

## 합성산업의 현황과 기술 경쟁력

### 권 의 현

#### 1. 세계 섬유 생산 현황

##### 1.1. 세계 섬유 생산 실적

**세계의 섬유 총 생산 현황 :** 1985년부터 1995년까지 10년간 세계 섬유 생산은 연평균 2.26%가 증가하여 1995년에는 4,220만ton에 이르게 되었으며, 이는 1985년의 3,377만ton 보다 물량적으로는 844만ton이 늘어나 약 25%가 증가하였다. 섬유의 종류별로 동 기간중의 연평균 섬유 생산 증가율을 살펴보면 천연섬유 및 재생섬유는 연평균 1.10%의 미미한 증가세인 반면, 폴리에스테르, 나일론, 아크릴 섬유로 대표되는 합성섬유는 3.99%의 비교적 높은 증가세를 보였다. 따라서 합성섬유가 전체 섬유중에서 차지하는 비율도 높아졌는데, 1985년 37.0%에서 1995년 43.8%로 6.8%가 증가하였다(Table 1).

**세계 합성 섬유의 생산 현황 :** 3대 합성섬유의 생산량 증가율을 보면 폴리에스테르는 장섬유가 연평균 성장률 9.65%로 지난 20여년간 900%의

고도 성장을 이루었고, 단섬유 부분도 연평균 성장률 7.08%에 450%의 비교적 높은 성장을 이루었으나, 나일론 장섬유는 연평균 성장률 2.70%에 지난 20여년간 약 95%의 미약한 성장에 머물렀다. acryl은 70년부터 85년까지는 연평균 성장률 6%로 비교적 높은 성장을 달성하였으나, 이후 85년부터 95년까지 연평균 성장률 0.2%의 매우 부진한 성장을 보이고 있다. 이와 같이 폴리에스테르 섬유의 괄목할만한 성장은 소재의 특성상 고기능, 고감성 섬유로 의류용으로 적합하며 근래에는 신합섬 전개가 이루어졌고 또한 T/C용 등 산자용도 개발이 이루어졌기 때문이며, 향후에도 범용성과 기술혁신, 혼방성 등의 강점으로 지속적인 발전이 예상된다(Table 2).

##### 1.2. 세계 합성 섬유의 수요 전망

**소재별 섬유 수요 전망 :** 향후 2000년까지 섬유 수요 전망을 살펴보면 90년 이후 95년까지 연평균 1.52% 신장되었으나, 95년부터 2000년

Table 1. 세계 섬유 생산 총괄

(단위: 천 M/T)

구 분	연도별	1985	1990	1993	1994	1995	연평균 증가율
		천연섬유	면	16,565	18,714	18,494	
	모	1,722	1,966	1,687	1,736	1,767	0.26%
	견	59	66	68	69	92	4.54%
	소 계	18,346	20,746	20,249	20,199	20,461	1.10%
재생섬유	Fil	924	884	975	939	963	4.14%
	SF	2,007	1,873	2,154	2,203	2,307	1.40%
	소 계	2,931	2,757	3,129	3,142	3,270	1.10%
합성섬유	Fil	5,578	7,047	8,478	9,109	9,754	5.75%
	SF	6,911	7,859	8,174	8,799	8,717	2.35%
	소 계	12,489	14,906	16,652	17,908	18,471	3.99%
총 계		33,766	38,409	40,030	41,249	42,202	2.26%

The Technical Competitive Power in Synthetic Fiber Industry / Ik Hyun Kwon

(주)효성T&C 중앙연구소 이사, (431-080) 경기도 안양시 동안구 호계동 183, Phone: 0343) 28-1350, Fax: 0343) 54-0089, e-mail: tnc-ihkwon@hyosung.co.kr

**Table 2.** 세계 합성섬유 생산동향

(단위: 1,000 ton)

구분	1970	1975	1980	1985	1990	1995	증감비*	연평균 증가율		
								70-95	70-85	85-95
Nylon F	1,682	2,083	2,595	2,711	3,010	3,278	94.9	2.70	3.23	1.92
SF	221	406	556	671	728	633	186.4	4.30	7.68	-0.6
Polyester F	638	1,641	2,094	2,763	3,978	6,386	900.9	9.65	10.26	8.74
SF	1,007	1,725	3,033	3,739	4,700	5,572	453.3	7.08	9.14	4.07
Acryl	999	1,388	2,057	2,378	2,316	2,420	142.2	3.60	5.95	0.2
기타	149	107	128	164	158	182	22.1	0.08	0.64	1.0
합계	4,696	7,350	10,463	12,426	14,890	18,471	293.3	5.83	6.74	4.04

증감비\* : 1970년대비 1995년의 생산 증감 비율

까지는 2.42%의 성장이 예상된다. 이같은 높은 전망은 인구증가와 더불어 지속적인 세계 경제 성장에 따라 1인당 섬유 소비량이 늘어날 것이기 때문이다(1인당 섬유 소비 전망: '95년 7.1 kg → 2000년 7.6 kg). 이같이 늘어나는 섬유 수요에 대하여 면, 모 등의 천연섬유 또는 cellulose 등의 화학섬유보다는 합성섬유가 섬유 수요 증가분을 커버해 나갈 것으로 전망된다. 그 이유는 면은 식량증산으로 인한 재배면적이 감소하고 있고, 모 등은 목축지의 한계로 생산량 증가가 어렵고, cellulose 섬유는 생산 과정에서 환경문제가 유발되어 공급량을 확대하기 곤란하기 때문이다. 결국 전체 섬유중 합성섬유의 비중은 '90년 39%, '95년 44.7%, 2000년 48.5%으로 높아질 것으로 전망되며, '95년 → 2000년의 연평균성장률은 4.09%에 이를 것으로 전망된다 (Table 3).

**세계의 지역별 섬유 수요 전망 :** 세계의 지역별로 섬유 수요량을 전망해 보면, 아시아 지역의 섬유 수요가 급증하여 전체 섬유 수요량의 비율은 '95년 37%에서 2000년에는 약 40%에 이를

것으로 전망된다. 이 기간중 중국은 매년 4.79%의 섬유 소비 증가로 전세계 섬유 소비량의 19%를 차지할 것으로 전망되며, 인도는 3.91%의 섬유 소비 증가로 전세계 섬유 소비량의 6%를 차지할 것으로 전망된다(Table 4).

**선후진국간 섬유 수요 전망 :** 세계 섬유의 수요를 선진국과 개도국으로 구분하여 향후 섬유 수요를 전망하여 보면 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서는 연평균 증가율이 1.9%로 양적 증가가 둔화하는 반면, 개도국에서는 2.7%로 섬유 소비가 증가될 것으로 전망된다. 이렇게 상반되는 이유는 선진국에서는 소득증가에 의한 섬유 소비량의 증가가 완만하게 증가하는데 비하여, 저소득국가에서는 인구증가 요인외에도 소득증가에 따라 섬유 소비량이 크게 늘어나기 때문이다. 합섬의 소비량은 전체 섬유 소비량보다 높은 연평균 증가율이 3.5%로 전망되며, 개도국의 합섬 소비량은 연평균 4.7%의 높은 성장이 전망된다 (Table 5).

**동북아시아 4개국 합섬필라멘트 생산추이 :** 우리나라를 비롯한 일본, 대만, 중국 등 동북아시아

**Table 3.** 섬유 소재별 수요 전망

(단위: 1000톤, %)

	최종 섬유 수요량						평균 신장	
	1990	구성비	1995	구성비	2000	구성비	90→95	95→2000
면	18,587	48.7	18,800	45.6	19,800	42.5	0.22	1.04
모	1,965	5.1	1,700	4.0	1,800	3.9	-3.32	1.66
합섬	14,894	39.0	18,400	44.7	22,500	48.5	4.33	4.09
레이온	2,758	7.2	2,300	5.7	2,400	5.1	-3.30	0.30
합계	38,204	100.0	42,100	100.0	46,500	100.0	1.52	2.42

**Table 4.** 세계의 지역별 섬유수요 전망 (단위 1000톤, %)

	전 섬유					합 섬유				
	섬유 수요량		신장률		95→2000	합섬 수요량		신장률		
	1995	구성비	2000	구성비		1995	구성비	2000	구성비	95→2000
아시아	15,300	37.1	18,500	39.7	3.86	6,900	37.5	9,400	41.8	6.45
일본	2,900	7.1	3,100	6.6	1.09	1,600	8.8	1,800	7.8	1.68
한국	800	1.9	1,000	2.1	4.43	500	2.5	600	2.8	6.64
대만	400	1.0	500	1.0	3.55	300	1.8	400	1.8	4.08
아세안	1,100	2.7	1,400	3.0	4.82	400	2.2	700	2.9	9.58
중국	7,000	16.9	8,800	19.0	4.79	3,000	16.0	4,400	19.7	8.44
인도	2,300	5.6	2,800	6.0	3.91	600	3.2	900	4.1	9.24
유럽	9,400	22.7	10,800	21.5	1.27	4,200	22.6	4,700	20.8	2.35
동유럽	4,200	10.2	4,700	10.1	2.06	1,500	8.0	1,900	8.3	4.72
미주	10,500	25.5	11,400	24.5	1.63	5,100	27.7	5,700	25.2	2.22
미국	7,400	18.0	8,000	17.3	1.27	3,800	20.5	4,200	18.8	2.31
기타	1,800	4.5	2,000	4.3	1.65	800	4.2	900	3.9	2.64
전세계	41,200	100.0	46,500	100.0	2.42	18,400	100.0	22,500	100.0	4.09

4개국의 섬유 생산 현황은 1983년부터 1993년의 10년 동안에 연평균 10.5%의 놀라운 성장속도를 달성하였다. 특히 4개국의 나일론 및 폴리에스테르 필라멘트 섬유의 생산은 세계 생산량 대비 83년 26.9%, 88년 35.3%, 93년 44.4%로 생산 비중이 커가고 있다. 동기간 중 중국의 섬유 생산 성장률은 27.6%에 달하여 83년에는 생산 생산량의 1.3%에 불과하였으나, 93년에는 8.9%를 접하게 되었으며, 대만 또한 연평균 성장률이 14.7%로 93년의 생산비율이 16.0%에 달하게 되었다. 이들 국가에 비하여 우리나라는 10.3%의 연평균 성장으로 93년의 생산비율은 11.3%로 대만에 못미치지 못하고 있다. 폴리에스테르 필라멘트 섬유는 연평균 8.0%의 높은 성장을 이루었는데, 동

남아 4개국에서는 더욱 괄목할 만한 성장을 이루어 중국은 무려 41.3%, 대만은 16.8%, 우리나라는 11.9%의 성장을 하였다. 한편 선진국인 일본은 동기간중 1.1%의 낮은 성장을 기록하여 주변 3국과 대조되며 나일론 필라멘트 섬유에 있어서는 오히려 다소 생산량이 줄었다(Table 6).

## 2. 기술 경쟁력 강화

이제 세계는 WTO 체제의 발족과 더불어 국내 산업의 개방화, 국제화가 급속히 진행되어 국가간 무한 경쟁 시대에 접어들었다. 먼저 값싼 노동력으로 제품을 생산해내는 후발개도국에 대해서는 성력화된 혁신공정으로 가격경쟁력을 확보하고, 고품질의 제품을 생산해내는 선진국에 대해서는 독창적이고 차별화된 제품을 개발하여 가격경쟁력과 품질 경쟁력을 동시에 갖춘 제품으로써 무한 경쟁 시대의 승리가 되어야 하겠다.

### 2.1. 생산 기술의 고도화

제조 코스트의 절감과 품질 향상을 위해 추구하고 있는 것이 생산기술의 고도화이다. 고도화된 생산기술은 고속화, 성력화, 자동화 기술 개발로 이룩되며, 이로써 후발개도국의 추격을 물리치고 선진화를 이룰 수 있다. 다음에는 합성섬유에 있어서 생산 기술 개발 내용을 살펴본다.

**Table 5.** 선진국과 개도국의 섬유 수요 현황 (단위: 천MT, %)

구분	전체 섬유 수요			합성 섬유 수요		
	1990	2000	연평균 증가율	1990	2000	연평균 증가율
선진국	15,476	18,706	1.9	3,069	6,080	2.3
미국	6,571	7,848	1.8	803	9,303	1.9
서구	6,266	7,417	1.7	7,446	4,460	2.1
일본	2,639	3,441	2.7	3,677	3,272	3.5
개도국	22,830	29,791	2.7	2,652	1,571	4.7
아시아	10,802	16,716	4.5	1,117	11,196	7.1
북미	2,467	3,003	2.0	7,097	1,455	6.1
동구	6,272	6,081	-0.3	1,925	1,925	0
기타	3,289	3,991	2.0	1,300	1,736	2.9
합계	38,306	48,497	2.4	14,543	20,499	3.5

**Table 6.** 동북아시아 4개국의 나이론 및 폴리에스테르 섬유 생산 현황 (1000톤/년, %)

구 분	83		88		93		평균 성장률			
	양	구성	양	구성	양	구성	'93/88	'88/83	'93/83	
세계(N+P)	4,837	100%	6,533	100%	7,937	100%	6.2	4.0	5.1	
4개국	한국	336	6.9	580	8.9	896	11.3	11.5	9.1	10.3
	일본	581	12.0	596	9.1	649	8.2	0.5	1.7	1.1
	대만	323	6.7	733	11.2	1,273	16.0	17.8	11.7	14.7
	중국	62	1.3	400	6.1	708	8.9	45.2	12.1	27.6
		1,302	26.9	2,309	35.3	3,526	44.4	12.1	8.8	10.5
세계(NF)	2,519	100%	3,025	100%	2,957	100%	3.7	-0.5	1.6	
4개국	한국	120	4.8	168	5.6	232	7.8	7.0	6.7	6.8
	일본	217	10.8	267	8.8	225	7.6	-0.3	-3.4	-1.8
	대만	105	4.2	192	6.3	242	8.2	12.8	4.7	8.7
	중국	44	1.7	93	3.1	136	4.6	16.1	7.9	12.0
		540	21.4	720	23.8	835	28.2	5.9	3.0	4.5
세계(PF)	2,318	100%	3,508	100%	4,980	100%	8.6	7.3	8.0	
4개국	한국	216	9.3	412	11.7	664	13.3	13.8	10.0	11.9
	일본	310	13.4	329	9.4	424	8.5	1.2	5.2	3.2
	대만	218	9.4	541	15.4	1,031	20.7	19.9	13.8	16.8
	중국	18	0.8	307	8.8	572	11.5	76.3	13.3	41.3
		762	32.9	1,589	45.3	2,691	54.0	15.8	11.1	13.5

N: Nylon, P: Polyester, F: Filament

**고속화 기술 :** 합성섬유의 생산공정중 방사공정에서의 hard ware 및 soft ware의 개발로 고속방사라는 혁신공정이 탄생하게 되었다. Table 7을 통하여 공정별 제조 기술의 발전 추이 현황을 살펴보면, 1960년대는 UDY process, 1970년대는 POY process, 1980년대는 HOY process 단계로 점차 발전되어 현재는 폴리에스테르의 경우 6,000~8,000 m/min의 초고속방사가 실용화되고 있다. 이같은 기술 발전 속도는 더욱 가속화되어 10,000 m/min 급의 방사속도도 실현될 것으로 판단된다. 한편 나이론의 경우는 4,500~5,500 m/min로 실용화 생산중에 있다. 더불어 가연공정도

70년대초까지만 해도 200 m/min에 불과했던 가연속도가 80년대말에는 900 m/min를 상회하는 괄목한 성장을 이루었다.

고속방사에서 얻어지는 HOY는 UDY process에 비하여 연신사 특성을 가지며, 따라서 연신공정이 불필요하므로 생산성이 30% 이상 증가될 뿐 아니라 연신공정이 불필요하므로 설비 및 인력의 절감이 가능하다. 또한, 물성적인 측면에서 최대강도 포인트에서의 신도가 일반연신사의 30% 수준 보다 10%가 높은 40%로 공정성이 우수하고 비수축률이 낮아 열안정성이 우수하다. 염색성이 우수하여 색상에 따라서는 고압염색이

**Table 7.** 공정별 제조기술의 발전

구 분	공 법	년 도	제조속도(m/min)	설비속도(m/min)
방 사	Conventional	1970	1000~1500	1500~1800
	Semi POY	1975	2000~2500	2500~3000
	POY	1978	2500~4000	~5000
	DSD	1987	~6000	~7000
	HOY	1988	6000~7000	~8000
가연(연신, 가연)	Conventional	1965~1973	120~200	
	POY-DTX(Spindle)	~1975	300~350	
	POY-DTX(Friction)	1975~1980	600	
	"	~1987	900	

불필요하며, 기모성 및 soft touch성이 우수하다. 기존의 UDY, POY 등과 혼섬하면 특이한 효과가 발휘되어 다양한 용도 개발이 가능하다.

초고속 방사 기술에 대비하여 개발해야 할 핵심 생산기술은 고속화로 인한 공정성 저하를 방지하기 위한 pure polymer 생산기술을 기반으로 방사 pack 설계기술, 초정밀 이물 여과 기술, nozzle 설계기술, 적정유제 및 유제 부착 기술 등 soft ware 및 고속 winding mechanism 개발 등 hard ware 등 고유 기술 개발과 고도화된 관리기술 개발이 필요하다. 특히, 7,000 m/min 이상의 속도가 되면 비행기엔진과 같은 격심한 소음이 발생되며, 권취 bobbin이 파손되는 등의 위험이 발생한다. 또한 에너지 소비량의 증가, maintenance 등의 문제도 발생하게 되므로 이 모든 것을 해결하는 기술 개발도 필요하다. Table 8은 일본과 국내의 고속방사 현황을 나타낸 것으로 旭化成에 의해 기술확립된 이래 수개의 업체에서 생산중에 있다. 국내의 경우는 일본보다 약 4년 늦게 공업화되었다.

**성력화 기술 :** 성력화 기술은 합성섬유 생산의 여러 공정에서 별도로 행해져 왔던 공정을 축합하여, 예를 들면 세 개의 공정을 두 개로, 두 개의 공정을 하나로 하는 것으로 인원절감 및 투자비 감소로 비용절감을 이룰 수 있다. 대표적인 성력화 기술의 예는 직접 방사 기술, POY-DTX 기술, WD 및 WDS 기술이 있다.

**직접방사기술 :** 직접방사기술은 연속중합기술에서 합성된 균일한 중합체를 칩제조과정을 거치지 않고 바로 방사하는 것이다. 이 방법은 칩을 건조시키고 용융시키는 과정이 생략된 것으로 근본적으로 기존의 방사 기술과는 차이가 없

다. 직접방사 기술의 효과는 투자비 20~30%, 인건비 20%, 전력비 10% 등의 직접 경비의 절감 외에 연속중합으로부터 연속화된 공정이기 때문에 고도의 자동화가 가능하고 칩의 용융화과정이 없기 때문에 고분자 용융체의 열분해, 산화분해 및 가수분해의 위험이 극소화된다. 국내 대부분의 폴리에스테르 단섬유를 생산하는 회사들이 이 방식을 먼저 채택하였으나, 현재는 장섬유도 이 방식을 적용하여 고속방사로 생산하고 있다. 또한 나일론의 경우도 직접방사에 의해 산자용사 등 일부 사종이 생산되고 있으나, 미반응물의 추출이 어려우며 품질 향상에 제한이 있는 문제점들도 지적되고 있다.

**POY-DTX 기술 :** UDY는 구조적으로 불안정하여 장기간 보관이 불가능하여 연신사로 제조한 후라야 상거래가 가능하므로, 연신후 별도의 가연처리를 하여야 한다. 그러나, POY는 방사 속도가 약 3,500~4,500 m/min으로 생산되므로 그 원사가 구조적으로 안정하여 장기보관 후에도 물성 변화가 없어 상거래가 가능하다. 또한 가공성도 우수하여 연신 및 가연을 동시에 수행할 수 있다(연신가연공정: DTX: draw-texturing). 이 기술은 현재 국내에서도 보편적으로 진행되고 있으며, 현재는 복합사 또는 micro fiber 등 첨단 신원사에도 FDY(혹은 spin draw) 및 POY-DTX 등 성력화 기술개발이 진행되고 있다.

**WD 및 WDS 기술 :** WD(warp-drawing) 및 WDS(warp-drawing-sizing) 공정은 POY를 이용한 성력화 기술로 warping을 하면서 drawing 또는 drawing과 sizing을 동시에 수행하는 기술이다. 이 기술로써 생산성 향상 및 원가 절감 효과를 동시에 얻을 수 있게 된다.

**자동화 기술 :** 합성 섬유 공업을 장치산업 또는 기술집약산업으로 일컬어지고 있는데, 방사이후 공정에서는 노동집약적인 면도 내포하고 있다. 그러므로 1980년대 이후 방사 및 그 이후의 공정에서 자동화에 의한 무인화가 시도되고 있다. 원사공장에서도 공정자동화는 공정간의 결합에 의한 연속화가 수반되어 제조공정의 단순화와 무인화를 가능하게 한다. 1983년도에 자동도평, 두 공정의 연계, 자동물류 시스템 등이 선보였고,

Table 8. 일본 합성 Maker의 고속방사 현황(폴리에스테르)

구분	업체별	방사속도	Capa.	설치시점
일본	Teijin	6000 m/min	800 T/월	'88. 6
	Toray	6000 m/min	800 T/월	'90. 3
	旭化成	7000 m/min	150 T/월	'88. 4
	三菱Rayon	6000 m/min	150 T/월	'89. 4
한국	T社	6000 m/min	200 T/월	'92. 10
	J社	6000 m/min	300 T/월	'93

그 이후 컴퓨터 기술의 발달과 함께 급격히 자동화 기술이 발전하게 되었다.

합섬공장의 자동화 기술의 응용 현황은 권취 공정에서의 자동화, 중간제품 및 완제품의 운반의 자동화, 선별 및 포장 작업의 자동화, 제품 출하작업의 자동화 등에 적용되고 있다. 이같은 무인화 자동 생산공정을 실현시키기 위해서는 컴퓨터 기술뿐만 아니라 각 공정단계에서 품질 특성을 자동적으로 측정할 수 있는 계측기술과 공정제어 기술이 동시에 개발되어야 한다. 원사 제조공정의 완전자동화를 위한 CIM(computer integrated manufacturing)의 도입은 재료의 설계, 중합, 방사, 도핑, 물류 이동 등 전공정에 걸쳐 중앙제어에 의한 제품의 완전 자동화를 실현시키는 것이다. 현재 우리나라에서도 부분적인 CIM화에 의해 원사생산이 이루어지고 있으며, 멀지 않아 완전한 CIM이 이루어질것으로 전망된다.

**2.2. 신제품 개발**

**신제품 개발의 필요성 :** 일본은 1985년 G5 회의 이후 급격한 엔고와 NIES 제국의 추격을 뿌리치기 위하여 polymer 개질과 고도의 방사기술 및 복합사 가공기술로 대표되는 high tech 기술을 구사하여 합성섬유 품질한계를 극복하고자 하는 합

섬 maker들이 노력하여 폴리에스테르 소재를 중심으로 신합섬을 개발하여 한국, 대만 등의 후발 경쟁국과의 경쟁에서 살아남을 수 있었다. 이후 약 10년이 경과한 현시점에서 우리나라는 Taffeta로 대표되는 일반 제품에서는 가격경쟁력을 상실해 나가므로 흡사 80년대 중반의 일본과 유사한 환경에 처해져 있다. 따라서 값싸고 풍부한 노동력을 보유하고 있는 후발 경쟁국과는 가격 경쟁력에서 뒤지므로 창의적인 신제품 개발을 통하여 제품의 고부가가치화를 달성해 나가야 한다.

한편 일본이 주도한 시대별 합성섬유 차별화 개발 내용을 살펴보면 1960년대의 전쟁 후 소비재가 귀하여 양적인 충족 시대를 시작으로, 소득 증진에 따른 생활 여유로 1970년대에 이르러 질적인 만족을 추구하게 되었으며, 1980년에 들어서 비로소 천연섬유에서는 만족하지 못하는 부분을 합섬에서 찾으려는 질적인 변화를 모색하여 1990년대에 들어서는 고도로 다양화되어 예술, 문화 수준으로까지 승화된 수준으로 까지 발전하게 되었다(Table 9).

**신합섬 :** 1989년 가을 일본의 한 전시회에서 기존의 천연섬유를 능가하는 새로운 섬유 제품을 가라켜 'new polyester'라는 용어를 사용하여 본격적으로 '신합섬'이 탄생하게 되었다. 이러한

**Table 9.** 시대별 섬유의 차별화 동향

시 기	생활양식	대표적 응용 사례	
		일 본	한 국
'60년대 (1세대)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양적 충족</li> <li>• 소비의 성장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※섬유간 선택의 시대</li> <li>• 혼방 교직</li> <li>• W&amp;W, Easy Care, T/C, T/W</li> <li>• 합성 피혁</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※합섬소재의 도입기</li> <li>• Nylon</li> <li>• Acryl</li> </ul>
'70년대 (2세대)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질적 충족</li> <li>• 생활의 여유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※섬유간 융합(신기술 발굴)</li> <li>• 기능성 섬유</li> <li>• 인공피혁</li> <li>• 극세화 섬유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※연구개발의 태동</li> <li>• PET의 도입</li> <li>• 삼각단면 등 이형단면사</li> <li>• 기능성 섬유 연구 개시</li> </ul>
'80년대 (3세대)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질의 변화</li> <li>• 창조적 시대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※고도 복합화 시대</li> <li>• 표면처리, 특수단면 등에 의한 고기능성 섬유</li> <li>• 쾌적소재, 투습방수 소재</li> <li>• 건강 섬유(항균, 방오, 소취, 방향, 자외선 차단)</li> <li>• 초극세 섬유의 의류화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※소재의 다양화</li> <li>• 기능성 섬유</li> <li>• 극세사 개발</li> <li>• 쾌적 소재</li> </ul>
'90년대 (4세대)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고도의 다양화</li> <li>• 예술, 문화의 시대 (자기표현의 시대)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※최고 품질 복합화 시대</li> <li>• 고기능, 고감섬유의 융합</li> <li>• 미와 건강</li> <li>• 예술의 승화로서의 의복</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※복합화의 심화</li> <li>• 신합섬</li> <li>• 초극세 섬유 의류화</li> <li>• 건강섬유, 인공피혁</li> </ul>

**Table 10.** 신합섬의 공정별 차별화 기술 내용

공정	목적	기술 내용
polymer 개질	선명 발색성 이수축성 부여 표면변화 및 심색성 부여	분산염료 이염성, cation염료, 산성염료 가염성 공중합 polymer (고수축성) 무기물 미립자 혼입
방사	초극세화 drape성 향상 경량화, 흡습성 향상, 팽택제어 volume감 및 two tone효과	해도형 복합방사, 분할형 복합방사 유, 무기질 혼입방사(미세다공, 고비중) 중공화, 이형단면화(편평, U형, T형 등) 이형 이섬도 혼합방사
연신	이염효과 부여 volume감 및 two tone 효과	thick & thin, random 열처리 연신혼섬(이형, 이섬도, 이polymer 등)
사가공	질감 및 탄력성 향상 표면촉감 개선	복합가연, 복합가공, ATY, interlacing 윤착가공
제직	고수축 유지 초발수성 부여	저온 sizing 및 setting 직물의 고밀도화
염색가공	질감개선 세탁 내구성 향상, 신기능 부여	특수 relax 처리, alkali 감량가공 plasma 가공

PET 소재의 차별화 전략의 성공으로 폴리에스테르 소재가 합섬섬유시장을 주도하게 되자 '90년말 Toray에서 nylon 복권주의-nylon renaissance 운동을 시작하게 되어 'new nylon' 또는 'nylon 신합섬'이 시작되었다.

**신합섬의 기술 내용 :** 신합섬의 공정별 차별화 기술은 Table 9에 나타난 바와 같이 polymer 개질을 비롯하여, 방사, 연신, 사가공, 제직, 염색가공 등 공정 전반에 걸쳐 있고 공정간에도 상호연계가 이루어져야 하므로 후발 개도국의 추격이 쉽지 않으며 현재 우리나라와 일본과의 기술격차는 4~5년 정도이다(Table 10).

**신합섬 제품 구분 :** 신합섬은 일반적으로 peach skin조, new silky조, 소모조, rayon조의 4가지로 분류된다. 신합섬이 추구하는 주요 질감으로서는 초bulky성, 초drape성, 초soft성, dry touch성 및 natural감 등이며, 이러한 특징을 발현시키기 위하여 원사 단계에서의 소재 차별화부터 시작하여 가공 공정에서의 다단계 차별화 기술이 필요하다(Table 11).

**극세섬유 제조 기술 :** 신합섬의 가장 중요한 섬유소재로는 극세섬유라 할 수 있다. 다시 말해서 극세섬유의 제조여부에 따라 기술 경쟁력을 갖고 있느냐 없느냐로 구분되어진다. 극세섬유는 1성분계와 다성분계로 생산되며, 복합방사법, 혼

합방사법, 직접방사법 및 멜트블로우와 플래쉬방사법 등의 특수방사법에 의해 생산된다. 여기에서 극세섬유의 제조방법중에 직접방사방식과 박리분할형 복합방사방식, 용해형 복합방사방식 등이 일반적으로 채택되는데, 직접방사방식은 단일성분 폴리머를 사용하여 섬도수준이 0.3~0.5 denier를 제조하는 방식으로 원가를 절감하며 심미한 염색색상을 발휘하는데 사용되며, 박리형 복합방사방식은 2성분 polymer를 복합방사후 화학적 또는 물리적으로 분할하여 0.1~0.3 denier를 제조하는 방식으로 2 tone 효과를 발휘하며, 용해형 복합방식은 2성분 polymer를 복합 방사후 1성분을 용해하여 0.1~0.001 denier까지 생산하므로 방사성 등 공정성이 우수하면서도 초극세사의 제조가 가능한 제조상의 특징을 갖는다(Table 12).

우리나라에서의 극세 섬유 생산은 복합방사법에 의해 1983년부터 공업화되기 시작했으며 현재는 각 합섬사별로 매우 다양한 제품이 개발되어 있으며, 일본과의 기술 격차도 많이 좁혀져 있다. 즉, 직접방사법에 의한 극세사의 경우 나일론은 0.7 d~1.0 d가 공업화되어 있으며 0.5 d급은 현재 기술 개발 완료 단계에 있으며 폴리에스테르의 경우 0.5 d 수준까지 공업화되어 있다. 복합방사에 의한 초극세사의 제조 방법은 분할형과 추출형 두가지로 나누어 볼 수 있으며 분할형

**Table 11.** 신합섬의 분류 및 제조 기술(폴리에스테르)

	특 징	원사특성	제조기술
Peach skin조	<ul style="list-style-type: none"> <li>soft touch</li> <li>warm감</li> <li>은은한 광택</li> <li>우수한 volume감</li> <li>micro powder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>초극세사(0.3 d 이하)</li> <li>일반 극세사(0.3-0.7 d)</li> <li>이수축 혼섬사</li> <li>이용해성 복합사</li> <li>airful 구조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분할형, 해도형 복합사의 분할 및 buffing</li> <li>감량속도 차이가 큰 2종의 polymer로 된 복합사와 고수축사 혼섬</li> <li>특수가공에 의해 공기층을 많이 함유하는 가공사 제조</li> </ul>
New silky조	<ul style="list-style-type: none"> <li>silk wave 질감</li> <li>품위있는 광택</li> <li>초송고성</li> <li>drape성</li> <li>dry감</li> <li>natural감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3화엽 단면사</li> <li>다중 다형 혼섬사</li> <li>이수축 혼섬사</li> <li>다단 수축 혼섬사</li> <li>자기 신장사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>복합방사후 alkali 감량으로 삼각단면화</li> <li>nozzle 및 draft 제어기술로 다섬도 다단면화</li> <li>random conjugate 복합 방사 기술과 특수 가공기술에 의해 불규칙 단면형성</li> <li>고, 저수축 polymer의 복합방사 이수축 혼섬</li> <li>극세사와 고수축사의 이수축 복합가공</li> </ul>
소모조	<ul style="list-style-type: none"> <li>spun조 touch</li> <li>우수한 bulky성</li> <li>우수한 탄력성</li> <li>softness</li> <li>volume감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>복합가연사</li> <li>염색성 복합가연사</li> <li>다층구조 복합가공사</li> <li>표면 변화사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이단면 이섬도 복합가공사</li> <li>신도차이 이용한 복합가연가공</li> <li>공급속도 차이를 이용한 복합가연가공</li> <li>원사표면에 양모와 같은 scale형성</li> </ul>
Rayon조	<ul style="list-style-type: none"> <li>dry touch</li> <li>고 drape성</li> <li>pastel조 발색</li> <li>우수한 탄력성</li> <li>우수한 염색성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소광성 원사</li> <li>고비중사</li> <li>표면 다공성사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소광성 TiO<sub>2</sub>를 polymer내에 혼입 분산시켜 심색성과 탄력성 부여</li> <li>고비중 ceramics을 혼입분산하여 rayon 같은 고 drape성 부여</li> <li>fine ceramics계 미립자를 분산시켜 심색 표면효과 부여</li> </ul>

복합섬유는 nylon/PET 복합사가 주종이며 분할수는 8~16 정도이고 분할후의 단사 섬도는 0.1 d~0.5 d 수준이다. 추출형 복합섬유는 용출후 단사 섬도가 0.05 d~0.2 d 수준이 된다.

### 3. 결 어

앞에서도 살펴본 것과 같이 합성섬유는 미래

의 소재로서 지속적으로 발전해 나갈 것으로 전망된다. 이같은 전망의 배경은 합성섬유만이 가지는 고기능, 고감성 섬유 소재로서 새로운 fashion이 창출되고 고강도, 저수축 등의 물성을 요구하는 토목용이나 자동차용 등의 산업자재용도의 용도 확대 및 해양개발용 섬유, 우주개발용 섬유 등의 미래 섬유 부분이 모두 합성섬유가 성장해나가는 새로운 영역이 될 것이기 때문이다.

**Table 12.** 주요 제조방법에 따른 극세 섬유의 특성 비교

구 분	직접방사방식	바리분할형 복합방사방식	용해형 복합방사방식
제조방식	일반 용융 방사	2성분 polymer를 복합방사후 화학적 또는 물리적으로 분할	2성분 polymer를 복합방사후 1성분 용해
기술수준	단일 성분 polymer 방사기술	2성분 이하 고분자 복합방사 및 계면분할기술 복합 nozzle 필요	해도형 복합방사 및 용해 분리 기술 특수 nozzle 필요
섬도수준	0.3~0.5 denier	0.1~0.3 denier	0.001~0.1 denier
특 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>polymer clean화</li> <li>고속방사 기술 필요</li> <li>극세섬도에는 한계</li> <li>극세화 후공정을 거치지 않기 때문에 제조원가 절감</li> <li>원사의 기계적 물성우수</li> <li>일반염색에서도 심미한 색상발현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>방사안정성 양호</li> <li>초극세섬도에는 한계</li> <li>경량성</li> <li>drape성 저조</li> <li>polyamide로 인해 일광 견뢰도 저조</li> <li>2욕 염색 공정 필요</li> <li>날염용으로 적합치 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>방사안정성, 섬도 균일성 양호</li> <li>초극세사까지 섬도 제어 가능</li> <li>100% PET인 경우 일광 견뢰도 우수</li> <li>제작된 직물에서 경위사 쉽게 빠져나감</li> </ul>



이러한 합성섬유의 영역 확대 및 미래에 대한 긍정적인 기대치는 저절로 얻어지는 것은 아니다. 일본업체가 개발한 신탄섬을 모방하여 국산화해 나가는 현재의 낮은 수준의 R&D 활동으로 결코 선진국 수준에 도달할 수 없을 것이다. 이제 한국의 합성업체는 세계를 겨냥한 독자적인 신제품개발 쪽으로 R&D 활동을 전환하여 궁극적으로는 세계시장을 주도할 수 있는 기술 개발력을 확보해야 한다.

우리나라와 선진국과의 합성기술 수준을 비교하면 선진국 수준의 80~90% 수준밖에 되지 않는다고 한다. 또한 우리가 달성하지 못한 10~20%의 기술은 고유기술로써 지금까지 쉽게 얻어

왔던 기술과는 그 내용이 매우 다른 것이다. 예를 들면, high tech 기술인 8,000 m/min 이상의 초고속 방사기술의 실현과 high touch 기술의 새로운 용도 창출, 또는 두 가지 기술을 접목해야 가능한 신기능 원사 개발 등으로 산, 학, 연 각각의 개별적인 노력으로는 목적하는 성과를 얻기 어렵다. 합성섬유 산업은 더 이상 노동집약적 산업이 아니고, 자본, 기술집약적 산업 더 나아가 정보 및 지식집약적 산업으로 전환되고 있는 세계적인 추세를 인식하여 반드시 산, 학, 연 공동의 관심과 협력에 의한 체계적인 R&D 활동이 이루어져야 하겠으며, 더불어 연구 인력의 전문직 제화와 연구 개발투자규모의 확대도 필요하겠다.