

아시아 국가들의 경제성장률과 수렴: 비모수 동태패널과 분포동학분석*

김 지 욱**

본 연구는 1960년부터 2010년까지 아시아 13개국 간 소득수준과 경제성장률에
서 베타수렴이 존재하는지 또한 베타수렴이 존재한다면 단일 균제상태로 수렴하
는지 수렴클럽으로 수렴하는지를 분석하였다. 비모수 동태적 패널회귀분석에서
Solow모형의 균제상태 전환모형을 이용하여 분석결과, 전통적인 모수 추정은 기
각되었으며 경제성장률과 초기 소득 간에 음의 비선형 관계가 존재하며 또한 베타
수렴으로 나타났다. 자본투자율의 경우 선형성 귀무가설을 기각할 수 없었지만
강한 양의 관계가 존재하였다. 무역자유도를 도입한 확장모형에서 초기 일인당
소득수준에 대한 성장률의 영향이 우하향의 선형으로 나타나고 경제성장률의 가
속화가 일어나 소득의 수렴성을 보여주었다. 이러한 결과는 아시아 국가들의 개
방도가 확대될수록 선진국의 첨단기술 흡수능력 확장으로 Gerschenkron이 말하는
후발자 이익을 누리고 있음을 보여주는 것이다. 외부 형상변화와 내부 분배동학
을 동시에 기술하는 확률적 커널을 사용한 분포동학분석에서 경제성장률의 경우,
그룹평균 성장률로 수렴하고 있음을 보여주었다. 그러나 일인당 상대적 소득의
경우 가난한 지역 국가와 부유한 지역 국가의 두 커널추정치 격차가 확대되고
소득분포가 더 넓게 분포되고 있어 양극화 현상인 수렴클럽 현상으로 나타났다.
따라서 장기 균형성장 과정에서 경제성장률이 단일의 균제상태로 수렴하고 소득
수준은 수렴클럽으로 수렴하고 있어 아시아 국가들의 경우 외생적 성장모형의
절대적 수렴가설이 아닌 상대적 수렴가설을 지지하였다.

핵심주제어: 경제성장, 베타수렴, 수렴클럽, 비모수 동태패널, 분포동학

경제학문헌목록 주제분류: O4, O2

I. 서 론

20세기 후반 동아시아 신흥개도국들은 자본시장 개방과 금융자유화 조치 등

* 본 논문의 완성에 유익한 논평을 해주신 두 분의 심사위원께 감사드립니다.

** 중앙대학교 경영경제대학 경제학부 교수, 전화: (02) 820-5515, E-mail: jiukim@cau.ac.kr
논문투고일: 2012. 9. 25 수정일: 2012. 11. 22 게재확정일: 2012. 12. 11

으로 높은 경제성장률을 시현하면서 경제성장의 기적을 이루었다. 그러나 1990년대 말의 외환위기 이후 아시아 경제는 극심한 침체를 겪었으며, 또한 빠른 회복을 이루는 등 경기 상승 및 하락을 반복하고 있다. 2001년에 와서는 세계 경제의 둔화와 함께 다시 경기하강 국면을 맞았으나 내수시장 및 세계경제의 회복세로 인하여 아시아 국가들은 경제성장세를 이어갔다. 그러나 2008년 중반부터 미국을 비롯한 선진국 주택시장의 버블붕괴와 파생금융상품으로 초래된 금융시스템의 붕괴는 유럽의 재정 금융위기와 연결되고 또한 글로벌 금융위기를 초래하고 있다. 학계에서는 외환위기를 경험한 동아시아 국가들이 장기 경제성장 추세로 복귀하고 있다는 주장과 장기 추세로 부터 오히려 하락하고 있다는 상반된 주장들을 제기하고 있다.

Solow-Swan(1956)의 신고전과 성장모형이 제시한 수렴화가설 검정은 기본모형의 변형을 통한 이론적 분석뿐만 아니라 실증분석 방법상에서도 많은 연구가 이루어지고 있다. 수렴성 검정에서 베타수렴은 경제성장률과 초기 소득과의 관계가 음의 관계로 나타날 때로 정의한다. 그러나 음의 관계를 파악하는 베타수렴은 수렴검정에서 필수조건이지만 충분조건은 아니다. 또한 시간이 흐름에 따라 일인당 소득의 분산이 감소하는 베타수렴에서 시그마 값이 줄어들지 않고 일정하다고 할지라도 뛰어넘기와 서로 상대방 쪽으로 움직이거나 심지어 빈곤 트랩에 빠질 수도 있다.

일반 경제변수들의 베타수렴성 검정은 단위근 검정을 통하여 이루어진다. 그러나 경제시계열의 개별 단위근 검정법은 검정력이 낮은 문제점을 지니게 되어 시계열에 단위근이 존재한다는 귀무가설이 기각되지 않는 경우가 많다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 대상 시계열이 정상시계열이라는 귀무가설로 설정하는 정상성 검정법을 사용한다. 또한 개별 단위근 검정의 낮은 검정력 문제를 해결하기 위하여 Levin, Lin, and Chu(2002), Im, Pesaran, and Shin(2003, IPS), Hadri(2000), Choi(2001) 등은 패널단위근 검정법을 제시하였다. 그러나 Bai and Perron(1998, 2003)이나 Carrion-i-Silvestre *et al.*(2005) 등은, 오일 쇼크 같은 외부 충격은 시계열상에 분명한 구조변화 시점으로 나타날 것으로 판단되어 구조변화를 고려하여야 된다고 주장하였다. 또한 Blundell and Bond(1998)는 외생변수의 내생성을 고려하고 이질성을 허용하는 시스템 GMM을 사용할 것을 제시하고 Kim(2008)은 시스템 GMM을 사용하여 동아시아 국가들에서의 동태적 패널회귀분석에서 수렴성 여부를 검정하였다.

패널자료에 대한 비모수 추정이나 준비모수 추정은 표준적인 모수회귀추정법

보다 주목을 덜 받아왔다. 그러나 비모수모형은 모수모형에서 주는 설정 오류와 근사치 오류 문제를 해결할 수 있다. Pagan and Ullah(1999)는 자료의 형태를 알지 못하는 상태에서 자료에서 나타나는 동태적인 완만한 형태를 잡아내고 구조적 변화도 쉽게 잡아낼 수 있는 비모수 계량방법론의 잠재적 장점을 제시하였다. Wang(2003)은 모델분포의 공분산구조에 포함되어 있는 정보를 이용하는 비모수패널모델 추정을 제안하고, Wang, Carrolland, and Lin(2005)은 랜덤효과를 가진 부분선형모델 사용을 제안하였다. Henderson, Carroll, and Li(2006)는 일차차분을 통해 제거되는 부가적 고정효과모델(additive fixed effect models)의 비모수 추정을 위해 profile likelihood methods 등을 사용하였다. 비모수 회귀분석의 또 다른 장점은 수치적으로 파악할 수 없는 시각적 분석을 통하여 동태적 전이관계를 파악할 수 있다. 따라서 본 분석에서는 비모수 동태적 패널회귀모델(nonparametric panel data regression model)을 이용하여 경제성장률과 초기 소득과의 음의 관계를 추정하였다.

그러나 아시아 지역 소득이 장기 균형상태 경로로 수렴한다는 수렴성 결과를 도출한다 할지라도 지역 간의 불균등이 확대될 수도 있다. 즉, 단일 봉우리로 수렴하는지 아니면 양극화 현상을 나타낼 수 있는 수렴클럽으로 수렴하는지를 알려주지 않는다.¹⁾ 이러한 회귀분석은 대표적 경제의 행태를 강조함으로써 수렴과 불균등 과정을 특징짓는 동태적 특성을 보여주지 못하여, 전체적인 횡단면 소득분포의 동태적 움직임을 포착할 수 없기 때문이다. 따라서 Quah(1993, 1996, 1997)에 의해 제시된 분포동학분석을 통하여 외부 형상변화와 내부 분배동학을 동시에 기술하는 확률적 커널(stochastic kernel)을 사용하여 일인당 소득의 횡단면 분포의 전개과정을 고찰한다. 비모수 커널추정법을 이용하여 구한 확률밀도함수를 도출하여 하나의 최빈값을 중심으로 밀접하는지(단위수렴), 아니면 두 개의 봉우리 등으로 분산하는지(클럽수렴)를 살펴볼 수 있다.²⁾

생산요소의 한계생산이 체감하고 기술진보가 외생적으로 주어지는 신고전과 생산함수의 경우 절대적 수렴가설을 의미하고 균제상태가 단봉으로 수렴한다. 그러나 생산함수가 S자 모양 형태나 어떤 임계점을 중심으로 단절되고 상방(上

1) 절대적 수렴가설은 Solow-Swan 모형에서 말하는 경제성장률과 소득수준 모두 동일한 율(값)로 수렴하는 것을 말하고, 상대적 수렴가설은 경제성장률은 수렴하나 소득수준은 상이한 값으로 수렴하는 경우를 말한다. 즉, 각국마다 경제조건(저축률, 인구증가율, 정부정책 등)이 상이할 때 다른 균제상태로 수렴하는 것을 말하며 조건부 수렴이라고도 한다.

2) 다수의 균제상태 균형에 대한 더 많은 논의는 Durlauf and Johnson(1995), Bernard and Durlauf(1996)를 참조.

方) 이동한 형태로 불연속 생산함수 형태를 가질 경우 다수의 균제상태를 갖는다. Azariadis and Drazen(1990)은 표준적인 신고전과 성장모형에서도 다수의 균제상태 균형이 존재할 수 있음을 밝힌 선구자적인 논문이다. 인적자본 축적에 있어 보수증가를 의미하는 임계외부성을 갖는다면 두 개의 균형이 존재할 수 있음을 보였다. 국가 간 성장과정에 있어서도 지속적인 불평등이나 빈곤 함정에 빠져 관찰되는 정형화된 사실로 고전과 모형 안에서도 다수 균형을 보여줄 수 있었다. Durlauf and Johnson(1995)은 Azariadis and Drazen 모형을 변형하여 물적자본 임계값과 인적자본 임계값을 도입하여, 생산함수에서 각각 상이한 보수율을 가정하고 솔로우 생산함수의 선형곡선 대신 단절된 곡선을 사용하였다. 경제발전 단계에 따라 물적 및 인적자본의 한계생산이 달라진다는 것을 보이고, 초기 조건이 다른 국가들이 하나 또는 다수의 균제상태를 향하여 나아가는 상이한 발전과정을 보여주었다. Galor(1996)는 외생적 출생률, 완전경쟁시장, 그리고 동질적인 기술수준을 고려하는 표준적인 신고전과 모형에서도 다수의 균형이 존재할 수 있고, 이를 위한 필요조건은 임금소득의 저축률이 자본소득 저축률을 초과하여야 한다고 지적하였다. Dalgaard and Hansen(2005)은 표준적인 신고전과 성장모형에서도 만약 임금소득의 저축률이 자본소득의 저축률보다 크다면 다수의 균제상태가 존재할 수 있음을 보였다. Fischer and Stirböck(2005)는 공간적 이질성 개념을 도입하여 지리학적인 규모로 수렴클럽을 제시하고, 상이한 지역경제들은 특정한 균형으로 다른 경로를 통하여 접근하고 있음을 보였다. 기술이전과 첨단기술과의 격차를 고려하는 Howitt and Mayer-Foulkes(2005)는 R&D 투자를 통하여 혁신할 수 있는 생산성 임계값을 넘는 국가나 지역에서는 혁신적 생산성을 갖는 경쟁력 변수를 갖고, 또한 생산성 변수의 운동법칙을 단계함수식으로 표현하여 상이한 균제상태를 나타내었다. Aghion, Howitt, and Mayer-Foulkes(2005)는 금융발전의 임계수준을 넘는 국가들은 장기 균제상태 성장률로 수렴함을 보이고, 임계수준을 넘지 못하는 국가들은 발산함을 보였다.

비모수 동태적 패널로 분석한 논문으로 Lee(2007)는 OECD 국가의 경우에서만 수렴함을 보였다. Maasoumi *et al.*(2007)은 OECD 국가와 non-OECD 국가에서 그룹 내 이동과 양극화 형태를 발견하였다. 또한 Su and Lu(2012)는 비모수 동태적 패널의 반복적 추정방법을 제시하고 성장률과 초기 소득과의 비선형 관계를 발견하였다. 분포동학분석에서 Bianchi(1997)는 119개국에 대한 붓스트랩 multimodality 검정과 비모수 밀도추정을 통하여 성장의 다극화 현상을 분석하

였다. Wang(2004)은 비모수접근법을 통하여 미국과 캐나다 지역의 소득수렴성 검정에서 수렴클럽 및 다극화 현상을 분석하였다. Fotopoulos(2006)는 그리스 지역의 상대소득에 대해 강력한 양극화도 수렴화도 보이지 않음을 나타내었다. Juessen(2005)은 통일독일의 지역소득 수렴화에 대한 분포동학분석을 시도하였고, Magrini(2007)는 이탈리아 지역의 소득수렴을 분석하였으나 다른 두 개의 지역 소득자료에서 상반된 결과를 얻었다. Laurini and Pereira(2009)는 확률커널을 이용하여 브라질의 대도시 소득의 조건부 수렴에 대해 분석하였다. 최근의 국내 소득 수렴에 관한 연구에는 구재운·이승준(2012) 등이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제I절 서론에 이어, 제II절에서는 비모수 동태적 패널분석모형과 추정결과를 제시하고, 제III절에서는 분포동학 분석방법을 이용하여 아시아 국가 소득 수렴클럽 현상을 분석하였고, 제IV절에서는 결론을 제시하였다.

II. 비모수 동태적 패널회귀분석

1. 추정모형 설정

Solow-Swan(1965) 신고전과 모형의 생산함수모형에서 노동의 효율을 향상시키는 노동부가적 기술진보를 갖는 콥-더글러스 형태의 생산함수를 고려하자.

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (A_{it} L_{it})^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad i=1, \dots, N, \quad t=1, \dots, T \quad (1)$$

여기서 Y_{it} 는 산출물, K_{it} 는 실물자본, L_{it} 는 노동, A_{it} 는 외생적으로 주어진 ψ 율로 성장하는 기술수준이며 α 는 자본의 분배율이다. 노동량은 n 율로 증가한다고 가정하고 실물자본의 감각상각률은 δ_i 로 가정한다. 각 변수를 유효노동(AL)당 변수로 표현하면 각각 $\tilde{y} = Y/AL$, $\tilde{k} = K/AL$ 로 나타낼 수 있다. Solow-Swan 생산함수를 시간미분하여 성장률로 표현하면, $\dot{y} - \alpha \dot{\tilde{k}}$ 로 표시되며, 이 식에서 테일러 근사 및 균제상태를 통하여 다음 식의 전환경제성장률로 전개할 수 있다.

$$d(\ln y_{it})/dt = \Delta \ln y_{it} = \gamma + \lambda(\ln y_{it} - \ln y_{it}^*) \quad (2)$$

여기서 $\lambda = (\alpha - 1)(\delta + n + \gamma)$ 이고 또한 음수이며 (δ, n, γ) 는 각각 감가상각률, 인구증가율, 기술진보율을 의미한다. $\ln y_i^*$ 는 장기 성장과정에서 도달하고자 하는 균제상태 값이다. 만약 $\ln y - \ln y_i^* < 0$ 이면 현재 시점의 일인당 소득이 균제상태 소득수준보다 아래에 머물러 있다는 의미이며, 또한 $\lambda < 0$ 이어서 $\lambda(\ln y_{it} - \ln y_i^*)$ 은 양의 값을 가진다. 각국의 소득수준이 균제상태 수준보다 멀리 떨어져 있을 수록 $\Delta \ln y_{it}$ 은 γ 를 초과하게 되어 높은 전환경제성장률로 인하여 빠른 성장을 하게 된다. MRW(1992)은 Solow-Swan 모형을 자본축적 과정과 균제상태 행위를 통하여 실증분석모형으로 유도하면 다음 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned} \Delta \ln y_{it} = & \gamma_0 + \gamma_1 D_i + \gamma_2 D_j + \gamma_3 \ln s_{K_i,t} + \gamma_4 \ln(n_{it} + \psi + \delta) \\ & + \gamma_5 \ln h_{it} + \gamma_6 \ln y_{it-1} + \xi_{i(0,T)} \quad \xi \sim N(0, \sigma_\xi^2) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 $\Delta \ln y_{it}$ 는 각 기간 동안 경제성장률이며 y_{it-1} 는 일인당 소득의 매 기간 초기 값이다. s_{K_i} 는 물적자본 투자율, n_i 는 인구증가율, h_{it} 는 인적자본, D_i , D_j 는 각각 시간더미와 지역더미를 나타내고 T 는 분석의 말기시점이다. 만약 추정회귀식에서 $\hat{\gamma}_6 < 0$ 을 받아들이면 지역 간 소득 수렴성 가설을 수용하며, 균제상태 소득수준이 동일한 지역그룹에서는 시간이 경과함에 따라 장기적으로 유사한 지역 소득수준으로 수렴한다.

최근의 연구에서는 국가 간 다양한 성장체제를 허용하면서 선형성(linearity) 가정에 의문을 품고 비선형(nonlinear) 모델을 분석 대안으로 제시하고 있다. 이러한 모델들은 다수의 균제상태 균형의 존재와 일치하고 있다. 기존의 연구는 그룹더미를 사용하여 모수추정 방법을 사용하고 있으나 Lee(2007)는 비선형 성장패턴을 분석하기 위해 식 (4)와 같이 준비모수(semiparametric) 추정방법을 제시하였다. 기존 준비모수 추정에서는 풀링된 횡단면 자료를 사용하여 동일한 생산함수를 사용하였으나, Lee(2007)는 패널분석에서 국가특정효과(즉, 고정효과)를 도입하여 상이한 생산함수를 사용하고 변수누락에서 나타나는 오류 가능성을 줄이고 있다.

$$\Delta \ln y_{it} = m(\ln y_{it-1}) + \alpha_2 \ln s_{i,t} + \alpha_3 \ln(n_{it} + \psi + \delta) + \alpha_4 \ln h_{it} + \mu_i + u_{it} \quad (4)$$

여기서 m 은 회귀추정치를 비모수로 만드는 임의의 평활함수(smoothing function) 형태이다. 전통적인 부분선형모형은 $\Delta y_{it} = \rho y_{it-1} + m(X) + \mu_i + u_{it}$ 으로 외생변수가 비모수변수로 표현되었다. 대부분 실증분석에서는 초기 소득과 경제성장과의 음의 관계를 분석하기 위해 부분선형모형(partially linear growth equation)

인 $\Delta y_{it} = m(y_{it-1}) + \gamma'(X) + \mu_i + u_{it}$ 을 사용한다. 확률효과 u_{it} 는 0의 분산과 일정한 분산을 가진 *i.i.d*로 가정하고 모든 *i, t*에 대해 독립적이라고 가정한다. μ_i 는 고정효과를 나타내고 외생변수와의 상관관계를 허용한다. 만약 $m(\ln y_{it-1}) = \rho \ln y_{it-1}$ 이면 기존의 분석모델인 모수 동태패널이다.

본 분석에서는 Maasoumi *et al.*(2007)와 Su and Lu(2012)에서 사용한 비모수 동태패널 고정효과모델(nonparametric dynamic panel fixed effect model)을 사용하였다. 이러한 비모수 부가모델(nonparametric general additive models: GAM)은 많은 설명변수가 포함되는 비모수 회귀분석에서 나타나는 차원의 저주(curse of dimensionality)를 피할 수 있는 장점을 가지고 있다. 종속변수에 대한 독립변수의 효과에서 비선형성과 이질성(nonlinearities and heterogeneity)을 허용한다.³⁾ 회귀함수 추정량의 통계적 특성(최적의 수렴율과 점근적 분포)은 이미 잘 알려져 있다. 동 분석에서는 5년 단위 성장률을 사용하였다. 즉, $Y_{it} = \ln(GDP_{it}) - \ln(GDP_{it-5})$ 이고 GDP_{it} 는 *i* 국가 *t* 시점의 실질 일인당 GDP를 나타낸다. y_{it-1} 는 5년 단위 초기시점의 실질 일인당 GDP를 나타내고, x_{1it} 는 총요소생산성과 감가상각률을 합한 값(0.05)에 인구증가율을 더하여 로그를 취한 값이며, x_{2it} 는 GDP 대비 물적 투자지출액에 로그를 취한 값이다.⁴⁾ 추정할 비모수 동태적 패널회귀모델은 다음과 같이 설정하고 Li and Racine(2004)의 추정량에 따른다.

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^3 m_j(y_{it-1}, x_{1it}, x_{2it}) + u_{it} = m(y_{it-1}) + m(x_{1it}) + m(x_{2it}) + u_{it}$$

$$i=1, 2, \dots, N; t=2, \dots, T \tag{5}$$

Hastie and Tibshirani(1990)의 smoothing splines 비모수 회귀분석 방법은 다음의 최적화 문제의 해로부터 도출 가능하다. 특히, 각 $m_j(\cdot)$ 항은 $m_j(z_j) = \sum_{k=1}^K \beta_k g_k(\cdot)$ 로 나타낼 수 있는데, $g_k(\cdot)$ 는 *K* 스플라인 기저함수 족(a family of *K* spline basis functions)이며 $\int \{m_j''(z_j)\}^2 dz_j$ 을 벌점 항(penalizing roughness term)이라고 둔다면 식 (5)는 다음 식을 최소화함으로써 추정된다.

$$\sum_{i=1}^n \left\{ Y_i - \sum_{j=1}^3 m_j(z_j) \right\}^2 + \sum_{j=1}^3 \lambda_j \int_a^b \{m_j''(z)\}^2 dz_j \tag{6}$$

*J*는 설명변수인 3이며, smoothing spline *m*은 위 식을 최소화하는 *m*을 찾는

3) GAM에 대한 상세한 내용에 대해서는 Hastie and Tibshirani(1990), Stone(1985)을 참조.
 4) 본 분석에서는 인적자본을 고려하지 않고 확장모형에서 무역개방도와 정부지출을 고려하였다.

문제로 요약된다. 첫 번째 항은 실제 자료와 모형예측 값과의 차이를 측정하는 값이며 일반회귀분석의 오차자승 합에 해당한다. 두 번째 항은 비선형함수 m 의 굴곡 정도를 제어하는 항으로 λ 가 크다면 굴곡이 심하지 않는 비선형함수가 도출되고, λ 가 작다면 굴곡이 심한 비선형함수가 도출된다. λ 값을 결정하는 방법 중에서 널리 사용되는 generalized cross-validation(GCV) 기법을 사용한다.

성장률과 초기 소득값과의 관계를 나타내는 y_{it-1} 을 추정하는 데 있어, 특히 x_{1it} 과 x_{2it} 의 중간값(median)인 \bar{x}_1 와 \bar{x}_2 를 고정시킨 $m(\cdot, \bar{x}_{1it}, \bar{x}_{2it})$ 을 추정한다. 인구증가율의 경우 y_{it-1} 와 x_{2it} 의 중간값을 각각 \bar{y} , \bar{x}_2 로 고정시킨 후 $m(\bar{y}_{it-1}, \cdot, \bar{x}_{2it})$ 을 추정하고, 투자율의 경우 y_{it-1} 와 x_{1it} 의 중간값을 각각 \bar{y} , \bar{x}_1 로 고정시킨 후 $m(\bar{y}_{it-1}, \bar{x}_{1it}, \cdot)$ 을 추정한다.

$$\begin{aligned} Y_{it} \text{ verse } E(Y_{it} | y_{it-1}, \bar{x}_{1it}, \bar{x}_{2it}) \\ Y_{it} \text{ verse } E(Y_{it} | \bar{y}_{it-1}, x_{1it}, \bar{x}_{2it}) \\ Y_{it} \text{ verse } E(Y_{it} | \bar{y}_{it-1}, \bar{x}_{1it}, x_{2it}) \end{aligned} \quad (7)$$

본 분석의 분석기간은 1960년부터 2010년까지이나 최근 대부분의 실증연구와 같이 5년 단위의 10개 자료를 구축하였다. 즉, 1961~1965, 1966~1970, 1971~1975, 1976~1980, 1981~1985, 1986~1990, 1991~1995, 1996~2000, 2001~2005, 그리고 2006~2010이다. 분석 대상 국가로는 1990년대 외환위기를 경험한 인도네시아, 한국, 말레이시아, 필리핀, 태국 등 5개국을 포함하여 아시아 13개 국가(방글라데시, 중국, 홍콩, 인도네시아, 인도, 한국, 말레이시아, 파키스탄, 필리핀, 싱가포르, 스리랑카, 대만, 태국)이다.⁵⁾ 일인당 GDP, 인구증가율, 물적 자본 투자율, 무역자유도(무역 수출·수입액을 GDP로 나눈 값), 정부지출 자료를 Heston, Summers, and Aten(2012)의 Penn World Tables(PWT) 7.1에서 구하였다.⁶⁾

- 5) 1960년부터 2010년까지 자료 확보가 가능하고 중동 산유국을 제외할 때 아시아 국가 중 획득 가능한 자료는 13개 국가에 불과하였다. 추가로 자료를 확장할 경우 잔차의 이상점들이 나타나 자료사용의 한계를 가진다. 본 분석에서는 연평균 단기 성장률 대신 장기 성장률(5년 단위, 단 10년 단위 결과는 5년 단위와 유사하여 결과 생략함)을 사용($t=10$)하여 장기 균계상태를 분석하고 있다. 그러나 n 의 수가 작아 검정력의 한계가 존재한다.
- 6) 무역자유도를 고려하는 이유는 국가 간 소득격차가 자본축적이나 교육연수보다는 생산성 격차, 즉 기술진보 격차에 기인하는 것으로 판단하여 기술이전의 통로로 간주한다. 선진국이나 부유한 국가들에서 개발된 첨단기술 수준이 개도국이나 가난한 국가들에게 기술이전될 때 기술수준이 타 국가나 지역에 적절하지 않거나 우수기술인력 확보의 애로 등이 지역여건의 제약요건으로 작용하기 때문이다. 즉, 지역적 흡수능력 부족에 기인하기 때문이며 Gerschenkron(1962)이 말하는 후발자 이익을 누리지 못하고 있기 때문이다. 개도국이

〈표 1〉 회귀변수의 선형성 검정

	lgdp	gpop	invt
df. of Deviation	-0.009	-0.002	-0.001
F value	10.25***	2.69*	1.80
Pr(>F)	0.0001	0.05	0.151

주: 1) 귀무가설은 선형이며 ***은 0.001, *은 0.01 수준에서 유의하다.

2) df. of Deviation는 difference of deviation.

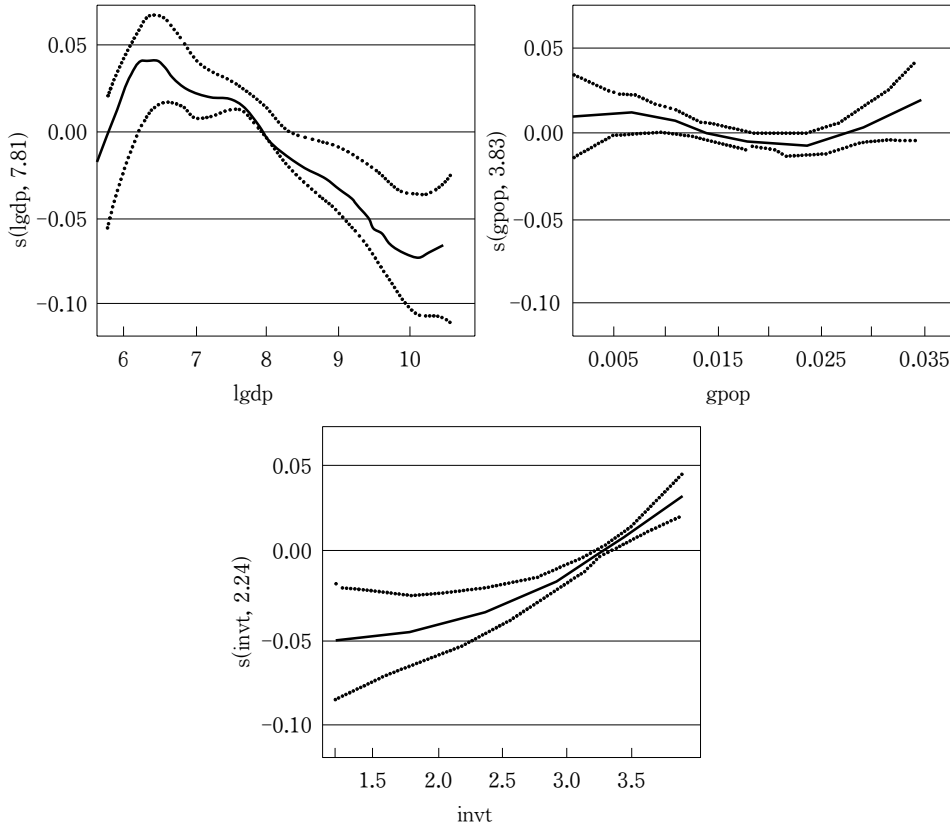
3) lgdp: 초기 소득, gpop: 인구증가율, invt: 물적자본 투자율

2. 추정결과

Hsiao, Li, and Racine(2007)이 제시한 모형설정 검정에서 cross-validation bandwidths를 계산 후 붓스트랩으로 구한 검정통계량(Jn)이 1.037(p -value: 0.0025)로 유의수준 1% 수준에서 선형성 귀무가설을 기각하여 비모수 검정방법을 지지하였다. 변동분석(analysis of deviation)에서 〈표 1〉의 df. of Deviation은 각 변수의 선형모수변동(기본)과 비모수(비선형) 변동과의 차이, -0.009, -0.002, -0.001 등으로 나타나 초기 소득(lgdp)과 인구증가율(gpop) 변수의 경우, 선형성 F검정에서 선형이라는 귀무가설을 1% 및 10% 유의수준에서 모두 기각하고 있어 비모수 추정의 우수함을 보여준다. 그러나 자본투자율(invt)의 경우에는 선형성 귀무가설을 기각할 수 없었다.

적절한 대역값을 얻기 위하여 최소자승 cross-validation이 사용되었으며 그 추정결과가 〈그림 1〉에 나타나 있다. 〈그림 1〉의 첫 번째 그림은 5년 평균 성장률과 초기 소득값과의 관계를 나타내는 y_{it-1} 을 추정하는 데 있어, 특히 x_{1it} 과 x_{2it} 의 중간값인 \bar{x}_1 와 \bar{x}_2 를 고정시킨 $m(\cdot, \bar{x}_{1it}, \bar{x}_{2it})$ 을 추정한다. 만약 모수 분석에서 y_{it-1} 의 기울기 $\hat{\rho} < 0$ 일 때 성장률 수렴을 지지하는 것과 마찬가지로, 만약 $m(\cdot)$ 의 기울기가 음이라면 그 성장방정식이 성장수렴으로 이해한다. 분석 결과 5년 평균성장률과 기간 초기 소득값 사이에 비선형 관계에 있음을 보여준다. 초기 소득이 매우 낮거나 매우 높은 경우 양의 관계를 보이고 있으나 대부분의 소득구간에서는 음의 관계를 보여, 중간소득 국가들에서는 절대적 수렴이

선진국과의 현저한 기술격차가 존재할 때 캐치업이나 기술전파 효과, 즉 후발자의 이익은 생산성에 영향을 미친다. 후발자 이익에 관한 내용은 Acemoglu, Aghion, and Zilibotti(2002)를 참조.



주: 1) $lgdp$ 는 초기 소득, $gpop$ 는 인구증가율, $invt$ 는 물적자본 투자율을 나타냄.
 2) 점선은 95% 신뢰구간임.

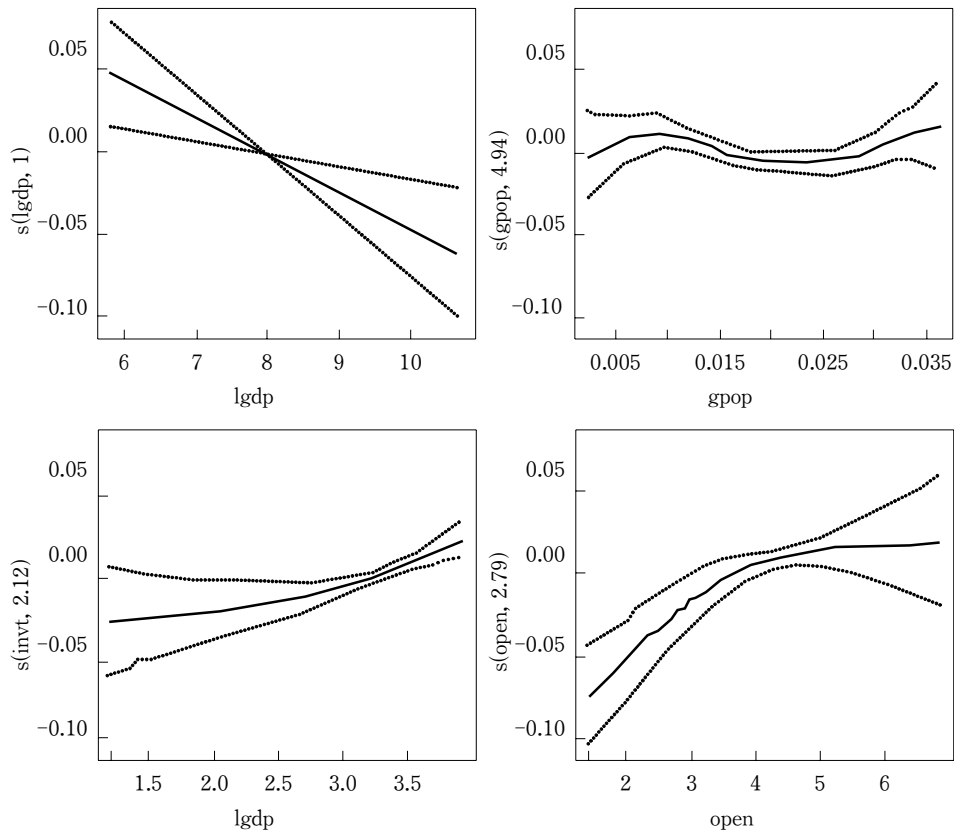
<그림 1> 비모수 추정결과(기본모형)

이루어지고 있음을 보인다. 즉, 소득수준이 낮을수록 경제성장률이 높음을 알 수 있다.⁷⁾ 두 번째 그림인 인구증가율의 경우, 일정 수준까지 인구증가율이 상승하는 경우 경제성장률은 하락하고 있고 일정 수준 이후에서는 인구증가가 경제가 성장하는 데 양의 효과를 미치고 있음을 보여주고 있다. 그러나 전반적으로는 0을 중심으로 움직이고 의미 없음을 보여준다. 세 번째 그림의 경우, 경제성장률과 투자와의 관계를 동일한 방법으로 추정할 때에 양의 관계를 보여준다. 투자율이 높을수록 성장률이 가파라지는 것을 볼 수 있다.

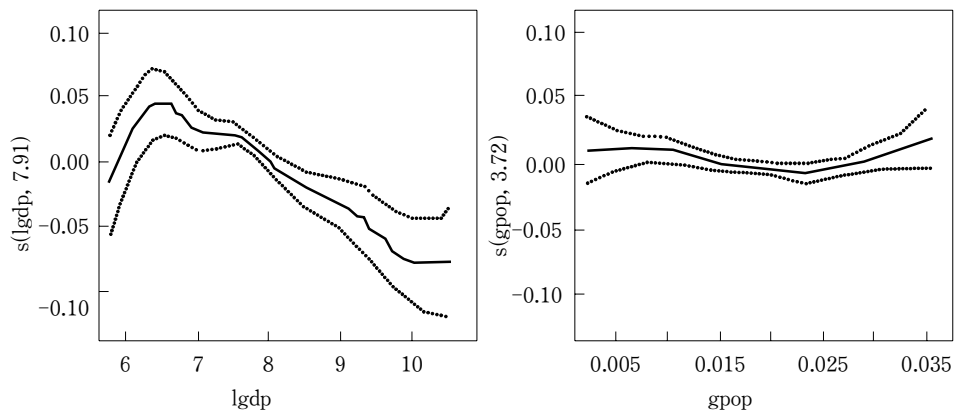
이제 모형을 확대하여 경제성장률에 영향을 미치는 여러 변수를 모형에 도입

7) Lee(2005)는 준비모수모형을 사용하여 OECD 국가와 비OECD 국가 중 고소득 국가에서만 성장수렴이 나타나고 있음을 보였다.

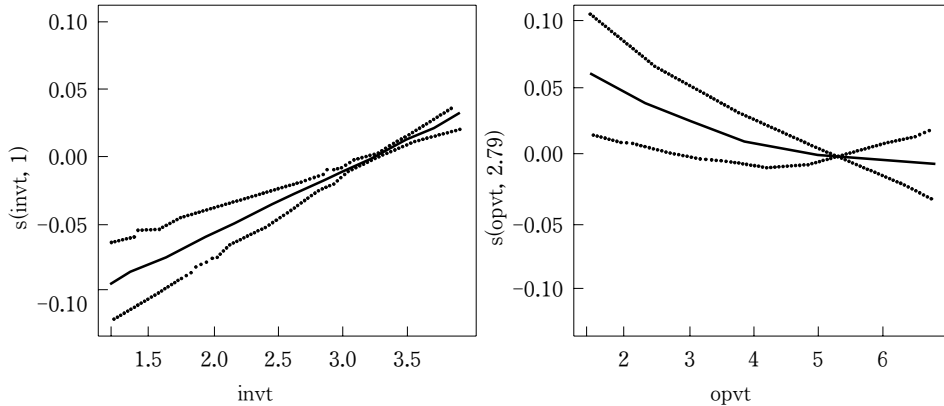
a. 무역자유도(openness) 도입



b. 정부지출(govt) 도입



하여 경제성장에 영향을 미치는 정도와 방향을 추정하여 보았다. 먼저 수출입을 GDP를 나눈 무역자유도를 모형에 도입한 결과가 <그림 2> (a)에 나타나 있



〈그림 2〉 비모수 추정결과(확장모형)

다. 무역자유도(openness)는 경제성장률과 양의 관계와 비선형으로 나타나고 있으며, 일정 수준(4.2의 값) 이후에서는 영향력이 미미하게 나타났다. 그러나 성장률에 대한 초기 일인당 소득수준의 영향이 우하향의 선형으로 나타나고 경제성장률의 가속화가 일어나 소득의 수렴성을 강력하게 보여주고 있다. 이것은 아시아 국가들의 개방도가 확대될수록 선진국의 첨단기술에 대한 흡수 능력의 확장으로 Gerschenkron이 말하는 후발자 이익을 누리고 있음을 보여주는 것이다. 그러나 인구증가율이나 자본투자율의 변수에는 영향을 미치지 못하였다. (b)의 정부지출변수(govt)를 도입한 결과에서 성장률과 정부지출과는 음의 관계로 나타나 기존의 모수분석에서 보여주는 결과와 유사하다. 또한 정부지출 변수도입이 다른 변수들에게 영향을 미치지 못하였다.

III. 분포동학분석

1. 추정방법

앞 절에서 비선형 베타수렴 현상을 보인 13개 국가 자료를 이용하여 경제성장률 및 일인당 소득의 분포 전개과정이 단위수렴으로 나타나는지, 아니면 수렴클러스터 현상으로 나타나는지를 분석한다. Y 와 Z 를 t 와 $t+s$ 시점에서 한 국가의 일인당 소득벡터로 나타내면 각 관측치는 $\{(y_1, z_1), \dots, (y_n, z_n)\}$ 이다. $\{(y_1, z_1), \dots, (y_n, z_n)\}$ 는 n 개 국가에서 일인당 상대소득의 한 쌍을 나타내고, y 와

z 는 각각 초기 t 시점 소득과 s 기 이후의 $t+s$ 시점 소득을 나타낸다. 또한 각각 횡단면 소득의 국가그룹 평균에서 표준화시킨 값들이다. $f_t(y)$ 와 $f_{t+s}(z)$ 가 t 와 $t+s$ 시점 각각의 소득분포 밀도함수를 나타낸다면 확률밀도는 다음 식으로 정의된다.

$$f_{t+s}(z) = \int_0^{\infty} g_s(z|y)f_t(y)dy \tag{8}$$

여기서 $g_s(z|y)$ 는 s 기 이후 조건부 분포를 나타낸다. 예고딕 분포는 $t \rightarrow \infty$ 이므로 $f_{\infty}(y)$ 되어 $f_{\infty}(z)$ 로 표현된다. 만약 $f_{t,t+s}(y, z)$ 가 (Y, Z) 의 결합밀도이고 $f_t(y)$ 가 Y 의 한계밀도이면 주어진 Y 하에서 Z 의 조건부 밀도는 $g_s(z|y) = f_{t,t+s}(y, z)/f_t(y)$ 과 같이 표현되고, 식 $\hat{g}_s(z|y) = \hat{f}_{t,t+s}(y, z)/\hat{f}_t(y)$ 로 추정된다.

다음으로 커널밀도 추정량을 사용하여 확률커널(조건부밀도함수)을 추정한다. 커널밀도 추정의 정확성은 커널함수의 선택과 밀도를 추정하기 위한 대역행렬에 의존한다. 커널밀도 추정에 있어 특별한 커널함수보다는 커널의 대역값에 더 민감하다(Silverman, 1986; Wand and Johns, 1995). 본 분석에서는 이변량 가우시안 커널함수를 사용한다. Wand and Johns(1995)에 따라 커널함수의 효율성은 실제값과 추정값 간의 $MISE$ (Mean Integrated Squared Error)를 최소화할수록 높다. 그러나 $MISE$ 는 대역값에 민감하며 편의와 분산 간의 상충관계로부터 적절한 대역값을 추정하기가 쉽지 않다. 그러므로 대역값 선택에서 편의와 분산 간의 전역적인 조정이 이루어져야 한다. 또한 대역값 행렬을 선택하는 데 있어, 두 시점 간 분포에서 동일한 대역값을 선택하는 것은 바람직하지 못하므로 상이한 대각 대역값 행렬 $H = \text{diag}(h_y, h_z)$ 을 사용한다. 그러므로 $\hat{f}_t(y) = \frac{1}{nh_y} \sum_{i=1}^n k\left[\frac{\|y - Y_i\|}{h_y}\right]$ 일 때 결합 및 한계 밀도의 추정치는 다음과 같다.

$$\hat{f}_{t,t+s}(y, z)/\hat{f}_t(y) = \frac{1}{nh_y h_z} \sum_{i=1}^n k\left[\frac{\|y - Y_i\|}{h_y}, \frac{\|z - Z_i\|}{h_z}\right] \tag{9}$$

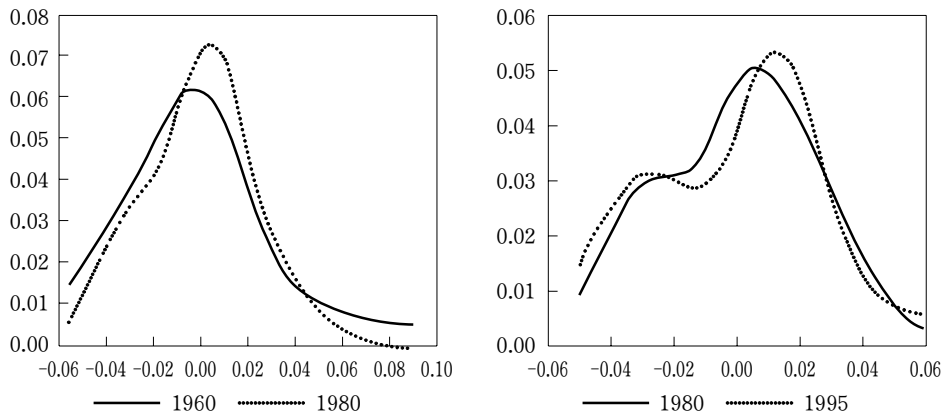
여기서 $\|y - Y_i\|$ 와 $\|z - Z_i\|$ 은 유클리디안 거리행렬이며 h_y 와 h_z 는 대역값이다. 그러므로 커널은 두 커널의 곱으로 나타난다. 예고딕 분포는 Johnson(2000, 2005)의 분석방법에 따라 계산되었으며, 커널밀도함수를 이용하여 추정된 조건부 밀도는 확률적 커널이다. 이 확률적 커널을 이용하여 구한 3차원 그래프를 이용하여 수렴현상을 분석할 수 있으며 2차원 등고선 형태로도 분석할 수 있다. 3차원 그래프나 2차원 등고선그래프에서 주 대각선상에 확률질량이 집중되

어 있다면, 횡단면 분포의 지속성이 높다는 것을 의미하고 소득격차 정도가 초기 수준으로 유지되고 있다는 것이다. 만약 대부분의 확률질량이 초기연도의 측에 평행하고 최종연도의 측의 1의 값에 모여 있다면 균등화를 이루는 수렴현상을 나타낸다. 만약 대각선으로부터 반시계 방향으로 움직인다면 고소득 지역이 저소득 지역으로 수렴하는 것이며 그 반대로 시계방향으로 움직인다면 고소득 지역이 더 높은 소득창출을 하였다는 것이다.

2. 추정분석 결과

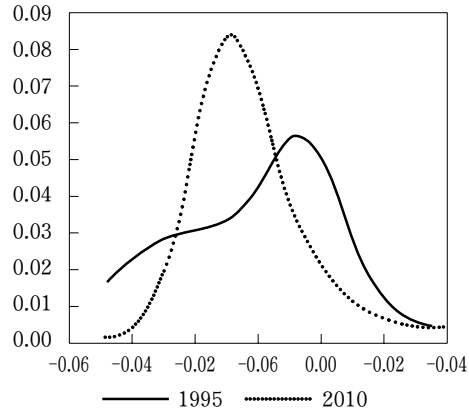
(1) 경제성장률 분석

먼저 앞 항에서 사용한 5년 단위 경제성장률에 대한 커널분포곡선, 3차원 및 2차원 등고선 분석을 하였다.⁸⁾ 먼저 기간별로 분리하여 분석한 <그림 3>에서 1965년의 단일 봉우리에서 1980년에는 오른쪽으로 봉우리가 이동하며 더 높은 봉우리로 그리고 분포 양 끝부분이 줄어들고 있지만, 왼쪽 부문에 약한 봉우리가 나타나고 있다. 1980년에서 1995년까지의 분포 이동에서 뚜렷한 양봉의 형태가 나타나고 있다. 낮은 봉우리(최빈값)는 음의 성장률 3% 수준이며, 높은 봉우리는 2% 수준으로 나타났다. 전(前) 기간과는 반대로 단봉에서 양봉 형태로 변하여 성장률의 양극화 현상을 뚜렷하게 보이고 있다. 고성장 국가는 오른



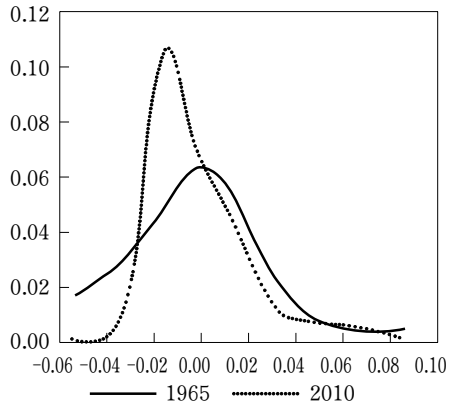
<그림 3> 경제성장률 커널밀도함수

8) 밀도함수 추정에서 커널확률밀도함수 추정량을 가장 많이 사용하는데, 커널추정량에서 핵심적인 역할을 하는 대역값의 선택에서는 평균누적제곱오차(mean integrated squared error)를 채택하여 이를 최소화하는 최적 대역값을 추정한다.

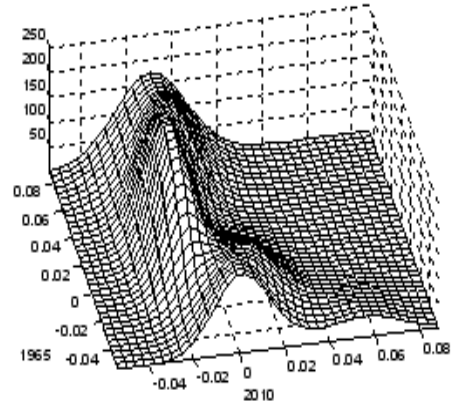


<그림 3> 계 속

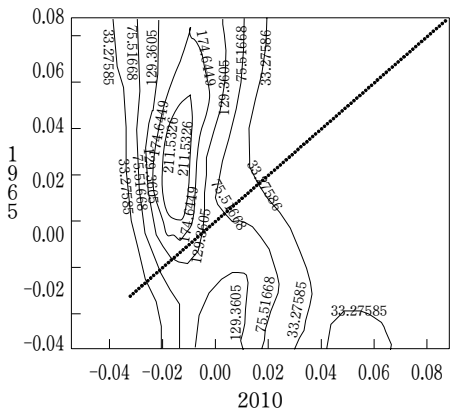
a. 분포곡선



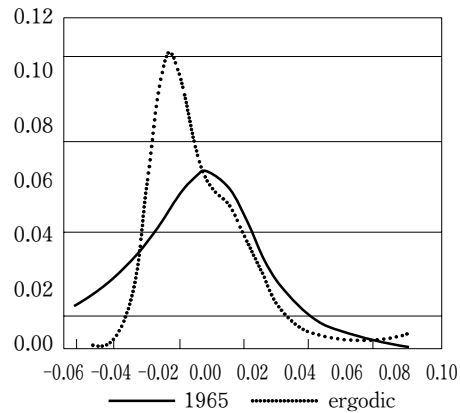
b. 전이확률



c. 등고선



d. 에고딕곡선



<그림 4> 경제성장률의 확률커널

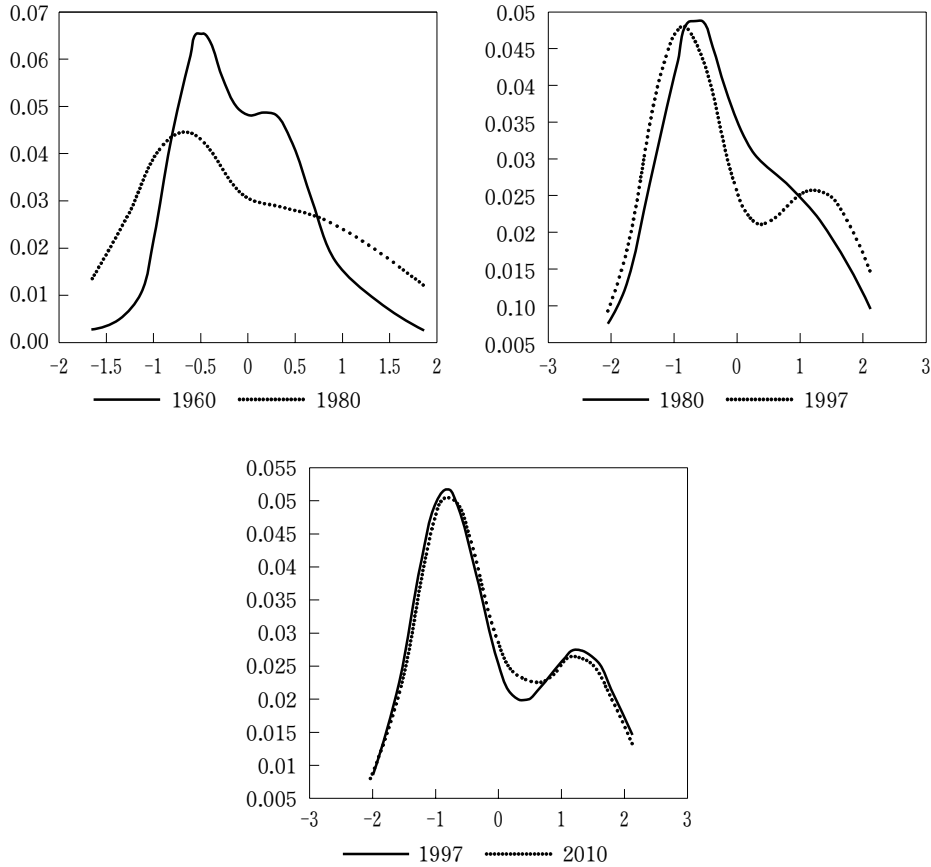
쪽으로 더 이동하여 국가 간 성장률 격차가 벌어지고 있음을 보이고 있다. 그러나 1995년부터 2010년까지 분포동태의 경우, 다시 하나의 봉우리로 또한 왼쪽으로 이동하며 수렴화 현상을 보이고 있다. 지역 성장률 분포의 양봉 형태는 성장동태의 결과로 나타나고 지속성과 이동성의 견지에서 더 잘 이해될 수 있다.

1965년과 2010년 전 기간 분포동태를 볼 수 있는 <그림 4>에서 1965년 초기 성장률보다 2010년에는 뚜렷이 단일 봉우리로 첨도가 더 높아지는 성장률 수렴 현상을 뚜렷이 보여주고 있다. 또한 3차원 그래프에서 x축은 2010년도 국가 성장률이며, y축은 1965년도 자료이다. z축은 전이확률(transitional probability)을 측정하며 1965년의 경제성장률 분포의 각 부분들이 2010년도에 대응되는 분포의 부분으로 귀착되는 확률을 말한다. 확률커널의 가장 높은 봉우리들이 3차원에서 1965년과 2010년 분포의 전이확률이 가장 높은 부분들을 나타내고, 2010년을 중심으로 1965년에 평행되게 하나의 높은 봉우리 형태로 보여준다. 즉, 대부분의 확률질량이 초기연도의 축에 평행하고 최종연도의 축의 어떤 값 주변에 모여있다면 균등화를 이루는 수렴현상을 나타낸다. <그림 4>에서 (c)의 2차원 그래프 등고선은 3차원의 확률커널에 대응되며 전이확률을 가진 확률커널에 있는 모든 점들을 연결한 선들의 집합이다. 2010년 x축 음의 1퍼센트 중심으로 횡축에 수직으로 좌우 퍼져 있어 평균성장률 수준으로 수렴하고 있음을 알 수 있다.

(2) 소득수준 분석

일인당 소득에 대한 수렴현상에서는 연도별 일인당 소득자료를 횡단별 평균값으로 나눈 상대적(relative) 자료를 사용한다. 즉, 자료의 변형식은 $Y_{i,t} = \ln(GDP_{i,t}/GDP_{average,t})$ 이며 $GDP_{i,t}$ 는 국가별 일인당 GDP이며 $GDP_{average,t}$ 는 횡단면 일인당 GDP의 그룹 평균값이다.⁹⁾ 일인당 상대소득 자료를 사용하는 것은 총체적 성장효과를 통제하고 단지 국가별 지역효과만을 반영하기 위함이다. 또한 절대소득 값을 이용하여 추정된 커널함수의 폭은 분산의 절대적 크기만을 나타낼 뿐이며, 이를 통해 국가별 소득격차가 확대되는지 축소되는지를 파악할 수가 없기 때문이다. 따라서 소득분포의 국가격차를 살펴보기 위해서는 커널함수의 폭이 상대적 분산의 크기를 나타낼 수 있도록 정규화된 자료를 사용하여 밀도함수를 추정하여야 한다. 또한 김지욱(2010)은 아시아 국가별 소득자료에

9) 상대소득 값에 대한 분석자료는 1960년부터 2010년까지 연도별 자료를 사용하였으며, 5년 평균값 소득분석에서도 동일한 결과를 얻었다.



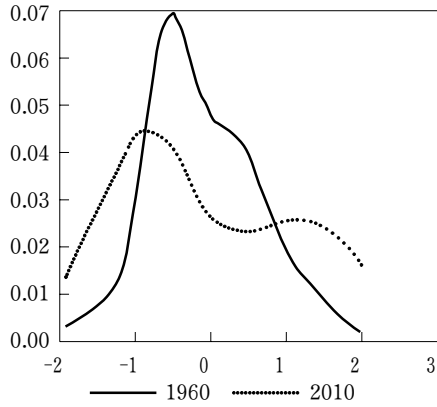
<그림 5> 일인당 상대소득 확률커널

외환위기로 인한 구조변화가 발생하고 있음을 확인하였으므로, 1960년과 1980년, 1980년에서 1997년 그리고 1997년부터 2010년까지 기간별로 구분하여 분석한다.¹⁰⁾

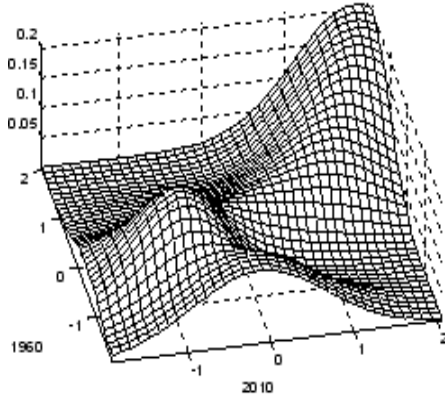
<그림 5>에서 1960년부터 1980년 기간 동안 약한 양봉의 형태에서 높은 봉우리가 왼쪽으로 이동하고 양끝의 분포빈도가 두꺼워지는 발산 형태를 보여주고 있다. 이러한 양봉의 형태는 1997년에 확인하게 나타난다. 낮은 봉우리(최빈값)는 평균의 90% 수준이며, 높은 봉우리는 평균치의 150% 수준으로 나타났다. 앞 기간과는 반대로 약한 단봉에서 뚜렷한 양봉 형태로 변하여 소득양극화 현

10) 김지욱(2010)은 외환위기 경험 국가(5개국) 외에도 아시아 국가들에서 외환위기 전후 소득수준에 구조변화가 발생하였음을 보여주었다.

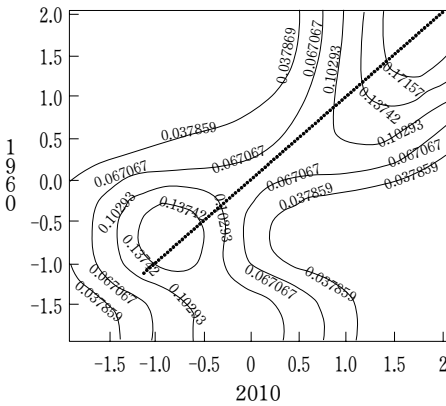
a. 분포곡선



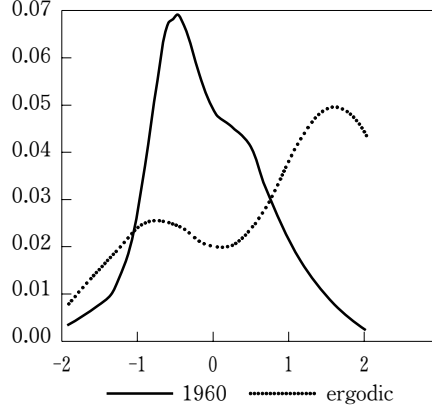
b. 전이확률



c. 등고선



d. 에고딕곡선



〈그림 6〉 상대적 소득 확률커널(1960년부터 2010년까지)

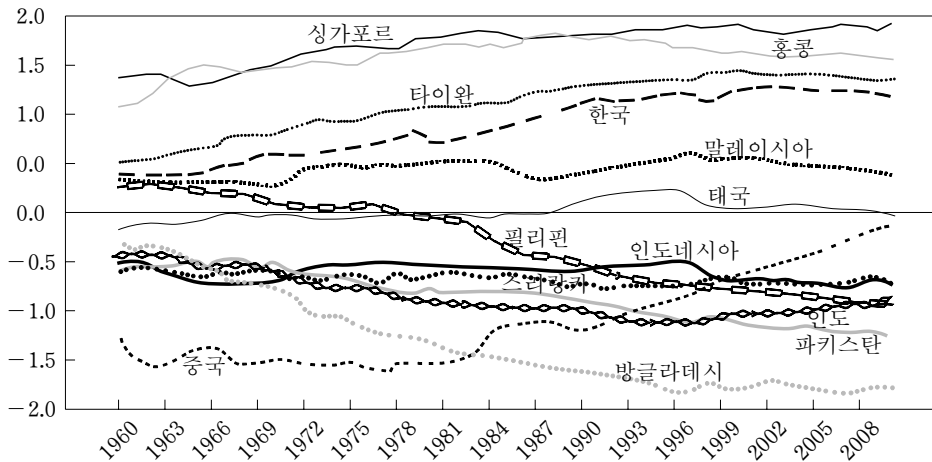
상을 보이고 있다. 특히, 저소득 국가의 수렴하는 봉우리가 고소득 국가 봉우리보다 높게 나타나 평균상대소득이 더 낮아지고 있음을 알 수 있다. 그러나 고소득 국가들은 오른쪽으로 더 이동하여 국가 간 소득격차가 벌어지고 있을 보이고 있다. 이러한 양봉 형태는 2010년까지도 지속되고 있음을 알 수 있다.

이제 〈그림 6〉에서 1960년부터 2010년까지 전 기간의 상대소득 수준에 대한 커널분포곡선, 3차원 전이확률 및 2차원 등고선 분석을 실시하였다. 커널분포에서 2010년에 국가 소득분포의 양봉 형태는 성장동태의 결과로 나타나고, 지속성과 이동성의 견지에서 더 잘 이해될 수 있다. 이러한 현상은 3차원 그래프에서도 마찬가지로 양봉의 형태가 뚜렷하게 나타나고 중간 지역이 벌어지고 있음

을 보이고 있다. 2차원 등고선 분포 군집은 45도 대각선 주위에 모여 있는데, 그 등고선들은 국가 소득들의 전반적인 지속성을 나타낸다. -0.1과 0.15 주위에 있는 두 頂上과 동일한 확률선(iso-probes)의 집중이 이 국가들에서 전이확률들이 높다. 45도 선의 왼쪽과 오른쪽에서의 등고선의 폭 넓이(spread)는 그룹 평균소득의 90% 주위가 가장 크며, 중간 부분에 비하여 등고선이 넓게 퍼져 있다. 즉, 1960년에 비하여 중간지대에 있던 국가들의 일부가 낮은 부분으로 하락하고 어떤 국가들은 상대적으로 증가하였다. 또한 150% 주위에서도 넓게 퍼져 있는데, 고소득 국가의 일부가 소득이 감소하여 아래 지역으로 이동하고 중간지대의 일부 국가들의 소득이 증가하여 오른쪽으로 이동하였음을 보여주고 있다. 그러므로 중간그룹의 지역 국가들이 사라지고 있고 쌍봉으로 나타나는 양극화 현상을 보여주고 있다. 이러한 추세는 에고딕(장기) 분포에서도 더욱 확연하게 두 개의 봉우리로 나타나고 있다. 또한 가난한 지역 국가와 부유한 지역 국가의 두 커널추정치 격차가 확대되고 소득분포가 더 넓게 분포되고 있다. 두 봉우리의 평균소득 부근에서는 상당한 깊이를 가져 중간소득 수준이 고소득 수준 지역으로 더 많은 이동이 있어, 고소득 지역 국가들의 봉우리가 더 높이 나타나는 현상을 보여준다.

(3) 소득양극화 논의

일인당 상대소득 확률커널 분석에서 1997년 외환위기 이후 수렴클럽 현상, 즉 소득양극화 현상이 나타나고 장기적으로 두 커널추정치 격차가 확대되고 소득분포가 더 넓게 분포되고 있음을 확인하였다. 이러한 양극화 현상이 외환위기 경험 국가인 인도네시아, 한국, 말레이시아, 필리핀, 태국 등의 국가적 특성에 의하여 초래되었는지를 살펴보고자 한다. <그림 7>은 아시아 국가 상대소득 추세가 나타나 있다. 먼저 아시아 신흥공업국(NIES)인 홍콩, 싱가포르, 대만 그리고 한국이 상위소득 그룹으로 수렴하고 있음을 확인할 수 있다. 외환위기 국가 중 말레이시아와 태국은 중위 수준에서 안정적으로 움직이고 있고, 필리핀과 인도네시아는 하위그룹 국가군으로 수렴하고 있음을 알 수 있다. 따라서 외환위기 경험국가들의 소득흐름이 직접적인 소득양극화의 원인으로 판단하기에는 한계가 있는 것으로 보인다. 김지욱(2010)은 외환위기 국가들의 추격률에서 외환위기 전후로 구조변화가 일어나고 있음을 보이고, 이 구조변화가 나머지 아시아 국가들에게 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 이러한 상호 의존성과 구조변화를 고려한 확률수렴성 분석에서 아시아 국가들이 장기 균제상태로 수렴



주: 아시아 13개 국가 중 외환위기 경험 5개 국가는 인도네시아, 한국, 말레이시아, 필리핀, 태국임.

〈그림 7〉 아시아 국가 상대 소득 추세

하고 있음을 분석하고 있다.¹¹⁾ 추후 더 많은 관련 연구가 필요한 것으로 보인다.

IV. 결 론

본 연구는 1960년부터 2010년까지 아시아 13개국 간 소득수준과 경제성장률에서 베타수렴이 존재하는지, 또한 베타수렴이 존재한다면 단일 균제상태로 수렴하는지 수렴클럽으로 수렴하는지를 분석하였다. 이를 위하여 비모수 동태적 패널회귀분석에서 Solow 모형의 균제상태 전환모형을 이용하여, 분석결과 5년 평균성장률과 기간 초기 소득 간에 음의 비선형 관계가 존재하며 또한 베타수렴이 나타났다. 자본투자율의 경우 선형성 귀무가설을 기각할 수 없었지만 강한 양의 관계가 존재하였다. 무역자유도를 도입한 확장모형에서 초기 일인당 소득수준에 대한 성장률의 영향이 우하향의 선형으로 나타나고 경제성장률의 가속화가 일어나, 소득의 수렴성을 강력하게 보여주었다. 이러한 결과는 아시아 국가들의 개방도가 확대될수록 선진국의 첨단기술에 대한 흡수능력의 확장으로 Gerschenkron이 말하는 후발자 이익을 누리고 있음을 보여주는 것이다.

Quah(1993, 1996, 1997)에 의해 제시된 외부 형상변화와 내부 분배동학을 동시에 기술하는 확률적 커널을 사용한 분포동학분석에서 경제성장률의 경우, 그

11) 따라서 본 연구는 확률수렴성을 수렴클럽으로 확인한 진일보(進一步)한 연구결과이다

림 평균성장률로 수렴하고 있음을 보여주었다. 그러나 일인당 상대적 소득의 경우 가난한 지역 국가와 부유한 지역 국가의 두 커널추정치 격차가 확대되고 소득분포가 더 넓게 분포되고 있어 양극화 현상인 수렴클럽 현상으로 나타났다. 따라서 아시아 지역 국가들은 장기 균형성장 과정에서 경제성장률이 단일의 균제상태로 수렴하고 소득수준이 수렴클럽으로 수렴하고 있어 외생적 성장모형의 절대적 수렴이 아닌 상대적 수렴(relative convergence)가설을 지지하였다. 본 연구에서는 중동 산유국을 제외한 아시아 국가 중 획득 가능한 자료가 13개 국가에 불과하였다. 추가로 자료를 확장할 경우 잔차의 이상점들이 나타나 자료사용에 제약이 있었다. 따라서 낮은 검정력은 본 연구의 한계로 존재한다.

참 고 문 헌

- 구재운·이승준, “한국의 지역소득 수렴현상에 대한 재조명,” 『한국경제연구』 제30집 제1호, 2012, 151~169.
- 김지욱, “다중구조변화와 상호의존성을 고려한 아시아경제 확률수렴성 연구: 패널정상성과 패널공적분을 이용하여,” 『경제학연구』 제58집 제2호, 2010, 121~143.
- Acemoglu, D., P. Aghion, and F. Zilibotti, “Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth,” NBER Working Paper No. 9066, 2002.
- Aghion, P., P. Howitt, and D. Mayer-Foulkes, “The Effect of Financial Development on Convergence: Theory and Evidence,” *Quarterly Journal of Economics*, 120, 2005, 173~222.
- Azariadis, C. and A. Drazen, “Threshold Externalities in Economic Development,” *The Quarterly Journal of Economics*, 105(2), 1990, 501~526.
- Bai, J. and P. Perron, “Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structure Changes,” *Econometrica*, 66, 1998, 47~78.
- _____, “Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models,” *Journal of Applied Econometrics*, 18, 2003, 1~22.
- Bernard, A.B. and S.N. Durlauf, “Interpreting Tests of the Convergence Hypothesis,” *Journal of Econometrics*, 71, 1996, 161~174.
- Bianchi, M., “Testing for Convergence: Evidence from Non-Parametric

- Multimodality Tests,” *Journal of Applied Econometrics*, 12, 1997, 393~409.
- Blundell, R. and S. Bond, “GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Functions,” *Econometric Reviews*, 19, 2000, 321~340.
- Carrion-i-Silvestre, Barrio-Castro, and Lopez-Bazo, “Breaking the Panels: An Application to the GDP per capita,” *Econometrics Journal*, 8, 2005, 159~175.
- Choi, I., “Unit Root Tests for Panel Data,” *Journal of International Money and Finance*, Vol. 20, 2001, 249~272.
- Dalgaard, C. and W. Hansen, “Capital Utilization and the Foundations of Club Convergence,” *Economics Letters*, 87, 2005, 145~152.
- Durlauf, S. and A. Johnson, “Multiple Regimes and Cross-country Growth Behaviour,” *Journal of Applied Econometrics*, 10(4), 1995, 365~384.
- Fischer, M. and C. Stirböck, “Pan-European Regional Income Growth and Club-convergence,” *The Annals of Regional Science*, 40, 2005, 693~721.
- Fotopoulos G., “Nonparametric Analysis of Regional Income Dynamics: The Case of Greece,” *Economics Letters*, 91, 2006, 450~457.
- Galor, O., “Convergence? Inferences from Theoretical Models,” *Economic Journal*, 60, 1996, 35~52.
- Gerschenkron, A., *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge, MA: Harvard Univ. Press, 1962.
- Hadri, K., “Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data,” *Econometrics Journal*, 2, 2000, 148~161.
- Hastie, T. and R. Tibshirani, *Generalized Additive Models*, London: Chapman & Hall, 1990.
- Henderson, D., R.J. Carroll, and Q. Li, “Nonparametric Estimation and Testing of Fixed Effects Panel Data Models,” *Journal of Econometrics*, 144, 2008, 147~157.
- Heston, A., R. Summers, and B. Aten, “Penn World Table Version 7.1, Center for International Comparisons of Production, Income and Prices,” The University of Pennsylvania, 2012.
- Howitt and Mayer-Foulkes, “R&D, Implementation, and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs,” *Journal of Money, Credit, and Bank*, 37(1),

- 2005, 147~177.
- Hsiao, C., Q. Li, and J. Racine, "A Consistent Model Specification Test with Mixed Discrete and Continuous Data," *Journal of Econometrics*, 140(2), 2007, 802~826.
- Im, K., M. Pesaran, and Y. Shin, "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels," *Journal of Econometrics*, 115, 2003, 53~74.
- Johnson, P. A., "A Nonparametric Analysis of Income Convergence Across the US States," *Economics Letters*, 69(2), 2000, 219~223.
- _____, "A Continuous State Space Approach to Convergence by Parts," *Economics Letters*, 86(3), 2005, 317~321.
- Juessen, F., "A Distribution Dynamics Approach to Regional GDP Convergence in Reunified Germany," University of Dortmund Working Paper, 2005.
- Kim, J., "Economic Growth and Technology Diffusion in Developing Countries," *The Korean Economic Review*, 24(2), 2008, 413~424.
- Laurini, M., and P. Pereira, "Conditional Stochastic Kernel Estimation by Nonparametric Methods," *Economics Letters*, 105, 2009, 234~238.
- Lee, Y., "Nonparametric Estimation of Dynamic Panel Models," Working Paper, Yale University, 2005.
- _____, "Nonparametric Estimation of Dynamic Panel Models with Fixed Effects," Working Paper, University of Michigan, 2007.
- Levin, A., C. F. Lin, and J. Chu, "Unit Root in Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties," *Journal of Econometrics*, 108(1), 2002, 1~24.
- Li, Q. and J. Racine, "Cross-validation Nonparametric Local Linear Regression," *Statistica Sinica*, 14, 2004, 485~512.
- Maasoumi, E., J. Racine, and T. Stengos, "Growth and Convergence: A Profile of Distribution Dynamics and Mobility," *Journal of Econometrics*, 136, 2006, 483~508.
- Magrini, S., "Analysing Convergence Through the Distribution Dynamics Approach: Why and How?," University of Venice Working Paper, 2007.
- Mankiw, N., D. Romer, and D. Weil, "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 107, 1992, 403~437.
- Quah, D., "Empirical Cross-section Dynamics in Economic Growth," *London of*

- School of Economics*, Discussion Paper, 1993.
- _____, "Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics," *The Economic Journal*, 106, 1996a, 1045~1055.
- _____, "Ideas Determining Convergence Clubs," LSE Economics Department Working Paper, London: London School of Economics, 1996b.
- _____, "Empirics for Growth and Distribution: Polarization, Stratification, and Convergence Clubs?" *Journal of Economic Growth*, 2(1), 1997, 27~59.
- _____, TsRf Reference Manual, Unpublished Manuscript, Available at <http://econ.lse.ac.uk/dquah/tsrf.html>, 1998.
- Silverman, B. M., *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, Chapman and Hall, 1986.
- Solow, R., "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 1956, 65~94.
- Stone, C., "Additive Regression and Other Parametric Models," *Annals of Statistics*, 13, 1985, 689~705.
- Su, L. and X. Lu, "Nonparametric Dynamic Panel Data Models: Kernel Estimation and Specification Testing," Working Paper, Singapore Management University, 2012.
- Swan, T., "Economic Growth and Capital Accumulation," *Economic Record*, 32, 1956, 334~361.
- Wand, M. P. and M. C. Jones, *Kernel Smoothing*, London: Chapman and Hall, 1995.
- Wang, N., "Marginal Nonparametric Kernel Regression Accounting for Within-subject Correlation," *Biometrika*, 90, 2003, 43~52.
- Wang, N., R. J. Carroll, and X. Lin, "Efficient Semiparametric Marginal Estimation for Longitudinal/Clustered Data," *Journal of the American Statistical Association*, 100, 2005, 147~157.

[Abstract]

Growth and Convergence: Evidence from Nonparametric Dynamic Panel and Dynamic Distribution Analysis

Ji Uk Kim*

This paper studies the absolute and conditional convergence of real GDP per capita and growth rate among 13 Asian countries over the sample period of 1960~2010. Traditional parametric regressions are rejected by data, however, using nonparametric dynamic panel methods we find strong evidence in favor of convergence. Following Quah(1993, 1997), we also use the distribution dynamics approach including the stochastic kernel, and its 3-dimensional surface plots and 2-dimensional contour plots to analyse dynamics in real GDP per capita and growth rate. We find significant convergence in regional growth rate but convergence club in per capita income distribution showing a tendency towards polarization. Therefore, the conditional convergence hypothesis tends to hold for 13 Asian countries.

Keywords: economic growth, beta convergence, convergence club, nonparametric dynamic panel, distribution dynamics

JEL Classification: O4, O2

* Professor, School of Economics, College of Business & Economics, Chung-Ang University, Tel: +82-2-820-5515, E-mail: jukim@cau.ac.kr

— |

| —

— |

| —