# 바이오기업의 생명공학기술 특허 성과와 흡수역량, 파급효과, 네트워크와의 관계*

정미애** · 최윤희*** · 허은녕****

**논문초록**

본 연구는 바이오기업의 혁신 성과로써 특허 등록건수를 설명하기 위해 기업의 연구개발활동, 특히 내·외부 지식 활용 활동에 중점을 두었다. 국내 생물산업 통계 자료를 이용해 한국 바이오기업의 연구개발인력 규모 및 구성, 흡수역량, 네트워크, 지식파급효과, 기존 지식과 연간 특허 성과와의 관계를 추정하였으며 이 때 벤처 기업과 그 외 기업을 구분하여 혁신 성향에서의 차이가 있는가를 보았다. 분석 결과, 연구개발인력 규모와 박사급 연구개발인력 비중으로 나타낸 구성 변수가 성과와 양의 관계를 나타내었으며, 구성 변수와의 관계에서는 역 U자형이 발견되었다. 지리적 위치와 네트워크가 특허 성과에 미치는 영향에는 부분적으로 기업의 흡수역량이 그 효과를 조절하고 있었고, 특히 기존 지식의 종류에 따라 혁신 성과에 미치는 영향이 벤처와 그 외 기업에서 다른 양상으로 나타났다.

**핵심 주제어: 바이오기업, 특허, 지식**
**경제학문헌목록 주제분류: L0, M2, O3**

---

* 이 연구는 산업자원부가 시행하는 산업기반조성사업 중 '생물기술, 산업제품의 표준화 기반 구축사업-생물산업/생물공학기술 표준분류체계의 구축 및 생물산업 구조분석' 의 지원으로 수행되었으며 동 사업의 결과물인 2003년 '국내 생물산업 통계'를 참조하였다. 본 논문에 유익한 논평을 제공한 익명의 두 심사위원에게 감사를 드린다.

** 제1저자, 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정, e-mail: miae77@snu.ac.kr
*** 제2저자, 산업연구원 산업경쟁력실 연구위원, e-mail: yhchoi@kiet.re.kr
**** 교신저자, 서울대학교 지구환경시스템공학부 부교수, e-mail: heoe@snu.ac.kr

## I. 서 론

대표적 지식기반산업의 하나인 생물산업은 생명과학적 지식을 바탕으로 생명공학기술을 개발하고 이용하여 부가가치를 창출하는 산업이다. 생명공학기술은 '지식, 재화 및 서비스를 생산할 목적으로 생물 또는 무생물을 변형시키는 과정에서 생물체 또는 그 일부, 산물 및 모델에 과학과 기술을 적용하는 활동(OECD, 2005)'으로 기업과 경제의 성장에 기여할 혁신 기술로서 기대되고 있다. 국내에서는 1990년대 초 '생명공학육성기본계획' 수립[1] 등 정부 정책을 통해 생명공학기술을 장려하고 관련 산업을 육성시켜 왔고, 학계와 산업계의 참여가 적극적으로 이루어져 생명공학기술과 관련 산업 분야에서 논문과 특허 수, 국내・외 판매실적 등의 성과가 꾸준히 증가하고 있다[2]. 그러나 생명공학기술 혁신이 기업 및 경제 성장에 기여하리라는 기대에도 불구하고 혁신을 결정하는 요소들에 대한 실증적 연구는 미미한 실정이다.

지식은 저량(stock)의 개념과 함께, 정보의 형태로 다양한 의사전달을 통해 수혜자에게 전달될 수 있어 유량(flow)의 개념을 가지고 있다. 생명공학기술을 포함하여 기술 혁신 결정 요소를 연구하는 어려움은 지식의 저량과 유량을 적절히 반영할 수 있는 자료를 수집하고 모형을 구성하는 데 있다. 더욱이 생물산업은 생명공학기술을 기준으로 정의되는 산업이기 때문에 산업 범위를 구획하고 기존에 조사된 통계로부터 분리하기가 용이하지 않아 별도의 산업 통계가 요구되었다. 본 연구가 가능한 것은 산업자원부 기술표준원의 "국내 생물산업 통계"를 통해 국내에서 생명공학기술을 이용하는 기업 자료를 확보할 수 있었기 때문이다[3].

본 연구에서는 특허 건수를 기술 혁신 활동의 지표로 하여 기업의 혁신을 결정하는 요인을 추적하였다. 혁신이란 새롭지만 사회적으로 수용된 변화를 의미한다. 그래서 혁신은 기술과 경제에서의 발전 뿐 아니라 넓게는 문화가 발전하는 바탕이 될 수 있다. Granstrand(1999)는 다양한 유형으로 혁신을 구분하여 정리하였는데 기술 혁신, 서비스 혁신, 재정 혁신, 경영 및 조직 혁신, 마케팅 및 유통 혁신, 제도

1) 2006년 11월 2단계 생명공학육성기본계획이 공표된 바 있다.

2) 2005년도 생명공학육성시행계획(과학기술부 외, 2005) pp. 25-29 참고.

3) 국내 생물산업 통계 사업의 역사와 "국내 생물산업 통계"의 개요에 대해서는 Choi, et al. (2004). 참고

혁신이 그것이다. 본 연구에서는 이 중 기술 혁신에 초점을 두며, 이하 '혁신'은 기술 혁신을 가리킨다. 기술 혁신은 특허 이외에 기업 비밀이나 저작권, 의장, 상표로 보호될 수 있지만 본 연구에서 다루는 혁신의 범위는 특허로 표현된 혁신으로 한정한다.

특허는 혁신의 결과이기보다는 과정이지만 특허가 그 단위로 거래되어 기업에게 수익원이 될 수 있다는 점에서 기업에게는 혁신 활동의 성과라고 볼 수 있다. 특히 생명공학기술 분야의 경우 막대한 연구개발비가 투입되고 장기간의 연구개발기간이 소요되며, 일부 분야는 시장진입을 위한 법적 승인을 위해 장시간이 소요되는 특성을 지니고 있어 투자 회수를 위한 법적장치로 특허의 획득은 필수적이라 할 수 있다 (EC, 2002).

2장에서는 기존 연구를 통해 바이오기업의 혁신 성과에 영향을 미칠 수 있는 기업 속성과 활동을 찾아보고 3장에서 연구 자료와 모형을 소개하였다. 4장과 5장에서는 분석 결과와 토론을, 6장에서는 결론을 정리하였다.

## Ⅱ. 기존 연구와 가설

### 2.1. 혁신 결정 요소

경제학에서 기술 진보가 경제 성장의 중요한 바탕으로 부각된 데에는 Schumpeter(1942)와 Solow(1957)의 기여가 크다. 이들의 연구에 자극을 받은 산업 조직학자들은 혁신을 결정하는 요소(determinant of innovation)에 대한 다양한 실증 연구를 진행하였다. 특히 Schumpeter(1912, 1942)가 가설을 제시한 이후 독점 시장 구조 대 경쟁 시장 구조, 대기업 대 소기업의 혁신 활동 연구는 실증 연구에 있어 중요한 주제가 되고 있다.

그러나 혁신 결정 요소의 연구들이 이 가설들을 검증하는데 초점을 맞추다보니 개별 기업의 고유한 역량 등 혁신에 좀더 근본적일 수 있는 결정 요소들은 무시되어 왔다(Cohen, 1995). 이러한 문제점을 인식하고 이제 혁신 결정 요소에 대한 연구는 다양한 결정변수와 성과변수를 제시하고 있다.

기업의 이질성을 보다 잘 설명할 수 있는 이론이라면 '자원준거관점 또는 자원준거이론'을 들 수 있다. 자원준거관점은 특정 기업이 경쟁적 우위를 점하고 유지하게

되는 것을 기업이 보유하고 있는 자원에 기반 하여 설명하는 기업이론이다. 특정 자원으로부터 발생한 혜택으로부터 기업은 단기적으로 성과를 얻게 되고, 이러한 자원들이 조직에 체화되어 쉽게 거래되지 않음으로써 그 기업이 장기적인 우위를 갖게 된다고 말한다(Penrose, 1959; Barney, 1991; Wade & Hulland, 2004).

지식기반산업이 경제 성장에 중요한 산업으로 부각되면서 기업의 자원 중 ‘지식’이 많은 혁신 연구에서 주요한 연구 대상이 되고 있다. 자원준거관점에서의 설명을 빌자면 지식은 기업 혁신에 중요한 자원이며, 지식이 기업에 제공하는 서비스는 기업의 경쟁력을 결정하게 된다. 그러나 지식을 정의하기 위해 ‘인식론’이라는 학문 분야가 있을 정도로, 지식은 다양한 측면을 가지고 있다.

혁신 연구에서 지식과 관련해 주요한 이슈라고 한다면 암묵지와 형식지(tacit and codified/explicit knowledge), 체화(embedded), 파급효과(knowledge/R&D spillover) 등을 들 수 있다. 전통 경제학에서는 지식을 정보와 구별하지 않고 사용해 왔으나(Cohendet & Steinmueller, 2000; Malerba & Orsenigo, 2000) 지식은 언어 등의 코드로 명료하게 표현되는 형식지가 있고 그 지식을 담고 있는 사람이나 조직과 분리되어 유동하기 어려운 암묵지가 있다. 지식을 비경합적이고 비배재적인 일종의 공공재라고 설명한다면, 이는 지식의 형식지적 측면만을 바라 본 설명이다. 특히 조직에 체화된 지식을 ‘역량(competence)’ 이라고 하는데, 역량은 복잡한 관계로 서로 얽혀있는 지식의 ‘메타 구조’ 라고 표현 할 수 있다(Malerba & Orsenigo, 2000). 이러한 역량은 대표적인 암묵지이며 기업 간에 쉽게 거래되지 않아 기업의 이질성을 유발하는 근원이 된다.

지식 파급효과는 지식의 형식지적인 측면에 의해 가능하다. 그릴리커스 등은 연구개발투자의 생산성을 연구하면서 외부 연구개발투자가 파급된 부분을 그 기업의 투입요소로 포함시켰다. 그러나 외부 연구개발투자의 효과가 전혀 비용을 지불하지 않아도 얻을 수 있는, 즉, 진정한 외부성인가에 대해서는 논의가 있어 왔다(Klette, et al., 2000). 외부 지식이 풍부하다 하더라도 모든 개인 또는 조직이 그 지식을 활용할 수 있는 것이 아니며, 그 지식을 활용하기 위해 노력과 비용이 필요하다는 것이다. 외부 지식 습득과 활용은 기업 연구개발활동의 또 하나의 목적이다(Cohen & Levinthal, 1989, 1990).

어떠한 혁신을 보더라도 그 개인이나 지식이 보유하고 있는 지식에만 의존하기 보다는 외부 지식을 탐색하고 활용하는 과정이 필요하다는 것을 확인할 수 있으며,

연구개발 활동에서의 이러한 외부 지식을 수용할 수 있는 기업의 능력인 '흡수역량(Absorptive capacity)'이 혁신 성과 획득에 중요한 역량으로 강조되고 있다. Cohen & Levinthal(1990) 이후 흡수역량은 산업, 조직, 외부 지식의 종류나 거래 상황 등에 따라 다양한 변수들로 설명되고 있다(〈표 1〉에 정리). 또한 흡수역량을 직접 측정하기 보다는, 흡수역량을 함양시킬 수 있는 요소들을 활용하여 흡수역량을 정량화 하는 것을 볼 수 있다.

〈표 1〉 흡수역량에 대한 연구

| 연구 | 정의 | 대상 | 측정 |
|---|---|---|---|
| Cohen & Levinthal(1989, 1990) | 외부 지식을 탐구하고 개발하며 이용하는 능력 | 미국 제조업 318개 기업 | 연구개발집중도(연구개발비/매출액) |
| Mowery, et al.(1996) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의 | 한 개 이상의 미국 기업이 참여한 792개 제휴에 참여한 기업 | 제휴 기업간의 제휴 이전 특허에서의 인용 비율, 연구개발집중도, 기업 규모 |
| Kim(1998) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의 | 현대자동차 사례연구 | 이전 지식과 외부 지식을 받아들이기 위해 들이는 노력 |
| Cockburn & Henderson(1998) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의 | 20개 연구중심 제약기업 | 학계 과학자와 공저자로 참여한 논문의 비율 |
| den Bosch, et al.(1999) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의, 한 조직이 외부 환경과의 공진화를 가능하도록 하는 능력 | 네덜란드 출판 관련 2개 기업에 대한 사례 연구 | 기존 지식, 조직 형태와 조합 능력 |
| Lane & Lubatkin(1998) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의, 제휴 기업의 쌍에 적용 | 31개 바이오관련 제휴 | 지식 기반의 유사 정도, 조직 유사 정도 |
| Tsai(2000) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의 | 두 개 거대 다국적 기업의 60개 사업부 | 연구개발집중도 |
| Zahra & George(2002) | 지식의 저량과 유량을 관리하는 기업에 체화된 동태적 능력 | 문헌 연구 | |
| 박주홍 외(2004) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의 | 대구지역 섬유 및 IT 산업클러스터 내 입주한 219개 기업 | 연구개발분야 종사 인력의 비중, 연구개발집중도 |
| 김영조(2005) | Cohen&Levinthal(1990)의 정의 | 부산 지역 중소 제조업 90개 기업 | 연구개발인력 비율 |

기업의 연구개발활동 이외에 기업의 흡수역량을 결정하는 요소라고 지적되는 것은 기업의 지식기반이다(Cohen & Levinthal, 1989, 1990; den Bosch, et al., 1999; Lane & Lubatkin, 1998). 흡수하고자 하는 지식에 대한 기반 지식을 가지고 있을수록, 또는 지식이 유사할수록 목표로 하는 지식에 대한 흡수역량이 높을 것으로 보이며, 흡수량 뿐 아니라 지식기반은 흡수하고자 하는 지식의 종류, 나아가 제

휴 파트너를 결정하는 데 영향을 미친다. 다양한 지식기반을 가지고 있을수록 흡수 역량이 높을 것으로 기대되며 특히 기초과학 분야에 대한 지식기반을 보유한 기업일수록 학계와 연구계의 지식을 흡수할 수 있는 역량이 커서 혁신에 유리할 것이다(Cohen & Levinthal, 1989, 1990).

본 연구에서는 혁신 성과로서 특허 건수를 변수로 활용하는데, 특허 성과를 가져오는 자원이나 역량이 지식을 다루는 능력에만 한정될 수는 없다. 특허에 전략적으로 접근하기 위한 특허지원부서의 능력이나 인센티브 제도도 특허 성과의 차이를 결정하는 요소가 될 수 있지만, 자료의 한계 상 이들은 배제하였다. 그보다 기업의 혁신 성과에 주요한 차이를 가져올 것으로 판단되는 연구개발활동, 특히 보유한 지식과 외부 지식을 활용하는 부분에 중점을 두었다.

혁신 결정 요소에 대한 연구마다 다양한 접근·결론, 그리고 의견을 갖는 것은 표준화된 측정 방법이나 일반화된 틀이 없기 때문이다(Souitaris, 2003). 본 연구는 국내 생물산업에 종사하는 기업의 혁신 활동, 그 중에서도 바이오기술 관련 혁신 활동에 초점을 두고 있기 때문에 본 연구를 통해 이론의 일반화에 기여할 수는 없다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 의의를 찾고자 하는 것은 국내 생물산업 혁신 활동의 결정 요소로서 의미를 찾을 수 있는 측정 인자가 무엇인지, 이들이 얼마나 혁신 활동의 차이를 설명할 수 있는가이며, 이를 통해 앞으로 생명공학기술 분야의 혁신 연구자나 정책자, 나아가 그동안의 혁신 연구 흐름에 기여하고자 한다.

본 연구에서는 이에 국내 생물산업에서의 기업별 특허 성과에서의 차이를 설명하는 요소를 실증해보고자 다음의 여섯 가지 가설을 제시한다.

가설 1. 지식 담체의 규모가 클수록 혁신 성과가 클 것이다.

경제 분석에서 지식의 역할이 중요함에도 명확한 정의나 변수의 선정이 어려운 것은 지식이 무형의 존재라서 담는 그릇에 따라 의미나 활용도가 변하기 때문이다. 논문이나 청사진과 같이 문자로 표현되어 있다 하더라도, 누군가에 의해 읽히고 이해되지 않는다면 지식으로 존재할 수 없다. 그런데 어떠한 지식을 인식하고 받아들이며 활용하는 과정은 기존 지식의 영향을 받게된다. 더구나 기존 지식과 새로운 지식은 서로 작용을 하게 되는데, 기존 지식은 새로운 지식을 들여 놓을 공간을 체계화시키고 새로운 지식은 기존 지식을 재배치시킬 수 있다.

지식의 이러한 속성을 알고 있음에도 측정의 어려움은 여전히 남는다. 본 연구에서는 우선 기업의 연구개발 종사 인력이 많을수록 지식을 담고 활용할 수 있는 공간이 클 것이라 보고 연구개발인력 수의 로그값이 혁신 성과와 양의 인과관계를 가질 것으로 보았다. 일반적으로 기업의 총 종사자수나 그 로그값을 규모변수나 통제 변수로 활용하는데 다각화된 대기업의 경우 일부 사업체가 생명공학기술 분야에 종사하기 때문에 생명공학기술 분야의 혁신에 초점을 맞추고 있는 본 연구에 적합하지 않다고 판단하였다. 또한 기업에서 적극적으로 지식을 다루는 인력이 연구개발인력이기 때문에 지식 담체의 규모로서 연구개발인력 수는 적절한 변수가 될 것이라 보았다.

가설 1a. 규모가 너무 크면 지식의 소통에 효율성이 떨어진다.

그런데 지식 담체의 크기가 크다 하더라도 그 지식이 서로 소통되지 않는다면 조직의 성과로 이어질 수 없다. 이런 의미에서 소규모 기업이 혁신 성과에서 유리하다고 하는데, 소규모 기업이 대기업에 비해 유기적으로 종업원들을 관리할 수 있고, 관료적인 대기업에 비해 연구개발 프로젝트를 관리하는 데 덜 복잡하기 때문이라는 것이 그 근거이다(Scherer and Ross, 1990). 지식은 형식지와 암묵지의 특성을 갖기 때문에 개인의 지식이 조직의 지식으로 거듭나기 위해서는 개개인의 형식지와 암묵지가 전달되고 통용되는 과정이 필요하다(Nonaka, Toyama, & Nagata, 2000). 이러한 소통의 과정에서 규모가 크다면 이에 따른 비경제가 발생할 수 있다.

가설 1b. 규모 뿐 아니라 내부 구성이 지식의 소통에 영향을 미칠 것이다.

지식이 소통되고 의사가 결정되는데 있어 규모 뿐 아니라 조직의 구성이 영향을 미칠 것이다. 조직의 구조는 기업 내 의사소통이나 연구팀의 운영형태, 효율성과도 관련이 있으므로 기업의 연구 역량을 비교할 수 있는 변수 중 하나가 될 수 있다.

생물산업은 일반 주력 기간산업에 비해 고학력 위주의 인력 구조를 갖고 있는 것으로 알려져 있다(산업자원부 기술표준원, 2004). 본 연구에서는 박사 연구개발인력의 비중을 기업별 구조 차이를 설명하기 위해 사용하였다. 일반적으로 생명공학기술을 이용한 연구는 박사급 이상의 연구자를 중심으로 팀을 형성하여 진행되는 경

향을 보이기 때문에 규모가 크다 해도 박사 연구개발인력의 비중이 상대적으로 낮다면 혁신 성과도 상대적으로 작으리라 본다. 그러나 박사 연구개발인력만 많고, 석사급 이하 보조 인력이 부족하다면 이 또한 혁신 성과를 얻어내기 힘든 구조일 것이다. 따라서 박사 연구개발인력 비중의 자승항을 이용하여 비경제를 확인하고자 하였다.

가설 2. 흡수역량이 클수록 혁신 성과가 클 것이다.

많은 실증 연구들에서 흡수역량의 프록시로 연구개발집중도, 즉 매출액에서 연구개발액 비중을 산출한다[4]. 그러나 생명공학기술 분야의 경우 중소규모 기업이 많아서 매출 이전 단계나 매출액 파악이 쉽지 않은 기업들이 많다. 본 연구에서는 연구개발인력 1인당 평균 연구개발투자액을 산정함으로써 인력 규모에 의한 효과를 상쇄하도록 하였다. 흡수역량에 기존 지식수준이 영향을 미칠 수 있겠지만, 본 연구에서는 단년도 자료를 사용하기 때문에 그 해에 외부 자료를 이용하려는 노력에 보다 초점을 맞추기 위해 연구개발투자액 자료를 이용하고 기존 지식의 영향은 가설 5를 통해 별도로 다루도록 하였다[5].

가설 3. 외부 기술 정보에 쉽게 접할수록 혁신 성과가 클 것이다.

기술 정보는 동 산업 내 경쟁 기업 뿐 아니라 대학, 연구소 등의 공공부문으로부터 제공된다. 얼마나 손쉽게 접근할 수 있는가를 보는 대표적 방법이 지리적 근접성이다. 지식 파급과 지리적 근접성의 유의적 관계에 대해서는 경제지리학 분야의 연구결과를 통해 실증되고 있는데 이 연구들을 통해 지식확산과정에 지리적 변수를 고려할 필요성을 알 수 있다(한성안, 2006). 본 연구에서는 생명공학기술 분야의 대표적 집적지인 대전, 그리고 생명공학기술 뿐 아니라 다양한 분야의 우리나라 산업체가 집적해 있는 경기지역, 그리고 고급인력이 풍부한 서울지역에 기업의 사업체가 입지하는가를 더미변수로 활용하여 입지별 기술 정보의 차이를 나타내도록 하

4) 〈표 1〉 참조.

5) 기존 지식의 흡수역량으로서의 작용을 보기위해 입지 변수 및 네트워크 변수와 교호항으로 모형을 추정해 보았으나, 일부 모형에서 추정 알고리즘이 수렴하지 않았다.

였다.

가설 3a. 기술 기회에 접하기 용이하더라도 흡수역량이 큰 기업이 혁신 성과가 더 클 것이다.

흡수역량은 외부 지식을 탐구하고 받아들이는 과정에 작용을 하게 된다(Cohen & Levinthal, 1989, 1990). 따라서 주변에 학교나 연구소가 많다 하더라도 그 기업의 흡수역량이 충분치 못하다면 활용도가 적을 것이다. 본 연구에서는 흡수역량과 입지 변수 간에 상호 작용이 있을 것이라 기대하고, 이 두 변수의 교호항을 설명변수로 추가하였다.

가설 4. 조직 간의 직접적 교류는 외부 지식의 활용도를 높여 기업의 혁신 성과를 달성하는 데 유리하게 작용할 것이다.

Zucker and Darby(1995)는 스타 과학자와의 공동연구 정도가 기업의 성과에 중요하다는 것으로 암묵지의 전달에 있어 직접적 교류가 보다 효과적임을 보여주었다. Powell, et al.(1996)과 Shan, et al.(1994)은 네트워크에서의 위치와 정도가 기업 성과에 유의미한 양의 영향을 가져옴을 증명하였으며 국내에서도 강경남・이윤식(2006)이 바이오벤처를 대상으로 한 연구에서 외부 네트워크가 기업의 특허 성과에 유의미한 양의 영향을 나타내었다. 본 연구에서는 연구개발에서의 협력기관수와 다양성을 기업의 네트워크 변수로 보았다.

가설 4a. 직접적 교류 기업이 많아도 흡수역량이 큰 기업이 혁신 성과가 더 클 것이다.

가설 3a와 같은 이유로 흡수역량에 의해 네트워크 효과가 조절될 것이라 가정하였다.

가설 5. 기존에 생명공학기술 지식을 많이 가지고 있을수록 혁신 성과가 클 것이다.

흡수역량은 역할 상 동태적 특성을 가지고 있다. 기업 지식의 저량과 유량의 관리에 관계된 역량이기 때문에 이를 통해 기업을 변화시키게 되고, 따라서 기업의

진화와 발전 방향을 결정하게 된다(Zahra & George, 2002). 기업이 외부 지식을 흡수하는데 사전 지식은 중요한 역할을 미치게 되는데, 이전 기에 특정 분야에서의 지식을 축적한 기업은 다음 기에 보다 효율적으로 관련 분야 지식에 접근할 수 있다. 관련 전문 지식을 소유하게 되면 외부 기술의 유용성을 더욱 잘 이해하게 되고 따라서 기업 발전에 중요한 기술적 진보를 잡아낼 수가 있다(Cohen & Levinthal, 1990). 지식의 이러한 특성은 기업 발전이 특정 분야에 전문화되거나 다각화하더라도 기존 지식기반을 공유하는, 경로의존적(path-dependence)일 것임을 내포한다(Cohen & Levinthal, 1990; Breschi, et al., 2003).

본 연구에서는 생명공학기술 분야에서 조직이 보유한 기존 지식의 양을 기업 간에 비교하기 위해 분석시점 직전년도까지 기업의 생명공학기술 분야 특허 건수를 설명변수로 활용하였다. 이 때 특허 건수[6]를 연구개발인력 수로 나누어 인력 규모에 의한 효과는 상쇄하도록 하였다.

가설 5a. 생명공학기술 이외의 지식 분야를 가지고 있다면 혁신 성과가 클 것이다.

생명공학기술은 제약, 화학, 농업기술, 정보통신기술 등 다양한 학제의 기술과 융합하면서 혁신 기술로서의 의미를 갖게 된다. 생명공학기술 이외의 분야에서도 연구개발 경력이 있는 기업은 생명공학기술 분야에서 혁신 성과를 내는데도 유리할 수 있다. 본 연구에서는 기업의 특허 중 생명공학기술 이외의 기술 분야 특허를 구분함으로써 생명공학기술 이외 분야에서의 기존 지식이 다음 해의 특허 성과에 어떠한 영향을 미치는가를 살펴보았다.

가설 5와 마찬가지로 전년도까지의 생명공학기술 이외 특허 건수를 연구개발인력 수로 나누었는데, 이렇게 선정한 변수가 가설 5의 변수와 공선성을 나타낼 우려가 있어 두 종류 특허 건수 간의 차분값을 활용하였다. 이 차분값과 가설 5의 변수와의 교호항을 설명변수로 도입함으로써 두 변수의 상호작용이 있는지를 살펴보았다.

6) 등록된 특허는 출원일로부터 20년간 출원자에게 독점배타적 실시권이 인정된다. 본 연구에서는 2002년까지의 특허 중 출원 된지 20년이 지난 특허는 기업의 지난 특허 건수에서 제외하였다.

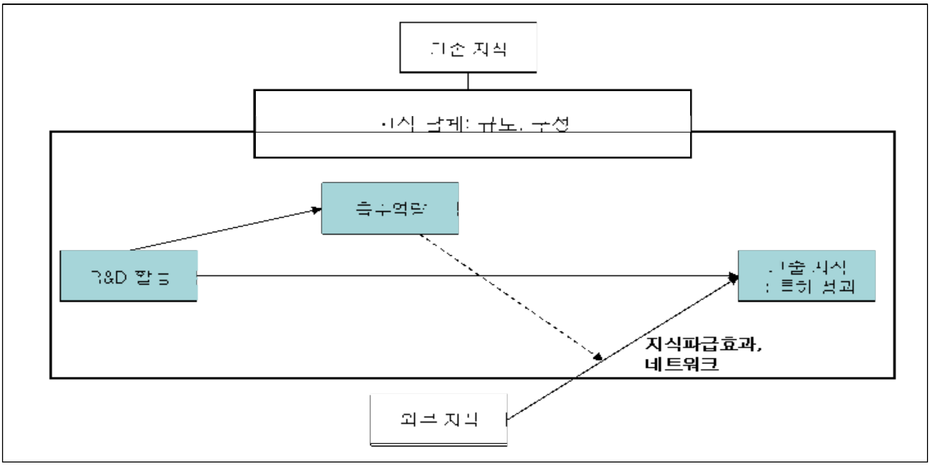
가설 5b. 기초과학 분야에서의 지식이 풍부할수록 혁신 성과가 클 것이다.

기초 과학의 공공재적 측면에도 불구하고, 외부 지식을 이해하고 활용하기 위해 기업이 기초 과학을 수행해야 할 필요성이 강조되어 왔다(Rosenberg, 1990; Gambardella, 1992; Cohen & Levinthal, 1990). 생명공학분야에서 대학 등 기초과학분야의 역할은 혁신에 중요하다고 알려져 있다(Gambardella, 1992; Darby & Zucker, 2002).

기업의 기초과학 분야에 대한 사전 지식의 프록시로 본 연구에서는 기업의 생성 배경을 참고하였다. 기업이 대학 및 공공연구기관의 실험실 창업 기업일 경우 그렇지 않은 경우보다 기초과학에 대한 사전 지식이 높을 것이라 보았다.

위의 가설들을 정리하면 〈그림 1〉과 같다.

〈그림 1〉 연구의 구조: 기업의 지식 관련 활동과 혁신(특허 성과) 결정 요소




주: Cohen & Levinthal(1990) (p. 141) 참조.

기업의 지식과 지식 관리 역량을 혁신 성과를 결정하는 중요한 자원으로 바라볼 때 기업의 내·외부 지식의 활용 과정은 〈그림 1〉로 구조화 할 수 있다. 기업의 연구개발 활동은 외부 지식에 대한 흡수역량을 키우게 되고, 이 역량은 외부 지식의 활용 정도를 조절할 수 있다. 이 모든 활동은 지식의 담체인 기업 구성원과 이들로 구성된 기업의 구조 안에서 이루어지며, 기존 지식은 그 활동의 방향에 영향을 미친다.

## 2.2 기존 기업과 신규 기업의 혁신 성향에 대한 이슈

누가 기술혁신을 일으키는가의 문제에 대해 Schumpeter(1912)는 혁신활동에 있어 창의적 기업가와 신규 기업의 역할을 강조하며, 기술 변화 과정을 '창조적 파괴(creative destruction)'의 과정으로 주장하였다. 그러나 Schumpeter(1942)에서는 기술 혁신에 있어 기업 연구소의 활동에 관심을 갖고 대기업의 역할을 강조하였는데, 이는 상대적으로 기술 변화 과정의 '창조적 축적(creative accumulation)' 측면에 초점을 맞춘 것이다(Malerba & Orsenigo, 1996).

Schumpeter(1912) 이후로 새로운 기술 패러다임이 등장할 때 신규 기업의 등장과 기존 기업의 대응은 혁신 연구에서 중요한 테마가 되어왔다. Tushman & Anderson(1986)은 기술 유형의 차이에서 이 현상을 설명한다. 그들은 혁신적 기술 유형은 역량 파괴형(competence-destroying)과 역량 강화형(competence-enhancing)으로 나뉘며 역량 파괴형 기술의 경우는 신 산업체에서 시작되고 역량 강화형 기술의 경우는 기존 산업체에서 시작된다는 것을 몇 가지 사례 연구를 통해 보여주었다.

McKelvey(1996)는 유전공학기술과 제약 산업의 사례 분석을 통해 한 산업은 하나 이상의 기술로 이루어지며, Tushman & Anderson(1986)에서 역량 파괴형 기술과 강화형 기술이 양립할 수 없다고 한 것은 기업이 기술 수용에 미치는 영향을 간과하였기 때문이라고 지적하였다. 유전공학기술의 산업화 초기에는 역량 파괴형 기술의 특징을 가지고 있었지만 기술의 상업화를 위해서는 신 산업체의 혁신 기술 역량과 기존 산업체의 제품 상업화 경험 등의 역량의 조화가 필요했으며 이러한 변화를 잘 받아들인 기존 기업에게 유전공학기술은 역량 강화형 기술로 의미가 있었다고 말한다.

생명공학기술의 산업화에 있어 이 두 기업군이 구분되는 것은 무엇보다도 신규 기업이 다른 산업과 달리 대부분 학계의 과학자 집단에서 출발하기 때문이다. 전쟁과 국방 수요가 컴퓨터 산업을 일으켰다면 생물산업은 과학적 발견[7]에 의해 성장할 수 있었다(Swann & Prevezer, 1996). 대학의 연구자와 벤처캐피탈에 의해 설립된

7) 생물산업 성립에 가장 중요한 과학적 성과는 1973년 스탠포드 대학의 코헨과 샌프란시스코 캘리포니아 대학의 보이어에 의한 재조합 DNA 기술과 1975년 영국 캠브리지의 Milstein과 Kohler에 의한 단일클론 항체의 생산을 가능하게 한 하이브리도마 기술의 발명이었다.

신규 기업이 생명공학기술의 산업화를 주도하였던 이유는 화학과 의약산업에 종사하던 기존 대기업들이 생물산업의 핵심기술, 즉 생명공학기술에 대한 기초지식 과 연구개발인력 등에서 기반이 부족하고 또 상업화에 있어 높은 불확실성이 있었기 때문이다(과학기술부, 1998). 그러나 대학에서 출발한 신규 기업들은 제품을 상업화 하는데 필요한 자본과 임상이나 마케팅 과정 등 상업화 단계에서의 역량이 부족하였다.

생물산업에서는 이들 두 기업군의 성장에 대해 공존이냐 한 쪽의 완승이냐 논의도 있지만, 신규 기업과 기존 기업의 진입은 꾸준히 이루어지고 있으며 혁신에 있어 두 기업군 간의 협력과 상생이 강조되고 있다. 생명공학기술의 혁신 시스템 연구와 각국 경제 및 정책 연구에서 혁신 주체로서 크게 기존 기업과 신규 기업을 구분하는 것(Green, 1998; McKelvey, et al., 2004; Darby & Zucker, 2001; Argyres & Liebeskind, 2002; 정미애 외, 2004) 도 생명공학기술이 산업화되는 과정에서 갖는 위와 같은 특징들 때문이다.

이에 본 연구에서는 신규 기업과 기존 기업이 본 연구의 틀에서도 차이를 나타내는지, 차이가 있다면 어떤 차이인지 통계적으로 검증해보고자 하였다.

가설 6. 신규 기업과 기존 기업의 혁신 성향에 차이가 존재한다.

본 연구에서는 기존 기업과 신규 기업을 구분하기 위해 '벤처기업육성을 위한 특별조치법'에 따라 지정된 벤처인지 여부를 확인하였다. 이 법에서 '벤처'란 중소기업법 상의 중소기업에 해당하며 벤처캐피탈 투자기업, 연구개발 투자기업, 특허기술(또는 신기술) 개발기업, 기술평가 기업 등 4가지로 정의 된다[8]. 1998년 이 법의 개정을 통해 교수 연구원의 실험실 벤처가 본격적으로 등장하게 되었다.

벤처 지정을 받은 기업을 모두 생명공학분야에서 신규 기업으로 볼 수는 없지만, 중소규모의 기업으로 기술성이나 연구개발에 의존하는 생명공학분야에서의 벤처기업이라면 위에서 말하는 생물산업 역사상의 신규 기업의 모습을 상당 부분 반영하리라 본다. 또한 국내에서 벤처가 아니면서 생명공학기술 분야에서 활동할 수 있는 기업이라면 이미 다른 산업에서 활동을 하고 있었거나, 다른 방법으로라도 자본이

8) 벤처인(http://www.venturein.or.kr) 및 '벤처기업육성에 관한 특별조치법' 참조.

상대적으로 확보된 기업일 것이라 기대하였다. 따라서 본 연구의 가설 6을 명확히 하자면 벤처와 그 외 기업 간 혁신 성향에 차이가 있을 것이라는 가설이 된다.

## Ⅲ. 자료 및 모형

### 3.1. 자 료

본 연구에서는 산업자원부 기술표준원의 '2003년도 국내 생물산업 통계' 자료와 특허청의 출원 특허 자료를 이용하였다. '국내 생물산업 통계' 는 생명공학기술을 개발하거나 생명공학기술을 연구개발에 이용한 기업, 또는 제조 및 생산 과정, 서비스 제공 과정에 생명공학기술을 이용하는 기업을 바이오기업이라 정의하고, 이들을 대상으로 실시해 온 조사 내용을 담고 있다. 본 연구는 이 자료의 기준을 따르되 연구 대상을 이들 중 연구개발인력 수가 1인 이상인 기업으로 한정함으로써, 연구개발 활동이 없는 제조, 생산이나 판매업체를 제외하고자 하였다. 2003년 자료를 활용한 이유는 기업의 네트워크 정보를 제공하는 가장 최근 자료가 2003년의 자료이기 때문이다.

본 연구에서 추정에 활용하는 변수에 대해 무응답이나 오답을 제외하고 결과로서 활용 가능한 자료를 제공하는 기업은 총 502개 기업으로, 이하 분석은 이 502개 기업에 대해 행해졌다. 이 중 벤처기업은 266개 기업으로 그렇지 않은 기업에 비해 총 종사자수 50인 이하의 소규모 기업의 비중이 높다.

〈표 2〉 표본 구성

| 총 종사자 규모 | 1-10인 | 11-50인 | 51-500인 | 501인 이상 | 합 |
|---|---|---|---|---|---|
| 벤처기업 | 78 | 147 | 41 | 0 | 266 |
| 그 외 기업 | 60 | 46 | 99 | 31 | 236 |
| 전체 | 138 | 193 | 140 | 31 | 502 |

주: 총 종사자 규모는 생물산업 고용 인력을 포함한 기업의 총 종사자 인력.

이 502개 기업이 2003년 생명공학기술 분야에서 출원한 특허[9] 중 등록 특허는

9) 생명공학기술 특허는 특허청(2005)와 OECD(2005)가 정하는 IPC를 갖는 특허로, 다음의 코

총 161건으로 벤처기업에서 101건, 그 외 기업에서 60건이었다. 2003년 각 기업의 혁신 활동 성과로 당해에 출원한 특허 중 등록된 특허 자료만을 활용하였는데, 출원 특허 자료 중에는 특허로 부적합하여 거절되거나 기업이 개별 사유로 취하하고 다른 형태로 새로 출원하는 경우가 있기 때문에, 출원수를 혁신 활동 성과로 보기에 부적합하다고 판단하여 등록 건수를 활용하였다.

## 3.2. 모 형

포아송 모형은 특허 건수(Hausman, et al., 1984; 장정인 외, 2006; 강경남, 이윤식, 2006), 상업화 성공 건수(Darby & Zucker, 2001), 생성 기업수(Zucker & Darby, 1995) 등 특정 기간 동안 발생한 사건수의 기대치(식 (1))를 설명하는데 빈번히 사용되고 있다. 이 모형은 0의 값이 자연스럽게 발생하는 가산 자료를 그대로 활용할 수 있다는 점에서 로그회귀모형이나 단순회귀모형보다 특허 건수의 분포를 설명하는 데 적합하다. 또한 식 (2)에서 보는 바와 같이 익숙한 회귀식을 갖고, 최우추정법(maximum likelihood algorithm)을 통해 모수를 쉽게 추정할 수 있는 장점을 갖는다(Hausman, et al., 1984; Wedel, et al., 1993).

$$y_i \sim Poisson(\lambda_i),\ Pr[Y_i = y_i] = e^{-\lambda_i}\lambda_i^{y_i}/y_i!,$$
$$E[Y_i] = Var[Y_i] = \lambda_i \qquad (1)$$

$$E[Y_i = y_i \mid X_i] = exp(X_i\beta) \qquad (2)$$

포아송 분포를 따르는 변수는 분산과 평균이 일치하는데, 기존 연구에 따르면 가산 자료에서 분산이 평균을 초과하는 과산포(over-dispersion) 현상이 발견된다(Cameron & Trivedi, 1986; Hausman, et al., 1984; Wedel, et al., 1993; 장정인 외, 2006). 과산포는 관측되지 않은 이분산성(heterogeneity)에 의해 발생한다고 보

---

드번호에 해당하며 2006년 9월에 수집되었다:A01H, A01K67/00~67/04, AO1N63/00~65/00, A61K7/26, 7/28 ,35/12~35/84, 38/00~38/58, 39/00~39/44, 48/00, 51/00~51/10, C02F3/00~3/34, 11/02~11/04, C07H19/00~21/04,C07K, C12C~N, C12P~Q, C12S, G01N33.50~33/9.

〈표 3〉 변수 정의와 통계량

| 변수명 | | 정의 | 전체 | | 벤처 기업(A) | | 벤처 이외 기업(B) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 |
| 기업 규모 | SIZE | 연구개발인력 수의 자연로그 값 | 1.91 | 0.87 | 2.04 | 0.74 | 1.77 | 0.97 |
| 기업 구조 | STRUCTURE | 연구개발인력 중 박사 연구개발인력 비중 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.20 | 0.12 | 0.18 |
| 흡수역량 | ACAP | 연구개발인력 당 연구개발비(백만원 단위) | 49.98 | 78.20 | 45.45 | 52.47 | 55.10 | 99.42 |
| 기업 유형 | VENTURE | 벤처인증 기업이라면 1, 아니면 0 | 0.53 | 0.50 | - | - | - | - |
| 입지 | SEOUL | 생물산업 관련하여 한 사업체라도 서울에 입지한다면 1, 아니면 0 | 0.19 | 0.40 | 0.27 | 0.44 | 0.11 | 0.31 |
| | DAEJEON | 생물산업 관련하여 한 사업체라도 대전에 입지한다면 1, 아니면 0 | 0.13 | 0.33 | 0.17 | 0.38 | 0.08 | 0.27 |
| | GYEONGGI | 생물산업 관련하여 한 사업체라도 경기에 입지한다면 1, 아니면 0 | 0.38 | 0.49 | 0.32 | 0.47 | 0.44 | 0.50 |
| 네트워크 | NETWORK | 연구개발을 위한 협력기관 수 | 1.65 | 3.35 | 2.00 | 3.76 | 1.25 | 2.77 |
| | NET DIV. | 연구개발을 위한 협력기관의 다양한 정도로 다음 일곱 종류 중 해당 수: ①계열사나 해외 전략기지 ②대학이나 민간 및 공공연구소 ③정부 ④외국 조직 ⑤중소규모 기업이나 벤처 ⑥대기업이나 제약업체 ⑦병원 | 0.74 | 0.95 | 0.89 | 1.03 | 0.57 | 0.82 |
| 기존 지식 | BT | 연구개발인력 당 2002년까지의 생명공학기술 등록 특허 건수 | 0.18 | 0.35 | 0.19 | 0.34 | 0.17 | 0.35 |
| | nonBT | 연구개발인력 당 2002년까지의 비생명공학기술 등록 특허 건수과 생명공학기술 등록 특허 건수의 차분값 | 0.28 | 1.11 | 0.10 | 0.59 | 0.48 | 1.47 |
| | SPINOFF | 대학 및 공공연구기관의 실험실 창업 기업일 경우라면 1, 아니면 0 | 0.10 | 0.31 | 0.15 | 0.35 | 0.06 | 0.23 |
| 특허 성과 | BTPAT | 2003년 출원된 특허 중 등록된 특허의 개수 | 0.32 | 1.39 | 0.38 | 0.81 | 0.25 | 1.83 |
| 개체 수 | | | 502 | | 266 | | 236 | |

주: 변수 간 상관계수는 NETWORK와 NET DIV. 간의 0.707을 제외하고 모두 0.4 이하였음.

는데, 이를 해결하기 위해 자주 사용되는 방안으로는 포아송 분포의 모수 $\lambda$가 특정 확률분포를 따라 움직이도록 하는 것이다(Wedel, et al., 1993). 특히 감마분포 가정을 하게 되는데(식 (3)), 이 가정을 따르면 종속변수는 음이항 분포가 되고(식 (4)) $\phi_i > 0$이고 $\nu_i > 0$ 이기 때문에 이 모형은 과산포를 허용하게 된다.

$$\lambda_i \sim Gamma(\phi_i, \nu_i),\ \ f(\lambda_i) = \frac{1}{\Gamma(\nu_i)}\left(\frac{\nu_i \lambda_i}{\phi_i}\right)^{\nu_i} \exp\left(\frac{\nu_i \lambda_i}{\phi_i}\right)\frac{1}{\lambda_i},$$

$$E[\lambda_i] = \phi_i,\ Var[\lambda_i] = \frac{1}{\nu_i}\phi_i^2 \tag{3}$$

$$Pr[Y_i = y_i] = \int Pr[Y_i = y_i \mid \lambda_i] f(\lambda_i) d\lambda_i$$

$$= \frac{\Gamma(y_i + \nu_i)}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\nu_i)}\left(\frac{\nu_i}{\nu_i + \phi_i}\right)^{\nu_i}\left(\frac{\phi_i}{\nu_i + \phi_i}\right)^{y_i},$$

$$E[Y_i] = \phi_i,\ Var[Y_i] = \phi_i + \frac{1}{\nu_i}\phi_i^2 \tag{4}$$

이 외에도 패널자료 등에 대해서는 고정효과모형 등이 있는데, 본 연구는 단년도 자료를 이용하기 때문에 포아송 모형에서 과산포를 고려한 음이항 모형을 사용하여 가설을 검정하였다.

## Ⅳ. 결 과

2장에 언급한 가설을 검증한 음이항 모형의 결과를 〈표 4〉에서 〈표 7〉까지 정리하였다. 기업 규모를 나타내는 연구개발인력의 로그값(SIZE)은 통제 변수로, 그리고 벤처 기업에 대한 더미 변수인 VENTURE는 벤처 기업과 그 외 기업의 혁신 성과와 성향에서의 차이를 보기 위해 모든 검증 과정에 도입하였고, 변수의 통계적 안전성을 보기 위해 각 가설마다 변수 도입에 따라 모형을 나누었다.

〈표 4〉는 지식 담체로서 기업의 규모, 구조, 그리고 흡수역량의 프록시인 1인당 연구개발투자비와 특허 성과의 관계인 가설 1과 2를 분석한 결과이다. 규모, 구조, 흡수역량 변수의 도입 마다 1.1에서 1.4까지 나누었으며 1.5는 벤처 기업과 그 외 기업으로 나누어 분석한 결과이다.

기업 규모의 특허 성과에 대한 양의 영향은 모형 1.4를 제외하고 통계적으로 유의하였다. 그러나 규모의 자승항($SIZE^2$)에 대해서는 통계적으로 유의하지 않아 혁신 성과와의 비선형 관계나 역 U자형을 증명할 수 없었다. 연구개발인력 중 박사학위 이상의 연구개발인력 비중(STRUCTURE)에 대해서는 역 U자형을 발견할 수 있

었다. STRUCTURE의 영향은 벤처 기업(A) 보다는 그 외 기업(B)에서 크게 나타났다. 흡수역량(ACAP)은 벤처기업에서 특허성과에 미치는 영향을 증명할 수 있었다. 모형 1.5의 벤처 이외 기업을 제외한 모든 모형에서 본 연구의 자료에는 포아송 분포에 과산포를 고려하는 것이 적합함을 알 수 있다.

〈표 4〉 음이항 모형 결과: 기업의 규모와 구조(가설 1), 흡수역량(가설 2)

| 변수 | 모형1.1 | 모형1.2 | 모형1.3 | 모형1.4 | 모형1.5 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 벤처 기업(A) | 그 외 기업(B) | A-B |
| Intercept | -3.3051***<br>(0.5917) | -4.4975***<br>(0.7444) | -4.7837***<br>(0.7444) | -4.9970***<br>(0.7540) | -4.6569***<br>(1.1080) | -7.517***<br>(1.8294) | 3.0074<br>(2.1835) |
| SIZE | 0.8927**<br>(0.4468) | 0.9646*<br>(0.5105) | 1.0729**<br>(0.5045) | 0.7796<br>(0.5051) | 1.8589**<br>(0.9021) | 1.7775*<br>(1.0323) | -0.0023<br>(1.4034) |
| $SIZE^2$ | 0.0115<br>(0.0808) | -0.0078<br>(0.0895) | -0.0314<br>(0.0885) | 0.0395<br>(0.0900) | -0.2719<br>(0.1871) | -0.0699<br>(0.1615) | -0.188<br>(0.2523) |
| STRUCTURE | | 7.9242***<br>(1.6511) | 7.4267***<br>(1.6404) | 6.6046***<br>(1.6404) | 4.0097**<br>(1.7196) | 15.3454***<br>(5.1128) | -11.6248**<br>(5.517) |
| $STRUCTURE^2$ | | -7.2936***<br>(2.3881) | -6.6065***<br>(2.3660) | -5.9504**<br>(2.3386) | -3.2596<br>(2.3966) | -17.2142**<br>(7.6158) | 14.3695*<br>(8.2131) |
| ACAP | | | 0.0038***<br>(0.0013) | 0.0042***<br>(0.0013) | 0.0073***<br>(0.0023) | -0.0005<br>(0.0025) | 0.0078**<br>(0.0034) |
| VENTURE | | | | 0.8463***<br>(0.2601) | | | |
| N | 502 | 502 | 502 | 502 | 266 | 236 | |
| Log Likelihood(LL) | -203.1356 | -185.5520 | -181.6861 | -175.9813 | -166.4456 | 0.3709 | |
| restricted LL | -234.5727 | -234.5727 | -234.5727 | -234.5727 | -183.4770 | -34.3374 | |
| ΔDeviance | 62.8742 | 98.0414 | 105.7732 | 117.1828 | 34.0628 | 69.4166 | |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| over-dispersion test | | | | | | | |
| LR | 57.7598 | 30.256 | 28.5966 | 29.156 | 16.7622 | 1.6308 | |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.20159 | |

주: i) 계수 추정치 아래의 ( )는 표준편차임. ii) 추정된 계수의 *, **, ***는 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄. iii) ΔDeviance는 2×(LL-restricted LL)로 $\beta 1=\beta 2=\cdots=0$을 검증. iv) LR은 2×(LL-poisson model LL)로 자유도 1의 카이자승 분포를 따르며 과산포를 검증. v) 모형 1.5의 'A-B'는 벤처기업(A)과 벤처 이외 기업(B)의 추정 계수에서 차이이며 귀무가설 $\beta A-\beta B=0$ 에 대해 검증, 음이항 모형의 과산포를 나타내는 계수(식(4)의 1/vi)가 기업군별로 다르기 때문에 A-B 검증 모형에서의 차분값과 각 기업군 별 추정 모형에서 계수값의 차분값에 차이가 있을 수 있음.

〈표 5〉는 지역 클러스터에서의 지식 파급과 특허성과와의 관계 및 이 과정에서 흡수역량의 조절에 대한 가설 3을 검증한 결과이다. 지역 변수와 흡수역량과의 교호항을 넣기 전과 후로 구분하여 모형을 2.1과 2.2로 나누었다. 결과에서 입지 변수 중 대전 지역이 통계적으로 유의한 양의 계수를 가졌다. 흡수역량과의 상호작용항에서는 서울과 경기 지역의 효과가 양의 값으로 유의미하였다. 벤처 기업과 그 외 기업을 구분해 분석한 모형 2.3의 벤처 기업군을 분석한 결과에서는 대전 지역 입지가 특허성과에 양의 영향을 나타냈으며, 경기지역에 입지한 경우는 흡수역량이 특허성과를 조절한다는 가설 3a를 증명하였다.

〈표 5〉 음이항 모형 결과: 기업의 입지와 흡수역량(가설 3)

| 변수 | 모형2.1 | 모형2.2 | 모형2.3 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | A-B |
| Intercept | -4.3467***<br>(0.4301) | -4.3069***<br>(0.4250) | -2.3382***<br>(0.4275) | -5.4141***<br>(0.6733) | 3.0901***<br>(0.7867) |
| SIZE | 1.048***<br>(0.1383) | 1.0394***<br>(0.1372) | 0.4607**<br>(0.1837) | 1.4983***<br>(0.2331) | -1.0435***<br>(0.2913) |
| VENTURE | 0.9217***<br>(0.2716) | 0.8620***<br>(0.2691) | | | |
| SEOUL | -0.0218<br>(0.3053) | -0.5214<br>(0.4337) | -0.0397<br>(0.4353) | -1.7779<br>(1.5176) | 1.7364<br>(1.5654) |
| DAEJEON | 0.5721*<br>(0.3232) | 0.6025<br>(0.3825) | 0.7907*<br>(0.4502) | -0.9829<br>(1.1842) | 1.7972<br>(1.2519) |
| GYEONGGI | 0.1287<br>(0.2732) | -0.4426<br>(0.3145) | -0.3767<br>(0.3570) | -0.1479<br>(0.5408) | -0.2473<br>(0.6358) |
| SEOUL×ACAP | | 0.0106*<br>(0.0057) | 0.0074<br>(0.0057) | 0.0122<br>(0.0188) | -0.0042<br>(0.0188) |
| DAEJEON×ACAP | | -0.0008<br>(0.0037) | 0.0016<br>(0.0069) | 0.0026<br>(0.0049) | -0.0010<br>(0.0085) |
| GYEONGGI×ACAP | | 0.0079***<br>(0.0023) | 0.0075***<br>(0.0026) | 0.0040<br>(0.0038) | 0.0038<br>(0.0044) |
| N | 502 | 502 | 266 | 236 | |
| LL | -193.2745 | -183.7697 | -168.2247 | -6.1866 | |
| restricted LL | -234.5727 | -234.5727 | -183.4770 | -34.3374 | |
| ΔDeviance | 82.5964 | 101.5520 | 30.5046 | 56.3016 | |
| Pr. ＞Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0000 | |
| over-dispersion test | | | | | |
| LR | 81.6898 | 65.6066 | 14.1024 | 4.5676 | |
| Pr. ＞Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0326 | |

주: ⅰ) 계수 추정치 아래의 ( )는 표준편차임. ⅱ) 추정된 계수의 *, **, ***는 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄. ⅲ) ΔDeviance는 2×(LL-restricted LL)로 $\beta1=\beta2=\cdots=0$을 검증. ⅳ) LR은 2×(LL-poisson model LL)로 자유도 1의 카이자승 분포를 따르며 과산포를 검증.

가설 4의 네트워크와 특허성과의 관계 검증 결과(〈표 6〉[10])는 가설 4를 부분적으로 지지하고 있다. 연구개발 협력기관수의 경우는 벤처기업에서만 흡수역량과의 상호작용이 통계적으로 유의하게 나타났다. 협력기관의 다양성과 특허성과와의 관계는 전 자료에서 흡수역량과의 상호작용을 통해 유의미한 영향을 보여주었는데, 기업군을 나눌 경우 벤처기업에서만 이러한 특성이 나타났다.

〈표 6〉 음이항 모형 결과: 기업의 네트워크와 흡수역량(가설 4)

| 변수 | 모형3.1 | 모형3.2 | 모형3.3 | 모형3.4 | 모형3.5 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A | B | A-B |
| Intercept | -4.2276***<br>(0.4251) | -4.2262***<br>(0.4283) | -4.2813***<br>(0.4247) | -4.2897***<br>(0.4283) | -2.2100***<br>(0.4277) | -5.7118***<br>(0.6987) | 3.5039***<br>(0.8167) |
| SIZE | 1.0048***<br>(0.1420) | 1.0082***<br>(0.1438) | 1.0548***<br>(0.1406) | 1.0523***<br>(0.1418) | 0.5415***<br>(0.1873) | 1.5525***<br>(0.2479) | -1.0117***<br>(0.3097) |
| VENTURE | 0.9631***<br>(0.2578) | 0.9731***<br>(0.2583) | 0.9794***<br>(0.2626) | 1.0327***<br>(0.2655) | | | |
| NETWORK | 0.0469<br>(0.0306) | 0.0038<br>(0.0419) | | | -0.0311<br>(0.0450) | 0.0886<br>(0.0815) | -0.1196<br>(0.0929) |
| NETWORK×ACAP | | 0.0005<br>(0.0003) | | | 0.0008**<br>(0.4617) | -0.0005<br>(0.0007) | 0.0013*<br>(0.0008) |
| NET DIV. | | | 0.0419<br>(0.1176) | -0.1296<br>(0.1496) | | | |
| NET DIV.×ACAP | | | | 0.0021*<br>(0.0012) | | | |
| N | 502 | 502 | 502 | 502 | 266 | 236 | |
| LL | -193.7763 | -192.6961 | -194.9172 | -193.0986 | -176.1370 | -7.8191 | |
| restricted LL | -234.5727 | -234.5727 | -234.5727 | -234.5727 | -183.4770 | -34.3374 | |
| ΔDeviance | 81.5928 | 83.7532 | 79.3110 | 82.9482 | 14.6800 | 53.0366 | |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0021 | 0.0000 | |
| over-dispersion test | | | | | | | |
| LR | 79.7982 | 81.2028 | 84.6864 | 84.6368 | 23.9688 | 6.9322 | |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0085 | |

주: i) 계수 추정치 아래의 ( )는 표준편차임. ii) 추정된 계수의 *, **, ***는 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄. iii) ΔDeviance는 2×(LL-restricted LL)로 $\beta 1=\beta 2=\cdots=0$을 검증. iv) LR은 2×(LL-poisson model LL)로 자유도 1의 카이자승 분포를 따르며 과산포를 검증. v) 모형 3.4를 A, B 두 기업군으로 구분하여 분석한 결과 A기업군에서는 -2.2135***+0.5316***SIZE-0.1419NET DIV.+0.0038**NET DIV.×ACAP, B기업군에서는 -5.7203***+1.6458***SIZE-0.1922NET DiV.-0.0002NET DiV.×ACAP.

10) 이 두 변수는 상관계수가 0.707로, 같은 모형에서 사용할 경우 공선성의 우려가 있어 모형을 3.1과 3.3으로 나누어 사용하였으며 기업군을 구분하여 분석한 모형 3.5에서는 NETWORK에 대해 추정한 결과만을 표로 정리하고 NET DIV. 추정 결과는 표의 주)로 설명하였다.

기업의 기존 지식이 미치는 영향에 대한 가설 5의 검증 결과인 〈표 7〉에서는 벤처 기업과 그 외 기업 사이에서 혁신 성향 차이를 확실히 보여준다.

〈표 7〉 음이항 모형 결과: 기업의 기존 지식(가설 5)

| 변수 | 모형5.1 | 모형5.2 | 모형5.3 | 모형5.4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A | B | A-B |
| Intercept | -4.5836***<br>(0.4530) | -4.6505***<br>(0.4658) | -4.7865***<br>(0.4689) | -2.4659***<br>(0.4823) | -6.3650***<br>(0.7454) | 3.9232***<br>(0.9387) |
| SIZE | 0.9192***<br>(0.1406) | 0.9245***<br>(0.1420) | 0.9700***<br>(0.1422) | 0.4927***<br>(0.1859) | 1.5038***<br>(0.2515) | -1.009***<br>(0.33130 |
| VENTURE | 1.1846***<br>(0.2729) | 1.2152***<br>(0.2776) | 1.1347***<br>(0.2769) | | | |
| BT | 1.5745***<br>(0.2824) | 1.6455***<br>(0.3022) | 1.5794***<br>(0.2919) | 1.7791***<br>(0.5191) | 1.3042**<br>(0.5191) | 0.3680<br>(0.7380) |
| nonBT | 0.0345<br>(0.0870) | 0.1397<br>(0.1515) | 0.1687<br>(0.1498) | -1.4940***<br>(0.5239) | 0.4102***<br>(0.1440) | -1.9044***<br>(0.5389) |
| BT×nonBT | | -0.0877<br>(0.1070) | -0.095<br>(0.1047) | 1.8882***<br>(0.6223) | -0.1962*<br>(0.1046) | 2.0843***<br>(0.6199) |
| SPINOFF | | | 0.6763**<br>(0.3136) | 0.3885<br>(0.3101) | 2.1009**<br>(0.8631) | -1.6783*<br>(0.9477) |
| N | 502 | 502 | 502 | 266 | 236 | |
| LL | -177.3802 | -177.0589 | -174.8246 | -164.8627 | 2.4186 | |
| restricted LL | -234.5727 | -234.5727 | -234.5727 | -183.4770 | -34.3374 | |
| ΔDeviance | 114.3850 | 115.0276 | 119.4962 | 37.2286 | 73.5120 | |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| over-dispersion test | | | | | | |
| LR | 41.5468 | 42.0244 | 36.3872 | 12.8380 | 0.3314 | |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 0.5648 | |

주: ⅰ) 계수 추정치 아래의 ( )는 표준편차임. ⅱ) 추정된 계수의 *, **, ***는 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄. ⅲ) ΔDeviance는 2×(LL-restricted LL)로 $\beta1=\beta2=\cdots=0$을 검증. ⅳ) LR은 2×(LL-poisson model LL)로 자유도 1의 카이자승 분포를 따르며 과산포를 검증.

연구개발인력 수로 규모를 통제한 2002년까지 기업 보유 생명공학기술 분야 특허수(BT)는 전체와 벤처기업, 그 외 기업군 모두에서 특허성과에 대해 유의미한 양의 영향을 나타내었다. 생명공학기술 이외 분야의 특허가 BT 보다 많을 경우(nonBT>0) 벤처기업군에서는 특허성과에 음의 영향을 미치게 되고, 그 외 기업군에서는 양의 영향을 미친다. 그러나 BT와 nonBT의 상호작용 항은 벤처기업군에서는 양의 계수를, 그 외 기업군에서는 음의 계수값을 보였으며, 1% 유의수준에서

두 기업군의 계수 차이가 의미를 가졌다. 기업이 대학이나 공공연구기관의 실험실 창업일 경우(SPINOFF=1) 생명공학기술 분야 특허성과에 유리할 것이라는 가설 5b는 벤처 이외 기업의 결과가 뒷받침하고 있다.

전체 변수를 모두 고려한 통합 모형(〈부표 1〉)에서는 기업의 규모, 구조, 사전지식에 대해서는 각 가설과 일관된 방향의 유의미한 추정계수를 보이고 있으나, 흡수역량과 입지, 네트워크 및 흡수역량과의 상호작용항은 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다.

본 연구에서 제시한 가설에 대한 분석의 결과를 〈표 8〉에 함께 정리하였다.

〈표 8〉 분석 결과 정리

| 가설 | 전체 | 벤처기업(A) | 벤처 외 기업(B) | 가설 6. 벤처기업과 그 외 기업 간에는 혁신 성향에 차이가 존재할 것이다. |
|---|---|---|---|---|
| 1. 기업 규모가 클수록 혁신 성과가 클 것이다. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 1a. 규모가 너무 크면 혁신에 대한 효율성이 떨어질 것이다. | | | | |
| 1b-1. 박사인력비중이 높을수록 혁신 성과가 클 것이다. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 1b-2. 박사인력비중이 너무 높으면 혁신 성과가 떨어질 것이다. | ○ | | ○ | ○ |
| 2. 흡수역량이 클수록 혁신 성과가 클 것이다. | ○ | ○ | | ○ |
| 3. 외부 기술 정보에 쉽게 접할수록 혁신 성과가 클 것이다(서울, 경기, 대전 지역에의 입지가 양의 영향을 나타낼 것이다). | △(대전) | △(대전) | | × |
| 3a. 흡수역량이 클수록 기술 기회의 접근 용이성이 혁신 성과에 미치는 긍정적 영향이 클 것이다. | △(서울, 경기) | △(경기) | | × |
| 4. 네트워크가 많을수록 혁신 성과가 클 것이다. | | | | × |
| 4a. 흡수역량이 클수록 네트워크가 혁신 성과에 미치는 긍정적 영향이 클 것이다. | △(네트워크 다양성) | ○ | | ○ |
| 5. 기존에 생명공학기술 지식이 많을수록 혁신 성과가 클 것이다. | ○ | ○ | ○ | × |
| 5a. 생명공학기술 이외의 지식 분야가 많을수록 혁신 성과가 클 것이다. | | ? | ? | ○ |
| 5b. 기초과학 분야에서의 지식이 많을수록 혁신 성과가 클 것이다. | ○ | | ○ | ○ |

주: ○는 가설 성립, △는 부분적으로 설립, ×는 가설 기각, ?는 불분명, 빈 칸은 통계적으로 유의하지 않은 결과를 의미.

## V. 토 론

기업을 하나의 지식 담체라고 볼 때 연구개발인력은 내・외부 지식을 소통시키고 처리하는 구성 요소라 할 수 있다. 구성원마다 역할이나 질이 다르겠지만, 그럼에도 구성원의 수가 지식 담체의 크기와 관련성을 갖으며 규모가 클수록 지식을 담을 수 있고 처리할 수 있는 역량이 커지고, 이것이 혁신 성과에 긍정적 영향을 미칠 수 있다는 것이 본 연구의 가설이다.

결과로부터 인력 규모와 혁신 성과가 양의 상관성을 가짐을 확인하였으나 역 U자형의 관계는 확인할 수 없었다. 우리나라 국내 바이오기업의 경우 선진국 수준의 대규모 기업은 거의 없다고 말할 수 있다. 본 연구 자료에서 연구개발인력 최대 규모는 200명이고 대부분의 기업이 100명 이하의 규모를 가지기 때문에 역 U자형이 나타나기에 부족한 규모 분포를 가지고 있을 수 있다. 본 연구를 통해 100명 내외 연구개발인력의 기업들은 혁신 성과 획득과 관련하여 인력 관리에서는 인력 확장에 의한 비효율성보다 인력 확보에 의한 성과 획득을 고려하는 것이 필요하다고 말할 수 있다.

박사 연구개발인력 비중의 추정 계수로부터 연구개발 인력의 규모 뿐 아니라 인력 구성이 바이오기업의 내・외부 지식을 탐구하여 신기술이나 신제품을 개발하는데 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 벤처기업 보다는 그 외 기업에서 박사 연구개발인력 비중이 큰 영향을 나타내었는데 생명공학기술 분야의 벤처들이 그렇지 않은 기업에 비해 고학력 위주의 인력 구조를 가지고 있기 때문에[11] 박사 비중이 성과 차이를 설명하는 정도가 그렇지 않은 기업에서 더 크게 나타났으리라 본다. 그런데 박사 연구개발인력 비중이 어느 정도 커진 이후에는 특허 성과에 부의 영향을 미칠 수 있으므로, 연구개발 팀 내 적절한 인력 구성이 필요함을 알 수 있다.

본 연구에서는 특허 성과와 지식 파급효과와의 관련성을 보기 위해 국내의 생명공학기술 관련 대학이나 공공 연구소가 집적되어 있는 대전 지역과 수도권 지역의 입지 여부를 변수로 활용하였다. 서울이나 경기 지역은 생명공학기술 분야 이외에도 우리나라의 많은 사업체가 입지해 있기 때문에, 생명공학기술 분야에 전문화된 대전에 입지함으로써 갖게 되는 효과와는 구분할 필요가 있다. 이는 흡수역량에 의

11) 〈표 3〉의 STRUCTURE 평균 참조.

한 조절효과가 대전을 제외한 서울과 경기 지역에서만 유의미한 양의 값으로 나타남으로써 확인할 수 있다. 서울과 경기 지역과 같이 생명공학기술 분야에 전문화된 클러스터가 조성되어 있지 않은 지역에서는 기업의 흡수역량이 지역 내 지식 파급에 의한 효과를 조절하게 될 것이다.

생명공학기술 분야의 지식 생산 활동에서 네트워크의 중요성이 강조되고 있는데, 본 연구에서는 흡수역량과의 상호작용 하에서 네트워크의 특허성과에 대한 긍정적 영향을 확인하였다. 네트워크 효과는 벤처 기업에서 유의미한 양의 영향을 나타내었으며, 그 외 기업에서는 확인할 수 없었다. 혁신과 관련된 기관들, 특히 기업과 대학의 네트워크 부재는 우리나라 생명공학기술 분야의 성공을 지연시키는 원인으로 지적되고 있는데, 앞으로 네트워크 형성 뿐 아니라 기관 간의 지식을 흡수하려는 노력도 함께 강조되어야 할 것이다.

기업의 지난 생명공학기술 특허의 축적이 당해의 특허성과에 양의 영향을 나타내었지만 비 생명공학기술 분야의 특허는 기업군에 따라 반대 방향의 영향을 나타내었다. 벤처 기업의 경우 유의미한 음의 관련성을 보였는데, 이러한 결과로 비 생명공학기술 분야의 지식이 생명공학기술 분야의 지식 창출을 저해한다고는 말할 수 없다. 그 보다 이 결과로부터 생명공학기술과 관련하여 특허를 냈던 기업은 새로 특허를 낼 수 있는 경향이 크며, 바이오기업의 특허 영역이 생명공학기술 분야로 전문화되어 있다고 볼 수 있다. 그 외 기업의 경우 오히려 비 생명공학기술 분야 특허가 양의 영향을 나타내었는데 벤처 기업보다는 상대적으로 오래된 기업이 많고, 기존의 여러 산업 분야에서 활동하다가 생명공학기술 분야에 진출하였기 때문에[12] 이러한 결과가 나타났다고 볼 수 있다. 벤처 기업의 경우 그렇지 않은 기업보다 소규모이기 때문에 생명공학기술 이외에 분야로 다각화 할 역량이 상대적으로 부족하였을 것이다.

그러나 비 생명공학기술 분야 지식은 그 기업의 기존 생명공학기술 분야 지식과 상호 작용을 함으로써 특허 성과와 그 외 지식 분야의 관계를 단순하게 결론지을 수 없다. 다만 생명공학기술과 그 외 기술 분야 지식의 상호작용이 벤처 기업과 그 외 기업에서 정반대의 성향으로 나타남을 확인할 수 있다. 벤처 기업의 경우 사전에 생명공학기술 분야 지식이 있다면 비 생명공학기술 분야 지식이 그 보다 많다 하더

12) 〈표 3〉의 BT와 nonBT 평균 참조.

라도 비 생명공학기술 분야 지식이 특허 성과에 미치는 부의 영향을 상쇄시킬 수 있다. 벤처 이외 기업의 경우 기존에 비 생명공학기술 분야 지식이 특허 성과에 긍정적 영향을 미친다 하더라도 생명공학기술 분야 지식보다 많다면 부의 영향을 미칠 수 있다.

기업 기존 지식의 기초과학에 대한 근접성은 벤처 이외 기업에서 특허 성과에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이를 통해 벤처 이외 기업에서 기초과학 근접성이 갖는 효과가 벤처 기업보다 확실하게 나타남을 알 수 있다. 국내 생명공학기술 분야에서 벤처 기업의 경우 대학이나 공공 연구소 실험실의 분사 기업이 아니더라도 이공계 박사 출신의 창업자가 많고, 연구개발인력 구성이 석사급 이상이라 기초과학 분야에 대한 기존 지식이 갖는 효과가 벤처 이외 기업에서 보다 작을 것이라 생각된다.

벤처 기업과 그 외 기업의 혁신 성향 차이는 대부분의 변수들에서 계수 크기의 차이 정도로 나타났지만, 가설 5의 기존 지식 영향에 있어서는 부호의 차이로 나타났다. 2.2절에서도 소개했듯이 본 연구의 두 기업군은 생물산업 분야에 진출한 배경에서 차이를 나타내는데, 이 차이는 지식 기반에서의 차이로 설명할 수 있다. 본 연구의 결과는 이러한 차이를 확실히 뒷받침하고 있다.

각 가설에 해당하는 변수들을 모두 고려한 통합 모형에서는 입지와 네트워크, 흡수역량 등이 갖는 효과가 계수의 방향이 변하거나 유의하지 않게 나타났는데 〈그림 1〉에서와 같이 각 변수들이 특허 성과에 대한 영향 구조에서의 위치와 수준이 다르기 때문이라 생각된다. 지식 담체의 모양을 담당하는 규모나 구성, 그리고 지식 활용의 방향과 관련된 기존 지식은 내・외부 지식 탐색 과정이나 방법과 관련된 네트워크나 흡수역량 등의 변수들을 인과하거나 결정하는 보다 상위에 위치하는 변수들이기 때문에 전체를 통합한 모형에서 상위 변수에 영향을 받았을 가능성이 있다.

## Ⅵ. 결 론

본 연구에서는 국내 바이오기업의 혁신 성과 지표로서 등록 특허 건수에 대해 상관성을 갖는 기업의 특성을 찾아보고자 하였다. 지식 담체로서 기업 연구개발인력의 규모, 구성과 외부 지식 근접 정도로서 입지, 네트워크 변수, 그리고 외부 지식을 활용할 수 있는 능력으로서 흡수역량을 고려하였으며, 기존 지식의 수준에 의한

영향을 보기 위해 2003년도 국내 바이오기업을 대상으로 회귀분석을 실시하였다.

단년도 자료만으로도 기존 연구들에서 알려진 기업 혁신의 요인들이 상호 유의미한 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 기업의 기술 진보는 기업 단일의 연구 노력 뿐 아니라 외부의 연구 결과와 시스템의 적절한 활용을 통해 가능하다. 그러나 지리적 위치나 네트워크 상의 위상만큼이나 기업의 연구 역량이 기술의 진보를 위해 지속적으로 강조되어야 한다. 연구개발비 등 금전적인 투자가 지속적으로 이루어져야겠지만 인력 관리는 그보다 더 강조되어야 할 것으로 보인다. 국가적으로는 수도권에 편중되어 있는 시설 등을 그 외의 지역으로 분산하는 노력을 하고 있으며 지방 정부 등에서는 지역별 특성에 맞는 클러스터 등 육성 단지를 구축하고 있다. 그러나 이러한 노력이 실효를 거두기 위해서는 적절한 인력 공급이 뒤따라야 하고, 기업 내・외부의 지식을 지속적으로 탐구하고 성과로 연결하는 노력이 강조되어야 할 것이다. 이렇게 하여 생명공학기술 분야에서 축적된 지식과 지식을 특허로 정립시킨 경험은 또 하나의 기업 성과를 얻는 토대가 될 수 있다.

본 연구에서 사용한 모형이 이들 설명변수간의 선형 조합과 특허 성과와의 관계를 보여 주는데 있어서는 의미가 있지만 각 영향 요인의 구조와 인과 관계, 이에 따른 시간차 영향을 충분히 반영하지 못하고 있으므로 향후 보다 대표성이 보완된 구조적 모형의 개발이 요구된다.

## ■ 참 고 문 헌

1. 강경남・이윤식, "한국 바이오벤처기업의 혁신 활동에 영향을 미치는 요인 분석," 『산업경제연구』, 제19권 제4호, 2006, pp. 1723-1740.
2. 김영조, "기술협력 활동이 중소기업의 기술혁신 성과에 미치는 영향: 지식흡수능력(Absorptive Capacity)의 조절효과를 중심으로," 『경영학연구』, 제34권 제5호, 2005, pp. 1365-1390.
3. 과학기술부, 『생명공학산업 벤처기업 동향조사』, 1998.
4. 과학기술부・교육인적자원부・농림부・산업자원부・정보통신부・보건복지부・환경부・해양수산부, 『2005년도 생명공학육성시행계획』, 2005.
5. 박주홍・신진교・장수덕・김승호, "지역 산업클러스터 시스템, 흡수능력 및 혁신성과: 대구지

역 섬유 및 IT 산업클러스터의 비교연구,"『경상논총』, 제31집, 2004, pp.51-84.

6. 산업자원부 기술표준원, 『2003년도 국내 생물산업 통계』, 2004.
7. 장정인 · 유승훈 · 곽승준, "국내 제조업 기업의 기술혁신 요인 및 기술파급효과 분석: 가산자료 모형을 이용하여,"『기술혁신연구』, 제14권 제3호, 2006, pp.23-42.
8. 정미애 · 최윤희 · 허은녕, "국내 바이오기술의 산업화와 기업 유형," 한국경제학회 제11차 국제 학술대회 발표논문, 2004.
9. 특허청, 『2005년 지식재산통계연보』, 2005.
10. 한성안, "진화경제학적 기술확산모형 연구,"『경제학연구』, 제54집 제1호, 2006, pp.171-200.
11. Argyres, Nicholas S. and Julia Porter Liebeskind, Governance Inseparability and the Evolution of US biotechnology Industry, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 47, No. 2, 2002, pp.197-219.
12. Barney, Jay B., "Firm Resources and Sustained Competitive advantage," *Journal of Management*, Vol. 17, 1991, pp.99-120.
13. Breschi, Stefano, Francesco Lissoni, and Franco Malerba, "Knowledge-relatedness in Firm Technological Diversification," *Research Policy*, Vol. 32, 2003, pp.69-87.
14. Cameron, A. Colin and Pravin K. Trivedi, "Econometric Models Based on Count Data: Comparison and Applications of Some Estimators and Tests," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 1, No. 1, 1986, pp.29-53.
15. Choi, Youn-Hee, Juhan Kim, Dongsoon Lim and Mi-Ae Jung, "Statistics of Korea′s Bio-industry based on Biotechnology Classification System," OECD, DSTI/EAS/STP/NESTI(2004)14, 2004.
16. Cockburn, Iain M., Rebecca M. Henderson, "Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery,"
17. Cohen, Wesley M., "Empirical Studies of Innovative Activity," in Stonman, Paul (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, 1995, pp.182-264.
18. Cohen, Wesley M. and Daniel A. Levinthal, "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, 1990, pp.128-152.
19. ______________________, "Innovation and Learning: The Two Faces of R & D," *The Economic Journal*, Vol. 99, No. 397, 1989, pp.569-596.
20. Cohendet, Patrick and W. Edward Steimueller, "The Codification of Knowledge: a Conceptual and Empirical Exploration," *Industrial and Corporate change*, Vol. 9 No. 2, 2000, pp.195-209.
21. Darby, Michael R. and Lynne G. Zucker, "Change or Die: the Adoption of Biotechnology in Japanese and U.S. Pharmaceutical Industries," *Research on Technological Innovation, Management and Policy*, 7, 2001, pp.85-125.
22. ______________________, "Growing by Leaps and Inches: Creative Destruction, Real Cost Reduction, and Inching Up," *NBER Working Paper Series*, No. 8947, 2002.
23. den Bosch, Frans A.J. van, Henk W. Volberda, Michiel de Boer, "Coevolution of Firm

Absorptive Capacity and Knowledge Environment: Organizational Forms and Combinative Capabilities," *Organization Science*, Vol. 10, No. 5, 1999, pp. 551-568.

24. EC, 『Life Sciences and Biotechnology - A Strategy for Europe』, 2002.
25. Gambardella, Alfonso, Competitive Advantages from In-house Scientific Research: the US Pharmaceutical Industry in the 1980s, *Research Policy*, Vol. 21, 1992, pp. 391-407.
26. Granstrand, Ove, *The Economics and Management of Intellectual property: Towards Intellectual Capitalism*, Cheltenham, UK · Northampton, MA, USA, Edward Elgar, 1999.
27. Green, Christopher, "The Industrial Economics of Biotechnology," in Knopeers, Bartha M. and Alan D. Mathios (eds.), *Biotechnology and the Consumer*, Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 345-376.
28. Hausman, Jerry, Bronwyn H. Hall and Zvi Griliches, "Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R&D Relationship," *Econometirca*, Vol. 52, No, 4, 1984, pp. 909-938.
29. Kim, Linsu, "Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor," *Organizational Science*, Vol. 9, No. 4, 1998, pp. 506-521.
30. Klette, Tor Jakob, Jarle Møen and Zvi Griliches, "Do Subsidies to Commercial R&D Reduce Market Failure? Microecnometric evaluation studies," *Research Policy*, Vol. 29, 2000, pp. 471-495.
31. Lane, Peter J. and Michael Lubatkin, "Relative Absorptive Capacity and Interorganizational Learning," *Strategic Management Journal*, Vol. 19, No. 5, 1998, pp. 461-477.
32. Malerba, Franco and Luigi Orsenigo, "Knowledge, Innovative Activities and Industrial Evolution," *Industrial and Corporate change*, Vol. 9 No. 2, 2000, pp. 289-314.
33. ______________________________, "Schumpeterian Patterns of Innovation are Technology-specific," *Research Policy*, 25, 1996, pp. 451-478.
34. McKelvey, Maureen D. "Discontinuities in Genetic Engineering for Pharmaceuticals? Firm Jumps and Lock-in in systems of innovation," *Technology analysis & Strategic management*, Vol. 8, No. 2, 1996, pp. 107-116.
35. ____________________, Luigi Orsenigo, and Fabio Pammolli, "Pharmaceuticals Analyzed through the Lens of a Sectoral Innovation System," in Malerba, Franco (eds.) 『Sectoral Systems of Innvoation: Concepts, Issues and Analyses of Six major Sectors in Europe』, Cambridge University Press, 2004, pp. 73-120.
36. Mowery, David C., Joanne E. Oxley, and Brian S. Silverman, "Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer," *Strategic Management Journal*, Vol. 17, Special Issue: Knowledge and the Firm, 1996, pp. 79-91.
37. Nonaka, Ikuijiro, Toyoma Ryoko and Akiya Nagata, "A Firm as a Knowledge-creating Entity: a New Perspective on the Theory of the Firm," *Industrial and Corporate change*, Vol. 9, No. 1, 2000, pp. 1-20.
38. OECD, "Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators - A Framework for Biotechnology Statistics," DSTI/EAS/STP/NESTI(2005)8, 2005.

39. Penrose, Edith, *The theory of the firm, Wiley*, New York, 1959.

40. Powell, Walter W., Kenneth W. Koput and Laurel Smith-Doerr, "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 41, 1996, pp.116-145.

41. Rosenberg, Nathan, "Why do Firms do Basic Research?," *Research Policy*, Vol. 19, 1990, pp.165-174.

42. Scherer, Frederic M. and David Ross, *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Boston, Houghton-Mifflin, 1990.

43. Shan, Weijan, Gordon Walker and Bruce Kogut, "Interfirm Cooperation and Startup Innovation in the Biotechnology Industry," *Strategic Management Journal*, Vol. 15, No. 5, 1994, pp.387-394.

44. Schumpeter, Joseph A., *Capitalism, Socialism, and Democracy*, Harper & Brothers, New York, 1942.

45. ____________________, Theorie der Wirtschaftlichen Entwichlung, Leipzig, Dunker und Humbolt. Translated by R. Opie, *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Harvard University Press, Cambridge, MA., 1912.

46. Solow, Robert, "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 34, 1957, pp.312-320.

47. Souitaris, Vangelis and V. Shavinina Larisa, "Determinants of Technological Innovation: Current Research Trends and Future Prospects," *The International handbok of Innovation*, Oxford, Pergamon, 2003, pp.513-528.

48. Swann, Peter and Martha Prevezer, "A comparison of the dynamics of industrial clustering in computing and biotechnology," *Research Policy*, Vol. 25, 1996, pp.1139-1157

49. Tsai, Wenpin, "Knowledge Transfer in Interorganizational Networks: Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance," *The Academy of Management Journal*, Vol. 44, No. 5, 2001, pp.996-1004.

50. Tushman, Michael L. and Philip Anderson, "Technological Discontinuities and Organizational Environments," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 31, 1986, pp.439-465.

51. Wade, Michael and John Hulland, "Reivew: the Reourse-based View and Information Systems Research: Review, Extension, and Suggestions for Future Research," *MIS Quarterly*, Vol. 28, No. 1, 2004, pp.107-142.

52. Wedel, M., W.S. Desarbo, J.R. Bult and R. Ramaswamy, "A Latent Class Poisson Regression Model for Heterogeneous Count Data," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 8, No. 4, 1993, pp.397-411.

53. Zahra, S.A. and G. George, "Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension," *Academy of Management Review*, Vol. 27, No. 2, 2002, pp.185-203.

54. Zucker, Lynne G. and Michael R. Darby, "Virtuous Circles of Productivity: Star Bioscientists and the Institutional Transformation of Industry," *NBER Working Paper Series*, No. 5342, 1995.

〈부 표〉 음이항 모형 결과: 통합

| 변수 | 전체 | A | B | A-B |
|---|---|---|---|---|
| Intercept | -5.4284***<br>(0.8605) | -4.0206***<br>(1.1224) | -9.4499***<br>(2.3605) | 5.5023**<br>(2.5964) |
| SIZE | 1.0592*<br>(0.5663) | 1.1552<br>(0.8799) | 3.3093**<br>(1.4162) | -2.1751<br>(1.6464) |
| SIZE2 | -0.0264<br>(0.1000) | -0.1451<br>(0.1776) | -0.3136<br>(0.2297) | 0.1664<br>(0.2844) |
| STRUCTURE | 5.3380***<br>(1.6388) | 2.8227*<br>(1.6740) | 13.1378**<br>(5.9996) | -10.3714*<br>(6.2048) |
| $STRUCTURE^2$ | -4.8479**<br>(2.3015) | -2.5858<br>(2.2603) | -15.8768*<br>(9.5175) | 13.3143<br>(9.7553) |
| ACAP | 0.0013<br>(0.0037) | 0.0065<br>(0.0057) | -0.0146<br>(0.0104) | 0.0207*<br>(0.0117) |
| VENTURE | 0.8671***<br>(0.2878) | | | |
| SEOUL | -0.3749<br>(0.4172) | 0.0780<br>(0.4443) | -1.4106<br>(1.6298) | 1.5060<br>(1.6817) |
| DAEJEON | 0.4483<br>(0.4047) | 0.9454**<br>(0.4361) | -2.9798<br>(1.9528) | 3.9154**<br>(1.9911) |
| GYEONGGI | -0.1128<br>(0.3471) | 0.1664<br>(0.4190) | -0.7590<br>(0.7294) | 0.9070<br>(0.8279) |
| SEOUL×ACAP | 0.0059<br>(0.0055) | 0.0030<br>(0.0063) | 0.0142<br>(0.0207) | -0.0115<br>(0.0215) |
| DAEJEON×ACAP | -0.0029<br>(0.0053) | -0.0083<br>(0.0067) | 0.0150<br>(0.0129) | -0.0228<br>(0.0141) |
| GYEONGGI×ACAP | 0.0034<br>(0.0041) | -0.0022<br>(0.0059) | 0.0140<br>(0.0106) | -0.0159<br>(0.0120) |
| NETWORK | 0.0011<br>(0.0416) | -0.0229<br>(0.0476) | 0.0306<br>(0.1061) | -0.0498<br>(0.1152) |
| NETWORK×ACAP | 0.0000<br>(0.0003) | 0.0005<br>(0.0004) | -0.0003<br>(0.0015) | 0.0008<br>(0.0015) |
| BT | 1.1883***<br>(0.2893) | 1.1995**<br>(0.5255) | 1.5943***<br>(0.5716) | -0.4202<br>(0.7599) |
| nonBT | 0.0308<br>(0.1581) | -1.6431***<br>(0.5714) | 0.4088**<br>(0.1866) | -2.1748***<br>(0.5958) |
| BT×nonBT | -0.0051<br>(0.1051) | 2.0195***<br>(0.7754) | -0.2017*<br>(0.1184) | 2.3039***<br>(0.7549) |
| SPINOFF | 0.4350<br>(0.3198) | 0.3382<br>(0.3120) | 1.4238<br>(0.958) | -1.0786<br>(1.0001) |
| N | 502 | 266 | | 502 |
| Log Likelihood | -161.0651 | -153.4463 | | -142.3784 |
| Log Likelihood (restricted) | -234.5727 | -183.4770 | | -234.5727 |
| ΔDeviance | 147.0152 | 60.0614 | | 184.3886 |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0000 | | 0.0000 |
| over-dispersion test | | | | |
| LR | 16.7368 | 2.872 | | -0.0742 |
| Pr. > Chisq. | 0.0000 | 0.0901 | | - |

주: i ) 계수 추정치 아래의 ( )는 표준편차임. ii) 추정된 계수의 *, **, ***는 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의함을 나타냄. iii) ΔDeviance는 2×(LL-restricted LL)로 $\beta1=\beta2=\cdots=0$을 검증. iv) LR은 2×(LL-poisson model LL)로 자유도 1의 카이자승 분포를 따르며 과산포를 검증. v) 벤처 이외 기업의 경우 통합 모형에서 추정 계수가 수렴하지 않아 전체 기업을 대상으로 차분값과 함께 추정한 결과를 정리하였음.

# Relationship between Innovative Capacities and IPR Performances among Korean Bio-firms

Mi-Ae Jung* · Youn-Hee Choi** · Eunnyeong Heo***

## Abstract

This paper examines the relationship between patent performance and the characteristics of Korean bio-firms. We construct a negative binomial regression model with factors affecting patent activity of bio-firms. Data from the statistical survey on the status of Korea's bio-industry in 2003 and the statistics of biotechnology patents are used for the analyses, and the variables for our model include firm level information about R&D manpower, absorptive capacity, networks, and prior knowledge level. Firms are divided into two subgroups, venture firms and others. The results indicate that size, structure, location, networks, and prior knowledge have significant impact on the number of biotechnology patents.

**Key Words: bio-firms, patents, knowledge**

* Ph. D. Candidate, School of Civil, Urban & Geosystem Engineering, Seoul National University

** Research Fellow, Industrial Competitiveness Division, Korea Institute for Industrial Economics & Trade

*** Associate Professor, School of Civil, Urban & Geosystem Engineering, Seoul National University