

LMDI를 활용한 서울시 전력소비량 특성 연구

Analysis on the Characteristics of Seoul Electricity Consumption Using LMDI

한 준* · 정연미**

Joon Han · Yeon-Mi Jung

요약: 이 연구에서는 LMDI 방법론을 활용해 2002~2017년 기간 동안 서울시 전력소비량 변화를 요인 분해하였다. 구체적으로는 서울시 5개 부문, 즉 가정, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문의 전력소비량 변화를 전력화율 효과, 1인당 에너지소비량 효과, 에너지집약도 효과, 1인당 GRDP 효과, 인구 효과의 5개 요인으로 분해하되, 부문별로 요인을 달리하였다. 주요 분석 결과 및 시사점은 다음과 같다. 첫째, 서울시 전력소비량 증가와 관련해 1인당 GRDP 효과의 영향이 가장 컸는데, 향후 서울시의 경제 성장과 전력 소비 간의 탈동조화를 위한 정책 접근이 필요하다. 둘째, 서울시 전력소비량 증가와 관련해 전력화율 효과의 영향이 두 번째로 컸다. 에너지 전환의 취지를 고려해 재생가능에너지 기반의 전력화 확대가 바람직하며, 이에 대한 지표를 에너지 전환 관련 지표 중 하나로 고려할 필요가 있다. 셋째, 가정 부문의 1인당 에너지소비량 감소와 상업, 공공·기타, 산업, 수송 부문의 에너지집약도 감소는 서울시의 전력 소비를 줄이는 방향으로 영향을 미쳤다. 전력 소비에 영향을 주는 요인이 부문마다 다르므로 부문별로 차별화된 전력수요관리 정책 수립이 필요하다.

핵심주제어: 서울, 전력소비량, LMDI, 에너지정책, 원전하나줄이기

Abstract: This study decomposed changes in Seoul's electricity consumption during the period 2002–2017 by LMDI method. Specifically, the changes in electricity consumption in five sectors – household, industrial, commercial, transportation, and public/other sectors – were decomposed by electrification rate effect, per capita energy consumption effect, energy intensity effect, per capita GRDP effect, and population effect. The effects applied by sector were different. The main analysis results and implications are as follows. First, the per capita GRDP effect had the greatest impact on changes in electricity consumption in Seoul. A policy approach is needed to decouple the Seoul's economic growth from electricity consumption. Second, the electrification rate effect had the second greatest impact on electricity consumption in Seoul. It is desirable to expand renewable energy-based electrification and it is necessary to consider it as an energy conversion indicator. Third, the reduction of energy consumption per capita in the household sector and the decrease in energy intensity in the commercial, public/other, industrial, and transportation sectors have driven the reduction of electricity consumption in Seoul. Since the factors affecting electricity consumption are different in each sector, it is necessary to establish differentiated demand-side management policies for each sector.

Key Words: Seoul, Electricity Consumption, LMDI, Energy Policy, One Less Nuclear Power Plant

* 주저자, 인천연구원 도시기반실 연구위원

** 교신저자, 서울에너지공사 에너지연구소 책임연구원

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

서울시는 에너지 전환의 일환으로 2012년 「원전하나줄이기」 종합대책과 2014년 2단계 사업인 「에너지살림도시, 서울」 대책을 발표하면서 전력과 관련된 목표를 제시한 바 있다. 1단계 대책에서는 2014년까지 전력자립률을 8% 달성하고, 전력 수요 감축은 3,339 GWh만큼 하겠다고 발표하였다(서울특별시, 2012). 2단계 대책에서는 2020년까지 전력자립률 20%를 달성하고, 전력 수요 감축은 9,553 GWh만큼 하겠다고 발표했다(서울특별시, 2014). 이후 서울시는 1단계 사업의 성과¹⁾ 중 하나로 2012~2013년 사이 서울시 전력 소비가 1.4% 감소했다고 발표했는데, 이는 같은 기간 타 지자체의 전력 소비가 모두 증가한 것(전국 평균 1.76% 증가)과 대비되는 것이다(서울특별시, 2014).

한편, 에너지원이 전기로 대체되거나 전기설비 이용이 늘어나는 현상인 전력화(electrification)는 재생가능에너지, 에너지 효율과 함께 에너지전환의 핵심 기반 중 하나로 여겨지고 있다(IRENA, 2019). 이는 전력화 심화를 통해 에너지 공급과 수요가 모두 전기로 단일화된다면 환경적으로 바람직해질 수 있기 때문이다. 물론 이때의 전제는 재생가능에너지 등 청정에너지를 통해 발전을 해야 한다는 것이다. 전력화의 정도를 나타내는 지표로서 전력화율²⁾을 사용하는데, 우리나라의 경우 전력화율이 1981년 7.8%에서 2017년 18.7%로 연평균증가율(Compound Annual Growth Rate; CAGR) 2.5%로

1) 서울시 「원전하나줄이기」 종합대책 성과 발표와 관련해 일각에서는 논쟁이 있기도 했다(장재연, 2017; 월간조선 2017a·2017b; NewDaily, 2017). 서울시 최종에너지 소비량 감소가 서울시 인구 감소에 영향을 받았을 가능성, 서울시가 제시한 에너지 관련 수치와 지역에너지통계연보 수치와의 차이, 서울시 에너지 감축량 산정을 BAU 기준으로 한 점, 서울시 에너지소비량이 원전하나줄이기 대책 이전부터 증가 추세를 멈춘 것, 저조한 신재생에너지 발전량, 원전 한 기 발전량에 대한 기준 차이 등에 관한 것이었다. 이 연구에서는 이에 대해서는 깊이 다루지 않기로 한다.

2) 전력화율은 대개 소비 부문에서 사용되는 총 에너지원 대비 전기의 비중으로 정의한다(Desbrosses, 2012; Jung and Lee, 2014; Nishio and Hoshino, 2010; Schurr et al., 1990).

빠르게 증가했고(산업통상자원부·에너지경제연구원, 2018), 서울시의 전력 화율은 2002년 20.0%에서 2017년 26.6%로 증가해 CAGR이 1.9%였다.

그런데 에너지 전환의 핵심 동력 중 하나인 전력화가 심화되면 전력 소비가 증가할 수밖에 없는데, 이는 전력 수요 관리와 상충되는 측면이 있다. 재생가능에너지를 기반으로 한 전력화를 통해 전력 수요가 증가하는 것은 바람직하지만, 전력 수요 자체는 관리를 통해 지속적으로 줄여갈 필요가 있기 때문이다. 특히 서울시는 단기간에 대규모 발전 설비 구축이나 재생가능에너지를 통한 발전량 증대가 용이하지 않기 때문에 수요관리를 통한 전력 소비 절감 제고가 중요하다. 이처럼 전력소비량 변화는 전력화 정도를 비롯해 1인당 에너지소비량 변화, GDP, 인구 등 다양한 요인으로부터 영향을 받는다. 전력 사용을 억제하면서 동시에 재생가능에너지를 동반하는 전력화를 촉진하기 위해서는 전력소비량 변화에 영향을 미치는 다양한 요인을 파악하고 이러한 요인들이 전력 소비에 미치는 영향을 면밀히 분석하는 것이 중요하다.

이런 맥락에서 이 논문은 전력 소비 특성 연구에서 많이 활용되고 있는 LMDI(Log Mean Divisia Index; 로그 평균 디비지아 지수) 방식을 활용하여 그동안의 서울시 전력소비량 변화 특성을 분석하고 정책적 시사점을 도출하였다. 이 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 선행연구들을 검토하였고, III장에서는 서울 및 주요 지자체 전력 소비 현황들을 살펴보았다. IV장에서는 LMDI 방법론 소개 및 이 연구에서 구성한 항등식을 설명하고, 분석기간과 자료를 제시하였다. V장에서는 분석 결과를 제시하였고, 이를 바탕으로 VI장에서 결론을 정리하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

이 연구에서는 서울시의 전력 소비 현황을 다른 지자체 현황과 비교해 살펴보고, LMDI를 활용해 서울시 전력소비량 변화를 세부 요인들로 분해 분석하였다. 이때 5개 부문, 즉 가정, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문으로 구분하여 고려하는 요인을 달리하였다. 가정 부문의 경우, 전력화율 효

과, 1인당 에너지소비량 효과, 인구 효과로 구분하였고, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문의 경우, 전력화율 효과, 에너지집약도 효과, 1인당 GRDP 효과, 인구 효과로 구분하였다.

II. 선행연구

그동안 국내에서 지수분해분석 방법론을 활용해 온실가스 배출 특성이나 에너지 소비 특성을 분석한 연구들은 국가 전체 혹은 가정이나 산업 등 특정 부문을 대상으로 한 연구가 대부분이었다. 지자체를 대상으로 한 연구들이 일부 있었는데, 주로 각 지자체별 CO₂ 배출량이나 최종에너지 소비량을 요인 분해하고, 그 결과를 바탕으로 유형을 구분한 연구들이었다. 예를 들어, 진상현·황인창(2009a)은 LMDI를 활용해 1990~2006년 기간 우리나라 16개 지자체의 최종에너지 소비량을 생산 효과, 원단위 효과, 인구 효과로 요인 분해하였다. 진상현·황인창(2009b)은 LMDI를 활용해 우리나라 CO₂ 배출량의 80%를 차지하는 8개 지자체를 대상으로 1997~2006년 기간 CO₂ 배출량 변화를 배출계수효과, 연료비효과, 원단위 효과, 생산 효과, 인구 효과로 요인 분해하고, 이들 지자체들을 4개 유형별로 구분하였다. 진상현·정경화(2013)는 1991~2010년 기간 우리나라 각 지자체들의 온실가스 배출량을 산정한 뒤, LMDI를 활용해 이를 집약도 효과, 생산 효과, 인구 효과로 요인 분해하였고, 온실가스 배출량과 집약도 효과를 기준으로 우리나라 각 지자체들을 9개 유형별로 구분하였다. 고재경·김성욱·주정현(2015)은 우리나라 31개 시군의 최종에너지소비량을 생산 효과, 원단위 효과, 인구 효과로 요인 분해하고, 그 결과에 대한 군집분석을 수행하였다.

반면 그동안 국내에서 특정 지자체를 대상으로 에너지소비량이나 온실가스 배출량을 분해분석함에 있어 부문별 특성을 고려한 요인을 반영하여 분석한 연구는 별로 없었다. 부문별로 에너지소비량이나 온실가스 배출량을 분해함에 있어 고려해야 하는 요인들은 공통적인 것도 있고, 부문마다 차이가 나

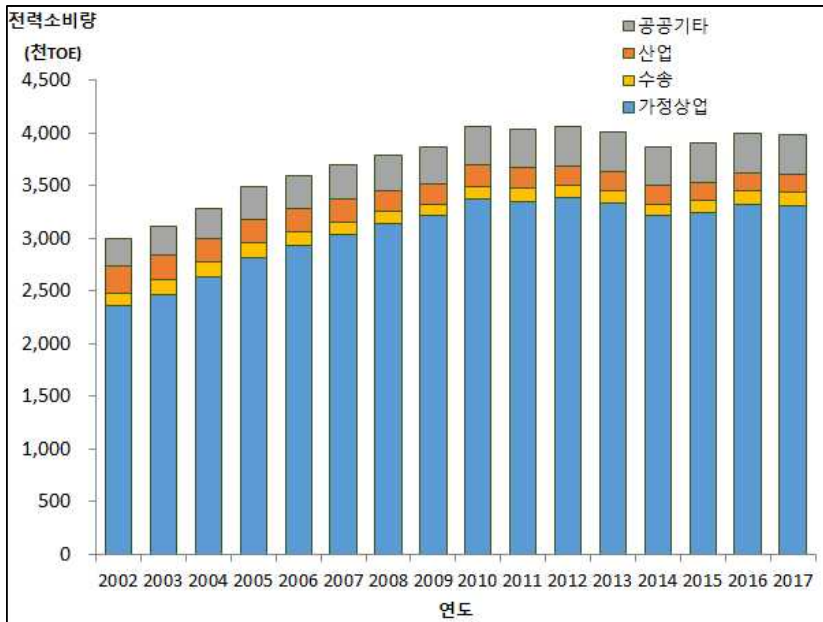
는 것도 있어야 한다. 이런 점에 비추어 이 연구는 서울시의 전력소비량 변화를 부문별로 요인 분해하되, 부문별 특성을 고려해 요인의 차이를 두었다.

Ⅲ. 서울 및 주요 지자체의 전력 소비 관련 주요 현황

1. 서울 및 주요 지자체의 전력 소비 현황

2002~2017년 기간 서울시 부문별 전력소비량 추이를 살펴보면 <그림 1>과 같다. 그림에서처럼 전체 전력소비량은 2012년까지 서서히 증가했다가 이후 약간 하락하여 정체되었다. 부문별 비중을 살펴보면, 2017년 기준 가정·상업 부문이 83.2%를 차지해서 가장 비중이 컸고, 그 다음 공공·기타(9.3%), 산업(4.2%), 수송(3.2%)였다.

<그림 1> 서울 부문별 전력소비량 추이 (2002~2017)



자료: 지역에너지통계연보(2003~2018)를 바탕으로 작성

다음 <표 1>은 2002~2017년 기간 서울을 비롯해 우리나라 주요 지자체별 인구당 전력소비량 추이를 나타낸 것이다. 표에서 보듯이, 우리나라 인구당 전력소비량 평균은 2002년 496.4 TOE/천명에서 2017년 843.2 TOE/천명으로 증가하였으며, 이 기간 CAGR은 3.6%였다. 서울의 경우, 인구당 전력소비량은 2002년 293.8 TOE/천명에서 2017년 403.8 TOE/천명으로 증가하였고, 그 수준은 전국에서 가장 낮았다. 이 기간 CAGR도 전국에서 인천에 이어 두 번째로 낮은 2.1%였다. 이를 통해 서울은 인구당 전력소비량이 전국에서 가장 낮은 수준이며 서서히 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

<표 1> 전국 지자체별 인구당 전력소비량 추이

(단위: TOE/천명)

| 구분 | 2002 | 2007 | 2012 | 2017 | 2002-2017 CAGR |
|----|--------|--------|--------|--------|----------------|
| 울산 | 1519.8 | 1777.5 | 2200.7 | 2332.8 | 2.9% |
| 충남 | 696.3 | 1208.7 | 1885.7 | 2038.3 | 7.4% |
| 전남 | 672.9 | 906.3 | 1282.6 | 1521.7 | 5.6% |
| 경북 | 882.4 | 1162.4 | 1427.6 | 1452.1 | 3.4% |
| 충북 | 730.7 | 951.8 | 1173.2 | 1339.7 | 4.1% |
| 전북 | 528.9 | 700.2 | 985.1 | 1057.1 | 4.7% |
| 강원 | 620.6 | 775.8 | 888.8 | 918.2 | 2.6% |
| 경남 | 554.4 | 720.5 | 855.2 | 881.3 | 3.1% |
| 전국 | 496.4 | 643.3 | 787.5 | 843.2 | 3.6% |
| 경기 | 466.9 | 604.7 | 713.1 | 767.1 | 3.4% |
| 인천 | 537.0 | 627.5 | 684.9 | 714.9 | 1.9% |
| 제주 | 339.5 | 467.1 | 569.3 | 656.1 | 4.5% |
| 대전 | 376.2 | 455.8 | 516.6 | 539.4 | 2.4% |
| 대구 | 382.0 | 445.8 | 513.2 | 534.5 | 2.3% |
| 부산 | 328.9 | 429.2 | 502.2 | 520.4 | 3.1% |
| 광주 | 313.2 | 413.9 | 475.8 | 510.1 | 3.3% |
| 서울 | 293.8 | 362.5 | 398.4 | 403.8 | 2.1% |

주1. 2017년 기준 내림차순으로 배열

주2. 세종시는 제외

자료: 국가통계포털(KOSIS), 국가에너지통계종합시스템(KESIS)를 바탕으로 가공

다음 <표 2>는 2002~2017년 동안 서울을 비롯해 우리나라 주요 지자체별 GRDP당 전력소비량 추이를 나타낸 것이다. 표에서 보듯이, 우리나라 GRDP당 전력소비량 평균은 2002년 23.5 TOE/십억원에서 2017년 24.8 TOE/천명으로 증가하였으며, 이 기간 CAGR은 0.4%였다. 서울의 경우, GRDP당 전력소비량은 2002년 11.5 TOE/십억원에서 2017년 10.2 TOE/십억원으로 감소하였고, 그 수준은 전국에서 가장 낮았다. 이 기간 CAGR도 전국에서 가장 낮은 -0.8%였다. 이를 통해 서울은 GRDP당 전력소비량이 전국에서 가장 낮은 수준으로 제일 큰 폭으로 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

<표 2> 전국 지자체별 GRDP당 전력소비량 추이

(단위: TOE/십억원)

| 구분 | 2002 | 2007 | 2012 | 2017 | 2002-2017 CAGR |
|----|------|------|------|------|----------------|
| 전북 | 31.9 | 34.4 | 42.2 | 41.2 | 1.7% |
| 전남 | 26.5 | 28.6 | 36.5 | 40.5 | 2.8% |
| 충남 | 26.5 | 31.6 | 38.6 | 39.2 | 2.6% |
| 경북 | 40.3 | 37.3 | 40.5 | 37.4 | -0.5% |
| 울산 | 29.4 | 29.6 | 35.1 | 37.2 | 1.6% |
| 충북 | 36.8 | 37.2 | 38.5 | 34.5 | -0.4% |
| 강원 | 34.9 | 35.5 | 36.9 | 32.5 | -0.5% |
| 경남 | 26.1 | 27.0 | 27.3 | 28.0 | 0.5% |
| 대구 | 27.0 | 26.4 | 27.1 | 25.1 | -0.5% |
| 전국 | 23.5 | 24.6 | 26.4 | 24.8 | 0.4% |
| 인천 | 27.2 | 25.9 | 26.6 | 24.6 | -0.7% |
| 경기 | 24.9 | 26.3 | 26.3 | 23.2 | -0.5% |
| 제주 | 19.3 | 23.0 | 23.6 | 22.5 | 1.0% |
| 부산 | 21.2 | 22.3 | 23.5 | 21.1 | 0.0% |
| 대전 | 20.9 | 22.5 | 22.5 | 20.9 | 0.0% |
| 광주 | 19.5 | 21.4 | 22.1 | 20.5 | 0.3% |
| 서울 | 11.5 | 11.9 | 11.7 | 10.2 | -0.8% |

주1. 2017년 기준 내림차순으로 배열

주2. 세종시는 제외

자료: 국가통계포털(KOSIS), 국가에너지통계종합시스템(KESIS)을 바탕으로 가공

2. 서울 및 주요 지자체의 전력화 현황

다음 <표 3>은 2002~2017년 동안 서울을 비롯해 우리나라 주요 지자체별 전력화율 추이를 나타낸 것이다. 표에서 보듯이, 우리나라 평균 전력화율은 2002년 14.9%에서 2017년 18.7%로 증가하였으며, 이 기간 CAGR은 1.5%였다. 서울의 경우, 전력화율이 2002년 20.0%에서 2017년 26.6%로 증가하여 전국 평균보다 더 높은 수준이었으며, CAGR 또한 전국 평균보다 더 높은 1.9%였다. 2017년 기준으로 보면, 서울의 전력화율은 경기(33.7%), 경남(32.1%), 전북(30.8%) 등 9개 지자체에 이어 10위였으며, CAGR 기준으로 보면 부산(3.2%), 충북(2.8%), 강원(2.8%) 등 8개 지자체에 이어 9위였다.

<표 3> 전국 지자체별 전력화율 추이

(단위: %)

| 구분 | 2002 | 2007 | 2012 | 2017 | 2002-2017 CAGR |
|----|------|------|------|------|----------------|
| 경기 | 23.2 | 28.5 | 33.0 | 33.7 | 2.5 |
| 경남 | 25.8 | 31.0 | 32.2 | 32.1 | 1.4 |
| 전북 | 22.2 | 27.2 | 35.3 | 30.8 | 2.2 |
| 충북 | 19.9 | 24.9 | 28.5 | 30.2 | 2.8 |
| 대전 | 23.0 | 26.5 | 31.4 | 29.9 | 1.8 |
| 대구 | 20.9 | 26.1 | 29.0 | 29.7 | 2.4 |
| 광주 | 22.1 | 27.1 | 29.1 | 29.1 | 1.9 |
| 부산 | 17.8 | 22.3 | 27.5 | 28.6 | 3.2 |
| 제주 | 19.2 | 27.0 | 30.3 | 28.5 | 2.7 |
| 서울 | 20.0 | 23.1 | 26.1 | 26.6 | 1.9 |
| 강원 | 16.0 | 18.9 | 22.6 | 24.2 | 2.8 |
| 전국 | 14.9 | 17.5 | 19.3 | 18.7 | 1.5 |
| 경북 | 16.1 | 18.6 | 19.9 | 18.6 | 0.9 |
| 인천 | 15.0 | 16.3 | 18.2 | 15.5 | 0.2 |
| 충남 | 9.6 | 13.3 | 13.5 | 11.6 | 1.3 |
| 울산 | 8.4 | 8.7 | 9.9 | 9.5 | 0.8 |
| 전남 | 4.8 | 5.3 | 6.3 | 6.8 | 2.3 |

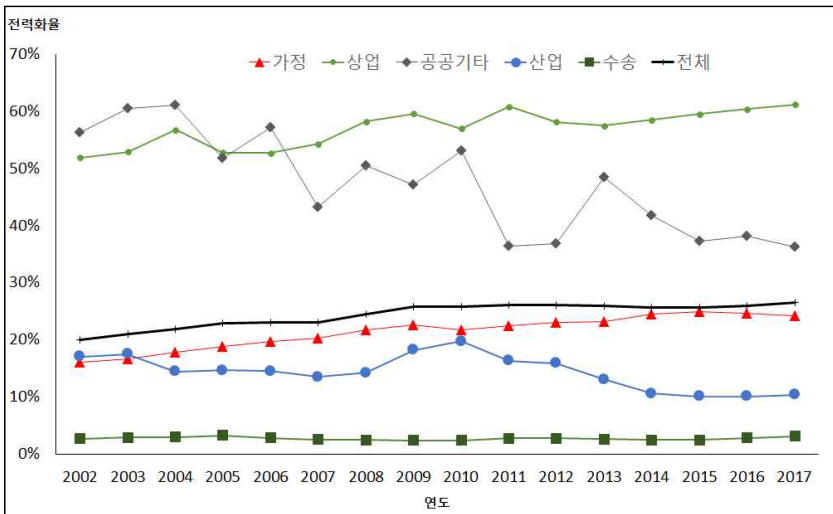
주1. 2017년 기준 내림차순으로 배열

주2. 세종시는 제외

자료: 산업통상자원부·에너지경제연구원(2018)을 바탕으로 가공

2002~2017년 기간 서울시의 부문별 전력화율 추세를 살펴보면 <그림 2>와 같다. 상업 부문과 가정 부문의 전력화율은 꾸준히 증가한 반면, 공공·기타 부문과 산업 부문의 전력화율은 감소했고, 수송 부문은 큰 변화가 없었다.

<그림 2> 서울 부문별 전력화율 추이 (2002~2017)



주. 2017년 기준 전체 전력 소비에서 부문별 비중은 상업 55.1%, 가정 28.1%, 공공·기타 36.3%, 산업 10.4%였음

자료: 지역에너지통계연보(2003~2018)를 바탕으로 작성

IV. 방법론

1. 지수분해분석

지수분해분석(Index Decomposition Analysis; IDA)은 지수 이론(Index Theory)을 근거해 경제시스템의 변화를 여러 개의 지수로 단순화하여 파악하는 방법론이다(김진수·허은녕, 2005; 진상현·정경화, 2013). 이 방법은 먼저 몇 개의 요인으로 구성된 중심 함수를 정의하고 이것을 다양한 방식으로 분해한 다음, 각 요인들이 중심 함수에 미치는 영향을 분석하는

방법이다(Ang, 2004). 지수분해분석은 적은 양의 자료만으로도 분석이 가능하고, 기준 연도와 비교 연도의 자료만 있으면 분석이 가능하기에 비교적 자유롭고, 비교 시점 간의 변화량이나 변화 비율 모두 분석이 가능하다는 장점이 있다(김진수·허은녕, 2005). 아울러 필요한 만큼 요인을 추가함으로써 분석 범위를 확장할 수 있다는 장점도 있다. 이로 인해 지수분해분석은 그동안 에너지 이용이나 CO₂ 배출에 관한 요인분해분석 연구에서 많이 활용되었다(이재형, 2018; Mairet and Decellas, 2009; Ma, 2014; Rogan et al., 2012).

지수분해분석은 크게 두 가지 계열로 구분할 수 있는데, 특정 연도(기준 연도 혹은 비교 연도)를 기준으로 가중치를 설정하여 요인 변화로 인한 영향을 측정하는 라스파이레스(Laspeyres) 지수 계열과 기준 연도와 비교 연도의 평균을 이용하는 방식인 디비지아(Divisia) 지수 계열이 있다(Ang, 2004). 이 중에서 디비지아 지수 계열 방식은 특정 연도 수치에 가중치를 둘 때 생길 수 있는 왜곡을 방지할 수 있는 장점이 있다. 디비지아 계열은 단순 평균을 이용하는 단순 로그 디비지아 방식(Simple Log Mean Divisia Index)과 로그 평균을 이용하는 로그 평균 디비지아 방식(Log Mean Divisia Index)으로 구분할 수 있다(에너지경제연구원, 2007).

이 연구에서는 로그 평균 디비지아 방식의 지수분해분석 방법을 활용해서 서울시 전력소비량 변화를 요인 분해하였다. 대상은 가정, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문으로 하였다. 가정 부문의 경우, 전력소비량 변화를 전력화율(electrification) 효과, 1인당 에너지소비량 효과, 인구 효과로 구분하였다. 산업, 상업, 수송,³⁾ 공공·기타 부문의 경우, 전력소비량 변화를 전력화율 효과, 에너지집약도 효과, 1인당 GRDP 효과, 인구 효과로 구분하였다.

이와 관련해 수식으로 표현하면 다음과 같다. 가정, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문으로 구성된 서울 전력소비량 EI 은 다음 식 (1)과 같이 표현

3) 이 연구에서 수송 실적은 요인에 포함시키지 않았는데, 이는 수송이 지역 간 이동이라는 특성이 있어서 서울시만의 수송 실적을 별도로 구분하기 어렵기 때문이다.

할 수 있고, 이는 다시 식 (2)와 같이 부문별 항등식으로 표현할 수 있다.

$$El = \sum_{i=1}^5 El_i$$

$i = 1(\text{가정}), 2(\text{수송}), 3(\text{상업}), 4(\text{공공·기타}), 5(\text{산업})$ (1)

$$El = \sum_{i=1}^1 \frac{El_i}{FE_i} \times \frac{FE_i}{PO} \times PO + \sum_{i=2}^5 \frac{El_i}{FE_i} \times \frac{FE_i}{GP} \times \frac{GP}{PO} \times PO$$

$$= \sum_{i=1}^1 E_i \times F_i \times P_i + \sum_{i=2}^5 E_i \times I_i \times G_i \times P_i$$
 (2)

여기서 각 변수들의 의미는 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 변수 정의

| 변수 | 정의 |
|--------|--|
| El_i | i 부문 전력소비량 |
| FE_i | i 부문 최종에너지 소비량 |
| GP | 지역내총생산 (실질 GRDP) |
| PO | 인구 |
| E_i | i 부문 전력화율 효과 (최종에너지소비량 대비 전력소비량) |
| F_i | i 부문 1인당 에너지소비량 효과 (인구 대비 최종에너지 소비량) |
| I_i | i 부문 에너지집약도 효과 (지역내총생산 대비 최종에너지 소비량) |
| G_i | i 부문 1인당 GRDP 효과 (1인당 지역내총생산) |
| P_i | i 부문 인구 효과 |

$i=1$ 인 경우, 전력소비량 El 을 시간의 함수라고 가정하고 시간에 대해 미분하면 다음 (3), (4)와 같고, 이를 다시 시간 $0 \rightarrow T$ 까지 적분하면 다음 식 (5)와 같다. 그리고 양변에 $\frac{El_i(T) - El_i(0)}{\ln(El_i(T)/El_i(0))}$ 를 곱하면 식 (6)과 같다.

$$\frac{1}{El_i} \frac{dEl_i}{dt} = \frac{1}{E_i} \frac{dE_i}{dt} \times \frac{1}{F_i} \frac{dF_i}{dt} \times \frac{1}{P_i} \frac{dP_i}{dt}$$
 (3)

$$\frac{d}{dt} \ln EL_i = \frac{d}{dt} \ln E_i \times \frac{d}{dt} \ln F_i \times \frac{d}{dt} \ln P_i \quad (4)$$

$$\ln \frac{EL_i(T)}{EL_i(0)} = \ln \frac{E_i(T)}{E_i(0)} + \ln \frac{F_i(T)}{F_i(0)} + \ln \frac{P_i(T)}{P_i(0)} \quad (5)$$

$$EL_i(T) - EL_i(0) = \frac{EL_i(T) - EL_i(0)}{\ln(EL_i(T)/EL_i(0))} \times \left[\ln \frac{E_i(T)}{E_i(0)} + \ln \frac{F_i(T)}{F_i(0)} + \ln \frac{P_i(T)}{P_i(0)} \right] \quad (6)$$

$\frac{EL_i(T) - EL_i(0)}{\ln(EL_i(T)/EL_i(0))} \times \ln \frac{X(T)}{X(0)}$ 형태를 X_{eff} 라고 표현한다면 식 (6)은 다음 식 (7)처럼 표현할 수 있는데, 다시 말하면 0~T 기간 동안의 전력소비량 변화량(EL_i)은 전력화를 효과, 1인당 에너지소비량 효과, 인구 효과로 구분할 수 있는 것이다.

$$EL_i(T) - EL_i(0) = E_i + F_i + P_i \quad (i=1, 2, 3) \quad (7)$$

마찬가지로 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문 ($i=2, 3, 4, 5$)에 대해서도 시간에 대해 미분을 하면 다음 식 (8), (9)와 같이 나타낼 수 있고, 이를 다시 시간 0→T까지 적분하면 식 (10)과 같다. 그리고 양변에 $\frac{EL_i(T) - EL_i(0)}{\ln(EL_i(T)/EL_i(0))}$ 를 곱하면 식 (11)과 같다.

$$\frac{1}{EL_i} \frac{dEL_i}{dt} = \frac{1}{E_i} \frac{dE_i}{dt} \times \frac{1}{I_i} \frac{dI_i}{dt} \times \frac{1}{G_i} \frac{dG_i}{dt} \times \frac{1}{P_i} \frac{dP_i}{dt} \quad (8)$$

$$\frac{d}{dt} \ln EL_i = \frac{d}{dt} \ln E_i \times \frac{d}{dt} \ln I_i \times \frac{d}{dt} \ln G_i \times \frac{d}{dt} \ln P_i \quad (9)$$

$$\ln \frac{EL_i(T)}{EL_i(0)} = \ln \frac{E_i(T)}{E_i(0)} + \ln \frac{I_i(T)}{I_i(0)} + \ln \frac{G_i(T)}{G_i(0)} + \ln \frac{P_i(T)}{P_i(0)} \quad (10)$$

$$EL_i(T) - EL_i(0) =$$

$$\frac{EL_i(T) - EL_i(0)}{\ln(EL_i(T)/EL_i(0))} \times \left[\ln \frac{E_i(T)}{E_i(0)} + \ln \frac{I_i(T)}{I_i(0)} + \ln \frac{G_i(T)}{G_i(0)} + \ln \frac{P_i(T)}{P_i(0)} \right] \quad (11)$$

식 (11)은 마찬가지로 식 (12)처럼 표현할 수 있고, 0~T 기간 동안의 전력소비량 변화량(EL_i)은 전력화율 효과, 에너지집약도 효과, 1인당 GRDP 효과, 인구 효과로 구분할 수 있다.

$$EL_i(T) - EL_i(0) = E_i + I_i + G_i + P_i \quad (i=3) \quad (12)$$

2. 분석 기간 및 분석 자료

이 연구는 서울시 가정, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 5개 부문을 대상으로 하였으며, 분석 기간은 2002~2007, 2007~2012, 2012~2017년 3개 구간으로 구분하였다. 부문별 최종에너지 소비량과 부문별 전력소비량은 2003년, 2008년, 2013년, 2018년 지역에너지통계연보를 활용하였다. 지역에너지통계연보 자료의 경우, 가정과 상업 데이터가 통합되어 제시되어 있는데, 두 부문의 특성이 상이하야 구분하여 분석할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 산업자원부(2006), 지식경제부(2009, 2012), 산업통상자원부(2015), 산업통상자원부(2018)를 바탕으로 전국 가정과 상업 부문 원별 최종에너지 소비량 수치 비율을 도출하였고, 이를 활용하여 서울시 가정과 상업 부문 에너지소비량 데이터를 구분하여 추정하였다. GRDP의 경우, KOSIS(Korean Statistical information Service) 국가통계포털에 있는 서울 지역내총생산 자료를 활용하되, 2015년 기준년 가격 수치를 사용하였다. 서울 인구 자료의 경우, 내국인과 외국인이 모두 포함된 자료를 활용하였는데, 이는 외국인도 전력 소비를 하고 GRDP에도 기여하기 때문이다. 내국인 현황 자료는 KOSIS 국가통계포털에 있는 서울 주민등록인구 자료, 외국인 현황 자료는 서울 열린데이터광장 포털의 서울시 등록외국인 현황 자료를 활용하였다.

V. 분석 결과

LMDI 분해분석 방법을 이용해 2002~2017년 기간 서울의 전력소비량 변화를 분해한 결과는 다음 <표 5>, <그림 3>과 같다. 2002~2017년 사이 서울의 전력소비량은 982 천TOE 증가했는데, 이는 1인당 GRDP 효과(1,023 천TOE)의 영향을 가장 크게 받았고, 그 다음 전력화율 효과(482 천TOE), 에너지집약도 효과(-333 천TOE), 1인당 에너지소비량 효과(-138 천TOE), 인구 효과(-53 천TOE) 순으로 영향을 받았다. 즉, 이 기간 1인당 GRDP 증가가 서울시 전력소비량 증가를 가장 크게 전인하였으며, 최종에너지 중 전기 비중 증가도 그 다음으로 전력 소비 증가에 큰 영향을 주었다. 반면, 에너지집약도 감소와 1인당 에너지소비량 감소, 인구 감소는 서울시 전력 소비가 줄어드는 쪽으로 영향을 주었다.

각 시기별로 구분해서 보면, 서울의 전력소비량 증가 폭은 시간이 지남에 따라 그 크기가 점차 줄어들었고, 특히 원전하나줄이기 종합대책 1단계와 2단계가 진행되는 시기인 2012~2017년 기간에는 전력소비량이 80 천TOE만큼 줄었다. 이렇게 된 데에는 이전 시기와 비교했을 때 무엇보다 에너지집약도 감소가 영향이 가장 컸고(-420 천TOE), 그 다음으로 전력화율 효과 증가 폭 감소(109 천TOE), 인구 감소(-124 천TOE) 등의 영향 때문이었다.

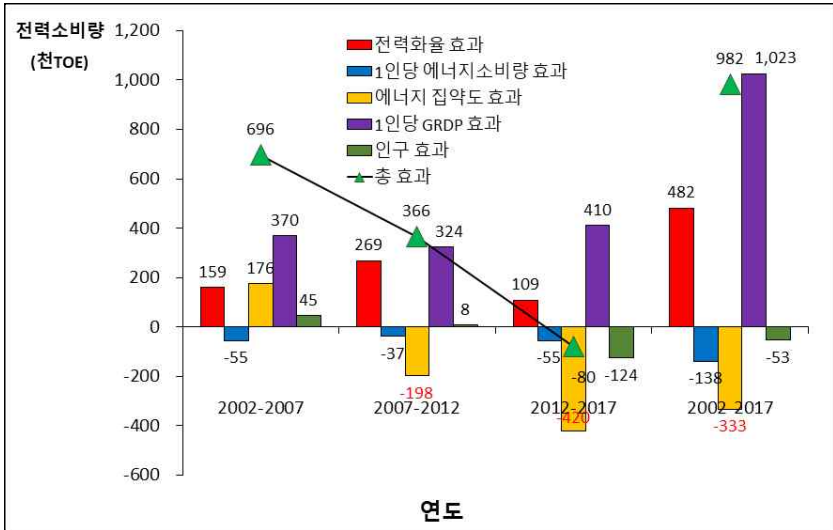
<표 5> 서울 전력소비량 분해분석 결과

(단위: 천TOE)

| 구분 | 2002-2007 | 2007-2012 | 2012-2017 | 2002-2017 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 전력화율 효과 (전 부문) | 159 | 269 | 109 | 482 |
| 1인당 에너지소비량 효과 (가정) | -55 | -37 | -55 | -138 |
| 에너지집약도 효과 (산업, 상업, 수송, 공공·기타) | 176 | -198 | -420 | -333 |
| 1인당 GRDP 효과 (산업, 상업, 수송, 공공·기타) | 370 | 324 | 410 | 1,023 |
| 인구 효과 (전 부문) | 45 | 8 | -124 | -53 |
| 총 효과 | 696 | 366 | -80 | 982 |

〈그림 4〉 서울 전력소비량 분해분석 결과

(단위: 천TOE)



2002~2017년 동안 서울시 전력소비량의 부문별 분해분석 결과는 아래 <표 6>과 같다. 서울시 전력 소비 증가에 가장 큰 영향을 미친 부문은 상업 부문(708 천TOE)이었고, 그 다음 가정(251 천TOE), 공공·기타(106 천TOE) 등의 순이었다. 이는 서울시 전력 소비에서 상업의 비중이 가장 크기 때문이다. 부문별로 살펴보면, 상업 부문의 경우 1인당 GRDP 효과(754 천TOE), 전력화율 효과(300 천TOE)가 전력소비량 증가에 가장 큰 영향을 미쳤다. 가정 부문의 경우, 전력화율 효과(404 천TOE)가 전력 소비가 증가하는 쪽으로 큰 영향을 미쳤고, 1인당 에너지소비량 효과(-138 천TOE)는 전력 소비 감소 쪽으로 영향을 미쳤다. 여기서 1인당 에너지소비량 감소는 서울시에서 진행하고 있는 가정용 태양광 보급사업을 통해 자체적으로 발전을 함으로써 전기소비가 줄어든 영향도 일부 있었을 것으로 추정된다. 공공·기타 부문의 경우, 전력화율 효과가 -139 천TOE로 가장 큰 영향을 미쳤고, 그 다음 1인당 GRDP 효과(131 천TOE), 에너지집약도 효과(119 천TOE) 순으로 영향을 미쳤다. 에너지집약도 효과는 서울시 공공·기타 부문을 중심으로 에너지소비총량제, 건물에너지효율사업

(BRP), LED 보급사업, 에코마일리지사업 등을 통한 에너지효율 개선 노력이 성과를 이룬 것으로 추정된다. 산업 부문의 경우도 전력화율 효과(-102 천TOE)와 에너지집약도 효과(-63 천TOE)가 전력 소비가 줄어드는 쪽으로 영향을 미쳤고, 1인당 GRDP 효과(85 천TOE)는 전력 소비가 증가하는 쪽으로 영향을 주었다. 수송 부문의 경우, 에너지집약도 효과가 -70 천 TOE로 가장 큰 영향을 미쳤다. 요인별로 살펴보면, 전력화율 효과는 가정, 상업 부문 순으로 크게 나타났으며, 산업과 공공·기타 부문에서는 전력화율이 줄어들었다.

앞서 <표 5>에 관한 설명에서 2012~2017년 기간 서울 전력 소비가 감소한 것과 관련해 이전 시기 대비 에너지집약도 감소와 전력화율 효과 증가 폭 감소의 영향이 주요했다고 기술한 바 있는데, <표 6>에서 그에 대한 부문별 효과를 좀 더 상세히 확인할 수 있다. 에너지집약도 효과의 경우,

<표 6> 서울 전력소비량 변화 부문별 분해분석 결과

(단위: 천TOE)

| 구분 | 가정 | 산업 | 상업 | 수송 | 공공·기타 | 소계 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-------|
| 전력화율 효과 | (T1) 220 | (T1) -54 | (T1) 78 | (T1) -7 | (T1) -78 | 482 |
| | (T2) 140 | (T2) 32 | (T2) 143 | (T2) 11 | (T2) -57 | |
| | (T3) 58 | (T3) -74 | (T3) 115 | (T3) 15 | (T3) -5 | |
| | (TA) 404 | (T4) -102 | (TA) 300 | (TA) 19 | (TA) -139 | |
| 1인당 에너지소비량 효과 | (T1) -55 | | | | | -138 |
| | (T2) -37 | | | | | |
| | (T3) -55 | | | | | |
| | (TA) -138 | | | | | |
| 에너지집약도 효과 | | (T1) -26 | (T1) 132 | (T1) -20 | (T1) 90 | -333 |
| | | (T2) -84 | (T2) -152 | (T2) -23 | (T2) 60 | |
| | | (T3) 41 | (T3) -397 | (T3) -27 | (T3) -37 | |
| | | (TA) -63 | (TA) -318 | (TA) -70 | (TA) 119 | |
| 1인당 GRDP 효과 | | (T1) 36 | (T1) 268 | (T1) 20 | (T1) 46 | 1,023 |
| | | (T2) 23 | (T2) 246 | (T2) 15 | (T2) 41 | |
| | | (T3) 25 | (T3) 315 | (T3) 18 | (T3) 53 | |
| | | (TA) 85 | (TA) 754 | (TA) 53 | (TA) 131 | |
| 인구 효과 | (T1) 13 | (T1) 3 | (T1) 24 | (T1) 2 | (T1) 4 | -53 |
| | (T2) 2 | (T2) 0 | (T2) 4 | (T2) 0 | (T2) 1 | |
| | (T3) -35 | (T3) -5 | (T3) -68 | (T3) -4 | (T3) -12 | |
| | (TA) -15 | (TA) -3 | (TA) -28 | (TA) -2 | (TA) -5 | |
| 총 효과 | 251 | -83 | 708 | 0 | 106 | 982 |

주. T1는 2002~2007년 기간, T2는 2007~2012년 기간, T3은 2012~2017년 기간, TA는 2002~2017년 기간을 의미

상업 부문에서 2007~2012년(T2)에 비해 2012~2017년(T3) 기간에 그 효과가 대폭 감소했고, 전력화율 효과의 경우, 가정 부문에서 2007~2012년(T2)에 비해 2012~2017년(T3) 기간에 그 효과가 줄어들었다. 이를 통해 2012~2017년 기간 서울 전력 소비 감소는 상업 부문 에너지집약도 감소와 가정 부문 전력화율 증가 폭 감소의 영향이 컸음을 확인할 수 있다.

VI. 결론 및 제언

이 연구는 LMDI 지수분해분석 방법을 활용해 2002년부터 2017년 사이 서울시 전력소비량 변화 특성을 분석하였다. 분석은 가정, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문을 대상으로 하였다. 가정 부문의 경우, 전력소비량 변화를 전력화율 효과, 1인당 에너지소비량 효과, 인구 효과로 분해 분석하였고, 산업, 상업, 수송, 공공·기타 부문은 전력소비량 변화를 전력화율 효과, 에너지집약도 효과, 1인당 GRDP 효과, 인구 효과로 분해 분석하였다. 주요 분석 결과 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 2002~2017년 기간 동안 서울시 전력소비량이 증가한 것과 관련해 1인당 GRDP 증가가 가장 큰 영향을 주었다. 선진국 대열에 들어서게 되면 경제 성장에 에너지 소비 증가가 반드시 동반되어야 하는 것은 아니라는 측면에서 향후 서울시의 경제 성장을 지속적으로 도모하면서도 전력 소비는 줄일 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 에너지 효율 개선 정책 등 경제 성장과 전력 소비 간의 탈동조화(decoupling)를 이룰 수 있는 다양한 정책 수립 및 시행이 필요하다.

둘째, 2002~2017년 기간 서울시 전력소비량이 증가한 것에 전력화율 효과가 두 번째로 영향력이 컸다. 특히 전력 소비 비중이 가장 큰 상업 부문보다 가정 부문에서의 전력화율 효과가 가장 컸다. 전력화는 전력소비량 증가를 유발하는 측면이 있지만, 에너지 전환을 이루기 위한 중요한 축이기도 하다. 따라서 전력화에 대응하는 세심한 정책적 접근이 필요하다.

며, 무엇보다 재생가능에너지를 기반으로 한 전력화가 될 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 기존에 사용하던 지표 이외에 재생가능에너지 기반의 전력화 수준을 나타낼 수 있는 지표를 에너지 전환의 지표 중 하나로 포함하는 것도 검토해 볼 수 있다. 아울러 가정용 베란다형 태양광 보급사업과 같이 전력화가 심화되고 있는 가정 부문을 대상으로 한 재생가능에너지 지원사업도 지속적으로 유지·확대가 필요하다.

셋째, 가정 부문의 1인당 에너지소비량 감소와 상업, 공공·기타, 산업, 수송 부문의 에너지집약도 감소는 서울시의 전력 소비를 줄이는 방향으로 영향을 미쳤다. 전반적으로 서울시의 1인당 혹은 GRDP당 에너지 소비량 감소의 긍정적 영향을 확인한 것이다. 아울러 전력 소비에 영향을 주는 요인은 이처럼 부문마다 차이가 있기 때문에 부문별로 차별화된 전력수요 관리 정책 수립이 필요하다.

■ 참고문헌 ■

- 고재경·김성욱·주정현, 2015, “기초지자체 에너지 소비 변화 요인 및 특성 분석: 경기도 지역을 중심으로,” 『지방행정연구』, 29(2), pp.127-152, DOI: 10.22783/krila.2015.29.2.127.
- 김진수·허은녕, 2005, “구조분해분석을 통한 국내 산업별 에너지 소비 변화요인 연구,” 『자원환경경제연구』, 14(2), pp.257-290.
- 산업자원부, 2006, 『2005년도 에너지총조사보고서』, 과천: 산업자원부.
- 산업자원부·에너지경제연구원, 2003, 『2003 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2004, 『2004 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2005, 『2005 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2006, 『2006 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2007, 『2007 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- 산업통상자원부, 2015, 『2014년도 에너지총조사보고서』, 세종: 산업통상자원부.
- _____, 2018, 『2017년도(2016년기준) 에너지총조사보고서』, 세종: 산업통상자원부.
- 산업통상자원부·에너지경제연구원, 2013, 『2013 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.

- _____, 2014, 『2014 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2015, 『2015 지역에너지통계연보』, 울산: 에너지경제연구원.
- _____, 2016, 『2016 지역에너지통계연보』, 울산: 에너지경제연구원.
- _____, 2017, 『2017 지역에너지통계연보』, 울산: 에너지경제연구원.
- _____, 2018, 『2018 지역에너지통계연보』, 울산: 에너지경제연구원.
- 서울특별시, 2012, 『에너지 수요절감과 신재생에너지 생산확대를 통한 ‘원전하나줄이기’ 종합대책』, 서울: 서울특별시.
- _____, 2014, 『에너지 살림도시, 서울’ 종합계획』, 서울: 서울특별시.
- 에너지경제연구원, 2007, 『산업부문 에너지이용효율화 추이 분석기법 및 Tool 개발』, 과천: 산업자원부.
- 월간조선, 2017.9.6., “박원순(朴元淳)은 정말 ‘원전 하나 줄이기’에 성공했다,” <https://pub.chosun.com/client/news/viw.asp?cate=&nNewsNumb=20170926025&nidx=26026>.
- _____, 2017.11.15., “박원순(朴元淳)은 정말 ‘원전 하나 줄이기’에 성공했다②,” <https://m.pub.chosun.com/client/news/viw.asp?cate=C01&mcate=&nNewsNumb=20171126801&nidx=26802>.
- 이재형, 2018, “철도수송부문 온실가스 배출 요인 분해분석,” 『기후변화학회지』, 9(4), pp.407-421, DOI: 10.15531/KSCCR.2018.9.4.407.
- 장재연, 2017.6.6., “[기고] 서울시 ‘원전하나줄이기’ 사업 성과는 어디로 숨었나?,” 환경운동연합, <http://kfem.or.kr/?p=178996>.
- 지식경제부, 2009, 『2008년도 에너지총조사보고서』, 과천: 지식경제부.
- _____, 2012, 『2011년도 에너지총조사보고서』, 과천: 지식경제부.
- 지식경제부·에너지경제연구원, 2008, 『2008 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2009, 『2009 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2010, 『2010 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2011, 『2011 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- _____, 2012, 『2012 지역에너지통계연보』, 의왕: 에너지경제연구원.
- 진상현·정경하, 2013, “지역별 온실가스 배출특성에 관한 연구 - 지수분해분석을 중심으로,” 『한국정책과학학회보』, 17(2), pp.1-26.
- 진상현·황인창, 2009a, “지수분해분석을 이용한 지자체의 에너지 소비특성에 관한 연구,” 『자원환경경제연구』, 18(4), pp.557-586.

- _____, 2009b, “지자체의 온실가스 배출특성에 관한 지수분해분석: 에너지부문을 중심으로,” 『환경정책』, 17(3), pp.101-128.
- Newdaily, 2017.8.24., “박원순式 '원전하나줄이기' 사실상 실패...성과 부풀리기 논란,” <http://www.newdaily.co.kr/site/data/html/2017/08/23/2017082300067.html>.
- Ang, B. W., 2004, “Decomposition analysis for policy-making in energy: Which is the preferred method?,” *Energy Policy*, 32, pp.1131-1139, DOI: 10.1016/S0301-4215(03)00076-4.
- Desbrosses, N., 2012, “Understanding the electrification of industrial energy consumption in Europe,” <http://www.leonardo-energy.org/understanding-electrification-industrial-energy-consumption-europe>.
- International Renewable Energy Agency (IRENA), 2019, *Global energy transformation - A roadmap to 2050*, Abu Dhabi: IRENA.
- Jung, Y. H. and S. H. Lee, 2014, “Electrification and productivity growth in Korean manufacturing plants,” *Energy Economics*, 45, pp.333-339, DOI: 10.1016/j.eneco.2014.07.022.
- Ma, C., 2014, “A multi-fuel, multi-sector and multi-region approach to index decomposition: An application to China's energy consumption 1995~2010,” *Energy Economics*, 42, pp.9-16, DOI: 10.1016/j.eneco.2013.11.009.
- Mairet, N. and F. Decellas, 2009, “Determinants of energy demand in the French service sector: A decomposition analysis,” *Energy Policy*, 37, pp.2734- 2744, DOI: 10.1016/j.enpol.2009.03.002.
- Nishio, K. and Y. Hoshino, 2010, *Impacts of electrification on CO₂ emission reduction potentials in the G7 countries*, (SERC discussion Paper 10004), Tokyo: Central Research Institute of Electric Power Industry.
- Rogan, F., C. J. Cahill, and B. P. Ó. Gallachoir, 2012, “Decomposition analysis of gas consumption in the residential sector in Ireland,” *Energy Policy*, 42, pp.19-36, DOI: 10.1016/j.enpol.2011.10.059.
- Schurr, S. H., C. Burwell, W. D. Devine, and S. Sonenblum, 1990, *Electricity in the American economy: Agent of technical progress*, New York: Greenwood Press.
- 국가통계포털 (KOSIS), <http://kosis.kr>.
- 국가에너지통계종합시스템 (KESIS), <http://www.kesis.net>.
- 서울열린데이터광장, <https://data.seoul.go.kr/>.

한 준: 서울대학교 환경대학원 환경계획학과에서 박사학위를 취득하였고 현재 인천연구원에서 연구위원으로 재직 중이다. 기후변화 및 에너지 관련 다양한 정책연구들을 수행하고 있으며, 주요 연구 실적으로는 “An analysis of the electricity consumption reduction potential of electric motors in the South Korean manufacturing sector”, “지속가능발전을 위한 에너지 지표에 관한 연구”, “우리나라 전력화(Electrification)의 CO₂ 배출 영향 연구”, “신고리 5·6호기 공론화 언론보도에 대한 언어 네트워크 분석: 한겨레, 조선일보를 중심으로” 등이 있다(joon@ii.re.kr).

정연미: 현재 서울에너지공사 에너지연구소 책임연구원으로 재직 중이다. 독일 베를린 자유대학교(Freie Universität Berlin) 환경정책연구소에서 Dr. rer. pol. 박사학위를 취득하였다. 학문적 관심분야는 에너지정책, 환경정책, 생태경제학 등이며, “에너지효율화를 위한 독일 열병합발전법 개정의 법·정책적 함의”, “독일 공동체 에너지와 지방분권화의 과제”, “새로운 생태경제발전론의 비전 설정하기”, “Is South Korea’s Green Job Policy Sustainable?”, “신재생에너지와 원자력에너지 정책네트워크 비교분석”, “Energieeffizienzpolitik in Deutschland und Südkorea” 등의 논문과 저서를 발표하였다(yeonmijung@i-se.co.kr).

투 고 일: 2020년 05월 14일
 심 사 일: 2020년 05월 20일
 게재확정일: 2020년 06월 13일