



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학석사학위논문

한국 쌀 농가의 기술 효율성 분석
- 완전효율을 고려한 확률경계모형을 중심으로

2017년 8월

서울대학교 대학원
농경제사회학부 농업·자원경제학전공
전웅찬

한국 쌀 농가의 기술 효율성 분석

- 완전효율을 고려한 확률경계모형을 중심으로

지도교수 김관수

이 논문을 경제학 석사학위논문으로 제출함

2017년 7월

서울대학교 대학원

농경제사회학부 농업·자원경제학전공

전용찬

전용찬의 석사학위논문을 인준함

2017년 7월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

한국 쌀 농가의 기술 효율성 분석

- 완전효율을 고려한 확률경계모형을 중심으로

서울대학교 대학원

농경제사회학부 농업·자원경제학전공

전웅찬

주곡작물로서 쌀은 국내 농업의 중심축을 담당하고 있다. 그러나 관세화와 양곡소비 감소로 국내 쌀 산업은 여러 가지 도전에 직면해 있다. 이를 타개하기 위해 효율성 제고와 규모화로 대표되는 여러 정책들이 시도되었다. 본 논문은 국내 쌀 산업의 기술 효율성을 분석하고 규모의 경제가 작용하는지 실증적으로 규명하고자 한다. 이를 통해 농지규모화사업과 들녘경영체육성사업으로 대표되는 규모화 정책의 정당성에 대한 정량적인 평가를 시도할 수 있을 것이라 기대한다.

본 연구는 완전효율 확률경계 접근법(ZISF)을 활용하여 완전효율국면과 완전비효율국면을 동시에 고려하고자 하였다. 분석에 활용된 자료는 농산물생산비조사의 2013 ~ 2015년 논벼 경영비 조사 자료이다. 투입요소로는 노동, 토지, 자본, 기타 요소 네 가지가 고려되었다. 구체적인 함수형태로는 초월대수 비용모형이 고려되었다. 또한 비용의 생산탄력성을 추정하여 국내 쌀 산업이 규모수익 체증의 영역에 있는지의 여부를 분석하였다.

ZISF 비용모형 추정결과 완전효율 확률은 0.988로 추정되었다. 이는 개별 경영체가 완전효율 국면에 있을 확률이 약 98.8%임을 의미한다. 유사우도비(PLR) 검정결과 한국 쌀 농가가 완전비효율적이라는 가설과 완전효율적이라는 가설 모두 1% 유의수준에서 기각되었다. 확률경계(stochastic frontier, SF) 비용모형은 모든 경영체가 비효율적이라고 가정하므로 SF 비용

모형을 사용하면 비효율성을 과대 추정하게 될 우려가 있다. 또한 신고전학파(neo-classical, NC) 비용모형은 모든 경영체가 효율적이라고 가정하므로 이를 활용하는 경우 비효율성을 과소 추정하게 될 우려가 있다.

확률경계 모형에서 비효율성 추정량은 비효율 인자의 조건부 기댓값으로 정의된다. ZISF 모형의 경우 완전효율 확률이 가중치로 고려되기 때문에 통상적인 SF 모형의 추정치보다 0쪽으로 응축된다. SF 모형을 활용하여 쌀 산업의 비효율성을 분석한 선행연구에서는 국내 쌀 산업에 약 10.4 ~ 15.4%의 비효율이 존재한다고 규명한 바 있다. 그러나 2013 ~ 2015년 기준 국내 쌀 산업에 완전효율적인 경영체가 상당 부문 존재할 경우, SF 비용모형을 활용하면 비효율성이 과대추정되는 결과가 도출될 수 있다. 실제로 ZISF 비용모형을 활용하면 쌀 산업의 비효율성은 약 1%인 것으로 추정된다. 이는 SF 비용모형 추정결과보다 18.27% 낮은 값이다. 따라서 국내 쌀 산업에 존재할 수 있는 완전효율 확률을 고려하는 경우 국내 쌀 농가가 기술적으로 매우 효율적이라는 결론이 도출된다.

마지막으로 비용의 생산탄력성을 도출하여 규모 효율성을 추정한 결과 규모 효율성 값의 평균이 0.8952인 것으로 나타났다. 이는 쌀 농가가 평균적으로 규모수익체증의 영역에 있음을 의미한다. 요소가격이 표본평균으로 주어지고 가정하고 평균단수를 활용하여 비용의 재배면적 탄력성을 도출하였다. 분석 결과 20ha 이상의 경지규모에서도 규모 효율성이 1 이하로 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다. 이는 농지규모화사업이나 들녘경영체육성사업 등을 통한 경지를 규모화하는 경우 평균비용 절감효과가 존재하는 것을 의미한다.

경지면적 증가의 비용 절감효과를 규모별로도 살펴보았다. 전체 경지규모가 작을수록 평균생산비와 총 생산비 절감효과가 큰 것으로 분석되었다. 따라서 소규모 신규 농가를 중심으로 경지 규모화 사업이 시행된다면 비용절감을 통해 이윤을 증가시켜 초기 영농정착비율을 높일 수 있을 것이다.

주요어 : 완전효율, 확률경계모형, 기술 효율성, 규모 효율성

학 번 : 2015-21525

[차례]

제1장 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 내용 및 방법	2
1.3 선행연구검토	3
1.4 논문의 구성	6
제2장 국내 쌀 산업 현황	7
2.1 국내 쌀 산업 경영개황 및 수급현황	7
2.2 쌀 산업 효율성 개선 및 규모화 관련 정책	10
제3장 분석 모형 및 자료	12
3.1 분석모형	12
3.2 분석자료	17
제4장 분석결과	20
4.1 한국 쌀 농가의 기술 효율성 분석	20
4.2 한국 쌀 농가의 규모 효율성 분석	25
제5장 요약 및 결론	28
참고문헌	

[표 차 례]

[표 3-1] 주요 변수 기초통계	18
[표 4-1] 한국 쌀 농가 비용모형 최우추정 결과	21
[표 4-2] 확률경계 모형과 비효율성 추정량의 기초통계	24
[표 4-3] 재배면적 증가에 따른 생산비 절감효과	27

[그림 차 례]

[그림 2-1] 국내 쌀 재배면적 및 생산량	7
[그림 2-2] 국내 쌀 단수	8
[그림 2-3] 2015년 쌀 경지규모(ha)별 농업경영체 수	8
[그림 2-4] 2015년 쌀 재배 면적에 따른 연령분포	9
[그림 2-5] 1인당 연도별 쌀 소비량(kg)	10
[그림 4-1] 한국 쌀 농가의 비효율성 히스토그램	23
[그림 4-2] 규모효율성 분포	25
[그림 4-3] 경지면적과 규모효율성	25

제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

쌀 산업은 구조적 측면에서 국내 농업의 중심축을 담당하고 있다. 2015년을 기준으로 전체 경지면적 168만 ha 중 약 47.6%에서 쌀이 재배되고 있으며 전체 농업경영체 108만 8천 호 중 약 59%가 쌀을 경작하고 있다. 그러나 동시에 심각한 수급 불균형을 겪고 있는 것 또한 사실이다. 국내 미곡 생산량은 2015년 총 433만 톤으로 2010년 이후 비교적 일정한 수준을 유지해 왔다. 반면 1인당 쌀 소비량은 2010년 72.8 kg에서 2015년 62.9 kg으로 약 13.6% 감소하였다. 이와 같은 수급 불균형을 해결하기 위해 발작물로의 작목 전환과 함께 쌀 산업의 규모화 및 효율성 개선이 지속적으로 요구되어 왔다.

최근 국내 쌀 산업은 공급 측면 대외 환경에 있어서도 큰 변화를 겪고 있다. 정부는 1995년 우루과이 라운드와 2004년, 두 차례에 걸쳐 쌀 관세화를 유예한 바 있다. 관세화 유예를 거치면서 정부는 쌀 산업의 경쟁력을 높이기 위해 생산기반 정비, 기계화와 유통구조 개선 등의 노력을 기울여왔다. 2014년 정부는 소비, 생산 및 유통 등 전 부문에 걸쳐 국내 쌀 산업이 나름의 경쟁력을 확보하고 있다는 판단 하에 쌀을 관세화하고 시장을 개방하였다.

쌀 시장개방 당시 정부는 쌀 생산부문에 있어서 다음과 같은 정책 목표를 제시한 바 있다. 첫 번째, 벼 재배면적과 소비가 지속적으로 감소하는 가운데 쌀 산업이 위축되지 않고 안정적 생산기반을 유지하도록 우량 농지를 중심으로 농지이용의 효율성을 제고한다. 두 번째, 장기적으로 경쟁력 확보를 위해 전업농과 50ha 이상 들녘경영체 육성 등 규모화를 지속하고 생산비 절감을 도모한다.

실제로 농림축산식품부의 국내 쌀 산업 관련 재정지출을 살펴보면 2016년도 총 예산 8.5조 원 중에서 18.8%에 해당하는 1.6조 원이 ‘양곡관리’에 사용된 것을 확인할 수 있다. 이는 농가경영안정(23.63%), 농업생산

기반확충(22.03%)에 이어 세 번째로, 쌀 산업이 국내 농정의 중심축을 담당하고 있음을 방증한다. 또한 연도별 ‘들녘경영체 육성사업’의 예산추이를 살펴보면 2014년까지 10 ~ 20억 원의 규모를 유지하다가 2015년에 45억으로 두 배가량, 2016년 108억으로 약 네 배가량 증가한 것을 알 수 있다.

이처럼 쌀 산업과 관련된 정책들의 주요 방향은 ‘효율성 제고’와 ‘규모화’로 요약될 수 있다. 일반적으로 정부 정책의 정당성을 확보하기 위해서는 근거가 되는 경제 이론에 대한 실증적 검증이 이루어져야 한다. 예를 들어 들녘경영체 육성사업은 농지를 집단화하면 규모의 경제(economies of scale)가 작용하여 평균 생산비용이 절감된다는 것을 전제로 한다. 본 연구는 ‘완전효율 확률경계 비용모형’을 추정함으로써 쌀 산업 정책의 근거가 되는 경제이론에 대한 가설들을 검증하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 방법

국내 쌀 산업의 기술적 비효율성을 분석한 선행연구는 모든 경영체가 완전비효율적이라는 점을 전제로 통상적인 확률경계(stochastic frontier, SF) 모형을 추정한다. 국내 쌀 산업의 규모화와 관련한 선행연구는 모든 경영체가 완전효율적이라고 가정하여 신고전학과(neo-classical, NC) 비용모형을 추정한다. 그러나 현실에서는 부분적으로 완전효율적인 경영체가 존재할 수 있다. 그러므로 통상적인 확률경계모형을 가정하면 모형 내에서 비효율적인 경영체를 너무 많이 식별하게 되어 기술 비효율성을 과대 추정할 수 있다. 반면 신고전학과 비용모형을 가정하면 모형 내에서 비효율적인 경영체를 전혀 식별할 수 없어 비효율성을 과소 추정할 수 있다. 즉 선행연구에서 사용된 기존의 방법론을 활용하는 경우 일부 완전효율적인 경영체를 고려하지 못한다는 점에서 한계가 있다.

본 연구는 통상적인 확률경계모형과 신고전학과 모형을 일반화한 완전효율 확률경계(zero inefficiency stochastic frontier, ZISF) 모형을 활용한다. 완전효율적인 일부 쌀 농가를 모형 내에서 고려하여 기술 비효율성

을 추정하고자 한다. 또한 프론티어(frontier)에 대한 추정결과를 사용하여 국내 쌀 산업에 규모의 경제가 존재하는지 살펴보고자 한다. 이를 통해 규모화로 대표되는 국내 쌀 산업 농업정책의 정당성을 검토할 수 있을 것으로 기대한다.

1.3 선행연구검토

1.3.1 기술 비효율성의 식별

생산경제학 문헌에서 비용함수는 생산량과 요소가격이 주어졌을 때, 주어진 조건 하에서 지출액을 최소화하는 값으로 정의된다(Chambers, 1988). 이와 같은 정의에 따르면 모든 경영체는 주어진 기술조건 하에서 최적화된 의사결정을 한다. 그러나 현실에서는 외생적 충격(exogenous shock)으로 인해 관측된 자료가 최적화된 의사결정을 반영하지 않는 경우가 있다. 신고전학과 비용모형에서는 통계적 오차(statistical error)를 도입하여 예측된 비용과 실측된 비용의 불일치를 해결하였다. 그러나 일반적으로 계량모형에서 확률오차를 도입하는 것은 비용 함수를 일치하게 추정하기 위함이다.

프론티어와 관련된 문헌에서는 개별 경영체의 기술적 비효율성에 의해 이와 같은 불일치가 발생한다고 가정한다. 즉 모든 경영체가 효율적으로 의사결정을 내린다고 가정하지 않는다. 이 때 개별 경영체의 기술 비효율성은 예측된 비용과 실측된 비용의 차이 중에서 프론티어로 부터 떨어진 정도로 정의된다(Saastamoinen, 2015).

프론티어 문헌에서 기술 비효율성을 측정하는 방법에는 크게 비모수적 접근과 모수적 접근이 있다. 전자는 주어진 자료에 최소한의 정규조건(regularity condition)을 가정하고 선형계획법(linear programming)을 사용하여 자료를 분석한다. 후자는 구체적인 함수형태와 함께 통계적 오차와 기술 비효율성이 결합된 일종의 복합오차(composite error)를 가정하고 최우추정법(maximum likelihood estimation, MLE)을 사용하여 자료를 분석한다.

비모수적 접근법에서 폭넓게 활용되는 방법론은 Farrell(1957)이 제안한 DEA(data envelop analysis)다. DEA는 생산기술 집합의 볼록성(convexity)을 가정한다. 이 때 프론티어는 선형계획법을 풀어 도출하며 기술 비효율성은 프론티어로부터 거리로 정의된다. DEA는 볼록성을 가정함으로써 자료 내 효율적인 경영체를 너무 적게 식별하는 단점이 있다. 이에 대한 대안으로 투입재와 산출물의 자유 가치분성(free disposability)을 가정한 FDH(free disposal hull)가 Deprins and Simar(1984)에 의해 제안된 바 있다. FDH는 기술 집합의 비볼록성을 허용하지만 자료 내 효율적인 경영체를 너무 많이 식별한다는 단점이 있다. Chavas and Kim(2015)은 일정 거리의 근방(neighborhood)에 존재하는 자료를 대상으로 볼록집합을 만들어 결합하는 방식으로 프론티어를 식별하는 방법을 제안하였다. 이 모형은 근방을 설정하는 거리가 0에 근접하는 경우 FDH로 축약되고 무한대로 발산하는 경우 DEA로 축약된다. Chavas and Kim(2015)의 방법론은 기술 집합에 대해 극단적인 가정을 취하지 않고 자료를 유연하게 분석한다는 장점이 있다. 그러나 근방의 거리가 모형에서 내생적으로 결정되지 않고 연구자에 의해 사전적으로 결정된다는 한계가 있다.

비모수적 접근법은 실측된 자료와 프론티어의 격차가 모두 경영체의 기술 비효율성에서 기인한다고 가정한다. 따라서 비모수적 접근에서는 통계적 오차나 측정의 오차는 고려되지 않는다(Saastamoinen, 2015). 확률경계(SF) 접근법은 통계적 오차에 기술 비효율을 나타내는 비음 오차(non-negative error)를 결합하여 프론티어와 실측치의 격차를 설명하는 방법이다(Aigner et al., 1977). 이 때 비용 프론티어와 개별 경영체의 기술 비효율성을 식별하기 위해서는 함수형태와 통계적 오차 및 기술 비효율성오차의 분포에 대한 가정이 필요하다. SF는 통계적 추정에 근거하므로 가설검정이 가능하다. 기술 비효율성을 나타내는 오차의 평균을 적절히 모수화(parameterization)하면 비효율성 결정요인에 대한 분석도 가능하다(Battese and Coelli, 1995). 그러나 SF의 경우 분석 대상이 되는 경영체 모두가 비효율적이라는 가정을 한다는 점에서 한계가 있다. Kumbhakar et

al.(2013)은 완전효율 확률을 도입함으로써 완전효율과 완전비효율의 이항 국면을 모두 고려하는 방법론을 제안하였다. 이 모형은 완전효율 확률이 1이 되면 신고전학과 모형으로 축약되고 0이 되면 SF 모형으로 축약된다. Kumbhakar et al.(2013)의 모형을 활용하면 경영체의 효율성에 대해 사전적으로 극단적인 가정을 하지 않고 유연하게 자료를 분석할 수 있다. 또한 완전효율 확률이 모형에서 내생적으로 식별되고 이에 대한 가설검정이 가능하다는 점에서 연구자의 자의적 판단이 개입될 여지가 적다.

1.3.2 국내 쌀 산업의 비효율성 및 규모화에 대한 연구

국내 쌀 산업의 비효율성에 대한 초창기 연구들은 주로 모수적 접근 중 하나인 SF를 활용하는 연구가 주를 이루었다(한규수, 1988; 강봉순·노재선, 1995). 이후 프론티어와 비효율성 결정요인을 동시에 추정할 수 있는 기법들이 개발되면서 연령, 학력, 영농경력, 규모, 기계투입시간 등의 사회경제 변수가 쌀 농가의 비효율성에 미치는 영향을 실증적으로 규명하는 연구가 이루어졌다(김정호·위용석, 1997; 이병기, 2000; 박종은 외, 2002). 다른 한편으로 안동환 외(1999)는 농업경영체 간에 존재하는 효율성 격차를 분리하여 식별하기 위해 생산성변화를 기술변화와 효율성 변화로 분리하여 계측한 바 있다. 최근에는 지역별 자료를 활용하여 지역고유의 생산함수를 추정하고 이를 바탕으로 메타 프론티어(meta frontier)를 도출하여 기술 비효율성을 분석하는 연구가 이루어진 바 있다(반경훈·권오상, 2016). 권오상(1997)은 FDH와 DEA 등의 비모수적 방법론을 이용하여 한국 미작농업경영체의 기술적 비효율성을 비모수적으로 추정한 바 있다. Chavas and Kim(2015)은 FDH와 DEA를 일반화한 Neighborhood-based 접근법을 활용하여 한국 농업경영체의 기술 비효율성을 비모수적으로 추정한 바 있다.

국내 쌀 산업의 규모화에 대해서도 많은 연구가 이루어져 왔다. 1980년대 이후 이농현상으로 농촌 노동력이 감소함에 따라 기계화와 규모화에 대한 논의가 활발히 이루어졌다. 이러한 배경 하에 한국 쌀 산업

이 규모 수익체증의 영역에 있는지 규명하는 연구들이 활발히 이루어 졌다(권태진, 1985; 성진근, 1989). 대농중심의 농업구조변화에 대비하여 전업농이나 대농을 중심으로 쌀 생산 최적규모가 어느정도 인가에 대한 연구가 이어졌으며(정홍우 외, 1994; 전찬익, 1995), 재배방법에 따른 규모의 경제 차이에 대한 분석도 이루어진 바 있다(박정근 외, 1995). 안병일·이정환(2002)은 쌀 관세화 재협상을 앞두고 쌀 생산비와 경영비를 추정함으로써 규모화 정책이 평균생산비를 감소시키고 농가소득을 보전하는데 유효한 정책임을 밝힌 바 있다. 최근에는 패널모형을 활용하여 국내 쌀 산업에 규모의 경제가 작용함을 밝힌 연구결과들이 제시되고 있다(이명현, 2011; 김응규 외, 2016).

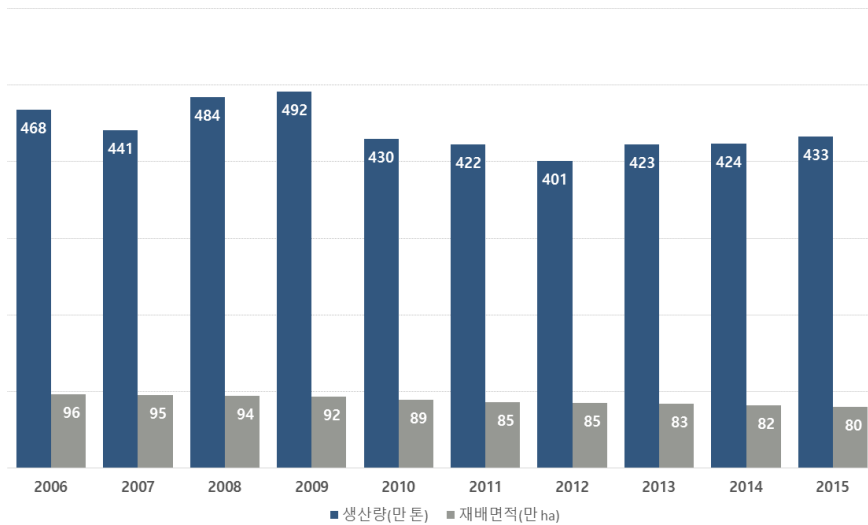
1.4 논문의 구성

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장에서는 연구의 배경 및 목적을 살펴보고 선행연구를 검토한다. 2장에서는 국내 쌀 산업의 현황 및 관련 정책에 대해 정리한다. 3장에서는 본 연구에서 사용되는 분석모형과 자료를 소개하고 변수 선정에 대해 살펴본다. 4장에서는 완전효율 확률경계 비용모형에 대한 분석결과를 제시하고 개별 경영체의 기술 효율성 및 규모 효율성 추정결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서는 논의를 요약하고 결론을 제시한다.

제2장 국내 쌀 산업 현황

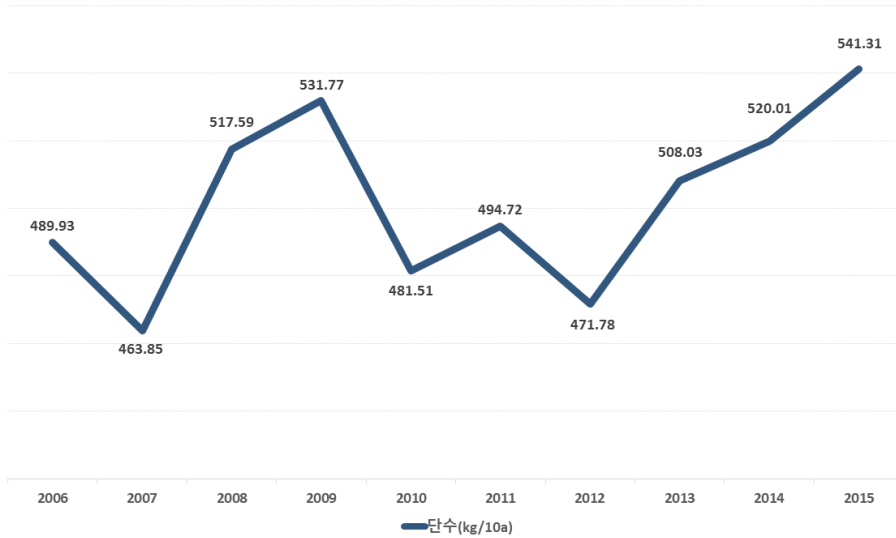
2.1 국내 쌀 산업 경영개황 및 수급현황

국내 쌀 재배면적은 [그림 2-1]과 같이 2006년 96만 ha에서 2015년 80만 ha로 지속적인 감소 추세를 나타내고 있다. 전체 경지면적 또한 2006년 180만 ha에서 2015년 168만 ha로 감소 추세를 나타내고 있다. 전체 경지면적에서 쌀 재배가 차지하는 비중은 2006년 53%에서 2015년 47.6%로 줄어 들었다. 국내 쌀 생산량은 2009년 까지 증가 추세를 보이다가 2010년 이후로는 420만 톤 내외를 유지하고 있다.



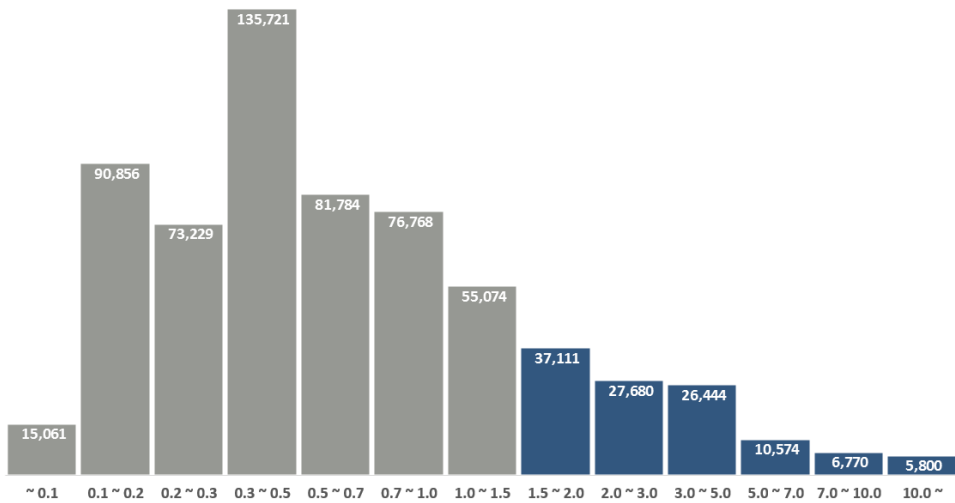
[그림 2-1] 국내 쌀 재배면적 및 생산량

쌀 생산량을 재배면적으로 나누면 [그림 2-2]와 같이 단수를 도출할 수 있다. 쌀 단수는 지난 10년 간 등락을 반복하였다. 2012년 이후에는 지속적인 상승세를 보이고 있으며 2015년에는 10 a 당 541 kg의 수준을 달성하였다.



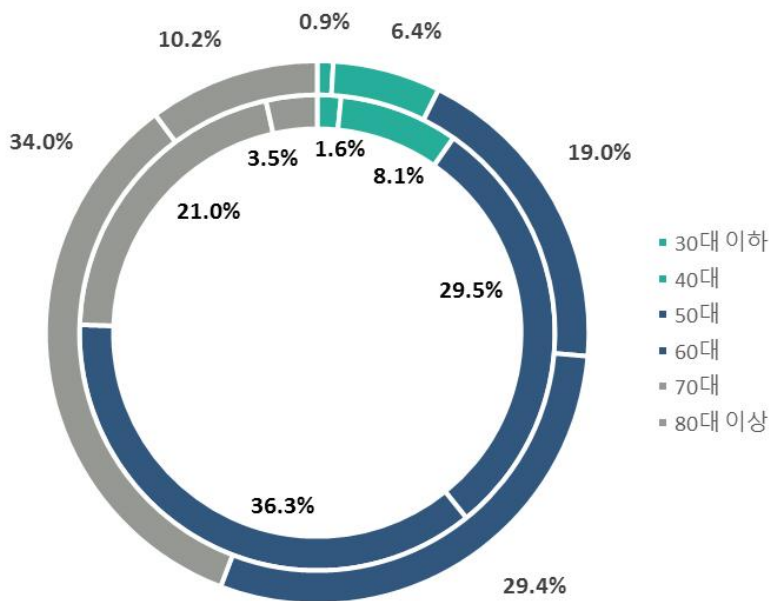
[그림 2-2] 국내 쌀 단수

2015년 전국의 농업경영체는 총 108만 8,518 호이며 이중 약 59%인 64만 2,872 호가 쌀을 재배하고 있는 것으로 나타났다. 호당 평균 논벼 재배면적은 2006년 1.09 ha에서 2015년 1.58 ha로 지속적으로 증가해왔다.



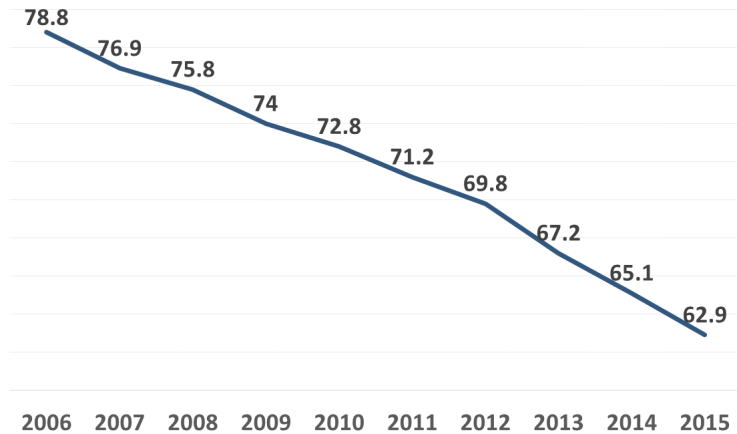
[그림 2-3] 2015년 쌀 경지규모(ha)별 농업경영체 수

[그림 2-3]에서 확인할 수 있듯이 2015년 1.5 ha 이하로 쌀을 재배하는 농업경영체가 약 82.2%를 차지하고 있다. [그림 2-4]는 2015년 호당 평균 쌀 재배면적에 따른 농업경영체 가구주의 연령분포를 나타낸다. 1.5 ha 이하로 쌀을 재배하는 농업경영체의 인적구성을 살펴보면, 40대 이하가 약 7.3%를 차지하는 반면 70대 이상이 44.2%를 차지하는 것을 알 수 있다. 1.5 ha 이상으로 쌀을 경작하는 경영체의 연령분포를 살펴보면, 40대 이하가 약 9.7%를 차지하는 반면, 70대 이상은 24.5%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 쌀 재배규모가 작을수록 노동력의 고령화현상이 심각하다는 것을 의미한다.



[그림 2-4] 2015년 쌀 재배 면적에 따른 연령분포
(외측 원: 1.5 ha 이하 재배농업경영체,
내측 원: 1.5 ha 이상 재배농업경영체)

쌀 의무수입량은 2014년 까지 매 해 약 2만 톤 정도 증가하였으나, 2015년 쌀 관세화과 시행됨에 따라 TRQ는 409 톤을 유지하고 있다. [그림 2-5]는 1인당 쌀 소비량을 나타낸다. 수요측면에서 쌀 산업을 살펴 보면, 1인당 연도별 쌀 소비량은 매해 1.1 ~ 2.6 kg 정도씩 감소하는 것을 알 수 있다.



[그림 2-5] 1인당 연도별 쌀 소비량(kg)

2.2 쌀 산업 효율성 개선 및 규모화 관련 정책

국내 쌀 산업 관련 주요 추진과제는 크게 네 가지가 있다(농림축산식품부, 2015). 첫째, 적정면적 확보 및 우량종자 공급, 둘째, 안전하고 품질 좋은 쌀 생산기반 조성, 셋째, 기상재해 대비 안전영농 및 병해충 방제 대책수립, 넷째, 쌀 생산비 절감 및 영농규모화다. 이 중에서 기술 비효율성 및 규모 효율성과 밀접한 관련을 맺고 있는 것은 쌀 생산비 절감 및 영농규모화 대책이다. 이와 관련된 구체적인 정책으로는 농지규모화사업과 들녘경영체 육성사업이 있다.

농지규모화사업은 농지매매와 장기임대차, 교환 및 분리·합병을 통해 규모화와 전문화된 경영체를 육성하고 경자유전의 원칙을 실현하는데 그 목적이 있다. 특히 농업을 주업으로 하는 경영체의 영농규모를 확대하여 소득을 증대하고 주곡생산의 안정적인 기반을 마련하는 것이 주된 목적이다. 이 때 농지 매입 및 장기임차 대상자는 주로 고령으로 은퇴하거나 다른 산업으로 전업하려는 농업인 혹은 농업인이 아닌 사람이다. 임대 대상자는 주로 전업농육성대상자 및 농업법인이다.

들녘경영체육성사업은 50ha 이상 들녘의 농지를 규모화·조직화하고 공동경영을 실시하여 생산비를 절감시키고 식량 산업의 경쟁력을 높이는 데 그 목적이 있다. 이 때 들녘경영체는 농지를 소규모로 보유하고 있으나 위탁영농의 비중이 높은 영세농과 기계화율이 높은 전업농이 결합하여 통합적으로 농작업을 시행하는 조직체다(한국농촌경제연구원, 2015). 영세농은 농지를 위탁하고 전업농이 농기계를 활용하여 농작업을 담당하는 것을 주요 골자로 한다. 특히 분산되어 있는 농지를 통합하면 하나의 작업을 시행하기 위해 많은 거리를 이동하지 않아도 되는 장점이 있다. 전업농은 규모화를 통해 농작업의 효율성을 높일 수 있게 되는 것이다. 영세농은 농작업 위탁으로 발생한 유희 노동력을 경영관리 및 다른 소득을 버는 데 사용할 수 있게 된다.

농지규모화사업과 들녘경영체육성사업은 농지가 규모화 됨에 따라 규모의 경제가 작용하여 평균생산비가 절감된다는 점을 전제로 한다. 규모의 경제가 작용하는 경우 일정한 생산량을 동일한 기술을 보유한 여러 개의 경영체가 나누어 생산하는 것보다 하나의 경영체가 생산할 때 비용 상 편익이 발생한다. 따라서 이러한 정책들이 타당성을 얻기 위해서는 국내 쌀 산업에 규모의 경제가 존재하는지에 대한 실증적 검증이 이루어져야 한다. 또한 정책의 성과를 객관적으로 평가하기 위해서는 적절한 성과지표를 선정하고 실증분석을 통해 이를 계량화하는 작업이 이루어져야 한다. 본 연구는 완전효율을 고려하여 쌀 비용함수를 추정하고 식별된 파라미터를 활용하여 규모화 효과를 살펴보고자 한다. 이를 통해 국내 쌀 산업 규모화 정책의 타당성을 검증할 수 있을 것으로 기대한다.

제3장 분석 모형 및 자료

3.1 분석모형

3.1.1 확률경계 비용모형

농업경영체의 기술조건은 생산가능집합(production possibility set)으로 표현할 수 있다. 농업 생산자는 요소가격과 생산량이 주어진 경우, 현재 기술조건 하에서 비용을 최소화하도록 요소투입량을 결정한다. 즉, 생산비용은 요소가격(w)과 생산량(y)의 함수로 나타낼 수 있다. 그러나 요소가격과 생산수준이 동일하더라도, 관측할 수 없는 요인에 의해 개별 경영체의 생산비용이 상이할 수 있다. 이 때, 통계적 오차를 도입하면 기상여건 등 관측 불가능한 요인들을 모형화할 수 있다. 한 편, 관측 불가능한 요인들이 통제되어도 개별 경영체에 내재하는 기술적 비효율에 의해 생산비용이 달라질 수 있다. 확률경계모형에서는 0 또는 양의 값을 갖는 비효율 오차를 통해 농업경영체의 기술적 비효율성을 모형화한다.

통상적인 확률경계 접근법을 적용한 비용모형은 식 (3.1)과 같다 (Aigner et al., 1977).

$$\begin{aligned} C_i &= x_i\beta + v_i + u_i, \\ v_i &\sim iid N(0, \sigma_v^2), \\ u_i &\sim iid N^+(0, \sigma_u^2), \end{aligned} \tag{3.1}$$

이 때 종속변수(C_i)는 쌀의 총 생산비용을, 독립변수(x_i)는 생산요소의 가격(w_i)과 쌀 생산량(y_i)을, β 는 회귀분석을 통해 추정되어야할 계수를 나타낸다. 통계적 오차인 v_i 는 독립적이고 동일하게 평균이 0이며 분산이 σ_v^2 인 정규분포(normal distribution)를 따르고, 기술적 비효율성을 나타내는 오차인 u_i 는 독립적이고 동일하게 평균이 0이며 분산이 σ_u^2 인 비음 반-정

규분포(non-negative half-normal distribution)를 따른다고 가정한다.¹⁾ x , u 와 v 는 상호 독립이라고 가정한다. Battese and Coelli(1995)는 비효율성 (u)을 결정짓는 외생적 요인(z)을 규명하기 위해 $u = u(z; \gamma)$ 와 같은 비효율 방정식을 도입한 바 있다.

3.1.2 완전효율 확률경계 비용모형

통상적인 확률경계 비용모형은 모든 경영체가 비효율적이라고 가정하므로 완전효율을 달성하는 일부 경영체를 고려할 수 없다.²⁾ 본 연구에서는 Kumbhakar et al.(2013)이 제시한 완전효율 확률경계모형(ZISF)을 채택하여 기존 SF모형의 한계점을 보완하고자 한다. 통상적인 ZISF 비용모형은 식 (3.2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$C_i = x_i\beta + e_i \text{ where } e_i = v_i + u_i(1 - I[u_i = 0]), \quad (3.2)$$

이 때, 각종 변수와 파라미터는 식 (3.1)과 동일하며 I 는 지시함수(indicator function)를 나타낸다. 완전효율 확률을 $p = E[I(u_i = 0)]$ 로 나타내는 경우, ZISF 비용모형은 식 (3.3)과 같이 완전효율(zero inefficiency, ZI)과 완전비효율(full inefficiency, FI) 두 가지 국면(regime)으로 나누어 볼 수 있다.³⁾

1) 문헌에서 기술적 비효율을 나타내는 오차 u 의 분포로 반-정규분포, 지수분포(exponential distribution), 잘린-정규분포(truncated normal distribution), 감마분포(gamma distribution) 등이 제안된 바 있다(Meeusen and van den Broeck, 1977; Stevenson, 1980; Greene, 1990).

2) 통상적인 SF모형에서 기술 비효율성(u)은 연속형 확률변수(continuous random variable)이므로 특정 경영체가 완전효율(full efficiency)을 달성할 확률이 0이다. 즉, 확률변수 u 가 0의 값을 가질 확률은 0이다.

$$Pr[u = 0] = \int_0^0 f_u(u = t) dt = 0$$

3) ZISF 모형은 비효율성을 나타내는 오차 u 가 0이 될 확률이 $p (> 0)$ 로 주어져 있다. 완전효율 확률이 한 점에서 부피(point mass)로 주어져 있다는 점에서 기존 SF모형과 차별성을 갖는다(Rho and Schmidt, 2015).

$$\begin{aligned}
C_i &= x_i\beta + v_i \text{ with probability } p && \text{(Regime ZI)} \\
C_i &= x_i\beta + v_i + u_i \text{ with probability } 1-p && \text{(Regime FI)}
\end{aligned} \tag{3.3}$$

ZISF 비용모형은 모든 경영체가 완전효율적($p=1$)인 경우 통상적인 신고전학과 비용모형으로 추약되고, 완전비효율적($p=0$)인 경우 SF 비용모형으로 추약된다. 신고전학과 비용모형은 모집단 내 모든 경영체가 완전효율적이라고 가정하는 반면, SF 비용모형은 모집단 내 모든 경영체가 기술적으로 비효율적이라고 가정한다. ZISF 비용모형은 신고전학과 비용모형과 SF모형을 일반화시킨 모형으로 개별 경영체가 부분적으로 완전효율적이라고 가정한다.

비용함수의 회귀계수와 비효율성과 관련된 파라미터는 최우추정(MLE)을 통해 식별할 수 있다. ZISF 비용모형의 우도함수(f_p)는 식 (3.4)와 같다(Kumbhakar and Lovell, 2003).

$$\begin{aligned}
f_p(e) &= p \times f_e(e|u=0) + (1-p) \times f_e(e|u>0) \\
&= p \times \frac{1}{\sigma_v} \phi\left(\frac{e}{\sigma_v}\right) + (1-p) \times \frac{2}{\sigma} \phi\left(\frac{e}{\sigma}\right) \Phi\left(\frac{e\lambda}{\sigma}\right)
\end{aligned} \tag{3.4}$$

$$\text{where } \sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \text{ and } \lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v},$$

이 때 f_e 는 통계적 오차와 기술적 비효율성이 결합된 복합오차($e=v+u$)의 확률밀도함수를, ϕ 와 Φ 는 각각 표준정규분포의 확률밀도함수와 누적분포함수를 나타낸다. 추정해야할 파라미터 $\theta = (\beta, \sigma_v^2, \sigma_u^2, p)'$ 는 식 (3.5)와 같이 최우추정을 통해 식별할 수 있다.

$$\hat{\theta}_{MLE} = \underset{\theta}{\operatorname{argmax}} \sum_{i=1}^n \ln f_p(C_i - x_i\beta). \tag{3.5}$$

3.1.2.1 비효율성 및 완전효율 확률 결정요인

Jondrow et al.(1982)은 통상적인 SF 비용모형에서 비효율성 추정량을 식 (3.6)과 같이 복합 오차(e)가 주어졌을 때 비효율성(u)의 조건부 기댓값으로 정의하였다(이하, SF-JLMS).

$$E[u|e] = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \cdot \left[\sigma_0 \frac{\phi(-e_i/\sigma_0)}{1 - \Phi(-e_i/\sigma_0)} + e_i \right] \quad \text{where} \quad \sigma_0 = \frac{\sigma}{\lambda}. \quad (3.6)$$

ZISF 비용모형의 경우, 비효율성(u)의 조건부 확률밀도는 완전효율 국면(Regime ZI)에 있는 경우 p 의 확률로 0이고, 완전비효율 국면(Regime FI)에 있는 경우 $1-p$ 의 확률로 잘린-정규분포를 따른다(Kumbhakar et al., 2013). 이 때, 식 (3.6)의 JLMS에 상응하는 추정량은 아래의 식과 같다(이하, ZI-JLMS).

$$E[u|e] = (1-p) \cdot \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \cdot \left[\sigma_0 \frac{\phi(-e_i/\sigma_0)}{1 - \Phi(-e_i/\sigma_0)} + e_i \right] \quad (3.7)$$

ZI-JLMS는 SF-JLMS에 완전효율확률($1-p$)을 곱하여 도출되는 추정량으로 개별 경영체에 대한 가중치가 동일하게 적용된다.

베이즈 법칙(Bayes' rule)을 활용하면 개별 농업경영체가 완전히 효율적일 확률을 식 (3.8)과 같이 “사후적”으로 도출할 수 있다(Rho and Schmidt, 2015).

$$Pr[u_i = 0|e_i] = \frac{pf_v(e_i)}{pf_v(e_i) + (1-p)f_e(e_i)}. \quad (3.8)$$

식 (3.8)에서 도출한 “사후적” 확률을 식 (3.7)의 p 에 대입하면 ZISF 비용모형의 비효율성 추정량을 식 (3.9)와 같이 도출할 수 있다(Kumbhakar et al., 2013; 이하, Posterior ZI-JLMS).

$$E[u_i|e_i] = \frac{(1-p)f_e(e_i)}{pf_v(e_i) + (1-p)f_e(e_i)} \cdot \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \cdot \left[\sigma_0 \frac{\phi(-e_i/\sigma_0)}{1 - \Phi(-e_i/\sigma_0)} + e_i \right]. \quad (3.9)$$

Posterior ZI-JLMS는 개별 경영체의 “사후적” 완전효율 확률($Pr[u_i = 0|e_i]$)을 가중치로 고려한다는 점에서 통상적인 ZI-JLMS와 차별성을 갖는다. 이 때 개별 농업경영체별 비효율성은 최우추정치 $\hat{\theta}_{MLE} = (\hat{\beta}, \hat{\sigma}_v^2, \hat{\sigma}_u^2, \hat{\rho})'$ 와 잔차 $\hat{e}_i = C_i - x_i\hat{\beta}$ 를 식 (3.9)에 대입하여 도출한다.

이항종속변수(binary dependent variable)를 활용한 확률추정에는 Probit모형과 Logit모형이 폭넓게 사용된다. ZISF 비용모형은 완전효율과 완전비효율이라는 두 가지 이항 국면(binary regime)을 갖는다. 완전효율성을 결정짓는 확률(p)을 식 (3.10)과 같이 Logit을 통해 모형화하면 농업경영체의 완전효율 확률 결정요인을 분석할 수 있다(Kumbhakar et al., 2013).

$$p_i = \frac{\exp(z_i' \gamma)}{1 + \exp(z_i' \gamma)}, \quad (3.10)$$

이 때 z_i 는 경영체의 비효율성에 영향을 미치는 독립변수들, γ 는 추정되어야 할 계수를 나타낸다. 식 (3.10)을 식 (3.4)에 대입하여 우도함수를 도출하고 최우추정을 활용하면 관련 모수를 식별할 수 있다.

3.1.2.2 완전비효율성 검정

ZISF 비용모형에서는 완전비효율에 대한 가설검정이 가능하다. 귀무가설은 분석의 대상이 되는 농업경영체 모두가 완전비효율적 ($H_0: p=0$)이라는 것이다. 귀무가설을 기각할만한 충분한 실증적 근거가 제시되지 않으면 SF 비용모형을 활용하는 것이 더 적합하다.4)

4) 식 (3.7)에 제시된 ZISF 비효율성 추정량은 기존에 Jondrow et al.(1982)가 제안한 추정량에 “사후적” 비효율 확률($1 - Pr[u_i = 0|e_i]$)을 곱한 값이다. 따라서 ZISF 비효율성 추정량은 SF 비효율성 추정량과 비교할 때, 0으로 응축되었다고 볼 수 있다(Kumbhakar et al., 2013). 따라서 모든 농업경영체가 완전비효율적이라는 귀무가설을 기각할 수 없는 경우, ZISF 비용모형을 적용하면 비효율성이 과소 추정될 우려가 있다.

일반적으로 귀무가설로 제시되는 값이 모수 공간(parameter space)의 내부(interior)에 존재하면, 우도비(likelihood ratio, LR), 라그랑지 승수(Lagrange multiplier, LM) 그리고 Wald 검정통계량 모두 점근적으로 χ^2 에 분포수렴한다. 확률 p 는 모수 공간이 폐집합 $[0,1]$ 로 주어져 있다. 귀무가설로 제시되는 특정한 값 '0'이 모수 공간의 구석에 존재하므로 통상적인 점근적 분포를 통한 가설검정이 불가능하다. 이러한 한계점을 극복하고 완전비효율성을 검정하기 위해 Rho and Schmidt(2015)는 Chen and Liang(2010)을 활용하여 식 (3.9)과 같은 유사-우도비(pseudo-likelihood ratio, PLR) 검정통계량을 제시한 바 있다.⁵⁾

$$PLR = 2 \cdot [\ln L_n(\hat{\theta}) - \ln L_n(\tilde{\theta})] \xrightarrow{d} \frac{1}{2}\chi_0^2 + \frac{1}{2}\chi_1^2,$$

$$\text{where } \tilde{\theta} = \underset{\theta}{\operatorname{argmax}} \left\{ \sum_{i=1}^n \ln f_p(C_i - x_i\beta) \mid \sigma_u \geq 0, \sigma_v \geq 0, p=0 \right\}, \quad (3.11)$$

$$\hat{\theta} = \underset{\theta}{\operatorname{argmax}} \left\{ \sum_{i=1}^n \ln f_p(C_i - x_i\beta) \mid \sigma_u \geq 0, \sigma_v \geq 0, p \in [0,1] \right\}.$$

3.2 분석자료

3.2.1 분석자료 및 변수설정

분석에 활용된 자료는 통계청에서 매년 실시하는 농산물생산비조사이다. 농산물생산비조사는 주요작물에 대한 생산비 동향을 파악하기 위해 농가경제조사 표본농가 2,600호 중에서 조사 대상작물(논벼, 고추, 콩, 마늘, 양파)을 일정규모 이상 재배하는 농업경영체를 대상으로 조사한 패널자료이다. 비용함수 추정에는 농산물생산비조사의 경영비 항목이 활용되었다. 변수구축에는 2013 ~ 2015년 논벼 조사자료가 활용되었으며 농가변

5) 농업경영체 모두가 완전효율적($H_0: p=1$)이라는 귀무가설에 대한 검정 또한 유사-우도비 검정을 통해 검정할 수 있다(Kumbhakar et al., 2013).

호(key)를 통해 자료를 매칭하였다.6)

본 연구에서 사용된 변수의 정의와 기초통계는 [표 3-1]에 요약되어 있다. 투입요소의 가격은 노동가격, 지대, 자본가격, 기타비용가격으로 설정하였다. 노동가격은 자가노력과 고용노력의 노동비를 각각 투입노동시간으로 나누어 가중합하였다. 지대는 자작지와 임차지의 단위면적당 토지용역비를 가중합하였다.7) 자본가격은 농기계임차료, 대농구수선비, 소농구비, 생산관리기기임차료, 생산관리기수리유지비, 영농시설물임차료, 영농시설수리유지비, 자동차임차료, 자동차수리유지비, 감가상각비를 합하여 생산량으로 나누어 사용하였다. 기타비용은 종묘비, 농약비, 비료비, 영농광열비, 조세 및 기타비용, 생산관리비를 합하여 생산량으로 나누어 사용하였다. 총 생산비용은 위에 제시된 비용항목과 위탁영농비를 합산하였다.

[표 3-1] 주요 변수 기초통계

변수	평균	표준편차	최솟값	최댓값
C 총 생산비용(만 원)	1,012.68	2,131.55	101.13	91,869.06
$tarea$ 총 재배면적(m^2)	14,683.31	28,687.85	875	715,204
y 생산량(kg)	9,601.80	14,823.71	520	199,963
$yield$ 단수(kg/m^2)	0.6770	0.1039	0.0060	1.0672
w_L 노동가격(원/시간)	13,587.47	615.47	59.92	16,192.90
w_R 지대(원/ m^2)	245.27	68.47	49.79	1,428.48
w_K 자본(원/ m^2)	67.90	79.71	0.43	863.45
w_E 기타비용가격(원/kg)	170.03	76.74	1.67	1500.89
표본 수	3,639			

주 : 지역더미의 기준은 서울/인천/경기지역임.

- 6) 농산물생산비조사는 통계청 마이크로 데이터 통합 서비스(microdata integrated service, MDIS)를 통해 획득하였다. 해당 통계조사는 패널자료이므로 패널모형을 고려해 볼 수 있다. 그러나 통계적 오차(v_{it})와 비효율성(u_{it})이 동시에 고려된 복합오차 벡터- $(e_{i1} e_{i2} \dots e_{im})$ -의 결합분포가 도출되어 있지 않아 패널자료를 활용한 모수 식별이 어렵다(Rho and Schmidt, 2015). 따라서 본 연구에서는 2013 ~ 2015년 자료를 통합(pooling)하여 분석을 진행하였다. 생산비 정보는 농가구입가격지수와 용도지역별 지가 지수를 활용하여 2013년 기준 가격으로 조정하였다(통계청; 국토교통부).
- 7) 노동가격 = $\left(\frac{\text{자가노동비}}{\text{자가노동 투입시간}} \right) \cdot \left(\frac{\text{자가노동 투입시간}}{\text{총 노동 투입시간}} \right) + \left(\frac{\text{고용노동비}}{\text{고용노동 투입시간}} \right) \cdot \left(\frac{\text{고용노동 투입시간}}{\text{총 노동 투입시간}} \right)$
 지대 = $\left(\frac{\text{자작지 토지용역비}}{\text{자작지 면적}} \right) \cdot \left(\frac{\text{자작지 면적}}{\text{총 경지면적}} \right) + \left(\frac{\text{임차지 토지용역비}}{\text{임차지 면적}} \right) \cdot \left(\frac{\text{임차지 면적}}{\text{총 경지면적}} \right)$

3.2.2 함수형태 및 규모효율성

본 연구에서는 ZISF 비용모형을 추정하기 위해 유연(flexible)하다고 알려져 있는 초월대수(translog) 함수형태를 활용하였다.

$$\begin{aligned} \ln Cost_i = & \beta_0 + \beta_y \ln y_i + \frac{1}{2} \beta_{yy} (\ln y_i)^2 + \sum_{k=1}^3 \beta_k \ln P_{k,i} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 \beta_{kl} \ln P_{k,i} \ln P_{l,i} \\ & + \sum_{k=1}^3 \beta_{yk} \ln y_i \ln P_{k,i} + \delta_1 D_{2014,i} + \delta_2 D_{2015,i} + e_i \quad \forall i, \end{aligned} \quad (3.12)$$

여기서 $Cost$ 와 P_k ($k=1,2,3$)는 각각 자본가격으로 정규화(normalization)된 총 생산비용, 노동비용, 지대, 기타비용을⁸⁾, β 는 추정되어야 할 모수를, e 은 완전효율 확률이 고려된 복합 오차($v+u \cdot [1-I(u=0)]$)를 나타낸다. 시간에 따른 기술변화를 반영하기 위하여 연도 더미(D_{year})가 사용되었다.

초월대수 비용함수 추정결과를 활용하여 비용탄력성을 도출하면, 규모 효율성(scale efficiency)을 계측할 수 있다.

$$\eta(w, y) = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y} = \beta_y + \sum_{k=1}^4 \beta_{ky} \ln w_k + \beta_{yy} \ln y. \quad (3.13)$$

여기서 C 와 w_k ($k=1,2,3,4$)는 총 생산비용과 노동비용, 지대, 기타비용, 자본비용을 나타낸다. 이 때 η 가 1보다 작으면 동일한 규모의 쌀 생산량을 여러 개의 경영체가 나누어 생산하는 것보다 단일 경영체가 생산할 때 비용 편익이 발생한다. 반면 η 가 1보다 크면 동일한 쌀 생산량을 하나의 경영체가 규모화를 통해 생산하는 것보다 여러 개의 경영체가 등분하여 생산할 때 비용 편익이 발생한다(Chambers, 1988).

8) 비용함수에 동차성(homogeneity)을 부과하기 위하여 총 생산비용 및 요소가격을 자본 가격으로 표준화 하였다. 또한 Young의 정리에 의해 대칭성(symmetry)이 성립한다고 가정한다.

제4장 분석결과

4.1 한국 쌀 농가의 기술효율성 분석

한국 쌀 농가의 기술효율성을 추정하기 위하여 생산비 자료를 활용해 세 가지 비용함수 모형을 추정하였다. 쌀 농가의 완전효율/비효율 여부를 판단하기 위해 ‘완전효율이 고려된 확률경계(ZISF) 비용모형’과 함께 ‘신고전학과(neo-classical, NC) 비용모형’과 통상적인 ‘확률경계(SF) 비용모형’을 추정하였다. 세 가지 모형에 대한 추정결과는 [표 4-1]에 제시되어 있다.⁹⁾

[표 4-1]에 제시된 모형 3은 ZISF 비용모형에 대한 추정결과이다. ZISF 비용모형의 완전효율 확률 추정치는 98.8%이다. 이는 한국 개별 쌀 농가가 약 98.8%의 확률로 완전효율 국면(Regime ZI)에 있고 약 1.2%의 확률로 완전비효율 국면(Regime FI)에 있음을 의미한다. ZISF 비용모형은 완전효율 확률에 대한 추정치(\hat{p})를 통해 내생적으로 선도(benchmark) 농업경영체의 비율이 결정된다. 통상적인 SF 비용모형에서는 연구자가 주관적으로 선도 농업경영체의 비율에 대한 임계값을 설정한다. 예를 들어, 기술 비효율성에 대한 추정결과를 바탕으로 상위 $y\%$ 를 선도 농업경영체로 설정할 수 있다. 반면, ZISF 비용모형은 모형 내에서 완전효율 확률이 결정되므로 선도 농업경영체를 선정함에 있어 연구자의 주관이 개입될 여지가 적다. ZISF 비용모형을 활용하는 경우, 비효율성에 대한 추정치를 기준으로 상위 98.8%를 선도 농업경영체로 볼 수 있다.

시간의 흐름에 따른 기술진보를 반영하기 위해 통상적인 초월대수모형에 연도더미를 각각 추가하였다. 분석결과 연도더미의 계수 모두 음의 값으로 추정되었으며 2015년의 절댓값이 2014년보다 더 큰 것으로 나타났다. 이는 2013년을 기준으로 시간이 흐름에 따라 쌀 재배기술이 진보하였음을 의미한다.

9) 분석에는 R Package의 ‘minqa’(Bates et al., 2015)와 ‘numDeriv’(Gilbert and Varadhan, 2016)이 사용되었다.

[표 4-1] 한국 쌀 농가 비용모형 최우추정 결과

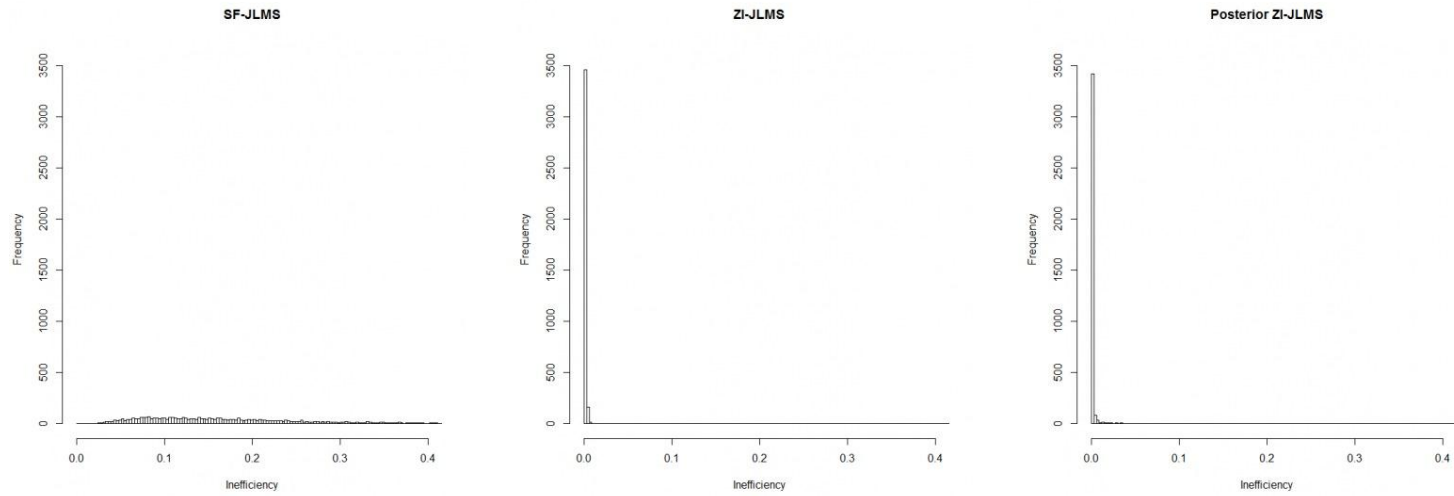
	모형 1 - NC		모형 2 - SF		모형 3 - ZISF	
	계수	표본오차	계수	표본오차	계수	표본오차
<i>Constant</i>	3.754***	0.0606	2.733***	0.1229	3.194***	0.0786
<i>lny</i> (생산량)	0.752***	0.0057	0.833***	0.0026	0.812***	0.0052
<i>lnw₁</i> (노동)	-0.451***	0.0164	-0.271***	0.0572	-0.343***	0.0255
<i>lnw₂</i> (지대)	0.351***	0.0252	0.555***	0.0583	0.340***	0.0203
<i>lnw₃</i> (기타)	0.823***	0.0974	0.566***	0.0704	0.799***	0.0381
$0.5(\ln w_1)^2$	0.173***	0.0042	0.142***	0.0041	0.158***	0.0027
$0.5(\ln w_2)^2$	0.152***	0.0190	0.232***	0.0131	0.163***	0.0119
$0.5(\ln w_3)^2$	0.179***	0.0097	0.170***	0.0075	0.181***	0.0077
<i>lnw₁ · lnw₂</i>	-0.044***	0.0140	-0.080***	0.0072	-0.044***	0.0050
<i>lnw₁ · lnw₃</i>	-0.095***	0.0145	-0.049***	0.0097	-0.093***	0.0051
<i>lnw₂ · lnw₃</i>	-0.097***	0.0124	-0.128***	0.0103	-0.099***	0.0064
$0.5(\ln y)^2$	0.014***	0.0006	0.009***	0.0030	0.010***	0.0012
<i>lny · lnw₁</i>	0.002	0.0046	-0.002	0.0064	-0.002	0.0019
<i>lny · lnw₂</i>	0.011*	0.0060	0.004	0.0060	0.011***	0.0027
<i>lny · lnw₃</i>	-0.008	0.0062	-0.003	0.0060	-0.007***	0.0015
<i>D₂₀₁₄</i>	-0.065***	0.0057	-0.071***	0.0060	-0.064***	0.0056
<i>D₂₀₁₅</i>	-0.131***	0.0058	-0.132***	0.0061	-0.129***	0.0056
σ_v^2	0.020***	0.0005	0.007***	0.0004	0.018***	0.0005
비효율성						
σ_u^2			0.053***	0.0021	1.031***	0.2949
<i>p</i>					0.988***	0.0031
로그우도	1881.9		1630.92		1980.84	

주 : * 유의수준 10%, ** 유의수준 5%, *** 유의수준 1%.

완전효율 확률에 대한 추정치를 바탕으로 쌀 경영체가 완전효율적인지 완전비효율적인지에 대한 가설검정을 실시할 수 있다. 모든 쌀 농가가 비효율적이라는 귀무가설을 기각하지 못하였음에도 불구하고 ZISF 비용모형을 활용하는 경우, 비효율성을 과소추정하게 될 우려가 있다. 또한 모든 쌀 농가가 완전효율적이라는 귀무가설을 기각하지 못함에도 불구하고 ZISF 모형을 적용시키면, 비효율성을 과대추정하게 된다. 식 (3.11)에 제시된 PLR 검정을 활용한 결과, 한국 쌀 농가가 완전효율적이라는 귀무가설과 완전비효율적이라는 귀무가설 두 가지 모두를 1% 유의수준에서 기각할 수 있었다. 따라서 한국 쌀 농가의 경영에는 비효율성이 일부 존재한다고 볼 수 있으며 ZISF 모형을 통해 완전효율 확률을 도입하면 비효율성을 과대추정하지 않을 수 있다.

[표 4-1]의 모형 2와 모형 3에는 통계적 오차항의 분산과 비효율성의 분산에 대한 추정치가 제시되어 있다. 비효율성의 분산에 대한 추정치를 살펴보면 ZISF 비용모형이 SF 비용모형보다 약 19배 더 큰 것을 확인할 수 있다. SF 비용모형의 경우 완전비효율 국면(Regime FI)만을 고려한다. 완전효율적인 경영체가 상당부분 포함된 표본으로 SF 비용모형을 추정하면 비효율성의 분산이 줄어들게 된다. 즉 완전효율적인 경영체의 경우 비효율성의 분산이 0이므로, 모든 경영체를 대상으로 SF 비용모형을 적용하는 경우 비효율성 분산이 낮게 추정되는 것이다. ZISF 비용모형을 통해 완전효율을 고려하면 비효율성의 분산이 높게 추정되며 이러한 결과는 선행연구의 실증분석 결과와도 일치한다(Kumbhakar et al., 2013; Abdulai and Abdulai, 2016).

[그림 4-1]은 2장에서 제시한 비효율성 지표를 히스토그램으로 나타낸 것이다. 분석결과 ZI-JLMS 지표가 SF-JLMS 지표보다 비효율성이 낮게 추정되는 것으로 나타났다. 이는 완전효율 확률(p)을 도입하면 비효율성 추정량의 기댓값이 $(1-p)$ 의 비율로 줄어들기 때문이다. 사후적 완전효율 확률을 활용하는 경우에도 비효율성이 낮게 추정되지만 감소비용은 경영체별로 상이한 것을 알 수 있다. 따라서 완전효율 확률이 통계적으로 유의하게 0보다 크더라도 불구하고 통상적인 SF 비용모형을 활용하는 경우, 비효율성이 과대 추정될 우려가 있다.



[그림 4-1] 한국 쌀 농가의 비효율성 히스토그램

[표 4-3]은 비효율성 추정량의 기초통계를 확률경계 추정모형별로 나타낸 것이다. [그림 4-1]에서와 같이, Posterior ZI-JLMS 추정치가 0 가까이 밀집되어 있어 SF-JLMS보다 첨도와 왜도가 높다. 평균적인 비효율성 추정치는 SF-JLMS가 Posterior ZI-JLMS 추정치보다 크다. 완전효율 확률이 통계적으로 유의하게 0과 다름에도 불구하고 SF 모형을 사용하는 경우 생산비용의 비효율 정도를 약 18.27% 과대추정하게 된다.¹⁰⁾

[표 4-2] 확률경계 모형과 비효율성 추정량의 기초통계

구분	평균	표준편차	왜도	첨도
SF-JLMS	0.1742	0.1342	10.097	240.616
Posterior ZI-JLMS	0.0076	0.1071	29.592	1074.907

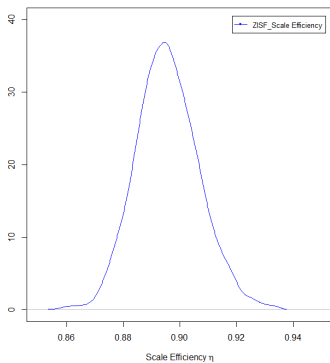
김정호·위용석(1997)은 1995년 쌀 생산비 통계조사자료를 활용하여 초월대수함수를 활용한 확률경계 비용모형을 추정한 바 있다. 김정호 외(1997)에서는 한국 쌀 농가의 평균적인 비용 비효율이 15.4%인 것으로 나타났다. 이병기(2000)와 박종은 외(2002)는 콥-더글라스(Cobb- Douglas) 확률적 프런티어 생산함수를 활용하여 한국 쌀 산업의 비효율성을 추정한 바 있다. 이병기(2000)에서는 한국 쌀 농가의 평균적인 기술적 비효율성이 10.7%인 것으로 나타났다. 박종은 외(2002)에서는 평균적으로 약 10.4%의 기술적 비효율성이 존재하는 것으로 분석되었다. 본 연구에서 통상적인 SF 비용모형을 활용하여 한국 쌀 농가의 비효율성을 추정한 결과 약 19%의 비효율성이 존재하는 것으로 나타났다. 기술수준의 변화를 고려하지 않고 선행연구와 비교하면 현재 쌀 농가가 과거보다 평균적으로 더 비효율적이라고 볼 수 있다. 그러나 완전효율 확률을 고려하여 확률경계 비용모형을 추정하는 경우, 비효율성이 약 1%로 줄어들게 된다. 앞서 제시된 가설검정에서 완전효율 확률(p)이 0이라는 귀무가설을 1% 유의수

10) SF 비용모형을 활용하는 경우 평균적인 비효율성을 고려하면 총 비용이 프런티어(frontier)대비 약 1.19($\approx \exp[0.1742]$)배가 된다. 반면 ZISF 모형을 활용하는 경우 평균적인 비효율성을 고려하면 총 비용이 프런티어(frontier)대비 약 1.01($\approx \exp[0.0076]$)배가 된다.

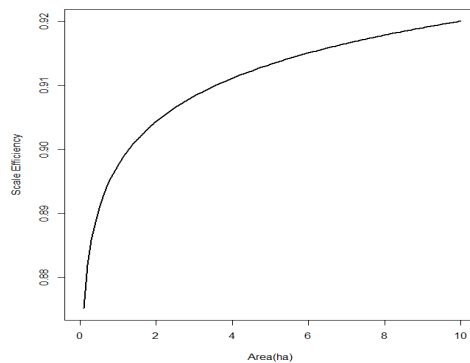
준에서 기각할 수 있었다. 따라서 현재 쌀 농가의 비효율성을 분석할 때에는 통상적인 SF 모형이 아닌 ZISF 모형을 활용해야 비효율성을 과대추정하지 않게 된다.

4.2 한국 쌀 농가의 규모효율성 분석

2장에서 살펴본 바와 같이 비용 프론티어 추정치를 활용하면 개별 농업경영체의 규모 효율성(η)을 추정할 수 있다. 개별 농업경영체의 생산량과 요소가격을 식 (3.13)에 대입하여 경영체별 규모 효율성을 도출한 결과는 [그림 4-2]와 같다. 분석결과 평균적인 규모효율성은 0.8952인 것으로 나타났다. 규모 효율성(η)의 최댓값이 1보다 작으므로 표본농가 모두 규모수익체증의 영역에 있다고 해석할 수 있다.



[그림 4-2] 규모효율성 분포



[그림 4-3] 경지면적과 규모효율성

평균단수와 식 (3.13)을 활용하면 경지면적 변화에 따른 규모 효율성을 도출할 수 있다. 이 때 노동, 지대, 자본 및 기타비용의 가격은 [표 3-1]의 표본평균과 동일하다고 가정하고 평균단수를 활용하여 생산량을 재배면적으로 전환하였다. [그림 4-3]은 평균단수를 0.677 kg/m^2 를 적용하여 경지면적과 규모효율성의 관계를 도식화한 것이다. 쌀 농가가 표

본평균 수준의 요소가격을 마주한다고 가정하는 경우, 소규모 농업경영체에서 규모화 효과가 큰 것으로 나타났다. 이명헌(2011)은 본 연구의 분석방법과 동일하게 평균단수와 요소가격의 표본평균을 활용하여 비용의 생산량 탄력성을 도출한 바 있다. 또한 김응규 외(2016)는 경지규모를 기준으로 표본을 6개의 그룹으로 구분하고 그룹별 규모 효율성 평균을 도출한 바 있다. 기존 선행연구에서 확인된 바와 같이 본 연구에서도 경지면적이 증가함에 따라 규모 효율성이 증가하는 것으로 나타났다.

비용의 생산량 탄력성에서 1을 빼면 평균비용의 생산량 탄력성을 도출할 수 있다.¹¹⁾ 앞서 제시된 분석결과에 따르면 규모효율성이 1보다 작기 때문에 평균비용의 생산량 탄력성은 음수가 된다. 이는 생산량이 증가함에 따라 평균비용이 하락함을 의미한다. 이 때 탄력성 추정치는 1% 생산량변화에 따른 평균비용의 감소율을 측정하는 지표다. 따라서 소규모 경영체의 생산량 1% 증가와 대규모 농업경영체의 생산량 1% 증가는 동일한 경지규모 증가라고 보기 어렵다.

본 연구에서는 경지규모별로 재배면적이 동일하게 증가하는 경우의 비용절감효과를 살펴보고자 한다. 경지규모에 따른 이질성을 통제하기 위해 표본을 아래와 같이 짝 재배면적 기준으로 9 개의 그룹으로 나누었다.¹²⁾ [표 4-3]을 보면 기존의 선행연구에서 확인된 바와 같이 경지규모가 증가할수록 단위 생산량 당 평균비용이 감소하는 것으로 나타났다. 농업경영체가 마주하는 요소가격은 경영규모와 상관없이 표본평균으로 일정하다고 가정하고 평균비용의 생산량 탄력성을 도출하였다. 식 (3.13)에서 9 개 그룹별 생산량(y)은 해당 그룹의 평균생산량을 적용하였다. 이때 그룹별 평균생산비용(원/kg)을 활용하여 탄력성 정보를 한계효과로 전환하였다. 또한 그룹별 평균단수를 활용하여 평균비용의 생산량 한계효과를 재배면적 한계효과로 전환하였다. [표 4-3]의 네 번째 열을 확인하면 재배면적 증가에 따른 평균생산비 절감의 한계효과는 경지규모

11) $Average\ Cost \times y = Cost$ 에 로그를 취하고 $\ln y$ 로 미분을 취하면 위와 같은 결과를 도출할 수 있다.

12) 사후적 완전효율 확률이 0.5 이하인 경영체를 제외한 3,611개 농업경영체를 대상으로 분석하였다.

에 반비례하는 것으로 나타났다. 즉 재배면적이 동일하게 증가할 때 경지규모가 작을수록 평균생산비 절감효과가 큰 것으로 분석되었다. 쌀 재배면적이 0.3 ha 이하인 경영체의 평균생산비 절감효과가 10 ha 이상인 경영체보다 약 117 배 높은 것으로 나타났다. 총 생산비 절감의 한계효과는 그룹별 평균 경지면적을 적용하여 도출하였다. 그룹별 재배면적을 고려하는 경우 0.3 ha 이하의 소농의 총 생산비 절감효과가 10 ha 이상인 대농보다 약 2 배 높은 것으로 나타났다. 따라서 재배면적의 규모화 효과는 소농이 더 큰 것으로 분석되었으나 총 생산비용을 고려하는 경우에는 그룹별 효과의 차가 줄어드는 것으로 나타났다.

[표 4-3] 재배면적 증가에 따른 생산비 절감효과

경지규모 (ha)	가구 수 (비율)	평균비용 (원/kg)	평균생산비 절감 한계효과(원)	총 생산비 절감 한계효과(원)
~ 0.3	509 (14.10)	1,242.641	0.0583	144.1488
0.3 ~ 0.5	746 (20.66)	1,164.931	0.0333	129.9962
0.5 ~ 1	978 (27.08)	1,095.123	0.0163	115.6865
1 ~ 2	736 (20.38)	1,062.239	0.0075	105.2511
2 ~ 3	272 (7.53)	1,033.344	0.0040	96.9026
3 ~ 5	197 (5.46)	994.333	0.0023	88.7510
5 ~ 7	76 (2.10)	959.438	0.0014	81.7805
7 ~ 10	51 (1.41)	949.151	0.0009	77.5897
10 ~	46 (1.27)	985.326	0.0005	74.7880

제5장 요약 및 결론

쌀은 전체 경지면적의 약 50%를 차지하고 전체 농업경영체 중 약 60%가 쌀을 재배하는 등 주곡작물로서 국내 농업에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 지난 5년간 미곡 생산량에는 큰 변동이 없었지만 쌀 소비가 감소하고 시장이 개방되면서 국내 쌀 산업은 심각한 수급 불균형을 겪고 있다. 이와 같은 구조적 문제를 해결하기 위해 밭작물로의 작목 전환과 함께 쌀 산업의 규모화 및 효율성 제고에 대한 필요성이 지속적으로 제기되어왔다. 관련 정부정책도 규모화와 효율성 제고에 방점을 두고 있다. 경지구묘화사업과 들녘경영체육성사업 등 관련 정책들이 단순히 구호에 머물지 않으려면 정책수립의 근거가 되는 경제 이론에 대한 실증적 규명이 이루어져야 한다.

본 연구는 모형에 대한 가설검정이 가능한 모수적 접근법을 활용하여 한국 쌀 농가의 비효율성을 계측하였다. 특히, 완전효율 확률경계 접근법(ZISF)을 활용함으로써 경영체의 효율성에 대한 사전적 가정을 완화하고자 하였다. 또한 식별된 비용 프론티어를 활용하여 국내 쌀 산업이 규모수익 체증의 영역에 있는지 확인하고자 하였다.

ZISF 비용모형은 완전효율 국면(Regime ZI)과 완전비효율 국면(Regime FI)을 동시에 고려할 수 있다. 완전효율 확률은 0.988로 추정되었다. 이는 전체 쌀 생산농업경영체 중에서 약 98.8%가 완전효율적인 선도 농업경영체라는 것을 의미한다. 연구자가 비효율성 추정치에 근거하여 사전적으로 선도 경영체의 비율을 정해야하는 SF 모형과 다르게, ZISF 비용모형은 내생적으로 선도 농업경영체의 비율을 정할 수 있다. 따라서 ZISF 모형을 활용하는 경우 동일 시점 내 품목 간 효율성 비교(between variation)가 가능하다. 농작물생산비조사에서 자료획득이 가능한 고추, 콩, 마늘 및 양파에 대해 ZISF 비용모형을 추정하면, 동일 시점에서 주어진 기술 조건 하 품목 간 효율성을 비교할 수 있다. 이와 같은 품목 간 효율성 비교를 통해 예산 배정의 우선순위를 결정할 수 있을 것으로 기대한다.

완전효율 확률에 대한 가설검정을 위해 NC 비용모형과 SFA 비용모형을 추정하였다. PLR 검정을 활용한 결과 한국 쌀 농가가 모두 비효율적이라는 가설과 모두 효율적이라는 가설 모두 1% 유의수준에서 기각할 수 있었다. 따라서 모든 경영체가 비효율적이라고 가정하는 SF 비용모형을 활용하여 국내 쌀 산업의 효율성을 분석하는 경우 비효율성을 과대 추정하게 될 우려가 있다. 또한 모든 경영체가 효율적이라고 가정하는 NC 비용모형을 활용하는 경우 비효율성을 과소 추정하게 될 우려가 있다.

모형 선택에 따른 비효율성의 차이를 비교하기 위해 SF 모형과 ZISF 모형에서 도출된 개별 경영체의 비효율성 추정치를 분포로 나타내 보았다. ZISF 모형의 경우 비효율성 추정치에 완전비효율 확률 '1-p'만큼 가중치가 곱해지므로 통상적인 SF 모형의 추정치보다 0 쪽으로 쏠리게 된다. 통상적인 SF 모형을 활용한 선행연구에서는 국내 쌀 산업에 약 10.4 ~ 15.4%의 비효율이 존재한다고 밝힌 바 있다. 그러나 2013 ~ 2015년 기준 국내 쌀 산업의 경우 완전효율적인 경영체가 상당 부문 존재하는 것으로 판단된다. 이 때 SF 모형을 활용하면 비효율성을 약 18.27% 과대 추정하게 된다. ZISF 비용모형을 활용하는 경우 국내 쌀 산업의 비효율성은 약 1%인 것으로 분석된다. 이는 쌀 농가가 기술적 비효율성에 의해 비용 프론티어로부터 평균적으로 약 1% 떨어져 있음을 의미한다. 따라서 한국 쌀 농가의 기술적 비효율성이 매우 낮다고 해석할 수 있다.

마지막으로 쌀 산업의 규모 효율성을 추정하였다. ZISF 비용모형 추정결과를 바탕으로 비용의 생산량 탄력성을 추정한 결과 평균이 0.8952인 것으로 나타났다. 이는 쌀 농가가 평균적으로 규모수익체증의 영역에 있음을 의미하며 한계비용이 평균비용보다 낮아 생산량을 한 단위 늘리는 경우 비용 상의 편익이 발생하게 된다. 요소가격이 표본평균으로 주어져 있다고 가정하고 평균단수를 활용하여 생산량을 재배면적으로 전환하여 비용의 재배면적 탄력성을 도출하였다. 그 결과 20ha 이상의 경지규모에서도 규모 효율성이 1 이하인 것으로 나타나 규모의 경제가 존재하는 것으로 분석되었다. 따라서 농지규모화사업이나 들녘경영체육성사업 등을 통해 경지를 규모화하면 평균비용 절감효과가 발생할 것임을 알 수 있다.

재배면적을 기준으로 표본을 9개의 그룹으로 나누어 경지면적 증가의 비용 절감효과를 살펴보았다. 그 결과 전체 경지규모가 작을수록 평균생산비 절감효과가 큰 것으로 분석되었다. 또한 그룹별 평균 경지면적을 활용하여 총 생산비 절감의 한계효과를 도출한 경우에도 소규모 농업 경영체의 절감효과가 큰 것으로 나타났다. 농지매입비축사업 및 후계농 육성사업은 신규 농업인력 육성을 목적으로 하는 사업이다. 소규모 경영체를 중심으로 경지를 규모화 하는 경우 평균생산비용 및 총생산비용 절감효과가 상대적으로 높아질 것이다. 비용절감을 통해 이윤이 증가하면 신규 농업 인력의 초기 영농정착비율을 높일 수 있을 것이다.

본 연구는 쌀 농가의 기술 효율성에 대해 극단적인 가정을 하지 않고 ZISF 모형을 채택하여 완전효율 확률을 고려하였다는 점에서 이전의 연구와 차별성을 갖는다. 그러나 분석에 활용된 자료가 패널로 주어져 있음에도 불구하고 적절한 모수 식별방법이 개발되지 않아 패널분석을 시도하지 못하였다. 추후 관측되지 않는 개별 경영체의 고유특성을 통제할 수 있는 계량기법이 개발된다면 더 효율적이고 일치된 추정결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 강봉순, 노재선. 1995. "연구논문 : < 레이 동조 확률 생산함수 > 에 의한 경영규모별 미곡생산의 효율성 분석." 농촌계획, 1(1), 99-110.
- 권오상. 1997. "한국 미작농가의 생산기술 분석; 비모수적 방법을 이용한 효율성 분석을 중심으로." 경제학연구, 45(4), 251-270.
- 권태진. 1985. "미곡생산의 규모경제성과 대체탄력성 계측." 농촌경제, 8(4), 123-136.
- 김응규, 황성혁, 한두봉. 2016. "쌀 생산비 패널자료를 이용한 경영규모별 규모의 경제효과 분석." 농업경영정책연구, 43(1), 67-85.
- 김정호, 위용석. 1997. "쌀 농업의 효율성과 관련요인 분석." 농촌경제, 20(1), 19-28.
- 농림축산식품부. 2015. "2015년도 쌀 안정생산 대책."
- 박정근, 서동균, 정홍우. 1995. "쌀 생산비절감을 위한 기술개발과 규모경제에 관한 연구." 농업경제연구, 36(2), 2027-2045.
- 박종은, 안인천. 2002. "확률적 프런티어 생산함수에 의한 한국 쌀 생산의 기술적 효율성 분석." 지역정책연구, 13(2), 123-142.
- 반경훈, 권오상. 2016. "한국 농업의 지역별 생산성 격차와 메타 프런티어 생산함수 추정." 농업경제연구, 57(4), 1-36.
- 성진근. 1989. "쌀 생산의 규모경제를 위한 경영규모 확대목표" 농촌경제, 12(2), 71-82.
- 안동환, 권오상, 강봉순. 1999. "확률적 프런티어 접근법을 이용한 한국 쌀 농업의 생산성 변화 분리 계측." 농업경제연구, 40(1), 37-61.
- 안병일, 이정환. 2002. "쌀농업의 규모확대." 농업경제연구, 43(3), 57-75.
- 이명현. 2011. "패널자료를 이용한 쌀생산비 함수 추정." 시장경제연구, 40(1), 107-131.
- 이병기. 2000. "쌀생산농가의 효율성 변화요인과 정책적 시사점" 농업경영정책연구, 27(3), 1-17.
- 전찬익. 1995. "수도작 대농의 규모경제성과 대체탄력성 분석" 농업경제연구, 36(1), 1075-92.
- 정홍우, 민승규. 1994. "수도작 전문경영농가의 경영규모설정에 관한 연구." 농업경제연구, 35(1), 1025-46.
- 한규수. 1988. "프런티어 생산함수에 의한 기술적 효율성 분석에 관한 연구" 서울: 동국대학교.
- 한국농촌경제연구원. 2015. "논농업 효율화를 위한 들녘경영체 육성방안."

- Abdulai, A. N. and A. Abdulai. 2016. "Allocative and Scale Efficiency among Maize Farmers in Zambia: A Zero Efficiency Stochastic Frontier Approach." *Applied Economics*, 48(55), 5364-78.
- Aigner, D., C.A. K. Lovell and P. Schmidt. 1977. "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models." *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- Bates, D., K. M. Mullen. J. C. Nash and R. Varadhan. 2014. "Minqa: Derivative-Free Optimization Algorithms by Quadratic Approximation." R package version, 1(4).
- Battese, G. E. and T. J. Coelli. 1995. "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data." *Empirical Economics*, 20(2), 325-32.
- Chambers, R. G. 1988. "Applied Production Analysis: A Dual Approach." Cambridge University Press.
- Chavas, J.-P. and K. Kim. 2015. "Nonparametric Analysis of Technology and Productivity under Non-Convexity: A Neighborhood-Based Approach." *Journal of Productivity Analysis*, 43(1), 59-74.
- Chen, Y. and K.-Y. Liang. 2010. "On the Asymptotic Behaviour of the Pseudolikelihood Ratio Test Statistic with Boundary Problems." *Biometrika*, 97(3), 603-20.
- Deprins, D., L. Simar and H. Tulkens. 1984. "Measuring Labor Efficiency in Post of Offices." *Public goods, environmental externalities and fiscal competition*, 285-309.
- Farrell, M. J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-90.
- Gilbert, P. and Ravi V. 2012. "Numderiv: Accurate Numerical Derivatives." R package version, 1.
- Greene, W. H. 1990. "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model." *Journal of Econometrics*, 46(1), 141-63.

- Jondrow, J., C.A. K. Lovell, I. S. Materov and P. Schmidt. 1982. "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model." *Journal of Econometrics*, 19(2), 233-38.
- Kumbhakar, S. C. and C.A. K. Lovell. 2003. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge university press.
- Kumbhakar, S. C., C. F. Parmeter and E. G. Tsionas. 2013. "A Zero Inefficiency Stochastic Frontier Model." *Journal of Econometrics*, 172(1), 66-76.
- Meeusen, W. and J. van Den Broeck. 1977. "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error." *International Economic Review*, 18(2), 435-44.
- Saastamoinen, A. 2015. "Heteroscedasticity or Production Risk? A Synthetic View." *Journal of Economic Surveys*, 29(3), 459-78.
- Stevenson, R. E. 1980. "Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation." *Journal of Econometrics*, 13(1), 57-66.

Abstract

An Analysis on Production Efficiency of Korean Rice Farmers:

A Zero Inefficiency Stochastic Frontier Approach

Woongchan Jeon

Department of Agricultural Economics and Rural Development

Major in Agricultural and Resource Economics

The Graduate School

Seoul National University

Rice production is particularly important to South Korea, occupying approximately 50 percent of all arable lands in 2015. There has been a decrease in per capita rice consumption with domestic rice production maintained at a steady level. Moreover, the South Korean government decided to liberalize its rice import in 2014. Growing concerns of oversupply from tariffication have put the government to implement several projects including efficiency enhancement and farmland scale-up in order to make S. Korean rice industry more competitive. This study investigates scale efficiency and economies of scale in the S. Korea rice production, providing the empirical evidence for the intervention by the government.

This study uses a ZISF (zero inefficiency stochastic frontier) approach, which utilizes a probability of zero inefficiency. This allows for both zero-inefficient and fully inefficient regimes to be considered at the same time. We use data from the APCS (agricultural production cost survey report) conducted by the Statistics Korea. The inputs for rice production comprise of labor, land, capital and other factors. A translog functional form is used for the estimation, since it has been used widely in the scale efficiency literature.

The probability of zero-inefficiency was estimated to be 0.988, which means that about 98 percent of rice farmers in S. Korea are fully efficient. The proportion of benchmark rice farmers is endogenously determined in the ZISF approach and this measure can be used to compare technical efficiencies across crops. The null hypothesis that all farmers are fully inefficient was rejected at the 1% significance level. The SF (stochastic frontier) approach assumes fully inefficient agents. Therefore, the estimates of inefficiency can be overestimated when zero-inefficient farmers are present. This study also rejects the null that all farmers are zero-inefficient at the 1% significance level. The NC (neo-classical) model ignores partially inefficient farmers, which leads to the underestimation of technical inefficiency.

A SF approach defines technical inefficiency as the conditional expectation of technical inefficiency given composite error. The ZISF model takes into account the probability of being fully inefficient, which makes the technical inefficiency move downward. The stochastic frontier literature shows that technical inefficiency in S. Korea rice production ranges from 10.4 to 15.4 percent. However, the results of this study showed that over 90 percent of rice farmers are zero-inefficient, verifying that a SF approach tends to overestimate technical inefficiency. In the ZISF model, the technical inefficiency is about 1 percent, which means that a majority of S. Korean rice farmers are fully efficient in terms of resource allocation.

This study defines scale efficiency as the elasticity of cost with respect to production. The average scale efficiency is 0.8952, which means that, on average, the marginal cost is less than the average cost and S. Korean rice farmers benefits from a farm land scale-up policy. This empirical evidence shows that S. Korea rice farming exhibits economies of scale, which support the government intervention through farmland scale-up projects. Cost savings from scale-up are found to be much bigger in smaller farmers, which implies that farmland scale-up projects targeting small scale farmers would result in relatively more profit increase.

Key Words : Zero Inefficiency, Stochastic Frontier Approach,
Technical Efficiency, Scale Efficiency

Student Number : 2015-21525