

가스냉방의 경제성 분석*

김봉진** · 박연홍***

An Economic Analysis of the Natural Gas Air-conditioning

Bongjin Gim · Yearn-Hong Park

〈Abstract〉

Since the natural gas air-conditioning not only increases the base load of the gas company but also decreases the summer peak load of the electricity company, it is considered as an efficient demand-side management program. This paper suggests the economic evaluation method of the gas air-conditioning program from the perspectives of the participants, the pipeline gas company, the local distribution company, the electricity company, and the total resources. The absorption type gas air-conditioning/space-heating is selected as a case study to illustrate the economic analysis of the natural gas air-conditioning.

1. 서 론

천연가스는 편리성을 추구하는 국민의 기대와 환경문제, 대체에너지로서의 보급확대 정책에 따라 수요가 급격히 증가하고 있다. 또한 천연가스 수요는 계절적으로 수요편차가 작은 산업용이나 가정부문의 취사용 수요보다는 동절기 수요인 난방용 수요의 비중이 지속적으로 커짐에 따라 계절간 수요격차가 점점 확대되고 있는 실정이다. 따라서 수요가 적은 하절기에는 공급설비의 이용률이 급격히 떨어지는 반면에 동절기에는 저장탱크의 설비용량이 부족한 현상을 나타내며, 이러한 천연가스의 수급 불균형은 동절기 수요를 충족시키기 위한 막대한 투자비 소요 및 하절기 설비이용률 저하에 따른 공급비용 상승으로 경영효율을 저하시키는 문제점을 초래하고 있다.

국내 천연가스 수요형태는 하절기에 가스사용량이 감소하고 동절기에 가스사용량이 폭발적으로 증가하는 계절별 변동이 두드러진 pattern을 보이고 있다. 한편 전력은 천연가스와 정

반대로 하절기에 피크부하를 나타내고 있으며, 하절기 전력피크부하의 30%내지 40%는 냉방수요에 의한 것으로 분석되고 있다. 따라서 가스냉방은 가스회사의 기저부하를 증대시켜 설비가동률을 향상하는 효과와 전력회사의 하절기 최대수요를 경감시키는 효과를 동시에 갖고 있기 때문에 전력회사와 가스회사 모두에게 이득이 되는 방안으로 인식되고 있다.

가스냉방은 대표적인 천연가스 수요관리(Demand Side Management) 프로그램으로서, 천연가스 수요관리는 최소의 비용으로 천연가스 소비자의 욕구를 만족시킬 수 있도록 천연가스의 사용행태에 영향을 주어 바람직한 수요형태로 유도해 나가는 관리방법이다. 천연가스 수요관리는 비교적 최근에 연구가 시작된 분야로서 천연가스 수요관리에 관한 연구는 초보적인 단계에 머물고 있다. 따라서 천연가스 수요관리에 대한 기존의 주요 연구결과는 사업경험이 충분한 전력부문의 수요관리 결과에서 비롯되었다.

White[7]는 편익-비용 분석을 이용한 전력부문 수요관리의

* 본 연구는 단국대학교의 교내연구비에 의해 연구되었음.

** 단국대학교 산업공학과

*** 한국가스공사 연구개발원 경제경영연구팀

경제성 평가방법을 처음으로 제시하였다. 현재 천연가스 수요 관리의 경제성 분석을 위하여 대부분의 미국 PUC(Public Utility Commission)들이 사용하고 있는 편익-비용 분석 방법은 미국의 California Public Utility Commission(CPUC) 및 California Energy Commission(CEC)의 보고서인 Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Management Programs[3]에서 그 뿌리를 찾을 수 있다. 이 보고서에는 전력부문 수요관리의 경제성 평가를 위하여 각 이해 당사자의 입장에서 참여자 검사, 수용가 영향도 검사, 전력회사의 비용검사, 총자원 검사 등의 편익-비용 분석방법을 제시하였다.

미국의 Lawrence Berkeley Laboratory는 전력부문의 경제성 분석방법을 천연가스 수요관리의 투자분석에 응용한 Primer on Gas Integrated Resource Planning[5]을 발표하였으며, 이 보고서는 천연가스 수요관리의 편익-비용 분석방법에 대해 다루었다. 한편 일단의 학자들은 수요관리의 순편익을 정확히 계산하기 위하여 총가치(total value) 또는 순 경제적편익(NEB: net economic benefit)을 계산하는 검사 방법들을 제안하였다. Hobbs[6]는 소비자의 가치를 고려하는 "most value" 테스트 방법을 제시하였고, Braithwaith, Caves, Hanser[2]는 수요관리 제품의 시장에서의 실패 정도 및 비참여자의 에너지 가격변화에 대한 영향 등을 고려하는 NEB 테스트 방법을 제안하였다. NEB 테스트는 수요관리 프로그램의 비참여자에 의한 가격변화, 수요관리 제품의 시장에서의 실패 정도에 대한 다양한 가정 등을 포함하고 있다. 또한 Chamberlin과 Herman[4]은 NEB 테스트 방법과 유사한 "value test" 방법을 제안한 바 있다.

위와 같은 수요관리 프로그램에 대한 경제성 분석방법들은 모두 지역분배회사(Local Distribution Company)를 중심으로 하는 하는 경제성 분석방법이다. 그러나 국내 천연가스산업은 한국가스공사가 도매사업, 도시가스회사들이 소매사업을 담당하는 이원화된 공급구조를 갖고 있으며 가스냉방을 포함하는 천연가스 수요관리사업이 도매사업자인 한국가스공사를 중심으로 추진되고 있다. 따라서 본 논문에서는 가스냉방에 대한 이해당사자를 (1) 가스냉방 프로그램의 참여자, (2) 한국가스공사, (3) 도시가스회사, (4) 전력회사, (5) 총자원 등으로 세분하고 각 이해 당사자의 입장에서 가스냉방의 경제성 분석을 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2절에서는 가스냉방의 경제성 분석방법을 제시한다. 국내의 경우에는 생산자와 중간상이 없고 도시가스회사들이 지역분배회사 한국가스공사가 파

이프라이회사의 역할을 담당하는 이원화된 공급구조를 갖고 있으므로, 이러한 공급구조를 반영하는 가스냉방의 편익/비용 분석방법을 제시한다. 제 3절에서는 사례연구로서 각 이해당사자의 입장에서 국내 가스냉방에 대한 경제성 분석을 한다. 제 4절에서는 본 논문의 결과를 요약하고 향후 연구과제를 논한다.

2. 가스냉방의 경제성 분석방법

가스냉방의 경제성 분석결과는 가스냉방을 추진함에 따라 이익이나 손해가 있는 지를 나타내며, 이러한 이익이나 손해는 순편익 또는 편익-비용 비율로 표시될 수 있다. 순편익은 편익과 비용의 차이이며 현재가치 또는 연간가치에 근거하여 계산할 수 있다. 연간가치에 의한 가스냉방의 경제성 평가결과와 현재가치에 의한 경제성 평가결과는 항상 일치하며, 본 논문에서는 연간가치에 근거한 순편익을 산정하여 가스냉방의 경제성을 분석한다.

가스냉방의 경제성은 각 이해 당사자의 관점에서 본 편익-비용 요소에 따라 좌우된다. 가스냉방 프로그램에 대하여 시스템 전체로는 순편익이 발생하나 임의의 당사자에게는 손실이 발생할 수 있으며, 각 이해 당사자의 관점에서 가스냉방의 편익과 비용을 비교하여 경제성 분석을 하는 것이 필요하다. 각 이해 당사자의 관점에서 편익-비용 분석을 하기 위하여 다음과 같은 기호를 사용하기로 한다:

P = 참여자의 관점,

KG = 한국가스공사의 관점,

U = 도시가스회사의 관점,

KE = 전력회사의 관점,

TRC = 총자원의 관점,

I_1 = 한국가스공사가 가스냉방 참여자에게 지급하는 인센티브,

I_2 = 도시가스회사가 가스냉방 참여자에게 지급하는 인센티브,

I_3 = 한국가스공사가 건축설계 사무소에 지급하는 인센티브,

BR = 가스냉방 참여자가 가스냉방 프로그램에 참여함에 따라 얻는 요금감소액,

DC = 가스냉방 참여자가 지불하는 직접비용,

UC₁ = 가스냉방에 대한 한국가스공사의 관리비용,

UC₂ = 가스냉방에 대한 도시가스회사의 관리비용,

SI₁ = 가스냉방에 따른 한국가스공사의 판매수입 증가,
 SI₂ = 가스냉방에 따른 한국가스공사의 판매수입 증가,
 SD₁ = 가스냉방에 따른 전력회사의 판매수입 감소,
 SCS₁ = 가스냉방에 따른 한국가스공사의 공급비용 감소,
 SCS₂ = 가스냉방에 따른 도시가스회사의 공급비용 감소,
 SCS₃ = 가스냉방에 따른 전력회사의 공급비용 감소

2.1 참여자 검사

참여자의 입장에서 본 가스냉방의 비용은 가스냉방의 도입에 소요된 시간 손실비용(cost of time lost)을 포함한 설치비용, 가스냉방의 도입에 따른 증분 운영비용 등으로 구성된다. 가스냉방에 따른 가스회사들의 관리비용은 참여자의 비용에 포함되지 않으며 이러한 모든 비용의 합을 DC로 표시한다.

참여자의 입장에서 본 가스냉방의 가장 큰 편익은 기존 냉방시스템에 비교한 utility 요금의 감소(BR)이며, 이러한 요금감소는 가스회사 및 전력회사의 요금체계를 이용하여 추정할 수 있다. 한편 가스냉방 프로그램의 참여자가 가스회사로부터 보조금(subsidized loan)이나 할인(rebate) 등의 형태로 인센티브를 받는 경우에 이러한 인센티브는 참여자의 추가 편익이 된다. 따라서, 참여자의 관점에서 본 가스냉방의 순편익(NB₁)은 다음과 같다:

$$NB_1 = BR + I_1 + I_2 - DC \tag{1}$$

위와 같은 식은 참여자 검사(participant test)로 부르며, 참여자 검사에는 가스냉방에 따른 가스요금의 변화가 없는 것으로 가정한다.

2.2 가스회사의 순편익

가스회사의 입장에서 가스냉방의 비용은 가스판매량의 증가에 따른 공급비용(SCS₁, SCS₂)의 증가, 가스냉방 프로그램 참여자에게 지불하는 인센티브(I₁, I₂), 가스냉방을 실시함에 따라 발생하는 프로그램 및 관리비용(UC₁, UC₂) 등으로 구성된다. 또한 한국가스공사는 가스냉난방 시스템을 도입하여 설계하는 건축설계 사무소에 인센티브(I₃)를 지급하고 있으며, 이러한 인센티브는 한국가스공사의 비용에 포함된다.

가스회사의 공급비용은 가스회피비용(gas avoided cost)과 가스사용량의 곱으로 정의된다. 가스 회피비용은 증분비용

(incremental cost)으로서 천연가스 수요관리사업을 실행함으로써 가스공급 및 능력에 관련된 비용을 절감하여 얻을 수 있는 편익을 나타낸다. 가스 회피비용의 구성요소는 원료비, 하역 및 인수시설에 관련된 비용, 천연가스 저장설비에 관련된 비용, 기화/송출 및 배관설비와 관련된 비용, 소비자 서비스 관련비용, 환경요인과 같은 외부요인으로 인한 비용 등으로 구분된다. 가스회피비용은 에너지, 공급능력, 저장, 수송 및 분배에 대한 비용을 포함하며 비용할당, 요금설계, 수요관리사업의 평가 및 선별 등에 사용된다.

프로그램 및 관리비용에는 수요관리 프로그램의 개발 및 개시비용, 홍보비, 탐지 및 평가(monitor and evaluation) 비용 등이 포함된다. 탐지 및 평가비용은 수요관리가 일정계획에 맞추어 수행되며 초기 계획과 일치하는 지의 여부를 조사하고 평가하는 데 사용되는 비용이다. 따라서 새로운 참여자가 발생할 때마다 해당 참여자에 대한 탐지 및 평가비용이 발생한다.

가스회사의 입장에서 가스냉방의 편익은 가스냉방을 실시함에 따라 얻을 수 있는 가스판매량의 증대에 따른 판매수입의 증가(SI₁, SI₂)이다. 따라서 가스냉방에 따른 한국가스공사의 순편익(NB₂)과 도시가스회사의 순편익(NB₃)은 다음과 같이 표현된다:

$$NB_{2e} = SI_1 - SCS_1 - UC_1 - I_1 - I_3 \tag{2}$$

$$NB_3 = SI_2 - SCS_2 - UC_2 - I_2 \tag{3}$$

2.3 전력회사의 순편익

가스냉방의 보급에 따라 전력회사는 현재 심각한 문제로 대두되고 있는 하절기 전력 피크부하의 감소 효과를 얻을 수 있다. 따라서 가스냉방에 따른 전력회사의 편익은 하절기 피크부하의 감소에 따른 공급비용감소(SCS₃)이다. 한편 가스냉방에 따른 전력회사의 비용은 판매수입의 감소(SD₁)로서, 가스냉방에 대한 전력회사의 순편익(NB₄)은 다음과 같다:

$$NB_{4e} = SCS_3 - SD_1 \tag{4}$$

또한 전력회사는 빙축열냉방의 보급을 가스냉방의 보급보다 선호하기 때문에 가스냉방에 대한 전력회사의 인센티브나 관리비용은 없는 것으로 가정한다.

2.4 총자원 검사

총자원 검사(total resource test)는 총자원의 관점에서 가스냉방의 경제적 타당성을 평가한다. 총자원 검사는 근사적으로 참여자 검사와 모든 utility 회사들의 순편익을 합한 검사로서 All-Ratepayers Test로 부르기도 한다. 가스회사들이 소비자에게 지불하는 인센티브는 장기적으로 볼 때 가스회사들이 참여자로부터 받는 편익에 의해서 상쇄될 수 있기 때문에 총자원 검사에서는 가스회사들이 소비자에게 지불하는 인센티브를 비용으로 취급하지 않는다. 따라서 총자원 관점의 순편익(TRC)을 수식으로 나타낸 총자원 검사는 다음과 같이 정의된다:

$$TRC = NB_p + NB_{sq} + NB_u + NB_{lc} + I_s \quad (5)$$

3. 사례 연구

국내에서는 현재 흡수식 가스냉난방기가 영업용 및 업무용으로 사용되고 있으며, 가정용 가스냉방기는 상업화에 필요한 기술개발이 충분히 이루어지지 않은 상태로서 아직 보급된 실적이 없다. 현재 국내에서 이용되고 있는 냉방방식은 전기식, 빙축열식, 가스흡수식으로 구분할 수 있으며 수요자는 각 방식의 경제성, 안정성, 청결성 등을 고려하여 냉방방식을 선택한다. 한편 현재 도시가스가 공급되고 있는 대도시에서는 일정규모 이상의 건물에 대하여 청정연료를 사용할 것을 의무화하고 있기 때문에 가스냉난방에 비교되는 난방방식을 가스난방으로 한정하였으며 가스냉난방 방식과 가스난방 + 전기냉방, 가스난방 + 빙축열냉방의 경제성을 비교하였다.

3.1 천연가스 냉난방의 경제성

본 사례연구에서는 총건축면적이 2000평인 사무실을 대상으로 각 냉난방방식의 경제성 분석을 하였으며 빙축열식 냉방의 축열률은 40%를 가정하였다. 각 냉난방방식의 경제성 분석을 위해서는 설비계획 등과 같은 건물의 세부자료, 열부하 등에 따른 운전비의 산정 등과 같은 자료가 필요하며, 각 냉난방방식들의 초기투자비를 세부항목별로 비교한 자료를 <표 1>에 수록하였다.

<표 1>의 세부내용은 공격적 경영을 위한 마케팅전략 강화 방안 연구[1]를 참조하였다. <표 1>을 보면 가스냉난방의 초기투자비가 137,147천원으로 가장 적게 소요되고 가스난방 +

<표 1> 각 냉난방방식의 초기투자비 비교

(단위 : 천원)

구 분	가스냉난방	가스난방 + 전기냉방	가스난방 + 빙축열냉방
1. 가스흡수식 냉온수기(170 RT)	77,160		
2. 전동터보 냉동기 (170 RT)		66,825	
3. 저온 BRINE 냉동기 (75 RT)			27,860
4. 가스 보일러 (1.5톤)		15,125	15,125
5. 가스 버너 (1.5톤)		12,706	12,706
6. 가스보일러 (버너 포함)	12,733		
7. 열교환기 (2만 Kcal/hr) (51만 Kcal/hr)		873	11,202
8. 냉각탑 (75 RT) (170 RT) (255 RT)		4,442	2,177
9. 수배전설비 (흡수식 56 kw) (터보식 199 kw) (빙축열식 126 kw)	5,600	19,900	
10. 순환펌프	1,971	2,460	2,742
11. 가스설비	32,997	33,216	33,216
12. 축열조 (600 RT hr)			40,764
13. 설치면적 증가		9,000	18,000
14. 초기투자비	137,147	164,547	176,392
15. 무상지원금			-17,520
16. 순 초기투자비	137,147	164,547	158,872

빙축열냉방의 초기투자비가 176,392천원으로 가장 많이 소요되는 것으로 분석된다. 각 냉방설비의 잔존가치는 무시하였으며, 빙축열냉방의 초기투자비가 다른 냉방방식에 비해 많이 소요되는 것은 축열조의 설치비용과 설치면적 증가에 따른 추가 비용에 의한 것이다. 한편 빙축열냉방의 경우에는 한전으로부터 무상지원금을 받을 수 있으며 무상지원금을 고려한 초기투자비는 가스난방 + 전기냉방이 가장 많이 소요되는 것으로 추정된다.

각 냉난방방식의 에너지비용은 전력비용과 가스비용으로 분류할 수 있으며 전력비용은 다시 기본요금과 사용량요금으로 구분된다. 난방부하는 시간당 750,790 Kcal, 저위발열량은 9,500 Kcal/m³, 난방부하율은 70%를 기준하였으며, 난방용 전력요금은 일반용 전력(을) 중간부하 요금을 적용하여 기본요금은 5,200원/kw, 사용량요금은 봄가을에 56.0원/kwh, 겨울철에 63.9원/kwh을 기준하였다. 흡수식 가스냉난방의 경우에 난방부하는 168 RT/hr, 톤당 가스사용량은 0.289 m³을 기준하였다. 한편 냉방용 전력요금은 중간부하와 최대부하 요금의 평균치인 93.5원/kwh을 기준하였고 빙축열냉방의 경우에는 심야

요금에 대해 24.6원/kwh, 주간요금에 대해 68.8원/kwh를 적용하였다. 또한 난방용 가스요금은 125.35원/m³, 냉방용 가스요금은 165.97원/m³을 기준하였다. 위와 같은 기준에 따른 각 냉난방방식의 에너지비용을 <표 2>에 수록하였다.

<표 2> 각 냉난방방식의 에너지 비용 (단위: 천원)

구 분	가스냉난방	가스난방 + 전기냉방	가스난방 + 빙축열냉방
1. 난방시			
보일러 효율 (%)	90	80	80
가동시간	715	715	715
계약전력 (kw)	56	199	21
빙축열 (kw)			126
전력 사용량 (kwh)	12,544	10,500	10,500
가스 사용량 (m ³)	43,950	49,443	49,443
전력 기본요금 (천원)	2,330	8,278	1,398
전력 사용량요금 (천원)	795	665	665
가스요금 (천원)	10,653	11,985	11,985
2. 냉방			
가동시간	475	475	475
냉방부하율 (%)	80	80	80
전력 사용량 (kwh)	19,944	70,873	98,165
가스 사용량 (m ³)	18,488		
전력 기본요금 (천원)	1,165	4,139	1,861
전력 사용량요금 (천원)	1,865	6,627	4,531
가스 요금 (천원)	3,068		

초기투자비는 사업을 시행함에 따라 초기에 소요되는 1회성 비용이므로 이를 연간비용으로 환산한 자본비는 초기투자비에 자본회수율(capital recovery factor)을 곱하여 얻는다. 자본회수율은 할인율과 경제적 내구연한의 함수로 표시될 수 있으며, 본 논문에서는 모든 냉난방기기의 경제적 내구연한을 15년, 불변가격에 따른 최소필요수익률을 6%로 설정하였다. 한편 경제적 내구연한이 15년이고 최소필요수익률이 6%인 경우의 자본회수율은 10.3%가 된다.

일반소비자의 입장에서 최소필요수익률 6%는 다소 낮은 할인율이나 가스냉난방 및 빙축열에 대한 금융지원을 고려하면 적절한 할인율로 사료된다. 현재 가스냉난방 및 빙축열에 대한 금융지원은 소요자금의 100% 한도내에서 연이자율 5%로 3년거치 5년 분할 상환하도록 하고 있다. 한편 가스난방 + 전기냉방의 경우에는 이러한 금융지원을 받을 수 없으므로 모든 냉난방방식의 최소필요수익률을 6%로 기준한 것은 가스난방 + 전기냉방에 비교한 가스냉난방 및 빙축열의 경제성을 보수

적인 측면에서 분석한 것으로 간주할 수 있다.

가스냉난방 및 빙축열에 대해서는 금융지원 이외에 소득세 공제, 손금산입, 특별상각 등과 같은 세제혜택을 받을 수 있다. 이 중에서 어떠한 세제혜택이 가장 유리한 지는 회사의 형편에 따라 다르며, 본 논문에서는 회사 전체로 충분한 이익을 얻고 있다는 전제하에 순 초기투자비의 10% 만금을 사업개시 첫해에 세액공제로 받는 것을 가정하였다. 그런데 세액공제는 사업개시후 1년이 경과한 다음에 얻을 수 있는 소득이므로 세액공제를 연간비용으로 환산하기 위해서는 먼저 세액공제를 현재가로 환산한 다음에 이를 연간비용으로 변환하는 과정이 필요하다. 참고로 경제적 내구연한이 15년이고 최소필요수익률이 6%인 경우에 세액공제 1원을 연간비용으로 환산하면 0.0972원이 된다.

인건비, 에너지 비용, 보수유지비 등의 연간운영비는 매년 발생하는 비용으로서 보수유지비는 초기투자비의 1.5%, 보험료 및 세금 등의 기타비용은 초기투자비의 2.0%를 기준한 값이다. 또한 빙축열의 경우에는 고압가스기사를 채용함에 따라 인건비가 증가하는 것으로 가정하였다. 위와 같은 기준에 따라 각 냉난방방식의 연간비용을 계산한 결과를 <표 3>에 수록하였다.

<표 3>을 보면 가스냉난방이 가스난방 + 전기냉방 또는 가스난방 + 빙축열냉방에 비해 경제성이 우수한 것으로 나타났다. 위와 같은 시스템에 대한 가스냉난방의 연간비용은 약 5,747만원으로 추산되며, 가스난방 + 전기냉방에 비하여 연간 1,693만원을 절약할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 가스냉난방은 가스난방을 사용하는 냉난방방식에 비하여 초기투자비

<표 3> 각 냉난방방식의 연간비용 (단위: 천원)

구 분	가스냉난방	가스난방 + 전기냉방	가스난방 + 빙축열냉방
1. 순 초기투자비	137,147	164,547	158,872
2. 세액공제	13,715	0	15,887
3. 자본비	14,126	16,948	16,364
4. 세액공제의 연간비용	-1,333		-1,544
5. 운영비 소계	44,678	57,453	51,641
- 가스비	13,721	11,985	11,985
- 전력비	6,155	19,709	8,455
- 인건비	20,000	20,000	25,000
- 보수유지비	2,057	2,468	2,646
- 기타	2,745	3,291	3,528
6. 연간비용 합계	57,471	74,401	66,434

및 연간운영비 양면에서 모두 우월한 것으로 분석되었다.

3.2 각 이해당사자의 편익/비용 분석

1) 참여자 검사

본 논문에서는 가스냉난방에 비교되는 기존의 냉난방방식을 가스난방+전기냉방으로 설정하였다. 그러면 가스냉난방의 도입에 따른 참여자의 가장 큰 편익은 utility 요금의 감소이며, 가스난방+전기냉방에 비교한 가스냉난방의 utility 요금의 감소액(BR)은 11,818,000이 된다. 현재 냉방용 가스요금은 가스냉방의 확대보급을 위하여 아주 저렴한 가격으로 공급하고 있기 때문에 참여자가 가스회사로부터 받는 별도의 인센티브는 없는 것으로 가정하였다($I_1 = I_2 = 0$).

참여자는 가스냉난방의 도입에 따라 초기투자비 및 기타 운영비를 감소할 수 있다. 참여자의 가스냉난방 도입에 따른 이러한 연간비용 감소는 추가 편익이 되고 $DC = -5,112,000$ 이 된다. 한편 참여자의 순편익은 가스난방+전기냉방에 비교한 가스냉난방의 연간비용 절감액과 일치하며, 가스냉난방을 채택하는 참여자의 순편익(NB_p)은 다음과 같다:

$$NB_p = BR + I_1 + I_2 - DC = 16,930,000$$

2) 한국가스공사의 순편익

가스냉난방의 도입에 따른 한국가스공사의 편익은 가스사용량의 증가에 따른 판매수입의 증가(SI_1)이다. 가스난방+전기냉방에 비교한 가스냉난방의 계절별 가스사용량의 증감량은 냉방 +18,488m³, 난방 -5,493m³이므로, 한국가스공사의 연간 판매수입 증가는 일반용 냉방 가스요금 125.35원/m³, 일반용 난방 가스요금 179.54원/m³을 적용하여 1,331,000원이 된다.

한국가스공사의 가스회피비용은 동절기에 164.40원/m³, 기타계절에 145.50원/m³으로 추정되므로 난방은 동절기에만 공급한다고 가정하면 한국가스공사의 입장에서 1,787,000원의 가스공급비용(SCS₁)이 발생한다. 한편 가스냉난방에 대한 한국가스공사의 관리비용에는 홍보비 등이 포함되며 한 업체에 대한 홍보비는 약 20만원 정도로 추정되므로, 가스냉난방에 대한 한국가스공사의 관리비용(UC₁)을 홍보비에 한정하여 20만원으로 설정하였다.

냉방용량이 168RT인 흡수식 가스냉난방 설비에 대한 한국가스공사의 설계보조금(1₁)은 252만원이며, 한국가스공사의 최소 필요수익률이 9%이고 경제적 내구년한이 15년인 경우에 위와

같은 설계보조금(1₁)을 연간비용으로 환산하면 313,000원이 된다. 따라서, 위와 같은 가스냉난방 프로그램에 대한 한국가스공사의 순편익(NB_{1p})은 다음과 같다:

$$NB_{1p} = SI_1 - SCS_1 - UC_1 - I_1 - I_2 = -968,000$$

따라서 한국가스공사의 입장에서는 현재 가스냉난방의 실시에 따라 손실이 발생하고 있다. 또한 가스 냉난방시스템의 설계시 지급하는 보조금 등의 비용이 없는 경우에도 한국가스공사의 입장에서는 손실이 발생하며, 이러한 이유는 현재 한국가스공사의 냉방용 요금이 원료비 수준으로 냉방용가스의 요금수준이 공급비용을 충분히 반영하지 못하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

3) 도시가스회사의 순편익

가스냉난방의 도입에 따른 도시가스회사의 편익은 한국가스공사의 경우와 마찬가지로 가스사용량의 증가에 따른 판매수입의 증가(SI_2)이다. 가스냉난방의 계절별 가스사용량의 증감량은 냉방 +18,488m³, 난방 -5,493m³이므로, 서울지역을 대상으로 한 도시가스회사의 연간 판매수입 증가는 일반용 냉방 가스요금 165.97원/m³, 일반용 난방 가스요금 242.39원/m³을 적용하여 1,737,000원이다.

해당 도시가스회사의 계절별 가스회피비용은 동절기에 208.34원/m³, 하절기에 135.42원/m³으로 추정되므로, 도시가스회사의 가스공급비용(SCS₂)은 1,359,000원으로 추산된다. 한편 가스냉난방에 대한 도시가스회사의 관리비용(UC₂)은 없는 것으로 가정하였다. 이러한 가정하에 가스냉난방에 대한 해당 도시가스회사의 순편익은 다음과 같다:

$$NB_{2p} = SI_2 - SCS_2 - UC_2 - I_2 = 378,000원$$

4) 한국전력공사의 순편익

가스냉난방의 보급에 따라 한국전력공사는 현재 심각한 문제로 대두되고 있는 하절기 전력 피크부하의 감소 효과를 얻을 수 있다. 가스냉난방에 따른 한국전력공사의 비용은 판매수입의 감소(SD_1)이다. 가스냉난방에 따른 판매수입감소는 기본요금인 월 5,200원/kw와 계절별 차등요금을 적용받고 있는 전력사용량에 의해 발생한다. 가스냉난방에 의해 143kw 만큼의 계약전력이 감소하므로 기본요금 감소에 의한 한국전력공사의 판매수입감소는 연간 8,923,000원이 된다. 한편 가스냉방

+ 전기냉방에 비교한 가스냉난방의 전력사용량 감소에 의한 판매수입감소는 <표 2>를 이용하여 얻을 수 있으며 전력사용량 감소에 의한 연간 판매수입 감소는 4,632,000원이다. 따라서 가스냉난방에 의한 한국전력공사의 판매수입감소(SD₁)는 연간 13,555,000원으로 추산된다.

가스냉난방에 대한 한국전력공사의 편익은 하절기 피크부하의 감소에 따른 공급비용의 감소(SCS₁)이다. 전력 피크부하의 감소에 따른 공급비용의 감소는 가스회피비용과 유사한 개념을 갖고 있는 전기회피비용을 이용하여 산출할 수 있다. 전기회피비용의 산정은 발전형태의 다양성 등으로 인하여 매우 어려우며, 전력회사의 주어진 시점에서의 상황에 따라서 달라진다. 전기회피비용은 전력회사의 발전용량이 피크부하에 비교하여 충분한 연도에는 아주 낮은 반면에, 예상하지 못한 하절기 피크부하의 급증이 발생하는 연도에는 아주 큰 값을 가지기 때문이다. 그런데 현재 국내 전력회사는 후자의 상황인 것으로 사료되므로, 본 논문에서는 가스냉난방에 따른 한국전력공사의 공급비용의 감소(SCS₁)는 그 값이 알려지지 않은 모수이나 판매수입의 감소(SD₁)보다는 큰 것으로 가정하였다. 이러한 가정은 일반적으로 인정받고 있으며, 가스냉난방에 대한 한국전력공사의 순편익(NB_{1c})은 다음과 같다:

$$NB_{1c} = SCS_1 - SD_1 = SCS_1 - 13,555,000원 > 0$$

5) 총자원 검사

가스냉난방에 대한 총자원 검사는 근사적으로 참여자 검사, 한국가스공사의 순편익, 도시가스회사의 순편익, 한국전력공사의 순편익을 더한 것이다. 가스냉난방에 대한 총자원 관점에서의 순편익을 나타내는 총자원 검사(TRC)는 다음과 같다:

$$TRC = NB_p + NB_{1c} + NB_2 + NB_{1c} + I_1 = SCS_2 + 2,785,000원$$

<표 4> 각 이해당사자의 가스냉난방에 대한 편익/비용 분석
(단위 : 천원)

항 목	참여자	가스공사	도시가스 회사	한 전	총자원
1. 인센티브		-313			
2. 요금감소/ 판매수입	11,818	1,331	1,737	-13,555	1,331
3. 직접비용	5,112				5,112
4. 공급비용		-1,787	-1,359	SCS ₁	SCS ₁ -3,146
5. 관리비용		-200			-200
6. 순편익	16,930	-968	378	SCS ₁ -13,555	SCS ₁ +2,785

따라서 위와 같은 천연가스 냉난방은 총자원의 관점에서 한국전력공사의 공급비용에 관계없이 충분한 경제적 타당성을 갖고 있는 것으로 분석된다. <표 4>에는 각 이해당사자의 가스냉난방에 대한편익/비용 분석결과를 수록하였다.

4. 결론

국내 천연가스 수요형태는 하절기에 가스사용량이 감소하고 동절기에 급증하는 계절적 변동이 심한 양상을 보이고 있다. 한편 전력수요는 천연가스수요와 대조적으로 하절기에 최대부하가 나타나므로 하절기에 발생할 가능성이 있는 전력공급능력의 부족은 사회적으로 심각한 문제로 대두되고 있다. 가스냉방은 대표적인 천연가스 수요관리 프로그램으로서 가스회사의 하절기 기저부하를 증대시키는 효과와 전력회사의 하절기 최대수요를 경감시키는 효과를 동시에 갖고 있다. 따라서 가스냉방은 전력회사, 가스회사, 사회 모두에게 이득이 되는 수요관리방안으로 인식되고 있다.

가스냉방의 경제성은 가스냉방에 관련된 각 이해당사자의 입장에서 분석될 수 있으며, 본 논문에서는 국내 천연가스산업의 이원화된 공급구조를 감안한 경제성 분석방법을 제시하였다. 천연가스 수요관리에 관한 기존의 연구들은 파이프라인 회사의 입장을 고려하지 않고 지역분배회사를 중심으로 경제성분석을 하였으나, 본 논문에서는 파이프라인회사의 입장을 아울러 고려하여 가스냉방에 대한 이해당사자를 (1) 가스냉방 프로그램의 참여자, (2) 한국가스공사, (3) 도시가스회사, (4) 전력회사, (5) 총자원 등으로 세분하고 각 이해 당사자의 입장에서 가스냉방의 경제성 분석방법을 제시하였다.

사례연구로는 국내 가스냉난방에 대한 경제성 분석을 하였다. 국내 가스냉난방에 대한 경제성 분석결과는 한국가스공사를 제외한 참여자, 도시가스회사, 전력회사, 총자원 등의 입장에서 가스냉난방의 채택에 따라 순편익이 발생하는 것으로 분석되었다. 한편 한국가스공사는 가스냉난방에 의해 손실발생하며, 그 이유는 현재 냉방용 가스의 요금수준이 원료비수준으로 천연가스의 공급비용을 충분히 반영하지 못하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 그런데 가스냉난방은 전기냉방 및 빙축열냉방에 비하여 충분한 비용우위를 유지하고 있는 것으로 판단되므로, 경쟁 에너지원에 대한 가격우위가 유지되는 범위내에서 냉방용 가스요금을 적절히 조정하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

가스냉방은 전기에서 천연가스로 연료를 바꾸는 대표적인

연료대체(fuel substitution) 프로그램이다. 따라서 본 논문에서 제시한 가스냉방에 대한 경제성 분석방법을 기타 연료대체 수요관리 프로그램에도 부분적으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 향후 연구과제는 가스냉방에 따른 환경효과 등의 외부비용을 계량화하여 국가적인 차원에서의 사회적 비용을 산출하는 것이다.

【참 고 문 헌】

- [1] 공격적 경영을 위한 마케팅전략 강화방안 연구, 한국가스공사, 한국산업경제연구원, 1995.
- [2] Braithwaith, S. D., D. W. Caves, and P. Hanser, "The Complete and Unabridged Measure of DSM Net Benefits: What We've been missing," Proceedings, 6th National Demand-Side Management Conference, Electric Power Research Institute(EPRI), pp. 238-241, 1993.
- [3] California Public Utilities Commission (CPUC) and California Energy Commission (CEC), "Economic Analysis of Demand-Side Management Programs," Standard Practice Manual, P400-87-006, 1987.
- [4] Chamberlin, J. H., and P. M. Herman, "Why All 'Good' Economists Reject the RIM Test," Proceedings of the 6th National Demand-Side Management Conference, EPRI, pp. 231-237, 1993.
- [5] Lawrence Berkeley Laboratory, "Primer on Gas Integrated Resources Planning," LBL-34144, 1993.
- [6] Hobbs, B. F., "The 'Most Value' Test: Economic Evaluation of Electricity Demand-Side Management Considering Customer Value," The Energy Journal, Vol. 12, No. 2, pp. 67-91, 1991.
- [7] White, K., "The Economics of Conservation," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100, pp. 4546-4552, 1981.



김봉진
1977년 서울대학교 산업공학과 학사
1980년 한국과학원 산업공학과 석사
1988년 미국 Texas A&M University 산업공학과 박사
1980~1984 한국동력자원연구소 연구원
1988~현재 단국대학교 산업공학과 교수
관심분야 생산관리, 정보시스템, O. R., 에너지 경영/경제



박연홍
1977년 서울대학교 자원공학과 학사
1983년 서울대학교 자원공학과 석사
1986년 Canada McGill University 자원경제학 석사
1993년 Canada McGill University 자원경제학 박사
1979~1983 한국동력자원연구소 연구원
1993~현재 한국가스공사 경제경영 연구팀장
관심분야 에너지프로젝트 경제성분석, 가스산업 규제, 천연가스 수요분석

96년 8월 최초 접수, 97년 10월 최종 수정