

폐가축사체의 농업적 재활용을 위한 비료 가치 평가

서동철[†] · 강세원[†] · 최익원 · 성환후¹ · 허태영¹ · 유지영² · 이영준² · 허종수³ · 강석진^{1**} · 조주식^{*}

순천대학교 생물환경학과, ¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²국립환경과학원 토양지하수 연구과, ³경상대학교 응용생명과학부

Evaluation of Fertilizer Value of Animal Cadavers for Agricultural Recycling

Dong-Cheol Seo[†], Se-Won Kang[†], Ik-Won Choi, Hwan-Hoo Sung¹, Tai-Young Hur¹,
Ji-Young Yoo², Young-Joon Lee², Jong-Soo Heo³, Seog-Jin Kang^{1**}, and Ju-Sik Cho^{*}

Department of Bio-Environmental Sciences, Suncheon National University

¹*National Institute of Animal Science, Rural Development Administration*

²*Soil and Groundwater Research Division, National Institute of Environmental Research*

³*Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University*

To evaluate fertilizer value of animal cadavers for agricultural recycling, fertilizer components of animal cadavers by pig and poultry were investigated using rendering and alkali (KOH) treatment methods. Total nitrogen concentrations in meat waste by pig and poultry using rendering treatment method were 7.80% and 9.30%, respectively. Total nitrogen concentration in meat waste of pig by KOH treatment method was lower than that by rendering treatment method. Organic matter concentrations in meat waste of pig and poultry ranged 87.8~97.4%. Total phosphorus concentrations in bone waste of pig using rendering and KOH treatment methods ranged 5.59~11.18%. Animal cadavers contains nitrogen, phosphorus, potassium and other nutrients essential to plant growth. The results of this study suggest that animal cadavers can supply some of the nutrient requirements of crops and is a valuable fertilizer as well.

Key words: Fertilizer value, Animal cadavers, Recycling, Redering, Alkali (KOH)

서 언

국내 축산업 생산액은 2010년 기준으로 15.5조원으로 쌀 생산액 9.5조원 보다 높으며, 전체 농림업 생산액의 34.4%를 차지할 정도로 중요한 산업으로 최근 들어 축산업의 고도성장으로 인한 집약화 및 대규모화에 따라 사육두수는 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 최근 국내에 구제역, 조류독감 및 브루셀라 등의 가축 전염병으로 인해 막대한 경제·사회적 피해가 증가하고 있고, 특히 2011년에는 구제역 발생으로 약 3조원의 심각한 경제적 손실액이 발생하였다.

우리나라에서는 가축전염병예방법에 의해 살처분한 가축사체에 대해 신속히 소각 및 매몰을 하게 되어 있고 (Kim et al., 2010), 그 밖의 가축전염병에 전염된 가축의 사체

에 대해서도 국내 축산환경 여건상 소각이나 그 밖의 처리는 현실적으로 어려운 실정으로 대부분 매몰방법에 의해 처리되고 있는 실정이다 (Kim, 2008).

하지만 최근 구제역 사건발생 이후 다량의 살처분 가축사체가 발생되어 모두 매몰처리 되었으나, 일부 부실 매몰지의 경우 매몰지침에 맞지 않게 처리되어 침출수 누수와 악취 발생 등에 의해 매몰지 주변의 수질오염을 일으키고 있다. 또한, 정상적인 가축사체 매몰지에서도 매몰시 나오는 침출수는 인체에 유해한 미생물 및 바이러스를 포함할 수 있는 가능성이 있으며, 지하수 및 주변 하천에 영향을 줄 수 있기 때문에 이에 대한 관리가 시급한 실정이다 (Davies and Wray, 1996; Det Norske Veritas, 2003; Glanville, 1993). 이러한 문제점을 보완하고 폐가축사체를 재활용하기 위한 산 분해, 혐기발효, 유용미생물처리 등 다양한 처리방법 (Hill, 1977)이 강구되었지만 대부분의 폐가축사체 처리방법이 국내 축산환경에 적합하지 못하고 실용화가 어려울 뿐만 아니라 산 분해법의 경우 부식, 유해가스 및 폭발 위험성을 가지고 있고, 혐기성 분해법의 경우 처리시간이 많이 소요되는 등의 여러 가지 문제점이 발생되어 새로운 대안이 필요하다.

접수 : 2011. 9. 14 수리 : 2011. 10. 14

[†]공동 제1저자

*연락처 : Phone: +82617503297

E-mail: chojs@sunchon.ac.kr

**공동연락처 : Phone: +82415803407

E-mail: hikang@rda.go.kr

따라서 본 연구는 구제역 및 조류독감 등의 가축전염병 발생시 현행 살처분 가축사체의 매몰방식에 대한 문제점을 해결하고, 유용자원인 폐가축사체를 빠른 시간 내에 재활용하는 방안을 다각적으로 모색하기 위해 폐가축사체를 랜더링 (Rendering) 처리법과 알칼리 분해법으로 처리한 후 그 부산물의 비료적 가치를 평가하여 폐가축사체를 농업적으로 재활용하기 위한 방안을 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

실험대상 폐가축사체의 비료적 가치를 평가하기 위한 가축사체 처리법으로 랜더링 처리와 알칼리 처리를 수행하였으며, 이들 처리실험은 충청남도 천안시 성환읍 신방리에 위치한 국립축산과학원 축산자원개발부내에 있는 폐사체 가축처리 활용관에서 실시하였다. 실험에 사용한 폐가축사체는 국립축산과학원 축산자원개발부내의 돈사 및 계사에서 자연사한 돼지 및 닭을 사용하였다.

실험장치 실험에 사용된 랜더링 처리장치는 250°C, 4기압 이상의 고온고압 스팀을 이용할 수 있게 설계 제작된 것으로 (Fig. 1A) 외부로부터 열손실을 최소화되게 하고 자동화 및 안전장치를 통해 작동을 편리하게 제작되었다. 실험에 사용된 랜더링 처리장치는 1회에 약 3~5시간 정도 처리를 하며, 처리용량은 소는 (650 kg 기준) 6두, 돼지는 (100 kg 기준) 40두 및 닭은 (2 kg 기준) 2천수 정도의 양을 처리할 수 있도록 설계되었다. 랜더링 처리장치의 장비제원은 가로, 세로 및 높이가 각각 2.4 m × 3.2 m × 8.3 m로 총 용적은 63.74 m³이고, 1회 처리시 경우 50 L가 사용되게 설계되었다.

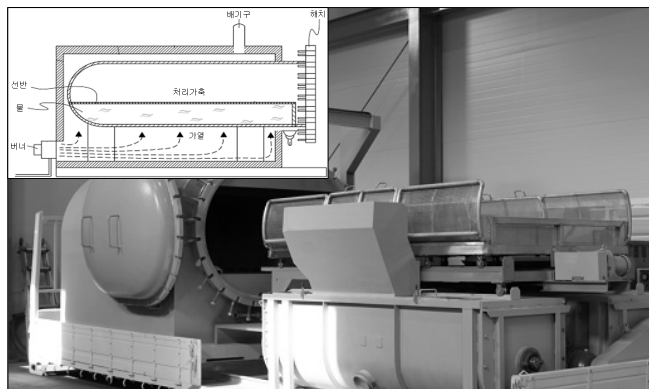
알칼리 처리장치는 150°C, 3기압 이상의 고온고압 스팀을 이용할 수 있게 (Fig. 1B) 설계 제작한 장치로 지름이 50 cm, 높이가 100 cm로 총 용적은 19.63 m³이었다. 알칼리 처리장치는 상부인 덮개와 하부의 분해조로 구성되

어 있으며, 상부덮개에는 분해조내 온도와 압력을 모니터링하기 위한 압력계와 온도계가 부착되어 있으며 압력을 조절하기 위한 밸브가 있어 원하는 압력을 조절이 가능하게 설계되었다. 또한 하부 분해조에는 가축사체의 교반과 조내의 압력을 높이기 위한 고온고압 스팀을 주입할 수 있는 특수 노즐이 있으며, 알칼리 분해 후 처리조내의 부산물을 배출할 수 있는 배출구가 설치되어 있다.

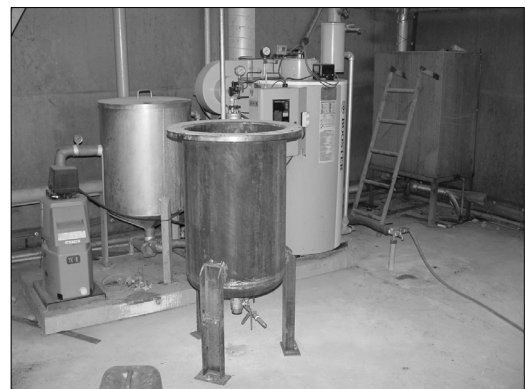
실험방법 본 연구는 폐가축사체의 재활용을 위한 가축사체 처리법으로 랜더링 처리법과 알칼리 (KOH) 처리법을 사용하였다. 랜더링 처리법에 의한 폐가축사체 처리실험은 랜더링 장치내에 자연사한 돼지와 닭을 넣은 후 250°C, 4기압의 고온고압에서 3시간 동안 처리한 후 남은 부산물을 육질시료와 뼈시료로 구분하였다.

알칼리 처리법에 의한 폐가축사체 처리실험은 알칼리 처리장치내에 돼지 사체 30 kg을 넣은 후 45% KOH 액상용액 6 kg (돼지사체 무게의 20%)을 주입한 뒤 덮개를 완전히 밀봉한 후 150°C, 3기압의 고온고압에서 돼지사체를 1시간동안 분해하였다. 분해 후 나온 분해부산물은 폐가축사체의 비료학적 가치를 평가하기 위해 액상시료와 뼈시료로 구분하였다. 폐가축사체의 부위별 비료 가치를 평가하기 위해 비료의 주성분인 T-N, P₂O₅, O.M, SiO₂, K₂O, CaO, MgO, B, Mn 및 Zn 함량을 각각 분석하였고, 비료의 유해성분인 As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni 및 Pb 함량을 각각 분석하였으며, 기타성분으로 NaCl 함량 및 C/N비를 분석하였다.

분석방법 랜더링 처리 및 알칼리 처리시 나온 부산물은 농촌진흥청 비료의 이화학적 검사 방법 (RDA, 2006)에 따라 T-N은 Kjeldahl 증류법, P₂O₅는 Vanadate법 (UV2550PC, PerkinElmer) 및 NaCl은 질산염법으로 분석하였다. 유기물 (O.M)은 Tyurin법으로 분석하였으며, SiO₂는 중량법으로 분석하였고, K₂O, CaO, MgO, B, Mn, Zn, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni 및 Pb 함량은 시료를 산으로 분해한 후 ICP (ICPE-



A. Rendering treatment apparatus



B. Alkali (KOH) treatment apparatus

Fig. 1. Foreground of treatment apparatus for recycling by animal cadavers.

9000, Shimadzu)로 분석하였다.

결과 및 고찰

가축사체 중 육질부위의 비료학적 가치 가축사체 중 육질 부위의 비료학적 특성을 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 처리방법에 따른 돼지사체 중 육질부위의 비료학적 특성을 조사한 결과 T-N, P₂O₅, O.M 및 Zn의 함량은 랜더링 처리법이 KOH 처리법에 비해 높게 나타난 반면에 SiO₂, K₂O, CaO, MgO 및 B의 함량은 KOH 처리법이 랜더링 처리법에 비해 약간 높은 결과를 보였다. 또한, 돼지사체 중 육질부위의 Mn, Cr, Cu 및 Ni의 함량은 두 처리법 모두에서 유사한 값을 보였다.

처리방법에 따른 돼지 및 닭 사체 육질부위의 총 질소 함량은 랜더링 처리를 한 돼지 및 닭 사체의 부산물이 각각 7.80% 및 9.30%이었으나, KOH를 처리한 돼지사체 부산물의 경우 질소 함량은 0.71%로 랜더링 처리 부산물에 비해 매우 낮았다. 본 실험에 사용한 알칼리 (KOH) 처리법의 경우 랜더링 처리법과 달리 가축사체를 분해시키기 위해 다량의 KOH 용액과 스팀이 주입되어 부산물내 질소

농도가 희석되었기 때문에 판단된다. 부가적으로 강알카리인 KOH 용액의 주입으로 처리부산물의 pH가 12~14 정도로 높게 유지되면서 분해된 암모니아성 질소가 암모니아 가스로 탈기되었기 때문에 판단된다. 따라서 KOH 처리에 의한 가축사체 중 육질부위의 질소 손실을 방지하여 퇴비나 액비 등의 재활용률을 높이기 위해서는 사체분해 직후 pH의 중화조작이 필요할 것으로 판단된다.

현재까지 가축자원의 재활용 연구는 주로 분뇨를 대상으로 하였으며, 이들의 연구는 이미 체계화 되어 재활용할 수 있는 다양한 방법이 개발되어 있다 (Jeon et al., 2003; Lee et al., 2010; Yun et al., 2010). 하지만 폐가축사체의 농업적 재활용과 관련된 연구는 전무한 실정이며, 대부분의 폐가축사체는 식용으로 사용할 수 없어 매몰되었다. 현재 국내에서 본 연구와 관련성이 있는 연구는 보고된 적이 없으며, Jeon et al. (2003)과 Lee et al. (2010)의 분뇨를 사용한 액비 연구결과와 비교해 볼 때, 랜더링 처리법으로 분해한 돼지 및 닭의 육질시료내 질소 함량이 7.80~9.30%로 돈분 액비의 질소 함량인 0.26~0.60% 보다 매우 높아 폐가축사체를 농업적으로 재활용한다면 고품질의 기능성 액비나 퇴비 등으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 1. Evaluation of fertilizer value in meat of animal cadavers.

Items	Official standard [†] for livestock cadavers	Rendering treatment		KOH treatment	
		Pig	Poultry	Pig	
Principal components	T-N (%)	7.80 ± 0.82	9.30 ± 1.42	0.71 ± 0.05	
	P ₂ O ₅ (%)	0.37 ± 0.01	0.84 ± 0.13	0.19 ± 0.01	
	T-N+P ₂ O ₅ (%)	8.17 ± 0.82	10.14 ± 1.50	0.90 ± 0.06	
	O.M (%)	> 25%	97.4 ± 0.09	91.2 ± 0.68	87.8 ± 0.35
	SiO ₂ (%)		0.19 ± 0.09	2.96 ± 1.25	0.52 ± 0.05
	K ₂ O (%)		0.42 ± 0.04	0.47 ± 0.01	4.05 ± 0.07
	CaO (%)		0.14 ± 0.02	1.15 ± 0.23	0.28 ± 0.05
	MgO (%)		0.07 ± 0.00	0.13 ± 0.01	0.26 ± 0.00
	B (mg kg ⁻¹)		1.76 ± 1.23	ND	6.26 ± 0.36
	Mn (mg kg ⁻¹)		2.44 ± 0.84	13.46 ± 2.86	2.77 ± 1.34
Hazardous components	Zn (mg kg ⁻¹)	< 1,000 mg kg ⁻¹	69.9 ± 4.03	137.3 ± 37.71	10.3 ± 2.28
	As (mg kg ⁻¹)	< 45 mg kg ⁻¹	0.15 ± 0.02	1.48 ± 0.04	ND
	Cd (mg kg ⁻¹)	< 5 mg kg ⁻¹	ND	ND	ND
	Cr (mg kg ⁻¹)	< 250 mg kg ⁻¹	2.74 ± 1.12	4.50 ± 0.37	2.97 ± 1.66
	Cu (mg kg ⁻¹)	< 400 mg kg ⁻¹	4.16 ± 0.43	9.07 ± 3.92	2.24 ± 0.65
	Hg (mg kg ⁻¹)	< 2 mg kg ⁻¹	ND	0.59 ± 0.11	0.65 ± 0.12
	Ni (mg kg ⁻¹)	< 45 mg kg ⁻¹	1.11 ± 0.04	1.02 ± 0.07	0.89 ± 0.26
Other components	Pb (mg kg ⁻¹)	< 130 mg kg ⁻¹	0.28 ± 0.04	ND	0.06 ± 0.00
	NaCl (%)	< 2%	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	C/N ratio	< 50%	7.25 ± 0.33	5.69 ± 0.32	71.68 ± 1.24

[†]Official standard from Rural Development Administration (RDA, 2010).

폐가축사체의 육질시료내 유기물 함량은 랜더링 처리법과 KOH 처리법 모두에서 87.8~97.4% 범위로 농촌진흥청 축산폐기물 공정규격 (RDA, 2010) 중 유기물 함량 기준인 25% 이상을 만족하였다. KOH 처리에 의한 돼지사체의 육질시료내 유기물 함량은 87.8%로 랜더링 처리의 97.4%에 비해 약간 낮았는데, 이는 폐가축사체 분해시 첨가되는 KOH 용액이나 스팀의 양이 차이가 나기 때문으로 판단된다.

특히 폐가축사체의 육질시료내 유기물 함량은 분뇨 등과 비교해 볼 때 상대적으로 매우 높아 퇴비나 액비 제조시 유기물 함량을 조절하기 위한 원료로서의 가치가 충분히 있을 것으로 판단된다.

랜더링 처리에 의한 돼지 및 닭 사체의 부산물 중 C/N 비는 각각 7.25 및 5.69로 KOH를 처리한 돼지 사체의 C/N비인 71.68에 비해 매우 낮았는데, 이는 KOH로 분해한 돼지 사체 부산물의 경우 질소 함량이 0.71%로 랜더링 처리시 돼지 및 닭 사체의 부산물 중 질소 함량인 7.80~9.30%에 비해 매우 낮았기 때문이다.

폐가축사체의 육질시료내 인 함량은 랜더링 처리법에 의한 돼지 및 닭 사체 부산물의 경우 각각 0.37% 및 0.84% 이었고, KOH를 처리한 돼지사체 부산물의 경우 0.19%로서 랜더링 처리법에 의한 부산물 중 인의 함량이 약간 높았다. 이와 같은 결과는 질소와 마찬가지로 KOH 처리법은 다량의 KOH와 스팀이 주입되어 부산물내 인 함량이 희석되었기 때문으로 판단된다. 따라서 폐가축사체의 분해시 주입되는 시약의 양은 분해율과 재활용시 영양분의 함량과의 상관관계를 고려하여 최소화 할 필요가 있을 것으로 판단된다. 현재 폐가축사체를 이용한 재활용 관련 논문은 아직 보고된 적이 없어 본 연구결과는 폐가축사체의 재활용을 위한 기술개발을 위한 기반을 마련할 수 있을 것이다.

비료의 주성분 중 하나인 K₂O의 함량은 KOH를 처리한 돼지사체 부산물이 4.05%로 랜더링 처리를 한 돼지와 닭 사체 부산물보다 더 많았다. 이는 KOH 처리법의 경우 다량의 KOH를 주입하여 폐가축사체를 분해시켰기 때문으로 판단되며, 본 KOH 처리법은 NaOH 처리법 보다 농업적 활용이 용이할 것으로 판단된다. 일반적으로 NaOH 처리법은 폐가축사체 분해시 다량의 NaOH를 주입해야 하기 때문에 이들 부산물을 농업적으로 활용시 과도한 나트륨으로 인한 식물생리적인 장애가 발생할 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 폐가축사체의 산 분해법은 HCl을 사용하여 분해시킨 경우가 대부분으로 다량의 Cl은 간척지의 염해와 같은 장애를 일으킬 수 있어 농업적 활용 시 주의가 요구되어 진다. 그리고 폐가축사체를 산으로 분해하는 경우는 알칼리에 비해 취급시 위험성이 높고, 산 분해시 발생되는 유독가스와 산에 의한 부식으로 인해 처리장치의 내구성

에 많은 문제를 야기시킬 수 있어 농업적 재활용을 위해서는 산 분해법보다는 알칼리 분해법이 좋을 것으로 판단된다.

폐가축사체의 육질시료 중 비료의 유해성분인 중금속의 함량은 랜더링 처리법 및 KOH 처리법 모두에서 기준이하로 검출되었으며, NaCl 함량도 모든 조건에서 축산폐기물 공정규격 기준인 0.01% 이하로 조사되었다.

이상의 결과에서 폐가축사체의 육질부위를 농업적으로 재활용하기 위한 비료학적 가치를 평가한 결과 C/N비를 제외한 모든 항목에서 축산폐기물 공정규격 (RDA, 2010)을 만족하였다. 특히 폐가축사체의 육질부위는 질소와 유기물 함량이 높아 비료학적인 가치가 매우 높고, 고품질, 고기능성 액비나 퇴비 등으로 농업적인 재활용이 가능할 것으로 판단된다.

가축사체 중 뼈 부위의 비료학적 가치

가축사체 중 뼈 부위의 비료학적 특성을 분석한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 처리방법에 따른 돼지사체 중 뼈부위의 비료학적 특성을 조사한 결과 랜더링 처리한 돼지사체 부산물의 T-N, P₂O₅, O.M, SiO₂, Mg, Zn, Cr 및 Ni 함량이 KOH를 처리한 돼지사체 부산물에 비해 더 높았으나, K₂O 함량은 KOH 처리가 랜더링 처리에 비해 높았다.

랜더링 처리한 돼지 및 닭 사체 부산물 중 뼈시료의 질소 함량은 각각 2.73% 및 3.90%이었으며, KOH를 처리한 돼지사체 부산물의 질소 함량은 0.49%로 랜더링 처리에 비해 매우 낮았다. 이는 KOH를 처리한 돼지사체 부산물의 경우 다량의 KOH와 스팀에 의한 희석효과와 높은 pH에 의한 암모니아 기체의 탈기 때문으로 판단된다. 랜더링 처리 및 KOH 처리한 돼지 및 닭 사체 부산물 중 뼈시료의 인 (P₂O₅)함량은 육질시료의 인 함량과 대조적으로 매우 높은 함량을 나타내었다. 랜더링 처리한 돼지 및 닭 사체 부산물 중 인 (P₂O₅)함량은 각각 11.18% 및 9.27%이었고, KOH를 처리한 돼지사체 부산물의 인 (P₂O₅)함량은 5.59%로 랜더링 처리법이 KOH 처리법에 비해 약간 높은 함량을 나타내었다. 이와 같이 뼈시료의 인 (P₂O₅)함량이 육질시료에 비해 높았는데, 이는 뼈의 주요 구성성분이 인, 칼슘, 구리 및 마그네슘 등으로 되어 있고 그 중 인의 함량이 가장 높기 때문이다. 폐가축사체 중 뼈시료의 인 함량은 돈분 액비 중 평균적인 인 함량 1900 mg L⁻¹ (Jeon et al., 2003; Lee et al., 2010)에 비해 높았기 때문에 폐가축사체의 뼈부위를 재활용한다면 인산질 비료의 원료나 골분 비료로 충분한 가치가 있을 것으로 판단된다.

뼈시료의 유기물 함량은 육질시료의 유기물 함량에 비해 매우 낮은 경향이였다. 랜더링 처리에 의한 뼈시료에서 유기물 함량은 돼지의 경우 40.0%이었으며, 닭의 경우 48.6%이었고, KOH를 처리한 돼지사체의 뼈시료 중 유기물 함량은 32.1%로 랜더링 처리가 KOH 처리에 비해 약간 높았

다. 이와 같은 결과는 랜더링 처리는 KOH 처리와 달리 추가적인 분해용액이 주입되지 않았기 때문이다. KOH를 처리한 돼지사체 중 뼈시료의 K_2O 함량은 랜더링 처리에 비해 약간 높았는데, 이는 KOH 첨가로 인하여 K 함량이 높아졌기 때문이다. 이상의 결과에서 폐가축사체의 뼈시료에는 처리방법에 따라 다소 차이는 있었으나 전반적으로 인의 함량이 인산질 비료나 골분 비료로서 비료학적 가치가 충분히 있을 것으로 판단된다.

폐가축사체의 부위별 N : P : K 함량비 돼지 사체의 부위별 비료의 주요 성분비를 조사하기 위해 주성분인 N : P : K 비율을 조사한 결과는 Table 3과 같이, 돼지 사체에서 육질시료의 N : P : K 비율은 랜더링 처리

및 KOH 처리에서 각각 18.6 : 0.881 : 1 및 0.175 : 0.047 : 1로 랜더링 처리에서는 질소의 비율이 높았고, KOH 처리에서는 칼륨의 비율이 가장 높았다. 돼지 사체에서 뼈시료의 N : P : K 비율은 랜더링 처리 및 KOH 처리에서 각각 9.41 : 38.6 : 1 및 0.118 : 1.35 : 1로 처리방법에 상관없이 인의 비율이 질소와 칼륨에 비해 높았다. 닭 사체에서 N : P : K 비율을 부위별로 조사한 결과 육질시료 및 뼈시료에서 각각 19.8 : 1.79 : 1 및 16.3 : 38.6 : 1이었으며 육질시료에서는 질소, 뼈시료에서는 인의 비율이 다른 성분에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 또한, KOH를 처리한 돼지 사체 부산물의 경우 칼륨의 함량은 랜더링 처리한 돼지 및 닭 사체의 칼륨 함량보다 높게 조사되었다.

Table 2. Evaluation of fertilizer value in bone of animal cadavers.

Items	Official standard [†] for bone-dust manure	Rendering treatment		KOH treatment	
		Pig	Poultry	Pig	
Principal components	T-N (%)	< 1%	2.73 ± 0.09	3.90 ± 0.22	0.49 ± 0.04
	P ₂ O ₅ (%)	< 15%	11.18 ± 0.13	9.27 ± 0.11	5.59 ± 0.45
	T-N+P ₂ O ₅ (%)	< 20%	13.91 ± 0.07	13.17 ± 0.30	6.08 ± 0.46
	O.M (%)	< 30%	40.0 ± 0.15	48.6 ± 0.49	32.1 ± 0.22
	SiO ₂ (%)		60.4 ± 1.19	32.4 ± 0.98	38.8 ± 0.88
	K ₂ O (%)		0.29 ± 0.05	0.24 ± 0.02	4.14 ± 0.41
	CaO (%)		5.62 ± 0.47	6.22 ± 0.38	5.19 ± 0.22
	MgO (%)		0.54 ± 0.05	0.33 ± 0.02	0.40 ± 0.02
	B (mg kg ⁻¹)		62.85 ± 0.98	25.13 ± 2.40	42.22 ± 1.91
	Mn (mg kg ⁻¹)		2.38 ± 1.35	18.49 ± 1.50	1.99 ± 0.75
	Zn (mg kg ⁻¹)	< 400 mg kg ⁻¹	152.5 ± 19.91	193.6 ± 10.79	72.8 ± 4.13
Hazardous components	As (mg kg ⁻¹)	< 20 mg kg ⁻¹	ND	ND	0.16 ± 0.01
	Cd (mg kg ⁻¹)	< 2 mg kg ⁻¹	ND	0.03 ± 0.00	ND
	Cr (mg kg ⁻¹)	< 90 mg kg ⁻¹	11.61 ± 6.30	35.50 ± 3.46	2.06 ± 0.32
	Cu (mg kg ⁻¹)	< 120 mg kg ⁻¹	1.71 ± 0.49	5.63 ± 0.43	2.19 ± 0.68
	Hg (mg kg ⁻¹)	< 1 mg kg ⁻¹	ND	ND	ND
	Ni (mg kg ⁻¹)	< 20 mg kg ⁻¹	1.39 ± 0.70	4.51 ± 0.46	0.26 ± 0.02
	Pb (mg kg ⁻¹)	< 50 mg kg ⁻¹	ND	ND	ND
Other components	NaCl (%)	< 2%	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	C/N ratio		8.49 ± 0.55	7.22 ± 0.22	38.04 ± 0.87

[†]Official standard from Rural Development Administration (RDA, 2010).

Table 3. The ratio of N:P:K in the part of animal cadavers under different treatment method.

Items	Parts	Rendering treatment	KOH treatment
Pig	Meat	18.6 : 0.881 : 1	9.41 : 38.6 : 1
	Bone	0.175 : 0.047 : 1	0.118 : 1.35 : 1
Poultry	Meat	19.8 : 1.79 : 1	-
	Bone	16.3 : 38.6 : 1	-

결 론

현행 살처분 가축사체의 매몰방식에 대한 문제점을 해결하고자 폐가축사체를 재활용 하기 위한 기초 연구로 폐가축사체를 랜더링 처리법과 KOH 처리법으로 구분하여 분해한 후 남은 부산물을 육질부위와 뼈부위로 나누어 비료적 성분을 조사하였다.

육질부위의 비료적 특성은 돼지와 닭에서 큰 차이 없이 유사하였으며, 칼륨을 제외한 모든 항목에서 랜더링 처리법이 KOH 처리법에 비해 높은 함량을 보였다. 또한, 이들의 비료적 가치 측면에서 랜더링 처리법은 유기물이 91.2~97.4%, 질소가 7.80~9.30%로 전반적으로 유기물과 질소의 함량이 높아 고품질, 고기능성 액비나 퇴비 등으로 농업적인 재활용이 가능할 것으로 판단된다. 뼈부위의 비료학적 특성은 처리방법에 따라 별 차이 없이 인의 함량이 높아 인산질 비료나 골분 비료로서 가치가 충분히 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ008239)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

Davies, R.H. and C. Wray. 1996. Seasonal variations in the isolation of *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* from environmental

samples. *J. Vet. Med. B* 43:119-127.

Det Norske Veritas. 2003. Independent environmental and public health risk assessment of DEFRA foot and mouth disease disposal site (No. 20073900). Oslo, Norway.

Glanville, T.D. 1993. Groundwater impacts of on farm livestock burial. *IGWA Quarterly* 4:21-22.

Hill, D.T. 1977. A dynamic model for simulation of animal waste digestion. *JSTOR*. 49:2129-2130.

Jeon, W.T., H.M. Park, C.Y. Park, K.D. Park, Y.S. Cho, E.S. Yun, and U.G. Kang. 2003. Effects of liquid pig manure application on rice growth and environment of paddy soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 36:333-343.

Kim, K.H. 2008. The management plan of environmental pollution by animals burying. Ministry of Environment, Korea (In Korean).

Kim, K.H., K.R. Kim, H.S. Kim, G.T. Lee, and K.H. Lee. 2010. Assessment soil and groundwater contamination at two animal carcass disposal sites. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43: 384-389.

Lee, S.T., D.C. Seo, J.S. Cho, R.A. Dahlgren, and J.S. Heo. 2010. Effect of annual and basal dressing with liquid pig manure on growth and quality of rice in double cropping system of rice-malting barley. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43:624-630.

Rural Development Administration. 2006. Method of physiochemical examination by fertilizer. p. 144-234. Korea.

Rural Development Administration. 2010. Official standard setting and designation by fertilizer. Korea.

Yun, H.B., S.G. Han, J.S. Lee, Y.J. Lee, M.S. Kim, and Y.B. Lee. 2010. Pig manure compost and urea application effects on chinese cabbage in different soil fertility. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43:962-967.