

# 합성섬유의 초극세화 및 응용기술개발

조현태, 이경남 · 송실대학교 섬유공학과

## 1. 연구 제안 배경

국내 생산 섬유소재의 75% 이상을 차지하는 폴리에스터는 한국 섬유산업에서 가장 비중이 높은 섬유이나 중국 등 아시아지역의 저개발 국가들의 폴리에스터 생산설비가 계속 증가함에 따라 범용품(regular type)은 이미 국제 경쟁력을 상실한 상태이다. 폴리에스터는 2002년 기준으로 볼 때, 전세계 화학 섬유 생산량의 68%인 18.7백만톤에 달하며, 국내 생산은 연간 2.4백만톤 규모로 세계 생산량의 12.8%를 차지하는 규모이었으나, 중국 등 후발 개도국의 추격으로 인하여 생산량이 급속히 감소하는 추세를 보여 2005년도에는 국내 생산이 8.6백만톤에 불과한 정도로 위축되었다. 국내에서 제조되는 폴리에스터 원사 중에서 흡한속건, 난연, 건강 기능성 부여 등과 같은 고기능화 고강력, 고탄성율과 같은 고성능화, 신탄섬과 같은 고감성 소재, 첨단기술을 응용한 부가가치가 높은 하이테크 제품개발 등에 필요한 차별화된 고부가가치 원사의 비율은 약 25% 수준에 머물러 차별화 원사의 비율이 60% 수준인 일본, 미국 등에 크게 미치지 못하고 있어서 폴리에스터 산업의 국제 경쟁력 상실의 주된 요인으로 지적되고 있다.

최근 일반적으로 단사 섬도(denier per filament, dpf)가 0.3 이하 섬유인 초극세사는 세계적으로 환경보호에 대한 관심의 고조에 따른 천연피혁의 대체소재인 인공피혁, 환경오염 등으로 수요가 급증하는 필터소재 등의 원료소재로 최근 연 20% 씩 급속히 시장이 늘어나고 있다. 초극세사의 수요 증대에 따

라 대만과 중국 등도 설비증산으로 향후 2년 내에 초극세사 세계시장의 2/3를 차지할 것으로 예상된다. 한국의 초극세사 원사 생산기술은 경쟁국인 대만, 중국 보다 높은 기술력을 확보하고 있으나, 급성장하고 있는 미래 초극세사 시장에서의 대외경쟁력을 유지하기 위해서는 새로운 차세대 초극세사의 개발로 기술우위를 계속 유지할 필요가 있다.

따라서, 본 과제에서는 섬유산업의 신성장 동력이 될 새로운 섬유소재의 개발을 목표로 하며, 그 대상으로 국내에서 섬유소재 생산량의 75% 이상을 차지하고, 성장 가능성이 높은 폴리에스터를 고급화, 고부가가치화하기 위하여 차세대형 초극세사의 개발 및 직편물, 부직포 등으로의 제품화 기술과 초극세사 제품의 염색가공 기술이 총체적으로 결합함으로써 이를 새로운 화학산업의 성장동력으로 삼기위한 목적으로 과제를 수행하고 있다. 본 과제는 2003년부터 시작하여 1단계 연구기간동안 차세대 초극세사 생산을 위한 기초기술의 확보와 응용을 위한 기초연구를 수행하였으며, 현재는 초극세 원사의 상품화 기술개발과 초극세섬유 제조의 신기술개발 2개의 영역으로 2단계 연구가 진행 중에 있다.

### 1.1. 연구개발 기간

- 전체: 2003. 09. 01 ~ 2008. 08. 31(60개월) / 2단계
- 1단계: 2003. 09. 01 ~ 2006. 08. 31(36개월)
- 2단계: 2006. 09. 01 ~ 2008. 08. 31(24개월)

### 1.2. 연구개발 사업비

- 전체: 20,918,526천원, 정부출연금: 10,206,450천원, 민간부담금: 10,712,076천원
- 1단계: 14,018,526천원, 정부출연금: 6,496,450천원, 민간부담금: 7,522,076천원
- 2단계: 6,900,000천원, 정부출연금: 3,710,000천원, 민간부담금: 3,190,000천원

### 1.3. 주요 연구개발 내용

- 차세대 초극세사 원사, 부직포 제조 및 제품설계
- 초극세사 부직포를 이용한 제품개발
- 초극세사 제품의 염색가공 기술

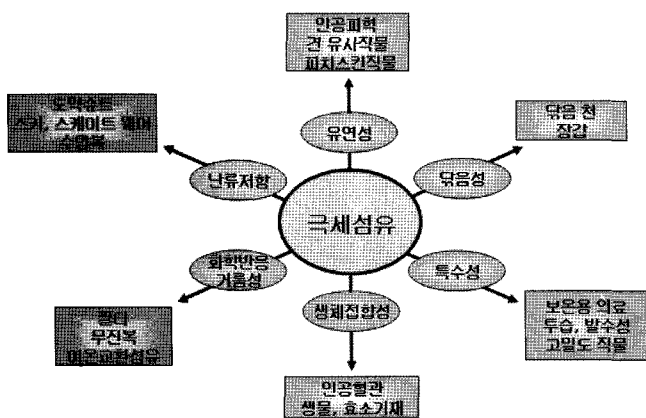


Figure 1. 초극세 섬유의 용도.

- 1단계에서 개발한 초극세 섬유용 응용제품 기술개발
- 1단계 개발 초극세 섬유의 품질 고급화를 위한 개질 기능화
- sub-micron(0.005~0.001 dpf) 단위의 초극세 섬유 제조 기술개발

## 2. 연구개발 개요

본 연구과제인 “합성섬유의 초극세화 및 응용 기술개발”은 초극세 원사 메이커와 후가공 업체간 긴밀한 파트너쉽이 요구되며, 기술적 고난이도의 소재와 가공기술의 접목이 필요한 고도 기술분야로서 Figure 2와 같이 수행되어진다.

1단계 기술개발동안 고감성 부여를 위한 초극세사 필라멘트의 세화기술 면에서는 직접방사 0.2 dpf, 분할사 0.1 dpf, 해도사 0.01 dpf 까지의 세계 최고 수준의 세화기술을 상용화 하였으며, 파일럿 수준의 세화 기술로는 해도사 0.001 dpf 까지도 가능함을 확인하였다. 아울러 초극세사의 단점(낮은 염색성)을 보완하기 위하여 분할사의 경우 나일론과 폴리에스터의 심색성 및 고견뢰도를 위한 중합물 개질과 해도사의 용출성 향상을 위한 해성분 개질 및 심색성 부여를 위한 도성분 개질을 통하여 품질면에서 최고의 기술적 수준을 확보하였다. 또한 초극세 섬유의 응용범위가 빠르게 비의류용 및 산업용으로 확장되는 점을 감안하여 해도사에 항균, 난연 등의 기능성 부여와 고 견뢰도 확보를 위한 원차기술 등을 개발함으로써 넓은 응용범위에서 고 기능성을 부여할 수 있는 최고의 기술수준을 달성할 수 있었다. 응용기술 면에서는 초극세섬유의 최대 취약분야인 농염화 및 고 견뢰도 확보를 위한 초극세 섬유의 염색기술 향상 연구의 결과 세계 최고 수준의 염색기술 확보가 가능하였다. 연구개발을 수행하는 세부주관기관과 참여업체, 그리고 위탁기관의 현황은 Figure 3에 도시된 것과 같다.

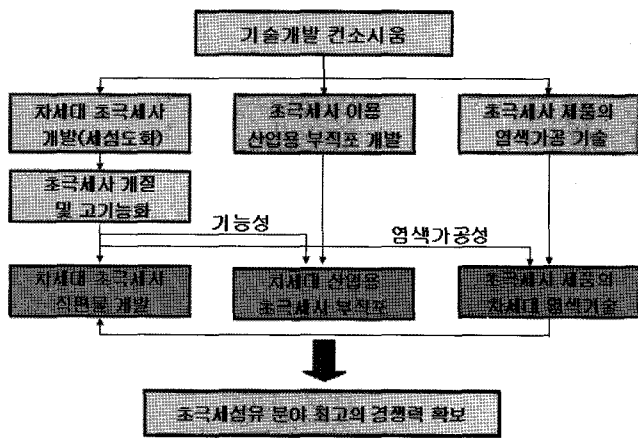


Figure 2. 세부 추진전략.

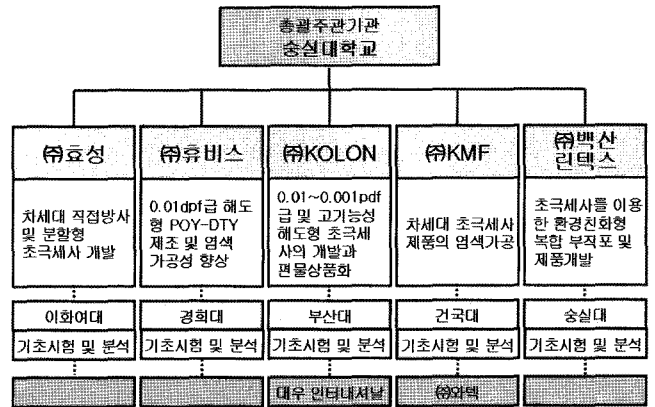


Figure 3. 1단계 기술개발 추진 체계.

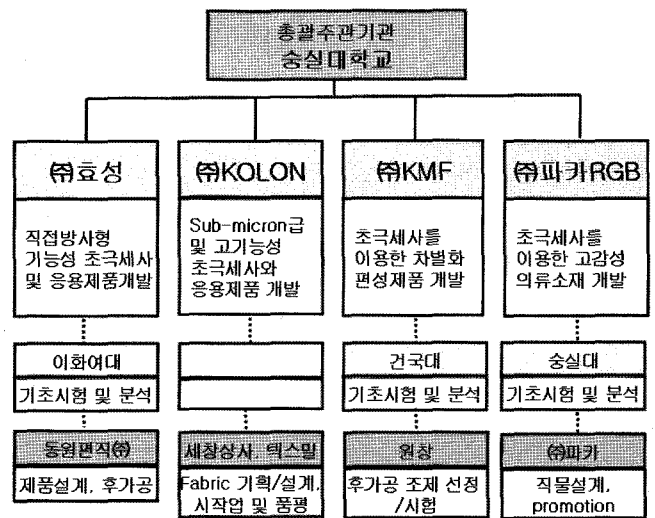


Figure 4. 2단계 기술개발 추진 체계.

2단계 기술개발은 1단계에 개발한 초극세섬유의 제품화 기술개발과 초극세섬유 제품의 최고 기술수준 확보를 위한 초극세 섬유의 개질 기능화 및 새로운 기술로서의 초극세 섬유(sub-micron급)를 개발함으로써 초극세 섬유 분야의 제조 및 응용기술에서 세계 최고 수준을 달성하고, 직물, 편성, 부직포 분야에의 응용기술과 응용 확대를 위한 제품화 기술을 개발하는 것이다. 연구개발을 수행하는 세부주관기관과 참여업체, 그리고 위탁기관의 현황은 Figure 4에 도시된 것과 같다.

Figure 5은 기술개발 시스템 연계도로서 1단계 개발결과 분석, 향후 기술의 방향, 시장전망 등의 분석에 기초한 개발 시스템을 확정하여 1단계 개발원사의 상품화와 최고 기술수준 확보가 가능한 기술 개발 시스템을 구축하고 용도확대, 상품화를 위한 전문기업의 참여를 확대하고, 원사 생산기업은 다수의 중소기업과의 협력체제 강화로 다양한 상품화 전개가 가능한 개발 시스템으로 구성하였다. 이에 따라 1단계에서 개발목표를 조기 완료한 (주)휴비스 대신에 제품화 강화를 위

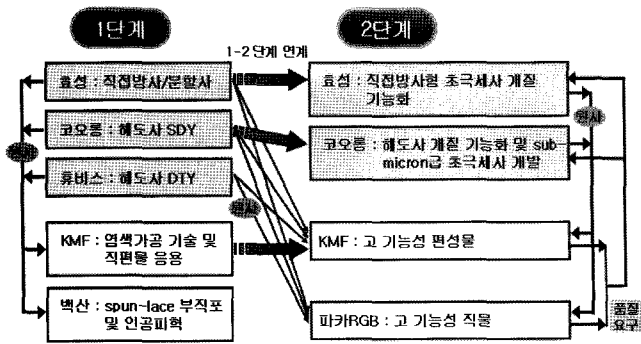


Figure 5. 세부과제별 시스템 연계도.

하여 1단계에서 사업이 완료되었으나 사업화 실적이 우수한 (주)KMF와 초극세사 직물 전문기업인 (주)파카 RGB를 신규업체로 포함하고 (주)효성과 (주)코오롱은 계속과제로 진행하였다.

### 3. 연구개발 목표

#### 3.1. 최종목표

차세대형 초극세사와 이를 이용한 제품개발을 통하여 초극세사 분야에서 세계 최고의 경쟁력을 확보하고 2015년 섬유 수출 200 억불 달성에 기여하는 것이다.

#### 3.2. 단계별 개발목표

##### 3.2.1. 1단계 개발목표

- 차세대 초극세사
  - 0.2 dpf 급 직접방사형, 0.1 dpf 급 분할형, 0.01 ~ 0.001 dpf 급 해도형 극세사 원사개발
- 초극세사의 염색가공성 향상 개발
  - 농염화, 고건뢰화, 해도사 이용화, 분할사 분할성 개선 등
- 고기능성 초극세사
  - 해도형 초극세사의 기능화
- 초극세사 부직포를 이용한 제품개발
  - 초극세사 부직포를 이용한 복합 인공피혁
  - 고밀도 초극세사 부직포를 이용한 고품위 인공피혁 제조
- 차세대 초극세사 제품의 염색가공
  - 기존 초극세사 제품의 염색가공기술 고도화
  - 차세대 초극세사 제품의 염색가공기술 확립

##### 3.2.2. 2단계 개발목표

- 초극세사를 이용한 고감성 의류소재 개발(직물 분야)
  - 쾌적성이 우수한 투습방수성 스포츠웨어 소재
  - 0.01 dpf 초극세사를 이용한 박지 스웨트조 초극세 직물

- 0.01 dpf 초극세사를 이용한 실키조 신감성 직물
- 고기능성 해도형 초극세사 및 응용제품
- 초극세사를 이용한 차별화 편성제품 개발(편성물 분야)
- 0.01 dpf 급 해도형 초극세사를 이용한 경편 및 환편 인공피혁제품
- 0.2 dpf 급 해도형 극세사를 이용한 고기능성 산자용 경편성 제품
- 직방형 극세사 0.2 dpf 급 환편 base 원단 개발
- 0.1 dpf N/P 분할형 초극세사를 이용한 스포츠용 경편제품 및 환편 wiper용 기포지
- 인체 친화형 완구용 초극세사 제품
- 인체 · 환경친화형 침장제품
- sub-micron 단위(0.005~0.001 dpf)의 초극세 섬유 원사 개발

### 4. 세부주관기관별 연구개발 내용 및 진행상황

#### 4.1. (주)효성

“1단계: 차세대 직접방사 및 분할형 극세사 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)효성은 직접방사 초극세사(0.2 dpf)용 중합물 개발과 제조기술 확립하였고, 0.1 dpf 분할 복합사 염색성, 터치, 분할성 향상을 위한 중합물 개질 및 제조기술 확립



Figure 6. (주)효성 기술개발 결과물.

하였다. 또한 직접방사 초극세사를 이용한 고밀도 직물, 경편 및 환편 시제품 개발을 하였다.

“2단계: 직접방사형 기능성 초극세사 및 응용제품 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)효성은 계속과제로서 기술개발 완료 후 현재 방사설비를 시장성장에 맞추어 점진적으로 극세사 직접방사설비로 개조하여 초극세사를 사업화 하고 있으며, 현재 0.5 dpf 급의 극세사를 활용한 직편물 및 부직포 업체도 단사섬도 0.2 d 급 초극세사 및 직접 방사형 0.3 d 급 기능성 초극세사를 활용한 제품을 개발하여 판매할 예정이다.

#### 4.2. (주)코오롱

“1단계: 0.01~0.001 dpf 급 및 고기능성 해도형 초극세사의 개발과 편물상품화” 과제의 세부주관기관인 (주)코오롱은 0.01 dpf 급 해도사 Rojel-μ 개발 및 상품화, 항균성, 원착, 심색, 난연 등 기능성 해도형 초극세사 rojel series 개발 및 상품화, 그리고 0.01 dpf 급 인공피혁 chamude 개발 및 상품화 하였다. 또한 0.01~0.001 dpf 급 해도사 개발 기초연구를 진행하고 있다.

“2단계: sub-micron급 및 고기능성 초극세사와 응용제품 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)코오롱은 계속과제로서 의류용 의 비의류용과 산업용으로 용도를 전개할 수 있는 직/편물형 스웨이드 소재를 개발하고, 기존 스웨이드의 후가공 처리가 아닌 소재자체로의 high fashion 성을 가미할 수 있는 고급화 소재 위주로 개발하고 있다. 또한 직물/환편 및 경편 분야에 스웨이드 가공의 기술력과 상품 개발력을 지니고 있는 2개의 업체와 협력하여 차별화 고수익성 해도형 초극세사



Figure 7. (주)코오롱 기술개발 결과물.

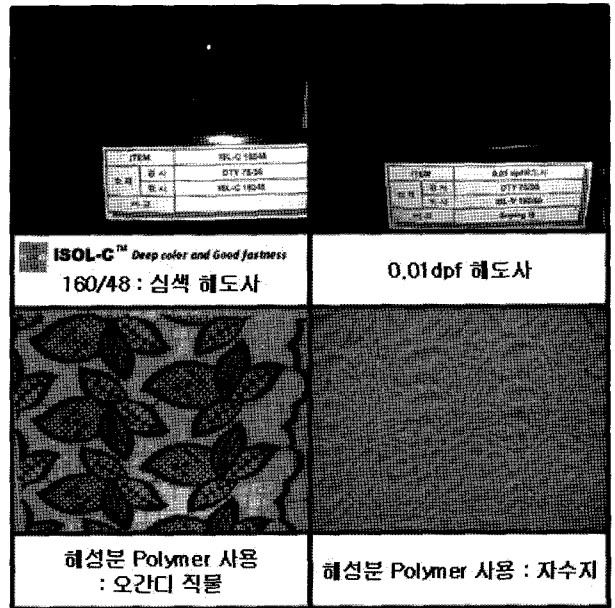


Figure 8. (주)휴비스 기술개발 결과물.

응용제품 개발하고 있다.

#### 4.3. (주)휴비스

“1단계: 0.01 dpf 급 해도형 POY-DTY 제조 및 염색가공성 향상 개질” 과제의 세부주관기관인 (주)휴비스는 심색성 이용해성 해도형 초극세사용 중합물 개발하였고, 심색성 약 알칼리에서 용출 가능한 POY-DTY 해도사의 개발 및 상품화 하였다. 또한, DTY 후 mono 0.01 dpf 급 이하의 POY-DTY 해도사를 개발하였다. 1단계에서 개발목표를 조기 완료하였다.

#### 4.4. (주)백산린텍스

“1단계: 초극세사를 이용한 환경친화형 복합부직포 및 제품개발” 과제의 세부주관기관인 (주)백산린텍스는 분할형, 직방형, 해도형 초극세사를 이용한 고밀도 스펀 레이스 부직포 제조, scream 복합 부직포 제조 및 상품화 하였고, 고품위 환경 친화형 인공피혁 제조 및 용도적용을 위한 후가공(차별화) 및 기능성 부여기술을 확보하였다. 그리고 1단계로 사업이 완료되었다.

#### 4.5. (주)KMF

“1단계: 차세대 초극세사 제품의 염색가공” 제의 세부주관기관인 (주)KMF는 차세대 초극세사 직/편물의 감량, 분할공정 확립 하였고, 차세대 초극세사의 심색, 고견뢰 염색기술 확립하였다. 또한 초극세사 고감성 복합 직/편물 시제품 개발과 상품화 하였다.

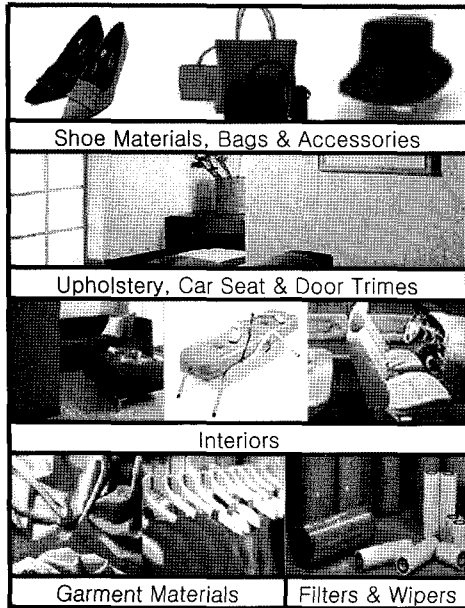


Figure 9. (주)백산린텍스 기술개발 결과물.

“2단계: 초극세사를 이용한 차별화 편성제품 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)KMF는 초극세사의 제직, 편직, 감량, 염색공정 조건들을 확립하고 제품화 단계에서 기존의 스웨드와 다른 질감의 신제품 개발과 천연에 가까운 질감을 표현하기 위하여 폴리우레탄 수지를 이용한 차별화 가공 제품과 용도 확대를 위한 후가공 기술을 적용하였다. 「초극세사에 의한 효과와 기타 기능에 의한 효과를 동시에 발현하도록 하는 스마트 섬유 제품 개발을 진행중이며, 친환경적인 단백질 가공 등을 통한 제품의 차별화에 주력하고 있다.」

#### 4.6. (주)파카 RGB

“2단계: 초극세사를 이용한 고감성 의류소재 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)파카 RGB는 차별화된 차세대 초극세사의 성공적인 제품화를 위해서 사가공, 제직, 염색, 가공, lamination 등에서 요소기술을 확립해 나가고 있으며, 직방형 극세사의 사가공 및 제직 작업성을 향상시켜 생산 합리화를 이루고 염색 견뢰도를 유지하며 기능성 필름을 접착시켜 부가가치를 인정받을 수 있는 고감성 기능성 직물을 개발, 생산하여 종래의 부인복이나 아웃웨어 위주의 극세사 직물의 시장을 다양화 하고 있다. 섬도가 대폭 늘어난 초극세사를 이용하여 인위적인 입모가공을 하지 않는 새로운 감성의 해도사 직물을 설계, 생산하여 종래 스웨드 직물에 한정된 해도사의 새로운 용도를 발굴, 시장 개척하고 있으며, 2 단계에서 개발된 초극세사의 고견뢰 염색가공 기술을 비의류용 극세사 직물에 적용하는 방안을 검토, 극세사 직물의 시장 확대에 주력할 것이다.

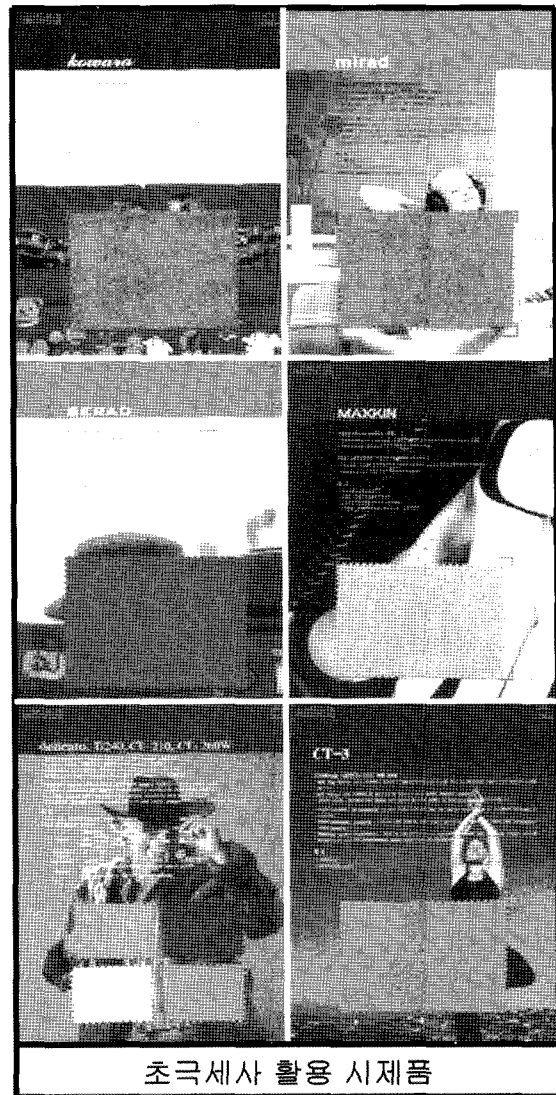


Figure 10. (주)KMF 기술개발 결과물.

### 5. 기술개발 성과 및 기대효과

#### 5.1. 개발결과 (1단계)

- 기술적 성과
  - 세계 최고수준의 초극세섬유 제조 및 응용기술 확보
  - 특허출원 및 등록 33건, 논문발표 11건
- 매출실적(시제품): 36,650,000천원
- 홍보실적: 전시회 시제품 출품 58회

#### 5.2. 기대효과

기술적 효과로는 초극세사 분야에서 독자적 최고기술의 보유로 후발 국가인 중국, 인도, 베트남, 인도네시아 등과의 기술적 우위성을 유지하면서 섬유기술 강국의 이미지를 구축할 수 있으며, 초극세 원사 메이커와 후가공 업계간 긴밀한 파

**Table 1.** 사업 수행의 경제적 기대효과

구분		2005년	2008년	2010년	비고
초극세사 원사	세계생산(톤)	175,000	289,000	344,200	연평균 18% 성장
인공피혁 제품	세계시장(백만\$)	625	1,040	1,500	연평균 20% 성장
인조 스웨드 제품	세계시장(백만\$)	1,000	1,730	2,500	연평균 20% 성장
wiper류	세계시장(백만\$)	360	600	900	연평균 22% 성장
초극세사 직편물 제품	세계시장(백만\$)	4,200	5,000	5,600	연평균 6% 성장
세계시장 합계(백만\$)		6,185	8,370	10,500	
기대효과	시장점유율(%)	22	33	45	연평균 15% 성장
	수출기여(백만\$)	1,160	2,000	4,000	생산의 85%
	고용(명)	6,700	11,000	19,000	2.5억원 당 1명

트너 쉽이 요구되며, 기술적 고난이도의 소재와 가공기술의 접목이 필요한 고도 기술분야이므로 쉽게 모방이 어려우므로 장기 지속형 소재 및 기술이다. 또한 합섬소재의 고급화에 크게 기여하고, 제품 품질 향상으로 국산 섬유제품에 대한 이미지 제고와 국제적 위상을 높일 수 있으며, 초정밀 기술을 요하는 초극세사 제조분야는 국내 기계 및 화학산업에 관련 기계와 chemical의 개발을 촉진하는 파급효과가 기대된다.

경제적 효과로 현재 초극세사 분야는 고도 성장단계로 판단되어 고수익성 및 폭발적 성장이 기대되므로 세계 시장에서 선점적 위치를 차지하면 국내 화섬산업의 수지개선에 크게 기여할 수 있을 것이며, 초극세사는 의료용 원사 제조기술에 국한되지 않고 산업용 및 의료용 소재에도 적용이 가능하여 섬유소재의 용도확대를 통한 시장증대에 기여할 수 있

으며, 폴리에스터 산업의 경쟁력 향상에 크게 기여할 수 있다. 2단계 사업수행 결과 기대되는 경제적 효과를 분석하면 다음 Table 1과 같다. 한국이 초극세사 분야의 최고 기술을 보유하면 2010년에는 초극세사 세계시장의 40% 이상('05년 현재 22%) 될것으로 기대되어 초극세사 및 그 제품을 통한 수출액 증대효과는 40억 이상이 될 것으로 예상된다.

전략적 효과로는 2015년 한국의 섬유산업은 200억불의 수출(2005년 120억불)을 달성하는 전략을 마련하였는바, 초극세사의 수출액 증대는 섬유산업의 미래전략을 달성하는 주요 수단이 될 것이며, 후발 개도국의 저가시장 공략에 어려움을 겪고 있는데, 화섬의 최첨단 신기술인 차세대 초극세사의 개발은 국내 화섬업계의 새로운 도약의 계기가 될 것이다.



**조 현 태**

승실대학교 섬유공학과

1973. 서울대학교 섬유공학과 졸업  
 1979. 서울대학교 섬유공학과(석사)  
 1984. 서울대학교 섬유공학과(박사)  
 1980-현재. 승실대학교 섬유공학과 교수  
 (156-743)서울 동작구 상도5동 1-1  
 전화: 02-820-0622, Fax: 02-817-8346  
 e-mail: choht@ssu.ac.kr



**이 경 남**

승실대학교 섬유공학과

2003. 승실대학교 섬유공학과 졸업  
 2005. 승실대학교 섬유공학과(석사)