

# 生命工學에 의한 國內 産業構造變化 分析

- 産業聯關表를 중심으로 -

김헌구\* 현병환\*\*

〈 目 次 〉

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| I. 序 論          | IV. 實證分析의 結果 및 效果 |
| II. 研究의 內容 및 方法 | V. 結 論            |
| III. 分析模型의 特性   |                   |

## 요 약

생명공학은 기술의 특성상 보건·의료, 농업, 자원·환경, 에너지 등 광범위한 산업에 응용될 수 있는 고부가가치형, 두뇌기술집약형, 탈공해형, 자원 및 에너지 절약형 기술이라는 특징을 지니고 있어 21세기 미래산업을 선도할 것으로 기대되고 있다.

\* 국회 입법조사분석실, 산업경제연구원

\*\* KIST 생명공학연구소

본 연구의 목적은 생명공학기술이 1980년과 1990년 사이의 산업구조에 어떠한 변화를 초래하였는지를 알아보는 것이다.

생명공학의 산업경제적 파급효과를 분석해 보기 위해 한국은행에서 발행한 산업연관표를 이용하여 생명공학 관련산업의 지원에 따른 국내 제반산업의 생산변화율을 측정하였다. 정부의 지원이나 금리 및 세제의 혜택을 통해 생명공학 산업 관련 비용이 감소하게 되면 이에 따른 가격변화가 국내 산업발전과 고용의 증가를 갖는 것으로 믿어진다. 고정계수 아닌 변화계수를 특징으로 하는 본 모형의 접근방법은 생명공학에 대한 재정지원 및 세제 인센티브 등을 외생변수로 처리하여 산업구조 변화의 추이와 고용유발 등을 예측하였다.

본 논문의 가설은 생명공학의 영역이 점차 증대되어 나아가기 때문에 1980년의 제반산업의 영향은 1990년의 영향보다는 적어야 한다. 즉 생명공학 관련비용 하락이 전체산업에 미치는 1980년의 생산을 증가보다 1990년의 생산을 증가가 커야 할 것이다.

본 가설에 대한 검증의 과정에서 얻은 통계치를 통해 생명공학산업이 한국 산업 전체에 미치는 영향이 10년 동안에 그 차이가 거의 없어 미성숙 단계에 있다는 결론을 짓게 되었다.

따라서 생명공학 분야의 지속적인 발전을 위해서는 선진국 수준의 독자적 기술 개발을 통한 국제 경쟁력을 강화해야 하는데 이를 위한 정부 및 민간기업 투자확대와 연구개발 지원체제의 확대가 요망되고 있다.

## I. 序 論

생명공학산업은 제품의 개발이나 생산과정에서 막대한 고용창출력을 갖고 있다. 기술특성상 보건·의료, 농업, 자원·환경, 에너지 등 광범위한 분야에 걸쳐 파급 효과가 크기 때문이다. 그래서, 21세기에 정보통신 및 항공우주 분야와 더불어 경제성장을 주도하는 핵심산업으로 부각될 것으로 예측되고 있으며 우리나라도 이

에 대한 국가적 육성 정책<sup>1)</sup>을 수립하여 시행하고 있다.

생명공학기술은 현재 전세계적으로 커다란 붐을 일으키고 있으며, 그 기술에 바탕을 둔 생명공학산업도 확대일로에 있다. 전문가들의 견해에 의하면 2000년 생명공학 산업의 세계시장 규모가 1,000억달러에 달할 것이라고 예상<sup>2)</sup>하고 있다.

산업경제의 발전에 따라 야기되고 있는 환경문제를 비롯하여, 암이나 AIDS 등의 불치병 치료, 자원고갈에 따른 대체연료 및 대체에너지의 개발, 식량문제 등이 생명공학기술개발의 주요한 목표가 되고 있다. 또한 생명공학기술은 고부가가치형, 두뇌기술 집약형, 탈공해형, 자원 및 에너지 절약형 기술이라는 특징을 갖고 있다. 특히 국민소득 향상에 따라서 급증하는 복지수요를 상당부분 충족시킬 수 있는 산업으로 21세기는 생명공학산업 선진국이 선진산업국으로 부각될 전망이며, 국가경제의 지속적인 성장을 가능케 할 대체산업으로서의 역할이 기대된다. 의약, 농업, 환경 등 분야에 있어서의 급속한 기술발달과 시장규모의 확대는 생명공학기술과 제품이 일상생활에 널리 활용되는 생명사회(Bio Society)의 도래를 예고하고 있으며 이러한 점에서 생명공학은 산업의 전후방효과가 어떠한 산업보다도 크다고 할 수 있다.

우리나라의 산업구조가 생명공학산업의 미성숙으로 인해 산업의 전후방 파급효과가 크지 않다면 이의 전략적 육성은 사회적 비용을 유발할 수도 있다. 그러나 초기의 사회적 비용 때문에 생명공학산업 육성을 회피한다면 다른 산업의 경우와 같이 선진국의 기술에만 의존해야 하는 전철을 밟아야만 될 것이다. 이러한 선진국으로 부터의 기술의 예측화를 최소화 하기 위해서는 현재 비용이 든다 하더라도 중점육성을 하는 것이 바람직할 것이다.

본 연구의 목적은 이러한 잠재적 가치를 가진 생명공학산업의 전산업분야에 대한 파급효과가 1980년과 1990년 사이에 어떠한 변화를 유발하였는가를 분석하고

1) “생명공학육성법”에 의거하여 “생명공학육성기본계획(Biotech 2000)(1993.12)”을 국가기본계획으로 수립하였고, 이의 효율적 수행을 위하여 매년 범부처적 생명공학육성 시행계획을 수립하여 국가계획으로 시행하고 있다.

2) 통상산업부, 「생물산업 진흥공청회」, 1996.10, p.15 참조.

생명공학기술의 부가가치와 고용유발 효과를 예측을 하는데 있다.

## II. 研究의 內容과 方法

생명공학 관련산업에 의한 우리나라 산업경제적 파급효과를 분석하기 위하여 한국은행에서 발행한 산업연관표를 이용하였으며, 이를 통해 생명공학 관련산업의 지원에 따른 국내 제반산업의 생산변화율을 측정하였다.

정부의 지원이나 금리 및 세제 혜택을 통해 생명공학산업 관련비용이 감소하게 되면 이에 따른 가격변화가 우리나라 산업발전과 고용의 증가를 유발하는 것으로 믿어진다. 고정계수 아닌 변화계수를 특징으로 하는 본 모형의 접근방법을 통하여 생명공학에 대한 임의의 재정지원 및 세제 인센티브 등을 외생변수로 처리하여 산업구조 변화의 추이와 고용유발 효과 등을 예측하였다. 외생변수인 생명공학 투자비용은 산업연관표에서 항목화되어 있지 않기 때문에 일본발효공업협회에서 추정 한 산업기술화율을 사용하여 계산해 내었다<sup>3)</sup>.

우리나라의 산업을 74개로 나누어 볼때 생명공학의 기술과 관련되는 산업과 기술화율을 다음과 같이 적용하였다 [( )안에 기술화율 표시].

즉, 작물(12%), 축산 및 양잠(24%), 임산물(1%), 수산물(3%), 금속광석(6%), 육류 및 낙농품(24%), 제당(23%), 빵·과자 및 곡수류(23%), 기타 식료품(23%), 음료품(23%), 섬유직물(13%), 펄프 및 종이(5%), 유기화학 기초·중간제품(13%), 합성수지 및 합성고무(13%), 화학비료 및 농약(30%), 의약품 및 화장품(40%), 기타 화학제품(16%), 석유제품(2%), 고무제품(13%), 플라스틱제품(13%), 선철 및 조강(6%), 철강 1차제품(6%), 금속제품(6%), 정밀기기(3%) 등으로 24개의 산업이 생명공학기술을 사용하는 것으로 보았다.

3) KIST 생명공학연구소, “생명공학 산업구조에 관한 조사연구”, 1989, p.46 참조

위에 제시된 24개 생명공학 관련산업을 대상으로 산업구조 변화를 분석하기 위하여 다음과 같은 가정과 분석방법을 적용하였다. 첫째, 전통적 생명공학기술 (Traditional Biotechnology) 과 신생명공학기술(New Biotechnology)의 구별없이 각 산업에 기여하고 있는 기술화율을 사용하여 그 비용을 계산하였다. 둘째, 현실적으로 일본에 비해 생명공학기술의 낙후성은 인정되나 생명공학 관련산업의 범주를 정하는 데는 그리 큰 차이를 갖지 않는다는 가정하에 2000년에 예측되는 일본의 산업기술화율을 사용했다. 셋째, 74개의 산업분류에서 24개 산업이 생명공학기술을 사용하여 생산활동을 한다고 보았으며 이는 일본의 자료에 근거한 것이다. 넷째, 기술화율은 해가 거듭될 수록 증가하는 것이 현실일 것이나 1980년과 1990년에 동일한 기술화율을 적용하였다. 다섯째, 정부정책지원으로 생명공학 산업기술의 사용비용이 10% 감소했다고 가정하였다<sup>4)</sup>.

산업구조는 외부변화 즉, 비용감소가 외부요인으로 생길 때 기술의 변화를 수반한다. 이 기술의 변화는 산업의 생산활동에 영향을 미치게 된다. 외부 임팩트로 인한 산업활동의 변화정도를 산업구조 변화의 민감도라고 본다. 전체 산업은 이 특정산업의 비용감소를 통해 생산활동에 영향을 받을 것이다. 본 연구에서는 산업구조의 생명공학에 대한 민감도가 1980년과 1990년 사이에 차이가 있는지를 검증한다. 1980년부터 1990년까지의 생명공학 관련산업이 우리나라 경제구조에 깊이 뿌리박고 있는지에 대한 분석의 일환으로 산업구조의 생명공학에 대한 민감도 변화를 알아보고, 1990년을 시점으로 해서 정부지원에 의한 산업구조의 변화로 인한 부가가치와 고용유발을 분석하는 것이 본 연구의 주된 내용이 된다.

4) 정부가 생명공학분야에 억제정책을 시행했다고 가정하면, 반대로 사용비용이 10% 증가한다고 가정하고 가설은 산업구조의 생명공학에 대한 민감도는 10년사이에 감소한다고 정할 수 있다. 또 일차동차 생산 함수인 본모형의 특성 때문에 1%, 10%, 또는 100%의 변화에 관계없이 통계치는 변화가 없기 때문에 임의로 10%로 정하였다.

### Ⅲ. 分析模型의 特性

분석에 있어서 고정기술계수를 다루는 Leontief 모델과는 다른 모형을 사용하였다. 종래의 산업연관분석은 각 산업의 생산방식이 고정된 것이라는 가정하에 시도되었다. 이것은 각 상품의 생산방법이 하나밖에 없다는 가정이며 기술의 변화를 고려하지 않는다. 그래서 이러한 고정투입계수 생산함수는 생산요소간의 대체를 불가능하게 하며 이 생산요소의 대체불가능은 규모의 경제를 배제한다. 이러한 결점을 보완하는 본 연구모형은 요소간의 대체가 가능하고, 단년도의 산업연관표에 의해서도 각 산업의 산출량 변화를 예측할 수 있음을 보여준다.

모형을 비교하여 보면 Leontief의 산업연관분석에서의 산출모형은  $X=(I-A)^{-1}F$ 로서 최종수요 F만을 외생변수로 취급하였다.

즉,  $\Delta X = (I-A)^{-1} \Delta F$  로 최종수요 F의 변화가 생산량 X의 변화를 낳는다. 투입측면에서 보았을 때 가격모형은  $P = (I-A')^{-1} V$  인데 V로 분류되는 노동, 자본 등의 본원적 생산요소와 생명공학에 관련된 비용변화가 각 산업의 생산품목에 가격변화를 가져온다.

다시말해,  $\Delta P = (I-A')^{-1} \Delta V$  로 V의 변화가 P의 변화를 낳는다. 이 V로 인한 변화로 인해 상품의 가격변화가 각 산업의 생산활동에 변화를 주는 파급효과를 갖는 것이 경제현실이나 위에 언급된 두 모형은 투입측면의 변화가 산출측면에 전혀 영향을 미치지 못하는 관계에 있다.

일본 NIRA에서 연구한 "생명공학이 산업에 미치는 영향에 대한 분석"에서도 종래의 Leontief 모형에서의 단점인 고정기술계수(A)를 가정했다. 설문조사를 통해 장래 2000년의 생명공학 관련 생산활동의 변화량을 예측, 계산하여 고정계수의 변화(A\*)를 찾아낸 후에 1980년때의  $(I-A)^{-1}$ 와 2000년의  $(I-A^*)^{-1}$ 의 차이를 변화율<sup>5)</sup>로 나타내고 있다. 이러한 종래의 투입산출모형은 외부 임팩트가 무엇인가와 그에 따른 생산변화의 원인과 결과의 관계가 결여되어 있다.

5) 新技術振興渡辺記念會, "科學技術連關表開發に關する調査報告書", 1988.6, 표 4-3(p98) 참고

이에 반해 본 연구에서 사용하고자 하는 모형은 생산자의 이윤극대의 행태를 통해 생산요소의 대체를 가능케하여 생산변화의 인과관계를 나타내는 특성을 갖는다.

〈분석모형〉

본 연구에서는 기본적으로 생산자의 이윤극대모형에서 중간재와 본원적 생산요소의 최적고용수준을 도출하였다.

생산자모형; 각 산업은 1차 동차함수인 생산함수를 갖는다.

$$\ln x_j - \alpha_{oj} - \sum_i \alpha_{ij} \ln x_{ij} - \sum_k \beta_{kj} \ln L_{kj} - \sum_m \gamma_{mj} \ln E_{mj} = 0 \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

$x_j$  ; j 산업의 생산량

$x_{ij}$  ; j 산업이 i 산업으로부터 중간재로서 구매한 i 산업의 상품

$L_{kj}$  ; j 산업에 본원적 생산요소 k가 고용된 량

$E_{mj}$  ; j 산업에 사용된 m 생명공학기술

$$(\sum_i \alpha_{ij} + \sum_k \beta_{kj} + \sum_m \gamma_{mj} = 1 ; 1차 동차함수조건)$$

또한 Cobb-Douglas 생산모형을 제약조건으로 이윤극대방정식을 세운다.

$$\begin{aligned} \Pi = & \sum_j (p_j x_j - \sum_i p_i x_{ij} - \sum_k w_{kj} L_{kj} - \sum_m e_{mj} E_{mj}) \\ & + \sum_j \lambda (\ln x_j - \alpha_{oj} - \sum_i \alpha_{ij} \ln x_{ij} - \sum_k \beta_{kj} \ln L_{kj} - \sum_m \gamma_{mj} \ln E_{mj}) \end{aligned} \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

$p_j$ ; j 산업 생산품의 가격

$p_i$ ; i 산업 생산품의 가격

$w_{kj}$ ; j 산업에 의해 구매된 본원적 생산요소 k의 단위가격

$e_{mj}$ ; j 산업에 의해 구매된 생명공학기술 m의 단위가격

위와 같이 생산함수를 제약조건으로 이윤방정식에 연결하여 다음과 같은 이윤극대요소 고용수준을 도출할 수 있다.

$$x_{ij} = \alpha_{ij} p_j x_j / p_i, \quad L_{kj} = \beta_{kj} p_j x_j / w_{kj}, \quad E_{mj} = \gamma_{mj} p_j x_j / e_{mj} \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

여기에서 우리는 각 상품가격과 본원적 생산요소가격의 변화로 인한 상대가격의 변화가 레온티에프의 생산의 고정계수인  $\alpha_{ij}, \beta_{kj}, \gamma_{mj}$  가  $\alpha_{ij}(p_j/p_i), \beta_{kj}(p_j/w_{kj}), \gamma_{mj}(p_j/e_{mj})$  으로 각각 변화하게 되고 이에 따라 생산요소 대체가 가능해진다. 다시말해, L 자형의 생산함수가 아닌 원점을 향해 볼록한 생산함수를 나타낸다. 위 <식 3>의 각요소의 최적 고용수준을 생산함수에 대입하여 가격함수를 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$\ln p = (I-A')^{-1} \{ \sum_k \beta_k \ln w_k + \sum_m \gamma_m \ln E_m \} \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

<식 4>는 정부의 특정산업에 대한 지원( $E_{mj}$ ) 이 전체산업의 생산품의 가격( $p$ )에 영향을 주는 것을 보여준다. 또 위 <식 3>의 중간재의 최적 고용수준을 이용하여 산출측면( $x_i = x_{ij} + F_i = \alpha_{ij} (\frac{p_j}{p_i}) X_j + F_i$ )으로 부터 다음과 같은 생산등식을 유도할 수 있다. 다음의 식은 정부의 지원에 의해 생명공학산업은 가격 경쟁력을 갖고 이에 관계하는 관련산업도 그 영향을 받아 가격의 변화를 갖게되어 기술계수의 변화(요소대체)를 유발한다. 요소의 대체를 통한 생산량을 행렬식으로 <식 5>는 나타낸다.

$$x = (I - p^{-1} A p)^{-1} F, \quad h = p^{-1} A p, \quad x = (I - h)^{-1} F \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

전체미분을 하면

$$dx = (I - h)^{-1} dhx + (I - h)^{-1} dF \quad \langle \text{식 6} \rangle$$



외생변수의 변화에 따른 상대가격변화로 인한 생산효과는 두가지로 나누어 진다. 하나는  $(I-h)^{-1}dhx$  로 대체효과이며 다른 하나는  $(I-h)^{-1}dF$  로 최종수요의 변화로 인한 소득효과로 본다. 여기서 Leontief의 대표적 모형인 최종수요의 변화는 다루지 않는다. 모델의 외생변수인 정부의 지원이 전체산업에 미치는 영향을 분석하는 것이 목적이므로, 또하나의 외생변수인 최종수요의 변화는 고려대상에서 제외했다. 중간재의 상대가격 변화를 통한 요소대체효과가 어떻게 경제구조의 변화를 시키는가를 분석하고 부가가치 변화와 노동고용유발효과를 예측하였다.

이러한 등식을 한국은행에서 작성한 1980년과 1990년 산업연관표에 이용하고자 한다. 각 해마다 임의의 10% 비용하락이 정부지원과 기술향상에 의해 발생한다고 가정하였다. 생명공학 기술비용 하락을 투입측면의 외생변수로 보면 이 외생변수의 충격이 각 산업의 생산활동에 변화를 주게 된다. 이 변화는 각 상품의 가격 변화를 낳게 되고 그 결과로 그 상품들을 중간재로 사용하는 산업들의 산출측면의 생산량에 영향을 준다. 생명공학의 영역이 점차 증대되어 나아가기 때문에 1980년의 제반산업의 영향은 1990년의 영향보다는 적다고 보아야 하겠다. 생명공학기술이 시간의 경과에 따라 경제구조에 미치는 영향은 커진다는 것이 본 연구에서의 가설이다. 즉 생명공학 관련비용 하락이 전체산업에 미치는 1980년의 생산을 증가보다 1990년의 생산을 증가가 커야 할 것이다. 이 검증을 마친후 1990년의 데이터로 부가가치(국민소득)의 증감과 고용유발 효과를 다음과 같은 모형으로 예측해 본다.

각 산업의 부가가치의 증감은 생산의 증감과 수치만 좀 차이가 날 뿐 같은 방향으로 증감을 나타낸다. 부가가치의 등식은  $V = \beta' \Delta X$  로 나타내는데 생산의 증감  $\Delta X$ 는 부가가치  $\Delta V$ 에 변동을 나타내므로  $\Delta V = \beta' \Delta X$  가 된다. (단,  $V$  ; 부가가치(국민소득),  $\beta'$ ; 대각선 영업잉여 행렬,  $X$ ; 각 산업의 산출량.)

산업연관표는 부가가치 부문을 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 간접세로 구성하고 있다. 피용자보수는 노동임금으로 볼 수 있고, 영업잉여는 각 산업부분의 기업잉여, 순 지급이자, 토지에 대한 임대료를 구성하며, 고정자본소모는 생산

과정에서 소모된 고정자본을 대체하기 위해 총 산출액중 일부를 총당금으로 비축한 금액이며, 간접세는 재화와 서비스의 생산, 판매, 사용에 대한 세금을 말한다. 우리가 다룬 부가가치 변화율은 국민소득의 변화율을 찾기위해 부가가치 총액에서 고정자본소모를 뺀후에 각 산업의 총투입액으로 나눈 값( $\beta^v$ )을 사용해서 도출하였다.

한편 노동시장의 경우에는 우리가 사용하는 모델은 그 계수들이 상대가격에 의해 변하기 때문에  $\beta^v_L$ (피용자보수의 계수)에도 변화가 와야 한다.  $\beta^v_L$ 가  $w^{-1}p\beta^v_L$ 로 변한다. p(변화된 각 상품의 가격)와 w(노동, 자본, 영업잉여의 단위가격, 간접세)도 대각행렬로 취급된다. 고용유발효과는 노동계수만을 w로 보고 취급하며, 부가가치의 변화가 있을 시에  $dV=w^{-1}p\beta^v dx$  로 나타낸다.

$$dx = (I - h)^{-1}dhx + (I-h)^{-1}dF \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

$\langle \text{식 7} \rangle$ 의 식을 사용하여 부가가치 변화율(dV)과 노동고용 유발효과(dL)는 각각 다음과 같다.

$$dV=w^{-1}p\beta^v dx =w^{-1}p\beta^v [(I-h)^{-1}dh x + (I-h)^{-1}dF] \quad \langle \text{식 8} \rangle$$

$$dL=w^{-1}p\beta^v_L dx =w^{-1}p\beta^v_L [(I-h)^{-1}dh x + (I-h)^{-1}dF] \quad \langle \text{식 9} \rangle$$

#### IV. 實證分析의 結果 및 效果

앞에서 언급한 바와 같이 본 연구에서 검증할 가설은 1980년과 1990년의 10년 사이 산업구조에 있어 생명공학 기술의 영향력 변화의 유무를 분석하는 것이다.

$\langle \text{표 1} \rangle$ 은 1980년과 1990년의 생명공학기술의 비용감소에 따른 전체산업의 생산활동의 변화율이다.

<표 1> 생명공학 정책지원 효과에 의한 생산변화

산 업	1980년 기준	1990년 기준	변동율
1. 작물	-0.00906	-0.007372	0.001688
2. 축산 및 양잠	-0.00435	-0.001343	0.003007
3. 농업서비스	-0.00668	-0.005202	0.001478
4. 임산물	-0.01347	-0.014494	-0.001
5. 수산물	-0.00068	-0.000934	-0.0003
6. 석탄, 원유 및 천연가스	0.14515	0.058658	-0.0865
7. 금속광석	-0.13674	0.007682	0.144422
8. 비금속광물	-0.00474	-0.003653	0.00111
9. 육류 및 낙농품	0.00213	0.006347	0.004217
10. 수산가공품	-0.00013	-0.000181	-0.00005
11. 정곡 및 제분	0.00043	0.001070	0.000640
12. 제당	0.03135	0.062396	0.031046
13. 빵, 과자 및 국수류	0.00134	0.001994	0.000654
14. 기타식료품	-0.00088	-0.001393	-0.000513
15. 음료품	0.00078	0.001366	0.000586
16. 담배	-0.00001	-0.000157	-0.000147
17. 섬유사	0.00148	0.001051	-0.000426
18. 섬유직물	-0.00109	-0.001987	-0.000897
19. 섬유제품	0.00013	0.000580	0.000450
20. 의복 및 장신품	0.00011	0.000300	0.000190
21. 가죽 및 모피제품	0.00019	0.000301	0.000111
22. 목재 및 나무제품	-0.00176	-0.001646	0.000114
23. 목재가구	0.00041	0.000280	-0.000130
24. 펄프 및 종이	0.00187	0.001823	-0.000047
25. 인쇄출판	0.00145	0.001408	-0.000042
26. 유기화학 기초중간제품	-0.00220	0.006760	0.008960
27. 합성수지 및 합성고무	0.00672	0.009073	0.002353
28. 무기화학기초제품	-0.00747	-0.005628	0.001842
29. 화학섬유	0.00143	0.003702	0.002272
30. 화학비료 및 농약	-0.00461	0.000043	0.004653
31. 의약품 및 화장품	0.00068	0.000374	-0.000306
32. 기타화학제품	0.00831	0.006606	-0.002204
33. 섬유제품	-0.00361	-0.002368	0.001242
34. 석탄제품	-0.00158	-0.000964	0.000616
35. 고무제품	0.00227	0.003086	0.000816
36. 플라스틱제품	0.00444	0.006463	0.002023
37. 유리도자기	-0.00248	-0.002457	0.000023

산 업	1980년 기준	1990년 기준	변동율
38. 시멘트 및 콘크리트제품	-0.00040	-0.001583	-0.001183
39. 기타요업 및 토석제품	-0.00161	-0.001399	0.000211
40. 선철 및 조강	0.00306	0.004803	0.001743
41. 철강 1차제품	0.00444	0.004567	0.000127
42. 비철금속괴 및 1차제품	0.00038	-0.001685	-0.002065
43. 금속제품	0.00143	0.001463	0.0000333
44. 일반산업용기계	0.00119	0.000613	-0.000577
45. 특수산업용기계	-0.00075	-0.000228	0.000522
46. 컴퓨터 및 사무용기계	0.00044	0.000054	-0.000386
47. 전기기계 및 장치	0.00077	0.000647	-0.000123
48. 가전용 전기전자기기	-0.00000	-0.000007	-0.000007
49. 통신기기	0.00067	0.000060	-0.000610
50. 전자기기부분품	0.00113	0.000015	-0.001115
51. 정밀기기	0.00037	0.000262	-0.000108
52. 자동차	0.00011	0.000083	-0.000027
53. 기타운송기계	0.00187	0.000994	-0.000876
54. 기타제조업제품	0.00012	0.000305	0.000185
55. 전력	-0.00394	-0.002980	0.000960
56. 도시가스 및 열공급업	-0.00451	-0.002261	0.002249
57. 수도	-0.00255	-0.002640	-0.000090
58. 건축 및 건축보수	0.00006	0.000090	0.000030
59. 토목건설	0.00003	0.000004	-0.000026
60. 도소매	-0.00238	-0.002241	0.000139
61. 음식점 및 숙박	-0.00097	-0.001622	-0.000652
62. 운수 및 보관	-0.00087	-0.001173	-0.000303
63. 통신	-0.00322	-0.002693	0.000527
64. 금융 및 보험	-0.00494	-0.003370	0.001570
65. 부동산	-0.00109	-0.001194	-0.000104
66. 사업서비스	-0.00216	-0.002494	-0.000334
67. 공공행정 및 국방	-0.00000	-0.000001	-0.000001
68. 교육 및 연구	-0.00005	-0.000192	-0.000142
69. 의료, 보건 및 사회보장	0.00042	0.000345	-0.000075
70. 사회서비스	0.00099	0.000584	-0.000406
71. 기타서비스	-0.00017	-0.000325	-0.000155
72. 사무용품	0.00370	0.005637	0.001937
73. 가계의 소비지출	0.01194	0.014662	0.002722
74. 분류불명	0.00456	0.007379	0.002819

주 : 변동율은 1980년과 1990년의 생산변화율의 차이임.

첫 번째 열은 우리나라의 산업을 74개로 분류한 것을 나타낸다. 두 번째와 세 번째 열은 정부의 지원으로 생명공학 기술의 사용비용이 줄었다고 가정했을 때 각 산업의 생산활동 변화율을 1980년과 1990년으로 열거하였다. 이것은 생명공학에 관련된 산업에 대한 생명공학 기술의 비용이 감소했을 때 생명공학 기술을 사용하는 산업과 이를 사용하지 않는 산업들의 생산활동의 변화를 나타내고 있다.

1980년에 있어서 생산활동 위축이 되는 산업은 작물, 축산 및 양잠, 농업서비스, 임산물, 수산물, 금속광석, 비금속광석, 기타 식료품, 담배, 섬유직물, 목재 및 나무제품, 유기화학 기초중간제품, 무기화학 기초제품, 화학비료 및 농약, 석유제품, 석탄제품, 유리도자기, 시멘트 및 콘크리트제품, 기타요업 및 토석제품, 특수산업용 기계, 가전용 전기전자 기기, 전력, 도시가스 및 열공급업, 수도, 도소매, 음식점 및 숙박, 운수 및 보관, 통신, 금융 및 보험, 부동산, 사업서비스, 공공행정 및 국방, 교육 및 연구, 기타서비스들이다. 제조업분야 보다는 제1차와 제3차산업이 마이너스의 효과를 받는 것으로 나타난다.

10년동안 마이너스(-) 생산활동에서 플러스(+) 활동으로 반전하는 산업은 금속광석(-13.674%에서 0.7682%로), 유기화학 기초중간제품(-0.22%에서 0.676%로), 화학비료 및 농약(-0.461%에서 0.0043%로)의 3개산업이며 플러스(+) 활동에서 마이너스(-)로 변한 사업은 비철금속과 및 1차제품(0.038%에서 -0.1685%) 산업이다.

비록 마이너스(-)의 활동에서나 플러스(+)의 활동에서 남아있는 산업이라도 증감활동을 찾아 낼 수 있다. 예를 들어, 생명공학기술 관련산업인 작물(-0.906%에서 -0.7372로 증가), 축산 및 양잠(-0.435%에서 -0.1343%로 증가), 임산물(-1.347%에서 -1.4494%로 감소), 수산물(-0.068%에서 -0.0934%로 감소), 육류 및 낙농품(0.213%에서 0.6347%로 증가), 제당(3.135%에서 6.2396%로 증가), 빵·과자 및 국수류(0.134%에서 0.1994%로 증가), 음료품(0.078%에서 0.1366%로 증가), 의약품 및 화장품(0.068%에서 0.0374%로 감소) 등의 산업들이 증감을 하였다. 이런 증감은 산업의 생산구조나 판매구조가 타산업에 비해 경쟁력이 상대적으로 앞서거나 떨어지기 때문으로 보아야 하겠다.

〈표 2〉은 1990년에 있어 생명공학 비용의 감소에 따른 산업 생산활동의 변화율과 1980년의 변화율과의 차이와 t값을 보여준다.

여기에서의 t값은 Paired Observations Test로 과연 10년 동안에 작물, 축산 및 양잠 등 모든 산업(subjects)이 증가를 했는가를 알아보는 통계값이다. 가설로는  $H_0: \mu_d \leq 0$ ,  $H_a: \mu_d > 0$ 로 볼 수 있다.

〈표 2〉 전산업의 평균 생산변화율 검증 결과

평균생산변화율	표준편차	t	p> t
0.17%	0.02	0.745	0.46

평균 생산변화율은 74개 산업의 증감의 변화를 평균한 값으로 양의 값 0.17%는 10년간 전반적으로 증가의 변화를 갖는다고 볼 수 있다. 표준편차는 각 산업의 증감의 변화율과 평균생산변화율의 차이를 제곱해서 합친 값을 자유도(73)로 나눈 값의 제곱근의 값을 뜻한다. 결론적으로 위 표의 t와 p값을 통해 1980년부터 1990년까지 우리나라 산업구조에 생명공학산업이 미치는 영향력은 거의 변화가 없는 것으로 보았다.

1990년의 데이터의 시점에서 〈식 7〉 과 〈식 8〉를 사용하여 예측한 부가가치(국민소득) 변동효과와 노동고용의 유발효과를 분석해볼 때 34개의 산업이 마이너스의 효과를 나타내고 나머지 40개의 산업이 증가의 잠재성을 갖고 있는 것을 알 수 있다. 생명공학 기술이 미성숙단계에서도 이러한 산업구조를 갖는다면 성숙한 산업으로 성장한 후에는 더욱 많은 전후방 효과를 기대할 수 있을 것이다.

부가가치와 고용의 유발효과는 수치에서 차이가 있을 뿐 순위나 부호에서의 변동은 거의 없다. 대체적으로 농업, 임업, 수산업을 포함하는 제1차 산업과 제3차 산업인 서비스업이 마이너스 효과를, 제2차 산업인 제조업이 플러스의 효과를 보이고 있다. 부가가치의 변동은 임산물에서 가장 높은 감소(1.25%) 효과를, 석탄,

원유 및 천연가스산업에서 가장 높은 증가(2.83%) 효과를 보여주고 있고 전체 평균 부가가치의 효과는 0.0195%의 증가를 보였다.

노동의 고용유발효과는 임산물에서 가장 높은 고용감소(0.28%) 효과를, 석탄 원유 및 천연가스산업에서 가장 높은 고용증가(2.71%) 효과를 보여주고 있고 전체 평균 고용증가 효과는 0.035%를 나타내고 있다. 생명공학 기술에 1%가 관련되는 임산물이 부가가치나 고용변화에 가장 불리한 생산구조에서 경쟁력이 타산업에 비해 뒤떨어지고 있는것이 그 원인으로 보인다. 생산의 변동율이 1990년에 -0.145%의 생산감소가 이를 보여준다. 반면 석탄, 원유 및 천연가스는 생명공학 기술과 직접적인 관련은 없어도 생명공학 기술비율이 높은 화학제품의 원자재로서의 이유도 있겠으나 생산구조가 경쟁력을 갖는 산업으로 볼수 있다. 기술계수의 변화를 통해 생산구조가 나쁜 산업은 지원을 받아도 역효과를 받고 생산구조가 좋은 산업은 직접적인 지원을 받지 않아도 간접적으로 긍정적인 효과를 받는 것으로 볼 수 있다.

<표 3> 생명공학 정책지원 효과에 의한 부가가치 및 노동고용 유발효과

산 업	부가가치변화율	노동고용변동율	산 업	부가가치변화율	노동고용변동율
1	-0.005714	-0.000454	21	0.000076	0.000059
2	-0.000235	-0.000088	22	-0.000320	-0.000205
3	-0.002889	-0.002126	23	0.000081	0.000047
4	-0.012504	-0.002789	24	0.000440	0.000226
5	-0.000460	-0.000261	25	0.000482	0.000350
6	0.028256	0.027135	26	0.000988	0.000380
7	0.003552	0.002586	27	0.001162	0.000487
8	-0.001847	-0.000568	28	-0.001298	-0.000718
9	0.000612	0.000363	29	0.000506	0.000226
10	-0.000033	-0.000022	30	0.000005	0.000003
11	0.000034	0.000016	31	0.000133	0.000058
12	0.014989	0.003996	32	0.001496	0.000797
13	0.000473	0.000277	33	-0.000284	-0.000088
14	-0.000283	-0.000127	34	-0.000123	-0.000064
15	0.000665	0.000110	35	0.000803	0.000469

산 업	부가가치변화율	노동고용변동율	산 업	부가가치변화율	노동고용변동율
16	-0.000114	-0.000009	36	0.001644	0.000865
17	0.000139	0.000080	37	-0.000989	-0.000589
18	-0.000441	-0.000278	38	-0.000474	-0.000215
19	0.000136	0.000084	39	-0.000495	-0.000318
20	0.000064	0.000045	40	0.000496	0.000197
41	0.000789	0.000347	58	0.000039	0.000022
42	-0.000291	-0.000167	59	0.000002	0.000001
43	0.000412	0.000248	60	-0.001481	-0.000367
44	0.000178	0.000102	61	-0.000933	-0.000479
45	-0.000065	-0.000041	62	-0.000526	-0.000334
46	0.000011	0.000007	63	-0.001531	-0.000781
47	0.000161	0.000094	64	-0.002158	-0.001486
48	-0.000002	-0.000001	65	-0.000786	-0.000074
49	0.000016	0.000010	66	-0.001157	-0.000523
50	0.000003	0.000002	67	-0.000000	-0.000000
51	0.000075	0.000046	68	-0.000160	-0.000158
52	0.000025	0.000010	69	0.000174	0.000141
53	0.000216	0.000167	70	0.000237	0.000206
54	0.000099	0.000056	71	-0.000199	-0.000099
55	-0.001119	-0.000261	72	0.000000	0.000000
56	-0.000418	-0.000261	73	0.000000	0.000000
57	-0.001013	-0.000465	74	-0.004897	0.000163

## V. 結 論

본 연구는 생명공학산업에 대한 우리나라 산업구조상의 의존도 변화를 찾아보는데 중점을 두었다. 연구결과에 따르면 1980년과 비교하여 1990년에도 전후방 산업에 대한 생명공학 기술의 파급효과 변화는 거의 없는 상태로 나타났다. 이는 우리나라의 생명공학 기술개발의 역사가 아직은 일천할 뿐만 아니라 산·학·연의 기술개발 수준<sup>6)</sup>도 높지 못한데 기인하고 있는 것으로 평가된다.

우리나라 생명공학 기술개발에 대한 본격적인 관심표명이 1985년 KIST 부설



유전공학센터(현재의 생명공학연구소)의 설립 이후였으며, 본격적인 국가적 연구 개발 투자는 1990년대 들어 선도기술개발사업(G7 Project)의 “신기능생물소재 개발연구”와 “생명공학육성기본계획(Biotech 2000)”에 의해 이루어 지고 있음을 볼 때 1980년대에 있어 생명공학 기술의 산업적인 파급효과가 미약하게 나타났음은 당연한 결과로 판단된다.

전세계적으로 생명공학은 미래의 큰 산업군을 형성하며 생명공학기술은 다른 산업에의 파급효과가 높다는 인식이 보편화 되어 있어 생명공학에 대한 연구개발의 투자가 강화되고 있다. 미국의 전문정보 공급사인 A. D. Little사에 따르면, 생명공학 세계시장의 규모는 1992년도의 100억 달러 규모에서 2000년에는 1,000억 달러, 2005년에는 3,050 달러로 전망하고 있으며 국내의 신생명공학 제품의 시장 규모는 1992년에는 965억원, 1994년에는 1,974억원, 2000년에는 3조 2000억원, 2005년에 14조원으로 전망되고 있다.

선진각국에서도 생명공학 진흥을 위한 국가적 육성정책<sup>7)</sup>을 수립·시행하고 있는데, 이는 21세기 미래산업으로서 막대한 세계시장의 선점뿐 아니라 보건·의료, 농업, 자원·환경, 공업, 에너지 등 관련산업에의 기술적 파급효과가 어떠한 기술보다도 크기 때문이기도 하다. 현재의 생명공학 기술수준을 종합해 볼 때 우리나라의 국제경쟁력은 취약한 상태에 있다. 또한 UR, GR, TR 등의 협정과 생물다양성협약 등에 따른 국내 시장개방과 선진국의 기술이전 기피 및 지적재산권 보호의 강화 등 환경변화는 아직 초기단계로서 산업화체제가 구축되어 있지 못한 국내

- 
- 6) 우리나라 생명공학 기술수준은 전체적으로 선진국의 50%수준을 보이고 있다. 생명공학 기술수준을 좀더 세분해서 선진국과 비교하면 선진국의 기술수준을 100으로 보았을 때 생명공학 기초 기술은 70, 생산기술은 60, 실물질 창출기술은 20으로 전문가들은 진단하고 있다(자료출처: 2000년대 첨단기술의 비전과 발전과제-생물산업, 산업기술연구원, 1994,12).
- 7) 미국의 「생명공학기본계획」(U.S. Research Initiative for Biotechnology, 1993), 일본의 부처별 진흥정책, 프랑스의 Bio Avenir 프로그램, 영국의 생명공학 합동자문단(BJAB: Biotechnology Joint Advisory Board) 활동, 독일의 「Biotechnology 2000」 프로그램 등 국가별로 다양한 육성정책을 수립, 시행중에 있다. 자세한 내용은 「생명공학 기술혁신전략연구」, 과학기술정책관리 연구소, 정책연구 97-08, pp.78-134 참조.

생명공학 산업계에 중대한 과제로 주어지고 있다.

하지만, ① “생명공학육성기본계획(Biotech 2000)”에 따른 후속 연구개발 투자의 추진과 ② “생명공학육성법 개정” 등 제반제도의 정비가 진행중에 있으며, ③ 전문인력의 급증으로 활용하지 못하고 있는 잠재인력이 대학에 많이 있고, ④ 생명공학 기술의 특성상 단기간에 기술개발 체계가 확립되지 않는 점 등을 고려하면 현재의 기술수준은 급속히 개선될 수 있는 단계에 있다고 판단된다. 따라서 생명공학 분야의 지속적인 발전을 위해서는 선진국 수준의 독자적 기술개발을 통한 국제 경쟁력을 강화해야 하며 이를 위한 정부내 조직의 확충과 산하 연구지원체제를 더욱 공고히 해 나가야 할 것이다.

본 연구의 결과에 의하면 74개 산업분류에서 24개의 생명공학 관련산업으로 인해 과빈수가 넘는 40개의 산업에서 부가가치와 고용유발의 변화가 플러스의 효과를 갖는 산업구조를 가지는 것으로 나타나고 있다. 이는 우리나라의 산업구조에서 생명공학 기술을 산업적으로 파급시키기에 유리하다는 가능성을 제시한 것이라 볼 수 있는데 본 연구의 결과가 생명공학 기술개발에 정부의 적극적인 투자를 유도하는데 일조하기를 바라는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. 과학기술처, 『UR협상대응 농업기술 개발대책 수립조사연구』, 1991.7.
2. \_\_\_\_\_, 『생명공학육성기본계획』, 1993.12.
3. \_\_\_\_\_, 『2010년을 향한 과학기술발전장기계획(생명과학부문)』, 1994.11.
4. \_\_\_\_\_, 『1994년도 특정연구개발사업 시행계획』, 1995.5.
5. 과학기술처외 5개 관계부처, 『생명공학육성 '96, '97 시행계획』, 1996.5, 1997.4.
6. 김동진, 조연상, 박종찬, “계측기기의 수요예측 및 수요요인분석 - 산업연관표를 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제4권 제1호, 1996.10.
7. 김동진·조연상·남경희, “우리나라 측정기기산업의 수급동향과 생산성 효과분석”, 『생산성 논집』, 제8권 제1호, 1994.3.
8. 산업기술연구원, 『2000년대 첨단기술의 비전과 발전과제 - 생물산업』, 1994.12.

9. 생명공학연구소, 『생명공학 산업구조에 관한 조사연구』, 1989.3.
10. 이회경, 김정우, “연구개발투자의 산업간 파급효과 : 한국제조업에 대한 실증연구”, 『기술력 신연구』, 제4권 제1호, 1996.10.
11. 장진규·김기국, “연구개발투자의 산업성장 기여도”, 『과학기술정책동향』, 1994.2.
12. 첨단기술산업위원회, 『첨단기술산업 비전 21』, 1994.10.
13. 통상산업부, 『생물산업 진흥공청회』, 1996.10.
14. 한국산업은행사업조사부, 『산업기술 동향-WTO 출범과 기술경쟁력』, 1994.12.
15. \_\_\_\_\_, 『2000년대의 산업구조 전망』, 1989.12.
16. 한국은행, 『1990년 산업연관표작성보고서』, 1993.
17. \_\_\_\_\_, 『산업연관표』, 1980, 1990.
18. \_\_\_\_\_, 『조사통계월보』, 각호
19. 홍순기·홍사균·안두현, “연구개발투자의 산업부문간 흐름과 직·간접 생산성 증대효과 분석에 관한 연구”, 1991, 『정책연구 91-14』, 과학기술정책연구소
20. 新技術振興渡辺紀念會, “科學技術連關表開發に關する調査報告書”, 1988.6.
21. Alan M. Russell, *The Biotechnology Revolution*, 1988.
22. Fontela, E. and A. Pulido, *Input-Output Technical Changes and Long Waves in Advances in Input-Output Analysis*, 1991.
23. H.-J. Rehm and G. Reed, A. ühler and P. Stadler., *Biotechnology*, 1994.
24. John, *Biotechnology in a Global Economy*, 1991.
25. Klein, L.R., “On the Interpretation of Prof. Leontief’s system,” *Review of Economic Studies*: 1952-53.
26. Leontief, Wassily, *Input-Output Economics*, 2nd edition, Oxford University Press, 1986.
27. Miller, R. and P. Blair, *Input-Output Analysis : Foundations and extensions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985.
28. Rose, A. and W. Miernyk, “Input-output Analysis: The first fifty years,” *Economic Systems Research* 1, 1989.