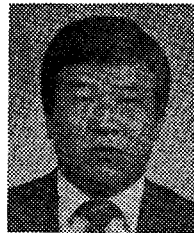




# 농축산 폐기물 현황과 처리및 재이용 방안



李 吉哲 /국립환경연구원  
폐기물 연구 부장

## 서론

1970년대까지 우리나라는 전체 인구의 약 70%가 농사를 생계의 手段으로 生活하는 農業 국가이었으나, 1961년 5.16군사혁명이 성공하면서 혁명의 제1목표를 기근으로 부터의 해방에 두어 經濟開發 政策에 국가의 총력을 집중하여 工業化 과정을 거치면서 오늘에 이르러 先進國 문턱에 들어선 産業社會로 國力이 크게 신장하였다.

한편 産業社會로 발전하여 고용기회의 폭이 넓어지고 賃金水準이 높아지면서 이농현상이 급격히 일어나 農業人口가 현재는 전체 인구의 27%수준까지 減少하였다.

또한 농촌 근대화 施策의 일환으로 추진된 새마을 운동에 따라, 주거시설이 개선되고 과학적인 영농기술이 도입되면서 고등소재의 온실재배와 비료 및 농약을 다량 살포하여 단위 면적당 농업생산성이 향상되었으려 이에따라 쌀은 자급하기에 충분하게 되었다.

또한 농어촌 소득증대 사업으로 권장한 1가구 소한바리 키우기 정책에 따라 농민의 소득증대에 기여한

측면도 있으나 間歇的인 가격폭락으로 경제적 손실을 입은 농민도 많은 것으로 알려져 있다.

이와같이 농촌경제가 外形的으로 발전하고 있다고 볼 수 있으나 농업인구중 노동력이 왕성한 청장년층이 도시나 공단으로 대부분 떠나가고 실제 농업활동 연령층은 고령화된 노년층이나 부녀자가 전담하므로써 농업생산성이 저하되어 가고 있는 실정이다.

따라서 부족한 노동력을 최소화하고 생활의 便利性이 보편화되면서 LPG가스를 취사용 연료로 연탄을 난방용 연료로 사용하고 있다.

이에따라 농촌에서도 여러 종류의 폐기물이 발생되고 있으나 농촌의 노동력이 절대적으로 부족하여 발생하는 폐기물이 적기에 수집되지 않고 주변에 무단투기되고 있어 농촌쓰레기 문제도 도시쓰레기 못지 않게 그 대책이 시급한 실정이다.

## 농축산폐기물 발생 현황

### ○농업폐기물

합성수지를 이용하여 溫室栽培를 하거나 Vinyl

Matching 재배를 통해 농산물의 단위 면적당 生産性이 급격히 증가하고 있으며 사계절 신선한 채소를 공급받고 있으나, 이에 수반하여 농촌에서 발생하는 폐합성수지로 인하여 토양이 오염되고 있다.

또한 병충해 방제용으로 농약을 사용하고 버린 공병도 무시할 수 없는 정도로 발생하고 있다. 농업 폐기물인 농약 및 폐합성수지의 발생 및 수집 현황은 <표 1> 및 <표 2>와 같다.

표 1 농약병병 발생 및 수집현황

(단위 : 톤, ( )천개)

년 도	'87	'88	'89
구 분			
발 생 량	15,884 (50,685)	19,211 (56,140)	18,455 (60,834)
수 집 량 *	10,393 (34,510)	11,893 (37,636)	13,474 (40,502)

\* 자원재생공사 수집분임

표 2 농업용 폐합성수지 발생 및 수집현황

(단위 : 톤)

년 도	'87	'88	'89
구 분			
발 생 량	84,000	86,061	83,551
수 집 량 *	31,237	36,280	44,952

\* 자원재생공사 수집분임

○농촌쓰레기

산업 및 교통의 발달로 전국이 1일 생활권이고 도시, 농촌간의 소득격차가 줄어들면서 농촌에서 발생하는 쓰레기도 도시쓰레기와 같은 특성을 나타내고 있다.

특히 산림자원을 이용하여 오던 취사 및 난방을 연료마져 연탄으로 대체되면서 농촌쓰레기에서도 연탄재의 처분이 어려운 실정에 있다.

1988년 12월말 현재 우리나라의 농업인구는 777만

명, 183만 가구이므로 1가구당 매일 2개의 연탄을 사용한다고 볼때 농촌에서 1일 발생하는 연탄재는 3,650톤이 되고 1년에는 133만톤이 발생하고 있는 것으로 추정된다.

○축산폐기물

소득증대에 따라 식생활 패턴이 서구화되면서 단백질 수요의 증가에따라 단위 농가에서 부터 기업규모로 까지 가축사육이 확대됨에 따라 가축사육으로 인하여

발생하는 가축폐기물 또한 증가되고 있다.

우리나라에서 사육하고 있는 소, 돼지, 닭의 1일 배출 분뇨량을 보면 <표 3>과 같다.

표 3에서 보는 바와 같이 가축의 종, 연령이나 체중에 따라 분뇨 발생량이 크게 차이나고 있기 때문에 지금까지 家畜糞尿 발생량을 推定하는 방식인 사육가축수 × 평균 분뇨무게만으로는 현실에 접근할수 없는 어려움이 있다.

일반적으로 가축은 영리를 목적으로 사육하고 있으

므로 사육가축의 분포는 거의 일정한 비율을 유지하게 되며 이러한 관점에서 조사한 우리나라에서 사육하고 있는 가축의 연령 또는 체중별 분포는 <표 4>와 같다.

<표 3> 및 <표 4>로 부터 추정한 1988년 12월말 현재 우리나라에서 소, 돼지, 닭에 의한 분뇨 발생량은 <표 5>와 같이 하루에 63,000톤이 발생하고 1년에는 2,300백만톤이라는 엄청난 분뇨가 발생하고 있다.

표 3 가축분뇨 배설량

(단위 : kg/일/마리)

구 분	연령 또는 체중	계	분	뇨
한 우	~6개월 미만	6.0	4.5	1.5
	6~12개월	15.5	11.5	4.0
	12개월	27.5	22.0	5.5
육 우	~6개월 미만	6.0	4.5	1.5
	6~12개월	14.0	10.5	3.5
	12개월 이상	29.0	22.5	6.5
젖 소	~6개월 미만	6.0	4.5	1.5
	6~15개월	15.0	12.0	3.0
	15~24개월	19.5	14.4	5.1
	24개월 이상	38.5	35.4	13.0
돼 지	10~21kg 이상	2.0	1.0	1.0
	22~50kg	3.7	1.8	1.9
	51~90kg	5.4	2.5	2.9
	90kg 이상	8.0	3.2	4.8
닭	3~5kg	0.04 (0.08~0.09)	—	—

( )은 생분뇨량임

\* 국립환경연구원 자료임.

표 4 연령 또는 체중별 가축사육 분포

구 분	연령 또는 체중	사 육 분 포 (%)
한 우	~6개월 미만	41.0
	6~12개월	32.0
	12개월 이상	27.0
육 우	6개월 미만	18.1
	6~12개월	37.2
	12개월 이상	44.7
젖 소	6개월 미만	65.9
	6~15개월	12.8
	15~24개월	12.8
	24개월 이상	8.5
돼 지	10~21kg	11.6
	22~50kg	29.9
	50~90kg	34.8
	90kg 이상	23.7
닭	12개월 미만	100.0

표 5 우리나라 사육가축의 분뇨 발생량

구 분	마리(수) 당 평균 분뇨 배설량 (kg/일)	사 육 두 수	분뇨 총 발생량 (톤/일)
한 육 우	7.1 *	1,558,900	26,657
젖 소	19.3	480,000	9,264
돼 지	5.1	4,852,000	24,745
닭	0.04	58,500,000	2,340

\* 한우 및 육우의 사육분포를 각 50%로 추정  
국립환경연구원 자료임

## 농축산폐기물의 처리 및 재이용

### ○농업폐기물

농약빈병과 폐합성수지는 자원재생공사에서 수거 전량은 매입하고 있으나 발생량에 비하여 농약빈병은 약 61-79%, 폐합성수지는 약 37-53%가 회수되고 있으므로 수거분에 대한 철저한 재이용이 이루어질수 있도록 현재의 매입단가(농약빈병: 90원/kg 또는 30원/개, 폐합성수지: 75원/kg)를 인상 조정하는 것과 아울러 홍보에도 더욱 힘써야 할 것이다.

농약빈병은 수집후 파쇄하여 재생유리 생산원료로 이용되고 폐합성수지는 고품질인 경우 재생하여 중간 원료로 재이용하고, PE정화조, 합성수지제 용기나 의자 등의 제조원료로 이용되고 있으며, 저품질인 경우 RDF(Refuse Drived Fuel) 연료로 이용되고 있다.

### ○농촌쓰레기

좁은 국토 공간의 이용 극대화를 위해서는 앞으로 농촌쓰레기도 도시쓰레기와 같이 수집 과정에서 분리수거하여 가연성 쓰레기는 소각 처리하거나 소각열을 재이용할수 있는 최종 처리시설을 단위 농촌마을마다 설치하여야 하겠으며 특히 유지관리가 간편한 소규모 열이용 소각처리시설의 실용화 개발에도 힘써야 할 것이다.

또한 불연성 쓰레기중 연탄재는 매립보다는 토양개량제로 활용하는것도 바람직한 방안으로 제시될 수 있다.

### ○가축폐기물

#### 堆肥化(Composting)

풀이나 動物의 糞尿를 混合하여 만든 堆肥는 토양의 성질을 개량하고 또한 비료로서의 효과를 얻을 수 있다.

家畜糞尿와 같이 유기물질이 많은 것을 그대로 散布하는 경우에는 혐기성이 되어 토양을 還元狀態로 만들므로 좋지 않다. 따라서 이러한 문제점을 解決하기 위하여 많은 堆肥化方法이 연구되고 있다.

1925년 印度의 Sir Albert Howard에 의해서 개발된 Indoor Process는 가축폐기물과 짚, 나뭇잎 등을 함께 섞어서 6개월간 혐기성 상태로 저장시켜 퇴비화하는 방법이며 Dano-Bio-Stabilizer는 덴마크에서 개발된 방법으로 지름 4m, 길이 약 50m 圓柱筒에 傾斜

를 주고 0.25-0.80ppm 정도로 回轉시키면서 空氣와 물을 원주를 통해서 공급하는 호기성 퇴비화방법이다.

가축분뇨를 토양에 散布하는 방법보다는 지표면 밑에 散布하는 방법이 많이 開發되어 있으며 이 방법의 長點은 Storm Water Runoff時 오염물질의 損失로 因한 오염물질의 排出를 減少시킬 수 있으며 Volatilization의 감소, 질소성분 손실의 방지와 냄새가 적으며 매개곤충의 번식 등을 해결하는 特徵을 갖고 있다.

#### 정화조이용

정화조를 이용하여 중소규모의 가축폐기물을 간역처리하는 방법중 체가름 교류방식에서는 BOD除去率이 30-40%, SS제거율이 60-70%, 체가름 부패조 방류방식에서는 BOD 및 SS제거율이 70-80%이다.

어느것이나 체가름 裝置에서의 BOD와 SS제거효과를 포함하고 있다. 정화조에 投入된 가축폐기물중 浮遊物質은 上昇하고 沈澱物質은 바닥으로 移動되어 固液分離現象이 이루어지며 정화조 下端에서는 혐기성 消化가 進行된다.

어느정도 嫌氣性消化가 進行되고 난 後에는 정화조 바닥의 침전물을 주기적으로 제거하여 주어야 할 必要가 있으며 처리된 上澄液은 파이프를 設置한 水路를 따라서 방류하여 토양에 吸着시킨다.

### ○Lagoon

Lagoon이란 연못과 같은 것으로 이곳에 폐수를 유입하여 자연적으로 유입되는 폐기물이 처리되도록 하는 單純한 처리방법으로 溶存酸素의 有無에 따라 혐기성, 호기성, 임의성처리로 구분한다.

혐기성 Lagoon의 처리방법은 연못속에 용존산소가 거의 없는 경우이며, 많은 부하량에서도 可能하다. 연못의 깊이는 3-4.5m 또는 狀況에 따라 더 깊게 만들 수도 있다.

Lagoon에서는 유기물의 濃度가 매우 높기 때문에 藻類의 成長이 거의 없으며 조류의 성장이 없기 때문에 용존산소도 없다. 이러한 형태의 Lagoon은 가축폐기물을 貯藏하는 簡單한 貯溜槽라 해도 과언이 아니다.

그러나 특별히 관심을 기울여야 할 사항은 지하수의 오염을 막기 위해서 不透過性物質(진흙, 플라스틱) 등의 材料로 연못 주변을 被覆하여 토양으로 물이 浸透

되는 것을 방지하여야 한다.

임의성 Lagoon은 혐기성 Lagoon의 깊이 보다는 다소 얇으며 유기물 負荷가 혐기성 Lagoon보다 적고 깊이가 얇기 때문에 같은 량의 폐기물처리시 좀 더 넓은 면적을 필요로 하게 된다. 임의성 Lagoon에서는 조류가 번식하게 되며 유기물의 부하가 적고 조류가 발생하기 때문에 연못의 상단부분에서는 산소가 存在하며 호기성이며 하단부분에서는 혐기성, 중간부분에서는 호기성, 혐기성등의 중간상태를 나타내고 있다.

호기성 Lagoon은 깊이가 매우 얇으며 혐기성, 임의성 Lagoon 처리방법보다 상대적으로 더 많은 면적을 필요로 한다. 이와같은 호기성 처리방법은 필리핀이나 싱가포르 같은 열대지방에서 많이 이용하는 방법으로 이러한 방법의 特徵은 깊이가 얇기 때문에 햇빛이 바닥까지 浸透할 수 있어 조류가 相當히 활발하고 번식된 조류는 수거후 잘 乾燥시켜 동물의 飼料로 이용하기도 한다. 이러한 방법은 종래의 방법보다 매우 효과적이기는 하나 호기성 상태로 처리하기 위한 微生物의 호흡에 필요한 용존산소를 注入시키기 위하여 많은 에너지를 필요로 하며 특히 우리나라와 같이 기온이 낮은 겨울철에는 미생물의 발육이 정지됨으로 처리효과를 기대할 수 없는 문제점이 있다.

돼지분뇨 톱밥 발효

돈사바닥에 1m 높이로 톱밥을 넣고 돼지를 사육시키면서 발효제를 뿌리고 돼지 분뇨와 톱밥을 1주일에

1-2회 혼합해주면 폐수의 발생없이 발효되어 퇴비가 되는 새로운 처리방법이다.

돼지분뇨 톱밥 발효처리하는 임의성 상태이므로 발효시 악취발생이 거의 없고 발효된 돼지분뇨 및 톱밥 전체를 비료로 이용 할 수 있는 장점이 있다.

그러나 임의성 상태에서 배출되는 유독성 가스에 의한 성장저해가 일어난 수 있으므로 돈사의 환기에 주의를 기울여야 한다.

○ Biogas 생산

가축폐기물은 혐기성 소화에서 미생물 작용에 의하여 Methane gas를 생산하는데 이때 발생하는 Methane gas를 포집하여 취사용으로 혹은 난방용으로 이용할 수 있다. 이러한 Methane gas technology는 필리핀, 대만, 중국, 남부아프리카 등 열대지방에서 많이 이용되고 있으며 기술적 보완에 따라 우리나라에서도 적용가능성이 있는 가축폐기물의 재이용 방안으로 생각된다.

<표 6>은 동남아시아 각국의 가축사육 규모 및 가축폐기물 발생량에 관한 자료이다.

우리나라의 경우 약 63,000톤/일 정도의 가축폐기물이 발생하는데 이중 60%정도가 Biogas technology를 이용하여 에너지를 얻을 수 있다고 추정된다. 에너지화 할 수 있는 가축폐기물의 경제적 가치를 환산해 보면 <표 7>과 같다.

(1) 가축폐기물에서 얻은 CH<sub>4</sub> 에너지를 석유에너지

표 6. 각국의 가축사육규모 및 가축폐기물 발생량 현황

국 명	가 축 사 육 수(천마리)				총 분 뇨 발 생 량 (톤 /일)
	(물소)	소	돼지	가금	
말레이시아	300	360	1,100	39,000	5,840
필 리 핀	5,240	2,250	1,700	54,300	58,000
싱 가 폴	-	-	1,330	15,800	1,990

\* 약 60%의 가축분뇨가 Biogas 생산을 위해 수집됨

표 7. 가축폐기물의 경제적 활용가치

국 명	에너지생산량(1) (석유로 환산) (m <sup>3</sup> /년)	효 용 가 치(2) (US\$)
한 국	881,000	110 × 10 <sup>6</sup>
말레이시아	187,700	24 × 10 <sup>6</sup>
필 리 핀	1,141,890	140 × 10 <sup>6</sup>
싱 가 폴	73,480	9.3 × 10 <sup>6</sup>

(1) 가축폐기물에서 얻은 CH<sub>4</sub> 에너지를 석유에너지로 환산  
 (2) 석유 1 barrel : 20\$ 기준

로 환산

(2) 석유 1barrel : 20\$ 기준

즉 Biogas 이용가치를 석유로 환산하였을 때 우리나라의 경우 881,000m<sup>3</sup>/日 (240百萬元/日)로 추정된다. 따라서 가축폐기물은 생태계에 환경오염이라는 위

해적인 요소로서 존재하나, 주변환경 및 상황에 따라 적절한 방법을 이용하여 처리하거나 재이용될 수 있기 때문에 가축폐기물은 경제적 자원으로서 이용될 수 있다는 점에 주목해야 할 것이다.\*

