

4차 산업 집적이 지역경제에 미치는 영향 분석

An Empirical Analysis of the Agglomeration Effects of the 4th Industry on Local Economy

주미진

중앙대학교 도시계획 및 부동산학과

Mijin Joo(abraxa@cau.ac.kr)

요약

최근 4차 산업혁명의 시대를 맞아 지역경제의 새로운 성장 동력이 될 것이라고 기대되는 4차 산업에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 관심을 바탕으로 다양한 정책들이 수립되고 있으나 실제 지역경제에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 4차 산업의 집적수준의 변화가 지역경제 성장에 미치는 영향을 전국의 시군구를 대상으로 공간통계모형을 사용하여 분석하였다. 분석결과, 4차 산업의 집적이 지역경제의 생산성 측면에는 긍정적인 영향을 주지만 지역의 소득에 대해서는 영향을 준다는 근거를 발견하기 어려웠다. 따라서 4차 산업의 집적이 지역경제에 미치는 영향은 제한적인 것으로 확인되었다. 또한, 4차 산업 유형 별로 집적이 지역경제에 미치는 영향이 상이하였으며, 지역경제 영향을 주는 4차 산업혁명 관련 산업은 제조업과 금융 및 보험업의 집적으로 나타났다.

■ 중심어 : | 4차 산업 | 집적경제 | 지역경제 | 공간통계모델 |

Abstract

Recent years have seen a rapid boom of the 4th industry and relevant policies in regions. However there are only a few studies about the impact of the 4th industry on the local economy. This study examines the agglomeration effects of the 4th industry on regional economy by using a spatial statistical models. As a result, it was found that the agglomeration of the 4th industry had a positive effect on the productivity of the local economy, while there is not good enough evidence to prove the relationship between the 4th industry and the income of the region. These findings indicate that the impact of the agglomeration of the fourth industry on the local economy is limited. In addition, the impact on the local economy was different by the type of the fourth industry, and the manufacturing industry and financial and insurance industries had a positive impact on the growth of the local economy.

■ keyword : | The 4th Industry | Agglomeration Economy | Local Economy | Spatial Statistical Models |

I. 서론

최근 산업구조의 변화로 인해 요소투입을 통한 가격 경쟁력이 중요했던 시대에서 기술혁신을 통한 지식의

확산이 중요한 시대로 변화를 맞이하고 있다. 특히, 기존의 산업과 다른 특성을 지닌 4차 산업에 대한 관심이 높아지고 있다. 다보스 포럼(WEF: World Economic Forum, 2016)에서 논의가 시작된 4차 산업 혁명은 사

접수일자 : 2021년 01월 19일

수정일자 : 2021년 02월 25일

심사완료일 : 2021년 02월 25일

교신저자 : 주미진, e-mail : abraxa@cau.ac.kr

물인터넷, 인공지능, 빅데이터 등 새롭게 나타난 신기술이 기존산업과 연계되어 모든 것이 네트워크로 연결되는 초월성을 특징으로 갖는 기술혁명이라고 할 수 있다 [1]. 4차 산업 혁명의 핵심 산업중 하나인 빅데이터 산업은 성장을 거듭해왔으며, 한국 IDC(International Data Corporation Korea Ltd)에 따르면, 국내 시장 규모는 2023년까지 연평균 성장률 11.2%로 약 2조 5,692억 원이며 글로벌 시장 규모는 2022년까지 2천 743억 달러에 이를 것으로 예상되고 있다. 4차 산업 혁명은 이러한 관련 산업 분야의 성장뿐만이 아니라 앞으로 사회 전반적으로 기존과는 다른 새로운 생활양식을 가져올 것으로 예상되고 있다[2]. 특히, 4차 산업은 경제성장에 중요한 역할을 할 것이라는 점에서 주목받고 있으며, 신기술을 바탕으로 융·복합이 일어나게 되며, 이를 통해 생산성의 증가를 가져올 것이라고 기대되고 있다. 4차 산업과 관련된 핵심기술(인공지능, 업무자동화 등)을 이용할 경우, 주요국가의 경제 성장률이 높아지고 업무생산성이 증가될 것이라는 실증연구들이 이를 뒷받침하고 있다[3][4]. 또한, 산업연구원[5]은 우리나라의 경제 성장률의 둔화추이는 불가피하지만, 4차 산업혁명을 통하여 제조업과 서비스업간의 융합을 가속시킬 경우, 이러한 둔화추이를 조절할 수 있을 것이라고 분석하였다.

지역적 차원에서도 4차 산업은 기존의 대량생산방식이 아닌 지역기반 생산 방식이 우세해지게 되며, 이 경우, 지역경제의 새로운 성장 동력이 될 것이라고 기대되고 있다. 이에 4차 산업 혁명의 핵심기술의 발달은 혁신적인 산업생태계의 변화를 초래하게 될 것이며, 새로운 산업혁명에 대응하기 위한 지역적 차원의 정책이 필요하다고 할 수 있다. 최근에 4차 산업혁명과 관련한 산업들을 지역적인 측면에서 분석한 관련 산업의 입지요인이나 지역 경쟁력 방안 등의 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 다양한 지역적 논의에도 불구하고 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구는 미흡하였다. 4차 산업 관련 정책들이 효과를 발휘하고 지역에 긍정적인 영향을 주기 위해서는 4차 산업이 실제 지역경제 성장에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구 및 논의가 필요하다고 할 수 있다.

이와 같은 문제인식을 통해 본 연구는 4차 산업의 공

간적 분포 및 집적패턴을 분석한 후, 4차 산업의 집적 수준이 지역경제에 어떠한 영향을 미치는 지를 공간통계모형을 이용하여 실증 분석하였다. 본 연구는 이러한 분석을 통하여 4차 산업과 관련한 지역경제 발전을 위한 정책방향 설정에 시사점을 제시할 것으로 기대된다.

II. 선행연구 검토

1. 4차 산업의 개념

4차 산업혁명은 1차 기계적 혁명, 2차 대량생산체제, 3차 생산의 자동화와 같은 기존의 산업혁명과는 차별화된 특징을 보인다는 측면에서 세계적 관심을 불러일으켰다[6]. 다보스 포럼에서 4차 산업 혁명이라는 단어를 사용한 Schwab[7]은 규모, 범위 및 복잡성 측면에서 기존 산업혁명과 차별화되고, 신기술을 통해 기존 기술과 산업이 융합되어 다양한 사회 분야에 영향을 미치는 현상으로 4차 산업혁명을 정의 내렸다. 우리나라의 4차 산업혁명 위원회에서는 4차 산업 혁명을 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술로 촉발되는 초연결 기반의 지능화 혁명이라고 명명하고 있다. 이민화, 김애선[8]은 4차 산업혁명은 빅 데이터, 사물인터넷, 인공지능과 같은 개별 기술로는 전체 설명이 불가능하며, 개별 기술들이 어떻게 융합하여 세상을 바꾸는가 하는 측면에 주목하였다. 이에 4차 산업혁명을 1, 2차 산업혁명이 만든 현실 세상과 3차 산업혁명이 만든 가상세상이 융합하는 “현실과 가상의 융합”이라고 정의하였다. 배영임, 신혜리[9]는 4차 산업혁명은 속도, 범위, 영향력 등에 있어 3차 산업혁명과 차별화되지만, 3차 산업혁명의 디지털 기술과 연계된 혁명으로 4차 산업혁명을 정의내리기도 하였다. 그러나 일부 학자들은 4차 산업 혁명의 개념의 핵심인 ICT 혁신이 비약적인 생산성 증가를 가져올 수 있는지에 대해 비판적이다[10]. 또한, Schwab[7]에 의해 4차 산업혁명이 주장된 이후, 우리나라를 제외한 다른 나라에서는 거의 관심을 받지 못했으며, 4차 산업혁명이라는 단어가 정치적 유행어에 불과하다는 주장도 있었다[11]. 이후에도 학계에서는 4차 산업혁명이 무엇인지에 대한 논의가 진행되었으며, 구체적으로 정의내리는 것은 어렵지만 4차 산업혁명이

다양한 신기술(사물인터넷, 인공지능, 디지털혁명, ICT 기술, 빅데이터와 클라우드, 나노, 바이오 기술 등)로 인해 나타나는 새로운 산업분야의 혁명이라는 것에는 대체로 동의하고 있다.

4차 산업혁명에 대응하기 위한 핵심은 4차 산업의 경쟁력 향상이라고 할 수 있다. 이에 4차 산업을 정의하고 분류하기 위한 다양한 연구가 이루어졌다. Schwab(2017)에 따르면, 4차 산업혁명의 핵심기술은 물리학, 디지털, 생물 관련 기술이며 4차 산업은 핵심기술과 관련된 산업이라고 하였다. 장철순 외[12]의 연구에서는 신산업 산업체를 4차 산업혁명 기반기술과 직접적으로 관련된 재화를 생산하는 사업체로 정의하고 사물인터넷, 로봇·드론, 3D 프린팅, AR·VR, 인공지능·빅데이터의 5개 부문을 신산업 사업체로 선정하였다. 현대경제연구원[13]에서는 4차 산업혁명의 핵심요소기술인 인공지능, 빅 데이터, 사물인터넷, 센서, 자동화 기술, 신소재, 바이오 신기술 등 핵심요소 기술과 직접적으로 관련이 있는 5개의 산업을 국제표준산업분류를 기준으로 4차 산업혁명의 기반산업이라고 정의하였다. 김형만 외[14]에서는 4차 산업의 특징을 여러 종류의 기술이 융·복합된다는 점에 주목하였다. 이에 따라 독자적으로 개발되어 왔던 나노, 우주항공, 환경 등의 산업기술들이 IT를 기반으로 융·복합되어 새로운 4차 산업을 형성한다고 주장하였다. 박승빈[1]은 처음으로 한국표준산업분류(KSIC)를 이용하여 16개의 신기술을 바탕으로 37개 산업을 4차 산업으로 분류하였다. 김은영[15]의 연구에서는 4차 산업을 기반산업과 응용산업으로 구분하였다. 기반산업은 인공지능, 빅데이터 등 핵심요소기술들과 직접적으로 연관된 산업을 기반산업으로 정의하였으며, 응용산업은 거의 전 산업분야로 이러한 기반산업을 통해 융·복합이 이루어지며 무한 확장성이 가능하다고 보았다. 강호제 외[16]은 산업군이 아니라 기업에 초점을 맞추어 기술적 혁신과 고용창출, 성장을 동시에 달성할 수 있는 개별기업들을 4차 산업혁명에 중요한 혁신기업으로 정의하였다. 이러한 기존의 연구들을 토대로 살펴보면, 4차 산업은 특정산업부터 융·복합 가능한 전 산업으로 확장될 수 있다. 그러나 일반적으로 4차 산업은 다양한 핵심기술과 직접적으로 관련이 있는 산업이며 특히, 이러한 핵심기술을 어떻게

분류하는지에 따라 4차 산업의 기준이 달라지는 것을 확인할 수 있다.

2. 4차 산업집적과 지역 관련 연구

일반적으로 일정한 지역적 범위 내에 경제주체들이 군집(cluster)함으로써 경제적 이득을 볼 수 있다고 주장하며 이를 집적경제라고 부른다. 집적경제는 지역화 경제와 도시화경제로 구분된다. 지역화경제는 같은 업종의 기업들이 서로 군집하여 입지함으로써 기업의 생산성이 증대되며, 도시화경제는 도시의 규모가 증가함에 따라 생산비용의 감소가 일어나게 되고, 이를 통해 도시에 있는 기업들의 생산비용이 감소하는 것이다[17].

특히, 지역화경제 측면에서 4차 산업 혁명과 관련 기업들 역시 일정한 공간에 집적하여 입지함으로써 다른 기업들과의 상호작용을 통하여 지식을 생산하고 산업간 융·복합을 통하여 지역 내 경제활동 주체들의 혁신을 유도하여 지역경제성장을 이룰 수 있을 것이라고 기대된다고 할 수 있다. 특히, 4차 산업과 관련된 기존의 산업들이 입지하고, 빅데이터 분석 등 핵심 기술을 가진 인적 자본 확보에 유리하다고 판단되는 지역에 4차 산업의 집적 가능성이 제기되고 있다[18][19]. 하지만 일부 연구에서는 4차 산업의 경우, 다품종 소량생산의 시대에 발맞추어 소규모의 맞춤형 생산이 적합하며, 집적의 가능성이 낮다고 주장하고 있다. 이에 따라 규모의 경제효과는 줄어들 것이며, 4차 산업 관련 제조업의 경우에는 운송비가 덜 중요해짐에 따라 집적효과는 감소할 것이라고 하였다. 이 때문에 장치형 산업이 집적되어 있는 지역들의 경우 집적효과가 줄어들기 때문에 영향을 받게 될 것이라고 주장하였다[20].

산업집적이 지역 경제에 미치는 영향에 대해서는 다양한 연구들이 이루어졌지만 특히, 4차 산업과 관련이 깊은 산업인 첨단산업, 창조산업, 지식기반서비스업과 관련된 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 한표환[21]은 첨단산업의 집적이 지역경제에 긍정적인 영향을 주지만 지역적으로 편향되어 있다고 지적하였다. 이병송, 장수명[22] 역시 첨단산업이 지역경제에 영향을 주는 것을 확인하였다. 김계숙, 민인식[23]은 첨단산업의 경우, 지역의 고용성장 효과는 적고 오히려 제조업의 고용성장

이 더 큰 기여를 하고 있다고 주장하였다. 이중하, 박성훈[24]은 첨단산업은 경기와 충청권에서만 특화에 의한 집적경제효과를 확인하였다. 박성호 외[25]는 서울시를 대상으로 창조산업의 집적이 지역경제에 미치는 영향을 분석한 결과, 생산측면(1인당 GRDP)은 긍정적이었으나, 소득측면(1인당 주민세)의 경우는 영향력이 제한적으로 단순한 공간적 집적만으로는 지역의 소득능력을 담보할 수 없다고 지적하였다. 문동진[26]은 지식기반서비스업의 집적이 지역경제에 미치는 영향을 분석한 결과, 50만 이상의 대도시 지역과 수도권의 과밀억제권역에서만 집적의 영향력을 확인하였다. 산업은 다르지만 선행 연구들은 해당 산업들의 집적이 경제성장이나 지역경제에 긍정적인 영향을 미친다는데 대부분 일치하고 있다. 하지만 4차 산업의 집적이 지역경제에 미치는 영향은 4차 산업의 개념 정의가 최근에 이루어졌기 때문에, 논의가 이제 시작되고 있는 단계라고 할 수 있다. 최근, 4차 산업관련 개발기술의 경제적 효과에 대한 연구들이 발표되었는데, 이들은 인공지능기술, 업무자동화, 5G도입에 따른 생산성 증가를 통한 경제성장효과를 입증하였다[3][4]. 우리나라의 경우, 신학철, 우명제[27]는 4차 산업이 균형발전에 도움을 주며, 수도권과 지방대도시권의 지역 경제성장에 긍정적인 영향을 주었다고 분석하였다.

4차 산업 관련 지역경제 성장 연구 이외에 지역 관련 연구들은 공간적 입지나 지역의 경쟁력을 연구하는 방향으로 이루어져 왔다. 먼저, 4차 산업의 입지 관련 연구들은 4차 산업은 수도권에 주로 집중되어 있으며, 지역적 불평등이 존재한다는 것을 공통적으로 지적하였다. 또한 비수도권 지역의 경우, 대전, 광주, 부산 등 지방대도시권 일부 지역을 제외하고는 4차 산업의 기반이 약하여 이에 대한 전략이 필요함을 주장하고 있다. 박승빈[1]의 연구에서는 4차 산업을 정의하고 4차 산업에 대한 종합적인 분석을 시행하였다. 이를 통해 4차 산업관련 사업체가 지속적으로 늘고 있으나, 서울 등 수도권 지역에 밀집해 있으며, 지역불균형이 일어날 수 있음을 지적하였다. 장철순 외[28]은 신산업이 수도권에 집중되고 있으며, 특히 서울에 핵심기술 분야 모두가 강하게 집적하고 있다고 주장하였다. 강호제 외[16]은 4차 산업의 혁신성장기업은 수도권 남부에만 집중

적으로 분포하여 대표적인 혁신성장지역을 형성하고 있으며, 대전, 광주, 부산의 일부지역을 제외하고는 비수도권지역의 혁신성장지역의 형성이 거의 없는 것으로 분석하였다. 사호석[29]은 신산업의 공간패턴을 분석하여 신산업의 집적이 수도권을 중심으로 불균등하게 분포하고 있으며, 이를 해결하기 위해 비수도권 신산업 육성 전략이 필요하다고 주장하였다.

지역의 경쟁력이나 대응과 관련한 선행연구들은 아직 4차 산업에 대한 지역차원의 대응모델이나 정책적 준비가 부족함을 지적하고, 이러한 문제를 해결하기 위한 정책적 제언을 하는 경향의 연구들이 주를 이루었다. 이들 연구들은 4차 산업 관련 대응정책의 부족으로 인해 주력산업에 대한 정의가 미흡하며 이를 해소하기 위해서는 인적자본 양성과 균형발전 전략이 중요함을 강조하였다[30][31].

선행연구들은 4차 산업의 지역 경제적 중요성에 대해서는 대체적으로 공감하지만, 신학철,우명제[27]의 연구를 제외하고는 4차 산업이 지역 경제성장에 미치는 영향에 대한 실증적이고 체계적 분석은 제한적인 실정이다.

II. 분석 모형

1. 자료

본 연구에서는 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 이를 위하여 공간적 범위는 전국 228개의 기초자치단체로 선정하였다. 지역의 경제수준을 보여줄 수 있는 지표로는 생산측면의 지역의 경제수준을 가늠해볼 수 있는 GRDP(지역내총생산)변수가 사용되었다. 지역경제력은 지역경제의 잠재력, 구매력, 생산력을 포괄하며, 실제적 생산능력을 보여줄 수 있는 GRDP(지역내총생산)가 일반적으로 사용된다. 또한, 산업 활동의 파급효과를 파악하기 위해서는 지역 내 귀착소득을 분석할 필요가 있다. 이러한 지역 내 귀착소득을 분석하기 위한 소득변수는 대표적으로 지방세 혹은 주민세가 사용될 수 있으며, 해당 연구에서는 주민세가 사용되었다. 주민세는 과거 지역소득세를 의미하여 개인소득 및 사업소에 대한 과세로서 97%이상이 개인의

소득할(재산분)으로 구성된다. 주민세는 4차 산업의 집적에 대한 지역경제 전반의 파급효과를 분석할 수 있어, 직접적인 생산능력을 보여주는 GRDP와는 다른 성격을 가진다[17]. 각 지자체별로 경제적 격차가 크기 때문에, 인구 1인당 변수를 사용하였으며, 이를 통해 GRDP와 주민세의 절대적 규모보다는 지역의 경제적 수준을 반영하고자 하였다.

독립변수인 4차 산업에 대한 영향력을 분석하기 위해서는 4차 산업에 대한 정의가 필요하다. 4차 산업의 정의와 분류는 이미 앞서 살펴본 것처럼 다양하게 이루어져 왔다. 하지만 본 연구에는 박승빈[1]의 연구를 참조하여 4차 산업을 분류하였다. 박승빈[1]은 4차 산업혁명 관련 핵심기술 11개를 도출하고, 해당 기술과 관련된 산업을 4차 산업이라고 간주하고 있다. 해당 연구는 4차 산업을 처음으로 한국표준산업분류(KSIC)와 연관하여 도출하였는데 의의를 가지고 있다. 또한 기존의 선행연구에서 사용된 대부분의 신기술을 포괄하고 있어 종합적인 분석이 가능하며, 이후 다양한 후속 연구들[27][32]에서도 4차 산업을 정의하는데 유용하게 사용되었다. 4차 산업은 4차 산업혁명과 관련이 깊은 11개의 테마별(기술별)로 산업을 구분하고 이를 다시 4개의 대분류(제조업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업, 전문, 과학 및 기술서비스업)로 정리하였다. 11개 테마별로 구분된 경우, 기술 유형별로 중복되는 산업군이 많고, 기술유형이 11개로 많아, 분석 시 정책적 시사점을 도출하기 용이하지 않다는 한계가 있다. 이에 산업군의 정의가 명확하고, 중복되는 산업이 없는 대분류 기준의 산업분류를 사용하였다. 또한, 해당 4차 산업 분류는 9차 한국표준산업분류를 이용하여 작성되었기 때문에, 10차 한국표준산업분류로 연계하는 과정이 필요하였다. 이에 신학철, 우명제[27]의 연구를 참고하여 10차 한국표준산업분류기준의 4차 산업을 재구성하였다. 이에 연구에서 사용된 4차 산업 혁명의 핵심기술과 관련된 4차 산업은 제조업 28개, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 10개, 금융 및 보험업 1개, 전문, 과학 및 기술서비스업 3개의 산업으로 구성되었다. 특히, 금융 및 보험업에 포함된 “그 외 기타 금융 지원 서비스업”은 신용카드 및 금융 결제 및 처리, 어음, 금융자산 중개, 외국환 및 대부 중개 등 금융업과

밀접히 관련된 서비스를 뜻한다.

4차 산업의 집적수준을 측정하기 위하여 입지수계수(Location Quotient: LQ지수)를 활용하였다. 산업의 집적수준을 측정하기 위해 다양한 방법이 활용되어 왔다. 대표적으로는 공간지니계수와 공간집중지수(E-G), 입지계수가 있다. 그 중 입지계수는 산업구조의 결과로 나타나는 무작위적 집중문제와 산업뿐만이 아니라 지역별로도 구분된 측정이 가능하며, 산업의 집적을 측정하는데 가장 널리 사용되는 지표 중의 하나이다. 입지계수는 지역 내에 입지하고 있는 산업이 그 지역 내에서 차지하는 비중을 근거로 하여 전국에서 해당산업이 차지하는 비중과 비교하여 그 산업의 특화도를 측정하게 된다. 일반적으로 LQ지수가 1보다 크면, 그 지역에 해당 산업의 비중이 전국의 해당 산업의 비중보다 큰 것을 뜻하여 그 지역에 해당 산업이 집적되어 있다고 판단할 수 있다. 입지계수의 계산식은 아래와 같다[33].

$$LQ_i = \frac{e_i^t}{e_I^t} \div \frac{E_i^t}{E_I^t}$$

e_i^t : 분석대상 지역의 t년도의 i산업의 종사자수,

e_I^t : 분석대상 지역의 t년도의 총 종사자수

E_i^t : 전국의 t년도의 i산업의 종사자수,

E_I^t : 전국의 t년도의 총 종사자수

통계변수는 유사 선행연구 결과 및 지역경제 분석에 관한 기존 연구를 반영하여, 인구수, 고령자비율, 인적자본인구비율, 제조업 종사자 비율이 사용되었다[25][34-36]. 전통적으로 경제성장과 가장 관련도가 깊다고 알려져 있는 지역의 인구수와 최근 들어 고령화가 진행됨에 따라 지역경제에 영향을 준다고 알려져 있는 고령자의 비율을 보여주는 65세 이상 인구비율이 이용되었다.

표 1. 4차 산업 분류(제10차 한국표준산업분류 기준)

대분류	산업 분류	산업분류명
제조업	20202	합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업
	23999	그 외 기타 분류 안 된 비금속 광물제품 제조업
	26111	메모리용 전자집적회로 제조업

	26112	비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업
	26212	유기 발광 표시장치 제조업
	26219	기타 표시장치 제조업
	26293	전자카드 제조업
	26299	그 외 기타 전자 부품 제조업
	26310	컴퓨터 제조업
	26421	방송장비 제조업
	26422	이동 전화기 제조업
	26429	기타 무선 통신장비 제조업
	26519	비디오 및 기타 영상기기 제조업
	27211	레이더, 항행용 무선 기기 및 측량 기구 제조업
	27301	광학렌즈 및 광학요소 제조업
	28119	기타 전기 변환장치 제조업
	28114	에너지 저장장치 제조업
	28123	배전반 및 전기 자동제어반 제조업
	28202	축전기 제조업
	29224	금속 성형기계 제조업
	29222	디지털 적층 성형기계 제조업
	29280	산업용 로봇 제조업
	29292	고무, 화학섬유 및 플라스틱 성형기 제조업
	30332	자동차용 부품 전기장치 제조업
	30399	그 외 기타 자동차 부품 제조업
	31311	유인 항공기, 항공 우주선 및 보조장치 제조업
	31312	무인 항공기 및 무인 비행장치 제조업
	31322	항공기용 부품 제조업
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	58219	기타 게임소프트웨어 개발 및 공급업
	58221	시스템소프트웨어 개발 및 공급업
	58222	응용소프트웨어 개발 및 공급업
	61210	유선통신업
	61220	무선 및 위성 통신업
	62010	컴퓨터 프로그래밍 서비스업
	62021	컴퓨터시스템 통합 자문 및 구축 서비스업
	63111	자료처리업
	63120	포털 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업
	63991	데이터베이스 및 온라인정보 제공업
금융 및 보험업	66199	그 외 기타 금융 지원 서비스업
전문, 과학 및 기술 서비스업	70111	물리, 화학 및 생물학 연구 개발업
	70121	전기·전자공학 연구개발업
	70129	기타 공학 연구 개발업

또한, 내생적 성장이론에서 지역경제성장에 가장 중요한 요소 중의 하나는 지역의 혁신을 가져올 수 있는 인적자본이다. 인적자본은 교육이나 훈련 혹은 경험을 통하여 축적된 지식이나 기술을 뜻한다. 이러한 지

식이나 기술은 독자적으로 존재하는 것이 아니라 노동에 의해서 체화된다[37]. 인적자본은 교육을 통해서 획득되며, 직업을 가진 뒤에는 해당 직무에 대한 경험이나 훈련 등을 통해서 증대될 수 있다. 일반적으로 인적자본은 교육에 초점을 두고, 자료의 획득이 용이한 교육기간을 통해서 측정된다. 본 연구에서는 대학교졸업 이상 인구 비율을 인적자본으로 측정하였다. 산업변수로는 전통적으로 지역경제와 연관이 깊은 관련이 깊은 제조업비율이 사용되었다. 수도권지역의 영향력을 측정하기 위하여 수도권지역더미를 추가하였다.

표 2. 변수 설명

구분	변수	변수설명	
총속 변수	1인당 GRDP	2016년 GRDP/ 2016년 인구	
	1인당 주민세	2019년 주민세/2019년 인구	
독립 변수	4차 산업업 LQ	4차 전산업	2018년 지역 4차 산업 총사자수 비중/전국 4차산업총사자수 비중
		제조업	2018년 지역 해당 산업 총사자수 비중/전국 해당 산업 총사자수 비중
		출판, 영상, 방송통신 정보서비스	2018년 지역 해당 산업 총사자수 비중/전국 해당 산업 총사자수 비중
		금융및보험	2018년 지역 해당 산업 총사자수 비중/전국 해당 산업 총사자수 비중
		전문, 과학 기술 서비스	22018년 지역 해당 산업 총사자수 비중/전국 해당 산업 총사자수 비중
		인구수	2019년 인구
통제 변수	노령인구비율	2019년 노령인구/전체 인구	
	인적자본	2015년 대학이상 졸업자수/전체 인구	
	제조업체비율	2018년 제조업체 총사자수/전산업 총사자수	
	수도권 더미	수도권=1, 비수도권=0	

2. 분석모형

지리적으로 인접한 지역들은 서로 영향을 주고받으며 상호의존적인 특성인 공간자기상관성을 가진다. 데이터가 공간적인 상호 영향력을 가지고 있음에도 이러한 고려 없이 계량분석이 이루어질 경우 선행회귀분석에서 전제하는 무작위분포와 독립성을 위배하여 왜곡된 결과를 가져온다. 따라서 지리정보시스템의 발전으로 다양한 분야에서 이러한 공간자기상관성을 고려한 연구방법이 발달되었다[38].

본 연구에서는 유형별 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향을 분석하기 위하여 이러한 공간자기상관성을 해결할 수 있는 공간계량 모형(Spatial Econometrics)을 활용하였다. 공간계량모형 추정을 위해서는 공간자

료의 자기상관성이 전제 되어야 한다. 이를 위해 종속 변수인 1인당 GRDP와 1인당 주민세 자료에 대한 공간자기상관분석을 시행하여 분석모형의 타당성을 검증하였다[38]. 종속변수의 공간자기상관성이 확인될 경우, 이를 해결하기 위한 모형으로 공간자가회귀 종속변수를 활용하는 공간시차모형(Spatial Lag model: SLM)과 공간오차모형(Spatial Error Model: SEM)을 활용하여 유형별 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향을 QGIS와 Geoda를 이용하여 분석하였다.

먼저, 종속변수의 공간자기상관성을 Moran's I 지수를 활용하여 분석하였다. Moran[39]이 고안한 모란지수는 공간가중행렬을 토대로 자료의 공간적 자기상관을 측정하는 방법이다. 연구에 사용되는 자료에서 공간적으로 유사한 값들의 군집경향을 하나의 지표로 나타낼 수 있으며, 시각적으로 Cluster Map을 구현하여 널리 활용되는 방법이다[40]. 전역적 Moran's I는 연구자료의 전체 공간에 대한 공간자기상관성을 분석하지만 국지적 Moran's I는 분석의 공간단위별 공간자기상관성을 측정한다는 점에서 차별성을 가진다. 국지적(Local) Moran's I는 지수 값을 바탕으로 하여 인접지역들과의 유의미한 관계를 공간단위별로 시각화하여 보여준다. 해당지역과 인접지역들이 모두 평균 이상의 값인 지역(High-High; HH), 해당지역은 평균 이상의 값이지만 주변지역은 평균 이하인 지역(High-Low; HL), 해당지역은 평균 이하의 값이나 주변지역은 평균 이상인 지역(Low-High; LH), 그리고 해당지역과 인접지역 모두 평균 이하의 값인 지역(Low-Low; LL)으로 구분한다[41].

- 전역적(Global) Moran's I 지수의 연산식

$$I_G = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}$$

- 국지적(Local) Moran's I 지수의 연산식

$$I_L = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}$$

단, i, j: 분석공간단위

x_i : 분석하고자 하는 모수 값

\bar{x} : 분석하고자 하는 모수 값의 평균

W_{ij} : 공간가중행렬(Spatial Weights Matrix)

공간시차모형(SLM)은 종속변수에서 공간적 자기상관성이 발견되는 경우, 주로 사용되는 모형중의 하나이다[42]. 공간시차모형(SLM)은 인접한 지역들 간의 상호영향력을 통제하기 위한 수단으로서 주변지역들이 종속변수에 미치는 영향력을 공간가중행렬을 토대로 변수화 하여 새로운 독립변수의 형태로 모형에 추정하는 것이다[43].

$$y = \rho W y + X \beta + \epsilon$$

단, W: 공간가중행렬

ρ : 인접지역 종속변수 평균에 대한 계수

ϵ : 잔차

공간오차모형(SEM)은 공간적 특성을 지닌 자료 구축시에 공간적 자기상관이 일어나는 변수를 관측할 수 없거나 공간자료가 집계되는 공간적 범위간의 불일치로 일어난다. 이에 따라 공간오차모형(SEM)은 모형에서 고려하지 않은 변수들에 공간종속성이 있다고 가정하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 공간가중행렬로 처리한 잔차를 모형에 포함시킨다[38].

$$y = X \beta + \mu$$

$$\mu = \lambda W \mu + \epsilon$$

단, W: 공간가중행렬

ρ : 인접지역 종속변수 평균에 대한 계수

λ : 인접지역 잔차에 대한 계수,

μ, ϵ : 잔차

이에 최소자승법(Ordinary Least Squares: 이하 OLS)모형과 공간시차모형(SLM), 공간시차모형(SLM)을 비교 분석하여 모형의 개선 여부를 판단하는 근거로 사용하였다. 또한, 각 모형별로 4차 산업과 유형별 4차 산업으로 구분하여 분석을 실시하여 총 12개의 모형을

제시하였으며, 최종적으로 가장 개선된 모형을 분석하였다. 이에 따라 1인당 GRDP 분석은 공간오차모형(SEM)을 사용한 모형5와 모형6의 값을 검토하여 결과를 도출하였으며, 1인당 주민세의 경우는 공간시차모형(SLM)인 모형9와 모형10의 분석결과를 해석하였다.

표 2. 분석 모형

구분		OLS		Spatial-Lag Model(SLM)		Spatial-Error Model(SEM)	
		모형 1	모형 2	모형 3	모형 4	모형 5	모형 6
종속 변수	1인당 GRDP	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4	모형 5	모형 6
	1인당 주민세	모형 7	모형 8	모형 9	모형 10	모형 11	모형 12
독립 변수	4차 산업	√		√		√	
	유형별 4차산업		√		√		√
통제변수		√	√	√	√	√	√
상호 작용항	수도권다미* 4차산업	√		√		√	
	수도권다미* 유형별 4차산업		√		√		√

III. 실증분석 결과

1. 4차 산업의 공간적 분포

기존의 관련 문헌에서 4차 산업의 수도권과 비수도권의 불균형을 주장하고 있어, 이를 바탕으로 수도권과 비수도권으로 구분하여 4차 산업 혁명 관련 산업의 공간적 분포를 살펴보았다. 첫째, 종사자수와 비율의 경우, 전체 4차 산업 종사자수의 약 69%가 수도권에 입지하고 있으며, 제조업을 제외한 모든 유형의 4차 산업의 종사자수의 경우, 수도권에 입지한 경우가 약 79%~87%까지로 나타나 수도권에 4차 산업이 집중된 것을 확인할 수 있었다.

표 3. 전국 유형별 4차 산업 종사자수

		(단위: 명, %)				
구분	지역	제조업	출판, 영상, 방송, 정보통신	금융, 보험	전문, 과학, 기술	4차 전산업
수도권	서울	11,669	227,045	11,495	39,443	289,652
	인천	17,782	4,554	497	6,776	29,609
	경기	146,412	64,655	3,085	101,394	315,546
	총합	175,863	296,254	15,077	147,613	634,807
	비율	0.46	0.87	0.79	0.80	0.69
비 수도권	부산	12,223	7,999	1,081	2,052	23,355
	대구	9,271	5,934	371	987	16,563

광주	8,611	3,121	1,061	1,004	13,797
대전	5,276	9,989	487	21,347	37,099
울산	11,949	1,493	101	389	13,932
기타 도	331,946	313,861	15,984	158,183	819,974
총합	203,413	46,143	4,008	36,349	289,913
비율	0.54	0.13	0.21	0.20	0.31
4차 산업 총합	379,276	342,397	19,085	183,962	924,720

둘째, LQ지수를 이용하여 4차 산업의 집적을 살펴보고 분석 결과, 4차 산업의 집적은 수도권이 1.33로 비수도권의 0.65보다 높아 수도권에 4차 산업의 집적이 이루어졌다. 그러나 4차 산업 유형별로 살펴보면 지역 간에 차이가 있었다. 수도권 지역은 제조업을 제외한 모든 유형의 4차 산업혁명 관련 산업의 집적도가 높았다. 그러나 제조업의 경우는 LQ지수가 1이 되지 않아 집적도가 낮았으며, 비수도권의 경우 제조업 LQ지수는 1보다 높아 특화가 이루어진 것으로 판단된다. 유형별로 살펴보면, 서울은 출판 및 관련 산업과 금융 및 보험업에서 전국에서 2.81과 2.56으로 가장 집적도가 높았다. 그러나 제조업은 충청북도와 충청남도의 집적도가 가장 높았으며, 전문, 과학 및 기술서비스업은 대전광역시 4.15로 압도적으로 집적도가 높았다. 이는 종사자수로만 구분하였을 때는 수도권의 비중이 높은 것으로 판단되나 4차 산업의 집적의 경우에는 4차 산업 유형에 따라 수도권지역으로 일방적으로 집중되어 있기보다는 전국적으로 특화지역이 다르게 나타났다.

표 4. 유형별 4차 산업 전국 LQ지수

구분	지역	제조업	출판, 영상, 방송, 정보통신	금융, 보험	전문, 과학, 기술	4차 산업
수도권	서울	0.13	2.81	2.56	0.91	1.33
	인천	0.97	0.27	0.54	0.76	0.66
	경기	1.65	0.81	0.69	2.36	1.46
	수도권	0.90	1.67	1.53	1.55	1.33
비 수도권	부산	0.49	0.36	1.45	0.17	0.40
	대구	0.56	0.40	0.44	0.12	0.41
	광주	0.81	0.33	2.00	0.20	0.54
	대전	0.50	1.04	0.91	4.15	1.44
	울산	1.32	0.18	0.22	0.09	0.63
	강원	0.12	0.35	0.13	0.12	0.21
	충북	2.40	0.16	0.08	0.20	1.08
	충남	2.90	0.13	0.09	0.24	1.29
	전북	0.43	0.17	0.41	0.29	0.30
	전남	0.49	0.18	0.38	0.10	0.29
	경북	1.96	0.13	0.08	0.23	0.90
	경남	1.27	0.13	0.09	0.20	0.61
	제주	0.03	0.39	0.23	0.10	0.18
	비수도권	1.11	0.28	0.44	0.41	0.65

2. 공간자기상관 분석

본 연구에서 검토한 지자체의 전국의 시군구는 2019년 기준으로 총 228개로 인접한 지역의 경우, 공간자기상관성이 나타날 수 있다. 공간계량모델의 타당성을 검증하기 위하여, 지역의 경제수준을 나타내는 1인당 GRDP와 1인당 주민세의 공간자기상관성을 검토하였다. 전역적 Moran's I는 -1과 1 사이의 값을 가진다. 인접한 공간들 간 유사한 특성을 통한 연관성을 가질 경우 전역적 Moran's I는 0보다 큰 값을 갖고 정(+)의 공간적 자기상관을 나타낸다. 반면, 인접한 공간들 간의 서로 다른 특성을 통한 연관성을 가질 경우 0보다 작은 부(-)의 공간적 자기상관을 나타낸다[22]. 1인당 GRDP와 1인당 주민세에 대해 전역적 Moran's I를 검증한 결과, 1인당 GRDP와 1인당 주민세는 모두 양의 (+)의 값으로 유의수준 0.05와 0.001하에서 통계적으로 유의하였으며, LISA Cluster Map에서도 국지적으로 공간적 연관성 유형(높거나 낮은 지역끼리 군집)이 뚜렷하게 발견되었다. 이에 이러한 공간자기상관성을 통제할 수 있는 공간통계모형이 활용될 수 있음을 시사한다.

표 5. 공간자기상관 분석결과

변수	Moran's Index	z-score	p-value
1인당 GRDP	0.158**	3.2802	0.012
1인당 주민세	0.384***	5.3557	0.002

*: p-value < 0.1, **: p-value < 0.05, ***: p-value < 0.01

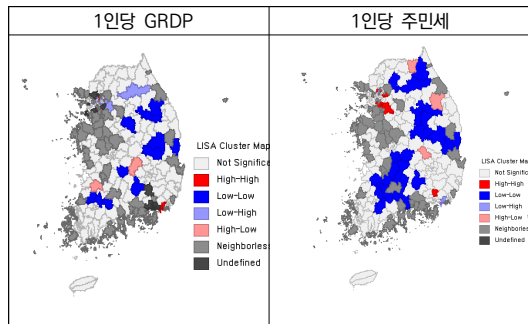


그림 1. Lisa Cluster Map

3. 4차 산업집적이 지역의 경제에 미친 영향 분석

3.1 기술통계 분석

본 연구에 사용된 변수들의 기초통계량 분석을 실시하였다. 종속변수인 1인당 GRDP와 1인당 주민세의 경우, 지역 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 4차 산업 LQ지수의 경우, 평균적으로 LQ지수가 가장 높은 산업은 제조업으로 나타났다. 전체 4차 산업 LQ지수의 최댓값은 4.4이며, 전문, 과학 기술 및 서비스업 LQ지수 최댓값은 15.4로 압도적으로 높았는데 해당 지역은 모두 같은 지역으로 과학기술개발특구인 대전광역시 유성구로 나타났다. 4차 산업 제조업 LQ지수가 가장 높은 9.8을 보인 지역은 충청남도 아산시였다. 아산시는 삼성전자, 삼성디스플레이, 현대자동차 등 다수의 대기업 제조업체 공장들이 들어서 있어 4차 산업 관련 제조업 집적이 가장 높은 것으로 판단된다. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업의 집적이 높은 지역은 강남구에서 이전한 IT산업이 입지하여 군락을 이루는 서울 금천구(8.1)와 구로구(6.1) 지역이었다. 금융 및 보험업 LQ지수가 가장 높은 지역은 금융 분야를 집중개발하고 있는 부산 동구(8.2)와 전통적인 금융 중심지인 서울 중구(8.19)였다. 인구는 최댓값이 1,194,465명이었으며, 최솟값은 9,617명이었다. 노령인구비율은 평균적으로 21%(0.21)로, 노령인구비율이 가장 많은 곳은 거의 40%(0.39)에 육박했으며, 가장 낮은 지역은 약 7.6%(0.076)에 불과하였다. 인적자본의 경우, 전체 인구에서 차지하는 평균 비중이 18%(0.183)을 보이고 있으며, 가장 인적자본의 비율이 높은 곳은 약 39%(0.389)이며, 가장 낮은 곳은 약 6.3%(0.063)였다. 전 산업대비 제조업체 비율은 약 18%(18.1)의 비율을 보이고 있는 것으로 나타났다.

표 6. 기술통계 분석

구분	변수	단위	최솟값	최댓값	평균	표준편차	
종속 변수	1인당 GRDP	백만원	7.93	388465	34017	31.48	
	1인당 주민세	천원	4.82	1036471	59437	133.49	
독립 변수	4차 산업 LQ 지수	4차산업	값	0	4.4	.494	.78
		제조업	값	0	9.8	.606	1.25
		출판, 영상, 방송, 통신	값	0	8.1	.411	1.01
		금융, 보험	값	0	8.3	.483	1.22
		전문, 과학 기술	값	0	15.4	.418	1.52
통제 변수	인구수	명	9617	1194465	2294	228485	
	노령인구비율	%	.076	.399	.210	.08	

	인적자본	%	.063	.389	.183	.07
	제조업체비율	%	.009	.570	.181	.14
	수도권 더미	값	0	1	.29	.45

3.2 공간종속성 진단

OLS 모형을 대체할 수 있는 공간자기상관성을 통제할 수 있는 공간통계모형을 결정하기 위하여 분석을 실시하였다. 1인당 GRDP를 분석한 모형의 Lagrange Multiplier 진단 결과를 살펴보면, LM-Lag값과 LM-Error 값이 모두 유의하였다. 따라서 Robust LM 분석을 추가적으로 수행하였고, 분석 결과에 따라, 공간오차모형(SEM)을 최적모형으로 선택하였다. 지역 활동의 소득측면인 1인당 주민세의 Lagrange Multiplier 진단 결과, LM-Lag값과 LM-Error의 값이 유의하여 Robust LM진단에서 유의한 결과를 나타낸 공간시차모형(SLM)이 최적 모형으로 결정되었다. 또한, 변수간의 다중공선성 문제를 분석하기 위하여 분산팽창계수(Variance Inflation Factor: VIF)를 검토한 결과, 1~2사이로 10이하로 설명변수 간 다중공선성 문제는 없는 것으로 확인되었다.

표 7. 공간의존성진단결과(1인당 GRDP, 1인당 주민세)

모형	구분	값	p-값
1인당 GRDP	Lagrange Multiplier	Lag	3.480*
		Error	9.543***
	Robust LM	Lag	0.150
		Error	6.215**
1인당 주민세	Lagrange Multiplier	Lag	47.736***
		Error	40.982***
	Robust LM	Lag	7.245**
		Error	0.492

*: p-value <0.1, **: p-value <0.05, ***: p-value <0.01

3.3 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향

본 연구는 공간통계모형을 이용하여 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향을 분석하였다. 먼저, 1인당 GRDP 공간오차모형(SEM)인 모형5와 모형6에 대한 통계적 신뢰성을 검토하였다. 결정계수(R²)는 0.275와 0.595이고, 공간오차계수(λ)가 유의수준 0.01하에서 통계적으로 유의하였다. OLS모형의 likelihood(LL)는 -1083.56와 -1020.66이었으며, Akaike info criterion(AIC)는 2179.11와 2059.32로, 공간오차모형(SEM)의 LL(-1079.70, -1014.28)과 AIC(2092.01,

2046.57)는 OLS모형보다 낮아 OLS모형보다 개선된 모형임을 나타내었다. 1인당 주민세 공간시차모형(SLM)인 모형9와 모형10의 결정계수(R²)는 0.21와 0.24이며, 공간시차계수(ρ)는 유의수준 0.01하에서 통계적으로 유의하였다. 또한, OLS모형에 비해 개선된 LL과 AIC를 보여주어 공간시차모형(SLM)에 대한 통계적 신뢰성을 보여준다.

분석결과를 살펴보면, 1인당 GRDP를 종속변수로 삼는 공간오차모형(SEM)모형의 경우, 4차 산업이 지역경제에 긍정적인 영향을 주었다. 이는 4차 산업인력이 특정지역에 집적됨으로써 지역의 생산력 향상에 긍정적인 요인이 된다고 해석할 수 있다. 이러한 4차 산업의 집적효과는 4차 산업이 집적을 통해 지식 및 기술 그리고 정보 측면에서 확산을 가져올 수 있으며, 이를 통해 동종 산업뿐만 아니라 다른 산업에까지 영향을 준다고 할 수 있다. 이는 4차 산업과 관련된 첨단산업 등의 기존 연구들에서 지적한 것처럼 4차 산업의 집적 또한 지역경제에 긍정적인 영향을 준다는 것을 뒷받침한다고 할 수 있다. 4차 산업 유형별로 살펴보면, 제조업과 금융 및 보험업의 경우, 지역경제에 통계적으로 유의미한 영향력을 주었다. 먼저, 4차 산업의 생산과 직접적으로 관련이 있는 제조업의 경우 지역의 경제에 영향을 주었다. 또한, 금융 및 보험업의 경우, 일부 연구들은 금융기관이 자금의 이동, 수익사업 발굴 등 여러 활동을 통해 기술혁신과 경제발전에 중요하다고 지적하였으나 다른 연구들은 금융서비스는 실물경제의 성장에 파생적으로 존재한다고 주장하기도 하였다. 그러나 최근에는 서로 상호관계를 맺고 발전한다는 의견에 힘이 실리고 있다[44]. 본 연구에서는 4차 혁명과 관련된 금융 및 보험업의 집적이 지역경제에 영향을 주는 것으로 나타나 금융 및 보험업의 집적이 지역경제의 생산측면과 관련이 있다는 의견을 지지한다고 할 수 있다. 하지만 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업과 전문, 과학 및 기술서비스업의 집적은 지역경제와 관련이 있다는 유의미한 결과를 얻지 못했다. 출판업, 영상, 방송통신 및 정보서비스업은 입지 요소보다는 온라인을 통한 다각적인 수익을 얻는 경우가 많다고 할 수 있다. 4차 산업혁명을 통해 현재 온라인 플랫폼이 다각화되고 AI 빅데이터 등 신기술의 활용이 높아지며 많은 주목을 받고 있

표 8. 4차 산업 집적이 1인당 GRDP에 미치는 영향에 대한 공간통계분석

구분	변수		OLS		Spatial-Lag Model(SLM)		Spatial-Error Model(SEM)		
			모형1	모형2	모형3	모형4	모형5	모형6	
독립 변수	4차 산업		7.24***		7.96***		6.89***		
	유형별 4차 산업	제조업		3.64***		3.98***		3.58***	
		출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업			2.24		1.73		3.35
		금융 및 보험업			1.78***		2.05***		2.22***
		전문, 과학 및 기술서비스업			-0.40		-0.24		-0.66
통제 변수	인구수		0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	
	노령인구비율		-22.63	-29.38	-26.17	-31.99	-23.14	-25.42	
	인적자본		103.76**	71.55**	90.36**	63.52***	98.25***	77.10***	
	제조업체비율		52.88***	66.97***	49.69***	62.66**	52.65***	68.13***	
	수도권 더미		0.71*	-11.78**	*0.20	-12.42**	-1.25*	-11.76**	
상호 작용항	수도권 더미*4차산업		5.09***		4.79***		5.54***		
	수도권 더미*4차산업 제조업			0.83		0.12		0.24	
	수도권 더미*4차산업 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업			-3.17		-2.88		-4.07	
	수도권 더미*4차산업 금융 및 보험업			18.50***		18.08***		17.88***	
수도권 더미*4차산업 전문, 과학 및 기술서비스업			3.12		2.94		2.49		
N			228	228	228	228	228	228	
R2			0.221	0.543	0.251	0.567	0.275	0.595	
B.P test			201.88***	615.95**	194.176***	624.01***	200.92***	685.54***	
Spatial Lag Coeff. (ρ)					0.118**	0.101**			
Spatial Error Coeff. (λ)							0.222***	0.277***	
Log Likelihood(LL)			-1083.56	-1020.66	-1082	-1019.04	-1079.70	-1014.28	
Akaike info criterion			2179.11	2059.32	2178.02	2058.07	2092.01	2046.57	

*: p-value <0.1, **: p-value <0.05, ***p-value <0.01

표 9. 4차 산업 집적이 1인당 주민세에 미치는 영향에 대한 공간통계분석

구분	변수		OLS		Spatial-Lag Model(SLM)		Spatial-Error Model(SEM)		
			모형7	모형8	모형9	모형10	모형11	모형12	
독립 변수	4차 산업		3.38		6.64		2.93		
	유형별 4차 산업	제조업		4.73		6.48		5.09	
		출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업			59.24		82.94		100.0
		금융 및 보험업			14.01		7.83		4.19
		전문, 과학 및 기술서비스업			3.70		7.75		6.34
통제 변수	인구수		0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	
	노령인구비율		-172.25	-240.07**	-178.58	-248.70**	-127.25	-191.18**	
	인적자본		129.14	81.46	124.59	69.07	84.44	17.00	
	제조업체비율		113.29**	143.03***	79.08**	114.31***	54.28**	79.73***	
	수도권 더미		-31.59	-75.61	-30.57	-77.99	-40.41	-85.64	
상호 작용항	수도권 더미*4차산업		33.77		30.44		33.19		
	수도권 더미*4차산업 제조업			17.94		18.47		17.36	
	수도권 더미*4차산업 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업			60.39		82.81		101.66	
	수도권 더미*4차산업 금융 및 보험업			45.65***		40.00***		36.77***	
수도권 더미*4차산업 전문, 과학 및 기술서비스업			-1.21		-3.40		-3.84		
N			228	228	228	228	228	228	
R2			0.18	0.19	0.21	0.24	0.12	0.14	
B.P test			104.30**	53.72***	91.55***	53.01***	94.70***	54.56***	
Spatial Lag Coeff. (ρ)					0.308***	0.157***			
Spatial Error Coeff. (λ)							0.308***	0.218***	
Log Likelihood(LL)			-1436.79	-1432.91	-1421.87	-1416.89	-1423.74	-1418.40	
Akaike info criterion			2885.57	2883.81	2857.730	2853.780	2859.490	2854.810	

*: p-value <0.1, **: p-value <0.05, ***p-value <0.01

지만, 실제 지역경제의 생산성과의 관련성은 낮은 것으로 판단할 수 있다. 전문, 과학 및 기술 산업의 집적 경우, 해당 산업의 집적이 지역경제에 영향을 준다는 통계적 근거를 발견할 수 없었다. 이는 기존 연구들 [45][46]에서 지적하는 것처럼 4차 산업 혁명에 혁명과 기술이 중요하지만 생산과정에서 주체가 되어야 할 기업이 아니라 대학 연구소 등 산·학·연 네트워크 구축이 강조되면서 지역경제에 직접적인 영향을 주는 것에는 한계가 있을 수 있다는 지적과 일치한다고 할 수 있다. 또한 4차 산업 관련 전문, 과학 및 기술서비스업에 포함되어있는 세부산업들은 대부분 연구개발 분야이다. 연구개발 분야는 혁신 및 기술발전에 중요한 요소임에는 틀림없지만 연구개발이 기업과 연계되어 산업화 과정을 거쳐야만 가시적인 정량효과를 판단할 수 있다고 할 수 있다[21]. 그러나 연구개발분야가 산업화 과정과 유기적인 연계가 약하다면 연구개발을 위해 투자되는 인력이 많다고 해도 지역경제에 긍정적인 영향을 주기는 어렵다고 판단할 수 있으며, 해당 결과는 이러한 주장을 뒷받침한다. 이외에 수도권에 입지한 4차 산업의 집적 역시 지역경제에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 유형별로는 수도권 지역의 경우, 금융 및 보험업이 지역경제에 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. 수도권 지역은 금융 및 보험의 집적이 전국에서 가장 높은 지역으로 특히, 이러한 금융 및 보험업의 경쟁력이 강하며 지역경제에 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다.

반면, 1인당 주민세를 종속변수로 삼는 공간시차모형(SLM)모형의 경우, 특정지역의 4차 산업의 집적과 해당 지역의 분배적 소득 수준간의 관계에서 유의미하게 나타나지 않았다. 이는 4차 산업이 직접적으로 지역경제의 생산성 측면에는 관련이 있지만, 주민의 실질적 귀착소득 수준의 향상과의 관련성은 아직 낮다고 볼 수 있다. 흥미로운 것은 수도권지역에 입지한 4차 산업의 집적효과 역시 통계적으로 유의성이 확인되지 않았다. 이를 통해 4차 산업은 전국적인 수준뿐만이 아니라 4차 산업의 집적이 많이 일어나는 수도권지역에서도 실질적 소득수준에는 영향을 주지 못하는 것으로 판단된다.

따라서 실질적으로 지역경제에 도움이 되기 위해서

는 4차 산업 종사자들의 소득효과가 왜 지역 내에 집약되지 않는가에 대한 후속연구가 필요하다. 이는 4차 산업 종사자들이 해당 지역의 주민이 아니라 타 지역으로부터 이동해온 종사자여서 외부 지역으로 소득이 유출될 수 있는 등 여러 가능성에 대한 고려가 필요하다. 유형별 4차 산업의 집적 역시 1인당 주민세에 모두 영향을 주지 못했으며, 다만, 수도권 지역에 입지한 금융 및 보험업만이 영향을 주는 것으로 판단된다. 수도권 지역의 금융 및 보험업 집적의 경우, 수도권지역의 생산과 소득에 모두 영향을 주는 변수로 수도권 지역에서는 4차 산업과 관련하여 특히 지역경제측면에서 금융 및 보험업의 육성 및 발전을 위한 정책적 고려가 필요할 것으로 생각된다.

IV. 결론

현재 세계는 4차 산업 혁명으로 인한 새로운 산업 구조적 변화를 겪고 있다. 특히, 미래의 성장 동력으로 4차 산업의 중요성은 더욱 커지고 있으며, 각국에서는 이와 관련한 경제성장정책을 추구하고 있다. 이러한 배경 하에서 지역적 차원에서도 지역 경제 성장을 도모하는데 4차 산업의 중요성이 더욱 커지고 있다. 이에 따라 본 연구는 공간통계모형을 이용하여 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향을 분석하였다. 이상의 분석의 결과는 다음과 같다. 첫째, 4차 산업의 집적변수는 생산측면의 지역경제 수준에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 4차 산업의 집적이 지역의 생산력과 관련이 있으며 수도권의 경우, 이러한 4차 산업의 집적에 의한 이익을 향유하고 있다고 할 수 있다. 둘째, 4차 산업의 집적은 지역의 소득측면에서는 영향을 준다고 하는 유의미한 결과를 발견할 수 없었다. 이는 4차 산업의 집적이 직접적으로 지역의 생산성에는 영향을 주지만 이것이 주민의 실질소득까지는 연결되지 않는다고 유추할 수 있다. 4차 산업의 집적이 두드러진 수도권 지역의 경우에도 주민의 소득으로 귀착된다는 증거를 발견할 수 없었다는 점에서 4차 산업의 집적에 따른 지역경제 효과는 제한적이라고 할 수 있다. 셋째, 유형별 4차 산업이 지역경제에 미치는 영향은 상이하였다. 지

역생산성 측면에서는 제조업과 금융 및 보험업 관련 4차 산업이 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다. 그러나 방송 관련 산업과 과학 및 기술 산업의 경우, 경제적 파급효과는 확인되지 않았다. 또한 수도권지역에 모든 유형의 4차 산업이 집적해있기보다는 지역에 따라 유형별 4차 산업의 집적에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 관련 산업(첨단산업, 창조산업, 지식기반서비스업 등)의 집적이 지역경제에 미친 영향을 분석한 연구들과 비슷한 결과이다. 산업 집적이 지역경제에 미친 영향력은 긍정적이지만 생산과 달리 소득에 대한 효과는 제한적이라는 점에서 궤를 같이한다고 할 수 있다.

이러한 분석결과가 시사하는 바는 다음과 같다. 첫째, 4차 산업의 집적은 실질적으로 지역의 생산성 측면에서 기여한다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 지역의 경제수준 향상을 위한 4차 산업의 유치 및 집적전략이 도움이 될 수 있다. 4차 혁명의 핵심은 각 산업이 독립적으로 발전하는 것이 아니라 4차 산업의 기반이 발전한 지역의 경우, 다른 산업과의 융·복합을 통해 경제와 사회 전체적으로 발전을 도모할 수 있다는 것이다. 따라서 새로운 지역의 경제적 원동력을 창출하기 위한 4차 산업의 유인과 집적관련 정책이 유효할 수 있다. 둘째, 4차 산업이 집적되더라도 지역의 소득과의 관련성이 낮음으로 이에 대한 주의가 필요하다. 4차 산업의 경우, 핵심종사자들의 집적을 통한 혁신과 기술의 이전, 창조성 발현을 통한 융·복합 등을 통한 외부경제효과가 발생될 것이라고 기대되고 있다. 그러나 이러한 외부효과가 지역의 소득으로 연계된다는 증거는 아직 부족하다고 할 수 있다. 따라서 4차 산업의 파급효과를 높일 수 있는 전략적 정책이 필요할 것으로 생각된다. 셋째, 유형별 4차 산업 집적에 따른 효과가 다르기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다. 모든 유형별 4차 산업의 집적이 지역경제에 긍정적이라는 증거는 아직 미약하며, 일부 4차 산업만이 지역의 생산성 측면에서 영향을 주었다. 특히, 수도권 지역의 경우, 금융 및 보험업 관련 지역경제효과가 두드러지는 것으로 나타났다. 따라서 각 유형별 4차 산업의 집적이 지역경제에 주는 영향을 바탕으로 지역적으로 차별화된 4차 산업 육성 전략을 세우는 것이 필요할 것으로 생각된다.

이러한 함의에도 불구하고 본 연구는 왜 4차 산업의 집적수준에 따라 지역의 생산성과 소득에 상이한 영향을 주는지에 대한 요인을 밝히지는 못하고 있다. 따라서 추후 4차 산업 관련 산업을 좀 더 세분화 및 유형화하고, 4차 산업의 집적과 관련된 방법론적인 보장을 한다면, 4차 산업의 집적이 지역경제에 미치는 영향에 대한 보다 구체적이고 실증적인 분석이 이루어질 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 박승빈, *4차 산업혁명 주요 테마분석-관련 산업을 중심으로*, 통계청 연구보고서, 2017.
- [2] 오효영, “제 4 차 산업혁명과 한국경제의 일자리 충격. 한국경제포럼,” 제11권, 제2호, pp.93-115, 2018.
- [3] M. Purdy and P. Daugherty, “Why artificial intelligence is the future of growth,” Remarks at AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term, pp.1-72, 2016.
- [4] A. McKinsey, *Future that Works: Automation, Employment and Productivity*, Global Institute, 2017.
- [5] 산업연구원, *4차 산업혁명 시대의 혁신성장을 위한 한국형 스마트 지역혁신 전략*, 2019.
- [6] 김경희, 한수범, “4차 산업혁명시대에 지자체별 산업 경쟁력에 관한 연구,” e-비즈니스연구, 제18권, 제4호, pp.117-131, 2017.
- [7] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, Penguin Books, 2017.
- [8] 이민화, 김애선, “4차 산업혁명의 기술 모델, AI+12 Tech,” 정보와 통신, 제34권, 제8호, pp.13-8, 2017.
- [9] 배영임, 신혜리, *경기도 4 차 산업혁명 기반조성을 위한 정책방향 연구*, 경기개발연구원, 2017.
- [10] 김희수, “4차 산업혁명 시대의 신성장 동력과 포용적 성장,” 한국경제포럼, 제11권, 제2호, pp.59-92, 2018.
- [11] 주재욱, 이지연, *4차 산업혁명과 서울시 산업정책*, 서울연구원, 2018.
- [12] 장철순, 문정호, 류승환, 장은교, 이승욱, 정우성, 조성철, 유현아, *4차 산업혁명시대의 신산업입지정책연*

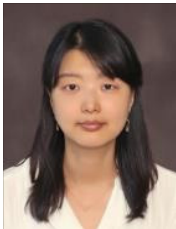
- 구, 국토연구원, 2017.
- [13] 현대경제연구원, *4차 산업혁명의 핵심 촉진자와 수*용, 2017.
- [14] 김형만, 강홍렬, 김창환, 김영생, 한애리, 김호진, *제4차 산업혁명 시대의 지역인적개발*, 한국직업능력개발원, 2017.
- [15] 김은영, “4차 산업혁명시대 지역의 신산업육성을 위한 지식산업센터 건립에 관한 연구: 포항지역 추진 사례를 중심으로,” 지방정부연구, 제22권, 제3호, pp.461-480, 2018.
- [16] 강호제, 류승환, 서연미, 표한형, *4차 산업혁명 시대의 혁신성장기업을 위한 입지정책방안*, 국토연구원, 2019.
- [17] 박성호, 김진열, 정문기, “창조산업의 집적이 지역경제에 미치는 영향분석,” 지방행정연구, 제26권, 제2호, pp.173-206, 2012.
- [18] 배수현, “4차 산업혁명 시대, 지역산업 육성 방향의 전환,” 서울행정학회 학술대회 발표논문집, pp.47-54, 2017.
- [19] 산업연구원, *4차 산업혁명 시대의 혁신성장을 위한 한국형 스마트 지역혁신 전략*, 2019.
- [20] 산업연구원, (특집) *4차 산업혁명과 지역산업 육성 방향*, 2017.
- [21] 한표환, “첨단산업의 집적과 지역경제발전,” 국토계획, 제25권, 제3호, pp.55-73, 1990.
- [22] 이변승, 장수명, “제조업체의 도시별 생산성 차이에 관한 연구,” 경제학연구, 제49권, 제3호, pp.165-188, 2001.
- [23] 김계숙, 민인식, “직접경제가 지역-산업 고용성장에 미친 영향: System GMM 추정방법의 활용,” 국토계획, 제45권, 제2호, pp.227-246, 2010.
- [24] 이종하, 박성훈, “산업집적 외부성에 관한 연구,” GRI 연구논총, 제12권, 제2호, pp.147-170, 2010.
- [25] 박성호, 김진열, 정문기, “창조산업의 집적이 지역경제에 미치는 영향분석,” 지방행정연구, 제26권, 제2호, pp.173-206, 2012.
- [26] 문동진, “지식기반서비스산업의 집적이 지역경제성장에 미치는 영향: 경기도 시·군 지역을 중심으로,” 국가정책연구, 제33권, 제4호, pp.79-118, 2019.
- [27] 신학철, 우명제, “4차 산업혁명 관련 산업의 입지특성이 균형발전에 미치는 영향,” 한국지역개발학회지, 제32권, 제2호, pp.91-117, 2020.
- [28] 장철순, 문정호, 류승환, 장은교, 이승욱, 정우성, 조성철, 유현아, *4차 산업혁명시대의 신산업입지정책연구*, 국토연구원, 2017.
- [29] 사호석, “신산업의 공간분포 패턴과 집적 요인에 관한 연구,” 한국경제지리학회지, 제23권, 제2호, pp.125-146, 2020.
- [30] 오병기, “우리나라 지역별 4 차 산업혁명 대응지수 격차에 관한 분석과 거시정책적 시사점,” 산업경제연구, 제31권, 제1호, pp.275-292, 2018.
- [31] 김은경, 문영민, *제4차 산업혁명에 대한 경기도의 대응방향*, 경기개발연구원, 2016.
- [32] 김동수, 조정환, “4차 산업혁명 관련 산업의 경제적 파급효과에 대한 산업연관분석,” 경제발전연구, 제26권, pp.1-26, 2020.
- [33] 정의철, 이변승, 조찬호, “우리나라 제조업 집적의 결정요인에 관한 연구,” 국제경제연구, 제11권, 제1호, pp.73-110, 2005.
- [34] 박종구, 고태순, “지방자치단체에 대한 재정분석과 신용평가 결과의 비교: 지역경제변수가 미치는 영향을 중심으로,” 한국지방재정논집, 제7권, 제2호, pp.143-165, 2002.
- [35] 조연상, “지방재정과 지역균형발전: 지역경제와 발전의 측정지표,” 지방재정, 제4권, pp.37-51, 2007.
- [36] 이연호, 김광민, “인구변화가 지역경제 성장에 미치는 영향: 충북의 경우,” 산업경제연구, 제28권, 제4호, pp.1493-1513, 2015.
- [37] 이남철, “한국의 인적자본 스톡 (1963-2004),” 국제지역연구, 제10권, 제3호, pp.154-175, 2006.
- [38] 김의준, 이성수, “서울 IT 산업의 공간적 집적경제 효과 추정,” 재정논집, 제21권, 제1호, pp.149-165, 2006
- [39] P. A. P. Moran, "Notes on continuous stochastic phenomena," *Biometrika*, Vol.37, pp.17-23, 1950.
- [40] 이희연, 노승철, *고급통계분석론*, 서울: 법문사, 2012.
- [41] 이창효, “공간계량모형을 활용한 수도권 읍면동의 산업별 집적의 영향요인 분석,” GRI 연구논총, 제18권, 제1호, pp.1-33, 2016.
- [42] L. Anselin, “Lagrange multiplier test diagnostics for spatial dependence and spatial heterogeneity,” *Geographical analysis*, Vol.20, No.1, pp.1-17, 1988.
- [43] 최열, 이재송, 김성, “공간자기상관을 고려한 용도지

- 역이 지역경제에 미치는 영향 분석: 영남지역을 중심으로,” 국토계획, 제48권, 제4호, pp.5-17, 2018.
- [44] 양준모, 최기산, 이장연, 조인숙, “지역경제발전과 금융시스템의 역할”, 지역발전연구, 제23권, 제1호, pp.31-58, 2014.
- [45] 권오혁, “창조경제 실현을 위한 산업생태계 조성방안,” 국토, pp.14-21, 2013.
- [46] 김방룡, 홍재표, “우리나라 지식서비스 산업의 성장요인 분석,” 산업경제연구, 제27권, 제2호, pp.635-657, 2014.

저 자 소 개

주 미 진(Mijin Joo)

정회원



- 1999년 8월 : 중앙대학교 지역개발학과(경제학학사)
- 2011년 5월 : Cleveland State University(도시행정학 박사)
- 2014년 10월 ~ 현재 : 중앙대학교 도시계획 및 부동산학과 조교수

〈관심분야〉 : 4차 산업, 창조산업 및 계층, 인적자본, 도시경제