

## 폴리우레탄 필름의 표면개질

변기호·강인규·임학상·이진호\*·이해방\*

경북대학교 고분자공학과 · \*한국화학연구소 생체의료고분자 연구실  
(1993년 1월 19일 접수)

### Surface Modification of Polyurethane Films

Ki Ho Byun, Inn-Kyu Kang, Hak-Sang Lim, Jin Ho Lee\* and Hai Bang Lee\*

*Department of Polymer Science, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea*

*\*Biomaterials Laboratory, Korea Research Institute of Chemical Technology, P. O. Box 9,  
Daedeog Danji, Daejeon 305-606, Korea*

*(Received January 19, 1993)*

**요약** : Polytetramethylene glycol (PTMG), 4,4'-diphenylmethane diisocyanate (MDI) 그리고쇄연장제로서 ethylene diamine (ED)을 사용하여 폴리우레탄 (PU)을 합성하였다. 합성폴리우레탄 필름의 표면개질을 하기 위해 압력과 조사시간을 달리하여 산소 플라즈마 처리를 하였다. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)를 사용하여 표면에 생성된 peroxide를 정량한 결과, 필름표면에는 최대 2.4 nmol/cm<sup>2</sup>의 peroxide가 생성하였다. 필름표면에 생성된 radical을 이용하여 아크릴산을 그래프트 중합하였으며, 단위 면적당 아크릴산의 농도는 rhodamine interaction 법으로 측정했을 때 최대 1.7  $\mu$ mol이었다. 표면 처리한 폴리우레탄 필름표면의 화학적 조성은 Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR)과 Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA)를 이용하여 검토하였다. Contact angle 법을 이용하여 표면개질 폴리우레탄 필름의 적실성을 조사한 결과, 산소 플라즈마 처리한 PU-Plasma>아크릴산을 그래프트 한 PU-COOH>미처리 PU의 순으로 친수성이 증가함을 알 수 있었다.

**Abstract** : Polyurethane (PU) was synthesized from polytetramethylene glycol (PTMG), 4,4'-diphenylmethane diisocyanate (MDI), and ethylene diamine (ED) as a chain extender. To modify the surface of newly synthesized polyurethane films, PU films were treated with oxygen plasma treatment at different conditions. The maximum concentration of peroxide generated on the PU film by oxygen plasma treatment was about 2.4 nmol/cm<sup>2</sup> as determined by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method. Acrylic acid was grafted on the PU film using peroxy radicals generated as initiating sites. The concentration of acrylic acid grafted on the surface of PU film was about 1.7  $\mu$ mol/cm<sup>2</sup> when the amount of acrylic acid grafted was calculated by the rhodamine interaction method. The chemical properties of the surface-modified PU films were characterized by the Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) and Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA). The water contact angles of the surface-modified PU films were examined using a contact angle goniometer and the results showed that the hydrophilicity of PU films were highly improved by oxygen plasma treatment and acrylic acid grafting.

서 론

고분자의 표면을 개질하여 생체적합성을 높이고자 하는 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 고분자의 표면개질에 이용되는 대표적인 방법은 radiation에 의한 친수성 단량체의 도입과 플라즈마 처리에 의한 친수화 또는 중합법을 들 수 있다.<sup>1-5</sup>

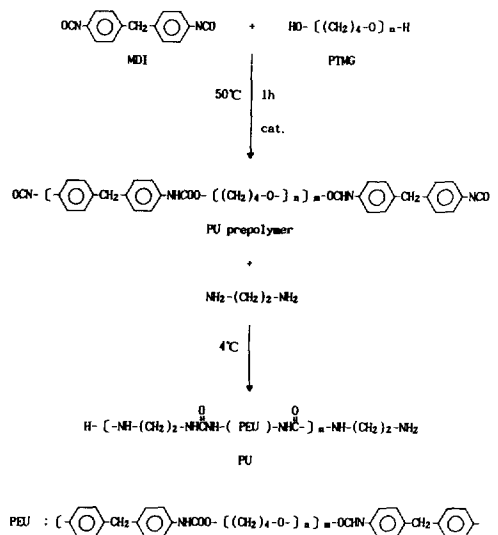
폴리우레탄은 그의 우수한 기계적성질 때문에 인공심장용 막재료로서 사용되고 있으나 혈액적합성이 만족스럽지는 못하다. 따라서 폴리우레탄 막의 기계적 성질을 그대로 유지하면서 막의 표면만을 개질하여 생체적합성을 높이려는 연구가 시도 되고 있다.<sup>6</sup> 예를 들면 그루탈알데히드류를 이용하여 폴리비닐알콜에 헤파린을 결합시킨 후, 이것을 Pellethane, Biomer 등과 같은 의료용 폴리우레탄에 코팅하여 혈액응고시간을 연장시킨 연구가 있다.<sup>7</sup> 또 헤파린을 혈장알부민과 공유결합시킨 후 Biomer에 코팅하여 Lee-White clotting time을 연장시킨 보고<sup>8</sup>가 있으며, 유기용매에 녹을 수 있게 함과 동시에 항혈전성도 높이려는 연구로서 헤파린에 긴 알킬쇄를 도입하여 의료용 고분자필름의 코팅재료로서의 가능성을 제시한 연구도 있다.<sup>9</sup> 한편 화학적 표면개질법에 의한 헤파린의 고정화 연구로서 Kim 등<sup>10</sup>은 폴리우레탄 표면에 친수성의 폴리에틸렌옥사이드(PEO)를 화학적으로 그래프트시키고, 그래프트된 PEO의 말단을 술폰화하여 혈액적합성이 우수한 표면을 얻었다. 또한 플라즈마처리에 의해 고분자표면에 아미노기 또는 카르복시기와 같은 반응성 그룹을 도입하여 생체적합성에 관한 연구를 한 보고도 있다.<sup>11,12</sup>

본 연구에서는 polytetramethylene glycol (PTMG)와 4,4'-diphenylmethane diisocyanate (MDI)를 반응시켜 urethane prepolymer를 합성한 후, 이 prepolymer에 ethylene diamine(ED)을 반응시켜 chain을 연장하여 polyetherurethaneurea (PU)를 합성. 필름화하였으며, 그 표면에 산소 플라즈마를 조사하여 라디칼 및 peroxide를 생성시켰다. 필름표면에 생긴 라디칼과 peroxide를 열분해시켜 생성된 라디칼을 이용하여 acrylic acid(AA)를 그래

프트시켜서 카르복실기를 도입하였다. 플라즈마처리 및 아크릴산이 그래프트된 폴리우레탄 필름의 표면 분석은 Electron Spectroscopy for Chemical Analysis(ESCA), Fourier Transform Attenuated Total Reflection Infrared(FT-ATR-IR)로 행하였고, Water contact angle 법에 의해 표면개질한 폴리우레탄 표면의 적심성을 살펴보았다.

실 험

**폴리우레탄(PU)의 합성<sup>13</sup>.** 300 ml 삼구플라스크에 질소를 흘려 보내면서 polytetramethylene glycol (PTMG, M. W. ; 1000) 8.3 g(8.3 mmol)과 디메틸포름아미드(DMF) 20 ml를 넣고 온도를 35°C로 하여 PTMG를 완전히 녹인 후, MDI 2.7 g(10.8 mmol)을 넣어 녹였다. 10분 후 촉매로서 di-n-butyltin dilaurate(0.0025 ml)를 이 용액에 넣고 혼합용액의 온도를 50°C로 올려 1시간 동안 반응시켰다. 반응용액을 얼음물로 냉각시킨 후 DMF 10 ml에 ED 0.498 ml(8.3 mmol)를 녹인 액을 천천히 떨어뜨리면서 chain 연장 반응을 시켰다(Scheme 1). 반응물을 증류수에 침전시킨 후 침전물을 다시 다량의 메



Scheme 1. Synthesis of polyetherurethaneurea(PU).

탄올에 넣어 미반응물을 충분히 제거한 다음, 이를 건조하여 다시 DMF에 녹여서 과량의 물에 재침전시켜, 여과한 후 건조하였다.

**폴리우레탄 필름의 제조.** 폴리우레탄 10g을 DMF 100 ml에 녹여 6.5×6.5 cm 크기의 유리판에 유연시킨 후 적외선헤프필(약 60~70°C)에서 충분한 시간으로 대부분의 용매를 증발시켰다. 유리판을 증류수에 담근 후 유리판 위의 필름을 분리하여 60°C의 진공건조기에서 24시간 건조시킨 다음, 크기 6×6 cm, 두께 10~15 μm의 필름으로 만들어 산소 플라즈마처리에 이용하였다.

**PU 필름의 산소플라즈마 처리 및 아크릴산 그라프트화.** 플라즈마 반응장치는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 한쌍의 방전전극을 지닌 chamber로 구성되어 있으며, 상층부의 전극(직경 12 cm)은 Impedance Matching Circuit와 13.56 MHz RF 발생기에 연결되어 있으며 하층부의 전극(직경 12 cm)은 접지되어 있다.<sup>12</sup> 방전을 시키기 전의 시스템의 압력은 반응기의 하부에 있는 Hoyt Thermocouple Vacuum Gauge(Model PT2500)로 측정되었고, chamber에 공급되는 산소의 유속은 질량유속조절기(MFC, Stec Inc., Japan, Model EC-400MK3)로 조절하였다.

반응기내의 하부 전극판위에 PU 필름(6×6 cm)을 올려 놓고 진공펌프로 시스템의 압력을 0.01 Torr로 유지하였다. 그 후 산소의 주입속도를 조절하여 플라즈마 반응기내의 압력을 일정하게 유지하였다. 반응기내 필름의 윗면을 필요에 따라 일정시간 간격으로 산소 플라즈마에 노출시켰다. 산소의 주입을 차단하고 10분동안 진공펌프로 탈기한 후 질소를 주입하여 반응기내의 압력을 대기압으로 하였다. 플라즈마 반응기로부터 PU 필름을 밖으로 꺼내어 공기 중에 5분간 방치한 후 10 wt % 아크릴산 수용액에 침적시켜 60°C에서 90분간 PU 필름의 표면에 그라프트 중합을 시켰다. 그 후 PU 필름만을 증류수에 넣어 미반응의 아크릴산 단량체 및 폴리아크릴산 단독중합체를 씻어 내었다. 다시 PU 필름을 1% Triton X-100 수용액에 넣어 30분간 초음파세척을 하고, 최종

적으로 증류수로 세척하였다. 최종단계에서 세척에 사용한 증류수를 농축시킨 후 Rhodamine 6GX를 넣어 카르복실산의 존재를 확인하였으나 검출되지 않았다. 따라서 물리적으로 흡착된 아크릴산 단량체 또는 폴리아크릴산은 모두 제거된 것으로 판단되었다. 깨끗이 세정된 PU 필름은 실온에서 48시간 감압건조 하였다. Fig. 2에는 PU 필름의 표면처리 과정을 나타내었다.

**PU 필름 표면의 Peroxide 정량.** PU 필름표면이 산소 플라즈마에 노출되면 peroxide, radical을 비롯

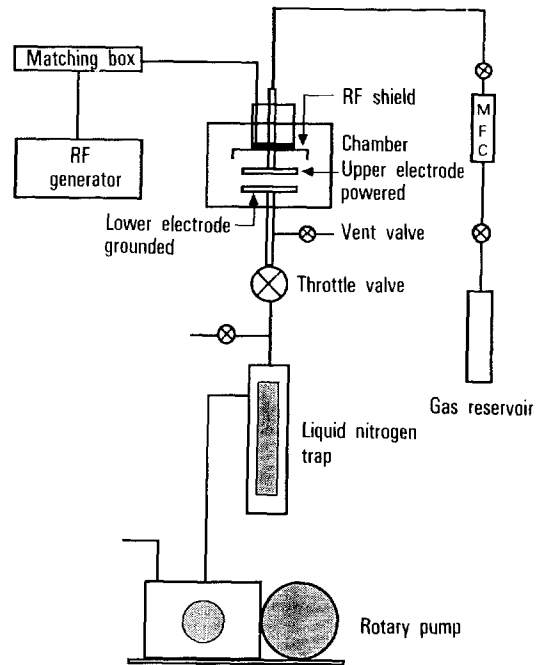


Fig. 1. Schematic diagram of oxygen plasma discharge apparatus.

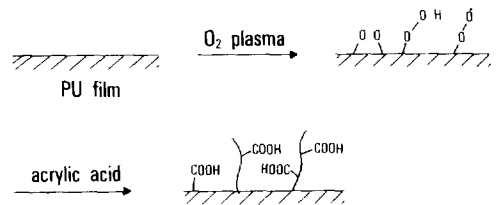


Fig. 2. Immobilization of carboxyl groups on the surface of PU films.

한 각종 반응성이 큰 그룹이 생성된다.<sup>14</sup> 이들 필름을 공기중에 노출시키면 free radical의 대부분은 peroxide로 바뀌게 된다.<sup>15</sup> 필름표면의 라디칼의 농도를 구하기 위하여 산소 플라즈마 처리한 필름을 공기중에 5분간 방치한 후 0.1 mmol의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)을 녹인 벤젠용액에 넣어 70°C에서 가열하였다. DPPH는 분자내에 1개의 라디칼을 가지고 있으므로 표면에 존재하는 라디칼과 peroxide의 가열에 의해 분해 생성된 라디칼은 DPPH와 결합하게 된다. 벤젠용액에서 DPPH 자신은 520 nm에서 최대흡수를 나타내지만 필름표면에 생성된 라디칼과 결합하게 되면 520 nm에서의 흡광도가 감소한다. 따라서 520 nm에서의 흡광도의 감소로부터 필름표면에 존재하는 라디칼의 양을 결정하였다.<sup>15</sup> DPPH의 농도를 달리하여 벤젠에 녹인 후 이들의 520 nm에서의 흡광도를 측정하여 검정곡선으로 사용하였다.

**PU 필름표면의 카르복시기 정량.** 필름표면의 카르복시기 정량은 Palit 등<sup>16</sup>이 보고한 방법을 약간 수정하여 행하였다. 정제한 테트라히드로퓨란(THF) 100 ml에 rhodamine 6GX 3 mg을 녹인 용액을 dye reagent로 사용하였다. 먼저 농도비를 달리한 초산/테트라히드로퓨란 혼합용액 0.25 ml를 dye reagent 2.5 ml와 혼합하여 535 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 그리고 초산의 카르복시기 농도와 흡광도의 관계를 이용하여 검정곡선으로 사용하였다. 표면에 아크릴산이 그래프트된 둥근필름(지름 1cm, 두께 0.1 mm)을 THF 0.5 ml에 완전히 녹여, 이 용액 0.25 ml를 dye reagent 0.5 ml 및 THF 2.25 ml와 혼합하여 535 nm에서의 흡광도를 측정한 후 검정곡선으로부터 카르복시기의 농도를 계산하였다.

**개질고분자의 표면분석.** 표면개질된 PU 필름표면의 화학조성을 살펴보기 위해 FT-ATR-IR(MI-DAC FT-IR, ZnSe crystal) 및 ESCA(ESCALAB MKII, V. G. Scientific Co., UK)를 사용하였다.

사용된 ESCA는 양극에서 300 watt의 power를 가지며 1487 eV의 에너지를 갖는 AlK $\alpha$ 를 장착하고 있다. 가로·세로의 길이가 1 cm인 정사각형의 개질된

필름을 분석시료로 사용하였고, 전자기선의 입사각도는 90°로 하였다. 1×2 cm 크기의 필름을 접촉각 측정기(Contact Angle Goniometer, model 100-O, Rame-Hart, Inc., USA)의 시료대 위에 올려 놓고 약 3  $\mu$ l의 증류수 한방울을 부착시킨 후 필름표면과 이루는 접촉각을 측정하였다. 증류수 방울의 부착위치를 5회 이상 바꾸어 접촉각을 측정하고, 그들 평균값을 접촉각으로 하여 개질고분자표면의 적심성을 평가하였다.

## 결과 및 고찰

본 연구에서는 soft segment와 hard segment로서 각각 PTMG, MDI를 사용하여 prepolymer를 만든 후, ED로 chain 연장시켜 PU를 합성하였다. 합성된 PU 필름의 표면에 먼저 카르복시기를 도입할 목적으로 PU 필름 윗쪽의 표면을 산소 플라즈마로 처리하였다. 표면에 생성된 peroxide를 열분해시키고, 이때 생기는 라디칼을 반응개시점으로 하여 아크릴산을 그래프트중합 하였다. 표면에 생성된 peroxide의 농도를 DPPH법<sup>15</sup>으로 정량하였으며, 그래프트된 아크릴산의 양은 rhodamine을 이용하는 dye interaction법으로 결정하였다.<sup>16</sup> 그리고 개질된 폴리우레탄의 표면 분석은 FT-ATR-IR, ESCA 및 Water contact angle법으로 하였다.

**폴리우레탄필름의 표면개질.** PU 필름표면에 아크릴산을 그래프트시키기 위해 먼저 산소 플라즈마 처리를 하였으며, 이 때의 플라즈마 발생장치의 출력은 120 watt, 압력은 0.2 Torr로 고정시켜 30초간 산소 플라즈마조사를 하였다. Fig. 3은 산소 플라즈마 처리한 PU 필름을 DPPH/벤젠 용액에 넣고 70°C를 유지한 다음 시간에 따른 DPPH의 흡광도변화를 나타낸 결과이다. Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이 초기에는 DPPH의 520 nm에서의 흡광도가 1.8이었으나 20시간 후에는 0.1 이하로 감소하여 대부분의 DPPH가 열분해에 의해 생긴 PU 필름표면의 라디칼과 반응했음을 알 수 있다. 따라서 PU 필름표면의 peroxide는 70°C에서 20시간 이상 유지하여 주면 모

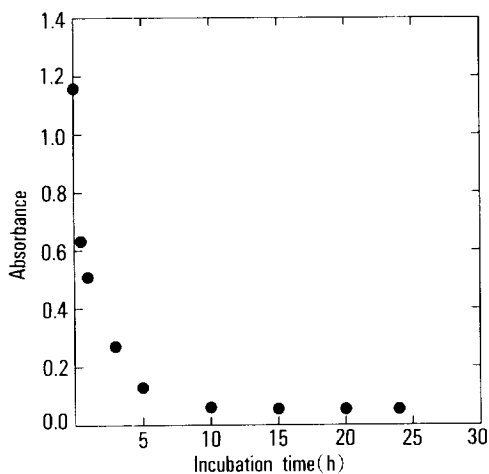


Fig. 3. Concentration of peroxy radicals depending on the reaction time at 70°C.

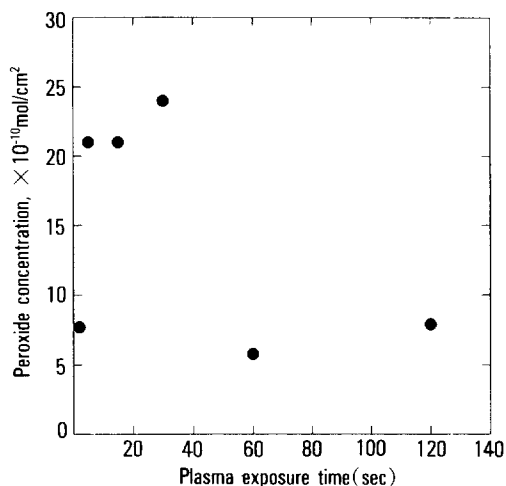


Fig. 4. Formation of peroxides on the PU film exposed to O<sub>2</sub> plasma. plasma discharge condition : power, 120 Watt ; pressure, 0.2 torr ; oxygen flow rate, 30 sccm.

두 분해되는 것을 알 수 있다. 이후의 peroxide 열 분해 시간은 24시간으로 고정하여 행하였다.

한편, Fig. 4에는 산소플라즈마 조사시간과 PU 필름상에 생성한 peroxide 농도와의 관계를 나타내었다. 대체로 짧은 시간(5~30초) 동안의 산소 플라즈마처리에 의해 PU 필름표면에 peroxide가 생성되었으며, 30초 조사하였을 때 최대값을 나타내었다. 30초 이상 조사하였을 때 peroxide의 양은 오히려 감소하였다. 이와 유사한 연구로서 Ikada 등<sup>9</sup>은 폴리에틸렌을 매트릭스로 하여 플라즈마처리를 행하였고, 이때 플라즈마 처리시간과 peroxide 양과의 관계는 일정하지 않으며 조사시간 5초에서 가장 많은 peroxide를 형성하였고, 그 이상의 조사시간에서는 peroxide양이 오히려 감소한다고 보고하였다. 산소 플라즈마처리를 행한 필름을 아크릴산을 함유하는 수용액중에 넣고 60°C에서 1.5시간 그래프트중합시켰을 때의 아크릴산의 도입량을 Table 1에 나타내었다.

아크릴산의 카르복시기 정량은 rhodamine과 카르복시기의 착물이 형성하는 자외흡수광장의 강도로부터 카르복시기의 농도를 결정하는 dye interaction법을 약간 수정하여 행하였다.<sup>16</sup> 그 결과 플라즈마 조사시간이 30초일 때 가장 많은 아크릴산이 그래프트

Table 1. Effect of Plasma Exposure Time on the Concentration of Peroxide and Acrylic Acid<sup>a)</sup>

Exposure time (sec)	Peroxide concentration (nmol/cm <sup>2</sup> )	Acrylic acid concentration (μmol/cm <sup>2</sup> )
10	2.1 ± 0.05	1.2 ± 0.05
30	2.4 ± 0.05	1.7 ± 0.05
60	0.6 ± 0.05	1.1 ± 0.05
120	0.7 ± 0.05	1.1 ± 0.05

<sup>a)</sup> Pressure : 0.2 Torr, Power : 120 watt.

되었음을 알 수 있었다. 그래프트된 아크릴산의 양은 생성된 peroxide의 양이 많을수록 증가하는 것으로 나타났는데, 이것은 peroxide가 열분해하여 아크릴산의 개시제 역할을 하기 때문이다. 압력이 산소 플라즈마 반응에 미치는 영향을 조사하기 위해 플라즈마 조사시간을 30초로 고정하고, 반응기압력을 0.1에서 1.0 Torr까지 변화시키면서 표면처리 하였다. 이때 PU 필름표면에 도입된 아크릴산의 단위면적당 농도를 조사하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 0.2 Torr에서 표면처리한 PU 필름상에 그래프트된 아크릴산의 농도는 압력이 낮아짐에 따라 증가하였다. 위의 결과들로부터 본 연구에서 사용한 산소 플

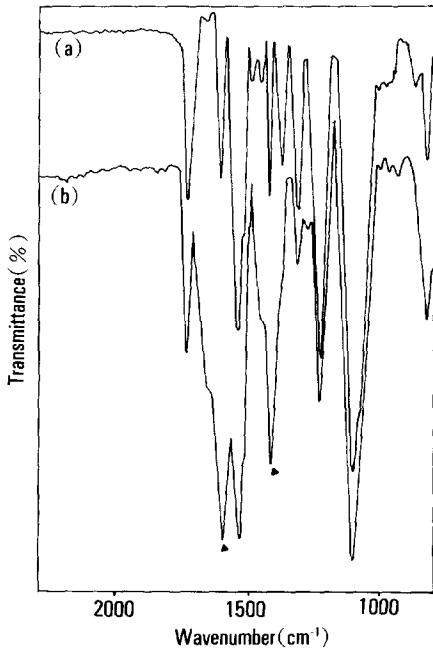
**Table 2.** Effect of Pressure on the Concentration of Peroxide and Acrylic Acid<sup>a)</sup>

Pressure (torr)	Peroxide generated on the surface of PU films (nmol/cm <sup>2</sup> )	Acrylic acid grafted on the surface of PU films (μmol/cm <sup>2</sup> )
0.1	0.9 ± 0.05	1.3 ± 0.05
0.2	2.4 ± 0.05	1.7 ± 0.05
0.5	0.2 ± 0.05	0.3 ± 0.05
1.0	0.1 ± 0.05	0.3 ± 0.05

<sup>a)</sup> Exposure time : 30 sec. Power : 120 watt.

라즈마처리의 최적조건은 압력이 0.2 Torr, 조사시간 30초임을 알 수 있었다.

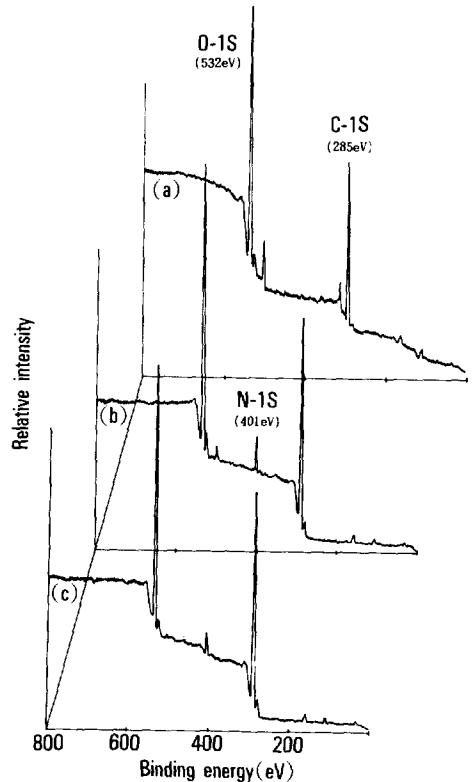
개질된 표면의 분석. PU 필름표면에 도입된 아크릴산의 카르복시기의 적외흡수스펙트럼은 PU 자신의 우레탄기의 흡수와 1700 cm<sup>-1</sup> 부근에서 겹치어 나타나므로 구분하기 힘들다. 따라서 카르복시기의 도입을 확인하기 위해 아크릴산이 그래프트된 PU 필름을 4N NaOH 수용액에 적시어 -COOH를



**Fig. 5.** FT-ATR-IR spectra of (a) polyurethane film and (b) acrylic acid-grafted polyurethane film treated by 4N NaOH solution.

-COONa로 바꾸어 주었다. PU-COONa 필름 및 미처리 PU 필름의 FT-ATR-IR 스펙트럼을 Fig. 5에 나타내었다.

PU 필름상의 카르본산 나트륨의 대칭신축운동과 비대칭신축운동에 기인하는 흡수피크가 1600 cm<sup>-1</sup> 및 1410 cm<sup>-1</sup> 부근에 각각 나타나고 있어서 PU 필름에 아크릴산이 그래프트되었음을 시사하고 있다. Fig. 6에는 PU, oxygen plasma-treated PU(PU-Plasma), acrylic acid-grafted PU(PU-COOH) 필름의 ESCA survey scan spectra를 나타내고 있다. C1 S 피크의 경우 탄소와 결합하고 있는 화학적 특성에 따라 그 결합에너지가 달라진다. Fig. 7에는 PU 및 표면개질된 PU의 ESCA carbon 1S core level scan spectra를 나타내고 있다. 285, 286.5, 288, 289 eV는 각각 C-C, C-O(or C-OH), N-C=O(or C=



**Fig. 6.** ESCA survey scan spectra of (a) PU, (b) PU-Plasma, and (c) PU-COOH.

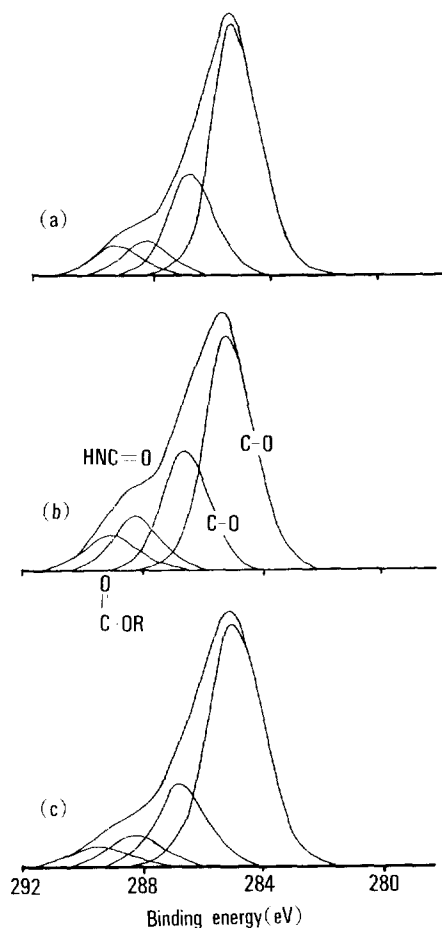


Fig. 7. ESCA carbon 1S core level scan spectra of (a) PU, (b) PU-Plasma, and (c) PU-COOH.

O), -COO(NCOO)의 C1S 결합에너지를 나타낸다.  
<sup>14</sup> Fig. 7의 C1S component 들에 대한 peak면적을 계산하고, 각각의 % contribution을 Table 3에 나타내었다. PU에서는 286.5 eV(C-O)가 10%을 나타내는데 반해, PU-Plasma에서는 28%을 나타내었다. 이와같이 PU-Plasma에서 286.5 eV가 크게 증가한 것은 산소플라즈마에 의해 -OH 그룹이 필름표면에 대량 도입되었음을 시사한다. 한편 PU-COOH에서는 286.5 eV(C-O)의 피크면적이 다소 감소한 반면, 289.0 eV(COOH)의 피크면적이 증가하여 아크릴산이 그래프트 되었음을 알 수 있었다.

한편 표면개질된 PU 필름의 적심성을 알아보기

Table 3. Percent Contribution of ESCA C1S Components for PU and Surface-modified PU Films

Substrate	Contribution of C1S components(%)			
	C-C (285.0eV)	C-O (286.5eV)	C=O (288.0eV)	COO (289.0eV)
PU	79	10	6	5
PU-Plasma	62	28	6	4
PU-COOH	63	24	7	6

Table 4. Water Contact Angle of PU and Surface-Modified PU Films

Substrate	Water contact angle(°)
PU	68± 2
PU-Plasma <sup>a)</sup>	10± 5
PU-COOH	20± 4

<sup>a)</sup> Oxygen plasma condition : 0.2 Torr, 30 sec, 120 watt.

위해 필름표면에 작은 물방울을 부착시키고 표면과 물방울이 이루는 접촉각을 측정하여 Table 4에 나타내었다. PU 필름의 물접촉각은 68°이었으나 산소 플라즈마를 처리한 후는 약 10°로 낮아져 매우 높은 적심성을 나타냄을 알 수 있었다. 한편 아크릴산을 그래프트시킨 PU 표면의 접촉각은 25°를 나타내어 PU보다는 적심성이 상당히 증가하였으나 플라즈마 처리한 표면보다는 다소 적심성이 떨어졌다는 것을 알 수 있었다. 산소 플라즈마를 처리한 PU 필름이 보다 높은 적심성을 나타내는 것은 히드록시기가 대량 도입되어 물과의 상호작용이 증가하였기 때문으로 생각된다.

## 결론

PTMG, MDI, ED를 사용하여 폴리우레탄을 합성하고, DMF를 용매로 사용하여 필름을 만들고, 산소 플라즈마법을 이용하여 폴리우레탄 필름을 표면개질하였다. 산소 플라즈마 반응기의 최적 조건은 압력 0.2 Torr, 조사시간 30초, 출력 120 watt 이었으며, 이 조건에서 필름표면에 가장 많은 peroxide가 생성되었다. 플라즈마 반응기의 최적 조건에서 생성

된 peroxide를 반응개시점으로 이용하여 아크릴산을 그라프트 중합한 결과 아크릴산의 도입량은 최대  $1.7 \mu\text{mol}/\text{cm}^2$ 이었다.

산소 플라즈마 처리 및 아크릴산 그라프트 폴리우레탄 필름의 표면을 FT-ATR-IR, ESCA에 의해 분석하였으며, UV법에 의해 표면에 그라프트된 아크릴산을 정량 할 수 있었다. 또한 표면개질된 폴리우레탄 필름의 적심성을 water contact angle 법으로 조사한 결과, PU-Plasma>PU-COOH>PU의 순으로 적심성이 향상된 것을 알 수 있었다.

감사의 글: 본 연구는 1990년도 한국과학재단의 목적기초연구 지원에 의하여 이루어진 것으로, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. A. S. Hoffman, G. Schmer, C. Harris, and W. G. Kraft, *Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organs*, **18**, 10 (1972).
2. M. Suzuki, Y. Tamada, Y. Iwata, and Y. Ikada, *Physicochem. Aspects Polym. Surf.*, **2**, 923 (1983).
3. K. Hayashi, N. Yamamoto, and I. Yamashita, *Biomaterials(Japan)*, **1**, 59 (1983).
4. A. Dekker, K. Reitsma, T. Beugeling, A. Bantjes, J. Feijen, and W. G. van Aken, *Biomaterials*, **12**, 130 (1991).
5. H. Yasuda and M. Gazicki, *Biomaterials*, **3**, 68 (1982).
6. B. Jansen and G. Ellighorst, *J. Biomed. Mater. Res.*, **18**, 655 (1984).
7. R. A. Evangelista and M. V. Sefton, *Biomaterials*, **7**, 206-211 (1986).
8. W. E. Hennink, S. W. Kim, and J. Feijen, *J. Biomed. Mater. Res.*, **18**, 911 (1984).
9. T. Kashiwagi, Y. Ito, M. Sisido, and Y. Imanishi, *8th Japan Biomaterial Symp., Prepr.*, 31 (1986).
10. Y. H. Kim, Second Pacific Polymer Conference, Preprints, Otsu, Japan November 26-29, 1991, p. 265.
11. J. R. Hollahan and B. B. Stafford, *J. Appl. Polym. Sci.*, **13**, 807 (1969).
12. I. -K. Kang, B. K. Kwon, J. H. Lee, and H. B. Lee, *Biomaterials*, accepted.
13. Y. Ito, M. Sisido, and Y. Imanishi, *J. Biomed. Mater. Res.*, **20**, 1017 (1986).
14. D. T. Clark, and A. Dilks, *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **17**, 957 (1979).
15. M. Suzuki, A. Kishida, H. Iwata, and Y. Ikada, *Macromolecules*, **19**, 1804 (1986).
16. S. R. Palit, and P. Ghosh, *J. Polym. Sci.*, **58**, 1225 (1962).