韓國 米作農家의 生産技術 分析: 非母數的 方法을 利用한 效率性 分析을 中心으로

權 五 祥*

논 문 초 록 :

쌀은 한국 농업에 있어서 가장 비중이 큰 품목이나 대내외적인 여건변화로 인해 여러 가지 어려움에 봉착하고 있다. 이러한 여건변화에 적절히 대응하기 위한 정책개발을 위해서는 쌀을 생산하는 농민이 생산기술상 어떠한 특성을 지니는지를 우선 파악하여야 한다. 본 연구는 한국의 쌀 재배농가의 기술상의 특성 가운데 특히 농민이 가지고 있는 생산효율성의 특징과 규모에 대한 수익성에 초점을 맞추어 분석을 행하였다. 분석방법으로는 생산함수 등에 대한 특정한 함수형태를 부여하지 않는 비모수적 방법을 사용하였으며 분석자료로는 개별농가별 『농산물 생산비조사』 자료를 이용하였다. 분석결과 쌀재배농가는 경영규모별 및 지역별로 상당한 효율성의 격차를 가지고 있는 것으로 확인되었으며, 규모에 대한 수익성의 변화형태도 경험적으로 파악될 수 있었다.

핵심주제어: 쌀농업, 비모수적 생산이론, 효율성 및 규모의 경제성
경제학문헌목록 주제분류: Q1

Ⅰ. 序 論

한국 농업에 있어 쌀은 1995년 현재 총농산물 생산액 가운데 약 36.4%의 비중을 차지하여 단일품목으로는 가장 큰 비중을 차지하고 있는 품목이다. 따라서, 쌀이 농가소득에 미치는 영향 또한 절대적이어서 그 동안의 농업정책의 핵심은 쌀산업의 유지·발전에 놓여져 있었다고 볼 수 있을 정도이다.

최근의 대내외적인 변화요인의 발생으로 인해 한국 쌀산업은 큰 도전에 직면해 있다. 대외적으로 볼 때 우선 UR협상의 결과 농업에 대한 정부보조가 제한

* 서울대학교 농경제학과
** 본 연구에 필요한 자료를 제공해 주신 김정호 박사님(한국농촌경제연구원)께 감사드린다.

되게 되었고 또한 최소한의 외국 쌀을 수입하지 않을 수 없도록 되어, 외국 쌀과의 경쟁이 불가피하게 되었다. 대내적으로 볼 때 쌀농사에 대한 기피와 고소득 작물로의 전환 등으로 쌀생산 면적이 지속적으로 감소하고 있으며, 따라서 국내 생산만으로는 쌀의 적정재고 확보가 어려운 상황을 맞이하고 있는 실정이다.

한국의 쌀산업은 이러한 대내외적인 어려움으로 인해 위축되고 있으나 반면 WTO체제의 출범과 더불어 발생한 세계 곡물재고의 급격한 감소는 쌀을 비롯한 국제곡물가격을 상승시켰으며 이로 인해 식량안보에 대한 우려가 대두되고, 국내 쌀 생산기반의 확충에 대한 필요성이 부각되고 있다. 뿐만 아니라, 남북통일과 이로 인한 쌀수요의 증대가능성은 국내 쌀생산 기반을 지속적으로 유지할 필요성을 한층 강조하고 있는 상황이다.

정부는 쌀산업을 둘러싼 이러한 대내외적인 환경변화에 적응하고 쌀산업의 경쟁력을 제고하기 위해 몇 가지 중점정책들을 펴나가고 있다(농어촌대책반, 1996). 그러나 이러한 정책들이 효과적으로 수립·집행되기 위해서는 먼저 쌀을 생산하는 개별농민이 가지고 있는 기술적인 특성을 파악하는 것이 필요하다. 예를 들어, 농민의 현재의 기술수준으로 볼 때 과연 어느 정도의 경쟁력 향상 및 비용절감을 획득할 수 있는가 하는 것이 중요한 문제 제기가 될 수 있고, 또한 쌀생산의 효율성이 경영규모나 지역별로 어느 정도의 차이를 보이는지도 정책입안을 위해 파악되어야 할 요소 가운데 하나이다.

본 연구는 미작농가의 생산기술상의 특성을 파악하는 것이 가지는 이러한 중요성에 주목하여, 농가단위의 생산량 및 생산비용 자료와 생산경제학적인 접근방법을 사용하여 현단계에서 한국의 미작농가가 어떠한 생산구조를 가지고 있는지를 분석하는 것을 그 목적으로 하되, 특히 농가의 생산기술의 효율성과 규모에 대한 수익성에 초점을 맞추어 분석을 행하기로 한다.

한국의 미작농가의 생산기술에 대한 분석은 이미 상당한 수의 연구자에 의해 행해진 바 있다. 이 가운데 자주 인용되는 연구들로서 Kang and Roh (1995), Lee(1986), 권오상(1997), 권태진(1985), 김건수, 유병서(1986), 김정호, 위용석(1997), 전찬익(1994), 정홍우(1993), 홍승지(1994) 등의 연구를 들 수가 있다. 본 연구는 다음의 두 가지 측면에서 기존의 연구들과 차별성을 가진다.

첫째, 기존 연구 가운데 Kang and Roh(1995)와 김정호, 위용석(1997)

의 연구를 제외하고는 생산농가들이 모두 기술적으로 효율적이라는 가정하에서 분석을 행하고 있다. 다시 말해 기존의 대부분 연구들은 생산농가 간에 존재하는 효율성의 격차를 무시하고, 모든 농가들은 생산가능집합의 경계선에 위치하며, 따라서 주어진 생산요소를 가장 효율적으로 사용하여 쌀을 생산한다는 가정을 설정하고 있다. 본 연구는 각 농가 간에는 여러 가지 이유로 인해 효율성의 격차가 발생할 수 있다고 보며, 따라서 생산가능집합의 내부에 속하는 농가가 존재하는 상황을 명시적으로 고려하여 분석을 행한다. 본 연구는 생산효율성을 분석한 바 있는 Kang and Roh(1995)와 김정호, 위용석(1997)의 두 연구와도 차이점을 가지는데, 이 두 연구가 각기 생산함수와 비용함수에 대해 특정한 함수형태를 가정하고 분석을 행하는 모수적(parametric) 방법을 취하는 데 반해, 본 연구는 이들 함수형태에 대한 특별한 가정 없이 분석을 행하는 비모수적(nonparametric) 방법을 사용하여 생산기술을 분석한다.

둘째, 본 연구는 분석에 이용되는 자료를 처리하는 방법에서 기존 연구들과 차별성을 가진다. 기존 연구 가운데 Kang and Roh(1995), 권오상(1997), 김정호, 위용석(1997), 권태진(1985), 홍승지(1994) 등의 연구는 모두 농림부에 의해 조사된 『농산물 생산비조사』 자료를 이용하고 있다. 이들 연구들은 모두 생산함수나 비용함수를 추정하고 있는데, 이를 위해서는 『농산물 생산비조사』 자료에 나타나 있는 각 생산요소에 대한 지출비용을 수량과 요소가격으로 분리할 필요가 있다. 그러나, 특히 농약의 경우에는 그 종류가 매우 다양한 관계로 인해 농약 전체에 대한 지출비용만 잡히고 있을 뿐이며 이를 수량과 가격지수로 분리하는 것이 어려운 상황이다. 따라서, 기존 연구들은 농약에 대한 지출액을 비용에서 제한 상태에서 분석을 행하거나 투입물에 대한 지출금액 자체를 일종의 화폐단위로 계측된 투입물로 사용한 바 있다. 뿐만 아니라, 수량과 가격자료가 분리되어 집계되는 농약을 제외한 다른 투입물의 자료도 기존 연구들이 행하고 있는 비용함수의 추정작업에 사용되기에는 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 예를 들어 비용함수를 추정할 경우, 연구자는 생산요소시장이 완전경쟁시장이고 따라서, 동일시점에서의 모든 생산자는 외생적으로 주어진 동일한 생산요소가격에 직면한다고 가정한다. 그러나 『농산물 생산비조사』자료에 나타나는 생산요소가격은 지리적으로 상당히 가까운 농가 간에도 각기 다른 것으로 조사되어 있는 경우가 일반적이다. 따라서 이 경우에는 생산요소시장이 완전경쟁이라는 가정이 위반되거나, 가격조사시 단순히 오차가 발생하였거나, 아니

면 각 농민이 수요하는 생산요소들은 동질적이지 않고 어떤 질적인 차이를 내포하고 있다고 볼 수 있다.

『농산물 생산비조사』 자료가 가지고 있는 이러한 특성을 무시한 채 단순히 조사된 투입물가격 자료와 투입물수량 자료를 사용하여 비용함수를 추정하는 것은 분석에 사용되는 모형의 가정과 자료 간의 불일치를 유발할 수도 있는 것이다. 따라서, 본 연구는 기존 연구들과는 달리 투입물의 수량과 가격을 무리하게 분리시키지 않고, 단지 생산량과 총투입비용의 자료만을 가지고 개별농민의 생산기술이 가지는 제 특성을 분석하도록 하되, 특히 기술적 효율성의 문제와 규모에 대한 수익성의 문제를 중점 분석하도록 한다.

본고는 다음과 같이 구성되어 있다. 우선 제 II 절은 생산기술에 대한 다양한 가정하에서 설정될 수 있는 비모수적 효율성 분석모형들을 설명하고 이러한 모형들이 생산기술의 특성에 관한 어떤 결론을 내릴 수 있게 하는지를 설명한다. 제 III 절은 분석에 이용된 자료를 설명하며, 제 IV 절은 분석결과를 정리하고 미곡생산농가의 경영상 특징을 파악한다. 마지막으로 제 V 절은 결과를 요약하고 결론을 내리도록 한다.

II. 非母數的 效率性 分析模型

비모수적 방법에 의해 생산기술을 모형화하여 각 생산주체의 효율성을 분석하기 위해서는 여러 가지 방법을 사용할 수 있다. 이 가운데서도 특히 Banker *et al.*(1984), Charnes *et al.*(1978, 1981), Färe *et al.*(1985) 등이 Farrell(1957)의 분석방법을 받아들여 개발한 자료포락분석(data envelopment analysis: DEA) 이 많이 사용되고 있다. 본고는 이들이 개발한 비모수적 분석방법을 변형하여, 생산량과 투입비용만을 가지고서도 생산기술을 분석할 수 있도록 한다.[1)]

우선 어떤 농가가 쌀 생산을 위해 투입하는 비용을 C라 하고, 쌀생산량을 y라 하자. 이 경우 우리는 이 농민의 생산기술을 산출물 $y \in R_+$를 생산하기 위해 필요로 하는 비용필요집합(cost requirement set) $V(y)$에 의해 나타낼

1) 본고는 이하에서 Färe and Grosskopf(1985), Vanden Eeckaut *et al.*(1993), Färe *et al.*(1994) 등이 개발·사용한 분석방법과 동일한 분석모형을 도출한다.

수 있다.[2)]

$$V(y) = \{C \in R_+ : \ y\text{는 } C\text{로 생산가능}\}. \tag{1}$$

즉, $V(y)$는 모든 비음의 실수의 집합 R_+의 부분집합으로서 특정한 쌀생산량 y를 생산하는 데 필요한 비용의 집합이다. $V(y)$는 모든 양(positive)의 y에 대해 0을 포함하지 않으며, 폐집합(closed set)이라 가정된다.

비모수적인 생산기술 분석방법이란 위와 같이 정의되는 비용집합 $V(y)$를 농민들이 실제로 지출한 비용 자료와 생산한 산출물량 자료를 가지고 경험적으로 구축한 뒤 이를 이용하여 생산기술의 특징을 분석하는 방법이라고 할 수 있다. 이 경우 우리는 생산기술에 관한 추가적인 몇 가지 가정을 세울 수가 있으며 경험적으로 구축되는 $V(y)$는 생산기술에 대한 이러한 가정들에 따라 다르게 된다.

먼저, 모든 투입물과 산출물을 일종의 정상재로 인정하는 자유처분가능성(free disposability)을 가정한다. 다시 말해, 주어진 비용으로 어떤 산출물의 생산이 가능하면 그 보다 더 적은 양의 산출물은 동일비용을 투입하였을 때 항상 생산될 수 있으며, 또한 주어진 산출물 수준이 어떤 비용으로부터 생산이 가능하면 이 보다 더 많은 비용을 지불할 경우 이 산출물 수준은 항상 생산될 수 있다. 즉, 생산비의 추가적인 지출은 생산량을 늘이거나 적어도 현상유지는 할 수 있도록 하며, 따라서 생산요소의 혼잡성(congestion)은 없는 것으로 가정한다.[3)]

이제 경제 내에 I명의 생산자가 있다고 가정하자. 각 생산자의 투입비용 및 산출물 수준이 알려져 있을 경우 위에서 정의된 비용집합 $V(y)$는 다음과 같은 집합 $\hat{V}(y)^V$에 의해 선형근사될 수 있다.

$$\hat{V}(y)^V = \left\{C : C \geq \sum_{i=1}^{I} \lambda_i C_i, \ y \leq \sum_{i=1}^{I} \lambda_i y_i, \ \lambda_i \in R_+, \ \sum_{i=1}^{I} \lambda_i = 1\right\}. \tag{2}$$

2) 이러한 비용필요집합은 복합생산물이 생산되는 경우로 확장할 수 있으며, 이 경우 y는 벡터가 된다.

3) 본 연구에서 사용하고 있는 자료를 가지고 혼잡성이 있는지의 여부를 검정한 결과 혼잡성은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 혼잡성의 존재 여부를 비모수적 방법을 통해 검정하는 절차에 대해서는 Färe *et al.*(1994, pp. 61-87) 참조.

여기서 C_i는 i번째 생산자가 지출한 생산비용이고, y_i는 쌀생산량이며, λ_i는 비음의 상수이다. $\{\lambda_i\}$는 각 생산자가 행한 생산행위에 부여되는 일종의 밀도(intensity) 또는 가중치의 벡터로서 각 생산자의 지출비용과 생산된 산출물량을 늘이거나 줄여서 비용가능집합을 선형으로 근사할 수 있도록 해 준다. 식(2)에 따르면, 주어진 쌀생산량 y를 생산할 수 있는 비용의 집합은 y 이상의 값을 가지는 실제 쌀생산량의 볼록결합을 설정할 때 이들 생산량에 해당되는 비용의 볼록결합이 이루는 값 이상의 모든 비용이 이루는 집합이 된다.

이와 같이 정의되는 집합 $\hat{V}(y)^V$는 위에서 정의된 이론적인 비용집합 $V(y)$의 성질을 잘 보유하고 있으나(Färe, 1988, pp. 43-49), 규모에 대한 수익성(returns to scale) 에 대해서는 아무런 가정도 부과하지 않고 있다. 다시 말해 $\hat{V}(y)^V$로 근사되는 생산기술하에서는 규모에 대해 수익이 증대할 수도 있고 불변일 수도 있으며 감소할 수도 있다.

생산농가의 기술상태가 규모에 대한 수익성 측면에서 볼 때 어떤 특성을 지니는지를 알기 위해서는 위에서 정의된 $\hat{V}(y)^V$와는 달리 규모에 대한 수익성에 대해 특정한 가정을 부여한 상태에서는 비용집합이 어떻게 구성되고 이러한 비용집합이 $\hat{V}(y)^V$와는 어떻게 달라지는지를 파악할 필요가 있다. 이를 위해 $\hat{V}(y)^V$를 구성하는 조건 가운데 밀도변수의 합을 모두 더한 것이 1이라는 $\sum_{i=1}^{I}\lambda_i = 1$의 제약을 제외한 상태에서 실제 자료를 사용하여 구성되는 비용집합을 다음과 같이 $\hat{V}(y)^C$라 정의하자.

$$\hat{V}(y)^C = \left\{C : C \geq \sum_{i=1}^{I}\lambda_i C_i,\ y \leq \sum_{i=1}^{I}\lambda_i y_i,\ \lambda_i \in R_+\right\}. \tag{3}$$

이 경우 $\hat{V}(\theta y)^C = \theta \hat{V}(y)^C (\theta > 0)$이 성립하게 되고, 따라서 $\hat{V}(y)^C$는 규모에 대한 수익불변(CRS)을 가정한 상태에서 구축되는 비용집합이다(Färe *et al.*, 1994, pp. 62-63).

마지막으로 $\hat{V}(y)^V$의 제약식 가운데 $\sum_{i=1}^{I}\lambda_i = 1$ 대신 $\sum_{i=1}^{I}\lambda_i \leq 1$의 제약을 부과하여 구축되는 비용집합을 다음과 같이 정의하자.

$$\hat{V}(y)^N = \left\{C : C \geq \sum_{i=1}^{I}\lambda_i C_i,\ y \leq \sum_{i=1}^{I}\lambda_i y_i,\ \lambda_i \in R_+,\ \sum_{i=1}^{I}\lambda_i \leq 1\right\}. \tag{4}$$

이 경우 $\hat{V}(y)^N$는 규모에 대한 수익 비증가(nonincreasing returns to scale)를 가정하게 된다.

규모에 대한 수익성의 차이가 초래하는 비용집합의 형태의 차이는 단일 산출물을 가정할 경우 〈그림 1〉과 같이 나타낼 수 있다.[4] 먼저, 다양한 규모에 대한 수익성을 가정하고 있는 $\hat{V}(y)^V$를 이용할 경우 기술적으로 생산이 가능한 모든 C와 y의 조합을 나타내는 비용-생산가능집합(cost-production possibilities set)은 ABC를 연결하는 곡선의 경계와 그 위쪽 점들을 모두 포함하고 있다. 그리고, 주어진 생산량 y에 대한 비용집합 $\hat{V}(y)^V$는 y에 대응되는 ABC상의 한 점과 그 이상의 C를 포함하는 집합이 된다. 반면, 규모에 대한 수익불변을 가정할 경우에는 밀도변수 λ_i가 비음이어야 한다는 제약밖에 존재하지 않기 때문에 비용-생산가능집합의 경계선은 OBD를 잇는 직선을 따라 자유로이 변할 수 있다. 따라서, $\hat{V}(y)^C$는 그림에서 직선 OBD와 그 위쪽의 점들을 포함하는 비용-생산가능집합을 생성한다. 마지막으로 $\hat{V}(y)^N$는 $\sum_{i=1}^{I} \lambda_i \leq 1$의 제약을 부과하기 때문에 각 밀도변수 λ_i가 비교적 작은 값을 지닐 경우에는 $\hat{V}(y)^C$와 마찬가지로 그 경계선이 직선을 따라 자유로이 결정되는 비용-생산가능집합을 생성하지만 λ_i의 합이 1을 초과할 수는 없다. 이 경우 $\hat{V}(y)^N$가 생성하는 비용-생산가능집합의 경계선은 OBC가 되어 규모에 대한 수익불변을 나타내는 경계선 OB와 규모에 대한 수익감소가 적용되는 영역의 경계선 BC를 포함하게 된다. 즉, $\hat{V}(y)^N$가 생성하는 비용-생산가능집합은 점 B의 좌측에서는 $\hat{V}(y)^C$에 의한 비용-생산가능집합과 동일한 경계를 가지고 점 B의 우측에서는 $\hat{V}(y)^V$가 생성하는 비용-생산가능집합과 동일한 경계를 가진다.

이상에서 구축된 세 가지 비용집합은 규모에 대한 수익성에 대해서는 각기 다른 가정하에 있지만, 모두 볼록(convex)인 비용-생산가능집합을 생성한다는 측면에서는 공통점을 가지고 있다. 실제의 비용-생산가능집합이 반드시 이러한 볼록성을 가진다는 보장이 없으므로 이 가정을 완화한 상태에서 비용집합을 구축하도록 하는 것이 바람직할 수도 있다. Deprins *et al.*(1984)이 개발하여 FDH(free disposal hull)이라 칭한 개념을 적용할 경우 비용-생산가능집합의 볼록성을 가정하지 않는 비용집합 $\hat{V}(y)^F$를 다음과 같이 정의할 수 있다.

---

4) 생산량이 0일 경우의 비용집합이 어떠하여야 하는지에 관한 가정을 어떻게 도입하느냐에 따라 원점 부근에서의 〈그림 1〉의 형태가 달라질 수가 있으나, 이러한 가정이 본고의 분석에 영향을 미치지 않으므로 생략하기로 한다.

$$\hat{V}(y)^F = \left\{ C : C \geq \sum_{i=1}^{I} \lambda_i C_i,\ y \leq \sum_{i=1}^{I} \lambda_i y_i,\ \lambda_i \in \{0, 1\},\ \sum_{i=1}^{I} \lambda_i = 1 \right\}. \tag{5}$$

$\hat{V}(y)^F$하에서는 밀도변수 λ_i가 0이 아니면 1의 값을 가지기 때문에 어떤 y를 생산하는 데 드는 비용 C가 y 이상을 생산하는 농민 가운데 어느 한 농민의 생산비용과만 비교가 되고, 따라서 $\hat{V}(y)^F$하의 비용-생산가능집합은 볼록집합의 형태를 띠지 않는다. 〈그림 2〉는 $\hat{V}(y)^F$와 $\hat{V}(y)^V$가 각각 생성하는 비용-생산가능집합을 비교하여 보여 주고 있다.

이상에서와 같이 정의되는 비용집합의 실제 모습을 파악하고, 나아가 각각의 농민이 각 비용집합의 어느 지점에 위치하고 있는지를 분석하기 위해서는 각 농민을 대상으로 다음과 같은 계산을 행하여야 한다.

$$S(y_i, C_i)^V = \min_{\tau > 0,\ \{\lambda_i\}} \{\tau : \tau C_i \in \hat{V}(y)^V\}, \tag{6}$$

$$S(y_i, C_i)^C = \min_{\tau > 0,\ \{\lambda_i\}} \{\tau : \tau C_i \in \hat{V}(y)^C\}, \tag{7}$$

$$S(y_i, C_i)^N = \min_{\tau > 0,\ \{\lambda_i\}} \{\tau : \tau C_i \in \hat{V}(y)^N\}, \tag{8}$$

$$S(y_i, C_i)^F = \min_{\tau > 0,\ \{\lambda_i\}} \{\tau : \tau C_i \in \hat{V}(y)^F\}. \tag{9}$$

예를 들어서 $S(y_i, C_i)^V$는 생산기술이 $\hat{V}(y)^V$을 따른다고 가정할 경우에 있어, i번째 농가가 자신의 생산물을 생산하기 위해 자신이 지불하여야 할 최소한의 비용과 자신이 실제로 지불한 비용의 비율을 보여 준다.[5] 따라서 $S(y_i, C_i)^V$는 0과 1 사이의 값을 가지며, 그 값이 1일 경우에는 i번째 농민은 $\hat{V}(y)^V$의 경계선에 위치하고 있으며, 기술적으로 효율적인 방법으로 생산행위를 하고 있다. 반면, $S(y_i, C_i)^V$가 1보다 작은 값을 가질 경우 이 농민은 $\hat{V}(y)^V$의 내부에 위치하고 있으며, 비효율적인 생산방법을 선택하고 있다고 볼 수 있다. $S(y_i,$

5) 따라서, 본 연구를 위해서는 총 4,748개의 τ의 값이 선형계획법이나 정수(integer)계획법을 통해 계산되어야 한다. 이렇게 계산된 τ의 값은 C를 일종의 투입물로 볼 경우 Shephard(1953, 1970)에 의해 고안된 투입물 거리함수(input distance function)의 역수와 동일하다.

$C_i)^V$에 대한 이상의 해석은 식 (7)～식 (9)에서 계산되는 나머지 $S(y_i, C_i)$들에 대해서도 생산기술에 대한 가정을 달리한 상태에서 그대로 적용된다.

식 (6)～식 (9)에서 계산되는 각 농가의 효율성 지표는 제약조건의 수나 정도가 각기 다른 상태에서 계산되므로 다음과 같은 관계를 가져야 한다.

$$S(y_i, C_i)^F \geq S(y_i, C_i)^V \geq S(y_i, C_i)^N \geq S(y_i, C_i)^C.$$

FDH방법에 의해 구축되는 비용집합이 DEA방법에 의해 구축되는 비용집합들에 비해서는 더 작으므로 효율성 지표가 가장 크게 나타난다. 규모에 대한 수익에 대해서 아무런 가정을 하지 않은 상태에서 계산되는 효율성 지표가 두 번째로 크며, 이 $S(y_i, C_i)^V$와 다른 두 DEA하의 효율성 지표와의 비교를 통해 특정 농가가 규모에 대한 수익이 증대하는 영역에 속하는지 아니면 그 반대인지를 확인할 수 있다. 즉, 만약 $S(y_i, C_i)^V > S(y_i, C_i)^N = S(y_i, C_i)^C$일 경우 i번째 농가는 〈그림 1〉의 점 B의 좌측에 위치하고 있으며, 따라서 규모에 대한 수익증대하에 놓여 있다. 반면, $S(y_i, C_i)^V = S(y_i, C_i)^N > S(y_i, C_i)^C$일 경우에는 이 농가는 그림의 점 B의 우측에 위치하고 있으며, 규모에 대한 수익감소를 보여 주고 있다. 마지막으로, $S(y_i, C_i)^V = S(y_i, C_i)^N = S(y_i, C_i)^C$일 경우에는 이 농가는 규모에 대한 수익불변상태에 있게 되는데, 본 연구와 같은 단일산출물모형에서는 점 B에 위치하고 있는 한 농가만이 이에 해당된다고 할 수 있다.

따라서 이상의 분석을 통할 경우 어떤 농가들이 기술적으로 비효율적인 생산을 행하고 있어 비용집합의 내부에 존재하고 있는지의 여부를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 비록 비용집합의 경계에 위치하여 기술적으로는 효율적인 농가라 할지라도 지나치게 작은 생산규모나 큰 생산규모를 유지하여 생산규모의 효율성 (scale efficiency)을 상실하고 있지 않는지의 여부도 파악할 수 있게 된다.

III. 사용된 資料

분석을 위해 사용된 자료는 농림부에 의해 조사된 1995년도의 『농산물 생산

〈표 1〉 설명통계량

변 수	평 균	표준편차	최소값	최대값
쌀생산량(단위: kg)	8,099.51	6,334.00	992.0	41,183.00
생산비용(단위: 1,000원)	5,401.30	4,248.03	788.51	30,623.02

비조사』 자료이다. 분석에 포함된 농가는 제주도를 제외한 전국의 쌀재배 농가로서 도시근교, 평야, 중산간지 및 산간지에 위치한 총 1,202호의 농가이다. 조사에 포함된 생산비는 모두 쌀생산비이므로 산출물은 쌀 하나뿐인 단일생산물모형을 설정한다.

앞절에서 설명된 바와 같은 비모수적 방법을 사용한 생산기술분석은 생산함수나 비용함수 등에 대한 특정한 함수형태를 설정하지 않고 분석을 행할 수 있다는 장점이 있는 반면 비용집합의 경계로부터의 모든 이탈은 순전히 농가의 비효율성에 의해 발생하였다고 봄으로써 기후의 영향이나 자료작성시 발생하는 오차 등의 확률적인 변화요인을 전혀 고려하지 않는다는 단점이 있다. 따라서 극히 높은 생산성을 가지는 것으로 조사된 소수의 농가들이 전체 농가의 효율성 지표에 민감한 영향을 줄 수가 있다. 이러한 문제를 야기하는 이상관측치(outlier)를 제거하기 위해 본고는 $\hat{V}(y)^V$의 생산기술을 가정할 경우 전체 농가 가운데 최소한 1%의 농가는 비용함수의 경계에 위치하여 효율적인 생산을 하고 있어야 한다는 조건을 부여하였다. 즉, 전체 농가를 대상으로 일단 $S(y_i, C_i)^V$를 구한 뒤 그 값이 1인 농가들을 제외시켰으며, 이 과정을 1회 더 반복하였다. 이러한 과정을 통해 총 15호의 농가가 분석에서 제외되었다.

최종 분석에 포함된 1,187호 농가의 비용과 조곡 산출량을 설명하는 통계자료는 〈표 1〉과 같이 나타내어진다.

Ⅳ. 效率性 分析結果

생산기술에 관한 다양한 가정하에서 농가의 효율성 지표를 계산한 결과는 〈표 2〉와 〈표 4〉에 나타나 있다.[6] 기존의 연구(예, 김정호, 위용석, 1997) 들에 의하면 한국의 쌀재배 농가의 경우 지역별로 그리고 영농규모별로 생산성

6) 본 연구를 위한 모든 계산작업은 GAMS(1992) 프로그램을 이용하여 수행되었다.

이나 효율성의 차이가 큰 것으로 밝혀진 바 있다. 따라서, 〈표 2〉는 계산된 효율성 지표를 생산규모별로 분류하고, 〈표 4〉는 지역별로 분류하여 정리하고 있다.

먼저 〈표 2〉를 보면, 볼록성과 규모에 대한 수익성에 관한 제약을 부여하지 않아 생산기술에 관해 가장 적은 가정만을 도입한 상태에서 효율성 분석을 행하는 FDH모형을 따를 경우 전국 평균 0.738의 효율성 지표를 가지게 된다. 이것은 전국의 쌀농가들은 평균적으로 보아 현재 투입하고 있는 비용의 73.8% 정도만을 투입하여도 현재 생산하고 있는 쌀수확량을 얻을 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 평균효율성 지표는 생산기술에 대한 가정이 추가될수록 0.668, 0.651, 0.632 등으로 더욱 작아지는데, 이는 〈그림 1〉과 〈그림 2〉에서 볼 수 있듯이 생산기술에 대한 가정이 추가될수록 비용집합의 경계에 속하는 준거농가(=효율적인 농가)의 수가 줄어들기 때문에 발생한다.

FDH모형을 따를 경우 전체 1,187농가의 4.9%인 58농가가 기술적으로 효율적인 농가라 할 수 있으며, DEA모형을 따르되 규모에 대한 가변수익을 가정할 경우에 효율적인 농가의 수는 12호(1.0%)로 감소하고, 규모에 대한 수익 비증대를 가정할 경우에는 다시 7호(0.6%)로 감소한다.

규모에 대한 수익불변을 가정할 경우에는 〈그림 1〉과 〈표 2〉에서 볼 수 있듯이 단 1개 농가만이 비용집합의 경계선상에 위치하는 것으로 나타났다. 이 농가의 생산량은 6,016kg이고 생산비용은 약 252만원이다. 규모에 대한 수익이 가변적이라 가정하는 보다 일반적인 경우에 있어 6,016kg보다 더 적은 생산량을 생산하는 농가들은 규모에 대한 수익증대하에 놓여 있으며, 이보다 더 많은 양을 생산하는 농가들은 규모에 대한 수익감소를 보여 주고 있다. 따라서, 6,016kg보다도 더 적은 생산규모를 가진 농가들은 비록 비용집합의 경계에 위치하고 있다고 하더라도 규모에 대한 경제성을 충분히 살리지 못하고 있는 규모비효율성을 지닌 농가라고 볼 수 있다.

한편, 위의 분석결과는 한국의 쌀생산 농가가 전반적으로 규모에 대한 수익불변의 가정을 충족하는지를 검정하는 데도 이용될 수 있다. 농가들이 규모에 대한 수익불변을 전반적으로 나타내고 있다고 가정할 수 있기 위해서는 규모에 대한 수익불변을 가정한 상태에서 계산된 $S(y_i, C_i)^C$와 규모에 대한 가변수익성을 가정하고 계산된 $S(y_i, C_i)^V$ 사이에 큰 차이가 없어야 한다. 이를 확인하기 위해 통상적인 t-검정을 사용하여 두 모형하에 계산된 평균효율성 지표의 차이가 통계적으로 유의한지를 검정하였다. 검정결과 t-값이 27.7로 나타나 1%

〈표 2〉 효율성 지표의 생산규모별 분포

	분석에 포함된 농가수	평균 생산량(kg)	평균 생산비용 (1,000원)	평균 $S(y_i, C_i)^F$	평균 $S(y_i, C_i)^V$	평균 $S(y_i, C_i)^N$	평균 $S(y_i, C_i)^C$
1그룹	223	2,166.6	1,583.3	0.707(8)	0.663(5)	0.589(0)	0.589(0)
2그룹	253	3,953.4	2,763.5	0.724(12)	0.634(0)	0.619(0)	0.619(0)
3그룹	254	6,367.4	4,330.2	0.704(6)	0.641(1)	0.640(1)	0.637(1)
4그룹	307	10,896.1	7,063.5	0.757(12)	0.689(2)	0.689(2)	0.661(0)
5그룹	150	21,071.4	13,938.2	0.826(20)	0.737(4)	0.737(4)	0.649(0)
전 체	1,187	8,099.5	5,401.3	0.738(58)	0.668(12)	0.651(7)	0.632(1)

주: 1그룹: 3,000kg이하, 2그룹: 3,001kg~5,000kg, 3그룹: 5,001kg~8,000kg, 4그룹: 8,001kg~15,000kg, 5그룹: 15,001kg 이상.
( ) 안은 효율성 지표가 1인 농가의 수.

이하의 유의수준에서도 규모에 대한 수익불변은 기각되었다.

〈표 2〉는 전체 농가를 생산규모에 따라 5개의 그룹으로 나눌 경우의 각 그룹의 평균효율성 지표를 보여 주고 있다. 각 그룹별 평균효율성 지표의 상대적 크기는 생산기술에 대한 가정을 어떻게 부과하느냐에 따라 조금씩 다른 형태를 보여 주고 있다. 생산기술에 대해 가장 일반적인 가정을 부과하고 있는 FDH 모형하의 분석결과를 살펴보면, 생산규모가 5,001~8,000kg인 제3그룹을 제외하고는 전반적으로 생산규모가 클수록 평균효율성 지표도 커지며, 또한 비용집합의 경계선에 위치하여 기술적으로 효율적인 농가의 수도 많아진다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 전반적으로 생산규모가 커질수록 비교적 효율적으로 생산하는 경향이 있으며, 생산규모가 작은 소농일수록 생산량에 비해 지나치게 많은 비용을 투입하는 경향이 있다고 할 수 있다. 이러한 결론은 생산기술에 대한 가정을 달리 할 경우에도 마찬가지로 관측되고 있다.

위와 같이 나타난 생산규모별 효율성의 차이가 통계적으로 유의한지를 검정하기 위해 효율성 지표가 정규분포를 가진다는 가정하에서 t-검정을 행하였다. 전반적으로 가장 효율성이 높은 것으로 나타난 5그룹의 효율성 지표와 여타 그룹의 효율성 지표를 각각 비교한 결과 〈표 3〉과 같은 t-값이 나타났다. 검정결과 규모에 대한 수익불변을 가정한 경우를 제외한 모든 경우에 있어 가장 생산규모가 큰 5그룹과 기타 그룹 간에는 유의수준 1% 이하의 수준에서도 유의한 효율성 지표의 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 규모에 대한 수익불변을 가정하는 경우에 있어서도 생산규모가 가장 작은 1그룹과 2그룹의 효율성 지표는

〈표 3〉 생산규모간 효율성 차이에 관한 t-검정

생산기술에 대한 가정	1그룹	2그룹	3그룹	4그룹
FDH	8.898	7.984	9.540	5.821
규모에 대한 가변수익성	5.846	8.874	8.203	4.411
규모에 대한 수익 비증가	12.366	10.346	8.283	4.411
규모에 대한 수익 불변	5.393	2.862	1.085	−1.182

주: t-값은 다음과 같이 계산된다. $t=(mean_5-mean_i)/\{s_i(1/n_5+1/n_i)^{0.5}\}$
여기서 $mean_5$=5그룹의 효율성 지표의 표본평균, $mean_i=i$그룹의 효율성 지표의 표본평균, s_i=5그룹과 i그룹 자료를 이용한 표준편차의 합동추정량, $n_i=i$그룹의 농가수

5그룹에 비해 더 낮다는 통계적 결론을 내릴 수 있다.

생산규모가 효율성 지표에 의미 있는 영향을 주고 있다는 이상의 결론은 Kang and Rho(1995)에 의한 기존 연구결과와는 차이가 있는 것이다. 이들은 레이-동조(ray-homothetic) 생산함수라는 특정한 함수형태를 사용하여 미곡생산농가의 효율성을 분석하였고, 그 결과 대농과 소농 간의 효율성 격차가 현저하지 않다는 결론을 도출한 바 있다. 그러나 특정한 생산함수를 설정하지 않고 비모수적 방법을 사용한 본고의 분석결과 생산규모의 차이가 생산의 효율성에 상당한 영향을 주는 것으로 나타났다.

〈표 4〉는 효율성 지표를 다시 도별로 분류하고 있다. FDH를 따를 경우 평균효율성 지표는 경상북도→충청북도→전라북도→경상남도→경기도→전라남도→충청남도→강원도의 순서로 높은 것으로 나타났다.[7] FDH를 따를 경우에 있어 평균적으로 가장 효율적인 경북과 가장 비효율적인 강원도를 비교하면, 경북의 경우 강원도에 비해 평균적으로 81.1%의 생산비만을 투입한 상태에서 동일한 생산량을 거둘 수 있다고 할 수 있으며, 따라서 지역별로 효율성의 상당한 차이가 발생하고 있다고 할 수 있다. 이러한 지역별 효율성 격차는 생산기술에 대한 가정을 달리 하여도 여전히 유지되는 경향을 보여 주고 있다.

지역 간 효율성의 차이의 통계적 유의성 역시 t-검정을 이용하여 〈표 5〉와 같이 검정되었다. 평균효율성 지표가 가장 큰 경상북도와 여타 지역을 비교하였는데, 생산기술에 관한 어떠한 가정을 하여도 효율성 지표가 두 번째로 높은 충청북도를 제외하고는 모두 2% 이하의 유의수준에서 경상북도와 비교하여 훨씬 낮은 효율성을 가진다고 결론지을 수 있다.

7) 이러한 결과는 본 연구와 동일한 자료를 사용하였으나 본 연구와는 달리 모수적 방법을 사용하였던 김정호, 위용석(1997)의 연구결과와 유사하다고 할 수 있다.

〈표 4〉 효율성 지표의 도별 분포

	분석에 포함된 농가호수	평균 생산량(kg)	평균 생산비용 (1,000원)	평균 $S(y_i, C_i)^F$	평균 $S(y_i, C_i)^V$	평균 $S(y_i, C_i)^N$	평균 $S(y_i, C_i)^C$
경 기 도	169	9,712.5	6,569.8	0.733(5)	0.661(2)	0.646(2)	0.619(0)
강 원 도	130	6,893.2	5,168.6	0.654(2)	0.593(0)	0.571(0)	0.561(0)
충청북도	129	6,868.7	4,111.2	0.786(11)	0.713(2)	0.694(0)	0.679(0)
충청남도	176	9,419.5	6,667.0	0.684(0)	0.618(0)	0.608(0)	0.585(0)
전라북도	161	11,353.3	7,638.4	0.763(11)	0.687(2)	0.676(2)	0.641(0)
전라남도	144	6,625.0	4,378.3	0.729(4)	0.662(2)	0.644(1)	0.632(0)
경상북도	140	6,973.9	4,138.0	0.806(16)	0.733(2)	0.708(1)	0.691(0)
경상남도	138	5,612.0	3,520.4	0.758(9)	0.688(2)	0.666(1)	0.660(1)
전 체	1,187	8,099.5	5,401.3	0.738(58)	0.668(12)	0.651(7)	0.632(1)

주: ( ) 안은 효율성 지표가 1인 농가의 수.

비교적 쌀을 많이 생산하는 지역이라 할 수 있는 경북, 전북, 경남 등이 높은 효율성 지표를 나타내고 산악지대인 강원도의 지표가 낮게 나타난 것은 미리 예상할 수 있었던 결과이나, 전남이나 충남의 상대적 효율성 지표가 매우 낮으며 충북의 지표가 높다는 것은 의외의 결과라고 할 수 있다. 이러한 결과는 각 도의 표본농가가 가지는 특성의 차이에 따른 것이라고 여겨지는데, 이 결과가 어느 정도로 현실과 부합되는지의 여부를 확인하기 위해서는 보다 다양한 표본조사와 다양한 분석방법을 이용한 추가적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

〈표 5〉 지역 간 효율성 차이에 관한 t-검정

생산기술에 대한 가정	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경남
FDH	5.223	10.447	1.271	8.675	2.986	5.410	3.340
규모에 대한 가변수익성	5.699	10.460	1.369	9.190	3.612	5.566	3.382
규모에 대한 수익 비증가	4.601	9.827	0.924	7.487	2.329	4.761	2.967
규모에 대한 수익 불변	6.101	10.272	0.877	9.086	4.135	4.798	2.448

V. 結　　論

본고는 한국의 쌀생산 농가의 경영기술상의 특성을 파악하기 위하여 생산기술에 관한 다양한 가정하에서 비모수적 방법을 이용하여 각 농가의 효율성 지표

를 계산하였다. 분석에 필요한 자료로서는『쌀생산비 조사』통계가 이용되었다.

분석결과 우리 나라의 평균적인 쌀재배 농가는 기술적으로 효율적인 농가에 비해 동일한 산출물을 26~37% 정도의 비용을 더 지불하면서 생산하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 경영효율성의 측면에서 볼 때 상당한 정도의 편차가 존재한다는 것을 의미하며, 따라서, 이러한 효율성 격차의 원인을 파악하고 이를 제거할 수 있는 방법을 연구하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

또한, 경영규모가 클수록 비교적 효율적인 생산을 행하고 있다는 결론은 경영규모 확대가 경영의 비효율성 제거에 상당한 성과를 가져다 줄 수 있음을 의미한다. 특히 경영규모가 조곡기준으로 약 6,000kg 이하인 농가들은 규모에 대한 수익이 증가하는 상태에 놓여있기 때문에 생산기술상의 비효율성뿐만 아니라 규모의 비효율성까지도 보유하고 있다고 보아야 한다. 따라서 이러한 규모를 가진 영농가에 대한 규모확대가 중요하다고 결론지을 수 있다.

본고의 분석결과는 생산효율성이 도를 단위로 한 지역별로도 상당한 차이가 있음을 보여 주고 있는데, 이러한 결과는 향후 농업의 지역별 특화나 지역단위의 농업정책을 입안하는 데 어느 정도의 기초자료로 이용될 수 있을 것이라 생각된다.

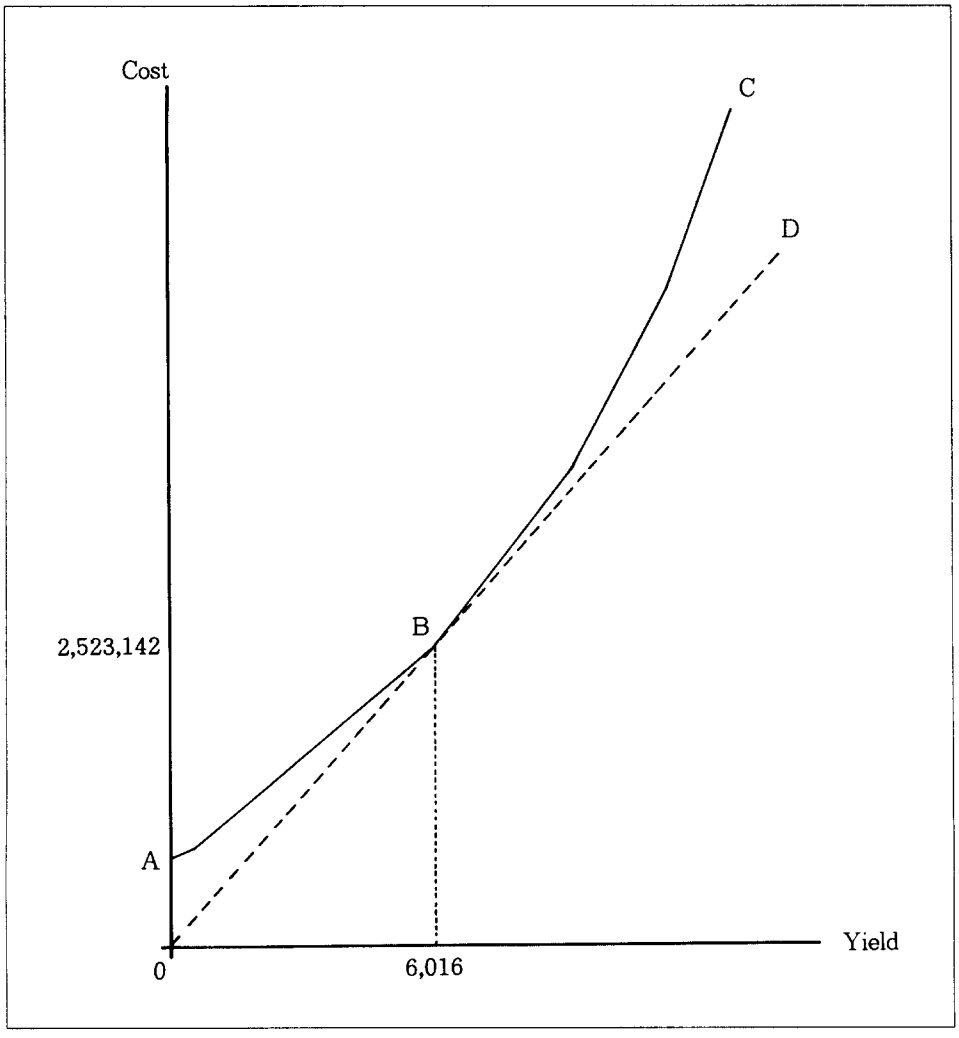
본 연구는 몇 가지 방향으로 확장될 수 있다. 첫째, 본 연구를 확장할 경우 각 농가의 효율성 차이를 유발하는 구체적인 변수를 파악할 수 있고, 나아가 전체 농가의 기술적 및 규모적 측면에서의 효율성 향상을 위해 사용되어야 할 정책이 무엇인지를 파악할 수 있다. 이를 위해서는 본 연구가 취하고 있는 접근방법을 통해 개별농가의 효율성 지표를 계산한 뒤, 경영주의 개별특성이나 농가의 지리적 및 기타 사회적 특성을 나타내는 세부자료를 구하고, 이러한 특성들이 계산된 효율성 지표에 어떤 영향을 주고 있는지를 파악하는 절차가 필요하다.

둘째, 본 연구는 1995년도 한 해의 자료만을 가지고 분석하였으나, 각 농가별로 몇 년간의 시계열 자료까지도 이용할 경우에는 각 농가의 생산성과 효율성이 어떻게 달라지고 있으며, 생산성 향상은 주로 어떤 농가들에 의해 주도되는가 하는 것도 비모수적 방법을 통해 분석될 수 있다.

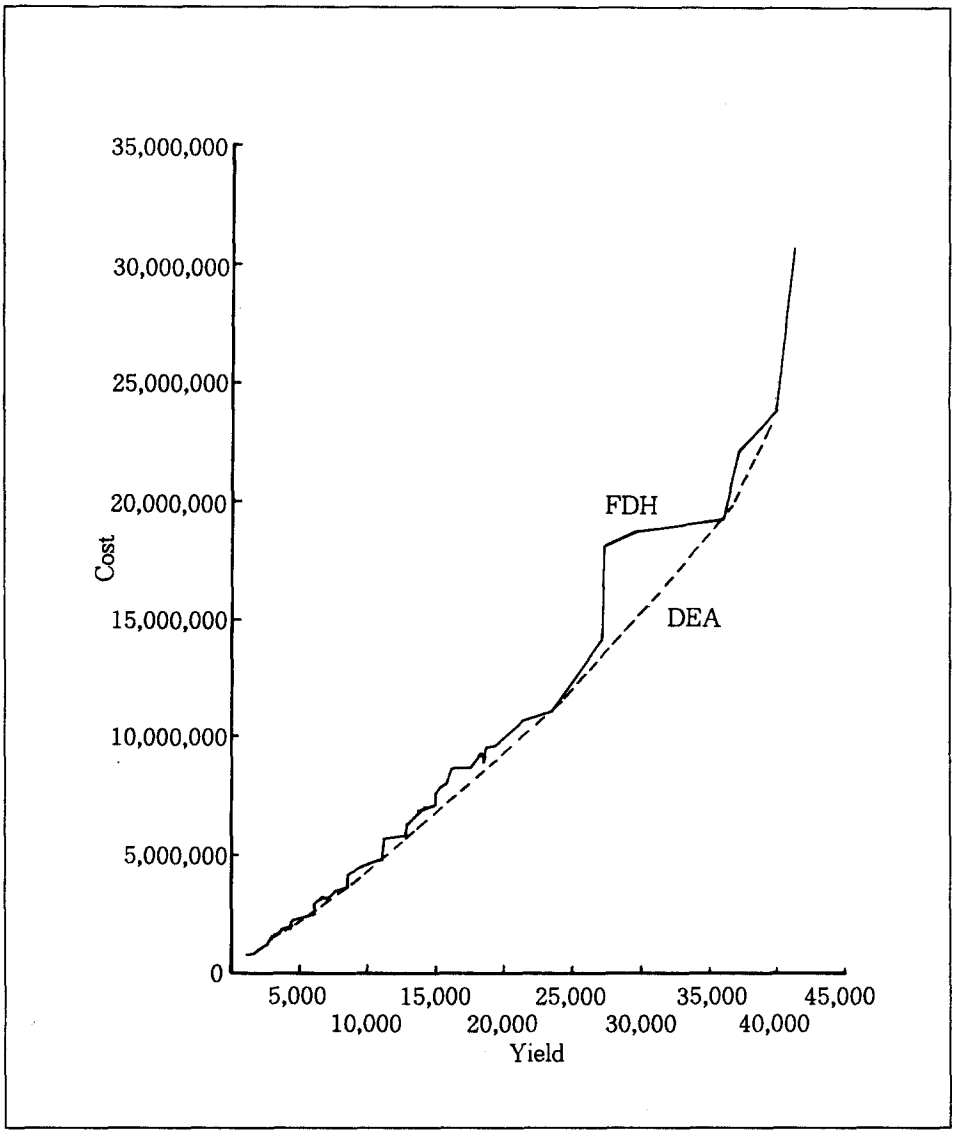
마지막으로, 본 연구는 생산함수나 비용함수 등에 관한 특정한 함수형태를 가정하지 않고도 경영상의 특성을 파악할 수 있는 비모수적 방법을 통해 분석을 행하였다. 그러나 이러한 비모수적 방법은 각 변수의 측정과정상의 실수나 기타 자연조건 등의 확률변수가 분석결과에 미치는 영향을 간과하는 단점이 있다. 최

근 Banker(1993), Huang and Li(1996), Land *et al.*(1993), Sengupta (1987) 등에 의해 비모수적 분석방법의 장점을 보유하면서도 확률변수의 영향을 고려할 수 있는 확률(stochastic) DEA모형들이 개발되고 있다. 이러한 연구들이 아직은 경험적으로 쉽게 이용될 수 있는 모형의 개발보다는 이론적인 연구수준에 머물러 있으나 이들의 연구성과를 한국의 미곡산업에 대해 적용할 수 있도록 시도해 보는 것도 유익할 것이라 생각된다.

〈그림 1〉 규모에 대한 수익성과 비용집합 간의 관계



〈그림 2〉 FDH와 DEA의 비교



參 考 文 獻

1. 권오상, "농업용 화학투입재의 한계생산성추정에 관한 연구," 『환경경제연구』, 제6집, 1997, pp. 47-64.
2. 권태진, "미곡생산의 규모경제성과 대체탄력성 계측," 『농촌경제』, 제8집, 1985, pp. 123-136.
3. 김건수·유병서, "농업경영규모별 생산기술 분석," 『농업경제연구』, 제27집, 1986, pp. 163-179.
4. 김정호, 위용석, "쌀 농업의 효율성과 관련요인 분석," 『농촌경제』, 제20집, 1997, pp. 19-28.
5. 농어촌대책반, 『21세기 농업·농촌의 좌표와 정책과제』, 1996.
6. 전찬익, "미곡생산의 규모경제성 계측: 전북 김제지역을 중심으로," 『농협조사월보』, 1994, pp. 1-12.
7. 정홍우, "수도작 구조개선정책에 관한 연구: 대규모 전업농가와 생산조직체를 중심으로," 『농업경제연구』, 제34집, 1993, pp. 85-107.
8. 홍승지, "한국미작농업에 있어서의 규모의 경제성 분석," 서울대학교 농경제학과 석사학위논문, 1994.
9. Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol. 30, No. 9, 1984, pp. 1078-1092.
10. ————, "Maximum Likelihood, Consistency and DEA: Statistical Foundations," *Management Science*, Vol. 39, 1993, pp. 1261-1264.
11. Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 3, No. 4, 1978, pp. 429-444.
12. ————, "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through," *Management Science* Vol. 27, No. 6, 1981, pp. 668-697.
13. Deprins, D., L. Simar, and H. Tulkens, "Measuring Labor-Efficiency in Post Officies," in M. Marchand, P. Pestieau, and H. Tulkens, eds., *The*

Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurement, Amsterdam: North-Holland, 1984.

14. Farrell, M. J., "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, General, Vol. 120, No. 3, 1957, pp. 253-281.
15. Färe, R. S., *Fundamentals of Production Theory*, Berlin: Springer-Verlag, 1988.
16. ———, and S. Grosskopf, "A Nonparametric Cost Approach to Scale Efficiency," *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 87, 1985, pp. 594-604.
17. ———, and C. A. K. Lovell, *The Measurement of Efficiency of Production*, Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing, 1985.
18. ———, *Production Frontiers*, Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
19. Huang, Z. and S. X. Li, "Dominance Stochastic Models in Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, 1996, pp. 390-403.
20. Kang, B. S. and J. S. Roh, "Farm Size and Production Efficiency of Korean Rice Farms: An Application of a Ray-Homothetic Stochastic Production Function," *Journal of Korean Society of Rural Planning*, Vol. 1, 1995, pp. 99-110.
21. Land, K. C., C. A. K. Lovell, and S. Thore, "Chance Constrained Data Envelopment Analysis," *Management and Decision Economics*, Vol. 14, 1993, pp. 541-554.
22. Lee, K. S., "Profit Maximization Behavior of Farmers and Allocative Efficiency under Tenancy," *The Korean Journal of Agricultural Economics*, Vol. 29, 1986, pp. 67-77.
23. Sengupta, J. K., "Data Envelopment Analysis for Efficiency Measurement in the Stochastic Case," *Computers and Operations Research*, Vol. 14, 1987, pp. 117-129.
24. Shephard, R. W., *Cost and Production Functions*, Princeton, N. J.:

Princeton University Press, 1953.

25. ————, *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1970.

26. Vanden Eeckaut, P., H. Tulkens, and M. A. Jamar, "Cost Efficiency in Belgian Municipalities," in H. O. Fried, C. A. K. Lovell, and S. S. Schmidt, eds., *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford: Oxford University Press, 1993.