

## 컴포스트를 이용하는 양돈농가 현장조사 및 분석

이동현, 김현중, 김종곤, 이동준, 최예빈, 박소연, 양병준, 정종민\*  
농촌진흥청 국립축산과학원

### Analysis and On-site Investigation for Pig Farms Operating Enclosed Composting System

Dong-Hyun Lee, Hyunjong Kim, Jung-Kon Kim, Dong-Jun Lee,  
Ye-Bin Choi, Soyeon Park, Beng-Jun Yang, Jong-Min Jung\*  
National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

**요약** 본 연구에서는 컴포스트를 사용하여 퇴비화하는 양돈농가 12곳에 대하여 운영현황을 조사하고 해당농가의 시료를 채취하고 물질성상을 분석하여 컴포스트에서 만들어진 퇴비의 안정성을 평가하기 위한 실험을 진행하였다. 운영현황은 컴포스트를 운영 중인 농가의 농장 면적, 돈사 면적, 사육두수, 컴포스트 반응조 크기, 일일 투입량, 체류시간, 후숙장 크기, 후숙 기간, 액상분뇨 처리방법, 스크러버 설치 여부를 조사하였으며 돈분의 물질성상 변화를 분석을 위하여 3개 지점(Input, Output, Maturation)에서 시료를 채취하여 pH, 수분함량, 원소분석(C, N, S, H, O), 총 고형물, 휘발성 고형물, 유기물, 종자발아지수를 분석하였다. 이를 통해 컴포스트를 운영하는 양돈농가의 규모, 컴포스트 운영실태 등을 조사하여 현장에서 어떻게 운영하는지에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 또한, 퇴비화가 진행됨에 따라 부숙도가 상승하여 안정화된 물질이 되었으나, 후숙과정을 진행함에 따라 물질성상의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 본 연구를 통해 양돈농가의 컴포스트 기초 운영방법에 대한 조사와 이에 따른 돈분의 물질성상 변화를 모니터링하여 컴포스트에 대한 기초적인 운영현황을 알 수 있었다.

**Abstract** This study was conducted to investigate the operational status of 12 pig farms that compost using an enclosed composting system and to evaluate the stability of the compost produced. Land scale, pig house scale, animal numbers, reactor capacity, manure input, retention time, maturation scale, maturation days, liquid manure treatment, and scrubber installation were surveyed, and material properties of pig manure were investigated to analyze changes at three points (Input, Output, Maturation). Manure water content, pH, elemental analysis (C, N, S, H, O), total solids, volatile solids, organic matter, and germination indices were analyzed. Analysis results provided information on how pig farms operate. In addition, as composting progressed, germination indices increased, indicating material stabilization; however, material properties did not change significantly as maturation progressed. The study provides an understanding of the basic operating methods of enclosed composting systems and of changes in pig manure properties.

**Keywords** : Swine Manure, Composting, Maturity, Fermentation, Compost

\*Corresponding Author : Jong-Min Jung(National Institute of Animal Science, Rural Development Administration)  
email: wjdwhdals0316@hanmail.net

Received November 9, 2023

Revised November 21, 2023

Accepted February 6, 2024

Published February 29, 2024

## 1. 서론

한국의 국토 면적은 2020년 기준 10,041 천 ha이며 이 중 산림 면적은 6,298 천 ha로 산림의 비율이 63%로 이루어져 있으며, 농경지의 면적은 1,517 천 ha로 전체 국토의 15%라는 매우 적은 면적을 차지하고 있다[1]. 국민의 소득증대와 더불어 육류 소비량이 증가함에 따라 가축 사육두수 또한 증가하는 추세로 가축분뇨 발생량도 함께 증가하고 있다. 가축분뇨 발생량은 2014년에는 49,868 천톤이었으나 2017년 50,260 천톤, 2021년에는 51,886 천톤으로 매년 증가하고 있는 추세이다. 노지에 있는 가축분뇨가 강우로 인한 수계 유출로 심각한 환경문제를 일으킬 수 있기 때문에 올바른 처리가 중요하다[2]. 가축분뇨의 처리방법에는 퇴비화, 액비화, 정화처리 방법 등으로 나뉘는데 한국에서는 전체 가축분뇨 발생량의 75 %를 퇴비화를 통해 처리되고 있다[3].

전통적인 퇴비화 방법으로는 원추형으로 퇴비를 쌓고 농기계를 이용한 뒤집기, 퇴비단 하부에 설치된 유공관을 통한 공기주입 방법 등이 있다. 하지만 한국에서는 가축분뇨를 적은 공간에서 많은 양을 효율적으로 처리할 수 있도록 하기 위해 트렌치 형태(U형태)의 틀에 퇴비를 채워 넣고 상부에 교반기를 설치하여 매일 교반해주는 연속교반 퇴비화 시설이 많이 보급되어 운영되고 있다. 하지만 트렌치 형태가 길게 이어져 있는 연속교반 퇴비화 시설은 악취를 포집하고 관리하기에 용이하지 않다는 단점을 가지고 있다. 가축분뇨가 퇴비로 부숙되는 과정에서 발생하는 황화합물(Sulfur compounds), 페닐 및 인돌류(Phenolic and Indolic compounds), 휘발성지방산(Volatile fatty acid, VFA), 암모니아(Ammonia), 아민류(amines) 등이 인근 도시지역에 퍼져나가 민원을 발생시킬 수 있어 악취저감 시설을 설치하는 축산농가가 증가하고 있다[4].

최근에는 연속교반 퇴비화 시설보다 더 적게 공간을 차지하고 악취의 포집이 용이한 콤포스트는 가축분뇨 처리에 있어 기존 시설 대비 좋은 대안으로 자리잡고 있다. 콤포스트는 원통형으로 제작되었으며 장치 내부에 있는 축에 회전날(Blade)이 연속적으로 회전하며 퇴비를 교반해준다. 또한 설비 내부의 바닥, 또는 회전날에 뚫려있는 구멍을 통해 퇴비에 공기를 공급해주는 구조이다. 지난 2022년 1년 동안 163개소(약 23,757 백만 원)가 지자체 지원사업을 통해 신규로 설치되었으며 계속 보급증에 있다[5].

기존 퇴비화 방법은 넓은 면적에 분뇨를 쌓아 퇴비화

가 진행되었지만 콤포스트는 좁은 면적을 기반으로 수직적인 환경에서 퇴비화가 이루어지는 등 많은 차이점이 존재하나 이에 대한 연구는 기존 퇴비화 방법과 비교해 많이 이루어지지 않아 콤포스트에 대한 정책계획을 수립하거나 관련 연구를 수행할 때 이를 파악하기 어려운 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 콤포스트를 사용하고 있는 농가의 운영현황을 조사하고 콤포스트에서 퇴비화된 물질에 대한 물질성상의 어떻게 변하는지에 대한 모니터링이 필요하다.

본 연구에서는 콤포스트를 사용하여 퇴비화하는 양돈농가 12곳에 대하여 운영현황을 조사하고 해당농가의 시료를 채취하고 물질성상과 부숙도를 분석하여 콤포스트에서 만들어진 퇴비의 안정성을 평가하기 위한 연구를 수행하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 콤포스트 운영현황 조사

콤포스트를 설치하여 운영하는 양돈농가 12호를 대상으로 실시하였으며, 운영현황 파악을 위한 설문조사를 실시하였다. 운영현황은 콤포스트를 운영 중인 농가의 농장 면적( $m^2$ ), 돈사 면적( $m^2$ ), 사육두수(Heads), 반응조 크기( $m^3$ ), 일일 투입량(ton/day), 체류시간(Days), 후숙장 크기( $m^3$ ), 후숙 기간(Days), 액상분뇨 처리방법, 스크러머 설치 여부를 조사하여 12개 농가에 대한 평균값을 산출하였다.

### 2.2 이화학적 특성파악을 위한 시료채취

설문 조사를 진행한 농가에서 콤포스트의 이화학적 특성을 파악하기 위한 시료 성분 분석을 실시하였다. 콤포

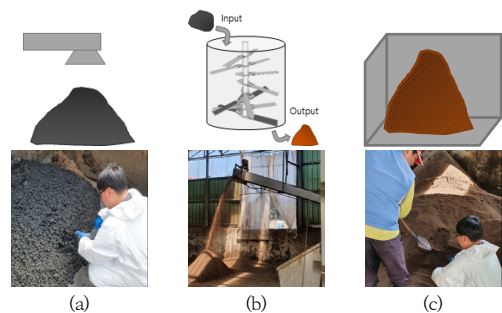


Fig. 1. Sampling location for anlysis of properties (a) Input(seperated manure), (b) Output(composted manure), (c) Maturation(Matured compost)

스트를 이용하여 퇴비화를 진행함에 따른 돈분의 물질성상 변화를 분석을 위해 고액분리된 돈분(Input), 컴포스트에서 퇴비화를 마친 퇴비(Output), 후숙장(Maturation)에서 시료를 채취하여 농가당 3개 지점에 대한 분뇨 성상을 분석하였으며 분석 항목별로 12개 농가에서 분석된 시료의 평균과 표준편차를 구하였다.

### 2.3 체류기간의 산정식 도출

컴포스트를 운영하는 농가에서 투입된 분뇨는 상부에서부터 시작하여 기기의 최하단부로 배출되는 구조로 되어있는데 분뇨의 수분함량이 변화함으로 인해 전체적인 분뇨의 양이 줄어들게 되는 현상이 발생하게 된다(Fig. 2). 이를 보정하기 위해 고형물 체류시간(SRT)을 근거로 농가에서 측정할 수 있는 투입되는 분뇨의 양과 투입 전후에 측정된 수분함량을 이용하여 현장에서 쉽게 체류시간을 산정할 수 있는 수식을 제작하였다. 등차수열의 합 공식(Sum of arithmetic sequences)을 응용하여 투입하는 분뇨량  $INPUT_{amount}$ 와 장치 밖으로 배출되는 최종 산물  $OUTPUT_{amount}$ 의 양을 더한 값을 2로 나눈 다음 컴포스트의 용량인  $Reactor Capacity$ 으로 다시 나눈 값이 체류시간  $Retention Time$ 이다. 퇴비 내 고형물의 양 ( $OUTPUT_{solid}$ )과 수분의 양( $OUTPUT_{water}$ )을 더하면 배출되는 퇴비의 양인  $OUTPUT_{amount}$ 를 산출할 수 있다.  $OUTPUT_{solid}$ 는 투입되는 분뇨의 양인  $INPUT_{amount}$ 에 수분을 제한 고형물의 무게로 투입되는 분뇨에서 측정된 수분함량의 값인  $INPUT_{water content}$ 를 이용하여 Eq. (3)를 이용하여 산출할 수 있다.  $OUTPUT_{water}$ 는 Eq. (4)에서와 같이 현장에서 측정된 최종산물의 수분함량인  $OUTPUT_{water content}$ 를 이용하여 산출해 낼 수 있다.

$$Retention Time = Reactor Capacity / \left( \frac{INPUT_{amount} + OUTPUT_{amount}}{2} \right) \quad (1)$$

$$OUTPUT_{amount} = OUTPUT_{solid} + OUTPUT_{water} \quad (2)$$

$$OUTPUT_{solid} = INPUT_{amount} \times \left( \frac{100 - INPUT_{water content}}{100} \right) \quad (3)$$

$$OUTPUT_{water} = OUTPUT_{solid} \times \left( \frac{OUTPUT_{water content}}{100 - OUTPUT_{water content}} \right) \quad (4)$$

Where,  $Retention Time$  denotes Retention time available on site by farmer,  $Reactor Capacity$  denotes Reactor's internal size of enclosed composting system,  $INPUT_{weight}$  denotes Amount of manure input,  $OUTPUT_{solid}$  denotes Amount of solid in compost,  $OUTPUT_{water}$  denotes Amount of water in compost,  $INPUT_{water content}$  denotes water content of manure,  $OUTPUT_{water content}$  denotes water content of compost

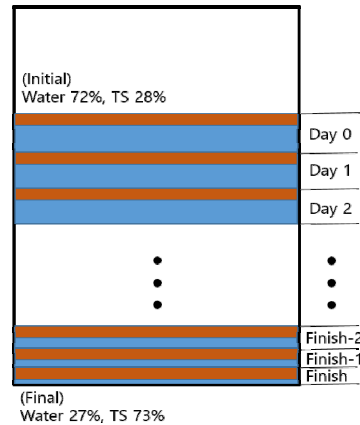


Fig. 2. Change in height decreases depending on water content

### 2.4 분석항목

고액분리된 돈분이 농가에서 운영되는 컴포스트에서 부숙된 후에 후숙까지의 과정을 관찰하기 위해 Fig. 1 지점에서 채취된 시료의 특성을 조사하기 위하여 pH, 수분함량(Water content), 원소분석(C, N, S, H, O), 총 고형물(Total solid), 휘발성 고형물(Volatile solid), 유기물(Organic matter)을 분석하였다. 농촌진흥청의 '비료의 품질검사 및 시료채취기준', '농업과학기술 연구조사 분석기준'에 준하여 분석을 수행하였다.

### 2.5 종자발아지수(Germination index)

퇴비의 부숙도를 평가하기 위해 종자발아법을 이용하였다. 분쇄시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 70 ℃에서 2시간 동안 열수에 침탕한 후, NO.2 여과지로 침출

액을 거른 후 여과된 액상을 무종자 30립을 넣은 90 mm 페트리디시에 5 mL를 첨가하여 30 °C에서 5일간 인큐베이터 내에 암배양하여 무종자의 발아율과 뿌리 신장을 조사하는 방법을 이용하였다. 각 샘플마다 3 반복 시험하여 평균값을 사용하였다. 종자발아지수는 아래의 식을 이용하며 대조구(Control)는 증류수를 이용하여 배양한 처리구를 의미한다. 이때 GI가 70 이상이면 완전히 부숙되었음을 의미한다.

$$GR = (\text{Germination rate for treatment} / \text{Germination rate for control}) \times 100 \quad (5)$$

$$RE = (\text{Length of roots for treatment} / \text{Length of roots for control}) \times 100 \quad (6)$$

$$GI = (GR \times RE) / 100 \quad (7)$$

Where, GR denotes Germination Rate of seeds, RE denotes Root Emergence by measured to the length of roots, GI denotes Germination Index

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 3.1 운영현황 조사

컴포스트를 사용하는 양돈농가의 평균적인 규모를 파악하기 위하여 일반현황에 대한 설문조사를 실시한 결과, 부지 규모는 22,125 m<sup>2</sup>, 축사의 규모는 5,141 m<sup>2</sup>, 사육 규모는 4,483 두로 조사되었다. 농가에서 운영하는 컴포스트에 대한 규모 및 이용현황을 알아보기 위한 조사를 실시한 결과로는 반응조 용량 66.8 m<sup>3</sup>, 일일 투입량 5.9 톤이었으며, 현장조사 결과와 지점별 수분함량을 이용한 Eq. (1)을 이용하여 반응조에 체류하는 시간을 계산하여 25.9일로 산출되었다. 컴포스트에서 퇴비화되어 배출된 퇴비의 안정성을 향상시키기 위해 실시하는 후숙공정에 대한 현황을 파악하기 위하여 조사를 실시한 결과 평균적인 후숙장의 크기는 808.5 m<sup>2</sup>로 조사되었으며 평균 후숙기간은 83.3일로 조사되었다. 고액분리된 액상분뇨에 대한 처리방법을 조사한 결과로는 정화방류 10개 농가, 액비화 2개 농가로 조사되어 정화방류를 통해 액상을 처리하는 농가에서 더 많이 사용하고 있다는 점을 알 수 있었다. 고액분리 방식으로는 원심분리기(데칸타) 10개 농가, 벨트프레스 2개 농가로 조사되었으며 분뇨를 모아놓은 원수조에 연결된 고액분리기에서 분리된 고형물은 컴포스트에 투입되는데 Fig. 1 (a)에서와 같이 고액

분리된 고형물은 컴포스트하부에 설치된 버킷(Bucket)으로 이동시키며, 분뇨가 담긴 버킷은 와이어를 이용하여 컴포스트의 천장부로 옮겨져 투입되는 방식을 갖고 있다. 컴포스트의 상부에서 배출되는 가스를 포집하여 악취를 저감시키는 장치인 스크러버(세정탑)는 조사 농가 12곳 중 9개 농가는 설치가 되어있었지만 3개 농가는 설치되어 있지 않았다(Table 1).

평균적인 양돈농가에 비하여 규모가 큰 편으로 조사되었다. 2022년 국내 평균 사육두수인 약 1,950 두에 비해 2배 이상인 것으로 보아 컴포스트는 상대적으로 큰 사육 규모의 농가에서 운영되고 있다고 할 수 있다[1].

전체 높이 약 10m에 달하는 컴포스트의 반응조의 높이에 따라 변화하는 퇴비의 물질성상을 분석하고 모델링을 수행하기에는 현실적인 어려움이 존재한다. 이를 해결하고 체류시간을 산출하기 위해 반응조 용량, 일일 투입량을 조사하였으며 수분함량 분석값의 Input 지점의 평균값인 72 %와 Output 지점의 평균값 28.9 %를 이용하여 체류시간을 산출한 결과 돼지분뇨가 컴포스트 내부에 평균적으로 체류하는 시간(Retention time)은 25.9일로 산출되었는데 국가표준인 가축분뇨 자원화시설 표준설계도에서 제시된 10 일에 비해 더 많은 시간 동안 반응조에서 체류하고 있다는 사실을 알 수 있었다. 후숙장의 규모 또한 표준설계도에서 제시하는 1,000두 당 59.4 m<sup>2</sup>(수분 75 % 기준)에 비해 평균 사육두수가 4,483 두로 조사된 점을 감안하면 농가 조사를 통해 확인된 면적인 808.5 m<sup>2</sup>는 상대적으로 큰 규모인 것으로 판단된다[6].

Table 1. Results of survey on farmers operating enclosed composting system (Average, 12 farms)

General	Land scale (m <sup>2</sup> )	22,125
	Pig house scale (m <sup>2</sup> )	5,141
	Heads	4,483
Compostor	Capacity (m <sup>3</sup> )	66.8
	Amount of manure input (ton/days)	3.7
	Retention time (Days)*	25.9
Maturation	Scale for maturation (m <sup>2</sup> )	808.5
	Maturation period	83.3
Treatment of liquid manure		Purification 10 Liquid fertilizer 2
Scrubber(odor reduction) installation		Installed 9 None 3

\* Retention time : The time that manure remains in the reactor

### 3.2 물질성상 분석결과

컴포스트를 운영하는 양돈농가에 방문하여 위치별로 채취한 시료의 분석을 실시하였다. pH는 고액분리를 실시하여 분리된 고형물이 있는 장소에서 채취한 Input 지점에서는 7.7±0.9, 컴포스트 내에서 부숙을 진행시키고 난 후에 배출구에서 채취한 Output 지점에서는 8.0±0.4, 후숙장에서 채취한 Maturation 지점에서는 8.2±0.3으로 분석되었다. 수분함량은 Input 지점에서 72±4.8 %, Output 지점에서는 28.9±7.3 %, Maturation 지점에서는 27.3±7.4 %로 분석되었으며 총 고형물은 Input 지점 27.9±4.7 %, Output 지점 71.1±7.2 %, Maturation 지점 72.5±7.4 %로 분석되었다. 휘발성 고형물의 양은 Input 지점에서 72±4.8 %, Output 지점에서는 60.3±6.1 %, Maturation 지점에서는 57.7±6.5 %로 나타났다. 유기물 함량은 Input 지점에서 20.5±4.2 %, Output 지점에서 42.5±6.8 %로 분석되었으며, Maturation 지점에서 42.1±7.2 %로 측정되었다. 종자 발아지수는 Input 지점에서 33.9±29.1 %, Output 지점에서는 79.3±13.1 %, Maturation 지점에서는 83.7±13.0 %로 분석되었다. 원자분석 결과 탄소(C)는 Input 지점 39.7±4.5 %, Output 지점 33.5±4.4 %, Maturation 지점 33.4±5.1 %로 나타났으며 질소(N)는 Input 지점 3.7±0.4 %, Output 지점 3.6±0.5 %, Maturation 지점 3.8±0.9 %로 나타났다. 또한 황(S)은 Input 지점 1.5±0.5 %, Output 지점 2.0±0.5 %, Maturation 지점 2.0±0.5 %로 분석되었으며 수소(H)는 Input 지점에서 5.5±0.8 %, Output 지점에서는 4.4±1.1 %, Maturation 지점에서는 4.4±1.2 %로 분석되었으며 산소(O)는 Input 지점에서 20.7±6.2 %, Output 지점에서 16.6±4.9 %로 분석되었으며, Maturation 지점에서 14.2±6.0 %로 측정되었다.(Table 2).

퇴비화가 진행됨에 따라 Input 지점과 Output 지점에서 채취한 시료를 비교한 결과 VS는 11 % 감소하고 종자발아지수는 45.4 증가하여 부숙이 완료된 지표인 70 이상에 도달한 것으로 나타났는데 이는 일반 퇴비화 과정과 동일한 양상으로 컴포스트 반응기 내부에서 퇴비화가 활발히 진행되었다고 할 수 있다[7].

각 시료 채취 지점들과의 유의성을 분석하기 위하여 Student's t-test를 수행하였다. 퇴비화가 진행되기 전인 Input 지점과 컴포스트에서 퇴비화를 마친 후에 채취한 Output 지점과의 유의성을 분석한 결과 pH, 질소(N) 및 산소(O) 성분을 제외하고 다른 지표들에서 모두 유의차가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 돈분의 퇴비

Table 2. Properties of separated manure and fertiliser in 12 farms operating compost reactor(Average±S.D)

	Input	Output	Maturation	
pH	7.7±0.9	8.0±0.4	8.2±0.3	
Water content (%)	72±4.8	28.9±7.3	27.3±7.4	
Total solid (%)	27.9±4.7	71.1±7.2	72.5±7.4	
Volatile solid (%)	71.2±5.8	60.3±6.1	57.7±6.5	
Organic matter (Wet, %)	20.5±4.2	42.5±6.8	42.1±7.2	
Germination index	33.9±29.1	79.3±13.1	83.7±13.0	
Elemental analysis (Dry, %)	C	39.7±4.5	33.5±4.4	33.4±5.1
	N	3.7±0.4	3.6±0.5	3.8±0.9
	S	1.5±0.5	2.0±0.5	2.0±0.5
	H	5.5±0.8	4.4±1.1	4.4±1.2
	O	20.7±6.2	16.6±4.9	14.2±6.0

화가 진행됨에 따라 수분이 증발되고 유기물이 분해되면서 안정적인 물질로 변화하는 과정에 의해 물질성상이 변화한 것으로 보인다. 이에 반해 pH는 퇴비화 초반에 분해되기 쉬운 물질이 분해되게 되고 퇴비 내에 있는 휘발성 지방산이 생성되어 급격한 온도 상승에 의해 암모니아가 휘발되면서 하락하게 되지만 분뇨 내에 있는 물질들이 계속 분해되면서 생성되는 암모니아 등의 물질에 의해 다시 상승하게 된다[8]. 이로 인해 부숙 전과 비교하여 pH는 약 0.3 상승하였으나 유의차는 없는 것으로 나타났다. 또한, 부숙이 진행된 후에 질소의 양이 평균 0.1 % 감소한 것으로 나타났는데 이는 질소 성분은 건물을 기준으로 분석되기 때문에 부숙이 진행됨에 따라 유기물이 분해되는 과정에서 암모니아(NH<sub>4</sub>)와 질소(N<sub>2</sub>)의 형태로 휘산되지만 미생물에 증식에 따른 질소고정 효과로 인해 다른 원소에 비해 감소된 양이 적은 것으로 분석되었다. 퇴비 내에 유기물은 미생물에 의해 물(H<sub>2</sub>O)과 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 형태로 분해되며 이중 물은 퇴비화가 진행됨에 따라 증발되고 이산화탄소는 대기 중에 휘발되기 때문에 탄소(C), 산소(O) 및 수소(H)의 양이 감소한 것으로 나타났다[9]. 황(S)은 퇴비화 후에 약 0.5% 증가한 것으로 나타났으며, 퇴비화 중 퇴비 내부에 산소가 부족한 부분에서의 혐기소화로 인하여 이산화황(H<sub>2</sub>S), 메틸메르캅탄(Demethyl mercaptan), 디메틸설파이드(Demethyl sulfide) 및 디메틸다이설파이드(Demethyl disulfide)와 같은 휘발성 황 화합물(Volatile sulfur compounds)의 형태로 일부 휘발될 수 있지만, 대부분은 사료 내 아미노산인 메티오닌(Methionine)과 시스테인(Cysteine)의 형태로 되어있으며 퇴비 내 존재하는 황은 미생물 증식에 따라 체구성에 이용되는 성분으로 재

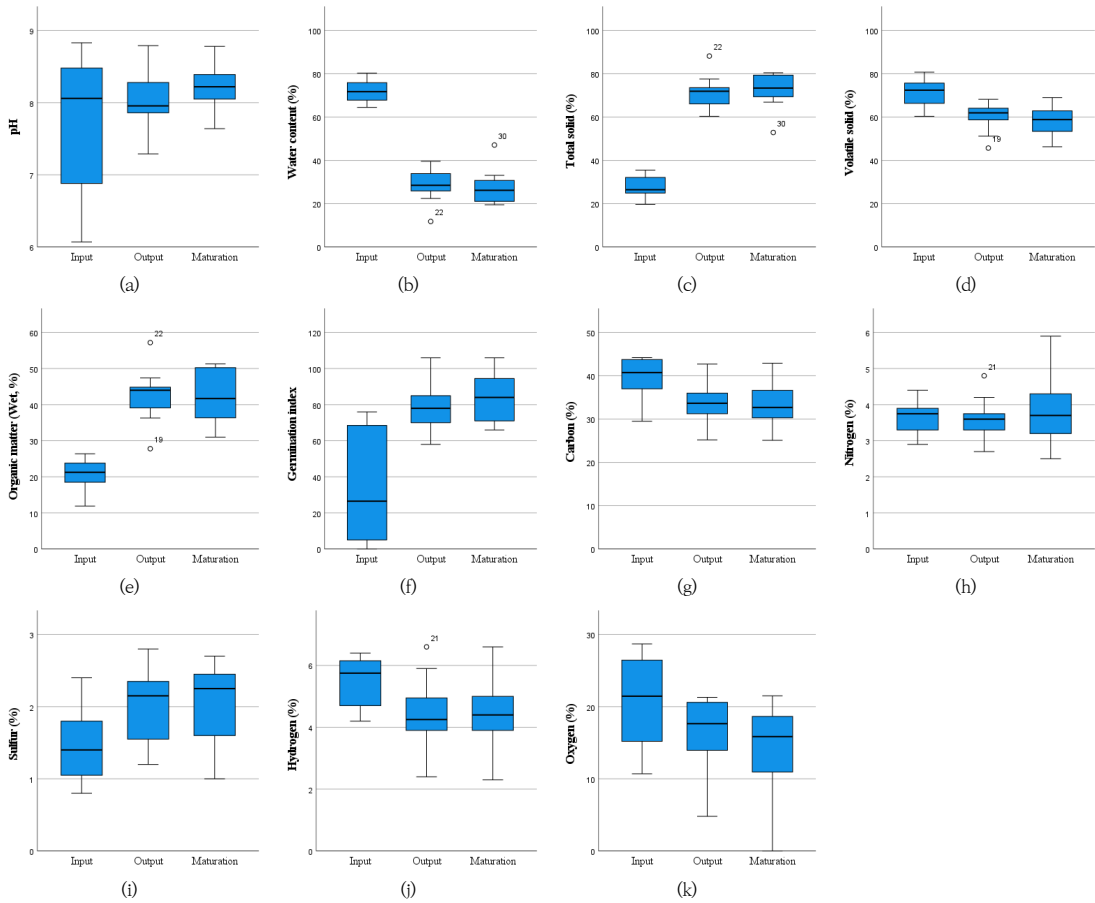


Fig. 3. Boxplots of sample analysis results according to location(12 farms)  
 (a) pH, (b) Water content, (c) Total solid, (d) Volatile solid, (e) Organic matter, (f) Germination index, (g) Carbon, (h) Nitrogen, (i) Sulfur, (j) Hydrogen, (k) Oxygen

Table 3. Student's t-test results for samples by location

	pH	Water content	Total solid	Volatile solid	Organic matter	Germination index	Elemental analysis				
							C	N	S	H	O
Input-Output	□	■	■	■	■	■	□	■	■	□	
Output-Maturation	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Maturation-Input	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	

\* Note : □ : p-value > 0.05, ■ : p-value < 0.05.

이용되어 퇴비 내에 안정적인 물질 형태로 잔존하게 된다(Fig. 3).

컴포스트에서 퇴비화를 마친 퇴비는 장치 하부에 설치된 배출구를 통해 배출되어 농가 내 농기계를 통해 후숙장으로 옮겨져 1~1.5 m 높이로 쌓아놓게 된다. 이는 분해에 오랜 시간이 걸리는 난분해성 물질들이 분해되는 시간을 주기 위하여 가축분뇨 자원화시설 표준설계도에

는 컴포스트 부숙 퇴비를 50 일간 후숙기간을 가지도록 정해져 있다[6]. 퇴비화가 완료된 Output 지점에서의 샘플과 후숙이 완료된 Maturation 지점에서 채취된 샘플을 비교한 결과 VS는 2.6 % 감소하고 종자발아지수가 4.4 상승하였으나 모든 지표에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3).

#### 4. 결론

본 연구는 컴포스트를 운영하는 양돈농가 12곳에 대하여 운영현황을 조사하고 해당농가의 시료를 채취하여 컴포스트에서 만들어진 퇴비의 물질성상을 분석하였다. 이를 통해 컴포스트를 운영하는 양돈농가의 규모, 컴포스트 운영실태 등을 조사하여 현장에서 컴포스트를 실제로 어떻게 운영하는지에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 또한, 컴포스트 내에서 돈분의 퇴비화가 진행됨에 따라 VS의 감소, 부숙도 상승, 유기물의 분해산물인 물과 이산화탄소의 구성원소인 탄소(C), 수소(H) 및 산소(O)의 함량이 감소한 사실을 확인하였다. 이는 컴포스트를 이용하여 생산된 돈분 퇴비가 안정성있게 부숙된 것을 의미한다. 하지만, 후숙과정을 진행함에 따라 대부분의 물질성상 지표들의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

본 연구를 통해 양돈농가에 대한 컴포스트의 기초 운영방법에 대한 조사와, 이에 따른 돈분의 물질성상 변화를 모니터링하여 컴포스트에 대한 기초적인 운영현황을 알 수 있었다. 더 나아가 후숙기간에 대한 연구가 필요한 것으로 보이는데 우리나라에서 제시한 가축분뇨 자원화 시설 표준설계도에서 후숙기간이 50일로 설정되었으나 정확한 기준을 마련하기 위해서는 후숙기간 산정을 위한 연구가 필요하다고 보여진다. 또한, 컴포스트 반응조 내부에서 높이에 따른 각 지점에 대한 유기물의 분해량과 수분 함량의 변화를 면밀히 측정하여 컴포스트의 체류시간을 정확하게 계산하여 농가에서 이용할 수 있는 모델링에 대한 연구 또한 필요하다고 생각된다.

#### References

[1] Statistics Korea, 2020, <http://www.kosis.go.kr> Accessed 13 Oct 2023.

[2] S. Won, B. G. You, S. Shim, N. Ahmed, Y. S. Choi, C. Ra, "Nutrient variations from swine manure to agricultural land", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol.31, No.5, pp.763-772, Dec. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0634>

[3] Livestock manure production and treatment status, <https://www.index.go.kr> Accessed 16 Oct 2023.

[4] Ó. J. Sánchez, D. A. Ospina, S. Montoya, "Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process", *In Waste Management*, Vol.69, pp.136-153, Aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012>

[5] local finance intergrated open system,

[www.lofin.mois.go.kr](http://www.lofin.mois.go.kr) Accessed 12 Oct 2023.

[6] Standard design of livestock manure treatment facilities, <https://www.me.go.kr> Accessed 16 Oct 2023.

[7] S. Karnchanawong, S. Nissaikla, "Effects of microbial inoculation on composting of household organic waste using passive aeration bin", *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, Vol.3, No.4, pp.113-119, Sep. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0072-0>

[8] L. Chen, L. Weiguang, Y. Zhao, Y. Zhou, S. Zhang, L. Meng, "Effects of compound bacterial agent on gaseous emissions and compost maturity during sewage sludge composting", *Journal of Cleaner Production*, 366, Jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133015>

[9] Said-Pullicino, D., Erriquens, F. G., & Gigliotti, G. "Changes in the chemical characteristics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity", *Bioresource Technology*, Vol.98, No.9, pp.1822-1831, Aug. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.06.018>

이 동 현(Dong-Hyun Lee)

[정회원]



- 2015년 8월 : 충남대학교 낙농학과 석사 (농학석사)
- 2011년 10월 ~ 현재 : 국립축산과학원 축산환경과 연구사

<관심분야>

축산환경, 가축분뇨

[ ORCID: 0000-0003-0954-5827 ]

김 현 종(Hyunjong Kim)

[정회원]



- 1993년 2월 : 서울대학교 서울대 학원 동물자원과학과 (축산학석사)
- 2000년 2월 : 서울대학교 서울대 학원 동물자원과학과 (농학박사)
- 1998년 2월 ~ 현재 : 국립축산과학원 연구직(연구사, 연구관)

<관심분야>

가축번식학, 축산 스마트팜, 가축분뇨 자원화

[ ORCID: 0000-0001-6217-9374 ]

김 중 곤(Jung-Kon Kim)

[정회원]



- 2007년 2월 : 조선대학교 생물신소재학과 (환경미생물학, 공학박사)
- 2008년 10월 ~ 2009년 10월 : Iowa State Universty (Post-doc.)
- 2009년 11월 ~ 2012년 12월 : 농촌진흥청 국립식량과학원 (Post-doc.)

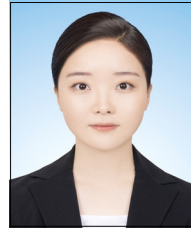
• 2013년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 농업 연구사

<관심분야>

가축분뇨처리, 바이오에너지

박 소 연(Soyeon Park)

[정회원]



- 2022년 8월 : 건국대학교 축산학과 석사 (농학석사)
- 2023년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 전문연구원

<관심분야>

가축분뇨처리, 축산환경

[ ORCID: 0000-0002-5472-3453 ]

이 동 준(Dong-Jun Lee)

[정회원]



- 2014년 8월 : 국립축산과학원 축산환경과 연구사
- 2018년 2월 : 전남대학교 동물공학과(축산학, 석사)
- 2022년 3월 : 한양대학교 자원환경공학과 (환경공학, 박사수료)

<관심분야>

폐기물-에너지화, 열화학 공정기반 에너지 생산

양 병 준(Beng-Jun Yang)

[정회원]



- 2020년 8월 : 군산대학교 산업대학원 기계공학과 (기계공학, 기계공학석사)
- 2003년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 운영지원과 공업주사

<관심분야>

스마트팜, 바이오에너지, 기계설비 자동화

최 예 빈(Ye-Bin Choi)

[준회원]



- 2023년 9월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 환경공학과 석사과정
- 2021년 10월 ~ 2023년 8월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 연구원

<관심분야>

축산환경, 가축분뇨처리

정 종 민(Jong-Min Jung)

[정회원]



- 2022년 2월 : 세종대학교 환경에너지융합학과 (환경과학, 공학박사)
- 2022년 3월 ~ 2022년 5월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 (Post-doc.)
- 2022년 6월 ~ 2023년 8월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 (임기제6급)
- 2022년 9월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 (Post-doc.)

<관심분야>

가축분뇨처리, 바이오에너지