

## 고분자 기술의 장래

H. Mark

오늘날 여러가지 값싸고 다루기 쉬운 원료들로부터 다양한 고분자물질이 제조되고 있다. 작은 분자들이 큰 분자들로 되는 많은 반응을 알고 있으며, 원료중합체를 유용한 제품으로 변화시킬 수 있는 다양한 방법도 알고 있다. 즉 블렌딩, 혼합, 사출, 성형, 주형, 방사 등이 그것이다. 이런 지식의 계속적인 추구는 미래에 가장 그럴듯한 새로운 제품을 생산할 수 있는 가능성을 예언하고 있으며, 이런 것은 예기치 않은 비약적인 발전에 의한 것이 아니라 현재에 존재하는 제품이나 공정의 올바른 개량의 결과로서 가능하다.

중합반응의 속도는 단위부피, 단위시간당에 출발한 사슬의 수와 자라나는 사슬에 모노머가 부가되는 속도와 종결반응의 확률에 따라 변한다. 지금 1초 이내에 중합반응이 완결되는 것이 알려졌다는데, 만일 이런 반응을 좀더 높은 반응성, 모노머의 순도, 더욱 강력한 개시제, 좋은 주위 조건 속에서 행한다면 100배 이상 빨라질 수 있을 것이다.

사실 어떤 실험실에서는 아주 빠른 중합공정이 벌써 성공적으로 연구되었다. 모노머, 충전제, 제진제, 방염제 등을 포함하는 혼합물로부터 용매나 용액과 같은 어떤 액체도 사용하지 않고 적당한 온도와 4,000~5,000 yd/min의 속도로 직접 방사가 가능한 섬유가 있다. 이러한 공정으로 용매없이 빠른 속도로 튼튼한 필름을 만들 수

있고, 저온에서 1초 이내에 지지물(support)에 코우팅 또는 인쇄할 수 있으며, 순간적인 강한 집착을 가능하게 할 것이다.

공중합 공정의 체계적인 연구는 다소 복잡한 사슬일지라도 각 모노머의 농도와 분자 배열상태를 아주 정밀히 조절하므로써 합성할 수 있게 되었는데, 이것은 강도, 질감, 탄성, 내마모성 등의 아주 유용한 물리적 성질 뿐만 아니라 용해성, 혼합성, 촉매 또는 반촉매작용 그리고 생화학적 포텐셜 등의 화학적 특성을 가지는 합성고분자 제조의 길을 열어주었다. 사실 이런 노력의 결과 벌써 합성생물고분자의 제조를 가능하게 했고, 이들은 천연효소의 작용보다 아주 제한이 적은 조건 아래서, 효소의 촉매작용을 명확히 나타내며, 이로써 섬유, 필름 혹은 유동화된 고체상태로서 원하는 촉매작용을 고정화시킬 수 있다. 이런 천연효소들의 아주 특성적인 작용은 아직 잘 알려지지 않았지만 이 분야의 체계적인 연구는 가까운 장래에 더욱 정밀한 제품이나 새로운 제품을 만들 수 있는 길을 확실히 열어 줄 것이다.

최근에는 고온에서 안정한, 말하자면 적당한 조건 아래서는 1,000°C에서까지 사용할 수 있는 유기고분자물의 과학 및 기술에 많은 관심이 기울어졌다. 고온에서 안정한 성질은 공명구조에 의해 안정화 할 수 있고, 용점과 사슬에 경직성을 높이는 방향족 고리가 연속적으로 정연하게 이어져있기 때문에 나타난다. 이러한 온도에 강한 고분자들은 섬유, 필름, 직물의 형태로 생산될 수 있으며, 적당한 접착제로서 큰 막대, 판, 막 등을 만들 수 있다. 이들은 열비틀림온도가 800°C쯤 되며 불활성대기(inert atmosphere)에서는 500°C, 공기가 있을 때는 300°C까지 넓은 영역에서 사용할 수 있다. 이 새로운 중합체들의

譯者註：世界高分子學界의 泰斗인 Mark 先生을 구태여 소개할 必要는 없다고 생각된다. 이 原稿는 Chemtech, 1976年 10月號에 실린 "Prognostication" 이라고 題한 그의 隨筆體의 總說을 翻譯한 것이다. 高分子技術의 장래에 대한 診斷에 있어 參考가 되었으면 한다. 翻譯에는 韓國科學院 化學 및 化工科의 姜龍洙君이 手苦하였다. (趙義煥)

대부분은 우주기술, 현대 전자공학 특히 트랜지스터로 소형화된 단파장치에 유용하며 항공기, 자동차, 가정에서 사용되는 많은 전자 자동제어 장치를 새롭고도 간단히 설계할 수 있도록 할 것이다. 고온에 견디는 접착제의 흥미있는 응용은 우수한 브레이크라이닝, 분쇄기의 바퀴, 절단기 등에의 이용이다.

이와 동시에 높은 경직성(모듈러스가 일억오천만 psi 이상), 높은 강도(천만 psi 이상), 그리고 고온(4,000°C)에 잘 견디는 정밀섬유(fine fiber) 즉 휘스커(whiskers)와 같은 섬유를 만드는 새로운 방법이 개발되었다. 이러한 섬유들의 대부분은 탄소성분만으로 만들어 졌는데, 이외의 것들은 탄소, 붕소, 규소의 혼합물로 이루어졌으며,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $ThO_2$ 로부터 직접 만들어진 것도 있다. 이런 우수한 초성능섬유(superfibers)의 가장 기대되는 용도는 고분자 매트릭스내의 강화제로 사용되는 것이다. 그러므로서 비중이 낮으면서도 우수한 경도, 충격강도, 인장강도를 갖는 재료를 만들 수 있으며, 열적 성질, 기계적 성질, 내부식성 등의 성질을 갖는, 이때까지 알려진 가장 좋은 금속재료조차도 능가할 수 있는 복합재료로서 철사, 큰 막대, 판, 관 등을 설계 제조 할 수 있게 되었다.

최근까지 유기고분자들은 전기적 절연체로 생각되었으며, 이러한 성질을 많이 이용하여 왔다. 그런데 고온에 잘 견디는 유기 고분자의 일부는 전도체, 반도체, 광전도체로서의 아주 흥미있는 특성을 보여 주었는데, 어떤 연구자들은 흑연을 많이 포함하고 금속으로 활성화된 어떤 조성들은 결정성 금속이나 합금들이 초전도성(super conductivity)을 나타내는 온도보다 훨씬 고온에서 초전도성을 나타낼 것이라는 추측까지 하고 있다.

### 섬유용 종합체로부터 완성된 제품까지

Continental Can 과 같은 오늘날의 포장회사들은 알맹이나 분말로된 고분자물질로부터 필름이나 얇은 판을 만들어 여기에 인쇄나 코우팅을 하고, 크기에 따라 잘라, 가방, 병, 상자 등을 만들어서 열로 봉하여 상품을 포장하고, 고객에

게 보낸다. 예를들면 PVC 분말로부터 올리브유, 케첩, 식초를 넣은 장식된 병을 만드는 것이다.

Goodyear 나 Firestone 과 같은 큰 고무회사에서는 모노머에서 시작하여 고무를 만들고, 이들을 섞고, 공정상에 필요한 여러가지 성분들과 혼합하고, 가공하여 팔 수 있는 제품을 만든다. 즉 한 회사에서 에틸렌, 프로필렌, 부다디엔과 같은 기체로부터 타이어, 정원호스, 신발 등을 만들어 내는 모든 공정이 진행되는 것이다.

그러면 당연히 합성섬유 원료종합체를 위해 모노머를 생산하고, 종합체나 공중합체를 만들고, 안정제, 안료, 방습제, 방염제 등의 첨가제를 넣고, 방사하여 직물을 짜는 공장과 구멍을 내고, 주름을 잡고, 무늬를 넣고, 숙성, 열처리, 바늘 구멍을 내는 공장과 양말, 메리야스, 드레스, 셔츠, 코우트 뿐만아니라 카펫, 실내장식품, 휘장, 침대의 시이트, 식탁보, 수건 등을 만드는 공장이 생길 것이다. 위의 어떤과정에서 알맞게 천연섬유들을 섞는다면 면, 아바, 양모, 비단과 같은 성질을 가진 섬유가 될 수도 있고, 또한 다른 방법으로 유리나 금속같은 무기물과 성질이 같은 것을 만들 수도 있다.

위와 같은 것을 달성시키기 위해서는 과학이나 기술의 비약적인 발전이 필요한 것은 아니며, 현재 있는 제품이나 공정을 적당히 개조하면 되는 것이다. 이런 작업의 각 단계에 있어서, 특히 각 단계의 연결부분에서 원료의 흐름을 조사 조정하며, 공정과 제품의 품질을 관리하고, 각 단계를 효율적인 수준으로 유지하기 위하여 전자계산기가 도입되는 것이다. 만일 조심스럽고도 상상력 있게 다가오는 시장성을 추정하여, 어떤 판매부에서 생산계획을 낸다면, 다른 각 부에서 새로운 고객의 요구를 만족시킬 수 있는 최선의 길을 모색하게 될 것이다. 즉 필요한 원료의 량, 가격, 얻을 수 있는 품질, 가능성이 있는 변화와 새로운 개발품에 대한 것을 계산해 낼 것이다.

어떤 회사나 공장이 위와 같이 크고도 포괄적인 작업을 하는데 반하여 새로운 종류의 고급상품을 개발하는 곳도 있는 데, 새 유행의 의류 개발 과정이 말하자면 그것이다. 만일 어떤 고

객이 특별한 의상을 원한다면(대부분의 여성들이 그렇지만), 미래의 전문 양장점에 가서 제일먼저 현대적이고, 색깔이 화려하고, 품위가 있는 새로운 여러 모델을 볼 수 있을 것이며, 이 모델로부터 어떤 형태의 옷을 선택하면, 자기와 꼭 같은 크기의 마네킹을 발포 폴리스틸렌으로 만들고 여기에 비접착성 불소중합체로 코우팅을 한다. 다음에는 재단사가 고속도로 중합하여 섬유가 될 수 있는 모노머, 물감, 제전제, 윤활제 등 여러 혼합물들이 들어있는 다목적 분무기(spraygun)를 가져와서 그녀가 보는 앞에서 섬유의 종류, 촉감, 색깔, 무늬 등을 그녀가 원하는대로 조절하여 마네킹에게 옷을 입혀 볼 수 있게 된다. 재단사와 그녀는 스타일, 색상, 모양에 있어서 모든 상상력을 발휘할 수 있을 것이며, 바로 그자리에서 구미에 맞는 옷을 만들 수 있다. 다음 그 옷은 즉시 건조되어 알맞은 선에 따라 짜르고, 지퍼, 단추 등 여러가지 장식물을 접착제로 부착하여 완성 된다. 이렇게 하여 그녀는 오늘날 양장점에서 보내는 시간과 비슷한 시간 동안에 좀더 자기 취미에 맞는 옷을 입고 거리에 나올 수 있을 것이다.

이런 방법은 자동차를 새로 페인트칠 하거나 부역을 새로 장식하는데도 사용될 수 있으며, 이에 필요한 모든 것은 물론 개발된 성질과 성능을 가진 새로운 재료들을 요할 것이다. 이와 같이 많은 재료들은 오는 10년 이내에 상업화될 것이라는 것은 거의 확실하며, 위의 일이 전혀 불가능한 것이 아니라는 것을 보이기 위해 한가지 사실을 추가한다면 C. H. Krauch와 A. Sanner는 최근에 중합체의 성분을 조절하여 무늬를 낼 수 있으며, 고속중합을 일으키는 모노머 혼합물을 보고하였고, 또한 방사나 직조 등을 하지 않고, 휘발성 용매를 사용하지 않고도 섬유와 같이 2차원적 구조를 가진 직물과 같은 재료를 얻을 수 있다는 것을 보여 주었다.

### 길고 강직한 사슬 (강하고 열에 안정한 섬유)

새로운 중합기술은 방향성 모노머나 헤테로고 폴리머 제1권 제2호 1977년 4월

리구조의 모노머를 이용하여 강도, 질감, 연화점 등이 아주 높은 섬유의 생산을 이미 가능하게 하였다. 현재로서는 아직 초기단계이므로 원가가 파운드당 5~50 달라이지만, 대량생산을 하고, 기술을 개발한다면 원가를 1~2 달러로 낮춘다는 것은 무리가 아닐 것이며, 이는 철의 무게의 15~20%밖에 되지 않지만, 경도와 강도에서는 철과 맞먹는 성질을 가졌다. 이런류의 제품이 이미 타이어코드, 수송벨트, 플라스틱판의 강화제, 막대, 관 등 다른 여러가지 형태로 사용되고 있다. 이렇게 생산한 필라멘트로 무거운 짐을 끌어올리는 크레인의 밧줄이나, 고층건물의 엘리베이터의 줄을 만들어 사용하는데 성공적인 실험이 이미 행해졌으며, 이의 중요한 장점은 철에 비해서 가벼우며 내부식성이 좋다는 것이다.

몇개의 작은 현수교(suspension bridge)는 이런 종류의 밧줄을 사용하도록 설계되었고, 이는 좀더 큰 현수교의 건설에도 조금만 더 개발하면 사용할 수 있다는 것을 말하여 주고 있다. 또한 비중이 7.5인 철보다 1.3쯤 되는 탄소섬유로 강화된 FRP로 교량을 건설하면 더욱 좋을 것이다.

### 고속도 중합의 새로운 응용

많은 화학자들의 오랜 꿈은 중합을 순간적으로 진행시키는 것이었다. 몇달 혹은 몇년 걸리는 식물이나 동물에 비해 대부분의 중합반응은 빨리 진행된다. 즉 나이론중합은 수 시간, 폴리에틸렌은 수 분정도이며, 순간 접착제는 수초내에 중합이 완료된다. 만일 중합이 몇분의 일초이내에 아주 빨리 진행된다면 여러가지 응용이 가능할 것이며 생산과정이 간단해지고 제품이 싸질 것이다. 왜냐하면 비용이 드는 여러 종류의 중간과정, 즉 운반, 혼합, 배칭(batching) 등의 단계가 필요없고, 모노머로부터 직접 방사해서 필라멘트를 만들고, 사출하며, 블로우성형하여 필름을 만든다. 어떤 물질과 접촉하던 순간적으로 중합하여 고체화하는 모노머 잉크는 다양한 색깔의 인쇄를 더욱 빨리, 싸게, 그리고 선

명하게 할 수 있게 될 것이다. 이러한 공정은 또한 공기오염도 상당히 줄일 수 있다. 사진기술도 많은경우에 간단한 중합을 이용할 수 있을 것이며, 이런 방법을 사용하면 오직 한개의 필름으로 플라로이드같은 현재의 다층습식조작 (multilayer wet process)을 대신할 수 있을 것이다.

빠른 중합계에 있어서의 화학반응을 이용한 것 중의 하나가 빛이나 열을 받으면 색을 나타내고 이러한 자극이 없어지거나 혹은 다른 자극을 가하면 원래의 무색으로 되돌아가는 포토크로미즘 (photochromism)과 서모크로미즘 (thermochromism)이 내포하는 묘한 가능성인데, 포토크로미즘은 빛이 어떤 복잡한 분자에 부딪치면 그 화합물의 구조가 변하게 되며, 어두운 곳에서는 원상태로 되돌아가는 현상인 것이다. 포토크로믹 플라스틱은 눈을 멀게하는 핵폭탄의 폭발로부터 조종사의 눈을 보호하기 위한 보호안경으로 사용될 수도 있을 것이다. 많은 포토크로미즘의 물질은 흔히 불안정하나 개량된 방법으로 합성하여 안경을 낀 사람이 실내에서 햇볕으로 나갈때 어두워지고, 해가 구름속에 들어갈때 즉시 무색으로 변하는 자동조절 색안경에 사용될 것이다. 더욱 유용한 용도는 빛이 너무 강하거나 밝을 때, 자동차의 앞유리나 비행기의 조종사실 유리가 어두워지도록 하는 것이다. 이미 화학자들은 무기물이나 유기물로서 빛을 흡수하는 것과 단지 한 쪽으로만 빛을 투과시키는 유리를 개발하였으며 커튼이나 차광을 필요로 하지 않는 보통의 건물에도 사용할 수 있도록 싸고 안전한 것을 개발하려고 노력하고 있다.

### 안정한 생활과 더욱 깨끗한 세상

많은 연구 개발의 목적중의 하나는 아크릴, 폴리카보네이트, 폴리에스터를 이용해서 색이없고, 투명하며 질기고 단단한 중합체를 만드는 것이다. 이것은 결국에는 종래의 요업제품보다 가볍고 안정하며 내구성이 좋은 재료로서 등장할 것이다. 그래서 창문, 유리병, 유리판, 컵 등이 부서져서 날카로운 파편을 만드는 일이 없

어질 것이며, 포장, 운반 또는 저장도중의 손실도 없을 것이다. 안정성은 수영하는 사람, 식당 손님, 부엌이나 목욕탕의 어린이를 위해 더욱 필요하다. 몇년의 여유만 준다면 합성재료의 전문가들은 지금은 요업재료로 생산되는 어떤 것이라도 합성재료로서 조직화된 대량생산을 할 수 있도록 발전시킬 것이며, 지금까지 알려진 제품의 특징을 살리는 것은 물론 나아가서 좀더 새로운 형태와 세련된 제품을 만들 수 있을 것이다. 어떤 목적으로 표면경도가 필요하다면, 이미 이에 대한 원리는 알고 있다. 고충전물이나 열대, 아열대지방 가옥들의 눈을 부시게하는 반짝이는 표면은 부서지지 않는 이중벽으로 만들 수 있으며, 필요에 따라 전기로 따뜻하게 하거나 시원하게 할 수 있을 것이다. 오늘날의 현실적인 에너지 문제는 (1950년대의 "Sputnik"이 우리의 사고방식을 고쳐놓은 것처럼) 합성재료의 필요성을 더욱 부채질하는데, 왜냐하면 일평방야아드의 유리창을 만드는데 필요한 에너지와 이에서 파생되는 공해는 유기고분자 재료를 일평방 야아드 만드는 것보다 4~5배 가량이나 되기 때문이다.

현시대의 가장 큰 고민중의 하나인 발전소의 많은 굴뚝에서 나오는 공기오염의 문제는 양이온으로 하전된 탄소섬유의 막을 인쇄공업에 이용함으로써 줄일 수도 있다. 왜냐하면 빨리 교체화하는 고분자를 용매없이 인쇄, 코우팅, 접합하므로써 용매의 회수, 증발에 필요한 열에 사용되는 전력을 줄일 수 있기 때문이다.

폴리아미드, 폴리술폰 등으로 만들어진 막이나 구멍뚫린 필라멘트 (hollow filaments)는 물이나 다른 액체를 대규모로 정제할 수 있게 하였고, 더욱 발전시켜서 바닷물로부터 담수를 만들 수 있게 하였으며, 도시의 하수도물을 정제한 후 상수도물로 이용할 수 있게 하였다. 지난 10년 동안 이온교환관은 많은 가정에 유용하고 필요하게 되었지만 이것은 Permasep형의 역삼투장치에 의해 밀려날 것이며, 분자여과장치 (ultrafiltration)는 앞으로 많이 그리고 넓게 사용될 것이다.

## 더 작고, 가볍고, 튼튼하게

모든 종류의 지식을 수집하고, 정리하고, 보급시킨다는 것은 불가능한 일이다. 이러한 사정은 가까운 미래에는 더욱 악화될 것이며 요즘 사회의 많은 중요한 일은 정확한 자료를 어떻게 빨리 입수하고, 이를 효율성있게 사용하느냐에 따라 대부분 좌우된다. 교육과정 다시말하여 공립이거나 사립이거나 간에 새로운 어떤 형태의 지식을 얻고, 처리하고 평가하는 과정은 모두 이러한 분야의 발전의 혜택을 받는다.

그러면 유기고분자물질은 이에 어떤 도움을 줄 수 있을까?

물론 이들은 인쇄, 복사, 출판, 축소판의 제작 등에 필요한 새로운 재료를 개발함으로써 도움을 줄 수도 있으며 나아가서 새로운 재료에 따르는 새로운 기술과 새로운 기구들의 제작을 가능하게 할 것이다.

셀룰로오스로 만든 종이는 현재, 모든 서류, 책, 포스터, 광고, 카탈로그에 실제 사용되고 있다. 이 종이들은 현재 적당히 희고, 팽팽한 중합체필름으로 대체할 수 있는데, 폴리에틸렌, 폴리스틸렌, 폴리프로필렌, 폴리염화비닐과 같은 산 재료를 이용하여 만들 수 있으며, 이 합성종이는 더욱 값이 저렴하게 될 것이다. 합성종이는 결이 없고, 포토크롬염료를 섞을 수도 있어 수십만 페이지에 달하는 인쇄된 종이를 아주 미세한 필름(super microfilm)에 수록할 수도 있게 한다. 2,000 페이지의 성경 책을 2평방인치 정도의 투명한 필름 한장에 마이크로포토그래프(microphotograph) 할 수 있으며, 3,000 페이지에 달하는 뉴욕시 전화번호부를 접을 수 있고 물에 수주일 넣어 두어도 물성이나 인쇄된 것이 흐려지지 않으며, 잘 찢어지지도 않는 3~5개의 얇은 카아드로 만들어 우리가 주머니속에 넣고 다닐 수 있게 될 것이다. 이 정도의 축소에서도 이 필름의 서로 엉킨 중합체 분자들이 적기 때문에 "i"의 점이 차지하는 면적은 아직 수천개 분자의 집합체인 것이다. 비행사나 우주비행사들은 소형 라디오보다 작은 영사기에 5만 페이지 이상의 항공도와 기기설명서를 넣어서 가지고 다

닐 수 있게 되었다. 포토크롬필름에 평방인치마다 수백만가지의 정보를 광학적으로 저장하므로서 크고 비싼 전자계산기를 타자기만한, 가지고 다닐 수 있고 더 넓은 용도로 쓰이는 기기로서 이용할 수 있게 될 것이다.

강력접착제의 발달은 나사, 못, 징 등을 필요 없게 할 것이며, 집, 자동차, 비행기 등은 요즘의 가구를 만들듯이 완전히 접착제를 이용함으로써 만들 수 있게 될 것이다. 2차대전중에 연합국에서 가장 가볍고, 빠른 폭격기인 British-Canadian Mosquito는 천, 합판, 아교와 같은 낮은 재료를 사용하여, 이러한 개념을 이용하여 만들었다. 오늘날의 가장 우수한 제트전투기인 미국의 날개를 조절할 수 있는 F111은 마하 2.5의 속도에서 나오는 압력을 이기기 위해 금속날개, 동체의 꼬리 및 그 표면층을 보다 새로운 고분자재료에 의한 접착을 이용하고 있다. 강도—무게—온도가 가장 중요하게 작용하는 초음속 비행기나 로켓트의 동체를 알루미늄이나 티타늄 대신 필라멘트로 감거나 섬유로 강화된 소위 FRP를 사용하고 있다.

공중에서와 마찬가지로 지상에서도 많은 발전을 하고 있는데, 지금 생산되고 있는 자동차에 들어가는 플라스틱의 양이 점차로 증가하고 있다. 흔히 전문가들은 복잡한 도시간을 시속 200마일 이상으로 달릴 수 있는 고속도기차를 개발한다면 플라스틱으로 많은 문제를 해결해야한다고 확신하고 있다. 이것은 가벼워서 고속으로 달리는데 필요한 에너지가 적게 들기 때문이다.

섬유, 직물, 분말형태의 내열성 고분자재료는 티타늄, 텅스텐, 몰리브덴과 같은 다루기 힘든 금속재료들을 성형하기 위한 접착제로서 사용이 가능하며 이렇게 하여 제조된 생산품들은 브레이크라이닝, 회전연마기, 절단기 등을 만드는데 이용할 수 있을 것이다.

## 건축물에서의 이용

합성 고분자재료들이 요즘 빌딩 건축에 크고, 중요한 요소로 등장하고 있는데, 세계 여러곳의 크고 유명한 빌딩들은 이미 많은 양의 합성재료

를 이용하고 있다. 예를 들면 미국 플로리다에 있는 케네디우주센터의 거대하고 상자같이 생긴 건물의 400 피트 반투명한 벽을 폴리비닐플루오라이드로 코우팅한 강화된 폴리에스터 수지판으로 만든것이다. 이것은 눈이 부시지 않고 내구성과 태풍이나 우주발사대의 진동에서도 부서지지 않도록 특별히 선택된 것이다. 또 세계에서 처음으로 완전한 폐쇄식 경기장으로 건설된 유명한 미국 휴스턴의 애스트로돔(astrodome)의 지붕은 아크릴의 단열 이중판으로 만들어졌다. 같은 형태의 다른 많은 경기장에도 철근이 사용되지 않으며, 이 철근은 곧 크고 더욱 단단한 돔(dome)을 만드는 데도 필요없게 될 것이다. 경기장, 시장, 다른 고급 빌딩 등을 크고 공기로 지지된(air-supported) 풍선으로 지붕을 할 계획이 많이 있으며, 실제로 현재 많은 스케이트장, 정구장, 수영장, 이동 전람회장 등이 이미 이러한 풍선을 이용하고 있다. 이와 같은 것으로부터 완전히 플라스틱으로 밀폐된 도시를 상상하는 것은 어렵지 않은 일이며, 에어컨(air-conditioned)된 도시는 비, 눈, 추위, 더위로부터 벗어나서 오직 꽃, 분수 등으로 둘러싸여 있고 모든 시민활동은 천해로부터 완전히 벗어날 것이다.

플라스틱의 건축에의 이용에 있어 건축가들에게 가장 매력적이 있어 보이는 것은 발포플라스틱과 부직포와 같은 직물들이겠는데, 이들은 용도는 어떻든 공기 또는 다른 기체가 미세공의 형태로 얇은 막에 의하여 분리되어 있거나, 불규칙적으로 적은 모세관들이 섬유메트릭스 속에 분산되어 있는 재료들인 것이다. 이러한 재료들은 갖가지 다른 방법으로 여러가지 고분자 물질로부터 만들 수 있겠는데, 사용된 원료와 만드는 방법에 따라 직물과 필름은 가볍고도 강한 것이 될 수 있으며, 이에 포함되어 있는 기포들에 의해 아주 우수한 절연재로도 될 수 있다. 공기를 포함하고 있는 이러한 구조들의 가벼움, 형태의 다양성, 이동이 용이한 점등은 피서지용 바락크, 군용막사, 야전병원, 통신센터, 대소형 보우트 등의 특수한 용도로서의 이용을 가속화하고 있다.

## 인조인간

1920년대 초반에 목면, 비단, 양모의 분자구조에 대하여 관심을 갖기 시작한 이래 인조섬유를 합성하려고 많은 노력이 경주되었다. 그 결과 40년 후인 오늘날에는 여러가지 합성섬유가 등장하였으며, 어떤 점에서 오히려 천연 섬유보다 우수한 섬유를 만들게 되었다. 이러한 발전은 자연을 모방하기 보다는 자연의 원리를 배운다음, 창조적인 상상력을 가지고 여러가지 물질과 여러가지 방법을 창안하여 어떤 주어진 용도에 아주 적합하도록 설계 고안하여 섬유를 제조하는 기본적인 전략의 결과이다. 뼈, 치아, 근육, 힘줄에 대해서도 마찬가지 일이며 여러가지 인체내의 기관에 대해서도 가능할 것이다. 이러한 가능성은 새로이 발전하는 인체내의 학문의 하나인 이식학(implantology)을 탄생하게 하였고, 벌써 상당한 성공을 거두고 있다. 인간의 피부는 단백질로 되어 있기 때문에 합성피부의 시발점은 폴리아마이드와 이의 유도체일 것임은 분명하다. 결과적으로 얻어지는 합성피부의 이용은 정형외과 수술에 혁명을 가져올 것이며, 다친 상처나 화상의 치료에 있어 실제 피부를 이식하는 고통스러운 수술을 필요없게 할 것이다. 합성피부가 무해하고 생체의 생피부와 상용(compatible) 할 수 있게하는 문제는 많이 이해되어 가고 있으며, 점차로 풀려갈 것이다. 근래 이 분야에서 몸의 여러 부분을 설계된 플라스틱으로 대체하는 실험이 진행되고 있으며, 특히 실리콘고무라든가 또는 다른 화학적으로 비활성이고, 유연하며, 탄성이 있는 고분자물질은 눈의 인조각막으로부터 심장판막에 이르기까지 현재 성공적으로 사용되고 있으며, 폐의 중요한 부분에 까지 사용할 수 있다. 실리콘이나 불소중합체같은 용도가 다양한 고무는 젓가슴의 지방질을 모방하기위해 여러가지의 겔(gel)이나 다공성 물질로 채워진 주머니를 만들어 주므로서 가능하며, 이들은 부드러운 조직과 같은 감촉과 탄성을 가지고 있어, 인공심장의 근육이라든가 귀, 코의 연골의 대용품으로 사용될 수 있는 것이다. 고분자물질은 체내의 대사

있어서도 아주 중요한 역할을 하는데 여러가지의 막으로 된 인조 콩팥은 인체밖에서 피의 노폐물을 제거하기 위해 사용할 수 있으며, 노폐물을 쉽게 분리 제거할 수 있다. 개량된 막은 아주 정밀한 분자여과를 하는 실제의 콩팥과 거의 같은 작용을 할 수 있다. 의학공학자들은 체내에 이식할 수 있을 만큼 아주 작은 인조 콩팥을 만들었고, 병든 심장의 고동을 일정하게 하고, 회복시키기 위하여 수천의 환자에게 보조조정기(pace-maker)를 플라스틱 속에 싸서 몸속에 넣고 있다.

과학자들은 피를 엉키게 하지 않으며, 오래 사용할 수 있는 인공심장으로 병든 심장을 대체하고, 혈관으로부터 위협한 동맥경화가 생기기 전에 지방이나 칼슘같은 것을 제거하기 위하여, 고분자흡수제를 사용하는 혈액청소기(blood-laundering machine)를 만들 수 있는 가능성을 내다보고 있다. 혈관속에서 어떤 고분자가 다른 분자에 작용하는 특수한 친화력이 여러 방법으로 시험되고 있으며, 이들은 인체에 해로운 물질들과 결합해서 혈관 밖에서 침전시켜 소변으로 보낼 수 있는 세척제의 형태로나, 특수한 약물을 다른 곳에 침전시키지 않고 주어진 위치로 옮기므로써 부수적인 독성효과를 제거할 수 있는 선택적인 운반체로서 작용할 수 있는 것이다.

고분자생물학(macromolecular biology)이라고 불리는 새로운 학문은 화학이 생명자체를 조절할 수 있는 가능성조차 예언할 수 있으며, 바로 이 이름이 중합체분자들의 근본적이고 궁극적 공헌에 대한 개념을 암시하고 있는 것이다. 생명을 가능하게 하는 이런 분자들 즉 단백질, 효소, 호르몬, 핵산, 항체 등의 구조와 역할을 분석하므로써 과학자들은 어떻게 자연이 그들을 다루고 있으며, 그들이 어떻게 활동하는가에 대한 신비를 해결하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 벌써 효소와 비슷한 거대분자를 실험실에서 합성하였고, 약으로 많은 영양실조를 치료할 수 있으며, 암세포와 같은 의학적인 수수께끼를 해결하는데 비약적인 발전을 가져다 줄 것이다.

유전정보와 세포의 생산을 조절하는 DNA와 RNA 분자의 비밀을 벗겼을때 그들간 서로의 밀접한 관계는 환상적이었다. 만일 어떤 사람이 유전정보를 완전히 이해하고 조절할 수 있다면, 그는 몸과 두뇌의 크기, 피부색갈, 스태미너, 지식과 건강을 자유로이 조절할 수 있을 것이다.

이세기의 끝에는 아마 완전한 정확성이나 효율성은 없지만, 오늘날의 테일러메이드(tailor made)된 섬유, 고무, 플라스틱과 같은 정도로 필요한 육체적, 정신적 특성을 가진 사람을 테일러메이드할 수 있다고 상상하는 것은 무리가 아닐 것이다.