

2000년 6천억弗 황금시장

첨단 환경기술 開發戰 뜨겁다

경제협력개발기구(OECD)에 따르면 1993년 2천5백억달러 규모였던 세계환경기술시장은 2000년에는 6천억달러 규모로 성장할 전망이다. 세계의 주요 국가들과 기업들은 이 방대한 시장에서 패권을 잡기 위해 연구개발에 막대한 인력과 돈을 서슴치 않고 투자하고 있다. 오염물질방출의 기회를 근본적으로 차단하는 금속용융기술(MMT)을 비롯하여 최근 개발된 일련의 첨단 환경기술을 알아 본다

20세기 최후의 환경기술

1987년 어느날 미국 매사추세츠공대(MIT)의 발명조성상담역인 존 프레스턴에게 젊은 대학원학생이 찾아 왔다. 크리스토퍼 네이젤이라는 이름의 이 학생은 MIT로 오기 전에 U.S.강철회사의 화공기사로 일하면서 유해 폐기물을 녹은 금속탕속에서 분해하여 처리하는 신기한 방법을 발명하여 특허를 보유하고 있었다. 오랫동안 발명상담을 맡아 온 프레스턴은 장래성이 큰 대형

발명이라고 직감했으나 네이젤이 사업 경험이 전혀 없어 그의 아이디어를 기업화할 사람이 나타날 때까지 기다릴 수밖에 없다고 타일렀다.

89년 그 해결책을 가진 윌리엄 해니 3세가 제발로 프레스턴의 방으로 걸어 들어왔다. 당시 해니는 27세밖에 안되었으나 이미 유능한 환경사업가 였다. 그는 하버드대학 1학년생 때 벌써 기업을 일으켜서 2억달러로 팔아 1천5백만달러를 손에 넣은 뒤 다른 유망한 사업을 찾고 있었던 것이다.

기발한 공업

이렇게 해서 89년 태어난 MMT사(금속용융기술회사라는 뜻의 준말)는 오늘날 미국 환경업계에서 가장 활발한 신생기업으로 부상하고 있다. 해니가 사장, 네이젤이 수석과학자, 그리고 프레스턴이 외부이사로 운영되고 있는 MMT사는 기발한 공법으로 세계에서 가장 더러운 폐기물도 깨끗하게 처리할 수 있다고 주장하여 투자자들의 큰 기대를 모으면서 주당 14달러로 발행된 주가는 23달러로 뛰어 오르면서 어

렵지 않게 1억4천만달러의 자본을 조달하여 2천만달러의 공장을 건설했다. 이 기업은 94년 6월7일 미국 최대의 유독폐기물소각업자인 롤링스 환경서비스사가 MMT기술을 사용하는 8기(기당 건설비 2천만달러)의 폐기물처리시설을 건설하는데 합의했다.

MMT기술은 어떻게 보면 현대판 연금술같다. 섭씨 1천7백60도로 가열된 쇳물 탕속에 폐기물을 넣으면 철의 분자는 폐기물속의 탄소와 결합하여 녹아버린다. 산소와 같은 여러 가지 반응체를 녹은 혼합물속에 보태주거나 또는 반응조건을 바꿔주면서 폐기물을 예컨대 산업용가스, 세라믹스 그리고 금속합금과 같은 유용한 제품으로 바꿔버릴 수 있다.

그런데 이 기술은 본래는 유독폐기물을 재순환하기 위해 개발되었으나 종래의 방법으로는 분해가 어려웠던 PCB(폴리염화비닐: 전기 절연체, 플라스틱 첨가물로써 우수한 성질을 가졌으나 유독하며 분해되기 어렵다)에서 폐(廢) 전자회로판에 이르기까지 이론상 어떤 폐기물에도 적용하여 깨끗하

게 처리할 수 있다. 그리고 또 소각할 때 유독한 재나 또는 대기속으로 오염 물질을 전혀 배출하지 않는다.

다양한 용도

MMT사는 이 기술을 3가지 분야에 적용하는데 주력하고 있다. 그중에는 PVC생산공정에서 나오는 폐기물과 PCB와 같은 염화폐기물, 사용 후 용제와 오염된 토양을 포함하여 미국자원보존법에 망라된 유해폐기물, 그리고 매립지로 보내는 일반도시쓰레기가 포함된다. 최근 미국에너지부가 방사성폐기물을 재순환하는 길을 모색하기 위해 이 기업에 연구개발비를 제공했다. 다만 제지공장에서 배출하는 것과 같은 폐수는 증발시키는데 너무 많은 에너지가 필요하기 때문에 문제가 되고 있다.

이런 공정에서 나오는 최종제품은 이산화탄소와 수소와 같은 단순한 기체의 혼합물인데 쉽게 수집하여 걸러서 분리하여 다시 사용할 수 있다. 종래의 정제방법을 이용하여 폐기물로부터 해방된 금속을 철에서 뽑아 낼 수 있다. 그러나 염소를 내포한 일부의 슬래그(鑛滓)는 처리분리하기 어렵다. MMT는 이것을 상업용 연마제로 만들 생각이다. 또 장차 이런 유동체를 주형에 넣어 전신주를 만들거나 또는 더욱 분해하는 방법을 모색할 생각이다.

그런데 이런 폐기물처리공장의 건설비는 같은 용량(연간 5만톤의 폐기물 처리능력)의 연소기소각시설의 건설비용의 반밖에 들지 않으며 운용비는 3분의 1밖에 들지 않는다는 것이

MMT사의 주장이다.

이 기업에 투자한 사람중에는 92년 브라질에서 열린 리우유엔환경회의의 사무총장이었던 캐나다의 사업가 모리스 스트롱도 포함되어 있다. 그는 오랜 세월을 많은 환경기술을 보아 왔지만 MMT처럼 흥분하게 만드는 기술은 없었다고 말하고 있다.

물 반, 기름 반의 저공해 엔진

오늘날 세계에는 날마다 5억대의 자동차들이 달리고 있다. 그중에서 4분의 3을 차지하는 승용차들은 거의 모두가 가솔린이나 그와 비슷한 연료를 사용한다. 많은 자동차를 보유하고 있는 경제협력개발기구(OECD)회원국들의 경우 배출되는 질소산화물 중 54%가 육상교통기관에서 나온다. 자동차는 어디서나 환경오염의 주요한 발생원이 되고있다. 예컨대 93년 서울시의 대기오염물질 배출량 53만4천톤 중 약 72%인 38만2천톤이 자동차에서 배출되었다. 한편 94년말 현재 7백5만대로 추정되는 우리나라의 보유 자동차가 연간 배출할 오염물질은 일산화탄소 97만톤, 질소산화물 55만톤, 아황산가스 5만9천톤으로써 모두 1백81만톤으로 어렵된다. 그러나 자동차 보유대수가 총 1천3백15만대에 이를 2000년에는 연간 일산화탄소 1백18만톤, 질소산화물 74만톤, 아황산가스 4만8천톤 등 모두 2백24만톤의 오염물질을 배출할 것으로 보인다.

그런데 최근 매우 기발한 무공해 연료를 개발했다는 주장이 나와 산업계를 어리둥절하게 만들고 있다. 미국

네브라스카주 레노시 소재의 A-55 LP사 사장인 발명가 루돌프 W. 간너맨(66세)은 최근 '물 반에 가솔린 반인 연료'를 사용하여 승용차와 트럭은 물론 잔디 깎는 기계에서 발전기에 이르기까지 내연기관(內燃機關)으로 추진되는 기계는 무엇이든지 가동할 수 있다는 사실을 실증하기도 하여 큰 관심을 모으고 있다.

간너맨은 물과 가솔린을 반반씩 섞은 연료를 엔진이 연소시킬 수 있을 뿐 아니라 가솔린만 태우는 경우보다 40%를 더 주행할 수 있고 엔진이 보다 차기 때문에 배출되는 오염물질도 적다고 주장하고 있다. 특히 배기관에서는 스모그의 주요원인 질소산화물은 전혀 배출하지 않는다는 것이다.

비밀은 '유화제'

그런데 이 기업의 이름인 A-55 LP에서 A-55는 특허를 받은 연료에서 물의 양(무게)이 55%라는 뜻을 나타낸다. 그러나 핵심적인 성분은 0.5%를 차지하는, 연료와 물을 계속 혼합시킬 수 있는 비밀의 유화제(乳化劑)이다. 간너맨은 물이 수소와 탄소로 분리되어 그중 수소가 연소공정에서 에너지를 공급하기 때문에 단위 연료당 주행거리가 더 길어지는 것이라고 믿고 있다.

그의 특허 공정에는 이를 뒷받침하는 트릭이 하나 있는데 각 피스톤의 크라운(머리부분)에 작은 조각의 니켈을 부착하게 되어 있다. 이 니켈은 물을 '분리'하는데 촉매의 역할을 하는 것으로 보인다.

‘X연료’

간너맨의 발명은 최근 시험에서 좋은 성적을 보여주었다. 레노시가 운영하는 시영버스 제405호가 93년 10월5일부터 간너맨의 A-55연료로 달리기 시작했는데 94년 2월22일까지 4개월 반 남짓하는 동안 1만1천2백92마일(약 1만8천km)을 주행하고 엔진을 조사차 캐터필러사로 보냈다. 레노시 교통당국에 따르면 이 버스의 성능을 점검한 결과 아무 문제없이 디젤연료 갤런당 주행거리가 29%나 늘어났다는 것이 밝혀졌다. 한편 미네소타주 교통당국도 디젤엔진에 간너맨의 A-55연료를 사용한 결과 전례없이 깨끗한 배출수준을 보였다고 말하고 있다. 그런데 간너맨은 지난 7년간 6백만달러(특허 사용료 수입으로 보충)를 이 연구에 투입했다.

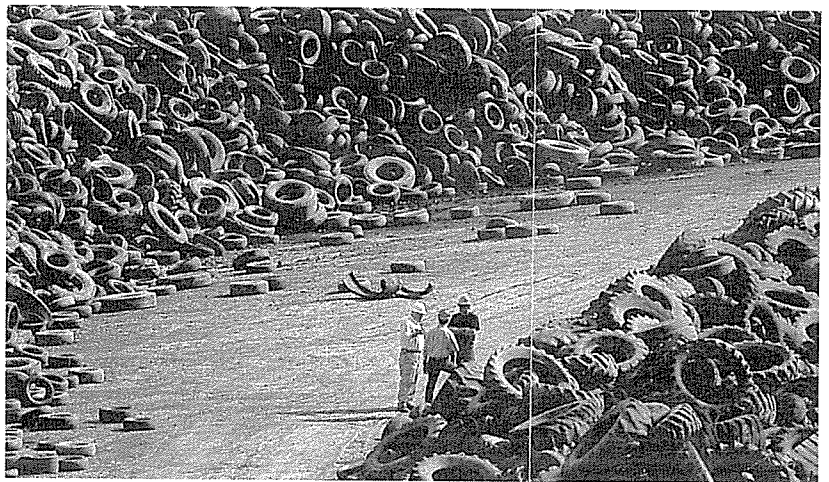
그런데 현재의 기술엔진을 A-55연료로 가동할 수 있게 전환하는데 드는 비용은 5백달러 이하가 될 것이라고 간너맨은 예측하고 있다. 이 중에는 물이 있거나 또는 없다는 것을 탐지하고 그에 따라 적절히 조절하게 프로그램을 할 수 있는 새로운 연료분사제어용 칩이 포함된다. 현재 미국의 대표적인 기술회사중의 하나인 캐터필러사는 94년 7월 A-55 LP사와 합작회사를 설립하고 상품화에 필요한 연구개발에 착수했는데 만약에 간너맨의 주장이 사실로 입증된다면 석유수입을 중단하고 미국의 무역적자를 반으로 줄일 수 있을 것이라고 보고 있다. 연구계에서는 A-55연료에 대해 고개를

가우뚱하는 과학자들이 있으나 간너맨의 다음 연구사업은 기술린을 전혀 사용하지 않는 연료를 개발하는 것이다. ‘X연료’로 불리는 이것은 나프타와 물을 섞은 것이다. 그런데 나프타는 정유공장에서 기술린보다 일찍 나오는 제품이어서 값도 기술린의 50%밖에 안된다. 그래서 많은 사람들이 캐터필러사의 검증결과를 고대하고 있다.

초음파가 여는 타이어 재생

우리나라에서도 해마다 1천2백만개나 쏟아져 나오는 폐타이어는 환경오염의 주요한 요인으로 등장하기 시작

를 제거한 뒤 높은 음파와 열과 압력으로 처리하여 타이어의 강력한 화학적 결합력을 재빨리 풀어버린다. 그래서 고무가 일단 액체모양이 되면 다른 제품으로 만들기 쉽거나 또는 새로운 고무와 섞을 수 있다. 새 원료를 사자면 파운드(453.6g)당 10~20달러나 하는 비싼 고무와 비슷한 화합물로 된 개스킷, 호스 그리고 벨트도 재순환할 수 있다. 아사이에프교수는 그의 방법은 다루고 처리하는데 비용이 많이 드는 용제를 사용하지 않기 때문에 긴 안목에서 보면 싸게 먹힐 것이라고 내다보고 있다.



했다. 폐타이어는 그대로 놓아두면 분해하는데 80년이나 걸린다. 그래서 폐타이어의 재순환연구가 활발하게 이루어지고 있다.

연간 2억7천만개의 폐타이어가 발생하는 미국에서는 최근 초음파를 이용하여 재순환하는 기술이 개발되어 주목을 받고 있다. 미국 아크론대학 교수인 아사이에프(Avraam Isayev)는 폐타이어에서 나일론 코드와 강철벨트

현재 시간당 5파운드를 처리하는 용량을 가진 이 시스템은 개스킷과 같은 것을 충분히 다룰 수 있게 1년내에 용량을 1백파운드로 끌어올릴 계획이다. 타이어를 재순환하자면 시간당 5천파운드 이상의 처리능력이 필요하다. 현재 이 연구에 자금을 지원하고 있는 미국 오하이오주 마실런소재의 내셔널 파드스크루 앤드 머시닝사가 이 장비의 생산과 타이어의 재순환을 위한 라

이센스를 갖고 있다.

유리알갱이의 새로운 용도

우리는 유리를 재사용한다는 이야기를 들을 때 더 많은 유리로 만드는 것으로 새겨들기 쉽다. 그러나 캐나다의 한 기업은 폐기된 유리를 보다 재미있는 용도로 사용하고 있다. 이 기업은 유리를 이른바 '글라스샌드' (유리모래)로 간 뒤 이 알갱이를 모래뽑기(유리, 석재, 금속 따위의 딱딱한 표면을 닦거나 자르거나 장식하기 위해 압착 공기나 증기로 모래알을 끼얹는 것)에서 물을 걸러내는 일에 이르기까지 여러 용도에 사용하고 있다.

캐나다 켈거리소재 비트리어스 환경그룹(VEG)은 '글라스 블라스터'라는 이름의 기계를 발명했다. 이 기계는 유리병마개, 라벨 그리고 심지어는 내부의 색은 액체를 포함하여 유리병을 뺀아 미세한 알갱이로 만들 수 있는데 알갱이가 너무나 곱기 때문에 이에 비하면 종래의 모래는 투박한 자갈처럼 보인다. 이 작은 유리 알갱이는 콘크리트나 페인트와 섞을 때 아른아른한 빛을 더해 준다. 이 재료는 또 지붕 타일을 만드는 데 사용할 수 있고 또 물을 걸러내는 필터에도 사용할 수 있다. VEG에 따르면 '글라스샌드' 필터가 모래나 목탄보다 뛰어나다는 사실이 밝혀졌다고 말하고 있다. 또 환경운동가들은 이것을 물을 재사용하는데 재순환제품으로 사용할 수 있기 때문에 환영하고 있다.

그런데 이 새로운 재료는 환경적인 측면에서 매우 높은 평가를 받고 있다. 유리분쇄기술이 궤도에 오르게 되

면 폐기물처리장으로부터 산더미같은 유리를 제거하여 이용할 수 있다. 이런 폐기물유리를 이용하면 구태여 땅에서 모래를 파내지 않아도 된다.

건설업계의 새로운 용도



그런데 최근에는 환경기술이 빠른 걸음으로 건설업계에도 침투하기 시작했다. 예컨대 최근 우리나라에도 도입된 이동식 건축폐기물 파쇄기의 등장으로 종래 한 건물에서 나오는 막대한 양의 폐기물을 매립지까지 운반하여 처리해야 했던 관행을 바꿔 현장에서 처리하여 재활용할 수 있게 되었다.

이 파쇄기는 철근 콘크리트와 벽돌과 같은 폐자재를 부셔서 주먹크기의 자갈과 흙으로 바꾸는 한편 철근은 50cm길이의 조각으로 절단한다. 그래서 공사현장에서 발생한 1만7천여톤의 폐자재는 대부분 재활용할 수 있게 되어 매립지로 갈 수밖에 없었던 폐기물은 50톤 안팎에 지나지 않았다는 주장이다. 전국에서 발생하는 건축폐기물은 하루 약 3천8백여톤으로 알려졌으나 이런 신기술의 도입으로 크게 줄일 수 있다.

한편 21세기초에는 고속도로수리현

장에도 환경기술이 도입될 전망이다. 미국 고속도로 재순환시스템 연구개발팀이 지난 8년간 개발한 길이 18m의 이른바 '도로건설열차'는 우선 견인차와 연결된 첫번째 장비가 고속도로를 덮은 콘크리트 슬라브를 뜯어내어 두

번째 차로 넘기면 6톤무게의 한쌍의 해머로 콘크리트를 부순다. 이렇게 분쇄된 콘크리트는 컨베이어에 실려 세번째 차로 넘겨진다. 이곳에서는 강철제 롤러로 으깨진 콘크리트 조각은 네번째 차로 옮겨져 이른바 '악어턱'이라는 별명의 분쇄기를 거치면 가루로 뺀아진다.

한편 콘크리트강화제로 쓰인 강철막대기도 길이 15cm 정도로 토막이 쳐진다. 이 콘크리트 가루는 다섯번째 차에 실린 거대한 믹서로 들어가 새 콘크리트와 혼합되어 맨먼저 뜯겨진 도로를 다시 포장하게 된다.

오늘의 환경문제가 과학기술발전의 바람직하지 않는 부산물이라면 이것을 해결하는 최선의 방법도 과학기술에서 찾을 수밖에 없다는 인식이 번져나가면서 환경기술에 대한 세계의 관심과 투자는 날로 커지고 있다.

玄 源 福<과학저널리스트>