

유비쿼터스 기술을 활용한 가축분뇨 통합관리 시스템 개발을 위한 사용자요구사항 분석

구지희 · 조진현 · 안지연 · 정태웅 · 이새민 · 이상락*

건국대학교 신기술융합학과, 동물생명과학대학 동물자원과학전공

Analysis of the User Requirements for Development of Integrated Livestock Excretion Management System applied with the Ubiquitous Technology

Jee-Hee Koo, Jin-Hyun Jo, Ji-Yeon Ahn, Tae-Woong Jung, Sae-Min Lee,
Sang-Rak Lee*

Department of Animal Science and Technology, Konkuk University, Gwangjin-gu,
Seoul 143-701, Korea

ABSTRACT

Although the livestock excretion is a significant resource in providing nutrients to the crops as it is recycled, it has been perceived as the cause of environmental pollutions for its inappropriate treatment and quality control issues. The study is aimed to develop an integrated management system for efficient management of livestock excretion using the Ubiquitous technology, and the user requirements are analyzed for development of such system. As the result of analysis on the requirements, it has been proved that such system is perceived to be necessary and the demand for several main functions can be seen as well.

(Key words : Ubiquitous, Requirements Analysis, Livestock Excretion, Management System)

서 론

소, 돼지, 닭 등 가축에서 발생되는 가축분뇨는 농작물에 환원되어 작물에게 영양소를 공급하고 지력을 높이고 농산물의 품질을 향상시키는 등 자연순환농업의 핵심 요소로써 없어서는 안될 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 일부 가축분뇨는 우리 국토를 오염시키고 강과 하천의 수질을 저하시키는 등 주요한 오염원이 되고 있을 뿐만 아니라 심

한 악취로 국민들에게 축산업을 외면하게 하는 계기가 되고 있다.

또한 국내 축산업은 그 동안 생산, 품질, 안전성 위주로 단기간 안에 크게 성장해 왔으나, 이제는 환경을 우선 생각하는 친환경 축산업만이 살아남을 수 있는 여건에 와 있으며, 이를 위한 가축분뇨의 체계적인 관리 는 우리 축산업의 미래를 결정하는 가장 중요한 요인이 되었다.

가축분뇨의 부적정 처리를 방지하고 농지

*Corresponding author : Sang-Rack Lee, Department of Animal Science and Technology, Konkuk University, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea. Tel: +82-2450-3696, E-mail: leesr@konkuk.ac.kr
2013년 11월 15일 투고, 2013년 12월 19일 심사완료, 2013년 12월 22일 게재확정

로의 정확한 순환을 유도하기 위해서는 가축 분뇨의 처리 및 순환 단계별로 체계적인 모니터링과 관리가 요구된다. 이를 위해서는 가축분뇨의 처리 및 순환단계별로 중점관리요소를 도출하고, 각 중점관리요소를 모니터링할 수 있는 기술과 모니터링된 중점관리요소의 정보를 분석, 통합하는 기술을 개발하여, 가축분뇨 처리 및 순환 주체에 대하여 그 정보와 대처방법을 제공함과 동시에 지역 및 국가 단위의 관리 망에 정보를 전파하는 시스템의 구축이 필요하다. 또한, 지역과 국가 단위에서는 가축분뇨의 자원화와 순환체계 구축을 위한 계획 및 정책입안 등이 필수적이다. 이러한 필요성을 인식하여 농림축산식품부는 2010년 11월에 발표한 “가축분뇨 자원화 및 효율적 관리 방안”에서 우선 필요한 기술로 “IT를 이용한 개별농가 및 국가단위 가축분뇨 통합관리기술 개발”을 명시하고 있다.

유비쿼터스 기술은 언제 어디서나 네트워크에 연결되어 있어 실시간으로 정보를 주고받을 수 있는 기술로서, 이를 농업분야에 적용하여 고품질의 농축산물 생산지원, 농축산물 유통소비 선진화, 편리한 농촌 정보통신 환경 조성을 통해 농축산업을 IT 신기술 접목을 통한 자생력 있는 미래 첨단사업화할 수 있을 것이다. 이미 네덜란드나 덴마크 등의 축산선진국에서는 가축분뇨의 처리와 관리에 있어서 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 활용하기 시작하였으며, 그 적용 범위를 점차 확대하고 있다. 유비쿼터스 기술을 활용한 가축분뇨의 통합관리 기술체계가 완성되면 지역 및 국가단위의 가축분뇨 통합관리 시스템

에 적용함으로써 가축분뇨의 부적정 처리를 방지하고 자원순환을 촉진시킬 수 있을 뿐만 아니라 우수한 국내 IT기술의 접목으로 국외 기술주도권을 확보하여 관련기술의 해외시장 진출도 기대할 수 있을 것이다.

재료 및 방법

1. 가축분뇨 관리현황

국내 가축분뇨는 '12년 기준으로 연간 총 46.5만 톤이 발생되고 있으며, 그 중 돼지 분뇨가 17.7백만 톤 (38.2%)으로 가장 많은 양을 차지하고 한·육우 15.3백만 톤, 닭 6.5백만 톤, 젓소 5.7백만 톤을 차지(농식품부, 2013)하고 있다.

특히, 대부분 퇴비화로 원활히 처리되고 있는 한·육우 및 닭·오리에서 발생하는 가축분뇨와는 달리, 돼지 및 젓소에서 발생하는 가축분뇨는 수분함량이 높고 부하량이 높아 처리가 어렵고 환경문제를 야기하는 등 가축분뇨 처리 정책의 주요 대상이 되고 있다.

발생된 가축분뇨는 개별농가의 처리시설 의무 기준(가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 별표 2)에 의해 처리되는 것을 원칙으로 하되, 개별처리가 어려운 소규모 농가나 더욱 효율적인 자원화를 위해 일부 공공/공동처리시설에 유입되어 처리되고 있다.

처리방식별 처리시설의 종류에 대해서는 농식품부, 환경부가 가축분뇨 자원화 표준설계도를 마련하여 처리방식 별로 액비화, 퇴비화, 정화방류의 표준시설을 제시하고 있다

Table 1. Amount of livestock excretion by livestock type (2012).

구분	Korean native cattle	Dairy cattle	Swine	Poultry	Total
Number of breeding animals (unit:thousand)	3,063	413	9,534	149,750	162,760
Amount (unit:thousand ton) (ratio)	15,315 (32.9)	5,681 (12.2)	17,748 (38.2)	6,559 (14.1)	46,489* (100)

(가축분뇨 자원화 표준설계도, 2009)

가축분뇨는 '12년 현재 총 발생량 중 88.7%가 퇴비 또는 액비로 자원화 되고, 9.1%가 개별 또는 공공처리장에서 정화방류 처리되고 있다 (농식품부, 2013).

가축분뇨는 국가적으로는 현행 '가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률'을 비롯하여 환경부, 국토해양부, 농촌진흥청 등 다양한 부처 및 기관에서 법률 및 제도로써 기본적인 시설과 처리, 재활용에 대해 규제하고 있으며, 지자체 단위로는 가축분뇨관리 및 이용에 관한 법률 제19조에 의해 각 지자체 (시장·군수·구청장)는 매 2년마다 퇴·액비 이용촉진계획을 수립하여 관리토록 하고 있다.

지역 단위 (시군 단위)의 관리체계는 현행 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제19조

에 의해 각 지자체 (시장·군수·구청장)는 매 2년마다 퇴비·액비 이용촉진계획을 수립하여 관리토록 규정하고 있는 부분이 핵심이다. 그러나, 매 2년마다 퇴비·액비 이용촉진계획을 수립하는 시군이 적고, 대부분 지역 내 발생물량에 대해 지역단위 세밀한 관리가 이루어지지 않고 있다.

최근 2012년 해양배출 중단을 대비하여 경남·북 시군에서는 지역 내 해양배출 물량에 대한 구체적인 감축계획을 수립하고 각종 시설지원 등 지역단위 관리를 추진하고 있으나 한시적인 경우로서 실질적인 지역 내에 발생하는 모든 가축분뇨에 대한 관리계획을 수립하여 추진한 것으로 볼 수는 없다. 따라서, 현재 지역단위 관리는 국가단위 가축분뇨 관리의 틀 속에서 함께 진행되고 있는 수준이다.

Table 2. Legislation / Institution per Department for livestock excretion management.

Division	Department	Responsibilities	Remarks
Livestock manure Management	Ministry of Environment	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livestock manure Management ◦ Permitted, guarding and coaching livestock farms 	Livestock manure management and utilization Law
	Ministry of Food and Rural Affairs	<ul style="list-style-type: none"> ◦ General Management about Recycling Livestock manure ◦ Support Co-Recycling facilities and Individual treatment facilities ◦ Livestock Manure used to promote 	
Marine emissions	Ministry of Land, Infrastructure and transport (Korea Coast Guard)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Registration and Management of waste food logistics property marine emissions ◦ Operating system to Ocean Dumping Management System (DMS) 	Marine Environment Management law
Manure management	Rural Development Administration	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Processing standard management about Livestock manure. ◦ Formulas issued Through the Agricultural Technology Center. 	Manure management Law
Treatment Technology	Rural Development Administration	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Livestock manure Treatment facilities and skills assessment ◦ Supply and Development of Livestock manure Processing Technology. 	Livestock manure management Law Rural Development Law
	Ministry of Environment	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Certification and Verification of new technology about Livestock manure. 	Environmental technology development and Support laws

2. 가축분뇨 관리기술의 문제점

가축분뇨의 정확한 처리를 위한 정부의 다양하고 강력한 지원에도 불구하고 가축분뇨의 발생에서부터 (자원화)처리 및 농지살포 등의 순환체계가 제대로 작동하지 않은 것으로 분석되고 있다.

기 설치된 개별처리시설 가동률 제고를 위한 대책이 미흡하다. 개별처리시설은 고농도 가축분뇨의 특성상 고장률이 높고, 축산(양돈) 농가 구조조정, 폐업 등으로 가동률이 낮고, 특히 가축분뇨 처리업체의 영세성, 과거 처리공법 미흡 등으로 강화된 축산분뇨 관련 규제를 충족시키지 못해 시설 활용이 어려운 실정이다. 많은 지자체에서 지역 내 자체처리시설의 가동 및 폐기 여부 등 현황 파악이 제대로 되어 있지 않은 실정이며, 대부분 축산(양돈) 농가에서는 시설 운영 및 유지·보수 능력 부족함에도 개별처리시설에 대한 기술지도는 전무한 상황이다.

영세한 공동자원화시설 시공업체 난립 등으로 축산농가 피해가 발생하기도 하는데, 재정상태가 열악한 영세 공법업체의 난립으로 인해 시설 완성도가 낮고 사후관리 부족 등 문제가 빈발하는 상황이고, 불량 퇴·액비 유통에 따른 부정적 인식으로 유통활성화 미흡하며, - 부숙이 되지 않은 불량 퇴·액비(가축분뇨 수준) 유통에 의한 악취 등으로 인해 작물 재배농가 등에 불신을 초래한다.

또 다른 문제점은 액비 사용의 계절적 차이로 연중이용 체계 구축이 미흡하다. 가축분뇨 액비 성수기인 봄, 가을에는 고품질 액비 확보가 곤란하여 불량 액비의 유통 우려가 있으며, 액비 비수기인 여름철에는 생산된 액비의 보관에 애로가 발생하고, 액비 사용처가 벼, 보리, 녹비 및 사료작물 등에 한정되어 연중이용 체계를 구축하는데는 한계가 있다.

지자체 환경부서에서 가축분뇨배출시설의 인·허가와 단속을 담당하고 있으나 적정 규모 설치 및 정상가동 여부 등에 대한 사후관리는 미흡하다. 농가 개별처리시설 단속이

소극적으로 이루어지고 있고 관련 현황이 제대로 파악되어 있지 않는 등 사후관리가 부실한 상황이며, 축산분뇨 악취 등에 따른 민원은 증가하고 있지만 이에 대한 적극적인 대응은 부족한 문제가 있다.

3. 가축분뇨 통합관리시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 분석

(1) 설문대상

본 연구의 필요성과 사용자의 요구를 분석하기 위해 전국 가축분뇨 공동자원화, 액비유통센터 등 자원화사업체 94개소를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 실시방법은 자원화사업체가 현행 운영하고 있는 가축분뇨 사업체 관리 시스템인 Agrix(농수산물정보시스템) 교육과정을 이용하여 직접 설문지 배부 및 설명·수거방식으로 조사하였다.

설문에 참가한 사업체의 형태는 액비화 중심 공동자원화가 가장 많은 42개소, 액비유통센터(액비화 시설 보유) 25개소, 액비유통센터(액비화 시설 미 보유) 11개소, 퇴비화 중심 공동자원화 9개소, 바이오가스 중심 공동자원화 2개소, 기타 및 무응답 5개소이다.

사업체 소재 지역은 충남이 27개소, 경남 13개소, 강원 11개소, 충북 10개소, 경기 9개소, 전북 7개소, 전남 6개소, 제주 6개소, 경북 4개소며, 사업체의 운영기간은 5년 이하가 73개소(77.7%)이고, 5년에서 10년 사이가 14개소, 10년 이상은 7개소이다.

설문 참여자는 74(78.7%)명이 관리책임자 또는 담당자였으며, 18명(19.1%)이 사업체 대표, 기타가 2명이다.

(2) 설문 참여 사업체의 관리 운영 현황

설문 참여 사업체들의 기록대장 관리 형태는 차량 운행일지 이용이 76건, 반입·반출대장 이용이 54건, 장비 운행일지가 44건, 비용관리대장이 31건, 퇴·액비 품질 관리대장이 26건, 일일 시설점검 대장이 21건, 기타가 18건이었다. 주로 차량 운행일지와 장비 운

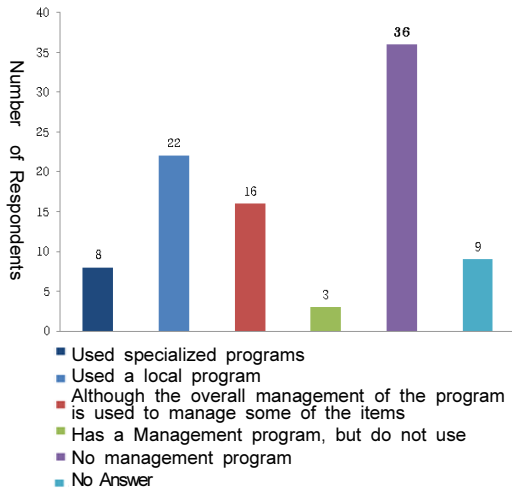


Fig. 1. Use of the integrated management program by the recycling companies.

행일지, 반입반출대장 등을 이용하는 것으로 조사됐다.

운영관리를 위한 통합관리 프로그램의 이용은 단 8개소만이 전문 프로그램을 이용한다고 응답했고, 관리프로그램이 없는 사업체가 36개소, 엑셀 등 자체 프로그램을 운영하는 사업체가 22개소, 전반 관리는 아니지만 일부 항목을 관리하는 프로그램을 이용하는 사업체가 16개소, 관리프로그램은 보유하고 있지만 이용하고 있지 않은 사업체가 3개소로 나타났다.

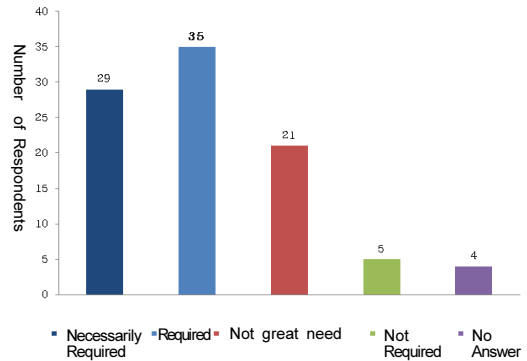


Fig. 2. Effect Necessity of the integrated livestock excretion management system.

(3) 가축분뇨 통합관리 시스템 개발에 대한 수요 조사

가축분뇨 통합관리 시스템 개발 필요성에 대한 질문에 필요성을 피력한 사업체가 64개소(68%)이고, 큰 도움이 되지 못하거나 필요 없다고 생각하는 응답자는 26개소였다.

(4) 통합관리 시스템의 필요기능

통합관리 시스템의 구성 중 가장 필요한 사항에 대해 차량 GPS에 의한 차량이동 정보, 발생농가 정보 자동 입력으로 응답한 사업체가 27개소이고, 다음으로 차량 GPS에 의한 차량이동 정보, 미리 입력한 살포지 정보

Table 3. The most necessary factors among the components of the integrated livestock excretion system.

Item	Number of respondents	Ratio (%)
Vehicle movement information by car navigation system, Automatic input about Information occurred farm	27	34.6
Automatic input amount of Import and Export by Flow velocity sensor	10	12.8
Moving vehicle information by car navigation system, Sprayed into administration according to Regional spraying information, Retailer Information Management (in case of Livestock Manure)	22	28.2
Extra features(quality control by temperature of liquid fertilizer, pH-liquid fertilizer,	19	24.4
합 계	78	100

에 따라 살포 현황관리, 퇴비의 경우 판매처 정보 관리 22개소, 추가기능(온도-퇴액비, pH-액비, 센서에 의해 실시간 퇴액비 품질 관리) 19개소, 유량 센서에 의한 반입·반출량 자동 입력이 16개소다.

이는 사업체들이 단순하게 반입·반출량의 확인만이 아닌 품질관리에서부터 차량의 이동, 경작지 살포 등 전 과정에 걸쳐 정확하면서도 편리한 관리 시스템을 원하고 있음을 나타낸 것이라 할 수 있다.

특히 차량 GPS를 통해 추적시스템이 가능하고, 사후관리까지 가능한 시스템에 대한 수요가 있어, 이를 만족시킬 수 있는 프로그램의 개발이 요구된다 하겠다.

결과 및 고찰

젓소분뇨와 본 설문조사는 국내 자원화 사업체 약 250여개 가운데 94곳이 참여하였고, 현행 관리시스템인 Agrix(농수산정보시스템) 교육과정에서 설문이 이루어져 충분한 유의성을 가지고 있다.

조사결과 현재의 Agrix 시스템은 입력소요 시간 및 인력 비효율성, 프로그램의 복잡성과 어려움 등으로 응답자의 95.8%가 불편함을 느끼고 있었고, 이에 대한 해결책으로 u-ICT를 이용한 통합관리시스템에 대해 76.4%가 이용하겠다고 응답하는 등 크게 필요성을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 특히 동 시스템은 액비화 시설과 농가수거 등 차량이동 단계에서 가장 필요하다고 느끼고 있는 것으로 나타나 향후 가축분뇨 액비화 사업 발전에 기여할 것으로 예상된다.

유비쿼터스기술을 이용한 가축분뇨 통합관리시스템은 최근 각 분야에서 활발히 적용되고 있는 유비쿼터스 기술과 정보통신기술을 가축분뇨 처리에 적용하여, GIS를 기반으로 한 가축분뇨의 발생정보와 살포지 재활용 정보, 차량 이동 GPS 정보를 유비쿼터스 기술을 활용하여 가축분뇨의 발생부터 이동, 처리, 농경지로의 순환단계까지 가축분뇨의 자

원화를 체계화 시키고 환경오염 문제를 근본적으로 근절할 수 있는 시스템이다.

특히, 동 시스템은 최근 환경부가 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 개정으로 제도화 하여 시행코자 하는 ‘가축분뇨 전자인계관리시스템’에 비해 유량(수위)센서를 통한 가축분뇨 발생/반입/반출/증발량에 대한 명확한 파악이 가능하여 무단살포 및 방류의 우려를 근절시키고, 가축분뇨 퇴·액비의 품질관리가 가능하며, 차량이동정보와 중량센서를 이용한 환경부 전자인계관리시스템과 연계할 경우 더욱 효율적인 관리프로그램이 될 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ907118)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

1. Chun, H.W., Cho, W.J., 2004. A Study on New Service Models in Ubiquitous Era, Electronic and Telecommunications Trends. 19(6), 169-180.
2. Lee, J.G., 2009. Master plan of livestock excretions management, DAEJEON Development Institute, Policy Research Report. 18, 225.
3. Xin, H., Liang, Y., Tanaka, A., Gates, R. S., Wheeler, E.F., Casey, K.D., Heber, A. J., Ni, J.Q., Li, H., 2003. Ammonia Emissions from U.S. Poultry Houses: Part I-Measurement System and Techniques, the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Proceedings of 2003 Conference, Air Pollution from Agricultural Operations III, 106-115.
4. Yu, C.H., Jung, M.G., 1996. Promote recycling of livestock excretions, Korea Rural Economic Institute, Rural Economic Report. 19(3), 171.