

연구보고서 95-09

# 제조업부문 에너지효율 향상방안 연구

金 仁 吉

# 목 차

## 제1장 서론

## 제2장 제조업 에너지 원단위 및 효율분석

### 제1절 부가가치 기준 에너지 원단위 분석

### 제2절 제조업의 에너지 절약과 기술적 원단위 분석

1. 제조업 에너지 관리 지정업체의 에너지 사용 현황
2. 제조업 지정업체의 에너지 절약 및 기술적 에너지 원단위

### 제3절 제조업의 에너지 원단위 및 효율의 국제 비교 분석

## 제3장 업종별 에너지 원단위 분석과 향후 과제

### 제1절 식품

1. 에너지 원단위 분석과 국제 비교
2. 에너지 효율 향상 과제

### 제2절 섬유

1. 에너지 원단위 분석과 국제 비교
2. 에너지 효율 향상과 과제

### 제3절 제지

1. 에너지 원단위 분석과 국제비교
2. 에너지 효율 향상 과제

### 제4절 화학 공업

1. 에너지 원단위 분석과 국제비교
2. 에너지 효율 향상 과제

### 제5절 요업

1. 에너지 원단위 분석과 국제비교
2. 에너지 효율 향상 과제

### 제6절 금속

1. 에너지 원단위 분석과 국제비교
2. 에너지 효율 향상 과제

## 제4장 제조업 에너지 효율 정책 현황과 에너지 절약

### 제1절 에너지 절약 정책의 현황과 과제

1. 한국 제조업 에너지 절약 정책의 현황
2. 향후의 에너지 절약 정책 방향

제2절 주요국의 에너지 효율 향상 정책

제3절 에너지 효율 개선 효과 및 에너지 절약 가능량

제4절 에너지 효율 향상을 위한 정책 방향

1. 단기적 대응 방안
2. 중기적 대응 방안
3. 장기적 대응 방안 : 에너지 효율 향상 기술 개발

제5장 요약 및 결론

참고 문헌

## 表 目 次

- < 표 1-1 > 에너지 효율과 에너지 원단위의 분류
- < 표 2-1 > 제조업의 에너지 소비 탄성치
- < 표 2-2 > 부가가치 기준 제조업의 에너지 원단위 변화
- < 표 2-3 > 업종별 부가가치 기준 에너지 원단위 변화율(%/년)
- < 표 2-4 > 생산 지수 기준 제조업 에너지 원단위 변화
- < 표 2-5 > 업종별 산업 구조 ( % )
- < 표 2-6 > 제조업 에너지 원단위 변화 요인 분석 (TOE/백만원, '90년불변)
- < 표 2-7 > 연료, 전력 에너지 원단위 (TOE/부가가치 백만원, '90년불변)
- < 표 2-8 > 연료, 전력 에너지 원단위 변화율(%/년)
- < 표 2-9 > 공업구조별 에너지 원단위 (부가가치 기준) 변화율(%/년)
- < 표 2-10 > 제조업 지정업체의 에너지원별 소비 구성(1993)
- < 표 2-11 > 설비별 에너지 절약 실적 분석 (1993, 단위 %)
- < 표 2-12 > 지정업체 에너지 절약 요인 분석 (1993, 단위 %)
- < 표 2-13 > 요인별 에너지 절약 효과 분석(1993)
- < 표 2-14 > 운전관리 합리화 효과 분석(1989-1993)
- < 표 2-15 > 연료, 전력 소비 비중과 에너지 절약(1993)
- < 표 2-16 > 간접 가열과 에너지 절약(1993)
- < 표 2-17 > 대기업과 중소기업의 에너지 절약 가능량
- < 표 2-18 > 대기업과 중소기업의 에너지 절약 투자 자금 조달(억원)
- < 표 2-19 > 업종별 에너지 절약 투자와 그 성과 (1989-1993)
- < 표 2-20 > 업체당 에너지 절약 투자 규모 (억원)
- < 표 2-21 > 단위에너지 소비당 에너지 절약 투자 금액 (억원/천TOE)
- < 표 2-22 > 기술적 에너지 원단위 지수(1988년=100)
- < 표 2-23 > 업종별 에너지 비용 비중(%)
- < 표 2-24 > 주요 제품 에너지 원단위의 한,일 비교(1992)
- < 표 2-25 > 에너지 사용 기기 효율의 한,일 비교(1992)
- < 표 3-1 > 음식료품 에너지 원단위 (부가가치 기준) 변화
- < 표 3-2 > 식품업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)
- < 표 3-3 > 식품업의 효율 향상 대상 및 기술
- < 표 3-4 > 섬유 공업 에너지 원단위 (부가가치 기준) 변화
- < 표 3-5 > 섬유 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)
- < 표 3-6 > 제지 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화
- < 표 3-7 > 제지 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)
- < 표 3-8 > 화학 공업 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화
- < 표 3-9 > 화학 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)
- < 표 3-10 > 화학 공업의 설비별 효율 향상 대상 및 기술(1)
- < 표 3-11 > 화학 공업의 설비별 효율 향상 대상 및 기술(2)
- < 표 3-12 > 비금속 광물 공업 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화
- < 표 3-13 > 요업 고업 주요 제품 에너지 원단위의 국제비교(한국=100)
- < 표 3-14 > 요업 공업의 설비별 효율 향상 과제(단, 중기)(1)
- < 표 3-15 > 요업 공업의 설비별 효율 향상 과제(단, 중기)(2)
- < 표 3-16 > 1차 금속 에너지 원단위(부가가치 기준)변화
- < 표 3-17 > 금속 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)
- < 표 3-18 > 금속 공업의 설비별 효율 향상 과제(단, 중기)
- < 표 3-19 > 금속 공업의 설비별 효율 향상 과제(장기)
- < 표 3-20 > 에너지 절약형 신철강 기술개발 계획(단기)
- < 표 3-21 > 에너지 절약형 신철강 기술개발 계획(중장기)

- < 표 4-1 > 에너지 절약 관련 주요 지표 비교
- < 표 4-2 > 주요 에너지 다소비 품목 원단위 실적과 전망(MCal/톤)
- < 표 4-3 > 업종별 기술적 에너지 원단위 개선 전망
- < 표 4-4 > 업종별 에너지 원단위의 문제점 및 개선방향
- < 표 4-5 > 에너지 사용기기 효율 향상에 따른 절약 효과 분석(1993)
- < 표 4-6 > 업종별 에너지 절약 가능량
- < 표 4-7 > 업종별 에너지 절약 투자 소요액
- < 표 4-8 > 에너지 절약 투자 지원 실적(1992-1993년, 억원)
- < 표 4-9 > 에너지 절약 추진상의 애로 사항(%)
- < 표 4-10 > 에너지 효율 향상 기술 개발 대상 및 목표

## 제1장 서론

본 연구는 제조업 부문의 에너지 효율 향상 방안에 관한 것이다. 우리나라는 1970년대 이후 중화학 공업 위주의 수출 주도형 산업 정책을 추구해 오며 따라 에너지 소비량이 급격히 증가해 왔다. 1차 에너지 소비는 '88-'93년간 연평균 10.7%씩 증가해 왔고 '93년도의 에너지 해외의존도는 95.9%에 달하고 있다. 우리나라 에너지 소비 특징중 하나로서, 에너지 소비 증가세가 경제 성장률을 크게 상회해 옴으로써 국가적 에너지 소비의 경제적 효율이 선진국의 그것에 크게 뒤떨어진 점을 지적할 수 있다. '89-'93년간의 에너지/GNP 단성치는 1.6을 나타내고 있는데 이는 영국, 일본, 미국 등의 0.5-0.9에 비해 크게 높은 실정이다. 이에 따라 에너지/GNP 원단위는 1988년의 0.67TOE/백만원이 1993년에는 0.81TOE/백만원으로 악화되었다. 에너지/GNP 원단위 측면에서도 우리나라는 선진국의 2-4배 수준에 크게 높은 실정이다.

에너지 소비의 지속적인 증가는 많은 문제를 유발한다. 에너지 공급 시설 확보에 따른 투자재원 확보와 입지난 그리고 환경 오염 해결 등이 다방면으로 요구되기 때문이다. 1993년 현재 우리나라 총 輸入額에서 차지하는 에너지 輸入類의 비중은 17.5%에 달하고 있어 에너지의 해외 의존도가 절대적으로 높은 우리나라의 국제수지에 큰 부담을 주고 있다. 또한 우리나라는 이미 기후변화 협약에 가입하였으며 국제적인 이산화탄소 규제가 본격화되고 있음을 감안할 때 이에 대한 사전 대비책도 마련되어야 한다. WTO 체제의 발족과 우르과이 라운드 등의 세계 교역 환경 역시 자유로운 무역을 촉진하는 한편 무한한 경쟁 체제에 맞서길 강요하고 있다. 미국 캘리포니아 洲政府和 유럽 지역 등 선진국에서는 에너지 기자재의 에너지 소비효율 기준이 점점 강화되는 추세에 있으며 이들 에너지 소비 효율은 중요한 비관세 장벽으로 대두될 조짐이 보인다.

이상과 같은 에너지 소비 급증에 따른 국내 문제를 완화시키고 국제적인 환경 규제와 비관세 장벽에 대비하는 수단으로서 제조업의 에너지 소비 효율 향상은 매우 유용하다. 산업 부문은 우리나라 1차에너지 소비의 53.4%를 차지하고 있으며, 산업 부문 에너지 소비의 93%를 제조업이 차지하고 있다. 제조업의 에너지 소비 효율향상은 국가 에너지 절약, 국제적 환경 규제와 국제 수지 방어에 주요한 대응 수단이 되며 아울러 제조업 및 그 제품의 국제 경쟁력 향상도 동시에 촉진하는 방안이 된다.

효율이란 투입 재화(자본,시간,에너지 등)에 대한 산출물의 비율을 의미하며 보통 백분율로 표기한다. 원단위란 어떤 給付(제품 또는 용역) 1단위를 산출하는데 투입된 재화(자본,시간,에너지 등)의 단위를 의미하며 효율과 원단위는 서로 역의 관계이다. 특정한 에너지 사용 기자재의 개별적 효율이 아닌 제조업 전반의 에너지 효율을 분석하기 위해서는 에너지 원단위 분석 측면에서 접근함이 보다 용이하다.

에너지 원단위는 어떤 경제 활동에서 산출되는 給付 단위당 투입되는 에너지 량을 의미하며, 경제 활동을 하는데 사용된 에너지 소비량을 그 경제 활동의 결과로 나눔으로써 계산된다. 여기서 경제활동의 결과라 함은 생산된 재화와 용역을 의미하는 것으로 이는 여러 가지 형태로 표현될 수 있다. 즉, 화폐 단위 또는 물량 단위로 표시될 수 있으며, 화폐 단위에서는 부가가치 또는 생산액으로 나타낼 수도 있다. 이들은 당해년도의 경상 가격으로 나타내기도 하고 기준년도에 대한 불변 가격으로 표시되기도 한다. 이와 같이 에너지 원단위는 가격과 물량에 의한 두 가지 형태로 대별되고 각각의 이용에 있어서도 경제 활동의 결과와 에너지 소비를 나타내는 방법이 다양하므로 에너지 원단위는 실제 표현하는 형태, 즉 분석목적에 따라 여러 가지로 달라질 수 있다. 부가가치 기준 에너지 원단위, 생산액 기준 에너지 원단위, 생산물량 기준 에너지 원단위의 3가지 에너지 원단위가 가장 많이 활용된다.

부가가치 기준 에너지 원단위는 부가가치 단위당 에너지 소비량을 나타내는 원단위 개념이다. 이는 국가적으로는 에너지/GNP 등과 같이 경제 성장과 에너지 관계분석의 기초가 되고 있으며, 일반적으로 에너지 소비 분석, 수요 예측뿐 아니라 에너지 원단위 비교분석에서 그

활용도가 매우 높다. 부가가치 기준 에너지 원단위를 개선하려면 에너지 이용 합리화를 통해 에너지 소비량을 줄이거나 부가가치율을 높임으로써 가능하게 된다. 일반적으로 부가가치 기준 에너지 원단위는 거시적 에너지 원단위 분석법의 한 수단이라고 볼 수 있다.

생산액 기준 에너지 원단위는 생산액 단위당 에너지 투입을 나타내며 생산물의 가치 총액을 기초로 유사 제품 생산이나 업체간의 에너지 소비 수준을 평가 비교하는데 유용하다. 생산액 기준 에너지 원단위는 생산물의 가치 판단에 따라서 그 정도의 차이가 달라지는 단점이 있기 때문에 에너지 절약의 물량적인 평가 측면에서 그 활용도가 뒤떨어진다.

생산 물량 기준 에너지 원단위는 생산 물량 단위당 에너지 투입을 나타내며 특정 제품을 생산하는데 소비한 에너지량을 그 생산물량으로 나눔으로써 구해진다. 생산 물량 기준 에너지 원단위는 제품의 종류에 따라서 달라질 수 있다. 또한 이 원단위는 기술 수준 등의 생산 조건에 의한 에너지 원단위 차이를 직접적으로 파악할 수 있어 동일 제품 생산에 있어서 에너지 절약 효과를 산출하는데 좋은 지표가 된다.

부가가치 기준 에너지 원단위는 경제 활동의 성과를 반영해 주고 업종별 비교가 가능하다는 장점이 있지만, 생산 공정 기술상의 에너지 이용 효율성 변화를 정확히 파악하기 곤란하고 국제비교에서 환율에 의해 크게 영향받는다라는 단점을 갖고 있다.

물량 기준 에너지 원단위는 생산 공정 기술상의 에너지 이용 효율성을 변화를 정확히 나타내고 국제 비교에서 환율의 영향을 받지 않으므로 부가가치 기준 에너지 원단위가 갖는 단점을 극복할 수 있다. 반면, 하나의 업종은 여러 가지 품목으로 구성되어 있고 각 품목의 성격과 측정 단위가 서로 틀려서 품목별 물량 기준 에너지 원단위 산출만이 가능하고 업종별 또는 제조업 전체의 물량 기준 에너지 원단위 산출은 불가능하다는 한계점을 가진다. 이러한 단점을 보완하기 위해 업종별 또는 제조업 전체의 에너지 이용 효율성 변화를 파악하기 위한 지표로서 산업 생산 지수 기준 에너지 원단위를 활용할 수도 있다.

본 연구에서는 분류 및 분석의 편의상 부가가치 기준 에너지 원단위 및 생산액 기준 에너지 원단위와 같이 화폐 가치에 따라 에너지 원단위 변동이 심한 부류를 경제적 에너지 효율(廣義로는 기술적 에너지 효율을 포함)과 연관시키고 기술적 에너지 효율은 생산 물량 기준(경우에 따라서는 생산 활동 전반)과 연관시켜서 분석하였다. <표 1-1>은 이와 같은 분류에 따른 경제적 에너지 효율과 기술적 에너지 효율의 종류와 내용을 설명하고, 또 에너지 원단위와의 관계 및 관련된 용어의 의미를 명확하게 하여 혼돈의 여지가 없도록 하였다.

본 연구는 제조업의 에너지 효율 향상 방안을 모색하되 우선적으로 제조업의 기술적 에너지 효율 분석과 그 향상 방안에 主眼點을 두었다. 따라서 부가가치 기준 에너지 원단위 분석등 화폐 가치가 포함된 에너지 원단위는 거시적 비교 내지 분석에 국한하고, 제조업 업종내 생산 활동 내지 제품 물량을 기준으로 한 기술적 에너지 분석에 주력하였다. 이와 같은 제조업의 기술적 에너지 원단위 분석은 주로 에너지 관리 지정업체를 대상으로 실시하였다. 이는 「에너지 이용 합리화법」에 의거, 이들 업체의 에너지 절약 노력과 그 성과가 활발히 이루어지고 있고 비교적 충실한 데이터가 축적되어 있기 때문이다.

본 연구는 에너지 관리 지정업체의 에너지 소비 행태 및 절약 실적을 분석하고, 이들의 업종별 에너지 원단위와 절약 투자 노력등을 평가하였다. 나아가서 제조업 업종별 주요 품목 에너지 원단위에 대한 국제 비교를 통해 우리나라 제품 내지 기술의 현재 위치를 파악해 보고 개선 방향 내지 개선 효과 등에 대해서도 일부 언급하였다. 또한 제조업 업종별 에너지 소비와 업종별 절약 노력과 과제를 제시함으로써 제조업 업종별 에너지 효율 향상 방안을 모색하는데 도움이 되도록 하였다.

<표 1-1> 에너지 효율과 에너지 원단위의 분류

	경제적 에너지 효율	기술적 에너지 효율
의 미	단위 에너지 투입에 의해 산출되는 경제 활동	에너지 이용합리화에 따른 에너지 소비 효율 증대
원단위와의 관계	경제적 에너지 효율 향상은 관련 원단위 감소(즉,개선)	기술적 에너지 효율 향상은 관련 원단위 감소(즉,개선)
관련 원단위	부가가치기준 에너지원단위 생산지수기준 에너지원단위 생산액 기준 에너지원단위	생산 활동 기준 에너지원단위 (생산 단위물량당,공정단위당)
효율 향상 방안	에너지 절감, 고부가가치화 산업구조 개선 부가가치율 향상	노후 시설 개채, 공정 개선 폐열 회수, 폐자원 활용 운전관리합리화,기기효율향상
장 점	거시적 비교 및 분석 가능	특정 업종, 제품, 공정의 기술 수준 파악에 유효
단 점	경제 변수에 따라 영향받음	거시적 비교 및 분석 곤란



## 제2장 제조업 에너지 원단위 및 효율 분석

### 제1절 부가가치 기준 에너지 원단위 분석

'93년 제조업 에너지 소비는 50,263 TOE로 최종 에너지의 48.3%, 산업 에너지의 90.4%를 차지하고 있다. 제조업 에너지 소비는 1차 에너지 소비 증가율을 크게 앞지르고 있으며, 최근 들어 그 증가세가 더욱 빨라지는 특징을 보이고 있다.

< 표2-1 > 제조업의 에너지 소비 탄성치

기 간	연평균 증가율 (%)			탄성치 (A/B)
	에너지	제조업에너지(A)	부가가치(B)	
'86 - '88	9.2	12.2	16.8	0.73
'89 - '91	11.0	15.2	7.1	2.14
'92	12.0	17.3	5.1	3.39
'93	9.4	9.7	5.0	1.94

제조업의 부가가치 기준 에너지 원단위는 '82-'86년간 연평균 8.0%씩 감소하였다. 그 후 제조업의 부가가치 기준 에너지 원단위는 '87-'88년의 정체 상태를 거쳐 '89년부터는 증가세로 반전하였다. 즉, '89-'93년간 부가가치 기준으로 한 제조업 에너지 원단위는 연평균 4.7%씩 증가함으로써 이 기간중 에너지 절약노력이 다소 후퇴하였음을 보여주고 있다. 이의 영향으로 '82 년부터 '93년까지 12년간 제조업 에너지 원단위(부가가치 기준)감소는 연평균 0.8%에 불과하다.

< 표 2-2 > 부가가치 기준 제조업의 에너지 원단위 변화

연 도	원단위 ( TOE/백만원, '90년불변 )	비 교 지 수
1981	0.88	100 <sup>1)</sup>
1986	0.58	65.9
1988	0.56	63.6
1990	0.59	67.0
1991	0.68	77.3
1993	0.80	90.1

'82-'93년간 부가가치 기준 에너지 원단위 개선 효과가 가장 큰 업종은 비금속 광물, 제1차 금속 공업이다. 한편, 부가가치기준 에너지 원단위가 악화된 업종은 섬유공업과 화학공업으로 나타났다.

< 표 2-3 > 업종별 부가가치기준 에너지원단위 변화율(%/년)

업종	'82 - '86	'87 - '93	'82 - '93
제조업	- 8.0	+ 4.7	- 0.8
식품	- 3.0	+ 1.5	- 0.4
섬유	- 5.0	+ 8.0	+ 2.4
나무, 목재	-15.1	+10.8	- 0.8
종이, 인쇄	- 6.6	+ 3.7	- 0.8
화학	- 6.1	+ 5.2	+ 0.3
비금속 광물	-11.1	+ 1.0	- 4.2
제1차 금속	-10.0	+ 0.5	- 4.0
조립 금속, 기계	- 6.5	+ 1.4	- 2.0
기타	- 0.7	+10.3	+ 5.7

< 표 2-4 > 생산지수기준 제조업 에너지원단위 변화('90년=100)

연도	에너지소비(천TOE)	생산지수	에너지원단위
1981	15,985	36.2	134.8
1986	19,653	65.3	91.8
1988	25,546	89.1	87.5
1990	32,768	100.0	100.0
1991	39,051	109.7	108.6
1992	45,810	116.2	120.3
1993	50,263	121.1	126.7

제조업의 생산지수 기준 에너지원단위 변화는 '82-'93년간 -0.5%/년, '82-'86년간 -7.4%/년, '89-'92년간 +7.7%/년으로 분석되는데 이는 부가가치 기준 원단위 변화와 대체로 부합하고 있다.

'82-'93년간 산업 구조 변화의 특징은 음식료품, 섬유, 의복 등 내수용 경공업 비중이 줄어들고 화학, 제1차 금속, 조립금속 등 수출 주도형 중화학 공업의 비중이 커진 것이다. 특히 에너지 절약형 산업인 조립 금속, 기계의 비중이 지속적으로 증대되어 산업구조 개선에 크게 기여하고 있다.

제조업의 에너지 원단위(부가가치 기준)는 1981년의 0.88(TOE/백만원, '90년 불변)에서 1986년에는 0.58(TOE/백만원, '90년 불변)로 감소하였는데 이는 각 업종내의 부가가치 기준 에너지 원단위 감소(즉, 경제적 에너지 효율 향상)에 기인한다. 이 기간중 산업구조 개선에 따른 에너지 원단위 감소 효과는 거의 발생하지 않았다(표 2-6 참조)

< 표 2-5 > 업종별 산업 구조( % )

업종	1981	1986	1993
제조업	100.0	100.0	100.0
음식료품	20.4	16.1	12.6
섬유, 의복	22.4	17.0	7.4
나무, 목재	1.1	1.0	0.6
종이, 인쇄	4.1	4.3	4.1
화학	14.2	13.3	17.7
비금속 광물	4.7	5.4	5.4
제1차 금속	7.8	8.2	9.7
조립 금속, 기계	23.1	31.6	40.6
기타	2.9	3.1	2.0

< 표 2-6 > 제조업 에너지원단위 변화요인 분석  
(TOE/백만원, '90년불변)

에너지원단위 변화요인	1986/1981	1993/1986	1993/1981
업종내 원단위변화	- 0.289	+ 0.159	- 0.120
산업구조 변화	- 0.011	+ 0.061	+ 0.040
원단위 변화 합계	- 0.30	+ 0.22	- 0.08

'86년과 비교하여 볼 때 '93년에는 제조업의 에너지 원단위(부가가치 기준)가 0.22(TOE/백만원, '90년 불변) 증가하였다. 증가 요인의 72.3 %는 각 업종내 원단위 악화 (즉, 경제적 효율 후퇴)에 기인하고, 27.3 %는 산업구조 변화에 의해 초래되었다. 다시 말해서 '86-'93년간의 산업 구조는 에너지 절약형에 역행된 방향으로 진행되었다 할 수 있다(표 2-6 참조).

'81년과 비교해 볼 때 '93년의 제조업 에너지 원단위(부가가치 기준, TOE/백만원, '90년 불변)는 0.88에서 0.80으로 불과 0.8이 감소하였다. 이는 12년간의 노력에도 불구하고 제조업 에너지 원단위(부가가치 기준), 즉 경제적 에너지 효율이 제 자리 걸음에 머물렀음을 보여 준다. '81-'86년간 크게 개선되었던 각 업종내 원단위 개선 (업종내 경제적 에너지 효율 향상)의 절반 정도가 '87년 이후에는 심화된 원단위 악화로 상쇄되어 버렸다. 같은 기간중 산업구조 변화는 오히려 0.04(TOE/백만원, '90년불변) 증가함으로써 저에너지 소비형 산업구조로의 이행도 부진하였다.

< 표 2-7 > 연료, 전력 에너지원단위 (TOE/부가가치 백만원, '90년불변)

구 분	식품	섬유	제지목재	화학	요업	금속	제조업계
<b>1985년</b>							
총에너지	0.18	0.33	0.44	1.31	1.77	2.34	0.64
연료	0.15	0.22	0.31	1.18	1.57	2.13	0.54
전력	0.03	0.11	0.13	0.13	0.20	0.21	0.10
<b>1988년</b>							
총에너지	0.18	0.34	0.46	1.09	1.43	2.19	0.56
연료	0.14	0.22	0.32	0.98	1.26	1.99	0.47
전력	0.04	0.12	0.14	0.11	0.17	0.20	0.09
<b>1993년</b>							
총에너지	0.20	0.53	0.60	1.82	1.70	2.21	0.80
연료	0.16	0.34	0.43	1.69	1.50	2.03	0.70
전력	0.04	0.19	0.17	0.13	0.20	0.18	0.10

연료 및 전력 에너지 원단위(부가가치 기준)는 '86-'88년간은 감소세를 보이다가, '89-'93년간은 증가세를 보이고 있다. '86-'93년간 부가가치 기준 에너지 원단위 개선이 가장 많이 나타난 업종은 화학,요업 공업이다. 한편, 같은 기간중 부가가치 기준 전력 원단위 개선이 가장 많이 나타난 업종은 금속공업이다. 금속 공업은 특성상 電氣爐 등을 비롯한 설비와 공정상 대규모의 전력을 소비하고 있는 까닭에 전력 에너지 원단위 개선 노력이 활발했던 것으로 보인다( 표 2-8 ).

< 표 2-8 > 연료, 전력 에너지 원단위 변화율 (%/년)

구 분	식품	섬유	제지목재	화학	요업	금속	제조업계
<b>총에너지</b>							
'86-'88	0.0	1.0	1.5	-5.9	-6.9	-2.2	-4.4
'89-'93	2.1	9.3	5.5	10.8	3.5	0.2	7.4
'86-'93	1.3	6.1	4.0	4.2	-0.5	-0.7	2.8
<b>연료</b>							
'86-'88	-2.3	-2.2	1.1	-6.0	-6.9	-2.2	-4.5
'89-'93	2.7	2.7	6.1	11.5	3.5	0.4	8.3
'86-'93	0.8	0.8	4.2	3.2	4.6	-0.6	3.3
<b>전력</b>							
'86-'88	10.1	2.9	2.5	-5.4	-5.3	-1.6	-3.5
'89-'93	0.0	9.6	4.0	3.4	3.3	-2.1	2.1
'86-'93	3.7	7.0	3.4	0.0	0.0	-1.9	0.0

한국의 수출은 '85년 \$302.8억에서 '93년 \$822.4억으로 연평균 13.3%씩 증가하였다. 같은 기간 중 중화학 공업품이 수출 성장을 주도(연평균 증가율 15.5%)하였다. 총수출에서 차지하는 중화학공업 제품의 비중은 '85년 53.4%에서 '93년에는 62.4%로 확대되어 있다.

한편, 공업구조별로 볼 때 '86-'93년간 부가가치 기준 에너지 원단위 증가는 경공업이 주도하고 있다. '86-'93년간 경공업의 에너지 원단위(부가가치 기준)는 연평균 5.9% 증가하였으나, 중화학공업의 에너지 원단위 증가는 연평균 0.7% 증가에 불과한 것으로 분석되었다. 석유화학공업용 원료로 투입되는 나프타, LNG등 비에너지유를 제외하면 '86-'93년간 중화학공업의 에너지 원단위는 연평균 1.6%씩 감소한 것으로 분석된다( 표 2-9 ).

< 표 2-9 > 공업구조별 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화율( %/년)

구 분	제 조 업	중 화 학	중화학(비에너지유 제외)	경 공 업
'86-'88	- 5.4	- 8.5	- 7.1	0.0
'89-'93	7.7	6.7	1.8	9.6
'86-'93	2.6	0.7	-1.6	5.9

## 제2절 제조업의 에너지 절약과 기술적 원단위 분석

### 1. 제조업 에너지 관리 지정업체의 에너지 사용 현황

에너지 이용합리화법 제20조 1항에 의하면 연간 연료 및 열사용량이 500TOE 이상인 업체는 열관리 지정업체로, 연간 전기 사용량이 200만KWH 이상인 업체는 전기관리 지정업체로 규정되어 있다. 이들 에너지 관리 지정업체는 에너지 이용합리화법 시행 규칙의 보고 서식에 따라 매년 에너지원별 사용 실적 및 계획, 에너지 절약실적 및 계획(투자비 포함), 에너지 사용 설비 현황(보일러, 요, 로, 열사용 설비, 발전 설비 등)을 보고하도록 의무화되어 있다. 이러한 法定 報告는 시장,도지사를 통해 장관에게 보고되면 에너지 관리공단이 분석 결과를 작성하고 있다.

'93년 현재 제조업의 에너지 관리 지정업체는 2,898업체이며, 에너지 사용량은 38,603천TOE 인데 이는 당해연도 제조업 에너지 사용량(55,203천TOE)의 69.9%를 차지하고 있다 제조업의 에너지 관리 지정업체는 '89년에 709업체에 불과하였으나 경제 규모의 확대에 병행하여 크게 증가하였으며, 동 기간중 제조업의 에너지 관리지정업체의 에너지 소비량도 연평균 18.0%씩 증가하였다.

< 표 2-10 > 제조업 지정업체의 에너지원별 소비 구성(1993)

구 분	에너지소비(천TOE)	구성비 (%)
석 유	12,869	33.3
가 스	4,987	12.9
석 탄	15,733	40.8
전 력	5,016	13.0
계	38,603	100.0

자료:에너지관리공단,「에너지 사용 실적 분석 결과」,1993

제조업 지정업체의 최종에너지 소비구성을 에너지원별로 보면 석탄이 40.8%로서 최대 점유율을 차지하고 그 다음이 석유(33.3%),가스(12.9%),전력(13.0%)의 순으로 되어 있다. 석탄 사용비중이 유달리 높은 이유는 제철소 및 열병합 발전 시설에서의 유연탄 사용 비중이 급증하였기 때문이다. 제조업 지정업체의 최종에너지 소비 구성을 업종별로 보면 화학 공업이 38.7%로서 최대 점유율을 차지하고 그 다음이 금속(27.8%), 요업(10.3%), 섬유(3.2%), 식품(2.6%), 제지목재(2.6%)의 순으로 나타난다. 에너지 다소비업종의 에너지 소비 비중이 76.8%를 점하고 있다.

## 2. 제조업지정업체 에너지절약 및 기술적 에너지원단위 분석

'93년 제조업의 에너지 절약 실적은 991.1천TOE로서 에너지 소비량에 대한 절약률은 2.5%로 나타났다. 이러한 절약 실적의 77%가 금속,화공,요업 등 에너지 다소비업체에서 발생하였다.

제조업 에너지 관리 지정업체의 설비별 에너지 절약 실적은 열사용 설비(29.8%), 로(25.5%), 보일러(24.3%)의 순으로 분석되며, 에너지 절약량의 80%가 이들 3개 설비에서 이루어졌다. 이는 제조업 에너지 절약 노력의 주요 대상 기기를 명확히 규명하고 있어 이들 설비의 운전관리합리화, 기기 효율 향상이 집중되어야 함을 보이고 있다.

절약 요인별로는 폐열 회수(21.5%), 조업공정개선(18.5%), 연료대체(17.1%), 설비 대체(12.8%)의 순으로 나타났으며 상위 3가지 요인에 의한 절약 기여도는 57.1%이다. 일반적으로 폐열회수, 설비대체, 운전관리 합리화 등이 가장 중요한 요인이며 상위 3개 요인의 점유율은 '89-'91년에는 61.1-69.7%를 점유했으나 '93년에는 요인별 집중도가 다소 낮아진 것으로 나타났다. 이러한 움직임은 그 동안 10% 안팎이던 조업공정의 개선 요인이 '92년부터 20%내외로 크게 확대된데 기인하며 제조업의 에너지 절약 노력이 더욱 합리화되고 발전적으로 추진되고 있음을 시사한다.

< 표 2-11 > 설비별 에너지 절약 실적 분석 (1993, 단위 %)

	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
일리	33.2	35.4	36.0	16.8	11.3	26.3	24.3
요	0.0	0.1	0.0	0.1	8.2	0.1	1.2
로	0.5	0.3	15.3	3.9	60.8	34.6	25.5
열수송	9.9	15.1	6.8	9.5	0.4	1.4	5.0
열사용	50.4	38.0	34.6	57.4	14.0	18.8	29.8
전기설비	6.0	11.1	7.3	12.4	5.2	18.8	14.2
계	5.8	7.8	5.9	18.7	13.8	44.5	100.0

단위 에너지 절약에 있어서 투자비가 가장 적게 드는 운전 관리 합리화에 의한 절약 구성비는 10.5%를 나타내고 있다. 제지(29.9%), 화공(14.8%), 요업(14.7%) 등에서 운전관리 합리화 비중이 크다.

'93년의 경우, 운전관리 합리화는 전체 절약 투자의 2.3%로 매우 작은 투자 비중에도 불구하고 그 절약 기여도는 전체 절약의 10.3%를 차지함으로써 상당히 주목된다. 또한 단위 절약량당 절약투자 규모도 전체 평균이 5.74억원/천TOE인데 비해 운전관리 합리화의 그것은 1.28억원/천TOE로서 평균 대비 22.1%에 불과하다.

< 표 2-12 > 지정업체 에너지 절약 요인 분석 (1993, 단위%)

	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
운전관리합리	7.3	11.3	29.9	14.8	14.7	4.5	10.5
폐열회수	18.2	12.0	13.8	19.9	17.1	27.4	21.5
설비대체	12.3	32.8	22.8	11.8	27.9	4.1	12.8
설비보완	10.5	13.9	6.9	6.9	3.0	3.6	6.2
연료대체	17.1	2.9	19.8	8.8	14.1	28.7	17.1
보온강화	1.8	4.1	1.8	1.7	0.9	0.2	1.1
조업공정개선	24.2	14.7	1.1	32.8	20.4	15.5	18.5
기타	6.9	7.7	3.7	3.1	1.7	15.0	9.5
건물부분	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3
전기부분	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4
계	5.8	7.8	5.9	18.7	13.8	44.5	100.0

< 표 2-13 > 요인별 에너지 절약 효과 분석 ( 1993 )

	절약기여도(%) (%)	절약투자비중(%) (%)	단위절약당투자 (억원/천TOE)
운전관리합리	10.5	2.3	1.28
폐열회수	21.5	36.9	9.85
설비대체	12.8	39.9	18.00
설비보완	6.2	5.0	4.66
연료대체	17.1	7.8	2.36
보온강화	1.1	0.6	3.00
조업공정개선	18.5	4.4	1.37
기타	9.5	1.5	0.89
건물부문	0.3	1.2	22.21
전기부문	0.4	0.5	6.63
계	100.0	100.0	5.74

운전관리 합리화는 적은 투자비와 즉각적인 절약 효과를 기대할 수 있어 가장 매력적인 절약 수단의 하나로 중시되어야 한다. '89-'93년간 제조업 지정업체의 에너지 절약에 있어서 운전관리 합리화는 전체 절약 요인중 12.3%를 기여한 것으로 분석된다. 또한 '89-'93년의 5년간에 운전관리 합리화는 단위 절약에 소요되는 투자비가 '89-'93년 전체 평균 5.88억원/천TOE에 비해 1.87억원/천TOE (평균 대비 31.9%)로 낮은 편이다.

< 표 2-14 > 운전관리 합리화 효과 분석( 1989-1993 )

	절약량 (천TOE)			단위절약당 투자(억원/천TOE)		
	운전관리	전체	비중	운전관리	전체	비중
1989	78	893	11.4%	0.68	4.89	13.9%
1990	125	688	18.2	2.86	7.74	37.0
1991	84	890	9.4	3.98	5.83	68.3
1992	134	812	16.5	0.81	5.62	14.4
1993	103	992	10.4	1.28	5.74	22.3
평균	524	4275	12.3	1.87	5.88	31.9



< 표 2-15 > 연료, 전력 소비비중과 에너지절약(1993, 천TOE)

구 분	식품	섬유	제지목재	화학	요업	금속	제조업계
총에너지	1237.7	2720.6	1526.6	10334.4	5673.7	14996.5	38603.3
연료	1009.6	1940.8	1165.2	9395.4	5061.5	13431.3	33587.3
전력	228.1	779.8	361.4	939.0	612.2	1565.2	5016.0
구성비(%)							
연료	71.6	71.3	76.3	91.9	89.2	89.6	87.0
전력	18.4	28.7	23.7	9.1	10.8	10.4	13.0
에너지절약	57.4	77.1	58.5	186.9	136.9	441.8	991.9
량(천TOE)							
연료	53.9	68.6	54.2	163.9	129.7	358.9	850.9
전력	3.5	8.5	4.3	23.0	7.2	82.9	141.0
에너지절약률							
(%)	4.4	2.7	3.6	1.7	2.3	2.8	2.5
연료	5.3	3.5	4.7	1.7	2.6	2.7	2.5
전력	1.5	1.1	1.2	2.4	1.2	5.3	2.8

< 표 2-16 > 간접 가열과 에너지 절약 ( 1993 )

구 분	식품	섬유	제지목재	화학	요업	금속	제조업계
에너지소비 (천TOE)	1237.7	2720.6	1526.6	10334.4	5673.7	14996.5	38603.3
보일러 에너지소비 (천TOE)	903.2	1844.0	1050.5	3636.5	140.4	2267.6	11379.4
보일러에너 지 비중(%)	73.8	67.8	68.8	35.2	2.5	15.1	29.5
에너지 절약실적 (천TOE)	57.4	77.1	58.5	185.9	136.9	441.8	991.8
보일러 에너지절약 (천TOE)	19.0	27.3	21.0	31.3	15.5	116.1	240.8
보일러에너지 절약구성비(%)							
전체절약중	33.1	35.4	35.9	16.8	11.3	26.3	24.3
보일러소비중	2.1	1.5	2.0	0.9	11.0	5.1	2.1

제조업 에너지 소비중 전력 소비 비중이 큰 업종은 식품, 섬유 및 제지목재업이다. 전력 절약률은 제조업 전체가 2.8%인데 비해 이들 업종은 1% 남짓에 지나지 않아서 미미하다. 제조업 전체 전력의 31.2%를 소비하는 금속 업종은 전력 절약 노력도 가장 커서 '93년의 경우 5.3%의 전력 절약률을 나타내고 있다( 표 2-15 ).

제조업중 간접 가열 비중이 큰 업종은 식품, 섬유, 제지 목재업종이다. 이들 업종이 전체 에너지 소비의 2/3가 보일러용으로 사용되고 있는 것이 특징이다. 이들 업종의 보일러 에너지 소비 비중이 이렇게 큼에도 불구하고 에너지 절약량의 1/3만이 보일러에서 달성되는 것으로 나타나고 있어 이들 업종의 보일러 에너지 절약 여지는 아직도 상당한 것으로 추정된다( 표 2-16 ).

제조업의 보일러 에너지 소비 비중은 24.3%이며 전체 절약량에서 보일러 에너지 절약이 차지하는 비중은 평균 2.1%이다. 보일러 에너지 절약률이 큰 업종은 요업(11.0%), 금속(5.1%) 업종이다( 표 2-16 ).

제조업 에너지 절약 가능량의 89%가 대기업에 치중되어 있는 것으로 조사되었다. 1개 업체당 에너지 절약 가능량은 대기업이 중소기업의 6.5배로 월등히 크며 대기업 중심의 에너지 절약 노력이 집중될 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 식품업종은 중소기업의 에너지 절약 가능성이 상당한 것으로 분석된다. 식품업종의 1개 업체당 에너지 절약 가능량은 중소기업이 대기업의 1.7배에 달하는 逆轉 현상을 나타내고 있다. 이는 특히 간접 가열 비중이 큰 식품업종에서 대기업의 경우는 에너지

이용합리화 노력이 상당히 진전된데 비해 중소기업의 그것은 미흡한데 원인이 있는 것으로 볼 수 있다(표 2-17).

에너지 절약 투자에 대한 효과는 대기업이 중소기업에 비해 12% 정도 우월하다. 그러나 섬유 및 제지, 목재업종의 경우는 중소기업의 에너지 절약 투자 효과가 더 높게 조사되고 있다.

< 표 2-17 > 대기업과 중소기업의 에너지 절약 가능량

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
<b>에너지절약 가능량(천TOE)</b>	<b>59.9</b>	<b>149.6</b>	<b>190.7</b>	<b>252.9</b>	<b>120.9</b>	<b>356.3</b>	<b>1129.8</b>
대기업	31.8	120.3	161.7	238.4	99.4	350.7	1003.0
중소기업	28.1	28.9	29.1	14.5	21.5	5.6	127.6
업체수(개)	97	147	91	139	94	115	683
대기업	64	66	38	95	47	93	403
중소기업	33	81	53	44	47	22	280
<b>업체당절약 가능량(TOE)</b>	<b>617.1</b>	<b>1014.7</b>	<b>2095.9</b>	<b>1819.2</b>	<b>1285.9</b>	<b>3098.0</b>	<b>1654.1</b>
대기업	496.8	1822.6	4253.9	2509.5	2114.3	3770.6	2486.6
중소기업	850.4	356.5	548.7	328.9	457.5	254.3	384.3
<b>절약투자 소요액(억원)</b>	<b>821</b>	<b>2018</b>	<b>1819</b>	<b>1796</b>	<b>2769</b>	<b>4563</b>	<b>13786</b>
대기업	383	1721	1593	1690	2341	4411	12139
중소기업	438	297	226	106	428	242	1737
<b>단위투자당 절약가능량 (TOE/억원)</b>	<b>73.1</b>	<b>73.9</b>	<b>105.0</b>	<b>140.8</b>	<b>43.7</b>	<b>78.1</b>	<b>82.0</b>
대기업	83.0	69.9	101.1	141.1	42.4	79.5	82.6
중소기업	64.1	97.2	128.3	141.5	50.2	23.1	73.5

주:에너지 소비 실적이 1500TOE/년 이상인 683개업체 실태 조사 결과 분석

에너지 절약 투자 재원중 자체 자금 조달 비중은 48.5%이다. 대기업의 자체 조달 비율은 51.2%이나 중소기업은 27.2%에 불과하다. 중소기업 에너지 절약 투자 촉진을 위해서는 외부 지원의 강화가 필요하다.

'89-'93년의 5년간 에너지 절약 투자와 그 성과를 분석해 보면 기간중 제조업 전체의 에너지 절약량은 4,169천TOE이고 에너지 절약 투자액은 2조5,575억원으로 조사되었다. 1억원 절약 투자액에 대해서 제조업 평균 에너지 절약량은 0.163천TOE로 분석된다. 절약 투자에 대한 효과가 상대적으로 큰 업종은 화공, 금속, 섬유업종으로 나타난 반면, 에너지 절약 투자에 대한 성과가 상대적으로 작은 업종은 요업, 식품업종이다.

에너지 절약량의 71.7%가 에너지 다소비업종(화공,요업,금속)에서 발생하였으며, 전체 에너지 절약 투자의 74.7%가 이들 업종에 집중되어 있다. 투자비가 가장 큰 금속업종에서 에너지 절약량이 많이 발생하였으며 업종별 절약 구성비는 대체적으로 투자 금액 구성비에 비례하고 있다. 이는 에너지 절약 투자 유도 등 유인책이 큰 효과를 거둘 수 있음을 뒷받침한다.

< 표 2-18 > 대기업과 중소기업의 에너지절약 투자자금 조달(억원)

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
대기업	383	1721	1593	1690	2341	4411	12139
용자	236	774	872	925	1296	1817	5920
자체	147	947	721	765	1045	2594	6219
중소기업	438	297	226	106	428	242	1737
용자	317	176	120	80	336	236	1265
자체	121	121	106	26	92	6	472
합 계	821	2018	1819	1796	2769	4563	13786

< 표 2-19 > 업종별 에너지 절약 투자와 그 성과 (1989-1993)

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
에너지 절약량 (천TOE)	236	502	223	853	560	1574	4169
구성비,%	5.7	12.0	5.3	20.5	13.4	37.8	100.0
에너지절약 투자(억원)	1555	2564	1193	3830	7335	7923	25575
구성비,%	6.1	10.0	4.7	15.0	28.7	31.0	100.0
에너지절약 투자 효과 (천TOE/억원)	0.152	0.196	0.187	0.223	0.076	0.199	0.163
원단위 변화율(%/년)	-4.0	-4.0	-3.5	-2.4	-2.2	-2.3	-2.7

업체당 에너지 투자 규모는 에너지 다소비업체 (화공,요업,금속)에서 큰 것으로 분석된다. 그러나 이들 업체의 투자 규모는 '90년 이후 빠른 속도로 감축세를 보이고 있다. 결과적으로 업체당 에너지 절약 투자 규모는 '89년 이후 연평균 4.7%의 감소세를 지속중이다. 특히 '92년 (경제성장 4.7%, 제조업 성장 4.9%로 경기 부진)에는 최저치를 기록하였다.

또한 '89-'93년간 제조업 에너지 관리 지정업체 전체의 에너지 절약 투자 규모는 '89년의 4,826억원에서 '93년의 5,689억원으로 완만하게 증가(연평균 4.2%)하였으나 같은 기간중 에너지 소비 증가 속도(연평균 13.7%)에 크게 미달됨으로써 실질적으로는 감소추세라고 분석된다. 즉, 에너지 소비 1천TOE당 절약 투자액은 '89년 0.209억원에서 '93년 0.147억원으로

감축됨으로써 연평균 8.4%의 감소율을 보이고 있다( 표 2-20, 2-21 ).

< 표 2-20 > 업체당 에너지 절약 투자 규모 (억원)

구 분	식품	섬유	제지목재	화학	요업	금속	제조업계
1989	1.16	0.48	1.09	4.01	4.33	5.87	2.62
1990	1.51	1.04	1.51	3.59	11.61	1.43	2.56
1991	1.52	1.30	0.69	1.07	5.89	2.17	1.99
1992	0.98	0.78	1.86	1.33	8.15	1.01	1.66
1993	1.54	1.09	1.84	0.98	2.47	4.44	1.96
평균	1.34	0.94	1.40	2.20	6.49	2.98	2.16
(%/년)	3.7	18.3	6.5	-13.9	10.6	-15.6	-4.7

'89-'93년간 제조업의 기술적 에너지 원단위는 연평균 2.7%씩 감소한 것으로 분석되고 있다. 같은 기간중 에너지 다소비업체인 화학, 요업, 금속의 기술적 에너지 원단위 개선이 연평균 2.2-2.4%에 그친 반면 식품, 섬유, 제지 목재업종의 그것은 3.5-4.0%로 크게 나타났음을 볼 수 있다. 이는 1980년대 전반의 고유가 시대에 에너지 다소비업체의 절약 노력이 집중적으로 추진된 것에 기인한다( 표 2-22 ).

생산비중 에너지 비용이 큰 업종은 요업 (평균 15.9% ), 금속(9.8% )업종이다. 그럼에도 불구하고 요업, 금속업의 기술적 에너지 원단위 개선율이 타 업종에 비해 상대적으로 낮다. 이는 이들업종의 에너지 절약 노력이 에너지 가격이 높은 '80년대 전반에 집중적으로 이루어진 결과, 잠재적 절약 가능량이 줄어든 것으로 해석할 수 있다.

< 표 2-21 > 단위 에너지소비당 에너지절약 투자 금액 (억원/천TOE)

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
1989	0.272	0.104	0.179	0.288	0.217	0.190	0.209
1990	0.353	0.216	0.252	0.245	0.578	0.060	0.205
1991	0.369	0.300	0.112	0.075	0.327	0.115	0.174
1992	0.245	0.185	0.236	0.063	0.463	0.044	0.129
1993	0.162	0.244	0.200	0.045	0.136	0.198	0.147
평균	0.280	0.210	0.196	0.143	0.344	0.121	0.173
(%/년)	-12.2	23.8	2.8	-37.1	-11.0	1.0	-8.4

< 표 2-22 > 기술적 에너지 원단위 지수 ( 1988 년=100 )

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
1988	100	100	100	100	100	100	100
1989	96.1	96.1	96.0	96.7	97.2	97.0	96.7
1990	92.6	91.1	93.4	94.0	95.6	95.4	94.3
1991	88.6	86.5	89.8	92.4	93.1	92.7	91.6
1992	85.1	83.8	86.7	89.7	91.4	91.5	89.6
1993	81.4	81.5	83.6	88.2	89.3	88.9	87.3
변화율 (%/년)	-4.0	-4.0	-3.5	-2.4	-2.2	-2.3	-2.7

주:에너지 관리 지정업체의 절약 실적 자료로부터 산출

< 표 2-23 > 업종별 에너지 비용 비중 (%)

구 분	식품	섬유	제지목재	화학	요업	금속	제조업계
1987	3.7	5.6	6.5	4.3	19.3	13.7	5.2
1988	3.2	5.0	5.3	4.0	15.3	7.6	4.2
1989	3.0	5.3	4.8	4.0	14.2	9.0	4.2
1990	2.9	4.4	4.6	3.6	14.8	8.9	3.9
평균에너지	3.2	5.1	5.3	4.0	15.9	9.8	4.4
에너지원단위 변화율(%/년)	-4.0	-4.0	-3.5	-2.4	-2.2	-2.3	-2.7

제3절 제조업의 에너지 원단위 및 효율의 국제 비교

한국 제조업 에너지 효율(또는 원단위)의 수준을 평가하기 위해서는 에너지 이용 효율이 높은 선진국 특히 세계적인 수준인 일본의 그것과 비교해 볼 필요가 있다. '92년의 경우, 부가가치 기준 제조업 에너지 원단위는 일본이 0.24TOE/백만원인데 비해 한국의 그것은 0.76TOE/백만원으로 정확히 4배 수준에 머물어 있다. 다른 말로 표현하면 한국의 경제적 에너지 이용 효율은 일본의 1/4에 불과하다는 것을 의미한다.

한국은 에너지의 해외 의존도가 95%에 달하고 있으며 에너지 공급 구조가 취약함에도 불구하고 저에너지형 산업구조 이행이 상대적으로 미흡하다. 한국은 80년대 이후 에너지 절약 정책을 강화추진하여 80년대 전반에 상당한 성과를 거두었다. 그러나 80년대 후반의 에너지 가격 안정기를 맞이하여 에너지 이용합리화 노력이 다소 후퇴하고 이와 아울러 국민 생활의 질적 확대, 에너지 다소비 산업의 신증설 증가 등 산업구조적인 측면에서 에너지 효율이 낮아진 실정이다. 일본의 경우, 취약한 에너지 공급구조 극복을 위해 산업구조 조정, 에너지 다소비 산업의 해외 移轉 촉진 등 중장기 국가 목표를 설정하여 꾸준한 시책을 전개한 결과 부가가치 기준 제조업 에너지 원단위가 '80년도의 0.51TOE/백만원에서 '92년에는 53.5% 감소하였다. 같은 기간중 한국의 부가가치 기준 에너지 원단위는 9.2% 감소에 그쳤다. '92년 현재 일본의 에너지 다소비 업종의 비중은 19.6%에 지나지 않으나 한국의 에너지 다소비업종 비중은 34.8%에 달하고 있어 이 점에서도 일본에 대해 크게 차이가 있다.

한국 주요 제품의 에너지 원단위는 일본에 비해 평균 9.5% 높은 실정이다. 금속, 섬유업종은 일본 수준에 필적하고 제지(18%), 화학(37%) 업종의 에너지 원단위는 크게 높다. 시멘트의 에너지 원단위 차이는 일본의 경우 원료(석회석)가 양질이고 폐열 발전을 촉진하는데 기인한다.

한국의 에너지 사용 기기 효율은 일본에 비해 평균 5-6% 낮다. 이는 (1) 전동기를 비롯한 기기 성능 차이, (2) 설비 노후화, (3) 운전관리 기술 부족에 기인한다. 대기업체의 일관 체철로, 용해로, 반응기 등의 효율은 선진국 수준에 필적하나 중소기업형 요, 로 및 열설비의 효율은 일본보다 낮은 실정이다.

또한 제조업 1차에너지 소비의 37%를 차지하는 전동기의 효율수준이 일본에 비해 7% 낮은 것으로 조사되고 있어 고효율 전동기 보급 촉진 시책이 요망된다.

<표 2-24> 주요 제품 에너지 원단위의 한,일 비교(1992)

구 분	일본(MCal/톤)	한국(MCal/톤)	원단위지수(일본=100)
<u>섬 유</u>			103.7
폴리에스터사	6980	6518	93.4
폴리에스터필름	8460	7793	92.1
나이론사	8374	8159	97.4
아크릴화이버	13089	13753	105.1
<u>제 지</u>			117.9
신문용지	3766	5073	134.7
서적용지	7482	6729	89.9
크라프트지	3345	3399	101.6
<u>화 공</u>			137.4
에틸렌	5124	5383	105.1
BTX	1042	1817	174.4
LDPE	2699	2673	99.1
PVC	1455	1282	88.7
<u>요 업</u>			113.2
크링커	749	835	111.4
시멘트	209	249	119.4
<u>금 속</u>			101.4
조강	5300	5285	99.7
빌렛	965	1155	119.7
형강	420	485	115.5
냉연강판	550	550	100.0
동,동합금	2066	2119	102.6

자료:에너지 관리공단,「GR 대응 에너지 절약 추진 방향」,1994



<표 2-25> 에너지 사용 기기 효율의 한,일 비교(1992)

구 분	일본(MCal/톤)	한국(MCal/톤)	원단위지수(일본=100)
<u>요.로(MCal/톤)</u>			104.4
일반 제철로	5300	5285	99.7
전기 용해로	965	1155	119.7
동 제련로	3290	3620	110.0
시멘트 소성요	995	1045	105.0
대형 유리 용해로	2770	2910	105.1
<u>보일러 (%)</u>	86	83	103.6
<u>전동기 (%)</u>			107.5
일반용 고압3상	94	88	106.8
일반용 저압3상	89	83	107.2
일반용 단상	58	52	111.5
<u>열사용설비(%)</u>			121.7
텐더	50	38	131.6
염색기	86	74	116.2
초지 건조기	74	62	119.4
오븐	42	32	131.2
건조기	45	37	121.6
농축기	70	57	122.8
반응기	80	80	100.0

자료:상계서

## 제3장 업종별 에너지 원단위 분석과 향후 과제

제조업 부문의 에너지 효율 향상을 위한 공통 과제로는 낙후 공정 및 노후 설비의 개체, 폐열 및 폐에너지 회수 활용, 에너지 효율 향상을 위한 기술 개발이 지적된다.

### 제1절 식품

#### 1. 에너지 원단위 분석과 국제비교

'93년 제조업 에너지 소비중 식품 업종의 비중은 12.6%이며, 에너지 소비 비중은 점차 감소하는 추세이다. 식품 업종의 업체당 평균 종사자수는 42인에 불과하며 전체 업체중 69%가 개인 형태의 경영조직으로 구성되어 있어 중소기업의 비중이 어느 업종보다 높다.

'81년 이래 부가가치 기준 에너지 원단위 개선 효과는 거의 없다. 이 업종에는 중소기업이 많은 관계로 에너지 절약 정책의 침투가 부족한 것으로 평가된다.

국내 식품공업의 제품 생산 기술은 전반적으로 선진국에서 실용화된 기술을 습득, 모방, 개발하였으며 '81-'92년간 기술적 에너지 원단위는 연평균 2.8%씩 감소된 것으로 분석된다. 이는 일본의 '81-'90년간 실적과 비슷하다. 선진 외국의 우수한 에너지 도입 예로는 농축공정의 다중 효용관에 M.V.R.을 설치한 폐열 회수 기술, 주정 공장에서 발생하는 폐기물을 이용하여 연료화하는 기술 등이 있다. 식품공업에서는 대부분 섭씨 100-200도의 저온 열에너지를 사용하여 수분이 많은 물질을 가열하기 때문에 기후 조건, 외기 온습도 등에 영향을 받는다. 또한 식품 공업에서는 저온 온열과 함께 냉동열 수요도 많기 때문에 히트 펌프를 이용한 냉열 폐열을 가온 공정에 이용하고 흡수식 냉동기를 이용한 냉,온열의 동시 공급에 의해 에너지 절감을 도모할 수 있다.

<표 3-1> 음, 식료품 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화

연 도	원단위(TOE/백만원, '90년불변)	비 교 지 수
1981	0.21	100
1988	0.18	85.7
1991	0.19	90.5
1993	0.20	95.2

한국의 설탕 에너지 원단위가 일본, 프랑스의 그것보다 크게 낮은 것은 가동률의 차이에 크게 기인한다(한국: 연간 339일, 일본 연간 240일). 설탕은 주로 단위 조작 및 물리적 처리 방법에 의해 제조되므로 각 기기들의 적절한 운전에 의해 에너지 절감 효과가 크다. 국내 업체들 중에는 에너지 진단 등을 통해 설탕 제조 공정에서 증기사용을 차별화하여 에너지 절약을 도모하고 있으며, 향후 공정 시스템의 적절한 구성에 따라 에너지 절감의 여지가 많은 산업이다.

과당의 경우, 한국은 고체 상태의 옥수수를 분쇄하여 추출함으로써 원단위가 높게 나타났다. 외국은 콘시럽을 원료로 사용하는 수가 많다.

<표 3-2> 식품업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)

계 품	원단위(Mcal/t)	한 국	일 본	프 랑 스
설 탕	956.5	100	130	130
과 당	1,804	100	93	90

자료:에너지관리공단,「국내외 에너지 원단위 비교분석연구」,1993.11

## 2. 에너지 효율 향상 과제

에너지 절약 신기술에 대한 기술 자료 및 홍보 부족이 식품업의 에너지 효율 향상 장애로 지적되고 있다. 또한 에너지 절약 기술교류 및 공동 활용 방안의 필요성이 요구되고 있다. 각 업종별 협회 또는 단위 조합을 활용하여 업체간의 기술정보 교환 및 공동연구 체제를 갖추도록 함이 바람직하다. 업종별 에너지 절감 공동연구 조합 같은 기구를 구성하는 것도 좋은 방법이다. 에너지 관리 실무 책임자의 자질,의욕,능력 등은 모든 관련 업무 수행의 핵심이 되므로 이들에 대한 주기적인 교육 세미나 등의 강화와 능력과 결과에 따른 보상책 등도 고려되어야 한다.

에너지 관리와 공정 관리를 별개로 간주하는 경향이 있는데 이들 양자는 서로 밀접한 관계에 있는 만큼 함께 관리되는 방안이 요망된다. 에너지 절감 설비의 효과를 극대화하기 위해서는 초기 기획단계에서부터 최적 기술의 선정, 최적 규모, 최적 투자 등에 대한 철저한 관리가 요구되는바 이를 위해서는 외부 전문 기관의 진단과 평가가 적극적으로 활용되어야 한다.

<표 3-3> 식품업의 효율 향상 대상 및 기술

공정 부문	대상 설비	효율 향상 기술
증발, 농축	증발 농축기	배증기 열회수 활용
	농축탑	다중효용판화
증류	증류탑	히트펌프 적용
		연속 농축 공정화
		반투막 설비 도입
		중적유화식 농축장치도입
발효	발효기	폐수 열 회수
		연속식 발효 공정화
건조	건조기	배증기 열 회수
		가열 방식 개선
		건조방식개선
		히트펌프적용
메탄가스 발생장치	메탄가스 발효조	메탄가스 발생 설비 도입
폐기물 소각장치	소각로	공정 개선(환경관리)
열 동력	배압 터바인	폐열 회수, 신설비 도입
		보일러 설제 압력 이용
병산 설비		동력-열 병산
열병합 발전	열병합 발전 설비	신형 가스터바인 적용
		열병합 발전
		집단에너지 공급시스템화

자료:에너지관리공단, 「산업체 에너지절약 기술 실태 조사 결과」

식품업계에서는 총 제조 원가에서 차지하는 에너지 비용의 비중이 매우 낮아서 에너지 관리에 대한 인식과 의욕이 저조하다. 이에 따라 에너지 절약 투자는 우선 순위에서 항상 밀리는 경향이 있다. 이를 개선하고 투자 의욕을 고취시키려면 유리한 자금 지원 등 정책적 지원 강화가 필요하다.

식품업종에서 에너지 절약 기여도가 높고 중점 보급 대상이 되는 기술은 아래와 같다(표 3-3).

- 증발농축장치에서 발생하는 폐증기잠열을 이용하는 절감 기술
- 증류탑 상단에서 발생하는 증기 잠열을 이용하는 절감 기술
- 배압터바인에 의한 열-동력병산으로 에너지를 절감하는 기술
- 반투막에 의한 과증류의 농축으로 에너지를 절감하는 기술

## 제2절 섬유

### 1. 에너지 원단위 분석과 국제 비교

'93년 제조업 에너지 소비중 섬유 공업의 비중은 7.4%이며, 그 비중은 점차 감소하는 추세이다. 섬유 공업의 에너지 수요는 보일러 투입 비중이 큰 것이 특징이다.

'81년 이래 섬유 공업은 부가가치 기준 에너지 원단위 개선 효과가 거의 없을 뿐 아니라 오히려 크게 악화하였다. '90년 이후의 동 업종의 불황과 가동률 감소가 부가가치 기준 원단위 증가 요인으로 작용하였다.

섬유 공업은 화섬, 방직, 염색 가공업 등으로 크게 구분되는데 대규모 설비 공장이 많은 화학 섬유 제조업에서 에너지를 많이 사용하고 있으며 80년대 들어서는 에너지 다소비 분야로 염색 가공 산업이 새로이 대두되었다. 섬유 공업은 제조 공정의 단축, 연속화, 대용량화, 자동화 등에 대한 신기술 및 신제조 설비의 개발이 지속적으로 추진되고 있는 산업 분야로 '81-'92년간 기술적 에너지 원단위는 연평균 3.0%씩 감소된 것으로 분석된다. 일본의 섬유 공업에 대한 기술적 에너지 원단위는 '81-'90년간 연평균 1.8%씩 감소한 것으로 나타났다.

<표 3-4> 섬유 공업 에너지 원단위 (부가가치 기준) 변화

연 도	원단위(TOE/백만원, '90년불변)	비 교 지 수
1981	0.40	100
1988	0.34	85.0
1991	0.44	110.0
1993	0.53	132.5

한국의 섬유 공업은 耐用年數 초과 설비가 40-77%로 설비가 상당히 노후화되어 있으며 화섬 분야는 선진국의 85%, 염색 가공은 50-60% 수준으로 전체적인 기술 수준이 선진국의 70% 내외에 불과하다. 또한 최신 공정 제어 기술의 보급은 일본이 80% 수준이나 국내는 45% 수준으로 뒤떨어져 있어 제품의 품질 향상을 위한 공정 개발 및 에너지 절약 가능성이 많은 업종으로 평가된다.

섬유 업종의 제품별 에너지 원단위는 전반적으로 국제 수준에 근접하고 있다. 폴리에스터 칩의 경우는 국내 제조업체중에는 낙후된 축중합 또는 액상 중합(회분식) 공정을 사용하는 업체가 다수 존재하는 반면, 외국은 연속 중합 공정을 많이 사용하고 있어 한국의 에너지 원단위가 크게 불리하다.

폴리에스터사의 일본 에너지 원단위가 한국보다 다소 높은 것은 열매체유의 가열용 전력이 일본의 경우 포함되어 있기 때문이다. 폴리에스터 화이버의 원단위는 한국이 매우 높게 나타났는데 이는 외국은 최신 공정인 직접 방사법을 채택하고 있는데 반하여 한국은 용융 방사법을 채택하고 있는 업체가 30%에 이르기 때문이다. 나일론 칩의 생산 공정은 회분 또는 연속 중합 방식에 의해 에너지 사용량의 차이가 큰데 한국의 원단위가 일본(회분식 공정)보다 20% 정도 앞서 있다. 면사의 에너지 원단위는 프랑스보다 8% 낮은 수준인데 이는 국내 면사의 수요가 많아서 업체 가동률이 프랑스보다 높는데 기인한다. 일본은 면사의 국내 생산이 거의 없어 비교 대상에서 제외되었다.

## 2. 에너지 효율 향상 과제

섬유업종을 전반적으로 볼 때, 대기업쪽은 자본, 기술 및 활용인력면에서 상대적으로 우위에 있어 자체 에너지 절감 추진이 가능하나 대부분의 중소기업은 그렇지 못하다. 특히 염색 가공업은 용수와 에너지 다소비업종으로 이 분야의 에너지 절약이 곧 섬유공업 전체의 에너지 절약과도 직결되기 때문에 에너지 절약 노력이 강조되어야 할 것이다. 염색 가공업은 대부분 중소기업으로 구성되어 있다.

<표 3-5> 섬유 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)

제 품	원단위(Mcal/t)	한 국	일 본	프 랑 스
폴리에스터칩	1,845.2	100	67	62
폴리에스터사	6,517.7	100	107	94
폴리에스터	3111.3	100	75	84
<b>화이버</b>				
폴리에스터필름	7,793	100	108	84
나이론사	8,158.7	100	103	144
나이론칩	3,217	100	125	95
아크릴화이버	13,753	100	95	94
면 사	7,162.4	100	-	108

### 자료:상계서

염색공정은 많은 스팀, 전기, 물이 골고루 필요하다. 대구 비산단지처럼 염색 단지를 조성하여 열병합 발전을 보급함이 효과적이다. 에너지 효율이 높은 저욕비 염색기, 절수형 수세기, 온배기 가스의 폐열 회수, 과건조 방지기의 채용, 히트 세터 등의 설비 채용이 촉진될 필요가 있다. 염색에는 많은 회수의 건조 공정이 반복되기 때문에 건조에 들어가는 열의 효과적 전달 방법도 문제이지만 건조 자체의 단축 공정이라든가 수증기를 열매체로 사용하지 않고 연소 가스를 직접 또는 水中 연소시키는 기술도 고려되어야 한다.

건조 공정은 잠열에 들어가는 열이므로 보통의 현열 공정과는 매우 다르고 온도 수준에서 보아도 중저온 공정으로 에너지의 비가 역성이 크다. 막대한 폐수의 발생은 에너지 낭비와 공해 문제를 동시에 초래하므로 저욕비의 채택도 중점적으로 다루어져야 한다.

섬유공업의 에너지 소비 특성으로는 보일러 연료 수요가 대부분을 차지하고 있는데 열 수요 온도는 섭씨 200도 이하로 낮은 편이다. 섬유 공업의 주요한 에너지 효율 향상 기술은 다음과 같다.

- 공정의 개선:중합 공정의 연속화, 대형화
- 최신 공정의 적용:직접 연속 중합법, 고속 다사조 방사
- 폐열회수이용:온배수 회수강화,건조 열처리,酸浴 등의 폐열 회수
- 조업 조건의 변경:공조 조건의 효율화,컴퓨터 제어

다음은 섬유공업의 주요 에너지효율 향상기술을 정리한 것이다.

#### <염색 가공>

- 저온 염색용 촉매 및 보조제 개발

- 超低浴比 및 排水系 염색 가공 기술
- 폐수, 폐에너지, 약품 회수 기술
- 고효율 탈수장치 등 에너지 설비 개발
- 염색단지 조성을 통한 집단 에너지 활용

<폴리에스터>

- 연속 중합 및 직접 방사 방식
- Spin-Drew 방식 및 방사 속도의 고속화
- 열병합 발전 및 에너지의 통합 관리 시스템

<나일론>

- 중합 공정의 인력 절감 및 배출 건조공정의 연속화
- Spin-Drew 방식 및 방사 속도의 고속화
- 열병합 발전 및 에너지의 통합 관리 시스템

제3절 제지

1. 에너지 원단위 분석과 국제비교

'93년 제조업 에너지 소비중 제지공업의 비중은 3.2%이며 정체상태에 있다 '88년 이후 에너지 원단위 증가(부가가치 기준)는 인력 절감을 위한 자동화 설비의 도입과 고품질 제품 생산을 위한 에너지 투입 증가에 기인하고 있다.

제지 목재업의 기술적 에너지 원단위는 '81-'92년간 연평균 1.5%씩 감소된 것으로 분석된다. 일본의 제지 펄프 공업에 대한 기술적 에너지 원단위는 '81-'91년간 연평균 2.3%씩 감소한 것으로 나타났다.

제지 공업의 에너지 효율 향상을 위해서는 생산 공정 방식의 개선과 노후설비 교체에 주력해야 하며 특히 조성 공정의 경우 고농도 解離 및 중농도 정선 방식으로의 대체가 요구된다 장기적으로는 펄프, 제지, 가공의 일관체제로의 전환이 필요하다. 또한 열병합 발전 설치를 통해 에너지 이용 효율화를 이루어 에너지 원단위의 향상을 도모함이 좋겠다.

<표3-6> 제지 에너지 원단위(부가가치 기준)변화

연 도	원단위(TOE/백만원, '90년불변)	비 교 지 수
1981	0.69	100
1988	0.52	75.4
1991	0.58	84.1
1993	0.63	91.3

일본의 제지, 펄프 공업의 주요한 에너지 절감 노력으로는 석유계 연료 사용의 감소, 회수 黑液 등 자급 에너지 사용의 대폭적 증가, 구입 전력의 감소 및 自家 發電 증가 등이 지적된다. 또 조업 방법 및 공정 개선에 의한 에너지 절감 노력으로는 다음을 들 수 있다.

- 열손실 방지와 폐열의 회수 이용
  - 밀폐 후드의 설치, 보온 강화, 플래쉬 증기의 이용
- 펌프, 팬 등의 개량
  - 임펠라 커트, 회전수의 적정화
- 연소 합리화와 대체 에너지 이용
  - 제지 슬러지, 페타이어 등의 연료화
- 원료 대책 : 古紙 이용

백상지의 에너지 원단위는 일본보다 6%, 프랑스보다는 12% 높은 수준이다. 이는 조업 관리 차이에 기인한다. 국내 초지기는 일본으로부터 도입되어 일본과 유사한 에너지 원단위로 크라프트지를 생산하고 있다.

신문용지 제조 에너지 원단위는 古紙 처리에 소요되는 에너지를 합산하여 관리하는 것이 일반적이다. 일본과 프랑스의 경우 가동률이 100%를 상회하는 안정적인 조업 관리와 초지기의 대형화 및 고속화로 생산성이 늘어나서 한국보다 우월한 에너지 원단위 수준을 유지하고 있다.

<표 3-7> 제지 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)

제 품	원단위(Mcal/t)	한 국	일 본	프 랑 스
백 상 지	3,431	100	94	88
크라프트지	3,399	100	98	94
아 트 지	4,193	100	95	107
신문 용지	5,073	100	89	75
서적 용지	6,730	100	111	87

#### 자료:상계서

일본과 프랑스의 서적 용지 에너지 원단위 격차가 유달리 큰 것은 분류 기준의 차이에서 비롯된 것이다. 즉, 일본의 경우 일반적인 인쇄 용지를 서적용지로 분류한데 비해 프랑스의 경우는 광범위 인쇄 용지를 서적 용지로 분류한데 기인한다.

#### 2. 에너지 효율 향상 과제

제지 업종의 주요한 소비 에너지는 스팀과 전력이다. 제지 펄프공업은 다량의 용수를 사용하며 폐수중 흑액의 재활용도 매우 중요하다. 이러한 에너지를 동시에 효율적으로 연결할 수 있는 기술이 열병합 발전이다. 증점 관리 항목은 증기압의 적정화, 節水, 폐열 활용, 초지기의 밀폐 후드, 연소 관리, 전동기의 회전 수 제어 등이다. 흑액은 폐수중 섬유질이 섞여서 변질되어 나타나는 현상인데 그냥 두면 공해 유발 원인이 되나 회수하여 기름 또는 석탄과 함께 혼소시키면 좋은 에너지원이 된다. 초지기에는 외풍이 닿으면 스팀의 소비량이 많아지므로 초지 설비내에 찬 바람을 차단하는 밀폐 후드가 설치되어야 한다. 또한 제지 업종 집단 배치 공단 설립에 의한 열병합 발전,슬러지 소각 촉진 등도 추진되어야 한다.

다음은 제지 업종의 에너지 효율 향상 기술을 정리한 것이다

- 생산 공정 방식의 개선
- 노후 설비 교체
- 조성 공정의 고농도 해리 및 중농도 정선 방식으로의 대체
- 펄프, 제지, 가공의 일관 체제 전환
- 고농도 처리용 이송 펌프 개발
- 장,단 섬유 분리 장치 및 중농도 정선 설비 개발
- 초지공정의 고성능 탈수장치 및 Dryer Part 폐열회수 시스템 개발
- 폐기물 소각로 제작 기술
- 탈수 촉진제 개발
- 골심지 골형상 및 각도 조작 기술
- 습식 전기 집진기 성능 개선
- 원료 펌프 임펠라 내마모성 향상 및 경량화
- 자동 지필 연결 기술



- 가구 도장 건조 장치
- 목재:저공해 고효율 연소 기술
- 건조기 배기 습도 측정 및 자동제어 장치
- 고효율 여과 장치
- 古紙 사용 증대 기술
- 유연탄 보일러의 폐기물 소각 보일러 전환

#### 제4절 화학 공업

##### 1. 에너지 원단위 분석과 국제 비교

'93년 제조업 에너지 소비중 화학 공업의 비중은 40.4%이며 화학 공업은 제조업중 최대의 에너지 다소비업체이다. 1990년 이후 대규모 증설에 힘입어 에너지 소비 비중이 크게 확대되었다.

'82-'88년간 연평균 6.5%의 에너지 원단위(부가가치 기준) 감소율을 기록함으로써 경제적 에너지 효율 향상이 크게 이루어졌다. 그러나 '90년 이후 탈황 시설, 중질유 분해 시설 등의 증설과 설비과잉에 따른 가동률 저하로 부가가치 기준 에너지 원단위는 악화되었다.

화학 공업의 기술적 에너지 원단위는 '81-'92년간 기술적 연평균 1.9%씩 감소된 것으로 분석된다. 일본의 화학 공업에 대한 기술적 에너지 원단위는 80년대 중반까지는 비교적 크게 감소했으나 그 후는 정체 상태를 보이고 있는데 이는 일반 기술에 의한 에너지 원단위 감소가 한계에 도달한 것으로 보인다. 국내 화학 공업의 경우 1988년을 전후로 에너지 원단위의 일시 증가 현상이 나타났는데 이는 탈황 시설 및 중질유 분해 시설 등에 따른 에너지 사용량이 증가했기 때문이다. 그러나 1990년대에 들어서는 최신 기술에 의한 대규모 석유화학단지의 건설로 점차 에너지 원단위가 개선되고 있다.

<표 3-8> 화학 공업 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화

연 도	원단위(TOE/백만원, '90년불변)	비 교 지 수
1981	1.75	100
1988	1.09	62.3
1991	1.50	85.7
1993	1.82	104.0

80년대말, 90년대초의 과감한 석유화학 콤비나트의 신증설 및 에너지 절약형 최신 설비와 공정의 도입으로 몇몇 분야에서는 한국이 선진 수준을 앞서거나 비슷한 에너지 원단위 향상 효과를 보이고 있다.

한국의 화학 공업 에너지 원단위는 외국에 비해 공정, 가동률 등의 차이로 다소 높은 편이나 국제 수준에 접근해 있다.

국내 PVC 생산의 에너지 원단위는 일본보다 13%, 프랑스보다 4% 앞서가는 결과를 보인다. 이는 국내 시장의 안정성으로 업체 가동률이 대부분 100%를 상회하여 休止 기간 없이 가동된 결과이다. 에틸렌은 석유화학공업의 기본 원료로서 에너지 원단위가 상당히 크며, 에틸렌 공정은 사용 원료 및 공정의 기술 수준에 따라 에너지 사용량의 차이가 상당히 크다. 일본, 프랑스의 경우 대부분 80년대 중반 이전에 설치된 공장들로 에너지 원단위가 우리보다 높다. 원유 정제의 경우 일본이 국내보다 월등히 낮은 에너지 원단위를 보이고 있다. 일본의 경우, 상압 증류탑 주변의 열 교환망을 모델링에 의하여 최적 시스템으로 변경시켜 원유 예열시 에너지 사용량을 현저히 절감시키는 한편 산업 합리화 정책으로 낙후된 공장에 대하여

적극적으로 에너지 절감을 시행하여 왔다. BTX는 원료에 따라 에너지 원단위 차이가 크다. 나프타 분해에서 부생되는 열분해 가솔린을 이용하는 방법과 정유 공장의 개질기에서 나오는 Reformate를 이용하는 방법에 따라 에너지 원단위가 크게 다르기 때문이다. 국내 조사업 체중 폴리프로필렌 공장은 기술 수준이 낙후되어 일본, 프랑스에 비해 월등히 높은 에너지 원단위를 기록하였다. 최근에 설치된 공장의 에너지 원단위는 선진국 수준에 필적한다. 폴리프로필렌은 제품 등급이 다양하여 제품 등급에 따른 수요에 맞추어 운전 조건을 변경할 때 에너지 낭비가 많이 초래될 수 있다. 운전 관리 합리화가 증시된다.

LDPE의 경우 제품의 투명도에 따라 에너지 원단위 차이가 크다. 제품 투명도를 높이려면 고압 조건 운전이 요구되므로 전력 소비가 늘어난다. HDPE의 경우도 국내와 일본간의 격차가 큰데 이는 공법 차이에 따른 것이다. 액상법, 가스법, 슬러리법의 3가지 공법중 가스법과 슬러리법은 에너지 소비가 작고 액상법은 용매 회수 관련 공정이 추가되어 에너지 원단위가 크다. 최근 신설 공장은 가스법에 의하나 80년 이전의 공장은 액상법을 채택하고 있다. 스틸렌모노머의 경우 기술 개발 단계별로 에너지 절감율이 크게 향상되므로 기술 도입 시기에 따라 에너지 원단위는 크게 차이가 난다. 국내 도입 기술은 최신 공법의 적용으로 일본 및 프랑스에 비해 에너지 원단위가 우월하다.

<표 3-9>화학 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교 (한국=100)

제 품	원단위(Mcal/t)	한 국	일 본	프 랑 스
PVC	1,282	100	113	104
에틸렌	5,383	100	95	112
원유정제	296	100	84	70
BTX	1,817	100	57	116
폴리프로필렌	2298.8	100	58	60
LDPE	2,673	100	10	90
HDPE	2,078	100	64	59
SM	2,892	100	106	103

자료:상계서

## 2. 에너지 효율 향상 과제

석유화학 공업은 벵커C유와 전기를 에너지원으로 사용함과 동시에 석유제품인 나프타를 주 원료로 에틸렌 등 기초 유분을 생산하고 이를 원료로 계열 제품을 생산하는 산업이다.

석유화학 공업은 대부분 고온, 고압 상태에서 반응이 이루어지므로 에너지가 많이 소요된다. 따라서 석유화학 공업에 있어서 에너지 절약 대책은 반응조건 개선에 의한 공정 개선이나 고온 고압 유지를 위해 사용한 폐열의 회수 활용이 가장 핵심적인 과제이다. 화학공업에서 공정상 가장 큰 효과를 주는 것은 촉매의 개선이다. 촉매의 역할은 저온, 저압하에서 반응이 가능하게 하고 선택성 즉 원하는 제품의 생성량을 향상시켜 주기 때문에 에너지 효율 향상에 매우 중요하다. 촉매의 개량은 곧 에너지 절약이라 할 수 있다.

<표 3-10> 화학 공업의 설비별 효율 향상 대상 및 기술(1)

부 문	대상 설비	효율 향상 기술
열발생설비	보일러	노후 보일러 교체 부속설비 교체 소각 보일러 배가스 폐열 회수 팬의 회전수 제어 연료 대체
	요,로	공기 예열기 부착 배가스 배열 회수 연료 대체 보온 강화 부속설비 교체
	열병합발전	연료 대체 유연탄 열병합 가스 터바인 폐기물 소각 열병합

**자료:에너지관리공단, 「산업체 에너지절약 기술 실태 조사 결과」**

석유화학공업에서는 저급의 열을 다량 사용한다. 또한 반응에 따라서는 잉여열이 많이 생기기도 한다. 나프타 분해시의 폐열 회수, 배관과 爐體의 보온, 반응열의 회수, 증기 드레인의 회수, 열교환기의 설치 등에 관리 중점을 두어야 한다. 전기부문은 고분자물의 가공과 관련하여; 압출기 스크류 개량, 고효율 콤프레셔, 전동기의 회전수 제어 등이 중요하다.

화학공업에서 또 중요한 것이 운전관리이다. 증류탑의 환류비 적정화, 증기압 적정화, 나프타 분해시 연소의 적정화가 주요 관리포인트이다.

다음은 석유화학공업의 에너지효율 향상 기술을 정리한 것이다;

<기초 유분>

- 최적화 운전 관리 및 에너지 관리 기술 도입(EMS)
- 분해로, 열교환기 등 에너지 절약형 설비 개발

<중간 제품>

- 폐열 회수 기술 향상
- 최적화 운전 관리 및 에너지 관리 기술 도입(EMS)
- AUTOMATIC INTER-LOCK SYSTEM 개발
- 에너지 절약형 가열로 개발

<계열제품>

- 고효율 PACKING TOWER, 열교환기, 전력 자체 조달 정비 및 에너지절약형 설비 개발
- 운전조건최적화를 위한 ON-LINE ANALYZER SYSTEM 개발
- AUTOMATIC INTER-LOCK SYSTEM 구축

한편, 1993년 3월부터 한국석유화학공업협회가 추진중인 에너지 절약 추진 계획의 요지는 다음과 같다:

○ 에너지 절약 추진 체계의 구축

-협회 및 업체별 추진위원회 설치

○ 공정개선과 시설 개체 등을 통한 에너지 절약 투자의 확대

-열병합 발전소 건설 및 폐열 회수를 위한 열교환기 설치

-노후설비의 개체, 생산 공정의 최적화

○ 에너지 절약 기술개발 또는 도입

-신공정 또는 개량 공정의 개발, 최신 플랜트 설치

-LDPE 및 PVC 제조공장 최적 조건 확립 및 촉매 제조 기술 확립

-TPA 제조공정의 개선 및 개선 공정 개발

-에너지 절약형 SBR 공장 공정 개발과 고품질 BR 개발

-PP 및 HDPE 공정의 고효율성 촉매 개발, 공정 단순화 및 자동화 기술개발

<표 3-11> 화학 공업의 설비별 효율 향상 대상 및 기술(2)

부 문	대상 설비	효율 향상 기술
열사용설비	가류기	보온강화 자동 제어 시스템 도입 신설비 도입
	건조기	폐열 회수 노후 건조기 교체 SPIN FLASH DRYER
	농축기	VTR MVR 신설비 도입 부속장치 교체 중발 농축 장치
	반응기	노후설비 교체 배중기 열회수 히트펌프
전기 설비	중류기	TVR MVR 신설비 도입 폐열 회수 노후설비 교체
	동력설비	MECHANICAL CONVERTER VVVF 신설비 도입 노후설비 교체 공운전 방지

#### 제5절 요업

##### 1. 에너지 원단위 분석과 국제 비교

'93년 제조업 에너지 소비중 요업 공업의 비중은 5.6%로 '81년의 15.4%에서 그 비중이 크게 축소되었다. 시멘트 공업의 NSP 킬른 도입, 시설 능력의 규모 확대와 최신 설비 도입으

로 '82-'88년간 연평균 9.4%의 에너지 원단위(부가가치 기준) 감소율을 기록하였다. '90년 이후는 가동률 저하와 공급 과잉에 따른 가격 하락으로 부가가치 기준 에너지 원단위가 다소 증가하였다.

요업 공업의 기술적 에너지 원단위는 '81-'92년간 기술적 연평균 2.3%씩 감소된 것으로 분석된다. 일본의 시멘트 공업의 기술적 에너지 원단위는 '82-'91년간 연평균 1.7%씩 감소한 것으로 나타났다.

<표 3-12>비금속 광물 공업 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화

연 도	원단위(TOE/백만원, '90년불변)	비 교 지 수
1981	2.86	100
1988	1.43	50.0
1991	1.49	52.1
1993	1.70	59.4

**자료:상계서**

일본의 경우 1982년 이후 생산 공정이 습식에서 건식으로 바뀌고 킬른의 열효율이 크게 향상되어 생산 효율이 높아졌다. 또한 열효율이 우수한 NSP 방식의 보급이 확대되어 1991년 전체 생산량의 81%를 점하고 있다. 지난 10년간 NSP 및 SP 양식에 의해 연료 에너지 원단위는 15%가 감소하였으며 원료 분쇄 밀 등의 고효율화에 의해 전력 에너지 원단위는 14%가 감소하여 전체 에너지 소비 원단위는 14%가 감소하였다.

한국의 클링커 에너지 원단위는 원료 차이(일본 석회석이 보다 양질임), 생산 공정의 자동화 정도, 폐열 및 폐자원 활용의 미흡으로 일본에 비해 10% 높은 수준이다. 프랑스는 습식 공정이 30%를 차지함으로써 클링커의 에너지 원단위가 높다.

시멘트 역시 일본이 한국보다 16% 정도 에너지 원단위가 앞서있는데 이는 일본의 대형 시멘트업체에서 Roller Mill 채용이 확대되었기 때문이다. 국내에도 신형 Roller Mill을 사용하는 업체가 증가하여 Ball Mill과 병행 운전하거나 신형 Roller Mill만을 사용하는 업체의 에너지 원단위는 일본과 필적한 수준이다.

<표 3-13>요업 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)

제 품	원단위(Mcal/t)	한 국	일 본	프 랑 스
클링커	834.6	100	90	117
시멘트	249	100	84	84

**자료:상계서**

**2. 에너지 효율 향상 과제**

과거에는 시멘트 제조시의 연료를 석유로 사용했으나 1980년대 초반부터 대부분 유연탄 연료로 교체되었다. 이것이 시멘트 산업에너지 절약에서 주목해야 할 사항이다. 다음은 생산 설비면에서 NSP 킬른, SP 킬른, 고효율 MILL 에 대해 주목해야 한다. 최신 설비는 주로 NSP를 도입했지만 아직도 SP가 많이 남아 있다. 킬른에 원료가 들어가기 전에 킬른의 폐

열로 예열해서 사용한다 해서 Suspension Preheater라고 하고 N은 NEW 즉, 신모델을 뜻하는 것이다. 이들은 결국 광의의 폐열 회수 시스템이다.

<표 3-14>요업 공업의 설비별 효율 향상 과제(단,중기)(1)

부 문	과 제 명	효 율 향 상 기 술
소성요 (도자기)	공기비 단열	소성로 적정공기비 유지와 우수 단열방법 에너지절약형 SUTTLE KILN
소성로 (시멘트)	요,로	유동층 연소시스템,폐에너지이용 소성로의 효율향상 공정 개선 소성로 출구 배가스를 이용한 폐열 발전 실시
소성로 (위생도기,벽돌)	폐열회수	배가스 폐열 회수 TOP FIRING KILN 국내 개발 UNDER FIRING TUNNEL
KILN 개발		TUNNEL KILN 온도의 자동제어
소성로 (타일)	운전합리화	공기비 자동 조절 과잉 공기비 방지방법 소성온도 편차 감소
	신설비	UNDER FIRING KILN ROLLER HEARTH KILN
기타 소성로	폐열회수	소성로 폐열 회수

이외에도 시멘트 공장에는 클링커 쿨러의 폐열 회수가 다단으로 되어 있고 회수하는 방법도 여러 가지로 발달되어 있다. 최근에는 NSP 킬른 상단에서 나가는 섭씨 350도 정도의 폐열도 회수하는 단계에 있으며 아직도 효율 향상 대책이 강구될 여지가 많다. 공장 전체의 관리와 회전수 제어 등을 컴퓨터를 이용한 관리, 감시 체제로 전환하는 움직임이 진행중이다.

<표 3-15>요업 공업의 설비별 효율 향상 과제(단,중기)(2)

부 문	과 제 명	효 율 향 상 기 술
용해로	신설비 도입	MELTER REFINER 축열실이 포함된 최신로 설계 에너지 절감형 용해로 개발 고성능 FOREHEATH와 ELECTRIC BOOSTER 연소방식을 반자동식에서 ACC 자동 연소 방법으로 교체
	부속장치	로의 설계 및 적절한 재질의 내화물 선정
	자동제어	연소기기의 자동화
	절전형 축열실	직접 통전식 유리 용해로의 기술 개발
	청소	REGENERATER CHECKER BLOCK의 청소개발 COLOR CELL



<표 3-15>요업 공업의 설비별 효율 향상 과제(장기)

부 문	과 제 명	효율 향상 기술
소성요 (도자기)	산소부하설비	산소부하설비의 이용
용해로 (유리)	폐열이용	폐열이용원료 예열투입방안 용해로 배가스 회수로 CULLET 및 BATCH 예열
소성로 (시멘트)	폐열발전	소성로 출구 배가스이용 한 폐열 발전 방안 KILNLESS KILN (SHAFT KILN) 공정 개선 소성로 출구 배가스를 이용 폐열발전 실시
	신설비	산소부하 설비
	예열장치	유리원료 예열 장치 파유리 예열 장치

한편, 유리 제조는 일단 유리 용해로의 관리가 중점 대상이다. 용해로의 가열 방식과 형식의 결정이 품질과 에너지 효율 면에서 가장 적절하게 이루어져야 한다. 유도 가열로의 열원이 전기, 가스, 석유에 따라 용해로의 규모나 성격이 다르지만 주목해야 할 초점은; 보온재에 의한 로체의 단열 강화, 로의 밀폐 강화, 축열 효율의 향상, 폐열 보일러 설치에 의한 로 폐열 회수 등이다. 판유리는 고온 공정이므로 완벽하고도 적절한 보온이 중요하다. 다음은 요업 공업 주요 제품별 에너지 절약 기술 과제를 정리한 것이다;

<시멘트>

- 전 공정의 자동화
- 원료 및 시멘트 분쇄 공정의 고효율화 기술
- 산업 부산물(고로 SLAG, FLY ASH 등)을 활용한 혼합 시멘트의 개발
- 페타이어, 폐유 등 폐자원 활용 기술

<판유리, 병유리, 브라운관용 유리, 유리>

- BATCH의 균질화 및 예열, 용해 설비의 최적 연소 상태 유지 기술
- 저온 용융 조성 원료 개발
- 에너지 절약형 용해로 및 徐冷爐 개발
- 폐열 회수 및 시스템의 효율적 관리

제6절 금속

1. 에너지 원단위 분석과 국제 비교

제조업 에너지 소비중 금속 공업의 비중은 '81년의 32.0%에서 '93년에는 26.9%로 축소되었다. 금속 공업은 제조업중 화학 공업 다음의 에너지 다소비 산업이다. 금속 공업은 집중적인 에너지 절약 노력 등에 힘입어 '82-'88년간 연평균 6.9%의 에너지 원단위(부가가치 기준) 감소율을 기록하였다. 그러나 '89년 이후는 원단위 정체 현상이 지속되고 있다.

금속 공업의 기술적 에너지 원단위는 '80-'90년간 연평균 2.5%씩 감소된 것으로 분석된다. 금속공업의 에너지 원단위는 1980년대 후반부터 감소세가 정체되어 있으며 현행 기술상으로는 어느 정도 한계에 도달한 것으로 보인다. 일본 粗鋼 생산의 기술적 에너지 원단위는 '80-'90년간 연평균 1.0%씩 감소한 것으로 나타났다. 한편, 일본은 1970년대 제1차 석유 파동 이후 조업 개선, 공정 단순화, 폐에너지 회수 등 적극적인 에너지 절감 노력을 전개하여 세계 최고의 에너지 효율을 유지하고 있다.

한국의 금속 공업은 저유가 시대인 1986년 이후에는 지속적인 절약 대책 및 투자에도 불구하고 에너지 원단위 감소세가 정체되어 있다. 이는 표면처리 강판의 생산량 증가 등 제품 고부가가치화, 작업 환경의 개선, 인력 부족에 따른 공정의 자동화 및 기계화, 공해 방지 설비의 설치에 의해 에너지 사용량이 증가하였기 때문이다.

<표 3-16>제1차 금속 에너지 원단위(부가가치 기준) 변화

연 도	원단위(TOE/백만원, '90년불변)	비 교 지 수
1981	3.60	100
1988	2.19	60.8
1991	2.20	61.1
1993	2.21	61.4

한국의 철강 산업은 광양 제철 4기 등 최신 설비의 채택과 국제경쟁력을 완비함으로써 세계 최고 수준의 에너지 원단위를 보유하고 있다. 조강은 금속공업의 기반이 되는 제품으로 에너지가 다량으로 투입된다. 국내업체는 체계적으로 단계별 에너지 절감 대책을 수립, 실천하고 있다. 특히 80년대 후반부터 코오크스 건식화 공법(CDQ)을 적극 도입하였고 소결광 성품 현열 회수 시스템 등 背熱 회수에 큰 성과를 달성하였다.

<표 3-17>금속 공업 주요 제품 에너지 원단위의 국제 비교(한국=100)

제 품	원단위(Mcal/t)	한 국	일 본	프 랑 스
조 강	5,223.8	100	110	113
냉연 강판	553.1	100	99	102
형 강	902	100	107	126
빌 렛	1,175	100	99	121
동,동합금	2,114.1	100	97.5	77

**자료:상계서**

한국 및 일본의 조강 생산은 일관 제철소에서 생산되는데 비해 프랑스의 경우는 고철 사용량이 많기 때문에 電氣爐에서 소비되는 전력이 커서 조강 에너지 원단위중 전력 사용량이 증가하고 전체적으로 에너지 원단위가 크게 높아져 있다. 한국의 일부 업체는 냉연 강판 제조시 상자 소둔방법에 의하고 있어 연속 소둔법의 일본보다 높은 원단위를 나타낸다. 형강

중에서 에너지가 적게 소모되는 대형강 생산 원단위를 비교하면 한국이 일본보다 다소 우월하다. 빌렛은 한국과 일본이 일관 제철소에서 생산하는데 비해 프랑스의 경우는 상온의 고철을 전기로에서 녹여서 연주기에서 생산하기 때문에 에너지 원단위가 크게 높게 나타났다. 동 및 동제품은 공장별, 공정별로 에너지 원단위 차이가 크다. 국내의 경우 열간 압연기만 보유하여 동 합금 제품을 생산하는 업체는 에너지 원단위가 매우 작고, 동 정광으로부터 전기 제련과 열간 압연 공정을 통하여 동 제품을 생산하는 업체의 경우는 6-7배나 높은 원단위를 나타낸다.

## 2. 에너지 효율 향상 과제

석유 파동 이전과 이후에 철강산업에서 달라진 점의 하나로는 연속주조설비비, 직송압연설비, 연속소둔설비가 이루어졌는데 이것은 모두 <연속>이라든가 <직송>이라는 의미가 들어 있으며, 단위공정에서 방치되는 동안 열이 외부로 방산되는 것을 제거한 공정이다. 한국의 대형 제철소나 철강 회사는 대부분 연속공정으로 바뀌었으나 아직도 교체를 기다리는 중소규모 공장이 많이 남아 있다. 제철소 에너지 절약설비중 중요한 것으로 폐압기의 회수 발전, 폐증기의 회수, 폐열 회수 발전, 압연 롤러용 전동기의 공회전 방지 등을 들 수 있는데 우리나라 포항제철의 경우 이들을 모두 채택하고 있다. 이로서 경비 절감과 에너지 효율 향상을 달성, 큰 성과를 기록하였다. 고철을 많이 사용하는 공장은 고철 예열 장치를 설치, 폐열로 고철을 예열하도록 되어 있다.

다음은 금속 공업 주요 제품별 에너지 절약 기술 과제를 정리한 것이다;

### <일관 제철>

- 제품 현열, 슬래그 현열 및 배가스 현열 등 폐열 회수
- 용융환원 제철법 및 THIN SLAB CASTING 등 에너지절약형 신철강 기술
- 직송압연 및 열편 장입 기술

### <전기로 제강>

- 고철 예열설비(S.P.H.) 및 LADLE 예열설비 확대를 통한 폐열 활용
- 가열로, 소둔로 등 직접 가열 설비 방식의 대체(BATCH 방식에서 연속 방식)
- 열처리 패턴 정립 등 공정관리

<표 3-18> 금속 공업의 설비별 효율 향상 과제(단,중기)

부 문	과 제 명	효 율 향 상 기 술
보일러	폐열 회수	저온 폐열 회수
	열원 변경	사용 열원 변경
요,로	제품 현열 회수	고로 슬래그 현열 회수
	공법 개선	산소부하 장치 연속식 빌레트 가열로 AL용해로 용탕교반 장치
열사용설비	폐열 회수	고주파 유도가열기 폐가스열 회수 저온내부식성 공기예열기 도장 공정의 폐열 회수 히트 펌프 저온폐수를 열원으로 한 냉동기
	공법 개선	냉,온간 단조의 실용화 알루미늄 연속 압출장치
열병합 발전설비	열병합	가스엔진에 의한 발전 발전용 유동층보일러설계
전기 설비	운전관리합리화	전력관리 방안 자동 역율 보상장치 개발 자동 점멸장치 개선
	설비효율 개선	대용량 모터 효율 개선

자료:에너지관리공단,「산업체 에너지절약 기술 실태 조사 결과」

<동>

- 轉爐부문의 폐열 회수
- 기존 전기로 설비의 FLOATATION PLANT로의 교체

<아연,연>

- 배소 공정의 폐열 회수
- 제련 공정의 QSL 공법 조기 정착(연)
- 연소공정 생략 가능한 용해공정 단축 기술(아연)

<알루미늄>

- 전력 원단위 절감을 위한 용광로법 등 신제련 기술
- 단열,보온을 위한 밀폐 기술
- 연속 압출 공법 확대

한편, 1993부터 철강공업발전 민간협의회가 추진중인 철강산업 에너지 절약 5개년 추진 계획의 요지는 다음과 같다:

<에너지 절약 추진 체계의 구축>

○ 철강 협회내에 철강산업 에너지절약 추진위원회 설치

기능:철강산업 에너지절약 추진 중장기 계획 수립, 주요 업체별 추진 실적 평가,분석

○ 주요 업체별 추진위원회 설치

기능:全社 및 생산공정별 소에너지 관리위원회 구성

주요 제품별 공정별 목표 에너지 원단위 설정 관리

<표 3-19>금속 공업의 설비별 효율 향상 과제(장기)

부 문	과 제 명	효율 향상 기술
요,로	폐열 회수 공법개선	소둔로내 폐열활용방안 반도체 열처리공정 단축
제어장치	신설비 개발	고효율 가열로 개발 전력관련 설비의 원격 감시 제어

자료:에너지관리공단,「산업체 에너지절약 기술 실태 조사 결과」

○ 에너지 이용 효율의 극대화 및 시설 투자 확대

-원,연료 사용조건의 최적화 및 생산공정의 통합화

-배에너지 회수 및 열설비 효율의 극대화

○ 에너지 절약형 신철강 기술의 개발

-용융환원 제철 기술, THIN SLAB CASTING, STRIP CASTING 기술 등

<종합에너지 원단위 개선 목표:'92-'96>

○ 종합 원단위:연평균 0.6% 개선

-일관제철 연평균 0.4% 개선

-전기로 제강 연평균 0.4%개선

○ 주요 품목별 원단위

-핫코일 연평균 1.6% 개선

-중후관 연평균 1.0% 개선

-철근 연평균 1.5% 개선

-형강 연평균 2.2% 개선

<에너지 효율 향상 중점 추진과제>

○ 일관제철 분야

-제선:소결광 현열 회수 보일러 설치 등 7개 과제

-제강:스테인레스 전기로 전력 절감

-압연:가열로 연료혼합 비율 자동제어 등 3개 과제

-기타:발전소 보일러 연료가스 예열 등 2개

○ 전기로 제강 분야

-제강:고철 압축기 설치 확대 등 7개 과제

-압연:가열로 폐열회수 온도 향상 등 2개 과제

비철금속산업의 에너지 소비량은 제조업 총에너지 사용량의 1.9%를 점유하고 있다. 비철금속산업의 에너지 소비중 전력 비중이 48.4%로 가장 높으며 전력 에너지의 효율적 관리가

가장 중요하다. 아연, 동 등의 전해공정에서 다량의 전력을 소비하며 시간별 부하조절이 용이하여 주로 심야 전력을 이용한 간접적인 에너지 절약을 추진중이다. 철강 등 제조업은 저급 에너지(석탄)의 사용비율이 높으나 비철금속은 전력, 석유 등 고급 에너지 사용 비율이 높다.

<표 3-20>에너지 절약형 신철강 기술개발 계획(단기)

개발과제명	개발기술 내용	개발효과	개발기간
전기로조업 자동제어기 자동제어기술	고철장입 조건에 따른 투입량, 시간 자동제어	전력절감 (10KWH/톤) 유류절감 (0.2리터/톤)	'92-'93
고철3단 예열기술	고철예열 방법 변경	전력절감 패열활용 극대화 (10KWH/톤)	'92-'93
직송압연 조업기술	고온상태 소재를 직접 압연	유류절감 (20리터/톤)	'92-'94
소연버너 분사방식 개선 기술	조연버너 노즐개조	전력절감 최적분사조건 확립(3KWH/톤)	'92-'93
코오크스 oven 연소 관리 자동화	코오크스 제조시 발생 배열을 회수	전력절감 ( 3KWH/톤) 유류절감(1.6리터/톤)	'92-'93
미분탄 취입증대	고로에서 선철제조시 코오크스 대체 일반탄	용선제조 에너지 3-4% 절감	'92-'94
전기로 가스회수 증대 기술	전로취련시 밀폐정련 조업기술개발 전로가스 2중분석	유류절감 (0.6리터/톤) 가스회수증대	'92-'94

자료: 철강공업발전민간협의회, 「철강산업에너지절약5개년계획」, 1993

<표 3-21>에너지 절약형 신철강 기술개발 계획(중장기)

개발과제명	개발기술 내용	개발효과	개발기간
용융환원제철법	고온환원가스에 의한	분광석 및 일반탄	'90-'98
	철강석 예비환원 기술	100% 사용 가능	개발비
	용융상태에서 환원하여		250억원
	신철 제조		
	고로사용 연료:코우크스	코우크스 및 소결	
	에서 일반탄 대체 사용	공정 생략으로	
	기술	에너지 25% 절감	
STRIP	고창정강 제조 및 STRIP	열간압연공정의	'89-'94
CASTING	내부결함 방지 표면형상	생략으로 에너지	개발비
	제어기술	8% 절감	430억원
SLAG	고로 및 전로 용융 SLAG	조강분당	'93-'95
현열 회수	현열 회수기술	10Kcal 회수효과	개발비
			50억원

자료:상게서

다음은, 1993년부터 추진중인 비철금속산업 에너지 절약 5개년 계획의 요지를 정리한 것이다;

<에너지 절약 추진 체계의 구축>

○ 비철금속 제련협회에 에너지절약 추진위원회 설치  
기능:비철금속산업 에너지절약 추진 중장기 계획 수립, 주요 업체별 추진 실적 평가,분석

○ 주요 업체별 추진위원회 설치  
기능:全社 및 생산공정별 소에너지 관리위원회 구성  
주요 제품별 공정별 목표 에너지 원단위 설정 관리

<심야전력 활용 확대>

○ 비철금속산업은 전력 다소비 산업이나 전력 원단위 개선에는 한계가 있으며 심야전력 활용 극대화에 노력

○ 아연 제련 등 전력 부하 조절이 용이한 양질의 전력 다소비 산업에 대해 개별 전력요금 제도 도입, 전해공정의 시설 확장 지원 등 다각적인 방안 강구

<폐에너지 활용 및 에너지이용 효율 극대화>

○ 배소공정 등 폐열회수 확대  
○ 배관재 보온 등 열설비 효율의 극대화

<에너지 절약형 혁신기술 개발 및 적용 확대>

○ Q.S.L. 연제련 기술 실용화  
○ 아연 용해공정 단축기술 개발

-기존:정관-배소-침출

-개선:정관-침출

<에너지 원단위 개선 목표:'92-'96>

○ 아연:연평균 0.2% 개선

-아연의 제련기술은 세계 최고 수준

-현격한 에너지 원단위 개선은 기대되지 않음

○ 연:연평균 3.6% 개선

-신공법(Q.S.L.) 및 정련공정의 조업 기술 개선

○ 동:연평균 1.5% 개선

-기존 제련소의 합리화 및 전해 공정의 개선

<에너지 효율 향상 중점 추진과제:'92-'96>

○ 연 및 아연

-열,연료부문:B.B.O.C.기 추가 도입 등 7개 과제

-전기부문:열병합발전소 가동 등 9개 과제

○ 동

-동 전로 폐열 보일러 설치

-열병합 발전소 건설



## 제4장 제조업 에너지 효율 정책 현황과 에너지 절약

### 제1절 에너지 절약 정책의 현황과 과제

#### 1. 한국 제조업 에너지 절약 정책의 현황

'80년대 후반부터의 저에너지 가격 시대에 힘입어 '87년 이후 總輸入額에서 차지하는 에너지 輸入 비중이 절반 수준으로 축소되었다. 에너지 가격의 안정화에 힘입어 제조업은 에너지 절약 투자보다는 자동화 투자에 더 큰 관심을 기울인 것으로 분석된다.

정부의 에너지 절약 정책은 에너지 다소비업체를 지정하여 집중 관리하고 있다. 그러나, '87년 이후에는 에너지 절약 자금 지원 규모에 비해 그 성과는 상당히 둔화된 것으로 평가된다. 에너지 절약 관련 자금 지원에서 차지하는 석유 기금의 비중이 과다해진 것도 주목할 만하다. 에너지 절약 노력이 대기업 위주로 전개됨에 따라 상대적으로 '87년 이후 중소기업에 대한 에너지 진단 및 기술 지도는 소외된 현상을 보이고 있다.

현행 에너지 절약 정책은 「에너지 이용 합리화법」을 모체로 하여 관련 제도 및 법령이 정비되어 있다. 또 에너지 절약 시설 투자 지원 실적이 '83년-'92년간 1조 2,946억원에 달하는 것을 비롯하여 금융, 세제상 정책 수단이 구비되어 활용중이다.

현재까지의 에너지 절약 정책은 「에너지의 소비 감소」라는 국소적 목표에 편중되어 왔으나 국제 지구 환경 협약의 발효와 환경문제의 중요성 부각으로 에너지 절약 정책을 대하는 관점의 변화가 요구된다. 즉, 에너지 효율 향상은 에너지 이용합리화의 유용한 수단일뿐만 아니라 환경 정책, 산업구조 개편 정책, 통상 정책의 기본적 방향 설정과 해결에 매우 유효한 판단 기준이 될 수 있다는 인식하에 정책적 우선 순위가 상향 조정되어야 할 것이다.

<표 4-1>에너지 절약 관련 주요 지표 비교

항 목	1981 - 1986	1987 - 1992
에너지수입액 비중	25.3 %	14.0 %
에너지절약 지정업체 평균 업체수	1,942개	2,488개
에너지소비 비중(제조업중)	84.1 %	78.9 %
에너지 절감률	4.1 %	3.1 %
투자회수 기간	1.45년	5.38년
제조업 투자 동향		
에너지절약 투자 비중	3.3 %	1.7 %
공장 자동화 투자 비중	4.9 %	6.1 %
에너지절약 자금 지원	7,815억원	12,456억원
에너지이용합리화 기금	142억원	134억원
석유 사업 기금	2,013억	12,105억원
중소기업 무료 진단	5,550회	500회

에너지 절약 정책은 대체적으로 정부의 주도로 이루어져 왔으며, 민간의 자발적 참여가 상

대적으로 미흡하다. 이에 따라 정부와 공기업이 주도한 공급 위주의 에너지 절약 정책이 주요한 정책 수단이 되어 왔다. 「에너지 이용 합리화법」을 비롯하여 많은 제도가 「규제, 의무 등」의 조항으로 구성되어 있는 것도 이를 뒷받침한다. 에너지 절약 정책의 전개에 있어서, 일본의 경우는 「지도와 권장」이, 미국의 경우는 「정보 제공과 인센티브 활용」이 중시되고 있음을 참고할 만하다.

에너지 가격 제도가 에너지 효율 향상의 강력한 유인으로 작용하지 않고 있다. 예컨대 산업 부문 에너지 가격이 저렴한 편이다. 한국의 重質油 가격은 일본의 40%, 독일의 65% 수준이며, 고시제도에 의해 가격이 규제되어 왔다. 또한 제품 원가에서 차지하는 에너지 비용 비중이 인건비, 재료비 등에 비해 미미하고, 그나마 에너지 가격으로 초래된 제품 가격 인상 요인은 소비자에게 전가되어 오곤 하였다.

환경 정책, 산업 보호 정책과 에너지 절약 정책간의 상충 관계가 존재하고 있다. 예를 들면 폐타이어 등 폐기물 재활용은 자원 재활용 차원뿐만 아니라 막대한 에너지 절약을 가져올 수 있으나 공해방지법상의 제약으로 그 활용이 미흡한 실정이다.

국민적 공감대를 바탕으로 한 종합적인 에너지 절약 계획의 정립, 국가적 추진 계획으로서의 일관성 측면에서 검토가 요망된다. 일본의 경우는 국가가 주체로 되어 장기적인 에너지 절약 기술 개발 계획을 추진(「MOON LIGHT 계획」)중이며, 미국도 1993년 10월 19일에 대통령의 「기후 변화 실천 계획」 발표를 통해서 야심적인 에너지 절약 정책을 제시하고 있다.

## 2. 향후의 에너지 절약 정책 방향

우르과이 라운드, 그린 라운드 등 에너지와 관련된 국제 협약이 본격적으로 발효되고 있다. 이에 따라 에너지 절약 정책도 더 이상 국내 사정만을 이유로 하여 제한적인 정책만 고수할 수 없게 되었다. 정책 수단과 수행 과정이 국제적 시각에서 보다 합리적이고 객관적이 되어야 할 것이다.

한국은 1996년을 전후하여 OECD, IEA 등 국제 기구에 가입할 예정이다. 이에 따라 세계 에너지 시장에서의 한국의 역할과 책임도 커지게 된다. OECD 및 IEA 규정에는; 각 회원국들은 에너지 절약에 대한 국가 계획을 수립하고 회원국간 협력을 도모해야 한다. 동계획 및 협력 활동은 에너지 낭비의 제거 및 효율성의 개선에 중점을 두어야 하며, 이와 관련하여 에너지 가격 수준의 적정성도 고려해야 한다. 이사회는 각국별 목표 및 전망을 고려하여 그룹 전체적인 절약 목표를 5년 단위로 설정하고 정기적으로 검토 수정해야 한다. 이러한 노력을 뒷받침하기 위하여 절약과 관련한 국가별 계획 및 정책들을 정기적으로 평가한다고 명시하고 있다. 한국도 이에 부응하기 위해서는 현행 에너지 절약 정책을 검토, 보완하여 국가 계획을 수립, 시행하며 IEA 회원국과 협력을 강화해야 한다. 즉, IEA와 협의하여 현행 정책 및 법규의 미비점을 발굴하여 개선해나가야 할 것이다. 또한 국제화, 개방화가 진전됨에 따라 한국의 에너지 가격 정책, 보조금 및 산업 지원 정책도 국제적 규범의 영향을 받게 된다. 산업 부문의 에너지 가격 제도 및 지원 제도에 있어서 국제화, 개방화 장애 요인을 규명하여 그 대비책을 강구해야한다.

산업 구조 개편 정책의 판단 기준으로 국제 경쟁력과 에너지 효율이 보다 중요한 요소로 선택됨이 필요하다. 산업 구조 개편 정책은 명시적인 별개 정책으로 추진되는 것보다는 기존 산업 정책의 재검토 및 방향 전환을 통해 「점진적이면서 간접적인 방법」으로 진전되는 것이 바람직하다. 정부는 민간이 경제성에 바탕하여 자율적으로 선택할 수 있는 여건을 조성하면 바람직하다. 국제화, 개방화 여건하에서는 더 이상 국내 사정만을 이유로 한 산업 보호 정책이 유지될 명분이 약하며 새로운 정책 판단의 기준이 필요하다. 경쟁력과 국가적 에너지 효율 향상이 새로운 산업 구조 개편 정책의 판단 기준으로 작용될 것이 요망된다.

通商 政策에서도 국가적 에너지 효율 향상이 주요한 판단 기준이 될 수 있다. 에너지 부가가치가 낮은 제품(철강, 비철, 금속, 요업)의 輸入 장벽은 낮추고, 이들 산업은 제품 수출보

다는 해외 공장 移轉 및 해외 진출을 촉진하는 것이 국가 전체의 에너지 효율 향상을 유도하는 방안이 될 수 있다.

또한 환경 정책에서도 국가적 에너지 효율 향상이 주요한 판단기준의 하나로 부각될 수 있다. 공해 방지법과 폐기물 활용 촉진간의 이해 상충을 어떻게 완화할 것인가 하는 문제의 판단 기준에 에너지 효율의 향상이라는 판단 기준이 해답을 제시할 수 있다. 국가간 폐기물 교역을 규제하는 바젤 협약은 고철, 폐지 등의 수입을 제한하여 대응에 있어서도 국가적 에너지 효율 향상이 주요한 판단기준으로 적용될 수 있어야 한다.

## 제2절 주요국의 에너지 효율 향상 정책

세계 주요국은 에너지 이용 효율의 향상이 에너지, 환경 문제에 대응함은 물론, 自國의 경쟁력 향상을 위한 최적 수단임을 인식하고 범국가적 차원에서 에너지 이용 효율 향상을 정책 우선순위에 두고 법,제도의 정비 및 효율 향상 목표 설정, 기술 개발 등 관련 시책을 강화 추진하고 있다.

에너지 효율 관련 무역규제가 일부 선진국에서 실시중이며 이 움직임은 점점 확산되어 갈 것으로 보인다;

- 저에너지 효율 제품에 대한 輸入 규제: 저 효율 제품의 국내 유통 및 輸入 금지(미국, 캐나다)
- 에너지 효율 규제 강화:기술력 우위를 전제로 효율 기준 강화(일본)
- Eco-Labeling:EC 국가의 환경 표시 제도이며 제품 제조공정상의 에너지 투입량도 감안(EC 위원회)
- 무역 보복 조치:국제 환경 협정의 목표 달성을 위해 필요한 경우 무역 보복 실시(미국)
- ISO-18000:생산 공정의 환경 적합성 고려,인증(WTO)

주요국의 에너지 효율 향상 정책을 정리하면 다음과 같다;

<미국> 수요관리 프로그램의 활성화

에너지 소비 효율 기준의 강화 적용

Green-Light Program의 추진

기술 개발의 촉진 지원

-에너지 정책법(1992.10)

-Climate Change Action Plan(1993.10)

<일본> 규모별,분야별 종합 대책 추진

기술개발 종합 계획의 수립 및 추진

에너지 소비 효율 기준의 확대 적용 실시

에너지 다소비업체 절약 계획서 제출 의무화

절약 투자에 대한 금융 세제 지원 강화

-에너지 사용합리화법 개정(1993)

-에너지 절약 리사이클 지원법 제정(1993.6월 제정)

-지구 온난화 방지 행동 계획

<EC> 에너지,탄소세의 도입으로 효율 개선 유도(덴마크 등 5개국)

SAVE 계획에 의거, 에너지이용효율개선(Eco-Labeling제)

-포괄적 EC 전략

<캐나다> 에너지 사용 기기의 효율 기준 책정 강화

에너지 사용 기기의 라벨링 제도 강화

에너지 사용에 관한 국가 D/B 수립

이들 국가의 정책 수단을 나열하면 가격 및 세제 활용, 규제 정책, 금융 및 세제상 지원, 기타 등으로 구분된다.

<가격 및 세제 활용>

에너지 소비 억제, 사회간접자본 확충을 위한 특별 소비세 징수(다수국)  
에너지 소비가격의 0.5-2.0% 부과금 징수하여 에너지 절약 투자(네델란드)

이용 효율 개선을 위한 에너지 탄소세 징수(덴마크 등 EC 5개국)

<규제 정책>

에너지 다소비 산업에 대한 연차 보고서 제출 의무화(미국)

에너지 다소비업체에 대한 진단 의무화(네델란드)

에너지 관리사 고용 의무 제도(일본,캐나다,이탈리아)

에너지 사용 합리화 판단 기준의 책정(일본)

<지원 제도>

열병합 발전 및 지역난방 보조(독일,영국)

에너지 절약 상담 서서비스 비용 보조(미국,영국,이탈리아)

절약 기술의 상용화 및 보급 확대 보조(네델란드)

절약 전문 기업의 투자비 일부 보조(영국)

리베이트 프로그램의 실시(영국,EC,미국)

에너지 절약 투자에 대한 특별 융자(다수국)

<기타>

에너지 절약 전문 교육 기관 설치,운영(독일)

에너지 효율 라벨링 제도(영국,독일,캐나다,호주)

### 제3절 에너지 효율 개선 효과 및 에너지 절약 가능량

'89-'93년간 제조업 지정업체의 기술적 원단위는 연평균 2.7%씩 개선되었다. 이러한 실적과 '92-'96년간의 주요 제품별 원단위 개선 전망을 비교해 볼 때, 제지, 식품업종 원단위 개선 잠재력이 큰 반면, 금속, 요업업종의 잠재력은 작은 것으로 분석된다.

에너지 사용 기기의 효율을 일본 수준으로 향상시킨다면 막대한 에너지 절약 성과를 추가로 거둘 수 있다. 즉, 제조업의 에너지 절약 잠재력은 아직도 매우 크다고 볼 수 있다.

<표 4-2>주요 에너지 다소비 품목 원단위 실적과 전망  
(MCal/ 톤)

구 분	1991	1993	1995	1996	변화율(%/년)
과당	1439	1364	1305	1284	-2.3
설탕	858	818	791	779	-2.0
전분	1560	1498	1419	1397	-2.2
MSG	7549	6945	6834	6790	-2.1
폴리에스터사	8054	7744	7283	7145	-2.4
면사	7652	7512	7389	7333	-0.9
아크릴화이버	14321	13625	12848	12412	-2.8
폴리에스터F	4052	382	3593	3524	-2.8
신문용지	4927	477	4745	3764	-5.2
백상지	3357	3078	2982	2927	-2.7
중절지	5622	5524	5363	4722	-3.4
크라프트지	3470	3364	3244	3212	-1.5
에틸렌	3778	3539	3527	3321	-2.5
BTX	2046	1998	196	1831	-2.2
SM	2892	2869	2828	2813	-0.5
HDPE	2166	2072	2046	2033	-1.3
시멘트	1177	1131	1103	1090	-1.5
병유리	2644	2520	2443	2403	-1.9
판유리	3354	3303	3190	3159	-1.2
조강	5281	5265	5184	5163	-0.5
빌렛	1205	1183	1162	1153	-0.9
합금강	7017	6883	6588	6553	-1.4
아연괴	9899	9720	9510	9426	-1.0

자료:에너지 관리공단, 「GR 대응 에너지 절약 추진 방안」, 1994

<표 4-3>업종별 기술적 에너지 원단위 개선 전망

업종	'89-'93년 업종평균 원단위변화	'92-'96년 제품별 원단위변화
식품	연평균 4.0% 개선	품목별로 2.0-2.3%/년 개선
섬유	연평균 4.0% 개선	품목별로 0.9-2.8%/년 개선
제지	연평균 3.5% 개선	품목별로 1.5-5.2%/년 개선
화학	연평균 2.4% 개선	품목별로 0.5-2.5%/년 개선
요업	연평균 2.2% 개선	품목별로 1.2-1.9%/년 개선
금속	연평균 2.3% 개선	품목별로 0.5-1.4%/년 개선
제조업계	연평균 2.7% 개선	

자료: 통상산업부, 「신경제 에너지 절약 5개년 계획('93-'97), 1994.2

'93년의 제조업 에너지 관리 지정업체의 에너지 사용 기기 효율이 만약 일본과 같은 수준으로 향상된다면 3,049천TOE의 에너지 절약이 추가적으로 가능하게 된다. 이는 '93년 5,689억원의 절약투자액을 들여 991.1천TOE를 절약한 실적의 3배에 해당하는 양이다. '93년의 단위 절약당 투자액을 적용하여 상기 에너지효율 향상에 따른 절약 효과를 거둘려면 1조 7,500억원의 투자가 소요된다는 계산이 나온다. 일단 에너지 효율 향상이 이루어지면 그 절약 효과는 당해년에 그치지 않고 영속적, 누적적이라는 점을 감안하면 에너지 사용 기기의 효율 향상은 상당한 투자액이 소요되더라도 더욱 강조되어야 할 것이다.

<표 4-4>업종별 에너지 원단위의 문제점 및 개선 방향

구분	문제점	개선방향
식품	원료 분쇄 공정 비효율 단위 공정 개선 미흡	분쇄 공정의 운전 관리 개선 증발, 농축 공정의 최적화
섬유	회분식 중합 공정 운영 일부 설비 노후화	연속식 공정 도입 확대 설비 개선, 최신 공정 도입 확대
제지, 목재	조업 관리 저조 생산 공정, 시설의 노후화	안정된 조업 관리 설비 개선, 최신 공정 적용 확대
화학	열교환망 적용 기술 미흡 제품 생산 공정 노후	최적 열교환망 적용 확대 최신 공정 전환
요업	신, 구형 밀의 병행 운전 폐열 활용 미흡	신형 틀러 밀 설치 확대 폐열 발전 시스템 도입
금속	공해 방지 설비 확충으로 에너지 소비 증가	에너지 절약형 공정 및 기술 개발 지속

'96년의 제조업 에너지 절약 가능량은 2,563.0천TOE로 '93년 제조업 에너지 소비 대비 6.6%의 절약 목표가 설정되어 있다. 절약잠재력이 상대적으로 큰 업종은 식품, 섬유, 제지목재 업종이다.

'96년에 2,563.0천TOE의 에너지 절약을 달성하기 위해서는 1조 6,749억의 절약 투자가 소요되는 것으로 분석된다. 절약 투자에 대한 효과는 화공, 섬유, 제지목재 업종이 큰 반면, 요업 업종이 가장 저조하다.

<표 4-5>에너지 사용 기기 효율 향상에 따른 절약 효과 분석(1993)

구 분	에너지소비(천TOE)	효율향상효과(천TOE)	추가절약가능률(%)
요,로	9,035	349	4.2
보일러	11,379	398	3.5
전동기	4,059	284	7.0
열사용설비	11,338	2,018	17.8
제조업 계	35,811	3,049	7.9

상기의 절약 투자 소요액과 에너지 절약 투자 지원 실적을 비교하면 에너지 절약 투자 재원 조달이 가장 큰 과제의 하나로 지적된다. '93년 제조업 에너지 관리 지정업체의 에너지 절약 투자액은 5,689억원이었으며, 그 중 2,287.3억원이 용자, 3,401.8억원이 자체조달로 충당되었다.

한편, 에너지관리공단이 집계한 '93년 에너지 이용합리화 투자 용자 추천액은 748건 1,376억원으로 '92년 대비 18.2% 증가한 것으로 나타나고 있다. 절약시설 투자 확인액은 10,689억원(128건)으로서 '92년의 1,797억원(65건)에 비해 매우 높은 증가율을 보이고 있는데 그중 79.6%를 포철(4,184억원), 한국 전력(3,478억원), 지역난방(847억원) 등 대형 시설이 차지하고 있어서 제조업을 대상으로 한 일반 기업체의 투자 확인액은 2,180억원에 불과하다.

<표 4-6>업종별 에너지 절약 가능량

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
1993년							
에너지소비 (천TOE)	1237.7	2720.6	1526.6	10334.4	5673.7	14996.5	38603.3
1996년							
절약가능량 (천TOE)	141.1	293.8	192.4	888.8	442.5	464.9	2563.0
절약가능률 ( '96/' 93,%)	11.4	10.8	12.6	8.6	7.8	3.1	6.6
인단위 변화율 (%/년)	-4.0	-3.8	-4.4	-2.9	-2.7	-1.0	-2.4

주1: 통상산업부, 「신경제 에너지 절약 5개년 계획( '93-' 97), 1994.2에 의한  
목표치를 에너지 관리 지정업체를 대상으로 적용한 것임.

<표 4-7>업종별 에너지 절약 투자 소요액

구 분	식품	섬유	제지목재	화공	요업	금속	제조업계
1996년,							
절약가능량 (천TOE)	141.1	293.8	192.4	888.8	442.5	464.9	2563.0
단위절약당 투자비 (억원/천TOE)	6.57	5.10	5.35	4.48	13.15	5.03	6.53
투자소요액 (억원)	800.0	1498.4	1029.3	3981.8	5818.9	2338.4	16748.9



<표 4-8>에너지 절약 투자 지원 실적(1992-1993년, 억원)

구 분	1992년	1993년
<b>절약투자 용자추천</b>	<b>1146 (990건)</b>	<b>1376 (748건)</b>
- 집단 에너지 시설	842 ( 6 )	979 ( 11 )
- 기타	304 ( 984 )	397 ( 737 )
<b>절약시설 투자 확인</b>	<b>1797 ( 65건)</b>	<b>10689 (128건)</b>
- 노후설비 대체	15 ( 20 )	30 ( 29 )
- 절약시설 설치	1726 ( 34 )	10242 ( 89 )
- 기타	56 ( 11 )	417 ( 10 )

#### 제4절 에너지 효율 향상을 위한 정책 방향

지금까지 분석하고 검토한 것을 바탕으로 에너지 효율 향상을 위한 정책 방향을 단기적 대응, 중기적 대응, 장기적 대응의 3가지로 구분하여 정리해 본다. 단기적 대응이란 별도의 법령 정비나 큰 투자를 필요로 하지 않고도 현행 제도의 운영만으로도 추진 가능한 것을 뜻한다. 한편 중기적 대응이란 새로운 정책 도입 또는 기존 정책의 강화를 통해 이루어질 수 있는 것이며 비교적 많은 시간과 노력이 소요되는 것이다. 끝으로 장기적 대응이란 에너지 효율을 원천적으로 영속적으로 향상시킬 수 있는 방안으로서 경제적 효율 향상을 목표로 하는 산업구조 개편, 기술적 에너지 효율을 극대화할 수 있는 토탈 에너지 시스템 등 매우 광범위한 대응까지 거론할 수 있으나 여기서는 에너지 사용 기기의 효율 향상 기술 개발에만 초점을 맞추도록 한다.

##### 1. 단기적 대응 방안

'82-'93년의 12년간 부분적,업종별로는 에너지 효율향상이 이루어졌으나 제조업 전체 수준의 에너지 효율 향상은 미흡한 실정이다. '86년까지의 절약 성과가 '87년 이후 상쇄되었을 뿐만 아니라 식품, 섬유 등 업종은 에너지 효율이 후퇴된 것으로 나타나고 있다. 현행 제조업의 에너지 절약 정책은 에너지 다소비업체(에너지 관리 지정업체)에 대한 집중 관리에 큰 비중이 주어져 있다. 이에 따라 경공업, 중소기업쪽에 대한 정책적 관심은 상대적으로 약할 수도 있다. 저변 확대와 관련 산업의 경쟁력 제고를 위해 경공업과 중소기업에도 정책적 관심이 강화되어야 한다. 중소기업체에 대한 무료 에너지 진단 및 기술 지도가 '86년까지는 집중적으로 실시되었으나 '87-'90년은 중단되었고 이는 '91년부터再開되었으나 과거에 비해서는 그 규모가 현저히 축소되어 실시중이다.

단위 에너지 절감당 절약 투자비는 비금속광물,제1차 금속이 1.1백만원/TOE 내외로서 높은 수준인데 비해 식품, 섬유 등 경공업은 0.5-0.6백만원/TOE로서 낮다. 즉, 식품, 섬유업종의 에너지 절약 투자는 적은 금액으로 큰 성과를 낼 수 있다는 의미이다. 또한 식품, 섬유, 제지업종의 에너지 사용은 95% 이상이 보일러용으로 사용되는 특징이 있는데 이는 보일러 개체 또는 보일러 운전 관리 교육 등 비교적 적은 노력으로도 이들 업종의 에너지 효율 향상에 크게 기여할 수 있음을 시사하고 있다.

화학 공업의 에너지 절약 노력이 더욱 강화되어야 할 것이다. 화학 업종은 제조업중 최대의

에너지 소비 비중을 차지하고 있음에도 불구하고 단위 에너지 절감당 투자비는 0.39백만원/TOE로 가장 낮은 수준이기 때문에 에너지 절약 투자에 대한 효과를 크게 기대할 수 있다. 또 사용 에너지의 54%가 보일러, 45%가 爐에 투입되고 있어서 에너지 절약 수단의 실행이 비교적 용이하다는 장점이 있다.

<표 4-9>에너지 절약 추진상의 애로 사항(%)

구 분	구 성 비
자금, 세계 자원 부족	35
시설 개체 시기 부적절	13
기술 정보 부족	25
전문 기술 인력 부족	15
인식 부족 (경영자, 근로자)	12
계	100

#### 자료:상계서

에너지 절약 추진상의 애로 사항으로 지적되고 있는 사항들을 분석한 결과, 기술 정보, 전문 기술 인력 부족, 인식 부족 등이 전체 애로 사항의 52%를 차지하고 있다. 이러한 애로 사항은 적절한 기술 정보 제공과 교육 훈련으로 해소될 수 있다. 한편 시설 개체 시기의 중요성이 주요한 애로 사항으로 지적되고도 있는데 이는 석유화학, 시멘트 등 장치 산업의 노후 시설 내지 공정개선과 연계된 것으로 막대한 투자비가 소요되는 것이 특징이다.

위에서 지적한 애로 사항의 극복과 관련하여 에너지 절약 교육 및 전문인력 양성의 체제 정비가 요망된다. 현행 정책은 에너지 관리사의 자격 시험과 재교육을 규정하고 있으며 이에 따라 각종 교육과 세미나 등이 다양하게 행해지고 있다. 그러나 교육 과정의 분류, 등급, 교재 등이 표준화되어 있지 않고 계속성이 미비한 실정이다. 또한 피교육자도 해당 산업체에서 순번제로 참가하거나, 의무 대상자에 국한되어 참여함으로써 교육 결과의 파급 효과가 미흡한 것으로 보인다. 이를 개선하려면 에너지 절약 교육의 시스템화가 필요하다. 즉, 교육 시설의 고정화(예: 연수원 또는 기술 대학), 교육 과정 및 교재의 표준화, 피교육자의 참여 의식과 교육성과를 높일 수 있는 제도 도입이 검토되어야 한다. 이러한 사례는 독일에서는 이미 실행되고 있다. 교육 과정에 학점제를 도입하여 일정 학점 이상 취득자에 대해 자격을 부여하거나 인사 고과에 반영토록 하는 제도 등도 검토되어야 한다.

또한 산업계의 업종별로 구성되어 있는 협회 또는 단체의 역할 증대가 요구된다. 이들 협회 또는 단체는 해당 산업계의 에너지 효율 향상에 관해 가장 많은 정보를 접하고 있으며, 문제의 실질적 해결에 가장 적극적으로 대처할 수 있는 문제 의식과 관련 노하우를 보유하고 있다. 국가 정책은 이들 협회 및 단체의 활동 여건을 형성하고 지원하는데 더욱 노력함이 요망된다.

#### 2. 중기적 대응 방안

제조업 부문의 에너지 효율 향상을 촉진하기 위해서는 범국민적인 공감대 아래 타 부문 정책과의 연대를 강화하고 가격, 지원, 규제 제도를 재정비하는 한편 선진국의 부문별 시책을 평가하여 적극적으로 도입하는 자세가 필요하다. 에너지 절약형 공정으로의 개선을 위한 중장

기 계획의 수립 및 효율적 지원, 열병합 발전 보급 촉진, 에너지 절약 투자 마인드 제고를 위한 지원 제도의 확충 등 시책기반의 조성이 요망된다.

이를 위하여 일정 규모 이상의 에너지 사용 기업에 대한 에너지 관리 진단의 적극적 실시, 요, 로 등 에너지 다소비 기기에 대한 효율 관리 제도의 개발 및 실시, 산업체의 자원 재활용을 위한 투자 지원, 폐열의 제3자 이용 제도 방안 모색 등 다양한 發想이 필요하다.

다음은 기존 실시의 강화 내지 신규 도입이 검토될 수 있는 시책과 그 필요성 등을 정리한 것이다;

○ 에너지 저소비형 산업구조로의 유도 : 환경 규제 움직임과 관련하여 에너지 다소비 산업의 경쟁력 상실이 우려된다. 에너지 다소비업종(철강, 요업, 석유화학)의 신,증설을 자제시키고 고부가가치 제품 창출을 유도한다.

○ 에너지 절약 시설 투자 용자 및 세제 지원 제도 : 에너지 절약 대상 분야의 세분화 및 대상 설비의 확대

○ 산업 폐기물의 분리 수거 및 재활용 목표 의무화 : 재활용을 통한 에너지 원단위 개선 및 환경 오염 감소

○ 환경 문제를 고려한 에너지 가격, 세제 : 장기 에너지 환경 목표를 반영한 에너지 가격 및 세제의 개편, 에너지 가격 책정시 환경 비용 포함

○ 에너지 이용합리화 시범 사업 : 우수 에너지 절약 설비의 시범 보급으로 보급 초기의 위험 부담을 경감시키고 에너지 절약을 촉진

○ 민간 에너지 절약 기업 육성 : 절약 산업의 육성을 통해 민간주도의 에너지 절약 촉진, 시장 확보 방안 지원, 기술 및 금융지원 확대

○ 에너지 이용 효율 향상을 위한 국제 협력 촉진 : 에너지 효율과 관련된 정보의 교류 즉, 효율 향상 기술 및 프로그램 교류, 효율 향상 프로그램에 소요되는 전문 인력 양성을 위한 교육 훈련 프로그램의 실시 내지 전문가 교환, 공동 시범 사업 내지 연구사업의 추진

한편, 에너지 이용합리화 기금의 규모가 작고(전체의 1.36%), 에너지 절약 투자 재원 조달을 그 계속성이 불확실한 석유사업기금에 너무 크게 의존하고 있는 점도 재검토되어야 한다. 더우기 석유사업기금조차도 '87년의 2,583억원에서 '92년에는 1,304억원으로 그 지원 규모가 지속적으로 감소하고 있어 새로운 재원 조달 방안이 모색되어야 할 것이다.

### 3. 장기적 대응 방안 : 에너지 효율 향상 기술 개발

1994년 2월에 수립된 「신경제 에너지 절약 5개년 계획('93-'97)」에서 특히 중점을 두고 있는 시책의 하나가 고효율 기기의 시장 보급과 국제 협력 강화, 「에너지 절약 기술 개발 5개년 계획」 추진이다. 「에너지 절약 기술 개발 5개년 계획」의 목표는 '92-'96년 5년간 경제성 있고 에너지 절약 효과가 크며 실용화 보급이 가능한 에너지 기술을 개발하여 GNP 대비 에너지 소비 탄성치를 1.2에서 0.73 수준으로 개선할 수 있는 기반을 구축하는 것이다. 사업 추진 방식은 기업 주도 과제와 정부 주도 과제로 구분 실시하도록 되어 있다. 기업 주도 과제란 소비 부문에서 파급 효과가 크고 단기간내 기술 보급이 요청되는 과제를 말하며, 정부 주도 과제는 파급 효과가 至大하고 다수, 다양한 요소 기술의 복합적 개발이 필요한 국책 사업 성격의 대형 기술을 말한다.

상기 계획기간중 980억원의 자금이 소요될 것으로 추정되어 있다. 그 중 민간 부담은 440억원, 정부 지원은 540억원이다. 정부 지원 중 246억원은 석유사업 기금, 200억원은 한전 R&D 자금, 94억원은 기타로 충당될 계획이다.

한국의 에너지 부문 기술개발 투자는 절대적 규모에서 미국과 일본에 크게 미달되고 있다. 1990년의 R&D 예산은 한국이 \$58.9백만인데 비해 미국과 일본은 \$26억, \$25억을 기록하였다. 한국의 R&D 예산은 미국의 2.2%, 일본의 2.3%에 지나지 않는다. 또한 미국, 일본 정부가 自國 GNP의 0.06, 0.08%를 에너지 분야 기술 개발에 투자하고 있으나 한국의 그것은 0.03% 수준에 불과하다.

에너지 기술 개발의 기본적 추진 방향은 수요 기술을 바탕으로 중점 과제에 역점을 두어 절

약 잠재량이 큰 순서대로 나아가야 할 것이다. 특히 고효율 에너지 이용 기기와 시스템의 보급 촉진을 위하여 재정, 석유사업기금, 정부투자기관 및 민간의 R&D 자금 등으로 투자를 확대해야 한다.

<표 4-10>에너지 효율 향상 기술 개발 대상 및 목표

개발 기술	목표년도	기술 개발 목표
보일러 자동화 시스템 기술	1996	보일러 운전 효율 3-5% 개선
고효율 산업용 요,로 개발 (유도 가열로 및 열 처리로)	1997	효율 10-20% 개선
공정 폐열/미활용 에너지 이용 기술	1996	폐열 회수 이용율 5-10% 향상
에너지 변환,이용 향상 기술	1996	전력 및 가스의 효율적이용 변환 효율 10% 이상 향상
고성능 반응 및 공정개선 (분리막,촉매 개발,부생가스 회수 이용 )	1999	공정 단축 및 에너지 절감 공해 발생 요인 감축

자료:에너지자원기술개발센터,에너지절약 기술개발 촉진 전략,1994

고효율 기기와 시스템의 보급 촉진을 위하여는 개발된 신기술의 기업 이전을 촉진키 위한 시범 사업을 확대하고 고효율 기자재의 생산 설비 투자를 촉진하기 위한 지원을 강화해야 할 것이다. 기술 개발과 연계하여 표준규격제도와 인증제도를 지속적으로 보완하고 에너지 효율등급 표시제도 및 사용의무화 제도의 확대도 검토해야 한다. 또한 신기술 제품의 정부 우선 구매 제도 내지 장려금 지급 제도도 뒷받침되면 좋을 것이다.

## 제5장 요약 및 결론

본 연구는 제조업 부문의 에너지 효율 향상 방안에 관한 것이다.

에너지 소비 급증에 따른 국내 문제를 완화시키고 국제적인 환경 규제와 비관세 장벽에 대비하는 수단으로서 제조업의 에너지 소비 효율 향상은 매우 유용하다. 산업 부문은 우리나라 1차에너지 소비의 53.4%를 차지하고 있으며, 산업 부문 에너지 소비의 93%를 제조업이 차지하고 있다. 제조업의 에너지 소비 효율 향상은 국가 에너지 절약, 국제적 환경 규제와 국제 수지 방어에 주요한 대응 수단이 되며 아울러 제조업 및 그 제품의 국제 경쟁력 향상도 동시에 촉진하는 방안이 된다.

'93년 제조업 에너지 절약 실적은 991.1천TOE이며, 그중 절약투자비가 가장 적게 드는 운전관리 합리화에 의한 절약 구성비는 10.5%이다. 제지(29.9%), 화공(14.8%), 요업(14.7%) 등에서 운전관리 합리화 비중이 크다. '93년의 경우, 운전관리 합리화에 관련된 투자는 전체 절약 투자중 2.3%로 미미함에도 불구하고 그 절약 기여도는 10.3%로 매우 큰 것으로 분석되어 상당히 주목된다. 또한 단위 절약량당 절약 투자 규모도 전체 평균이 5.74억원/천TOE인데 비해 운전관리 합리화의 그것은 1.28억원/천TOE로서 평균대비 22.1%에 불과하다. 운전관리 합리화에 의한 추가 절약 여지는 현 상태에서 20-50% 더 가능한 것으로 추정된다. 식품, 섬유, 제지목재업종은 전체 에너지 소비의 2/3가 보일러용으로 사용되고 있으나, 에너지 절약 가능량의 1/3만이 보일러에서 달성되고 있다. 즉, 이들 업종의 보일러 운전관리 합리화가 강화될 필요가 있다.

단위에너지 절감당 절약투자비는 비금속광물, 제1차금속이 1.1백만원/TOE 내외로서 높은 수준인데 비해 식품, 섬유 등 경공업은 0.5-0.6백만원/TOE로서 낮다. 즉, 식품, 섬유업종의 에너지 절약 투자는 적은 금액으로 큰 성과를 낼 수 있다는 의미이다. 또한 식품, 섬유, 제지업종의 에너지사용은 95%이상이 보일러용으로 사용되는 특징이 있는데 이는 보일러 개체 또는 보일러 운전 관리 교육 등 비교적 적은 노력으로도 이들 업종의 에너지 효율 향상에 크게 기여할 수 있음을 시사하고 있다.

화학 공업의 에너지 절약 노력이 더욱 강화되어야 할 것이다. 화학 업종은 제조업중 최대의 에너지 소비 비중을 차지하고 있음에도 불구하고 단위 에너지 절감당 투자비는 0.39백만원/TOE로 가장 낮은 수준이기 때문에 에너지 절약 투자에 대한 효과를 크게 기대할 수 있다. 또 사용 에너지의 54%가 보일러, 45%가 爐에 투입되고 있어서 에너지 절약 수단의 실행이 비교적 용이하다는 장점이 있다.

제조업 에너지 절약 가능량의 89%가 대기업에 치중되어 있다. 업체당 에너지 절약 가능량은 대기업이 중소기업의 6.5배로 월등히 크기 때문에 대기업 중심의 에너지 절약 노력 집중은 중요한 것으로 보인다. 그렇지만 중소기업에 대한 에너지 이용합리화 노력이 소홀하게 간주되어서는 안 된다. 특히, 식품업종은 중소기업의 에너지 절약 가능성이 상당한 것으로 분석된다. 에너지 절약 투자에 대한 효과는 대기업이 중소기업에 비해 12% 정도 우월하다. 그러나 섬유, 제지 목재업종의 경우는 중소기업의 에너지 절약 투자 효과가 더 높은 것으로 나타났다. 에너지 절약 투자 재원중 대기업의 자체 조달 비율은 51.2%이나, 중소기업은 27.2%에 불과하다. 중소기업 에너지 절약 투자 촉진을 위해서는 금융 세제 지원과 행정지도 등 외부 요인의 강화가 필요하다.

'89-'93년의 5년간 에너지 절약 투자와 그 성과를 분석해 보면 기간중 제조업 전체의 에너지 절약량은 4,169천TOE이고 에너지 절약 투자액은 2조5,575억원으로 조사되었다. 1억원 절약 투자액에 대해서 제조업 평균 에너지 절약량은 0.163천TOE로 분석된다. 절약 투자에 대한 효과가 상대적으로 큰 업종은 화공, 금속, 섬유업종으로 나타난 반면, 에너지 절약 투자에 대한 성과가 상대적으로 작은 업종은 요업, 식품 업종으로 보인다.

에너지 절약량의 71.7%가 에너지 다소비업종(화공, 요업, 금속)에서 발생하였으며, 전체 에너지 절약 투자의 74.7%가 이들 업종에 집중되어 있다. 투자비가 가장 큰 금속업종에서 에너지 절약량이 많이 발생하였으며 업종별 절약 구성비는 대체적으로 투자 금액 구성비에 비해 하고 있다. 이는 에너지 절약 투자 유도 등 유인책이 큰 효과를 거둘 수 있음을 뒷받침한다.

한국의 주요 제품 에너지 원단위는 일본에 비해 평균 9.5% 높은 실정이다. 금속, 섬유업종은 일본 수준에 필적하고 있으나 제지(18%), 화학(37%) 업종의 에너지 원단위는 크게 높은 실정이다. 또한 한국의 에너지 사용기기 효율은 일본에 비해 평균 5-6% 낮은 것으로 조사되고 있다. 이는 (1)전동기를 비롯한 기기 성능 차이, (2)설비 노후화, (3)운전관리 기술의 부족 등 3가지 요인에 기인한다. 대기업체의 일관 제철로, 용해로, 반응기 등의 효율은 선진국 수준이나 중소기업형 요,로 및 열설비의 효율이 낮은 실태이다. 제조업 1차에너지 소비의 37%를 차지하는 전동기의 효율 수준(운전상태 감안)이 일본에 비해 7% 정도 낮은 것으로 나타났다. 고효율 전동기 보급촉진 시책이 요망된다. 에너지 사용 기기의 효율을 일본 수준으로 향상시킨다면 막대한 에너지 절약 성과를 추가로 거둘 수 있다. 만약, '93년의 제조업 에너지관리 지정업체의 에너지 사용 기기 효율이 일본과 같은 수준으로 향상된다면 3,049천 TOE의 에너지 절약이 추가적으로 가능하게 된다. 이는 1993년 절약 실적의 3배에 해당하는 양이다. 에너지 사용 기기의 효율 향상을 위한 연구 개발, 개발된 고효율 기기의 보급 촉진 제도, 고효율 기기의 수입 촉진 등이 요망된다. 일단 에너지 효율 향상이 이루어지면 그 절약 효과는 당해년에 그치지 않고 영속적, 누적적이라는 점을 감안하면 에너지 사용 기기의 효율 향상은 상당한 투자액이 소요되더라도 반드시 강조되어야 할 것이다.

제조업 에너지 절약의 장애 요인으로 지적된 사항중 52%가 정보 부족과 전문 인력 부족으로 조사되었다. 이는 적절한 교육, 홍보의 중요성을 의미하는 것이다. 경영층과 관리자 계층을 대상으로한 교육 프로그램 개발, 에너지 절약 교육의 체계화가 필요하다. 즉, 교육 시설의 고정화(예: 연수원 또는 기술 대학), 교육 과정 및 교재의 표준화, 피교육자의 참여의식과 교육 성과를 높일 수 있는 제도 도입이 검토되어야 한다. 교육 과정에 학점제를 도입하여 일정 학점 이상 취득자에 대해 자격을 부여하거나 인사 고과에 반영토록 하는 제도 등이 바람직하다. 또한 산업계의 업종별로 구성되어 있는 협회 또는 단체의 역할 증대가 요구된다. 이들 협회 또는 단체는 해당 산업계의 에너지 효율 향상에 관해 가장 많은 정보와 KNOW-HOW를 접하고 있으며, 문제의 실질적 해결에 가장 적극적으로 대처할 수 있다. 국가 정책은 이들 협회 및 단체의 활동 여건을 형성하고 지원하는데 더욱 노력함이 요망된다. 산업 구조 개편 정책의 판단 기준으로 국제 경쟁력과 에너지 효율이 보다 중요한 요소로 선택됨이 필요하다. 산업 구조 개편 정책은 명시적인 별개 정책으로 추진되는 것보다는 기존 산업 정책의 재검토 및 방향 전환을 통해 「점진적이면서 간접적인 방법」으로 진전되는 것이 바람직하다. 정부는 민간이 경제성에 바탕하여 자율적으로 선택할 수 있는 여건을 조성하면 바람직하다. 경쟁력과 국가적 에너지 효율 향상이 새로운 산업 구조 개편 정책의 판단 기준으로 작용할 것이 요망된다. 通商 政策에서도 국가적 에너지 효율 향상이 주요한 판단 기준이 될 수 있다. 또한 환경 정책에서도 국가적 에너지 효율 향상이 주요한 판단 기준의 하나로 부각될 수 있다.

제조업 부문의 에너지 효율 향상을 촉진하기 위해서는 범국민적인 공감대 아래 타 부문 정책과의 연대를 강화하고 가격, 지원, 규제 제도를 재정비하는 한편 선진국의 부문별 시책을 평가하여 적극적으로 도입하는 자세가 필요하다. 에너지 절약형 공정으로의 개선을 위한 중장기 계획의 수립 및 효율적 지원, 열병합 발전 보급 촉진, 에너지 절약 투자 마인드 제고를 위한 지원 제도의 확충 등 시책 기반의 조성이 요망된다.

이를 위하여 일정 규모 이상의 에너지 사용 기업에 대한 에너지 관리 진단의 적극적 실시, 요,로 등 에너지 다소비 기기에 대한 효율 관리 제도의 개발 및 실시, 산업체의 자원 재활용을 위한 투자 지원, 폐열의 제3자 이용 제도 방안 모색 등 다양한 發想이 필요하다.

에너지 기술 개발의 기본적 추진 방향은 수요 기술을 바탕으로 중점 과제에 역점을 두어 절약 잠재량이 큰 순서대로 나아가야 할 것이다. 특히 고효율 에너지 이용 기기와 시스템의 보급 촉진을 위하여 재정, 석유사업기금, 정부 투자기관 및 민간의 R&D 자금 등으로 투자를 확대해야 한다.

고효율 기기와 시스템의 보급 촉진을 위하여는 개발된 신기술의 기업 이전을 촉진키 위한 시범 사업을 확대하고 고효율 기자재의 생산 설비 투자를 촉진하기 위한 자원을 강화해야 할 것이다. 기술개발과 연계하여 표준규격제도와 인증 제도를 지속적으로 보완하고 에너지

효율 등급 표시 제도 및 사용 의무화 제도의 확대도 검토해야 한다. 또한 신기술 제품의 정부 우선 구매 제도 내지 장려금 지급 제도도 뒷받침되면 좋을 것이다.

우르과이 라운드, 그린 라운드 등 에너지와 관련된 국제 협약이 본격적으로 발효되고 있다. 이에 따라 에너지 절약 정책 수단과 수행 과정이 국제적 시각에서 보다 합리적이고 객관적이 되어야 할 것이다. 한국은 1996년을 전후하여 OECD, IEA 등 국제 기구에 가입할 예정이다. 이에 따라 세계 에너지 시장에서의 한국의 역할과 책임도 커지게 된다. OECD 및 IEA 규정에는 「각 회원국들은 에너지 절약에 대한 국가계획을 수립하고 회원국간 협력을 도모해야 한다. 동 계획 및 협력 활동은 에너지 낭비의 제거 및 효율성의 개선에 중점을 두어야 하며, 이와 관련하여 에너지 가격 수준의 적정성도 고려해야 한다. 이사회의 각국별 목표 및 전망을 고려하여 그룹 전체적인 절약 목표를 5년 단위로 설정하고 정기적으로 검토 수정해야 한다. 이러한 노력을 뒷받침하기 위하여 절약과 관련한 국가별 계획 및 정책들을 정기적으로 평가한다」고 명시하고 있다. 한국도 이에 부응하기 위해서는 현행 에너지 절약 정책을 검토, 보완하여 국가계획을 수립, 시행하며 IEA 회원국과 협력을 강화해야 한다.

## 참 고 문 헌

1. 상공자원부, 「상공자원 백서」, 1994
2. 상공자원부, 「에너지 절약 관련 동향과 시책 추진 실적」, 분기별
3. 에너지관리공단, 「'93년 에너지 사용실적 분석 결과」, 1994
4. —————, 「신업체 에너지 절약 기술 실태 조사 결과 보고서」, 1991
5. —————, 「국내외 에너지 원단위 비교분석 연구」, 1993
6. —————, 「산업부문에너지절약대책 추진방안 연구」, 1993
7. —————, 「GR 대응 에너지 절약 추진 방향」, 1994
8. —————, 「에너지관리」誌, 각년
9. —————, 통상산업부, 「에너지 절약 대책 회의」, 분기별
10. 에너지경제연구원, 「에너지통계 연보」, 1994
11. 박태식, 「제조업 에너지 소비와 원단위 추이」, 1994.7, 에너지경제연구원
12. 유동현, 「환경친화적 산업구조 개편 방안」, 1994.8, 에너지경제연구원
13. 김종달, 정기호, 「제조업종별 에너지원단위 변화요인 분석」, 1994.1, 정책연구자료, 94-02, 에너지경제연구원
14. 김종달, 「에너지 수요 관리를 위한 중장기 정책 방안 연구」, 1994 에너지경제연구원
15. 정태용, 최기홍, 「주요산업에 대한 에너지/탄소세 영향분석」, 1994.5, 에너지경제연구원



16. 정태용, 최기홍, 정규재, 「에너지효율 추정방법에 관한 연구」,  
1994.8, 에너지경제연구원
17. 정규재, 「수요관리 정책 추진 관련 법령, 제도 현황과 개선  
방향」, 1992.12, 에너지경제연구원
18. 한국동력자원연구소, 「에너지절약형산업구조개편정책」,  
KE -16,
19. —————, 「에너지절약 평가기법 개발연구」,  
KE 86-20
20. 한국전력공사, 「'94년도 에너지관리 계획」, 1994.3
21. 산업연구원, 「한국 제조업의 에너지 이용 효율성 분석」, 1991.9
22. 한국산업은행, 「산업기술 동향」, 1992.12
23. SRI, KEEL, 「한국의 에너지 절약 연구」, 1993.4