

생분해성 고분자를 이용한 지속성 마취제

한국화학연구소(소장직무대행 박로상) 화학소재 연구부 이해방 박사가 보건복지부와 과학기술부 선도기술개발사업으로 연구개발한 “생분해성 고분자를 이용한 지속성 마취제” 개발 기술이 세계 최고권위의 화학과 공학분야 주간지 Chemical & Engineering News에 소개됐다.

Chemical & Engineering News는 전세계적으로 15만5천명('98. 10 현재)의 회원을 보유한 화학과 공학분야에서 세계적인 권위와 영향력을 지닌 주간지이다.

한국화학연구소 이해방 박사는 지난 3월 21일부터 25일까지 미국 아네하임에서 미국화학회 고분자 화학분과 후원으로 개최된 “21세기 약물전달 심포지움”에서 “국소 마취를 위한 헥타닐이 봉입된 PLGA 미세구”란 제목의 논문을 발표했다.

이번 심포지움을 포함한 미국의 춘계 화학학회에서는 총 6,100여편의 논문이 발표됐는데 Chemical & Engineering News는 이중 미래에 중요한 영향을 미칠 30여편 내외의 논문을 선정한데 소개하게 되는데 이해방 박사의 발표 논문이 미래에 영향을 미칠 우수한 연구성과로 인정되어 C & E News에 게재된 것이다.

Chemical & Engineering News지가 한국화학연구소 이해방 박사의 “지속성 마취제” 개발기술을 소개함에 따라 전세계적으로 “지속성 마취제”에 관한 학계와 관련기업의 관심을 주목할 수 있게 되어 이에 대한 활발한 논의와 기업화가 촉진될 전망이다.

이해방 박사가 발표한 “지속성 마취제”에 대한 Chemical & Engineering News는 “캡슐화한 마취제는 만성통증을 덜어 줄 수 있다”라는 제목으로 소개하면서 “합성 마취제 헥타닐 약물을 캡슐화시키고 수주일간 서서히 약물을 방출시키는 미세캡슐이 한국의 연구자에 의해 만들어졌다”라고 밝히고 “이들이 이룬 공적은 많은 암과 관련된 심각한 만성통증 치료를 위해 주사하여, 장기간 효력있는 국부 마취제를 선도할 것”이라고 한국화학연구소 이해방 박사의 발표논문을 소개했다.

한국화학연구소 이해방 박사가 “21세기 약물전달 심포지움”에서 발표한 “국소 마취를 위한 헥타닐이 봉입된 PLGA 미세구”라는 제목의 연구논문은 “생

분해성 고분자를 이용한 지속성 마취제”의 연구결과 발표한 논문으로서 보건복지부와 과학기술부 선도기술개발사업(G7)으로 지난 3년간 4억 5천만원의 연구비를 투입하여 삼천당제약(주) (사장 김상조) 공동으로 개발한 기술이다. 이 기술은 기존 약물의 10% 정도만 사용하고도 약효를 증진하고 장기간 지속시키며, 과다투여에 의한 부작용을 최소화 할 수 있는 획기적인 기술로서 진통제와 항생제 등에 활용할 수 있는 국소방출형 지속성 약물 전달 시스템이다.

(C&EN, April 12, p. 51, 1999) □

SK, 다기능 고분자원료 사업 진출

SK케미칼은 미국의 이스트만사에 이어 세계에서 두번째로 다기능 고분자원료(CHDM) 사업이 본격 진출한다고 27일 밝혔다.

CHDM은 고기능성 폴리에스터수지의 원료로, 건축-광고용 투명 플라스틱 판과 플라스틱 방음벽, 식료품 포장재, 음료용 PET병 등에 이용된다.

SK케미칼은 일본 NJC사 및 미쓰비시상사와 합작으로 SK NJC사를 설립, 내년 5월 연산 1만 t 규모의 생산공장 완공을 목표로 공장건설에 들어갔으며, 향후 연산 3만 t까지 규모를 늘릴 예정이다.

SK케미칼은 SK NJC사로부터 CHDM을 공급받아 고수익 제품 사업을 전개할 방침이며, 이 사업에 모두 500억원을 투자, 연간 1,600억원의 매출효과를 기대하고 있다고 밝혔다.

(조선일보, April 28, 1999) □

대용량 폴리머전지 개발

후지야마 공업기술센터의 기계전자연구소는 축전 능력이 높은 폴리머전지를 개발했다. 전재질에 독자적으로 개발한 에폭시수지를 채용했다. 대형 전지업체와는 달리, 기존의 리튬이온전지와 같은 공정에서 제조할 수 있는 것이 특징이다. 양산할 때의 제조원가가 낮고, 용량의 대형화도 용이하다고 한다. 전지질에는 독자 개발한 유전율을 높은 에폭시수지와 6불소화인산리튬 등을 혼합한 고체를 사용했다. 축전 능력을 나타내는 전기용량은 34 A/h로 대기업에서 휴대전화용 등으로 제조하고 있는 전지의 수십 배에 달한다. 에폭시수지는 액체이기 때문에 액체의 전해

질을 사용하는 리튬이온전지와 같은 수순으로 전지의 제조가 가능하고, 양산할 때 라인을 신설할 필요가 없다. 시트상의 전극과 전해질을 감아서 전지케이스에 채울 수 있기 때문에 전극의 면적이 넓고 전기용량도 크게 할 수 있다. 에폭시수지는 케이스에 채운 후, 고화제로 고화한다. 전극은 양극(+)으로 코발트산리튬, 음극(-)으로 무정형카본을 사용했다. 나아가 경량화를 하기 위하여 전극 자체를 수지화하는 연구도 실시하고 있다. 1999년에 먼저 전동차의자에 탑재하여 실용실험에 착수한다. 전기용량을 높이면 소형 전기자동차에도 이용하는 것이 가능하다. 현재의 주류인 리튬이온전지에 비하여 액누출의 염려가 없을 뿐 아니라 오랜 동안 사용이 가능하고 형태도 자유롭게 변화할 수 있는 이점이 있다.

(KORDIC, 해외과학기술동향, March 10, 1999) □

폴리이미드로 집적회로 기판 두께를 3분의 1로

소니케미칼은 두께가 기존 제품의 3분의 1 이하인 다층 집적회로 기판을 개발했다. 집착층이 불필요한 2층의 수지막을 겹친 것으로 접착제에 함유되어 있는 할로겐 화합물도 포함하지 않아, 환경에 미치는 영향이 적다. 휴대전화나 노트북 PC 등 휴대정보기기의 소형화를 진행하는 전기제조업체에 판매할 계획이다. 30억~40억 엔을 투입하여 99년에 제조설비를 설치하여 2000년 안에 시장에 투입할 예정이다. 이 회사가 개발한 것은 엔지니어링 플라스틱의 일종인 내열성이 우수한 폴리이미드수지의 복합다층 필드업 집적기판 「MOSAIC」이다. 이 회사가 독자 개발한 합성 폴리이미드를 적층한 구조로 되어 있다. 프린트 배선판에는 유리에폭시수지의 막을 접착제로 붙인 것이 많지만, MOSAIC은 열가소성 폴리이미드를 사용하여 각 층을 접착한다. 기판의 두께는 한 층이 50 μm 로, 에폭시수지 기판의 150~200 mm보다 훨씬 얇다. 할로겐화합물과 인, 안티몬 등을 일체 사용하지 않는다. 에폭시수지 기판은 각 층간에 전기를 잘 통하게 하기 위하여 구멍을 뚫지만, MOSAIC은 동과 금도금으로 만든 Bump(돌기물)를 매개체로 하기 때문에 구멍을 뚫는 노력을 생략할 수 있을 뿐만 아니라, 안정적으로 전기가 통할 수 있게 된다. 휴대전화, 노트북 PC, 디지털비디오카메라 등에 사용하는 프린트 배선판은 미국 반도체공업회(SIA)의 배선물에 기초하여 회로의 고밀도화가 진행될 것으로 전망했다. 고밀도화를

진행하는 과정에서 기판의 다층화도 필요해져, 초박형의 소재가 요구되고 있다. 폴리이미드 수지는 원래, 항공이나 우주, 군사분야용 소재로서 개발되었다. 400 $^{\circ}\text{C}$ 까지 분해하지 않는 등 내열성이 우수할 뿐만 아니라 전기의 절연성도 있어서 차세대 필름소재로서 주목받고 있다.

(KORDIC, 해외과학기술동향, March 2, 1999) □

나일론-플라스틱 차가 달려온다

얼마 전까지만 해도 자동차의 주재료는 강철이었다. 그러나 머지않아 강철보다 나일론이 더 많이 들어간 엔진과 플라스틱 지붕을 장착한 자동차가 선보일지 모른다.

자동차 회사들과 기술자들은 이미 수많은 부품들을 새로운 소재로 대체한 자동차들을 선보이고 있다. 90년대 중반에 플라스틱 기술자들은 크라이슬러가 만든 픽업 트럭의 계기판 밑에 있던 강철 빔, 히터 연결관, 꺾쇠 등을 박스 형태의 플라스틱 연결관으로 바꿨다. 이전에 쓰던 강철 부품들보다 훨씬 가벼운 이 플라스틱 연결관 덕분에 크라이슬러는 차의 다른 부분에 좀 더 무게가 나가는 부품들을 배치할 수 있는 여유를 얻었다.

지난해 8월에는 유럽에서 생산되는 아우디의 A6 자동차에 금속과 플라스틱으로 된 모듈이 사용되기 시작했다. 베이어사가 개발한 이 부품은 일일이 손으로 조립해야 했던 여러 부품들을 한데 통합한 것이었다.

시보레사는 오래 전부터 코르베트의 몸체 패널로 특수 플라스틱을 사용해왔다. 파이버글래스로 강화된 이 특수 플라스틱은 94년에 만들어진 링컨 콘티넨털과 99년산 무스탕의 후드와 트렁크 뚜껑을 만드는 데도 사용되고 있다. 이 플라스틱은 가벼우면서도 강철처럼 단단하고 제작과정에서 미리 색을 입힐 수 있기 때문에 나중에 따로 페인트칠을 해야 하는 수고를 덜 수 있다.

때로는 새로운 소재 덕분에 기술적 진보가 이루어지는 경우도 있다. 예를 들어 제너럴 모터스사는 일부 모델의 픽업 트럭에서 시동을 걸 때 자동차의 몸체가 심하게 떨리는 문제 때문에 골머리를 앓고 있었다. 이때 스파이서 드라이브샵프트가 강철 운전축을 알루미늄으로 바꾸는게 어떠냐는 제안을 내놓았다. 이를 위해서는 트럭의 차체 밑바닥을 다시 설계해야 했다. 그래서 스파이서사는 전혀 새로운 타

입의 운전축을 만들어냈다. 지름이 더 작은 알루미늄 튜브에 강도를 보강하기 위해 탄소 섬유를 입힌 것이었다. 이것이 가능했던 것은 비행기 제조기술을 빌려왔기 때문이었다. 알루미늄 디자인은 이제 업계의 표준으로 통하고 있다.

알루미늄은 이밖에 자동차의 피스톤을 만드는 데도 사용되고 있다. 초강력 알루미늄 합금으로 만들어진 새 피스톤은 열을 더 많이 발산하고 덜 팽창하기 때문에 예전 피스톤보다 길이가 짧다. 이는 엔진을 예전보다 낮은 곳에 설치할 수 있음을 의미하고 따라서 후드의 높이도 낮아진다. 다시 말해서 공기역학적으로 진일보한 자동차 디자인이 가능해진 것이다.

한편 철강업계는 더 가벼운 소재들에 맞서 살아남기 위해 애를 쓰고 있다. 2천2백만 달러를 들여 제작한 초경량 강철 자동차의 샘플은 그런 노력의 일부다. 이 자동차는 어디까지나 샘플이기 때문에 실제로 거리를 달리는 것은 아니지만, 자동차 설계자들이 가벼우면서도 강한 강철의 새로운 용도를 찾는 데는 도움이 될 것으로 철강업계는 기대하고 있다.

(동아일보, April 28, 1999) □

빛을 이용한 고분자융합에 의한 정형수술

사람의 피부속으로 빛에 의해 중합이 가능한 액체를 주사기를 이용하여 삽입한 후 고분자로 변환시키는 기술이 미국 MIT 연구진에 의하여 개발되어졌다. 이러한 기술은 지금까지 피부수술, 성형수술 및 정형수술에 획기적인 전기가 될 것으로 기대된다. 지금까지는 이러한 수술에서 고분자를 가공하여 삽입하였기 때문에 수술이 필요하였으나, 이제는 간단히 주사기로 고분자 용액을 주사한 후 고분자로 변환시킬 수 있기 때문에 필요한 형상에 따른 고분자의 가공 및 수술 비용 및 시간을 줄일 수 있을 것이다. 하지만 이 기술이 당장 실용화되기 위해서는 주사된 액체를 원하는 모양으로 만들기 위한 연구가 필요한 것으로 보고되고 있다. 이러한 아이디어는 치과에서 사용되는 고분자가 빛에 의하여 중합되어 치아를 접착시키거나 잇몸에 고정시키는 것에 착안한 한 대학원생에 의하여 제안되어 성공에 이르게 되었다. 피부 밑에 주사된 용액을 고분자로 중합하기 위해서는 사용되는 빛이 피부를 통과할 수 있어야 하기 때문에 자외선과 가시광선을 사용한 것으로 보고되고 있다. 또한 중합도를 높이고 중합속도를

높이기 위하여 광개시제(photoinitiator)를 사용하였다. 하지만 이러한 첨가제가 인체에 해가 없어야 하기 때문에 주의가 요구된다고 연구자들은 밝히고 있다.

(C & E News, March 22, 1999) □

점토와 올레핀을 이용한 자동차용 복합재료

Montell North America와 General Motor의 연구팀은 점토와 열가소성 올레핀 수지를 사용하여 물성이 우수한 자동차용 복합재료를 개발하였다고 발표하였다. 최근에 일본에서 나일론과 같이 극성이 높은 고분자와 점토를 이용한 복합재료의 개발된 예는 있으나, 극성이 없는 폴리올레핀을 이용한 점토 복합재료의 개발은 처음으로 알려지고 있다. 올레핀계 점토 복합재료는 가벼우면서도 치수 안정성, 강성도, 그리고 낮은 온도에서의 충격강도가 우수한 것으로 보고되고 있어 가벼우면서도, 높은 강인성 및 강도가 요구되는 자동차용 구조재로 널리 사용될 수 있을 것으로 전망된다. 현재 GM에서는 자동차 문짝 등 몇가지 시제품을 제조하여 품질 시험을 진행중인 것으로 보고되고 있다. 만약 이 시험이 성공적으로 마무리되면 자동차용 부품으로 점토 복합재료가 널리 사용될 것으로 기대되며 따라서 자동차용 부품으로 더 많은 플라스틱이 사용될 것으로 전망된다.

일반적으로 플라스틱과 아주 작은 크기의 입자를 혼합하는 것은 물과 기름을 섞는 만큼이나 어렵다고 알려져 있기 때문에 점토 복합재료의 노하우는 점토와 올레핀 고분자의 혼합도를 높여주는 상용화제이며, 이 상용화제는 현재 텍사스주의 Southern Clay Products Inc.에서 생산 공급되고 있다. 폴리올레핀 고분자와 점토 복합재료 기술은 다른 열가소성 수지인 PC/ABS, PUR 등에도 적용되고 있으며, 이들 복합재료 또한 우수한 물성을 보여주고 있는 것으로 보고되고 있다.

(Modern Plastics, January, p. 35, 1999) □

트리블락 Rodlike형 올리고머의 가교화반응을 통한 초고분자 응집체 합성

저분자량 올리고머의 부분적인 가교화반응으로 이방성의 초고분자량의 분자물질을 합성하는 방법이 Univ. of Illinois의 Stupp교수 등에 의해서 발표되었다. 이들은 트리블락 rodcoil형 고분자 즉, atactic 올리고폴리스티렌, 1,4 및 1,2-부가단위를 무작

위 배열로 갖는 올리고부타디엔, 그리고 rodlike 블록을 갖는 저분자량의 올리고머를 합성하였다. 이 트리블락 올리고머의 부타디엔 부분의 탄소-탄소 이중결합이 고온에서 가교화반응에 참여하여 분자들을 뭉치도록 설계하였다. Rodlike 블록의 방향성 부분인 biphenyl 단위의 π - π 결합이 서로를 뭉치고, 결정화를 유도하는 추진력으로 작용한다. 이 트리블락형 rodlike 화합물을 250 °C 조건의 액정상에서 수시간 열처리함으로써 좁은 분자량 분포(M_w/M_n : 1.11)를 갖는 약 70,000의 분자량을 보이는 고분자 물질을 합성할 수 있었다. 여기서 합성한 고분자 응집체는 여러 가지 분석결과 양송이 버섯을 닮은 형상을 가지고 있으며 이러한 구조의 초고분자량 물질은 7개의 단백질 분자의 응집체인 α -hemolysin의 구조와 비슷하다. 이들이 합성한 가교화 초고분자 응집체는 본래의 성질을 그대로 유지하고 있는 분자물질 고분자로서의 기능성을 보이며, 적절한 조합에 의해서 세포거동을 변화시킬 수 있으며 향후 생체재료로의 흥미로운 응용이 기대된다.

(*Science*, January 22, p. 523, 1999) □

Giant Wormlike Rubber Micelles

일반적으로 계면활성제는 짧은 사슬길이를 갖는 폴리부타디엔(PB)과 같은 탄화수소 고분자에 약 10개 정도의 단량체 반복단위를 갖는 폴리에틸렌옥사이드(PEO)를 결합시켜 합성한다. 친양쪽성(amphiphilic) 분자의 자체 응집방식은 연성복합체(complex soft materials)를 만드는 기본 방법인데 이러한 예는 지질층, 세포막의 기본 조성, 수용액에서 미셀을 형성하는 지방류를 포함하는 비누용액, 배열된 블록공중합체로 이루어진 가압 접착제(pressure-sensitive) 등이 알려져 있다. 분자구조를 조절하거나 반응기능기를 적절히 조합함으로써 목표한 형태, 크기, 상태를 갖는 다른 흥미로운 초고분자 물질의 제조가 가능하다. Univ. of Minnesota의 Bates교수 등은 새로운 형태의 자가 응집체, 즉 물속에서 분산 후 화학적으로 가교화반응이 가능한 거대한 벌레같은 미셀을 제조하였다고 발표하였다. 이

들은 50 wt%의 PEO를 포함하는 저분자량의 PEO-PB 디블락 공중합체가 낮은 농도(<5% by wt)의 수용액에서 거대한 벌레형 미셀을 형성하며, 일반적인 수용액계 산화-환원반응에서 생성된 자유 라디칼종이 실린더형 모폴로지를 파괴함이 없이 PB 부분의 가교화반응을 야기시키는 것으로 보고하고 있다. 이러한 중심가교화반응(core cross-linking)은 반데르발스 힘만으로 함께 뭉쳐져 있는 연성의 디블락 공중합체를 공유결합으로 결합된 거대고분자로 바꾼 것이며, 이렇게 합성한 고분자 고무 응집체의 중심(core) 지름과 고무밀도(0.90 g/cm³)로부터 계산한 이 고분자의 물질량은 미셀의 마이크로메타당 약 2×10^8 g/mol로 추정되고 있다.

(*Science*, February 12, p. 960, 1999) □

무기생체 나노복합체 합성

다중구조를 갖는 점토물질은 여러 종류의 흡착자리를 갖게 되는데 이 자리들은 유기물질과 특징적으로 반응할 수 있다. 점토물질의 이러한 특성을 이용한 큰 분자들에 대한 촉매담지체로의 응용, 방사능 물질의 제거 및 처리, 환경학적 독성물질인 살충제나 카드뮴 이온의 제거 등에 관한 연구가 광범위하게 진행되고 있다. 최근에 서울대 화학과 최진효교수팀은 이중층 금속수산화물에 생체고분자의 일종인 DNA(유전자)를 충전이온교환방식으로 “무기생체 물질”을 100여 차례의 실험 끝에 합성하는데 성공했다고 발표하고 있다(조선일보, 1999. 3. 4). DNA를 이온교환방식으로 충전시킴으로써 충전 넓이를 처음의 8.5 Å에서 23.9 Å까지 넓혔다. 이 연구 결과에 대해서 양철학 전 생화학회 회장은 “그동안 유기-무기 복합물질에 관한 연구가 계속돼 왔는데, 유전자라는 생체물질을 조합한 것은 처음”이라며 “유전자보관과 유전병 치료에 응용될 획기적 성과”라고 평가했다. 최교수팀은 이 연구결과를 미국화학회지(*J. Am. Chem. Soc.*, **121**, 1399 (1999))에 게재하였으며, 97년 부터 프랑스 국립고체화학연구소와 “무기-생체합성물” 분야의 연구를 공동으로 수행하고 있는 것으로 알려졌다.