.2	396.5
월중 최고 DD값, (B)	17.4	17.1	17.3
DD비[%], (C)	(C) = (B)/(A)		
	4.6	4.6	4.4
월간 냉방용 가스사용량[TON], (D)	45,585	59,532	64,598
최고DD일 가스사용량[Nm <sup>3</sup> /h], (E)	$E = ((C \times D / 10h^{11}) \times 1240) / 100$		
	260,016	339,570	352,446
가스냉방에 의한 냉방용량[kW], (F)	$F = ((E) \times 10,500^{21} \times 0.8^{31}) / 860$		
	2,539,691	3,316,730	3,442,495
가스냉방에 의한 대체전력량[MW], (G)	$G = ((F) / 3^{41}) \times 0.92^{31} / 1000$		
	779	1,017	1,056

\* DD(Degree Day) 자료: 기상청

1) 1일 10시간 운전 기준('00년 실태조사)

- 2) 고위발열량 기준
- 3) 가스냉방기 COP를 0.8로 가정
- 4) 전기식 냉방기 COP를 3으로 가정
- 5) 가스냉방에 소요되는 전력량을 냉방능력의 8%로 가정

Table 2, b. 가스냉방에 의한 대체전력(불쾌지수 기준)

항 목	1999년	2000년	2001년
8월 월간 불쾌지수(A)	374	386.4	382.9
월중 최고 불쾌지수 (B)	19.3	18.6	18.1
불쾌지수 비[%], (C)	(C) = (B)/(A)		
	5.2	4.8	4.7
월간냉방용 가스사용량[TON], (D)	45,585	59,532	64,598
최고 불쾌지수일의 가스사용량[Nm3/h], (E)	$E = ((C \times D / 10h^{11}) \times 1240) / 100$		
	293,932	354,334	376,477
가스냉방에 의한 냉방용량[kW], (F)	$F = ((E) \times 10,500^{21} \times 0.8^{31}) / 860$		
	2,870,963	3,460,936	3,677,217
가스냉방에 의한 대체전력량[MW], (G)	$G = ((F) / 3^{41}) \times 0.92^{29} / 1000$		
	880	1,061	1,127

- \* 불쾌지수 =  $T - 0.55(1 - RH)(T - 58)$ , (T:화씨온도, RH:상대습도 (기상청 자료 참조)).  
 기준 불쾌지수 : 70%  
 1) 1일 10시간 운전 기준('00년 실태조사)  
 2) 고위발열량 기준  
 3) 가스냉방기 COP를 0.8로 가정  
 4) 전기식 냉방기 COP를 3으로 가정  
 5) 가스냉방에 소요되는 전력량을 냉방능력의 8%로 가정

Table 3은 가스냉방에 의한 대체 전력과 냉방전력을 비교한 것이며 2001년의 경우 가스냉방의 점유율이 전체 냉방에너지의 10.96% 수준인 것으로 분석되었다.

Table 3 가스냉방에 의한 대체전력량 및 점유비율

항 목		1999	2000	2001
가스	LNG 총수요(천톤)	12,655	14,217	15,587
	냉방용 가스사용(천톤)	138	173	199
	냉방용 점유율(%)	1.1	1.2	1.3
	8월냉방사용량 (톤)	45,585	59,532	64,598
	대체전력량 (MW)	779	1,017	1,056
전기	최대전력 (MW)	37,293	41,007	43,125
	냉방전력 (MW)	7,325	8,101	8,599
	냉방점유율, %	19.6	19.8	19.9
가스냉방 점유비율 = 가스 / (가스 + 전기), %		9.6	11.2	10.9

○ 일본의 가스냉방 점유율 추이

일본의 경우 1998년말 현재, 전국 총 냉방용량은 40,788천RT이고 이중 18.7%인 7,610RT를 가스냉방이 차지하고 있다. 총 냉방용량은 1991년~1998년 기간 중 연평균 6.2%씩 증가한데 비해 가스냉방은 동기간중 연평균 9.9%씩 증가하여, 가스 냉방의 점유율은 1991년에 14.7%에서 매년 꾸준히 증가하고 있으며 1998년에는 4.0% 포인트 증가한 18.7%를 기록하였다(Table 4).

Table 4 일본의 가스냉방 점유율 추이

(단위 : 천RT)

구분 \ 연도	연도								증가 율
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
총냉방용량	26,842	29,239	31,569	33,418	35,327	37,061	39,058	40,788	6.2%
가스냉방	3,938	4,381	4,983	5,520	6,008	6,619	7,088	7,610	9.9%
가스냉방점유율 (%)	14.7	15.0	15.8	16.5	17.0	17.9	18.1	18.7	4.0%

자료 : 가스냉방보급 동경센터

2.3 가스냉방에 의한 편익

다양한 수요관리 프로그램을 통하여 기존 설비의 이용효율을 높여 경제적 효율성을 제고시킴으로서 신규 투자의 억제 또는 지연을 통하여 에너지 공급사가 얻게되는 편익으로 가스냉방을 통해 가스사업자와 전력사업자가 얻는 편익을 분석자료[1]의 결과를 인용하여 Table 5에 정리하였다. 전력사업자의 편익이 가스사업자 보다 11배 이상 큰 것으로 나타났다.

Table 5 가스냉방에 의한 편익 발생 분석결과

항 목		가스사업자	전력사업자
구성요소		. 설비 비용(신규 공급설비에대한 건설비용, 고정비용) . 에너지 비용(운영/유지보수 비용, 연료비) . 환경비용 . 비환경적 비용	
편익 비용	단위 에너지당	17,328원/RT	172,000원/kW
	RT당	17,328원/RT	201,240원/RT

자료: 가스냉방 보급 활성화를위한 정책대안 연구, 한국가스공사, 2000

2.4 가스냉방 수요전망

○ 상업용 가스냉방 수요

중대형 냉방에 대한 시장은 건축경기에 매우 민감한 실정이며 향후 전국 가스공급 환상망이 완성됨에 따라 앞으로 더욱더 확대될 전망이다. 그림 6는 중장기적인 상업용 가스냉방수요 전망이다. 이는 자연 추세선에 의한 예측이며 보다 적극적인 냉방 보급 정책을 실시한다면 이보다 높은 증가를 보일 것으로 판단된다.

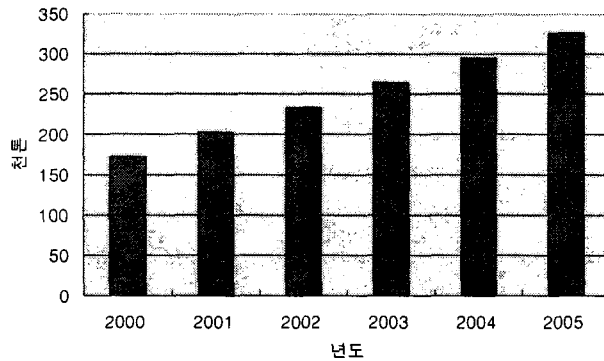


그림 6 상업용 가스냉방 수요 예측 결과

○ 가정용 가스냉방 수요 전망

가정용 냉방은 현재 전기냉방에 의존하는 상태이며 그 수요 또한 매년 급격히 증가하는 추세에 있다. 최근 가정용 가스냉난방기가 국내에서 개발되어 생산업체에서 상품화 계획중에 있으며 이것이 성공적으로 보급될 경우 소형 냉방기의 수요도 가스냉방으로 대체가 점차 확대될 것으로 예상된다. 그러나 보급 초기에는 이러한 효과는 매우 적어 전력대체 효과는 크지 않을 것으로 판단되며 Table 6에 2005년까지의 보급전망을 나타냈다. 초기 시장이 불투명한 관계로 2005년까지 소형냉방 보급비율을 0.3%로 예측한 결과이며 시장의 활성화에 따라 그 효과는 크게 바뀔 것으로 판단된다. 사진은 최근 한국가스공사에서 개발한 3RT급 가정용 가스흡수식 냉난방기 시제품이다.

Table 6 가정용 가스냉난방기 보급전망(3RT 기준)

구분 \ 년도		년도				
		2001	2002	2003	2004	2005
전기 에어컨(천대)		1,550	1,715	1,893	2,084	2,288
가스냉난방기(대)		50	450	850	2084	6864
보급효과	가스냉방 대체비율 (%)	0.003	.03	.04	.1	.3
	가스수요량 (톤/년) <sup>1)</sup>	40 (13)	358 (118)	1,017 (337)	3,257 (1,078)	11,884 (3,933)
	전력대체(MW) <sup>2)</sup>	0.15	1.5	4.1	10.3	30.9

<sup>1)</sup> ( )내는 수치는 하절기 수요 전망치(누적계산)



- 2) 전력대체 효과는 3RT 기준으로 전기냉방기 3kW에 상당하므로 보급 대수와의 곱으로 계산(누적계산)

## 2.5. 냉방에너지 전망

앞에서 분석된 냉방에너지를 가스와 전기에너지로 구분하여 전기냉방에 대한 가스냉방의 점유비율을 Table 7에 검토하였다. 2005년까지 가스냉방비율은 약 13% 수준이 될 것으로 보인다. 가스의 경우 대체전력은 최대전력 기준이며 이러한 결과는 현재 추세로 전망된 것이며 냉방용 가스 소비량에 의해 매년 보정함으로써 정확한 예측이 가능할 것으로 판단된다.

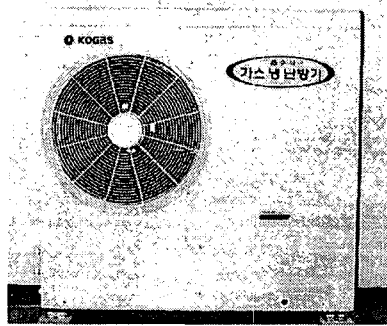


사진 3RT급 가스흡수식 냉난방기 실외기 외형(1200\*1100\*550)

Table 7 냉방에너지의 에너지원별 수요전망

항 목		2002	2003	2004	2005	
가스 냉방	소형	LNG(톤)	118	337	1,078	3,933
		대체전력 (MW)	1.5	4	10	31
	대형	LNG(톤)	230,000	260,000	280,000	325,000
		대체전력 (MW)	1,250	1,400	1,600	1,800
	합계	LNG(톤)	230,118	260,337	281,078	328,933
		대체전력 (MW)	1,252	1,404	1,610	1,831
전기냉방 (MW)		9,200	10,500	11,000	12,159	
가스냉방 점유비율 가스/(가스+전력),%		11.9	11.8	12.8	13.1	

\* 전기냉방의 냉방에너지(MW)는 산자부 전력수요전망 자료로부터 추정

## 3. 가스냉방 효과

가스냉방 보급에 따른 경제적 가치는 크게 공급설비의 건설비용 절감 효과를

들 수 있으며 가스과 전력분야로 구분할 수 있다. 가스분야의 경우 일정기간 장기계약에 의해 도입되는 천연가스의 특성상 저장개념이 필요하며 하절기 공급과잉을 해소함으로써 저장탱크의 건설비용을 절감할 수 있는 효과가 있다. 전력의 경우에는 저장개념이 불가능하기 때문에 적정 전력 예비율의 확보가 필수적이며 또한 수요관리를 위해 준비해야하는 기간이 장기적인 것이 특징이다. 2005년을 기준으로 신규수요에 따른 저장비용을 환산하면

(1) LNG 저장탱크

- . 신규 수요 확대효과:  $329('05년) - 173('00년) = 156$  천톤
- . LNG 탱크 3.1기(1기 5만톤) 건설비용 2,170억(=700억\*3.1) 절감 효과

(2) 가스냉방 확대에 따른 냉방전력 억제효과

- . 신규 수요대체 효과:  $1,831('05년) - 968('00년) = 863$  MW
  - . 화력발전소 500MW급 1.7기 건설비용 1조 1,900억(=7,000억\*1.7) 절감효과
- 이와같이 가스냉방에 의한 수요관리를 통해서 5년간 약 1조 4천억원의 비용 절감효과를 가져올수 있는 것으로 나타났다. 결국 가스냉방 보급은 에너지 공급사의 비용절감을 가져오고 이것은 결국 국민에게 에너지 가격의 인하로 돌아간다는 점을 고려할 때 국가적으로 매우 중요한 사업으로 이해해야 할 것이다.

4. 결론 및 고찰

여름철 냉방수요는 경제수준의 향상에 따라 앞으로 지속적으로 증가할 것으로 전망되며 가스냉방의 보급 현황 및 전력대체효과를 분석하였다. 냉방용 에너지가 전력에서 가스로 대체됨으로서 얻는 경제적 가치는 단지 천연가스 수급 균형뿐 아니라 발전설비의 효과적 운영으로 국가 전체적인 에너지 이용 합리화에 기여하는 것은 주지의 사실이며 또한 청정에너지의 사용 확대는 기후변화 협약 등 환경 문제에 있어서도 바람직한 변화로 여겨진다.

가스냉방의 보급 확대는 궁극적으로 전력 피크부하를 감소시켜 전력산업의 효율적인 부하관리에 긍정적인 효과를 미친다는 점을 고려할 때 가스냉방에 대한 전력사업자의 적극적인 지원이 필요하다고 본다. 또한 2원화 되어있는 가스사업의 경우 소비자에게 직접 가스를 공급하는 도시가스사의 참여와 공동협력으로 가스냉방의 활성화를 위해 힘을 모아야 할 것이며 관련업체 모두가 공익적인 수요관리사업에 동참하는 자세가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 가스냉방 활성화를 위한 정책대안연구, 한국가스공사, 2000
- 2) 에너지 이용 합리화를 위한 가스, 전력 냉방의 경제성 비교 분석, 한국가스공사 연구개발원 보고서, 1998
- 3) 전력 통계자료, <http://www.kepco.co.kr>
- 4) 기상청 통계자료, <http://www.kma.go.kr>