

유기성 폐기물의 자원화시설

(음식물 쓰레기/하수슬러지의 콤포스트화)

(서울시 서대문구 음식물 쓰레기 자원화 센터)

주식회사 그린자원.

(사)유기성 폐기물 자원화 기술개발 연구조합.

목 차

I. 콤포스트의의 및 기본공정 (1 - 2)

1. 콤포스트화 의의
2. 콤포스트의 용도
3. 콤포스트화 기본 공정
4. 콤포스트공정의 온도 및 함수율 변화
5. 폐기물 성분별 감량화

II. 서울시 서대문구 음식물쓰레기 자원화센터 (3 - 17)

1. 연구목적
2. 연구 경과
3. 음식물자원화연구 및 연구책임자
4. 연구의의 / 신기술 요약
5. 자원화 센터 특징 / 기대효과
6. 종전 공법의 문제점 해결
7. 기본공정 요약 및 공정도
8. 최종산물의 용도 및 성상
9. 최종산물의 사용실적 및 주문확보
10. 향후 홍보 및 확산계획

III. 음식물쓰레기 처리의 제 방법 (18 - 22)

1. 감량화제방법(도표)
2. 각 감량화 방법별 비교
3. 콤포스트화 사료화의 문제점과 해결방안

IV. 별첨자료 (23-35)

1. 콤포스트 의의 및 기본공정

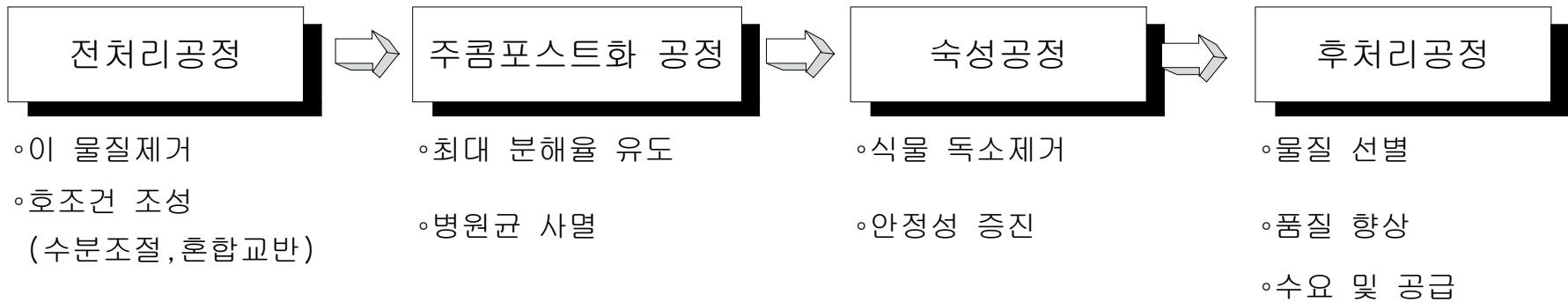
1. 콤포스트화 의의.

- 유기물을 미생물의 먹이로 활용한 호기성 분해.
- 분해열을 이용한 유기물 중 수분 증발 및 분해 적정온도 유지
- 두과정을 통하여 생산되는 최종 산물을 콤포스트라고하며 약90%의 이상 감량 효과가 있음

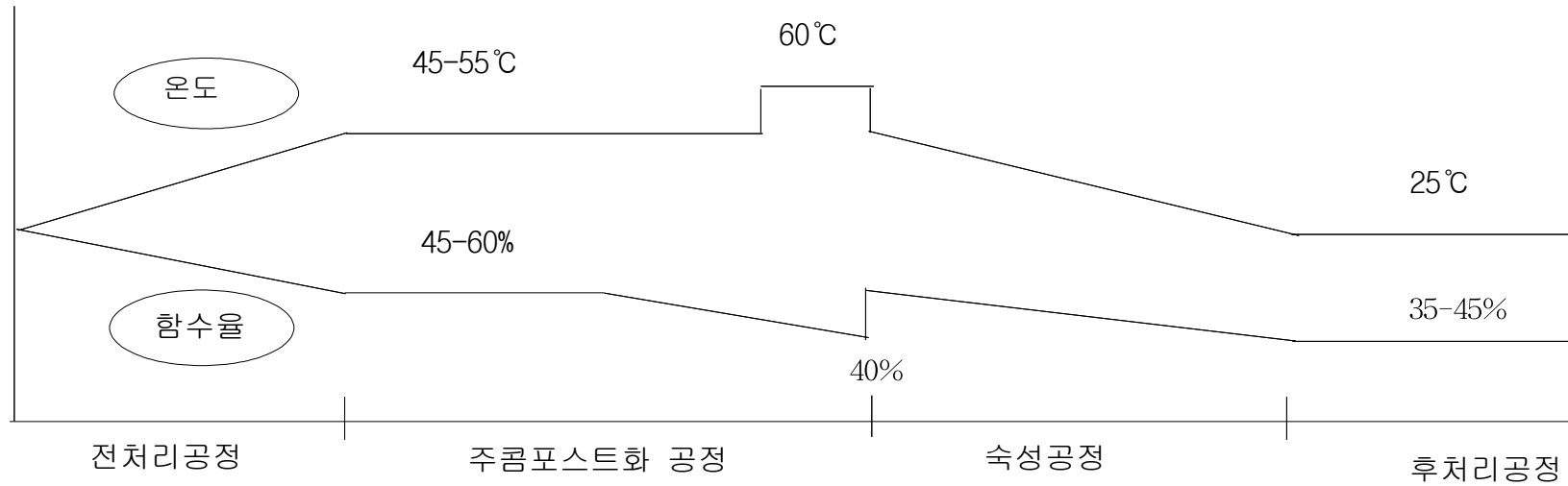
2. 콤포스트의 용도

- ①사면 안정제 ②매립 복토제 ③토양 개량제 ④유기질 퇴비

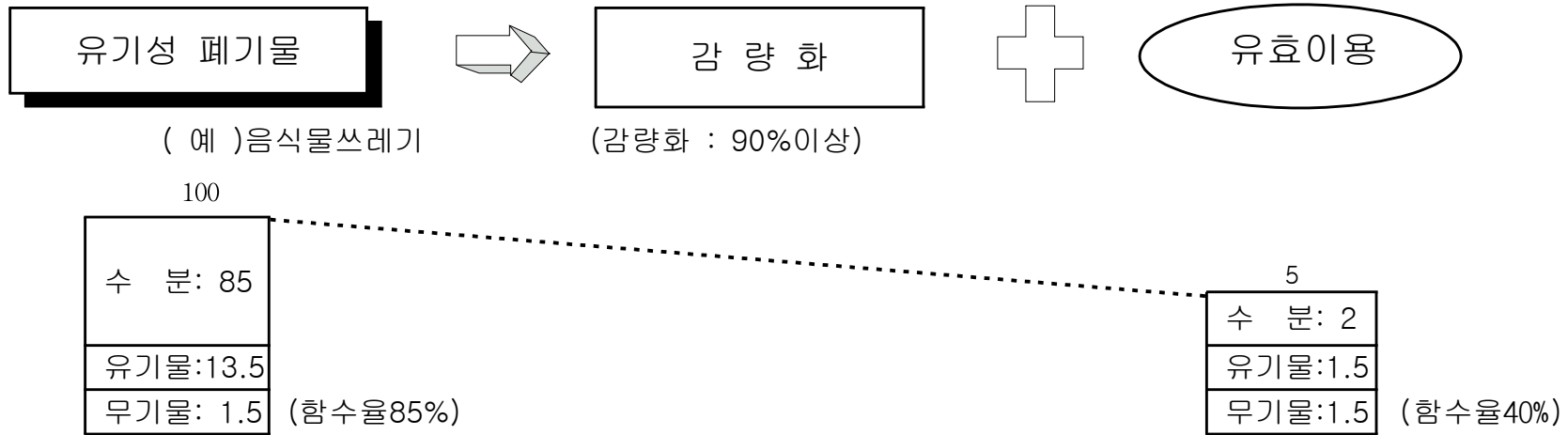
3. 콤포스트화 기본공정



4. 콤포스트 공정의 온도 및 함수율 변화



5. 폐기물의 성분별 감량화



II.서울시 서대문구 음식물쓰레기 자원화센터

1.연구목적

- 1)음식물쓰레기 감량화 및 직매립금지 대책
- 2)하수슬러지 직매립금지 대책
- 3)최종산물의 다용도 활용

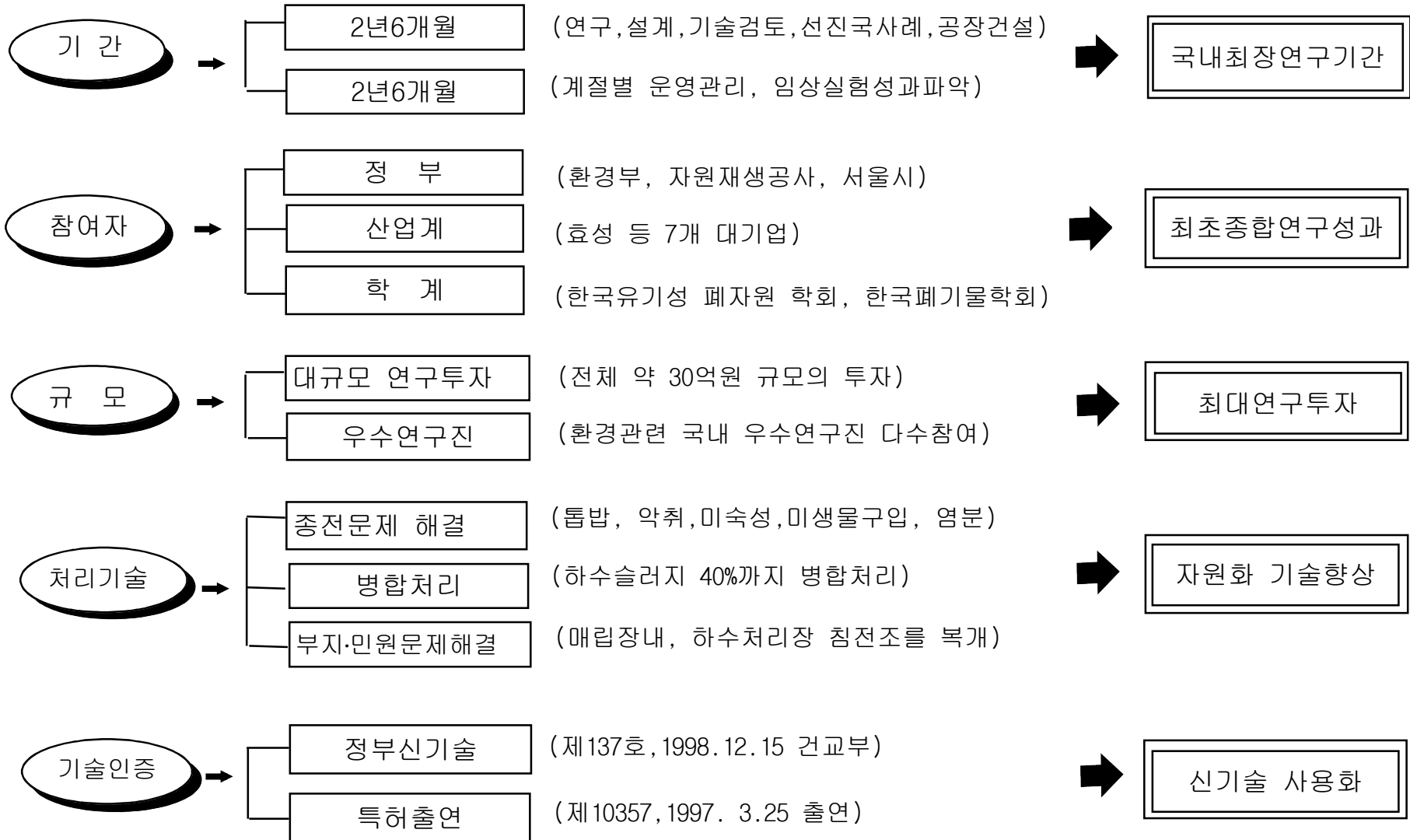
2.연구 경과

- 1)1993년 11월 유기성폐기물 자원화 기술개발 연구조합설립 및 관련 기관과 연구 제휴
 - 정부: 환경부, 서울시, 자원재생공사(공장부지, 연구비 지원)
 - 학계: 한국폐기물학회, 한국 유기성 폐자원학회(연구원 지원, 결과분석)
 - 기업: L·G건설, 진도종합건설, 풀림산업, 외4개업체 (공장건설, 연구비 지원)
- 2)1995년 12월 -1996년 6월 (6개월)
 - : 일10톤 용량의 자원화센터 공사 및 완료 (28억투자, 연구비 및 시운전비 13억포함)
- 3)1996년 6월 -1998년 11월 (2년6개월) : 실험개시 및 연구 성공
- 4)1998년 12월 15일 : 정부로부터 신기술 지정서 획득
- 5)1998년 12월 24일 : 자원화센터 서울시에 기부채납, 서대문구청으로 이관 완료
- 6)1999년 1월 : 일30톤 용량으로 증설 예산확보(서울시 서대문구청)
- 7)1999년 1월 : 자원화센터 위탁운영 관리자로 (주)그린자원 지정
- 8)1999년 3월 - 6월 : 일10톤으로 가동후 일30톤으로증설 완료예정

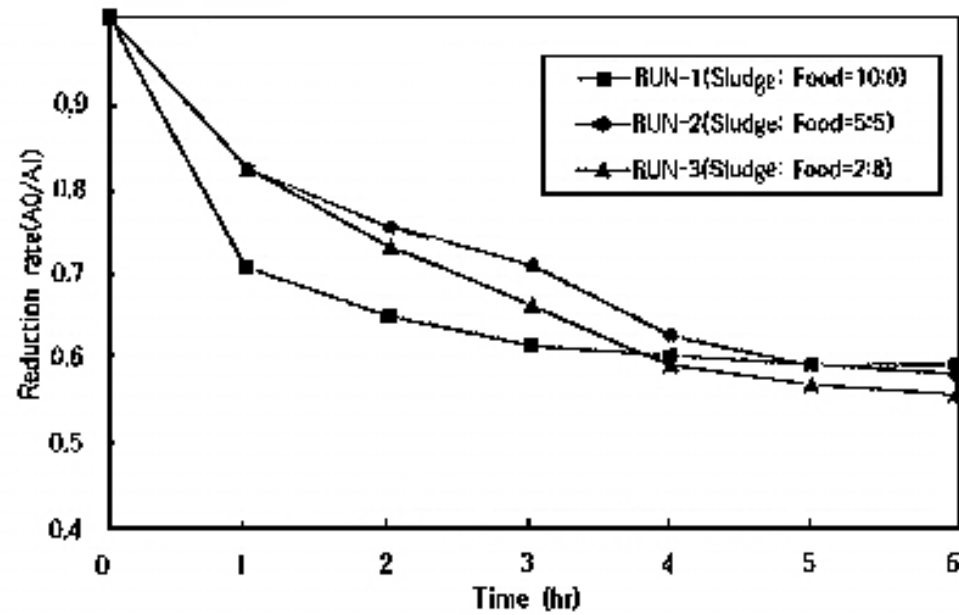
3. 음식물자원화 연구 및 연구책임자

연구 제목	연구책임자
1. 퇴비화 촉진을 위한 쓰레기 수거체계의 확립	◦한국과학기술원 교수 신항식 박사
2. 쓰레기 퇴비화 시설의 설계, 운영 지침 및 모델개발	◦한국건설기술연구원 공학박사 지재성
3. 파이롯트 플랜트 퇴비화 시설의 운전특성 및 개선방안	◦건국대학교 교수 남궁완 박사
4. 퇴비제품의 안정성·효용성 평가	◦충남대학교 교수 장기운 박사
5. 퇴비화와 폐기물관리 정책의 미래	◦전 폐기물정책과장 최주섭
6. 퇴비화에 대한 교육 및 홍보프로그램 개발	◦연세대학교 교수 정재춘 박사

4. 연구의의 / 신기술요약



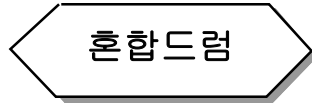
신기술2 : 처리 효율을 향상시키기 위하여 목편과 혼합드럼을 사용한 기술



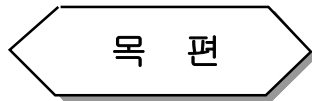
<혼합드럼에서 혼합 비율에 따른 부피 감량효과>

5. 자원화센타 특성 / 기대효과

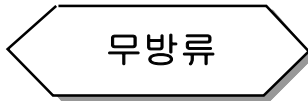
◇특성



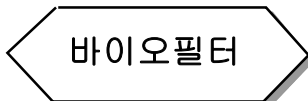
- ① 응집핵 기능 (공기투과성 향상)
- ② 원료의 급속한 파쇄 및 혼합
- ③ 미생물과 음식물의 원활한 혼합
- ④ 원료의 혐기성화 억제
- ⑤ 미생물 식종 여건 조성



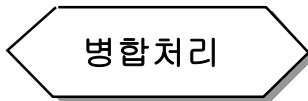
- ① 최대 산소 소비를 위한 원료의 공극률 개선
- ② 수분 증발 및 유기물질 분해시 물리적 구조 붕괴 방지



- ① 발생 침출수는 공정에 살수 처리(온도 및 함수율 조절)



- ① 특수 고안한 바이오필터로 악취 95%이상 제거.
- ② 탈취 충전재는 반송 물질(수분조절재, 콤포스트)로 활용
- ③ 주발효장 밀폐시설로 악취 포집효능제고



- ① 하수슬러지의 40%까지 사용으로 적정온도 유지 및 염분농도 저하

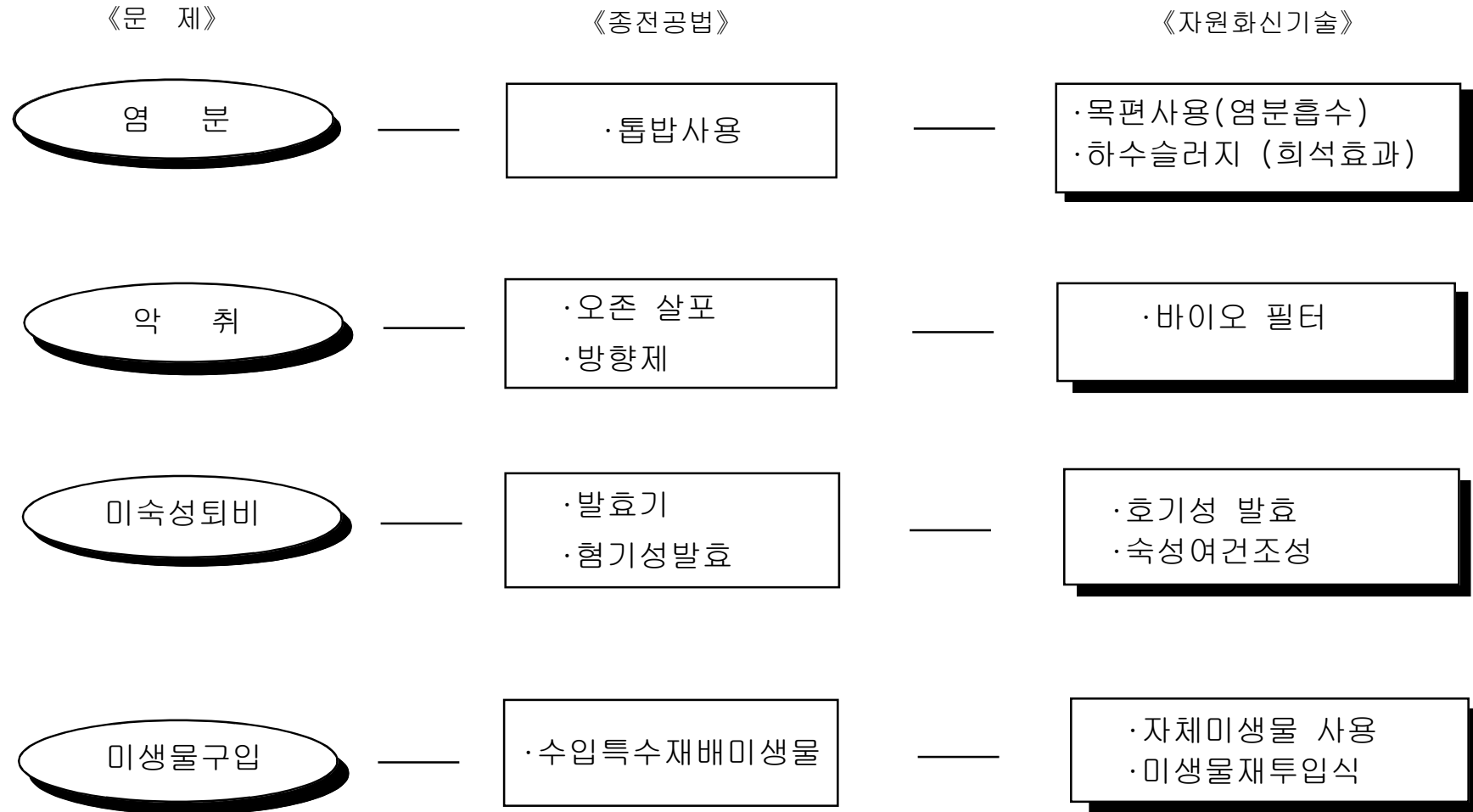
◇ 시설의 비용절감 기대 효과

혼합드럼내 응집핵 효과에 의한 감량화	⇒	시설 부지 및 규모	30-50%절감
미숙성 콤포스트 및 반송 목편 사용	⇒	악취탈취제	100%자급
반송 목편(수분 조절제) 사용	⇒	신규 수분조절제	90%재활용
반송 물질(콤포스트·목편) 재사용	⇒	미생물 식종	100%자급
발생 침출수 자체 처리	⇒	부족 용수 보충	90%보충
연계 시설을 이용한 대기오염·소음 물질 포집	⇒	포집 시설	100%이용

* 발생 침출수 자체 처리에 의한 폐수처리장 불필요.

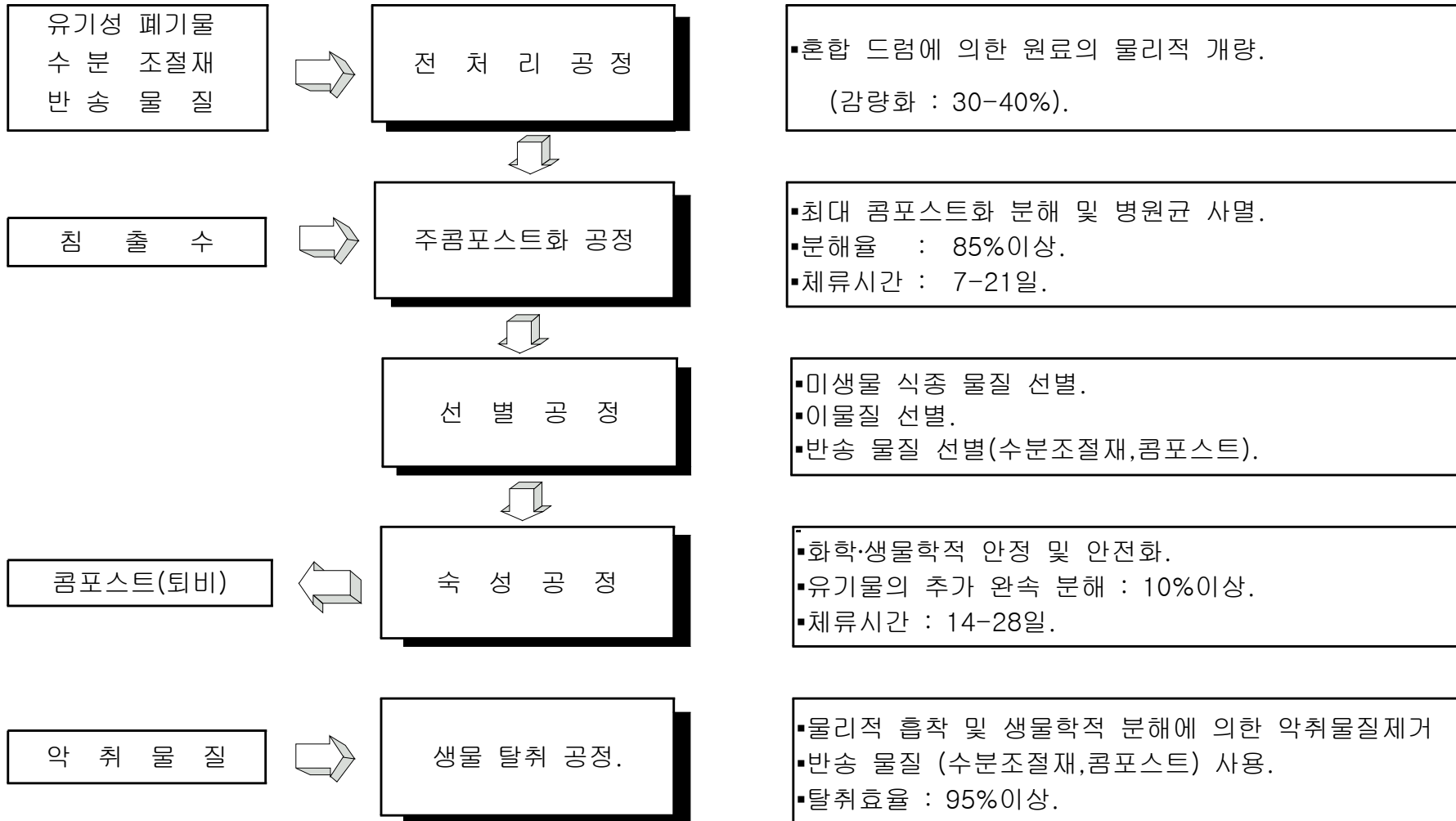
* 동종시설 비교하여 시설비 및 유지관리 비용은 40%정도 절감 효과 기대.

6. 종전공법의 문제점해결

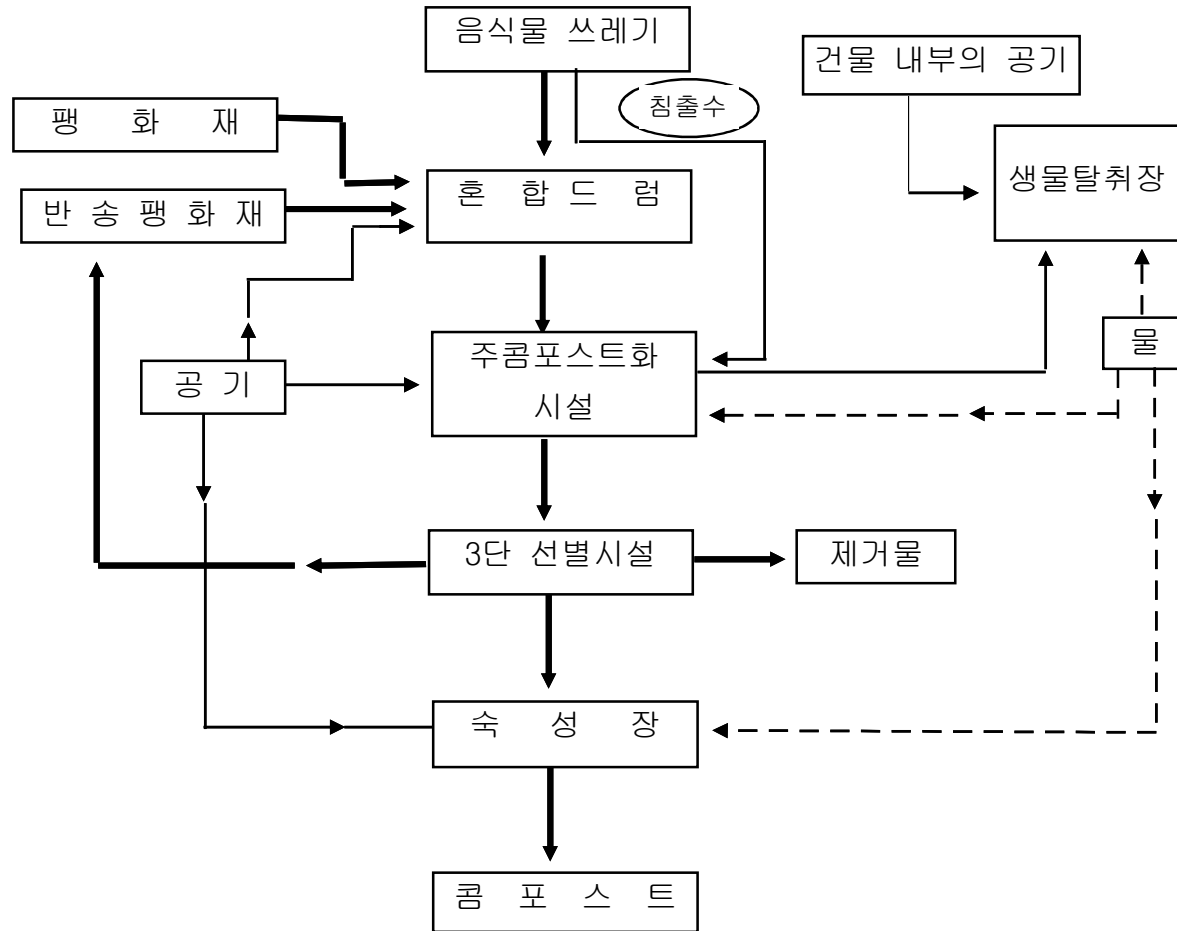


7.기본공정 요약 및 공정도

①기본 공정 요약

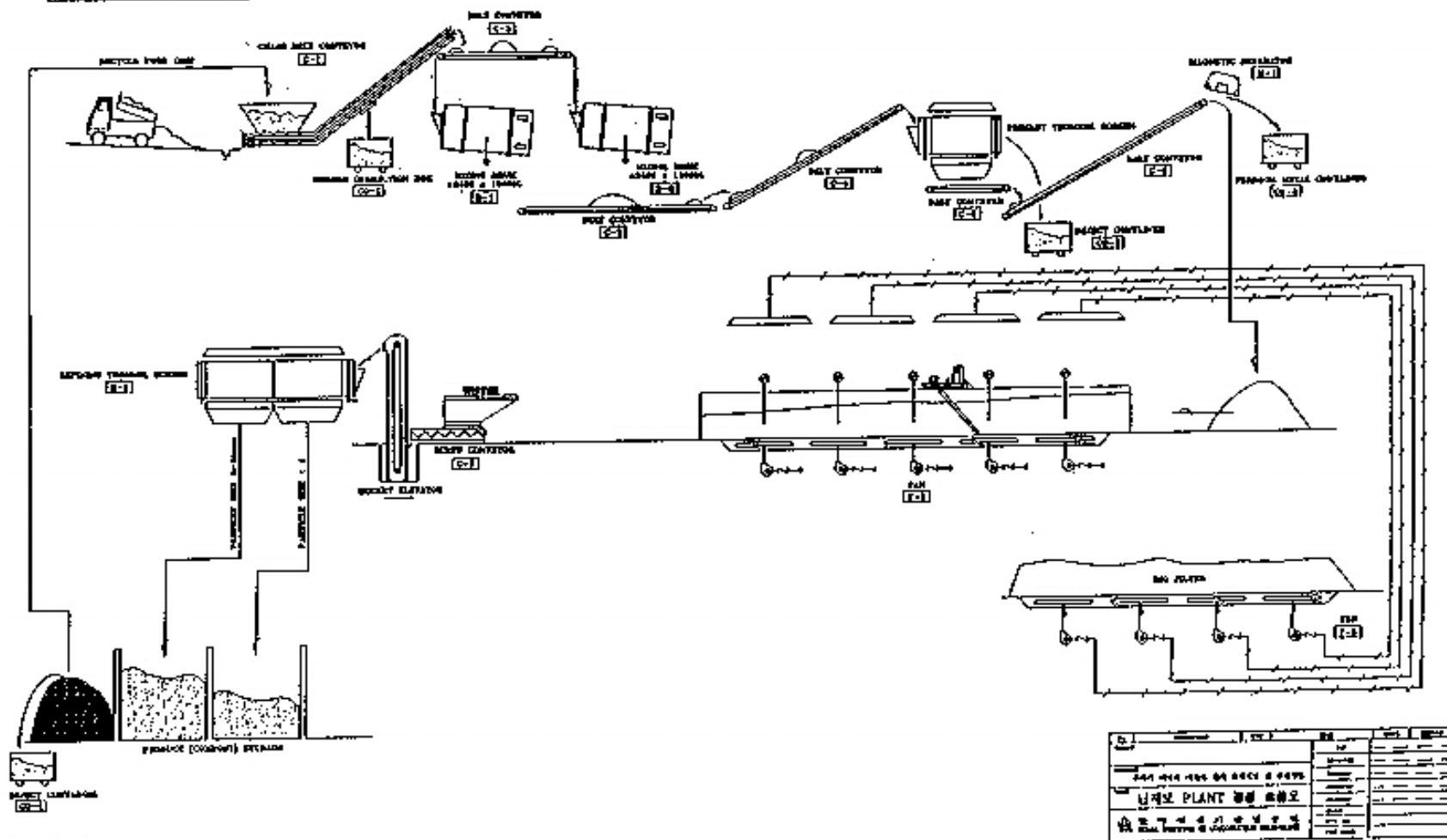


②기본 공정도



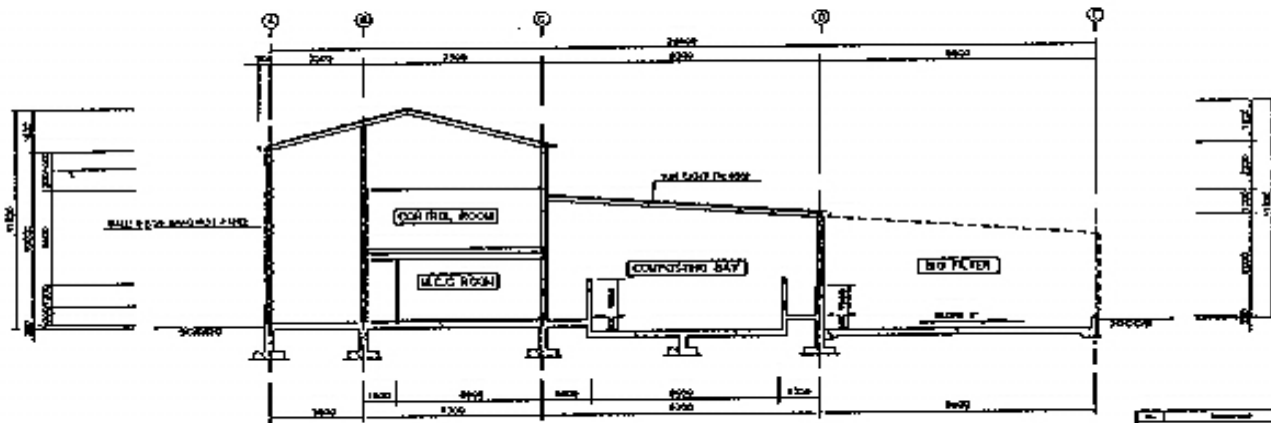
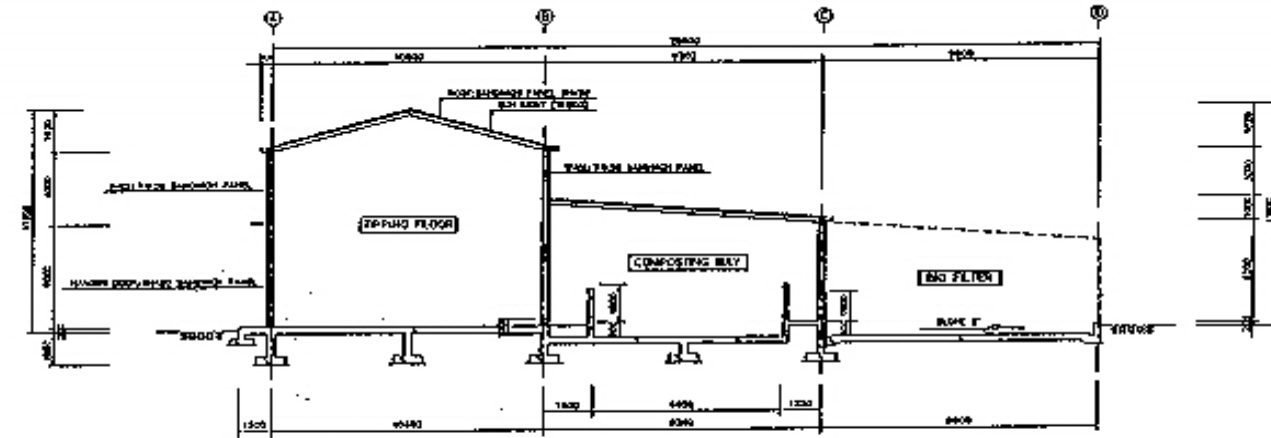
① 공정 흐름도

FOOD WASTE : 40,000 kg/day
FOOD CRISP : 1,000 kg/day



구분	번호	구분	번호
호출기	H-1	출력기	O-1
수입기	I-1	저장기	S-1
제거기	R-1	분리기	D-1
회전기	TR-1	감속기	DR-1
배출기	E-1	정리기	LI-1
유동기	F-1	정리기	LI-2
유동기	F-2	정리기	LI-3
유동기	F-3	정리기	LI-4
유동기	F-4	정리기	LI-5
유동기	F-5	정리기	LI-6
유동기	F-6	정리기	LI-7
유동기	F-7	정리기	LI-8
유동기	F-8	정리기	LI-9
유동기	F-9	정리기	LI-10
유동기	F-10	정리기	LI-11
유동기	F-11	정리기	LI-12
유동기	F-12	정리기	LI-13
유동기	F-13	정리기	LI-14
유동기	F-14	정리기	LI-15
유동기	F-15	정리기	LI-16
유동기	F-16	정리기	LI-17
유동기	F-17	정리기	LI-18
유동기	F-18	정리기	LI-19
유동기	F-19	정리기	LI-20
유동기	F-20	정리기	LI-21
유동기	F-21	정리기	LI-22
유동기	F-22	정리기	LI-23
유동기	F-23	정리기	LI-24
유동기	F-24	정리기	LI-25
유동기	F-25	정리기	LI-26
유동기	F-26	정리기	LI-27
유동기	F-27	정리기	LI-28
유동기	F-28	정리기	LI-29
유동기	F-29	정리기	LI-30

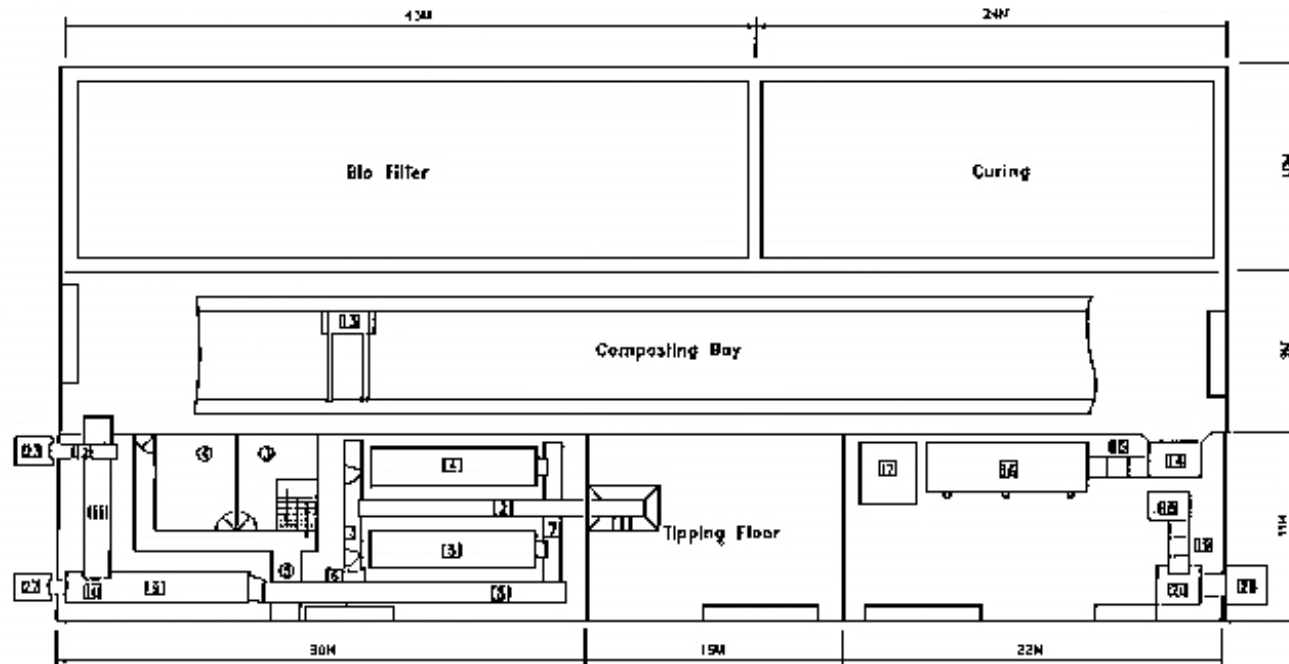
⑤ 센터 측면도



No.	Description	Unit	Quantity	Remarks
1	ROOF SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
2	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
3	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
4	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
5	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
6	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
7	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
8	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
9	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
10	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
11	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
12	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
13	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
14	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
15	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
16	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
17	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
18	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
19	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
20	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
21	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
22	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
23	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
24	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
25	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
26	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
27	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
28	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
29	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
30	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
31	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
32	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
33	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
34	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
35	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
36	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
37	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
38	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
39	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
40	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
41	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
42	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
43	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
44	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
45	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
46	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
47	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
48	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
49	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
50	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
51	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
52	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
53	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
54	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
55	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
56	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
57	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
58	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
59	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
60	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
61	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
62	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
63	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
64	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
65	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
66	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
67	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
68	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
69	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
70	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
71	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
72	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
73	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
74	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
75	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
76	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
77	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
78	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
79	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
80	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
81	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
82	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
83	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
84	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
85	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
86	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
87	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
88	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
89	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
90	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
91	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
92	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
93	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
94	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
95	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
96	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
97	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		
98	TILE SLAB ON BEAM	m ²		
99	WOOD SHINGLES AND BATT INSULATION	m ²		
100	POLYURETHANE INSULATION PANEL	m ²		



④ 센터 평면도

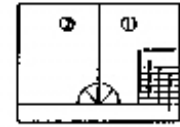


Equipment

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ① Feed Hopper | ⑬ Compost Agitator |
| ② Conveyor Belt | ⑭ Live Bottom In Feed Hopper |
| ③ Conveyor Belt W/Plows | ⑮ Bucket Elevator |
| ④ Drum Digester | ⑯ 2 Size Trommal Screen |
| ⑤ Drum Digester | ⑰ Screen Overs Container |
| ⑥ Container for Belt Drop Offs | ⑱ Live Bottom In Feed Hopper |
| ⑦ Conveyor Belt | ⑲ Bucket Elevator |
| ⑧ Conveyor Belt | ⑳ Destoner |
| ⑨ Tunnel Screen | ㉑ Grit Container |
| ⑩ Conveyor Belt | ㉒ Screen Overs Container |
| ⑪ Conveyor Belt | ㉓ Metals Container |
| ⑫ Magnet | |

Office Space

- Second Floor
- ① Control Room and Lab.
 - ② Employee area
- First Floor
- ③ Electric Room
 - ④ Locker Room
 - ⑤ Enclosed Corridor



구분	면적	비고
합계	1,234.56	
사무실	100.00	
실험실	50.00	
전기실	20.00	
탈의실	10.00	
기타	10.00	

설계: 2023. 10. 10
 설계자: 김철민
 승인: 박영희
 SCALE: 1:100
 DATE: 2023. 10. 10

8. 최종산물의 용도 및 성상

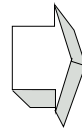
1) 생산 콤포스트의 특성

- ① 악취냄새 완전제거
- ② 기름성분 완전제거
- ③ 함유율 35%로 수분제거
- ④ 미생물 풍부
- ⑤ 다공성 그물체 구조
- ⑥ 흙갈색의 색도유지

2) 생산 콤포스트의 용도

<용 도>

- 사면 안정
- 매립 복토재
- 토양개량재
- 유기질 퇴비



<효 과>

- 시설주변지역, 토양. 지하수로 2차오염방지.
- 인공비료에 비해 토지 살포성 우수
- 유출시 효소 부영양화 방지
- 토양내 체류시간 우수
- 수분의 포수능 우수
- 식물의 영양소 제공
- 수분·비료 사용량 감소

3)복토재 사용실험

□ 콤포스트의 토질 역학적 특성

- 80%기준한 다짐 시험 : 1.364 g/cm³
- 혼합비 50%이상시 투수계수 : 1.74 × 10⁻⁴ cm/sec

〈다짐 시험 결과〉

체적비(%)	최대건조단위중량 (g/cm ³)	최적함수비 (%)
흙100%+퇴비0%	1.905	14.0
흙75%+퇴비25%	1.675	18.5
* 흙50%+퇴비50%	1.364	27.1
흙25%+퇴비75%	1.068	37.2
흙0%+퇴비100%	0.683	62.2

〈투수시험결과〉

체적비(%)	투수계수(cm/sec)
흙100%+퇴비0%	3.71 × 10 ⁻⁵
흙75%+퇴비25%	1.69 × 10 ⁻⁵
* 흙50%+퇴비50%	1.74 × 10 ⁻⁴
흙25%+퇴비75%	4.27 × 10 ⁻⁴
흙0%+퇴비100%	1.20 × 10 ⁻³

(U.S.A. EPA 기준 : 투수계수 1×10⁻⁴ cm/sec 이상요구 /일일 및 중간 복토재)

4) 퇴비사용 가능 실험

구 분 항 목		난지하수 슬 러 지	비료공정 규 격	토양오염 대책기준		컴포스트 성상
				농경지	공장·산업지역	
C/N비		8-15	50이하	-	-	24.3
유기물 함량		30.0	25이상	-	-	59.6
중금속 함 량 (mg/kg)	Cu	15-25	500이하	125	500	39.5
	Pb	50-60	150이하	300	1000	33.5
	Cr	-	300이하	10	30	17.1
	Cd	ND	5이하	4	30	1.64
	Hg	-	2이하	10	40	흔적
	As	-	50이하	15	50	흔적

* 하수슬러지 기초 성상은 비료 공정 규격과 토양 오염 대책 기준에 합당하며 자원화 센터의 퇴비화 부산물 성상은 중금속과 C/N비에 있어 비료 공정규격에 이상이 없으므로 복토재 및 토양 개량제로 수분 보유능이 뛰어나 토양층에 양호한 물질로 작용하게 된다.

5) 염분 및 중금속 농도 희석효과

혼합비율(%) 음식물쓰레기/하수슬러지	팽화제 종류	염분 희석율 (농축율)	중금속 희석율 (농축율)
100%	목편	(2.0)	-
80%	목편	(1.4)	2.7
70%	목편	(1.2)	2.1
60%	목편	1.0	1.8
50%	목편	1.1	1.6

* 중금속은 음식물 쓰레기 비율50% 이상에서 초기농도에 비하여 희석된다. 또한 음식물 쓰레기는 초기 염분농도가 0.5 ~ 0.7%정도이므로 혼합비율 80%까지 콤포스트의 염분농도가 1.0%정도가 된다. 이 농도는 대부분 식물의 성장엔 큰 영향이 없다. 특히 야외재배의 과수 및 채소나 공원, 임야, 가로수 등의 사용에는 전혀 피해가 없다.

9. 최종산물의 사용실적 및 주문확보 ('97년 - ' 98년)

사 용 처	사 용 량	내 용
서 울 시	130.4톤	관내 비료주기, 주말농장
고 양 시	80톤	푸른숲 가꾸기 행사
한국건설기술연구원	2500포	시민 무료 배포 행사
생명의 숲 가꾸기 본부	500포	생명의 나무 나누어 주기 행사
유한킴벌리	500포	신혼부부 나무 심기 행사

* (주)청송스프레이 공급의뢰서 (1999년 1월 29일, 현 증설 용량의 3배인 월300㎡구매요구, 용도 : 비탈면 보호 식재공사)

10. 향후 홍보 및 확산계획

1) 초등학교 환경교실 운영

① 1차 ('99년) : 서울시 서대문구 관내 10개 초등학교.

② 2차 (2000년) : 전국규모 확대

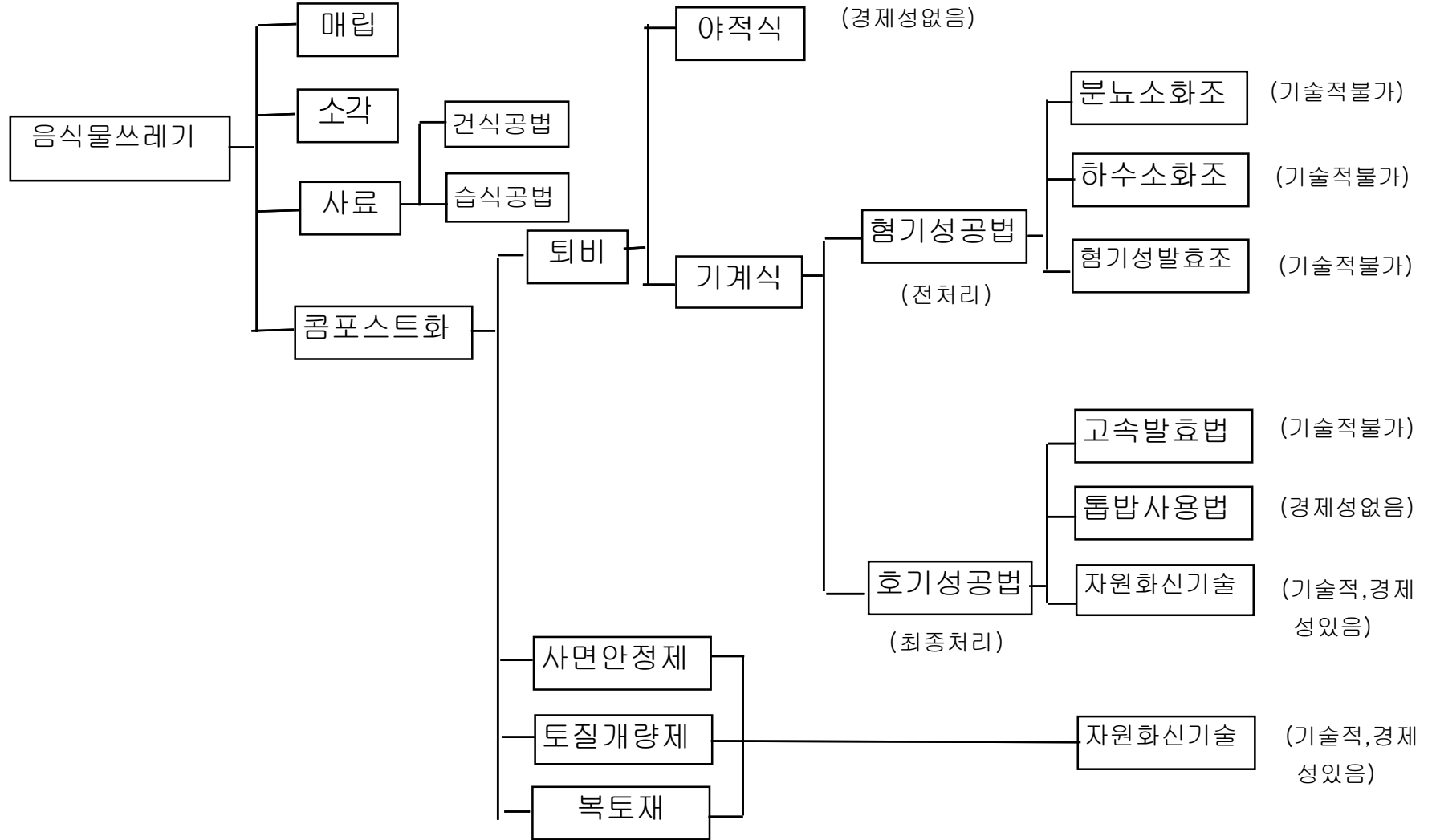
2) 민간환경 운동단체와 연계하여 범시민 음식물쓰레기 분리수거 및 자원화운동 전개

3) 각도별 시·군·구·환경담당 공무원 연수

4) 관·민 합동 사업추진 (S.O.C 사업등)

III. 음식물쓰레기처리의 제 방법

1. 감량화 제 방법

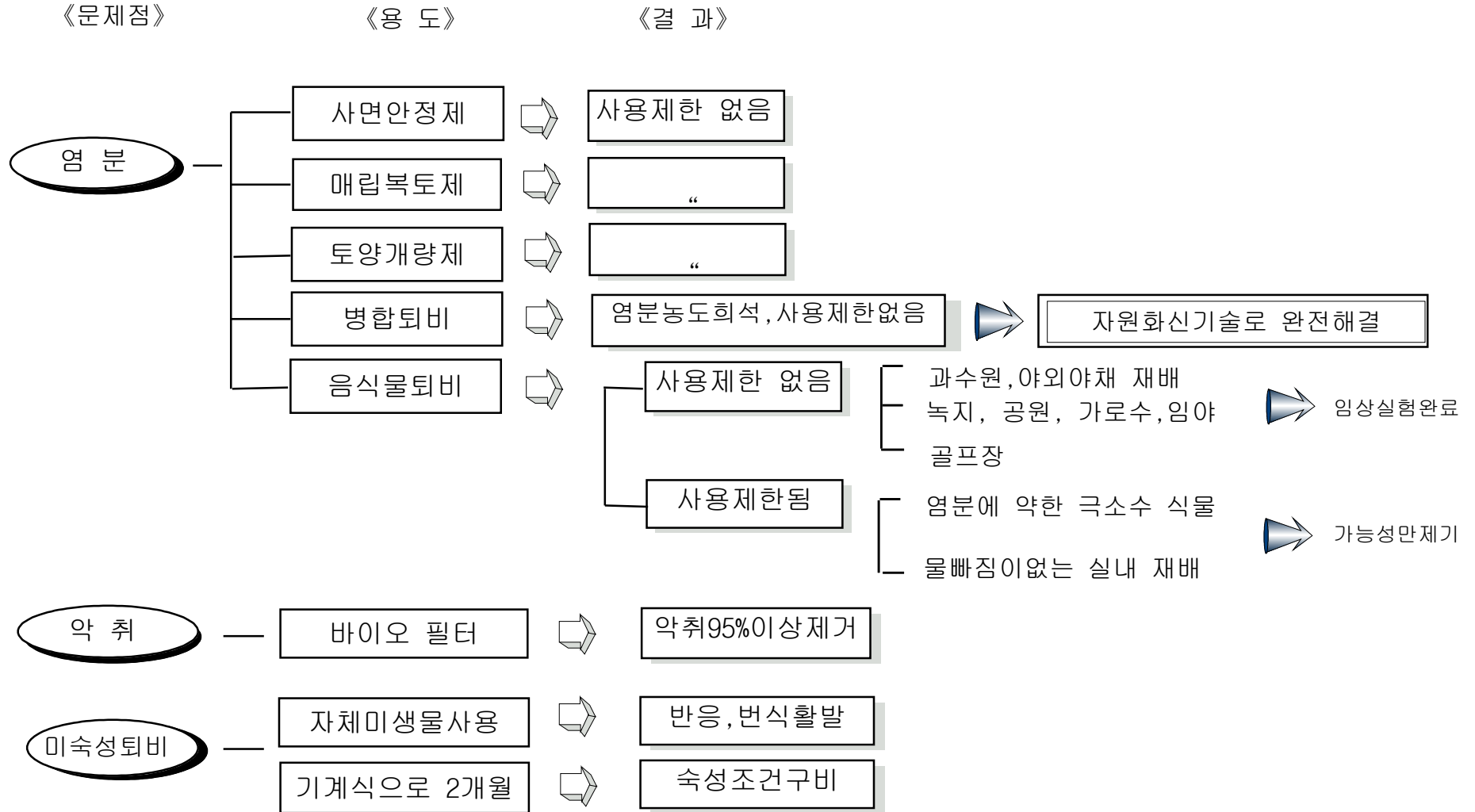


2. 각 감량화 방법별 비교

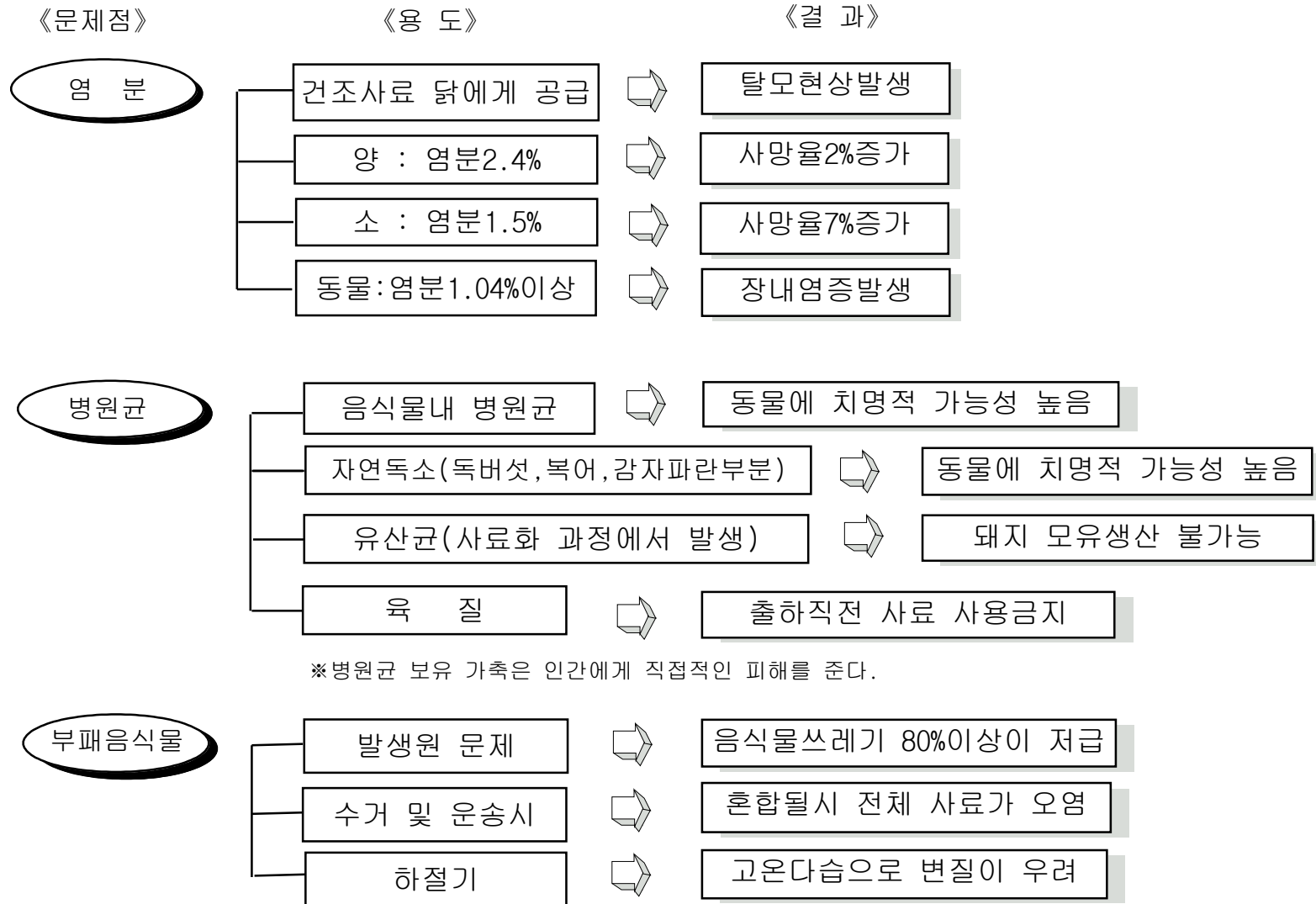
		호기성 콤포스트	사료(건식법)	소각	비교
경제성	건설비용	6천5백만원/톤·일	4천만원/톤·일	1억5천만원/톤·일	일50톤기준
	운영비용	2만2천원/톤	5만5천원/톤	7만5천원/톤	일50톤기준
	년처리량	18,250톤(365일가동)	15,000톤(300일가동)	13,500톤(270일가동)	일50톤기준
	*톤당총비용	* 3만원/톤	* 6만원/톤	* 9만원/톤	내구년수20년 유지보수제외
	(년보수유지비)	시설비의 1%	시설비의 5%	시설비의 10%	
	(소요건평)	750평(단층) 다층가능(부지축소 가능)	450평	1,000평이상	
장점	<ul style="list-style-type: none"> ◦컴포스트로 자원 재활용 ◦건설비저렴, 운영비저렴 	<ul style="list-style-type: none"> ◦사료사용 ◦건설비저렴 	<ul style="list-style-type: none"> ◦폐열이용 		
단점	<ul style="list-style-type: none"> ◦염분 ◦악취 ◦불완전 숙성퇴비 	<ul style="list-style-type: none"> ◦염분 ◦운영비 고가 ◦병원균 및 독소 ◦협잡물 (이물질) ◦음식물 부패 ◦피해시 대형, 민원소지 	<ul style="list-style-type: none"> ◦건설비, 운영비 고가 ◦다이옥신 발생 ◦소량설치시 경제성 문제 ◦유지보수비 고가 		
외국사례	<ul style="list-style-type: none"> ◦미국 일12,000톤 처리 ◦독일 일 14,000톤 처리 (380개 시설) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦미국:Thermo Tech사 등 개인업자 위주. 13개주만 조건부 허용 대부분의 주는 금지시킴 	<ul style="list-style-type: none"> ◦음식물외 쓰레기 소각 위주 		

3. 콤포스트와 사료화의 문제점과 해결방안

A. 콤포스트의 문제점



B. 사료화의 문제점



협잡물

상해 가능 이물질(유리조각,칼,포크 등)



동물에게 고통 야기

소화불가능 이물질(철,모래,플라스틱 등)



소화장애 발생

피해규모

대규모 농가



대규모 민원제기

대규모 손해배상 청구

해외사례

영국:닭내장 사료로 광우병



사료는 소나 반추동물류에 금지시킴

미국:제한적 허용



13개주에서 조건부로 허가

C.해결 방안(1)

대량매출업소의 양질의 음식물 쓰레기:전체량의15%



철저히 검사,신속한수거운송



사료화

(80%의 원사료와 혼합사용)

가정,식당 등의 저급의 음식물 쓰레기:전체량의85%



분리수거 후, 충분한 숙성



컴포스트화

(다용도로 사용가능)

D.해결 방안(2) : 사료화 추진방향.

관주도사업



민간주도 사업(실수요자의 책임과 관리하에 수거·사료시설운영)



보상·민원발생원인 제거