

국내 생명공학산업의 혁신네트워크 현황 및 활성화 방안

구영우* · 노영희** · 정규진*** · 민완기****

I. 서론

21세기는 생명공학의 시대라고 할 만큼, 생명공학은 정보통신 이후에 경제성장을 견인할 차세대 성장동력으로 주목받고 있다. 즉 머지않은 시기에 바이오경제 시대가 도래해서 생명공학이 질병, 식량부족, 에너지위기 및 환경오염 등 인류의 난제를 해결할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

그러나 생명공학산업이 가장 발전한 미국에서조차 아직 생명공학산업의 경제적 성과는 만족스럽지 못하다. Pisano(2006)에 따르면, 1975년부터 2004년까지 미국에 상장된 생명공학기업 전체의 매출액은 급증했지만, 이윤은 제로 혹은 그 이하에서 맴돌고 있다. 이러한 가운데 한국 생명공학산업의 경쟁력 및 경제적 성과는 높지 않다. 「2011 생명공학백서」에 따르면, 국내 생명공학산업의 기술경쟁력은 선진국 대비 70% 수준이며, 유망한 생명공학분야가 국내에서 본격 산업화되는 시기는 2015년 이후로 전망되고 있다. 나아가 동 백서는 생명공학산업의 경우 역량을 갖춘 다양한 혁신주체 간 네트워킹이 경쟁력의 관건인데, 우리나라는 개별 혁신주체의 역량뿐만 아니라 네트워킹이 취약하다고 지적한다.

이에 주목해서 본 연구는 국내 생명공학산업의 경쟁력 제고를 위해 혁신체제론에 입각해서 국내 생명공학산업의 조직간 혁신네트워크 현황 및 활성화방안을 실증적으로 분석해 보고자 한다. 실증 분석의 방법으로는 설문조사를 이용한다. 선진국 생명공학산업의 혁신네트워크는 Plevezer(2003), Oliver(2009), Belussi et al.(2010) 등에 의해 다양하게 분석되었지만, 국내 생명공학산업의 혁신네트워크는 아직 본격적으로 분석되지 못했다. 김석관 외(2006)는 국내 제약산업의 산학연 협력을 실증 분석했지만, 분석대상이 생명공학산업 전체를 포괄하고 있지 않다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 분석의 틀로서 혁신체제론, 혁신네트워크론, 연구의 분석모형을 소개한다. 3장에서는 설문조사의 방법을 설명하고, 4장에서는 혁신네트워크 현황 및 활성화방안에 관한 설문조사 결과를 다양하게 분석한다. 마지막으로 5장은 본 논문의 요약 및 한계이다.

II. 분석의 틀

1. 혁신체제론

1980년대에 영국의 SPRU(Science of Technology Policy Research, Univ. of Sussex)를 중심으로 서구에서 탄생한 혁신체제론(Systems of Innovation Approach)은 Schumpeter의 경제관, 진화론, 제도주의 등에 기초하고 있다. 혁신체제론에 따르면, 혁신에 포함된 과정은 복잡하기 때문에 혁신 분석을 위해 체제 즉 시스템 개념을 도입해야 한다. 시스템은 구성요소 및 구성요소 간 관계로 이

* 구영우, 한국생명공학연구원 기술사업화정책위원, 042-879-8020, ywku@kribb.re.kr
** 노영희, 한국생명공학연구원 연구안전관리지원센터장, 043-240-6559, rohyh@kribb.re.kr
*** 정규진, 한남대학교 비즈니스통계학과 교수, 042-629-7624, gjeong@hnu.kr
**** 민완기, 교신저자, 한남대학교 경제학과 교수, 042-629-7606, wkmin@hnu.kr

루어진다. 혁신체제의 구성요소는 개인과 조직이다. 조직은 혁신주체인 기업뿐만 아니라 대학, 연구기관, 정책당국 등 비기업조직을 포함한다. 구성요소 간 관계는 시장적 관계와 비시장적 관계로 다양하다. 시스템 개념을 도입함으로써 혁신체제론은 기업들이 시스템 내에 있는 다른 조직과의 지속적인 상호작용을 통해서 혁신한다는 점을 강조한다.

1980년대에 등장한 혁신체제론은 이론적 유용성뿐만 아니라 정책적 타당성을 인정받으면서 오늘날 OECD를 중심으로 EU, UNCTAD 등의 국제기관에서 주요한 분석 틀로 활용되고 있으며 국내에서도 많이 연구되고 있다. 혁신체제론은 기존의 신고전학과 등 주류경제학의 혁신분석과 많은 차이가 있다. Smits et al.(2010)에 따르면, 주류경제학은 기본적으로 균형과 완전한 정보를 가정하는 반면 혁신체제론은 진화론적 관점에 입각해서 경제는 항상 변화의 과정에 있다고 간주하기 때문에 비균형과 비대칭적 정보를 가정한다. 나아가 주류경제학은 혁신분석에서 개인과 자원분배에 초점을 맞추는 반면 혁신체제론은 혁신과정에서의 상호작용과 네트워크 등에 초점을 둔다.

혁신체제론에 따르면, 끊임없이 변화하는 환경 속에서 완전한 정보를 갖지 못한 기업들은 홀로 혁신을 수행하기 어렵다. 이에 따라 기업은 다른 조직들과의 상호작용과 피드백 등의 복잡한 관계를 통해 혁신을 수행하고 있다. 즉 혁신체제론은 혁신분석의 초점을 고립된 개인과 조직의 행동으로부터 집합적 행동으로 바꾸었다. 그러므로 혁신체제론에서 혁신네트워크는 혁신 성공의 중요한 고리가 된다.

2. 혁신네트워크론

네트워크는 “개인과 조직의 집합 및 그들 간 관계적 결합”(Rampersad et al. 2010) 또는 “조직간 연계”(Valk, 2011) 등으로 정의된다. 네트워크는 다양하게 나타난다. Oliver(2009)는 네트워크를 조직내 네트워크와 조직간 네트워크, 개인적 차원의 네트워크와 조직적 차원의 네트워크로 구분한다. Salavisa et al.(2012)은 네트워크를 공식적 네트워크와 비공식적 네트워크로 구분한다. 경제학에서 네트워크는 시장 및 위계(Hierarchy)와 구별되는 제3의 조직으로서 시장 및 위계와 비교해 볼 때 주체의 다양성, 상호의존성, 개방성 등의 특징을 가진 것으로 이해된다.

Rampersad et al.(2010)은 혁신네트워크를 “공통의 혁신 목표를 달성하기 위해 협력하는 정부·대학·산업·연구기관의 구성원을 포괄하는, 상대적으로 느슨하게 결합된 조직 그룹”으로 정의한다. 이에 따르면 혁신네트워크의 참여주체는 공통의 혁신 목표를 달성하기 위해 함께 일하는 기업, 대학, 연구기관, 정부 등의 구성원이다. 혁신네트워크는 공급체인네트워크(Supply Chain Network) 등 다른 네트워크와 비교해 볼 때, 상대적으로 느슨하게 결합되어 있다.

Calia et al.(2007)에 따르면, 오늘날 혁신네트워크는 혁신적인 제품과 서비스의 복잡성 증가에 따른 논리적 결과이다. Salavisa et al.(2012)은 지식집약적 분야의 혁신과정에서, 특히 필요한 자원을 확보하는데 어려움을 겪는 신생기업에게 있어서 혁신네트워크가 결정적인 역할을 한다고 주장한다. Rampersad et al.(2010)은 기업들이 더욱 더 혁신네트워크를 통해 혁신하는 이유를 R&D의 복잡화, 개발기간과 비용의 증가, 제품수명주기의 감소, 지구화의 진전, 제한된 과학적 전문지식을 위한 경쟁 때문이라고 보았다.

이들에 따르면 지식집약적이고, R&D가 복잡하고, 개발기간과 비용이 증가하고 있는 생명공학산업에서는 다른 어떤 산업에서보다 혁신네트워크가 중요해진다. Powell et al.(1996)에 따르면, 생명공학 혁신을 분석하는데 기업보다 네트워크가 더 유용한 개념이다. 혁신체제론자인 McKelvey et al.(2004)에 따르면, 생명공학산업의 혁신활동은 기업·대학·연구기관·규제당국·금융당국·소비자 등 다양한 행위자들을 포함하기 때문에 시스템 또는 네트워크를 통해 분석되어야 한다. Oliver(2009)에

따르면, 생명공학산업은 조직 간 협력과 학습 네트워크의 풍부함이 특징적이다.

혁신네트워크는 다양한 형태를 가진다. Freeman(1991)에 따르면 혁신네트워크는 R&D로부터 상업화와 확산에 이르기까지 혁신주체 간 다양한 협력적 관계를 포함한다. Dodgeson et al.(2008)은 혁신네트워크의 형태를 R&D 협정, R&D 콘소시엄, 전략적인 기술·연구 파트너십 등으로 분류한다. 김석관 외(2006)는 국내 제약산업의 산학연 협력의 형태를 공동연구, 라이선스, 지분투자, 벤처창업으로 분류한다.

다른 네트워크와 마찬가지로 혁신네트워크 분석에서도 네트워크의 구성(Composition), 구조(Structure), 기능(Function)에 관한 이해가 기초를 이룬다. 구성은 혁신네트워크에 참여하는 주체, 구조는 혁신네트워크 내에 설립된 다양한 관계를 의미한다. Oliver(2009)에 따르면, 혁신네트워크의 구조는 네트워크에 참여하는 구성원 간 신뢰와 통제가 얼마나 잘 이루어지는가에 의해 좌우된다. Rampersad et al.(2010)은 혁신네트워크의 기능을 위험의 분산, 비용의 분산, 특수한 기술에 대한 접근으로 보았다.

3. 분석모형

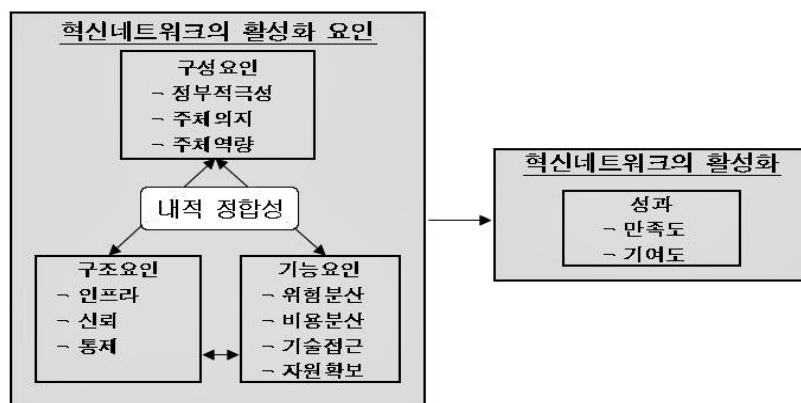
본 연구는 혁신네트워크론에 입각해서 조직간 혁신네트워크의 활성화요인을 구성요인, 구조요인, 기능요인으로 나누고 이들 요인이 혁신네트워크 활성화에 미치는 인과관계를 분석한다.

구성요인은 혁신네트워크에 참여하는 주체를 의미하는데, 주체에 관한 심층적 분석을 위해 본 연구에서는 구성요인을 혁신네트워크에 대한 정부적극성, 주체 의지, 주체 역량으로 구분한다. 구조요인은 혁신네트워크 내 구성원 간 신뢰와 통제의 정도를 나타내며, 본 연구는 국내 실정을 감안해서 이들 외에 혁신네트워크의 인프라 수준을 추가 고려한다. 나아가 기능요인으로는 위험분산, 비용분산, 기술접근과 함께 자원확보를 추가적으로 고려한다.

본 연구에서 조직간 혁신네트워크 활성화에 영향을 미치는 독립변인들은 혁신네트워크의 구성요인, 구조요인, 기능요인이며 종속변인은 활성화 정도를 나타내는 혁신네트워크의 성과이다. 성과는 혁신네트워크의 만족도와 기여도로 구분하여 분석한다.

본 연구에서는 국내 생명공학산업에 대한 사전 실태조사를 통해 혁신네트워크의 형태를 공동연구·협동연구·위탁연구, 라이선싱, 지분투자, 기술자문, 장기지원협약으로 분류하여 조사를 실시한다. 나아가 현재 국내 생명공학산업 혁신네트워크에는 정부가 직접 참여하지 않기 때문에 혁신네트워크의 참여주체를 기업, 대학, 공공연구기관 근무자로 한정한다.

본 연구의 분석모형을 간단하게 도식화하면 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 한국 생명공학산업의 조직간 혁신네트워크의 분석모형

III. 조사방법

1. 조사 개요

본 연구는 국내 생명공학산업의 조직간 혁신네트워크 현황을 살펴보고 활성화방안을 분석하기 위하여 설문조사를 실시하였다.

국내 생명공학산업 혁신네트워크를 구성하고 있는 벤처기업 근무자, 대학교수, 공공연구기관 연구원이 조사대상이다. 대기업과 중견기업은 생명공학산업에 전문화되지 않은 경우가 많아 조사대상에서 제외하였다. 김석관 외(2006)는 국내 제약산업에 대한 설문조사에서 응답률이 현저히 낮아 조사의 신뢰성이 떨어질 수 있음을 지적하였다. 이에 본 연구는 생명공학에 특화된 한국생명공학 연구원의 협조를 얻어 동 연구소와 관련된 벤처기업 근무자, 대학교수, 연구원 위주로 온-오프라인 조사를 병행하여 실시하였다. 응답자의 종사분야는 Red Bio(보건의료 분야), Green Bio(농축산 및 식품 분야), White Bio(산업공정·생산 및 환경 분야)의 세 분야로 나누었다.

조사는 2012년 7월 25일부터 9월 7일까지 약 한 달 반 동안 실시하였으며, 데이터 분석에는 SPSS 20.0이 이용되었다. 조사된 185개 데이터 중에서 벤처기업이 아닌 일반기업의 데이터 9개, 불성실한 응답 데이터 2개를 제외한 174개 데이터를 분석하였다.

응답자의 일반현황을 근무처, 종사분야별로 살펴보면 <표 1>과 같다. 한국생명공학연구원의 도움으로 조사가 이루어졌기 때문에 근무처는 공공연구기관이 90명(51.7%)으로 가장 많았다. 종사분야는 Red Bio가 83명(47.7%)으로 가장 큰 비율을 차지하였고, Green Bio가 23.0%, White Bio가 19.5%이었다. 이는 국내 생명공학산업의 인력구성 비율과 거의 일치한다. 「2011 생명공학백서」에 따르면, 국내 생명공학산업의 인력구성 비율은 바이오의약산업 종사인력이 41.3%로 가장 많고, 그 다음은 바이오식품산업 22.2%, 바이오화학산업 13.5%의 순서이다.

<표 1> 응답자 근무처와 종사분야

구분		빈도	비율(%)
근무처	벤처기업	35	20.1
	대학	49	28.2
	공공연구기관	90	51.7
	계	174	100.0
종사분야	Red Bio	83	47.7
	Green Bio	40	23.0
	White Bio	34	19.5
	기타	14	9.8
	계	174	100.0

종사분야의 ‘기타’는 Red, Green, White Bio 세 분야 중 2개 이상의 분야에 응답한 응답자 및 기타로 응답한 응답자를 포함한다. 혁신네트워크 활성화를 분석할 때, 해석의 편의상 ‘기타’ 범주는 제외하였다.

2. 설문문항: 혁신네트워크 활성화 요인

분석모형에서 설명한 대로 혁신네트워크 활성화에 영향을 미치는 독립변인은 크게 구성요인, 구조요인, 기능요인으로 분류하였다. 종속변인인 활성화 정도는 혁신네트워크의 성과를 의미한다. 각

변인들의 분류와 설문문항은 <표 2>와 같다.

독립변인 중 구성요인은 정부적극성, 참여주체 의지, 역량 등 3개의 중분류로 나뉜다. 나아가 중분류들은 <표 2>와 같이 총 6개의 소분류를 포함한다. 구조요인은 혁신네트워크 인프라, 혁신네트워크 내 신뢰, 그리고 혁신네트워크 내 통제에 관한 내용을 담고 있으며, 총 8개의 소분류를 포함한다. 기능요인은 혁신네트워크의 위험분산, 비용분산, 기술접근, 자원확보 등 4개의 중분류로 구분하고, 이는 총 8개의 소분류로 나뉘어 측정되었다.

종속변인인 혁신네트워크의 성과는 혁신네트워크 참여 만족도와 혁신네트워크의 기여도로 나누어지며, 만족도와 기여도는 각 2개 문항씩 총 4개의 소분류로 측정되었다.

<표 2> 설문조사 구성요소

구분	대분류	중분류	소분류	설문문항(5점 척도)	
독립변인	구성요인	정부적극성	정부의 관심	정부는 혁신네트워크에 높은 관심을 가지고 있다.	
			정부의 지원정책	정부는 혁신네트워크 지원정책을 실시하고 있다.	
		주체 의지	본인의 참여 의지	귀하 또는 귀사는 혁신네트워크에 참여할 의지가 있다.	
			협력 파트너들의 참여의지	협력 파트너들은 혁신네트워크에 참여할 의지가 있다.	
		주체 역량	본인의 경험 및 능력	귀하 또는 귀사는 혁신네트워크 참여를 위한 경험 및 학문적·기술적 능력 등을 갖추고 있다.	
			협력 파트너들의 경험 및 능력	협력 파트너들은 혁신네트워크 참여를 위한 경험 및 학문적·기술적 능력 등을 갖추고 있다.	
	구조요인	인프라	산업 전체적 환경	산업 전체적으로 혁신네트워크를 위한 환경이 구축되어 있다.	
			규정, 시설, 인력	귀하의 조직은 혁신네트워크를 위한 규정, 시설, 인력 등을 갖추고 있다.	
			예산 지원	귀하의 조직은 혁신네트워크를 위한 예산 지원을 하고 있다.	
		신뢰	상대방의 목표 존중	혁신네트워크의 구성원들은 상호 상대방의 목표를 존중하고 있다.	
			시너지 효과에 관한 기대	혁신네트워크의 구성원들은 네트워크의 시너지 효과에 관해 낙관적이다.	
		통제	리더십 존재	혁신네트워크 내에 리더십이 존재한다.	
			역할 분담	혁신네트워크 내에서 분명한 역할 분담이 이루어진다.	
			손익 배분	혁신네트워크 내에서 공정한 손익 배분이 이루어진다.	
		기능요인	위험분산	R&D 위험 분산	혁신네트워크는 구성원 간 R&D위험을 분산시키고 있다.
				사업화 위험 분산	혁신네트워크는 구성원 간 사업화 위험을 분산시키고 있다.
	비용분산		R&D 비용 분산	혁신네트워크는 구성원 간 R&D비용을 분산시키고 있다.	
			사업화 비용 분산	혁신네트워크는 구성원 간 사업화 비용을 분산시키고 있다.	
	기술접근		최신기술 접근	혁신네트워크를 통해 최신기술에 대한 접근이 가능하다.	
			보완적 기술 접근	혁신네트워크를 통해 보완적 기술에 대한 접근이 가능하다.	
	자원확보		정부연구비 수주	혁신네트워크를 통해 정부연구비 수주가 가능하다.	
			인적, 물적 자원 확보	혁신네트워크를 통해 인적, 물적 자원의 확보가 가능하다.	
	종속변인	만족도	전체 구성원들의 만족도	혁신네트워크에 참여하는 전체 구성원들의 만족도가 높다.	
			향후 네트워크 참여 의사	귀하 또는 귀사는 앞으로도 혁신네트워크에 적극 참여할 것이다.	
기여도		R&D 능력 제고	혁신네트워크는 국내 생명공학분야의 R&D 능력 제고에 기여하고 있다.		
		기업의 경쟁력 제고	혁신네트워크는 국내 생명공학분야 기업의 경쟁력 제고에 기여하고 있다.		

3. 요인분석과 신뢰도분석: 독립변인의 차원 축소

설문에 사용된 척도의 성능을 알아보기 위하여 독립변인으로 사용된 22개 문항에 대하여 신뢰도와 타당도분석을 실시하였다. 타당도분석은 요인분석을 통하여 이루어졌는데, 22개 문항에 대한 요인분석 결과 6개의 요인이 추출되었다. 이렇게 추출된 요인은 독립변인들의 축소에도 유용하여 혁신네트워크 활성화 방안의 기본적인 독립변수로 사용되었다. 신뢰도 분석은 Cronbach- α 값을 계산하는 것으로 가름하였다. 요인분석과 Cronbach- α 값의 계산 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 요인분석과 신뢰도 분석

분류		요인1	요인2	요인3	요인4	요인5	요인6	Cronbach- α
구성요인	정부적극성	.860	.122	.212	.089	.039	.005	.833
		.868	.127	.157	.165	.032	.106	
	주체의지 주체역량	.239	.646	-.088	.510	.087	.137	.841
		.170	.625	-.022	.484	.107	.067	
		.005	.832	.249	.114	-.009	.197	
		.098	.796	.195	.137	.118	.198	
구조요인	인프라	.105	.104	.730	.234	.100	-.055	.753
		.177	.207	.753	.265	-.023	.205	
		.369	.068	.601	.375	.003	.116	
	신뢰 통제	.146	.198	.198	.745	.061	.171	.886
.095		.139	.060	.756	.081	.256		
-.055		.189	.209	.796	.004	.097		
.055		.122	.310	.786	.027	.131		
		.182	.092	.302	.708	.100	.106	
기능요인	위험분산 비용분산	.071	.091	-.065	.146	.777	.181	.819
		.226	.100	.112	.058	.836	.041	
		-.283	.056	-.055	-.014	.742	.277	
		.006	-.023	.093	.036	.816	-.076	
	기술접근 자원확보	.207	.089	-.022	.436	.145	.689	.793
		.044	.181	-.121	.401	.123	.569	
.043		.182	.169	.027	.024	.814		
		-.043	.118	.104	.166	.133	.805	
최소고유값		1.304	1.450	1.072	7.447	2.589	1.887	
분산설명비율(%)		5.926	6.591	4.871	33.849	11.767	8.579	

<표 4> 대분류별 신뢰도분석

대분류	Cronbach- α
구성요인	.799
구조요인	.878
기능요인	.789

요인분석 결과 3개의 대분류는 각각 2개씩의 요인으로 나누어지고, <표 3>에서 보면 6개 요인의 Cronbach- α 값은 최소 .753(인프라)에서 최대 .886(신뢰·통제)으로 나타났으며, 대분류의 Cronbach- α 값은 구성요인 .799, 구조요인 .878, 기능요인 .789로 나타났다. 신뢰도가 만족할 만한 수준으로 판단되어 22개의 소분류 대신 대분류인 3개 요인과 요인분석에서 얻어진 6개 요인을 통계분석에 이용하였다.

IV. 혁신네트워크 현황 및 활성화방안 분석

1. 혁신네트워크 구성요인 분석

구성요인은 5점 만점에 3.80점으로 3개의 대분류 요인 중 가장 높은 점수를 보이고 있다. 즉 설문응답자들은 국내 생명공학산업 혁신네트워크에 있어서 구조요인, 기능요인보다는 구성요인을 더 양호하게 평가하고 있다. 구성요인 중에서 정부적극성 요인은 3.38점으로 취약한 반면, 주체의지·역량 요인은 4.02점으로 총 6개의 중분류 요인 중 가장 양호하다고 평가되고 있다. 주체의지·역량 요인 중에서도 본인의 참여의지 문항은 4.12점으로 총 22개 소분류 중에서 가장 높게 평가되었다. 설문응답자들은 국내 생명공학산업의 혁신네트워크가 조직되고 운영되는데 있어서 무엇보다도 자신의 의지·역량이 가장 중요했다고 평가하고 있다.

<표 5> 혁신네트워크 구성요인 점수

대분류	평균	중분류	평균	소분류	평균
구성요인	3.80	정부적극성	3.38	정부의 높은 관심	3.45
				정부의 지원정책 실시	3.31
		주체의지· 주체역량	4.02	본인의 참여 의지	4.12
				협력 파트너들의 참여의지	4.01
				본인의 경험 및 능력	4.02
				협력 파트너들의 경험 및 능력	3.93

2. 혁신네트워크 구조요인 분석

구조요인은 5점 만점에 3.49점으로 3개의 대분류 요인 중 가장 낮은 점수를 보이고 있다. 즉 설문응답자들은 혁신네트워크의 인프라 및 혁신네트워크 내 신뢰와 통제 수준이 취약하다고 평가하고 있다. 구조요인 중에서 인프라 요인이 3.19점으로 특히 낮아 혁신네트워크의 인프라가 취약함을 말해준다. 그 중에서도 산업 전체적 환경, 예산 지원이 각각 2.98점과 2.99점으로 전체 문항 중 가장 낮은 점수를 보여 이 분야가 매우 취약함을 알 수 있다. 신뢰·통제 요인은 각 문항의 점수가 비슷한 값을 보인다.

<표 6> 혁신네트워크 구조요인 점수

대분류	평균	중분류	평균	소분류	평균
구조요인	3.49	인프라	3.19	산업 전체적 환경	2.98
				규정, 시설, 인력	3.59
				예산 지원	2.99
		신뢰 통제	3.67	상호 상대방의 목표 존중	3.72
				시너지 효과에 관해 낙관적	3.69
				리더십 존재	3.79
				분명한 역할 분담	3.75
				공정한 성과 배분	3.40

3. 혁신네트워크 기능요인 분석

기능요인은 5점 만점에 3.55점이고, 그 중에서 기술접근·자원확보 요인이 3.78점으로 위험·비용분산 요인의 3.32점에 비해 높다. 이는 설문응답자들이 혁신네트워크의 기능으로서 위험·비용분산보다 기술접근·자원확보를 더 중시함을 의미한다. 위험·비용분산 요인 중에서는 구성원 간 R&D 위험·비용분산 문항이 사업화 위험·비용분산 문항보다 높게 나왔다. 이는 현재 국내 생명공학산업의 혁신네트워크가 사업화단계보다는 R&D단계에 치중되어 있음을 의미한다. 기술접근·자원확보 요인에서는 보완적 기술 접근 가능의 문항이 3.92로 가장 높게 나왔다.

<표 7> 혁신네트워크 기능요인 점수

대분류	평균	중분류	평균	소분류	평균
기능요인	3.55	위험분산 비용분산	3.32	구성원 간 R&D 위험 분산	3.38
				구성원 간 사업화 위험 분산	3.24
				구성원 간 R&D 비용 분산	3.44
				구성원 간 사업화 비용 분산	3.23
		기술접근 자원확보	3.78	최신기술 접근 가능	3.82
				보완적 기술 접근 가능	3.92
				정부연구비 수주 가능	3.73
				인적, 물적 자원 확보 가능	3.65

4. 혁신네트워크 성과: 만족도와 기여도 분석

성과는 5점 만점에 3.80점으로 상당히 높은 점수를 보이고 있다. 설문응답자들은 만족도와 기여도로 구성된 혁신네트워크의 성과에 대해 긍정적으로 평가하고 있다. 성과 중에서 기여도가 3.83점으로 만족도의 3.77점보다 높아 설문응답자들은 혁신네트워크에 대한 만족도보다 혁신네트워크의 기여도를 더 긍정적으로 평가하고 있다. 한편 만족도 중 전체 구성원들의 만족도는 3.54점으로 낮은 반면, 향후 네트워크에 적극 참여하겠다는 의향이 4.01점으로 높다. 현재 생명공학산업 혁신네트워크에 대해 크게 만족하지는 않지만, 혁신네트워크에 대한 기대감이 매우 높음을 의미한다.

<표 8> 혁신네트워크 성과 점수

대분류	평균	중분류	평균	소분류	평균
성과	3.80	만족도	3.77	전체 구성원들의 만족도	3.54
				향후 네트워크 적극 참여	4.01
		기여도	3.83	R&D 능력 제고에 기여	3.85
				기업의 경쟁력 제고에 기여	3.80

5. 분산분석: 근무처와 종사분야별 차이 분석

1) 근무처별 차이 분석

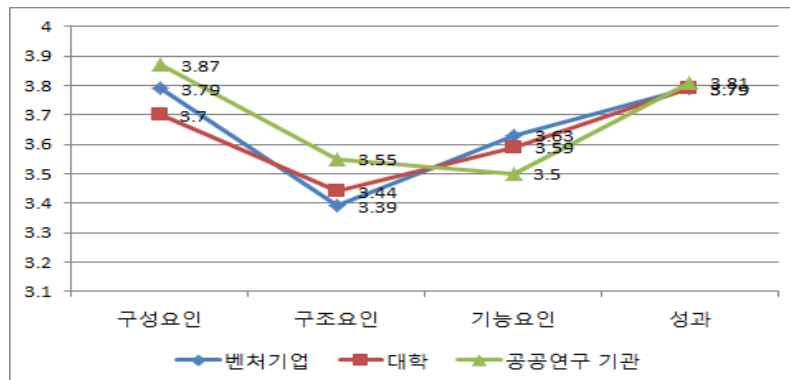
근무처별로 대분류 요인과 성과에 어떤 차이가 있는지 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였다. 분산분석 결과 유의한 것은 집단간 어떤 차이가 있는지 알아보기 위하여 최소유의차(LSD)검정을 이용한 사후분석을 실시하였다. 대분류 요인에 대한 분석 결

과 유의수준 0.1에서도 유의한 차이를 보이는 요인은 없었다. 종속변인인 성과에 대한 차이도 나타나지 않았다. 이와 같이 벤처기업, 대학, 공공연구기관 등 근무처별로 대분류 요인과 성과에서 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 아직 국내 생명공학산업의 혁신네트워크가 활성화되지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 즉 국내 생명공학산업의 혁신네트워크는 초기단계이기 때문에 벤처기업 근무자, 대학교수, 연구원들은 혁신네트워크의 구성요인, 구조요인, 기능요인 및 성과의 평가에서 뚜렷한 차이점을 보이지 않았다고 사료된다.

<표 9> 근무처별 대분류 차이

구분		평균	표준편차	F	사후분석 (LSD)
구성요인	벤처기업(1)	3.79	0.55	2.075	
	대학(2)	3.70	0.45		
	공공연구기관(3)	3.87	0.46		
구조요인	벤처기업(1)	3.39	0.65	1.131	
	대학(2)	3.44	0.54		
	공공연구기관(3)	3.55	0.57		
기능요인	벤처기업(1)	3.63	0.49	.984	
	대학(2)	3.59	0.50		
	공공연구기관(3)	3.50	0.44		
성과	벤처기업(1)	3.79	0.75	.027	
	대학(2)	3.79	0.59		
	공공연구기관(3)	3.81	0.56		

*p<0.1 **p<0.05 ***p<0.01



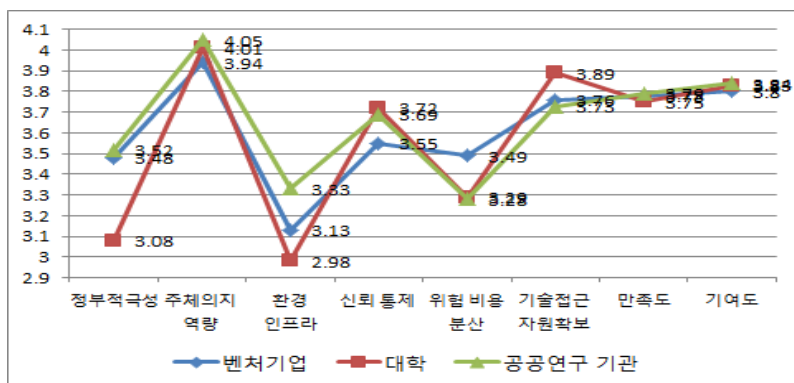
(그림 2) 근무처별 대분류 차이

6개의 중분류 요인별로는 정부적극성(p<0.01)과 인프라(p<0.05)에서 근무처별로 유의한 차이를 보였다. 정부적극성의 경우 벤처기업이나 공공연구기관보다 대학의 평가가 가장 낮게 나타났다. 인프라의 경우 대학과 공공연구기관 간에 유의한 차이가 나타나는데, 역시 교수들의 평가가 낮게 나타났다. 대학에 비해 각종 생명공학 육성정책의 더 큰 수혜자인 벤처기업과 공공연구기관의 근무자들이 정부적극성과 인프라를 더 긍정적으로 평가한 것으로 보인다. 다른 4개의 중분류 요인에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. (그림 3)에서도 이 점을 확인할 수 있다. 종속변인인 만족도와 기여도 점수에서는 유의한 차이는 검출되지 않았다.

<표 10> 근무처별 요인 차이

구분		평균	표준편차	F	사후분석 (LSD)
정부적극성	벤처기업(1)	3.48	0.86	6.143***	(2)<(1),(3)
	대학(2)	3.08	0.77		
	공공연구기관(3)	3.52	0.60		
주체의지 주체역량	벤처기업(1)	3.94	0.54	.622	
	대학(2)	4.01	0.45		
	공공연구기관(3)	4.05	0.53		
인프라	벤처기업(1)	3.13	0.77	4.007**	(2)(1) (1)(3)
	대학(2)	2.98	0.74		
	공공연구기관(3)	3.33	0.66		
신뢰 통제	벤처기업(1)	3.55	0.65	.815	
	대학(2)	3.72	0.56		
	공공연구기관(3)	3.69	0.62		
위험분산 비용분산	벤처기업(1)	3.49	0.56	1.373	
	대학(2)	3.29	0.75		
	공공연구기관(3)	3.28	0.60		
기술접근 자원확보	벤처기업(1)	3.76	0.62	1.388	
	대학(2)	3.89	0.39		
	공공연구기관(3)	3.73	0.57		
만족도	벤처기업(1)	3.78	0.63	.057	
	대학(2)	3.75	0.56		
	공공연구기관(3)	3.79	0.61		
기여도	벤처기업(1)	3.80	0.93	.042	
	대학(2)	3.83	0.70		
	공공연구기관(3)	3.84	0.62		

*p<0.1 **p<0.05 ***p<0.01



(그림 3) 근무처별 요인 차이

2) 종사분야별 차이 분석

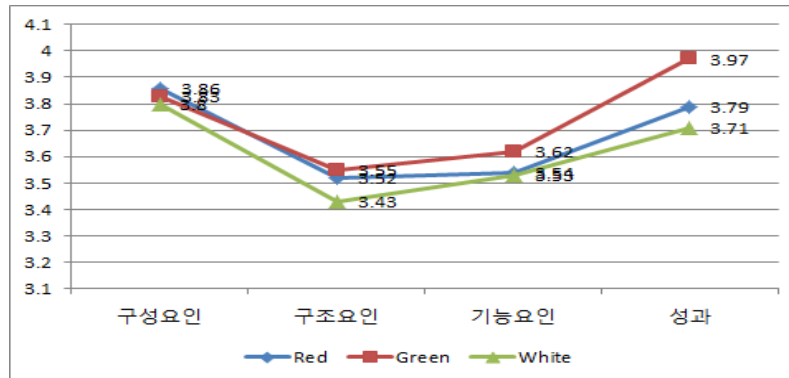
근무처별 분산분석과 마찬가지로 종사분야별로 대분류와 중분류 요인 점수에 차이가 있는지, 또 종속변인인 성과에 차이가 있는지 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 최소유의차(LSD)검정을 이용한 사후분석을 실시하였다. <표 11>과 같이 대분류 요인 및 성과에서

유의한 차이를 보이는 것은 없었다. 이 역시 국내 생명공학산업의 혁신네트워크는 초기단계이기 때문에 Green Bio(농축산 및 식품 분야), Red Bio(보건의료 분야), White Bio(산업공정·생산 및 환경 분야) 종사자들이 혁신네트워크의 구성요인, 구조요인, 기능요인 및 성과의 평가에서 뚜렷한 차이점을 보이지 않았다고 사료된다. 이러한 가운데 통계적으로 유의한 차이는 없지만, (그림 4)를 보면 Green Bio 종사자들이 대체로 높은 점수를 보이고 있다.

<표 11> 종사분야별 대분류 차이

구분		평균	표준편차	F	사후분석 (LSD)
구성요인	Red(1)	3.86	0.45	.210	
	Green(2)	3.83	0.51		
	White(3)	3.80	0.40		
구조요인	Red(1)	3.52	0.52	.418	
	Green(2)	3.55	0.58		
	White(3)	3.43	0.71		
기능요인	Red(1)	3.54	0.49	.384	
	Green(2)	3.62	0.45		
	White(3)	3.53	0.44		
성과	Red(1)	3.79	0.53	1.806	
	Green(2)	3.97	0.53		
	White(3)	3.71	0.74		

*p<0.1 **p<0.05 ***p<0.01



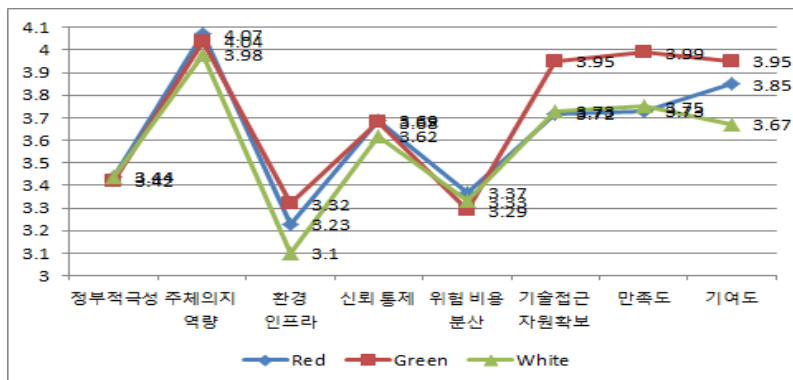
(그림 4) 종사분야별 대분류 차이

중분류 요인에 대한 분산분석 결과 기술접근·자원확보 요인에서만 약하지만(p<0.1) 유의한 차이가 있다. 구체적으로 Green Bio 종사자들이 Red Bio나 White Bio 종사자보다 기술접근·자원확보 요인을 더 높게 평가하고 있다. 종속변인에서도 유의성이 약하지만(p<0.1) Green Bio가 Red Bio보다 더 높은 만족도를 보이고 있다. 「2011 생명공학백서」에 따르면 농업생명공학분야는 GM작물, 배양세포를 이용한 특정단백질 및 의약품, 배양세포조직 자체, 바이오에너지, 기능성식품 또는 건강기능성제품 등으로 다양하게 발전하고 있다. 그러나 국내 농업생명공학분야는 대부분 영세한 기업들로 구성되어 있고, 소위 생명공학기술을 이용한 농업기업은 극소수라고 해도 과언이 아니다. 이러한 국내 Green Bio의 상황이 혁신네트워크를 통한 기술접근·자원확보의 필요성을 높이고, 혁신네트워크의 만족도를 제고시킨 것으로 파악된다.

<표 12> 종사분야별 요인 차이

구분		평균	표준편차	F	사후분석 (LSD)
정부적극성	Red(1)	3.44	0.72	.018	
	Green(2)	3.42	0.62		
	White(3)	3.44	0.69		
주체의지 주체역량	Red(1)	4.07	0.48	.389	
	Green(2)	4.04	0.52		
	White(3)	3.98	0.44		
인프라	Red(1)	3.23	0.66	.870	
	Green(2)	3.32	0.70		
	White(3)	3.10	0.75		
신뢰 통제	Red(1)	3.69	0.55	.177	
	Green(2)	3.68	0.58		
	White(3)	3.62	0.76		
위험분산 비용분산	Red(1)	3.37	0.70	.191	
	Green(2)	3.29	0.53		
	White(3)	3.33	0.56		
기술접근 자원확보	Red(1)	3.72	0.51	2.534*	(1),(3)<(2)
	Green(2)	3.95	0.48		
	White(3)	3.73	0.58		
만족도	Red(1)	3.73	0.52	2.713*	(1)(3) (3)(2)
	Green(2)	3.99	0.53		
	White(3)	3.75	0.68		
기여도	Red(1)	3.85	0.65	1.340	
	Green(2)	3.95	0.62		
	White(3)	3.67	0.90		

*p<0.1 **p<0.05 ***p<0.01



(그림 5) 종사분야별 요인 차이

6. 회귀분석 : 혁신네트워크 활성화요인 분석

3개의 대분류와 6개의 중분류 요인이 혁신네트워크의 성과 및 성과를 구성하는 만족도와 기여도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 회귀분석을 실시하였다.

모형1, 3, 5에서는 대분류 요인을 독립변수로 하고 만족도, 기여도, 만족도와 기여도를 합친 성과를 종속변수로 하여 분석하였다. 세 모형에서 구성요인, 구조요인, 기능요인이 모두 유의한 양의 영향을 미쳤다. 만족도와 성과에는 구조요인이 가장 큰 영향을 미쳤고, 기여도에는 구성요인이 가장 큰 영향을 미쳤다.

6개 중분류 요인을 독립변수로 하고 만족도, 기여도, 성과를 종속변수로 하는 모형2, 4, 6에서는 주체의지·역량, 신뢰·통제, 기술접근·자원확보가 유의한 양의 영향을 미쳤다. 만족도가 종속변수인 모형2의 경우는 신뢰·통제가 가장 큰 영향을 미쳤고, 기여도가 종속변수인 모형4와 성과가 종속변수인 모형6에서는 기술접근·자원확보 요인이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편 모형4에서는 영향력이 높지는 않지만 정부적극성과 인프라도 유의수준 0.1하에서 기여도에 유의한 양의 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 모형2와 6에서 보면 정부적극성, 인프라, 위험·비용 분산 요인은 만족도와 성과에 거의 영향을 미치지 못하고 있다.

요약하면 대분류 요인인 구성요인, 구조요인, 기능요인은 모두 혁신네트워크의 성과에 유의한 양의 영향을 미치고 있다. 특히 혁신네트워크의 성과를 높여 혁신네트워크를 활성화하기 위해서는 구성요인 중에서는 주체의지·역량 요인, 구조요인에서는 신뢰·통제 요인, 기능요인에서는 기술접근·자원확보 요인이 강화되어야 한다.

<표 13> 회귀분석 결과

구분	만족도		기여도		성과	
	모형1	모형2	모형3	모형4	모형5	모형6
독립변수	구성요인	.272***	.462***		.367***	
	구조요인	.394***		.412***		.403***
	기능요인	.329***		.323***		.326***
	정부적극성		-.023		.109*	.043
	주체의지 주체역량		.325***		.327***	.326***
	인프라		.003		.132*	.068
	신뢰 통제		.350***		.230**	.290***
	위험분산 비용분산		.013		.048	.030
	기술접근 자원확보		.333***		.343***	.338***
	F	49.952***	35.315***	51.832***	26.763***	71.354***
R^2	.484	.576	.493	.507	.572	.619
Adj. R^2	.474	.560	.483	.488	.564	.605

*p<0.1 **p<0.05 ***p<0.01

V. 결론

본 연구는 벤처기업 근무자, 대학교수, 공공연구기관 연구원을 대상으로 한 설문조사를 통해 국내 생명공학산업의 조직간 혁신네트워크 활성화 방안을 실증 분석했다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

설문조사의 독립변인은 3개의 대분류, 10개의 중분류, 22개의 소분류로 설계되었는데, 22개 소분류 문항에 대한 요인분석과 신뢰도분석의 결과 3개의 대분류(구성요인, 구조요인, 기능요인)와 6개의 중분류(정부적극성, 주체의지·역량, 인프라, 신뢰·통제, 위험·비용분산, 기술접근·자원확보)로의 재분류가 통계분석에 유용함이 확인되었다.

이에 기초한 분석 결과, 설문응답자들은 우리나라 생명공학산업 혁신네트워크에 있어서 구성요인(정부적극성, 주체의지·역량)은 상대적으로 양호한 반면, 구조요인(인프라, 신뢰·통제)은 상대적으로 취약하다고 평가하였다. 기능요인(위험분산·비용분산, 기술접근·자원확보)은 중간 수준으로 평가하였다. 한편 중분류 중에서는 주체의지·역량이 가장 양호한 반면, 인프라가 가장 취약하다고 평가되었다. 나아가 설문응답자들은 만족도와 기여도로 구성된 혁신네트워크의 성과에 대해서는 매우 긍정적으로 평가하였다.

근무처(벤처기업, 대학, 공공연구기관)별, 종사분야(Red, Green, White Bio)별 응답 차이를 알아보기 위한 분산분석의 결과, 대분류와 성과 차원에서는 유의한 차이가 없었으며, 중분류 차원에서만 일부 유의한 차이가 발견되었다. 이는 국내 생명공학산업의 혁신네트워크가 아직 활성화되지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

회귀분석 결과 3개의 대분류인 구성요인, 구조요인, 기능요인 모두 혁신네트워크의 성과에 유의한 양의 영향을 미치는 가운데 구조요인이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 6개의 중분류 중에서는 주체의지·역량, 신뢰·통제, 기술접근·자원확보 요인이 혁신네트워크의 성과에 유의한 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 정부적극성, 인프라, 위험·비용분산 요인은 혁신네트워크의 성과에 거의 영향을 미치지 못하고 있다.

본 연구의 함의를 요약하면, 다음과 같다. 아직 국내 생명공학산업의 혁신네트워크는 활성화되지 못하였지만 혁신네트워크에 참여하고 있는 벤처기업 근무자, 대학교수, 공공연구기관 연구원들은 혁신네트워크 및 혁신네트워크의 성과에 대하여 긍정적으로 평가하고 있다. 이는 국내 생명공학산업의 혁신네트워크가 활성화될 필요성이 있음을 의미한다. 혁신네트워크의 활성화를 위하여 무엇보다도 주체의지·역량, 신뢰·통제, 기술접근·자원확보 요인이 강화될 필요가 있다. 즉 혁신네트워크에 참여할 주체들의 의지와 능력이 제고되고, 혁신네트워크 내 참여주체 간 신뢰와 통제가 강화되고, 혁신네트워크 내에서 참여주체들의 기술접근과 자원확보가 잘 이루어진다면, 혁신네트워크는 더욱 활성화될 수 있을 것이다.

본 연구는 설문조사 응답률을 높이기 위해 한국생명공학연구원의 협조를 얻어 동 연구소와 관련이 있는 벤처기업 근무자, 대학교수, 연구원만을 대상으로 설문조사를 실시하였다는 한계가 있다. 그러므로 향후 후속연구를 통해 본 연구의 주요한 내용들이 검증되고 보완될 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 구영우·조성복·민완기(2012), “혁신체제론의 진화 및 주요 논점”, 『한국기술혁신학회지』, 제15권, pp.225-241.
교육과학기술부(2011), 『2011 생명공학백서』
김석관 외(2006), 『계약산업의 협력체제 개선을 위한 산학연 협력 강화 방안』, STEPI.

- Belussi, F. et al.(2010), "Learning at the Boundaries in an Open Regional Innovation System: A Focus on Firms' Innovation Strategies in the Emilia Romagna Life Science Industry", *Research Policy*, 39, 710-721.
- Calia, R. C. et al.(2007), "Innovation Networks: From Technological Development to Business Model Reconfiguration", *Technovation*, 27, 426-432.
- Dodgson, M. et al.(2008), "The Evolving Nature of Taiwan's National Innovation System: The Case of Biotechnology Innovation Networks", *Research Policy*, 37, 430-445.
- Freeman, C.(1991), "Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues", *Research Policy*, 20, 499-514.
- Mckelvey, M. et al.(2004), "Pharmaceuticals Analyzed through the Lens of a Sectoral Innovation System", Malerba, F. et al., *Sectoral System of Innovation: Concept, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press.
- Oliver, A. L.(2009), *Networks for Learning and Knowledge Creation in Biotechnology*, Cambridge University Press.
- Pisano, G. P.(2006), "Can Science Be a Business", *Harvard Business Review*, October 2006, 114-125.
- Powell, W. W. et al.(1996), "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology", *Administrative Science Quarterly*, 41, 116-145.
- Prevezer, M.(2003), "The Development of Biotechnology Clusters in the USA", Fuchs, G. et al., *Biotechnology in Comparative Perspective*, Routledge.
- Rampersad, G. et al.(2010), "Managing Innovation Networks: Exploratory Evidence from ICT, Biotechnology and Nanotechnology Networks", *Industrial Marketing Management*, 39, 793-805.
- Salavisa, I. et al.(2012), "Topologies of Innovation Networks in Knowledge-intensive Sectors: Sectoral Differences in the Access to Knowledge and Complementary Assets through Formal and Informal Ties", *Technovation*, 32, 380-399.
- Smits, R. E. et al.(2010), *Theory and Practice of Innovation Policy*, Edward Elgar.
- Valk, T. et al.(2011), "Evaluating Innovation Networks in Emerging Technologies", *Technological Forecasting & Social Change*, 78, 25-39.