

지역경제 조사연구

인천지역 바이오 클러스터의 특징과 정책적 제언

2021. 7



인천지역 바이오 클러스터의 특징과 정책적 제언

오준병¹⁾, 김아현²⁾

1) 인하대학교 경제학과 교수

2) 한국은행 인천본부 기획조사팀 과장

< 요약 >

I. 연구의 배경 및 목적

II. 기존 문헌 및 선행 연구

1. 지역산업정책
2. 산업클러스터
3. 바이오 의약 산업
 - 가. 바이오 의약 산업의 정의 및 분류
 - 나. 바이오의약품의 생산과정과 특징

III. 인천지역의 바이오 클러스터 현황과 특징

1. 국내 바이오 산업과 바이오 클러스터
2. 송도 바이오 클러스터의 현황과 특징

IV. 결론 및 정책적 시사점

1. 요약 및 결론
2. 정책적 제언
 - 가. CMO 기반의 클러스터 조성
 - 나. 경제자유구역의 장점 극대화
 - 다. 중복 유사 바이오클러스터의 구조조정과 통합
 - 라. 클러스터 거버넌스의 질적 향상과 통합
 - 마. 클러스터의 다양화

참고문헌

<표 목차>

- <표 1> 산업분류별 정의 (KSIC-IPC 연계)
- <표 2> 의약품 분류
- <표 3> 바이오 의약 산업의 가치사슬(value chain)과 아웃소싱
- <표 4> CMO 기업의 기업 규모와 특징
- <표 5> 주요 바이오 산업 제품 수출입 규모(2019)
- <표 6> 우리나라의 바이오 클러스터
- <표 7> 주요 바이오 클러스터의 특징
- <표 8> 송도 바이오 클러스터의 입주 기관
- <표 9> 우리나라 주요 바이오 클러스터의 지식기반 현황 네트워크 활동
- <표 10> 시도별 바이오산업 생산 및 내수 규모(2019)
- <표 11> 인천지역의 바이오산업 세부 국내 판매 및 수출 현황(2019)
- <표 12> 주요 시도별 바이오산업 투자 규모(2019)
- <표 13> 주요 바이오 클러스터의 바이오 의약분야 인력/파이프라인 현황(2019)
- <표 14> 시도별 산업별 특허 출원동향(2019)
- <표 15> 주요 시도별 바이오 중소벤처 기업 현황
- <표 16> 주요 시도별 바이오 클러스터의 벤처투자 여건

<그림 목차>

- <그림 1> 신약개발 단계별 소요기간 및 비용 비중
- <그림 2> 국내 바이오 클러스터와 특화사업 현황
- <그림 3> 주요 시도별 바이오산업 수출 현황 및 추세

<약어>

CDO(Contracted Development Organization): 위탁개발기관
CRO(Contracted Research Organization): 위탁임상시험기관
CMO(Contracted Manufacturing Organization): 위탁생산기관
CDMO(Contracted Development and Manufacturing Organization): 수직통합형 위탁
개발 및 생산기관

< 요약 >

인구고령화, 만성질환의 증가, 그리고 최근의 전 세계적인 COVID-19의 확산 등으로 바이오산업이 미래의 유망산업으로 부각되면서 중앙정부를 비롯한 전국의 지방자치단체들은 바이오산업을 지역의 미래 성장 동력으로 육성하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 인천 역시 송도 경제자유구역에 중심으로 글로벌 경쟁력을 갖춘 바이오 클러스터를 육성하기 위해 막대한 투자와 노력을 경주하고 있다.

그러나 최근의 이러한 성장세와 국가적 관심에도 불구하고 우리나라의 바이오산업은 아직까지 서구 바이오산업 선진국들과 비교해 그 발전 정도와 규모가 크게 낮은 실정이다. 더구나 바이오산업의 미래 유망성에 대한 지나친 기대로 인해 지방정부는 클러스터의 조성에 경쟁적인 경향을 보이고 있으며, 사회·경제적으로도 중복투자(redundant investment)와 비효율인 운영의 우려를 낳고 있다. 이러한 경향은 클러스터간의 차별성을 저해하고, 클러스터의 조성을 통해 누릴 수 있는 규모의 경제와 지식의 확산을 늦추며, 궁극적으로는 클러스터의 지속가능한 발전을 어렵게 하는 문제를 초래한다.

인천지역의 바이오 클러스터는 2000년대 초반 셀트리온, 삼성바이오로직스 등을 중심으로 바이오시밀러와 다국적 기업의 위탁생산(CMO; contracted manufacturing organization) 수주를 위한 대규모 생산시설을 구축하면서 민간기업과 지방자치단체의 주도하에 형성·발전되기 시작하였다. 이러한 특징은 기초 연구기관과 벤처기업, 학교, 병원 등 다양한 바이오 산업의 주체들이 지리적으로 인접하여 지식의 확산과 협력 등 시너지 효과를 내는 전통적인 형태의 바이오 클러스터와는 매우 다른 형성 배경을 지니고 있다는 점에서 주목을 요한다. 특히 이러한 특징은 현재 인천 송도지역에서 조성되고 있는 바이오 클러스터가 과연 정책목표에 부합하게 균형있는 발전을 이루고 있는 것인지, 향후 성공적인 바이오클러스터로서의 성장과 발전을 위해서는 어떠한 정책적 보완이 필요한지에 대한 근본적인 질문을 제기한다. 따라서, 본 연구는 인천지역의 바이오 클러스터가 지닌 산업구조적 특징을 보다 면밀하게 분석하고, 이를 바탕으로 인천지역의 특성에 맞는 성공적인 바이오 클러스터 조성을 위한 정책적 시사점을 도출한다.

연구결과, 인천지역의 바이오 클러스터는 대규모 기업을 중심으로 위탁생산과 바이오시밀러 중심의 수출주도형 생산구조를 지니고 있는 것으로 나타났으며, 초기의 위탁생산 중심 산업구조는 점진적으로 신약개발과 통합형 위탁생산(CDMO; contracted development and manufacturing organization)과 같은 고부가가치의 수직통합형 위탁생산구조로 전환되고 있는 모습을 보였다. 그러나 대규모 위탁생산 기업의 자체적인 발전 경향과는 달리 인천지역 클러스터 내부의 중소벤처 기업 수나 임상시험을 위한 기반시설, 지식 및 혁신 기

반을 나타내는 지표들은 매우 열악한 것으로 나타났으며, 심지어 서울, 경기, 그리고 대전의 대덕 연구단지보다도 낮은 모습을 보였다. 대규모 기업과 지역의 지식 및 혁신 기반 사이에 존재하는 이러한 구조적 비대칭성(asymmetry)이 클러스터 내 상호협력과 네트워크의 실효성을 떨어뜨리는 주요 원인인 것으로 나타났으며, 송도 바이오 클러스터를 세계적인 경쟁력을 갖춘 바이오 허브로 육성하기 위해서는 무엇보다도 송도 바이오 클러스터에 특화된 생산요소의 집중적인 육성과 제도적 지원이 필요한 것으로 나타났다. 즉, 세계적인 수준의 지역혁신기반 구축이 무엇보다도 시급한 과제인 것으로 판단된다.

이를 위해서 본 연구는 (1) 현재 진행되고 있는 위탁생산(CMO) 기반 서비스의 수직통합과 고도화를 위한 세계적인 수준의 인프라 구축, (2) 다국적 제약회사, 국제적 수준의 위탁개발기관(CDO)과 위탁임상시험기관(CRO)의 유치에 대해 경제자유구역의 장점을 극대화하는 정책수립 (3) 여타 바이오 클러스터와의 연계와 MOU 체결을 통한 클러스터의 구조 조정과 통합 (4) 인천지역 클러스터를 관할하고 지원하는 거버넌스의 질적 향상 (5) 환경, 에너지 분야 등 인천 송도지역의 지리적 이점을 극대화하는 클러스터의 다양화 등을 정책적 시사점으로 제시한다. 특히 인천 송도지역의 바이오 의약 클러스터는 수출 중심의 대규모 위탁 생산 기업이 클러스터의 앵커 역할을 한다는 점을 고려하면, 글로벌 경쟁력을 갖춘 대형 위탁생산기업을 육성하고 이들 기업과 여타 생산주체들(학교, 연구소 등) 간의 네트워크 형성과 시너지 효과를 극대화하기 위해서 이들 사이에 존재하는 구조적 비대칭성(asymmetry)을 극복하는 것이 가장 시급한 과제인 것으로 판단된다. 이는 지방자치단체의 자체적인 예산과 인력으로는 근본적인 한계를 지니고 있으므로, 중앙정부와 지방정부, 그리고 민간의 적극적인 협력이 요구된다.

I. 연구의 배경 및 목적

2019년 기준 인천지역의 지역 내 총생산(Gross Regional Domestic Product: GRDP)은 89.57조원(당해년도 기준)으로 우리나라 전체 GDP의 약 4.65%를 차지하고 있다. 이 중 인천지역의 바이오산업 생산은 약 2.45조 원으로 인천지역의 전체 GRDP에서 차지하는 비중은 2.74%이다. 비록 바이오산업이 인천 경제 내에서 차지하는 비중은 아직까지는 낮은 수준이지만, 최근 관련 산업의 수출, 부가가치, 종사자의 수가 빠른 속도로 증가하고 있으며, 그 결과 국내 바이오산업에서 인천지역의 바이오산업이 차지하는 비중은 2019년 기준 20.4%(국내 바이오산업 생산 12조 32억원)에 이르고 있다. 이는 2014년의 0.54조 원에 비해서는 약 324% 증가라고 하는 비약적인 성장을 이룬 수치이다.

그러나 최근의 이러한 성장세와 국가적 관심에도 불구하고 우리나라의 바이오산업은 아직까지 미국, 유럽 등 바이오산업 선진국들과 비교해 그 발전 정도와 규모가 크게 낮은 상태이다. 세계 바이오 시장에서 우리나라가 차지하는 비중은 의료 및 건강서비스 분야가 1%, 의약품 분야 2%, 그리고 의료기기는 1.7%에 불과하며, R&D 지출 규모도 미국의 1/78에 불과하다. 기업의 규모도 매출액 1조원 이상인 기업이 7개에 불과하는 등 전반적으로 바이오의약 산업은 여전히 내수시장, 복제 의약품 개발, 중소기업 중심의 생산구조를 보이고 있다(바이오협회, 2019).¹⁾

한편 인구고령화, 만성질환 등의 증가로 바이오산업이 미래의 유망산업으로 부각되면서 정부를 비롯한 전국의 지방자치단체들은 바이오산업을 미래의 지역성장동력으로 육성하기 위해 노력하고 있다. 그러나 미래 유망성에 대한 지나친 기대로 인해 클러스터의 조성에 대해 경쟁적인 투자 경향을 보이고 있으며, 사회·경제적으로 중복투자(redundant investment)와 비효율적인 운영의 우려를 낳고 있다. 이러한 경향은 클러스터간의 차별성을 저해하고, 클러스터의 조성을 통해 누릴 수 있는 규모의 경제와 지식의 확산을 늦추며, 궁극적으로는 클러스터의 지속가능한 발전을 어렵게 하는 문제를 초래한다. Enright(2000)와 Desrochers and Sautet(2004) 역시 지역정책을 추진하는 과정에서 해당 지역이 지닌 역량과 특성에 대한 고려를 하지 않은 채 각 지방자치단체가 모두 미래의 유망산업 중심으로 산업육성정책을 추구하는 경우, 일부 첨단산업을 중심으로 중복되고 편향적인 투자가 이루어지는 위험이 발생할 수 있음을 경고하고 있다.

1) 한국은행의 기업경영분석(2018) 자료에 의하면 세계 1위 다국적 기업인 화이자(Pfizer)의 매출액 규모가 53조원에 이르는 반면 우리나라의 1위 기업인 유한양행의 매출액은 1.5조에 불과한 점, 우리나라 바이오제약 산업의 연구개발투자 규모가 약 1조 3천억원으로 미국의 약 1/54에 불과한 점 등은 이러한 우리나라 바이오 산업의 글로벌 경쟁력 현주소를 선명하게 보여준다.

현재 우리나라에는 전국적으로 25개의 바이오 클러스터가 조성되어 운영 중에 있다. 이 중 인천지역의 바이오 클러스터는 2000년대 초반 셀트리온과 삼성바이오로직스를 중심으로 송도에 바이오시밀러와 다국적 기업의 위탁생산(CMO; contracted manufacturing organization) 수주를 위한 대규모 생산시설을 구축하면서 민간기업과 지방자치단체의 주도하에 형성·발전되기 시작하였다. 이러한 배경은 일반적으로 정부 주도의 하향식(top down) 클러스터 조성 정책이나 기초 연구기관과 벤처기업, 학교, 병원 등 다양한 바이오산업의 주체들이 지리적으로 인접하여 지식의 확산과 협력 등 시너지 효과를 내는 전통적인 형태의 바이오 클러스터와는 매우 다른 모습을 보이는 것이다. 특히, 위탁생산기관(CMO) 위주의 바이오산업 클러스터는 일반적으로 클러스터 내부의 산학연 네트워크와 인접 기업과의 협업(collaboration) 등에서 매우 소극적인 패턴을 보인다는 점에서 정책적으로 주목을 요한다. 이러한 특징들은 또한 현재 인천 송도지역에서 조성되고 있는 바이오 클러스터가 과연 정책목표에 부합하게 균형있는 발전을 이루고 있는 것인지, 향후 성공적인 바이오 클러스터로서의 성장과 발전을 위해서는 어떠한 정책적 보완을 할 필요가 있는지에 대한 근본적인 질문을 제기하고 있다.

따라서 본 연구는 인천지역의 바이오 클러스터가 지닌 산업구조적 특징을 보다 면밀하게 분석하고, 이를 바탕으로 인천지역의 특성에 맞는 성공적인 바이오 클러스터 조성을 위한 정책적 시사점을 도출하고자 한다. 특히 최근 국내·외에서 관찰되는 바이오산업의 변화 흐름을 구체적으로 살펴보고, 이를 바탕으로 인천지역 바이오산업의 특징과 문제점을 분석하여 향후 송도 바이오클러스터의 경쟁력 제고를 위한 정책적 시사점을 제시한다.

연구결과, 인천지역의 바이오 클러스터는 대규모 기업을 중심으로 위탁생산과 바이오시밀러 중심의 수출주도형 생산구조를 지니고 있는 것으로 나타났다. 이러한 특징을 반영하여 바이오산업 중 바이오의약품과 바이오서비스가 전체 바이오 관련 수출의 99.6%를 차지하고 있으며, 바이오화학에너지, 바이오의료기기의 수출은 거의 없는 것으로 나타났다.

한편 초기의 위탁생산 중심 산업구조는 점진적으로 신약개발과 통합형 위탁생산 등(CDMO; contracted development and manufacturing organization)과 같은 고부가가치의 수직통합형 위탁생산구조로 전환하고 있는 모습을 보였다. 그러나 이러한 대규모 기업의 자체적인 발전 경향과는 달리 인천지역 클러스터 내부의 중소벤처기업 수나 임상시험을 위한 기반시설, 지식 및 혁신 기반을 나타내는 지표들은 매우 열악한 것으로 나타났으며, 심지어 서울, 경기, 그리고 대전의 대덕 연구단지보다도 낮은 모습을 보이고 있다. 대규모 기업과 지역 지식 및 혁신 기반 사이에 존재하는 이러한 구조적 비대칭성(asymmetry)이 클러스터 내 상호협력과 네트워킹의

실효성을 떨어뜨리는 주요 원인인 것으로 판단된다. 셀트리온, 삼성바이오로직스 등 대규모 위탁생산기업들이 주로 수출중심의 글로벌생산 전략을 추구하고 있고 생산 시설과 규모에 있어서도 세계적인 경쟁력을 갖춘 것으로 평가되지만, 이들 기업과의 네트워크 협력과 지식혁신 확산을 위한 지역혁신기반은 매우 낮은 것으로 나타나, 세계적인 수준의 혁신기반 구축이 무엇보다도 시급한 과제인 것으로 판단된다. 이를 위해서는 단순히 지방자치단체의 지원 수준을 넘어서는 중앙정부와 국가적 차원에서의 지원과 제도적 보완이 정책의 실효성을 높일 것으로 예상된다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2절에서는 산업클러스터와 바이오산업이 지니고 있는 특징을 기존 연구와 문헌들을 중심으로 살펴보고, 제 3절에서는 우리나라에서 구축되고 있는 바이오 클러스터의 전반적인 특징과 인천 지역의 바이오 클러스터가 지닌 특징을 비교 분석한다. 제 4절에서는 인천 지역 바이오 클러스터의 특징에 기반한 글로벌시장의 동향과 사례를 분석하며, 제 5절에서는 이를 바탕으로 결론 및 정책적 시사점을 제시한다.

II. 기존 문헌 및 선행 연구

인천지역의 바이오 클러스터를 분석하기 위해서는 우선 지역혁신 클러스터에 대한 개념과 바이오산업이 지니는 경제학적 특징을 이해할 필요가 있다. 본 절에서는 산업클러스터와 바이오산업에 관한 기존의 문헌과 관련 연구들을 중심으로 클러스터의 개념과 특징, 장·단점, 그리고 성공요인을 살펴봄, 바이오산업이 지니고 있는 특징적인 생산과정과 산업구조, 최근 바이오의약산업의 세계적인 동향을 살펴본다.

1. 지역산업정책

기술혁신이 국가의 경쟁력에 중요한 요인으로 주목을 받게 됨에 따라, 1990년대 초반 이를 실행하기 위한 제도적 장치로써 국가혁신체계(Lundvall, 1992; Nelson, 1993) 또는 지역혁신체계(Cooke, 1992) 등의 개념이 학계와 정책 영역에서 큰 관심을 받기 시작했다. 지역혁신체계(regional innovation system: RIS)는 지역의 혁신 생태계를 발전시키고 이를 기반으로 지역의 경제성장을 유도하는 시스템의 구축을 추

구하는 것이 주요한 특징이라 할 수 있다. 따라서 지역혁신체계는 과학과 지식의 기반, 제도적 기반(금융, 교육, 훈련 등), 인적기반(숙련, 지식 인력의 구득 용이성 및 이동성), 정책기반(혁신과 성장 지원정책) 등 다양한 투입 기반의 확충과 이를 토대로 한 상호학습과 기술혁신의 창출에 정책의 초점을 맞춘다 (Asheim, 1996; Asheim, Smith and Oughton, 2011). 따라서 지역혁신체계 내에서는 다양한 투입기반의 상호작용을 통해 지식과 기술을 학습하도록 하는 것이 중요한 혁신체계의 자산이 되며, 어느 한 특정 산업의 발전보다는 지역의 성장과 관련 있는 다양한 투입요소들의 상호작용과 균형 있는 발전이 지역경제 성장의 핵심 요건으로 작용한다.

반면 클러스터를 중심으로 하는 지역성장정책은 특정 산업에 대한 클러스터를 중심으로 해당 지역의 경쟁력을 향상시키는데 주안점을 둔다. 지역혁신체계가 사회적, 관계적 관점에서 종합적으로 지역의 혁신 생태계(innovation eco-system) 창출에 초점을 맞추고 있다면, 클러스터 기반 정책은 보다 경제적, 산업적 관점에서 지역의 특화된 산업 경쟁력과 이를 통한 경제성장에 초점을 맞춘다. 즉, 클러스터 기반의 지역산업정책은 지역산업의 클러스터 육성을 통한 산업혁신역량제고에 정책적 목표를 둔다고 할 수 있다 (김영수, 김선배, 오형나, 2007). 클러스터는 지역의 경제 성장과 직결되는 특정 산업의 경쟁력에 초점을 맞추면서도, 과학기술정책, 산업정책, 공간정책이 모두 망라되는 포괄적인 지역정책으로서 그 유용성이 높게 평가받기 시작했다(Boekholt and Thuriaux, 1999). 그러나 과거 클러스터 정책은 지역정책으로 수용되는 과정에서 지역의 역량이나 특성에 대한 충분한 고려를 하지 않은 채, 각 지방자치단체가 모두 첨단산업 또는 미래유망산업 중심으로 산업육성정책을 추구하면서 일부 첨단 산업을 중심으로 중복되고 편향적인 투자(redundant investment)가 이루어지는 경우가 발생하기도 하였다 (Baekholt and Thuriaux, 1999; Enright, 2000; Desrochers and Sautet, 2004). 또한 낙후지역, 산업 기반이 취약한 지역을 대상으로 하는 클러스터 정책은 지역의 혁신역량을 확충하는 노력에 비해 많은 비용이 수반되는 비효율성의 위험을 노출하기도 하였다(남기범, 2004; 정준호, 2011).

2. 산업 클러스터

클러스터는 경제학적으로 지리적 집적에 따른 외부경제(external economy)와 규모의 경제(economies of scale)를 이야기한 Marshall(1890)과 Weber(1909)에 의해 처음 논의가 시작되었다고 할 수 있으나, 산업경쟁력과 혁신의 측면에서 본격적으로 클러스터에 대한 논의가 시작된 것은 1990년대 초반 M. Porter에 의한 것으로 볼 수

있다. Porter(1990, 1998, 2000, 2003)는 클러스터를 “해당 산업 내에서 활동하는 기업을 중심으로 가치사슬 상의 관련 업체, 즉 공급업체, 서비스업체, 관련 기업, 대학, 지원 조직 등이 인접하여 형성되는 지리적 밀집지”라고 정의하고, 특정 산업 분야에 속하는 관련 기업들이 가치사슬(value chain) 상의 전후방 기업들과 지리적 근접을 이루어 생산 활동을 함으로써 산업과 국가의 경쟁력을 높일 수 있다고 주장하였다. M. Porter에 따르면 클러스터의 형성에는 지리적 집중, 전문화, 연관 기업의 존재, 연계성 등이 중요한 구성요소로 작용한다.

이러한 지리적, 지역적 근접은 크게 두 가지의 장점을 지닌다. 첫째, 클러스터는 관련 주체들의 지리적 집적(geographical concentration)을 통해 규모의 경제와 비용절감 효과를 누릴 수 있다. 즉, 산업 활동과 관련된 주체들이 지리적으로 인접함으로써 상품 및 서비스의 생산과정에서 유사한 기술과 시장변화에 대한 공동대응이 가능하고, 외부와의 협상이나 구매, 마케팅, 수출 등의 경영 활동에서 공동행위와 협업을 추구함으로써, 클러스터 외부의 경쟁 기업들에 비해 유리한 전략적 선택을 할 수 있는 것이다. 이러한 클러스터의 장점은 재화와 서비스 시장 또는 생산요소 시장에서의 풀링효과(pooling effect)로 대표된다. 즉, 클러스터 내부의 기업들은 네트워크 형성과 공동행위를 통해 자신들의 산업에 특화된 생산요소(인력, 장비, 부품 등)들의 공동구매가 가능하고, 이를 통해 제품의 차별화나 비용절감을 추구할 수 있으며, 지역 내에 특화된 산업이 발달하는 지역화경제(localized economy)의 경우 더욱 부각된다 (Storper, 1995; Martin and Sunley, 2003).

한편 EU의 정책자문그룹(Nauwelaers, 2003)은 클러스터에서 발생하는 규모의 경제와 관련하여 클러스터의 구조적 특성과 임계규모(critical mass)의 존재를 강조한다. 즉, 클러스터를 “임계규모의 경제행위자와 연관기업의 지리적 집중이 이루어지고, 공통분야에 전문화되고, 시장과 비시장적 상호관계를 발전시켜 지역혁신과 경쟁력에 기여하는 생산체계의 조직양식”이라고 정의하며, 클러스터가 성공적으로 운영되기 위해서는 일정한 규모의 경제행위자들이 공통의 전문성을 지니고 서로 활발한 상호작용과 시너지 효과를 창출해야 한다는 것이다. 이와 같은 논의들은 1차적으로 클러스터의 형성과 성공을 위한 서로 보완적인 구성요소의 활발한 네트워크와 상호협력을 강조하지만, 다른 한편으로는 클러스터의 형성을 통해 얻을 수 있는 풀링효과와 규모의 경제는 클러스터의 규모가 일정한 임계규모(critical mass)를 넘을 경우 가능하다는 점을 강조하고 있다. 만약 이러한 임계규모를 넘지 못하거나 여타 클러스터와의 경쟁이 심화되는 경우, 해당 클러스터는 자원의 분산과 비효율적 운영으로 클러스터의 지속가능성을 위협받게 될 것이다.

둘째, 클러스터는 구성 주체들 간의 상호작용과 협력을 통해 네트워크를 형성하고 지식의 확산과 이전을 용이하게 할 수 있는 장점이 있다. Sonobe and

Otsuka(2006)는 클러스터가 해당 클러스터 내의 생산 주체들로 하여금 관련 지식이나 정보에 보다 쉽게 접근할 수 있도록 하고 이를 통해 환경 변화와 혁신에 대한 유연성을 증가시키며, 지식의 이전과 관련된 비공식적인 네트워크의 존재 여부가 클러스터의 성공을 위한 중요한 요인이라고 주장한다. Graf(2006) 역시 클러스터는 내부의 기업 간 지식확산을 통해 기업의 혁신 활동을 촉진하고 상호협력을 활발하게 함으로써 궁극적으로 클러스터를 통한 산업경쟁력 강화를 이룰 수 있다고 주장하였다.

그러나 이러한 상호협력과 지식의 확산이 지리적으로 인접하여 있다고 해서 무조건적으로 이루어지는 것은 아니다. 많은 선행연구들은 클러스터 기반의 지역산업정책을 발전시키기 위해서는 지역의 산업 및 혁신 기반을 충분히 이해하는 것으로부터 출발할 필요가 있으며, 현재의 장단점만을 고려하는 정태적 시각보다는 산업의 동태적 관점에서 접근할 필요가 있음을 강조하고 있다 (Porter, 1998, 2000, 2003; Martin and Sunley, 2007). 특히 Martin and Sunley(2007)는 지역산업이 지나치게 특정산업으로 특화되고, 외부환경의 변화에 둔감해지는 ‘경직된 특화의 함정(trap of rigid specialization)’에 빠질 우려가 존재할 수 있음을 지적한다. Stam and Garnsey(2009)는 이러한 위험을 긍정적 경로의존성과 부정적 경로의존성을 통해 설명하고 있다. 긍정적 경로의존성은 지역 클러스터가 긍정적으로 작동하고 있는 상태에서 지역산업정책이 효과적인 영향을 미치는 경우를 나타내며, 부정적인 경로의존성은 지역산업정책이 환경 변화에 둔감해지고 고착화되어 산업정책의 수용성이 낮아지는 경우를 나타낸다. 이는 효과적인 지역산업정책을 위해서는 지역산업을 둘러싼 외부환경 변화, 자산, 역량에 대한 지속적인 인식 노력과 판단이 요구되며, 그에 따른 대응 시점, 속도, 모멘텀의 적절성이 정책의 성공가능성에 중요한 영향을 미침을 의미한다.

한편 Bergman and Feser(1999)와 Europa Innova(2008)는 클러스터 내부의 상호협력이 활발히 이루어지기 위해서는 구성 주체 간의 상호작용과 신뢰, 네트워크의 지속적이고도 밀도 있는 형성이 매우 중요하다고 주장한다. 특히 외부환경이나 기술 경쟁에 대한 공동대응을 위해서는 보유 지식이나 노하우를 공유하고 협력하여야 하는데, 이를 위해서는 지속적인 상호작용과 네트워크의 형성, 그리고 신뢰의 형성이 무엇보다도 중요하다는 것이다. OECD의 DTI(2004)는 만약 클러스터의 규모가 매우 커서 대면 접촉을 통한 네트워크의 형성이 어렵다면, 보다 복잡하고 공식적인 네트워크의 형성이 필요하며 이를 보완하기 위하여 공공부문이 의도적으로 개입할 필요도 있다고 주장한다.

반면 네트워크의 형성에 있어 공간적 입지나 군집 자체는 오히려 중요하지 않을 수 있다는 주장도 존재한다. Brener(2004), Rychen and Zimmermann(2008), 그리고

Visser(2008)는 비록 기업들이 특정 수요를 중심으로 어느 한 지역에 집적해 있다 하더라도 기업의 이질성이 매우 커서 서로 상호작용을 하지 않거나, 중앙정부나 지방자치단체에 의한 하향식(top-down) 클러스터 정책에 의해 단순히 물리적으로 집적되어 있는 경우에는 네트워크의 형성과 협력이 어려울 수 있음을 보이고 있다. Boschma(2002) 역시 기업 간의 네트워크 형성과 협력에 중요한 것은 지리적인 인접성 보다는 사회적·제도적 인접성이며, 이는 오히려 지역 외부의 네트워크에서 획득되는 경우가 많다고 주장한다.

Cairncross(2001)는 오히려 기업의 지리적 군집을 유도하고 클러스터의 성공을 이루기 위해서는 ‘우수한 연구개발(R&D) 활동에 필요한 강력한 지역 혁신 기반과 기술 및 숙련 기반’의 존재 여부가 더 중요할 수 있다고 주장한다. 최근의 클러스터는 전통적으로 지리적 입지(geographical location)를 중요하게 여기던 입장에서 점차 지리적 입지 자체의 중요성은 축소되는 경향을 보이고 있으며, 오히려 클러스터가 조성되는 지역에 얼마나 높은 수준의 지식기반을 갖추고 있느냐가 성공의 중요한 요건인 것으로 인식되고 있다(Cairncross, 2001; Powell et al., 2002; Haussler, 2006; Europa Innova, 2008). 이러한 기반요인들은 자본, 인력, 교육, 그리고 지식 등 생산요소시장에서의 투입요소를 제공하는 보완적인 기능들을 담당하며, 대학, 공공연구소, 민간 연구소 등을 포함한 공공연구기관들과 이들의 혁신 역량이 이에 해당된다. 대표적인 예로 미국의 실리콘밸리에는 인근에 캘리포니아 주립대학과 스탠포드 대학이, 보스턴 루트 128에는 MIT와 하버드 대학이, 영국의 캠브리지 지역에는 캠브리지와 옥스퍼드 대학이 관련 산업의 혁신과 지식의 확산, 그리고 전문 인력의 공급에 큰 역할을 담당하고 있다. 기술 및 숙련 기반의 존재는 그 지역 소재 기업의 성공을 보장할 뿐만 아니라, 타 지역으로부터 관련 기업을 유치하는데 매력적인 요인으로 작용할 것이다 (KOTRA, 2019).²⁾

한편 클러스터의 조성과 관련하여 주목을 요하는 또 다른 문제는 도시화 경제(urbanized economy) 및 지역화 경제(localized economy), 그리고 제품 및 산업의 생애주기(Product life cycle)에 따른 기업의 지리적 입지전략 문제이다. 일반적으로 도시화경제(urbanized economy)는 도시가 지니고 있는 다양성의 장점, 즉 세무, 회계, 마케팅 등 다양한 지식서비스를 동시에 제공받을 수 있는 등의 지식산업 수요에 대한 범위의 경제(economies of scope)가 존재하는 것을 의미한다. 반면 지역화경제(localized economy)는 특정 제품의 특화(specialization)를 통해 생산요소(input factor)의 공동 구입 등과 같은 규모의 경제(economies of scale)를 누릴 수 있는 경

2) 인천 송도지역과 서울, 경기 등 수도권 지역의 클러스터는 물리적 거리가 가까워서 이를 하나의 실질적인 클러스터로 정의할 수도 있다. 그러나 현재 우리나라의 지역 클러스터는 대부분 행정구역상 광역자치단체를 중심으로 클러스터 조성 및 행정적인 지원이 이루어지고 있는 실정이다. 본 연구는 이러한 배경을 고려하여 정책적인 분석 단위를 행정구역상 광역자치단체 중심으로 구분하였다.

제 구조를 나타낸다. 도시화 경제가 한 지역 내에서 다양한 서비스를 누릴 수 있는 범위의 경제(economies of scope)에 방점을 둔다면, 지역화 경제는 특정 제품 또는 산업에 대한 동질성과 특화를 바탕으로 하는 규모의 경제(economies of scale)를 강조한다.

R. Vernon의 제품생애주기(product life cycle)에 따르면, 신생 벤처기업이나 스타트업 같은 중소기업의 기업은 설립 초기 다양한 지식서비스를 필요로 하므로 이를 동시에 제공받을 수 있는 도시 지역의 클러스터에 입주하는 것이 유리하다. 반면, 산업이 성숙기에 도달하여 이미 제품의 표준화와 대량 생산이 가능한 제품을 생산하는 기업들은 생산비용의 절감과 대량 생산에 따른 특화가 가능한 (지역화 경제의 이점을 극대화할 수 있는) 지역에 입주하는 것이 바람직하다. 따라서 클러스터를 조성하는 경우, 정책 당국은 해당 산업의 생애주기적 특징과 클러스터에 입주할 것으로 예상되는 기업의 특성들을 면밀하게 고려하는 정책이 필요하다.

요약하면, 클러스터는 생산 주체의 지리적, 사회적 근접을 통해 긍정적인 외부효과를 유발하고, 이를 통해 생산에 있어서 규모의 경제와 범위의 경제, 그리고 기업 상호 간 네트워크 형성과 공동행위의 결합에 의해 발생하는 집합적 효율성(collective efficiency)과 외부경제(externality)를 추구하는 것이라고 할 수 있다. 클러스터가 성공적으로 발전할 경우 생산요소시장에서의 풀링(pooling) 효과와 요소시장 또는 재화 및 서비스 시장에서의 지식과 기술의 확산(knowledge spillover)을 도모할 수 있다. 그러나 이를 위해서는 클러스터 내의 공식, 비공식적인 네트워크 형성이 중요하며, 이를 통한 기업 간의 신뢰 구축이 무엇보다도 중요하다. 따라서 클러스터는 일시적인 기업집단과는 다른 (장기적인) 구조적 특성을 지니고 있으며, 일정한 규모(critical mass) 이상이 될 때 규모와 범위의 경제를 통한 편익이 극대화될 수 있다.

반면, 클러스터 내부의 생산 주체 간에 높은 이질성(heterogeneity)과 질적 차이(quality difference)가 존재하는 경우 네트워크 형성과 협업은 오히려 높은 거래비용(transaction costs)을 초래할 가능성이 있으며, 클러스터의 장기적인 성장과 발전을 저해한다. 또한, 지역의 특성과 현황을 고려하지 않고, 일률적으로 미래 유망 산업만 특화·발전시키는 정책은 정책적 폐쇄성으로 인해 지역경제의 발전가능성을 사전적으로 차단하는 지역 산업구조의 부정적 잠금현상(lock-in)을 초래할 가능성도 존재한다. 특히 정부 또는 지방자치단체 주도로 클러스터가 조성되는 경우 모두 미래유망산업에 경쟁적으로 투자함으로써 클러스터 간 경쟁의 심화와 중복투자가 발생하고, 결과적으로 클러스터의 가장 큰 장점이라고 할 수 있는 규모의 경제와 범위의 경제를 누리지 못할 수 있다. 위와 같은 경우 클러스터의 발전에 경직된 특화의 함정(rigid specialization trap)과 부정적이고 폐쇄적인 경로의존성(negative path

dependency)을 유발함으로써 클러스터의 개방성과 유연성을 약화시키고 궁극적으로는 클러스터의 역동적 진화와 지속가능성을 저해한다. 따라서 중앙정부와 지방자치단체는 지역클러스터의 구성에 있어서 일원화된 거버넌스(governance)와 지자체 간 조정을 통해 클러스터의 성과를 효율적으로 지원할 필요가 있다(Asheim, 2007; Berthinier-Poncet and LIRSA, 2014).

3. 바이오 의약 산업

가. 바이오 의약 산업의 정의 및 분류

인구고령화와 만성질환의 증가, 그리고 4차 산업혁명에 따른 산업간 융복합 현상과 최근의 전 세계적인 COVID-19의 유행은 바이오산업의 중요성을 크게 부각시키고 있다. 이에 따라 세계 각국은 바이오산업을 국가의 경쟁력에 영향을 미치는 중요한 미래 성장동력으로 인식하고, 막대한 재정적 투자와 혁신 노력을 기울이고 있다.

바이오산업은 보건·의료산업 분야를 나타내는 레드바이오(red bio)와 식품·환경 분야를 나타내는 그린바이오(green bio), 그리고 화학·에너지 분야를 나타내는 화이트바이오(white bio)로 구분된다. 이 중 레드 바이오 분야에 속하는 보건·의료산업은 신약개발과 복제약, 개량복제약(biobetter)을 포함하는 바이오의약품산업과, 바이오정보와 IT 기술을 융합한 의료기기, 서비스 등의 헬스케어 산업을 포함한다. 2019년 기준 우리나라 정부의 바이오산업에 대한 연구개발투자 비율은 레드바이오가 39.7%, 그린바이오가 15.9%, 화이트바이오가 4.2%로 레드바이오분야에 다소 집중되어 있는 실정이다(바이오협회, 2019).

한편, 통계청의 ‘한국표준산업 분류(KSIC)의 세부 산업분류 기준’에 따르면 의약 산업은 ‘국민의 건강관리 및 질병 예방, 치료, 처치, 진단을 위한 의약품을 개발, 제조, 판매하는 산업으로 정의되며, KSIC 중분류 코드 21(의료용 물질 및 의약품 제조업)에 해당되는 산업과, KSIC 세분류 C2710의 의료용 기기 제조업과 C2720의 측정, 시험 및 기타 정밀기기 제조업이 바이오산업에 포함된다. 특허청의 기술분류 체계에 따른 바이오기술은 A61(위생학, 의학 또는 수의학), C07(유기화학), C12(생화학, 미생물학, 효소학, 돌연변이 또는 유전자공학), 그리고 G01(측정, 시험 방법) 분야가 포함된다. 한국표준산업분류(KSIC) 상의 레드바이오 산업과 특허청의 특허분류(IPC) 상의 연계 체계를 연계한 표는 다음의 <표 1>과 같다.³⁾

3) 한편 2008년 기술표준원에서 제정한 국가표준(KS) KSJ 1009(바이오산업 분류코드)에 따르면, 바이오 산업은 1) 바이오의약품산업, 2) 바이오 화학·에너지 산업, 3) 바이오식품산업, 4) 바이오환경산업, 5) 바이오의료기기산업, 6) 바이오 장비 및 기기산업, 7) 바이오자원산업, 8) 바이오서비스 산업으로 구분된다. 산업통상자원부에서 발간하는 “국내 바이오 산업 실태조사 결과보고서”는 KSJ 1009의 분류 체계를 따르고 있다.

<표 1> 산업분류별 정의 (KSIC-IPC 연계)

분류	산업분류 (KSIC)	상세산업분류 (KSIC)	메인 IPC	IPC (특허분류) 내용	
의약 및 의료/시험 기기	C21 (C2100): 의약품 물질 및 의약품 제조업	소재 (C2100-1)	A61 (위생학; 의학 또는 수의학)	A61L	A61L-027/54 생물학적 활성 물질, 예. 치료물질 A61L-029/16 생물학적 활성 물질, 예. 치료물질 A61L-031/16 생물학적 활성 물질, 예. 치료물질
		의약품 (C2100)		A61K	A61K 의약품, 치료용 또는 화장용 제제(특별한 물리적 형태로 하는 것) A61J: 공기탈취, 살균, 소독, 봉대, 드레싱, 흡수성 패드 또는 외과용품을 위한 재료의 화학적인 사항 또는 재료의 사용
				A61P	A61P 화합물 또는 의약품 제제의 특정한 치료 효과
		소재 (C2100-1)	C07 (유기화학)	C07K	C07K 펩티드(peptides); 환식 디펩티드에 있어서 그 분자중에 환을 형성하는 펩티드 결합이외의 펩티드 결합을 갖지 않는 것, 예. 페라진-2.5-디온 C07D: 환식 펩티드형의 맥갈알칼로이드C07D 519/02519/02;
		의약품 (C2100)	C12 (생화학; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)	C12N	C12N 미생물 또는 효소; 그 조성물(살균살충제, 방충제 또는 유인제), 또는 식물생장 조절제로서 미생물, 바이러스, 진균, 효소, 발효생산물 또는 미생물 또는 동물로부터 생산 또는 추출된 물질을 포함하는 것 A01N-063/00: 의약품 제제 A61K;
	소재 (C2100-1)		C12P	C12P-021/08 단클론 항체(monoclonal antibodies)	
	C27 (C2710): 의약품 기기 제조업	의료기기(C27 (C2710))	A61 (위생학; 의학 또는 수의학)	A61B	A61B 진단; 수술; 개인 식별(생물학적 재료의 분석 G01N 에 G01N 33/48; 광파 이외의 파를 이용한 기록의 작성 일반 G03B-042/00)
			C12 (생화학; 미생물학; 효소학; 돌연변이 또는 유전자공학)	C1M	C12M-003/00 조직, 동물 또는 식물세포, 혹은 바이러스의 배양장치
	C27 (C2720): 측정, 시험, 제어 및 기타 정밀기기 제조업	시험기기 C27 (C2720)	G01 (측정; 시험)	G01N	G01N 재료의 화학적 또는 물리적 성질의 검출에 의한 재료의 조사 또는 분석(면역분석 이외의 효소 또는 미생물을 포함하는 측정 또는 시험 방법)

자료: IP 전략적 제휴를 위한 수행 방법론 연구 및 실제(바이오), 2019. 12, 특허청 재인용

한편 의약품은 제조방식, 신약여부, 약제의 형태에 따라 아래의 <표2>와 같이 분류된다. 이 중 제조방식에 따라 합성의약품(chemical drug)과 바이오 의약품(biologics)으로 분류되는데, 합성의약품은 고혈압약, 두통약과 같이 화학 합성에 의해 제조되는 의약품이 여기에 해당된다. 반면, 바이오 의약품은 사람 등 다른 생물체에서 도출한 단백질을 원료로 생산한 의약품을 일컫으며, 인슐린, 항암제, 백신 등이 여기에 해당된다. 바이오 의약품은 분자구조가 크고 복잡하며 생산공정에 상대적으로 고도의 기술력을 필요로 하여, 비록 복제약이라 하더라도 합성의약품에 비해 상대적으로 진입장벽(entry barrier)이 존재하는 것으로 알려져 있다.

<표 2> 의약품 분류

	합성의약품 (Chemical Drug)	바이오 의약품 (Biologics)
신약(오리지널 의약품)	합성의약품 또는 합성신약 (예: 두통약, 고혈압약)	바이오 의약품 또는 바이오 신약 (예: 인슐린, 항암제, 백신 등)
복제약(신약과 동일/유사)	제네릭	바이오시밀러 (Biosimilar)
복제약(신약개선)	개량신약	바이오베터 (Biobetter)

자료: LG Business Insight, 2014.

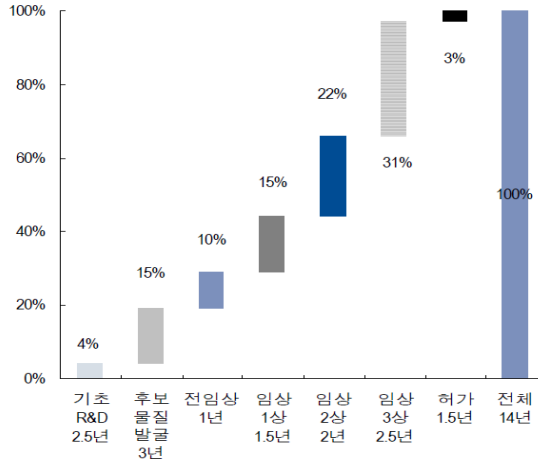
신약 여부에 따라서는 오리지널 의약품(original drugs)과 복제 의약품으로 분류되며, 합성 의약품의 복제약을 제네릭(generic), 바이오의약품의 복제약을 바이오시밀러(biosimilar)로, 기존에 이미 허가된 신약 의약품의 효과와 성능을 개선하여 새로 허가 및 등록을 획득한 의약품 중 바이오의약품의 성능을 개량한 개량신약을 바이오베터(biobetter)라고 지칭한다. 최근 블록버스터급 바이오신약의 특허권이 만료됨에 따라 전 세계적으로 바이오시밀러와 바이오베터에 대한 투자와 경쟁이 급속히 증가하고 있는 실정이다.

나. 바이오의약품의 생산과정과 특징

이미 잘 알려진 바와 같이 바이오의약품 산업은 IT 등 여타의 산업과는 다른 기술적 산업구조적 특징을 지니고 있다. 무엇보다 신약개발은 신약후보물질의 탐색부터 신약의 허가 및 판매에 이르기까지 매우 오랜 시간과 노력을 필요로 한다.⁴⁾ 기초 R&D부터 판매승인 및 허가를 취득하는 신약개발의 전과정은 평균 10년~15년이 걸리는 것으로 알려져 있으며, 신약개발의 성공률은 평균 0.01% 수준에 그치는 것으로 알려져 있다. 이 중 임상시험단계는 가장 많은 비용과 노력이 투입되는 단계로 임상시험(임상1상, 2상, 3상)에만 평균적으로 6~7년이 소요된다. 이 단계는 특히 전문적인 역량과 높은 임상비용이 요구되는 단계로 전체 신약개발 비용의 약 70%가 소요되는 것으로 알려져 있다(한국수출입은행, 2017).

4) ICT 관련 제품의 경우 제품수명주기와 연구개발 기간이 1~2년 수준으로 매우 짧은 것을 고려하면 이는 매우 오랫동안의 지속적인 투자와 연구개발이 필요한 산업임을 나타낸다.

<그림 1> 신약개발 단계별 소요기간 및 비용 비중



자료: IP 전략적 제휴를 위한 수행 방법론 연구 및 실제(바이오), 2019.12, 특허청

또한, 바이오의약품 산업은 다른 여타 산업들과는 달리 인간의 생명, 안전, 보건, 위생 등과 보다 직접적인 관련이 있으며, 이에 따라 개발부터 유통·판매 단계에 이르기까지의 전 과정이 매우 엄격한 규제 하에 있는 산업이다. 따라서 신약 개발 과정에서 연구개발 및 임상시험의 성공 여부에 대한 매우 높은 실패의 위험과 불확실성(risk and uncertainty)을 지니고 있다.

그러나, 바이오의약품 산업은 전기·전자, 기계 등 복합제품에 적용되는 기술(complex product technology)들과는 달리 단일의 기술혁신 또는 발명이 상업적 가치(commercialization)와 직결되는 특징을 지닌다. 즉, 바이오 의약품 산업은 비록 신약개발에 매우 높은 투자비용과 많은 시간을 들인다 하더라도, 일단 개발에 성공하고 나면 특허권 등을 통해 상당 기간 동안 독점적인 수익이 보장되는 특징을 지니고 있다.⁵⁾ 이러한 이유로 글로벌 제약사들은 기술의 보호와 활용에 대한 높은 지식 재산(특허)의존도를 보이고 있으며, 신약개발을 위해 긴 시간과 막대한 비용을 투입하여 연구개발과 특허경쟁(patent race)을 벌이고 있다.⁶⁾

5) Cohen et al.(2000)은 기술의 특성에 따라 제품을 discrete product technology와 complex product technology로 구분한다. discrete product technology는 단일의 기술이 제품의 최종 상업화와 매우 밀접한 관련이 있는 반면, complex product technology는 최종 제품에 여러개의 기술이 복합적으로 적용되어야 하므로, 어느 한 기술이 개발되었다 하더라도 다른 기술과의 보완성 또는 동반 발전이 이루어지지 않는다면 상업화에 제약을 지니는 기술을 일컫는다. 이러한 특징은 전기, 전자, 기계 산업과 달리 생명공학이나 화학 산업 분야에서 새로운 기술의 상업적 가치가 더 선명하게 나타나는 이유이기도 하다.

6) 예를 들면, 2015년 기준 로슈는 매출액의 18.8%에 해당하는 9조 723억 원을, 화이자는 매출액의 16.8%인 8조 3,670억 원을, 노바티스는 16.7%인 10조 453억을 각각 연구개발비용으로 투자하였다. 2015년 기준 국내 상장 제약기업들의 연구개발비도 매출액 대비 9.1%인 1조 4,515억 원인 것으로 나타나고 있다(한국제약산업 길라잡이, 2017, 한국제약바이오협회, p.14).

최근에는 바이오산업에 대한 직간접적인 글로벌 경쟁이 심화되는 추세이다. 각국 정부는 합성의약품의 사용 권장 등 약가 인하 정책과 안전성에 대한 규제를 강화하고 있으며, 다국적제약기업은 연구개발투자 대비 낮은 생산성과 제품개발 비용 상승 등과 같은 경영환경의 악화에 직면해 있다. 이러한 현상은 신약개발(pipeline)에 대한 기대매출을 감소시키고, 전반적으로 연구개발, 생산 및 영업, 마케팅 전반에 걸친 비용 절감 노력을 강화하는 계기가 되고 있다. 그 한 방법으로 바이오의약품 산업에서는 전 세계적으로 신약개발의 각 단계별로 분업화(specialization)와 외부협력(outsourcing)이 활발히 전개되고 있다. 즉, (약물표적발굴)-(후보물질 합성)-(전임상시험)-(1~3상임상시험)-(허가)-(생산)-(판매)에 이르는 신약개발의 전 공정에서 생산시설의 품질관리와 비용절감을 위해 글로벌 제약사는 신약개발에 대한 연구개발(R&D)과 공급망 구축에 집중하고, 임상시험과 제품생산 등은 외부의 전문화된 기업에 위탁(outsourcing)하는 경향이 증가하고 있는 것이다.

아래의 <표 3>은 신약개발의 각 세부단계와 그에 따른 아웃소싱의 형태를 나타낸다. 신약개발의 각 단계에 대한 글로벌 아웃소싱은 위탁개발(contract development organization; CDO), 위탁임상시험(contract research organization; CRO), 위탁생산(contract manufacturing organization; CMO), 그리고 위탁판매(contract sales organization; CSO) 등으로 이루어진다.

<표 3> 바이오 의약 산업의 가치사슬(value chain)과 아웃소싱

연구개발 및 시제품개발	전임상, 임상 및 허가		생산
Discovery	Pre-clinical	Clinical & Registration	Manufacturing
<ul style="list-style-type: none"> •Target 선정 •약물표적 및 선도물질 발굴 •선도물질 최적화 및 후보물질 합성 	<ul style="list-style-type: none"> •전임상시험 •전임상유효성 평가 •비임상(동물) 실험 및 안전성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •임상시험허가신청(ND) •임상1상, 임상2상, 임상 3상 •신약허가신청 	<ul style="list-style-type: none"> •상업생산
		<ul style="list-style-type: none"> •임상1상: 안전성 확인 •임상2상: 작용기전, 최적용량, 투약방법 분석 •임상3상: 다수의 환자대상, 안전성, 유효성 확인 	
<ul style="list-style-type: none"> •SK 바이오팜(기술수출) •유한양행(기술수출) 			<ul style="list-style-type: none"> •삼성바이오로직스(아웃소싱) •바이백스(아웃소싱) •셀트리온(바이오시밀러) •삼성바이오에피스(바이오시밀러)
CDO(위탁개발)			
	CRO(위탁임상시험)		
			CMO(위탁생산)
CDMO(위탁개발 및 생산)			

위탁개발(Contracted Development Organization)은 주로 연구개발 및 시제품 개발 단계에서 약물표적 및 선도물질의 발굴, 그리고 후보물질의 합성 등을 대행하는 서비스이다. 즉, CDO 서비스는 기업의 규모가 너무 작거나 생산설비가 없어서 자체적으로 세포주의 개발이나 선도물질에 대한 의약품 공정개발 역량이 부족한 소규모 바이오벤처 기업이나 중소제약 바이오 기업에 대해 연구개발 및 시제품 개발단계에서 후보물질의 합성 등 의약품의 개발을 대행해 주는 서비스를 일컫는다. 특히 고객의 의약품 개발 절차 중 세포주 개발, 공정개발, 임상 1상 물질 생산 등을 위탁받아 서비스를 제공한다.

위탁개발서비스(CDO)는 소규모 인력으로 연구개발 역량을 극대화하기 위해 의약품 개발에 필요한 거의 모든 활동을 외부기업에 위탁하는 소형 바이오벤처기업이나 버추얼바이오테크, 그리고 중소제약 바이오기업들을 주요 대상으로 한다. 이들 바이오벤처기업들은 주로 우수한 연구인력의 확보와 회계, 금융, 마케팅 등 지식기반 서비스를 원활히 제공받는 것이 중요하며, 이러한 이유로 대부분의 소규모 바이오테크 기업들은 대도시 주변의 클러스터에 입지한다. CDO 서비스가 발달하기 위해서는 무엇보다도 공급측면에서 개발에 대한 국제적 수준의 생산시설과 전문인력, 그리고 이들 바이오벤처기업과의 네트워크 형성이 중요하며, 수요측면에서는 CDO 서비스를 제공받고자 하는 바이오벤처기업과 중소중견기업의 지리적·사회적 그리고 가상적(virtual) 군집이 중요하다.

한편, 위탁시험기관(Contracted Research Organization; CRO)은 제약사를 대신하여 임상시험에 필요한 시험설계와 통계분석, 최종 허가 승인획득 등의 업무를 대행한다. 최근에는 제약회사뿐만 아니라 바이오스타트업, 의료스타트업, 의료기기 업체, 정부기관 등의 허가 및 연구를 아웃소싱 하는 경우도 생겨나고 있다(한국보건산업진흥원, 2017). CRO 서비스 분야는 최근 글로벌 제약기업들이 많은 미국, 유럽 기반의 의약 선진국을 중심으로 이들 기업의 연구개발(R&D) 비용 절감과 신약 출시기간의 단축이라는 전략적 목표에 맞추어 급속히 발전하고 있다. 특히 최근의 빅데이터, AI 등 4차산업혁명 기술의 확대에 점차 분야별로 세분화, 전문화되는 경향이 있으며, 데이터의 수집과 분석이 용이해짐에 따라 CRO 분야의 외부협력이 폭발적인 성장세를 보이고 있다.

CRO 서비스의 발달에 중요한 역할을 하는 것은 임상시험을 디자인하고 컨설팅할 수 있는 연구인력의 확보와 이를 시험할 수 있는 연구중심병원의 존재 여부이다. 임상시험과정에서 신약물질의 효능을 검증하고 설득하는 과정이 필요하므로, 고도의 산학연병 협력이 요구되며, 임상시험의 디자인과 결과물에 대한 산업내 명성(reputation)도 중요한 역할을 한다. 우리나라에는 약 50여개의 CRO 기관이 존재하고 있으나, 의약품의 해외 수출을 원하는 제약사의 경우 해외의 CRO 기관을 선호

하는 경향을 보인다. 우리나라의 임상시험 분야 세계 시장점유율은 2019년 기준 3.2%로 의약품 분야의 세계시장 점유율인 1.2%를 상회하고 있다. 이는 국가별 임상시험 순위로는 6위, 도시(서울)로는 1위에 해당되는 수치이다 (이진형, 2020).

마지막으로, 위탁생산기업(Contracted Manufacturing Organization; CMO)은 의약품을 대량으로 위탁생산하는 서비스를 제공하는 기관(기업)을 의미한다. 세계적으로 다국적기업의 신약개발에 대한 연구개발 생산성이 하락하고, 각국의 안전성에 대한 규제 강화와 약가 인하 정책은 글로벌 제약회사들에게 지속적인 비용절감 압력을 주고 있으며, 이에 따라 위탁생산을 통한 핵심역량집중이 주요 대안으로 부각되고 있다. 위탁생산은 글로벌제약 기업들에게 제조시설을 위한 높은 초기 투자비용을 절감시킬 수 있는 반면, CMO 기업들은 여러 다국적 제약회사들의 위탁생산을 받음으로써 공장의 가동율을 높이고 단위 생산비용을 절감할 수 있기 때문이다.

그러나 위탁생산은 신약개발의 제일 끝단에 있는 생산공정으로서 규모의 경제에 의한 비용절감이 경쟁의 핵심요소이다. 즉, 대규모 생산체제를 갖춤으로서 생산의 평균비용을 하락시키고 이를 통해 가격경쟁력을 확보하는 것이 중요하다. 따라서, 근본적으로 전 세계적인 경쟁이 심화될 수밖에 없으며, 중국, 인도 등 신흥 파머징(pharmerging) 국가의 추격과 경쟁에 노출되는 한계를 지니고 있다.⁷⁾ 특히 합성의약품의 복제약에 해당되는 제네릭 분야는 복제에 필요한 기술 수준이 높지 않아 중국, 인도 등 전 세계의 신흥국가를 중심으로 성장세와 경쟁이 심화되고 있다. 반면, 바이오의약품 중 바이오시밀러와 바이오베터 분야는 상대적으로 분자구조가 크고 복잡하여 생산과 관리에 높은 기술 수준을 필요로 하고 있어, 북미와 서유럽의 대형 CMO를 중심으로 시장이 형성되고 있다. 국내의 삼성바이오로직스는 바이오의약품 분야에 대한 위탁생산을 중심으로, 셀트리온은 초기에는 다국적 제약사와 계약을 통해 위탁생산하는 CMO로 시작하여 현재 자체적으로 바이오시밀러를 개발하는 회사로 발전하고 있다.⁸⁾

전 세계 CMO 기업들 간의 경쟁이 치열해지면서 최근에는 바이오서비스의 각 생산공정(개발, 시험, 생산, 판매)에 대한 위탁생산이 심화되는 동시에 이들 위탁생산의 각 공정이 통합되어 풀서비스(full service)를 제공하는 방향으로 수직적인 결합이 이루어지고 있다. 즉 각 CMO 기업들은 CMO-CRO-CMO에 이르는 각 생산공정에 대해 전 과정의 one stop service 제공을 위해 가치사슬(value chain)의 수직적 결합

7) 특히 합성의약품 분야의 CMO는 기술장벽이 낮아 생산 원가 측면에서 유리한 중국, 인도 등이 높은 성장률을 보이는 반면, 기술장벽이 높은 바이오의약품 분야의 CMO에서는 우리나라가 세계적인 위치에 있으며 국내 셀트리온, 삼성바이오로직스 등이 이에 해당된다.

8) 최근 미국 FDA 등의 의약품 규제기관에서는 의약품의 안정적인 공급을 확보할 수 있도록 복수의 생산라인을 운영하도록 권고하고 있으며, 하나의 지역에서만 의약품을 생산할 경우 안정적인 공급 장치가 충분하지 않다고 판단하여 Contingency Plan을 제시하도록 하고 있다(2015년 7월 FDA 보고서). 따라서 자체 생산라인이 부족한 회사들이 CMO를 이용하는 경우가 증가하고 있는 추세이다(한국보건산업진흥원, 2017).

을 강화하고 있으며, 시제품 개발에서 제조에 이르는 기능이 통합된 CRAMS(contract research and manufacturing services) 또는 CDMO(contract development and manufacturing organization) 서비스를 제공하고자 한다. 이러한 통합 수행의 장점은 글로벌 제약·바이오 기업과의 협력이 가능하고, 신약 개발을 위한 역량과 플랫폼을 구축할 수 있다는 것이다. 바이오시밀러와 CMO로 시작한 셀트리온과 삼성바이오로직스 등도 최근에는 전형적인 위탁생산방식인 CMO 사업을 축소하고 바이오시밀러에서 바이오베터와 신약개발로 사업영역을 확장하고 있다.

그러나 이러한 수직적 통합 서비스는 어느 기업이나 모두 제공할 수 있는 것은 아니다. 특히 바이오의약품 분야는 합성의약품에 비해 분자의 단위가 크고 보다 높은 수준의 제조 능력이 요구되어서 상대적으로 높은 진입장벽(entry barrier)이 존재한다. 따라서, CMO 기업의 크기와 규모에 따라 위탁생산하는 제품과 서비스의 종류와 특성이 다르게 나타나며, CDMO를 추진할 수 있는 기업은 전 세계적으로도 한정되어 있다. 아래의 <표 4>는 CMO의 기업규모에 따른 특징을 정리한 것이다.

매출액 2.5억달러 이상인 대형 CMO는 상당한 자본력과 숙련인력, 높은 R&D와 제조시설, 지적재산권의 보유 등으로 약품개발에서 제조에 이르는 통합서비스를 제공하는 CDMO로 발전하는 경향을 보이고 있다. 이러한 CDMO는 대규모의 공장설비와 영업력, 기술력 등이 필요하므로 다국적 제약사의 자회사인 경우가 대부분이며 전세계에 약 12개의 기업이 있다, 스위스의 Lonza, 미국의 Catalent, 프랑스의 Fareva 등이 여기에 해당된다.

반면, 매출액 1억달러에서 2.5억 달러에 이르는 중형 CMO 기업은 제공하고자 하는 서비스의 포트폴리오와 규모에 있어 일정 정도의 한계가 존재하며, 이로 인해 원료의약품의 개발(API), 약품개발 지원과 같은 기본적인 위탁생산 서비스를 주로 제공한다. 전 세계에 약 45개의 기업이 존재한다.

한편, 매출액 1억달러 미만인 소형 CMO는 반고형 제제, 원료의약품(API)의 생산, 투약제형포장, 품질관리 등 전문화된 서비스와 특화된 기술이 필요한 분야에 선택과 집중을 하는 경향을 보인다. 중국, 인도 등에서 저가의 전문서비스를 제공하는 CMO들이 급속히 성장하고 있으며, 전 세계에 약 500개 이상의 기업이 존재한다.

<표 4> CMO 기업의 기업 규모와 특징

구분	기업수 (개)	매출액 (백만달러)	특징
대형 CMO	~12	>250	<ul style="list-style-type: none"> • 다국적 기업의 자회사 • 높은 수준의 자본력과 연구인력, 연구개발투자와 제조시설, 지적재산권 보유 • 예: Lonza(스위스), Catalent(미국), Fareva(프랑스)
중형 CMO	~45	100~250	<ul style="list-style-type: none"> • 원료의약품 개발(API), 약품개발지원 등 기본적인 CMO 서비스 제공, 포트폴리오와 규모에 있어 제한적 • 예: Siegfried(스위스), Recipharm(스위스)
소형 CMO	>500	<100	<ul style="list-style-type: none"> • 단일기능에 집중, 원료의약품(API)생산, 투약제형포장, 품질관리 등 전문화된 서비스를 제공 • 중국, 인도 등에서 저가의 전문서비스 제공하는 CMO 들이 발달

자료: 고기영, 2014, “글로벌 제약 CMO 산업 동향과 전망,” KHIDI Brief, 보건산업 브리프 Vol. 146, 한국보건산업진흥원

위에서 살펴본 바이오의약품 산업의 특징은 1) 신약개발의 연구생산성 하락과 비용상승압력, 2) 신약개발과정의 분업화와 아웃소싱의 증가, 3) 신흥 파머징(pharmmerging) 국가에 의한 경쟁 심화 등으로 요약될 수 있다. 인천 송도의 바이오 클러스터는 수출중심의 위탁생산을 주로 하는 클러스터라는 점에서 이러한 글로벌 경쟁과 산업적 특성에 여타 클러스터들에 비해 보다 직접적으로 노출되어 있다고 할 수 있다.

III. 인천지역의 바이오클러스터 현황과 특징

1. 국내 바이오산업과 바이오클러스터

송도 바이오클러스터와 관련하여 주목을 요하는 정책적 변화는 2008년 4월 의약품 산업 분야에서 <제조-품목 허가 분리>를 공식화한 것이다. 정부는 의약품 제조업 허가과 품목의 판매 허가를 분리함으로써, 우수한 기술을 가진 벤처기업들이 의약품 제조업 허가를 받지 않고도 의약품을 생산할 수 있는 길을 제공하였다. 그동안은 의약품의 제조와 판매를 위해서는 제조업허가와 판매허가(품목허가)를 동시에 받아야 했으나, <제조-품목 허가 분리>가 시행된 이후로는 비록 제조시설을 갖추지 않은 기업이라 하더라도 개발한 의약품을 위탁 제조업자를 통해 생산·판매하는 ‘위탁제조판매업’이 가능하게 되었다. 이러한 정책적 변화 덕분에 벤처기업 등의 신약개발 연구개발이 촉진되고, 제조시설이 없는 기업의 전면위탁생산 허용으로 기존 제조기업의 시설가동을 향상과 전문화가 촉진된 것으로 평가받고 있다. 인천 송

도의 CMO 중심 바이오 클러스터는 이러한 정책적 변화의 산물이라고 할 수 있다.

아래의 <표 5>는 2019년 현재 우리나라의 바이오산업 제품 수출입 규모를 나타낸다. 총액 기준으로 수출과 수입액은 각각 6.5조원과 1.9조원으로 수출이 수입의 약 3.4배에 달하고 있다. 바이오산업의 수출 중 사료첨가제가 약 1.84조원으로 전체 수출의 약 27.3%를 차지하고 있고, 치료용항체 및 사이토카인제제는 1.72조원으로 전체의 25.7%를 차지하고 있다. 반면 바이오 산업의 수입 중 1위를 차지하는 품목은 ‘치료용 항체 및 사이토카인제제’이다. 연간 6,702억원을 수입하고 있으며, 전체 수입의 약 34.1%를 차지하고 있다.

특징적인 것은 바이오 위탁생산·대행 서비스가 약 7,280억원으로 전체 수출의 10.8%를 차지하고 있다는 것이다. 대부분의 바이오 위탁생산·대행 서비스가 삼성 바이오로직스 등 인천 송도의 대규모기업에 의해 이루어지는 것을 고려하면 인천 지역의 바이오클러스터는 우리나라의 바이오산업에서 수출중심적인 생산기지로서의 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

<표 5> 주요 바이오산업 제품 수출입 규모(2019)

(단위: 백만 원, %)

순위	코드명	제 품 명	수출액(구성비)		코드명	제 품 명	수입액(구성비)	
1	3050	사료첨가제	1,835,096	27.3	1050	치료용항체및 사이토카인제제	670,218	34.1
2	1050	치료용항체및 사이토카인제제	1,722,329	25.7	1030	백신	300,458	15.3
3	8010	바이오 위탁생산·대행서비스	728,144	10.8	1040	호르몬제	296,288	15.1
4	3030	식품첨가물	531,012	7.9	1060	혈액제제	268,202	13.7
5	5020	체외진단	480,173	7.2	1000	기타 바이오의약품	89,898	4.6
6	1030	백신	259,385	3.9	5020	체외진단	52,324	2.7
7	1000	기타 바이오의약품	251,438	3.7	6030	다가능 및 기타분석기기	49,137	2.5
8	5000	기타 바이오의료기기	204,746	3.1	2030	연구·실험용 효소 및 시약류	46,392	2.4
9	1060	혈액제제	140,042	2.1	3010	건강기능식품	41,515	2.1
10	1010	바이오항생제	100,845	1.5	7010	종자 및 묘목	26,215	1.3
11	1040	호르몬제	97,068	1.4	2000	기타 바이오 화학·에너지제품	23,192	1.2
12	8020	바이오 분석·진단서비스	71,875	1.1	6000	기타 바이오장비 및 기기	22,024	1.1
13	2040	바이오 화장품 및 생활화학제품	66,527	1.0	2020	산업용 효소 및 시약류	19,181	1.0

현재 우리나라는 전국 15개 시도에 25개의 바이오클러스터 기관을 운영하고 있다. 이 중 바이오지원센터는 9개, 지역진흥사업은 25개로 대부분 지방자치단체나 정부 주도로 클러스터가 조성되어 운영되고 있다. 그러나 대부분의 클러스터가 규모가 영세하고 다양한 혁신 주체들이 균형있게 입주하고 있지 않아 클러스터 내부의 지식의 확산이나 네트워킹 등 클러스터로서의 장점을 극대화하지 못하고 있는 실정이다. 아래의 <그림 2>와 <표 6>은 전국의 주요 클러스터를 운영 주체와 특화산업에 따라 구분한 것이다.

<그림 2> 국내 바이오 클러스터와 특화사업 현황



자료: <https://www.etoday.co.kr/news/view/1905759> 에서 재인용

민간기업의 자발적인 조성에 의한 클러스터는 인천 송도와, 원주 의료기기산업 특화 지역, 그리고 경기도의 향남제약 단지⁹⁾ 등 3곳에 불과하며, 대부분 중앙정부와 지방자치단체 중심으로 바이오 클러스터가 운영되고 있다. 이 중 중앙정부 차원에서 클러스터를 조성한 지역은 충북 오송, 대전 대덕, 대구경북 첨단의료복합단지 정도이며, 나머지 대부분은 바이오지원센터나 지역진흥사업 중심의 지방자치단체 주도 바이오 클러스터 특성을 지닌다. 지방자치단체 중심의 클러스터는 1998년에 형성되기 시작한 ‘바이오벤처지원센터’가 시발점이라고 할 수 있으며, 지역숙원사업을 전략적으로 지원하기 위한 지역혁신기반 구축사업의 일환으로 추진되었다. 이렇듯 지역진흥사업으로서 추진된 사업들은 규모가 그리 크지 않고, 사업지원의 영속성이 떨어지는 곳이 많다.

9) 삼성제약, 대웅제약 등 기존의 제약기업들이 밀집되어 있는 향남제약산업단지는 국내 제약기업의 약 38%에 해당되는 약 370여 개의 제약기업이 밀집되어 있으나, 기본적으로 기업 중심으로 조성된 클러스터로서 기초 및 기반 기술의 공급 역할을 하는 대학이나 공공연구기관이 없으며, 기업지원 및 연구개발서비스 제공, 네트워크 활동을 주관할 클러스터 지원기관도 없다는 특징을 지닌다 (문혜선 외, 2018).

<표 6> 우리나라의 바이오클러스터

민간중심(+지자체)	정부 중심
<ul style="list-style-type: none"> • 송도 바이오 클러스터 • 경기 광교 테크노밸리 • 원주 의료기기 클러스터 	<ul style="list-style-type: none"> • 오송첨단 의료 복합기기 • 대덕 연구개발 특구 • 대구 첨단 의료복합단지
지자체 중심(바이오자원센터중심)	지역진흥사업
<ul style="list-style-type: none"> • 옥천 의료기기 클러스터 • 진주 생물산업클러스터 • 제주 테크노파크 • 서울 바이오허브(홍릉) • 익산 국가 식품 클러스터 • 춘천 천연물 클러스터 • 제주 바이오 클러스터 	<ul style="list-style-type: none"> • 진주 바이오 플라자 조성사업 • 대구 전통 바이오 신소재 사업 • 한방산업지원센터 • 부산 해양 바이오 의약 산업화 센터 • 화순 백신 원료 생산기반 구축사업 • 전주 바이오파크 인프라 구축사업

전국 25개의 바이오 클러스터 중 송도 바이오 클러스터와 차별점이 존재하고 의미있는 비교가 가능한 대표적인 클러스터로는 경기 판교/광교의 테크노밸리, 오송 첨단 의료복합기기, 대덕 연구개발 특구 등을 들 수 있다. 이 중 충북 오송의 첨단 의료 복합기기 클러스터와 대덕 연구개발 특구는 정부주도 클러스터의 특징을 보이는 반면, 송도와 경기 판교/광교의 클러스터는 민간과 지방자치단체 주도의 클러스터라는 특징을 갖는다.

충북 오송 바이오 클러스터는 1997년 국가산업단지로 지정된 이후 식품안전처 등 바이오 관련 6대 국책 기관이 집적하여 각 부처의 생명공학 관련 연구지원 시설들을 유치하고 의약품, 화장품, 의료기기, 식음료품 등 생명공학기술 관련 기업들을 특화해 집적시키고 있다.¹⁰⁾

<표 7> 주요 바이오클러스터의 특징

지역	내용
송도 바이오 클러스터	<ul style="list-style-type: none"> • 삼성바이오로직스, 셀트리온, 삼성바이오에피스, 동이ST 등 국내의 거대 바이오기업 • 머크(글로벌 화학, 의료기업)_Mlab-연구개발, 생산공정, 리스크 관리 솔루션을 교육하고 실제 체험 제공. • (특화분야) 바이오 의약품 • 연구직(27%), 생산직(47%), 영업관리/기타(26%)
경기 광교/판교 클러스터	<ul style="list-style-type: none"> • 코리아 바이오파크 • 2015년 현재 바이오기업수: 104개 • SK케미칼, Sk바이오팜, 삼양그룹 • (특화분야) 산학연구 및 의약품 분석 지원 • 수도권내 우수인력의 선호지역, 투자회사, ICT 기업협업가능 • 연구직(34%), 생산직(23%), 영업관리/기타(43%)
충북 오송 생명과학단지 첨단의료 복합기기	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오관련6대 국책기관(식품의약품안전처, 식품의약품안전평가원, 질병관리본부, 국립보건원, 한국보건산업진흥원, 한국보건복지인력개발원) • (특화분야) 바이오 임상 및 비임상 • 생산직(44%), 연구직(28%), 영업관리/기타(28%)
대덕 연구개발 특구	<ul style="list-style-type: none"> • 정부출연연구소(한국생명공학연구원, 한국표준과학연구원, 한국화학연구원, 한국화학연구원 등) 기업부설연구소, 카이스트 • (특화분야) 중소형바이오벤처 및 연구자 중심의 연구개발 • 연구직(28%), 생산직(30%), 영업관리/기타(42%)

자료: 한국보건산업진흥원, 바이오산업 실태조사 2019.

10) 충북 오송에는 바이오 관련 6대 국책 기관인 식품의약품 안전처, 식품의약품 안전 평가원, 질병관리본부, 국립보건원, 한국보건산업진흥원, 한국보건복지인력개발원이 입주해 있다.

대덕 연구개발특구는 한국생명공학연구원을 비롯한 정부출연연구기관, 정부투자기관, 기업부설연구소, 대학 등이 위치해있는 연구개발 중심의 클러스터이며, 수도권권을 제외하고는 가장 많은 벤처기업이 집적해 있다.

경기 판교/광교의 테크노파크는 2019년 현재 바이오협회 등 약 140여개의 바이오기업과 관련 기관이 입주하고 있으며, 주로 식품 분야의 바이오 벤처기업들이 다수포진하고 있다. 향남제약지방산업단지에는 삼성제약, 대웅제약 등 제약산업이 집적되어 있다. 경기 판교의 바이오파크는 수도권과 가까운 지리적 위치로 인해 우수 바이오 인력이 가장 선호하는 바이오 클러스터인 것으로 알려져 있으며, 서울 등 수도권 근접이라는 지리적 위치로 인해 지역 바이오 기업과 ICT, 금융 등의 협업이 매우 용이한 것으로 평가된다.

2. 송도 바이오 클러스터의 현황과 특징

한편 송도 바이오 클러스터는 인천시와 민간 기업을 중심으로 조성된 클러스터이며, 대규모 기업 중심의 위탁생산 서비스(CMO)를 주로 제공하는 특징을 보인다. 현재는 셀트리온, 삼성바이오로직스 등 대규모 바이오기업들이 위치하고 있으며, 머크사 등 글로벌 기업의 연구 및 교육센터 등 총 37개사가 입주하고 있다.

아래의 <표 8>은 2019년 현재 송도 바이오클러스터에 입주해 있는 기관들을 분류해 놓은 것이다. <표 8>에 나타난 바와 같이 삼성바이오로직스, 셀트리온, 머크와 같이 몇몇 대규모 글로벌 위탁생산 기업과 공정기업들이 입주해 있으나, 상대적으로 중소벤처 기업이나 연구개발 및 인재양성/교육을 뒷받침하는 학교와 연구소의 비중은 그리 높지 않은 것으로 판단된다.¹¹⁾

<표 8> 송도 바이오클러스터의 입주 기관

분류	기관	주요 사업
의약품제조사	• 셀트리온	바이오의약품 제조 및 연구
	• 삼성바이오로직스	바이오의약품 제조
	• DM 바이오(동아쏘시오그룹)	바이오의약품 제조 및 연구
	• 바이넥스	바이오의약품 위탁생산(중소CMO)
	• 안센백신	B형간염, 독감백신 등 제조
	• 에스엘바이젠	
공정지원	• 머크	세포배양배지 제조
	• 아지노모도 제백신	세포배양배지 제조
	• 생고뱅코리아	바이오 플루이드 시스템 제조
	• 아이코젠	

11) 송도 바이오 클러스터에 모두 입주해 있는 것은 아니지만, 인천지역에 존재하는 의학, 약학 연구개발업 벤처기업은 총 15개사(전국 470개사)인 것으로 파악되고 있다 (한국은행 인천본부, 2021). 참고로 세계적인 바이오클러스터인 보스턴-케임브리지 바이오클러스터는 약 2,196개의 생명과학 기업이 입주해 있으며, 샌프란시스코 베이지역 1,708개 기업, 샌디에고 1,475개의 기업 등이 입주해 있다(자료: JLL “Life ScieceOutlook(2018)”, CBRE “2019 U.S. Life Science Clusters(2019.2.)”).

의료 기기	• 아이센스	혈당기기 제조
	• KD코퍼레이션	의약품 분리기기 개발 및 제조
	• 넥스트바이오메디컬	의료기기 제조
연구/ 서비스	• 삼성바이오에피스	바이오험약품 연구개발
	• SCM 생명과학	
	• 이원생명과학연구원	검사진단 기법 연구
	• 이원의료재단	검사진단 기법 연구
	• 유타인하 DDS 연구소	신의료기술 연구개발
	• 극지연구소	
	• 가천대 이길여 양양노연구원	암·당뇨치료제 연구개발
	• JCB공동생물과학연구소	생명공학분야 기초연구
	• 한국건설생활환경시험연구원	비임상시험 서비스
	• 생물산업기술실용화센터	바이오 위탁생산서비스
	• 찰스리버래보라토리즈코리아	비임상시험 서비스
	• Bio Research Complex (BRC)	바이오개발/생산단지 조성
	• 올림푸스한국	의료기기 교육 및 관련서비스
	• 싸이티바 코리아(구GE헬스케어센터)	바이오공정 교육 및 기술서비스
	• 머크M. Lab 협업센터	바이오공정 교육 및 기술서비스
	• 써모피셔 사이언티픽코리아	
	• 마크로젠	
• 르호봇 비즈니스 엑셀러레이터		
• 노터스		
인재 양성 지원	• 연세대학교 국제캠퍼스)	약학대학
	• 인천대학교	생명과학, 나노바이오, 생명공학과 등
	• 겐트대학교 글로벌캠퍼스	바이오엔지니어링학과
	• IFEZ 분석지원센터	바이오 공동장비 구축
	• 인천테크노파크 재단(ITP)	바이오 공동장비 구축
바이오 벤처 기업	• 비투에스바이오	암, 염증, 퇴행성뇌질환 및 자가면역질환 치료제 개발
	• 바오밤에이바이오	인공지능 플랫폼 기술을 활용한 난치성 희귀질환 치료제 개발
	• 에스엘바이젠	항암치료제 및 재생치료제 개발
	• 스템모어	탈모치료제 개발
	• 보로노이	암, 자가면역질환 및 퇴행성질환 치료제 개발
	• 이유니스바이오	차세대 항암 면역세포치료제 개발
	• 유비니스테라퓨틱스	만성B형간염치료제, 항암제 및 RNA바이러스치료제 개발
	• 메티메디 제약	암 및 만성 염증성 질환 치료제 개발
	• 미림진	난치성 면역질환 치료제 개발
	• 넥스트바이오메디컬	내시경용 체내지혈제 및 혈관색전미립구 개발
	• 보로노이바이오	암, 자가면역질환 및 퇴행성 질환 치료제 개발
	• 펴앤비	유전자 맞춤형 정밀 운동 처방 알고리즘 개발
	• 루다큐어	안구건조증 및 통증 치료제 개발
	• 에스씨엠생명과학	아토피피부염, 급성림프구성백혈병 등 난치성질환치료제 개발
	• 제노헬릭스	난치성 질환 및 암 체외진단키트 등 분자진단 기술 개발

자료: 인천경제자유구역청

주 : 바이오벤처기업은 기술보증기금이 공시하는 의학·약학 연구개발업 벤처기업을 의미한다.

한편 아래의 <표 9>는 인천 바이오 클러스터 현황을 지식혁신 기반과 인프라의 관점에서 경기, 충북, 대전 등 주요 클러스터의 현황과 비교한 것이다. 인천은 전반적으로 클러스터의 기반을 이루는 인력, 연구조직, 지식 등에서 경기, 충북, 대전 지역의 바이오 클러스터에 비해 낮은 기반과 열악한 구조를 지니고 있는 것으로 나타나고 있다. 특히 지식기반을 나타내는 최근 5년간 과학기술 논문 수나 특허등록 수는 각각 전국의 3.3%, 1.4%에 불과하여 전국 GDP의 4.65% 달하는 GRDP 비중과 큰

차이를 보였다.

특히 주목을 요하는 것은 클러스터의 내·외부 네트워크 활동이 무척 취약하다는 사실이다. <표 9>는 클러스터 내부의 라이선싱(내부의 기술이전 및 도입 건수), 기술협력 및 제휴(내부기관과의 기술협력 건수), 사업화/마케팅 제휴(내부의 사업화/마케팅 제휴)에서 내부 네트워크 활동이 전혀 이루어지지 않고 있음을 보이고 있다. 이러한 특징은 경기, 충북, 대전 등 타지역에서도 비슷한 모습을 보이고 있지만, 충북 오송과 더불어 인천 지역이 두드러진 것으로 나타난다. 반면, 대부분의 클러스터에서 클러스터 외부와의 네트워크는 이에 비해 좀 더 활발하게 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 인천의 경우 라이선싱(외부와의 기술이전 및 도입건수)은 연간 2.5건, 기술협력 및 제휴는 0.25건인 모습을 보인다. 반면, 사업화/마케팅제휴는 여전히 0건으로 이루어지지 않고 있다.

각 클러스터의 이러한 특징은 경기, 대전 지역이 연구개발, 중소벤처기업 중심의 클러스터인 반면, 인천, 충북 지역은 대규모 기업 또는 정부기관 중심의 클러스터이기 때문인 것으로 판단된다. 경기, 대전의 바이오 클러스터가 내부의 라이선싱은 각각 0.44, 0.23으로 인천, 충북의 0, 0 보다 상대적으로 높은 수치를 보이는 반면, 외부 라이선싱은 인천, 충북이 2.50, 2.80으로 경기, 대전 지역의 2.11, 1.50보다 높은 수치를 보이고 있기 때문이다.

<표 9> 우리나라 주요 바이오클러스터의 지식기반 현황과 네트워크 활동

(단위: 명, 건수, 비중)

진단부문	세부구분	클러스터 지역의 측정지표	경기	인천	충북	대전
클러스터 기반	인력기반	종사자수	13,361 (31.9)	3,960 (9.5)	6,460 (5.9)	1,864 (4.4)
		연구인력	5,042 (34.5)	1,062 (8.1)	1,596 (12.1)	757 (5.7)
		박사인력	837 (34.5)	196 (8.1)	218 (9.0)	229 (9.4)
	연구조직 기반	대학 수(비중)	18.2	3.3	4.8	4.8
		연구기관수(비중)	12.4	2.9	4.5	6.3
		특허보유기관 수(비중)	21.9	2.2	5.1	8.6
지식기반	기초지식기반 (최근 5년간 과학기술논문수)	9,809 (16.3)	1,990 (3.3)	2,859 (4.7)	4,566 (7.6)	
	기술기반 (최근 5년간 특허등록수)	1,959 (14.1)	191 (1.4)	412 (3.0)	1,819 (13.1)	
클러스터 활동	기업활동	기업수 (최근 3년간 기업수 증가율)	10.1	6.3	2.3	-4.1
		창업기업 비중 (업력 5년 미만 기업의 비중)	84.2	78.3	82.1	73.4
	투자활동	기업투자 (최근 3년간 기업투자의 증가율)	22.1	-13.2	35.1	24.2
		기업의 R&D 투자 (최근 3년간 R&D 증가율)	27.1	-10.2	22.3	8.3

클러스터 네트워크 활동	클러스터 내부 네트워크	라이선싱 (내부의 기술이전 및 도입건수)	0.44	0.00	0.00	0.23
		기술협력 및 제휴 (내부 기관과의 기술협력 건수)	0.11	0.00	0.00	0.00
		사업화/마케팅 제휴 (내부의 사업화/마케팅 제휴)	0.00	0.00	0.00	0.05
	클러스터 외부 네트워크	라이선싱 (외부와의 기술이전 및 도입건수)	2.11	2.50	2.80	1.50
		기술협력 및 제휴 (외부 기관과의 기술협력 건수)	0.94	0.25	1.60	0.86
		사업화/마케팅 제휴 (외부와의 사업화/마케팅 제휴)	0.28	0.00	0.60	0.45

자료: 문혜선, 강민성, 이경숙, “우리나라 바이오클러스터의 현황 분석 및 발전 방향 연구,” 2018, 산업연구원 연구보고서 2018-884 재인용

주: 바중은 전국 대비 비중을 나타낸다.

인천, 충북 클러스터의 경우 클러스터 내부의 여타 협력기관(예: 학교, 중소벤처기업 등)과의 이질성이 있거나 협업에 따른 거래비용 등이 높아서 클러스터 외부 기관과의 협업을 추구하는 경향을 반영하는 것으로 이해될 수 있으며, 결과적으로 클러스터 내의 각 생산주체들 간에 요구되는 생산요소의 수요와 공급에 있어 규모와 질적인 측면에서 비대칭성이 매우 높은 것을 반영하는 것이다.

이는 2019년 바이오산업의 시도별 생산 및 내수 현황을 통해서도 선명하게 나타난다. 아래의 <표 10>은 우리나라의 전체 바이오산업 생산 중에서 경기도가 4.95조 원으로 전체 생산의 40.1%를, 인천은 2.45조원으로 전체 바이오산업 생산의 19.9%를 차지하고 있음을 보여주고 있다. 특징적인 것은 경기도의 경우 국내 판매의 비중이 수출 대비 65%에 달하는 반면 (1.948조 : 2.996조), 인천지역은 국내 판매용 생산이 수출용 대비 2.6%(615억: 2.39조원)에 불과하다는 것이다. 내수시장을 국내 판매를 위한 생산과 수입 의약품으로 정의하면 인천지역의 바이오산업 내수시장에서 차지하는 비중은 0.9%에 불과한 반면, 경기도와 서울은 각각 27.2%, 26.4%를 차지하고 있다. 이러한 특징은 인천지역의 바이오 클러스터에서 대규모 기업 위탁생산 중심의 수출 주도적인 생산기지로서의 역할이 압도적으로 높은 것을 나타낸다.

<표 10> 시도별 바이오산업 생산 및 내수 규모(2019)

(단위: 백만 원, %)

	생산				내수			
	국내 판매	수출	계	비중	국내 판매	수입	계	비중
전체	5,611,134	6,712,371	12,323,505	100.0	5,611,134	1,964,445	7,575,579	100.0
서울	387,666	177,298	564,964	4.6	387,666	1,615,816	2,003,482	26.4
인천	61,591	2,388,519	2,450,110	19.9	61,591	5,963	67,554	0.9
대전	130,678	31,728	162,406	1.3	130,678	3,943	134,621	1.8
경기	1,948,943	2,996,648	4,945,591	40.1	1,948,943	111,011	2,059,954	27.2
충북	1,342,715	612,597	1,955,312	15.9	1,342,715	150,105	1,492,820	19.7

자료: 한국바이오협회, 「바이오산업실태조사」, 2019.

아래의 <표 11>은 보다 구체적으로 인천지역의 바이오산업 중 각 세부산업분야(바이오의약품, 바이오 화학·에너지, 바이오 장비 및 기기, 바이오 서비스 등)가 차지하는 비중을 나타낸다. 인천지역은 위의 네 가지 항목 중 바이오의약품의 생산액이 전체 인천지역 생산의 68.8%, 바이오서비스가 30.8%의 비중을 차지하고 있다. 특히 주목을 요하는 것은 서울을 제외한 여타 지역에서 바이오 서비스업이 차지하는 비중이 거의 0에 가까운 모습인데 비해, 인천지역에서 바이오서비스가 차지하는 수출 비중이 매우 높으며 지속적으로 증가하고 있는 추세에 있다는 것이다 (<그림 3> 참조). 이는 바이오 화학·에너지와 바이오 의료기기, 그리고 바이오식품이 주력 수출 생산업종인 경기도의 바이오산업과는 매우 구별되는 특징이다.

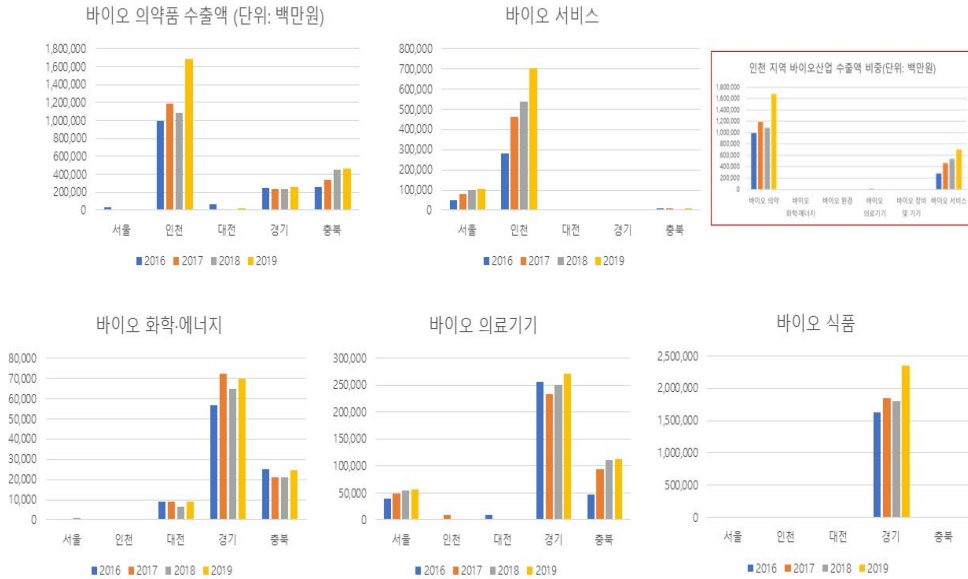
<표 11> 인천지역의 바이오산업 세부 국내 판매 및 수출 현황(2019)

(단위: 백만 원)

구분		국내판매액	수출액	계
		[합계]	[합계]	[합계]
인천	바이오 의약	2,500	1,684,441	1,686,941 (68.8%)
	바이오 화학·에너지	6,980	350	7,330 (0.3%)
	바이오 장비 및 기기	100	0	100 (0.0%)
	바이오 서비스	52,011	703,729	755,740 (30.8%)
	합계	61,591	2,388,519	2,450,110 (100%)

자료: 한국바이오협회, 「바이오산업실태조사」, 2019.

<그림 3> 주요 시도별 바이오산업 수출 현황 및 추세



자료: 한국바이오협회, 「바이오산업실태조사」, 2019.

인천지역의 바이오산업 연구개발비 및 시설투자 규모 역시 소수 대규모 기업 위주의 투자 특징을 선명하게 보여준다. 아래의 <표 12>에 따르면 인천지역의 2019년 연구개발비는 2,439억원(전국의 13.3%)으로 경기, 충북에 이어 3위, 시설투자비는 1,702억원(22.8%)으로 경기에 이어 2위인 것으로 나타나고 있다. 그러나 연구개발비의 기업별 평균투자액은 128억원으로 전국 1위를 차지하고 있으며, 2위인 충북의 45억원에 비해 압도적으로 높은 모습을 보이고 있다. 이러한 특징은 적은 기업 수에도 불구하고 개별 기업의 연구개발투자 집중도(R&D intensity)가 높은 대기업 중심의 산업구조를 반영하고 있다.

<표 12> 주요 시도별 바이오산업 투자 규모(2019)

(단위 : 개, 백만 원)

구 분	기업수	응답 기업수	연구개발비		시설투자비		전체 투자비	
			총투자액	기업별 평균투자액	총투자액	기업별 평균투자액	총투자액	기업별 평균투자액
전 체	1,003	946	1,839,677	1,945	746,677	789	2,586,354	2,734
서울	229	203	218,468	1,076	49,991	246	268,459	1,322
인천	21	19	243,867	12,835	170,248	8,960	414,115	21,796
대전	82	78	74,552	956	69,446	890	143,998	1,846
경기	319	303	715,454	2,361	225,849	745	941,303	3,107
충북	81	78	354,610	4,546	93,740	1,202	448,350	5,748

자료: 한국바이오협회, 「바이오산업실태조사」, 2019.

국내 주요 바이오 클러스터의 바이오 의약분야 인력 및 파이프라인 현황(<표13>) 역시 인천지역의 바이오 클러스터가 주로 연구개발보다는 생산직, 제조인력 중심으로 구성되어 있음을 보여주고 있다. 인천 송도지역에 종사하는 바이오 인력은 2019년 기준 총 3,033명으로 판교 바이오 클러스터와 대덕 연구단지의 바이오 인력보다 많은 것으로 나타났다. 그러나 생산직에 종사하는 연구 인력이 47%로 다른 주요 클러스터에 비해 월등히 높은 모습을 보이고 있으며, 신약개발의 단계에서도 전임상 단계에 집중되어 있는 판교와 오송 지역과는 달리 대부분 임상시험이 끝난 사전허가신청(pre-registration) 단계가 가장 높은 비중(47%)을 차지하는 것으로 나타났다. 즉, 인천 송도지역의 바이오산업이 전통적으로 산·학·연·병이 지리적으로 밀집하여 지식의 생산과 협업, 확산 등의 이점을 누리는 전형적인 클러스터와는 매우 다른 특징을 지니고 있다는 점에서 정책적인 주의를 요한다.

<표 13> 주요 바이오 클러스터의 바이오 의약분야 인력/파이프라인 현황(2019)

클러스터	인력현황				파이프라인 현황							
	연구직	생산직	영업관리 기타	총인력수 (명)	후보 물질 발견	전임상	IND	임상 1상	임상 2상	임상 3상	사전 허가 신청	합계
송도	27%	47%	26%	3,033	2 (6%)	7 (22%)	0 (0%)	1 (3%)	2 (6%)	5 (16%)	15 (47%)	32
판교	34%	23%	43%	1,577	18 (17%)	39 (36%)	2 (2%)	17 (16%)	18 (17%)	11 (10%)	4 (4%)	109
오송	28%	44%	28%	521	2 (11%)	7 (39%)	1 (6%)	2 (11%)	4 (22%)	1 (6%)	1 (6%)	18
대덕	28%	30%	42%	1,020	32 (37%)	26 (30%)	3 (3%)	9 (10%)	10 (12%)	4 (5%)	2 (2%)	86

자료: 한국바이오협회, 「바이오산업실태조사」, 2019.

아래의 <표 14>는 각 지역의 바이오 산업 분야별 출원 동향을 2015~2019년 5개년 동안 출원된 특허에 대하여(45,029건) 출원인 주소지별로 구분하여 분석한 것이다. 이미 확인한 바와 같이 <표 14>에서도 인천지역의 산업별 특허출원 동향으로 추정된 지식 및 혁신 기반 수준도 주변 클러스터인 경기도, 대전, 충북 등에 비해 열악한 상황임을 알 수 있다.

지난 5년간의 누적 특허 출원건수 상위 3개 지역은 서울특별시(13,939건, 31%), 경기도(8,080건, 18%), 대전광역시(3,854건, 9%)인 것으로 나타났으며, 인천 광역시에 위치한 출원인들의 바이오 관련 특허 출원은 해당기간 동안 총 1,026건으로, 5개년 전국 유효건수 45,029건의 2%(14위)에 불과한 것으로 나타났다. 이는 전체 광역시

도단체 중 14위에 해당되는 수치이다. 이 중 바이오 의료기기와 의약품 관련 특허 수 역시 주요 바이오 클러스터인 대전, 충북, 경기도에 비해서도 낮은 수준임을 보이고 있다. 각 광역자치단체의 인구를 고려한 인구 10만명 당 특허출원 건수를 비교해도 비슷한 결과를 보여준다.¹²⁾

<표 14> 시도별 산업별 특허 출원동향(2019)

지역	5개년 출원 건수	기계	농약	비료	소재	시험 기기	식품	음료	의료 기기	의약품	화장품	환경
서울특별시	13,939	275	152	15	1,085	2,223	1,814	94	2,140	4,386	1,628	127
경기도	8,080	132	112	21	718	1,245	1,417	6	1,835	1,856	646	92
대전광역시	3,854	29	83	1	469	1,020	433	1	565	1,020	200	33
전라북도	2,318	2	76	3	292	169	914	9	91	634	113	15
경상북도	2,214	7	54	6	285	609	523	3	187	400	123	17
충청남도	2,092	96	47	0	165	241	616	1	227	319	363	17
강원도	1,992	5	32	0	210	130	617	3	444	406	129	16
경상남도	1,490	3	35	3	107	258	623	4	155	221	65	16
충청북도	1,485	5	33	1	140	159	415	3	90	396	225	18
대구광역시	1,431	4	44	2	106	204	337	4	320	322	72	16
부산광역시	1,396	17	11	0	138	204	425	0	206	304	83	8
광주광역시	1,331	10	35	1	130	240	335	0	205	302	57	16
전라남도	1,043	4	24	5	89	86	658	3	23	89	51	11
인천광역시	1,026	18	10	4	65	137	247	4	157	187	182	15
울산광역시	575	0	7	1	14	176	72	0	165	125	11	4
제주 특별자치도	489	0	8	0	38	20	215	0	15	101	90	2
세종 특별자치시	274	2	5	0	24	14	45	0	14	62	107	1
총합계	45,029	609	768	63	4,075	7,135	9,706	135	6,839	11,130	4,145	424

자료: IP 전략적 제휴를 위한 수행 방법론 연구 및 실제(바이오), 2019. 12, 특허청
 주: 5개년 특허출원건수는 2015년부터 2019년까지의 누적 특허출원 건수를 나타낸다.

12) 인천광역시의 바이오 분야 최대 특허출원 산업은 식품(247건)으로 동일지역 전체 출원건수 1,026건의 24%에 해당하는 것으로 나타났으며, 의약품(187건), 화장품(182건), 의료기기(157건) 등이 그 뒤를 잇고 있다 (특허청, 2019).

한편, 인천 송도 지역 클러스터내의 바이오 중소·벤처기업 수와 규모는 다른 지역에 비해 작은 특징을 보인다. 인천지역 내 바이오 중소·벤처기업의 수는 2018년 기준 47개사(전국의 2.4%)인 것으로 나타났으며, 매출액과 매출액 대비 연구개발비도 각각 전국의 2.6%와 5.6%에 그쳐 전국 평균(6.5%)에도 미치지 못하는 것으로 나타났다.

<표 15> 주요 시도별 바이오 중소벤처 기업 현황

(단위: 개, 백만원)

지역	기업수	매출액합계	투자액합계	매출액대비 연구개발비
경기	507	4,274,023	351,388	8.2%
대전	159	866,599	86,965	10.0%
충북	137	1,697,839	70,493	4.2%
인천	47	361,986	20,134	5.6%
전국	1,977	13,912,920	907,001	6.5%

자료: 과학기술정책연구원·생명공학연구원(2018년), 한국은행 인천본부(2021) 재인용

인천의 엔젤투자자 수는 665명(전국대비비중 3.4%)으로 주요 바이오 클러스터 중 경기·대전에 비해 적은 것으로 나타났으며, 벤처캐피탈도 대부분 서울, 경기도에 소재하여 인천에는 1개에 불과한 모습을 보였다. 인천의 신규벤처투자액은 2017년 기준 467억원으로 전국의 2.1%에 불과했다.

<표 16> 주요 시도별 바이오클러스터의 벤처투자 여건

지역	엔젤투자자(명)	액셀레이터(개)	벤처캐피탈(개)	신규벤처투자 ¹⁾ (억원)
경기	4,479	7	5	4,843
대전	682	8	3	1,250
인천	665	2	1	467
충북	204	1	0	306
전국	19,410	63	148	21,895

주: 1) 2017년 기준

자료: 한국엔젤투자협회, 한국액셀레이터협회, 한국벤처캐피탈협회, 중소벤처기업부, 한국은행 인천본부(2021) 재인용

앞에서 살펴본 자료들은 인천지역의 바이오 클러스터가 전통적인 의미에서의 바이오 클러스터와는 매우 다른 특징을 지니고 있으며, 대규모 기업에 의한 위탁생산, 수출중심의 클러스터 구조를 지니고 있음을 선명하게 보여주고 있다. 또한 서울, 충

북, 경기의 클러스터에 비해 클러스터의 육성과 발전에 핵심적인 요인으로 거론되는 연구 및 지식 기반과 클러스터 내부의 네트워킹이 매우 취약한 것으로 나타나고 있다. 그러나 클러스터 외부와의 기술이전 협력과 네트워킹은 오히려 주변 클러스터인 경기, 대전보다 더 활발하게 이루어지는 모습을 보이고 있다.

이러한 특징은 인천지역의 바이오 클러스터가 대규모 기업의 수출중심적인 산업 구조에 기인한 것이라는 점에서 정책적인 주의를 요한다. 즉, 인천 지역의 클러스터 내부에 존재하는 연구기관과 교육기관 등이 대규모 기업의 수요 수준을 충족시키지 못할 때, 기업은 연구개발 및 생산에 필요한 연구인력, 지식기반 등 생산요소의 공급을 내부화(internalization)하거나, 클러스터 외부로부터 조달하는 것이 더 효율적일 수 있기 때문이다. 이 경우 이미 <표9>에서 확인된 바와 같이 클러스터 내부의 네트워킹과 협업보다는 외부와의 네트워킹과 협업이 더 활발해질 수 있다. 이러한 특징은 인천지역의 클러스터 조성 및 육성에 있어서 매우 중요한 정책적 시사점을 제공한다. 즉, 경기, 대전에 적용될 수 있는 전통인 형태의 클러스터 조성 방식을 따르기보다는 인천지역의 바이오 클러스터가 지니는 특징과 그에 따른 효율성을 강화하는 방향으로 클러스터 육성정책이 마련되어야 할 것이다.

IV. 결론 및 정책적 시사점

1. 요약 및 결론

혁신클러스터를 통해 얻을 수 있는 가장 큰 경제적 이익은 클러스터 내 생산 주체들이 지리적 집적과 투입요소의 풀링(pooling)을 통해 비용절감과 규모 및 범위의 경제(economies of scale and scope)를 누리고, 생산 주체 간의 네트워크 형성과 협업을 통해 지식의 확산(knowledge spillover)과 공유를 이루는 것이라고 할 수 있다. 인천 송도지역은 우리나라 인구의 절반이 밀집하여 있는 수도권에 위치한 클러스터로서, 수도권 내의 풍부한 지식기반 서비스와 바이오 전문 인력 그리고 바이오 관련 수요 시장이 존재한다는 점에서 지리적으로는 판교/광교의 바이오 클러스터와 더불어 최상의 입지여건을 갖춘 클러스터라고 할 수 있다. 인천 영종도에 위치한 인천국제공항 역시 송도 바이오산업의 해외 네트워크 형성에 유리한 입지를 제공한다. 다만, 같은 수도권에 위치한 서울 및 경기도는 바이오산업을 육성 기반구축을 위한 경쟁을 해야 하는 위치에 있으며, 여타의 지방자치단체에 비해서는 수도권정비법에 따른 규제로 인해 국내의 대기업을 유치하는데 불리한 여건에 있다.

인천 송도지역의 바이오 클러스터는 2000년대 초반 셀트리온과 삼성바이오로직스의 바이오시밀러와 위탁생산(CMO)에 대한 선제적인 투자로 시작되었으며, 2019년 기준 이들 대규모 바이오기업을 포함하여 학교, 연구기관 등 약 50여 개의 관련 기업과 기관이 입주해 있다. 그러나 인천 송도지역의 클러스터는 클러스터 내 생산 주체의 구성요소와 산업구조, 네트워크의 형성과 협업이라는 관점에서 다른 주요 클러스터와는 구별되는 매우 독특한 특징을 지니고 있다.

첫째, 인천 송도지역의 클러스터는 초기 소수의 대규모 기업에 의해 글로벌 제약 기업에 대한 위탁생산(contracting manufacturing organization)과 특허가 만료된 의약품의 바이오시밀러(biosimilar) 생산을 중심으로 발달하였다. 위탁생산을 초기 주요 전략으로 삼았기 때문에, 연구개발-전/임상시험-허가/승인-생산의 신약개발 단계에서 주로 대규모 생산에 역할이 집중되어 있으며, 제3차 생명공학육성 기본계획에서도 송도 바이오클러스터를 생산거점으로 규정하고 있는 상태이다. 글로벌 제약기업의 위탁생산을 주로 담당하기 때문에 송도에 위치한 대규모 기업은 상대적으로 내수보다는 수출중심의 산업구조를, 국내기업보다는 해외 글로벌 기업과 높은 연계성을 지니고 있다. 따라서 인천 송도지역의 클러스터를 발전시키는데 있어 글로벌 경쟁력과 품질기준 등의 충족은 매우 중요한 성공요인으로 작용한다.

둘째, 초기 소수의 대규모 민간기업에 의한 위탁생산기지로 출발한 덕분에 위

탁생산 분야에서는 세계적인 수준에 이르고 있지만, 그 외의 신약개발 단계(연구개발 및 표적물질 제작, 전/임상 시험, 인허가 단계)에서는 매우 미흡한 수준에 머무르고 있다. 즉 인천 송도지역의 클러스터는 이들 소수의 대규모 바이오 기업을 제외하고는 전반적으로 클러스터 내의 중소벤처기업과 연구기관, 인력양성 및 교육을 담당하는 기관, 행정서비스 등의 규모와 질이 글로벌 수준에 미치지 못하고 있으며, 심지어 바이오산업의 육성을 위해 경쟁하고 있는 여타 주요 클러스터에 비해서도 낮은 모습을 보이고 있다. 이렇듯 상대적으로 낮은 지식기반은 클러스터 내의 산학연 협력 네트워크에 있어 생산 주체 간의 비대칭성(asymmetry)을 심화시키고, 결과적으로 클러스터 내의 네트워크 형성과 지식의 공유 및 협업을 저해하는 요인으로 작용할 가능성이 높다. 실제로 산업연구원(2018)에서 조사한 결과에 따르면 클러스터 내 생산주체들간의 네트워크 형성은 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이는 클러스터 형성의 가장 큰 편익이라고 할 수 있는 규모의 경제와 지식의 확산을 저해한다는 점에서 효율적인 클러스터의 성장과 지속가능성을 저해하는 요인이다.

2. 정책적 제언

이러한 특징들은 인천 송도지역의 바이오 클러스터가 현재 인천지역과 우리나라의 미래 성장동력으로 성장하기에는 많은 정책적 과제를 안고 있으며, 송도 클러스터의 특징을 면밀히 반영하여 지역 클러스터 정책을 수립하여야 함을 의미한다. 무엇보다도 인천 송도지역의 클러스터는 1) 글로벌 수준의 경쟁(global competition)을 극복하는 것과 2) 클러스터 내 생산 주체 간에 존재하는 규모와 질에 있어서의 비대칭성(asymmetry)을 해소하는 방향으로 발전해야 한다. 본 연구는 구체적으로 다음과 같은 방안을 정책적 대안으로 제시한다.

가. CMO 기반의 클러스터 육성

무엇보다도 인천 송도는 CMO 기반의 바이오 클러스터라는 점에 주목하고, 이들 기업과 연관 산업의 글로벌 경쟁력을 확대 발전시키는 방향으로 정책이 추진될 필요가 있다. 이미 앞서서도 설명한 바와 같이 이들 CMO 기업들은 내수시장보다는 글로벌 제약기업을 상대로 한 수출시장을 주요 타겟으로 발전하고 있으며, 최근 인도, 중국 등 신흥 파머징(Pharmerging) 국가들의 CMO 서비스에 대한 경쟁에 노출되고 있다. 위탁생산기업(CMO)의 글로벌 경쟁력 확보에 무엇보다도 중요한 것은 규모의 경제(economies of scale)를 통한 효율적 생산과 글로벌 수준의 품질 수준(quality

standard)을 유지하는 것이라고 할 수 있다.¹³⁾

이를 위해서는 1) 대규모 생산설비의 투자와 확충을 통한 규모의 경제와 효율적 생산규모 달성, 2) 글로벌 제약사의 요구 수준 충족을 위한 각국 기업의 품질안전관리에 대한 국내·외 품질규정(KGMP vs. cGMP, EU-GMP)의 표준화, 3) CMO 관련 인력에 대한 세계적 수준의 양성 및 공급, 4) CDO, CRO 등 통합적 수직결합 생산 서비스를 제공하기 위한 정부차원의 제도 마련과 지원 5) 해외의 CMO 기업을 유치하기 위한 정부 차원의 인센티브 마련 등의 정책이 수반되어야 한다. 궁극적으로 이런 지원을 통해 송도의 바이오 클러스터는 CMO 기업의 전문화, 대형화, 다양화를 통해 글로벌 경쟁력을 확보하는 방향으로 나아가야 할 것이다.

그러나 이러한 정책 과제들은 대부분 막대한 자금과 예산, 그리고 인력이 필요한 사업들이다. 대규모 생산설비에 대한 투자와 확충, 세계적 수준의 인력양성 프로그램과 품질 규정 정립, 그리고 해외의 CMO 기업 유치를 위한 각종 인센티브 제공 등은 단순히 지방자치단체의 정책적 노력만으로는 불가능하고, 중앙정부와의 적극적인 공조와 노력을 통해서만 가능하기 때문이다. 더구나 바이오 선진국의 바이오 산업에 대한 투자 규모를 비교하였을 때, 지방정부의 투자만으로 글로벌 경쟁력을 갖추기는 어려울 것으로 판단된다. 따라서, 중앙정부와 지방정부의 적극적인 협력과 정책 공조가 필요하다. 송도의 CMO 기반 클러스터는 그 경쟁의 단위가 글로벌 제약 기업의 후원을 받는 대규모 CMO 기업들이므로 이들과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 중앙정부와 민간 부문의 투자와 지원을 통해 글로벌 수준의 규모의 경제를 획득하는 것이 절실히 요구되기 때문이다.

특정 산업에 대한 지원과 정부조직의 개편을 통해 성공한 사례에 대하여 우리나라는 이미 의미있는 경험을 갖고 있다. 즉, 1990년대 우리 정부가 정보화촉진기금(1996)과 정보통신기금(2005)을 마련하여 관련 국책연구소를 운영하고 이를 통해 국가의 중요한 전략적 투자와 정책수립을 해온 것은 잘 알려진 사실이다. 따라서 반도체 산업 등 IT 산업의 인프라 구축을 지원하여 오늘날의 IT 강국으로 성장한 것처럼 바이오의약품 분야도 세계적인 수준의 산업기반 구축을 위해 적극적으로 나설 필요가 있다.

한편, 최근의 글로벌 제약 기업은 각 제품개발 단계 별로 서로 다른 곳을 이용하

13) Pharma IQ(2012)에 따르면 글로벌 제약기업의 CMO에 대한 계약의 주요인은 기술과 설비(30%), 비용절감(22%), 사업성장(16%), 효율성(12%), 위험분산, 자본부족 등의 기타(20%)순으로 나타나고 있다. 실제로 국내 위수탁 관련 기업에 설문 조사한 결과에서도 위탁시 수탁기업 선정 기준이 가격경쟁력, 생산역량, 품질 순으로 나타났다. 과거에는 대형 제약사가 대형 CMO와 계약을 맺는 시장이 주를 이루었으나 최근에는 중견 제약사, 바이오제약사, 버츄얼제약사 등의 고객과 계약을 맺는 중소규모 또는 신흥 CMO가 새로운 기회를 얻는 등 산업 생태계의 변화가 나타나고 있다(한국보건산업진흥원, 2017).

기보다는 한국의 CDMO를 활용하는 전주기적 개발을 통해 각 단계의 개별 아웃소싱에 따른 거래비용(transaction cost)을 줄이고, 실패의 위험을 최소화하려는 경향을 보이고 있다. 이에 따라 세계적인 CMO 기업들 역시 기존의 단순위탁생산을 주로 하는 서비스에서 신약개발의 각 단계에 대한 전후방 통합(CDO-CRO-CMO)을 추구하는 경향을 보이고 있다. 삼성바이오로직스 등도 이러한 현상에 대응하여 위탁연구개발(CDO)과 위탁임상시험(CRO) 등을 현재의 위탁생산서비스(CMO)와 통합하여, 통합형 위탁생산 기업(CDMO)으로 발돋움하려는 시도를 하고 있으며, 위탁 바이오시밀러를 주로 생산하던 셀트리온 역시 최근 바이오시밀러의 생산을 줄이고, 점차 신약과 자체 바이오시밀러 개발을 위한 투자와 노력을 경주하고 있다. 점점 치열해지는 CMO 시장의 경쟁을 고려할 때, 인천 송도의 클러스터도 이러한 통합 위탁생산서비스(CDMO)를 제공할 수 있는 제도적 기반을 마련해야 할 것이다.

그러나 인천지역은 이러한 통합적 서비스를 제공하기에는 지역의 지식기반과 연구인력이 매우 미흡한 실정이다. 위탁연구개발(CDO)과 위탁임상시험(CRO)에 관한 서비스를 제공하기 위해서는 무엇보다도 위의 생산단계에서 필요한 전문 연구인력과 병원시설의 공급이 필요하다. 이를 위해서 정부는 연구개발, 임상시험, 생산공정 전 분야에 필요한 전문인력을 중점적으로 양성, 공급할 수 있는 프로그램을 설치·운영할 필요가 있으며, CRO 기업의 유치 및 전/임상시험의 원활한 제공을 위해 연구중심 병원과 연구소의 유치를 추구해야 할 것이다.¹⁴⁾ 이를 위해서는 보다 구체적으로 1) 해외 우수 연구인력의 초빙과 연구개발인력의 거주여건 개선, 2) 바이오벤처기업의 육성과 입주에 따른 인센티브 제공, 3) 국제적 수준의 CRO 기업 육성을 위한 M&A 규제 완화와 네트워크 형성 지원 등이 필요하다.

위탁개발기업(CDO)의 육성을 위해서는 바이오 관련 분야 연구소와 바이오 관련 분야 대학의 집적과 교류 활성화, 그리고 고급 연구인력의 인재유치를 위한 노력 등이 필요하다. 해외 고급인력의 유치를 위해서는 무엇보다도 송도경제자유구역 내 정주여건의 개선과 국제화가 선결과제라고 할 수 있다. 바이오 의약산업은 고도의 노동집약적인 지식기반 산업이고, 이들 분야의 고숙련 지식인들은 의료, 교육, 문화와 같은 삶의 질을 중요하게 여기는 경향이 있는 것으로 알려져 있기 때문이다.

또한 CDO 사업의 소비자인 중소 바이오 벤처 기업과 연구개발 중심의 비추얼바이오테크 등을 유치하기 위해 노력하고, 이들 기업의 창업에 대한 적극적인 지원이 필요하다. 만약 이러한 제도적 지원과 인프라 구축이 어려운 경우, 단기적으로는 부족한 인프라와 지식기반을 수도권 인근의 서울(홍릉), 경기 판교/광교 지역 클러스

14) 최근 인천시는 ‘한국형 NIBRT(국립바이오공정연구교육센터) 프로그램운영 -바이오공정 인력 양성센터 구축사업’에 선정되어 연세대학교 송도캠퍼스에 바이오공정 인력양성센터를 설립 운영할 계획이다. 이는 바이오 분야 인력난을 해소하는데 기여할 것으로 판단된다.

터와 연계해 네트워크 형성과 협력을 강화할 필요가 있다. 서울 경기 지역의 교통 수준과 생산요소의 높은 이동성을 고려하면, 수도권 지역은 하나의 거대한 클러스터로 간주될 수 있기 때문이다.

국제적 수준의 위탁시험기관(CRO)을 육성하고 유치하기 위해서는 임상시험에 필요한 우수 연구인력의 확보와 연구중심 병원의 송도 유치, 그리고 국제적 수준의 CRO와 경쟁하기 위한 국내·외 기업 간의 인수합병 활성화와 인센티브 제공 등이 필요하다. 즉, 국내 CRO 기업을 글로벌 수준으로 키우기 위해서는 기업 간의 인수합병(M&A)을 적극적으로 장려하고, 그에 부합하는 세제혜택 등 경제적 인센티브를 제공할 필요가 있다.

현재, 우리나라는 전국적으로 약 50 여개의 CRO가 존재하지만, 몇몇 CRO를 제외하고는 제공하는 서비스가 매우 제한적이고 기초적인 수준에 머물러 있다. 특히 우리나라 대부분의 영세한 국내기업들은 낮은 R&D 투자규모와 전문 인력의 부족 등으로 인해 단기간에 독자적인 R&D 투자를 통해 바이오 선진국과의 기술격차를 축소하거나 해소하는 것이 어려울 것으로 예상된다. 따라서 단기간에 기술격차를 해소하고 연구개발의 효율성을 높이기 위해서는 M&A와 전략적 제휴를 적극 활용하는 것이 바람직하다. 국내 기업 간의 M&A와 해외기업에 대한 M&A는 단시간 내 규모의 경제를 이루고, 신약개발 기술을 확보할 수 있는 가장 효과적인 수단이기 때문이다. 이들 국제 경쟁력이 있는 기업을 인수합병하기 위해서는 민간기업의 자금 역량만으로는 부족하므로, 정부의 적극적인 지원방안이 마련되어야 할 것이다. 예를 들면, 중앙정부와 지방정부, 그리고 민간 부문이 참여하는 인천 송도 바이오 클러스터에 특화된 공공펀드(FUND)를 조성하고 지속적으로 확대하여 나갈 필요가 있다. 아울러 외국 임상협회의 네트워크 형성과 교류를 강화해야 하며, 세계적인 위탁임상시험기관(CRO)과의 전략적 제휴를 통해 글로벌 수준의 임상 역량을 강화할 필요가 있다. 중앙정부와 지방자치단체는 이를 위해서 공공바이오펀드를 통해 재정적 지원을 도모하고, 글로벌 수준의 우수 인재 확보를 위한 제도적 기반을 마련하는 것이 필요하다. 특히 송도 바이오클러스터가 글로벌 수준의 CDMO 기업을 육성하고, 세계적 수준의 경쟁력을 갖춘 바이오 클러스터로 성장기 위해서는 지방정부의 지원만으로는 역부족이며, 중앙정부와의 협업과 지원이 절실히 요구된다.

나. 경제자유구역의 장점 극대화

이를 위해서 인천의 바이오클러스터는 인천경제자유구역이 갖는 장점과 비교우위를 적극적으로 활용하는 전략을 추구하는 것이 바람직하다. 국가별 바이오산업의 육성 및 유치 장려정책은 주로 정부 주도로 연구시설, 제조공장, 인력양성 기관 등

의 운영을 지원하고, 법인세 및 소득세 감면 등의 인센티브 제공을 통해 국내외의 바이오기업 자본의 투자를 유치하는 방안으로 요약되지만, 이러한 정책적 시도는 국내 경제환경과 규제환경으로 인해 제한을 받는 경우가 빈번하기 때문이다 (박주원, 2018).

인천경제자유구역은 경제자유구역이라고 하는 특수한 환경으로 인해 외국인투자를 유치하는데 있어 다른 클러스터와는 다른 혜택을 제공할 수 있으며, 외국인의 기업경영에도 매우 유리한 조건을 제공할 수 있다. 예를 들면 글로벌 CMO 기업, CRO 기업, 그리고 다양한 바이오벤처기업을 유치하기 위해 보다 높은 수준의 조세 감면과 부지제공 혜택을 제공할 수 있다. 이러한 지리적 제도적 장점은 서구 바이오선진국의 클러스터에 비용상의 문제로 진입하지 못하는 동남아의 바이오벤처 기업들을 위한 니치마켓을 제공할 것이다.¹⁵⁾ 따라서 인천은 인천경제자유구역이라고 하는 특수한 제도적 강점을 활용하여 차별화된 혜택을 제공하고, 이를 통해 해외 경쟁지역보다 외국계 기업 유치를 위한 입지 매력도를 강화할 필요가 있다. 이러한 경제자유구역의 특수성 이외에도 특정 산업분야에 한시적으로 적용되는 규제자유특구, 규제샌드박스 등을 적극적으로 활용하여 해외의 CDO, CRO, CMO 기업들의 송도 유치를 활성화해야 할 것이다.

다. 중복 유사 바이오클러스터의 구조 조정과 통합

한편 우리나라의 바이오클러스터는 미국, 유럽 등 여타의 바이오클러스터에 비해 클러스터의 규모와 지방정부의 지원이 매우 빈약한 모습을 보이고 있다. 미국의 대표적인 바이오클러스터인 보스턴 바이오클러스터는 클러스터 내에 총 2,196개의 기업이 입주해 있으며, 주정부의 지원 금액도 누적 2조 6,000억원에 이르고 있는 반면, 우리나라의 주요 클러스터 중 하나라고 할 수 있는 송도 바이오클러스터에 입주해 있는 기업 및 기관의 수가 약 50여 개에 불과한 것은 우리나라의 바이오클러스터가 해외클러스터와의 경쟁력에서 얼마나 열악한 위치에 있는지를 나타낸다.

이러한 경향은 여타의 지방자치단체 주도 클러스터의 경우 더욱 심각한 실정이다. 결과적으로 이러한 현황은 클러스터의 가장 큰 편익이라고 할 수 있는 규모의 경제와 네트워크의 형성을 심각하게 저해하며, 클러스터의 편익을 누리고자 하는 기업의 유치를 어렵게 만드는 문제점을 지닌다. 따라서 지방자치단체 간 바이오산

15) 한편 OECD는 외국자본의 유치를 위한 과도한 조세감면이 국제적 자본이동을 왜곡하고 각국의 재정기반을 잠식하는 문제를 야기한다고 보고, 이를 해소하기 위해 유해조세경쟁포럼(Forum on Harmful Tax Practices, FHTP) 기준을 마련하였다. OECD가 제시하는 유해성 판정기준은 1) 저율과세 또는 무과세, 2) 차별적 조세혜택제공, 3) 해당제도의 투명성 부족, 4) 해당제도에 대한 타적인 정보교환 부족 등이다 (Daily NTN, 2018, 5. 25). 따라서, 경제자유구역의 외국인투자유치를 위한 여러 인센티브를 제공하는 과정에서 관련 유인 정책이 FHTP 기준을 위반하지는 않는지 살펴보는 노력이 요구된다.

업에 대한 중복투자를 방지하고 클러스터에 있어 규모와 범위의 경계를 누리기 위해서는, 전국에 산재해 있는 바이오클러스터를 통합하고, 클러스터 간 연계와 보완성을 개선하는 것이 시급한 정책 과제인 것으로 판단된다.

라. 클러스터 거버넌스의 질적 향상과 통합

이를 위해서는 중앙정부와 지방자치단체, 그리고 민간 기업이 참여하는 통합된 조정체제와 운영조직이 필요하다. 클러스터의 규모가 작은 것은 규모의 경제 상실로 인해 글로벌 경쟁력을 약화시키는 문제를 유발하기도 하지만, 클러스터를 운영하는 지방자치단체의 정책 입안 및 운영과 관련하여 심각한 정책적 제함과 비효율성을 초래하기도 한다. 제한된 예산 내에서 지역혁신정책의 성공을 이끌기 위해서는 위험에 보다 도전적인 바이오벤처 기업을 지원해 줄 수 없으며, 이는 클러스터의 다양성과 역동적 발전을 저해하기 때문이다. 따라서 글로벌 수준의 클러스터를 운영하고 발전시키기 위해서는 클러스터의 규모를 통합하여 규모의 경제를 누릴 수 있도록 해야 하며, 정부지원조직이라고 할 수 있는 클러스터 운영의 조직 규모와 운영 수준이 국제적인 수준에 부합하도록 충분히 크고 전문화되어 있어야 한다. 이를 위해서는 우선 현재 인천광역시와 인천경제자유구역청의 바이오산업 지원 인력과 조직, 예산을 통합하고, 보다 효율적인 정책 집행을 위한 기반을 마련할 필요가 있으며, 전국적으로도 통일되고 효율적인 클러스터 정책을 위해 통합된 바이오산업의 거버넌스를 구축할 필요가 있다. 예를 들면, 정책추진의 효율성 제고를 위해 인천광역시에 바이오산업국과 같은 전담 행정부서를 만들어서, 중앙정부와의 지속적인 협력과 공동지원을 추구하고, 클러스터 관련 행정서비스의 질을 향상시킬 필요가 있다.¹⁶⁾

마. 클러스터의 다양화

인천 송도 지역은 수도권에 인접한 지리적 장점도 있지만, 바다와 인접한 지리적 특성으로 인해 전통적으로 생산원료의 수입과 해양 에너지 자원에 대한 수도권의 배후 공급지로서의 역할을 수행해 왔다. 이는 인천 지역이 지리적으로 바이오산업의 또 다른 영역인 그린바이오(식품, 환경)와 화이트바이오(에너지, 자원) 산업분야

16) 일본은 2015년 미국 국립보건원(NIH)을 모델로 한 국립연구개발법인(AMED)을 설립하여 문부과학성, 후생노동성, 경제산업성 등에 분산되어 있던 바이오 산업 지원 기능을 연계하고, 글로벌 경쟁력 확보를 위한 통합 전략·정책 추진 중에 있다. 중복 도청의 경우 바이오산업을 지원을 위해 바이오산업국을 별도로 설치하고 그 아래에 바이오산업과, 화장품천연물과, 그리고 바이오산단지원과를 두고 있다 (한국수출입은행, 2017).

의 특화에도 지리적 우위를 지니고 있을 가능성이 있음을 내포한다. 따라서, 인천의 바이오클러스터는 현재 편중되어 있는 의약품 및 헬스케어 부분을 그린, 화이트 바이오 산업 분야로 확장하여 운영하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- 강현수, 정준호 (2004), “세계의 지역혁신 사례 분석: 관련 이론, 성공요인 및 실패 사례,” 응용경제, 제 6권, 제 2호, pp. 27-61.
- 고기영 (2014), “글로벌 제약 CMO 산업 동향과 전망”, KHIDI Brief, 보건산업 브리프, Vol. 146, 한국보건산업진흥원.
- 김아현, 이영직 (2021), 「인천지역 바이오산업의 특징 및 시사점」, 지역경제조사연구, 한국은행 인천본부.
- 김영수, 김선배, 오형나 (2007), 「지역산업정책 10년의 성과와 과제」, 산업연구원.
- 남기범(2004), “클러스터 정책실패의 교훈”, 『한국경제지리학회지』, 7(3), pp. 407-432.
- 문혜선, 강민성, 이경숙 (2018), 「우리나라 바이오클러스터의 현황 분석 및 발전 방향 연구」, 산업연구원 연구보고서 2018-884.
- 박주원 (2018), 「국내의 계약 CMO(Contract manufacturing Organizations) 관련 규정 및 육성 방안 비교연구」, 성균관대학교 일반대학원 석사학위 논문.
- 박지수 (2017), 「인천지역 바이오클러스터 구축 현황 및 향후 과제」, 지역경제조사연구, 인천 제 2017-1호, 한국은행 인천본부.
- 생명공학정책연구센터 (2017), 「글로벌 의약품 CMO 시장」, BioIndustry No.114.
- 서봉만 (2019), 「송도 바이오클러스터 활성화를 위한 중간조직 역할 및 운영개선 방안」, 인천연구원 2019 기획연구과제.
- 오준병 (2018), 『혁신과 유인』, 법문사.
- 오준병, 하남영 (2018), 「인천지역의 지식재산 현황과 정책적 시사점」, 한국은행인천본부 2018-9.
- 유한휘 (2020), 「강해지는 국내 제약바이오 기업들」, 이베스트 투자증권 리서치센터.
- 윤수영 (2014), 「국내 제약산업 도약의 디딤돌 바이오 CMO」, Weekly 포커스, LG Business Insight.

- 이진형 (2020), 「임상시험수탁기관(CRO) 관련 서비스시장 현황 및 해외진출방안」, Trade Focus, 한국 무역협회 국제무역연구원.
- 정준호 (2011), “클러스터와 지역정책”, 『산업입지』 42, pp.11-19.
- 특허청 (2019), 「IP 전략적 제휴를 위한 수행 방법론 연구 및 실제 (바이오)」.
- 하동문 (2017), 「글로벌 의약품 생산거점 인프라 구축방안 연구」, 식품의약품안전평가원.
- 한국바이오협회 한국바이오경제연구센터 (2017), 「국내 바이오산업실태조사 심층분석」.
- 한국경제연구원 (2020), “미국 보스턴 바이오클러스터 성공요인과 시사점,” 보도자료, 2020. 1.
- 한국계약바이오협회 (2017), 「2017 한국 제약산업 길라잡이」.
- 한국무역협회 (2019), 「해외 혁신클러스터 현황 및 투자유치 성공사례」, KOTRA 자료 pp. 19-47.
- 한국수출입은행 (2017), 「세계 의약품 산업 및 국내 산업 경쟁력 현황: 바이오 의약품 중심」.
- Asheim, B. (2007), “Industrial districts as ‘learning regions’: A condition for prosperity”, *European Planning Studies*, Vol. 4, pp. 379-400.
- Asheim, B., Smith, H. L., and C. Oughton (2011), “Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy”, *Regional Studies* 45(7), pp. 875-891.
- Bergman, E. and E. Feser (1999), *Industrial and regional clusters: concepts and comparative applications*, Morgantown, W, Va: Regional Research Institute, West Virginia University.
- Berthinier-Poncet, A. and L. LIRSA (2014), “Cluster Governance and Institutional Dynamics,” Conference International de Management Strategique, Rennes.
- Boekholt, P. and B. Thuriaux (1999), “Public policies to facilitate clusters; background, rational and policy practices in international perspective”, in OECD, *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, pp. 381-412.
- Boschma, R. and J. Lambooy (2002), “Knowledge, market structure and economic co-ordination: dynamics of industrial districts”, *Growth and Change*, Vol. 33 No. 3, pp. 291-311.
- Brenner, T. (2004), *Local Industrial Clusters: Existence, Emergence and Evolution*, London and

- New York: Routledge.
- Cairncross, F. (2001), *The Death of Distance: How the Communications Revolution is Changing Our Lives*, Harvard Business School Press.
- Cohen, W., Nelson, R. and J. Walsh (2000), “Protecting their intellectual assets: appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent.” Cambridge, MA: NBER Working Paper No. 7552.
- Cooke, P. (2001), “Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy,” *Industrial and Corporate Change*, Vol. 10, No. 4, pp. 945-974.
- Desrochers, P. and F. Sautet (2004), “Cluster-Based Economic Strategy, Facilitation Policy and the Market Process”, *The Review of Austrian Economics* 17(2&3), pp. 233-245.
- DTI (2004), *A Practical Guide to Cluster Development*, OECD, London.
- Enright, M. (2000), “The Globalization of Competition and the Localization of Competitive Advantage: Policies towards Regional Clustering”, in Hood, N. and Young, S.(eds.), *The Globalization of Multinational Enterprise Activity and Economic Development*, London: Macmillan.
- Europe Innova (2008), Do’s and Don’ts for biotech cluster development: The results of NetBioCluE.
- Graf, H. (2006), *Networks in the innovation process: Local and regional interactions*, Edward Elgar Publishing.
- Haeussler, H. and H. Carolin (2007), “When Does Partnering Create Market Value? A Transaction Cost and Signaling Theory Approach,” *European Management Journal*, 24(1), pp. 1-15.
- Holger, G. and T. Broekel, (2020), “A Shot in the dark? Policy Influence on Cluster Networks,” *Research Policy*, Vol. 49, 103920.
- Lundvall, B.(ed.) (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Pinter Publishers.
- Martin, R. and P. Sunley (2003), “Deconstructing Clusters Chaotic Concept or Policy Panacea”, *Journal of Economic Geography*, Vol. 3, pp. 5-35.

- Merselis, S. (2011), *Industry Cluster Types and Firm Performance: An Empirical Analysis of the Oil and Gas Extraction and the Bio-Medical Industries*, Finance Graduate Theses and Dissertations Paper 5.
- Nauwelaers, C. (2003), “Innovative Hot-Spots in Europe: Policies to Promote Trans-border Clusters of Creative Activity,” Background Paper on Cluster Policies prepared for Trend Chart Policy Workshop, pp. 5-6 MAY 2003 Luxembourg, EU Commission.
- Nelson, R.(ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York: Oxford University Press.
- Owen-Smith, J., M. Riccaboni, F. Pammolli, and W. Powell, (2002), “A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences.” *Management Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 24-43. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.24.14275>.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press.
- Porter, M. (1998), “Clusters and the new economics of competition,” *Harvard Business Review*, November~December, pp. 77-90.
- Porter, M. (2000), “Location, competition and economic development: local clusters in a global economy” , *Economic Development Quarterly*, Vol. 14, No. 1, pp. 15-34.
- Porter, M. (2003), “The Economic Performance of Regions“, *Regional Studies* Vol. 37, No. 6&7, pp. 549-578.
- Powell, W., K. Koput, J. Bowie, and L. Smith-Doerr (2002), “The Spatial Clustering of Science and Capital: Accounting for Biotech Firm-Venture Capital Relationships,” *Regional Studies*, Vol. 36, No. 3, pp. 291-305.
- Rychen, F. and J. Zimmermann (2008), “Clusters in the global knowledge based economy: knowledge gatekeepers and temporary proximity,” *Regional Studies*, Vol. 42, No. 6, pp. 767-776.
- Sonobe, T. and K. Otsuka (2006), “The Development of Industrial Clusters in East Asia,” in *Cluster-Based Industrial Development*, Palgrave Macmillan, London.
- Storper, M. (1995), “The Resurgence of Regional Economies, Ten Years Later,” *European Urban*

and Regional Studies, Vol. 2, No. 3, pp. 394-424.

Visser, E (2009), “The Complementary Dynamic Effects of Clusters and Networks,” *Industry and Innovation*, Vol. 16, No. 2, pp. 167-195.

Vlaisavljevica, V., C. Medinab and B. Looyc (2020), “The role of policies and the contribution of cluster agency in the development of biotech open innovation ecosystem,” *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 155, 119987.

특허정보원 KIPRIS 특허 Database, <http://www.kipris.or.kr>.

통계청, 국가통계포털, www.kosis.go.kr.

특허청, 지식재산통계, <http://www.kipo.go.kr>.

한국과학기술기획평가원 Regional R&D Indicators, <http://www.kistep.re.kr>.

한국신용평가정보, KIS-Value Database, <http://www.kisvalue.com>.

한국은행 경제통계시스템, <http://ecos.bok.or.kr>.

한국은행 인천본부 홈페이지 이용 안내

- ◆ 수록자료: 한국은행 인천본부 보도자료 및 조사연구자료, 각종 통계자료 및 지역경제정보 등
- ◆ 주 소: <http://www.bok.or.kr>(인천본부)
(한국은행 홈페이지에 접속 후 좌측상단의 “지역본부”에서 인천본부를 선택)
- ◆ 문 의 처: 기획조사팀(☎032-880-0033)

인천지역 바이오 클러스터의 특징과 정책적 제언

2021년 7월 인쇄·발행

발행: 한국은행 인천본부

인쇄: 동아사
(032)426-3232

《非賣品》