

에너지순수입의존도 및 에너지자립도 지표를 통한 우리나라 에너지경제효율분석

An Energy Efficiency Analysis of Korea based on the Energy Dependence and Independence rate.

민윤지(Yun-Ji Min)

동국대학교 경제학과 박사수료

목 차

- | | |
|-------------------------|------------|
| I. 서론 | V. 요약 및 결론 |
| II. 우리나라 에너지경제 동향과 기존연구 | 참고문헌 |
| III. 에너지효율성 측정과 분석방법 | ABSTRACT |
| IV. 우리나라 에너지경제 효율 분석 | |

국문초록

본 연구는 1995년부터 2010년까지 국가 에너지통계의 에너지소비, 생산, 수출·입 등 실적자료를 바탕으로 우리나라의 에너지경제효율을 분석하였다. 에너지 수출·입과 에너지 생산 자료를 통해 에너지원단위, 에너지순수입의존도, 에너지자립도 I, II를 산출하고 국가경제규모와 비교분석을 통해 우리나라 에너지경제 수준을 살펴보고 시사점을 제시하는데 목적이 있다. 에너지원단위 지표를 통한 에너지효율수준 분석이 주로 이루어졌다면, 본 연구는 에너지순수입의존도와 에너지자립도를 통해 국가 에너지 수출입구조와 에너지생산수준을 추가적으로 살펴볼 수 있는 장점이 있다고 하겠다. 연구 결론으로 우리나라는 에너지경제효율 수준이 상당히 낮은 수준으로 국가적 정책 차원의 에너지효율개선의 필요성을 제기한다.

주제어 : 에너지원단위, 에너지수입의존도, 에너지자립도

I. 서론

최근 에너지가격의 상승, 과다 사용에 따른 에너지 소비경보, 에너지소비 증가와 더불어 확대되거나 심각성이 커져가는 환경오염 및 기후변화 등 부정적인 외부효과는 인류의 생존을 크게 위협하는 상황까지 도달했다. 하지만 에너지사용으로 인한 경제적인 부가가치 창출에 대한 기대를 생각한다면 에너지사용은 동전의 양면과 같다. 특히 우리나라처럼 에너지소비가 국가 전체의 부가가치를 높이고 주요 생산요소로서 중대한 역할을 하고 있는 경제구조를 지닌 입장에서는 에너지사용에 따른 외부효과를 극복하기 위한 투자, 이를테면 신재생에너지 개발, 녹색성장 등과 같은 보다 궁극적이며 선도적인 방안 모색과 함께 선행되어야 하는 과제가 있다. 현 상황에서의 에너지소비구조를 분명하게 파악하는 것이다. 현재 상황의 에너지소비구조와 경제성장 간의 상관관계를 분명하게 파악하는 것이 앞으로의 에너지문제에 빠르게 대처하고 안정적인 경제성장을 도모할 수 있는 첫 번째 단계이며 가장 중요한 일일 것이다.

우리나라는 거의 모든 에너지를 수입에 의존하고 있다. 특히 전체 에너지 사용에 절반을 상회하는 수준인 석유에너지는 전량을 수입에 의존하고 있다. 전반적으로 에너지자립도가 선진국에 비해 상당히 낮은 수준이다. 하지만 에너지가 직접적으로 경제성장에 영향을 미치고 있는 에너지다소비산업 구조를 보이는 우리나라에서는 에너지소비를 줄여 에너지수입의존도를 낮추는 방법은 경제성장의 둔화 및 경직을 가져올 수 있다. 또한 선진국으로 진입을 꾀하고 있는 상황에서 에너지수입의존도를 즉각적으로 낮추기 위한 에너지소비 자체를 줄이는 방법은 불가능한 일이며, 간접적으로 에너지문제를 해결하기 위한 ‘에너지효율개선’ 방안 마련 등의 방법은 현 상황에서는 장기적이며 매우 광범위한 일일 것이다. 이러한 이유로 본 연구에서는 장기적이며 궁극적인 방법으로 제기되는 ‘에너지효율개선’에 대한 필요성에 대해서는 기본 입장을 함께 한다. 하지만 장기적인 대책마련과 함께 현 시점에서 현실적인 문제인식을 할 수 있도록 국가 경제와 에너지소비구조의 연관성 파악의 중요성을 인식하고 이 부분에 초점을 맞추어 연구하고자 한다. 이를 위해 일차적으로 경제수준과 에너지소비와의 연관성을 파악한다. 경제규모와 에너지소비와의 연관성을 통해 경제성장을 위한 에너지소비의 불가피함을 밝힌다. 이차적으로는 국내 에너지소비구조와 함께 에너지수출입 동향을 분석하고 우리나라의 에너지수입의존도를 도출한다. 에너지수입의존도는 에너지자립도를 평가할 수 있는 대표적인 지표로 대부분의 에너지 생산요소를 수입에 의존하고 있는 우리나라의 입장에서는 생산능력과 직결되어 경제수준을 결정할 수 있는 요소로 평가될 수 있다. 에너지수입의존도를 통해 우리나라 경제와 에너지소비에 대한 현재 위치를 재인식 할 수 있을 것이다.

또한 우리나라와 산업구조가 비슷한 기타 국가들의 에너지수입의존도와 경제수준, 에너지생산능력 등의 비교를 통해 국내 에너지생산능력 향상 및 에너지자립도 향상에 대한 국가적 차원의 방안 모색의 필요성을 제기하고자 한다.

II. 우리나라 에너지경제 동향과 기존연구

1. 우리나라 에너지경제 동향

본 장에서는 전반적인 우리나라 에너지경제 즉, 에너지소비 및 효율 현황에 대해 살펴보고자 한다. 제IV장의 <표 3>에서도 확인할 수 있듯이 우리나라 전반적인 에너지소비는 국민총생산의 증가와 함께 지속적으로 증가하고 있다. 에너지경제 수준, 즉 에너지효율을 나타내는 에너지원단위는 2008년 이후에 일시적인 증가를 보였으나, 전체적으로 감소하는 추세를 보이면서 에너지효율은 전반적으로 개선되고 있다고 보여 진다. 이러한 현상은 우리나라의 에너지경제가 점진적이며 점차적으로 발전하고 있다고 긍정적인 평가를 내릴 수 있지만, 이러한 지속적인 에너지효율 개선에도 불구하고 1인당 에너지소비가 경제성장과 더불어 세계 평균보다 2배 더 많은 것은 국제적 비교에 있어 우리나라의 에너지경제성이 매우 낮음을 말해주는 근거가 될 수 있다.

우리나라의 총에너지 및 최종에너지원단위는 OECD 회원국 중에서 높은 국가에 속하고 있다. 2010년 기준 경제규모는 세계 11위, 에너지소비는 세계 10위, 전력소비는 세계 8위를 기록하였다. 2010년 OECD 34개 회원국 중 1인당 총에너지 소비는 10위, 최종에너지 소비는 12위, 연료용 에너지소비는 17위, 1인당 비에너지소비는 3위, 1인당 전력소비는 8위를 기록하는 등 전반적인 에너지소비가 높은 에너지다소비 국가로 분류된다.¹⁾ 우리나라의 에너지경제성 개선 및 대책을 마련하기 위해서는 현재 우리나라 에너지경제 효율분석이 시급할 것이다.

2. 에너지경제효율에 관한 기존연구

에너지경제효율에 관한 국내 연구는 2000년대 후반에 되어서야 본격적으로 발표되기 시작하였다. 에너지를 통한 산업 생산성 확대가 집중되었던 2000년대 에너지효율개선의 필요성

1) 이성인(2012) 연구내용을 인용하여 작성하였다.

이 여러 부분에서 제기되었고, 이에 대한 연구가 다양하게 시도되기 시작하였다. 하지만 국제적으로 비교했을 때 아직까지는 활발하게 이루어지고 있다고 보기에는 부족한 부분이 많다. 최근에는 에너지수요 및 효율에 대한 중요성이 더욱 부각되면서 국내에서도 에너지효율 측정방법론에 따라 다양한 분석이 시도되고 있다.

에너지원단위 방법론을 통해 에너지효율을 측정하여 에너지경제성을 분석한 연구를 살펴보면 국내에서는 한기주 외(2006)의 연구가 있다. 국내 제조업 업종별 에너지 비용 변화를 에너지 가격과 에너지소비량 측면으로 나누어 분석하였고, 박희천(2006b)은 에너지소비량의 변화를 생산효과, 구조효과, 효율효과로 나누어 1990년부터 2004년까지 국내 제조업의 에너지효율성을 부가가치 기준이 아닌 물량기준으로 분석한 연구가 있다. 박성배(2009)는 산업별 생산량지수를 산출하여 한국과 일본의 생산량 기준 에너지원단위를 산업 간 비교분석 하였는데, 한·일간 에너지효율성 격차의 원인에 대한 정성적 연구를 수행함으로써 에너지경제 분석에 있어 기존의 효율성 지표 중심의 정량분석을 정성적으로 보완하였다는 평가를 받고 있다. 한상용 외(2010)의 연구에서는 OECD국가의 교통부문별 에너지효율성 원단위 산정을 통해 개별 국가의 교통부문별 에너지소비량을 통해 에너지효율성을 분석하였다. 에너지경제 효율성에 대한 국외연구로는 Farla, J., Blok, K & Schipper, L.(1997)와 Warrel, E. et al(1997), Nagata(1997) 등이 있다. Farla, J., Blok, K & Schipper, L.(1997)는 펄프 및 인쇄 산업의 제품별 에너지원단위를 산출하여 에너지효율을 국제 비교하였으며, Warrel, E. et al(1997)은 철강 산업의 제품별 에너지집약도를 산출하여 국가 에너지효율수준을 평가하였다. Nagata(1997)은 가정, 수송, 산업부문에 대해 에너지원단위를 산출하여 미국과 일본의 에너지효율을 비교분석하였다. 실질GDP를 기준으로 할 경우 미국이 일본보다 비효율적이지만, 조정된 에너지원단위를 기준으로 하면 양국간 에너지효율성 격차가 기존보다 감소한다는 주장을 하였다.

Ⅲ. 에너지효율성 측정과 분석방법

1. 에너지효율성 개념

에너지효율성에 대한 정의에 앞서, ‘효율성’에 대한 개념을 정리하면 ‘효율성’이란 주어진 산출량을 최소 투입량으로 생산할 수 있는 정도를 의미한다. 효율성의 측정은 두 개 이상의 생산시스템 간의 비교를 통해 성과를 평가하고, 구조의 개선을 위한 분석수단으로 의의가 있

다. 보통 효율성은 백분율(%)로 표기한다.

에너지효율성이란 주어진 에너지를 이용하여 생산 및 소비를 얼마나 많이 달성할 수 있는지를 의미한다. 에너지효율성을 가장 쉽고 보편적으로 설명하는 용어로 ‘에너지원단위(Energy intensity)’가 있으며, 에너지효율을 분석하는 방법론으로 가장 널리 사용된다. 에너지원단위는 생산 및 소비활동을 위해 필요한 에너지 소비량을 의미하는 것으로 본 연구에서의 에너지원단위는 국가 생산(GDP)을 위해 소요된 에너지 사용량의 비율을 의미한다.

* 에너지원단위 = 에너지소비량/GDP

* 에너지효율성 = GDP수준/에너지소비량

〈표 1〉 에너지효율성 지표

구분	측정 방법	특징
총에너지 소비	투입 에너지 총량	• 산출물에 관계없이 총 에너지 소비량만 측정 • CO2 배출량 제한 등 총량규제 지표
열에너지 효율성	에너지 산출/에너지 투입	• 에너지 간 변환 시 효율성 측정 • 발전기, 엔진 등 동력장치에만 적용
에너지효율 기술 채택률	에너지효율기술 채택 비율	• 가장 효율적인 에너지 기술의 채택비율 • 에너지 효율기술 정의가 자의적이며 불명확함.
부가가치 기준 에너지원단위	에너지소비량/부가가치	• 기업, 산업, 국가의 에너지 효율성 측정 • 화폐단위로 측정- 통계 집계가 용이함
생산량 기준 에너지원단위	에너지소비량/생산량	• 기업이나 산업의 에너지효율 측정 • 다양한 제품 생산량을 취합하기 어려움이 있음.

자료 : Tanaka, K. (2008), "Assessment of Energy Efficiency Performance Measures in Industry and their Application for Policy", Energy Policy. 36(8), PP. 2887-2902; IEA(2007b), Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions를 종합.

2. 에너지효율성 측정방법

에너지효율 측정 방법론으로는 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

첫째는 부가가치 및 생산물과 같이 한 변수만을 고려하여 에너지집중도 즉 에너지효율을 측정하는 에너지원단위가 있고, 다른 하나는 에너지원단위가 비록 측정이 간편하여 널리 활용되는 장점이 있음에도 불구하고 정확한 에너지효율로 이해하기 한계가 있기 때문에 이를 극복하기 위하여 다변수를 고려하는 방법이 있다. 다변수를 고려하는 방법²⁾은 에너지와 관

2) 다변수를 고려하여 에너지효율을 측정하는 방법론은 Farrell(1958)의 연구 이후, 모수적·확률적 접근 방법으로서 Ainger, Lovell and Schmidt(1977)에서 제안된 확률변경분석(Stochastic frontier Analysis: 이하 SFA)모형과 비모수적·확장적 접근방법으로서 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)에 의해 제시된 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: 이하 DEA)모형 그리고 지수요인분해분석(Index Decomposition Analysis: 이하 IDA)모형이 있다. Farrell(1958)은 일정한 기술 수준 하에서

련된 다른 요소들에 대한 부재를 어느 정도 극복 할 수 있는 장점이 있어 보다 정확하게 에너지효율을 측정하는 방법론으로 제기되고 있다. 위 방법론들은 그 특징에 따라 각기 다른 접근방법에 의해 효율성을 추정하여 그에 따른 다양한 결론 및 상이한 정책적 시사점을 제시하기도 한다. 그렇기 때문에 보다 좋은 분석 결과를 얻기 위해서는 연구 목적과 방법론의 적합성이 매우 중요할 수 있다.

본 연구는 다양한 에너지효율분석 모형 중에서 가장 용이하며 대표적으로 사용되는 에너지원단위 모형을 사용할 것이며, 추가적으로 에너지소비효율 및 국가의 에너지자립 수준을 확인할 수 있는 에너지순수입의존도와 에너지자립지표를 통해 본 연구의 신뢰도를 높이고자 한다.

3. 분석방법 : 에너지원단위/에너지순수입의존도/에너지자립도

국가적 및 국제적 차원에서 에너지경제성은 주로 에너지원단위 방법론에 기초하여 분석되어 왔다. 하지만 최근에는 분석의 범위가 점차 넓어지고 보다 다양한 지표에 의한 분석의 필요성이 제기되고 있다. 에너지 시장 및 정책 환경이 급변하여 국가적 차원의 에너지수요관리 중요성이 증대되고 있고, 국제에너지수급에 관한 공정성 및 에너지소비 과다로 인한 외부효과 등의 문제해결에 있어 보다 체계적이며 국제적인 대응 방안을 마련해야하기 때문이다. 이러한 이유로 본 연구에서는 국제적으로 널리 사용되는 에너지소비효율 측정 지표인 에너지원단위를 비롯하여 국제기준(IEA)에 있어서 일관성이 확보될 수 있는 기타 에너지 지표를 추가 도출하여 분석하고자 한다. 추가적으로 고려될 수 있는 지표로는 아래와 같이 에너지순수입의존도와 에너지자립도 I, II이다.

〈표 2〉 국가 에너지경제성 분석 활용 지표 기존 연구와의 비교

기존 주요 활용 지표	본 연구의 추가 고려 지표
에너지 원단위	에너지원단위
	에너지순수입의존도
	에너지자립도 I
	에너지자립도 II

주어진 생산요소의 투입에 의해 잠재적 최대 산출을 달성하지 못하는 정도를 ‘기술적 비효율성’이라 정의하였는데 이러한 기술적 비효율성을 관찰된 자료로부터 추정하는 대표적인 분석기법이 SFA 모형과 DEA 모형이다.

1) 에너지원단위

에너지원단위는 에너지 집약도(Energy Intensity)의 개념으로부터 출발하는데 에너지집약도³⁾는 산출물에 대한 에너지사용이 얼마나 적은가를 살펴봄으로서 비교적 간단하게 에너지효율을 측정하는 방법으로 에너지효율을 측정에 널리 활용되어 왔다. 에너지원단위는 정기간 동안의 에너지사용에 대한 효율성을 나타내는 지표이다. 필요한 에너지투입량으로 원(달러)당 toe(toe/원, \$) 및 칼로리(kcal/원, \$)로 표시한다. 본 연구에서는 에너지효율성 원단위는 OECD 국가의 에너지소비에 대한 OECD국가의 에너지 소비량으로 산정하였다.

$$\text{식(1) 에너지원단위} = \frac{\text{에너지소비(공급)}(C_E)}{\text{경제규모}(GDP)}$$

위 식(1)에서 C_E 는 1차 에너지 공급을 의미한다.

2) 에너지순수입의존도

우리나라는 에너지의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 비단 이러한 상황은 우리나라에만 국한된 것은 아니다. 자체적으로 에너지자원을 소유하고 있는 국가라 할지라도 언젠가는 고갈되는 한정된 자원의 에너지원에 대한 수급문제에 대해서는 편안하지 않은 입장이다. 특히 1970년 이후 몇 차례의 석유위기를 겪으면서 국제적으로 에너지 자원 확보에 대부분의 국가들이 이목을 집중하며 민감한 경쟁을 하고 지속적으로 하고 있다. 에너지자원은 자체적인 생산 및 해외로부터의 유입(수입)을 통해 확보될 수 있으며, 전 국가가 신재생에너지 개발 등 새로운 에너지자원의 확보가 실질적으로 쉽지 않은 상황에서 에너지수입에 대한 필요성과 의존성은 날로 높아지고 있다고 할 수 있다.

에너지순수입의존도는 이러한 국가 에너지 자체 생산과 수입의 현황을 파악할 수 있어 에너지 자원의 해외의존도를 국제적으로 비교할 수 있는 지표로 활용될 수 있다. 일반적으로 에너지수입의존도는 1차 에너지소비(공급)량에서 순수입에너지의 비중을 의미한다. 1차 총에너지 순수입은 1차 에너지 수입에서 1차 에너지 수출을 빼줌으로서 도출할 수 있다. 이러한 산출식은 아래와 같다.

3) 에너지 집약도(Energy Intensity) = 에너지사용/산출물

$$\text{식(2) 에너지수입의존도(\%)} = \frac{\text{에너지순수입}(M_E - X_E)}{\text{에너지소비(공급)}(C_E)} \times 100$$

위 식(2)에서 M_E 는 1차 에너지공급 중 수입이며, X_E 는 1차 에너지 수출, C_E 는 1차 에너지 공급을 의미한다.

3) 에너지자립도

에너지순수입의존도와 함께 에너지생산능력 내지 에너지 해외의존도를 확인할 수 있는 지표로 에너지자립도가 있다. 1990년대 말부터 급속도로 발달한 에너지기술은 화석연료의 가격에 근접해 가는 클린 에너지들을 등장시켰고, 그 효율성이 기대이상의 수준을 보여주고 있다. 하지만, 이러한 클린 에너지에 대한 전반적인 경제성을 비교분석할 수 있는 지표는 많지 않으며 최근에서야 다양한 종류의 에너지원을 고려한 에너지생산능력 및 해외의존성, 경제성을 고려하기 위해 개발이 진행되는 지표들이 있으며 이 지표중 하나가 에너지자립도이다. 에너지자립도는 크게 2부분으로 나뉘어져 도출할 수 있다. 원자력에너지를 포함한 에너지자립도 I와 원자력에너지를 포함하지 않은 에너지자립도 II가 있으며, 아래와 같이 산출식을 정리할 수 있다.

$$\text{식(3) 에너지자립도 I} = \frac{\text{1차 에너지 공급 중, 국내 생산에너지(원자력 제외)}}{\text{1차 에너지공급}} \times 100$$

$$\text{식(4) 에너지자립도 II} = \frac{\text{1차 에너지 공급 중, 국내 생산에너지(원자력포함)}}{\text{1차 에너지공급}} \times 100$$

IV. 우리나라 에너지경제 효율분석

1. 분석자료 및 방법

본 연구에서는 통계청 State와 에너지경제연구원에서 매년 발간하는 에너지통계연보의 2005년부터 2010년까지 6년간 연도별 자료를 바탕으로 분석하였다. 국가 간 에너지경제의 효율을 보다 의미 있게 분석하기 위하여 같은 취지로 조사된 기본 자료라 하더라도 수집 기관에 다소의 차이가 날 수 있음을 염두하여 다양한 기관의 자료를 비교하여 분석 자료를 선택하였다. 분석 자료 선택에 신중을 기하였음을 미리 밝혀두는 바이다. 경제규모와 에너지소비와의 연관성을 설명하기 위해 사용된 GDP자료는 통계청의 국민계정을 바탕으로 정리하였고, 에너지소비 및 에너지수출입 분석을 위해 사용한 자료는 에너지경제연보의 에너지(소비)공급, 에너지생산, 1차 에너지소비, 1차 에너지 수출, 1차 에너지 수입 지수이다.

우리나라의 에너지소비와 수출입 분석을 통한 에너지경제 효율성을 파악하기 위해 앞 장에서 설명한 바 있는 지표 산출방법에 따라 <에너지원단위>, <에너지순수입의존도>, <에너지자립도 I II> 지표 산출하였으며 그 내용은 다음 각 절에서 정리하였다.

2. 에너지원단위 분석

에너지원단위 지표를 통해 우리나라 경제성장과 에너지소비와의 관계를 확인할 수 있다. 에너지원단위 산출에 앞서 전반적인 우리나라의 에너지소비와 국내총생산의 추이를 살펴보면, 국내총생산의 증가와 함께 에너지소비 또한 전반적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 생산에 있어 에너지원의 기여가 직접적인 연관성을 보이고 있음을 확인할 수 있다. 다만, 1998년 외환위기 이후 우리경제가 저성장 기조를 보이고 에너지저소비형 산업구조로 전환됨에 따른 에너지소비 증가세 또한 점차 둔화되는 보이고 있다. 이와 함께 나타난 또 하나의 특징으로는 에너지소비증가율이 경제성장률보다 낮은 추세가 지속되고 있다는 것이다. 2000년대부터 에너지소비가 낮은 증가세를 유지하는 상황에서 2009년도의 국내총생산 증가율과 에너지소비 증가율의 역전은 2008년 미국의 금융위기로 시작된 세계 경제침체의 영향이 국내 경제로 이어졌기 때문으로 파악하고 있다.

〈표 3〉 우리나라 경제성장 및 에너지소비 현황

구 분	국내총생산		1차 에너지소비		최종에너지소비	
	10억원 (2005년기준)	증가율 (전년대비)	백만TOE	증가율 (전년대비)	백만TOE	증가율 (전년대비)
1995년	539,424	8.9	150,437	9.6	121,962	8.7
1996년	578,186	7.2	165,212	9.8	132,033	8.3
1997년	611,529	5.8	180,638	9.3	144,432	9.4
1998년	576,587	-5.7	165,932	-8.1	132,128	-8.5
1999년	638,458	10.7	181,363	9.3	143,060	8.3
2000년	694,628	8.8	192,887	6.4	149,852	4.7
2001년	722,229	4.0	198,409	2.9	152,950	2.1
2002년	773,868	7.2	208,636	5.2	160,451	4.9
2003년	795,558	2.8	215,066	3.1	163,995	2.2
2004년	832,305	4.6	220,238	2.4	166,009	1.2
2005년	865,241	4.0	228,622	3.8	170,854	2.9
2006년	910,049	5.2	233,372	2.1	173,584	1.6
2007년	956,515	5.1	236,454	1.3	181,455	4.5
2008년	978,499	2.3	240,752	1.8	182,576	0.6
2009년	981,625	0.3	243,311	1.1	182,066	-0.3
2010년	1,042,111	6.2	263,805	8.4	195,587	7.4
2011년	1,081,594	3.8	276,636	4.9	205,863	5.3

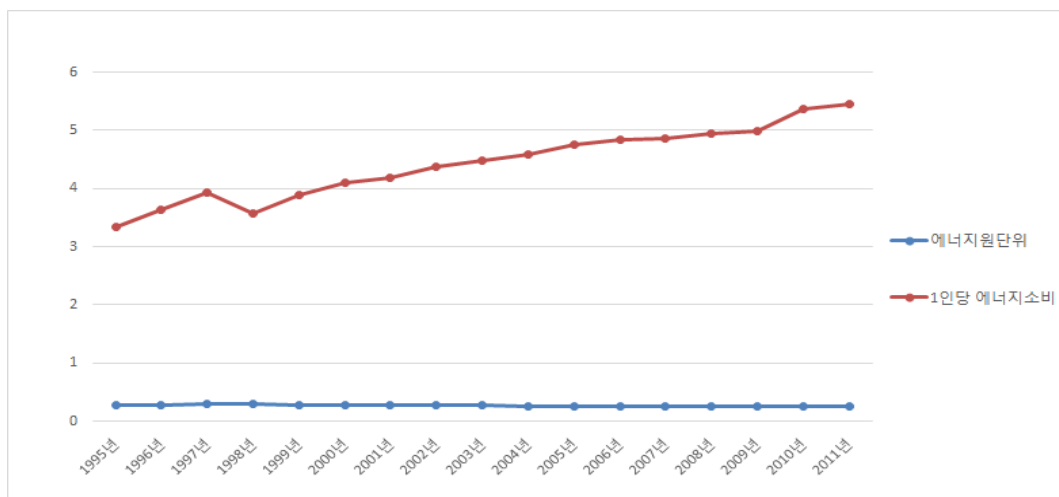
에너지원단위를 아래 산출식에 의해 도출하여 <표 4>에서 정리하였다.

$$\text{〈산출〉 에너지원단위} = \frac{\text{에너지소비(공급)}(C_E)}{\text{경제규모}(GDP)}$$

에너지원단위는 국가 전체의 에너지효율 수준을 나타내주는 대표적인 지표로 국제적 에너지효율을 비교하는 지표로도 널리 사용되는 일반적인 지표라 할 수 있다. 2005년부터 2011년까지 산출한 에너지원단위를 살펴보면 비록 2009년 이후 일시적인 증가가 있었으나 전반적으로 에너지원단위가 감소함으로써 에너지효율이 점진적이며 지속적으로 개선되고 있다고 볼 수 있다. 그러나 지속적인 에너지효율 개선에도 불구하고 1인당 에너지소비추이를 보면 경제성장과 더불어 꾸준히 증가하는 모습을 보이고 있어 에너지경제 수준을 긍정적으로만 바라볼 수는 없는 상황으로 파악될 수 있다.

〈표 4〉 에너지원단위 산출

구 분	에너지원단위 ⁴⁾		1인당 에너지소비 ⁵⁾	
	TOE/백만원	증가율 (전년대비)	TOE	증가율 (전년대비)
1995년	0.279	0.7	3.34	8.8
1996년	0.286	2.5	3.63	8.7
1997년	0.295	3.1	3.93	8.3
1998년	0.288	-2.4	3.58	-8.9
1999년	0.284	-1.4	3.89	8.7
2000년	0.278	-2.1	4.10	5.4
2001년	0.275	-1.1	4.19	2.2
2002년	0.270	-1.8	4.38	4.5
2003년	0.270	-	4.49	2.5
2004년	0.265	-1.9	4.58	2.0
2005년	0.264	-0.4	4.75	3.7
2006년	0.256	-3.0	4.83	1.7
2007년	0.247	-3.5	4.86	0.6
2008년	0.246	-0.4	4.95	1.9
2009년	0.248	0.8	4.99	0.8
2010년	0.252	1.6	5.37	7.6



〈그림 1〉 에너지원단위 추이

- 4) 에너지원단위는 국가 전체의 에너지효율 수준을 나타내는 기본적인 에너지효율지표로 (총에너지/GDP)로 도출한다.
 5) 1인당 에너지소비는 1차 에너지소비의 효율성을 나타내는 지표로 (1차 에너지소비/총인구)로 도출한다.

3. 에너지순수입의존도 분석

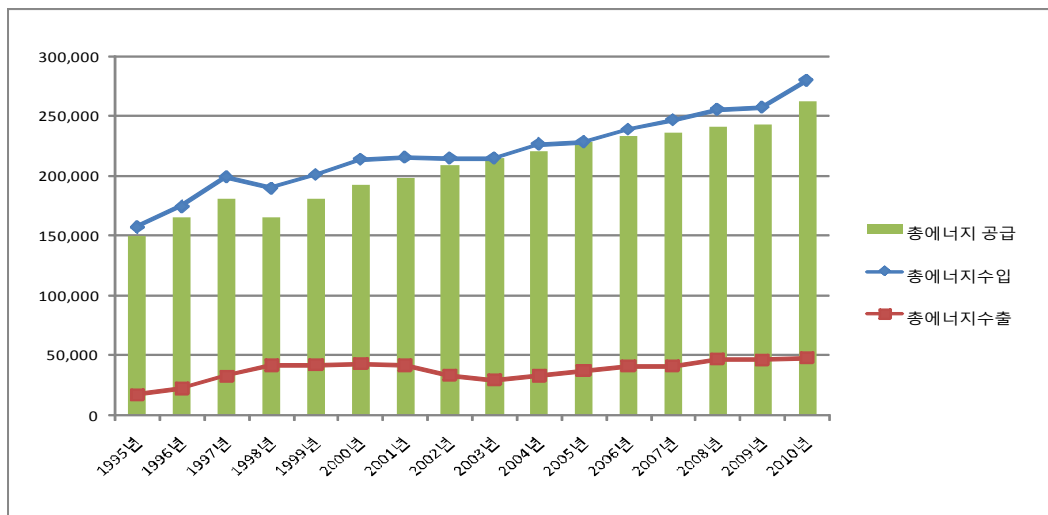
에너지순수입의존도는 국가 에너지원의 자립도 및 에너지 경제성을 나타내주는 지표로 주로 활용된다. 에너지순수입의존도는 전체 에너지소비(공급) 대비 1차 에너지 수입과 수출의 차이(=에너지순수입)가 차지하는 비율을 의미한다. 에너지의 수출과 수입 구조를 통해 국가 전반의 에너지자립 수준을 확인할 수 있다. <표 5>는 아래 산출식에 의해 산출한 에너지순수입의존도와 2005년부터 2010년까지 우리나라 에너지 수출입 규모이다.

$$\text{<산출> 에너지수입의존도 (\%)} = \frac{\text{에너지 순수입 } (M_E - X_E)}{\text{에너지소비(공급)} (C_E)} \times 100$$

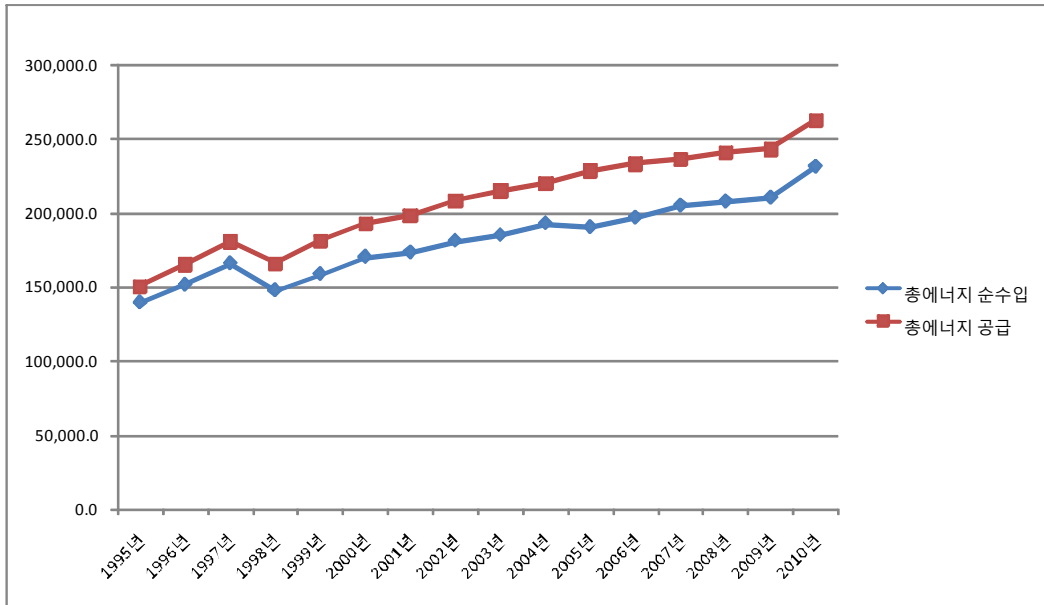
<표 5>의 에너지공급은 국내에서 소비하는 총에너지의 소비를 의미한다. 1995년 이래 에너지소비(공급)은 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보인다. 총에너지 수출 추이를 보면 2005년부터 2010년까지 평균 33,773(1,000toe)로 평균 총에너지 수입 219,539(1,000toe)에 비해 매우 낮은 비율을 나타내고 있다. 즉, 총에너지 교역수준이 매우 열악함을 확인할 수 있다. 국가 총에너지 사용의 거의 전 부분이 수입에 의존하고 있음을 에너지 수출·입 추세만으로 충분히 확인이 가능하다. 우리나라 에너지 의존 상황을 좀 더 명확하게 확인하기 위한, 에너지순수입의존도 지표를 통해 확인해 보면 2005년대부터 2010년까지 최근까지 평균 87.7% 정도로 매우 높은 수치임을 알 수 있다. 비록 90년대 초반에 비해 2000년대에 들어와 에너지수입의존도 수치가 낮아지긴 했으나, 그럼에도 불구하고 평균 87%가 넘는 매우 의존도가 높은 상황으로 볼 수 있다. 90년대 초반의 에너지수입의존도가 높았던 이유는 국내 에너지소비 자체가 상대적으로 2000년대 낮았던 이유로 보이며, 에너지수입과 수출의 차이는 여전히 높은 격차를 보인다. 우리나라 에너지 수출입 구조 자체가 심각하게 격차가 크게 나타남을 전 시점에서 확인되었으며, 이러한 추세라면 앞으로도 마찬가지로 상황일 것이다.

〈표 5〉 에너지순수입의존도 산출

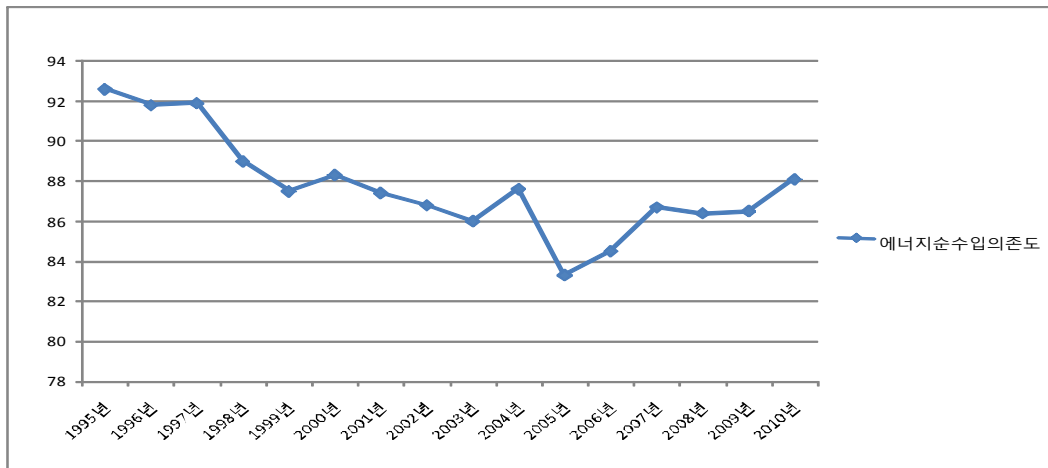
구 분	총에너지수입 (A)	총에너지수출 (B)	총에너지 공급 (C)	에너지순수입의존도 {(A-B)/C}
	1,000 TOE	1,000 TOE	1,000 TOE	1,000 TOE, %
1995년	157,094	17,744	150,437	92.6
1996년	174,286	22,686	165,212	91.8
1997년	199,007	33,046	180,638	91.9
1998년	189,711	42,049	165,932	89.0
1999년	200,966	42,362	181,363	87.5
2000년	213,810	43,577	192,887	88.3
2001년	215,372	41,991	198,409	87.4
2002년	214,833	33,770	208,636	86.8
2003년	214,866	29,873	215,067	86.0
2004년	226,558	33,644	220,238	87.6
2005년	228,340	37,886	228,622	83.3
2006년	238,702	41,574	233,372	84.5
2007년	246,773	41,709	236,454	86.7
2008년	255,509	47,472	240,752	86.4
2009년	257,143	46,758	243,311	86.5
2010년	279,649	48,224	262,609	88.1



〈그림 2〉 에너지소비(공급) 및 수출·입 추이



〈그림 3〉 총에너지 순수입 및 공급 추이



〈그림 4〉 에너지순수입의존도 추이

에너지 순수입의존도 추이를 보면 1995년대부터 2010년까지 평균 87.7% 정도로 매우 높은 수치를 알 수 있다. 우리나라가 에너지소비의 거의 대부분이 해외에 의존하고 있어 국제 에너지가격 급등 및 석유과동과 같은 에너지 위기 시 국가경제가 큰 타격을 받게 될 수 있음을 시사한다.

4. 에너지자립도 I, II 분석

에너지자립도는 에너지순수입의존도와 함께 국가 에너지자립 수준 및 에너지경제 효율을 나타내주는 지표이다. <표 6>은 아래 산출식에 근거하여 1995년부터 2010년까지의 에너지자립도를 산출한 결과이다. 여기서 에너지자립도 I는 원자력 에너지를 제외한 우리나라 에너지자립수준을 산출한 에너지자립도이며, 에너지자립도 II는 원자력에너지자립도를 포함한 에너지자립수준을 산출한 에너지자립도이다. 에너지자립도는 국내 총에너지소비(공급) 대비 국내 생산에너지의 비율로 도출할 수 있으며, 국내에서 필요한 에너지소비량에 대해 자체적으로 충당할 수 있는 수준이 어느 정도인지를 나타내주는 지표이다. 본 연구에서 에너지자립도 분석에 있어, 원자력에너지자립도 포함 유무를 고려한 이유는 국내 생산에너지의 큰 부분이 원자력에 의한 생산이기 때문에 원자력의 유무가 국내 에너지생산에 어느 기여를 하고 있는지 추가적인 분석이 가능하기 때문이다.

<산출>

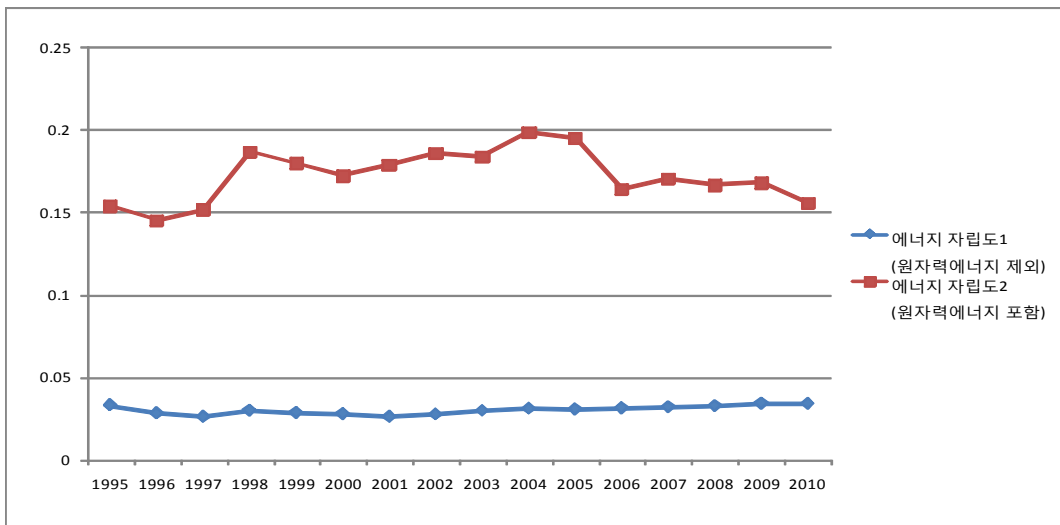
$$\text{에너지자립도 I} = \frac{\text{1차 에너지 공급 중, 국내 생산에너지(원자력 제외)}}{\text{1차 에너지공급}} \times 100$$

$$\text{에너지자립도 II} = \frac{\text{1차 에너지 공급 중, 국내 생산에너지(원자력포함)}}{\text{1차 에너지공급}} \times 100$$

<표 6> 에너지자립도 I, II

구 분	1차 에너지 생산 (원자력제외) (A)	1차 에너지 생산 (원자력포함) (B)	1차 에너지 공급 (C)	에너지자립도 I (원자력제외) (A/C)	에너지자립도 II (원자력포함) (B/C)
	1,000 TOE	1,000 TOE	1,000 TOE	1,000 TOE, %	1,000 TOE, %
1995년	4,994	21,751	150,437	0.033	0.145
1996년	4,689	23,170	165,212	0.028	0.140
1997년	4,726	23,997	180,638	0.026	0.133
1998년	5,013	27,435	165,932	0.030	0.165
1999년	5,212	30,978	181,363	0.029	0.171
2000년	5,400	32,641	192,887	0.028	0.169
2001년	5,211	33,244	198,409	0.026	0.168

구 분	1차 에너지 생산 (원자력제외) (A)	1차 에너지 생산 (원자력포함) (B)	1차 에너지 공급 (C)	에너지자립도 I (원자력제외) (A/C)	에너지자립도 II (원자력포함) (B/C)
	1,000 TOE	1,000 TOE	1,000 TOE	1,000 TOE, %	1,000 TOE, %
2002년	5,746	35,521	208,636	0.028	0.170
2003년	6,447	38,861	215,067	0.030	0.181
2004년	6,878	39,557	220,238	0.031	0.180
2005년	7,050	43,745	228,622	0.031	0.191
2006년	7,395	44,582	233,372	0.032	0.191
2007년	7,607	38,338	236,454	0.032	0.162
2008년	7,920	40,376	240,752	0.033	0.168
2009년	8,362	40,133	243,311	0.034	0.165
2010년	8,964	40,912	262,609	0.034	0.156



〈그림 5〉 에너지 자립도 I, II 추이

에너지자립도 I 은 원자력에너지를 제외한 것으로 1995년 이후 그 수치가 계속 줄어들고 있다. 2003년에 약간 증가세를 보였으나 매우 미약한 수준이다. 에너지자립도II은 원자력에너지를 포함한 자립도를 나타내는 것으로 에너지자립도 I 에 비해서는 수치가 높은 편이며 1997년까지 감소하다가 점차 증가하는 현상을 보인다. 다만, 세계적인 불황으로 겪은 2009년에는 에너지자립도II 또한 약간의 감소를 보였다. 에너지자립도 I,II를 통해 전반적으로 우리나라 에너지생산 능력은 매우 미약하며, 대부분의 에너지공급을 해외수입에 의존하고 있음

을 확인할 수 있다. 다만, 원자력에너지를 포함한 에너지자립도Ⅱ가 원자력에너지를 포함하지 않고 있지 않은 에너지자립도Ⅰ에 비해 그 수치가 확실히 높으며, 증가폭이 미비하긴 하지만 에너지자립도Ⅰ에 비해서도 지속적인 증가를 보이고 있다. 우리나라의 에너지 생산이 대부분 원자력에 의한 기여임을 확인할 수 있는 근거이다.

국가 에너지 생산능력이 원자력에 의존하고 있고, 실제로 전 세계적으로도 에너지생산이 대부분의 국가에서 원자력에 의한 기여가 큰 측면을 고려해 본다면 국가 에너지 생산능력을 확보하기 위해서 원자력 개발에 집중해야 할 필요성을 제기할 수 있겠다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 국가 에너지소비 및 생산 자료, 에너지 수출입 자료를 통해 ‘에너지원단위’, ‘에너지순수입의존도’, ‘에너지자립도’ 지표를 산출하고 국가 에너지 경제 효율성을 분석하였다. 경제수준과 에너지소비와의 깊은 상관관계가 있음을 확인하고 1995년부터 2010년까지의 에너지 수출입, 에너지 공급 및 생산, 국민총생산 자료를 바탕으로 우리나라 에너지경제 효율성 분석하기 위해 에너지효율을 나타내주는 지표를 작성하고 산출하였다. 본 연구에서 산출하여 분석한 에너지경제효율 분석지표는 분석 및 비교가 편이하여 기존 연구에서 주로 사용하였던 ‘에너지원단위’와 국가 에너지자립 수준 및 해외 에너지의존도를 확인할 수 있고 에너지 수출입구조를 확인할 수 있는 ‘에너지순수입의존도’, ‘에너지자립도Ⅰ,Ⅱ’이다.

‘에너지원단위’ 산출 결과를 통해, 2009년 이후 에너지원단위가 일시적으로 증가하였으나, 전체적으로는 감소함으로써 에너지효율이 점진적이며 지속적으로 개선되고 있음을 확인할 수 있었으나 1인당 에너지소비추이가 경제성장과 더불어 꾸준히 증가하는 모습을 보이고 있어 에너지경제 수준을 긍정적으로만 바라볼 수는 없는 상황임을 확인하였다. 좀 더 다각적이며, 국가적 차원의 에너지경제효율 개선이 필요함을 시사한다. ‘에너지순수입의존도’ 산출을 결과 1995년대부터 2010년까지 평균 87.7% 정도로 매우 높은 수치로 나타났다. 비록 90년대 초반에 비해 2000년대에 들어와 에너지순수입의존도 수치가 낮아지긴 했으나, 낮아지는 추세 자체가 의미가 없게 전반적으로 평균 87%가 넘는 매우 높은 의존성이 지속되고 있다. 이는 에너지자원의 확보가 어렵게 되었을 경우 국가 경제에 큰 지장을 줄 수 있는 정도의 수준임을 밝혀냈다. ‘에너지자립도Ⅰ’은 원자력에너지를 제외하고 산출한 에너지자립 수준을 나타내주는 지표이며, ‘에너지자립도Ⅱ’은 원자력에너지를 포함하여 산출한 것이다. ‘에너지자립

도 I, II' 산출 결과에 따르면 1995년 이후부터 2010년까지 국가 에너지자립도가 0.2% 이상을 달성한 적이 없다. 즉, 우리나라는 에너지자립수준이 매우 낮음을 확인할 수 있으며, 특히 원자력에너지를 제외한 '에너지자립도 I'의 결과에 따르면 국내 생산에너지의 큰 부분이 원자력에 의한 기여임을 확인할 수 있다. 우리나라에서 최소한의 에너지 생산을 통해 자체 수요를 하고 있는 부분이 있다면 원자력에너지원이 큰 역할을 하고 있음을 설명해 주는 결과이다.

본 연구는 세 가지 에너지경제 효율지표 산출을 통해 국가 에너지효율 수준을 설명하였다. 기존에는 주로 에너지원단위 지표에 집중하여 에너지경제를 설명하였다면 본 연구에서는 '에너지순수입의존도'와 '에너지자립도 I, II' 등 추가 지표를 통해 기존 연구들의 결과에 보다 신뢰도를 높이고자 하였다. 본 연구의 결과를 통해 우리나라 경제와 에너지소비에 대한 현재 위치를 재인식 할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 박성배, “한국 에너지다소비산업의 에너지효율 분석”. 삼성경제연구소 Issue Paper, (2009),
- 박희천, “한국 제조업의 에너지효율 향상 평가”. 「자원·환경경제연구」, (2001), 10(2), pp.135-160.
- 박희천, “에너지다소비업종의 에너지효율 향상 평가”. 「경상농총」, 2001, 제24집, pp.63-86.
- 에너지경제연구원, 「KEEI 에너지수요전망」, 2012.
- 에너지경제연구원, 「에너지통계연보」, 각 월호.
- 이성인·안영환, 「에너지절약정책의 경제성분석 및 정책구성」. 에너지경제연구원, 2006.
- 이성인·최도영, 「저소비·고효율 경제사회 구축을 위한 국가에너지 효율화 추진전략연구」. 에너지경제연구원, 2010.
- 정용훈, 「에너지효율향상에 영향을 미치는 요인에 대한 기업별 회귀분석과 정책적 시사점-우리나라 제조업 통계조사-」. 에너지경제연구원, 2012.
- 한기주 외, 「국제 에너지가격 변동이 국내 제조업에 미치는 영향 분석 - 국제 유가 상승의 제조업 생산비용 상승효과를 중심으로」, 산업연구원, 2006
- Farla, J., Blok, K. & Schipper, L., “Energy efficiency developments in the pulp and paper industry. A cross-country comparison using physical production data.”, Energy Policy, 1997.
- Nagata, Y. “The US/Japan comparison of energy intensity. Estimating the real gap.”, Energy Policy, 1997

-
- Shau, S. K. and Narayanan, K., “Decomposition of Industrial Energy Consumption in Indian Manufacturing : The Energy Intensity Approach”, MPRA paper, 2010.
- Tanaka, K. “Assessment of Energy Efficiency Performance Measures in Industry and their Application for Policy”, Energy Policy. 2008.
- Worrel, E. et al., “Energy Intensity in the Iron and Steel Industry : A Comparison of Physical and Economic Indicators.”, Energy Policy. 1997.

ABSTRACT

An Energy Efficiency Analysis of Korea based on the Energy Dependence and Independence rate

Yun-Ji Min*

The study was focused on the Energy Efficiency of Korea. Thus this study calculates Energy Intensity and Energy Dependence, Energy Independence rate using data Korea Energy Statistics. This study calculate 'Energy Intensity', 'Energy Dependence', 'Energy Independence rate', which is making use of the Gross Domestic product, Energy Consumption, Energy Export and Import, Energy Gross Input.

The analysis of the pater suggests that this goal can be achieved through improved efficiency of Energy consumption and Energy Independence.

Key Words : Per Capita Energy, Energy Intensity, Energy Dependence, Energy Independence rate.

* Researcher, Dongguk Economic Research Institute.