대한위생학회지. 제14권 제1호(1999)
Korean J. Sanitation. Vol. 14, No. 1, pp1~10(1999)

폐가전제품 및 폐컴퓨터의 분해성 평가와 중금속 용출특성에 관한 연구

이 해 승
강원도립대학 환경위생과

A Study about Disassembly Estimate and the Leaching Characteristic of Heavy Metal from Wasted Home Appliances and Computers

Hae-Seung Lee
Dept. of Environmental Sanitary, Kangwon Province College

Abstract

This study was carried out to improve management of wasted home appliances and computers. The generation of wasted home appliances and computers in korea was estimated. Disassembling wasted home appliances and computers according to disassembly procedure, investigate fittings weight and disassembly time. To evaluate hazardous contaminants from televisions and computers, measure heavy metals by leaching test.

Ⅰ. 서 론

1980년대 이후 고도의 경제발전에 따른 국민소득의 향상과 가전제품 제조업체들의 신제품 생산은 가전제품 보급율을 비약적으로 증가시켰다. 이 결과 폐가전제품 배출량이 증가하여 매립공간의 확보와 유해물질의 노출 등 환경문제가 심화되어 가고 있다. 우리나라에서는 폐가전제품에 대하여 자원의 절약과 재활용촉진에관한법률 제18조에 의거 폐기물 예치금제도를 실시하고 있으나, 회수 및 처리는 미흡한 실정이다. 더불어 컴퓨터는 국가사회 정보화 추진과 정보산업의 발달로 사용이 증대되었다. 컴퓨터는 현재 보급년도가 짧아 발생량이 미비하지만, 정부투자기관, 교육연구기관, 일반기업, 일반가정 등 생활의 전부분에서 사용되고 있으며, 하드웨어 및 소프트웨어의 급속한 발달로 내구연한이 가전제품보다 짧아서 보다 심각한 환경문제로 대두될 전망이다.

한편, 이와 관련하여 기존의 연구를 요약하면, 장[1]은 일반가정에서 사용하는 냉장고, 세탁기, 텔레비전, 에어컨등의 대형 폐가전제품을 중심으로 회수처리체계의 구축, 관련 경제주체들의 유인체계 합리화, 회수처리를 위한 기반확충 등 회수처리의 효율성을 제시하였고, 大西등[2]은 폐가전제품을 대상으로 하여 시간지표를 사용하여 실제분해시간의 함을 제안하는 방법으로 분해성을 평가했으며, 고[3] 등은 가전제품 중 텔레비전과 냉장고를 중심으로 폐가전제품의 발생현황, 제품의 구성요소 및 부품별 재질구성과 환경에 미치는 영향을 조사하여 환경친화적인 가전제품의 개발이나 폐기물의 재활용

Table 1. Home Appliances Samples for Investigating Structure

Item	Sample	Company and model	Manufacture year	Size*	Weight (kg)
Television	T-1	D사 TV DCB 419PW	1986	10	12
	T-2	S사 TV CT-1470	1987	14	15
	T-3	S사 TV CT-1623	1982	14	16
	T-4	S사 TV CT-1635	1985	17	17
	T-5	S사 TV CT-1650	1986	17	17
Wahing machine	W-1	G사 (WF-1030X)	1989	5.0	30
	W-2	S사 (SEW-54FX)	1989	5.2	34
	W-3	S사 (SEW-66FX)	1988	6.2	40
	W-4	G사 (WF-1360X)	1990	6.2	42
	W-5	S사 (SEW-72FX)	1988	6.8	45
Refrigerator	R-1	S사 SR-12A	1990	118	19
	R-2	G사 GR-189TK	1983	160	43
	R-3	D사 FR-192A	1989	163	43
	R-2	G사 GR-209TFK	1984	176	50
	R-3	S사 SR-2987A	1987	249	59

*Television : Size(in), Washing mechine : Washing · dewatering Size(kg), Refrigerator : Inside volume(L)

및 처리방안의 기초자료를 제시하였다.

이에 본 연구에서는 폐가전제품과 폐컴퓨터의 발생 및 처리과정에 대한 이해를 통해, 환경에 미치는 영향을 조사하며 환경친화적인 제품개발과 최적처리방안의 기초자료를 제시하고자한다. 따라서, 폐가전제품과 폐컴퓨터에 대한 발생체계의 분석, 분해성 및 용출시험 등을 수행하였다.

Ⅱ. 조사 및 시험방법

1. 폐가전제품 및 폐컴퓨터의 발생량 조사방법

폐가전제품 및 폐컴퓨터의 발생량은 1987~1995년의 내수량과 가구당보급율, 판매되는 평균크기를 이용하여 추정하였다. 또, 평균내구연한[1]을 텔레비전 10.8년, 세탁기 8.6년, 냉장고 10.8년 및 개인용 컴퓨터는 4.0년을 사용하였으며, 폐기되는 중량을 계산하였다.

2. 분해실험 방법 및 제품

분해성 평가에 사용한 가전제품 및 컴퓨터는 텔레비전, 세탁기, 냉장고와 컴퓨터본체, 모니터로 폐기된 제품을 사용하였고, 일반적인 모델가운데 크기별로 선택하였다. 분해의 목적은 재사용이나 재활용하기 위해서 분해한 것이 아니라, 제품폐기시 부피감소 및 유해물질회수를 목적으로 부품별 분해시간을 측정하였다. 분해인원은 1인을 원칙으로 니퍼, 드라이버, 렌지등의 분해공구를 사용하여, 분해순서에 따라 순수분해시간 및 부품중량을 측정하였다. Table 1., Table 2.에 사용한 가전제품 및 컴퓨터의 제원을 나타내었다.

3. 용출시험방법

용출시험[5]은 유해폐기물의 판정과 폐기물을 처분할 경우 매립된 폐기물이 인간 및 생태계에 어느정도의 위해를 줄 수 있는가를 평가 또는 예측하는 기법이다. 이러한 용출시험은 각 국가별로 상이하며 용출농도 역시 상이하게 나타난다. 따라서, 본 연구에서는 국내의 용출시험방법(Korea Extraction Procedure)[6]과 미국의 TCLP(Toxicity Characteristic

Table 2. Computer Samples for Investigating Structure

Item	Samples	Company and model	Weight(kg)
CPU	C-1	S사(Desk top)	9.8
	C-2	G사(Middle tower)	10.4
	C-3	P사(Desk top)	10.4
	C-3	T사(Desk top)	11.1
	C-4	S사(Middle tower)	12.0
Monitor	M-1	D사	6.3
	M-2	T사	6.4
	M-3	S사461	6.6
	M-4	S사431	7.1
	M-5	L사3300A	7.5

Table 3. Leaching Test Method of Korea and U.S.A

Item	KEP	TCLP	EPT
Leaching Solvent	DI Water + HCl	Acetate Buffered Solution	DI Water + 0.5N CH3COOH
Leaching Solvent pH	5.8~6.3	#1(4.93±0.05) #2(2.88±0.05)	5.0±0.2
Sample Size	> 5mm	> 9.5mm	> 9.5mm
Waste : Leaching Solvent(W:V)	1 : 10	1 : 20	1 : 16~20
Extraction Apparatus	Gyrotary Shaker (stroke 4.5cm)	Rotary Agitation Apparatus	Stirrer
Mixing(rpm)	200	30±2	Not Specified
Leaching Time(hr)	6	18	24
Mixing Temperature(℃)	15~25	22±3	20~40
Filtering	Glass Fiber Filter (1.0㎛)	Glass Fiber Filter (0.6~0.8㎛)	Glass Fiber Filter (0.45㎛)

· KEP : Korea Extraction Procedure
· TCLP : Toxicity Characteristic Leaching
· EPT : Extraction Procedure Toxicity Test

Leaching)[7], EPT(Extraction Procedure Toxicity Test)[8]를 사용하였으며, 각 시험방법의 특징을 Table 3.에 나타내었다.

분석에는 Spectr AA-20 plus(varian)을 이용하여, Pb, Cu, As, Cd, Cr, Mn, Ni, Zn 등의 중금속 용출농도를 측정하였다. Table 4.에 분석기기의 제원을 나타내었다.

용출시험은 텔레비전의 PCB과 CRT 및 컴퓨터 본체의 Mainboard, Monitor PCB, CRT에 대하여 실시하였다. 텔레비전의 용출시험은 중금속용출이 예상되는 기판과 브라운관에 대하여만 실시하였다. 기판은 플라스틱과 금속의 혼합체로 구성되어 있으며, 특히 전선 연결시 납땜을 많이 사용하고 있으며, 브라운관의 경우는 브라운관 유리에서 유해중금속 용출이 예상되므로 선정하였다.

Table 4. Working Condition of Atomic Absorption Spectrometer

Heavy Metal	Lamp Current (mA)	Fuel	Support	Wavelength (nm)	Slit Width (nm)	Optimum Working range (mg/L)
Pb	5	acetylene	air	283.3	0.5	0.50 - 50
Cu	4	acetylene	air	324.7	0.5	0.03 - 10
As	10	acetylene	nitrous oxide	193.7	0.5	0.03 - 15
Cd	4	acetylene	air	228.8	0.5	0.02 - 3
Cr	7	acetylene	air	425.4	0.2	0.40 - 40
Mn	5	acetylene	air	279.5	0.2	0.02 - 5
Ni	4	acetylene	air	232.0	0.2	0.10 - 20
Zn	5	acetylene	air	213.9	1.0	0.01 - 2

Table 5. Generation and Weight of Home Appliances[23] (Unit : pieces / 1000)

Year	Television		Washing machine		Refrigerator		Computer		
	Generation	Weight (ton)	Generation	Weight (ton)	Generation	Weight (ton)	Potential generation	Generation	Weight (ton)
1998	1,874	29,103	936	27,369	1,656	87,337	805	242	4,356
1999	1,982	30,860	1,093	33,577	1,679	90,011	1,154	346	6,228
2000	2,113	33,005	1,281	44,079	1,714	93,156	1,386	416	7,488
2001	2,224	36,696	1,449	54,135	1,757	98,761	1,580	475	8,550
2002	2,363	40,904	1,575	64,654	1,837	106,454	1,801	542	9,756

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 폐가전제품 및 폐컴퓨터의 발생경로 및 발생현황

1998년부터 향후 5년까지의 폐가전제품 및 폐컴퓨터의 배출량을 Table 5.에 나타내었다. 컴퓨터의 배출잠재량은 현재 통용되고 있는 소프트웨어를 사용할 수 없으며, 구매시 사양에 대하여만 사용이 가능한 경우를 나타낸 것이다. 2002년 텔레비전의 경우 240만대, 세탁기 160만대, 냉장고 180만대, 컴퓨터 180만대로 텔레비전과 냉장고는 1998년에 비해 텔레비전 1.3배, 세탁기 1.7배, 냉장고 1.1배, 컴퓨터는 2.2배정도 증가하는 것으로 예측되었다. 또 발생중량은 2002년에 텔레비전 4만톤, 세탁기 6만톤, 냉장고 11만톤, 컴퓨터 1만톤정도가 배출되어 텔레비전 1.4배, 세탁기 2.4배, 냉장고 1.2배, 컴퓨터 2.2배 정도 증가하여 폐기량보다 더 급속한 증가추세를 나타내었다.

폐가전제품 회수체계는 배출되는 폐가전제품의 품질에 따라 재사용될 수 있는 경우와 재사용될수 없는 폐가전제품으로 구분될 수 있다. 재사용가능 폐가전제품의 수거경로는 일반가정에서 직접 재활용센타나 중고가게로 배출되거나, 가전사 대리점을 통하여 배출된 폐가전제품을 다시 재활용센타나 중고가게에서 수거하여 재사용자에게 공급한다. 재사용불가 폐가전제품의 경우는 가전사 대리점에서 회수한 경우에는 물류센타를 거쳐 가전사 자체처리장에서 재활용을 거쳐 최종처리되며 수거지점에 배출한 경우에는 지방자치단체에서 수거하여 지방자치 최종처리장에서 처리한다. Fig. 1.에 폐가전제품의 회수체계를 나타내었다.

폐컴퓨터의 배출잠재량이 존재하며, 재활용센타 및 판매점에서는 폐컴퓨터를 수리·재생하여 재이

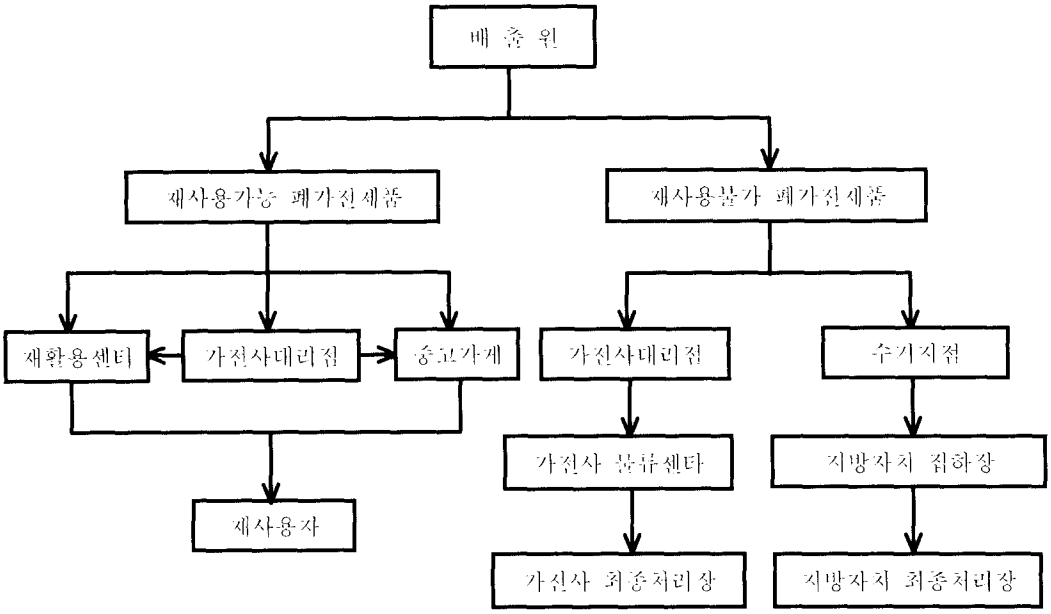

Fig. 1. Collection Route of Wasted Home Appliances

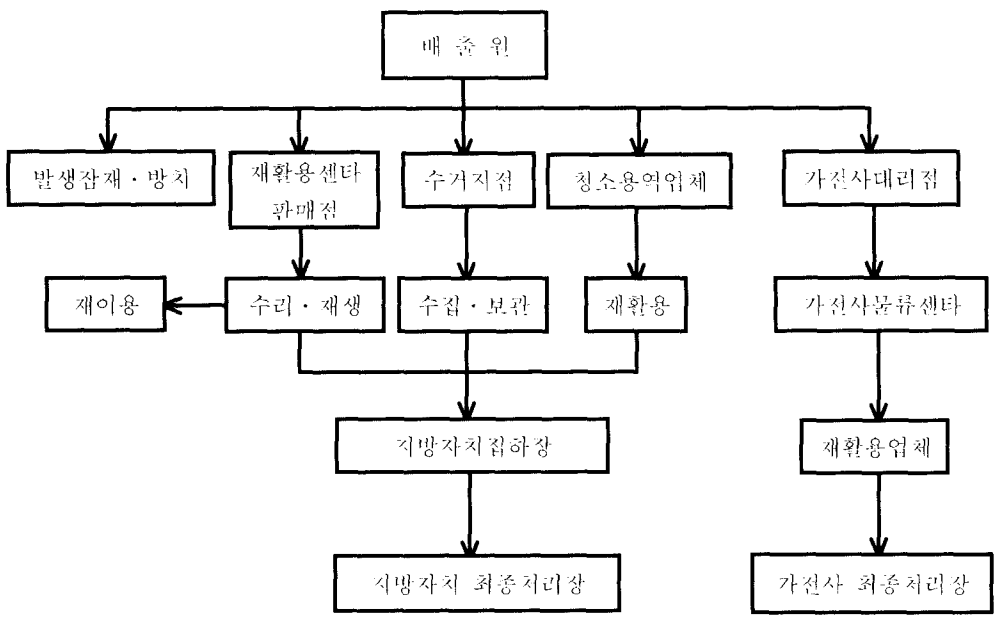

Fig. 2. Collection Route of Wasted Computers

용한다. 청소용역업체에서 회수된 것은 재활용된 이후에 지방자치집하장으로 이송되며 수거지점으로 배출된 것 또한 지방자치집하장에서 처리된다. 가전사 대리점에서 회수된 것은 가전사 물류센타를 거쳐 협력업체인 재활용업체를 통하여 재활용되고 가전사 최종처리장에서 최종처리된다. 하지만 폐컴퓨터의 경우 가전제품에 비해 보급역사가 짧고 보급업체가 많고 소규모이므로, 업소에의 배출량이 적어 회수처리체계 확고히 확립되어 있지 않다. Fig. 2.에 폐컴퓨터의 회수체계를 나타내었다.

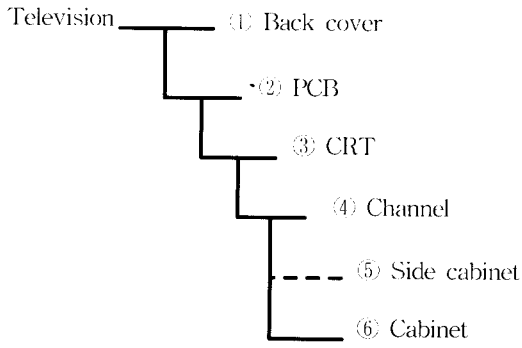

Fig. 3. Disassembly Diagram of Television

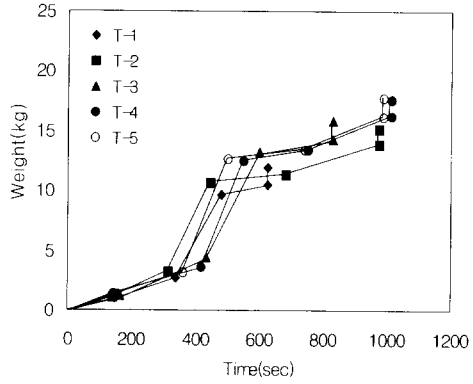

Fig. 4. Relation between Disassembly Time and Weight in Television

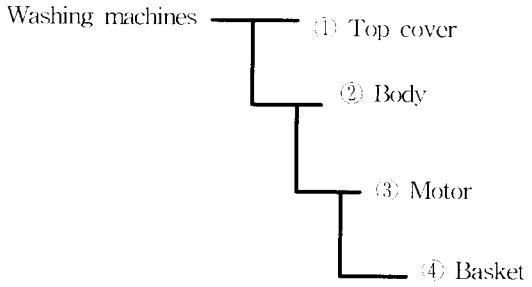

Fig. 5. Disassembly Diagram of Washing Machine

2. 분해성 평가

2.1 텔레비전의 분해성 평가

텔레비전의 구성요소는 몸체, 기판, 브라운관으로 나누어진다. 몸체는 플라스틱으로, 기판은 금속

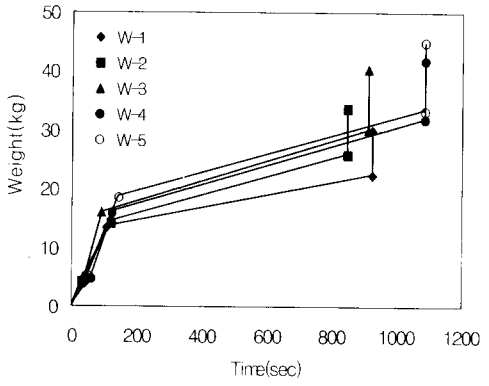

Fig. 6. Relationship between Disassembly Time and Weight in Washing Machine

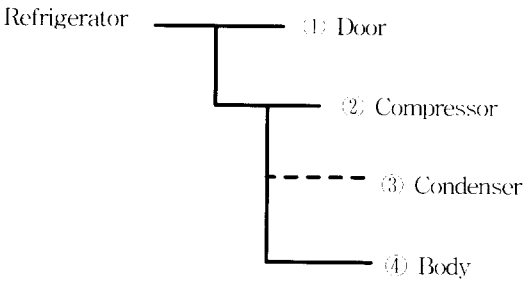

Fig. 7. Disassembly Diagram of Refrigerator

과 플라스틱의 혼합물, 브라운관은 유리로 이루어져 있다. 텔레비전의 일반적인 분해순서를 Fig. 3.에 나타내었다. 텔레비전의 누적분해시간에 따른 회수부품의 무게를 Fig. 4.에 나타내었다. 텔레비전에서는 브라운관이 분해시간은 짧은데 비하여, 전체무게의 50%이상을 차지할 정도로 무거워 가장 분해효율이 좋은 부품으로 나타났고, 그 외의 부품들에 대하여는 비슷한 분해효율을 나타내었다.

2.2 세탁기의 분해성 평가

세탁기는 다른 가전제품들에 비해 구조는 간단하나 세탁·탈수시 많은 유동과 충격을 받기 때문에 내구성이 강조되는 제품이다. 따라서 접합부분도 많으며 견고하게 조립되어 있다. 세탁기의 재질은 각 부품별로 금속류와 플라스틱으로 용이하게 분리되며 혼합재가 적다. 세탁기의 분해순서를

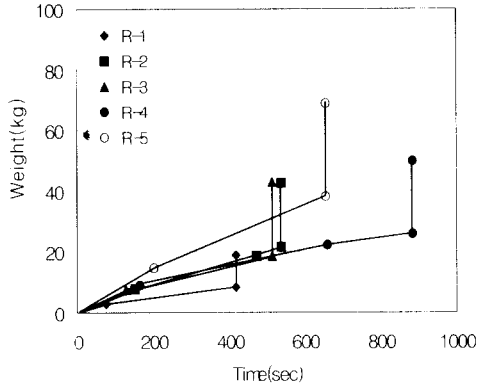

Fig. 8. Relationship between Disassembly Time and Weight in Refrigerator

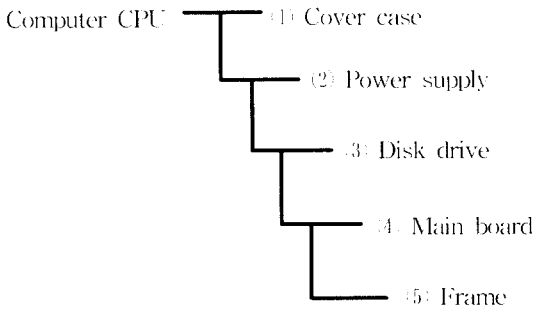

Fig. 9. Disassembly Diagram of Computer CPU

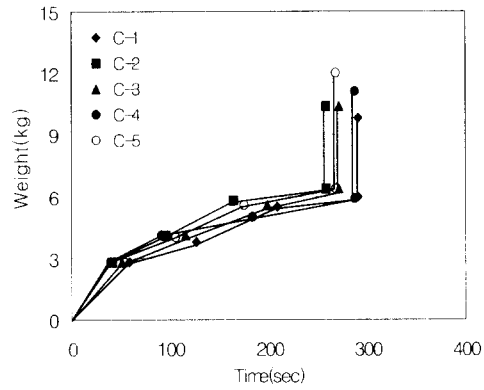

Fig. 10. Relationship between Disassembly Time and Weight in Computer CPU

Fig. 5.에 나타내었다. 세탁기의 누적분해시간에 따

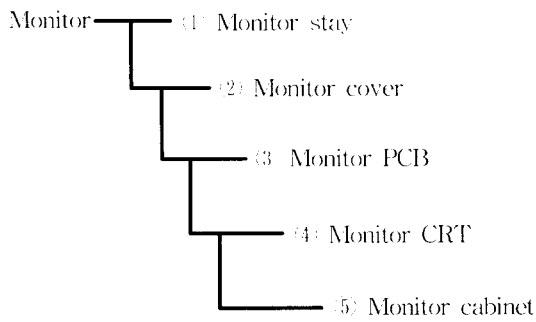

Fig. 11. Disassembly Diagram of Monitor

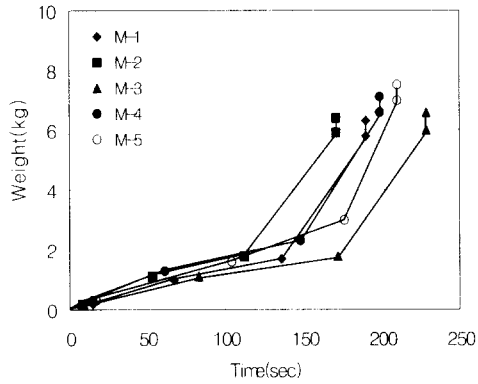

Fig. 12. Relationship between Disassembly Time and Weight in Computer Monitor

른 회수부품무게를 Fig. 6.에 나타내었다. 윗덮개와 본체의 경우 분해에 사용한 세탁기들이 비슷한 무게와 분해시간을 보인 반면 세탁·탈수모터를 분해하는데 있어서 상이한 결과를 나타내었다. 세탁·탈수모터 분해시 가장 완만한 경사를 보이고 있는데, 이것은 세탁·탈수모터의 중량이 무거움에도 불구하고 결합수가 많아 분해시간이 길어졌기 때문이다.

2.3 냉장고의 분해성 평가

냉장고는 냉각을 목적으로 하기 때문에 joint등으로 연결되기 보다는 단열재 사이에 부착이 많았다. 증발기에서 빼앗은 열과 압축기에 의해서 주어진 열을 방출하는 응축기 부분이, 노출된 구조에서 뒷면 안쪽이나 밑면에 놓여진 냉장고로 변환되었다.

외부로 노출된 응축기는 분해가 용이하지만, 내부 응축기는 분해에 어려움을 겪게된다. Fig. 7.에 냉장고의 분해순서를 나타내었다. 냉장고의 누적분해시간에 따른 회수부품의 무게를 Fig. 8.에 나타내었다. 냉장고는 제품별 뿐만아니라 부품별로도 분해효율이 상이하게 나타났다. 냉동·냉장실분을 분해특성은 비슷한 결과를 나타낸 반면, 압축기를 분해시 상이하게 나타났다. 부품중 응축기 분해시 가장 효율이 떨어지는 것을 나타내는데, 응축기는 부품중량에 비하여 분해시간이 길기 때문이다.

2.4 컴퓨터본체의 분해성 평가

컴퓨터 본체는 각 부품들이 서로 독립적인 기능을 가진다. 또 각 부품들의 재활용이 용이하므로 분해 역시 다른 가전제품들에 비해 간편하였다. 컴퓨터 본체의 구성재료는 외부에는 금속류가, 내부에는 금속과 플라스틱의 혼합물이 많았다. 컴퓨터 본체의 분해순서를 Fig. 9.에 나타내었다. Fig. 10. 에 컴퓨터 본체의 누적분해시간에 따른 회수부품의 무게를 나타내었다. 컴퓨터 본체의 경우 가전제품들과 달리 각 제품별로 비슷한 분해특성을 보여주고 있는데, 이는 분해실험에 사용한 컴퓨터 본체의 치수가 비슷하기 때문이다. 따라서 각 제품마다 부품중량의 변동에 비하여 분해시간의 차이가 크게 측정되므로, 부품마다 평행한 선 형태로 나타났다.

2.5 컴퓨터 모니터의 분해성 평가

모니터의 구성요소는 모니터 몸체, 모니터 기판, 모니터 브라운관으로 이루어져 있으며 몸체는 플라스틱, 기판은 금속과 플라스틱의 혼합물, 브라운관은 유리로 구성되어 있다. 분해순서를 Fig. 11.에 나타내었다. 컴퓨터 모니터 역시 텔레비전과 마찬가지로 Monitor CRT 분해시 가장 좋은 분해효율을 나타내었으며, 다른 부속품을 분해시에는 유사한 분해효율을 보여주었다. 제품별로는 제품중량은 유사하지만 분해시간이 짧은 M 2에서 가장 좋은 최종분해효율을 보여주었으나, 다른제품의 분해효율과 별 차이가 없었다.

3. 용출특성

텔레비전 PCB, CRT와 컴퓨터 본체의 Mainboard, 모니터 PCB, CRT를 KEP로 용출시험 했을 때 측정한 모든 중금속에서 낮은 용출농도를 나타내었으나, Pb의 경우 미국의 TCLP와 EPT에서는 높게 용출되었다. Pb는 pH가 낮은 범위에서 더 많은 용출특성을 나타내는데, KEP는 증류수를 사용하여 용출하므로 시료의 pH에 따라서 용출 pH가 변화하였기 때문으로 사료된다. 텔레비전 PCB, 컴퓨터 본체의 Mainboard, 모니터 PCB는 EPT에서 높게 용출되었고, 텔레비전 CRT에서는 TCLP에서 높게 용출되었다. 이러한 이유는 텔레비전 PCB, 컴퓨터 본체의 Mainboard, 모니터 PCB의 경우에 Pb가 부착되어 있는 강도가 세기 때문에 진탕기보다는 교반기를 이용하는 EPT에서 높게 용출되었다. 특히, 미국의 Pb 규제기준이 5mg/L임을 고려하면, 3.4~17배정도 높게 검출되었다. 텔레비전 CRT는 Pb가 높게 용출되었음에도 불구하고, 모니터 CRT는 후백이기 때문에 Pb가 거의 검출되지 않았다. 이것은 컬러브라운관 유리의 경우 영상의 휘도를 높이기 위한 관전압을 높일 때 전자충격에 의해 발생하는 X선 파장이 짧아지므로 단파장의 X선 흡수능이 높은 유리가 요구되어 질량흡수계수가 높은 성분인 PbO가 25wt% 첨가[9]되기 때문이다. Table 6.에 중금속 용출시험결과를 나타내었다.

또한, 텔레비전과 컴퓨터에서의 중금속 용출시험 결과와 부품중량을 이용하여 텔레비전과 컴퓨터의 매립시 1대당 발생하는 중금속량을 추정하였다. 칼라 텔레비전과 흑백 모니터를 가진 컴퓨터의 중금속 용출량을 Table 7.에 나타내었다. Pb를 제외하고는 1.0g/대 미만의 낮은 용출량을 나타내었다. 하지만, Cr, Zn은 0.2~0.3g/대를 나타내고 있어 주의를 요하는 중금속으로 분류되었다. 따라서 폐가전제품 및 폐컴퓨터의 최적 처리방안은 지방자치단체보다는 가전회사에서 회수처리하여, 분해와 파쇄등의 중간처리후 유해물질을 회수하여 산업폐기물 매립장에서 처분하는 것이 적당하다고 판단된다.

Ⅳ. 결 론

폐가전제품 및 폐컴퓨터가 환경에 미치는 영향을 조사하여 최적처리방안의 기초자료를 제시하고

Table 6. Result of Leaching Test from Television and Computer

Component	Method	pH	Pb	Cu	As	Cd	Cr	Mn	Ni	Zn
TV PCB	KEP(mg/L)	6.64	1.479	0.157	0.032		0.725	0.046	0.022	0.973
	TCLP(mg/L)		19.360	0.502	0.050	0.022	1.049	0.048		4.121
	EPT(mg/L)		38.270	0.308	0.043	0.034	1.450	0.078		3.211
TV CRT	KEP(mg/L)	9.66	1.053	0.023	0.039		0.908	0.021	0.021	0.057
	TCLP(mg/L)		84.180	0.079	0.043	0.008	1.035	0.048		4.433
	EPT(mg/L)		56.820	0.218	0.045		1.543	0.111	-	5.900
Main Board	KEP(mg/L)	5.91	1.780	0.151	0.007			0.042	0.150	0.212
	TCLP(mg/L)		42.813	1.307	0.011	0.018	0.604	0.057	0.970	0.868
	EPT(mg/L)		73.791	2.237	0.013		0.209	0.043	0.921	1.011
Monitor PCB	KEP(mg/L)	5.75	2.516	0.194	0.009		0.731	0.032	0.023	0.222
	TCLP(mg/L)		17.865	0.406	0.013	-	0.165	0.088	0.181	0.792
	EPT(mg/L)		85.078	0.352	0.010	-	0.250	0.046	0.162	0.389
Monitor CRT	KEP(mg/L)	8.13		0.030	0.010		0.524	0.024	0.011	0.017
	TCLP(mg/L)		0.544	0.092	0.012	-	0.439	0.058	0.107	0.099
	EPT(mg/L)		0.714	0.093	0.015	-	1.520	0.046	0.005	0.103

Table 7. The Quantity of Heavy Metal Leachate for Color TV and B/W Computer

(Unit : g/pieces)

Heavy metal	TV			Computer		
	KEP	TCLP	EPT	KEP	TCLP	EPT
Pb	0.0962	13.8218	9.7276	0.0293	0.8952	2.2357
Cu	3.09×10^{-3}	2.06×10^{-2}	3.99×10^{-2}	3.59×10^{-3}	3.17×10^{-2}	4.45×10^{-2}
As	3.38×10^{-3}	7.69×10^{-3}	7.90×10^{-3}	5.20×10^{-4}	1.31×10^{-3}	1.55×10^{-3}
Cd		1.63×10^{-3}	5.37×10^{-4}	-	2.59×10^{-4}	-
Cr	0.0858	0.1828	0.2707	0.0263	0.0469	0.1310
Mn	2.05×10^{-3}	8.47×10^{-3}	1.91×10^{-2}	1.50×10^{-3}	6.73×10^{-3}	5.00×10^{-3}
Ni	1.86×10^{-3}			1.68×10^{-3}	2.51×10^{-2}	1.58×10^{-2}
Zn	0.0123	0.2951	0.3558	0.0038	0.0441	0.0412

자, 발생량 및 처리현황을 조사하였으며 분해성 평가 및 중금속 용출특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 폐가전제품 및 폐컴퓨터는 1998년 텔레비전 1,874천대, 세탁기 936천대, 냉장고 1,656천대, 컴퓨터 242천대가 배출되어 총 4,708천대(141,865톤)가 발생한 것으로 추정되었으며, 2002년에는 폐가전제품 및 폐컴퓨터가 총 6,317천대(221,768톤)가 발생하여 발생대수는 1.34배, 발생중량은 1.56배 증가할 것으로 예측되었다.
2. 텔레비전의 분해실험결과 브라운관이 50%이상의 무게와 짧은 분해시간으로 가장 좋은 분해효율을 나타내었으며, 세탁기는 재질에 의한 분류가 용이하나 견고하게 조립되어 있어 긴 분해시간을 소요하였다. 냉장고는 단열

을 목적으로 하므로, 부품들이 조립보다는 부착되어 있어 분해가 관란하였다.

3. 컴퓨터 본체는 분해가 용이하였고 각 부품별 중량, 분해시간, 분해효율이 유사한 경향을 나타냈으며, 컴퓨터 모니터는 텔레비전과 마찬가지로 모니터 브라운관이 50%이상의 중량을 차지하였고 분해효율 역시 가장 좋았다.
4. 텔레비전 PCB, CRT 및 컴퓨터 본체 Main-board 와 모니터 PCB, CR를 국내용출시험방법으로 측정한 결과 모든 중금속이 규제기준 허용범위 미만으로 검출되었으나, 미국의 TCLP, EPT에서는 Pb의 경우 규제기준인 5mg/L를 초과한 17~85mg/L까지 검출되었다.

참 고 문 헌

1. 장기복 : 폐자원 재활용의 경제성 분석, 한국환경기술개발원, 1996.
2. 大西宏, 吉田貴彦, 清水時彦 : 家庭電化製品に對する分解性評価方法の檢討, 日本廢棄物學會論文誌, 6, 1, 1-6, 1995.
3. 도갑수 외 4명 : 가전제품 종합폐기물 관리에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 11, 1, 65-73, 1994.
4. 환경부 : 녹색환경의 나라 건설의 위한 국가폐기물관리종합계획(안), pp68, 1996.
5. Coleen, M. and Hanson, G. A. : Development of a laboratory test method for estimating leachate quality from municipal incinerator ash monofill, proceeding of international conference on municipal waste combustion, florida , U.S.A., pp 3B 39~3B-52, 1989.
6. 환경부 : 폐기물 공정시험법, 1994.
7. U. S. EPA : Toxicity characteristic leaching procedure(TCLP), Method 13XX, 1985.
8. U. S. EPA : Regulations for identifying hazardous waste, Par 261 - Identification and listing of hazardous waste, 1983.
9. 作花濟夫 : ガラスの事典, 朝倉書店, 128-129, 1985.