

## 폴리에스터 섬유시대

### - 폴리에스터 섬유공업의 전환기(4) -

#### 3. 신제품의 개발과 제품의 고부가 가치화를 위한 연구

##### 3.1 개발 방향의 개요

낮은 인건비에 의존하였던 우리의 섬유산업도 1970년대 후반부터 선진제국의 보호무역주의의 강화, 후발 개도국의 맹렬한 추격, 국내 인건비의 급격한 상승 등의 국내외 여건 변화로 큰 어려움에 처하게 되었으며 이에 대처하기 위하여 우리 폴리에스터 섬유업계는 자구의 수단으로 후발 개도국의 기술수준으로는 제조할 수 없는 고부가 가치, 기술 집약적 제품 개발 필요성을 절감하게 되었다.

그 결과 우리의 폴리에스터 섬유업체들은 1970년대 후반부터 원가 절감을 위한 에너지 절약, 공정의 생략화, 고속화와 함께 신제품의 개발에 총력을 기울여 연구소 설립이 왕성하게 이루어져 왔다.

삼양사, 코오롱, 동양폴리에스터, 선경 등을 필두로 고합, 태광 등의 연구소가 독립된 기관으로 활동하고 있으며 활발한 특허출원 활동으로부터 미루어 각사는 신제품 연구에 박차를 가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 아직 연구비에 투자되는 액수는 총 판매액의 2%에 지나지 않아 선진국에서 행해지는 3%에는 미치지 못하고 있어 연구에 좀 더 많은 투자가 필요하다 명확하게 제시할 수 있는 통계 자료는 없으나 화섬업계가 학계와의 산학협동으로 연구 개발을 추진하였던 흔적은 거의 찾아 볼 수 없으며 이러한 산학의 격리는 우리 화섬업계의 밝은 장래를 위해서 결코 바람직스러운 현상은 아니라고 생각된다.

<표 6>에 1993년 초 국내 각 폴리에스터 섬유기업의 연구소의 규모, <표 7>에 1991년, 1992년 연구개발 투자내역을 정리하여 나타내었다.

<표 6> 폴리에스터섬유 제조기업 부설연구소 현황(1993년 초)

업체명	연구소명	위치	설립 년도	연구인력현황			
				박사	석사	학사	계
코오롱	코오롱기술연구소	경북구미	1978	8	74	44	126
	중앙연구소	경기용인	1991	7	39	9	55
통양나일론	동양나일론중앙연구소	경기안양	1971	8	75	103	186
삼양사	삼양종합연구소	전북전주	1979	15	40	13	66
선경인더스트리	선경인더스트리	경기수원	1979	18	72	57	147
제일합섬	제일합섬염가공연구소 (분소)	경기기흥	1980	14	49	20	83
		경북구미	1988	0	5	41	46
	제일합섬염가공연구소		1993	0	0	22	22
동양폴리에스터	동양폴리에스터기술연구소	경기안양	1985	4	22	22	48
고합	고합연구소	경기의왕	1987	0	12	3	15
	화학연구분소	충남대전	1988	1	7	3	11
태광산업	태광기술연구소	경남울산	1988	0	5	7	12

<표 7> 폴리에스터섬유 제조기업의 연구개발 투자 규모

(단위 : 억원, %)

업체명	1991			1992			1993		
	투자비	매출액	투자비율	투자비	매출액	투자비율	투자비	매출액	투자비율
코오롱	141	7050	2.0	171	7770	2.2	217	8680	2.5
동양나일론	131	6849	1.9	133	7389	1.8	141	7833	1.8
삼양사	32	8600	0.37	171	9800	1.7	224	11500	1.9
선경인더스트리	130	4402	3.0	132	5280	2.5	201	6931	2.9
제일합섬	97	5005	2.0	130	5012	2.6	190	6090	3.1
동양폴리에스터	35	2692	1.3	45	2812	1.6	50	3125	1.6
고합	46.4	6117	0.76	56.1	6600	0.85	70.4	7410	0.95
태광산업	35.9	4720	0.76	44.6	6190	0.72	58.8	7840	0.75

<표 7>에는 연구개발 투자비가 매출액의 2%를 넘는 업체가 있으나 이는 연구소 건물을 신축하는 등 건물, 설비 투자비 등이 함께 계산되어 있는 경우로 실제 연구개발비는 2%에 못 미친다.

1970년대 말부터 설립되기 시작한 폴리에스터 섬유 기업 연구소들은 연구 강화의 필요성이 증대됨에 따라 연구소의 업무를 분할하고 연구소를 이전하고 있다.

삼양사는 1992년 종래의 종합연구소를 중앙연구소 체제로 개편하여 섬유 및 고분자를 연구대상으로 하는 중앙연구소, 기능성 고분자를 연구 대상으로 하는 의약연구소, 생화학, 발효화학을 연구 대상으로 하는 선일연구소의 3개의 연구소로 분리하고 1993년 3개 연구소 모두 대덕 연구단지로 이전할 계획으로 있으며, 코오롱은 구미에 위치하고 있던 연구소를 화학과 섬유연구소로 분리하고 화학연구소는 1992년 기흥으로 이전하였으며, 제일합섬은 연구소가 기흥에 위치하고 있으나 신제품 개발에 주력하는 개발 센터와 개발팀(제조 기술 팀)은 각각 구미와 경산공장에 있고 화학연구소와 섬유연구소를 설치 운영하고 있으며 1993년에는 영가공연구소를 출범시켰다.

1980년초에서부터 현재에 이르는 주요 연구 개발내용을 훑어 볼 때 이들의 연구는 주로 이른바 신탄섬(Shingosen)과 관련된 것이 압도적으로 많은 것을 알 수 있는데 신탄섬은 극세섬유 및 초극세섬유의 방사기술의 개발과 이들의 응용에 집중되어 있는 것을 알 수 있다.

직접방사에 의한 0.3데니어섬유, 복합방사에 의한 0.01데니어의 섬유가 얻어지고 있으며 이로부터 얻어지는 각종 직, 편물로서 스웨드(suede), 렌즈 클리너(lens cleaner), 피치스킨(peach skin), 실크 라이크(silk like) 제품 등이 성공적으로 제품화되었으며 널리 국내시장에서 상거래되고 있다.

이외에도 레이온 라이크(rayon like), 울 라이크(wool like) 등의 제품이 연구되고 있으나 이들의 연구는 실크 라이크 제품의 개발에 비해서는 뒤늦은 것으로 보인다.

이에 앞서 특수한 기능을 갖는 폴리에스터 섬유 즉, 카티온 가염(cationic dyeable), 섬유, 안티 필(anti-pill) 섬유, 정전기 발생 방지 섬유, 전기전도성 섬유,

내연성 섬유, 냄새 흡착 섬유 등이 개발되어 이용되어 오고 있으며 공중합된 수지로 스펀 본드(spun bonded) 형 부직포에 사용되는 섬유도 개발된 바 있는데 이들 개발 제품의 내용을 살펴 보면, 신제품의 개발 노력은 새로운 물성과 기능을 보유한 섬유소재의 개발과 이들 새로운 섬유소재를 응용하여 새로운 성능과 기능을 갖는 섬유 완제품의 개발로 나눌 수 있는데 이하 섬유소재, 섬유제품 및 비섬유제품으로 나누어 상론하기로 한다.

### 3.2 새로운 폴리에스터 섬유소재

폴리에스터는 우수한 물성으로 인하여 현재 합성섬유의 왕자로 군림하고 있으나 흡습성이 낮으며 촉감이 천연섬유에 미치지 못하는 등의 합성섬유 공통의 단점들을 가지고 있어 이러한 단점들을 개선하여 천연섬유와 같은 고감성을 갖는 고부가 가치 차별화 제품이 개발되어 성공적으로 상품화 되었는데 이를 세분하면 고감성을 추구한 것, 고기능성을 추구한 것, 고탄성, 고강력 섬유를 추구한 것으로 나눌 수 있다. 이들의 대부분은 방사기술의 개선에 기반을 둔 것이므로 먼저 방사기술과 관련된 기술의 개선에 대해 설명하고 소재 개발 내용을 섬유소재와 섬유제품으로 나누어 살펴보고자 한다.

#### (1) 방사기술 개선에 의한 새로운 섬유소재

##### ① 극세사 제조기술

극세사의 제조 방법은 1성분 방사에 의한 것과 2성분 고분자의 복합방사 후 후가공에서 1성분을 용출, 분할하는 2가지 방법이 있는데, 1성분 방사에 의한 방법은 기존의 설비를 이용하여 동이란 조작을 통하여 생산할 수 있으나 공업적으로는 0.3데니어 이하의 세데니어의 생산은 불가능하며, 2성분 복합방사에 의한 방법은 기술에 따라서 0.01 데니어 이하까지도 가능하나 특수복합방사 시설이 필요하며 방사 후 후가공을 필요로 한다. 단사섬도가 0.5데니어 이하인 극세사를 사용한 직물은 질감이 부드러워 신타섬이라고 불리워지는 실크라이크 제품 등에 응용되고 있다. 이 기술의 핵심은 사절감소를 위한 이물질 제거(필터링)와 노즐 설계에

있다.

## ② 복합방사(초극세사의 제조)

복수개 성분의 중합체를 동시에 방사 대상으로 하는 방사를 총칭하여 복합방사라고 하나 여기에는 다시 복수 성분이 서로 용해하는 상용 혼합방사와 서로 용해하지 않는 비상용 복합방사로 나누어지는데, 상용혼합방사는 공업적으로 성공한 예가 거의 없으며 우리 나라에서는 초극세사를 제조하는 방법으로 비상용성 복합방사가 연구되었다.

복합방사 기술의 핵심은 중합체의 유변학적 특성에 따른 스펀 팩과 노즐의 설계에 있으며 현재 분할형과 해도형으로 복합방사한 후 두 성분을 분리하여 0.01 데니어 정도의 초극세사의 생산에 성공하였다.

## ③ 혼섬방사

혼섬방사란 복수성분의 단사로 된 필라멘트를 방사하는 것을 말하는 것으로 하나의 방사노즐을 사용하는 방법과 여러 개의 노즐을 사용하는 방법이 있는데 이 기술로부터는 이색 혼섬사, 수축차 혼섬사, 이데니어혼섬사 등이 얻어지며 이들은 뒤에서 설명하는 신탄섬 제품에 이용되고 있다.

## ④ 이형단면사의 방사

노즐의 단면 모양을 바꾸어 단면이 원형과 다른 폴리에스터 섬유들이 개발되었다. 섬유의 단면이 원형이 아닐 때는 겉보기 밀도가 저하하므로 볼륨감이 증가한다. 스테이플 파이버의 경우 방적성이 증가하며 필라멘트사의 경우는 광택이 증가한다. 견섬유의 단면은 3각형에 가까우므로 이를 모방하여 폴리에스터 섬유도 3각 단면으로 하고 이를 실크 라이크제품이라 하고 있다.

중공섬유도 이형단면의 일종으로 특수한 노즐을 사용하여 제조된다. 필라멘트사는 인공신장 및 정수기등의 분리막 기능을 갖도록 하여 이용하기도 하며 스테이플 파이버로 이용하는 경우에는 보온성과 볼륨성이 뛰어나고 탄력 회복성이나 내세탁성이 뛰어나 패딩(padding), 퀴팅(quilting)용 재료로 사용된다.

## ⑤ 타이어 코드용 원사의 방사

타이어 코드용 원사는 강도가 크고 신도는 적은 소위 고강력, 고탄성을 섬유가 요구되는데 이 기술의 핵심은 고점도 칩의 사용과 함께 고결정화 저배향 특성을 갖도록 방사, 연신 조건을 적정화하는데 있다. 폴리에스터 타이어 코드는 소형 승용차용으로 사용되어 치수 안정성이 높은 것이 요구되므로 고점도 방사 기술과 함께 다단연신 및 열처리 기술의 확립이 요구되는 기술이다. 코오롱과 동양나일론이 폴리에스터 타이어 코드 생산에 주력하고 있다.

## (2) 고감성 폴리에스터 섬유소재

### ① 제전, 도전성 폴리에스터 섬유

전기 전도도가 비교적 높은 폴리에틸렌옥시드를 섬유길이 방향으로 분산시켜 높은 제전성 폴리에스터 섬유가 개발되었으며 카본 블랙(carbon black)을 복합방사하여 도전성을 갖게 한 흑색의 폴리에스터 섬유와 금속 산화물을 복합방사한 백색의 전도성 폴리에스터 섬유가 있다.

### ② 흡수, 흡한성 폴리에스터 섬유

중합단계에서 1~10%의 폴리에틸렌글리콜을 첨가하여 블록 공중합체를 만들어 흡습성을 올리려는 시도가 있었으나 흡습성은 별로 향상되지 못하였다.

아크릴산 또는 메타크릴산과 같이 흡습성이 큰 비닐 단량체를 폴리에스터 섬유에 그래프트시키면 흡습성이 증가되지만 물성이 저하되는 단점이 있다. 가장 성공적인 개발품은 중합이나 방사공정 중에 불활성이나 수용성 미립자 또는 알칼리 용액에 잘 용해되는 단량체나 중합체를 중합 혼합시킨 다음 알칼리 감량처리를 하거나 물에 용해시킴으로써 섬유표면에 미세한 모세관을 형성시켜 표면적을 증가시켜주는 방법이다. 이 방법을 중공섬유에 적용하면 흡습성이 큰 섬유를 만들 수 있다.

### ③ 소취 폴리에스터 섬유

인체에서 발생하는 악취를 제거하는 물질을 방사 단계에서 첨가하거나 후가공 단계에서 첨가한 섬유로서 첨가제로서는 프탈로시아닌(phthalocyanine), 천연산 플라보노이드(flavonoid)계가 사용된다.

#### ④ 방향성 폴리에스터 섬유

향료를 넣은 마이크로 캡슐(microcapsule)을 방사단계에서 첨가하거나 후가공 단계에서 섬유에 부착시킨 섬유로서 착용시 힘, 마찰 등에 의해서 캡슐이 깨어지면서 향기를 내게 하는 섬유이다.

#### ⑤ 감온변색 폴리에스터 섬유

온도 변화에 따라 가역적으로 변색되는 색소를 봉입한 마이크로 캡슐을 첨가한 섬유로 온도 변화에 따라 색이 변하는 섬유이다.

#### (3) 고기능성 폴리에스터 섬유 소재

##### ① 난연성 폴리에스터 섬유

이연성의 폴리에스터 섬유에 난연성을 부여하기 위해 난연성 물질(주로 인이나 할로겐을 포함하는 물질)을 공중합시키는 방법이 이용되고 있다.

##### ② 보온 축열 폴리에스터 섬유

흡광 축열성이 좋은 탄화지르코늄, 산화지르코늄 미립자를 방사 단계에서 첨가하거나 후가공하여 보온 축열성을 부여한 섬유이다.

##### ③ 항균 폴리에스터 섬유

방사단계 또는 후가공 시 섬유표면에 항균성을 갖는 항균제를 혼입시킨 섬유로서 항균제로서는 유기실리콘 제4급 암모늄염이나 페닐 에테르가 사용된다.

##### ④ 자외선 차단 폴리에스터 섬유

방사단계 또는 후가공 단계에서 자외선을 차단하거나 흡수하는 물질을 혼입시

킨 섬유로서 자외선 흡수제로서는 벤조트리아졸계의 화합물을 사용한다.

⑤ 항필링(pilling)성 폴리에스터 섬유

중합단계에서 제3의 공중합 성분을 넣어 신도와 강도를 낮추어 직물 표면에 발생하는 필링의 발생을 억제하도록 한 섬유로서 모와 비슷한 촉감을 가지고 있어 모혼방에 적합한 스테이플 파이버이다.

⑥ 양이온가염(cation-dyeable) 폴리에스터 섬유

중합공정에서 양이온 염료와 친화력이 있는 제3성분을 가하고 공중합한 섬유로서 분산 염료는 물론이고 양이온 염료로도 염색이 가능한 섬유로서 염색 원가를 절하할 수 있고 선명하고 다양한 색상을 얻을 수 있으며 항필링성도 좋은 것으로 알려져 있다.

⑦ 원착사

중합 단계에서 안료를 투입하여 색상이 있는 매스터 배치 칩(master batch chip)을 생산하고 이것을 일반 칩과 혼합하여 방사하고 원하는 색상의 원착사를 얻는다. 원착사는 견뢰도가 우수하고 생산 원가가 저렴한 장점은 있으나 대량 생산에 적합한 방법이므로 대량의 수요가 있는 흑색, 네이비, 블루, 올리브 그린 등에 제한되고 있다.

제일합섬은 원착사 전문 생산업체이나 매스터 배치는 외부로부터 구입하여 방사하며 제일합섬은 중합공정으로부터 매스터 배치를 제조하여 원착사를 생산하고 있다.

⑧ 심색성 폴리에스터 섬유

방사 단계에서 가시광의 파장보다 크기가 작은 초미립자를 첨가하고 방사 후 화학적인 방법으로 표면만을 에칭(etching)시켜 표면에 아주 미세한 구멍을 갖도록 하여 염료의 흡착량을 증대시키고 흡수되는 광의 양을 증가시켜 심색효과를

부여한 섬유이다.

### 3.3 새로 개발된 폴리에스터 섬유의 응용 제품

#### (1) 스펀 본드 부직포(spun bonded nonwoven fabric)

부직포란 제작이나 편성공정을 거치지 않고 섬유로부터 곧바로 만들어진 포(布)를 말한다. 부직포는 플리이스(fleece)를 형성시키는 방법에 따라 건식 및 습식법으로 구분하여 접착 방법에 따라 침지 접착식, 니들 펀치식,스티치 본드식 및 스펀 본드식, 최근에 개발된 스펀 레이스식, 멜트 블로운(melt blown)식으로 나뉘어지나 스펀 본드식이 가장 널리 이용되고 있다.

부직포 제조 공정은 2단계로 나뉘어지는데 먼저 섬유를 쉬트상으로 배열하는 웹(web) 형성 공정과 이렇게 만들어진 웹의 형태를 유지시켜 주기 위한 웹 접착 공정으로 되어 있다. 스펀 본드 방식에서는 폴리에스터 섬유를 방사하면 웹을 형성시키고 열 융착법에 의해서 섬유와 섬유를 접착시켜 부직포를 제조한다. 이 때 사용되는 폴리에스터 섬유는 심초(sheath-core)형의 복합섬유로서 겉표면은 융점이 낮은 폴리에스터(융점 110~130℃) 내부는 보통의 폴리에스터(융점 252) 성분으로 된 2성분 복합방사 섬유이다.

우리 나라에서는 1985년부터 한국바이린이 일산 100톤 규모의 부직포 공장을 가동하고 있는데 산업 자재나 1회용 용도의 제품으로 용도가 증대될 것으로 기대되나 폴리프로필렌 부직포와 경쟁 관계에 있다. 코오롱, 삼양사 등이 현재 스펀 본드 부직포를 생산하고 있다.

#### (2) 인조피혁

인조피혁에는 의류용으로 사용되는 스웨드와 처연피혁과 같이 외피가 있는 갑피형이 있다. 스웨드형의 인조피혁은 폴리에스터 극세사나 초극세사를 이용하여 기포를 만든 다음 기모 시키고 폴리우레탄 코팅을 한 다음 염색한다.

기포를 만드는 방법으로 극세사를 잘라서 웹으로 만들고 니들 펀칭(needle punching)하여 부직포를 만드는 방법, 극세사를 제작하거나 편성하는 방법, 해도형

의 복합 필라멘트를 니들 편칭하여 부직포로 한 다음 바다 성분을 용해 제거하여 초극세 폴리에스터 섬유 속이 3차원적으로 얽혀 있는 초극세사 부직포를 얻는 방법이 있다. 갑피형 인조피혁은 스웨드형 인조피혁의 표면에 다공 폴리우레탄 수지 층을 형성시켜 만든다.

코오롱 동양나일론, 선경등이 인조피혁의 개발에 큰 힘을 쏟고 있다.

### (3) 방수투습포

단사섬도 0.3데니어 이하의 극세사를 사용하여 고밀도직물로 제작하고 열처리 또는 화학적 처리를 행하여 고수축을 일으키고 캘린더 가공으로 섬유간 간격을 7 이하로 치밀화하고 발수가공한 직물은 비를 통과시키지 않으나 기체상태인 공기나 수증기는 통과할 수 있는 방수 투습포가 된다.

여기에 폴리우레탄 수지를 도포하여 미세한 구멍이 있는 피막을 형성시키면 더욱 성능이 향상된다. 방수투습성을 갖는 포를 만드는 또 다른 방법은 포에 방수 투습성이 있는 폴리우레탄 막을 코팅하는 방법인데 이것은 코오롱이나 동양나일론, 동양폴리에스터 등에서 상품화에 성공하여 시중에서 널리 이용되고 있다.

### (4) 신합섬

신합섬이란 용어의 본산지는 일본으로서 1980년대 말 이후 본격적으로 사용되기 시작되었는데 여성의류용 직물로 개발된 총칭이므로 명확한 정의나 기준이 없는 형편이나 신합섬으로 시장에 출하된 상품의 공통점을 찾아보면

- ① 고분자-실-포-염색, 가공 등의 일체화된 제어 기술에 근거를 둔 점
- ② 천연섬유에는 없었던 합성섬유 독자의 감성을 표현하고 있다는 점 등을

들 수 있는데 신합섬이란 지금까지 없었던 새로운 기술 개발이라기보다 축적된 기술의 조합으로서 섬유소재로부터 염색, 가공에 이르기까지의 협력으로 비로소 개발 가능한 특징을 가지고 있다.

신합섬은 정의가 애매하고 상품의 다양성이 풍부하여 그 분류방법에 대해서도 다양한 의견이 제시되고 있으나 일반적으로 채택되고 있는 것은 피치 스킨(peach skin), 뉴실키(new silky)풍, 소모풍, 레이온풍의 4가지로 분류하는 방법이다.

#### ① 피치 스킨풍(peach skin 풍)

포의 표면에 복숭아의 표면처럼 부드러운 잔털이 많아 매우 부드러운 느낌을 주는 제품으로 초극세섬유의 고밀도 직물을 얇게 기모하거나 수축률이 다른 필라멘트로 이루어진 필라멘트사를 사용하여 직물을 만들고 열처리한 것이었다.

수축률이 적은 필라멘트는 미세하고 부드러운 루프(loope)를 형성하고 표면이 부드러운 직물이 된다. 이섬도, 이수축률의 원사 2종류 이상을 공기교락 혼섬사 세섬도사를 사용하기도 한다. 천연섬유에서는 볼 수 없는 감촉을 갖는다.

#### ② 뉴 실키풀(new silky 풍)

1960년대부터 실크 라이크 소재를 목표로 한 연구가 착수되어 이수축혼섬, 이섬도혼섬, 유체교락 기술, 태세사(thick and thin yarn) 기술 등이 접목되었다. 최근 ◦와서는 여기에 극세사를 이용하여 부드러운 감촉을 주면서 수축차를 이용한 루프와 웨이브(wave)를 가미하고 견이내는 취채(silk scroop) 효과를 주기 위해 무기물을 첨가하고 알칼리 감량 가공을 행하여 섬유표면에 긴 홈(micro groove)을 형성시키는 방법으로 발전하고 있다.

#### ③ 소모풍

폴리에스터 필라멘트사로부터 올 라이크한 소재를 얻기 위해 필라멘트에 가연 가공으로 권축을 부여하는 방법으로부터 연구가 시작되었다. POY 와 DUY를 유체교락시킨 후 복합가연하면 신도가 큰 UDY가 POY주위를 감싸는 형태의 복합가연사가 되는데 이것은 일반적인 가연사에 비해 볼륨성이 크고 부드러운 촉감을 가지고 있다.

여기에 알칼리 감량가공을 하거나 단면형태를 바꾼다던지, 극세원사를 사용하

면 모와 근사한 섬유가 얻어진다.

#### ④ 레이온퐁

레이온은 비중이 1.5 정도이므로 드레이프성이 좋고 염색성도 양호한 특성을 가지고 있다. 그러므로 폴리에스터로 레이온과 같은 섬유를 얻으려면 비중을 높이기 위해 방사단계에서 무기물을 첨가하고 감량가공시에 이를 일부 용출해내면 비중도 높고 표면에 미세한 구멍을 가져 심색성이 있는 폴리에스터를 얻을 수 있다.