

Imprinted Polymer를 합성하는 새로운 시도

외부의 자극에 민감하고 2가 이온을 흡착/탈착하기 쉬운 재료로서 *N*-isopropylacrylamide(NIPA)와 *N,N'*-methylenebis(acrylamide) (BIS)로 가교된 *N,N'*-cystaminebis(acrylamide) (BAC)로 이루어진 공중합체 겔이 제조되었다. 중합 후 BAC의 S-S 결합은 파괴되고 산화되어 술포 그룹을 형성하며 두 개의 음이온 그룹은 2가 양이온과 결합하려는 경향을 보이는 것으로 확인되었다. 칼슘 흡착 실험결과 위의 방법으로 제조한 겔은 swelling과 재수축 후에 술포 그룹의 위치를 기억하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 "imprinting" 효과가 다양한 농도의 흡착 그룹과 영구적 가교제에서 측정되었다. 술포 그룹이 랜덤하게 분포되어 있고 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid(AMPS)로 제조한 control gel은 pair을 형성하는데 어려움이 있으며, 칼슘이온과의 친화력이 가교제의 농도에 따라 급격하게 감소한다. 반면 imprinted gel의 친화력은 랜덤 겔보다 훨씬 크고 BIS의 농도에 따라 감소하지 않는 것으로 보아 기억 효과가 충분히 발휘된 것으로 보인다.

(*Macromolecules*, July 3, 2001) □

상압에서 제조된 다이아몬드

1990년대에, 재료공학자인 Yury G. Gogotsi와 그의 동료들은 초임계 물과 클로린 이 실리콘 카바이드(SiC)로부터 실리콘을 제거하여 탄소와 심지어는 다이아몬드의 필름이나 가루로 만들 수 있는 방법을 발견하였다. 물론 이러한 방법이 낮은 수율과 재현성을 가진다는 단점을 가지고 있긴 하지만 말이다. Philadelphia에 소재한 Drexel University와 Chicago Illinois University 두 곳에서 연구활동을 하고 있는 Gogotsi와 그의 동료들은 그 방법을 재 정립하였다. 그들은 현재 SiC가 1,000 °C를 넘지 않는 온도의 대기압에서 nano와 micro 크기의 결정 다이아몬드를 이루는 탄소로 전환될 수 있다고 발표했다(*Nature*, **411**, 283 (2001)). 용광로에서 Si시료에 1~3.5%의 Cl₂와 최대 2%까지의 H₂를 포함하는 아르곤 steam을 쐬다. 이 때 SiC는 Cl₂와 반응하여 휘발성 물질인 SiCl₄를 형성하여 휘발하고 다이아몬드 같은 구조를 갖는 nano 크기의 다공성 carbon coating을 남긴다. 이 물질은 소위 다이아몬드같은 탄소

(diamond-like carbon)라 불리우는 물질보다 좀 더 딱딱하고 탄성 변형에 대한 저항성이 강하지만 결정성 diamond의 성질과 꼭 같지는 않다. 그럼에도 불구하고 이 새로운 다이아몬드구조 물질은 브레이크 패드의 초강력 라이닝과 같은 high-volume application의 다양한 분야에 사용될 수 있을 것이다.

(*C&EN*, May 21, 2001) □

SAXS를 이용한 Lyocell 섬유의 구조 분석

Lyocell 섬유에 대한 SAXS 결과가 발표되어 흥미를 끌고 있다. Lyocell 섬유는 amine oxide를 용매로 사용한 셀룰로오스 섬유의 포괄적 명칭인데 용매의 재사용이 가능하여 환경 친화적이고 제조 단가가 낮은 이점이 있으며 다양한 amine oxide 중에서 특히 *N*-methyl morpholine *N*-oxide로 제조한 lyocell은 제조 효율과 화학적 유용성이 우수한 것으로 알려져 있다. 이번에 영국 Cambridge 대학과 Tencel Limited의 공동 연구진에 의해 다양한 amine oxide 중에서 *N*-methyl morpholine *N*-oxide를 사용하여 제조한 lyocell 섬유의 구조가 밝혀졌다. 제조 과정에서 셀룰로오스가 relaxation과 orientation을 거치면 배향된 셀룰로오스가 용매 사이에 존재하는 'bi-continuous' 구조가 형성되며 스피노달 분해의 메커니즘을 따르게 된다. 그 다음 셀룰로오스는 수세과정에서 유착되고 물을 배출하면서 탈수된다. 이러한 과정을 거치면 상호 연결된 구조는 붕괴되고 lyocell 섬유의 최종 결정구조가 형성되며 이러한 결정 구조는 비스코스 공법으로 제조한 lyocell 섬유에 비해 높은 초기 탄성율과 절단 응력을 부여한다. 연구진은 제조 과정에서 습기가 있는 상태(never-dry), 건조 후, re-wetting 상태에서의 구조를 밝히는데 성공하였다. 습기가 있는 상태의 섬유는 5,000 Å 정도 길이와 30 Å 너비의 water-filled void를 가진다. 섬유가 건조되어 감에 따라 void는 1,600 Å로 작아지며 단면은 50 Å 정도로 길어지지만, re-wetting 과정에서는 void의 길이는 400 Å으로 훨씬 짧아지고 너비도 24 Å로 짧아진다. 습기가 있는 상태의 섬유는 Porod 법칙에 잘 맞지만 나머지 경우에는 법칙에서 어긋나는 현상 또한 발견되었다. 이것은 물을 포함한 섬유는 결정 셀룰로오스와 물의 2가지 상으로 구성되어 있으며 건조한 섬유는 결정 셀룰로오스, air-filled void, 작은

결합 영역의 3가지 상으로 구성되어 있다는 것을 의미한다. 또 응고 온도가 증가함에 따라 수분의 함량과 수분을 포함한 영역의 크기가 증가하는데 이것은 높은 응고온도가 lyocell 섬유의 염색에 유리하다는 것을 의미한다. 이러한 성과는 lyocell 섬유의 기계적, 물리적 성질을 향상시키는데 이용될 수 있으며 섬유 방사와 응고과정의 최적화를 통해 다양한 적용 분야에 적합한 성질을 유도해 내는 방법을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

(*Polymer*, September 1, 2001) □

자기장 내에서 모양 변하는 고분자

러시아 과학자들은 새로운 자석탄성체를 합성했다. 이러한 높은 탄성을 갖는 고분자들은 자기장 내로 들어가면, 그것들의 모양은 변한다. 자기장 내에서 충전되는 고분자로 만들어진 복합 혼합물질들은 잘 알려져 있다. 그것들은 균일한 자석, 자력성질을 갖는 전선 등에 사용되며, 물질구조를 상당히 단단하게 유지시켜 준다. 상당히 많은 관심을 끄는 시험은 그 물질이 자기장에 놓이게 되면, 그것들의 모양이 상당히 많이 변한다는 것이다. 모스크바 주립대학 물리학과와 유기원소 화학기술 연구소(Institute of Chemistry and Technology of Organoelement Compounds)의 연구팀들은 자기장의 영향에 아주 강하게 반응하며, 실록산(siloxane)고무에 바탕을 둔 고분자들을 합성했다. 합성된 실록산(siloxane) 자석탄성체는 미세하거나(약 100 Å의 크기), 큰(약 2 마이크로) 자력 입자들을 함유하고 있다. 연구팀은 실록산 올리고머에서 입자들을 분산시키기 위해, 유기인 함유 계면활성제를 사용했다. 고분자의 네트워크 구조는 가소화 시료로 첨가되는 주석 부틸 카프릴레이트(tin butyl caprylate)와, 폴리메틸실록산(polymethylsiloxanes)에 의해 촉매화된 테트라에틸실란(tetraethylsilane) 그리고 올리고머의 상호반응 때문에 의해 형성됐다. 연구자들은 자기장에서 고분자의 거동, 가소제의 영향, 그리고 자기 입자들의 양과 크기 등을 연구했다. 자기장에서 새로운 고분자들의 반응은 놀라운 일이었다. 그것은 이러한 관점에서 가장 흥미를 끄는 물질로서 여겨지는 자기적인 겔의 반응들보다도 좀더 훨씬 심오한 특성을 가지고 있었다. 걸려있는 고분자 조각근처로 자석을 가까이 가져가면, 고분자 조각들은 강하게 퍼지면서, 자석들의 움직임이 발생한다. 더욱이, 자석 탄성체의 모양과 기계적인 특성, 그리고 위치들은 자기장 내

에서 변한다. 연구자들은 고분자들로부터 잘려진 작은 막대나 좁은 조각들(3 cm 길이와 3 mm 지름)을 연구했다. 그것들은 자석기둥 사이에 매달려 있는데, 그 때문에 자기장이 직접적으로 교차된다. 과학자들은 고분자 샘플들을 쥘 펼쳐서 그것들의 기계적인 특성들을 측정했다. 연구자들은 자기장이 응용됨으로써 그러한 물질들의 영 모듈러스(Young's modulus)가 상당히 증가한다는 것을 발견했다. 새로운 고분자의 몇 가지 샘플들은 부가적인 스트레칭 없이 자기장 내에서 늘어난다. 가장 구부리기 쉬운 샘플들(최적화된 가소화 시료양과 자기적인 입자들을 포함함)은 자기장을 직접적으로 가로지르면서 늘어나는데, 약 20% 정도 더 길어진다. 연구팀에 따르면, 이러한 현상은 힘의 선상에 놓여 있으면서, 방향이 정해지는 입자들의 경향에 의해 설명된다. 다이폴-다이폴의 상호반응들 때문에, 입자들이 양쪽으로 이동한다. 그래서 샘플들은 자기력이 작용되는 선을 가로질러 늘어나게 되는 것이다. 그리고 압축되는 부분이 고분자 매트릭스 내에서 일어나고, 샘플들은 증가되는 영 모듈러스에 따라 더 단단하게 되는 것이다. 또한, 자석 탄성체의 점도가 자기장에서 증가한다. 연구자들은 자석탄성체의 샘플들이 스프링으로 사용되는 진자 진동을 연구했으며, 자기장에서의 진동이 일반적인 경우보다 2배 빠르게 감소된다는 것을 발견했다. 연구팀은 새로운 물질들이 산업계와 의학계에서 많이 응용될 것이라고 믿고 있다. 좀더 자세한 연구내용은 다음 자료를 참고하세요.

(*J. Polymer Science, Series A*, 43(4), 443 (2001)) □

자기장에서 전기적 특성을 갖는 고분자 개발

고분자들은 거의 모든 곳에서 사용된다. 몇몇 응용분야로서 그것들의 전기적인 특성은 매우 중요하다. 우크라이나 과학자들은 고분자들의 유전체 특성과 전기적 전도도에 영향을 주는 자기장을 응용하기 위해 많은 연구를 했다. 키예프, 거대분자 화학연구소(Institute of Macromolecular Chemistry)의 연구팀들은 자기장 내에서 금속을 함유할 수 있는 칠레이팅 고분자를 합성했으며, 일정한 자기장 내에서 가열냉각이 어떻게 그것들의 전기 물리적인 특성들을 변화시키는지를 연구했다. 합성된 고분자인 폴리우레탄 세미카바자이드(polyurethane semicarbazides)는 이미드(imide), 하이드라지드(hydrazide), 그리고 파이로멜라이트(pyrromelite) 조각들뿐만 아니라, 니켈, 코발트, 카드뮴, 그리고 아연 같은 금

속 이온들을 함유하고 있다. 이러한 고분자에서, 산 그룹인 COOH는 금속 이온에 의해 수소 치환이 이뤄질 수 있다. 결과적으로 킬레이팅 구조가 형성된다. 연구된 금속의 두 가지(니켈과 코발트)는 강자성을 띄며, 다른 두 개(카드뮴과 아연)는 반자성을 띈다. 그래서 그런 고분자들이 자기장에서 다르게 반응하는 것이다. 과학자들은 그것들의 성질에 의해 좌우되는(즉 강자성이거나 또는 반자성인 경우) 금속 이온들이 고분자의 미세구조에 많은 영향을 줄 수 있다는 것을 제안했다. 고분자의 미세구조를 변화시키기 위해, 킬레이팅 고분자 샘플들이 자기장 내로 주입된 후 가열되면, 미세구조가 많이 달라진다. 실험에서 샘플들은 393K까지 가열됐고, 2시간 동안 일정한 자기장 내에 노출된 후 천천히 냉각된다. 연구자들에 따르면, 고분자 샘플들이 고정된 블록(block)의 유리전이 온도보다 더 높은 온도가 되도록 가열되면, 극성을 띤 그룹들의 부가적인 분극화가 일어난다. 이러한 분극화 현상은 구조를 변화시키는 이온-함유 리간드의 모양과 고분자의 유전체 특성을 변화시킨다. 즉, 고분자들은 전기 전도도를 변화시키는 주된 수단 역할을 하는 것이다. 예를 들어, Cd를 함유한 샘플들의 전기 전도도는 아주 약하게 가열냉각 온도에 의존하게 되며, 반면에 코발트를 함유한 샘플들의 전기 전도도는 온도가 증가함에 따라 상당히 많이 증가하게 된다.

(*J. Polymer Science, Series B*, 46(3), 61 (2001)) □

일반 용매에 녹는 초내열성 폴리이미드

폴리(나프틸이미드)(PNI)는 매우 높은 내열성, 내광성, 내가수분해성을 지니고 있다. 그러나 이 물질의 용도는 용매에 대한 불용성으로 인해 매우 한정되어 있다. 현재까지 PNI는 오직 페놀계 용매에만 녹았을 뿐이다. 이에 대해 네스메야노프유기원소화학물연구소(모스크바), 멘델레프화학기술대학(모스크바), 모스크바주립대, 에이크론대학교(미국)의 연구원들로 구성된 한 국제연구팀이 일반적인 유기용매인 DMF, DMSO, THF, CHCl₃ 등에 녹는 PNI를 합성했다. 이 고분자에 용해성을 부여하기 위해 연구팀은 고분자 사슬에 부피가 큰 치환기를 도입했다. 페닐 치환기가 도입된 이 새로운 PNI는 특별히 합성된 페닐레이티드 비스(나프탈렌) 산무수물인 4,4'-bis[tetraphenyl-(4,5-dicarboxynaphth-1-yl)phenyl benzophenone]의 dianhydride를 방향족 디아민과 반응시켜 제조된다. 연구팀에 따르면 벌키(bulky)한 결기(side

group), 뼈막한 결합(hinge link), 서로 다른 이성체(isomeric) 그룹들은 사슬의 구조를 느슨하게 만들어 이 고분자가 상온에서 일반적인 극성용매에 녹게 만든다. 이 합성고분자들은 PNI의 본래적인 특성인 탁월한 열안정성을 지니고 있다. 성분들 중 하나인 테트라아민에 따라 이 고분자의 연화점은 380-426 °C에 이른다. 열분해가 일어나기 시작하는 온도는 훨씬 더 높아 아르곤 분위기에서 660-680 °C, 공기 중에서 552~623 °C이다. 연구팀은 연화점과 분해온도의 차이가 매우 크므로 PNI를 열공정으로 가공할 수 있을 것으로 본다. 이 고분자로 만든 필름은 물성이 우수할 뿐만 아니라 보기에도 좋은데, 햇빛을 받으면 밝은 노란색의 형광을 발한다.

(*J. Polymer Science, Series B*, 43(3), 228 (2001)) □

스미또모 베크라이트가 미국의 Goodrich의 전자재료부분 매수

스미또모 베크라이트는 미국에 정보통신분야의 연구개발거점을 확보한다. 오하이오 주에 있는 Goodrich(구 B. F. Goodrich)의 전자재료 개발부분을 매수하기로 기본 합의한 것이다. 매수한 부분은 반도체, 광관련 재료분야에 수지개발을 집중한 부분으로, 스미또모는 고내열성을 갖는 Goodrich의 노보넨수지의 연구를 이어받아 내년 안에 양산화할 계획이다. 이미 100%출자의 자회사를 설립하였고, 다음 달에 매수 작업을 완료할 예정. 매수 금액은 약 500억 원 이하로 보여진다. 항공우주 관련부품으로 특화를 목적으로 하는 Goodrich과 수지재료개발의 폭을 확대하고 싶은 스미또모와의 의견이 일치한 것임 이번 연구개발로 스미또모는 일본, 미국, 싱가포르의 3국 체제가 구축된 것이다. Goodrich는 타이어와 염화비닐 부분을 분리시키고, 항공우주 부품관련의 사업을 특화할 계획을 가지고 있었다. Goodrich는 노보넨 수지개발에는 미리서 착수하여 상업화를 겨냥하고 있었는데, 이것을 스미또모에게 매각하기로 결정한 것이다. 스미또모 베크라이트는 정보통신, 고기능플라스틱, Quality of Life(QOL)의 세 분야를 중점사업분야로 하고 있고, 미국의 Oxydental Chemical로부터 페놀수지사업을 매수하였고, 말레이시아에서 기능성 필름, 중국에서 페놀수지 성형재료, 마카오에서 에폭시수지 적층판의 생산을 개시하는 등, 글로벌 전개를 가속시키고 있다. 연구개발의 강화, 스피드업이 불가결한 과제로 되어, 정보통신분야의 선단연구가 진행되고 있는 미국의 거점을 확보

하기로 한 것이다. 노보넨 수지는 내열성, 투명성, 전기특성이 우수한 특징을 가지고 있다. 특히 Goodrich의 노보넨은 유리전이온도 300-350 ℃와 통상의 200 ℃ 이하의 고분자와 비교하여 현저히 높다. 이 때문에 광학재료, 포토레지스트, 봉지재 관련 의 선단분야로의 응용이 기대되고 있고, 수년 후에 수 천억원의 시장규모가 예상되고 있다. 이번 스미토모는 Goodrich가 갖고 있는 부분의 pilot plant 등의 설비, 특허를 포함한 수지합성기술, 환상올레핀기술, 재료화 기술의 전자산을 매수한다.

(일본화학공업일보, July 3, 2001) □

Asahi Glass 불소계 발수 발유제 세계 톱을 향하여 공세

아사히 그라스의 발수 발유제는 “아사히가-드”라는 상품명으로 주로 섬유, 염색산업에서 판매되고 있다. Perfluoroalkyl ethylacrylate를 주성분으로 하는 불소계 제품으로, 앞으로도 불소계 화합물을 핵심사업으로 하여 집중 육성할 계획이다. 불소계 발수 발유제 사업에서 이제까지는 3M이 조금 우세한 존재였지만, 3M이 함유하는 perfluorooctanyl의 분해성의 문제로부터 3M에서는 작년 생산을 중단하였다. 대체품에 의하여 사업을 계속하여야 하지만, 현재로는 세계적인 공급지도가 한번에 바뀌게 된 셈이다. 3M의 재고를 빼면 현재는 듀폰, 다이킹공업, 아사히 그라스의 3사가 이 시장에 뛰어들 전망이다. 아사히 그라스는 원래부터 불소계 화합물을 집중분야로 하고 있었지만, 3M의 변화에 의하여 아사히 그라스는 더욱 “아사히가-드”의 공세를 증강하기로 한 것이다. 우선 치바공장에서 10% 증강한다. 그리고 의복기업과 제휴하여 브랜드전략도 강화한다. 이제까지의 “아사히가-드”의 섬유용 약제로부터 넓게는 코팅제로도 응용을 확대한다. 구체적으로 부직포, 석재 등 섬유 이외의 일반공업분야에서의 개발을 증강하고, 도료용 불소계 수지사업과 조합하여 개발을 전개한다. 휴대전화의 방수방습가공용과 디스플레이에 발수 발유기능을 부여하는 등의 IT산업의 부재개발도 적극 추진할 계획이다. 제작년 말에 영국의 ICI의 polytetrafluoroethylene(PFTE) 수지사업을 매수한 것에 의하여 원료 모노머의 구미거점도 손에 들어왔고, 또한 국내의 섬유산업은 중국을 필두로 한 해외로 이전되고 있기 때문에 앞으로 세계적인 사업체제의 구축을 검토하고 있다.

(일본화학공업일보, July 7, 2001) □

에폭시수지 특집

2000년 에폭시 수요는 내수가 154,330 톤, 전년도에 비하여 4% 증가. 수출이 42,780 톤 전년도에 비하여 9% 증가하여 총계 197,100 톤이었다. 5% 신장으로 과거의 최고 기록을 갱신한 것이다. 그러나 금년에 들어와 작년 말부터의 IT관련 수요의 급격한 격감으로 올상반기를 보면 마이너스 성장으로 돌아섰다. 우선 2000년도에 대해서 보면 용도별 신장율은 도료 1%증, 전기 9%증, 토목 건축 접착 등은 전년도 수준. 수출은 한국, 대만, 싱가포르, 중국이 호조를 보였고 과거 최고의 수량에 달했다. 특히 내수에서는 IT경기를 지탱하여온 전기용이 9%증가로 급신장하였다. 적층판용이 과거최고수량에 달했고, 봉지재도 반도체 수요에 대하여 큰 폭으로 증가하였다. 다만 주형형, 절연 분체용은 감소경향. 또한 캔에 사용되는 도료는 필름라미네이트 캔 및 소형 PET병으로 음료캔이 변화함에 따라 감소하였고, 자동차 도료는 25% 신장하였다. 자세한 내용은 특집 6-11면을 참조바람.

(일본화학공업일보, July 25, 2001) □

균질한 고분자의 진구(眞球)제조 성공

동경도립대학의 木村恒久교수 등은 액체중의 일정의 위치에 모노머의 액적(液滴)을 자장으로 고정시킨 채 중합시켜 균질한 고분자의 진구를 만드는 것에 성공했다. 등극계 연마하는 방법과 주형으로 만드는 경우에는 필요 이상의 응력이 걸리지만, 이 방법은 내부의 분자상태가 균질한 진구를 만든다. 투명성이 높아, 렌즈 등에도 용도를 기대할 수 있을 것으로 전망된다. 反자성체는 자계에 의해 힘을 받는다. 중합개시제를 첨가한 벤질메타아크릴레이트(油性)의 모노머를 염화망간 수용액에 적하하면, 모노머는 유적(油滴)으로 된다. 개발 교수는 부상하는 유적을 자석에 의해 아래 방향으로 억눌러서 중합이 종료될 때까지 벽에 붙지 않은 상태로 조절한다. 만들어진 직경 1cm정도의 고분자의 진구度는 최고 0.4%로 높았다. 지금까지 직경 1cm 정도의 깨끗한 고분자 구를 만드는 것은 어려웠다. 이것과 유사한 기술로서는 공업기술원 오사카공업기술연구소와 동북대학 금속재료연구소가 대단히 강력한 자기에 의해 기체 중에서 유리를 용해하여 고화하는 방법으로 진구 유리를 제조하고 있다. 동경도립대학의 기술은 물의 부력을 사용하고 있기 때문에 보다 약한 자석

으로 조절할 수 있다. 지금까지 우주의 무중력 공간에서 밖에 생각할 수 없다고 여겨졌던 浮遊에 의한 물질합성기술이 자기에 의해 가능하게 됐다. 이 연구는 일본학술진흥회 및 미래개척 프로젝트인 “미립자, 분자쇄, 박막의 자장하 거동”에 의해 이뤄졌다.

(일본공업신문, June 26, 2001) □

나노크기의 3차원 인쇄 기술

이제 나노미터 크기의 구조물을 만들기 위해 개발된 “소프트 석판 인쇄”기술은 앞으로 혁명을 일으킬 것이다. 나노 인쇄 석판 기술에서 전자 빔 석판 인쇄술과 반응성 이온 에칭으로 만들어진 금형은 고분자 박막필름 위에 구조물을 인쇄하는데 사용된다. 그리고 이 고분자 주형은 증착 방법에 의해 금속 구조물을 만드는데 사용된 다음 아세톤 용매 내에서 고분자 필름을 들어 올리게 된다. 프린스턴의 연구원들은 다른 노출 감도를 가진 전자-민감성 레지스트의 이중층을 사용해 3차원으로 패턴화된 이산화규소 금형을 만들 수 있는 능력을 갖고 있었다. 그들은 인쇄, 금속박막 증착, 용매로부터 들어 올리는 일련의 공정으로 40 nm 크기의 작은 발을 갖는 T-게이트같은 3차원 금속 구조물을 만들었다. 이것은 소음이 작고 높은 주파수에서 작동하는 장-효과 트랜지스터를 제작하는데 유용하게 사용될 수 있다. 이 기술은 일체식 집적 회로와 나노 전자기계 시스템에서 널리 사용되는 브릿지를 만드는 데 응용될 수 있다. 광 트랜지스터는 현재 약 30 펨토 초(10^{-15} 초)로 스위칭하는 반면 전자 트랜지스터는 나노 초(10^{-9} 초)로 스위칭한다. 연구원들은 그들의 기술이 대량 생산되는 3차원 나노 구조물에 사용될 것으로 예상한다. 인쇄 단계는 전통적인 나노 제작 기술보다 훨씬 더 빠르며 제작에 소요되는 시간이 짧기 때문에 금형은 여러 번 재사용될 수 있다. 커다란 입자 물리학 실험용 검출기 또한 이 기술로부터 이익을 얻을 수 있다.

(KISTI 해외과학기술동향,

<http://www.cerncourier.com/main/article/41/6/10/1>, July 11, 2001) □

비타민 함유한 섬유와 의복

앞으로 사람들은 하루에 필요한 비타민 C를 단순히 티셔츠를 입음으로써 섭취하게 될 것이라고 일본의 한 회사가 주장했다. Fuji Spinning사는 인체의 피부와 접촉하면 비타민으로 변하는 프로비타민을

함유한 섬유를 개발했다. V-up이라 불리는 섬유로 짠 이 티셔츠는 레몬 두 개에 함유된 양만큼의 비타민을 지니고 있으며 30차례의 세탁 후에도 효능을 유지한다. 회사의 대변인 마코토 스즈키는 이 제품이 피부관리에 관심이 있는 여성들을 주요대상으로 삼고 있다고 밝혔다. 그는 한 방송국 프로그램에서 “여성들은 자신의 얼굴을 화장할 수는 있지만 몸을 화장할 수는 없다”고 말했다. 이 회사는 다른 비타민 개발도 시도하고 있다. 이 회사는 또한 게나 새우의 껍질로부터 추출한 물질인 catechin으로부터 내향성(anti-odor) 및 내박테리아성을 지닌 섬유를 생산하고 있다. 이 티셔츠는 2002년 초에 시판될 예정이며, 한편 비타민을 함유한 내의에 관한 계획도 가지고 있다.

(KISTI 해외과학기술동향,

<http://news.bbc.co.uk/hi/english/world/asia-pacific/newsid-14420>, July 16, 2001) □

인공 거미줄 섬유 개발

러시아 과학자들이 거미줄 섬유를 개발했다. 러시아 중요한 과학기술센터는 현재 거미줄 단백질을 만드는 바이오기술을 개발하고 있다. 거미줄은 뛰어난 탄성(원래 길이보다 40%까지 늘어남)과 강도를 동시에 갖추고 있어 산업에서 반드시 필요한 물질이다. 거미줄은 철보다 몇 배 강도가 세며, 습도와 온도 변화에도 강하다. 거미줄 단백질을 만들기 위해 무당거미의 거미집 단백질 코드가 있는 미세기관 유전자에 대한 화학 합성 및 복제 실험이 실시됐다. 거미집 단백질과 유사한 합성 유전자를 생산하는 유전자 변형 식물이 생기게 되면 상기 특성을 지닌 단백질 물질의 획득이 가능하다. 단백질 물질에 기초하며 생산된 새로운 물질은 외과에서 피부의 재생에 유용하고, 인공 인대와 힘줄, 낙하산 로프, 개인 보호수단 등으로 사용될 수 있다.

(KISTI 해외과학기술동향,

<http://www.businesspress.ru/newspaper/article.asp?mId=37&aId=748>, July 19, 2001) □

연신된 고분자, 분자인식에 극적 효과

표면에 달라붙어 있는 고분자의 끝에 비타민의 일종인 biotin 분자가 있다고 생각해 보라. 그 표면을 biotin 수용체인 streptavidin으로 늘어난 다른 표면 가까이로 가져가는 것을 상상해 보라. 어떤 특정한 틈 사이에서 결합은 일어난다. 그러나 그 거리는 평

형상 상태에서 고분자가 미치는 평균 범위보다 훨씬 더 길다. 이 현상은 산타 바바라 캘리포니아 대학의 화공과 교수 자콥 N. 이스라엘 라크빌리에 의해 지난 1997년 최초로 관찰됐다. 현재 그와 여러 동료들은 계산적인 방법과 고분자 확산 반응 이론을 이 현상에 적용한다. 그 결과 최대 고분자 연신의 역학과 결론이 이론적으로 예측될 수 있다. “우리는 높은 에너지 상태의 배열을 한 단지 한 분자가 보기 드문 편위운동을 통해 표면을 인식할 수 있음을 알았다.”고 매사추세츠 대학 고분자 공학 교수 토마스 P. 러셀은 말했다. 만일 고분자가 뭔가를 잡게 된다면, 작살처럼 그것을 꼭 잡아 끌어당길 것”이라고 그는 덧붙였다. 이 발견은 사슬과 같은 시스템에서 리간드-수용체간의 상호작용이 단지 평형 상태에서 이루어지는 것이 아니라는 것을 가리킨다. 왜냐하면 유연한 사슬을 가진 역동적인 변동에 의해 리간드가 건내지는 방법과 그것을 인식하는데 영향을 주기 때문이다. 이론적 예측은 보스턴 대학 화학과 조교수 조이스 Y. 왕의 연구에 곧바로 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 리간드와 수용체간의 상호작용에 대한 시간범주에서 사슬 길이의 효과는 타깃(동맥과 모세관)에 의존하는 약물 운반체 사슬을 설계하는데 도움이 될 것이다. “여러 직경의 혈관들은 각각 다른 유속과 다른 반응 시간범주를 가질 것”이라고 그녀는 말했다. 일리노이즈 대학 화공과 교수 데보라 E. 록맨드는 수용체-리간드 상호작용의 연구가 주로 해리 역학에 중점을 둔다고 언급했다. 수용체와 리간드의 결합 형성은 단지 두 물질을 결합하는 것이 아니다. 사실 두 물질은 아주 멀리 떨어져 있고 갑자기 순간적인 결합이 일어난다. 사슬이 늘어나고 리간드는 수용체를 붙잡는다. 그리고 그것을 끌어당긴다. 사슬의 연신은 드물게 일어나기 때문에 이것은 완전히 예측되지 않는다. 그러나 이런 방식으로 결합은 일어난다.

(KISTI 해외과학기술동향,

<http://pubs.acs.org/cen/topstory/7930/>

7930notw8.html, July 23, 2001) □

줄-겔법 이용해 상온서 바이오센서 제조

단백질과 효소 또는 세포 같은 생물학적 분자들을 단단한 구조물 안에 잡아둠으로써 산업과 의학용으로 더 쉽게 사용할 수 있다. 그러나 분자를 손상시키지 않고 생물학적 활성을 파괴하지 않으면서 단단한 물질과 연약한 생물학적 분자를 결합하는 것은

어려운 일이다. 분자를 그대로 보존하면서, 골격은 생존을 위해 영양물이 세포에 도달하게 만들어줘야 하며, 세포가 검출을 위해 사용되고 있는 화학/물리적으로 상호 작용할 수 있어야 한다. 파리 대학의 교수 자크 리베지는 새로운 줄-겔 기술과 규산염으로 된 다공성 유리를 사용하여 바이오센서를 실온에서 만드는 방법을 개발했다. 이 연구는 영국 물리학 연구소 저널인 물리학 저널誌에 ‘Condensed Matter’라는 제목으로 보고되었다. “과거에 유리 가공에 필요한 고온으로 인해 연약한 바이오분자는 파괴됐다. 따라서 바이오-캡슐화는 유기 고분자를 사용해야 하는 제한적인 부분이 있었다. 그러나 그러한 제한이 없어질 것이다. 줄-겔 공정은 실리카 유리에 생물학적 활성을 도입하고 유지하는 것이 가능함을 의미한다”고 리베지 교수는 말했다. 이 공정은 몰과 알콕사이드(alkoxide)계 화합물질을 섞어 끈적끈적한 실리카 용액을 만들어 케익속의 체리처럼 바이오분자를 실리카 구조안에 가둔다. 용액이 진해지면, 그것은 필름, 막대 그리고 섬유 형태가 될 수 있다. 줄-겔 기술이 이들 혼성 실리카 유리를 물에서 그리고 실온에서 만들어내기 때문에, 분자나 세포의 생물학적 활성은 파괴되지 않은 상태에서 바이오센서나 탐침으로 사용될 수 있다.

(KISTI 해외과학기술동향,

<http://unisci.com/stories/20013/>

0802015.htm, August 2, 2001) □

창자에 직접 흡수되는 생물 고분자

중국의 과학자들은 4년간의 연구를 거쳐 며칠 전에 “창자를 뚫고 지나가는 기능”을 가진 생물 고분자를 발견했다. 이것은 새로운 약물의 제재에 매개체(carrier)를 제공했을 뿐만 아니라 전통적인 단백질의 흡수이론을 발전시켰다. 인체는 매일 대량의 단백질을 보충받아야 한다. 단백질 고분자는 인체의腸道(장도)에 들어간 후 아미노산 조각으로 분해되어 인체에 흡수된다. 하지만 최근에 과학자들은 bromelin, α -cactalbumin 등 단백질 분자들은 조각으로 분해되지 않은 채 분자의 상태로 “창자를 뚫고 지나”서 혈액에 들어간다는 것을 발견했다. 중국 과학원생물물리연구소 혁영교(赫榮喬)교수의 프로젝트 연구팀은 지난 1998년부터 일종의 새로운 protease의 흡수원리에 대해 연구를 하였는데 얼마 전에 성과를 거뒀다. 중국의 과학자들은 “지룡(地龍)”이라 불리는 지렁이의 체내에서 protease인 지렁이 kinase

를 추출했는데, 이는 매우 강한 섬유를 용해하는 활성을 갖고 있고 현재 이미 뇌혈전, 중풍의 후유증 등 질병의 치료에 사용되고 있다. 그렇다면 이러한 효소는 어떻게 혈액에 진입해 뇌혈전에 작용을 일으키는가? 이 작용원리를 해석하기 위해 연구원들은 우선 먼저 지렁이 kinase의 항체를 배양하고 실험용 쥐의 십이지장의 일부를 떼내어 용액에서 배양하고 지렁이의 kinase를 넣었다. 면역학의 연구결과 10-15%의 지렁이 kinase가腸의 상피에 흡수됐는데 최고 30%가 흡수됐다. 연구원들은 면역조직화학방법을 이용해腸의 상피세포를 검사한 결과 지렁이 kinase가 존재했다. 그리고 腹腔의 주사로 과학자들은 실험용 쥐의 혈청에서 10%의 지렁이 kinase가 존재한다는 것을 발견했다. 이러한 단백질 고분자는腸의 상피를 통하여 혈액에 진입한다는 것을 나타낸다. 주사한지 60분이 지난 후 혈액 가운데 지렁이 kinase의 활성이 최고치에 도달했다는 것이 발견됐다. 과학자들은 네덜란드의 '생물화학과 생물물리학보'에 논문을 발표했다. 전문가들은 "창자를 뚫고 지나"는 고분자의 발견이 분자의 측면으로부터 지렁이 kinase의 작용원리를 해석했다고 말했다. 과학자들은 지금 "창자를 뚫고 지나가는 기능"을 가진 생물 고분자를 매개체로 새로운 약을 개발하고 있다.

(KISTI 해외과학기술동향,

<http://www.stdayli.com>, August 3, 2001) □

새로운 발포 수지 개발

아토피나 케미칼스(ATOFINA Chemicals, Inc.)는 연질 또는 경질의 불소화 고분자 발포 제조 신기술을 발표했다. 카이나(KYNAR) 폴리비닐리덴 플루오라이드(polyvinylidene fluoride) 수지를 원료로 한 이 기술은 거의 모든 두께와 형상을 가진 발포제품을 생산한다. 새로운 카이나 제품을 원료로 한 발포제품은 뛰어난 내화학성, 고온에서의 열 안정성, 극히 낮은 연기특성, 연화 특성, 발수 능력, 좋은 UV 저항성과 내후성, 뛰어난 기계적 특성, 내방사선 특성과 고순도 특성을 나타낸다. 이 수지는 연소 지연 단열재, 내화학성 필터, 전자제품용 고순도 연마제, 스포츠 장비용 내습성 발포제, UV-저항옥의 장식물, 내열성 및 내화학 특성을 가진 가스킷과 캡슐화된 섬유 등에 대해 잠재적 응용성을 갖고 있다. "이런 발포 수지의 잠재적인 응용성이 있기 때문에 중요한 뿐만 아니라 발포 기술은 더 혁신적이다. 이 기술은 화학/물리적 발포제를 사용하지 않

는다. 이 기술로 비용절감 효과를 가진 환경 친화적인 발포 제품을 만들 수 있다."고 KYNAR PVDF 필름 사업 개발부의 벤 심킨은 말했다. 아토피나 케미칼스사는 고성능 화학물질과 고분자를 생산한다. 필라델피아에 본사가 있고 직원이 4천 명, 작년 매출이 20억 달러에 이른다. 아토피나 케미칼스사는 세계 5위의 화학 회사인 아토피나의 자사이다.

(<http://biz.yahoo.com/prnews/>

010719/phth037.html, 2001/7/19) □

유리 위의 고분자 코팅

펜실베이니아 주립대 재료 과학자들에 따르면, 고분자는 보통 유리를 비롯해 다른 많은 것에 달라붙지 않지만 고분자 커플링제가 매개체로서 사용된다면 유리나 고분자가 결합하는 것이 가능하다. "아미노프로필트레톡시실란(Aminopropyltrethoxysilane; APS)은 보통의 규산염 유리를 코팅하는데 사용되는 가장 흔한 실란 커플링제이기 때문에 우리는 이 물질에 대해 연구했다. 인산염 유리나 이 유리의 표면용 커플링제에 대해서는 거의 알려진 것이 없다."고 재료 과학과 공학의 박사과정 아미 바네스는 말했다. 바네스 외 여러 박사들은 소듐 알루미늄오포스페이트(sodium aluminophosphate) 유리를 관찰했다. 어븀(Er)과 이터븀(Yb) 같은 희토류 원소들도 도핑된 이 유리들은 레이저 소스와 웨이브가이드 증폭장치로서 광학과 광자 시스템에 사용된다. "현재 인산염 유리 표면에 대해 알려진 것은 거의 없다. 왜냐하면 전통적으로 그 유리는 공기중에서 안정성이 없기 때문이다. 이 유리를 더 내구성 있게 만드는데 발전이 있었던 것은 단지 최근 몇 년 동안"이라고 바네스는 말했다. 연구원들은 희토류 원소가 없는 인산염 유리를 연구했고, 실란이 인산염 유리 표면에 어떻게 달라붙는지 관찰했다. 인산염 유리는 APS에 담근 후 세척됐다. "우리는 실란이 인산염 유리 표면에 달라붙는 것을 봤다."고 바네스는 유리 기술 협회가 후원아래 스코틀랜드 에든버러에서 열린 제19회 국제 유리 학회에서 참석자들에 말했다. "코팅은 부식을 최소화하고 유리나 고분자 사이의 매개 역할을 하며, 표면을 보호할 수 있다."고 그는 설명했다. 실란은 유리 위에 분자 단층이나 다층막을 형성한다. 실란 용액의 산성도는 전통적인 규산염 유리에서와는 다르게 표면에 영향을 미친다. 또한 형성된 결합의 안정성은 코팅하는 동안 표면이 부식한다면 달라질 수 있다. "인산염 유리, 규산염

유리와 고분자 또는 인산염 유리와 다른 유기 화학 물질을 결합하는 응용은 이제 시작 단계이다. 이러한 유리는 유리 단독 물질로 사용하는 것보다 오히려 실란을 코팅한 혼성체로서 사용하는 것이 더 나을 수 있다. 우리는 또 다른 물질들을 가지고 유리와 연결하고 결합할 수 있다.”고 바네스는 말했다.

(<http://www.psu.edu/ur/>

2001/glasscoating.html, 2001/7/2) □

가교 PMMA 미립자 식품필름에 전개

일본축매가 필름용 가교 PMMA(폴리메틸메타크릴레이트) 미립자 “에포스타 MA”의 일본 내외 전개를 대폭적으로 강화한다. 지난 99년 업계에서 필름용 가교 PMMA는 가장 먼저 PP(폴리프로필렌) 필름용 첨가제로서 FDA(미국 식품의약품국)의 인가를 취득했는데 이번에 PE(폴리에틸렌) 필름용 첨가제로 FDA, SCF(EC 식품과학위원회)의 인가를 받는 것이 확실해졌다. 특히 지난해 일본에서 논란이 된 설인(유끼지루시)유업의 군혼입사건 등을 발단으로 식품용 필름 포장재료에 대한 각 회사의 안전대책 재검토가 잇따르고 있으며 배합되는 폴리머 앤티블록 재료의 안전성 요구 또한 세계적으로 커지고 있다. PE 필름용으로서의 인가는 일본축매가 세계 최초이다. 이 회사는 앞으로 세계적 대응을 더욱 진행시켜 현재 연간 100톤의 출하량을 2배인 200톤까지 늘려나갈 계획이다. 각종 신선식품이나 액체수프, 조미료 등을 포장하는 필름에는 PE필름 재료를 비롯해 여러 종류의 포장재료가 사용되고 있다. 공업제품 포장재료에는 특히 PP필름 재료가 사용되고 있다. 이러한 필름의 가공이나 공장라인에서의 전환에는 필름 자체에 활성과 가공생산성을 부여할 필요가 있어 유기미립자나 무기미립자 등의 앤티블록제를 배합하는데, 해마다 그 사용량이 크게 증가하고 있다. 그러나 지난해 유가공업체의 공장에서 식중독 사건 이후 업계의 여러 회사들이 재료에 대한 까다로운 안전성을 요구하게 됐고 포장재료에 배합하는 블록제의 안전성 또한 재료사용 때 가장 중요하게 요구되는 부분이 됐다. 이런 점 때문에 일부에서는 무기계 재료를 많이 사용하는 움직임도 있으나 무기재의 경우 포장재료의 투명성, 스크러치에 대한 내성, 라인 양산성이 크게 훼손된다는 단점이 있어 안전기준에 적합한 폴리머 계통의 앤티블록제가 세계적으로 요구되고 있다.

(<http://www.chemicaldaily.co.jp/>, 2001/6/14) □

Fluoropolymer들은 열에 의해 환경적으로 분해가 잘 안 되는 물질로 분해된다

오븐, 눌지 않는 조리 기구, 연소 엔진 그리고 고온에서 사용되는 여러 공업 제품에 쓰이는 폴리테트라플루오로에틸렌은 열분해하면 아직 인체에 주는 영향에 대해 충분히 평가되지 않은 화합물을 생성하는데 이 물질은 자연적으로 잘 분해되지 않는다. 토론토대학의 환경화학 교수인 Scott A. Mabury와 동료들은 트리플루오로아세트이트(TFA)를 포함하고 있는 플루오로 고분자를 열분해시켜 생성된 화합물들에 대해 알아보기 위해서 ^{19}F -NMR을 사용하였는데, 그들이 찾아낸 것 중에는 식물에 대해 독성을 띄는 TFA와 동물 조직 내에 축적된다는 퍼플루오로카복실레이트, 그리고 대기권 내에서 TFA로 분해되어진다고 믿어지는 헥사플루오로프로필렌이 있다[Nature, 412, 321 (2001)]. TFA는 클로로플루오로카본(CFC) 대체물들이 분해되어 생긴 산물 중의 하나이기 때문에 사실 그 동안 그 화합물에 대한 연구가 많이 행해졌다. Mabury는 환경에 영향을 미치는 TFA의 그 동안 알려지지 않던 중요한 원천을 발견하였고, 연구 결과는 특히 도심 지역의 비에 포함되어있는 TFA의 함량이 예상외로 높은 이유를 설명할 수 있을지도 모른다고 이야기한다. 또한 이들은 클로로플루오로 고분자의 열분해는 클로로트리플루오로에틸렌과 같은 CFC 화합물을 만든다고 발표했다.

(C&EN, July 23, 2001) □

무기 고리를 주사슬에 포함하는 유기 고분자를 만드는 새로운 방법

주사슬에 고리 포스파젠 단위들을 포함하고 있는 고분자를 합성하기 위한 새로운 방법이 펜실베이니아 주립 대학교 화학자들에 의해 보고되었다[Macromolecules, 34, 5140 (2001)]. Harry R. Allcock교수와 대학원생인 E. Clay Kellam III와 Michael A. Hofmann은 acyclic diene metathesis(ADMET) 방법을 사용하면 다른 방법을 사용하여 얻는 것보다 더 우세한 합성 결과를 얻을 수 있다는 것을 발견하였다. 이들은 단량체로서 말단기로 ADMET 중합을 위해 필요한 올레핀을 가진 유연한 유기 사슬을 포함한 고리형태의 포스파젠(ADMET) 삼량체를 준비하였다. 본 metathesis 반응에는 Grubbs 촉매가 사용되며 에틸렌이 효과적으로 제거되어야 촉진되며

반응은 고리 포스파젠이 가지고 있는 치환기가 폐색시 ($R = -OC_6H_5$) 혹은 메톡시에톡시에톡시 ($R = -OCH_2CH_2OCH_2CH_2OCH_3$)일 때 가장 잘 일어난다.
(*C&EN*, July 16, 2001) □

