

정책 이슈페이퍼 13-11

산업부문의 전력수요관리정책 추진 방향

임재규 · 김종익 · 김진경

목 차

- I. 연구배경 및 추진체계 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 5
- III. 정책 제언 / 11
- 〈참고자료〉 / 14



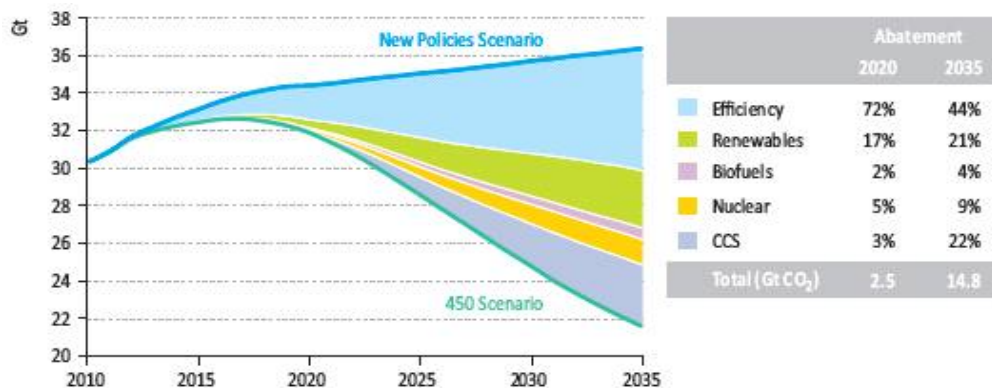
에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

I. 연구 배경 및 추진체계

1. 연구 배경

- 최근 에너지안보 강화 및 온실가스 감축을 위한 비용효과적인 방법으로서 에너지수요관리의 중요성이 크게 강조되고 있음
- IEA(2011a)는 지구 대기 중의 온실가스 농도를 450ppm에서 안정화하기 위한 세계 에너지 관련 이산화탄소 감축량을 2020년에는 약 72%, 그리고 2035년에는 약 44%를 에너지효율향상을 통해 달성할 수 있을 것으로 전망

[그림 1-1] 세계 에너지 관련 이산화탄소 배출 감축수단 전망



자료: IEA(2011a), 214쪽, 그림 6.4

주: New Policy Scenario는 기존 및 현재 계획된 온실가스 감축정책이 차질 없이 시행될 경우의 배출 전망임.

- 국내에서도 최근 빠르게 변화하는 대내외적인 여건을 반영하여, 기존 공급 중심의 에너지정책을 수요관리 중심의 에너지정책으로 패러다임 전환이 필요함이 강조
- 일본의 후쿠시마 사태 이후 원자력에 대한 사회적 수용성이 급격히 악화됨에 따라 중장기적으로 전력수급 불안이 가중

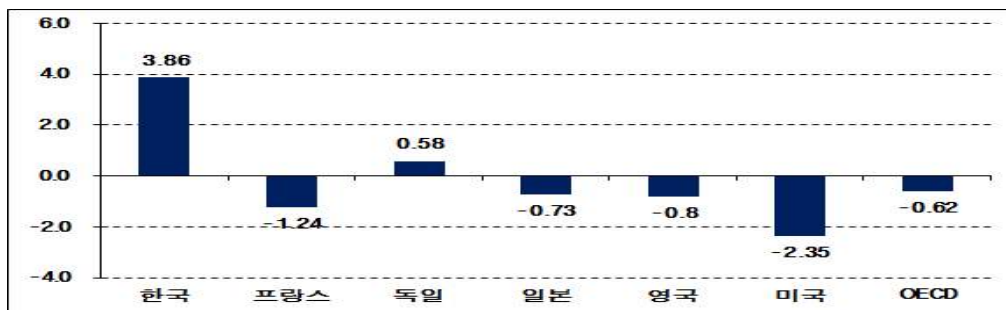
- 국가 온실가스 감축목표 달성 등 온실가스 감축에 대한 대내외적인 부담 가중
- 최근의 송전선로를 둘러싼 이해당사자 간의 갈등

[그림 1-2] 에너지정책의 패러다임 전환



- 9.15 정전사태이후 국내 전력공급설비의 증설이 제한되어 있는 상황에서 동·하절기 전력수급위기가 계속 발생
 - 전력수급위기는 근본적으로 전력 다소비산업의 견실한 성장세, 상업부문의 전력소비 증가, 생활양식 변화 등으로 인해 우리나라의 전력화(electrification) 현상에 의해 발생
 - 특히 주요국에 비해 산업부문의 빠른 전력소비 증가세가 전력화 현상을 견인

[그림 1-3] 주요국의 산업부문 전력소비 연평균증가율(%), 2000~2011



자료 : IEA, World Energy Indicators

- 따라서 산업부문 전력소비의 증가세를 완화시키기 위한 전력수요관리정책이 추가적으로 강화 또는 개발되어야 하는 상황
- 산업부문의 전력소비 특성과 문제점을 다각적으로 분석하고, 국내 산업부문의 여건을 제대로 반영하여 정책 개발하고 추진 필요

2. 문제점

- 주요 선진국들의 경우 1980년~2000년 동안 전력소비는 증가추세를 보였으며, 2000년 이후 증가추세가 완화되거나 감소추세로 전환
- 그러나 우리나라의 전력소비는 주요 선진국에 비해 매우 빠르게 증가하고 있으며, 산업부문의 전력소비비중이 주요국에 비해 높음

<표 1-1> 주요국의 전력소비량, 1980년~2011년

(단위 : TWh)

	1980	1990	2000	2011	연평균증가율(%)	
					1980~2000	2000~2011
독일	453.9	527.4	545.5	586.7	0.9	0.7
일본	550.9	801.3	1,011.6	1,008.4	3.1	-0.03
한국	34.8	101.7	277.7	500.8	10.9	5.5
영국	263.8	306.7	360.1	344.7	1.6	-0.4
미국	2,241.0	2,923.9	3,857.5	4,120.0	2.8	0.6
OECD	5,259.9	7,104.3	9,173.6	10,131.2	2.8	0.9

자료 : IEA, World Energy Indicators

<표 1-2> 주요국 전력소비의 부문별 비중(%), 2010년

	독일	일본	한국	영국	미국	OECD
산업	42.6	33.3	50.8	31.8	23.1	32.1
수송	3.2	1.9	0.5	1.2	0.2	1.2
가정	26.8	30.5	13.6	36.1	38.0	32.2
상업/공공	25.7	33.8	32.9	29.6	35.0	31.8
농림어업	1.7	0.1	2.2	1.2	0.0	1.0
기타	0.0	0.4	0.0	0.0	3.7	1.8

자료 : IEA, World Energy Indicators

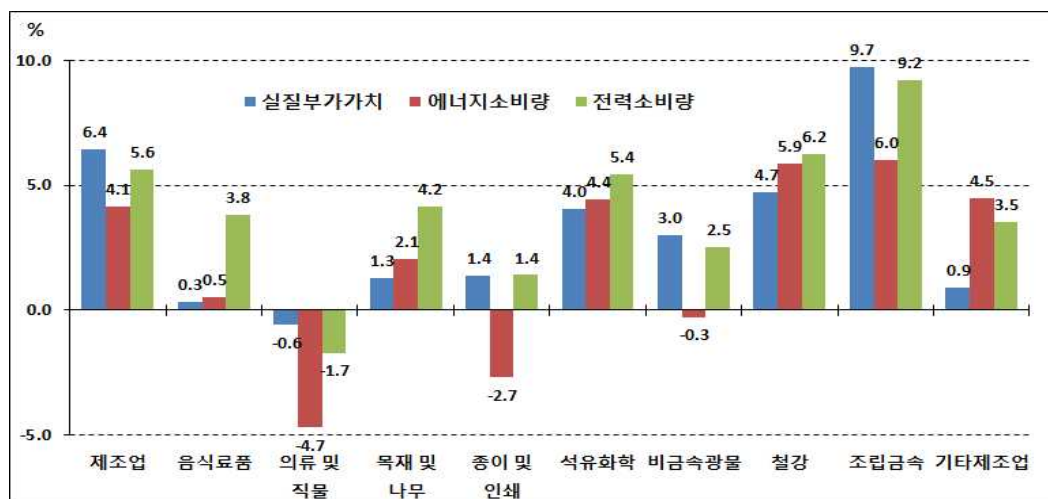
- 에너지원단위는 2000년~2011년 동안 연평균 2.2% 개선되었지만, 전력 소비는 상대적으로 빠르게 증가하여 전력원단위는 연평균 0.8% 개선에 그침

<표 1-3> 제조업의 에너지 및 전력원단위 변화, 1990년~2011년

	1990	2000	2010	2011	연평균증가율 (%)		
					90~00	00~11	90~11
에너지원단위	0.396	0.438	0.340	0.344	1.0	-2.2	-0.7
전력원단위	0.059	0.061	0.056	0.056	0.4	-0.8	-0.2

- 제조업의 전력화 현상은 에너지다소비업종인 석유화학과 철강업종에서 빠르게 진행
- 고부가가치업종인 조립금속업종의 경우에도 전력소비가 최종에너지소비의 증가세(연평균 6.0%)보다 높게 증가(연평균 9.2%)함으로써 전력화가 빠르게 진행

[그림 1-4] 제조업종별 실질부가가치, 에너지·전력소비량 연평균증가율, 2000년~2011년



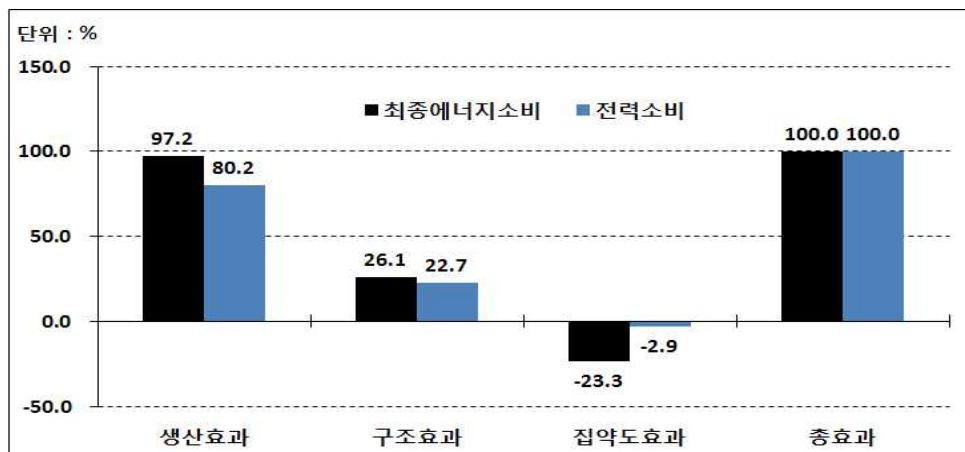
- 향후 우리나라의 최종에너지 소비 증가세를 관리하기 위해서는 전력의 수요관리가 가장 중요하며, 특히 전체 전력소비에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 산업부문의 전력수요관리가 중요함

Ⅱ. 조사 및 분석결과

□ 산업 및 제조업 부문의 에너지 및 전력소비 변화 요인분석

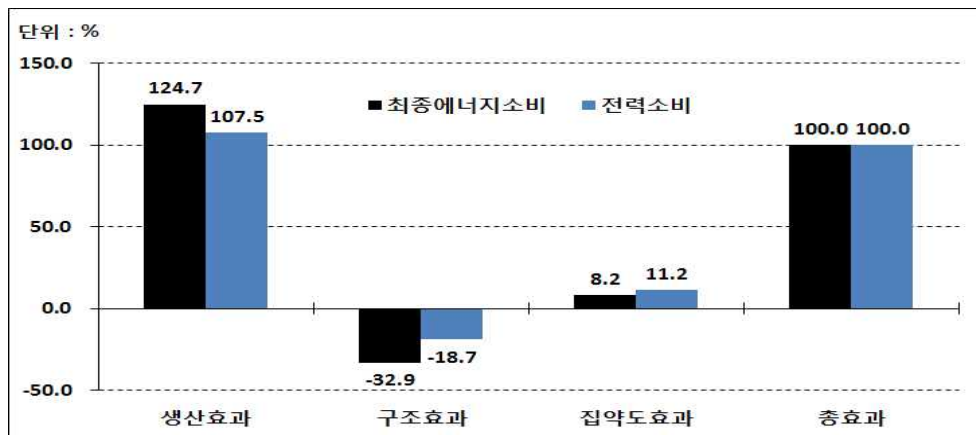
- 본 연구에서는 Divisia Index 접근방법 중 Ang(2005)에서 개발한 LMDI 접근방법을 사용하여 우리나라 산업부문의 에너지 및 전력소비 변화의 요인을 가법적(Additive) 및 승법적(Multiplicative) 요인분해 방법으로 구분하여 분석
- 에너지소비 변화에 대한 요인분해분석은 일반적으로 (1)생산효과, (2)구조효과, (3)집약도효과라는 3가지 요인으로 분해하여 분석함
 - 생산효과(Y)는 경제성장, 생산활동 등과 같이 분석대상인 특정 에너지소비의 전체적 변화를 설명하는 요인임
 - 구조효과(S)는 분석대상인 특정 에너지소비의 내부 구조변화를 나타내는 것으로서, 용도별, 업종별 등 세부 에너지소비의 상대적 비중 변화로 인한 전체 에너지소비의 변화를 설명함
 - 집약도효과(I)는 각종 에너지절약 및 효율향상을 위해 추진된 정책 또는 프로젝트로 인해 발생하는 에너지소비 증감효과로써 일반적으로 에너지절약 효과로 해석됨

[그림 2-1] 산업부문의 최종에너지 및 전력소비 변화 요인별 비중, 1990~2011



- (산업부문) ①생산효과와 ②구조효과는 최종에너지 및 전력 소비 증가를 견인한 반면, ③집약도효과는 최종에너지와 전력소비를 감소시키는 역할 수행
 - 산업부문 전체적으로 전력소비 감소를 위한 전력효율향상, 절전 등의 노력이 상대적으로 크게 부족했음
- (제조업) 산업부문에 비해 ①생산효과가 최종에너지와 전력소비 증가를 상대적으로 크게 견인한 반면, ②구조효과는 최종에너지와 전력소비를 감소시키는 역할을 수행. 한편, ③집약도효과는 최종에너지와 전력소비를 증가시키는 역할
 - 구조효과의 최종에너지 및 전력 소비 감소 역할은 그 동안 전기·전자, 자동차, 조선 등을 포함하는 에너지저소비 고부가가치산업으로의 산업구조 변화가 발생하였음을 보여줌
 - 집약도효과의 에너지소비 증가 역할은 제조업에서의 에너지원단위, 특히 전력원단위 개선을 위한 노력이 크게 부족했음을 보여줌

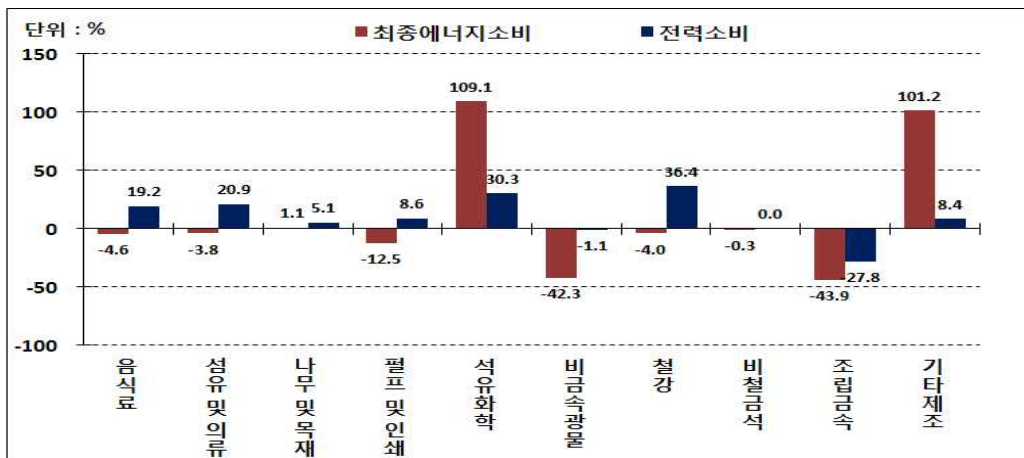
[그림 2-2] 제조업의 최종에너지 및 전력소비 변화 요인별 비중, 1990~2011



- 제조업종별 최종에너지 및 전력소비 변화에 대한 집약도효과를 분석한 결과, 특정 업종의 집약도효과가 최종에너지 및 전력소비 증가의 요인으로 작용
 - (최종에너지) 석유화학과 기타제조업의 집약도효과가 제조업의 최종에너지 소비 증가에 독보적으로 기여한 반면, 다른 업종들의 집약도효과는 대부분 최종에너지소비를 감소시키는데 기여

- (전력) 조립금속업종을 제외한 대부분 업종의 집약도효과가 제조업 전력소비 증가에 기여. 이는 대부분의 제조업종에서 전력소비 절감 노력이 전반적으로 부족했음을 간접적으로 시사

[그림 2-3] 제조업 업종별 최종에너지/전력소비 집약도효과 기여도, 1990~2011



□ 산업부문의 제조업종별 생산활동과 전력소비와의 인과성 분석

- 에너지통계연보에서 제공하는 10개의 제조업종별 전력사용량을 토대로 광공업통계자료의 전력비 원시자료를 활용하여 제조업을 17개로 세분화

<표 2-1> 에너지밸런스 제조업종 구분 및 업종 세분화

에너지 밸런스	업종세분화
①음식 · 담배	①음식 · 담배
②섬유 · 의복	②섬유 · 의복
③목재 · 나무	③목재 · 나무
④종이 · 인쇄	④종이 · 인쇄
⑤석유화학	⑤석유화학
⑥비금속	⑥유리, ⑦요업, ⑧시멘트
⑦철강	⑨철강
⑧비철금속	⑩비철금속
⑨조립금속	⑪기계, ⑫반도체, ⑬디스플레이, ⑭전기전자, ⑮자동차, ⑯조선
⑩기타제조	⑰기타제조

- 업종별 특성을 고려한 인과관계를 분석하기 위해 세분화된 제조업을 전력다소비업종, 전력비다소비업종, 고부가가치업종, 저부가가치업종 등으로 구분

<표 2-2> 업종특성을 반영한 업종분류

대분류	세부 업종
전력다소비업종 ^{주)}	⑤석유화학, ⑨철강, ⑪기계, ⑫반도체, ⑮자동차
전력비다소비업종	①음식·담배, ②섬유·의복, ③목재·나무, ④종이·인쇄, ⑥유리, ⑦요업, ⑧시멘트, ⑩비철금속, ⑬디스플레이, ⑭전기전자, ⑯조선
고부가가치업종	⑪기계, ⑫반도체, ⑬디스플레이, ⑭전기전자, ⑮자동차, ⑯조선
저부가가치업종	①음식·담배, ②섬유·의복, ③목재·나무, ④종이·인쇄, ⑤석유화학, ⑥유리, ⑦요업, ⑧시멘트, ⑨철강, ⑩비철금속

주: 2011년 전력사용량이 많은 업종순으로 5개 업종을 선택

- 전체 제조업을 대상으로 전력소비와 생산활동 간의 인과관계에 대한 통계적 분석을 실시한 결과, 양방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타남
 - 전력비다소비업종, 고부가가치업종, 저부가가치업종에서 양방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타남
 - 전력다소비 업종의 경우 전력소비가 생산활동에 영향을 미치는 것으로 나타난 반면 생산활동에서 전력소비로의 인과성은 존재하지 않음

<표 2-3> 오차수정모형 검정결과

업종구분	귀무가설	단기 인과성	장기 인과성
		ΔX or ΔY	오차수정항
		F-통계량 (p-값)	t-통계량 (p-값)
전력다소비 업종 (4)	생산활동→전력소비	1.29	-0.02
	전력소비→생산활동	5.73	2.41**
전력비다소비 업종 (4)	생산활동→전력소비	4.46	-4.11***
	전력소비→생산활동	4.52	-3.13***
고부가가치 업종 (1)	생산활동→전력소비	16.16	-5.38***
	전력소비→생산활동	16.16*	-4.94***
저부가가치 업종 (3)	생산활동→전력소비	0.81	1.79**
	전력소비→생산활동	7.96**	3.64***

업종구분	귀무가설	단기 인과성	장기 인과성
		ΔX or ΔY	오차수정항
		F-통계량 (p-값)	t-통계량 (p-값)
제조업 (3)	생산활동 $\leftrightarrow$ 전력소비	1.15	2.02*
	전력소비 $\leftrightarrow$ 생산활동	6.43*	3.30***

주1: ***1% **5% *10%의 유의수준을 나타냄.

주2: 괄호안의 숫자는 시차를 나타내며, 시차결정은 시차한도 4이내에서 AIC 기준에 따라 선정함.

주3: X는 전기소비량, Y는 부가가치를 나타냄.

□ 제조업종별 전력수요 가격탄력성 및 변화요인 분석

- 패널 AR(1) 모형을 통해 제조업 세부 업종별 전력 수요의 가격 탄력성을 추정한 결과, 17개 세부 업종별 탄력성이 -0.833 ~ -0.180 사이에 존재
- 17개 세부 업종별 탄력성이 상당히 크게 다르게 나타남. 이러한 전력수요의 업종별 탄력성의 차이는 업종별 특수성과 관련된 것으로 추정됨

<표 2-4> 제조업 세부 업종별 탄력성 추정결과 (패널 AR1, 17개 업종)

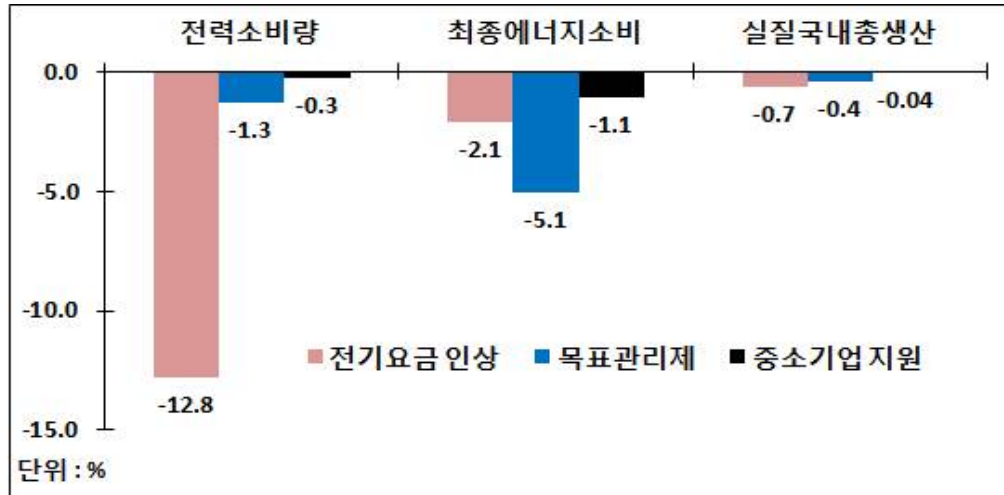
제조업 구분		탄력성	표준오차	t값	p값
1	음식담배	-0.514	0.127	-4.060	0.000
2	섬유의류	-0.421	0.123	-3.430	0.001
3	목재제품	-0.623	0.131	-4.760	0.000
4	펄프인쇄	-0.472	0.128	-3.680	0.000
5	석유화학	-0.482	0.129	-3.730	0.000
비금속	6 유리	-0.393	0.127	-3.100	0.002
	7 요업	-0.482	0.129	-3.740	0.000
	8 시멘트	-0.282	0.118	-2.380	0.018
9	철강	-0.460	0.125	-3.680	0.000
10	비철금속	-0.326	0.120	-2.720	0.007
조립금속	11 기계	-0.497	0.135	-3.680	0.000
	12 반도체	-0.404	0.171	-2.370	0.018
	13 디스플레이	-0.180	0.161	-1.120	0.262
	14 전기전자	-0.233	0.128	-1.820	0.069
	15 자동차	-0.434	0.144	-3.020	0.003
	16 조선	-0.537	0.121	-4.450	0.000
17	기타 제조업	-0.833	0.150	-5.550	0.000

- 한편 산업부문의 3가지 핵심적인 정책에 대한 효과를 KEEI-NCGE모형을 통해 분석한 결과, 전력소비 절감을 위해서는 전기요금의 인상이 상대적으로 가장 효과적임
- 산업부문의 여러 정책들 중에서 정책의 성격 및 특징을 반영하여 3가지 핵심적인 정책을 전력 및 에너지절감효과 분석대상으로 선정
 - (전기요금 인상) 국내 전력소비량을 2020년에 BAU 대비 약 12.8% 절감, 하지만 타 에너지원으로의 전환수요를 야기함에 따라 전체 최종에너지의 소비는 2.1% 감소
 - (온실가스·에너지 목표관리제) 2020년 우리나라 전체 최종에너지 소비를 BAU 대비 약 5.1% 감소, 전력의 경우 BAU 대비 1.3% 감소시키는데 그칠 것으로 예상
 - (중·소기업 에너지 절감 지원) 정부의 지원 확대정책은 전력소비를 2020년에 BAU 대비 0.3% 정도 감소시키는데 그칠 것

<표 2-5> 산업부문의 주요 에너지 및 전력 수요관리정책 시나리오

주요 정책	정책시나리오
전기요금 인상	전기요금을 2020년까지 현 수준(2012년말 기준)에서 단계적으로 15%까지 인상
온실가스·에너지 목표관리제	2012년에 설정한 각 업종별 BAU대비 온실가스 감축의무 수준을 2020년까지 매년 유지하여 시행
중소기업 에너지절감 지원	목표관리제 대상이 되지 않은 중·소·영세기업은 고효율기기 보급 지원 등 정부의 지원 및 인센티브 확대를 통해 2020년까지 대기업 에너지 절감율의 50%를 달성

[그림 2-4] 정책시나리오별 파급효과 분석결과, 2020년, BAU대비



Ⅲ. 정책 제언

- 산업부문의 전력소비 특성과 문제점을 다각적으로 분석하고, 산업부문의 여건을 제대로 반영하여 정책을 개발하고 추진할 필요
 - 요인분해분석을 통해 살펴본 결과, 산업부문 전체적으로 전력소비 감소를 위한 전력효율향상, 절전 등의 노력이 상대적으로 크게 부족했음
 - 산업부문 전력소비의 95%를 차지하는 제조업을 대상으로 전력소비와 생산활동 간의 인과관계에 대한 통계적 분석을 실시한 결과, 양방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타남
 - 전력수요관리정책들이 시행될 경우 생산활동이 다소 위축될 수 있으며, 향후 생산활동이 증가할 경우 핵심 투입요소 중 하나인 전력의 소비가 증가함을 의미함

- 따라서 안정적인 전력소비를 보장하는 동시에 에너지효율개선을 통해 전력 사용량을 절감하는 방향으로 정책을 수립해야 함
- 또한 제조업 17개 세부 업종별 전력수요의 가격탄력성을 추정한 결과, 업종별 특수성으로 인해 탄력성이 상당한 차이를 나타냄
 - 전력수요에 영향을 미치는 다양한 요인들의 변화는 업종별로 파급효과가 상이하므로, 향후 전력수요관리정책은 정책목표에 따라 업종별로 정책의 강도를 다르게 설정 필요가 있음
- 전력시장에서의 가격기능이 작동하지 않음으로써 여러 가지 문제들을 야기하고 있음. 따라서 이러한 전력화현상을 억제하기 위해서는 가격기능의 회복이 우선적으로 선행되어야 함
 - 하지만 전기요금 인상으로 인해 상대적으로 큰 경제적 비용도 감수해야 하므로, 가격정책을 효과적으로 보완할 수 있는 다른 전력수요관리정책도 동시에 개발하여 시행할 필요
 - 특히, 산업부문의 효과적인 수요관리를 위해서는 가격정책을 보완하여 전력소비의 효율향상을 위한 다양한 정책을 강구해야 함
 - 그러나 우리나라의 경우에는 에너지경영시스템 보급 및 ESCO사업 활성화가 정부와 산업계의 인식부족 및 시장여건 미성숙 등의 요인으로 제대로 이루어지지 않고 있음
 - 그리고 지원에 따른 에너지절약 성과관리 및 평가체계가 제대로 작동하지 않는 문제점이 있음
 - 또한 산업계의 고효율기기 등 에너지절약시설 설치지원을 위한 재정·세제 및 금융지원 방안을 모색하고 있으나, 에너지효율투자를 위한 금융조달은 아직 미흡한 실정

<표 3-1> 국내외 산업부문 전력효율향상 정책 및 프로그램 비교·평가

부문	프로그램	EU	일본	미국	한국
산업	에너지경영시스템	◎	◎	○	△
	ESCO	○	◎	△	△
	에너지진단	○	○	○	○
	EERS	◎	×	◎	×
	고효율기기 보급지원	◎	◎	◎	○

주: 본 평가는 연구책임자의 개인적 평가에 기초하여 프로그램의 추진성과를 기준으로 ◎(높음), ○(보통), △(낮음), ×(도입되지 않음) 등으로 구분하여 평가하였음. 따라서 평가내용에 대해 상이한 의견이 존재할 수 있음.

- 따라서 많은 선진국에서 도입하여 실질적인 성과를 거두고 있는 것으로 평가되고 있는 EERS의 도입을 긍정적으로 검토할 필요
- 한편, 최근 사회적 이슈로 크게 대두한 동하절기 전력피크 위기와 전력수급 불균형 문제에 대한 근본적 대응을 위해 부하관리대책을 강화해야 할 필요
 - 해외 선진국들의 사례를 살펴본 결과, 많은 국가들이 부하관리를 위한 수요자원을 지속적으로 개발하고 있음
 - 주요 선진국의 수요관리자원 확대를 위한 노력에는 일반적으로 AMI 등 ICT 기술을 활용한 수요반응 프로그램의 확대를 통해 이루어지고 있음
 - 따라서 우리나라도 수요관리자원 개발 측면에서 최근 각광받고 있는 ICT 기술을 적극 활용해야 함
 - 건물 및 공장에 대한 에너지경영시스템(Energy Management System)을 도입하고, 에너지저장장치(Energy Storage System)를 확대 보급 노력 필요
 - 높은 수준의 ICT 관련 기술과 인프라를 보유한 우리나라가 이와 같은 장점을 적극 활용할 수 있도록 법·제도적 장애요인들의 제거함으로써 합리적인 전력소비를 유도

< 참고자료 >

1. 참고문헌

김길환, “한국의 에너지소비와 경제성장 사이의 인과관계: 오차수정모형”, 한국
경제연구 제1권, p.129~155, 1998.

김수이·김현석, “LMDI방법론을 이용한 국내제조업의 에너지소비 요인 분해분
석”, 에너지경제연구, 제10권 제1호, pp.49~76, 2011.

산업연구원 내부자료(부가가치 자료)

에너지경제연구원, 「에너지통계연보」, 2012.

에너지관리공단, 「2012 에너지·기후변화편람」, 2012.

_____, 내부자료.

유승훈·정군오, “전력소비와 경제성장의 인과관계 분석, 산업경제연구”, 제17권
제1호 통권51호, pp.81~94, 2004.

임재규, 온실가스·「에너지목표관리제의 효과적 추진방향 연구」, 에너지경제연
구원, 기본연구보고서, 2012.

한국전력공사, 내부자료.

Ang, B. W., The LMDI Approach to Decomposition Analysis : a Practical
Guide, Energy Policy, Vol. 33, pp.867~871, 2005.

International Energy Agency(IEA), World Energy Outlook, 2011a.

_____, Energy Price and Tax, 2011b.

_____, World Energy Balance, data extracted on
11 Mar 2013 from OECD iLibrary, 2013.

정책 이슈페이퍼 13-11

산업부문의 전력수요관리정책 추진 방향

2013년 11월 27일 인쇄

2013년 11월 29일 발행

저 자 임 재 규 외

발행인 손 양 훈

발행처 에너지경제연구원

437-713 경기도 의왕시 내손순환로 132

전화: (031)420-2114(代) 팩시밀리: (031)422-4958

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 크리커뮤니케이션 (02)2273-1775
