한국생물공학회지 제18권 제5호
Korean J. Biotechnol. Bioeng.
Vol. 18, No. 5, 356-362(2003)

국내 생물산업의 구조분해분석

정 미 애 · † 허 은 녕
서울대학교 지구환경시스템공학부
(접수 : 2003. 4. 28. 게재승인 : 2003. 10. 26.)

An Input-output Structural Decomposition Analysis of Korean Biotechnology Industry

Mi-Ae Jung and Eunnyeong Heo†
School of Civil, Urban and Geosystem Engineering, College of Engineering,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
(Received : 2003. 4. 28. Accepted : 2003. 10. 26.)

This study defines the biotechnology industry, examines its position in the domestic economy, and analyses its structure with I-O tables of year 1985, 1990 and 1995. Structural decomposition analysis is used in order to estimate the impact of different sources of growth. We classifies Korean biotechnology industry into 6 sectors, based on the survey of domestic biotechnology industry by Bioindustry Association of Korea. Empirical results indicate that each sector of bioindustry has various sources of growth and industrial demand has led the growth in all sectors except for food-bio and agriculture-bio. For the growth of the industry, each sector needs to cope with the change of the private demand and to improve the import and export structure.

Key Words : Biotechnology industry, I-O tables, structural decomposition analysis

서 론

생물공학기술을 이용하여 제품과 서비스를 창출하는 산업을 생물산업이라고 한다. 즉 생물산업이란 생물공학기술 산업으로, 오늘날 생물산업 분야에 대한 관심이 증폭되고 있는 것은 유전체연구를 필두로 한 신생물공학기술이 인류가 당면한 문제인 환경오염문제, 에너지 부족문제, 식량부족문제, 난치병 등을 해결할 수 있는 데 있다.

국내에서는 1980년대 이후 생물공학기술에 대한 투자가 있었으나 산업적으로 성과를 나타내기 시작한 것은 1990년대에 들어서이다. 생물공학기술은 신산업 창출 뿐 아니라 기존산업을 혁신시키는 기반기술로 사용되고 있으며 한국생물산업협회의 조사자료에 따르면 2001년도 국내 생물산업 생산규모의 분야별 구성비는 생물의약이 48.1%로 최고 비중을 차지하고 생물화학 22.3%, 바이오식품이 13.6%이며 생물공정 및 생물정보는 5.3%, 생물전자는 0.7%로 전통 바이오분야가 강세를 나타내고 있다(1).

국가적으로 생물산업 육성전략을 꾀하고 있음에도 통계체계의 미비로 경제정책 수립을 위한 연구자료가 많지 않은 실정에 기존 통계체계의 이용은 필요한 일이다. 국내 생물산업 분석을 위해 기존 통계체계를 활용한 연구로 김헌구 외(2)는 정부지원 등에 따른 생물산업 관련 비용 하락이 전체산업의 생산율 변화에 미치는 영향 분석을 위해 1980년과 1990년 산업연관표를 이용하였고 분석을 통해 생물공학기술이 한국 산업에 미친 영향이 10년 동안 그 차이가 거의 없이 미성숙 단계였다는 결론을 지었다. 이 연구에서는 일본발효공업협회 추정 산업기술화율을 사용하여 생물공학기술 관련 산업을 선정하였다. 또한 연구논문으로 발표된 바는 없으나 지역 BT사업 업계설명회 자료(3)의 대전지역 생물산업 경제적 파급효과 예측연구에서는 산업연관분석을 통해 정밀화학산업 40.5%, 석유화학비철금속산업 20.7% 등 관련 산업에 발전을 이끈다는 결론을 얻었다. 이 분석에는 농림수산업, 광업, 정밀화학, 석탄 · 석유화학, 비철금속산업, 음식료품 및 담배, 사업서비스를 관련산업 분야로 선정하였다. 그러나 기존의 연구들은 국내 생물산업 현황을 대변하는 분류를 하지 못한 아쉬움이 있다.

본 연구에서는 국내 생물산업 현황을 볼 수 있는 근거자료로 한국생물산업협회에서 지난 90년대에 조사한 '국내 생물산업 실태조사'의 국내 매출 발생 품목을 한국은행의 산업연관표 품목분류에 대응시켰다. 이러한 방법으로 산업연관표 상에서 생물산업분야를 선정하고 90년대 전후의 국내 생물산업분야의 수요구조변화를 분석하였다. 물론 이러한 방법으로도 현행 산업분류체

† Corresponding Author : School of Civil, Urban and Geosystem Engineering, College of Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
Tel : +82-2-880-8323, Fax : +82-2-871-8938
E-mail : exheo@plaza.snu.ac.kr

계에서 생물산업분야를 명시적으로 분류할 수 없지만 90년대 국내 생물산업의 상당수가 의약, 화학, 식품군에 속하고 생물산업은 이러한 산업(제품)영역의 수요구조를 따른다는 가정 하에 본 연구가 가능하였다. 수요 여건이 기업 나아가 산업의 이윤 증대에 중요하며 시장수요와 시장구조가 기술혁신과 중요하게 관여되어 있다는 수요견인가설(4)의 시각에서도 생물산업의 수요구조변화 분석은 의미가 있다. 본 연구에서는 국내 생물산업 제품 현황 파악을 위해 생물산업협회의 자료를 바탕으로 하고 있지만 한국은행의 산업연관표 통계자료를 생물산업분야를 중심으로 재조정하였고 서비스는 제외하여 분석했기 때문에 알려진 생물산업협회의 국내 생물산업 조사 규모와 차이가 있을 수 있다.

생물산업의 정의

생물산업의 정의는 각국의 기술환경 및 산업화 특성에 따라서 조금씩 차이가 있는데, 각 나라별로 축적된 기술의 내역이나 산업화 전략에 따라서 결정되며 일반적으로 생물학적 시스템 또는 공정의 응용으로 요약된다.

우리나라 산업백서에서 명시하고 있는 생물산업은

'생물공학기술(바이오기술)을 바탕으로 생물체의 기능 및 정보를 활용하여 인류가 필요로 하는 유용물질을 생산하는 산업'

이다. 또한 생물공학기술의 특성 상 기술 이용여부에 기준하여 화학, 전자, 에너지, 의약, 환경, 농업, 식품 등 여러 산업분야에 접목을 통한 새로운 개념의 제품을 창출하는 횡적 산업임을 명시하고 있다.

우리나라는 1999년부터 산업자원부가 생물산업의 범위를 생물화학, 생물의약, 생물환경, 바이오에너지 및 자원, 바이오식품, 생물전자, 생물공정 및 엔지니어링, 생물검정 및 정보 등 8개 부문으로 분류하고 있으나 우리나라의 8개 분류는 산업 분류와 제품 분류, 기술 분류의 기준이 섞여 있어 통계자료를 이용한 현황 파악이 어렵다(5). 국내 제품 분류의 경우 한국바이오벤처협회가 바이오기업과 생물산업 분야 전문가들의 의견을 수렴하여 생물공학기술 제품을 선정한 바 있다. 그러나 실제 국내에서 제품화 되었는 지의 여부는 명확하지 않다.

우리나라를 비롯한 OECD 국가들에서는 각국의 실정을 대표할 수 있는 생물산업에 대한 정의 및 범위에 대한 연구가 진행되고 있는 실정이며 현재 우리나라에서는 OECD 권고에 따라 생물산업 표준분류체계 구축 사업이 진행되고 있다. 현재 국내에서 공인된 생물산업 실태조사는 한국생물산업협회에서 1992년부터 매년 시행하는 '생물산업 실태 조사' 보고이다(5).

분석 자료 및 방법

산업연관표 재분류

한국생물산업협회의 생물산업 실태조사는 국내 매출규모 파악을 위해 8개 분류 (산업자원부 분류)별 품목 매출액을 제시하고 있다. 본 연구에서는 실태조사 대상 기업의 상품을 파악하여 산업연관표 품목분류와 연결시켰다.

국내 산업연관표는 한국은행에서 5년을 주기로 작성되며 작성주기 사이에 연장표가 발표되고 있어 가장 최근의 연관표는 1998년 연장표이다. 그러나 이 시점간의 변동사항을 분석하기 위해 투입구조의 변동요인 중 가격변동분을 제거하여 순수한 물량변동분만을 파악할 필요가 있는데, 이를 위하여 경상가격으로 표시된 산업연관표를 기준연도의 가격을 기준으로 조정한 접속불변표가 분석에 적합하다. 본 연구는 현재 얻을 수 있는 최근의 접속불변표인 1985-90-95 접속불변산업연관표(6) 상의 기본 부문 355개 품목을 통합하여 연구목적에 따라 10부문으로 나누어 분석하였다. 이 과정에서 기존

Table 1. Sector classification

	Name of sector	Constituents of the sector	code of 355 sector*
Biotechnology Industry	Human health-bio	pharmaceuticals	145
	Agriculture-bio	prepared livestock feeds, fertilizers, pesticides and other agricultural chemicals	77, 143, 144
	Biochemistry	basic chemical products, cosmetics, soap, and other toilet preparations	133, 134, 146, 147
	Food-bio	seasonings, soy sauce, bean paste, and other food products	43-76, 78
	Bioprocessing and Environment	miscellaneous general industrial machinary and equipment, pumps and compressors, air-conditioning equipment, food products machinary, miscellaneous special industrial machinary	205, 207, 208, 213, 216
	Biochip/sensor	medical, measuring, analyzing, and controlling instruments	241, 242
The Other Industry	Agriculture, Forestry & Fishing		1-29
	Mining and Quarrying		30-42
	manufacturing		79-132, 135-141, 148-204, 206, 209-212, 214, 215, 217-240, 243-265
	Service Industry		266-355

* 355 sector code of 1985-90-95 I-O tables(5)

산업영역의 수요구조를 따른다고 보기 어려운 '생물검정 및 정보' 분야는 제외시켰고 '생물공정' 분야와 '생물환경' 분야는 산업연관표 품목 분류 상 구분이 어려운 관계로 통합시켜 '생물공정 및 환경' 분야로 분류하였다. 본 연구에서 재조정한 산업연관표 부문분류가 Table 1에 있다.

구조분해분석모형

산업연관표는 작성년도의 생산부문, 투입부문, 수요부문의 통계 자료를 조사·수집해 수요와 공급, 투입과 산출면에서의 국내 경제를 균형 상태로 작성한 투입산출표이다. 이러한 산업연관표의 각 부문을 토대로 항등식을 구성한 후 이를 여러 요소로 나누어 산출액 변화의 요인을 찾아내는 것이 구조분해분석의 목적이라 할 수 있다. 산업연관분석을 이용하여 수요 측면에서 산출액 변화요인을 분석한 연구로는 Chenery, Shishido, Watanabe(7)의 연구가 있다. 이 모형은 중간수요가 국내 총산출과 투입계수에 의해 결정된다고 가정하고 산업별 산출액변화요인을 국내최종수요, 수출, 수입대체, 기술변화의 네 가지 요인으로 분해하였다. 그러나 이 모형은 산업연관표로부터 얻어지는 생산유발관계식을 이용하고는 있으나 투입계수와 최종수요를 국산분과 수입분으로 구분하지 않았기 때문에 수입대체효과가 중간재 수입대체효과와 최종재수입효과로 분리되어 있지 않다는 단점이 있다. 이러한 문제점은 그 후 Syrquin(8)에 의해 보완되어 각 산업의 산출액 변화요인을 국내최종수요, 수출, 최종재 수입대체, 중간재 수입대체, 기술변화의 다섯 요인으로 분해하는 방법을 제시하였다. 국내에서는 박준영(9)이 국내 CO_2 배출량 변화요인분석에서 산출액 변화요인을 GDP 성장에 의한 경제성장효과와 구조변화효과로 구분한 바 있다. 본 연구에서는 수요구조변화분석이 목적이므로 산출액 변화요인을 경제성장효과와 구조변화효과로 크게 나누고 Syrquin의 모형을 기본으로 하여 분석하였다.

산업연관표의 기본적인 수급 균형식은 다음과 같다. 한국은행에서 조사·발표되는 국내 산업연관표는 국산거래와 수입거래의 구분이 가능하기 때문에 투입계수 A를 국산품 투입계수(A^d)와 수입품 투입계수(A^m)로 구분하고 수입(M)을 중간재수입(A^mX)과 최종재수입(F^m)으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} X &= AX + F^d + E - M \\ &= A^dX + F^d + E - F^m \end{aligned} \quad (1)$$

X : 국내총산출액 벡터(n×1)
A^d : 국산거래 투입계수행렬(n×n)
A^m : 수입품 투입계수행렬(n×n)
F^d : 국내 최종수요 벡터(n×1)
F^m : 수입품 최종수요 벡터(n×1)
E : 수출 벡터(n×1)
M : 수입 벡터(n×1)

최종재수입을 국내최종수요에 비례한다고 가정하고 그 비율을 대각행렬로 만든 수입계수를 RMf라고 할 때 $F^m = RMf\,F^d$가 된다. 이를 대입하고 식을 X에 대해서 풀면

$$X = R^d[(I-RMf)F^d + E] \quad (2)$$

여기서 $R^d = (I-A^d)^{-1}$를 의미한다.

이 식을 기본으로 기준 년도 (t=0)와 분석 년도 (t=1)의 국내산출액 차이를 요인별로 분해하여 분석한다. 본 연구의 분석 초점이 수요구조변화 분석에 있으므로 산출액 변화요인에서 GDP성장에 따른 성장효과와 성장효과가 배제된 수요구조변화효과를 구분할 필요가 있었다. 먼저 구조변화와 관련하여 각 부문의 성장이 GDP성장과 비교하여 얼마나 차이가 있는가를 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$dX = X_1 - \lambda X_0 \quad (3)$$
λ: GDP성장배율(= GDP_1/GDP_0)

식(3)에서 λ는 GDP성장배율을 나타내므로 λX_0는 각부문의 산출액이 GDP성장율과 같은 비율로 증가한다고 가정했을 때 1기의 산출액이다. 그러나 부문별로 1기의 실제산출액은 부문간 성장속도의 차이로 인해 다르게 나타난다. 부문별로 실제산출액과 전체부문의 평균산출액과의 차이를 dX로 표시하는데 이는 부문별 구조변화효과를 의미한다.

0기와 1기 사이의 산출액 변화를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_1 - X_0 \\ &= (\lambda X_0 + dX) - X_0 \\ &= (\lambda - 1)X_0 + dX \\ &= \gamma X_0 + dX \end{aligned} \quad (4)$$
단, γ : GDP성장률(≈ λ-1)

위 식에서 γX_0는 경제성장에 의한 효과를 나타내며 dX는 경제성장효과가 배제된 구조변화효과를 의미할 때 구조변화효과 부분을 다음과 같이 정리해나간다.

$$\begin{aligned} dX &= X_1 - \lambda X_0 \\ &= R_1^d[(I-RMf_1)F_1^d + E_1] - R_0^d[(I- RMf_0) \\ &\quad \lambda F_0^d + \lambda E_0] \\ &= R_1^d[(I-RMf_1)F_1^d-(I-RMf_1)\lambda F_0^d+ E_1-\lambda E_0] \\ &\quad + R_1^d(I-RMf_1)\lambda F_0^d+R_1^d\lambda E_0-R_0^d[(I-RMf_0) \\ &\quad \lambda F_0^d+\lambda E_0] \\ &= R_1^d(I-RMf_1)\Delta F^d + R_1^d\Delta E - R_1^d\Delta RMf\lambda F_0^d \\ &\quad + (R_1^d-R_0^d)[(I-RMf_1)\lambda F_0^d + \lambda E_0] \end{aligned} \quad (5)$$

위 식의 $\Delta F^d = F_1^d - \lambda F_0^d$, $\Delta E = E_1 - \lambda E_0$를 의미한다.
여기에 $R_1^d - R_0^d = R_1^d(A_1^d - A_0^d)R_0^d$를 대입하면

$$\begin{aligned} dX &= R_1^d(I-RMf_1)\Delta F^d + R_1^d\Delta E - R_1^d\Delta\, RMf\lambda F_0^d \\ &\quad + R_1^d(A_1^d - A_0^d)\lambda X_0 \end{aligned} \quad (6)$$

가 된다. 이제 $A^d = A - A^m$로 분해하고 0기 투입비율로 조정된 1기 수입투입비율 $\widetilde{a^m_{ij(1)}} = \frac{a^m_{ij(1)}}{a_{ij(1)}} a_{ij(0)}$을 조정항목으로 도입하여 산출액 변화를 정리한다. ΔA^d는 기술변화와 중간재의 수입대체에 의한 값이므로 조정항목을 도입하여 중간재 수입대체에 의한 변화와 이 효과를 제외한 국내 기술변화를 구분하는 것이다. 이 때 조정항목을 원소로 하는 행렬을 $\widetilde{A^m_1}$으로 나타낸다. 조정항목을 도입한 이 시점 간 산출액의 변화는 다음과 같이 요인별로 정리된다.

$$\begin{aligned}\Delta X = \quad & \gamma X_0 && \text{경제성장에 의한 효과}\\ + \ & R^d_1(I-\mathrm{RMf}_1)\Delta F^d && \text{국내최종수요구조변화효과}\\ + \ & R^d_1 \Delta E && \text{수출구조변화효과}\\ - \ & R^d_1 \Delta\, RMf \lambda F^d_0 && \text{최종재수입대체효과}\\ - \ & R^d_1(\widetilde{A^m_1} - A^m_0)\lambda X_0 && \text{중간재수입대체효과}\\ + \ & R^d_1[\Delta A - (A^m_1 - \widetilde{A^m_1})]\lambda X_0 && \text{기술변화효과}\end{aligned} \tag{7}$$

위 식의 수요구조변화분은 분석 년도의 생산유발계수와 기준 년도의 생산구조를 결합하여 산출액변화를 설명하였는데 역으로 기준 년도의 생산유발계수(R^d_0)와 분석 년도의 생산구조를 결합하여 설명할 수도 있다. 즉 전자는 파쉐 (Paasche) 식에 해당하고 후자는 라스파이레스 (Laspeyres)식 (식 8)에 해당한다.

$$\begin{aligned}\Delta X = \quad & \gamma X_0 + R^d_0(I - RMf_0)\Delta F^d + R^d_0 \Delta E\\ & - R^d_0 \Delta\, RMf F^d_1 - R^d_0(A^m_1 - \widetilde{A^m_0})X_1\\ & + R^d_0[\Delta A - (\widetilde{A^m_0} - A^m_0)]X_1\end{aligned} \tag{8}$$

두 식 중 어느 식을 선택하느냐의 문제는 뚜렷한 기준이 있는 것이 아니고 분해식에 잔차항을 없애고자 하는 임의의 선택에 불과하다(10). 그러나 어떤 식을 선택하느냐에 따라 값에 차이가 있을 수 있으므로 본 연구에서는 두 식에 의해 도출된 값을 산술 평균하여 사용하였다.

결 과

생물산업의 구조

Table 2와 3은 본 연구에서 재조정한 85-90-95 접속불변산업연관표에 나타난 총산출량과 성장률, 수입계수와 수출률이다. Table 2의 총산출액 변화를 보면 95년에는 85년도에 비해 생물산업분야를 제외한 제조업 분야의 비중이 더 커지고 생물산업의 비중은 감소하였다. 생물산업 분야별로 보면 이러한 현상은 식품분야와 생물농업분야의 약세로 인한 것으로 이 분야로 인해 전체 생물산업분야의 감소세가 나타나고 있다. 이건우 외(11)의 연구개발집약도에 따른 산업분류에 따르면 본 연구의 대부분 생물산업영역들은 '중저위' 및 '중고위' 기술산업에 속한다. 기존 산업영역의 성격이 아직까지 강하게 남아있음을 알 수 있다.

총산출액은 경제성장과 함께 계속해서 증가하고 있는데 85-95년 사이 생물산업의 전반적인 증가율은 제조업의 50% 수준이다. 90년대를 기준으로 나누어 보면 80년대 후반부 증가율이 90년대 전반보다 컸고 이는 국가 산업 전반적으로 같은 추세이다. 분야별로 나누어 보면 생물화학분야, 생물공정 및 환경분야, 생물전자분야가 90년에서 95년의 기간의 산출액 증가세가 제조업 성장률을 훨씬 웃돌고 있으며 이 분야들은 90년대에 기초소재업종과 조립가공업종의 생산증가(12)에 기여한 것으로 보인다.

Table 3의 수입계수는 동일한 상품의 총공급액 (=수입액 + 국내총산출액) 중에서 수입액이 차지하는 비율로 생물산업분야의 수입계수는 제조업에 비해 낮은 편이다. 그러나 타 산업에 비해 빠르게 성장하고 있어 수입품을 대체할 수 있는 제품 개발이 중요해진다. 또한 국내 인건비 상승으로 인해 가격 경쟁력 약화로 생산이 감소 혹은 둔화되는 양상이 경제 전반적으로 나타나고 있으므로(12) 이를 이겨낼 수 있는 차별화된 제품 개발 전략이나 대량생산을 통한 가격 절감 등의 전략이 필요하겠다. 수입계수에 있어서는 생물화학이나 생물공정 및 환경분야, 생물전자 분야가 높다.

수출률은 제조업에 비해서 낮은 편이다. 그러나 제조업의 수출률 증가세가 85년에서 95년 사이 줄어든 데 반해 생물산업분야는 꾸준히 증가하고 있다. 생물산업분야는 기존의 내수형 구조에서 수출형 산업구조로 성장하고자 한다. 그러나 수출 경험이 부족한 만큼 해외 시장개척이나 수출정책, 특히 생물을 원료를 하는 분야인 만큼 수출에 방해가 될 수 있는 외국의 안정성 시스템 등에 대응한 전략이 필요할 것이다.

구조분해분석 결과

앞서 설명한 구조분해분석모형을 이용하여 1985-1995 동안의 생물산업 산출액 변화에 대한 요인분석을 하였다. 또한 1990년을 기준으로 분석기간을 나누어 90년 전후의 전반적 변화 양상을 살폈다.

Table 4는 식(7), (8)에 대해 1985년을 기준년 (t=0)으로 하고 1995년을 분석년 (t=1)으로 하여 산업연관표를 구조분해하고 각 효과를 산술평균한 결과이다. 결과에서 수요구조변화 기여도가 바이오식품과 생물농업분야를 제외하고 모두 양수가 나옴으로써 이 분야들의 산출액 증가, 즉 성장이 경제성장에 의한 것 외에도 수요구조변화에 의한 성장이 있었음을 알 수 있다. 이런 결과는 생물산업의 국내 총산출 비중 변화를 보면 짐작할 수 있는 바로 Table 2에 따르면 바이오식품분야와 생물농업분야는 전기간에 걸쳐 총산출 비중이 감소하고 있다. 85 - 95 기간 동안 산출액에 있어 증가율이 컸던 생물공정 및 환경분야와 생물전자분야의 산출액 증가는 수요변화의 공헌도가 각각 71.9%, 81.5%가 되어 경제성장에 의한 효과를 훨씬 웃돌고 있다. 경제성장효과와는 별도로 수요구조변화효과를 100으로 볼 때 각 요소의 기여도를 Table 4에 함께 나타내었다. Table 3에서 수출률이 감소하고 있던 생물농업분야와 수출률이 증가하고 있으나 GDP 성장률을 따라가지 못한 바이오식품의 경우 수출구조가 수요구조변화에 각각 28.25%, 1.05% 기여함으로써 전체적으로는 성장 방향과 반대 방향으로 기여하고 있다.

Table 2. Share of sector in gross domestic outputs and growth rate of sector

	Share of sector in gross domestic outputs(%)			Growth rate of gross domestic outputs (%)		
	85	90	95	95/85	90/85	95/90
Biotechnology industry	11.51	10.12	9.09	125.57	58.02	42.75
Human health-bio	0.63	0.76	0.71	226.61	117.58	50.11
Biochemistry	0.90	1.11	1.54	389.09	122.45	119.86
Food-bio	8.45	6.30	4.59	55.43	34.08	15.92
Agriculture-bio	0.88	0.68	0.58	87.14	39.92	33.75
Bioprocessing and Environment	0.57	1.07	1.34	573.34	236.63	100.02
Biochip/sensor	0.10	0.20	0.32	872.42	279.67	156.12
Agriculture, forestry & fishing	9.55	5.53	3.80	13.59	4.01	9.22
Mining and quarrying	0.63	0.51	0.39	74.82	43.70	21.66
Manufacturing	30.17	34.56	38.55	265.24	105.93	77.36
Service industry	48.13	49.29	48.18	186.14	84.11	55.42
Total economy	100.00	100.00	100.00	185.85	79.79	59.00

Table 3. Import coefficient and export rate

	Import coefficient(%)*			Export rate(%)**		
	85	90	95	85	90	95
Biotechnology industry	15.67	21.17	24.77	4.37	5.92	8.59
Human health-bio	6.41	7.77	10.38	2.19	3.98	3.33
Biochemistry	39.38	38.48	27.21	8.63	10.50	17.53
Food-bio	4.40	9.27	11.77	3.33	4.56	4.76
Agriculture-bio	3.57	3.68	4.62	7.66	4.05	3.92
Bioprocessing and environment	57.66	46.88	47.22	6.67	8.94	15.27
Biochip/sensor	76.78	63.26	60.29	26.12	20.58	12.71
Agriculture, forestry & fishing	11.17	14.40	14.60	3.70	4.19	2.95
Mining and quarrying	70.31	71.36	79.90	3.08	3.19	1.82
Manufacturing	16.07	16.78	17.97	30.19	24.35	26.25
Service industry	1.92	1.81	3.13	5.72	4.83	5.21
Total economy	10.36	11.53	13.18	12.74	11.64	13.53

* Import coefficient = Import / Total supply × 100

** Export rate = Export / Gross domestic output × 100

Table 4. Sources of gross domestic outputs for 1985-1995 (%)

	ΔX (A billion won) (gross domestic output growth rate, %)	Impact of economic growth	Impact of demand structure change	Impact of demand structure change(=100)				
				DDE	EE	SFD	SID	TC
Human health-bio	4,168 (226.61)	71.07	28.93	30.45	8.81	-15.14	-23.42	99.30
Biochemistry	10,282 (389.09)	41.39	58.61	31.06	40.03	-5.71	25.27	9.35
Food-bio	13,782 (55.43)	290.56	-190.56	91.15	1.05	13.32	3.30	-8.81
Agriculture-bio	2,555 (87.14)	184.83	-84.83	151.29	28.25	17.78	15.64	-112.95
Bioprocessing and environment	9,628 (573.34)	28.09	71.91	38.77	23.01	13.44	8.18	16.60
Biochip/sensor	2,446 (872.42)	18.46	81.54	23.25	10.16	27.65	16.48	22.45

* DDE (domestic demand expansion), EE (export expansion), SFD (substitution of final foods by domestic production), SID (substitution of imported intermediate goods by domestic production), TC (technological change)

수입계수(Table 3)가 85-95 동안 감소하였던 생물공정 및 환경분야와 생물전자분야는 구조분해분석 결과 최종재와 중간재에서 국산품이 수입품을 대체하는 구조가 나타나 재화의 수입대체가 수요구조변화에 각각 21.62%, 44.13%의 기여를 하였다.

수요구조변화 내에서 분야별로 기여도가 큰 것은 생물의약분야의 경우 기술변화에 의한 기여도로, 전체 수요구조변화에 99.30%를 기여하고 있다. 생물화학분야의 경우 수출증대효과가 40.03%이다. 바이오식품과 생물농업분야에서는 경제성장을 따라가지 못하는 국내수요로 인해 수요구조변화가 산업성장과 반대방향으로 움직이고 있다. 이러한 수요구조변화에 기여를 하고 있는 것은 국내 최종재 수요구조 변화로 각각 91.15%, 151.29% 기여하고 있다. 생물공정 및 환경분야에서는 국내 최종재 수요구조 변화가 38.77%의 기여를 하고 있으며 생물전자분야에서는 최종재 국산품의 수입품 대체효과가 27.65%로 나타나고 있다.

1990년 전후의 변화 양상을 볼 수 있는 것으로 Table 5는 1985년을 기준년으로 1990년 변화를 분석한 것이고 Table 6은 1990년을 기준년으로 1995년 변화를 분석한 것이며 모두 Table 4와 같은 작성방법을 사용하였다. 1990년을 기준으로 기간을 나누어 봤을 때 바이오식품과 생물농업분야는 양쪽 분석기간 동안 모두 수요구조변화가 음의 효과를 나타내면서 산업 성장과 반대방향으로 움직이고 있다. 생물의약의 경우 90년대에 들어 수요구조가 양의 효과 (+43.08%)에서 음의 효과 (-12.54%)로 변하였는데 이에 대한 가장 큰 원인은 국내 최종재수요구조의 변화였다. 전반적으로 90년대에 들어 산업의 증가세가 주춤하는 모양이 나타났는데(Table 2) 85-90 기간과 90-95 기간을 비교하였을 때 수요구조변화가 산출액 증가에 기여가 양의 효과에서 음의 효과로 바뀌거나, 양의 효과라도 기여도가 줄어들었다. 생물화학분야는 예외적으로 90-95에 수요구조변화 기여도가 더 증가하여 약 53%가 되었다. 양기간 모두 수요구조변화에 원인이 된 것은 주로 국내 최종재 수요변화이지만 90년대에 들어 국내수요변화에 의존도는 줄어드는 양상을 보였다.

고 찰

본 연구에서는 생물산업분야로 생물의약분야, 생물화학분야, 바이오식품분야, 생물농업분야, 생물공정 및 환경분야, 생물전자분야를 선정하였다. 각 분야별로 생물공학기술 도입 이유와 산업연관표 상에 나타난 현상을 정리하고 이러한 요소들이 구조분해분석 결과 산업 성장과정에 어느 정도의 영향력을 갖고 있는지 아래에 정리하였다.

의약분야는 생물공학기술을 이용하여 국내에서 부진한 신의약품 성공확률을 높이고자 한다. 국내 의약분야는 신물질 합성기술과 공정개발기술은 우수하나 의약학기초연구수준, 설계기술과 임상시험기술이 취약하고 연구비 투자가 작아 의약선진국에 비해 기술경쟁력이 낮다는 평가를 받아왔다. 이러한 의약분야는 수출률이 95년 기준 3.33%로 제조업 26.25%에 훨씬 못 미치는 내수형 구조였다. 구조분해분석 결과 85-95 기간에 최종재와 중간재 수입대체가 전체 산출액 변화에 대해 유일한 음의 효과로 작용하였다. 90년을 기준으로 분석 기간을 나누어 볼 때 90-95기간 동안 수요구조변화가 경제성장효과를 따라가지 못하여 산출액 증가와 반대방향으로 움직이고 있으며 여기서도 수입대체효과가 수요구조변화에 154.86%의 큰 원인으로 작용하고 있지만 더 큰 영향을 미친 것은 국내 최종재 수요구조변화 (191.49%)였다.

화학분야는 특히 기초화학분야의 경우 국내 핵심소재분야로써 앞으로 수요가 보장되는 산업이며 국내 성장 산업으로 평가받고 있다. 85-90-95 산업연관표 상에서도 산출액 비중은 85년에 전산업의 0.9%에서 95년의 1.54%로 계속해서 증가추세이며 수출률은 증가하고 수입계수는 줄어드는 양상을 보인다. 이러한 화학분야가 생물화학분야로 또 다른 모험을 하고자 하는 것은 생물공학기술을 이용한 대량생산과 환경 친화적 공정 과정, 생산성 향상 등을 기대하기 때문이다. 구조분해분석 결과에서 분석기간 동안 생물화학분야는 수요구조변화가 산출액 변화의 50% 넘는 기여를 하는 수요에 의해 견인되는 산업이었음을 확인하였다.

바이오식품분야의 경우 생물원료를 이용하는 만큼 신생물공학기술 도입을 통해 고부가가치화로 성장하겠다는 계획이다. 앞으로 생활수준향상과 건강에 대한 관심고조로 고부가가치 식품에 대한 수요가 증가할 것이라 예측하고 있다. 95년 산업연관표에서 바이오식품분야의 주요 중간투입재는 농림수산품으로 전체 투입액의 38.86%(6)로 생물원료가 주 투입재이며 GM 농작물 개발 등 소재 개발을 위해 생물공학기술을 이용하게 될 것임을 예측할 수 있다. 식품분야의 위축양상은 구조분해분석결과에서 85-95 동안 수요구조변화효과가 -190.56%나 돼서 GDP 성장에 훨씬 못 미치는 성장을 보이고 있다. 또한 식품분야에서는 수입계수가 제조업보다 빠르게 증가하고 있으며 다른 생물산업분야와 비교할 때도 가장 크게 증가하고 있다. 이러한 양상은 85-95 구조분해분석 결과 수입품의 국산품 대체구조가 수요구조변화의 원인으로 16.62%로 기여를 함으로써 확인되었다. 여기에는 통상압력과 농산품 수입개방 등 식품산업의 알려진 위협요소가 원인으로 작용할 수 있다. 그러나 수요구조변화에 가장 큰 기여를 한 것은 국내 최종재 수요구조 변화로 91.15%를 차지하였으며 식품분야에 대한 주요 수요처가 민간수요임을 감안할 때 민간수요구조 변화가 식품분야의 성장에 중요한 변수가 될 수 있다.

생물농업분야의 경우 환경문제나 중간수요처에서의 생산성 제고를 위해 생물공학기술이 도입된 제품의 수요가 늘 것이라는 기대를 갖고 있다. 이 분야들은 연구개발이 필요함에도 불구하고 국내 시장의 협소와 연구개발 부족으로 외국기업의 국내 판매처 역할을 하고 있다. 구조분해분석 결과를 보면 85-95 기간 동안 전반적인 수요구조는 산출량 변화에 음의 영향을 미쳤다. 이것은 국내최종재수요 감소에 기인한 것인데 산업 수요 중 최종재수요 비율이 무척 낮고 수요량에 감소원인이 된 것이 재고량의 변화(13)이며 중간재 투입구조는 양의 영향을 나타낸 것으로 볼 때 제품에 대한 수요가 경제성장에 의한 효과를 역행하고 있다고 볼 수는 없다.

생물공정 및 환경분야는 환경문제 해결과 공정상 생산성 향상 등을 목적으로 생물공학기술을 도입하고자 하며 생물전자분야는 유전체 연구를 통하여 진단기나 측정기로써 예측력이나 정확도를 향상시키려 한다. 이 두 분야 모두 85-95기간

에 산출액 변화에 대한 수요구조변화 기여가 각각 71.91%, 81.54%로 수요구조가 성장을 견인하고 있음이 확인되었다.

본 연구에서 생물산업은 여러 산업 영역에 분포되어 있으며 수요구조면에서도 다양한 성장 배경을 가지고 있음을 확인하였다. 따라서 생물산업 각 분야별로 시장 수요의 변화에 대응한 방향성 있는 기술혁신과 생물산업 내 세부분야별 정책이 요구된다.

생물산업분야는 응용범위가 광범위하고 산업분류체계의 미비 등으로 인하여 각종 통계자료의 편차가 심하고 활용에 어려운 점이 많다. 기술산업이라는 생물산업의 성격에 맞지 않은 현행 통계분류체계를 바탕으로 하였기 때문에 본 연구의 국내 생물산업 구조분석은 조심스러운 해석이 요구되며 체계적 기술산업의 정책 수립을 위한 연구자료로서 많이 부족하다. 또한 보다 정비된 통계체계 하에서 투입구조면에의 자료보강 등 본 연구에 대한 검토와 수정·보완이 필요하다.

요 약

생물공학기술을 이용하여 제품과 서비스를 창출하는 산업을 생물산업이라고 한다. 우리나라는 1999년부터 산업자원부가 생물산업의 범위를 8개 부문으로 분류하고 있으나 산업분류와 제품 분류, 기술 분류의 기준이 섞여 있어 통계자료를 이용한 현황 파악이 어려운 실정이다.

본 연구에서는 국내 생물산업의 현황 파악을 위해 한국생물산업협회의 매출조사자료를 근거로 하였다. 국내 생물산업 제품의 상당수가 기존 산업의 수요구조를 따르는 것으로 가정하고 1985-90-95년의 접속불변산업연관표에서 국내 생물산업분야를 생물의약분야, 생물화학분야, 바이오식품분야, 생물농업분야, 생물공정 및 환경분야의 6개 분야로 분류·선정하였다. 1985년에서 1995년 기간의 최종재수요구조, 중간재 수요구조, 수입구조 등의 변화가 산출액 변화에 미친 기여도를 분석하기위해 변화요인을 크게 경제성장에 의한 효과와 수요구조변화에 의한 효과로 나눈 후 수요구조변화에 Syrquin 구조분해모형을 이용하였다. 분석결과 생물산업의 세부 각 분야들은 다양한 성장배경을 가지고 있으며 바이오식품과 생물농업분야를 제외한 생물산업분야는 사회적 수요가 성장을 이끌어왔음을 확인하였다. 또한 각 분야별 민간수요변화에 대한 대응과 수입·수출구조의 개선이 산업 성장에 필요함을 알 수 있었다.

감 사

본 연구에 자문을 주신 산업연구원 최윤희 박사님께 감사드립니다.

REFERENCES

1. Bioindustry Association of Korea (2003), 2001 Korean Bioindustry Survey, p10.
2. Kim, H. G. and B. H. Hyun (1997), Analysis of Change in Industrial Structure due to Biotechnology, *Korea Journal of Resource Economics* **7**(1), 165-183.
3. Economy and Science Bureau of Deajeon City Government (2002), Construction of bio-industry infrastructure, program of constructing bio-mecca in Deajeon, Regional BT Business Explanation 2002, Seoul, pp27-32.
4. Lee, K. R. (2000), Overview of Technology Innovation Theory, pp80-82, Science & Technology Policy Institute, Seoul.
5. http://www.kiet.re.kr (2001).
6. Bank of Korea (2001), 85-90-95 I-O Tables
7. Chenery, H. B., S. Shishido, and T. Watanabe (1962), The population of Japanese growth, *Econometrica* **30**(1), 1914-1954.
8. Syrquin, M. (1976), Sources of Industrial Growth and Changes: An Alternative Measure, European Meeting of Econometric Society, Helsinki, Finland.
9. Park, J. Y. (1999), A Study on the Change of CO_2 Emission using Structural Decomposition Analysis, M.S. Thesis, Dept. of Resource Technology, Seoul National University, Seoul.
10. Bank of Korea (1994), Sources of Korean industrial growth, *Articles in Monthly* June, 47-69.
11. Lee, G. W. and S. I. Chang (1999), Analysis of the Knowledge-based Economy Using Structural Decomposition Analysis, Korean Institute for Industrial Economics & Trade.
12. http://bok.or.kr (1998).
13. Jung, M. A. (2003), An Input-Output Structural Decomposition Analysis of Korea Biotechnology industry, M.S. Thesis, Dept. of Urban and Geosystem Engineering, College of Engineering, Seoul National University, Seoul.