

食品工業分野의 에너지節約

◀目 次▶

1. 우리나라의 에너지 현황
2. 食品業種의 現況
3. 食品業界의 에너지 管理實態
4. 要因別 節約對策
5. 에너지 節約事例

김 재 형

<에너지管理公團 計劃課長>

1. 우리나라의 에너지 현황

1970年代의 두 차례에 걸친 油類과동으로 원유가격은 70년대 초에 비해 무려 15배 이상 상승한데다 중동지역의 불안한 정정은 에너지원의 안정적인 수급에도 불안감을 떨칠 수 없는 것이 현실이다.

에너지 자원의 해외의존도가 75% 이상으로 높고 우리나라 수출고의 1/3정도의 막대한 외화를 들여 사오고 있는 귀중한 자원을 손실없이 有效하게 利用하는 方法을 講究하고 消費節約을 強化하는 것은 우리나라 실정으로 볼 때 最上의 對策이 아닐 수 없다.

이러한 관점에서 요즘 '84~'86 1조원節約을 위한 범국민적인 실천운동을 전개하고 있는 것은 時宜適切한 조치로서 행동하고 실천하는 운동으로 우리 모두가 적극 참여하여야 할 것이다.

우리나라의 에너지 사용량은 年間 石油換算 49,700千TOE('83實績)로 그 消費構造를 보면 産業用이 45.9%, 家庭 및 商業用이 40.3%, 輸送用이 13.8%로서 총에너지 수요량의 절반에 가까운 양을 산업부문에서 사용하고 있고 또한 相當量이 가정 및 상업 부문에서 소비하고 있어 춥고 긴 冬節期의 난방용 에너지 使用比重이 적지 않음을 알 수 있다.

2. 食品業種의 現況

가. 業體現況

에너지 利用 合理化法에 따라 大統領이 定한 一定規模 이상의 에너지 소비자를 에너지 管理 對象者로 指定하고 매년 使用計劃, 節約 實績등을 報告하고 合理的으로 利用하고 管理 하도록 되어 있다.

<表 1> 부문별 지정업체 현황

부 분	발 건	산 업	건 물	계
업 체 수	18	1,840	494	2,352

〈表 2〉 産業부문 業種別 業體現況

業種	요업	섬유	화학	금속	제지·목재	식품	기타	계
業體數	171	461	304	413	158	208	125	1,840
構成比 (%)	9.3	25.1	16.5	22.4	8.6	11.3	6.8	100.0

우리나라의 부문별 지정업체 현황과 産業部門의 業種別 指定業體現況은 表 1, 2와 같다.

나. 에너지 使用現況
指定業體 중 食品業種의 에너지 使用規模를

〈表 4〉 業種別 사용현황

業種	요업	섬유	화학	금속	제지·목재	식품	기타	건물	계
使用別	2,722	1,422	2,779	5,763	539	834	293	539	14,897
構成比 (%)	18.2	10.0	18.6	38.6	3.6	5.5	1.9	3.6	100.0

히 다룰 수 없다는 것은 재론의 여지가 없다고 본다.

다. 主要 熱使用設備

'82, '83現場診斷 및 調查結果 食品業種의 主要 熱使用 設備를 들어 보면 일반적으로 보유하고 있는 설비는 건조기, 살균기, 증자기, 증류기, 탈취기, 추출기, 가열기, 농축기, 세척기 등으로 설비명칭에서 나타나는 특징으로 대부분의 설비의 熱源은 蒸氣이며 물을 많이 쓰는 설비임을 알 수 있다. 따라서 食品業種의 에너지 管理는 蒸氣의 合理的 利用과 用水의 철저한 管理가 關鍵임을 보여 주고 있다.

3. 食品業界의 에너지 管理實態

가. 組織 및 운영實態

에너지관리는 관리기사 단독으로 추진할 수 없는 특수한 업무이다. 일차적으로 연료를 태워 증기에너지로 변환시키는 열발생설비의 관리자로 부터 수송 및 사용설비에 중사하는 중업원은 물론 연료를 구입하고 공급하는 구매제, 또한 절약의식을 일깨워 주고 격려하는 경영층의 적극적인 지원이 요청된다. 따라서

〈表 3〉 '83指定業體 에너지 使用現況
(단위 : 千TOE)

年度	區分	燃 料	전 기	에너지
'83實績		12,782	2,115	14,897

비교하기 위하여 指定業體 에너지 使用量과 指定業體의 業種別 에너지 使用量을 보면 표 3, 4와 같다.

表 4에서 보는 바와 같이 食品業種에서 에너지 使用比重은 크지 않지만 그렇다고 소홀

에너지管理業務는 組織的이어야 하고 體系的이어야 한다. '83年度 食品業體 205개社의 에너지管理위원회 組織現況을 調查한 結果는 表 5와 같다.

〈表 5〉 에너지 관리 위원회 조직현황
(단위 : 업체수)

구분	소업종	농수산	제지·목재	분과	우유·음료	식품·주류	양조	계 (%)
組 織		8	2	4	2	2		18(8.8)
미 组 織		79	8	18	46	36		187(91.2)
계		87	10	22	48	38		205(100)

表 5에서 보는 바와 같이 조사업체 205개사 중 에너지관리위원회가 조직되어 있는 업체는 18개사로 불과 8.8%에 불과했다. 조직이라고 하여 방대한 조직이 필요한 것은 아니고 회사 실정에 맞는 규모이면 충분할 것이다. 경영자의 관심과 적절한 지원만 있다면 실무자들을 중심으로 한 소위원회가 더 효율적일 수도 있다고 본다.

나. 설비관리(보일러)

熱발생設備인 보일러는 食品業種의 基本이 되는 설비로 所要燃料의 대부분을 이 설비로

사용하고 특수업종을 除外하고는 가장 공통적인 문제점이 있기 때문에 보일러 설비에 대한 實態를 약술하고자 한다.

보일러 보유대수는 조사대상업체 205개사가 총 255대를 보유하므로써 業體當 평균 1.2대를 보유하고 있어 이중 201대에 대하여 熱精算을 통한 效率點檢 結果를 보면 表 6과 같다.

<表 6> 보일러 效率分布 (단위 : 대수)

효율	업종 농수산 물가공	제조 기계	분 유· 과 유· 로수	식 용 유· 유· 장유	양 조 · 주 정	계 (%)
60%미만	—	1	1	1	—	3(1.5)
61—65%	—	—	—	—	1	1(0.5)
66—70%	10	—	2	1	3	16(8.0)
71—75%	16	1	2	15	9	43(21.4)
76—80%	38	6	5	19	13	81(40.3)
81—85%	18	2	10	10	10	50(24.8)
86%이상	4	—	2	1	—	7(3.5)
계	86	10	22	47	36	201(100)

보일러의 效率는 容量에 따라 형식승인기준, 계속사용경사, 기준효율등이 다르기 때문에 일률적으로 말할 수는 없다. 그러나 식품공업 부분의 가장 중요한 설비인 보일러의 효율분포에 에너지관리수준의 일면을 짐작할 수 있을 것이다. 容量을 고려하지 않은 效率를 그대로 評價한다면 表에서 보는 바와 같이 76% 이상 效率의 보일러가 68.6%로 높은 비중을 점하고 있다. 이 사실을 80年代 前後로 보일러의 신규설치와 교체로 비교적 양호한 효율을 나타내고 있다. 그러나 75% 이하의 低效率 보일러가 31.4%나 되고 있음을 간과해서는 안 될 것이다.

熱精算 보일러의 발생증기압력은 대부분 5~6kg/cm²g 이하인 저압증기로 증자, 살균, 건조공정등에 저압증기를 利用하고 있다는 식품업종의 특수성을 보여 주고 있다.

보일러의 效率는 운전관리, 설비관리, 폐열회수등 종합적인 대책에 의하여 提高될 수 있음을 食品업체에서는 특히 검토되어야 할 것이며 低效率老朽보일러에 대해서는 經濟性이 良好하지 못므로 과감하게 改替해야 할 것이다.

다. 原單位 管理

原單位란 단위 製品當 所要에너지량을 나타내는 것으로 이수치가 바로 에너지관리를 잘 하고 있는지 여부를 나타내 주는 指標라고 말할 수 있다. 原單位 管理는 어느 제품을 생산하기 위하여 직접 投入되는 에너지와 그 이외의 원료, 자재, 설비등에 사용되는 에너지를 합한 에너지량을 낮추는데 목적이 있다. 調查結果 食品工業部門의 원단위관리업체현황을 보면 <表 7>과 같다.

<表 7> 에너지 原單位 管理實態

구분	업종 농수산 물가공	제조 기계	분 유· 과 유· 로수	식 용 유· 유· 장유	양 조 · 주 정	계 (%)
실시	10	4	6	7	4	31(15.1)
미 실시	77	6	16	41	34	174(84.9)
계	87	10	22	48	38	205(100)

표에서 보는 바와 같이 대상업체 205개사중 15.1%에 해당하는 31개 업체만이 원단위관리를 실시하고 있고 나머지 84.9%에 해당하는 절대다수의 업체가 원단위관리를 하지 않고 있어 이는 바로 에너지管理 不在로, 非合理的인 경영이라 評價할 수 있을 것이다.

<表 8> 自體절감 실적 구성비

要 因	절감실적 구성비 (%)
열설비 대체	44.2%
폐열회수	33.8
운전관리합리화	5.8
연료 대체	5.6
응축수 회수강화	5.4
설비 보완	4.7
보온 강화	0.5
계	100.0

라. 自體節減實績

診斷 및 調查 결과 自體節減實績의 要因別 구성비를 보면 表 8과 같다. 표에서 보는 바와 같이 열설비대체가 44.2%, 폐열회수가 33.8%로 대부분을 점하고 있다. 열설비 대체와 폐열회수 要因이 絶약 效果도 큰 반면 投

資費도 크므로 과거 79~80年度에는 경영주가 투자를 기피하는 경향이었으나 이제는 경영자의 인식개선에 따라 열설비에 도 과감한 투자를 하고 있음을 보여 주고 있다.

4. 要因別 節約對策

'83년 中小企業 205개 食品業體에 대한 一般診斷 결과, 대상업체 총연료사용량의 14.0%에 해당하는 燃料에너지를 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

이들 절감가능량을 要因別 構成比로 나타내면 <表 9>와 같다.

<表 9> 要因別 節約量 構成比

要 因	構成比(%)
폐열회수	46.8
설비대체보완	19.6
운전관리합리화	18.1
保 溫	11.6
연료 대체	2.9
누설 방지	0.6
조업 및 공정개선	0.4
계	100.0

표에서 보는 바와 같이 가장 중요한 절감要因은 「폐열회수」, 「설비대체 및 보완」, 「운전관리합리화」 등으로 나타났다. 절감가능요인중 조업 및 工程改善은 극히 낮은 比重을 점하고 있으나 에너지 절약기술의 발전과 工法개발에 따라 향후 이부분의 개발 가능성은 산적해 있으며 모든 업종에서 가장 효과적인 절약대책의 위치를 점할 것으로 전망되며 따라서 업계에서도 부단한 연구검토가 요망된다. 진단결과 도출된 절감가능량을 설비별로 구성비를 보면 表 10과 같다.

對象業體 205개사의 診斷 결과, 총절감가능량의 87.6%에 해당하는 양을 열발생 및 사용설비에서 점하고 있는 것으로 나타나고 있다. 비율로 보아서는 열사용부문이 더 중요한 관리대상임을 알 수 있다.

<表 10> 설비별 절감가능구성비

설 비 명	절감가능구성비(%)
열발생설비	42.1%
열사용설비	45.5%
열수송설비 爐	10.2%
	2.2%
계	100.0%

가. 主要 節約要因別 對策

要因別 對策은 生産工程設備에서 단시일내에 是正이 가능하고 실천에 옮기기 쉬운 要因에 대한 對策과 投資規模가 큰 中·長期對策으로 구분하여 검토되어야 할 것으로 주요한 要因別 對策을 간단히 요약한다.

1) 운전관리 합리화

연료의 배수관리 및 연소관리 철저히 불완전 연소를 除去하고 공기비를 최소화하여 目標空氣比 이하로 낮추어 운전하도록 하며 生産蒸氣의 壓力을 工程에 不必要하게 높이지 않고 모든 설비를 과학적인 계측관리에 의해 계수화한다. 生産工程에도 표준작업方法을 作成하여 운전자로 하여금 준수하도록 하고 또 이 표준작업방법은 부단한 시험연구를 통하여 점차 개선해 나가야 한다.

아울러 각 기기를 운전하는 종업원들의 에너지에 대한 인식부족과 합리적 운전에 대한 교육이 소홀해지기 쉬우므로 수시로 반복교육을 실시하도록 한다.

2) 열설비 대체

열효율이 낮은 보일러나 에너지를 사용하는 저효율 열사용기기를 형식승인된 보일러나 고효율 열사용기기로 대체하고 부득이한 경우에는 효율을 상승시킬 수 있는 부대설비를 부착하여 에너지 절약율 도모한다.

3) 폐열회수

진단결과에서도 나타났듯이 폐열회수에 의한 절감가능량이 식품업종 전체 절감가능량의 46.8%에 해당되어 가장 효과가 큰 要因이다.

보일러의 損失熱중 가장 큰 損失은 연돌을 통해 폐기되는 배기가스로서 이들을 공기에 열기, 이코노마이저등 열교환기를 설치하여 회

수이용해야 할 것이다.

다행히 우리나라에서도 耐酸·耐蝕性 열교환기 재질인 세라믹계통의 素材가 生産, 供給 단계에 있으므로 철저한 배기열 회수가 가능해 질 것이고, 앞으로는 정부에서 모든 폐열의 배출온도를 規制할 방침이다. 비단 보일러의 배기가스 뿐이 아니고 건조기, 농축기, 증발기 등의 폐공기나 냉각수의 폐온수등도 열교환회수하여 工程에 再投入하거나 다른 설비에 利用하도록 한다.

근래에는 폐열회수 이용기술의 개발로 Heat pump, MVR 등 최신 에너지 절약설비를 利用한 폐열회수기술이 외국에서는 보편화되어 가는 실정이고 우리도 곧 이들 에너지절약형 기기중 구산불가 기기에 대해서는 관세등을 減納가능하도록 지원해 줄 방침이다.

4) 연료대체

食品工業에서 診斷 결과, 나타난 연료의 종류는 크게 나누면 석유류, 가스류, 석탄, 고무류 등인데 어떤 업체에서는 B-C油를 연소시켜도 가능한 설비에 가스 또는 경유를 사용하는 공장도 있다. 근본적으로 이 지구상의 원유매장량은 극히 한정되어 있기 때문에 연료대체에 대한 연구 및 개발대책이 가장 시급한 상황으로 우선은 소극적인 연료대체 방안을 모두가 모색하지 않을 수 없다. 그 하나가 유연탄으로 연료를 대체하는 것이 되겠다.

이것은 費用上 油類보다 35% 정도의 절감이 가능하여 근래 많은 업체에서 적용하여 큰 비용절감의 효과를 보고 있다. 다만 환경오염문제, 초기투자과다, 유연탄流通구조의 확립 등 정부차원에서 해결해 주어야 할 문제점은 있다.

투자문제는 다행히 投資回收期間이 2.5年程度로 良好하고 에너지 시설투자를 위한 1,000억원 이상의 융자자금이 확보되어 있으므로 문제가 되지 않을 것으로 본다. 연료대체 가능업체의 적극적인 검토가 요망된다.

또 한가지 방법은 산업폐기물(유기물)을 利用한 methane가스 발생시설로서 이 방법은 이미 酒精業界에서 實用化되고 있다. 그러나 옥수수, 당밀등을 利用한 甘味, 조미료업

계와 乳加工業種에서도 유기물질을 利用한 methane가스 발생장치는 연료대체의 수단, 수질오염방지대책으로도 적용가능한 대책으로 제안하고 싶다.

5) 응축수 회수강화

각 열사용설비에서 열원으로 利用된 증기는 일단 응축이 되어 상당한 現熱을 가진 양질의 물로 된다. 이들을 회수해서 재이용하는 것은 극히 당연한 것이나 일반 중소기업에서는 소홀히 다루는 경향이 있다. 회수하는 장치로서는 100°C 이상의 응축수를 펌핑할 수 있는 高溫응축수펌프(Condensate pump)가 있다. 이는 밀폐식 회수시스템으로 회수하는 과정에서 열손실을 최소화할 수 있는 장치이다.

개방식 회수방법에는 일단 생성된 응축수를 탱크에 모았다가 사용처에 보내는 방법으로 集水 및 수송과정에서의 열손실이 크다. 응축수의 이용처는 보일러급수로 이용하는 것이 바람직하다. 이로써 응수비, 응수처리비, 보일러의 연료소비를 줄이는 등 복합적인 절약 효과를 얻을 수 있다.

5. 主要 節約事例

가. 燃料代替

1) 對象業種 : 全業種共通(容量 5T/H 이상 보일러보유업체)

2) 適用業體 : K염직(섬유)

3) 設備概要 : 流動層 燃燒보일러로 石炭, 특히 低質炭등의 연료를 使用할 수 있는 것으로 高硫黃分(7% 유황함유)石炭도 使用할 수 있다. 현재 보일러 전문제조업체에서도 外國전문업체와 기술제휴를 맺고 있기 때문에 國產供給도 可能하다.

4) 에너지費用 節約效果

有煙炭價格과 油類價格을 보면 무려 40% 이상(油類 : 19원/1000Kcal, 석탄 : 10원/1000Kcal) 싸기 때문에 현격한 에너지 비용절감이 가능하며 따라서 국제경쟁력 강화에 큰 도움이 되고 있다. 투자에 대한 경제성도 2.5年으로 양호하다.

다만, 환경법상 규제등이 문제가 되고 있으나 배출기준 등을 강화하여서라도 정부에서 제도개선등으로 적극 지원해야 할 것이며 업체에서도 신중한 검토로 적극적인 대책수립이 요망된다.

나. 열펌프설치(폐열회수)

1) 對象業種 : 食品, 化工, 섬유, 제지

2) 節約要因 : 廢熱回收

3) 設備概要 : 溫度가 낮은 熱源에서 多量의 熱을 回收하여 高溫의 熱使用處에 供給하는 設備로 이의 作動을 위한 外部 에너지를 必要로 하나 새로 投入한 에너지 보다 많은 에너지를 열사용처에 供給할 수 있어 에너지 節減效果가 크기 때문에 특히 油價의 급등에 따라 선진국에서는 보급이 활발한 진전을 보이고 있는 설비이다.

4) 投資費 및 에너지절감효과

여천에 있는 K合成고무의 경우 제 2種 吸收式 熱펌프를 설치하여 98°C의 廢蒸氣를 熱源으로 1.5kg/cm²g의 저압증기를 발생시켜 스트리퍼에 利用하므로서 蒸氣使用量을 46%를 절감하였다. 外産機資材, 토목공사비등을 포함한 총投資費는 6.1億원이고 熱펌프 운전전력을 감안한 年間 節減額은 5.4億원으로 投資費 回收期間은 1.2年으로 경제성이 우수하다.

熱펌프 설치에 적합한 조건을 들어보면 ▲ 건조장치 보유업체, ▲ 냉·난방 부하가 큰 업체, ▲ 60~100°C의 溫水使用이 많은 업체, ▲ 보일러 급수온도가 낮은 업체 등에서 熱펌프 설치를 검토할 필요가 있다. 더우기 공단에서 관계부처에 건의한 결과 熱펌프를 비롯한 12개의 에너지절약효과가 큰 외산 기자재의 수입관세를 분담이 가능하도록 告示할 예정이므로 적극적인 설치검토가 있기를 바란다.

다. 기계식 증기압축기(M.V.R.)설치

節約要因은 低品位의 廢蒸氣를 工程에 利用할 수 있는 高品位의 에너지로 만들어 주는 설비로 특히 증발관을 더 증설할 수 있는 스페이스가 없을 때 有用하다. S포도당의 설치

사례를 소개하면

1) 改善前 : 제품수율을 향상시키기 위하여 찹치수 농축관이 설치되어 있으며 농축설비에는 일반적으로 다중효용관을 利用하고 있으나 作業조건상 다중효용관 설치가 곤란하여 증기사용량이 많아 에너지 原單位가 상승추세였다.

2) 改善後 : 기계식, 압축기(M.V.R System)를 설치하여 농축관 상부의 廢蒸氣를 吸入하여 압축기에서 기계적 압축을 하여 溫度를 높혀 농축관의 열원으로 재사용하므로서 농축관의 증기사용량을 대폭 절감하였다.

3) 節減效果 : 1,108백만원의 시설 투자하여 年間 587백만원의 연료비를 節減하고 있으며 投資回收期間은 1.9年이다.

M.V.R 및 Thermo Compressor(熱압축기)는 비슷한 원리의 에너지절약형 장치로서 관세분담 가능 品目으로 곧 告示될 예정이다.

라. 증발관의 多重化

에너지절약형 증발기는 다중효용관이며 최근에는 5중효용관까지 設置하고 있다. 設置한 지 오래된 노후설비에는 특히 에너지 多消費형 單重缶이 많아 改替할 必要가 있다.

증발기의 에너지效率은 대체로 蒸發倍數로 나타내는데 다음과 같이 表示된다.

$$E = \frac{V}{S}$$

E : 증발배수

V : 증기사용량(Ton/H)

S : 蒸發水分量(Ton/H)

理論적으로 單一效用缶에서 蒸氣 1Ton을 使用하여 약 1Ton의 물을 증발시킬 수 있으나 실제로 실제 또는 운전되고 있는 상태는 3重效用缶일 때 0.7~0.8N톤의 물을 증발시킬 수 있다.

울산에 위치한 (주)한주의 예를 들어 본다.

1) 改善事項 : 三重效用缶에 증발관을 1個 追加하여 증기절감을 도모하였다.

2) 節減效果 : 909백만원 시설 투자하여 年間 900백만원을 節減하고 있으며 投資費回收期間은 1年이다.