

친환경 지역농업의 자원순환시스템 개발방향

-충남 아산시 생산자연협회 및 푸른들 영농조합법인의 사례를 중심으로-

윤종열*·김 호**

I. 서 론

최근 친환경농업에 대한 사회적 관심이 증가하고 있다. 친환경농업은 농업 생태계와 환경을 보전하고, 유기물의 토양환원을 통해서 지력을 유지하기 때문에 장기적으로 농업생산력을 유지할 수 있다. 뿐만 아니라 농산물 시장 개방에 대한 우리나라 농산물의 품질경쟁력을 제고시킬 수 있는 하나의 생산방식이다. 따라서 친환경농업은 환경보전과 식품안전성에 대한 소비자의 관심증대, 정부의 친환경농업육성 정책 추진 등으로 인해 지속적으로 확대되고 있다.

그런데 우리나라의 친환경농업은 주로 개별농가 또는 마을단위의 생산자 조직을 통해서 이루어지고 있기 때문에 생산, 유통, 소비 및 기술적인 측면에서 많은 문제점을 가지고 있다. 예컨대, 생산측면에서는 친환경농업생산 기술 및 자재의 미비로 인해 과다한 노동력이 요구되고, 초기단계에 생산량이 감소되고 있다. 또한 노임과 퇴비비용 등 높은 생산비용으로 수익성이 떨어지고 있다. 유통측면에서는 안정된 판로부족, 수급조절의 곤란, 품질보증 및 가격결정 문제, 수송비 과다의 문제점이 있다.

특히 Codex 유기농산물 국제기준에 의해 2005년부터는 공장형 축산분뇨에 대한 사용을 제한하고 있다. 그래서 우리나라 축산업의 여건상 이 기준을 충족시키는 것이 문제가 될 전망이다. 따라서 이 연구에서는 이러한 문제점의 해결과 친환경 유기농업의 중장기적인 발전방향으로서, 지역단위 친환경 유기농업의 자원순환시스템에 대해 고찰하기로 한다. 즉 기존의 마을단위가 아닌 시·군 단위 지역을 범위로 하여, 지역의 틀에서 “공동적·협동적 결합”을

* 단국대 대학원 석사과정

** 단국대 교수

통한 친환경 유기농업의 추진사례를 살펴보고자 한다. 또한 사례지역의 친환경 지역농업의 자원순환시스템을 제시하고자 한다.

II. 친환경 지역농업 유기순환체계의 이론적 배경

1. 물질순환의 원리

생태계¹⁾란 어떤 지역의 생물 공동체와 이것을 유지하고 있는 무기적 환경이 종합된 물질계 또는 기능계라고 한다. 생태계 중에서 생물체는 기능적으로 생산자(녹비식물), 소비자(동물), 분해자(세균 또는 미생물)로 구분한다. 그리고 생물공동체와 무기적 환경 사이에는 물질순환과 에너지순환이 이루어지고 있는 것이다. 자연생태계의 물질순환은 생산자·소비자의 배출물이나 유체가 분해자에 의해 분해 되어 환경으로 돌아오게 되는데, 이러한 물질은 무기화→유기화→무기화로 변화되면서 생태계 내를 순환한다. 따라서 자연생태계는 이러한 순환을 통해 시간적·공간적 범위에서 양분의 투입과 유출이 균형을 이루면서 정상상태가 유지된다(김창길, 2003, p5).

<표 1> 농업생태계와 자연생태계의 차이점

특 성	농업생태계	자연생태계
순생산성	높다	중간
영양사슬	단순	복잡
종의 다양성	낮다	높다
유전적 다양성	낮다	높다
물질순환	개방계	폐쇄계
안정성	낮다	높다
엔트로피	높다	낮다
인간에 의한 통제	필요	불필요

주 : 개방계는 외계와의 사이에서 에너지 또는 물질을 교환하는 계를 의미함.

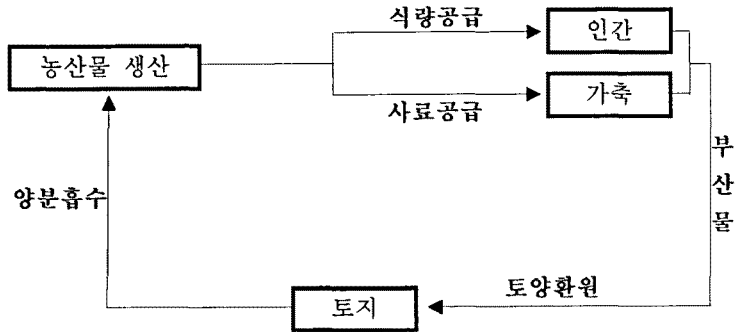
1) 생태계란 영국의 A.G.텐슬리에 의하여 1935년 제창된 용어로, 그 개념은 자연의 있는 그대로의 상태를 인식하기 위해서는 이것들 상호간에 관계를 지닌 생물과 무기적 환경을 하나로 통합해야 한다는 것이다.

한편, 농업생태계는 생산자인 식물이 태양에너지에 의해 만들어진 탄수화물과 뿌리로부터 흡수한 물과 무기염류를 이용하여 유기물인 식물체를 만들어 내고 이를 인간의 식량 혹은 동물의 먹이로 섭취(조익환, 2003, p93)된다. 또한 동·식물에 의해 발생된 부산물은 토양에 환원되고, 그 부산물은 토양 내에 있는 분해자인 미생물에 의해 분해 되어 다시 식물에게 흡수되는 순환체계를 가진다.

<표 1>은 농업생태계와 자연생태계의 차이점을 나타낸 것이다. 농업생태계는 자연생태계와는 달리 인간의 물리적인 힘이 요구되고, 순 생산성 및 엔트로피 수준도 높다. 요컨대, 농업생산은 기본적으로 식량생산을 목표로 하기 때문에 농업생태계의 내부 자원 이외에 외부 자원이 투입된다. 따라서 농업생산에 투입된 자원 중 생산에 기여하지 않는 자원이나 에너지는 농업계 밖으로 유출되어 농업생태계의 엔트로피 수준을 증가시키는 것이다. 또한 농업생태계는 자연생태계에 비해 순환되는 영양물질의 양이 많고, 물질 순환 속도도 매우 빠르게 진행되는 특징이 있다. 그러므로 농업생태계의 물질순환 원리는 작물 생산에 투입되는 양분이용 수준과 작물의 양분 요구 수준 등의 투입-산출 구조의 이해가 필요하다.

그리고 <그림 1>은 농업생태계의 물질순환 원리를 크게 농산물의 생산부문과 소비부문, 중간 매개체인 토지로 구분하고, 각각의 부문에서 작용되는 기본적인 기능을 단순화시켜 도식한 것이다. 이러한 농업생태계의 물질순환은 농업환경을 구성하는 여러 가지 농업자원(토지, 물, 대기, 미생물, 태양에너지 등)을 포함한다. 따라서 농업생산 활동은 농업생태계의 물질순환을 적절히 활용하여 인간이 필요로 하는 식량을 안정되고 지속적으로 생산하기 위한 기본적인 영양연쇄를 만들어 가는 과정(조익환, 앞의 글)이라고 설명할 수 있다. 그리하여 이러한 농업생산 활동은 토양 미생물과 작물 및 가축, 인간 사이에 존재하는 생태계의 물질순환체계의 균형을 유지(김 호, 1993, p21)할 수 있는 생산방식이 존중되어야 한다. 이러한 점을 미루어 볼 때, 물질순환의 원리=유기순환의 원리라는 등식이 성립되는 바, 친환경농업은 지역단위에서 유기경종과 유기축산에서 생기는 유기물의 균형이 완결될 수 있는 방법이 모색되어야 한다.

<그림 1> 농업생태계의 물질순환 기본원리



2. 물질균형과 양분균형

앞에서 살펴본 바와 같이, 친환경 유기순환 체계의 핵심은 유기경종과 유기축산을 연계한 유축복합화 체계를 구축하는 것이다. 이러한 경우 경종부문과 축산부문에서 생기는 부산물 간의 물질균형 수준을 설정하는 것이 중요한 과제가 된다. 따라서 여기에서는 친환경 유기순환 분석을 위한 관련지표와 물질균형 및 양분균형을 달성하기 위한 유기순환 분석 방법에 대해서 살펴보고자 한다.

가. 친환경 유기순환 분석을 위한 지표체계

친환경 유기순환 체계는 단지 유기경종과 유기축산의 범위에 국한되는 것이 아니라 지역 내 농업환경에 영향을 미치는 다양한 요소들과 긴밀한 연관성을 가지고 있다. 따라서 친환경 유기순환의 체계는 지역 내 친환경농업 여건에 대한 전체적인 특성과 유기순환 체계와 관련된 요소들이 파악될 수 있는 지표가 포함되어야 할 것이다. 이러한 경우, 지표체계는 친환경농업의 내·외적 환경 부문으로써 자연 지리적 측면, 경제·사회적 측면과 친환경 유기순환 체계로써 경종농업 측면, 축산업 측면으로 구분하고, 각 부문별 관련 지표들을 살펴보는 것이 필요하다.

<표 2> 지역 내 친환경농업 여건을 파악하기 위한 지표체계

부 문		관련 지표
친환경농업의 내·외적 환경	자연·지리적 측면	• 기온, 강수량·농업지대 특성·토양 여건 등
	경제·사회적 측면	• 지역의 인구밀도·관련기관과의 협력수준·산업 구조·유통시설 등
친환경 유기순환 체계	경종농업 측면	• 작물별 재배면적, 품목, 생산량·사료 수급량 • 친환경농업 실천농가 수·친환경농업 기술교육 및 지원 상황 등
	축산업 측면	• 축산분뇨 자원화 시설보유 및 공동이용 현황·축종별 사육 두수 및 분뇨처리 실태

<표 2>는 지역 내 친환경농업 여건을 파악하기 위한 지표체계를 나타내는데 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

친환경농업 내·외적 부분의 경우 첫째, 자연·지리적 측면은 기후, 강수량, 토지 여건 등과 같은 지표를 포함하는데 이러한 지표는 지역 내 친환경농업 환경에 가장 많은 영향을 미치는 요인이라고 할 수 있다. 둘째, 경제·사회적 측면은 농업관련기관의 협력수준, 유통시설 등과 같은 친환경농업의 외부적 환경을 나타내는 지표가 포함된다.

그리고 친환경 유기순환 체계는 경종농업 측면과 축산업 측면으로 구분할 수 있다. 첫째, 친환경농업 측면의 경우 작물별 재배면적, 품목, 생산량, 사료 수급량 등과 같은 지표가 포함되는데 이러한 지표는 축산부문에 투입될 부산물의 적정 산출수준 뿐만 아니라 친환경농업의 경영계획 수립을 위한 자료를 제공해 준다. 둘째, 축산부문의 경우, 축산분뇨 자원화 시설 보유 및 공동 이용 현황, 축종별 사육 두수 및 분뇨처리 실태 등과 관련된 지표가 포함된다. 이러한 지표를 분석함으로써 양분요구량에 대한 축산분뇨 자원화 방법, 가축의 적정 사육두수 등을 설정할 수 있다.

지금까지 살펴본 바처럼, 각 지표²⁾의 분석은 지역 내 친환경농업 여건에

2) 허 장(2000, p19)은 지표체계의 구성에 있어서 각 지표는 고유의 스케일을 가지도록 구성하며, 지표의 종합화를 통해 요인별 진단·분석을 수행하고, 이를 다시 부문별로 종합화하는 상향적 방법이 바람직하다. 지표나 요인들의 종합화하는 지역의 특성, 시기 등 시간과 공간적 여건을

대한 전체적인 상황과 지역의 농업환경에 미치는 긍정적, 부정적인 영향을 일반적으로 예측(허장, 2000, p19)하는데 도움을 준다. 그리고 이를 통해서 친환경 지역농업의 발전을 위한 계획 및 전략을 수립하기 위한 기초 자료가 제공될 수 있다.

나. 친환경 유기순환 분석의 범위

친환경농업에서는 작물에 필요한 양분으로서 주로 퇴비, 가축분뇨, 액상분뇨와 같은 유기질 비료가 사용된다. 이러한 유기질 비료는 적정 수준으로 투입될 경우 작물생산에 유의한 작용을 하지만, 과다 투입될 경우 작물생산에 필요한 양분요구량을 초과해서 농업생태계의 환경부하를 야기시킨다. 한편, 경종 부문과 축산 부문에 투입되는 물질의 종류와 양은 작물의 종류, 영농의 방법, 투입재의 종류, 시기, 지역에 따라 크게 다르다(허장, 앞의 글). 또한 시비량을 결정하는데 고려할 사항은 토양의 비옥도, 관개수 종류(천연공급량에 영향), 기상환경(비료 흡수량에 영향), 재배양식(건답직파, 답수직파), 품종의 조만성과 내비성 등을 고려하여야 하며 비료의 종류에 따라 흡수 이용률이 달라진다(윤성이, 2003, p13). 이러한 점을 고려해 볼 때, 친환경 유기순환 분석 범위는 필요한 요소에 초점을 맞출 필요가 있다.

<표 3> 유기경종 사료 조달^{주1)} 및 축산분뇨 자원화 방법^{주2)}

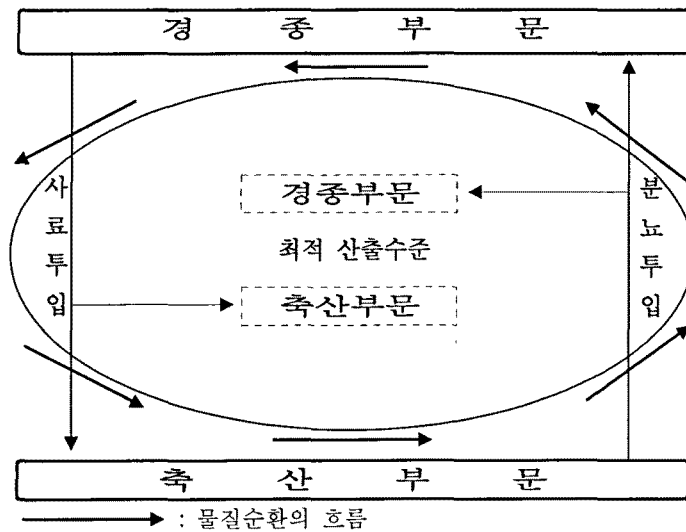
고려하여 계획가의 판단에 따라 적절한 가중치를 부여하는 방식으로 하는 것이 좋다고 한다.

	조달 유형	사료자원
유기경종	유기 벼 재배	벼짚, 쌀겨, 싸레기
	유기 콩 재배	콩짚, 콩가공 부산물(비지 등)
	유기 옥수수	사료용 옥수수, 옥수수 싸일레지
	유기 맥류	총채 담근먹이
	유기 유채	유채박, 청예유채
	기타사료작물	청예 조사료, 건조 등
유기축산	축산분뇨 자원화 방법	이 점
	액비화 처리	취급의 용이성, 발효시간 단축, 비용절감
	바이오가스 생산 유기질 비료화	에너지 및 자원 절약, 환경보전 부피를 15~20%절감, 타 농가에게 판매

주 1) 서종혁(2002), p54.

2) 윤성이(2003), p12.

< 2> 친환경 유기순환의 최적산출 개념도



친환경 유기순환 체계에서 유기물 조달 방식은 일반적으로 <표 3>에 나타난 바와 같다. 친환경 유기순환 체계는 기본적으로 경종부문에서 생기는 벼

짚, 쌀겨, 싸레기, 콩짚, 콩가공 부산물 등과 같은 유기사료와 축산부문에서 생기는 부산물의 순환을 통해서 이루어진다. 따라서 친환경 유기순환 분석은 경종부문과 축산부문에서 발생하는 유기물의 최적산출 수준을 어떻게 결정해야 하는지에 초점을 맞춰야 한다.

그리고 <그림 2>는 친환경 유기순환의 최적산출 개념도를 나타낸 것이다. 이와 같은 개념도는 경종부문과 축산부문에서 발생된 유기물질이 최적수준을 유지하면서 순환해야 하는 것을 의미한다. 따라서 친환경 유기순환 분석의 범위는 다음과 같이 설정할 수 있다. 첫째, 유기물질의 투입은 유기사료와 축산분뇨의 순환으로 한정한다. 둘째, 유기물질에 함유된 비료성분에 대한 분석은 3대 필수원소인 N, P₂O₅, K₂O만을 포함한다. 셋째, 적정시비량 계산에 필요한 자연조건은 토양에 한정한다.

다. 친환경 유기순환의 물질균형과 양분균형

앞의 <그림 2>에서 제시된 친환경 유기순환 분석의 최적산출 개념도에 의하면, 경종부문에서 발생하는 유기사료는 축산부문으로 투입되어 가축생산에 이용된다. 그리고 축산부문에서 발생하는 축산분뇨는 유기질 비료로 자원화되어 경종부문에 투입된다. 이러한 경우 경종부문에서 발생하는 유기사료의 총량은 적정가축사육 두수를 결정하는데 중요한 변수로 작용할 것이다.

유기사료의 원료는 벗짚, 쌀겨, 콩짚, 콩비지, 총체 담근먹이 등이 사용되고, 그 중 벗짚, 쌀겨 등이 가장 많은 비중을 차지한다. 예를 들면, 10a의 농지에서 나오는 쌀 생산량은 516kg³⁾이고, 벗짚의 양은 약 600kg⁴⁾이 나온다(1ha로 전환 시 쌀은 약 5,100kg, 벗짚은 약 6,000kg임). 그리고 한우(400kg)한 마리가 섭취 가능한 하루 벗짚의 양은 4~6kg/일이다(축산기술연구소, 2002). 이러한 자료를 근거로 하여, 지역에서 재배하고 있는 쌀, 밀, 콩 등의 부산물로 만들 수 있는 사료의 총량과 축종별 연간 사료 섭취량을 고려하면 가축의 적정사육두수를 산출할 수 있을 것이다.

3) 농림부, 「농림업주요통계」, 2002.

4) 축산기술연구소, “벗짚의 사료가치 제고 기술”, 2002.

<표 4> 양분요구량 및 비료의 천연공급량과 흡수율

단위 : kg, %

구 분	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
양분요구량 ¹⁾	2.5	1.0	2.3
천연공급량 ²⁾	4.5(4.2~7.0)	3.7(1.1~4.9)	4.8(3.4~6.0)
비료흡수율	40~65	20	50

주 1) 현미 100kg 생산을 목표로 할 때의 수치임.

2) 10a당 천연공급량을 의미함.

자료 : 윤성이(2003)를 참조.

<표 4>는 현미 100kg을 생산하는데 필요한 양분요구량 및 비료의 천연공급량과 흡수율을 나타낸 것이다. 여기서 양분요구량은 현미 100kg 생산에 필요한 N, P₂O₅, K₂O 양을 의미하고, 비료의 천연공급량은 토양자체가 지니고 있는 양과 빗물, 관개수 등에 의하여 공급되는 양을 의미한다. 1ha의 농지에서 나오는 평균 쌀(현미) 생산량은 5,330kg(10a당 533kg)이다. 이것을 기준으로 1ha에서 쌀을 생산하는데 필요한 양분요구량을 성분별로 계산하면 질소는 133.25kg, 인산은 53.3kg, 칼륨은 122.59kg이 필요하게 된다(10a로 환산하면 질소 13.325kg, 인산 5.33kg, 칼륨 12.259kg). 이 성분별 시비량을 다시 천연공급량과 비료흡수율에 적용하면 질소는 176.5kg, 인산은 81.5kg, 칼륨은 149.18kg을 필요로 하게 된다(10a로 환산하면 질소 17.65kg, 인산 8.15kg, 칼륨 14.918kg). 따라서 비료의 이론적 시비량⁵⁾은 다음과 같다.

$$\text{이론적 시비량} = \frac{\text{작물 생산을 위한 비료 성분량} - \text{비료 천연 공급량}}{\text{비료흡수율}} \cdot \cdot \cdot \text{식1}$$

<표 5> 가축분뇨 발생량 및 비료성분 산정기준⁶⁾

단위 : kg/두/일, %

5) 윤성이, 앞의 글, 2003, p17 참고.

6) 김재환 외 3명, 「가축분뇨 비료성분 부하수준을 고려한 지역별 적정사육두수 설정」, 농업경영·정책연구 제 28권 제2호, 한국농업경제학회, 2001. 6.

축 종	분뇨배출량			비료성분율		
	분	뇨	계	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
한 우	11.4	3.9	15.3	0.8	0.3	0.6
젖 소	24.3	10.2	34.5	0.6	0.1	0.5
돼 지	1.8	2.9	4.7	1.9	0.4	0.5
닭	0.11	-	0.11	0.9	0.4	0.5

주 : 가축분뇨의 비료 성분함유율은 소수점 둘째 자리에서 반올림한 수치임.

자료 : 김재환 외(2001)

<표 6> 가축분뇨 처리물의 비료성분율

단위 : %

축 종	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	퇴비	액비	퇴비	액비	퇴비	액비
한 우	0.48	0.24	0.39	0.21	0.43	0.21
젖 소	0.29	0.14	0.15	0.06	0.33	0.16
돼 지	0.53	0.30	0.20	0.10	0.30	0.14
닭	1.17	-	0.79	-	1.01	-

자료 : 김재환 외, 앞의 글.

<표 5>는 축종별 가축분뇨의 배출원 단위 및 비료 성분함량을 나타내고 있다. 한우의 경우, 분뇨 발생량은 14.6kg/두/일이고, 그것에 함유된 질소, 인산, 칼륨의 양은 각각 0.8%, 0.3%, 0.6%이다. 돼지의 경우, 분뇨 발생량은 4.7kg/두/일 이고, 비료 성분함유율은 질소 1.9%, 인산 0.4%, 칼륨 0.5%가 된다. 그리고 <표 6>에 의하면 이러한 가축분뇨를 퇴비화, 액비화 시켰을 때, 축종별 분뇨에 함유된 질소, 인산, 칼륨의 함유율을 알 수 있다. 따라서 <표 4>에서 제시된 자료를 활용하여 적정시비량과 가축분뇨의 비료 성분함유량 간의 비율을 산정한다면 작물의 양분요구 수준을 초과하지 않은 가축분뇨의 적정투입 수준을 결정할 수 있다. 즉, 가축분뇨의 적정투입 수준에 적합한 가축사육두수를 추정할 수 있는 것이다.

이상에서 살펴본 바, 친환경 유기순환의 물질균형과 양분균형에 대한 이론적 분석은 경종부문에서 발생하는 사료의 총량에 대한 가축의 적정 사육두수를 결정하고, 경종부문에서 요구되는 작물의 양분요구량⁷⁾에 대한 가축분뇨

7) 유기경종농가가 외부로부터 유기축분을 이용해 만든 퇴비를 사용하려고 한다면 그 최적 사용

노의 적정 투입수준을 도출하는 것이다. 따라서 위에서 제시된 자료에 근거하여 물질균형과 양분균형에 대한 관계식을 일반화하면 <식 2> 및 <식 3>과 같다.

$$\text{적정 사육두수} = \frac{\text{ha당 조사료 생산량}}{\text{두당 연간 조사료 섭취량}} \times \text{재배면적} \quad \dots \text{식 2}$$

$$\text{적정 사육두수} = \frac{\text{총 양분요구량}}{\text{두당 연간 분뇨발생량} \times \text{비료성분함유율}} \quad \dots \text{식 3}$$

III. 사례지역 친환경 지역농업의 실태 분석

1. 사례지역 및 생산자조직의 현황

사례지역인 충청남도 아산시의 총 면적은 약 54,226ha인데, 그 중 임야가 차지하는 면적이 약 22,303ha(41.1%)로 가장 많고, 논이 약 14,034ha(26.0%), 밭이 약 6,181ha(11.4%)이다. 인구는 충청남도 전체인구 대비 약 10%인 191,123명이고, 그 중 농업에 종사하는 인구는 36,291명으로 약 18.9%를 차지한다. 친환경 유기농업 생산자조직은 “한살림 아산시 생산자연합회”이며 이 연합회가 공동 출자하여 푸른들 영농조합 법인(이하□□연합회 및 푸른들 영농조합□□으로 줄임)을 설립하였다.

가. 생산자조직 설립 과정

한살림 생산자연합회는의 설립 및 변천과정을 살펴보면 다음과 같다.

량은 토양진단 결과 나타난 무기태질소 함량을 근거로 포장의 토양 비옥도와 재배 희망 작목의 흡비량을 고려하여 유기질비료 시용량을 최종 결정하는 것이 타당할 것이다(윤성이, 앞의 글).

1979년 충남 아산시 음봉면 산정리에 소재한 음봉감리교회에서 Y.M.C.A의 지원을 받아 양곡 조합운동을 시작했다. 이 운동은 산정리 주민들의 소득 향상과 농가부채 해소를 목적으로 시작되었는데, 점차 농산물의 직거래를 통해서 농가소득을 올리려는 사업으로 확대되어 갔다. 1980년에는 산정리 지역의 무농약 쌀을 서울 및 수도권 지역으로 공급하는 직거래 사업이 시작되었고, 1983년 이 직거래 사업이 산정리 마을 사업으로 이관되면서 유기농업의 확산과 농산물 직거래에 더욱 총력을 기울이게 되었다. 그러나 1984년 소 파동으로 인한 청년층의 이농으로 조직이 와해되기 시작했고, 생산자의 고령화, 낮은 소득, 부채의 증가 등으로 인해서 결국 직거래 사업을 포기하게 되었다.

이후 1987년에 기존의 영농회 조직을 해체하여 산정리 한마음공동체로 명칭을 바꾸고, 10여농가가 참여하여 한살림과 도농 직거래 운동을 시작했다. 그런데 직거래 사업의 규모가 매우 영세했고, 높은 유통비용으로 인해서 운송적자가 매우 심각했다. 더욱이 한 회원의 신뢰성 상실 문제로 인해 마을 전체가 쌀 출하를 포기하는 사건이 발생하면서 조직이 와해되기 시작했다.

1996년 6월 음봉면 산정리의 한마음 공동체, 영인면 신봉리의 가람공동체, 3개면에 산재해 있는 무농약쌀 작목반, 한살림 후원회의 4단체가 연합하여 한살림 아산시 생산자연합회가 설립되면서 직거래 사업의 새로운 전환기를 맞이하게 되었다. 그리고 1998년에는 5개면에 정회원 17농가, 준회원 5농가 등 총 22농가를 단일조직으로 재구성했고, 지속적인 발전을 거듭하여 현재에 이르게 되었다.

2000년 1월 21일에는 아산시 친환경 지역농업을 선포하면서 유기질비료 생산시설, BMW 생산시설, 친환경 농산물 집하 및 저장시설, 냉장시설, 벼 건조시설 등 유기농산물의 생산, 유통, 소비에 있어서 지역 내에 안정적인 기반을 갖추게 되었다. 또한 천안, 아산 및 인근 도시 지역에 거주하는 한살림 소비자들을 대상으로 하여 천안·아산 지역 한살림생협을 설립 운영하고 있다. 푸른들 영농조합법인은 생산자연합회와 연계해서 콩나물 및 두부 생산, 유기농산물의 저장, 소분, 유통 사업을 운영하고 있다.

나. 생산자조직의 운영 현황

한살림 아산시 생산자연합회의 설립 목적은 유기농산물을 생산하고 도시와 농촌간의 직거래운동을 전개하여 농업과 자연생태계를 살리고 더불어 사는 생명살림 운동을 확산시키는 데에 있다. 즉 공존공생의 원리에 입각한 유기농업의 철학을 통해 조직 구성원들이 서로 협동·단결하며 강한 결속력을 나타내고 있다. 회원자격은 우선 연합회의 직거래 운동 취지에 동의하는 생산자이어야 한다. 가입절차는 각 지회장이 추천하여 회장의 승인을 얻어야 되고, 가입이 승인된 생산자는 연합회가 정하는 소정의 가입신청서를 제출하고, 회비를 납부해야 한다. 이렇게 가입된 회원은 선거권, 피선거권, 의결권을 가지며, 연합회의 업무수행에 관한 여러 가지 혜택을 받을 권리를 가진다.

생산자연합회의 지회별 회원현황은 <표 7>에서 나타난 바와 같이 된다. 지회는 대체로 면단위로 구성되어 있는데 음봉, 송악, 영인, 염치 등 총 9개이고, 총 회원수는 2003년말 현재 301명이다. 지역별 회원 분포를 살펴보면, 송악이 71명(23.6%)으로 가장 많고, 그 다음으로 음봉 67명(22.3%), 영인 29명(9.6%), 염치 15명(5%) 등의 순이다.

생산자연합회는 이러한 목적을 달성하기 위해서 다양한 사업을 추진하고 있다. 예컨대, 한살림 운동의 확산을 위한 회원확보와 교육사업, 유기농산물 생산 및 안전한 농축산물의 유통촉진 사업, 안전한 농축산물의 가공 촉진사업, 생태계 보전 및 자원재활용 사업, 지회 사업 및 활동에 대한 지도협력, 유기농산물 생산 출하 안정기금 조성 및 운영, 조직 교육, 홍보, 조사연구 및 정보교류 활동을 전개하고 있다.

<표 7> 한살림 아산시 생산자연합회 지회별 회원현황(2003년 12월말 현재)

단위 : 명, (%)

구 분	음봉	송악	영인	염치	둔포	인주	배방	도고	천안	기타	합계
회원수	67	71	29	15	13	16	11	13	12	54	301
(비율)	(22.3)	(23.6)	(9.6)	(5)	(4.3)	(5.3)	(3.7)	(4.3)	(4)	(17.9)	(100.0)

자료 : 현지조사.

2. 친환경농업의 실태 분석

가. 친환경농산물의 종류 및 특징

사례지역의 친환경농산물 재배 품목에 대해 살펴보면 <표 8>과 같다. 곡물류 5개, 채소류 29개, 과실류 2개, 축산물 1개, 기타 품목 6개 등 총 44개 품목이다. 또한 가공식품은 두부, 콩나물, 통밀가루가 자체 가공 시설에서 생산되고 있다.

사례지역의 친환경 농산물은 과실류의 배를 제외하면 대부분의 농산물이 무농약 및 유기농법으로 재배되고 있다. 곡물류의 쌀과 밀은 사례지역에서 생산되고 있는 대표적인 품목인데, 그 중 쌀은 대부분 유기농법으로 재배되고 있고, 일부 무농약 및 전환기유기 재배품목은 점차 유기재배로 전환되고 있다. 밀은 지역 내 약 10여 농가에 의해서 무농약 및 일반농법으로 재배되고 있다. 여기서 무농약 재배가 차지하는 비중은 98%이고, 나머지 2%는 일반농법으로 재배되고 있다. 밀의 경우 예외적으로 일반농법으로 재배된 품목도 출하되고 있는데, 이것은 일부 소규모 농가에서 우리밀살리기운동의 일환으로 재배되는 경우에 해당된다. 그리고 이 농가들 중에는 사실상 무농약 재배를 하고 있으나 아직 친환경농산물 품질인증을 받지 못한 농가들도 있다. 따라서 밀은 수매 및 소분시 품질 인증 구분을 철저히 실시하고 있고, 무농약 재배 밀은 ‘품질 차별성’이라는 이점을 가지기 때문에 일반재배 밀에 비해 농가수취가격이 높다.

다음으로 축산물은 유정란 만이 생산되고 있다. 양계장은 음봉 지회에 위치하고 있고, 규모는 2개 농가에서 산란계 약 8천수를 사육하고 있다. 이와 관련하여 생산자 연합회에 소속된 소, 돼지 사육농가는 없는 것으로 조사되었다.

채소류의 경우, 29개 품목이 무농약 농산물에서 유기농산물에 이르기까지 다양하게 재배되고 있다. 품목은 대부분 일반시장에서도 쉽게 구매할 수 있는 가지, 감자, 양파, 오이, 배추, 무, 깻잎, 피망, 호박, 고추, 대파 등이 재배되고 있다. 이러한 채소류(과채류, 근채 및 서류, 양념류)의 재배기준은 품목별 다소 차이가 있지만 무농약 재배 이상을 공통 기준으로 하고 있고, 사실상 출하되고 있는 대부분의 품목은 유기농법으로 재배되고 있다. 물론 품질인증 여부에 따라 농가수취가격은 약 10~15% 정도 차이를 두고 있다. 채소류에 있어서 특징적인 것은 다른 품목에 비해 종류는 많지만 재배면적(49.8ha로 전체 대비 8.7%)과 생산농가 수(55개 농가로 전체 대비 18.2%)가 적다는 것이다. 그밖에 가공식품은 두부, 콩나물, 통밀가루와 같은 일상적인

소비식품이 생산되고 있고, 전술한 바처럼, 유기재배가 비교적 어려운 과실류는 현재 재배면적과 재배농가가 극히 적다. 품목은 배, 복숭아 2종류이고, 배의 경우 저농약과 무농약으로 재배되고 있고, 복숭아는 무농약으로 재배되고 있다.

<표 8> 사례지역의 친환경 농산물의 종류

구분	인증 구분	품목	품목수
곡물류	유기	멥쌀, 찰쌀, 흑미, 콩	5
	전환기 유기 무농약	멥쌀, 찰쌀, 흑미 멥쌀, 찰쌀, 흑미, 밀, 콩	
채소류	유기	완숙토마토, 부추, 완두콩, 강남콩, 대파, 달래, 애호박, 쪽파, 고구마순, 콩, 오이, 가지, 감자, 호박, 배추, 생강, 대파, 생강	29
	전환기 유기	가지, 부추, 완두콩, 생강, 참외, 풋고추, 중파, 대파, 깻잎, 양파, 피망, 파리고추, 오이, 호박	
	무농약	가지, 감자, 강남콩, 고구마, 깻잎, 파리고추, 대파, (밤)호박, 배추, 생강, 양파, 오이, 완두콩, 참외, 토마토, 콩, 무, 피망, 두류	
과실류	무농약	배, 복숭아	2
	저농약	배	
축산물	-	유정란	1
가공식품	유기	두부, 콩나물	3
	무농약	두부, 콩나물, 통밀가루	
기타	무농약	새송이버섯, 생표고버섯, 썰은 건 표고버섯, 느타리버섯, 팽이버섯, 땅콩	6

자료 : 현지조사(2003. 12)

나. 친환경농업 실시면적

사례지역의 친환경 농산물 총 경지면적은 약 575ha로 우리나라 친환경 농산물의 경지면적(단, 저농약 농산물 경지면적은 제외)⁸⁾에 약 10.8%를 차지하고 있다. 지회별 친환경 농산물 경지면적은 <표 9>에 나타난 바와 같다. 즉 음봉이 전체 재배면적의 234.3ha(40.8%)로 가장 큰 부분을 차지하고 있고, 그 다음으로 송악 135.5ha(23.6%), 염치 56.2ha(9.8%), 영인 38.1ha(6.6%), 둔

8) 우리나라 친환경 농산물의 총 경지면적은 11,240ha이고, 이중 유기농산물 경지면적은 1,602ha, 무농약 농산물 경지면적은 3,727ha, 저농약 농산물 경지면적은 5,911임(국립농산물품질관리원, 2003).

포 30.7ha(5.3%), 인주 28.1ha(4.9%) 순으로 나타나고 있다. 또한 도고 20.9ha(3.6%), 배방 13.6ha(2.4%), 천안 12ha(2.1%), 선장 5.5ha(0.9%)를 차지하고 있다.

<표 9> 지회별 친환경농업 실시면적(2003년 12월말 현재)

단위 : ha, (%)

구 분	음봉	영인	염치	송악	둔포	인주	배방	천안	도고	선장	계
벼	58.3 (24.2)	36.7 (15.2)	34.3 (14.2)	34 (14.1)	14.3 (5.9)	28.1 (11.7)	7.1 (2.9)	11.7 (4.8)	14.8 (6.2)	2 (0.8)	241.3 (100.0)
밀	95.9 (79.2)	- (-)	18.2 (15.0)	0.5 (0.4)	- (-)	- (-)	6.5 (5.4)	- (-)	- (-)	- (-)	121.1 (100.0)
콩	69.6 (49.1)	- (-)	1.7 (1.2)	69.8 (49.3)	- (-)	- (-)	- (-)	0.3 (0.2)	0.3 (0.2)	- (-)	141.7 (100.0)
채소류	5.9 (11.4)	1.4 (2.7)	2 (3.9)	31.2 (60.2)	- (-)	- (-)	2 (3.9)	- (-)	5.8 (11.2)	3.5 (6.8)	51.8 (100.0)
과실류	4.6 (21.9)	- (-)	- (-)	- (-)	16.4 (78.1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	21 (100.0)
계	234.3 (40.8)	38.1 (6.6)	56.2 (9.8)	135.5 (23.6)	30.7 (5.3)	28.1 (4.9)	13.6 (2.4)	12 (2.1)	20.9 (3.6)	5.5 (0.9)	574.9 (100.0)

주 : 재배면적은 소수점 둘째 자리에서 반올림한 수치임.

자료 : 현지조사.

음봉에서 재배되고 있는 주요 품목은 밀, 쌀, 콩이 대부분을 차지하고 있고, 반면에 채소류와 과실류는 상대적으로 경지면적이 적은 편이다. 송악은 자연경관이 우수하고, 보물, 민속자료, 도지정문화재, 전통사찰 등과 같은 문화유산이 많이 있다. 또한 주변 자연환경이 잘 보전되어 있는 청정지역으로서 현재 송악면 전체의 친환경농업 지구사업이 추진되고 있다. 품목별 경지면적은 콩이 약 51.5%로 절반 이상을 차지하고 있고, 그 다음으로는 벼와 채소류 순으로 나타나고 있다. 그리고 염치는 곡교천 주변에 평야지대가 잘 형성되어 있는 수도작 중심의 농업지역이다. 지회 내 품목별 경지면적은 벼가 34.3ha(61%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 그밖에 콩, 밀, 채소류는 그 규모가 매우 적다.

전체적으로 보면, 벼가 241.3ha(42.0%)로 가장 많은 비중을 차지하고 있고,

그 다음으로 콩 141.7ha(24.6%), 밀 121.1ha(21.1%) 순으로 나타나고 있다. 그밖에 채소류는 51.8ha(9.0%), 과실류는 21ha(3.6%)를 차지하고 있다. 이처럼 벼, 밀, 콩 등의 재배면적이 전체 재배면적 대비 504.1ha(87.7%)로 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 이를 지역 내 유기순환체계의 구축과 관련해서 보면 축산부문에 투입될 조사료의 자원인 볏짚, 쌀겨, 밀기울 등의 부산물을 지역 내에서 비교적 쉽게 조달 할 수 있음을 시사하고 있다.

3. 자원순환시스템 구축 기반실태에 대한 분석

가. 조사료 생산량 추정

사례지역의 벼, 밀, 콩의 생산량과 이들에게서 얻을 수 있는 조사료의 자원인 볏짚, 쌀겨, 밀기울, 비지의 양을 추정해 보고자 한다. 10a당 벼, 밀, 콩의 부산물 생산량 추정치는 <표 10>과 같다. 일반적으로 10a당 벼, 밀, 콩의 생산량은 각각 600kg, 240kg, 240kg으로 추정할 수 있다. 여기서 부산물의 양은 볏짚이 약 500kg, 쌀겨는 약 55kg이고, 밀기울 약 72kg, 콩 비지의 양은 144kg(수분을 제거하지 않은 상태)으로 추정된다.

<표 10> 10a당 벼, 밀, 콩의 부산물 추정량

단위 : kg/10a

구 분	농산물 생산량	부산물 추정량
벼	600	볏짚 : 500 쌀겨 : 55
밀	240	밀기울 : 72
콩	240	비지 : 144

<표 11> 사례지역의 벼, 밀, 콩 생산량과 부산물 추정량

단위 : 톤, %

구 분	농 산 물		부 산 물		
	생산량	비 율	종 류	추 정 량	비 율
벼	979	(80.8)	벼 짚	816	(83.0)
			쌀 겨	90	(9.2)
밀	210	(17.3)	밀기울	63	(6.4)
콩	23	(1.9)	비 지	14	(1.4)
계	1,212	(100.0)	-	983	(100.0)

자료 : 현지조사.

<표 10>에 기초하여 사례지역의 벼, 밀, 콩으로부터 얻을 수 있는 부산물의 양을 추정하면 <표 11>과 같다. 사례지역에서 생산되고 있는 벼의 양은 약 979톤, 밀이 약 210톤, 콩이 약 23톤으로 나타났다. 이것은 생산자연합회에서 2003년에 수매한 벼, 밀, 콩의 양에 기초하여 추정한 결과이다. 여기에서 얻을 수 있는 부산물의 양은 벼짚이 약 816톤, 쌀겨는 약 90톤과 밀기울 약 63톤으로 추정된다. 그리고 콩 비지의 양이 약 14톤 가량 생산된다. 이렇게 해서 추정된 부산물의 총량은 983톤이고, 그중 벼짚이 약 83.0%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그밖에 쌀겨가 약 9.2%, 밀기울이 약 6.3%, 비지가 약 1.4%를 차지하고 있다.

나. 사례지역 토양의 화학적 성분분석

<표 12>는 사례지역의 논 토양과 밭 토양의 화학적 성분에 대한 평균수치를 나타내고 있다. 논 토양의 경우 적정 기준치에 미치지 못하는 항목은 pH, 인산, 칼슘으로 나타나고 있다. 그리고 밭 토양의 경우 pH는 적정 기준치 이하로 나타나고 있고, 인산과 칼륨은 적정 기준치 이상으로 나타났다. 이들 항목 중 토양 산도가 작물에 미치는 영향은 산성토양의 경우 칼슘과 고토 등의 염기가 용탈되어 부족하게 되고, 작물의 염기흡수도 곤란하게 되어 작물은 소요량의 염기성분을 흡수하지 못하게 된다. 또한 산성이 강해지면 활성의 알루미늄(Al)이 과다하게 용출되어 작물 생육을 해치게 되며, 철(Fe), 망간(Mn), 아연(Zn), 구리(Cu), 코발트(Co)와 같은 중금속류도 가용성이 높아져서 이들의 흡수에 의한 과잉해가 일어나고, 인산과 결합하여 불용성의 인산화합물을 만들기 때문에 인산 결핍증이 나타나기 쉽다.

인산의 경우 적정 기준치 이상일 때, 초장이 짧고, 잎이 비후(肥厚)하며 생육이 나빠지고, 성숙이 빨라지고 감수한다. 그리고 적정 기준치 이하일 때, 잎은 폭이 좁아지고 줄기나 엽병이 자색이 되고, 분얼이 적고 개화결실이 나빠지며, 과실류는 감미가 떨어지고 품질이 저하된다. 칼륨의 경우 적정 기준치 이상일 때, 마그네슘 결핍을 일으킨다. 적정 기준치 이하 일 때, 늙은 잎의 선단부터 황화하여 엽연에 퍼지고 그 부분이 갈색으로 고사한다. 또한 새 잎은 암녹색이 되고, 뿌리의 신장이 나쁘게 되어 뿌리 썩음병이 일어나기 쉽다.

칼슘의 경우 적정 기준치 이상일 때, 망간, 철, 붕소, 아연 등의 결핍증이 생기게 된다. 적정 기준치 이하일 때, 생장이 왕성한 어린잎의 선단이 희어지고 얼마 후에 갈색으로 고사한다. 또한 뿌리의 표피에 콜크층이 생기고 뿌리가 짧고 굵어진다(농업과학기술원 작물영양장애진단). 한편, 유기물, 마그네슘 등은 적정 기준치에 적합한 것으로 나타났다. 그러나 이들 항목의 수치는 비록 적정 기준치 범위 안에 포함되었지만, 사실상 적정 기준치를 겨우 만족시키는 수준에 불과하다.

<표 12> 사례지역의 논 토양과 밭 토양의 화학적 성분(10a당)

구 분		pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol+/kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
논	적정범위	6.0~6.5	20~30	80~120	0.25~0.30	5.0~6.0	1.5~2.0
	평균수치	5.7	21	70	0.31	4.0	1.7
밭	적정범위	6.0~6.5	20~30	400~500	0.70~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0
	평균수치	5.7	24	680	0.86	5.2	1.8

자료 : 아산시 농업기술센터(2003).

IV. 친환경 지역농업의 자원순환시스템 구축방향

1. 사례지역의 적정 시비량 산출

작물 재배시 농업생태계의 환경부하는 시용된 비료가 작물에 100% 흡수되지 않고 농업생태계로 유출될 때 야기된다. 다시 말하면, 작물은 흡수할 수

있는 필요양분요구량이 있는데, 농업생태계의 환경부하를 최소화하기 위해서는 작물의 필요양분요구량을 초과하지 않는 수준으로 양분을 투입시켜야 하는 것이다. 따라서 작물의 필요양분요구량은 양분의 균형공급과 양분축적 경감에 의한 환경오염을 방지하기 위한 기준인 작물의 적정시비량으로 볼 수 있다. 작물의 적정시비량은 작물의 종류, 토양성분과 구조, 천연공급양분의 양, 기타 기상 등에 따라 다소 차이가 있다. 하지만 토양의 비료 성분분석을 통해서 산출된 적정시비량은 작물에 100% 흡수되는 것을 전제로 하며, 토양과 수자원 등 농업환경에는 그 자체로서 아무런 직접적인 영향을 주지 않음을 의미한다(허장, 앞의 책).

여기에서는 사례지역의 경지면적 대비 작목별 적정시비량을 산출하고자 한다. 사례지역에서 재배되고 있는 작목의 총 양분요구량은 80,033.1kg이고, 그 중 곡물류가 67,570.9kg으로 가장 많은 양을 차지하고 있고, 채소류가 9,622.1kg, 과실류가 2,840.1kg으로 나타나고 있다. 그리고 비료성분별 총량을 보면, 질소가 48,542.6kg(60.7%)으로 가장 많은 양을 차지하고 있고, 그 다음으로는 인산 19,189.8kg(24.0%), 칼리 12,300.7kg(15.3%)이었다(표 13).

<표 13> 작목별 총 양분요구량

단위 : kg, (%)

구 분	비료성분량			합계
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
곡물류	45,634.7 (62.6)	17,495.9 (24.0)	9,742.8 (13.4)	72,873.4 (100.0)
채소류	5,452.2 (56.7)	1,063.7 (11.1)	3,106.2 (32.2)	9,622.1 (100.0)
과실류	1,357.6 (47.8)	630.0 (22.2)	852.5 (30.0)	2,840.1 (100.0)
합 계	52,444.5 (61.5)	19,189.6 (22.5)	13,701.5 (16.0)	85,335.6 (100.0)

자료 : 아산시 농업기술센터(2003)

2. 사례지역의 적정 사육두수 산출

가. 조사료 대비 적정사육두수 산출

사례지역의 조사료 총 생산량 대비 소의 적정사육두수를 산출하면 다음과

같다. 앞에서 살펴본 바와 같이, 조사료의 총 생산량은 983톤이다. 그리고 소의 일일 사료 섭취량은 비육우(400kg)의 경우 사료 총 5kg 중 농후사료가 3kg, 조사료가 2kg으로 된다. 따라서 이 수치를 식 2에 대입해서 계산하면 적정사육두수는 약 1,347두가 산출된다.

산출된 적정사육두수 대비 양분공급구조를 살펴보면 다음과 같다(표 14).

첫째, 한우를 살펴보면 적정사육두수 대비 한우의 연간 분뇨배출량은 7,519,529.25kg이고, 여기에 함유된 비료성분의 총량은 퇴비화 할 경우, 97,753.9kg이고, 액비화 할 경우, 49,628.9kg이다. 여기서 퇴비화 할 경우, 발생하는 총 양분초과량은 12,418.3kg인데, 질소 부족량은 16,350.8kg이고, 인산과 칼륨은 각각 10,136.6kg, 18,632.5kg 초과하는 것으로 산출되었다. 반면에 액비화 할 경우, 총 양분부족량이 35,706.7kg이고, 이중 칼륨을 제외한 질소와 인산이 각각 34,397.6kg, 3,398.6kg 부족한 것으로 산출되었다.

둘째, 젖소를 살펴보면 적정사육두수 대비 젖소의 연간 분뇨배출량은 16,955,801.25kg이고, 여기에 함유된 비료성분의 총량은 퇴비화 할 경우, 130,559.6kg, 액비화 할 경우, 61,040.9kg이다. 여기서 퇴비화 할 경우 발생하는 총 양분초과량은 45,224.2kg으로 질소 부족량은 3,272.4kg이고, 인산과 칼륨은 각각 6,244.1kg과 42,252.8kg 초과되는 것으로 나타났다. 그리고 액비화 할 경우, 칼륨 초과량이 13,427.8kg이고, 질소와 인산은 각각 28,706.4kg, 9,016.1kg 부족한 것으로 산출되었다.

이처럼 적정사육두수에서 배출되는 분뇨를 퇴비화 또는 액비화할 경우, 산출된 한우와 젖소의 비료성분량을 총 양분요구량과 비교했을 때, 퇴비화 할 경우 초과되고, 액비화 할 경우에는 부족한 것으로 나타났다. 따라서 비료성분량 대비 사육두수는 퇴비화할 경우, 한우가 약 171두, 젖소가 약 466두 초과하는 것으로 산출되었다. 그리고 액비화 할 경우, 한우가 약 968두, 젖소가 약 535두 부족한 것으로 산출되었다.

<표 14> 적정사육두수 대비 양분공급구조

단위 : kg, 두

구 분			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	합계
작물의 양분요구량			52,444.5	19,189.6	13,701.5	85,335.6
비료성분량	한우	퇴비	36,093.7	29,326.2	32,334.0	97,753.9
		액비	18,046.9	15,791.0	15,791.0	49,628.9
	젖소	퇴비	49,171.8	25,433.7	55,954.1	130,559.6
		액비	23,738.1	10,173.5	27,129.3	61,040.9
양분초과 (부족)량	한우	퇴비	16,350.8(-)	10,136.6(+)	18,632.5(+)	12,418.3(+)
		액비	34,397.6(-)	3,398.6(-)	2,089.5(+)	35,706.7(-)
	젖소	퇴비	3,272.7(-)	6,244.1(+)	42,252.8(+)	45,224.2(+)
		액비	28,706.4(-)	9,016.1(-)	13,427.8(+)	24,294.7(-)
초과(부족) 사육두수	한우	퇴비	171(+)			
		액비	968(-)			
	젖소	퇴비	466(+)			
		액비	535(-)			

주 : (+)는 초과량(두수), (-)는 부족량(두수)를 의미함.

나. 총 양분요구량 대비 축종별 적정사육두수 산출

총 양분요구량 대비 적정사육두수를 산출하면 다음과 같다. 앞에서 살펴본 가축분뇨 발생량 및 비료성분 산정기준 및 가축분뇨 처리물의 비료성분율과 총 양분요구량을 <식 3>에 대입해서 풀면, 축종별 적정사육두수가 산출된다.

따라서 이러한 방법에 의하면 작목별 양분요구량을 충족시킬 수 있는 가축분뇨 처리별 적정사육두수를 구체적으로 산출할 수가 있다. 곡물류의 경우, 퇴비화 할 때, 축종별 적정 사육두수는 한우가 약 1,003두, 젖소가 약 751두, 돼지가 약 4,124두, 닭이 약 61,112수로 산출되었다. 그리고 액비화 할 경우, 한우는 약 1,977두, 젖소는 약 1,607두, 돼지는 약 7,866두로 산출되었다 (표 15).

총 양분요구량에 의해서 산출된 축종별 적정사육두수는 이들의 분뇨에 함유된 비료성분 총량이 총 양분요구량을 충족시키는 적정수준을 의미한다. 그래서 조사료를 제공하는 곡물류의 경우 조사료에 의한 사육가능 두수는 곡물류의 양분요구량을 충족시키는 사육두수 중 분뇨를 퇴비화할 경우의 사육두수를 한우가 약 342두, 젖소가 약 595두 초과하는 것으로 나타났다. 반면에 액비화 할 경우, 한우가 약 631두, 젖소가 약 261두 부족한 것으로 나타

났다.

사례지역의 총 양분요구량 대비 적정 총 사육두수는 분뇨를 퇴비화 할 경우 한우가 약 1,174두, 젖소가 약 880두, 돼지가 약 4,828두, 닭이 약 71,563수로 산출되었고, 액비화 할 경우에는 한우가 약 2,315두, 젖소가 약 1,883두, 돼지가 약 9,212두로 산출되었다. 따라서 조사료 대비 적정사육두수와 사례지역의 총 양분요구량 대비 적정사육두수를 비교해 분뇨를 퇴비화 할 경우 한우가 약 171두, 젖소가 약 466두가 초과되었고, 액비화 할 경우 한우가 약 968두, 젖소가 약 535두 부족한 것으로 나타났다.

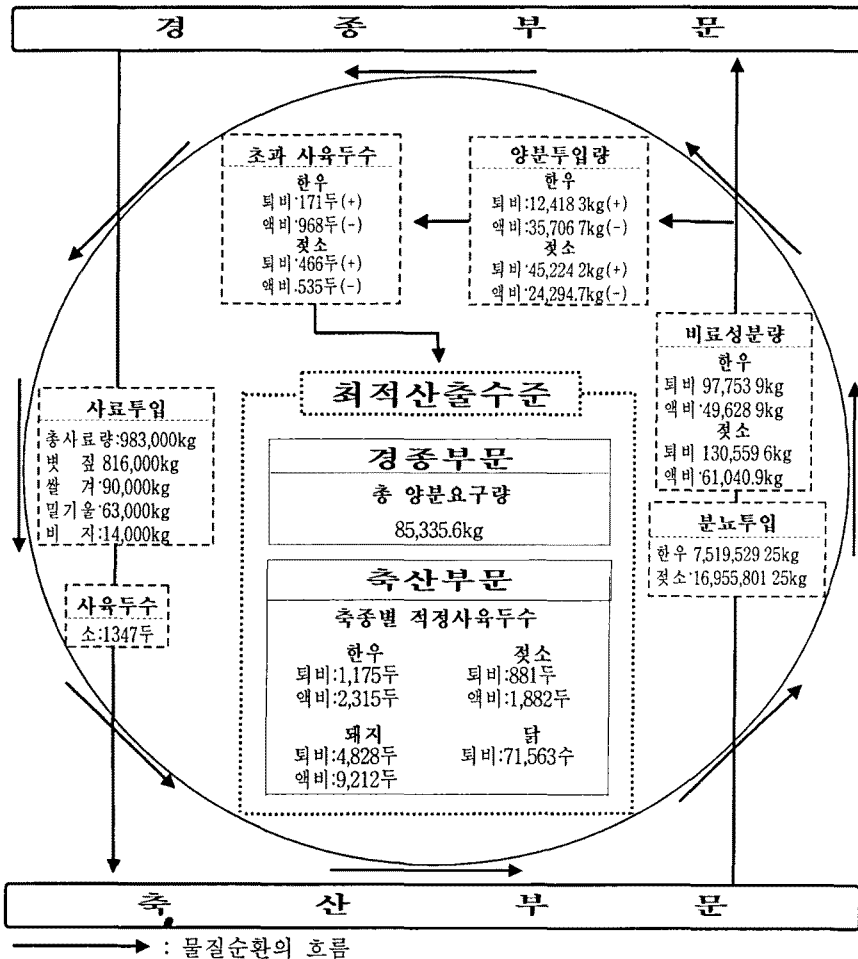
<표 15> 작목별 양분요구량 대비 적정사육두수 산출

단위 : kg, 두, 수

구분	양분요구량	양분요구량 대비 축종별 적정사육두수							
		한우		젖소		돼지		닭	
		퇴비	액비	퇴비	액비	퇴비	액비	퇴비	액비
곡물류	72,873.4	1,004	1,977	751	1,607	4,124	7,866	61,112	-
채소류	9,622.1	133	261	99	212	544	1,038	8,069	-
과실류	2,840.1	39	77	29	62	160	306	2,381	-

주 : 축종별 적정사육두수는 작목별 양분요구량을 충족시키는 각각의 총 사육두수를 의미함.

<그림 3> 친환경 유기순환의 최적산출 분석



주 1) (Δ)는 초과량(두수), (-)는 부족량(두수)를 의미함.

2) 축종별 적정사육두수는 총 양분요구량을 충족시키는 각각의 총 사육두수를 의미함.

이러한 친환경 유기순환의 최적산출 분석을 바탕으로 사례지역의 친환경 자원순환시스템을 도식하면 <그림 3>과 같다.

3. 친환경 유기순환의 최적산출수준 시나리오

앞에서 살펴본 바, 친환경 유기순환의 최적산출 수준은 총 조사료의 양과 총 양분요구량을 충족시키는 적정사육두수간의 관계를 설명함으로써, 사례지역의 경종부문과 축산부문이 연계된 유기순환체계의 거시적인 틀을 제공할 수 있다고 사료된다. 아울러 사례지역과 같이 경종부문은 활성화되어 있고, 축산업이 활성화되지 않는 지역에서 지역복합농업을 전개하기 위해서는 축산부문 도입 시 발생하는 환경부하를 최소화할 수 있는 가축사육두수를 설정하는 것이 중요한 과제가 된다.

따라서 여기에서는 현재 사례지역에서 행해지고 있는 축산업 실태를 고려하여 한우와 닭을 동시에 사육할 경우, 경종부문의 총 양분요구량을 충족시킬 수 있는 친환경 유기순환의 최적산출수준 시나리오를 도출하고자 한다.

<표 16> 총 양분요구량 대비 시나리오별 적정사육두수

단위 : 두, 수

구 분	축종별 적정사육두수			
	한 우		닭	
	퇴 비	액 비	퇴 비	액 비
현재 상황	0	0	8,000	-
시나리오 I	1,044	2,056	8,000	-
시나리오 II	978	1,927	12,000	-
시나리오 III	912	1,797	16,000	-
시나리오 IV	846	1,668	20,000	-

주 : 각 시나리오는 2003년 양분요구량을 기준으로 산출한 것임.

<표 16>은 시나리오별 총 양분요구량 대비 적정사육두수를 나타내고 있다. 전술한 바와 같이, 현재 사례지역에서는 2개 농가에서 산란계 약 8,000수를 사육하고 있고, 친환경 한우 사육농가는 아직 없는 실정이다. 따라서 시나리오는 우선, 현재 상황과 시나리오 I~IV로 구분하고, 현재 사육되고 있는 닭 8,000마리를 기준으로 설정하여, 닭의 사육수를 일정하게 증가시켰을 때, 한우의 사육두수가 분뇨처리별로 어떻게 변하는지 살펴보았다.

시나리오 I은 현재 닭의 사육수에서 닭의 사육수를 증가하지 않을 경우, 한우의 적정사육두수를 나타낸 것이다. 따라서 양분요구량을 충족시키는 한우의 적정사육두수는 분뇨를 퇴비화 시킬 경우, 약 1,044두, 액비화 시킬 경

우, 약 2,056두로 산출되었다. 시나리오Ⅱ는 현재 수준에서 닭의 사육두수를 4,000수 증가시킨 상황을 나타낸다. 따라서 시나리오Ⅱ에서는 분뇨를 퇴비화 시킬 경우, 한우가 약 978두, 액비화 시킬 경우 한우가 약 1,927두로 산출되었다.

그리고 시나리오Ⅲ은 닭의 사육수를 현재 수준에서 두배 증가시켰을 경우, 한우의 적정사육두수를 나타낸 것이다. 이때 한우의 적정사육두수는 분뇨를 퇴비화 시킬 때, 약 912두, 분뇨를 액비화 시킬 때, 약 1,797두로 산출되었다. 마지막으로 시나리오Ⅳ는 닭의 사육수를 현재 수준에서 20,000수까지 증가시켰을 때, 한우의 적정 사육두수를 나타내고 있다. 시나리오Ⅳ에서 한우의 적정사육두수는 분뇨를 퇴비화 시킬 경우, 약 846두, 분뇨를 액비화 시킬 경우, 약 1,668두로 산출되었다.

참고문헌

- 김재환 외. 2001. “가축분뇨 비료성분 부하수준을 고려한 지역별 적정사육두수 설정”. 「농업경영·정책연구」 제28권 제2호. 한국농업정책학회.
- 김창길 외. 2003. 「농업생태계의 물질순환 및 환경부하 분석」. 한국농촌경제연구원.
- 서종혁. 2002. “유기 경종 농업과 축산업의 연계방안”. 「한국유기농업학회 2002년도 하반기 학술발표대회 논문집」.
- 윤성이. 2003. “지역순환형 농업의 발전모델과 기술 및 경제적 문제점 고찰”. 「한국유기농업학회지」 제11권 제2호. 한국유기농업학회.
- 조익환. 2003. “지역별 순환농업의 유형에 관한 연구”, 「한국유기농업학회지」 제11권 제3호. 한국유기농업학회.
- 축산기술연구소. 2002. “벼짚의 사료가치 제고 기술”.
- 허장 외. 2000. 「지역단위 농업환경모형 개발에 관한 기초연구」. 한국농촌경제연구원.