

〈연구논문(기술)〉

## 해도형(海島型) PET 초극세섬유의 알칼리 가수분해에 관한 연구

서말용<sup>†</sup> · 이준희 · 옥치민<sup>1</sup> · 조성훈<sup>2</sup> · 이종우<sup>3</sup> · 조호현<sup>4</sup>

한국섬유개발연구원, <sup>1</sup>케이엠에프, <sup>2</sup>한국섬유소재연구소, <sup>3</sup>(주)에스티원창, <sup>4</sup>서정대학교

### A Study on the Alkali Hydrolysis of Sea-island PET Ultra-microfiber

Mal Yong Seo<sup>†</sup>, Jun Hee Lee, Chi Min Ok<sup>1</sup>, Seong Hun Cho<sup>2</sup>, Jong Woo Lee<sup>3</sup> and Ho Hyun Cho<sup>4</sup>

Korea Textile Development Institute, Daegu, Korea

<sup>1</sup>Korea Micro Fiber Co., Ltd, Anshan, Korea

<sup>2</sup>Korea High Tech Textile Research Institute, Yangju, Korea

<sup>3</sup>ST ONE CHANG, Daegu, Korea

<sup>4</sup>Department of Textile and Fashion Design, Seojong College, Yangju, Korea

(Received: August 12, 2013 / Revised: September 9, 2013 / Accepted: December 3, 2013)

**Abstract:** Alkali hydrolysis of sea-island PET 0.02denier microfiber were compared to those on the fabrics of the 0.06denier microfiber. In the dissolution of the sea component out of sea island type ultra-microfiber, it is important to determine the optimum division and divided material. Weight reduction of sea island ultra-micro sea island fiber was faster than regular PET about 10 times. Also 0.2denier sea-island ultra-micro sea island fiber has better color fastness (washing, friction, and daylight) than 0.06denier level sea-island ultra-microfiber. In this study, 0.2denier ultra-micro sea island fiber shows the possibility of high value product.

**Keywords:** alkali hydrolysis, sea-island PET, weight reduction, ultra-micro sea island, 0.2denier

## 1. 서 론

극세사 및 초극세사는 합성섬유의 꽃이라 불릴 정도로 현재에도 연구개발이 활발히 진행되고 있으며, 이를 활용한 용도로 의류 뿐만 아니라 자동차 내장재 등 산업용 섬유로써 계속 확대되고 있다. 극세섬유의 명확한 정의는 없으나 넓은 의미로 천 연섬유 가운데 가장 가늘은 견(絹, 약 1.0d)을 기준으로 이것보다 가는 섬유를 말한다<sup>1)</sup>.

극세사의 용도적용의 기본원리는 일반적으로 직물, 부직포, 파일 등이며, 구성하는 원사의 직경이 가늘수록 부드러워지는데, 동일한 소재이더라도 원형단면인 섬유의 구부러짐과 비틀림은 섬유직경이 가늘어질수록 유연해진다. 즉 섬유의 직경이 작아짐에 따라 유연성, 광택, 미끄러짐의 증가, 비표면적이 확대됨으로써, 직편물이나 부직포와 같은 원단을 제조했을 때 섬유의 치밀화, 공간의 미세화,

섬유표면에 존재하는 섬유가닥수의 증가로 외관 및 촉감의 차별화를 꾀할 수 있다<sup>2)</sup>.

이러한 초극세섬유의 제조방법에는 직접방사와 복합방사(Conjugated Spinning)가 있다. 직접방사는 그 기본원리가 종래 방사방법과 동일하며 직접 구금으로부터 초극세섬유형으로 방사하는 방법이며, 현재 섬유 선진메이커인 미국의 Dupont과 일본의 Unitica는 0.35d급 방사기술에 성공하였으며, 국내에서도 0.2~0.3d급 초극세섬유를 개발하여 차별화 제품을 개발하고 있다. 직접방사형 초극세섬유는 분할 및 용출에 필요한 알칼리(NaOH 수용액) 가수분해(감량가공)를 사용하지 않기 때문에 친환경적인 장점을 가지고 있으나, 0.3d급 이상의 세섬화에는 한계가 있다<sup>3)</sup>.

반면 복합방사는 서로 다른 이성분의 폴리머로 방사하는데, 해도형(海島型, Sea-island type)과 분할형(分割型, Split type)이 있으며, 해도형은 복합섬유의 해(海)성분을 용해함으로써 초극세섬유를 얻을 수 있고, 분할형은 약품 또는 물리적 처리에 의해 이성분을 박리시킴으로써 초극세섬유를 제조할 수

<sup>†</sup>Corresponding author: Mal Yong Seo (myseo@textile.or.kr)  
Tel.: +82-53-560-6580 Fax.: +82-53-560-6629  
©2013 KSDF 1229-0033/2013-12/303-313

있다.

박리분할형 극세복합사는 대부분 N/P 복합구조로 되어 있으며 N:P 복합비율은 3:7, 4:6 수준으로 6~9 분할로 분할시 단사섬도는 약 0.2~0.5d이다. 분할방식은 1차 화학적으로 알칼리 감량을 실시하여 PET 부분의 가장자리에서 내층부로 감량이 진행되면서 계면에서의 상호 접합력이 약화되고, 그 후에 물리적인 비팅(Beating)으로 원단 상호간에 마찰과 후가공인 기모 및 버핑(Buffing) 공정으로서 초극세화 시킨다.

해도형 극세복합사는 대부분 PET/co-PET 복합구조로 되어 있으며, 해(海)성분은 주로 이용해성 PET, 도(島)성분은 PET SD(Semi-dull)로 구성되어 있으며, 최근에 들어 SD 대신에 CDP(Cation Dyeable Polyester)나 Black 원착사를 사용하는 복합방사가 진행되고 있다. PET:Co-PET 폴리머의 복합비율은 75:25, 70:30 수준으로 36~37개의 도(島)성분으로 구성되어 있으며, 알칼리 가수분해공정을 통하여 해(海)성분을 용해하는데, 분할시 단사섬도는 약 0.05~0.06d 수준으로 분할형 극세섬유보다 더 섬도가 낮은 초극세섬유를 제조할 수 있다.

극세섬유는 섬도가 가늘기 때문에 유연성과 비표면적이 높아 독특한 외관과 촉감을 가지고 있다.

하지만, 0.05~0.06d 수준의 초극세섬유는 벌키성을 부여하기 위해 후가공 처리를 함으로써, 표면적이 커지고 염료의 흡착속도가 상승하게 된다. 결과적으로는 염색견뢰도가 낮게 나타나게 된다<sup>4,5)</sup>.

이러한 문제점을 개선하고 해도형 복합소재의 차별화 제품개발과 새로운 용도확대를 위하여 우리나라 K사에서는 0.2d 수준의 해도형 극세복합사(PET 85/36, 7島)를 최근 개발하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 최근에 개발된 0.2d 수준의 해도형 극세복합사의 알칼리 가수분해 특성을 기존의 0.05~0.06d급 해도사와 비교하여, 최적의 분할을 위한 알칼리 가수분해 공정조건을 확립하고, 분할된 소재에 대하여 단면특성과 염색견뢰도 등 여러 가지 물성을 연구, 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

#### 2.1.1 시료

본 연구에 사용된 시료는 PET(Polyethylene terephthalate) 섬유 5종(해도사와 일반사)이며 원사 Spec.은 Table 1, 2와 같다.

Table 1. Characteristic of fiber

Maker	Fiber Spec.	Component	Split (EA)	Monofilament, fineness (dpf)	Sea/Island ratio	Remark
K	PET 85/36 (SDY)	CDP	7	0.253	25/75	Sea-island
	PET 75/24 (SDY)	SD	36	0.060	30/70	
	PET 50/12 (SDY)	SD	800	0.003	40/60	
W	PET 75/24 (SDY)	SD	37	0.059	30/70	
D	PET 75/36 (SDY)	SD	1	2.083	100	Regular

Table 2. Condition of DTY(Draw Textured Yarn) fabrication

Fiber Spec.	Yarn Speed (m/min)	Twist ratio (D/R)	V/R	1st Heater (°C)	Tension (g)	I/T Nozzle		Remark
						Standard (ø)	Air Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	
PET 85/36 (DTY)	450	1.023	1.35	150	37	1.4	1.5	
PET 75/24 (DTY)	450	1.025	1.40	150	37	1.5	1.5	K
PET 50/12 (DTY)	450	1.030	1.35	140	26	1.4	1.2	
PET 75/24 (DTY)	450	1.025	1.40	170	37	1.4	1.5	W
PET 75/36 (DTY)	450	1.050	1.55	160	37	1.4	1.0	D

SDY(Spin Draw Yam)는 복합사가공기(No. 33H, Murata Machinery, Japan)에서 DTY(Draw Textured Yam, 권축가연사)로 가연한 다음, 편직기(Kin Write Machine, 新友工業社)에서 튜브 니트 하였으며, 중성세제로 정련(60°C×20min), 자연건조하여 사용하였다.

2.1.2 시약

시약은 50%-NaOH(삼광상사), 중성세제(OR 408, 경동유화공업사), CH<sub>3</sub>COOH(삼성 BP화학(주)), 분산제(RM-340, 니카코리아(주)), 완충제(니카코리아(주)), Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>((주)한솔케미칼)로서 정제하지 않고 공업용 시판품을 그대로 이용하였으며, 염료는 Dianix Royal Blue CC를 사용하였다.

2.1.3 실험장치

알칼리 가수분해(감량가공) 실험장치로는 Infrared Ray Machine(태림 ANC), 고온고압염색기는 Infrared Ray Machine(WINNER, 고려과학상사)을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 알칼리 가수분해

적외선 가열장치가 부착된 감량가공 실험장치에서 욕비 1:20, 회전속도는 45rpm, 실험온도까지 승온속도를 1°C/min로 하고, NaOH 농도 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%, 처리온도 80, 90, 95, 100°C, 처리시간을 20, 30, 40, 50min 조건으로 5종의 PET 소재를 알칼리 가수분해한 다음, 25°C에서 10min간 제 1 수세를 하고, 실온에서 산세(중화)한 다음 60°C×60min간 건조하였다(Figure 1).

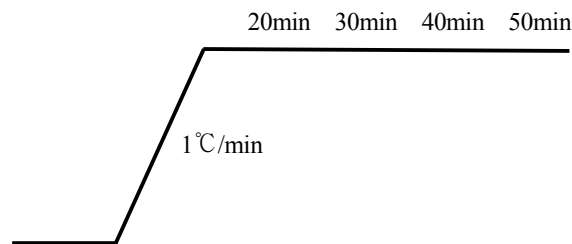


Figure 1. Temperature rising curve of alkali weight loss.

또한 알칼리 처리전후 시료의 무게를 칭량하여 다음 식(1)에 따라 감량률을 구하였다.

$$\text{Weight loss} = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100(\%) \dots\dots\dots (1)$$

where,  $W_0$  : weight of untreated sample  
 $W$  : weight of treated sample

2.2.2 염색성 측정

알칼리 가수분해 된 시료를 일정한 크기로 재단하여 고온·고압 염색기 Infrared Ray Machine(WINNER, 고려과학상사)를 사용하여 다음과 같은 조건에서 염색한 다음, 90°C×20min 환원세정(NaOH 1g/l, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 2g/l)후, 3회 수세한 뒤 Natural oven(NDO-600ND, EYELA, Japan)에서 60°C×40min 건조하였다(Figure 2).

Dyestuff	1.0% owf
Dianix Royal Blue CC	
Liquor ratio	1 : 20
Dispersing agent(RM-340)	0.3% owf
pH	4.5
Temperature × time	130°C×40min
Reduction cleaning	NaOH 1g/l, Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 2g/l

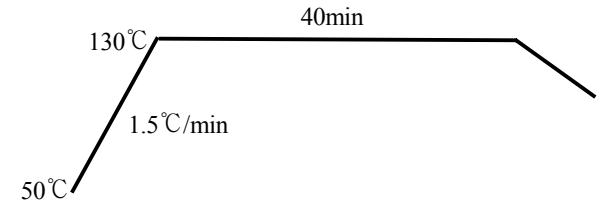


Figure 2. Temperature rising curve of dyeing test.

Computer Color Matching(Data Match Spectraflash 50, Data Color International, USA)을 이용하여 건조된 염색시료의 표면반사율을 각각 3회 측정된 다음 그 평균치로 Kubelka-Munk식(2)에 따라 K/S값을 산출하였다.

$$K/S \text{ value} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \dots\dots\dots (2)$$

where, K : the coefficient of absorption of the dye at  $\lambda_{max}$   
 S : the coefficient of scattering at  $\lambda_{max}$   
 R : reflectance at wavelength  $\lambda_{max}$

2.2.3 섬도 측정

섬도는 KS K 0415법에 따라 알칼리 가수분해 후 염색한 시료로부터 사를 50cm, 2가닥을 풀어내어 중량을 잰 후 9,000m로 환산하였으며, 3회 측정하여 그 평균값을 구하였다.

## 2.2.4 인장강신도 측정

알칼리 가수분해 시료에 대한 인장강신도는 KS K 0412법에 따라 인장강신도 시험기(USTER TENSORAPID 4, ZELLWEGER USTER, Swiss)를 이용하여 감량된 시료를 각각 10회 시험하여 평균치를 구하였다.

Load : 10cN, Test speed : 300mm/min,

Sample length : 250mm

## 2.2.5 표면과 단면형상 관찰

실체현미경 Video Microscope System(SV-35, SOME-TECH)을 사용하여 알칼리 가수분해 처리 및 미처리 시료의 표면형상을 관찰하였으며, 단면형상은 마이크롬(HM 330)을 활용한 광학현미경 Polarizing Microscope(JENAPOL-U, CARL WEISS, Deutschland)으로 분할(용출) 현상을 관찰하였다.

## 2.2.6 염색견뢰도 측정

알칼리 가수분해 후 염색된 시료에 대하여 세탁견뢰도는 Launder-O-Meter(LAS/EF, Atlas Electric Devices Co., USA)를 사용하여 KS K ISO 105-C06 A1S법, 일광견뢰도는 Xenon Weather-O-Meter(Ci4000, Atlas Electric Devices Co., USA)를 사용하여 KS K ISO 105-B02의 표준퇴색시간법, 마찰견뢰도는 Crock Meter (255A, James H. Heal & Co., Ltd., England)를 KS K 0650법에 따라 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 알칼리 가수분해에 미치는 영향

#### 3.1.1 처리시간

복합방사 된 PET 해도형 초극세섬유의 단면은 섬이 바다로 둘러싸여 있듯이 도(島)성분이 해(海)성분으로 에워싸여 있으며, 알칼리 가수분해를 통해 이용해성(易溶解性) 폴리머로 이루어진 해(海)성분을 용해시켜 제거함으로써 도(島)성분인 초극세섬유를 얻을 수 있다.

PET 섬유의 알칼리 가수분해는 NaOH에서 해리된 OH<sup>-</sup>가 PET 고분자의 카르보닐 탄소를 공격하여 에스터(ester) 결합을 끊어 DST(disodium terephthalate)와 EG(ethylene glycol)로 분해되는 메커니즘으로 되어 있다<sup>6-8)</sup>.

Figure 3과 4는 온도 100℃에서 NaOH 1%, 2%로 하였을 때, 처리시간에 따른 감량률을 나타낸 것이

다. 처리시간이 경과할수록 감량률은 증가하고 있으며, 이는 알칼리 가수분해반응에서 감량분해물인 테레프탈레이트 음이온이 Na<sup>+</sup> 이온과 결합하여 염의 형태(DST)로 반응계에서 제외되기 때문에, 반응은 평행에 이르지 않고 섬유표면에서 내부로 지속적으로 진행되기 때문인 것으로 생각된다.

Figure 3과 4에서 동일한 조건의 감량률은 PET 일반섬유(Regular)보다 PET 해도형 섬유(Sea-island)가 훨씬 감량속도가 빨랐으며, NaOH 1%에서 100℃, 30min 처리했을 때 일반섬유보다 해도형 초극세섬유의 감량률이 약 10~11배 정도 높았으며, NaOH 2%에서 100℃, 30min 처리했을 때는 약 16~18배 높음을 알 수 있다.

이는 해도형 초극세섬유의 해(海)성분에 알칼리가 쉽게 용해 되는 이소프탈산(isophthalic acid)과 같은 이(易)해성 폴리머가 혼입되어 있기 때문인 것으

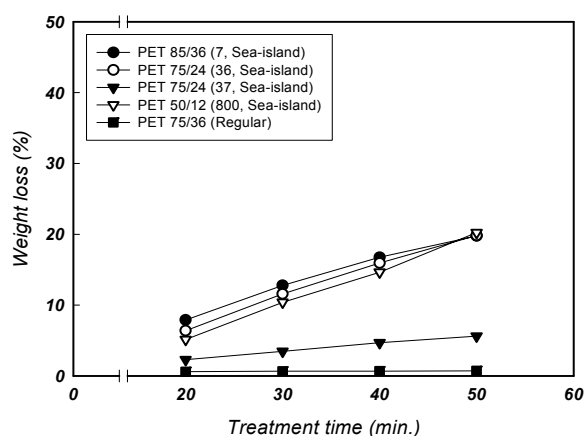


Figure 3. Rate of weight loss for treatment time with 1% NaOH, 100℃.

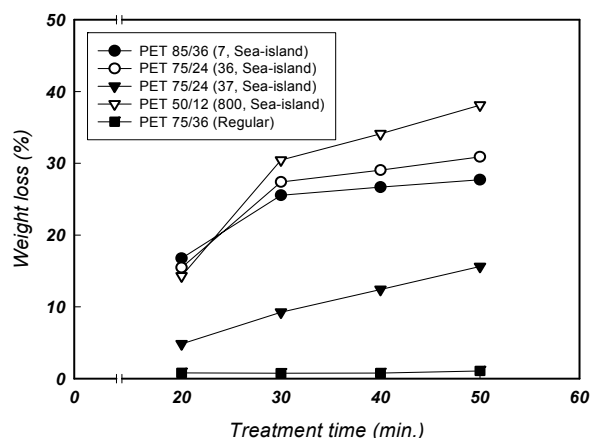


Figure 4. Rate of weight loss for treatment time with 2% NaOH, 100℃.

로 판단되며, PET 75/24(37EA) 해도형 섬유가 다른 해도형 섬유에 비하여 감량속도가 늦은 것은 해(海)성분에 이용해성 폴리머의 혼입비율이 낮기 때문인 것으로 고찰된다.

한편, 해도형 섬유에 있어서 감량률이 약 20% 이하에서는 감량속도가 PET 85/36(7EA) > PET 75/24 (36EA) > PET 50/12(800EA) 순서로 빨랐으나, 약 20% 이상에서는 PET 50/12(800EA) > PET 75/24(36EA) > PET 85/36(7EA) 순서로 나타났다. 이는 감량률 약 20% 이상이 되면 모노필라멘트의 노출로 섬도가 작을수록 섬유의 표면적이 커져 감량속도가 빨라진 것으로 생각된다.

3.1.2 처리온도

Figure 5와 6은 NaOH 1%, 2% 농도에서 30min 처리 시 온도변화에 따른 해도형 초극세섬유의 감량률을 나타낸 것이다. Figure 5과 6에서 알 수 있는 바와 같이 처리온도가 증가함에 따라 감량률이 증

가함을 알 수 있으며, 동일한 조건이더라도 PET 75/24(37EA) 해도형 섬유보다 다른 해도형 섬유들이 감량률이 높음을 알 수 있으며, PET 75/36(Regular)는 저농도 NaOH 수용액에서 가수분해가 거의 일어나지 않았다<sup>9-11)</sup>.

온도가 증가할수록 감량률은 일반적으로 지수 함수적으로 증가한다는 연구보고도 있으나, 본 연구에서는 온도 증가폭이 작아서 지수 함수적 감량률 증가의 경향은 나타나지 않았으며 처리온도가 증가함에 따라 감량률이 증가하는 것은 온도 상승에 따른 PET 고분자쇄의 매트릭스 자유도가 증가할 뿐만 아니라 표면층에 노출되지 않았던 PET 고분자쇄가 섬유표면층으로 노출빈도가 커서 PET 고분자쇄가 친핵성 OH<sup>-</sup> 이온의 공격을 많이 받음으로써 감량률이 증가한 것으로 고찰된다.

3.1.3 NaOH 농도

Figure 7과 8은 PET 해도형 초극세섬유를 알칼리

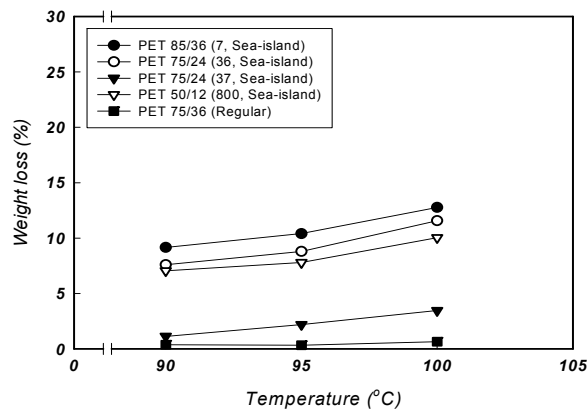


Figure 5. Rate of weight loss for temperature with 1% NaOH, 30min.

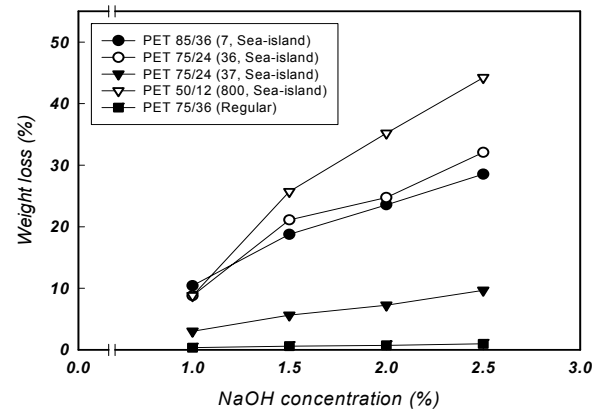


Figure 7. Rate of weight loss for concentration of NaOH, 95°C, 30min.

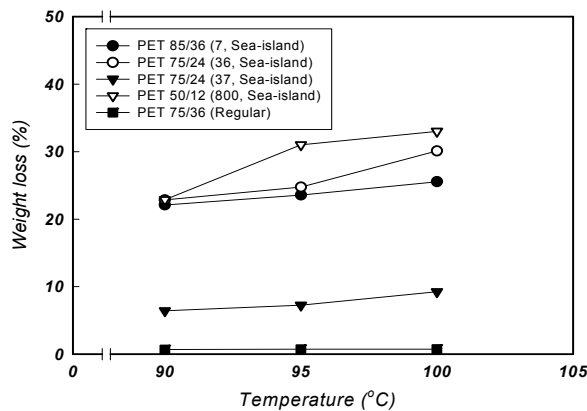


Figure 6. Rate of weight loss for temperature with 2% NaOH, 30min.

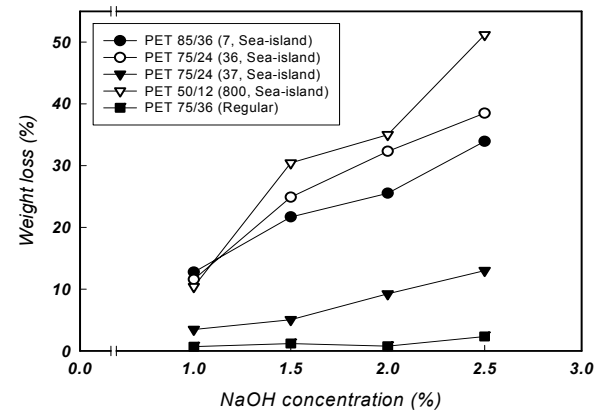


Figure 8. Rate of weight loss for concentration of NaOH, 100°C, 30min.

가수분해할 때, NaOH 농도에 따른 감량률을 나타낸 것으로서 Figure 7은 온도 95°C × 30min, Figure 8은 온도 100°C × 30min에서 처리한 것으로 NaOH 농도가 증가할수록 감량률이 증가하는 것을 알 수 있다<sup>12)</sup>. NaOH 농도가 증가할수록 해도형 초극세섬유의 감량률이 증가하는 것은 NaOH 농도가 높을수록 NaOH에서 해리된 친핵성 OH<sup>-</sup> 이온의 농도가 증가하기 때문인 것으로 생각된다.

### 3.2 겉보기 염색성 변화

Figure 9는 해도형 초극세섬유의 감량률 변화에 따른 K/S 값을 나타낸 것이다. Figure 9에서 알 수 있는 바와 같이 감량률이 증가할수록 해도형 초극세섬유의 겉보기 염색성(K/S)이 감소하는 것을 알 수 있다.

감량률이 증가할수록 해도형 초극세섬유의 K/S 값이 감소하는 것은 감량률이 증가함에 따라 분할에 의한 섬유의 초극세화로 섬도가 작아져 단위중량당 표면적이 커지고, 고밀도 섬유소재가 되므로 빛의 난반사보다 정반사광을 증가시켜 겉보기 염색성이 낮아진 것으로 생각된다<sup>13,14)</sup>.

한편 해도형 초극세섬유로서 PET 75/24(37EA) 소재가 감량률이 증가하더라도 K/S 값이 높게 나타나는 것은 다른 해도형 초극세섬유에 비하여 감량률 증가에 따른 분할도 낮아 세섬화 진행이 늦기 때문인 것으로 사료된다.

### 3.3 섬도 변화

Figure 10은 해도형 초극세섬유를 알칼리 가수분해하였을 때 감량률에 따른 섬도변화를 나타낸 것이다. Figure 10에서 알 수 있는 바와 같이 감량률이 증가할수록 섬도가 감소함을 알 수 있다. 감량률이 증가함에 따라 섬도가 감소하는 것은 NaOH에 의해 PET 고분자쇄가 가수분해되어 모노필라멘트의 직경이 감소하기 때문인 것으로 고찰된다.

동일한 감량률에서 섬도가 PET 85/36(7EA) > PET 75/24(36EA) > PET 75/24(37EA) > PET 50/12(800EA) 순서인 것은 해도형 초극세 섬유의 원사섬도가 85d, 75d, 50d 순서도 있지만, 이들 소재의 모노필라멘트 섬도(dpf)가 Table 1과 같이 PET 85/36(7EA)는 0.253dpf, PET 75/24(36EA)는 0.060dpf, PET 75/24(37EA)는 0.059dpf, PET 50/12(800EA)는 0.003dpf이기 때문이기도 하다.

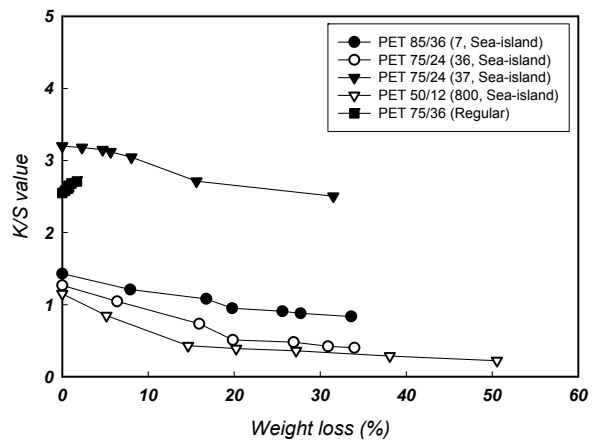


Figure 9. K/S value with rate of weight loss.

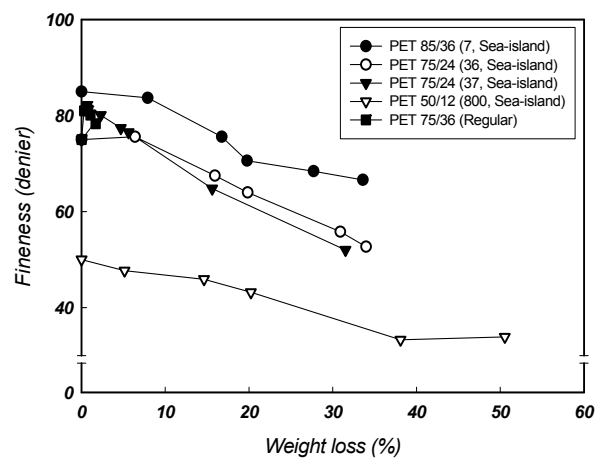


Figure 10. Fineness changing with rate of weight loss.

### 3.4 인장강도·신도 변화

Figure 11는 해도형 초극세섬유의 감량률에 따른 인장강도의 변화를 나타낸 것이다. Figure 11에서 알 수 있는 바와 같이 감량률이 증가할수록 인장강도가 감소함을 알 수 있다. 이는 감량률이 증가할수록 해도형 초극세섬유의 섬도가 감소했기 때문인 것으로 판단된다<sup>15,16)</sup>.

Figure 12는 해도형 초극세섬유의 감량률에 따른 신도의 변화를 나타낸 것이다. Figure 12에서 알 수 있는 바와 같이 감량률이 증가할수록 신도가 초기에는 증가하다가 감소함을 알 수 있다. 이는 알칼리 가수분해가 일어나는 초기에 해(海)성분이 잔류하고 있어 신도가 증가했을 것으로 생각되며, 어느 정도 감량률 이상에서는 도(島)성분의 가수분해로 인하여 신도가 저하하는 것으로 생각된다.

Figure 13과 같이 PET 85/36(7EA) 소재의 해(海)

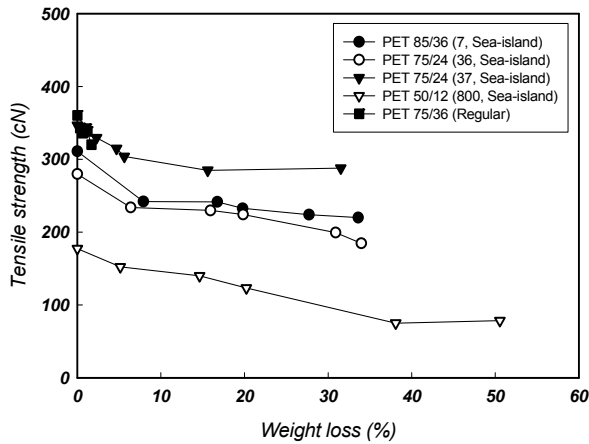


Figure 11. Tensile strength with rate of weight loss.

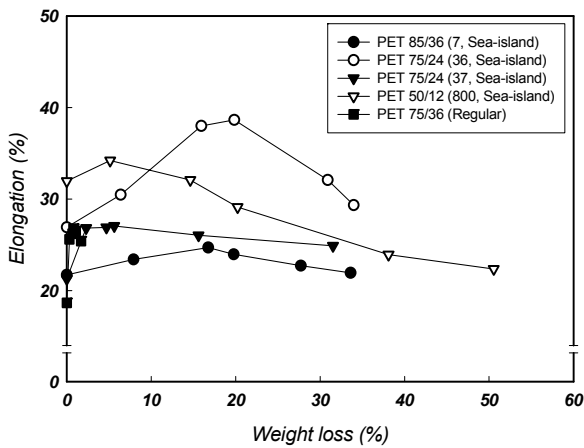


Figure 12. Elongation properties with rate of weight loss.

성분이 이용해성 폴리머로 되어 있어 알칼리에 의해 쉽게 용해되어 감량률 27.7%에서 완전분할이 일어나는 반면, PET 75/24(37EA) 소재는 감량률 31.5%가 되어서도 분할이 완전히 일어나지 않았다.

### 3.5 표면·단면형상 변화

Figure 14은 해도형 초극세섬유의 감량률에 따른 섬유단면 분할형상을 나타낸 것이다.

감량률이 증가할수록 도(島)성분의 분할도가 증가함을 알 수 있으며, Figure 14(E)은 해도형 섬유가 아니므로 분할현상은 관찰되지 않았고, 원형의 섬유가 DTY 사가공하면서 불규칙하게 많은 각(角)이 들어가 있는 형태를 관찰할 수 있다. PET 75/36(Regular) 소재가 DTY 사가공시 구조별키특성이 가장 잘 발휘하는 사구조로 되어 있음을 알 수 있다<sup>17,18</sup>.

Figure 14(A)는 감량률 7.9%에서 거의 분할이 일어나지 않았으나, 감량률 27.7% 이상에서는 완전한 분할이 일어남을 알 수 있었고, Figure 14(B)은 감량률 6.4%에서 미세한 분할이 나타났으며 감량률 30.9%에서 완전한 분할이 일어나는 것으로 관찰된다.

Figure 14(C)는 감량률 15.6%에서 미세한 분할 현상이 나타났으며, 감량률 31.5%에서도 완전한 분할이 일어나지 않는 것으로 관찰된다. 실제 해(海)성분이 30%인 것으로 감안하더라도 분할속도가 많이 늦은 것으로 판단된다.

Figure 14(D)은 감량률 14.6%에서 분할이 관찰되었으며, 감량률 38.1%에서 분할이 거의 85% 이상인 것으로 확인되었다.

따라서 PET 75/24(37EA) 해도형 초극세사(C)를 제외한 다른 해도형 초극세섬유 (A), (B), (D)는 해(海)성분 비율에 맞게 분할이 일어난 것으로 고찰된다. 또한 분할된 모노필라멘트의 섬도(dpf)를 보았을 때, 앞에서 살펴본 Table 1의 dpf 계산 값 순서와 일치함을 알 수 있다.

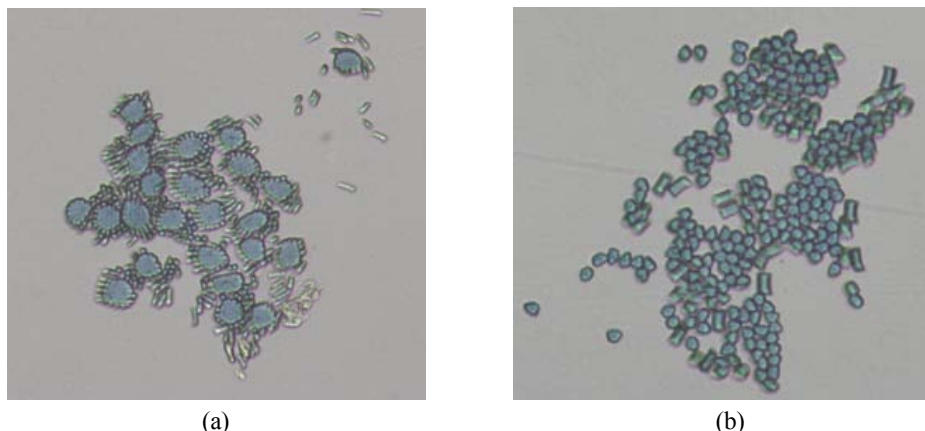


Figure 13. Images of cross section area (a) PET 75/24(37EA), (b) PET 85/36(7EA).

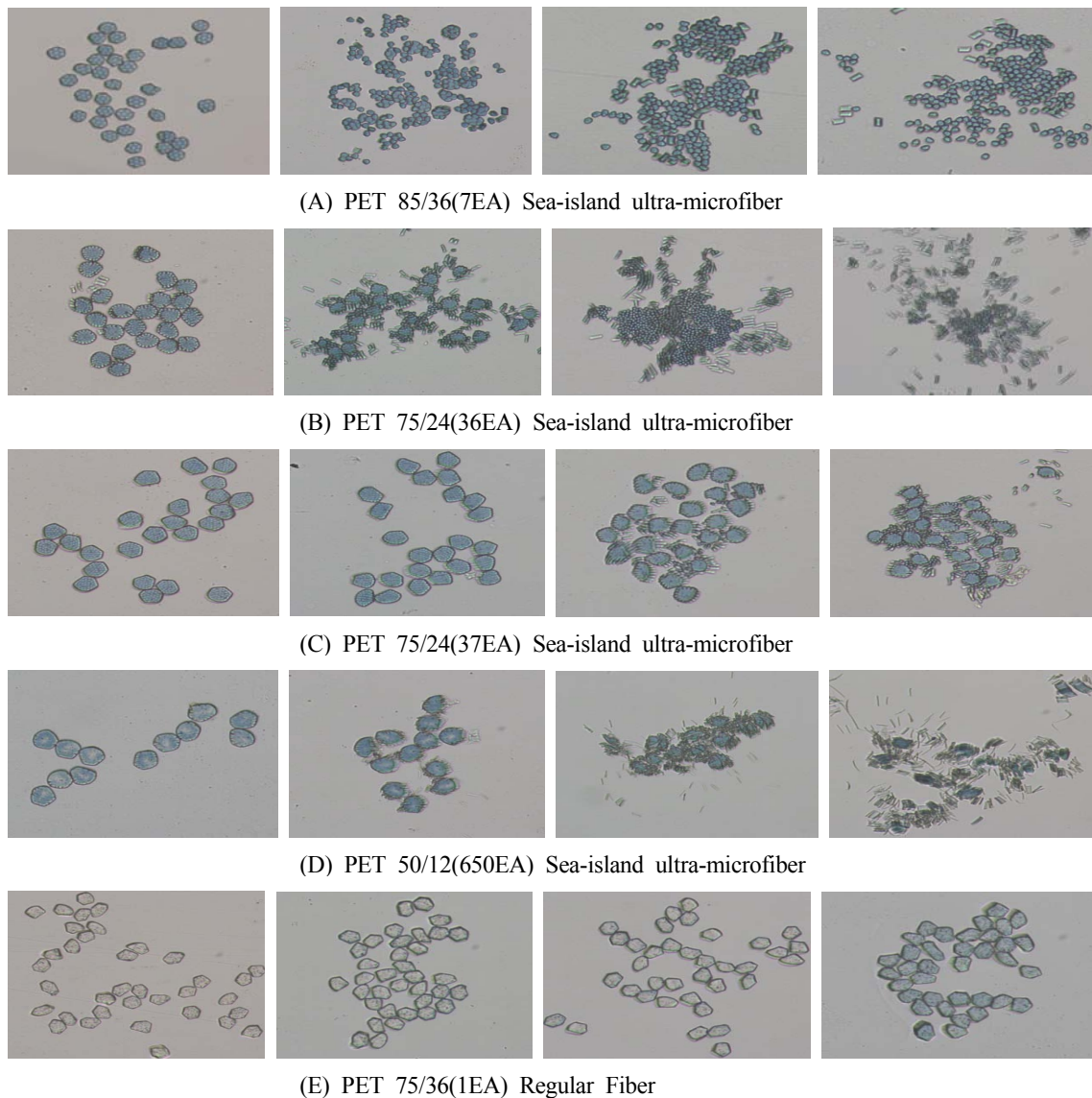


Figure 14. Cross section images( $\times 350$ ) rate of weight loss conditions.

### 3.6 염색견뢰도(세탁, 마찰, 일광) 변화

초극세섬유의 염색에 있어서 문제점은 무엇보다 세탁과 마찰, 일광견뢰도가 낮다는 것이다. 특히 마찰견뢰도는 습마찰견뢰도가 문제가 되고 있으며, 중농색의 경우 3급 이상을 얻기 힘들며 주로 2급 전후인 것으로 보고되고 있다.

해도형 초극세섬유의 염색견뢰도가 낮은 이유는 초극세섬유와 같이 분할에 의해 섬유가 가늘어지면 단위중량당 표면적이 증가하여 초기 염착속도가 빨라 불균형을 초래하고, 염착량이 많아지면서 미고착 염료가 많아 환원세정 시 완벽하게 제거하지 못하면 염색견뢰도 저하를 초래하게 된다<sup>19)</sup>.

Table 3은 해도형 초극세섬유의 각종 염색견뢰도

를 나타낸 것이다. 현장생산이 아닌 실험실 수준에서의 연구로 말미암아 대부분 초극세 섬유에 대한 염색견뢰도는 양호한 값을 나타내었으며, PET 75/36(1EA) 소재의 염색견뢰도가 가장 우수한 반면 PET 50/12(650EA) 소재가 염색견뢰도가 낮은 경향을 나타내었다. PET 50/12(650EA) 소재가 낮은 염색견뢰도를 보이는 까닭은 모노필라멘트의 섬도( $dpf=0.003$ )가 낮기 때문인 것으로 고찰된다.

또한 PET 85/36(7EA) 섬유도 PET 75/24 섬유보다 양호한 염색견뢰도를 보이는데, 이것도 PET 85/36(7EA) 섬유가 PET 75/24 섬유보다 모노필라멘트의 섬도( $dpf=0.253$ )가 높기 때문인 것으로 생각된다.

PET 85/36(7EA) 소재는 Soft한 촉감발현은 기존 해도형 초극세섬유소재 PET 75/24(36EA) 또는 PET



Table 3. Color fastness

Test items (Standard)	Fiber material	PET 85/36(7EA) (Sea-island)				PET 75/24(36EA) (Sea-island)				PET 75/24(37EA) (Sea-island)				
		Weight loss(%)	7.9	16.8	27.7	33.6	6.4	15.9	30.9	34.0	2.3	4.7	15.6	31.5
Color fastness to washing (KS K ISO 105-C06)	Discoloration	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
	Stain	PET	4	4	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4-5	2-3	3	3-4	4
		Cotton	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Color fastness to rubbing (KS K 0650)	Stain	Dry	3	4	4	3-4	3	3	3	4	3	3	3-4	3-4
		Wet	4	4	4-5	4	3	4	4	4	2	3	4	4
Color fastness to light (KS K ISO105-B02)	20hr													
	Standard Blue Cloth	3-4	4	4	4	3	4	4	4	2	2-3	4	4	

Test items (Standard)	Fiber material	PET 50/12(650EA) (Sea-island)				PET 75/36(1EA) (Regular)				
		Weight loss(%)	5.1	14.6	38.1	50.6	0.5	0.7	1.1	1.7
Color fastness to washing (KS K ISO 105-C06)	Discoloration	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Stain	PET	3-4	3-4	3-4	4	4	4-5	4-5	4-5
		Cotton	4	4	4	4	4	4	4	4
Color fastness to rubbing (KS K 0650)	Stain	Dry	3	3	3-4	3-4	3	3-4	4	3-4
		Wet	3	2-3	3	4	4	4	4-5	4-5
Color fastness to light (KS K ISO 105-B02)	20hr									
	Standard Blue Cloth	3	2-3	4	4	4	4	4-5	4-5	

75/24(37EA)에 비해 열악할지 모르나, 기존 해도사에서 발생할 수 있는 염색견뢰도를 보완하고 입모(立毛)의 반발성을 증진할 수 있는 소재가 개발된다면, 인조 스웨이드나 자동차 내장재, 케이스 커버류 등 용도에 고부가가치의 차별화소재가 될 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

0.2d 수준의 해도형 초극세섬유(PET 85/36, 7島)의 알칼리 가수분해 특성을 기존의 0.06d 수준의 해도형 초극세섬유(PET 75/24, 36島)와 비교하여 최적의 분할을 위한 알칼리 가수분해 공정조건을 확

립하고, 분할된 소재에 대하여 단면특성과 염색견뢰도 등 여러 가지 물성을 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. NaOH 1%에서 100°C, 30min 처리했을 때 PET 75/36(Regular) 일반사보다 PET 85/36(7EA) 해도형 초극세섬유가 감량률이 약 10~11배 정도 높았으며, NaOH 2%에서 100°C, 30min 처리했을 때는 약 16~18배 높았다.
2. 해도형 초극세섬유에 있어서 감량률이 약 20% 이하에서는 감량속도가 PET 85/36(7EA) > PET 75/24(36EA) > PET 50/12(650EA) 순으로 빨랐으나, 약 20% 이상에서 PET 50/12(650EA) > PET 75/24(36EA) > PET 85/36(7EA) 순으로 나타났다.
3. 해도형 초극세섬유는 감량률 증가함에 따라 K/S 값이 감소하였으며, 거의 동일한 감량률에서 K/S 값은 PET 75/24(37EA) > PET 85/36(7EA) > PET 75/24(36EA) > PET 50/12(650EA) 순으로 나타났다.
4. PET 85/36(7EA) 섬유는 감량률 27.7%에서 PET 75/24(36EA) 섬유는 감량률 30.9%에서 완전한 분할이 이뤄졌으며, PET 75/24(37EA) 섬유는 감량률 31.5%에서 약 60% 정도 분할, PET 50/12(650EA) 섬유는 감량률 38.1%에서 약 85% 정도 분할이 이뤄졌으며, PET 75/24(37EA) 섬유를 제외한 다른 해도형 섬유는 이론적으로 감량률이 해(海)성분 비율과 맞을 때 완전분할이 일어났다.
5. 0.2d 수준의 해도형 초극세섬유(PET 85/36, 7島)가 0.06d 수준의 해도형 초극세섬유(PET 75/24, 36島)보다 염색견뢰도(세탁, 마찰, 일광)가 더 양호하였다.

### 감사의 글

본 연구는 2012년 글로벌전문기술개발사업(10042194)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### References

1. E. S. Shin, H. S. Kim, and J. J. Lee, Weight Reduction Behavior and Dyeing Properties of Sea-island PET Ultra-microfiber Knitted Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **49**(1), 18(2012).
2. S. D. Kim, K. S. Lee, B. S. Lee, C. H. Ahn, and K. S. Kim, Dyeing Properties and Improvement of Washfastness of Ultrafine Polyester, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **15**(1), 48(2003).
3. J. S. Koh, J. H. Park, K. S. Lee, and S. D. Kim, Weight Reduction and Dyeing Properties of Sea-island Type PET Supermicrofiber Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **42**(6), 355(2005).
4. J. E. Chang, M. J. Kang, and J. H. Choi, A Study of Dyeability at Low Temperature on the Ultra-microfiber, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **16**(3), 8 (2004).
5. S. K. Dho and C. H. Choi, Effect of Divalent Cations on Alkaline Hydrolysis of Poly(ethylene terephthalate) Fabric, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **7**(4), 61(1995).
6. M. Y. Seo, H. H. Cho, S. S. Kim, J. W. Jeon, and S. G. Lee, A Study on the Alkali Hydrolysis of PET Fabrics with Ultrasonic Application(I) -Decomposition Rate Constant and Activation Energy-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **14**(4), 18(2002).
7. J. B. Woo, H. H. Yoo, W. S. Kim, S. M. Choi, J. C. Park, and Y. H. Park, Alkali Hydrolysis of New Polyester and Its Properties(I) -The Behavior of Alkali Hydrolysis-, *J. of the Korean Fiber Society*, **30**(2), 171(1993).
8. S. H. Seong, C. N. Choi, H. Choi, S. Y. Lee, M. K. Song, and R. Kim, Alkaline Hydrolysis Behavior of Poly(trimethylene terephthalate) Fibers Annealed by Passing on the Plate Heater, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **15**(3), 6(2003).
9. M. S. Jeong, D. S. Jeong, K. H. Kim, and M. C. Lee, Heat Setting and Dyeing Properties of PET Ultramicrofiber, *J. of the Korean Fiber Society*, **36**(9), 696(1999).
10. M. K. Kang, B. H. Lee, and J. Y. Jaung, Synthesis and Application of Alkali Clearable Dispersive Dyes Derived from 4-Amino-3-nitroalkylbenzoate Derivative, *J. of the Korean Fiber Society*, **38**(8), 403(2001).
11. D. S. Jeong and M. C. Lee, Physical and Dyeing Properties of PET Ultramicrofiber Treated with

- DMF, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **14**(5), 17(2002).
12. J. M. Park, D. S. Jeong, H. K. Rho, and M. C. Lee, Alkaline Weight Reduction and Physical Properties of 0.01d Polyester Ultramicro Fiber, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **18**(4), 37(2006).
  13. H. H. Yoo, J. B. Woo, W. S. Kim, S. M. Choi, J. C. Park, and Y. H. Park, Alkali Hydrolysis of New Polyester and Its Properties(II) -The Change of Properties Alkali Hydrolysis-, *J. of the Korean Fiber Society*, **30**(3), 224(1993).
  14. J. M. Park, D. S. Jeong, H. K. Rho, H. J. Ryu, and M. C. Lee, Dyeing and Mechanical Properties of 0.01d Polyester Ultramicro Fiber, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **18**(6), 10(2006).
  15. H. T. Cho and H. Lee, Dyeing Behaviors of a Disperse Dye on Ultra-micro PET Fibers, *Textile Science and Engineering*, **47**(2), 77(2010).
  16. Y. H. Kim, S. H. Jaw, M. H. Lee, and K. G. Song, Alkaline Hydrolysis and Mechanical Property Changes of Polyester Mixture Fabrics using PET/Co PET Conjugate Fiber as a Weft, *J. of the Korean Fiber Society*, **35**(11), 721(1998).
  17. S. J. Kim, S. H. Kim, and K. W. Oh, Effect of Chemical Split on Water Absorption of Polyester Microfiber Knit, *J. of the Korean Fiber Society*, **37**(7), 412(2000).
  18. H. I. Kim, C. H. Jeong, and M. H. Min, Accelerating Effect of Organic Acid Treatment on Weight Reduction Characteristics of Sea-Island Type PET Supermicrofiber(1), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **24**(1), 45(2012).
  19. Y. M. Ju, M. K. Kim, Y. K. Hong, K. R. Ahn, K. S. Bae, and J. M. Lee, Alkaline Hydrolysis of Polyester/Acetate Union Fabric, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **8**(4), 42(1996).