

# Biphenyl-2,2'-diyl 구조를 함유하는 Copolyterephthalamides의 합성과 성질

정화진<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>청운대학교 패션섬유공학과

## Synthesis and Properties of Copolyterephthalamides Containing Biphenyl-2,2'-diyl Structure

Jeong, Hwa Jin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Fashion and Textile Engineering, Chungwoon University

**요 약** 디아민으로서 p-phenylene diamine, 4,4'-oxydianiline, 1,4-bis(4-aminophenoxy)benzene에 대해 이염기산으로서 terephthalic acid와 2,2'-biphenyl dicarboxylic acid를 혼합 사용하여, 주쇄에 biphenyl-2,2'-diyl 구조를 갖는 copolyterephthalamide를 직접중축합법에 의해 합성하였다. 얻어진 공중합체는 0.46~0.93dL/g의 본성점도를 나타내었으며, 이들 대부분은 N,N-dimethylacetamide와 N-methyl-2-pyrrolidone과 같은 범용 유기용매에 용해하였고, 유리전이온도는 239℃와 326℃ 사이의 값을 나타냈으며, 질소기류하 10% 열분해 온도는 410~485℃였다.

**Abstract** Three series of copolyterephthalamides having biphenyl-2,2'-diyl structure in the main chain, were synthesized from p-phenylene-containing diamines such as p-phenylene diamine, 4,4'-oxydianiline or 1,4-bis(4-aminophenoxy)benzene, with mixed diacids of terephthalic acid and 2,2'-biphenyl dicarboxylic acid by the direct polycondensation method. The resulting copolymers had inherent viscosities ranging from 0.46 to 0.93dL/g, and most of them could be readily dissolved in polar aprotic solvents including N,N-dimethyl acetamide and N-methyl-2-pyrrolidone. These copolymers had glass transition temperatures between 239 and 326℃, and their 10% weight loss temperatures were recorded in the range of 410~485℃ in nitrogen atmosphere.

**Key Words** : Copolyterephthalamides, Biphenyl-2,2'-diyl structure, Solubility, Thermal characteristics

### 1. 서론

전방향족 폴리아미드(aramid)는 높은 내열성과 함께 물리적, 화학적 성질이 우수하여 산업적으로 섬유, 플라스틱, 전기전자, 정밀기계, 항공우주, 건축재료 등의 다양한 분야에 널리 활용되고 있는 첨단 고분자 재료 중의 하나[1,2]이다. 그 중에서도 특히 Du pont사의 Kevlar로 대표되는 poly(p-phenylene terephthalamide)(PPTA)는 강직한 p-phenylene기가 고분자 주쇄 중 직연쇄 배열의 봉상(rod-like) 구조를 취하고 있으며, 대칭성이 높고 사슬간 amide기에 의한 수소결합 밀도도 높기 때문에, 열에 의해 연화 용융되지 않아 가소성이 없고 또한 무기산이외의 범용 유기용매에도 용해성을 나타내지 않아 최종 제품으

로의 가공성(processability)에 상당한 제약[2,3]을 받고 있다. 따라서 PPTA는 방사용매로서 진한 황산을 이용하여 제조되고 있어 용매 취급의 어려움과 함께 잔존하는 미량의 황산 등에 의한 미세구조상의 결함으로 내화학성이 저하하거나 고무와의 복합시 가황공정이나 습윤상태의 가열에서 물성이 저하하는 등의 문제점이 잔존[3,4]하고 있다.

따라서 내열성을 유지하면서 용액 성형성을 향상시키는 방법의 일환으로서 고분자의 골격구조에 유연한 연결기나 비대칭성 치환기, 벌키(bulky)한 측쇄 등을 도입하거나 또한 분자사슬의 규칙성을 떨어뜨리기 위한 공중합 등의 다양한 방법[1-4]들이 시도되고 있다.

특히 상업적인 측면에서는 공중합 성분의 적절한 활용

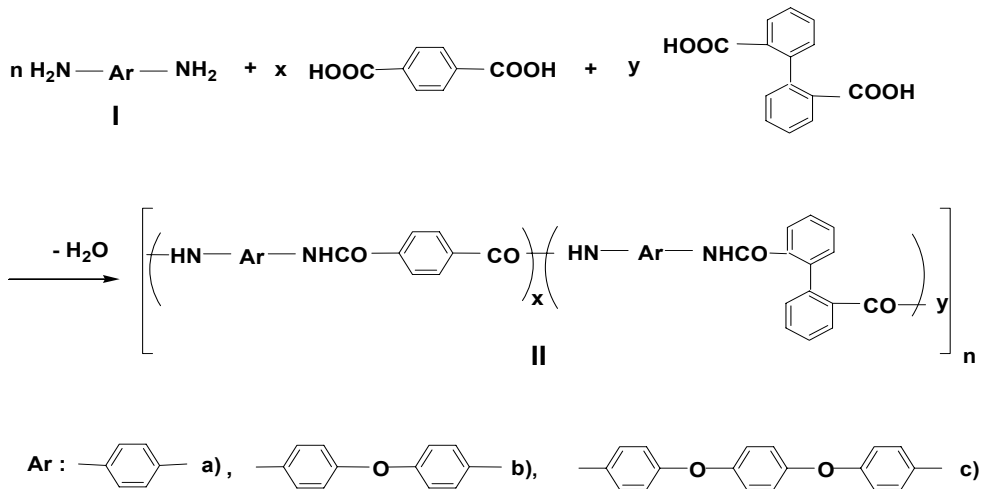
본 논문은 2009년도 청운대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

\*교신저자 : 정화진(hijeong@chungwoon.ac.kr)

접수일 10년 05월 06일

수정일 10년 05월 18일

게재확정일 10년 06월 18일



[그림 1] 고분자의 합성경로

은 고분자의 물성을 크게 손상시키지 않고 가공성을 향상시킬 수 있는 효과적 수단으로서, Teijin사의 PPTA계 aramid인 Technora는 디아민으로서 강직한 p-phenylene diamine(PPD)에 대해 굴곡성 구조인 3,4'-oxydianiline을 공중합 성분으로 전체 디아민 중 50몰(%) 혼합 사용함으로써 N-methyl-2-pyrrolidone(NMP)과 같은 비양자성 극성용매에 용해성을 갖는 공중합체를 제조하였으며, 이 용매를 반응용매로 이용하면 얻어진 중합용액이 방사용액으로 직접 사용될 수 있어, 별도의 고분자의 용해과정 없이 바로 습식방사법을 통해 역학적 물성이 우수한 내열성 섬유를 제조할 수 있다[2,5]고 하였다.

한편 강직한 biphenyl-2,2'-diyl 구조를 주쇄에 도입하면 골격구조의 강직성을 떨어뜨리지 않으면서 2-와 2'-치환체 사이의 2개의 phenyl기가 상호 반발력에 의해 비평면성 입체배치를 취하게 된다. 이로 인해 골격구조는 굽은 형태의 kink, crank구조를 갖게 되고 주쇄의 벌키성도 함께 증가하게 되어, 그 결과 고분자 사슬간의 충전(packing)이 크게 방해받게 되어 용해성이 크게 증가하였다[2,6]고 하였다.

본 연구는 그림 1에서 나타낸 바와 같이 PPD Ia와 여기에 p-phenoxy기에 의해 한쪽 혹은 양쪽 말단이 각각 쉐연장된 4,4'-oxydianiline(4,4'-ODA) Ib, 1,4-bis(4-aminophenoxy benzene) (1,4-BAPB) Ic의 3종의 강직하며 대칭성이 좋은 방향족 디아민에 대해, 방향족 이염기산으로서 biphenyl-2,2'-diyl기를 함유하는 2,2'-biphenyl dicarboxylic acid(2,2'-BA)를 terephthalic acid(TA)와의 공중합을 위한 혼합성분으로 사용하여 이들 2종의 이염기산 성분의 몰(%) 비(x,y)를 각각 70:30, 50:50, 30:70으로 조정하여, 이들 3종의 디아민에 대해 9종의 copolyterephthalamide II를 직접

중축합법(direct polycondensation)에 의해 합성하였다. 또한 각각의 디아민과 이염기산으로부터 6종의 단일중합체인 polyterephthalamide II도 같은 반응조건에서 합성하여 얻어진 공중합체와 단일중합체의 구조에 따른 용해성, 결정성, 내열성 등을 비교 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시약

방향족 디아민으로서 PPD(Fluka Chem. Co., 순도 99%)는 미량중류장치(Eyela, Model KRD-100)를 이용하여 진공하에서 증류하여 사용하였으며, 4,4'-ODA(Tokyo Kasei Co., 순도 99%)와 1,4-BAPB(Wakayama Seika Co. 순도 98%)는 acetonitrile과 ethanol로부터 각각 재결정하였고, 방향족 이염기산인 TA(Tokyo Kasei Co., 순도 99% 이상)는 특급시약급 그대로 사용하였고, 2,2'-BA(Aldrich Chem. Co., 순도 98%)는 증류수에 의해 재결정하였다. 또한 무수 calcium chloride (Aldrich Chem. Co.)는 일급 시약급으로 사용하여 150℃, 6시간 진공하에서 건조하였고, NMP(Aldrich Chem. Co.), triphenyl phosphite(Tokyo Kasei Co.) 및 pyridine(Aldrich Chem. Co.)은 각각 특급 시약을 사용하여 calcium hydride에 의해 24시간 탈수처리 한 후 갑압증류하여 사용하였다.

용해성 시험에 사용된 NMP(Junsei Chem. Co.), N,N-dimethyl acetamide(DMAC, Aldrich Chem. Co.), N,N-dimethyl formamide(DMF, Aldrich Chem. Co.), N,N-dimethyl sulfoxide(DMSO, Duksan Purechem Co.),

tetrahydrofuran(THF, Duksan Purechem Co.), m-cresol (Duksan Purechem Co.), pyridine(Duksan Purechem Co.)은 일급시약을 그대로 사용하였다.

## 2.2 고분자의 합성

중합반응은 반응용매 및 용매화제로서 각각 NMP, calcium chloride를 사용하였으며, 인활성화제로서는 triphenyl phosphite와 pyridine을 사용하여 직접중축합법을 이용하여 반응을 실시하였다. 다음에는 대표적으로 2 가지 중합에 대해 기술한다.

### 2.2.1 copolyterephthalamide IIb(50/50)의 합성

질소도입관, 냉각기가 장착된 50ml 가지형 플라스크에 디아민으로서 Ib 1.00g(5.0mmol), 이염기산으로서 TA 0.415g(2.5mmol)과 2,2'-BA 0.606g (2.5mmol)을 정확히 계량하여 넣고, NMP 8ml를 투입하여 질소분위기하 실온에서 자석식 열교반장치를 이용하여 이들 단량체를 용해시켰다. 용해가 끝난 후 계속해서 플라스크내에 calcium chloride 0.5g, triphenyl phosphite 3.1g(10mmol) 그리고 pyridine 2.5ml를 추가하고 승온하면서 120℃, 3시간 가열 환류시켰다. 중합은 균일하게 진행되었으며 반응이 종료되면 실온에 방치하여 냉각하고 500ml 메탄올이 함유된 비이커에 교반하면서 반응용액을 떨어뜨려 고분자 침전물을 석출하였다. 얻어진 석출물을 감압여과하면서 다시 300ml 에탄올과 300ml 뜨거운 증류수로 충분히 세척한 후 100℃에서 10시간 진공건조시켰다. 얻어진 고분자의 수율은 98%(1.80g)이었다. 진한 황산에 의해 농도 0.5g/dL, 30℃에서 측정된 본성(inherent)점도는 0.89dL/g 이었다.

FT-IR(ATR): 3292cm<sup>-1</sup>(amide N-H), 1647cm<sup>-1</sup> (amide C=O), 1216cm<sup>-1</sup>(ether C-O-C) Anal. Calcd. for(C<sub>23</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>n</sub> : C, 74.99% ; H, 4.38% ; N, 7.60%, Found : C, 74.48% ; H, 4.64% ; N, 7.22%.

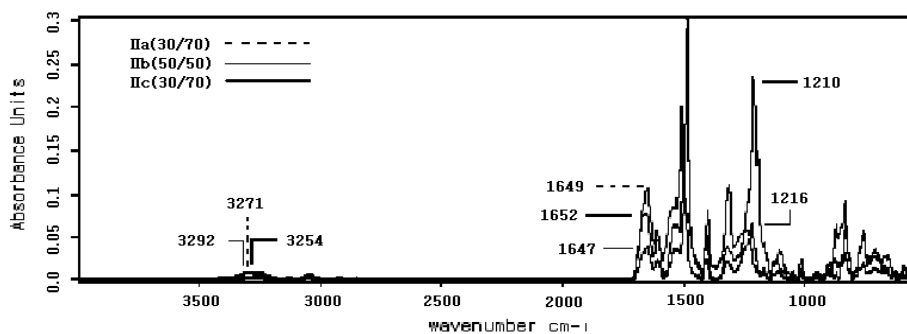
### 2.2.2 polyterephthalamide IIa(0/100)의 합성

디아민으로서 Ia 0.541g(5.0mmol)과 이염기산으로서 2,2'-BA 1.21g(5.0mmol)을 사용하여 상기와 같은 방법에 의해 해당하는 고분자 1.46g(수율 93%)을 얻었다. 진한 황산에 의해 농도 0.5g/dL로 30℃에서 측정된 본성점도는 0.56dL/g이었다.

FT-IR(ATR): 3290cm<sup>-1</sup>(amide N-H), 1650cm<sup>-1</sup> (amide C=O), Anal. Calcd. for(C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)<sub>n</sub> : C, 76.42% ; H, 4.49% ; N, 8.91%, Found : C, 75.98% ; H, 4.82% ; N, 8.53%.

## 2.3 점도측정 및 기기분석

본성점도의 측정은 건조된 고분자를 측정용매로 진한 황산을 사용하여 0.5g/dL의 농도로 용해시킨후 30℃의 항온수조상에서 ostwald viscometer를 이용하여 계측하였다. 얻어진 고분자의 구조와 순도를 확인하기 위해 FT-IR( Bruker, Model Vertex 80V)을 이용하여 고체상태로 ATR법에 의해 측정하였고, 원소분석(C. Erba, Model EA 1108)은 시료의 흡습을 막기위해 100℃에서 10시간 진공건조 후 즉시 시행하였다. 한편 결정성을 확인하기 위해 광각 X선 회절시험은 X-ray diffractometer(Phillips, Model Xpert XPD)를 사용하여 전압 40kV, 전류 40mA에서 발생시킨 X선을 nickel filter로 여과하여 얻어진 CuK<sub>α</sub> (1.54 Å)선에 의해 시료를 분말상태로 하여 2θ각도를 5~60° 범위로 측정하였다. 또한 열적특성을 조사하기 위해 시차주사열량계(DSC, Instrumental Specialists, Model 550)를 질소기류하에서 승온속도 20℃/min.로 하여 원하는 온도까지 1차 주사한 다음 그 온도에서 5분간 서냉한 후 실온까지 냉각시켜 다시 원하는 온도까지 2차 주사하였다. 주사결과로부터 얻어진 열분석곡선에서 열용량의 변화가 가장 급격한 곳의 중간점을 그 물질의 유리전이 온도(T<sub>g</sub>)로 정하였다. 또한 열분해 특성은 열중량측정장치(TGA, Instrumental Specialists, Model 2950)를 이용하



[그림 2] Copolyterephthalamide의 적외선 흡수스펙트럼

여 질소기류(유량속도 60cm<sup>3</sup>/min.)하에서 20℃/min.의 승온속도로 800℃까지 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 고분자의 합성

중합체의 주쇄에 biphenyl-2,2'-diyl 구조를 함유하는 copolyterephthalamide II는 이염기산으로서 TA와 2,2'-BA를 사용하여 이들 몰(%) 비(x;y)를 70:30, 50:50, 30:70으로 조정하여 각각 3종의 p-치환디아민과 통상의 직접중축합법에 의해 합성하였다. 또한 이들 공중합체와의 비교를 위해, 각각의 디아민과 이염기산에 의해 얻어진 단일중합체인 polyterephthalamide II도 같은 방법에 의해 합성하였고, 이들의 합성결과를 표 1에 정리하였다. 얻어진 고분자는 거의 정량적인 수율로 얻어졌으며 진한 황산에 의해 30℃에서 측정된 본성점도는 0.46~0.93 dL/g의 범위의 값을 나타내었다. 또한 사용된 디아민의 구조에 따라, 이염기산에 대한 2,2'-BA의 분율이 증가할수록 중합반응은 상대적으로 균일하게 진행하였다.

한편 얻어진 고분자의 구조를 확인하기 위해 FT-IR 및 원소분석을 행하였으며, 그림 2에는 대표적으로 FT-IR의 ATR법에 의해 얻어진 copolyterephthalamide IIa(30/70), IIb(50/50), IIc(30/70)의 흡수스펙트럼을 나타내었다. 스펙트럼상에서 아미드기의 N-H 그리고 C=O에 의한 흡수 band가 공통적으로 3270cm<sup>-1</sup> 및 1650cm<sup>-1</sup> 부근에서 각각 관찰되었고, 또한 에테르 연결기를 갖는 디아민인 Ib, Ic를 사용해서 얻어진 고분자인 IIb과 IIc의 경우, 1210cm<sup>-1</sup> 부근에서 방향족 에테르기에 의한 특성band가 관찰되었으며, 구조내에 보다 에테르기의 분율이 증가한 IIc의 경우 해당 band의 흡수강도가 상대적으로 증가하였다. 한편 원소분석에서도 원소함량(%)이 제안된 값에 비교적 일치하였다.

[표 1] 고분자의 합성

Polymer <sup>a</sup> (TA/2,2'-BC)	Yield(%)	$\eta_{inh}(dL/g)^b$	Remark <sup>c</sup>
IIa(100/0)	92	0.48	P
IIa(70/30)	97	0.66	P
IIa(50/50)	98	0.74	P
IIa(30/70)	95	0.78	S
IIa(0/100)	93	0.56	S
IIb(100/0)	91	0.51	P
IIb(70/30)	94	0.59	S
IIb(50/50)	98	0.89	S
IIb(30/70)	95	0.46	S
IIb(0/100)	94	0.48	S
IIc(100/0)	92	0.38	P
IIc(70/30)	97	0.72	P
IIc(50/50)	99	0.93	S
IIc(30/70)	99	0.84	S
IIc(0/100)	96	0.57	S

<sup>a</sup> Carried out 5.0mmol of each monomer.

<sup>b</sup> Measured at a concentration of 0.5g/dL in conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 30℃.

<sup>c</sup> Appearance of the polymerization mixture: S, homogeneous solution; P, polymer precipitation during the reaction.

[표 2] 고분자의 용해성

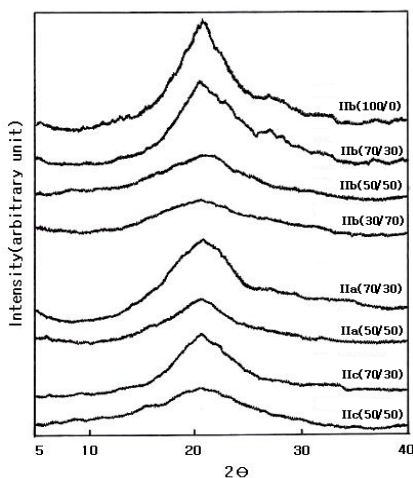
Polymer (TA/2,2'-BC)	Solvent								
	conc.H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	DMAC	NMP	DMF	DMSO	Pyridine	m-cresol	THF	
IIa(100/0)	+	—	—	—	—	—	—	—	
IIa(70/30)	+	—	—	—	—	—	—	—	
IIa(50/50)	+	±	+	±	+	—	±	—	
IIa(30/70)	+	+	+	+	+	+	±	—	
IIa(0/100)	+	+	+	+	+	+	+	±	
IIb(100/0)	+	—	—	—	—	—	—	—	
IIb(70/30)	+	±	+	+	—	—	±	—	
IIb(50/50)	+	+	+	+	+	—	±	—	
IIb(30/70)	+	+	+	+	+	±	+	—	
IIb(0/100)	+	+	+	+	+	+	+	+	
IIc(100/0)	+	—	—	—	—	—	—	—	
IIc(70/30)	+	±	+	±	—	—	±	—	
IIc(50/50)	+	+	+	+	+	±	±	—	
IIc(30/70)	+	+	+	+	+	+	+	±	
IIc(0/100)	+	+	+	+	+	+	+	+	

+: Soluble at a room temperature, ±: partially soluble, —: insoluble

### 3.2 고분자의 용해성과 결정성

이들 고분자의 각종 용매에 관한 용해성 시험결과를 표 2에 나타내었다. 통상 이염기산으로서 부터 유도된 강직하고 대칭성이 좋은 p-phenylene 단위를 갖는 polyterephthalamide에서는, 사용된 대응 단량체인 디아민 또한 p-치환의 강직한 방향족환으로 연결되어 있을 경우, 얻어진 고분자는 높은 결정성을 갖는 치밀한 응집구조로 인해 분자사슬내 용매분자의 침투가 어렵게 되어 용해성이 저하된대<sup>7)</sup>고 하였다.

본 실험에 이염기산으로서 TA만 사용하여 얻어진 polyterephthalamide II(100/0)는 디아민 I의 구조에 상관 없이 진한 황산 이외의 유기용매에는 용해성을 나타내지 않았다. 반면에 공중합체인 copolyterephthalamide II의 유기용매에 대한 용해성은 사용된 이염기산에서의 2,2'-BA의 분율이 증가함에 따라 전반적으로 용해성이 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이들 얻어진 공중합체의 경우에는 디아민으로서 4,4'-ODA와 1,4-BAPB를 사용한 경우가 PPD에 비하여 상대적으로 용해성이 증가된 결과를 나타내었다. 이는 주사슬내에 자유회전이 가능한 에테르 연결기에 의해 분자사슬 간의 충진이 상대적으로 어렵게 된 것에 기인된 것으로 추정된다.



[그림 3] 고분자의 X회절 곡선

한편 이들 고분자의 광각 X선 회절시험 결과를 그림 3에 정리하였으며, 이들 공중합체 중 이염기산으로서 2,2'-BA 분율이 가장 적은 copolyterephthalamide II(70/30)의 경우에, 디아민의 종류에 관계 없이 2θ = 21~23° 부근에서 예리한 회절피크를 나타내어 결정성을 갖는 고분자임을 알 수 있었으며, 2,2'-BA의 분율이 증가 할수록 결정상의 회절피크의 강도가 감소하면서 점차로 무정형의

전형적인 회절달무리(amorphous halo)만 나타내어 이들 분자간의 응집구조의 변화가 고분자의 용해성에 크게 관여함을 알 수 있었다.

### 3.3 고분자의 열적 성질

이들 고분자의 열적성질을 DSC 및 TGA에 의해 평가하고 그 결과를 표 3에 정리하였다. 그리고 그림 4에는 대표적으로 copolyterephthalamide IIb(50/50)의 DSC 및 TGA의 열분석곡선을 함께 나타내었다. DSC 1차 주사에서 380°C부근에서 부터 발열피크가 관찰되었는데 이는 TGA 열감량곡선에서의 열분해가 개시되는 온도에 일치 함으로서 해당 고분자의 열분해로 인한 발열현상으로 확인 할 수 있었고 또한 분해온도 이하에서는 용점에 관련된 어떠한 흡열피크도 관찰되지 않았다.

[표 3] 고분자의 열적성질

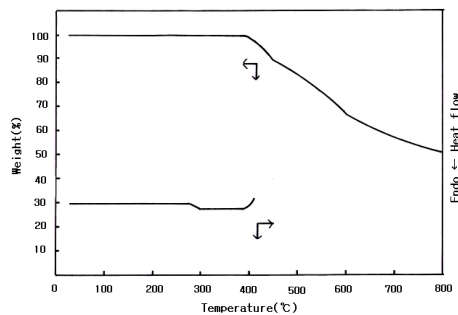
Polymer (TA/2,2'-BC)	Thermal characteristics		
	Tg (°C) <sup>a</sup>	T <sub>10</sub> (%) <sup>c</sup>	Char yield(%) <sup>d</sup>
IIa(100/0)	- <sup>b</sup>	530	46
IIa(70/30)	- <sup>b</sup>	485	56
IIa(50/50)	326	445	54
IIa(30/70)	289	410	48
IIa(0/100)	280	415	58
IIb(100/0)	311	525	49
IIb(70/30)	- <sup>b</sup>	490	54
IIb(50/50)	284	445	52
IIb(30/70)	280	415	49
IIb(0/100)	251	420	56
IIc(100/0)	- <sup>b</sup>	490	51
IIc(70/30)	262	460	44
IIc(50/50)	242	445	53
IIc(30/70)	239	425	47
IIc(0/100)	230	425	54

<sup>a</sup> By DSC in nitrogen(second heating).

<sup>b</sup> No Tg was observed in the DSC trace.

<sup>c</sup> 10% weight loss temperature by TGA in nitrogen.

<sup>d</sup> Measured at 800°C.



[그림 4] Copolyterephthalamide IIb(50/50)의 질소하, DSC(2차주사) 및 TGA 열분석곡선

또한 2차 주사 결과로부터, 사용된 디아민 I의 구조와 이염기산의 몰(%) 비에 따라 239~326°C 범위의 비교적 높은 유리전이온도( $T_g$ )를 나타내었다. 한편 p-phenoxy기에 의해 쇠연장된 구조일 수록  $T_g$ 가 감소하였는데 이는 에테르 연결기에 의한 주쇄의 유연성이 증가된 것에 기인된 것으로 추정된다. 한편 질소분위기하에서의 10% 열분해 온도( $T_{10}$ )는 410~485°C 범위로 이들 공중합체에 있어서 사용된 이염기산중 2,2'-BA 분율이 증가됨에 따라 전반적으로 감소하였으며, 이는 주쇄의 2,2'-biphenylene의 비평면성으로 인한 크게 굽은 형태의 kink, crank구조를 취하게 되어, 분자사슬간의 응집이 어렵게 됨에 따라 이들 공중합체의 열에 대한 저항성이 상대적으로 감소되었기 때문으로 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 TA에 대해 crank, kink 구조를 갖는 biphenyl-2,2'-diyl기를 함유하는 2,2'-BA를 공중합성분으로 사용하여 이들 이염기산 성분의 몰(%) 비(x:y)를 70:30, 50:50, 30:70으로 조정하여, 상기의 강직성 디아민 3종과 직접중축합법을 이용하여 각각 9종의 copolyterephthalamide를 합성하였다. 이들 공중합체의 용해성, 결정성, 내열성 등을 비교 검토하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 얻어진 공중합체의 분성점도는 0.46~0.93 dL/g의 범위의 값을 나타내었으며, FT-IR에 의해 아미드기의 N-H 그리고 C=O에 의한 흡수band가 3270 $cm^{-1}$  및 1650 $cm^{-1}$  부근에서, 또한 에테르 연결기를 갖는 디아민을 사용해서 얻어진 경우에는 1210 $cm^{-1}$  부근에서 방향족 에테르기에 의한 특성band가 각각 관찰되었고, 원소분석에서도 원소함량(%)이 제안된 값에 비교적 일치하였다.
2. 이들 공중합체는 2,2'-BA의 분율이 증가 할수록  $2\theta = 21 \sim 23^\circ$  부근에서 관찰되는 결정상의 회절피크의 강도가 감소하면서 점차로 무정형의 전형적인 회절달무리만 나타내었고, 전반적으로 유기용매에 대한 용해성도 함께 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 사용된 디아민과 이염기산의 몰(%)비에 따라 이들 공중합체는 239~326°C 범위의 비교적 높은 유리전이온도( $T_g$ )를 갖고 있음을 알게 되었으며, 질소분위기하에서의 10% 열분해 온도( $T_{10}$ )는 410~485°C 범위의 값을 보여 주어, 2,2'-BA 분율이 증가됨에 따라 열적성질은 전반적으로 감소하였다.
3. 이들 분자간의 응집구조의 변화가 고분자의 용해성과 열적성질에 크게 관여함을 알 수 있었으며, 얻어

진 공중합체 중 용해성과 열적특성이 가장 잘 조화된 성질을 나타낸 것은 이염기산에 대한 2,2'-BA의 분율이 50몰(%) 함유되어 있는 copolyterephthalamide II(50/50)이었다.

#### 참고문헌

- [1] J. Gallini, "Polyamides, Aromatic", Encyclopedia of Polymer Science and Technology, John Wiley & Sons, vol. 3, pp. 558-584, 2005.
- [2] J. M. Garcia, et al, "High-performance Aromatic Polyamides", Prog Polym Sci, vol. 35, pp. 623-686, 2010.
- [3] M. Trigo-Lopez, et al, "Recent Patents on Aromatic Polyamides". Recent Patents Mater Sci vol 2, pp. 90-208, 2009
- [4] D. Tanner, et al, "Aramid Structure-property Relationships and Their Role in Applications", Handbook of Fiber Science and Technology. vol III. High Technology Fibers. Part B. Marcel Dekker Inc, pp. 35-80, 1989.
- [5] S. Ozawa, et al, "Aramid Copolymer Fibers", Handbook of Fiber Science and Technology, vol III. High Technology Fibers. Part B. Marcel Dekker Inc, p.p 1-34, 1989.
- [6] G-S Liou, et al, "Preparation and Properties of New Soluble Aromatic Polyamides from 2,2'-Bis(4-aminophenyl) biphenyl and Aromatic dicarboxylic acids", J. Polym Sci, Polym Chem ed, vol. 36, pp 2029-2035, 1998.
- [7] 三田 達, "最新 耐熱性 高分子", 綜合技術センター, pp 107-115, 1987.

#### 정 화 진(Hwa-Jin Jeong)

[정회원]



- 1991년 3월 : 일본 동경공업대학 유기재료공학과 (공학박사)
- 1984년 1월 ~ 1996년 2월 : S.K Chemical R&D Center 섬유연구소 책임연구원
- 2006년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 패션섬유공학과 교수

<관심분야>

고분자합성, 내열성고분자, 기능성섬유