

도시폐기물의 퇴비화에 대한 교육 및 홍보전략

정재춘, 이무춘,* 강 현**

연세대학교 보건과학대학 환경과학과
*상명여자대학교 산업대학교 환경녹지학과
**수원대학교 환경공학과

Development of Strategy in Education and Public Information for Municipal Solid Waste Composting

Jae Chun Cjung, *Moo Choon Lee, *Hun Kang

Department. of Environmental Science, Yonse; University
*Department of Environmental Science, Sangmeung Women's University
**Department of Environmental Engineering, Suwon University

ABSTRACT

Composting of municipal waste is essential to achieve high national recycling rate exceeding 20% to encourage composting activity, intensive education and public information activity for residents are necessary. More developed countries such as Europe and America, some efficient and systematic education program were developed and gained considerable success. In this paper we analyzed the education and public information program in USA and Germany. And then, we suggested schematic program of education and public information for composting.

Keywords: Municipal waste, Composting, Education, Public information program

초 록

도시폐기물의 퇴비화는 20% 이상의 높은 재활용 목표를 성취하기 위해서 필수적인 부분이다. 그런데 도시폐기물의 퇴비화를 증진시키기 위해서는 주민들에 대한 집중적인 홍보와 교육이 실시되어 이들의 협조를 얻어야 한다. 이러한 주민의 협조를 얻기 위해서 구미 선진국에서는 조직적인 주민 홍보 및 교육 프로그램을 개발하여 상당한 효과를 보고 있다. 본 논문에서는

미국과 독일의 퇴비화 교육 및 홍보 프로그램의 내용을 분석한 후 우리나라 도시폐기물의 퇴비화를 증진시키기 위한 퇴비화 교육 및 홍보 프로그램의 전략을 제시하였다.

핵심용어: 도시폐기물, 퇴비화, 홍보, 교육프로그램

1. 서 론

최근들어 도시 고형폐기물의 퇴비화에 대한 관심이 높아지고 있다. 이는 소각과 매립 등 폐기물의 처리. 처분에 점점 더 비용이 증가되고 부지의 구득이 곤란해져서 재활용에 대한 사회적 요구가 커지고 있기 때문이다.

선진국을 비롯하여 우리나라에 있어서도 현재는 폐기물 발생량 감소와 자원의 재회수가 점점 더 강조되고있다. 우리는 이제 더 이상 한가지의 기술만으로 도시고형폐기물 전체를 처리할 수 있다고 전제할 수 없다. 이제는 통합적인 관리기술이 필요한 것이다. 국가들이 혼합된 도시쓰레기에 대해 통합적인 관리시스템으로 나가기 시작하고 폐기물로부터 자원을 최대한으로 회수하려고 노력하므로 유기성분의 퇴비화에 대한 관심이 증가하고 있다. 미국에 있어서도 많은 州들이 매립과 소각으로 가는 부분의 40~60%

를 감축시키려는 목표를 세웠는 바, 이러한 목표를 달성하려면 퇴비화 기술이 포함되어야만 한다. 1992년 미국 환경처가 세운 20% 감축목표에 있어서도 퇴비화의 증진이 하나의 필요조건이었다(U.S. EPA, 1989).

2 재활용을 제고의 필수부분이 되는 퇴비화

1994년 환경부가 세운 국가 폐기물 재활용 장기계획에 의하면 2001년까지 재활용율을 30%로 증진시키는 것으로 되어있다(환경부, 1994).

이렇게 높은 재활용율을 달성하려면 유기성 쓰레기의 퇴비화가 반드시 포함되어야 한다.

Table 1에 1993년 현재 일반쓰레기의 조성별 재활용율을 보였다.

Table 1을 보면 '93년 현재 종이류, 금속·유리류, 플라스틱류의 재활용율은 각각 43%, 18%, 8%로서 전체적인 재활용율은 11.2%임을 알 수 있다. 그런데 현실적으로 실현가능한 최

Table 1. Recycling rate of general waste(1993).

Component	weight (%)	recycling rate of each component(%)	recycling rate in total waste(%)	maximum achievable recycling rate in total waste(%)
coal briquet ash	15.5			
food waste	31.4			
waste paper	18.3	43(50)*	7.9	9.1
wood	4.5			
metals, glass	15.1	18(50)	2.6	7.5
plastics	8.3	8(20)	0.7	1.7
cloth	1.4			
계			11.2	18.3

*numbers in the parenthesis indicate the maximum achievable recycling rate.

대재활용율은 종이 50%, 금속·유리류가 50%, 플라스틱이 20%라고 보면 최대실현가능 재활용율은 18.3%가 된다. 그러므로 20% 이상의 높은 재활용율을 달성하려면 음식쓰레기의 퇴비화가 반드시 포함되어야 하는 것이다. 일례로 국가가세운 2001년도의 30%라는 재활용율을 달성하려면 적어도 음식쓰레기의 32% 정도가 재활용 되어야 하는 것이다.

3. 유기성 폐기물의 퇴비화 잠재력

1993년도 환경부 통계에 의하면 일반 폐기물의 발생량은 1.5kg/인/일로서 전국의 1일 총 발생량은 62,940톤이다(Table 2). 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 본

다.), 목재류의 50%가 퇴비화된다고 가정하면 일반 폐기물중 약 31%가 퇴비화 가능한 부분이다. 이는 1일 19,511톤에 해당하는 양이다.

이밖에도 도시하수 처리장에서 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. 1992년 말 현재 우리나라의 가동중인 하수처리장은 38개소이며 1일 처리량은 704톤이다. 이에서 발생하는 슬러지의 양은 1차·2차 슬러지를 다 합쳐 31,680톤/일(함수율을 95%로 가정 했을때)이며 고형물 함량을 30% 수준까지 탈수시켰을때 발생하는 탈수 슬러지의 양은 1일 5,288톤으로 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

Table 2. Solid waste generation('93).

Division	subdivision	Ton/day	%
Combustibility	combustible	44,558	70.8
	non-combustible	18,382	29.2
	total	62,940	100.0
Composition	coal briquet ash	9,780	15.5
	food waste	19,764	31.4
	waste paper	11,546	18.3
	wood	2,822	4.5
	metals, glass	3,732	5.9
	rubber, leather, plastics	10,426	16.6
	others	4,870	7.8
	total	62,940	100.0

Source: Ministry of Environment, 1994

Table 3. Number of livestock in Korea('92).

Cow	Pig	Chicken
253	546	7,332

Source: Ministry of Environment, 1993, Environmental white book of 1992.

Table 4. Excretion amount from livestock animals.

livestock	feces(kg)	urine(L)
Cow	25	10
Pig	3	3
Chichen	0.1	
man	0.1	0.9

Source: watanabe, 1991, How to make and use organic fertilizer, Noumunhitsu (in Japanese)

Table 5. Total daily generation of livestock waste in Korea(estimation).

Livestock	Amount of excretion
cow	63,250 ton
pig	16,380 ton
chicken	7,332 ton
계	86,942 ton

발생량 9,067톤/일(1991년도 통계) 중에서 제지 슬러지 등 무해한 슬러지 양은 이종의 약 절반인 4500톤/일로 추정된다.

한편 농촌지역에 있어서는 현재 약 700만 정도의 농촌인구로부터 배출되는 생활폐기물중의 유기성 부분(음식물류, 종이류, 목재류)과 인분뇨 및 축산폐기물은 퇴비화가 가능한 부분이다. Table 3에는 우리나라의 가축사육현황을, Table 4에는 가축 1두당 분뇨 발생량을 보였다.

Table 5에는 가축의 사육두수와 1두당 분뇨 발생량을 근거로 하여 계산한 가축분의 발생량을 보였다. 이중에서 수집과정중의 유실과 자연유실을 고려하여 퇴비화 가능한 비율을 80%로

보면 1일 약 69,500톤으로 추산된다.

4. 퇴비화에 있어서 주민교육 및 홍보의 중요성

퇴비화는 대부분의 경우 이질적인 유기성 쓰레기를 원료로 사용하게 된다. 그러므로 가정에서 배출되는 음식쓰레기 등을 퇴비화하려면 이물질이 섞이지 않도록, 그리고 퇴비화가 가능한 것들을 가능한 많이 선별·분리해야 할 필요성이 있다. 이를 위해서는 주민에 대한 교육을 실시할 필요성이 생긴다. 주민에 대한 교육에 대해 다음에 열거하는 항목별로 그 중요성을 논해보기로 한다.

4. 1 분리배출에 대한 교육

가정에서 배출되는 유기성 쓰레기에 이물질이 섞이지 않도록 교육하는 것은 매우 중요하다. 이는 퇴비화의 원료가 되는 물질에 불순물이 섞이지 않고 순수할 수록 퇴비제조 비용이 적게 들고 최종 퇴비의 품질이 좋아지기 때문이다.

미국의 경우를 예로 들면 퇴비화에 대해 열성적인 교육이 진행된 후에 퇴비재료의 수집량이 크게 올랐으며 최종제품의 품질도 크게 향상되었던 것이다. 일례로 최종제품속에 함유된 중금속의 함량이 30% 이상 낮아졌다.

4. 2 퇴비를 만드는 방법 및 이용에 대한 교육

이것은 도시의 가정에서 소형 퇴비통을 이용하여 실제로 퇴비를 만들때, 그리고 아파트나 공동주택단지내 농촌지역에서 간이 야적식으로 퇴비를 만들 경우에 필요한 교육이다. 농촌의 경우에 있어서는 음식물쓰레기는 물론 가축분뇨의 퇴비화가 더 중요하다고 생각된다. 그래서 음식물쓰레기와 가축분뇨의 혼합퇴비화, 가축분뇨의 퇴비화 등에 대한 교육이 필요하다고 판단

되며 또한 가축분뇨를 퇴비화하지 않고 건조시킨 후 이용하는 방법에 대해서도 교육이 필요하다.

퇴비가 완성된 후 도시에서는 주변녹지에의 살포, 토양의 복토제로 이용할 수 있는데, 퇴비를 아파트 단지내의 정원, 수목 등에 줄 경우에는 사용방법과 사용량 등에 관한 교육이 필요하게 된다.

중규모 내지 대규모의 기계식 퇴비화 시설에서 생산된 상업적 퇴비에 대해서도 이미 살포방법 및 이용에 대한 교육이 필요하다(이는 보통 제조업체들이 포장 등이나 소책자를 통해서 수행하고 있다).

4. 3 퇴비제품의 시장확대를 위한 교육·홍보

퇴비제품의 시장확대를 위해서도 체계적인 교육과 홍보가 필요하다. 이에는 퇴비가 토양과 작물에 미치는 좋은 영향에 대해서 주시시키고, 사용방법에 대한 교육도 병행되어야 한다.

5. 외국의 퇴비화 교육 실태

5. 1 미국 및 캐나다

5. 1. 1 교육현황

무기성 쓰레기의 재활용 이외에도 미국에서는 가정에서 배출되는 쓰레기를 퇴비화하여 쓰레기의 양을 줄이려는 노력이 진행되고 있다. 특히 정원쓰레기의 퇴비화에 대한 관심이 높아지고 있는데 이는 정원쓰레기가 전체 쓰레기 양의 18%를 차지하기 때문이다. 뉴저지주에서는 「강제분리 및 재활수법」(Mandatory Separation and Recycle Act)에 의해 정원쓰레기의 매립을 금지하고 있기 때문에 민간기업이 참여하여 대량으로 퇴비화하는 곳도 있다. 웨스트필드시의 워드 휴사는 20km²에 달하는 퇴비화시설을 갖추고 12개 지구로부터 나오는 정원쓰레기를

퇴비화하고 있다. 뉴저지주의 매립비용이 톤당 137불인 점을 감안하면 이렇게 매립하지 않고 퇴비화처리를 하는 것은 재정적으로 강력한 인센티브가 된다(Regulski, 1984).

매릴랜드주의 몽고메리카운티에서는 1984년부터 인구 50%에 해당하는 63만3천명으로부터 나오는 낙엽이나 풀의 가가호호별 수집을 실시하고 있다. 카운티에서는 진공호스를 장착한 트랙터가 정원쓰레기를 흡입, 수집하여 퇴비화하고 있다. 생산된 퇴비는 조경업체나 조원업체에 판매한다. 워싱턴주 시애틀시(인구50만인)에서는 정원쓰레기 처리를 위해서 3포인트 계획을 실시하고 있다. 또한 동별로 일괄수집하는 곳에서는 동별로 수수료를 받고 정원쓰레기를 수거하여 주민들로부터 월 2불의 수수료를 받고 가가호호별 수집을 하고 있는 Clean Green Compost Center가 있다. 이와함께 시에서는 가정의 뒷뜰에서 주민 각자가 퇴비를 만들도록 기술지도를 하고 있다. 한편 교육면에 있어서는 25인의 퇴비화 전문가에 의한 데몬스트레이션, 강의, 시의 교외에 있는 4개소의 전시장에서 15종류 이상의 기술을 전시하고 있으며 시민들에게 1천드럼 이상의 퇴비를 무료배포하고 있다. 시의 쓰레기 조성의 18%를 차지하는 정원쓰레기를 인구의 30%가 뒷뜰에서 퇴비화 처리하고 50%를 민간회사가 가가호호별 수집하므로 정원쓰레기의 80%가 매립지로 가지 않고 재활용되는 셈이다(Cobb and Rosenfield, 1991).

미국 코네티컷주의 도시에서 퇴비용 쓰레기를 따로 분리 수거하는 작업을 조사해 보았는 바 퇴비용 쓰레기가 전체 쓰레기량의 약 30%까지 분리 수거되었다. 그 무게는 1가구로부터 일주일에 약 7kg이었다. 이 조사를 위해서 주민들에게 사업의 목적과 개요, 참여 방법 등의 사전 교육을 환경협회가 주관이 되어 시행하고, 참여 주민들에게 물이 새지 않는 특수 종이 봉투를 배포

Table 6. Solid waste collection program for composting.

- To make known the purpose and send litters asking for the cooperation of residents.
- To distribute newsletter, Cards demonstrating compostable waste and magnets to attach them on the refrigerator in resident's conference.
- To distribute the second newsletter which include the result report two months later after the distribution of the first newsletter and mail invitation card to pilot plants.
- To distribute additional newsletters twice 4 months later and 6 months later.
- To install toll-free telephone line and answer the questions from residents.

Table 7. Compostable waste.

Item	Example
food waste	food left-over, meat, vegetables, fruit peels
wet paper	paper mop, paper plate, paper towel, coffee filter, paperpak, papersack
paper diaper	paper diaper, paper pad
pet waste	waste food, excretions
waste paper(not recycled)	various paper boxes

해 주고, 무료 전화선을 개설하여 분리 수거 시행 중의 모든 의문점을 물을 수 있도록 배려해놓았다.

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 퇴비화 공장에 초청하여 그들의 참여의 결실을 보고, 만지고 냄새를 맡으면서 긍지를 느낄 수 있게 해 주는 것이 큰 효과를 발휘하게 된다.

캐나다 토론토의 퇴비용 쓰레기 분리운동에서 사용한 프로그램을 요약하면 Table 6과 같다. 소식지(Newspaper)라는 매개체를 통하여 주민들에게 부단히 홍보하는 일이 중요함을 보여주고 있다. 퇴비용 쓰레기의 종류를 Table 7과 같이 카드로 만들어 주방의 냉장고에 부착할 수 있도록 배려한 것 등이 눈에 띄인다.

또한 분리 수거의 철저화를 기하기 위해 주민

홍보용으로 제작된 그림의 예를 보이면(그림 1)과 같다.

5. 1. 2 교육자료의 사례

미국 퇴비화협의회에서는 질문과 답변형식으로 만든 퇴비화 교육자료를 만들었다. 이 교육자료는 총 42개 항목으로 되어 있고 퇴비화의 배경, 경제성, 퇴비화 공정, 퇴비의 이용 및 시장 등에서 대해서 간결하고 알기쉽게 해설하고 있다.

5. 2 독 일

5. 2. 1 유기성 폐기물의 퇴비화 현황

독일은 현대적 폐기물관리정책이 수립되기전 이미 50년대에 퇴비는 대량생산 되어 특히 포도밭에 사용되어 왔다. 60년대의 급격한 경제성장은 생활쓰레기 및 산업쓰레기 발생량을 급증시키는 결과를 초래하였다. 이에 대한 대처방안으

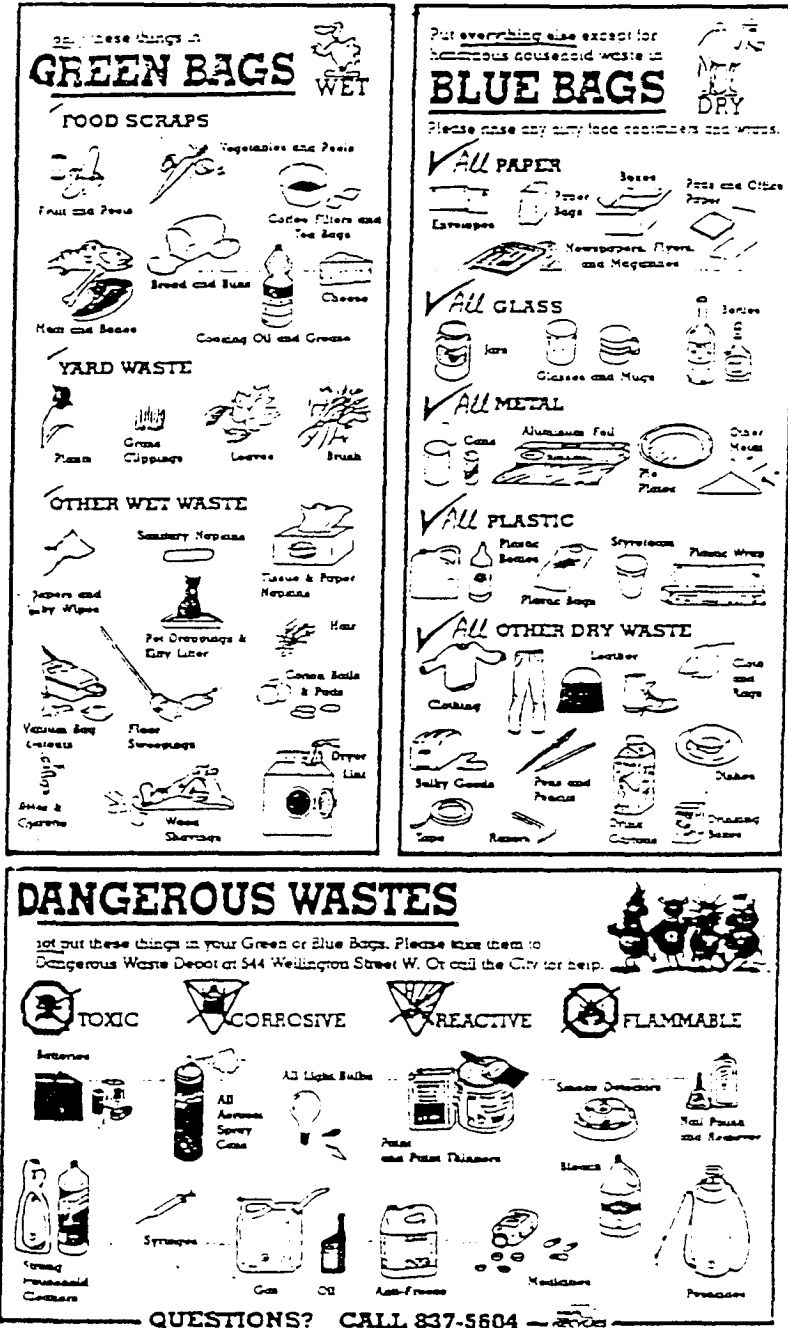


Fig. 1. Illustration helping source separation for composting.

로 독일 정부는 1972년에 최초로 폐기물 제거법 (Abfallbeseitigungsgesetz)을 제정하여 다량

발생하는 가정 쓰레기의 처리(매립 및 소각)에 중점을 두고 있었다. 80년대 후반에 와서는 이

미 발생한 폐기물을 처리하는 것 보다 발생 방지와 재활용에 우선권을 부여하고 있다. 이에 따라 재활용의 필요성은 확고해지고 확대되었다(Seitz, 1989). 1994년에 제정되었지만 1996년부터 적용되는 순환경제 및 폐기물법(Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz)은 유기성 폐기물의 퇴비화를 보다 더 촉진시키는 역할을 할 것으로 기대된다.

독일에서는 주방 또는 정원에서 발생하는 음식물 쓰레기를 포함한 모든 유기성 쓰레기는 재활용의 방안으로 퇴비화를 추진하기 위해 법규 체계가 확립되어 있다. 반면, 순수 음식물 쓰레기만 재활용하는 경우는 집단음식점에서 발생하는 음식물의 사료화는 없는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 유기성 쓰레기의 퇴비화에 대한 법규가 대부분을 차지하고 있다. 유기성 폐기물의 퇴비화를 촉진시키는 법적 기초로 연방차원에서 폐기물 제거법, 생활폐기물 관리지침(TASiedlungsabfall)이 있고, 연방주차원에서는 폐기물 제거법, 폐기물 제거법 시행령 및 시행규칙, 퇴비화 지침 등이 제정되어 있다. 퇴비화와 관련하여 생활폐기물 관리지침(94. 4. 21 제정)은 아래와 같은 내용을 담고 있다.

- 분리수거의 의무화
- 매립 쓰레기중 유기성쓰레기 포함률 10%미만
- 생물 처리(퇴비화, 매탄 발효화) 방법 제시
- 퇴비공장 설립시 퇴비 판매 전략수립 및 판매 가능성 확보

이러한 지침내용에 따라 생물적 분해 가능한 폐기물은 증가할 것이며 이들 폐기물의 생물학적 처리 퇴비화는 더욱 확산될 추세에 있다. 주택지 생활 관리지침에는 퇴비화의 활성화를 위한 내용외에 부패성 쓰레기의 수집에 대한 지침이 포함되어 있다. 악취, 곤충 및 설치류(쥐목)로 인해 불편함이 발생하지 않도록 해야 하고, 수집시 이물질과 유해물질이 포함되지 않도록

수거해야 한다.

퇴비화의 지침은 정원 및 공원에서 발생하는 식물성 쓰레기에 대한 퇴비화와 생물 쓰레기(음식물 쓰레기와 정원 쓰레기)의 퇴비화에 대한 지침으로 구분되어 있다.

퇴비공장은 가동시 환경오염이 발생할 수 있으므로 대기환경보전법에 따라 정부의 승인을 받아야 할 시설물이다. 4차 개정된 대기환경보전법 시행령에 의해 시간당 10t이상 생산규모를 갖춘 퇴비공장은 정상적인 승인 절차를 받아야 하며 0.7~10t의 생산능력을 갖춘 퇴비공장은 간략한 승인 절차를 밟도록 되어 있다.

주민들 개개인 또는 10가구이하로 구성된 소그룹이 퇴비를 만들 경우는 퇴비 시행령 4조 4항에 의해 정부의 승인을 받지 않는다. 600m²이하의 퇴비화 면적을 필요로 하는 퇴비장소는 동시행령에 의해 신고를 하여야 하고 건축법상 승인을 받아야 한다. 600m²이상의 퇴비화 면적을 가진 퇴비공장은 폐기물 관리법에 의해 승인을 받아야 한다(독일 폐기물 관리법 7조).

대형 음식점 등 다량 음식물 쓰레기 배출업소에서 발생하는 음식물 쓰레기는 동물사체제거법(1, 3, 4조)에 따라 처리되어야 하나 예외 규정(동물 사체 제거법 6조와 8조)에 의해 사료로 사용될 수 있다. 이러한 경우 14시간 동안 90°C 또는 반 시간 120°C로 가열시켜야 하는 전처리 과정을 걸쳐야 한다. 독일에 있어서 유기성 쓰레기(정원쓰레기, 음식물쓰레기, 목재류, 종이류)는 3가지 경로를 통해 퇴비가 만들어진다(그림 2).

- 첫번째 유형: 분산형으로 각 주택이나 아파트에서 주민들 개개인 또는 소그룹이 자체적으로 퇴비를 생산하여 자체 소비한다.
- 두번째 유형: 집단형으로 각 정원주택에서 배출되는 유기성 쓰레기를 분리수거하여 야적형 퇴비장에 운송된 다음 그 곳에서 퇴비를 만들

어 수요처에 공급한다.

- 세번째 유형: 아파트형 주택에서 유기성 쓰레기를 분리 수거하여 플랜트형 퇴비공장에서 양질의 퇴비를 생산하여 판매한다.

세번째 경로를 통해 퇴비화는 최근에 와서 급격히 증강하고 있다.

종전의 소규모 야적형 퇴비장과는 달리 최근에 와서 퇴비공장 규모는 대형화 추세에 있다. 1988년 경우 23,000명주민을 대상으로 프로젝트를 추진하였으나, 1991년에는 5,000~15,000명 수준으로 대폭 확대되어 퇴비공장이 설립되고 있다.

1991년과 1992년에 신설된 퇴비공장 용량은 연간 180,000t이다. 1993년 현재 존재하는 퇴비공장은 총 807,000t의 생산능력을 갖추고 있다. 여기에 공사중이거나 승인절차중인 퇴비공장을 감안하면 1,600,000t 추가생산능력이 가능하다.

최근 조사(1994년)에 의하면

- 78개 퇴비공장이 가동중이고
- 18개 퇴비공장이 건설중이며
- 72개 퇴비공장이 승인절차를 받고 있다.

이 조사에는 년생산량 1000t 미만인 공장은 고려되지 않았다. 소규모 시설을 갖춘 야적형 퇴비공장은 그외에 8000개로 조사되었다.

5. 2. 2 유기성 쓰레기의 분리 수집 시스템

재활용과 퇴비화에 대한 연구조사에 의해 분리 수거 시스템의 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 폐지, 철, 유리 등의 재활용 가치가 있는 쓰레기와 퇴비용 쓰레기를 기타 쓰레기와 분리 수집되어 적절한 방법으로 처리된다. 기타 쓰레기는 소각장이나 매립지로 운송되어 최종 처분된다.

유기성 가정쓰레기의 분류는 발생원인 주방에서 부터 시작된다. 주방에서 분리 수집은 퇴비 품질을 좌우하는 매우 중요한 단계이기 때문에

순수 퇴비용 쓰레기만 모아지도록 충분한 홍보와 함께 적절한 수집 용기가 개발되어야 한다.

주방용 분류용기에는 다른 쓰레기와 분리하여 유기성 쓰레기와 더러운 종이류만 집어 넣는다. 이렇게 수집한 쓰레기는 마당이나 자동차 주차장 구석에 설치해 놓은 퇴비화분리통에 버린다.

주방에서 분리수집된 유기성쓰레기는 분산형과 집중형 두가지 방법에 의해 퇴비화가 이루어진다. 집중형 퇴비화를 위해서 아래와 같은 수거체제가 실시되고 있다. 각 주방에서 분리된 재활용 가능한 쓰레기는 가정밖으로 가지고 나가 마당에 놓여져 있는 120리터 수집통에 집어 넣으면 여기서 부터 지방자치단체 스스로 또한 업체에 위임하여 수거, 운송, 처리하게 한다(Konnemann 1991). 수거방법에는 여러 형태의 시스템이 있다. 분리수거의 목적은 가능한 많은 양의 활용가능한 쓰레기를 수집하는데 있다.

근본적으로 두 종류의 시스템으로 구분된다.

- 호별 수거 시스템과 수집소 시스템

호별 수거 시스템은 수거차량이 각 가정으로 와서 마당 한구석에 세워 놓은 쓰레기를 수거해 가는 시스템이다. 수집소 시스템에서는 쓰레기 차량이 문전으로 오는 대신 주민이 가까운 주변에 설치해 놓은 수집통에 음식물 쓰레기를 포함한 유기성쓰레기를 가져와 버리는 방식이다. 후자의 경우 전자보다 수집도는 낮다. 호별 수거 방법의 장점은 높은 수집도에 있겠으나 수거 비용이 많이 들어 비경제적이다. 반면 수집소 시스템에서는 수집도는 낮으나 수거 비용은 경제적이다(Gottschall, 1988).

차량수거 시스템에서 사용되는 쓰레기통은 다음과 같다.

- 단일종 수집통(Einkomponentn Tonnen): 유기성 쓰레기나 폐지 등 오직 한종류가 유기성 쓰레기를 수집하기 위해서 문전 또는 아파트,

자동차 주차장 옆에 세워 놓는 통이다.

- 다실통(Mehrkammer Tonnen): 통자체가 2개의 방으로 분리되어 있어 유기성 쓰레기와 그 외의 잔류 쓰레기를 한 통에 수집할 수 있다. 이러한 시스템에는 반드시 수거차량이 이와 같이 2개의 방으로 구분되어 있어야 하며 유기 쓰레기의 재활용 시설(퇴비공장)과 잔류 쓰레기 처리 시설 2가지가 한 장소에 있어야 한다.
- 공동 수집통(Nachbarschaftstonnen): 공동 수집통은 공유지에 세워 놓아 여러 주택이 함께 사용되는 수집통이다. 이는 주민 운반 시스템으로 주민들이 이곳에 와서 쓰레기를 버리므로 중간단계가 단축된 차량수거 시스템이다
- 포대 수집시스템: 유기성 쓰레기는 성상에 따라 분리하여 포대에 수집하는 방법이다. 한가지 성상으로 조성된 순수 쓰레기의 수집능력을 높이고 이와 함께처리 안정도를 향상시키기 위해서는 다실통보다는 단일종수집통을 선호하고 있다. 일반 쓰레기통외에 다른 수거용 통을 세워놓아 분리수거를 도입하고자 할때 우선 가정 쓰레기중에서 제일 큰 비중을 차지하는 쓰레기 성상에 맞추고 있다. 제일 큰 비중을 차지하는 성상은 유기성 쓰레기이다. 유기성 가정 쓰레기 수집용 퇴비화수집통은 일반 쓰레기통과는 달리 색상과 스티커에 기호를 그려 집어 넣을 수 있는 물질과 그렇지 않은 물질을 구분하고 있다.

5. 2. 3 분산형 퇴비화

분산형 퇴비화는 지방자치단체가 유기성 쓰레기를 수거하여 집단으로 퇴비를 만드는 방법과는 달리 각 가정 주택에서 음식물 쓰레기등을 수집하여 주민이 직접 퇴비를 만드는 저렴한 방법이다. 이러한 분산형 퇴비화를 통해 매년 500만

톤의 퇴비를 생산하고 있다.

(1) 가정용 퇴비통의 형태

가정용 퇴비통은 아래와 같이 여러가지 형태로 개발되어 시판되고 있다.

① 폐쇄형 퇴비원통 (Fig. 2)

재질은 철이나 페플라ستيك이며 뚜껑이 달려 있다. 원통 바닥은 구멍이 있어 지렁이가 들어올 수 있도록 하였다. 쓰레기를 혼합하여 투입시킨다.

- 부 피 : 150~1000리터
- 소요면적 : 0.5~1.0m²

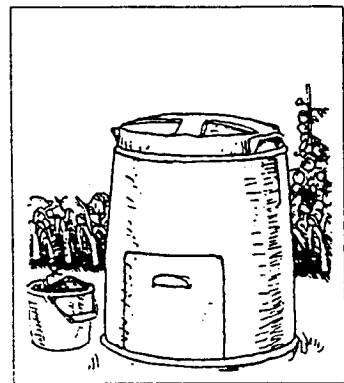


Fig. 2. Closed compaster

② 보온 퇴비통 (Fig. 3)

폐쇄형 퇴비원통과 원리는 유사하나 단열재를 부착시켜 겨울철에도 분해시 필요한 적정온도를 유지할 수 있다. 쓰레기를 혼합하여 투입시킨다.

- 부 피 : 100~660리터
- 소요 면적 : 0.5~1.0m²

③ 드럼형 퇴비통 (Fig. 4)

회전이 가능하여 쓰레기의 혼합이 용이하다.

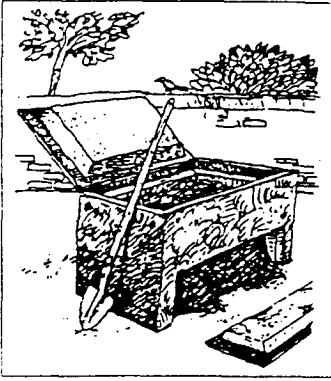


Fig. 3. Insulated composter

위생처리가 신속하게 이루어져 많은 양의 쓰레기 처리에 적당하다. 폐쇄형으로서 음식물 쓰레기 퇴비용으로 사용된다

- 부 피 : 260~12,000리터
- 소요 면적 : 2m²

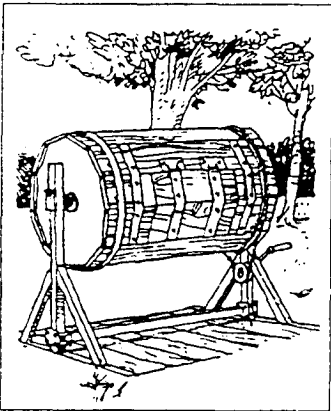


Fig. 4. Drum-type composter

④ 판대기 퇴비통 (Fig. 5)

재질로는 나무, 플라스틱, 철 등이 사용된다.

- 부 피 : 200~1,000리터
- 소요 면적 : 0.5~1.0m²이상



Fig. 5. Pannel composter

⑤ 철망형 퇴비통 (Fig. 6)

플라스틱으로 코팅된 철창살로 제작되었다.

- 부 피 : 400리터
- 소요 면적 : 0.5m²

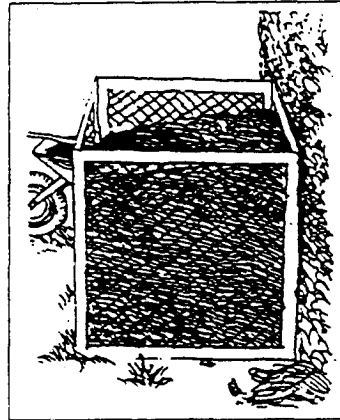


Fig. 6. Screen composter

⑥ 지렁이 퇴비통 (Fig. 7)

나무로 제작된 지렁이 퇴비통은 작은 양의 음식물 쓰레기에 사용된다. 아파트의 베란다에 세워놓고 시중에서 구입한 지렁이를 가지고 퇴비화시킨다. 다음에는 이를 흙으로 덮어 파리 등이 서식하지 않도록 한다.

- 부 피 : 60~100리터

· 소요 면적 : 0.2~0.5m² 이상

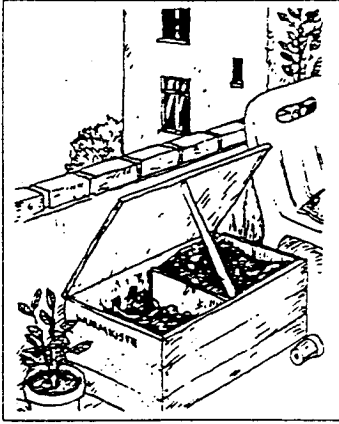


Fig. 7. Vermicomposter

5. 2. 4 퇴비화 교육 자료사례

독일에서는 많은 지방자치단체와 환경단체에서 만든 퇴비화 소책자 들이 있으며 이들은 알기 쉽고 실천하기 쉬운 실용적인 내용을 담고 있다.

참고로 민간단체 「베를린 환경보전 행동센터」가 베르린시와 함께 작성한 퇴비화의 홍보자료 「퇴비화 입문서」는 아래와 같은 목차를 가지고 있으며, 이들중 일부를 소개하면 다음과 같다 (Schriever, 1983).

(1) 퇴비입문서

① 토양질 및 퇴비

- 퇴비화는 부식토를 공급하며 토양을 개량한다.
- 산성, 석회, 토양질, 부식토
- 토양의 생물, 유기성 폐기물의 분해, 부식토의질

② 퇴비화에 어떤 쓰레기가 적절한가?

- 퇴비에 적절한 쓰레기
- 퇴비에 덜 적절한 쓰레기
- 퇴비에 부적절한 쓰레기

③ 퇴비화, 어떻게 하는가?

- 퇴비화의 조건
- 분쇄
- 이상적인 퇴비 원료의 혼합
- 첨가 재료(시동재, 석회, 질소, 점토광물)
- ④ 퇴비더미 및 퇴비통
- ⑤ 지면퇴비와 멀칭용 퇴비(Mulchen)
- 지면퇴비
- 멀칭용 퇴비
- ⑥ 퇴비화의 종류
- 가정쓰레기의 퇴비화
- 벌레 박스 퇴비통 퇴비화
- 낙엽의 퇴비화
- 공동 퇴비화
- 구릉화단 퇴비화
- 화단용 퇴비화
- 기타 퇴비화(가축 분뇨 퇴비, 나무 껍질, 흙 퇴비)
- ⑦ 토양질과 퇴비의 사용
- 퇴비화의 부식토를 공급하여 토양을 개량한다.

(2) 퇴비화의 10대 원칙

1. 구덩이에 퇴비 원료인 유기성 폐기물을 쌓아 놓아서는 안된다. 공기소통이 차단되어 퇴비 원료가 썩기 때문이다.
2. 퇴비통이 막혀서는 안된다. 외부와 공기 순환이 이루어지지 않아 공기결핍 상태에 빠진다.
3. 퇴비 더미는 토양과 공기가 통하지 않는 콘크리트 등의 바닥이 깔려져 있는 곳에 쌓아 두어서는 안된다.
4. 제일 아래층에 거칠은 자료를 20cm높이로 깔고, 다음에 낙엽 등 미세한 유기물을 층층이 또는 혼합하여 쌓아 놓는다. 잔디의 경우 썩을 가능성이 있어 얇게 뿌린다.
5. 정원 토양, 퇴비토양, 비료 등 퇴비 고속용

으로 사용되는 첨가물은 층마다 얇게 뿌리고, 필요에 따라 물을 줄 수 있다.

6. 퇴비 더미는 동물을 끌어드리기 때문에 층마다 토양으로 덮는다.
7. 퇴비가 너무 건조되지 않도록 하여야 한다. 작은 동물이 서식할 수 있도록 적절한 수분이 있어야 하기 때문이다.
8. 퇴비 더미는 너무 많은 양의 수분이 함유되어서는 안된다. 공기가 부족하여 지렁이 등의 분해 동물 및 미생물이 사멸할 수 있기 때문이다.
9. 양파껍질, 파, 원두커피 찌꺼기, 옆차 찌꺼기 등은 지렁이가 먹이로 선호한다.
10. 퇴비더미는 덮어 놓아 열발생을 촉진시키게 하고, 습도 및 질소 손실을 방지하게 한다.

(3) 교육 자료 사례<1>

① 퇴비는 왜 만드는가?

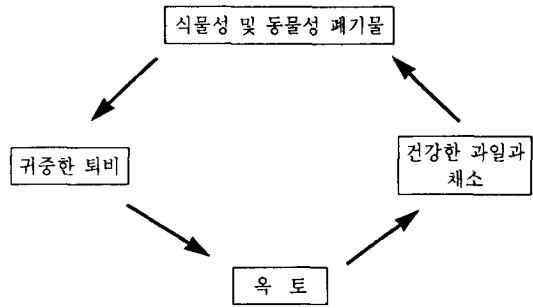
가정과 정원에서 배출되는 식물성과 동물성 쓰레기는 쓰레기통에 집어넣어 버려지는 것이 아니다. 이들은 귀중한 자원이므로 소각장이나 매립장으로 가지 않도록 하여야 한다. 이들이 쓰레기로 버려지면 아깝기 때문이다.

이러한 쓰레기를 이용하여 작물과 화훼를 재배할 때 영양분을 공급해 주고 부식토를 조달해 주므로 귀하의 정위가은 비옥해질 것이다. 그리고 화학비료 구입비용도 필요없게 된다.

“부식토 생산에 가장 효과적인 방법은 퇴비화이다.”

썩는 쓰레기는, 즉 유기성 쓰레기를 재활용하므로써 자연순환계는 연결되고 이로 인해 위협을 받고 있는 자연은 보호된다.

퇴비를 만드는 일은 예술에 대한 재능과 같이 타고나는 것이 아니고 습득하여야 한다! 악취가 발생하지 않도록하며, 어느 정도 수고를 수용할 수 있는 한도내에서 신속하게 귀중한 퇴비를 생



산할 수 있는 방법을 아래와 같이 제시하고자 한다(Gottschall, 1988).

(4) 퇴비 만드는 방법

① 퇴비란 무엇인가?

퇴비는 아주 많은 여러 종류의 미소생물(특히 미생물)에 의해 식물성과 동물성 쓰레기가 분해되어 만들어지는 고품질 잔재물이다.

퇴비를 만들기 위해서는 미소생물의 성장과 번식요건을 적절히 조성해 주어야 한다.

○ 미소생물에 필요한 요소

- 여러 종류의 먹이(우리가 버리는 유기성 폐기물)
- 공기(산소)
- 수분

퇴비더미 속은 수분과 공기로 채워져 있다. 많은 비가 내릴 경우 퇴비더미의 공기는 없어지고 썩기 시작한다. 이러한 위험성은 퇴비 사이의 공극이 작을 수록 더 크다. 반면 공극이 너무 크면 퇴비더미가 빨리 건조해져 미소동물은 사멸하게 된다.

② 어떤 것이 퇴비가 될 수 있는가?

근본적으로 소동물이 소화해 낼 수 있는 모든 물질이 가능하다. 여기에는 식물성과 동물성과 동물성의 거의 모든 물질이 속한다. 몇 가지 예를 들면,

- 주방과 가정 쓰레기

- 과일, 채소 쓰레기
- 음식 쓰레기
- 시든 꽃
- 커피 찌꺼기(여과지 포함)
- 천, 오리털, 머리카락
- 정원 쓰레기 - 풀
 - 잔디
 - 낙엽
 - 나무가지
 - 토양 소동물의 분뇨

음식쓰레기는 토끼나 돼지먹이로 사용할 수 있으며 이러한 재활용은 의미있는 일이다.

- 퇴비화에 부적당한 물질
 - 플라스틱 및 고무
 - 철
 - 유리 및 도자기
 - 돌

종이류의 퇴비화는 어려운 문제다. 그 이유는, 폐지는 폐지나름대로 재활용이 가능하고 높은 열량 때문에 퇴비로 사용하지 않아도 되기 때문이다. 나무 가위로 자를 수 없는 것은 퇴비더미에 넣어서는 안된다. 따라서, 큰 나무들은 연료로 사용하도록 한다.

③ 퇴비 장소

퇴비장소로는 통풍을 막아주고 어느정도 그늘이 진곳을 선택해 주어야 한다. 다습도 고기온의 기후조건에서는 달팽이가 찾아온다. 정기적인 점검과 울타리를 쳐서 채소밭에 진입하지 못하도록 하여야 한다.

④ 쓰레기의 수집

쓰레기의 수집은 언제든지 시작하여도 좋다. 수집용으로 칸막이쓰레기통이 필요하며 비가 들어오지 못하도록 뚜껑을 덮어야 한다. 손가락 크기만한 쓰레기를 이곳에 저장한다. 수거통이 꽉 차있으면 퇴비더미를 만든다.

⑤ 퇴비더미 쌓기

우선 퇴비더미를 쌓기전에 땅바닥(면적 : 1.5m폭에 길이는 무한정)에 손바닥 크기의 높이로 나무가지 등을 덮어 놓아 물이고여 쓰레기가 썩는 것을 방지한다. 퇴비화는 유기성쓰레기를 잘 혼합하면 빨리 진행된다. 딱딱한 것, 물렁물렁한 것, 젖어있는 것, 건조한 것은 서로 섞여져야 한다. 혼합물은 1m높이로 쌓는다. 나무가지와 잡목가지들은 생물적인 분해가 서서히 이루어지고 있기 때문에 오랜시간이 소요된다.

이러한 물질이 많은 부분을 차지할수록

- 퇴비더미는 높고 넓은 쪽으로 쌓아야 한다.
- 미세한 쓰레기가 섞여 있어야 한다.
- 퇴비더미는 보다 빨리 건조해진다.
- 뒤섞는 작업을 자주 안해도 된다.

음식물 쓰레기만 가지고 퇴비를 만들고자 한다면 이들은

- 넉넉하게 쌓아야 한다.
- 폭우로 부터 보호해 주어야 한다.
- 자주 뒤섞어야 한다.

퇴비더미에 비가 스며들지 않고 건조되지 않도록 천으로 덮어주어야 한다. 퇴비덮개는 공기소통이 이루어져야 하므로 짚으로 만든 망, 오래된 푸대, 가늘고 긴 잔디 등을 사용하여야 한다.

⑥ 퇴비더미가 만들어질 때 어떤 일이 일어나는가?

퇴비가 쌓인 후 며칠 후면 퇴비더미의 온도가 상승한다. 따라서 퇴비더미안에 있는 수분은 증발이 된다. 증발된 수분은 강우 또는 물을 줌으로써 보충이 된다. 생물적인 분해과정으로 인해 퇴비더미 부피는 수주 후에 갈아 앉는다. 비가 많이 오고 나면 퇴비더미안의 공극은 물로 채워져 있으므로 부패될 수 있다.

⑦ 뒤집고 쌓기

뒤집고 쌓기는 윗부분과 아랫부분을 섞어 혼

합시키고 그 위에 새로운 더미를 쌓아 놓는 작업을 의미한다. 그 전에 땅바닥에 나무가지 등을 덮어놓아야 한다. 완전한 부숙토를 형성시키려면 석회가루와 정원 토양(5%까지)을 혼합시켜야 한다. 쓰레기 성분이 한쪽으로만 치우쳤을 경우에만 다른 물질을 투입한다. 저영양분이며 저분해성의 물질(툽밥, 참나무잎 등)을 퇴비로 만들 경우 가축분뇨를 뿌려 퇴비화를 촉진시킬 수 있다.

⑧ 퇴비의 완속도

오래된 퇴비일수록 많은 수분을 흡수한다. 퇴비부숙단계(퇴비더미 쌓은 후 1개월 지난 시기부터)에는 비에 젖으면 절대로 앉된다. 강우용 보호덮개로서는 오래된 포장지나 비닐 등이 좋다. 추운 겨울철에는 특히 이러한 방법으로 덮어주어야 한다.

6. 교육 홍보 프로그램의 개발

6. 1 교육 대상

교육의 대상은 다음과 같이 구분할 수 있다.

— 연령과 취학구분에 따라서

- ① 어린이(유치원, 국민학교)
- ② 중, 고등학교 학생
- ③ 대학생
- ④ 일반인용(특히 가정주부를 위한)

— 공공기관 및 수요처에 따라서

- ① 관련 공무원(환경부, 비료공업협회, 농촌진흥청, 농협, 산림청, 지방자치단체)
- ② 국영기업체(주택공사, 조경공사, 도로공사, 토지개발공사)

— 사회조직과 직능에 따라서

- ① 환경관련 정부 및 민간 단체
- ② 소비자 단체, 여성권의 보호단체

6. 2 교육 자료 및 교육내용

교육자료는 인쇄매체와 시청각자료로 구분된다.

- ① 인쇄매체 : 단행본 교재, 소책자, 리플렛
- ② 시청각 자료 : 비디오, 슬라이드

(1) 단행본 교재의 교육내용

단행본 교재의 교육내용에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

- 재순환경 사회 구축의 중요성
- 음식물쓰레기 등 유기성 쓰레기 퇴비화의 중요성
- 음식물쓰레기 등 유기성 쓰레기의 분리배출 및 감량화 방법
- 유기성 쓰레기의 퇴비화 방법
- 퇴비의 이용방법
- 유기농법의 중요성

(2) 리플렛

리플렛은 8면내지 16면의 접는 방식으로 만들어지고 상기한 단행본 교재의 교육내용을 압축하여 간단명료하게 기술되며 적당한 부분에 그림을 가능한한 많이 삽입하는 것이 특징이다.

(3) 시청각 자료

비디오나 슬라이드의 내용도 기본적으로 인쇄매체의 내용과 대동소이하다.

6. 3 교육 프로그램의 구성

교육 프로그램은 강의와 시청각 교재, 실습과 견학등으로 한다.

교육 프로그램의 한 예를 보이면(Table 8)과 같다.

7. 퇴비화 교육의 효율화 방안

퇴비화 교육의 효율을 제고시키기 위해서는 다음과 같은 방법들이 제시될 수 있다.

(1) 퇴비화 교재의 제작 및 배포

퇴비화 교재를 제작하여 이를 배포한다.

Table 8. An example of education program for composting.

<p>1. General</p> <p>1) The object of the education: housewives and general public</p> <p>2) Education periods</p> <p>① Type A: 4hours(1:00 PM~5:00 PM)</p> <p>② Type B: 8hours(8hours for 2days)</p> <p>2. Program</p> <p><u>Type A</u> (50minutes' class and 10minutes' recess</p> <p>1st Class : Greetings, food waste problems and the needs of Composting.</p> <p>2nd Class : How to make compost?</p> <p>3rd Class : Case study</p> <p>4td Class : Video watching, discussion and summary</p> <p><u>Type B</u></p> <p>1st Class : Greeting, food waste problems and the needs of composting</p> <p>2nd Class : How to make compost(I)?</p> <p>3rd Class : How to make compost(II)?</p> <p>4th Class : Video watching, discussion</p> <p>5th Class : Case study presentation</p> <p>6th Class : Field trip and experiment</p>

(2) 제작배포, 비디오, 슬라이드 등 시청각 교재의 제작배포

퇴비화에 관한 비디오와 슬라이드를 제작하여 배포한다.

(3) 반상회를 통한 전파교육 실시 반상회를 통하여 퇴비화 교육을 실시한다.

(4) 텔레비전이나 라디오 등 전파매체를 통한 홍보 정부 및 방송사와 협조하여 전파매체를 통해 홍보를 실시한다.

(5) 시범시설의 설치 운영 아파트나 공동주택에서 간이 야적식 퇴비화시설 또는 파이로트 시설을 시범적으로 운영하고 이를 견학과 실습 장소로 이용하여 확산시킨다.

(6) 환경 및 소비자단체에 대한 교육
환경 및 소비자단체에 대한 집체교육을 실시한다.

(7) 이동교육반의 운영
지방자치단체에 따라서는 이동 교육반을 운영할 수 있다.

(8) 퇴비화 정보센터의 설치·운영
퇴비화에 대한 정보센터를 설치·운영한다. 이것은 정부기관내에 설치하거나 민간단체와 협조하여 민간단체내에 설치할 수도 있다.

참 고 문 헌

- 1) 환경부. 1994. 폐기물관리 장기 종합계획
- 2) Bund Naturschutz Bayern e.V.: Ökologischer Garten, Fischer Taschenbuch Verlag, 1981.
- 3) Gottschall, Ralf: Kompostierung. C.F. Müller Verlag, O. Auflage, 1988.
- 4) Kenneth Cobb and Janathan Rose-

- nfield. 1991. Municipal Compost Management.
- 5) Konemann, E. 1981. Neuzeitliche Kompostbereitung, Bionomica - Verlag und Waerland - Verlag EG, Mannheim, 6. Auflage.
 - 6) Poincelot, R.P. 1974. A scientific examination of the principles and practice of composting. *Compost Sci*, 15(1):24 - 31.
 - 7) Regulski, F.J. 1984. Changes in physical characteristics of brak-based and gasifier residue-based container media over time and by sample depth. *HortSci*. 19(4).194 - 496.
 - 8) Riffaldi, R., R. Levi - Minzi, A. Pera and M. de Bertoldi. 1986. Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses. *Waste Manag. Res.* 4:337 - 396.
 - 9) Schriefer, Thomas. 1988. Kommunale Kompostierung und Qualitätssicherung; Boden - Okologische Arbeitsgemeinschaft Bremen(Hrsg) Bremen.
 - 10) Seifert, A. 1982. Gartnern ohne Gift, Biederstein - Verlag, Munchen.
 - 11) Seitz, Paul. 1989. Das Kompostbuch für Jedermann; kosmos, Frankh'sche Verlagshandlung, stuttgrat.
 - 12) U.S. FPA. 1989. Solid waste dilemma: An agenda for action, EPA/530 - SW - 89 - 019.