

음식물쓰레기처리설비로부터 발생하는 악취저감 방안 연구(I)

산업환경과

김성림 · 김주인 · 김영태

Research on Reducing odorous components from Foodwaste Recycle Facilities

Industrial Environment Division

Seong-nim Kim · Ju-in Kim · Young-Tae Kim

Abstract

This research was carried out to contrive ways decreasing odor intensity of food waste recycle facilities.

According to the experiments spraying various deodorizers to 3 days old food waste, we found out a cost effective and environment friendly deodorizer to reduce odorous components emanated from food waste.

Results obtained were as follows,

The decreasing rates of odorous components by spraying each deodorizer(252.5 ml sprayed per surface area(m²)of food waste) were Pyroligneous 100 times diluted solution 66.9%, 3% ClO₂ solution 50 times diluted(ClO₂ 0.06% solution) 46.9%, water 29.9%, respectively.

Therefore, by spraying Pyroligneous 100 times diluted solution in premises of food waste recycle facilities, of which daily costs calculated to 41,454 won, it was estimated that odorous components can be considerably reduced.

Keyword : food waste recycle facilities, deodorizer, Pyroligneous diluted solution, ClO₂ diluted solution

서론

최근 정부에서는 음식물쓰레기 관리정책의 기본방향으로 음식물쓰레기 발생량을 줄이는데 최우선 순위를 두고 1995년 8개중앙부처의 “음식물쓰레기 관리협의체” 구성을 시작으로 생활환경운동 여성단체 등 시민단체와 함께, 매월 첫째주 수요일을 “음식물쓰레기 없는 날”, 음식물쓰레기 줄이기 빈그릇 캠페인, “수요일은 다먹는 날(수다날)” 등 대국민 홍보활동을 추진하여 왔으나 음식물쓰레기 발생량은 2000년 11,434톤/일 2001년 11,237 톤/일, 2002년 11,397 톤/일¹⁾로 감소되지 않고 있는 실정이며, 이러한 감량화 노력에도 불구하고 불가피하게 발생하는 음식물쓰레기는 사료용 양곡 및 원료의 수입의존도가 95%에 이르는 우리나라의 현실정을 감안, 유기성 자원으로 최대한 활용을 적극 추진하고 있다.

이러한 음식물쓰레기 자원화 정책의 지속적인 추진과 2005년부터 시지역에서 발생하는 음식물류 폐기물의 쓰레기매립장예 직매립이 금지²⁾되는 등의 조치로 음식물쓰레기 발생량 중 재활용율은 2000년 45.1%, 2001년 56.8%, 2002년 62.6%로 꾸준히 증가하고 있으며, 이들 발생된 음식물쓰레기를 사료화 또는 퇴비화하는 음식물쓰레기 자원화 시설도 공공과 민간시설을 합하여 98년 167개소, 2002년 249개소에서 2004년 2/4분기 현재 전국 총 256개소³⁾로 앞으로 계속 증가하는 추세이다.

그러나 이러한 음식물쓰레기 처리시설은 음식물쓰레기의 수송과 처리과정중 발생하는 심한 악취⁴⁾로 대부분 혐오시설로 인정되어 시설입지의 인근 주민들로부터의 반대로 설치가 순조롭지 못하며 특히 처리과정에서 나오는 메르캄탄류, 아민류 등 악취물질 발생으로, 인근 주민들에게 불쾌감과 혐오감을 줌으로서 집단민원의 대상이 되고 있는 현실정이다.⁵⁾

따라서 본연구에서는 음식물쓰레기처리 시설에서 발생하는 악취물질인 메르캄탄류, 설파이드류, 아세트알데히드류 등을 저감하기 위하여 시중에서 널리 쓰이는 악취제거제 및 악취제거능력을 가진 물질로 알려진 목초액을 사용하여 제거제별 제거성능을 비교검토하고 음식물쓰레기처리시설에서 발생하는 악취물질의 저감을 위한 방안을 제시하므로서 음식물쓰레기처리시설의 효율적인 운영과 관리를 기하고 음식물쓰레기처리시설에 대한 환경친화적인 이미지 제고 및 주민들의 NIMBY(Not In My Back Yard)현상을 해소하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

문헌고찰

1. 음식물쓰레기 발생 및 수거⁶⁾

1.1. 발생현황

음식물류폐기물은 가정(단독주택, 공동주택), 집단급식소, 음식점, 대규모점포, 농수

(’04. 2/4분기, 단위 : 톤/일)

구 분	합 계	가 정	집단급식소	음식점	대규모점포	농수산시장	관광·숙박시설
발 생 량	11,553	8,003	633	2,180	180	461	96
발생률(%)	100	69	5	19	2	4	1

산물도매시장 그리고 관광숙박업소 등에서 주로 발생하며 이중 가정과 음식점에서 전체 음식물류폐기물의 88%가 발생한다.

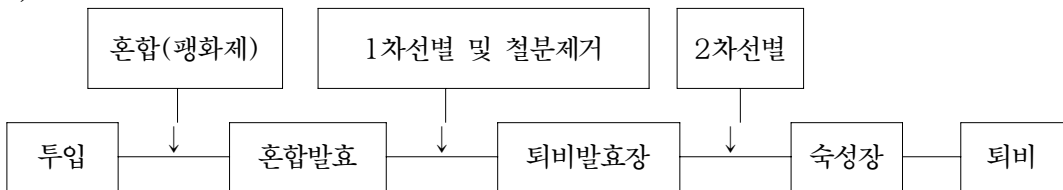
1.2. 수거방법

각 가정에서 배출된 음식물쓰레기를 지자체에서는 직접 또는 위탁에 의해 음식물류폐기물 전용수거차량 등을 이용해 새벽이나 아침에 수거를 하고 음식물쓰레기처리시설에서 처리한다.

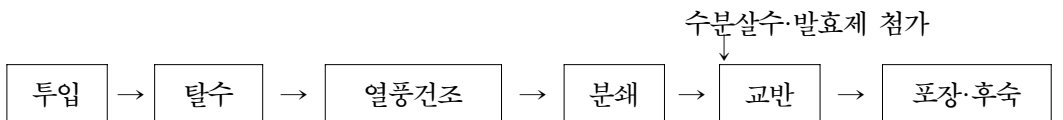
2. 음식물쓰레기의 일반적인 처리과정

음식물쓰레기를 자원화하는 방법은 1)미생물발효에 의한 퇴비화, 2)건조에 의한 퇴비화 3)습식분쇄에 의한 사료화, 4)증자(Cooking)에 의한 사료화, 5)기름튀김방식에 의한 사료화, 6)혐기성분해에 의한 연료화, 7)지렁이 사육 방법으로 대별할 수 있고⁷⁾⁸⁾ 주요 처리공정은 다음과 같다.

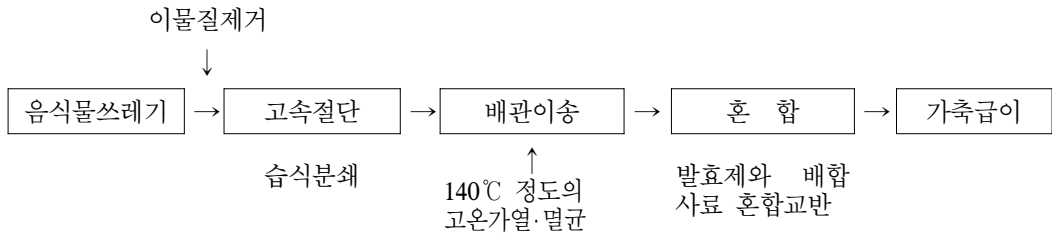
1)



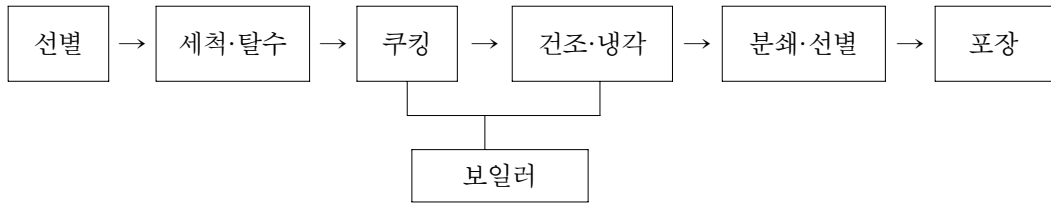
2)



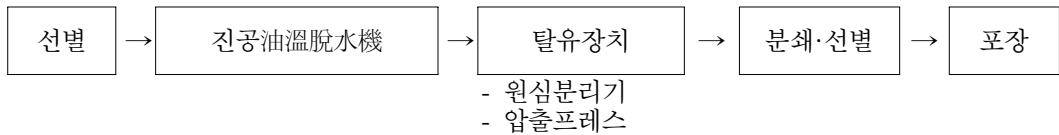
3)



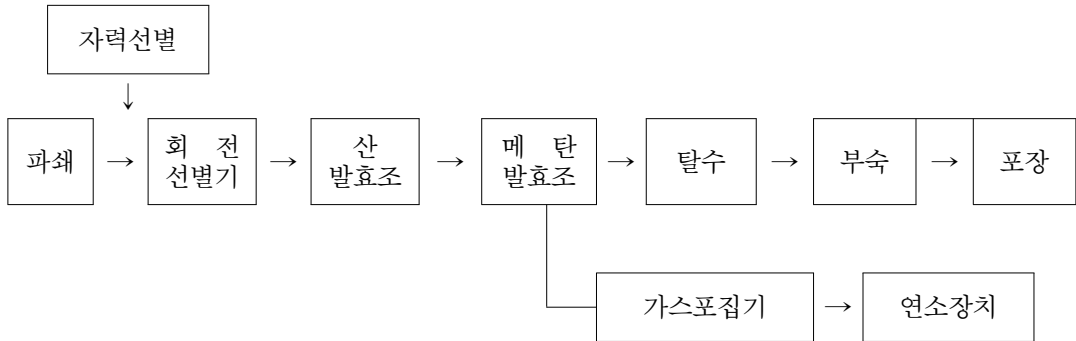
4)



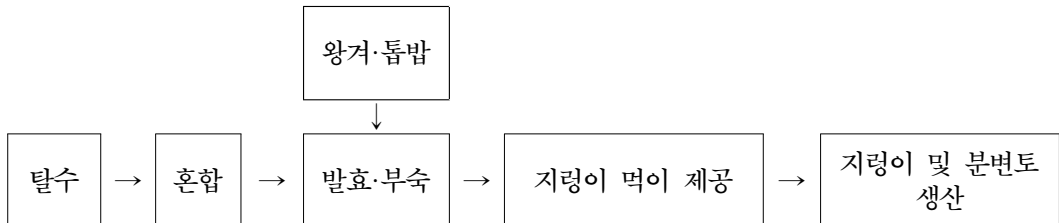
5)



6)



7)



2.1. 주요 처리공정

1) 미생물발효에 의한 퇴비화 시설

- 혼합발효조에서는 발효제를 투입하여 24 시간 교반시켜 함수율이 52%이하로 만듦
- 퇴비발효장에서는 28-30일간 체류시키면서 공기송풍과 온도를 55-60℃를 유지시키며, 퇴비이송로더로 일일 20회정도 교반
- 퇴비숙성장에서는 공기투입과 교반을 실시하여 함수율 42%이하의 퇴비를 생산

2) 건조에 의한 퇴비화 시설

- 기계식 압착으로 탈수(75%제거)한 후 열풍식 건조실로 이송되어 180-250℃ 열풍에 의해 수분이 80%이상 건조됨.
- 건조된 쓰레기는 분쇄기로 이송되어 잘게 파쇄한 후 교반기에서 후숙에 필요한 수분살수 및 발효제를 첨가

3) 습식분쇄에 의한 사료화 시설

- 음식물쓰레기의 이물질들을 선별·제거한 후 수분이 있는 상태에서 파쇄하여 가온 멸균하거나, 유기산 등을 첨가하여 부패균 등을 사멸시킨 후 기존 배합사료와 혼합하여 가축먹이로 바로 공급하는 기술로써 축산농가(오리, 돼지)에서 직접 실용화하고 있는 기술임

4) 증자(Cooking)에 의한 사료화 시설

- 염도 및 매운 맛을 제거하기 위한 세탁·탈수공정을 거친후 증자시설에서 90 - 110℃ 온도로 30분간 증자하여 가공에 따른 영양소 파괴를 최소화 함
- 90℃에서 1시간동안 건조시켜 수분함량을 10%이하로 낮춘 후 로타리방식으로 냉각시켜 수분함량을 6%정도로 조정

5) 기름튀김 방식에 의한 사료화 시설

- 진공油溫脫水機에서 기름에 의해 다량의 수분을 6%이하로 빠른 시간내에 건조 (기름의 열화를 막기 위하여 감압하에서 건조)
- 건조된 원료에 함유된 기름을 제거하기 위하여 원심분리기나 압출프레스를 거쳐 탈유를 실시하고, 이를 분쇄·선별하여 사료로 이용

6) 혐기성분해에 의한 연료화 시설

- 회전선별기(드럼스크린)에서 비닐봉지 등 이물질을 제거한 후 산발효조에 이송하여 중온(30-38℃)에서 산발효 과정을 거침(체류시간:5일)
- 메탄발효조에서는 중온(36-38℃)상태에서 15일동안 체류시키면서 메탄발효 과정을 거치며, 생성된 가스는 별도로 포집하고 발효가 끝난 슬러지는 탈수한 후 부숙시켜 퇴비로 이용
- 탈수시 응집제를 사용하는 문제점이 있음

7) 지렁이 사육 방법

- 음식물쓰레기를 탈수기를 이용하여 탈수한 후 톱밥, 왕겨 등과 혼합하고 발효제를 첨가하여 1개월간 발효·부숙시킴
- 부숙된 퇴비와 다른 슬러지를 혼합하여 지렁이 먹이를 제조
- 지렁이 먹이는 1회 10cm 높이로 주 1-2회 살포하고 적정 습도(65-75%) 유지를 위한 수분 살수와 최적온도(15-25℃)를 유지시킴
- 2년간 살포된 누적량은 약 30cm높이가 되며, 최대 1m 높이가 되면 지렁이와 분변토를 분리함

2.2. 주요 악취발생공정

이들 공정 중 주요 악취발생 시설은 원료인 음식물쓰레기를 반입하는 투입시설과 음식물쓰레기에 포함된 비닐, 뼈다귀, 주방용품 등 이물질을 선별제거하는 선별시설, 음식물폐기물의 입자를 작게하여 처리효율을 높이기 위한 파쇄시설, 음식물쓰레기를 살균하는 증자시설이며 이들 시설에서 발생하는 악취공기를 흡인하여 악취제거시설에서 악취를 제거하여 최종배출구로 배출한다. 그러나 실제로는 이들 시설에서 발생하는 악취물질의 상당량이 악취제거시설로 흡인되지 않고 작업장으로 누출되고 대기중으로 확산되므로써 음식물쓰레기처리장 인근 주민들에게 악취고통을 주고 있는 실정이다.

악취제거시설의 악취제거방법은 세정식, 생물학적 처리, 흡착법, 산화법 등을 사용하고 있다. 주요 악취발생 시설은 Fig. 1과 같다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

부산광역시○○○교육원 연수생 식당에서 발생하는 잔반인 음식물쓰레기로서 수분만이 제거된 것으로 파쇄와 탈수 등 전처리를 실시하지 않았다.

조성은 밥, 김치, 새우, 칼치, 호박, 파, 고춧가루 양념 등으로 실험시마다 약간 달랐으나 일반가정에서 배출되는 음식물쓰레기 조성과의 차이가 없었다.



<Hopper>



<Impurity Selector>



<Grinder>



<Cooker>

Fig. 1. Odor generating main facilities

Table 1. Food waste composition per each deodorizing experiment

악취제거제	조 성
- (3일간방치)	밥, 김치, 갈치, 콩나물, 고춧가루 양념
목초액 희석액	밥, 김치, 새우, 호박, 파, 고춧가루 양념 등
3% ClO ₂ 희석액	밥, 조기, 쇠고기, 깍두기, 오이, 도토리묵, 파, 당근, 고춧가루 양념 등

2. 실험방법

식당에서 발생된 음식물쓰레기를 Fig. 2의 폴리프로필렌 재질의 사각형 반응조(17L, 0.22 × 0.18 × 0.44 m)에 10 cm 깊이로 적치(積置)하고 일반가정에서 음식물쓰레기가 발생되고 방치된 후 음식물쓰레기처리장에 도달하는 일수와 같게 20℃에서 3일간 방치 후 악취제거용 분무제 2종(목초액 10배, 100배희석액, 3% ClO₂ 50배, 100배희석액)10ml(음식물쓰레기 표면적 당 252.5 ml/m²)를 분무하고 일정한 시간 간격으로 발생된 악취가스를 반응조 상부의 도관으로부터 Sampling pump(Dwyer 社, UP-18DT, Versatile pump)를 이용하여 Teflon bag 1L에 채취하여 기기 분석하였다. 폴리프로필렌 반응조는 실험전 25~30℃의 기온에서 태양광에 4시간 이상 2회 폭기하여 반응조용기에서 유래할 수 있는 악취물질 발생 가능성을 배제하였다. 대조 시험으로 악취제거용 분무제 대신 물을 사용하여 동시 실험을 하였다.

3. 악취물질 분석방법

Teflon bag으로 채취된 악취가스중의 악

취물질 분석은 미국환경보호청 EPA의 TO-15 방법⁹⁾에 의해 GC/MSD로 분석하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

실험결과 및 고찰

1. 음식물쓰레기 3일간 방치기간중의 악취물질 농도변화

음식물쓰레기를 20℃에서 3일간 반응조에 방치했을 때 발생한 주요 악취물질의 농도 및 변화는 Table 3과 같다.

여기서 기여도(%)는 3일후의 측정농도를 최소감지(Threshold)농도¹⁰⁾¹¹⁾로 나누어 각물질의 예상악취강도(Expected Odor Conc)¹²⁾¹³⁾를 구하고 각 물질들의 전체 예상악취강도에 대한 그 물질의 예상악취강도 백분율을 의미하는 것으로 그 물질이 전체 악취물질에서 차지하는 악취의 세기를 의미한다.

$$Opf = C_m / C_T$$

Opf : 측정된 악취성분의 예상악취농도

C_m : 측정된 악취 성분 농도

C_T : 측정된 악취성분의 최소감지값



Fig. 2 Reactor

Table 2. Analytical conditions of Preconcentration and GC/MSD

Analyzer	Conditions	
7100 Preconcentrator (Entech사)	Trap 1 (Empty Trap)	·Sample Vol. : 500ml ·Flow rate : 60ml/min ·Trapping : -10℃ ·Desorb : 20℃(Preheat 20℃)
	Trap 2 (Tenax Trap)	·Trapping : -70℃ ·Desorb : 180℃
	Cryofocusing Trap	·Cool down temp. : -180℃ ·Injection temp : 80~90℃ ·Injection time : 2min
6890N GC (Agilent사)	Injector	·Volatile Interface, 100℃
	Column	·HP-1MS(30m x 0.2mm x 1.0μm) ·Carrier gas : He 1.2ml /min
	Oven Temperature	·Initial Temp. : 30℃(10min) ·1st Ramp : 5℃/min ·1st Hold Temp. : 100℃(1min) ·2nd Ramp : 15℃/min ·Final Temp. : 230℃(3min)
5973MSD (Agilent사)	Detector	·MSD temp : 230℃ ·EM Volts : 1618 ·Scan mode (range 30-600)

Table 3. Concentration Daily Variation of main odor materials

Odor materials	Initial Conc. (ppm)	Conc. after 1day (ppm)	Conc. after 2days (ppm)	Conc. after 3days (ppm)	Threshold (ppm)	After 3 days	
						Expected Odor Conc.	Attribution (%)
Methyl mercaptan	1125.7	3409.6	355.4	17.0	0.00007	242808.6	2.8
Allyl mercaptan	2793.4	6234.7	47.6	0.0	0.0001	0.0	0.0
Propyl mercaptan	126.0	535.1	0.0	0.0	0.000013	0.0	0.0
Dimethyl Sulfide	827.9	1300.3	1109.4	768.8	0.003	256266.0	3.0
Diallyl sulfide	253.4	440.7	488.7	460.2	0.00022	2091755.4	23.4
Methyl Allyl sulfide	655.7	1704.6	1640.8	833.9	0.00014	5956471.3	66.6
Dimethyl Disulfide	650.6	659.8	344.2	152.7	0.0022	69394.2	0.8
Methyl Allyl Disulfide	491.0	611.9	84.8	0.0	0.00014	0.0	0.0
Methyl propyl Disulfide	35.7	49.2	19.6	0.0	0.00022	0.0	0.0
Dially Disulfide	163.8	278.9	144.4	0.0	0.00022	0.0	0.0
Dipropyl Disulfide	213.0	0.0	0.0	0.0	0.00022	0.0	0.0
Carbon disulfide	23.5	13.4	19.9	46.4	0.21	221.1	0.002
Acetaldehyde	1032.7	3035.6	1263.5	64.8	0.002	43224.2	0.5
Styrene	7.0	0.0	0.0	0.0	0.035	0.0	0.0
Methyl ethyl ketone	0.0	0.0	576.8	2799.3	0.440	6362.1	0.1
Ethyl Acetate	0.0	3120.9	831.3	0.0	0.87000	0.0	0.0

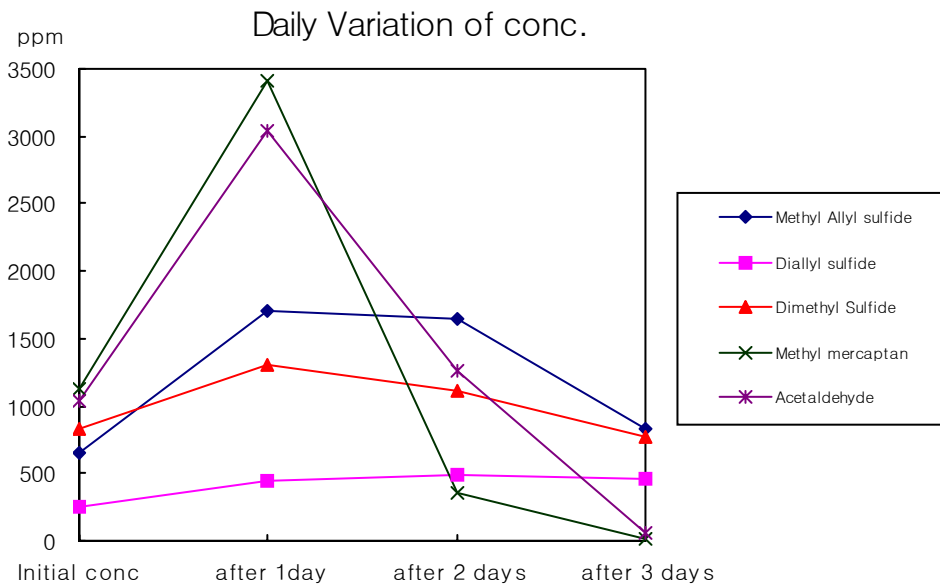


Fig. 3. Conc. variation of 5 main materials by days

$$A_o = (Opf / \sum Opf) \times 100$$

Ao : 악취기여도(%)

$\sum Opf$: 모든 악취성분의 예상악취
농도 합

악취기여도가 큰 물질순으로는 Methyl Allyl sulfide, Diallyl sulfide, Dimethyl Sulfide, Methyl mercaptan, Acetaldehyde 등의 순으로 나타나 황화합물이 주요 악취물질임을 알 수 있다. 이들 물질의 방치일수별 농도변화는 Fig. 3과 같다. 이들 물질들은 방치 1일째 최고농도를 보이다가 2일째부터 농도가 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 목초액(Pyroligneous Liquid) 희석액에 의한 악취 제거

목초액이나 죽초액은 수분이 80~90%, 나머지 10~20%가 Formic acid 등 산류, 크레졸류, 페놀류 등을 포함하는 pH 2~3의 산성액으로 숯 제조과정에서 목재 열분해시 발생하는 증기를 냉각응축하여 만든 천연추출물로서 인체에 크게 유해하지 않고 암모니아, 아민류 등 염기성 악취물질을 중화반응에 의하여 제거하므로 세정탈취제로 사용한다.^{14),15)}

현재까지 악취물질별 제거 mechanism은 문헌상으로는 없으나 염기성물질은 중화반응으로 그 외 물질은 액적에 의한 흡착, 침강 반응에 의해 제거되는 것으로 생각된다.

시판용 목초액을 구입하여 축산농가에서 암모니아 가스를 제거하거나 침출수 악취를 제거¹⁶⁾하기 위한 연구에서 사용한 희석

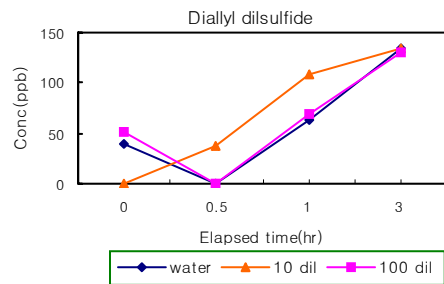
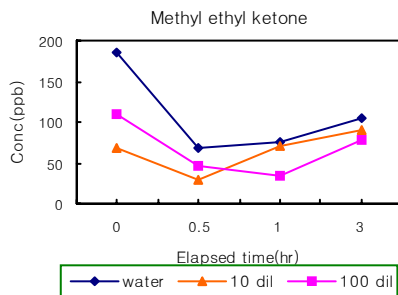
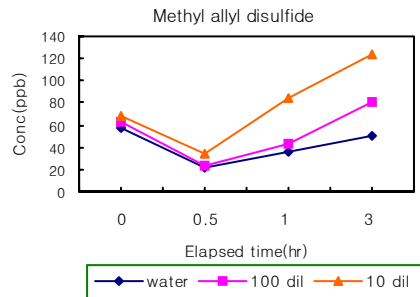
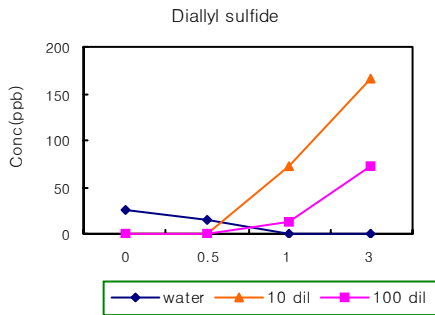
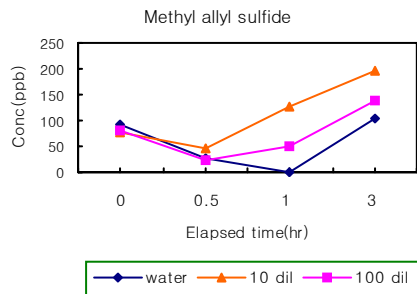
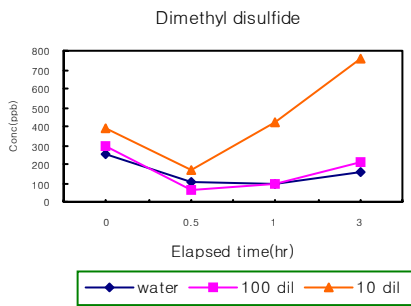
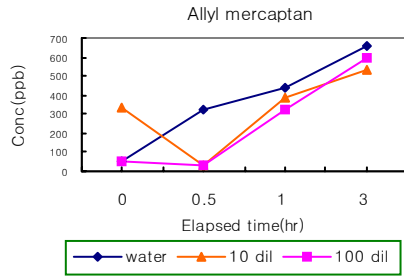
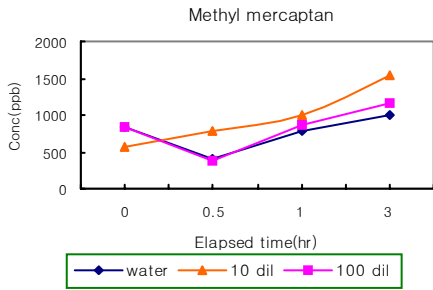
농도인 10배, 100배 희석액 10 ml를 3일간 방치한 각각의 음식물쓰레기에 분무하여 악취물질의 경시변화를 실험한 결과를 Fig. 4 & 5 및 Table 4에 나타내었다. 대조시험으로 물 10 ml을 분무하였다.

일반적으로 음식물쓰레기처리장에서 음식물쓰레기가 투입 Hopper에 투입되면 30분 이내에 Fig. 1에서와 같은 후속공정인 선별, 파쇄, 탈수, 증자 등의 공정을 거치므로 여기서는 분무후 30분에서의 악취물질 농도변화를 고찰하였다.

분무 후 30분에서 물의 경우 Allyl mercaptan, 목초액의 경우는 10배 희석액에서 Methyl mercaptan, Diallyl disulfide를 제외하고 악취성분농도의 감소를 보였다. 그러나 Fig. 4에서 이들 물질들은 계속되는 음식물쓰레기의 부패로 발생하는 악취물질로 인하여 분무 후 30분 이후에서도 그 농도가 계속 증가하므로 이들 악취물질에 대해서 제거효과가 없다고는 말할 수 없다.

분무 후 30분에서 목초액의 희석배율별 각 악취물질의 농도저감율을 나타낸 Table 4와 Fig. 5에서 전체적인 악취물질저감율의 크기는 목초액 100배 희석액, 물, 목초액 10배 희석액 순으로 나타났다.

분무한 목초액 희석액과 물의 실험에서 각 악취물질들의 초기농도가 차이를 보이는 것은 음식물쓰레기 각 시료를 균질화할 수 없었기 때문으로 생각된다.



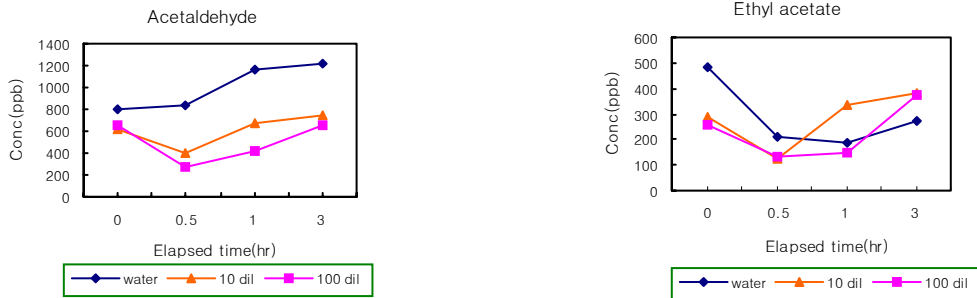


Fig. 4. Elapsed time conc. variation of odor materials after spraying diluted pyroligneous liquid

Table 4. Comparison of decrease rate between water & diluted Pyroligneous liquid sprayed

odor materials	Conc (ppb) before spraying			30 min conc(ppb) after spraying and decrease rate						
	water	10 times diluted	100 times diluted	water	decrease rate(%)	10 times diluted	decrease rate(%)	100 times diluted	decrease rate(%)	
Methyl mercaptan	843.0	575.3	825.0	412.2	51.1	780.0 ↑	-35.6	374.8	54.6	
Allyl mercaptan	53.8	331.6	54.0	325.9 ↑	-505.9	26.5	92.0	26.7	50.5	
Diallyl sulfide	25.6	0.0	0.0	15.2	40.6	0.0	-	0.0	-	
Methyl allyl sulfide	91.4	77.2	78.9	27.6	69.8	47.8	38.1	24.5	68.9	
Dimethyl Disulfide	248.7	387.1	293.0	15.2	93.9	166.5	57.0	0.0	100.0	
Methyl ally disulfide	57.4	67.6	62.0	20.9	63.7	33.8	50.1	23.9	61.4	
Methyl Ethyl Ketone	184.8	67.1	110.6	68.4	63.0	29.7	55.8	46.9	57.5	
Diallyl disulfide	40.0	0.0	51.7	0.0	100.0	38.3 ↑	-	0.0	100.0	
Acetaldehyde	795.4	621.9	656.1	831.0	-4.5	399.0	35.8	266.7	59.3	
Ethyl Acetate	481.3	286.6	260.2	208.2	56.7	123.0	57.1	130.6	49.8	
				Aver. decrease rate(%) : 2.8		Aver. decrease rate(%) : 43.8		Aver. decrease rate(%) : 66.9		

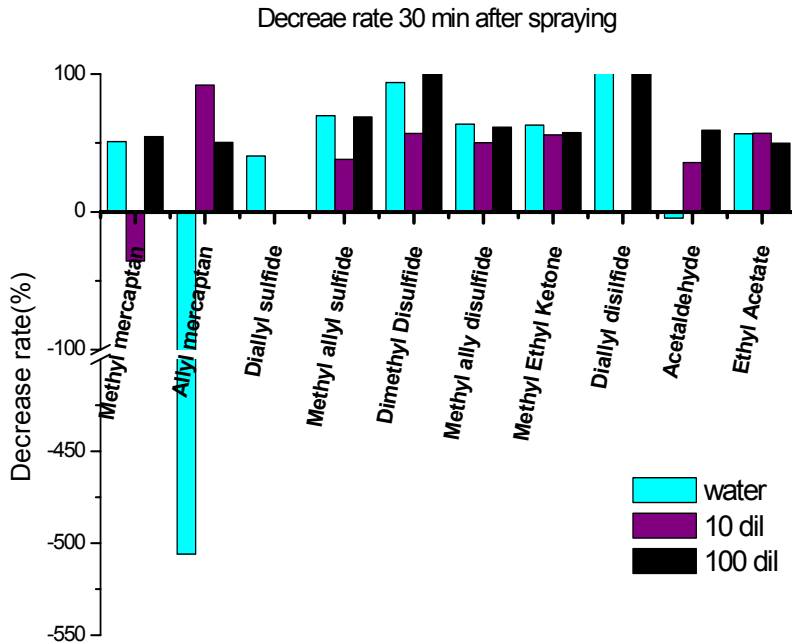


Fig. 5. Decrease rate between water & diluted pyrolytic liquid sprayed

3. 3% 이산화염소(ClO_2) 희석액에 의한 악취제거

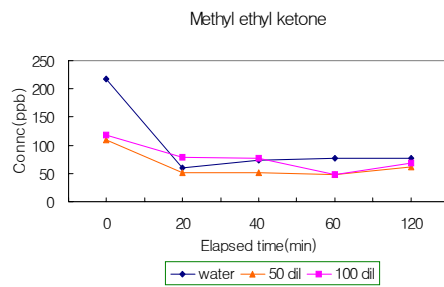
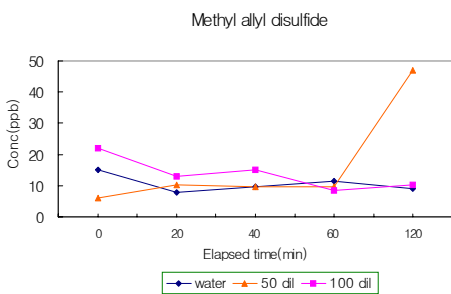
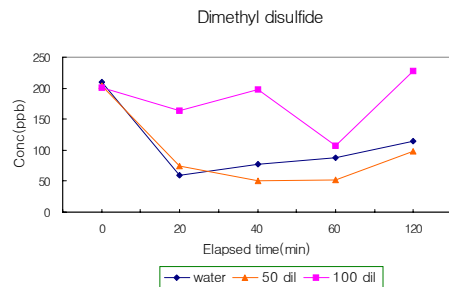
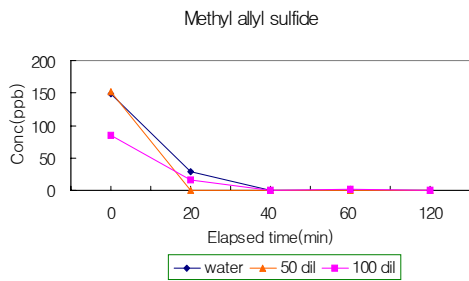
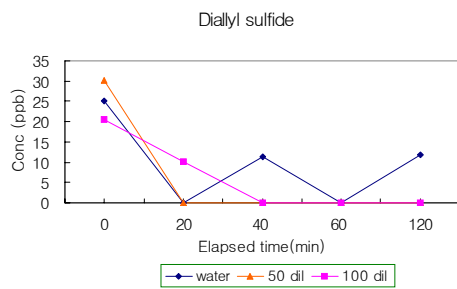
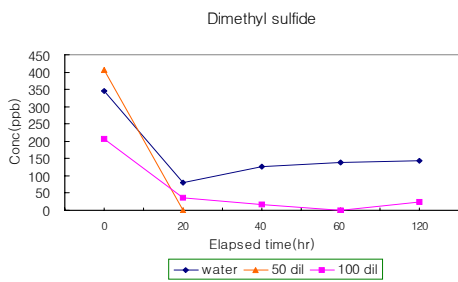
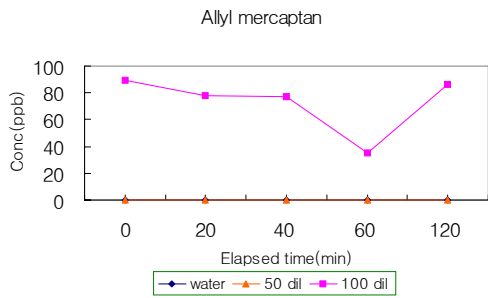
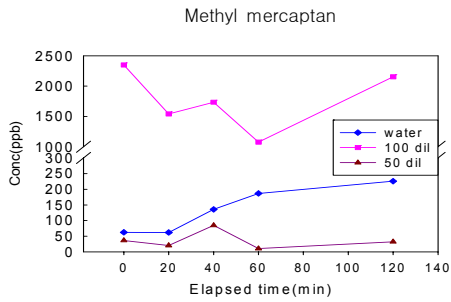
이산화염소는 발생기 산소에 의한 염소보다 강한 산화력으로 셀룰로즈, 펄프의 표백, 물의 이취미 제거, 물중의 철, 망간 제거, 살균소독제 등으로 사용되고 있다.¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾

본 실험에서는 3% ClO_2 용액(25% ClO_2 용액 희석, Sabre Oxidation Technologies, 미)을 사용하여 음식물쓰레기매립지의 악취 저감을 위한 연구²⁰⁾에서 사용한 희석농도인 50배, 100배 희석액 10 ml를 3일간 방치한 각각의 음식물쓰레기에 분무하여

악취물질의 경시변화를 실험한 결과를 Fig. 6 & 7 및 Table 5에 나타내었다. 대조시험으로 물 10 ml를 분무하였다.

분무 후 20분에서 Actaldehyde와 Methyl allyl disulfide를 제외하고 모든 악취성분이 감소하였는데 물에 무제한으로 혼화²¹⁾하는 Actaldehyde의 경우는 물 10ml를 분무한 후에도 오히려 농도가 상승하는 것은 음식물쓰레기의 계속되는 부패로 Actaldehyde가 왕성히 생성된 것에 기인한 것으로 보여진다.

Methyl allyl disulfide의 경우는 물, 3% ClO_2 solution 100배, 50배순으로 저감율이 낮아지는 것으로 보아 ClO_2 solution의 이



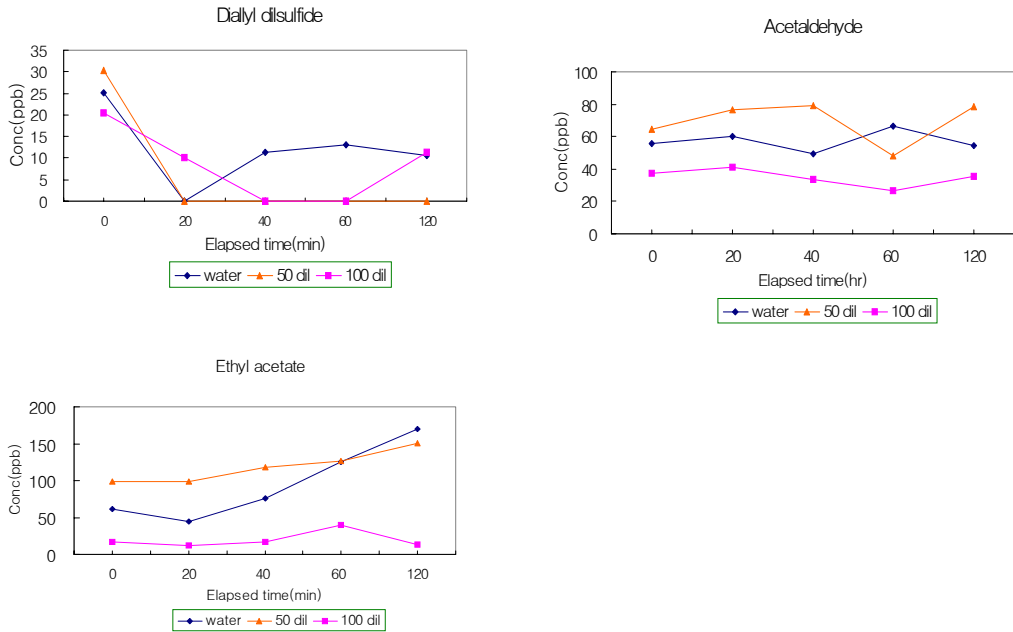


Fig. 6. Elapsed time conc. variation of odor materials after spraying diluted 3% ClO₂ solution

Table. 5 Comparison of decrease rate between water & diluted 3% ClO₂ solution sprayed

odor materials	Conc (ppb) before spraying			20 min conc(ppb) after spraying and decrease rate					
	water	50 tmes diluted	100 times diluted	water	decrease rate(%)	50 times diluted	decrease rate(%)	100 times diluted	decrease rate(%)
Methyl mercaptan	62.5	36.5	2350.6	62.0	0.9	20.7	43.2	1541.3	34.4
Allyl mercaptan	0.0	0.0	88.9	0.0	-	0.0	-	78.2	12.1
Dimethyl sulfide	345.1	406.8	207.5	80.3	76.7	0.0	100.0	35.7	82.8
Diallyl sulfide	25.2	30.2	20.6	0.0	100.0	0.0	100.0	10.1	51.1
Methyl allyl sulfide	149.6	152.2	85.5	29.2	80.5	0.0	100.0	16.4	80.8
Dimethyl Disulfide	209.8	203.9	200.4	59.0	71.9	74.6	63.4	164.2	18.1
Methyl ally disulfide	15.2	5.9	22.0	7.9	47.9	10.1↑	-71.3	12.9	41.3
Methyl Ethyl Ketone	217.4	109.6	118.5	60.6	72.1	51.8	52.7	78.8	33.5
Diallyl disilfide	25.2	30.2	20.6	0.0	100.0	0.0	100.0	10.1	51.1
Acetaldehyde	55.7	64.6	37.4	60.1↑	-7.9	76.3↑	-18.2	41.2↑	-10.1
Ethyl Acetate	61.5	98.2	17.0	45.0	26.8	99.3	-1.1	12.2	28.1
				Aver.decrease rate(%) : 56.9		Aver.decrease rate(%) : 46.9		Aver.decrease rate(%) : 38.5	

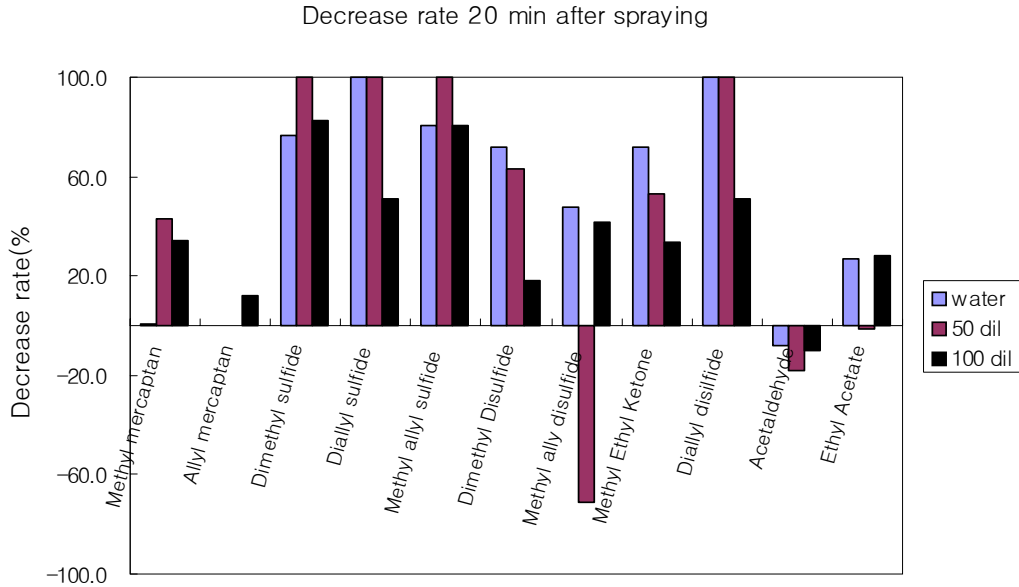


Fig. 7. Decrease rate between water & diluted 3% ClO₂ solution sprayed

물질에 대한 산화력은 저농도에서 효과가 있는 것으로 생각된다. 여기서 대부분의 악취물질들이 3% ClO₂ solution 분무 후 60분 후 농도상승을 보이는 것은 3% ClO₂의 50배~100배 희석농도에서 이들 물질에 대한 접촉산화력 지속시간이 60분임을 의미하며 빛으로 차단된 급수시스템에서 ClO₂의 잔류시간이 48시간임²²⁾에 비하여 매우 짧은 것은 미립의 aerosol로 분무된 것이 짧은 시간내 휘발했기 때문으로 추정된다.

분무 후 20분에서 3% ClO₂ solution의 희석배율별, 각 악취물질의 농도저감율을 나타낸 Table. 5와 Fig. 6에서 전체적인 악취물질저감율의 크기는 물, 3% ClO₂ 50배 희석액, 3% ClO₂ 100배 희석액 순으로 나

타났다.

4. 악취제거제 별 농도저감율 및 비용

음식물쓰레기를 3일간 방치 후 각 악취제거제 10 ml(음식물쓰레기 표면적 당 252.5 ml/m²)을 분무하고 20~30 분에서의 평균 농도저감율과 비용을 비교한 결과를 Table. 6에 나타내었다.

악취물질의 농도저감율이 가장 높은 악취제거제는 목초액 100배희석액 66.9%, 3% ClO₂ solution 50배희석액(ClO₂ 0.06% 함유) 46.9%, 물 29.9%로 나타났다.

일일 배합사료 생산량이 7.5 톤, 가동시간 10시간, 투입호퍼, 건조기 등의 시설면적 약 329 m²인 부산시 S구 소재 FR 센

Table 6. Comparison between Aver. decreasing rate and cost(won)

Decdorizer		Aver. decreasing rate(%)	won/252.5 ml · m ²	Source (Price)
water		29.9	0.3	Busan city waterworks Headq. (for business, 1,070won/m ³)
Pyroligneous liquid	10 times diluted	43.8	63.1	S Pyrol. Manuf. Co. (10,000won/4L)
	100 times diluted	66.9	6.3	
3% ClO ₂ solution	50 times diluted (ClO ₂ 0.06%)	46.9	7.6	P Manuf. Co. (26,400won/5%20L)
	100 times diluted (ClO ₂ 0.03%)	38.5	3.8	

타의 경우 목초액 100배희석액을 사용 30 분마다 분무살포한다면 소요비용은

$$329 \text{ m}^2 \times 6.3 \text{ 원}/252.5 \text{ ml} \cdot \text{m}^2 \times \frac{10 \text{ hr}/\text{day}}{0.5 \text{ hr}} = 41,454 \text{ 원}/\text{day}$$

이며 일 41,454원의 비용으로 기존 악취발생농도를 상당히 줄일 수 있을 것으로 사료되며 정확한 농도저감효과는 현장 실측이 따라야 할 것으로 판단된다.

결 론

음식물쓰레기 처리설비로부터 발생하는 악취를 저감하기 위하여 부산광역시○○○

교육원 연수생 식당 잔반을 3일간 방치 후 각종 악취제거제로 실험한 결과는 다음과 같다.

- 음식물쓰레기를 3일간 방치했을 때 발생하는 악취물질의 악취기여도는 Methyl Allyl sulfide 66.6%, Diallyl sulfide 23.4%, Dimethyl Sulfide, 3.0%, Methyl mercaptan 2.8%, Acetaldehyde 0.5% 등의 순으로 나타났다.
- 음식물쓰레기를 3일간 방치후 각 악취제거제 10ml(음식물쓰레기 표면적 당 252.5 ml/m²)을 분무하고 20~30 분에서

- 의 악취물질의 평균 농도저감율은 목초액 100배희석액 66.9%, 3% ClO₂ 용액 50배희석액(이산화염소 0.06%) 46.9%, 물 29.9% 순으로 나타났다.
3. 목초액희석액의 경우 10배희석액에서 43.8%, 100배희석액에서 66.9%의 악취물질 농도저감율을 보여 높은 희석배율에서 저감율이 높았다.
 4. 3% ClO₂의 50배~100배 희석농도에서 악취 물질에 대한 접촉산화력 지속시간은 60분으로 나타났다.
 5. 부산시 S구 소재 FR 센타의 경우 목초액 100배희석액을 30분마다 분무 사용하면 일 41,454원의 비용으로 작업장내 기존 악취발생농도를 상당히 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.
 - 5) 국제신문 사회 7면, “울산 북구 음식물쓰레기처리시설 갈등으로 주민들 자녀 등교 거부”(2004.11.30.)의 다수
 - 6) 환경부, 음식물류폐기물 처리 및 우수 시설 사례집, 3-13p(2004. 8)
 - 7) 환경부, 음식물쓰레기 줄이기 실무자료집, 음식물쓰레기 자원화기술, 67-72p(1998.1)
 - 8) 현근우 등, 음식물쓰레기 퇴비화장치의 실효성에 대한 보고, 강원도보건환경연구원보, 9-12p(1999)
 - 9) <http://www.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/to-15r.pdf>
 - 10) 환경부, 악취물질 발생원 관리방안 개선을 위한 조사연구, 181p(2001. 5)
 - 11) Hyun Keun Son et al, Quantification and Treatment of sludge odor, Environ. Eng. Res. Vol. 8, No. 5, 253p(2003)
 - 12) 송복주 등, 음식물쓰레기 처리설비의 악취성분에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 제21권 제2호, 110p(2004)
 - 13) 김만구 등, 오징어 가공공장에서 발생하는 냄새물질 분석, 한국냄새환경학회지 제3권 제2호, 118p(2004)
 - 14) 박정호 등, 축산농가에서 목초액을 이용한 암모니아 가스의 제거특성에 관한 연구, 한국환경과학회지 제12권(제12호), 1310p(2003)
 - 15) 박상범 등, 竹酢液의 精製 및 利用技術, 산림과학논문집 65, 101~103p (2002)
 - 16) 허광선 등, 목초액을 이용한 쓰레기 매립지 침출수의 악취제거에 관한 연구,

參 考 文 獻

- 1) 환경부, 2004 환경백서 543-544, 569p (2004)
- 2) 폐기물관리법시행규칙 제8조 폐기물의 수집·운반·보관·처리에 관한 구체적인 기준 및 방법
- 3) <http://www.foodwaste.or.kr>, 환경부 음식물쓰레기 감량·자원화 homepage
- 4) 부산발전연구원, 생활쓰레기의 효율적인 관리방안, 109p, 음식물쓰레기 처리 시설 확충(1998.3)

- 한국환경과학회지 제8권(제5호), 607~609p((1999)
- 17) The Merck Index 11th Ed, Merck & Co., Inc(1989)
- 18) 옥치상 등, 염소 및 이산화염소에 의한 상수 소독처리, 대한환경공학회지, 제11권 제12호, 28p(1989)
- 19) EPA, Guidance Manual Alternative Disinfectants and Oxidants, 4 Chlorine Dioxide(1999)
- 20) 윤석표 등, 냄새센서를 이용한 약액살포에 따른 매립지 악취저감도 평가, 한국폐기물학회지 제13권 제2호, 230p(1996)
- 21) 岩波 理化學辭典 第三版, 岩波書店(1972)
- 22) 이운진 등, 정수소독공정에 이용되는 염소, 이산화염소, 오존 소독제의 비교, 고찰에 관한 연구, 한국환경위생학회지, 제28권 제3호, 2p(2002)