

산업별 확률적 변경생산모형을 이용한 한국경제의 잠재 GDP 추계*

표 학 길** · 전 현 배*** · 이 근 희****

논문 초록

본 연구는 산업별 확률적 변경생산모형을 이용해 잠재 GDP를 추계하였다. 1995~2022년 기간의 38개 산업별 잠재 노동 및 자본과 더불어 모형 추정을 통해 개별 산업에서 기술적 비효율성의 시간에 따른 변동을 반영한 잠재 GDP를 추계하였다. 분석 결과 잠재 GDP보다 낮은 수준에서 실제 생산이 이루어진 것은 노동과 자본의 잠재 수준 이하의 투입 때문보다는 기술적 비효율성이 개별 산업이 달성할 수 있는 최소화 수준에서 이루어지지 못했기 때문으로 나타났다. 또한 2010년 이후 자본가동률 하락과 기술적 비효율성 상승 등으로 확대된 GDP 갭은 잠재성장률보다 실제 성장률을 약 25% 정도 더 빠르게 하락시켰다. 시기별 변동성이 큰 수출 중심의 한국 산업의 구조적 특성을 반영해 산업 수준에서의 기술적 비효율성의 변화를 반영한 잠재 GDP를 추계했다는 점에서 본 연구는 기존 연구와 차별성을 가진다. 또한 본 연구는 중장기 성장을 회복을 위해서는 잠재성장률 제고와 더불어 최근 확대된 GDP 갭을 축소하기 위한 정책이 필요함을 시사한다.

핵심 주제어: 산업별 잠재 GDP, 기술적 비효율성, 확률적 변경생산모형

경제학문헌목록 주제분류: E23, O47

투고 일자: 2024. 7. 11. 심사 및 수정 일자: 2024. 9. 30. 게재 확정 일자: 2024. 10. 22.

* 본 논문의 작성에 도움을 주신 익명의 심사자들과 박민수 편집위원장에게 감사드린다. 본 연구는 한국생산성본부 지원으로 2023년 12월에 작성된 『한국경제의 잠재성장률 추정』 보고서를 수정 및 보완해 작성되었다.

** 제1저자, 서울대학교 경제학부 명예교수, e-mail: hakkpyo@gmail.com

*** 교신저자, 서강대학교 경제학과 교수, e-mail: hchun@sogang.ac.kr

**** 공동저자, 서울대학교 경제연구소 객원연구원, e-mail: keunh.rhee@gmail.com

I. 서 론

한국경제의 연평균 성장률은 1995년 이후 5년마다 약 1%p 씩 하락하고 있다.¹⁾ 한국의 2015년 이후 연평균 성장률은 2%대로 하락해 OECD 평균 수준이 되었다.²⁾ 국내의 많은 연구는 주력 제조업의 경쟁력 약화, 이미 시작된 인구감소, 지지부진한 구조 개혁 등으로 인해 향후 잠재성장률이 현재보다도 크게 하락할 수 있음을 경고해 오고 있다(장민·박성욱, 2021; 김지연 외, 2022). 동시에 저성장의 고착화를 막고 잠재성장률 제고를 위한 다양한 정책 또한 제시되고 있다(이종화, 2023; 조태형, 2023).

하지만 잠재성장률 제고를 위한 올바른 정책을 처방하기 위해서는 먼저 잠재성장률이 얼마나 하락했고 어떤 요인에 의해 하락했는지를 정확하게 진단해야 한다. 특히 최근의 실제 성장률 하락이 일시적 요인에 의한 하락인지 또는 장기적인 성장 잠재력의 하락인지를 구분하는 것은 올바른 처방을 위한 진단의 첫 단계 분석이다.

본 연구는 한국생산성본부의 KIP (Korea Industrial Productivity) DB를 이용해 1995~2022년 기간 38개 산업별 잠재 GDP를 추정한다. 먼저 산업별 잠재 노동과 자본을 추계한 후 확률적 변형생산모형(stochastic frontier production model)을 추정해 산업별 기술적 비효율성(technical inefficiency)을 추정한다. 최소실업률, 최대가동률 하에서의 노동과 자본 투입 그리고 산업별 최소 비효율 수준을 가정한 상태의 산업별 잠재 GDP를 추정한다.

모형에서 추정된 산업별 기술적 비효율성을 제조업과 비제조업 부문별 및 전산업 수준으로 집계해 분석 기간 내에서 추세적인 변동이 있는지를 살펴본다. 생산함수 접근법에 기반해 산업별 잠재 GDP를 추계한 후 전산업 수준에서 실제 GDP와 비교해 GDP 갭을 추정한다.

추정 결과를 바탕으로 첫째, GDP 갭을 구성하는 요인을 높은 실업률과 낮은 가동률 등으로 인해 잠재 수준에서 이용되지 못하는 투입 요소와 개별 산업이 가지는 비효율성 등으로 구분해 살펴본다. 둘째, GDP 갭의 추세적인 변동이 있는지 확인한 후, 실제 장기평균 성장률 하락과 잠재성장률 하락 사이의 괴리가 있는지를 검토한다. 특히 최근 실제 성장률 하락이 잠재성장률 하락과 GDP 갭 확대에 기인한 것인지

1) 김세직(2016)은 이러한 성장률 하락이 법칙으로 성립하고 있다고 보고 있다.

2) 2020년 팬데믹 발생 이전 5년 기간 연평균 성장률은 한국의 경우 약 2.1%이며, OECD 국가 평균은 약 2.3%이다.

를 확인한다.

본 연구의 산업별 잠재 GDP 추정은 기존의 전산업 수준의 잠재 GDP 연구와는 차별성을 가진다. 산업별 잠재 GDP를 추정하기 위해서는 산업별 잠재 노동 및 자본 자료구축과 더불어 산업별로 다른 최대 효율성(또는 최소 비효율성)의 측정이 필요하다. 본 연구는 산업별·시간별로 변동이 가능한 기술적 비효율을 추정할 수 있는 확률적 생산변경 모형을 이용하였다.

전산업 수준 자료를 이용해 추정한 최대 효율성을 추정하면 산업 평균 효율성의 최댓값을 추정하게 된다. 즉 전산업 수준의 자료를 이용하면 개별 산업의 최대 효율성 수준을 파악할 수 없으므로 개별 산업이 최대 효율성을 달성하는 수준의 경제 전체의 최대 효율성은 추정할 수 없다. 예를 들면, 전자산업은 효율적이었지만 조선업이 비효율적이었다면 해당 연도의 효율성은 낮게 나타날 수 있다. 수출 중심의 한국 제조업은 개별 산업 수준에서 효율성의 변동이 크지만, 평균 산업 자료를 이용해 추정한다면 실제 최대 효율성 수준은 과소 추정될 수 있다. 이러한 단점을 극복하고자 본 연구는 국내에서는 처음으로 산업별 기술적 비효율성을 추정해 전산업 수준에서 최소 비효율 상태의 잠재 GDP 파악을 시도하고자 한다.³⁾

산업별 잠재 GDP 추계를 바탕으로 제조업과 비제조업 등 부문별 잠재성장률 하락의 요인을 요소 투입과 기술적 비효율성으로 구분해 살펴보자 한다. 본 연구의 분석 결과는 요소 투입과 기술적 비효율성 등 잠재성장률 하락의 개별 요인에 대응하는 엄밀한 정책 제안을 가능하게 한다. 또한 산업별 잠재성장률 추계 결과는 산업 부문별로 서로 다른 잠재성장률 하락 원인을 가질 경우, 적절한 정책 대응을 가능하게 한다. 특히 주력 수출 제조업종의 빠른 변화와 제조업과 서비스업 부문 간의 생산성 격차가 큰 상황에서 산업별 이질성을 고려한 잠재 GDP 추계는 학술적 및 정책적 시사점이 클 것으로 기대된다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장에서는 잠재 GDP의 정의와 기존 연구를 검토한다. 제Ⅲ장에서는 잠재 GDP 추정 방법을 제시하고 제Ⅳ장에서는 추정 결과를 제시한다. 제Ⅴ장 결론에서는 결과를 요약하고 정책적 함의를 제시한다.

3) 대부분의 기존 잠재 GDP 연구는 전산업 수준의 총요소생산성(total factor productivity, TFP) 추계를 기반으로 잠재 TFP를 추정한 후 이를 바탕으로 잠재 GDP를 추계해 왔다. 전산업 수준의 TFP 추계 연구도 거시경제 수준의 경기변동과 기술 변화 요인만을 고려하기 때문에 산업 수준의 이질적인 기술 및 수요 변화 요인을 고려한 분석은 어렵다.

II. 기존 연구

1. 잠재 산출 정의

잠재산출(potential output)에 대한 정의는 추정모형에 따라 매우 다양하게 정의되고 있다.⁴⁾ Scacciavillani and Swagel (2002)에 따르면 잠재산출은 잘 정의되지 않으며 연구에 따라 매우 다른 개념으로 제시되고 있다고 한다. 기존 연구에 제시한 잠재산출의 개념은 몇 가지 광의의 시각을 바탕으로 정리해 볼 수 있다. 첫째, 케인지언 시각에서 경기변동은 총수요의 변화로부터 시작되며, 경기하강기에는 사용되지 않은 생산요소가 존재한다는 본다. 즉 경기하강기에는 실업이 증가하며, 임금과 물가상승 압력은 줄어들게 된다. 케인지언 시각에서 잠재산출 추계는 생산요소가 연계된 집계 생산함수 또는 생산함수에 대한 거시경제모형 추정을 통해 이루어지게 된다. 또는 NAIRU(nonaccelerating inflation rate of unemployment) 즉 인플레이션이 가속되지 않은 실업률의 추정을 통해 이루어진다.

둘째, 신고전파적 시각에서 경기변동은 총수요의 변화보다는 경제주체들의 기대되지 않은 외생적인 생산성 충격의 결과로 발생하게 된다. 케인지언과 달리 신고전파에서는 산출은 잠재산출을 중심으로 변동되며, 잠재산출은 실질 성장률의 추세적 증가율과 밀접한 관계가 있다고 본다. 잠재산출을 중심으로 한 일시적 변동과 영구적 변동을 구별하는 것을 중요한 측정 문제로 보고 있다. HP 필터 등 실질 산출을 평활화(smoothing)해 잠재산출을 추정한다. 하지만 이렇게 이분법적으로 정확히 잠재산출을 추계하기 어렵기 때문에, 신고전파 접근에서도 기술적 충격에 대한 측정을 위해 생산함수를 사용하거나, 케인지언 접근의 잠재산출과 인플레이션의 관계를 활용하는 경우도 있다(Scacciavillani and Swagel, 2002).

기존 연구들에 나타난 잠재산출에 대한 정의를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 확률적 생산변경모형을 따르는 표학길·정선영(2010)에서 잠재 GDP는 역사적으로 최대가동률과 최소실업률 그리고 최소 기술적 비효율성을 가정한 상태에서의 GDP로 정의된다. 이영훈(1996)에서는 잠재 GDP는 한 경제가 보유하고 있는 자본스톡, 노동량 등 생산요소를 완전고용했을 때 생산할 수 있는 최대 생산능력을 의

4) 본 연구는 산업 잠재 산출을 부가가치 즉 GDP로 추정하므로, 잠재 산출과 잠재 GDP 두 용어를 구분 없이 사용한다.

미하는 공급 측면의 개념이다. 나아가 잠재 GDP란 인플레이션을 가속하지 않은 노동 공급 수준으로 생산할 수 있는 최대의 GDP 수준을 의미한다. 따라서 잠재 GDP를 추정하기 위해서는 공급 충격이 없을 때 NAIRU 즉 자연실업을 추정이 필요하다.

둘째, 생산함수 접근법을 따르는 연구의 잠재 산출에 대한 정의를 보면 다음과 같다. 박무환(2012)의 경우 잠재 GDP는 전통적으로 국민경제의 정상적인 생산능력이나 장기 균형상태에서의 생산수준으로 정의하고 있다. 권지호 외(2017)의 경우 한 경제의 생산함수가 Cobb-Douglas 형태를 따른다고 가정하고 잠재 GDP를 추정한다. 이 경우 실질 GDP는 총요소생산성, 노동투입, 자본투입에 의해 결정되며, 잠재 GDP는 각 투입요소들의 잠재수준 값을 합하여 구하게 된다. 한진희 외(2002)의 경우 잠재산출량은 한 경제주체가 주어진 기술여건 하에서 생산요소들을 장기적으로 지속가능한 수준으로 활용함으로써 얻어지는 산출물의 수준으로 정의되고 있다.

Shakleton(2018)은 미국 의회예산처의 잠재산출을 예측하는 논문에서 잠재산출은 도달할 수 없는 한계를 의미하기보다는 지속가능한 산출량의 최대치, 즉 안정적 인플레이션 및 균제성장 등이 존재하는 시기의 실질 GDP 수준을 의미한다고 정의하고 있다. Chalaux and Guillemette(2019)의 경우 생산함수 접근법에 의한 OECD 회원 및 비회원국 잠재성장 추계에서 잠재산출량은 해로드 중립의 노동증가적 기술진보 하에서 규모에 대한 수확불변의 콥-더글러스 생산함수를 사용한 경제 전체의 산출수준으로 정의하고 있다. 나아가 De Masi(1997)의 경우 잠재산출량은 어떤 경제가 인플레이션을 유발하지 않고 지속성장이 가능한 최대의 산출량 수준으로 정의하고 있다.

잠재산출에 대한 정의는 연구에 따라 다양하게 정의하고 있으나, 자연실업률, 안정적 인플레이션, 균제 상태 등 경제가 장기균형 상태에서 산출할 수 있는 최대의 산출량을 의미하는 것으로 정리할 수 있다.

2. 추정모형

잠재 GDP는 관찰 불가능한(unobservable) 변수이므로 관찰 가능 변수들을 기반으로 이를 추정하기 위한 다양한 추계방법이 제시되었으며, 생산함수 접근법과 시계열 접근법이 가장 많이 이용된다.⁵⁾

5) 한국은행의 잠재 GDP 추계 연구는 두 가지 방법을 모두 이용해 결과를 제시하고 있다(권지호 외, 2017; 김도완 외, 2017).

생산함수 접근법은 생산요소(노동, 자본)의 잠재 수준과 추세 총요소생산성을 추정해서 잠재 GDP를 산출하는 방법이다. 이는 생산요소 및 생산성과 생산량 간의 관계가 콥-더글러스 생산함수 형태를 따른다고 가정하고 각 생산요소의 잠재 수준과 추세 총요소생산성을 추정하여 잠재 GDP를 산출한다. 또한 생산함수 접근법은 생산함수 추정식에 노동소득분배율을 가중치로 이용해서 자연실업률 및 적정 가동률 등에 상응하는 수준의 요소투입량과 추세 총요소생산성을 대입하여 잠재 GDP를 추정한다. 생산함수 모형에서 잠재 GDP는 각 투입요소들의 추세(잠재수준)와 노동소득 분배율 값에 의해 결정되므로 잠재GDP 변동요인을 각 생산요소 및 총요소생산성의 기여도로 구분하여 잠재성장의 원천과 기여도를 설명할 수 있는 장점이 있다. 그러나 생산요소 간의 다양한 상호작용이 제대로 반영되지 못하는 한계도 존재한다. 이로 인해 일반균형 모형 등 경제모형 접근법이 추천될 수 있지만 변수 간의 관계를 모두 포함하는 모형이 개발되지는 못하고 있다.⁶⁾

시계열 접근법으로는 HP(Hodrick-Prescott) 필터링, 칼만(Kalman) 필터링, 준구조모형, 다변수필터법, 다변수 은닉인자 모형, 구조적 벡터자기회귀 모형(SVAR), 동태적·확률적·일반균형 모형(DSGE) 등 다수의 방법론이 존재한다.⁷⁾ 이 가운데 HP필터링은 통계적 특성만을 활용하여 실질 GDP의 추세를 추출하고 동 추세를 잠재 GDP로 간주한다. 이 방법은 추정이 용이하다는 장점이 있지만 잠재 GDP의 변동요인을 분석할 수 있는 이론적 토대가 없기에 경제학적 의미를 도출하기 어렵다는 단점이 있다(박무환, 2012).

잠재산출에 대한 추정 방법은 생산함수 접근법, 시계열 접근법 등으로 구분할 수 있지만 이들 방법론의 잠재산출 추정 결과를 비교한 연구에 따르면, 추정모형에 따라 잠재 GDP 증가율 상에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 또한 추정하는 산업 수준이 일반적으로 전산업에 집중되고 있다. 산업별 잠재 GDP 추정 연구는 매우 희소한 상태이며, 그나마 제조업, 서비스업 등 산업 대분류 수준에 대한 추정에 머물고 있다.

6) 구체적인 논의는 한진희 외(2002), 박무환(2012), 신석하 외(2012) 등을 참고할 수 있다.

7) 박무환(2012)은 시계열 기법을 추세추출법 등 순수 시계열기법과 구조모형을 이용한 시계열기법 등으로 구분하고 있다.

Ⅲ. 확률적 변경생산모형

본 연구에서 잠재 GDP는 잠재 노동 및 자본 투입이 이루어지고 최소 비효율을 가정한 상태에서의 산출로 정의된다. 본 연구에서는 생산함수 접근법을 이용해 잠재 GDP를 추정하며, 생산함수는 콥-더글러스 형태를 따른다고 가정한다. 최소 비효율 추정을 위해 확률적 변경생산모형을 이용한다. 확률적 생산변경 모형은 기술적 비효율성(technical inefficiency)을 잠재 GDP와 실질 GDP의 격차로 정의하고 확률변수로 추정하고 있다. 모형은 생산함수에서 잔차인 총요소생산성을 장기적 측면의 기술진보(technical progress)와 단기적 측면의 기술적 효율성(technical efficiency)으로 구분한다.

기술적 효율성은 한 국가의 경제가 보유하고 있는 효율성의 정도를 의미하는 것으로, 정치·사회적 요인, 구조적 요인 등으로 인해 시점에 따라 차이가 발생한다. 따라서 본 연구에서 정의한 잠재 GDP는 한 산업이 보유하고 있는 기술적 효율성이 최대 수준인 경우, 다시 말해 최소 비효율성을 가지고 있는 경우를 가정한 뒤 계산된 산출량이다. 이를 위해 본 연구에서는 각 산업·연도별 기술적 효율성 수준을 추정한 뒤 개별 산업에서 기술적 비효율성의 최소 수준을 최대 효율성으로 가정하여 산업별 잠재 GDP를 추정한다.

1. 확률적 변경생산모형

본 연구에서는 기술적 효율성을 고려한 잠재 GDP를 추정하기 위해 확률적 생산변경모형을 고려한다. 확률적 생산 모형은 Aigner et al. (1977)에서 처음 소개된 이후로 Lee and Schmidt(1993), Battese and Coelli(1992, 1995), Ahn et al. (2001, 2013), Lee(2006, 2010) 등을 통해 다양한 분포 가정 하에서 비효율성을 추계할 수 있도록 발전되어 왔다. 또한 해당 방법론은 이영훈(1996), 표학길·정선영(2010) 등에서 한국경제의 잠재 산출 추정에 활용되었다.⁸⁾ 다수의 연구에서 활용되어왔던 확률적 생산변경모형을 통한 잠재 GDP 추정의 일반적 모형은 다음의 (1)과 같다.

8) 이영훈(1996)은 전산업 그리고 표학길·정선영(2010)은 대분류 수준에서 기술적 비효율성을 추정하였다.

$$y_{i,t} = \alpha + x_{i,t}\beta + \gamma T_t + v_{i,t} - u_{i,t} \quad (1)$$

식 (1)에서 $y_{i,t}$ 는 산업 i 의 t 년도 GDP를 의미하며, $x_{i,t}$ 는 산업 i 의 t 년도 투입요소(노동, 자본)를 의미하며, T_t 는 추세변수로 장기적 기술진보를 나타낸다. $v_{i,t}$ 의 경우 일반적인 오차항을 의미하며, $u_{i,t}$ 는 관측 불가능한 기술적 비효율성을 의미한다.

본 연구에서는 식 (1)을 추정하기 위한 다양한 모형 중에서도 Battese and Coelli (1995)의 방법론을 활용하여 잠재 GDP를 추정하였다. Battese and Coelli (1995)의 방법론은 기술적 효율성이 절단정규분포(truncated-normal distribution)를 따른다고 가정하고, 식 (1)을 최우법(maximum likelihood estimation)을 통해 추정하는 방법이다. 해당 방법론은 개별 산업에서 시간에 따라 변동하는 기술적 효율성을 추정할 수 있다는 장점이 있으며, 이는 개별 산업이 시간에 따라 다른 비효율성을 가지고 있는 실물 경제를 잘 반영한다는 측면에서 활용성이 높다. 또한 해당 방법론은 개별 산업의 고유한 특성이 확률적임을 고려하는 확률효과모형(random effect model)가정한다는 점에서 고정 효과 추정법을 활용하는 Lee and Schmidt (1993)의 방법과 차이가 있다.

본 연구는 한국생산성본부의 KIP (Korea Industrial Productivity) DB의 38개 산업의 1995-2022년 기간 자료를 분석에 활용한다.⁹⁾ 19개의 산업과 19개의 비제조업 등 개별 산업을 살펴보면 부가가치 생산에 따른 투입 요소의 증가율이 상이하다.¹⁰⁾ 전 기간 제조업의 부가가치 성장률은 비제조업에 비해 높지만, 제조업의 노동 투입은 같은 기간 평균적으로 음의 값을 가진다. 하지만 자본 투입은 상대적으로 큰 차이를 보이지 않는다. 즉 분석 기간 제조업의 생산성은 비제조업에 비해서 상대적으로 빠르게 성장했음을 알 수 있다. 또한 이러한 이질성은 제조업 및 비제조업 내부의 업종 간에도 상당히 크게 나타난다.

이처럼 산업별 장기 시계열을 분석에 활용할 경우, 개별 산업의 특성이 시간불변(time-invariant)함을 가정하는 고정효과 모형보다는 확률효과 모형을 사용하는 것이 더 적합할 수 있다.¹¹⁾ 특별히 Battese and Coelli (1995)의 방법론은 기술적 효율성에

9) 38개 산업의 명칭과 제조업과 비제조업 부문 분류는 <부표 A>에 수록되어 있다.

10) 38개 산업의 부가가치, 노동 및 자본 투입의 연평균 성장률은 <부표 B>에 수록되어 있다.

11) 개별 산업의 시간에 따라 변동하는 기술적 비효율성을 모수(parameter)로 추정하는 고정효과 모형의 경우 추정되는 모수의 수를 줄이기 위해 제약이 필요하다는 점에서 확률효과 모형에 비해 제약적이다. KIP DB 산업 패널 자료에 대한 하우스만 검정에서 확률효과 모형을 기각하지

영향을 미치는 외생변수를 통해 1단계에서 기술적 효율성을 추정한 뒤 이를 확률적 생산변경모형에 대입해 추정하는 2단계 추정방식을 사용하게 되는데, 본 연구에서는 외생적 변인(exogenous variable)을 통해 기술적 효율성을 추정하기 보다는 고정적으로 기술적 효율성에 영향을 주는 요인(상수항)과 확률적 요인을 구분한 단순한 모형을 산정하여 해당 모형을 추정하였다.

2. 잠재노동

잠재노동은 자연수준에서 총근로시간으로 측정된 노동투입으로 정의된다. 잠재노동은 15세 이상 인구, 경제활동참가율, 자연실업률, 산업별 1인당 연평균 근로시간 등을 이용하여 추정한다. 산업별 1인당 연평균 근로시간을 제외한 나머지 세가지 요인은 모든 산업에 공통으로 적용된다. 개별 산업 i 의 t 연도의 1인당 연간 잠재노동시간($L_{i,t}^*$)은 아래의 식 (2)와 같이 정의된다.

$$L_{i,t}^* = POP_t \times LFPR_t^* \times (1 - UR_t^*) \times AHR_{i,t}^* \quad (2)$$

POP_t = 15세 이상 인구

$LFPR_t^*$ = 경제활동 참가율 추세

UR_t^* = 자연실업률

$AHR_{i,t}^*$ = 산업별 1인당 연간 잠재노동시간

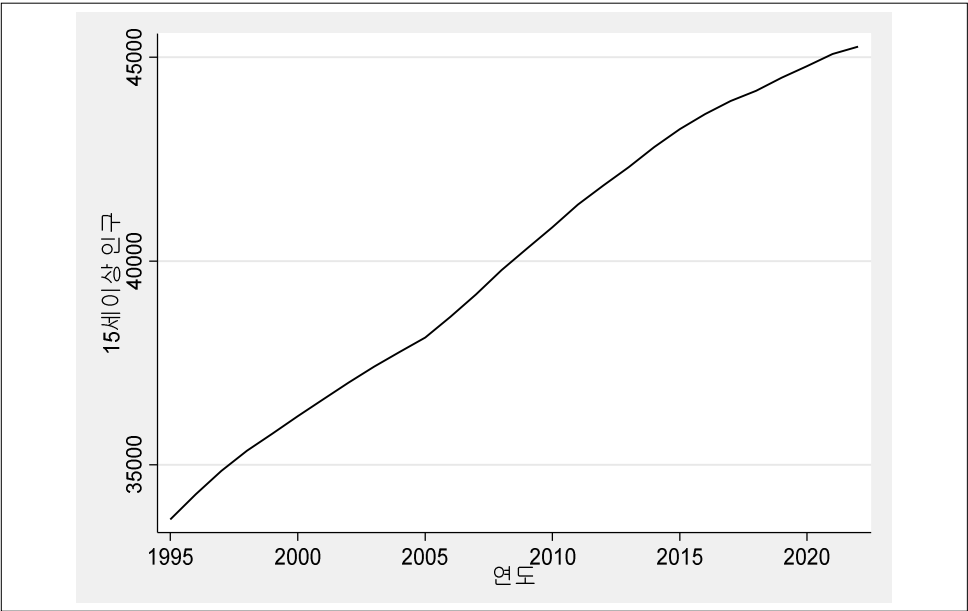
식 (2)에서 15세 이상 인구는 <그림 1>에 나타난 것과 같이 단기적인 경기변동에 영향이 적은 구조변수로 실제값을 추세로 이용한다. 식 (2)의 경제활동참가율, 실업률, 연간 노동시간 등 세 변수는 추세요인을 나타내는 잠재 값으로 *로 표시되어있다. <그림 2>가 보여주듯이 경제활동 참여율은 단기적인 경기변동에 영향을 받으므로 HP 필터를 이용해 추세를 추정하였다.¹²⁾ 이렇게 추정된 경제활동참가율 추세는 5년 이동평균과 매우 유사하다.

않으므로, 본 연구는 산업별 기술적 비효율성을 덜 제약적으로 추정할 수 있는 확률효과 모형을 이용한다.

12) 분기 자료에는 일반적으로 평활계수로 1,600이 적용되지만, 연간자료에는 Ravn and Uhlig (2002)에 따라서 6.25를 적용하였다.

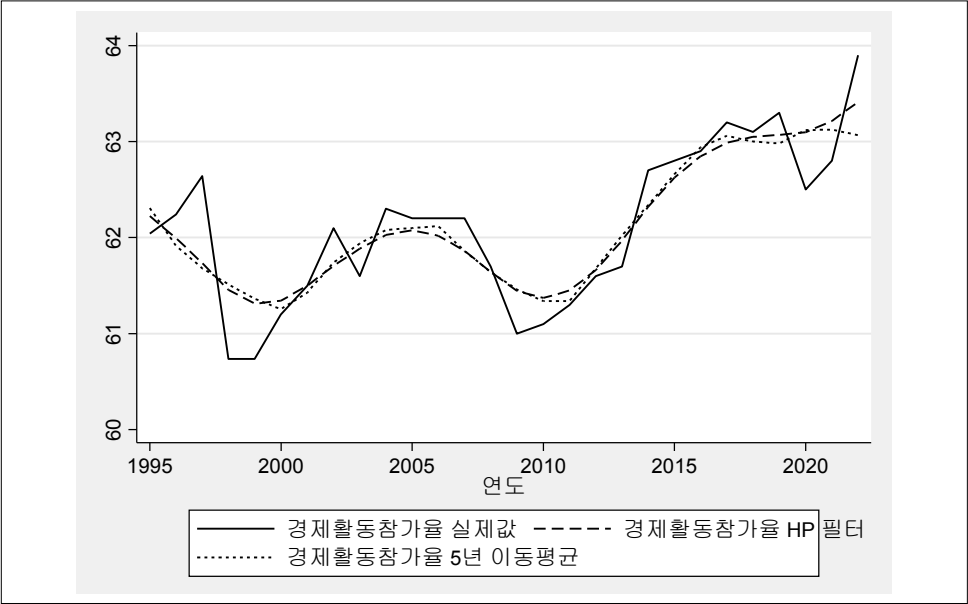
〈그림 1〉 15세 이상 인구

(단위: 천명)



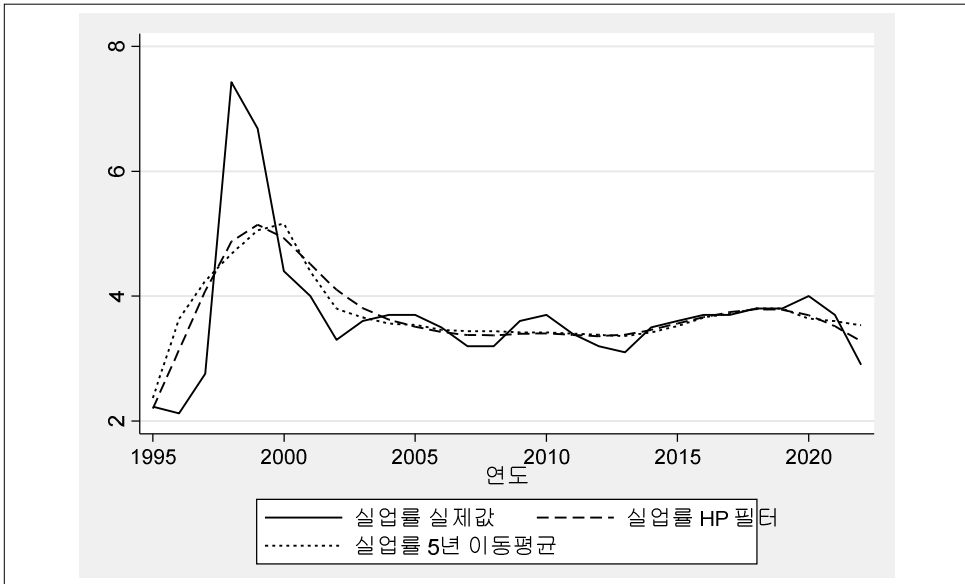
〈그림 2〉 경제활동참가율 및 추세

(단위: %)



〈그림 3〉 실업률 및 자연실업률

(단위: %)



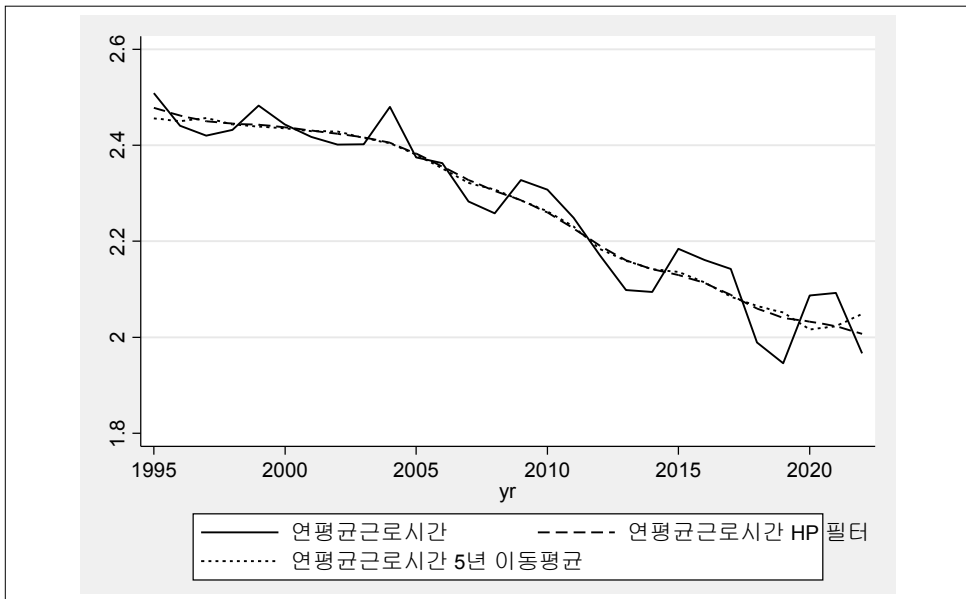
표학길·정선영(2010), 권지호 외(2019) 등 잠재성장률을 추정된 기존 연구는 물가방정식을 이용해 자연실업률을 추계하였다. 하지만 〈그림 3〉에도 나타나 있듯이 본 연구의 분석 기간인 1995~2022년 중 1990년대 말 외환위기 기간을 제외하고 2000년 이후 실업률은 2.9~4.0%로 큰 변동이 없었다. 따라서 본 연구는 물가 방정식 모형 선택에 따른 자연실업률 추정 결과의 차이를 최소화하고자 HP 필터를 이용해 추정한 실업률 추세를 자연실업률로 이용하였다. 2000년 이후 실제 실업률의 변동이 거의 없으므로 이 기간 자연실업률은 약 3.5% 정도로 일정하게 나타났다.

산업별 1인당 연간 노동시간은 KIP DB를 이용하였다. 산업별 연간 노동시간의 원 자료는 고용노동부의 「고용형태별 근로실태조사(구 임금구조기본통계조사)」이다. 〈그림 4〉는 연간 노동시간은 전산업 수준에서 추세적으로 감소하지만, 경기변동과 제도 변화 등에 영향을 받고 있음을 보여준다. HP 필터를 이용해 산업별로 연간 노동시간 추세를 추정하였다.¹³⁾ 1995~2022년 기간 전산업 평균 1인당 연간 잠재 노동시간은 1995년 2,478시간에서 연평균 약 0.8% 감소해 2022년 기준 약 2,007시간이 되었다.

13) 전산업 또는 제조 및 비제조 부문별 잠재 노동시간은 산업별 잠재 노동시간을 개별산업의 합으로 계산하였다.

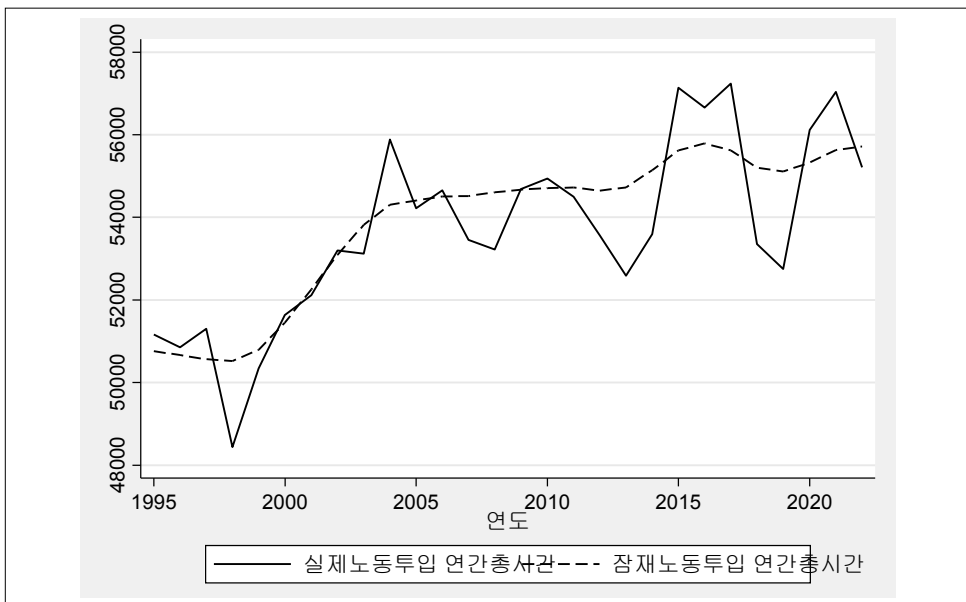
〈그림 4〉 1인당 연간 노동시간

(단위: 천 시간)



〈그림 5〉 실제 및 잠재 노동시간

(단위: 백만 시간)



〈그림 5〉는 전산업 수준에서 실제 및 잠재 노동 투입을 보여준다. 전산업 잠재노동

은 2000년대 중반까지는 연평균 0.8% 정도 증가했지만, 2005년 이후에는 연평균 0.2% 수준으로 크게 하락했다. 15세 이상 인구 및 경제활동참가율은 꾸준히 증가했지만, 2000년대 중반 이후 빠르게 1인당 노동시간 감소가 일어남에 따라서 잠재 노동시간의 증가는 정체되었다.

3. 잠재자본

잠재자본은 자연자본가동률 수준에서의 자본서비스로 정의된다. 자본서비스는 자본스톡에 비례한다고 가정하며, 산업별 자본스톡은 KIP DB를 이용하였다. Putty-clay 가설 하에서 자연자본가동률은 자본-노동 비율이 일정하다면, 다음과 자연실업률과 자연가동률 간의 다음과 같은 관계를 도출할 수 있다(Klein and Preston, 1967).¹⁴⁾

$$\rho^* = \left(\frac{1 - UR^*}{1 - \overline{UR}} \right) \bar{\rho} \quad (3)$$

ρ^* = 자연자본가동률

UR^* = 자연 실업률

\overline{UR} = 실제 실업률 최저치

$\bar{\rho}$ = 실제 가동률 최고치

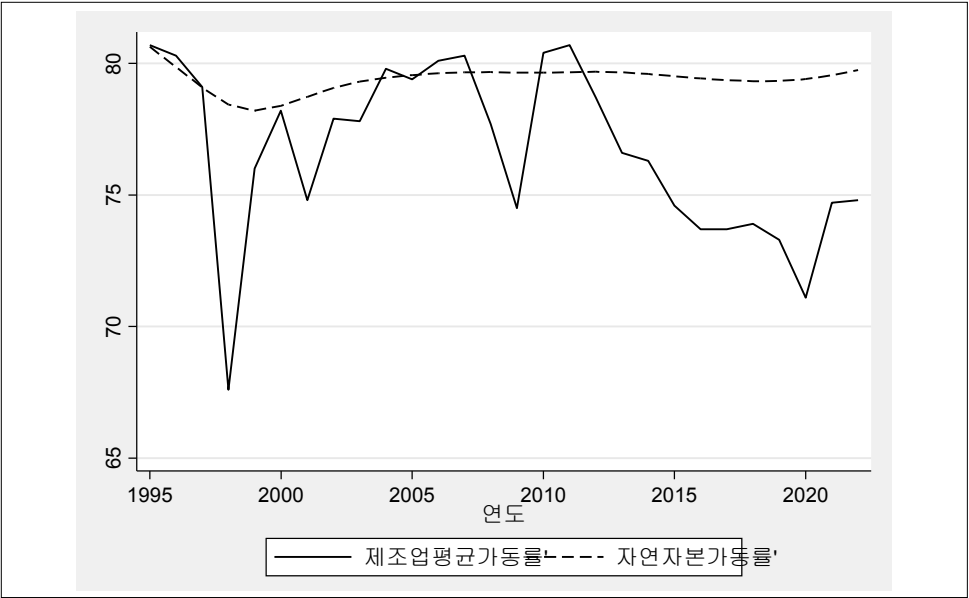
〈그림 6〉은 제조업 평균가동률과 위의 식에 의해 계산된 자연자본가동률을 보여준다. 2010년대에 들어서 제조업 실제 가동률은 하락해 잠재 자본가동률과 큰 격차를 나타낸다.¹⁵⁾ 이 기간 자연자본가동률 수준에서 자본서비스 투입이 이루어진 잠재 GDP에 비해 실제 GDP는 낮은 수준에서 이루어졌다. 즉, 2010년 이후 자본가동률의 하락은 같은 기간 잠재 GDP 성장률보다 실제 GDP 성장률은 더 빨리 하락했음을 의미한다.

14) 이와 같은 자연자본가동률 추정방식은 박무환(2007), 표학길·정선영(2010) 등에서 활용되었다.

15) 비제조업의 경우 가동률 자료가 제공되지 않기 때문에 본 연구에서는 제조업 가동률을 전산업 가동률로 이용하였다. 이 경우 가동률의 변동이 상대적으로 적은 서비스업의 가동률 변동이 상대적으로 과대추정될 수 있다는 한계점이 있다. 또한 김도완 외(2017)과 같이 비제조업 업황지수를 활용할 수 있지만 이 경우 두 지수의 절대 수준이 다르다는 한계가 존재한다.

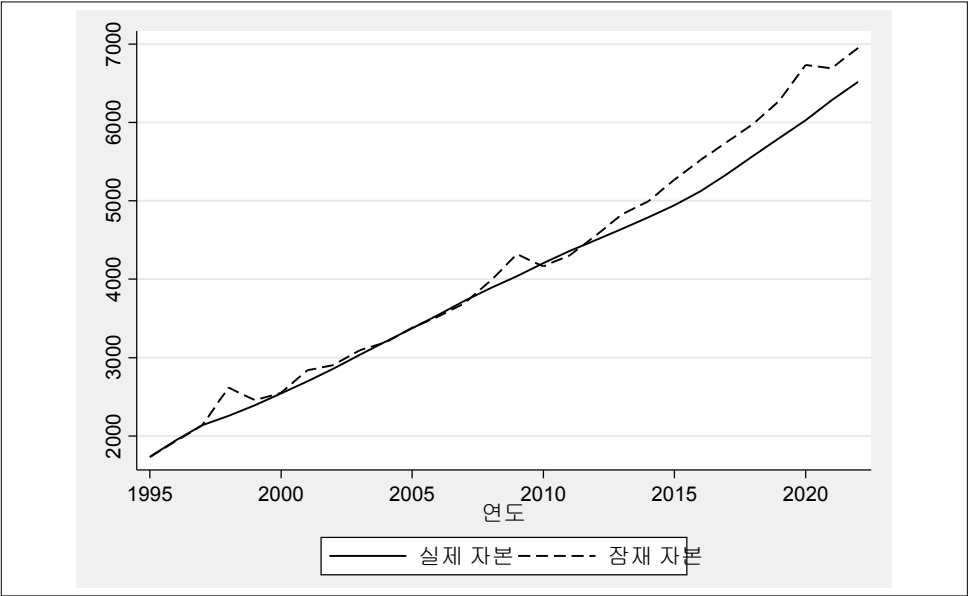
〈그림 6〉 실제가동률 및 자연자본가동률

(단위: %)



〈그림 7〉 실제 및 잠재 자본

(단위: 조원, 2015년 기준 실질)



〈그림 7〉은 1995~2022년 기간 실제 및 잠재 자본을 보여준다. 2010년 이전에는 아

시아 외환위기와 글로벌 금융위기 기간을 제외하고는 실제 및 잠재 자본의 차이가 크지 않았다. 하지만 2010년 이후 평균가동률이 낮게 유지됨에 따라서 실제 및 잠재 자본투입의 차이가 지속해서 확대되었다. 낮은 가동률은 자본 수익률의 하락과 더불어 생산성 및 성장률 하락의 원인이 될 수 있다. 다음 장에서는 확률적 변경 생산함수 이용해 통해 기술적 비효율성을 추정하고 본 장의 잠재 노동 및 자본 투입과 결합해 잠재 GDP를 추정한다.

IV. 추정 결과

1. 확률적 변경생산모형 추정 결과

본 연구는 2023 KIP DB의 38개 산업 1995~2022년 기간 산업 패널 자료를 이용한다. 식 (1)의 확률적 변경생산모형의 추정 결과는 <표 1>에 제시되어있다. 규모에 대한 수확 불변을 가정한 콥-더글러스 생산함수에서 자본-노동 비율의 계수 추정치는 0.491로 1% 수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 계수 추정치는 KIP DB의 자본소득분배율 평균값인 0.45와 크게 다르지 않다. 추세 변수(T)의 추정치는 0.014로 1% 수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 추세변수 추정 결과는 연평균 약 1.4% 수준의 기술 진보가 일어났음을 보여준다.

<표 1> 확률적 변경생산모형 추정 결과: 38 산업, 1995~2022년

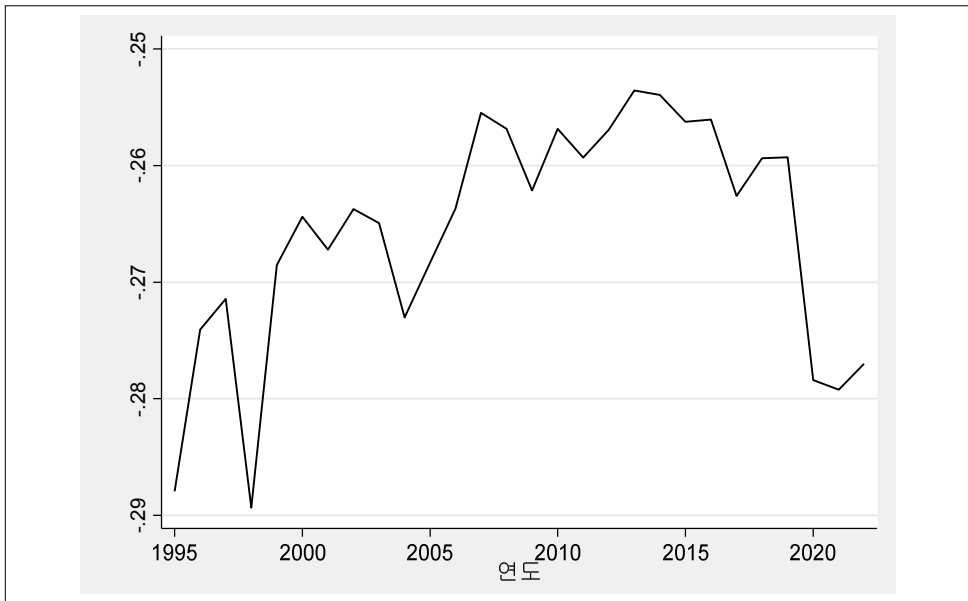
	추정치	표준오차
$\ln(K/L)$	0.491**	0.015
T	0.014**	0.002
log-likelihood	-848.166	
관측치	1,0645	

주: *와 **는 각각 5%와 1% 수준에서 통계적으로 유의함.

본 연구의 확률적 변경생산모형은 산업별 연도별 기술적 비효율성 변동패턴($-u_{i,t}$)을 추정한다. 38개 산업의 평균 및 최소 비효율 추정치는 정보는 <부표 C>에 수록되어 있다. 전체적으로 제조업의 평균 비효율성이 비제조업 보다는 약간 낮게 나타났다. 본 연구의 주된 관심인 산업별 최소 비효율 추정을 통한 잠재 GDP 추정의

측면에서 본다면 산업별 기술적 비효율성의 변동이 중요하다. 부록 <그림 A>는 산업 내 비효율의 변동을 박스플롯을 통해 보여주고 있다. 제조업에서는 반도체를 포함하는 전자부품(13), 컴퓨터 및 주변기기 재제조업(14), 통신, 방송 및 영상, 음향기기(15) 그리고 조선업을 포함하는 기타운송장비(20) 등의 산업에서 비효율의 변동이 크게 나타났다. 비제조업에서는 음식 및 숙박업(27), 통신업(29) 및 문화 및 기타서비스업(38) 등이 크게 나타났다.¹⁶⁾ 기술적 비효율성의 변동 폭이 클수록 산업별로 달성이 가능한 잠재 GDP 대비 실제 GDP가 크게 낮게 나타날 수 있다는 것을 의미한다.

〈그림 8〉 기술적 비효율성: 38개 산업 평균, 1995~2022년

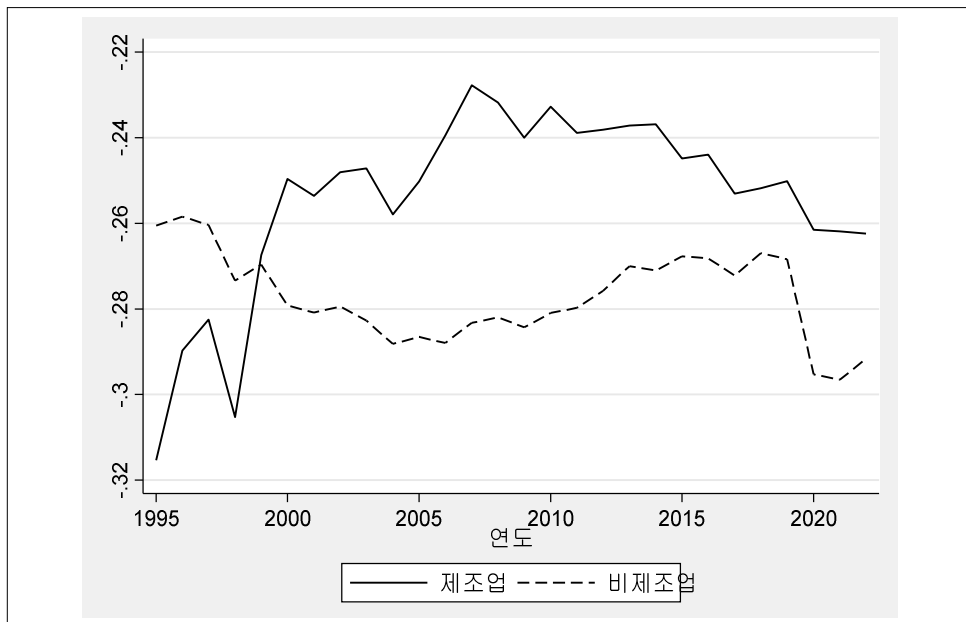


〈그림 8〉은 38개 산업 평균의 기술적 비효율성의 표본 기간에서의 변동패턴을 보여준다. 전산업 평균 기술적 비효율성은 1998년 아시아 외환위기 이후 2010년대 초까지 꾸준히 하락했지만 이후 다시 상승했다. 특히 2020년 코로나 팬데믹 발생으로 큰

16) 본 연구의 생산함수는 전산업 공통 총요소생산성 추세를 포함하고 있다. 따라서 시간에 따른 산업별 기술적 비효율성의 변동은 해당 산업의 기술혁신의 변동성을 나타낸다. 기술혁신과 더불어 시간에 따라 산업의 생산성 또는 산출에 영향을 줄 수 있는 기업 내부의 요인과 더불어 산업 및 시장, 제도적 요인 등도 포함한다. 따라서 변동 원인을 분석하기 위해서는 산업별 기술적 비효율성의 결정 요인에 대한 추가적인 분석이 필요하다.

폭으로 상승했고 표본의 마지막 연도인 2022년까지도 높은 수준을 유지하고 있다.

〈그림 9〉 기술적 비효율성: 제조업과 비제조업, 1995~2022년



〈그림 9〉는 제조업과 비제조업 부문 산업 평균 기술적 비효율성의 표본 기간에서의 변동패턴을 보여준다. 전체 기간 평균으로는 비제조업의 기술적 비효율성이 제조업의 비효율성보다 높은 수준이다. 제조업에 비해 상대적으로 높은 비제조업의 기술적 비효율성은 규제 등 다양한 요인으로 인해 자원의 배분과 이용의 비효율성이 높았음을 보여준다.

제조업의 경우 1990년대 아시아 외환위기 이후 2010년까지 기술적 비효율성은 하락했지만 이후 완만하게 상승했다. 앞 장에서 살펴보았듯이 대중국 수출이 위축되기 시작한 2010년대 들어서는 제조업 가동률이 하락하고 동시에 기술적 비효율성 또한 상승했음을 확인할 수 있다. 이와는 반대로 비제조업의 기술적 비효율성은 2007년 글로벌 금융위기 전까지는 완만하게 상승했으나 이후 2020년 코로나 팬데믹 이전까지는 완만하게 하락했다. 2020년 코로나 팬데믹 기간 비제조업의 기술적 비효율성은 큰 폭으로 상승했지만, 상대적으로 제조업의 상승 폭은 크지 않았다. 이와 같은 비제조업의 기술적 비효율성의 급격한 상승은 팬데믹으로 인한 대면 서비스업의 위축을 반영한 것으로 볼 수 있다. 또한 2020년 코로나 팬데믹 기간을 제외할 경우, 2010년 이후

전산업 수준에서 기술적 비효율성의 증가는 주로 제조업에 기인하고 있음을 알 수 있다.

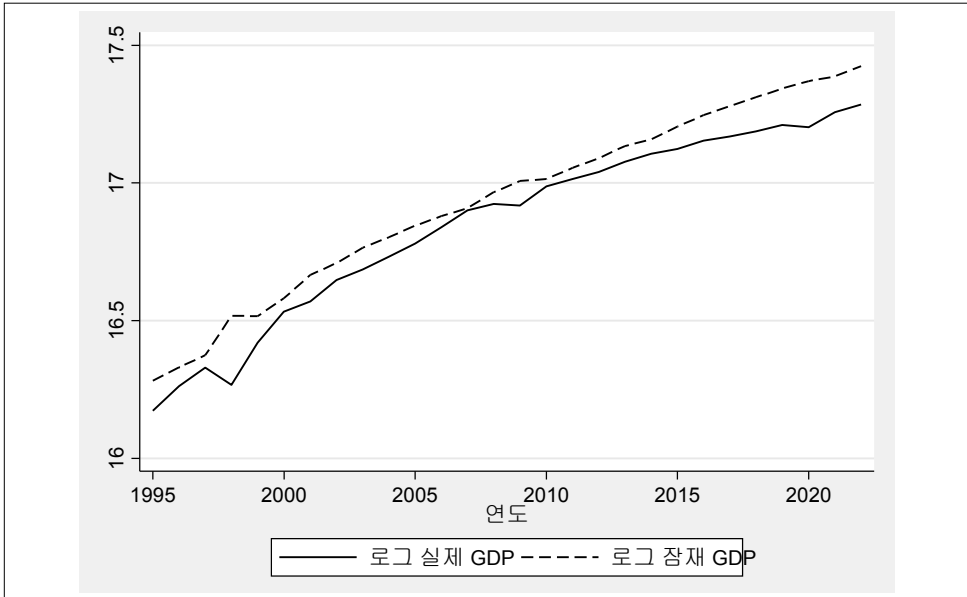
2. 잠재 GDP 추정

잠재 GDP($Y_{i,t}^*$)는 잠재 노동 및 자본 투입과 최소비효율 수준에서의 GDP로 정의된다. 최소비효율은 확률적 변경생산모형에서 추정된 38개 개별 산업의 기술적 비효율의 표본 기간인 1995~2022년 기간에서 최솟값으로 정의한다. 노동소득분배율과 연간 기술진보는 <표 1>의 추정 결과를 이용한다. 산업별 로그 잠재 GDP는 아래의 식으로 계산할 수 있다.

$$\ln(Y_{i,t}^*) = (1 - \hat{\beta})\ln(L_{i,t}^*) + \hat{\beta}\ln(K_{i,t}^*) + \hat{\gamma}T_t - Min_i(\hat{u}_{i,t}) \quad (4)$$

<그림 10>은 로그 실제 및 잠재 GDP를 비교해 보여준다. 잠재 GDP와 실제 GDP의 차이는 1995년 이후 감소하는 추세를 보여왔지만 2010년 이후 확대되는 추세를 보여준다.

<그림 10> 로그 실제 및 잠재 GDP: 전산업, 1995~2022년

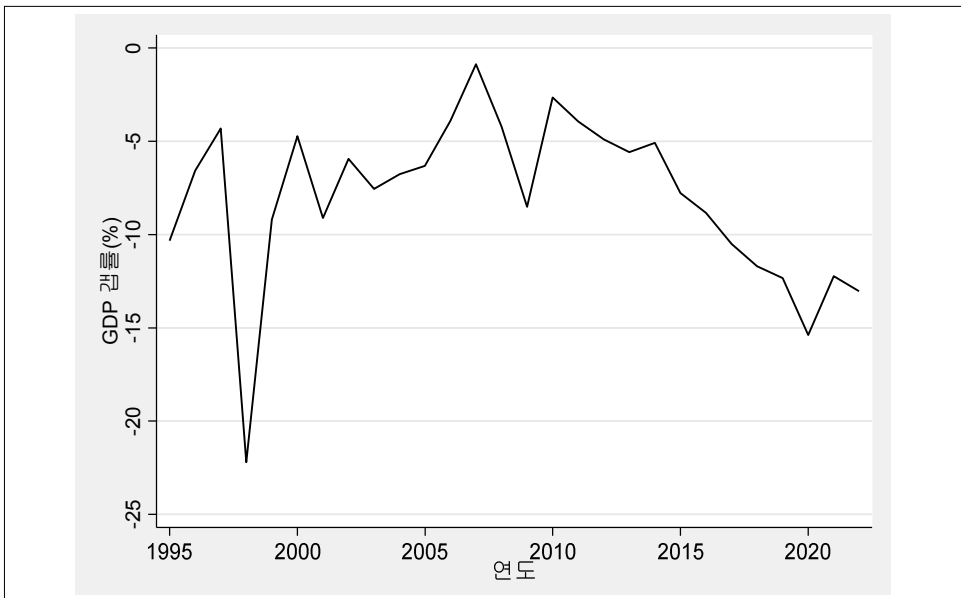


〈그림 11〉은 전산업 수준에서 계산한 GDP 갭률(%)을 보여준다. GDP 갭률은 실제 GDP와 잠재 GDP의 차이인 GDP 갭을 잠재 GDP로 나눈 백분율(%)로 정의된다. 전 기간 GDP 갭률은 약 -7.1%이다. GDP 갭이 크게 상승한 1990년대 아시아 외환위기 기간을 제외하고, 2001~2010년 기간 GDP 갭률 평균은 약 -5.6%이다. 하지만 2010년 이후 점차 증가해 2020년 코로나 팬데믹 이전에 거의 -15% 수준으로 증가했다. 실제 2010년 이후 GDP 갭률의 평균은 -9.3%이다.

〈그림 11〉은 외환위기, 글로벌 금융위기, 코로나 팬데믹 등 경제위기 국면에서 전산업의 GDP 갭이 큰 폭의 음수(-) 값으로 추정되고 있다 본 연구와 유사한 생산함수를 이용한 표학길·송새량(2014)의 연구에서도 GDP 갭률이 1998년 외환위기, 2009년 글로벌 금융위기 기간 GDP 갭률이 각각 -4.50%, -1.92% 등으로 확대된 것으로 나타나 본 연구와 결과와 유사하다.

〈그림 11〉 GDP 갭률: 전산업, 1995~2022년

(단위: %)

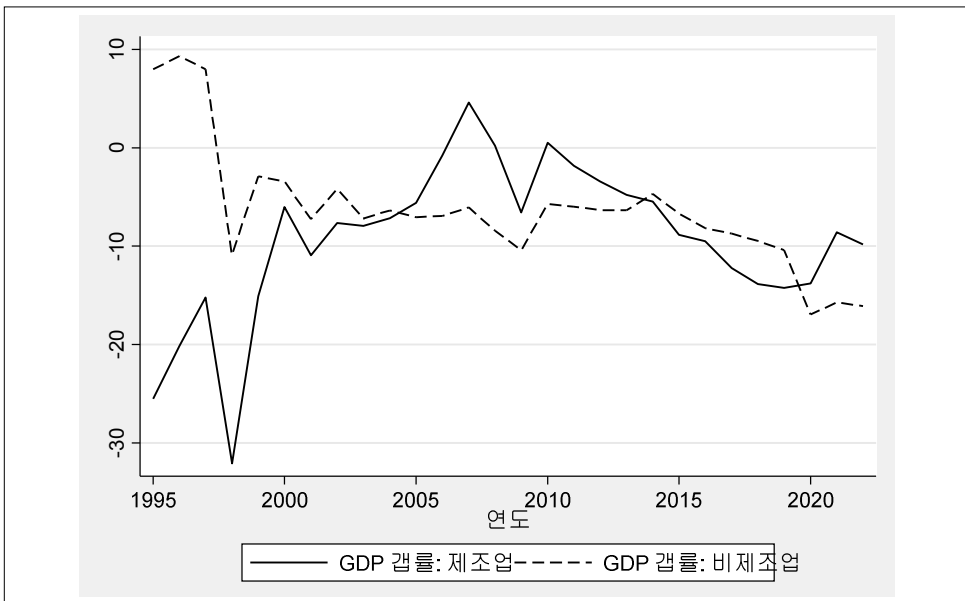


〈그림 12〉는 제조업과 비제조업의 GDP 갭률을 보여준다. 제조업과 비제조업의 전 기간 GDP 갭률은 비슷한 수준이다. 하지만 수출 등 외부경제 여건에 민감하게 반응하는 제조업의 GDP 갭의 변동 폭은 비제조업에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 제조업의 GDP 갭은 1990년대 아시아 외환위기 기간 크게 상승한 후 감소 추세를 보였

지만 2010년 이후 다시 상승했다. 비제조업의 GDP 갭은 상대적으로 안정적인 추세이지만, 2015년 이후 완만하게 상승했으며 2020년 코로나 팬데믹 기간에는 큰 폭으로 상승했다. 결국 2000년대 초반 전산업의 낮은 GDP 갭은 제조업 GDP 갭의 축소로 발생했으며, 2010년 이후 확대된 GDP 갭은 제조업과 비제조업 모두의 GDP 갭 확대 때문에 발생했다.¹⁷⁾

〈그림 12〉 GDP 갭률: 제조업과 비제조업, 1995~2022년

(단위: %)



〈그림 13〉은 GDP 갭률을 실제 및 잠재 노동 및 자본의 차이와 기술적 비효율성으로 구분해 보여주고 있다.¹⁸⁾ 실제와 잠재 GDP 차이를 설명하는 가장 큰 요인은 기술적 비효율성으로 GDP 갭의 약 75%를 차지한다.¹⁹⁾ 즉, 실업률의 상승과 가동률

17) 2010년 이후 GDP 갭률 확대는 잠재 자본의 추정오차가 없는 제조업에 의해 주도되었으며, 비제조업의 GDP 갭률 확대는 코로나 팬데믹 기간에 일어났다는 점에서 본다면, 비제조업의 잠재 자본 추정 오차에 의해 발생한 것은 아닌 것으로 판단된다. 잠재 자본 추정오차와 GDP 갭률 확대에 관한 강진성 이슈를 지적해주신 익명의 심사자에게 감사드린다.

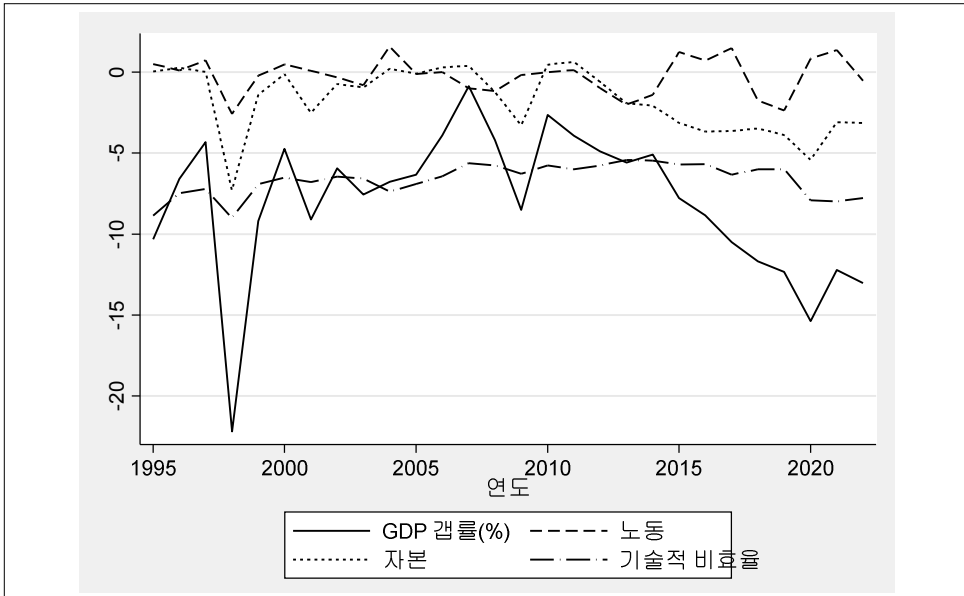
18) 노동, 자본 등 요인의 경우 실제와 잠재 값의 차이를 로그 차분으로 계산하였으므로 요인의 합이 실제 값의 잠재 값 대비 성장률로 계산된 GDP 갭률과는 약간의 차이를 보인다. 하지만 결과 해석에 영향을 줄 정도의 큰 차이를 보이지는 않는다.

19) 확률적 변경 생산함수를 이용해 한국의 산업별 잠재 GDP를 추정한 기존 연구로는 표학길·정

하락 등으로 인한 실제 요소 투입이 잠재 수준에 이르지 못하는 요인보다는 개별 산업이 최소화할 수 있는 기술적 비효율성에 이르지 못하는 수준에서 생산이 이루어지는 것이 GDP 갭 발생의 주된 요인으로 나타났다.²⁰⁾

〈그림 13〉 GDP 갭 분해: 전산업 1995~2022년

(단위: %)



2010년 이전까지의 GDP 갭 축소의 주된 요인은 기술적 비효율성의 감소이다. 하지만 2010년 이후 증가한 GDP 갭의 원인은 자본가동률 하락과 코로나 팬데믹 전후로 늘어난 기술적 비효율성 등이 주된 요인이다. 기술적 비효율성이 GDP 갭에서 차지하는 비중이 가장 크지만, 시간에 따른 GDP 갭의 변동은 기술적 비효율성의 기간 변동과 더불어 실제 자본가동률 등 요소 투입의 변화에도 의존한다.

이근희·표학길(2022)의 지적대로 한국경제의 GDP 갭률의 하락의 일정부분은 경제성장 과정에서 나타나는 생산성 수렴(convergence) 현상 때문에 나타난 결과로 볼

선영(2010)이 유일하지만 한국과 일본의 잠재 GDP 비교에 주안점을 두고 있어서 GDP 갭률 변화의 요인분석 결과는 제시하지 않고 있다.

20) 본 연구에서는 잠재 GDP 계산을 위해 개별 38개 산업이 표본 기간 1995~2022년 기간의 최소 기술적 비효율을 가정하였다. 따라서 표본 기간의 선택에 따라서 최소 비효율 수준은 변동한다는 점에서 GDP 갭에서 기술적 비효율성의 차지하는 비중에 대해 해석 시 유의할 필요가 있다.

수도 있다. 하지만 이미 소득수준이나 성장률이 선진국 수준에 진입한 2010년 이후의 추가적인 GDP 갭률의 하락은 한국경제와 산업이 직면한 고유한 문제에 기인할 가능성이 있고 그 요인을 식별하고 정책적 대응을 고려할 필요성이 있다.

3. 잠재 성장률

GDP 갭이 확대되면 실제 성장률은 잠재성장률보다 낮아지게 된다. 예를 들면 GDP 갭이 추세적으로 늘어날 때 실제 성장률 하락을 모두 잠재성장률 하락으로 간주하면 잠재성장률 하락을 과대 추정하게 된다. <표 2>는 2000년 이후 실제 성장률과 GDP 갭률의 변화를 보여준다.²¹⁾

<표 2> 실제 GDP 성장률과 GDP 갭률 : 전산업, 1995~2022년

	1995~2022	(A) 2001~2010	(B) 2011~2022	(B) - (A)
실제 성장률	3.7	4.6	2.7	1.9
GDP 갭률	-7.1	-5.6	-9.3	

<표 2>는 실제 GDP 성장률은 2001~2010년 기간 연평균 4.6%에서 2011~2022년 연평균 2.7%로 1.9%p 하락하였음을 보여준다. 하지만 이러한 성장률 하락을 모두 잠재성장률 하락으로 볼 수는 없다. 같은 기간 GDP 갭률도 약 3.7%p 확대되었다. 즉 같은 기간 연평균 GDP 갭이 약 0.4%p 늘어난 것으로 볼 수 있으며 이는 잠재성장률은 실제 성장률에 비해 약 0.4%p 높았음을 의미한다.²²⁾ 결국 2010년 전후로 실제 성장률은 1.9% 하락했지만, 잠재 GDP 성장률은 이보다 작은 1.5%p 하락한 것이고, 나머지 0.4%p는 GDP 갭의 확대 때문에 발생한 것이다. 실제 평균 성장률의 하락 모두가 잠재성장률 하락을 의미하는 것은 아니면 그중 약 20% 이상은 GDP 갭 확대 때문이다.

21) 기간별 성장률 비교는 일시적으로 GDP 갭의 급격한 변동이 발생한 1990년대 아시아 외환위기 기간은 제외한다.

22) 2011~2022년 기간 동안 확대된 GDP 갭률 4.4%p를 연평균 성장률에 미치는 효과로 환산하기 위해서 11년으로 나누어 주었다.

V. 결 론

본 연구는 한국경제의 최근 경제성장률 하락을 잠재성장률 하락과 GDP 갭으로 분해하여 살펴보았다. 2001~2010년과 2011~2022년 기간 잠재성장률 하락은 실제 성장률 하락보다 약 20% 정도 작게 나타났다. 같은 기간 기술적 비효율성 증가와 자본가동률 하락 등으로 인한 추세적인 GDP 갭의 확대가 이러한 차이를 설명한다. 본 연구의 결과는 빠른 속도로 하락하는 한국의 경제성장률 하락의 대부분은 잠재성장률 하락 때문임을 확인시켜준다. 하지만 성장률 회복을 위해서는 잠재성장률 제고와 더불어 추세적으로 확대되어온 GDP 갭을 축소하기 위한 노력 또한 필요함을 보여준다.

본 연구에서는 KIP DB를 이용하여 1995~2022년 기간 산업별 잠재 GDP를 추계하였다. 확률적 변경생산모형을 이용해 38개 개별 산업에서 기술적 비효율성의 시간에 따른 변동을 추정하였다. 이를 바탕으로 산업별 잠재 노동 및 자본과 더불어 산업별로 차이를 가질 수 있는 기술적 비효율성을 반영한 잠재 GDP를 추계하였다.

본 연구는 또한 산업별 잠재 GDP 추계를 바탕으로 전산업 수준에서 GDP 갭의 크기와 변화를 살펴보았다. GDP 갭률은 1995~2022년 전산업 평균 약 7.9%로 나타났다. 실제 GDP가 잠재 GDP보다 작은 이유를 설명하는 가장 큰 요인은 기술적 비효율성으로 약 75%를 차지하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 투입된 노동 및 자본이 실업률의 상승과 가동률 하락 등으로 인해 실제 잠재 수준에서 이용되지 못하는 요인보다 개별 산업의 기술적 비효율성이 최소화 수준에서 생산되지 못하는 것이 GDP 갭 발생의 주된 요인임을 보여준다.

GDP 갭은 1990년대 아시아 외환위기를 정점으로 2010년까지 감소했지만 2010년 이후에는 지속해서 상승했다. 2010년 이전의 GDP 갭의 축소는 기술적 비효율성 감소 때문에 이루어졌다. 2010년 이후 GDP 갭 확대의 원인은 자본가동률 하락과 코로나 팬데믹 전후로 늘어난 기술적 비효율성 등으로 나타났다. 또한 2010년 이후 GDP 갭의 확대는 제조업과 비제조업 두 부문 모두에서 발생했다.

실제 GDP 성장률은 2001~2010년 기간 연평균 4.6%에서 2011~2022년 연평균 2.7%로 1.9%p 하락하였다. 같은 기간 GDP 갭률은 -5.6%에서 -9.3%로 크게 확대되었다. 따라서 추세적으로 확대된 GDP 갭을 고려하면 잠재 GDP 성장률은 실제 성장률보다 작은 1.5%p 하락한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 빠른 속도로 하락하는 한국의 경제성장률 하락의 대부분은 잠재성장률 하락 때문임을 확인시켜준다. 하지만 GDP 갭이 추세적으로 확대되거나 축소된다면 장기평균 성장률 하락과 잠재

성장을 하락과 동일하지 않을 수 있음을 보여준다. 따라서 성장을 회복을 위해서는 잠재성장을 제고를 위한 정책과 더불어 추세적으로 확대되어온 GDP 갭을 축소하기 위한 정책을 구별할 필요가 있음을 시사한다.

확장적 재정정책과 통화정책을 통한 고용률과 가동률 향상이나 자본축적을 증가시키는 것만이 잠재 GDP 성장률을 높이는 충분조건은 아니라고 볼 수 있다. 결국 본 연구의 결과는 지속적인 경제성장을 위해서는 고용률 및 가동률 제고와 함께 총요소생산성을 증가시켜야 할 필요가 있다는 점을 다시 한번 확인해 준다. 기술적 비효율성을 완화하기 위해서는 스마트 공장(smart factory)과 같은 제조업 공정의 혁신뿐만 아니라, 생산과정의 근본적 변화를 유발하며 급속하게 진행되는 디지털 전환이 개별 산업과 기업에서 성공적으로 이루어지는 것이 중요하다. 이를 위해서는 무형자산 투자 확대 등을 통한 기업과 산업의 역량 강화와 더불어 교육 및 노동시장 개혁 등 제도적 기반의 확충이 필요하다.

■ 참 고 문 헌

1. 권지호·김도완·지정구·김 건·노경서, “우리나라의 잠재성장률 추정,” 『BOK 조사통계월보』, 제72권 제8호, 2019, pp. 16-32.
2. 김도완·한진현·이은경, “우리 경제의 잠재성장률 추정,” 『BOK 조사통계월보』, 제70집 제8호, 2017, pp. 16-32.
3. 김세직, “한국경제: 성장 위기와 구조 개혁,” 『경제논집』, 제55집 제1호, 2016, pp. 3-27.
4. 김지연·정규철·허진욱, “장기경제성장률 전망과 시사점,” 『KDI 경제전망』, 제39집 제2호, 2022, pp. 61-68.
5. 박무환, “정치시물레이션모형: 국민연금과 거시경제부문 연계,” 『한국경제학보(구 연세경제연구)』, 제14집 제1호, 2007, pp. 129-177.
6. ———, “생산함수 접근법에 의한 국내 잠재성장률 추정 및 전망,” 『한국경제학보』, 제19집 제1호, 2012, pp. 17-48.
7. 신석하·황수경·이준상·김성태, 『한국의 잠재성장률 전망 및 하락요인 분석』, 경제인문사회연구회 협동연구, 한국개발연구원, 2012.
8. 이근희·표학길, “한국경제의 성장과 생산성 수렴,” 『서울대 경제논집』, 제61집 제1호, 2022, pp. 45-109.
9. 이영훈, “확률적 변경모형을 이용한 잠재GDP 추정,” 『한국경제의 분석』, 제2집 제1호, 1996, pp. 103-128.
10. 이종화, “인구가 감소하는 성장모형과 한국경제에의 적용,” 『경제학연구』, 제71집 제1호, 2023, pp. 5-38.
11. 장 민·박성욱, 『향후 우리나라의 잠재성장률 경로 추정』, 금융분석보고서, 2021-01, 한국금융연구원, 2021.
12. 조태형, “한국경제 80년(1970-2050) 및 미래성장전략,” 『BOK 경제연구』, 제2023-25호, 한국은

- 행, 2023.
13. 표학길 · 정선영, “산업별 확률적 변경생산 모형에 의한 잠재GDP추계,” 『한국경제의 분석』, 제16집 제1호, 2010, pp. 1-32.
14. 표학길 · 송새량, “한국의 분기별 자본스톡과 잠재성장률 추계,” 『한국경제의 분석』, 제20집 제3호, 2014, pp. 177-285.
15. 한진희 · 최경수 · 김동석 · 임경묵, 『한국경제의 잠재성장률 전망: 2003-2012』, 정책연구시리즈 2002-07, 한국개발연구원, 2002.
16. Ahn, S. C., Y. H. Lee, and P. Schmidt, “GMM Estimation of Linear Panel Data Models with Time-Varying Individual Effects,” *Journal of Econometrics*, Vol. 101, No. 2, 2001, pp. 219-255.
17. _____, “Panel Data Models with Multiple Time-Varying Individual Effects,” *Journal of Econometrics*, Vol. 174, No. 1, 2013, pp. 1-14.
18. Aigner, D., C. K. Lovell, and P. Schmidt, “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models,” *Journal of Econometrics*, Vol. 6, No. 1, 1977, pp. 21-37.
19. Battese, G. E., and T. J. Coelli, “Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data with Application to Paddy Farmers in India,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, 1992, pp. 153-169.
20. _____, “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data,” *Empirical Economics*, Vol. 20, 1995, pp. 325-332.
21. Chalaux T., and Y. Guillemette, “The OECD Potential Output Estimation Methodology,” OECD/Economic Department Working Paper, No. 1563, OECD, 2019.
22. De Masi, M. P., “IMF Estimates of Potential Output: Theory and Practice,” IMF Working Paper, WP/97/177, IMF, 1997.
23. Lee, Y. H., and P. Schmidt, “A Production Frontier Model with Flexible Temporal Variation in Technical Efficiency,” H. O. Fried, C. A. K. Lovell, and S. S. Schmidt (eds.) in *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, 1993, pp. 237-255.
24. Lee, Y. H., “A Stochastic Production Frontier Model with Group-Specific Temporal Variation in Technical Efficiency,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 174, No. 3, 2006, pp. 1616-1630.
25. _____, “Group-Specific Stochastic Production Frontier Models with Parametric Specifications,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 200, No. 2, 2010, pp. 508-517.
26. Klein, L. R., and R. S. Preston, “Some New Results in the Measurement of Capacity Utilization,” *American Economic Review*, Vol. 57, No. 1, 1967, pp. 34-58.
27. Ravn, M. O., and H. Uhlig, “On Adjusting the Hodrick-Prescott Filter for the Frequency of Observations,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 84, No. 2, 2002, pp. 371-376.
28. Shackleton, R., “Estimating Projecting Potential Output Using CBO’S Forecasting Growth,” CBO Working Paper 2018-03, US Congressional Budget Office, 2018.
29. Scacciavillani, F., and P. Swagel, “Measures of Potential Output: An Application to Israel,” *Applied Economics*, Vol. 34, No. 8, 2002, pp. 945-957.

〈부표 A〉 38부문의 산업분류

번호	산업	부문
1	농림어업	비제조업
2	광업	비제조업
3	음식료품 및 담배 제조업	제조업
4	섬유 및 가죽제품 제조업	제조업
5	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	제조업
6	석탄 및 석유제품 제조업	제조업
7	화학물질 및 화학제품 제조업	제조업
8	의약품 및 의료물질 제조업	제조업
9	고무제품 및 플라스틱제품	제조업
10	비금속광물제품 제조업	제조업
11	1차 금속제품 제조업	제조업
12	금속제품 제조업	제조업
13	전자부품 제조업	제조업
14	컴퓨터 및 주변기기 제조업	제조업
15	통신, 방송 및 영상, 음향기기	제조업
16	정밀기기 제조업	제조업
17	전기장비 제조업	제조업
18	기계 및 장비 제조업	제조업
19	자동차 제조업	제조업
20	기타 운송장비 제조업	제조업
21	기타 제조업	제조업
22	전기 가스 증기 및 공기조절	비제조업
23	수도, 폐기물 및 재활용서비스업	비제조업
24	건설업	비제조업
25	도매 및 소매업	비제조업
26	운수 및 보관업	비제조업
27	음식점 및 숙박업	비제조업
28	출판 영화 방송업	비제조업
29	통신업	비제조업
30	정보서비스업	비제조업
31	금융 및 보험업	비제조업
32	부동산 및 임대업	비제조업
33	전문, 과학 및 기술서비스업	비제조업
34	사업지원 서비스업	비제조업
35	공공행정 및 국방	비제조업
36	교육서비스업	비제조업
37	보건 및 사회복지서비스업	비제조업
38	문화 및 기타서비스업	비제조업

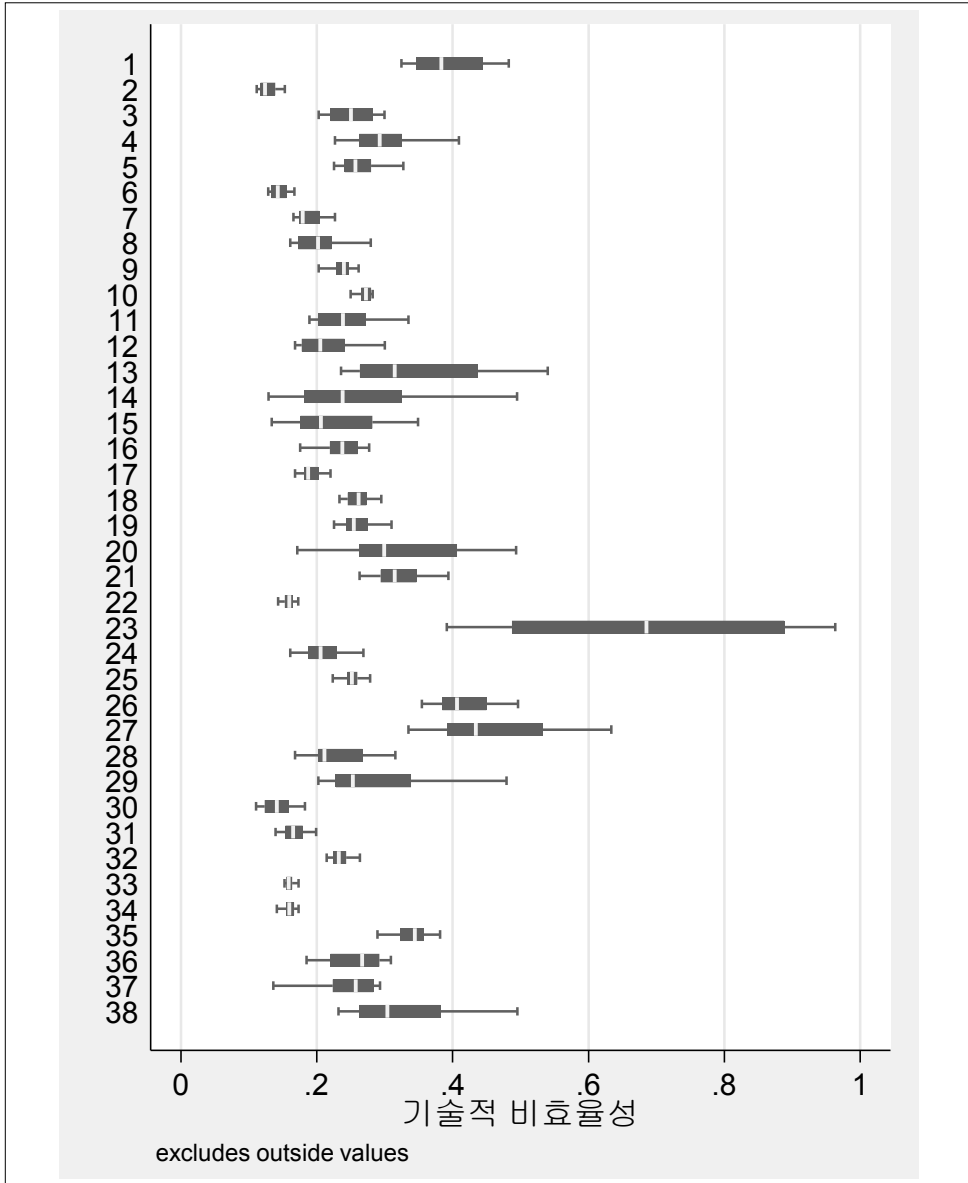
〈부표 B〉 산업별 실질 GDP 및 투입 요소 연평균 증가율(%)

번호	산업	GDP	노동	자본
1	농림어업	0.91	-2.27	-0.15
2	광업	-2.85	-4.06	-1.42
3	음식료품 및 담배 제조업	1.83	-0.37	4.53
4	섬유 및 가죽제품 제조업	-0.25	-6.24	1.63
5	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	1.08	-1.57	4.60
6	석탄 및 석유제품 제조업	3.68	-3.73	1.98
7	화학물질 및 화학제품 제조업	3.18	-1.19	4.17
8	의약품 및 의료물질 제조업	7.24	1.53	4.77
9	고무제품 및 플라스틱제품	3.17	0.79	7.51
10	비금속광물제품 제조업	2.48	-3.39	2.75
11	1차 금속제품 제조업	1.33	-0.13	5.08
12	금속제품 제조업	3.01	0.02	7.49
13	전자부품 제조업	11.59	1.01	19.12
14	컴퓨터 및 주변기기 제조업	10.46	-6.08	7.17
15	통신, 방송 및 영상, 음향기기	9.81	-3.45	2.47
16	정밀기기 제조업	9.51	1.84	8.52
17	전기장비 제조업	6.41	-0.03	9.14
18	기계 및 장비 제조업	5.08	-0.44	6.65
19	자동차 제조업	4.12	0.61	7.09
20	기타 운송장비 제조업	2.03	-0.76	2.75
21	기타 제조업	1.49	-1.23	4.88
22	전기 가스 증기 및 공기조절	4.37	1.06	4.12
23	수도, 폐기물 및 재활용서비스업	2.90	-1.32	5.71
24	건설업	0.49	-0.37	1.65
25	도매 및 소매업	3.02	-1.35	3.79
26	운수 및 보관업	3.54	1.15	4.87
27	음식점 및 숙박업	2.07	0.31	4.15
28	출판 영화 방송업	4.32	4.27	8.28
29	통신업	8.85	0.22	5.29
30	정보서비스업	9.04	5.10	8.08
31	금융 및 보험업	4.99	-0.34	3.51
32	부동산 및 임대업	3.53	1.70	3.03
33	전문, 과학 및 기술서비스업	4.33	4.16	7.03
34	사업지원 서비스업	6.13	4.79	7.14
35	공공행정 및 국방	3.56	0.91	5.34
36	교육서비스업	2.61	1.21	6.20
37	보건 및 사회복지서비스업	5.17	7.09	9.07
38	문화 및 기타서비스업	2.34	1.65	5.67
	전산업 평균	4.12	0.03	5.36

〈부표 C〉 산업별 기술적 비효율성

번호	산업	평균	표준편차	최솟값	P25	중앙값	P75	최댓값
1	농림어업	0.39	0.05	0.32	0.35	0.38	0.44	0.48
2	광업	0.13	0.01	0.11	0.12	0.12	0.14	0.15
3	음식료품 및 담배 제조업	0.25	0.03	0.20	0.22	0.25	0.28	0.30
4	섬유 및 가죽제품 제조업	0.30	0.04	0.23	0.26	0.29	0.33	0.41
5	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	0.26	0.03	0.23	0.24	0.26	0.28	0.33
6	석탄 및 석유제품 제조업	0.15	0.02	0.13	0.13	0.14	0.16	0.22
7	화학물질 및 화학제품 제조업	0.19	0.02	0.17	0.17	0.18	0.20	0.23
8	의약품 및 의료물질 제조업	0.20	0.04	0.16	0.17	0.20	0.22	0.28
9	고무제품 및 플라스틱제품	0.24	0.03	0.18	0.23	0.24	0.25	0.30
10	비금속광물제품 제조업	0.28	0.03	0.25	0.27	0.27	0.28	0.38
11	1차 금속제품 제조업	0.24	0.04	0.19	0.20	0.24	0.27	0.34
12	금속제품 제조업	0.21	0.04	0.17	0.18	0.21	0.24	0.30
13	전자부품 제조업	0.35	0.10	0.24	0.26	0.31	0.44	0.54
14	컴퓨터 및 주변기기 제조업	0.27	0.13	0.13	0.18	0.24	0.32	0.70
15	통신, 방송 및 영상, 음향기기	0.30	0.21	0.13	0.18	0.21	0.28	0.83
16	정밀기기 제조업	0.23	0.03	0.14	0.22	0.24	0.26	0.28
17	전기장비 제조업	0.19	0.01	0.17	0.18	0.19	0.20	0.22
18	기계 및 장비 제조업	0.26	0.02	0.23	0.25	0.26	0.27	0.33
19	자동차 제조업	0.26	0.03	0.23	0.24	0.25	0.28	0.35
20	기타 운송장비 제조업	0.32	0.09	0.17	0.26	0.30	0.41	0.49
21	기타 제조업	0.32	0.04	0.26	0.29	0.31	0.35	0.39
22	전기 가스 증기 및 공기조절	0.16	0.01	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17
23	수도, 폐기물 및 재활용서비스업	0.69	0.21	0.39	0.49	0.69	0.89	0.96
24	건설업	0.21	0.03	0.16	0.19	0.21	0.23	0.27
25	도매 및 소매업	0.25	0.02	0.22	0.25	0.25	0.26	0.28
26	운수 및 보관업	0.42	0.04	0.36	0.38	0.41	0.45	0.50
27	음식점 및 숙박업	0.46	0.08	0.34	0.39	0.43	0.53	0.63
28	출판 영화 방송업	0.23	0.04	0.17	0.20	0.21	0.27	0.32
29	통신업	0.31	0.13	0.20	0.23	0.25	0.34	0.67
30	정보서비스업	0.14	0.02	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
31	금융 및 보험업	0.17	0.02	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20
32	부동산 및 임대업	0.23	0.01	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26
33	전문, 과학 및 기술서비스업	0.16	0.01	0.12	0.16	0.16	0.16	0.17
34	사업지원 서비스업	0.16	0.01	0.13	0.16	0.16	0.17	0.17
35	공공행정 및 국방	0.34	0.02	0.29	0.32	0.34	0.36	0.38
36	교육서비스업	0.26	0.04	0.18	0.22	0.27	0.29	0.31
37	보건 및 사회복지서비스업	0.24	0.05	0.14	0.22	0.26	0.28	0.29
38	문화 및 기타서비스업	0.32	0.07	0.23	0.26	0.30	0.38	0.50
전산업 평균		0.27	0.05	0.20	0.23	0.26	0.30	0.37

〈그림 A〉 산업별 기술적 비효율성



주: 박스플롯은 이상치는 표시하지 않고 있으므로 산업별 최솟값 및 최댓값은 〈부표 B〉에서 확인할 수 있음.

Estimation of Potential GDP in Korea Using the Stochastic Frontier Production Approach*

Hak K. Pyo** · Hyunbae Chun*** · Keun Hee Rhee****

Abstract

This study uses a stochastic frontier production model to estimate Korea's potential GDP. The model estimates time-varying technical inefficiency for each of the 38 industries from 1995 to 2022. After combining the minimum technical inefficiency of each industry with industry-level potential labor and capital, we calculate the industry-level potential GDP and aggregate them to obtain the economy-level potential GDP. The results suggest that actual GDP below potential GDP is primarily due to the industry's inability to minimize technological inefficiency rather than suboptimal labor and capital inputs. In particular, since 2010, a decline in capital utilization and an increase in technical inefficiency have expanded the GDP gap, causing the actual growth rate to fall about 25% faster than the potential growth rate. The study distinguishes itself from previous research by reflecting changes in technical inefficiency at the industry level, thus capturing the structural characteristics of Korea's export-driven industrial sector. It suggests that policies enhancing potential growth rates and reducing the recent GDP gap are needed to recover the mid- to long-term growth rate.

Key Words: industry potential GDP, technical inefficiency, stochastic frontier production model

JEL Classification: E23, O47

Received: July 11, 2024. Revised: Sept. 30, 2024. Accepted: Oct. 22, 2024.

* We thank two anonymous referees and the editor for their helpful comments. This study is a revised and developed version of the report "Estimation of potential GDP in Korea" prepared in December 2023 with support from the Korea Productivity Center.

** First Author, Professor Emeritus, Department of Economics, Seoul National University, 1, Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea, e-mail: hakkpyo@gmail.com

*** Corresponding Author, Professor, Department of Economics, Sogang University, 35, Baekbeom-ro, Mapo-gu, Seoul 04107, Korea, Phone: +82-2-705-8515, e-mail: hchun@sogang.ac.kr

**** Co-Author, Visiting Researcher, Institute of Economic Research, Seoul National University, 1, Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea, e-mail: keunh.rhee@gmail.com