

PE5) 물질흐름분석을 이용한 국내 에너지소비 및 이산화탄소 배출 구조분석

The Analysis of Energy use and CO₂ Emission Structure in Korea using MFA(Material Flow Analysis)

김 유 정

한국지질자원연구원 정책연구부

1. 서 론

에너지는 난방, 전력공급 등을 위한 생활에너지로, 또 산업 및 수송에 있어서는 생산요소의 하나로 경제성장에 있어서 중요한 역할을 하는 등 여러 가지 면에서 중요한 의미를 지닌다. 기후변화협약과 같은 국제환경규제가 발효될 경우 온실가스류의 발생원천 중에 상당 부분을 차지하는 에너지는 환경과 긴밀한 관계를 가지고 있다. 따라서 앞으로 환경규제가 본격화될 경우 그 규제를 피하기 위해 가장 먼저 생각할 수 있는 방안이 에너지소비를 줄이는 것일 것이다. 본 연구는 국내 산업의 지속가능성(기준년도 1980년)을 평가하기 위해 물질흐름의 대표적 요소인 에너지소비량 및 이산화탄소배출량을 대상으로 1980년부터 2002년까지의 물질흐름분석을 시행하였다.

2. 이론적 고찰

본 연구에서는 에너지소비 및 이산화탄소배출량의 변화요인을 확인하기 위해 'Sun(1996)에 의해 제안된 완전분해모형(complete decomposition model)을 이용하여 경제성장으로 인한 효과, 집중도 요인, 구조적변화요인등 3가지 요인으로 분석하였다. 완전분해모형은 다른 분해모형과 달리 residual항목이 나타나지 않아 더 발전된 모형이라 할 수 있다. 또한 ASA(Advanced Sustainability analysis)의 stgrowth effect의 측정을 통해 현 상태의 경제성장률을 유지하면서 지속성을 이루기 위한 기술개발속도를 산정하였다.

$$\Delta E = E_0 - E_t = Q_{effect} + I_{effect} + St_{effect}$$

- activity effect - 경제성장에 대한 에너지의 소비변화 효과로 전체성장에 대한 효과
- intensity effect- 기술 및 생산공정의 변화로 인한 에너지소비변화 효과
- structure effect - sector의 비중차(산업간 share)의 변화로 인한 에너지 소비의 변화 효과
- substitute effect - 에너지간의 대체로 인한 효과

○ Sustainability Technology Development: 현 상태의 경제성장률을 유지하면서 지속성을 이루기 위한 기술개발속도

3. 연구 결과

본 연구에서는 1980년을 기준년도로하여 2002년까지의 국내 에너지 소비의 패턴과 그 변화 요인을 분석하였다. 본 연구에 사용된 자료는 연간 부문별 에너지소비량(E)과 이산화탄소배출량(Em), 부가가치(Q)인데, 에너지소비량은 에너지통계연보(에너지경제연구원)의 자료를 사용하였으며, 이산화탄소배출량은 부가가치는 통계청에서 발표한 자료를 사용하였다. 본 연구에서는 에너지소비변화를 국내 제조업을 7개 부문(음식 및 담배, 섬유업, 목재 및 인쇄, 석유화학업, 비금속업, 1차금속업, 조립금속 및 기계장비업)으로 세분화하여 부문별 에너지 소비변화 요인을 분석하였다. 또한 에너지를 석탄, 석유, 도시가스, 전력 등 5개로 나누어 그 형태별로 앞서서 정의한 제조업 7개 부문의 에너지소비의 변화를 요인별로 분해하였다.

그림 1은 기술 및 공정변화에 따른 에너지소비변화효과를 나타내는 집중도효과를 나타낸 것이다. 비금속과 1차금속업에서는 에너지집중도가 꾸준히 감소하고 있는 것으로 나타나 에너지효율이 전반적으로 향상되고 있음을 확인할 수 있었다. 섬유제조업은 분석기간동안 큰 변화가 나타나지는 않았지만 94년 양의 값으로 나타났다. 화학 및 석유산업은 90년이후부터 에너지집중도가 기준년도(81년)에 비해 증가한 것으로 나타났다. 한편, 음식료업, 인쇄 및 목재업, 기계장비업에서는 에너지집중도의 변화가 별로 나타나지 않았다. 제조업전체에 대해서 살펴보면 87년에 에너지효율의 향상이 가장 크게 증가한 것으로 보여지며 1998년을 제외하고는 전반적으로 에너지효율이 향상되고 있는 것으로 나타났다. 이것은 비금속의 에너지향상이 급속도로 향상된 것에 기인하는 것으로 보여진다. 이러한 분석을 바탕으로 제조업 중 비금속 및 1차금속업에서는 1981년에 비해 꾸준히 기술향상 및 공정의 변화로 인해 에너지효율향상이 이루어지고 있으며, 석유화학산업은 1990년 이후로 에너지효율이 악화되는 것으로 보여진다.

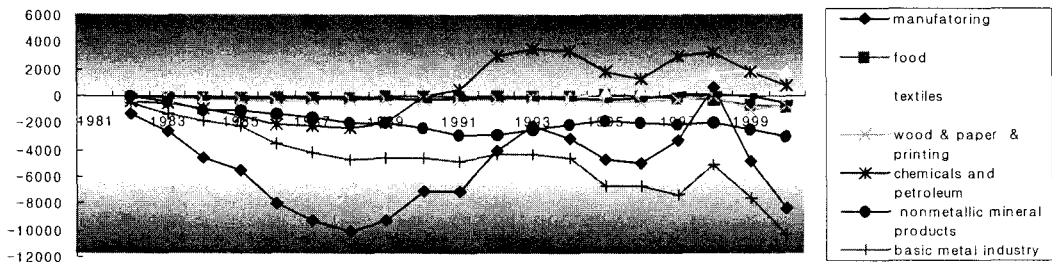


Fig. 1. Energy intensity effect by sectors

그림 2는 국내 산업들이 지속가능한 경제성장을 위해 요구되는 에너지집중도 효과를 산정한 것이다. 즉 1980년 수준의 에너지 사용 수준을 유지하기 위해서는 기술진보 및 친환경적인 에너지 mix를 통한 에너지소비량을 그림 2와 같이 줄여나가야 한다. 그림 1이 현재 기술진보를 통한 에너지효율향상으로 에너지소비량을 감소 혹은 증가된 현상을 보여주는 것이라면 그림 2는 지속가능한 발전을 위한 기술진보수준의 목표라고 할 수 있다. 두 그림을 통해 1차금속업은 비교적 기술진보를 통해 지속가능성을 확보하고 있는 것을 알수 있으며, 화학석유산업은 오히려 집중도가 증가하고 있어 지속가능성을 확보하기 위해 더 많은 노력이 필요함을 확인할 수 있다.

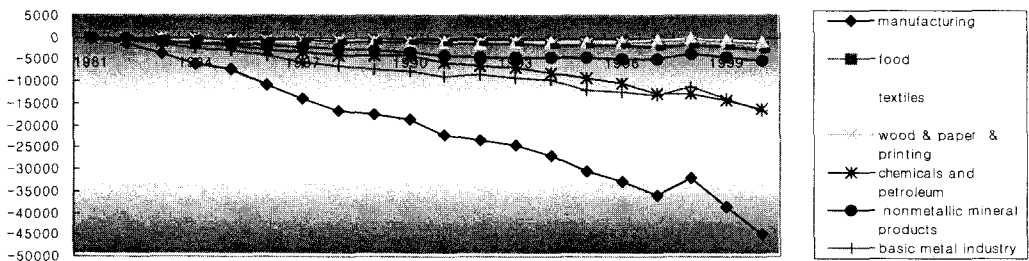


Fig. 2. Required Energy intensity effect for sustainable development by sectors

참고 문헌

Kim, Y. and E. Heo, (2003) "A Complete Decomposition Model of Korean Energy Flow,"

Proceedings of 2003 International Society for Industrial Ecology Second International Conference.

Kaivo-oja jari, Luukkanen, Jryki (2002) Methodology for the Analysis of Critical Industrial Ecology Trends: an Advanced Sustainability Analysis of the Finnish Economy.

Jukka Hoffern(2001) Decomposition Analysis of Finnish Material Flows, *Journal of Industry Ecology*, 4(4), 105-125.

Pentti Malaska(1999), Decomposition method in Sustainability analysis, *Turku school of economics and business administration Finland futures research centre*, 1/99.