



A Study on Development Process of Bio Industry in Japan

Jae-Sue Park¹, Jung-Yong Park²

¹University-Industry Collaboration Foundation, PaiChai University

²Chungcheong Institute for Regional Program Evaluation, Daejeon Agency

ABSTRACT

Since Japanese 「Industry Policy」 carried out a drastic reform in 1973, it has been revised several times, mainly for the purpose of glocalization innovation. The Japanese Biotech industry has benefited from deregulation and other developments that are encouraging the formation of its ecological system. Particular note are the spread of university-based venture businesses for glocalization. The full-scale startup of venture businesses by university has been one of the factors behind the revival of Japan's bio-tech industry.

© 2014 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Japan, Bio technologies, Industry policy, University-based venture, Ecological systems

ARTICLE INFO: Received 17 December 2013, Revised 14 January 2014, Accepted 14 February 2014.

1. 서론

바이오산업은 국가의 미래 유망산업이다. 바이오 기술의 응용분야가 헬스케어, 화학, 재료과학, 농업, 그리고 환경 등 폭넓은 산업분야에 걸쳐있으

며, 인간의 차원높은 의식주 욕구에 직접적으로 영향을 주기 때문이다. 바이오산업은 대체적으로 삶(living)분야에서 건강과 수명, 식(eating)분야에서 식량과 음식, 그리고 주거(inhabiting) 환경과 에너지에서 변화가 이루어질 것이다.

바이오산업의 성장은 한편, 전문화된 소규모 바이오벤처가 담당할 것으로 보인다. 큰 규모의 제약 회사들이 바이오산업의 대명사로 생각되었지만, 바이오벤처기업의 돌파가 뚜렷하다. 1998년 창업한

*Corresponding author is with the Chungcheong Institute for Regional Program Evaluation, Daejeon Agency, 593 Daedukdae-ro Yuseong-gu Daejeon, 305-340, KOREA.
E-mail address: pjy3070@irpe.or.kr

미국의 바이오벤처인 세레라지노믹스(Celera Genomics) 사는 2000년 6월 26일 인간지놈(genome)지도를 해석함으로써 공공의 영역, 대자본의 영역을 허물어 버렸다. 일반적으로 인간지놈지도라는 공공 정보의 생산은 민간기업에게 적합한 수익을 보장하지 않지만, 세레라지노믹스는 공공성 높은 정보를 개발·공급하는 비즈니스를 창출했다.

일본은 세레라지노믹스의 연구성과와 비즈니스에 충격을 받았다. 선진경제를 자처하던 일본은 바이오기술분야에 많은 자원을 쏟아 부었음에도 불구하고, 혁명적인 벤처기업이 나타나지 않았기 때문이다. 일본의 바이오산업은 1920년부터 자생적으로 성장하였다. 당시 바이오케미컬(bio chemical)은 세계무역의 20~30%에 달하기도 하였다. 그러나 1970년대에 rDNA(recombinant DNA)와 같은 현대적인 바이오기술의 발전에 동참하지 못하여 경쟁력은 취약해졌다. 문제를 극복하기 위해 바이오기술에 일본정부는 투자를 지속해왔으나 성과는 여전히 미진하였다.

정부관료들은 新국가발전전략으로서 바이오산업에 대한 점검을 하게 되었고, 과학밀접형산업의 특성을 최대한 활용하기 위해 대학연구실에서 출발하는 「과학-기업가-기술, 기술-기업가-시장」의 연결고리에 주목하기에 이르렀다. 바이오산업은 또한 과학기술기반 기업가의 출현이 크고, 기술적 응용이 다양하기 때문에 클러스터의 형성을 기대하고 있다.

본 연구는 세계적인 충격을 극복하고자 하는 일본의 바이오산업의 정책적인 혁신방법과 결과를 가늠해보고자 한다.

2. 일본 바이오산업의 역사

2.1 바이오기술의 개념과 구조

바이오기술은 생물학적 과정의 응용에 기반을 두며, 의학, 농업, 식품 가공, 제조 및 환경 등 다양한 영역에서 출현한다. 바이오기술은 일반적으로 다섯 세대로 구분된다. 1세대는 1950년대 이전에 출현하였던 천연두백신, 페니실린, 식품 등의 ‘전통바이오’, 2세대는 1950년대 이후부터 발전하였던 B형 간염백신, 인슐린, 효소 등과 관련깊은 바이오케미칼 등의 ‘근대바이오’의 시대이다. 이때까지는 대체적으로 화학정제 등을 통한 대량생산체제의 경제라고 볼 수 있다. 하지만 3세대부터는 기초과학에 근거한 전문화된 소규모기업체제가 등장하기 시작하였다. 이때부터 바이오기술기업(DBFs: Dedicated Biotechnology Firms)이라는 명칭이 사용된다. 1973년 Stanley Cohen과 Herbert Boyer에 의해 DNA배열의 조작(유전공학)가능성이 밝혀짐으로서 상업화가가능성이 확장되기 시작하였고, 1976년 설립한 제넨텍(Genentech)이 1980년대에 IPO(Initial Public Offering)를 하고, 1982년 세계최초로 rDNA기술을 이용해 인간인슐린을 개발하던 시대인 ‘현대바이오’로 구분된다. 한편 1990년대 중반부터 ‘열린과학’을 지향하면서 4세대가 등장하여, 인간지놈프로젝트 등의 생물학적인 연구가 이루어졌다. 또한 바이오인포매틱스, 마이크로어레이(DNA microarray)의 발전을 동시에 촉진하기도 하였다. 잘 알려져 있는 바와 같이, 1998년 창업한 미국의 바이오벤처인 세레라지노믹스는 2000년 6월 26일 인간지놈(genome)지도의 해석이 이루어짐으로써 신규생물체제, 유전자치료 등의 개발가능성이 확장되기 시작한 ‘지놈바이오’ 시대를 열었다. 그리고 5세대는 1995년 Marc Wilkins가 생명체가 가진 모든 유전자의 집합을 의미하는 지놈믹스와 지놈에 대응하여, 생명체 내 특정 세포나 특수 상황에서 만들어지고 작용하는 단백질의 총합을 나타내는 용어인 프로테오믹스, 즉 ‘포스터 지놈’ 시대가 등장하였다.

바이오기술은 장인의 경험에 의존하여 순수하게 발생해 온 전통바이오, 바이오케미칼을 발전시킨 근대바이오, 그리고 rDNA기술을 활용하는 현대바이오, 유전자치료 등을 가능하도록 하였던 지놈바이오, 생명체의 생물학적 연구를 통하여 알려진 지놈의 지식위에서 단백질 분석화학을 실시하는 포스터지놈시대로 구분할 수 있다.

2.2 바이오산업시장 현재

세계 각국은 바이오산업의 성장과 발전추세에 대비하기 위해 바이오산업을 국가 전략산업으로 선정하여 집중 육성하고자 한다. 미국이 선도하는 가운데, 일본도 국가차원에서 육성하고 있으며, 유럽은 공동협력 및 국가 간의 경쟁을 병행하면서 미국 및 일본에 뒤떨어지지 않으려고 노력 중이다.

바이오시장의 리더인 미국, 캐나다, 유럽, 호주의 2011년 재무성과를 비교해 보면, 바이오시장의 51%를 점하고 있는 미국은 매출액이 58.8(US\$billion)이지만, 유럽은 1.8(US\$billion)에 불과하다[1]. 더구나 종업원수는 미국이 98,560명, 유럽이 48,330명이며, 기업수는 미국이 1,870개사, 유럽이 1,883개사로 미국의 바이오산업이 효율적임을 알 수 있다.

일본의 경우는 2009년 바이오산업 시장규모가 33.7(US\$billion)이며, 2014년에는 51.5(US\$billion)로 연평균 8.8%의 성장이 전망된다[1]. 바이오기술기업은 약 2,000여개이며, 2009년 일본의 바이오분야 IPOs는 4개였고, 미국은 10개, 유럽이 6개 이었으나, 자본규모 면에서는 일본이 작은 편이다. 일본의 바이오산업 시장은 2009년 의료/헬스케어 분야가 40%를 차지하고, 그 다음이 식품·농업 분야로 29%를 점하고 있다. 2009년 Asia·Pacific region에서 Japan의 시장점유율은 63.6%이며, China이 14.5%, India가 8.0%, Korea이 4.6%, 나머지 국가가 9.3%이다. 세계시장규모는 2005년 910억 달러, 2010

년 1,540억 달러 규모이다.<표 1>[2].

표 1. 바이오산업 세계시장규모
Table. 1. World market in Biotechnology industry
(단위 : billions \$, %)

Global Market			annual growth rate		
2000	2005	2010	2000~2005	2005~2010	2000~2010
54.0	91.0	154.0	11.0	11.1	11.05

2.3 일본 바이오산업의 역사

일본의 바이오기술은 AD 720년대 초에 개발된 쌀 발효주인 니혼슈(nihon-shu), 1645년에 개발된 간장 등이 효시이다. 하지만, 장인의 경험과 손에 의존하기 때문에, 보편적인 과학적분석과정을 포함한 바이오기술이라고 칭하기는 어렵다. 엄격히 보자면, 1909년 Ajinomoto Co.에 의해 상업화된 MSG(monosodium glutamate, 주로 해초와 간장으로 부터 추출), 1927년 일본 농화학회의 연구를 통한 MSG제품 및 생산공정 혁신, 1948년 미점령국에 의해 소개된 페니실린을 생산하고자 70여개 기업이 뛰어들었던 것, 1969년 Tanabe Seiyaku에 의해 L-글루타민산의 생산방법의 효율성 확보(기존의 30-40%), 그리고 1970년대 중반까지 글로타민산의 효소기법을 미생물에 그 개념을 적용하여 바이오리액터(bioreactor)의 적용범위를 확장하여서 시럽과 오일, 포도당, 효소, 세척제, 영양제, 특화 화학품, 향생제, 화장품 등의 표준화과정(대규모세포배양 등)을 만든 것이 일본의 바이오기술이다[3].

1970년대까지의 성과에 비해 1970년대 일본은 rDNA의 생산성 확보에 실패하였다. 당시 일본의 바이오산업은 제조업에 초점을 맞추어져 있어서 신기술기반의 지적재산권을 중요하게 생각하지 않았다. 1980년대 초반 유전기술 분야에서 미국의 제넨텍(Genentech)이 인간 인슐린을 개발하는 등 바

이오기술벤처가 약진을 거듭하던 것과는 달리 일본은 이 분야에서 신제품을 수입하는 처지가 되었다.

물론 바이오케미칼 영역에서는 나름의 경쟁력을 가지고 있었지만, 기초과학을 응용과학으로 확장하여 상업화 프로세스를 구축해가는 유전기술 기반의 바이오메디칼(신약 등) 영역에서는 대량의 R&D 부족으로 인하여 경쟁력을 상실하였다. 더구나 1973년 DNA배열의 조작가능성으로 인해 바이오기술은 급격히 발전하여, 미국 NIH(National Institutes of Health)는 DNA 규제프레임 가이드라인을 만들고 수정하였지만, 일본은 1973년 3월 문부성과학회의에서 정책가이드라인(대학의 연구, 연합기구의 역할, 문부성의 보조금 정도)만 만들었다. 미국 NIH가 초기버전의 90%를 수정하였지만 일본은 오래된 가이드라인을 그대로 유지하여 쓸모없는 투자가 발생하기도 하였다.

일본은 1980년대에 유전관련 바이오기술에서 열위를 경험하게 되었다. 바이오기술은 유전학적 엔지니어링에 관련된 상업화가 주목받았지만[3] 1980년대 초 일본은 바이오산업의 위치제고에 실패하고 있었다.

1980년대 초 미국과 일본의 생명과학분야 선도기업 5개사의 기반을 비교해보면, 미국의 선도5개사는 124(백만엔)을 R&D비용으로 지출하고, 14,900명의 연구자를 보유하였던 반면, 일본의 선도5개사는 9.9(백만엔)의 R&D지출, 845명이 연구하고 있었다. 이것은 바이오기술산업에 관한 지식기반에 있어서 미국에 비해 절대적으로 작은 수치이며, 한편으로는 유전공학분야에서 사적영역은 거의 존재하지 않았다[4][5].

더구나 일본에서는 rDNA 실험에서 적은 수의 연구만이 허가받았으며, 미국의 성공 공식인 대학-산업 간의 채널이 없었다. 일본에서는 대학을 벗어나 있는 공식기관의 접촉은 금기시되고 있었다[3].

바이오기술에 대한 연구제한은 과학자들의 비판에 직면하였고, 통상산업성은 “우리는 바이오기술에 있어서 미국에 뒤쳐져 있으며, 천연자원이 없기 때문에 기술만이 우리가 생존하는 방법이다. 따라서 정부와 산업계는 바이오기술을 개발하기 위해서 협력하여야 한다” 는 답신이 나왔다. 1985년 바이오기술기업 30여개 기업이 창출되었다.

그러나 기대와는 다르게 1980년대 중반까지, 유전공학관련 기업은 정부정책을 상징적인 의미로만 사용하였다. 관련기업인 Kyowa Hakko는 정부 프로젝트에 최고의 연구자를 파견하지도 않았고, 되도록 불연속적인 프로젝트에 참여하기를 원하였다. 프로젝트 자체가 최첨단을 지향하지 않았던 점이 문제이기도 하였으나, 무엇보다 관련기술에 관한 통제손실의 부담이 있었기 때문이다. 당시 프로젝트의 결과는 기능성 쌀, 바이러스 없는 꽃, 대규모 조직배양기술, 효소, 리액터, 세척제 등에 한정되었다.

1980년대 중반에 들어서서 일본은 연구 및 상업화가 국가시스템에 의해서 이루어져야 함을 인식하기 시작하였다. 일본에서 rDNA관련 상업적 바이오기술 궤적은 두 가지 경향에서 특징적으로 나타났다. 하나는 기술융합을 통한 바이오기술의 적용, 즉 신제품을 생산하기 위해서 하이브리드 기술로 결합되는 것과 또 하나는 일본기업과 외국기업 간의 제휴나, 연구기금을 제공함으로써 외국대학(특히 미국)과의 제휴에 의한 것이었다. 그리고 덧붙이자면, 기술보다 산업적 응용을 늘리는 것도 또 다른 방법이었는데, 일본의 대기업들은 방향을 찾지 못하였다.

기술융합과 제휴 등을 위해 아오모리현, 토야마현, 구마모토현 등의 지방에 바이오기술관련 테크노폴리스가 만들어졌고, 중앙정부의 정책적 연계속에서 과학기술자원을 촉진하기 위한 클러스터가 만들어지기 시작하였다. 각 현은 1990년대 중반까

지 25개의 전문적 조인트연구협력을 지원해왔으며, 46개의 협동연구센터를 설립하고, 지역에 11개의 대기업을 유치하는 성과를 창출하였다.

그럼에도 불구하고, 일본의 바이오산업은 활성화 되지 못하였다. 1980년대 초반, 일본기업들은 현대적인 바이오기술의 잠재성을 인식하였으나, 1990년대에 들어서서, 상업적 가능성에 의심을 하였고, 사업을 그만두거나 연구비를 줄이는 방향으로 나아갔다. 전반적으로 바이오기술분야에 대한 관심은 줄어들었으며, 사업을 진행한다고 하더라도 음식과 음료, 제약과 화학기업들만이 투자하는 성향을 지녔다[6].

3. 일본의 바이오산업 정책

3.1 바이오산업정책의 특성

바이오기술역량을 확보하는 제도적 프레임워크가 진행되어 왔다. Bartholomew(1997)와 Senker(2001)은 바이오기술역량의 확보에 초점을 맞추어 제도적 혁신모델을 재구축하고 있다[7][8]. 첫 번째가 기초연구에 대한 국가의 펀딩, 둘째가 현대적인 바이오교육에 대한 국가의 전통, 셋째가 기업 간의 밀접한 협력을 강조한다. 이로 인하여 연구기관과 기업 간에 지식의 축적과 전파가 이루어질 것이라는 가정이다. 국가가 지향하는 바이오 분야에 대한 펀딩과 교육, 그리고 제도적 협력이 바이오산업을 발전시키는 밑그림이 된다. 다만 바이오기술의 개발을 지향한다고 해서 바이오산업이 형성되는 것이 아니라 기술응용을 통한 제품개발과 사업화, 그리고 기업화를 위한 시장자본이 절대적으로 필요하다. 더구나 바이오분야는 천연에서 헬스케어까지 스펙트럼이 다양해서 도시와 농어촌 및 산업발전 정도에 관계없이 지역 특유의 바이오산업을 발전시킬 수도 있다. 따라서 국가혁신으로

서 바이오산업은 지역특유의 가치를 연계하고, 혁신하는 전략적 방향을 지닌다.

그것은 기초연구에서 상업화까지 연계된 바이오 클러스터의 육성으로 보면 되겠다. 역사적으로도 바이오기술클러스터의 성공은 대학으로부터의 지식이전기능에 의해서 가능했고, 산업에 응용되면서 발전했다[9][10]. 실리콘밸리의 PC산업형태와 같은 논리 즉 기술사업화가 상호작용적이기 때문에 집적되는 특성을 지닌다.

3.2 일본의 바이오산업 정책

21세기 최후의 산업이라 불리는 바이오산업은 미국이 선도하는 가운데 세계적인 개발경쟁이 가열되어 왔으며, 선진과학과 경제를 자랑하는 일본 또한 예외일 수는 없다. 그러나 일본은 바이오기술 분야에서 특허의 중요성을 늦게 깨달았다. 미국은 80년대 특허의 중요성을 강조한 반면, 일본은 90년대에 그 사실을 인식하였던바, 바이오기술의 원천특허를 대부분 미국이 가지고 있다[11].

일본은 또한 rDNA 등의 현대바이오 시대에 뚜렷한 상용화 성과를 만들지 못하였다. 일례로, 1950년대 이후 바이오와 관련된 일본의 중요한 혁신은 1980년 바이오센서 분야에서의 1건이 전부이다. 영국의 20건, 미국의 6건에 비한다면, 일본의 국제경쟁력은 취약한 편이었다[12]. Zucker와 Darby(1994)는 일본의 新바이오기업(NBEs: New Biotechnology Enterprises)이 성장하지 못하는 이유는 국가적으로 모험자본(venture capital)이 부족하고, 초기기업공개(IPOs)에 필요한 금융시스템의 불충분 등 벤처생태계(venture eco system)의 허약함을 지적하였다[13]. 일본의 바이오산업의 특징 중 하나는 대부분의 중소기업이 기존 대기업의 신규 사업처럼 움직였다는 사실이다[14].

문제를 극복하기 위해 일본은 2002년 '바이오기

술전략대강(Biotechnology Strategy Guidelines)'을 발표하고, 2009년에는 신성장전략 기본정책(Basic Plan for New Growth Strategy)을 육성을 추진하고 있다<표 2>[15].

표 2. 일본의 바이오산업 육성정책 동향
Table 2. Japan's bio-industry development policy trends

년도	바이오산업 육성정책
2001	경제재정 정책에 4개 전략적 R&D 투자분야 선정 : 생명과학, 정보기술, 환경, 재료/나노
2002	바이오기술전략회의 (위원장 : 내각총리대신) : 바이오기술전략 가이드라인 채택(2002년 12월)
2006	제3차 과학기술기본계획 : 4가지 주요 분야 중 바이오분야 선정
2007	혁신의약품 개발을 위한 5개년 전략계획 : 의약품 심사 및 승인 가속화
2008	BT 전략촉진 민관 합동위원회 : DREAM BT Japan 추진
2010	신성장전략을 위한 실행계획 : 2020년까지 45조엔 신시장창출, 280만 명 신규 일자리 창출

예산의 변화를 보면, 바이오분야에서 가장 큰 비중을 차지하는 생명공학의 경우, 2000년의 17,709(¥Million), 2004년 21,333(¥Million) 에서 2011년 33,802(¥Million)으로 증가하였다[16]. 추진조직은 바이오기술전략위원회(Biotechnology Strategy Committee)에 경제산업성(Ministry of Economy, Trade and Industry), 문부교육성(Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology), 후생노동성(Ministry of Health, Labour and Welfare), 농림수산업성(Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries)이 참여하여 대부분의 바이오관련 예산을 집행한다<그림 1>.

바이오산업 육성을 위한 일본의 대표적인 정책은 첫째, 바이오클러스터의 조성으로서, 7개가 있다. 각 클러스터는 바이오기술 기반의 연구기관, 대학, 기업을 대표하며, 의료 및 생명공학과 관련 산업개발은 간토(Kanto: Kanagawa와 Chiba)와 간사

이(Kansai : Kobe 와 Osaka)에서 담당한다.

Public-Private Relationship in Biotechnology in Japan

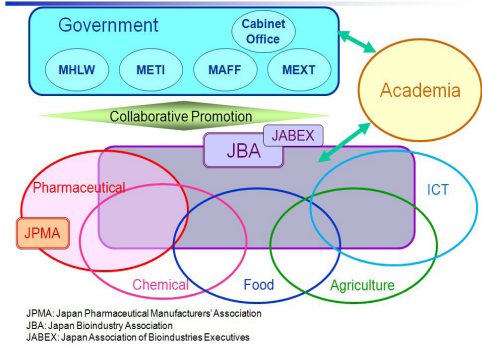


그림 1. 정부-민간 협력관계
figure 1. Government-private sector partnership

환경과 바이오농업은 홋카이도(Hokkaido)와 후쿠오카(Fukuoka)에 집중되어 있다. 일본의 가장 중요한 바이오클러스터는 킨키 바이오클러스터, 간토 바이오클러스터, 추고쿠 지역산업클러스터, 구마모토 지역클러스터, 후지의약벨리(시즈오카현), 홋카이도 바이오산업클러스터, 카가와 탄수화물 바이오클러스터, 기타큐슈 바이오클러스터, 큐슈 바이오클러스터, 미야기 산업클러스터이다. 2,000여개의 바이오기술 기업 중 대부분은 도쿄지역에 클러스터되어 있고, 다음으로 오사카/교토/고베 지역에 입지하고 있으며, 홋카이도와 나고야에 적은 수가 있다.

한편, 또 하나의 정책은 둘째, 바이오 관련 대학 발벤처(university based venture)의 창출이다. 과학 원리가 비즈니스로 연결되는 경우가 많은 바이오의 특성상(‘과학↔기술↔상업화’)의 프로세스 및 상호작용이 거의 동시적) 기초연구역량에 의해 절대적인 영향을 받기 때문에 대학발벤처는 중요한 위치에 있다. 또 하나의 이유는 바이오기술의 사업화에 대한 대학의 적극성이 필요하였기 때문이다. 일례로 지놈분야(genome)에서 일본의 대학발벤처는 미국과 유럽에 비해 부족하다는 인식이었다. 대학발벤처는 미국이 49%, 유럽이 23%를 차지하는

반면, 일본은 16%의 비중만 차지하고 있기 때문에 바이오벤처의 육성은 제기되었다[17].

그리고 산업계의 유인을 위한 대학발벤처의 중요성이 제시되었다. 학계는 보편적으로 학계가 산업계보다 기초연구에서 뛰어나고 연구성과가 독특하다. 산업계는 개발기술의 불확실성 및 R&D투자 부담, 기술지식의 공공재적(public goods) 성격(혁신 효과는 있으나, 개발된 기술의 확산효과의 통제)에 대한 통제 불가능성으로 투자가 일어나지 않았다. 대학발벤처를 기제로 기초 연구만을 고집하던 대학의 성향을 사업화로 연계하고, 산업계의 투자불확실성을 줄여주기 위해 강조된 것이다.

일본의 국가혁신을 위한 바이오산업정책 방향은 ‘대학발벤처 중심의 산학관제휴를 고도화하는 바이오클러스터 모델(이를 global model이라고도 부름)’로 볼 수 있다.

4. 일본의 바이오산업 정책의 성과

Stenberg(2002)는 1970년대 이후 일본의 바이오산업은 사실상 성장이 지체되었다고 한다[18]. 우선적으로 포스터 바이오기술(DNA재배열과 세포융합 중심)의 과학기반조성에 있어서 일본은 바이오기술에 대한 R&D지출이 크지 않았다. 제약산업이 전반적으로 미국 유전자기업에 의존하고 있기도 하였다. 일본의 바이오산업은 산업재구축과 국제화에 뒤 늦어 신생바이오벤처의 출현이 더디게 나타났으며, 이로 인해 지분기반 금융산업구조가 형성되지 못하였다. 일본의 바이오분야 벤처캐피탈의 규모는 작은 편이다. 더구나 미국의 산학관계는 과학자가 기업가로 변신하기도 하지만, 일본은 과학기술의 상업화를 주도할 만한 산학협력이 면밀하게 개발되어 오지 않았다.

문제극복은 정부의 적극적인 투자에서 출발하였다. 일본의 바이오산업정책의 성과는 기초연구분야

에 대한 펀딩이 확대되어 특허(patent)의 증가를 가져왔다. 일본의 선도적인 바이오기술을 미국, 유럽과 비교하면, 일본은 당 기술(glycotechnology), 미생물과 효소, 바이오케미컬, 그리고 바이오인포메틱스에서 높은 특허출원을 보인다. 일본의 당생공학 기술은 경쟁우위가 있으며, 일본의 바이오기술 특허 중에서 46%를 차지한다[19].

제도적인 변화를 본다면, 일본의 바이오산업정책이 지역 특유의 혁신클러스터를 정착시키기 위해 교육협력체로 출발한 산학관제휴를 고도화시켜 바이오기술의 사업화(commercialization)를 선도하고 대학발 바이오벤처 등의 기업화(industrialization)를 유도하였다.

대학발벤처 누적수는 2008년말 1,809개이다. 1998년 대학기술이전촉진(TLO)법 제정 이후 법체계의 정비가 이루어짐에 따라, 코어 벤처(core venture: 대학의 연구성과기반 창업, 학생벤처)가 절반정도였으나, 2008년에는 약 80%를 차지한다. 사업분포별로 보면, 대학의 연구성과를 활용하기 쉬운 바이오분야가 전체의 35.0%(633개)로 가장 높다. 하지만 매년 설립수가 감소하는 경향을 보인다. 전반적으로 IT가 미약하게 감소하는 반면, 기계(Machine)·장치(devices)분야의 설립수가 매년 증가하는 편이다.

한편 일본의 바이오벤처 수는 2008년 569개에서 2011년 현재 538개로 감소하였다. 2008년 대학발벤처 수가 626개인 것을 감안하면(이 중 벤처의 자격을 갖추지 못한 대학발벤처가 있어서 개수가 많음), 일본의 바이오벤처는 대학발벤처가 대부분을 차지한다. 대학발벤처의 감소에 기인한 결과로 볼 수 있다. 바이오벤처 수가 전반적으로 감소하는 가운데, 의약·의료 계열의 벤처 수는 포함세를 유지하고 있다<표 3>[20].

2011년 현재 바이오벤처의 사업규모는 평균자본금이 330(₩Million)으로, 최대치는 8,489(₩Million)이

고 최소치는 1.0(₩Million)이다. 종업원은 평균 14.1명, 매출액은 평균 204(₩Million), 영업이익은 86.0(₩Million)인 한편, 연구개발인원이 평균 6.6명, 연구개발비가 평균 82.9(₩Million)으로 재투자 경향이 나타난다.

표 3. 일본 바이오벤처의 추이
Table 3. Japanese Biotech Venture Shift

년도	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
벤처	75	78	102	116	132	150	167	212	254	304
년도	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
벤처	333	387	464	531	587	577	569	558	534	538

더불어서 지역별 바이오벤처분포를 통해 정책성과를 가늠해볼 수도 있다. 2004년 인구 백만 명 당 기업수를 산출해 보면, 도쿄 11.0, 긴키 지역의 교토 11.7, 홋카이도 지역이 8.8로 가장 높았다. 흥미로운 점은 홋카이도의 바이오벤처 증가폭에 관한 것으로서 2004년 기준으로 볼 때, 인구 6백만 정도의 사이타마현의 7개, 치바현의 18개, 아이치현의 13개, 효고현의 20개, 그리고 후쿠오카현의 19개보다 월등히 많다. 주목해야 할 것은 2002년에서 2004년까지의 바이오벤처 기업수의 증감율이 도요타자동차가 있는 아이치현은 7에서 13개로 증가한 반면, 도쿄는 112개에서 133개로, 교토는 20개에서 31개로, 홋카이도는 31개에서 50개로 증가하였다.

이것은 바이오벤처가 지역의 제조업 기반과는 크게 상관이 없으며, 창조적인 지역의 대학 및 기업, 그리고 그 창조성을 이용하려는 일본의 신산업 창출 정책이 결합될수록 그 효과가 클 수 있다는 것을 보여준다.

이 현상은 2011년 현재도 유사한 편이다. 바이오벤처의 지역별 기업수를 보면, 간토지역, 긴키 지역에 많이 분포되어 있고, 긴키지역은 지난 2011년 18사가 증가하였고, 간토지역은 일본 전체벤처 수

의 50.6%를 차지하고 있다.

인구백만명당 바이오벤처 수가 전국평균보다 높은 지역은 11개였으며, 지난 3년간 전국 평균을 넘는 지역은 홋카이도, 이바라키현, 도쿄도, 카가와현, 교토현, 효고현, 오키나와 등이다[20].

대체적으로 바이오클러스터에서 전국평균 이상의 벤처가 포함되어 있는 바, 일본의 바이오클러스터 정책은 국가균형발전 및 지역성장에 기여한다 <표 3>[21].

바이오관련 인적자원이 대도시에 집중되어 있지만, 바이오클러스터와 대학발벤처 및 기업이 전국적으로도 분포되어 있어서, 정책적인 성과가 분명히 나타나고 있는 것으로 사료된다.

5. 결론

일본은 전통 바이오나 바이오 케미컬 등의 바이오기술 분야에서 세계적인 선도영역을 확보해왔다. 그러나 rDNA 등의 혁신기술 적용에 실패하더니, 90년대부터 그 문제를 극복하고자 공공연구에 많은 자원을 쏟아 부었다. 그럼에도 불구하고, 제넨텍(Genentech)이나 세라라지노믹스(Celera Genomics) 같은 혁명적인 바이오 벤처기업이 출현하지 않아서 미래의 선도력에 의문을 품어왔다. 과거의 정책이 기초과학에서부터 상업화까지의 프로세스를 구축하는 정책보다는 기초와 응용, 산업을 독립적으로 지원해 왔던 바, 연결고리의 실패를 인지하였다.

일본은 기초과학과 응용과학간의 부드러운 연결을 위하여 산학관 제휴를 강조하거나, 아니면, 우수한 기술력을 보유한 연구중심 대학의 자원을 상업화하기 위해서 대학발 벤처의 성장을 자극하기 시작하였다.

표 3. 지역별 대학발바이오벤처 비중(2008년 말)
 Tabel 3. Proportion of local bio-venture

분야 지역	대학발 전체벤처 분야										대학/전체	
	바이오	IT (하드)	IT (소프트)	소재· 재료	기계· 장치	환경	에너지	교육	기타	대학발 벤처수	바이오 비중%	
北海道	36	6	17	10	12	7	4	1	27	74	48.6	
東北	青森県	1	3	1	1	0	0	0	0	3	33.3	
	岩手県	5	4	6	7	3	5	1	3	24	20.8	
	宮城県	9	2	16	12	10	8	2	1	54	16.7	
	秋田県	8	0	1	1	1	1	0	0	11	72.7	
	山形県	5	0	3	1	1	1	1	0	2	10	50.0
	福島県	4	4	18	0	4	0	0	1	4	28	14.3
關東	新潟県	1	2	2	4	5	0	0	0	3	11	9.1
	茨城県	23	8	26	9	15	8	4	5	17	76	30.3
	栃木県	1	0	1	1	3	1	0	0	0	5	20.0
	群馬県	3	1	2	2	1	7	1	1	3	14	21.4
	埼玉県	5	3	7	4	4	3	1	0	3	21	23.8
	千葉県	8	5	7	3	4	1	1	0	6	25	32.0
	東京都	115	54	159	34	65	32	11	24	91	432	26.6
	神奈川県	61	12	29	14	19	8	8	7	28	138	44.4
	山梨県	4	1	0	1	3	0	0	0	0	7	57.1
	長野県	4	0	1	3	3	3	0	0	1	12	33.3
静岡県	8	11	8	1	12	1	1	1	5	36	22.2	
中部	富山県	3	0	1	1	0	0	0	1	1	6	50.0
	石川県	11	0	3	3	3	2	0	2	7	21	52.4
	岐阜県	11	2	1	3	0	2	0	1	2	14	78.6
	愛知県	30	7	22	7	21	9	3	3	10	78	38.5
	三重県	7	1	7	1	3	3	1	0	1	16	43.8
近畿	福井県	3	0	1	2	4	3	0	5	5	12	25.0
	滋賀県	11	2	12	4	11	7	0	3	6	40	27.5
	京都府	37	6	30	17	22	8	4	4	18	102	36.3
	大阪府	45	11	26	27	28	13	6	5	18	118	38.1
	兵庫県	26	1	9	5	13	7	2	0	6	53	49.1
	奈良県	1	0	2	0	3	0	0	0	0	5	20.0
	和歌山县	3	1	6	0	0	0	0	1	0	8	37.5
中國	鳥取県	5	0	6	1	1	3	1	0	3	14	35.7
	島根県	2	3	3	0	0	0	0	1	7	28.6	
	岡山県	17	1	10	3	10	5	3	0	3	33	51.5
	広島県	26	5	14	9	13	5	2	2	20	53	49.1
	山口県	2	1	6	3	5	1	0	2	6	17	11.8
四國	徳島県	8	6	9	1	3	0	1	1	0	18	44.4
	香川県	6	0	2	2	0	0	0	0	9	66.7	
	愛媛県	5	1	2	1	1	0	0	0	1	8	62.5
	高知県	3	2	4	3	5	2	0	1	2	16	18.8
九州· 沖縄	福岡県	30	14	46	7	12	15	5	3	13	107	28.0
	佐賀県	1	0	3	1	1	2	0	0	2	9	11.1
	長崎県	7	5	5	0	6	5	0	2	1	17	41.2
	熊本県	7	0	0	1	3	0	0	0	0	11	63.6
	大分県	3	1	2	1	1	2	0	0	3	9	33.3
	宮崎県	3	0	2	0	1	0	0	0	1	5	60.0
	鹿児島県	5	1	1	3	2	2	0	0	2	10	50.0
	沖縄県	7	1	1	0	0	1	4	0	2	12	58.3
	전국	626	188	540	214	338	183	67	81	337	1.809	34.6

한편으로는 글로벌스탠다드에 적합한 국가 및 지역의 혁신 환경을 구축하기 위한 바이오 클러스터 고도화 정책을 펼치는 등 혁신을 진행시켜왔다.

본 연구는 일본의 프론티어(frontier)적인 정책 일면을 파악하고자 하였다. 우선, 지역별 대학발 벤처를 강조하는 내용에 있었다. 대학발벤처와 일본바이오벤처의 수를 비교하면 거의 동일시되는 특징이 나타났다. 또한 바이오산업과 지역발전(클러스터) 간의 관계에서도, 바이오대학발 벤처가 신산업창출 클러스터 정책의 핵심 주체였다. 특히 지역별 혁신창출 정책의 평가 측면에서 볼 때, 홋카이도지역, 미야기현, 시즈오카현, 히로시마현, 구마모토현 등 전국적으로 대학발벤처가 창출되고 있어 의미가 충분하다.

전 세계적으로 바이오 분야가 산학연구의 성공적 스토리로 가장 많이 인용되고 있는 영역이라는 점에서 일본은 성과에 힘입어 산학관 제휴 및 대학발 벤처의 지속적인 자극을 통해 바이오산업을 발전시킬 것이다. 그리고 지역발전을 위한 혁신클러스터 기반을 가속화할 것으로 보인다.

References

- [1] Ernst & Young, *Beyond borders : Global, biotechnology report*, 2012.
- [2] Datamonitor, *Biotechnology: Global industry guide*, Aug. 2010.
- [3] S.M. Collins, *National institutions and technology innovation: A case study of Japanese biotechnology*, The MIT JAPAN PROGRAM: Science.Technology.Management, MITJP 95-06.
- [4] M. Feldman, *The locational dynamics of the US biotech industry: Knowledge externalities and the anchor Hypothesis*, Industry and Innovation Vol. 10, No. 3, pp. 311-328, 2003.
- [5] S. Hirasaki, *Biotech industry in Japan: converting a boom to sustained growth*, Bio-Entrepreneur 2005, Paris.
- [6] C. Muller, *The biotechnology industry in Germany and Japan*, Arbeitspaper Nr.11, 2001.
- [7] S. Bartholomew, *National systems of biotechnology innovation: Complex interdependence in the global system*, Journal of International Business Studies, second Quarter : 241-266, 1997.
- [8] J. Senker, *European biotechnology innovation system (EBIS): Analysis of the biopharmaceutical sector*, Project Report submitted to EC DG XII, 2001.
- [9] R. Dalpe, *Interaction between public research organizations and industry in biotechnology*, Managerial and Decision Economics, Vol. 24, pp. 171-185, 2003.
- [10] S. Bagchi-sen, and J.L. Scully, *The Canadian environment for innovation and business development in the biotechnology industry: A firm-level analysis*, European Planning Studies Vol. 12, No. 7, pp. 961-983, 2004.
- [11] K. Balaji, *Japanese biotech: A plan for the future*, Japan · Inc. 2003.
- [12] P. Cooke, S. Roper and P. Wylie, *The golden thread of innovation and northern ireland evolving regional innovation system*, Regional Studies, Vol. 37, No. 4, pp. 365-379, 2003.
- [13] L.G. Zucker and M. R. Darby, *The organization of biotechnology science and its commercialization in Japan*, Institution for Social Science Research Volume VI. 1994-95: Biotechnology Studies (University of California, Los Angeles), 1994.
- [14] D.H. Lee, and J.S. Park, *Innovative development*

and performance of bioTech industry in Japan, Economic Review(Hannam Univ.), Vol. 18. No. 1, pp. 123-142, 2009.

- [15] Nagayama, *Chief presentation*. JBA,2 010.5.26
- [16] National Science Foundation, *Japanese government S&T budget proposal-JFY2011*, Tokyo Regional Office Report Memorandum #11-02
- [17] METI Insourcing, 2013.
- [18] L. Stenberg, *Japan pushing hard to get on the post-genomoc train, science and technology counsellor embassy of swenden*, Tokyo, ITPS, 2002.
- [19] Munich Business School, *Bio industry in Japan*, 2012.
- [20] Japan Bioindustry Association, *2012 Bio venture statistics and current trends*, 2012.
- [21] METI, *A study on the venture of university*, 2009 Report. 2009.

일본 바이오산업의 발전과정에 관한 연구

박재수¹, 박정용²

¹배재대학교 산학협력단

²충청지역사업평가원 대전평가단

요 약

일본은 1973년에 산업정책을 통해 급격한 변화를 가져왔으며, 몇 차례 수정을 거친 후, 정책적으로 세방화(세계화, 지방화)를 지향하고 있다. 일본의 바이오산업은 관련 생태계의 형성을 고무시키는 규제완화와 개발정책으로부터 혜택을 받아왔다. 특히 세방화를 지향하는 대학발벤처의 확산은 주목할 만하다. 대학을 기반으로 출범하는 벤처는 일본 바이오기술산업의 발전요인 중 하나이다.



Jae-Sue Park received his Ph.D. degree in the Department of Business Administration from Hannam University in 2004. From 2004 to 2012, he was a research Professor at ChungNam University. He was a Senior Researcher at Korea Institute of Science and Technology Information. He has been a professor in the University-Industry Collaboration Foundation at PaiChai University since 2013. His current research interests include Technology Commercialization, Entrepreneurship, Cluster, Tech Start-Up sets. He is a member of the KKITS.

E-mail address: jaesue166@pcu.ac.kr



Jung-Yong Park received his Ph.D. degree in the Department of Electronic Engineering from KyungPook National University in 2002. Further, he received MBA From ChungNam University in 2006. From 2002 to 2011, he was a Director in the Policy Planning Agency at Daejeon Technopark. He has been a Director in the Daejeon Agency at Chungcheong Institute for Regional Program Evaluation since 2011. His current research interests include Technology Commercialization, Tech Start-Up sets, Tech Evaluation sets. He is a member of the KKITS.

E-mail address: pjy3070@irpe.or.kr