환경조화형 지속적 농업의 가능성에 관한 연구

오호성

(성균관대학교 생명자원과학대학 농업경제학과)

Feasibilities of Low Input Sustainable Agriculture in Rice Production

Oh, Ho-sung

Dept. of Agricultural Economoics, College of Life Science and Natural Resources
Sung Kyun Kwan University, Suwon 440-746, Korea.

Abstract

Sustainable agriculture may be an altanative agricultural policy directions after Uruguay Round. Quality of agricultural products would likely to be one of the most important factors determining market competitiveness in the domestic markets. The quality of rice will be judged laregely by the safty standards which is related to chemical residues contained in rice.

Current methods of rice production in Korea is heavily depends upon chemical fertilizer and pesticides. It is well recognized that the amount of chemical application frequently exceed the recommended dosages.

This study investigated the feasibilities of the low input sustainable agriculture in rice production by the methods of production function. The analyses of 555 farm's production cost data revealed that a decrease of 30~40% of chemical applications would not affect signicantly the profitability of rice production. The profitability and yield tend to increase more for the large farms compared to small farms in general.

Ⅰ. 서 론

최근 우리나라의 농업은 심각한 위기를 맞고 있다. 국제 교역환경의 급변과 소비자들의 의식변화는 우리나라 농업에 근본적인 변화를 요구하고 있다. 국제적으로는 UR이 타결되면서 값싸고 다양한 외국농산물과의 경쟁이 불가피하게 되었고 지금까지 價格支持를 중심으로 하던 농업보호정책은 전면적인 수정을 눈앞에 두고 있다. 앞으로 세계 각국은 자국의 농산물시장을 보호하기 위해 현재 사용되고 있는 關稅중심의 國境保護措置로부터 품질과 安全基準이라는 새로운 개념의 국경보호조치로 옮겨갈 것이 확실하다.

또한 지구온난화와 산성비 같은 지구환경보호문제는 무역문제와 맞물려 국제적 환경기준을 이행하도록 요구당할 것이다. 정부도 국내의 인식변화와 국제사회의 요구에 부응하여 환경문제를 중시하는 쪽으로 정책을 선회함에 따라 농업을 포함한 전 산업분야의 환경남용적 생산방법에 대한 재검토가 불가피하다.

국내적으로는 경제성장으로 국민소득이 증가함에 따라 식품소비구조가 크게 바뀌고 고급화되고 있다. 곡류중심의 식생활에서 육류, 채소 가공식품의 소비 비중이 늘어난 것은 벌써 오래전부터이며 앞으로 쌀소비량은 더욱 빠른 속도로 줄어들 것으로 보인다. 그러나 더욱 심각한 문제점은 소비자들의 농업과 식품에 대한 생각이 크게 변하고 있다는 점이다.

소비자들에게 농산물은 이미 稀少財貨가 아닌 풍부한 것

으로 인식되고 있다. 소비자들은 건강에 대한 관심의 고조로 食品添加物과 인공조미료에 대한 거부, 그리고 식품 속에 있는 각종 화학성분의 잔류량이 건강에 미치는 영향에 대해 예민한 반응을 보이고 있다. 소비자들은 이제 식품의 量보다는 안전성을 중심으로한 건강과 質을 훨씬 중요시하게 되었다. 이들은 농촌을 생산공간보다는 아름다운 산과 맑은 물, 푸르름이 있는 휴양공간으로서의 가치를 더 높게 보고 현대의 化學集約的 農法에 대한 재평가를 요구하고 있다.

현재 선진국에서는 유기농산물 및 저공해농산물의 수요가 크게 늘어나고 있다. 각국 정부는 유기농산물의 품질과 안전기준을 강화하고 있는 추세이다. 뿐만 아니라 미국과 EC제국, 일본등 농업선진국들은 농업정책의 중심을 構造政策으로부터 環境調和型 持續的農業 또는 低投入 持續的 農業으로 전환하였다. 이제는 우리나라 농민들도 국제환경과 소비자들의 嗜好變化를 빨리 받아들여 소비자들이 원하는 농산물을 생산하지 않으면 안되는 시대를 맞고 있다.

농촌 지역사회를 유지하며 안전하고 신선한 식품을 공급하고 농민소득을 제고하며 농업의 公益的機能을 되살리기 위해서는 농업과 농업정책에 일대 변화가 오지 않으면 안된다. 이것들을 모두 한꺼번에 실현시킬 수 있는 정책대안은 環境調和型 低投入 持續的農業(Low Input Sustainable Agriculture)이다.

지속적 농업이란 농업기술과 환경을 조화시켜 현대농법이 갖고 있는 부작용을 줄이고 농업생산성과 수익성을 장기적으로 계속 유지하자는 농법이다. 지나친 농약과 화학비료의 남용으로 농업생산과 환경서비스의 기반이 되는 農業生態시스템이 파괴되는 것을 막자는 농업기술이다. 지속적 농업은 과거의 비과학적 농업기술시스템으로 돌아가자는 뜻은 아니다. 오히려 지속적 농업은 지금보다 한 차원 높은 새로운 기술과 經營技法을 요구하는 지식 및 기술집약산업이다. (吳浩成, 1992)

그동안 우리나라의 농업은 획기적인 증산을 통해 식량문제를 해결하는 데 큰 공을 세웠다. 그러나 최근에는 지나친 化學肥料와 農藥의 투하로 농업생태계가 파괴되고 있으며 식품의 안전성이 위협받고 있다. 특히 벼농사는 국민식량 확보와 농가소득면에서 가장 중요한 품목이며 비료와 농약의 增投를 주도해온 환경적으로도 가장 민감한 작물이다.

따라서 지금까지 농약과 비료의 사용량이 급속도로 증가해 온 벼농사의 문제점을 점검하고 화학비료와 농약등의 投入을 줄이는 低投入農業의 실현이 경제적으로 가능한지 검토하는 것은 지속적 농업에 대한 정책전환의 전기를 마련하는 데 대단히 중요한 일이다.

Ⅱ. 벼농사와 화학집약적 농업기술

우리나라는 화란, 일본등과 함께 세계에서 단위면적당 화학비료와 농약을 가장 많이 사용하는 나라중의 하나이다. 1990년 현재 화란의 화학비료 사용량은 642kg/ha로 가장 높고 우리나라는 458kg/ha, 일본이 418kg/ha이었다. 우리나라의 비료 사용량은 독일이나 불란서보다도 월등 높고 미국의 5배에 이른다(FAO, 1992). 최근 화란과 일본은 多肥料 多農藥농업의 문제점을 해결하기 위해 각각 1989년과 1992년에 環境調和型 低投入農業으로 정책기조를 바꾸었다.

화란은 원예작물에 관한한 세계에서 가장 경쟁력이 높은 나라이다. 화란은 현대적 기술 농업이 환경문제를 일으키는 것을 방지하고 동시에 국제시장에서 계속적인 경쟁력 확보를 위해 농산물의 안전기준을 대폭 강화하기로 하였다. 화란은 2001년까지 화학비료와 농약사용량을 50% 감축하고 축산암모니아가스 배출은 70%까지 줄이고 수질오염이 우려되는 지역에서는 질소비료와 퇴비등의 사용을 훨씬 더 많이 줄이도록 계획을 추진하고 있다. (MANMF, The Netherlands, 1991). 화란은 또 수출농산물의 안전기준 측면에서도 완전한 품질보증을 위해 파종단계부터 全生育過程에 이르기까지 크린테크 기술의 도입을 추진하고 있다.

일본도 1992년부터 농업정책의 전환을 선언하였다. 환경보전형 농업을 신농업정책의 중요한 목표 중의 하나로 채택하고 수년내에 농약과 비료의 투입량을 20~30% 줄이기 위한 정책프로그램을 추진중이다.(日本農業新聞, 1993. 10. 5)

우리나라에서는 작목별로 볼 때 쌀생산에 가장 많은 비료와 농약을 사용하고 있다. 비료는 총사용량의 42%를, 농약은 총소비량의 39%가량을 쌀농사에 사용하고 있다. 이와 같은 多肥 多農藥 農法은 식량부족시대에 쌀자급을 이루기 위해 多肥品種인 통일벼도입과 함께 생산량 극대화를 위한 정책을 추진한 결과인데 1970년대 후반 쌀자급이 이루어진 후에도 비료, 농약의 투입은 줄지않고 계속 증가추세를 보이고 있다.

그러나 비료와 농약 사용량만큼 쌀의 생산량은 증가하지 않고 있다. 예를 들면 쌀자급이 실현된 1977년 이후 1992년까지 10a당 쌀 생산량은 평균 460kg 수준에서 정체되어 있는데 같은 기간동안 10a당 농약사용량은 2.7kg에서 6.1kg으

로 126%가 증가하였고 화학비료와 농약의 생산성은 계속 하락하는 추세를 보이고 있다 (Table 1.)

그러나 화학비료와 농약의 무시할 정도의 限界生産力 증가에 비해 이것이 자연생태계에 주는 피해는 막심하다. 화학비료와 농약의 과다사용은 토질과 수질오염은 물론 생산된 농산물 자체도 식품으로서의 안전성을 의심받게 하는 상황에 이르게 하였다.

지나친 單作經營과 비료와 농약의 사용은 토양의 물리적 구조를 나쁘게 만들어 토양침식을 가속화 시킬 수 있는 소지를 제공하고 있다.

Table 1. 쌀생산량과 비료, 농약 투입량 변화추이 (단위 : kg/10a)

년 도	미곡 생산량	화학비료 투입량	농약 투입량	쌀생산량 /비료투입량	쌀생산량 /농약투입량
1975	386	28.2	2.7	13.7	143.0
1976	433	20.3	3.2	21.3	135.3
1977	494	24.3	2.7	20.3	182.9
1978	474	28.9	3.6	16.4	131.7
1979	453	29.7	5.2	15.3	87.1
1980	289	28.5	5.2	10.1	55.6
1981	416	30.0	5.2	13.9	80.0
1982	438	23.0	4.3	19.0	101.9
1983	442	26.3	4.0	16.8	110.5
1984	463	28.1	5.3	16.5	87.4
1985	456	31.1	5.7	14.7	80.0
1986	454	34.7	5.7	13.1	79.6
1987	436	34.9	6.3	12.5	69.2
1988	481	37.3	5.6	12.9	85.9
1989	470	38.4	5.8	12.2	81.0
1990	451	45.8	6.8	9.8	66.3
1991	446	34.9	7.7	12.7	57.9
1992	461	41.4	6.1	11.1	75.6

자료:농가경제통계년보, 각년도

특히 토양의 地力을 구성하고 있는 有機物과 치환성 염기 같은 요소들이 점점 감퇴하고 있고 토양은 산성화되고 있다. 1960년대 후반기에는 논 토양속에 있는 유기물이 2.6% 이었으나 1980년대 후반기에는 1.9%로 감소하였으며 이와는 대조적으로 유효인산은 60ppm에서 231ppm으로 해가 거듭될수록 농축되어가고 있다. (農村振興廳, 1989)

이에 따라 논에서 살던 거미, 메뚜기, 우렁이, 개구리, 실지렁이 등 작은 동물과 곤충은 사라졌고 토양미생물들도 거의 전멸상태에 빠져있다. 뿐만 아니라 農藥中毒으로 인한 死亡者의 수가 급증하고 있다. 농약중독으로 인한 사망농민은 1983년 954명에서 1989년에는 1,378명으로 해가 갈수록 늘어나고 있으며 농민들의 1/3에 달하는 수가 농약중독사고를 경험하거나 農夫症 증세를 호소하고 있어 커다란 사회문제가 되고 있다.

Ⅲ. 분석모형과 자료

1. 分析方法과 模型

環境調和型 低投入農業의 가능성을 검토하기 위해 분석을 쌀생산에 국한시켰다. 이는 전체 농가의 84%인 140만 농가가 쌀을 재배하고 있으며 쌀의 연간 생산액이 10조원을 넘고 농업소득의 41%를 차지하는 등 벼농사는 우리나라 농업을 대표할 수 있는 작물이기 때문이다. 또 벼농사에 농약과 비료의 투입이 계속 증가해와 환경적으로 위험한 상황에

왔기 때문이다.

分析方法은 쌀농사의 生産函數를 추정하여 이로부터 화학비료와 농약의 한계생산을 구하여 생산량극대화의 투입량이 어느 정도인가를 검토하였다. 또한 생산함수로부터 이윤함수를 도출하고 이를 통해 비료와 농약의 이윤극대화 투입량을 계산하여 실제 투입량과 비교하는 방법을 택하였다.

농약과 화학비료의 過多投入에 대한 사회적 비용도 계산하여 사회적 적정투입량의 결정에 감안해야 하나 현재 농가경제수준에서도 과투입이 분명할 경우 저투입농업의 가능성이 있다고 보아 환경문제의 사회적 비용추정은 하지 않았다.

生産函數는 수확체감의 법칙때문에 특정요소가 고정되었을 때 총생산은 가변적으로 증가한다. 그러나 총생산은 어느 수준을 지나서부터 생산요소의 투입이 증가하여도 감소하기 시작한다. 이 생산함수로부터 생산요소의 합리적인 투입과 관련하여 生産의 3領域이 정의된다. 生産의 3領域 가운데 생산량극대화는 투입생산요소의 限界生産이 零이 되는 지점에서 달성된다. 생산량극대화점을 지나서부터는 생산요소의 투입을 증가시킬수록 총생산이 감소함으로 투입생산요소의 한계생산이 마이너스가 되고 따라서 비합리적 생산영역이 된다. 여기서는 생산요소의 투입물량을 감소시킬수록 총생산이 증가하며 따라서 수익성은 개선된다.

이윤극대화지점은 생산의 第2領域에 존재하는데 이 때의 조건은 투입생산물의 限界生産物價値(VMP)가 투입생산요소의 限界要素價格(MFC)과 같게 될 때까지 생산요소를 투입하는 것이다. 다른 말로 표시하면 투입생산요소의 한계생산이 투입가격으로 표시된 생산물의 가격비와 일치되는 지점이다. 이윤극대화지점은 생산함수와 비용함수로부터 이윤함수를 만들고 이윤함수를 각 생산요소로 편미분을 한다음 零으로 놓고 풀면 된다.

본 연구에서는 화학비료와 농약의 투입을 줄여도 농가의 수익성에 큰 영향이 없는지의 여부를 알아보기 위해 아래와 같이 2차함수, 제곱근함수, 초월함수의 세 가지 생산함수를 추정하였다.

1) 2次 生産函數

$$Y = \alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_4X_4+\beta_5X_5+\gamma_{11}X_{12}$$
$$+\gamma_{22}X_2^2+\gamma_{33}X_3^2+\gamma_{44}X_4^2+\gamma_{55}X_5^2+\gamma_{12}X_1X_2$$
$$+\gamma_{13}X_1X_3+\gamma_{14}X_1X_4+\gamma_{15}X_1X_5+\gamma_{23}X_2X_3$$
$$+\gamma_{24}X_2X_4+\gamma_{25}X_2X_5+\gamma_{34}X_3X_4+\gamma_{35}X_3X_5+\gamma_{45}X_4X_5$$

2) 제곱근 生産函數

$$Y = \alpha+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_4X_4+\beta_5X_5+\gamma_{11}X_1^{0.5}$$
$$+\gamma_{22}X_2^{0.5}+\gamma_{33}X_3^{0.5}+\gamma_{44}X_4^{0.5}+\gamma_{55}X_5^{0.5}$$
$$+\gamma_{12}X_1^{0.5}X_2^{0.5}+\gamma_{13}X_1^{0.5}X_3^{0.5}+\gamma_{14}X_1^{0.5}X_4^{0.5}$$
$$+\gamma_{15}X_1^{0.5}X_5^{0.5}+\gamma_{23}X_2^{0.5}X_3^{0.5}+\gamma_{24}X_2^{0.5}X_4^{0.5}$$
$$+\gamma_{25}X_2^{0.5}X_5^{0.5}+\gamma_{34}X_3^{0.5}X_4^{0.5}+\gamma_{35}X_3^{0.5}X_5^{0.5}$$
$$+\gamma_{45}X_4^{0.5}X_5^{0.5}$$

3) 超越 生産函數

$$Y = \alpha X_1^{a1}X_2^{a2}X_3^{a3}X_4^{a4}X_5^{a5}e^{b1x1+b2x2+b3x3+b4x4+b5x5}$$

여기서 Y = 미곡생산량
X_1 = 화학비료 투입량
X_2 = 농약 투입량
X_3 = 노동 투입시간
X_4 = 자본 투입액
X_5 = 토지 투입량

2차 생산함수는 生産의 第2~3領域을 보여주기 때문에 최대생산량과 최대생산량을 가져오는 요소투입량을 결정할 수 있다. 또 투입생산요소의 상대가격변화에 따른 이윤극대화 투입량과 생산량을 쉽게 계산할 수 있는 장점이 있다.

제곱근 생산함수는 최고점이 있고 isocline은 원점으로부터 시작하여 곡선으로 나타나 최고점에 모여지므로 투입량의 비율은 산출수준에 따라 달라진다는 특성이 있다. 이 방정식은 생산요소의 한계생산의 체증및 체감을 나타낼 수 있으므로 제곱근은 2차방정식과 유사한 특징을 가지고 있으나 계산이 복잡하다는 단점이 있다. (Heady and Dillon, 1969, chapter 3)

Cobb-Douglus 생산함수가 생산의 第2領域만을, 2차생산함수가 2~3영역만을 나타내는데 반해 초월생산함수는 1~2~3영역을 모두 나타낼 수 있다는 장점을 갖고 있다. 초월생산함수의 생산탄력성은 한계생산에 대한 평균생산의 비로 표시되므로 투입생산요소의 양에 따라 변한다. 초월생산함수는 回歸係數를 대입하지 않고는 각종 유발함수를 일반화할 수 없고 계산이 복잡하다는 문제점이 있다.(Diberton, 1986, chapter 11)

2. 資　料

벼농사의 생산함수를 추정하기 위해 농업경제조사 연구

기관에서 실시한 1992년도 미곡생산비자료를 이용하였다. 총표본 농가수는 555호인데 이 가운데 1.0ha미만의 소농 400호, 1.0~2.0ha 중농은 111호, 2.0ha이상 대농은 44호였다. 표본의 지역별 분포는 강원도와 충청북도가 각각 35개 농가이며 나머지 경기, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남은 각각 80개 농가가 포함되었다. 경지규모별 농가의 호당 평균 쌀생산량과 투입생산요소의 크기는 〈Table 2〉와 같다.

이윤극대화를 위한 농약과 비료등 생산요소의 투입물량을 추정하기 위해서 생산물과 투입물의 가격이 필요한데 본 연구에서는 미곡은 1992년도 미곡의 평균농가판매가격 1,224원/kg을, 화학비료와 농약가격은 1992년 농수산부 미곡생산비자료의 평균지불가격인 337원/kg과 10원/ml 을 각각 적용하였다.

Table 2. 경지규모별 농가호당 평균 쌀생산량과 생산요표 투입량

	1.0 ha 미만	1.0 ha~2.0 ha	2.0 ha 이상	전체 농가
쌀생산량 (kg)	2417.1	5988.2	13907	4042.3
화학비료 (kg)	545.37	1338.4	3033.1	901.19
농 약 (ml)	11.977	28.242	56.086	18.728
노 동 (시간)	182.81	374.94	583.27	252.99
자 본 (원)	305.810	788.780	2169.800	550.180
토 지 (평)	1662.3	4099	9351.1	2759.2
표 본 수 (호)	400	111	44	555

Ⅳ. 分析結果

전체표본 농가에 대한 생산함수 추정결과 2次函數, 제곱근함수, 超越函數 모두 R^2값은 높은 것으로 나타났다. 그중에서도 2차함수는 0.98로 가장 높았으며 나머지 두개 함수도 0.95이상 값을 보였다. 비료, 농약등 추정된 주요 回歸係數는 2차함수의 경우 10%수준에서 유의성이 있었으나 제곱근함수와 초월함수는 유의성이 낮은 것으로 나타났다.

제곱근함수를 제외하고는 變數相互間의 交互作用에 의한 회귀계수 파라메터의 크기가 매우 적을 뿐아니라 대체로 통계적 유위성도 낮아 무시해도 좋을 상황이었다. 그러나 모든 함수에서 쌀의 생산량 결정에 영향을 미치는 변수들 가운데 토지가 미치는 영향이 압도적으로 강하여 支配變數(dominant variable)문제가 있는 것으로 나타났다.

세 가지 생산함수를 통해 화학비료와 농약의 한계생산을 구한 결과는 Table 3, Table 4와 같다. 이 표들의 의미를 분석해 볼 때 초월함수는 한계생산이 현실적인 비료와 농약의 투입범위 안에서 볼 때 증가하고 있고 제곱근함수는 한계생산이 마이너스가 되는 지점이 너무 늦게 나타나 비현실적으로 판단되었다. 반면에 2차함수식은 상식수준에서 한계생산이 감소하다가 마이너스가 되어 2차함수식에 의한 추정이 이론적으로 가장 합당한 것으로 판단되어 제곱근함수와 초월함수는 분석에서 제외하고 2차함수만을 가지고 경지규모별 비료와 농약투입의 과다여부를 검토하였다.

Table 3. 화학비료의 투입수준에 따른 한계생산 변화

화학비료 투입량(kg)	2차 함수	제곱근함수	초월 함수
900	0.153756	0.248618	0.017764
1,000	0.108656	0.224787	0.044419
1,100	0.063556	0.204284	0.068257
1,200	0.018456	0.186401	0.089982
1,300	-0.02664	0.170624	0.110082
1,600	-0.16194	0.132521	0.163676
2,200	-0.43254	0.081253	0.254407
3,500	-1.01884	0.019717	0.423031
4,500	-1.46984	-0.00809	0.543486
6,000	-2.14634	-0.03591	0.718633

Table 4. 농약의 투입준비에 따른 한계생산 변화

농약 투입량 (ml)	2차 함수	제곱근함수	초월 함수
2,200	0.003774	0.068249	0.003081
6,100	0.002149	0.031158	0.005129
10,000	0.000524	0.018947	0.006659
15,200	-0.00164	0.01072	0.008347
20,400	-0.00381	0.005887	0.01
26,900	-0.00652	0.001949	0.012339
34,700	-0.00977	-0.00123	0.014898
45,100	-0.0141	-0.0041	0.018609

土地를 제외하고 경지규모별로 다시 생산함수를 추정, 분석하면 지배변수문제를 피하고 타생산요소의 역할을 보다 분명히 측정할 수 있다. 경지규모별로 본 2차생산함수의 추정결과는 Table 5와 같다. 2次項 回歸係數를 제외한 변수 상호간의 교호작용에 대한 회귀계수의 크기는 아주 미미한 것으로 나타나 무시하고 Table 5에서 제외하였다.

Table 5. 2차 생산함수의 경지규모별 회귀계수 추정식 (t-value)

계 수	1.0ha 미만	1.0ha～2.0ha	2.0ha 이상	전 체 농 가
β_1	1.4163	0.13273	1.4063	0.2971
	(4.90)	(0.12)	(1.25)	(2.80)
β_2	0.0656	0.0258	-0.0086	-0.0113
	(3.49)	(0.54)	(-0.13)	(-1.52)
β_3	7.940	7.1631	-6.9781	-0.0371
	(6.17)	(1.42)	(-1.08)	(0.06)
β_4	0.0012	-0.0026	0.0004	0.00005
	(2.16)	(-1.28)	(0.33)	(-0.27)
β_5	—	—	—	1.457
	—	—	—	(18.90)
γ_{11}	-0.0008	-0.396E-3	-0.76E-3	-0.23E-3
	(-5.30)	(-1.19)	(-2.28)	(-3.58)
γ_{22}	-0.39E-5	0.11E-5	-0.71E-6	-0.42E-6
	(-1.97)	(0.53)	(-0.24)	(0.75)
γ_{33}	-0.017	-0.0140	0.0158	-0.475E-3
	(-3.41)	(-1.50)	(1.74)	(-0.26)
γ_{44}	-0.3E-9	0.29E-8	0.32E-9	-0.28E10
	(-0.44)	(1.91)	(0.87)	(-0.13)
α	-218.11	2981.9	9282.1	-0.53E-4
	(-1.58)	(1.72)	(3.02)	(-1.42)
R^2	0.73	0.49	0.96	0.98

먼저 전체 표본 농가의 비료와 농약에 대한 限界分析의 결과를 보면 현재 戶當平均 화학비료 투입량은 900kg으로 이윤극대화 투입량인 553kg보다 더 투입하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 농가들은 비료투입량을 553kg까지 감소시키면 이윤이 늘어난다고 판단할 수 있다.

農藥은 농가호당 18,728ml를 투입하고 있는데 이는 생산량 극대화 투입량보다 훨씬 많아 비합리적인 제3영역에 있음을 알 수 있다. 따라서 농약의 투입은 상당히 줄여도 생산이 증가하거나 또는 영향이 없을 것으로 보인다.

Table 6. 전체농가의 화학비료투입 한계분석

화학비료 투입량 (kg)	한계 생산물 (MP)	한계가치생산 (VMP)	
100	0.514556	629.8165	
200	0.469456	574.6141	
300	0.424356	519.4117	
400	0.379256	464.2093	
500	0.334156	409.0069	
553	0.31	377	이윤극대화 투입량
700	0.243956	298.6021	
1,000	0.108656	131.9949	
1,241	0	0	생산극대화 투입량
1,500	-0.11684	-144.012	

Table 7. 전체농가의 농약투입 한계분석

농약 투입량 (ml)	한계 생산물 (MP)	한계생산가치 (VMP)	
-9,423	0.008617	10.5472	
-8,423	0.0082	10	
-1,800	0.005441	6.6598	
1,200	0.004191	5.1298	
4,800	0.002691	3.2938	
7,400	0.001607	1.9670	
11,250	0	0	생산극대화 투입량
17,800	-0.00273	-3.3415	
25,600	-0.00598	-7.3195	

Table 8. 2.0ha이상 농가의 화학비료투입 한계분석

화학비료 투입량 (kg)	한계 생산물 (MP)	한계가치생산 (VMP)	
900	1.98393	2428.33	
1,200	1.53123	1874.23	
1,500	1.07853	1320.12	
1,800	0.62583	766.02	
2,003	0.31	377	이윤극대화 투입량
2,100	0.17313	211.91	
2,215	0	0	생산극대화 투입량
3,000	-1.18497	-1450.4	
3,500	-1.93947	-2373.9	

Table 9. 2.0ha이상 농가의 농약투입 한계분석

농약 투입량 (ml)	한계 생산물 (MP)	한계생산가치 (VMP)	
14,000	0.048884	59.83402	
26,000	0.032084	39.27082	
38,000	0.015284	18.70762	
43,060	0.0082	10	이윤극대화 투입량
44,000	0.006884	8.42602	
48,900	0	0	생산극대화 투입량
60,800	-0.01664	-20.3674	
72,800	-0.03344	-40.9306	

전체적으로 화학비료는 利潤極大化를 위해 10a당 현재의 투입물량 98kg에서 38%를 감축해야 하며 농약의 경우는 한계생산이 너무 작게 나타나 이윤극대화 투입량을 추정하기 어려우나 生産量極大化를 위해서는 현재 10a당 농약투입량 2,036ml의 40%가량인 418ml을 줄여도 아무런 문제가 없는 것으로 판단된다.

Table 10. 1.0ha~2.0ha 농가의 화학비료투입 한계분석

화학비료 투입량 (kg)	한계 생산물 (MP)	한계가치생산 (VMP)	
100	1.09546	1340.843	
200	1.01618	1243.802	
400	0.85761	1049.72	
600	0.69905	1855.637	
800	0.54049	661.555	
1,000	0.38192	467.473	
1,091	0.31	377	이윤극대화 투입량
1,300	0.14408	176.35	
1,482	0	0	생산극대화 투입량
1,700	-0.17305	-211.813	

Table 11. 1.0ha미만 농가의 농약투입 한계분석

농약 투입량 (ml)	한계 생산물 (MP)	한계가치생산 (VMP)	
3,000	0.090697	111.0131	
9,000	0.043202	52.8793	
12,000	0.019455	23.8129	
13,423	0.0082	10	이윤극대화 투입량
14,000	0.003623	4.4346	
14,460	0	0	생산극대화 투입량
15,000	-0.00429	-5.251	
17,000	-0.02012	-24.626	

2.0ha이상 大農의 한계분석 결과를 보면 대농은 현재 화학비료와 농약을 모두 과다투입하여 生産의 第3領域에 있는 것으로 나타났다. 즉 화학비료는 현재 호당 3,033kg을 투입하고 있는데 이때 비료의 한계생산이 마이너스이므로 生産의 第3領域에 들어와 있다. 그러므로 이윤극대화를 위해서는 농가호당 평균 약 1,000kg의 비료투입을 감소시켜야 한다. 이를 토지면적으로 환산하면 화학비료는 현재 10a당 97kg을 투하하고 있는데 65kg이 적정투하량이므로 33%를 줄여야 한다. 농약도 이윤극대화 투입량은 43,060ml인데 현재 56,086ml를 사용하고 있다. 따라서 13,026ml를 줄여야 한다. 이를 10a당으로 환산하면 이윤극대화 투입량이 1,381ml인데 실제 투입량은 1,799ml이므로 약23%를 감축해야 한다.

1.0~2.0ha의 中農도 화학비료와 농약을 과다투입하고 있는 것으로 나타났다. 화학비료의 경우 中農은 평균 1,338kg을 투하하고 있다. 이는 생산량극대화 투입량 1,482kg에 근접하는 것이나 이윤극대화 투입량 1,091kg보다는 많다. 10a당 면적으로 환산하면 현재 투입량보다 18kg 적은 80kg을 투하할 때 이윤극대화가 된다. 그러나 농약의 경우는 생산함수에서 변수의 2차항이 양수로 나타나 농약을 약간 더 투입해야 하는 것으로 나타났다.

1.0ha 미만 小農은 화학비료를 지금보다 20%가량 더 투입해야 이윤을 극대화할 수 있는 것으로 나타났으나 농약은 10%가량의 증투가 요구되어 사실상 거의 적정량을 투입하는 것으로 분석되었다. 그러나 비료나 농약을 증투할 경우 부대 노동비용이 훨씬 비싸므로 수익성이 늘어날지 분명하지 않다.

전반적으로 생산함수 분석을 통해 볼 때 비료와 농약이 이윤극대화 투입량보다 훨씬 많이 투입되고 있는 것으로 나타났는데 상대적으로는 화학비료보다는 농약이 더 많이 투입되고 있다. 경지규모별로 볼 때는 소농보다는 중, 대농으로 갈수록 생산요소의 過多投入현상이 나타나고 있다.

즉 小農은 화학비료와 농약의 투입이 적정량 부근에 있거나 약간 더 투하할 필요성이 있는 것으로 평가되나 중농과 대농은 상당량의 비료와 농약투입을 줄일 필요가 있는 것으로 나타났다.

농약과 비료가 적정투입량보다 과투입되고 있는 현상은 몇가지 측면에서 설명할 수 있다. 먼저 전통적인 설명은 생산자들이 위험을 기피하기 위하여 비료와 농약을 적정투입량보다 더 많이 투입하지만 이는 保險的 性格의 사용으로 합리적인 경제행위라고 보는 것이다. 그러나 이 설명은 수리시설등이 완비되고 토지단위당 생산량이 최근 10여년동안 별 변동을 보이지 않고 있는데도 농약과 비료의 사용량이 계속 증가하고 있는 현상을 설명하기에는 부적당하다.

Table 12. 작목별 추천시비량과 실제사용량(1990)

작 물	식부면적	추천시비량					
		단위시비량(kg/ha)			총시비량(천포)		
	(1,000ha)	N	P	K	N	p	K
쌀	1,257	120	100	110	150.8	126.7	138.2
보 리	179	100	110	170	17.9	17.9	30.4
옥수수	25	180	150	150	4.5	3.7	3.7
기타곡물	212	30	60	60	6.4	12.7	12.7
채 소	337	230	140	210	77.6	47.2	70.9
과 실	108	150	80	120	16.2	8.6	13.0
밀 감	19	280	400	280	5.3	7.5	5.3
뽕	14	300	130	180	4.3	1.9	2.6
목 초	51	280	200	240	14.2	10.2	12.2
합 계	2,202				297.2	238.2	289.0
실제사용량					562	256	286

자료 : 농촌진흥청, 1989

농약과 비료의 생산성이 계속 하락하는데도 비료 농약의 투입을 증가시키는 원인은 비싼 노동을 값싼 자본으로의 代替와 慣行的 生産技術의 답습, 그리고 농민들의 쌀생산 목표가 이윤극대화 보다는 생산량극대화에 있다는 것으로 보인다. 특히 대농들이 생산량극대화의 측면에서 생산요소의 투입을 결정하는 경향이 큰 것으로 보인다.

농민들이 생산량극대화를 추구하는 원인은 쌀값이 정부수매가격에 의해 결정되어 왔으며 비료와 농약의 가격이 생산비 중에서 차지하는 비중이 상대적으로 낮기 때문에 영농의사결정에 크게 영향을 미치지 않기 때문이다. 즉 비료 농약의 투입을 줄이는 것보다는 수매가격의 상승폭이 더 커 생산을 더 하는 것이 유리한 것으로 보인다.

耕地規模別로 볼 때 대농의 경우 비료와 농약등 생산요소의 투입량이 상대적으로 많은 것은 대농은 노동력 부족에 대한 자본대체의 정도가 크며 노동력부족으로 인한 임작업 등의 과정에서 적기 방제시기를 놓치고 고농도집중살포로 농약, 비료등이 낭비되고 있고 반대로 소농은 비료 농약 투하시기와 투하량 결정, 作物生育에 많은 주의를 기울이기 때문으로 보인다.

우리나라 농민들의 비료 過投下현상은 농촌진흥청의 표준시비량을 초과하는 비료구입현상으로 확인되고 있다. 즉 농촌진흥청의 자료에 따르면 농민들이 선호하는 비료는 질소비료인데 질소비료의 투하량은 농촌진흥청이 권장하는 생산량극대화를 위한 標準施肥量보다 90%가량을 초과 사용하고 있으나 인산과 가리는 대체로 표준시비량을 지키는 것으로 나타났다. 〈Table 12〉

V. 결 론

일반적으로 말할 때 우리나라의 벼농사는 화학비료와 농약을 과다투입하고 있으므로 비료와 농약의 투입을 감소시키면 투입비용이 줄어들어 벼농사의 수익성이 증가한다고 말할 수 있다. 쌀농사에서 화학비료와 농약의 투입량을 현재보다 30~40% 감축할 경우 이윤이 증가하고 토양과 수질오염이 경감되고 농업생태계가 개선될 수 있기때문에 저투입농업의 사회·경제적 측면에서의 便益은 상당한 규모라고 판단할 수 있다.

뿐만 아니라 低投入農業의 경우 쌀속에 있는 잔류화학성분의 감소등 米質의 개선까지 기대할 수 있으므로 외국쌀과의 경쟁력이 향상되고 소비자들의 기대에 부응하는 효과까지 거둘 수 있다. 벼농사의 경우 화학비료와 농약의 저투입은 소농일 경우 약간의 생산량 감소를 동반할 가능성이 있는데 이는 病蟲害綜合防除(IPM)와 퇴비의 사용등으로 구입생산요소의 감축을 보충할 경우 생산량 증대는 물론 토양생태계에 훨씬 좋은 영향을 미칠 것으로 보인다.

우리나라에서의 環境調和型 持續的農業은 외부의 경제여건 변화에서 오는 농업환경문제와 농업 내부에서 일으키는 자연환경과 생태계문제를 동시에 해결할 수 있는 종합적 접근이 되지 않으면 안된다.

이를 위해서는 먼저 농약과 화학비료의 투입량을 줄여 환경오염을 방지하고 자연과 생태계가 갖고 있는 물질순환능력을 농업생산에 최대한 활용하여 농업생산력의 지속성을 확보하고 안전한 식품을 생산하는 데 목적을 두어야 한다. 동시에 농가소득을 제고하고 농업의 공익적 기능을 극대화하도록 하지 않으면 안된다.

특히 쌀농사와 관련되어 저투입농업은 정책적 의미가 크다. 현재 추진되고 있는 경제 효율성만을 추구하는 農業構造改善事業만으로는 생산자와 소비자를 다같이 만족시키고 환경문제를 해결하기 어렵다. 農地流動化를 통한 규모의 경제 실현문제는 기계화여건이 좋은 평야지대를 대상으로 하되 저투입농업을 권장하여 농약과 비료의 투하량을 감소시키고 綠肥作物과의 輪作을 통해 토양생태계를 보존해야 한다.

참 고 문 헌

1. 農林水産部. 「農家經濟統計年報」 1976~1993.
2. 農村振興廳. 「農土培養 10個年 事業綜合報告書」 1989.
3. 吳浩成. "持續的 農業과 新農業政策方向," 農業經濟研究, 제33집, 1992, PP. 35~54.
4. 日本農業新聞. 1993. 10. 5.
5. Batie, Sandra S. "Sustainable Development:Challenges to the Profession of Agricultural Economics," American Journal of Agricultural Economics, Vol. VI(Dec. 1989), pp. 1083~1101.
6. Deberkow,Stan G. and Katherine H. Reichelderfer. "Low Input Agriculture: Trends, Goals, and Prospects for Input Use", American Journal of Agricultural Economics, Vol. 70, No. 5(Dec. 1988), pp. 1159~1166.
7. Dibertin,David L. Agricultural Production Economics,

Macmiallan Pub, Co., 1986.

8. FAO, Fertilizer Yearbook, 1992.
9. Heady and Dillon. Agricultural Production Function, Iowa State University Press, 1969.
10. Ministry of Agriculture Nature Management and Fisheries, The Netherlands, Agricultural Structure Memorandum: Policy on Agriculture in the Netherlands in the 1990s, 1991.