

중국의 전력소비와 경제성장의 인과관계 분석

이명환¹, 정군오¹, 임응순^{2*}

¹호서대학교 경제학과, ²호서대학교 경제연구소

A Causality Analysis of Electricity Consumption and Economic Growth in China

Ming-Huan Li¹, Kun-Oh Jung¹ and Eung-Soon Lim^{2*}

¹Department of Economics Hoseo University

²Economic Research Institute, Hoseo University

요약 본 연구의 목적은 중국의 전력소비와 경제성장의 인과관계를 분석하고 그 방향을 확인하여 정책적 시사점을 도출하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 1971년~2008년 동안의 연간자료를 사용하여 단위근 검정, 공적분 검정, 오차수정모형을 통한 Granger-인과검정을 하였다. 검정결과 중국의 전력소비와 경제 성장사이에는 장, 단기적 양방향 인과성이 발견되었다. 이러한 결과는 중국의 정책분석가에게 몇 가지 유용한 시사점을 제공한다. 첫째: “경제가 발전하려면 전력이 선행해야 한다.”라는 중국의 발전전략이 지금도 유효하다. 즉 전력소비의 증가는 경제성장을 촉진한다. 물론 경제성장에 미치는 다른 요인들이 존재하고 전력은 그 일부분이지만 경제성장을 하기 위해서는 안정적인 전력공급이 필요하다. 둘째: 본 연구는 실질 GDP의 증가가 전력소비를 늘린다는 주장도 성립함을 확인하였다. 이는 직관적으로 소득이 늘어나면 보다 많은 전력을 필요로 하는 제품사용이나 수요가 증가할 것이다.

Abstract The purpose of this study is to analyze the causality of electricity consumption and economic growth and draw policy implications. To do this, we used Testing Procedures of Unit Root and Cointegration and then VECM and Granger causality test using data taken from China over the period 1971 to 2008. As results, there are long and short term causalities between electricity consumption and economic growth of China. These results provide a few implications to policy analysts in China. First it is still available that the electricity comes before the economic development. The increase of electricity consumption promotes economic growth. Of course there are other factors to the economic growth, but the stable supply of electricity is necessary. Second, this paper confirms the assertion that the increase of GDP expands electric consumption is valid.

Key Words : Economic growth, Electricity consumption, Unit root, Cointegration, Granger causality

1. 서론

전력은 국민경제의 기초산업일 뿐만 아니라 산업생산에 있어서 필수적인 투입요소 중의 하나이다. 매년마다 높은 성장을 해온 중국은 산업화, 도시화가 가속화되면서 전력에 대한 수요는 계속 증가하고 있다. 만일 늘어나고 있는 도시지역과 공단지역에서 전력시설 확충이 제때에 이루어지지 않는다면 중국의 안정적인 경제성장에 큰 영

향을 미칠 것이다. 따라서 향후 지속적인 전력투자가 이루어져야 할 것이다. 아울러 2차, 3차 산업이 지속적으로 증가하고 정보화시대가 가속화됨에 따라 전력소비량은 크게 늘어날 것이므로 향후 안정적인 전력공급이 중요한 문제가 될 것이다.

이러한 배경 하에서, 본 연구는 중국의 1971년~2008년까지 World Bank 연간자료를 이용하여 전력소비와 경제성장사이의 인과관계를 규명하고자 한다. 통상 전력소

*Corresponding Author : Eung-Soon Lim

Tel: +82-041-560-8535 email: brist@hanmail.net

접수일 12년 07월 16일

수정일 12년 08월 28일

게재확정일 12년 10월 11일

비와 경제성장 사이에 양의 상관관계가 존재함을 발견했다고 해도 이것이 반드시 인과관계가 성립함을 의미하는 것은 아니다. 경제성장은 전력소비를 유발할 수도 있으며, 반대로 전력소비가 경제성장을 유발 할 수도 있기 때문이다. 물론 이 두 가지 상황은 동시에 발생할 수도 또는 어느 한 쪽만 발생할 수도 있다. 따라서 전력소비와 경제성장사이의 인과관계 방향에 따라서 상반되는 정책과 시사점을 가질 것이다. 예를 들어서 전력소비로부터 경제성장으로의 단방향 양(+)의 인과관계가 존재한다면 전력소비의 증가는 소득의 증가를 가져온다고 볼 수 있다. 전력소비로부터 경제성장으로의 단방향 음(-)의 인과관계가 존재 한다면 전력소비를 줄이는 정책이 소득을 증가시킬 것이다. 반대로 경제성장으로부터 전력소비의 단방향(양 또는 음)의 인과관계가 존재한다면 전력소비의 정책은 경제성장에 큰 영향을 미치지 못 할 것이다. 어느 방향으로도 인과관계가 존재하지 않는다면 전력인프라를 증가시키는 정책은 경제성장에 아무런 영향을 미치지 않을 것이다.

이러한 논의를 바탕으로 전력소비와 경제성장의 인과관계에 대한 선행연구를 살펴보면 Yang(2000)은 대만에서 전력소비와 경제성장 사이에 양방향 인과관계가 있음을 발견하였고[14] Ghosh(2002)는 인도를 대상으로 경제성장에서 전력소비의 단방향 인과관계를 확인하였다[3]. 유승훈, 정군오(2004)는 한국을 대상으로 실증연구를 했는데 전력소비에서 경제성장으로는 단기적 인과성이 존재하였고 경제성장에서 전력소비로는 장기적 인과성을 확인하였다[11]. 이후 유승훈, 양창영(2006)은 인도네시아의 발전(發電)과 경제성장의 인과관계를 분석하였는데 그 결과 경제성장에서 발전(發電, electricity generation)으로의 단방향 인과성이 발견되었으며, 역의 관계는 성립하지 않았다[10]. 이렇듯 선행연구들의 결과들은 분석대상 국가에 따라 상이하게 나타났다.

이에 본 연구는 중국의 전력소비와 경제성장사이의 인과관계를 분석하여 그 결과로부터 정책적 시사점을 얻고자 한다. 전력소비와 경제성장간의 인과관계를 분석하기 위해서는 분기별 자료를 사용하는 것이 가장 적합하나 자료수집의 어려움으로 본 연구에서는 연도별 자료를 사용하게 되었다.

본 연구는 기존 Shiu & Lam(2004)연구에 비해 보다 많은 관측치를 분석에 사용할 수 있었다[12]. 또 명목 GDP에서 실질 GDP로 전환하는 과정에서 기존연구의 경우 1978년 기준 GDP 디플레이터를 사용하였지만 본 연구는 2000년 기준 GDP 디플레이터를 사용하여 보다 더 현실적이라고 할 수 있다. 즉 분석에 사용된 자료에 따라서 다른 결과를 보일 수 있으므로 그에 따른 정책적 시

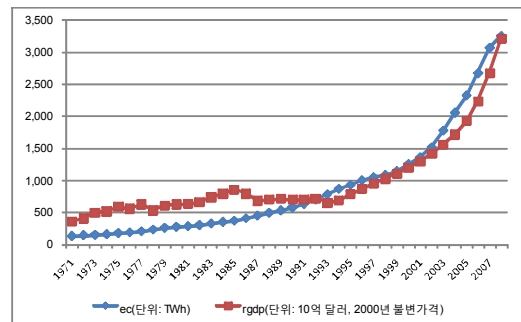
사점도 다르게 나타날 수 있다. 따라서 소 표본을 이용하여 인과관계를 분석할 경우 조심스럽게 다루어야 할 것이다.

이후의 논문은 아래와 같이 구성한다. 제 I 장 서론, 제 II 장에서는 본 논문의 자료와 추이 그리고 연구방법론을 설명한 후 전력소비와 경제성장과의 인과관계에 대한 모형을 설정한다. 제 III 장에서는 실증분석 후 그 결과에 대해 논의하고 마지막 IV 장은 연구에 대한 전체적인 요약과 정책적 시사점, 그리고 결론을 제시한다.

2. 자료 및 연구방법

2.1 자료 및 추이

본 연구에 사용된 자료는 1971년부터 2008년까지 중국의 연간 전력소비량과 국내총생산이다[15,16]. 국내 총생산인 경우 1971년 이전의 자료를 구할 수 있었지만 전력소비량은 그 이전의 자료를 구하기가 쉽지 않았기 때문에 시작연도를 1971년으로 하였다. 국내 총생산자료는 GDP-디플레이터(2000년 기준)를 이용하여 실질 GDP로 전환하였고, 전력소비량의 단위는 TWh로 하였다. 그런데 이후의 분석은 국내 총생산과 전력소비량의 원래 값에 근거하기보다는 자연로그를 취하여 분석한다. 이것은 탄력성 계산의 용이함 등으로 인해 실증연구에서 통상적으로 취하는 방식이기 때문이다[11]. [그림 1]은 원래 값에 근거한 전력소비량과 국내총생산을 나타내고 있다.



출처: World Bank.

[그림 1] 전력소비(ec)와 국내총생산(rgdp)의 추이
[Fig. 1] transition of power consumption(ec) and gross domestic product(rgdp)

그림 1에서 나타나듯이 1986년~1990년까지는 경제성장이 다소 주춤하는 모습을 보이는데 이 기간(7차 5개년 계획)은 경제발전에 관한 전략과 경제체제가 구 모델에서 신 모델로 전환되는 매우 중요한 시기였다. 이 시기

대외개방에 의한 수출 증가와 1차 산업의 비중이 감소하였고, 3차 산업의 비중이 증가하면서 전기소비량이 증가한 것으로 보인다. 이후 1993년을 기점으로 급속한 경제성장이 이루어지는데 이때부터 중화학공업이 경제발전을 주도하면서 에너지, 교통과 통신시설의 건설을 포함한 사회기반 시설을 강화하였다. 또한 외국 기업들이 대거 들어오면서 중국 대륙이 점차 제조업중심으로 바뀌는 큰 변화가 일어났다. 이 시기 전기소비량도 급격하게 증가하는 모습을 보이고 있다. 반면에 1997년~1998년에는 산업부문의 생산이 다소 위축되면서 전기소비량도 크게 늘지 않은 것으로 보는데 이는 동남아 금융위기의 영향을 많이 받았을 것으로 추측된다. 이후 중국은 2001년 WTO의 가입을 계기로 대외무역을 확대하면서 가파른 경제성장을 이루었고, 빠른 경제성장과 함께 생산부문의 필수요소인 전력소비량도 크게 증가한 것으로 보인다. 날로 늘어나는 전력수요를 충족하기위해서 중국은 2003년부터 대규모 발전소 건설에 투자하였고 그 이후 경제성장과 함께 전력소비도 가파르게 증가하는 모습을 보이고 있다.

이렇듯 전력은 산업생산의 필수요소로서 경제성장과 밀접한 관련이 있다는 것은 누구나 알고 있는 사실이다. 그러나 전력소비와 경제성장 사이에 인과관계가 존재하는지 여부는 별개의 문제다. 따라서 전력소비가 경제성장의 원인변수인지 아니면 경제성장이 전력소비의 원인변수인지를 검증할 필요가 있다.

2.2 연구방법

2.2.1 Granger-인과성 검정과 안정성

Granger-인과성 검정은 두 변수 사이의 인과적 관계의 존재 여부를 검정하는 기법으로 대단히 편리하고 매우 일반적인 접근방법이다. Guilkey & Salemi(1982)와 Geweke et al.(1983)에 의해 보고된 몬테칼로(Monte Carlo) 모의실험 연구결과에 따르면, 특히 실증연구에서 직면하게 되는 소 표본의 경우 인과성을 검정하는 여러 가지 기법들 중에서 Granger-인과성 검정이 가장 바람직한 결과를 가져왔다[6]. 따라서 본 연구에서는 Granger-인과성 검정기법을 이용한다.

표준적인 Granger-인과성 검정을 적용하기 위해서는 관심대상 변수의 시계열이 안정적이어야 하므로 먼저 각 변수의 단위근 존재 여부를 확인해야 한다. 만약 인과성 검정에 불안정한 시계열 자료를 사용하게 되면 가장적인 인과성 검정 결과를 가져올 수 있음을 여러 연구에서 입증되었다[5,13]. 단위근을 검정하는 방법에는 크게 DF-검정법, ADF-검정법, Phillips-Perron검정법이 있다. DF-검정법은 오차항이 계열상관(serial correlation)을 내포하지

않는다는 비현실적인 가정에 입각하고 있다는 문제점을 안고 있기 때문에 최근에는 잘 이용되지 않는다. 또한 ADF-검정법은 자기상관의 문제를 명시적으로 고려하는 장점을 가지지만 이분산이 없다고 가정하는 제약성을 가진다. 하지만 PP-검정법은 다양한 종류의 자기상관과 시간 의존적인 이분산성에 대해 강건한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 PP-검정법을 사용하여 단위근 검정을 진행한다.

2.2.2 변수간의 공적분 검정

만일 시계열자료 Y_t 가 단위근을 갖고 있는 것으로 판정이 될 경우 차분을 통해서 안정적으로 전환된 ΔY_t 를 가지고 분석할 수 있다. 하지만 이때 장기적인 변화 내용에 관한 정보는 전부 상실되어 버린다는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 회피 할 수 있는 경우가 바로 공적분 관계의 존재 유무다. 만일 두 변수가 모두 확률보행을 따르더라도 이들 변수의 1차 함수(linear combination)는 안정적이 될 수 있는 경우가 있다. 즉 X와 Y가 각각 불안정 시계열이지만 공적분 되어 있다면 표준적인 Granger-인과성 검정으로부터의 추론은 유효하지 못하며, 오차수정 모형에 근거한 보다 포괄적인 인과성 검정을 해야 한다 [1]. 따라서 오차수정모형의 추정에 앞서 전력소비 시계열과 GDP시계열의 공적분 성질에 대해 검정하는 것이 필요하다. 본 연구는 Johansen & Juselius(1990) 공적분 검정방법을 이용하여 공적분의 존재 유무를 확인한다.

2.2.3 벡터오차수정모형과 인과성 검정

만약 시계열변수 X와 Y가 단위근을 가지고, 즉 불안정 적이지만 1차 차분 후에는 안정화되고 두 변수 사이에 공적분이 존재한다면 오차수정모형을 적용하여 인과성 여부에 대해 판단을 내려야 한다. 두 변수 사이에 공적분 관계가 존재함에도 불구하고 통상적인 인과성 검정기법을 적용하면 장기적인 관계를 볼 수 없으며, 단기적 관계만 남은 결과를 가지고 인과성 유무에 대해 검정을 하게 된다. 하지만 오차수정모형을 이용하면 독립변수의 차분항이 종속변수에 미치는 영향뿐만 아니라 오차수정항의 변화가 종속변수에 미치는 영향도 찾아 낼 수 있기 때문에, 장·단기 인과관계를 모두 파악할 수 있는 장점을 가진다. 오차수정모형을 통한 Granger-인과성 검정의 형태는 아래와 같다.

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11} \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{12}} \beta_{12} \Delta X_{t-j} + \gamma_1 \epsilon_{t-1} + u_{1t} \quad (1)$$

$$\Delta X_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21} \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{22}} \beta_{22} \Delta Y_{t-j} + \gamma_2 \epsilon_{t-1} + u_{2t} \quad (2)$$

여기서 X는 전기소비량, Y는 실질 GDP, Δ 는 차분 연산자이며, L은 시차의 개수, α, β, γ 는 추정해야 할 모수, u_t 는 교란 항이다. 그리고 ϵ_{t-1} 은 관측시점(t) 전 시점(t-1)기에 걸친 오차수정 항이다.

독립변수의 시차구조는 인과성 검정의 결과에 민감한 영향을 미친다. 시차의 수를 자의적으로 결정하게 된다면 추정계수를 왜곡하고 잘못된 인과성 추론에 이를 수 있다. 따라서 시차수의 결정이 매우 중요하므로 본 연구에서는 AIC, SC를 최소로 만들어 주는 수준에서 최적 시차수를 결정한다.

식 (1)은 X가 Y를 인과 하는지 여부에 대해 검정할 때 사용되고, 식 (2)는 Y가 X를 인과 하는 여부에 대해 검정할 때 사용된다. 식 (1)에서 ΔX_{t-j} 의 추정계수들이 통계적으로 유의하면 X는 Y를 단기적으로 Granger-인과한다고 한다. 또한 식 (1)에서 오차수정항의 추정계수인 γ_1 이 통계적으로 유의하면 X는 Y를 장기적으로 Granger-인과 한다고 한다. 이 경우 오차수정항의 계수는 장기 균형관계에서의 이탈이 단기에 어느 정도 종속변수에 영향을 주어 장기 균형관계로 조정되도록 하는지를 의미하는 단기 조정계수의 성격을 가진다. 마찬가지로 식 (2)에서 ΔY_{t-j} 의 추정계수들이 모두 통계적으로 유의하면 Y는 X를 단기적으로 Granger-인과 한다고 한다. 또한 식 (2)에서 오차수정항의 추정계수인 γ_2 이 통계적으로 유의하면 Y는 X를 장기적으로 Granger-인과 한다고 한다. 본 연구에서는 $\Delta X_{t-j}, \Delta Y_{t-j}$, 오차수정항의 추정계수가 유의한지 여부를 검정하기 위해 Wald-test 또는 t-검정을 이용하여 단기적, 장기적 인과성을 검정한다.

3. 분석결과

3.1 전력소비량과 실질GDP 시계열의 단위근 검정 결과

단위근의 존재여부를 검정하는 데 필요한 유의수준은 5%로 하였다. 여기서 유의수준이란 해당 시계열이 단위근이 존재한다는 귀무가설 하에 계산된 검정통계량에 대한 P-값이 귀무가설을 기각시키기에 충분한지를 판단하는 기준이 된다. 따라서 단위근 검정 통계량의 P-값이 유의수준인 0.5보다 작으면 해당 귀무가설은 기각되며 0.5보다 크면 해당 귀무가설은 기각되지 않는다. 앞에서 언급한 바와 같이 본 연구는 PP-검정을 이용하여 전기소비량(LEC)과 실질 GDP(LGDP)의 단위근 검정을 진행한다. 그 결과는 표 1에 제시되어 있다.

[표 1] 단위근 검정 결과

[Table 1] results of unit root test

변 수		검정법	
		PP 검정	
		통계량	P 값
LEC	수준 변수	1.3759	0.9986
	1차 차분 변수	-4.5350	0.0009***
LGDP	수준 변수	1.3374	0.9984
	1차 차분 변수	-4.7693	0.0005***

- 주: 1) 통계량 및 P-값은 해당 시계열이 불안정 적이라는 귀무가설 하에 계산된 것이며, ** 및 ***은 귀무가설이 유의수준 5% 및 1%에서 기각됨을 의미한다. 전기소비량과 실질 GDP는 원래 값이 아닌 로그를 취한 값이다.
2) 단위근 검정을 위한 관계식 추정에 있어서 상수항만 고려하였다. 왜냐하면 상수항을 포함시키는 것이 보다 일반적이기 때문이다.

표 1에 나와 있듯이 전기소량과 실질 GDP의 수준변수는 ADF-검정 5%유의수준 내에서 시계열이 불안정하다는 귀무가설을 기각할 수 없다. 따라서 두 시계열은 불안정 적이므로 이게 근거하여 인과성을 추정하는 것은 타당하지 않다. 왜냐 하면 가성회귀의 문제점이 발생할 수 있기 때문이다. 그러나 1차 차분한 자료에 있어서 전력소비량과 실질 GDP 모두 1% 유의수준에서 시계열이 불안정하다는 귀무가설을 기각한다. 즉 전력소비와 실질 GDP는 불안정적인 시계열이지만 1차 차분을 하게 되면 안정화된다.

3.2 요한슨 공적분 검정 결과

공적분은 두 변수의 개별적인 시계열이 불안정 적이지만 그들의 선형결합이 안정적인지 여부를 검정하는 것이다. 전력소비와 실질 GDP에 대한 공적분 검정은 표 2에 제시되어 있다.

[표 2] 공적분 검정 결과

[Table 2] results of cointegration test

귀무가설	Eigenvalue	Trace 통계량	P-값
공적분 방정식이 없다	0.6699	38.1444	0.0001***
공적분방정식은 많아야 1개이다.	0.1506	4.8969	0.2949

- 주: 1) AIC, SC를 이용한 최적시차는 7로 계산되었으며 ***은 귀무가설이 유의수준 1%에서 기각됨을 의미한다.
2) 공적분 검정에 있어서 상수항은 고려하였으나 추세는 고려하지 않았다.

표 2에서 공적분 방정식이 존재하지 않는다는 귀무가설 하에 계산된 Trace 통계량의 P값이 유의수준 5%에서 기각된다. 즉 공적분 방정식은 존재한다. 한편 공적분 방정식이 많아야 1개라는 귀무가설 하에서 계산된 Trace 통계량의 P-값은 0.2949인데 이것은 0.05보다 크므로 기각되지 않는다. 다시 말해서 공적분 방정식은 1개 존재한다. 이것은 전력소비량과 실질 GDP사이에는 장기적 관계가 성립함을 의미하며 적어도 한 방향으로의 Granger-인과성이 존재함을 알 수 있다. 따라서 두 시계열이 불안정적이고 공적분이 존재하므로 단기적인 인과검정을 하기도는 오차수정모형을 통한 장기관계까지 파악해야 할 것이다.

3.3 오차수정모형의 추정 결과 및 인과 검정

공적분 결과에 따르면 전력소비가 실질 GDP 사이에는 장기적인 관계가 성립함을 알 수 있다. 따라서 오차수정 모형을 이용하여 개별적인 추정계수들을 구할 수 있다. 표 3은 전력소비가 실질 GDP를 인과 하는지를 나타는 오차수정모형의 추정결과를 나타내고 있으며 표 4는 실질 GDP가 전력소비를 인과 하는지를 나타내는 오차수정모형의 추정결과를 담고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 본 연구는 오차수정모형의 ΔX_{t-j} , ΔY_{t-j} , ϵ_{t-1} 의 추정계수가 유의한지 여부를 검정하기 위해 wald-test 또는 t-검정을 하여 장, 단기 인과 검정을 한다[4].

[표 3] 전력소비에서 실질 GDP로의 인과관계 검정 결과
[Table 3] results of causality test power consumption to real GDP

변수	추정 계수	t-통계량
ϵ_{t-1}	-0.154332	-1.94230
$\Delta \text{LEC}(-1)$	0.481156	0.74647
$\Delta \text{LEC}(-2)$	0.467893	0.66299
$\Delta \text{LEC}(-3)$	-0.676313	-0.99699
$\Delta \text{LEC}(-4)$	1.323450	2.29130
$\Delta \text{LEC}(-5)$	-0.076535	-0.13195
$\Delta \text{LEC}(-6)$	1.054805	1.66244
$\Delta \text{LEC}(-7)$	-0.115267	-0.24278
$\Delta \text{LGDP}(-1)$	0.630263	3.10407
$\Delta \text{LGDP}(-2)$	-0.093366	-0.38941
$\Delta \text{LGDP}(-3)$	0.470106	1.98559
$\Delta \text{LGDP}(-4)$	0.055958	0.26823
$\Delta \text{LGDP}(-5)$	0.245078	1.41337
$\Delta \text{LGDP}(-6)$	0.451570	2.83683
$\Delta \text{LGDP}(-7)$	-0.065049	-0.34173

주: AIC, SC를 최소화하는 수준에서 시차가 결정되었다.

표 3에서는 ΔLEC 변수들의 추정계수가 모두 0이라는 귀무가설에 대해 wald-test를 하여 전력소비가 실질 GDP를 인과 하는지를 검정한다. 마찬가지로 표 4에서는 ΔLGDP 변수들의 추정계수가 모두 0이라는 귀무가설에 대해 wald-test를 하여 실질 GDP가 전력소비를 인과 하는지 여부를 검증한다. 이 두 검정은 전력소비가 실질 GDP사이의 단기 인과성 검정이다.

다음 표 3에 제시된 ϵ_{t-1} 의 추정계수에 대해 t-검정을 적용하여 장기적으로 전력소비가 실질 GDP를 인과 하는지 여부를 검정한다.

[표 4] 실질 GDP에서 전력소비로의 오차수정모형을 이용한 인과관계 검정 결과
[Table 4] results of causality test real GDP to power consumption

변수	추정 계수	t-통계량
ϵ_{t-1}	-0.111207	-3.54101
$\Delta \text{LGDP}(-1)$	-0.011754	-0.14647
$\Delta \text{LGDP}(-2)$	-0.161269	-1.70181
$\Delta \text{LGDP}(-3)$	-0.047672	-0.50944
$\Delta \text{LGDP}(-4)$	-0.051294	-0.62208
$\Delta \text{LGDP}(-5)$	-0.090598	-1.32193
$\Delta \text{LGDP}(-6)$	-0.167378	-2.66038
$\Delta \text{LGDP}(-7)$	-0.075957	-1.00961
$\Delta \text{LEC}(-1)$	0.460740	1.80850
$\Delta \text{LEC}(-2)$	-0.124098	-0.44490
$\Delta \text{LEC}(-3)$	-0.088735	-0.33096
$\Delta \text{LEC}(-4)$	0.131610	0.57650
$\Delta \text{LEC}(-5)$	-0.619012	-2.70021
$\Delta \text{LEC}(-6)$	-0.340164	-1.35643
$\Delta \text{LEC}(-7)$	-0.043597	-0.23233

주: AIC, SC를 최소화하는 수준에서 시차가 결정되었다.

마찬가지로 표 4에 제시된 ϵ_{t-1} 의 추정계수에 대해 t-검정을 적용하여 실질 GDP가 전력소비를 인과 하는지 여부를 검정한다. 이 검정은 전력소비가 경제성장인 장기적 인과관계를 나타내는 것이다. 또한 표 3, 표 4에 제시된 오차수정모형의 추정계수는 장기균형에서 이탈한 불균형오차가 전기소비량 또는 실질 GDP에 얼마나 빨리 균형 상태에 복귀하게 되는가를 나타내는 속도조정계수(speed adjustment coefficient)의 의미도 함께 지니고 있다. 즉 장기균형에서의 이탈의 11.1%~15.4%가 단기에 조정되며 나머지는 장기에 조정됨을 의미한다.

이상의 두 가지 검정절차의 분석결과를 요약하면 표 5와 같다. 먼저 단기적인 측면에서 보면 전력소비가 경제

성장을 인과하지 않는다는 귀무가설이 1% 유의수준에서 기각된다. 마찬가지로 경제성장이 전력소비를 인과하지 않는다는 귀무가설은 10% 유의수준에서 기각된다. 즉 전력소비와 경제성장 사이에는 양방향의 단기 인과성이 존재한다.

다음으로 전력소비에서 경제성장으로의 장기적 인과관계를 보면 전력소비가 경제성장을 인과하지 않는다는 귀무가설이 5% 유의수준에서 기각되고, 경제성장이 전력소비를 인과하지 않는다는 귀무가설은 1% 유의수준에서 기각된다. 다시 말해서 전력소비와 경제성장 사이에는 장, 단기 양방향 인과성이 존재한다. 이것은 중국의 전력소비가 경제성장을 촉진 할뿐만 아니라 반대로 경제성장이 전력소비를 유발한다는 것을 의미한다.

[표 5] VECM모형에서의 장, 단기적 Granger-인과성 검정 결과

[Table 5] results of long-run short-run Granger-causality tests on the error correction model

귀무가설	단기 인과성	장기 인과성
	Δ LEC 또는 Δ LGDP	오차수정항
	Chi-sq (P-값)	t-통계량 (임계치)
전력소비↔경제성장	19.43026*** (0.0069)	-1.94230** (1.895)
경제성장↔전력소비	12.03679 (0.0994)*	-3.54101*** (2.998)

주: *, **, *** 은 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적 유의성이 있음을 의미한다.

4. 결론

본 연구는 중국의 전력소비와 경제성장 사이에 Granger-인과관계가 존재하는지 여부를 실증적으로 검증하였다. 연구에 사용된 자료는 World Bank의 국내총생산, GDP 디플레이터(2000), 전기소비량 이다. 전기소비량과 국내총생산 사이의 인과관계를 검정함에 있어서 명목 GDP를 사용하기보다는 물가상승을 배제한 실질 GDP를 사용하는 것이 보다 일반적이다. 따라서 본 연구에서도 GDP 디플레이터(2000)를 사용하여 실질 GDP로 전환 후 전력소비와 국내총생산 간의 Granger-인과검정을 실시하였다.

또한 Granger-인과성 검정을 적용하기에 앞서 단위근 및 공적분 검정을 통해 해당 시계열의 특성을 분석하고, Granger-인과성의 방향을 검정하기위해 오차수정모형을

추정하였다. 분석결과 전력소비와 국내총생산 사이에는 장, 단기 양방향의 인과성이 존재하는 것으로 나타났다. 이는 기존 Shiu & Lam(2004)의 연구결과와 다르게 나타나 그 정책적 시사점도 다르게 해석해야 할 것이다.

이상의 추정결과는 우리들에게 몇 가지 유용한 시사점을 제공한다. “경제가 발전하려면 전력이 선행해야 한다.”라는 중국의 발전전략이 중요하다고 판단된다. 즉 전력소비는 경제성장에 직접적인 영향을 미친다. 예를 들면 2002년 하반기부터 화학공업, 자동차산업, 부동산산업 등 중화학공업을 중심으로 하는 산업집단이 형성되면서 이로 인한 산업전기 사용량이 급격하게 늘어났다. 만약 급격하게 늘어나는 전력소비에 장애가 발생한다면 경제성장에 큰 악영향을 미칠 것이다. 물론 경제성장에 영향을 미치는 다른 많은 요인들이 존재하고 있지만 경제성장을 촉진하기 위해서 안정적인 전력소비가 보장되어야 할 것이다. 그리고 정부의 차원에서 지역에 따른 전력공급의 불균형문제를 해결하는 방안을 적극적으로 검토하여 전력인프라투자를 대폭 늘려야 할 것이다. 즉 경제성장을 위한 전력소비를 촉진시키는 정책도 중요하겠지만 전기기초시설이 빈약한 지역에 인프라 투자를 늘림으로써 중국 전 지역의 전력소비를 늘려야 할 것이다.

한편 본 연구에서는 국내총생산의 증가가 전력소비를 증가시키는 것으로 나타났다. 경제성장은 민간부문의 경우, 소득의 증가가 전력을 많이 소모하는 고급 전자제품을 사용하여 전력소비를 늘릴 것이다. 산업부문에서도 마찬가지로 생산량의 증가를 통해 공장을 확장하거나 설비를 늘릴 것이므로 전력소비가 늘어 날것이다. 따라서 향후 소득의 지속적인 증가에 따른 전력소비의 증가와 도시화 그리고 3차 산업의 성장에 따른 전기소비량을 충족시키기 위해서는 전력 인프라 투자가 지속적으로 이루어져야 한다. 아울러 에너지절약 정책과 조화를 이루기 위해선 절전기기의 보급과 같은 전력소비의 효율성 자체를 증진시키는 형태의 정책들이 유효할 것으로 판단된다.

본 연구는 다음의 한계점을 지니고 있다. 중국의 각 성(省)별 자료를 이용하여 패널 분석을 통한 전력소비량과 경제성장간의 인과관계검정을 한다면 더욱 의미 있는 결과가 있을 거라 판단된다. 왜냐하면 각 성(省) 마다 발전(發展)된 상황이 다르고 산업이 밀집된 정도의 차이가 크기 때문에 다양한 시사점의 도출이 가능할 것이다. 그리고 연구방법의 측면에서도 전력소비와 국내총생산이 전기발전(發電, electricity generation), 자본소통, 고용과 같은 다른 경제적 요인에 의한 다 변량 모델로 확장할 필요가 있다. 왜냐하면 국내 총생산에 미치는 요인이 다양하기 때문이다. 다음 전기소비량을 1차 산업, 2차 산업, 3차 산업 등으로 구분하여 경제성장에 미치는 영향과 경제성

장이 각 산업별 전기소비량에 미치는 영향을 분석한다면 보다 유용한 시사점의 도출이 가능할 거라 판단된다. 추가적인 자료 확보를 통해 이 작업을 한다면 유용한 후속 작업이 될 것이다.

References

[1] Engle, R. F. and C. W. J., Granger, "Cointegration and Error correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, Vol. 55, No. 2, pp. 251-276, 1987.

[2] Geweke, J., Meese, R. and W., Dent, "Comparing Alternative Tests for Causality in Temporal Systems: Analytic Results and Experimental Evidence", *Journal of Econometrics*, Vol. 21, No. 2, pp. 161-194, 1983.

[3] Ghosh Sajal, "Electricity consumption and economic growth in India", *Energy Policy*, Vol. 30, No. 2, pp. 125-129, 2002.

[4] Glasure Yong U. and Lee Aie-Rie, "Cointegration, error-correction, and the relationship between GDP and energy: The case of South Korea and Singapore", *Resource and Energy Economics*, Vol. 20, No. 1, pp. 17-25, 1997.

[5] Granger, C.W.J. and P., Newbold, "spurious regressions in econometrics", *Journal of Econometrics*, Vol. 2, pp. 111-120, 1974.

[6] Guilkey, D. K. and M. K., Salemi, "Small Sample Properties of the Three Tests of Causality for Granger Causal Ordering in a Bivariate Stochastic System", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 64, No. 4, pp. 668-680, 1982.

[7] Johansen, S. and K., Juselius, "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration-with Applications to the Demand for Money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 52, No. 2, pp. 169-210, 1990.

[8] Pantula, S. G., Gonzalez-Farias, G. and W. A., Fuller, "A Comparison of Unit-root test Criteria", *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 12, No. 4, pp. 449-459, 1994.

[9] Phillips, P. C. B. and P., Perron, "Testing for a Unit root in time series Regression", *Biometrika*, Vol. 75, No. 2, pp. 335-346, 1988.

[10] Seunghoon Yoo, Changyoung Yang, "The Causal Analysis of Electricity Consumption and Economic Growth in Indonesia", *The Journal of Asian Studies*,

Vol. 9, No. 2, pp. 197-218, 2006.

[11] Seunghoon Yoo, Kunoh Jung, "A Causality Analysis of Electricity Consumption and Economic Growth in Korea", *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol. 17, No. 1, pp. 81-94, 2004.

[12] Shiu Alice, Lam Pun-Lee, "Electricity Consumption and Economic Growth in China", *Energy policy*, Vol. 32, No. 1, pp. 47-54, 2004.

[13] Stock, J. H. and M. W., Watson, "Interpreting the Evidence in Money -Income Causality", *Journal of Econometrics*, Vol. 40, No. 1, pp. 161-182, 1989.

[14] Yang Hao-Yen, "A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan", *Energy Economics*, Vol. 22, No. 3, pp. 309-317, 2000.

[15] <http://www.worldbank.org/>

[16] <http://www.stats.gov.cn/>

이 명 환(Ming-Huan Li)

[정회원]



- 2009년 2월 : 호서대학교 일반대학원 경제학과 (경제학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 일반대학원 경제학과 박사과정

<관심분야>
산업조직, 부동산, 에너지

정 군 오(Kun-Oh Jung)

[정회원]



- 1983년 2월 : 고려대학교 경제학과 (경제학석사)
- 1988년 2월 : 고려대학교 경제학과 (경제학박사)
- 1986년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 경제학과 교수

<관심분야>
산업조직, 기술경제, 인터넷경제

임 응 순(Eung-Soon Lim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 호서대학교 경제학
과(경제학사)
- 2004년 8월 : 호서대학교 경제학
과(경제학석사)
- 2010년 2월 : 호서대학교 경제학
과 (경제학박사)
- 2011년 1월 ~ 현재 : 호서대학
교 경제연구소 연구교수

<관심분야>

응용미시, 산업조직, 중국경제