

서울시 신산업의 입지패턴 및 입지 결정요인 분석

손아람*·박정일**·이수기***

Analysis of Location Pattern and Determining Factors of New Industry in Seoul, Korea

Aram Son * · Jeong-II Park ** · Sugiee Lee ***

요약 : 4차 산업혁명 시대에 접어들면서 디지털 기술을 제조업, 자동차, 물류 등 산업 핵심 부분에 접목한 산업의 디지털화가 시작되었다. 4차 산업혁명을 기반으로 한 기술 산업인 신산업의 중요성이 확대되면서 도시 공간 역시 변화하고 있다. 이에 따라 본 연구는 서울시 내 위치한 신산업 사업체의 공간적 분포 패턴을 파악하고 정책적 시사점을 제공하는 데 목적이 있다. 이를 위해 2011년부터 2020년까지 지난 10년 동안 서울시 내 설립된 신산업 사업체의 입지패턴과 최근 3년간의 신산업 입지 결정요인을 분석하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 신산업은 분포 수준이 유사한 지역 간에 공간적으로 군집하는 패턴을 보였다. 둘째, 준공업지역, 산업단지 및 지식산업센터와 같은 정책적 산업시설은 신산업 사업체 공간분포와 긍정적인 관계를 갖는 것으로 나타났다. 셋째, 버스정류장, 문화·여가시설, 그리고 의료시설은 신산업 사업체의 입지 가능성을 높이는 데 긍정적인 역할을 하는 것으로 나타났다. 본 연구는 서울시를 대상으로 신산업 사업체의 시계열적으로 형성된 공간분포와 특성을 분석하였으며 향후 도심 내 신산업 활성화를 위한 정책적 시사점을 제공한다.

주요어 : 신산업, 입지패턴, 핫스팟분석, 영과잉 음이항 회귀모형, 공장설립온라인지원시스템 자료

Abstract : Entering the era of the Fourth Industrial Revolution, digitalization of industries that incorporated digital technology into core industries such as manufacturing, automobiles, and logistics began. As the importance of New Industry, a technology industry based on the Fourth Industrial Revolution, expands, urban spaces are also changing. Accordingly, the purpose is to analyze the spatial pattern of New Industry establishments located in Seoul and provide policy implications. To this end, the location pattern of New Industry establishments built in Seoul over the past 10 years from 2011 to 2020 and the determining factors for location of New Industry over the past 3 years were analyzed. The results are as follows. First, the New Industry showed a pattern of spatially clustering between regions with similar distribution levels. Second, it was found that semi-industrial areas and policy industrial facilities such as industrial complexes and vertical factories had a positive relationship with the spatial distribution of New Industry. Third, bus stops, cultural and leisure facilities, and medical facilities were found to play a positive role in increasing the possibility of location of New Industry. This study analyzed the spatial distribution pattern and characteristics of New Industry establishments in time series in Seoul and it will be able to provide policy implications for the revitalization of New Industry in the city in the future.

Key Words : New Industry, Location Pattern, Hotspot Analysis, Zero-Inflated Negative Binomial Regression, FEMIS Data

* 한양대학교 도시공학과 석사과정(Master Student, Department of Urban Planning and Engineering, Hanyang University), aramson@hanyang.ac.kr

** 계명대학교 도시계획학전공 조교수(Associate Professor, Department of Urban Planning, Keimyung University), jip@kmu.ac.kr

*** 한양대학교 도시공학과 교수(Professor, Department of Urban Planning and Engineering, Hanyang University), sugieelee@hanyang.ac.kr

1. 연구의 배경 및 목적

18세기 말 1차 산업혁명 이래로 산업의 발전은 수백 년 동안 지속되었으며 우리는 현재 4차 산업혁명 시대에 살고 있다. 이에 따라 디지털 기술을 적용한 산업 부문의 중요성이 날로 높아지면서 신산업 육성의 필요성이 증대되고 있다. 이와 함께 산업구조 변화에 대응하기 위해 미국의 「첨단 제조업 혁신정책」, 독일의 「인더스트리 4.0」, 그리고 중국의 「중국제조 2025」 등 세계 주요국들은 다양한 성장전략을 수립하였다(사호석, 2020).

이처럼 기술 발전으로 인해 제조업이 다시 주목받기 시작하면서 도심 내 신산업의 입지와 산업 용지의 중요성이 제기되고 있다(정우성, 2017; Leigh and Hoelzel, 2012; Hermann *et al.*, 2020). 또한, 환경에 대한 사람들의 인식이 높아지고 기술의 발달로 생산 공정이 적시생산방식(Just-In-Time)과 친환경 공정으로 전환됨에 따라 제조업의 산업 공간 규모는 작아지고 있다(Leigh and Hoelzel, 2012; Hermann *et al.*, 2020). 이에 소규모 지속가능한 제조업들이 도시로 다시 회귀할 것이며(Hermann *et al.*, 2020) 기술 발달로 인한 사이버 공간이나 소규모 협업 공간들이 도심 내 생겨나 복합적·입체적 토지 이용수요가 증가할 것으로 전망된다(정우성, 2017).

이러한 배경하에 본 연구는 서울시를 대상으로 2011년부터 2020년까지 신산업의 공간적 분포 및 집적화 추세를 파악하고, 2018년부터 2020년 최근 3년간 새롭게 설립된 신산업 사업체의 입지패턴을 산업공간, 용도지역, POI 시설 등과 관련지어 입지결정요인을 실증적으로 분석하였다. 또한, 도출된 결과를 통해 향후 도심 내 신산업 활성화를 위한 정책적 시사점을 제시하였다.

2. 선행연구 고찰

1) 4차 산업혁명과 신산업의 등장

1차 산업혁명은 18세기 후반에 시작된 기계식 생산 설비의 도입으로 19세기 전반에 걸쳐 지속되었으며, 1870년대 산업의 전기화와 분업은 2차 산업혁명을 이끌었다(Drath

and Horch, 2014). 일련의 산업혁명에 따라 세계 주요 도시들은 제조업을 기반으로 많은 경제성장을 이루었다. 1970년대를 전후로 시작된 3차 산업혁명은 첨단정보기술을 생산 공정에 적용하여 자동화된 생산체제를 도입시켰다(Drath and Horch, 2014). 그러나 3차 산업혁명이 시작됨과 동시에 제조업에서 서비스업으로 산업 부문이 전환되면서 세계 선진국 및 대도시 내에서 제조업 쇠퇴 현상이 나타났다(강현수, 1998).

제조업 침체 현상을 도시 성장의 잠재적 위험으로 인식하여 많은 세계 주요 도시들은 도시 내 제조업 유지를 위한 전략을 개발해왔다. 대표적으로 독일의 경우 경제 활성화를 위해 첨단 제조업을 부활시키려는 시도를 해왔다. 이러한 배경하에 2011년 독일은 인더스트리 4.0 정책을 발표하였다(김계환·박상철, 2017). 인더스트리 4.0은 4차 산업혁명의 시작을 상징하기도 하며(Alexopoulos *et al.*, 2016), 사이버 물리시스템(Cyber-Physical Systems, CPS), 사물인터넷 및 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)과 같은 기술을 포함한다(Hermann *et al.*, 2016).

인더스트리 4.0 이후 2016년 스위스 다보스포럼에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 제4차 산업혁명을 '3차 산업혁명을 기반으로 디지털, 생물학, 물리학 등의 경계가 없어지고 융합이 되는 기술혁명'으로 정의하고 키워드로 제시함으로써(송경진 옮김, 2016) 공식적으로 4차 산업혁명 시대가 도래하였음을 알렸다. 4차 산업은 3차 산업과 유사하지만, IoT, Cloud Computing, Big Data, Mobile 등 ICBM을 통해 모든 것이 네트워크화된다는 점에서 차별점을 가진다(김태경 등, 2017).

세계 주요 대도시와 마찬가지로 서울 역시 1960년대 이후 제조업을 바탕으로 경제성장을 이루었다. 그러나 1980년대 이후 서비스업으로 산업구조가 전환되면서 오늘날 서울의 전체 산업에서 제조업이 차지하는 비중은 상당히 낮은 수준이다(김목한 등, 2016). 2015년 기준 서울시 전체 산업에서 서비스업이 차지하는 비중은 89.8%에 달하는 반면, 제조업은 6.4%에 불과한 것으로 나타났다(주재욱·이지연, 2017). 한편, 서울시 서비스업의 중요한 비중을 차지하는 업종인 출판·영상·방송통신 및 정보서비스업과 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비 제조업 등은 신기술의 기반이 되는 산업이다(주재욱·이지연, 2017). 따라서 서울시는 4차 산업혁명 대응에 유리한 산업구조를 가지고 있다고 볼 수 있다.

2) 신산업 정의 및 분류

국내의 많은 연구자들은 신산업을 4차 산업혁명을 기반으로 한 기술 산업으로 일컫고 있다. 그러나 국내에서는 ‘4차 산업’ 또는 ‘신성장산업’, 그리고 해외에서는 ‘New Industry’, ‘Digital Industry’, ‘Digital Urban Production Business’ 등 유사한 의미를 담고 있지만 여러 용어로 나뉘어 혼재된 상태이다. 표 1은 국내의 신산업의 정의와 관련 기술에 대한 연구를 정리한 결과이다.

일반적으로 신산업은 가변적인 개념으로 기존 산업의

성격에 혁신적인 요소가 가미되어 사회, 경제적 성장을 선도하는 산업을 뜻한다(사호석, 2020; 서동혁 등, 2016; 장석인 등, 2016). 대체로 4차 산업 또는 인더스트리 4.0 기반 기술인 로봇, 3D 프린팅, 인공지능과 같은 디지털 기술 산업을 포함한다(Busch *et al.*, 2021; 김종기 등, 2018). 나아가 신산업의 도시 입지 경향을 강조하며 ‘Urban Factory’ 또는 ‘Urban Manufacturing’으로 분류하기도 하며, 여기에 디지털 기술이 적용되었다는 특성을 고려하여 ‘Digital Urban Production(DUP)’ 및 ‘Urban Smart Factory(USF)’로 칭하기도 한다(Busch *et al.*, 2021; Sajadieh *et al.*, 2022). 이처럼

표 1. 신산업의 정의 및 분류에 관한 선행연구

연구	내용
김종기 등 (2018)	정부가 육성하고 있거나 계획하고 있는 신산업 분야 중 지능형 반도체, 차세대 디스플레이, 이차전지, 인공지능, 실감형콘텐츠, IoT가전, 지능형 로봇, 바이오헬스, 자율주행자동차 등 9개의 신산업 분야를 선정하여 국내 혁신성장역량을 분석하였음.
사호석 (2020, p127)	“신산업은 시기 및 공간에 따라 가변적인 개념으로서, 새로운 시장수요를 발굴하여 완전히 다른 영역에서 창출되는 산업부문 혹은 기존 산업의 성격에 신지식·신기술 등의 혁신적 요소가 가미되어 새로운 성장기반으로 부상하는 분야를 일컫는다.”
서동혁 등 (2016, p15)	“신성장산업은 경제성장을 선도하고 양질의 일자리를 지속적으로 창출하는 산업구조 고도화를 촉진하며, 미래 잠재수요가 커 사회·경제적 파급효과가 크다. ... 신성장산업의 기준은 명확히 정의하기 어려우며, 시기에 따라 다른 기준의 신성장산업이 선정되어 왔다.”
장석인 등 (2016, p7)	“현재 새로운 기술과 생산방식, 제품과 서비스를 기반으로 빠르게 성장하며, 가까운 미래에(1-2년 내) 구산업(old industry)을 대체하거나 보완해 수출과 일자리 등에서 높은 성과가 예상되는 산업”
Busch <i>et al.</i> (2021, p1804-1805)	Industry 4.0을 기반으로 Digital Urban Production(DUP) 사업체를 분석 대상으로 하였으며 4가지 기준에 따라 분류하였음. Digital Urban Production(DUP) businesses based on Industry 4.0 were analyzed and classified according to four criteria, “... (1) an urban location in the cities’ core areas; (2) manufacture of physical goods - contrasting, for examples, to software development; (3) application of digital production technologies, such as 3D printers, laser cutting, robots or multi-axe CNC(Computerized Numerical Control) milling machines; (4) self-ascription as Industry 4.0 cases,”
Duvivier <i>et al.</i> (2017)	신산업(New industry)을 문화 및 예술 관련 창조산업과 컴퓨터 및 IT 정보기술 주도의 산업으로 구분하였음.
Foord (2013)	창의적 디지털 클러스터(Creative digital cluster)를 사무기기 및 컴퓨터 제조, 컴퓨터 및 기타 정보 처리 장비 제조를 포함한 ICT 부문과 책 출판, 영화 및 비디오 제작 그리고 기타 소프트웨어 컨설팅 및 공급을 포함한 디지털 콘텐츠 산업으로 정의하였음
Gornig and Werwatz (2018)	인더스트리 4.0과 4차 산업혁명으로 새로운 제조기술, 새로운 디지털 고객응대, 새로운 데이터 운영과정을 갖춘 산업을 신산업(New (digital) industry)로 정의하였음.
Lee and Jung (2020, p3)	“In general, knowledge-intensive service(KIS) firms are defined as private sector organizations that rely on professional knowledge or expertise relating to a specific technical or functional domain. ... KIS is composed of information services, software, E-commerce, business services, R&D engineering, design, mass communication, and culture industries.”
Sajadieh <i>et al.</i> (2022, p12-p14)	“We define USF(Urban Smart Factory) as ‘a factory in which product/service personalization, employee well-being, collaboration with local communities, sustainability, and resilience are the primary objectives to be achieved through the utilization and realization of the SF ... IoT, Sensors, CPS, DTs, Big Data and Industrial AI, 3D printing, and MR are core technologies of USF.”

신산업은 아직 명확히 정의된 용어가 아니며 신산업 기술 역시 디지털 기술을 의미하는 바에서는 공통점을 갖지만, 연구마다 포함하는 각 기술이 다를 수 있다.

3) 신산업 입지 특성

과거 1960~70년대 수도권과 동남권에 집중적으로 산업 입지가 조성되었으나 1980년대 이후 지역균형개발을 목표로 공업배치법 및 수도권정비계획법이 제정되면서 정부는 수도권의 공장 입지를 억제시켰다(김태환, 1999). 이에 따라 많은 제조업 사업체들이 상대적으로 지가가 싼 도심 외곽에 대규모로 입지하는 모습을 보였다. 그러나 이와 대조적으로 오늘날 신산업은 도시로 회귀하는 현상을 보이고 있다(Winden *et al.*, 2011; 김태경·성영조, 2018).

신산업의 도심 내 입지는 리처드 플로리다(Richard Florida)의 창조계급론(Creative Class)과 같은 맥락을 가진다. 창조계급은 '의미 있는 새로운 양식을 창조하는 일, 즉 시인, 소설가, 건축가 그리고 지식집약형 산업에 종사하는 하이테크 업종, 금융 서비스 등의 종사자들로 높은 교육 수준을 받은 인적자본을 갖춘 인재들이며 개성과 능력주의, 다양성과 개방성 그리고 자신의 삶과 여가시간을 중요하게 여긴다(이길태 옮김, 2011). Duvivier *et al.*(2017) 역시 신산업 입지 특성에 관한 문헌의 대부분은 예술·문화 영역과 기술 기반 산업이 밀접하게 얽혀 있다는 암묵적 가정하에 창조산업(Creative Industry) 문헌과 비슷한 맥락을 갖는다고 언급한 바 있다. 이처럼 창조계급론을 기반으로 한 도심 내 신산업 입지에 관한 연구가 다수 존재한다.

전 세계적으로 많은 혁신 클러스터들이 도심 내 형성되고 있으며 대도시 내 중심지에 위치하지 못한 사업체의 경우 전철 등 대중교통이 확보된 대도시 근교에 입지함으로써 낮은 임대료에 도시 생활을 선호하는 젊은 인재들을 확보하기 위한 노력을 하고 있다(김태경·성영조, 2018). 서울의 경우 문화·식음·여가시설이 풍부하며 주택환경이 쾌적하고 삶의 질이 우수한 곳에서 일자리가 많이 발생하며, 대학교나 창업보육센터의 수 역시 신산업 입지에 영향을 미쳤다(유현지·이영성, 2020). 또한, 도시공원, 고품질의 병원, 국제학교와 같은 시설 역시 인재들이 주로 고려하는 일과 생활 장소로 나타났다(Winden *et al.*, 2011). 그 외 도시 간 교통 연계성 및 도시 내 교통 편의성 역시 중요한 도시생활기반 요소 중 하나인 것으로 나타났다(김은란 등, 2015)

4) 연구의 차별성

기존 선행연구 고찰을 통해 도출한 신산업 공간적 분포와 입지 특성에 대한 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저, 산업 입지패턴은 단시간 내에 형성되는 것이 아니므로 장기적인 관점에서 살펴볼 필요가 있음에도 불구하고 장기간 시계열적으로 신산업 사업체의 입지패턴을 파악한 연구가 부족한 실정이다. 또한, 연구의 공간적 범위가 너무 넓어 미시적인 관찰과 분석이 미비하였다. 기존 선행연구는 우리나라 전 국토를 대상으로 하는 연구는 지역 간(inter-region) 산업의 집적도에 초점을 맞추어 신산업이 수도권을 중심으로 불균형하게 분포하고 있다는 점을 보여주는 데서 의의가 있지만, 신산업이 집중된 수도권 내부에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 신산업 집중 요인을 파악하기 어려우며 국토 균형발전을 위한 명확한 개선 방향을 제시하기 어렵다는 한계점이 있다. 마지막으로 신산업 입지 특성을 다른 국내외 선행연구 대부분은 창조계급론을 바탕으로 하여 주로 신산업 인근의 지역 환경 및 인적자본과 신산업 공간적 분포와의 관계를 다루었다. 따라서 신산업이 실제 입지하는 공간 특성인 산업공간, 용도지역, 그리고 산업구조 등에 대한 고려가 부족하다는 한계점을 가지고 있다.

이러한 선행연구의 한계점을 극복하기 위해 본 연구는 갖는 차별성을 다음과 같다. 첫째, 서울시를 대상으로 하여 지역 내(intra-region) 신산업 사업체의 집적 요인을 파악하였다. 집계구 및 행정동을 대상으로 하여 보다 미시적인 관점에서 분석이 가능하다는 점에서 차별성을 가진다. 둘째, 2011년부터 2020년까지 10년 동안 신산업 사업체의 공간적 자기 상관성을 파악하여 공간적 집적도를 살펴본 것으로 LISA Cluster Map을 통해 2011년, 2015년, 2020년 단일 시점을 비교하여 입지 패턴의 변화를 살펴보았다. 마지막으로 기존 선행연구에서 많이 다루었던 지역환경과 인적자본 특성뿐만 아니라 산업공간, 용도지역, POI 시설, 산업구조 특성 변수 등을 사용하여 신산업 입지에 영향을 미치는 요인을 폭넓게 분석하였다.

3. 연구 방법

1) 연구의 범위 및 분석 도구

본 연구의 공간적 범위는 그림 1과 같이 서울시를 대상으

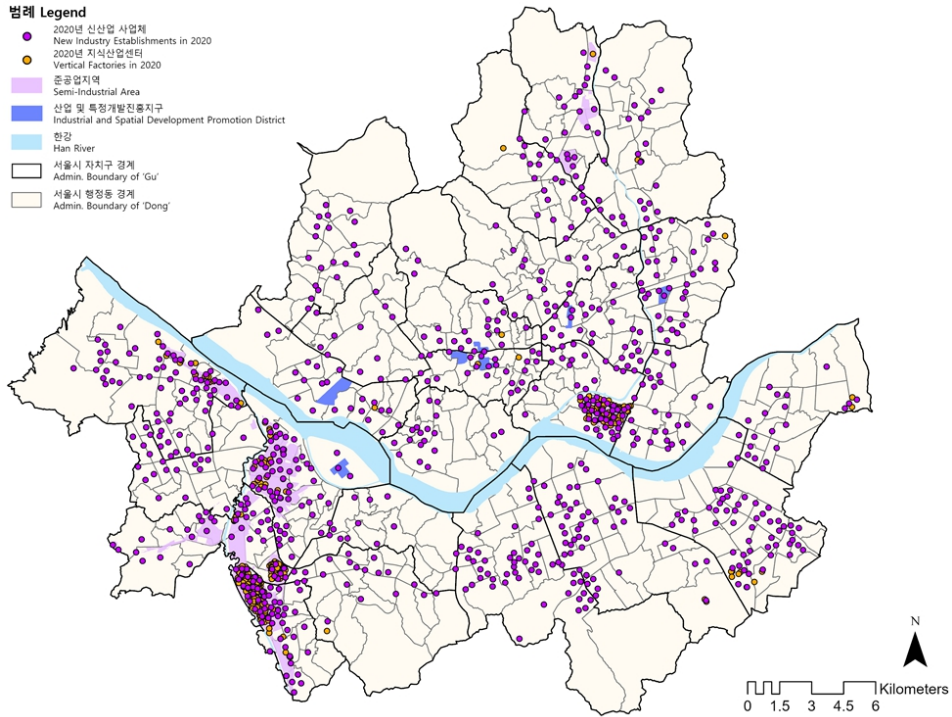


그림 1. 분석사례지역

로 하고 있다. 서울시는 신산업 사업체가 집중된 곳이며 1960년대부터 이어진 산업구조의 변화를 잘 나타내는 지역이기도 하다. 이러한 배경하에 향후 산업 활성화를 위해 신산업 입지 패턴에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다. 이에 따라 본 연구는 2011년부터 2020년까지 서울시 내 위치한 신산업 사업체의 공간적 분포와 입지 영향요인을 집계구 및 행정동을 단위로 분석하고자 하였으며, 분석 도구를 QGIS3, Geoda1.20, 그리고 Stata16을 활용하였다.

2) 분석 자료

다음 표 2는 분석에서 활용한 주요 변수에 대한 설명과 자료의 출처를 나타낸다. 우선 서울시 신산업 사업체의 공간적 분포 특성을 분석하기 위해 한국산업단지공단의 공장설립 온라인 지원시스템(Factory Establishment Management Industrial System: FEMIS)에 등록된 공장등록자료를 활용하였다. FEMIS 공장등록자료는 1989년부터 현재까지 설립된 전국 계획입지 및 제조시설 면적 500m² 이상의 개별 입지 공장의 등록 정보를 제공한다(황선근 등, 2018). 여기

에는 회사명, 사업체 주소, 설립연도, 종업원 수, 사업체 규모, 용도지역, 대표 업종 세세분류 코드 등의 정보가 포함되어 있다.

분석에 앞서 우선 신산업을 정의할 필요가 있다. 신산업은 최근 급성장하여 대두되는 산업으로 현재 정부 부처마다 신산업 선정 기술이 각각 다르며 한국표준산업분류 상에 따로 나뉘어 있지 않다. 이에 본 연구는 국내외 학술논문과 국내 정책 보고서를 토대로 신산업을 4차 산업혁명 관련 신기술을 기반으로 한 산업으로 정의하였다. 신기술이란 과학기술정보통신부·정보통신산업진흥원(2020a, 2020b), 신성장정책금융센터(2019), 통계청(2018)에서 제시한 신산업 기술을 토대로 그린카(전기차·하이브리드), 3D 프린팅, 로봇, 인공지능, 신소재, IoT, 블록체인, 5G, 빅데이터, 핀테크, AR·VR, 바이오 의료·헬스, 스마트팜, 신재생 에너지, 문화콘텐츠(가상현실게임·방송 콘텐츠 등), 공유경제 플랫폼 등 총 16개의 기술을 포함한다.

본 연구는 분석을 위해 FEMIS 공장등록자료를 활용하여 2011년부터 2020년 사이 서울시 내 위치한 계획입지 및 개별 입지 사업체의 정보를 추출하였다. 그 후 위에서 선정한

표 2. 변수의 설명과 자료 출처

변수		설명	자료출처		
종속 변수	전체 신산업 신규 사업체 수	행정동 내 연도별 신산업 전체 신규 사업체 수	한국산업 단지공단 (2018-2020)		
	종사자 9인 이하 신산업 신규 사업체 수	행정동 내 연도별 9인 이하 신산업 신규 사업체 수			
	종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체 수	행정동 내 연도별 10인 이상 신산업 신규 사업체 수			
독립 변수	산업 공간	산업단지(더미)	행정동 내 산업단지 위치 여부(1: 있음, 0: 없음)	국가공간 정보포털 (2017)	
		지식산업센터 밀도(개/km ²)	행정동 내 지식산업센터 개수/행정동 면적		
		산업 및 특정개발진흥지구(더미)	행정동 내 산업 및 특정 개발진흥지구 위치 여부 (1: 있음, 0: 없음)		
	용도 지역	준공업지역(더미)	준공업지역 위치 여부(1: 있음, 0: 없음)		국가공간 정보포털 (2018, 2020)
		주거지역(더미)	주거지역 위치 여부(1: 있음, 0: 없음)		
		상업지역(더미)	상업지역 위치 여부(1: 있음, 0: 없음)		
	준공업지역 면적 변화율(%)	행정동 내 2018년~2020년 준공업지역 면적 변화율			
	POI시설	서비스·산업시설 밀도(개/km ²)	행정동 내 서비스·산업시설 개수/행정동 면적	카카오맵 (2020)	
		부동산시설 밀도(개/km ²)	행정동 내 부동산시설 개수/행정동 면적		
		가정·생활시설 밀도(개/km ²)	행정동 내 가정·생활시설 개수/행정동 면적		
음식점시설 밀도(개/km ²)		행정동 내 음식점시설 개수/행정동 면적			
교육·학문시설 밀도(개/km ²)		행정동 내 교육·학문시설 개수/행정동 면적			
문화·예술시설 밀도(개/km ²)		행정동 내 문화·예술시설 개수/행정동 면적			
스포츠·레저시설 밀도(개/km ²)		행정동 내 스포츠·레저시설 개수/행정동 면적			
의료·건강시설 밀도(개/km ²)		행정동 내 의료·건강시설 개수/행정동 면적			
POI시설 혼합도	행정동 내 POI시설의 혼합도				
산업 구조	산업 다양성 지수	행정동 내 각 산업군의 엔트로피 지수	한국산업 단지공단 (2017)		
	신산업 제조업 특화	신산업 제조업 수를 기준으로 LQ지수 산출			
	신산업 서비스업 특화	신산업 서비스업 수를 기준으로 LQ지수 산출			
대중교통 접근성	지하철역까지 평균 거리(km)	행정동 내 신산업 사업체에서 가장 가까운 지하철역까지 직선거리의 평균 값	KTDB (2016)		
	버스정류장 밀도(개/km ²)	행정동 내 버스정류장 개수/행정동 면적	서울 열린데이터 광장(2018)		
인적 자본	청년 인구 밀도(명/km ²)	행정동 내 20~34세 인구 수/행정동 면적	서울 열린데이터 광장(2017)		
	창업보육센터 밀도(개/km ²)	행정동 내 창업보육센터 개수/행정동 면적	한국창업 보육협회 (2022)		

16개의 신산업 기술에 해당하는 제10차 한국표준산업 세세분류 연관표를 토대로 신산업 사업체를 분류하였다. 각 기술에 해당하는 산업 세세분류¹⁾는 과학기술정보통신부·정보통신산업진흥원(2020a, 2020b), 신성장정책금융센터(2019), 통계청(2018)에서 제시한 것을 차용하여 분석에 활용하였다.

신산업 입지결정요인 분석을 위해 종속변수를 2018년부

터 2020년까지 행정동 내 위치한 전체 신산업 신규 사업체의 수, 종사자 9인 이하 신산업 신규 사업체의 수, 그리고 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체의 수로 설정하였다. 종사자 9인 이하 신산업 신규 사업체와 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체의 경우 신산업 활성화를 위해서는 새롭게 진입하는 소규모 사업체의 역할과 입지 역시 중요하다고 판단하여 구축하였다. 규모에 따른 사업체의 구분은 소상공인

기본법 제2조에서 정의하는 소상공인 '상시 근로자수가 10명 미만일 것'에 의거하였으며, 이에 따라 소규모 사업체를 10명 미만으로 정의하여 종속변수를 세분화하였다. 이를 바탕으로 FEMIS 공장등록현황 자료에 포함된 설립연도 정보와 종사자 수 정보를 토대로 2018년부터 2020년까지 해당 연도에 새롭게 설립된 신산업 사업체를 추출하였다.

독립변수로는 산업공간 특성, 용도지역 특성, POI 시설 특성, 산업구조 특성, 대중교통 접근성 특성 그리고 인적자본 특성으로 나누었다. 또한, 신산업 입지 시점 이전의 지역 및 산업 환경이 신산업 신규 사업체 입지에 영향을 미칠 것이라는 판단 하에 독립변수에 사용된 데이터의 시점을 2018년 이전으로 하였다.

산업공간 특성 변수인 산업단지와 지식산업센터의 경우 입주시 정부의 세제혜택과 창업지원 교육 등을 받을 수 있다는 점에서 신산업 활성화를 위한 정책에 기반을 둔 시설로 볼 수 있다. 산업단지 변수의 경우 서울시 내 위치한 서울 디지털 국가산업단지와 온수 일반산업단지를 대상으로 터미변수를 구축하였다. 반면 마곡 일반산업단지와 강동 일반산업단지의 경우 분석 시점 상 조성 중인 산업단지로 분석에 포함하지 않았다. 지식산업센터 변수는 한국산업단지공단에서 제공하는 2020년 전국 지식산업센터 현황자료 중 최초승인일을 토대로 2018년 이전의 지식산업센터만 추출하여 변수구축에 사용하였다. 산업 및 특장개발진흥지구는 서울시에서 특정 지역에 밀집한 서울형 전략산업과 첨단산업을 활성화할 목적으로 운영하는 제도로(오은주 등, 2020) 신산업 육성을 위한 주요 산업공간 중 하나라 판단하고 분석에 포함하였다.

우리나라는 용도지역과 건축물 입지 규제에 따라 제조업의 입지 여부가 결정된다. 이에 따라 국가공간정보포털의 토지특성정보를 토대로 행정동 내 준공업지역, 주거지역 그리고 상업지역 터미변수를 포함하였다. 그리고 도심 내 산업용지의 변화가 신산업 사업체 입지에 영향을 미치는지를 파악하기 위해 2018년과 2020년 사이 준공업지역 면적 변화율을 추가하였다.

다음으로 생활환경이 우수한 곳에 인적자본이 집중되고 신산업이 입지한다는 선행연구를 토대로 POI 시설 변수를 구축하였다. POI 빅데이터는 카카오 맵에서 API를 이용하여 POI 형태로 수집된 자료로 기존의 건축물 용도 데이터와 비교하였을 때, 한 건물에 다양한 시설들을 확인할 수 있다는 장점이 있다(김진재·이수기, 2021). 분석에 활용한 POI 시설 변수는 2020년 6월부터 8월까지의 POI 빅데이터

표 3. POI 시설의 종류

분류	세부시설
서비스·산업	디자인, 제조업, 식품가공 등
부동산	아파트, 오피스텔, 주거시설 등
가정·생활	슈퍼마켓, 편의점, 세탁소, 의류판매 등
음식점	카페, 패스트푸드, 음식점, 한식 등
교육·학문	연구소, 초·중·고등학교, 대학교 등
문화·예술	극장, 전시관, 사진관, 음악 등
스포츠·레저	요가, 골프연습장, 축구장, 스포츠시설 등
의료·건강	약국, 치과, 병원, 진료소 등

자료를 기반으로 구축되어있으며 분석에 사용된 POI 시설의 종류는 표 3에서 제시하였다.

우선적으로 서비스·산업과 부동산 시설 변수는 산업용 및 주거용 건물과의 입지 연관성을 파악하기 위해 구축하였다. 가정·생활, 음식점, 교육·학문 등을 포함한 그 외 6개의 POI 시설 변수는 신산업이 입지하는 지역환경 요인을 파악하기 위해 구축하였다.

POI 시설혼합도와 산업구조의 다양성 측정을 위한 산업 다양성 지수는 Frank and Pivo(1995) 연구에서 사용한 엔트로피 지수를 활용하였으며 행정동 내 각 POI 시설 및 산업군이 잘 혼합된 경우에는 1, 그렇지 못한 경우에는 0에 가까워진다.

신산업 제조업과 서비스업의 구분은 통계청에서 제시한 한국표준산업분류의 세세분류를 기준으로 구분하는 방법을 택하여 나누었다. 또한, 산업 다양성 지수와 Location Quotient(LQ) 지수를 토대로 신산업이 동종 업종 혹은 이종 업종 간에 집적하는지를 파악하였다.

대중교통 접근성 특성 변수의 경우 도시 내 교통 편의성이 신산업 입지 주요 요인 중 하나라는 선행연구를 기반으로 구축하였다. 행정동 내 위치한 각 신산업 사업체와 가장 가까운 지하철역과의 직선거리 합을 평균을 계산하여 지하철역과의 접근성을 파악하였다. 또한, 기술 산업으로 대표되는 신산업의 특성상 젊은 층의 인구가 신산업 사업체 입지에 영향을 미칠 것이라는 가정하에 행정동 내 거주하는 20~34세 청년 인구 밀도를 변수로 설정하였다.

3) 분석 방법

신산업의 2011년부터 2020년까지의 공간적 분포 특성을 파악하기 위해 국지적 모란지수(Local Moran's I)를 산출하였다. 국지적 모란지수는 분석범위를 국지화하여 공

간적으로 군집 된 패턴을 찾아내고 특정 지역과 주변 지역을 개별적으로 비교해 유사성 혹은 차이성을 찾는 방법이다(Anselin, 1995).

후에 LISA Cluster Map을 통해 국지적 관점에서 공간적 상관성을 분석하였다. LISA Cluster Map은 Anselin(1995)이 개발한 LISA 지수를 통해 주변 지역 간의 공간적 상관관계를 시각화한 것으로 표 4와 같이 양의 상관성과 음의 상관성으로 나누어 파악할 수 있다. 또한, 공간적 상관 분석에 있어 공간적 가중치 행렬(spatial weigh matrix) 구축의 경우 퀸(Queen)방식을 사용하였다. 퀸(Queen)방식은 공간 근접성을 바탕으로 공간가중행렬을 구축하는 방법으로, 인접하는 경계뿐만 아니라 모서리까지 공유하는 지역을 인접 지역으로 보는 방식을 뜻한다(이희연·노승철, 2013).

신산업 입지결정요인 분석의 경우 행정동을 분석단위로 하였으며 분석에 앞서 신산업 자료의 구조에 대해 이해할 필요가 있다. 종속변수인 신산업 신규 사업체의 개수는 음수가 아닌 정수의 형태로 나타나는 가산자료이다. 이처럼 종속변수가 가산자료일 때는 자료의 평균과 분산이 같다는 가정 하에 포아송(Poisson)분포의 모형을 적용하여 분석하는 것이 가능하다. 만약 자료의 분산이 평균을 초과하는 과분산(Over-dispersion)을 보일 경우 음이항(Negative Binomial regression: NBR)모형이 대안으로 제시되고 있다(장미희·박창기, 2012). 한편 본 연구는 424개 행정동 중 2018년에서 2020년 기간 동안 새롭게 신산업 사업체가 입지한 행정동은 139개에 불과하며 약 67.2%의 행정동이 0으로 집계되어 있다는 특성을 가지고 있다. 이는 영이 과잉(zero-inflated)되었음을 나타내며, 따라서 본 연구에서는 영과잉 음이항(Zero-Inflated Negative Binomial regression: ZINBR)모형이 적합하다고 볼 수 있다. 영과잉 음이항 모형은 종속변수의 수가 최소 1 이상의 집계를 나타낸 집단에

대한 카운트 모형(Count Model)과 0으로 응답한 집단에 대한 로짓모형(Logit Model)으로 구성된다. 카운트 모형은 0이 아닌 집단에서 독립변수가 종속변수에 미치는 영향에 대한 분석으로 본 연구에서는 행정동 내 위치한 신산업 신규 사업체 수에 미치는 요인에 대한 추정이다. 로짓모형은 0의 집단에 속하는 자료에 대한 영향요인 분석으로 행정동 내 새롭게 위치하는 신산업 사업체 입지 여부 가능성에 대한 분석 결과를 나타낸다.

이에 따라서 본 논문은 포아송 회귀모형, 음이항 회귀모형 그리고 영과잉 음이항 회귀모형을 수행하였으며, 총 3개 모형의 적합도를 비교하고 영과잉 음이항 회귀모형 결과를 토대로 분석을 진행하였다.

4. 분석 결과

1) 신산업 사업체의 공간적 분포 특성

서울시 신산업의 공간적 군집 강화는 국지적 모란지수 값의 변화를 통해 확인할 수 있다. 본 연구는 2011년부터 2020년까지의 국지적 모란지수 값을 도출하여 표 5에 제시하였다. 신산업은 시점과 무관하게 높은 공간적 상관성을 나타냈으며 통계적으로도 유의함을 보였다. 이는 신산업이 분포 수준이 유사한 지역 간에 공간적으로 군집하는 패턴을 가지고 있음을 나타낸다. 그러나 전체적인 시계열적 흐름을 보았을 때 신산업의 공간적 집적도는 약해지고 있음을 알 수 있다.

표 5. 서울시 신산업 사업체 Moran's I 값

연도	Moran's I	p-value
2011	0.411	0.001
2012	0.366	0.001
2013	0.360	0.001
2014	0.357	0.001
2015	0.386	0.001
2016	0.354	0.001
2017	0.349	0.001
2018	0.345	0.001
2019	0.339	0.001
2020	0.363	0.001

표 4. LISA Cluster Map의 공간적 상관관계
(유은혜(1999)논문을 참조하여 재구성)

정/부적	유형	설명
정적 공간상관 지역	HH (High-High)	해당지역 값이 높고, 인근지역 값도 높음
	LL (Low-Low)	해당지역 값이 낮고, 인근지역 값도 낮음
부적 공간상관 지역	LH (Low-High)	해당지역 값이 낮고, 인근지역 값이 높음
	HL (High-Low)	해당지역 값이 높고, 인근지역 값이 낮음

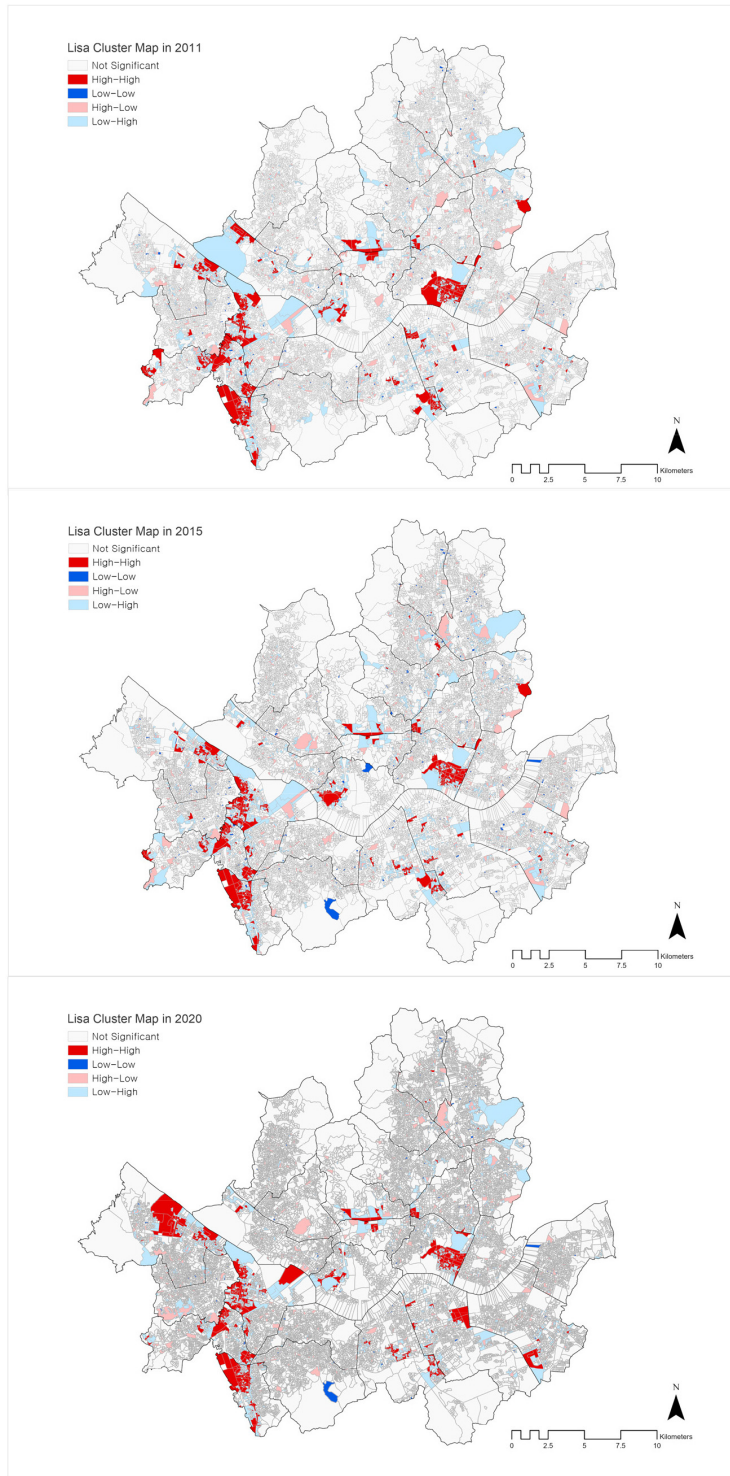


그림 2. 서울시 신산업 LISA Cluster Map(2011, 2015, 2020)

다음으로 그림 2와 같이 2011년, 2015년, 2020년 LISA Cluster Map을 살펴보면 성동구, 영등포구, 금천구 그리고 구로구 일대에 꾸준한 HH(High-High) 클러스터가 나타나고 있음을 알 수 있다. 위의 지역은 오늘날 준공업지역으로 지정되어 있다는 공통점을 가지고 있으며 가공조립형 제조업이 우세한 지역으로 대형 생산장비와 큰 규모의 재료 및 제품 하역시설을 갖추고 있다. 또한, 전통적인 제조업 집적지로서의 공장 집적지가 이미 형성되어 있는 지역이라는 특징이 있다(김목한 등, 2016). 즉 기반시설과 네트워크가 잘 형성되어 있으며 서울 디지털 산업단지와 다수의 지식산업센터가 위치하고 있는 지역을 나타낸다.

한편 시간의 흐름에 따라 HH 클러스터를 보이는 곳으로 송파구의 문정동과 강남구의 역삼역 일대를 들 수 있다. 송파구 문정동은 많은 민간 지식산업센터가 위치하고 있으며 강남구의 경우 강남구 역삼역에서 학여울역 일대에 산업벨트 조성계획을 기반으로 여러 대기업 R&D연구소가 위치하고 있다는 특징을 갖고 있다. 따라서 민간 지식산업센터와 R&D 연구소 설립으로 지식 네트워크 형성을 위해 많은 신산업 사업체들이 이곳 인근으로 입지한 것으로 이해할 수 있다. 또한, 강서구 역시 2020년 HH 클러스터의 범위가 넓어진 것을 확인할 수 있다. 해당 클러스터 지역은 강서구 마곡지구 인근으로 노후화된 기존의 계획시가지를 정보통신산업(IT), 바이오산업(BT), 나노산업(NT), 녹색성장산업(GT)에 기반한 연구개발업(R&D) 육성을 목적으로 개발을 추진 중인 곳이다. 현재는 마곡 일반산업단지가 위치하고 있으며 중소·벤처기업, 대기업, 대학 연구소 등이 모여 첨단산업 클러스터를 형성하고 있다(서울특별시, 2014). 반면 성동구 성수동의 서울숲 일대는 2011년에는 HH 클러스터를 보이다 2020년에는 사라졌음을 알 수 있다. 이는 2006년에 시작된 성수동 일대 재개발 이슈로 인해 차츰 성수동 일대의 공장이 빠져나가고 그 자리에 음식점, 카페, 공방 등 젠트리피케이션 현상이 일어난 것을 원인으로 볼 수 있다(김상현·이하나, 2016). 그러나 2010년 이후 성수 IT산업개발진흥지구로 지정되고 많은 민간 지식산업센터가 설립되면서 지식산업센터 종사자수가 2009년 대비 2017년에 72.3% 증가한 것으로 나타났다(김용대, 2019). 이처럼 신산업 사업체는 기업 간 네트워크를 중요시하며 기존 산업기반이 잘 다져진 곳 혹은 산업단지나 지식산업센터에 많이 입지함으로써 서로 클러스터를 형성하는 것을 알 수 있다.

2) 기술통계분석

본 연구에서 활용한 변수들에 대한 기술통계분석 및 빈도분석 결과는 표 6과 같다. 명목형 변수인 산업단지, 산업 및 특정개발진흥지구, 준공업지역, 주거지역, 그리고 상업지역 변수의 경우 빈도분석을 수행하여 평균값과 표준편차 대신 위치 여부에 따른 빈도수와 비율 값을 나타냈다.

종속변수인 전체 신산업 신규 사업체 수와 종사자 9인 이하 신산업 신규 사업체 수, 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체 수의 경우 행정동 내 평균적으로 약 2.53개, 1.82개, 0.71개가 입지하는 것으로 나타났다.

산업공간 특성 중 하나인 산업 및 특정 개발진흥지구는 약 3.07%의 행정동 내 위치하고 있어 산업단지 변수와 비교했을 때 더 많은 행정동이 산업 및 특정 개발진흥지구 내에 속해 있음을 확인할 수 있다. 용도지역 특성인 준공업지역 변화율의 경우 2018년과 2020년을 비교하였을 때 구로구 개봉2동의 준공업지역이 20.36%로 가장 많이 감소하였으며, 평균적으로 약 0.1%의 준공업지역이 감소하였음을 알 수 있다.

POI 시설의 경우 부동산, 문화·예술, 스포츠·레저 그리고 의료·건강시설 수를 제외한 나머지 시설들은 행정동 내 최소 하나의 시설이 위치하는 것으로 나타났으며, 그중에서도 서비스·산업시설과 가정·생활시설이 행정동 내에 가장 많이 분포하는 것으로 나타났다. 또한, POI 시설혼합도가 평균 0.83인 것으로 나타나 행정동 내 산업, 주거, 상업시설이 균형 있게 혼합된 것으로 볼 수 있다.

행정동 내 신산업 특화 정도를 나타내는 LQ지수는 신산업 제조업이 평균 0.77로 신산업 서비스업보다 더 특화되어 있음을 알 수 있다. 산업 다양성의 경우 평균 0.15로 대부분 행정동 내의 산업군은 편향되어 있음을 의미한다.

지하철역까지의 평균 거리는 행정동 전체 평균 0.42km로 나타나 신산업 사업체에서 지하철역까지의 거리는 크게 멀지 않은 것으로 나타났다. 버스 정류장 밀도 역시 높아 행정동 내 대중교통 접근성이 낮지 않은 것으로 볼 수 있다. 반면 창업보육센터의 경우 평균 0.07로 대부분의 행정동 내에 창업보육센터가 위치하지 않고 있음을 보였다.

마지막으로 Variance Inflation Factor(VIF) 값을 통해 다중공선성 문제를 진단하였다. 그 결과, 엄격한 기준을 적용하여 VIF 값이 6.15인 음식점시설 밀도는 제외하였다.

표 6. 기술통계분석 및 빈도분석

변수	Obs.	Mean		S.D.		Min	Max	VIF
		Freq.	Percent	Freq.	Percent			
종속 변수	전체 신산업 신규 사업체 수	424	2.53	24.29	0.00	481	-	
	종사자 9인 이하 신산업 신규 사업체 수	424	1.82	17.49	0.00	348	-	
	종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체 수	424	0.71	6.85	0.00	133	-	
산업 공간	산업단지(터미)	위치	424	3.00	0.71	0.00	1.00	1.73
		비위치	421.00	99.29				
	지식산업센터 밀도(개/km)	424	0.51	3.44	0.00	40.45	2.08	
	산업 및 특정개발진흥지구(터미)	위치	424	13.00	3.07	0.00	1.00	1.49
비위치		411.00	96.93					
용도 지역	준공업지역(터미)	위치	424	44.00	10.38	0.00	1.00	1.46
		비위치	380.00	89.62				
	주거지역(터미)	위치	424	403.00	95.05	0.00	1.00	1.41
		비위치	21.00	4.95				
	상업지역(터미)	위치	424	211.00	49.76	0.00	1.00	1.31
		비위치	213.00	50.24				
준공업지역 면적 변화율(%)	424	-0.10	1.29	-20.36	1.07	1.08		
POI시설	서비스·산업시설 밀도(개/km)	424	228.24	281.87	1.73	3,920.56	2.91	
	부동산시설 밀도(개/km)	424	112.71	62.08	0.00	395.51	1.76	
	가정·생활시설 밀도(개/km)	424	350.78	261.06	3.29	2,507.20	3.90	
	음식점시설 밀도(개/km)	424	230.55	161.26	2.19	1,148.02	6.15	
	교육·학문시설 밀도(개/km)	424	88.50	50.84	4.53	601.92	1.78	
	문화·예술시설 밀도(개/km)	424	31.86	41.22	0.00	378.80	2.97	
	스포츠·레저시설 밀도(개/km)	424	28.01	16.19	0.00	101.36	3.58	
	의료·건강시설 밀도(개/km)	424	54.28	35.95	0.00	244.60	2.55	
	POI시설 혼합도	424	0.83	0.06	0.46	0.92	3.18	
산업 구조	산업 다양성 지수	424	0.15	0.18	0.00	0.72	1.77	
	신산업 제조업 특화	424	0.77	0.43	0.00	1.01	2.36	
	신산업 서비스업 특화	424	0.07	0.79	0.00	11.97	1.11	
대중교통 접근성	지하철역까지 평균 거리(km)	424	0.42	0.38	0.00	2.36	1.87	
	버스정류장 밀도(개/km)	424	27.61	12.78	0.00	89.27	1.17	
인적 자본	청년 인구 밀도(명/km)	424	5,521.48	2,982.42	127.04	20,416.23	1.91	
	창업보육센터 밀도(개/km)	424	0.07	0.29	0.00	2.88	1.10	

3) 영과잉 음이향 회귀분석

표 7은 포아송 회귀모형과 음이향 회귀모형 그리고 영과잉 음이향 회귀모형을 사용해 분석 후 각 모형의 정확도를 나타낸 결과이다. 그 결과 영과잉 음이향 회귀분석 중 종사자 9인 이하 신규 사업체 모형을 제외한 두 모형 모두 포아송과 음이향 회귀모형보다 정확도가 높은 것으로 나타나

영과잉 음이향 회귀모형이 분석방법으로 적합하다고 말할 수 있다.

표 8은 영과잉 음이향 회귀모형을 활용하여 분석한 결과로 최대우도(Maximum Likelihood)를 추정할 수 없는 변수들의 값은 표기하지 않았다. 우선적으로 서울시 행정동에 위치한 신산업 신규 사업체 수 증가에 영향을 미치는 요인에 대한 분석 결과(Count Model)를 다루었다.

산업공간 특성 변수 중 지식산업센터의 경우 세 가지 모형 모두에서 양(+)의 관계를 보여 많은 신산업 사업체들이

지식산업센터 내에 입지하려는 것으로 이해할 수 있다. 산업집적법에 따르면 지식산업센터에 입주 가능한 업종은 제조업과 지식기반산업, 정보통신산업으로 제한되어 있어 이는 신산업 활성화를 위한 정책적 시설이라고 볼 수 있다. 따라서 신산업 활성화를 위한 정부의 정책이 긍정적인 영향을 보이고 있음을 나타낸다. 한편, 산업 및 특정 개발 진흥지구의 경우 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체에서 음(-)의 관계를 보였다. 이는 중규모이상 신산업 신규 사업체는 산업 및 특정 개발진흥지구 외의 지역에 주로 입지하려 하는 것으로 이해할 수 있다.

용도지역 특성 변수 중 행정동 내 준공업지역 해당 여부가 전체 신산업 신규 사업체와 종사자 수 9인 이하 신산업 신규 사업체 수 증가에 영향을 주는 주목할 만한 영향요인으로 나타났다. 이는 대체로 신산업 사업체가 구로구, 금

표 7. 모형 정확도 분석

모형		AIC	BIC
포이송	전체 신산업 사업체	1082,121	1175,265
	종사자 9인 이하	895,702	988,846
	종사자 10인 이상	453,632	546,776
음이항	전체 신산업 사업체	914,284	1011,478
	종사자 9인 이하	807,518	904,712
	종사자 10인 이상	423,363	520,557
영과잉 음이항	전체 신산업 사업체	907,836	1081,974
	종사자 9인 이하	809,791	987,979
	종사자 10인 이상	415,760	593,949

표 8. 서울시 행정동 내 신규 신산업 사업체 수에 대한 영과잉 음이항 회귀분석 결과

변수		전체	종사자 9인 이하	종사자 10인 이상
		Coef.	Coef.	Coef.
Count model				
산업공간	산업단지	0,121	0,069	0,410
	지식산업센터 밀도	0,095 ***	0,089 ***	0,090 ***
	산업 및 특정개발진흥지구	-0,763	-0,717	-2,904 **
용도지역	준공업지역	1,081 ***	0,907 ***	0,712
	주거지역	-0,194	0,174	0,060
	상업지역	0,377	0,185	-0,164
	준공업지역 면적 변화율	0,052	-0,061	-4,366
POI시설	서비스·산업시설 밀도	0,000	0,000	0,000
	부동산시설 밀도	0,001	0,003	-0,001
	가정·생활시설 밀도	0,000	-0,002 **	0,000
	교육·학문시설 밀도	-0,009 **	-0,008 **	-0,020 **
	문화·예술시설 밀도	0,002	0,003	0,005
	스포츠·레저시설 밀도	-0,002	-0,005	0,029
	의료·건강시설 밀도	-0,002	0,004	0,001
POI시설 혼합도	-3,196	-8,140 ***	-0,454	
산업구조	산업 다양성	2,046 ***	2,095 ***	0,892
	신산업 제조업 특화	0,386	-0,333	0,113
	신산업 서비스업 특화	0,111	0,127 *	-0,139
대중교통 접근성	지하철역까지 평균 거리	-0,131	-0,794 **	-0,539
	버스정류장 밀도	-0,022 **	-0,006	-0,018
인적자원	청년 인구 밀도	0,000	0,000	0,000
	창업보육센터 밀도	0,983 ***	0,725 **	-0,539

표 8. 서울시 행정동 내 신규 신산업 사업체 수에 대한 영과잉 음이항 회귀분석 결과(계속)

변수		전체	종사자 9인 이하	종사자 10인 이상
		Coef.	Coef.	Coef.
Logit model				
산업공간	산업단지	-	-	-
	지식산업센터 밀도	-4.983	-1.461	-1,004 *
	산업 및 특장개발진흥지구	-	-	-
용도지역	준공업지역	3.477	4.189	-0.076
	주거지역	-30.917 **	-17.398 *	-3.578
	상업지역	1.039	-0.239	-1,906 **
	준공업지역 면적 변화율	-0.774	-0.718	-4.807
POI시설	서비스·산업시설 밀도	-0.019 *	-0.017	-0.011 **
	부동산시설 밀도	-0.020	-0.013	0.008
	가정·생활시설 밀도	0.009	0.006	-0.007 *
	교육·학문시설 밀도	-0.021	0.006	-0.019
	문화·예술시설 밀도	-0.168 *	-0.074	0.032
	스포츠·레저시설 밀도	0.099	-0.004	0.054
	의료·건강시설 밀도	-0.067	-0.040	0.057 **
	POI시설 혼합도	-	-3.146	-37.163 **
산업구조	산업 다양성	-20.485 **	-12.778	-1,739
	신산업 제조업 특화	0.452	3.712	-1,708
	신산업 서비스업 특화	-	-	0.158
대중교통 접근성	지하철역까지 평균 거리	-2.375	-16.060 **	-1,439
	버스정류장 밀도	-0.171 *	-0.009	0.041
인적자원	청년 인구 밀도	0.001 **	0.000	0.000
	창업보육센터 밀도	7.659 *	-0.157	-
Number of obs.		424	424	424
AIC		907.836	809.791	415.760
BIC		1081.975	987.979	593.949

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

- : 최대우도(Maximum Likelihood)를 추정할 수 없음

천구, 성동구 그리고 영등포구 등 준공업지역에 많이 입지한다는 것을 의미한다. 현재 서울시 내 준공업지역은 정비사업 시행을 이유로 주거지역 또는 상업지역으로의 용도전환이 일어나거나 주거지 개발로 인해 해마다 면적이 감소하고 있다. 이에 반해 위의 결과는 줄어드는 산업용지에 대한 중요성을 시사한다.

POI 시설 요인으로는 가정·생활시설과 교육·학문시설 밀도 변수가 신산업 수와 유의미한 음(-)의 관계를 맺는 것으로 나타났다. 이는 제조업과 같은 산업시설이 주로 입지하는 준공업지역 특성상 학원 및 학교와 같은 교육시설과

의류판매와 식품판매 등을 포함하는 가정·생활시설이 음(-)의 관계를 가지는 것으로 이해할 수 있다. 이와 비슷하게 POI 시설혼합도의 경우 종사자9인 이하 신산업 신규사업체와 음(-)의 관계를 보였다. 이는 소규모 신산업 사업체는 상대적으로 용도 혼합이 낮은 시설들로 구성된 금천구 가산동, 구로구 구로2동과 구로3동, 그리고 성동구 성수2가3동 등에 주로 입지함을 의미한다.

한편 산업 다양성의 경우 전체 신산업 신규 사업체와 종사자9인 이하 신산업 신규 사업체 입지 수에 유의미한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 신산업 사업

체가 다양한 산업군이 서로 혼합되어 있는 영등포구 문래동, 금천구 가산동, 구로구 구로3동, 성동구 성수1가2동 등에 주로 입지한다는 것을 의미한다. 지역 내 높은 산업 다양성은 지역 생산성과 고용 증대와 관련이 있다(Frenken *et al.*, 2007; 문동진 등, 2014). 특정 산업의 집중적 발전은 대내외적인 경제상황과 기술의 변화 과정에서 어려움이 발생할 경우 지역 경제성장에 부정적인 영향을 미치기도 한다(Aarstad *et al.*, 2016; 문동진 등, 2014). 그러나 다양한 산업이 존재하는 지역은 이와 같은 어려움이 발생했을 때 생기는 부정적인 영향을 완화시킨다(Frenken *et al.*, 2007). 따라서 한 가지 산업을 특화시키는 것보다 산업 다양성을 증대시키는 것이 지역 경제성장에 효과적인 방안이라고 볼 수 있다. 또한, 높은 산업 다양성은 지역 내 혁신산업의 R&D 투자를 촉진시키는 역할을 하기도 한다(Park and Choi, 2022). 신산업 역시 지식과 기술의 결합이 중요한 산업부문으로 산업 다양성이 높은 지역에 신산업 사업체가 입지하는 것은 신산업 기술 R&D 투자와 그에 따른 외부효과에 대한 혜택을 받기 위함으로 알 수 있다.

대중교통 접근성 특성 변수 중 신산업 사업체에서 지하철역까지의 평균 거리는 종사자 9인 이하 소규모 신산업 신규 사업체 수와 음(-)의 관계를 나타냈다. 이는 지하철역까지의 평균 거리가 가까울수록, 즉 지하철역과의 접근성이 좋을수록 행정동 내 소규모 신산업 사업체가 증가함을 의미한다. 반면 버스정류장 밀도의 경우 전체 신산업 사업체 수와 음(-)의 관계를 보여 지하철역과의 접근성과는 상반되는 결과를 보였다.

창업보육센터 수 밀도의 경우 전체 신산업 신규 사업체와 종사자 9인 이하 신산업 신규 사업체 수와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타나 창업보육센터가 신산업 활성화에 중요함을 알 수 있다. 신산업 시장 독과점 폐해 방지와 기업 생태계 조성을 위해서는 스타트업에 대한 교육시스템과 창업보육지원시스템, 각종 인프라 및 지원제도 등 다양한 지원 강화가 필요하다(장석인, 2017; 주재욱·이지연, 2017). 특히, 신산업 R&D 투자 및 R&D 클러스터 조성은 지역 내 창의적 인재와 자본을 유입시켜 결국엔 지역의 경제 발전으로도 이어질 수 있다는 장점을 갖는다(김태경·성영조, 2018).

다음으로 서울시 행정동 내 신산업 입지 여부에 대한 분석 결과(Logit Model)이다. 지식산업센터 밀도의 경우 신산업 신규 사업체 수 영향 요인을 나타내는 카운트 모형 분석 결과와 마찬가지로 행정동 내 지식산업센터가 밀집되

어 있을수록 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체의 입지 가능성 역시 증가함을 보여 신산업 신규 사업체 입지와 긍정적인 관계를 보이는 것으로 나타났다.

전체 신산업 사업체와 종사자 수 9인 이하 소규모 신산업 신규 사업체의 경우 행정동 내 용도지역이 주거지역에 속할수록 신산업이 입지할 가능성이 커지는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 신산업 사업체가 소규모화 되어 도심 내 주거지역에 입지하는 경향과 연관지어 이해할 수 있다. 상업지역의 경우 행정동 내 상업지역에 해당할수록 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체가 입지할 가능성이 증가하는 것으로 나타났다. 송파구 문정2동의 경우 상업지역에 해당하며 신산업 사업체가 주로 입지하는 지식산업센터가 위치하고 있어 위의 결과를 뒷받침하는 사례로 볼 수 있다.

서비스·산업시설의 경우 행정동 내 밀집되어 있을수록 전체 신산업 신규 사업체와 종사자 10인 이상 신산업 신규 사업체의 입지 가능성이 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 문화·예술시설 밀집도가 높아질수록 전체 신산업 신규 사업체 입지 가능성이 증가하여 우수한 지역 환경이 조성된 곳에 신산업 사업체가 입지한다는 기존의 선행연구와 일치함을 보였다. POI 시설 혼합도의 경우 혼합도가 높을수록 종사자 10인 이상 중규모 신산업 신규 사업체의 입지 가능성이 높아지는 것으로 나타났다. 10인 이상 신산업 신규 사업체가 다양한 종류의 시설이 입지 가능한 상업지역에 주로 입지할 가능성이 높다는 앞의 결과와 같은 맥락을 지니는 것으로 볼 수 있다.

산업 다양성의 경우 카운트 모델 분석 결과와 마찬가지로 행정동 내 다양한 산업군의 사업체가 존재할수록 신산업 신규 사업체의 입지 가능성이 증가하는 것으로 나타났다. 지하철역까지의 평균 거리와 버스정류장 밀도 변수의 경우 지하철역까지의 거리가 가까울수록, 버스정류장 밀도가 낮을수록 신산업 신규 사업체의 수가 증가한다는 카운트 모형 분석 결과와 상반된 결과를 보였다. 이는 신산업 신규 사업체의 실제 입지 가능성은 지하철역 접근성이 낮을수록 증가하지만, 신산업 신규 사업체가 각각 지하철역 접근성이 낮은 곳과 높은 곳에 동시에 입지하였다면 지하철역 접근성이 높은 곳에 신규 사업체 수가 더 증가함을 나타낸다. 버스정류장 밀도 역시 위와 같은 맥락에서 해석이 가능하다. 버스정류장 밀도가 높을수록 신산업 신규 사업체 입지 가능성이 높아지지만 신산업 신규 사업체의 수는 버스정류장 밀도가 낮을수록 증가한다고 볼 수 있다. 이처럼 행정동 내 지하철역과의 좋은 접근성 그리고 낮은 버스

정류장 밀도는 신산업 신규 사업체의 수 증가, 즉 신산업 활성화에만 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

창업보육센터 역시 행정동 내 밀집되어 있을수록 전체 신산업 사업체 수 증가와 양(+)의 관계를 가지는 반면, 새롭게 진입하는 입지 가능성에는 음(-)의 관계가 있는 것으로 보아 이 역시 신산업 활성화에만 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알 수 있다. 청년 인구 밀도의 경우 전체 신산업 사업체 입지 가능성과 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 해당 결과는 우수한 지역환경과 인적자본, 신산업이 함께한다는 기존 선행연구와는 다른 결과를 나타낸다. 이는 신산업 사업체가 주로 준공업지역에 밀집하고 있어 해당 지역에 거주하는 청년인구의 밀도가 낮아 위와 같은 결과를 나타낸 것으로 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구는 2011년부터 2020년 10년간의 한국산업단지공단의 FEMIS 공장등록자료를 활용하여 서울시 내 신산업 사업체의 입지패턴과 입지결정요인을 파악하였다. 분석의 주요 결론과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 지식산업센터는 신산업 입지와 유의미한 양(+)의 관계를 갖는 요인으로 나타났다. 이는 지식산업센터 입주 시 받을 수 있는 지원과 혜택이 신산업 입지에 긍정적인 영향을 미치며 사업체 간의 지식 네트워크가 중요하게 작용하였음을 시사한다. 다른 한편으로는 부동산 투자로 인해 임대료가 상승하면서 영세 중소기업들에게는 부담으로 작용하여 지식산업센터로의 입주가 어려운 것으로 나타나고 있다(이권진, 2022). 따라서 영세 중소기업체들의 지식산업센터 입주를 위한 관련 규제가 필요하다. 또한, 지식산업센터는 입주 가능한 업종 제한이 정해져 있어 다양한 신산업 산업군을 포함하기에는 제약이 있는 실정이다. 따라서 신산업 입지에 지식산업센터가 중요한 영향요인이라는 점을 고려해보았을 때 업종 기준을 완화한다면 신산업 활성화에 보다 더 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 산업 및 특정 개발진흥지구는 신산업 사업체 입지와 음(-)의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이는 개발진흥지구로 지정된 지역의 특화산업을 보았을 때 실제 많은 정책 보고서와 학술연구에서 선정된 신산업과 다소 관련성이 낮은 것을 알 수 있다. 개발진흥지구 중 성동구 성수동 일

대만이 HH클러스터로 나타나는 것으로 보아 개발진흥지구의 본래 목적에 해당하는 첨단산업 육성을 위해 추가 지정 또는 계획을 수정할 필요가 있다.

셋째, 행정동 내 준공업지역 해당 여부와 서비스·산업시설의 밀도가 신산업 신규 사업체의 입지에 영향을 미치는 중요 요인으로 나타났다. 이는 2011년부터 2020년까지 HH클러스터를 보이는 성동구, 영등포구, 금천구, 구로구 모두 준공업지역으로 지정된 것과 같은 의미를 지닌다. 한편 서울시에서 '2040 서울도시기본계획'을 통해 발표한 다양한 수준의 용도복합을 의미하는 '비욘드조닝(Beyond Zoning)'(서울특별시, 2022)이 시행될 경우 준공업지역 내 주거 및 상업용도 시설이 입지하게 되면서 산업용지가 감소할 우려가 존재한다. 그러나 높은 임대료로 지식산업센터에 입주하기 어려운 중소기업체에겐 준공업지역의 기반이 필수적이다(이권진, 2022). 이와 같은 현 상황에 비추어볼 때 해당 연구 결과는 서울시 내 감소하고 있는 준공업지역 및 산업용지 보존의 중요성을 시사한다. 따라서 신산업 활성화를 위해 준공업지역 추가지정 및 현황 유지 등 관리대책을 세울 필요가 있다고 판단된다.

넷째, 문화·예술시설 그리고 지하철 및 버스와와의 접근성과 같이 삶의 질을 증가시키는 지역환경 요소는 신산업 사업체의 수 증가 및 입지 가능성을 증가시키는 데 긍정적인 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 우수한 지역환경은 신산업 활성화를 촉진시키는 요인임을 나타낸다.

본 연구는 2011년부터 2020년 10년 동안의 서울시 내 신산업 사업체의 입지패턴과 입지결정요인을 파악하였다. 또한, 신산업 사업체의 규모별로 영향을 미치는 요인의 차이를 설명하고 기존 창조계급론을 바탕으로 이루어져 왔던 신산업 입지 연구에 산업공간과 용도지역, POI 시설, 산업구조 특성을 추가적으로 고려하여 연구를 수행하였다. 나아가 신산업 활성화를 위한 정책적 시사점을 제시하였다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 가진다.

우선 선행연구와 공공기관 보고서를 바탕으로 신산업 정의 및 기술을 선정하여 신산업 사업체를 추출하였으나 모든 신산업 기술을 대표하는 데 한계를 갖고 있다. 향후 신산업의 유형과 범위에 대한 통일된 기준이 수립된다면 보다 실증적인 연구가 가능할 것으로 기대된다. 또한, 신산업 입지에 영향을 미치는 정책, 산업 등의 영향 요인을 파악하기 위해 이에 적합한 분석단위인 행정동을 대상으로 분석을 진행하여 소규모 사업체의 입지 특성을 세밀하게 파악하기에는 한계가 존재한다. 따라서 향후 연구에서는

집계구 또는 개별 사업체 등을 분석단위로 설정하여 미시적인 관점에서 분석할 필요가 있다. 두 번째로, 영과잉 음이항 회귀모형은 종속변수가 가산자료일 때 사용가능한 모형으로 행정동의 면적, 인구수와 같은 규모의 차이에 따른 영향을 통제하지 못하였다. 또한, 신산업은 공간적 상관성이 있음에도 불구하고 본 연구에서 사용한 영과잉 음이항 회귀모형은 이러한 공간적 상관성을 제어하는데 한계를 가지고 있다. 마지막으로 본 연구는 신산업의 최근 입지 영향요인 파악을 위해 연구의 시간적 범위를 2018년부터 2020년까지로 한정하였으나, 산업입지는 오랜 시간에 걸쳐 형성된다는 특징을 갖고 있다. 이에 향후 연구에서는 시계열 분석을 통해 장기간에 걸쳐 형성된 신산업 입지와 다양한 영향요인간의 관계성을 파악할 필요가 있다.

위에서 밝힌 본 연구의 한계점과 이에 따른 해결방안을 고려하여 향후 추가적인 연구를 진행한다면 서울시 내 산업구조 활성화를 위한 보다 깊이 있고 다양한 결과를 확인할 수 있을 것으로 기대된다.

주

- 1) 본 연구에서 활용한 신산업 업종 세세분류 코드 목록의 경우 저자에게 이메일 요청 시 제공하고 있다.

참고문헌

강현수, 1998, "대도시 도시형 소규모 제조업체의 입지 특성 및 육성·정비방안에 관한 연구," 공간과 사회, 10, 59-100.
 과학기술정보통신부·정보통신산업진흥원, 2020b, 2020 사물인터넷 산업 실태조사, 정보통신산업진흥원, 서울.
 과학기술정보통신부·정보통신산업진흥원, 2020a, 2020 3D프린팅 산업 실태조사, 정보통신산업진흥원, 서울.
 김계환·박상철, 2017, 독일의 인터스트리 4.0과 제조업의 변화, 산업연구원, 세종.
 김복한·정현철·황민영, 2016, 서울시 주요 제조업의 공정특성별 공간 분포, 서울연구원, 서울.
 김상현·이하나, 2016, "성수동 지역의 젠트리피케이션 과정 및 특성 연구," 문화콘텐츠연구, 7, 81-105.
 김선재·이수기, 2021, "POI 빅데이터를 활용한 도시활동 중심지 도출과 중심지 기능 분석: 서울 대도시권을 중심으로," 국토계획, 56(6), 36-52.

김용대, 2019, 지식산업센터 및 상업용도의 시기별 입지 변화 특성 분석-성수동을 중심으로-, 한양대학교 도시대학원 석사학위논문.
 김은란·박경현·정소양, 2015, 창조산업·창조계층 입지특성과 도시경쟁력, 국토연구원, 세종.
 김종기·서동혁·장석인·이경숙·문혜산·모정윤·박상수·심우중·김양행·이지연, 2018, 신융합시대 유망 신산업의 국내 성장역량 분석과 과제, 산업연구원, 세종.
 김태경·김점산·정천용, 2017, 4차 산업혁명에 따른 미래 도시 발전방향에 관한 연구, 경기연구원, 경기.
 김태경·성영조, 2018, 4차산업혁명에 대응하는 도심 내 융복합 R&D클러스터 조성방안, 경기연구원, 경기.
 김태환, 1999, "산업입지정책과 개별입지 변화에 관한 연구," 한국경제지리학회지, 2(1), 47-61.
 문동진·이수기·홍준현, 2014, "산업구조의 다양성과 지역 경제 성장: Jacobs의 산업 다양성 이론을 바탕으로," 정책분석평가학회보, 24(4), 35-66.
 사호석, 2020, "신산업의 공간분포 패턴과 집적 요인에 관한 연구," 한국경제지리학회지, 23(2), 125-146.
 서동혁·최윤희·김승민·심우중, 2016, 한국형 신성장산업의 유형화와 산업화 전략, 산업연구원, 세종.
 서울특별시, 2014, 정책명: 마곡지구조성, 서울특별시, 서울.
 서울특별시, 2022, 서울시, 디지털 대전환시대 미래공간전략 「2040 서울도시기본계획」 발표, 서울특별시, 서울.
 송경진·윤김, 2016, 클라우드 슈밤의 제4차 산업혁명, 메가스터디북스, 서울 (Schwab, K., 2016, The Fourth Industrial Revolution, Crown Publishing Group, New York.)
 신성장정책금융센터, 2019, 혁신성장 공동기준 매뉴얼, KDB 혁신성장정책금융센터, 서울.
 오은주·양재섭·허등용·윤종진, 2020, 서울시 산업·특정개발 진흥지구 현황과 활성화 방향, 서울연구원, 서울.
 유은혜, 1999, "GIS의 통계적 공간분석에 관한 연구," 지리학논총, 34, 25-47.
 유현지·이영성, 2020, "서울시 정보통신업 일자리 군집에 영향을 미치는 요인 분석," 국토연구, 107, 107-128.
 이권진, 2022, 투기로 2년새 2배 뛴 지식산업센터... 애먼 中소만 입주난민 신세, 중소기업뉴스, <http://www.kbiznews.co.kr/news/articleView.html?idxno=90588>
 이길태·윤김, 2011, 신창조계급, 북콘서트, 파주 (Florida, R., 2002, The Rise of the Creative Class, Basic Books, New York.)
 이희연·노승철, 2013, 고급통계분석론-이론과 실습- 제2판, 문

- 우사, 고양.
- 장미희·박창기, 2012, “영과잉 가산자료(Zero-inflated Count Data) 분석 방법을 이용한 지역사회 거주 노인의 노인 학대 발생화 심각성에 미치는 위험요인 분석,” *대한간호학회지*, 42(6), 819-832.
- 장석인, 2017, “제4차 산업혁명 시대의 산업구조 변화 방향과 정책과제,” *국토*, 424, 22-30.
- 장석인·이자연·권문주, 2016, 5대 신산업 산업분류 연계 및 활용도 제고를 위한 연구, 산업연구원, 세종.
- 정우성, 2017, 4차 산업혁명에 대응하는 국토정책 추진전략, 국토연구원, 세종.
- 주재욱·이지연, 2017, 4차 산업혁명과 서울시 산업정책, 서울연구원, 서울.
- 통계청, 2018, 블록체인기술산업분류(안) 작성결과 보고, 통계청, 대전.
- 황선근·이수기·박정일, 2018, “수도권 개별입지 공장의 시공간적 입지특성 분석,” *지역연구*, 34(2), 21-34.
- Aarstad, J., Kvitastein, O. A. and Jakobsen, S. E., 2016, Related and unrelated variety as regional drivers of enterprise productivity and innovation: a multilevel study, *Research Policy*, 45(4), 844-856.
- Alexopoulos, K., Makris, S., Xanthakis, V., Sipsas, K. and Chryssolouris, G., 2016, A concept for context-aware computing in manufacturing: the white goods case, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 29(8), 839-849.
- Anselin, L., 1995, Local indicators of spatial association-LISA, *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.
- Busch, H. C., Muhl, C., Fuchs, M. and Eisebith, M. F., 2021, Digital urban production: how does Industry 4.0 reconfigure productive value creation in urban contexts?, *Regional Studies*, 55(10-11), 1801-1815.
- Drath, R. and Horch, A., 2014, Industrie 4.0: hit or hype?, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56-58.
- Duvivier, C., Polèse, M. and Apparicio, P., 2017, The location of information technology-led new economy jobs in cities: office parks or cool neighbourhoods?, *Regional Studies*, 52(6), 756-767.
- Foord, J., 2013, The new boomtown? creative city to tech city in east London, *Cities*, 33, 51-60.
- Frank, L. D. and Pivo, G., 1995, Impacts of mixed use and density on utilization of three models of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking, *Transportation Research Record*, 1466, 44-52.
- Frenken, K., Cort, F. V. and Verburg, T., 2007, Related variety, unrelated variety and regional economic growth, *Regional Studies*, 41(5), 685-697.
- Gornig, M. and Werwatz, A., 2018, German industry returning to cities, *DIW Weekly Report*, 8(46/47), 467-473.
- Hermann, C., Juraschek, M., Burggräf, P. and Kara, S., 2020, Urban production: state of the art and future trends for urban factories, *CIRP Annals*, 69(2), 764-787.
- Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B., 2016, Design principles for Industrie 4.0 scenarios, *Proceedings of 2016 49th Hawaii International Conference on Systems Science*, January 5-8, Maui, Hawaii.
- Lee, J. and Jung, S., 2020, Industrial land use planning and the growth of knowledge industry: location pattern of knowledge-intensive services and their determinants in the Seoul metropolitan area, *Land use Policy*, 95, 1-9.
- Leigh, N. G. and Hoelzel, N. Z., 2012, Smart Growth's Blind Side, *Journal of the American Planning Association*, 78(1), 87-103.
- Park, J. I. and Choi, T., 2022, Related variety, unrelated variety, and R&D investment in the environmental industry,” *Asian Journal of Technology Innovation*, 30(1), 90-105.
- Sajadieh, S. M. M., Son, Y. and Noh, S., 2022, A conceptual definition and future directions of urban smart factory for sustainable manufacturing, *Sustainability*, 14(3), 1-22.
- Winden, W. V., Berg, L. V. D., Carvalho, L. and Tuijl, E. V., 2011, *Manufacturing in the New Urban Economy*, Routledge, London.
- 교신: 이수기, 04763 서울시 성동구 왕십리로 222 한양대학교 과학기술관 304-1(이메일: sugielee@hanyang.ac.kr)
- Correspondence: Sugie Lee, 04763, 304-1, Engineering Science & Technology Building, 222, Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul, Republic of Korea(e-mail: sugielee@hanyang.ac.kr)

최초투고일 2022. 10. 4
 수정일 2022. 12. 15
 최종접수일 2022. 12. 17