토의용 논문 W20 / 2003. 12

농가유형별 생산기술효율 및 환경성과 비교분석

김 은 순 부연구위원

한국농촌경제연구원

머 리 말

최근 농업의 주된 쟁점의 하나는 1990년대 중반 이후 전반적 소득정체 속에서 농가의 계층 간 격차가 확대되고 있다는 것이다. 이러한 현상에 대하여는 외환위기, 수입개방 확대에 따른 농산물 가격 하락, 농업투자 확대에 따른 비용 증가, 상층농의 규모 확대를 통한 구조개선 등으로 일부 설명하고 있다. 그러나 이에 대하여 농가경영체를 단위로 생산기술의 효율 측면에서 분석한 연구는 제한된 상태이다.

한편 그간의 우리나라의 농업 생산정책은 규모 확대를 통한 구조개선 정책에 중요성을 두어왔다. 이 정책은 자원의 이동성을 촉진하여 규모기술에 대한 기술발전과 효율을 높이는 데 목적이 있다. 그러나 이러한 정책이 효과적으로 시행되어 의도된 결과를 가져오기 위해서는 개별 농가가 가지고 있는 기술적 특성 파악이 선행되어야 한다.

따라서 이 연구는 농가의 생산기술효율 측면에서 근래 농가의 계층 간 격차확대 또는 농가소득 정체의 원인을 농가 유형별로 진단·분석하는 것을 목적으로 하고, 산출거리함수에 기초를 둔 효율측정방법에 의거하여 농가 유형별 또는 계층별로 생산기술효율성은 어떻게 차이가 나고 어떻게 변하고 있는지, 현재의 기술수준으로 규모의 확대는 가능한지, 가능하다면 어느 정도의 비용 절감을 통한 경쟁력 향상이 가능한지, 농업오염배출감소에 따르는 기회비용 또는 생산성의 상실은 어느 정도인지 등에 대하여 비교・분석하였다.

이 연구 결과가 관련 연구 및 정책 수립에 유익한 자료로 활용되기를 바란다. 이 연구 수행 중에 도움을 주신 부산대 강상목 교수와 방대한 자료의 처리를 도와준 문한필 연구원과 통계청의 여러분께 감사드린다.

2003. 12.

한국농촌경제연구원장 **이 정 환**

요 약

○ 이 연구는 생산기술효율 측면에서 근래 농가의 계층간 격차확대 및 농가소득의 정체의 원인을 농가 유형별로 진단·분석하고자, 한국농가수준에 있어서 유형별로 환경요소가 포함된 생산기술의 효율을 산출거리함수(output distance function)에 기초를 둔 효율측정방법에 의존하여 계측하고 비교분석하였음.

- 실제 생산효율 측정을 위해서는 1998～2002년에 통계청의 농가경제조사 가구별 원자료(panel data)를 이용
- 농가유형으로는 농가소득계층별, 경지규모별, 경영 형태별로 구분

○ 최근 5년간에 모든 경영형태와 계층을 망라할 때 우리나라 농가들은 가장 선도적인 기술을 실천하는 농가에 비하여 기술의 비효율성이 50%내외로 나타났음.

○ 경지규모별로는 1998년 이후 대규모농일 수록 상대적으로 높은 기술효율을 실현하는 것으로 나타났음.

- 규모기술의 비효율성이 소농은 5～8%이고 대농은 8～24%에 이르며 이는 곧 현재의 규모기술을 전제할 경우 규모화사업의 기대가능효과는 경영체의 평균생산비를 소농은 5～8%정도, 대농은 8～24% 정도 절감시킬 수 있다는 것을 의미함.
- 대부분의 우리나라 농가는 규모효율의 비효율성은 규모의 수익이 체증하는 상태에서 나타나는 것으로 계측되었음. 즉 우리나라 농가의 최적 규모는 현존하는 농장의 규모보다 훨씬 더 큰 규모이고 아직 이러한 규모기술이 나타나지 않은 상태로 판단됨.

○ 요컨대, 소농의 경우는 생산기술효율이 떨어지나 규모면에서는 적정규모 근방에서 생산이 이루어지는 반면에, 대농은 생산기술효율이 상대적으로 높으나 규모수익 체증영역에서 생산이 이루어져서 규모 확대를 통하여 평균생산비를 절감시킬 여유가 많다고 봄. 이러한 생산기술상의 여건이 동일한 가격조건하에서 상대적으로 대농에게 유리하게 작용하고 있고 따라서 소농과 대농간의 격차를 확대하는 요인이 된다고 봄.

○ 소득계층별로는 고소득계층일수록 기술효율이 높게 나타났음. 반면에 규모효율성은 소득계층이 높을수록 비효율성이 다소 높게 나타났음. 경영형태별 기술효율은 축산농과 과수농 화훼농이 대체로 높고 기타농 미작농 채소농의 순으로 낮게 나타났음.

○ 경지규모계층별, 소득계층별로 상위계층의 농가는 기술효율이 상향하는 농가가 증가하는 반면에 하위계층 농가는 기술효율이 하향하는 농가가 증가하고 있음. 즉 계층간에 기술효율이 양극화되는 것으로 나타나고 있음.

○ 생산기술효율의 추세와 환경효율성은 기대하는 바와 같이 대체로 반대방향으로 움직이는 것으로 나타났음.

- 1998～2002년간에 농가전체 평균적으로 환경효율성은 0.971～0.984를 나타내서 환경효율의 비효율성은 3% 이내로 나타났음. 즉 농업오염감소에 따라서 포기되어야 하는 상실된 생산효율은 3% 내외임.
- 농업총산출의 감소와(기술외적 요인에 기인) 환경효율성의 상승으로 인하여 2002년에 환경규제의 기회비용 또는 생산성상실이 절대적으로 감소하였음.
- 농업부문에서 환경농업실천농가에 대한 총직접지불액이 농업총산출의 3% 정도에 도달할 때 생산농가에게 오염감소를 위한 실질적인 인센티브가 된다고 봄.

차 례

제1장 서 론

1. 연구의 목적 ····· 1
2. 선행 연구 검토 ····· 3

제2장 분석 모형 및 자료

1. 이론 모형 ····· 7
2. 분석자료 ····· 18

제3장 분석 결과

1. 농가 유형별 기술 및 규모효율성 계측 결과 ····· 26
2. 환경효율성과 생산성상실 계측 결과 ····· 38

제4장 요약 및 결론 ····· 44

부 록 ····· 50

ABSTRACT ····· 54

참고문헌 ····· 55

표 차 례

제2장

표 2-1. 농가소득계층별 농가이동분포, 2002/1998 ····· 20
표 2-2. 경지규모별 농가이동분포, 2002/1998 ····· 20
표 2-3. 농가소득계층별 경영형태분포, 2002 ····· 21
표 2-4. 농가소득계층별 경지규모계층분포, 2002 ····· 21
표 2-5. 농가소득계층별 농업소득변동, 1998-2002 ····· 22
표 2-6. 농가소득계층별 농외소득변동, 1998-2002 ····· 22
표 2-7. 농가소득계층별 부분요소생산성 및 오염배출, 2002 ····· 24
표 2-8. 경지규모별 부분요소생산성 및 오염배출, 2002 ····· 24
표 2-9. 경영 형태별 부분요소생산성 및 오염배출, 2002 ····· 25

제3장

표 3-1. 경지규모별 기술효율, 규모효율, 환경효율지수 비교 ····· 31
표 3-2. 농가소득계층별 기술효율, 규모효율, 환경효율지수 비교 ····· 32
표 3-3. 경영 형태별 기술효율, 규모효율, 환경효율지수 비교 ····· 33
표 3-4. 경지규모별 기술효율 및 규모효율 구간별 농가분포 ····· 35
표 3-5. 농가소득계층별 기술효율 및 규모효율 구간별 농가분포 ····· 36
표 3-6. 경영 형태별 기술효율 및 규모효율 구간별 농가분포 ····· 37
표 3-7. 환경효율성과 기회비용 ····· 40

부표

부표 2-1. 경영 형태별 노동시간 및 투입재, 2002 ····· 50
부표 2-2. 농가소득계층별 농업노동투입시간 변동, 1998-2002 ····· 50
부표 2-3. 경영 형태별 농업노동시간 변동, 1998-2002 ····· 51

부표 2-4. 경지규모별 농업노동시간변동, 1998-2002 ····· 51
부표 3-1. 경지규모별 환경효율지수 구간별 농가 분포 ····· 52
부표 3-2. 농가소득계층별 환경효율지수 구간별 농가 분포 ····· 52
부표 3-3. 경영 형태별 환경효율지수 구간별 농가 분포 ····· 53

그 림 차 례

제2장

그림 2-1. 기술 및 규모효율성 ····· 12
그림 2-2. 강처분 기술과 약처분 기술하의 생산가능곡선 ····· 14

제3장

그림 3-1. 경지규모별 규모효율성 변화 ····· 29
그림 3-2. 농가소득계층별 규모효율성 변화 ····· 29
그림 3-3. 경영 형태별 규모효율성 변화 ····· 30
그림 3-4. 농가소득계층별 순기술효율성 변화 ····· 40
그림 3-5. 농가소득계층별 환경효율지수 변화 ····· 41
그림 3-6. 경지규모별 순기술효율성 변화 ····· 41
그림 3-7. 경지규모별 환경효율지수 변화 ····· 42
그림 3-8. 경영 형태별 순기술효율성 변화 ····· 42
그림 3-9. 경영 형태별 환경효율지수 변화 ····· 43

제 1 장

서 론

1. 연구의 목적

현재 우리 농업은 WTO 체제 속에서 전면적인 개방화의 압력과 농업을 둘러싼 대내외적 환경 변화에 적응하고 경쟁력 있는 농가의 육성을 위한 정책의 모색이 절실하다. 이러한 정책의 일환으로 그간의 우리나라의 농업 생산정책은 규모 확대를 통한 구조개선 정책에 중요성을 두어왔다. 이 정책은 자원의 이동성을 촉진하여 규모기술에 대한 기술발전과 효율을 높이는 데 목적이 있다. 그러나 이러한 정책들이 효과적으로 시행되어 의도된 결과를 가져오기 위해서는 개별 농민이 가지고 있는 기술적 특성 파악이 선행되어야 한다. 농가 유형별 또는 계층별로 생산기술이 어떠한 특징을 가지며 변화하고 있는지, 생산기술의 효율성은 농가 유형별로 어떻게 차이가 나고 어떻게 변하고 있는지, 현재의 기술수준으로 어느 정도의 비용 절감을 통한 경쟁력 향상이 가능한지 등에 대한 진단이 앞서야 한다고 본다.

한편 최근 농업의 주된 쟁점의 하나는 1990년대 중반 이후 농가의 전반적 소득정체 속에서 계층 간 소득격차가 확대되는 상황에 있다는 것이다. 이러한 현상에 대하여는 1997년 말의 외환위기라는 일시적 요인 이외에 구조적

원인이 있지 않은가 하는 의문(이태호 2002)과, 근래 농업소득의 하락을 수입개방 확대에 따른 농산물 가격의 상대적 하락, 1990년대 초중반의 농업투자 확대에 따른 비용 및 부채의 증가로 보는 견해(오내원 외 2001)와, 근래 농가계층 간 소득격차 확대를 상층농의 규모 확대를 통한 구조개선(안병일, 이정환 2000) 등으로 일부 설명하고 있다. 그러나 이들은 농가소득의 정체 또는 계층 간 격차확대를 가격 또는 비용 측면에서 분석한 것으로 생산기술의 효율 측면에서 분석한 연구는 제한된 상태이다.

생산기술정책에 대한 효과는 일반적으로 기술발전의 효과와 효율성 증대 효과로 구분하고 있다. 전자는 생산기술의 효율적 경계를 변화시키는 효과이고, 후자는 기존의 기술조건하에서 비효율적인 개별 농가에 대한 효율성을 향상시키는 효과를 의미한다. 이 두 효과는 기본적으로 상이한 현상과 정책적 처방에 기인하고 있기 때문에 구분하여 분석하는 것이 필요하다.(김영식 1999). 전자는 모든 경영체가 효율적 생산을 한다는 전제하에 이루어지는 방법으로 전통적인 Solow(1957)형의 함수 형태를 통한 분석인데 반하여, 후자의 방법은 경영체간에 효율성에 차이가 있다는 것을 고려하는 분석으로 Farrel(1957) 이후 Fare et al.(1985; 1995)에 의해 개선된 기술효율 및 생산성을 분석하는 방법이다. 이 연구는 후자의 방법에 의존한 비모수적 방법을 이용하여 농가 유형별 생산기술효율을 비교 분석하고자한다. 국내농업에서 비모수적 접근법에 의하여 생산기술효율을 분석한 연구는 권오상(1997; 1999), 안동환 외(1999), 김영식(1999) 등이 있으나 쌀 농가를 중심으로 분석이 이루어짐으로써 앞에서 제기된 농가 단위의 계층 간 격차확대에 대한 설명에는 한계가 있다.

또한 최근 생산의 기술효율에 영향을 주는 요소의 하나로 환경이 부각됨에 따라서 환경요인을 반영한 상태에서 생산의 기술효율을 측정하는 것이 더욱 현실에 적합한 지표로 인식되고 있다. 그러나 기존의 농업 생산기술에 관한 연구들이 환경요인을 고려하지 않음으로써 진정한 생산기술을 반영하지 못하고 있다는 점을 고려하여 환경요인을 고려한 상태의 농업 생산기술효율을 계측하고자 한다. 즉 이 연구는 오염물을 바람직하지 않은 산출물로 간주하

고 오염물을 감소시키는 것이 긍정적인 생산활동의 중요한 한 측면으로 간주하고 비록 산출물이 증가하지 않는다 하더라도 오염발생 감소가 생산효율에 미치는 효과를 계측하고자 한다.

따라서 이 연구는 생산기술효율 측면에서 근래 농가의 계층 간 격차 확대 또는 농가소득 정체의 원인을 농가 유형별로 진단·분석함으로써 경쟁력 있는 농가 유형의 육성을 위한 정책 방향의 기초 자료를 제시하는 데 목적이 있다. 구체적으로는 한국농가수준에 있어서 유형별-경지규모별, 소득계층별, 경영형태별-로 환경요소가 포함된 생산기술의 효율을 비모수적 접근방법에 의존하여 계측하고 비교분석한다. 이때 효율측정방법으로는 바람직한 재화와 바람직하지 못한 재화(오염물)의 결합생산을 모델화하는 생산기술을 설정하고 이를 산출거리함수(output distance function)에 기초를 둔 선형계획방법을 응용한다. 생산기술효율의 척도로서는 첫째, 환경 규제가 없는 상황에서 규모수익 불변을 가정한 경우와 그렇지 않은 경우의 기술하의 산출거리함수에 대한 상대적 효율비교를 통하여 순기술효율과 규모효율성을 측정한다. 다음은 환경 규제가 없는 경우(강처분)와 있는 경우(약처분) 기술하에서 산출거리함수에 대한 상대적 효율비교와 이를 통한 오염규제의 기회비용을 한국 농업을 대상으로 측정할 것이다. 이러한 접근의 주된 가정은 모든 재화가 농가에 의하여 비용 없이 처분될 수 있는 규제받지 않는 과정(강처분성)과 기술이 규제된 생산 과정 또는 오염배출을 줄여야 하는 생산 과정(약처분성) 간에 구별이 가능하다는 것을 전제한다.

분석에는 1998～2002년 (5년간)에 걸친 통계청의 농가경제조사 기구별 원자료가 사용되었다.

2. 선행 연구 검토

전통적 Solow(1957) 방식의 생산성 접근방법이나 일정한 함수 형태를 가정하는 모수적인(parametric) 방법과 달리 이 연구는 비모수적(nonparametric) 방법

에 의존하여 재화의 가격이나 최적화 행동에 대한 가정 없이 투입요소와 산출량에 의존하여 생산기술효율의 계측을 시도한다.

기술효율과 생산성 등 생산의 성과측정은 DEA(data envelopment analysis)로 알려진 비모수적(nonparametric) 접근방법을 통하여 측정할 수 있다. DEA는 실제 관측된 자료 중 최대성과를 달성한 생산단위에 대하여 임의의 생산단위의 성과를 비교함으로써 각 생산단위의 효율을 측정하는 방법의 하나이다. 이러한 비모수적인 접근방법은 성과측정을 필요로 하는 다양한 학문 분야에 널리 활용될 수 있는 기법이다.

비모수적(nonparametric) 접근방법에 의한 생산효율 측정은 Farrell(1957)이 최초로 제시한 이래 Shephard(1970), Afriat(1972), Caves at al.(1982), Banker et al.(1984) 에 의해 발전되어 왔다. 특히 Shephard(1970)의 생산가능곡선을 이용한 효율의 측정방법을 기초로, Fare et al.(1985)과 Fare et al.(1994)는 보다 개선된 효율과 생산성 측정방법을 제시하고 있다.

비모수적 접근법에 의한 생산의 기술효율 측정은 다른 한편으로 환경요소를 고려한 생산의 기술효율과 생산물의 기회비용의 측정으로 발전되었다. 처음으로 전통적인 산출물 DEA분석을 환경성과 측정에 적용한 바 있는 Fare et al. (1986)은 산출물과 오염물의 동시적 변화를 고려할 수 있는 방사선상 효율척도를 사용한 바 있다. 이러한 유형의 연구들로서 Fare et al.(1989), Fare et al.(1996), Tyteca(1997), Chung et al.(1997), Boyd and McClelland(1999), Zaim and Taskin(2000), Sancho et al.(2000), Zofio and Prieto (2001), Fare et al.(2001), Weber and Domazlicky(2001), Boyd et al.(2002), 강상목, 김은순(2002) 등을 열거할 수 있다. 이들 선행 연구들은 투입물 혹은 산출물 접근방법과 기술효율의 척도를 적절하게 결합하여 오염배출량을 고려한 기술효율 혹은 기술비효율로 인한 생산물과 생산성 상실, 혹은 생산성 성장 등을 추정하고 있다(강상목 2003).

한편 환경 규제의 영향을 측정해보려는 시도는 크게 두 가지 흐름으로 대별해 볼 수 있다. 첫째, Pitman(1983), Repetto et al.(1996), Gallop and Rebert(1983), Barbera and MacConnell(1990), Morgenstern et al.(1997) 등이 시도한 오염감소에

대한 비용이나 편익 내지 오염감소비용이 총요소생산성이나 생산비용함수에 미치는 영향을 측정해 보려는 시도를 들 수 있다. 둘째, 오염감소수준이나 오염감소지출에 대한 규제가 있는 경우와 없는 경우를 가정하여 효율을 측정해 보거나 투입물과 산출물의 변화를 측정해 보려는 시도이다. 이 중에서 직접 효율을 측정해 보려는 시도는 다시 Battese and Coellie(1992; 1995), Sharma et al.(1997), Atakelty and Terrence(2000) 등이 일정한 매개변수나 함수 형태를 가정하고 이를 근거로 삼아 기술규제가 효율성과 생산성에 미치는 영향을 측정해 보려했던 매개변수적(parametric) 접근방법과 일정한 매개변수나 함수형태 없이 관측된 자료를 중심으로 기업이나 국가의 환경효율과 성과를 측정해 보려는 비매개변수적(nonparametric) 접근방법으로 발전되었다. Shephard(1970)가 생산가능곡선을 이용한 생산효율을 측정한 이후 Caves et al.(1982), Fare et al.(1985), Fare et al.(1989), Fare et al.(1994) 등이 발전시켜 온 비매개변수적 접근방법에 의거한 기업의 성과 측정방법은 최근 널리 사용되고 있다. 이러한 가운데 Fare et al.(1986), Fare et al.(1989), Fare et al.(1996)은 이와 같은 비매개변수적 접근방법에 환경요소를 포함시켜 분석을 시도하였다.

한편, Fare et al.(1989)는 생산물 확장과 동시에 오염물의 비례적인 감소를 가능케 하는 기술효율의 쌍곡선 효율척도(hyperbolic efficiency measurement)를 이용하여 환경성과를 측정해 보고자 하였다. Zaim and Taskin(2000)도 Fare et al.(1989)이 제시한 기술효율의 쌍곡선 척도를 받아들여 이를 OECD국가의 GDP와 CO_2배출과 관련한 환경성과 측정에 원용한 바 있다(강상목, 김은순 2002).

국내에서도 농가 단위 데이터를 이용하여 생산기술을 분석한 연구는 많이 이루어져 왔다. 이러한 농가 단위 생산기술 분석은 크게 두 가지로 분류될 수 있다. 하나는 특정 형태의 생산함수나 비용함수 등의 추정을 통한 평균적인 생산기술 분석을 행하는 연구로서, 이들 연구들은 모든 농가들이 효율적이라고 가정함으로써 실제 농가 간에 효율성 격차가 존재할 가능성을 무시하고 분석하였다는 점에서 한계를 가지고 있다. 이에 해당하는 국내 연구에는 권태진(1985), 전찬익(1994), 정홍우(1993), 홍승지(1994), 이광석(1982; 1986), 이

광석・김정부(1981) 등이 있다. 다른 방법은 생산 농가 간에는 어떤 이유에 의해서든 효율성 격차가 있을 수 있다고 가정하는 프런티어 접근방법을 통해 생산기술 분석을 행하는 연구로서 강봉순・노재선(1995), 권오상(1997), 김정호・위용석(1997), 김한호(1986) 등이 있다(안동환 1998).

또한 국내농업에서 비모수적 접근법에 의하여 생산성 및 기술효율을 분석한 연구에는 쌀 농가를 중심으로 한 권오상(1997; 1999), 안동환 외(1999), 김영식(1999) 등이 있다.

그러나 국내에서 비모수적 접근법에 의하여 농업 생산기술효율을 분석한 연구는 쌀 농가를 대상으로 한 연구가 주를 이루고 있는 반면에 농가경영체 전체를 단위로 생산기술 효율성을 계측한 연구는 미미한 실정이며, 그뿐만 아니라 농가 기술효율성 분석에 환경요인을 포함하여 계측한 연구는 없는 상태이다. 이 연구는 Fare et al.(1986)에 의거하여 산출물과 오염물의 동시적 변화를 고려할 수 있는 방사선상 효율척도를 사용하여 농가유형별 생산효율을 측정한다.

제 2 장

분석 모형 및 자료

1. 이론 모형

생산성변화는 기술효율(technical efficiency)의 변화, 기술발전(technical change)의 변화, 규모효율(scale efficiency)의 변화에 의해 발생할 수 있다. 기술발전의 변화를 통한 생산성 향상이란 생산함수의 효율적인 경계 자체를 상향 이동시키는 것이고, 효율성 향상이란 기존 비효율적인 생산 체계의 기술수준을 효율적인 경계선상으로 끌어 올리는 것을 의미한다. 한편 생산기술의 효율성은 규모의 경제에 대한 가정에 따라 기술의 순효율성과 규모효율성으로 구분되고, 또한 오염물을 발생하는 생산과정상의 기술의 규제여부에 따라 생산기술의 환경효율성을 계측할 수 있다.

생산기술이 규모에 대해 수익불변(constant returns to scale)하지 않는 한 생산성은 규모수익성에 의해서도 변하게 된다. 규모수익성의 효과는 생산기술이 규모에 대한 수익증가나 수익감소를 가질 경우에만 나타난다. 규모에 대한 수익증가가 나타날 경우 투입량의 확대는 생산효율을 증대시켜 생산성을 향상시키며, 반대로 규모에 대한 수익이 감소할 경우에는 투입량의 확대는 생산성을 악화시킨다.

한편 생산기술적 조건으로 크게 생산물의 강처분(strong disposability) 기술과 약처분(weak disposability) 기술로 구분해 볼 수 있다. 강처분 기술이란 농가가 생산물의 증가와 축소를 아무런 규제나 제약 없이 농가의 이윤동기에 따라 자유롭게 결정할 수 있는 경우에 농가가 사용할 수 있는 생산기술을 말한다. 생산물의 생산결정이 생산물생산에 투입되어야 할 요소비용 이외에 부가적 비용 없이 생산할 수 있는 상태를 의미하며 이때 생산물과 투입요소는 강처분 기술하에 처분된다고 한다. 반면, 생산물의 약처분 기술이란 생산물 조절에 대한 결정을 할 때, 농가가 일정한 규제기준(가령 오염배출 감소)을 만족시켜야 하는 경우에 직면하게 되는 생산기술조건을 말한다. 약처분 기술하에서 생산물은 자유롭게 처분될 수 없고 규제기준을 만족시키기 위하여 일정 부가적 비용이 소요되어야만 한다. 오염물의 경우 환경 규제의 부과는 일정한 제약하에서 생산물 생산에 들어가는 요소비용 이외에 생산 과정상의 제약으로 인한 추가적인 비용 혹은 생산효율의 저하를 수반할 수 있다. 즉 일부 생산적 자원이 생산물 생산이 아닌 오염물 방지를 위하여 포기되거나 오염물 감소에 사용되어야 하는 부담을 의미한다. (강처분 기술과 약처분 기술의 정의는 Fare et al.(1989)를 참조.)

이 연구는 비모수적 (nonparametric) 방법에 의존하여 농가의 생산기술의 규모의 경제에 대한 가정, 기술의 강처분·약처분에 대한 가정에 따라 기술효율성과 규모효율성, 그리고 환경효율을 계측한다. 이 절에서는 산출거리함수(output distance function)에 기초를 둔 효율측정방법에 따라서 선형계획방법을 사용하여 바람직한 재화와 바람직하지 못한 재화(오염물)의 결합생산을 모델화하는 생산기술을 설정하고 측정 자료를 중심으로 최대성과 혹은 생산가능곡선상의 점과 비교한 각 측정치의 상대적 생산효율을 측정하는 방법을 설명한다.

1.1. 기술 및 규모 효율성

먼저 환경 규제가 없는 상황에서 규모수익 불변을 가정한 경우와 그렇지

않은 경우의 기술하의 산출거리함수에 대한 상대적 효율비교를 통하여 순기술효율과 규모효율성을 측정한다.

사용할 모델의 이론적 배경을 기술하기 위해, 생산기술을 F(・)라고 할 때, F(・)는 바람직한 생산물 $y \in R^{M}+$, 오염물 $w \in R^{I}+$, 투입물 $x \in R^{N}+$을 생산한다고 가정하자. Y $(=y_1, y_2, \cdots, y_m)$는 관측된 생산물 매트릭스, W $(= w_1, w_2, \cdots, w_I)$는 관측된 오염물 매트릭스, 그리고 X $(=x_1, x_2, \cdots, x_n)$는 관측된 투입물매트릭스라 하자. 생산 과정이 생산물, 오염물과 투입물의 강처분성(strong disposability)을 만족한다는 가정을 할 때, 강처분 생산물조합은 다음과 같이 표현될 수 있다. 이는 Shephard(1970)의 생산기술효율을 의미한다. 이때 생산은 규모수익불변(constant returns to scale)을 가정한다.

$$F^{C,S}(x, y, w) = \{(y, w) : Z_iY \geq y_i, Z_iW \geq w_i, Z_iX \leq x_i, Z_i \geq 0\} \quad (1)$$

식 (1)에서 임의의 생산물은 최대생산 가능 생산물과 적어도 같거나 작아야 하고 임의의 투입물은 적어도 최소투입물과 같거나 커야한다는 경제효율의 제약조건을 보여 주고 있다. 여기서 Z벡터는 일종의 가중치로서 생산단위에 K개의 비교 대상이 있다고 할 때, K×1 밀도벡터로서 관측된 투입물과 생산물의 볼록 결합을 통하여 강처분 생산집합의 최대가능선을 형성하게 된다. 이 조합은 투입물벡터 또는 산출물 및 오염물벡터와 함께, 강처분하의 가능한 산출물의 생산가능곡선이 형성될 수 있게 해준다. 여기서 기술의 볼록성을 가정하면, 식 (1)은 식 (2)와 같이 $\sum Z=1$ 이 추가되고, 이는 규모수익이 가변(variable returns to scale)인 경우의 생산기술을 나타낸다.

$$F^{V,S}(x, y, w) = \{(y, w) : Z_iY \geq y_i, Z_iW \geq w_i, Z_iX \leq x_i, \sum_i Z_i=1, Z_i \geq 0 \} \quad (2)$$

이 두 모형에 의해서 추정되는 효율성의 개념에는 차이가 있다. 모형 (1)의 경우는 규모수익불변을 가정하고 있기 때문에 효율성 측정의 기준이 되는 생산의 효율적 경계는 각 규모의 선에서 평균생산이 최대가 되는 기술, 즉 최

적규모의 기술에 의해서 형성되어 있다. 그래서 이 모형으로 계측되는 효율성은 순수한 기술효율성뿐만 아니라 규모의 효율성이 포함되어 있다. 그러나 모형 (2)의 경우는 각 생산점의 볼록결합으로 생산의 효율적 경계를 형성하고 있다. 즉 개별 농가들은 자원의 유동성 제약과 비가분성 등 여러 이유로 최적규모의 기술로 조정하지 못하고 있다는 가정을 하고 있다. 그래서 모형 (2)에 의해서 계측되는 효율성은 각 농가의 주어진 규모에서 나타나는 순수한 기술적 효율성만을 의미한다(김영식 1999). 여기서 모형(1)과 (2)에서 계측되는 효율성을 구분하기 위하여 모형(1)에 의한 것은 기술효율성, 모형(2)에 의한 순수한 기술적 효율성을 순기술효율성이라 하자.

한편, 산출거리함수(output distance function)를 이용하면 가격이나 기업의 최대화 행동에 대한 가정 없이 생산효율의 정도를 생산가능곡선상의 점과 실제 생산량수준과의 거리를 이용하여 측정할 수 있다. Fare et al.(1994)에 의하면 산출거리함수 D(x, y, w)는 다음과 같이 정의된다.

$$D^{C,S}(x,\ y,\ w) = inf\ \{\ \lambda : ((\ y,\ w)/\ \lambda\ ) \in F^{C,S}\ \} \qquad (3)$$

식 (3)에서 λ는 기술효율수준을 의미하며 $F^{C,S}$ 는 생산기술 (강처분기술하에서 규모수익불변인 경우)을 의미한다. 산출거리함수 $D^{C,S}$는 생산기술 $F^{C,S}$하에서 주어진 투입물 벡터 X에서 최대한 달성 가능한 생산물 벡타 Y 의 역수로 정의된다. 산출거리함수는 간단히 말해서 일정한 투입물하에서 최대가능생산수준에 대한 실제생산수준의 상대적 비율로 측정된다. 이는 Farrel의 기술효율수준과는 역의 관계에 있다. 만약 임의의 생산조합점이 생산가능곡선의 내부에 있을 때, D(x, y, w) $\leq$1가 되어 비효율적인 점이 된다. 반면 생산가능곡선상에 위치하면 D(x, y, w) =1의 값을 갖게 되고 그 점은 효율적인 점이다.

마찬가지로 강처분기술 제약하에서 규모수익이 가변인 경우의 산출거리함수 $D^{V,S}$(x, y, w)는 다음과 같이 정의된다.

$$D^{V,S}(x,\ y,\ w) = inf\ \{\ \lambda : ((\ y,\ w)/\ \lambda\ ) \in F^{V,S}\ \} \qquad (4)$$

두 모형으로부터 계측되는 기술효율성과 순기술효율성 $D^{C,S}(x, y, w)$, $D^{V,S}(x, y, w)$의 이러한 개념적 차이로부터 규모효율성 S(x, y, w)는 다음과 같이 계측될 수 있다.

$$S(x, y, w) = D^{C,S}(x, y, w) / D^{V,S}(x, y, w) \quad (5)$$

이 모형들에 의해 계측되는 순기술효율성과 규모효율성의 개념을 하나의 산출물과 하나의 투입물이 있는 단순한 경우로 표시되어있는 <그림 2-1>을 이용하여 설명해 보자. 모형 (1)에 의한 생산점 P의 효율성 $D^{C,S}$는 MP/MN로 계측된다. 이는 순수한 기술효율성뿐만 아니라 최적규모인 경영체 B를 기준으로 한 규모기술의 효율성이 포함되어 있다. 한편 모형 (2)에 의한 생산점 P의 효율성 $D^{V,S}$는 MP/MQ로 계측되고 이는 규모 효율성이 제외된 순수한 기술효율성을 의미한다. 이 두 개념의 효율성으로부터 계측되는 식(5)의 규모효율성 S는 MQ/MN로 계측되고, 이는 순수 기술적인 면에서만 효율적인 생산점을 최적규모에 있는 효율적 생산기술에 비교한 것으로 규모의 효율성을 의미한다.

한편 규모의 비효율성은 1-S(x,y,w)로 나타내고 이는 바로 비용의 비효율성으로 해석할 수 있다. 만약 규모기술의 비효율성이 10%라고 하는 것은 현재의 규모기술을 전제할 경우 규모화사업의 기대가능효과는 경영체의 평균생산비를 10% 정도 절감시킬 수 있다는 것을 의미한다.

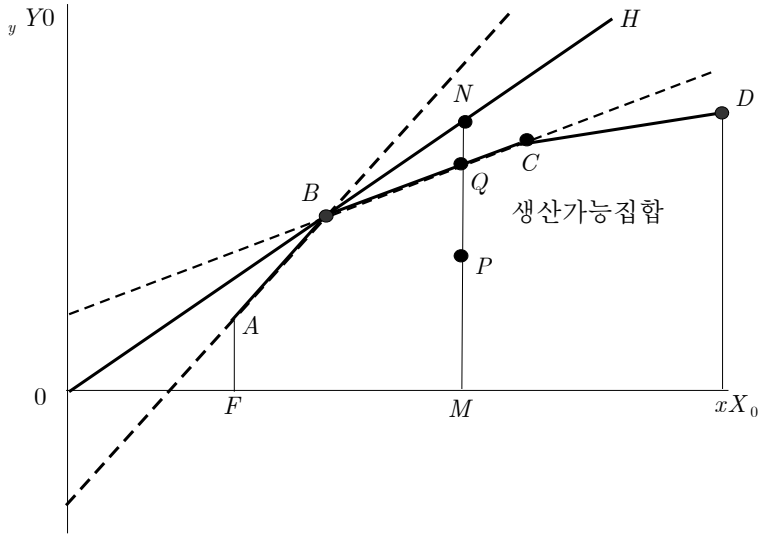
그러면 농가경영체의 규모기술의 비효율성이 과연 규모수익이 체감하기 때문인지 아니면 규모수익이 체증하는 선에서 생산하는 때문인지는 다음에 의하여 판별할 수 있다. <그림 2-1>에서 보는 바와 같이 규모수익의 불변, 가변, 체감하는 여부에 따라서 생산기술의 경계는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$1 \leqq F^{V,S}(x,y,w) \leqq F^{N,S}(x,y,w) \leqq F^{C,S}(x,y,w) \quad (6)$$

여기서 $F^{N,S}(x,y,w)$는 규모수익이 증가하지 않는 경우(non-increasing returns to

scale)의 생산기술을 나타낸다. <그림 2-1>을 통해서 보면 0BH선은 규모수익 불변을 나타내고, 0BCD 선은 규모수익이 증가하지 않는 경우를, ABCD선은 규모수익 가변을 나타낸다. 즉 규모수익불변은 규모수익이 증가하지 않는 경우와 가변하는 경우를 모두 포괄하고 규모수익이 증가하지 않는 경우는 규모수익가변을 포함한다.

그림 2-1. 기술 및 규모효율성



만일 $F^{V,S}(x,y,w) = F^{C,S}(x,y,w)$ 이면 $S(x,y,w) = 1$로 규모효율이 있는 경우(규모수익 불변)로 최적규모에서 생산하는 경우이고, 반면에 $F^{N,S}(x,y,w) = F^{C,S}(x,y,w)$ 이면 규모효율의 비효율성은 규모수익의 체증에 기인하고, $F^{N,S}(x,y,w) > F^{C,S}(x,y,w)$ 이면 규모효율의 비효율성은 규모수익의 체감에 기인한다.

1.2. 환경 규제하의 환경효율성 계측

다음은 생산 과정상에 규제가 없는 경우(강처분)와 규제가 있는 경우(약처

분) 기술하의 산출거리함수에 대한 상대적 효율을 환경오염규제(감소)를 대상으로 하여 계측하고 이를 통하여 오염규제의 기회비용을 측정한다. 이러한 접근의 주된 가정은 기술이 규제된 생산 과정 즉 농가가 오염물 배출을 줄여야 하는 경우(약처분)와 모든 재화가 농가에 의하여 비용 없이 처분될 수 있는 규제받지 않는 과정(강처분성) 간에 구별할 수 있다는 것이다. 이를 위하여 측정자료를 중심으로 최대성과 혹은 생산가능곡선상의 기술을 형성하는 선형계획기법을 사용하여 일정 기술의 생산가능곡선상의 점과 비교한 각 측정치의 상대적 생산효율을 측정하게 된다.

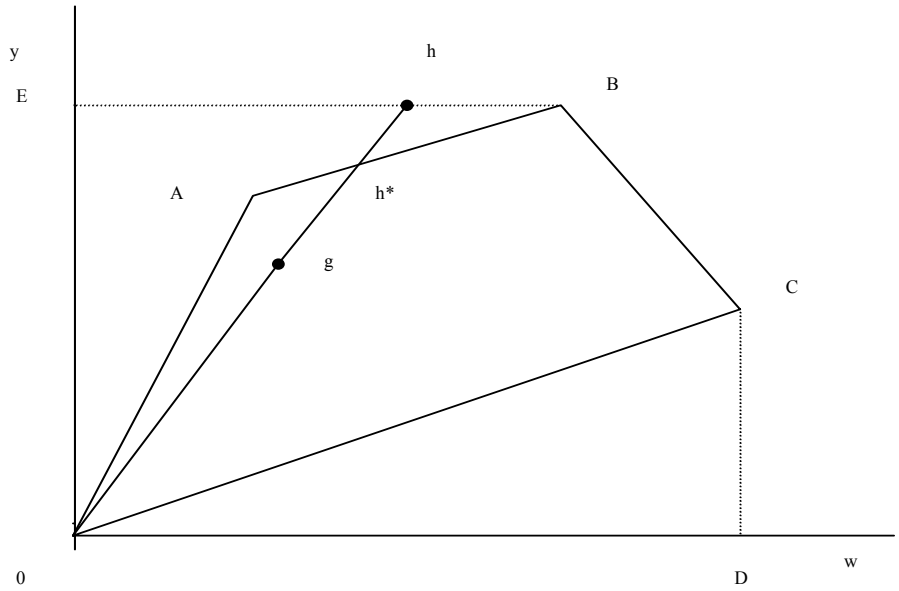
식 (1)과 비슷하게 생산제약을 가하는 규제된 처분성으로 인한 생산물 상실을 측정하기 위하여 약처분 생산조합을 설정할 필요가 있다. 오염물의 약처분성(weak disposability)을 만족하는 규모불변 생산기술은 다음과 같은 생산집합으로 나타낼 수 있다.

$$F^{C,W}(x,y,w) = \{(y,\ w) : Z_iY \geq y_i,\ Z_iW = w_i,\ Z_iX \leq x_i,\ Z_i \geq 0\ \} \qquad (6)$$

식 (6)에서 ZW=w는 오염물벡터 W속에 오염물이 자유롭게 처분될 수 없음을 의미하고 오염물이 원점을 축으로 방사상으로 일정 수준 감소를 허용한다. 가령, 생산물의 약처분 기술하에서 만약 한 생산물 벡터 y가 한 투입물 벡터 X를 가지고 생산될 수 있다면 그때 생산물 벡터 y'는 y 보다 비례적으로 적다. 즉, 만약 λ가 기술효율을 의미한다고 할 때, $y' = \lambda y$, $0 \leq \lambda \leq 1$가 성립한다. 이러한 방정식들은 각 생산단위의 기술효율이 계산될 수 있는 각각의 관측된 투입물과 생산물에 관한 기준 기술을 의미한다.

식 (1)의 $F^{C,S}(x,y,w)$와 식 (6)의 $F^{C,W}(x,y,w)$ 간의 차이는 <그림 2-2>를 통하여 보다 명확히 확인해 볼 수 있다. <그림 2-2>는 생산물(y)과 오염물(w)이 각각 한 종류만 있다고 가정할 때, 생산물과 오염물을 연결한 생산가능곡선을 보여 준다. $F^{C,S}(x,y,w)$는 궤적 OEBCDO를 경계로 한 내부영역을 포함하고 오염물처분에 비용이 소요되는 생산물궤적 $F^{C,W}(x,y,w)$는 OABCO의 영역으로 제한된다. $F^{C,W}(x,y,w) \subseteq F^{C,S}(x,y,w)$ 가 성립한다면 그때, 생산물은 처분성결여로 인

그림 2-2. 강처분 기술과 약처분 기술하의 생산가능곡선



하여 상실될 수 있다. 만약 오염물 처분에 비용이 들지 않는다면 EB의 점선 부분이 이러한 상황을 설명해 주는 기술부분이 될 것이다. 한편, 만약 오염물 w의 처분에 비용이 들어가는 상황이라면, 자본과 노동이 생산물생산이 아닌 오염물을 처분하는데 사용되어야 할 것이고 EB부분은 더 이상 이를 설명할 수 없다. 왜냐하면 오염물w를 제거하는데 투입요소가 역시 들어가야 하므로 OE만큼의 생산물 y의 생산이 불가능해진다. 따라서 w의 감소는 OA와 AB선을 따라 일정 비용하에서 달성가능하다.

이처럼 환경 규제가 있는 상황에서는 기업의 최대생산가능영역이 제약을 받음으로 인하여 환경 규제가 없을 때 생산가능하던 생산물 조합 중 달성할 수 없는 영역이 발생하게 된다. 이러한 기술상의 차이를 이용하여 생산 과정상에 생산물과 오염물이 전환되는 기회비용을 산정할 수 있다. 이러한 기술 제약하(규모수익불변 가정하의 환경 규제)에서 기회비용의 산정을 위한 산출거리함수(output distance function)는 다음과 같이 정의된다.

$$D^{C,W}(x,\ y,\ w) = inf\ \{\ \lambda : ((\ y,\ w)/\ \lambda\ ) \in F^{C,W}\ \} \tag{7}$$

이 산출거리함수를 이용하여 강처분기술과 약처분기술 구조하의 임의의 생산수준의 효율을 측정하면 생산기술상의 변화로 인한 환경효율을 측정할 수 있고 이를 기초로 환경오염의 기회비용을 산정할 수 있다. Fare et al.(1986; 1989)과 Zaim and Taskin(2000)은 이러한 기회비용을 상이한 처분 기술구조하에서 상대적 효율척도의 비율로 간주한 바 있다. 먼저 투입물과 생산물의 강처분성을 만족하는 일정 규모 기술에 대한 기술효율측정을 위하여 산출거리함수 식 (3)을 선형프로그램으로 제시하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \{\ D^{C,S}(x,\ y,\ w)\ \}^{-1} &= Max\ \theta_S \\ Z_i\ Y &\geq \theta_S\ y_i \\ Z_i\ W &\geq \theta_S\ w_i \\ Z_i\ X &\leq x_i \\ Z_i &\geq 0 \end{aligned} \tag{9}$$

다음으로 오염물에 대한 약처분기술과 생산물과 투입물에 대한 강처분기술에 대한 기술효율 산정을 위하여 산출거리함수 식 (7)을 선형프로그램으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \{\ D^{C,W}(x,\ y,\ w)\ \}^{-1} &= Max\ \theta_W \\ Z_i\ Y &\geq \theta_W\ y_i \\ Z_i\ W &= \theta_W\ w_i \\ Z_i\ X &\leq x_i \\ Z_i &\geq 0 \end{aligned} \tag{10}$$

식 (9)의 문제는 강처분 기술 $F^{C,S}(x,y,w)$와 관련한 잠재적 생산물을 극대화하는 조건이며, 식 (10)의 문제는 $F^{C,W}(x,y,w)$와 관련한 잠재적 생산물을 극대

화하는 조건이다. 위의 부등호는 투입물과 생산물의 강처분성(자유처분)을 의미하며 오염물에 대한 등호는 약처분성을 상징한다. 물론 여기서 강처분기술하의 산출거리함수 $D^{C,S}(x,y,w)$ 와 약처분기술하의 산출거리함수 $D^{C,W}(x,y,w)$는 모두 0과 1사이의 임의의 값을 갖게 된다. <그림 2-2>에서 볼 수 있듯이, 어떤 기술의 외부경계선상에 한 점이 효율적이라 할 때, 그러한 관측물에 대한 산출거리함수의 값은 1이다. 효율적 관측치들은 그들의 투입물과 일정한 기술하에서 최대로 달성 가능한 생산물을 생산하고 있다. 여기서 의미하는 기술의 생산 가능 곡선은 이론적인 공학적 기준이나 전제된 함수형태에 의해 결정되는 것이 아니라 실제로 표본에 들어 있는 관측치들에 의해 결정된다.

따라서 규제된 기술 즉, 약처분 기술 $F^{C,W}(x, y, w)$하에서는 규제된 환경 속에서 효율로부터 이탈정도를 측정하고 강처분기술 $F^{C,S}(x, y, w)$하에서는 규제되지 않은 기술조건 속에서 효율의 이탈정도를 포착한다. 가령 <그림 2-2>에서 임의의 생산수준이 g점과 같다고 할 때 이 점에서 효율수준은 방사선상의 생산가능곡선상의 점 h 및 h*와 비교될 수 있다. g점에서 효율수준을 강처분기술 조건하의 산출거리함수로 측정하면 $D^{C,S}= og/oh <1$ 이 되고 약처분기술 조건하에서는 $D^{C,W}=og/oh^* <1$ 가 된다. 즉, 강처분과 약처분기술의 차이로 생산효율은 차이가 발생하게 되어 $0\leq D^{C,S} \leq D^{C,W}\leq 1$의 관계가 성립하게 된다. Shephard(1970)의 효율척도는 산출거리함수와 역의 관계에 있으므로 그 반대의 크기가 성립할 것이다. 이러한 차이는 규제를 받는 생산기술과 관련한 생산효율의 상실을 포함하게 되는 것이다. h* 점은 오염처리(또는 오염감소)를 고려하지 않을 때, 비효율적이었던 점이지만 농가가 오염처리를 해야 할 때, 효율적인 점이 될 수 있다. 즉, 강처분 기술 구조하에서 $h^*=oh^*/oh < 1$로 비효율적인 점이지만 약처분 기술하에서는 $h^*=oh^*/oh^* =1$ 로 최대효율달성 가능점이 된다. 물론 h*점은 h점에 비하여 생산물 생산이 감소하였지만 동시에 생산량 축소에 대한 일정 비율로 오염생산물 또한 감소시켰다. 그러므로 만약 h점에서 h*점으로 생산조합점이 이동했다면 이는 일정 생산물을 포기하는 대신 일정 부문의 오염감소를 선택함으로써 환경을 포함한 효율은 향상된 것으로 나타난다. 이처럼 환경 규제로 인한 효율의 상실은 강처분과 약처분 생

산기술구조하에서 각각의 방사선상(radial)의 거리함수의 상대적인 차이로 표시할 수 있다. 따라서 정부가 농가로 하여금 일정한 오염배출기준을 달성하도록 규제할 때, 생산량과 오염감소는 대체관계에 놓이게 되고 오염의 기회비용을 상실된 생산량의 관점에서 측정해 볼 수가 있는 것이다.

이러한 두 효율측정값의 상대적비를 이용하여 환경효율지수(EI)를 정의하면 다음과 같다.

$$EI = D^{C,S} / D^{C,W} \tag{11}$$

EI =1 일 경우 생산기술이 환경 규제를 수용하더라도 아무런 기술적 제약이 없음을 의미하는 것으로 강처분 기술로부터 약처분 기술로 전환되더라도 전환에 따른 아무런 기회비용이 발생하지 않는 것을 의미한다. 즉, 환경 규제는 생산 과정에서 기업의 비용을 수반하지 않는다. 반대로 EI < 1인 경우는 환경 규제를 수용함에 따른 생산제약이 수반됨에 따라, 생산기술의 전환의 기회비용이 소모될 것임을 시사한다. 이러한 기회비용은 오염물의 처리에 따라서 포기되어야 하는 생산물의 정도로 측정할 수 있고 상실된 생산효율(EL)은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$EL = 1 - (D^{C,S} / D^{C,W}) \tag{12}$$

이때 생산물의 상실정도(Ly)는 상실된 생산효율(EL)에 실제 생산량수준(y)을 곱해 줌으로써 측정할 수 있다. 즉,

$$Ly = EL \times y = \{1 - (D^{C,S} / D^{C,W})\} \times y \tag{13}$$

식 (13)에서 효율상실의 정도는 환경효율지수 EI 가 1보다 작을수록, 생산물의 크기가 클수록 효율상실의 정도는 커진다. EI =1일 경우 당연히 효율상실 EL=0가 되어 상실된 생산물은 전혀 없게 된다. 즉 Ly=0 가 된다 (강상목, 김은순 2002).

2. 분석자료

2.1. 자료

이 연구에서 실제 생산효율 측정을 위해서는 1998～2002년의 기간에 걸친 통계청(농림부)의 농가경제조사 가구별 원자료(panel data)를 이용하였다. 농업 생산량, 농업노동투하량, 자본량 및 기타가변요소투입 등에 관한 자료는 매년 농가경제조사 가구별 자료에서 직접 이용하였다. 여기서 농업 생산량으로는 농업조수입이, 농업노동투하량으로는 연고를 포함한 연간 가족노동투입시간이 사용되었고, 농업자본량으로는 건물, 대농기계, 대동・식물 평가액의 합으로 하였다. 기타 가변요소투입에는 비료 농약 광열비 및 농업노임 등 농가가 구입한 모든 경영비의 합으로 대체하였다.

한편 환경요인으로서 농업 부문에 의한 오염배출량으로 질소(N)와 인(P)이 포함되었는데 이들에 관한 자료는 가구별 논・밭 경작면적, 가축 사육두수에 오염원별(N, P) 배출 원단위(김은순, 김태훈 1999에서 원용)를 적용하여 간접적으로 산출·이용되었다. 이때 가구별 논・밭 경작면적과 가축 사육두수가 동일한 경우라 하여도 상대적인 비료・농약의 사용비율에 의하여 조정함으로써 환경 규제하(오염감소)에서 생산하는 농가와 환경 규제에 대한 고려없이 생산하는 농가들 간의 차이가 반영되었다. 실제 실증분석을 위하여서 생산량변수로는 good output(y)으로서 연간 농업조수입이 사용되었고 bad outputs (w1, w2)으로서 오염물인 N 과 P가 사용되었다. 투입요소로서는 경지면적, 농업자본액, 연간 가족노동투입시간(연고 포함), 자재구입비용이 사용되었다. 여기서 농업조수입, 농업자본액, 자재구입비용은 생산물 또는 자본 및 자재의 복합적인 형태로서 동일한 물량의 적용이 불가능하여 가액으로 대체하였으나 이를 관련 물가지수로 디플레이트하지 않은 상태로 사용되었는데 이는 현재의 연구가 생산성 변화에 초점이 있지 않고 생산기술효율, 즉 동일연도

에 있어서 상대적인 기술의 차이에 초점이 있어서 해당물가지수로 모든 농가를 동일하게 디플레이트하는 것은 무의미한 것으로 판단되기 때문이다.

2.2 농가 유형구분

환경요인을 포함하여 한국 농업의 농가 수준에 있어서 경쟁력 수준을 보여줄 수 있는 기술효율 및 규모효율과 환경효율의 농가 유형별 비교를 위하여서, 농가 유형으로는 소득계층별구분, 경지규모별 구분, 경영 형태별로 구분하였다. 소득계층은 매년 농가경제조사 원자료에서 농가소득을 기준으로 5분위계층으로 구분하였다. 경지규모별 계층구분은 1ha 미만, 1-2ha, 2-3ha, 3-5ha, 5ha 이상으로 구분하였다. 한편 경영 형태별 농가구분은 미작농, 채소농, 과수농, 화훼농, 축산농, 기타농으로 구분하였다. 이때 경영형태구분의 지표로서는 해당되는 품목의 조수입이 농가조수입에서 점유하는 비중에 의하여 구분하였는데, 미작농의 경우 농업조수입 중 미작수입이 61% 이상인 경우, 채소농은 채소수입이 45% 이상인 경우, 과수농 화훼농 축산농은 각각의 조수입이 농업조수입의 53% 이상을 점유하는 경우에 해당된다. 기타농은 이상의 어느 경영형태에도 해당되지 않는 경우의 농가이다.

먼저 농가경제조사 농가의 농가 유형별 분포를 보면 <표 2-1～2-4>에 나타나있다. 지난 5년간에 농가소득계층별 농가이동분포는 매우 유동적이다. 2002년도 소득 1분위(최상위소득계층)에 속하는 농가 중의 25.1%, 14.7%가 1998년에 소득 2분위, 3분위에 각각 속하였으며 더욱이 1998년에 5분위(최하위소득)계층에 속하였던 농가도 5%에 이른다<표 2-1>. 반면에 경지규모별 농가 분포는 지난 5년간에 비교적 안정적이며 이러한 현상은 하위층에서 두드러진다. 그러나 5년간에 규모가 확대된 농가비율이 상층농일수록 높게 나타났다. 2002년 5ha 이상 계층에 속하는 농가의 50.8%가 1998년도에 3-5ha 그룹에 속하였으며 2002년에 3-5ha계층에 속하는 농가의 31.9%가 1998년에 2-3ha 그룹에 속하였다<표 2-2>.

농가소득계층별 경영형태분포를 보면, 축산농 과수농 화훼농의 경우 주로

상위 소득계층에 속해 있는데 반하여 미작농과 기타농은 주로 중위소득계층에 분포되어있는 것으로 나타났다. 한편 채소농은 주로 최하위 또는 최상위

표 2-1. 농가소득계층별 농가이동분포, 2002/1998

단위: 호(%)

구 분		2002년 농가소득계층분포					
		1계층	2계층	3계층	4계층	5계층	계
1998년 농가소득계층분포	1계층	221 (46.9)	112 (23.2)	83 (17.4)	44 (23.9)	32 (7.3)	492 (21.0)
	2계층	118 (25.1)	144 (29.9)	101 (21.1)	76 (15.9)	39 (8.9)	478 (20.4)
	3계층	69 (14.7)	104 (21.6)	129 (27.0)	106 (22.2)	62 (14.2)	470 (20.0)
	4계층	40 (8.5)	83 (17.2)	106 (22.2)	137 (28.7)	111 (25.4)	477 (20.3)
	5계층	23 (4.9)	39 (8.1)	59 (12.3)	114 (23.9)	193 (44.2)	428 (18.3)
	계	471 (100.0)	482 (100.0)	478 (100.0)	477 (100.0)	437 (100.0)	2,345 (100.0)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998-2002.

표 2-2. 경지규모별 농가이동분포, 2002/1998

단위: 호(%)

구 분		2002년 경지규모 계층분포					
		1ha미만	1~2ha	2~3ha	3~5ha	5ha이상	계
1998년 경지규모계층분포	1ha 미만	792 (84.0)	169 (21.2)	4 (1.1)	4 (2.2)	0 (0.0)	969 (41.3)
	1~2ha	138 (14.6)	562 (70.5)	125 (35.2)	21 (11.4)	4 (6.2)	850 (36.2)
	2~3ha	12 (1.3)	63 (7.9)	199 (56.1)	59 (31.9)	5 (7.7)	338 (14.4)
	3~5ha	1 (0.1)	3 (0.4)	27 (7.6)	91 (49.2)	33 (50.8)	155 (6.6)
	5ha 이상	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (5.4)	23 (35.4)	33 (1.4)
	계	943 (100.0)	797 (100.0)	355 (100.0)	185 (100.0)	65 (100.0)	2,345 (100.0)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998-2002.

소득계층으로 양분하여 분포되어있는 상태이다<표2-3>.

경지규모별 농가 분포는 소득계층별 농가 분포와 매우 높은 상관을 가진다. 경지규모가 큰 농가들은 대체로 소득이 높은 계층에 분포하고 있다. 경지규모 1ha 미만농은 대체로 저소득계층에 속하는 반면에 경지규모 5ha이상에 속하는 농가는 소득 2분위계층 이상에 속하는 것으로 나타났다(표2-4).

표 2-3. 농가소득계층별 경영형태분포, 2002

단위: 호(%)

구 분		2002년 경영 형태별 농가분포						
		미작농	채소농	과수농	화훼농	축산농	기타농	계
2002년 농가소득계층분포	1계층	152 (17.1)	90 (22.3)	68 (27.2)	7 (31.8)	45 (34.6)	109 (16.7)	471 (20.1)
	2계층	181 (20.4)	79 (19.6)	65 (26.0)	6 (27.3)	25 (19.2)	126 (19.4)	482 (20.6)
	3계층	182 (20.5)	86 (21.3)	45 (18.0)	4 (18.2)	19 (14.6)	142 (21.8)	478 (20.4)
	4계층	200 (22.5)	67 (16.6)	36 (14.4)	2 (9.1)	21 (16.2)	151 (23.2)	477 (20.3)
	5계층	173 (19.5)	82 (20.3)	36 (14.4)	3 (13.6)	20 (15.4)	123 (18.9)	437 (18.6)
	계	888 (100.0)	404 (100.0)	250 (100.0)	22 (100.0)	130 (100.0)	651 (100.0)	2,345 (100.0)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 2002.

표 2-4. 농가소득계층별 경지규모계층분포, 2002

단위: 호(%)

구 분		2002년 경지규모 계층분포					
		1ha미만	1~2ha	2~3ha	3~5ha	5ha이상	합계
2002년 농가소득계층분포	1계층	115 (12.2)	146 (18.3)	97 (27.3)	71 (38.4)	42 (64.6)	471 (20.1)
	2계층	163 (17.3)	157 (19.7)	95 (26.8)	50 (27.0)	17 (26.2)	482 (20.6)
	3계층	163 (17.3)	191 (24.0)	89 (25.1)	34 (18.4)	1 (1.5)	478 (20.4)
	4계층	206 (21.9)	201 (25.2)	52 (14.7)	16 (8.7)	2 (3.1)	477 (20.3)
	5계층	296 (31.4)	102 (12.8)	22 (6.2)	14 (7.6)	3 (4.6)	437 (18.6)
	계	943 (100.0)	797 (100.0)	355 (100.0)	185 (100.0)	65 (100.0)	2,345 (100.0)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 2002.

농가소득계층별 농업 및 농외소득 변동을 보면<표 2-5～2-6> 저소득계층의 경우 농업소득 및 농외소득의 절대액이 지난 5년간에 크게 감소한 반면에 상위소득계층의 경우 농업소득 농외소득 모두 증가한 것으로 나타났다(여기서 소득계층 5분위 구분은 2002년 농가소득 기준임). 즉 저소득층과 고소득층간의 격차가 농업소득은 물론 농외소득에서도 크게 벌어지고 있는 것으로 나타났다.

표 2-5. 농가소득 계층별 농업소득변동, 1998-2002

단위: 원(%)

구 분		1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
2002년 농가소득계층	1계층	15,097,418 (100.0)	17,698,991 (117.2)	18,213,615 (120.6)	19,053,238 (126.2)	25,446,263 (168.5)
	2계층	10,244,575 (100.0)	12,159,753 (118.7)	11,889,865 (116.1)	12,940,395 (126.3)	12,359,567 (120.6)
	3계층	9,448,866 (100.0)	10,052,053 (106.4)	10,491,439 (111.0)	10,411,229 (110.2)	9,165,179 (97.0)
	4계층	7,231,392 (100.0)	8,138,834 (112.5)	7,782,134 (107.6)	7,653,239 (105.8)	6,185,568 (85.5)
	5계층	5,689,475 (100.0)	5,568,803 (97.9)	5,194,846 (91.3)	4,560,179 (80.2)	1,970,830 (34.6)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998～2002.

표 2-6. 농가소득 계층별 농외소득변동, 1998-2002

단위: 원(%)

구 분		1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
2002년 농가소득계층	1계층	10,456,035 (100.0)	11,269,719 (107.8)	12,249,091 (117.1)	14,165,208 (135.5)	16,712,304 (159.8)
	2계층	8,679,748 (100.0)	9,625,040 (110.9)	9,787,127 (112.8)	10,756,307 (123.9)	12,053,668 (138.9)
	3계층	6,304,187 (100.0)	6,277,080 (99.6)	6,618,450 (105.0)	7,180,449 (113.9)	7,087,820 (112.4)
	4계층	4,908,519 (100.0)	4,721,216 (96.2)	4,806,468 (97.9)	5,009,011 (102.0)	4,410,246 (89.8)
	5계층	3,972,154 (100.0)	3,420,213 (86.1)	3,487,042 (87.8)	2,743,247 (69.1)	1,711,059 (43.1)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998～2002.

<표 2-7～2-9>에는 농가 유형별로 부분생산성을 비교하였다. 농가소득계층별로 보면 토지생산성과 농업노동생산성은 상위소득계층일수록 높게 나타났다. 이와는 달리 경지규모별로는 규모가 작은 계층일수록 토지생산성이 높게 나타났고, 노동생산성과 자본생산성은 규모가 클수록 높게 나타났다. 경영형태별로는 축산농의 노동생산성이 가장 높은 반면에 채소농이 가장 낮게 나타났으며 자본생산성은 미작농이 가장 높은 반면에 과수농이 가장 낮게 나타났다.

농업 생산의 부산물인 N, P 오염원의 배출은 경영형태별로는 대체로 축산농에서 가장 많이 배출되었고(특히 P), 과수농의 경우는 N 배출이 가장 높은 것으로 나타났으며 소득계층별 또는 경지규모별로는 상위계층일수록 오염배출이 높게 나타났다.

한편 경영 형태별 생산요소 투입을 비교해 보면 과수농이 농가자산(토지제외)이 가장 높게 나타났으며 또한 오염발생요인인 비료 농약의 사용도 과수농이 가장 높게 나타났다. 한편 경지면적은 미작농이 가장 높은 것과는 대조적으로 연간농업노동투하(연고를 포함한 가족노동시간)는 미작농이 절대적으로 낮게 나타났는데 이는 미작농의 경우 많은 부분이 기계화된데 기인한다고 본다<부표 2-1>.

연간 농업노동투입시간을 보면 상위소득계층일수록 높게 나타났다. 실제로 1분위소득계층에 속하는 농가는 5분위 소득계층에 속하는 농가의 두 배 가까운 노동을 투입하는 것으로 나타났다. 경영형태별로는 화훼농이 가장 많은 노동을 투입하며 반면에 미작농이 가장 적은 노동을 투입하는 것으로 나타났다. 이는 벼농사의 기계화율이 높은데 주로 기인한다고 본다. 화훼농은 미작농에 비하여 농가당 연간 거의 5배 가까운 노동력을 투입하는 것으로 나타났다<부표 2-2～2-4>.

표 2-7. 농가소득계층별 부분요소생산성 및 오염배출, 2002

구 분	토 지 생산성	농업노동 생 산 성	자 본 생산성	N 배출	P 배출
	원/평	원/시간	원/원	ton	ton
1계층	22,838	29,496	1.81	0.068	0.0061
2계층	17,048	19,700	1.82	0.052	0.0035
3계층	4,917	16,207	1.77	0.043	0.0028
4계층	4,858	14,303	1.91	0.035	0.0024
5계층	3,274	11,517	1.62	0.029	0.0026
평 균	10,692	18,551	1.79	0.046	0.0029

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 2002.

표 2-8. 경지규모별 부분요소생산성 및 오염배출, 2002

구 분	토 지 생산성	농업노동 생 산 성	자 본 생산성	N 배출	P 배출
	원/평	원/시간	원/원	ton	ton
1ha미만	20,114	13,696	1.74	0.021	0.0022
1-2ha	4,773	18,412	1.77	0.047	0.0032
2-3ha	4,021	21,475	1.76	0.070	0.0055
3-5ha	3,675	27,057	2.04	0.091	0.0079
5ha이상	3,170	39,929	2.05	0.131	0.0101
평 균	10,692	18,551	1.79	0.046	0.0029

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 2002.

표 2-9. 경영 형태별 부분요소생산성 및 오염배출, 2002

구 분	토 지 생산성	농업노동 생 산 성	자 본 생산성	N 배출	P 배출
	원/평	원/시간	원/원	ton	ton
미작농	2,950	20,668	2.28	0.028	0.0023
채소농	5,875	15,076	2.02	0.051	0.0024
과수농	6,330	19,341	0.59	0.092	0.0031
화훼농	23,073	22,243	1.98	0.050	0.0034
축산농	120,598	26,952	1.73	0.065	0.0085
기타농	3,883	15,944	1.62	0.045	0.0029
평 균	10,692	18,551	1.79	0.046	0.0029

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 2002.

제 3 장

분석 결과

1. 농가유형별 기술 및 규모효율성 계측 결과

이론적 모형의 식 (1)과 (2)의 선형 프로그램을 추정하면 강처분제약(환경규제가 없는 상황)하에서 규모수익 불변과 규모수익 가변인 기술하에서 연도별로 농가 각각의 효율을 측정할 수 있다. 실제로 현재까지 한국농가의 경우 환경오염배출규제에 대한 제약이 매우 미약한 상태(축산 부문 제외)에 있어서 현실적으로 한국농가의 경우 강처분하에서 생산하고 있다고 고려할 수 있다. 여기서 시도된 효율측정방법은 자료포략분석(Data Envelopment Analysis)에 의거하여 주어진 실제 자료를 가지고 생산가능곡선의 경계영역을 결정하기 때문에 실증에 투입된 자료중 최대효율을 보이는 측정단위(best practice)는 항상 산출거리함수의 측정치가 1로 나타난다. 따라서 효율의 정도는 측정대상단위간에 상대적인 효율로 표시된다. 측정자료 중 최대효율을 보인 측정단위는 항상 생산효율을 달성하고 비효율이 없는 것으로 가정되는 단점이 있으나 이 접근방법은 상대적 효율측정방법으로 널리 이용되고 있다. (보다 자세한 내용은 Fare et al. 1994을 참조.) 실증분석을 위해서는 DEA 기법에서 최적해를 얻는데 주로 사용되는 DEAP과 What's Best 컴퓨터 프로그램을 이용하였다.

<표3-1～3-3>에는 1998-2002년의 농가경제조사 원자료를 이용하여 농가 유형별 효율을 계측한 결과를 나타내고 있다. 농가전체 평균을 보면 최근 5년간에 강처분 기술효율(환경규제가 없고 규모수익불변 기술하에서의 기술효율)은 0.413에서 0.522까지 서서히 상승하다가 2002년에 0.371로 하락하였다. (이는 기술외적 요인 가령 2002년의 혹심한 홍수 등 자연재해에 의한 영향으로 파악된다.) 즉 모든 경영형태와 모든 소득 및 규모계층을 망라할 때 우리나라 농가들은 가장 선도적인 기술을 실천하는 농가에 비하여 기술의 비효율성이 50% 정도로 나타났다. 이러한 결과는 미작 위주의 기술효율을 분석한 김영식(1999), 안동환(1998) 등의 연구에서 기술효율이 0.9 근방으로 계측된 것에 비하여 매우 낮게 나타났는데 이는 이 연구자료가 모든 경영형태와 모든 소득계층 및 모든 규모계층을 망라함으로써 가장 선두에서 최선의 기술을 실천하는 선도농가와 비선도농가간의 격차가 매우 큰 경우를 모두 포괄하고 있음을 감안할 때 이 연구에서 계측된 기술 효율성이 타연구에 비하여 낮게 계측된 것은 설득력 있는 결과라고 본다.

경지규모별로는 1998년에는 규모가 작을수록 강처분 기술효율이 높았으나 점차 그 추세가 변화하여 2002년에는 규모가 큰 농가일수록 기술효율이 높게 계측되었다. 즉 1998년 이후 대규모농일수록 상대적으로 높은 기술효율을 실현하는 것으로 나타났다. 대농이 소농에 비하여 기술효율이 높은 것은 경지조건의 상대적 양호, 높은 기계화 등으로 소농에 비하여 과학영농이 가능하기 때문으로 본다<표 3-1>.

한편 규모효율성은 1998～2002년에 경지규모별로 대부분의 계층에서 2001년까지 0.90～0.95 범위에 있었으나 2002년에 0.76～0.92선으로 크게 하락한 것으로 나타났다. 즉 농가전체적으로 규모의 비효율성은 5～10%에서 2002년에는 8～24%선으로 커졌다. 따라서 규모기술의 비효율성이 소농은 5～8%이고 대농은 8～24%에 이르며 이는 곧 현재의 규모기술을 전제할 경우 규모화사업의 기대가능효과는 경영체의 평균생산비를 소농은 5～8% 정도, 대농은 8～24% 정도 절감시킬 수 있다는 것을 의미한다<표 3-1, 그림 3-1>.

그러면 농가경영체의 규모기술의 비효율성이 과연 규모수익이 체감하기

때문인지 아니면 규모수익이 체증하는 선에서 생산하는 때문인지를 판별하기 위하여 강처분하에서 규모수익 불변 기술하에서의 기술효율성과 강처분하의 규모수익이 증가하지 않는 기술하에서의 기술효율성을 <표 3-1>에서 비교하여보자. 이표에서 괄호 안의 숫자는 강처분하에서 규모수익이 증가하지 않는 경우의 기술효율을 나타낸다. 모든 규모계층에서 강처분 규모수익 불변 기술효율이 강처분 규모수익이 증가하지 않는 경우보다 낮게 계측되어서 대부분의 우리나라 농가는 규모의 수익이 체증하는 상태에 있는 것으로 나타났다. 이는 벼 재배농가를 대상으로 한 김영식(1999)의 연구 결과와 일치한다. 즉 우리나라 농가의 최적규모는 현존하는 농장의 규모보다 훨씬 더 큰 규모이고 아직 이러한 규모기술이 나타나지 않은 상태로 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 소농의 경우는 순기술효율이 떨어지나 규모 면에서는 적정규모 근방에서 규모수익이 체증하는 상태에서 생산이 이루어지는 반면에, 대농은 생산의 순기술효율이 상대적으로 높으나 규모면에서 적정규모에서 좀 더 떨어진 곳에서 규모수익이 체증하는 국면에서 생산이 이루어진다고 보겠다. 즉 소농은 현재의 시설 및 지본등으로 보아서 비교적 적정규모에 도달하였는가 하면, 대농은 현재의 시설 자본 등의 측면에서 규모 확대를 통하여 평균생산비를 절감시킬 여유가 많다고 본다. 이러한 생산기술상의 여건이 동일한 가격조건하에서 상대적으로 대농에게 유리하게 작용하고 있고 따라서 소농과 대농간의 격차를 확대하는 요인이 된다고 본다.

다음은 소득계층별 기술효율을 <표 3-2>에서 보면, 고소득계층일수록 기술효율이 높게 나타났다. 반면에 규모효율성은 소득계층이 높을수록 비효율성이 다소 높게 나타났으나 경지규모별 규모효율성 격차와 비교할 때 계층별 차이가 심하지 않은 것으로 나타났다. 순기술효율성은 모든 계층에서 2001년까지 상승하다가 2002년에 하락하였다. 소득계층이 높을수록 순기술 효율성이 높게 나타났다. 즉 저소득계층일수록 기술의 비효율성이 높다. 한편 모든 소득계층에서 규모의 수익이 체증하고 있는 것으로 나타났다.

경영 형태별 기술효율은 축산농과 과수농 화훼농이 대체로 높고 기타농 미작농 채소농의 순으로 낮게 나타났다. 규모효율성은 화훼농이 대체로 높고

채소농이 낮게 나타났으나 경영형태별로 큰 격차를 보이지는 않는다<표 3-3, 그림 3-3>. 또한 모든 경영형태에서 규모수익이 체증하는 상태에 있는 것으로 나타났다.

그림 3-1. 경지규모별 규모효율성 변화

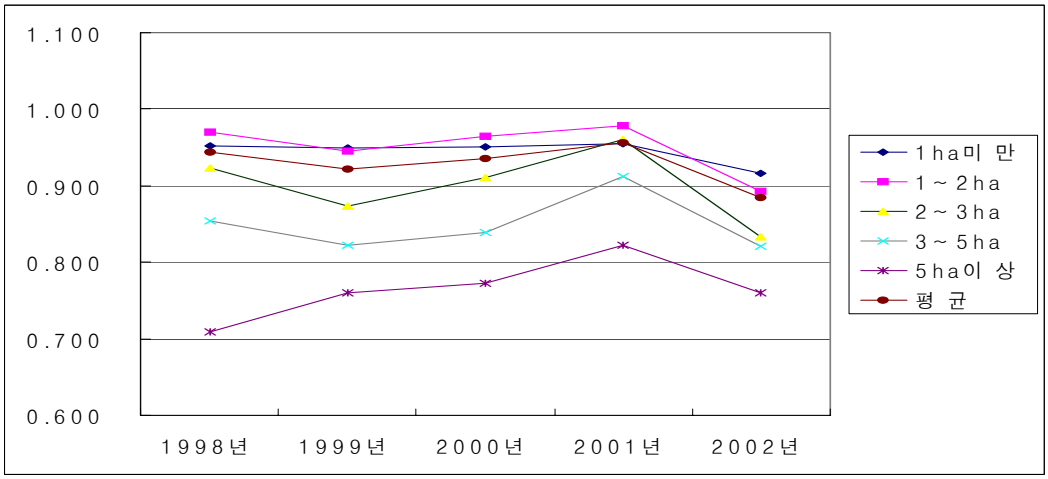


그림 3-2. 농가소득계층별 규모효율성 변화

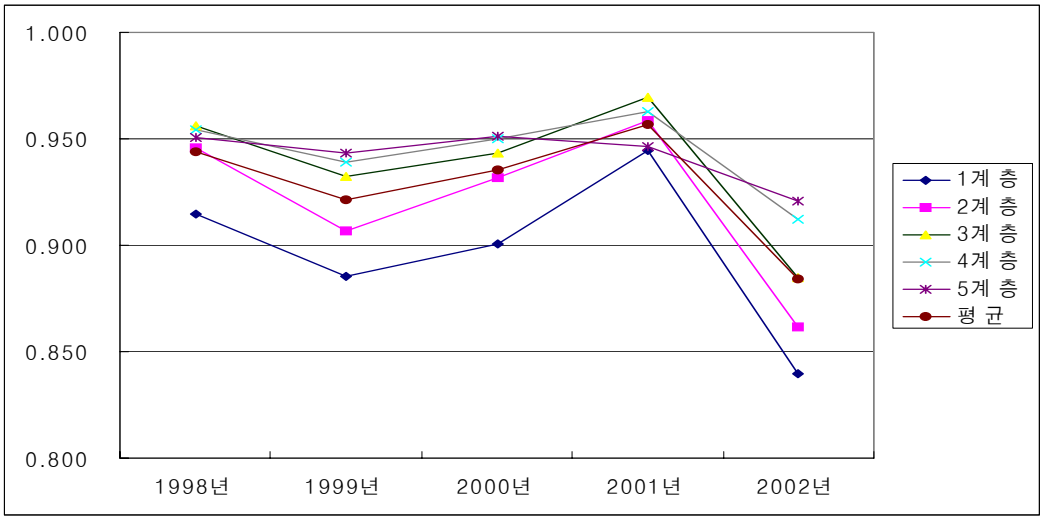


그림 3-3. 경영 형태별 규모효율성 변화

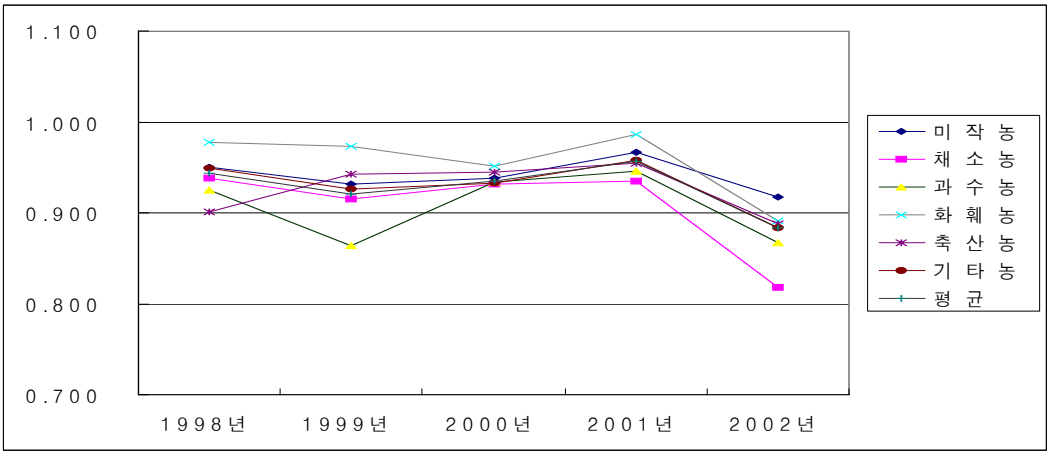


표 3-1. 경지규모별 기술효율, 규모효율, 환경효율지수 비교

구 분		강 처 분 기술효율	강 처 분 순기술효율	약 처 분 기술효율	규모효율	환 경 효율지수
1998	1ha미만	0.418(0.421)	0.439	0.435	0.952	0.963
	1～2ha	0.410(0.422)	0.423	0.421	0.970	0.975
	2～3ha	0.422(0.456)	0.457	0.426	0.924	0.990
	3～5ha	0.397(0.464)	0.464	0.401	0.854	0.988
	5ha이상	0.379(0.534)	0.534	0.379	0.709	1.000
	평균	0.413(0.431)	0.438	0.424	0.944	0.975
1999	1ha미만	0.446(0.449)	0.470	0.457	0.950	0.975
	1～2ha	0.458(0.483)	0.484	0.464	0.946	0.987
	2～3ha	0.480(0.550)	0.550	0.488	0.874	0.984
	3～5ha	0.476(0.579)	0.579	0.486	0.822	0.979
	5ha이상	0.505(0.664)	0.664	0.525	0.760	0.961
	평균	0.460(0.491)	0.499	0.469	0.921	0.981
2000	1ha미만	0.476(0.478)	0.501	0.494	0.951	0.965
	1～2ha	0.505(0.523)	0.523	0.520	0.965	0.972
	2～3ha	0.500(0.549)	0.549	0.514	0.911	0.972
	3～5ha	0.501(0.598)	0.598	0.512	0.838	0.980
	5ha이상	0.494(0.639)	0.639	0.501	0.773	0.985
	평균	0.494(0.519)	0.528	0.509	0.935	0.971
2001	1ha미만	0.495(0.496)	0.518	0.513	0.955	0.965
	1～2ha	0.535(0.545)	0.547	0.545	0.978	0.982
	2～3ha	0.553(0.575)	0.575	0.562	0.961	0.984
	3～5ha	0.519(0.569)	0.569	0.529	0.912	0.980
	5ha이상	0.536(0.651)	0.651	0.548	0.823	0.977
	평균	0.522(0.536)	0.546	0.535	0.957	0.976
2002	1ha미만	0.348(0.356)	0.380	0.357	0.917	0.975
	1～2ha	0.376(0.419)	0.421	0.379	0.893	0.991
	2～3ha	0.380(0.456)	0.456	0.385	0.833	0.987
	3～5ha	0.404(0.492)	0.492	0.409	0.821	0.989
	5ha이상	0.486(0.639)	0.639	0.489	0.760	0.994
	평균	0.371(0.408)	0.420	0.377	0.884	0.984

* 괄호 밖의 숫자는 환경 규제가 없고 규모수익불변 기술하에서, 괄호 안의 숫자는 규모수익이 증가하지 않는 경우의 기술을 가정한 기술효율을 나타냄.

표 3-2. 농가소득계층별 기술효율, 규모효율, 환경효율지수 비교

구 분		강 처 분 기술효율	강 처 분 순기술효율	약 처 분 기술효율	규모효율	환 경 효율지수
1998	1계층	0.429(0.465)	0.469	0.439	0.915	0.977
	2계층	0.432(0.453)	0.457	0.443	0.946	0.974
	3계층	0.409(0.420)	0.427	0.419	0.956	0.977
	4계층	0.411(0.422)	0.431	0.422	0.954	0.976
	5계층	0.380(0.389)	0.400	0.393	0.951	0.969
	평균	0.413(0.431)	0.438	0.424	0.944	0.975
1999	1계층	0.525(0.588)	0.594	0.536	0.885	0.980
	2계층	0.490(0.534)	0.540	0.497	0.907	0.984
	3계층	0.459(0.485)	0.493	0.465	0.932	0.987
	4계층	0.432(0.451)	0.460	0.440	0.939	0.982
	5계층	0.388(0.399)	0.411	0.399	0.944	0.972
	평균	0.460(0.491)	0.499	0.469	0.921	0.981
2000	1계층	0.529(0.581)	0.588	0.548	0.901	0.965
	2계층	0.515(0.546)	0.553	0.534	0.932	0.966
	3계층	0.489(0.510)	0.518	0.502	0.944	0.974
	4계층	0.487(0.503)	0.513	0.499	0.950	0.976
	5계층	0.444(0.455)	0.467	0.457	0.951	0.971
	평균	0.494(0.519)	0.528	0.509	0.935	0.971
2001	1계층	0.597(0.626)	0.632	0.610	0.944	0.979
	2계층	0.554(0.570)	0.577	0.565	0.959	0.980
	3계층	0.539(0.549)	0.556	0.548	0.969	0.984
	4계층	0.489(0.497)	0.508	0.501	0.963	0.977
	5계층	0.443(0.456)	0.468	0.461	0.946	0.960
	평균	0.522(0.536)	0.546	0.535	0.957	0.976
2002	1계층	0.426(0.499)	0.507	0.433	0.840	0.983
	2계층	0.383(0.430)	0.444	0.387	0.862	0.988
	3계층	0.355(0.391)	0.402	0.361	0.885	0.985
	4계층	0.360(0.386)	0.395	0.364	0.912	0.989
	5계층	0.332(0.346)	0.361	0.340	0.920	0.976
	평균	0.371(0.408)	0.420	0.377	0.884	0.984

* 괄호 밖의 숫자는 환경 규제가 없고 규모수익불변 기술하에서, 괄호 안의 수효는 규모수익이 증가하지 않는 경우의 기술을 가정한 기술효율을 나타냄.

표 3-3. 경영 형태별 기술효율, 규모효율, 환경효율지수 비교

구 분		강 처 분 기술효율	강 처 분 순기술효율	약 처 분 기술효율	규모효율	환 경 효율지수
1998	미작농	0.401(0.413)	0.423	0.408	0.950	0.984
	채소농	0.423(0.445)	0.451	0.440	0.938	0.961
	과수농	0.485(0.521)	0.524	0.510	0.925	0.951
	화훼농	0.434(0.435)	0.444	0.513	0.978	0.846
	축산농	0.492(0.511)	0.546	0.529	0.901	0.930
	기타농	0.391(0.413)	0.412	0.396	0.949	0.988
	평 균	0.413(0.431)	0.438	0.424	0.944	0.975
1999	미작농	0.453(0.476)	0.486	0.456	0.931	0.994
	채소농	0.455(0.485)	0.497	0.470	0.915	0.968
	과수농	0.518(0.598)	0.600	0.545	0.863	0.950
	화훼농	0.531(0.538)	0.545	0.615	0.973	0.864
	축산농	0.528(0.547)	0.561	0.553	0.943	0.956
	기타농	0.445(0.476)	0.480	0.450	0.927	0.990
	평 균	0.460(0.491)	0.499	0.469	0.921	0.981
2000	미작농	0.481(0.503)	0.512	0.486	0.938	0.989
	채소농	0.517(0.543)	0.555	0.543	0.931	0.952
	과수농	0.529(0.563)	0.567	0.582	0.934	0.910
	화훼농	0.512(0.521)	0.537	0.592	0.952	0.863
	축산농	0.575(0.590)	0.609	0.604	0.945	0.953
	기타농	0.475(0.503)	0.509	0.484	0.933	0.981
	평 균	0.494(0.519)	0.528	0.509	0.935	0.971
2001	미작농	0.515(0.522)	0.533	0.521	0.967	0.988
	채소농	0.536(0.557)	0.573	0.560	0.935	0.957
	과수농	0.567(0.596)	0.600	0.599	0.946	0.947
	화훼농	0.734(0.741)	0.744	0.809	0.987	0.908
	축산농	0.515(0.522)	0.539	0.558	0.954	0.922
	기타농	0.506(0.522)	0.529	0.514	0.958	0.985
	평 균	0.522(0.536)	0.546	0.535	0.957	0.976
2002	미작농	0.355(0.372)	0.386	0.355	0.918	0.997
	채소농	0.383(0.449)	0.468	0.394	0.818	0.972
	과수농	0.404(0.463)	0.466	0.428	0.867	0.944
	화훼농	0.535(0.599)	0.600	0.558	0.891	0.958
	축산농	0.416(0.441)	0.469	0.425	0.888	0.980
	기타농	0.361(0.372)	0.408	0.364	0.884	0.990
	평 균	0.371(0.408)	0.420	0.377	0.884	0.984

* 괄호 밖의 숫자는 환경 규제가 없고 규모수익불변 기술하에서, 괄호 안의 숫자는 규모수익이 증가하지 않는 경우의 기술을 가정한 기술효율을 나타냄.

다음은 농가 유형별로 1998～2002년 사이에 기술효율 구간별 농가 분포의 변화를 살펴보자<표 3-4～표 3-6>. 먼저 경지규모별로 순기술효율 구간별 농가 분포의 변화를 보면 3ha미만 저규모 농가계층의 경우 순기술효율이 0.5 이하로 저하하는 농가 비율이 지난 5년간에 증가한 데 반하여 3ha이상의 대규모농가들의 경우 순기술효율이 0.5 이하인 농가는 감소하는 대신에 0.5～0.7에 분포하는 농가비율이 증가하였다. 즉, 지난 5년간에 3ha를 경계로 하여 저규모농가와 대규모농가들 간에 순기술효율의 격차가 커지고 있는 것으로 나타났다. 이와 유사한 현상은 곧 규모효율성의 변화에서도 나타나고 있다. 즉 5ha 이상을 제외한 대부분의 계층에서 지난 5년간에 규모 효율성이 0.9-1에 속하는 계층의 일부가 0.9이하로 이동한 반면에, 5ha 이상 계층에서는 규모효율성이 0.7이하에 속하던 농가의 비율이 감소하고 대신에 0.9-1에 속하는 농가비율이 증가하였다<표 3-4>.

소득계층별 기술효율 구간별 농가 분포의 변화를 보면 소득계층이 높을수록 기술 효율성이 큰 구간에 분포하는 농가의 비율이 점차 많아지고 있다. 제3～5분위의 저소득계층의 경우는 2002년에 0.5～0.7 구간에 분포한 농가비율이 1998년에 비하여 감소하였지만 기술효율이 0.5 미만인 농가비율이 증가하였다. 반면에 제1～2분위의 고소득계층에 속하는 농가들의 경우는 1998년에 비하여 2002년에 기술효율이 0.5～0.7구간에 속하는 농가 분포가 늘어나는 반면에 0.5 미만에 속하는 농가 분포는 조금 줄어들었고, 이러한 경향은 소득 1분위 계층에서 보다 큰 폭으로 나타났다<표 3-5>.

이상의 계측결과로 볼 때 1998～2002년 사이에 저소득계층의 경우는 기술효율이 저조한 농가가 증가하는 반면에 고소득계층의 경우는 기술효율이 향상하는 농가가 늘어났다고 판단된다.

한편 1998～2002년의 경영 형태별 순기술효율 구간별 농가 분포를 보면 미작농의 경우 1998년에 기술효율이 0.5 미만인 농가 분포가 60%이었으나 2002년에는 70%로 증가하는 반면 순기술효율이 0.5～0.7인 그룹에 속하는 농가비율은 28%에서 20%로 감소하였다. 즉 지난 5년간에 미작농은 저효율농가가 증가하였다고 보겠다. 그 결과 1998년의 경우는 대체로 미작농이 기타농보다

다소 높은 기술효율을 보인데 비하여 2002년에는 미작농의 기술효율이 기타 농을 앞선다고 보기 어려운 상황으로 전환되고 있다고 보겠다. 반면에 채소농의 경우는 1998~2002년 사이에 순기술효율 0.5~0.7 구간의 농가비율이 상승한 유일한 그룹으로 나타났다<표 3-6>.

표 3-4. 경지규모별 순기술효율 및 규모효율 구간별 농가분포

순기술효율성 단위: %(호)

구 분		1ha미만	1~2ha	2~3ha	3~5ha	5ha이상	계
1998년	0.3 미만	13.1	13.0	9.5	8.8	5.6	12.0
	0.3 ~ 0.5	44.2	44.5	42.3	45.6	27.8	43.9
	0.5 ~ 0.7	22.3	29.4	31.6	28.1	44.4	27.4
	0.7 ~ 0.9	11.0	9.3	8.7	9.6	5.6	9.8
	0.9 ~ 1	2.1	2.5	3.6	0.0	11.1	2.4
	1	7.2	1.3	4.3	7.9	5.6	4.4
	(총호수)	(525)	(602)	(253)	(114)	(18)	(1512)
2002년	0.3 미만	22.7	12.7	7.0	7.4	0.0	14.5
	0.3 ~ 0.5	42.5	48.5	49.6	33.8	18.9	44.4
	0.5 ~ 0.7	18.6	26.8	29.6	39.9	35.8	25.7
	0.7 ~ 0.9	6.1	7.6	10.0	12.2	26.4	8.4
	0.9 ~ 1	2.6	0.9	1.1	2.7	1.9	1.7
	1	7.6	3.4	2.6	4.1	17.0	5.2
	(총호수)	(609)	(645)	(270)	(148)	(53)	(1725)

규모효율성

1998년	0.3 미만	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	0.3 ~ 0.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
	0.5 ~ 0.7	1.5	0.2	0.4	4.4	38.9	1.5
	0.7 ~ 0.9	8.2	7.5	25.3	53.5	50.0	14.7
	0.9 ~ 1	78.5	75.1	63.6	34.2	11.1	70.5
	1	10.9	17.3	10.7	7.9	0.0	13.0
	(총호수)	(525)	(602)	(253)	(114)	(18)	(1512)
2002년	0.3 미만	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	0.3 ~ 0.5	0.5	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2
	0.5 ~ 0.7	3.1	4.8	8.9	11.5	18.9	5.9
	0.7 ~ 0.9	19.7	36.1	54.8	60.1	66.0	36.3
	0.9 ~ 1	67.1	53.2	32.6	23.0	7.5	50.9
	1	9.0	5.9	3.7	4.7	7.5	6.6
	(총호수)	(609)	(645)	(270)	(148)	(53)	(1724)

표 3-5. 농가소득계층별 순기술효율 및 규모효율 구간별 농가분포

순기술효율성

단위: %(호)

구 분		1계층	2계층	3계층	4계층	5계층	계
1998년	0.3 미만	8.0	8.0	13.2	13.4	19.7	12.0
	0.3 ~ 0.5	42.7	47.1	46.9	41.6	40.6	43.9
	0.5 ~ 0.7	30.0	26.6	25.4	30.8	23.0	27.4
	0.7 ~ 0.9	11.0	11.8	8.3	9.5	7.8	9.8
	0.9 ~ 1	2.7	2.8	1.7	2.0	3.3	2.4
	1	5.6	3.7	4.6	2.6	5.7	4.4
	(총호수)	(337)	(323)	(303)	(305)	(244)	(1512)
2002년	0.3 미만	6.8	10.3	16.2	16.9	24.7	14.5
	0.3 ~ 0.5	30.8	43.6	48.2	52.8	48.1	44.4
	0.5 ~ 0.7	33.8	32.0	25.3	20.1	14.6	25.7
	0.7 ~ 0.9	15.8	6.5	7.2	5.5	6.3	8.4
	0.9 ~ 1	3.8	1.9	0.8	0.9	1.0	1.7
	1	9.0	5.7	2.2	3.8	5.2	5.2
	(총호수)	(367)	(369)	(359)	(343)	(287)	(1725)

규모효율성

1998년	0.3 미만	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1
	0.3~0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.3
	0.5~0.7	3.6	0.0	0.7	2.0	0.8	1.5
	0.7~0.9	25.5	15.2	7.6	12.8	11.0	14.8
	0.9~1	60.2	72.4	75.6	70.8	74.8	70.4
	1	10.4	12.4	15.8	14.4	12.2	13.0
	(총호수)	(337)	(323)	(303)	(305)	(244)	(1514)
2002년	0.3 미만	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.2
	0.3~0.5	0.5	0.5	0.0	0.3	0.0	0.3
	0.5~0.7	15.3	4.9	4.2	1.5	2.4	5.9
	0.7~0.9	42.2	42.0	40.4	30.6	22.6	36.2
	0.9~1	33.0	46.9	50.4	62.4	65.5	50.8
	1	9.0	5.1	5.0	5.2	9.1	6.6
	(총호수)	(367)	(369)	(359)	(343)	(287)	(1725)

표 3-6. 경영형태별 순기술효율 및 규모효율 구간별 농가분포

순기술효율성

단위: %(호)

구 분		미작농	채소농	과수농	화훼농	축산농	기타농
1998년	0.3 미만	14.0	9.9	5.5	12.5	7.6	14.2
	0.3 ~ 0.5	45.8	45.7	28.0	18.8	25.8	49.6
	0.5 ~ 0.7	27.8	25.3	34.8	50.0	28.8	24.8
	0.7 ~ 0.9	8.3	10.6	17.1	6.3	12.1	8.1
	0.9 ~ 1	1.4	2.7	6.1	6.3	4.5	1.7
	1	2.6	5.8	8.5	6.3	21.2	1.7
	(총호수)	(493)	(293)	(164)	(16)	(66)	(480)
2002년	0.3 미만	19.8	7.7	13.6	5.6	17.0	12.4
	0.3 ~ 0.5	49.8	37.3	28.6	16.7	24.0	52.8
	0.5 ~ 0.7	20.4	31.7	30.2	27.8	24.0	27.1
	0.7 ~ 0.9	6.3	13.0	17.1	27.8	9.0	4.3
	0.9 ~ 1	0.2	2.1	5.0	0.0	8.0	0.9
	1	3.5	8.1	5.5	22.2	18.0	2.4
	(총호수)	(592)	(284)	(199)	(18)	(100)	(532)

규모효율성

1998년	0.3 미만	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
	0.3 ~ 0.5	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2
	0.5 ~ 0.7	1.4	1.7	3.0	0.0	1.5	0.8
	0.7 ~ 0.9	11.8	17.1	20.7	6.3	18.2	14.0
	0.9 ~ 1	72.6	72.7	60.4	68.8	59.1	72.1
	1	13.8	8.2	15.9	25.0	19.7	12.9
	(총호수)	(493)	(293)	(164)	(16)	(66)	(480)
2002년	0.3 미만	0.2	0.4	0.0	0.0	1.0	0.0
	0.3 ~ 0.5	0.2	0.7	0.0	0.0	2.0	0.0
	0.5 ~ 0.7	2.9	15.8	5.5	5.6	1.0	4.9
	0.7 ~ 0.9	26.5	42.3	52.8	16.7	29.0	39.7
	0.9 ~ 1	63.9	35.6	37.7	55.6	46.0	50.2
	1	6.4	5.3	4.0	22.2	21.0	5.3
	(총호수)	(592)	(284)	(199)	(18)	(100)	(532)

2. 환경효율성과 생산성상실 계측 결과

여기서는 환경 규제 또는 농업생산 활동 과정에서 오염감소를 위하여 발생할 수 있는 기술적 제약으로 인한 생산효율의 변화를 측정한 다음 이를 기초로 오염처리로 인한 기회비용을 상실된 생산물을 통하여 측정해 보고자 한다. 실제로 농업오염감소를 위하여 비료 농약의 사용을 줄임으로써 농업산출이 감소하거나, 축산오염배출을 줄이기 위하여 가축 분뇨처리시설의 설치 및 운영으로 비용이 증가하는 경우가 발생한다. 따라서 여기서 기회비용은 환경규제가 생산 과정에 제약을 가할 때 일어날 수 있고 규제받지 않을 때의 생산가능성에 비해 규제받을 때 효율이나 생산의 상실이 초래되는 것을 나타낸다.

이론모형의 식 (9)와 (10)의 산출거리함수를 이용하여 규모수익 불변하에서 강처분기술과 약처분기술 구조하의 임의의 생산수준의 효율을 측정하면 생산기술상의 변화로 인한 환경효율을 식 (11)에 의하여 측정할 수 있고 이를 기초로 환경오염의 기회비용 또는 생산성 상실를 계측할 수 있다. 환경효율지수는 1에 가까울수록 환경 규제가 있더라도 생산제약이 적음을 의미하고 1에서 멀어질수록 규제에 따른 생산제약이 증가하여 많은 비용부담이 발생할 수 있음을 의미한다

<그림 3-4～3-9>에서 보는 바와 같이 기술효율의 추세와 환경효율성은 대체로 반대방향으로 움직이는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 특히 2002년 기술효율이 급격히 하락하고 이에 따라 생산이 위축된 경우에 환경효율성은 오히려 증가하는 것으로 나타나고 있어서 경제성장과 환경이 반대방향으로 움직인다는 논리를 입증하고 있다. 1998～2002년간에 농가전체 평균적으로 환경효율성은 0.971～0.984를 나타내서 환경효율의 비효율성은 3% 이내로 나타났다. 즉 농업오염감소에 따라서 포기되어야 하는 상실된 생산효율(EL)은 3% 내외이고 이를 식 (13)을 이용하여 다음과 같이 생산물 상실정도를 측정할 수 있다. 이때 생산성상실 정도는 환경오염감소에 따르는 농업총산출액(1995년 실질가격)의 감소로 표시하였다. <표 3-7>에서 보면 농업총산출의 급격한 감소(기술외적 요인에 기인한 것으로 추측)에 반하여 환경효율성의 상승으로

인하여 2002년에 환경 규제의 기회비용 또는 생산성상실이 절대적으로 감소하였다. 농업 부문에서 환경농업실천농가에 대한 총직접지불액이 여기서 계측된 기회비용을 상회할 때 생산 농가에게 오염감소를 위한 인센티브가 된다고 보겠다.

농가 유형별 환경효율지수의 변화는 <그림3-5, 3-7, 3-9>에 나타나 있다. 경지규모별 환경효율지수는 일정한 경향을 가지고 변동하지 않으나 특별히 1ha 미만의 소규모농가 계층에서 비효율적으로 나타났다. 즉 1ha 미만의 소규모농의 경우 환경제약으로 인한 생산성 상실이 상대적으로 높게 나타났다고 보겠다. 한편 경지규모별 환경효율지수의 변화를 보면 2ha를 전후한 계층에서는 지난 5년간 환경효율지수가 0.9-1인 농가가 상대적으로 증가하였지만 3ha 이상 계층에서는 환경효율지수가 1998년에 1이던 농가의 일부가 0.9-1로 떨어지는 현상이 나타났다<부표 3-1>. 즉 환경제약에 의해서 초래하는 생산의 기술효율에 대한 부정적 영향을 저규모 농가에 비하여 대규모농일수록 점차 영향을 받은 것으로 해석된다.

소득계층별 환경효율지수 또한 특정한 추세를 나타내지는 않으나 대체로 최저위 소득층에서 다소 비효율성이 높게 나타났다. 즉 환경 규제등으로 인한 손실이 최저소득계층에서 보다 크게 나타났다고 보겠다. 이와는 반면에 경영형태별로는 환경효율성에 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 화훼농이 가장 환경효율이 낮게 나타났으며 다음은 축산농과 과수농이 낮게 나타났다. 반면에 미작농과 기타농은 환경효율이 가장 높게 나타났다. 이러한 경향은 앞에서 비료 농약의 사용량 또는 농업오염 N, P 의 배출량 자료와 정의 상관이 있게 나타나서 일관성이 있다.

표 3-7. 환경효율성과 기회비용

구 분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
환경효율지수	0.975	0.981	0.971	0.976	0.984
상실된 생산효율	0.025	0.019	0.029	0.024	0.016
생산물상실 또는 환경오염 감소의 기회비용 (백만원, 1995년 실질가격)	698,033	562,203	878,275	736,389	478,009
농업총산출* (백만원, 1995년 실질가격)	27,921,318	29,589,621	30,285,346	30,682,892	29,875,581

* 한국은행, 「국민연감」.

그림 3-4. 농가소득계층별 순기술효율성 변화

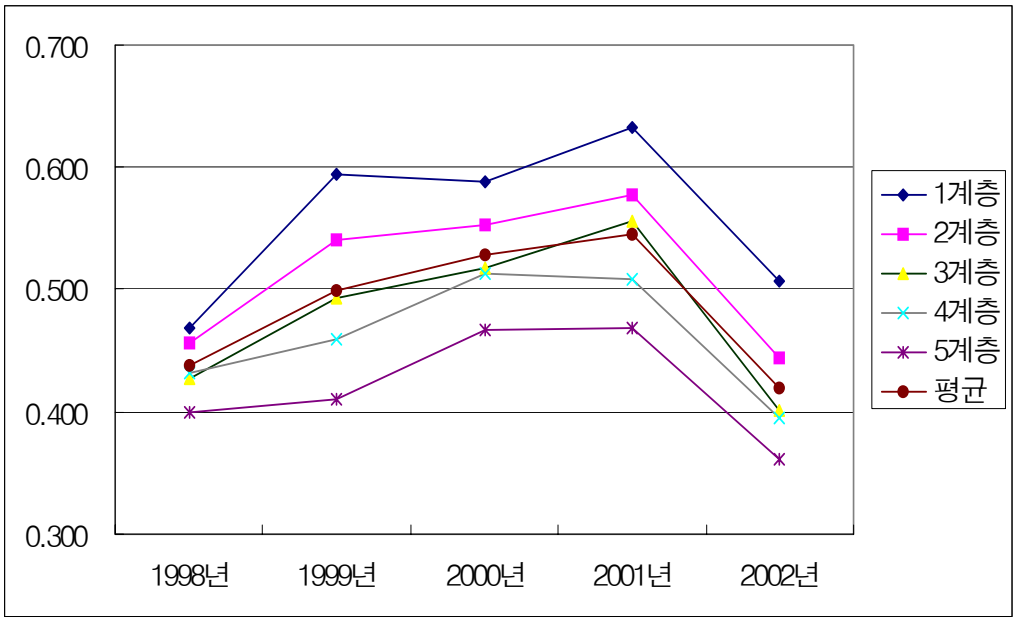


그림 3-5. 농가소득계층별 환경효율지수 변화

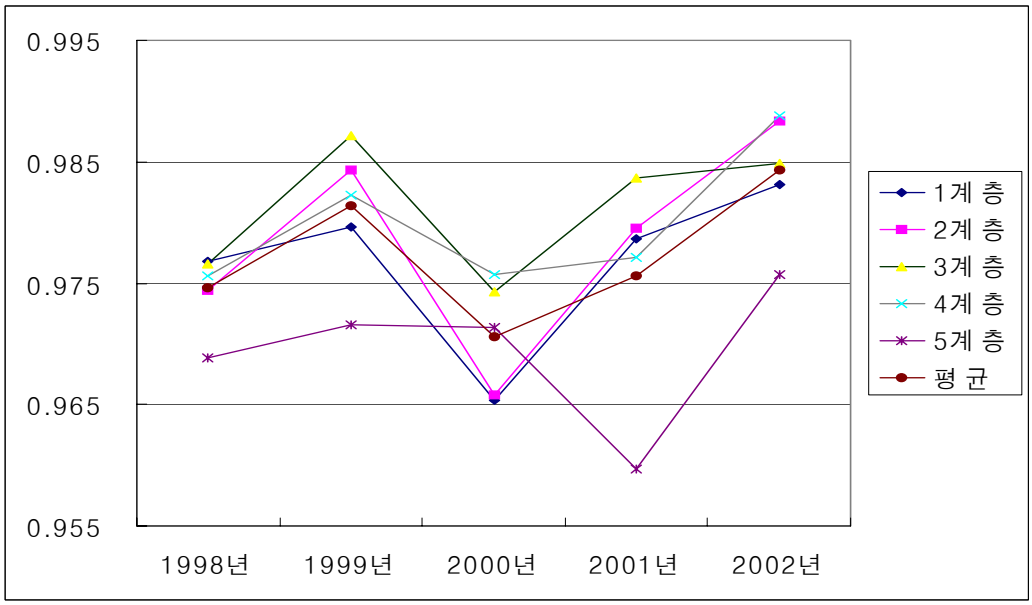


그림 3-6. 경지규모별 순기술효율성 변화

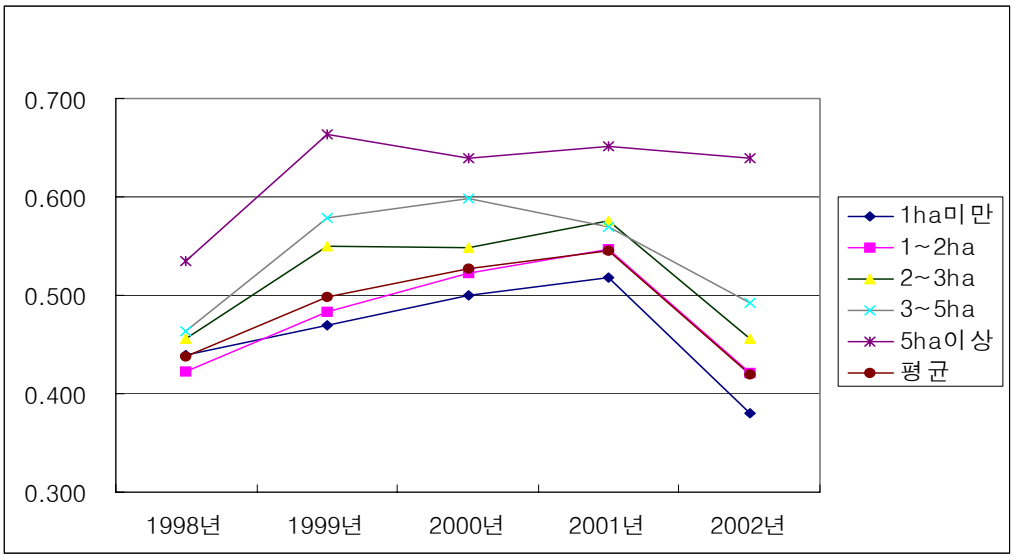


그림 3-7. 경지규모별 환경효율지수 변화

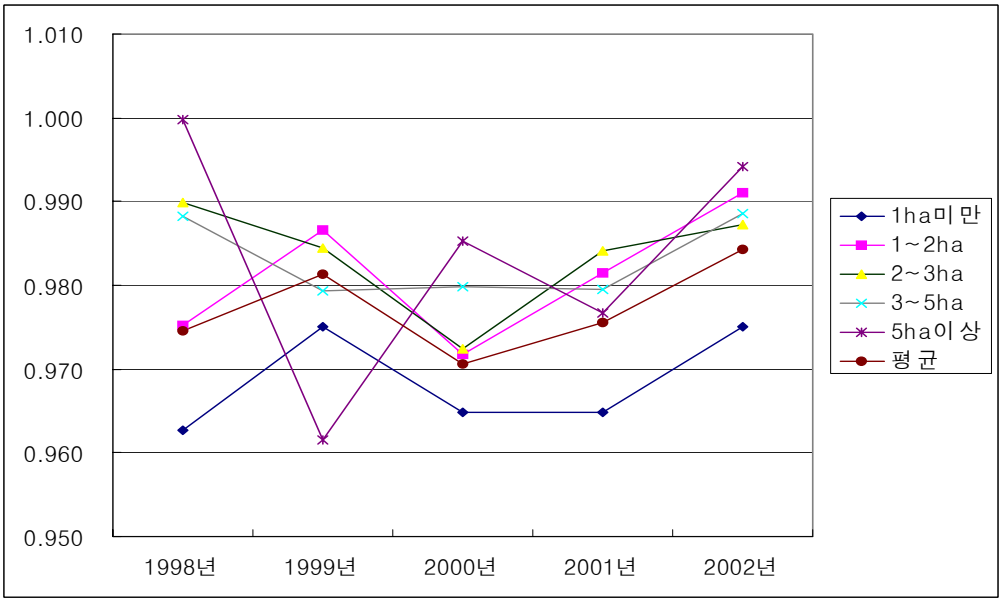


그림 3-8. 경영형태별 순기술효율성 변화

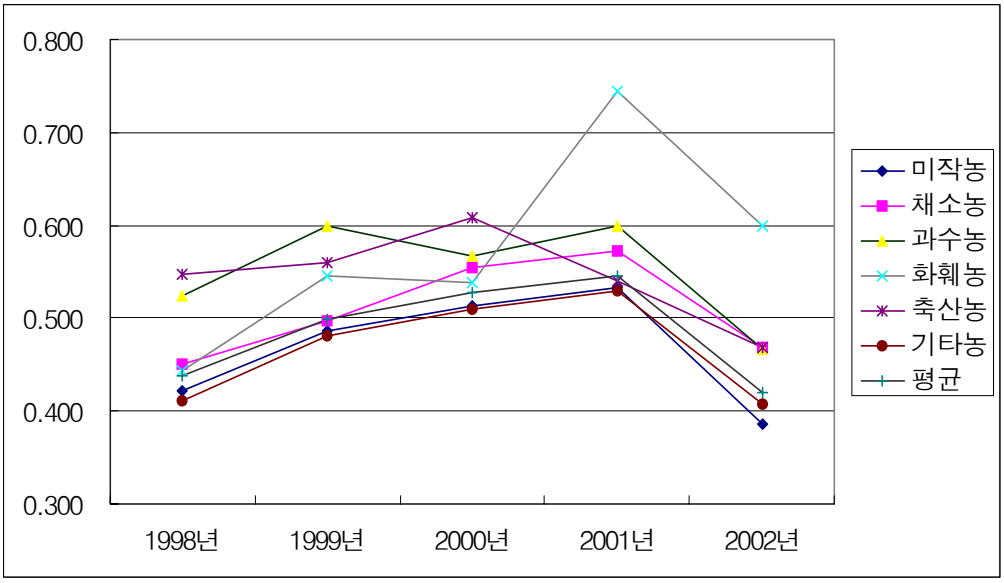
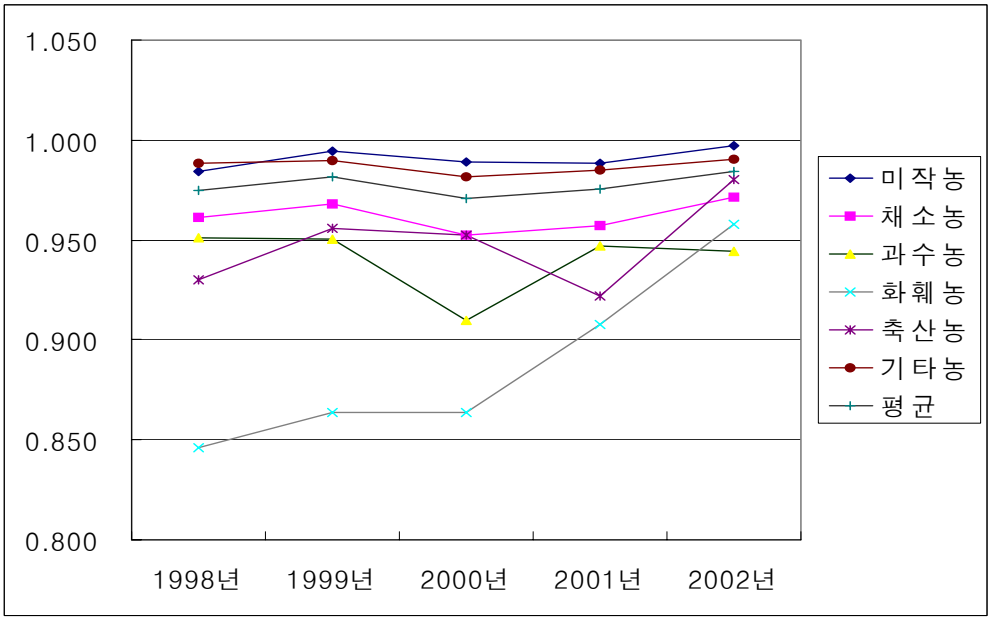


그림 3-9. 경영형태별 환경효율지수 변화



제 4 장

요약 및 결론

이 연구는 생산기술효율 측면에서 근래 농가의 계층 간 격차확대 및 농가 소득의 정체의 원인을 농가 유형별로 진단·분석함으로써 경쟁력 있는 농가 유형의 육성을 위한 정책 방향의 기초 자료를 제시하는 데 목적을 두고, 한국농가수준에 있어서 유형별로 환경요소가 포함된 생산기술의 효율을 비모수적 접근방법에 의존하여 계측하고 비교분석하였다. 구체적으로는 산출거리함수(output distance function)에 기초를 둔 효율측정방법에 따라서 선형계획방법을 사용하여 바람직한 재화와 바람직하지 못한 재화(오염물)의 결합생산을 모델화하는 생산기술을 설정하였다. 이때 사용한 효율의 척도는 환경 규제가 없는 상황에서 규모수익 불변을 가정한 경우와 그렇지 않은 경우의 기술하의 산출거리함수에 대한 상대적 효율비교를 통하여 순기술효율과 규모효율성을 측정하였다. 다음은 환경 규제가 없는 경우(강처분)와 있는 경우(약처분) 기술하의 산출거리함수에 대한 상대적 효율비교와 이를 통한 오염규제의 기회비용을 한국 농업을 대상으로 측정하였다. 이러한 접근의 주된 가정은 기술이 규제된 생산 과정 또는 오염물 배출을 줄여야 하는 생산 과정(약처분성)과 모든 재화가 농가에 의하여 비용 없이 처분될 수 있는 규제받지 않는 과정(강처분성) 간에 구별할 수 있다는 것이다.

실제 생산효율 측정을 위해서는 1998～2002년의 기간에 걸친 통계청(농림부)의 농가경제조사 가구별 원자료(panel data)를 이용하였다. 농업 생산량, 농

업노동투하량, 자본량 및 기타가변요소투입 등에 관한 자료는 매년 농가경제조사 가구별 자료에서 직접 이용하였다. 여기서 농업 생산량으로는 농업조수입이, 농업노동투하량으로는 연고를 포함한 연간 가족노동투입시간이 사용되었고, 농업자본량으로는 건물, 대농기계, 대동・식물 평가액의 합으로 하였다. 기타 가변요소투입에는 비료 농약 광열비 및 농업노임 등 농가가 구입한 모든 경영비의 합으로 대체하였다.

한편 환경요인으로서 농업 부문에 의한 오염배출량으로 질소(N) 와 인(P)이 포함되었는데 이들에 관한 자료는 가구별 논ㆍ밭 경작면적, 비료 농약사용량, 가축 사육두수에 오염원별(N, P) 배출 원단위(김은순, 김태훈 1999에서 원용)를 적용하여 간접적으로 산출·이용되었다.

환경요인을 포함하여 한국 농업의 농가 수준에 있어서 경쟁력 수준을 보여줄 수 있는 기술효율 및 규모효율과 환경효율의 농가 유형별 비교를 위하여서, 농가 유형으로는 소득계층별구분, 경지규모별 구분, 영농 형태별로 구분하였다. 소득계층은 매년 농가경제조사 원자료에서 농가소득을 기준으로 5분위계층으로 구분하였다. 경지규모별 계층구분은 1ha 미만, 1～2ha, 2～3ha, 3～5ha, 5ha 이상으로 구분하였다. 한편 경영 형태별 농가구분은 미작농, 채소농, 과수농, 화훼농, 축산농, 기타농으로 구분하였다. 이때 경영형태구분의 지표로서는 해당되는 품목의 조수입이 농가조수입에서 점유하는 비중에 의하여 구분하였는데, 미작농의 경우 농업조수입 중 미작수입이 61% 이상인 경우, 채소농은 채소수입이 45% 이상인 경우, 과수농 화훼농 축산농은 각각의 조수입이 농업조수입의 53% 이상을 점유하는 경우에 해당된다. 기타농은 이상의 어느 경영형태에도 해당되지 않는 경우의 농가이다.

지난 5년간에 소득계층별 농가이동분포는 매우 유동적이다. 반면에 경지규모별 농가 분포는 지난 5년간에 비교적 안정적이며 이러한 현상은 하위층에서 두드러진다. 그러나 5년간에 규모가 확대된 농가비율이 상층농일수록 높게 나타났다.

농가소득계층별 경영형태분포를 보면, 축산농 과수농 화훼농의 경우 주로 상위 소득계층에 속해 있는데 반하여 미작농과 기타농은 주로 중위소득계층

에 분포되어있는 것으로 나타났다. 한편 채소농은 주로 최하위 또는 최상위 소득계층으로 양분하여 분포되어있는 상태이다. 경지규모별 농가 분포는 소득계층별 농가 분포와 매우 높은 상관을 가진다.

농가소득계층별 농업 및 농외소득 변동을 보면 저소득계층의 경우 농업소득 및 농외소득의 절대액이 지난 5년간에 크게 감소한 반면에 상위소득계층의 경우 농업소득 농외소득 모두 증가한 것으로 나타났다. 즉 저소득층과 고소득층간의 격차가 농업소득은 물론 농외소득에서도 크게 벌어지고 있는 것으로 나타났다.

농가 유형별로 부분생산성을 비교하였다. 농가소득계층별로 보면 토지생산성과 농업노동생산성은 상위소득계층일수록 높게 나타났다. 이와는 달리 경지규모별로는 규모가 작은 계층일수록 토지생산성이 높게 나타났고, 노동생산성과 자본생산성은 규모가 클수록 높게 나타났다. 경영형태별로는 축산농의 노동생산성이 가장 높은 반면에 채소농이 가장 낮게 나타났으며 자본생산성은 미작농이 가장 높은 반면에 과수농이 가장 낮게 나타났다.

농업 생산의 부산물인 N, P 오염원의 배출은 경영형태별로는 대체로 축산농에서 가장 많이 배출되었고(특히 P), 과수농의 경우는 N 배출이 가장 높은 것으로 나타났으며 소득계층별 또는 경지규모별로는 상위계층일수록 오염배출이 높게 나타났다.

한편 경영 형태별 생산요소 투입을 비교해 보면 과수농이 농가자산(토지제외)이 가장 높게 나타났으며 또한 오염발생요인인 비료 농약의 사용도 과수농이 가장 높게 나타났다. 한편 경지면적은 미작농이 가장 높은 것과는 대조적으로 연간농업노동투하(연고를 포함한 가족노동시간)는 미작농이 절대적으로 낮게 나타났는데 이는 미작농의 경우 많은 부분이 기계화된데 기인한다고 본다.

연간 농업노동투입시간을 보면 상위소득계층일수록 높게 나타났다. 실제로 1분위계층에 속하는 농가는 5분위 계층에 속하는 농가의 두 배 가까운 노동을 투입하는 것으로 나타났다. 경영형태별로는 화훼농이 가장 많은 노동을 투입하며 반면에 미작농이 가장 적은 노동을 투입하는 것으로 나타났다. 이

는 벼농사의 기계화율이 높은데 주로 기인한다고 본다. 화훼농은 미작농에 비하여 농가당 연간 거의 5배 가까운 노동력을 투입하는 것으로 나타났다.

실증분석을 위해서는 DEA 기법에서 최적해를 얻는데 주로 사용되는 DEAP과 What's Best 컴퓨터 프로그램을 이용하였다.

농가전체 평균을 보면 최근 5년간에 강처분 기술효율(환경규제가 없고 규모수익불변 기술하에서의 기술효율)은 0.413에서 0.522까지 서서히 상승하다가 2002년에 0.371로 하락하였다.(이는 기술외적 요인 가령 2002년의 혹심한 홍수 등 자연재해에 의한 영향으로 파악된다.) 즉 모든 경영형태와 모든 소득 및 규모계층을 망라할 때 우리나라 농가들은 가장 선도적인 기술을 실천하는 농가에 비하여 기술의 비효율성이 50%내외로 나타났다.

경지규모별로는 1998년 이후 대규모농일수록 상대적으로 높은 기술효율을 실현하는 것으로 나타났다. 대농이 소농에 비하여 기술효율이 높은 것은 경지 조건의 상대적 양호, 높은 기계화 등으로 소농에 비하여 과학영농이 가능하기 때문으로 본다. 규모효율성은 1998～2002년에 경지규모별로 대부분의 계층에서 2001년까지 0.90～0.95 범위에 있었으나 2002년에 0.76～0.92선으로 크게 하락한 것으로 나타났다. 즉 농가전체적으로 규모의 비효율성은 5～10%에서 2002년에는 8～24%선으로 커졌다. 따라서 규모기술의 비효율성이 소농은 5～8%이고 대농은 8～24%에 이르며 이는 곧 현재의 규모기술을 전제할 경우 규모화사업의 기대가능효과는 경영체의 평균생산비를 소농은 5～8% 정도, 대농은 8～24% 정도 절감시킬 수 있다는 것을 의미한다.

대부분의 우리나라 농가는 규모효율의 비효율성은 규모의 수익이 체증하는 상태에서 나타나는 것으로 계측되었다. 이는 벼 재배농가를 대상으로 한 김영식(1999)의 연구 결과와 일치한다. 즉 우리나라 농가의 최적규모는 현존하는 농장의 규모보다 훨씬 더 큰 규모이고 아직 이러한 규모기술이 나타나지 않은 상태로 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 소농의 경우는 기술효율이 떨어지나 규모면에서 적정규모 근방에서 규모수익이 체증하는 상태에서 생산이 이루어지는 반면에, 대농은 생산기술효율이 상대적으로 높으나 규모면에서 적정규모에서 좀

더 떨어진 곳에서 규모수익이 체증하는 국면에서 생산이 이루어진다고 보겠다. 즉 대농은 규모 확대를 통하여 평균생산비를 절감시킬 여유가 많다고 본다. 이러한 생산기술상의 여건이 동일한 가격조건하에서 상대적으로 대농에게 유리하게 작용하고 있고 따라서 소농과 대농간의 격차를 확대하는 요인이 된다고 본다.

소득계층별로는 고소득계층일수록 기술효율이 높게 나타났다. 반면에 규모효율성은 소득계층이 높을수록 비효율성이 다소 높게 나타났다. 경영 형태별 기술효율은 축산농과 과수농 화훼농이 대체로 높고 기타농 미작농 채소농의 순으로 낮게 나타났다.

경지규모별로 순기술효율 구간별 농가 분포의 변화를 보면 3ha 미만 저규모농가계층의 경우 순기술 효율이 0.5 이하로 저하하는 농가 비율이 지난 5년간에 증가한 데 반하여 3ha 이상의 대규모농가들의 경우 순기술효율이 0.5 이하인 농가는 감소하는 대신에 0.5～0.7에 분포하는 농가비율이 증가하였다. 즉, 지난 5년간에 3ha를 경계로 하여 저규모농가와 대규모농가들 간에 순기술효율의 격차가 커지고 있는 것으로 나타난다. 이와 유사한 현상은 곧 규모효율성의 변화에서도 나타나고 있다.

소득계층별 기술효율 구간별 농가 분포의 변화를 보면 소득계층이 높을수록 기술 효율성이 큰 구간에 분포하는 농가의 비율이 점차 많아지고 있다. 즉 1998～2002년 사이에 저소득계층의 경우는 기술효율이 저조한 농가가 증가하는 반면에 고소득계층의 경우는 기술효율이 향상하는 농가가 늘어났다고 판단된다.

이상의 결과에 의거하면, 경지규모계층별로, 소득계층별로 상위계층의 농가는 기술효율이 상향하는 농가가 증가하는 반면에 하위계층 농가는 기술효율이 하향하는 농가가 증가하고 있다. 즉 계층 간에 기술효율이 양극화되는 것으로 나타나고 있다.

한편 생산기술효율의 추세와 환경효율성은 대체로 반대방향으로 움직이는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 특히 2002년 기술효율이 급격히 하락하고 이에 따라 생산이 위축된 경우에 환경효율성은 오히려 증가하는 것으로 나타

나고 있어서 경제성장과 환경지표가 반대방향으로 움직인다는 논리를 입증하고 있다. 1998～2002년에 농가전체 평균적으로 환경효율성은 0.971～0.984를 나타내서 환경효율의 비효율성은 3% 이내로 나타났다. 즉 농업오염감소에 따라서 포기되어야 하는 상실된 생산효율은 3% 내외이다. 그러나 농업총산출의 급격한 감소(기술외적 요인에 기인)에 반한 환경효율성의 상승으로 인하여 2002년에 환경 규제의 기회비용 또는 생산성상실이 절대적으로 감소하였다. 한편, 경지규모별 소득계층별로는 저위계층에서 환경효율의 비효율성이 높게 나타났으며 경영형태별로는 화훼농과 축산농에서 환경효율이 가장 낮게나타나는 반면에 미작농과 기타농의 환경효율이 가장 높게 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 농업 부문에서 환경농업실천농가에 대한 총직접지불액이 농업총산출의 3% 정도를 상회할 때 생산 농가에게 오염감소를 위한 실질적인 인센티브가 된다고 본다.

앞으로의 과제는 이 연구에서 분석된 결과들에 대하여 그 원인을 규명하는 것이 필요하다고 본다. 즉 농가 유형별 또는 계층별로 기술효율, 규모효율 또는 환경효율의 격차의 원인이 무엇인지를 심층 분석하는 연구가 이루어져야 정책적으로 보다 의미 있는 대응 자료를 제시할 수 있다고 본다. 한편 이 연구에서는 자료의 제약으로 외환위기 이후인 1998～2002년의 기간에 대하여 분석이 이루어졌으나 앞으로 자료를 보충하여 외환위기 이전의 경우와 비교분석하는 것이 필요하다고 본다. 나아가서 농가 계층 간 격차확대의 원인을 생산기술효율 측면뿐 아니라 가격을 고려한 상태의 비용효율 또는 경제적 효율에 관한 연구가 병행될 때 보다 포괄적인 설명이 가능하다고 본다. 또한 보다 장기의 시계열 자료를 이용하여 농가 계층 간 생산성 변화 측면에서 분석하는 것이 요구된다.

부록

부표 2-1. 경영형태별 노동시간 및 투입재, 2002

단위: 원, 시간, 평, (%)

구 분	농가자산	농업노동 투입시간	경지면적	비 료	농 약
미작농	11,421,489 (100.0)	627 (100.0)	5,038 (100.0)	440,237 (100.0)	455,743 (100.0)
채소농	18,076,137 (158.3)	1,597 (254.7)	4,313 (85.6)	938,170 (213.1)	770,756 (169.1)
과수농	57,903,721 (507.0)	1,589 (253.4)	4,465 (88.6)	1,036,044 (235.3)	1,653,966 (362.9)
화훼농	25,313,423 (221.6)	3,731 (595.1)	2,207 (43.8)	679,238 (154.3)	1,128,959 (247.7)
축산농	52,895,215 (463.1)	1,139 (181.7)	3,001 (59.6)	245,882 (55.9)	322,241 (70.7)
기타농	20,073,107 (175.7)	1,340 (213.7)	4,990 (99.0)	602,019 (136.7)	653,733 (143.4)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 2002.

부표 2-2. 농가소득 계층별 농업노동투입시간 변동, 1998-2002

단위: 시간(%)

구 분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
1계층	1,613 (100.0)	1,762 (109.2)	1,778 (110.2)	1,773 (109.9)	1625 (100.7)
2계층	1,210 (100.0)	1,389 (114.8)	1,385 (114.5)	1,320 (109.1)	1252 (103.5)
3계층	1,143 (100.0)	1,235 (108.6)	1,238 (108.3)	1,245 (108.9)	1175 (102.8)
4계층	988 (100.0)	1,059 (107.2)	1,063 (107.6)	1,030 (104.3)	949 (96.1)
5계층	812 (100.0)	903 (111.2)	879 (108.3)	842 (103.7)	730 (89.9)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998～2002.

부표 2-3. 경영형태별 농업노동시간 변동, 1998-2002

단위: 시간, (%)

구 분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
미작농	700 (100.0)	780 (111.4)	781 (111.6)	728 (104.0)	627 (89.6)
채소농	1,566 (100.0)	1,734 (110.7)	1,781 (113.7)	1,782 (113.8)	1,597 (102.0)
과수농	1,553 (100.0)	1,563 (100.6)	1,453 (93.6)	1,471 (94.7)	1,589 (102.3)
화훼농	3,218 (100.0)	3,394 (105.5)	3,597 (111.8)	3,454 (107.3)	3,731 (115.9)
축산농	1,321 (100.0)	1,526 (115.5)	1,460 (110.5)	1,422 (107.6)	1,139 (86.2)
기타농	1,276 (100.0)	1,431 (112.1)	1,449 (113.6)	1,430 (112.1)	1,340 (105.0)
평 균	1,158	1,275	1,274	1,247	1,152

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998～2002.

부표 2-4. 경지규모별 농업노동시간변동, 1998-2002

단위: 시간, (%)

구 분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
1ha 미만	697 (100.0)	715 (102.6)	714 (102.4)	691 (99.1)	639 (91.7)
1 ～ 2ha	1,271 (100.0)	1,351 (106.3)	1,395 (109.8)	1,357 (106.8)	1,297 (102.1)
2 ～ 3ha	1,634 (100.0)	1,890 (115.7)	1,831 (112.1)	1,796 (109.9)	1,622 (99.3)
3 ～ 5ha	1,955 (100.0)	2,297 (117.5)	2,178 (111.4)	2,183 (111.7)	1,939 (99.2)
5ha이상	1,589 (100.0)	2,173 (136.8)	2,317 (145.8)	2,325 (146.3)	2,012 (126.6)

자료: 통계청, 농가경제조사 가구별 원자료, 1998～2002.

부표 3-1. 경지규모별 환경효율지수 구간별 농가분포

단위: %, (호)

구 분		1ha미만	1~2ha	2~3ha	3~5ha	5ha이상	계
1998년	0.3 미만	0.2	0.2	0.0	0.9	0.0	0.2
	0.3 ~ 0.5	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
	0.5 ~ 0.7	1.7	0.7	0.8	0.0	0.0	1.0
	0.7 ~ 0.9	8.6	4.3	0.8	0.9	0.0	4.9
	0.9 ~ 1	20.4	19.1	17.0	11.4	5.6	18.5
	1	68.6	75.4	81.4	86.8	94.4	75.1
	(총호수)	(525)	(602)	(253)	(114)	(18)	(1,512)
2002년	0.3 미만	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3 ~ 0.5	0.2	0.0	0.4	0.7	0.0	0.2
	0.5 ~ 0.7	1.0	0.2	0.0	0.7	0.0	0.5
	0.7 ~ 0.9	6.6	2.6	3.7	2.0	0.0	4.1
	0.9 ~ 1	20.4	14.7	15.6	14.2	18.9	16.9
	1	71.9	82.5	80.4	82.4	81.1	78.4
	(총호수)	(609)	(645)	(270)	(148)	(53)	(1,725)

부표 3-2. 농가소득계층별 환경효율지수 구간별 농가분포

단위: %, (호)

구 분		1계층	2계층	3계층	4계층	5계층	계
1998년	0.3 미만	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2
	0.3 ~ 0.5	0.3	0.0	0.3	0.3	0.8	0.3
	0.5 ~ 0.7	0.9	0.9	0.7	1.3	1.2	1.0
	0.7 ~ 0.9	3.3	2.8	6.3	4.6	8.6	4.9
	0.9 ~ 1	20.8	18.0	16.2	17.4	20.1	18.5
	1	74.5	77.7	76.6	76.4	69.3	75.1
	(총호수)	(337)	(323)	(303)	(305)	(244)	(1,512)
2002년	0.3 미만	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3 ~ 0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2
	0.5 ~ 0.7	0.3	0.3	1.1	0.0	0.7	0.5
	0.7 ~ 0.9	4.9	2.7	4.2	2.9	5.9	4.1
	0.9 ~ 1	18.0	18.2	12.0	16.3	20.9	16.9
	1	76.6	78.9	82.7	80.8	71.8	78.4
	(총호수)	(367)	(369)	(359)	(343)	(287)	(1,725)

부표 3-3. 경영 형태별 환경효율지수 구간별 농가분포

단위: %, (호)

구 분		미작농	채소농	과수농	화훼농	축산농	기타농
1998년	0.3 미만	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2
	0.3 ~ 0.5	0.2	0.3	0.6	6.3	0.0	0.2
	0.5 ~ 0.7	0.6	0.3	1.8	12.5	6.1	0.4
	0.7 ~ 0.9	1.2	13.3	5.5	37.5	12.1	1.3
	0.9 ~ 1	6.3	32.1	36.0	37.5	31.8	14.2
	1	91.5	53.9	55.5	6.3	50.0	83.8
	(총호수)	(493)	(293)	(164)	(16)	(66)	(480)
2002년	0.3 미만	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3 ~ 0.5	0.0	0.4	0.5	0.0	0.0	0.2
	0.5 ~ 0.7	0.0	0.4	2.5	0.0	0.0	0.4
	0.7 ~ 0.9	0.5	7.7	12.1	16.7	6.0	2.3
	0.9 ~ 1	4.7	32.0	49.2	27.8	14.0	10.5
	1	94.8	59.5	35.7	55.6	80.0	86.7
	(총호수)	(592)	(284)	(199)	(18)	(100)	(532)

ABSTRACT

Technical Efficiency with Environmentally Detrimental Outputs in Korean Farms

A nonparametric analysis is utilized to estimate technical efficiency with agricultural pollution as bad outputs based on recent 5 year's raw data for Korean farms. Output technical efficiency measure is decomposed into net technical efficiency, scale efficiency, and environmental efficiency. Environmental efficiency or the loss of production is measured when environmental regulation or pollution reduction process incurs technological constraint in the process of production.

Over the recent 5 years(1998-2002), average technical efficiency under no technical constraint is 0.5 or so, which implies about 50% technical inefficiency exists overall including all types and levels of Korean farms. Large scale farms are more technically efficient than small farms. Output scale effciency is measured 0.76～0.92 for large farms and 0.92～0.95 for small farms, where the scale inefficiency is due to increasing returns to scale for most Korean farms. Hence 5-24% of average costs can be saved with enlargement of farm size. The gaps of technical efficiency between small farms and large farms get bigger, which implies small farms get less technically efficient than large farms. Environmental efficiency is increased when technical efficiency decreased as expected. Environmental constraints in the process of production is measured to bring about 3% decrease of agricultural production in general, implying that amount of more than 3% of total agricultural output needs to be subsidized as an incentive for voluntary reduction of agricultural pollution by farmers.

Researchers: Gim Uhn-Soon
E-mail Address: uhnskim@krei.re.kr

참 고 문 헌

강상목. 2003. “환경제약을 고려한 기술효율 및 생산성에 관한 연구.”『경제학연구』 51(1): 273-303. 한국경제학회.

강상목, 김은순. 2002. “환경규제와 기술제약: 한국 지역 제조업을 중심으로.”『자원환경경제연구』 11(3): 345-375. 한국자원환경경제학회.

권오상. 1997. “한국미작농가의 생산기술 분석: 비모수적 방법을 이용한 효율성 분석을 중심으로.”『경제학연구』 45(4): 251-270. 한국경제학회.

권오상, 김용택. 2000. “한국 농업의 생산성 변화 요인 분석.”『농업경제연구』 41(2): 25-48. 한국농업경제학회.

권태진. 1985. “미곡생산의 규모경제성에 관한 연구.” 서울대 대학원 석사학위 논문.

김영식. 1999. “수도작 농가의 기술 및 규모효율성 분석.”『농업경제연구』 40(1): 1-14.

김은순, 김태훈. 1999.『농업부문 녹색GDP의 산출을 위한 기초연구』, R398. 한국농촌경제연구원.

김정호, 위용석. 1997. “쌀농업의 효율성과 관련요인 분석.”『농촌경제』 20(1): 19-28. 한국농촌경제연구원.

안동환. 1998. “한국 쌀산업의 농가 단위 생산성변화 분석: 효율성변화와 기술 변화의 분리.” 서울대학교 석사학위 논문.

안동환, 강봉순, 권오상. 1998. “비육우산업의 생산성 변화 분석: 효율성변화와 기술변화의 분리.”『농업경제연구』 39(1): 87-111.

안병일, 이정환. 2002. “쌀 농업의 규모 확대: 시장개방에 유효한 정책인가?”『농업경제연구』 43(3): 57-75. 한국농업경제학회.

이태호.2000. “농가소득 안정정책의 방향.”『농정연구』 겨울: 51-95.

오내원, 정기환, 최경환, 김은순, 김태곤. 2001.『농가계층별 소득증대 방안: 농외소득증대의 방향과 전략』. C2001-40. 한국농촌경제연구원.

홍승지. 1994. “한국 미작농가에 있어서의 규모의 경제성 분석.” 서울대 대학원 석사학위 논문.

Banker. R.D., A. Charnes, and W. Cooper. "Models for Estimation of Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science* 30: 1078-1092.

Battese. G.E. and T.J. Coellie. 1992. "Frontier Production Functions. Technical Efficiency and Panel Data : With Application to Paddy Farmers in India." *Journal of Productivity Analysis* 3: 153-169.

_____. 1995. "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data." *Empirical Economics* 20: 325-332.

Boyd. G.A. and J.D. McClelland. 1999. "The Impact of Environmental Constraints on Productivity Improvement in Integrated Paper Plants." *Journal of Environmental Economics and Management* 38: 121142.

Chavas, Jean-Paul and Michael Aliber. 1997. "An Analysis of Economic Efficiency in Agriculture: A Non-parametric Approach." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 18(1): 1-16.

Chung Y.H., R. Fare and S. Grosskopf. 1997. "Productivity and Undesirable Output: A Directional Distance Function Approach." *Journal of Environmental Management* 51: 229-240.

Coelli, Tim, D.S. Prasada Rao and George E. Battese. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers: Boston. Massachusetts.

Fare, Rolf, Shawana Grosskopf and Carl Pasurka. 1986. "Effects on Relative Efficiency in Electric Power Generation Due to Environmental Controls." *Resources and Energy* 8: 167-184.

Fare, Rolf, Shawana Grosskopf. C.A.K. Lovell and Carl Pasurka. 1989. "Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs Are Undesirable: A Non-parametric Approach." *Review of Economics and Statistics* 71: 90-98.

Farrell, M.J. 1957. "The measurement of Productive Efficiency." *Journal of Royal Statistical Society* 120: 253-281.

Fre, R., S. Grosskopf. M. Norris and Z. Zhang. 1994. "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries." The American Economic Review 84(1): 66-83.

Fre. R., S. Grosskopf and C.A.K. Lovell. 1985. "Studies in Productivity Analysis." in A. Dogramaci (ed.). *The Measurement of Efficiency of Production*. Kluwer Nijhoff: Boston, Mass.

Pittman, Russell W. 1983. "Multilateral Productivity Comparisons with Undesirable Outputs." *Economic Journal* 93: 883-891.

Rene, Kemp. 1997. *Environmental Policy and Technical Change*. Merit, Maastrict University. Edward Elgar Publishing Company: The Netherlands.

Shephard, Ronald W. 1970. *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press: Princeton.

Tyteca, D. 1997. "Linear Programming Models for the Measurement of Environmental Performance of Firms-Concepts and Empirical Results." *Journal of Productivity Analysis* 8: 183-198.

Solow, R.M. 1957. "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics* 39(3): 312-320.

Zaim, O. and F. Taskin. 2000. "Environmental Efficiency in Carbon Dioxide Emissions in the OECD: A Nonparametric Approach." *Journal of Environmental Management* 58: 95-107.

토의용 논문 W20

농가유형별 생산기술효율 및 환경성과 비교분석

등 록 제6-0007호 (1979. 5. 25)
인 쇄 2003. 12.
발 행 2003. 12.
발행인 이정환
발행처 한국농촌경제연구원
130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102
전화 02-3299-4000 팩시밀리 02-965-6950 http://www.krei.re.kr
인쇄처 (주) 문원사 02-739-3911～5

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.