

한국 바이오산업의 발전방안 도출에 관한 연구: AHP를 활용한 발전요인 분석을 중심으로

구본철 (한국과학기술기획평가원 연구위원)*
유왕진 (건국대학교 벤처전문기술학과 교수)**
이동명 (건국대학교 벤처전문기술학과 강사)***

국 문 요 약

바이오산업은 연구개발 비중이 크고 원천기술 확보가 중요한 기술집약적 고부가가치 산업으로서 전 세계 각국이 정책적으로 지원 및 육성하고 있는 차세대 성장 동력 산업이다.

본 연구는 한국 바이오산업의 발전방안 제언을 목표로 동 산업의 발전요인을 도출하고, 계층분석법(AHP)을 적용하여 도출된 요인간의 우선순위 등을 분석하였다.

분석결과 바이오산업의 발전을 위해서는 현재와 2015년 시점 모두에서 기술역량이 가장 핵심요인임을 확인할 수 있었고, 기초원천기술개발과 기술개발 주체인 산학연의 연구개발 및 협력체계 강화를 위한 정책적 지원과 투자가 절실히 필요함을 알 수 있었다.

덧붙여, 바이오산업 핵심원천기술 개발 및 효율적인 연구개발체계 개선, 전통 바이오산업의 보호·육성 및 창의적인 유망 신 시장 개척, 핵심원천기술의 개발을 위한 산학연 및 학제간 긴밀한 협력 관계 구축, 효율적인 지원을 통한 바이오벤처기업 육성 등 5가지의 한국 바이오산업 발전방안을 제언하였다.

핵심주제어: 바이오산업, 발전방안, 계층분석법, 요인분석

1. 서 론

바이오산업은 연구개발 비중이 크고 원천기술 확보가 중요한 기술집약적 고부가가

* 제1저자, 한국과학기술기획평가원 연구위원, bcku@kistep.re.kr

** 교신저자, 건국대학교 벤처전문기술학과 교수, wjyoo@konkuk.ac.kr

*** 공동저자, 건국대학교 벤처전문기술학과 강사, eastbright@gmail.com

치 산업으로서 전 세계 각국이 정책적으로 지원 및 육성하고 있는 차세대 성장 동력 산업이다. 우리나라 역시 1983년에 생명공학육성법을 제정한 이래 바이오산업을 발전시키기 위한 다양한 정책을 추진하고 있다. 이러한 적극적인 정책 지원과 세계적인 기술 발전 동향 등에 힘입어 우리나라 바이오산업은 1994년~2006년간 연평균 28%의 고성장을 시현하였다.

바이오산업은 정보통신산업 이후 세계 경제를 선도할 핵심 전략산업 분야로 급부상하고 있으며 고령화, 환경, 에너지 등 인류의 난제를 극복할 수 있는 핵심기술로 그 중요성이 크게 부각되고 있다. 이에 미국, 일본, 유럽 등 선진국들은 정부 주도 하에 바이오공학기술 선점 및 글로벌 시장을 주도하기 위한 노력을 강화하고 있으며, 우리나라도 지난 2006년에 제2차 생명공학육성기본계획을 수립하여 2016년 세계 생명공학 7위 강국 진입을 목표로 하고 있다.

바이오산업은 더욱 빠른 속도로 성장할 것으로 전망되고 있다. 우리나라의 바이오산업이 지속적으로 성장하기 위해서는 바이오산업에 대한 정확한 현황과 문제점을 진단하고, 산학연관의 적절한 역할분담을 통해 한정된 역량을 집중해야 한다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라 바이오산업의 발전에 가장 핵심적인 요인이 무엇인지 분석하고, 이에 근거한 바이오산업의 발전방안을 제안하였다.

II. 연구의 구성 및 방법

본 연구의 1장은 서론, 2장은 연구의 구성 및 방법, 3장은 바이오산업 및 분석방법론의 고찰로 구성되었다. 4장은 한국 바이오산업 발전요인 모형설계 및 실증분석으로 구성하였으며, 5장에서는 계층분석법에 의한 발전요인 간 중요도를 분석하였다. 마지막으로 6장에서는 한국 바이오산업 발전방안의 제언 및 향후 연구과제로 구성하였다.

본 연구의 연구방법은 다음과 같다.

먼저 바이오산업과 관련된 문헌조사와 전문가 자문을 통해 한국 바이오산업의 발전요인을 도출하였다. 도출된 발전요인을 대분류 3개, 중분류 9개, 소분류 27개의 항목으로 구분하여 전문가를 대상으로 1차로 설문조사를 실시하였다. 소분류 항목을 분석단위로 계층단계별 신뢰도를 검증한 Cronbach's α 계수는 중분류는 0.656에서 0.917 사이에, 대분류는 0.776에서 0.963 사이에 분포되었으며, 전체로는 0.927이었다. 1차 설문조사 결과에 대한 Cronbach's α 계수값이 모두 0.6이상으로 변수의 신뢰도가 있는 것으로 나타났다.

또한, 발전요인의 중요도에 따라 주요 발전요인 부문, 구성요소 및 세부 측정항목으로 계층구조 모형을 설계하고 2차 설문조사를 실시하였다. 설문결과는 계층분석법

에 의한 구성요소간의 쌍대비교를 실시하였고, 각 구성요소별 일관성 지수로 신뢰성을 검증하였다. 설문결과에 대한 일관성 지수가 0.025이상부터 0.093이하 범위로 분석되어 일관성이 검증되었다. 분석결과는 5장에서 설명토록 한다.

Ⅲ. 바이오산업 및 분석방법론 고찰

3.1 바이오산업의 개요

바이오산업에는 바이오공학기술을 중심으로 여타 신기술과의 융합을 통해 생성되는 신산업과 함께 의약, 화학, 전자, 에너지, 농업, 식품 등 다양한 산업부문에서 바이오공학기술의 접목을 통해 창출되는 새로운 산업들이 포함된다. 최근 생물체의 기능과 정보를 다양한 유용물질과 결합하여 산업화할 수 있는 분야도 포함되어 바이오기술혁신은 의약, 에너지, 자원에 이르는 다양한 산업 분야에 영향을 미치고 있다.

바이오산업을 창출해 내는 핵심요소인 바이오공학기술은 생물체의 기능을 이용하여 제품을 만들거나 유전적인 구조를 변형하여 어떠한 특성을 나타나게 하는 복합적인 기술을 포괄한다. OECD에서는 바이오공학기술을 지식, 재화, 서비스의 생산을 목적으로 생물 또는 무생물을 변형시키는 과정에서 생물체, 혹은 생물체의 일부, 제품 및 제품관련 모델에 과학적인 논리와 기술을 적용하는 활동으로 정리하고 있다.

이러한 바이오산업 중에서 성장가능성과 경제적 기여도가 가장 클 것으로 예견되는 분야가 <표 1>에 기술된 바이오장기, 바이오칩 및 바이오신약산업이다.

<표 1> 차세대 성장 동력 바이오신약 및 장기산업의 범위

구분	주요제품명	제품개요
바이오장기	이종장기 생산용 복제돼지	심장, 폐 등 장기의 크기가 인간과 비슷하고, 면역 거부반응 등이 없어 인간에게 이식이 가능한 장기를 생산할 수 있는 무균 미니 복제돼지 대량 생산
바이오칩	초고속분석, 진단용 바이오칩 (단백질칩, 랩온어칩, 유전자칩)	BT, IT, NT 융합기술을 활용하여 생체물질의 초고속 분석이 가능하여 신약 후보물질 도출, 질병의 사전진단용 등으로 사용할 수 있는 칩
		BT, IT, NT 융합기술을 활용하여 생체물질의 초고속 분석이 가능하여 신약 후보물질, 환경오염 물질 등을 고속, 고감도, 고정밀하게 측정할 수 있는 칩
		유전체 정보를 이용하여 많은 수요와 파급효과가 예상되는 각종 질환(암, 당뇨, 치매 등)의 진단 및 예측이 가능한 칩
바이오신약	선택적 및 고효율 약물전달 시스템	약물의 인체 필요 부위에 선택적 작용, 약물 지속성 유지 등 약물의 효율을 증가시키는 시스템
	난치병 치료용 세포치료제	재생 가능한 세포를 대량으로 배양, 저장하여 암, 신경질환, 당뇨병, 골과 연골 질환 등의 치료가 가능한 기능성 세포치료제
	질환 치료용 바이오신약 (면역조절 치료제, 감염성 질환 치료백신, 대사성 질환 치료제, 뇌질환 치료제, 단일항체 치료제)	면역체계의 조절이 가능한 맞춤형 차세대 백신 및 면역 치료용 항체
		난치성 만성 B형 및 C형 간염 치료용 DNA 백신
		인체의 대사와 관련이 있는 질병인 비만, 당뇨병의 치료제
		치매, 우울증, 정신분열증, 파킨슨병 등 뇌질환 치료제
		항암용 단일항체 치료제

자료 : 한국생명공학연구원(2004).

3.2 바이오산업의 특징

바이오산업은 성장성이 높은 새로운 첨단지식기반산업이며, 고부가가치를 창출하는 산업이라는 특징이 있다. 따라서 바이오산업은 고급두뇌가 절대적으로 필요한 산업이다. 바이오산업은 기존산업뿐 아니라, 정보통신, 나노, 환경기술 등 신기술과 결합하여 다양한 산업적 응용과 신산업 창출이 가능한 기술 중심의 미래 유망산업으로서 특히 유전체 연구에 입각한 새로운 바이오공학기술은 폭발적인 응용잠재력이 있다.

바이오산업은 건강, 식량, 환경, 에너지 등 21세기 인류의 난제들을 해결하는데 적합한 미래의 핵심 산업이다. 반면에 바이오산업은 윤리와 안전문제를 초래할 수 있는 양면성 또한 존재하므로 국가참여가 필수적인 산업이다. 바이오산업은 기존의 전통산업에 비해 고위험, 고수익 산업으로서 회임기간이 타 산업에 비해 길다. 따라서 연구 및 상업화 능력이 중요하며, 기술평가와 기업가 정신이 더욱 필요한 산업이다.

바이오산업은 한 국가나 지역시장만을 상대하는 것이 아니라 글로벌시장을 지향해야 한다. 이러한 특징은 부존자원은 없고 훌륭한 인적자원에 크게 의존할 수밖에 없

는 우리에게겐 비교우위가 있을 수 있는 산업이기 때문에 더욱 중요하다고 할 수 있다.

3.3 바이오산업의 시장규모

OECD는 바이오산업의 세계시장이 평균 20%이상의 고성장을 할 것으로 예상하고 있으며 2013년에는 약 2,100억 달러로 증가될 것으로 전망하고 있다.

일본은 바이오기술이 정보통신, 나노, 환경기술 등과 결합하면서 바이오시장이 매우 빠르게 증가하여 2010년에는 7,049억 달러 이상을 상회할 것으로 전망하고 있으며, 잠재적 시장을 고려할 때 시장규모는 더욱 클 것으로 추정한다. 또한 의약품성장률을 평균 10%로 볼 때 2012년 세계 의약품 시장 규모는 1조 390억 달러로 전망한다.

한국 신약개발조합은 <표 2>와 같이 세계의약산업 시장규모를 1990년의 1,774억 달러, 2000년의 3,670억 달러, 2013년의 7,000억 달러로 급격히 증가할 것으로 추정하고 있다.

<표 2> 세계의약산업 시장규모 추이 및 전망

(단위 : 억 달러)

년도	1990	1995	1997	2000	2003	2008	2013
시장규모	1,774	2,869	3,175	3,670	4,200	5,200	7,000

자료 : 한국 신약개발조합(2006), 한국의 신의약품

2007년 국내 바이오산업 생산규모는 3조 7,139억 원으로 2006년 3조 1,595억 원에 비해 17.5% 증가하였고, 수입을 포함한 2007년 국내 바이오산업의 총 공급규모는 4조 7,347억 원으로 2006년 4조 949억 원에 비해 15.6% 증가하였다. 수출은 2007년 1조 4,715억 원으로 2006년 1조 3,502억 원에 비해 9.0% 증가하였다.

국산제품이 3조 7,139억 원으로 78.4%, 수입제품이 1조 208억 원으로 21.6%를 차지하였다. 또한 바이오산업제품 국내 시장규모는 2006년 2조 7,447억 원에서 2007년 3조 2,632억 원으로 전년도 대비 18.9%인 5,185억 원이 증가하였다.

<표 3>의 분야별 총생산액을 보면, 바이오의약이 45.4%, 바이오식품이 35.4%를 점하여 이 두 분야가 80.9%를 점하고 있다. 다음으로 바이오화학이 6.3%, 바이오환경이 5.4%를 차지하였으며, 나머지 바이오 에너지 및 자원, 바이오전자 등은 아직은 미미한 수준이다. 한편 수출비중이 높은 분야는 바이오식품 70.9%, 바이오전자 60.5%의 순이며, 내수는 바이오 에너지 및 자원 98.0%, 바이오환경 96.0%, 바이오검정 및 정보서비스가 91.9% 등이다.

<표 3> 2007년 바이오산업 분야별 생산 및 수출현황

(단위: 억원, %)

구분	계	바이오 의약	바이오 화학	바이오 식품	바이오 환경	바이오 에너지 및 자원	바이오 전자	바이오 공정 및 기기	바이오검정 ·정보서비 스 및 연구개발
총생산	37,139	16,860	2,339	13,161	2,008	254	579	848	1,093
내수	22,423	12,658	1,880	3,833	1,927	249	229	645	1,004
수출	14,716	4,200	459	9,328	81	5	350	203	89

자료 : 산업자원부(2008), 2007년도 국내 바이오산업 통계.

2007년 국내 바이오산업부문 종사인력은 총 20,236명으로 2006년의 17,316명에 비해 16.9% 증가하였으며, 이 중 연구개발과 생명공학전공 관리직을 포함한 연구직은 10,178명, 연구소 이외 바이오산업 근무 생산직은 10,058명으로 2006년 대비 각각 16.8%, 16.9% 증가하였다.

바이오산업은 전반적으로 연구직이 생산직보다 많으며 특히 바이오검정, 정보서비스 및 연구개발의 경우 연구직 비율이 전체 864명중 653명으로 75.6%나 되어 타 업종에 비해 연구인력 비중이 높게 나타났다. 반면에 생산직 비중이 높은 업종은 바이오식품 및 바이오의약품으로 생산직이 연구직 보다 많았다.

3.4 우리나라의 바이오산업 기술수준 및 투자 현황

3.4.1 우리나라 바이오산업의 기술수준

바이오산업은 다른 어떤 산업보다도 기술의 중요성이 큰 산업이다. 한국의 바이오산업분야의 과학인용색인(SCIE) 논문 수는 1994년 420건으로 세계 29위에서 2005년 4,089건으로 세계 13위로 증가하였고, 바이오분야 세계유명저널(NSC¹⁾) 게재 논문 수도 1994년~1997년간 6건, 1998년~2001년 25건, 2002년~2005년 55건으로 점차 증가해 왔으며, 특히 2005년도 게재논문 수는 23건으로 급속히 증가하고 있다.

한편, 특허청이 2005년 발표한 한국 바이오공학 분야 특허기술력은 세계 19위로 지난 1985년~2004년까지 20년간 미국 특허청에 등록된 세계 각국의 바이오공학 분야 특허건수에 영향력지수를 곱한 기술력지수가 98.3으로 나타났다.

1) 네이처(Nature), 사이언스(Science), 셀(Cell).

바이오산업 분야별로는 바이오신약, 장기산업의 대표적인 관련분야인 제약분야의 경쟁력은 매우 미흡한 것으로 보인다. 우리나라 주요 제약사의 이익률과 연구개발 투자 비중은 세계적인 다국적 제약사에 비해 매우 낮게 나타나고 있다. 하지만 정부의 바이오분야 연구개발 투자는 지속적으로 확대되고 있으며, 다양한 기초연구분야에서 세계적인 주목을 받는 각종 연구 성과들이 배출되고 있다.

3.4.2 우리나라의 미래 유망신기술(6T) 투자 현황

우리나라 바이오산업 내에서의 연구개발 및 시설 투자비는 지속적으로 증가하고 있다. 2007년도 우리나라 바이오산업체의 바이오산업부문 투자 규모는 평균 13억 2,800만원으로 2003년 같은 유형의 투자 규모인 8억 4,400만원에 비해 4년간 총 57.3% 증가한 것으로 나타났다.

2006년도 미래 유망신기술 6대 기술 분야 투자액은 <표 4>와 같이 총 4조 9,380억 원으로 전체 국가연구개발 투자 중 61.4%를 차지했으며, 이는 2005년 4조 560억 원 대비 21.7% 증가한 수치로서 6대기술 분야에 대한 투자가 강화되고 있다. 그 중 정보통신기술 투자 비중이 20.2%로 가장 높았으며, 바이오기술 분야는 16.2%로 나타났다. 투자비중의 변화를 살펴보면 바이오, 환경, 우주기술 분야의 비중이 전년과 비교하여 각각 1%, 2.2%, 2.5%증가한 반면 정보통신기술은 0.2%, 나노기술은 0.1%, 전통기술은 0.1%씩 감소했음을 알 수 있다.

<표 4> 6T분야별 투자 추이(2004~2006년)

(단위 : 억원)

6T	2004년		2005년		2006년		증감	
	금액	비중(%)	금액(A)	비중(%)	금액(B)	비중(%)	B-A	%
IT	13,673	22.8	14,748	20.4	16,260	20.2	1,512	10.3
BT	7,717	12.9	10,967	15.2	13,019	16.2	2,052	18.7
NT	3,041	5.1	3,191	4.4	3,432	4.3	241	7.5
ET	5,468	9.1	6,842	9.5	9,440	11.7	2,599	38.0
ST	2,550	4.3	4,270	5.9	6,745	8.4	2,475	58.0
CT	531	0.9	541	0.7	483	0.6	△58	△10.8
소계	32,981	55.1	40,560	56.2	49,380	61.4	8,820	21.7
기타	26,866	44.9	31,658	43.8	31,013	38.6	△645	△2.0
합계	59,847	100.0	72,218	100.0	80,393	100.0	8,175	11.3

자료 : 2007년도 국가연구 개발사업 조사분석보고서.

개발연구단계의 6대 기술 분야별 투자 추이는 <표 5>와 같이 바이오 기술 분야 투

자비중은 2002년에 4.9%에서 지속적으로 증가하여 2006년에 11.5%까지 증가하였다. 따라서 개발연구단계에서는 바이오, 환경, 우주기술 분야의 개발연구 투자 비중이 동 기간 동안 점차 상승하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 특히 바이오분야는 2002년 4.9%에서 2006년 11.5%로 연평균 36.2%의 증가율을 보이고 있다.

<표 5> 개발연구의 6T분야별 투자 추이(2002~2006년)

(단위 : 억원)

구분	연도별 투자금액 및 점유율										연평균 증가율
	2002년		2003년		2004년		2005년		2006년		
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	
IT	5,690	24.6	6,439	25.5	8,757	29.0	9,128	29.9	10,583	29.7	15.4
BT	1,191	4.9	1,399	5.5	1,969	6.5	3,336	10.9	4,103	11.5	36.2
NT	505	2.1	667	2.6	1,025	3.4	816	2.7	1,066	3.0	20.5
ET	1,638	6.7	1,999	7.9	2,902	9.6	3,809	12.5	5,055	14.2	32.5
ST	1,640	6.8	1,692	6.7	1,642	5.4	2,484	8.1	3,712	10.4	22.7
CT	134	0.6	269	1.1	211	0.7	237	0.8	244	0.7	16.2
기타	13,194	54.4	12,804	50.7	13,689	45.3	10,751	35.2	10,857	30.5	△4.8
총합계	24,261	100.0	25,269	100.0	30,195	100.0	30,560	100.0	35,620	100.0	10.1

자료 : 2007년도 국가연구 개발사업 조사분석보고서.

3.5 바이오산업 활성화에 관한 선행연구

본 연구에서는 기존 문헌 및 선행연구, 정부의 바이오산업 관련 계획 및 전문가 자문 등을 통해 한국 바이오산업의 발전요인을 도출하였다. 또한 기존 문헌 및 선행연구가 없는 부분에 대해서는 델파이 방법을 통한 사전조사를 실시하여 전문가의 견해를 유도하고 종합하여 집단적 판단으로 정리하는 일련의 절차를 거쳤다. 다음은 본 연구에 앞서 진행된 바이오산업에 관한 선행연구를 몇 가지 소개하고자 한다.

Sainsbury(1999)는 영국 바이오산업의 발전을 위하여 영국과 미국의 주요 바이오산업을 직접 방문 조사한 결과를 토대로 구체적인 대안을 제시하였는데, 그는 산업계, 학계, 연구계간의 시너지를 극대화시켜야 하고, 기업가가 주도해야 하며 정부정책 또한 바이오산업 육성을 위해서는 매우 필요한 요소임을 강조하였다.

Prevezer(2001)는 미국 바이오산업이 많이 집적되어 있는 캘리포니아지역의 바이오산업 발전배경을 유럽과 비교하여 분석하였고, 그 결과 유럽에 비해 미국은 자금조달이 보다 원활했고 학자들의 창업이 수월했으며 벤처캐피탈이나 주식시장과 같은 기

업여건이 미국이 훨씬 좋았기 때문이라고 주장하였다. 결론적으로 바이오산업의 발전을 위해서는 혁신, 자금, 네트워크, 정부정책 등이 조화를 이루어야 함을 제시하였다.

Cooke(2001)는 영국의 바이오산업이 미국에 뒤처지는 원인 중 하나로 거대 제약기업의 바이오기업과의 제휴 및 상업화가 미흡한 점을 꼽고, 이에 대한 대안으로서 바이오클러스터를 제시하였다. 그에 따르면 바이오클러스터는 과학기반, 벤처캐피털기반, 사회적 자본의 형성이 특히 중요하다고 주장하고 있다.

이상규·노영진(2008)은 우리나라 바이오산업의 고도화를 이루기 위해서는 종합적인 산업혁신 정책이 필요하며, 미국 바이오산업의 발전경로를 파악하고 이에 근거한 우리나라 바이오산업 발전의 기본방향을 제시하고자 하였다.

김정환(2006)은 우리나라 및 충북지역의 바이오산업 현황과 문제점을 분석하였고, 유형별 해외의 성공사례 및 시사점을 통해 충북지역의 현실에 부합하는 바이오산업 발전전략을 제시하였다.

김동수(2008)는 바이오클러스터가 효율적인 수단이 되기 위해서는 먼저 기술력이 확보되어야 함을 강조하였다. 아울러, 바이오관련 상품, 서비스, 기술 등의 수요와 공급이 활성화되어야 하고, 바이오클러스터가 쇠퇴하지 않고 지속적으로 산업발전에 기여하기 위해서는 바이오클러스터 내에서 사업하기 좋은 분위기가 정착되어야함을 제시하였다.

류기찬(2007)은 우리나라 바이오산업의 발전을 위해서는 환경적 요인, 전략적 요인, 연구개발투자, 네트워크, 관련기관의 연계를 통한 사업 전개, 특히 보유관리의 중요성과 세계시장 개척 등을 중요한 상황요인으로 제시하였다.

3.6 계층분석법의 고찰 및 적용

계층분석법은 1977년에 Tomas Saaty에 의해 개발된 의사결정방법론으로 정성적, 다 기준 의사결정에 유용한 기법이다. 계층분석법의 가장 큰 특징은 복잡한 문제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 나누고, 이러한 요인들에 대한 쌍별 비교를 통해 중요도를 결정하는데 있다.

다기준분석기법의 하나인 계층분석법(Alytic Hierarchy Process : AHP)은 다수의 대안을 비교할 때 비교기준 내지 속성간의 중요도를 계층적으로 파악함으로써 각 대안의 중요도를 산정하는 기법이다. 계층분석법은 어떤 문제의 구성요소들을 계층적으로 나타내는 체계적인 절차로서 하나의 문제를 더 작은 구성요소로 분해하고, 그 각각의 구성분자들을 더 작은 구성요소로 세분화하여 기본적인 근거를 나타낸다.

계층분석법을 적용하기 위해서는 분석결과에 대한 신뢰성이 가장 중요하며, 이는 일관성 지수(CR)에 의해 검증한다. 일관성 지수가 10%이내인 경우에만 서수적 순위

에 무리가 없는 신뢰할 수 있는 결과라고 인정할 수 있다(Vargas, 1990). 일반적으로 일관성 비율의 값이 10%이내이면 수락 가능하다고 본다. 만일 이를 벗어난 경우에는 쌍대 비교에서의 비일관성을 해결하기 위해 판단을 검토하는 것이 바람직하다.

가중치를 구하는 방법은 주관적 방법과 객관적 방법으로 구해진 가중치를 통계적으로 가중 평균하여 종합가중치를 구하고, 자료가 주어진 조건에서 가중치의 사후확률(Posterior Probability) 가중 평균으로 가중치를 종합한다.

이 기법이 갖는 참신성은 다수의 목표, 다수의 평가기준, 다수의 의사결정 주체가 포함되어 있는 의사결정 문제를 계층화한 후 상위계층에 있는 한 요소 또는 기준의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍별 비교에 의해 측정하는 방식을 통해 궁극적으로 최하위의 계층에 있는 대안들의 가중치 또는 우선순위를 구할 수 있도록 해준다.

우리나라에서도 지난 2000년부터 정부출연기관인 한국과학기술기획평가원에서 정부사업의 예비타당성을 조사하기 위하여 활용하고 있으며, 2001년에는 계량지표의 평가를 위한 표준화된 평가기준을 제시하기 위한 연구를 수행하여 예비타당성조사방법론으로 정착시켜가고 있다. 계층분석법은 과학기술의 연구개발 투자 우선순위 결정 등 정부부문과 한국형 중형여객기 최적규모 선정 등 민간부문의 정책 우선순위결정을 위한 분석에 널리 활용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 분석의 틀로 의사결정자의 오랜 동안 축적된 값진 경험, 지식 등을 쌍별 비교 즉, 요소간의 1:1 비교와 고유치 계산을 통하여 정량화함으로써 기존의 정량적 요소와 함께 의사결정에 반영할 수 있도록 지원하는 계층분석법을 적용하고자 한다.

IV. 모형설계 및 실증분석

4.1 한국 바이오산업 발전요인의 구성 및 신뢰도 검증

본 연구에서는 한국 바이오산업 발전을 위해 어떠한 발전요인을 고려해야 하는지에 초점을 맞추었다. 선행연구, 정부의 바이오산업 관련 계획 및 전문가 자문 등을 통해 한국 바이오산업의 발전요인을 구성하였다.

발전요인 구성에 대한 신뢰도 검증을 위한 1차 설문조사는 2009.2.2일부터 2009.2.10일까지 전자우편 및 방문을 통하여 실시하였고, 설문조사는 Likert의 5점 척도로 평정하였다.

표본으로는 2008년 국가연구개발사업의 바이오분야 평가자, 연구책임자, 정부 및

출연 연구기관 종사자 등 총 100명을 대상으로 전수조사를 실시하였다. 설문회수결과 활용 가능한 설문지 수는 총 26개였다. 활용된 표본의 분포를 보면, 정부 6명, 대학 7명, 공공기관 8명, 기업 5명 등이었다. 설문조사의 기초 통계값 및 통계분석은 SPSS 14.0을 활용하였다.

1차 설문결과와 소분류 항목을 분석단위로 계층단계별 Cronbach's α 계수를 산출하여 신뢰도를 측정하였다. 검증결과 Cronbach's α 계수값은 <표 6>과 같이 중분류는 0.656에서 0.917 사이에, 대분류는 0.776에서 0.963 사이에 분포되었으며, 전체로는 0.927이었다. 설문결과 Cronbach's α 계수값이 모두 0.6이상으로 변수의 신뢰도가 있는 것으로 나타났다. 또한 발전요인에 대한 중요도의 평정 값이 27개 발전요인 모두 중앙값이 3.0보다 높게 나타나 타당한 것으로 검증되었다.

<표 6> 한국 바이오산업 발전요인 신뢰도 검증 설문표본 검증결과

대분류 (3개 항목)	중분류 (9개 항목)	소분류 (27개 항목)	평균	표준 편차	Cronbach's α		
					중분류	대분류	전체
기술역량	기초원천기술 강화	기업 연구개발 강화	3.97	0.41	0.872	0.963	0.927
		대학 연구개발 강화					
		공공연구기관 연구개발 강화					
	산업화기술 확보	산학 협력 강화	3.96	0.37	0.873		
		산연 협력 강화					
		산학연 협력 강화					
선순환구조 활성화	기획역량	3.97	0.40	0.917			
	평가역량						
	관리역량						
인프라 확충	산업인프라	시설 및 장비 지원	3.90	0.37	0.783		
		전담인력 양성					
		기술이전 체계 확립					
	클러스터 조성	지역기술역량	3.90	0.29	0.656		
		지역혁신기구 역량					
		지역혁신 주체간 협력					
정보네트워크화	인력 및 설비 정보	3.71	0.52	0.818			
	정책사업 정보						
산업환경	제도개선	사업기획	3.90	0.40	0.698		
		사업관리					
		사업성과					
	정책연결	다수 참여주체의 존재	3.99	0.38	0.910		
		분산구조 유지					
		산학연 연계 등 상호작용					
혁신시스템	홍보시스템	3.81	0.41	0.812			
	창업교육시스템						
	자금지원시스템						

4.2 한국 바이오산업의 계층구조 모형설계 및 신뢰도 검증

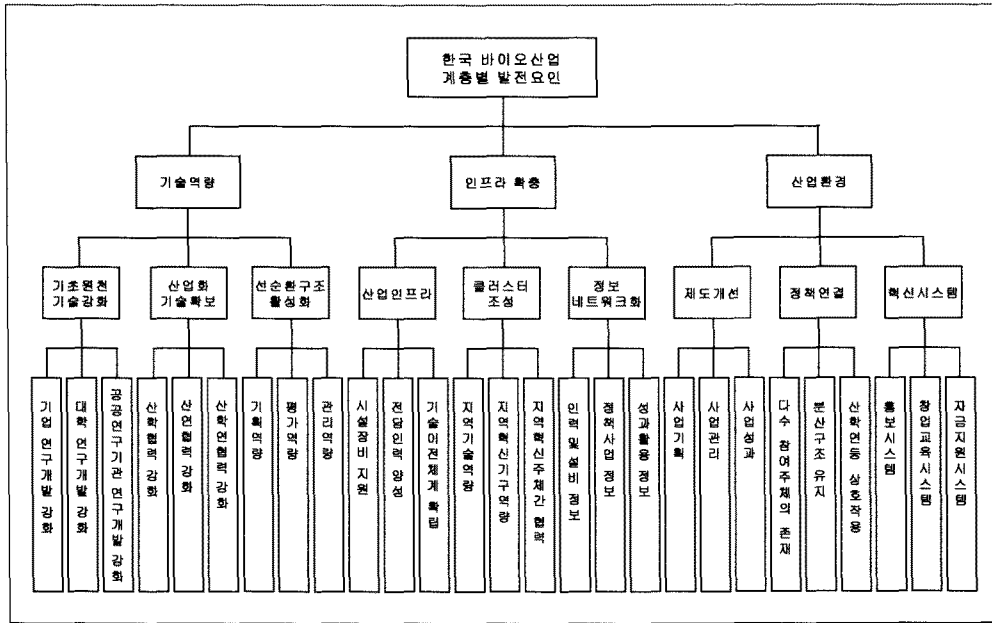
1차 설문결과 및 전문가 자문 등을 토대로 한국 바이오산업 발전요인의 중요도에 따라 주요 발전요인 부문, 구성요소 및 세부 측정항목으로 계층구조 모형을 <그림 1>과 같이 설계하였다. 현재와 2015년 시점에서의 계층 구성요소별로 상대적 중요도를 가중치로 산출하여 발전요인간의 우선순위를 통해 향후 한국 바이오산업의 발전방안 도출에 대한 정책적 시사점을 제언하고자 한다.

2차 설문조사는 2009.2.13일부터 2.18일까지 전자우편 및 방문 등을 이용하여 실시하였다. 표본으로는 2008년 국가연구개발사업의 바이오분야 연구책임자, 평가위원 및 정부출연기관 실무자 등 총 102명을 대상으로 전수조사를 실시하였다. 그 결과 총 22명(21.6%)으로부터 설문지가 회수되었으며, 활용 가능한 설문지 수는 총 21개(20.6%)였다. 활용된 표본의 분포를 보면 정부 4명, 대학 6명, 공공기관 7명, 기업 4명 등이었다.

주요 발전요인 부문, 구성요소 및 세부 측정항목의 가중치 계산에는 기하평균 방법을 사용하여 항목별 중요도에 대한 가중치(Priority Vector)를 도출하였다. 조사 및 설문방식은 종축과 횡축의 평가항목을 쌍대 비교하여 종축의 평가항목이 횡축의 평가항목에 비해 상대적으로 어느 정도 중요한지 또는 어느 정도 비효율적인지를 평가기준에 따라 “1, 3, 5, 7, 9” 또는 “1, -3, -5, -7, -9” 까지의 척도를 기입토록 하였다. 2차 설문조사의 기초 통계 값과 통계분석은 Excel 2007을 사용하여 분석하였다.

분석방법은 계층분석법에 의한 쌍대 비교를 실시하였고, 각 구성요소별로 일관성 지수를 산출하여 설문응답자의 진실성을 평가하였다. 일관성 지수(CR)는 설문 응답자의 판단 진실성을 평가하는데 통상 0.1이하면 일관성이 있다고 본다. 즉 복잡하고 까다로운 인간의 판단력에는 한계가 있기 때문에 대체로 $CR > 0$ 이 된다. 계층분석법에서는 이러한 점을 고려하여 완벽한 판단의 일관성을 요구하지는 않으나, CR값이 0.1 이상이면 의사결정에 이용하기 곤란하다. 따라서 최종적으로 일관성 지수가 0.1 이상이면 의사결정자가 쌍대비교를 다시 검토해야 한다.

본 연구의 일관성 지수의 분석결과는 0.025이상부터 0.093이하의 범위로 확인되어 모든 일관성 지수가 0.1미만으로 일관성이 검증되었다.



<그림 1> 한국 바이오산업 발전요인의 계층구조 모형

V. 한국 바이오산업의 발전요인 분석결과

5.1 1차 계층 구성별 발전요인 분석

한국 바이오산업의 1차 계층 구성 요인들의 현재와 2015년 시점에서의 발전요인의 중요성 및 요인별 상대적 중요성 정도의 파악을 위해 1차 계층 발전요인별 쌍대비교를 실시하였다. 기술역량부문, 인프라 확충부문, 산업 환경 부문의 각각 3개 구성요소로 구분하였다.

5.1.1 현재시점의 1차 계층 발전요인 분석결과

1차 계층 구성 발전요인에 대한 현시점에서의 중요성 인식 정도는 <표 7>과 같이 기술역량부문의 응답자의 가중치가 0.48로 가장 중요하다고 인식하였고, 다음으로 인프라 확충부문의 가중치 0.36, 산업 환경부문의 가중치 0.16의 순으로 나타나 기술역량부문이 가장 중요하고, 다음으로는 인프라 확충, 산업 환경의 순으로 중요성 정도를 크게 인식하였다.

<표 7> 현시점에서의 1차 계층 발전요인별 중요성 평가

1차 계층	가중치	우선순위
기술역량	0.48	1
인프라 확충	0.36	2
산업 환경	0.16	3

* 일관성 지수: 0.067

응답자 군별 인식정도는 <표 8>과 같다. 응답자 군별로는 기술역량부문의 중요성을 가장 크게 인식하고 있는 응답자군은 정부이고, 기업은 다른 응답자 군에 비해 상대적으로 기술역량부문의 중요성이 낮은 것으로 인식하였다.

그리고 인프라 확충부문에 대해서는 기업이 다른 응답자 군에 비해 상대적으로 중요성이 높은 것으로 인식하였다. 또한 대학 및 공공기관은 산업 환경 부문의 중요성을 다른 응답자 군에 비해 가장 높게 인식하였다.

전체적으로 보면 응답자 군별로 정도의 차이는 있으나 정부, 대학, 공공기관, 기업 등 응답자군 모두 기술역량부문을 가장 중요한 것으로 응답하였고, 인프라 확충, 산업 환경의 순으로 상대적 중요성이 큰 것으로 인식하였다.

<표 8> 현시점에서의 응답자 군별 1차 계층 발전요인별 중요성 평가

1차 계층	정부	대학	공공기관	기업
기술역량	0.518	0.485	0.475	0.430
인프라 확충	0.365	0.349	0.341	0.370
산업 환경	0.117	0.166	0.184	0.200

5.1.2 2015년 시점의 1차 계층 발전요인 분석결과

2015년 시점에서 1차 계층 구성 발전요인에 대한 중요성을 분석한 결과는 <표 9>와 같다. 현재시점과 비교하여 1차 계층 발전요인의 중요성 인식의 순위는 변함이 없이 나타났으나 발전요인별 중요성에 대한 인식 정도의 차이를 나타내는 가중치 값은 차이를 보였다. 즉, 2015년 시점에서 한국 바이오산업의 1차 계층 발전요인 중 가장 중요하다고 인식하고 있는 부문은 기술역량부문으로 응답자의 가중치 0.52로 나타났고, 다음으로 인프라 확충부문의 가중치 0.33, 산업 환경부문의 가중치 0.15의 순을 보였다.

<표 9> 2015년 시점에서의 1차 계층 발전요인별 중요성 평가

1차 계층	가중치	우선순위
기술역량	0.52	1
인프라 확충	0.33	2
산업 환경	0.15	3

* 일관성 지수: 0.025

응답자 군별로는 <표 10>과 같이 1차 계층 발전요인 중 기술역량부문의 중요성을 가장 크게 인식하고 있는 응답자군은 정부이고, 기업은 다른 응답자 군에 비해 상대적으로 기술역량부문의 중요성을 낮게 인식하였다.

그리고 인프라 확충부문의 중요성 정도에 대해서는 정부 및 기업이 중요성을 가장 크게 인식한 반면, 대학은 다른 응답자 군에 비해 상대적으로 중요성을 낮게 인식하였다. 산업 환경부문의 중요성 정도에 대해서는 대학과 공공기관이 타 응답자 군에 비해 상대적으로 중요성을 크게 인식하였다.

<표 10> 2015년 시점에서의 응답자 군별 1차 계층 발전요인별 중요성 평가

1차 계층	정부	대학	공공기관	기업
기술역량	0.526	0.518	0.516	0.510
인프라 확충	0.347	0.312	0.323	0.340
산업 환경	0.127	0.170	0.161	0.150

5.2 2차 계층 구성별 발전요인 분석

한국 바이오산업의 2차 계층 구성 요인들의 현재와 2015년 시점에서의 발전요인의 중요성 및 요인별 상대적 중요성 정도의 파악을 위해 1차 계층분석과 동일한 분석방법으로 발전요인별 쌍대비교를 실시하였다. 우선 기술역량부문은 기초 원천기술 강화, 산업화기술 확보, 선순환구조 활성화, 인프라 확충부문은 산업인프라, 클러스터 조성, 정보네트워크화, 산업 환경부문은 제도개선, 정책연결, 혁신시스템 등 각각 3개 구성요소로 구분하였다.

5.2.1 현재시점의 2차 계층 발전요인 분석결과

현재시점에서 한국 바이오산업의 2차 계층 발전요인 가운데 중요도가 가장 높게 나타난 부분은 <표 11>과 같이 기술역량부문의 기초 원천기술 강화이고, 인프라 확충

부문의 산업인프라, 산업 환경 부문의 제도개선이다. 현시점에서 중요성이 상대적으로 낮게 나타난 부분은 기술역량부문의 선순환구조 활성화, 인프라 확충부문의 정보네트워크화, 산업 환경부문의 혁신시스템이다.

<표 11> 현시점에서의 2차 계층 발전요인별 상대적 중요성 평가

1차 계층	2차 계층	가중치	우선순위
기술역량	기초원천기술 강화	0.24	1
	산업화기술 확보	0.15	3
	선순환구조 활성화	0.09	5
인프라 확충	산업인프라	0.16	2
	클러스터 조성	0.11	4
	정보네트워크화	0.07	7
산업환경	제도개선	0.08	6
	정책연결	0.06	8
	혁신시스템	0.04	9

* 일관성 지수: 0.033

5.2.2 2015년 시점의 2차 계층 발전요인 분석결과

2015년 시점에서 2차 계층 발전요인들 가운데 중요도가 가장 높게 나타난 부분은 <표 12>와 같이 기술역량부문의 기초 원천기술 강화이고, 다음으로는 인프라 확충부문의 산업인프라, 산업 환경부문의 제도개선이다.

중요성이 상대적으로 낮은 부분은 산업 환경부문의 혁신시스템, 정책연결, 인프라 확충부문의 정보네트워크화로 나타났다.

현시점과 2015년 시점에서의 중요성에 대한 인식 정도를 비교하면 전체적으로 중요도가 높은 항목에는 변화가 없으나, 종합 우선순위 가중치에는 차이를 보였다. 즉, 기초 원천기술 강화에 대한 가중치는 0.24에서 0.26으로 높아졌고, 산업인프라는 0.16으로 변화가 없었으며, 산업화기술 확보는 0.15에서 0.16으로 상대적 중요도가 더욱 높게 나타났다.

<표 12> 2015년 시점에서의 2차 계층 발전요인별 상대적 중요성 평가

1차 계층	2차 계층	가중치	우선순위
기술역량	기초원천기술 강화	0.26	1
	산업화기술 확보	0.16	2
	선순환구조 활성화	0.08	5
인프라 확충	산업인프라	0.16	3
	클러스터 조성	0.11	4
	정보네트워크화	0.07	7
산업환경	제도개선	0.08	5
	정책연결	0.05	8
	혁신시스템	0.03	9

* 일관성 지수: 0.093

5.3 3차 계층 구성별 발전요인 분석

3차 계층 구성 요인들의 현재와 2015년 시점에서의 발전요인의 중요성 및 요인별 상대적 중요성 정도의 파악을 위해 3차 계층 발전요인별 쌍대비교를 실시하였다. 3차 계층 발전요인의 세부 측정항목은 총 27개로 설정하였으며, 각 항목간의 상대적 중요성 정도를 측정한 결과를 분석하면 다음과 같다.

5.3.1 현재시점의 3차 계층 발전요인 분석결과

<표 13>은 1차 계층 구성의 기술역량부문을 기초 원천기술 강화, 산업화기술 확보, 선순환구조 활성화 등 2차 계층 구성요인의 9개 측정항목으로 세분화하여 쌍대 비교한 결과로 세부 측정 항목 간 현시점에서의 상대적 중요성 정도를 나타내고 있다.

기술역량부문은 기업 R&D 강화, 산학 협력 강화, 대학 R&D 강화 순으로 상대적 중요성이 높은 것으로 나타났다. 2차 계층의 발전요인별로 살펴보면 기초 원천기술 강화부문에 기업 R&D 강화, 산업화기술 확보부문에 산학 협력 강화, 선순환구조 활성화부문에 기획역량이 상대적으로 중요하다는 분석결과를 보였다.

<표 13> 기술역량 부문 내 3차 계층 발전요인의 상대적 중요성 평가

2차 계층	3차 계층	가중치	우선순위
기초원천기술 강화	기업 R&D 강화	0.26	1
	대학 R&D 강화	0.14	3
	공공연구소 R&D 강화	0.05	7
산업화기술 확보	산학 협력 강화	0.16	2
	산연 협력 강화	0.12	4
	산학연 협력 강화	0.08	6
선순환구조 활성화	기획역량	0.10	5
	평가역량	0.06	7
	관리역량	0.03	9

* 일관성 지수: 0.069

인프라 확충 내에서는 <표 14>와 같이 시설장비 지원, 지역기술역량, 전담인력 양성, 인력 및 설비 정보 등의 순으로 상대적 중요성이 높은 것으로 나타났다.

2차 계층 구성의 발전요인별로 살펴보면 산업인프라 부문에 시설장비 지원, 클러스터 조성부문에 지역기술역량, 정보네트워크화부문에 인력 및 설비 정보가 상대적으로 중요하다는 분석결과를 보였다. 또한 산업인프라에 기술이전체계 확립, 클러스터 조성에는 지역혁신 주체 간 협력, 정보네트워크화에 성과활용 정보가 가장 상대적으로 중요하지 않다는 분석결과가 나타났다.

<표 14> 인프라 확충부문 내 3차 계층 발전요인의 상대적 중요성 평가

2차 계층	3차 계층	가중치	우선순위
산업인프라	시설장비 지원	0.26	1
	전담인력 양성	0.16	3
	기술이전체계 확립	0.04	7
클러스터 조성	지역기술역량	0.19	2
	지역혁신기구역량	0.08	5
	지역혁신주체간 협력	0.04	7
정보네트워크화	인력 및 설비 정보	0.11	4
	정책사업 정보	0.08	5
	성과활용 정보	0.04	7

* 일관성 지수: 0.057

산업 환경부문 내에서는 <표 15>와 같이 사업기획, 다수 참여주체의 존재, 사업관리, 분산구조 유지, 사업성과 순으로 상대적 중요성이 높은 것으로 나타났다.

2차 계층 구성의 발전요인별로 살펴보면 제도개선부문에 사업기획, 정책연결부문에 다수 참여주체의 존재, 혁신시스템부문에 홍보시스템의 순으로 상대적으로 중요하다는 분석결과가 나타났다.

<표 15> 산업 환경부문 내 3차 계층 발전요인의 상대적 중요성 평가

2차 계층	3차 계층	가중치	우선순위
제도개선	사업기획	0.28	1
	사업관리	0.15	3
	사업성과	0.09	5
정책연결	다수 참여주체의 존재	0.19	2
	분산구조 유지	0.11	4
	산학연 등 상호작용	0.06	7
혁신시스템	홍보시스템	0.07	6
	창업교육시스템	0.03	8
	자금지원시스템	0.02	9

* 일관성 지수: 0.088

5.3.2 2015년 시점의 3차 계층 발전요인 분석결과

<표 16>은 1차 계층 발전요인의 기술역량부문을 기초 원천기술 강화, 산업화기술 확보, 선 순화 구조 활성화 등 2차 계층 구성요인의 9개 측정항목으로 세분화하여 쌍대 비교한 결과로서 세부 측정 항목 간 2015년 시점의 상대적 중요성 정도를 나타내고 있다. 기술역량부문 내에서는 기업 R&D 강화, 산학 협력 강화, 대학 R&D 강화의 순으로 상대적 중요성이 높은 것으로 나타났다.

<표 16> 기술역량부문 내 3차 계층 발전요인의 상대적 중요성 평가(2015)

2차 계층	3차 계층	가중치	우선순위
기초원천기술 강화	기업 R&D 강화	0.27	1
	대학 R&D 강화	0.16	3
	공공연구소 R&D 강화	0.08	5
산업화기술 확보	산학 협력 강화	0.19	2
	산연 협력 강화	0.10	4
	산학연 협력 강화	0.05	7
선순환구조 활성화	기획역량	0.08	5
	평가역량	0.05	7
	관리역량	0.02	9

* 일관성 지수: 0.069

인프라 확충부문 내에서는 <표 17>과 같이 시설장비 지원, 전담인력 양성, 지역기술역량의 순으로 상대적 중요성이 높은 것으로 나타났다. 따라서 2015년 시점에서는 시설장비의 지원, 지역기술역량, 인력 및 설비 정보에 대한 지원의 강화와 이에 수반되는 정책적 지원이 필요할 것으로 판단된다.

<표 17> 인프라 확충부문 내 3차 계층 발전요인의 상대적 중요성 평가(2015)

2차 계층	3차 계층	가중치	우선순위
산업인프라	시설장비 지원	0.31	1
	전담인력 양성	0.19	2
	기술이전체계 확립	0.03	7
클러스터 조성	지역기술역량	0.16	3
	지역혁신지구역량	0.07	5
	지역혁신주체간 협력	0.03	7
정보네트워크화	인력 및 설비 정보	0.11	4
	정책사업 정보	0.07	5
	성과활용 정보	0.03	7

* 일관성 지수: 0.093

산업 환경부문은 <표 18>과 같이 사업기획, 다수 참여주체의 존재, 사업관리, 분산구조 유지의 순으로 2015년 시점에 상대적 중요성이 높은 것으로 나타났다. 제도개선부문의 사업기획, 정책연결부문의 다수 참여주체의 존재 및 혁신시스템부문의 홍보시스템의 순으로 상대적으로 중요하다는 분석결과가 나타났다. 따라서, 2015년 시점에서는 사업기획, 다수 참여주체의 존재, 사업관리, 분산구조 유지, 홍보시스템의 강화와 이에 수반되는 정책적 지원이 필요할 것으로 판단된다.

<표 18> 산업 환경부문내 3차 계층 발전요인의 상대적 중요성 평가(2015)

2차 계층	3차 계층	가중치	우선순위
제도개선	사업기획	0.30	1
	사업관리	0.13	3
	사업성과	0.04	8
정책연결	다수 참여주체의 존재	0.16	2
	분산구조 유지	0.11	4
	산학연 등 상호작용	0.07	6
혁신시스템	홍보시스템	0.10	5
	창업교육시스템	0.06	7
	자금지원시스템	0.03	9

* 일관성 지수: 0.067

VI. 결론 및 향후 연구과제

6.1 한국 바이오산업의 발전방안 제언

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

현재시점과 2015년 시점을 비교했을 때 발전요인의 중요성 및 요인간의 상대적 중요성 비중이 약간 차이가 변한 것을 제외하고는 발전요인의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 바이오산업이 본질적으로 핵심원천기술 및 산업인프라 구축 등이 전제되어야 지속적으로 성장할 수 있기 때문이다. 이러한 결과는 선진국과 국내 바이오산업의 기술 수준이 상당한 격차가 나고 있는 부분을 고려할 때 상당히 우려되는 부분이다. 정부의 연구개발 지원은 규모가 늘어나고는 있지만 절대적인 규모로 볼 때 아직까지 선진국에 비해 매우 미흡한 수준이다. 따라서 기술 수준 향상과 산업 경쟁력 강화를 위해서 바이오산업의 투자 비중을 현재 수준보다 지속적으로 늘려나가야 한다.

연구개발 지원에 있어 차세대 성장 동력으로 제시된 신약, 장기, 바이오칩 등의 상품화에 있어서는 매우 다양한 기초기술 및 응용기술이 요구된다. 국내의 경우 비교적 생산기술에 경쟁력을 갖추고 있으므로 바이오의약품 전문생산기지로서 성장할 수 있도록 생산기술 분야에 투자를 집중하는 전략수립이 필요하다.

바이오산업과 관련된 산학연의 연계 및 역할분담이 명확해야하며, 국가적 역량을 집중할 분야를 선정하는 것이 시급하다. 산업화를 지원하기 위한 인프라 구축에 있어서도 산업 전반에 걸친 네트워크 강화가 무엇보다도 중요하다. 따라서 바이오산업 기업 간 제휴, 바이오클러스터 조성을 통한 산학연간의 네트워크를 구축하여 국내 바이오산업의 영세성과 기술경쟁력 부족을 해결하고, 연구개발결과를 조속히 상업화할 수 있는 시스템을 구축해야 한다.

본 연구를 종합하여 한국 바이오산업의 발전방안에 대해 다음과 같이 제언한다.

첫째, 바이오산업 핵심원천기술 개발 및 효율적인 연구개발체계의 개선이 필요하다. 정부는 바이오산업의 핵심원천기술 확보를 지원하기 위한 유무형의 인프라를 구축해야 한다. 기업, 대학 및 공공연구기관은 이를 토대로 기초기반연구 및 응용연구 분야에 대한 선택과 집중을 통해 투자 대비 효율성을 제고하고, 선진국의 기술모방 및 연구개발체제를 따라잡는 것에서 벗어나 우리나라 특유의 효율적인 연구 및 산업화 시스템을 구축해야 한다.

둘째, 전통 바이오산업을 육성 및 보호하고, 창의적인 유망 신 시장을 개척해야한

다. 전통 바이오산업분야인 농축수산업의 경쟁력 제고 및 역량 강화를 위해 연구개발과 상업화를 지원하여야 한다. 또한 경쟁력 있는 대규모 영농조직 및 영농인을 육성하기 위한 제도적 뒷받침이 필요하며, 식량안보차원에서 대비해야 한다. 또한 바이오기술과 타 산업분야의 융합을 통해 기존시장의 입지를 강화하고 신산업 및 신시장을 창출해야 한다.

셋째, 핵심원천기술의 개발과 선도를 위한 산학연 및 학제간의 긴밀한 협력 관계를 구축해야 한다. 우수한 기술인력 양성 및 해외 고급두뇌유치를 적극적으로 지원하고, 기존 고급인력의 재교육 체계를 구축해야 한다. 또한 바이오클러스터 조성을 통해 산학연간 네트워크를 적극 활용하여 투자효율성을 제고해야 한다. 바이오클러스터는 기술인력, 자금지원 및 시장 확보 등이 가능한 경쟁력 기반이 뛰어난 소수의 지역을 선정하여 집중 지원해야 한다. 또한 신기술의 심사체제와 관련 법규의 정비 등 산학연간의 다학제 간 협력을 뒷받침할 수 있는 제도적인 인프라 구축도 적극적으로 나서야 한다.

넷째, 효율적인 지원을 통하여 경쟁력 있는 바이오벤처기업을 육성해야 한다. 기술집약적 특성이 강한 바이오산업이 원활히 발전해 나가기 위해서는 벤처기업의 자생력 확보가 최우선으로 이루어져야 한다. 이를 위해 대기업들의 벤처투자를 활성화하여 중소벤처기업의 규모를 확대해야 하며, 규모와 기술력이 부족한 벤처기업의 경우에는 시장원리에 따라 퇴출되는 자정시스템도 필요하다. 아울러 대기업과 벤처기업간의 협력을 강화하여 바이오벤처기업은 연구개발을 통해 지적재산의 취득과 활용에 주력하고, 대기업은 바이오벤처의 연구결과를 받아 상업화를 추진하는 역할분담 모델을 정립해야 한다.

다섯째, 바이오산업 친화적인 산업연관구조를 형성하고, 국내외 협력적인 네트워크를 구축해야 한다. 대학, 공공연구기관 및 벤처기업은 독창성 있는 아이디어를 창출하기 위해 초기단계의 기술집약적 연구에 집중하고, 중견 및 대기업은 자본집약적 산업화를 담당하는 등 기업규모별로 역할을 담당하는 산업구조를 형성해야 한다. 또한 기술이전 및 산학연간의 연계를 지원하는 전문중개시스템을 구축할 필요가 있다. 이를 통해 국내외 기업 간 기술이전, 전략적 제휴 등의 산업주체간의 협력 강화를 지원토록 해야 한다. 더불어 도덕적인 생명윤리와 관련된 바이오공학기술과 바이오산업에 대한 국민적 이해와 사회적 합의를 도출하는 정책마련도 시급히 요구된다.

6.2 향후 연구과제

본 연구는 계층분석법을 활용한 발전요인간의 가중치 분석을 통해 요인간의 우선순위를 살펴보았다. 상기의 연구결과는 추후 관련분야 실무자들을 상대로 실제 우선순

위의 타당성을 비교, 검증하는 연구가 필요하다. 아울러 본 연구의 분석샘플수가 다소 부족한 측면이 있으므로 향후 추가설문을 실시하여 연구의 통계적 신뢰성을 담보할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 강경남 · 이윤식(2006), "한국 바이오벤처기업의 혁신 활동에 영향을 미치는 요인 분석", 한국생산경제학회, 『생산경제연구』, 제19권, 제4호, pp.1723-1740.
- 고유상(2002), 『한국바이오 클러스터의 발전전략』, 삼성경제연구소.
- 김동수(2008), 『기업친화적인 바이오클러스터 조성방안에 관한 연구』, 송실대학교 박사학위 논문.
- 김범수(2002), "바이오 연구동향, 약물전달 기술의 전망", 한국미생물생명공학회, 『생물산업』, 제15권, 제2호, pp.8.
- 김정환(2005), 『연구개발 투자활동이 중소·벤처기업의 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구』, 건국대학교 박사학위 논문.
- 김정환(2006), "국가경쟁력 제고를 위한 충북지역 바이오산업 발전방안에 관한 연구", 충북개발연구원, 『충북개발연구』, 제17권, 제2호, pp.123-149.
- 김주한 · 김선배(2003), 『바이오클러스터의 성공 조건과 발전 방안』, 산업연구원.
- 김주한 외(2000), 『생물산업 발전을 위한 기반구축 방안』, 산업연구원.
- 김주한 외(2003), 『바이오클러스터 성공조건과 건설방안』, 산업연구원.
- 남궁근(2003), 『행정조사방법론』, 박문사.
- 류기찬(2007), 『우리나라 바이오기업의 전략요인, 전략집단 및 기업성과 간의 관계에 관한 상황론적 분석』, 충남대학교 박사학위 논문.
- 리처드 올리버(2000), 『바이오테크 혁명』, 청림출판.
- 문선용(2006), "한국바이오산업의 현황과 정책과제", 『KIET 산업경제』, 산업연구원.
- 송하울(2004), "한방바이오산업의 발전 동향과 과제", 『KIET 산업경제』, 산업연구원.
- 이상규 · 노영진(2008), "바이오산업의 발전모형 개발과 산업혁신 전략: 미국 바이오산업 분석을 바탕으로", 『바이오테크보고서』, 한국산업연구원.
- 이정오(2007), 『NT/BT 융합신기술과 시장 및 개발 동향』, 전자부품연구원.
- 이주영(2002), 『바이오혁명』, 가림출판사.
- 임종규(2003), 『경기 북부 바이오산업 육성 및 입지선정 분석에 관한 연구』, 명지대학교 박사학위 논문.
- 제레미 리프킨(2003), 『바이오테크 시대』, 민음사.
- 최윤희 · 정은미(2003), "한국 바이오산업 혁신 촉진 방안: 기술이전체계 활성화를

- 통한 혁신의 촉진", 『KIET 산업경제』, 산업연구원.
- 최윤희 외(2006), 『바이오산업 육성을 위한 R&D 전략』, 국가과학기술자문회의.
- 현병환(1999), 『바이오 의약산업의 현황과 전망』, 한국생명공학연구소.
- 황규승(1989), "AHP 기법의 신뢰성에 관한 연구", 고려대학교, 『경영논총』, 제32권, 제2호, pp.83-97.
- 과학기술부(2001), 『2002년도 과학기술연구활동 조사보고』, 한국과학기술기획평가원.
- 과학기술부(2005), 『바이오연구개발의 효율적 추진방향』, 제7회 과학기술 관계장관회의.
- 과학기술부등 8개부처(2006), 제2차 생명공학육성기본계획('07~'16).
- 데이코산업연구소(2004), 한국 바이오산업연감 2004-2005.
- 산업자원부(2005), 『생물산업육성정책 및 지역바이오산업 육성계획』, 산업자원부.
- 산업자원부(2006), 『2015산업발전 비전과 전략(산업편 II)』, 전국경제인연합회.
- 산업자원부(2006), 『바이오산업 발전방안』, 산업자원부.
- 산업자원부(2007), 『2007 지역바이오산업 혁신과제』, KDI 경제정보센터.
- 산업자원부(2008), 『2007년도 국내 생물산업 통계』, 산업자원부.
- 특허청(2005), 『생명공학 특허동향 2005 요약서』, 특허청.
- 한국과학기술기획평가원(2003), 『2002년도 생명공학육성 시행계획』.
- Chesbrough, H.(2004), *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Press.
- Lundvall, B.(1992), *National Systems of Innovation-Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Printer Publishers.
- Chiang, A. C.(1984), *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, New York: McGraw-Hill.
- Cooke, P.(2001), "New Economy Innovation Systems: Biotechnology in Europe And The Usa", *Industry and innovation*, Vol.8, No.3, pp.267-289.
- Gosh, A(1958), "Input-Output Approach in an Allocation System, *Economica*", *New Series*, Vol. 25, No.97, pp.58-64.
- Leontief, W. W(1941), *The Structure of American Economy(1919~1929): An Empirical Application of Equilibrium Analysis*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Leontief, W. W(1951), *The Structure of American Economy(1919~1939)*, 2nd Revised, New York Oxford University Press.

- Persidis, A.(1999), "Biotechnology Clusters", 『Drug Discovery Today』, Vol.4, No.7, pp.297-298.
- Marquis, D. G.(1969), "The Anatomy of Successful Innovations", 『Innovation』, Vol.1, No.7, pp.28-37.
- Clark, K. B. and Fujimoto, T.(1991), *Product Development Performance*, Boston: Harvard Business School Press.
- Anna, N.(2001), "Biotechnology Firms in Sweden", *Small Business Economics*, Vol. 17, No. 1-2, pp.93-103.
- Amin, A. and Thrift, N.(1995), Globalisation, Institutional 'Thickness' and the Local Economy. In P. Healey, Cameron, S. Davoudi, S. Graham and Madanipour (Eds.), *Managing Cities: The New Urban Context*, London: John Wiley and Sons, pp.91-108.
- Pyka, A. and Saviotti, P.(2001), "Innovation networks in the biotechnology based sectors", : www.wiwi.uni-augsburg.de/vwl/institut/paper/205.pdf.
- Annalee, S.(1994), *Regional Advantage, Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ernst & Young(2003), *Endurance: The European Biotechnology Report*.
- Ernst & Young(2004), *The Americas Perspective Global Biotechnology Report*.
- Ernst & Young(2006), *Global Biotechnology Report*.
- Ernst & Young(2006), *Beyond Borders: Global Biotechnology Report*.
- Cooke, P.(2003), *Strategies for Regional Innovation Systems: Learning Transfer and Applications*, Vienna: UNIDO.
- Council on Competitiveness(2003), *Cluster Mapping—a Valuable Tool for Policymaking?*, EU Clusters Seminar.
- OECD(2004), *Biotechnology & Trade*.
- OECD(2004), *Biotechnology for Sustain Growth and Development*.

A Study on a Development Plan for the Bio-technology Industry in Korea: A Perspective on AHP Analysis

Ku, Bon Chul* · Yoo, Wang Jin** · Lee, Dong Myung***

Abstract

The bio-technology industry is a technology-intensive high value added area where R&D and securing core technology are important. Many countries across the world are nationally supporting and nurturing this industry as a next generation growth engine.

This study aims to introduce development plan for the bio-tech industry in Korea through analyzing factors for the development of bio-tech industry by using Analytic Hierarchy Process (AHP) and to set the priorities among such factors.

The analysis shows that key element for the development of bio-tech industry is technological capacity in the present and in the year of 2015. It also shows that it is essential to have government support and investment in strengthening R&D and cooperative system of industry, academia and research institute for the development of basic original technology.

In addition, it suggested 5 plans for the development of bio-tech industry in Korea including securing new technologies in bio-tech industry, improving efficiency of R&D management system, protecting and culturing traditional bio-tech industry, creating emerging markets and efficiently providing support to nurture bio-venture companies.

Keywords: Bio-Technology Industry, Development Plan, AHP, Factor Analysis

* Research Fellow, Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning (KISTEP)

** Professor, Department of Venture Technology & Management, The Graduate School of Konkuk University

*** e-business & Operation Management, University of Liverpool Management School