

포괄고정화균에 의한 혐기성 소화법의 고찰

(연재 2)

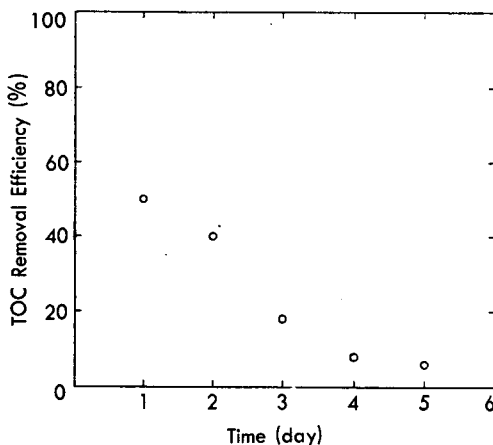
한 상 문 / (주) 진도 엔지니어링
환경기술연구소 연구원

3-2. 혐기성 소화

3-1에서 얻어진 결과로 조제된 균체고정화 담체 750ml를 Fig.1의 반응조에 충전하여 TOC 500ml/ℓ 농도로 조제된 인공하수 1ℓ를 저수조에 가하고 조내 체류시간이 4시간이 되게 이송하고 37℃ ± 1℃에서 운전을 시작했다. 24시간후 저수조액의 TOC를 측정하고 저수조의 시료를 24시간마다 새로운 인공하수로 바꾸어 실험된 결과를 Fig. 5에 나타냈다.

운전초기에는 TOC 제거율이 낮았고 가스발생량도 적었으며, 2-3일간 감소하다가 5일 이후에는 눈에 띄게 떨어져 거의 가스발생량이 없었다. 반응조내의 pH를 측정했더니, pH는 5.8로 저하했고, 산화환원전위는 -70mV 이었다. 운전초기의 TOC 제거율의 악화는 균체고정시의 Shock에 의한 것으로 사료된다.

Figure 5. Change in activity of biomass with time



그 이유는, 균체고정 조작을 공기중에서 하여 통성혐기성균으로 있는 산생성균보다 절대혐기성균으로 있는 메탄생성균쪽이 보다 큰 피해를 받은 결과로 사료되며, 또 투입 기질이 쉽게 분해되는 것으로 담체내에서 저급지방산이 생성축적되어 메탄생성균에 의한 저급지방산 분해속도와와의 Blance가 맞지 않아 pH가 저하하고, 메탄생성균의 활동을 저해하며, 산패로 인해 활동을 정지시키는 것으로 사료된다.

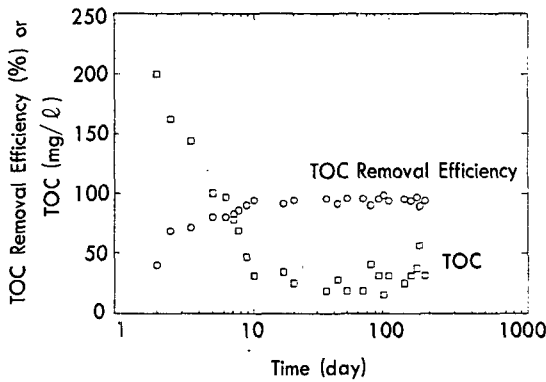
운전초기 TOC 제거율이 저하하는 점과 가스발생속도가 저하하는 것은 어떠한 다른 원인이 있는 것으로 사료되며, 후자의 원인에 대한 대책으로써 담체내에 생성하는 저급지방산을 확산에 의해 보다 빠르게 담체외에 배출시키는 것이 담체 자체에 pH 완충능력을 주어서 극단적 pH저하를 방지하는 방법으로 고려된다. 그러나, 담체 외로 배출하는 방법은 좋은 수단이 아니며, 끝내는 배출된 산이 담체내에 영향을 미칠수 있다. 그래서, 균체고정시에 pH 완충제로서 탄산칼슘을 오니와 동시에 담체내에 넣어주면 저급 지방산에 의한 담체내부의 pH저하를 방지할 수 있다. 2-2의 방법으로 부하 1.5TOC/ℓ/日에서 HRT 4시간으로 이송하여 발효시험을 한 결과를 Fig. 6에 표시했다.

시험개시후 수일간은 TOC 제거율이 낮았으며 그후의 TOC 제거율은 서서히 향상되어 10일 이후는 안정된 제거율을 보였다. TOC 제거율은 최고 98% 최저 88% 평균 95% 전후이며, 최저일때는 Reactor에서 Channeling이 발생했었다. 균체고정시에 첨가된 탄산칼슘은 담체내산생성균에 의해 생성되는 저급 지방산과 반응하며 지방산 칼슘이 되어 pH의 저하를 막는다. Methane 생성균과 접촉

으로 지방산이 분해되고 유리된 칼슘이온은 용존된 탄산과 직접 반응하여 탄산칼슘으로 되고, 새로 생성된 유리지방산과 반응하여 지방산 칼슘이 되어 담체내로 다시 보내지게 된다.

180일 간의 연속시험후 균체 고정화 담체의 형상은 최초 균체 고정화시에 비해 약간 팽창된 정도였다. 담체내에 고정화되었던 균체량의 측정에 대해서는 현재 유효한 측정법을 찾을 수 없어 측정을 하지 않았으며, TOC 제거율이 안정된 것으로 부터 담체의 균활성은 충분히 유지되는 것으로 추정하여 장기간 안정사용의 가능성이 보였다.

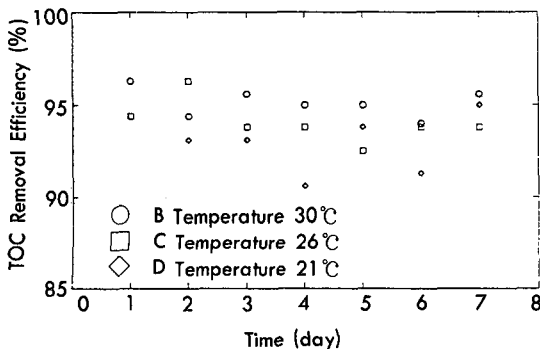
Figure 6. Change in TOC with time



3-3. 소화온도의 영향

부하 1.5g TOC/ℓ/일의 HRT 4시간으로 운전하고 소화온도의 변화를 주어 TOC 제거율을 조사한 결과를 Fig. 7에 나타냈다. 일반적으로 혐기성 소

Figure 7. Effect of temperature on TOC removal



화에서의 소화온도는 40℃전후를 경계로 유지하고 증온소화와 고온소화로 분리되고 있다. 증온소화 영역은 30~40℃의 온도범위를 말하며 최적온도 범위는 상당한 차이가 있다. 에너지 절감의 관점에서 낮은 온도의 소화가 보다 유리하므로 가능한 한 저온으로 소화를 할 필요가 있다. 증온소화 영역에서 소화온도가 30℃이하가 되면 소화속도가 급속히 저하되는 보고가 있으나, 본 실험의 37~21℃ 범위내에서 TOC 제거율에 큰 변화가 없었다.

4. 결 론

혐기성 소화조내의 미생물 농도가 높아야 하므로 균체가 조의로 유출되는 것을 방지하기 위해 고정화 담체로서 폴리 아크릴산계 흡수성 수지를 사용하여 수지의 카르복실기에 칼슘이온으로 가교를 한 포괄고정법에 의해 균체 고정화를 했다. 그 결과 흡수성 수지가 흡수 팽윤될 때에 물과 균체 현탁액이 수지내부에 들어가게 되고 칼슘이온으로 카르복실기에 가교하여 균체고정을 할 수 있었다.

1) 고정된 균체량은 흡수성 수지 1g에 대해서 혼양중오니 200mg이 적당하다.

2) 2차 가교를 하는 조건은 흡수성 수지의 약 1/5 중량의 염화칼슘이 필요하며 가교에 필요한 반응시간은 약 1시간이 적당하다. 포괄 고정화법에 의한 고정화균체를 사용한 소화실험에서 저급지방산에 의해 담체내부가 산성으로 되어 메탄 생성균의 활동을 저해하고, 조금은 산패가 일어난다.

3) 그 대책으로서, 균체를 수지내에 넣을 때 탄산칼슘을 첨가해 담체내에서의 pH 완충능력을 가지게 함으로써 해결할 수 있었다.

4) 초기운전은 약 10일간 요구되었고 180일간 연속 시험결과에서 담체 내 균활성은 충분히 유지되었으며 담체의 형상도 변화가 없었다.

5) 소화시의 온도 의존성은 21℃~37℃사이에서 대부분 소화가 일어나는 것으로 도출되었다. 균활성이 변화되지 않은 것은 기질이 쉽게 분해되는 것에 의한 것이며 소화방식에 의한 해명은 할 수 없었다.

6) 본 연구의 결과로는 폴리아크릴산계 흡수성 수지에 의한 혐기성균의 포괄고정방법 및 고정화균에 의한 혐기성소화법의 적용이 가능한 것으로 나타났다. (끝)

대기환경기준 강화키로 환경처, 개정안 확정발표

환경처는 보다 쾌적한 대기 환경을 유지하기 위하여 선진국 수준으로 대기환경기준을 강화하는 내용의 개정안을 최근 확정 하였으며, 2000년까지는 세계보건기구의 권고치 수준으로 강화토록 해 나갈 계획이다.

이번 개정안에 따르면 아황산가스의 경우, 현재 0.05ppm에서 선진국 수준인 0.03ppm으로 강화하였고, 특히 그동안 24시간 평균치로 발표되었던 단기기준도 1시간 기준을 신설, 단기간의 오염도를 철저히 관

환경뉴스

리토록 하였다. 먼지의 경우는 그동안 대기중에 비산되는 모든 먼지(TSP)를 대상으로 측정 하였으나, 인체의 호흡기를 통하여 유입되어 피해를 미치는 입자의 크기가 10 μ m미만의 먼지(PM-10)에 대한 기준을 신설하여 자동차매연과 같은 미세먼지에 대한 관리를 철저히 하도록 하였으며, '95년까지는 TSP와 PM-10에 대한 먼지기준을 병용토록 하였다.

다.

현행 소음·진동규제법에 의하면 학교, 병원등 소음으로 부터 보호를 받아야 할 지역에 소재한 공장이나 주변지역에 별다른 소음피해를 주지 않는 공업단지내에 있는 공장을 획일적으로 규제하고 있고 사업장단위의 허가제가 아니라 개별 기계나 시설에 대한 허가제로 되어 있어 규제방법이 복잡하고 허가대상을 공장으로 국한하고 있어 동일한 배출시설을 보유하고 있는 사업장은 허가대상에서 제외되는등 일부 불합리한 점도 있는 것으로 분석되고 있다.

따라서 앞으로는 주거지역, 학교, 병원주변지역등 조용한 환경을 요하는 지역을 소음규제지역으로 지정하고 규제지역내에서만 현행 허가제를 유지토록 하고, 기타지역에서는 신고제로 전환하는등 공장소음규제를 지역별로 차등화하는 방안을 강구키로 하였으며, 그 규제방식도 개별기계, 시설등에 대한 개별규제방식에서 사업장단위의 규제방식으로 전환하고 규제대상도 공장뿐만아니라 배출시설을 보유하고 있는 사업장모두를 포함토록 개설한 예정이다.

■ 개정(안)

항 목	시 간	현 행	개 정	달성전망	달성방법	비 고
아황산가스 (ppm)	년 24시간 1시간	0.05 0.15 -	0.03 0.14 0.25	'94달성 '95달성 -	저황유및 청정 연료 공급	
먼 지 (μ g/m ³)	년 24시간	150 300	80 150	'95달성 '95달성	- -자동차 매연 저감	TSP→PM10
오 존 (ppm)	년 8시간 1시간	0.02 - 0.1	- 0.06 0.1	- '95달성 -	자동차배출가스 저감	WHO 수준
이산화질소 (ppm)	년 24시간 1시간	0.05 - 0.15	0.05 0.08 0.15	현재달성 '95달성 -	-	WHO 수준
일산화탄소 (ppm)	1개월 8시간 1시간	8 20 -	- 9 25	현재달성 '95달성 -	-저황유 및 청 정연료공급 -자동차배출가 스저감	WHO 수준
탄화수소	년 1시간	3 10	- -			외국도 기준삭 제(오존으로 대 체)

공장소음규제방법 개선 허가제서 신고제로 전환

환경처는 공장소음의 규제와

관련하여 공업지역내에 있는 공장에 대하여는 허가제에서 신고제로 전환하는등 소음규제방법을 대폭 개선하기로 하였

사전 환경성 검토가능 확대 중소규모 개발사업까지

정부에서는 법령에 규정되어 있지 않더라도 환경성 검토가 필요한 각종 행정계획과 환경영향이 민감한 보전가치가 높은 지역에서 시행되는 중·소 규모개발 사업에 대해서까지

사전 환경성 검토가 이루어지도록 하는 「행정계획 및 사업의 환경성 검토에 관한 규정(국무총리 훈령)」을 제정·공포하였다.

이 규정에 따르면 △지역종합개발, 산업, 교통, 관광, 에너지개발, 농림수산정책등 행정계획을 수립할 경우 계획수립초기단계에서부터 환경보전측면을 고려하도록 하기 위하여 환경처장관과 지방환경청장의 의견을 반영할 수 있는 방안을 강구하도록 함으로써 환경성검토내용이 계획내용에 충분히 반영되도록 하며 산림보전지역, 자연환경보전지역, 보전녹지지역, 상수원보호구역 등 환경보전의 가치가 높은 지역에서 중소규모의 개발사업(사업계획면적이 최소 2,500m²이상)을 시행하는 경우 환경처장관 또는 지방환경청장과 협의하도록 함으로써 사전 환경성 검토를 통해 환경영향을 최소화 하도록 하였다. 또한 자연환경보전법에 의해 지정관리되는 자연생태계보전지역 외의 지역에 대해서도 환경처장관이 관계부처의 의견을 들어 생태적으로 중요하거나 취약한 지역을 지정하고 당해지역에서 개발사업을 시행하는 경우에는 환경처장관 또는 지방환경청장과 사전협의 하도록 함으로써 법정지역으로 지정관리하기 곤란했던 환경영향 민감지역에 대한 관리를 강화하기로 하였다.

한편 이 훈령은 앞으로 구체적인 대상사업과 협의절차를 거쳐 '93년 4월1일부터 시행할 예정이다.

폐기물관련 기술인력 92년 총 2,099명 배출

환경처에 따르면 92년도에 폐기물기술사 및 폐기물기사제도등의 도입으로 폐기물관련 기술인력이 2,099명 배출(기술사 5명, 기사1급 352명, 기사2급, 1,742명)되어, 새로운 전문

인력으로 자리잡아가고 있는 것으로 밝혀졌다.

폐기물 기술인력관련 전문업종은 일반폐기물 설계·시공업, 특정 폐기물처리업등 8개 분야에 489개업체에 달하고 있으며, 이들 업체는 폐기물의 발생량증가와 함께 계속 늘어날 전망이다.

업종명	업체수	비고
계	489	
-일반폐기물 설계·시공업	134	
-특정폐기물 수집운반업	100	
-특정폐기물 중간처리업	50	
-특정폐기물 최종처리업	10	
-폐유재생처리업	5	
-일반폐기물 매립시설	60	
-일반폐기물 소각처리시설	60	
-특정폐기물처리시설	70	

하수종말처리장 대폭확충 '93년도에 6천7백억 투자

환경처는 '93년도에 6천7백억원을 투자하여 75개소에 하수종말처리장 설치 사업을 추진할 계획이며 '93년도 말까지는 12개 하수종말처리장을 완공하여 하수처리 보급율은 현재 37%에서 42%로 향상시킬 계획이다. 이에따라 '93년도에 완공되어 가동될 처리장은 대전(증설), 수원, 성남, 용인(증설), 제천, 천안, 온정, 진주, 충무, 부곡, 거창, 제주도 하수종말처리장이며 이들 처리장을 완공함으로써 처리인구 '92년도 16,117천명에서 18,340천명의 생활하수를 처리하게 된다.

'93년도 신규사업으로 수도권 상수취수원 상류지역에는 여주,

가평, 곤지암, 청평, 춘천(증설)시 하수종말처리장을, 호남권 상수취수원인 주암호 상류지역에는 승주하수종말처리장을, 낙동강수계에는 점촌, 밀양등 12개 하수종말처리장을 착수할 계획이다. 또한, 계속사업으로 추진되는 하수종말처리장을 수계별로 보면 한강수계 12개 처리장을, 낙동강수계 11개 처리장을, 금강수계 3개 처리장을, 영산강수계 1개 처리장을, 기타수계 24개등 총 51개이다.

환경마크부여 재생화장지 판매량 32% 증가해

환경처가 환경마크부여 상품의 지난 5개월('92. 8~12월)간 환경마크부여 전후에 따른 소비자들의 구매취향을 조사한

마크 부착전 · 후 출하량 대비

대 상 품 목	판 · 매 량 비 교		
	부착전 ('91. 8~12)	부착후 ('92. 8~12)	증감 (%)
1) 재생종이제품(노트)	-	140천권	-
2) 재생화장지류	3,190천개	4,226	32%
3) CFC불사용 스프레이류	288천개	234	△ 19%

※ 스프레이류는 수입자유화에 따라 국내 제품판매량 저조

결과, 재생화장지의 판매량이 3,190천개에서 4,226천개로 32% 증가하였으며, 재생종이를 사용한 노트는 140천권이 판매된 것으로 나타났다. 그러나 오존층을 파괴하는 불화염화탄소(CFC)를 사용하지 않은 스프레이류는 288천개에서 234천개로 오히려 19% 감소한 것으로 나타났다는데 이는 값싼 외국제품의 수입에 의한 것이라 밝혔다.

또한, 환경처는 환경마크부여 상품의 판매량이 크게 늘어나지 않은 사유를 환경마크부여 기간이 지난 8월부터 5개월에 불과하고 대상품목이 4종에 한정되어 소비자들이 슈퍼마켓등에서 쉽게 구입할 수 있는 기회가 없는데 주요원인이 있다고

분석하였다. 따라서, 환경처는 환경마크상품을 시민이 더욱 가까운데서 쉽게 구매할 수 있도록 하기 위하여 금년초에는 폐식용유 재생비누등 8개품목을 추가하였고, 금년 하반기에는 30개품목으로 그 대상을 늘이기 위하여 현재 대상품목과 부여기준을 전문가에 의뢰하여

작업중에 있으며, 이 제도에 대한 대국민 홍보를 강화하고, 환경마크제품을 생산하는 업체를 지원하기 위하여 정부기관이나 투자기관등에서 환경마크상품을 우선구매할 수 있도록 제도적 장치를 개발키로 하였다.

ERL사및 Merit사 본협회방문

(Eric Turner MSC, C Eng, FI Chem E)및 Merit사의 그룹이사(John Gustaveson)는 1월 12일 본 협회를 방문하여 협회의 교육문제와 환경영향평가 사업뿐만 아니라, 국내의 환경자문회사의 현황및 건설에 대해서 상당한 관심을 보였다.



환경기술개발원 현판식가져 연구책임제로 본격업무개시

(재)한국환경기술개발원(원장 노재식)이 1월 29일 이재창 환경처장관을 비롯한 관계인사 6백여명이 참석한 가운데 서울 삼성동소재 개발원에서 현판식을 갖고 본격적으로 업무에 들어갔다.

환경기술개발원은 소수정예의 브레인 풀(Brain Pool)제로 운영하는 것을 원칙으로 하며 객원연구제를 도입해 환경분야의 권위있는 전문가를 초빙하여 연구팀을 보강하고 산업체, 학계 및 타연구소와의 긴밀한

협조·연구체제를 통해 첨단 환경기술개발을 이끄는 견인차 역할을 수행할 것으로 기대되고 있다.

미대사관, 미상무성 및 US-AEP, 본협회 방문

주한 미대사관 상무관(Andrew Wylegala), 미 상무성의 국제무역담당관(J. Lee Barnes) 및 United States-Asia Environmental Partnership의 기술협력감독(Peter Gourlay)이 지난 1월 12일 본 협회를 방문하여 미국과 국내와의 기술 및 정보 교류를 희망했으며, 미국 기술 제품의 판로 개척에 관심을 보이면서 관련 업체를 모색코자 하였다.

환경마크 심사실무위원 19일, 제1회 회의개최

환경마크 부여여부의 심사실무를 하는 심사실무위원회(위원장 노용희)가 지난 1월 19일 상의클럽에서 처음으로 열렸다.

환경마크 사용에 대한 최종 인증여부, 심사기준을 결정하고 필요에 따라 공장심사 및 서류 심사를 재실시하게 될 환경마크 심사실무위원회는 이날 회의에서 제출서류중 “환경마크 부여 기준 확인 증명서”를 “환경마크 부여기준 해당증명서”로 “환경마크 심사위원회”를 “환경마크 심사실무회”로 각각 명

칭을 수정하고 신청서류에 「전문인력 및 시설 보유 현황에 관한 서류」를 제출토록 의결하였다.

한편, 심사실무위원회는 앞으로 월 2회(매월 2, 4째 목요일) 개최된다.

**본협회 이승무이사
환과협 제2회 회장에 선임**

본협회 이승무이사(연세대학교 공과 교수)는 지난 1월 27일 국립환경연구원 대강당에서 열린 한국환경과학연구협회 제 7회 정기총회에서 초대 노재식 회장에 이어 제2회 회장에 선임되었다.

중량하수처리사업소 명칭변경 및 직제개정

구분	변경 전	변경 후	시행일자	근거
명칭	중량하수처리장	중량하수처리사업소	'92. 12. 2	서울특별시조례 제2969호 ('92.12.2) 개정
직제	(3과) 관리과 수처리과 오니처리과	(4과) 관리과 (☎ 214-8105) 수질분석과 (☎ 214-8106) 수처리과 (☎ 214-8107) 오니처리과 (☎ 214-8108)	92. 12. 21	서울특별시규칙 제2521호 ('92. 12. 21) (서울특별시 하수처리장 직제개정 규칙)

세미나 안내

날짜	제목	주최	장소
1월13일 ~15일	폐기물 처리 고도기술 세미나	환경관리연구소	송신대 사회봉사관
1월 27일	연구발표회	환경과학연구 협의회	국립환경연구원 대강당
1월29일	한·일 수질보전 심포지엄	국립환경연구원 ·인본 국립환 경연구소, 한국 수질보전학회	국립환경연구원 대강당

환경마크제도안내

1. 운영현황 총괄표

(1993. 1.31 현재)

구 분	신 청		반 송		심 사 중		승 인(44/96)			
	업체수	상품수	업체수	상품수	업체수	상품수	미 계 약		계 약	
							업체수	상품수	업체수	상품수
재생종이를 포함한 종이 및 그 제품류	19(16)	26	1	2	-	-	3	4	15	20
재생종이를 포함한 화장지류	14(11)	19	2	2	-	-	2	5	10	12
페플라스틱 재생제품류	4	6	1	1	1	1	-	-	2	4
염화불화탄소(CFC)를 사용하지 않은 스프레이류	14(12)	52	1	1	1	1	-	-	12	51
마개 부착형 알미늄 캔제품	1	5			1	5				
폐식용유 재생비누	1	1			1	1				
합 계	53(44)	110	5	6	4	8	5	9	39	87

** ()는 중복업체를 제외한 수임.

** 중복업체 : 한솔제지(종이류, 계약/2, 반송/2), 얼싸코리아(종이류, 계약/1, 승인/1), 성림제지(화장지, 계약/1 : 종이류, 승인/1), 대왕제지(화장지, 계약/1, 반송/1, 승인/4), 유한김벌리(화장지, 반송/1, 계약/3), 태평양화학(스프레이류, 계약/8, 심사/1, 반송/1).

2. 대상상품별 환경마크 사용신청 및 부여현황('93. 1. 1.-'93. 1.31)

상 품 군	업 체 명	상 품 명	상 품 용 도	전 화 번 호	비 고
재생종이제품류	대 원 제 지(주)	신 문 지	신 문	732-3501	계약(1. 8)
		크 라 프 트 지	포 장 지	·	·
재 생 화 장 지 류	유 한 김 벌 리(주)	뽀 뽀	화 장 실 용	528-1001	계약(1. 4)
		뽀 뽀 핸드타올	·	·	·
		뽀 뽀 점보롤	·	·	·
페플라스틱제품류	(주) 성 암 판 널	에 어 보 드	온 돌 판 널	522-6805	심사중
스 프 레 이 류	태 평 양 화 학(주)	아 모 레 헤 어 스프레이	모 발 정 제	798-4506	·
알 미 뇨 목 캔 제 품	동 양 맥 주(주)	캔맥주(5개상품)	음 료 용	727-2264	심사중
	두 산 음 료(주)	캔음료(10개상품)	·	8015-114	
폐식용유재생비누	협 성 생 산 공 동 체	물 사 랑	세 탁 비 누	381-3213	·

• 저공해 저에너지 상품을 개발 생산하는 개인이나 업체는 환경처 기술개발과(tel 421-0303, 421-0270)에 환경마크 제안을 할 수 있으며 제안된 상품은 환경마크 위원회의 심의를 거치고, 심의 결과 환경상품으로 적합한 경우 환경보전협회에서 환경마크를 부착하여 드립니다.(제안시 비용없음) 문의처 : 환경보전협회 753-7669, 777-7360