

# 서울시 음식물쓰레기의 퇴비화 이용 방안

정재춘 · 유기영\* · 윤하연\* · 허 석\*\*

연세대학교

## Composting Potentials of Food Waste in Seoul and Its Utilization

Chung Jae-Chun, Yoo Kee-Young\*, Yoon Ha-Yeon\* and Huh Seok\*\*

Department of Environmental Science Yonsei University

### Summary

Composting is an ecologically sound method of recycling organic waste. Its advantages include the maintenance of soil fertility and improvement of soil physicochemical property. It is an essential part of the waste minimization. That is, composting should be included to increase the recycling rate up to more than 20%. To encourage composting of waste, it is necessary to develop some effective composters for small scale facilities and densely populated areas. For medium and large-size facilities, the optimum process should be selected. Technical counselling and support is desirable for small scale composters for urban residential and rural area. On the other hand, adequate amendment of relevant legislation should be followed to encourage composting. An example of unreasonable legislation is the current fertilizer management act. According to the regulation, the maximum allowable limit of lead in the compost is less than 150ppm, which is too strict. This limit should be increased to at least 300ppm, which is the observed level in most states in USA. At the same time, sound infrastructure should be established and decent publicity work should be achieved to accelerate composting activity. In this paper the desirable standard for some heavy metal concentration in the compost were suggested.

(Key words : Composting, Legislation, Lead)

### 서 론

지금으로부터 약 사오십여년전만 해도 우리나라는 가정과 농촌에서 나오는 대부분의 유기성 쓰레기가 재활용 되었고 버리는 것이 하나도 없는 이상적인 자원재순환형 사회의 표본이었다. 부역에서 나오는 음식찌꺼기는 개나 돼지

등 가축의 사료로 이용되었으며 인분뇨와 가축분뇨는 논밭의 귀중한 비료로서 사용되었다. 또한 농업부산물로 가축에게 먹여지거나 퇴비로 전환되어 토양으로 환원되었다. 그리고 부역에서 땀감을 때고 남은 소각재도 비료로서 토양으로 되돌려졌다. 이러한 자원재순환형 사회의 모습을 최근까지 견지해 왔던 제주도의 예를 보면

\* 서울시정개발연구원(Department of Environmental Management, Seoul Development Institute).

\*\* 건국대학교 행정학과(Department of Public Administration, Konguk University).

단순하면서도 효율적인 재순환제도의 탁월함을 엿볼 수 있다<sup>1)</sup>. 제주도의 농가에는 돼지우리와 채소밭이 함께 있었다. 농민이 버린 음식찌꺼기와 인분은 돼지의 사료로 주어져 돼지가 먹고 돼지의 분뇨는 채소밭의 비료로 쓰였으며 채소가 자라면 이를 사람이 먹게 된다. 이렇게 닫힌 순환계에 있어서는 쓰레기가 발생한다 해도 다시 활용되므로 쓰레기는 자원이 되며 모든 것은 재순환된다.

이렇게 거의 모든 유기성 쓰레기가 남김없이 재활용되었던 우리사회가 불과 몇십년만에 자원의 재순환계가 끊긴 쓰레기 대량 배출사회로 변모하였다. 우리나라의 쓰레기 배출량은 일본이나 독일 등 선진국보다도 많은 편이며 도시나 농촌을 막론하고 대부분의 유기성 쓰레기가 재활용 되지 않고 매립되는 실정이다.

## 음식물쓰레기의 재활용 방법

### 1. 사 료 화

음식물쓰레기는 사료화로서 재활용이 가능하다. 음식물쓰레기의 사료화는 집단급식소나 대형음식점에서 배출되는 비교적 균질한 것이 그 대상이 된다.

사료에는 식물성, 동물성, 유지류, 광물성의 단미사료가 있고, 2종류 이상의 단미사료를 배합, 화합, 가공 처리한 배합사료 및 향미제, 요소제, 규산염제의 보조사료로 구분된다. 사료화공정에는 호기성분해나 혐기성발효에 의한 미생물학적인 방법이 있고, 익힘, 탈수, 건조, 분쇄, 품질조정, 가공 등의 단위공정을 거치는 물리적인 방법이 있다. 앞의 익힘공정은 병원균의 제거 뿐만 아니라 후속되는 탈수공정의 전처리공정 역할을 수행한다. 원료의 특성이나 최종생산물의 품질에 따라 영양분을 공급하거나 부패방지를 위한 향산화제를 첨가하기도 한다.

일반적으로 상품으로서의 사료는 유해물질이나 병원균이 없어야 하며, 영양학적으로 균형을 이루어야 하며, 기호성이 있고, 소화 및 흡수가

좋아야 한다. 또한 보관시 부패가능성이 적어야 하고, 섭취한 가축의 육질이 좋아야 하며, 가격이 저렴하고, 균질해야 한다는 조건이 있다. 음식물쓰레기와 같은 부패성폐기물을 사료화하는 경우 문제점은 우선 폐기물 자체의 특성인 부패성이 문제가 되며, 무엇보다도 가장 큰 문제점은 유해물질과 관련한 위생적인 면이라 하겠다. 따라서 음식폐기물의 배출원에서부터 분리수거체제 확립이 선행되어야만 실효를 거둘 수 있다.

음식물쓰레기로 부터 만든 사료는 다른 사료 성분과 일정비율 배합하여 혼합사료로 사용할 수 있을 것이다.

### 2. 열분해 및 소각열 회수

열분해는 가연성폐기물로부터 오염물질을 극히 적게 발생시키면서 에너지를 회수할 수 있는 처리방법으로 주목받고 있다. 열분해는 유기물을 무산소 또는 저산소에서 고온(500~1,000℃)으로 가열하여 (I)수소, 메탄 등의 탄화수소, 일산화탄소 등으로 되는 가연성가스, (II)상온에서는 액상인 식초산, 아세트, 메탄올과 같은 유기화합물을 함유하는 타르분 또는 유분, (III)순탄소와 유리, 금속, 토사를 함유하는 Char의 3성분으로 화학적으로 분리하는 공정이다. 각 부분의 열 함량은 매우 높다. Char의 경우 6,105 ~ 6,660cal/g으로 연탄의 열 함량(6,660 ~ 7,770cal/g)에 버금가며, 액체부분은 5,550cal/g 정도로 종이의 열 함량(3,885cal/g)보다 높다. 기체부분 역시 정제과정을 거칠 경우 연료화가 가능하다. 열분해에 영향을 미치는 인자는 온도 자체와 가열속도로서 대개 열분해 온도가 높으면 가스부분의 생성이 가장 큰 비중을 차지한다. 쓰레기처리에서 열분해 공정은 소각보다 배기가스발생량이 적고, 황분, 중금속이 회분에 고정되는 확률이 크며 환원성조건을 유지하여 Cr<sup>6+</sup>가 Cr<sup>3+</sup>로 변화하지 않아야 하며, NO<sub>x</sub>의 발생량이 적은 점 등으로 개발이 기대된다. 현재 개발되었거나 진행중인 공정으로는 Purox

Process, Torrax Process, Rotary Kiln식 Landgard Process, 新日鐵 이동층용융로식 열분해공정, Occidental Process, BKMI-Pyrocal Process 등이 있다. 소각에 의한 유기성 폐기물처리는 현지에서 처리가 가능하므로 운송비를 절감할 수 있고, 폐기물의 감량화 정도가 90% 이상으로 크다는

점, 그리고 여열을 회수할 수 있다는 여러가지 장점에도 불구하고 정교한 대기오염 방지시설과 수분이 많은 폐기물의 경우에 보조연료가 필요하여 퇴비화, 매립등에 비해 상대적으로 값비싼 처리공정으로 이의 해결을 과제로 안고 있다<sup>2)</sup>.

표 1. 전국의 일반폐기물 발생현황(1993)

대 구 분	소 구 분	톤/일	%
연 소 성 별	가 연 성	44,558	70.8
	불 연 성	18,382	29.2
	계	62,940	100.0
성 상 별	연 탄 재	9,780	15.5
	음식물류	19,764	31.4
	종 이 류	11,546	18.3
	나 무 류	2,822	4.5
	금속·초자류	3,732	5.9
	고부·피혁·플라스틱	10,426	16.6
	기 타	4,870	7.8
	계	62,940	100.0

자료: 환경처, 1994. 전국폐기물 발생 및 처리현황('93)

### 3. 알콜발효 및 식용작물 재배

알콜발효나 식용작물 재배는 음식물쓰레기보다도 이보다 더 넓은 범위의 유기성쓰레기의 재활용기술에 속한다.

유기성폐기물로부터 특정한 성분을 추출한다던지 혹은 미생물학적 공정을 거쳐 특정한 성분을 생산하는 기술은 오랫동안 연구되어 왔다. 동물성잔재물로부터 유지류의 추출, 맥주효모로부터 핵산관련 물질의 추출은 최근들어 활발히 연구되는 분야이다. 섬유소로부터 포도당을 생산하는 기술은 오래전부터 연구되어 왔으나 경제성 때문에 실용화되지 못하고 있다. 알콜발효기술 역시 현재는 그다지 경제적이지 못한 방법으로 인식되지만 화석연료의 고갈에 대비한 대체에너지원으로 주목받고 있으며, 식용작물 재배의 대표적인 예는 벼싯재배를 들 수 있겠다.

### 4. 퇴 비 화

퇴비화기술은 환경에 악영향을 미치지 않고 호기성 조건에서 생물학적으로 유기물을 안정화시키는 유기성폐기물 자원화 방법의 하나이다. 즉 음식물쓰레기, 축산폐기물, 낙엽 혹은 유기성 슬러지와 같은 유기물을 대상으로 하여 고분자이고 안정한 상태의 부식토(Humus)로 변환시키는 생화학적 공정이다. 부산물인 퇴비는 100% 안정화된 유기물은 아니지만 퇴비내의 유기물질은 그 분해속도가 매우 느리기 때문에 토양주입시 작물 등에 영향을 미치지 않게 된다. 퇴비화공정은 매립시 문제가 되는 악취나 지하수 오염이 없으며, 퇴비화 기간에 발생하는 열에 의해 병원균을 제거하는 효과를 가져오고, 토양에 뿌릴 경우 수분보유력과 지력을 향상시키는 토양 개량제로서의 역할도 하게 된다. 아울러 퇴비화 과정중 유기탄소가 미생물의 호흡

에 의해 이산화탄소로 소실되므로 전체적인 폐기물의 부피가 상당량 감소한다. 그러나 비료로서 가치가 낮다는 점과 지속적인 시장의 확보가 어렵다는 점, 그리고 기계식이 아닌 경우 부지가 많이 필요하므로 처리비용이 상승하게 된다는 점은 퇴비화 공정이 극복해야 할 단점으로 지적되고 있다.

그러나 퇴비화는 현재 음식물쓰레기의 재활용에 있어서 가장 실현성이 높고 기술적인 난점도 비교적 적은 방법이라고 생각된다.

### 음식물쓰레기 등 유기성쓰레기의 퇴비화 잠재력

#### 1. 전 국

1993년도 환경처 통계에 의하면 일반 폐기물 발생량은 1.5kg/인/일로서 전국의 1일 총 발생량은 62,940톤이다. 이 중에서 썩을 수 있는 유기성 폐기물은 음식물류가 31.4%, 종이류가 18.3%, 나무류가 4.5%를 차지하고 있다. 이 중에서 음식물류의 80%가 실제적으로 퇴비화가 가능하다고 보고 종이류의 20%(종이류는 본래 재활용을 최우선순위로 보아야 하므로 80%의 온전하고 깨끗한 종이는 재활용되며 더러워졌거나 파손된 종이만 퇴비화된다고 본다.), 목재류의 50%가 퇴비화된다고 가정하면 일반 폐기물중 약 31%가 퇴비화 가능한 부분이다. 이는 1일 19,511톤에 해당하는 양이다.

이 밖에도 도시 하수처리장에서 발생하는 슬러지 및 식품산업, 제지산업 등 유해성 성분이 배출되지 않는 산업체에서 발생하는 산업폐수 슬러지, 분뇨 및 축산폐수 슬러지 등이 퇴비화 가능한 폐기물이다. 이들의 발생량은 현재 정확한 통계는 알 수 없으나 상당한 양이 발생하는 것으로 추정된다. 1993년 말 현재 우리나라의 가동중인 하수처리장은 47개소이며 1일 처리량은 784만톤이다. 이에서 발생하는 슬러지의 양은 1차 2차 슬러지를 다 합쳐 39,200톤/일(합수율을 95%로 가정했을 때)이며 고형물 함량을

30% 수준까지 탈수시켰을 때 발생하는 탈수 슬러지의 양은 1일 11,760톤으로 추산된다.

이는 '93년 현재 우리나라의 하수처리율이 42%일 때의 발생량이므로 앞으로 하수처리율이 보다 상승되고 인구가 증가되면 서기 2000년에는 이보다 5배가량 증가할 것으로 예상된다. (1일 약 2만톤) 또한 산업체에서 발생하는 공정오니 발생량 9,067톤/일(1991년도 통계)중에서 제지 슬러지 등 무해한 슬러지 양은 이중의 약 절반인 4,500톤/일로 추정된다.

한편 농촌지역에 있어서는 현재 약 700만 정도의 농촌인구로부터 배출되는 생활폐기물중의 유기성부분(음식물류, 종이류, 목재류)과 인분뇨 및 축산폐기물은 퇴비화가 가능한 부분이다. 표 2에는 주요가축 사육현황을, 표 3에는 가축의 분뇨 발생량을 보였다.

표 4에는 가축의 사육두수와 1두당 분뇨 발생량을 근거로 하여 계산한 가축분의 발생량을 보였다. 이 중에서 수집과정중의 유실과 자연유실을 고려하여 퇴비화 가능한 비율을 80%로 보면 1일 약 69,500톤으로 추산된다.

표 2. 우리나라의 주요 가축사육 현황(1993)

소	돼 지	닭
253만두	546만두	7,332만수

자료: 환경처, 환경백서(1994).

표 3. 가축의 분뇨 발생량<sup>1)</sup>

종 류	분(kg)	뇨(L)
소(젖소 기준)	25	10
돼 지	3	3
닭	0.1	
사 략	0.1	0.9

표 4. 전국 가축분의 1일 발생량(추정치)

종 류	가축분의 양
우 분	63,250톤
돈 분	16,380톤
계 분	7,332톤
계	86,942톤

이 외에도 각종 식품관련공업에서 발생하는 약 490만<sup>3</sup>m<sup>3</sup>가 자원화 될 수 있는 잠재력을 가지고 있다(표 5).

표 5. 식품관련 공업에서 발생하는 유기성폐기물의 자원화 잠재력

분 야 별	잠재폐기물량(m <sup>3</sup> /년)	잠재열량(kcal/년)	LPG(톤/년)
도축장(소)	1,329,000	7,310 × 10 <sup>6</sup>	609
도축장(돼지)	3,030,600	16,668 × 10 <sup>6</sup>	1,389
가 공 육	1,638,600	9,012 × 10 <sup>6</sup>	751
햄·소시지	521,400	2,868 × 10 <sup>6</sup>	239
유 가 공	1,642,800	9,035 × 10 <sup>6</sup>	753
식용유가공	406,200	2,234 × 10 <sup>6</sup>	186
장유가공	732,550	4,029 × 10 <sup>6</sup>	336
구루타민산소다	2,282,150	12,552 × 10 <sup>6</sup>	1,046
설탕정제	3,366,350	18,515 × 10 <sup>6</sup>	1,543
물엿·포도당	23,247,250	127,860 × 10 <sup>6</sup>	10,655
감귤통조림	1,771,900	9,745 × 10 <sup>6</sup>	812
수산물통조림	104,280	574 × 10 <sup>6</sup>	48
주정제조	96,577,000	531,174 × 10 <sup>6</sup>	44,265
맥주제조	12,625,600	69,441 × 10 <sup>6</sup>	5,786
효모제조	324,350	1,784 × 10 <sup>6</sup>	149
라 면 류	4,030,200	22,166 × 10 <sup>6</sup>	1,847
두부제조	3,794,700	20,871 × 10 <sup>6</sup>	1,739
제과제조	4,617,000	25,394 × 10 <sup>6</sup>	2,116
세모공정	5,980,000	32,890 × 10 <sup>6</sup>	2,740
펄프제조	73,264,750	402,956 × 10 <sup>6</sup>	33,580
항 생 제	6,313,800	34,726 × 10 <sup>6</sup>	2,894
피혁가공	4,881,500	26,484 × 10 <sup>6</sup>	2,237
합 계			115,720

자료: 김수생 등 1993, 유기성폐기물의 자원화와 폐기물관리, 유기성폐기물 자원화 제1권 제1호, pp5~19.

## 2. 서 울 시

1993년 현재 서울시의 상주인구는 약 1천 97만명, 1일 발생 쓰레기량은 16,021톤. 1인당 쓰레기 발생량은 1.45kg이다(표 6).

서울시의 쓰레기 조성은 음식물류가 34.7%, 목재류가 1.0%, 종이류가 24.4%, 비닐류가 10.4%, 금속·유리류가 9.6%, 연탄재가 6.9%이다(표 7). 음식물 쓰레기의 80%, 목재류의 50%, 종이류의 20%가 퇴비화 가능하다고 보면 전체 쓰레기의 33%가 퇴비화 가능한 부분이다. 이는

1일 약 5,300여톤에 해당한다.

표 8에는 퇴비화 처리시설의 설치 타당성이 있다고 보여지는 서울시 소재 대형음식점들의 현황을 보였다.

### 퇴비화 처리에 있어서의 고려사항

#### 1. 적절한 위치 선정

음식물쓰레기 퇴비화시설에서는 고농도의 유기물을 함유하는 침출수, 소음 및 진동이 발생

하여 주변환경을 악화시킬 수 있으므로 가능한 한 외곽에 설치함이 바람직하다. 반면 쓰레기 처리과정에서 수거, 운반에 소요되는 많은 비용을 고려하면 교통이 편리하고 접근하기 쉽도록

가능한 한 발생원과 근접함이 유리하다고 볼 수 있다. 위의 두가지 점만을 보아도 위치선정은 결코 쉬운 일이 아니므로 다음 사항들을 신중히 검토해야 한다.

표 6. 서울시의 쓰레기 발생량

구 분	상주인구	발 생 량		
		1일발생 (톤)	가구당 (kg)	1인당 (kg)
계	10,969,862	16,021	4.74	1.45
종 로	227,988	557	7.35	2.44
중 구	176,836	769	12.89	4.35
용 산	287,124	461	4.76	1.61
싱 동	780,526	1,252	5.11	1.60
동 대 문	470,594	785	5.27	1.67
중 량	458,391	519	3.79	1.13
성 북	527,296	663	4.04	1.26
도 봉	766,799	763	3.32	1.00
노 원	571,833	528	3.03	0.92
은 평	507,551	460	2.99	0.91
서 대 문	390,140	552	4.49	1.41
마 포	432,453	805	5.77	1.86
양 천	508,096	489	3.24	0.96
강 서	437,932	665	5.03	1.52
구 로	738,914	980	4.27	1.04
영 등 포	453,256	909	3.43	1.08
동 작	427,486	462	3.43	1.08
관 악	589,655	636	3.51	1.08
서 초	419,765	654	5.17	1.56
강 남	559,068	849	5.14	1.52
송 파	689,419	1,413	6.77	2.05
강 동	548,740	850	5.15	1.55

자료: 서울시 청소사업본부, 1994.

표 7. 서울시의 쓰레기 조성('93)

(단위: 천톤/년)

	음식물	목재류	종이류	섬유류	비닐류	금속류	유리류	토사/기타	연탄재	계
발생량	1,598	45	1,103	461	470	160	315	75	311	4,500
%	34.7	1.0	24.4	10.3	10.4	3.6	7.0	1.7	6.9	100

표 8. 음식물쓰레기 다량배출업소 현황(폐기물관리법 시행규칙상의 대상업소)

구 분	해 당 구	개 소 수	발생량(kg)
집단급식소	종 로	2	5,000
	중 구	3	1,810
	용 산	1	2,000
	성 동	3	5,400
	성 북	1	300
	은 평	3	474
	영 등 포	4	3,285
	관 약	1	1,000
	강 남	2	2,570
송 파	1	600	
소 계	-	21	22,439
식품접객업 및 조리판매업	종 로	5	4,700
	중 구	3	3,000
	성 동	1	1,200
	중 랑	1	30
	성 북	1	375
	도 봉	3	130
	노 원	3	210
	은 평	3	142
	서 대 문	1	500
	마 포	1	150
	양 천	3	320
	구 로	3	600
	영 등 포	4	1,630
	서 초	4	1,500
	강 남	6	3,200
	송 파	14	990
강 동	1	300	
소 계	-	57	18,977
총 계	-	78	41,416

자료: 서울특별시 청소사업본부, 1993.

### 가. 수집운반 효율

쓰레기 처리에 필요한 비용중에서 수집운반비가 차지하는 비율은 매우 높다. 수집작업의 형태, 수집구역의 넓이, 처리시설의 위치 및 교통사정 등의 조건에 따라 다르지만 서울과 같은 대도시일수록 수집운반비가 커지는 경향이 있다. 일반적으로 수집작업 및 자동차 운전관계의 인건비가 높을 뿐 아니라 쓰레기 량의 증가와

교통체증 등이 수집운반 비용을 증가시키고 있다. 더욱이 수집운반용 자동차의 배출가스 등이 환경에 미치는 영향등까지 고려하면 수집운반이 쓰레기 처리에 미치는 기술적, 경제적 영향은 매우 크다고 말할 수 있다. 따라서 퇴비화시설의 위치를 선정함에 있어서 이러한 사항들을 충분히 검토하여 효율적인 수집운반이 가능하도록 계획하는 것이 중요하다.

### 나. 주변 조건

쓰레기 처리시설은 시설자체 및 수집운반차량 등에 의해 환경오염을 발생시킬 우려가 있는 요인을 포함하고 있다. 따라서 이러한 것들이 주변지역에 대해 환경오염의 원인이 되지 않도록 위치선정시 충분히 배려하여 인접주민들에게 이러한 걱정을 하지 않도록 충분한 설명을 해줄 필요가 있다.

### 다. 도시발전과 토지이용계획 등과의 관계

도시의 발전에 따라 수집운반 방식의 변경, 시설의 신설 또는 증·개축 및 시설주변의 상황 변화 등에 대한 고려를 해야 한다. 따라서 계획시 장래계획을 충분히 검토하고 특히 도시발전 에 의한 주변상황의 변화에 대하여 주의하고 장래시설의 운영관리 및 건설 등에 지장이 없도록 배려할 필요가 있다.

### 라. 관련시설과의 위치 관계

쓰레기 처리의 원칙은 수집, 운반, 처리처분 공정이 신속하고 경제적이어야 하며 무엇보다도 생활환경에 피해를 주지 않도록 원활하게 실시하는 것이다. 따라서 퇴비화시설을 소각시설 등과 연계하여 건설하므로써 소각시설에서 발생하는 열을 이용하는 방안, 그리고 퇴비화시설 에서 발생하는 악취를 제거하기 위해 배기가스를 소각하는 방안 및 부산물의 소각 등을 강구 할 수 있다.

위치선정에 있어서는 각종 법규에 대한 검토 도 이루어져야 한다. 퇴비화시설과 직접적인 관계가 있는 각종 법규는 수질환경보전법, 대기환경보전법, 소음진동규제법, 폐기물관리법, 도시계획법, 건축법, 소방법, 항공법, 주차장법, 전기사업법 및 에너지 이용합리화법 등이 있다. 여기에서는 도시계획법상의 폐기물처리시설 결정 기준과 배출기준에 대하여 검토해 보았다.

#### 1) 도시계획법

도시계획시설기준에 관한 시설규칙에 따르면 퇴비화시설의 위치선정에는 다음과 같은 사항 이 준수되어야 한다.

○ 인구밀집지역 및 공공기관·학교·연구시설·의료시설·종교시설 등과 근접하지 아니하고 주거환경에 나쁜 영향을 주지 아니하도록 인근의 토지이용계획을 고려하여 결정하여야 한다. 다만, 대기환경보전법이 정하는 배출허용기준에 적합한 시설을 갖춘 경우에는 그러하지 아니하다.

○ 풍향을 고려하여야 하며 배수가 잘되고 시민의 보건위생에 위해를 끼칠 우려가 없는 지역에 결정하여야 한다.

○ 대기 및 수질오염 등 각종 환경문제를 고려하여 결정하여야 하고, 시설의 주위에 담장 등의 은폐시설을 설치하여야 한다.

○ 용수와 동력의 확보가 용이하고 차량이 접근하기 쉬운 지역에 결정하여야 한다.

○ 일반폐기물 처리시설과 적출물처리시설은 전용공업지역·일반공업지역·준공업지역·생산녹지지역 및 자연녹지지역에 한하여 결정하여야 한다. 다만 일반폐기물처리시설 중 폐기물관리법 시행령 제3조 제2호의 규정에 의한 소각시설로서 1일 처리능력이 2천톤 이하인 시설과 동조 제3호의 규정에 의한 압축·파쇄시설로서 1일 처리능력이 1천톤 이하인 시설로서 대기환경보전법에 의한 배출허용기준에 적합한 시설을 갖춘 경우에는 일반거주지역, 준주거지역 및 일반상업지역에도 이를 결정할 수 있다.

따라서 이 법률에 따르면 퇴비화시설의 위치는 전용공업지역·일반공업지역·준공업지역·생산녹지지역 및 자연녹지지역에 한하여 결정할 수 밖에 없으며, 소각시설이나 압축·파쇄시설과 같이 일반주거지역, 준주거지역 및 일반사업지역에도 설치할 수 있기 위해서는 현행법의 수정이 이루어져야 한다.

현재 서울시 용도지역의 지정현황은 표 9와 같고, 퇴비화시설이 입지할 수 있는 공간은 그림 1에 표시되어 있는 공업지역과 녹지지역으로 전체의 56.7%인 343.3km<sup>2</sup>이다. 그러나 공업지역은 뚝섬과 도림천변의 구로공단지역을 말하므로 퇴비화시설의 입지는 어렵다고 보면, 서울시 외곽에 주로 위치하고 있는 녹지지역에서



찾을 수 밖에 없다. 물론 이 경우는 퇴비화시설을 서울시 행정구역내에 설치하는 경우이며 녹

지지역중 가장 넓은 곳은 마포구 상암동의 난지도매립부지이다.

표 9. 용도지역 지정현황

(’93. 6. 30 현재)

구 분	지 역 명	면 적(m <sup>2</sup> )	비 고
계		665,984,000	
주 거 지 역	일 반 주 거	292,191,393	
	준 주 거	4,051,640	
	전 용 주 거	5,001,159	
상 업 지 역	근 린 상 업	-	미 지 정
	일 반 상 업	21,475,333	
	중 심 상 업	-	미 지 정
공 업 지 역	일 반 공 업	-	미 지 정
	준 공 업	29,076,533	
	전 용 공 업	-	미 지 정
녹 지 지 역	자 연 녹 지	310,507,707	
	생 산 녹 지	3,680,235	
	보 전 녹 지	-	미 지 정

자료 : 서울특별시, '93서울시정, 1993.

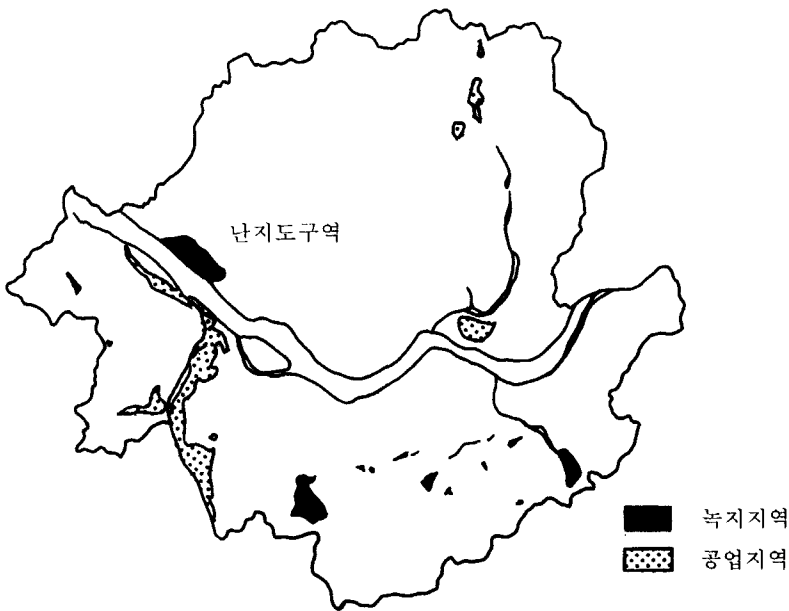


그림 1. 서울시 용도지역중 공업지역과 녹지지역 지정현황

## 2. 분리수거의 철저

### 가. 퇴비원료 분리수거의 필요성

유기성 폐기물중 식품가공 잔재물과 하수슬러지 등은 폐기물 전체가 어느정도 균질성(Homogeneous)을 갖고 있으므로 수집 및 약간의 전처리를 거쳐 바로 퇴비화 공정에 투입할 수 있다. 반대로 혼합된 생활폐기물은 수집한 후에 철저한 분리작업과 전처리작업 없이는 퇴비화 공정에 투입할 수 없다. 따라서 혼합 생활폐기물의 퇴비화는 생활폐기물의 통합관리, 즉 본격적인 생활폐기물의 적환장을 설치하여 재사용·재활용품의 분리, 자원화, 쓰레기 연료(Refuse Derived Fuel, RDF)생산, 소각시설의 건설과 최종 매립지시설이 하나로 연계된 시스템의 일부로서, 그 중에서도 자원화의 한 방법으로 통합관리에 참여하게 된다<sup>4,5)</sup>.

그러나 이러한 시스템으로부터 퇴비원료로 수거된 생활폐기물에는 중금속 또는 유해화학물 등이 함유될 가능성이 상당히 커지게 된다. 즉 혼합된 생활쓰레기를 퇴비화를 위해 분리할 때에는, 구조물을 제외시키고 비닐 봉투를 열어 봉투를 제거시키고 나서는 칼날을 이용해서 절단하거나 절구나 맷돌형식의 기계에 넣고 뺨는 일을 하게 되는데, 이 때에 유해물질 또는 이물질이 다량 혼합될 가능성이 커져 최종제품의 질을 저하시키게 된다. 이러한 퇴비는 제품화되었을 때 사용범위에서 제한을 받게 되기 쉽다. 더구나 돌, 유리, 플라스틱, 금속 등 궁극적으로 분석하여 제외시켜야 할 물건이 다량 공정에 포함되어 실제 생산량에 비해 운전량이 크게 되어 매단계에서 처리물량이 커져 매우 비경제적이 된다.

따라서 생활폐기물의 퇴비화는 생활폐기물의 발생원에서 퇴비원료를 분리수거하는 것이 최선의 방법이 된다. 더구나 젖은 쓰레기가 대부분인 퇴비원료를 분리보관 수거할 때에 수반되는 긍정적인 과급효과는 매우 크다. 즉 생활폐기물의 재사용 재활용을 쉽게 하고 그 비율을 높일 수 있고, 소각에 있어서 효율을 증대시킬

수 있고, 매립에 있어서도 악취 등의 발생이나 파리 등이 번식하는 것을 대폭 줄일 수 있어 위생적이고 민원의 소지도 크게 줄어 들 것임에 틀림없다. 다만 발생원에서의 분리수거에는 첫째, 시민의 협조 의식, 더 나아가 나의 쓰레기는 나의 책임이라는 책임의식을 갖게 하는 국민운동적 계몽과 의식의 전환을 가져올 수 있는 조직적인 교육이 시행되어야 한다. 무엇보다도 쓰레기 분리수거에 대한 경제적인 유인책 및 억제책, 이것은 종량제의 실시와 아울러 분리된 퇴비용 쓰레기는 수거료를 부과하지 않는 것도 효과적인 방법이다. 일반쓰레기를 퇴비용 쓰레기에 섞는 경우도 있겠는데 미국의 경우 정원쓰레기를 분리수거하면서 이 쓰레기 봉지에 일반 가정쓰레기를 혼합시키면 과중한 벌금을 부과하는 제도를 마련하고 있다<sup>6)</sup>.

### 나. 외국의 퇴비용 쓰레기 분리수거의 예

Jones 등(1991)은 미국 코네티컷주의 도시에서 퇴비용 쓰레기를 따로 분리수거하는 작업을 조사해 보았다. 그림 2에서 보는 바와 같이 퇴비용 쓰레기가 전체 쓰레기량의 약 30%까지 분리수거되었다. 그 무게는 1가구로부터 일주일에 약 7kg이었다. 이 조사를 위해서 주민들에게 사업의 목적과 개요, 참여방법 등의 사전교육을 환경협회가 주관이 되어 시행하고, 참여주민들에게 물이 새지 않는 특수 종이 봉투를 배포해주고, 무료전화선을 개설하여 분리수거 시행중의 모든 의문점을 물을 수 있도록 배려해 놓았다. 그림 2에서 볼 때 놀라운 것은 재활용률이 이미 35~50%를 나타내고 있는 것이다.

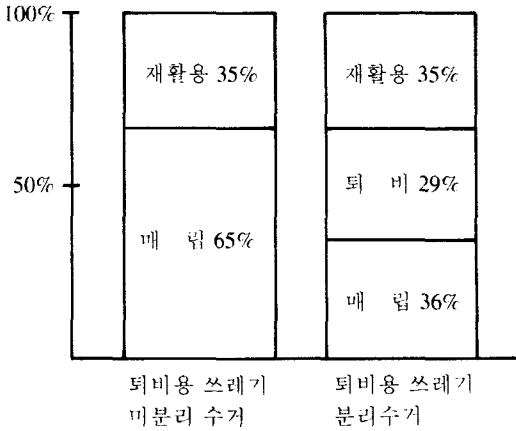
독일의 두 도시에서의 경우에서, 네덜란드, 또 캐나다에서도 퇴비용 쓰레기의 분리수거는 전체쓰레기의 약 30%가 되고 있음을 표 10에서 잘 볼 수 있고 그리하여 매립용 쓰레기가 50% 미만이 됨을 보여준다.

퇴비용 쓰레기 분리보관에 참여한 사람들이 그들의 참여가 가져오는 효과를 직접 눈으로 볼 수 있어야 참여의 의의를 느끼고 더욱 분발할 수 있는 동기를 제공해 준다. 따라서 그들을 퇴

비화 공장에 초청하여 그들의 참여의 결실을 보고, 만지고, 냄새를 맡고 하면서 긍지를 느낄 수 있게 해주는 것이 큰 효과를 발휘하게 된다. 캐나다 토론토의 퇴비용 쓰레기 분리운동에서 사용한 프로그램을 요약하면 표 11과 같다.

Newsletter라는 매개체를 통하여 주민들에게 부단히 홍보하는 일이 중요함을 보여주고 있다. 퇴비용 쓰레기의 종류를 표 12와 같이 카드로 만들어 주방의 냉장고에 부착할 수 있도록 배려한 것 등이 눈에 띈다.

가. 그리니치, 미국



나. 웨어필드, 미국

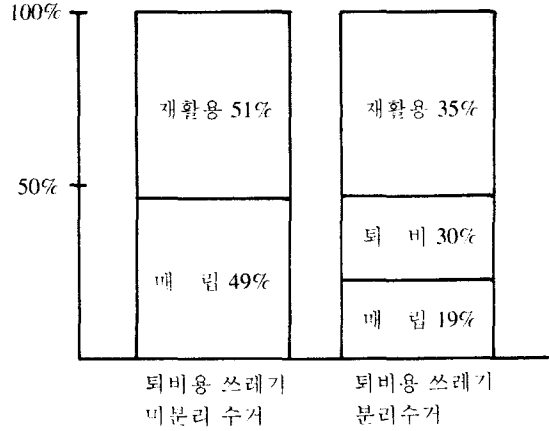


그림 2. 퇴비용 쓰레기의 분리수거

표 10. 외국의 퇴비용 분리수거 사례

종 량	독일, 괴팅겐	독일, 니더라인	네덜란드	캐나다
	320kg	470kg		100%
종 이	45	40		34%
유 리	26	20		
급 속	-	7		
퇴 비 용	96 (30%)	170 (42%)	35~100kg (20~45%)	25%
가 타	153	170		41%
(매 립)	(48%)	(42%)		

표 11. 퇴비용 쓰레기 수집을 위한 프로그램 예

- 1) 주민에게 과업의 목적을 알리고, 그들의 협조를 요청하는 편지 발송
- 2) 반상회를 통해서 Newsletter 배부와 함께 수집요일 명기한 퇴비가능 쓰레기 카드, 카드의 냉장고 부착용 자석
- 3) 2번째 Newsletter 배부(지금까지의 결과보고 수록)와 Pilot-Plant에의 초대장(2개월)
- 4) 두번 더 Newsletter 배부(4개월, 6개월)
- 5) 무료 전화선을 개설하여 퇴비에 관한 질의 응답

표 12. 퇴비용 쓰레기

음식물 찌꺼기 젖은 종이	음식물 잔여분, 고기, 야채, 과일 껍질 종이걸레, 종이접시, 종이수건, 커피필터, 밀크통(종이), 설탕, 밀가루 부대
종이 기저귀 애완동물 폐기물 종이(재활용 불가능)	종이 기저귀, 생리대 먹다 남은 음식, 분뇨 등 여러가지 종이박스

이미 재활용율이 높은 국가들에 있어서도 퇴비용 쓰레기량이 재활용량에 못지 않게 수집되고 있어 우리나라의 경우 퇴비용 쓰레기량이 재활용량보다 훨씬 많아질 수도 있고 더 나아가 재활용률을 높여주는 상승작용을 할 수 있으리라 기대된다. 앞서서도 언급한 바 쓰레기의 분리수거 특히 퇴비용 쓰레기의 분리수거는 주민의 환경보전 의식, 내가 배출하는 쓰레기는 내가 책임진다는 책임의식이 전제가 되어 분리보관이 선행되어야 하지만 그러한 의식의 발로에 찬 물을 끼얹지 않도록 철저한 분리수거 및 분리처리처분이 뒤따라야 국민의 적극적인 참여가 확대 보급될 것이다. 분리보관의 방법에 있어서 참여하는 사람이 혼란을 일으키지 않도록 분명한 지침을 내려주어야 하고 또 분리보관 용기를 표준화하여 퇴비화 플랜트에서 간단히 처리할 수 있도록 배려해야 한다<sup>7), 8)</sup>.

### 퇴비화의 방법

퇴비화의 방법에 있어서는 규모와 기술수준에 따라서 다음 세 가지 형태로 구분할 수 있다.

- ① 가정에서 소규모 퇴비통을 이용한 퇴비화
  - ② 아파트단지나 마을에서 공동퇴비장을 만들어 행하는 야적식 퇴비화
  - ③ 반응기를 이용하는 기계식 퇴비화
- 정원이 있는 가정에서는 음식물쓰레기를 정원주위에 묻어서 처리할 수도 있으며 소규모 퇴비통에서 생산된 퇴비도 정원에 살포할 수 있을 것이다.

아파트 단지나 마을에서 공동퇴비장을 만들어 퇴비를 생산할 수도 있는데 이는 보통 야적식 퇴비화 방법이 쓰인다. 여기에서 생산된 퇴비는 아파트 주변의 녹지에 살포하는 것이 가장 경제적이다.

반응기를 이용한 퇴비화는 중규모이상의 기계식 퇴비화를 말하는데 선진국에서는 보통 1일 20톤~100톤 정도의 규모가 많이 건설되고 있으며 생산된 퇴비는 포장하여 주변 농촌지역에 무상 또는 유상으로 판매할 수 있다.

### 퇴비의 이용

#### 1. 농지와 녹지에의 이용

퇴비의 주 이용처는 일반농가, 과수원, 원예농가, 가정의 화단이나 정원 및 지방정부의 공원, 화단, 녹지 등을 들 수 있다. 퇴비를 사용하는 작물로는 채소, 과수, 화분 등이 대부분이지만 논이나 산림에도 사용할 수 있다. 외국의 경우 하수슬러지로 만든 퇴비는 죽순의 성장이나 잔디의 생육에도 이용되고 있다고 한다. 이렇듯 생산된 퇴비를 해당 지방자치단체의 사용에 한정하지 않고, 전국 단위로 확대한다면 그 수급처는 대단히 방대할 것으로 생각된다. 특히 우리나라의 경우 대단위 간척지 조성사업이 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나 이를 농경지로 이용하기까지 약 10여년의 기간이 소요되는데 근본적인 원인은 간척지의 불량한 투수성으로 염분의 제거가 용이하지 않기 때문이다. 따라서 음식물쓰레기로 만든 퇴비를 간척지 조성사업

에 살포하는 것도 퇴비의 수급을 늘릴 수 있는 방법이라 할 수 있겠다.

그러나 수급처를 확보하기 위해서는 무엇보다도 퇴비를 펠렛형태로 조립화하여 부피를 줄이고, 저장성이나 작업성이 개선될 수 있도록 하는 것이 필요하다<sup>9)</sup>.

## 2. 녹지나 농지이외의 이용

서울과 같은 거대도시에서 쓰레기를 퇴비화 한다는 것은 부지확보나 악취제거 그리고 수거 방법 등의 문제도 있으나 무엇보다도 수요처의 확보가 어렵고, 수요량이 계절적으로 변동하는 데 있을 것이다. 당장의 이용처가 될 수는 없겠지만, 이용가능한 방법을 실제 적용사례 및 연구결과 등을 통하여 소개하고자 한다.

### 가. 운동장, 골프장, 스키장

골프장에의 이용은 녹지에의 이용과 다를 바가 거의 없다. 골프장은 농약이나 화학비료의 과량살포로 수원오염이 문제시 되고 있다. 퇴비를 사용함으로써 이러한 과량살포를 조금이나마 줄일 수 있고, 퇴비가 갖는 비료성분의 저장 능력에 의해 지하수로의 오염물질 유입량을 줄일 가능성도 있다. 또 여름철에 스키장의 사면에 퇴비를 사용하여 잔디를 생육하면 겨울철에 눈이 잘 달라 붙고 쉽게 녹지 않게 된다.

운동장에 이용할 경우는 퇴비에 모래와 표토를 혼합하여 사용한다.

### 나. 지렁이·곤충의 양식

지렁이로 하여금 퇴비중의 유기물을 소화케 하고, 분을 비료 또는 탈취제로 이용하는 연구가 진행중에 있다. 양식한 지렁이는 어류의 미끼로 이용할 수 있다. 또한 퇴비에 집파리를 양식하여 새우의 미끼로 사용하는 연구도 행해지고 있다. 퇴비의 수요량이 작은 여름철에 저장 시설을 이용하여 이들을 양식한다면 시설의 유효활동이 도모될 수 있을 것이다.

그러나 퇴비중에 지렁이나 곤충을 양식하게

되면 사용 후 병충해나 지렁이 특유의 악취가 발생할 수 있으므로, 발효중인 퇴비와 재혼합하여 높은 온도와 접촉하게 하므로서 이러한 문제점을 해결할 수 있다.

### 다. 토양의 침식현상 방지

퇴비는 비료성분도 가지고 있지만 토양의 피복효과도 가지고 있기 때문에 복합재로서 사용하여 토양의 침식이나 비료의 유출을 방지할 수 있다. 예를 들어 경사지에 비료를 살포하고, 퇴비를 시용하게 되면 비료의 지효성이 상승한다.

퇴비를 복합재로서 이용하는 경우는 입단화시킨 퇴비나 비교적 입자가 큰 퇴비를 사용하는 것이 바람직하다. 미국에서는 고속도로의 로변 법면에 펠렛형 퇴비를 사용하므로서 식물의 생육을 촉진하고 법면을 보호하고 있다.

### 라. 폐광, 황무지 재생

퇴비는 폐광이나 황무지의 재생에 이용되고 있다. 독일에서는 석탄 채취후 폐광을 재생하기 위하여 퇴비생산시설을 설치한 예도 있다. 일본에서는 석탄채굴지나 저질탄 퇴적장의 재생에 이용할 가능성이 검토되고 있다.

### 마. 탈취·가스흡착제

퇴비는 표면적이 크고, 적절한 수분을 함유하고 있으며, pH의 완충능력이 크기 때문에 악취물질이나 가스를 흡수할 수 있다. 또한 퇴비중에 존재하는 다수의 미생물이 흡착한 냄새물질을 어느정도 분해하기 때문에 탈취효과가 장시간 계속된다. 이와같이 퇴비는 토양탈취상의 일종으로서 탈취제로 이용되고 있다. 일반적으로 토양탈취에서는 토양이 점점 단단해지고, 균열이 생기지만 퇴비는 그러한 현상이 없다. 또 음식물쓰레기와 같이 질소성분이 많은 원료는 퇴비화 과정중에 발생하는 가스중 암모니아 성분이 대부분이므로 pH가 낮은 미숙성퇴비를 혼합하므로서 질소분의 휘산을 감소시키고 동시에 pH 조정효과도 얻어 발효속도를 높일 수 있다.

**바. 축사부료(畜舍敷料)**

독일이나 네덜란드에서는 축사의 부료(갈래물질)로 퇴비를 사용하고 있다. 더욱이 동계에는 발효열이 남아 있는 퇴비를 깔아주어 돈사내의 보온도 유지하고, 모돈이 유돈을 압사시키는 경우가 현저하게 감소하였다고 한다. 일본에서는 축사부료의 가격이 높고, 각종 재료가 시험되고 있는 현황이므로 장래에 퇴비의 사용을 예상하고 있다. 또 우리나라의 경우도 축산분뇨처리법의 일환으로 톱밥을 부료로 구입사용하고 있는 상황에서 이러한 용도로서 사용을 검토할 필요가 있다고 생각된다.

**사. 최종처분장의 복토재**

쓰레기매립지에서는 매일복토, 중간복토, 최종복토를 위해 다량의 매립용토사를 구입하고 있고, 그의 조달도 하나의 산업으로 자리잡고 있다. 이러한 복토재로 퇴비를 사용한다면

- ① 복토 조달이 불필요하거나 구입량을 감소시킬 수 있고
  - ② 토양이 양호한 매립지를 획득할 수 있으며
  - ③ 중금속 등의 흡착으로 침출수의 수질개선 효과도 유도할 수 있고
  - ④ 퇴비의 수요를 폐기물 처리사업에서 확보할 수 있는
- 등의 잇점이 생긴다. 이러한 경우는 퇴비의 품질이 반드시 좋아야 된다는 필요성도 사라진다. 고품질의 퇴비는 선별하여 상기한 타 용도로 사용하고 나머지 부산물형태만을 매립지 복토재로 이용하는 것도 가능하다.

**퇴비의 수요량**

**1. 서울시의 자체소요량**

**가. 서울시의 평년사용량**

1992년에 서울시에서 사용한 퇴비량은 표 13과 같이 약 770톤이었다. 구별 사용현황을 보면 노원구가 64.0톤으로 가장 많이 사용하였고, 송파구, 영등포구, 종로구의 순으로 많은 사용량

을 보였다. 반면 은평구, 도봉구는 그 사용량이 극히 적어 각각 0.5톤과 4.0톤에 그쳤다. 또 서울시 산하 각 사업소의 퇴비 사용현황은 2개 사업소의 1년 사용량이 약 260톤으로서 서울시 전체 사용량의 약 34%를 점하고 있다. 그러나 3개의 사업소중 퇴비사용량이 많을 것으로 예상되는 1개 사업소의 년사용량이 누락되어 있어, 이를 포함한 경우 서울시 퇴비사용량과 사업소사업량의 비율은 더욱 높아질 것으로 예상된다.

퇴비구입단가는 구청이나 사업소에 따라 약간의 차이가 있으나 105,968~198,372원/톤의 범위였으며, 평균 148,032원/톤이었다. 이를 서울시 전체 퇴비구입비용으로 환산하면 연간 약 1억천만원으로서 비교적 많은 예산을 퇴비구입에 소요하고 있는 것으로 나타났다.

**나. 임야관련 예상소요량**

1991년 현재 서울에는 4,740ha의 임야가 있으며, 이 중 3,697ha는 국유림이고 1,043ha는 사유림이다.

산림지역의 최적부식질 함유율은 3~5%이며 국내산림지역의 부식질 함유율은 토양심도 0.3m를 기준으로 약 1% 정도 부족한 실정으로 보고되고 있다. 따라서 서울시 소유의 사유림면적, 토양심도 0.3m 그리고 1%의 부피비를 적용하여 퇴비소요량을 산출하면 사유림에는 표 14와 같이 31,290m<sup>3</sup>의 퇴비가 소요되며, 이를 무게로 환산하면 8,292톤이 된다. 그러나 1년 동안에 살포한 퇴비의 효과가 완전소진되지 않을 것으로 판단되며 매년 퇴비를 살포하게 되면 막대한 인건비가 소요될 수 밖에 없으므로 5년단위로 살포하는 것을 가정하면 퇴비는 매년 6,258m<sup>3</sup>, 1,658톤이 소요될 것으로 추정되었다.

**2. 일반소요량**

**가. 화훼재배용**

화훼는 크게 절화류, 분화류, 구근류, 종자류, 화목류 및 관상수로 나뉜다. 이들을 재배하기 위해 이용된 부지는 1992년 현재 전국기준

표 13. 서울시의 평년 퇴비사용량

구 및 사업소	사용량 (톤)	구입단가 (원/톤)	비 고
총 로 구	34.8	115,000	
중 구	24.9	153,260	
성 동 구	27.6	181,500	93.3 ~ 4
동대문구	19.1	171,960	
성 북 구	17.2	198,372	
도 봉 구	4.0	175,000	
노 원 구	64.0	150,138	
은 평 구	0.5	193,280	89~92년 평균단가
서대문구	23.0	122,000	92.11~92.3
마 포 구	22.8	133,737	
양 천 구	13.5	126,074	
강 서 구	17.5	125,000	
구 로 구	41.4	105,968	
영등포구	42.0	146,619	
동 작 구	30.0	139,833	
서 초 구	29.0	134,086	
강 남 구	22.0	186,000	
송 파 구	53.0	150,281	
강 동 구	27.7	112,000	
녹지사업소	229.2	151,073	
보라매공원사업소	30.0	137,500	
계	773.2	148,032(105,968~198,372)	

자료: 서울특별시, 1993.

주) 사업소중 한강관리사업소의 자료는 누락되어 있음.

표 14. 서울시 소유 시유림과 예상되는 퇴비소요량

면적(ha)	토양심도(m)	퇴비주입기준 (부피 %)	퇴비량 (m <sup>3</sup> )	퇴비량* (톤)	5년단위 살포시* 퇴비량 (톤/년)
1,043	0.3	1.0	31,290	8,292	1,658

주)\*: 표 6-3의 길보기 밀도를 이용하여 환산.

자료: 서울특별시, 제32회 서울통계연보, 1992.

4.613.3ha였으며, 서울시에는 전국의 6.8%에 해당하는 313.6ha가 화훼재배용으로 이용되었다.

서울의 품목별 생산면적은 표 15와 같다.

그러나 모든 품목이 퇴비주입을 요구하지는 않고, 분화류와 화목류만이 퇴비주입 대상품목에 해당되므로 실면적이 229.6ha로 제한된다. 또 화훼의 재배에는 표 16과 같은 화분이 이용되며 7호 화분의 사용이 일반적이다.

이와 같은 자료에 근거하여 화훼재배용으로 소요될 수 있는 퇴비량은 다음과 같은 계산과정에 의해 추정할 수 있다.

#### 7호화분 1개에 소요되는 퇴비량

4.13ℓ 흙/개 × 0.4(피트의 비율) = 1.65ℓ/개  
또는 퇴비의 밀도 0.265kg/ℓ 를 적용하면 0.437kg/개가 된다.

표 15. 서울시의 화훼재배용 이용면적

계	품목별 생산면적 (ha)					생산액 (천원)
	절화류	분화류	구근류	화목류	관상수	
313.6	11.4	188.5	4.9	41.1	67.7	25,332,070

자료: 농림수산부, '92 화훼재배현황, 1993.

표 16. 플라스틱 화분의 규격과 작업성

화분규격(호)	내경(cm)	화분중량(g)	1화분의 흙의 양(ℓ)	1화분의 흙의 무게(g)	비 고
2	6.0	5	0.18	160	백색분
2.5	7.5	18	0.27	240	"
3	9.0	25	0.33	295	"
3.5	10.5	30	0.53	480	"
4	12.0	40	1.00	880	"
4.5	13.5	60	1.20	1,020	"
5	15.0	70	1.90	1,620	"
6	18.0	135	2.20	2,035	청색분
7	21.0	500	4.13	4,070	"
8	24.0	530	5.23	5,140	"
9	27.0	1,000	8.80	8,800	"
10	30.0	1,100	10.45	10,040	"

\* 피트 : 토양토 : 모래 = 4:4:2 \* 화분용량의 90% 기준 \* 토양수분의 포화용량의 65%.  
 자료: 흥영표, 최신화훼재배기술, 명륜당, 1988.

**화분의 갯수**

$$229.6\text{ha} \times 10,000\text{m}^2/\text{ha} \times (0.5\text{m} \times 0.5\text{m})^{-1} = 9,184,000(\text{개})$$

여기에서( )는 화분직경 0.21m와 재식거리 0.3m를 고려하여 산정한 1개 화분이 차지하는 면적이다.

**퇴비의 량**

$$9,184,000(\text{개}) \times 0.437\text{kg}/\text{개} = 4,013\text{톤}$$

즉, 화훼재배용으로 연간 소요될 수 있는 추정 퇴비의 량은 4,013톤이었다.

**나. 채소·과실류 생산용**

1991년 현재 서울에는 1,386ha의 면적이 채소류재배에 이용되고 있으며, 그 중 엽채류의 재배면적이 893ha로 가장 많다. 또 과실생산용은 102ha이다. 서울시 농촌지도소에서는 채소나 과

실류 생산용 경작지에 살포되는 퇴비량은 ha당 20m<sup>3</sup>로 권장하고 있다. 또 실 재배면적을 전체 면적의 50%로 가정하면 채소재배용으로 연간 3,672톤, 과실류 생산용으로 연간 270톤의 퇴비가 소요될 것으로 추정되었다.

채소·과실류 생산용 퇴비추정량의 산정방법은 표 17 및 표 18과 같다.

**3. 서울시 전체의 퇴비소요량**

지금까지 서울시에서 소요될 수 있는 퇴비량을 서울시 소요량과 일반소요량으로 나누어 살펴보았다. 그 결과 서울시에는 연간 2,431톤, 일일 6.7톤, 일반소요량은 연간 7,955톤, 일일 21.8톤의 퇴비량이 각각 산출되었다. 따라서 서울시에서 소요될 수 있는 전체퇴비량은 연간 10,386



톤, 일일 28.5톤으로서 적지 않은 량의 퇴비가 서울시에서 소요될 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 이것은 추정량일 뿐 식물에 따라서는 꼭 필요한 성분을 공급해야 하는 경우가 많으므로

필요한 유기질비료와 혼합사용된다면 식 소요 량은 많이 감소할 것이다. 각 용도별 퇴비사용 량 추정치는 표 19와 같다.

표 17. 채소류 생산을 위한 퇴비소요량 추정

채 소 류	재배면적(ha)	토비소요량(m <sup>3</sup> )	퇴비소요량(톤)
과 채 류	136	1,360	360
엽 채 류	893	8,930	2,366
근 채 류	181	1,810	480
조미채소류	176	1,760	466
계	1,386	13,860	3,672

자료: 서울특별시, 제32회 서울통계연보, 1992.

표 18. 과실류 생산을 위한 퇴비소요량 추정

과 실 류	재배면적(ha)	퇴비소요량(m <sup>3</sup> )	퇴비소요량(톤)
배	79	790	209
복숭아	8	80	21
포도	7	70	19
기타	8	80	21
계	102	1,020	270

자료: 서울특별시, 제32회 서울통계연보, 1992.

표 19. 각 용도별 퇴비소요량의 추정치

용 도	퇴비소요량(톤)
서울시 평년사용량(1992)	773
서울시소유 녹지용	1,658
화훼용	4,013
채소재배용	3,672
과실생산용	270
계	10,386

하고 퇴비화 공법의 선택도 적절한 것이어야 한다. 퇴비화 공법의 선정에 있어서는 다음과 같은 기준이 제시될 수 있다.

가. 면적을 작게 요구하는 공법이어야 한다. 우리나라처럼 지역이 협소한 곳에서는 개방형의 큰 면적을 요구하는 공법은 부적합하다. 또 약취 등의 처리문제도 면적에 비례해서 어려워진다.

나. 유지관리가 쉬워야 한다. 퇴비화 공정은 고도기술(High-Tech)이 아니고, 고부하가치가 있는 제품을 생산하는 것도 아니다. 따라서 비교적 거칠은 공정으로 고급인력을 고용할 필요성이 적으므로 유지관리가 쉬운 것이어야 한다.

다. 작동 부분이 최소인 것이어야 한다. 먼지, 액체, 침출수, 발효과정에서 부식성 가스 등의

## 퇴비화의 증진전략

### 1. 적정 규모의 퇴비화 시설 설치 및 퇴비화 공법의 선택

퇴비화 시설을 퇴비재의 발생량과 소비처와의 거리 등을 감안하여 적정한 규모를 설정해야

방출이 예상되므로 적당부분이 최소로 요구되는 것으로 하여 고장률이 적은 것이 좋다.

라. 운영비(에너지 소모)가 최소인 것이어야 한다. 에너지 절약 및 자원절약형 프로세스가 향후의 추세이고 더구나 퇴비화는 자원화를 공적으로 에너지 소모가 적은 것이어야 한다.

마. 발효가 빨리 완료될 수 있는 공법이어야 한다. 발효조의 크기는 발효 소요 일수와 비례하므로 발효가 빨리 일어날 수 있는 공정이 요구된다.

바. 냄새문제가 발생할 때 대응할 수 있는 공법이어야 한다. 냄새문제는 아마도 퇴비화 공법의 보급, 확산에 최대 난제중의 하나로 남을 것이다. 따라서 pilot-plant에서는 확실하게 냄새문제의 근절 또는 대응책이 마련되지 않으면 안된다.

한편 규모에 있어서는 대도시의 대형 퇴비화 시설에서부터 농촌지역의 자연부락단위까지 걸치게 된다. 개별 농가별 퇴비화시설은 간단한 저장시설과 야적퇴비화 시설만으로도 충분하다고 판단되며 대규모 축산단지과 화훼단지 중 인구밀집 지역의 퇴비화의 기간이 빠른 기계식 퇴비화 시설을 도입해야 할 것이다.

## 2. 퇴비화에 대한 기술지도

농촌지역의 퇴비생산은 쓰레기의 감량화, 지력의 회복, 자연 생태계의 회복 등에 있어서 중요한 의의를 가지므로 정부 및 지방 자치단체에서 적극기술지도를 하도록 해야 한다. 퇴비화기술은 고도기술이 아니라 비교적 저급의 기술이므로 기술지도에 있어서 별다른 어려움은 없을 것이다. 다만 치밀하고 조직적인 계획과 행정지도가 성공의 관건이 될 것이다. 이에 있어서는 우리나라도 선진제국의 경우와 같이 도시민과 농민들을 위한 퇴비화 지침서를 개발 보급하고 시범공장의 운영, 호별방문 기술지도 등의 체계를 갖추어야 하며, 퇴비의 사용을 증대시키기 위해 부단한 홍보활동이 병행되어야 한다.

## 3. 비료관리법의 정비

퇴비사용을 증대시키기 위해서는 우리나라의 현행 비료관리법을 정비하여야 한다. 정부의 비료관리법 제3조, 제4항의 규정에 의거 제정된 농림수산부 고시 제82-31호(1992. 6. 25)를 보면, 퇴비는 부산물 비료에 포함되는데 퇴비의 중금속 규제기준은 비소가 50ppm이하, 수은이 2ppm이하, 납이 150ppm이하로 되어 있다. 그런데 이 중에서 다른 것은 문제가 되지 않는데 납 함량의 규제기준이 외국에 비해 유난히 엄격한 것이 문제가 되고 있다. 표 20에 도시 고품폐기물로 만든 퇴비에 있어서 중금속의 규제기준을 보였다.

이 표에 의하면 미국의 납 기준이 30~1,000ppm, 오스트리아가 500ppm, 네덜란드가 200ppm이하로 되어 있다. 우리나라에서 규제하고 있는 150ppm이하라는 기준은 너무 엄격한 것이다.

그러므로 퇴비제품의 사용을 증진시키려면 우선 먼저 이러한 비합리적인 법제부터 개정해야 할 것이다.

## 4. 퇴비제품의 소비 확대

퇴비제품이 생산되었다 하더라도 이러한 제품에 대한 소비처와 시장이 없다면 계속적인 퇴비의 생산은 중지 될 것이다. 그러므로 정부에서는 퇴비제품의 소비확대를 위한 제도적 장치를 확립할 필요가 있다. 한 가지 방법으로는 화학비료의 구매량에 대해 일정비율의 퇴비 구입을 의무화하는 것이다. 농촌지역에 대한 퇴비의 배급을 농협을 통하여 실시할 수 있으며 금비에 대한 퇴비의 사용비율 목표를 정해서 국가가 그 사용을 유도해야 하며 퇴비는 금비에 비해 많은 양을 살포해야 하기 때문에 퇴비살포기를 개발해야 한다.

현재 대규모로 퇴비사용을 권장할 만한 분야는 골프장, 국립공원 등의 산림, 조경사업 등이며 점차 적용분야를 확대하여 화훼작물 등의 비

표 20. 도시 고품폐기물로부터 만든 퇴비에 있어서 오염물질의 기준

		PCB	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Co	Mo
미국의 주												
델라웨어			12.5		500	5	100	500	1,250			
플로리다	class I	6	15		450		50	500	900			
	class II	10	15-30		900		100	1,000	1,800			
메인	오니기준, 그러나 퇴비에도 적용		10	1,000	1,000	10	200	700	2,000			
마사추세츠	오니기준, 그러나 퇴비에도 적용	1 또는 2										
	Type I		2+	1,000	1,000	10	200	300	2,500			10
	Type II	10	25	1,000	1,000	10	200	1,000	2,500			30
미네소타	class I, 오니기준 없음	1	10	1,000	500	5	100	500	1,000			
뉴햄프셔		1	10	1,000	1,000	10	200	500	2,500			
뉴욕	class I	1	10	1,000	1,000	10	200	250	2,500			
	class II	10	25	1,000	1,000	10	200	1,000	2,500			
	깨끗한 오니, NOAEL(Page, 1989)		18	1,000	1,200		500	300	2,700			
	깨끗한 오니, NOAEL(Chaney, 1989)	2.13	18	2,000	1,200	15	500	300	2,700	1,600		17
	깨끗한 오니, NOAEL(Chaney, 1989)	8.1	25	3,000	1,200	20	500	300	2,700	100		35
노트·캘로라이나	Code I	2	10	1,000	800	10	200	250	1,000			
	Code II	10	25	2,000	1,200	15	500	1,000	2,500			
펜실바니아	오니기준	3	25	1,000	1,000	10	200	1,000	2,500			
워싱턴(제안치)	class A		5	100	300	3	50	250	500			
기타국가												
오스트리아			4	150	400	4	100	500	1,000			
벨지움	식량작물		4	150	100	5	50	600	1,000			
	비식량작물		5	200	500	5	100	1,000	1,500	13	60	5
브리티시콜롬비아			2.6	210	200	0.83	50	150	315			
				CrIII -500								
이태리			10	CrIV -10	600	10	200	500	2,500			
네덜란드	I (현재)		2	200	300	2	50	200	900	25		
	II (1995년까지)		0	50	60	0.3	20	100	200	15		
	“매우 깨끗한” 퇴비		0	50	25	0.2	10	65	75	5		
온타리오	“깨끗한” 퇴비	1	3	50	60	0.15	60	150	500	10	25	2
	공정 제어식 퇴비	1	4	50	100	0.5	60	500	500	20	25	3
스페인			40	750	1,750		400	1,200	4,000			
스위스 퇴비			3	150	150	3	150	150	500			
스위스 비료			10	500	800	10	500	500	2,000		60	20

수치의 단위 : g/g = mg/kg = ppm 건중량.

\* 토양개량제는 1ppm, 비료는 2ppm, + 14ppm으로 제안치가 바뀌었음.

자료 : Coobms et al(eds), Biomass and Bioenergy, 1992. Pergamon Press.

식용작물, 비먹이연쇄 작물까지 사용해 가도록 한 후 마지막 단계에 있어서는 식용작물 및 먹이연쇄작물로까지 그 사용을 확대해야 할 것이다<sup>10), 11)</sup>.

이 밖의 이용개발 분야는 매립지의 복토재로의 이용, 광산지역의 재복구지에의 이용 등이 있다.

### 5. 계속적인 홍보

퇴비의 사용증대와 건전한 유기농업의 정착을 위하여 정부는 꾸준한 대국민홍보를 계속해야 할 필요가 있다. 이것은 홍보책자 배포, 시민단체들의 협조를 통한 캠페인, 유기농산물 구매운동, 퇴비사용활동에 대한 꾸준한 평가, 가정통신 및 반상회를 통한 대국민홍보 등이 그 요체가 될 것이다.

## 결 론

퇴비화는 유기성 폐기물을 자연의 재순환 원리에 맞게 재활용하는 생태적으로 건전한 방법이며 지력의 유지, 토양의 이화학적 성질개선 등의 유용한 결과를 가져오는 동시에 폐기물의 높은 감량화율을 달성하는데 있어서 필수적인 방법이다. 즉 쓰레기를 감량화하고 20% 이상의 높은 재활용율을 달성하려면 퇴비화가 반드시 포함되어야 하기 때문이다. 퇴비화의 증진방법으로는 소규모시설 및 인구밀집지역에 있어서는 적절한 퇴비통의 개발과 보급이 요구된다. 또한 중규모 및 대규모시설에 있어서는 적정규모의 퇴비화 시설의 설치와 퇴비화공법을 선택해야 한다. 그리고 개인주택이나 농촌지역과 같이 분산형 퇴비화 시설에 있어서는 퇴비화에 대한 기술지도가 병행되어야 한다. 한편 퇴비화 증진을 위한 법제의 정비가 필요한데 가장 두드러진 것은 현행 비료관리법 중 부산물 비료의 납 허용기준 150ppm 이하를 적어도 300ppm 이상의 수준으로 완하시켜야 할 것이다.

이와 동시에 퇴비화 증진에 있어서 무엇보다

도 활력소가 되는 것은 퇴비제품의 소비를 확대시킬 제도적 장치를 마련하며 꾸준한 대 시민홍보가 병행되어야 할 것이다.

(핵심어: 퇴비화, 법규, 납)

## 인 용 문 헌

1. 이무춘. 1995: 자원순환적 사회구조의 확립, 가정쓰레기 이야기, 김남천 외 3인 편저, pp 235~244.
2. KOWREC 환경총서 제1권. 1994: 유기성 폐기물의 퇴비화 기술, 동화기술.
3. 石田敏夫, 札幌コンポストの緑地利用について, 下水汚泥緑農地利用に關するセミナー講演集, 下水汚泥の資源利用協議會, 1985.
4. 藤田賢二, コンポスト化技術-廢棄物有效利用のテクノロジー-, 技報堂出版, 1991.
5. 藤田賢二外 1人, “都市コンポスト利用の現狀と可能性”, 都市と廢棄物 Vol.16, No.12, 1986.
6. Alexander, Ron, Expanding Compost Markets, Biocycle, Vol.31, No.8, 1990. Bohn, H. L., Compost Scrubbers of Malodorous Air Steams, Compost Science, 1976.
7. C. L. Mantell, Solids Waste: Origin Collection and Disposal, Tohn Wiley and Sons. Ins., 1975.
8. Cecchi, F., Alvarez, J. Mata and Pohland, F. G.(eds.) Proceedings of the Intenational Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste, Venice Italy, 1992.
9. Corey, R. C., Combustion and Incineration Processes, Marcel Dekker Inc., NY, 1978.
10. Diaz, L. F., et al., Resource Recovery from Municipal Solid Wastes Vol. II, Final Processing, CRC Press, 1982.
11. Fernandes, J. H., Incinerator Air Pollution Control, Proc. ASME Nat. Incineration Conf., Cincinnati, 1970.