제 출 문

경남지역환경기술개발센터장 귀하

본 보고서를 “음식쓰레기 처리를 위한 주방분쇄기 적용에 관한 연구”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 창원대학교

연구책임자 : 배 성 근 교수(창원대학교 환경공학과)

연 구 원 : 오성훈, 이호수, 박일우, 이원수

요 약 문

Ⅰ. 제 목

음식쓰레기 처리를 위한 주방분쇄기 적용에 관한 연구

Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

1995년 1월부터 실시된 쓰레기 종량제와 지속적인 정부의 음식쓰레기 감량화 정책으로 음식쓰레기의 발생량은 2002년 현재 11,397톤/일로 1997년에 비해 14%의 감소를 보이고 있으나 아직도 많은 양이 발생되고 있으며, 생활폐기물 발생량의 약 22.8%를 차지하고 있다.

<표 1>에서 볼 수 있듯이 2002년 현재 음식쓰레기의 매립량은 1997년도에 비해 69.5%나 감소하였고, 소각량은 13%가 증가하였다. 특히 재활용의 경우 2002년 현재 7,130톤/일로, 1997년도에 비해 재활용율이 62.6%로 52.9%나 큰 폭으로 증가하였다. 특히, 2005년 1월부터 전국적으로 음식쓰레기의 직접매립이 금지될 예정이므로 음식쓰레기의 감량화 및 재활용 등 적정처리 방안의 마련이 시급한 실정이다.

<표 1> 생활쓰레기 및 음식쓰레기 발생추이와 음식쓰레기 처리 현황

구 분	´97	´98	´99	´00	´01	´02
생활 쓰레기 발생량 (톤/일)	47,895	44,538	45,614	46,438	48,499	49,902
음식쓰레기 발생량 (톤/일)	13,063	11,798	11,577	11,434	11,237	11,397
매립량 (톤/일)	10,973	8,308	6,803	5,185	3,855	3,345
소각량 (톤/일)	815	923	846	1,088	1,003	922
재활용량 (톤/일)	1,275	2,566	3,929	5,161	6,378	7,130
재활용율 (%)	9.7	21.7	33.9	45.1	56.8	62.6

‘02 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 환경부, 2003

환경부 자료에 의하면, 2002년도 4/4분기 현재 전국 음식쓰레기 발생량 중 가정에서 배출되는 음식쓰레기량이 65.8%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 음식점에서 배출되는 음식쓰레기가 21.1%로 그 다음을 차지하고 있다. 전국 8개 도 행정단위에서 경상남도가 691.9톤/일로 가장 많이 발생되고 있었으며, 가정과 음식점에서 배출되는 음식쓰레기양이 각각 74.4%, 11.7%로 거의 대부분을 차지하고 있다. 따라서 향후 음식쓰레기 관리 및 정책 수립 시에 가정에서 배출되고 있는 음식쓰레기를 저감시키고 효율적으로 처리 할 수 있도록 우선적으로 고려해야 할 것으로 판단된다.

현재 정부의 정책은 음식쓰레기의 재활용에 초점을 맞추고 있어 사료화나 퇴비화 등을 통한 재자원화 비율이 증가하고 있다. 그러나 국내 여건상 발생하는 음식쓰레기 전량을 재자원화 하는 것은 한계가 있으며, 전술한 바와 같이 음식쓰레기 재자원화시 발생할 수 있는 여러 가지 문제점에 대한 대책의 일환으로서, 발생원에서의 적극적인 감량화가 필요하다고 하겠다. 이에 공동주택 등 각 가정에서 발생하는 음식쓰레기에 대해서 다양한 감량처리장치의 도입을 통한 관리방안이 함께 모색되어져야 할 것이다.

발생원에서의 음식쓰레기 감량 처리장치는 폐기물 발생량을 감소시키고, 공중위생은 물론 음식쓰레기로 인한 주민의 불편을 최소화 할 수 있으며, 음식쓰레기의 수집운반비를 저감시킬 수 있다는 긍정적인 효과가 있다. 이에 미국 및 유럽 등지에서는 1960년대부터 이를 위한 다양한 처리장치가 개발 적용되고 있으며, 일본에서는 1980년대 말 하수에 미치는 영향을 고려하여 부정적인 입장이었으나, 1990년대 중반부터 긍정적으로 검토하기 시작하여 많은 연구가 진행되고 있는 실정이다.

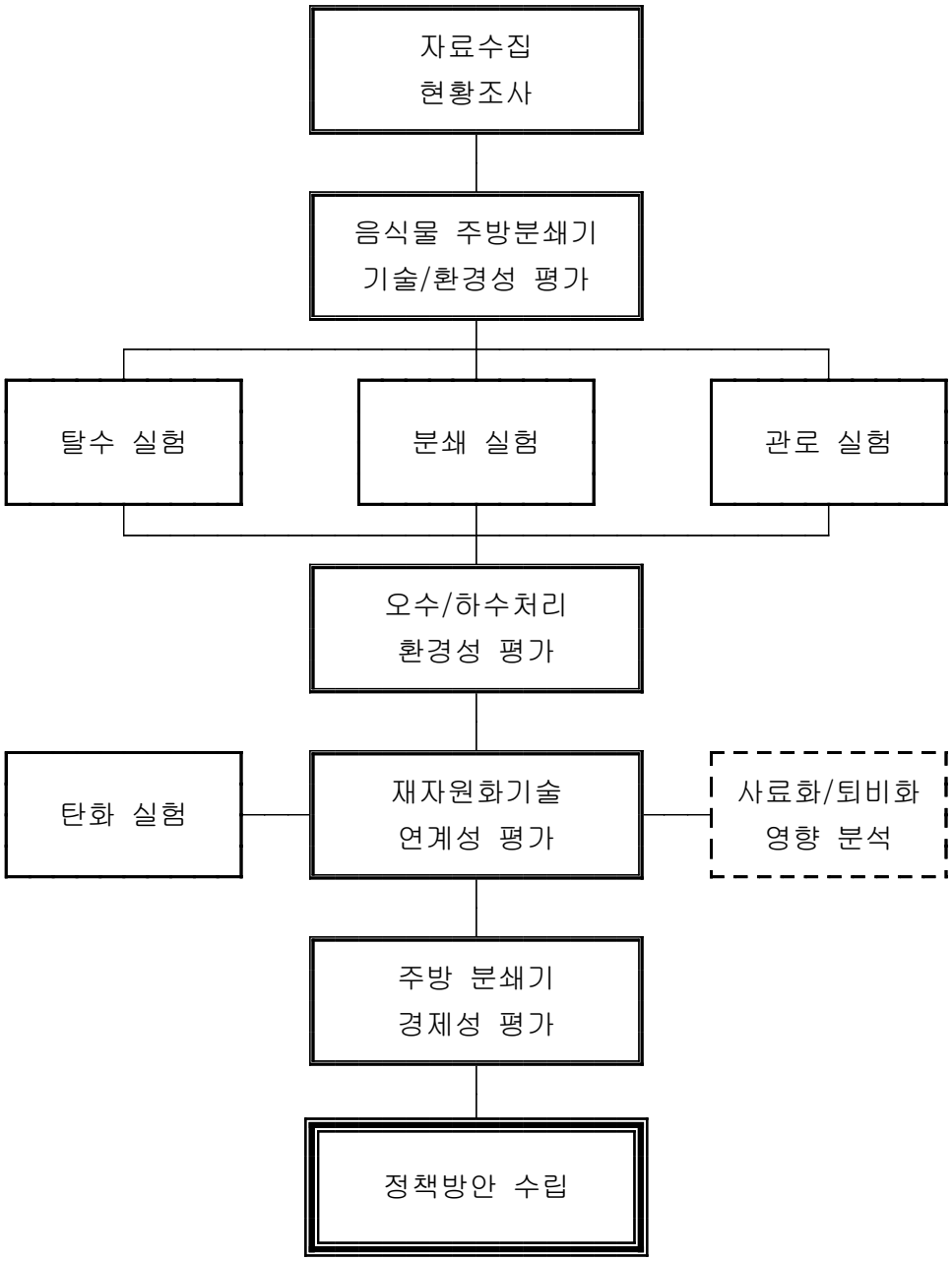
이에 본 연구에서는 음식쓰레기의 주요 배출원이고 자체적으로 오수정화시설을 갖추고 있는 공동주택을 대상으로 하여, 음식쓰레기를 주방 분쇄기를 이용해서 분쇄 처리시 나타나는 일반적인 현상과 발생오수 수질특성의 분석을 통해 기존 공동주택 오수 처리시설의 오염물질부하량을 실험적으로 평가하고, 음식쓰레기의 분쇄가 각종 재자원화기술에 미치는 영향 등 공동주택에서 발생되는 음식쓰레기처리를 대상으로 주방분쇄기 적용에 대한 종합적인 분석을 실시하고자 한다..

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

본 연구의 최종목표는 공동 주택에서의 음식쓰레기를 대상으로 주방분쇄기 적용에 대한 환경적, 기술적, 사회적 영향을 종합적으로 분석하여, 공동주택에서의 음식쓰레기 관리대책 및 재활용 정책을 수립하기 위한 기초자료를 제공하는 데 있으며 주요 연구내용 및 범위는 <표 2>와 같다.

<표 2> 연구의 내용 및 범위

항 목	연구 내용 및 범 위
자료 수집 현황 조사	- 국내 음식쓰레기 주방분쇄기(디스포저) 개발 및 사용현황 조사 - 국외 디스포저 운영 및 연구사례 조사 - 경남지역 공동주택 및 오수처리장의 분포현황 조사 - 음식쓰레기 성상 및 발생특성(공동주택 등) 조사 분석
주방분쇄기의 기술 및 환경성 평가 분석	- 분쇄 실험 : 대상물질, 회전속도, 분쇄시간, 처리량, 물 사용량 등에 따른 영향 : 발생 오수의 성상분석 (SS, BOD, COD, T-N, T-P, Cl) : 분쇄 후 체(sieve) 분리에 의한 오수의 성상 변화 분석 - 탈수 실험 : 체 분리한 잔류물의 탈수 성능 분석 : 탈수시 발생하는 오수의 성상 분석 : 함수율에 따른 미생물 번식속도 및 악취 발생 분석 - 관로 막힘 현상 실험 : 분쇄 입경 및 관내 유속에 따른 막힘 현상 분석
오수 및 하수 처리에 미치는 환경성 평가	- 공동주택에서 가동중인 오수처리장 및 하수종말처리장의 운영상태 (부하율 및 처리효율 등) 조사 분석 - 공동주택 오수라인 및 하수관거 설치 운영상태 (내부직경, 돌출물 여부, 최소 및 평균 유속 등) 조사 분석 - 주방분쇄기 적용에 따른 오염물질 부하량 변동 및 기타 환경성 평가
재자원화기술 연계성 평가	- 사료화 및 퇴비화에 미치는 영향 분석 : 기존 자료에 의한 기술 및 경제성 비교 분석 - 열적 처리(탄화)에 미치는 영향 분석 : 분쇄 탈수 전후의 음식쓰레기 처리효과 비교 실험 : TG분석, 열분해실험, 부산물 분석, 기술 및 경제성 분석
주방분쇄기의 경제성 평가	- 주방분쇄기 설치 및 운영비용 분석 - 수집·운반비 절감비용 분석 - 처리·처분비 절감비용 분석
정책방안 수립	- 음식쓰레기 주방분쇄처리의 최적 시스템 선정 지침 제시 - 해당기술의 법률 적용사항 분석 - 해당기술의 적용에 따른 필요 조치사항 제시

1차년도 (2004. 4 ~2005. 2)	

Ⅳ. 연구결과

1. 미국의 경우 주방분쇄기 설치가 의무화된 지역이 늘어났고 전가정의 50%이상이 주방분쇄기를 사용하고 있으며 일본은 다양한 연구, 실증실험을 통하여 일본 독자적인 주방분쇄기 배수 처리시스템을 개발해 매년 보급률이 증가되고 있으며 공동주택의 쾌적성과 편리성 등의 이미지를 높이기 위한 전략상품으로 개발 중이다. 국내에서도 주방분쇄기 사용에 대한 정책의 수립하고 관련법 개정을 추진해 나가야 할 필요성이 있다고 판단된다.

2. 국내 음식쓰레기 입경분포의 특징은 5.6~12mm의 비교적 큰 입자의 차지비율이 높고 0.71~5.6mm의 중간 크기입자의 비율이 낮게 나타난 것이다. 이는 국내 음식쓰레기 중 섬유질을 다량 함유 있어 주방분쇄기의 분쇄효율을 저하시킬 수 있는 채소류가 일본 표준음식쓰레기의 경우 전체 음식쓰레기의 약 36%를 차지하고 있는 반면 국내 C시는 약 66~77%를 차지하고 있어 이에 따른 영향인 것으로 판단된다.

3. 체거름과 탈수기를 통과시킴으로써 부유물질 제거율이 70%정도로 가장 두드러졌고 유기물 부하량은 25~45%, 영양염류 부하량은 44~50% 제거되었지만 염소이온 농도 및 n-Hex의 경우 10~25%로 제거율이 낮게 나타났다. 이에 따라 주방분쇄기 오수에 포함된 고형물의 적절한 처리는 하수관거에 퇴적될 수 있는 문제를 해결하면서 오수가 가지는 부하량을 감소시켜 후단의 오수처리시설에 부하율을 줄 일 수 있을 것으로 판단되며 제거된 고형물은 다양한 재자원화 기술과 연계하여 처리할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 주방분쇄기 배수에 포함된 고형물은 5L의 물과 함께 분쇄되면서 세척공정과 분쇄공정을 거치면서 음식쓰레기의 표면적이 넓어지고 자유수 함수율이 높고 유분의 일부가 제거되기 때문에 분쇄되지 않은 원시료에 비해 건조속도가 빠르게 나타났지만 탈수에 의한 함수율 저감효과는 크게 나타나지 않았다.

5. 물 사용량 각각 5L/min, 7L/min, 9L/min으로 음식쓰레기를 분쇄했을 경우 가장 적은양 5L/min으로 분쇄했을 때 관로내 분쇄된 고형물의 퇴적이나 막힘현상은 관찰되지 않았지만 주방분쇄기 제조회사의 권장치인 9L/min의 물 사용량으로 분쇄했을 때에 비해 유속이 약 0.1~0.13m/s정도 느리게 나타났고 곡관이나 관연결부위의 틈새에 달걀껍질이나 폐류의 껍질이 약간씩 남아있는 것이 확인되었다.

6. 기존 오수처리시설에 고형물을 포함한 주방분쇄기 오수가 유입될 경우 중·대규모 시설 모두 COD_{Cr} 성분으로 유입 전 농도의 2.26~2.37배, 영양염류 물질의 지표인 T-N, T-P성분과 염소이온의 경우 1.05~1.32배의 증가율을 보였다. 한편, 유기물 지표인 BOD 및 SS의 농도는 1.63~1.97배 증가되어 250~313mg/L의 농도범위를 보였으며 0.71mm 체거름을 통해 고형물 제거된 오수가 유입되면 BOD의 경우 50~57mg/L, SS의 경우 70~76mg/L의 부하량을 저감시킬 수 있는 것으로 나타났다.

7. C시의 공동주택 오수처리시설의 경우 200톤/일 소규모 시설에 비해 시설규모가 커질수록 유입오수의 부하량이 감소하는 경향을 보였는데 이는 소규모 오수처리시설이 규모가 큰 오수처리시설에 비해 시설이 열악하며 관리·운영상의 문제점을 가지고 있으며 규모가 큰 오수처리시설의 공동주택 물 사용량이 소규모에 비해 많기 때문인 것으로 판단된다.

8. C시와 M시의 공동주택 전세대가 주방분쇄기를 사용했을 경우 유입농도의 변화를 살펴보면 유기물 부하에 있어 1.4~1.7배 증가되는 것으로 나타났고 현재 가동중인 하수종말 처리시설의 설계농도가 BOD 135mg/L, SS 152mg/L를 감안한다면 주방분쇄기 사용에 따라 증가된 유입수의 부하량은 기존시설로 처리가 가능할 것으로 판단된다. 또한 주방분쇄기 사용에 따라 증가되는 오수량은 2,510㎥/day로 전체 오수량의 0.9%로 오수증가량에 따른 문제점은 발생하지 않을 것으로 판단된다.

9. 분쇄 전·후 음식쓰레기의 화학적 성분변화는 크게 나타나지 않았으나 주방분쇄기에 분쇄되면서 세척작용을 거침으로써 염분농도의 제거효과가 탁월하게 나타났고 건조속도 또한 분쇄되지 않은 원시료에 비해 빠른 것으로 나타났으며 이는 음식쓰레기의 열적처리(탄화)에도 효과적인 것으로 나타났다. 이는 향후 주방분쇄기에 의해 분쇄된 고형물의 재자원화 이용범위를 넓힐 수 있고 기존의 음식쓰레기가 재자원화 되는데 있어서 가지는 문제점을 상당부분 해결해 줄 것으로 판단된다.

10. 일본에서 주방분쇄기 사용에 따른 비용편익 조사에 있어서 현재의 처리시스템에 비해 주방분쇄기의 도입에 따라 1~2% 정도의 비용이 증가되는 것을 알 수 있었고 국내의 경우 또한 주방분쇄기 시스템을 통한 음식쓰레기 처리가 기존의 처리시스템에 비해 경제성을 충분히 가지는 것으로 나타났으며 향후 사회적 요구, 국내의 여건, 현재 기술력에 부합되는 적절한 주방분쇄기 처리시스템의 개발하기 위해

서는 지속적인 연구가 이루어져야하며 주방분쇄기 사용에 대한 법률적인 개정이 요구되어지고 관계기관 및 정부의 지속적인 관심이 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 연구결과의 활용계획

본 연구는 주방분쇄기를 이용해 기존의 공동주택이 오수처리시설과 하수종말처리시설과 연계하여 위생적이고 효과적인 음식쓰레기 처리의 적용 가능성을 확인했으며 향후 국내 여건에 적합한 주방분쇄기를 이용한 음식쓰레기 처리의 최적 시스템 및 기술개발 지침 마련의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

또한 향후 건설되는 공동주택의 경우 주방분쇄기 시스템을 통한 음식쓰레기 처리가 가능할 것으로 예상되며 이에 필요한 공동주택의 건설지침 및 공동주택에서의 음식쓰레기 관리대책에 필요한 기초자료 등으로 활용될 것으로 판단되며 향후 하수관거 정비사업과 하수처리장 운영지침에도 활용될 것으로 판단된다.

본 연구에서 주방분쇄기에서 발생된 고형물이 기존의 재자원화 과정에서 발생되는 문제점을 상당부분 해결해 줌으로써 향후 재자원화 기술과 연계하여 음식쓰레기 처리를 할 수 있는 지침마련을 위한 자료로 이용될 것으로 기대된다.

향후 국내에 음식물처리용 주방분쇄기 적용을 위한 법률 및 제도의 검토시 기초자료로 활용될 것으로 기대되고 주방분쇄기 적용을 위한 전반적인 필요조치사항을 사전 검토하는데 활용될 것으로 기대된다.