

기업 특허자료를 이용한 농어업 및 생물유관산업의 재분류*

김 한 호** 김 재 경***

Key words: 생명공학(biotechnology), 한국표준산업분류(Korean Standard Industrial Classification System), 기술기준산업분류(technology based industrial classification), 산업기술위치(industrial technological location), 선형판별법(Linear Discrimination Method)

Abstract

The biotechnology has served as a basic knowledge on which several bio-related industries are based. The bio-related industries include 'agricultural and fishery industry', 'bio-industry', 'food and beverage industry', 'chemical industry', 'health industry', and 'environmental industry'. Using firm-level micro data, this study carries out an empirical analysis to classify firms into above-mentioned six technology based bio-related industries. Korean Standard Industrial Classification System(KSICS) is commodity or output based industrial classification system which cannot be used in such studies that deal with technology-related issues. In order to investigate technology-related issues among industries we need to classify industries into knowledge or technology based category. In this study, industrial technological location of each firm is determined by applying LDM(Linear Discrimination Method) to IPC(International Patent Code) of Korean granted patent data of firms. The result shows that the industrial classification of firms based on output(KSICS) is quite different from that based on technology.

1. 서론
2. 분석방법
3. '산업-기술위치' 측정과 판별분석
4. 산업 재분류 결과와 시사점
5. 요약 및 결론

* 이 연구는 2002년도 서울대학교 발전기금 및 간접연구경비에서 지원된 연구비에 의해 수행되었음

** 서울대학교 농경제사회학부 부교수

*** 서울대학교 농경제사회학부 연구원

1. 서론

1.1. 연구배경

생명공학기술(biotechnology)의 발전과 함께 등장한 생물산업(bioindustry)은 대표적인 지식기반산업이다. 자본 혹은 노동집약적인 전통적 산업과는 달리 생물 산업은 ‘지식’이라는 무형의 투입재를 이용하여 높은 부가가치를 창출하는 새로운 첨단산업으로서 이미 미국을 비롯한 일본, EU 등에서는 새로운 산업으로서의 위상을 굳혀 가고 있다. 우리나라에서도 현재 정부의 중점 육성 산업으로 선정되어 앞으로 급속한 성장이 예상된다.

특히 농업, 화학, 보건, 환경, 식음료 산업 등과 같은 전통적 산업이 생명공학기술의 도입과 응용을 통해서 생물 산업화되어 가는 현상이 발생하고 있다(김주한 등, 2000). 이러한 현상은 생물산업과 전통 산업간에 생명공학기술이라는 ‘지식’을 공유함으로써 기존에 볼 수 없었던 새로운 산업간 연계관계를 구축해 가고 있는 것이다. 우리나라 농업의 경쟁력 제고를 위해 전통적 농업에 생명공학기술이 연계되어진 ‘생물농업’의 육성이 강조되는 것도 산업구조의 이와 같은 변화를 반영한 것이다. 이것은 기존의 제품위주 산업 분류체계의 적용을 통해서 찾는 것이 힘든 산업간의 중첩 영역이 생성되고 있다는 사실을 보여준다.

이와 같이 관심이 고조되고 있는 생물산업은 그 성장과 함께 생물산업 자체 혹은

유관산업과의 연관관계 등에 대한 다양한 학문적 연구와 분석을 요구하고 있다. 그런데 학문적 연구와 분석을 위해서는 무엇보다 먼저 이들 산업의 산업적 범위를 규정하여야 한다. 현재의 산출물에 근거한 산업 분류체계로는 기술과 지식을 중심으로 규정되는 생물산업과 유관산업을 분류할 수 없기 때문이다. 따라서 현행 생물산업 관련 각종 조사 자료에는 표준화된 분류체계의 미비로 인해 신뢰성에 대한 문제가 제기되고 있다. 이는 생명공학기술이 신산업을 창출하거나 기존산업을 혁신시키는 기반기술로 사용되고 있고 아울러 생명공학기술을 기반으로 하는 산업의 범위가 확대되어 기존의 산업분류체계에 기초한 조사로는 신뢰할 수 있는 자료조사가 어렵기 때문이다.

생물산업의 이러한 현황과 더불어 기술·지식 기반적인 산업적 특성을 고려하여 현행 산업 분류체계의 한계를 보완하기 위해서 이 논문에서는 특히 분류체계를 이용하여 생물산업과 몇 가지 유관산업의 재분류를 시도한다. 구체적으로 말하면 생물산업과 몇 가지 유관산업에 소속될 기업의 범위 규정을 새로운 기술 기준을 통해 시도해 본다는 것에 이 논문의 중요성을 부여한다.

1.2. 국내외 동향

생물산업의 정확한 분류를 위해서 국제적으로는 경제협력개발기구(OECD)의 NESTI(National Experts on Science and Technology Indicators)사업의 일환으로 2000년에 논의가 시작되어 현재 진행되고 있다. 국내에서는 생물산업에 대해서 1982

년 OECD와 1991년 미국 상무성이 각각 마련한 분류기준을 따르고 있으며, 이를 바탕으로 한국생물산업협회가 1992년 이후 매년 약 270여개의 기업을 대상으로 실태조사를 실시하고 있다. 그런데 현재의 한국생물산업협회가 사용하고 있는 분류체계는 통계청의 표준산업분류체계와는 별도로 설정된 것으로서 자료의 조사·분석에 한계가 존재하며, 특히 기존의 다른 통계자료와는 연계성 부족으로 함께 사용할 수 없다는 문제점이 있다.

한편 통계청에서는 신산업들에 대해 2000년도에 '특수목적용 산업분류표'를 설정하여 정보산업, 환경산업, 관광산업 등의 산업을 새로 분류하고 있지만 생물산업만은 산업이 아닌 생명공학기술이라는 '기술'로 정의하고 있다.¹ 이는 한국표준산업분류체계의 분류기준이 산출물을 기준으로 되어 있어서 기술·지식을 기반으로 형성된 생물산업에 대해서는 적용 자체가 어렵기 때문이다.

1.3. 연구 목적과 의의

생물산업을 분류하기 위한 새로운 시도로서 이 논문은 기존의 한국표준산업분류 방식을 대신하여 기술·지식의 대표적 결과인 특허를 이용한 새로운 산업분류 방식을 시도하는데 목적을 둔다. 따라서 이 연구는 다음 몇 가지 시사점을 지니고 있다.

¹ 2000년도에 작성된 한국표준산업분류의 특수분류는 정보통신기술(ICT)산업, 관광산업, 환경산업, 문화산업, 물류산업, 스포츠산업, 자동차관련 전용부품 제조업, 인터넷산업, 에너지산업의 총 10개 산업과 생명공학기술이라는 1개의 기술을 정의 및 분류해 놓고 있다. (통계청 홈페이지 참조)

첫째, 기존 산출물기준 산업분류 체계와 기술기준 체계간의 비교를 통해서 특정 산업의 기술적 영역을 규명함으로써 지식·기술의 공유와 연계에 따른 산업간 중첩 영역을 찾을 수 있는 기초 자료가 된다. 둘째, 기술·지식을 기준으로 산업을 분류하면 같은 산업에 속한 기업들은 동일한 기술영역 안에 있다고 볼 수 있게 되고 따라서 이들은 동일한 '기술기회(technology opportunity)'를 직면하고 있다.

Jaffe(1986)에 의해서 정의된 '기술기회'란 기술영역에 따른 지식 창출과 혁신의 성격 차이로 정의 할 수 있는데, 이는 해당 기술이 지니는 내재적 특성(intrinsic characteristics)이나 현시점에서의 관련 과학 지식수준 등의 영향으로 혁신활동에 존재하는 차이를 의미한다. 본 논문에서는 이러한 Jaffe(1986)의 '기술기회' 개념에 기초하여 국내 생물산업과 유관산업 사이에 '기술기회' 차이를 가정하고 그 차이를 이용하여 생물산업을 분류하려고 하는 것이다.

2. 분석방법

2.1. 개별 기업의 '산업-기술위치' 측정

생물산업과 유관산업을 기반기술을 기준으로 재분류하기 위해서는 우선 개별 기업이 산업에서 차지하는 기술적 위치를 측정해야 한다. 이때 개별기업이 산업에서 차지하는 기술적 위치를 여기서는 '산업-기술위치(ITL: industry- technology location)'

라고 부르기로 한다. 기업의 특허자료를 활용하여 ITL을 측정하기 위해서 Jaffe (1986)의 기술적 위치 측정 방법을 수정 적용한다.

일정 시점의 제품 혹은 공정과 관련된 모든 기술영역을 k 개의 세부영역으로 나눌 수 있다면 R^{k+} 차원의 기술공간을 정의할 수 있다. 이때 i 번째 기업의 연구개발 포트폴리오는 다음과 같은 기술공간 위의 한 벡터로 표현이 가능하다.

$$(1) F_i = (F_{i1}, \dots, F_{ik})$$

F_i 는 i 번째 기업의 기술적 위치를 나타내는 벡터이며 F_{ik} 는 k 번째 세부 기술영역에 대한 i 번째 기업의 연구개발 지출이 된다. 그러나 연구개발 지출을 세부 기술영역별로 구분하기 어려운 관계로 이와 상관관계가 높다고 판단되는 세부 기술영역별 특허자료를 사용한다. 즉 F_{ik} 는 k 번째 분류코드에서 획득한 i 번째 기업의 특허수를 의미한다. 이는 특허 분류 코드가 기술을 기준으로 작성되어 있는 것에 착안한 것이다. 연구개발 포트폴리오에서 하위 부문이 각각 독립된 기술영역을 나타낸다고 볼 수 있기 때문이다. 따라서 개별 기업의 특허 분류코드에서 보여주는 특허 분포는 그 기업의 연구개발 포트폴리오와 동시에 기술위치의 근사변수(proxy)로 볼 수 있다.

만일 특허 분류코드가 충분히 세분화되어 있고, 세부영역을 특정 산업으로 구분할 수 있다면 j 번째 산업의 분류코드 집합

H_j 는 다음과 같은 성질을 갖는다.

- (2) $H_j \subset C, j = 1, \dots, L$
- (3) $H_j \cap H_{j'} = \emptyset \quad j \neq j'$
- (4) $n(H_j) = m$

여기서 집합 C 는 전산업의 분류코드의 집합이고, j 번째 산업의 분류코드 집합 H_j 는 다른 산업과 중첩영역 없이 집합 C 를 분할(partition)한 집합이며, m 은 0을 포함하는 임의의 양의 정수이다. 이때 i 번째 기업의 j 번째 산업의 기술영역에 속한 특허수 F_{ij} 는 다음과 같다.

$$(5) F_{ij} = \sum_{l \in H_j} F_{il}$$

한편 ITL은 개별 기업의 산업별 연구개발 포트폴리오를 반영하는 것이기 때문에 절대적 특허수보다는 산업별 특허비중이 더 의미가 있다. 따라서 j 번째 산업의 기술영역에 속한 전체 특허수에 대한 i 번째 기업이 가진 특허수의 비중 f_{ij} 를 다음과 같이 정의한다.

$$(6) f_{ij} = \frac{F_{ij}}{\sum_l F_{il}}$$

이제 i 번째 기업의 ITL은 다음과 같이 표시된다.

$$(7) f_i = (f_{i1}, \dots, f_{iL})$$

이러한 ITL은 연구 개발 포트폴리오로 본 개별 기업의 산업성향을 나타내 주는 것이므로 이를 기준으로 기업들을 특정 산업으로 분류하게 되는 것이다. 따라서 이러

한 산업분류는 기반기술을 기준으로 하는 산업분류로 볼 수 있는 것이다.

2.2. 통계적 판별분석

이제 개별 기업을 기반 기술에 따라 특정 산업 소속으로 분류하기 위해서는 구체적인 판별 기준이 필요하다. 판별 기준 설정에 있어서 가장 중요한 것은 자의성 배제이다. 자의성 배제를 위해서 통계적 판별 분석법(statistical discrimination method)을 사용하기로 한다. 이것은 두 개 또는 그 이상의 모집단으로부터 얻어진 관측치를 바탕으로 이들 모집단을 가장 잘 분리할 수 있는 판별기준을 구한 후, 그에 따라 관측치를 원래 소속 모집단에 할당하는 통계적 방법을 말한다.

우선 분류의 판별기준으로서 여러 가지 대안을 생각할 수 있지만 여기서는 오분류의 기대비용(ECM: expected cost of misclassification)을 최소화하는 것을 기준으로 채택한다.²

$X_i' = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ 가 p 개의 확률 변수로 이루어진 벡터이고 이것이 q 개의 서로 다른 모집단으로부터 관측되었다고 하자. i 번째 모집단 π_i 에 상응하는 확률 밀도함수를 $f_i(X_i)$ 라 하자. 모집단 π_i 에

대응하는 사전확률을 p_i , 모집단 π_i 에 속하는 개체들이 π_j 로 분류될 때 손실비용을 $c(j|i)$ 라 하자. 이때 ECM은 아래 식(8)과 같이 표시되고 이것이 최소인 모집단 π_j 에 X_i 를 할당하게 된다.

$$(8) \sum_{i=1, j \neq i}^q p_i f_i(X_i) c(j|i), \quad j=1, 2, \dots, q$$

여기서 오분류 손실 비용이 불변이고, 확률밀도함수 $f_i(X_i)$ 가 평균 μ_i , 공분산행렬 Σ_i 를 갖는 다변량 정규분포이며, 또한 공분산행렬이 모두 같다고 한다면 선형판별점수(linear discriminant score)는 다음과 같다.³

$$(9) d_i(X) = \mu_i' \Sigma^{-1} X + \ln p_i - \frac{1}{2} \mu_i' \Sigma^{-1} \mu_i + \ln p_i$$

이때 공통 공분산행렬의 합동 추정량인 S_{pooled} 을 이용하면 선형판별점수의 추정치는 다음과 같이 된다.

$$(10) \hat{d}_i(X) = \bar{X}_i' S_{pooled}^{-1} X - \frac{1}{2} \bar{X}_i' S_{pooled}^{-1} \bar{X}_i + \ln p_i$$

여기서 $S_{pooled} = \frac{(n_1) S_1 + \dots + (n_q) S_q}{n_1 + \dots + n_q - q}$

이제 식(10)의 판별점수 추정치가 최대인 모집단에 X_i 를 분류한다. 먼저 기술을 기준으로 산업을 구분하고 개별 산업에 속

² ECM외의 기준으로는 오분류할 총확률(total probability of misclassification)을 최소로 하는 분류 규칙, 관측치의 사후확률이 최대가 되는 모집단에 분류하는 베이즈 규칙 등이 있는데 이들은 오분류 비용이 동일하다는 조건하에서 ECM 규칙과 동치가 된다. 본 논문에서는 기업의 산업별 분류시 오분류 비용이 특별히 상이해야 할 이유가 없기 때문에 ECM 규칙을 기준으로 삼고자 한다.

³ 이들 가정에 대한 통계적 이유와 식(10)의 자세한 유도과정은 최용석외(2001), pp.239-286 참조

한 기업집합을 그 산업의 모집단이라 가정한다. 그러면 이 모집단에서 추출된 기업들을 다른 특성 곧 산출물을 기준으로 분류한 것이 지금 통용되는 표준산업분류라고 볼 수 있는 것이다. 그러면 표준산업분류에 의한 현재 관측치는 앞에서 상정한 모집단을 제대로 반영하지 못할 수밖에 없다. 다시 말해 현재 분류된 산업은 오분류된 것이라 할 수 있다.⁴ 그러나 산출물과 기술간의 상관관계를 고려해 볼 때, 비록 어느 정도 오분류 되기는 하였지만, 표준산업분류 체계로 분류된 산업의 기술적 특성은 모집단의 그것을 반영하게 된다. 이를 전제로 개별 관측치인 기업의 산업적 기술성향을 앞서 정의한 ‘산업-기술위치’로 보고 판별점수를 도출하게 된다.

3. ‘산업-기술위치’ 측정과 판별분석

3.1. 자료

분석 대상 기업은 생명공학기술과 어느 정도 연관하다고 판단되는 391개의 기업 자료를 한국신용평가정보(주)로부터 수집하였다. 그리고 공공연구 기관인 농촌진흥청과 한국생명공학연구원을 각각 하나의

공기업으로 간주하여, 대상 기업에 포함하여 총 393개의 기업을 분석 대상으로 삼았다. 그리고 이들 기업의 특허자료는 1997~2001년에 출원한 등록과 공개 특허⁵ 6603개를 한국특허정보원으로부터 수집하였다. 이때 특허 기술 분류 코드인 IPC(international patent code)코드는 6단위까지 추출했으며, 특허의 출원 일자를 기준년도로 삼았다.

본 연구에서는 생물산업과 유관산업을 표준산업분류의 중·소분류를 성격별로 통합하여 6개 산업으로 크게 구분하고 이를 각각 ‘생물산업’, ‘농어업’, ‘보건산업’, ‘화학산업’, ‘식음료산업’, ‘환경산업’으로 부르기로 한다. 393개의 표본 기업의 자료를 이들 6개 산업으로 분류하여 주요 통계치를 보면 <표 1>과 같다. 위에서 구분한 6가지 산업군은 수집한 표본 기업들을 기존의 표준산업분류 체계, 즉 산출물기준 산업 분류 체계의 적용을 통해서 임의로 분류한 것이다. 그런데 현재의 산출물에 근거하여 분류된 산업체계로는 기술과 지식을 중심으로 형성되어 지고 있는 생물산업과 유관산업들의 특성을 정확히 반영한다고 보기 힘들다.

따라서 이들 산업간의 지식과급 현상을 보기 위해서는 지식 혹은 기술 기준의 새로운 산업분류가 필요하다. 현재의 6가지 산

⁴ 관측치 집단이 오분류 되었으므로 분류함수의 오류율이 별 의미를 지니지 못한다. 그런데 본 논문의 목적은 관측치로부터 모집단의 특성을 가장 잘 설명해 주는 판별기준을 찾는 것이 아니라 이미 오분류된 관측치 집단에 적용 가능한 모집단의 특성을 반영하는 판별기준을 설정하여 관측치 집단을 기초로 모집단을 복원하는 것이다.

⁵ 기업이 특허를 출원한 경우 일정한 심사과정을 거친 후 특허권을 부여 받게 되는데 이때의 특허는 ‘등록 특허’가 된다. 등록 특허는 다시 일정 기간동안 그 연구 성과의 보호를 위해서 일반에 공개하지 않을 수 있으며, 이 기간이 지난 후 일반에게 공개된 특허를 ‘공개 특허’라고 한다. 일반적으로 이용 가능한 특허자료는 ‘공개 특허’이다.

업은 산출물을 기준으로 하는 표준산업분류 기준을 이용하여 분류되었고 그 기준에 따라 표본기업들이 배치된 것이다. 이제 이들 산업을 기술기준으로 재정의해야 한다. 기술을 기준으로 산업을 재정의하기 위해서는 우선적으로 산업을 대표할 수 있는 기술을 정의해야 한다. 여기서는 특허청에서 작성한 산업별 특허 기술 분류 코드인 IPC 분류 체계표의 산업별 기술 정의를 이용한다.

<표 2>는 6가지의 생물 및 유관산업에 대한 표준산업분류 기준과 앞으로 이들 산업을 기술기준으로 재정의하고 기업들을 재분류할 때 적용하게 될 산업별 기술기준을 IPC 코드로 표시한 것이다. 이제 우리가 해야 할 일은 표준산업분류 기준으로

나누어 진 표본기업들을 앞에서 설명한 연구방법을 이용하여 기술기준 적합성을 판정한 다음 이를 가장 기술적으로 적합한 산업으로 재분류하는 것이다.

3.2. ‘산업-기술위치(ITL)’ 측정과 판별분석

IPC에 의해 정의된 6개 산업에 대한 기업별 특허비중을 조사하여 벡터 형태로 표현하면 식 (7)의 ITL이 된다. 실제 측정된 기업별 ITL 추정치를 지면제약 때문에 농어업 및 생물산업 기업들에 대해서만 제시하면 <표 3>과 같다. 측정된 ITL을 기초로 판별점수를 도출하고 산업 재분류를 실시하였다. 통계적 판별분석의 결과는 <표 4>에 제시하였다.

표 1 분석자료의 주요 통계치(표준산업 분류 기준)

산업구분	표준산업분류에서 해당 중·소분류	개수	기업수	평균특허수	표준편차	최대값	최소값	중위수
농어업	농업·어업	554	13	42.6	44.75	270	1	2
	농업용 기계 제조업	159	11	14.5	15.29	54	1	13.5
	농어업(전체)	713	24	29.7	40.21	270	1	2.5
식음료 산업	음식료·담배 제조업	2459	131	18.8	62.49	506	1	4
	음·식료품·담배가공기계 제조업	27	1	27.0		27	27	27
	식음료 산업(전체)	2486	132	18.8	62.23	506	1	4
화학산업	화합물 화학제품 제조업 (의약품·화장품 제조업 제외)	1241	91	13.6	67.34	360	1	5
보건산업	의약품 제조업	968	63	14.08	18.13	74	1	4.5
	의료기기 제조업	396	31	12.8	12.23	58	1	6
	화장품 제조업	443	20	22.2	67.34	426	1	5
	보건산업(전체)	1807	114	15.7	33	426	1	5
환경산업	폐기물처리·오염방지시설건설업	40	5	8.0	5.78	18	3	9.5
	하수,분뇨·축산폐기물 처리업	26	8	3.3	2.92	9	1	2
	환경상담 환경 관련 엔지니어링서비스업	23	3	7.7	5.69	14	3	6
	환경산업(전체)	89	16	5.6	5.15	18	1	6
생물산업	생물학적 재제제조업	73	7	10.4	11.28	35	4	5
	연구·개발업	196	9	21.8	46.68	152	1	5
	생물산업(전체)	269	16	16.8	19.320	152	1	3
	전산업	6603	393	16.8	48.91	506	1	4.5

표 2 산업별 표준산업 분류기준과 IPC 분류기준 비교

산업군	표준산업분류 기준		IPC 분류기준	
	중분류	소분류(세분류)	IPC Class급 분류	IPC Subclass급 분류
농어업	농업	작물재배업, 축산업, 작물재배·축산 복합업, 조정 식재·농업관련서비스업, 수렵관련 서비스업	농업	경종 농업, 비료, 농업기계, 수확물 가공, 농업관련 운반 포장 용기, 축산, 양잠, 사료
	어업	어로어업, 양식업·어업관련 서비스업	어업	어업, 양식업
	기타 기계 장비 제조업	기타 특수목적용 기계 제조업 (농업용 기계 제조업)	농업기계 제조업	농업기계
	음식료품 제조업	고기, 과일, 채소 및 유지 가공업, 낙농제품·아이스크림 제조업, 곡물 가공품, 전분 및 사료 제조업, 기타 식품 제조업, 음료 제조업	음식료품 제조업	베이킹, 가루반죽, 식육 어류의 가공보존, 유제품, 유지, 술, 알콜음료, 식초, 당, 염, 가공, 얼음, 식음료 관련 운반 포장 용기
식음료 산업	담배 제조업	담배 제조업	담배 제조업	담배
	기타 기계 장비 제조업	기타 특수목적용 기계 제조업 (음식료품·담배가공기계제조업)	음식료품 제조업	각 항목의 장비 및 장치 제조
	화학물질 제조업	기초 화학물질 제조업, 기타 화학제품 제조업(화장품 제조업 제외), 화학섬유 제조업	화학공업 (제조업)	화학 비료, 무기 화학공업 제품, 유기 화학공업 제품, 유지 가공품 석유, 합성 세제 도료 잉크, 화학 섬유, 기타 화학제품(성냥, 화약) 처리 조작, 시설, 화학 관련 운반 포장 용기
보건의 산업	화학물질 제조업	의약품 제조업 (생물학적 제제 제조업 제외)	화학공업 (제조업)	의료용, 치과용, 화장품 제제
	화학물질 제조업	기타 화학제품 제조업 (화장품 제조업)		
	의료, 정밀, 광학기기 시계 제조업	의료용 기기 제조업	의료기기 (제조업)	진단, 치료, 보건, 위생, 간호
환경 산업	종합 건설업	토목건설업 (폐기물처리·오염방지시설 건설업)	폐기물 처리업	폐기물 처리업
	하수처리, 폐기물처리 청소관련 서비스업	하수, 분뇨·축산폐기물 처리업		
	전문 과학·기술 서비스업	건축기술 및 엔지니어링 서비스업 (환경상담 및 관련 엔지니어링 서비스업)		
생물 산업	화학물질 제조업	의약품 제조업 (생물학적 제제 제조업)	생명공학 기술	새로운 식물 A01H, 생물농약 A01N (63/00-65/00, 67/00)
	연구·개발업	자연과학 연구 개발업 (기타 자연과학 연구 개발업 제외)		의약품, 치과용 또는 화장품 제제 A61K (35/00 - 35/84, 38/00 - 48/00, 51/00C02F 3/00 - 3/24) 미생물학적 또는 효소학적 방법에 있어서의 상태 응답 제어 C02F (3/00 - 3/2) 당류 그 유도체 뉴클레오사이드 뉴클레오티드 핵산 C07H (21/02 - 21/04) 펩티드 (Peptides) C07K (2/00 - 16/46, 19/00) 효소학 또는 미생물학을 위한 장치 C12M 미생물 또는 효소 미생물의 보존, 유지, 증식 그 조성물 돌연변이 또는 유전자공학 배지 C12N 발효 또는 효소를 사용하여 원하는 화학물질, 조성물을 합성하는 방법, 혼합물로부터 광학 이성체를 분리하는 방법 C12P 효소 또는 미생물을 함유한 측정, 시험방법 그것을 위한 조성물, 시험지 조성물을 조제하는 방법 C12Q 마이크로칩 G01N (33/50 - 33/98)

표 3 표준산업분류기준 농어업과 생물산업 소속 기업의 '산업-기술위치'

산업명	기업명	농어업	생물산업	보건산업	음식료산업	화학산업	환경산업
농어업	(주)남북수산	0.6667	0.0000	0.0000	0.3333	0.0000	0.0000
	(주)농우바이오	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	(주)동남	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	광해산업(주)	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	농촌진흥청	0.4037	0.2778	0.0185	0.1593	0.0815	0.0556
	대상하이디어(주)	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	동원산업(주)	0.1563	0.0313	0.0313	0.7188	0.0625	0.0000
	동원수산(주)	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
	사조산업(주)	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000
	세미니스코리아(주)	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	오양수산(주)	0.4000	0.0000	0.0000	0.6000	0.0000	0.0000
	진양어업(주)	0.0000	0.0000	0.0000	0.8889	0.0000	0.1111
	(주)대원지에스아이	0.4667	0.0000	0.0000	0.2667	0.0000	0.1333
	(주)서울농자재	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	(주)은성플랜트	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	(주)한성에코넵	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	국제종합기계(주)	0.4667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0667	0.0000
	대동공업(주)	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	대신정공(주)	0.6667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3333
	동양물산기업(주)	0.3333	0.0185	0.0370	0.0741	0.2593	0.0185
	아세아종합기계(주)	0.9643	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	영진기계(주)	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	한국마그네틱(주)	0.0000	0.0000	0.2500	0.0000	0.0000	0.7500
	한성공업(주)	0.4444	0.0000	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111
	생물산업	(주)마크로젠	0.0000	0.7500	0.0000	0.0000	0.2500
(주)바이오니아		0.0000	0.6571	0.0286	0.0000	0.3143	0.0000
(주)인바이오넵		0.0000	0.6154	0.0000	0.0000	0.2308	0.0000
(주)LG생명과학		0.0000	0.2000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000
굿젠(주)		0.0000	0.4286	0.1429	0.0000	0.4286	0.0000
녹십자백신(주)		0.0000	0.8000	0.0000	0.0000	0.2000	0.0000
에치투엘(주)		0.0000	0.7500	0.0000	0.0000	0.0000	0.2500
(주)미지바이오테크		0.0000	0.2857	0.5714	0.0000	0.1429	0.0000
(주)벨웨이브		0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(주)씨트리		0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.5000	0.0000
(주)이매진		0.0000	0.7500	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000
(주)팬제노믹스		0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(주)프리모젠		0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(주)한국의과학연구소		0.0000	0.1538	0.3846	0.4615	0.0000	0.0000
바이오소프트(주)		0.0000	0.3333	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000
한국생명공학연구원		0.0197	0.6776	0.1184	0.0395	0.1316	0.0132

식음료 산업으로 이동한 기업은 수산업 관련 기업들⁶인데 이들이 주로 어류 가공업에 속해 있기 때문이었다. 반면, 표준산업분류에서 식음료 산업에 속하던 사료제조 기업들이 주로 기술기반 농어업으로 이동했는데, 이는 표준산업분류에서 사료제조업이 식음료 산업으로 분류되는 반면, 특히 IPC 분류에서는 사료제조 기술이 농업 기술로 분류되어 있기 때문이다.

한편 공공연구기관인 농촌진흥청의 경우 비록 상당 부분 생명공학기술관련 연구개발 영역을 포함하고 있지만 농어업으로 분류되어 여전히 전통적 농업 공공기관으로서 더 큰 역할을 하고 있음을 보여 주었다.

보건산업과 화학산업의 경우에는 각각 약 29%, 27%의 기업들을 주고 받았는데 이는 보건산업 가운데 의약품과 화장품 제조 기업의 기술 영역이 화학산업 소속 기업들의 기술 영역과 중첩된 정도가 크기 때문으로 보인다.

이제 이 연구의 가장 중요한 부분인 생물산업을 보기로 하자. 생물산업은 표준산업분류에서는 산업으로 분류되지 않고 생명공학기술로 정의되고 있기 때문에 이 기술정의와 관련이 있는 중분류상의 산업들을 재편성하여 표준산업분류의 생물산업으로 편성하였다. 이제 생물산업을 특히 IPC를 준용하여 기술적 산업영역으로 다시 규정했을 경우 표준산업분류의 6개 연관 산업 소속 기업들 가운데 생명공학기술을 기반으로 한 기업들이 새로 규정된 생물산업

으로 재분류 될 것이다. 본 논문에서 재분류한 기업체의 명단을 지면제약 때문에 생물산업 소속 기업에 대해서만 <표 6>에 제시하였다. 이들을 표준산업 분류체계에서의 산업별 점유율을 보면 농어업 8%, 식음료산업 11%, 보건산업 17%, 화학산업 5%, 환경산업은 31% 정도인 것으로 나타났다.

이를 통해서 생물산업과 유관산업들 사이의 생명공학 기술을 중심으로 하는 기술적 중첩영역과 연관성을 유추해 볼 수 있다. 이중에서 특히 환경산업의 생물산업과의 기술적 연관성이 큰 것으로 나타났다. 이는 최근 환경관련 기술이 폐기물처리, 오염방지사업, 하수처리 등에서 많은 신기술이 개발되고 있는데, 이들 가운데 첨단 기술이 생명공학기술을 기반으로 한다는 것을 암시한다.

다음으로 보건산업과 식음료산업에서 기술기반 생물산업으로 이동하는 기업이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 이는 국내에서 주로 생명공학기술을 이용하는 분야가 생물의약품 분야와 바이오 식품 분야라는 사실과 관련이 깊다. 국내 생명공학기술 기반 기업체 중 약 60% 이상은 생물의약품 개발을 추진하고 있는 기업체로서 생물산업에서 생물의약품 분야가 차지하는 비중은 클 수밖에 없다. 국내 생물산업은 초기 대규모 제약기업을 중심으로 산업화가 이루어져 왔으며, 최근 기타 대기업이 소규모 제약기업을 인수하거나 독자적인 제약 사업 부서를 신설하여 시장에 참여함으로써 기존의 의료, 화학분야에서 생명공

⁶ 동원산업(주), 사조산업(주), 진양어업(주), 오양수산(주) 등이다.

표 6 기술기준 생물산업으로 재분류된 기업체 명단⁷

한국 표준 산업 분류	기업명	한국 표준 산업 분류	기업명
농어업	(주)농우바이오 세미니스코리아(주)	보건산업	(주)대성미생물연구소 (주)대웅제약 (주)마이크로사이언스테크 (주)바이넥스 (주)에스디 (주)제일바이오 (주)중앙바이오텍 (주)코메드 (주)태평양제약 (주)한국미생물연구소
생물산업 (연구개발업 포함)	(주)마크로젠 (주)바이오니아 (주)이매진 (주)인바이오넷 (주)팜제노믹스 굿젠(주) 녹십자백신(주) 에치투엘(주) 한국생명공학연구원		삼아약품(주) 삼천당제약(주) 우진비엔지(주) 정우약품공업(주) 태림제약(주) 한일약품공업(주)
식음료산업	(주)국순당 (주)남양 (주)두산 (주)두산콘프로덕츠코리아 (주)렉스진바이오텍 (주)삼양제넥스 (주)셀바이오텍 (주)엔바이오테크놀로지 (주)이지바이오시스템 (주)풀무원 대상(주) 대한제당(주) 매일유업(주) 제일제당(주) 케이비에프(주)	화학산업	(주)무궁화 (주)제노텍 한국포리올(주) 홍인화학(주)
		환경산업	(주)바이로메드 (주)에코솔루션 (주)와이엔텍 (주)원창 (주)청우네이처 (주)환경시설관리공사
보건산업	(주)네오딘 (주)녹십자바이오텍		

학 분야로의 산업구조 변화가 진행되고 있다. 더욱이 선진국의 신약개발추세가 화학 합성에 의한 신물질의 개발에서 생명공학 기술을 활용한 의약품의 개발로 이행됨에 따라, 국내 제약업계도 생물의약품의 개발 비중을 확대하고 있다(김주한 등, 2000). 한편 국내에서 생물 의약품에 이어 생명공학 기술이 주로 이용되는 바이오 식품 분야의 경우 주로 유전자 재조합 기술을 이용하여 식물, 동물, 및 미생물의 양과 질을 향상시킨 기능성 식품 개발을 중심으로 확대되고

있다(김주한 등, 2000).

반면 생물산업과 농어업의 중첩분야라 할 수 있는 생물농업 기업은 농어업의 조사 대상 24개 기업 중 2개로서 약 8% 정도로 나타나 아직 생물농업이 농업에서 차지하는 비중이 그리 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 농업의 연구 개발 투자의 수익률이 타 산업에 비해서 높지만, 가시적 투자 효과가 나타나기까지의 기간이 긴 반면

⁷ 생물산업 이외의 산업 기업체 명단은 지면제약으로 생략한다.

연구개발투자에 막대한 자금이 소요되기 때문에 농업과 관련된 생명공학기술 연구 개발에 대한 민간 투자가 부진한 현실을 반영하고 있다고 할 수 있다.

5. 요약 및 결론

농업, 화학, 의약·보건, 환경, 식음료 산업 등과 같은 전통적 산업이 생명공학기술이라는 ‘지식’을 공유함으로써 기존에 볼 수 없었던 새로운 산업간 연계관계를 구축해 가고 있는 것이다. 우리나라 농업의 경쟁력 제고를 위해 전통적 농업에 생명공학기술이 연계되어진 생명공학농업의 육성이 강조되는 것도 산업구조의 이와 같은 변화를 반영한 것이다. 이것은 기존의 제품위주 산업 분류체계의 적용을 통해서는 분류하기 힘든 산업 간의 중첩 영역이 생성되고 있다는 사실을 보여준다.

그런데 현재의 산출물에 근거한 산업분류체계로는 기술과 지식을 중심으로 규정되는 생물산업을 분류할 수 없다. 생물산업의 정확한 분류와 현황 파악을 위해 국제적으로는 경제협력개발기구(OECD)의 NESTI (National Experts on Science and Technology Indicators)사업의 일환으로 생물산업에 대한 분류체계 마련을 위한 노력이 계속되고 있다. 한편 국내에서는 통계청이 신산업들에 대해 2000년도에 ‘특수목적용 산업분류표’를 설정하여 정보산업, 환경산업, 관광산업 등의 산업을 새로 분류하고 있지만 생물산업만은 산업이 아닌 생명공

학기술이라는 ‘기술’로 정의하고 있다. 이는 한국표준산업분류체계의 분류기준이 산출물을 기준으로 되어 있어서 기술·지식을 기반으로 형성된 생물산업에 대해서는 적용 자체가 어렵기 때문이다.

이러한 현황을 배경으로 하여 기술·지식 기반적인 산업적 특성을 고려함으로써 현행 산업 분류체계의 한계를 보완하기 위해서 본 논문에서는 특히 분류체계를 이용하여 생물산업의 분류를 시도하였다. 기업의 특허자료를 이용하여 우선 ‘산업-기술 위치’를 측정하고 여기에 통계적 판별분석을 적용시켜 기존의 표준산업분류 체계에 의한 기업들을 다시 기술기반 산업분류 체계로 재편성하였다. 농업, 화학, 의약·보건, 환경, 식음료 산업 등이 생물산업과 기술기반의 공통성이 확인되었다.

그러나 기업 특허자료의 이용은 생물산업 재분류를 위한 하나의 대안이지 완전한 방법은 물론 아니다. 현실적으로 특허자료를 보완할 수 있는 대체 변수의 개발과 다른 연구방법의 모색은 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 정확한 생물산업의 구분은 정확한 자료의 조사와 축적을 가능하게 할 것이며 이는 나날이 증가되는 생물산업에 대한 심도있는 연구의 요구를 충족시킬 수 있는 가장 중요한 전제조건이 될 것이다.

참 고 문 헌

- 김주한 등. 2000. 『생물산업 발전을 위한 기반 구축 방안』. 산업연구원. pp.33-47.
- 김현구 등. 1997. 『생명공학에 의한 국내산업구

조변화 분석 - 산업연관표를 중심으로. 자원경제학회지 7(1).

박현태. 1996. “농업기술 연구개발 체제의 정립 방향.” 『농촌경제』 19(1). 한국농촌경제연구원.

신태영 등. 2002. 『2002년도 한국의 기술혁신조사: 제조업』. 한국과학기술정책연구원.

이상연. 2000. “생물산업의 발전방안.” 월간 『KIET 산업경제』. 2000년 11월호. 산업연구원.

정미애. 2003. “국내 생물산업의 구조와 산업연관 분석.” 서울대학교 공학석사 학위논문.

최용석, 정광모. 2001. 『SAS를 활용한 응용 다변량 자료분석』. 교우사.

최윤희. 2001. “생물산업 분류와 통계의 현황과 과제.” 월간 『KIET 산업경제』 2001년 12월호. 산업연구원.

Ernst, y., Young. 1998. 『Biotech 99 Bridging the Gap』.

Jaffe, A. B. 1986. “Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm’s Patents, Profit, and Market Value.” *American Economic Review* Vol. 76 No. 5. 1984-1001.

통계청 홈페이지 <http://www.nso.go.kr>

특허기술정보센터 홈페이지 <http://www.kpris.dr.kr>

특허청 홈페이지 <http://www.kipo.go.kr>

한국생물산업협회 홈페이지 <http://www.bak.or.kr>.

한국은행 홈페이지 <http://www.bok.or.kr>.

한국특허정보원 홈페이지 <http://www.kipi.or.kr>.

한국특허정보원검색 홈페이지 <http://www.kiprs.or.kr>

National Bureau of Economic Research <http://www.nber.org>.

■ 원고접수일 : 2004년 5월 24일
 원고심사일 : 2004년 6월 2일
 심사완료일 : 2004년 6월 21일