

농림기술개발사업의 기술이전 성과 결정요인 분석

권오상* 한귀덕**

Key words: 기술이전(technology transfer), 연구개발사업(R&D project), 허들 모형(Hurdle model)

ABSTRACT

This paper analyzes the determinants of technology transfer from agricultural R&D projects to producers in Korea. The achievements of 1,742 projects funded by the Agricultural Research and Development Promotion Center (ARPC) are analyzed. A hurdle model is constructed and estimated to identify the variables that affect not only the probability of success in technology transfer but also the size of revenue from it. The characteristics of the researchers, research topics and funds are tested as the potential determinants. It is shown that several characteristic variables have opposite impacts on the probability of success and the amount of transfer revenue. It turns out that the researches implemented by firms are more likely to succeed in transferring technology and obtain more revenue than those implemented by public institutes or universities. The size of research has a positive impact on transfer revenue given that the developed technology is transferred. However, it does not affect the probability of technology transfer *per se*. We find that the type of technology intended to be developed affect mainly the probability of transfer not the size of transfer revenue.

- | | |
|----------|------------|
| 1. 서론 | 4. 추정 결과 |
| 2. 분석모형 | 5. 요약 및 결론 |
| 3. 분석 자료 | |

1. 서론

정부는 UR 협상 이후 기술혁신을 통한

비용 절감과 농산물 품질 향상, 새로운 농업 관련 상품의 개발을 위한 주요 수단으로서 국가주도의 R&D 투자를 크게 늘리고 있다. 한국의 2006년 연구개발비 예산은 8.9조원으로서 국민총생산(GDP) 대비 2.7%이고, 농림부의 R&D 관련 예산은 837억원

* 서울대학교 농경제사회학부 교수.

** 서울대학교 농경제사회학부 대학원, 농림기술 관리센터.

으로서 그 비중은 상당히 작은 편이지만 전년 대비 20.6%가 증가하여 증가속도는 매우 높은 편이다. 농림부분 R&D 예산 가운데 농림기술관리센터에서 관리하고 있는 농림기술개발사업비가 522억원으로 전년(450억원) 대비 16%증가하였으며, 농림부 소관 R&D예산의 62.4%를 차지하고 있다(한국과학기술기획평가원, 2005).

농림기술개발사업에 대한 공공부문의 투자는 이렇게 늘어나고 있으나 이러한 투자가 어느 정도의 성과를 얻고 있는지에 대한 연구는 아직 제대로 이루어지지 않았다. 기술 개발사업의 투자성과에는 사업으로 인한 논문발표나 특허 출원 등의 과학적 성과와, 연구인력 육성 등의 기술발전의 기반 조성성도 포함되어야 할 것이다. 그러나 농림기술개발사업의 경우 그 특성상 무엇보다도 기술 개발사업이 어느 정도나 산업화를 통한 부가가치 창출로 연결되었느냐 하는 것이 가장 중요한 사업평가기준이 되어야 할 것이다.

기술 개발사업이 어떤 형식으로든 산업화의 성과를 얻느냐 하는 것은 가장 중요한 사업평가기준일 것이지만 종료된 연구개발사업 가운데 기술이전을 통해 산업화가 어느 정도 이루어졌다고 평가되는 사업은 전체사업의 10% 미만에 불과하기 때문에 아직도 대부분의 연구개발사업이 경제적 가치를 얻기 위한 전제조건인 산업화를 이루지 못하고 있다. 따라서 연구개발사업 자체의 특성과 연구개발 수행주체의 특성이 어떻게 산업화로 연결되며, 또한 어느 정도의 산업화 성과를 얻게 하는지를 분석

하는 것은 산업화 성과를 높이는 방향으로 앞으로의 연구개발사업 관리업무를 수행하는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

이 연구는 이러한 연구목표를 달성하기 위해 농림부분 기술 개발비 가운데서 가장 큰 비중을 차지하면서 동시에 연구개발사업의 진행 과정과 성과가 비교적 잘 정리되고 있는 농림기술관리센터의 완료된 농림기술개발사업들을 대상으로 산업화 성과를 분석한다. 즉, 각 연구개발사업의 기술적 유형이나, 수행주체, 지원 현황 등이 기술이전을 통한 산업화에 미치는 영향을 계량분석한다. 연구개발사업의 경제적 편익을 직접 계측하는 것은 현재로서는 가능하지 않으므로 각 연구개발사업이 수취한 기술이전료를 산업화 성과의 대용변수로 사용하며, 특히 각 농림기술개발사업들이 기술이전이 되었는지의 여부와 기술이 이전되었다면 그 전료의 크기는 어느 정도인지를 허들(hurdle)모형을 이용해 동시에 분석한다. 본고의 분석 결과는 기술이전이 이루어질지 않을지를 결정하는 요인과 기술이전이 될 때 이전료의 크기 혹은 산업화 성과를 결정하는 요인은 서로 다를 수 있음을 보여준다.

본고의 구성은 다음과 같다. 제2절은 분석모형을 설명한다. 제3절은 분석에 사용된 자료에 대해 설명하며, 이어서 제4절은 분석 결과를 정리하여 보여 주고 의미를 해석한다. 마지막 제5절은 연구결과를 요약하고 결론을 내린다.

2. 분석모형

특정 기술 개발을 위한 연구가 수행되고 종료되면 그 성과는 산업화가 될 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있다. 또한 일단 산업화가 되더라도 그 성과의 정도는 연구사업별로 다를 것이다. 산업화의 성과는 이로 인해 발생하는 추가적인 편익을 통해 측정되어야 할 것이다. 그러나 현재로서는 각 개발사업이 어느 정도의 부가가치를 실제로 유발했는지를 측정하는 것이 가능하지 않고, 따라서 농림부문 연구개발사업의 산업화 성과를 직접 계측한 연구는 찾기가 어렵다.

다만 장진규(2004)가 2002년까지 완료된 농림기술개발연구과제 860건에 대한 경제성 분석을 하여, 수출 및 수입대체액 등 매출총액은 3,099억 원이며, 연구비 투입총액은 1,560억 원이어서 연구비 1억 원당 약 2억 원의 매출효과가 발생한 것으로 분석한 연구가 유일하다 하겠다. 그러나 이 연구는 연구사업 수행팀의 자체 보고 내용을 정리한 것으로서 개발사업의 실제 성과를 보여준다고 보기는 어렵다. 그뿐만 아니라 연구개발사업은 그 성격상 연구개발완료 후 산업화가 시행되더라도 그 성과가 나타나는 데에는 상당한 시간이 소요되며, 이러한 성질로 인해 산업화의 경제적 성과를 지표화하기는 대단히 어렵다.

최근 권오상·한귀덕(2006)은 연구 성과의 직접적인 평가가 불가능하기 때문에 하나의 대안으로서 연구 성과가 기술이전협

약체결을 통해 산업화로 연결되었는지의 여부와 산업화되었다면 농업생산과 가공기술 활용 유형 가운데 어떤 유형으로 되었는지를 분석하는 모형을 제시하였다. 그러나 이 연구에서는 산업화 여부와 산업화의 유형만이 정성적으로 분석되었고 산업화의 성과를 나타내는 정량적인 분석은 이루어지지 않았다.

본고는 이러한 자료의 한계를 감안하되 산업화의 정량적 성과까지도 분석하기 위해, 하나의 대안으로서 연구개발사업 주체가 기업이나 농업생산자에게 기술을 이전하고 그 대가로 수취한 금액을 산업화의 성과지표로 사용하고자 한다. 연구개발사업이 농산업에 기여하는 바는 매우 다양하며, 시장 기능을 통해 나타나지 않는 많은 비시장적 편익도 유발된다. 따라서 연구개발사업단이 기술이전료로 수취한 금액이 산업화의 성과를 모두 다 반영할 수는 없다. 그러나 현실적으로 기술자체의 직간접적 편익을 모두 계측하는 것은 불가능하고, 기술시장이 원활히 작동한다면 기술이전료는 원칙적으로 기술이전에 따른 편익의 할인합의 예상치와 동일하여야 하기 때문에 기술이전료를 산업화성과의 대용변수로 볼 수는 있을 것이다.

수집된 자료를 보면 실제로 수행된 많은 연구개발사업에 있어 기술이전이 이루어지지 않았고, 기술이전료 수취액이 0이다. 따라서 권오상·한귀덕(2006)이 이미 분석한 바와 같이 어떤 요인에 의해 기술이전이 이루어지거나 이루어지지 않는지를 정성적으로 분석할 필요가 있다. 아울러 역시 수

집된 자료를 보면 기술이전이 이루어지고 이전료를 받은 경우에는 그 금액이 다양한 수준을 보이고 있기 때문에 우리는 기술이전이 이루어지느냐의 여부를 분석할 수 있는 물론 기술이전이 이루어질 경우 그 성과의 크기인 기술이전료 수입은 어떤 요인에 의해 그 크기가 결정되는지도 분석할 필요가 있다. 실제 분석에서 보이지만 기술이전의 여부를 결정하는 변수와 기술이전의 성과 크기를 결정하는 변수는 상이할 수가 있고, 기술이전 성공확률을 높이는 변수가 반드시 기술이전 수입까지도 늘리지는 않는다.

따라서 기술이전의 성과확률과 기술이전의 성과크기를 모두 분석하기 위해서는 기술이전 여부를 결정하는 구조와 기술이 이전될 경우 그 전료 크기를 결정하는 메커니즘을 분리할 필요가 있다. 이를 위해 사용할 수 있는 방법이 허들모형(hurdle model)이다. 이 모형에서 허들은 기술이전이 되어 기술이전료가 발생하느냐 하지 않느냐의 여부를 의미하고, 이 허들을 넘어 기술이 이전되어야 이전료가 발생한다.

x_i 를 i 번째 연구사업단이나 연구사업 자체의 특성이라 하고, y_i 를 이들이 얻은 기술이전료 수입이라 하자. 본고는 다음과 같은 로그정규분포 허들모형을 사용한다.

$$(1) P[y_i = 0 | x_i] = 1 - \Phi(x_i \gamma)$$

$$\ln y_i | (x_i, y_i > 0) \sim \text{normal}(x_i \beta, \sigma^2)$$

단, Φ 는 표준정규분포함수

식 (1)의 첫 번째 줄은 기술이전이 이루어지지 않을 확률이 결정되는 메커니즘이며, 두 번째 줄은 일단 기술이전이 이루어

진다면 기술이전료의 로그값이 정규분포를 따르며 결정되는 메커니즘을 보여 준다. 식 (1)로부터 로그정규분포 허들모형의 로그우도함수를 다음과 같이 도출한다(Wooldridge 2002, 537)¹.

$$(2) \ln L = \sum_0 \ln(1 - \Phi(x_i \gamma)) + \sum_{+} \left[\ln \Phi(x_i \gamma) - \ln y_i - \ln \sigma - \frac{1}{2} \left(\frac{\ln y_i - x_i \beta}{\sigma} \right)^2 \right]$$

단, $\sum_0$ 은 y_i 가 0인 항만의 합,

$\sum_{+}$ 은 y_i 가 0보다 큰 항만의 합

식 (1) 혹은 식 (2)에서 γ 와 β 는 동일한 파라미터가 아니므로 기술이전이 이루어지는지의 여부와 기술이전 시 이전료 크기가 결정되는 메커니즘은 서로 다르다고 가정된다.

추정 결과로부터 각 설명변수의 의미를 보다 분명히 알기 위해서는 각 변수의 값이 한 단위 변할 경우 기술이전 여부와 그 성과결정 메커니즘을 모두 감안할 때 기술이전료가 어느 정도나 변하는지를 나타내는 각 변수들의 한계효과(marginal effect)를 구하여야 한다. 이를 위해서는 주어진 설명변수 값 x 에 대한 기술이전료 y 의 조건부기대치를 함수 형태로 구하여야 하고, 조건부 기대함수는 다음과 같다(Wooldridge 2002, 538).²

¹ 최근 권오상·강혜정(2006)이 로그정규분포 외의 다양한 분포를 가정한 상태에서의 허들모형을 소개한 바 있다.

² 한편 본고가 사용하는 허들모형은 Heckman (1974, 1979)의 연구 이래 노동공급분석 등을 위해 많이 사용되고 있는 표본선택(sample selection)모형과는 상당한 차이가 있다. 표본선택모형을 이 연구에 활용한다면 기술이전이 이루어지지 않은 연구사업단의 기술이전료 수입

$$(3) E(y|x) = \Phi(x\gamma) \exp\left(x\beta + \frac{\sigma^2}{2}\right)$$

실제 본고가 사용하는 자료를 보면, 기술이전이 이루어지더라도 기술이전료가 0인 경우가 있다. 이러한 경우를 감안하고자 한다면 논리적으로는 이중허들모형(double hurdle model)이 더 적합할 수도 있다. 이중허들모형은 0보다 큰 기술이전료 관측치가 얻어지기 위해서는 두 개의 허들을 넘어야 한다고 본다. 즉 첫 번째 허들을 넘어 연구개발사업이 산업화가 되어 기술이전협약이 체결되어야 하고, 이어서 두 번째 허들을 넘어 기술이전료가 0보다 큰 값이 되어야 한다. 이중허들모형은 다음과 같이 설정된다.

$$(4) \begin{aligned} y_i^* &= x_i\beta + u_i, \\ d_i^* &= x_i\gamma + \varepsilon_i, \\ y_i &= \begin{cases} y_i^* & \text{if } y_i^* > 0 \text{ and } d_i^* > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}, \\ [u_i, \varepsilon_i]' &\sim BVN(0, \Sigma), \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & \sigma^2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

이중허들모형의 로그우도함수는 다음과 같다.³

$$(5) \ln L = \sum_i \ln(1 - \Phi_2(x_i\gamma, x_i\beta/\sigma, \rho)) + \sum_i \left[\ln \Phi\left(\left(x_i\beta + \frac{\rho}{\sigma}(y - x_i\beta)\right)/\sqrt{(1-\rho^2)}\right) - \ln \sigma + \phi((y - x_i\beta)/\sigma) \right]$$

단, Φ_2 는 이변량 표준정규분포함수, ϕ 는 표준정규분포의 밀도함수

이중허들모형의 장점은 기술이전계약이 체결되었지만 기술이전료가 0인 경우를 기술이전자체가 이루어지지 않아 이전료가 0인 경우와 구분할 수 있다는 점이다. 농림기술사업에 있어 이 경우에 해당되는 사업이 적지 않기 때문에 허들모형에 비해 이중허들모형이 가지는 이러한 장점은 논리적으로는 중요하게 인정되어야 할 것이다. 그러나 이 연구가 사용하는 자료의 경우 식 (4)의 이중허들모형이나 아니면 두 교란항간의 독립성을 가정한 보다 간단한 형태의 이중허들모형의 경우도 추정자체가 불가능하거나, 추정되었을 때의 모형의 설명력이 매우 낮은 것으로 나타났다. 즉, 본고가 사용하는 자료의 경우 기술이전계약을 체결하되 기술이전료가 없는 경우는 기술이전자체가 아예 이루어지지 않은 경우와 통계적으로 유의한 정도로 구분되지는 않으며, 따라서 본고는 식 (1)의 로그정규분포 허들모형을 기본모형으로 분석한다.

본고는 먼저 식 (1)의 허들모형을 추정하여 기술이전이 이루어지게 할 확률과 일단 기술이전이 이루어질 경우의 이전료의 크기에 연구개발사업의 특성이 미치는 영향을 분석한다. 이어서 식 (3)에 따라서 두 가지 효과를 모두 감안할 때 특정 변수값이 한 단위변할 때 기술이전료가 어느 정

자료는 아예 존재하지 않아야 하며, 이 연구의 자료처럼 이전료 수입이 0으로 관측되는 것은 아니다. 아울러 표본선택모형에서는 기술을 이전할 경우 연속변수인 이전료 수입은 반드시 0보다 클 필요는 없다. 이런 점에서 이 연구가 분석하는 자료의 경우 표본선택모형보다는 일종의 구석 해(corner solution)처럼 0의 관측치가 나타나는 경우를 분석하는 허들모형이 더 적합하다.

³ 이중허들모형에 관한 주요 연구들로 Cragg (1971), Deaton and Irish(1984), Jones(1992), Jones and Yen(2000), Kimhi(1999), Yen and Jones(1997), Blundell and Meghir(1987), Blisard and Blaylock(1993) 등이 있다. 식 (5)의 도출과정은 Jones(1992)나 Jones and Yen(2000)에서 얻을 수 있다.

표 1. 2004년 기준 연구개발 완료과제 현황

연도			'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	계
사업	기회	선정				11	10	22	14	13	8	4	82
		완료				11	10	22	11	10	1	0	65
현장적용 (FATDP)	현장	선정	188	108	82	47	73	79	81	60	39	57	814
		완료	171	101	81	46	70	79	80	60	19	8	715
	첨단	선정		205	97	70	91	119	133	140	150	122	1,127
		완료		194	94	66	89	119	131	137	41	1	872
농산업 (AITDP)	벤처	선정					11	17	23	35	29	12	127
		완료					10	13	20	32	14	1	90

자료: 농림기술관리센터.

도 늘어나는지를 나타내는 한계효과를 구하고, 이어서 이 한계효과와 분포를 몬테카를로 시뮬레이션을 이용해 도출한다. 즉, 추정된 파라미터 값을 평균으로 하고, 역시 추정된 파라미터의 분산-공분산 행렬을 분산-공분산으로 가지는 다변량 정규분포를 따르는 파라미터 벡터를 특정 횟수만큼 추출하고, 각 벡터를 이용해 한계효과를 도출한다⁴. 이렇게 도출되는 한계효과값의 평균과 표준편차를 구하여 한계효과와 통계적 유의성을 검정한다.⁵

3. 분석 자료

본고가 사용하는 분석 자료는 농림기술개발사업 성과자료로서 1994년부터 2003년 12월까지 연구개발 과제로 선정되어 2004년 12월까지 연구개발 완료된 1,742개의 연구 과제로 구성된다. 농림기술개발사업의 사업 분류별, 전문위원회가 분류한 중분류 기술별 연구개발지원 현황을 조사하였고, 농림기술개발관리규정에 의해 연구개발 완료 후 5년간 매년 보고하도록 되어 있는 연구 성과활용결과보고 DB자료를 조사하였다. <표 1>은 2004년 기준 연구개발 완료과제 현황자료이다.

분석 대상에 포함된 연구 과제 중 176개 (10.1%)의 과제가 연구시점인 2006년 초까지 연구개발 완료된 기술을 산업체에 이전

⁴ 이 방법은 Krinsky and Robb(1986)을 통해 처음 소개되었다. 또 다른 방법으로 소위 델타법이라 하여 한계효과를 추정파라미터에 대해 선형근사하는 방법이 사용될 수 있다. Krinsky and Robb(1986)은 델타법의 유용성은 한계효과처럼 그 분포를 도출하고자 하는 함수가 추정파라미터에 대해 어느 정도의 비선형성을 지니는지에 의해 결정되며, 자신들의 예에서는 델타법의 신뢰도가 매우 약하다는 것을 보여준 바 있다. 본고의 경우 델타법을 적용하기에는 한계효과가 추정파라미터에 대해 지나치게 비선형인 복잡한 함수 형태를 가진다. 그 외 부트스트래핑(bootstrapping) 기법도 사용할 수 있으나, 본고는 표본이 아닌 전수조사된 자료를 사용하며, 아울러 부트스트래핑기법은 매우 많은 횟수의 추정작업을 반복하여야 한다는 어려움도 가지고 있다(권오상, 한귀덕 2006).

⁵ 부트스트래핑의 경우와 마찬가지로 이 경우 한계효과와 표준오차(standard error)의 추정량은 추출된 자료에서의 한계효과와 표본표준편차(sample standard deviation)와 같다(Efron and Tibshirani 1993, 47). 다변량정규분포를 따르는 확률변수벡터를 추출하는 방법에 대해서는 Train(2003)을 참조하기 바란다.

한 것으로 나타났고,⁶ 나머지 89.1%의 과제는 산업화가 이루어지지 않았다. 그러나 기술이전이 이루어진 176개 과제 가운데 48개 과제는 기술이전료가 면제되었고, 따라서 전체 과제의 7.3%인 128개 과제만이 기술이전료 수입을 얻었다. 기술이전협정을 맺긴 했지만 이전료가 면제되는 것은 기술의 공익성을 강조하는 농림기술의 특성을 반영하는 것이기도 하지만 기술자체의 경제성이 매우 낮다는 것을 의미하기도 한다. 또한 앞에서 밝힌 바와 같이 기술이전협정을 맺고 이전료를 면제해 준 기업과 아예 기술이전협정을 맺지 않은 기업 간의 특성 차이를 인정하는 이중허들모형의 설명력이 매우 낮았기 때문에 본고는 기술이전료수입을 얻은 경우에만 산업화가 이루어진 것으로 간주한다.

기술이전 여부와 그 전료 크기 혹은 산업화의 성과에 영향을 미치는 변수로 우선 기술 개발사업 유형을 들 수가 있다. 기술 개발사업은 연구개발과제 선정 시 연구개발 기술의 목표에 따라 현장 적용기술개발사업, 핵심전략기술개발사업, 농산업기술개발사업으로 구분한다. 아울러 개발되는 기술자체를 기준으로 기술 개발사업의 유형을 구분할 수도 있는데, 이를 위해 기술의 중분류체계를 사용한다. 중분류 기술은 농림기술개발사업 전문위원회가 11개의 사업관리 분야를 농림기술 분류표로 재구성한 것으로, 연구개발과제 선정 시 연구자가 개발하고자 선택한 기술이다. 경영정보, 농업

동력 및 에너지, 농촌생활환경, 번식생리, 생산기술, 식량작물, 식품가공기술, 신기능·신물질, 유통 저장, 종육성·종자품질향상, 환경조화형 농업기술이 이에 해당된다. 본고는 이 두 가지 분류방식을 각각 적용한 분석 결과를 제시한다.⁷

연구수행기관 혹은 주체의 특성으로서 연구가 대학, 연구소, 기업 가운데 누구에 의해 주관되는지를 주요 변수로 포함할 수 있다. 아울러 연구수행주체가 누구이든 간에 연구에 참여하는 기업이 있는지 없는지는 산업화에 의미 있는 영향을 미칠 수가 있다. 따라서 연구 참여 기업이 있는지 없는지의 여부도 더미변수의 형태로 분석에 포함된다. 아울러 연구수행주체가 농림기술개발사업 연구개발 과제를 수행한 경험 역시 산업화에 영향을 미칠 수가 있고, 따라서 과거 연구개발 과제 수행 횟수 역시 분석모형에 포함된다.

수행되는 연구 과제 자체의 특성으로서 연구비 규모를 들 수가 있다. 연구비 규모는 농림기술개발사업비로 해당 연구개발 기술에 지원해 준 연구개발비를 1백만 원 단위로 나타낸 것이다. 아울러 연구개발기간도 중요하므로 해당 기술 개발을 위해서 연구 수행한 기간을 월수로 나타내었다. 또한 연구가 착수된 지 오래된 경우 상대적으로 산업화 성과가 더 나타날 수도 있으므로 농림기술개발사업이 처음 추진된 1994

⁶ 이전된 기술은 기업의 제품생산에 사용되거나 아니면 영농현장에서 활용된다.

⁷ 기술 개발사업의 유형이나 중분류별 기술유형은 연구사업지원 시 연구진이 선택할 수가 있기 때문에 어느 정도의 내생성을 가진다는 한계가 있음을 밝힌다.

표 2. 산업화 분석에 사용된 설명변수 기초통계량

변 수		평 균	표준편차	최 소	최 대
기술이전료	128개 기술이전된 기술의 이전료(천원)	47,200	74,100	534	500,000
선정시점	과제선정 시점(1994년 기점, 개월)	46.103	29.339	0	105
사업별	핵심전략기술개발*	0.037	0.190	0	1
	현장적용기술개발*	0.911	0.285	0	1
	농산업기술개발*	0.052	0.221	0	1
중분류 기술별	경영정보*	0.065	0.246	0	1
	농업동력 및 에너지*	0.092	0.290	0	1
	농촌생활환경*	0.057	0.232	0	1
	번식생리*	0.166	0.372	0	1
	생산기술*	0.085	0.279	0	1
	식량작물*	0.042	0.202	0	1
	식품 가공기술*	0.145	0.352	0	1
	신기능 신물질*	0.073	0.261	0	1
	유통 저장*	0.059	0.235	0	1
	품종육성, 종자품질 향상*	0.129	0.335	0	1
	환경조화형 농업기술*	0.087	0.281	0	1
연구수행 기관별	대학*	0.643	0.479	0	1
	연구소*	0.266	0.442	0	1
	기업*	0.091	0.288	0	1
	참여기업*	0.335	0.472	0	1
연구지원 현황	연구수행 횟수	1.836	1.048	1	6
	연구비 규모(백만원)	197.319	152.607	8	1881
	연구개발 기간(개월)	32.722	10.245	12	60

주: *는 더미변수임을 의미함.

년을 기준으로 하여 연구개발 과제가 선정 될 때까지의 기간을 달수로 나타내었고, 이를 선정시점이라 부르기로 한다. 이 변수의 값이 클수록 보다 최근에 선정된 연구이다⁸.

이들 변수들의 기초통계량은 <표 2>와 같이 정리된다.

4. 추정 결과

이 연구는 기술이전 여부와 이전료 수입의 크기에 영향을 미치는 변수로 사업의 분류방식에 의한 특성, 연구수행기관별 특

⁸ 그 외 연구 과제 수행으로 인한 교육활용건수, 정책 활용 건수, 특허권수 등도 산업화 여부나 유형에 영향을 미칠 수 있으나, 이들 변수들은 연구 과제의 특성이라기보다는 산업화와 같은 성과변수이기 때문에 변수의 외생성을 인정하기 어려워 포함하지 않았다. 분석에 사용된 자료에 관한 더욱 자세한 설명을 위해서는 권오

상·한귀덕(2006), 한귀덕(2006)을 참조하기 바란다.

성, 그리고 연구지원현황의 세 가지 변수를 고려한다. 아울러 사업의 특성은 사업 시행 당초 제시되었던 분류방식인 핵심전략, 현장 적용, 농산업 기술 개발의 세 가지로 분류하기도 하고, 개발되는 기술의 특성을 기준으로 경영정보, 농업동력 및 에너지 등 11가지로 분류하기도 한다. 연구수행기관 별 특성은 연구수행주체가 대학인지 기업인지 등에 의해 결정되고, 연구지원 현황은 연구비와 연구기간 등에 의해 결정된다.

먼저 사업유형을 3가지로 분류한 상태에서의 파라미터 추정 결과와 몬테카를로 시뮬레이션에 따른 한계효과 분포의 추정치는 <표 3>과 같이 정리된다. 모든 모형의 추정은 STATA 9.2의 ml 기능을 이용하여 우도함수를 설정한 후, 이를 극대화하는 방식으로 이루어졌다. <표 3>의 사업 유형별 분류에 의한 추정모형에서 사업유형의 더미변수는 농산업기술개발의 경우가 0의 값을 가진다. 사업주체 더미의 경우 대학이 0

표 3. 사업 유형별 분류에 따른 모형추정결과

	추정결과		한계효과 (천원)
	기술이전여부	기술이전료크기	
상수항	-.919** (.363)	15.278*** (.654)	
핵심전략기술	-.467 (.372)	.136 (.542)	-3,008 (4,586)
현장적용기술	-.832*** (.254)	.651* (.380)	-3,068 (3,736)
연구소더미	.444*** (.111)	-.089 (.192)	1,955* (1,243)
기업더미	.460** (.217)	1.114*** (.354)	5,743** (2,369)
참여기업더미	.363*** (.121)	-.343* (.215)	613 (1,173)
연구수행회수	.154*** (.043)	.061 (.081)	596 (498)
연구비규모	.0004 (.0004)	.0018*** (.0005)	9 (7)
연구개발기간	-.010* (.006)	.024** (.010)	29 (59)
선정시점	-.005*** (.002)	.004 (.003)	-13 (21)
σ	.896(.056)***		

관측치 수 = 1742, 모형전체의 검정통계량 = 46.96***,

로그우도함수 = -2641.478

주: 추정 결과의 () 안은 표준편차임, 농산업기술개발을 대학이 수행할 경우 대비 효과임,

한계효과는 모든 더미변수의 0의 값, 기타변수의 평균치에서 계산됨,

***는 1% 이하에서 유의, **는 5% 이하에서 유의, *는 10% 이하에서 유의

이고, 참여 기업더미는 기업의 참여가 없을 경우 0이다. 따라서 산업화 여부 및 형태와 관련된 비교대상은 대학이 수행하며 기업은 참여하지 않는 농산업기술개발사업의 경우이다. 한계효과는 더미변수의 경우 그 값이 0인 경우, 나머지 변수의 경우 설명변수의 평균값에서 계산된다.

<표 3>의 추정 결과를 보면 일단 모형 전체의 설명력은 매우 높으며, 모형에 포함된 설명변수들 중 많은 수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 먼저 지적되어야 할 것은 많은 변수들에 있어 산업화 여부와 산업화의 성과크기에 미치는 영향의 방향이 일치하지 않는다는 점이다. 예를 들어 현장 적용기술은 농산업기술에 비해 기술이 이전될지의 여부, 즉 산업화 확률은 더 낮다. 그러나 일단 기술이 이전된다면 농산업기술에 비해 더 큰 기술이전료를 받는 경향이 있다. 이러한 현상은 다른 많은 변수들에게서도 찾을 수 있다. 기술이전이 이루어질 확률은 대학보다는 연구소나 기업이 연구주체가 되고, 연구주체가 아닌 기업의 참여가 있으며, 연구개발기간이 짧고, 비교적 사업 초기에 지원된 연구의 경우가 더 높다. 그러나 일단 기술이전이 이루어질 경우 얻게 되는 기술이전료는 반대로 연구소보다는 대학이 연구주체가 되고, 기업이 참여하지 않으며, 연구개발기간이 길고, 비교적 최근에 지원된 연구의 경우가 더 크다. 연구비 규모는 기술이전이 이루어질지의 여부에는 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않으나, 일단 기술이전이 이루어지면 그 크기와 정의 관계를 유지하는 것으로

나타났다. 과거 연구수행경험이 많은 것은 산업화의 가능성에는 도움이 되지만 기술이전료의 크기에는 영향을 미치지 않는다. 다만 기업이 연구주체가 되는 경우에는 기술이전이 이루어질 확률을 높임은 물론이고, 기술이전이 이루어질 경우 그 크기도 대학이 연구주체가 될 때에 비해 더 커 기업이 연구주체가 될 때는 다른 변수들의 경우와 달리 두 가지 효과의 방향이 일치한다는 것을 확인할 수 있다.

<표 3>의 마지막 열은 각 변수가 기술이전 여부와 기술이전료 크기 모두에 영향을 미치는 것을 감안하여 이들 변수들이 한 단위 늘어날 때 최종적으로 기술이전료의 평균값은 어느 정도나 변하는지를 보여주는 한계효과가 정리되어 있다. 변수들의 한계효과를 얻기 위해 앞에서 밝힌 바와 같이 Krinsky and Robb(1986)의 방법을 적용하여 파라미터 및 그 분산-공분산행렬의 추정치로부터 파라미터벡터를 10,000회의추출하고, 추출된 파라미터값에서 한계효과를 구한 후, 그 평균값과 표준편차를 구하는 방식을 적용하였다.

많은 변수들의 파라미터 추정치 자체는 통계적으로 유의하였으나 변수들의 한계효과는 통계적으로 유의하지 않은데, 이는 이들 변수들이 기술이전 여부와 이전료의 크기에 미치는 방향이 서로 반대인 경우가 많고, 또한 한계효과를 얻는 과정에서 서로 결합되어 있기 때문일 것이다. 따라서 한계효과의 추정치의 통계적 유의성이 낮더라도 기술이전 여부와 이전료 크기에 대한 분석 결과는 여전히 유용한 정보를 제공한다.

기술이전 여부와 이전료 크기에 대한 영향 보다는 기업이나 연구소가 연구주체가 될
 향 모두를 감안하는 한계효과를 보면 대학 때 기술이전료의 크기가 통계적으로 유의

표 4. 기술 유형별 분류에 의한 모형추정결과

	추정결과		한계효과 (천원)
	기술이전여부	기술이전료크기	
상수항	-2.308*** (.342)	15.559*** (.691)	
농업동력 및 에너지	.798*** (.302)	.498 (.546)	664** (402)
농촌생활환경	.505 (.342)	.187 (.612)	279 (520)
번식생리	.449 (.305)	.325 (.567)	270 (467)
생산기술	.666** (.318)	.468 (.587)	528* (413)
식량작물	.659* (.370)	-.389 (.653)	206 (663)
식품가공기술	.609** (.295)	.030 (.542)	320 (438)
신기능·신물질	.422 (.351)	.740 (.644)	387 (456)
유통 저장	.342 (.345)	-.078 (.654)	17 (713)
품질육성, 종자품질 향상	.031 (.348)	-.100 (.661)	-282 (955)
환경조화형 농업기술	.512 (.326)	.547 (.599)	410 (419)
연구소더미	.446*** (.117)	-.018 (.206)	380 (372)
기업더미	.907*** (.147)	.701*** (.239)	1,092 (1,121)
참여기업더미	.308*** (.121)	-.279 (.217)	174 (243)
연구수행회수	.137*** (.045)	-.026 (.084)	118 (135)
연구비규모	.0006** (.0003)	.001*** (.0003)	1 (1)
연구개발기간	-.010* (.006)	.028*** (.010)	2 (11)
선정시점	-.003 (.002)	.002 (.003)	-2 (3)
σ	.872(.054)***		

관측치 수 = 1742, 모형전체의 검정통계량 = 56.59***,

로그우도함수 = -2634.715

주: () 안은 표준편차임, 경영기술개발을 대학이 수행할 경우 대비 효과임,

***는 1%이하에서 유의, **는 5%이하에서 유의, *는 10%이하에서 유의.

한 정도로 커진다. 다른 모든 조건이 같다면 대학대신 기업이 연구를 수행하면 기술 이전에 실패할 확률까지도 감안하더라도 연구건당 평균 574만 원의 이전료 수입이 늘어날 것으로 기대할 수 있고, 대학대신 연구소가 연구를 수행하면 연구건당 196만 원의 이전료 수입 증가를 기대할 수 있다.

유의수준(significance level)이 20%로 정도로 올라가긴 하지만 연구비 규모가 늘어나거나 과거 연구수행경험이 많은 경우에도 전체적으로 기술이전료 수입을 늘리는 효과를 가진다. <표 3>의 한계효과를 보면 1백만 원의 연구비 지출이 산업화 실패 확률을 감안할 경우 평균 9천 원 정도의 기술이전료 수입을 늘린다는 것을 확인할 수 있다.

<표 4>는 사업 유형별 분류가 아닌 기술 유형별 분류에 의한 산업화를 분석한 결과이다. 11가지 중분류기술 가운데 기본 유형은 경영기술개발이다. 따라서 <표 4>는 경영기술을 대학이 기업의 참여 없이 개발할 경우를 기본 비교대상으로 하여 추정한 결과이다.

<표 3>의 추정 결과와 <표 4>의 추정 결과를 비교하면 연구수행주체와 연구지원 현황변수가 기술이전 여부와 기술이전료 크기 결정에 미치는 영향의 방향이나 통계적 유의성은 거의 동일하다. <표 4>에서는 <표 3>과 달리 연구비액수가 크면 기술이전료가 높을뿐 아니라 기술이전 가능성도 통계적으로 의미 있는 정도로 높아진다는 정도의 차이만 있다.

<표 4>의 중분류 기술별 영향을 보면

유의수준 10%를 기준으로 할 때 경영기술 개발사업에 비해 농업동력 및 에너지, 생산 기술, 식량작물, 식품가공기술 관련 개발사업이 기술이전이 이루어질 확률을 더 높게 가진다. 그러나 일단 기술이 이전될 경우 기술이전료가 달라지는 정도는 중분류 기술유형 사이에는 거의 존재하지 않는 것으로 나타났다. 한계효과를 보면 농업동력 및 에너지 관련 기술 개발사업과 생산기술개발사업이 두 가지 효과를 모두 감안할 때 그 밖의 산업에 비해 궁극적으로 더 높은 기술이전료를 가져다준다. 연구수행주체나 연구지원 현황을 나타내는 변수들의 한계적 효과의 통계적 신뢰는 <표 3>의 경우에 비해 조금 더 하락하는데, 이 역시 많은 변수에 있어 기술이전 여부에 미치는 영향과 기술이전료 크기에 미치는 영향의 방향이 일치하지 않기 때문일 것이다.

5. 요약 및 결론

본고는 1994년 이래 수행된 1,742개 농림 기술개발사업의 성과가 기술이전을 통해 산업화로 연결되었는지의 여부와 산업화가 되었다면 그 대가라 할 수 있는 기술이전료 수입을 어느 정도나 올렸는지를 허들모형을 이용해 분석하고, 연구개발사업 자체의 특성이나 수행주체의 특성이 기술이전 여부와 기술이전료 수준에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 분석 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 각 설명변수들이 기술이전에 성공하게 할 확률에 미치는 영향과 일단 기술

이전이 이루어질 때 그 성과정도를 반영하는 기술이전료의 크기에 미치는 영향의 방향은 많은 경우 서로 다르다. 즉 기술이전이 성사되도록 하는 데 유리한 변수가 반드시 높은 기술이전료를 받게 하는 것은 아니다. 예를 들어 연구개발기간이 길면 기술이전이 이루어질 확률은 오히려 줄어들지만 일단 기술이전이 이루어질 경우 이전료는 더 크게 된다. 이렇게 두 가지 주요 지표에 있어서 각 변수들이 미치는 영향의 방향이 동일하지 않다는 것은 기술이전 확률이 높은 연구개발사업과 이전될 경우 산업화 성과가 높아 많은 기술이전료를 받을 수 있는 연구개발 사업 가운데 어느 것을 주로 지원할지에 대한 선택문제를 가지게 한다.

둘째, 기업이 연구주체가 될 경우 대학이 연구주체가 될 때에 비해 기술이전이 이루어질 확률도 높고 기술이전료 수입도 큰 것으로 파악되었다. 따라서 적어도 기술을 통한 산업화에 초점을 맞출 경우에는 대학이나 연구소보다는 기업의 기술 개발 사업에 대한 참여도를 높게 할 필요가 있을 것이다. 그러나 이는 어디까지나 기술을 통한 산업화만을 선택 기준으로 할 경우 성립하는 주장이며, 논문발표나 관련 지식 축적, 정책지원, 연구인력 육성 등 기타 많은 성과까지도 감안할 경우에는 이러한 제안이 반드시 설득력을 가지는 것은 아니라 할 것이다. 산업화 외의 공익성에 대해서는 대학이나 연구소의 기여도가 더 클 수도 있다.

셋째, 연구비 규모의 경우 클수록 기술이

전료 수입도 증가시키는 경향이 있으나 기준이전 가능성을 높인다기보다는 주로 기술이전이 이루어질 경우 이전료 수입을 늘리는 방향으로 작용한다. 그러나 그 한계적 효과는 1보다 훨씬 작고, 따라서 기술이전료 수입을 얻는다는 측면에서 볼 때 연구비 지출의 증가가 도움은 되지만 연구비 지출 이상의 기술료 수입증대효과는 기대하기 어렵다.

넷째, 농산업기술, 핵심전략기술, 현장 적용기술 등의 기술유형이나 경영기술, 생산기술, 유통저장기술 등의 보다 세분화된 기술유형별로 연구사업을 분류할 경우 이러한 사업유형특성이 어느 정도는 기술이전 여부에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 기술유형이 이전되는 기술들 간의 기술이전료 차이에 미치는 영향은 통계적 의미가 거의 없는 수준이다.

이상 이 연구가 발견한 내용은 앞으로의 농림기술개발사업의 관리방향을 정하는 데 있어 나름대로의 시사점을 제공한다고 볼 수 있다. 예를 들어 산업화 진행률을 높이 고자 한다면 연구를 성공적으로 수행한 경험이 많은 연구소나 기업의 연구팀에게 주로 연구를 의뢰하고, 너무 긴 연구기간을 부여할 필요는 없다는 등의 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 아울러 특히 성공적으로 수행된 연구개발사업의 산업화 성과를 반영하는 기술이전료를 늘리고 싶다면 연구사업당 연구비 액수를 늘려주는 것이 필요하다는 등의 시사점도 도출할 수 있다.

농림기술개발사업의 목적이 응용 기술을

개발하여 영농현장 및 농관련산업에 있어서의 활용도를 얻는데 있다면 기술이전이나 산업화는 가장 중요하게 평가되어야 할 항목임에 틀림없다. 그러나 본고는 자료의 미비로 인해 산업화의 편익자체보다는 기술이전 여부나 기술이전료 수입 등에 국한된 분석을 할 수밖에 없었던 한계를 가진다. 또한 본고는 기초지식이나 연구기반의 축적, 연구인력의 육성 등 산업화 외의 그 밖의 많은 지표들도 연구사업의 성과를 나타낼 수 있다는 점도 간과하고 있으므로 이 연구의 결과는 이러한 한계하에서 해석되어야 하며, 이들 문제점들을 보완하는 연구가 추후 진행될 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 권오상, 강혜정. 2006. “농외소득활동 참여 여부와 농외소득에 영향을 미치는 요인 분석.” 『농업경제연구』 47(1): 89-114.
- 권오상, 한귀덕. 2006. “농림기술개발사업의 산업화 여부와 산업화 유형에 관한 분석.” 『농업경제연구』 47(3): 75-94.
- 장진규. 2004. 『농림기술개발사업 10년의 성과와 발전 방향』. 과학기술정책연구원.
- 한국과학기술기획평가원. 2005. 『2005년도 R&D 예산현황』.
- 한귀덕. 2006. “농림부문 R&D 기술의 산업화 촉진을 위한 요인 분석: 농림기술개발사업을 중심으로.” 서울대학교 경제학 석사학위논문.
- Efron, B. and R.J. Tibshirani. 1993. *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman and Hall.
- Bliard, N. and J. Blaylock. 1993. “Distinguishing between Market Participation and Infrequency of Purchase Models of Butter Demand.” *American Journal of Agricultural Economics* 75: 314-320.
- Blundell, R. and C. Meghir. 1987. “Bivariate Alternatives to the Tobit Model.” *Journal of Econometrics* 34: 179-200.
- Cragg, J.G. 1971, “Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods.” *Econometrica* 39: 829-844.
- Deaton, A. and M. Irish. 1984. “Statistical Models for Zero Expenditures in Household Budgets.” *Journal of Public Economics* 23: 59-80.
- Heckman, J.J. 1974. “Shadow Prices, Market Wages, and Labor Supply.” *Econometrica* 42: 679-694.
- . 1979. “Sample Selection as a Specification Error.” *Econometrica* 47: 153-161.
- Jones, A.M. 1992. “A Note on Computation of the Double-Hurdle Model with Dependence with an Application to Tobacco Expenditure.” *Bulletin of Economic Research* 44: 67-74.
- Jones, A.M. and S.T. Yen. 2000. “A Box-Cox Double Hurdle Model.” *The Manchester School* 68: 203-221.
- Krinsky, I. and A. Robb. 1986. “On Approximating the Statistical Properties of Elasticities.” *Review of Economics and Statistics* 68: 715-719.
- Kimhi, A. 1999. “Double-hurdle and Purchase-infrequency Demand Analysis: A Feasible Integrated Approach.” *European Journal of Agricultural Economics*

- 26: 425-442.
- Train, K.E. 2003. *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press.
- Wooldridge, J.M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press.
- Yen, S.T. and A.M. Jones. 1997. "Household Consumption of Cheese: An Inverse Hyperbolic Sine Double-hurdle Model with Dependent Errors." *American Journal of Agricultural Economics* 79: 246-251.

■ 원고 접수일 : 2006년 7월 10일 원고 심사일 : 2006년 7월 19일 심사 완료일 : 2006년 9월 22일
--