

환경보전형 농업의 기술평가

— 저투입, 유기-자연농업을 중심으로 —

한국농촌경제연구원

서 증 혁 · 김 증 속

I. 서 언

우리의 농업여건은 생산과 소비측면에서 크게 바뀌고 있다. 국민소득의 향상과 함께 농산물에 대한 소비패턴이 고급화되면서 품질이 중요한 선택의 기준이 되었으며, 특히 농산물의 안전성은 품질의 결정에서 중요한 요소가 되었다.

생산측면에서는 농축산물의 수입확대로 개방대응작물에 대한 농민들의 요구가 증대되고 있으며, 환경보전에 대한 사회전체적인 관심이 높아짐에 따라 농업내부의 환경오염에 대한 규제 요구도 커지고 있다.

환경보전형 농업은 이와 같은 우리농업의 여건변화에 대한 하나의 대안으로서 크게 부각되고 있다. 농촌현장에서는 환경보전형 농업이 다양한 형태로 농민들 사이에 실천되고 있으며, 많은 농민들이 새로운 농법에 관심을 보이고 있다. 그러나 이러한 농법들 간에는 공통 기술, 유사 기술, 고유 기술들이 혼재되어 있으며 전반적으로 생산기술이 체계화되어 있지 않아서 농가의 새로운 기술수요에 충분히 대응하지 못하고 있는 실정이다.

환경보전형 농업에 대한 사회적인 높은 관심에도 불구하고 국내의 연구실적은 매우 제한되어 있어 정책결정에 필요한 자료를 제공하지 못하고 있다.

WTO체제하에서 환경보전과 관련된 국제적인 규제강화와 농업의 국제경쟁력 제고에 대비하기 위해서는 가장 보급이 용이하며 실용성 있는 환경보전형 농업방식을 개발하여 이를 농가에 보급하는 방안을 강구할 필요가 있다. 따라서 이 연구에서는 환경보전형 농업의 여러 형태 중 농가들이 가장 많이 채택하고 있는 저투입, 유기-자연농업의 실태조사를 통해서 그 유형을 구분하고 해당 농법의 기술체계와 경영방식에 대한 기술수준을 평가하고자 하였다.

II. 연구내용과 방법

1. 연구내용

1) 관련개념과 기술체계 평가의 이론적 접근

- 2) 기술현황 및 기술체계 평가
- 3) 기술체계별 요소기술 분석
- 4) 기술체계의 성과에 대한 평가
- 5) 농가의 영농참여 의사 결정

2. 연구방법

가. 연구범위 및 자료

환경보전형 농업은 영농체계(Farming System)의 측면과 요소기술의 측면에서 각각 접근할 수 있다. 영농체계적인 접근을 할 경우, 대표적인 영농방식으로서 유기-자연농업을 들 수 있으며 그밖에 투입요소를 줄이는 저투입농업도 이에 포함시킬 수 있다. 그러나 저투입농업은 개별 투입자재의 투입수준을 낮추는 전반적인 영농과정의 총칭이라고 볼 때 독자적인 기술체계로 보기는 어려우며, 유기-자연농업을 단계적으로 실천하는 과정에서 실행할 수 있는 것으로 보아 이 연구에서는 농가수준에서의 유기-자연농업 관련 기술체계를 정립하는 것으로 연구범위를 한정하였다.

연구에 이용된 자료는 전국의 유기-자연농업농가 66농가에 대한 면접조사와 질문지 조사 결과를 분석하였다.

나. 분석방법

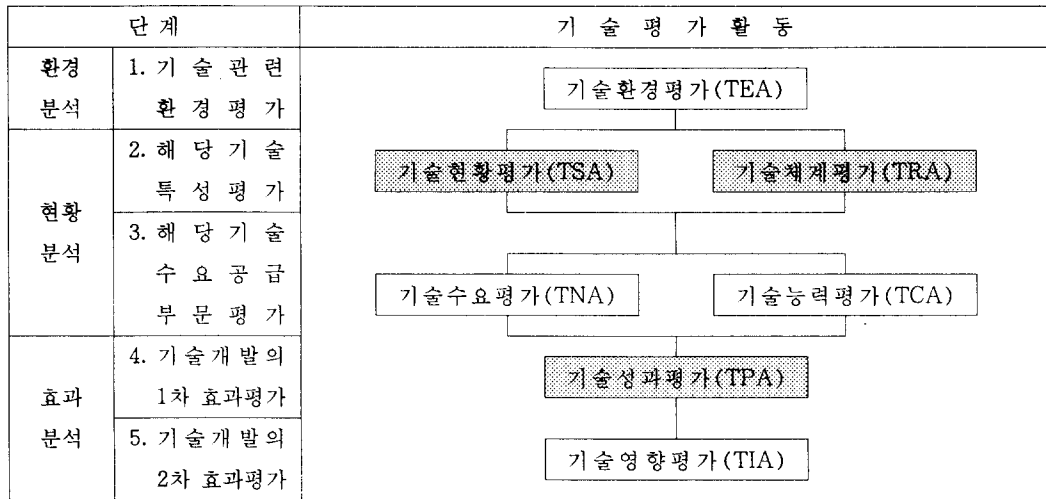
기술체계는 현재 농가에 보급되어 있는 3가지의 기술체계(유기농법, 자연농법, 오리농법)와 최근 유기-자연농업에서 많이 활용하고 있는 활성화 사용기술을 대상으로 하였다. 기술현황과 체계평가는 기술체계도를 이용하여 관행농업과 비교하고 농가가 활용하고 있는 기술을 해당 기술요소의 특징에 따라 기반기술, 핵심기술, 미래기술로 구분하였다. 기술성과평가는 해당기술의 유용성을 판단하기 위해서 평가의 기준을 크게 8개 분야로 구분하였다.


III. 연구결과

1. 기술체계 평가의 내용 및 방법에 대한 이론적 검토

환경보전형 농업의 기술체계로서 현재 농가 수준에서 이루어지고 있는 유기-자연농업 기술체계의 평가는 한국과학기술연구원의 종합적 기술평가모형을 이용하여 분석할 수 있다. 기술평가의 절차는 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 종합적 기술평가 모형 : 기술평가의 체계 및 절차



주 :  부분이 본 연구에서 분석 시도된 내용임

자료 : 임윤철 외, 「산업기술수요파악을 위한 기술예측 및 기술평가 방법론 연구」, 1992.

평가단계별 주요 내용은 다음과 같다.

- ① 해당기술과 관련된 일반환경 및 과학기술환경을 검토하는 환경분석,
- ② 기술의 현황·체계·수요 및 기술개발자의 기술능력을 평가하는 현황분석,
- ③ 기술개발의 1차적인 기술적·경제적 효과와 2차적인 정치·사회·문화·환경적 효과를 파악하는 효과분석으로 구분하고, 현황분석활동과 효과분석활동을 다시 세분한 5단계의 기술평가체계

기술현황의 평가는 기술내용과 중요성, 기술의 발전추세, 선진국의 개발동향, 우리의 현황을 감안하여 기술 성숙도(신생기술, 성숙기술, 쇠퇴기술)와 기술요소(기본기술, 핵심기술, 미래기술) 구분으로 나눌 수 있다.

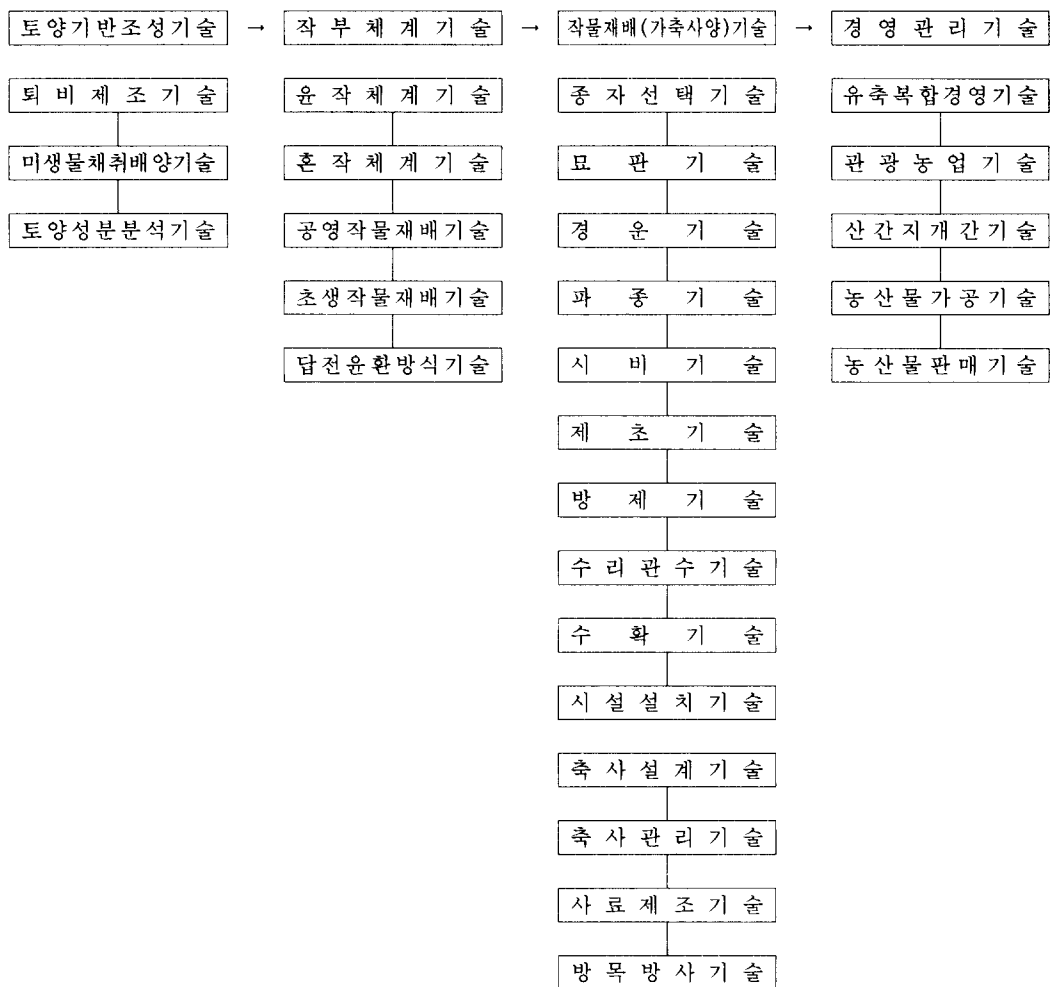
기본기술(Base Technologies) (실용가능한 기술)은 다수농가가 채택하고 있으며 해당 농법을 성공적으로 실시하기 위해서는 어느 농가나 반드시 보유해야 하는 기술로서 널리 알려져 있고 각 농가별로 그 성과에서 차이가 미미한 기술을 의미한다.

핵심기술(Key Technologies)은 해당기술을 보유하고 있는 농가와 보유하지 않은 농가간에 현격한 경쟁력 차이를 유발시킬 수 있는 기술이다.

미래기술(Pacing Technologies)은 아직 보편화되어 있지 않았으나 앞으로 농가의 기술경쟁력을 좌우할 미래의 중요기술이다.

기술체계 평가는 관련기술들간의 연관관계를 파악하여 이를 기술체계도(Technology Tree)형태로 작성하고 <그림 2> 이를 바탕으로 기술체계에 대한 평가를 할 수 있다.

〈그림 2〉 환경보전형 농업 기술체계도



기술성과의 평가 지표로서는 기술에 대한 사회적·기술적 요구도에 따라 몇 개의 지표(또는 이의중합)를 통하여 가능하다.

농업기술이 갖는 사회적 그리고 개별농자의 경영과정에서의 고려 요소를 감안할 때 판단지표로는 ① 토지생산성, ② 안전성(농민 건강, 소비자 건강, 잔류농약), ③ 위험성/안정성(기후, 병충해 변화 등에 대한 안정성), ④ 환경성(환경오염 대처능력, 환경부하 정도), ⑤ 편의성(기술자체가 실천하기 편리한가 여부), ⑥ 경제성(경제성을 높이는 수단/마케팅방식 등), ⑦ 지역성(적응성, 광역성), ⑧ 지속성(토양의 비옥성을 장기에 걸쳐 유지하는 능력)이 고려될 수 있다.

2. 기술현황 평가

(1) 기술의 일반적 개황

유기-자연농업의 원리이자 가장 중요한 기술적 특징은 살아 있는 토양을 조성하는 것이며, 이를 위해서는 자연의 순환적 원리를 농업에 적용하는 것이다. 이는 독일의 슈타이너, 영국의 하워드, 미국의 로데일 등 유기농업의 저명한 지도자들이 한결같이 강조하고 있는 내용이다. 유럽에서 실시되고 있는 유기농업 기술을 보면 토양의 비옥도를 높이고 윤작과 혼작을 통하여 상호보완적인 작부체계로 잡초를 예방하며, 제초는 기계나 수작업으로, 경우에 따라 온열기술을 사용한다. 그리고 병해충방제는 내병성 품종과 윤작, 혼작으로 식물의 저항성을 높이며, 물리적 방제와 생물적 방제, 성체로몬에 의한 방제, 처치는 제충국과 같은 식물성의 살충제에 한하며, 살균제로는 보르도액과 같은 유황과 동의 화합물을 사용하고 있다.

우리나라 유기-자연농업기술은 농업여건이 유사한 일본의 유기농업에 영향을 받아 우리의 농업실정에 적용한 기술형태라고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 일본을 통해서 입수된 기술이나 자재를 활용하면서 우리나라 전통적인 농가수준의 기술에 바탕을 두고 활용하는 현장 기술이 중심을 이루고 있다. 따라서 시험장 수준에서는 아직 검증되지 않았거나 연구조차 이루어지지 않은 기술도 포함되어 있으며, 유럽이나 미국의 유기농업 기술과도 차이가 있다. 현재의 유기-자연농업 기술내용은 선진 개별농가와 관련단체에서 교육받은 농가를 중심으로 일정한 갈래가 나뉘어져 있으며 생산자단체별로 기술에 대한 접근과 원리가 공통된 내용을 갖고 있으면서도 다소 독창적인 별도의 기술내용을 농민들에게 보급하고 있다.

우리나라에서 많이 쓰여지고 있는 퇴비재료는 축분, 인분, 짚, 톱밥, 왕겨, 잡초, 각종 유기성폐기물, 농작물 잔사 등으로 짚종류, 잡초, 왕겨, 톱밥 등 탄소질재료와 축분등의 질소질재료를 적당히 균형있게 섞어서 퇴비를 제조하는 것이 바람직한 것으로 되어 있다.

퇴비는 완숙된 발효퇴비를 토양중에 투입해야 하나, 완숙된 퇴비는 완숙과정에서 유기물의 열량이 소모되어 영양분의 손실이 있으므로 완숙되지 않은 퇴비가 더 효과적이라는 견해도 있다. 이같은 견해는 유럽의 유기농업에서 지적이 되기도 하는데, 우리나라에서도 활성탄을 이용하는 농법에서 이같은 주장을 하고 있다.

한편 퇴비 시용량에 대해서는 시비기준이 각국의 토양의 유기물 함량에 따라 다르게 나타나고 있다. 유럽의 경우 퇴구비 사용량은 토양과 재배식물의 유형에 따라 달라지며, 채소재배에서는 비교적 사용량이 많고, 곡작 중심의 대규모재배에서는 적어서 연평균 1ha당 10t정도를 시용하고 있다. 우리나라에서도 밭의 경우 논보다 더 많은 양의 퇴비를 시용하는 것으로 되어 있다. 대체로 적정시용량은 1ha당 20t정도가 적당한 것으로 되어 있으나(유기농업백과) 초기 유기물 함량이 적은 단계에서는 더 많이 사용되다가 점차 줄여나가는 방법이 일반적으로 채용되고 있다. 토양의 정도와 작물의 종류에 따라 유기물 시용이 달라져야 한다는 것이 일반적이나 구체적인 기준이 확립되어 있지 않은 단계이므로 검증될 거친 결과가 제시되어야 할 것이다.

유럽의 유기농업과 우리나라나 일본의 유기농업에서 나타나고 있는 퇴비제조 기술상의 차이점으로는 유럽의 경우, 그리고 일본에서도 일부 유기농업 농가들은 퇴비제조시 발효제를 사용하지 않고 자연발효 시키는데 비해서 우리나라와 일본의 일부 유기-자연농업 농가는 발효제를 투입하여 숙성비료를 제조하고 있는 점에 차이가 있다. 발효제의 사용은 숙성으로 완숙퇴비를 다량 제조하기 위한 방법이기도 하나 발효제를 외부에서 구입해야 하므로 비용이 발생한다. 또한 발효제의 효능 등 제품에 대한 정보가 공신력 있는 기구에 의해 제시되어야 하나 아직 우리나라에서는 공식적인 제시는 없다. 따라서 경영규모나 퇴비의 원료, 작물의 특성에 따라 미생물제제의 사용에 대한 기준이 필요할 것이며, 미생물제제의 효능 등에 대해서는 시험 연구분석이 따라야 한다.

〈표 1〉 유기-자연농업의 퇴비제조 관련기술 국가별 비교

구분	퇴비재료	부숙정도	제조방법(발효제 사용여부)	표준 사용량
유럽	퇴구비, 녹비, 골분, 유박, 도축장 부산물 등	완숙, 또는 미숙성 발효퇴비	발효제 사용하지 않음 자연발효	대체로 1ha당 10톤, 채소의 경우 경종작물보다 더 많은 퇴비를 사용함.
일본	왕겨, 짚, 톱밥, 가축분, 인분, 산야초, 농작물 잔사 등	주로 완숙퇴비	자연발효 및 일부 농가 발효 사용	채소의 경우 경종작물보다 더 많은 퇴비를 사용함.
한국	왕겨, 짚, 톱밥, 가축분, 인분, 산야초, 농작물 잔사 등	주로 완숙퇴비(최근 미성숙 퇴비를 주장하는 경우도 있음)	대부분 사용하고 있으며 일부농가는 자연발효	대체로 1ha당 20톤(300평당 2톤) 채소의 경우 경종작물보다 더 많은 퇴비를 사용함.

(2) 요소 기술의 평가

분석대상인 네가지 농업에 대하여 실천농가의 의견과 관련자료의 분석을 통하여 〈표 4〉와 같이 기술체계별로 기반기술, 핵심기술, 미래기술을 정리하였다.

〈표 2〉 요소기술의 중요도와 내용

	유기농법	자연농법	활성탄농법	오리농법
기반기술	일반작물 재배기술 토양조성기술	일반작물 재배기술 토양조성기술	일반작물 재배기술 토양조성기술	일반작물 재배기술 토양조성기술
핵심기술	퇴비제조시 미생물 투입 및 청초액비 제조기술	토착미생물 채취 및 배양기술, 천혜녹즙 제조 기술, 축사 설 치기술	활성탄, 목초액 사 용기술(계사의 바닥 소독)	오리사육 및 관리
미래기술	유기질비료의 대량 생산공급기술, 퇴비 살포기계, 천적, 운 작기술, 생물농약,	좌동	활성탄, 목초액의 활용방법 개발	피 제조기술, 오리 고기 가공판매기술

유기-자연농업의 기반기술은 토양조성기술이라고 할 수 있다. 유기물함량이 적고 공극이 적어 지력이 저하되어 있는 토양에서 유기-자연농업을 하기 위해서는 우선 흙을 살려서 지력을 높여 생태계에 가까운 환경을 조성해야만 병충해도 감소될 수 있고 잡초도 억제시킬 수 있기 때문이다. 또한 유기-자연농업에서도 화학비료와 농약사용을 사용하는 방제, 시비기술을 제외한 일반작물의 재배기술에 숙달되어야만이 작물의 생리에 적절하게 대응할 수 있기 때문에 네가지 농업경영에서 공통적으로 토양조성기술과 일반작물재배기술을 기반기술로 볼 수 있다.

각 농업경영별로 핵심기술에 대하여 농가의 반응을 조사한 결과 유기농법의 경우는 퇴비 제조시 부속촉진제 투입과 미생물발효제를 사용한 발효액 제조기술을 들고 있으며, 자연농법의 경우는 토착미생물 채취배양과 천혜녹즙, 축사설치기술을 들고 있었다. 활성탄농법에서는 활성탄과 목초액 사용기술을 핵심기술로 들고 있었으며, 오리농법에서는 오리 사육기술과 천적으로부터 보호하는 시설기술을 들고 있었다.

아직 기술개발이 안되었거나 개선되어야 할 기술로서는 유기농법, 자연농법 공히 생물적 방제와 경종적 방제를 들고 있으며, 윤작체계를 활용한 시비방법과 퇴비의 대량제조, 공급기술을 들고 있다. 활성탄농법에서는 활성탄과 목초액의 활용방법에 대한 기술을 미래의 기술로 들고 있으며 오리농법의 경우는 피제조에 대한 기술과 오리가공 판매에 대한 기술개발을 지적하고 있다.

2. 기술체계 평가

기술체계는 환경보전형 농업을 하는데 따른 개별 요소기술을 파악하여 각각의 연관관계를 전체적으로 평가하는 것이다. 이렇게 볼 때 현재 환경보전형 농업으로 간주되는 유기-자연

농업은 하나의 농법으로 평가될 수 있으며 유기-자연농업을 실시하기 위한 일련의 기술을 연결시킨 것이 바로 기술체계라고 할 수 있을 것이다. 따라서 민간농법으로 알려져 있는 호소농법, 미생물농법, 흑설탕농법, 식초농법, 오리농법 등 다양한 명칭의 소위 농법들은 역사적인 경영방식을 포함하는 학문적인 개념의 농법이라기 보다는 유기-자연농업을 실천하는데 따르는 다양한 기술체계로 보아야 할 것이다.

유기-자연농업에 대한 개념 및 정의는 세계적으로 합성화학물질을 투입하지 않는 농법으로 농사를 짓는 것이 공통적인 내용으로 되어 있다. 뿐만 아니라 화학물질을 투입하지 않고 농사를 짓기 위해서는 기술체계 자체가 근대화농법과는 다른 기술체계를 갖는다. 즉, 경운, 작부, 경영규모, 육종, 노동력, 축산, 유통방식에 있어서 내용을 달리하며, 유기농업의 단계에 따라서는 유기농법, 자연농법으로 구분하여 자연의 섭리에 순응하는 정도가 더욱 심화되기도 한다. 이를 비교해 보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

〈표 3〉 문헌상에 나타난 농법별 일반기술체계 비교

기술체계 \ 농법	자연농법	유기농법	무기화학농법	첨단기술농법
시 비	무비	유기질 비료	화학비료	식물공장
생태 보호관	무병충	強建化	살균살충	
병해충방제	무농약	미생물.기피	농약	
제 초	무제초	수작업	제초제	
경 운	무경운	淺耕	심경	
작 부	적지작작	윤작 간작 혼작	단작.연작	
작 기	적시재배	적시재배 또는 반촉성억제재배	촉성 억제재배	
규 모	적정규모	적정규모	대규모화	
육 종	야생종	재래종	다수성 품종	유전공학
노 동 력	자연력	인력, 축력, 소규모동력	기계화	
축 산	방목	복합순환		
에너지크기	1	10	100	1000
유 통	직거래	직거래, 시장	시 장	
경 제	자급자족	—————→	상업화	
경 향	대자연섭리	—————→	—————→	인위, 육구중대

자료 : 관련자료를 종합하여 정리한 것임.

우리나라의 경우에도 유기농업에 대한 개념정의는 국제적인 기준에 부합되는 수준에서 일단

정해져 있으나 투입물에 대해서 화학합성물질을 제한하는 것에 그치고 있으며 작부체계나 경운 방식, 품종에 대해서는 농업지대의 특성상, 그리고 실천하는 농가의 성격상 규정을 만족하지 못하는 형편이다. 또한 투입물의 제한 수준에 있어서도 대부분의 생산농가가 유기농업으로 이행하는 과정에서 기술상의 어려움과 경영상의 이유로 인하여 화학물질의 투입량을 점진적으로 감축하는 방법을 채택하고 있다.

외국의 경우 전환기간중에도 엄밀한 유기농업을 실천하여 3년 이상의 경과기간을 거친 후에야만 그 포장에서 생산된 농산물을 유기농산물로 인증받을 수 있으며 전환기간중의 농산물은 별도로 전환기간중의 농산물로 표시하도록 되어 있기 때문에 전환기간 중에도 유기농업을 준수한다. 이와는 달리 우리나라에서는 유기농업의 전환기라는 개념이 별도로 없으며 완전한 유기농업과 저농약, 저화학비료의 저투입농업으로 되어 있다. 따라서 유기농업을 확대발전시키기 위해서는 저투입에 대한 생산기준을 작물별로 마련할 필요가 있다.

현재 우리나라에서 기술적 체계를 갖춘 유기-자연농업의 기술형태를 분류해 보면, ① 유기농법 ② 자연농법 ③ 활성탄농법 ④ 오리농법으로 크게 분류할 수 있다. 이 네가지 기술형태는 불완전한 형태이기는 하지만 하나의 기술체계를 이루며 농가에서 실천되고 있다. 이 기술체계는 각각 하위 기술체계를 가지며 하위 기술체계별로 공통된 요소기술과 상이한 요소기술을 구성하고 있다. 이를 일반농법과 비교해 보면 <표 3>과 같다.

<표 4> 현장조사에서 나타난 농법별 기술체계의 차이

구분	농작업 활동	일반농법	유기농법	자연농법	활성탄농법	오리농법
생산 : 식량 원예 작물	<ul style="list-style-type: none"> ◦주영양소의 공급 ◦퇴비의 제조 ◦토양의 미생물 공급 ◦병충해방제 ◦제조 	화학비료 자연발효 없음 살충·살균제 제조제	발효퇴비 인공발효 수입미생물 천연물질, 효소제 (일부화학제) 인공, 기계제조	발효퇴비 인공발효 토착미생물 천혜녹즙 (효소제) (일부화학제) 인공, 기계제조, 윤작방식제조	미발효퇴비 자연발효 없음 목초산 (일부 화학제이용) 인공, 기계제조	발효퇴비+오리의 분뇨 인공발효 토착미생물 효소제 오리제조
생산 : 축산 물	<ul style="list-style-type: none"> ◦주영양소 공급 ◦병충해방제 ◦첨가물 ◦축사시설 ◦분뇨처리 	배합사료 살균, 살충, 백신제 홀몬제 집약축산 정화조 (또는 퇴비화)	배합사료 (농후사료+톱밥) 사용억제 없음 방사지향 퇴비화	좌동 사용억제 없음 방사지향 퇴비화	배합사료 사용억제 목탄, 목초산 집약축산 퇴비화	곤충, 잡초 (+배합사료 보충) 사용억제 없음 방사 자연처리 (퇴비화)

1) 전반적으로 유기농법과 크게 다르지 않으나 미생물 사용시 토착미생물을 자가 제조하여 사용한다는 점이 구입미생물을 사용하는 유기농법과 다르며, 외국의 자연농법과는 자연의 원리를 이용한다는 점에서는 유사하지만 완전유기농업을 실시할 때까지의 과정에서는 화학물질을 억제하는 수준에서 사용하고 있다는 점에 차이가 있다. 이 보고서에서는 국내 유기농법과 구분하기 위하여 자연농법으로 표기하였으나 국내의 단체에서는 자연농업으로 불리우고 있다.

경영· 판매:	○ 단작, 복합여부 ○ 유통방식	단작화지향 시장판매	경중, 축산복합지향 직거래 (일부 시장판매)	과 동 직거래	단작화 직거래	복합지향 직거래
공 통	○ 차별화 (상표사용여부)	무상표 (일부 차별화)	차별화 (일부 상표사용)	차별화 (상표사용)	차별화 (상표사용)	차별화 (무상표)

비교를 용이하게 하기 위하여 농법에 따른 기술을 생산과 경영기술로 구분하고 생산은 다시 식량, 원예작물, 축산으로 구분하여 주요 농작업 활동별로 비교하였다.

먼저 식량, 원예작물에서는 주영양소의 공급을 일반농법에서는 화학비료에 의존하는 것에 비하여 네가지 농법에서 공히 퇴비를 주된 영양공급원으로 하고 있다는 점이 크게 다른 점이다. 또한 퇴비를 사용하되 대체로 발효퇴비를 사용하는 것으로 되어 있으나 활성화 농법에서만 발효시키지 않는 퇴비를 사용한다는 점이 상이한 점이라 할 수 있다.

퇴비제조에 있어서도 일반농법과 활성화농법은 자연발효된 것을 사용하지만 유기농법, 자연농법, 오리농법에서 발효제를 투입하여 발효시키는 인공발효법을 사용하고 있다. 물론 유기농법을 채용하는 농가 중에서도 경력이 오랜 농가 중에는 투입재를 사용하지 않고 자연발효시키는 농가도 있으나 대체로 속성발효를 위해서 인공발효퇴비를 사용하고 있다.

유기물 부숙을 위해서 퇴비제조시 투입하는 미생물은 유기농법의 경우 일본에서 배양된 수입미생물을 주로 사용하고 있는 반면, 자연농법에서는 토착미생물을 채취하여 사용하고 있다. 토양개량제는 맥반석, 지오라이트, 활성화탄 등을 사용하고 있다.

병충해 방제는 일반농업에서는 살충·살균제를 살포하고 있는 반면, 유기농법, 자연농법, 오리농법에는 효소제와 흑설탕을 사용하여 식물성 및 동물성 유기물을 발효시킨 액을 엽면 살포하거나, 식초 등을 사용하고 있다. 한편 활성화탄농법에서는 발효액은 사용하지 않고 목초산을 사용하고 있다. 그리고 각 농업을 채용하는 농가의 작목별 기술수준에 따라 화학물질을 일부 사용하고 있다.

제초는 일반농업에서는 제초제를 사용하고 있는 반면 유기농법, 자연농법, 활성화탄농법에서 공히 인력으로 제초를 하거나 제초기를 사용하고 있다. 그러나 오리농법에서는 오리에게 제초의 주작업을 맡기고 피 뽑기만 인력으로 하고 있다. 유기농법, 자연농법 모두 윤작이나 혼작방식을 활용하는 작부체계를 이용한 제초나 방제에 대해서는 극히 일부 농가에서만 관심을 가지고 실행하고 있으며, 전반적으로 작부체계를 활용한 경종적 방제는 이루어지지 않고 있다.

축산물의 경우는 사료급여 내용이 농업별로 차이가 있다. 일반축산에서는 배합사료에 의존하고 있으나, 유기농법, 자연농법은 농후사료와 톱밥을 발효시킨 사료를 주로 급여하고 있으며, 활성화탄농법과 오리농법은 배합사료를 급여하고 있다. 각 농업이 공히 조사료의 비중이 일반농업에 비해 크며, 풀을 많이 급여하고 있다.

병충해방제를 위해서 일반축산에서는 살균, 살충, 백신제를 사용하나, 네가지 농업 모두 이러한 약제사용을 억제하고 있다. 또한 일반축산에서 사용하는 홀론제도 네가지 농업에서는 모두 사용하지 않으며 활성화탄농법에서는 목탄과 목초산을 사용하고 있다.

축사시설은 일반축산이 집약축산을 위한 시설임에 비하여 유기농법, 자연농법에서는 조방적인 시설로 방사를 지향하고 있다. 그러나 활성화농법에서는 집약축산을 하고 있다.

분뇨처리는 일반축산에서는 정화조를 설치하여 처리하거나 퇴비화시설을 갖추고 있다. 이에 대하여 네가지 농업 모두 분뇨는 퇴비로 처리하여 활용하고 있다.

경영·판매기술은 식량, 원예작물, 축산물에 모두 공통되는 것으로 일반농업은 단작경영이 대부분으로 규모화를 통해 효율성을 높이는 경영방식을 채용하고 있는 반면, 유기농법, 자연농법, 오리농법은 복합경영을 지향하고 있다. 단 활성화농법에서는 특별히 복합경영을 지향하지 않으며 단작농가에서 많이 채택하고 있다.

유통방식은 일반농업은 시장판매가 주된 방식이나 네가지 농업 공히 직거래 방식으로 이루어지고 있으며 일부 농가가 시장판매를 하고 있다.

제품차별화를 위해서 일반농업은 대부분 상표를 사용하지 않고 있으며 차별화도 이루어지지 않고 있으나 네가지 농업은 모두 차별화를 지향하고 있으며 상표도 일부 사용하고 있다.

이밖에도 요소기술 중에는 각 농업이 공통적으로 채용하고 있는 기술이 있으며, 농업별로 핵심기술에 따라 독자적인 요소기술을 발전시키고 있다. 또한 관련 자재의 제조기술은 농가 수준이 아니라 기업이나 연구소 수준의 기술과 연결되는 기술도 포함되어 있어서 관련분야의 기술개발을 요하고 있다.

3 기술의 성과

4가지 농법의 기술체계를 평가하기 위하여 환경성, 경제성, 토지생산성, 생산자 안전성, 소비자 기호지향성, 기술적 안정성, 편의성, 지역적 광역성 등 8개의 지표를 설정하였다. 이에 대한 농가 조사 자료를 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 분석 결과를 보면 네 가지 농법 모두가 실용가능한 기술체계로 판명되었으며 다만 기술적 안정성에서 불완전한 측면이 있는 것으로 나타났다(오리농법 제외).

<표 5> 기술체계의 종합 평가¹⁾

	유기농법	자연농법 ²⁾	활성탄농법	오리농법
환경성	○	○	○	○
경제성	○	●	○	○
토지생산성	●	○	○	●
생산자 안전성	○	○	○	○
소비자 기호지향성	○	○	○	○
기술적 안정성	●	●	●	○
편의성	△	△	○	○
지역적 광역성	○	○	○	●
종합평가	실용가능	실용가능	실용가능	실용가능

- 주 1) : ○는 긍정적인 평가, ●는 시행초기 및 약간 불완전한 것으로 평가된 것이며 △는 약간 부정적인 평가임.
 주 2) : 자연농법의 경제성 평가가 불완전한 것은 조사대상농가의 영농경력이 낮기 때문으로 판단되며, 이 부분에 대해서는 추가적인 조사가 요구된다.

4. 농가의 유기-자연농법 채택에 대한 의사결정 분석

(1) 농가의 실천을 저해하는 요인

농가가 유기-자연농업을 시작할 때는 몇가지의 장애요인을 사전에 충분히 고려해야 한다. 우선 관행농법에 의하여 농작물을 재배해 왔던 토양은 잔류농약의 제거나 토양중의 유기물 보충을 위하여 2-3년의 준비기간이 필요하다. 이때 초기 2-3년간(경우에 따라서는 4-5년간)은 화학비료와 농약의 사용을 줄이고 퇴비의 사용량이 증가함에도 불구하고 단위면적당 수량은 감소한다. 또한 이 기간중에 생산한 농산물은 유기농산물(또는 감농약 농산물)에 근접한 품질상태임에도 불구하고 완전한 유기농산물로 판매하기 어렵기 때문에 제값을 받기 어렵다. 일반적으로 초기의 수량감소는 유기-자연농업의 실천후 2-3년(또는 4-5년)이 지나서 원래의 수준으로 회복되나 경우에 따라서는 관행농업보다 낮은 수량이 계속되기도 한다.

한편, 유기-자연농업은 일반 관행농업과 달리 추가적인 투자를 필요로 하는 경우가 있다. 일례로 양계나 양돈을 유기-자연농업방식으로 경영할 경우 토지나 건물에 대한 보다 많은 투자가 필요하다. 관행농업에 비하여 보다 자연상태에 가깝게 가축을 사육해야 하기 때문이다. 경종작물의 경우에도 병충해의 방지를 위하여 비가림시설을 필요로 한다. 또한 화학비료를 대체하기 위한 퇴구비의 시용도 비옥도의 유지가 2-3년 지속되는 것을 감안할 때 일종의 토양개량을 위한 투자로 봐야 한다.

유기-자연농업의 실천에 따른 이상과 같은 장애요인으로 인하여 일반농가들은 쉽게 유기농법을 채택하지 못한다. 따라서 그와 같은 장애요인을 극복할 수 있는 경제적인 유인책이 없을 경우 유기-자연농업의 농가보급은 어렵다고 판단된다.

(2) 위험과 투자가 수반된 경우 영농 참여 여부 결정 모형

가. 기본가정

첫째, 농가가 유기-자연농업 기술체계를 선택하지 못하는 것은, ① 초기의 수확량감소에 따른 위험과 ② 관행농업에 비하여 다량의 퇴비비용이나 시설투자와 같은 초기의 추가 투자에 대한 부담 때문으로 가정하며, 둘째, 농가는 이와 같은 수확량 감소와 초기의 추가 투자에도 불구하고 생산된 농산물이 일반농산물에 비하여 수취가격이 높음으로써 수확량 감소분과 추가 투자분에 대한 비용을 충분히 상쇄할 수 있을 경우에는 유기-자연농업기술체계를 선택한다.

나. 이론모형

유기-자연농산물의 판매시장이 판매 완전경쟁시장 구조일 경우 유기-자연농산물의 농가

수취 가격은 식(1)과 같이 기술이 안정된 경우의 생산비용에 초기 수년간의 수량 감소분 비용과 초기 투자비용의 합으로 표시할 수 있다. 즉,

$$P_o = AC_o + \frac{E_L}{Q} + \frac{E_I}{Q} \dots\dots\dots (1)$$

- 여기서, P_o : 유기-자연농산물가격 (예, 농산물 kg당 농가 수취가격)
- AC_o : 유기-자연농업에 의하여 생산할 농산물의 장기시장 공급가격, (여기서 유기-자연농산물 생산은 장기적으로 공급비용이 일정한 산업(constant cost industry)에서 생산 공급되는 것으로 가정함.)
- E_L/Q : 초기 수년간의 수확량 감소에 따른 추가비용
- E_I/Q : 초기의 추가투자에 따른 추가비용
- E_L : 기준면적당 수확량 감소의 화폐환산금액
- E_I : 기준면적당 추가투자액
- Q : 위험과 추가투자를 고려한 경우 유기농산물 생산시 기준면적당(예, 300평) 수확량

유기-자연농산물과 동종의 일반농산물의 경우 장기적 균형 상태를 가정하면, 일반농산물의 농가수취가격은 장기 평균생산비용과 같다고 할 수 있다. 즉,

$$P_c = AC_c \dots\dots\dots (2)$$

- 여기서, P_c : 해당 일반농산물의 kg당 농가 수취가격
- AC_c : 해당 일반농산물의 kg당 장기평균비용

식 (1)에서 식(2)를 차감하면 식(3)과 같은 결과를 유도할 수 있다.

$$\Delta P = \Delta AC + \frac{E_L}{Q} + \frac{E_I}{Q} \dots\dots\dots (3)$$

단, $\Delta P = P_o - P_c$, $\Delta AC = AC_o - AC_c$

식 (3)은 <부록 1>에서 제시된 바와 같은 식 (6)~식 (18)의 전개 과정을 통하여 식 (4)와 (5)와 같이 ① 생산비 차이에 따른 가격차이 (ΔAC), ② 수확량 감소에 따른 유기-자연농산물의 이론적 보상가격(일반농산물대비 추가분)과 ③ 초기의 추가투자에 따른 이론적 보상가격으로 구분할 수 있다. 여기서, 식 (4)와 (5)는 식 (16)과 식 (18)을 식 (3)에 대입하여 구할 수 있다.

$$\Delta P = \Delta AC + \frac{p_o}{1+r-a} + \frac{c(1+r)^3r}{Q} \dots\dots\dots (4)$$

단, d : 초년도의 일반농업대비 수확량 감소비율 (예, 30% 감수)

- a : 2차년도 이후 수확량 감소비율(예, 1차년도 감소분의 80% 회복일 경우 0.2로 적용)
- r = 이자율 (예, 농가이용 자금의 금리)
- c = 기준면적당 투자액

식 (4)의 양변을 P_c 로 나누면,

$$\frac{\Delta P}{P_c} = \frac{\Delta AC}{P_c} + \left(\frac{P_o}{1+r-a} / P_c \right) - \left(\frac{c(1+r)^3}{Q} / P_c \right) \dots\dots\dots (5)$$

즉, 일반농산물 대비 유기농산물 가격인상비율(추가분)은 생산비 차이의 비율에 초기년도 수확량 감소를 고려한 비용에 초기년도 투자를 고려한 비용 상승율을 합한 것으로 표시할 수 있다.

다. 분석의 결과

<표 6>은 농가에서 유기-자연농법, 활성탄농법 그리고 오리농법을 이용하여 농산물과 축산물을 생산할 때 수확량 감소율, 단위면적당 추가투자액 그리고 생산비 증가분을 고려한 유기농산물의 이론적 보상가격을 분석한 것이다. 분석의 결과를 요약하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

<표 6> 수량감소와 초기투자를 고려한 생산참여 여부 분석결과

농법	작물 (가축)	수확량 감소율 (초년도) (d)	2차년도 감소(전년 감소대비) (a)	이자율 (r)	기준면적 추가투자액 (c)	생산비 증가분 (ΔAC)	기준면적 당 수량 ¹⁾ (Q)	이론적 보상가격 비율 (P _c 대비)				일반농산물 대비 수취 가격 비율 (B)	참 여 판 정
								생산비 증가분	초기수량 감소분	초기 투자분	계 (A)		
유기	벼(쌀)	0.32	0.5	8.0	55	45	307	11.7	6.7	1.4	19.8	51	0
	시설상추	Δ0.65	0	8.0	553	1,369	5,295	44.8	Δ11.6	1.8	35.0	141	0
	포도	0.27	0.2	8.0	181	24	1,050	2.4	6.8	1.8	11.0	187	0
	산란계	0.1	0	8.0	1,176	Δ 32	22,952개	Δ2.4	1.1	9.1	7.0	49	0
활성탄	시설오이	0.2	0	8.0	25	Δ19	553.0ox	Δ0.2	1.7	0.1	1.6	14	0
	육계	Δ0.15	0	8.0	0	Δ12	100수	Δ7.6	Δ1.1	0	Δ8.7	0	0
	양돈	Δ0.08	0	8.0	0	Δ1,292	100두	Δ10.8	Δ0.6	0	Δ11.4	10	0
	낙농	Δ0.1	0	8.0	0	Δ95	8,030kg	Δ2.7	Δ0.8	0	Δ3.5	5	0
오리	벼(쌀)	0.4	0.4	8.0	22	30	450kg	5.5	6.0	0.4	12.0	42	0

주 1) 기준 : 작물, 300평; 양돈(육성돈기준) 100두; 양계(산란, 육계); 100수; 낙농(착유우) 1두
 주 2) $\Delta AC/P_c$
 주 3) $P_o dr / 1 + r - a / P_c$
 주 4) $[c(1+r)^3 r / Q] / P_c$
 주 5) 만일 A ≤ B이면 참여 (0), A > B이면 불참 (×)
 주 6) 자연농법은 조사대상 농가의 대표성(낮은 영농경력) 때문에 분석에서 제외됨.

① 유기, 활성화탄 및 오리농법에 의하여 생산한 농산물의 농가판매가격 (일반농산물 가격대 비 단위당 추가 수취가격의 비율로 표시)은 이론적인 보상가격 수취가격보다 높기 때문에 경제성만을 고려한다면 농가에서의 수용가능성이 매우 높은 농법으로 판단된다.

② 다만 분석에 이용된 농가가 해당 농법에 대하여 기술 및 경영이 안정된 대표적인 농가임을 감안해야 할 때 일반농가에게 그대로 적용하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다. 즉, 표본농가는 해당농법에 대한 2년 이상의 경험으로 인하여 기술에 대한 숙지도가 높고, 또한 안정된 판매처를 확보하여 일반농산물과 차별화된 가격으로 직거래 판매를 하고 있기 때문에 일반농가가 해당농법을 시행할 초기에도 위와 같은 경제성을 기대하기는 어렵다. ③ 세 농법중 활성화탄과 오리농법의 경우는 유기농법에 비하여 이론적 보상가격이 높지 않음을 고려할 때 농가에서의 해당기술의 수용이 유기농법보다 용이할 것으로 사료된다. 특히 활성화탄 농법은 생산비가 일반농업보다도 낮으며, 단위 면적의 수확량도 높기 때문에 이론적 보상가격은 일반농산물 가격보다도 낮음으로써 다른 농법에 비하여 농가수용이 훨씬 빠르게 확산될 전망이다.

IV. 요약 및 결론

환경보전형 농업의 한 형태인 유기-자연농업은 근대 관행농법에 대응하는 하나의 농법으로서 유기농법, 자연농법, 활성화탄농법 및 오리농법 등이 나름대로 기술체계를 가지고 농가에 보급되고 있으나 기술체계가 안정되지 못한 상태이다. 특히 우리나라에서의 유기-자연농업은 세계적으로 공통으로 사용하는 유기, 자연농산물 생산기준과는 약간의 차이가 있기 때문에 생산기준과 품질기준의 확립이 필요하다.

유기-자연농업의 기술체계 중, 식물영양소 공급, 미생물의 이용(퇴비제조, 살균제등) 병충해 방제, 항생제 및 홀몬제의 이용, 제초 및 경영 및 판매(복합경영지향, 차별화, 직거래시도)에서 일반농업의 기술체계와 뚜렷한 차이를 보이고 있다.

유기-자연농업의 요소기술의 중요도를 보면 기반기술로서 일반적 재배기술(또는 사양기술)과 퇴비제조기술을 들 수 있으며, 핵심기술로서 미생물 및 청초액(천혜녹즙) 제조기술, 활성화탄(목초액 포함) 사용기술 등을 들 수 있다. 그리고 미래기술로서는 값싼 퇴비의 대량제조와 보급기술을 비롯하여 천적, 윤작 활용기술 등 생물학적 기술과 경제적 기술이 더욱 개발되어야 할 것이다.

기술체계의 성과를 분석해 보면 4가지 농업이 모두 종합적 성과가 매우 높은 것으로 나타나고 있다. 그러나 보다 일반화되기 위해서는 개별부분 기술에 대한 시험연구, 실증연구 그리고 기초이론규명 연구 등이 필요하다. 해당 농업에 대한 농가수용의 경제적 타당성을 고려해 보면 기술 및 경영상 완숙단계에 있는 농가를 기준으로 할 때 수용가능성은 높은 것으로 판단된다.

단지 각 기술체계는 공통된 부분과 유사한 부분을 엄밀한 시험연구를 통해서 포함하고 있

으므로 이를 종합하여 체계를 확립할 필요가 있다. 따라서, 앞으로 기술체계가 확립되기 위해서는 관련 기술의 개발과 병행하여 농가에 보급하기 위한 교육·지도사업이 필요하다.

다만 본 연구는 사례농가(전국 66농가)에 국한되었기 때문에 대표성이 낮다. 따라서 앞으로의 연구에서는 표본농가수의 확대에 의한 보다 정밀한 분석이 필요하다. 즉, 생산물에 대한 수요, 상기 농업이 수질 및 토양오염 등 환경에 미치는 영향, 그리고 기술 및 보급체계 확립방안에 대한 연구가 요구된다.

〈참 고 문 헌〉

1. 농업기술연구소, 「유기농업에 관한 연구」, 농촌진흥청, 1994.
2. 농업기술연구소, 유기농업의 현황과 발전방향에 관한 심포지움, 1994.
3. 농촌진흥청, 『가축분뇨(액비)의 사용지도 지침』, 1994.
4. 농촌진흥청, 『퇴비의 간이부숙도 판정법』, 1994.
5. 농촌진흥청, 환경보전형농업의 실천과제, 1994.
6. 서종혁 외, 「강원도지역 유기-자연농산물 개발계획」, 한국농촌경제연구원, 1991.
7. 서종혁·김종숙·전장수, 「유기농산물의 생산 및 유통실태와 장기발전방향」, 한국농촌경제연구원, 연구보고 262, 1992. 12.
8. 오세익·강창용, 「환경보전과 농업발전을 위한 기초연구」, 한국농촌경제연구원 연구보고, 1993. 12.
9. 오호성 외, 「농업과 환경」, 농민신문사, 1993. 12.
10. 임윤철·배종태, 「산업기술 수요과약을 위한 기술예측 및 기술평가 방법론 연구」, 한국과학기술연구원, 1992.
11. 정진영, 「무농약농은 불가능한가?」, 한국농축수산유통연구원, 1988.
12. 조한규, 「土着微生物を活かす」, 農文協, 1994.
13. 한국유기농업연구회, 「유기농업백과」, 1992.
14. 한국토양비료학회, 「환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지움」, 1993. 10.
15. 保田茂, 「日本の有機農業」, ダイヤモンド社, 1986.
16. 農文協, 民間農法シリーズ, 1993.
17. 飯沼二郎, 「日本農業技術論」, 農學原論研究叢書 第4號, 1971.
18. 福土正博 외, 「ヨーロッパの有機農業」, 家の光協會, 1992.
19. 農法研究會 編, 「農法展開の論理」, 御茶の水書房,
20. 加用信文, 日本農法の性格, 「日本農業發達史」 제9권, 農業發達史調査會 編, 中央公論社, 1956.
21. Catherine de Silguy, 「西歐諸國の有機農業」, (岡田明輝, 前川哲 譯), 農産漁村文化協會, 1994.
22. Robert C. Oelhaf, Organic Agriculture, Allanheld, Osmun & CO., 1978.