

지역 산업단지 예산이 생산성에 미치는 영향 분석: 군집기반 System GMM 분석을 중심으로

유 현 지

국문요약

산업단지는 지역 경제의 핵심 성장축이자 지방정부 산업정책의 주요 수단으로서 기능해왔다. 특히 정부와 지방자치단체는 예산을 통해 산업단지 기반시설을 확충하고 기업 유치 및 생산성 제고를 도모해 왔으나, 재정투입이 실제로 생산성 변화에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 실증적 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 산업단지별 생산성 변화를 측정하기 위해 총요소 생산성 지수(MPI)를 활용하였고, 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)로 구분하여 분석하였다. 또한 동태적 패널 분석 기법인 System GMM을 적용하여 예산의 시차효과를 반영함으로써 내생성 문제를 통제하고 산업단지의 생산성에 미치는 지방 정부의 재정 영향력을 면밀하게 파악하였다.

특히 클러스터 분석으로 산업단지를 생산성 유형에 따라 세 개의 군집으로 구분하였으며, 군집별 System GMM 분석을 통해 지방정부 예산의 효과가 산업단지 특성에 따라 다르게 나타나는지 파악하고자 했다. 분석 결과, 산업단지 조성 예산의 증가가 국가산단, 일반산단, 농공산단의 산단 유형별로 기술 변화(TC)의 생산성은 증가시키지만, 효율성 변화(EC) 및 총요소 생산성(MPI)에 대해서는 전반적으로 유의미한 영향력이 없었다. 특히 효율성 변화(EC)와 총요소 생산성(MPI)은 산업단지의 제도적 특성보다 입지 여건이나 배후지 토지면적 등 외생적 요인의 영향을 크게 받는 것으로 분석되었다. 본 연구의 결과는 산업단지 정책의 정합성을 확보하기 위해서는 지방정부가 생산성 변화 유형에 따른 맞춤형 예산 전략을 설계할 필요가 있음을 시사하며, 산업단지 성과를 측정함에 있어 선행연구와 차별화된 동태적 분석 틀을 제시했다는 점에서 의미가 있다고 하겠다.

주제어: 지방정부 예산, 산업단지, 총요소 생산성(MPI), 기술 변화(TC), 효율성 변화(EC), System GMM

I. 서론

산업단지는 국가 경제의 핵심이자 산업활동의 중심지로서 정부의 지속적인 정책 지원 아래 성장해 온 주요 집적 공간이다. 산업단지는 기업들의 활동을 통해 생산성과 경쟁력을 제고하는 동시에, 지역의 고용창출과 경제 활성화에도 높은 기여를 하고 있다. 특히 지방정부는 산업단지를 지역산업 구조의 고도화와 전략산업 육성의 기반이 되는 거점으로 인식하여, 예산을 통한 직간접적 지원을 통해 지역산업 육성에 많은 노력을 기울이고 있다. 최근에는 산업단지의 경쟁력이 곧 지역의 미래 경쟁력과 연계되면서, 지방정부는 산업단지에 대한 다각도의 정책 지원과 예산 투입을 확

대해나가는 추세다. 그러나 지방재정의 재정투입이 과연 산업단지의 생산성 향상이라는 실질적 성과로 이어지고 있는지에 대해서는 여전히 경험적 근거가 부족한 상황이다.

이러한 배경에서, 산업단지의 생산성에 미치는 지방정부의 예산 영향력을 실증적으로 검토하는 것은 학문적·정책적으로 의미가 있다. 지방정부는 기반시설 확충, 기업 유치 인센티브 제공, 입주기업 지원, 기술 및 창업 생태계 조성 등을 위해 산업단지에 재정을 투입하고 있으며, 다양한 경로를 통한 재정적 지원은 궁극적으로 산업단지의 생산성 제고로 이어져야 한다. 그러나 실제로는 예산의 배분 방식, 집행의 효율성, 산업단지의 고유한 특성에 따라 그 효과가 상이하게 나타날 수 있다. 더욱이 산업단지 간에는 조성 시기, 입지 유형, 규모, 입주기업 구성, 지방정부의 재정자립도 등 구조적 차이가 존재하기 때문에, 동일한 규모로 재정을 투입한다 하더라도 그 성과가 일률적으로 나타나지 않는다. 따라서 산업단지의 유형별 특성을 고려한 정밀한 분석이 요구되며, 특히 지방정부 차원에서는 예산이라는 한정된 예산 자원을 보다 전략적으로 운용하기 위해서 산업단지의 특성에 기반한 재정지원의 효과를 차별적으로 검토할 필요가 있다.

기존의 관련 연구들은 주로 단일 산업단지를 대상으로 한 사례분석에 국한되거나, 일정 시점의 횡단면 분석에 그치는 경우가 많았다. 일부 연구에서는 지방정부의 산업정책 또는 재정투입이 지역 산업발전에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 밝혔으나, 산업단지의 생산성을 정량적인 측면으로 검토하지 않았고, 생산성 변화의 원인을 설명함에 있어서도 단순한 연도별 추이나 수치상의 차이에만 주목하는 경향이 있다. 즉, 산업단지 생산성의 구조적 특성과 이에 영향을 미치는 요인을 충분히 반영하지 못하는 한계가 존재하는 것이다. 특히 산업단지에 대한 재정투입의 시차 효과나 누적 효과 등을 동시에 고려한 실증 분석은 매우 드물다. 이와 같은 연구상의 제약은 지방정부의 정책 설계에 필요한 실증적 근거를 확보하는데 한계로 작용할 수 있으며, 결과적으로 재정을 적시 적소에 배분하는데 장애 요인이 될 수 있다.

이에 따라 본 연구는 산업단지의 생산성과 지방정부 예산 간의 관계를 실증적으로 분석하고자 하며, 특히 산업단지 간 이질성을 반영하기 위해 전국 산업단지를 생산성 측면으로 분류하고자 한다. 즉, 산업단지의 유형별 특성에 따른 예산 효과의 차이를 분석함으로써, 지방정부가 산업단지 지원정책을 설계할 때 고려해야 할 핵심 요인이 무엇인지를 정량적으로 파악하고자 하였으며 이것이 본 연구의 목적이다. 본 연구는 지방정부가 산업단지에 대해 보다 정교하고 효율적인 재정 운용 전략을 수립하고, 산업정책의 성과지표로서 생산성 지표의 실질적 활용 가능성을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다. 이어지는 제2장에서는 산업단지와 예산투입, 생산성 관련 선행이론과 연구들을 검토하고, 제3장에서는 연구설계와 자료 구성, 변수 설정을 설명한다. 제4장에서는 실증분석 결과를 제시하며, 제5장에서는 주요 연구 결과를 토대로 지방정부 관점에서의 정책적 시사점을 논의하며 마무리한다.

II. 이론적 고찰과 선행연구 검토

1. 산업단지 생산성과 지역 예산의 영향

1) 산업단지 생산성

산업단지는 「산업입지 및 개발에 관한 법률(이하 산업입지법)」 제2조 제8호에 따라 공장, 지식산업, 문화산업, 정보통신산업 및 이와 관련된 시설의 기능을 제고하기 위해 포괄적 계획에 따라 지정 및 개발되는 일단(一團)의 토지를 의미한다. 법률적 정의를 통해서라도 확인할 수 있는 산업단지의 핵심적 특징은 '산업활동의 집적'이다. 산업단지는 중앙 및 지방정부의 전략적 산업정책 수단으로서, 일정 지역 내 산업활동의 공간적 집적을 유도하고, 인프라 구축을 통해 관련 업종 기업들의 생산 및 운영 효율성을 극대화하는 제도적·물리적 지원체제라 할 수 있다(구상희 외, 2021; 장광홍·이윤, 2021; 조성철·장철순, 2021).

마샬(Marshall)의 집적경제 이론은 기업 간 공간적 집적이 생산성 제고에 미치는 긍정적 외부효과를 뒷받침하는 이론으로서 오랜 기간 학문적으로 논의되어 왔다. 해당 이론은 지식의 비의도적 확산(spillover), 숙련된 노동력의 집적(pooling), 전문화된 서비스 및 중간재의 공동 활용을 통해 집적의 경제적 이점을 도출할 수 있음을 설명한다(Henderson, 2003). 이와 같은 맥락에서 보면 산업단지 내 기업들의 입지는 상호작용을 매개로한 기술혁신과 효율성 제고로 이어질 수 있다(이윤·안영효, 2011; 우한성, 2022).

산업단지의 생산성은 입주기업 간의 집적에 따른 성과를 반영하며, 단지 자체의 운영 효율성을 포괄하는 개념으로서, 입지 특성, 인프라 활용도, 정책 지원 등 복합적 요인을 반영한다. 내부적으로는 단지 내 실제 가동이 가능한 면적 규모나, 첨단장비·정밀화학과 같은 고부가가치 업종의 입주가 생산성에 영향을 미칠 수 있다. 외부적으로는 배후도시의 기반시설 수준, 노동력 공급 여건, 물류 접근성, 배후도시의 경제력과 및 산업단지와의 연계성에 따라 생산성의 차이가 발생할 수 있다(김성제 외, 2017; 구상희 외, 2021). 정책 측면에서는 세제 혜택, 재생 사업 등 정책의 개입 수준, 기업 간 연계 지원, 사후관리 체계 등이 직·간접적으로 생산성에 영향을 미칠 수 있는 요소로 작용한다(이유진, 2021).

산업단지의 생산성은 특히 산업구조와 기술 환경의 변화에 민감하게 반응할 수 있다. 빠르게 변화하는 산업 및 기술의 흐름에 적절히 대응하지 못하거나, 노후화된 인프라와 업종구조를 유지하는 산업단지의 경우 경쟁력 저하에 대한 우려도 제기되고 있다. 이에 따라 최근에는 산업단지의 기능회복과 입지경쟁력 제고를 위해 단순한 물리적 기반시설 확충을 넘어, 고부가가치 산업 유치, 연구개발(R&D) 기능 강화, 창업보육 기능 확대, 산단의 첨단기능 도입과 같은 다차원적인 지원 방안이 적극적으로 모색되고 있다(김성제 외, 2017; 전경구, 2018; 구상희 외, 2021).

2) 산업단지 생산성과 예산과의 관계

산업단지는 정부나 지자체의 공간적 계획과 함께 공공 투자를 통해 조성된 집적지이며, 다양한 기업 활동이 집약된 생산 활동의 거점이다. 따라서 산업단지에 투입되는 공공자본(Public Capital)은 기반시설 개선과 단지의 조성 및 운영, 기술 역량 강화 등 여러 측면에서 중요한 역할을 수행할 수 있다. Aschauer(1989)는 공공자본이론(Public Capital Theory)을 통해 이와 같은 공공자본의 긍정적 기능을 강조하며, 정부의 교통, 통신, 상하수도 등의 투자가 민간 부문의 생산성을 향상시킬 수 있음을 설명하였다. 공공자본은 기업 등의 확장성과 효율성을 제고하고 혼잡의 제약(Congestible Constraint)을 완화하며, 노동과 물적 자본이 생산과정에서 최대한 효율을 발휘할 수 있도록 보완적 기능을 수행할 수 있다는 것이다. 국내 실증연구에서도 박원석(2004)은 산업단지 기반시설 예산이 지역경제에 생산성 파급효과를 일으키며 외생적인 성장요인으로 작동함을 보여주었으며, 김준형·최명섭(2017)은 기반시설 예산이 총요소 생산성 증가에 유의미한 영향을 미치고 있음을 결과로 설명하였다. 공공자본의 투입은 인프라 수준을 양적·질적으로 개선함으로써 산단 자체의 매력을 높여주고 생산성 향상을 유도하는 긍정적 기능이 있다는 것이다.

한편, 단순히 공공자본의 투입만으로는 산업단지의 생산성을 장기적으로 유지하는데 한계가 존재하기 때문에 국가 차원의 전략적이며 효과적인 지원정책이 병행되어야 한다는 주장도 있다. 기술 지원이나 공동시설 투자와 같은 포괄적 예산이 기술혁신 역량과 생산성에 유의미한 효과를 미치는 연구(전영준·임채홍, 2024) 결과도 있으나, 산단의 생산성을 위해서는 전문인력이나 창업 생태계, 연구개발 중심 예산과 같은 산단의 특성에 맞는 전략적인 예산 배분이 수행되어야 한다는 것이다. Rodrik(2004)은 정부의 정책은 선택적 지원에 의해서 일정한 피드백과 수정을 통해 민간 혁신을 촉진하는 유인책이 되어야 함을 밝혔다. 산업단지 예산이 일률적으로 집행되기보다는 예산의 성격, 집행 목적 및 의도에 의해 종합적인 구성되고, 선별적으로 투입 및 평가되어야 한다는 것이다.

정부 예산지원이 산업단지의 생산성에 미치는 영향에 대해서는 부정적인 측면에서의 논의도 있다. 최석준·김병수(2010)는 산단에 입지해 있는 기업에 자본 및 연구개발 투자에 있어 정부 예산이 유의미한 영향을 받지 않는 결과를 보여주었으며, 구상희 외(2021)는 산업단지 생산성이 예산보다는 산단의 지역적 요인이나 업종 특성에 영향을 받음을 설명했다. 선행논문의 결과는 산업단지의 생산성이 예산의 투입에 의해서라기보다는 산단 내 입지한 기업의 개별적 특성, 업종, 지역 등 산단 내 외부적인 특성에 의해 더 강하게 영향을 받을 수 있음을 시사한다. 따라서 산업단지의 생산성에 공공자본 투입이 영향을 미치는지 또는 산단의 내외부적인 특성이 보다 결정적인 역할을 하는지에 대한 실증적 검증이 필요하다.

2. 산업단지 생산성 관련 선행연구 검토와 본 연구의 차별성

산업단지의 생산성과 관련한 선행연구를 검토한 결과, 공공자본의 투입이 산업단지의 생산성

향상에 긍정적인 영향을 미친다는 실증적 근거가 제시된 연구도 있는 반면, 예산 투입의 효과는 제한적이며 오히려 입지적·구조적 특성이 생산성에 더 큰 영향을 미친다는 회의적 견해 또한 존재하였다. 본 연구는 이처럼 산업단지 생산성과 공공예산 간의 관계에 대한 선행연구의 결과가 상이하게 나타나는 점에 주목하여, 정교한 분석 방법을 고려하여 기존 연구와의 차별성을 확보하고자 한다.

첫째, 생산성 지표를 더욱 더 세분화하였다. 대부분의 선행연구는 생산성 측정지표로서 Malmquist 생산성 지수(Malmquist Productivity Index, 이하 MPI)와 같은 단일 합성지표를 활용하였다(안유정·이만형, 2015; 전경구, 2018; 장광홍·이윤, 2021). MPI는 산업단지의 투입과 산출 자료를 사용하여 생산성을 정량적으로 측정하는 지표로서 많은 선행논문에서 광범위하게 활용되었다. 다만, MPI는 효율성 변화(Efficiency Change, 이하 EC)와 기술 변화(Technical Change, 이하 TC)의 측면을 포함하는 총 효율성 지표이다. 효율성 변화(EC)는 주어진 기술 하에 자원을 효율적으로 이용하는지를 측정하는 지표로서, 기존 인프라 및 운영의 효율성과 관계있다. 기술 변화(TC)는 새로운 장비나 연구개발 투자 등 기술 자체의 발전 수준을 의미한다. 따라서 산업단지에 대한 예산 투입의 효과를 분석하고자 할 경우, 단순히 총요소 생산성 지수(MPI)로만 살펴본다면 예산의 효과를 온전히 측정하기에는 한계가 있다. 예를 들어 예산의 투입으로 연구개발이나, 기술혁신을 통해 기술력은 증가하여 산단의 생산성이 향상되는 효과는 있었으나, 기존 인프라의 개선 측면에서는 예산이 효과가 영향이 없었다면 MPI는 제한적으로 증가하거나 변동이 없을 수 있으며, 이로 인해 예산의 효과가 과소평가될 가능성이 높아지는 것이다. 따라서 예산의 영향성을 세분화하여 분석하기 위해서는 MPI 전체를 적용하는 것에 더하여, EC와 TC의 구성요소를 구분하여 별도로 분석하는 절차가 필요하다. 이에 본 연구는 EC와 TC를 종속변수로 분리하여 생산성의 구성 요소별 예산이 미치는 영향성을 면밀히 분석하고자 하였다.

둘째, 생산성에 영향을 미치는 요소를 고려하였다. 선행논문은 생산성 지수를 통해 산업단지별 추이나 차이점만 밝힌 연구가 대부분이다. 안유정·이만형(2015)은 MPI를 사용하여 노후산단의 5년간 생산성이 증가한 노후산단은 69.9%이며, 수도권과 충청권 노후산업단지의 생산성 증가방안을 모색하였다. 전경구(2018)는 대구 성서산단으로 한정하여 MPI를 측정하였고 단지가 쇠퇴한 곳일수록 생산성도 낮음을 보여주었으며, 장광홍·이윤(2021)은 MPI 모형을 활용하여 국가산단의 생산성을 측정하고 충청·호남권의 국가산단 생산성 차이가 타 권역 대비 낮다고 결론지었다. Wang et al.(2020)도 MPI를 활용하여 산업단지의 생산성을 분석하였으며, 대형 및 중형기업이 있는 곳이 생산성이 높음을 보여주었다. 선행연구는 생산성을 분석하였으나, 단지 생산성 차이의 유무 또는 생산성의 높고 낮음만으로 결론짓고 있다. 즉, 왜 생산성의 차이가 있는지에 대한 다양한 요소와의 영향관계를 분석하지 못한 한계가 있는 것이다.

일부 선행연구는 산업단지의 생산성과 영향요인들을 살펴보고 있다. 김성제 외(2017)는 산업단지 특성(단지 면적, 공공 용지율, 실시승인 경과년수, 개발시행 주체), 입지 특성(시청과의 거리, 시가화 용도지역과의 거리, 고속국도 및 철도역과의 거리, 주변 용도지역), 배후도시 특성(도시인구, 도시면적, 시가화 용도지역 면적, 연안구분, 수도권 및 시군 구분)을 고려하였다. 안수용(2022)은

지역별 소득 유출입, 산업단지 속성, 노후도, 간선 교통망 접근성, 단지유형을 적용한 바 있으나 생산성을 MPI가 아닌 경영성과나 생산액 등 단일 지표로서 측정하고 있다. 본 연구는 MPI를 고려하되, MPI가 산업단지 내부효율성과 기술변화를 다루기 때문에 외부 환경 변화의 반영이 어려운 한계가 있음을 고려하여 적용할 수 있는 배후 입지적인 특성을 중심으로 본 연구의 통제변수로서 적용하고자 한다.

셋째, 정책의 시차 효과 및 누적 효과를 반영한 동태적 분석틀을 적용하였다. 기존 연구는 정태적 패널회귀(구상희 외, 2021)나 이중차분모형(이유진, 2021; 안수용, 2022)을 통해 산업단지 정책의 효과를 분석하였으나, 시간의 흐름에 따른 누적 반응 구조나 시차 효과를 충분히 고려하지 못하였다. 산업단지의 MPI는 과거 생산성이 현재 생산에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어 작년에 생산성이 높았다면 이에 영향을 받아 올해 또한 높은 생산성이 유지될 가능성(lagged dependent structure)(Blundell and Bond, 1998)이 있는 것이다. 즉, 과거의 생산성이 올해 생산성에 영향을 줄 수 있는 내생성이 존재하기 때문에 패널회귀분석의 고정효과모형 또는 무작위 효과 분석모형으로서는 분석 결과가 왜곡될 수 있다. 본 연구는 이러한 한계를 보완하기 위해 System GMM 추정법(System Generalized Method of Moments, 이하 System GMM) 분석(Arellano, M. and Bond, S., 1991; Blundell, R., & Bond, S., 1998)을 사용하였다. System GMM은 자기 지연 구조가 있을 때 과거의 값을 도구 변수로 사용하는 방식으로서, 본 연구는 정책 변수의 내생성 문제를 통제하고, 시간의 누적 반응을 반영한 정밀한 추정을 수행하였다.

넷째, 산업단지 간 특성을 고려한 정책 분석을 수행하였다. 대부분의 기존 연구는 산업단지 기술 수준, 위치, 입지 유형, 배후지역 등 산업단지의 특성을 충분히 반영하지 못하고 일괄적으로 분석함으로써 정책적 효과를 차별적으로 식별하는 데 한계가 있었다(조성철·장철순, 2021; 우한성, 2022). 본 연구는 K-means 클러스터링을 활용하여 산업단지를 총요소 생산성, 기술 변화, 효율성 변화를 중심으로 유형화하고, 군집별로 예산의 투입 효과를 분석함으로써, 정책 반응성의 이질성을 실증적으로 통제하였다.

Ⅲ. 실증모형

1. 연구자료

본 연구의 산업단지 자료는 한국산업단지공단(<https://www.kicox.or.kr/>)의 전국산업단지현황통계를 사용하였다. 전국산업단지 현황통계는 각 분기별로 자료가 구축되어 있으며, 본 연구는 현재 시점 기준으로 과거로부터의 추이를 살펴보기 위해 2015년부터 2023년까지 산업단지의 전국 산업단지 통계자료로서 자료를 구축하였다.¹⁾ 본 연구에서는 산업단지의 조성 상태가 '완료'인 경

1) 현재 시점 기준으로 산업단지 통계자료는 2024년은 3분기까지 발표되었으나, 예산이 지자체 단위에서 일관되게 구축할 수 있는 기간이 2023년이기 때문에 산업단지 통계자료 또한 2023년까지의 데이터만 사용

우를 기준으로 분석을 수행하였으며,²⁾ 산업단지의 추세를 일관되게 파악하기 위해 2015년부터 2023년까지 동일하게 유지된 산업단지를 연구 대상으로 선정하였다. 이에 따라, 해당 기간에 신설되거나 누락되지 않고 지속적으로 유지된 산업단지를 연도별로 매칭하는 과정을 거쳤다. 산단이 하위산단으로 구분되어 있는 상위단지는 상위단지만 연구 대상에 포함하였으며,³⁾ 생산액이 '0'인 산단은 연구 대상에서 제외한 이후 총 531개의 산업단지를 분석에 사용하였다.

산업단지 생산성 자료는 선행논문의 생산성 기준을 검토하였다. 생산성 기준으로 투입변수와 산출변수를 이용하여 생산성을 산출한 연구로는 안유정·이만형(2015), 전경구(2018)가 있다. 선행논문의 투입변수는 산단 부지면적, 가동업체 수, 가동률, 공장 수, 종사자 수, 자본을 주로 선정하였으며, 산출변수는 생산액, 수출액, 가동업체 수, 부가가치 등을 선정하였다. 따라서 본 연구도 선행논문에서 최대한 공통적으로 사용한 투입과 산출변수를 적용하였으며, 투입변수로는 산단면적과 종사자수, 산출변수로는 산출액과 입주업체 대비 가동업체 수 비율로서 설정하였다.

예산 자료는 산단별 통합된 데이터로 구축되어 있지 않은 제한이 있다. 예산은 권경환·최영태(2014)의 기준에 국토 및 지역개발 분야의 산업단지 부문의 세출예산으로 설정하였다. 따라서 산단이 위치한 각 지자체별 산업단지 예산 자료를 개별적으로 일일이 찾아서 적용하는 과정을 거쳤다. 예산 자료는 지방재정365 지방재정통합공개시스템(<https://www.lofin365.go.kr/>)의 '우리지자체 결산서' 내에서 각 지자체의 연도별 회계연도 결산서의 일반회계 부문별 총괄의 산업단지 예산을 적용하였다. 일반회계에 산업단지 예산이 누락되어 있는 지자체는 산업단지 관련 특별회계 데이터로 대체하여 적용하였다.⁴⁾

본 연구는 산업단지의 생산성에 예산 이외에 영향을 미치는 다양한 요소를 고려하였으나, 지역별로 데이터를 구축하기에 한계가 있거나, 산단 내 생산성의 요소와 중복되는 데이터 또한 존재하였기 때문에 산단이 입지한 배후도시 특성 위주로 영향 요소를 살펴보았다. 배후지역 특성으로는 사업체 수, 인구수, 재정자립도, 종사자 수, 청년 인구를 고려하였다. 배후지역의 용도나 입지 특성 또한 고려하였으나, 용도나 입지지역의 특성(주요 관공서·교통요충지 지점과의 거리, 용도지역)은 시간의 추이에 따라 거의 변동성이 없는 점을 고려하여, 고려대상에서 제외하였다. 사업체 수, 인구 수, 종사자 수, 청년 인구는 통계청의 사업체조사, 주민등록인구조사를 사용하였으며, 재정자립도는 통계청의 시군구별 재정자립도를 사용하였다.

하였다.

2) 산업단지 조성 상태가 완료인 산업단지는 2015년 820개, 2016년 851개, 2017년 886개, 2018년 920개, 2019년 936개, 2020년 954개, 2021년 985개, 2022년 997개, 2023년 1,015개, 2024년 1,029개인 것으로 조사되었다.

3) 예를 들어 경기 평택시의 아산국가단지는 원정지구, 포승지구, 우정지구의 세 구역으로 구분되어 자료가 발표되고 있으나 포승지구 이외에는 누계생산액과 누계수출액 데이터가 누락되어 있다. 따라서 하나의 단지가 하위단지로 구성되어 있는 단지의 경우 상위단지만을 연구대상으로 포함하였다.

4) 각 지자체별 통합된 예산 데이터가 구축되어 있지 않았기 때문에 관련 예산을 찾는데 각 지자체별 홈페이지를 통해 발표하는 예산데이터를 오랜 기간에 걸쳐 일일이 찾아 매칭하는 절차를 거쳤으나, 그럼에도 일부 연도에 예산이 수록되지 않은 지자체가 있었기 때문에 일부 연도의 결측치가 있는 제한이 있다.

2. 모형설정

본 연구는 2015년부터 2023년까지의 전국 산업단지를 대상으로 하여, 산업단지의 구조적 특성과 재정투입이 생산성 변화에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 하였다. 분석 대상 산업단지는 크게 국가산업단지, 일반산업단지, 농공단지의 세 가지 유형으로 구분되며, 각 산업단지는 연도를 기준으로 패널 데이터 형태로 구성하였다.

연구 자료는 산업통상자원부의 산업입지정보시스템을 중심으로, 각 지자체 통계자료, 국가통계포털(KOSIS), 기획재정부 및 행정안전부 등의 중앙정부 통계를 통합 가공하여 구축하였다. 특히 본 연구는 산업단지 단위에서 연도별 재정 투입 규모, 기술 변화(TC), 효율성 변화(EC), 총요소 생산성 지수(MPI)를 도출하였으며, 산단이 입지한 배후지역의 입지면적, 인구수, 입주기업 수, 종사자 수 등의 통제변수를 포함하여 종합적인 분석을 수행하였다.

분석을 위한 주요 종속변수는 산업단지의 생산성 변화 지표로서 TC, EC, MPI이며, 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, 이하 DEA) 기반 MPI 생산성 분석을 통해 산출된 지표이다. DEA는 다수의 생산 단위의 상대적 효율성을 측정하는 기법으로 투입과 산출을 사용하는 단위를 비교하여 효율성과 비효율성을 도출할 수 있다(Charnes et al., 1978). Färe et al. (1994)의 MPI는 DEA기반의 효율성 점수로서 시점 간 생산성 변화를 측정하는 지표로서 시간에 따라 생산성이 얼마나 변화했는지를 아래의 식(1)에서와 같이 TC와 EC로 분해하여 산출할 수 있다.

$$\text{식(1)} \quad MPI_{t,t+1} = \left(\frac{D_t^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t^t(x_t, y_t)} \right) \times \left(\frac{D_{t+1}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_{t+1}^{t+1}(x_t, y_t)}{D_t^t(x_t, y_t)} \right)^{1/2}$$

식(1)에서 $D_s^t(x, y)$ 는 시점 t에서의 시점 s의 투입과 산출 조합이 얼마나 효율적인지 나타내는 거리함수를 의미한다. x는 투입 요소, 즉 본 연구에서 사용한 산단 면적과 종사자 수를 의미하며, y는 산출 요소로서 산출액과 가동업체수 비율을 의미한다. 식(1)에서 첫 번째 항목인 $EC = \left(\frac{D_{t+1}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t^t(x_t, y_t)} \right)$ 는 효율성 변화를 의미하며, 이는 기준연도(t)에 비해 다음 연도(t+1)의 상대적 효율성이 얼마나 개선되었는지를 의미한다. 식(1)의 두 번째 항목인 $TC = \left(\frac{D_{t+1}^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_{t+1}^{t+1}(x_t, y_t)}{D_t^t(x_t, y_t)} \right)^{1/2}$ 는 기술 변화로서 시점 t의 생산기술이 t+1시점의 생산기술로 어떻게 이동했는지 나타내는 지표이다. TC식에서의 1/2지수는 두 시점 간 기술변화를 단순히 산술평균하는 것이 아닌 기하평균(Geometric Mean)으로 결합하기 위한 것으로 기술 경계 이동의 비대칭적 영향을 완화하고 안정적인 추정값을 얻기 위한 통계 처리방식이다(Färe et al., 1994).

본 연구는 시간에 따라 누적되는 재정투입의 효과와 내생성 문제를 동시에 고려하기 위하여, 동태적 패널 분석 기법인 System GMM을 적용하였다. 본 기법은 Arellano-Bover(1995) 및 Blundell-Bond(1998)에 의해 제안된 방식으로, 종속변수의 시차항(Lagged Dependent Variable)을 도구 변수로 활용하여 내생성 문제를 통제할 수 있으며, 개체별 고정효과(Fixed Effects)와 시간 누적 효과를

모두 반영할 수 있다. 모형은 다음의 식(2)와 같이 구성된다.

$$\text{식(2)} \quad Y_{i,t} = \alpha Y_{i,t-1} + \beta_1 \log(\text{budget}_{i,t}) + \beta_2 \log(\text{people}_{i,t}) + \beta_3 \text{nodep}_{i,t} + \beta_4 \log(\text{ld}_{i,t}) \\ + \beta_5 \log(\text{corp}_{i,t}) + \beta_6 \log(\text{employ}_{i,t}) + \beta_7 \text{dummy} + \varepsilon_{i,t}$$

종속변수 $Y_{i,t}$ 는 생산성 지수로 도출된 EC, TC, MPI를 의미한다. 독립변수는 산업단지별로 해당 연도에 투입된 예산(budget) 규모이며, 이는 산업단지 기반시설 및 지원정책 등에 투입된 공공 재정지출을 의미한다. 통제변수는 단지가 위치한 시군구 단위의 인구(people), 재정자립도(nodep), 토지면적(ld), 사업체수(corp)를 포함하였으며, 각 변수 간 규모 차이를 보정하기 위하여 예산, 인구, 면적, 사업체 수, 종사자 수는 모두 로그(log) 변환하였다.

산업단지 유형은 더미(dummy) 변수로 구성되었으며, 국가산업단지를 기준(0)으로, 일반산업단지(1), 농공단지(2)로 범주화하였다. 특히 재정 투입 예산의 시차 효과를 분석에 반영하기 위해, 예산 변수는 1년, 2년, 3년 시차(lagged)를 고려하여 분석에 포함하였다.

본 연구는 또한 단지 간 구조적 이질성을 고려하기 위해 군집분석(Cluster Analysis)을 실시하였으며, 각 단지의 TC 및 EC의 평균값을 기반으로 하여 3개 군집(Cluster)으로 구분하였다. 군집분석을 통해 생산성 변화 양상이 유사한 산업단지를 유형화하고, 이들 간의 구조적 특성을 비교하였다.

IV. 연구결과

1. 기초분석 및 군집분석 결과

본 연구는 2015년부터 2023년까지 전국 산업단지를 대상으로 연도별 데이터를 구축하였으며, 총 4,554개의 관측값을 확보하였다. 이후 결측치 제거, 시차 변수 생성 등 패널 분석에 필요한 전처리 과정을 거쳐, 중복 데이터를 제거하고 최종적으로 3,917개의 유효 관측값을 기반으로 분석을 수행하였다.

기술통계 분석 결과, 종속변수인 기술 변화(TC)의 평균은 1.07, 표준편차는 0.11이며, 최소값은 0.61, 최대값은 1.74로 산출되었다. 기술 변화(TC) 값이 1을 초과하는 경우 기술 진보로 인한 생산성이 향상되고 있음을 의미하므로, 분석 대상 산업단지 대부분에서 기술발전이 이루어지고 있는 것으로 해석할 수 있다. 효율성 변화(EC)의 평균은 1.71, 표준편차는 1.25로 기술 변화(TC)보다 변동성이 크며, 총요소 생산성(MPI)은 평균 1.94, 표준편차 2.11로 효율성 변화(EC)와 유사한 수준의 분산을 보였다.

독립변수 중 산업단지 관련 예산의 평균은 약 53억원으로 집계되었으며, 산업단지 간 재정투입 규모의 편차가 큰 것으로 분석되었다. 배후지역의 인구수는 평균 약 17만 9천 명, 배후지역 사업체 수는 평균 약 1만 6천 개, 배후지역 종사자 수는 평균 5만 5천여 명으로 나타났으며, 재정자립도는

평균 18.79%, 배후지역 토지 면적은 평균 669km²로 지역 간 편차가 뚜렷하게 나타났다. 본 분석에 활용된 패널 데이터는 산업단지 간 구조적·재정적 이질성을 충분히 반영하고 있으며, 생산성과 예산 변수 모두에서 높은 수준의 분산이 존재함을 보여준다. 이는 향후 군집 분석 및 GMM 분석을 통해 산업단지 유형별로 재정투입의 효과가 어떻게 차별적으로 나타나는지를 분석하는 데 기초자료로서 기능한다.

〈표 1〉 기술통계 분석결과

변수	관측치 수	평균	표준편차	최소값	25% 분위	중앙값	75% 분위	최대값
TC	3,917	1.07	0.11	0.61	1.00	1.07	1.15	1.74
EC	3,917	1.71	1.25	0.07	0.85	1.25	2.10	17.84
MPI	3,917	1.94	2.11	0.00	0.77	1.34	2.19	23.76
예산(십억)	3,917	5.36	1.71	0.0	2.13	5.80	2.61	33.0
배후지역 인구수(명)	3,917	179,426	142,495	184	69,720	134,893	245,184	681,828
재정자립도(%)	3,917	18.79	7.06	1.70	13.00	18.10	24.00	35.50
배후지역 토지면적 (백km ²)	3,917	6.69	2.63	1.38	5.04	6.42	8.33	2.23
배후지역 사업체수(개)	3,917	16,761	5,683	1,100	13,132	16,633	20,465	39,180
배후지역 종사자수(명)	3,917	55,123	48,142	1,112	27,139	42,087	66,794	322,131

산업단지의 생산성과 재정투입 반응 특성의 이질성을 반영하기 위하여, K-means 클러스터링 기법을 활용해 산업단지를 유형화하였다. 클러스터링은 각 산업단지의 평균 기술 변화(TC) 및 효율성 변화(EC) 값을 기준으로 수행되었으며, 결과적으로 세 개의 군집(Cluster 0, Cluster 1, Cluster 2)으로 분류되었다. 〈그림 1〉은 각 군집의 평균 TC 및 EC를 기준으로 시각화한 산점도이며, 〈표 2〉는 군집별 상위 5개 산업단지와 전체 군집 평균을 요약한 것이다.

첫 번째 군집(Cluster 0)은 평균 TC 1.01, EC 1.01, MPI 1.02로 생산성 변화가 비교적 완만하면서 구조적으로 안정적인 산업단지 집단으로 분류된다. 평균 TC가 1에 근접하여 점진적 기술발전이 이루어지고 있으며, EC 또한 1에 근접하여 자원 활용의 효율성도 유지되고 있다. 주요 생산성 상위 산업단지는 파주탄현(경기 파주시), 탄현(경기 파주시), 평택항(경기 평택시), 동해자유(강원 동해시), 세종하이테크(세종시)로 구성되어 있으며, 상위 5개 산업단지의 평균 TC는 1.22, 평균 EC는 0.99, 평균 MPI는 1.22 수준이다. 첫 번째 군집에 속한 산업단지는 수도권 및 광역시 중심으로 입지 하며, 일반산단 중심의 표준 산업 인프라를 갖춘 지역으로 해석할 수 있다. 특히 사업체 수와 종사자 수, 재정자립도 등에서 안정적인 구조를 유지하고 있어, 지속 가능한 발전이 기대되는 유형으로 판단된다(표2 참조).

두 번째 군집(Cluster 1)은 평균 TC 0.89, EC 2.29, MPI 2.03으로 효율성 변화(EC)폭이 가장 크고 생산성 향상 속도가 빠른 고(高)성장형 산업단지 유형이다. EC의 평균값이 2를 크게 상회하며, 동

일한 기술 수준 하에서 자원 운용 효율성이 급격히 개선되고 있음을 보여준다. 주요 생산성 상위 산업단지는 고읍(경기 양주시), 안평(경북 칠곡군), 덕례(전남 고흥군), 목동(경기 가평군), 미력(전남 보성군) 등이 있으며, 상위 5개 산업단지 평균 EC는 18.01, MPI는 18.80으로 매우 높은 수준이다. 이 군집은 일반적으로 농공산단 또는 소규모 일반산단 중심이며, 자원 활용 효율성 개선을 기반으로 한 전략적 예산 투자가 적합한 유형으로 평가된다. 다만 두 번째 군집 전체 TC는 평균 0.89로 1 미만이므로, 기술 자체의 혁신 및 개선에는 일정한 한계가 있는 것으로 해석된다(표2 참조).

세 번째 군집(Cluster 2)은 평균 TC 1.27, EC 1.91, MPI 2.43으로 세 군집 중 가장 높은 총요소생산성(MPI)을 기록한 고효율 산업단지 유형이다. 자생적 기술 혁신과 자원 효율화를 동시에 달성하고 있어, 고효율 단지로 해석된다. 대표 생산성 상위 산업단지는 진례(경남 김해시), 외동(울산 울주군), 용당(전남 목포시), 반룡(전북 익산시), 가곡(경북 영천시) 등이며, 상위 5개 산업단지의 평균 TC는 1.32, EC는 2.74, MPI는 3.50이다. 3군집은 일반산단과 국가산단이 혼재된 지역으로 구조적·기술적 측면 모두에서 우수한 성과를 나타내고 있어, 효율적 재정 운용 사례라고 볼 수 있다.

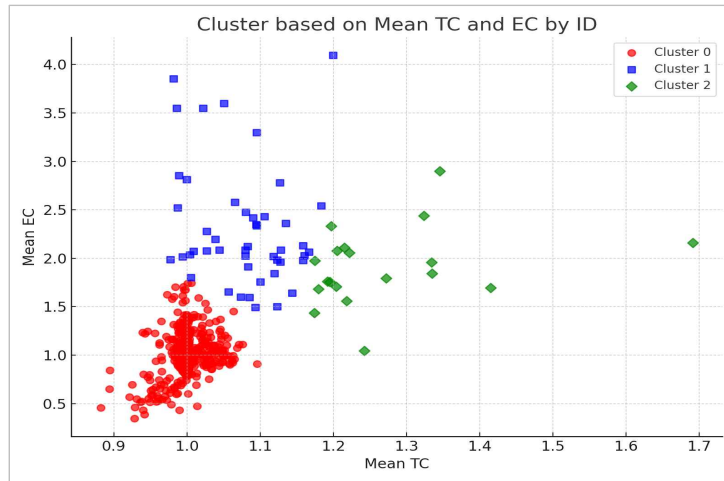
〈표 2〉 군집별 상위 산업단지 MPI, TC, EC 통계 결과

군집	순위	산업단지	지역	평균 TC	평균 EC	평균 MPI	평균 TC	평균 EC	평균 MPI
1	1	파주탄현	경기 파주시	1.27	0.99	1.27	1.01	1.01	1.02
	2	탄현	경기 파주시	1.24	0.99	1.24			
	3	평택항	경기 평택시	1.22	0.99	1.22			
	4	동해자유	강원 동해시	1.2	0.98	1.19			
	5	세종하이테크	세종	1.17	0.98	1.16			
2	1	고읍	경기 양주시	1.13	21.88	22.6	0.89	2.29	2.03
	2	안평	경북 칠곡군	1.12	21.72	21.96			
	3	덕례	전남 고흥군	1.12	19.89	21.01			
	4	목동	경기 가평군	1.12	13.49	14.61			
	5	미력	전남 보성군	1.11	13.08	13.83			
3	1	진례	경남 김해시	1.37	3.46	4.29	1.27	1.91	2.43
	2	외동	울산 울주군	1.34	2.86	3.69			
	3	용당	전남 목포시	1.31	2.66	3.48			
	4	반룡	전북 익산시	1.29	2.45	3.17			
	5	가곡	경북 영천시	1.27	2.26	2.88			

〈표 3〉 군집별 산업단지 산단 유형별 특성

군집	국가산단(0)	일반산단(1)	농공산단(2)	주요 특성 요약
1	6개 (7.6%)	46개 (58.2%)	27개 (34.2%)	· TC, EC, MPI 비교적 낮음 · 구조적 안정형 산업단지
2	3개 (6.0%)	22개 (44.0%)	25개 (50.0%)	· TC대비 EC 높음 · 자원운용 효율성 높은 고성장형 산업단지
3	4개 (21.1%)	12개 (63.2%)	3개 (15.8%)	· MPI 가장 높음 · 고효율 산업단지

〈그림 1〉 군집별 TC, EC 분포도



2. 산업단지 생산성 GMM 분석 결과

본 연구는 산업단지의 생산성 변화(TC, EC, MPI)에 영향을 미치는 산업단지 조성 예산의 시차 효과를 실증적으로 분석하기 위해 System GMM(System Generalized Method of Moments) 추정 기법을 적용하였다. System GMM 방법은 Arellano-Bover(1995) 및 Blundell-Bond(1998)가 제안한 방식으로, 종속변수의 시차항을 도구변수로 활용함으로써 내생성 문제를 효과적으로 통제할 수 있다는 강점을 지닌다. 본 분석은 산업단지와 연도 기준으로 총 3,917개의 관측값을 활용하였으며, 사전에 TC 및 EC 평균값을 기준으로 산업단지를 3개의 군집(Cluster 0, 1, 2)으로 분류한 후, 각 클러스터에 대해 독립적인 GMM 분석을 수행하였다.

1) 군집 1, 산업단지 생산성 GMM 분석 결과

군집1은 전체 분석 대상 산업단지 중 가장 많은 사례를 포함하며, 일반산업단지 비중이 가장 높으나, 비교적 산업단지의 생산성은 가장 낮은 집단이다. 종속변수로 기술 변화(TC), 효율성 변화(EC), 총요소 생산성(MPI)을 설정하고 System GMM을 적용하여 분석하였다.

기술 변화(TC)를 종속변수로 하는 모델의 분석 결과, 산업단지 조성예산은 계수 10% 유의수준에서 통계적으로 산업단지 생산성에 유의미한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 예산의 규모가 증가하더라도 기술 혁신으로 이어지지 못하며 오히려 비효율적으로 사용 가능성이 있음을 의미한다. 반면, 터미변수인 국가산단, 일반산단, 농공단지 모두 1% 유의수준에서 매우 유의한 정(+)의 영향을 보였다. 이 결과는 제도적·행정적 성격에 따라 기술 변화에 구조적인 차이가 존재할 수 있음을 의미하며, 향후 정책 설계 시 산단 유형에 따라 기술 혁신을 유도하는 전략의 차별화가 필요함을 보여준다.

효율성 변화(EC) 분석에서 배후지 토지면적은 5% 유의수준에서 통계적으로 산업단지의 생산성에 유의한 정(+)의 영향을 미쳤다. 넓은 공간 여건을 확보한 산업단지가 입주기업의 운영 효율성 개선에 기여할 수 있으며 있으며, 내부 자원의 배분과 활용에서도 효과적으로 작동하고 있음을 의미한다. 효율성 변화(EC)에는 산단 유형을 나타내는 더미변수 모두 유의하지 않았다. 즉, 자원 효율성 개선이 산단 유형보다는 입지 특성이나 기업의 경영 여건 등 외생적 요인에 의해 결정되는 경향이 크다는 점을 시사한다.

총요소 생산성(MPI) 분석에서도 배후지역 토지면적 변수는 5% 유의수준에서 산업단지 생산성에 유의미한 정(+)의 영향을 보였다. 효율성 변화(EC) 분석과 일관되게, 배후지의 공간적 규모가 생산성 향상에 긍정적으로 작용하는 것으로 나타났다. 기술 변화와 자원 효율성 개선이 모두 배후지의 물리적 공간 여건과 밀접한 관련이 있으며, 입지 기반이 산업단지의 총 생산성 향상에 실질적으로 기여할 수 있음을 의미한다. 한편, 모든 종속변수에서 시차 변수는 유의하지 않았으며, 배후지역 인구나 재정자립도 등 다른 변수들은 모두 유의성을 확보하지 못하였다. 즉, 생산성 변화가 단순한 인구 규모나 재정 여건보다는 기술 혁신을 뒷받침할 수 있는 제도적 유형이나 물리적 기반 요인에 의해 더 큰 영향을 받을 수 있음을 시사한다. 이와 같은 결과는 산업단지의 기술혁신을 촉진하기 위한 예산 집행의 구조적 효율성과 정책 설계의 연결이 무엇보다 중요하다는 점을 강조하며, 특히 산단 유형별 전략과 공간 기반을 고려한 맞춤형 지원이 필요함을 뒷받침한다.

〈표 4〉 군집1 산업단지 생산성 GMM분석 결과

종속변수	독립변수	계수값	z값	p값	R ² _Within
TC	시차변수(lag)	0.00	0.06	0.95	0.21
	ln(산단예산)	0.00	-1.82	0.07*	0.21
	ln(인구수)	0.00	-0.84	0.40	0.21
	재정자립도	0.00	-0.72	0.47	0.21
	ln(배후지 토지면적)	0.00	1.05	0.29	0.21
	ln(배후지 사업체수)	0.00	1.14	0.26	0.21
	ln(배후지 종사자수)	0.01	1.12	0.26	0.21
	더미(국가산단)	0.92	14.83	0.00***	0.21
	더미(일반산단)	0.92	14.54	0.00***	0.21
	더미(농공단지)	0.92	14.71	0.00***	0.21
EC	시차변수(lag)	0.01	0.83	0.41	0.13
	ln(산단예산)	0.00	-0.77	0.44	0.13
	ln(인구수)	-0.08	-1.47	0.14	0.13
	재정자립도	0.00	-0.54	0.59	0.13
	ln(배후지 토지면적)	0.06	2.24	0.02**	0.13
	ln(배후지 사업체수)	-0.03	-1.10	0.27	0.13
	ln(배후지 종사자수)	0.11	1.47	0.14	0.13
	더미(국가산단)	0.00	0.01	0.99	0.13
	더미(일반산단)	-0.05	-0.10	0.92	0.13
	더미(농공단지)	-0.13	-0.27	0.79	0.13

MPI	시차변수(lag)	0.02	0.99	0.32	0.21
	ln(산단예산)	0.00	-1.24	0.21	0.21
	ln(인구수)	-0.08	-1.50	0.13	0.21
	재정자립도	0.00	-0.43	0.67	0.21
	ln(배후지 토지면적)	0.06	2.42	0.02**	0.21
	ln(배후지 사업체수)	-0.03	-0.87	0.38	0.21
	ln(배후지 종사자수)	0.10	1.39	0.16	0.21
	더미(국가산단)	-0.05	-0.09	0.93	0.21
	더미(일반산단)	-0.11	-0.22	0.83	0.21
	더미(농공단지)	-0.20	-0.40	0.69	0.21

주: * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

2) 군집 2, 산업단지 생산성 GMM 분석 결과

군집2는 본 연구에서 분석한 산업단지 중에서 효율성 변화(EC)가 가장 높은 집단으로서, 자원 활용의 효율성이 크게 개선된 특성이 뚜렷한 군집이다. 본 절에서는 이들 단지를 대상으로 한 System GMM 분석 결과를 기술 변화(TC), 효율성 변화(EC), 총요소 생산성(MPI)별로 구분하여 분석하였다.

기술 변화(TC)를 종속변수로 하는 모델의 분석 결과, 산업단지 유형(국가산단, 일반산단, 농공단지)을 나타내는 더미 변수는 모두 5% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다. 특히, 국가산단과 일반산단의 계수가 1 이상으로 나타나, 해당 유형의 산업단지가 기술 변화 측면에서 상대적으로 우위에 있음을 의미하며, 기술 기반의 인프라나 제도적 지원체계가 구조적으로 갖추어져 있을 가능성을 반영한다. 반면, 재정투입 규모(예산)와 토지면적, 인구, 재정자립도의 배후지역 특성은 기술 변화에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 기술 변화가 단순한 재정지원보다는 제도적 여건이나 민간 주도의 혁신 활동에 더 민감하게 반응할 수 있음을 의미한다.

다만, 효율성 변화(EC)에 대한 분석에서는 모든 독립변수가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 군집 2에서는 효율성의 변화가 기업 내부의 전략, 관리 역량, 운영 프로세스 등 모델에 포함되지 않은 외생적·비정량적 요인에 의해 영향받고 있음을 시사하는 결과이다. 즉, 효율성 개선이 정부의 예산 투입이나 산업단지의 물리적·제도적 속성보다 민간 기업의 자생적 노력이나 경영 전략, 또는 산업단지 내부의 세부적인 조정에 의해 더 크게 영향을 받고 있을 가능성이 큰 것이다. MPI 분석에서도 주요 변수들의 통계적 유의성은 제한적이었다. 군집 2에서 MPI의 변화 또한 정책 변수나 산업단지의 특성보다는 민간 기업의 기술 혁신, 창업 활동, 산학연 협력 등 자율적인 추진 요소에 의해 영향을 받고 있음을 보여준다.

군집2는 기술통계적으로 효율성 변화(EC)가 가장 높은 집단이지만, 종속변수로 투입되었을 때는 모든 변수와 통계적으로 유의미한 관계를 보이지 않았으며, 기술 변화(TC) 또한 특정 유형의 산업단지(국가산단, 일반산단, 농공단지)에서 유의미한 정(+)의 영향을 받는 것으로 나타났다. 총요소생산성(MPI) 또한 분석 변수들로 설명되기 어려운 외생적 영향이 크다는 점이 특징이다. 특히 기술 변화(TC)는 산업단지의 제도적 유형과 구조에 따라 차이를 보이는 반면, 효율성 변화(EC)와

총요소 생산성(MPI)은 정책 변수보다는 비정형적 요인의 영향을 더 크게 받는 경향을 보였다.

따라서 군집 2에 속하는 산업단지의 생산성 제고를 위해서는 단순한 재정 투입만으로는 한계가 있다는 것을 보여준다. 민간 주도의 기술 역량 강화, 산학연 협력체계의 내실화, 산업단지 특성에 부합하는 맞춤형 혁신 생태계 조성 등 비재정적·비계량적 요인에 기반한 정성적 지원 전략이 필요함을 알 수 있는 것이다. 특히 기술 변화와 효율성 개선에 외생적 요인의 영향력이 크기 때문에 민간 또는 기업 주도의 자생적 혁신 환경 조성과 산업단지 내 자율적 성장 기반 마련이 핵심 과제일 것이다. 이와 함께 기술 중심의 클러스터형 발전 전략, 전문인력 확보 지원, 창업 촉진 인프라 구축 등 차별화된 지원이 병행되어야 할 필요가 있다.

〈표 5〉 군집2 산업단지 생산성 GMM분석 결과

종속변수	독립변수	계수값	z값	p값	R ² _Within
TC	시차변수(lag)	-0.06	-1.02	0.31	0.23
	ln(산단예산)	0.00	-0.36	0.72	0.23
	ln(인구수)	-0.05	-0.38	0.70	0.23
	재정자립도	0.00	0.20	0.84	0.23
	ln(배후지 토지면적)	0.00	0.12	0.90	0.23
	ln(배후지 사업체수)	-0.01	-0.27	0.79	0.23
	ln(배후지 종사자수)	0.03	0.24	0.81	0.23
	더미(국가산단)	1.53	2.18	0.03**	0.23
	더미(일반산단)	1.39	2.03	0.04**	0.23
	더미(농공단지)	1.42	2.03	0.04**	0.23
EC	시차변수(lag)	-0.08	-0.42	0.67	0.13
	ln(산단예산)	0.03	0.04	0.97	0.13
	ln(인구수)	-0.17	-0.08	0.93	0.13
	재정자립도	-0.01	-0.07	0.94	0.13
	ln(배후지 토지면적)	0.21	0.26	0.79	0.13
	ln(배후지 사업체수)	-0.65	-0.80	0.42	0.13
	ln(배후지 종사자수)	1.06	0.39	0.69	0.13
	더미(국가산단)	-5.96	-0.22	0.82	0.13
	더미(일반산단)	-6.23	-0.29	0.77	0.13
	더미(농공단지)	-6.06	-0.31	0.75	0.13
MPI	시차변수(lag)	-0.10	-1.49	0.14	0.13
	ln(산단예산)	0.95	1.15	0.25	0.13
	ln(인구수)	0.11	0.08	0.94	0.13
	재정자립도	0.11	1.18	0.24	0.13
	ln(배후지 토지면적)	0.50	0.83	0.41	0.13
	ln(배후지 사업체수)	-1.05	-1.53	0.13	0.13
	ln(배후지 종사자수)	-0.52	-0.26	0.80	0.13
	더미(국가산단)	-18.53	-1.09	0.28	0.13
	더미(일반산단)	-13.88	-0.86	0.39	0.13
	더미(농공단지)	-15.20	-0.97	0.33	0.13

주: * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

3) 군집 3, 산업단지 생산성 GMM 분석 결과

군집3은 총요소 생산성(MPI)이 가장 높은 고효율형 산업단지로서, 기술 변화(TC), 효율성 변화(EC), 총요소 생산성(MPI) 세 지표 모두에서 평균 수준 이상의 생산성을 나타낸 군집이다.

기술 변화(TC)에 대한 분석 결과에서는 산업단지 유형이 통계적으로 5% 유의수준 내외에서 유의미하게 기술 효율성에 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났으며, 특히 제도적 특성을 갖춘 유형의 산업단지가 기술 변화 측면에서 유리한 구조를 형성하고 있음을 시사한다. 반면, TC에 대해 예산 투입은 유의수준에는 미치지 못하였으나, 부(-)의 방향성을 보여주었다. 이와 같은 결과는 예산 투입의 절대 수준이 기술효율성 향상과 반드시 정(+)의 관계에 있지 않을 수 있다는 해석을 가능하게 하며, 예산이 투입되더라도 비효율적인 집행이나 운영 방식에 따라 오히려 기술 혁신을 저해할 가능성도 존재함을 의미한다.

효율성 변화(EC)를 종속변수로 한 분석에서는 대부분의 독립변수가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 군집3에 속하는 산업단지의 경우 효율성 수준이 특정 외생 변수에 의해 결정되기보다는, 초기 입지 전략이나 기업 주도의 운영 효율성 등 자생적 요인에 기반할 가능성을 보여준다.

총요소 생산성(MPI)에 대한 분석 결과에서도 설명변수 대부분이 통계적으로 유의하지 않았으며, 예산 변수 또한 유의수준에 도달하지 못하였다. 즉, 군집 3에 포함된 산업단지들이 예산 투입보다 자체적인 생산성 구조나 기술 및 효율성 측면의 균형적 발전을 통해 성과를 창출하고 있음을 알 수 있다.

군집 3은 고효율·자생형 산업단지로서, 단순한 재정지원보다 산업단지 유형 및 기업 특성에 기반한 맞춤형 정책 설계가 요구된다. 예를 들어, 성과 기반 인센티브 제공, 민간 혁신 역량과 연계한 클러스터 전략, 선택적 기술지원 체계 구축 등이 보다 효과적인 정책 방향이 될 수 있다.

〈표 6〉 군집3 산업단지 생산성 GMM분석 결과

종속변수	독립변수	계수값	z값	p값	R ² _Within
TC	시차변수(lag)	-0.14	-1.50	0.13	0.13
	ln(산단예산)	-0.09	-0.78	0.44	0.13
	ln(인구수)	0.10	0.35	0.73	0.13
	재정자립도	-0.02	-1.31	0.19	0.13
	ln(배후지 토지면적)	-0.17	-1.30	0.19	0.13
	ln(배후지 사업체수)	0.01	0.04	0.97	0.13
	ln(배후지 종사자수)	-0.08	-0.22	0.83	0.13
	더미(국가산단)	7.47	2.74	0.01***	0.13
	더미(일반산단)	6.67	2.11	0.03**	0.13
	더미(농공단지)	6.61	2.13	0.03**	0.13
EC	시차변수(lag)	-0.08	-0.42	0.67	0.13
	ln(산단예산)	0.03	0.04	0.97	0.13
	ln(인구수)	-0.17	-0.08	0.93	0.13

	재정자립도	-0.01	-0.07	0.94	0.13
	ln(배후지 토지면적)	0.21	0.26	0.79	0.13
	ln(배후지 사업체수)	-0.65	-0.80	0.42	0.13
	ln(배후지 종사자수)	1.06	0.39	0.69	0.13
	더미(국가산단)	-5.96	-0.22	0.82	0.13
	더미(일반산단)	-6.23	-0.29	0.77	0.13
	더미(농공단지)	-6.06	-0.31	0.75	0.13
MPI	시차변수(lag)	-0.10	-1.49	0.14	0.13
	ln(산단예산)	0.95	1.15	0.25	0.13
	ln(인구수)	0.11	0.08	0.94	0.13
	재정자립도	0.11	1.18	0.24	0.13
	ln(배후지 토지면적)	0.50	0.83	0.41	0.13
	ln(배후지 사업체수)	-1.05	-1.53	0.13	0.13
	ln(배후지 종사자수)	-0.52	-0.26	0.80	0.13
	더미(국가산단)	-18.53	-1.09	0.28	0.13
	더미(일반산단)	-13.88	-0.86	0.39	0.13
	더미(농공단지)	-15.20	-0.97	0.33	0.13

주: * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

4) 연구 결과 종합

본 연구는 산업단지 조성 예산이 기술 변화(TC), 효율성 변화(EC), 총요소 생산성(MPI)에 미치는 영향을 군집별로 구분하여 실증적으로 분석하였다. 그러나 세 군집 모두에서 예산 투입이 총요소 생산성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 여러 구조적·제도적 요인이 복합적으로 작용한 것이라 판단되며, 예산 투입과 총요소생산성 간의 정량적인 선형적 관계가 정립되지 못한 것은 다음과 같은 이유로 설명할 수 있다.

첫째, 총요소 생산성(MPI)은 기술 변화와 효율성 변화의 종합지표를 의미하기 때문에 다양한 요소가 반영된 결과로서 예산의 단일 변수로는 이를 충분히 설명하기 어렵다. 산업단지에 대한 예산 투입은 물리적 기반 시설 확충이나 기반 조성에 집중되는 경향이 있으나, 단기적인 기술 변화나 효율성 변화에 직접적인 영향을 주지 않을 수 있다. 특히 산업단지의 생산성 향상에는 기업의 인적 자본 수준, 경영 전략, 배후지역의 특성, 경기변동과 같은 비재정적 요인들이 복합적으로 작용할 수 있으며, 이러한 요인들이 총요소 생산성(MPI) 변화에 더 큰 영향을 미칠 가능성이 있다. 이러한 본 연구의 결과는 산업단지의 성과가 다양한 복합 요인의 영향을 받는다는 구상희 외(2021), 총요소 생산성의 결정요인으로 R&D 및 인적자본 요소가 영향을 미친다는 이창근 외(2009), 산업단지 규모나 특성, 입지에 따라 생산 효율성이 다르게 나타날 수 있다는 윤호열·최상옥(2022)과 그 맥을 같이한다.

둘째, 예산 투입의 질이나 집행의 효율성은 산단의 총요소 생산성에 결정적인 영향을 미칠 수 있다. 즉 동일한 예산 규모라도 지역별로 산단을 위한 집행 방식이나 지원 대상, 투자 우선순위 등에

따라 효과가 달라질 수 있는 것이다. 본 연구는 총예산의 정량적인 투입이 산단에 미치는 영향을 살펴 보았으나 예산이 비효율적으로 집행된다면 오히려 자원 낭비로 이어져 산단의 생산성에는 영향을 미치지 않거나 부정적인 효과를 보여줄 수 있다. 본 연구의 1군집에서 예산이 기술 변화에 부(-)의 영향을 미친 것은, 예산이 생산성을 높이는데 투입되기 보다는 단순한 기반 조성이나 생산성에 크게 영향이 없는 효율성이 낮은 사업에 투입되었을 가능성이 높은 것으로 판단되는 결과이다.

셋째, 총요소 생산성의 변화는 단기적 정책 변수보다는 산업단지의 성숙도나 자생적 역량과 같은 구조적 요인에 더 영향을 받을 수 있다. 특히 군집 3은 비교적 TC, MC, MPI 자체가 가장 높은 산단으로서 이와 같은 고효율 산업단지는 자체적 기술력, 기업의 혁신 역량 등 비교적 견고한 기반을 중심으로한 비정량적 요소들이 총요소 생산성을 유지하는데 더 큰 역할을 하고 있음을 확인할 수 있다. 운영 및 기술력 측면의 성숙도를 갖춘 산업단지에서는 지방정부의 예산과 같은 외부의 재정적 개입이 생산성 변화에 미치는 효과가 상대적으로 제한적일 수 있는 것이다.

V. 정책적 시사점

본 연구는 전국 산업단지를 군집화한 후 각 군집별로 산업단지 조성 예산이 생산성 지표에 미치는 시차효과를 System GMM을 통해 실증 분석하였다. 분석 결과, 산업단지 조성 예산이 기술 변화(TC)에는 일부 유형에서 유의미한 영향을 미쳤으나, 총요소 생산성(MPI)이나 효율성 변화(EC)에 대해서는 전반적으로 유의미하지 않은 결과가 나타났다. 본 연구의 분석 결과는 예산의 단순한 확대가 생산성 향상으로 이어지지 않았음을 시사하며, 산업단지 유형과 구조에 따라 재정투입의 전략적 접근이 요구됨을 보여준다.

첫째, 기술 변화(TC)에 대한 예산의 효과는 산업단지의 제도적 유형에 따라 상이하게 나타났다. 국가산단이나 일반산단과 같이 제도적 기반이 명확하고 관리체계가 체계화된 산업단지의 경우, 기술 변화에 대한 예산의 긍정적 효과가 비교적 분명하게 드러났다. 예산 투입이 제도적 안정성과 결합될 때 기술 혁신으로의 전환 가능성이 높아진다는 점을 의미하며, 향후 정책 설계 시 산업단지 유형별로 성과 기반의 인센티브 제공, 제도 안정성 제고 등 맞춤형 재정지원이 필요함을 의미한다.

둘째, 효율성 변화(EC) 및 총요소 생산성(MPI)은 기술 변화와는 다른 양상을 보였다. 본 연구의 결과에서 EC와 MPI는 산업단지의 유형보다는 입지 여건, 배후지 토지면적과 같은 외생적·비정형 요인에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 군집 1에서는 배후지 토지면적이 EC 및 MPI에 유의미한 양의 영향을 주었는데, 산업단지의 기반 공간을 확보할수록 효율적 자원 활용과 생산성 향상에 기여할 수 있음을 알 수 있다. 이와 같은 결과로 지방정부는 산업단지 조성 초기 단계에 물리적 기반의 활용 가능성 및 장기기적인 확장성을 고려한 입지 선정이 필요할 것이다.

셋째, 군집 2와 3에서는 생산성 변화가 예산과 같은 지방정부의 정책 변수로 설명되지 않았으며, 설명력이 매우 낮았다. 본 연구의 결과는 해당 군집들이 민간 주도의 기술혁신 활동, 산학연

협력, 창업 생태계와 같은 측정하기에 제한적이었던 질적 요인에 의해 생산성이 결정되고 있음을 보여주었다. 특히 고효율형 산업단지로 분류된 군집 3의 경우, 예산 투입이 통계적으로 유의하지 않았음에도 불구하고 생산성 수준은 높은 산업단지들이 포함되어 있다. 일정 수준으로 효율성이 높은 산업단지는 민간 기업의 경영 전략, 조직 혁신, 기술 축적과 같은 자생적 요인이 성장에 영향을 미칠 수 있으며, 이와같은 구조에서는 양적 지원을 확대하기보다는 민간 주도의 성장 기반을 촉진하는 유연한 정책 설계가 필요할 것으로 판단된다.

따라서 기존의 물리적 기반시설 중심의 재정지원에서 벗어나, 기술 협력, 창업보육센터, 공동 R&D 기반 구축 등 소프트 인프라 중심의 정책 전환이 요구된다. 정부의 정책적 방향의 전환은 산업단지의 유형별 성숙도와 자생력에 따라 예산의 투입 방향과 구조를 달리하는 접근방식으로서, 산업단지의 지속 가능한 경쟁력 확보에 효과적인 대안이 될 수 있다. 특히, 성과 기반의 인센티브 체계를 마련하고 유연한 규제 체계를 마련하여 민간 부문이 주도적으로 혁신과 성장의 동력을 확보할 수 있도록 지원하는 정책적 환경을 조성하는 과정 또한 필요할 것이다.

본 연구는 산업단지를 생산성 특성에 따라 군집을 구분하고, 군집 별로 재정투입의 효과를 비교 분석하였다. 산업단지를 생산성 특성으로 유형화한 결과로서 정책 대상의 이질성을 고려한 차별적이고 정교한 정책을 수행해야 할 필요성을 보여주었다. 이와 같은 접근은 지방정부는 산업단지 특성별 지원 정책의 집행 및 운영의 효율성을 높이고, 지역 산업 생태계의 활력을 강화하는 데 기여할 수 있을 것이다. 향후 지방정부는 재정 투입의 양적 확대뿐만 아니라, 산업단지의 구조적 특성과 민간 주체의 역량을 반영한 맞춤형 전략을 수립하고 산업단지의 비정량적 요인에 대한 정책 대응을 강화할 수 있을 것이다. 또한 성과에 기반한 산업단지의 차등적 재정지원으로 실효성 높은 산업단지 정책을 수립해나가야 할 것이다.

그럼에도, 본 연구의 한계는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 2015년~2023년의 정형화된 패널 데이터를 활용하였으나, 기술변화나 민간의 혁신역량, 산학연 협력 수준 등 비정량적 변수들을 포함하지 못하였다. 기술혁신 생태계 성숙도, 네트워크 밀도 등 집적경제이론에서 강조하는 질적 요인에 대한 검토가 필요하다. 둘째, 예산투입의 성격이나 세부 항목별 집행 방식은 지자체별로 상이하거나 제한적으로 발표되어 산단 예산만으로는 지방재정의 질적 영향력을 면밀히 살펴보기에는 한계가 있었다. 셋째, System GMM 분석 자체는 내생성 문제 해결에 강점이 있으나, 종속변수의 구조적 변화나 비선형 효과를 반영하기에는 한계가 있다. 산단의 특성상 기반시설의 경과 또는 기업 유치에 대한 인센티브 등 시차 반영에 따른 효과의 시간적 패턴을 반영하여 보다 정밀하게 추정하는 과정이 필요할 것이다. 이와 같은 한계는 후속 연구에서 보완하여 진행하도록 한다.

참고문헌

김성제·김찬호·이창수. (2017). 국가/일반산업단지 생산성 영향요인분석에 관한 연구. 「한국지역개발학회지」, 29(5), 91-108.

- 최석준·김병수. (2010). 산업단지 입주기업은 비입주기업보다 성과가 뛰어난가?: 경기도 지역 제조업체를 중심으로. 「기술혁신학회지」, 13(4), 738-757.
- 구상희·이찬희·구자현·정준호. (2021). 산업단지 생산성과의 결정요인에 관한 연구. 대한부동산학회지, 39(1), 125-141.
- 권경환·최영태. (2014). 기초지자체 산업단지 지원정책이 산업단지 성과 및 지역경제에 미치는 영향 분석. 「지방정부연구」 18(3), 551-583.
- 전영준·임채홍.(2024). 산업단지 입주여부가 기업의 경영·혁신 성과에 미치는 영향 분석: 수도권과 비수도권간 비교를 중심으로. 「한국벤처혁신학회」, 7(2), 1-17.
- 김준형·최명섭(2017). 노후산업단지 재생사업의 경제적 편익 추정: 생산함수 접근법. 「부동산학연구」, 23(4), 53-63.
- 안수용. (2022). 노후산업단지 입지가 기업의 생산성에 미치는 영향: 노후산업단지 리모델링 사업 선정 기준을 중심으로. 「기술혁신학회지」, 25(1), 67-82.
- 안유정·이만형. (2015). 자료포락분석(DEA) 기법에 기초한 노후산업단지의 효율성 지수 비교분석. 「한국지역개발학회지」, 27(2), 219-242.
- 이유진. (2021). 산업단지 입주가 기업의 생산성과 고용 증가에 미치는 영향 분석. 「산업경제연구」, 34(4), 897-923.
- 이창근·최명섭·김의준. (2009). 우리나라 지역의 총요소생산성과 결정요인 분석: DEA와 2SLS를 이용하여. 「지역연구」, 25(3), 25-43.
- 박원석. (2004). 국가산업단지에 대한 재정지출의 경제적 효과. 「대한지리학회」, 40(1), 47-62.
- 이윤·안영효. (2011). DEA와 Malmquist 생산성지수를 이용한 한국의 주요 국가산업단지 운영 효율성 분석. 「한국지역개발학회지」, 23(5), 95-118.
- 장광홍·이윤. (2021). 한국 산업단지의 효율성과 생산성. 「물류학회지」, 31(1), 75-86.
- 전경구. (2018). 산업단지 쇠퇴와 이에 따른 생산성 변화 분석: 대구성서산업단지를 중심으로. 「대한부동산학회지」, 36(1), 241-272.
- 조성철·장철순. (2021). 대구·경북지역의 산업단지 집적경제 추정연구: 밀도·개방성·특화·다양성을 중심으로. 「지역산업연구」, 44(4), 95-111.
- 우한성. (2022). 제조업 집적의 외부효과가 지역경제 생산성에 미치는 영향 분석: 산업단지 조절효과를 중심으로. 「한국경제지리학회지」, 25(1), 41-59.
- 윤호열·최상욱. (2022). 지역별 혁신클러스터 생산 효율성에 관한 연구: 수도권과 비수도권 비교를 중심으로. 「한국정책학회보」, 31(2), 245-266
- 한국산업단지공단 홈페이지, <https://www.kicox.or.kr/>
- 지방재정통합공개시스템 홈페이지, <https://www.lofin365.go.kr/>
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? 「Journal of Monetary Economics」, 23(2), 177-200.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. 「The Review of Economic Studies」, 58(2), 277-297.

- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. 『Journal of Econometrics』, 87(1), 115-143.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. 『European Journal of Operational Research』, 2(6), 429-444.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. 『American Economic Review』, 84(1), 66-83.
- Henderson, J. V. (2003). Marshall's scale economies. 『Journal of urban economics』, 53(1): 1-28.
- Rodrik, D. (2004). Industrial policy for the twenty-first century. 『John F. Kennedy School of Government Working Paper』.
- Wang, K. L., Pang, S. Q., Ding, L. L., & Miao, Z. (2020). Combining the biennial Malmquist-Luenberger index and panel quantile regression to analyze the green total factor productivity of the industrial sector in China. 『Science of the total environment』, 739, 140280.

유현지(柳鉉池): 서울대학교에서 도시계획학 박사학위를 취득하고(정보통신업 일자리에 영향을 미치는 도시 집적 요인에 관한 연구), 현재 용인시정연구원 경제산업연구부 부연구위원으로 재직하고 있다. 학문적 관심 분야는 지역정책, 지방행정, 산업정책, 도시 및 지역경제이며, 대표 연구로는 생활인구와 토지이용 특성과의 영향관계 연구(2022), 코로나19와 서울시 골목상권의 매출액 영향요인에 관한 연구(2021), 노후산업단지의 산업 다양성이 고용에 미치는 영향 연구(2021), 서울시 정보통신업 일자리 군집에 영향을 미치는 요인 분석(2020) 등이 있다.(sotggy@hanmail.net)

Abstract

The Impact of Regional Industrial Complex Budgets on Productivity: A Cluster-Based System GMM Analysis

Yu, Hyeon Ji

Industrial complexes have served as key growth engines for regional economies and as major policy instruments for local governments. While central and local governments have expanded infrastructure and promoted enterprise attraction and productivity enhancement through fiscal investment, empirical studies examining the actual impact of such budget allocations on productivity changes remain limited. This study employs the Malmquist Productivity Index(MPI) to measure productivity changes in industrial complexes and decomposes it into Efficiency Change(EC) and Technical Change(TC). To capture the lagged effects of budgetary inputs and address endogeneity, the study applies a dynamic panel analysis using the System Generalized Method of Moments (System GMM).

In particular, industrial complexes are classified into three clusters based on productivity characteristics through cluster analysis. Subsequently, GMM estimation is conducted for each cluster to explore how the effects of fiscal inputs differ by industrial complex type. The results show that increases in budget allocations positively affect Technical Change(TC) in specific institutional types such as national, general, and agro-industrial complexes. However, no statistically significant effects are observed on Efficiency Change(EC) and Malmquist Productivity Index(MPI) overall. Instead, EC and MPI are found to be more strongly influenced by exogenous factors such as locational conditions and the size of hinterland areas, rather than by the institutional characteristics of the complexes.

This study highlights the need for local governments to design customized fiscal strategies according to different types of productivity changes in order to enhance policy coherence. Furthermore, it offers a differentiated dynamic analytical framework for assessing industrial complex performance, providing meaningful implications for both theory and practice.

Key Words: local government budget, industrial complex, malmquist productivity index(MPI), technical change(TC), efficiency change(EC), system GMM