

폐자동차 및 폐가전제품의 배출에 따른 환경문제

이길철

국립환경연구원

1. 서론

독일의 오토 내연기관 연구소의 다이물러가 가솔린을 연료로 하는 가볍고 강력한 내연기관을 완성하여 1888년 이것을 2륜차에 탑재하고, 독일의 벤츠가 같은 해에 2 사이클 가솔린 기관을 탑재한 3륜차를 제작하여 특허를 얻어 기업화 한 것이 자동차 산업의 효시로 볼 수 있다.

이후 자동차 산업은 처음 자동차를 생산한 유럽에서 보다 미국에서 더욱 발달하여 일찍부터 일반에 널리 보급되었다. 미국에서는 1901년 올즈가 올즈모빌이라는 상품명으로 최초로 사용하여 양산체제로 자동차를 생산하였으며 1908년 포드회사에서 T형 포드자동차를 간결하고 신뢰성이 높은 설계와 새로운 합금강의 사용으로 견고할 뿐만아니라 대량생산을 하므로써 그 값이 저렴하여 자동차의 일반화에 획기적인 기여를 하였다.

2차 대전에 끝나면서부터 자동차 생산은 급격히 늘어난 매년 평균 5.5% 이상의 성장을 거듭했다. 1970년대 들어 두차례 오일쇼크로 인해 다소간 성장속도가 둔화하기는 하였으나 여전히 증가하고 있다. 1950년도에 전 세계의 자동차 보유대수는 5,000만대였으며 한세대가 겨우 지난 1980년에는 4억대를 넘어섰고 앞으로 한세대가 지나는 동안 10억대에 이르리라고 예상되고 있다.

한편 국내의 자동차 산업은 그 역사가 일천하여 19세기초에 처음 외국차가 소개되었으며 그 이후 외국차의 수입과 중고차의 개조 수준에 머물다가 6.25 동란이후 국산차의 조립단계를 거쳐 1960년대에 대규모 조립생산이 이루어지고 1970년 부터 국산차가 생산되었다.

그러나 1970년대에 불어닥친 두차례 오일쇼크로 인해 자동차 공업이 조선사업과 함께 부실산업의 대명사로 될때도 있었으나 오일쇼크를 슬기롭게 넘기고 1980년대부터 경제성장이 지속적으로 이루어져 국민소득이 증대되면서 자동차의 내수판매가 늘어나고 수출 또한 증가하면서 자동차 산업이 국가의 기간산업으로 부상하였다. 우리나라의 자동차 관련통계인 표 1에서 보면

1990년대에 들어 자동차의 내수판매가 폭발적으로 증가하여 1993년말 현재 우리나라의 자동차 보유 대수는 627만대를 돌파하였다.

이와같이 자동차 산업이 발달하고 뉴모델의 새로운 자동차의 개발이 왕성해지면서 자동차의 수명도 단축되고 있어 폐기되는 자동차 대수도 급격하게 증가하고 있다.

특히 자동차는 20,000 여종의 부품으로 구성되어 그 재질도 철강, 고무, 합성수지 등으로 다양할 뿐만아니라 운전중에 필수적으로 구입하는 윤활유와 부동액을 비롯하여 배터리 등 다양하기 때문에 폐차시에 발생하는 폐기물의 양도 클 뿐만아니라 발생하는 폐기물도 여러종류로 폐차시 폐기물을 종류별로 선별수집하는 것도 어려운 실정이다. 또한 자동차 관련폐기물의 재이용 기술이 정착되어 있지 않을 뿐만아니라 폐차와 함께 발생하는 폐기물이 처리되지 않고 무단투기됨으로 인해 발생하는 2차 공해의 위험성마저 우려되고 있다.

또한 일상생활에서 필수품화 되어가고 있는 가전제품도 1900년대 초반부터 1950년대까지 세탁기, TV, 냉장고, 에어컨 등이 개발 실용화되었으나, 국내에는 거의 보급이 되어있지 않았으며, 1960년대부터 일부 수입되어 부유층에 보급되었다. 그러다가 1960년대 후반에 국내 조립생산이 활발히 이루어지고 전자제품의 핵심 부품이었던 진공관이 반도체로 대체되면서 1970년대 부터 가전 산업이 국내의 기간산업으로 기반을 구축하였으며, 1980년대 후반부터는 수출전략사업으로 부상하여 세계시장에 진출하고 있다.

특히 가전제품은 반도체산업의 발달로 그 기능이 복잡다양해지고 신제품개발이 신속히 이루어지고있어 life cycle이 짧아지고 있다. 특히 가전제품에서도 부피가 크고 중량도 커서 취급에 어려움이 있는 TV, 냉장고, 세탁기, 에어컨의 국내 보급현황은 표 2에서 보는 바와 같다.

2. 폐차 및 폐가전제품 발생현황

우리나라의 년도별 폐차발생량은 표 3과 같고 폐가

표 1. 자동차 보유대수의 연도별 증가추세

연도	총 계			승용차		승합차		화물차	
	계	사업용	자가용	사업용	자가용	사업용	자가용	사업용	자가용
1989	2,660,212	322,832	2,337,380	153,346	1,405,314	49,525	273,877	113,497	655,446
1990	3,394,803	356,034	3,038,769	172,855	1,902,067	51,440	332,298	123,739	800,908
1991	4,247,816	388,134	3,859,682	189,010	2,538,842	54,463	373,187	133,997	943,470
1992	5,230,894	420,698	4,810,196	204,126	3,256,931	58,602	424,973	138,639	1,122,883
1993	6,274,008	437,494	5,836,514	210,013	4,061,240	60,884	467,074	145,879	1,302,755

(자료 : 통계연보, 통계청)

표 2. 가전제품의 인구 100명당 보급현황

구분	칼라TV	냉장고	세탁기	에어콘
1989	36.1	30.8	29.8	1.9
1990	52.8	45.7	41.2	5.2
1991	39.8	29.7	28.8	4.1
1992	47.4	39.9	30.0	3.8
1993	33.0	32.8	25.8	2.4

(자료 : 가전기기 보급률 조사연구, 1994, 한국전력공사 전력경제처)

전제품 발생량은 표 4와 같다.

또한 가전제품의 포화보유상태는 칼라 TV가 2대, 냉장고가 1대로 추정되고 있으며, 21C에는 가구당 인구수도 현재의 약 4인에서 3인으로 감소될 것으로 예측됨으로 가전제품의 국내보급율은 급격하게 증가될 것으로 예측할 수 있다. 이에따라 폐기처분 가전제품의 양도 엄청날 뿐만 아니라 가전제품의 재질도 철을 비롯하여 구리, 니켈, 알루미늄 등 비철금속과 고무, 합성수지 등으로 다양하고 부피가 크고 무거워 취급이 어렵기 때문에 폐기시에 무단 투기되고있어 환경에 악영향을 주며, 특히 냉장고 및 에어컨에는 냉매제로 CFC(클로로플로로메탄)가 들어있어 회수되지 않고 투기되었을때 자연회산에 의해 성층권의 오존층을 파괴하는 원인물질로 작용될 수 있다. 이와같이 폐자동차와 폐가전제품이 무단 투기되었을때에는 여러가지의

표 3. 폐차 발생현황 (단위 : 대)

구분	계	승용차	승합차	화물차	특수차
1990	171,221	90,260	21,078	58,895	288
1991	217,983	109,508	28,175	79,840	460
1992	252,769	123,236	33,588	95,440	505
1993	308,252	165,081	40,187	102,447	537

(자료 : 한국자동차폐차업협회)

환경상 악영향을 줄 수 있으나 이들 폐기물을 재질별로 100% 선별 수집할 수만 있다면 재이용할 수 있는 훌륭한 자원이 될 수 있을 것이다. 따라서 자동차 관련 폐기물중에서 분리수집할 수 있는 페타이어, 폐윤활유, 폐부동액 및 폐배터리와 가전제품의 구성재질을 중심으로 하여 폐기물 발생현황과 이들의 제조공정 및 구성성분을 소개함으로써 예상될 수 있는 환경에 미치는 영향에 대하여 검토하고자 한다.

3. 자동차 및 가전제품 관련 폐기물

3.1. 페타이어

가) 타이어 제조원료

타이어를 제조할 때 사용되는 원료는 제조업소마다 차이가 있지만 일반적으로 표 5와 같으며 주 구성성분인 고무, 카본, 철유, 스틸 이외에도 타이어 제조시에 다음과 같은 배합제가 사용되고 있다.

(1) 가황제 : 고무는 가황에 의해 생고무의 탄성, 기

표 4. 폐가전제품 배출현황(잠정)

(단위 : 천대, 천톤)

구분	TV		냉장고		세탁기		에어콘	
	대수	중량	대수	중량	대수	중량	대수	중량
1992	1,044	21	1,028	72	507	21	84	5
1993	1,139	25	1,159	81	569	24	71	4

(자료 : 한국전자공업진흥회)

표 5. 타이어의 원료조성

(단위 : %)

성분	차종	승용차		트럭, 버스	
		(BIAS)	(RADIAL)	(BIAS)	(RADIAL)
고무	무	30~40	40~50	40~50	35~45
카본	본	20~30	20~30	15~25	15~25
유황	황	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5	0.5~1.5
연화제	제	15~20	2~10	2~10	1~5
산화연	아연	1.0~2.0	1.5~2.0	1.5~2.5	1.5~2.5
기타	가황보조제	2~7	2~7	7~13	6~10
섬유	유	10~20	8~12	7~15	2~4
스티	틸	2~5	5~12	3~10	20~40

* Bias : 타이어의 본체에 접합시키는 코드(Cord) 지의 방향이 중심축과 35° 각을 이루는 타이어
 Radial : 코드지를 방사선 형태로 접합시킨 타이어로서 코드지를 스틸 와이어(steel wire)로 만든 경우에는 스틸 래디얼 타이어(steel radial tire)라고 한다.

계적 성질의 개선, 용매에 대한 용해도 감소 등의 현저한 성능변화를 일으키는데, 사용되는 원료는 고무의 종류에 따라 유황, selenium, tellurium, tetramethyl thiuram disulfide, P₂, quinone dioxine, magnesium 등으로 대개 고무 100에 대하여 2~5% 배합하는 것이 보통이다.

- (2) 가황촉진제 : 고무가황시간의 단축, 가황온도의 저하, 유황량의 감소, 기타 품질개선의 역할을 한다. 사용되는 원료는 무기촉진제로는 lime magnesium 등이 있고 유기촉진제로는 thiazole계(M, DM), thiuram계(TT, TS), dithio 산유도체, guanidine 유도체(D, DITG), aldehyde-amine계 등이 있다.
- (3) 가황촉진보조제 : 가황촉진제를 도와 촉진효과를 빠르게 한다. 사용되는 원료는 아연화, magnesium 등의 금속화합물, stearic acid 등의 지방산이 있다.
- (4) 가황지연제 : 가황전, 공정상 고무의 그을림 현상(scorch)를 방지하는 것으로 사용되는 원료는 salicylic acid, 사산 soda, N-nitrosodiphenylamine 등이 있다.
- (5) 노화방지제 : 가황고무의 노화(접성화, 경도의 변화, 균열의 발생, 물리성능의 열화)를 방지하는 것으로 사용되는 원료는 amine류 또는 그 유도체, phenol 유도체 등이 있다.
- (6) 가소제(연화제) : 고무의 제조공정중 고무를 팽윤시켜 부드럽게 하고 기타 배합제의 분산을 좋게 하거나 공정을 용이하게 하는 것으로 사용되는 원료는 tar, stearic acid, 기타 석유계 연화제 등을 2~5% 정도 배합한다.

- (7) 소련촉진제 : 고무는 최초 소련이란 공정을 거치는데 이때 동력 에너지를 절감하기 위해 사용하는 것으로 naphthylmercaptan, pentachlorophenol 화합물 등이 사용된다.
- (8) 분산제 : 가소제와 같은 목적으로 같은 형태의 물질이 사용된다.
- (9) 점착제 : 합성고무에 특히 필요하며 고무에 점착성을 부여하여 성형작업을 용이하게 한다. 사용되는 원료로는 phenol, formaline 수지, cumarone 수지, styrene 수지, terpen계 수지 등이다.
- (10) 보강제 : 고무제품의 경도, 항장력, 탄성, 내마모성, 인열저항을 높이기 위해 사용되며 주로 사용되는 원료는 카본블랙 이외에 탄산칼슘, 탄산 마그네슘, 점토류, 유기수지 등이 있다.
- (11) 충전제 : 고무제품의 가격절감과 공정의 용이화, 고무성능의 개선에 기여하는 것으로서 사용되는 원료는 카본블랙 외에 점토, 탄산칼슘, talic, lithopone, asphalt, 수지 등이 있다.
- (12) 착색제 : 착색효과를 부여하는 것으로서 원료로는 무기, 유기안료 등이 있다.
- (13) 접착제 : 나일론 또는 기타 합성섬유와 고무와의 접착을 향상시키기 위해 사용한다. 사용되는 원료는 resorcinol, formaline 수지, latex 및 기타 유기약품 등이 있다.

나) 타이어 제조공정

타이어의 제조공정은 크게 그림 1과 같이 정련, 재료, 성형, 가황의 4 공정으로 나뉘며 각 공정은 다음과 같은 작업단계를 거친다.

cycling되지 않고 무단투기되거나 부피를 감소시키기 위해 적법한 소각시설(열분해시설, 진류소각시설 등)이 아닌 곳에서 무단 소각되었을 때는 타이어의 구성재료의 연소산화에 의해 SOx 등 여러종류의 대기오염 물질이 발생할 수 있다.

3.2. 폐윤활유

가) 윤활유의 원료

윤활유란 기계의 마찰면을 윤활하게 하고, 기계효율을 향상시키기 위하여 사용되는 액상물질로서, 석유계의 광유(鑛油)를 포함하여 동·식물유, 합성유 등으로 만들어지며 또한 용도와 대상에 따라 적당한 점도, 물리적, 화학적 안정성, 산화안정성 및 유성(油性) 등이 요구됨으로, 표 8에서와 같이 여러 종류의 첨가제들이 사용되고 있어 윤활유의 종류 및 그 성분은 매우 다

양하다.

특히 윤활유를 사용하는 기계장치는 계절에 관계없이 적당한 점도가 유지되어야 하므로 계절에 따라서도 그 조성은 변하여 그 종류는 더욱 다양해지고, 또한 윤활유 제조회사마다 품질향상을 위한 신제품 개발로 매일 새로운 윤활유가 탄생하고 있다고 해도 과언이 아니다.

자동차에는 유압을 이용하는 브레이크 시스템을 비롯하여 엔진과 트랜스미션에 윤활유가 필수적으로 들어가야 하고 윤활유는 일정기간이 지나거나 계절이 바뀔 때마다 신제품으로 교환하여 기계적인 마찰을 줄여주는 역할을 하고 있다.

나) 폐윤활유 발생현황

폐윤활유의 발생량은 일반적으로 판매량의 65%로 추정하고 있으며 35%는 자연소모 된 것으로 보고 있다.

표 8. 윤활유의 첨가성분 및 작용

용도	종 류
산화방지제	<ul style="list-style-type: none"> • 인쇄반응 방지제 : 알킬, 페놀, 방향족, 아민 • 과산화물 분리제 : 디알킬, 디티오, 인산, 아연, 유황화합물(페노디아진), 디알칼 세렌 • 금속 불활성제 : N,N'-디살리틸리딘-1,2-디아미노 프로판
방청제 (防錆劑)	<ul style="list-style-type: none"> • 고급지방산, 나프텐산 • 유기산금속염 : 석유술폰산염(Na, Ca, Ba), 카르본산염(Al, Ca, Mg) • 아민 : 시크로 헥실 아민 • 인산에스테르 : 디라우릴 포스페이트
유성제 (油性劑)	<ul style="list-style-type: none"> • 지방산 및 에스테르 : 올레인산, 스테아린산, 소·채지기름 • 고급알콜 : 라우릴 알콜, 올레일 알콜
극압제 (極壓劑)	<ul style="list-style-type: none"> • 유황계 : 디벤질 디설파이트, 올레인 폴리설파이트 • 염소계 : 염소와 파라핀 • 인계 : 트리부틸 포스파이트 • 유기산 : 금속염 나프텐산염, 디알킬 디티오 인산
정전분산제 (靜電分散劑)	<ul style="list-style-type: none"> • 중성염기성 : 석유술폰산염(Ca, Ba), 알킬 벤젠 술폰산염(Ca, Ba, Mg), 알킬 페놀 설페이드 염(Ca), 폴리부텐-P₂S₅ 반응생성물염(Ba), 석유 나프텐산염(Ca), 알킬 살리틸산 염(Ca) • 고염기성 : 중성, 염기성염 1mol에 10mol 정도의 탄산염(산중화제)을 분산시킨 것 • 무회분산제 : 벤질 아민
점도지수 향상제	<ul style="list-style-type: none"> • 비분산제형 : 폴리이소부틸렌, 에틸렌 프로필렌 공중합체, 폴리알킬메타크릴레이트, 폴리알킬아크릴레이트 • 분산제형 : 알킬메타크릴레이트와 극성 단량체의 공중합체
유동점 강하제	<ul style="list-style-type: none"> • 폴리알킬메타크릴레이트, 폴리알킬아크릴레이트계의 점도지수 향상제, 염소화 파라핀-나프탈렌 축합물, 테트라파라핀 페놀 축합물
방포제 (防泡劑)	<ul style="list-style-type: none"> • 실리콘유

표 9. 자동차용 폐윤활유 발생현황
(단위 : 2001 드럼)

1990년	1991년	1992년	1993년
435,510	743,610	916,698	919,703

(자료 : 한국 윤활유공업협회)

우리나라의 자동차용 폐윤활유 발생량은 표 9에서 보는바와 같이 '91년에는 '90년에 비해 70.7%, '92년에는 '91년에 비해 23.3%, '93년에는 '92년에 비해 3.3% 증가하여 '90년대 초반에 비해 현재에는 증가추세가 감소하고 있다. 그러나 급격한 자동차 보유대수의 증가에 따라 2001년에 약 60만 KI의 자동차 폐윤활유가 발생할 것으로 예측된다.

폐윤활유가 적법처리되지 않고 무단 투기되었을때는 수질오염의 원인물질이 되고 특히 유분으로 되어있는 폐윤활유는 수질중에서 난분해성 물질이므로 수질의 자정에 지장을 초래하게 된다.

3.3. 폐부동액

가) 부동액의 조성

현재 사용되고 있는 부동액은 비광유성분으로 액냉식 내연기관용 냉각수(이하 냉각수라 한다)의 동결방지 및 냉각기의 부식방지에 사용되는 ethylene glycol을 주원료로 하고 냉각계통에 사용된 알루미늄, 주철, 강, 황동, 맨납 그리고 구리를 보호하기 위하여 일반적으로 알칼리성부식방지제가 첨가되며 고온에서도 액이 안정될 수 있도록 phenol과 amine 등의 산화방지제가 사용된다.

일반적으로 부동액은 약 90% 이상의 글리콜류와 5% 이하의 첨가제, 3% 이하의 수분으로 구성되어 있다.

부동액은 30~50%로 희석하여 사용하고 이때 어는 점(빙점)은 -10~-40℃ 정도이다. 부동액은 냉각 및 열교환기 계통에 새로운 합금이나 물질이 사용됨에 따라 이들 물질을 보호하여 줄 수 있는 첨가제가 새로이 개발 실용화 되었다.

1950년대에는 부동액과 접촉되는 물질이 cast iron, mild steel, wrought brass, copper, solder(low lead), rubber 등이었으나 1980년대에는 위의 물질 이외에도 cast aluminium alloys, wrought aluminium alloys, stainless steel, solder(high lead), elastomer, rigid plastic(polypolypropylene, HDPE, nylon), zinc, cadmium, magnesium 등이 추가되었다.

(1) 글리콜류

물이 얼지 않게 하는 동결방지로는 무기염류(예를 들면 식염이나 염화칼슘)가 있으나 이것은 부식성이

매우 강하여 사용할 수 없으며 유기용제로는 알콜이나 글리세린을 사용할 수 있으나 이러한 것들은 증발성이 있으므로 임시부동액으로 밖에 사용할 수 없다. 에틸렌 글리콜을 원료로 하는 부동액을 영구부동액이라고 하는데 현재 우리나라를 비롯하여 각국에서는 부동액 제조원료로 에틸렌 클리콜만 사용하도록 규제하고 있다. 에틸렌글리콜의 특성은 다음과 같다.

- ① 끓는 점이 약 197℃로서 사용중에 증발손실이 거의 없고 액의 감소에 대해서는 깨끗한 물을 보충해 주기만 하면된다.
- ② 불연성 물질로서 누출될 경우에도 화재의 위험이 없다.
- ③ 물과 임의의 비율로 혼합이 가능하며 그 농도는 비중을 측정함으로써 쉽게 판별할 수 있다.
- ④ 결점으로는 금속을 약간 부식시키는 성질이 있으며 기포성이나 열팽창계수가 크다.
- ⑤ 다른 글리콜류에 비하여 경구독성(LD₅₀)이 낮고 (Rat;6.14g/kg, Mouse;14.6g/kg, Guinea Pig; 8.2g/kg, Human;1.56g/Kg) 인체에 흡수대사과정에서 글리콜 산, glyxylate로 되고 최종에는 낮은 oxalic acid로 된다.

부동액중 에틸렌 클리콜은 무게가 90%이상을 차지하고 그 역할은 냉각수와 무기물 첨가제의 용매로서 작용하며 글리콜류의 종류에 따라 화학적 성질은 표 10과 같다.

(2) 첨가제

무게가 0.05~5.0%에 해당되는데 pH를 7~11.0 사이로 조절하고 부식을 최대로 억제시키며 부동액의 산화를 방지하기 위하여 사용된다. 부동액의 첨가제는 방청제, 정전제, 소포제, 윤활유, 예비알카리 및 pH 조절 완충제 등이 있다.

첨가제의 종류 및 기능은 다음과 같다.

- silicate stabilizer-방청제
- sodium nitrate-방청제
- sodium tetraborate pentahydrate-방청제, 예비알카리 조절제
- sodium metasilicate-방청제
- sodium ortho-phosphate pentahydrate-방청제
- sodium hydroxide-pH조절제
- polyalcohol-소포제
- sodium silicate-방청제
- phosphoric acid-pH조절제
- sodium mercapto benzothiazole-방청제
- silicone emulsion-소포제

표 10. Ethylene Glycol의 물리적 성질

종 류	비 중 (15/4°C)	비 점 °C	동 결 온 도 (°C)	
			30v/v% 수용액	30v/v% 수용액
ethylene glycol	1.113	200	-10.5	-40.0
diethylene glycol	1.122	250	-11.0	-30.5
triethylene glycol	1.125	270	- 9.0	-27.5
propylene glycol	1.038	180	-13.5	-36.0
dipropylene glycol	1.025	200	- 8.5	-25.5
tripropylene glycol	1.020	210	- 7.0	-19.0

- bis phenol-A-방청제
- sebacic acid-방청제
- tributyl phosphate-방청제
- sodiummolybdate-방청제
- diethanolamines-방청제
- sodium tolytriazole-방청제
- dipotassium phosphate-방청제
- benzoic acid-방청제

위의 첨가제는 부동액 제조회사에 따라 선택적으로 첨가되며 기술적 Know-how에 해당된다. 표 11에는 일반적으로 부동액에 첨가되는 화학물질의 기능을 구체적으로 나타낸 것이다.

나) 부동액의 역할

- (1) 동파방지작용: 냉각수가 동질기에 동결되는 것을 방지하여 엔진의 냉각계통 동파를 방지한다.
- (2) 냉각작용: 엔진가동시 발생하는 열을 흡수하여 라디에이터를 통해 외부로 방출한다.
- (3) 보호작용: 엔진 및 라디에이터 냉각계통내의 금속부품들을 녹·부식으로 부터 보호한다.

다) 부동액의 조건

- (1) 어는점(氷點)이 낮아야 한다.
- (2) 금속의 부식을 방지하여야 한다.
- (3) 냉각 및 열교환기에 악영향을 주어서는 안된다.
- (4) 고무에 피해가 없어야 한다.
- (5) 화학적으로 안정하여야 한다.
- (6) 가격이 저렴하여야 한다.
- (7) 자동차 폐차시 악영향을 주어서는 안된다.
- (8) 저온에서 점도가 적당하여야 한다.
- (9) 팽창계수가 낮아야 한다.
- (10) 1회 주입에 적어도 1년이상 사용가능하여야 한다.
- (11) 냄새 문제가 없어야 한다.
- (12) 쉽게 어는점(氷點)을 점검할 수 있어야 한다.
- (13) 낮은 독성을 나타내어야 한다.

표 11. 부동액의 첨가성분 및 작용

첨 가 제	기 능
benzoates	protect ferrous metals and solder
borates	buffer, potentiates other additives
caustic soda	pH control
mercaptobenzo thiazoles	protect cuprous metals/alloys
nitrates	protect aluminium and solder
nitrites	protect ferrous metals
silicates	protect aluminium at high temp
phosphates	buffer, protect ferrous metals
triethanolamine	pH control, protects ferrous metals
nonionic surfactants	control foaming
molybdates	ferrous aluminium

- (14) 끓는 점이 적당하여야 한다.
- (15) 거품생성량과 운전손실이 적어야 한다.
- (16) 불연성이어야 한다.

라) 폐부동액 발생현황

우리나라의 부동액 생산업소는 33개소, 수입업소는 7개소이며 국내 부동액 판매현황은 표 12에서 보는바와 같다.

이와같이 부동액의 사용량은 급격히 증가하여 2001년에는 약 100,000kl에 이를 것으로 예측되고 있으며 부동액 사용량은 바로 폐부동액 발생량으로 간주할 수 있다.

폐부동액은 주성분이 glycol류의 유기물질로 되어 있고 기타 유·무기 첨가성분도 많아 적법처리되지 않고 무단 투기 되었을 때에는 수질중에 유기물의 부하를 높여 직접 BOD와 COD의 농도를 증가시키게 된다. 그러나 폐부동액도 간단한 재생시설을 통하여 재사용할 수 있는 기술이 실용화되고 있다.

3.4. 폐배터리

표 12. 자동차용 부동액 판매실적

(단위 : kl)			
1990년	1991년	1992년	1993년
25,408	25,312	21,237	25,659

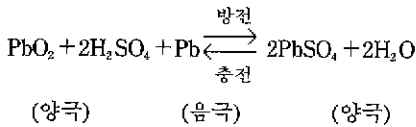
가) 배터리의 구조 및 성능

양극과 음극의 전극판과 전해액으로 구성되어 있으며 화학작용에 의해 직류 기전력이 발생하여 전원으로 사용할 수 있는 장치로 일반적인 구조는 그림 2와 같다.

배터리 중에서 화학에너지를 전기에너지로 변화시키는 경우를 방전이라 하고 다른 전원으로 부터 전기 에너지를 공급받아 화학에너지로 변화시켜 축적하는 경우를 충전이라 한다. 이와같이 충전과 방전이 반복되는 전지를 배터리 또는 2차 전지라고 한다. 한편 충전과 방전이 반복되지 않는 전지를 1차 전지라고 하며 전전지가 여기에 해당한다.

배터리는 1859년 프랑스의 폴랑테가 발명한 납축전지(배터리)가 가장 널리 사용되고 있으며 그밖에 알카리 축전지가 있다. 납 축전지는 양극에 과산화 납(PbO₂)과 음극에 해면상(海綿狀) 납(Pb)을 사용하고 비중이 1.2~1.3인 황산(H₂SO₄)에 넣은 것이다. 실제의 것은 극판 면적을 증가하기 위해 많은 양극과 음극의 극판이 병렬로 연결되어 있으며 각 극판 사이에는 절연물로 만든 격리판이 들어 있다.

충전 및 방전시의 화학반응은 다음과 같다.



충전된 상태에서는 양극은 이산화납, 음극은 납이지만 방전을 계속하면 양극과 음극은 모두 황산납(PbSO₄)으로 되며 동시에 물이 생기므로 전해액의 비중이 낮아지게 된다. 충전된 상태에서는 양극은 다갈색, 음극은 회색인데 방전을 계속하면 양극과 음극 모두 다갈이 회백색으로 변한다. 납축전지의 기전력은 약 2V이지만 방전하는 사이에 서서히 저하하여 1.8V정도 까지 저하하면 다시 충전시켜야 한다.

나) 배터리 생산 및 폐배터리 발생현황

배터리의 경우 자동차용과 산업용으로 용도가 구분되며 '90년도 생산실적은 표 13에서 보는바와 같다. 그러나 자동차용과 산업용을 포함한 우리나라의 축전

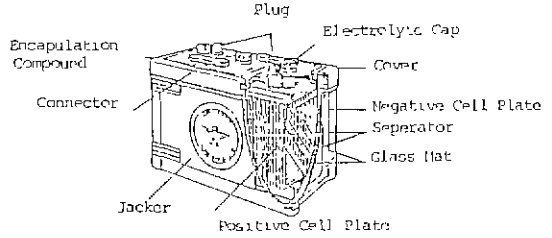


그림 2. 배터리의 구조

표 13. 우리나라의 배터리 생산실적('90)

배터리 종류		무게(kg/개)	생 산 량 (천개)	
			내 수	수 출
자 동 차 용	LPG 55	13.34	1,800	2,380
	PT 100B	25.26		
	PT 150	38.92		
	PT 200	53.91		
	MF 45	17.32		
	MF 100	31.61		
산 업 용	PS 2200E	188	766	
	PS 4400E	320		
소 계			2,560 (51.9%)	2,380 (48.1%)

(자료 : 한국전지공업협회)

지생산량은 '91년에 내수 500만개, 수출 700만개, '92년에 내수 530만개, 수출 720만개, '93년에 내수 538만개, 수출 720만개로 매년 약 1,200만개이다.

'90년에 국내에서 생산된 자동차용 배터리는 180만개로 생산된 자동차에 장착되었거나 운행중인 자동차의 교환용으로 판매된 것으로 볼 수 있으므로 폐배터리 발생량은 표 1의 자동차 보유대수의 연도별 증가추세로부터 '90년도의 국내 자동차 보유대수 순 증가분인 721,000 대에 장착된 721,000개의 배터리를 제외하면 약 110만개로 추정되고 있다.

그러나 국내 자동차 보유대수의 급격한 증가추세로 볼 때 2001년에는 폐배터리의 발생량이 1,000만개 이상으로 급격히 증가할 것으로 전망된다.

폐배터리는 종류별로 다소 차이가 있으나 납이 약 40%, 황산이 약 26%, 외부용기 및 전극판의 격리용으로 사용되는 플라스틱 등이 약 34%를 차지하고 있어 폐배터리의 재이용은 자원의 회수 및 유효 이용적 측면에서도 중요하지만 적정처리 되지 않을 때 환경상의

표 14. 주요 가전제품의 재질

(단위 : 중량 kg, 비율%)

구 분	TV(19")		냉장고(330l)		세탁기(6kg)		에어콘(7평형)	
	중 량	비 율	중 량	비 율	중 량	비 율	중 량	비 율
철 류	1.1	5	31.8	43	24.4	47	24.3	59
플 라 스 틱	3.1	16	29.3	40	17.5	34	5.6	13
비 철 금 속	0.4	2	1.7	2	2.4	5	10.0	24
유 리	12.4	62	—	—	—	—	—	—
우 레 탄(단열재)	—	—	7.1	10	—	—	0.1	—
기 타	3.0	15	4.1	5	7.7	15	2.0	4
계	20.0	100.0	74.0	100.0	52.0	100.0	42.0	100.0

(자료 : 한국 전자공업진흥회)

문제가 발생할 수 있다.

3.2. 폐가전제품

가) 가전제품의 생산

가전제품중 TV는 정류장치, 전자기판, 브라운관 등, 세탁기는 구동모터, 크릿치, 유량조절기 및 자동제어 전자기판 등, 냉장고 및 에어컨은 구동모터, 압축펌프, 방열판 및 자동제어 전자기판 등의 핵심부품으로 구성되어 있으며, 이들 핵심부품은 다중소량의 부품을 1차 가공한 후 외부 case에 부착 조립생산하고 있다.

따라서 가전제품은 부품의 수도 많고 부품의 구성 재질이 다양하여 분류분해가 어렵기 때문에 재활용되고 있는 폐기물도 case나 지지대의 구성성분인 고철, 금속류, 플라스틱 정도이다.

그러나 출하시에 파손등을 방지하기 위해 발포스티렌으로 보호한 후 외부상자에 포장하여 판매하고 있어 포장폐기물도 다량 발생하고 있다. 주요 가전제품의 재질별 구성성분은 표 14와 같다.

나) 환경상의 문제

폐기된 가전제품은 폐기물관리법 제13조에 의거 배출자로부터 일정수수료를 징수하고 지방자치단체에서 별도로 수거하도록 되어 있다. 그러나 회수된 폐가전제품은 일부 분해되어 유가물질은 회수되고 잔여폐기물은 그대로 공공매립장에 운반된 후 매립되고 있는 실정이다.

이와같은 현상은 회수가 재생이용처리와 연계되어 있지 않고 폐가전제품의 재생이용처리업이 영세하여 수작업에 의해 분해 분류되고 있기 때문이다. 폐가전제품이 recycling 되지 않고 매립되는 경우 환경상의

문제는 일반쓰레기와 별로 차이가 없으나 회수재이용할 수 있는 유가물질의 매립에 따른 자원낭비와 부분해체된 가전제품의 부피가 크므로 매립지의 가용년수를 잠식하는 등 경제적 손실을 초래하게 된다.

특히 CFC 등 오존층 파괴물질을 사용하고 냉장고 및 에어컨은 폐기전에 필수적으로 CFC를 회수하여야 한다.

또한 일부 도입되고 있는 기계적 파쇄시설(shredder)에서 발생하는 Dust로 인한 오염이 우려될 수 있다.

결 론

소비자는 새로운 자동차와 가전제품을 선호하게 되고 이들 제품의 life cycle이 짧아지게 되어 따라서 폐자동차와 폐가전제품의 배출량도 증가할 것이다. 그리고 자동차와 폐가전제품의 생산에는 전력소비가 많고 열처리, 도장공정등에서 많은 양의 에너지를 소비하므로 NOx, SOx, CO₂의 배출, 도장, 판금, 용접공정 등에서 폐수가 발생하고 각 공정에서 폐플라스틱, 폐금속, 폐유, 폐지, 오니 등의 폐기물이 발생하고 있다.

특히 폐자동차와 폐가전제품은 완전히 분해분류가 가능할 경우 100% 재이용이 가능한 원료물질로 전환될 수 있다. 그러나 recycling 되지 않고 폐기되었을 때는 자원의 손실과 최종처분장에 매립으로 인한 경제적 손실이 막대하게 될 것이다.

그러므로 폐자동차와 폐가전제품의 발생을 억제할 수 있도록 설계단계에서부터 검토되어야 하고 발생된 폐자동차와 가전제품의 재활용을 촉진할 수 있는 제도적, 기술적 뒷받침이 시급한 실정이다.