



바이오 산업의 집적경제가 특허출원에 미치는 영향에 대한 연구

A Study on the Effect of Agglomeration Economies on Patent Applications in the Bio Industry

김규환*

Kim, Gyu-Hwan

Abstract

The purpose of this study was to determine the impact of agglomeration economies (specialization, urbanization, and competition) on patent applications in green, red, and white bio industries, as well as to investigate how specialization influences patent application change. In terms of the analysis method, spatial panel regression analysis was performed due to spatial autocorrelation in the patent application. In green and red bio industries, the effects of the localization economy (specialization) on patent applications, which were mentioned in the MAR model as well as the Porter model were initially negative but changed to positive. In addition, as argued in the Jacobs model and the Porter model, competition among small companies was also found to have a positive effect on patent applications. However, the diversity of industrial structures (urbanization) that was argued for in the Jacobs model was significant only in white bio industries.

주제어 집적경제, 지식파급, 특허출원, 바이오 산업, 공간패널분석

Keywords Agglomeration Economies, Knowledge Spillover, Patent Application, Bio Industries, Spatial Panel Analysis

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

바이오 기술은 생물체의 기능과 정보를 이용해 각종 유용한 물질을 생산하는 기술을 의미하며, 바이오 산업은 바이오 기술을 기반으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 제품 및 서비스를 생산하는 산업을 의미한다. 바이오 기술과 산업은 크게 3가지로 구분할 수 있는데, 첫째, 레드 바이오(의료 및 제약 분야), 둘째, 화이트 바이오(환경 및 에너지 분야), 셋째, 그린 바이오(농업 및 식품 분야)다. 바이오 산업은 위험이 크지만, 고수익을 낼 수 있는

R&D Intensive 산업이기 때문에, 국가에서도 기술개발 및 사업화를 활성화하기 위해 많은 정책을 수립해왔다. 게다가 최근 기후변화, 식량위기, 에너지 전환, COVID-19와 같은 글로벌 난제가 증가하는 상황에서 바이오 산업이 핵심적인 역할을 수행할 수 있다는 기대 아래 전 지구적으로 관심이 높아지는 상황이다. 이에 따라 각국에서는 바이오 산업에 대한 적극적인 투자를 통해 새로운 지식을 창출하고 이를 확보하려는 전략들을 수립하고 있다. 국내에서도 바이오 산업에서 기술개발을 활성화하기 위한 다양한 정책을 시도하였는데, 그중 하나가 바이오 클러스터 정책이다. 2020년 기준 현재 국내에는 25개의 바이오 클러스터가 조성되어 있으며, 그 주체는 지자체, 민간기업, 정부 등 다양하다(김

* Research Professor, Korea University Institute for Future Growth, Korea University (therute@korea.ac.kr)

석관 외 2013).

Porter(2000)에 따르면, 클러스터는 특정 산업에서 활동하는 기업을 중심으로 관련 업체들이 인접함으로써 형성되는 지리적 밀집으로 정의할 수 있다. 이러한 지리적 밀집은 집적경제를 형성함으로써 클러스터 내 새로운 지식창출에 영향을 미친다(Livanis and Lamin, 2016). 한편, 클러스터와 같이 동종기업이 집적화되어 발생하는 집적경제뿐만 아니라 산업구조의 다양성에 따라 발생하는 집적경제, 소규모 기업의 밀집으로 발생하는 집적경제 등 다양한 집적경제 효과도 지식창출에 영향을 미친다(Glaeser et al., 1992). 이처럼 다양한 학자들에 의해 집적경제가 재정의되면서 집적경제의 효과를 실증적으로 검증하려는 여러 시도가 있었는데, 이러한 연구의 공통점을 살펴보면 집적경제의 효과를 긍정적으로 강조하고 있다는 것이다(Acs and Audretsch, 1989; Caballero and Jaffe, 1993; Lim, 2004).

최근 통신과 교통기술의 발전으로 집적경제의 효과를 회의적으로 바라보는 시각도 증가하고 있다. 하지만, 바이오 산업에서 기술혁신은 바이오에 특화된 지식을 보유하고 있는 연구자들 간의 지식교환, 연계, 통합을 수행하는 과정에서 이루어지기 때문에, 지식에 대한 정보를 제공하는 대학, 연구소 간의 지리적 근접성을 바탕으로 클러스터를 조성하여 집적경제의 효과를 누리는 것은 아직 필요하다고 볼 수 있다(문혜선 외, 2018). 다시 말해 바이오 분야에서의 기술개발은 관련 분야의 지식을 보유한 대학, 기업, 연구소들이 집결된 개별 지역에서 이루어지기 때문에, 바이오 산업에서 클러스터 조성을 통한 집적경제의 효과를 누리는 것은 여전히 중요한 정책이다.

그런데 동종기업들이 밀집하여 네트워크를 형성하는 클러스터의 집적경제 효과는 항상 긍정적인 효과를 보이는 것이 아니라 성장과 쇠퇴라는 변화의 특징을 보인다(Audretsch and Feldman, 1996; Nesta and Mangematin, 2002; Kim and Park, 2015; Potter and Watts, 2011; Park and Kim, 2016). 이는 집적경제와 기술혁신이 선형관계가 아니라 비선형관계로 나타날 수 있음을 의미한다. 특히, 바이오 산업은 대규모 자본의 기술투자가 이루어졌다고 하여 새로운 지식이 곧바로 창출되는 경우는 드물다. 그 이유는 의료, 제약, 종자, 에너지 등과 같은 산업들은 실험과 검증을 동반하며 새로운 지식이 창출되기까지 상당한 오랜 시간이 걸리기 때문이다. 더불어 경제위기와 같은 외부환경 변화에도 영향을 받을 수 있다(김석관 외, 2013).

국내 바이오 산업 동향을 살펴보면 1997년 「벤처기업 육성에 관한 특별조치법」이 제정되면서 바이오 창업에 붐이 나타났으며, 그 결과 바이오 산업은 급속한 성장세를 보였다. 하지만, 2002년 이후 나스닥 거품 붕괴와 함께 벤처창업의 붐도 함께 줄어들기 시작했고, 코스닥 시장의 부진과 투자환경의 악화는 바이오 산업을 침체시켰다. 그러나 2004년 벤처기업 활성화 대책 발표, 제2차 생명공학육성기본계획 추진을 통해 바이오 기술과 산업의 성장을

위한 전략들을 수립 및 집행하였으며, 이와 동시에 2005년부터는 국내 바이오 클러스터도 조성되기 시작하였다(김석관 외, 2013; 문혜선 외, 2018).

이러한 배경에서 본 연구는 바이오 산업을 대상으로 집적경제가 특허출원에 미치는 효과를 실증적으로 분석한다. 그리고 동종 산업의 기업이 밀집함으로써 발생하는 집적경제의 특허출원 효과가 선형관계가 아닌 비선형관계로 나타나는지 분석한다. 이를 통해 국내 바이오 산업의 집적경제와 특허출원 간의 관계에 대한 실증적 증거들을 제공하는 것을 목적으로 한다.

II. 이론적 고찰

1. 집적경제와 지식파급

집적경제(Agglomeration economies)는 동종 및 이종산업이 특정지역에 집적함으로써 나타나는 일자리 및 지식 창출과 같은 긍정적 외부효과를 말한다. 동종산업이 집적함으로써 나타나는 외부효과는 지역화 경제(Specialization)이며, 이종산업이 집적함으로써 나타나는 외부효과는 도시화 경제(Urbanization)이다(Beaudry and Schiffauerova, 2009; 김의준 외, 2005). 특정 지역에 동종산업이 집적함에 따라 발생하는 지역화 경제는 규모의 경제와 관련이 있으며, 특정지역에 이종산업이 집적함에 따라 발생하는 도시화 경제는 기술 습득과 같은 범위의 경제와 관련이 있다(장석명·박용치, 2009; 손정렬, 2011). 또한, Glaeser et al.(1992)는 집적경제와 지식창출의 관계를 설명하면서 지역화 경제에서도 소규모 기업들의 경쟁을 강조하고 있다.

지역화 경제와 도시화 경제를 발생시키는 외부효과는 정태적 외부효과(Static externalities)와 동태적 외부효과(Dynamic externalities)로 구분할 수 있다(Henderson, 1997). 정태적 외부효과는 노동, 인프라, 시장규모와 같이 기업들이 특정지역에 입지함으로써 얻을 수 있는 지리적·금전적 편익의 즉각적인 효과를 말한다. 반면, 동태적 외부효과는 활동 주체 간 상호작용에 기인하는 지식과 정보의 공유를 핵심으로 간주하며, 지식파급(Knowledge spillover)에 따른 효과는 즉각적으로 발생하는 것이 아니라 오랜 시간을 걸쳐 나타난다(Audretsch and Feldman, 1996; Nesta and Mangematin, 2002; Potter and Watts, 2011). 또한, 동태적 외부효과는 지식을 축적한 기업들의 R&D활동에 따른 지식파급으로 개별기업은 신제품 개발에서 비용절감, 신기술 학습 등의 효과를 발생시키기 때문에 혁신의 외부성(externalities of innovation)으로도 언급되고 있다(Johansson, 2004).

동태적 외부효과는 MAR 모형(MAR model), Jacobs 모형(Jacobs model), Porter 모형(Porter model)으로 구분할 수 있으며(Glaeser et al., 1992), 각각의 모형은 지식파급에 영향을

미치는 집적경제의 요소가 상이할 수 있음을 주장한다. 먼저, Marshall, Arrow, Romer에 의해 정형화된 MAR 모형은 지역화 경제에 따른 지식파급에 주목한다. 지식파급은 지식 그 자체가 교환되는 경우와 지식을 보유한 인적자본이 교환되는 경우로 구분할 수 있는데, 어떠한 형태이든지 MAR 모형에서 지식파급은 동종산업이 집적하여 지역화 경제가 나타날 때 극대화될 수 있다. Porter 모형에서도 지역화 경제가 지식파급에 영향을 미친다는 점에서 MAR 모형과 맥락을 같이 한다. 한편, Jacobs 모형에서는 지식파급이 산업 내부가 아니라 산업 외부에서 발생하는 것으로 보기 때문에, 지역 내 산업이 특화된 지역화 경제보다는 다양한 산업이 지역 내 입지해 있는 도시화 경제를 강조한다. 앞서 언급한 3가지 모형은 지식파급에 있어서 독점과 경쟁 중 어느 쪽이 지식파급에 긍정적 영향을 주는지도 상반된 주장을 한다. MAR 모형에서는 혁신의 전유성¹⁾에 주목하면서 독점이 혁신 활동의 전유에 적합하고 주장한다. 반면, Porter 모형과 Jacobs 모형에서는 경쟁이 새로운 기술을 채택하고 개발하도록 유도하는데 긍정적인 영향을 준다고 주장한다. Porter 모형과 Jacobs 모형에서 논의되는 경쟁은 지역 내에서 체화된 아이디어의 경쟁을 의미한다. 소규모 기업에서 신제품 개발을 위한 진입이 쉽고 전문화된 소기업들 사이에서 국지화된 혁신 경쟁이 활발해지면서 새로운 지식이 창출된다(Batisse, 2002; Feldman and Audretsch, 1999; Gustavsson, 2003; Runiewicz-Wardyn, 2017; Sharma, 2017; 이종현·강명구, 2012; 임창호·김정섭, 2003; 한미량 외, 2008).

2. 클러스터 생애주기 이론

클러스터 효과를 살펴봄에 있어서 또 다른 접근은 진화론적 관점에서 클러스터 생애주기에 대한 접근이며(Menzel and Fornahl, 2010; Martin, 2010; Martin and Sunley, 2011), 이러한 이론적 논의는 집적경제의 효과가 선형이 아닐 수 있음을 증명한다(Van Klink and De Langen, 2001). 클러스터 생애주기관 클러스터 출현부터 쇠퇴까지 전체적인 과정을 다루는 이론이다. Poudier and John(1996)은 클러스터는 생애주기를 갖는다고 주장하는데, 그 내용을 살펴보면 처음에는 클러스터가 기업의 효율성을 증가시키지만, 시간이 지남에 따라 기업은 효율적인 다른 기술경로를 찾음으로써 기존 클러스터가 갖는 효율성은 점차 감소할 수 있다는 것이다. 즉, 클러스터가 생애주기를 따르며 고용자와 사업체 증가 등의 효과가 변화하는 이유는 클러스터에 입지한 기업들이 클러스터 내 다른 기업의 행태에 영향을 받기 때문이다.

Van Klink and De Langen(2001)은 가치사슬의 특징, 전략적 관계, 클러스터의 역동성, 협력적 영역, 성공이라는 결정요소 기준을 활용하여 클러스터 생애주기를 총 4단계(발전, 확장, 성숙, 전이)로 구분하였다. 연구에 따르면 클러스터의 경제적 효과

는 영구적인 발전요인이 되지 못하며, 긍정적 효과의 요인들은 시간 변화에 따라 감소한다고 설명한다(Jacobs, 1970; Martin and Sunley, 2006). Martin(2010)은 산업별로 클러스터의 생애주기가 매우 다양하게 나타날 수 있다고 설명하면서, 재생 또는 재활성화 단계, 지속적 변화와 변형의 단계, 안정적 균형상태의 고착단계로 구분하고 있다. Menzel and Fornahl(2010)도 생애주기를 총 4단계(발생, 성장, 유지, 쇠퇴)로 구분하여 설명한다. 발생단계에서는 소수의 소기업이 증가 및 새로운 기술접근에 따른 이질성이 증가하는 단계이다. 성장단계는 고용증가와 지식의 이질성에 따른 기술혁신이 나타나는 단계인데, 특히 지식의 이질성은 클러스터가 지속하는데, 핵심 요소로 간주한다. 따라서 지식의 이질성이 지속되지 못하면 클러스터는 쇠퇴하며, 이것이 다시 증가하면 클러스터는 다시 새로운 성장단계에 진입한다. 이러한 이질성의 증가는 클러스터가 형성됨에 따라 점진적으로 이루어질 수 있으며, 기술경로에서 새로운 지식을 클러스터로 통합시키며 이질성을 유지시킨다. 유지단계에서는 이러한 기술의 이질성이 감소하며, 쇠퇴단계에서는 클러스터가 회복력이 감소한다. Shin and Hassink(2011)의 연구에서도 생애주기를 4단계(발전, 확장, 성숙, 전이)로 구분한다. 이러한 구분은 Van Klink and De Langen(2001)의 클러스터 생애주기와 연결된다.

한편, Swann(1998)은 일반 사업체보다 연구소에 집중하여 클러스터의 생애주기를 제시하고 있다. Swann(1998)은 클러스터 생애주기 단계를 총 6단계로 구분하는데, 이를 좀 더 구체적으로 설명하면 연구기관에서 새로운 기술을 확보하는 단계, 연구기관에서 기술을 제품으로 만들어 상용화하는 단계, 개발되어 상용화된 기술을 토대로 기업들이 증가하기 시작하는 단계, 전문적인 지원기관이 등장하여 클러스터의 운영을 위한 서비스를 본격적으로 제공하기 시작하는 단계, 기업들이 성장하고 자체적으로 혁신을 실천하는 단계, 기업들이 매우 성숙하여 스스로 사업의 다각화에 나서는 단계이다.

3. 연구의 차별성

본 연구는 바이오 산업을 대상으로 '바이오 산업의 집적경제가 특허출원에 영향을 미치며, 집적경제 중 지역화 경제의 효과는 비선형일 것이다.'라는 연구가설을 설정하고, 해당 연구가설이 지지받을 수 있는지 아닌지를 검증하기 위하여 진행되었다. 기존 연구에서도 집적경제와 특허출원과의 인과관계를 실증적으로 증명했지만, 집적경제 효과의 비선형관계까지 살펴본 연구는 부족하다. 이러한 점에서 본 연구가 밝히고자 하는 집적경제 효과와 비선형관계는 집적경제 이론과 생애주기 이론을 검증할 수 있다는 점에서 차별성을 보인다.

III. 변수설정 및 자료수집 방법

1. 바이오 제조업 산업과 기술 분류

집적경제와 지식창출 간의 관계를 살펴봄에 있어서, 본 연구에서도 기존 연구와 마찬가지로 지식의 대리변수로 특허를 활용하였다(Feldman, 1999; Martinus et al., 2020; Sonn and Park, 2011; 이희연, 2010). 한편, 분석을 위해서는 바이오 산업과 특허를 연계할 필요가 있는데, 이를 위해 특허청(2019)의 보고서(IP 전략적 제후를 위한 수행 방법론 연구 및 실제 - 바이오)에서 제시하는 KSIC-IPC 연계표를 활용하였다. 본 보고서에서는 그린 바이오, 레드 바이오, 화이트 바이오로 구분하여 KSIC를 제시하고 있으며, KSIC와 연계한 IPC도 함께 제공하고 있다.²⁾ 이에 따라 KSIC에 해당하는 자료는 통계청의 사업체기초통계조사 자료를 활용하였으며, IPC에 해당하는 자료는 특허청의 지역별 특허출원건수를 활용하였다. 자료의 수집방법은 아래 <그림 1>과 같다.

그린 바이오에 해당하는 제조업은 C1000(식료품 제조업), C1100(음료 제조업), C2020(합성고무 및 플라스틱 물질 제조업), C2041(잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조업)이며, 이에 해당하는 IPC코드는 A23(식품 또는 식료품), C13K(당 공업), C12C, C12G(생화학; 맥주; 주정; 포도주; 식초; 미생물학; 효소학), C05B, C05C, C05F(비료; 그 제조), A01N(임업; 축산; 수렵; 포획; 어업)이다. 레드 바이오에 해당하는 제조업은 C2100(의료용 물질 및 의약품 제조업), C2710(의료용 기기 제조업), C2720(측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀 기기 제조업; 광학 기기 제외)이며, 이에 해당하는 IPC코드는 A61K(위생학; 의학 또는 수의학), A61L(위생학; 의학 또는 수의학), C07K(유기화학), C12N(생화학; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자

공학), A61B(위생학; 의학 또는 수의학), C12M(생화학; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학), G01N(측정; 시험)이다. 화이트 바이오에 해당하는 제조업은 C1300(섬유제품 제조업; 의복 제외), C2043(세제, 화장품 및 광택제 제조업), C2049(그 외 기타 화학제품 제조업), C2300(비금속 광물제품 제조업), C2919(기타 일반 목적용 기계 제조업)이며, 이에 해당하는 IPC 코드는 D06L(섬유), A61Q(위생학; 의학 또는 수의학), C14C(원피; 나피; 생피; 피혁), B32L(적층제), B01D(물리적 방법; 화학적 방법 또는 장치일반), F24F(가열; 레인지; 환기)이다. 자세한 분류는 <표 1>과 같다.

2. 변수의 구성

본 연구에서 활용한 종속변수와 독립변수는 <표 2>를 통해 확인할 수 있다. 종속변수는 특허출원 건수를 종사자로 나눈 비율이며, 독립변수는 집적경제의 효과를 나타내는 변수들로 구성되어 있다.

집적경제의 효과 중 지역화 경제(Specialization)는 그린 바이오, 레드 바이오, 화이트 바이오 제조업의 LQ지수뿐만 아니라, 비선형관계를 살펴보기 위하여 각 LQ지수의 제공항을 포함하였다. 또한, 연구개발 서비스업의 LQ지수도 포함하여 분석하였다. 그 이유는 서론에서 언급하였듯이 최근 바이오 산업에서도 환경이 변화하면서 전통적인 생명과학 기술 이외에도, ICT, AI, NT 등 외부 기술 분야와의 융합이 증가하는 추세이기 때문이다. 따라서 이러한 산업의 서비스를 대표할 수 있는 연구개발 서비스업의 LQ지수도 포함하여 분석을 수행하였다. 집적경제 효과 중 도시화 경제(Urbanization)는 허쉬만 허핀달 지수(HHI)의 역수를 사용하였는데, HHI는 소수 기업의 과점 시장에서 시장 집중도를 평가하는 데 유용하기 때문에 기존 연구에서도 HHI지수의 역수

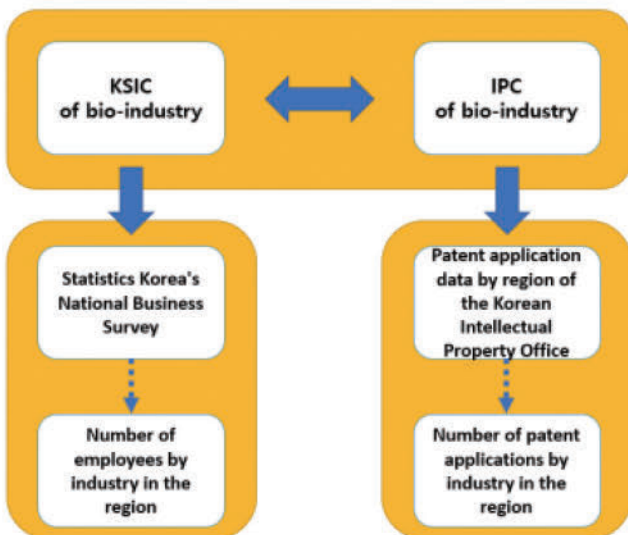


Figure 1. Method of collect patent and employment data

Table 1. Classification of KSIC and IPC in the bio-manufacturing industry

Type of bio	KSIC	IPC
Green bio	C1000	A23 (Except for A23N A23P), C13K
	C1100	C12C, C12G
	C2020	C05B, C05C, C05F
	C2041	A01N
Red bio	C2100	A61K, A61L, C07K, C12N, C12P
	C2710	A61B, C12M
	C2720	G01N
White bio	C1300	D06L
	C2043	A61Q
	C2049	C14C
	C2300	B32L

Source: Korean Intellectual Property Office (2018)

Table 2. Variable description

		Variable	Formula
Dependent variable	Knowledge production	(pa) Application of patent	$\frac{P_{ij}}{E_{ij}}$
		(lq_bi_a) Specialization of biomanufacturing	$\frac{E_{ij}/E_i}{E_j/E}$
		(lq_bi_b) Square of lq_bi_a	$(\frac{E_{ij}/E_i}{E_j/E})^2$
Independent variable	Specialization	(lq_rd) Specialization of R&D	$\frac{E_{ij}/E_i}{E_j/E}$
	Urbanization	(di_bi) Urbanization of biomanufacturing	$\frac{1}{\sum_{j=1}^n (\frac{E_{ij}}{E_i})^2}$
	Competition	(co_bi) Competition of biomanufacturing	$\frac{F_{ij}/E_{ij}}{F_j/E_j}$

E_i : Number of employees in region i / E_{ij} : Number of employees of industry j in region i / F_j : Number of biomanufacturing companies in the country / E_j : Number of biomanufacturing employees in the country

를 활용하여 산업의 다양성 지수를 파악하고 있다(Choi and Park, 2020; Livanis and Lamin, 2016; 황지우·강명구, 2021). 따라서 본 연구에서도 HHI의 역수를 활용하여 바이오 산업의 다양성 지수를 계산하여 분석에 활용하였다. 마지막으로 집적경제의 효과 중 소규모 기업 간의 경쟁(Competition)은 바이오 제조업 종사자 수 대비 바이오 제조업 사업체 수의 비율을 전국으로 보정하여 사용하였다(Glaeser et al., 1992).

IV. 분석방법

1. 시간적 공간적 분석범위

시간적 범위를 2006년부터 2019년까지로 한 이유는 바이오 벤처의 붐은 1990년대 후반부터 시작되었지만, 2000년대 초반 침체를 겪었고, 2000년대 중반부터 다시 활성화되기 시작하기 때문이다. 게다가 바이오 클러스터도 2005년 이후부터 많이 조성되기 시작했다. 또 다른 이유는 산업분류코드(KSIC)가 8차에서 9차로 2006년부터 변경되었다. 이러한 전반적인 상황을 고려할 때, 분석의 시간적 범위를 2006년부터 설정하는 것이 적절하다고 판단하였다. 그래서 2006년부터 시작하여 사업체기초통계조사에 최근 자료가 제공되고 있는 2019년까지로 시간적 범위를 설정하였다. 분석의 공간적 범위는 227개의 시군구로 구분하였다.³⁾

2. 공간패널모형

분석자료는 횡단과 종단을 모두 포함하는 패널자료로 구성되었기 때문에, 패널분석을 수행하였다. 패널자료를 사용하면 개별

관측치에 대한 반복 측정이 가능하므로 변동을 파악할 수 있으며, 동적 연구가 가능하다는 장점이 있다. 다만, 종속변수와 오차항에서 공간적 자기상관관계가 나타나면 이를 모형에 포함할 필요성이 있는데, 이런 경우 적절한 모형이 공간패널모형이다. 공간패널모형을 이해하기 위해서는 공간가중행렬을 고려한 공간적 자기상관관계와 패널모형에 대한 이해가 필요하다.

1) 공간가중행렬과 공간적 자기상관성

공간을 고려한 통계적 추론모형을 분석할 때 필요한 조건은 지역 간 종속변수에 공간적 자기상관관계를 갖고 있어야 한다. 공간적 자기상관관계를 살펴보기 위해서는 공간가중행렬 W 를 먼저 고려할 필요가 있다. 여기서 W 는 $N \times N$ 의 정방행렬의 형태를 지니는데, 그 원소인 w_{ij} 는 i 지역과 j 지역의 상호작용 강도를 나타낸다. i 지역과 j 지역이 공간적으로 인접하면 $w_{ij}^0 = 1$ 이며, 인접하지 않으면 $w_{ij}^0 = 0$ 이다. 다만, 계산의 단순화와 변수해석의 용이성을 위해 각 행의 합계가 1이 되도록 정규화한 행렬을 사용한다(Anselin et al., 2008: 628). 공간가중행렬을 만드는 방법은 인접기반과 거리기반의 2가지 방법이 존재한다. 인접기반은 폴리곤의 점과 선을 활용하여 인접하는 경우 1로 가정하며, 거리기반의 경우 이론적, 경험적 증거들을 기반으로 특정 거리를 설정하여 거리 안에 있는 지역을 1로 가정한다. 본 연구에서는 거리기반을 활용하기에 이론적, 경험적 근거들이 부족하므로 인접기반을 활용하여 가중행렬을 만들었으며, 인접기반에서도 선뿐만 아니라 점도 공유하는 경우 인접지역으로 간주하는 Queen방식을 활용하였다.

공간가중행렬을 활용하여 공간적 자기상관성이 Moran's I를 산출할 수 있다. Moran's I는 전역적 모란지수(Global Moran's

I)와 국지적 모란지수(Local Moran's I)로 구분할 수 있다. 먼저, 전역적 모란지수는 전역적 공간 자기상관관계를 나타내는 지수이며, 산출식은 (1)과 같다. y_i 는 i 지역의 관측값, y_j 는 j 지역의 관측값, \bar{y} 는 관측값의 평균, w_{ij} 는 공간가중행렬 W 의 원소이다. 이 지수는 관측값의 공간적 군집성이 강할수록 1에 가까우며, 반대로 높은 값과 낮은 값이 규칙적으로 분포할수록 -1에 가까워진다.

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \right) \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

국지적 모란지수는 국지적 군집을 파악하는 데 활용되며, 산출식은 (2)와 같다. 국지적 모란지수가 유의미한 정(+)의 값을 가지는 국지적 군집의 경우에는 해당 지역과 인접 지역의 관측값이 모두 높거나(High-High) 모두 낮게 나타난다(Low-Low). 그리고 국지적 모란지수가 유의미한 부(-)의 값을 가지는 국지적 공간 이상값의 경우에는 해당 지역과 인접 지역의 관측값이 높으면서 낮거나(High-Low), 낮으면서 높은 모습을 나타낸다(Low-High).

$$I_i = \frac{(N-1)(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_{j=1, j \neq i}^N (y_j - \bar{y})^2} \quad (2)$$

2) 공간패널모형

공간적 상호작용을 고려하지 않는 합동선형회귀모형은 식 (3)과 같다. 식 (3)에서 i 는 지역을 나타내며, t 는 시점을 나타낸다. 따라서 y_{it} 는 i 지역 t 시점에서 관측되는 종속변수의 값, x_{it} 는 i 지역 t 시점에서의 독립변수 관측값, β 는 추정할 계수를 나타낸다. 오차항 e_{it} 는 다시 μ_i 와 ϵ_{it} 구분할 수 있는데, 여기서 μ_i 는 시간에 따라 변하지 않는 패널개체특성을 나타내며, ϵ_{it} 는 패널 개체에 따라 변하는 순수 오차항을 의미한다. 다시 말해, μ_i 는 공간효과로서 모형에 포함되지 않은 모든 시불변 변수를 통제하고 일반적인 횡단면분석에서의 발생할 수 있는 추정치 편향을 제거하는 역할을 하며, ϵ_{it} 는 i 지역 및 t 시점에서의 오차항으로서 iid를 따른다(Elhorst, 2014: 38). μ_i 를 가정하는 방법에 따라 추정모형이 달라지는데, 고정효과 모형에서는 μ_i 를 패널 개체별로 고정된 모수로 해석하며, 확률효과 모형에서는 μ_i 를 확률분포를 따르는 확률변수로 해석한다.

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\beta + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (3)$$

공간적 상호작용은 종속변수, 독립변수, 오차항에 추가될 수

있는데, 공간적 상호작용을 어디에 포함하느냐에 따라 공간시차 모형(spatial lag model, SLM), 공간오차모형(spatial error model, SEM), 공간더빈모형(spatial durbin model, SDM)으로 구분할 수 있다.

식 (3)의 합동선형회귀모형에서 공간적 상호작용을 고려한 공간시차모형(SLM)은 식 (4)로 표현할 수 있다. 이 모형에서는 해당 지역의 종속변수가 독립변수뿐만 아니라 인접 지역의 종속변수에 의해서도 영향을 받을 수 있다고 가정한다. ρ 는 공간자기회귀계수로 인접지역의 종속변수가 해당 지역의 종속변수에 미치는 영향의 정도를 의미한다(Anselin et al., 2008).

$$y_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \mathbf{x}_{it}\beta + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (4)$$

공간오차모형(SEM)은 식 (5)와 같이 표현될 수 있는데, 이 모형에서는 종속변수가 해당 지역의 특성의 영향을 받으며, 오차들이 공간적으로 상관되어 있다고 가정한다. v_{it} 은 공간적 자기상관 오차항을 의미하며, λ 는 공간자기상관계수를 나타낸다(Anselin et al., 2008).

$$\begin{aligned} y_{it} &= \mathbf{x}_{it}\beta + \mu_i + v_{it} \\ v_{it} &= \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} v_{jt} + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

공간더빈모형(SDM)은 종속변수가 해당 지역의 특성뿐만 아니라 인접 지역의 특성과 종속변수에 의해서도 영향을 받을 수 있다고 가정한다. 즉, 식 (6)에서 볼 수 있듯이 공간시차모형에 공간시차를 포함한 독립변수 $\sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{x}_{jt}$ 가 추가된 형태를 지닌다.

$$y_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \mathbf{x}_{it}\beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{x}_{jt}\theta + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (6)$$

LeSage and Pace(2010)에 따르면 점추정치를 활용하여 영향의 정도를 해석하는 것은 잘못된 결론을 내릴 수 있다. 그 이유는 공간의 상호작용을 고려하는 공간회귀모형에서 하나의 공간단위의 독립변수는 해당 공간단위의 종속변수에만 영향(직접효과)을 미치는 것이 아니라 다른 공간단위의 종속변수에도 영향(간접효과)을 미칠 수 있기 때문이다. 직접효과는 해당 지역의 종속변수에 대한 독립변수의 변화충격을 측정하면서, 이러한 변화충격이 인접지역을 거쳐 돌아오는 충격의 효과까지도 포함한다. 반면, 간접효과는 해당지역 종속변수에 대한 인접지역 변수들의 공간적 파급효과를 측정한다. 일반적으로, 간접효과는 '외생변수인 어떤 특정 요소가 변화할 때 다른 모든 공간단위의 종속변수에 미치는 영향'으로 해석된다(Elhorst, 2014: 21). 앞서 제시한 SLM과

SDM의 식은 직접효과와 간접효과를 간단한 형태로 나타내면 다음과 같이 변형할 수 있다.

$$y_t = \sum_{k=1}^K (I - \rho W)^{-1} \beta_k x_{kt} + (I - \rho W)^{-1} (\mu + \epsilon_t) \quad (7)$$

$$y_t = \sum_{k=1}^K (I - \rho W)^{-1} (\beta_k + W\theta_k) x_{kt} + (I - \rho W)^{-1} (\mu + \epsilon_t)$$

SLM의 $(I - \rho W)^{-1} \beta_k$ 및 SDM의 $(I - \rho W)^{-1} (\beta_k + W\theta_k)$ 에서 대각 원소는 직접효과를 비대각원소는 간접효과를 나타낸다. 이렇게 직접 및 간접효과는 공간단위별로 다르게 나타나지만, LeSage and Pace(2010)는 이들 효과를 각각 하나의 요약 추정치(one summary indicator)로 나타내는 방법을 제안하였다(Elhorst, 2014: 21).

V. 분석결과

1. 특허 및 LQ의 공간적 분포

2006년, 2012년, 2019년 3시기로 나누어 특허출원개수와 LQ 지수의 공간적 분포의 변화를 살펴보았다. 2006년과 2019년은 분석범위의 시작과 끝을 의미한다. 한편, 문혜선 외(2018)에서는 국내 산업클러스터 정책변화를 1단계(형성기), 2단계(성장기), 3단계(성숙기)로 구분하는데, 단계별 시기를 살펴보면, 1단계는 2005년부터 2009년, 2단계는 2010년부터 2012년, 3단계는 2013년부터 2017년을 의미한다. 본 연구에서는 이러한 기준을 활용하여 2006년과 2019년뿐만 아니라 2단계의 마지막 시기인 2012년도를 포함하여 종속변수의 독립변수의 공간적 분포변화를 살펴보았으며 그 결과는 다음과 같다.⁴⁾

그런 바이오 특허출원이 많은 상위 10개 광역시도를 살펴보면, 2006년과 2012년에는 서울과 전북이 가장 많았으며, 2019년에는 경기와 전북에서 특허출원이 가장 많았다. 수도권 이외 전북에서 그런 바이오 특허출원이 많은 이유는 한국 식품산업클러스터 조성에 따른 영향으로 볼 수 있다. 따라서 그런 바이오의 LQ지수가 가장 높은 상위 10개 광역시도에서도 호남권의 전남과 전북에서 높게 나타나고 있었다.

레드 바이오 특허출원이 많은 상위 10개 광역시도를 살펴보면, 2006년, 2012년, 2019년 모두 경기와 서울에서 높게 나타나고 있었으며, 다음으로는 대전과 충남에서 특허출원이 활발하게 이루어지고 있었다. 이러한 이유는 수도권에 제약회사가 많이 밀집해 있으며, 그 외 충북에는 오송바이오클러스터, 대전에는 여러 연구기관이 밀집되어 있기 때문으로 볼 수 있다. 그 결과 LQ지수도 경기, 충북, 서울지역이 높게 나타나고 있었다.

화이트 바이오 특허출원이 높은 상위 10개 광역시도를 살펴보

면, 경기, 경북, 서울지역에서 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 화이트 바이오는 생명공학을 산업생산 공정에 응용하는 것으로서, 바이오 연료를 활용하여 친환경 소재를 개발하는 것이기 때문에 수도권에서도 제조업이 강한 경기도에서 특허출원이 가장 활발하게 이루어지는 것을 확인할 수 있다. 최근 화성시에서도 화이트 바이오 클러스터 조성을 선포하였는데, 이러한 맥락에서 이해될 수 있다. 한편, LQ지수는 경기뿐만 아니라 경북과 충북도 높게 나타났다.

2. 공간적 자기상관관계

종사자 대비 특허출원 비율의 공간적 자기상관관계를 살펴보면 다음과 같다.⁵⁾

전역적 모란 I지수(Global Moran's I)의 결과를 살펴보면, 2006년에는 공간적 자기상관관계는 높지 않지만, 시간이 지날수록 점차 높아지는 것을 확인할 수 있다. 국지적 모란 I지수(Local Moran's I)의 결과를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 바이오 제조업 전체를 대상으로 살펴보면, 2006년에는 종사자 대비 특허출원 건수의 Hot spot 지역이 수도권뿐만 아니라 충남, 대구, 경북과 같은 비수도권에서도 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 시간이 지남에 따라 Hot Spot 지역이 비수도권에서는 나타나지 않았으며, 오히려 수도권에 집중되어 나타나고 있었다. 상기 내용을 정리하면, 시간이 지날수록 바이오 제조업의 특허출원 활동의 수도권 집중현상이 강하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 경향은 바이오 제조업을 구분하여 살펴보아도 유사한 경향을 보여주고 있다.

3. 공간패널분석 결과

1) 그린 바이오

모형 적합도를 위한 LR Test 결과는 <표 3>과 같다. SDM과 SLM의 LR-TEST에서는 제한된 모형이 유용하다는 귀무가설이 기각되면서, SDM이 더욱 적합한 모형으로 선택되었다. 그리고 SDM과 SEM의 LR-TEST에서도 귀무가설이 기각되면서 SDM이 더 적합한 것으로 선택되었다. 이러한 결과를 바탕으로 최종

Table 3. LR test (Green bio)

		SLM	SEM	SDM
	Log-likelihood	11354.9	11354.3	11364.2
	AIC	-22695.7	-22694.5	-22704.5
	BIC	-22653.8	-22652.6	-22632.6
LR test	SLM vs SDM	chi2(5)=18.81 Prob >chi2=0.0021		
	SEM vs SDM	chi2(5)=19.99 Prob >chi2=0.0013		

Table 4. Result of spatial panel model (Green Bio)

	Spatial Lag Mode (SLM)		Spatial Error Model (SEM)		Spatial Durbin Mode (SDM)	
	Estimate	Std. Err	Estimate	Std. Err	Estimate	Std. Err
lq_gr	-0.0055***	0.0008	-0.0055***	0.0008	-0.0055***	0.0008
lq_gr_sq	0.0004***	0.0001	0.0004***	0.0001	0.0004***	0.0001
lq_rd	0.0007	0.0005	0.0007	0.0005	0.0008	0.0005
di_bio	-0.0013***	0.0003	-0.0013***	0.0003	-0.0012***	0.0003
co_gr	0.0014***	0.0004	0.0014***	0.0004	0.0012**	0.0004
W*lq_gr					-0.0023	0.0016
W*lq_gr_sq					0.0003	0.0002
W*lq_rd					-0.0011	0.0008
W*di_bio					-0.0013*	0.0005
W*co_gr					0.0019	0.0007
ρ	0.0788***		-		0.0720**	
λ	-		0.0758**		-	

***($P < 0.001$), **($p < 0.01$), *($p < 0.1$)

으로 선택한 모형은 SDM이다.

〈표 4〉는 그린 바이오에 대한 SLM, SEM, SDM의 결과를 동시에 나타내고 있다. SLM의 결과를 살펴보면, LQ지수(lq_gr)는 음의 영향을 미치는 것으로 나타났지만, LQ지수의 제곱(lq_gr_sq)은 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 한편, 바이오 제조업 다양성 지수(di_bio)는 음의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 소규모 기업 간 경쟁지수(co_gr)는 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. SEM의 결과는 SLM의 결과와 유사하게 나타나고 있다. SDM의 결과를 살펴보면, SLM과 마찬가지로 LQ지수(lq_gr)가 1단위 증가할 때, -0.0055만큼 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 LQ지수의 제곱(lq_gr_sq)은 0.0004만큼의 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 LQ지수가 특허출원에 음의 영향을 미치지만, LQ지수의 값이 증가할수록 특허출원에 대한 음의 한계효과는 점차 낮아지다 양의 효과로 변화하는 것

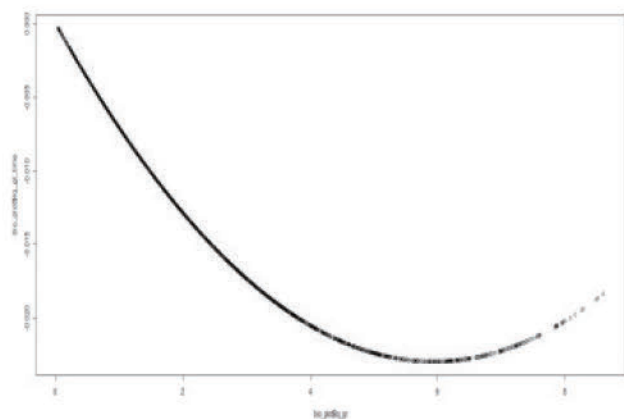


Figure 2. Changes in marginal effects between specialization and patent applications (Green bio)

을 의미한다. X축에는 LQ지수의 값, Y축에는 $lq \times \beta_1 + lq^2 \times \beta_2$ 의 값을 적용하여 그래프로 나타내면 〈그림 2〉와 같다.

바이오 제조업의 다양성 지수(di_bio)는 -0.0012만큼 음의 영향을 미치고 있었으며, 경쟁지수(co_gr)는 0.0012만큼 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 공간 의존성 계수(W*)에서는 다양성 지수(di_bio)만 유의미한 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

SDM의 직접효과, 간접효과, 총효과는 〈표 5〉와 같다. 직접효과 분석결과 LQ지수의 제곱(lq_gr_sq), 연구개발 서비스업 LQ지수(lq_rd), 경쟁지수(co_gr)가 양의 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 LQ지수(lq_gr)와 바이오 제조업 다양성 지수(di_bio)는 음의 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편, LQ지수(lq_gr)의 직접효과 계수가 SDM의 계수보다 음의 효과가 더 강하게 나타났는데, 이는 특정지역에서 지역화 경제가 그린 바이오 특허출원에 부정적 영향을 미치지만, 부정적인 효과를 감소시키는 양의 피드백 효과도 나타나고 있음을 의미한다. 간접효과 결과를 살펴보면, LQ지수(lq_gr)와 바이오 제조업 다양성 지수(di_bio)는 음의 간접효과를 미치고 있으며, 경쟁

Table 5. Direct and indirect effect (Green bio)

	Direct	Indirect	Total
lq_gr	-0.0056***	-0.0022*	-0.0077***
lq_gr_sq	0.0004***	0.0002*	0.0007***
lq_rd	0.0008*	-0.0009	0.0000
di_bio	-0.0012***	-0.0011**	-0.0023***
co_gr	0.0012***	0.0016**	0.0029***

***($P < 0.001$), **($p < 0.01$), *($p < 0.1$)

지수(co_gr)만 양의 간접효과를 미치는 것으로 나타났다. 이는 특정지역의 인접지역에 소규모 바이오 제조업 기업들이 많이 입지할 경우 특허출원에 긍정적인 영향을 주는 것을 의미한다. 총 효과의 결과에서는 LQ지수, LQ지수의 제곱, 경쟁지수가 유의미한 효과를 주는 것으로 분석되었으며, 다양성 지수는 부정적인 효과를 나타내는 것으로 나타났다.

2) 레드 바이오

레드 바이오에서도 LR-TEST를 진행하였으며, 그 결과는 <표 6>과 같다. SDM과 SLM의 LR-TEST에서 귀무가설을 기각하면서, SDM이 더욱 적합한 모형으로 선택되었고, SDM과 SEM의 LR-TEST에서도 귀무가설을 기각하면서 SDM이 더 적합한 것으로 선택되었다. 이러한 결과를 바탕으로 최종 선택한 모형은 SDM 모형이다.

<표 7>에서 레드 바이오에 대한 3개 모형의 결과를 살펴볼 수 있다. SLM의 결과를 살펴보면, LQ지수(lq_re)는 음의 영향을 미치는 것으로 나타났지만, LQ지수의 제곱(lq_re_sq)은 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 바이오 제조업 다양성 지수(di_

bio)는 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 그린 바이오와 유사한 결과이다. 그러나 그린 바이오와의 차이점은 연구개발 서비스업의 집적이 특허출원에 높은 영향력을 미친다는 것이다. SEM의 결과는 SLM 결과와 큰 차이가 나지 않고 있다. SDM의 결과를 살펴보면, LQ지수(lq_re)가 1단위 증가할 때, -0.0124만큼 음의 영향을 미치는 것으로 나타났지만, LQ지수의 제곱(lq_re_sq)은 0.0013만큼의 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그린 바이오와 마찬가지로 레드 바이오에서도 LQ지수가 특허출원에 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만, LQ지수 값이 증가할수록 특허출원에 대한 LQ지수의 음의 한계효과는 감소하다가 양의 효과로 변화하는 모습을 보여주고 있다. 그린 바이오와 같은 방법으로 LQ지수의 증가에 따른 특허출원 변화를 그래프로 살펴보면 <그림 3>과 같다.

바이오 제조업 다양성 지수(di_bio)는 -0.0018만큼 음의 영향을 미치고 있었으며, 경쟁지수(co_re)는 SLM모형과 SEM모형

Table 6. LR test (Red bio)

	SLM	SEM	SDM
Log-likelihood	7722.8	7717.3	7739.9
AIC	-15431.6	-15420.7	-15455.8
BIC	-15389.7	-15378.7	-15383.9
LR test	SLM vs SDM	chi2(5)=34.35 Prob >chi2=0.0000	
	SEM vs SDM	chi2(5)=45.46 Prob >chi2=0.0000	

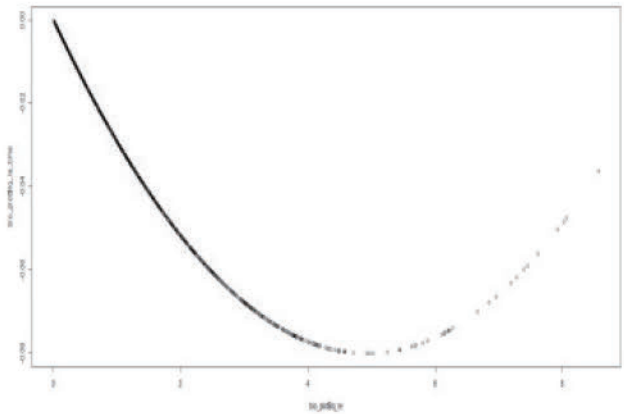


Figure 3. Changes in marginal effects between specialization and patent applications (Red bio)

Table 7. Result of spatial panel model (Red bio)

	Spatial Lag Mode (SLM)		Spatial Error Model (SEM)		Spatial Durbin Mode (SDM)	
	Estimate	Std. Err	Estimate	Std. Err	Estimate	Std. Err
lq_re	-0.0121***	0.0019	-0.0098***	0.0019	-0.0124***	0.0019
lq_re_sq	0.0013***	0.0003	0.0011***	0.0003	0.0013***	0.0003
lq_rd	0.0112***	0.0017	0.0123***	0.0018	0.0127***	0.0018
di_bio	-0.0018*	0.0011	-0.0022*	0.0011	-0.0018*	0.0011
co_re	0.0017	0.0016	0.0023	0.0016	0.0030*	0.0016
W*lq_re					-0.0114***	0.0031
W*lq_re_sq					0.0010***	0.0004
W*lq_rd					-0.0056*	0.0026
W*di_bio					0.0036*	0.0016
W*co_re					-0.0056*	0.0028
ρ	0.3844***				0.3776***	
λ			0.3856***			

***(P<0.001), **(p<0.01), *(p<0.1)

에서는 유의미하지 않았지만, SDM모형에서는 0.0003만큼 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 공간 의존성 계수(W*)의 결과를 살펴보면, 모든 변수가 유의미한 영향을 미치지만, 공간 의존성 계수를 고려하지 않는 계수와 비교할 때, 연구개발 서비스업의 LQ지수(lq_rd)와 경쟁지수(co_re)는 상반되는 결과를 보여주고 있다.

SDM의 직접효과, 간접효과, 총효과를 분석한 결과는 <표 8>과 같다. 직접효과에서 LQ지수의 제곱(lq_re_sq)과 연구개발 서비스업의 LQ지수(lq_rd)가 양의 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, LQ지수(lq_re)는 음의 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편, 간접효과에서 LQ지수(lq_re)와 LQ지수의 제곱(lq_re_sq)이 특허출원에 미치는 효과는 직접효과의 방향과 동일하다. 다만, 바이오 제조업 다양성 지수(di_bio)는 직접효과에서 유의미하지 않았지만, 간접효과에서는 유의미하게 나타났다. 이는 인접지역의 레드 바이오, 그린 바이오, 화이트 바이오의 다양한 산업구조가 레드 바이오 부분의 특허출원에 양의 영향을 미치는 것을 말한다. 총효과에서는 LQ지수, LQ지수의 제곱, 연구개발 서비스업 LQ지수가 유의미한 영향을 주는 것으로 분석되었다.

Table 8. Direct and indirect effect (Red bio)

	Direct	Indirect	Total
lq_re	-0.0148***	-0.0177***	-0.0325***
lq_re_sq	0.0016***	0.0017***	0.0033***
lq_rd	0.0128***	-0.0010	0.0118***
di_bio	-0.0014	0.0034*	0.0020
co_re	0.0024	-0.0050	-0.0026

***($P < 0.001$), **($p < 0.01$), *($p < 0.1$)

Table 10. Result of spatial panel model (White bio)

	Spatial Lag Mode (SLM)		Spatial Error Model (SEM)		Spatial Durbin Mode (SDM)	
	Estimate	Std. Err	Estimate	Std. Err	Estimate	Std. Err
lq_wh	-0.0037**	0.0017	-0.0037**	0.0017	-0.0033*	0.0017
lq_wh_sq	0.0005*	0.0002	0.0005*	0.0002	0.0004*	0.0002
lq_rd	-0.0026**	0.0011	-0.0024**	0.0011	-0.0005	0.0012
di_bio	0.0006	0.0007	0.0005	0.0007	0.0004	0.0007
co_wh	-0.0011	0.0012	-0.0011	0.0012	-0.0009	0.0012
W*lq_wh					-0.0017	0.0029
W*lq_wh_sq					0.0001	0.0004
W*lq_rd					-0.0094***	0.0017
W*di_bio					0.0019*	0.0010
W*co_wh					0.0006	0.0020
ρ	0.0503*				0.0486*	
λ			0.0447*			

***($P < 0.001$), **($p < 0.01$), *($p < 0.1$)

3) 화이트 바이오

SLM, SEM, SDM 중 어떠한 모형이 적합한지 판단하기 위하여 LR-TEST를 진행하였고, 그 결과는 <표 9>와 같다. SDM과 SLM의 LR-TEST에서는 SDM을 선택하였고, SDM과 SEM의 LR-TEST에서도 SDM이 더 적합한 모형으로 선택되었다.

<표 10>은 화이트 바이오 부분에 대한 SDM, SEM, SLM의 결과를 보여준다. SLM의 결과에서 LQ지수(lq_wh)는 다른 바이오와 마찬가지로 음의 영향을 미치지만, LQ지수의 제곱(lq_wh_sq)은 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 마찬가지로 LQ지수가 특허출원에 음의 영향을 미치고 있지만, LQ지수의 값이 상승할수록 음의 한계효과가 점차 감소하다가 양의 효과로 변화하는 모습을 보여준다. 이는 <그림 4>를 통해 확인할 수 있다.

연구개발 서비스업 LQ지수(lq_rd)는 음의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 레드 바이오와 상반되는 결과이다. SEM의 결과는 SLM 결과와 유사하다. SDM의 결과를 SLM의 결과와 비교할 때, 전체적으로 계수의 유의미성이 감소하는 모습을 보이고 있다. LQ지수(lq_wh)가 1단위 증가할 때, -0.0033만큼 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, LQ지수의 제곱(lq_wh_sq)

Table 9. LR test (White bio)

	SLM	SEM	SDM
Log-likelihood	9041.1	9040.7	9057.4
AIC	-18068.3	-18067.4	-18090.9
BIC	-18026.3	-18025.5	-18019.0
LR test	SLM vs SDM	chi2(5)=32.82 Prob >chi2=0.0000	
	SEM vs SDM	chi2(5)=33.69 Prob >chi2=0.0000	

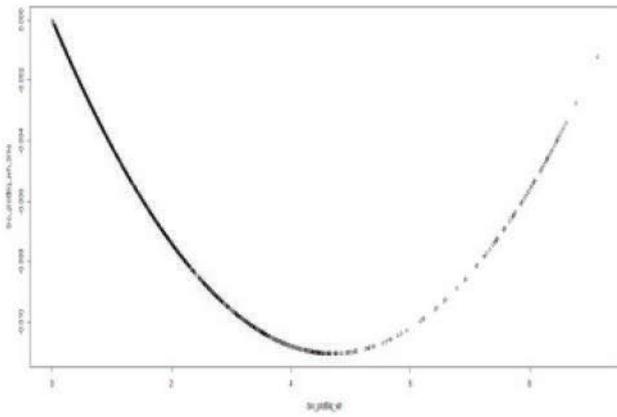


Figure 4. Changes in marginal effects between specialization and patent applications (White bio)

sq)은 0.0004만큼의 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 공간 의존성 계수(W*)의 결과에서는 연구개발 서비스업의 LQ지수(lq_rd)는 유의미한 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 바이오 제조업 다양성 지수(di_bio)는 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

SDM모형의 직접효과, 간접효과, 총효과를 분석한 결과는 <표 11>과 같다. 직접효과에서 화이트 바이오는 앞의 그린 바이오와 레드 바이오와 마찬가지로 LQ지수의 제곱(lq_wh_sq)은 유의미한 양의 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, LQ지수(lq_wh)는 유의미한 음의 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만, 피드백 효과를 고려해도 직접효과 계수와 SDM의 계수 사이에 큰 차이가 존재하지 않았으며, 총효과에서 유의미하지 않은 결과를 보여주고 있다. 간접효과에서는 연구개발 서비스업 LQ지수(lq_rd)는 유의미한 음의 영향을 바이오 제조업의 다양성(di_bio)는 유의미한 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4) 결과 요약

그린 바이오와 레드 바이오의 집적경제 중 지역화 경제를 나타내는 LQ지수와 특허출원 간의 관계를 살펴보면, LQ지수와 특허출원은 음의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 하지만 이러한 음의 한계효과는 LQ지수의 값이 커질수록 점차 감소하다가 양의 효과로 변화하는 특징을 보인다. 이는 MAR과 Porter가 강조하는 지

Table 11. Direct and Indirect effect (White bio)

	Direct	Indirect	Total
lq_wh	-0.0033*	-0.0014	-0.0047
lq_wh_sq	0.0004*	0.0001	0.0005
lq_rd	-0.0006	-0.0077***	-0.0083***
di_bio	0.0004	0.0016*	0.0020*
co_wh	-0.0009	0.0005	-0.0004

***($P < 0.001$), **($p < 0.01$), *($p < 0.1$)

역화 경제가 특허출원에 영향을 미치지 않지만, 지역화 경제와 특허출원 간의 관계가 선형의 관계가 아니라 비선형의 관계가 될 수 있음을 의미한다. 한편, 화이트 바이오의 LQ지수(lq_wh)와 LQ지수의 제곱(lq_wh_sq)이 특허출원에 미치는 영향은 총효과에서는 유의미하지 않았지만, SDM모형에서는 유의미하게 나타났다. 그 이유는 직접효과가 유의미한 영향을 미치고 있음에도 불구하고, 간접효과가 유의미한 영향을 미치지 않았기 때문이다. 비록 높은 유의미성을 보여주지 못하지만, 화이트 바이오의 SDM모형에서도 LQ지수는 그린 및 레드 바이오와 마찬가지로 특허출원에 같은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 분석결과를 종합적으로 고려할 때, 레드, 그린, 화이트 바이오 산업에서 특허출원에 대한 지역화 경제 효과가 나타나고 있다고 볼 수 있다. 그리고 지역화 경제가 특허출원에 미치는 효과는 LQ지수 값의 증가함에 따라 음의 효과에서 양의 효과로 변화한다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 변화는 바이오 산업에 대한 벤처 창업과 투자의 변화를 통해 이해될 수 있다. 2000년대 초반까지는 바이오 산업의 벤처 창업과 투자가 증가하지만, 경기 불황으로 인하여 2000년대 이후에는 이러한 창업과 투자가 전반적으로 감소하는 모습이 나타나는데, 실제로 <그림 5>에서 2000년부터 2013년까지 바이오 벤처기업 수의 동향을 살펴보면, 벤처기업의 수가 감소하는 모습을 확인할 수 있다(김석관 외, 2013).

바이오 기술은 다른 기술과 비교할 때 상대적으로 기술개발 기간이 길고 실패하는 예도 많다. 그리고, 클러스터가 조성되었다 하더라도 관련 관계기관들이 빠르게 입자함으로써 집적하는 것이 아니라 기업, 대학, 연구기관, 투자자, 공공부문과 같은 다양한 기관들의 입지와 이들 간의 네트워크가 형성되기까지 시간이 필요하다. 즉, LQ지수와 특허출원 간의 관계가 음의 효과를 보이는 것은 이러한 맥락에서 이해될 수 있다(문혜선 외, 2018).

Jacobs와 Porter가 강조했던 도시화 경제의 효과를 살펴보면, 바이오 부문의 제조업의 다양성은 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 바이오 제조업 다양성을 변수로 사용한 이유는 최

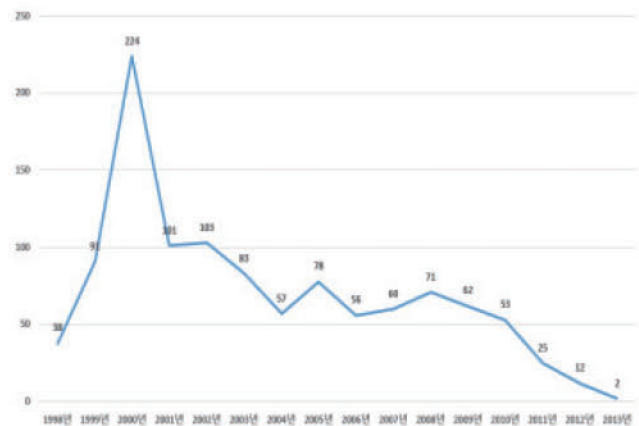


Figure 5. Number of venture companies in bio technology
Source: KIM, S.K. et al., 2013, p. 6

근 들어 레드 바이오, 그린 바이오, 화이트 바이오의 영역을 구분하지 않고 공통으로 활용될 수 있는 바이오 범용 플랫폼 기술에 대한 지원정책을 강화하려는 모습을 보이기 때문이다(홍미영, 2021). 하지만, 도시화 경제가 특허출원에 미치는 효과를 살펴보면, 그린 바이오에서는 음의 영향을 미치고 있었으며, 레드 바이오에서는 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 다만, 화이트 바이오에서만 바이오 제조업의 다양성이 영향을 미치고 있었다.

또한, 산업 간 경쟁이 미치는 효과를 살펴보면, 그린 바이오는 소규모 기업들이 많을수록 특허출원에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 반대로 그린 바이오 산업에서는 규모가 큰 기업보다 다수의 소규모 기업의 밀집이 특허출원에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 그렇지만 레드 바이오는 소규모 기업의 경쟁이 유의미한 결과를 갖지 못했는데, 그 이유는 유전자 정보를 활용한 의약품의 특허출원은 소규모 기업보다 대기업 또는 대형병원에 의해 기술개발이 주로 이루어지기 때문으로 유추해볼 수 있다.

VI. 결론 및 연구의 한계점

바이오 산업이 신성장동력으로 인식되면서 이에 대한 기술개발 정책과 투자도 활발하게 이루어지는 시점이다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 해당 산업을 대상으로 집적경제와 특허출원 사이의 관계를 실증적으로 분석하였으며, 그 결과는 <표 12>와 같다. 총효과의 결과만을 놓고 보면 지역화 경제는 그린 바이오와 레드 바이오에서만 나타나고 있었으며, SDM모형까지 포함하면 화이트 바이오에서도 지역화 경제의 효과는 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 다만, 지역화 경제의 효과가 항상 특허출원에 양의 영향을 미치는 것이 아니라 음의 영향을 미치다가 LQ지수가 높아질수록 음의 한계효과가 낮아지면서 양의 효과로 변화하는 모습을 보여주고 있었다. 이러한 결과는 바이오 클러스터 구성에 따른 지역화 경제의 특허출원에 미치는 효과가 비선형관계로 나타나 변화할 수 있음을 보여준다. 따라서 바이오 클러스터를 조성하는 것뿐만 아니라 바이오 클러스터가 조성된 이후에도 이러한 클러스터가 기업들의 특허출원에 긍정적인 영향을 미칠 수 있

는 지속적인 관심과 투자가 필요하다.

그런데 도시화 경제는 화이트 바이오에서만 유의미하였고 그린 바이오와 레드 바이오에서는 유의미한 결과를 보여주지 못하였다. 따라서 향후 그린, 레드, 화이트 바이오를 통합한 바이오 산업 성장 플랫폼을 구축하면서 각 영역의 지식교환과 융합을 어떻게 효과적으로 끌어낼 수 있을지에 대한 추가적인 고민이 필요하다.

마지막으로 그린 바이오에서는 소규모 기업이 밀집되어 있을수록 특허출원에 긍정적인 영향을 미쳤는데, 이러한 결과는 그린 바이오 클러스터를 조성하면서 어떠한 규모의 기업들을 주로 입지시켜야 하는지에 대한 시사점을 제공한다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 시간적 범위를 2006년부터 제한했다는 것이다. 실제로 1990년대 초반부터 바이오 산업이 활성화되기 시작했다는 점을 고려할 때, 지역화 경제의 변화를 살펴보기 위해서는 시간적 범위를 확대하여 분석할 필요가 있다. 둘째, 지역화 경제가 특허출원에 미치는 효과의 비선형관계는 검증했지만, 이것이 시간에 따른 변화까지 포괄하지 못한다. 다시 말해, LQ지수 값이 증가함에 따라 특허출원에 미치는 효과는 비선형관계로 나타났지만, 시간의 변화에 따른 결과로 해석하기 위해서는 국가 전체적으로 바이오 산업의 LQ지수가 증가하는 경향을 보여야 한다. 혹은 연도를 더미변수로 두고 지역화 경제와의 상호작용항으로 분석하는 방법도 있지만, 본 연구에서는 이러한 부분까지 고려하여 분석을 하지 못했다. 따라서 향후, 이러한 부분을 포함하여 추가적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

Table 12. Result of the effectiveness of agglomeration economies

	Agglomeration economies		
	Specialization*	Diversity	Competition
Green bio	- → +	-	+
Red bio	- → +		
White bio	- → +	+	

*Green bio and red bio are the total effect results, and white bio is the result of SDM

- 주1. 전유성이란 기술혁신에 대한 수익을 배타적으로 보호, 확보할 수 있는 정도를 뜻하며, 예를 들어 특허, 영업비밀, 시장선점 등 다양한 전유 장치(appropriability mechanism)가 존재한다.
- 주2. 특허청(2019)은 바이오 산업으로 1) 농업, 2) 임업, 3) 어업, 4) 하수 폐수 및 분뇨 처리업, 5) 폐기물 수집운반 및 원료 재생업, 6) 환경 정화 및 복원업도 포함되어 있지만, Mar, Jacobs, Porter가 제시하는 집적경제의 이론은 제조업을 기반으로 설명하고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 1차산업과 서비스업을 제외하고 제조업만 선택하여 분석을 진행하였다. 또한, KSIC와 IPC를 연결할 때 문제점은 특허출원 주소와 실제 주소가 정확하게 매칭되었는가에 대한 논의이다. 비록 자료의 한계점은 존재하지만, 이희연(2010), Sonn and Park(2011), Park and Kim(2016)의 연구와 같이 기존 선행연구를 참고하여 분석을 수행하였다.
- 주3. 지역별 사업체 기초통계조사에는 세종특별자치시에 대한 정보가 2012년부터 공개하기 때문에, 세종특별자치시가 존재하지 않았던 2006년부터 2011년까지의 자료를 연결하는 부분이 필요하다. 본 연구에서는 2006년부터 2011년까지의 충청남도 연기군의 자료를 세종특별자치시의 자료로 대체하여 활용하였다. 또한, 제주특별자치도는 분석에서 제외하였다.
- 주4. 특허출원건수와 LQ지수는 부록에 제시하였다.
- 주5. 종사자 대비 특허출원비율과 LQ의 Global Moran's I와 Local Moran's I 그림은 부록으로 제시하였다.

인용문헌
References

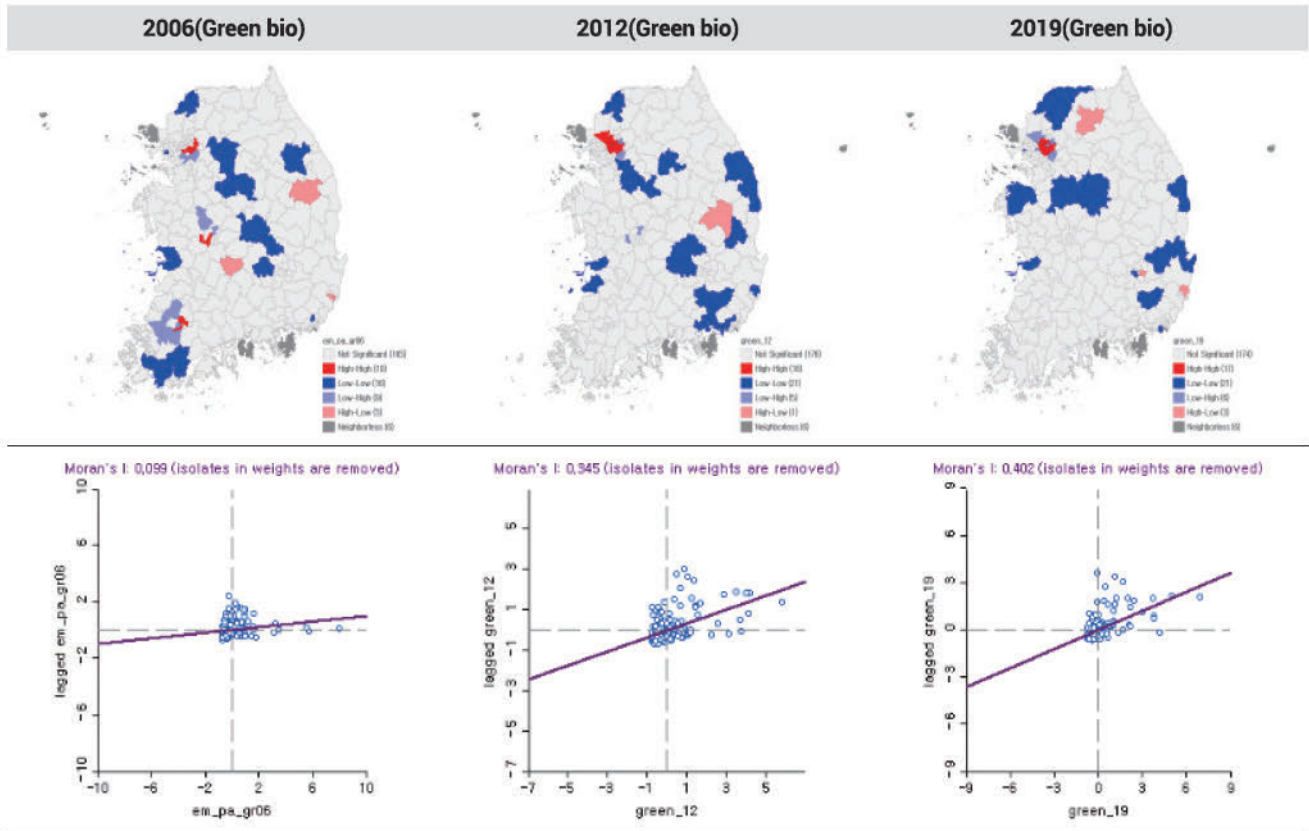
1. 김석관·정세권·신광수·송창현·황상연·송다운·이주량·박찬수·이정규·임재혁, 2013. 「한국 바이오 벤처 20년: 역사, 현황, 발전과제」, 과학기술정책연구원.
KIM, S.K., Jeong, S.K., Shin, K.S., Song, C.H., Hwang, S.Y., Song, D.W., Lee, J.R., Park, C.S., Lee, J.K., and Lim, J.H., 2013. *20 Years of Bio-venture in Korea: History, Current Status, and Development Projects*, Science and Technology Policy Institute.
2. 김의준·이호민·박승규, 2005. “수도권 제조업 집적경제 분석”, 「국토연구」, 45: 41-58.
Kim, E.J., Lee, H.M., and Park, S.G., 2005. “Analysis of Agglomeration Economies in Manufacturing Industries of Seoul Metropolitan Area”, *The Korea Spatial Planning Review*, 45: 41-58.
3. 문혜선·강민성·이경숙, 2018. 「우리나라 바이오클러스터의 현황 분석 및 발전 방향 연구」, 산업연구원.
Moon, H.S., Kang, M.S., and Lee, K.S., 2018. *A Study on the Current Status Analysis and Development Direction of Biocluster in Korea*, Korea Institute of Industrial Economics & Trade.
4. 손정렬, 2011. “새로운 도시성장 모형으로서의 네트워크 도시 - 형성과정, 공간구조, 관리 및 성장전망에 대한 연구동향”, 「대한지리학회지」, 46(2): 181-196.
Sohn, J.Y., 2011. “Network City as a New Urban Growth Model: A Review on Its Formation, Spatial Structure, Management, and Growth Potential”, *Journal of the Korean Geographical Society*, 46(2): 181-196.
5. 이종현·강명구, 2012. “동적외부효과가 도시경제성장에 미치는 영향에 관한 연구”, 「국토계획」, 47(4): 159-170.
Lee, J.H. and Kang, M.G., 2012. “Effect of Dynamic Externalities on Urban Economic Growth”, *Journal of Korea Planning Association*, 47(4): 159-170.
6. 이희연, 2010. “지식창출활동의 공간적 집적과 지역간 격차요인 분석”, 「지식재산연구」, 5(1): 113-149.
Lee, H.Y., 2010. “The Spatial Clustering of Knowledge Production Activities and Its Determinants of Regional Disparity based on Korean Patent Data”, *The Journal of Intellectual Property*, 5(1): 113-149.
7. 임창호·김정섭, 2003. “산업집적의 외부효과가 도시경제성장에 미치는 영향”, 「국토계획」, 38(3): 187-201.
Yim, C.H. and Kim, J.S., 2003. “Impact of Dynamic Externalities on Urban Economic Growth”, *Journal of Korea Planning Association*, 38(3): 187-201.
8. 장석명·박용치, 2009. “서울 산업클러스터의 집적효과분석”, 「사회과학연구」, 25(3): 95-124.
Jang, S.M. and Park, Y.C., 2009. “An Analysis of Agglomeration Effects of Industrial Clusters in Seoul”, *Social Science Study*, 25(3): 95-124.
9. 특허청, 2019. “IP 전략적 제휴를 위한 수행 방법론 연구 및 실제 [바이오]”, 대전.
Patent and Trademark Office, 2019. “Research and Practice on Performance Methodology for IP Strategic Alliance [Bio]”, Deajeon.
10. 한미량·김갑성·박영지, 2008. “지식기반산업의 집적경제가 지식기반산업고용성장세에 미치는 영향: 경기도를 중심으로”, 「지역연구」, 24(3): 155-176.
Han, M.R., Kim, K.S., and Park, Y.J., 2008. “The Effect of Agglomeration Economies on Knowledge-Based Industry Employment Growth: Case of Gyunggi Province”, *Journal of the Korean Regional Science Association*, 24(3): 155-176.
11. 홍미영, 2021. “2021년 국내 BT 투자 및 정책동향”, 「바이오인프로」, 87: 1-17.
Hong, M.Y., 2021. “Trends in BT Investment and Policy in Korea in 2021”, *BioInpro*, 87: 1-17.
12. 황자운·강명구, 2021. “도시 내 스타트업의 공간분포와 집적의 외부효과”, 「국토계획」, 56(5): 182-198.
Hwang, J.U. and Kang, M.G., 2021. “Spatial Distribution of Startups and Agglomeration Externalities in the City”, *Journal of Korea Planning Association*, 56(5): 182-198.
13. Acs, Z.J. and Audretsch, D.B., 1989. “Patents as a Measure of Innovative Activity”, *Kyklos*, 42(2): 171-180.
14. Anselin, L., Gallo, J.L., and Jayet, H., 2008. “Spatial Panel Econometrics”, In *The econometrics of Panel Data*, Springer, Berlin, Heidelberg.
15. Audretsch, D.B. and Feldman, M.P., 1996. “Innovative Clusters and the Industry Life Cycle”, *Review of Industrial Organization*, 11(2): 253-273.
16. Batisse, C., 2002. “Dynamic Externalities and Local Growth: A Panel Data Analysis Applied to Chinese Provinces”, *China Economic Review*, 13(2-3): 231-251.
17. Beaudry, C. and Schiffauerova, A., 2009. “Who’s Right, Marshall or Jacobs? The Localization Versus Urbanization Debate”, *Research Policy*, 38(2): 318-337.
18. Caballero, R.J. and Jaffe, A.B., 1993. *How High Are the Giants’ Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth*, NBER Macroeconomics Annual, 8: 1-75.
19. Choi, M.S. and Park, H.Y., 2020. “Effects of Relative Efficiency and Industrial Diversity on Production of Old Industrial Complex”, *International Journal of Environmental Impacts*, 3(2): 120-131.
20. Elhorst, J.P., 2014. “Spatial Panel Data Models”, In *Spatial Econometrics*, Springer, Berlin, Heidelberg.
21. Feldman, M.P., 1999. “The New Economics of Innovation, Spillovers and Agglomeration: A Review of Empirical Studies”, *Economics of Innovation and New Technology*, 8(1-2): 5-25.
22. Feldman, M.P. and Audretsch, D.B., 1999. “Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition”, *European Economic Review*, 43(2): 409-429.
23. Glaeser, E.L., Kallal, H.D., Scheinkman, J.A., and Shleifer, A., 1992. “Growth in Cities”, *Journal of Political Economy*, 100(6): 1126-1152.
24. Gustavsson, R., 2003. “Industrial Growth and Dynamic Externalities: The Case of Sweden”, *Journal of Economic Integration*,

- 18(3): 607-625.
25. Henderson, V., 1997. "Externalities and Industrial Development", *Journal of Urban Economics*, 42(3): 449-470.
 26. Jacobs, J., 1970. "The Economy of Cities", London: Cape.
 27. Johansson, B., 2004. "Parsing the Menagerie of Agglomeration and Network Externalities", in *Industrial Clusters and Inter-firm Networks*, 107-147, Edward Elgar.
 28. Kim, G.H. and Park, I.K., 2015. "Agglomeration Economies in Knowledge Production over the Industry Life Cycle: Evidence from the ICT Industry in the Seoul Capital Area, South Korea", *International Journal of Urban Sciences*, 19(3): 400-417.
 29. LeSage, J.P. and Pace, R.K., 2010. "Spatial Econometric Models", in *Handbook of Applied Spatial Analysis*, 355-376, Berlin, Heidelberg: Springer.
 30. Lim, U., 2004. "Knowledge Spillovers, Agglomeration Economies, and the Geography of Innovative Activity: A Spatial Econometric Analysis", *Review of Regional Studies*, 34(1): 11-36.
 31. Livanis, G. and Lamin, A., 2016. "Knowledge, Proximity and R&D Exodus", *Research Policy*, 45(1): 8-26.
 32. Martin, R. and Sunley, P., 2011. "Conceptualizing Cluster Evolution: Beyond the Life Cycle Model?", *Regional Studies*, 45(10): 1299-1318.
 33. Martin, R. and Sunley, P., 2006. "Path Dependence and Regional Economic Evolution", *Journal of Economic Geography*, 6(4): 395-437.
 34. Martin, R., 2010. "Rethinking Regional Path Dependence: Beyond Lock-in to Evolution", *Economic Geography*, 86(1): 1-27.
 35. Martinus, K., Suzuki, J., and Bossaghzadeh, S., 2020. "Agglomeration Economies, Interregional Commuting and Innovation in the Peripheries", *Regional Studies*, 54(6), 776-788.
 36. Menzel, M. and Fornahl, D., 2010. "Cluster Life Cycles: Dimensions and Rationales of Cluster Evolution", *Industrial and Corporate Change*, 19(1): 205~238.
 37. Nesta, L. and Mangematin, V., 2002. "Industry Life Cycle, Knowledge Generation and Technological Networks", in *Economics of Science, Technology and Innovation*, 199-220, New York: Springer.
 38. Park, I.K. and Kim, G.H., 2016. "Innovation of ICT Manufacturing and Agglomeration Economies: Evolution over the Life Cycle", in *Quantitative Regional Economic and Environmental Analysis for Sustainability in Korea*, 69-87, Singapore: Springer.
 39. Porter, M.E., 2000. "Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy", *Economic Development Quarterly*, 14(1): 15-34.
 40. Potter, A. and Watts, H.D., 2011. "Evolutionary Agglomeration Theory: Increasing Returns, Diminishing Returns, and the Industry Life Cycle", *Journal of Economic Geography*, 11(3): 417-455
 41. Pouder, R. and John, C.H.S., 1996. "Hot Spots and Blind Spots: Geographical Clusters of Firms and Innovation", *Academy of Management Review*, 21(4): 1192-1225.
 42. Runiewicz-Wardyn, M., 2017. "Dynamic Externalities, Universities and Social Capital Formation in the EU Biotechnology Industry", *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, 5(1): 13-31.
 43. Sharma, A., 2017. "Dynamic Externalities and Regional Manufacturing Growth: Evidence from India", *Studies in Business and Economics*, 12(1): 185-201.
 44. Shin, D.H. and Hassink, R., 2011. "Cluster Life Cycles: The Case of the Shipbuilding Industry Cluster in South Korea", *Regional Studies*, 45(10): 1387-1402
 45. Sonn, J.W. and Park, I.K., 2011. "The Increasing Importance of Agglomeration Economies Hidden behind Convergence: Geography of Knowledge Production", *Urban Studies*, 48(10): 2180-2194.
 46. Swann, G.M.P., 1998. "Towards a Model of Clustering in High-technology Industries", *The Dynamics of Industrial Clustering*, 52-76.
 47. Van Klink, A. and De Langen, P., 2001. "Cycles in Industrial Clusters: The Case of the Shipbuilding Industry in the Northern Netherlands", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 92(4): 449-463.

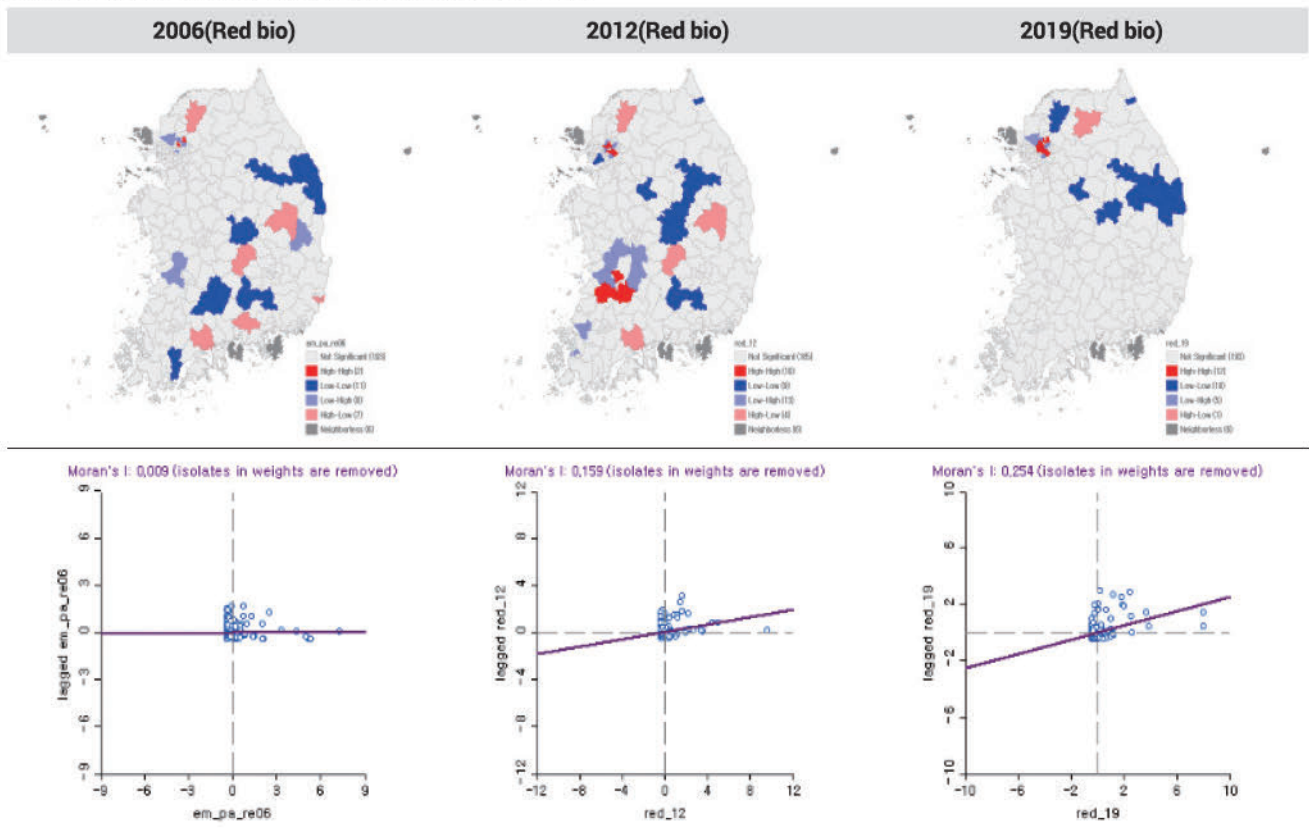
Date Received 2022-01-10
 Reviewed(1st) 2022-04-14
 Date Revised 2022-07-07
 Reviewed(2nd) 2022-08-03
 Date Accepted 2022-08-03
 Final Received 2022-09-15

부록 Appendix

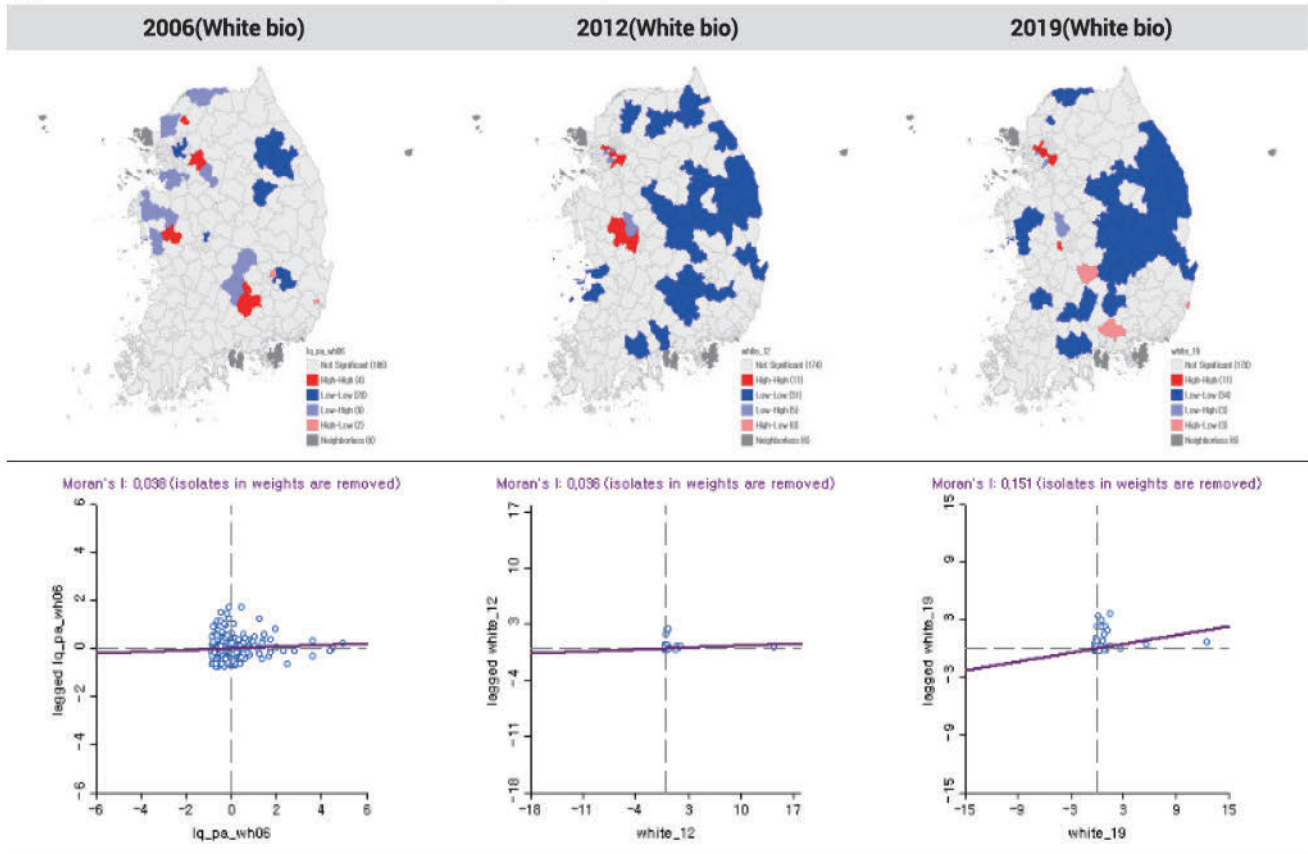
Appendix 1. Global Moran's I & Local Moran's I (Green bio)



Appendix 2. Global Moran's I & Local Moran's I (Red bio)



Appendix 3. Global Moran's I & Local Moran's I (White bio)



Appendix 4. Top 10 of region about LQ and patent application (Green bio)

2006		2012		2019	
Region (Top 10)	LQ	Region (Top 10)	LQ	Region (Top 10)	LQ
Wando-gun, Jeollanam-do	7.587	Goheung-gun, Jeollanam-do	8.601	Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	7.346
Goheung-gun, Jeollanam-do	7.174	Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	7.962	Hoengseong-gun, Gangwon-do	7.003
Sunchang-gun, Jeollabuk-do	6.366	Yeonggwang-gun, Jeollanam-do	7.571	Seocheon-gun, Chungcheongnam-do	6.990
Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	6.294	Jeungpyeong-gun, Chungcheongbuk-do	7.216	Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	6.870
Hoengseong-gun, Gangwon-do	6.138	Sunchang-gun, Jeollabuk-do	7.042	Yeonggwang-gun, Jeollanam-do	6.735
Yeonggwang-gun, Jeollanam-do	5.888	Wando-gun, Jeollanam-do	6.714	Goheung-gun, Jeollanam-do	6.641
Imsil-gun, Jeollabuk-do	5.725	Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	6.342	Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	6.621
Jinan-gun, Jeollabuk-do	5.550	Imsil-gun, Jeollabuk-do	6.181	Sunchang-gun, Jeollabuk-do	6.477
Haenam-gun, Jeollanam-do	5.353	Haenam-gun, Jeollanam-do	6.037	Haenam-gun, Jeollanam-do	6.222
Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	5.187	Seocheon-gun, Chungcheongnam-do	5.953	Buan-gun, Jeollabuk-do	6.212
Region (Top 10)	Patent Application	Region (Top 10)	Patent Application	Region (Top 10)	Patent Application
Gwangsan-gu, Gwangju	156	Jeonju, Jeollabuk-do	162	Jeonju, Jeollabuk-do	134
Yongin-si, Gyeonggi-do	85	Wanju-gun, Jeollabuk-do	80	Seongnam-si, Gyeonggi-do	85
Yeongdeungpo-gu, Seoul	69	Cheongju, Chungcheongbuk-do	71	Yuseong-gu, Daejeon	84
Gangnam-gu, Seoul	59	Gangneung-si, Gangwon-do	55	Wanju-gun, Jeollabuk-do	78
Cheongju, Chungcheongbuk-do	57	Chuncheon, Gangwon-do	48	Cheongju, Chungcheongbuk-do	77
Jeonju, Jeollabuk-do	55	Yuseong-gu, Daejeon	47	Yongin-si, Gyeonggi-do	70
Wanju-gun, Jeollabuk-do	52	Gangnam-gu, Seoul	46	Chuncheon, Gangwon-do	61
Nam-gu, Ulsan	51	Yongin-si, Gyeonggi-do	46	Suwon-si, Gyeonggi-do	56
Seocho-gu, Seoul	45	Nam-gu, Busan	43	Songpa-gu, Seoul	54
Yuseong-gu, Daejeon	44	Gwangjin-gu, Seoul	43	Changwon-si, Gyeongsangnam-do	52

Appendix 5. Top 10 of region about LQ and patent application (Red bio)

2006		2012		2019	
Region (Top 10)	LQ	Region (Top 10)	LQ	Region (Top 10)	LQ
Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	8.064	Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	7.928	Yeonsu-gu, Incheon	7.278
Hwaseong, Gyeonggi-do	5.449	Sejong Special Self-Governing City	5.625	Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	5.804
Sejong Special Self-Governing City	4.570	Hwaseong, Gyeonggi-do	4.481	Yuseong-gu, Daejeon	4.134
Hongcheon-gun, Gangwon-do	4.053	Yuseong-gu, Daejeon	4.325	Hwaseong, Gyeonggi-do	3.763
Geumcheon-gu, Seoul	3.785	Gunpo-si, Gyeonggi-do	3.606	Jecheon-si, Chungcheongbuk-do	3.167
Ansan, Gyeonggi-do	3.724	Geumcheon-gu, Seoul	3.589	Gunpo-si, Gyeonggi-do	3.076
Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	3.435	Yeonsu-gu, Incheon	3.465	Ansan, Gyeonggi-do	3.029
Anseong-si, Gyeonggi-do	3.344	Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	3.205	Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do	2.994
Dongjak-gu, Seoul	3.240	Anseong-si, Gyeonggi-do	3.096	Geumcheon-gu, Seoul	2.739
Daedeok-gu, Daejeon	3.016	Ansan, Gyeonggi-do	3.070	Cheonan, Chungcheongnam-do	2.628
Region (Top 10)	Patent Application	Region (Top 10)	Patent Application	Region (Top 10)	Patent Application
Yuseong-gu, Daejeon	363	Yuseong-gu, Daejeon	762	Yuseong-gu, Daejeon	934
Yongsan-gu, Seoul	191	Suwon-si, Gyeonggi-do	516	Seongnam-si, Gyeonggi-do	575
Suwon-si, Gyeonggi-do	187	Seongnam-si, Gyeonggi-do	436	Suwon-si, Gyeonggi-do	540
Seongnam-si, Gyeonggi-do	157	Seocho-gu, Seoul	266	Seongbuk-gu, Seoul	448
Gwanak-gu, Seoul	147	Yongin-si, Gyeonggi-do	259	Seodaemun-gu, Seoul	430
Seocho-gu, Seoul	138	Jeonju, Jeollabuk-do	242	Gangnam-gu, Seoul	385
Gangnam-gu, Seoul	135	Seongbuk-gu, Seoul	217	Yongin-si, Gyeonggi-do	353
Seongbuk-gu, Seoul	134	Yongsan-gu, Seoul	207	Hwaseong, Gyeonggi-do	344
Yongin-si, Gyeonggi-do	131	Gwanak-gu, Seoul	205	Cheongju, Chungcheongbuk-do	316
Jongno-gu, Seoul	131	Seodaemun-gu, Seoul	196	Seocho-gu, Seoul	304

Appendix 6. Top 10 of region about LQ and patent application (White bio)

2006		2012		2019	
Region (Top 10)	LQ	Region (Top 10)	LQ	Region (Top 10)	LQ
Yangju, Gyeonggi-do	8.061	Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do	8.774	Pocheon-si, Gyeonggi-do	7.905
Seo-gu, Daegu	7.427	Pocheon-si, Gyeonggi-do	8.606	Seo-gu, Daegu	7.329
Pocheon-si, Gyeonggi-do	7.408	Yangju, Gyeonggi-do	8.237	Goryeong-gun, Gyeongsangbuk-do	7.235
Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do	7.239	Seo-gu, Daegu	8.209	Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do	7.108
Goryeong-gun, Gyeongsangbuk-do	6.228	Goryeong-gun, Gyeongsangbuk-do	7.440	Yangju, Gyeonggi-do	6.782
Danyang-gun, Chungcheongbuk-do	6.209	Danyang-gun, Chungcheongbuk-do	5.290	Danyang-gun, Chungcheongbuk-do	5.655
Dalseong-gun, Daegu	5.062	Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	4.755	Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	5.096
Yeosu, Gyeonggi-do	4.638	Dalseong-gun, Daegu	4.743	Boeun-gun, Chungcheongbuk-do	4.939
Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do	4.451	Goesan-gun, Chungcheongbuk-do	4.459	Yeoncheon-gun, Gyeonggi-do	4.604
Yeoncheon-gun, Gyeonggi-do	4.013	Yeoncheon-gun, Gyeonggi-do	4.383	Goesan-gun, Chungcheongbuk-do	4.407
Region (Top 10)	Patent Application	Region (Top 10)	Patent Application	Region (Top 10)	Patent Application
Yeongdeungpo-gu, Seoul	606	Yeongdeungpo-gu, Seoul	177	Yeongdeungpo-gu, Seoul	460
Suwon-si, Gyeonggi-do	284	Yuseong-gu, Daejeon	134	Yuseong-gu, Daejeon	151
Gwangsan-gu, Gwangju	166	Gumi-si, Gyeongsangbuk-do	110	Suwon-si, Gyeonggi-do	127
Yuseong-gu, Daejeon	59	Gongju-si, Chungcheongnam-do	98	Hwaseong, Gyeonggi-do	126
Seocho-gu, Seoul	53	Suwon-si, Gyeonggi-do	78	Seongnam-si, Gyeonggi-do	109
Cheongdo-gun, Gyeongsangbuk-do	53	Seongnam-si, Gyeonggi-do	58	Bucheon, Gyeonggi-do	74
Pohang, Gyeongsangbuk-do	45	Seocho-gu, Seoul	54	Yongin-si, Gyeonggi-do	64
Hwaseong, Gyeonggi-do	45	Hwaseong, Gyeonggi-do	53	Cheonan, Chungcheongnam-do	63
Seongnam-si, Gyeonggi-do	44	Yongin-si, Gyeonggi-do	47	Gimpo-si, Gyeonggi-do	60
Gongju-si, Chungcheongnam-do	44	Pohang, Gyeongsangbuk-do	44	Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do	57