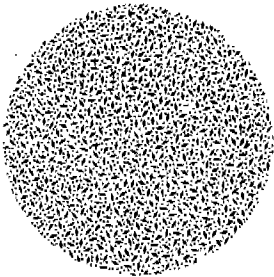


# 電力節減을 위한 家電 機器의 製造實態

## Evaluation Study on Electric Home Appliances Energy Conservation



유 한 정  
대우전자상품기획부장

### I. 序 論

국민소득이 증대됨에 따라 우리나라 가정에서 사용되는 가전제품의 종류와 수량이 급속도로 늘어나고 있어, 현재는 농촌에서도 TV와 냉장고가 보편화 되어 있다. 이에 따라 국민생활수준이 향상되고 있으나, 반면에 비산업용 전기수요도 증가되게 되므로 국가전반에 걸친 에너지수급계획에 미치는 영향도 커지고 있다.

우리나라는 약 2억배럴에 가까운 원유를 수입하고 있으며 이 중 20여%분이 발전용으로 사용되고 있으므로 전기에너지의 절감은 원유수입량과도 직결되어 있다. 우리나라의 Energy 절감정책은 정부주도하에 70년대부터 권장시행되어 왔으나 좀더 적극적이고 강력한 시책은 제 2차 석유위기 이후인 70년대 말부터 시행되었다고 볼 수 있다.

가전제품의 경우에 있어서는 선진 미국이나 일본 보다는 늦었지만 국내가전업체의 적극적인 대처와 소비자의 에너지절감에 대한 인식도의 급격한 향상에 의해 눈부신 성과를 가져왔고 현재에 있어서는 본론에서도 나타나는 바와 같이 선진국수준에 부족하지 않은 실정에 이르렀다.

가전기기에는 냉장고, 전기오븐, 칼라텔레비전, 세탁기등과 같은 제품과 전열기구 조명기구등이 있으며 이들이 소모하는 전기사용율이 전체 비산업용 전기수요의 주류를 차지하고 있다. 본 보고서에서는 사용시간에 있어서도 가장 길고, 보급율도 높아 가정생활용 전기수요중 가장 큰 부분을 차지하고 있는 냉장고를 중심으로 국내의 현황을 외국의 경우와 비교하여 제도적인 측면과 기술적인 측면에서 비교 분석하여 보았다.

### II. 냉장고의 소비전력량표시제도

#### 1. 미 국

미국은 1차 석유과동이후인 1975년 12월에 전기제품의 절전목표율을 설정한 제도를 법률화 하였으나, 실제로 효력이 나타난 것은 60년대말부터이다. 미국의 여러 주중 가장 강력하고 효율적으로 시행한 주는 캘리포니아주로, 단계별, 연도별로 소비전력량 규제기준치를 고시하여 주내에서 생산판매되

는 냉장고의 소비전력량을 줄이도록 유도하여 왔다 이와 같은 조치로 70년대초에 비해 30%이상의 절전효과가 얻어졌으며 이후 각주의 협조로 연방법안이 확정되어 시행되고 있다. 현재 미국내에서 판매되고 있는 냉장고는 에너지 가이드(Energy Guide)라는 라벨이 붙어 있는데 이 라벨에는 美에너지省(Department of Energy)에서 정한 기준으로 시험하여 산출된 소비전력량을 국가평균 전력단가로 환산하고 용량군별로 최대치와 최소치를 비교할 수 있도록 표시함으로써 소비자가 냉장고를 구매할 때 그 냉장고의 전기소모수준을 알 수 있도록 하였다.

## 2. 일 본

일본은 1975년경부터 업체가 자발적으로 일본전기공업회에서 규정한 기준에 의한 소비전력량을 제품카타로그에 표시하여 왔으므로 현재에 와서도 냉장고제품 자체에 표시된 라벨같은 것은 없으나 회사별로 소비전력량절감경쟁이 일찍 시작되어 85년 현재, 10년전의 1/5수준의 소비전력량을 실현하고 있다. 이외에도 일본에는 省에너지센터가 1978년에 설립되었고, 省에너지 기술연구개발제도인 Moon-Light계획과 Sunshine계획을 수립하여 국가 전반적인 에너지절감을 실현하고 있다.

## 3. 국내 현황

국내 전기냉장고 제조회사에서 70년대 후반기부터 1, 2차 석유파동을 겪은후, 소비자들의 절전형기기의 요구에 부응하여 절전설계를 추진하여 왔으나 본격적으로 변화가 초래된 것은 공업진흥청 주도하에 1980년 10월에 『전기용품안전관리법 시행규칙』 제26조와 『전기용품 기술기준에 관한 규칙』 제3조에 의거 「전기용품의 소비전력량 및 효율표시제도 운영요령」을 고시하여 1981년부터 냉장고의 소비전력량을 표시하는 것을 의무화한 것에 기인한다.

## Ⅲ. 냉장고의 절전기술 진보

냉장고의 전기소모량은 구조 및 각 부품의 방식에 따라 그 차이가 크다. 본 절에서는 각 항목별로 외국의 경향 및 수준과 비교 정리하여 보았다.

### 1) 압축기(Compressor)

냉장고에 쓰이는 압축기는 저온증발(Low Back Pressure)형에 속하며 왕복 구동식(Reciprocating Type)과 로타리(Rotary) 방식이 있다. 압축기의 효율은 성적계수(成績係數, Coefficient of Performance, COP)라고하는 계수로 나타나는데 이 값은 출력을 입력으로 나눈 값으로 이 값은 압축기의 체적효율, 기계 및 전기손실 등의 특성에 따라 차이가 난다. 국내에서 생산하는 냉장고용 압축기는 왕복 구동식으로 70년대 하반기에 국산화를 성공하여 현재는 일부 수출도 하고 있다.

압축기가 소모하는 전력은 냉장고가 소모하는 전력의 80~90%를 차지하고 있으므로, 이는 냉장고의 절전설계를 위한 관건이 되고 있는데, 국내 주력냉장고에 쓰이는 120W급~150W급 압축기의 성적계수는 1.2~1.25정도로 70년대 하반기에 0.9~1.0수준이었던 것에 비하여 대단히 개선된 것이고 또한 세계적인 수준이다. 이와 같은 성과를 얻기위해 다음과 같은 점들이 변경개선이 되어 왔다.

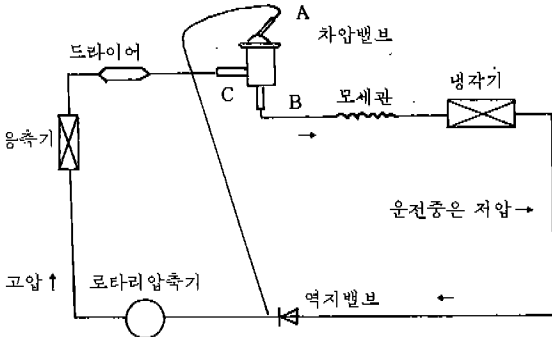
- ① 운전 콘덴사 채용으로 모터의 역률개선을 통한 효율향상
- ② 모터코어 재질 Grade up에 의한 전기 손실 감소
- ③ 냉동기 윤활유변경에 의한 기계손실감소
- ④ 흡입밸브 유로저항개선에 의한 기계손실감소
- ⑤ 기체가공 및 피스톤 특수처리에 의한 체적효율 향상

참고로 일본의 경우를 보면, 1980년에 미쓰비시에서 최초로 냉장고에 로타리압축기를 채용함으로써 절전 및 야채실 내용적증대라는 장점을 소비자에게 호소한 것이 주효하여 로타리압축기의 선풍이 일어나 1985년 현재, 일본의 주력 냉장고는 자사 모두 로타리압축기를 사용하고 있다.

로타리압축기는 왕복구동식 압축기에 비해 체적이 작고 성적계수가 좋기 때문에 국내에서도 1983년부터 일본에서 수입하여 일부 냉장고에 쓰이고 있으나 수입에 따른 원가상승이 크고 현재는 왕복구동식과의 성적계수차가 10%정도 이므로 국내에서는 아직 큰 장점이 없는 실정이며, 로타리 압축기의 기술이전을 일본이 꺼리고 있기 때문에 짧은 시간내에 국내냉장고에 전반적으로 적용되리라고는 보기 어렵다.

로타리압축기는 왕복구동식에 비해 재료비가 적게 들어 자원철감면에서도 유리하고 효율면에서도 개선가능성이 크므로 앞으로 국내냉장고 압축기의 전력소모율을 줄이려면 필히 개발하여야 할 부문이다. 다만 로타리압축기의 생산설비가 현재의 왕복구동식 생산설비와 차이가 크므로 인해 업체에의 투자부담이 큰 것이 문제가 되나 일본 히다찌에서 에어콘에 쓰이던 인버터(Invertor)를 이용하여 인버터탑냉장고를 '86년에 출시하겠다는 발표를 한 것과 같이 초기투자 부담을 상쇄할 수 있는 응용기술의 개발이 선행되어 확립되면 투자가능시기도 더 빨라질 수 있으리라 예상된다.

아래 그림은 로타리압축기를 사용했을 때의 냉동사이클을 나타내고 있으며 여기서는 일본 미쓰비시의 미크로스(Micross, Mitsubishi Cycle Loss Saving System)을 소개한다.



압축기 운전시 : 냉매는 A측의 압력이 낮으므로 C에서 B방향으로 흐른다.

압축기 정지시 : 압축기의 고압가스에 의해 역지밸브가 닫히기 때문에 A측의 압력이 고압이되어 C와 B 사이의 밸브가 닫혀 냉매가 차단된다.

## 2) 단열재 및 단열구조

냉장고의 단열성능은 전력소모량과 냉장고의 냉각성능을 좌우하는 부분으로 단열재의 특성 및 구조 따라 차이가 크다.

### ① 단열재 (斷熱材)

70년대 초반까지도 냉장고의 단열재로는 유리섬유(Glass Wool)가 보편적이었으나 내습성이 약하고 취급에 불편한 점이 많아, 단열성능에 있어서도 훨씬 우수하고 내습 및 강도특성이 좋은 발포경질우레탄을 채용하여 현재까지 사용하고 있다. 이 우레탄 단열재도 초기의 열전도특성은  $0.018\text{Kcal/mh}^\circ\text{C} \sim 0.020\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$  이었으나 '80년대 초 국내 폴리올

(Polyol) 업체와 일본의 이소시아네이트(Isocyanate) 업체와 공동으로 고효율 우레탄을 개발하여 현재는 약  $0.016\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$ 의 수준으로 일본의  $0.015\text{Kcal/mh}^\circ\text{C} \sim 0.016\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$ 에 비해 큰 차이가 없는 수준에 이르렀다.

현재까지 냉장고에 사용되고 있는 단열재중 가장 보편적이고 성능이 좋은 것은 아래표에서 보는 바와같이 우레탄이나, 일본의 마쓰시다가 '84년 대형 냉동실이 있는 냉장고의 냉동실 단열벽일부에 진공 단열재를 채용함으로써 새로운 단열재의 가능성을 보여 주었다. 이 진공단열재는 미세한 규산칼슘 분말을 스테레스나 플라스틱으로 밀폐시킨 후 진공시켜 제작하는 판별상의 단열재로서 단열특성은 우레탄보다 좋은  $0.01\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$ 의 열전도율을 갖고 있다고 하나, 가공성 및 기타특성이 현 생산체제에서는 그리맞지 않는 편으로 아직은 보편화되지 않고 있다.

단열재명	비 중	열전도율(Kcal/mh <sup>°</sup> C)
발포경질우레탄	0.03-0.06	0.016
글라스울(B종)	0.024	0.0271
발포스티렌	0.025	0.0277

### ② 단열구조

냉장고의 도아와 본체가 맞닿는 가스켓부분이나, 내측과 내상과의 틈은 구조상 단열이 취약하여 외부 열의 유입이 비교적 큰 곳으로 국내의 공히 다음과 같은 방법으로 개선되었다.

- 가스켓트의 多室多重化
- 내측·내상의 틈 극소화로 고내와 외기의 열이동 저항을 크게 함
- 냉각기 주변의 일체 성형에 의한 단열성능개선

### ③ 냉동 사이클의 효율개선

- 독립제어 직냉식냉동사이클

전자밸브로써 냉매의 흐름을 조절하여 냉동실, 냉장실에 필요한 냉매만을 적정분배 함으로써 냉동효율을 높이고, 압축기를 더 낮은 온도에서 증발시킴으로써 저입력운전을 실현시켰다. 국내에서는 D사의 쾌속냉장고가 이에 속하는 형으로 '83년부터 생산하고 있다.

- 독립 권(FIN) 냉각기

간냉식 냉장고의 크로스 핀(Cross Fin) 냉각기의 핀을 과거 일체형에서 독립형으로 바꿈으로 인해 핀과 파이프의 열전도 특성이 개선되었고 공기와 냉각기의 열교환 효율도 개선되었다. 이 방법은 일본의 히다찌사 특허로 국내에서는 G사, S사 모두 채용하고 있다.

• 응축기의 효율향상

응축기의 방열을 최대한 이용하고 응축기의 방열이 고내에 미치는 비율이 가장 적도록 설계 하는데 Point가 있다.

④ 전기부품의 입력저감

• Heater의 입력저감

-간냉식 냉장고의 냉기로및 냉각기를 개선하여 제상주기를 늘리고 제상시 배수경로의 빙결 방지를 위해 채용한 히타를 최적설계하여 제상시 전기소모를 최소화 함.

(예 : G사-제상주기 6시간40분

S사-제상주기 10시간)

-캐비넷 이슬방지용 히타를 없애고 응축기의 방열을 이용

-C-차지 Thermostat 사용에 의한 온도보상히타의 삭제

-냉각방식 및 구조개선에 의한 외기 온도보상 및 동결방지 히타의 입력저감 및 폐지

• Fan Motor 입력 저감

간냉식 냉장고에 사용되고 있는 모타는 Shaded Coil Motor로서 그 효율이 낮아 고내에 설치시 큰 부하로서 작동되기 때문에 모타부는 고외에 설치하고 회전축만 고내로 넣은 type의 Cold Fan이 사용되고 있다. 이 Cold Fan은 소비전력량 절감효과가 큰 항목으로 1976년 일본 히다찌에서 채용하였고 국내에서는 78년부터 채용되었다. 그 후 일본 냉장고 제조업체는 콘덴서모터, 트랜지스터모터등을 개발하여 입력을 종전의 1/2~1/3수준으로 낮춤으로써 Motor를 고외에 설치하지 않고서도 저소비 전력을 실현하였다.

• TRANS

국내에서 생산되는 냉장고는 100V/220V 겸용제품으로 220V제품에 승압트랜스가 취부되어 있다. 따라서 220V시에는 트랜스를 거치지 않고 전원이 연결되므로 전기소모가 없으나, 100V시에는 승압트랜스의 전기소모가 워따른다. 초기의 트랜스는 무

방향성 코어제인 관계로 4~6 KWH/月 이었으나 방향성 코어제를 쓰는 경우 전기손실이 적어 2~3 Kwh/月로 개선시킬 수 있는 방법으로 국내에서는 D사가 '83년도부터 채용하였다.

⑤ 기 타

• 전자제어화

종래의 기계식 제어방식에서는 비교적 간단한 제어만이 가능하나 IC나 마이콤을 이용한 전자제어방식을 채용하면 여러 가지 제어가 가능하므로 냉장고의 불필요한 전기소모를 최대한 억제 할 수 있다. 국내에서는 D사가 이 부분에서 성과를 얻었으며 외국의 경우도 이 부분에 대한 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

• 多 Door화

냉장고의 문을 여닫을 때는 외부의 공기가 내부의 찬 공기에 혼입되어 전기소모를 유발한다. 외부열의 유입을 줄이기 위해 냉장고문을 여러개로 나누어 필요한 문만을 열 수 있는 것이 3 Door, 4Door 냉장고로, 일본냉장고는 3 Door가 주력을 이루고 있으나 국내에서는 주력냉장고의 용량이 작은 관계로 多Door의 냉장고 판매가 아직 많지는 않은 편이다.

IV. 국내 냉장고의 소비전력량 현황

아래표는 국내냉장고의 년도별 소비전력량을 비교한 것으로 '81년대비 各社 共히 55~65% 수준으로 내려왔다. 또한 '70년도 중반에 200l기준으로 간냉식이 70~90Kwh/月이고 직냉식이 50~60Kwh/月 수준이었던 것에 비교하면 괄목할 만한 수치이다. 매년 백만대정도의 냉장고가 판매되고 있으므로 냉장고의 전력저감량이 미치는 영향이 크다고 하겠다.

	81	82	83	84	절감율'84/'81
D 사	DR-203FW 34 / 38	DR-204W 25 / 31	DR-205W 23 / 26	DR-206CSW 19 / 22	55.9 / 57.9
G 사	GR-205TB 37 / 41	GR-206TB 25 / 30	GR-206TB 26 / 30	GR-209TFK 23 / 27	62.2 / 65.9
S 사	SR-209W 37 / 41	SR-210 S 29 / 33	SR-210W 25 / 29	SR-210SW 23 / 27	62.2 / 65.9

220V / 100V 200l기준 단위Kwh / 月

## V 結 論

이상과 같은 가전제품의 전력절감을 위한 기술의 진보는 소비자들의 사용비용의 부담을 덜었을 뿐만 아니라 에너지 다소비형 산업을 주도하고 있는 우리나라로서는 원유수입량과 경제성장율에 직결되어

있어 그 파급효과가 크다.

그러나 고효율형기기를 만들기 위해서는 새로운 소재, 부품및 소프트웨어의 개발이 계속적으로 필요하므로 냉장고 제조업체뿐 아니라 관련부품 제조 회사들의 적극적인 대처가 필요하고 국가적인 차원에서라도 정부가 도움을 줄 수 있는 제도가 필요하다.

### ● 案 內 ●

## 제 1 회 에너지절약 기술세미나 개최

1. 주 제 : 고효율 조명설비 및 전기사용합리화 개선사례
2. 일 시 : 1985. 8. 20 (화요일) 9 : 30~17 : 00
3. 장 소 : 본협회 강당
4. 대 상 : 특별회원사 및 전력다소비업체 기술간부 (약 120명)
5. 수강료 : 무 료
6. 접 수 : 선착순접수 (신청서는 협회에 있음)
7. 과 목 및 시간

과 목	강 서	시 간
가. 자동조명장치를 이용한 에너지 절감설비	○정한상사 김정구과장	10 : 10 - 12 : 00
	○ (주) P. M. A 최영호부장	13 : 00 - 14 : 30
나. 형광등에 전자식안전기 사용으로 절전	○ 엘바산업 (주) 박명구 사장	14 : 40 - 15 : 30
다. 전기사용합리화 개선사례 발표 ○ 고효율조명설비 ○ V. V. V. F 설치 ○ 전동기 절전기 설치	○ (주) 호텔롯데 보안담당자 이성갑	15 : 40 - 16 : 30
라. 토론 및 설문	○ 본 협 회	16 : 40 - 17 : 00

8. 주 최 : 대한전기협회 (전화번호 : 274-1661~5)

중구 수표동 11-4