
외부 네트워크와 기업성과 : 미국 바이오산업을 중심으로

노영진* · 김진웅** · 이상규***

<목 차>

- I. 서 론
- II. 선행연구
- III. 미국 바이오산업의 외부 네트워크 현황
- IV. 실증분석
- V. 결 론

국문초록 : 본 연구는 바이오기업의 외부 네트워크 전략을 공동연구 협력, 제조/마케팅/판매 제휴, 자금지원, M&A 등 4가지로 구분하고, 이와 같은 바이오기업의 외부 네트워크 전략이 기업의 성과에 미친 영향을 살펴보기 위하여 미국 바이오기업 패널자료를 사용하여 분석한다. 첫째, 기술개발 이후의 제조/판매/마케팅 제휴는 단기간에도 모든 기업성과를 증진시키는 역할을 하였다. 둘째, 기술개발단계에서의 연구개발협력 중 제약회사와의 협력은 1~2년 이후의 기업성과에, 그리고 타 바이오기업과의 연구개발협력은 2년 이후의 기업성과에 정의 효과를 가져왔다. 셋째, 가장 장기적이며 기초연구에 주목적을 두고 있는 공공기관 및 대학과의 공동연구 협력은 단기적인 기업성과에 부정적으로 작용하여, 향후 2~3년이 아닌 보다 장기적인 관점에서 재조명되어야 하는 것으로 나타났다. 이러한 실증분석 결과는 국내 바이오산업의 발전을 위하여 외부 네트워크 전략을 통하여 기술혁신을 경주하는 노력이 필요하며, 또한 주로 기초기술에 집중된 공공기관과 대학과의 공동연구를 지원하는 정책적 고려

* 산업연구원 부연구위원, 주저자 (yjro@kiet.re.kr)

** 산업연구원 연구위원, 교신저자 (jwkim@kiet.re.kr)

*** 산업연구원 연구위원, 공동저자 (leesag@kiet.re.kr)

가 필요함을 시사한다.

주제어 : 바이오산업, 외부 네트워크, 패널자료분석

Analysis of Social Network Activity and Firm Performance in the U.S Biotechnology Industry

Young-Jin Ro · Jin Woong Kim · Sang-Kyu Lee

Abstract : Firm's social network has been known as an important firm strategy because it could promote technological innovation and also minimize economic uncertainty. In this study, we identify four types of firm's social network activities such as Collaboration, Manufacturing/Marketing/Distribution Agreements, Financing, and M&A, and analyze how these activities affect firm performance using U.S biotechnology firm data. We found that Manufacturing/Marketing/Distribution Agreements increased firm performance in short-run. Also, collaboration with pharmaceutical and biotechnology firms had a positive effect on firm performance, too. However, collaboration with public institutes or universities had a negative effect on firm performance in short run, which implies its collaboration would be mainly focused on research in pure science area. These empirical results provide two policy implications. First, social network strategy should be encouraged in the Korean biotechnology industry. Secondly, governments should consider developing policies that support collaboration of biotechnology with public institutes or universities, to promote technological innovation.

Key Words : Biotechnology Industry, Social Network, Panel Estimation

I. 서론

산업 내의 혁신을 유도하는 전략 중 하나로 개방형 혁신시스템(open innovation system)의 구축을 고려할 수 있다. 개방형 혁신이란 특정 기업에서 기술의 개발 및 활용을 포함하여 주요한 기술경영의 혁신이 외부 기업의 동적 역량과 맞물려 이루어진다는 것을 의미한다.¹⁾ 개방형 혁신 하에서 기업들은 외부환경과의 밀접한 상호작용이 필수적이다. 따라서 기업들은 외부 기업 및 기관과의 공동작업을 통해 보다 효과적으로 기술을 획득하거나 기술 상용화에 효율성을 제고할 수 있는 전략을 추진하게 된다. 이러한 혁신 과정에 참여하는 기업들은 내·외부의 구분이 없이 그 목적에 따라 다양한 협력네트워크를 구축하게 된다.

개방형 혁신시스템은 모든 산업에서 동일한 효과를 보이는 것은 아니며, 글로벌화가 진척되고 기술집약도가 높으며 지식확산이 중요한 산업에서 보다 효율적으로 적용될 가능성이 높다. 특히 바이오산업은 원천기술 확보가 매우 중요한 기술집약적 산업으로서, 바이오 분야의 과학과 기술에 관한 지식뿐만 아니라 이같은 지식을 응용할 수 있는 기술적 전문성이 요구되는 산업이다. 이러한 이유로 개방형 혁신시스템의 효과적인 응용에 적합한 산업으로 볼 수 있으며, 실제로 미국 바이오산업의 성장 과정을 볼 때 기업들의 협력 네트워크 구축을 통한 많은 기술혁신 사례들이 관찰되고 있다.

본 연구에서는 기업의 협력 네트워크 전략이 기업의 성과에 끼친 영향을 알아본다. 이를 위하여 세계시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 또한 산업의 발전과정에서 기업의 활발한 외부 네트워크 활동이 관찰된 미국 바이오산업을 대상으로 분석을 시도하기로 한다. 또한 이같은 미국 바이오산업에 대한 분석을 통하여, 아직 초보적 단계에 머무르고 있는 국내 바이오기업의 향후 성장방향에 대한 중요한 시사점을 도출하는 것이 본 연구의 목적이라 할 수 있다. 먼저 다음 장에서는 R&D와 바이오산업의 외부 네트워크에 관하여 이루어진 기존의 선행연구들을 살펴보고, 제 3장에서는 세계와 미국의 바이오산업 추이와 구체적인 외부 네트워크 전략 현황 등을 살펴본다. 제 4장에서는 이와 같은 외부 네트워크 구축을 통한 개방형 혁신시스템의 활동들이 기업의 성과에 어떠한 영향을 끼쳤는지를 미국 바이오기업 패널자료를 사용하여 실증분석을 시도하며, 마지막으로 제 5장에서 국내 바이오산업에 대한 시사점을 도출하기로 한다.

1) Lichtenthaler and Ernst(2009) 참조.

II. 선행연구

일반적으로 바이오산업은 다른 어느 산업보다 새로운 지식의 개발과 확보가 중요하며 지식의 확보를 위한 경쟁이 치열한 산업 중 하나로 알려져 있다. 이러한 환경 속에서, 개별 바이오기업은 지속적 성장 뿐 아니라 생존을 위해 R&D 투자를 통한 기술혁신을 최우선 전략으로 인식하고 있다. 그러나 대규모 R&D 투자를 추진하는 바이오기업들은 막대한 비용부담 뿐만 아니라 낮은 사업성공률이라는 위험(risk)에 직면하게 된다. 따라서 이러한 위험을 분산시키고 기업전략에서의 유연성을 확보하기 위한 방안 중 하나로서, 독자적인 운영보다 기업과 외부기관 간 사회적 네트워크(social networks) 확보 또는 외부 연계(external linkage)를 통한 연구개발 운영과 기술확보 전략을 주로 사용하였다.

이같은 현상을 관찰한 Liebeskind, Oliver, Zucker and Brewer(1996)는 사회적 네트워크의 유인을 다음의 네 가지로 정리하였다. 첫째, 첨단기술을 획득할 목적으로 과학자, 연구 단체 등과의 공동연구 혹은 제휴 등의 사회적 네트워크를 확보하는 것이다. 이에 따라, 새로이 개발된 기술의 신속한 상용화를 통해 선도적 기업이 될 수 있는 가능성을 높일 수 있다. 둘째, 사회적 네트워크를 통하여 바이오기업들은 비용절감 효과를 얻을 수 있다. 셋째, 사회적 네트워크 활동은 기술의 도용 또는 전유 문제에 대하여 보다 강도 높은 해결책을 제시할 수 있다. 마지막으로, 사회적 네트워크를 통하여 신규 바이오기업들은 단시간 내에 전문 과학집단 또는 대학교의 우수한 자원들을 이용할 수 있다.

많은 선행연구들에서 이러한 기업의 외부 네트워크 활동이 기업에 또는 경제 전체적으로 긍정적으로 작용한다는 점을 보여 왔다. 우선 외부 네트워크와 관련한 기존 선행연구들을 크게 일반적 R&D에 관한 연구와, 그리고 바이오산업에 특화된 연구 등 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저 일반적인 R&D와 기업성장에 대한 선행연구 중 Jaffe(1986)는 개별 기업의 R&D 투자가 동일 부문이나 다른 부문의 경제주체에게도 혜택을 주는 R&D 전파효과(R&D spillover effect)를 통해 생산성 향상에 긍정적인 영향을 주는 것을 밝혔다. 비록 Jaffe의 연구는 바이오 기업들에 국한되어 있지는 않지만, 일반적 R&D 투자가 투자 주체 뿐 아니라 산업 전반적인 기술축적의 확산을 통해 결국 경제 전반에 걸쳐 생산성 향상으로 이어진다는 것을 보였다. Grant and Baden-Fuller(2004)는 기업들이 독립적이고 배타적인 경쟁적 연구를 수행하는 것에 비해 기업간 공동연구를 통해서 더욱 큰 경제적 이득을 취할 수 있다고 밝혔다. 즉 공동연구를 추진하는 기업은 타기업과의 제휴(learning alliances)를 통해 기존에 축적된 연구경험을 받아들일 수 있어 기업의

발전 속도를 높이는 한편 기술적인 불확실성을 최소화할 수 있다. 바이오산업 내 외부 네트워크의 성과에 특화된 선행연구 중 Arora and Gambardella(1990)는 바이오산업 내 대규모 기업들의 외부 네트워크 활동을 크게 네 가지 형태(타 기업과의 제휴, 대학과의 공동연구, 다른 신규 바이오기업에 대한 투자, 다른 신규 바이오기업의 인수)로 구분하고, 이러한 네 가지 외부연계 활동이 상호 보완적인 관계임을 실증분석을 통하여 밝혔다. 또한 Liebeskind, Oliver, Zucker and Brewer(1996)는 가장 성공적인 두 신규 바이오기업들에 대한 분석을 통하여, 바이오산업에서의 사회적 네트워크를 통한 공동연구가 특정 기업의 단독 연구에 비해 연구 성과의 효율성 및 기업운영의 유연성 제고에 더욱 효과적인임을 보였으며, Rothaermel(2001)은 바이오 분야 선도기업들을 크게 네트워크전략 위주형과 독자적 기술개발형 두 가지로 분류하여 비교한 실증분석 결과, 전자가 후자에 비해 높은 기업성과를 보인다고 분석하여 네트워크의 효과를 강조하였다. Zucker, Darby and Armstrong(2002)은 기업의 스타 연구자 및 주요 대학 등과의 공동연구와 벤처캐피탈로부터의 자금지원(funding)이 기업의 특허 획득에 미치는 패널분석 모형을 분석하여, 이러한 외부 네트워킹 활동이 특허 생산에 긍정적으로 작용함을 보였다.

이상에서 기존 연구들의 공통된 합의점은 바이오산업에서 기업들의 외부 네트워크 활동이 바이오기업 또는 바이오산업의 주요한 발전 전략으로 작용한다는 것이다. 그러나 기업 외부 네트워크 활동의 성과에 대한 많은 선행연구가 있음에도 불구하고, 각기 다른 유형의 외부 네트워크가 기업의 성과에 미치는 영향을 종합적이고 직접적으로 분석한 선행연구는 많지 않다. 다음 장에서는 먼저 바이오산업의 전반적인 현황을 알아보고, 기업 외부 네트워크 전략을 구체적으로 세분화한 후 미국 바이오산업에서의 기업 외부 네트워크 추이를 살펴보기로 한다.

Ⅲ. 미국 바이오산업의 외부 네트워크 현황

1. 산업 현황

세계 바이오산업 시장은 2000년 540억 달러 규모에서 2005년 910억 달러에 달하고 있으며 향후 2010년에는 1,540억 달러로 그리고 2015년에는 3,090억 달러 규모로 급성장할 것으로 전망되고 있다.²⁾ 이처럼 급성장 가능성을 가진 전 세계 바이오 시장에서 미국시

장은 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 상장기업 기준으로 2007년 전 세계 바이오산업 총수입의 77%, 연구개발 지출의 81%, 고용인력의 66%를 차지하고 있다. 전체 기업수는 전세계기업의 34%를, 상장기업의 경우 48%의 비중을 또한 차지하고 있다.

<표 1> 세계 바이오산업 시장현황(2007년)

		세계	미국	유럽	캐나다	아시아/태평양
수익(백만 달러)*		84,782	65,172	12,945	2,692	3,970
연구개발 지출 (백만 달러)*		31,860	25,836	4,567	915	488
고용인력(명)*		204,930	134,600	47,720	7,330	15,280
기업수	합계	4,414	1,502	1,744	322	764
	상장	798	386	181	404	149
	비상장	3,616	1,116	1,563	82	615

*: 상장기업 기준

자료: 2008년 생명공학기초통계, 생명공학정책연구센터(2007)

이처럼 전세계 바이오시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 미국의 바이오시장은 2000년 대 들어 매우 급속히 성장하여 왔다. 미국 바이오산업의 매출액은 2000년 193억 달러에서 2005년 321억 달러 수준으로 6년 동안 1.7배의 증가를 보이고 있으며, 연구개발 지출은 2000년 142억 달러에서 2005년 198억 달러로 1.4배 증가한 것으로 나타나고 있다. 주식 시장에 상장된 기업은 2000년 339개에서 2005년 현재 329개로 감소하였으나, 비상장 기업을 포함한 전체 기업수는 2000년 1,379개에서 2005년 1,415개로 늘어난 것으로 나타났다.

2. 외부 네트워킹 현황

미국 바이오산업은 경제주체들인 바이오기업, 제약기업, 공공연구소, 대학 등이 활발한 협력네트워크 구축을 통해 산업발전을 지속해 오고 있다. 본 절에서는 바이오기업의 다양한 외부 네트워크의 활용이 어떤 형태로 이루어지고 있는지 그 현황을 살펴보고자 한다.

본 연구에서는 Arora and Gambardella(1990)가 제시한 네 가지 유형의 외부 네트워크 범위를 확대하여 적용한다. 먼저 미국 바이오기업들의 외부 네트워크를 세부적인 활용 유형별로 구분하여 공동연구, 제조/마케팅/판매 제휴, 자금지원(financing), 인수합병(M&A),

2) 2007생명공학백서, 과학기술부, 2007.12.

기업공개(IPO) 등 5가지로 정의한다. 그리고 연구개발 단계의 주 제휴형태인 공동연구는 제휴대상에 따라 바이오기업, 제약회사, 공공연구기관, 그리고 대학과의 제휴 등 크게 4가지로, 그리고 연구개발 이후 상용화를 위한 제조/마케팅/판매 제휴로 이는 제조/광고/판매 등의 과정에서의 전략적 제휴는 제휴대상에 따라 타 바이오기업 또는 제약회사와의 제휴로 각각 세분화된다. 그 외 바이오 기업이 외부 네트워크를 이용하는 방법으로 벤처캐피탈 등 외부로부터의 금융지원과 인수합병, 그리고 기업공개 등을 또한 고려할 수 있다. 외부로부터의 금융지원을 유치함으로써 기업의 기술혁신과 기술상용화를 보다 원활하게 수행할 수 있으며, 인수합병 전략을 통하여 기업의 규모를 확장함과 동시에 인수대상기업이 소유하고 있는 관련 기술을 획득할 수도 있다. 그리고 신규 바이오기업의 경우 기업상장을 통하여 기업자금 확보를 또한 도모할 수 있다.

<표 2> 바이오기업의 외부 네트워크 활용 유형³⁾

제휴형태	제휴대상
공동연구	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오기업 • 제약기업 • 공공연구소 • 대학
제조/마케팅/판매 제휴	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오기업 • 제약기업(MMD-PH)
자금지원	<ul style="list-style-type: none"> • 상장기업의 조달 • 비상장기업의 조달
인수합병	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오기업의 타 기업 인수·합병
기업공개(IPO)	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오기업의 기업상장

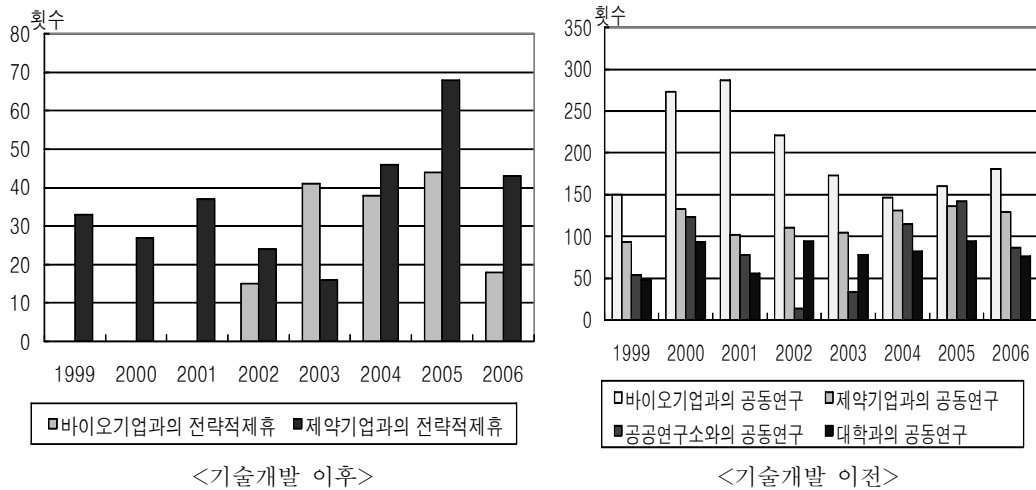
미국 바이오기업의 타 바이오기업이나 제약기업과의 제조/마케팅/판매 등의 전략적 제휴의 변화 추이를 살펴보면 <그림 1>과 같다. 제약기업과의 전략적 제휴 형태는 빈도수의 증감의 변동이 심하며, 2006년에는 오히려 그 수가 급격히 감소한 것으로 나타났다. 공동연구 측면에서는 타 바이오 기업과의 협력관계가 가장 활발하게 진행되었으며, 그 다음으로 순서대로 제약기업, 공공연구소, 그리고 대학과의 공동연구 작업이 많이 이루어졌다.

미국 바이오기업들의 주식시장 상장과 인수합병, 그리고 외부자금 조달형태의 변화추이는 <그림 2>에 나타나 있다. 기업공개와 인수합병의 경우, 소위 바이오벤처의 버블이

3) Bioworld로부터 협력 유형 도출.

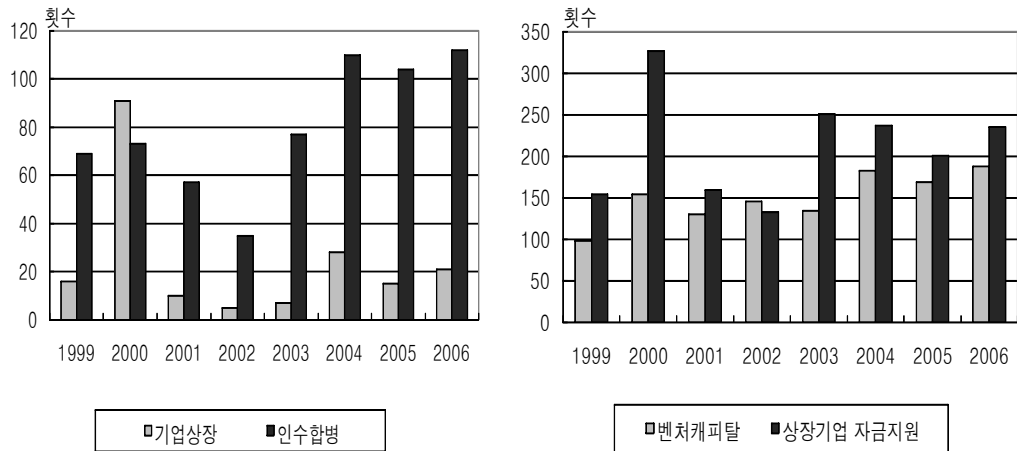
꺼진 2001년과 2002년 사이에 그 빈도수가 크게 줄어들고 있음을 알 수 있다. 비상장기업의 벤처캐피탈을 통한 외부자금조달의 경우 그 기간 동안에는 큰 변화를 보이지 않고 있으나, 상장기업의 경우 외부자금조달의 빈도수가 크게 감소하는 모습을 볼 수 있다.

<그림 1> 미국 바이오기업의 외부기관과의 제휴 변화 추이



자료: Bioworld 자료로부터 집계

<그림 2> 미국 바이오산업의 IPO, M&A, 자금조달 추이



자료: Bioworld 자료로부터 집계

IV. 실증분석

1. 데이터

본 장에서는 바이오 기업들의 외부 네트워크와의 협력 및 제휴 전략이 기업의 성과에 미친 영향을 분석하기 위하여 미국 바이오기업의 외부 네트워크 활동 변수들과 해당기업의 성과지표를 사용한 패널모형을 구축함으로써 실증분석을 실시하도록 한다.

앞선 <표 3>에서 정의된 기업의 외부 네트워크 협력 변수들 중 기업공개를 제외하고, 공동연구 4개, 제조/마케팅/판매 제휴 2개, 자금지원, 인수합병 등에 대한 총 8개의 변수들을 실증분석에 사용하였다. 미국 바이오 기업들의 외부 네트워크 활동에 대한 자료는 Bioworld 자료에 기초하였다. Bioworld는 미국 바이오 기업들의 연도별 활동들을 집계하고 있으며, 이에 기초하여 위에서 정의된 총 8종류의 자료들의 2003년부터 2007년까지의 연도별 자료를 집계하였다.

외부 네트워크 활동을 보인 기업들의 성과지표를 구하기 위하여 먼저 Bioworld에서 수집된 기업별 자료들 중 미국이 아닌 다른 국가에서 창업되었거나 미국의 주식시장에 상장되지 않은 기업들을 제외하였다.⁴⁾ 이와 같은 자료구별 과정 후 2008년 11월까지 활동하고 있는 기업들은 총 373개로 집계되었다. 총 373개 기업의 성과지표 변수로서 각 기업의 영업수입(operating income) 자료를,⁵⁾ 그리고 성과변수에 영향을 미치는 통제변수(control variable)로서 총자산(total asset)을 선택하였으며, 2004년부터 2007년까지의 기업별 자료를 Google Finance로부터 수집하였다.

금융지원을 제외한 모든 네트워킹 활동에 관한 변수는 해당되는 네트워킹이 발생된 해는 '1', 그리고 발생하지 않은 경우에는 '0'으로 설정되는 더미변수(dummy variable)의 형태로 사용되었다. 금융지원 변수는 해당 기업이 벤처캐피탈로부터 조달한 연도별 자금액이 사용되었다. 또한 설명변수 중 통제변수로서 각 기업의 연도별 총자산 증가율이, 종속변수로는 각 기업의 연도별 영업수입 증가율이 사용되었다.

4) 미국 외 지역으로부터 온 바이오 기업들의 경우 활발한 네트워킹 전략을 보였지만, 공통적인 기업 성과변수를 수집하는 어려움으로 인하여 이와 같은 제약을 두었으며, 또한 성과변수 수집의 어려움으로 인하여 상장기업만을 대상으로 하였다.

5) 영업수입은 회사의 주된 영업활동에서 생기는 수익으로, 보통 매출액이 이에 해당한다.

2. 기본모형

본 절에서는 Bioworld로부터 수집된 총 373개 기업의 2003년부터 2007년까지의 자료를 이용하여⁶⁾ 미국 바이오 기업의 기술제휴와 영업제휴 등 외부 네트워킹 활동이 기업의 성과에 미치는 영향에 대해 실증분석 한다. 일부 변수의 증가율 변환으로 인하여 실제 분석기간은 2005년부터 2007년이 되며, 이러한 연도별 기간의 제약으로 인하여 본 연구의 분석은 기업의 네트워킹 활동이 기업의 성과에 미치는 단기적인 효과를 분석하는데 중점을 두기로 한다.

바이오 기업의 판매액에 영향을 주는 제휴변수들의 효과를 분석하기 위하여, 다음의 모형들을 설정한다.

$$\begin{aligned}
 GOI_{i,t} = & a_{i,t} + b_1GTA_{i,t-1} + b_2GTA_{i,t-2} \\
 & + b_3MMD_B_{i,t-1} + b_4MMD_B_{i,t-2} + b_5MMD_PH_{i,t-1} + b_6MMD_PH_{i,t-2} \\
 & + b_7COL_B_{i,t-1} + b_8COL_B_{i,t-2} + b_9COL_PH_{i,t-1} + b_{10}COL_PH_{i,t-1} \\
 & + b_{11}COL_PI_{i,t-1} + b_{12}COL_PI_{i,t-2} + b_{13}COL_U_{i,t-1} + b_{14}COL_U_{i,t-2} \\
 & + b_{15}FIN_{i,t-1} + b_{16}FIN_{i,t-2} + b_{17}MA_{i,t-1} + b_{18}MA_{i,t-2} + \epsilon_{i,t}
 \end{aligned}$$

$GOI_{i,t}$ 와 $GTA_{i,t}$ 는 각각 기업 i 의 t 기 영업수입 증가율과 총자산 증가율이다. $MMD_B_{i,t}$ 와 $MMD_PH_{i,t}$ 는 각각 기업 i 의 t 기 바이오기업(B)와 제약회사(PH)와의 제조 및 판매 제휴 여부를 나타내는 더미변수이다.

또한, $COL_B_{i,t}$, $COL_PH_{i,t}$, $COL_PI_{i,t}$, $COL_U_{i,t}$ 는 각각 기업 i 의 t 기 바이오기업(B), 제약회사(PH), 공공기관(PI) 그리고 대학(U)과의 공동연구 여부를 나타내는 더미변수이다. FIN 은 기업이 받은 금융지원, MA 는 각 기업의 기업 인수합병 활동을 의미한다.

기업들의 외부 네트워크 활동으로 구성된 설명변수들이 기업의 성과에 영향을 주는 것은 제휴가 추진된 시점보다는 일정 시간 후에 시차를 두고 영향이 나타날 수 있으므로, 이러한 시차를 반영하여 $t-1$ 기와 $t-2$ 기의 설명변수들을 모형에 사용하였다.

이같은 기본모형은 바이오기업의 영업수입 증가가 해당기업의 과거 자산증가로 인한 효과에만 국한되는 것이 아니라 외부 네트워크(MMD , COL)의 여부 및 금융지원 여부

6) 전체 기간은 2003년부터 2007년까지이나, 기업의 영업수입은 2004년부터 2007년까지, 그리고 영업수입의 증가율 자료는 2005년부터 2007년까지에 국한된다.

(*FIN*), 그리고 인수합병 활동(*MA*)에도 영향을 받는다는 것을 나타낸다. 기본모형의 추정방법으로는 바이오 기업 규모별 차이로 인한 이분산(*heteroscedasticity*)을 제거하기 위하여 패널 EGLS 고정효과 모형(*Panel Estimated Generalized Least Square Fixed Effect Model*)을 사용하였다.⁷⁾ 이는 고정효과모형을 사용할 경우 이분산의 가능성을 제거하였다고 확신할 수 없기 때문에 이분산의 가능성을 포함하는 패널 EGLS 고정효과모형을 사용하였다.⁸⁾

3. 실증분석 결과

실증분석 결과, 먼저 조정변수인 총자산 증가율은 다음해 기업의 영업수입 증가에 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 사실은 미국 바이오 기업의 경우 기업의 규모가 커질수록 영업수입의 증가분이 점차 감소하는 규모의 비경제가 존재함을 시사한다.

제조 및 판매과정에서의 제휴는 기업의 영업이익에 긍정적인 영향을 미치는 반면, 공동연구는 협력 대상에 따라 상이한 영향을 미치는 것으로 드러났다. 먼저 바이오기업이나 제약회사와의 제조 및 판매과정에서의 제휴(*MMD-B*, *MMD-PH*)는 모든 경우 통계적으로 유의한 양의 계수를 보였다. 반면 외부 기관과의 공동연구의 경우 협력대상에 따라 기업성장에 미치는 영향이 다소 상이하게 나타났다. 제약회사와의 공동연구 협력(*COL-PH*)은 모든 모형에 걸쳐 영업수입에 긍정적으로 작용하는 것으로 드러났으며, 바이오 기업과의 제휴(*COL-B*)는 영업수입에 1기 이후에는 부정적, 그리고 2기 이후에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면 공공기관이나 대학과의 공동연구 협력(*COL-PI*, *COL-U*)은 1기와 2기 후의 영업수입에 통계적으로 유의한 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 공공기관과 대학과의 공동연구에 관한 실증분석 결과는 다음의 두 가지 방향으로 해석이 가능하다. 첫째, 미국 바이오 기업들의 공공기관이나 대학과의 공동연구가 실질적인 영업수입의 확대에는 부정적으로 작용하였다고 해석될 수 있다. 두 번째 해석으로, 미국의 바이오 기업들이 제약회사나 바이오기업과는 단기간에 실용화 될

7) 추정모형은 기업별·시간별로 각기 상이한 외부 네트워크 활동을 보이는 기업의 고유특성을 제어하기 위하여 고정효과모형(*fixed effect model*)을 사용하였다. 각 기업은 같은 바이오 산업에 속해 있다고 할지라도 주력하는 품목과 내부 문화, 그리고 외부 네트워크 양상 등이 상이하다는 매우 다른 특성이 존재한다고 보여지기 때문에, 이러한 기업의 고유 특성을 제어하기 위하여 고정효과모형을 사용하였다.

8) *Dumludag, Saridogan and Kurt(2007)*와 *Kizys and Pierdzioch(2009)* 등이 패널모형의 이분산을 고려하여 위의 모형을 사용하였다.

수 있는 기술개발에 협력을 하는 반면, 공공기관이나 대학과의 공동연구는 장기의 시간이 필요한 기초기술 분야에서 공동연구가 집중되고 있다는 것이다. 공공기관이나 대학과의 공동연구는 연구된 기술이 상용화되어 실제적인 기업의 영업에 기여할 수 있을 때까지 일정 기간이 걸리게 되며, 이러한 점을 실증분석에서 고려하기 위해서는 장기간의 시계열 자료가 필요하다. 그러나 본 연구에서는 자료의 제약으로 인하여 실질적인 실증분석의 기간을 2005년부터 2007년까지 설정하였으며, 이러한 장기의 영향을 보기에는 다소 부족한 것으로 보인다.

마지막으로 현재 기업의 금융지원(FIN)은 1년 또는 2년 후의 영업수입 증가에 양의 계수값을 보이며 긍정적인 영향을 끼치나 통계적으로 유의 않은 것으로 나타난 반면, 기업의 M&A 활동(MA)은 전반적으로 1년 또는 2년 후 기업의 영업수입에 부정적으로 작용하였다. 이러한 사실은 기업의 M&A가 장기적으로는 기업의 이윤확대에 기여할 가능성이 높은 것으로 기대되지만, 단기적으로는 기업의 주가나 영업수입에 부정적인 영향을 미친다는 일부 연구결과와 일치한다.⁹⁾

<표 3> 외부 네트워크 활동이 영업이익에 미친 영향

	기본모형	
constant	-0.55***	(0.00)
GTA_{t-1}	-0.006***	(0.00)
GTA_{t-2}	0.002	(0.43)
MMD_B_{t-1}	0.74*	(0.06)
MMD_B_{t-2}	0.64***	(0.00)
MMD_PH_{t-1}	0.68***	(0.00)
MMD_PH_{t-2}	1.51***	(0.00)
COL_B_{t-1}	-0.18***	(0.00)
COL_B_{t-2}	0.21**	(0.02)
COL_PH_{t-1}	0.48***	(0.00)
COL_PH_{t-2}	0.29***	(0.00)
COL_PI_{t-1}	-0.57***	(0.00)

9) M&A가 기업가치 등 기업성장에 미치는 영향에 대한 의견은 학자마다 상이하다. 예컨대 Magenheim and Mueller(1988)는 연구결과에서 합병기업들은 3년 후 기업의 가치가 하락하였음을 증명하였으며, Agrawal, Faffe and Mandelker(1992)는 인수기업의 경우 합병 후 5년 동안 10%의 손실을 경험함을 보였다. 반면 Gugler, Mueller, Yurtoglu and Zulehner(2003)는 합병이 기업의 이윤을 높일 수 있음을 보였다.

COL_PI_{t-2}	-0.15***	(0.00)
COL_U_{t-1}	-0.18**	(0.04)
COL_U_{t-2}	-0.21**	(0.05)
FIN_{t-1}	0.0006	(0.14)
FIN_{t-2}	0.00006	(0.87)
MA_{t-1}	-0.11	(0.33)
MA_{t-2}	-0.60***	(0.00)
표본수		1119
$Adj-R^2$		0.68
D-W		2.92

주: 1) 괄호 안의 값은 p-value 값을 나타냄.

2) *, **, ***는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의적(significant)임을 나타냄.

4. 개별모형을 통한 강건성 검증:

제휴 방법 및 대상별 네트워크 활동분석

앞서의 기본모형에서는 한 모형 내에 모든 외부 네트워크를 포함하고 있으며, 이들 각각의 활동이 미국 바이오 기업의 영업수입 증가율에 미치는 영향을 살펴보았다. 본 절에서는 개별모형추정을 통하여 기본모형 실증분석 결과의 강건성을 검증한다. 즉, 미국 바이오 기업의 제휴방법과 제휴대상을 각각 구분하여 추가적인 분석을 실시한다.¹⁰⁾ 먼저 제휴방법에 따른 분류는 제조 및 판매 과정에서의 제휴와 공동연구를 통한 협력 등 두 가지로 구분할 수 있다. 그리고 제휴 대상에 따른 구분은 바이오 기업과의 제휴, 제약회사와의 제휴, 그리고 공공기관 및 대학과의 제휴 등 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 이에 기초하여 다음의 다섯 가지 모형을 설정한다.

[제휴방법별 구분]

① 제조 및 판매 제휴

$$GOI_{i,t} = a_{i,t} + b_1 GTA_{i,t-1}$$

10) 이 외에도 시차별로 구분하여 실증분석을 실시하는 강건성 검증방법을 또한 고려할 수 있다. 1기 이전의 시차변수들 또는 2기 이전의 시차변수들만을 각각 포함시켜 모형을 추정하였을 때에도 기본모형에서의 결과들과 유의적인 차이가 없었다.

$$+ b_2 MMD_B_{i,t-1} + b_3 MMD_B_{i,t-2} + b_5 MMD_PH_{i,t-1} + b_6 MMD_PH_{i,t-2} + \epsilon_{i,t}$$

② 공동연구

$$\begin{aligned} GOI_{i,t} = & a_{i,t} + b_1 GTA_{i,t-1} \\ & + b_2 COL_B_{i,t-1} + b_3 COL_B_{i,t-2} + b_4 COL_PH_{i,t-1} + b_5 COL_PH_{i,t-1} \\ & + b_6 COL_PI_{i,t-1} + b_7 COL_PI_{i,t-2} + b_8 COL_U_{i,t-1} + b_9 COL_U_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \end{aligned}$$

[제휴대상별 구분]

① 바이오 기업과의 제휴

$$\begin{aligned} GOI_{i,t} = & a_{i,t} + b_1 GTA_{i,t-1} \\ & + b_2 MMD_B_{i,t-1} + b_3 MMD_B_{i,t-2} + b_2 COL_B_{i,t-1} + b_3 COL_B_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \end{aligned}$$

② 제약회사와의 제휴

$$\begin{aligned} GOI_{i,t} = & a_{i,t} + b_1 GTA_{i,t-1} \\ & + b_2 MMD_PH_{i,t-1} + b_3 MMD_PH_{i,t-2} + b_2 COL_PH_{i,t-1} + b_3 COL_PH_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \end{aligned}$$

③ 공공기관 및 대학과의 제휴

$$\begin{aligned} GOI_{i,t} = & a_{i,t} + b_1 GTA_{i,t-1} \\ & + b_2 COL_PI_{i,t-1} + b_3 COL_PI_{i,t-2} + b_4 COL_U_{i,t-1} + b_5 COL_U_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \end{aligned}$$

앞의 분석과 동일하게 패널 EGLS 고정효과 추정방식을 이용하여 위의 모형들을 추정
한 결과, 기본 모형의 추정결과가 여전히 유효한 것으로 드러났다. 제휴방법별 개별추정
결과를 살펴보면, 바이오기업과 제약회사들과의 제조 및 판매를 통한 제휴는 1기와 2기
후의 기업성과에 긍정적으로 작용하였다. 공동연구를 통한 협력을 보면, 제약회사와의
연구제휴는 다음해부터 바로 효과가 나타났으며, 타 바이오기업과의 연구제휴는 초기 정
착시간이 다소 경과된 이후 기업성과에 정의 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 공공
기관 및 대학과의 공동연구는 대개 수익성 창출까지 초기시간이 다소 오래 걸리는 기초
연구에 집중하기 때문에 단기간에 기업성과에는 부정적으로 작용하였다.

제휴대상별로 살펴보았을 때, 바이오기업과 제약회사와는 판매 및 제조 과정에서나

공동연구 과정에서나 모든 협력 및 제휴가 1년 또는 2년 후의 영업수입 증가에 통계적으로 유의한 양의 효과를 보였다. 그러나 공공기관 및 대학과의 제휴는 역시 통계적으로 유의한 음의 효과를 갖는 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구에서는 2003년부터 2007년까지 미국 바이오기업의 기업별 자료를 사용하여 기업의 외부 네트워크 활용 전략이 기업의 수입에 미치는 영향을 분석하였다. 실증분석 결과에 따르면, 바이오 기업이나 제약회사와의 제조 및 판매 과정에서의 제휴나 공동연구는 해당 기업의 영업수입 증가에 긍정적으로 작용하였음을 보였다. 그러나 공공기관이나 대학과의 공동연구는 단기간에 성과를 내기 어려운 특성 때문에 1년 또는 2년 후의 영업수입에 부정적으로 작용하는 것으로 나타났다. 이러한 실증분석 결과의 강건성을 검증하기 위하여 제휴대상별 또는 제휴방법별로 구분하여 개별적으로 추정하여도 동일한 결과에 도달하였다.

<표 4> 제휴방법과 제휴대상에 대한 실증분석 결과

	제휴방법별 구분		제휴대상별 구분		
	제조 및 판매 제휴	공동연구 협력	바이오기업과의 제휴	제약회사와의 제휴	공공기관 및 대학과의 제휴
constant	-0.52*** (0.00)	-0.44*** (0.00)	-0.37*** (0.00)	-0.72*** (0.00)	-0.12*** (0.00)
GTA_{t-1}	-0.006*** (0.00)	-0.007*** (0.00)	-0.006*** (0.00)	-0.006*** (0.00)	-0.006*** (0.00)
$MMD_{B_{t-1}}$	0.63 (0.12)		0.76** (0.04)		
$MMD_{B_{t-2}}$	0.34*** (0.00)		0.49*** (0.00)		
$MMD_{PH_{t-1}}$	0.85*** (0.00)			0.85*** (0.00)	
$MMD_{PH_{t-2}}$	1.60*** (0.00)			1.57*** (0.00)	
$COL_{B_{t-1}}$		-0.10** (0.04)	0.06*** (0.03)		

$COL_{B_{t-2}}$		0.12** (0.04)	0.27*** (0.00)		
$COL_{PH_{t-1}}$		0.60*** (0.00)		0.58*** (0.00)	
$COL_{PH_{t-2}}$		0.39*** (0.00)		0.40*** (0.00)	
$COL_{PI_{t-1}}$		-0.33*** (0.00)			-0.24*** (0.00)
$COL_{PI_{t-2}}$		-0.12*** (0.00)			-0.09** (0.04)
$COL_{U_{t-1}}$		-0.17*** (0.00)			-0.19** (0.00)
$COL_{U_{t-2}}$		-0.21*** (0.00)			-0.28*** (0.00)
표본수	1119	1119	1119	1119	1119
$Adj-R^2$	0.71	0.49	0.70	0.70	0.51
D-W	2.87	2.87	2.87	2.87	2.89

주: 1) 괄호 안의 값은 p-value 값을 나타냄.

2) *, **, ***는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의적(significant)임을 나타냄.

미국 바이오산업의 기업들이 제약회사나 다른 바이오기업들과의 제휴 또는 공동연구 활동들이 기업의 수입에 긍정적으로 작용하였다는 분석 결과는 지식의 확보가 기업의 주요한 전략으로 자리 잡은 바이오산업에서 매우 타당한 결론인 것으로 보인다. 반면에 공공기관이나 대학과 함께 실시한 공동연구가 기업의 영업수입에 최소한 단기적으로 부정적으로 작용하였다는 분석결과는, 미국 바이오산업에서 행해진 공공기관이나 대학과의 공동연구 형태가 상용화되기까지 장기적인 시간이 필요한 기초기술개발에 주로 집중되었다고 생각해 볼 수 있다. 즉 본고에서 상정한 추정표본의 기간이 기업과 공공기관 또는 기업과 대학간의 공동연구로부터 결실이 나타나기에는 충분하지 않은 것으로 보인다. 그러나 이미 널리 알려진 바와 같이 산학협동연구와 같은 공동연구 추진은 사회적 구직 및 구인의 탐색비용을 줄여 사회적 비용을 감소시키는 한편 인적자본의 확충에 유용하게 작용하여 사회적인 생산성을 더욱 높일 수 있다. 더욱 직접적으로는 공동연구를 추진하는 바이오 기업은 보다 폭넓고 장기적인 시각에서 기술을 개발할 수 있으므로 개발된 기술의 효과적 사용가능성을 높일 수 있다. 이같은 맥락에서 볼 때, 바이오기업이 제약회사와 맺은 공동연구 협력은 단기간에 상용화가 가능한 기술개발에 치중되었다고 해석할 수 있다.

또한 기업의 M&A 활동이 2년 후의 영업수입에 부정적으로 작용하였다는 결과는 M&A 이후 조정에 해당하는 것으로 보이므로, M&A의 실질적인 이익은 단기적이 아닌 보다 장기적인 관점에서 관찰되어야 한다고 추론할 수 있다.

이같은 미국 바이오 기업에 대한 분석결과를 통하여, 아직 초보 단계에 머무르고 있는 국내 바이오 산업의 향후 발전에 대해 중요한 시사점을 확인할 수 있다. 첫째, 국내 바이오산업의 발전을 위해서는 일방적인 기업규모 증가보다는 기업의 외부 네트워킹 활동을 통한 효과적인 연구개발 및 상용화가 추진되도록 제도적인 장치를 마련해야 하며, 둘째, 바이오기업과 공공기관 또는 대학과의 공동연구는 단기적 손실과 장기적 이득 그리고 잠재적인 사회적 생산성 증대효과를 감안하여 진행하도록 신중히 고려해야 할 것이다. 이 두 번째 시사점과 관련하여서는 향후 추가적인 분석을 통하여 그 효과를 검증하는 것이 필요하다.

참고문헌

- 생명공학정책연구센터 (2007), 『2008년 생명공학기초통계』, 생명공학정책연구센터 총서, 제81권.
- 생명공학정책연구센터 (2007), 『생명공학 시장현황 및 전망 분석 보고서』, 생명공학정책연구센터 총서, 제53권.
- Bioworld
 - Google Finance(www.finance.google.com)
- 한국회계연구원 (2007), “무형자산”, 『기업회계기준서』, 제3호.
- Agrawal, A., J. F. Jaffe and G. N. Mandlker (1992), “The Post-Merger Performance of Acquiring Firms: A Re-examination of an Anomaly”, *The Journal of Finance*, Vol 7, No 4, pp. 1605-1620.
- Arora, A. and G. Alfonso (1990), “Complementarity and External Linkages: The Strategies of the Large Firms in Biotechnology”, *Journal of Industrial Economics*, Vol. 38, No. 4, pp. 361-79.
- Dumludag, D., E. Sardogan and S. Kurt (2007), “Determinants of Foreign Direct Investment: An Institutional Approach”, *The 7th Conference of the European Historical Economics Society*.
- Grant, Robert M. and B. F. Charles (2004), “Knowledge Accessing Theory of Strategic Alliances”, *Journal of Management Studies*, Vol. 41, No. 1, pp. 61-84.
- Gugler, K., D. C. Mueller, B. B. Yurtoglu and C. Zulehner (2003), “The Effects of Mergers: an International comparison”, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 21, pp. 625-653.
- Jaffe, A. B. (1986), “Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Frims’ Patents, Profits, and Market Value”, *The American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, pp. 984-1001.
- Kizys, Renatas. and P. Christian (2009), “Changes in the International Comovement of Stock Returns and Asymmetric Macroeconomic Shocks”, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol. 19, pp. 289-305.
- Lichtenthaler, U. and H. Ernst (2009), “Opening up the Innovation Process: the Role of Technology Aggressiveness”, *R&D Management*, Vol. 39, No. 1, pp. 38-54.
- Liebesskind J., A. Oliver, L. Zucker and M. Brewer (1996), “Social Networks, Learning and Flexibility: Sourcing Scientific Knowledge in New Biotechnology Firms”, *Organization Science*, Vol. 7, No. 4, pp. 428-443.

- Magenheim, E. B. and D. C. Mueller (1988), "Are Acquiring-Firm Shareholders Better off after an Acquisition", in John C. Coffee, Jr., Louis L. and R. A. Susan, editors, *Knights, Raiders and Targets: The Impact of the Hostile Takeover*, New York, Oxford University Press.
- Reuer, J. J., M. Zollo and H. Singh (2002), "Post-Formation Dynamics in Alliances", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, No. 2, pp. 135-151.
- Rothaermel, F. T. (2001), "Incumbent's Advantage Through Exploiting Complementary Assets via Interfirm Cooperation", *Strategic Management Journal*, Vol. 22, pp. 687-699.

□ 투고일: 2009. 11. 18 / 수정일: 2010. 06. 20 / 게재확정일: 2010. 06. 23