

경축순환농업을 위한 가축분뇨 자원화 웹기반 정보은행 구축*

류종원** · 최덕천***

Web-based Information System Construction of Animal Manure Matching Service for Recycling Agriculture

Ryoo, Jong-Won · Choi, Deog-Cheon

Animal and crop production systems were integrated on a single farm. This integrated farming system recycled nutrients on the farm. The separation of animal and crop production with the introduction of cheap commercial fertilizers, farms were not used land-applied manure. The on-line manure matching is one of the emerging business in the achievement of recycling and resource recovery. The manure matching actively promotes the reuse and recycling of by-products and manure. This study constructs to manure matching information system to solve the exchange problems between herders and croppers. Manure matching web sites designed. This paper introduces a web-based animal manure matching system. A manure matching service, part of the manure transport, links farmers who produce excess manure with farmers who can use the manure. Farmers registered with the service have requested manure. The manure matching service supports the transport project by linking farmers with excess manure with those farmers who can utilize the manure safely as a nutrient source. The goal of the service is to protect water quality by fostering efficient land application. Benefits to those who use the manure network include reduced disposal costs, lower purchase costs and recycling of manure. The manure matching is based on the principle that 'one persons waste is another person's fertilizer.' It provides a free online matchmaking service for environmentally safe manure recycling management system.

Key words : *animal manure, information system, database, web, manure matching, crop-livestock integration*

* 본 연구는 농림부 사업의 연구비 지원(과제명 : 가축분뇨 자원화 정보은행 구축 및 활용방안)에 의해 수행되었다.

** Corresponding author, 상지대학교 유기농생태학과(jwryoo@sangji.ac.kr)

*** 상지대학교 교양과(환경생태경제학)

I. 서 론

관행농업이든 유기농업이든 순환농업의 원리를 따르는 것은 농업의 기본원칙이다. 그러나 현대농업은 화학농법의 발전에 따라 규모화·단작화·농공업화를 지향하다보니 이러한 순환농업의 원리를 실천하지 못하고 있는 것이 환경문제의 근원이다.

McIntire 등(1992)은 현대농업의 문제를 작물생산과 가축사육이 분리되어 저렴한 화학비료의 도입과 함께 가축분뇨의 비료로써의 가치가 저하되고 가축분뇨를 폐기물로 인식하는데 있다고 보았다.

Risse와 Gilley(2001)는 가축분뇨 시용이 화학비료 시용량을 절감시키고, 에너지와 광물자원의 절감하며, 가축분뇨의 유기물이 토양의 생산성을 증가시키고 토양용탈을 방지하고 토양 보수력을 높인다고 보았다. 그러나 가축분뇨의 과다시비는 투입과 배출에서 오는 양분 불균형이 되면 환경오염과 토양에서의 양분축적을 초래한다고 밝혔다.

Behera 등(2012)은 통합농업시스템(integrated farming system, IFS)을 작물, 원예, 축산, 산림 등 농업자원을 최적으로 이용한 통합시스템이라고 설명하였고, Powell(1996)은 통합농업시스템을 작물재배 농가와 축산농가간의 양분순환에 의해 이루어지는 것으로 보았다.

Yu(2002)는 가축분뇨 자원화를 위한 이용실태 분석을 통해 가축사육두수의 규모화와 집약화에 따른 환경문제를 제기하였다. 축분뇨를 자원화를 시행하는 몇 지역의 실태를 분석하고, 공동이용을 위한 액비 중개시스템 도입 및 액비은행 설치를 제안한바 있다. 나아가 Kim과 Shin(2005)은 지역단위 양분총량제 도입 세부 시행방안을 제안하였다.

Dongkook University(2006)는 자연순환형 유기농업의 표준모델을 개발하여 유기경종-유기축산 순환농업 등 부문별 표준모형을 보급하였다. 작물-토양-축산 간의 순환연계모형을 통해 수도작, 전작 및 중산간 지역에서 실현할 수 있도록 총 질소함량의 수치로서 설계하였다. 이를 위해 각 작물별 가소화영양소총량(TDN)을 구하고, 연간 축분뇨의 양을 계산하여 토양에 대한 질소 투입량을 결정하고, 여기에 재배작물의 양분요구량을 공제하여 모형을 설계하였다.

Yoon과 Park(2009)는 경축순환 유기농업을 통해 물질·양분의 순환, 신재생에너지 활용을 포함한 물질의 순환구조를 완성하는 자원순환형 농업모델을 제시한바 있다. 즉, 경종농업의 규모를 정하고 여기에 공급 가능한 축산규모를 정하는데, 이때 작부체계에 따른 양분·물질의 원단위에 면적과 축산 사육두수를 비례적으로 계산하여 물질·양분균형과 순환을 이루도록 하는 것이다.

유기농업은 생태적 순환의 원리에 충실한 ‘순환의 원칙’에 근거한 영농방식이다. 토양 내에서의 물질·양분의 순환도 중요하지만 현실적으로는 유기경종농업과 유기축산농업간의 경축순환농업도 매우 중요한 실천방식이다. 이것은 소규모의 가족농 단위의 유기농업에서는 범위의 경제성 실현을 위해서도 더욱 필요하다. 이처럼 우리나라에서 경축순환에 의한

폐쇄적 유기농업이 이뤄지지 않는 것은 초지유기축산이 거의 없고, 친환경 유기축산도 관행축산처럼 공장형으로 경영하고 있거나, 축산 전업화가 일반화되어 있기 때문이다. 유기축산을 순환농업의 체계에서 보는 것이 아니라 하나의 독립된 산업으로 간주하고 있는 것이다. 이러한 영농방식은 ‘유기사료와 유기퇴비의 순환’이라는 원칙에서 벗어나기 때문에 결국은 고비용-고엔트로피의 영농 결과를 초래하고, 유기농업의 관행화 논란의 한 원인을 제공하는 것이다.

위와 같은 논의에도 불구하고 현 단계 우리나라의 유기농업 체계는 유기경종에 비해 유기축산이 빈약해서 지역순환시스템에 의한 유기 축분 퇴비의 공급이 매우 부족한 상태이다. Choi(2011)의 조사를 보면, 전체 친환경농산물 인증농가 16만 여 농가와 친환경축산 인증 농가 3,898농가 중에서 한 농가가 유기농산물 인증과 유기축산물 인증을 동시에 취득한 사례는 총 15농가에 불과하다. 따라서 소규모 가족농이 유기축산물 인증을 받기 용이하도록 품질인증제도를 개선할 것을 제안하기도 하였다.

지금까지 순환농업 및 축분뇨 자원화를 위한 다양한 연구와 정책이 부분적으로 시행되었지만 축분뇨 자원화시설 건립과 같은 기반시설 설치 중심이었다. 그러다보니 지역에서 가축분뇨의 수급불균형이 발생하기도 하였다. 따라서 가축분뇨 자원화 시설을 효율적으로 활용하고, 순환농업을 활성화하기 위해서는 가축분뇨에 대한 정보를 공유하여 그것이 원활히 유통되도록 하는 중개시스템이 필요하게 되었다.

KEI(2007)는 전 세계적으로 유기성 폐자원 시장이 지속적으로 성장함에 따라 on-line과 off-line을 통한 거래가 활성화 되어 가고 있다고 파악하였다. Sarah(2006)는 미래에는 가축분뇨 자원의 on-line 거래가 일상화 될 것으로 예측하고, 가축분뇨 자원화를 증대를 위해서는 가축분뇨를 on-line 정보에 등록하여 공급자와 수요를 연계하는 중개거래(recycle match)를 활성화 할 필요가 있음을 제시하였다.

Lichtenberg 등(2002)은 웹기반 가축분뇨 중개거래 서비스는 웹상에서 축산농가의 과잉분뇨를 경종농가와 연계하여 중개거래 하는 시스템은 미국 메릴랜드 농무성의 웹사이트에서 실시하고 있다. 화학비료 가격이 최근 상승하여 가축분뇨 자원화 이용의 경제적 효용성이 증대되고 있다.

본 연구에서는 가축분뇨 자원화 중개은행을 통해 지역, 국가 중개은행 web sites를 설계하는 방안을 제시하고자 한다. 이 시스템은 축산농가, 경종농가, 축분뇨 퇴비화 업체, 운송업자 등에게 신속하고 쉽게 정보검색과 자원 중개가 가능하도록 하고, 중개인이 간접적인 유통 협상에 참여하도록 해야 한다.

따라서 가축분뇨 자원화 정보은행의 구축을 위해 다음과 같은 과정을 거치기로 한다. 즉, 시스템에 포함될 내용을 선정하고, flow chart를 통해 메뉴를 설정하여 자료의 가공 및 입력(image, Html)을 거쳐 홈페이지를 개발한다. 나아가 시스템 메뉴개발과 더불어 수록된 자료는 통계청, 시군 자료를 수정·보완한다. 개발을 위해 사용한 각종 프로그램은 홈페이지 DB

구축자료 입력을 위하여 작성하였다. 또한, 가축분뇨 자원화 정보 DB의 구축 대상 자료는 통계청, 농산물품질관리원, 각 지역 시군 농업기술센터, 농림부의 자료, 인터넷 사이트로부터 수집하거나 직접 방문하여 조사한 자료를 DB 구축자료로 활용하였다. DB의 입력, 수정, 검색 기능은 축산분뇨 자원화정보은행 홈페이지를 통해 구현하였다.

II. 웹기반 가축분뇨 자원화 중개시스템의 구축

1. 중개시스템의 개요

2012년부터 국제적으로 유기성 폐기물의 해양 배출이 금지되어 가축분뇨의 자원화 이용 증대가 요구되고 있다. 그러나 현재 우리나라의 각 시·군에서 운영하고 있는 액비유통센터를 통한 가축분뇨의 자원화 처리율은 2% 이하로 높지 않는 실정이다. 더욱이 축산업허가제가 도입 되면 가축통계 및 가축분뇨 등 통계의 정확성 확보가 더욱 필요하게 된다.

현재 가축분뇨 처리기술은 많이 발전하였다. 그러나 축분뇨의 자원화 정보인프라 구축 등 soft ware적인 연구는 매우 부족한 실정이다. 유기성 자원정보의 국가 통합관리의 필요성 증대, 기후변화에 따른 농업부분 온실가스 감축, 지역에서 발생하는 가축분뇨에 대한 정확한 조사와 시설 규모, 설치 장소, 비료 사용 농가까지 이송 및 살포비용, 악취발생 억제 등을 종합적이고 체계적인 정보관리의 필요성이 증대하고 있는 것이다.

세계적으로도 고도정보화시대에 따라 다양한 분야에서 정보시스템(인터넷, 스마트폰) 등이 발전하고 있다. 이를 활용하여 축분뇨를 온라인 거래시스템 구축에 의하여 자원화 처리율 향상이 필요하다. 특히, 광대역 통합망(Broadband convergence Network : BcN), 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sense Network : USN)를 기반으로 폐자원의 정보구축과 중개가 이루어 질 것이다.

가축분뇨 자원화 중개시스템의 목적은 인터넷 네트워크 검색 시스템을 제시하는데 있다. 이는 인터넷을 통하여 가축분뇨 중개거래정보의 데이터베이스를 구축하여, 웹 사이트상에서 가축 사육자, 작물 생산자, 양분관리, 분뇨저장에 대한 자료를 정보은행을 통해 공유한다. 이를 통해 가축분뇨의 발생에서부터 수거 및 활용까지 인터넷상에서 중개 이용이 가능토록 시스템을 구현하였다. 가축분뇨 자원화 중개거래 정보은행 지역(권역)별 on-line 가축분뇨정보망을 지원 및 관리하게 되고, 지역 정보은행에 자료 입력을 하며 센터로부터 정보를 제공 받아 가축분뇨 정보망에서 유기적인 거래관계가 이루어진다.

가축분뇨의 중개거래의 활성화를 위해서는 지역별로 중개서비스(brokerage service)를 담당하는 기관의 필요하다. 그래야만 중앙집중화 된 가축분뇨 시장의 문제를 해소하여 축분뇨 거래비용을 감소시키고 저장과 시용시기를 조절할 수 있다.

Lichtenberg 등(2002)은 가축분뇨 중개서비스의 장점으로 가축분뇨 생산자와 수요자의 정보에 대한 접근 용이성으로 거래가격을 낮추고 이동거리를 최소화시키는 것이 가능하다는 점을 들고 있다. Carpenter(2000)의 연구에 따르면, 작물생산이 많은 미국 조지아주(州)의 경우 가축분뇨의 가치를 인식하여 잉여 가축분뇨의 수요처를 찾아 주는 중개서비스에 의한 자원화 이용 활성화로 화학비료를 절감하고 있다. 미국 조지아주의 가축분뇨 중개업무 진행 결과 가축분뇨를 공급자 보다 구입하고자 하는 경종농가가 7배 많았다고 한다. 미국에서 계분의 거래가격이 운송거리에 따라 상이하나 톤당 5~20\$에 거래되고 있으며, 농경지의 환원가치는 거래가격 이상인 것으로 평가받고 있다.

Bosch와 Napit(1992)는 잉여 가축분뇨의 농경지 양분으로 이용하기 위한 중개업은 국가 경제적으로 지속가능하게 실용가능 한 사업으로 결론을 내려 이동서비스 시스템의 국가 지원을 제안하였다.

Goodwin 등(2000)은 가축분뇨 자원화는 경종농가, 축산농가, 지역단체가 연합된 지역적인 협의체 조성으로 해결 할 수 있다고 보고하였고, Conway와 Pretty(1991)는 많은 유럽 국가들은 가축분뇨의 운송비를 지원하여 자원화를 높이고 있다고 보고하고 있다.

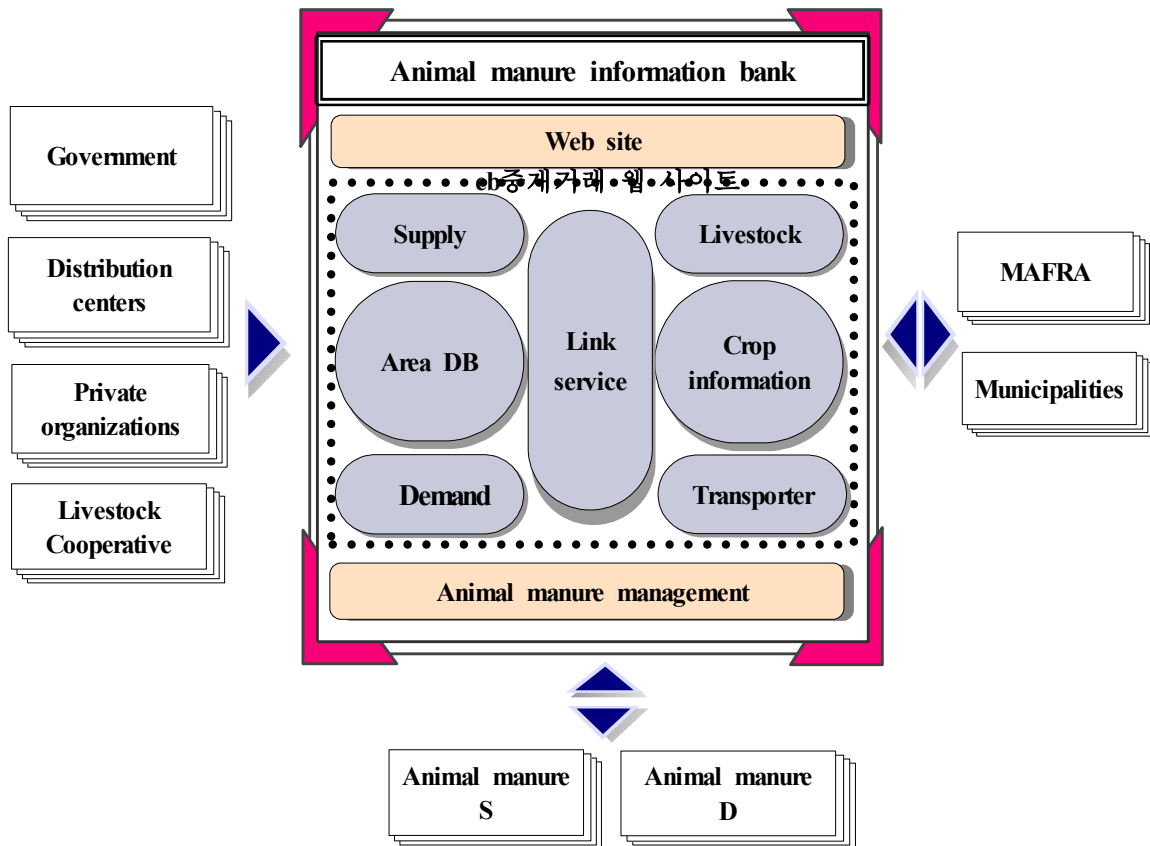


Fig. 1. Information bank system concept of animal manure matching service

가축분뇨 자원화 중개거래시스템은 Fig. 1에 도해한 것처럼 구현할 수 있다. 거래 참가자는 초기에 가축분뇨 자원화 중개거래 구축 서버에서 인터넷상에 가축분뇨 자원화 정보은행 사이트를 개설하여, 축산농가가 장소와 시간에 구애받지 않고 가축분뇨에 대한 정보를 등록하고, 경종농가 또한 장소와 시간에 구애받지 않고 가축분뇨에 대한 정보를 획득하고, 운송업체를 통해 가축분뇨 자원을 손쉽게 제공받을 수 있도록 한 것이다.

가축분뇨 자원화 정보검색 프로그램은 축산농가의 가축분뇨 및 경종농가 정보의 DB를 손쉽게 검색할 수 있도록 하였다. 가축분뇨 자원화 중개정보은행 구축의 흐름은 축산농가 정보, 가축분뇨(퇴비, 액비, SCB 액비), 액비 저장조 정보, 작물생산 농가 정보, 가축분뇨 운송차량, 정보은행 관련기관 정보 구축과, 인터넷상에서의 가축분뇨 중개 시스템으로 구성되어 있다.

가축분뇨 중개시스템의 운영 내용을 살펴보면 Table 1과 같다. 가축분뇨자원화 중개거래 정보망은 가축분뇨의 공급자와 수요자 사이의 유기적 on-line 연결망을 의미하는 것이다. 이러한 연결망을 통하여 가축분뇨자원의 on-line 접근성을 향상시켜 가축분뇨 공급자(offers area)와 수요자(request area)가 원하는 거래품목에(listings) 등록되어 중개거래 된다. 이로써 축분뇨의 장거리 물류에 수반되는 사회적 비용을 절감하는 것(물류효율 증대)과 자원화 되어 쓰이거나, 순환을 증대시키고 유기물 자원 구입비용을 절감시킨다.

Table 1. Operational overview of animal manure matching system

Division	Contents	Remark
1. Purpose	Improve accessibility of animal manure on-line trading	
2. Area	Municipalities (metropolitan, cities and counties)	
3. Target items	Manure, compost, cattle manure	
4. Operating principals & business model	MAFRA, municipalities, Public-private partnership (G0), (GO-NGO partnership), NGO, private corporate profits	A variety of operating
5. Major association groups	Manure & compost & cattle manure distribution centers, animal manure matching service provider. etc	
6. Intermediation type	Centralized storage facilities, decentralized storage facilities, and non-store facilities	Manager support
7. Brokerage charges	RW : Government support CFP : charge, CFO-charge : CH : Membership fee FE : Free of charge	A variety of operating (government-subsidized)

가축분뇨는 저장, 발효, 수거, 운송, 농경지 살포의 요인으로 관리된다. on-line 가축분뇨 자원화 중개거래정보센터는 지역별로 가축분뇨 자원화 중개거래정보를 이용하여 전체적으로 관리하는 기관이다. 이 센터는 세부적으로 ① 가축분뇨 중개거래 정보센터 지침 및 지원 ② 지역, 전국 on-line 정보구축 및 DB화 ③ 지역 정보은행 구축공모, soft ware 공급 ④ 기술 지원 및 컨설팅(가축분뇨 자원화 관련 업체 및 지자체) ⑤ 중개거래정보은행 대국민 홍보 및 관리 등을 총괄 관리한다.

3. 중개시스템의 구성 목록

가축분뇨 자원화 중개거래 프로그램은 축산농가의 가축분뇨 및 경종농가 정보의 DB를 손쉽게 검색하여 중개거래가 원활하게 하는 데 활용할 수 있다. 가축분뇨 자원화 중개거래 운영시스템의 메인 메뉴는 Table 2와 같다.

Table 2. Main menu of animal manure matching system

Manu	Detailed list
1) Component	1) Animal manure information bank system operating elements 2) Software elements
2) Operating system	1) Animal manure enrollment 2) Trading conventions 3) Animal manure on-line trading tips 4) Brokerage trading
3) Brokerage system	1) Animal manure provider list 2) on-line letter of application 3) Animal manure offers (letter of application) 4) Animal manure request (letter of application)

가축분뇨 자원화 중개거래 운영시스템의 메뉴는 가축분뇨 중개거래 구성요소, 가축분뇨 정보은행 운영시스템, 가축분뇨 중개 시스템으로 구성되어 있다. 가축분뇨 중개시스템은 가축분뇨 생산농가에서 가축분뇨를 공급 할 수 있는 사항을 신청서에 작성하여 가축분뇨 중개시스템에 신청하게 하였다. 또한 가축분뇨를 원하는 경종농가에서는 재배작목의 면적과 필요량에 대한 신청서를 작성하도록 설계 되어 있다.1)

1) 가축분뇨 중개시스템 등록 방법은 크게 4단계로 나뉜다. 1단계는 회원 등록, zip code, 지역을 선정하고, 2단계는 공급자(offer) 가축분뇨 등록사항으로 가축분뇨 종류, 용량, 지역, 세부 물품사항, Image tool을 등록한다. 또한 수요자(request)도 가축분뇨 수요량, 연락처를 등록한다. 3단계는 필요

Ⅲ. 가축분뇨 자원화 정보은행의 운영

1. 중개거래 시스템의 구성

가축분뇨 자원화 중개시스템은 축분뇨의 자원화 정보와 유기성자원의 순환시스템을 구현하는 데 주안점이 있다. 가축분뇨 퇴비화 정보은행 참여자들의 구성과 역할을 간략히 도해하면 Fig. 2와 같다. 이는 마치 생태계 순환시스템의 구성요소에 생산자(경종), 소비자(축산), 분해자(미생물, 축산분뇨)의 순환시스템이 있듯이 정보은행의 순환시스템에도 하드웨어(컴퓨터), 소프트웨어(on-line, off-line)를 기반으로 공급자(축산농가)와 수요자(경종농가)가 참여하는 순환정보시스템이다. 가축분뇨 자원화 시스템은 바로 이 두 가지 시스템을 정보은행이라는 중개거래시스템에 함께 접합시킨 것이다.

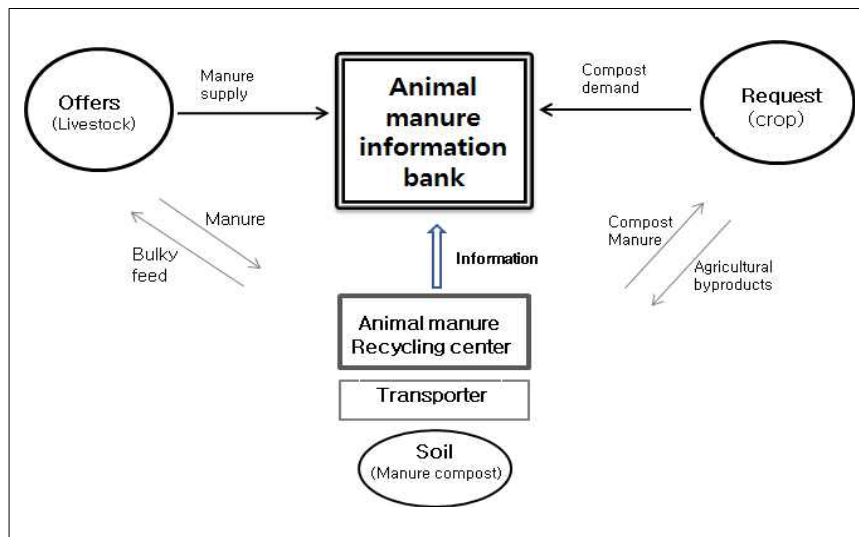


Fig. 2. The circulation agricultural systems and the role of information bank

인터넷상에 가축분뇨 자원화 정보은행 사이트를 개설하여 축분뇨 정보은행을 운영하며 서버 및 운영관리를 한다. 그러면 공급자인 축산농가가 가축분뇨에 대한 정보를 등록하고, 수요자인 경종농가 가축분뇨 수요정보를 등록하고, 운송업체를 통해 가축분뇨 자원을 손쉽게 제공받을 수 있도록 한다. 또한 지자체, 축분뇨 자원화 단체로 구성된 축분뇨 자원화센터의 협의체에 의하여 전체적인 시스템의 상호협약과 축분뇨 자원화가 on-line, off-line에서

시기, 운반 방법을 선택하고, 4단계는 e-mail, 연락처를 기입한다. 또한 운영관리의 체계를 갖추기 위해서는 운영거래 기초규약 제정이 필요하며, 기초규약에는 회원, 거래규정, 중개거래 허용 물품 종류, 보증, 분쟁조절 방법에 대하여 명시한다.

이뤄진다.

다음의 Fig. 3은 가축분뇨 자원화 정보은행 구축시스템의 구성도이다. 축산농가 단말기(110), 경종농가 단말기(120), 운송업체 단말기(130), 통신망(200), 가축분뇨 자원화 중개거래 정보은행 구축 서버(300)로 구성된다.²⁾ 이를 간략히 설명하면 다음과 같다.

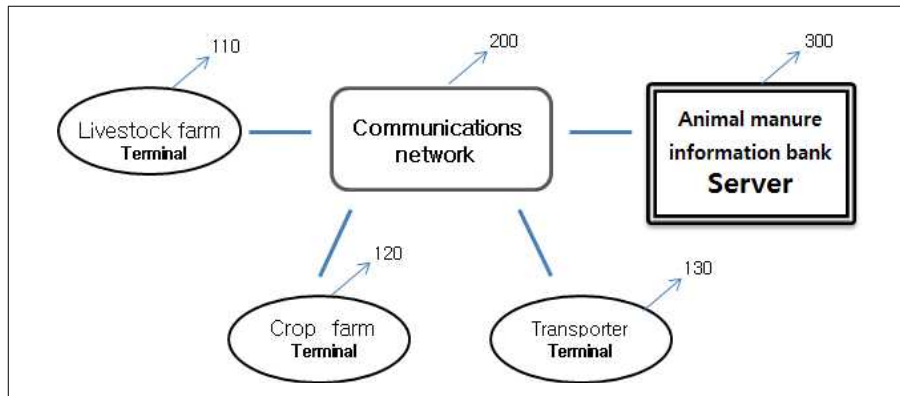


Fig. 3. Composition diagram of animal manure information bank system

첫째, 축산농가 단말기(110)는 인터넷상에 개설된 가축분뇨 자원화중개거래 사이트에 접속하여, 자원화가 가능한 가축분뇨 정보를 등록하는 역할을 하는 것으로, 축산농가가 사용하는 단말기로서 통상의 인터넷 접속이 가능한 퍼스널컴퓨터(PC)로 구현하게 된다. 여기서 축산농가는 유기축산 농가, 무항생제 축산농가, SCB 가축분뇨 처리시설 설치 농가, 퇴비 생산 농가, 액비 생산 농가, SCB 액비 생산 농가 등을 의미한다.

둘째, 경종농가 단말기(120)는 가축분뇨 자원화 중개거래 구축 서버(300)에서 인터넷상에 개설한 가축분뇨 자원화 중개거래 사이트에 접속하여, 이용하고자 하는 가축분뇨의 필요사항을 등록하는 역할을 하는 것으로, 경종농가가 사용하는 단말기로서 통상의 인터넷 접속이 가능한 개인용 컴퓨터(PC)로 구현하게 된다.

셋째, 운송업체 단말기(130)는 상기 가축분뇨 자원화 정보은행 사이트에 접속하여, 운송 관련 정보를 등록하고, 운송업체 또는 액비유통센터에서 사용하는 단말기로서 통상의 인터넷 접속이 가능한 개인용 컴퓨터(PC)로 구현하게 된다.

넷째, 통신망(200)은 인터넷 등을 통해 축산농가 단말기(110)와 가축분뇨 자원화 정보은행 구축 서버(300), 또는 경종농가 단말기(120)와 가축분뇨 자원화 정보은행 구축 서버(300), 운송업체 단말기(130)와 가축분뇨 자원화 정보은행 구축 서버(300) 간에 상호 접속을 위한 네트워크이다.

2) 본 연구를 통해 구축한 정보은행 시스템은 “가축분뇨 자원화 정보은행 구축 시스템”(출원번호 : 10-2011-0081729)으로 특허출원을 완료하였다.

2. Web site 구축

정보은행을 운영하기 위해서는 웹사이트 기반이 있어야 한다. 가축분뇨 자원의 체계적이고 집약적 관리체계 및 코드화 작업과 폐기물 자원화 matching 정보은행의 DB 구축 및 웹 중개거래 시스템의 상용화가 필요하다. 지역별 자원화를 극대화하기 위한 폐자원의 매개 기능을 갖는 폐자원 광역 및 지역별 온라인 거래 정보은행의 구축이 동시에 가능하도록 홈페이지를 설계한다.³⁾

인터넷상에 개설되는 가축분뇨 자원화 중개거래 사이트는 접속한 사용자 구별을 위해 로그인할 때 사용자를 확인할 수 있는 메뉴(액비유통센터, 축산농가, 경종농가, 일반 웹 사용자)를 제공한다. DB의 인적사항 내용은 보안이 필요한 경우가 있으므로 일반 사용자에게는 제한되도록 한다.⁴⁾

가축분뇨 자원화 정보은행은 가축분뇨 자원화 정보의 데이터 수집이 편리해지고, 가축분뇨 자원화 정보에 대한 적법처리의 확인을 용이하게 행할 수 있을 뿐만 아니라 실시간으로 정보 검색과 중개라 이루어지고, 적정 처리를 통한 가축분뇨의 운반 및 자원화 처리를 유도하므로 적법 처리의 신뢰성을 이끌어낼 수 있다.

DB는 관련기관과의 업무협약 및 정보수록, 자료관리, 정보검색 등을 검토 하여 정보 분야별로 DB를 구축한다. 본 정보 시스템에서 DB 구축은 가축분뇨를 대상으로 축산농가, 경종농가, 액비 운송업자 등 사용자에게 제공되는 정보를 제공하는 시스템이다.⁵⁾ 자원화 정보은행은 자원화를 위한 사용자의 요구사항에 부합할 수 있도록 시스템을 DB를 설계한다.⁶⁾

축분뇨 자원화 정보은행 설계 시 자치단체 사용자에게 데이터베이스의 정보를 추출하여 제공할 수 있도록 설계한다. 데이터베이스의 인적사항 내용은 보안이 필요한 경우가 있으

3) 개발된 홈페이지는 가축분뇨 자원화정보은행(animal manure matching information bank, AMRIB)이라 명명하였으며, 임시로 도메인은 manure. thiswebiz.com이다.

4) 각 사용자를 확인하기 위한 로그인 항목을 제공하며, 로그인 후 보이는 메인 페이지 인덱스 페이지에서 시스템을 위해 사용자에게 알려주는 공지사항, 시스템 업데이트 사용자를 위한 정보은행 검색 항목, 정보은행 개요를 소개하는 개요, 데이터베이스의 각 내용을 입력하기 위한 입력 항목, 사용자의 열람이 구별되며 출력정보를 위한 출력 항목, 시스템에 바라는 내용이나 방문 글을 저장하기 위한 게시판 항목 등을 포함한다.

5) 농가정보, 액비유통센터 및 유통업체 정보, 지역 농업기술센터 등 기관정보, 일반 사용자정보, 정보은행 관리자, 기초정보 관리자 등이다.

6) 지역별 정보은행 DB에는 축산농가 정보, 퇴비 및 액비 생산농가 정보, SCB 액비생산농가 정보, 축분뇨 이용 경종농가 정보, SCB 액비 이용 경종농가 정보, 액비 저장조 정보, 축분뇨 운송업자 정보, 가축분뇨 중개시스템 등이다. 나아가 축산농가 정보로는 축사 위치, 생산량 등, 축분뇨 저장용량, 퇴비 및 액비 검사 자료, 분뇨생산 이력기록, 지역, 축종, 축사형태, 분뇨량, 발효, 성분분석 등이다. 경종농가 정보는 지역, 작물종류, 재배면적, 축분이용 시기, 축분 수요량 등이다.

므로 일반사용자에게는 제한되게 한다. 가축분뇨 자원화정보는 축산농가, 경종농가, 관련기관의 공유를 통하여 효과적으로 활용할 수 있도록 홈페이지를 구축하였다(Fig. 4).



Fig. 4. Animal manure information bank system(construction case)

가축분뇨 자원화 중개거래 정보시스템의 구성은 각 분야별 시스템으로 구축하여 운영될 수 있도록 구성하였다. 중개서비스는 세 가지 형태가 있다. 첫째, 중앙집중식 가축분뇨 중개서비스는 중앙집중적 대규모 저장 시설설치로 수요와 공급 변동에 대응 할 수 있다. 이는 축분뇨의 이동거리 증가로 살포차 이동에 의한 소음, 악취로 민원 발생 우려가 있다.

둘째, 분산된 중개서비스는 분산된 지역에 저장시설을 설치하여 이동거리 축소의 이점이 있다. 이 서비스는 분산된 지역에서 저장시설 설치에 의한 가축분뇨 중개서비스이어서 중개업무 수행에서 가축분뇨의 량, 질, 이용 시기에 대한 많은 정보를 가지고 있다. 중개매니저의 개입할 수 있는 장점이 있다.

셋째, 자체 저장시설이 없는 무 저장시설 중개서비스 형태는 축산농가 저장소에서 경종농가로 직접 이송과 살포가 이루어지는 중개서비스 형태이다. 이 서비스는 작물재배 농가의 가축분뇨 필요시기와 축산농가의 배출시기를 일치하게 연계해야 하므로 정확한 정보의 활용이 요구되어 현실적으로는 실현가능성이 낮다.

Carpenter(2000)는 온라인 가축분뇨 중개서비스는 분산된(on-farm) 저장조의 가축분뇨를 생산자와 수요자의 직접적인 중개로 이동경비의 절감이 가능하다고 평가하였다.

모든 형태의 가축분뇨 중개서비스를 활성화하기 위해서는 작물생산자와 가축분뇨 배출자에 대한 가축분뇨의 가치와 양분관리에 대한 교육의 실시가 중요하다. 가축분뇨의 중개 유통은 작물 축산 순환시스템에 의하여 부가적인 생산성 향상을 할 수 있다.

3. 유기축산 및 무항생제축산 농가를 위한 DB 구축

유기농산물 인증 기준에서 유기퇴비 중 축분 퇴비는 원칙적으로 유기축산 축분뇨를 퇴비화한 것을 사용하여야 한다.⁷⁾ 그러나 현실을 보면 Table 3 및 Table 4에서 보는 바와 같이 우리나라의 유기축산 및 무항생제축산 규모는 매우 일천하다. 뿐만 아니라 영농방법도 ‘순환’과 ‘협동’의 원칙이 잘 지켜지지 않고 있음을 알 수 있다.

Choi(2012)의 조사에 따르면, 2011년 말 현재 친환경농산물 인증 건수 총 23,654건 중 유기농산물은 인증 건수로는 3,257건으로 13.7%, 농가 수 기준으로는 8.3%, 생산면적 비중으로는 11%, 출하량 기준으로는 6.7%이다. 2011년 말 기준으로 친환경농업 경지면적은 전체 농경지의 약 9.4%이며, 이 중 유기농업 경지면적은 전체의 1.1%정도에 불과하다. 그러나 친환경축산 사육두수는 전체 축산 사육두수의 60% 이상을 차지하고 있으며, 이중 유기축산 사육두수는 역시 전체 가축사육두수의 0.1%에 불과하다. 이는 한편으로는 무항생제축산이 널리 보급되어 있어서 이들이 유기축산으로 전환할 여지가 많다는 것을 의미하기 때문에 희망적으로 보고 있다. 즉, 현재 유기농업 농가가 규모 면에서는 점차 확산되고 있지만 유기축산 농가가 상대적으로 빈약하여 유기축분 퇴비와 유기 조사료 간의 순환, 물질·양분 수지의 불균형문제가 존재하고 있다. 유기축분 퇴비의 농가 내·지역 내 폐쇄순환시스템에 의한 공급이 절대 부족한 것이다.

7) 가축분뇨를 원료로 하는 퇴비·액비는 유기·무항생제 축산물 기준에 맞는 사료를 먹인 농장 또는 경축순환농법으로 사육한 농장에서 유래된 것만 사용할 수 있으며, 완전히 부숙 시켜서 사용하되, 과도한 사용, 유실 및 용탈 등으로 인하여 환경오염을 유발하지 아니하도록 하여야 한다. 또한 유기·무항생제 사료 기준에 맞지 아니하는 사료를 먹인 농장 및 경축순환농법으로 사육하지 아니한 농장에서 유래된 퇴비는 어떠한 요건을 충족시켜야 유기농립산물의 퇴비, 액비로 사용하기 위해서는 ① 퇴비화 과정에서 퇴비더미가(55~75℃)를 유지하는 기간이 15일 이상 되어야 하고, 이 기간 동안 5회 이상 뒤집어야 하며, ② 퇴비에 항생물질이 포함되지 아니하여야 하고, 유해성분 함량은 비료관리법 제4조에 따른 비료공정규격 중 퇴비규격의 1/2 을 초과하지 아니하여야 한다. (사)친환경농산물인증기관협회(2011) 참조.

Table 3. The status of Environment-friendly agricultural products certification(2011)

(unit : %)

Division	Organic	Pesticide-free	Low-pesticide	Subtotal	
Case(No) (%)	3,257 (13.7)	13,694 (57.8)	6,703 (28.3)	23,654 (100)	
Farm(No) (%)	13,376 (8.3)	89,765 (55.7)	67,487 (42.0)	160,628 (100)	
Area (ha)	19,311 (11.0)	95,254 (55.2)	58,108 (31.8)	172,672 (100.0)	
Shipments(t)	123,314 (6.7)	979,791 (52.9)	749,136 (40.4)	1,852,241 (100)	

Division	Organic livestock	Non-antibiotics livestock	Subtotal	Agent	Importers
Case(No) (%)	70 (1.8)	3,828 (98.2)	3,898 (100)	442	25
Farm(No) (%)	191 (2.65)	7,006 (97.35)	7197 (100)	-	-
Livestock number (%)	195,045 (0.19)	103,740,409 (99.81)	103,935,454 (100)	-	-

Source : NAQS DB(2012) Reconfiguration. Choi(2012) Re-quoted

Table 3에서 보는 것처럼 2011년 말 기준으로 친환경축산물 3,898건 중 유기축산물은 70건으로 약 1.8%에 불과하다. 무농약농산물과 무항생제축산물 인증 건수가 많다는 것은 앞서 논의한대로 유기농산물 또는 유기축산물로 전환 가능한 잠재적 농가가 많다는 것을 의미한다. 곧 농가 내 또는 지역 내에서 유기경종-유기축산 간의 물질·양분균형의 순환농업이 실현될 수 있는 계기가 될 수 있도록 해야 한다.

Table 4는 유기축산 인증농가의 순환농업 실천여부를 분석한 결과이다. 유기축산물 인증 농가를 전수조사하여 분석한 것이다. 요컨대, 유기경종-유기축산을 결합생산하고 있는 경축순환농가는 총 15농가로 15.6%에 지나지 않았다. 이것은 전체 유기농산물 인증농가의 0.1%에 불과한 수치이다. 이렇게 유기경종과 유기축산이 농가 내 또는 지역 내에서 순환되기 어려운 이유는 우리나라 친환경농업육성법에서 유기농업을 순환농업의 개념으로 파악하는 데 주저하고 있기 때문이다.⁸⁾ 본래 유기농업(Organic Agriculture)은 순환농업을 추구

8) 친환경농업육성법(법률 제10893호, 2011.7.21 일부 개정)에서의 정의를 보자. 경제적 측면에서는 화

한다. 즉, 농장의 모든 구성요소를 하나의 유기체로 보고, 농업생태계 보호, 종의 다양성 생물순환과 토양 생물활동 증진과 같은 각 요소간의 상호작용에 의해 지역 내에서의 총체적 생산관리체제(holistic production management system)”로 정의하고 있는 codex 기준과도 원칙 측면에서 차이가 있다.

Table 4. The case analysis of circulation agricultural practicing farmers of organic livestock certification farmers(2011)

(unit : %)

Division	Case (Farm) No	Case (Farm) Ratio
Crop-livestock cycling farming case (Food crops)	13(15)	20.3(15.6)
Crop-livestock cycling farming case (Dairy, Forage crops)	18(22)	28.1(22.9)
Organic livestock only	33(59)	51.6(61.5)
Total	64(96)	100(100)

Source : NAQS DB(2012) Reconfiguration. Choi(2012) Re-quoted

현 단계 우리나라에서 유기퇴비를 농가 또는 지역단위로 조달하기 위한 전제는 유기축산을 활성화시키는 것이다. 퇴비의 기능은 토양의 물리성 개선, 토양의 미생물상의 건전성을 확보하여 건강한 작물을 재배하는 것이다. 유기재배농가는 화학비료를 사용할 수 없기 때문에 유기퇴비로 작물의 생육을 향상시켜야 한다. 또한 식물성퇴비만을 투입했을 때 작물생육은 발효된 돈분, 계분이나 돈분에 비해 떨어질 수밖에 없다. 작물의 적절한 성장을 위하여 식물성퇴비와 동물성퇴비의 적절한 조합이 필요하다.

현재 우리나라 유기농업은 우수하고 안전한 유기퇴비의 공급이 부족한 상태이다. 유기농산물을 생산하는 농가는 공장에서 제조된 유박비료를 중심으로 퇴비를 공급하는 경우가 많다. 앞으로 유기축산퇴비와 무항생제 축분 퇴비의 활용 증가가 요구되므로 유기축산 농가의 퇴비생산 정보를 DB로 구축하면 경종농가에 활용이 가능하다. 전국단위, 지역의 읍면별 무항생제 축산농가의 정보 DB를 구축할 수 있다.

나아가 소규모 가족농 단위의 유기축산을 장려하고, 또한 친환경축산 중 99%를 차지하고 있는 무항생제 축산농가를 유기축산으로 전환시키는 노력이 필요하다. 이를 바탕으로

학자재를 유기자재로 대체해야 하고(시장, 경제 의존성), 순환농업에 대한 원칙이 구체적이지 않고 약하며, 안전농산물을 통해 인간의 건강을 중시한다고 할 수 있다. 이는 현실적으로 유기농업이 매우 시장의존적·시장지향적이어서 유기농업의 전후방연쇄효과가 농업내부 또는 지역 내에서 발생하기 어려운 “고비용-저부가가치”의 농업이 될 소지를 내포하고 있다. 최덕천(2012) 참조.

Fig. 2의 정보은행에서 제시한대로 지역단위 유기축분뇨 퇴비화 정보를 활용하여 지역단위 순환농업을 통해 유기농업을 질적으로 발전시켜나가야 한다.

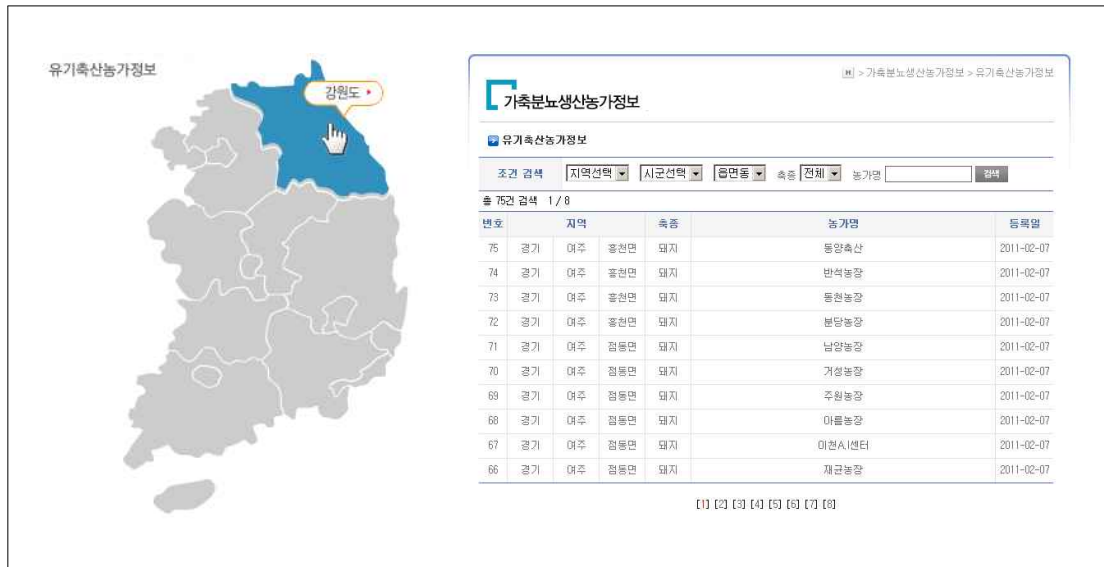


Fig. 5. Animal manure information bank system(organic livestock DB)

앞의 Fig. 5에서 예시하는 것처럼 전국 가축분뇨 자원화 정보은행 사례는 우리나라 지도 위에 도별, 시군별, 읍면동별 유기축간 농가의 정보를 검색하도록 한 것이다. 따라서 유기농가에서는 지역에 생산되는 유기축산 분뇨의 정보를 활용할 수 있는 것이다.

Ryoo과 Choi(2012)는 지역순환농업을 위해서는 경종과 축산농업의 부산물에 대한 수급량, 그리고 그것의 비료량을 계산할 수 있도록 가축단위와 분뇨단위 개념을 제시하였다. 분뇨단위(Manure Unit, MU)는 축종별 양분 발생량의 객관적인 상호비교가 가능하다. 각종 축분뇨 정보를 이용하여 지역 내에서의 순환농업을 위한 양분수지(Nutrient budget of circulating agriculture) 균형모형을 구축하는 것이다. 즉, 지역별로 N-부하량이 상이하므로 지역별 분뇨단위 적용을 통하여 가축생산과 경작지를 연계한 지역순환농업 체계를 구축할 수 있다. 토양-작물-가축연계 시스템(The soil-crop-animal linkage system)을 통해 환경부하를 평가하고, 이를 축분뇨 정보은행을 통해 DB를 구축하여 농가가 쉽게 양분관리를 할 수 있는 것이다. 따라서 가축분뇨 자원화 정보은행의 정보를 순환농업에 필요한 환경관리와 축종에 따른 분뇨의 오염 증가물을 결정하는 가축분뇨 양분관리 정책에 활용할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 인터넷상에서 가축분뇨의 수급 정보를 등록하고, 정보검색과 중개거래를 하는 시스템을 통해 이용자들이 저비용으로 가축분뇨의 자원화 중개거래 관련 정보의 활용이 가능하도록 웹 기반 시스템을 구축한 데 의의가 있다.

가축분뇨 자원화 정보의 적법처리를 위한 시스템에서는 가축분뇨 자원화 관련 모든 정보가 DB화 되는 국가단위의 가축분뇨 자원화 정보센터와 지역 시군단위의 가축분뇨 자원화 정보은행이 연계된다. 따라서 인터넷 정보망을 통해 축산농가, 경종농가, 액비 유통센터, 수송 운반자 및 운영자가 상호 네트워크를 형성하게 된다. 그리하여 가축분뇨 자원화 정보의 등록, 조회, 운반, 중개 거래, 자원화 처리시스템이 구비된다.

이처럼 축분뇨 자원화 정보은행 서비스가 이뤄지면 지금까지 관행농업이든 유기농업이든 가장 큰 문제로 지적되었던 경축순환농업의 부족 문제가 어느 정도 해소될 것으로 보인다. 특히, 유기농업에서는 유기농업의 기본 원칙이기도한 농장 내 또는 지역 내 순환농업을 실현하는데 크게 기여할 수 있다. 특히, 기존에 시설 중심의 축분뇨 자원화 정책이 이제 소프트웨어(soft wear) 중심의 자원순환정책으로 이행하는 계기가 될 수 있다.

따라서 국가의 가축분뇨를 관련 정보를 효율적으로 관리하기 위해서는 최근 정보통신기술(IT)을 적용한 국가 지방정부 차원의 종합적인 가축분뇨 자원화 정보의 데이터베이스(DB)의 구축 및 운영이 확대되어야 한다. 가축분뇨는 연중 생산되지만 가축분뇨 자원에 대한 정확한 정보 부재 또는 정보의 비대칭성으로 말미암아 적재적소에 가축분뇨 자원화가 이루어지지 못했던 문제를 해소될 수 있다. 나아가 지역별 축분뇨 생산이 불균형하여 지역별 정보 공유를 통한 자원화율의 상승을 위하여 자료들을 통합적으로 수집-관리-서비스 할 수 있는 가축분뇨 중개거래 정보시스템이 운영될 수 있다.

본 연구에서는 축산분뇨 공급자와 가축분뇨 수요자인 경종농가 정보의 등록을 통하여 퇴비, 액비 저장살포 정보와 작물생산 농가 정보를 연계하여 가축분뇨 중개시스템이 이루어지도록 하였다. 또한 유기축산, 무항생제 축산농가의 DB를 구축하여 친환경농가의 지역에 생산되는 가축분뇨의 자원화 처리율을 높이는 데 기여할 수 있다.

가축분뇨 자원화 정보은행은 행정기관에 많은 정보를 용이하게 제공할 수 있다. 또한 가축분뇨 자원화 정보의 데이터 수집이 편리해지고, 가축분뇨 자원화 정보에 대한 적법처리의 확인을 용이하게 할 수 있다. 뿐만 아니라 실시간 정보로 검색과 중개가 이루어지고 적정 처리를 통한 가축분뇨의 운반 및 자원화 처리를 유도하므로 적법 처리의 신뢰성을 이끌어낼 수 있다.

본 연구의 시스템을 통해 기대되는 효과는 다음과 같다. 첫째 가축분뇨 자원화 정보를 기반으로 가축분뇨 자원화 정보를 실시간으로 쉽게 등록, 검색하여 폐기물인 축분뇨를 자원화 하여 유기퇴비 투입비용을 경감하여 농가의 소득증대에 기여할 수 있다.

둘째, 축산-경종 연계 방안에 의한 친환경 경종, 축산 순환농업에 의한 환경보호와 축산 분뇨 처리의 비용 절감에 의한 축산 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

셋째, 지역별 가축분뇨 생산, 자원화 가능 농경지 면적을 DB화하여 가축분뇨 생산, 이용에 이동거리를 최소화하여 저엔트로피(low entropy) 경축순환농업을 확산할 수 있다.

넷째, 지역별 자원순환농업 시스템 구축에 활용한다. 지역(시, 군) 축산농가와 경종농업 결합에 의한 자원순환농업 실천 농가를 체계적으로 조직화할 수 있다.

이러한 순환농업 시스템을 더욱 확장하고 특히 유기 순환농업에 본 연구에서 제시한 축산분뇨 자원화 정보은행을 활용하기 위해서는 첫째, 유기축산 축분뇨에 대한 분뇨단위를 계산하고, 둘째, 이를 활용하여 순환농업을 실천하기 위한 교육이 필요하며, 셋째, 유기축산 분뇨에 대한 가축단위와 분뇨단위를 자동으로 계산하는 시스템을 보완하고, 넷째, 지역 단위 유기경종농가와 유기축산농가간의 자원순환을 위한 농가단위 순환농업 조직을 재구축하는 모형의 연구가 이어져야 한다. 마지막으로, 본 연구에서 제시하고 있는 가축분뇨 정보은행 구축에 따른 비용과 편익을 규모별로 분석하여 그 경제성을 정밀 분석할 필요가 있다.

[논문접수일 : 2012. 12. 10. 논문수정일 : 2013. 2. 19. 최종논문접수일 : 2013. 3. 15.]

Reference

1. Kim, Chang-Gil and Yong-Kwang Shin. 2005. Implementation Program for Introducing Regional-Based Maximum Nutrients Loading System. KRE1.
2. Dongkook University. 2006. Standard Model Development of Nature-Circulating Organic Agriculture. Ministry of Agriculture and Forestry.
3. Ryoo, Jong-Won. 2011. Construction and Utilization of Animal Manure Matching Service. Research Report. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
4. Ryoo, Jong-Won and Deog-Cheon Choi. 2012. Assessment of N-Loading and Manure Units for Regional Recycling Farming. Korea Journal of Organic Agriculture. 20(1).
5. Yu, Deog-Gi. 2002. The Possible Utilization of Animal Excrements. Korea Journal of Organic Agriculture. 20(1).
6. Sung Yee Yoon and Sun Ho Park. 2009. The Study of Resource Cycling Agriculture Furtherance Scheme. Korea Journal of Agriculture Management and Policy. 36(1).
7. Choi, Deog-Cheon. 2011. The Improvement of Certification Institution for Small Farming

- Cycling System. *Korea Journal of Organic Agriculture*. 19(4).
8. Choi, Deog-Cheon. 2011. Principles and New deployment of Organic Agriculture and 2012 Organic Agriculture symposium. Korea Association of Organic Agriculture.
 9. KEI. 2007. A Study on the Construction Plan of Asia Network for Waste Exchange for Activating Resources Recycling. Ministry of Science and Technology·Ministry of Environment.
 10. Behera, U. K., P. Panigrahi, and A. Sarangi. 2012. Multiple Water Use Protocols in Integrated Farming System for Enhancing Productivity. *Water resources management*. 26(9).
 11. Carpenter, G. 2000. Marketing Potential of Value Added Products. In: Proceedings of the 2000 National Poultry Waste Management Symposium, J. P. Blake and P. H. Patterson ed. Auburn University Press, Auburn, AL pp. 46-52.
 12. Conway, G. R. and J. N. Pretty. 1991. Unwelcome Harvest Agriculture and Pollution. Earthscan Publications Ltd. London, England. p. 645.
 13. Goodwin, H. L., J. Hipp, and J. Wimberly, 2000. Off-farm Litter Management and Third Party Enterprises. Foundation for Organic Resource Management, Winrock International, contact Annett Pagan 501-727-5435.
 14. Lichtenberg, E., D. Parker, and L. Lynch. 2002. Economic Value of Poultry Litter Supplies in Alternative Uses. University of Maryland, College Park: Center for Agricultural and Natural Resource Policy. 18.
 15. McIntire, J., D. Bourzat, and P. Pingali. 1992. Crop-livestock Interaction in Sub-Sahara Africa. Washington, D.C. The World Bank.
 16. Powell, J. M., S. Fernandez-Rivera, P. Hiernaux, and M. D. Turner. 1996. Nutrient cycling in integrated rangeland/cropland systems of the Shale. *Agric. Systems*. 52(2/3): 143-170.
 17. McIntire, J., D. Bourzat, and P. Pingali. 1992. Crop-livestock Interaction in Sub-Sahara Africa. Washington, D.C. The World Bank.
 18. Sarah Begg-Calgary Materials Exchange Program Coordinator. 2006. Materials Exchange Guidance Document. Review and Case Study.
 19. U. K. Behera, P. Panigrahi, and A. Sarangi. 2012. Multiple Water Use Protocols in Integrated Farming System for Enhancing Productivity. *Water resources management*. 26(9).