

간척지 자원순환형 축산단지의 도입 가능성 연구*

윤 성 이**

A Study on the Possibility of Introducing a Resources Circulation Type Livestock Zone of Reclaimed Land

Yoon, Sung-Yee

The present study suggests a concept of resources circulation type agriculture and a concept of a livestock zone related to it and evaluated economical efficiency about a possibility of the resources circulation type livestock zone based on the concept. As a result, when the resources circulation type livestock zone is operated in an area of 1,300ha, it was evaluated that the profit of 11,244 hundred thousand won per year is generated, compared to the conventional agriculture. When light and heat expenses and roughage of Hanwoo production, production of TMR forage as well as income of the energy and composting business of livestock manure at the recycling center were considered in addition to that, it was judged that the present zone development business has enough business feasibility. However, it is necessary that the support regulations, etc. is constructed so that all produced compost byproducts are used at farmhouses and the system related to facility investment assurance and assistance of operating expenses is maintained. It is thought that the complement of a system is also necessary so that energy or power generation expenses can be operated in the same conditions as other new & renewable energy, and the nation's purchase of carbon credits(CDM) is investigated and systemized in the early period, and construction of a revitalization plan of the business through budget securing of the Ministry of Agriculture and Forestry related to the trade of CDM and carbon emission rights is also a business that should be urgently developed. In the future, the change of an outside environment

* 본 연구는 동국대학교 식품산업시스템학과 특성화를 위한 연구임. 본 논문은 한국농촌공사 농어촌 연구원의 간척지 자연순환형 친환경축산단지 조성 사업 타당성 연구의 기본 단지규모를 참고하고 그 단지의 규모를 기초로 자연순환형 단지에 대한 경제성 평가를 수행하였음.

** 동국대학교 식품산업시스템학과 교수

will further promote use of the energy. Also, as people, who don't know agriculture·farm village, increase day by day because of population concentration in a city, an opportunity that can new added value through experience tourism or educational programs utilizing them is increasing. Accordingly, if programs utilizing social characteristics, such as utilization as a space of tourism·leisure·experience, system construction of bio-energy and system construction that Micro Grid or Smart Grid as a dispersed storage and generation system is stabilized, are constructed, it can be said that revitalization or success conditions of the zone is further achieved.

Key words : *resources circulation type agriculture, resources circulation type livestock zone, smart grid, bio-energy*

I. 서 론

최근 간척지의 활용방안과 관련한 논의가 많이 이루어지고 있다. 여기에 미래형농업의 도입도 꾸준히 제기되고 있고 정부기관에서 연구가 진행되고 있다. 농업환경에 맞는 간척지의 다각적 활용방안에 따른 축산단지의 도입가능성 또한 미래형 농업의 도입방안과 관련하여 검토가 필요한 부분이다.

이러한 간척지에 있어서의 축산단지의 도입에는 수질오염 및 악취문제 해결을 위한 환경적으로 건전하고 지속가능한 축산단지의 조성이 필요하다. 그렇기 때문에 자연순환형 축산단지의 개념 및 조성방안 수립이 필요하다. 여기에 간척지 농민의 소득증대 방안 마련과 녹색성장과 관련 농축산업을 지역의 산업화로 확대발전 시키고 이를 위해서 민간자본의 도입과 일자리 창출까지도 정책의 일환으로 고민해야 할 부분이다.

따라서 본 연구의 목적으로는 간척지에 있어서의 자원순환형 축산단지의 도입을 위해서 자원순환형 농업의 개념과 이와 관련한 축산단지의 개념을 제시하고 그리고 개념에 입각한 자원순환형 축산단지의 가능성에 대한 경제성을 평가하고자 한다.

이러한 연구는 향후 간척지에 있어서 자원순환형 축산단지의 도입과 관련하여 농가소득의 불확실성이 없어져 많은 관심 있는 농가의 참여와 정부의 지원이 이루어지는데 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다.

Ⅱ. 자원순환형 축산단지의 개념과 조성방안

1. 간척지 자원순환형 축산단지의 개념

1) 지역자원순환농업의 개념¹⁾

지속가능한 형태로 농업의 정책추진이 이루어지기 위해서는 클러스터의 내부 요소인 법과 규정, 행정, 조직, 그리고 산업이 조화롭게 형성될 수 있는 범위가 필요하다. 그것이 곧 지역단위일 것이다.

지역단위에서 순환형으로 이루어지는 농업 그것이 곧 지역순환형 농업이다. 이에는 다음과 같은 개념과 원칙이 충족되어야 한다.

(1) 개념

지역(시군, 마을, 농장, 밭) 단위에 있어서 물질과 양분이 지역자체 내에서 해결하여 균형을 이루어야 하고 순환을 위해서는 환경적으로 건전하고 소득이 유지 가능할 정도로 생산량이 고정되어야 하며 기술적으로 유기농업 이상의 농업형태를 요구하는 것을 의미하는 농업을 지역순환형 농업이라고 정의하고 있다.

(2) 원칙

지역자원순환형 농업단지의 원칙은 크게 지속가능한 미래 농업·농촌 상으로서의 농업단지, 유기체론에 바탕을 둔 농업단지, 순환형 사회구조와 생활양식을 실현하기 위한 순환 가능한 농업단지 계획원칙으로 구분할 수 있다.

구체적으로 지속가능한 자원순환형 농업으로서의 단지를 조성하기 위해서는 차세대의 고려, 산업사회와의 조화, 새로운 농업·농촌과 기능이라는 원칙에 입각하여 농업·농촌을 다음과 같이 보아야 한다.

- ① 차세대의 고려이다. 환경은 인간의 생활에 있어서 생활의 기반임과 동시에 자원으로써 이를 현명하게 보전·이용함으로써 장기적이고 지속적인 경제발전을 가능하게 하며 제한된 자원의 사용에 있어 차세대를 고려한 농업·농촌을 의미한다.
- ② 산업사회와 환경과의 조화이다. 인간과 환경사이의 총체적인 관계를 인식한 뒤 인간생활의 무대로서 단지를 환경적으로 보다 바람직하게 조성하여 적극적인 개선을 통해 인간과 자연이 공존할 수 있는 농업·농촌이 되어야 한다.
- ③ 새로운 농업구조와 기능이다. 지역적인 환경제약 아래 고도 집약화농업과 환경과의 조화를 모색하고 이를 유지·발전시키기 위하여 새로운 농업·농촌구조와 기능

1) 윤성이, “자원순환형 농업조성방안에 관한 연구”, 한국농업정책학회, 2009. 3

그리고 이를 바탕으로 한 환경보전형 영농양식의 실현을 달성하는 농업·농촌이
어야 한다.

유기체론에 바탕을 둔 자원순환형 농업단지는 우선 생태적 원칙에 기반을 두고 이 원칙
을 달성하기 위하여 다양성, 순환성, 자립성, 안전성을 확보하는 방향으로 계획이 추진되어
야 된다.

따라서 생태적 원칙에 기반을 둔 건강하고 쾌적한 농촌 환경을 조성하기 위하여 다양하
고 자립적이며 안정되고 순환적인 구조와 기능이라는 생태적 원칙에 의거해 농촌을 형성,
관리하려는 일관되며 체계적인 계획을 수행하여야 한다.

간척지 자원순환형 축산단지라고 하는 것은 이러한 지역자원순환형 농업의 개념에서 지
역은 간척지로 자원순환형 농업은 자원순환형 유기축산업으로 자연스럽게 조정된 개념으
로 정립할 수 있을 것이다.

2) 간척지 자원순환형 축산단지의 개념

간척지 단위에 있어서 물질과 양분을 경종과 축산이 연계되고 또 간척지의 바이오매스
자원을 총체적으로 이용하여 양분과 물질의 균형이 이루어지는 것을 의미한다. 그리고 기
술적으로 유기경종농업 이상의 농업형태를 요구하고 유기축산의 형태가 충족되어야 한다.

이상과 같은 개념에 부합하는 자원순환형 유기축산이 장기적으로 추진되고 생산되어야
국제적으로 경쟁력 있는 축산업으로 발전할 것이다. 이것은 경제성과 환경성 및 사회성의
3가지 축이 동시에 완성되고 지속되게 추진된다는 것을 의미한다. 이것은 결국 미래지향적
이며 지속가능한 현 시대적 요구인 녹색성장의 의미도 충족하는 개념인 것이다.

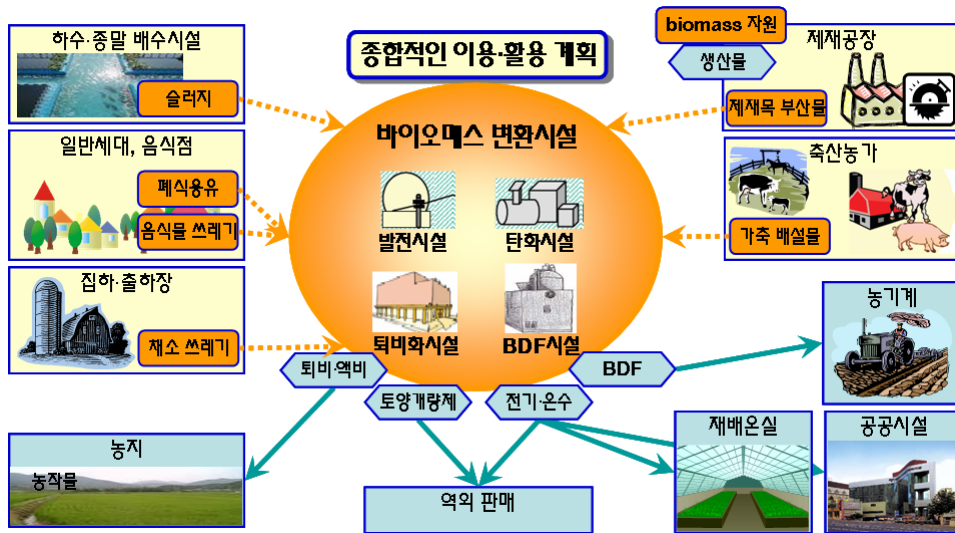
이것은 곧 경종과 축산의 연계를 통한 유기농업으로 양분의 균형과 순환 그리고 신에너
지 및 재생에너지의 활용을 포함한 물질의 순환구조를 완성하여 위에서 설명한 자원순환
형농업의 개념을 충족시키는 형태를 의미한다.

2. 간척지 자원순환형 축산단지의 조성방안

1) 특성에 따른 축산단지의 유형

간척지 축산단지의 도입 유형은 간척농지 내에서 각 작목과 양분순환이 가능한 자족형
통합축산단지의 형태인 “간척지 자원순환형 축산단지”이다.

이 단지의 유형은 아래의 <그림 1>과 같은 바이오매스 변환시설을 중심으로 종합적인
이용계획을 기본으로 완전한 양분과 자원순환이 이루어져야 한다.



<그림 1> 지역내 자원순환의 산업 이미지2)

위의 <그림 1>과 같이 축산단지를 지역의 자원순환구조의 중심으로 고려할 때 시설원예가 중심인 특작형의 경종중심 농업이 형성된다고 가정하고 이 모형에 맞추어진 논·밭·시설원예·축산 집중모형3)의 자원순환형 축산단지 모형과 작부체계가 형성된다.

간척지는 새로운 농지를 개발하는 지역으로 계획 하에 영농 및 시설배치가 가능하기 때문에 농가나 농민의 소득증대와 규모경제를 고려한 민간 업자의 자본 투자가 될 수 있도록 집중형을 선택했다. 본 연구에서는 이러한 논·밭(사료 생산단지)을 고려한 축산단지의 경제성과 관련한 분석을 주요 내용으로 한다.

2) 축산단지 설치방안4)

(1) 축사

축사는 기본적으로 한우축산을 기본으로 하였으며 이에 대한 축종별 친환경축사기준을 관련규정을 인용하여 제시하였다<표 1>.

2) 일본 바이오매스타운 구성의 내용 중 발췌

3) 집중모형은 경종과 축산을 연계한 친환경농업단지를 구축할 때 필요한 모든 시설과 장비를 가장 효율적으로 사용과 관리가 가능하도록 특정지역에 집중해서 설치하는 모형을 의미한다.

4) 농림부, 한국농촌공사, “친환경 축산단지 조성방안”, 2007. 12.

〈표 1〉 우사 축사밀도(친환경농업육성법)

구 분	축종	성장단계별 혹은 종류별	체중 및 단위	축사시설면적 (m ² /두(수))	축사형태기준
친환경축산	한육우	육성(비육)우	400kg 이상	7.1	깔짚우사
		번식우	400kg 이상	9.2	깔짚우사

(2) 경축순환자원화센터

단지 내에서 축산과 경종을 연계해서 양분과 물질의 순환구조를 이룰 수 있는 경축자원 순환관리센터의 도입이 필요하고 바이오가스 자원화를 통한 부가수의 창출 및 수질오염방지를 위한 설비와 분뇨저장조, 고액분리기, 퇴비공장, 액비화시설, 가스의 전력화 시설 등 처리공정별 시설의 경축자원순환관리센터의 운영 공정별 시설 구축이 필요하다. 여기에 퇴·액비 살포기, 운반차량 등 부대장비도 설치한다.

(3) 사료 포 구축

간척지 내에서 자원순환을 위한 조사료 및 TMR 생산을 위해 자체적으로 목초지 혹은 사료작물 재배지 면적을 확보해야 한다. 친환경농업육성법시행규칙 제9조 별표 3의 제3호 유기축산물 다목 (1)항에 적용되는 초식가축의 두당 목초지 또는 사료작물 재배면적 기준은 한육우(생체 400kg 기준은 초지 2,475m² 또는 사료포(답리작 포함) 825m²이고 젓소(생체 600kg 기준)는 초지 3,960m² 또는 사료포(답리작 포함) 1,320m²로 되어 있다.

하지만 우리의 토양조건을 고려할 때 이러한 축산 조건은 어렵다. 해서 27.1kg/두의 양분 원단위⁵⁾를 참고하여 축산규모를 고려한다.

(4) 시설장비의 기본 개념과 작물·축산별 배치기준 검토

① 먼저 친환경농자재 생산시설·장비이다.

이는 자원순환형 농업 실천에 필요한 자원의 적정 투입량을 산출해 시설의 성능·규모 및 장비의 적정 규모와 수가 검토되어야 한다. 축분자원화 시설을 제외한 유기질비료 및 미생물배양시설 등 자재생산 시설·장비, 조사료 생산시설 및 TMR시설, 유기질비료 생산시설, 작물생육 촉진·토양개량 및 병충해경감 등의 목적으로 사용하기 위한 미생물 배양시설 및 배양기와 같은 미생물 배양시설, 유기질비료 및 미생물제 운송·살포장비, 해충유인포획 방제 등 자재의 사용목적에 따라 적합한 장비와 같은 운송·살포·기타장비 그리고 친환경 농산물의 집하·선별·저장·가공·포장 등 산지유통시설, 친환경기술 교육·홍보 등에 필요

5) 유덕기·윤성이·이주삼 외 2명, “자연순환 유기농업표준 모델개발”, 농림부, 2004. 5.

한 교육시설과 장비, 산지집하장, 저온저장고 등 Cold Chain System, 친환경벼 가공시설, 교육시설과 같은 유통·교육시설이며 지역자원순환형 농업친환경단지의 생산 활동과 어메니티(amenity)를 결합하여 농촌관광으로 발전되도록 친환경 농촌관광기반 시설과 도농 교류를 촉진할 수 있도록 Eco-Park, 생태마을, Edu-Farm 등 그린투어 기반 시설, 자연정화형 수로를 조성 부레옥잠, 미나리 수생식물 등을 활용, 수질 개선 및 친환경 관광자원화, Welcome Center를 조성하여 방문객들에게 친환경농산물의 전시·홍보·판매 및 숙박·휴식 공간을 제공하는 도·농 교류가 가능한 시설 등의 관광기반시설이 이에 해당한다.

② 작물·축산별 배치 기준 검토

단지 전체를 효율적으로 관리가 가능하고 작부별 특성을 고려하며 주요 시설·장비(생산, 자재, 유통, 관광·교육 등) 및 클러스터 조직기구의 핵심 기능유지 활성화가 가능하게 배치한다. 이에는 교통입지로서 채소, 화훼의 유통출하 용이성과 관·배수를 고려하고 농자재 생산시설의 설치 용이성 등이 고려되어야 한다. 또 축산적지의 우선적 배치로서 환경민원 분쟁을 최소화 할 수 있고 자원순환센터 설치가 용이 지역이 되어야하고 시설원예는 난방비의 최소화가 가능한 지역이 고려되어야 하고 전기 및 열과 에너지 공급 등의 용이성이 고려되어야 한다. 친환경농자재 생산시설·장비는 생산품의 유통경로 최소화, 생산시설별 특성을 고려, 사용자 이동의 최단거리, 원·부자재 유통의 용이성 등이 고려되어야 하며 산지가공 및 유통시설은 외부인 접근 용이성, 차량의 통행 용이성, 농산물의 수집·출하 최적거리 등이 고려대상이다. 교육·관광기반 시설은 외부인의 접근용이성과 활동성, 농업부적지 및 생태보전 용이성이 고려되어야하고 체험 및 공원조성 가능성 또한 주요한 공간으로서 지역농업 클러스터(클러스터 사업단, 혹은 단지 사업단), 업무(농업)시간 외 활동성, 컴퓨터 및 정보통신 설치 가능성 등이 고려되어야 한다.

3. 간척지 자원순환형 축산단지 조성

간척지의 다각적 농업 활용방안이 검토되고 있는 현재, 이상에서 설명한 자원순환형 축산단지의 조건을 만족하는 내용을 가정하여 단지로서 설정한다. 지역으로서는 화옹지구를 대상지로 선택한다.

여기서 검토하는 화옹지구에 대한 데이터는 기본적으로 농촌공사의 “간척지 미래형농업 단지 조성방안”에서 검토한 데이터를 사용한다. 그리고 본 연구는 경제성평가를 중심으로 하기 때문에 아직 완성되지 않은 간척지의 다양한 개발 형태를 정확하게 평가하기에는 어려움이 있다. 따라서 축산의 형태를 한우를 기본으로 하고 시설원예와 연구단지, 조사료포, 수도작과 발작물을 재배하는 것으로 하되 수도작과 발작물은 편리상 사료생산 농지로 대체할 수 있는 것으로 가정한다.

1) 자원순환농업단지 면적

본 연구의 모형은 간척지 내에서 사료를 자급하고 양분과 물질의 순환이 이루어지는 것으로 하였다. 이는 경·축연계의 순환형 농업단지로서 단지 내에서 조사료포를 확보하고 작부면적 중 2모작 형태로 작물의 물질을 양분으로 공급하고 조사료와 농후사료용 작물을 생산하는 것으로 한다.

여기에 경·축순환형 농업과 생태체험관광 등 농업외 소득을 올릴 수 있는 다양한 농업관광산업을 구축하고 이를 간척지 사업에 포함하는 것을 가정한다. 단 이는 경제성 평가에 포함하지는 않는다. 대상지역은 화옹지구를 가정한다.

화옹지구 간척지에 계획된 전체 토지이용 계획 중 현재 영농생산면적인 3,589ha가 대상 면적이 된다. <표 2>에서 영농생산지역인 3,589ha가 자연순환형 축산단지 조성을 위한 검토대상 면적이 된다.

이 면적에서 자연순환형 농업단지를 유형별로 분류하면 아래 <표 3>과 같다. 이표에서 보는 것처럼 간척지 농가소득의 극대화를 위하여 시설원예면적의 규모에 의하여 일반 순환형 농업단지 면적크기도 결정되는 것으로 한다. 여기서는 시설원예의 면적을 2,000ha로 하고 나머지는 수도작과 전작 및 축산단지로 결정된다. 축산단지의 크기는 경종의 크기에 양분공급이 가능하며 경종으로부터 축산에서 필요로 하는 양분과 물질의 공급이 가능한 형태로 결정한다.

이하에서는 이러한 조건을 충족시키는 형태의 간척지 농업에서 자원순환형 농업을 중심으로 축산단지의 규모를 결정하고 이를 기초로 경제성에 대한 타당성 검토를 하는 것으로 한다.

이후 이렇게 결정된 축산을 도입하는데 필요한 기반시설의 설치비와 순환을 위한 자원화센터(퇴비 및 에너지) 그리고 순수 축산경영에 필요한 생산비를 자원순환형 축산을 위한 투자비로 가정한다.

<표 2> 화옹지구 기존 전체 토지이용 계획⁶⁾

구 분		면 적	비 고
수질개선지역 154.06ha	수초저류지	수초저류지	61.3ha
	인공습지 및 유수지	인공습지-1, 2, 3	92.76ha
	수변정화습지	방수제변-1, 2	34.2ha
	호유입부 침강지	침강지-1(남양), 2(주곡), 3(매향)	81ha
			내부매립지역 내의 면적

6) 농림부, “간척지 미래형 농업단지 조성방안”, 한국농촌공사, 2007. 12.

구 분		면 적	비 고
생태복원지역 633.04ha	생태공원	서신면 궁평리	60ha
	생태유양단지	생태휴양단지-1, 2, 3	334.04ha
	자연습지		239ha
	인공식물섬		1.52ha
영농생산지역 3,589ha	기계화영농단지	기계화 영농단지-1, 2, 3	1,307ha
	복합영농단지	복합영농단지-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1,068ha
	농촌체험단지	농촌체험단지-1, 2, 3, 4, 5, 6	153ha
	자생식물생산단지		127
	수생식물생산단지		84
	시설화훼생산단지		125
	시설채소생산단지		110
	유기농 및 환경농업시범생산단지		403
	환경영농연구단지		212
영농지원지역 105.66ha	생태마을	생태마을-1, 2	48.97ha
	공공시설단지	공공시설단지-1, 2	31.66ha
	유통시설단지	유통시설단지-1, 2	25.03ha

<표 3> 화옹 자원순환농업단지 경축순환농업 면적

구 분	전체 농업 지역면적(ha)	시설원예면적 (ha)	제외지역(ha)	일반경축순환 전채단지(ha)	바이오 재배면적
농지분할	3,589	2,000	289	1,248	52

<표 2>, <표 3>과 같이 결정된 면적에 시설원예 면적을 2,000ha로 결정하고 연구단지 및 이격지에는 농업이 이루어지지 않은 고정지이다. 또 전체면적 3,589ha에서 시설원예면적의 경우와 연구단지 및 이격지를 제하고 나머지 면적에서 수도작 및 조사료포 활용으로 각각 60%, 그리고 밭, 축산단지, 바이오 작물재배에 40% 면적을 할당한다.

〈표 4〉 각 안별 조건

구 분	자연순환 농업단지(단위 : %)						계	
	시설원예 면적(ha)	연구단지 및 이격지	수도작	밭비율	축산단지	바이오		소계
유형			400~2000ha					
	60	50		40	10			
		70		20	10			
일반경축단지 (4가지)	2000ha	289ha	780ha	260ha	208ha	52ha	520ha	3,589ha
				364ha	104ha	52ha	520ha	3,589ha

〈표 4〉는 면적 할당에 따른 자원순환형 농업단지 이용계획을 수량화한 것이다. 자연순환 농업단지의 면적과 축산단지 면적의 크기를 총 3,589ha에서 임의로 시설원예를 2,000ha로 구분하여 결정하였고 시설원예면적의 크기에 따라 수도작은 논전용과 사료포 활용으로 나머지 면적의 각각 35%, 그리고 밭과 축산단지 및 바이오작물 재배를 합계30%로 수도작과 전작을 합하여 100%로 결정하였으며 전작의 비율은 50%, 40%, 10%로 하였다.

2) 자원순환 축산규모

(1) 축산분뇨의 비료성분량 산출

가축분뇨(한우)의 비료성분량은 질소기준으로 27.1 kg/년/두7)이다.

이 원단위를 활용하고 아래의 <표 5>와 같이 경종부문에서 필요한 작물별 표준 시비량을 활용하여 경종부문 퇴비의 필요량을 계산하면 <표 6>과 같다.

〈표 5〉친환경 경종부문의 작물별 표준 시비량(kg/ha)

구 분	질소	인산	칼리
벼	110	65	86
보 리	70	63	156
호 밀	80	69	31
옥 수 수	158	30	63

※ 자료 : 농업과학기술원

7) 윤성이, “자연순환형 유기농업 표준모델 개발”, 2006, 농림부.

<표 6> 지역자원순환형 농업단지내 경종부문 재배면적 대비 총 필요 퇴비량

구 분	벼	옥수수	보리	계
작물재배면적(ha)	780	364	1,300	1,300
ha당 질소소요량(kg)	110	158	70	
필요 질소량(kg)	85,800	57,512	91,000	234,312

(2) 화옹지구 간척지 단지내 가축사육 규모 산정

<표 7> 각 안별 조건과 필요 양분 요구량

자연순환 농업단지(단위 : %, 두)							계	비고
시설원예	연구단지	도작	밭비율	축산단지	바이오	소계		
		벼와 조사료 생산 (벼+보리)	50	40	10	100	100	
			70	20	10	100	100	
2,000ha	289ha	780ha	260ha	208ha	52ha	520ha	3,589ha	
			59,280	14,560	3,640	77,480	381,280kg	
140,000	-	163,800	364ha	104ha	52ha	520ha	3,589ha	
			82,992	7,280	3,640	93,912	397,712kg	

* 양분 요구량은 질소양분 기준임.

* 밭비율의 양분필요량은 보리+옥수수의 작부체계임.

<표 4>의 각 안별 조건의 면적에 양분균형 조건을 맞추어 필요한 양분요구량을 계산한 것이 <표 7>이다.

이 표의 양분 요구량에 맞추어 양분공급이 가능한 사육두수를 산출한 것이 <표 8>이다.

<표 8> 적정 축산 사육두수

구 분	경축단지유형	양분원단위 -kg/년/두	축산규모(두)	비고
시설원예 2,000ha	제1형	한우 27.1	14070	14,500두 전후
	제2형		14676	

한우를 중심으로 축산단지를 조성하는 경우 위 <표 8>과 같이 대체로 14,500두 전후로

결정된다. 물론 소가 아니라 돼지를 사육해도 좋다. 하지만 아직 돼지의 경우 사료의 공급 기술이 완전하지 못하고 국내의 사료생산비용이 소와 비교할 때 대단히 높기 때문에 소를 중심으로 축산단지를 조성하는 것으로 가정하였다. 혐기성 자원화센터를 조성하는 데는 한우 보다는 돼지가 적합하다. 이는 돼지농가의 분뇨처리가 축산농가 입장에서 더욱 어려운 문제이기 때문이다.

3) 지역자원순환구조 방안

(1) 순환구조계획

단기적으로는 경지면적과 가축규모를 분리해서 화옹지구 지역자원순환형 농업단지에 균형시스템을 점차적으로 도입하는 형태로 가야하지만 궁극적으로는 아래와 같이 순환구조의 물질과 양분균형 시스템으로 접근해야 한다.

이와 같이 물질과 양분 균형체계를 통한 순환농업을 완성하는데 필요한 화옹지구 지역 자원순환형 농업단지의 구조계획은 다음과 같다.

한우 14,500여두 이상을 유기축산으로 전환하여 경축자원순환센터의 자원화 시설을 통하여 390,000여kg(390톤)의 퇴비를 공급한다.

한우 사육두수에 대한 사료는 벼 재배지역 및 조사료포에서 벼와 호밀 그리고 유채박을 공급한다.

(2) 자원순환농업 체계도



<그림 2> 지역 자원순환농업 추진 체계도

이상의 물질·양분의 균형조건을 충족하는 범위에서 자연순환농업을 추진한다. 이 체계는 향후 사업을 추진하는데 있어서 기본적 자료가 되며 축산의 사육두수와 경종의 크기 등이 이에 의해서 조정되고 궁극적으로 순환농업의 틀을 완성한다.

Ⅲ. 자원순환형 축산단지의 가능성 평가

1. 간척지 자원순환형 축산단지의 경제성 평가

1) 간척지 자원순환형 축산단지의 경제성 평가 구상

현재 간척지는 정부의 종합적 개발계획에 의하여 전통적인 농업형태에서 탈피하여 지속적인 농업의 육성을 위하여 다각적으로 노력하고 있다. 특히, 미래형 농업이라고 하는 차원에서 시설원예와 물질과 양분의 순환구조를 구축하게 하는 축산의 도입을 적극 검토하고 있고 이에 알맞은 농가의 소득을 유지 할 수 있는 정책개발을 추진하고 있다.

따라서 본 연구의 평가 주요내용은 다음과 같이 설정하였다.

간척지에 경·축연계 자원순환형 축산단지도입을 전제로 하고 이 단지의 경제성을 평가하는 데는 단지 내에서 사육활동이 완성되는 자족형(Self-sufficient) 한우단지 모델로써 간척지의 축산단지에서 발생하는 가축분뇨를 전량 퇴비화 하여 조사료 생산에 필요한 유기질 비료로 활용하고 이때 퇴비화 하는 과정에서 발생하는 가스를 포집하여 전력화하는 에너지 사업까지를 포함하는 완전한 자원순환 모델을 전제로 한다.

2) 축산단지 조성비용

14,500두수의 사육에는 21,125평 축사 건축이 필요하다. 따라서 평당 축사 건축단가 400,000원⁸⁾을 적용하면 축사 건축 총비용은 174억만원이다. 여기에 축산단지 내 각종 시설 조성비용을 나타내면 다음의 <표 9>와 같다.

<표 9> 축산 단지내 각종 시설 조성비

구 분	필요두수	축사면적 (평)	단가/평	총비용	축사기반 조성	조사료 포	방목지	총합
조성액	14,500두	43,500	40만원	17,400 백만	688백만	598백만	598백만	19,284백만

8) 농림부 친환경농업정책과에서 추진하고 있는 “광역친환경농업단지 조성 사업”의 실비용 적용.

이상의 축산단지 조성과 관련한 비용은 “간척지 광역친환경농업단지 조성사업”을 정부가 시행하고 현재 사업의 시행지침을 적용한다면 기반조성관련 사업비용은 제로베이스에서 사업자가 참여 가능할 것이다.

본 연구에서 경영비 분석관련 평가에는 위의 이유로 기반조성관련 사업비용은 제로이며 일반적으로 관행축산에서 경영분석을 할 때 적용하는 항목을 중심으로 평가하기로 한다.

3) 경제성 분석을 위한 축산단지 조건 및 경제성 평가정보

이 조건은 위에서 자원순환구조를 분석한 자료를 근거로 축산단지의 조건을 설정하였다.

<표 10> 간척지 경축연계 자원순환형 축산단지 도입조건

작부체계	시설원예	연구단지	수도작	축산단지조성	기타
면적	2,000ha	289ha	780ha	208ha	312ha
사육두수	축산규모(두수)			양분원단위(kg/두)	
	14,500			27.1	

※ 위 표의 수도작과 축산단지 조성과 관련한 밭 면적인 910ha의 면적을 일반작물이 아닌 옥수수와 청보리 생산 면적으로 전환하여 축산전문 단지로 조성하고 시설원예와 축산의 미래형농업단지 구축 안으로 분석하여도 결과에는 크게 차이가 없을 것으로 판단하고 평가한다.

4) 가축분뇨 혐기성 자원화시설 경제성 분석

이상의 단지 형태에 대한 경제성 평가를 하는데 있어서의 자료는 2007년 농축산물 소득 자료집(농촌진흥청 발간)을 활용하여 한우 14,500두를 사육한다는 전제하에 자원순환 시스템의 경제성을 평가한다. 두 작물(조사료 및 TMR 원료생산)의 생산비를 중심으로 자원순환형 축산단지 조성을 위한 조사료포 생산단지의 경제성 평가는 다음의 <표 11>과 같다. 조사료의 생산결과 년 42억686십만원의 수익이 있는 것으로 나타났다.

<표 11> 자원순환형 축산을 위한 조사료 생산의 경제성 평가

구 분		발생비용(십만원/년)		계산근거
		수입	지출	
작물생산비	옥수수		8,480	2330천원 ⁹⁾ *364ha
	보 리		20,030	1,562 ¹⁰⁾ *1,300ha
퇴비 살포비	옥수수		218	0.15톤/ha*364ha*4,000원/톤
	보 리		364	0.07톤/ha*1,300ha*4,000원/톤

구 분		발생비용(십만원/년)		계산근거
		수입	지출	
작물총소득	옥수수	32,760		2007 농축산물소득자료집*1,170ha
	보 리	39,000		2007 농축산물소득자료집*1,170ha
화학비료, 농약대체효과	옥수수	12		2007 농축산물소득자료집 비료비와 농약비를 대체함
	보 리	4		
광열비대체효과	옥수수	1		자원화센터에서 생산된 에너지를 동력으로 사용
	보 리	0.8		
총 계		71,778	29,092	수익 : 42,686십만원/년(1,300ha)

※ 2008년 자연순환농업 우수사례, 농림수산식품부. 2008

※ 작물총소득에는 부가가치 포함.

다음으로 축산분뇨의 자원화 시설과 관련 평가이다. 아래의 <표 12>와 같이 정부보조 70%인 경우는 처리비용이 톤당 17,724원 정도이다. 이러한 톤당 처리비용징수를 어떻게 조정하느냐에 따라 자원순환형 축산단지의 성공여부도 결정된다 할 정도로 중요한 부분이 될 것이다.

특히, 톤당 징수처리비용의 설정에 따라 분뇨의 자원화센터 또한 엄청난 농가 수입원으로 포함될 수 있는 부분이다. 본 논의에서는 실제 사례연구가 미약하여 정성적으로 분석하였다.

9) 2008년 자연순환농업 우수사례, 농림수산식품부. 2008.

10) 2008년 자연순환농업 우수사례, 농림수산식품부. 2008.

〈표 12〉 축산자원화 시설 유지관리비 내역

축산 자원화 시설 유지관리비 내역						
항 목	금액(원)	산 출 근 거				
		단가(원)	내 역			
노 무 비	중급기술자	46,951,670	150,970원/일	1인 x 311일	한국엔지니어링협회 대가기준	
	초급기술자	33,838,355	108,805원/일	1인 x 311일	한국엔지니어링협회 대가기준	
	초급기능사	106,415,492	85,543원/일	4인 x 311일	한국엔지니어링협회 대가기준	
	간접노무비	28,080,828			직접비의 15%	
	소 계	215,286,345				
연 간 비	전 력 비	36,133,921	66.38원/kwh	1750.3kwh x 311일	주간요금	
		4,638,876	62.15원/kwh	240.0kwh x 311일	저녁요금	
		6,288,420	33.70원/kwh	600.0kwh x 311일	심야요금	
		7,458,000	5650원/kw	110kw x 12개월	기본요금	
	통 신 비	3,000,000	250,000원/월	x 12개월		
	부자채비	124,400,000	100,000원/TON	4.00TON/일 x 311일	수분조절제	
	약품비 (폐수 & 탈취)		32,655,000	1,500원/kg	70 kg/일 x 311일	가성소다(98%)
			93,300,000	6,000원/kg	50 kg/일 x 311일	폴리머
			12,595,500	450원/kg	90 kg/일 x 311일	Alum
			3,110,000	500원/kg	20 kg/일 x 311일	탈취제
			8,000,000	400만 원/회	x 2회/년	바이오필터 미생물접종비
		16,590,000	5,530만 원/회	x 회/년	바이오필터 담채교환비	
	상 하 수 수 수	100mm 구경	518,400	390원/m³	4.00TON/일 x 311일	기본요금: 33,240원
	인 생 보 험 비	국민연금	9,687,886			노무비의 4.5%
		고용보험	1,507,004			노무비의 0.7%
		의료보험	4,521,013			노무비의 2.1%
		산재보험	6,028,018			노무비의 2.8%
		급료비	9,796,500	4,500원/식	7 인 x 311일	
	피복비	1,960,000	70,000원/벌	7 인 x 4벌/년	동, 하절기 각2벌 지급	
	연료비	차량유	29,545,000	1,900원/ℓ	50 ℓ/일 x 311일	
	퇴비분석료		1,800,000	150,000원/회	12회/년	1회/월
	약취분석료		2,000,000	1,000,000원/회	2회/년	
	정기검사수수료		2,241,000	2,241,000원/회	1회/년	50TON/일 이상
수선유지비		36,000,000	3,000,000원/월	12개월		
협잡물처리비		25,000	25,000원/TON	1.00TON/일 x 311일		
안전용역비		2,160,000	180,000원/회	12개월	세공, 전기위탁관리	
소모품비		22,797,977			경비의 5%	
보험료		5,000,000				
소 계		483,757,515				
제조원가		699,043,859				
일반관리비		20,971,316			제조원가의 3%	
합 계		720,015,175				
부가가치세		72,001,518			합계의 10%	
총 액		792,016,693				
연간예상반입량(TON)		31,100TON/년		100TON/일 x 311일		
톤당 단가(원)		25,000			총액÷연간반입량(백만원절사)	

<표 13> 축산자원화시설 정부보조 비율 차에 따른 경영 분석

70%보조시

⊙ 자금조달계획

순사업비	8,000,000,000	원	100%
정부지원	국비	4,000,000,000	원 50%
	시,도비	1,600,000,000	원 20%
민간투자비	2,400,000,000	원	30%
대출금리	9	%	
대출기간	180	개월	운영기간 :15년
상환방법	원금균등상환		
만기까지 총납입이자	3,240,000,000	원	
원금 및 총이자 합계	5,640,000,000	원	
매년상환액(평균)	276,000,000	원	원금,이자,수익율=11.5%(민투법 적용)

⊙ 예상 운영비

민간자본상환액 ①	276,000,000	원/년	매월 상환액 × 12개월, 수익포함
년간 운영비 ②	792,016,693	원/년	고정비 + 변동비
판매전력비	143,608,417	원/년	매전:90kwh, 자체소비:110kwh
C,D,M 이익	-	원/년	-
년간 퇴비판매대금 ③	- 373,200,000	원/년	12TON/일 × 100,000원/TON
실제 연간 상환액	551,208,276	원/년	(① + ②) - ③
처리량 기준	100	TON/일	311 일/년
톤당 정수할 처리비용	17,724	원/TON	부가세 포함

5) 관행축산과의 경영분석 비교¹¹⁾

지금까지의 경제적 분석을 위해서 단지의 사료생산 관련소득과 자원화센터의 경제성을 분석하였다<표 14>.

소득관련 경제성분석에는 관행 축산농가의 일반적인 소득분석과 함께 자원화센터에 의한 퇴비와 사료 및 광열비의 자급자족 그리고 축산자원화 시설관련 경영비 등의 분석을 하였다.

이에는 바이오에너지 자원순환센터 구축과 관련하여 화학비료의 대체효과, 조사료 작물 생산 비용, 퇴비살포 비용, 사료작물 판매비용(수익), 화학비료 대체효과(수익), 바이오자원의 에너지화에 따른 광열비의 자립화와 관련한 우분 퇴비화의 경제성을 검토하였다.

11) 본 관행축산의 경영성은 농진청에서 발간하고 있는 “농업경영보고, 2007 농축산물 소득자료집”을 참고.

결국 일반적인 관행축산에 단지화를 통한 바이오자원의 퇴비화 및 에너지화에 의해서 순소득이 증가하는 결과가 도출되었다.

이러한 긍정적인 수익의 변화는 생산시스템에 의한 차별화이고 향후 외부 환경의 변화에 적극적으로 대응하고 타 축산업보다 외부환경변화에 의한 가격부하를 내부화 할 수 있어 경쟁우위에 위치할 수 있을 것이다.

〈표 14〉 관행축산과 자원순환형 축산의 경제성 평가

구 분	자원순환형 축산(십만원/년,1,300ha)		결 과	
	수입	지출		
조사료생산비 및 구입		28,510		
퇴비 살포비		582		
조사료 생산 총소득	71,760			
화학비료, 농약대체효과	16			
광열비대체효과	1.8			
자원화센터 (에너지 자원화)	연소득의 정량적 수치화가 어려움. 경제성평가에 의한 결과 충분한 사업성 있는 것으로 판단되어 자원화에 의한 농가의 수익증대에 지대한 영향을 미칠 것으로 판단됨.			
한우생산	친환경축산에 의한 가격상승 및 조사료와 TMR사료의 공급비용을 절약하여 소득증가에 역할을 할 수 있으나 정확하게 산정할 수 있는 방법이 부족하여 관행축산소득으로 동일하게 표시함.			
총 계		71,778	29,092	42,686
	자원순환형 축산	축산 수입	축산 지출	2,175천만원(회/14,000두) ¹²⁾
		소 계		2,601.86천만원
	관행축산	수익: 2,175천만원(회/14,000두)		2,175
	비 교			

※ 축산단지의 광열비는 광열비대체효과에 포함함.

이상의 평가결과에서 1,300ha에서 자원순환형 축산단지를 운영할 때 년 한우판매와 자원화센터 운영 이외의 수익이 관행축산과 비교해서 426.86천만원의 수익이 발생하는 것으로 평가되었다. 여기에 한우생산의 광열비와 조사료 및 TMR사료 생산과 자원화센터에서 축

12) 자원순환형 축산에 의한 생산은 관행축산의 이익과 동일하다고 가정함.

산분뇨의 에너지 및 퇴비화사업에서의 소득까지 감안한다면 본 단지조성사업은 충분히 사업타당성이 있고 산업화가 가능한 것으로 판단된다.

또 이러한 순수 사업소득이 향후의 환경변화에 따라 타 순수 축산단지 만 운영하는 경우 보다 충분히 소득증가가 예상된다. 이는 다음과 같은 환경의 변화에 적극적이고 자체적으로 대응하여 외부의 가격압력에 충분히 대응할 수 있기 때문이다.

환경의 변화라 함은 화석연료 가격의 급상승으로 두바이 기준 원유가격이 200\$에서 안정이 예상되는 점과 2013년 축산분뇨 및 음식물쓰레기 해양투기 금지항목이다. 또 농자재 가격 급상승과 축분 이용을 통한 퇴비화 수요 급증 및 발전차액단가의 조정과 CDM 혹은 자발적 CDM 개발에 의한 자원순환형 축산단지의 적용가능성이다. 이 외에도 바이오매스 에너지의 기본법 제정 및 개정과 정부의 신재생에너지 초기투자액 지원(정부 70%에 자치 단체의 자발적 지원 20% 정도 예상, 합계 90%)을 들 수 있겠고 간척지의 종합적 계획에 따라 생태체험마을 등의 조성으로 하나의 큰 관광사업지로서 활용하여 농가소득을 더욱 향상 시킬 수 있을 것이다. 따라서 자원순환형 축산단지의 조성은 대외의 식량문제와 경제발전 전에 따른 식량안보차원과 문화적 견지에서도 개발되어야 하는 중요한 사업으로 판단된다.

IV. 결 론

이상에서 자원순환형 유기축산은 관행축산에 비해서 14,500두의 한우를 사육한다고 가정할 때 오히려 426.86천만원 정도의 수익이 발생하는 것으로 평가되었다. 여기에는 아직 유기축산으로서의 생산물 가격은 반영하지 않았다. 생산기술이 안정된다면 이익은 보다 더 많이 차이가 날 것이다. 자원순환형 유기축산은 지속가능한 농업을 위해서 반드시 필요한 시스템이다. 하지만 아직은 많은 문제점을 안고 있는 것 또한 사실이다. 예를 들면 토지문제나 기술적 문제 등이 그것이다.

그러나 이러한 문제는 외부환경의 변화에 따라 조금씩 완화되고 오히려 사업의 필요성에 대한 배경으로 작용하고 있다. 그렇다하더라도 자원순환을 위한 센터와 관련한 에너지 변환기술 및 퇴비의 고급화 기술은 더 많이 향상되어야 할 것이고 조사료 관련 친환경생산에 의한 생산량의 감소문제 등도 시급히 해소되어야 할 문제이다.

이 이외에도 정책적으로 시스템과 투자비의 표준화가 정확한 사례에 의한 도출이 필요하다. 또 생산된 부산물 퇴비가 전량 농가사용이 가능하도록 지원조례 등을 구축하고 시설 투자 보장과 운영비 보조와 관련한 제도 정비 또한 필요할 것이다. 에너지 혹은 발전비용을 타 신재생에너지와 동일한 조건에서 운영할 수 있도록 제도 보완도 필요하며 초기에 탄소배출권의 국가 구매를 검토하여 제도화 하고 CDM 및 배출권 거래와 관련한 농림부 예산확보를 통한 사업의 활성화 방안을 구축하는 일 또한 시급히 개발되어야 할 사업으로 생

각된다.

향후 외부 환경의 변화는 이러한 에너지로의 이용을 더욱 촉진시킬 것이다. 또 도시에 인구가 집중되어 농업·농촌을 잘 알지 못하는 사람이 갈수록 늘어나고 이들을 활용한 체험관광이나 교육프로그램으로 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 기회가 증가하고 있다.

따라서 관광·레저·체험의 공간으로 활용, 바이오 에너지의 시스템구축, 분산형전원인 Micro Grid가 안정화되는 시스템 구축 등 사회적 특성을 활용한 프로그램이 구축된다면 더욱 단지의 활성화나 성공조건이 완성된다고 할 수 있을 것이다.

이상 환경·경제·사회의 3가지 측면은 지금까지 서로 Trade-off 관계에 있다고 했지만 이제는 상호보완하고 특히 농업분야에 있어서는 오히려 이 3측면의 내용을 동시에 추구해야 하고 추구할 때 소득증대와 지속가능한 산업의 실현이 가능해진다는 것을 알 수 있었다.

[논문접수일 : 2009. 8. 5. 논문수정일 : 2009. 9. 15. 최종논문접수일 : 2009. 9. 22]

참 고 문 헌

1. 일본 각료회의. 2007. 3. 31. 바이오매스 일본 종합전략.
2. 윤성이. 2009. 3. 자원순환형 농업단지 조성방안에 관한 연구. 농업경영정책연구 제36권 1호.
3. 농촌진흥청. 2009. 9. 2007 농축산물 소득자료집. 농업경영연구보고 제123호.
4. 한국농촌공사 농어촌연구원. 2008. 12. 간척지 자연순환형 친환경축산단지 조성 사업 타당성 연구.
5. 농림부. 2007. 12. 한국농촌공사. 간척지 미래형 농업단지 조성방안.