
농업 R&D투자의 형평성 분석: 농가단위 효율성에 미치는 영향의 소득계층별 차이를 중심으로

김재경*

<목 차>

- I. 서론
- II. 분석방법
- III. 자료구축
- IV. 추정결과
- V. 결론

국문초록 : 공공의 영역에서 공공의 이익과 관련된 정책이나 사안에 대한 사회적 차원의 접근에 있어서 '효율성'과 함께 '형평성'은 반드시 고려해야 할 양대 축이라 할 수 있을 것이다. 이러한 맥락에서 본 연구는 공공 R&D 투자사업 중 하나인 농업 R&D 투자에 대한 형평성 측면에서의 평가의 일환으로서, 과연 농업 R&D 투자로 인해 창출된 혜택이 농가의 소득계층 별로 균등하게 분배되고 있는지, 특히 농가의 경영 효율성에 고르게 영향을 미치고 있는지를 확인하기 위한 분석을 시도하였다.

분석결과 표면적으로는 공공재원이 투자된 농업 R&D의 혜택은 비교적 고르게 배분되고 있으며, 그 중에서도 하위 30~40%가 상대적으로 많은 편익을 누리고 있는 것으로 나타났다. 그러나 농가마다 이질적인 지식 흡수·활용능력을 통제하였을 경우, 그 혜택이 상대적으로 저소득층 농가에 비해 고소득층 농가에 집중되는 경향이 발견되었다. 이는 형평성 차원에서 농업 R&D투자는 매우 역진(逆進)적인 '보조금'으로서 기능을 하고 있음을 의미하게 된다. 그러나 이러한 농업 R&D 투자의 역진성은 농가들이 지닌 기술적 '필요(needs)'의 이질성에 기

* 아주대학교 경제학과 시간강사 (fisherkjk@paran.com)

인한 것일 수도 있음을 확인할 수 있었는데, 전통적인 관행농업 중심의 저소득층 농가들에 비해 지식영농을 지향하는 고소득층 농가들이 농업 R&D의 결과에 대한 수요가 높아 자연스럽게 혜택도 역시 집중된 것으로 보인다.

주제어 : 농업 R&D 투자, 농가단위 효율성, 편의조정 자료포락분석, 패널자료 기반 분위회귀분석

The Heterogeneous Impacts of Agricultural R&D on Farm Efficiencies by Farm Income levels

Jae-Kyung Kim

Abstract : The projects of agricultural R&D investments have been evaluated largely on the basis of efficiency better than equity although both criteria are equally critical in that major fund source of agricultural R&D investments is public budget. In this study, I focus on equity aspects by identifying the heterogeneous impacts of public knowledge created by R&D on farm efficiencies by farm income levels using *bias-corrected DEA* and *quantile regression with panel data*.

The findings indicate that entire farms haven't been likely to be benefited evenly from public knowledge stock created by agricultural R&D, in particular high income farms can have enjoyed relatively more benefits of its in terms of efficiency gain. Those can imply agricultural R&D have functioned in the way analogue to digressive subsidies. In addition, the heterogeneous technological needs different among income level farms turns out to be main underlying factors affecting such the skewed benefit distribution of agricultural R&D over different income level farms.

Key Words : Agricultural R&D Investment, Farm efficiency, Bias-corrected DEA, Quantile Regression with Panel data.

I. 서론

일반적으로 산업을 유사성을 지닌 기업들의 집합이라고 한다면, 이에 대응해서 농업은 이를 구성하고 있는 농업경영체¹⁾의 집합이라 할 수 있다. 물론 이러한 농업경영체 중에는 일반적인 용어로서의 '기업'에 해당하는 농업회사 등도 포함되어 있는 것이 사실이지만, 그 절대 다수가 일반 경제학에서는 생산보다는 소비주체로서 취급하는 '가구(household)' 곧 농가라는 점에서 농업은 일반의 산업과는 다른 특이성(特異性)을 지니고 있다고 할 수 있다. 이로 인해, 물론 예외는 있지만, 기업의 전략적인 행위(conduct)로서의 R&D를 농가라는 가구 단위에서 실행하는 것은 현실적으로 한계가 있는 관계로, 산업으로서의 농업은 주로 공공 R&D에 대한 의존도가 높은 것이 사실이다.

한편 농업부문의 공공 R&D에 대한 투자는 이를 통해 창출되는 농업 신기술이 지닌 공공재적 성격으로 인해 공공부문의 공적재원에 의존적일 수밖에 없는 것이 현실이다(박정근 2007). 이때 공적재원은 말 그대로 공공(公共)의 것임으로, 이를 농업 R&D이라는 특정 영역에 투자할 경우 그 성과가 궁극적으로 국민 전체 내지는 적어도 농가 전반의 소득수준 향상 및 복지증진에 기여할 수 있다는 것이 전제되어야 그 정당성을 확보할 수 있게 된다.²⁾ 이와 같이 농업 R&D 투자가 지닌 공공성으로 인해, 형평성 차원에서 농업 R&D 투자가 사회 전반 내지는 적어도 농촌사회에 어떠한 기여를 하고 있는가에 대한 질문은 어쩌면 자연스러운 것일 수 있다. 그러나 이러한 자연스러운 질문에 대해 농업 R&D에 대한 국내에서의 논의는 주로 효율성 차원에서의 평가에 맞추어져 있어,³⁾ 명쾌한 답변을 내놓지 못하고 있는 것이 사실이다. 물론 정책적 관점에서 공공재원 투자의 효율성은 재원 배분에 있어서 가장 중요한 기준인 동시에, 이를 정당화해 주는 가장 효과적인 근거가 된다는 점에서 정책적·학술적 연구의 관심의 주된 대상이 될 수밖에 없음은 부인할 수 없다. 그러나 재원의 출처가 사적인 것이 아닌 공공(公共)의 것이라면, 다분히 투자의 혜택이 과연 공공(公共)의 이익에 맞게 활용되고 있는지, 특히 특정 계층

1) 농업경영체는 농업·농촌 및 식품산업 기본법 제3조에 따라 영농조합법인, 농업회사법인 등의 농업법인과 1인 이상의 농업인으로 구성된 가구 곧 '농가'를 지칭하는 표현이다.

2) 과학기술기본법 제1조 및 농림수산물과학기술 육성법 제1조 등 참조.

3) 국내 농업 R&D 투자에 대한 경제적 성과(또는 효과)분석관련 연구는 김은순(1986)을 시작으로 서동균(1987)이나 최민호 외.(1995), 노재선 외.(2004)나 서동균(2006) 등 다수가 존재하며, 일관되게 국내 농업 R&D(또는 기술보급 투자)이 효율성 측면에서 효과가 크다는 점을 지적하고 있다. 한편 이러한 농업 R&D투자뿐만 아니라 국가 수준의 R&D투자 등도 효율성 측면에서 효과가 크다는 점들도 그 동안 빈번하게 지적되어 왔다(박수동 외., 2003, 김영훈 외., 2011 등).

이나 이익집단에게 그 혜택이 편중되지 않고 공정하게 분배되고 있는지 등 ‘형평성’ 측면에서의 평가 역시 사회 정의적 차원에서라도 확인이 요구되는 사항이라 할 수 있다.

이러한 농업 R&D 투자의 형평성과 관련된 논의는 이미 국제적으로는 어느 정도 진전되어 온 것이 사실이다. 특히 공공재원을 활용한 농업 R&D의 성과는 개별 농가들의 역량이 불균등함으로 인해 경쟁력 있는 농가들에게만 혜택이 집중될 수 있어, 결국 농가 간 소득 불균등을 심화시킬 수 있다는 우려가 일각에서 제기되어 왔다. 이러한 우려는 1960-70년대 신품종 개발에 의해 촉발된 ‘녹색혁명(Green Revolution)’ 이후, 그 성과가 농촌의 소득분배 상태에 오히려 악영향을 미쳤을 수 있다는 주장들과 함께 본격적으로 제기되었으며, 이후 농업 R&D와 관련된 하나의 국제적인 이슈로서 다루어지게 되었다.⁴⁾ 반면 국내에서의 이와 관련된 논의는 김재경·김한호(2011)을 제외하고는 거의 전무한 실정이다.⁵⁾ 김재경·김한호(2011)은 농업R&D 투자가 Gini계수로 표현된 농가의 소득분배 상태에 어떠한 영향을 주는지를 분석하였는데, 농업 지식소득이 1%씩 증가 시, Gini계수가 약 8%정도 낮아짐을 보임으로서, 농업 R&D 투자가 농가의 소득불균형 해소에도 기여할 수 있음을 역설한 바 있다. 그러나 이들 연구는 농가의 소득분포 상태를 Gini계수라는 1차원적 지수로 환원하여 분석함으로써, 보다 미시적으로 가령 소득계층별로 R&D 투자의 효과를 파악하여, 보다 풍성한 정보를 제공하는 것에는 한계를 보였다.

-
- 4) ‘녹색혁명(Green Revolution)’의 성과가 오히려 농가 소득 불균등도를 높였다는 주장과, 생산성 향상 및 고용기회 확대, 농업과 비농업 전반에 걸친 임금 상승 등으로 소규모 농가들에게 혜택이 돌아가서 농가 전반의 소득 불균등도가 완화됐다는 주장이 대립하였다(IFPRI 2001). Griffin(1972, 1979), Frankel(1976)은 개도국에서 녹색혁명 시기 농업 R&D 투자로 인해 생성된 신기술의 혜택이 주로 경제적으로 부유한 농가들에게 집중되어, 결국 소득, 자산 및 권력의 분포가 보다 편중(skewed)되는데 기여했다고 주장하기도 하였다. 이에 반하여 Berry *et al.*(1979)등은 이에 대한 반론으로 녹색혁명 초기에는 부유한 농가들에 혜택이 집중되지만, 이후 시차를 두고 중산 또는 빈곤층 농가들에게까지 파급되어 궁극적으로는 소득분포가 균등해지는데 기여한다고 주장하였다. 이밖에도 농업 R&D의 소득분포에 대한 효과는 생산자와 소비자 간에(Akino *et al.* 1975, Edwards *et al.*1981), 소비자 및 생산자 내 소득별 그룹들 간에(Scobie *et al.* 1978, Hayami *et al.* 1977), 그리고 지역별 생산자들 간에(Flores-Moya *et al.* 1978, Alston *et al.* 1988) 존재하는 농업 R&D 성과의 분배적 문제들을 다루는 연구들이 수행되어 왔다. 특히 최근에는 여러 정상회의에서 주된 의제로 상정된 이후 국제적인 관심이 증폭된 ‘빈곤해소(poverty alleviation)’가 강조되면서 특히 빈곤층에 미치는 R&D의 혜택과 소득재분배에 관한 연구들(Byerlee 2000, Hazell 2003, Bellon *et al.* 2005)이 수행되고 있다(김재경·김한호, 2011)
- 5) 농업R&D 이외의 공공R&D의 다양한 효과에 대한 연구로는 조현대 외.(2009), 옥주영 외.(2009), 송종국 외.(2009) 등이 있지만, 이러한 R&D의 혜택이 얼마나 형평성 있게 배분되는지에 대한 평가를 목적으로 하는 연구는 농업R&D 커니와 이외의 다른 공공R&D에 대해서 찾기 어려운 것이 현실이다.

본 연구는 농업 R&D 투자의 형평성 측면에서의 평가의 일환으로서, 과연 농업 R&D 투자로 인해 창출된 공공지식의 혜택이 고르게 돌아가고 있는지, 그 중에서도 특히 농가 단위에서의 소득창출 행위와 관련한 경영 효율성에 미치는 영향정도가 농가의 소득계층 별로 균등하게 돌아가고 있는지를 평가해 보고자 한다. 만일 영향정도가 특정 소득계층, 가령 고소득층 농가나 또는 저소득층 농가에 집중될 경우 소득분포에도 영향을 줄 수 있기 때문에 농업 R&D 투자의 형평성을 보다 직접적으로 평가하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 또한 더 나아가 농업 연구에 대한 형평성 차원에서의 국내연구가 거의 전무한 상태에서 농업 R&D 투자를 보다 다원적·입체적으로 확인해 보는 한편, 향후 R&D 정책의 목표설정과 관련하여 주요한 시사점을 제공해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

이를 위해 본 연구에서는 우선적으로 농가단위에서의 소득창출 행위와 관련된 경영 효율성을 정의하고 이를 측정하는 방법을 검토해 보고자 한다. 특히 Morrison *et al.* (2004)나 Chavas *et al.* (2005)이 제시한 바와 같이 농업경영체로서의 농가의 소득창출 행위와 관련하여 기존 연구에서 보편적으로 활용되는 농업소득 창출활동과 함께 농외소득 활동까지 포함할 수 있는 이론적인 기반을 바탕으로 경영 효율성을 정의하였다. 이 효율성을 추정함에 있어 Dong *et al.*(2004)에 의해 제안된 평활 부트스트래핑(smoothed bootstrapping) 프로시저 기반 자료포락분석(DEA)을 적용, 잠재적인 편의(bias)를 조정하여 신뢰성을 높이는 작업을 시도하였다. 이와 함께 이렇게 추정된 경영효율성에 농업 R&D 투자가 영향을 미치는지 특히 소득계층에 따라 그 영향이 달라지는지를 분위 회귀 분석(Quantile regression)의 한계효과를 통해서 확인하되, 이때 농가의 경영능력 등과 같이 관측이 불가능한 농가 특정한 요소로 인한 자칫 발생할 수 있는 내생성 문제를 해결하기 위해 Chen *et al.*(2008)과 Gamper-Rabindran *et al.*(2009)이 제안한 패널자료에 기반 한 분위 회귀분석(quantile regression with panel data)기법을 적용하였다.

II. 분석방법

1. 농업 R&D 투자와 농가소득과의 관계

본 연구의 궁극적인 목적은 농업 R&D 투자로 인해 창출된 성과의 혜택이 과연 농가들에게 특히 농가소득 수준에 따라 균등하게 배분되고 있는지를 확인하고자 하는 것으

로서, 이를 위해서는 우선적으로 농업 R&D의 성과 즉 지식·기술스톡과 농가소득과의 관계 그리고 이를 연결해주는 농가의 경영 효율성에 대해 검토해 볼 필요가 있다.

그 동안 농가를 대상으로 효율성(efficiency)을 측정·분석하는 연구들은 대부분 작목 재배나 축산 등 주로 특정 또는 전반적인 ‘농업활동’을 중심으로 이루어져왔던 것이 사실이다. 그러나 ‘기업’에 대응되는 ‘농업경영체’로서의 농가는 이러한 농업활동과 함께 농외활동을 통해서도 소득을 창출하게 되며, 이러한 농외활동 역시 농가의 후생증진에 유의미하게 기여하고 있어, 농가 후생이라는 측면에서는 오히려 농외활동도 함께 포함하여 분석하는 것이 더욱 의미가 있을 수 있다. 이 뿐만 아니라 농업 및 농외활동의 기저에 존재하는 기술 간 상호 결합성, 노동시장의 경직성이나 불완전성 등으로 인해 농업활동에 대한 효율성 분석으로는 농가가 효율적으로 운영·관리되고 있는지를 파악하는데 한계가 있을 수밖에 없으며(Morrison *et al.*, 2004, Chavas *et al.*, 2005),⁶⁾ 이로 인해 ‘활동(activity)’보다 ‘가구(household)’ 수준에서의 효율성을 측정하는 것이 보다 적절할 수 있다. 본 연구는 이러한 점들을 고려하여, 농업R&D 투자의 혜택을 단지 농업활동의 효율성내지는 생산성에 대한 기여정도로 보기보다, 농가가 소득을 창출하기 위해서 수행하는 전체적인 활동을 보다 효율적으로 수행하는데 도움을 준 정도로 간주하고자 한다.

우선 t 시점에 농가 i 가 보유하고 있는 $(d+g)$ 개의 투입요소를 투입하여 농가소득 Y_{it} 을 창출하는 상황을 상정해 보자. 여기서 d 개의 투입요소 벡터 v_{it} 는 농가가 투입수준을

6) Singh *et al.* (1986)은 경쟁적인 재화 및 노동시장에서 가족노동과 고용노동(wage labor)이 완전 대체관계에 있을 경우, 노동 배분을 포함한 농업 의사결정(farm decisions)은 농가의 다른 활동과 관련된 의사결정과 분리될 수 있음을 보인 바 있으며 이는 농업 활동만을 따로 분리해서 효율성을 분석하는 것을 정당화해 주는 근거로 활용되어 왔다. 그러나 실제로는 농업 의사결정과 이외의 농가가 수행하는 활동들의 의사결정 간의 분리가능성은 항상 성립하는 것은 아니다. 특히 Chavas *et al.* (2005)는 단지 농업활동에 한정된 효율성 분석은 다음과 같은 이유로 인해 한계를 지닐 수밖에 없음을 보였다. 우선 노동시장에 경직성이 있거나 불완전경쟁상태에 있는 경우 농업활동만을 대상으로 한 효율성 분석은 농업활동과 농외활동 간의 노동을 배분과정에서 발생할 수 있는 비효율성을 간과할 수밖에 없다는 문제를 지니고 있다. 또한 농외활동의 바탕이 되는 기술이 농업활동과 연계될 수 있는 가능성이 있어, 농업 및 농외활동들이 개별적 기술을 바탕으로 하기보다 상호 결합된 기술(joint technology)에 의존한다고 보는 것이 타당할 수 있지만, 단편적인 농업활동 대상 효율성 분석은 이러한 결합기술을 반영하지 못한다는 한계를 지니고 있다. 그리고 이와 함께 대부시장에서 신용할당 등과 같은 불완전 경쟁적 요소가 존재할 경우, 농외활동 참여여부는 농업에 대한 투입에 영향을 줄 수 있는 소지가 있는 바, 배분 효율성(allocative efficiency)에 영향을 줄 수 있게 되며, 이 또한 농업활동만을 대상으로 한 효율성 분석은 담아낼 수 없는 것이라 할 수 있다. 결국 이 같은 점들은 농업활동과 농외소득창출활동 간에 존재하는 유의미한 상호 연관관계를 고려한 농업 및 농외활동을 아우르는 농가 단위에서의 효율성 분석이 요구되게 됨을 시사한다.

제어할 수 있는 요소들인 반면, g 개의 투입요소 벡터 w_{it} 는 소득창출에 영향을 미치지만, 농가가 직접적으로 투입량을 결정할 재량권이 없는 비 임의적(non-discretionary) 투입요소를 나타낸다. 이때 투입요소 w_{it} 의 효과를 기술변화의 한 형태로 특히 Hick 중립적인 기술변화로 간주한다면, 소득 창출함수(또는 생산함수)는 다음과 같이 상정할 수 있게 된다.

$$Y_{it} = h(w_{it})f(v_{it}) \quad (1)$$

이때 Ω 가 가능한 비 임의적인 투입요소 벡터 전체 집합이고, $w_{it} \in \Omega$ 인 모든 벡터 w_{it} 에 대해 $0 < h(w_{it}) \leq 1$ 가 되도록 $h(\cdot)$ 을 설정한다면, 식(1)은 $Y_{it}/h(w_{it}) = f(v_{it})$ 가 되며, 이때 다시 $f(v_{it}) = Y_{it}^*$ 로 나타낸다면, $w_{it} \in \Omega$ 에 대해 $Y_{it} \leq Y_{it}^*$ 가 성립되게 되며, 등호는 $h(w_{it}) = 1$ 인 경우에 성립하게 된다.⁷⁾ 이로 인해 함수 $f(v_{it})$ 는 생산경계를 나타내는 생산함수(frontier production function), 그리고 (Y_{it}^*, v_{it}) 조합은 이러한 생산경계상의 한 지점이라 할 수 있게 된다.⁸⁾ 여기서 공공 농업R&D 투자로 형성된 지식·기술스톡은 비록 직접적으로 생산(소득창출)에 투입되는 요소는 아니지만, 농가 소득창출활동과 관련된 경영 효율성을 결정하게 되는 중요한 요인인 동시에 결국 농가소득 결정요인의 하나라 할 수 있다. 다시 말해 농업R&D 투자로 형성된 지식·기술스톡에서 농가 i 가 흡수, 활용 가능한 부분을 K_{it} 라 한다면, 식(1)은 다음과 같이 표현할 수 있게 된다.

$$Y_{it} = h(K_{it}, w_{it}^{-k})f(v_{it}) \quad (2)$$

여기서 w_{it}^{-k} 는 지식·기술스톡을 제외한 비 임의적인 투입요소들(벡터)을 의미한다. 이로 인해 결국 식(2)을 통해 본 연구의 궁극적인 목적인 농업 R&D 투자로 인해 창출된

7) Ray(1988)는 이러한 y_i^* 를 비 임의적 투입요소 벡터(w_i) 중에 농가 i 에게 가장 유리한 구성(構成)으로 공급되었을 때, 임의적 투입요소 벡터 v_i 로부터 생산가능 최대 산출량으로 해석 가능함을 보인바 있다.

8) 기술적으로 효율적인 투입-산출 조합으로 해석 가능하게 되기 때문에 이는 결국 자료포락분석(DEA)와 같이 생산경계로부터의 거리(distance)로서 기술적 효율성을 표현하는 기법에서 산정된 효율성이 사실상 $h(w_{it})$ 과 동치임을 보여주는 것이라 할 수 있다.

혜택이 농가 소득수준별로 균등분배를 확인하기 위해서는 우선적으로 농가의 소득창출과 관련된 경영 효율성을 측정해야 함을 알 수 있다.

2. 농가단위의 효율성 측정

농가단위에서 농가의 전체적인 소득창출 활동을 아우르는 효율성 측정은 다음과 같은 이론적 배경에 기반하게 된다. 우선 농가가 n 개 존재하며, 각 농가는 m_i 명($i=1, \dots, n$)의 구성원으로 구성되어 있다고 하자.⁹⁾ 이 중 i 번째 농가의 구성원 m_i 명은 특정기간 동안 의사결정을 통해 노동이나 자본 등의 부존자원을 적절히 배분하여 생산을 하고, 이를 소비로 연결하게 된다. 이러한 농가의 의사결정은 다음과 같은 제약조건 하에서 가구효용함수를 극대화하는 최적화문제를 해결함으로써 이루어진다고 할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{(vi, F, H, L, A^{Ag}, A^{nAg}, Y^{Ag}, Y^{nAg}, z, l)} U(z, l) & (3) \\ & \text{s.t. } l_j + F_j + L_j = T \quad (j=1, \dots, m_i) ; A^{Ag} \cup A^{nAg} \subseteq A_0 ; \\ & qz \leq pY^{Ag} - rvi - wH + Y^{nAg} ; (vi, F, H, L, A^{Ag}, A^{nAg}, Y^{Ag}, Y^{nAg}) \in \Psi \end{aligned}$$

여기서 z 는 복합소비재를, $l(= (l_1, \dots, l_{m_i}))$ 로서 가구 구성원 m_i 명의 여가시간 향유 정도를 나타내는 벡터이며, 가구 구성원이 전체적으로 복합소비재(z)와 여가시간 l 을 소비함으로 얻게 되는 효용수준은 $U(z, l)$ ¹⁰⁾가 된다. 한편 $F(= (F_1, \dots, F_{m_i}))$ 은 가족구성원의 농업활동에 투입된 (노동)시간을 나타내는 벡터, $L(= (L_1, \dots, L_{m_i}))$ 은 농외활동에 투입된 (노동)시간벡터를 각각 의미한다. 가족 구성원의 활용 가능한 전체시간 T 로 한정되어 있고, 이러한 한정된 시간 제약 하에서 여가활동(l)과 농업활동(F) 농외활동(L)사이에 각기 시간배분을 하게 된다. A^{Ag}, A^{nAg} 는 노동을 제외한 농가 전체의 부존자산 집합 A_0 에서 농업활동과 농외활동에 활용된 부분이며, H 는 고용된 노동을, vi 는 비료나 농약 등

9) 논의를 간결하게 전달하기 위해 농가를 나타내는 첨자 i 와 시점을 나타내는 첨자 t 는 생략한다.

10) 가구효용함수 $U(z, l)$ 는 $(z, l) \geq 0$ 에서 정의되며, 정의역에서 불포화(non-satiation) 및 준오목성(quasi-concavity)을 지닌 것으로 가정한다. 이 가구의 효용함수는 농가의 구성원들이 협조적 교섭을 통해 의사결정을 하게 됨을 전제한 것으로서, 각 구성원의 상대적인 교섭능력(bargaining power)의 크기를 일종의 가중치로 사용하여 구성원 전체의 선호를 통합한 일종의 사회후생함수(social utility function)라 할 수 있다.

과 같이 노동을 제외한 (가변)투입요소를 의미한다. 이러한 투입요소들 중 농업노동(F)와 고용노동(H), 농업 부존자산(A^{Ag}) 및 가변 투입요소(vi)를 투입하여 농산물(Y^{Ag})을 생산하는 동시에 농외노동(L)과 농외 부존자산(A^{nAg})을 투입 농외소득(Y^{nAg})을 창출하게 된다. 이러한 창출의 기저에 있는 기술은 생산가능 집합 Ψ ¹¹⁾으로 표현할 수 있다. 또한 경쟁시장에서 형성된 투입요소 가격벡터(q, p, r, w)¹²⁾에 대해, 농가의 총지출(qz)은 농산물 수입(pY^{Ag})에서 농업생산비($rvi + wH$)를 제외한 농업소득과 농외소득(Y^{nAg})을 합한 농가(순)소득($Y = pY^{Ag} - rvi - wH + Y^{nAg}$)을 초과 할 수 없다는 예산 제약조건이 부여되게 된다. 그리고 궁극적으로 생산과 소비, 노동 배분과 관련된 의사결정은 농가의 경영주와 함께 농가를 구성하고 있는 구성원 전체에 의해 이루어지게 되며, 이때 이러한 의사결정들이 구성원들 간의 협조적 교섭(cooperative bargaining)을 통해 이루어진다고 상정할 수 있다.

이상과 같은 농가의 최적화문제에 대해 Chavas *et al.*(2005)은 $U(z, l)$ 이 불포화(non-satiation)되어 있고, 예산제약이 충족하게 된다면 식(3)의 최적화 문제는 이윤(농가(순) 소득)의 극대화문제와 이를 기반으로 한 효용극대화 문제¹³⁾로 분리할 수 있음을 보인 바 있다. 이 중 전자의 문제는 다음과 같아지게 된다.

$$\begin{aligned} \pi(p, r, w, T-l, A_0) = & \text{Max}_{(vi, F, H, L, A^{Ag}, A^{nAg}, Y^{Ag}, Y^{nAg})} \\ & \{py^{Ag} - rvi - wH + y^{nAg} : (vi, F, H, L, A^{Ag}, A^{nAg}; Y^{Ag}, Y^{nAg}) \in \Psi \\ & ; F_j + L_j = T - l_j \quad (j = 1, \dots, m_i)\} \end{aligned} \quad (4)$$

결국 식(4)는 소비의 주체로서 ‘가구’의 하나인 농가가 생산의 주체인 기업과 같이 주어진 기술을 바탕으로 이윤 곧 농가소득을 극대화하는 행위를 하게 됨을 의미하게 되며, 이 행위의 기저에는 주어진 투입요소들을 통해 이끌어 낼 수 있는 최대 산출을 표현한 기술(생산가능 집합 Ψ)에 대한 고려가 이루어지게 됨을 보여주고 있다. 이 기술은 농가

11) 생산가능 집합 Ψ 은 투입요소(벡터) $(vi, F, H, L, A^{Ag}, A^{nAg})$ 을 투입하여 생산가능한 산출물(벡터) (Y^{Ag}, Y^{nAg}) 의 집합을 의미한다.

12) 각각 q 는 소비재 z 의 시장가격, p 은 농산물(Y^{Ag})의 시장가격 벡터, r 은 가변 투입요소 vi 의 가격벡터, w 은 고용노동(H)의 임금수준을 의미한다.

13) 효용극대화 문제는 첫 단계인 식(4)의 이윤극대화를 최적화한 후 다음단계로서 (z, l) 에 대응하여 $\max_{z, l} U(z, l)$ s.t. $qz \leq Y^*(p, r, w, T-l, A_0)$ 의 문제를 푸는 것으로서, 여기서 Y^* 는 주어진 외생적 조건에 대해 농가가 이끌어 낼 수 있는 최적의 이윤 곧 농가소득을 의미한다.

단위에서의 노동배분 및 소득창출의 차원에서 농업활동과 함께 농외활동을 포함하여 결합한 기술로서, 농가단위에서 생산 효율성을 정의하는 바탕을 이루게 된다.

식(1)~식(2)와의 표기법의 일관성을 위해, 농가 i 가 t 시점에 임의적으로 선택할 수 있는 투입요소 벡터를 $v_{it} = (v_{it}, F_{it}, H_{it}, L_{it}, A_{it}^{Ag}, A_{it}^{nAg})$ 라 한다면,¹⁴⁾ 해당 농가의 (산출물 중심(output oriented)) 경영 효율성(ω_{it})은 다음과 같이 정의되게 된다.

$$h_{it} = \min_{\theta} \{ \theta : (v_i, F, H, L, A^{Ag}, A^{nAg}; Y/\theta) \in \Psi, \theta > 0 \} \quad (5)$$

이를 다시 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 위해 선형계획법을 적용해서 풀 수 있도록 전환하게 되면, .

$$h_{it} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad \text{s.t.} \quad Y_{it}/\theta_{it} \leq Y\lambda; \quad v_{it}/\theta_{it} \leq v\lambda; \quad \lambda \geq 0; \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (6)$$

이 된다. 이와 같이 정의된 효율성은 일반적으로 $0 \leq h_{it} \leq 1$ 이며, 농가가 생산 경계에서 생산하고 있다면 $h_{it} = 1$ 이 되며, $h_{it} < 1$ 이면 농가가 기술적으로 비효율적 생산을 하고 있는 것이 된다.

한편 이와 같이 DEA를 통해 효율성을 산정할 경우, 일반적으로 하나의 추정치로서 지닐 수 있는 통계적 특성이 간과될 수 있다는 점도 고려해야 할 필요가 있다. 사실 DEA는 보통 생산경계로부터의 편차(거리)가 얼마이든 간에 비효율성에 기인한 것으로 간주하고 있는데, 이때 산정과정에서 포함될 수 있는 다양한 유형의 오차를 간과함으로써 DEA를 통해 산정된 추정치에는 편의(bias)가 내포될 가능성이 그 동안 지적되어 왔다. 이러한 지적들을 감안하여 본 연구는 Dong *et al.*(2004)에 의해 제안된 평활 부트스트래핑(smoothed bootstrapping) 프로시저를 적용하여, DEA 추정치에 존재할 수 있는 편의(bias)를 조정하여 보다 신뢰도 높은 효율성을 산출하였다. Dong *et al.*(2004)은 Simar *et al.*(2000)에서 제안한 DEA 추정치에 대한 부트스트래핑 프로시저를 발전시켜, DEA 추정치에 대한 6단계 부트스트래핑 프로시저¹⁵⁾을 제안하였으며, 이를 통해 DEA 추정치(\hat{h}_{it})

14) 임의적 투입요소 벡터 $v_{it}(= (v_{it}, F_{it}, H_{it}, L_{it}, A_{it}^{Ag}, A_{it}^{nAg}))$ 에 대해, 식(1)~(2)의 함수 $f(\cdot)$ 는 기술 집합 Ψ 의 외연(外緣)을 표현하는 함수라 할 수 있다.

15) 평활 부트스트래핑 프로시저에 대한 보다 자세한 사항은 Dong *et al.*(2004)을 참고하기 바란다.

의 반복횟수(B)을 통해 산정된 편의($\widehat{bias}_B(\widehat{h}_{it})$)는 다음과 같이 추정되게 된다.

$$\widehat{bias}_B(\widehat{h}_{it}) = B^{-1} \sum_{b=1}^B \widehat{h}_{itb}^* - \widehat{h}_{it} \quad (7)$$

여기서 \widehat{h}_{itb}^* 은 반복횟수(B) 중 b 번째 평활 부트스트래핑을 통해 산출된 효율성 지수를 의미하며, 결국 식(7)과 같이 추정된 편의를 활용하여 원래의 DEA 효율성 추정치(\widehat{h}_{it})의 편의를 조정하면, 다음과 같은 편의가 조정된 DEA추정치(bias-corrected DEA estimator)를 구할 수 있게 된다.¹⁶⁾

$$\widehat{\widehat{h}}_i = \widehat{h}_i - \widehat{bias}_B(\widehat{h}_i) \quad (8)$$

이러한 프로시저의 실제 실행은 Wilson(2005)에 의해 개발된 R 플랫폼(platform)에 기반 한 FEAR 패키지를 활용하였다.

3. 패널자료 기반 분위회귀분석(quantile regression with panel data)

본 연구에서와 같이 농가의 소득계층 별로 R&D 투자 혜택의 이질적 효과를 확인하는데 고전적인 회귀분석보다는 분위 회귀분석(quantile regression)을 적용하는 것이 보다 적절할 수 있다.¹⁷⁾ 그러나 실제로 R&D 성과(기술·지식 스톡)의 이질적 효과를 분위 회

16) 부트스트래핑을 통해 신뢰구간을 추정하고자 한다면, 반복횟수가 최소 1000회 이상 되는 것이 이상적이라고 할 수 있지만, 연구의 목적이 DEA추정치 편의와 표준편차를 산정하는데 있다면 반복횟수가 그보다 작아도 큰 문제가 되지 않는 것으로 알려져 있다(Olson *et al.* 2007). 본 연구에서 부트스트래핑 신뢰구간의 변동가능성(variability)을 충분히 낮추기 위해 반복횟수(B)를 1000회로 설정하였다.

17) 일반적인 OLS등의 회귀분석의 경우, 설명변수로서의 변인들이 종속변수(곧 농가소득)에 미치는 효과(한계효과)는 종속변수(농가소득)의 조건부 분포(conditional distribution)에 대한 평균적으로 미치는 효과로서, 이는 농업 R&D투자의 혜택이 유사한 특성을 지닌 집단 내 모든 구성원에게는 동일한 ‘평균적인’ 효과를 미치고 있음을 의미하는 것이 된다. 이로 인해 만일 종속변수의 조건부 분포의 요인들이 종속변수의 미치는 효과가 각 분위별로 이질적인 경우에는 이러한 ‘평균적’인 효과만을 추정하는 회귀분석으로는 분위 간에 존재하는 차이를 식별할 수 없으며 결국 다양한 계층에 미치게 되는 이질적인 영향을 반영하지 못 하게 된다.

귀분석을 적용하여, 추정할 경우 몇 가지 고려해야할 사항이 있다.

우선 식(2)와 같이 농업R&D의 기술·지식스톡이 농가 효율성에 영향을 미친다면, 농가 효율성을 종속변수로, 농업R&D의 기술·지식스톡을 독립변수로 한 회귀분석모형을 생각해 볼 수 있다. 그러나 농가소득 분포에 따라 기술·지식스톡이 효율성에 어떤 차별적인 영향을 미치는지를 확인하려고 할 경우, 분위 회귀분석은 종속변수 곧 효율성 분포에 따라 분위별로 추정을 하지, 농가소득 분포에 따라 추정하는 것이 아니라는 점에서 분위회귀분석을 직접적으로 적용할 수 없다는 문제점이 존재한다.¹⁸⁾¹⁹⁾

이러한 문제는 다음과 같은 방법을 통해서 해결하고자 하였다. 우선 식(2)에서 $f(v) (= Y^*)$ 는 t 시점의 투입요소 벡터 v_{it} 로부터 창출 가능한 최대소득으로 해석가능하다. 이때 비록 직접적으로 Y_{it}^* 을 추정할 수는 없지만, 앞서 추정된 DEA추정치 특히 편익이 조정된 DEA 추정치(bias-corrected DEA estimator)를 활용할 경우, $\widehat{Y}^* = Y/\widehat{h}$ 로 정의할 수 있게 되며, 이를 식(2)에 적용하면 다음과 같아지게 된다.

$$Y_{it} = h(K_{it}, w_{it}^{-k}) \widehat{Y}_{it}^* \quad (9)$$

이제 식(9)의 양변에 대수(對數: logarithm)을 취하는 한편 이때 $\ln h(K_{it}, w_{it}^{-k})$ 의 함수적 형태를 부여하여, $\ln h(K_{it}, w_{it}^{-k}) = \gamma k_{it} + W_{it} \delta + \alpha_i + \epsilon_{it}$ 로 상정해 보자. 여기서 $k_{it} = \ln K_{it}$ 이며, W_{it} 은 농업R&D로 형성된 기술·지식스톡 이외에 농가 경영 효율성에 영향을 줄 수 있는 변수 벡터를 그리고 ϵ_{it} 는 오차항을 의미한다. 한편 앞서 제시한 변수 및 오차항이 시간에 따라 변동하는 설명요인인데 반해서, α_i 는 농가의 경영 효율성을 결정하는 요인 중 시간에 따라 변동하지 않는 요인(time-invariant factors)을 의미한다. 이제 이러한 설정을 식(9)에 대입하여 정리하게 되면 다음과 같은 식을 얻게 된다.

18) 다시 말해 분위회귀분석의 결과는 효율성 수준차이에 따른 기술·지식스톡의 효과의 차이일 뿐 소득수준 차이로 인한 효과차이로 해석할 수 없게 된다.

19) 물론 분위회귀분석을 포기하고, 전체 표본 농가를 소득수준(분위)에 따라 일정한 범위(range)를 두어 구분한 후 동일한 추정식을 OLS 등으로 추정하는 방법을 고려해 볼 수도 있다. 그러나 이 같은 방법은 분석 대상 농가들을 소득 분위를 기준으로 범위를 구분할 때 그 범위에 해당되는 관측치만을 포함시킴으로써 임의로 표본을 선택하는 결과를 초래하여 결국 심각한 선택편의(selection bias)문제를 유발할 수 있게 된다.

$$y_{it} = \hat{y}_{it}^* + \gamma k_{it} + W_{it}\delta + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (10)$$

여기서 $y_i = \ln Y_i$ 와 $\hat{y}_i^* = \ln Y_i^*$ 이다. 이때 식(10)을 OLS 등 조건부 평균(conditional mean)에 기초한 회귀분석을 적용하여 기술·지식스톡의 효율성에 미치는 한계효과 $\hat{\gamma}$ 을 추정할 경우, 이는 말 그대로 농가소득 분포 상 평균적인 농가에 대한 효과와 관련된 정보만을 얻을 수 있게 된다. 반면 본 연구와 같이 농가소득 분포에 따라 한계효과를 파악하고자 할 경우, 종속변수(농가소득)의 조건부 θ -분위(conditional θ -quantile)에 기초한 분위 회귀분석을 적용하는 것이 보통이다. 일반적인 분위 회귀분석을 식(10)에 적용한 경우 얻게 되는 농가소득 y_{it} 의 조건부 θ -분위수는

$$Q_{\theta}(y_{it}|X_{it}) = \hat{y}_{it}^* + \gamma^{\theta} k_{it} + W_{it}\delta^{\theta} + \alpha_i = X_{it}\beta^{\theta} + \alpha_i \quad (11)$$

이며, 여기서 $X_i = (\hat{y}_i^*, k_{it}, W_{it})$, $\beta^{\theta} = (1, \gamma^{\theta}, \delta^{\theta})$ 로서 각 변수의 θ -분위 한계효과를 의미한다. 그래서 식(11)을 일반적인 분위 회귀분석을 적용하여 각 소득분위 별 한계효과 γ^{θ} 을 추정하게 되면, 앞서 제기된 첫 번째 문제가 해결되게 된다. 그러나 이때 또 하나 주의해야 할 점은 본 연구의 관심사항인 농업 R&D투자로 형성된 기술·지식스톡이 완벽하게 외생적일 수만은 없다는 점이다. 물론 기술·지식스톡 자체는 농가의 의사결정 과정과는 무관하게 외부에서 형성된 것이지만, 이렇게 형성된 기술·지식스톡 그 자체로는 농가의 입장에서는 큰 의미가 없으며, 이를 흡수·활용될 수 있는(또는 흡수·활용된) 스톡만이 의미를 가지게 된다.²⁰⁾ 그리고 외부에서 외생적으로 형성된 지식·기술스톡을 농가가 흡수·활용 등 내부화할 수 있는 정도는 결국 농가마다 이질적인 흡수·활용 능력²¹⁾에 의존적이게 된다. 이때 만일 농가의 기술·지식에 대한 흡수 및 활용능력이 농가

20) 일반적으로 농가가 외부에서 형성된 지식을 내부화하는 통로는 크게는 정규교육이나 기술교육 등을 통해 인적자본에 체화시키는 방법, 다양한 매체(서적이나 또는 농촌 지도사 등)를 통해 직접 흡수하는 방법, 신기술이 적용된 기술·장비나 종자 등과 같은 원재료 등을 채택함으로써 간접적으로 흡수하는 방법 등으로 다양하다. 이로 인해 결국 지식스톡 특히 농가의 소득 창출에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 지식스톡은 외부 곧 농촌진흥청 등과 같은 공공 R&D 기관에서 R&D투자로 형성된 지식스톡 중 농가가 선택적으로 흡수한 일부분으로 보는 것이 적절하다.

21) 농업 신기술 흡수·활용능력은 신기술에 대한 정보 및 기술의 접근 및 습득, 실제 활용하여 궁극적으로는 농가소득 창출로 연결시킬 수 있는 농가의 역량 내지는 능력을 의미한다.

마다 이질적일 경우, 농업 R&D의 성과 및 혜택이 농가에 분배되는 상태도 역시 이질적이게 되게 된다. 문제는 흡수·활용능력이 농가의 효율성에 지대한 영향을 미치는 농가의 경영·관리능력과 밀접하게 연관되어 있으면서도, 두 가지 요인 모두 직접 관측할 수 없는 ‘능력’이라는 점이라 할 수 있다. 이 경우 식(11)을 통해 한계효과를 추정 시, 가령 시간에 대해 불변요인인 α_i 에 농가의 경영·관리능력이 포함되어 있으면서,²²⁾ 이를 관측할 수 없을 경우에는 한계효과 추정치 $\hat{\gamma}^\theta$ 에 편의(bias)를 발생시키는 소위 내생성(endogeneity) 문제가 발생하게 된다.

이러한 내생성 문제는 식(11)을 추정할 수 있는 일반적인 분위 회귀분석 기법으로는 해결할 수 없다. 이로 인해 본 연구는 다음과 같이 Chen *et al.*(2008)과 Gamper-Rabindran *et al.*(2009)등을 통해 제안된 패널자료에 기반한 분위수 회귀분석(quantile regression with panel data) 기법을 활용하고자 한다.²³⁾

우선 가구의 시간 불변요인 α_i 에 다음과 같이 준모수적인 구조를 부여한다.

$$\alpha_i = \phi(X_{it}, X_{it-1}) \quad (12)$$

여기서 $\phi()$ 은 구체적인 함수형태는 정해지지 않았지만, 공변량(X_{it}, X_{it-1})와 시간 불변요인 α_i 의 함수적 관계를 설명해주는 함수²⁴⁾을 나타낸 것이다. 이를 식(11)에 대입하여, t 기와 $t-1$ 기간에 차분을 적용하게 되면,

22) 물론 농가의 경영·관리 능력이 반드시 시간에 불변적일 수는 없다. 다만 단기적으로는 이 능력을 시간에 대해 불변적인 것으로 상정하고자 한다.

23) 현재까지 분위 회귀분석에 패널자료를 적용한 연구로는 Koenker (2004)와 함께 Chen *et al.*(2008) 및 Gamper-Rabindran *et al.*(2009)을 고려해 볼 수 있다. Koenker (2004)은 관측 불가능한 시간불변 요인을 통제할 수 있도록 개별단위(농가)별로 더미변수를 부여하는 고정효과모형(fixed effect model)을 분위 회귀분석 내에 부여하는 기법을 제안하였다. 그러나 본 연구에서와 같이 개별단위인 농가의 수가 2,300여개에 이를 경우에는 이처럼 농가별 더미변수를 활용하는 접근으로는 수렴문제(convergence problems)등으로 인해 현실적으로 활용에 제약이 많은 것도 사실이다. 반면 Chen *et al.*(2008)이 제안하였고 Gamper-Rabindran *et al.*(2009)에 적용된 패널자료에 기반 한 분위수 회귀분석(quantile regression with panel data)은 차분법을 활용하여 Koenker (2004)은 개별 농가별로 더미변수를 부여함으로 인해 발생할 수 있는 문제를 해결함으로써 보다 적용이 용이하다고 할 수 있다.

24) 특히 이와 같은 접근법은 이 함수에 공변량이 2개년치의 자료가 활용됨으로 인해 α_i 가 직접적으로 공변량에 의존하는 것을 허용하지 않는 전형적인 임의효과 모형(random effect model)의 한 형태로 볼 수 있으며, Chamberlain(1982)나 Abrevaya *et al.*(2008)과 같이 α_i 에 모수적인 함수형태를 부여하는 접근법과도 일맥상통하는 것이라 할 수 있다.

$$Q_{\theta}(y_{it}|X_{it}, X_{it-1}) - Q_{\theta}(y_{it-1}|X_{it}, X_{it-1}) = (X_{it} - X_{it-1})\beta^{\theta} \quad (13)$$

가 된다. 여기서 $Q_{\theta}(y_{it}|X_{it}) - Q_{\theta}(y_{it-1}|X_{it-1})$ 로 단순히 차분하여 추정하지 않고, 굳이 식(12)와 같은 준모수적 항을 추가하여 $Q_{\theta}(y_{it}|X_{it}, X_{it-1}) - Q_{\theta}(y_{it-1}|X_{it}, X_{it-1})$ 을 추정하는 이유는 앞서 언급한 바와 같이 분위 회귀분석이 조건부 평균이 아닌 조건부 분위수를 추정하는 특수성에 기인한 것이라 할 수 있다. 전자와 같이 단순히 차분할 경우 오차항 차분 ($\epsilon_{it} - \epsilon_{it-1}$)이 평균적으로 갖는 성질이 분위수에 그대로 적용될 수 없어 한계효과를 식별할 수 없게 되기 때문이다.²⁵⁾ 한편 식(13)과 같은 차분식을 통해 각 분위별로 이질적인 한계효과를 추정하기 위해서 무엇보다도 조건부 분위수 $Q_{\theta}(y_{it}|X_{it}, X_{it-1})$, $Q_{\theta}(y_{it-1}|X_{it}, X_{it-1})$ 을 알아야 한다. 이를 위해서 Chen *et al.*(2008)과 Gamper-Rabindran *et al.*(2009)등이 제안한 바와 같이 다음과 같은 2단계 추정법을 적용하고자 한다. 우선 일반적인 횡단면 자료에 기반한 분위 회귀분석을 시행한다.

$$Q_{\theta}(y_{it}|X_{it}, X_{it-1}) = \phi(X_{it}, X_{it-1}), \quad \tau = t-1, t \quad (14)$$

여기서 $\phi(\cdot)$ 는 2개년도 공변량 자료 모두를 포함시켜 준모수적 형태로 추정식에 구성하게 되며,²⁶⁾ 이를 통해서 분위수 추정치 $\hat{Q}_{\theta}(y_{it}|X_{it}, X_{it-1})$, $\hat{Q}_{\theta}(y_{it-1}|X_{it}, X_{it-1})$ 를 각 연도별로 구하게 된다. 이렇게 산정된 분위수 추정치의 차를 대리변수로 삼아 식(13)과 같이 적용하여, 분위별 한계효과 β^{θ} 을 추정하게 된다.

본 연구는 이와 같은 2단계 추정법에 기반하여, 패널자료를 활용한 분위수 회귀분석을 통해 앞서 언급한 바와 같이 농업R&D 지식·기술스톡이 농가의 소득창출과 관련된 효율성에 미치는 영향을 소득분포에 따른 계층별 한계효과를 통해 파악하고자 하였다.

25) 이에 대한 구체적인 수학적 유도는 Chen *et al.*(2008) 및 Gamper-Rabindran *et al.*(2009)을 참조하기 바란다.

26) 일반적으로 함수형태가 주어지지 않은 함수의 추정은 다항식으로 근사하여 추정하게 된다. 그러나 본 연구는 포함되는 공변량에 속한 변수들의 숫자와 더욱이 이들이 2개년 치가 포함된다는 점을 감안하여, 공변량들을 테일러 전개법을 활용하여 2차 다항식을 구성하여 추정하였다.

Ⅲ. 자료구축

본 연구는 농업 R&D투자로 인한 성과(지식·기술스톡)가 농가 효율성에 미치는 효과를 소득 계층별로 파악하기 위한 것으로서, 크게는 두 단계 과정 즉 농가의 소득창출과 관련된 효율성 측정과정과 측정된 효율성을 식(10)와 같은 형태로 변환하여 농업R&D 지식·기술스톡 등 농가가 그 투입을 제어할 수 없는 비 임의적인 투입변수에 대해 회귀 분석(분위 회귀분석)을 시행하는 과정을 시행하였다. 이로 인해 분석을 위한 변수나 그에 따른 자료도 역시 각 단계별로 구별해서 설정되어야 했다.

1. 농가 경영 효율성 측정을 위한 자료

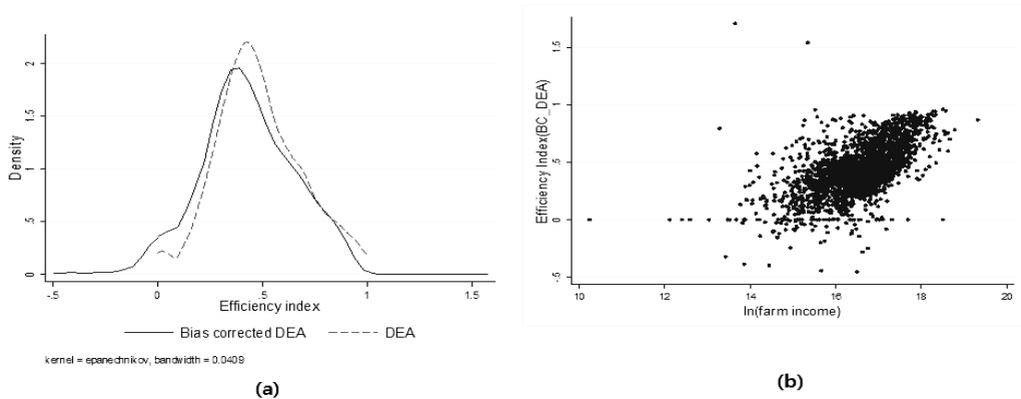
우선 효율성 측정과 관련해서는 다음 <표 1>에 제시한 바와 같이 농가(순)소득을 산출변수로 하고, 가족노동, 고용노동, 부존자산 등을 투입변수로 설정하였다.²⁷⁾ 그리고 <표 1>의 자료를 바탕으로 식(6)과 같은 DEA와 식(7)~(8)에서와 같이 편의를 교정해주는 작업을 시행하였다. <그림 1(a)>는 일반적인 DEA의 결과로 도출된 농가의 효율성 지수와 이에 대한 편의를 조정해 준(Bias corrected) 지수의 분포를 나타낸 것이다(표본 기간 평균). 쉽게 확인 할 수 있는 바와 같이 편의를 조정해 주지 않은 분포의 경우 0과 1에서 좌우로 분포가 절삭되어(truncated) 있으며, 평균도 역시 일정정도 과대 추정되어 있음(곧 편의가 존재함)을 확인할 수 있다.

이로 인해 만일 본 연구와 달리 편의를 조정해 주지 않은 효율성 지수를 활용하여 분석하게 될 경우, 이와 같이 DEA에 내재적인 편의로 인한 오류가 결과에 반영되어 연구의 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있는 소지가 있게 된다. 한편 <그림 1(b)>는 이렇게 추정된 편의를 조정해준 효율성 지수와 농가소득과의 관계를 나타낸 것으로서, 뚜렷한 양의 상관관계가 존재함을 확인할 수 있다.

27) 농가의 소득정보를 포함한 농가단위의 자료는 모두 2003~2007년까지 농가경제조사 자료 5개년 자료를 활용하였다. 농가경제조사 자료는 5년을 단위로 패널 농가를 교체하기 때문에, 자료의 연속성을 확보할 수 있는 최대 연한이 5년이라 할 수 있다(2003~2007년까지 동일 패널이 활용되었으며, 2008년 이후 새로운 패널이 선정되어 조사된다).

<표 1> 농가 DEA효율성 분석에 활용된 투입-산출 자료

구분		항목	내용	
산출		농가(순)소득	농업소득+겸업소득+사업 외 소득	
투입	가변 투입 요소	가족노동	농업전업 종사원 수	
			겸업노동	농업겸업 종사원 수
			농외노동	비농업 종사원 수
	고정 투입 요소	고용노동	농업노동(고용노동)	노무비
		가변투입 요소	재료비	종묘비+비료비+농약비+동물비+사료비+기타재료비
	고정 투입 요소 (부존자산)	경작지	직접 경작지	자가 소유 경작지+임차 경작지
			간접 경작지	대부 경작지
		자본 (부존자산)	부동산	경작지를 제외한 부동산 평가액(연초연말 평균)
			기계기구	기계나 기구 평가액(연초연말 평균)
			자연자산	대식물+대소동물 평가액(연초연말 평균)
금융자산	예금+저축성보험금+계부은 금액+대부금+유가증권			



<그림 1> 농가 효율성 추정결과

2. 분위 회귀분석을 위한 자료

앞서 산정된 경영 효율성 지수는 식(9)에서와 같이 분위 회귀분석에 포함시키기 위해, 농가가 주어진 투입요소 벡터로 창출할 수 있는 최대소득 \widehat{Y}_{it}^* 의 형태로 전환하여 변수로서 포함하게 된다. 한편 앞서 언급한 바와 같이 경영 효율성의 결정요인은 비 임의적 투입요소 곧 농가의 입장에서는 외생적으로 결정되는 요소로 고려되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 외생적인 요인으로서, 가구 구성원 수(의 변동) 및 다양한 종류의 자본투자

를 고려하였다. 또한 전술한 바와 같이 농가는 ‘가구’의 일종으로서, 비록 이를 구성하는 가구의 구성원은 노동인력으로서의 기능은 하지만 기업과는 달리 경제적 상황에 따라 신속적으로 규모를 조정할 수 없는 관계로 적어도²⁸⁾ 농가의 입장에서는 경제적 의사결정과 독립적인 외생적 변화라 할 수 있다. 한편 각종 자본투자의 경우, 금기의 투자행위는 금기의 경제적 성과 및 특히 효율성에 영향을 받을 가능성이 높은 것이 사실이지만, 이전 기간에 이루어진 투자의 경우는 이야기가 달라진다. 다시 말해 이전 기간 이루어진 투자행위는 해당 기간의 효율성과는 상관관계를 가질 수 있지만, 적어도 이미 이루어진 투자는 자본스톡의 한 형태로서 금기에서는 이미 주어진 외생적 조건의 하나가 된다. 이렇게 구성된 경영 효율성의 결정요인으로서 다음과 같은 변수 및 자료를 상정하였다 (<표 2> 참조).

<표 2> 구축된 자료(2003~2007년 평균)

	설명	평균	표준편차
농가소득	농가소득 로그값	16.51	1.09
최대 농가소득	잠재적 최대 농가소득(=농가소득/효율성 지수) 로그값	17.44	0.96
농업 지식스톡	농업 지식스톡 로그값	27.18	0.36
가구원수 변동	연도별 가구원 수의 변동	-0.16	0.54
부동산 투자	부동산 투자액 로그값	9.96	3.92
기계장비 투자	기계장비 투자액 로그값	7.87	3.34
자연자산 투자	자연자산 투자액 로그값	6.85	3.19
무형자산 투자	무형자산 투자액 로그값	1.09	2.29
금융자산 투자	금융자산 투자액 로그값	9.35	3.51
교육 투자	교육지출의 로그값		
전체 농가수		2,332	

이들 변수 중 대부분은 간단한 산식으로 직접 자료²⁹⁾를 통해 산정할 수 있지만, 농업 R&D를 통해 외부에서 형성된 지식스톡의 경우에는 이것이 불가능한 관계로 다음과 같은 김재경·김한호(2011)에서 제안한 방식을 통해 도출하였다.

우선 농가의 소득원을 14개 영역³⁰⁾으로 세분화하였다. 또한 외부 공공 R&D 기관에서

28) 가령 농산물 시장에서 수요가 급등했다고 해서 또는 가격이 폭락했다고 해서 가구원의 수를 줄이거나 늘리는 의사결정을 하지는 않게 된다. 가구원의 수는 출생 및 사망, 결혼, 분가 등 경제적 의사결정과는 독립적으로 결정되기 때문에 농가의 입장에서는 외생적이라 할 수 있다.

29) 역시 농업 지식스톡을 제외한 모든 변수는 2003~2007년까지 5개년 농가경제조사 자료를 활용하였다.

이루어진 R&D 투자를 연구사업의 목적과 성격에 따라 14개 영역에 배분하였는데, 이는 곧 농가의 관점에서 자신의 소득 창출활동 영역을 중심으로 외부 공공 R&D기관에서의 R&D 활동을 분류하는 것이라 할 수 있다.

이를 수식으로 표현한다면, 외부 공공 R&D기관에서 t 시점에 ζ 영역의 소득 창출활동과 관련하여 투자된 재원을 $R_{\zeta t}$ ($\zeta = 1, \dots, 14$)이라고 할 수 있으며, 이때 t 시점에 투자된 전체 재원은 $R_t = \sum_{\zeta=1}^{14} R_{\zeta t}$ 이 된다. 그리고 개별 농가입장에서 t 시점에 ζ 영역의 소득 창출활동에 참여한 경우와 그렇지 않은 경우를 더미변수 $D_{\zeta t}$ (참여시 $D_{\zeta t}=1$, 아닌 경우 $D_{\zeta t}=0$)로 나타낸다면, t 시점에 ζ 영역 소득창출활동에 유용하여 소득창출에 기여할 수 있는 지식스톡 $K_{\zeta t}$ 은 다음과 같이 구성할 수 있게 된다.

$$K_{\zeta t} = D_{\zeta t} R_{\zeta t-1} + (1-\delta) K_{\zeta t-1}$$

여기서 δ 은 지식 진부화율(obsolescence rate)³¹⁾을 의미하며, 이는 특정 농가가 t 시점에 ζ 영역에 소득창출활동에 참가한다면, 기존의 지식스톡 중 진부화되지 않고, 현 시점에도 의미 있는 부분과 $t-1$ 시점에 투자되어 어느 정도 성과로서 발현, 현 시점에 새로운 지식유량으로 지식스톡에 축적되어진 부분이 농가입장에서는 유용한 잠재적 ζ 영역과 관련된 지식스톡이 됨을 의미한다.³²⁾³³⁾ 이때 지식스톡을 구성하기 위해서는 초기연도

30) 세분화는 다음과 같이 이루어졌다. 농작물 재배(미작, 맥류재배, 잡곡재배, 두류재배, 서류재배, 채소재배, 특작재배, 과실재배, 화훼재배, 기타작물재배), 축산경영(대동물, 소동물, 축산물), 농외소득원

31) 농업 지식·기술의 진부화율에 대한 자료가 미비한 관계로 한국과학기술정책연구원(2002) 자료를 활용하였다. 한국과학기술정책연구원(2002)에서는 설문조사를 통해서 과거 2년간 축적된 지식이 진부화되는 기간을 조사하였으며, 본 연구에서는 이렇게 조사된 진부화 기간을 바탕으로 복리법을 이용하여 진부화율을 산정, 농업R&D의 경우 전체 산업 평균인 21%를 적용하였다.

32) 이러한 스톡 추정법은 Terleckyj(1974)가 고안한 잠재적 과급 풀(potential spillover pool)의 개념에서 나온 것이라 할 수 있다. Terleckyj(1974)는 기업이 내부적 혁신활동 이외에 외부의 혁신활동에 의해 형성된 지식들이 결국 잠재적으로는 기업에게 과급될 수 있는 풀(pool)로서의 역할을 하게 되기 때문에, 외부 지식스톡들의 가중평균을 잠재적 과급 풀로 설정하고 그 가중치를 지식 간 유사도로 설정하였다. 이러한 설정에는 외부에 존재하는 지식스톡 전체가 농가에게 특히 소득창출과 관련해서 의미를 지닐 수는 없으며, 보다 유용한 지식과 그렇지 않은 지식이 존재한다는 직관적 고려를 전제로 내포하고 있다. 가령 축산 전업농에게는 현 시점에서 화훼 재배와 관련된 지식이 축산소득 창출에 그다지 유용하지 않다는 점을 고려한다면, 이 같은 설정이 무리한 것은 아닐 것으로 사료된다.

(본 연구의 경우 2004년) 이전에 축적된 지식스톡의 량에 대한 정보가 필요로 하게 되는데, 본 연구에서는 일반적인 실물 자본스톡에 대한 추계에 적용되는 기준연도 접속법을 적용하여 활용하였다. 결국 농가의 전체 지식스톡은 $K_t = \sum_{\xi=1}^{14} K_{t\xi}$ 가 된다.

이러한 농가 지식스톡 추정을 위해서 본 연구에서는 농촌진흥청³⁴⁾의 17개 단위사업에 대한 사업별 R&D 투자액 자료를 활용하였다. 이 중 순수 R&D사업으로 판단되는 것은 작목별, 연구 단계별, 지역별로 12개 단위사업이며, 이를 앞서 언급한 바와 같이 농가의 관점에서 자신의 소득 창출활동 영역을 중심으로 재분류하여 활용하였다(<표 5> 참조).

<표 3> 농가 소득창출원별 농촌진흥청 R&D투자 비중(단위: %)

	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	5개년 평균
농진청R&D 투자액(백만원)	254,730	278,715	304,443	336,083	367,364	308,267
미곡	7.57	7.50	7.47	7.44	7.38	7.47
맥류	6.77	6.72	6.75	6.76	6.76	6.75
잡곡	6.26	6.25	6.26	6.25	6.23	6.25
두류	6.26	6.25	6.26	6.25	6.23	6.25
서류	5.56	5.61	5.76	5.90	5.94	5.75
채소	8.87	8.90	9.08	9.27	9.29	9.08
특작	8.28	8.22	8.13	8.61	8.59	8.37
과실	10.47	10.42	10.36	10.37	10.32	10.39
화훼	6.31	6.36	6.40	6.47	6.52	6.41
기타작물	3.24	3.28	3.34	3.40	3.45	3.34
대동물	9.31	9.37	9.30	9.20	9.43	9.32
소동물	9.31	9.08	8.84	8.57	8.46	8.85
축산물	8.79	9.05	8.96	8.34	7.89	8.61
농외소득	3.00	2.99	3.08	3.17	3.51	3.15
전체	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

33) 또한 이와 같은 설정은 지식의 이력현상(hysteresis)을 반영한 것이라 할 수 있다. 가령 이전 10년 이상 축산업에 종사해온 농민에게는 올해 축산업에 종사하지 않게 되면, 만일 내년에 다시 시작하지 않는 한, 올해 새롭게 나온 축산업 관련 정보나 지식이 의미가 없게 되지만, 이전 10년 동안 축산업에 종사하면서 축적된 지식이나 정보가 그 유용성은 떨어져도, 완전히 없어지지 않고 남아있을 수밖에 없게 된다. 이러한 지식의 이력현상을 고려하지 않을 경우, $t-1$ 기까지 특정 소득창출활동에 지속적으로 참여해온 농가가 t 시점에 참여하지 않았다고 하여, $t+1$ 시점에는 다시 시작할 때, 아무런 사전 지식이나 정보가 없이 시작하게 되는 문제가 발생하게 된다.

34) 본 연구에서는 외부의 공공영역에 존재하는 지식스톡의 축적을 농업관련 공공R&D기관의 R&D 투자에 기인한 것으로 봤으며, 이때 농업관련 공공R&D기관은 농촌진흥청으로 한정하였다. 비록 농업 R&D 수행하고 있는 공공기관은 농촌진흥청 이외에도 존재하는 것이 사실이지만, 전체 농업 R&D 투자규모의 70% 가량을 농촌진흥청이 담당하고 있기 때문에 농촌진흥청의 투자규모만으로 농업 R&D 투자로 같음하는데 큰 무리는 없을 것으로 사료된다.

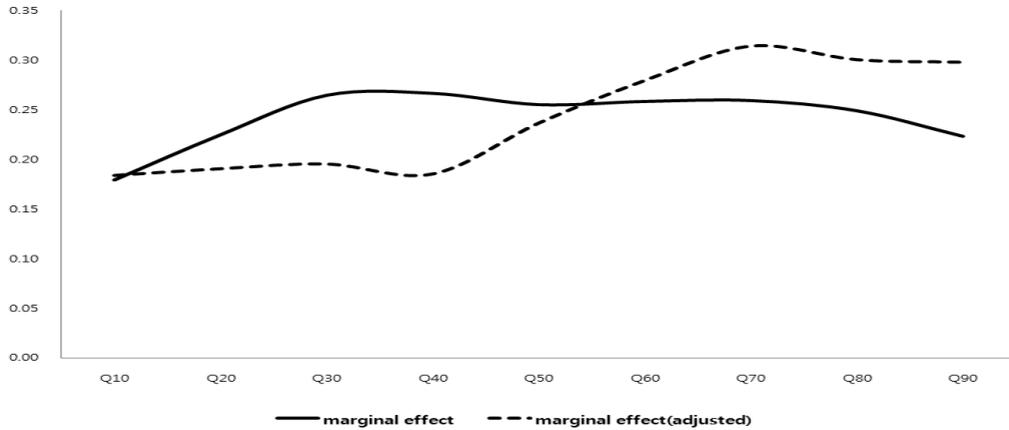
IV. 추정결과

농업 공공R&D 투자로 형성된 지식·기술스톡이 농가소득 계층 별로 농가단위의 경영 효율성에 미치는 실질적인 한계효과를 파악하기 위한 분위 회귀분석의 결과는 <부표 1>과 <부표 2>에 제시하였다. 우선 평균적인 효과의 경우, 지식·기술스톡은 농가의 경영 효율성에 양의 효과를 보이며, 스톡의 1% 증가 시 0.23% 효율성을 증진 시켜주는 것으로 나타났다. 이와 함께 특히 가구 구성원 수가 증가할 경우 및 전기에 기계장비 투자가 증가할 경우에도 모두 경영 효율성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 전자의 경우 가용 노동인력 확대에 의한 규모의 효과나 인적자본의 확충으로 인한 생산성 향상 등의 효과에 의한 것이라면, 후자의 경우 다분히 새로운 기계장비 도입 등으로 인한 효율성 향상이 그 기저에 있는 요인으로 작용한 것으로 보인다. 반면 전기의 금융자본에 대한 투자행위의 경우, 기계장비 등으로 효율성 향상에 기여할 수 있는 자원을 금융자산의 형태로 묶어둠으로서 활용되지 못함으로 인한 기회 비용적 효율성 손실이 발생하여, 오히려 효율성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이러한 평균적인 효과를 넘어 본 연구의 주된 관심사인 소득계층 별 한계효과는, <부표 1>에서 3월~11월까지 각각 소득분위별로 제시된 각 변수들의 한계효과 벡터들을 통해서 확인할 수 있다. 이 중 지식·기술스톡의 효과는 대략 0.17~0.27% 정도의 범위에서 대부분 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 이를 보다 간명히 확인하기 위해 농업 R&D 지식·기술스톡의 한계효과만을 도시한 그림이 <그림 2>이다. 특히 <그림 2>에서 실선으로 나타난 농업 R&D 투자로 인한 한계효과가 소득분포에 대해 상당 완만하며, 상하 10%와 같이 소득분포의 꼬리에 해당하는 부분보다 중간정도의 소득을 가진 농가들 특히 하위 30~40%에 속하는 농가들의 효율성이 농업 R&D투자에 보다 강하게 반응하는 것으로 나타났다. 사실 <그림 2>의 실선으로 나타난 결과만 볼 경우, 공공재원이 투자된 농업 R&D의 혜택은 비교적 고르게 배분되고 있으며, 그 중에서도 하위 30~40%가 상대적으로 큰 많은 편익을 누리고 있다고 볼 수도 있게 된다. 만일 이것이 사실이라면, 농업 R&D는 형평성 차원에서도 큰 문제가 없는 동시에, 상대적으로 중간 소득층 농가에게 혜택이 큰 관계로 농가소득의 불균등도를 어느 정도 개선하는데 도움을 줄 수도 있지 않을까 조심스럽게 전망해 볼 수도 있을 것이다.³⁵⁾ 그리고 이것이 어찌면 김재경·

35) 익명의 심사자의 지적과 같이 비록 중간 소득층에서의 수혜정도가 높지만 오히려 하위 20% 이하 저소득층에서는 낮은 관계로 사실 농업 R&D투자가 소득불균등의 개선효과가 분명하지

김한호(2011)가 밝힌 바와 같이 Gini계수로 표현된 소득불균등을 개선하는데 농업 R&D가 기여하고 있다는 주장에 대한, 비록 약하지만, 미시적인 근거라고도 할 수 있을 것이다.



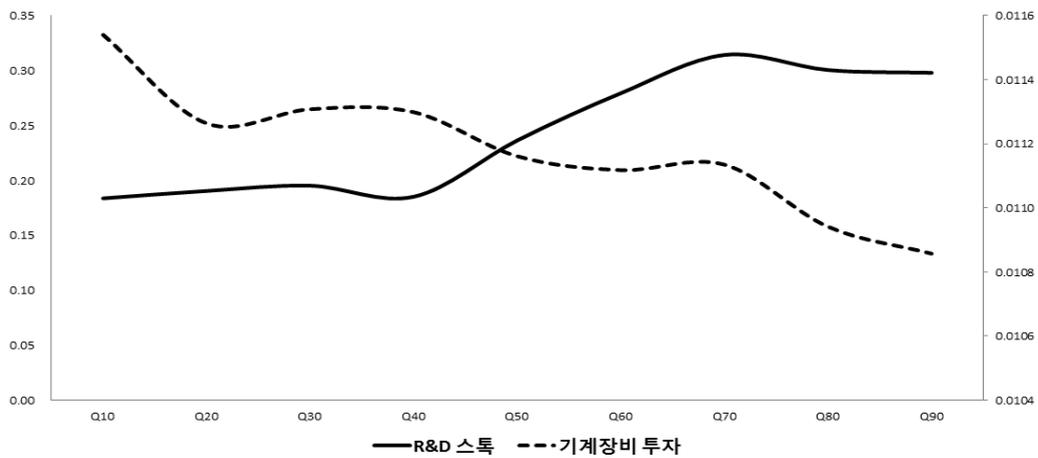
<그림 2> 농업 R&D 기술·지식스톡의 소득분위별 한계 효과

그러나 이것이 이야기의 끝은 아니다. 앞서 언급한 바와 같이 외부 공공기관이 공적재원을 투자하여 형성된 외생적인 지식·기술스톡이 농가로 내부화되어 소득창출에 연결되기 위해서는 이를 흡수하고 활용하는 과정이 요구되며, 이때 농가가 지닌 흡수·활용 능력은 결국 이러한 농업 R&D투자의 혜택이 배분되는 상태를 결정하는 유의미하면서도 잠재적 요인이 될 수 있다. 그러나 안타깝게도 이 ‘능력’은 직접 관찰할 수 없는 관계로 분석에 직접적으로 포함할 수 없으며, 이로 인해 <부표 1> 및 <그림 2>의 실선 부분에서 확인한 농업 R&D투자의 혜택 배분상태의 이면에는 이러한 흡수·활용능력의 이질적 차이로 인한 효과가 섞여있을 수 있게 된다. 이로 인해 본 연구는 비록 직접적으로 관측될 수 없는 흡수·활용능력의 농가 간 차이를 고려하기 위해서 간접적으로나마 흡수·활용능력의 차이가 반영된 ‘경영주의 연령’³⁶⁾을 이의 대리변수로 삼아 분석에 포함하였다. 쉽게 짐작할 수 있는 바와 같이 경영주가 고령일수록 현실적으로 외부 특히 농촌진흥청과 같은 공공 R&D기관에서 제공되는 정보나 지식을 습득·이해하는데 어려움

않은 것도 사실이다. 다만, 고소득층으로 갈수록 높아지지 않고 중산소득층이 가장 혜택의 정도가 높다는 점은 제한적이지만, 불균등 개선에 대한 기여가 없다고 단정하기도 어려운 것이 사실이다.

36) 보다 정확하게는 추정에 포함된 표본기간 동안의 평균적인 농가 경영주의 연령수준을 활용하였다. 다시 말해 식(11)에서 농업 R&D 지식·기술스톡의 분위별 한계효과 $\hat{\gamma}^{\beta}$ 가 $\hat{\gamma}^{\beta} = \hat{\gamma}_C^{\beta} + \hat{\gamma}_a^{\beta} age$ 로 변형되게 된다.

이 있을 수밖에 없으며, <부표 2>에서 확인할 수 있는 바와 같이 평균적으로 연령이 높은 경영주에 의해 운영되는 농가의 경우 농업 R&D투자의 혜택이 반감되게 됨을 알 수 있다. 이처럼 경영주 연령에 반영된 지식 흡수·활용능력의 이질성을 제어해주기 위해, 추정된 계수들을 활용하여 모든 소득분위에서 연령변수가 표본평균 연령 62.7세로 동일하다는 가정하여, 한계효과를 산정하였으며, 이를 도시한 것이 <그림 2>의 점선이다. 여기서 쉽게 확인할 수 있듯이 연령변수를 제어해 주었을 경우, 한계효과가 소득이 높아질수록 상승하게 됨을 볼 수 있다. 다시 말해, 동일한 연령대의 경영주에 의해 운영되는 농가가 받는 농업 R&D투자의 혜택은 저소득층 보다는 고소득층에 집중되고 있다고 할 수 있다. 이러한 결과는 형평성 차원에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다. 물론 앞서 확인한 바와 같이 농업 R&D는 모든 소득계층에서 경영 효율성을 향상시켜, 농가소득 창출에 기여하고 있는 것이 사실이다. 그러나 농업 R&D투자가 공적자금에 의해 이루어지고 있는 상황에서, 그 혜택이 농가소득과 연결될 경우 일종의 보조금과도 같은 기능을 한다고도 볼 수 있는데, 이때 혜택이 특히 고소득층 농가에 집중된다면, 이는 농업 R&D가 상대적으로 역진(逆進)적인 보조금과 같은 기능을 하게 된다고 볼 수 있다. 보다 쉽게 비유적으로 표현하자면, 공적자금을 농가들에게 나누어줌에 있어 고소득을 올리고 있는 농가들에게 그 돈이 보다 많이 돌아가고 있는 형국(形局)이라 할 수 있게 된다.



<그림 3> 농업 R&D 스톡과 기계장비 투자의 소득분위별 한계효과 비교

한편 <그림 3>은 이러한 형국의 기저에 있는 원인을 이해하는데 도움을 줄 수 있는데, 상대적으로 고소득층에 집중되고 있는 지식·기술스톡의 효과에 비해, 기계장비 투

자로 인한 효율성 향상은 저소득층에서 보다 큰 것으로 나타났다. 비록 두 효과가 범위의 차이가 있는 것이 사실이지만, <그림 3>에서 볼 수 있듯이, 하위 50%를 기준으로 하위 농가들은 상대적으로 기계장비 투자로 인해서 효율성 향상정도가 높은 반면, 상위 농가들은 반대로 농업R&D 투자로 인한 효율성 향상이 상대적으로 높게 나타났다. 이는 저소득층 농가들이 지식에 비해 기계장비에 대한 수요가 더 큰 것을 의미한다면, 고소득층 농가의 경우에는 기계장비와 같은 물리적 자산에 비해 지식자산에 대한 수요가 더 큰 것으로도 해석할 수 있게 되는데, 이를 다시 해석하게 되면, 전통적인 관행농 중심의 저소득층 농가들에게는 기계장비와 같은 물리적 자산의 확충이 효율성 증진에 상대적으로 도움이 되지만, 고부가가치 지식영농을 지향하는 고소득층 농가에게는 지식이 상대적으로 효율성을 향상하는데 기여하는 정도가 크다고 할 수 있는 것이다. 이를 앞서 확인한 농업 R&D 혜택의 배분상태와 연결시켜 보자면, 고소득층에 혜택이 편중되는 현상은 결국 농가들의 '필요(needs)'의 이질성에 기인한 것으로 보인다. 다시 말해 지식영농을 지향하는 고소득층 농가들이 농업 R&D의 결과에 대한 수요가 높으며 자연스럽게 혜택도 역시 집중 될 수밖에 없게 된다.

V. 결론

특정정책이나 사안, 특히 공공의 영역에서 공공의 이익과 관련된 정책이나 사안에 대한 사회적 차원의 접근에 있어서 '효율성'과 '형평성'은 반드시 고려해야 할 양대 축이라 할 수 있을 것이다. 그러나 경제학적 접근에 있어서는 주로 형평성보다는 효율성 측면이 강조되어온 것이 사실이며, 이러한 맥락에서 공공 R&D 투자사업 중 하나인 농업 R&D 투자에 대한 국내 연구의 초점도 역시 효율성 분석에 맞추어져 왔다. 본 연구는 이에 농업 R&D 투자에 대한 형평성 측면에서의 평가의 일환으로서, 과연 농업 R&D 투자로 인해 창출된 혜택이 농가의 소득계층 별로 균등하게 분배되고 있는지, 특히 농가의 경영 효율성에 고르게 영향을 미치고 있는지를 확인하기 위한 분석을 시도하였다.

분석결과 현상적으로는 공공재원이 투자된 농업 R&D의 혜택은 비교적 고르게 배분되고 있으며, 그 중에서도 하위 30~40%가 상대적으로 많은 편익을 누리고 있는 것으로 나타났다. 이는 Gini계수로 표현된 소득불균등을 개선하는데 농업 R&D가 기여하고 있다는 김재경·김한호(2011)의 주장과 맥을 같이하는 결과라 할 수 있다. 그러나 그 이면

을 들여다보기 위해, 농가마다 이질적인 지식 흡수·활용능력을 농가 경영주의 연령을 대리변수로 삼아 통제하여, 모든 농가를 동일한 조건에서 평가하였을 경우, 농업 R&D의 혜택은 상대적으로 저소득층 농가에 비해 고소득층 농가에 집중되는 경향이 발견되었다. 이는 형평성 차원에서 농업 R&D투자는 상대적으로 역진(逆進)적인 ‘보조금’으로서 기능을 하고 있음을 의미하게 된다. 그러나 이러한 농업 R&D 투자의 역진성은 농가들이 지닌 ‘필요(needs)’의 이질성에 기인한 것일 수도 있음을 확인할 수 있었는데, 전통적인 관행농업 중심의 저소득층 농가들에 비해 지식영농을 지향하는 고소득층 농가들이 농업 R&D의 결과에 대한 수요가 높아 자연스럽게 혜택도 역시 집중된 것으로 보인다.

이상과 같은 결과들과 관련하여 최근 세계개발 아젠다(agenda)에서 개도국의 빈곤해소(poverty alleviation)를 위한 농업 R&D의 중요성이 강조되고 있는 것에 비추어 볼 때, 한국의 농업 R&D의 역할을 다시금 되짚어 보는 계기가 필요할 것으로 보인다. 물론 본문에서 밝힌 바와 같이 농업 R&D는 전 소득계층에서 농가의 효율성을 증진, 소득 향상에 기여하는 것이 사실이다. 그러나 그 혜택이 상대적으로 저소득층에는 미치는 정도가 약하며, 그 기저에는 이들의 수요와 관련이 깊다는 점에서 한·미 FTA 타결 등으로 이후 심각한 피해가 예상되는 저소득층 농가를 위한 맞춤형 R&D정책이 마련이 시급한 것으로 사료된다.

마지막으로 본 연구에서 지식스톡 산정과정에서 지식 진부화율에 대한 적용을 체 산업 평균을 임의로 적용하였다. 그러나 지식 진부화율과 같이 결과에도 영향을 줄 수 있는 중요한 파라메타에 대해서는 민감도 분석이 요구된다. 다만 지면관계 상 이를 포함하지 않았으며, 이는 본 연구가 지닌 한계의 하나임을 밝혀두고자 한다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김영훈, 김선근(2011), “우리나라의 R&D 생산성 및 효율성 분석:OECD 국가와의 비교를 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제19권 제1호, pp. 1-27.
- 김은순(1986), “이윤함수접근법에 의한 농업연구·보급사업의 효과분석”, 『농촌경제』, 제9권 제3호, pp. 81-96.
- 김재경, 김한호(2011), “농업 R&D투자의 농가소득 불균등 개선효과”, 『농업경제연구』, 제52권 제3호, pp. 51-78.
- 노재선, 홍준표, 권오상(2004), “한국 농업의 연구개발 투자 효과분석”, 『농업경영·정책연구』, 제31권 제2호, pp. 311-328.
- 박수동, 홍순기(2003), “비모수적 방법을 이용한 OECD 국가별 R&D 효율성과 생산성 분석”, 『기술혁신연구』, 제11권 제2호, pp.151-174.
- 박정근(2007), 『농업 연구개발 정책』, 박영사.
- 서동균(1987), 『농업연구와 지도의 시차분석에 관한 연구』, 전북대학교 농학석사학위논문.
- 서동균(2006), 『농업과학기술개발·보급성과 및 기술수요분석』, 농촌진흥청.
- 송종국, 김혁준(2009), “R&D 투자 촉진을 위한 재정지원정책의 효과분석”, 『기술혁신연구』, 제17권 제1호, pp.1-48.
- 옥주영, 김병근(2009), “국내 공공 연구기관들의 기술이전 효율성 분석”, 『기술혁신연구』, 제17권 제2호, pp.131-158.
- 조현대, 성태경, 남정호, 이대회(2009), “공공연구의 기업기술혁신 파급효과:파급경로 유형화 및 사례분석”, 『기술혁신연구』, 특별호, pp.172-189.
- 최민호, 최영찬(1995), “농촌지도사업의 투자효과 변화의 추이: 지도사업의 구조변화에 대응하여”, 『한국농촌지도학회지』, 제2권 제1호, pp. 1-22.
- 한국과학기술정책연구원(2002), 『2002년도 한국의 기술혁신조사: 제조업』, 한국과학기술정책연구원.

(2) 국외문헌

- Abrevaya J. and C. M. Dahl (2008), “The Effects of Birth Inputs on Birthweight: Evidence From Quantile Estimation on Panel Data”, *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 26, No. 4, pp. 379-397.
- Bellon, M. R., D. Hodson, D. Bergvinson, D. Beck, E. Martinez-Romero and Y. Montoya. (2005), “Targeting agricultural research to benefit poor farmers: Relating poverty mapping to maize environments in Mexico”, *Food Policy* Vol. 30, pp. 476-492.

- Chamberlain, G. (1982), "Multivariate regression models for panel data", *Journal of Econometrics* Vol. 18, No. 1, pp. 5-46.
- Chavas, J-P, R. Petrie and M. Roth (2005). "Farm Household Production Efficiency: Evidence from The Gambia", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 87, No. 1, pp. 60-179.
- Chen, S. and S. Khan (2008). "Semiparametric estimation of non-stationary censored panel model data models with time-varying factor", *Econometric Theory*, Vol. 24, pp. 1149-1173.
- Dong, F. and A. Featherstone (2004). "Technical and Scale Efficiencies for Chinese Rural Credit Cooperatives: A Bootstrapping Approach in Data Envelopment Analysis", Working Paper 04-WP 366, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.
- Gamper-Rabindran, S., Khan S. and S., Timmins (2009), "The impact of piped water provision on infant mortality in Brazil: A quantile panel data approach", *Journal of Development Economics*, Vol. 92, No. 2, pp. 97-244.
- Griffin, K. (1974), *The political economy of agrarian change*. London: Macmillan.
- Griffin, K., and A. K. Ghose. (1979), "Growth and impoverishment in the rural areas of Asia", *World Development*, Vol. 7, No. 4/5, pp. 361-384.
- IFPRI (2001), *Agricultural Research and Poverty Reduction*, IFPRI.
- Koenker, R. (2004), "Quantile Regression for Longitudinal Data," *Journal of Multivariate Analysis*, Vol. 91, pp. 74-89.
- Morrison, P.C., R. Nehring, D. Banker and A. Somwaru A. (2004). "Scale Economics and Efficiency in U.S. Agriculture: Are Traditional Farms History?" *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 22, pp. 185-205.
- Olson K. and L. Vu (2007), "Economic Efficiency and Factors Explaining Differences Between Minnesota Farm Households", Selected Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Portland, OR.
- Ray, S.C. (1988), "Data Envelopment Analysis, Nondiscretionary Inputs and Efficiency: an alternative Interpretation", *Socio-Economics Plann. Sci.*, Vol. 22, No. 4, pp. 167-176.
- Scobie, G. M., and R. Posada (1978), "Technical change and income distribution: The case of rice in Columbia", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 60, No. 1, pp. 85-92.
- Simar, L. and P. Wilson (2000), "General Methodology for Bootstrapping in Nonparametric Frontier Models." *Journal of Applied Statistics*, Vol. 27, No. 6, pp. 779-802.
- Singh, I., L. Squire, and J. Strauss (1996). "Agricultural Household Models: Extensions, Applications, and Policy", World Bank Publication, Baltimore: The Johns Hopkins

University Press, 1986.

Terleckyj, N.(1974), *Effects of R&D on Productivity Growth of Industries : An Exploratory Study*, NPA.

Wilson, P.W.(2005), *FEAR 1.0 User' Guide*. Department of Economics, Clemson University, Clemson, South Carolina.

□ 투고일: 2012. 07. 31 / 수정일: 2013. 03. 05 / 게재확정일: 2013. 03. 21

<부표 1> 분위 회귀분석 추정결과(1)

	평균	Q10	Q20	Q30	Q40	Q50	Q60	Q70	Q80	Q90
농업R&D스톡 (로그값)	0.2231 -(1.98)*	0.1787 (1.51)	0.2246 (1.89)*	0.2646 -(2.24)**	0.2490 (2.11)*	0.2552 (2.16)*	0.2584 (2.20)***	0.2666 (2.27)***	0.2593 (2.21)***	0.2230 (1.91)*
가족수 변동	0.2110 (5.30)***	0.2061 (4.39)***	0.2091 (4.46)***	0.2128 (4.55)***	0.2146 (4.59)***	0.2146 (4.59)***	0.2184 (4.70)***	0.2166 (4.66)***	0.2160 (4.66)***	0.2177 (4.70)***
부동산 투자증가 (t-1,로그값)	0.0028 (0.48)	0.0026 (0.49)	0.0028 (0.52)	0.0029 (0.53)	0.0030 (0.56)	0.0030 (0.57)	0.0033 (0.62)	0.0034 (0.63)	0.0035 (0.66)	0.0039 (0.73)
기계·설비 투자 (t-1,로그값)	0.0117 (1.68)*	0.0116 (1.74)*	0.0113 (1.70)*	0.0114 -(1.46)	0.0113 (1.72)*	0.0112 (1.70)*	0.0112 (1.70)*	0.0112 (1.70)*	0.0110 (1.68)*	0.0109 (1.67)*
자연자산 투자 (t-1,로그값)	-0.006 (-0.79)	-0.004 (-0.61)	-0.004 (-0.60)	-0.004 (-0.64)	-0.004 (-0.63)	-0.004 (-0.63)	-0.004 (-0.64)	-0.004 (-0.65)	-0.004 (-0.66)	-0.005 (-0.68)
무형자본 투자 (t-1,로그값)	0.0099 (0.90)	0.0088 (0.72)	0.0085 (0.70)	0.0080 (0.67)	0.0078 (0.64)	0.0077 (0.64)	0.0071 (0.59)	0.0071 (0.59)	0.0067 (0.56)	0.0059 (0.49)
금융자본 투자 (t-1,로그값)	-0.0305 (-4.65)***	-0.0322 (-5.18)***	-0.0323 (-5.19)***	-0.0322 (-5.25)***	-0.0321 (-5.18)***	-0.0321 (-5.19)***	-0.0319 (-5.18)***	-0.0318 (-5.16)***	-0.0317 (-5.16)***	-0.0316 (-5.14)***
교육 투자지출 (t-1,로그값)	-0.0088 (0.84)	-0.0103 (1.01)	-0.0080 (0.79)	-0.0081 (0.79)	-0.0079 (0.78)	-0.0075 (0.74)	-0.0081 (0.80)	-0.0078 (0.77)	-0.0079 (0.78)	-0.007271 (0.78)
최대 농가소득 (농가소득/효율성)	(offset)									
상수	-0.3670 (-2.93)***	-0.4833 (-3.92)***	-0.4357 (-3.53)***	-0.4067 (-2.37)***	-0.3817 (-3.11)***	-0.3530 (-2.87)***	-0.3152 (-2.58)***	-0.3072 (-2.51)***	-0.2713 (-2.23)**	-0.2377 (-1.95)*
관측치	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996
R2	0.2831	0.1942	0.2331	0.2781	0.3057	0.3078	0.2840	0.2400	0.1847	0.1764

*주: 괄호안의 수는 t-value임.

***,**,*,**은 각각 10%,5%,1%에서 유의함.

<부표 2> 분위 회귀분석 추정결과(2)

	평균	Q10	Q20	Q30	Q40	Q50	Q60	Q70	Q80	Q90
농업R&D스톡 (로그값)	0.5094 (1.44)	0.2764 (1.48)	0.4769 (1.83)*	0.6680 (1.71)*	0.6305 (1.71)*	0.7063 (1.88)*	0.7667 (1.85)*	0.8243 (1.75)*	0.7952 (1.74)*	0.9392 (1.71)*
농업R&D스톡 ×경영주 연령	-0.0143 (-1.72)*	-0.0175 (-1.81)*	-0.0046 (-1.85)*	-0.0182 (-1.76)*	-0.0172 (-1.88)*	-0.0188 (-1.97)*	-0.0200 (-1.85)*	-0.0213 (-1.97)*	-0.0206 (-1.91)*	-0.0102 (-2.10)*
가족수 변동	0.2125 (5.33)***	0.2070 (4.41)***	0.2105 (4.48)***	0.2147 (4.58)***	0.2164 (4.63)***	0.2165 (4.64)***	0.2205 (4.74)***	0.2188 (4.71)***	0.2181 (4.70)***	0.2200 (4.75)***
부동산 투자증가 (t-1,로그값)	0.0028 (0.49)	0.0026 (0.49)	0.0029 (0.53)	0.0030 (0.56)	0.0031 (0.58)	0.0031 (0.59)	0.0034 (0.64)	0.0034 (0.65)	0.0036 (0.68)	0.0040 (0.75)
기계·설비 투자 (t-1,로그값)	0.0116 (1.67)	0.0115 (1.74)*	0.0113 (1.70)*	0.0113 (1.71)*	0.0113 (1.71)*	0.0112 (1.69)*	0.0111 (1.69)*	0.0111 (1.70)*	0.0109 (1.67)*	0.0109 (1.66)*
자연자산 투자 (t-1,로그값)	-0.006 (-0.80)	-0.004 (-0.62)	-0.004 (-0.61)	-0.004 (-0.63)	-0.004 (-0.64)	-0.004 (-0.64)	-0.004 (-0.66)	-0.004 (-0.67)	-0.004 (-0.68)	-0.005 (-0.70)
무형자본 투자 (t-1,로그값)	0.0097 (0.89)	0.0087 (0.72)	0.0084 (0.69)	0.0079 (0.65)	0.0076 (0.63)	0.0075 (0.62)	0.0069 (0.57)	0.0069 (0.58)	0.0066 (0.55)	0.0057 (0.47)
금융자본 투자 (t-1,로그값)	-0.0305 (-4.64)***	-0.0322 (-5.18)***	-0.0322 (-5.18)***	-0.0321 (-5.18)***	-0.0320 (-5.17)***	-0.0321 (-5.18)***	-0.0319 (-5.17)***	-0.0317 (-5.16)***	-0.0316 (-5.15)***	-0.0315 (-5.13)***
교육 투자지출 (t-1,로그값)	-0.0088 (0.83)	-0.0103 (1.01)	-0.0080 (0.78)	-0.0080 (0.79)	-0.0079 (0.77)	-0.0075 (0.73)	-0.0080 (0.79)	-0.0077 (0.76)	-0.0078 (0.78)	-0.0078 (0.78)
최대 농가소득 (농가소득/효율성)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)	(offset)
상수	-0.35337 (-2.82)***	-0.4748251 (-3.83)***	-0.42261 (-3.41)***	-0.3883741 (-3.15)***	-0.365323 (-2.96)***	-0.3351509 (-2.72)***	-0.296157 (-2.41)**	-0.2868501 (-2.34)**	-0.2516775 (-2.06)*	-0.2161081 (-1.77)*
관측치	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996	6,996
R2	0.2832	0.1942	0.2332	0.2782	0.3058	0.3080	0.2842	0.2401	0.1848	0.1765

*주: 괄호안의 수는 t-value임.