

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2017.17.5.173>

IIBC 2017-5-24

ICT 기반 가축분뇨 중 함유 NPK 양분의 정량적 관리기법 연구

Automatic NPK Calculation Based on Nutrients of Livestock Manure

이명규*, 김수량*, 홍유식*

Myunggyu Lee*, Sooryang Kim*, Yousik Hong*

요약 축산 선진국에서는 축산 폐기물을 바이오 에너지 및 퇴비, 액비로 자원화 이용하고 있다. 우리나라에서도 축산분뇨를 더 이상 폐기물이 아닌 자원화 할 수 있도록 관련 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 좁은 국토면적과 부족한 농지면적으로 가축분뇨 자원의 전량 자원화에는 어려운 상황이다. 특히 지역적으로 과잉되는 양분은 제2의 환경오염을 유발할 수 있어 지역적으로 잉여되는 양분의 관리기법이 매우 시급한 상황이다. 본 논문에서는 지역적으로 발생하는 가축분뇨 중 함유된 양분량을 정확하게 예측하기 위해서 사육단계별로 돼지 두수를 입력하면 자동으로 분뇨 발생량 및 함유양분을 계산하도록 하였다. 또한 이를 통해 발생된 분뇨의 농지환원 시 시비량을 100평당 NPK 비료 3요소로 자동 계산토록 하여 시비량을 산출하는 모의실험을 수행하였다.

Abstract Advanced countries, animal wastes are produced using bioenergy and methane gas technology. In Korea, many researches are being actively carried out to develop livestock manure as a resource technology rather than a animal waste. However, the production of bio-gas using livestock manure is still in the process of development of functional livestock and compost because of low economic efficiency with livestock manure recycling technology. In this paper, in order to accurately estimate the manure output, It will calculate the manure excretion if you have finished input the number of pigs. In addition, we simulated the fertilization rate of three elements of NPK fertilizer per 100 square meters automatically.

Key Words : Arduino sensor, NPK, Smart Livestock Management System

1. 서론

우리나라 전국의 축산농가에서 사육하고 있는 가축의 수는 2014년 말 기준으로 약 240백만두에 달하며, 1일 가축분뇨 발생량은 175,651톤으로 꾸준히 증가하고 있는

상황이다. 뿐만 아니라, 2012년부터는 축산 분뇨 해양투기가 전면 금지되었기 때문에, 가축분뇨 처리가 매우 급박하고 절실한 상황이다^[1-2].

본 논문에서는 가축분뇨를 자원화 하는 방안으로서 ICT 기술을 이용하여 가축의 두수를 입력하면 자동으로

*정희원, 상지대학교 환경공학과 교수

*정희원, 상지대학교 산학협력단 연구교수

*중신희원, 상지대학교 정보통신공학과 교수, 교신저자
접수일자: 2017년 8월 21일, 수정완료: 2017년 9월 21일
게재확정일자: 2017년 10월 13일

Received: 21 August, 2017 / Revised: 21 September, 2017 /

Accepted: 13 October, 2017

*Corresponding Author: yshong@sangji.ac.kr

Department of Information and Communication Sangji University,
Korea

가축분뇨 발생량을 계산하고, 100평 단위로 비료 3 요소인 질소, 인, 칼륨(N·P·K)의 시비량을 자동으로 산출하는 계산식을 모의실험 하였다. 뿐만 아니라, 액비를 열매식물(과채류), 잎식물(옆채류), 뿌리식물(근채류)에 따라 3 가지 비료성분을 산출하는 모의실험을 수행하였다.

II. NPK 이론

NPK 이론은 19세기 독일의 화학자 리비히에 의해 제안된 화학비료와 식물영양에 관한 이론이다. 화학비료 중 질소비료를 작물에 사용하면 농작물의 성장이 신속하게 반응하나 과잉되게 사용하면 작물의 면역력이 떨어지며 병충해에도 약해지므로 이를 방지하기 위한 농약 사용의 증가를 초래한다. 일반적으로 토양의 지력이 악화되면 더 많은 양의 화학비료를 사용하게 되는데 결국 이렇게 만든 농산물을 우리가 섭취하게 되고 제초제 등 독성물질이 뒤범벅이 된 사료를 먹인 가축을 우리 인간이 섭취하게 된다. 즉 섭생의 순환 고리를 통한 악순환의 양의 되먹임(positive feedback)이 지속하게 된다.

최근 지속가능한 축산업 및 자원화를 실현하기 위하여 가축분뇨를 친환경적으로 발효시킨 액상비료가 하우스 딸기 재배 농사에 좋은 것으로 알려지고 있다. 더욱이 관행농법으로 농사를 지을 때 농약 및 비료값이 상승해서 큰 고민이었지만 친환경 가축분뇨 액상비료를 사용하면서 비료값도 걱정을 하지 않아도 되므로 비료 및 농약에 소요되는 비용절약 및 유기농 농사를 지을 수 있는 장점이 있다^[3-5]. 한 예로 충청남도 논산시 논산계룡축협에서 생산된 미생물발효 액비의 경우 300평당 4톤 5톤을 살포할 경우 질소비료 7.5kg를 시비한 효과가 있다고 입증되었다. 특히 액비의 경우 질소성분이 0.15% 내외라도 복우려가 적으며, pH 8 정도의 약알칼리성이기 때문에 산성토양을 개량해주는 효과도 있음이 확인되었다^[6-9]. 비료는 크게 3요소인 질소, 인산, 칼륨(N·P·K)로 되어 있으며, 아주 적은 양이지만 식물의 생장에 꼭 필요한 미량요소도 포함되어야 한다. 질소성분은 주로 생장기에 잎과 줄기를 만드는데 쓰이며, 인산성분은 꽃과 열매, 칼륨 비료는 튼튼한 뿌리를 만드는데 쓰인다^[1]. 본 논문에서는 농경지에 화학비료를 살포한 후 가축분뇨를 발효한 액비를 과다하게 시비하여 토양 영양공급 과잉으로 토양 및 농작물에 악영향을 미치는 사태를 예방하기 위한 최적의 액비시비 시스템 모의실험을 제안 하였다. 축산 선진국

에서는 가축분뇨를 바이오에너지 및 메탄가스 기술을 이용 등 전기를 생산하여 활용하는 등 다양한 자원화 기술을 선도하고 있으며, 우리나라에서도 물론 가축분뇨를 더 이상 폐기물이 아닌 자원화 기술로 개발 하는 연구가 각 전문 분야에 걸쳐 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 가축분뇨를 이용한 바이오가스 생산 및 고품질연료 등 다양한 자원화 기술들은 단위기술의 경제성 및 후처리에 대한 문제점을 고려해야하기 때문에 현재로서는 고품질의 기능성 액비 및 퇴비로 개발하는 것이 기본적인 대안이라 할 수 있다. 본 논문에서는 가축분뇨 발생량을 정량적으로 예측하기 위하여 돼지의 사육두수를 WEB기반에서 입력하면 자동으로 가축분뇨 발생량을 예측하고, 이를 바탕으로 100평당 NPK 비료 3요소의 필요 소요량을 자동으로 계산하는 모의실험을 하였다^[10-12]. 작물별 양분요구량 및 대상 농경지의 토양 양분현황대입하면 액비를 살포할 농경지에 정확한 액비 시비량을 산출 할 수 있으며 본 논문에서는 ICT기법을 기반으로 액비 시비량을 산출하는 모의실험의 결과를 통하여 그 가능성을 제시하였다^[13-17]. 향후 정확한 액비 시비량 통계데이터가 완성되면, 누구나 간단하게 언제 어디서나 WEB기반에서 대상 농경지에 대하여 액비 살포량을 자동으로 결정 할 수 있는 소프트웨어가 개발 될 수 있을 것으로 사료된다.

III. 액비 시비량 자동계산

토양관리를 통한 농업 생산량의 증대를 위해서는 작물의 양분결핍과 과잉장애 등 영양장애에 대한 종합적인 양분지표를 기초로 한 토양관리 방법을 종합적으로 고려하여 실시할 필요가 있다.

그림 1a. 비료 자동 추천 입력 모의실험 화면
Fig. 1a. Fertilizer recommendation simulation

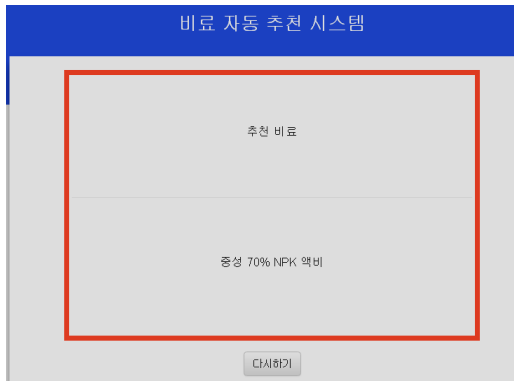


그림 1b. 비료추천 출력 모의실험 결과
 Fig. 1b. Fertilizer recommendation simulation

본 논문에서는 대상 농경지에 대한 N·P·K 시비량을 정확하게 산출하기 위해서 동일한 농작물 및 같은 재배면적을 설정하나 그 외의 토양 경사도, 토양 흡수율, 날씨 조건 등에 따라서 정확한 시비량이 어려운 경우에 퍼지 규칙 및 통계기반 확률 데이터를 이용한 믿음값을 이용한 최종 시비량 산출과정을 설명하고 있다.

그림 1a는 비료추천 모의실험 입력화면이다. 비료는 크게 세 가지 요소(질소, 인산, 칼륨)로 되어 있으며, 그 밖에 아주 적은 양이지만 식물의 생장에 꼭 필요한 미량 요소도 포함되어야 한다. 그림 1b에서는 WEB 기반에서 작물종류, 토양 성분, pH를 선택하면, 자동으로 비료를 추천하는 모의실험을 수행하였다.

Rule : IF A is t1 THEN C is B2
 (Fu)
 fact : A is t1' (Fr)
 conclusion : C is t2'
 (FC)

A : 토양 흡수 상태
 t1 : 경사도 / 날씨조건
 C : 시비량 추론 결과
 Fu : 규칙의 불확실성을 나타내는 fuzzy number
 Fr : 사실의 불확실성을 나타내는 fuzzy number
 FC : 결론의 불확실성을 나타내는 fuzzy number
 V1, V2, V1', V2' : 값 (values)

여기서 Fu은 확신율 (CF) 로서 나타내며, Fr 은 가능척도로서 나타낸다.

후처리 RULE

IF Soil = High And
 Slope= High And
 Absorption = Med And
 Then
 NPK = CNF 70

여기서 CNF 70이란 : RULE 의 확신도가 70%란 뜻이다. 본 논문에서는 Soil(토양 조건) 및 Slope(기울기) Absorption (흡수율)을 고려해서 최적의 N·P·K 살포량 신뢰도를 판단하게 된다. 이렇게 생성된 데이터는 일반적으로 IF-THEN 형식으로 나타낼 수 있으며 퍼지추론 (fuzzy inference)이란 어떤 주어진 규칙으로부터 새로운 관계나 사실을 유추해 나가는 일련의 과정이고, max-min 추론을 사용하였다.

Input : x is A1 then y is B
 AND R1 : IF x is A1 AND y is B1, THEN z is C1
 OR R2 : IF x is A2 OR y is B2, THEN z is C2

 NOT Rn : IF x is An AND y is NOT Bn, THEN z is Cn

Conclusion : z is C결합함수

표 1에서는 이러한 문제점을 해결기위해서 변수 3개를 고려해서 보다 정확한 N·P·K 시비량을 분석하도록 하였다.

표 1. NPK 판단 데이터

Table 1. NPK decision data

NPK 시비량 입력데이터	
변수1	SOIL PH 조건 Low, Med, High)
변수2	Absorption (흡수조건: Low, Med, High)
변수3	SOIL SLOPE (Low, Med, High)

그림 2에서는 MATALB TOOL 에서 Fuzzy Inference System을 이용한 N·P·K 비료 추천 모의 실험과정을 설명하고 있다. 본 논문에서 사용한 규칙은 총 10개이며, 입력조건은 Soil(토양 조건) 및 Slope(기울기) Absorption (흡수율)을 고려하여, 출력 조건으로는 최적의 N·P·K 살포량을 산출하는 모의실험에 대한 결과를 도출하였다. 그림 2에서는 MATALB TOOL 에서 Fuzzy Inference

System을 이용한 NPK 비료추천 모의 실험과정을 설명하고 있다. 본 논문에서 사용한 퍼지 멤버십 규칙은 3개이고, 출력 조건은 NPK 비료추천 산출량 1 개다. 그림 3에서 보는 것과 같이, 입력조건: Soil(토양 조건) 34%으로 토양 영양 상태가 좋지 않고, Slope(기울기) 76%로 다소 높은 편이고, Absortion (흡수율) 10단계 중에서 2단계로, 토양 흡수율이 좋지 않으므로, 토양상태를 고려한 최적의 비료추천 산출량: N·P·K 액비 시비량은 80%로 정상조건 50%에서 30% 상회한 시비량을 추천 하는 과정을 보여주고 있다. 만약, 작물에 관한 최적 액비시비량공식이 완성되면, ICT 기술을 이용해서 정확하게 액비 시용량을 산출하는 소프트웨어가 개발될 것으로 사료된다. 현재 액비 및 퇴비 살포량의 문제점은 토양조건을 정확하게 고려하지 않고, 농작물을 많이 수확하고자 시비량을 과잉으로 살포하여 오히려 농작물이 영양 과잉상태로 괴사하는 경우 등을 지적할 수 있다. 향후 토양조건을 고려한 최적 액비 시비량 공식이 완성되면 본 논문에서 제시된 Matlab Fuzzy 추론 기반의 N·P·K 비료추천 소프트웨어를 이용해서 최적의 액비 시비량을 계산할 수 있을 것으로 사료된다.

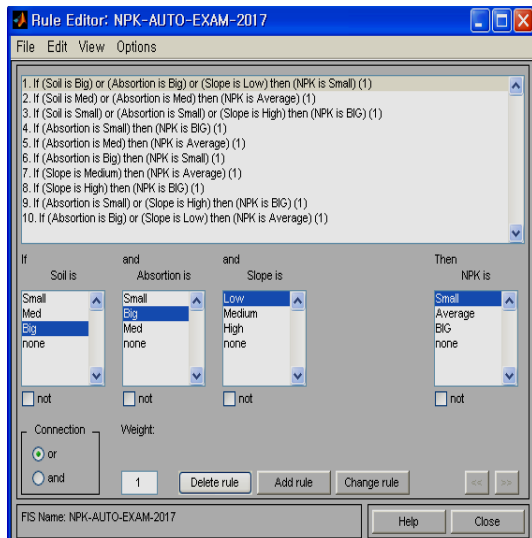


그림 2. Matlab Fuzzy 추론 시스템을 이용한 NPK 비료 추천 모의실험

Fig. 2. NPK fertilizer recommendation simulation using Matlab fuzzy inference system

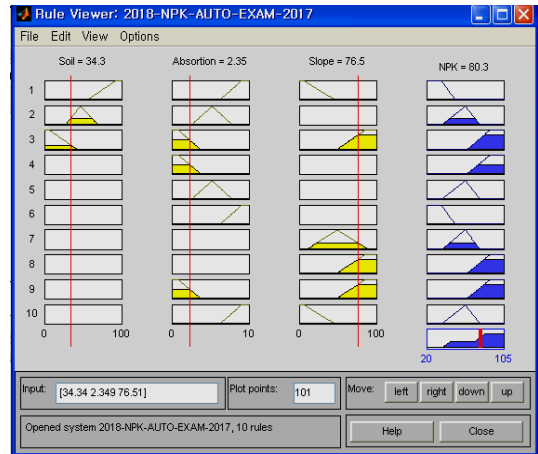


그림 3. Matlab Fuzzy 멤버십 함수 모의실험 결과

Fig. 3. Matlab Fuzzy Membership Function Simulation Results

IV. 모의실험

본 논문에서는 WEB 기반의 가축분뇨 자원화시스템을 제안하고자 한다. 요즘 산업 분야에서 IT기술을 이용한 학제간 융합의 필요성이 가속화 되면서 IT는 모든 산업영역에서 부가가치를 높이는 원천기술의 역할을 하고 있다. 농산물을 보다 많이 수확하기 위해서 화학비료의 과다사용은 토양의 산성화를 초래하였고, 많은 병충해가 발생하는 문제점을 야기하였다. 본래 자연생태계에서 토양은 중성을 유지하여 왔으나 계속적으로 인위적인 화학비료의 과다살포와 공업화로 인해 점차 산성화되어 가고 있다. 토양의 pH가 지나치게 낮으면 작물 뿌리의 생육을 억제하고 양분의 유효화율을 낮게 하며, 작물의 저항성을 약하게 한다. 또한 정상적인 농산물 수확을 기대할 수 없게 되므로 토양의 적정 산도관리에 중요성을 인식 할 필요가 있다. 하지만 여전히 화학비료나 제초제에 의존하는 농가가 대부분으로 심각한 수준이다. 토양이 강산성으로 변화하면 가용성 양분(질소, 인산, 가리)의 양이 줄어들고, 유용 분해미생물이 사라지며, 식물에 독성을 일으키는 물질(알루미늄, 망간, 구리)이 증가하게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 토양에 적절하게 시용할 수 있는 액비량을 산출하는 모의실험을 하였다. 뿐만 아니라, 본 논문에서는 가축분뇨를 자원화 하는 방안으로 ICT기술을 이용해서 가축의 두수를 입력하면 자동으로 가축 분뇨량을 계산하고 100평

단위로 비료 3 요소인 질소, 인, 칼륨 의 시비량을 자동으로 산출하는 계산식을 모의실험 하였다.

표 2. 주요작물의 표준시비량

Table 2. Standard manuring level of major crops

작물	합계 (질소+인산+칼륨)		질소		인산		칼륨	
	조정 전	조정 후	조정 전	조정 후	조정 전	조정 후	조정 전	조정 후
벼	192	150	90	90	45	30	57	30
근채류	308	245	154	130	53	40	101	75
엽채류	280	189	134	105	66	30	80	54
과채류	383	294	195	164	81	43	107	87

표 2.에서는 근채류, 엽채류, 과채류의 작물간 양분 흡수량과 흡수율을 토대로 시비량을 산출하는 과정을 설명하고 있다. 본 논문에서는 그림 4에서 나나낸 바와 같이 작물 종류 3가지 중에서 1종류를 선택하면, 자동적으로 N·P·K를 산출하는 과정을 보여주고 있다.

돼지 : NPK : 액비 자동 계산									
돼지	평균 재중	배설량 노	배설량 노	배설량 노	배설량 노	INPUT 두수	중배설량 노	중배설량 노	중배설량 노
지돈	26.4	0.5	0.8	1.3	50	25	40	65	29.9
육성돈	59.4	1.6	2.4	4	50	80	120	200	92
비육돈	106.6	2.1	3.2	5.3	50	105	160	265	122.9
임신돈	194.5	1.7	1.6	5.3	50	85	180	265	122.9
발판돈	228.6	3.3	4.2	7.5	50	165	210	375	172.5
INPUT 설정 조건	입력 조건: 온도 35=100, 25=70, 20=50, 15=30, 10=10				INPUT 수분함량: 1개월미만, 2개월미만, 3개월미만				
자원의 조건	질소: 저장기간 조건: 30일 미만, 60일 미만, 90 일 미만, 120 미만				Input Value: INPUT P/K 조건: 1개월미만, 2개월미만, 3개월미만				
온도조건	0.5				50	16.5	25	120	
저장기간	0.7				100	36	40	106	
수분함량	교번식				80	32.8	64	98.05	
P/K 조건	전동스크린				100	49	210	168.75	
100평=>NPK	자동 계산	입력조건	수분조건	온도조건	P/K 조건	수분함량	시비량: NPK비료: Kg/100평		
식물 종류					평균 입력	질소 kg	인 kg	칼륨 kg	
근채류					60	2.94	1.98	1.62	
엽채류	100평/kg 퇴비 NPK => 자동 계산				100	5	1.1	1.8	
과채류					150	6.15	1.8	4.65	

그림 4. NPK 자동 계산

Fig. 4. NPK automatic calculation

그림 4에서는 분뇨량을 정확하게 예측하기 위해서, 돼지 두수를 입력하면 자동으로 가축 분뇨 발생량의 계산 과정을 설명하고 있다. 뿐만 아니라, 100평당 NPK 비료 3 요소를 자동으로 시비량을 산출하는 모의실험을 하였다. 실제로 INPUT 조건 중 분뇨 처리방법 및 저장기간에 따라 액비 내 질소(N) 성분은 증발 및 휘산 등으로 일정 부분 감소하게 되는데, 본 논문에서는 저장조건, 수분함량, 온도조건, pH 조건 등 기타의 조건은 특별히 고려하지 않고 축사의 분뇨 관리 환경을 평균조건으로 가정하여 산출 했으므로 N·P·K의 산출량은 오차가 20-30% 가량 발생할 수 있다. 향후 추가적인 연구를 통하여 가축분뇨의 액비 발효처리 방법 별 저장기간·수분함량·온도·pH 등의 핵심 요소를 고려한다면 정확한 N·P·K 자원을 산출 할 수 있을 것으로 사료 된다.

그림 5는 온·습도 센서 기반 스마트 축사 시스템 모의 실험 과정을 설명하고 있다. 이러한 스마트 축사 시스템은 온·습도 센서와 조도센서를 이용하여 최적으로 가축 생육상태를 제어하는 시스템이다. 일반적으로 가축은 섭씨 20도, 습도는 55%가 최적 상태 이므로, 그림 5와 같이, 온도 습도를 설정해 주면, 실시간으로 축사의 온도 습도 조건을 확인하고 제어하는 모의실험을 수행 하였다.

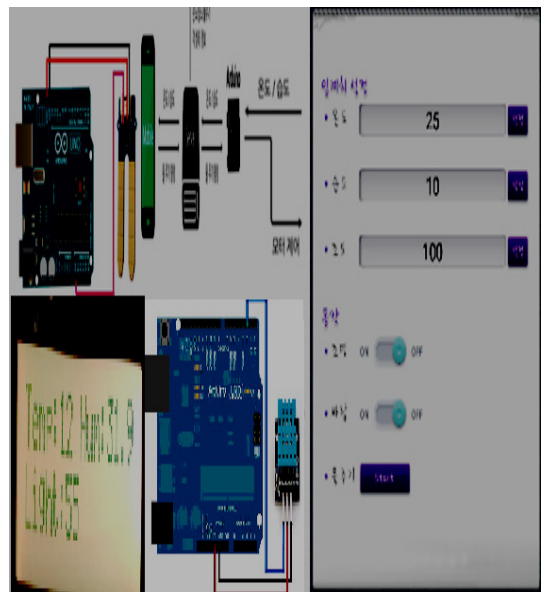


그림 5. 온도 & 습도 센서 모니터링 시스템

Fig. 5. Temperature & humidity sensor monitoring system

그러나 우리나라는 여름철의 경우 30℃가 넘는 폭염으로 인해 가축 폐사가 발생되고, 화재가 발생하는 등 사고가 발생하고 있다. 뿐만 아니라, 여름 및 겨울철에 급격한 온도변화는 가축의 배변량에 지장을 초래하기 때문에 반드시 온도습도를 적절하게 조절해야만 축산 배설물로 발생하는 NPK 비료 자원화 생산량을 증대 시키고 가축의 폐사를 예방 할 수 있다. 그림 5에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 스마트 폰에서 스마트 축사 온도, 습도를 자동으로 감시하고 스마트 폰에서 원격 제어하는 모의실험을 수행하였다.

```
DHT11 Pin 1 (Vss) -> Arduino +5V
DHT11 Pin 2 (Signal) -> Arduino Pin 2
DHT11 Pin 2 (Signal) -> Arduino +5V via Resistor 4.7K
DHT11 Pin 3 -> N/C
DHT11 Pin 4 (GND) -> Arduino Ground

#include <DHT11.h>
int pin=2; // 연결한 아두이노 디지털 핀 번호
DHT11 dht11(pin);
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int err;
  float temp, humi;
  if((err=dht11.read(humi, temp))==0)
  {
    Serial.print("temperature:");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(" humidity:");
    Serial.print(humi);
    Serial.println();
  }
  else
    Serial.print("Error No :");
    delay(DHT11_RETRY_DELAY);
// 화면에 출력
  this.lblTemper1.Text =
  one.Temper1.ToString() + "°C"
  his.lblTemper2.Text=one.Temper2.ToString()+ "°C"
  this.lblHumid1.Text = one.Humid1.ToString() + "%"
```

V. 결론

본 논문에서는 가축분뇨 발생량을 정확하게 예측하기 위해서, 돼지 두수를 입력하면 자동으로 가축분뇨 발생

량을 계산하도록 하였다. 뿐만 아니라, 100평당 NPK 비료 3요소를 자동으로 시비량으로 산출하는 모의실험을 하였다. 그러나 토양조건, 작물종류, 비료특성 등의 차이에 의해 실제 시비량은 다를 수 있다. 특히 현재 퇴비 및 액비 살포 시의 문제점은 토양조건을 정확하게 고려하지 않고 농작물을 많이 수확하고자 과잉으로 살포하는 것에 있으며, 이로 인해 오히려 농작물이 영양 공급 과잉상태로 피사하는 사례가 빈번히 발생하고 있다. 추후 최적의 액비 살포를 위한 시비량 공식이 완성 된다면 본 논문에서 제시한 Matlab Fuzzy 추론 기반 NPK 비료추천 소프트웨어를 이용해서 최적의 액비 시비량을 계산 할 수 있을 것으로 사료된다.

본 논문에서는 MATALB TOOL 에서 Fuzzy Inference System을 이용한 N·P·K 비료추천 모의실험과정을 제안 하였으며, 양분관리 N·P·K 입력조건 및 출력조건을 한국 실정에 맞도록 보정계수를 조정하는 연구가 추가적으로 수행된다면 「N·P·K 자원화 양분량 공급 SW」를 국내 최초로 계산하는 스프레드 시트를 완성하는 동시에 새로운 「ICT 기반 농축산환경 자원화기술」의 비즈니스 모델을 개발 할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1475
- [2] <http://www.agrinet.co.kr/news/articleView.html?idxno=80014>
- [3] Livestock Technology Research Institute, "New Livestock Manure Treatment Technology", 2000
- [4] Japan Center for Animal Husbandry, "Composting Facility and Design Manual", 2002
- [5] Robert Rynk, "On-farm Composting Handbook", 2005
- [6] Livestock manure management, use measures, Ministry of Agriculture and Forestry, Ministry of Environment, 2004,
- [7] Lee, Myung-gyu, "Livestock Industry and Environmental Problems: Nutrient Resource Cycle", Agriculture and Rural Roads. symposium. PP. 273-308.2011
- [8] Lee, GJ, "NPK fertilizer standard by soil test of highland landless soil", Korean Journal of Soil

Science and Fertilizer Vol.42 No.3, 2009

- [9] Yang, Min-Seok, "Effect of NPK on the Yield and Active Ingredient of the Country", Journal of the Korean Agricultural Society, Vol.46 No.2, 2003
- [10] Kim, Kwang-Soo, "Status and Countermeasures of Marine Emissions of Livestock Manure", Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety Conference, 2007
- [11] Hong, You-Sik, "A Study on Efficiency Analysis of Wind Power Generator, Journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol. 17 No. 2, 2017
- [12] Hong, Y.s., "Implementation of Intelligence Pulse Wave Detection System", The journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol.13 No.2, 2013
- [13] Woo Young Chang, Yong Cheol Lee, Jeong Jin Kang, "Implementation of IoT Sensors Network using Mobius Platform", Journal of Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol. 17 No. 2, April 2017
- [14] Junho Kwon, Sangdai Park, Geonu Kim, Bokgyu Joo, "Bracelet Navigation System Using Arduino", Journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol.17 No 3, June 2017
- [15] Byung-Wan Jo, Heon Kim, Jang-Wook Kim, Se-Young Chi, "A Study on Evaluating the Level of Service for Bridges using Fuzzy Approximate Reasoning", Journal of the Korea Academic Industrial cooperation Society (JKAIS), Vol.18, No.8, 2017
- [16] Seok-il Jeong¹, Soo young Kim, Seung Oh Lee¹, "Estimation of Modification Factor for Scale Effect of the Front of Flood Wave Propagation", Journal of the Korean Academic Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 17, No 6, 2016
- [17] Han-Sang Jeong¹, Kyung-Sang Sung, Hae-Seok Oh, "A Study on the Smart Home Safety

Management System Based on NIALM", Journal of the Korean Academic Industrial cooperation Society (JKAIS), Vol. 18, No 8, 2017

저자 소개

이 명 규(정회원)



- 1985년: 건국대학교 축산학과 (학사)
- 1989년: 일본 경도대 농화학과 (석사)
- 1992년: 일본 경도대 농화학과 (박사)
- 1992년-현재: 상지대학교 환경공학과 교수
- 1999년: 농업과학기술상 대통령상

<주관심분야 : 축산환경 통합관리 시스템, 퇴·액비 고품질화, 잉여양분 관리, 축산환경 컨설팅 및 시책지원>

김 수 량(정회원)



- 2011년: 상지대학교 환경공학과 (석사)
- 2015년: 상지대학교 동물생명자원학과(박사)
- 2015년-2017년: (株)Geo-SET 자원환경기술부, 일본
- 2017년-현재: 상지대학교 산학협력단 연구교수

<주관심분야 : 유기폐자원 자원화, 축산환경오염방지, 축산 환경 정보관리, ICT융합기술>

홍 유 식(중신회원)



- 1985년-1987년: 대한항공(N.Y.지점 근무)
- 1989년 뉴욕공과대학교 전산학과 (석사)
- 1989년-1990년: 삼성전자종합기술원연구원
- 1991년-현재 : 상지대학교 컴퓨터공학 교수

- 1997년: 경희대학교 전자공학과 (박사)
- 2006-2010: 대한 전자공학회 컴퓨터 소사이티 회장
- 2010-2011: 인터넷방송통신학회 부회장

<주관심분야 : 퍼지 시스템, 전문가시스템>

※ 본 연구는 농림수산식품부 첨단생산기술개발사업 「가족분노 통합 운영프로그램 구축 (과제번호: 316024-3)」 지원에 의해 수행되었습니다.