KIEAE Journal, Vol. 26, No. 1, Feb. 2026, pp.45-54.

KIEAE Journal

Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

137

산업 기반 도시의 정주 인프라 특성과 인구 변화의 연관성 분석

Examining the Structural Linkages Between Settlement Infrastructure and Population Dynamics in Industrial-Based Urban Systems

이다니엘* · 정유미** · 최규진*** · 손동욱****

Daniel Lee* · Uemee Jung** · Kyujin Choi*** · Dong-wook Sohn****

* Main author, Ph.D. Student, Dept. of Architecture &Architectural Engineering, Yonsei Univ., South Korea (daniel@yonsei.ac.kr)
** Coauthor, Ph.D. Candidate, Dept. of Architecture &Architectural Engineering, Yonsei Univ., South Korea (junguemee@yonsei.ac.kr)
*** Coauthor, Ph.D. Student, Dept. of Architecture &Architectural Engineering, Yonsei Univ., South Korea (choikj331@yonsei.ac.kr)
**** Corresponding author, Professor, Dept. of Architecture &Architectural Engineering, Yonsei Univ., South Korea (sohndw@yonsei.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: This study aims to examine how the spatial configuration and balance of industrial, residential, and urban service–cultural infrastructure influence changes in the working-age population in industrial-based cities. By moving beyond employment-centered interpretations, it seeks to identify planning-relevant infrastructure compositions that support long-term population retention and urban sustainability. **Method:** Using data from 392 general industrial complexes nationwide, the study analyzes changes in the working-age population between 2020 and 2024 through a Random Forest model incorporating industrial, housing, and urban service–cultural indicators. SHAP-based interpretation and K-means clustering are then applied to classify cities by infrastructure impact patterns and to reveal spatially differentiated population dynamics. **Result:** The analysis reveals that the configuration of residential, lifestyle, and cultural infrastructure is more strongly associated with changes in the working-age population than the absolute scale of industrial infrastructure. In particular, clusters with a higher proportion of lifestyle and cultural amenities exhibit relatively greater population growth, whereas those characterized by imbalances—such as an overconcentration of residential facilities—show pronounced population decline.

KEYWORD

지역균형발전
산업단지
도시 인프라

Balanced Regional Development
Industrial Complexes
Urban Infrastructure
Random Forest

ACCEPTANCE INFO

Received Dec. 16, 2025
Final revision received Jan. 7, 2026
Accepted Jan. 13, 2026

ⓒ 2026. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 수십년간 정부는 수도권과 일부 동남권 지역에 집중된 인구와 산업을 분산시키기 위해 지방 산업단지(당시 공업단지) 개발을 추진하였다[1]. 이러한 전략은 경제 확장과 도시화가 밀접하게 연계되었던 급속한 산업화 시대에는 효과적이었으나, 도시 지속 가능성으로 전환하는 데에는 실패했다는 평가를 받고 있다[2]. 산업단지 유치를 통한 일자리 창출과 주택 공급은 여전히 중요하지만, 해당 요소만으로 인구감소가 이루어지는 지방도시에 장기적인 인구 유지를 보장하지 못하고 있기 때문이다.

기존 연구에서는 지역 불균형의 주된 원인 중 하나가 되는 지방도시 인구감소를 출산율 저하와 고령화, 그리고 청년층의 수도권 집중과 같은 인구·사회 요인에 초점을 두어 분석해 왔다[3~6]. 그 중에서 지역 내 생산가능인구의 축소는 생산 및 소비 기반을 약화시켜 지역 경제 전반의 침체를 초래할 뿐만 아니라, 대학과 기업의 경쟁력 저하로 이어져 궁극적으로 지역의 지속가능한 성장 잠재력까지 약화시키는 구조적 문제로 평가되고 있다[7~8]. 이러한 맥락에서 산업단지 유치는 지역의 생산인구 기반을 확충하고 일자리 기회를 확대하기 위한 핵심 정책수단으로 추진되어 왔다[1]. 그러나 단순한 고용 창출이 정주 안정성으로 직접 연결되는 것은 아니며, 산업단지가 실제로 인근 지역의 정주 인구 증가나 인구 유지에 어떤 영향을 미치는지에 대한 실증적 연구는 여전히 제한적이다.

산업단지가 제공하는 고용 기회뿐 아니라 도시 인프라 전반의 질과 균형을 함께 고려할 필요가 있다. 이에 따라 산업단지 조성의 주된 목적 중 하나인 지방 균형발전에 있어 실천적 대안 마련의 일환으로 도시 및 건축공간 계획적 접근이 중요한 영역으로 부각되고 있다[9]. 특히 산업과 주거, 그리고 생활·문화 서비스의 구성이 정주 인구 유지와 어떤 연계 효과를 가지는지 종합적 분석이 요구된다. 지역의 인구 유지력은 특정 요인 하나의 영향보다 다양한 인프라가 결합되는 방식에 의해 좌우될 가능성이 크기 때문이다[10]. 그러나 산업 기반 도시에서 산업·주거·생활 인프라 간의 상호작용을 동시에 고려하여 인구 변화를 분석한 연구는 거의 없다. 이러한 기존 연구의 한계에 따라 본 연구에서는 도시 지속가능성 및 균형발전 전략 및 산업공간 계획 수립에 기초 자료를 제공하고자 한다.

본 연구의 목적은 산업 기반과 생활·문화 시설 등 도시 인프라의 구성이 지역의 생산연령인구 변화율에 어떠한 영향을 미치는지를 실증적으로 규명하는 데 있다. 특히 산업·주거·생활 문화시설 간의 조화가 지역 인구 유지·유입 및 지속가능한 정주성 강화에 어떤 상호

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2026.26.1.045

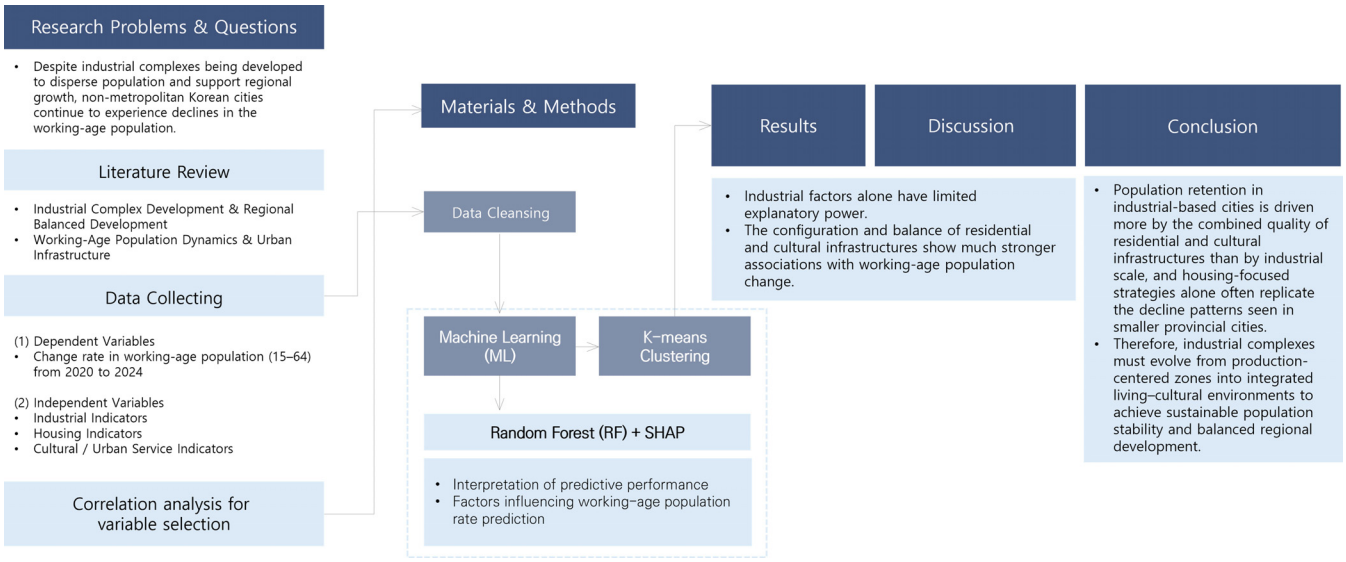

Fig. 1. Research Framework

작용 효과를 발휘하는지를 분석함으로써, 향후 균형발전 전략과 산업 도시 및 공간 계획 수립에 기초 자료를 제공하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 2020년부터 2024년까지 전국 일반 산업단지를 대상으로 한다. 종속변수는 생산인구(15~64세)의 변화율(2020~2024년)이며, 독립변수는 산업지표, 주거지표, 그리고 생활·문화 지표의 세 가지 범주로 분류된다.

연구 방법은 크게 예측 모형 구축과 영향-구성 기반 군집화에 따른 결과 해석 절차로 구성된다(Fig. 1.). 본 연구에서는 지역 생산인구 변화를 예측하고 변수 중요도를 평가하기 위한 대표적인 머신러닝(Machine Learning, ML) 방법론인 Random Forest (RF) 모델을 적용한 후, 각 변수의 기여도를 해석하기 위해 SHAP (Shapley Additive Explanations)분석을 추가로 수행하였다. 마지막으로 K-means 군집화를 통해 산업단지가 조성된 도시들을 복합적 영향력 프로파일을 기반으로 해당 지역들을 4개의 유형으로 분류하고 각 지역 분포에 따라 분석하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. 지역 균형발전과 산업단지 형성

국내 산업단지는 수도권과 동남권 중심지에 집중된 인구와 산업구조를 완화하고 국토의 공간적 불균형을 조정하기 위한 핵심 정책 수단으로 도입되었다. 1980년대 정부는 이전까지의 국가 수출지향 산업 육성 과정에서 심화된 수도권 과밀 문제에 대응하고자 지방 거점에 산업단지를 집중적으로 배치하였다. 이러한 정책은 산업입지를 국토 전반에 균형적으로 재배치하는 것으로 도시·국토 계획적 전환의 중요한 계기가 되었다.[1)]

그러나, 당시 지방 산업단지는 생산 기능에 편중된 단일 구조로 인해 지속가능한 지역 발전의 견인차 역할을 수행하는 데 한계를 드러내고 있다[2]. 많은 산업단지가 대규모 산업시설에만 집중하여 조성되어 왔으며, 지역 주민 및 종사자들의 정주여건을 핵심 축인 주거·문화·지식 기반 인프라와 결합되지 못한 채 고립된 제조 거점으로 남아 있다[2,11~12]. 더구나 많은 지방 중소도시에서는 장기적 인구감소 추세를 충분히 반영하지 못한채 과도한 계획 인구를 전제로 도시계획이 수립되면서, 산업단지와 주변 지역의 정주·생활 구조 간 연계성이 더욱 약화되는 문제가 나타나고 있다[6]. 이러한 구조적 문제는 산업단지가 지역경제 활성화와 인구 유지에 지속적으로 기여할 수 있는 도시적 생활권 축으로 진화하지 못했다는 점에서, 지역 균형 발전 전략의 재정비 필요성을 시사한다.

2.2. 지역 균형발전에 있어 생산인구의 중요성

지역 균형발전을 위해서는 각 지역의 경제활동 기반을 지탱하는 핵심 자원인 생산인구의 확보가 필수적이다[12]. 특히 산업단지를 중심으로 하는 지역경제 활성화에서 생산인구는 단순한 노동 공급자에 그치지 않고, 생산과 소비를 주도하며 기술 혁신과 산업 운영을 실현하는 실천적 주체로 기능한다[13].

생산인구는 지역의 경제성장에 핵심 연령층으로 평가받고 있다(Table 1.). 이는 생산인구가 지역산업의 작동을 위한 '조건'이자 성장의 '결과'를 동시에 형성한다는 점에서 중요한 시사점을 제공한다. 대표적으로 권경환 & 최연태(2014)는 동남권 기초지자체를 대상으로 산업단지에 대한 재정 지원이 지역 경제 성과에 미치는 영향을 분석한 결과, 산업단지 투자와 생산가능인구 중심의 인프라 확충이 GRDP, 고용, 수출 등의 지표에 긍정적으로 작용함을 실증적으로 밝혔다[14]. 이처럼 생산가능인구와 지역산업 자본 간의 상호작용은 경제성과를 견인하는 구조로 작동한다. 한편, 김원규 & 황원식(2017)은 거시적 차원의 분석을 통해 한국 전체 자료에서 생산가능인구 비중이 0.1%p 감소할 경우 투자(-0.96%), 노동 투입(-0.22%), 총요소생산성(-0.07%), GDP(-0.30%) 등 주요 성장 요소가 동반 하락한다는 결과를 제시하였다[15]. 이는 생산가능인구의 축소가 단지 노동 공급의 위축에 그치지 않고, 자본형성·생산성·소득창출 등 경제 전반의 역동성 저하로 이어질 수 있음을 보여준다. 이 외에

Table 1. Summary of literature on working-age population and regional balanced development

Category	Key research findings & analysis	Ref.
Economic value and growth drivers	Budgetary support for industrial complexes and infrastructure for the productive population positively affects GRDP, employment, and exports.	Kwon & Choi (2014) [14]
	A 0.1%p decrease in the productive population share leads to a concurrent decline in investment and GDP.	Kim & Hwang (2017) [15]
	Expansion of the economically active population and the 30~49 age bracket significantly enhances economic growth rates.	Kim & Kwak (2007) [16]
	Productive population growth accounts for approximately 20% of GDP per capita growth and 12% of regional income disparity.	Zhang et al. (2015) [17]
	A higher proportion of the core age group (30~44) is associated with rising regional productivity growth rates.	Brunow & Hirte (2006) [18]
Skilled labor agglomeration and resilience	Cities with higher concentrations of high-skilled labor experience smaller increases in unemployment and faster economic recovery during recessions.	Lee (2014) [19]
	Poor working environments and labor supply imbalances in aging industrial complexes hinder the innovation capacity of firms.	Yang (2018) [20]
	External conditions, such as demographic structure and residential environments, play a decisive role in the decline of industrial complexes.	Jin & Hur (2014) [21]
Amenity and regional growth	Concentration of the productive population in the Seoul Capital Area weakens the growth foundation of local industrial cities, constraining balanced national development.	Heo et al. (2025) [22]
	“Creative Class” Theory: Urban environments rich in culture and arts are critical factors in attracting top talent.	Florida (2002) [23]
	Historical cultural assets attract high-skilled talent and lead to an overall increase in regional wages.	Falck et al. (2018) [24]
	Empirically demonstrated that cultural infrastructure contributes to regional growth through the mediation of creativity and innovation.	Cerisola (2019) [25]
	Regions with abundant cultural heritage tend to exhibit higher GRDP growth rates.	Kostakis & Lolos (2024) [26]

도 김호범 & 곽소희(2007)는 경제활동인구 및 30~49세 인구 비중 확대가 경제성장률을 유의하게 제고함을 보고하였다[16]. 국외 연구에서도 유사한 결과가 확인되며, Zhang, Zhang & Zhang (2014)은 생산가능인구 증가가 1인당 GDP 성장의 약 20%, 지역 간 소득 격차의 12%를 설명한다고 제시하였다[17]. 유럽연합 지역을 대상으로 한 Brunow & Hirte (2006)의 연구에서는 30~44세 중핵 연령층의 비중이 높을수록 지역 생산성 증가율이 상승하는 경향을 발견하였다[18]. 이러한 실증적 결과는 산업 클러스터나 제조업 중심 지역에서 풍부한 생산가능인구가 경제적 성과의 핵심적 기반으로 작동함을 뒷받침하며, 지역균형발전을 위한 인구구조 개선이 단순한 복지 이슈를 넘어 전략적 성장 요인으로 접근되어야 함을 시사한다.

숙련된 생산인구의 집적(agglomeration)은 지역 산업의 혁신성과 회복탄력성을 강화하는 핵심 요인으로 작용한다(Table 1.). Lee (2014)의 연구를 살펴보면, 2008~2009년 경기침체기 영국 60개 도시를 대상으로 분석한 결과, 고숙련 인력이 밀집한 도시일수록 실업 증가 폭이 작고 경제 회복 속도가 빨라 외부 충격에 대한 복원력이 크다는 점을 실증적으로 제시하였다[19]. 반면, 숙련 인력의 지속적 유출과 고령화가 심화되는 지역은 기술 갱신과 생산성 향상에 필요한 내부 역량이 약화되어 산업 쇠퇴의 위험이 높아진다. 양원탁 (2018)은 노후 산업단지 사례에서 열악한 근로환경과 인력 수급 불균형이 기업의 혁신역량을 저해한다는 사실을 실증적으로 제시하였다[20]. 이와 유사하게 진정규 & 허재완(2014)의 연구는 전국 일반 산업단지를 대상으로 한 분석에서 인구구조와 주거환경 등 외부 여건이 산업단지 쇠퇴에 주요한 영향을 미친다는 결과를 도출하였다[21]. 이러한 결과는 숙련된 생산가능인구의 확보뿐 아니라, 정주 여건을 포함한 거주·근로 환경의 질이 지역산업의 지속성과 혁신역량에 결정적 역할을 한다는 점을 시사한다. 따라서 지역의 지속 가능한 성장과 산업 혁신을 도모하기 위해서는 청년·중년 숙련 인구의 유입과 정착을 유도할 수 있는 환경을 구축하고, 이는 물리적 인프라뿐 아니라 인적 자원 기반의 질적 전략으로 접근할 필요가 있다.

생산인구의 지역 간 균형 분포는 국가 전체의 지속가능한 균형발전에 핵심적이다(Table 1.). 허문구, 박민성 & 이준영(2025)은 청년층을 포함한 생산가능인구의 수도권 집중과 지방 유출이 지방 산업도시의 성장 기반을 약화시키며, 결과적으로 국가 균형발전 전략에 구조적 제약을 초래한다고 지적하였다[22]. 또한 인구의 수도권 편중은 지방 기업의 인력 확보를 어렵게 만들고, 소비·세수 기반을 약화시켜 장기적인 지역 침체와 악순환의 구조를 유발한다. Florida (2002)는 ‘창조계급(creative class)’ 이론을 통해 문화·예술·여가 기반의 도시 환경이 인재 유입에 결정적 영향을 미친다고 설명하였으며, 최근 도시경제학에서도 정주 여건을 구성하는 다양한 도시 어메니티가 고학력·고숙련 인재의 입지 선택에 핵심 요인으로 작용함을 강조한다[23]. 대표적으로 Falck et al. (2018)은 독일 바흐 오페라하우스를 사례로, 역사적 문화자산이 고숙련 인재 유입을 이끌고 생산성 외부효과를 통해 지역 임금 전반을 상승시킨다고 분석하였다[24]. Cerisola (2019)는 문화 인프라가 창의성과 혁신을 매개로 지역 성장에 기여하며, Kostakis & Lolos (2024)는 문화유산이 풍부한 지역일수록 GRDP 증가율이 높다는 점을 각각 실증하였다[25~26]. 따라서 생산가능인구의 균형 분산을 위해서는 단순한 인구 유입을 넘어, 삶의 질과 직결된 정주 환경의 질적 개선과 산업기반 구축을 병행하는 종합적 전략이 필요할 것으로 판단된다.

ⓒ 2026. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.

Table 2. Summary of variables

Variables			Description	Unit	Source
Dependent	Change rate in working-age population		Change rate in working-age population (aged 15~64) in 2024 compared to 2020	percent	Statistics Korea
Independent	Industrial indicators	Designated area	Industrial Complex Designated Area	thousand m²	Industrial land information system
		Total number of firms	Share of Firms Located in Each Industrial Complex (out of all firms)	units	
		Production efficiency per tenant firm	Total production of the industrial complex / Number of tenant firms	million KRW per unit	
		Production efficiency per employee	Total production of the industrial complex / Number of employees	million KRW per person	
		Production efficiency per unit area	Total production of the industrial complex / (Number of employees×Industrial land area)	million KRW per (person·thousand m^2)	
	Housing indicators	Number of detached houses	Number of detached houses per 1,000 residents within the administrative district (city/county) of the industrial complex	number	Statistics Korea
		Number of multi-family housing units	Number of multi-family housing units per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	
		Number of apartment units	Number of apartments per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	
		Number of row houses	Number of row houses per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	
	Urban services & cultural infrastructure	Number of general hospitals	Number of general hospitals per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	Ministry of the interior and safety
		Number of large-scale commercial facilities	Number of large retail/commercial facilities per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	
		Number of museums and art galleries	Number of museums and art galleries per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	
		Number of performance venues	Number of performance halls/theaters per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	
		Number of comprehensive sports facilities	Number of comprehensive sports facilities per 1,000 residents within the administrative district of the industrial complex	number	

3. 연구 방법

3.1. 분석 범위

1) 연구 대상

본 연구는 2024년 기준 전국 산업단지 통계 중, 조성 완료된 392개의 '일반산업단지'를 연구 대상으로 설정하였다. 국내 산업단지는 「산업입지법」 제2조에 따라 국가 산업단지, 일반산업단지, 도시첨단 산업단지, 그리고 농공단지로 크게 4가지로 분류된다.[2] 그 중 일반산업단지는 산업의 지방분산 및 지역경제 활성화에 주된 목적을 두는 산업단지로, 산업단지를 통한 전반적인 국토 지역의 정주환경·생활환경 기반의 역할 변화를 분석할 수 있는 산업단지 유형이다.

일반산업단지는 지역의 산업 구조와 생활환경을 동시에 변화시키는 특징을 가진다. 먼저 일반산업단지의 생산액은 전체 산업단지 생산액의 41% 이상의 비중을 가지고 있어 전국 산업 기반 도시의 대표적 특성을 반영하는 분석 단위로서 의미가 크다[27]. 다음으로, 일반산업단지는 수도권과 지방을 포함한 전국 각지에 다양한 규모를 분포하고 있어, 산업과 주거, 그리고 생활·문화 인프라의 구성 차이가 지역 인구 변화에 미치는 영향을 실증적으로 규명할 수 있는 중요한 분석 단위를 제공한다[28]. 마지막으로 일반산업단지는 국가 중앙기관에 의해 운영 및 관리되는 국가산업단지와 달리, 각 지방자치단체와 기초자치단체에 의해 운영 및 관리가 이루어진다. 이러한 점은 일반산업단지가 산업의 적절한 지방분산과 지역경제 활성화를 주요 목적으로 하는 동시에, 산업활동뿐 아니라 인구 유입과 지역 정주성 강화에 기여하는 생활 기반형 산업입지로 기능할 수 있다.

2) 종속 변수: 생산인구 변화율(2020~2024)

본 연구의 종속 변수는 2020년부터 2024년까지 최근 5년간의 생산인구 변화율로 설정하였다(Table 1.). 이는 지역별로 고유한 인구 규모가 크게 상이한 상황 속에서, 절대 인구수보다 생산인구의 변화율을 활용함으로써 산업기반 특성과 정주역량의 차이로 인구 증감에 반영되는 것을 정확하게 파악하기 위함이다.

3) 독립 변수: 산업·주거·생활 문화시설 지표

독립 변수는 세가지 범주로 나뉘며, 1) 산업지표, 2) 주거지표, 그리고 3) 생활·문화 시설 지표로 구성된다(Table 2.).

먼저, 산업 지표는 한국산업단지공단의 '전국산업단지현황통계' 내에서 제공하는 개별 산업단지 속성 데이터를 중심으로 선정하였다. 해당 통계 자료에서는 산업단지 당 1) 지정면적, 2) 지정면적 내 산업시설면적, 3) 산업시설 면적 내 분양대상 면적, 4) 분양률, 5) 전체 기업 수, 6) 종사자수(총, 남, 여), 그리고 7) 생산량(원단위)과 8) 수출량(달러단위) 등이 제공된다. 해당 자료를 기반으로 생산연령 인구 변화와의 관련성을 고려하여 산업 기반의 구조적 특성을 반영

할 수 있는 지표를 중심으로 변수를 선정하였다. 우선, 산업단지 지정면적은 산업단지의 물리적 규모를 나타내는 지표로 활용되었다. 또한, 전체 기업 수는 산업단지 내 입주한 기업의 규모를 나타내어, 산업집적 및 규모 수준을 나타내는 지표로 활용되었다. 다음으로, 생산량 자료를 바탕으로 산정한 입주기업당 생산효율과 종사자당 생산효율은 생산량을 각각 입주기업 수와 종사자 수로 나누어 산출하였으며, 단위 기업 및 종사자의 생산성을 반영하는 변수로 선정하였다. 마지막으로 면적당 생산효율은 산업면적 대비 생산량과 고용규모를 결합한 종합적 효율성 지표로, 생산량을 종사자 수와 산업면적을 곱한 값으로 나누어 산출하였다. 이러한 지표들은 산업단지가 지역 경제 및 고용 기반 형성에 기여하는 정도를 포착하며, 산업 기반 자체가 생산연령인구 변화에 어떠한 매개적 구조를 통해 영향을 미치는지를 분석하는 데 중요한 설명력을 제공한다.

다음으로, 주거지표는 산업단지가 위치한 행정구(군)의 인구 1,000명당 주거 유형별 주택 수를 기준으로 산정하였다. 주택유형 구성의 차이가 지역 인구구조와 연령대별 분포에 유의미한 영향을 미치며, 다가구 및 다세대주택의 공급이 지역의 인구구성을 다양화하고, 사회·경제적 구조변화를 유발할 수 있다는 연구 결과도 제시되고 있다[29~30]. 이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 단독주택, 다세대주택, 아파트, 연립주택과 같은 네 가지 주택 유형을 주거지표로 선정하였으며, 통계청에서 제공하는 자료를 이용하였다. 해당 지표는 지역 주민의 주거 선택 폭과 정주 안정성을 설명하는 핵심 요소로 작용한다. 특히 산업단지 주변의 주거 기반은 생산연령인구의 유입과 장기적 지역 정착을 결정하는 중요한 생활 여건으로, 산업기반 도시의 인구 변화를 설명하는 데 중요한 변수이다. 이와 같은 주거지표의 중요성은 기존 연구에서도 확인되는데, 진정규·허재완(2014)의 전국 일반산업단지 실증분석에서는 산업단지 쇠퇴가 산업단지 내부적 요인뿐 아니라 신규 및 노후 건축물 비율과 같은 배후도시의 외부적 요인에 의해서도 크게 영향을 받는 것으로 나타났다[31]. 이는 산업단지의 지속가능성과 인구 유지력을 해석하는 데 있어 주거·도시환경과 같은 생활 기반 요소가 필수적임을 시사한다. 따라서 본 연구에서는 생산연령인구 변화의 구조적 요인을 파악하기 위해 지역 주거 구성의 다양성과 정주 기반의 안정성을 반영하는 주택 유형별 공급 지표를 독립변수에 포함하였다.

마지막으로, 생활·문화 시설 지표는 산업단지가 위치한 지역의 일상적 생활환경과 문화적 접근성을 반영하는 변수들로 구성하였다. 최근 연구들에서 비수도권의 청년층 유출과 산업 기반 약화가 지역 간 불균형을 심화시키는 핵심 요인으로 지적되고 있으며, 이러한 흐름에는 생활권 기반 어메니티의 부족이 정주 선택에 영향을 미친다는 점이 중요한 배경으로 작용한다[22]. 또한 청년층의 지역 선택 요인을 분석한 임태경(2023)의 연구에서도 문화 공연 환경이 산업·고용 기반과 결합될 경우 정주 매력도에 기여할 가능성이 제기된 바 있다[32]. 또한, 문화시설은 고숙련·고학력 인재 유입을 촉진하며 지역 생산성과 인적자본 축적에 긍정적 영향을 미치는 요인으로 확인되고 있다[33~34]. 이러한 논의는 생활·문화 인프라가 인구 유지·유입뿐 아니라 장기적 지역 경쟁력과도 연결되는 구조적 요소임을 시사한다. 또한 지역 내 대형병원은 의료 접근성을 반영하는 동시에, 지역의 생활 안정성과 삶의 질을 높이는 중요한 인프라로 장기적 정주 결정 요인으로 작용한다[35]. 그리고 대규모 상업시설은 소비 기반과 도시의 상업적 활력을 대표하며, 박물관·미술관과 공연장은 지역의 문화자원 수준과 여가 접근성을 반영한다. 종합하자면, 생활·문화 인프라 지표는 생산연령인구의 정주성을 강화하고 지역 경쟁력을 높이는 데 중요한 생활권 수준의 요인으로서, 산업기반 도시의 인구 변화 분석에서 중요한 역할을 수행한다. 이에 본 연구는 인구 1,000명 당 대형병원 수, 대규모 상업시설 수, 박물관 및 미술관 수, 공연장 수, 그리고 종합스포츠시설 수를 변수로 활용하였으며, 행정안전부에서 제공하는 인허가 데이터를 이용하였다.

3.2. 분석 방법

1) 분석 변수 선정

본 연구의 분석 변수를 도출하기 위한 절차는 다음과 같다. 먼저, 392개의 일반산업단지 데이터 중에서 이상치를 제거한 321개의 데이터를 구축하였다. 이는 산업의 규모나 생산량, 그리고 고밀도 인구 기반에 따른 주거 및 생활·문화 인프라 변수로 인한 전체 추정 결과를 왜곡할 가능성을 최소화하기 위함이다. 다음으로, 피어슨 상관계수 분석과 다중공선성 확인을 통해 2024년 기준 1) 산업지표, 2) 주거지표, 그리고 3) 생활·문화 인프라 지표 중 생산인구 변화율과 높은 상관관계를 가지면서도, 독립변수 간 상관도가 낮은 변수 14개를 최종적으로 선정하였다(Table 2.).

2) Random Forest

본 연구에서 국내 산업도시 내 산업 기반과 생활편의 인프라 간의 조화가 지역 인구 유지에 미치는 영향을 예측하기 위해 Random Forest(RF) 모형을 사용하였다.

Random Forest는 여러 개의 결정 트리를 무작위 방식으로 생성하고 이를 집합적으로 활용해 예측력을 높이는 대표적 앙상블 방법이다[36]. Random Forest 모델에서 개별 트리(tree)는 서로 다른 관측치와 변수 조합을 기반으로 학습되기 때문에, 하나의 트리에 과도하게 의존하면서 발생하는 과적합 문제를 자연스럽게 완화하며, 보다 견고한 예측 결과를 도출할 수 있다. 또한 Random Forest는 각 변수가 모델의 성능 향상에 기여하는 정도를 정량화하여 제시하는데, 이러한 변수 중요도 산정 기능은 복잡한 요인 간 관계를 해석하고 정책적으로 의미 있는 변수를 식별하는 데 유용하다[37].

Random Forest 예측 모델 성능과 안정성 확보를 위해서는 최적 하이퍼파라미터를 추출이 필요하다. 이에 본 연구에서는 전체 자료를 학습용과 검증용으로 80:20의 비율로 분할한 뒤, 모델의 성능을 결정하는 핵심 요소인 mtry와 ntree의 후보값을 체계적으로 탐색하여 최적 조합을 도출하였다. 이를 위해 여러 하이퍼파라미터 조합에 대해 반복 학습과 예측을 수행하고, 검증 데이터의 RMSE·MAE·SMAPE·R^2값을 종합적으로 비교하였다.

3) 산업도시 유형화: SHAP분석 및 군집화

RF 기반 SHAP (Shapley Additive Explanations)분석을 통해 변수별 영향력을 정량적으로 해석한 후, 이러한 결과를 프로파일로 전환하여 산업단지가 위치한 도시를 K-means 방식으로 유형화하였다. SHAP 분석은 RF와 같은 머신러닝 모델 내부의 복잡한 예측 구

ⓒ 2026. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.

Table 3. Descriptive statistics

Variables			Mean	Max	Min	SD
Dependent	Change rate in working-age population		0.006	0.239	-0.131	0.073
Independent	Industrial indicators	Designated area	726.040	3,329.000	48.000	689.290
		Total number of firms	79.044	1,034.000	3.000	143.727
		Production efficiency per tenant firm	23,941.440	715,205.714	20.896	55,523.185
		Production efficiency per employee	417.895	1877.125	0.992	364.480
		Production efficiency per unit area	2.039	13.258	0.004	2.663
	Housing indicators	Number of detached houses	105.360	394.635	8.170	78.073
		Number of multi-family housing units	21.124	76.627	0.225	16.272
		Number of apartment units	267.343	396.038	55.905	56.022
		Number of row houses	9.569	21.695	2.195	4.832
	Urban services & cultural infrastructure	Number of general hospitals	0.113	0.565	0.000	0.120
		Number of large-scale commercial facilities	0.044	0.252	0.000	0.051
		Number of museums and art galleries	0.024	0.088	0.000	0.019
		Number of performance venues	0.017	0.050	0.000	0.010
		Number of comprehensive sports facilities	0.005	0.026	0.000	0.006

조를 해석하는 데 사용되는 해석 알고리즘이다. SHAP 값은 각 변수가 전체 예측 모형에 기여하는 정도를 정량화한 지표로, 절댓값이 클수록 해당 변수가 결과값을 설명하는 데 더 큰 비중을 차지했음을 의미한다[38].

또한, SHAP 기반 K-means 군집화는 단순한 지표 수준의 비교를 넘어, 산업·주거, 그리고 생활·문화 인프라 요인이 생산인구 변화에 기여하는 방식의 구조적 패턴을 기준으로 지역을 유형화할 수 있다. K-means 군집화는 분석 데이터 패턴 인식 및 머신러닝에서 사용되는 비지도 학습 알고리즘이다[39~40]. 해당 군집 방법론은 다차원 데이터 세트 내에서 샘플 간의 유클리드 거리를 기반으로 유사성을 계산한다[40]. 이에 따라 각 변수의 기여도를 SHAP 값으로 정량화하여 프로파일로 전환한 뒤, 유사한 영향 구조를 갖는 지역들을 하나의 집단으로 분류할 수 있다. 또한 이러한 접근 방식은 지역의 규모나 단순 입지 조건보다 도시 내부 인프라 구성의 복합적 상호작용 구조에 초점을 맞추어 도시를 해석할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

4. 분석 결과

4.1. 기초통계량

산업단지 조성 지역의 생산인구 증가율은 평균 0.006로 나타나 산업단지 비조성 지역까지 포함한 전국 생산인구 증가율인 −0.041보다 높은 값을 보였다(Table 3.).[3] 이를 통해 산업단지 조성 지역에서 일정 수준의 인구 유지 및 인구 유입 효과가 이루어진 경향이 있음을 알 수 있다. 또한 최대 증가율은 0.239로 일부 지역에서는 산업단지 조성지에서 비교적 높은 인구 유입 효과를 보였으나, 최소값은 −0.131으로 나타나 생산인구가 오히려 감소한 지역도 적지 않음을 보여준다. 표준편차가 0.073으로 비교적 큰 편에 속하는 점은 산업단지 조성이 지역 간 인구 변화에 미치는 영향이 균일하지 않고, 지역의 산업·주거, 그리고 생활·문화 인프라 조건에 따라 매우 상이하게 발현되고 있음을 보여준다.

산업단지의 물리적 규모와 산업활동 수준을 나타내는 변수들은 전체적으로 대상지 간 편차가 매우 큰 구조를 보인다. 지정면적은 평균치 대비 표준편차가 크고, 최소·최대값의 차이가 수십 배에 달한다. 이는 산업단지가 전국적으로 소규모 단지부터 광역적 규모의 대단지까지 다양한 공간적 스케일로 조성되어 왔음을 의미한다. 또한 전체 기업 수와 종사자 수 역시 큰 변위를 보이며, 산업기반의 축적과 산업 인력 규모가 지역마다 비대칭적임을 확인할 수 있다. 생산효율 관련 지표(입주기업당·종사자당·면적당 생산 효율)는 평균과 최대값의 차이가 크고 표준편차도 높아, 일부 산업단지가 고부가가치 산업 중심의 고효율 구조를 갖지만, 다수의 산업단지는 여전히 저효율·저생산 구조에 머물러 있음을 시사한다. 이는 산업단지 간 생산성 격차가 인구 유입 및 지역 성장의 불균형으로 이어질 수 있음을 보여준다.

주거지표는 산업단지 주변의 생활 기반이 어떠한 형태의 주거 유형을 중심으로 구성되어 있는지를 보여준다. 단독주택은 평균 105.360호/1,000명으로 나타나, 산업단지 인근이 전반적으로 저층·단독주택 중심의 전통적 주거지 성격을 여전히 유지하고 있음을 시사한다. 반면 아파트는 평균 267.343호/1,000명으로, 산업단지 주변 거주자의 실질적인 주거 기반이 고층 공동주택에 크게 의존하고 있음을 보여준다. 다세대·연립주택은 전체적으로 매우 낮은 수준을 보이며 표준편차도 작아, 많은 산업 기반 도시에서 해당 주거 유형이 부족한 것으로 나타난다. 이러한 경향은 다양한 연령층·직주 특성·생활 패턴을 수용하는 데 한계가 있다. 이외에도 주거 지표 내에서 산업 도시 간 최대·최소 격차가 크게 나타난 점은, 동일한 산업기능을 수행하는 도시라도 정주 기반의 현대화 정도가 지역마다 상이함을 시사한다.

생활·문화 시설 지표에서는 전반적으로 낮은 값을 보인다. 대형병원·대규모 상업시설·박물관·미술관·공연장·영화관·종합스포츠시설 등 대부분의 지표에서 평균값이 0.005~0.044 수준에 머물고, 최대값 역시 0.026~0.565 정도에 불과하다. 이는 상당수 산업 도시에서 생활·문화 인프라가 사실상 부재한 상태임을 의미한다. 또한 이러한 결과는 산업 기능이 아무리 강하더라도 생활권의 질이 일정 수준에 미치지 못하면 정주 매력도가 낮게 형성될 수 있다는 구조적 한계를 드러낸다. 특히 문화·여가·의료 인프라가 일부 도시에만 집중된 현상은, 산업 기반이 유사하더라도 생활환경의 격차에 의해 인구 유입력과 장기적 인구 유지율이 크게 달라질 수 있음을 시사한다.

Table 4. Model performance

Category	Item	Value
Parameter	mtry	6
	ntree	800
Metric	RMSE	0.031
	MAE	0.020
	SMAPE	60.658
	R^2	0.874

Table 5. Mean SHAP values and rankings of features

Variables	Type of indicators	Mean_abs_shap
Number of detached houses	Housing indicators	0.018
Number of apartment units	Housing indicators	0.010
Number of comprehensive sports facilities	Urban services & cultural infrastructure	0.010
Number of multi-family housing units	Housing indicators	0.007
Number of museums and art galleries	Urban services & cultural infrastructure	0.006
Number of performance venues	Urban services & cultural infrastructure	0.004
Number of row houses	Housing indicators	0.004
Number of general hospitals	Urban services & cultural infrastructure	0.003
Production efficiency per tenant firm	Industrial indicators	0.003
Number of large-scale commercial facilities	Urban services & cultural infrastructure	0.002
Total number of firms	Industrial indicators	0.002
Production efficiency per Unit area	Industrial indicators	0.001
Designated area	Industrial indicators	0.001
Production efficiency per employee	Industrial indicators	0.001

4.2. 분석모형 성능 및 군집 분류

RF 예측 모델 성능 분석 결과, mtry=6, ntree=800이 가장 우수한 성능을 보이는 조합으로 확인되었다. 해당 모델은 RMSE 0.031, MAE 0.020, SMAPE 60.658, R^2 0.874으로 나타나 전반적으로 높은 예측 정확도와 안정성을 확보하였다(Table 4.).

또한 SHAP 평균절대값 분석 결과, 전체 변수 중 주거 지표와 생활·문화 지표가 높은 값을 보였다(Table 5.). 그 중에서 주거 지표는 단독주택과 아파트, 그리고 공동주택이 높은 SHAP값을 보였으며, 생활·문화 지표에서는 종합 스포츠 시설과 박물관 및 미술관, 그리고 공연장이 SHAP값 상위권을 차지하였다. 이러한 결과는 기초통계량에서 확인된 것처럼, 산업단지 주변에 다양한 주거 유형의 존재가 실제로 지역 정주 기반의 질적 수준을 결정짓는 핵심 요소임을 알 수 있다. 또한 대부분의 산업도시의 생활·문화 인프라 수준이 낮음에도 이러한 시설의 존재 여부가 산업도시의 정주 및 지속성에 상당한 영향을 미치고 있음을 시사한다.

그러나 산업 지표와 같은 경우, 대체로 낮은 SHAP값을 보였다(Table 5.). 이러한 결과는 기초통계량에서 확인된 것처럼 산업 지표의 규모 편차가 매우 크고 비대칭적임에도 불구하고, 산업 기반 자체가 인구 유지에 미치는 직접적인 영향은 제한적이라는 점을 시사한다. 즉, 산업단지의 생산성이나 규모만으로는 지역의 정주성을 설명하기에는 한계가 있으며, 생활·문화 및 주거 기반의 질적 수준이 결합될 때 지역 인구 유지 효과가 발현되는 구조임을 보여준다.

Table 6. Silhouette coefficient for K

K	Silhouette	Rank
2	0.406	1
3	0.374	4
4	**0.392**	**2**
5	0.377	3
6	0.359	5

또한 RF 기반 SHAP 값을 통해 개별 산업단지가 위치한 지역별 프로파일로 구성하여 k-means 군집화를 실시하였다. Silhouette 분석 결과 최적 군집 수는 k=2로 나타났으나(Silhouette value: 0.406), 충분한 군집 간 변별력과 해석과 분석을 위해 그 다음으로 높은 실루엣 값을 보인, k=4 (Silhouette value: 0.392)를 적용하였다(Table 6.).

4.3. Random Forest 기반 군집 유형별 특성

RF 기반 SHAP 프로파일을 활용한 K-means 군집화 결과, 네 개의 유형(Cluster A, B, C, D)은 산업·주거·생활·문화 인프라가 생산인구 변화에 기여하는 구조적 패턴에서 서로 다른 양상을 보였다(Table 7.). 이에 더해 각 유형은 지역 규모와 공간적 맥락에 따라 상이한 분포와 인구 변화 경향을 보였다(Table 8.). 특히 이러한 군집 간 차이는 생산인구가 지역산업의 작동 기반이자 지역 균형발전의 구조적 조건을 형성하는 핵심 변수임을 보여준다는 점에서 의의를 가진다. 또한 산업단지 조성 지역의 인구 변화가 단일 요인이 아닌 복합적 영향 구조 속에서 나타날 수 있음을 시사한다.

먼저 Cluster A는 생활·문화 인프라의 영향력이 가장 크게 나타난 군집(0.556)으로, 전체 기여도의 절반 이상이 생활·문화 시설에서 산출되었다(Table 7.). 또한 해당 군집의 생산인구 증가율은 0.025로 네 군집 중 상대적으로 높은 수준을 보인다. 이는 생활·문화 기반의 비중이 높은 지역에서 인구 변동이 비교적 안정적인 경향을 보였다는 점을 보여준다.

특히 Cluster A는 수도권(25개)과 지방광역도시(18개)의 비중이 상대적으로 높다(Table 8.). 이는 대규모 도시에서 관찰되는 생활·문화 서비스의 집적성과 군집의 특성이 일정 부분 연관될 수 있다. 그러나 이들 지역군의 평균 생산인구 변화율(산업단지 비조성지 포함)이 각각 -0.02(수도권), -0.06(지방광역도시)인 것과 달리, Cluster A에 속한 지역들은 0.025의 증가율을 보인다. 이러한 차이는 해당 군집이 지역군 평균과는 다른 생활·문화 인프라 중심의 영향 구조가 뚜렷하게 나타나는 군집으로서 인구 변동 측면에서 긍정적인 결과가 나타날 수 있는 유형이라 볼 수 있다. 즉 생활·문화 인프라가 생산인구의 정주성과 경제활동 참여를 강화하는 핵심 기반임을 실증적으로 뒷받침한다.

Cluster B는 주거 인프라의 영향력이 가장 두드러지며(0.716), 네 군집 중 특정 단일 요인의 비중이 가장 높게 나타났다(Table 7.). 생산인구 증가율은 -0.022로 감소 경향을 보이는데, 이는 주거 인프라가 상대적으로 크게 작용하는 지역에서 인구 변화가 정체·감소하

ⓒ 2026. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.

Table 7. SHAP values by clusters

Clusters	Change rate in working-age population	Shap-type of indicators			
		Industrial indicators	Housing indicators	Urban services & cultural infrastructure	Total
A	0.025	0.105	0.339	**0.556**	1
B	-0.022	0.057	**0.716**	0.228	1
C	0.020	0.116	**0.534**	**0.350**	1
D	-0.034	**0.274**	**0.310**	**0.416**	1

Table 8. Changes in the working-age population by urban classification and clusters (including non-industrial cities)

Region	Change rate in working-age population	Clusters			
		A	B	C	D
Metropolitan city	-0.023	**25**	19	34	3
Regional metropolitan city	-0.063	**18**	1	22	**14**
Regional small and medium-sized city	-0.036	36	**62**	**79**	**8**
Total	-0.041	79	82	135	25

는 모습이 관찰된다는 점을 의미한다.

또한 이 군집의 상당수가 지방 중소도시에 위치하고 있으며(82개 중 62개), 이러한 지역적 분포는 군집의 특성이 도시 규모 또는 지역적 조건과 일정하게 연관될 가능성을 시사한다(Table 8.). 실제로 지방 중소도시의 평균 생산인구 변화율이 −0.03임을 고려하면, 지방 중소도시 비중이 높은 Cluster B의 변화율 −0.022는 이 지역군에서 관찰되는 전반적 감소 양상과 비슷한 경향을 보인다. 이는 주거 위주의 단일 인프라 확충만으로는 생산인구의 유출을 방지하기 어렵고, 해당 연령층이 지속적으로 이탈할 경우 지역의 경제 성장 가능성과 회복탄력성이 약화될 수 있음을 보여준다.

Cluster C는 주거(0.534)와 생활·문화 인프라(0.349)가 비교적 균형적으로 나타나는 유형이다(Table 7.). 이 군집의 생산인구 증가율은 0.020으로, 특정 인프라에 편중되지 않은 복합적 구성 속에서 인구 변동이 비교적 안정적으로 관찰된다. 135개의 지역이 이 군집에 속해, 산업단지 조성 지역에서 나타나는 전형적 패턴으로 해석될 가능성이 있다.

Cluster C는 수도권·지방 광역도시·지방 중소도시에 걸쳐 고르게 분포하며, 특정 규모의 도시군에 집중되지 않는다는 점이 특징이다(Table 8.). 이러한 분포는 주거 기반과 생활·문화 인프라가 일정 수준 이상 확보된 지역에서 유사한 영향 구조가 형성될 수 있음을 의미한다. 그러나 이들이 위치한 지역군의 평균 생산인구 변화율과 달리, Cluster C는 0.020의 증가율을 나타낸다. 이러한 차이는 Cluster C가 도시 규모나 지역적 맥락보다 인프라의 질적 조합에 의해 생산인구 변화가 설명되는 유형임을 보여주며, 균형 잡힌 주거·생활·문화 기반이 산업도시의 생산가능인구 유지에 실질적 기여를 할 수 있음을 시사한다.

마지막으로 Cluster D는 산업(0.274), 주거(0.310), 생활·문화 인프라(0.416)가 모두 일정 비중을 차지하는 균형형 구조를 보인다(Table 7.). 세 인프라 요소가 고르게 기여하는 이러한 영향 구조는 분석 대상 전체에서 상대적으로 드물게 나타나는 유형으로, 총 25개 지역이 이에 포함된다. 그러나 생산인구 증가율은 −0.034로 네 군집 중 감소 폭이 가장 크게 나타나, 인프라의 균형 자체만으로는 생산가능인구의 유지·증가를 설명하기 어렵다는 점을 보여준다.

가장 적은 표본을 가진 Cluster D는 지방 광역도시나 지방 중소도시 등 비수도권 지역에 주로 분포한다(Table 8.). 이러한 결과는 Cluster B와 마찬가지로 군집의 특성이 지역적 조건과 높은 연관성을 지닐 가능성을 시사한다. 즉, 비수도권의 구조적 인구감소, 산업기반의 취약성, 고령화 등 지역적 맥락이 인프라 구성의 효과를 상쇄하며 생산인구감소를 유발하는 것으로 해석될 수 있다.

5. 논의 및 결론

본 연구는 산업단지를 단순한 생산·고용의 공간으로 바라보는 기존 관점을 넘어, 산업·주거, 그리고 생활·문화 인프라가 결합되는 방식이 지역의 인구 유지력에 어떠한 구조적 경향을 만들어내는지를 실증적으로 규명하고자 하였다. 이를 위해 2020~2024년 전국 일반산업단지를 대상으로 지역경제 활력·혁신역량·균형발전에 직접적인 영향을 미치는 생산가능인구의 변화율을 분석하고, Random Forest 기반 변수 중요도 산정과 SHAP-기반 K-means 군집화를 활용하여 산업 기반 도시 내부에서 드러나는 인프라 구성 패턴의 유형적 구조를 도출하였다. 이러한 접근은 개별 요인의 영향력 검토를 넘어, 도시 인프라 요소들이 결합될 때 나타나는 정주성의 패턴과 도시적 시너지 구조를 밝히는 데 목적이 있다.

분석 결과, 산업 기반의 절대 규모보다 주거 및 생활·문화 인프라의 구성 방식이 생산연령인구 변화와 더욱 밀접하게 연계되어 있음이 확인되었다. 특히 생활·문화 인프라 비중이 높은 군집 유형에서 상대적으로 높은 생산인구 증가율이 관찰되었으며, 반대로 주거 인프라가 편중된 유형에서는 지방 중소도시에서 공통적으로 나타나는 (생산)인구감소 경향이 보였다. 또한 산업·주거, 그리고 생활·문화 인프라가 모두 일정 수준에서 구성된 유형에서는 오히려 생산인구 감소 폭이 크게 나타난 점은, 단순한 인프라의 양적 확보가 아닌 질적 구성·지역 맥락·상대적 조합의 불균형이 인구 유지력을 결정하는 주요 요인임을 보여준다.

이러한 결과는 산업단지가 더 이상 지역의 생산 중심 거점으로만 기능할 수 없으며, 지역의 인구구조 안정성을 확보하기 위해서는 생활권 기반의 복합 인프라 시스템으로 재해석되어야 함을 시사한다. 아울러 향후 산업단지 및 산업기반 도시 개발은 산업 수요 예측과 도시 계획적 판단을 결합한 체계적 전략 아래 추진될 필요가 있으며, 이러한 계획적 접근이 정주 기반 강화와도 직결될 수 있음을 보여준다. 또한 도시 내부에서 인프라 조합 방식에 따라 상이한 인구 패턴이 나타난다는 본 연구의 결과는, 지방도시 간 격차가 단순한 도시 규모가 아니라 생활권의 질적 차이와 일상성의 구조에서 기인한다는 도시·건축적 해석을 가능하게 한다.

본 연구는 산업 기반 도시의 인구 유지 전략이 단순한 산업 기능 강화에서 벗어나 생활권 수준의 종합적 인프라 구성이 필요함을 보여준다. 이에 따라 분석 결과를 바탕으로 도출한 실천적 계획 방향은 다음과 같다.

첫째, 산업 인프라와 생활 서비스 간의 '다층적 결합 구조'를 강화

해야 한다. 생산인구의 유입과 정착은 단순히 주거지를 제공하는 차원을 넘어, 문화·여가 인프라가 산업적 경제활동과 공간적으로 밀접하게 연계될 때 비로소 가시화되기 때문이다. 따라서 산업단지 계획 시 산업시설 용지와 문화·체육·의료 시설이 보행권 내에서 통합되는 복합 생활권 플랫폼으로의 전환이 요구된다.

둘째, 인구감소가 심화되는 지방 중소도시를 대상으로는 '거점형 어메니티 집적화 및 네트워크 강화 전략'을 추진해야 한다. 산업단지 종사자와 지역 주민이 공유할 수 있는 핵심 거점에 의료, 상업, 문화 기능을 집중적으로 배치하여 이용 효율성을 극대화함으로써 지역 쇠퇴에 대응하는 공간적 저지선을 마련해야 한다. 이는 개별 단지의 간헐적 개선보다 생활권 간 연속성을 확보하는 구조적 대응이 될 것이다.

그럼에도 본 연구는 산업단지 단위의 정량 자료를 기반으로 수행되었기 때문에 인프라의 질적 수준이나 실제 접근성을 충분히 반영하지 못했을 뿐만 아니라, 산업유형별 환경 특성 차이를 세분하여 고려하지 못한 한계가 있다. 특히 인프라의 존재 여부(개수)를 넘어 종사자가 체감하는 서비스의 질이나 실제 이용 행태를 파악하지 못한 점은 정책적 정교함을 확보하는 데 제약으로 작용할 수 있다.

향후 연구에서는 업종별 환경 민감도와 생활권 단위의 시·공간적 접근성 지표를 통합적으로 고찰하고, 패널 데이터 구축 및 도시권 네트워크 분석을 병행하여 인프라 구성과 인구 패턴 간의 구조적 연계성을 보다 정교하게 규명할 필요가 있다. 구체적으로는 GIS 분석을 활용한 보행권 내 인프라 접근 편의성 지표를 도입하고, 실제 거주민 및 근로자 대상의 심층 인터뷰나 설문조사를 병행함으로써 물리적 시설과 운영 프로그램이 결합된 '정주 만족도 메커니즘'을 실증하는 후속 논의를 전개할 필요가 있다.

References

[1] 김성권, 이우배, 국가산업단지의 일자리 창출에 영향을 미치는 경제적 요인에 관한 연구, 한국지역개발학회지, 제21권 제2호, 2009.06, pp.121-143. // (S.K. Kim, W.B. Lee, A study on finding economic factors of employment growth in a national industrial complex: A case of Changwon National Industrial Complex, Journal of the Korean Regional Development Association, 21(2), 2009.06, pp.121-143.)

[2] 성재욱, 오덕성, 지속가능한 복합산업단지 계획요소 도출 및 적용 사례분석. 한국산학기술학회 논문지, 제14권 제8호, 2013.08, pp.4058-4067. // (J.W. Sung, D.S. Oh, An analysis of planning elements and case study of sustainable mixed-use industrial park, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 14(8), 2013.08, pp.4058-4067.)

[3] 고영구, 허재완, 인구감소시대, 과잉개발의 문제와 정책방향. 한국지역경제연구, 제13권 제3호, 2015.12, pp.87-103. // (Y.K. Ko, J.W. Hur, Problems of overdevelopment and policy directions in population-declining era, Journal of Korea Regional Economics, 13(3), 2015.12, pp.87-103.)

[4] 김민석, 강민규, 개인 및 지역 특성을 고려한 비수도권 청년유출 영향요인 분석, 도시행정학보, 제36권 제2호, 2023.06, pp.47-66. // (M.S. Kim, M.G. Kang, An analysis of individual and regional factors influencing youth outflow from non-capital regions, Journal of the Korean Urban Management Association, 36(2), 2023.06, pp.47-66.)

[5] 경신원, 김남희, 청년인구 유입 및 활동을 위한 지방 중소도시 코워킹 스페이스 이용 실태분석, 국토연구, 제117호, 2023.06, pp.45-60. // (S.W. Kyung, N.H. Kim, An analysis of the actual conditions of using coworking spaces for youth activities in small and medium-sized cities, The Korea Spatial Planning Review, 117, 2023.06, pp.45-60.)

[6] 윤병훈 외 4인, 지방중소도시의 도시규모 적정화방안 연구, 국토연구, 제119호, 2023.12, pp.121-141. // (B.H. Yun et al., A study on city size optimization plans for local small and medium-sized cities, The Korea Spatial Planning Review, 119, 2023.12, pp.121-141.)

[7] 문영만, 홍장표, 청년층의 노동시장 격차 및 지역인재 유출요인: 수도권과 비수도권을 중심으로, 지역사회연구, 제25권, 제2호, 2017.06, pp.165-187. // (Y.M. Moon, J.P. Hong, Young generation's labour market gap and local brain drain: Focusing on metropolitan and non-metropolitan areas, Journal of Regional Studies, 25(2), 2017.06, pp.165-187.)

[8] 최예술, 지방 중소도시의 유출인구 직종 특성 분석, 국토연구, 제108호, 2021.03, pp.3-18. // (Y.S. Choi, The analysis of occupational characteristics of emigrants from small- and medium-sized cities in non-metropolitan areas in Korea, The Korea Spatial Planning Review, 108, 2021.03, pp.3-18.)

[9] 이다니엘, 안대환, 중소도시 발전 전략을 위한 국내 연구 동향 분석 - 키워드 네트워크 분석을 중심으로 -. 대한건축학회논문집, 제41권 제8호, 2025.08, pp.49-60. // (D. Lee, D.W. An, Exploring research trends and development strategies for small and medium-sized cities through keyword network analysis, Journal of the Architectural Institute of Korea, 41(8), 2025.08, pp.49-60.)

[10] F. Lan et al., How do population inflow and social infrastructure affect urban vitality? Evidence from 35 large-and medium-sized cities in China, Cities, 100, 2020, 102454.

[11] 이재송 외 3인, 산업단지 정주여건에 관한 종사자의 만족도 분석. 한국지역개발학회지, 제30권 제1호, 2018.03, pp.215-236. // (J.S. Lee et al., A study on satisfaction of the workers about the settlement conditions of industrial complex: Focused on industrial complexes in Gijang-Gun, Busan, Journal of the Korean Regional Development Association, 30(1), 2018.03, pp.215-236.)

[12] 조성철, 산업단지 배후지역의 정주여건이 산업시설용지 분양률에 미치는 효과, 부동산분석, 제3권 제2호, 2017.11, pp.77-92. // (S.C. Cho, Detecting the effects of settlement environments on the sales rate of industrial facility real estates, Journal of Real Estate Analysis, 3(2), 2017.11, pp.77-92.)

[13] C. Diebolt, R. Hippe, The long-run impact of human capital on innovation and economic development in the regions of Europe, Applied Economics, 51(5), 2019, pp.542-563.

[14] 권경환, 최연태, 기초지자체 산업단지 지원정책이 산업단지 성과 및 지역경제에 미치는 영향분석, 지방정부연구, 제18권 제3호, 2014.11, pp.551-583. // (G.H. Kwon, Y.T. Choi, An analysis of effect of local government's budgetary support to industrial complex on regional economic growth and industrial complex performance, The Korean Journal of Local Government Studies, 18(3), 2014.11, pp.551-583.)

[15] 김원규, 황원식, 저출산·고령화의 경제적 영향 분석, 산업연구, 제1권 제1호, 2017.12, pp.108-135. // (W.K. Kim, W.S. Hwang, Assessing the impact of low fertility and aging society on the economy, Journal of Industrial Economics and Trade, 1(1), 2017.12, pp.108-135.)

[16] 김호범, 곽소희, 한국의 인구전환과정과 경제성장-연령구조 변화를 중심으로, 경제연구, 제25권 제4호, 2007.01, pp.125-144. // (H.B. Kim, S.H. Kwak, Demographic transition and economic growth in Korea: Focusing on changes in age structure, Journal of Economics Studies, 25(4), 2007.01, pp.125-144.)

[17] H. Zhang et al., Demographic age structure and economic development: Evidence from Chinese provinces, Journal of Comparative Economics, 43(1), 2015, pp.170-185.

[18] S. Brunow, G. Hirte, Age structure and regional economic growth, Jahrbuch für Regionalwissenschaft, 26(1), 2006, pp.3-23.

[19] N. Lee, Grim down South? The determinants of unemployment increases in British cities in the 2008–2009 recession, Regional Studies, 48(11), 2014, pp.1761-1778.

[20] 양원탁, 노후산업단지의 경쟁력 평가지수 개발 및 적용에 관한 연구, 국토연구, 제99호, 2018.12, pp.3-25. // (W.T. Yang, Development and application of the composit competitiveness index of old industrial complexes, The Korea Spatial Planning Review, 99, 2018.12, pp.3-25.)

[21] 진정규, 허재완, 산업단지 쇠퇴요인에 대한 실증연구: 전국 일반산업단지를 대상으로, 국토계획, 제49권 제8호, 2014.12, pp.49-61. // (J.K. Jin, J.W. Heo, An empirical study on the factors of industrial parks decline: focused on the industrial parks developed by local government, Journal of Korea Planning Association, 49(8), 2014.12, pp.49-61.)

[22] 허문구, 이준영, 박민성, 균형발전 불평등도 측정과 특성 분석-그룹

ⓒ 2026. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.

내· 간 분석을 중심으로, 지역연구, 제41권 제1호, 2025.03, pp.15-29. // (M.G. Heo, J.Y. Lee, M.S. Park, Measurement and characteristics analysis of regional balanced development inequality: Focusing on within-group and between-group analysis, Journal of the Korean Regional Science Association, 41(1), 2025.03, pp.15-29.)
[23] R. Florida, “The creative class”: From the rise of the creative class: And how it’s transforming work, leisure, community and everyday life, In The city reader, Routledge, 2002, pp.175-181.
[24] O. Falck et al., Music in the air: Estimating the social return to cultural amenities, Journal of Cultural Economics, 42(3), 2018, pp.365-391.
[25] S. Cerisola, A new perspective on the cultural heritage-development nexus: The role of creativity, Journal of Cultural Economics, 43(1), 2019, pp.21-56.
[26] I. Kostakis, S. Lolos, Uncovering the impact of cultural heritage on economic growth: Empirical evidence from Greek regions, 2000–2019, The Annals of Regional Science, 73(3), 2024, pp.1209-1239.
[27] 오주희, 박성훈, 국가산업단지와 일반산업단지의 총요소생산성 비교분석, 기업과혁신연구, 제48권 제3호, 2025.09, pp.79-93. // (J.H. Oh, S.H. Park, A comparative analysis of total factor productivity between national and general industrial complexes, Journal of Corporation and Innovation, 48(3), 2025.09, pp.79-93.)
[28] 신동범, 기서진, 입지 요인이 일반산업단지의 분양 속도에 미치는 영향, 주거환경, 제22권 제2호, 2024.06, pp.135-145. // (D.B. Shin, S.J. Ki, The impact of location factors on sales velocity of general industrial complexes, Residential Environment: Journal of the Residential Environment Institute of Korea, 22(2), 2024.06, pp.135-145.)
[29] 장세린, 홍성조, 유형별 주택공급이 인구의 연령 구성에 미치는 영향, 부동산분석, 제9권 제3호, 2023, pp.111-129. // (S.R. Jang, S.J. Hong, The effect of housing supply by type on age composition of population, Journal of Real Estate Analysis, 9(3), 2023, pp.111-129.)
[30] S. Kim, D. Kim, P. Bekkers, Multi-family housing development in suburban communities: Does it contribute to housing affordability and socioeconomic diversity?, Cities, 163, 2025, 106035.
[31] 진정규, 허재완, 산업단지 쇠퇴요인에 대한 실증연구: 전국 일반산업단지를 대상으로: 전국 일반산업단지를 대상으로. 국토계획, 제49권 제8호, 2014.12, pp.49-61. // (J.K. Jin, J.W. Hur, An empirical study on the factors of industrial parks decline - Focused on the industrial parks developed by local government, Journal of Korea Planning Association, 49(8), 2014.12, pp.49-61.)
[32] 임태경, 지역의 첨단산업환경이 청년인구유입에 미치는 영향력에 관한 연구: 수도권·비수도권 간의 비교분석을 중심으로, 지방행정연구, 제37권 제4호, 2023.12, pp.197-220. // (T.K. Lim, Impact of the regional specialization within the high-technological industries on net inflow of young people aged 20-39, The Korea Local Administration Review, 37(4), 2023.12, pp.197-220.)
[33] O. Falck et al., Music in the air: Estimating the social return to cultural amenities, Journal of Cultural Economics, 42(3), 2018, pp.365-391.
[34] M. Backman, P. Nilsson, The role of cultural heritage in attracting skilled individuals, Journal of Cultural Economics, 42(1), 2018, pp.111-138.
[35] N.I. Nazem, M.A. Hossain, Strategic infrastructure supporting the quality of life in Dhaka, In Multidimensional approach to quality of life issues: A spatial analysis, Singapore: Springer Singapore, 2019, pp.209-220.
[36] L. Breiman, Random forests, Machine Learning, 45(1), 2001, pp.5-32.
[37] A. Liaw, M, Wiener, Classification and regression by randomForest, R News, 2(3), 2002, pp.18-22.
[38] O.O. Bifarin, Interpretable machine learning with tree-based shapley additive explanations: Application to metabolomics datasets for binary classification, PloS ONE, 18(5), 2023, e0284315.
[39] M. Louhichi et al., Shapley values for explaining the black box nature of machine learning model clustering, Procedia Computer Science, 220, 2023, pp.806-811.
[40] S. Wang, H. Peng, Multiple spatio-temporal scale runoff forecasting and driving mechanism exploration by K-means optimized XGBoost and SHAP, Journal of Hydrology, 630, 2024, 130650.

1) 제2차국토종합개발계획(1892~1991), 대한민국정부, 1981.12.31.
2) 산업입지 및 개발에 관한 법률, 법률 제21065호, 2025.
3) 통계청 인구조사(주민등록인구)에 따르면, 2020~2024년 사이 생산인구 변화율은 전국 −0.04(수도권: −0.02, 지방광역: −0.06, 지방중소: −0.03)으로 발표되었다.