

플라스틱을 생산하는 옥수수

뜨겁게 달아오른 「바이오 폴리머」 연구열

1989년 세계는 통털어 1억 2천만톤의 염화폴리비닐(PVC), 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌과 1천1백만톤의 나일론, 아크릴, 폴리에스테르를 소비하여 연간 2천억달러의 거대한 시장을 형성하고 있다. 오늘날 승용차마다 평균 120kg의 플라스틱부품이 들어 있다.

이렇게 소비량이 늘어나면서 플라스틱은 차츰차츰 환경보호 주의자들의 미움의 대상이 되어 가고 있다. 플라스틱은 안전한 물질이지만 수명이 비교적 짧다. 플라스틱 제품중 20%는 1년내로 폐기되고 다시 35%는 10년내로 버려진다. 그래서 쌓이고 쌓이는 폐기물처리에 골머리를 앓고 있다.

과학자들은 이런 폐단을 피하기 위해 생물학적으로 분해될 수 있는 플라스틱에 눈을 돌리기 시작했다. 이 연구에는 전 세계적으로 이미 수백만달러의 연구비가 투입되며 앞으로 수억달러를 더 투입하여 플라스틱을 석유로부터 제조하는 대신 이를테면 감자나 옥수수과 같은 작물을 통해 재배할 생각이다.

그런데 최근에 와서 이른바 「바이오 폴리머」에 대한 관심에 불을 지른 것은 미국 버지니아 주 제임스 메디슨대학의 과학자들이 1988년 천연으로 플라스틱과 같은 폴리머를 만드는

박테리아로부터 폴리머생산 유전자를 빼내어 복제하는데 성공했다는 발표였다. 이 발표 아래 세계의 「바이오 폴리머」 연구열은 뜨겁게 달아 오르기 시작하고 일본정부는 2억달러의 연구계획을 밝히는가 하면 유럽과 미국의 산업계와 대학은 앞을 다투어 이 연구에 뛰어 들고 있다.

몇해전부터 「바이오 폴리머」 연구에 손을 대고 있는 영국의 화학메이커 ICI사는 소규모의 실험공장에서 폴리머의 일종인 PHB를 생산하는 알카리제네스 유트로퍼스라는 이름의 박테리아를 현재 배양하고 있다. 그런데 PHB는 딱딱하고 깨지기 쉬운 플라스틱이지만 소프트드링크 용 병으로 사용할 수 있다.

그러나 박테리아에서 PHB를 수확하는 일은 그렇게 쉬운 일은 아니다. 그래서 과학자들은 박테리아를 포도당과 유기산의 혼합물에서 키워 PHB보다 다루기 쉽고 강하면서 유연성이 있는 PHB-V라는 폴리머를 만들었다. 폴리프로필렌과 매우 닮은 특성을 가진 이 소재는 플라스틱 필름과 주머니용으로 사용할 수 있을 뿐 아니라, 이 폴리머는 박테리아가 생산했기 때문에 다시 박테리아로 물과 이산화탄소로 완전히 분해될 수 있다. 또 몸속에서도 자연히 분해할 수 있어 수술할 때의 봉

합사와 약을 운반하는 장치로도 사용될 것으로 보인다.

한편 이 박테리아의 유전자 구조를 바꿔 플라스틱의 생산 방법을 개선하고 여러가지의 새로운 폴리머를 생산하는 연구가 여러 연구소에서 진행되고 있다. 오스트리아의 비엔나 대학의 베르너 루비츠는 대장균의 일종인 「E-콜라이」에서 PHB와 PHB-V를 양산하는 방법을 개발했다. 루비츠는 PHB 유전자를 E-콜라이속에 넣고 이 세포를 섭씨 28도에서 배양하여 세포속에 PHB가 그득차게 들었을 때 섭씨 42도로 온도를 올려 10분이 지나면 E-콜라이는 갈라지면서 폴리머를 뺀다. 이런 방법으로 아무 탈없이 폴리머를 고스란히 거둬 들일 수 있다.

미국 매사추세츠대학의 로버트 렌츠와 클린턴 풀러는 여러 종류의 박테리아를 이용하여 폴리머를 만드는 연구를 하고 있다. 이들은 서로 다른 배양액에서 5~6종의 박테리아를 배양했다. 예컨대 어떤 박테리아는 먹이로 방향족그룹을 사용했을 때 그 방향족그룹을 내포한 폴리머를 만들었다. 또 옥탄과 같은 탄수화물에서 살고 있는 박테리아로 고무와 닮은 특성을 가진 폴리머는 혈관이식에서 매우 편리한 소재로 사용할 수 있을 것이다.

미국정부가 바이오 폴리머 연구에 막대한 지원을 아끼지 않는 배경은 긴 눈으로 볼 때 바이오 폴리머가 탄수화물로 만든

폴리머보다 값이 덜 먹힐 것으로 내다 보고 있기 때문이다. 다른 하나의 전략적인 배경은 폴리머를 작물에서 키울 수 있

다면 막강한 곡물생산능력을 가진 미국은 세계의 플라스틱 공급량을 마음대로 좌우할 수 있게 된다는 속셈이다.

트로바이러스 : RNA 종양바이러스)에 노출시켰다. 유전공학 기법을 이용하여 해가 없게 만든 이 종양바이러스는 목표물까지 ADA 유전자를 실어 나르는 이틀이면 택시역할을 한다. 이 바이러스는 T세포를 침범하여 ADA 유전자와 함께 T세포 DNA속으로 파고들어 간다. 이리하여 ADA 유전자로 무장한 10억개의 T세포는 회색액체에 떠 있다가 환자의 정맥속으로 주입된 것이다.

막오른 遺傳子 치료시대 NIH, ADA 결핍증 치료승인

지난 9월 미국 워싱턴교외 베테스다에 있는 미국립보건원(NIH) 의료센터 10층에서는 프렌치 앤더슨박사가 이끄는 일단의 의사들이 미국정부가 승인한 최초의 유전자치료를 수행함으로써 마침내 의학사에 새로운 장을 여는 유전자치료 시대의 막이 올라갔다.

선에서 나오는 T세포와 골수에서 나오는 B세포등 면역세포를 죽여 면역조직의 기능은 떨어 버리고 질병에 대해 무방비상태가 된 어린이는 일찍 죽는다.

의사들이 ADA 유전자가 활동을 개시하여 효소가 생산되는 것을 확인하자면 5~6개월은 기다려야 할 것이다. 그뒤에

앤더슨과 블래즈는 어린 환자에게서 추출한 T세포를 인간의 ADA 유전자와 접합한 마우스의 백혈병레트로바이러스(레

의료진은 아데노신 데아미나제(ADA) 효소부족으로 유전적인 면역부전증으로 앓고 있는 4살의 어린소녀 왼손혈관속에 플라스틱 주머니에 든 회색액체를 28분간 주입했다. 이 액체에는 복제된 다른 유전자를 가진 10억개의 세포가 들어 있었다. 만사가 순조롭게 진행된다면 어린 소녀의 몸속으로 들어간 이 세포들은 ADA 효소를 생산하기 시작하면서 그녀의 면역조직은 차츰차츰 회복되어 정상적인 생활을 누릴 수 있게 될 것이다. 앤더슨과 그의 동료 마이클 블래즈가 유전자를 이용한 ADA 결핍증치료의 승인을 요청한 뒤 3년반만에 NIH 원장대리의 최종승인을 받게 된 것이다.

유독한 생물물질을 분해하는 효소인 ADA가 결핍되면 피속에 유독물질이 쌓이고 쌓여 흥

바퀴벌레는 구세주일까 ?

만약에 지상의 모든 바퀴벌레가 하늘에 있는 바퀴벌레의 모델로 별안간 사라진다고 해도 아쉬워 할 사람은 아이반 후버외에는 없을 것이다. 뉴저지 메디슨의 페얼리 디킨스 대학의 곤충학자이며 생물학교수인 후버는 바퀴벌레가 일부의 생의학연구에서 포유류의 자리를 차지할 수 있을 것이라고 말하고 있다.

그는 『바퀴벌레의 신경이 우리의 신경과 매우 닮았다. 이 벌레들은 우리와 같은 방법으로 신경자극을 전달부로 옮긴다. 이들은 또 같은 신경전달물질을 많이 사용한다. 이들은 또 우리의 뇌하수체와 닮은 기구를 갖고 있다』고 주장하고 있다. 바퀴벌레는 번식이 빠르며

먹이는데 돈이 덜 들고 한번에 몇시간씩 마취할 수 있다. 그러나 이런 장점에도 불구하고 생의학연구에서의 바퀴벌레 이용은 매우 천천히 진행될 것이라고 후버는 생각하고 있다. 그는 『바퀴벌레가 만약 팔위를 달려 다닌다면 신경질을 부릴 사람이 많을 것이지만 시간이 흐르면 이런 일도 극복할 수 있다』고 말하고 있다.

그런데 동물애호주의자들은 바퀴벌레를 연구에 사용하는 것을 지지할 것으로 생각할지 모르지만 「동물의 윤리적인 취급을 위한 사람들의 모임」(PETA)의 대변인은 『의학연구에 어떤 살아있는 동물을 사용하는 것을 우리는 반대한다』고 말하고 있다.

도 이 어린이는 적어도 2년간은 매달 NIH로 통원하여 더 많은 T세포를 주입받고 부작용여부의 진단을 받게 된다. 그동안 이 어린이는 종래의 치료제인 PEG-ADA도 계속 복용하게 된다. 그러나 앤더슨은 결과에 대해 매우 낙관적이다.

두번째의 인간유전자 치료도 머지않아 허가가 나올것 같다. NIH의 스티븐 로젠버그박사가 신청한 유전자치료의 대상은 해마다 수만명의 목숨을 앗아가는 피부암인 黑色腫 환자다. 로젠버그의 전략은 종양침윤림프구(TILS)라고 불리는 면역세포를 흑색종환자에게서 추출하여 천연물질인 인터류킨-2 용액속에서 「목욕」을 시켜서 기운을 돋우어 준 뒤 인공조작을 한 마우스의 백혈병 레트로바이러스에 노출시킨다.

앤더슨이 사용한 레트로바이

러스와 마찬가지로 로젠버그의 운반시스템도 무해하며 재조합 DNA기술을 이용하여 인간의 유전자를 접합시켰다. 이 변종 바이러스는 TILS의 유전물질속으로 자신은 물론 등에 업은 유전자도 삽입한다. 이 유전물질은 흑색종 환자의 혈액속으로 되돌려 보낸다. 만사가 계획대로 된다면 활성화된 TILS는 유도미사일처럼 종양을 겨냥해서 돌진하여 암세포를 공격하는 한편 항종양펩터를 방출한다.

이밖에도 미국전역에 걸쳐 많은 과학자들이 여러 종류의 유전자치료실험 준비를 하고 있다. 그중에는 유전자를 세포속으로 삽입하는데 레트로바이러스를 이용하기도 하고 화학·전기적인 방법과 심지어는 기계기술을 이용하는 과학자들도 있다.

추정에 따르면 이런 분무식강철을 사용할 때 승용차는 대당 25~50달러, 세탁기는 대당 5~10달러, 철제문은 대당 5~10달러 그리고 철제탕통은 대당 1~2센트씩 원가를 줄일 수 있어 산업 전반에 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

분무식제강기술의 원천은 1960년대 이래 사용해온 철분기술에서 유래된다. 그러나 영국 수완시대학의 A.R.E 싱어는 1970년 중간단계를 생략하고 녹은 쇳물을 안개처럼 주형에 뿌려 직접 굳히는 방법을 발견했다. 제너럴 일렉트릭(GE)과 일본의 수미도모중공업은 제트엔진의 터빈디스크에서 쇠막대기와 철선을 만드는 장비에 사용되는 내구성 강철에 이르기까지 무엇이든지 제작하는 분무식공정을 개발하고 있다. 텍서스의 차파럴제철회사는 지난 9월 분무식강철을 생산하는 6백만달러의 파일롯 플란트를 건설한다고 밝혔다.

분무식제철공정은 믿기 어려울 정도로 간단하다. 우선 녹은 쇳물을 수냉식 바닥을 가진 도가니에 붓는다. 이 액체는 중력 때문에 도가니바닥의 구멍을 통해 도넛모양을 한 노즐을 통과하는데 이때 질소와 같이 강철과 반응하지 않는 기체로 온통 「포격」을 당하면서 섬세한 안개가 되지만 시트나 주형속에 정착하면 금방 굳어진다.

한편 이 공정은 금속제조에서 흔히 생기는 여러가지 문제점을 제거한다. 분무로 알곡 크

突風을 예고하는 새 製鐵法

분무식 제강기술개발로 生産原價절감

제철소에서 강철재료를 만드는 과정은 지난 10년간 기술적으로 크게 변한 것이 없었다. 원광이나 폐철을 녹여 부운 뒤 식혀서 승용차용의 얇은 강철판에서 건축용의 빔에 이르기까지 대개 14단계의 과정을 거쳐 온갖 모양의 재료를 만들고 있다.

그런데 최근 미국과 유럽의 재료과학자들은 거의 모든 종류의 강철을 종래의 방법보다 훨씬 간단하게 만들 수 있는 기술적인 돌파구를 모색하고 있

다. 이들의 구상은 밀가루 반죽을 퍼듯 빨강게 달아 오른 슬러브를 롤러로 얇게 밀어내는 종래의 방법대신 녹아있는 쇳물을 분무기로 뿜어 내듯하면서 소망하는 두께의 강철판으로 만든다는 것이다. 또 쇳물을 직접 간단한 모양의 제품으로 만들 수도 있다고 생각하고 있다.

이런 공정이 실용화된다면 강철의 생산원가를 종래의 방법보다 18%나 절감할 수 있다고 보고 있다. 미국 메서추세츠 공대(MIT) 재료시스템연구소의

기의 미세한 구조가 생겨 금속을 강화한다. 또 분무식 금속은 금방 식기때문에 종래의 슬러브에 흔히 형성되는 수지상결정(樹枝狀結晶)이라고 불리는 크리스머스 트리모양의 취약점이 생기지 않는다. 그래서 분무식 금속은 재래식방법의 강철에 비해 좀체로 갈라지거나 부서지지 않는다. 더욱이 극도로 미세한 분무는 원광과 함께 어쩔수 없이 녹게되는 먼지를 고투 분산시켜 매우 품질이 높은 금속을 생산하게 된다.

분무식 강철은 아직도 소규모의 시험생산을 했기 때문에 우선 제트엔진제작등에 필요한 '초합금'의 소량생산에 이용될 것 같다. 분무식 제강기술에 연간 2백만달러를 투입하고 있는 GE 항공기 엔진그룹은 분무식 주조방법은 재래식보다 원가가 최소한 30%나 덜 먹힐 것으로 보고 있다.

그러나 미국의 큰 제철기업들은 아직도 회의적이다. 이들은 연구실의 실험결과를 양산으로 옮기는 과정에는 걸림돌이 있다고 보고 있다. 지금까지 이 공법을 실험한 MIT, 드렉셀 대학, 캘리포니아공대 그리고 스웨덴의 산드비크를 포함한 강철메이커들 중에서 한번에 2~3톤 이상을 생산해 본 경험은 없다. 그런데 오늘날 제철기업들은 시간당 수십톤씩 생산하고 있다. 싱어의 기술을 GE를 포함한 19개사에 라이선스한 오스프레임 금속회사도 소량의 합금생산에 노력을 집중

하고 있는 실정이다.

그러나 MIT 금속공학교수 니콜라스 그란트는 소량생산을 할 수밖에 없었던 종래의 도넛 모양의 노즐대신 쉽게 확장할 수 있는 작대기 모양의 선형노즐을 설계하여 종래의 연속주조로 생산하는 것과 맞먹는 양을 충분히 생산할 수 있다고 장담하고 있다. 아무튼 이 노즐은 머지않아 차파럴제철소 파일렛 공장에서 그 성능이 가능될 것이다.

열대림을 훼손 않고 돈버는 나비농사

우리는 벌목과 광업과 농경으로 열대림은 마구 훼손되어 생태계는 위협을 받고 있다는

이야기는 늘 들어왔다. 그런데 파푸아 뉴기니아의 고원지대에서 피터 클라크는 열대림을 파괴하지 않고 이익을 거둬들이는 방법을 가르키고 있다.

지난 12년간 클라크와 곤충농업 및 통상청의 그의 직원들은 원주민들에게 딱정벌레, 거미, 메뚜기를 포함한 열대곤충을 키우고 거둬들이는 기술을 지도하고 수집하는 사람에게 상을 주면서 격려해 왔다. 곤충을 키우면 원주민의 평균수입은 연간 50달러에서 연간 1천~3천달러로 끌어 올릴 수 있다.

농민들은 나비의 알이 성충이 될 때까지 키워서 그중 70%의 나비는 보존하여 크랄크에게 팔고 나머지는 자연으로 되돌려 준다.

深海의 「돈환」

병모양의 코를 가진 돌고래는 대담하지만 친근하고 슬기로운외에도 지금까지 잘 알려지지 않은 일면이 있다. 인간과 짝지으려는 호색적인 동물이라는 것이다.

이것은 사람들이 50달러씩 지불하고 우리에게 갇힌 돌고래와 함께 수영을 하는 미국 플로리다와 하와이에 있는 수영공원에서 나온 소식이다. 미국립 대양 및 대기청의 국립수산국의 생태학자인 조지아 크랜머는 이런 재미가 가끔 성적인 것으로 전환된다고 말하고 있다. 그는 『돌고래가 매우 성적인 동물』이라고 말하면서 『색

스는 돌고래의 생활의 필수적인 일부다』고 주장하고 있다.

크랜머는 일부 여성수영자에 대한 돌고래의 성적욕망에 불을 지르는 것이 무엇인지 확실하지는 않지만 신비스런 경험은 아니라고 말하고 있다. 그녀는 『돌핀이 자기의 섹스대상에 대해 차별을 두지 않는다』고 말하면서 『그들은 무엇이든지 짝지으려고 하는데 반드시 살아있는 대상이 아니라도 좋다. 사람들은 돌고래가 짝지으려고 한다고 해서 명예롭게 생각할지 모르나 배수관과도 짝을 지으려고 한다』고 덧붙였