



전략품목 현황분석

친환경 가공 섬유 제조 시스템

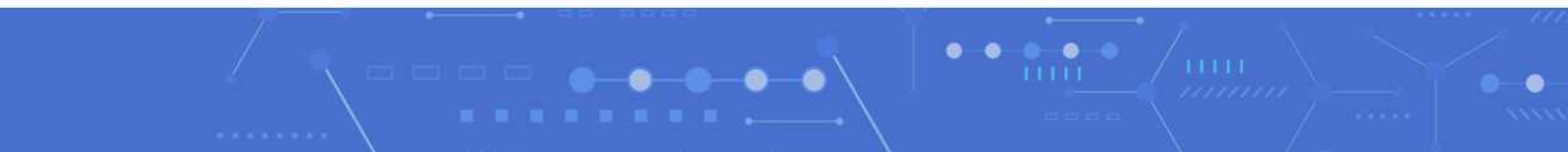


CONTENTS

전략품목

■ 친환경 가공 섬유 제조 시스템

1. 개요	6
2. 동향 조사 분석	12
3. 특허 동향	32
4. 전략품목 기술로드맵	42



친환경 가공 섬유 제조 시스템

전략품목 정의 및 범위

- 친환경 가공 섬유 제조 시스템은 오염 또는 유해 화학물질 사용과 배출을 최소화하는 등 고효율 친환경 가공 기술을 이용한 고부가 섬유 제조 시스템으로 정의함
- 친환경 가공 고부가 섬유는 섬유 소재에 친환경 소재를 활용하는 것을 넘어, 잉크젯 또는 초임계 유체, 플라즈마, 액체 암모니아 등과 같은 초절수, 에너지 절감 등의 친환경적으로 기능성을 부여하는 가공방법을 통해 차별화 고부가 섬유제품으로 분류할 수 있음

전략품목 관련 동향

◎ 시장전망 및 제품 동향

- (시장전망) '21년 489억 달러였던 세계 친환경 섬유 시장 규모는 '26년 735억 달러로 증가할 것으로 전망됨
- (제품동향) 섬유 제품의 대량생산과 소비로 인해 환경문제와 자원 파괴를 야기하고 있어 지속가능 성장이 섬유산업의 최대 이슈로 부상하고 있음

◎ 기술개발 및 플레이어 동향

- (기술동향) 최근 전 세계적으로 지구 온난화에 따른 온실효과로 이상기후 발생, 생태계 파괴 등 환경 문제가 지속적으로 이슈화되면서 섬유 분야에서도 환경을 보존하기 위한 친환경 섬유 기술 개발이 활발함
- (플레이어) Sedacor(포르투갈), FENC(대), DyeCoo(네덜란드), Reggiani(영국), Toray Textile Europe(영국), DenimX(네덜란드), APJET(미국) 등
- (중소기업) 앤비전, 신일기업사, 신한산업, 신희섬유, 에이피피, 일성기계공업, TFJ글로벌

◎ 핵심기술

- 환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술
- DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발 기술
- 친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술
- SC-CO₂ 고부가 섬유 가공 기술
- 자원순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술

중소기업 기술개발 전략

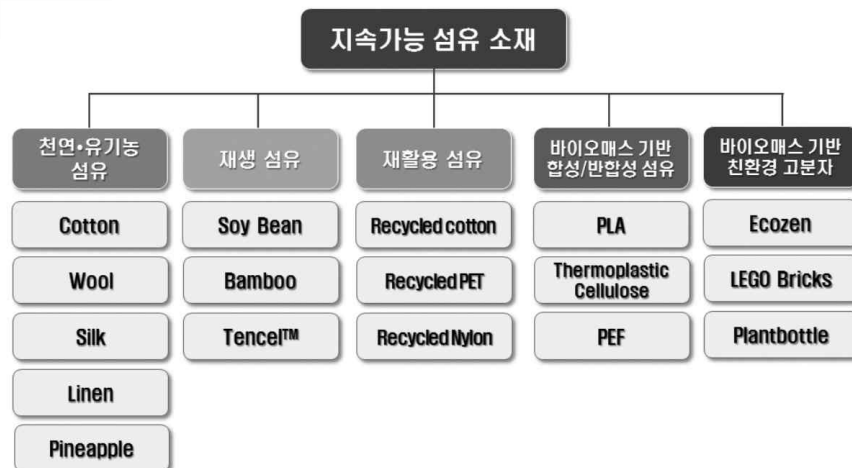
- ➔ 재활용 기술을 통한 친환경 직물제조 기술에서 재현성 및 균일한 물성 유지와 고품질 친환경 직물 제조 시 비용 절감 및 저에너지 사용 기술이 필요
- ➔ 환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술은 천연유래의 섬유 전처리제 및 가공제 개발의 기술과 함께 재현성, 고발색성, 고견뢰성, 공정 단순화가 필요
- ➔ 생분해성 친환경 소재 직물제조 기술은 생분해성 섬유의 제조 및 활용 측면에서 저비용 생산 체제의 요구와 이를 통한 제품 경쟁력 확보가 필요

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- ☐ 친환경 섬유는 환경적으로 유해하거나 위협을 주지 않는 섬유로 정의되며, 친환경 가공 섬유 제조 시스템은 오염 또는 유해 화학물질 사용과 배출을 최소화하는 등 고효율 친환경 가공 기술을 이용한 고부가 섬유 제조 시스템으로 정의함
 - 환경보존 및 정화와 관련된 특징을 갖고 있고 환경개선에 기여하는 특징이 있음
 - 생분해성, 환경친화적, 무공해, 유해물질 차단, 폐기물 재활용의 기능을 가짐
- ☐ 친환경 천연섬유는 자연에서 재배한 혹은 천연자원에서 얻은 섬유를 말하며, 면, 양모, 실크의 셀룰로오스계 섬유와 단백질계 섬유가 있음
 - 유기농 면, 유기농 실크 등이 대표적이며, 재배 시 화학비료를 사용하지 않고 유기농 기준을 설정하여 원료 확보가 이루어져야 함
 - 기타 천연 친환경 섬유는 셀룰로오스 계 또는 단백질 계로 구분할 수 있고 셀룰로오스 계에는 바나나 줄기, 코코넛, 대나무, 닥나무 등이 있으며, 단백질 계에는 땅콩, 옥수수, 대두 등으로 구분됨



* 출처 : PD이슈리포트, 친환경 섬유 기술동향 및 전망, 2020

- ☐ 친환경 합성섬유는 친환경 특성을 가지면서 제조방법은 합성섬유의 형태로 바이오매스 합성섬유, 리사이클 합성섬유, 생분해성 합성섬유 등이 있음
- ☐ 생분해성 고분자의 종류는 다양해지고, 해당 고분자 성질을 이용한 생분해성 합성섬유 기술 개발이 여전히 활발히 진행 중에 있음
- ☐ 또한 지속 가능 섬유소재로 천연·유기농 섬유소재가 사용되어 향후 이를 섬유의 친환경 소재로의 이용이 확대될 전망임

- 친환경 가공 섬유 시스템 개발의 주요 범주는 환경친화적 섬유 처리제 개발과 적용 기술, DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발, 친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술, SC-CO₂ 고부가 섬유 가공 기술, 자원 순환형 원료 기반 친환경 섬유제조 및 가공 기술이 포함됨
- 친환경 가공 섬유 제조 시스템은 섬유산업 친환경화를 위한 전략품목으로, 친환경 가공 섬유 제조 시스템 개발을 통해 섬유산업 친환경 저탄소화가 가능할 것으로 전망됨

[섬유 품목로드맵 내 친환경 가공 섬유 제조 시스템]



* 출처: 자체작성

(2) 필요성

- 섬유 제품의 대량생산과 소비로 인해 환경 문제와 자원 파괴를 야기하고 있어 지속가능성장이 섬유산업의 최대 이슈로 부상하고 있으며, 특히 섬유원료 및 섬유제품의 생산과정에서 대량의 에너지, 화학약품, 용수 등의 사용에 따른 온실가스, 폐기물, 수질오염, 미세플라스틱 등의 발생으로 환경문제가 많이 발생됨

[친환경 섬유 활용 분야]



* 출처: 자체작성

- ☐ 섬유 산업의 경우 의류뿐만 아니라 운송, 토목, 건축, 위생, 바이오, 포장 등 다양한 산업 분야에 사용되고 있고 그 적용 산업이 점차 확대됨에 따라 환경오염 배출억제에 대한 요구가 높아지고 있음
- ☐ COVID-19 이후 소비자 행동이 지속가능성을 추구하는 방향으로 바뀌고 있어, 섬유 의류 산업도 섬유의 재활용 확대를 통해 소비자들의 행동 변화에 대응하도록 연구개발이 필요함
- ☐ 전 세계적으로 패션기업은 물론 섬유 수요기업들이 사회적·윤리적 책임을 다하는 동시에 환경부하를 최소화할 수 있도록 친환경·리사이클 섬유를 사용한 제품생산을 확대하면서 앞으로 친환경·리사이클 섬유 수요가 크게 증가할 것으로 예상됨
- ☐ DTP 기술은 친환경 날염 기술로서 기존 날염에 비해 공해, 폐수, 에너지 면에서 효율이 좋으며, 섬유 미래 산업에 알맞은 친환경 기술로서, 현재 유럽, 일본 및 중국에서 시장을 확장해가고 있어 국내에서도 전략적인 접근이 필요함
- ☐ 이에 따른 특수잉크 적용 및 다양한 특수 섬유 소재에 실사 프린팅을 위한 솔루션 및 차별화된 출력 기법을 만들어 고부가가치의 기술력을 확보하여, 섬유 염색 시장을 넓혀 범용성을 확보할 필요가 있음
- ☐ 또한, 친환경 잉크를 찾는 고객이 늘고 있는 추세이며, 친환경 출력에 강점이 있는 라텍스잉크 및 관련 장비의 수요가 증가되고 특수 잉크들의 친환경성 개발과 특수 소재 출력이 가능한 친환경적 전·후 처리 솔루션 개발이 필요함
- ☐ SC-CO₂ 기술을 활용한 친환경 섬유가공 기술을 통한 고부가 섬유 제품 생산과 이를 활용한 친환경 섬유 염색 가공 공정의 중요성이 대두되고 있음
- ☐ 섬유/의류 폐자원의 효율적 리사이클링 기술 확보를 통한 자원 선순환 구조 확립과 이를 통한 섬유 제조 환경에서 환경오염 절감과 신 가공 기술 개발 필요성이 대두됨
- ☐ 또한, 연간 800만 톤의 플라스틱이 해양에 유입되면서 천문학적 미세플라스틱이 세계적인 관심과 해결해야 할 과제로 인식되고 있음
- ☐ 생분해성 고분자(Biodegradable polymer), 광분해성 고분자(Photo-degradable polymer), 생분괴성 고분자(Bio-disintegrable polymer)등의 생분해성 고분자에 대한 기술 확보 및 이의 개발이 필요함

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- ☐ 유가 변동, 자원고갈 등에 대한 사회적 우려 증대와 지속적인 환경규제 강화로 친환경 산업구조로의 전환과 친환경 제조 및 에너지 절감 등에 대한 국내 섬유산업의 대응력 강화가 필요함
 - 섬유산업에서 고효율 및 저 에너지형 생산 공정 도입, 에너지 절감, 친환경 신소재 개발, 자원 순환형 소재 및 제품 개발 등으로 전환이 필요함
 - 친환경 기능성 섬유제품에 대한 수요의 증가가 기업들에게는 틈새시장 개척의 기회로 작용하여 새로운 수익 창출의 계기가 됨

[친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목 산업구조]

후방산업	친환경 가공 섬유 제조 시스템	전방산업
친환경 합성섬유	환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술 DTP기술을 활용한 친환경 프린팅 및 장비 개발 친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공기술 SC-CO ₂ 고부가 섬유 가공 기술 자원 순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술	바이오매스, 리사이클, 생분해성, 장비개발 및 합성

* 출처: 자체작성

- ☐ 국내 섬유산업 관련 업종은 대부분 중소기업 형태이고, 대상 소재가 다양하여 글로벌 환경 규제 및 기후변화에 대한 신속한 대응이 어려운 실정임
 - 국내 섬유업체는 ROHAS, REACH 등 제품 환경 규제, 기후 변화협약에 따른 온실가스 절감 등 국제 환경변화에 적극적 대응이 이루어지지 못하고 있음
 - 기존 염색가공 제조업에서 주력품목의 경쟁력을 환경적 요소와 결합시켜 새로운 시장을 창출하고자 하는 노력이 매우 취약함

(2) 용도별 분류

- ☐ 친환경 가공 섬유 제조에 있어서 빛, 열, 수분 등의 환경 조건하에서 화학구조가 현저히 변화하여 분해되는 특성을 갖는 생분해성 고분자와 DTP 기술, Plasma 처리 기술, SC-CO₂ 처리 가공 기술, 액체암모니아 처리 기술, 폐 섬유 자원의 효율적 리사이클링을 통한 자원 순환 기술 등에 대해 다양한 기술 개발과 이를 통한 용도 전개가 활발히 진행되고 있음
- ☐ 생분해성 고분자는 사용하는 원료에 따라 천연 원료로 천연물계, 미생물계가 있으며, 석유계로는 석유 유래 원료로부터 중합 합성한 것으로 구분됨. 그리고 산화생분해 고분자에는 산화 생분해제를 활용하는 것과 바이오매스를 활용하는 것으로 구분됨. 또한 바이오베이스 고분자에는 천연물과 고분자 결합제를 연결한 결합형과 천연물 단량체를 중합 합성한 중합형으로 구분할 수 있음

- ☐ 생분해 고분자의 종류로는 starch, chitin, cellulose, PHA, PBS, PBAT, PGA, PLA, PCL 등이 있으며, 산화생분해 고분자에는 Oxobio-PP, Oxobio-PE가 있고, 바이오베이스 고분자에는 Bio-PE, Bio-PP, Bio-PET가 대표적임
- ☐ 디지털 프린팅 기술은 우수한 이미지의 출력과 기능성을 가진 소재를 개발하기 특수 기능성 잉크제품과 이를 노즐/헤드로부터 토출하기 위한 프린터와 장비 그리고 잉크에 적합한 소재로 구분됨
- ☐ 최근 미생물 염색 기술은, 자연에서 추출한 색소의 DNA 염기순서를 활용해 유전 코드를 알아낸 후 합성생물학의 원리를 이용해 DNA 코드를 미생물에 주입하면 해당 미생물이 의류 염색이 가능한 염료로 작용되는 원리를 이용하여 염색하는 기술임
 - 자연의 순리에 순행하는 기술로 만들어졌기 때문에 석유화학 물질이 전혀 포함되어 있지 않으며, 기존의 염료에서 발견되었던 기타 위험 물질도 완벽히 배제됨
 - 또한, 염료 생산 과정 중 발생하는 물 사용량을 최소 49%, 전기량을 최소 35%, 그리고 탄소 배출량을 최대 31%까지 감축할 수 있음
- ☐ SC-CO₂ 기술의 활용을 통한 친환경 섬유가공 기술로의 활용
 - 초임계 유체란 임계압력 및 임계온도 이상의 조건을 갖는 상태에 있는 물질로 정의됨
 - 초임계 상태에서는 액체 및 기체와는 다른 성질을 가지며, 이 유체는 기체에 가까운 저점도와 높은 확산성을 가지면서 동시에 액체에 가까운 고밀도 유체로써 높은 용해력을 가짐
 - 용해력, 이온곱 등의 평형 물성이나 확산계수, 밀도 등의 수송물성으로 나타낼 수 있는 용매 특성을 상변화 없이 온도와 압력의 조절로 쉽게 변화시킬 수 있어 그 응용성이 다양하고 반응, 분리, 추출, 입자 제조 등에 연구가 활발히 진행되고 있음
 - 초임계이산화탄소(SC-CO₂)는 임계온도(31℃), 임계압력(7.5 MPa)을 초과한 상태의 이산화 탄소로서 기체와 액체의 성질을 가짐
 - 초임계 유체에서 온도가 높아지면 부피가 팽창한 액체와 유사한 용해성이 있고, 압력으로 부피가 감소된 기체와 유사한 유동성과 확산성이 있으며, 이러한 이산화탄소는 물 다음으로 경제적이고, 불연성 기체로서 독성이 없어 비교적 안전하게 사용할 수 있음
 - SC-CO₂를 활용한 최근의 연구와 실제 응용은 물에 잘 녹지 않는 분산염료를 잘 녹이며, 소수성 고분자로 이루어진 폴리에스테르와 같은 섬유에 높은 침투력을 부여한 기술에 많이 이용되고 있음
 - 초임계 염색은 용해력이 높은 초임계 상태의 이산화탄소에 염료를 용해시킨 후 가소 작용으로 팽윤된 섬유 내부로 초임계 이산화탄소와 함께 분자량이 큰 염료를 침투시켜 진행하는데, 이때 염료는 섬유 고분자 및 초임계 이산화탄소와 평형을 이루게 되고 분배계수에 해당하는 비율만큼의 염색이 이루어지게 됨
 - 염색이 완료된 후 감압이 진행되면 분자량이 작은 이산화탄소는 섬유로부터 쉽게 빠져나와 팽윤이 진행되었던 고분자 사슬 간 거리를 회복하고, 용해력을 잃어버린 기체 이산화탄소는 분산염료와 쉽게 분리되며 이러한 염색은 수계 염색처럼 건조 공정이 필요하지 않은 장점이 있음

□ 자원 순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공기술 현황

- 섬유산업의 폐기물은 의류 생활, 운송/ 토목· 건축, 위생/바이오/포장 등에서 많은 양이 발생함
- 이중 합성섬유는 2018년도 세계 합성섬유 생산 실적 의하면 전 세계적으로 92%(PET 80%, nylon 7%), 천연소재는 8%를 차지함
- 국내 폐섬유 발생량 및 소각량은 환경부 환경통계포럼 2016년도 기준을 보면, 폐섬유 발생량은 2012년도 186톤이 2016년도 284톤으로 53% 증가하고 있으며, 소각량은 2012년 62톤이 2016년 78톤 수준임
- 이러한 폐섬유 생산량이 증가하는 이유는 SPA브랜드 산업이 호황을 맞으며 상품의 회전 속도(평균 4주~3개월)와 저렴한 가격대의 형성에 의한 영향임

[패스트/울트라 패션]

구분	패스트패션	울트라패스트패션
대표 브랜드	ZARA, H&M, Uniqlo등	ASOS, 부후, 미스가이드드 등
상품 회전속도	평균3개월	평균4주
가격대	2~10만원	1~5만원

* 출처: 자체작성

- 국내·외 재활용 시장은 대부분 리사이클 PET섬유가 약 70%를 차지하며, 친환경 제품 제조 및 판매에 대한 관심이 고조되고 있음

[국내·외 재활용 시장 현황 및 규모]

리사이클 PET 섬유 : 약 70%	메이저 브랜드 의복 제조 및 판매 국한
재생섬유수입/수출, 약 6.5배	친환경 제품 및 공정에 대한 관심, 수요 증폭
페플라스틱 선별 처리	풍력 선별기→IR선별→용기 포장 소재 분리
PET 이외 모두 소각 처리, 소각 열회수·발전	26% 물질 재활용, 76% 고형 연료용
세계 최대 페플라스틱 수입국	물성 우수한 페플라스틱 수입 리사이클소재 (PET,PE,PP,PVC등)
플라스틱 열분해, 촉매법→페플라스틱 연료	연료유 ~75% 까지 향상
최근 폐기 합성 섬유량의 기하급수적 증가	전국적 회수·리사이클 → 기술적, 경제성 문제로 한계
PET 이외 모두 소각 처리, 소각 열회수·발전	자원화 하기 위한 부직포 fabrication 공정 연구 활발

* 출처: 자체작성

- 전 세계적으로 재활용 시장 규모는 2020년 1,053천만 달러에서 2030년 1,334만 달러로 급성장이 예상됨
- 리사이클 섬유는 환경 배려형 제품과 리사이클 제품으로 대별할 수 있으며, 이를 통해 에너지 절감, 유해물질 감소, 환경 정화, 폐기물 재활용, 탄산가스 감소 등의 5대 저감 항목이 주요 대상임
- 폐자원의 효율적 활용을 위한 리사이클 방식에는 화학적 리사이클, 물리적 리사이클, 열적 리사이클로 나누어짐. 국내외에서 주로 물리적 리사이클이 약 79%이며, 화학적 리사이클은 12%, 열적 및 기타 처리가 9% 정도 수준임

2. 동향 조사 분석

가. 시장 분석

◎ 섬유분야 첨단 제조업 도입 추진

- ☐ 주요 기술 선진국의 미래 시장 환경 변화에 대응하기 위한 노력으로 기술개발에 집중하고 있음. 즉, 주요 선진 국가의 경우 글로벌 시장에서 고부가가치에 대응하기 위해 첨단 제조업에 편입하여 전략적 섬유 기술 개발을 적극 추진하고 있음
- ☐ 이중 섬유 제조업에서 친환경 섬유제조 가공 시스템의 구축과 추진이 중요한 분야를 차지하게 되었음
- ☐ 특히, 미국의 경우 첨단소재, 의류생활용 프리미엄 소재 분야에서 기술 우위를 차지하고자 스마트 섬유, 가상현실 분야 및 친환경 산업 구조로의 전환에 노력하고 있음
- ☐ 그리고 일본의 경우 복합소재의 첨단 소재로의 경쟁력 강화와 친환경/저탄소화 소재 개발, 친환경 공정 개선, 수요 맞춤형 적기 생산을 위한 디지털화에 전략적 접근을 하고 있음
- ☐ 유럽 각국은 친환경, 디지털 전환 등 글로벌 시장 환경 변화에 대응하고자 중소기업을 전략적으로 투자 지원하고 있음. 이중 독일 중심으로 섬유 산업에서 친환경 디지털화에 전략을 집중하고 있음

◎ 친환경 소재를 이용한 섬유의 제조

- ☐ 최근 전 세계적으로 지구 온난화에 따른 온실효과로 이상기후 발생, 생태계 파괴 등 환경 문제가 지속적으로 이슈화되면서 섬유 분야에서도 환경을 보존하기 위한 친환경 섬유 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있음
- ☐ 국내에서도 소비자의 생활수준의 향상과 더불어 국민의 건강과 직결된 환경문제에 대한 관심이 높아지고 이에 부응하는 기술개발과 생활환경을 통하여 건강한 삶의 질을 높여줄 수 있는 제품에 관심이 증가되고 있음
- ☐ 의복은 사람이 살아가는데 꼭 필요한 요소인 의식주 중 하나로 옷 한 벌을 만드는데 많은 양의 폐수가 발생되고 에너지가 소비되어 환경이 많이 오염된다는 것을 소비자들이 인식함
- ☐ 최근 의류 구매력이 높은 젊은 세대의 가치소비와 ‘미닝아웃(meaning+coming out)’ 트렌드가 확산되면서 친환경 섬유에 대한 관심도가 더욱 증가되는 추세임
- ☐ 현재까지 리사이클 PET섬유의 약 70%는 메이저 브랜드의 의복 제조 및 판매에 국한되고 있는 실정이나, 확장되는 시장으로 인해 친환경 소재 활용의 시장이 확대될 것으로 전망됨

◎ 친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술

- ☐ 분해성 플라스틱으로 대표되는 친환경 소재에는 생분해, 생분괴, 광분해 플라스틱으로 구분함
- ☐ 생분해 플라스틱에는 천연 고분자계, 미생물 합성계, 화학 합성계로 나누어지며, 천연 고분자계에는 전분과 변성 수지, 셀룰로오스, 콩 및 우유계가 있음
- ☐ 미생물계에는 PHA(polyhydroxyalkanoates)가 있음
- ☐ 화학 합성계에는 PLA(poly lactic acid), PBS(poly butylene succinate), PCL(poly caprolactone), PVA(polyvinyl alcohol), PGA(polyglycol acid)가 대표적임
- ☐ 그리고 생분괴 플라스틱에는 전분-PCL 병합, 전분-변성 PVA, PCL-polyamide가 있음
- ☐ 또한, 광분해 플라스틱에는 비닐-케톤계와 에틸렌-CO계열의 카르보닐 중합 방향족 - 케톤계 및 금속이온계열로 구성된 광분해 첨가제형이 있음

◎ 특수 잉크 디지털 프린팅 및 소재별 상용화 기술

- ☐ 세계는 스마트 제조업 환경 구축을 향해 진화하고 있고 인더스트리 4.0을 소개하여 센서, 로봇산업, 혁신 제조 공정, 물류 및 정보 통신기술(ICT) 분야의 융합형 신제조업 창출이 진행되고 있으며, 주력 산업의 핵심 역량 강화 등을 중심으로 스마트 제조업 및 스마트 공장을 실현하는데 있어 프린트 산업도 시대가 요구하는 산업 발전에 점진적인 변화를 하고 있음
 - 최근, 디지털 프린팅 시장은 소비자들의 니즈를 수용하기 위해 고품질의 상품성을 유지하면서도 높은 생산성을 확보할 수 있는 제품 필요성이 증대하고 있음
 - 섬유의 부가가치 창출을 위해 프린팅 기술의 기능성을 넓혀 특수프린팅 효과 및 후가공 응용 등을 지속적으로 개발함에 따라 상품의 표현력도 넓어짐
 - 특수 프린팅 기술을 통한 속도와 품질, 소재의 다양성을 모두 포괄할 수 있는 제품들이 속속 출시됨에 따라 그 응용의 폭은 더욱 확대되고 있음
 - 1:1 마케팅으로 대변되는 상업용 프린트 분야에서도 찾는 고객과 응용 범위가 지속적으로 확대되고 있음
- ☐ 국제 환경규제 강화로 필수적인 친환경 제조에 적극 대응하기 위해서는 컬러산업의 혁신 공정기술인 DTP 및 초임계염색 기술의 도입이 요구됨
 - 기존 컬러산업에서의 물 소비량은 섬유원료 1kg에 약 150L의 물 소비가 되며, 세계적으로는 매년 약 300억 톤의 물이 섬유염색에 사용되고 있어, 그 심각성이 크게 대두되고 있음
 - 컬러산업의 에너지 저감, 환경문제 개선, 생산성 증대, 친환경적 컬러 공정 기술로의 패러다임 제시가 필요함
 - 디지털 프린팅 기술에 섬유를 접목시킨 디지털 텍스타일 프린팅(DTP) 산업은 유럽, 일본을 중심으로 발전하였으며 특히, 공해와 물 사용의 절감 등의 친환경 염색 기술로 중국과 미국에서도 관심이 급증하고 있음

- ☐ 특수 잉크 분야에서 친환경 잉크는 세계 잉크시장의 50%를 차지하는 일본의 경우, 국내보다 1~3년 정도 앞서 친환경 잉크가 개발되고 있음
 - Du Pont의 디지털 프린팅 기계는 EFI Reggiani와 협력으로 roll to roll Pigment잉크를 기반으로 한 DTP 장비를 출시되면서 Pigment를 기반으로 한 특수 잉크 산업이 DTP에 접목될 기술 솔루션이 개발될 것으로 전망
 - 산업용 친환경 특수 잉크개발로 인해 다양한 산업분야로 공략이 가능하여 전자제품 외에도 섬유분야에서도 사업의 스펙트럼을 넓혀 나갈 전망이다
 - 중국, 동남아시아, 인도 등의 신흥국에서도 화장품, 도로 건축자재용 코팅을 제외하고 UV경화형 잉크의 수요가 증가되고 있으며, 최근에는 UV 경화형 잉크젯 잉크, 3D프린터용 UV 경화형 수지의 수요가 증가하고 있음
 - 최근 잉크의 유해한 냄새를 개선한 라텍스 잉크 개발이 이루어져 라텍스 프린터가 출시되고 있음
- ☐ 이탈리아에서 새로운 디지털 텍스타일 기술 혁신 센터를 개장하였으며, 안료 기반의 텍스타일 잉크를 스위스 군용 나이프에 적용하여, 특수 재료에 대한 디지털 프린팅 적용 한계를 초월한 사례로 인정되고 있음
- ☐ 웨어러블 산업에서 웨어러블 스마트 디바이스가 세계적으로 크게 부각되면서 ICT 융복합 스마트 의류의 비중이 높아짐에 따라 섬유산업이 활발해질 것으로 전망되고 있음

◎ 디지털 날염(DTP) 공정을 활용한 섬유소재의 기능성 가공기술

- ☐ DTP장비를 활용한 섬유소재의 기능성 가공 공정은 기존의 패딩방식에 비해 물의 사용량이 적으며, 에너지를 효과적으로 줄일 수 있어 최종적으로는 에너지사용량을 크게 절약할 수 있는 건식 타입형 가공기술로 기존 방식과 차별화된 기능성 가공기술임
- ☐ 최근에는 디지털 날염기술을 활용하여 기능성 부여와 기능성 잉크를 이용한 스마트 디지털 가공기술에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있음
 - DTP 기술 분야의 개발 추세는 고속, 정밀, 고화질 출력이 가능한 장비 및 가공기술 개발로, 출력 속도 1,000m/h 이상의 설비가 개발되어 실제 기존 날염 제품의 대체를 위해 활용되고 있으며 기능성 잉크를 이용한 스마트섬유소재 개발과 같은 섬유 디지털 가공기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음
 - 디지털 날염 기술은 IT, BT, NT, ET 등의 첨단기술을 접목하여 새로운 섬유기술에 적용됨으로써 디지털 날염 기술의 적용 분야는 확장되고 있는 실정임
- ☐ 디지털 날염기술은 섬유산업 분야의 제조업 혁신의 핵심 솔루션으로 2025년까지 연평균 15% 이상 고속 성장할 것으로 예측되며, 날염시장에서 차지하는 비중은 약 20%에 달할 것으로 예상
- ☐ 디지털 날염 시장은 유럽, 미국 시장이 세계시장을 주도하고 있는 실정이지만, 최근 들어 중국 기업들이 디지털 날염기술 뿐만 아니라 섬유산업 전반에 기술 진보를 바탕으로 글로벌 세계시장을 압도하고 있는 실정임

◎ SC-CO₂ 기술

- SC-CO₂ 기술을 이용한 친환경 섬유 가공 기술은 미래 섬유산업에 핵심 기술로 그 역할을 할 것으로 기대됨
 - SC-CO₂의 가장 큰 장점은 재사용이 가능하면서 값이 싸고, non-reactive이며, 인체에 무해함
 - 이 기술을 친환경 섬유 가공에 활발히 적용하고자 하는 연구가 일본의 Hisaka works와 교토공예섬유대학에서 최근 몇 년 전 부터 활발히 진행되고 있음
 - SC-CO₂를 활용한 고분자의 침지 가공은 PEG(polyethylene glycol), PPG(polypropylene glycol), Si(silicone)등을 분자량에 따라 처리 조건을 변화시켜 처리하고 있음
 - 또한 이러한 기술을 통해, PET섬유의 친수화 가공기술이 진행되고 있음
 - PP(polypropylene) 섬유 직물에 대한 PEG 유도체를 처리하여 친수화 가공이 진행되고 있음
 - PET섬유를 SC-CO₂ 처리한 후 가교제 침지를 통해 각종 천연 고분자(chitosan, collagen, sericine) 등을 처리하여 심미 가공에 이용되고 있음
 - PET 섬유의 pyrrole(13% wt%) 침지 및 SC-CO₂ 처리를 통해 도전성 가공이 이루어지고 있음
 - 아라미드 섬유에 대한 metal complex 침지와 SC-CO₂ 처리를 통해 도전성 가공이 이루어지고 있음. 도전성 아라미드 섬유는 전자 제품, 자동차, 웨어러블 웨어 등의 여러 분야에 그 응용성이 기대되고 있음

◎ 생분해성 고분자의 생분해 메카니즘 관련 기술 동향

- 생분해성 메카니즘에는 열화(Deterioration)→생물절단(biofragmentation)→동화작용 (Assimilation)→광화작용(mineralization)으로 나누어짐
- 이러한 작용으로 ester, amide, urethane, acetal, anhydride 등이 가수 분해되어 불안정한 결합들이 절단 분해됨
- 국내 생분해성 고분자의 개발동향으로는 원천 기술 확보를 위한 연구와 상품화를 위한 노력이 진행되고 있음

(1) 세계시장

- ☐ 세계 섬유패션 시장은 EU 등 선진국의 환경규제 강화와 소비자의 친환경 인식 확산, 글로벌 패션기업의 지속가능발전 추구 등으로 인해 친환경 리사이클 패션 비중이 크게 확대될 것으로 기대됨
- ☐ 2021년 489억 달러였던 세계 친환경 섬유 시장 규모는 2026년 735억 달러로 증가할 것으로 전망됨
 - 2020년부터 2026년까지의 연평균 성장률은 8.50%로 전망
 - 친환경 섬유의 활용분야는 생활용 및 의류용 이외에도 산업용 분야에서도 친환경 섬유가 빠르게 성장하고 있으며, 화학산업, 자동차산업, 신재생에너지 분야 등에서도 친환경 섬유에 대한 수요가 증가하고 있음

[세계 친환경 섬유 시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (20~26)
세계시장	44.7	48.9	53.1	57.6	62.5	67.8	73.5	8.50

* 출처: 산업부, 친환경 섬유패션 활성화에 팔 걷어붙여, 산업통상자원부, 2022.08 재가공

- ☐ 세계적으로 섬유산업은 무분별한 생산성 위주의 천연·화학섬유의 대량생산 체제로 고속 경제성장은 얻을 수 있었지만, 현재에 와서 자원고갈, 지구온난화, 생태계 파괴 등과 같은 환경문제가 초래되고 있음
- ☐ 따라서, 21세기 미래 섬유산업은 친환경 섬유, 고기능성 섬유, 스마트 섬유, 첨단 의료용 섬유 등과 같은 지구의 환경을 고려하면서 기존 섬유의 재질 및 가공을 통한 새로운 감성 섬유로 개발되어 점차 환경, 의료, 건강 등의 다양한 분야에 섬유제품이 응용될 것으로 전망
- ☐ 세계 섬유의료 시장 규모는 2021년 9,936억 달러에서 2030년까지 연평균 4.0%의 성장률을 나타내어 1조 4,142억 달러의 시장을 형성할 것으로 예상하고 있음

[세계 섬유의료 시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'21	'23	'25	'27	'30	CAGR (21~30)
세계시장	993.6	1,074.7	1,162.4	1,257.2	1,414.2	4.00

* 출처: 산업부, 친환경 섬유패션 활성화에 팔 걷어붙여, 산업통상자원부, 2022.08 재가공

(2) 국내시장

- 친환경 섬유산업 국내 시장규모는 2021년 1조 2,920억 원에서 2026년 1조 9,338억 원으로 증가할 것으로 전망
 - 전 세계적으로 환경에 대한 관심이 높아지면서 국내 섬유업계의 친환경 섬유에 대한 개발 노력도 활발하게 진행되고 있음

[국내 친환경 섬유산업 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (`20~`26)
세계시장	11,835	12,920	14,005	15,182	16,457	17,839	19,338	8.40

* 출처 : 산업부, 친환경 섬유패션 활성화에 팔 건어붙여, 산업통상자원부, 2022.08 재가공

주1: 세계 섬유시장에서 국내 섬유 산업의 점유율을 2.0%로 가정

(국내외 산업환경 변화에 따른 국내 섬유산업의 대응전략, 2017 자료 근거)

주2: 세계 친환경섬유산업 시장의 CAGR과 동일 가정

주3: 1달러=1313.36원으로 산정(2022년 평균 환율)

- 국내 섬유 및 의류의 무역시장은 2021년 수출 부문 15조 6,732억 원, 수입 부문 18조 6,503억 원에서 2026년 수출 부문 17조 2,831억 원, 수입 부문 26조 2,501억 원으로 성장 전망

[국내 섬유 및 의류의 무역시장규모 및 전망]

(단위: 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	CAGR (`20~`26)
수출	154,434	156,732	159,857	163,043	166,293	169,619	172,831	1.89
수입	183,767	186,503	200,154	214,804	230,527	247,355	262,501	6.12

* 출처 : CCF GROUP & TexPro, 2019, 재구성

- 산업자원부에서는 섬유산업에서 에너지 효율을 2020년에는 0.12수준으로 높이고 온실가스 배출량은 2007년 기준 50% 수준으로 낮추려는 목표치를 제시하며 섬유산업의 에너지 효율 향상과 온실가스 절감을 위한 정책을 제시하고 있음
 - 친환경 트렌드의 영향으로 섬유 브랜드 제품에 있어서도 생산성, 기능성, 디자인 측면에서 생산에서 폐기까지 환경을 고려하고 디자인을 중시한 친환경 섬유 브랜드 제품이 출시되고 있음 해외 유명 브랜드들도 에코 트렌드를 주목함에 따라 국내 섬유업계들도 친환경 섬유에 대한 높은 관심을 보이며 다양한 제품을 개발하고 품질 개선에 집중하고 있는 실정
- 국내외 재활용을 통한 자원순환형 친환경 섬유 시장 현황은 PET섬유의 재활용이 약 70% 정도를 차지할 정도로 높은 비중을 나타내고 있음
- 우리나라는 세계 최대 플라스틱 수입국으로 물성이 우수한 폐 플라스틱을 수입하여 리사이클을 통해 리사이클 소재로 활용하기도 하고, 플라스틱의 열 분해와 촉매법으로 폐 플라스틱 연료로 사용하고자 하는 노력을 활발히 진행 중임(연료유의 경우 약 75%까지 향상)

나. 기술개발 동향 분석

☐ 기술경쟁력

- 친환경 가공 섬유 제조 시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 93.3%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 0.6년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 82.7%, 기술격차는 1.4년으로 평가
- 일본(95.9%)>한국(93.3%)>EU(88.5%)>중국(65.9) 순으로 평가

☐ 기술수명주기(TCT)¹⁾

- 친환경 가공 섬유 제조 시스템은 8.41의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

(1) 기술개발 이슈

◎ 기술개발 트렌드

- ☐ 국내 염색가공 산업은 섬유제품의 고급화, 고부가가치화에 중요한 산업분야임에도 불구하고 기술 수준은 선진국의 80% 수준에 불과함
 - 현재 섬유 세계시장은 에코텍스 스탠다드 100(의류나 원단 생산과정에서 인체나 환경에 좋지 않은 화학물질의 사용을 제한하거나 금지하는 국제환경 규격)과 ZDHC(주요 글로벌 브랜드들은 2020년까지 유해물질을 전혀 배출시키지 않는 섬유산업으로 거듭나기 위한 위원회)를 결성하여 친환경 이슈에 대응하고 있음
 - 나이키, 아디다스 등 32개 글로벌 패션기업은 30년까지 100% 친환경 섬유 사용 및 재생에너지 전환 협약인 Fashion Pact를 체결하고 현재 76개사가 참여 중임
 - 과거처럼 선택적인 친환경 제조업이 아닌 국제 환경규제 강화로 인한 필수적인 친환경 제조업으로 거듭나기 위한 노력을 하고 있음
- ☐ 세계적인 CO₂ 탄소배출권 관련 제도 강화로 인해 온실가스 감축을 위한 고효율 에너지 절감 생산체제 및 공정개발이 필요함
- ☐ 최근 플라즈마를 이용한 표면처리 가공 기술에 관한 기술 및 특허가 기하급수적으로 증가하였으며, 섬유 분야의 경우 강화되는 환경규제(ROHAS) 대응을 위한 기술개발에 대한 관심이 증가하고 있음
 - 최근 미국을 중심으로 의류용 섬유보다는 각종 산업용 재료나 부품으로 활용되는 기술섬유의 표면에 가공기술에 관한 연구가 증가고 있음
- ☐ 급격한 환경오염과 자원고갈에 따라 세계적으로 환경 규제가 지속적으로 확대·강화되는 추세이며, 친환경 제조업으로 적극적인 대응이 필요하며 특히 공해 및 폐수 등이 감축된 디지털 텍스타일 프린팅의 활성화가 주목되고 있음

1) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화 속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

- 섬유 프린팅 가공기술은 IT, BT, NT, ET 등의 첨단기술과 접목하여 4차 산업 혁명에 대응하는 기술로 미래 섬유산업의 활성화에 기여가 예상됨
 - 다이렉트 및 전사 디지털 텍스타일 프린팅 장비는 현재 고속화 프린팅 단계임
 - PET, 나일론, 면섬유 등의 패션 및 생활용 의류 소재들은 그라데이션 등 과 같은 풍부한 컬러감을 내기 위한 특수잉크 및 프린터의 S/W 활성화가 요구됨
 - 소재 제한성을 없애고 산업용 섬유소재 및 가죽, 비닐 등에서도 디지털 텍스타일 프린팅 기술의 접목이 확대되고 있음
 - 다양한 소재와 특수잉크의 적용을 위한 프린터 헤드, 메인보드, 노즐 막힘 등의 기술개발 필요성과 고속화 기술의 확보가 요구됨
 - 특수 잉크 적용으로 장비의 부가적인 기술개발이 필요하며 연속공정이 가능한 프린터 기술의 확보가 필요함
- 기능성 특수 잉크 프린팅 소재는 웨어러블 산업에 접목된 스마트 의류의 활성화로 전도성잉크, 발열잉크 등의 사용 증가와 디바이스를 연결할 선들을 프린팅 기술로 달성하고자 노력하고 있음
 - 기존 특수잉크의 기능 외에 부가적인 기술이 접목된 융복합 잉크 개발
 - 섬유를 기반으로 프린팅 함으로써 유연성 및 신축성이 추가된 잉크 개발 요구
 - 잉크 분산 기술은 용매 증발 시 쉽게 엉키기 때문에 잉크의 안정성을 저하시켜 잉크의 성능을 저하하므로 이를 방지하기 위한 분산 기술이 요구됨
 - 장비에 적합한 유동 특성(점도, 표면장력 등)의 기술개발도 요구됨
- 현재 섬유 산업에서의 기능성 가공공정은 물리·화학적 여러 공정을 결합시켜 직물의 외관 특성과 기능성을 부여하면서 촉감 등을 개선하는 것을 목적으로 여러 가지 섬유용 가공제를 선택하여 그 목적을 달성하고 있음
- 염색가공업계에서 사용하는 대부분의 기능성 가공방식은 열가공 장비인 텐터(tenter)를 이용하여 물과 함께 희석된 가공제를 텐터 bath에 채운 후, 이 가공제에 원단을 침지 시켜 강한 압력의 망글(Mangle)로 짰 후 열처리를 통해 섬유에 고착시키는 방식임
 - 이러한 기존 가공방식을 활용하면 다량의 용수가 필요하고 그에 따른 폐수도 발생될 뿐만 아니라 장비를 운영하는데 필요한 에너지도 많이 필요하므로 효율적인 공정방식이라 할 수 없음
 - 또한, 패딩방식으로 원단 표면에 가공제를 처리하면 균일하게 처리되지 않아 불량의 원인이 될 수 있으며 원단의 한 쪽 부분만 가공액을 부착시키는 편면 가공으로 이루어지며, 앞·뒷면에 다른 가공제를 처리하는 복합가공은 불가능한 단점을 가짐
 - 이러한 단점을 보완하기 위하여 현재 국내·외 섬유시장에서는 초절수, 에너지 절감이 가능한 친환경 기능성 가공 설비 및 가공소재, 공정기술이 개발 중에 있음
- 현재 국내에서 용수를 기존보다 절약하여 섬유에 기능성을 부여할 수 있도록 UV 활용, 저온 상압 플라즈마, 3차원 프린팅, 핫멜팅 및 초음파 활용기술을 개발하기 위해 노력이 진행되고 있음

- 플라즈마 가공기술의 경우 반도체, 디스플레이 등 전자전기 분야에 비해 섬유 분야에서는 플라즈마 가공기술의 개발 속도가 상대적으로 더딘 상황이며, 대규모 설비 구축을 위한 플라즈마 열원 장비 등의 설계, 제작을 위한 기반의 구축도 미흡한 실정임
- 그리고 액체암모니아 가공기의 가동상황은 세계적으로도 극소수이며, 특히 일본을 중심으로 1970년에서 1990년대 초반까지 직물에 편중되어 설치된 이후 신규 설치가 이루어지지 않았으나, 최근 들어 환경에 대한 중요성이 부각되면서 설비가 증설되고 있음
- 한국에서 2012년에 한국섬유소재연구소에서 이탈리아 Lafer사의 액체암모니아 가공 기계를 들여와 기술 개발을 진행하였음
- 그 뒤를 이어 중국의 ESQUEL이 해당 기술에 큰 관심을 보이며, 세계 두 번째로 구매계약을 체결하는 등 유관 기술 개발을 위해 적극적인 투자를 진행하고 있음

◎ 특수 잉크 디지털 프린팅 및 소재별 상용화 기술

- ☐ 디지털 텍스타일 프린트의 다이렉트 프린팅 기술과 전사 프린팅 기술을 활용하여 의류 분야를 넘어 산업섬유 분야로의 확대가 이루어지고 있으며, 시장 확대에 따른 생산성 향상을 위한 고속 프린터 개발과 국내기업에서의 상용화가 요구됨
 - 기존 아날로그 기술로는 달성하기 어려운 multi-level 톤 재현을 통한 신속한 납품, 단기 생산 등에 적합할 것으로 기대됨
- ☐ 소재 제한이 없는 디지털 프린팅기술 개발과 이에 따른 소재의 미디어 전처리, 미디어 후처리의 장비 개발, 공정 솔루션 확보를 통한 디지털 제조 산업으로의 전환과 확대 가능한 기술의 요구가 커지고 있음
 - 다이렉트 DTP, 전사 DTP 이외는 라텍스프린팅, UV프린팅, 형광잉크프린팅 등과 같은 특수 잉크의 사용으로 산업분야 확대가 이루어지고 있음
 - 기존 컬러에 형광잉크를 추가하여 화려한 색감을 내는 스포츠웨어 분야와 형광잉크 기능으로 보호 기능이 추가된 안전 보호복 분야에 적용도 가능함
 - PET소재와 혼방된 우레탄 및 아크릴 소재 등은 기존 DTP 방식에 접목이 가능함
 - 아라미드, PP, 우레탄, 아크릴 등의 산업소재의 디지털 프린팅은 대부분 안료 잉크 및 라텍스, UV잉크를 이용한 출력이 가능하였으나 고가의 잉크로 인해 가격 경쟁에서 효율적이지 못한 실정임
 - 아라미드 소재에 전사 DTP를 적용하여 레이싱 웨어에 적용한 연구사례가 있음
- ☐ 환경친화적 잉크 및 기능성 소재 개발
 - 섬유에 대한 핵심 주제가 ECO-Friendly라는 관점으로 접근하면, DTP에서의 잉크 및 소재의 전·후처리 미디어 솔루션은 인체 무해하고 대기 및 환경 개선을 위해 다양한 기술이 요구되고 있음
 - DTP에서 발생했던 잉크의 유해한 냄새를 개선하기 위해 잉크개발이 확대되고 있으며, 최근 HP사에서는 라텍스잉크를 사용한 출력이 친환경 인증을 받아 학교, 병원 등에 사용 허가를 받고 있음
 - 공기름 잉크는 대두유가 기존 석유화합물을 대체해 만들어진 제품으로 식물성 유분의 사용 비율이 높아 폐기할 때 생분해성이 뛰어나고, 인쇄 작업성이 우수해 인쇄물 품질이 높음

- 탈곡하고 버려지는 쌀겨에서 추출한 쌀기름 잉크는 중금속 및 환경호르몬, 오염물질 등이 없어 친환경적이고, 냄새나 피부 자극성, 독성이 거의 없으며, 다양한 용지에서 인쇄적성이 양호함

□ 디지털 정보화 시대로부터 초연결 정보화 시대, 4차 산업혁명과 같은 산업 환경의 변화 속에 웨어러블 디바이스 산업의 스마트 의류 연구가 활발하게 진행되고 있음

- 디바이스 및 센서가 내장된 섬유의 수신을 위한 전도성 잉크에 의한 선로역할이 중요
- 최근 일본에서 전도성 잉크를 이용하여 디지털 프린팅 기술로 섬유에 원하는 선로 디자인으로 출력하는 방식을 연구하고 있음
- 발열성을 가진 페이스트 및 잉크를 이용한 기능성 아웃도어 제품 출시 사례가 있음
- 수요 증가에 대비한 위한 스마트 의류 제품의 가격 경쟁력 확보가 필요함

◎ SC-CO₂ 기술 현황분석 및 국내 설비 개발 동향

- 일반적으로 섬유 1kg을 염색하기 위해서는 100~150L의 염색 용수가 사용되며, 이는 전 세계적으로 연간 2.8조~4.2조의 많은 용수가 사용되고 있다고 여겨짐
- 이러한 염색용수의 절감은 전 지구적인 물 부족 문제와 염색폐수 등의 환경오염 문제를 획기적으로 개선할 수 있는 대안으로 부각되고 있음
- 밀폐된 압력기기 내 직물, 액화 이산화탄소 및 염료를 넣고 내부 압력을 높여 이산화탄소를 초임계 유체 상태로 바꾸고 일정 시간을 두면 염색이 진행되고, 사용된 초임계 상태의 이산화탄소는 액화 상태로 돌려 95% 이상 재사용이 가능하며 이러한 기술을 통해 Nike, Adidas 등은 이미 T-shirts와 운동화를 판매하고 있으며, 이러한 초임계 유체 염색은 많은 장점을 가지고 있음에도 불구하고, 초임계 유체 염색장비가 한 대당 약 50억 정도로 고가인 점이 단점으로 나타남
- 그러나 국내 염색가공 산업 분야가 중국에 많은 비중을 빼앗긴 현 상황에서 국내 경쟁력은 물론 글로벌 경쟁력을 키우기 위해서는 SC-CO₂를 이용한 환경 염색가공 분야로의 활발한 도전이 매우 중요한 실정임
- 국내 초임계 유체 염색기술은 파일럿 개발 실험이 (주)삼일산업에서 폴리에스테르 신 합섬용 초임계 염색기 개발이 산업자원부와 에어지 관리공단의 지원으로 1999년도부터 4년간 수행된 바 있음
- 당시 삼일산업에서는 1kg용량의 초임계 염색기 개발에 이어 순차적으로 7kg, 20kg을 개발 하고자 계획하고 추진한 바 있음
- 또한, 국내의 (주)대주기계는 ‘물 없는 칼라 산업’의 친환경 염색기술 사업의 일환으로 정부 과제 지원을 받아 산-학-연이 공동 참여하는 SC-CO₂설비 제조를 진행하였음
- 과제 시행 초기에는 25kg 초임계 유체 염색기를 성공적으로 개발하였고, 이를 통해 대 용량(200kg 이상)의 염색기가 개발 완성 단계에 이르러, 해외 고가 설비의 국산화와 이를 통한 친환경 염색가공 분야에 큰 기여가 예상됨

◎ 자원 순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술 현황

- ☐ 현재 폐자원을 활용한 리사이클 방식에서 화학적 리사이클(chemical recycle) 방식은 화학적으로 분해하여 화학원료를 사용하는 것으로 대상원료는 주로 PET, Nylon임. 공정은 해중합, 부분 산화, 분해, 유화, gas화 등임
- ☐ 이를 통해 얻어진 원료는 순도가 높고, 제품 물성이 우수함. 기술 난이도 측면에서는 반영구적 기술이며, 순환형 경량 제품에 이용되나 가격 경쟁력은 낮은 편임
- ☐ 리사이클 방식에서 물리적 리사이클(physical recycle) 방식은 동종, 별종의 재료를 용융 시켜 재생하는 방식으로 대상원료는 주로 PET, PP, PE, nylon임. 공정은 분별→분쇄→용융→압출의 공정을 거침
- ☐ 이를 통해 얻어진 원료는 순도에 따라 품질 저하가 발생하기도 하나, 기술 난이도 측면에서는 선별 후 쉽게 리사이클이 가능하며 비교적 가격 경쟁력은 매우 우수한 편임
- ☐ 리사이클 방식에서 열적 리사이클(thermal recycle) 방식은 소각 등의 방법을 통해 열에너지로서 이용하는 방식으로 대상원료는 모든 원료가 됨
- ☐ 처리 공정은 소각이며, 순도와 제품 물성에서 보면 반복 사용이 불가능하고, 기술난이도는 선별이 불필요하여 단순하며, 가격 경쟁력은 낮은 편임

[리사이클 방식별 특성 비교]

구분	화학적리사이클 (ChemicalRecycle)	물리적리사이클 (PhysicalRecycle)	열적리사이클 (ThermalRecycle)
개요	화학적으로 분해하여 화학 원료로 이용	동종/별종 재료로 용융시켜 재생	소각 등의 방법을 통해 열에너지로서 이용
대상원료	Nylon,PET	PET,PP,PE,Nylon	모든원료
공정	해중합,부분산화, 열분해,유화,Gas화등	분별→분쇄→용융→압출	소각
I.V.(고유점도) *PETchipI.V.0.74 적용시	0.74이상	0.5~0.7	-
순도/제품물성	높음/우수	순도에따라품질저하	반복사용불가능
기술난이도	반영구적, 순환형경량제품	선별후 쉽게 리사이클	선별불필요
가격경쟁력	매우낮음	매우우수	낮음

* 출처: 자체작성

(2) 생태계 기술동향

◎ 해외 플레이어 동향

- ☐ Sedacor(포르투갈)는 섬유연구소인 CITEVE 등과 공동으로 친환경 바이오매스 원료인 코르크를 이용한 코르크 섬유 소재 'CORK-A-TEX'를 개발하여 상용화
 - 전량 소각되는 코르크 폐기물을 면섬유에 혼입 및 코팅하여 친환경 코르크사 개발에 성공
 - 동일 조건에서 면섬유 직물 대비 파단 강도, 내마모성, 내필링성, 치수안정성, 항균활성, 인열저항성이 우수하며 홈 텍스타일, 패션소재, 실내 장식용 섬유제품 등으로 활용
- ☐ FENC(대만)는 지속 가능한 친환경 소재 수요에 대응하기 위한 친환경 소재 및 가공 솔루션인 TopGreen 시리즈를 구축하여 프로모션 중이며, 유해 중금속인 안티몬 프리 PET 섬유를 개발하여 상용화
 - PET병을 이용한 리사이클 소재, 물을 사용하지 않는 초임계 유체 염색 소재, 비용 제형 친환경 코팅소재, 비식용 바이오매스 원료 기반(30% 이상)의 바이오 PET 소재 등 다양한 친환경 소재 및 공정 솔루션 확보
 - '21년을 온실가스 감축 캠페인의 원년으로 삼아 탄소 전략을 수립하고 최적의 경로를 모색함
- ☐ DyeCoo(네덜란드)는 세계 최초로 물을 사용하지 않고 초임계 이산화탄소를 사용해 염색하는 200kg급 염색조 3개가 1세트로 이루어진 상업적인 염색설비인 'DyeOx'를 개발하여 사업화
 - 초임계 유체 염색 설비는 물과 염색 조제를 전혀 사용하지 않기 때문에 폐수 발생이 없고, 별도의 탈수/건조 공정이 필요 없어 공정시간 단축 및 에너지 소모를 줄일 수 있음
 - 폴리에스터 섬유만 가능하나, 향후 나일론, 면 등 적용소재의 확대와 설비 단가를 낮추기 위한 연구 개발이 진행
 - 섬유에서 패션에 이르기까지 전체 체인을 감독하며, 직물, 염료 및 완제품을 고려하여 업계에 적합한 최고의 솔루션을 제공하는 것을 목적으로 함
- ☐ Reggiani(영국)은 MS와 더불어 고속형 DTP 출력 설비의 선두업체로, 디지털 이미지 전문의 미국 EFI 그룹이 인수함에 따라 다양한 상품군 출시
 - 기존의 스크린 날염과 디지털 날염이 동시에 가능한 하이브리드 설비 형태로 Single-pass 방식의 출력 설비인 'BOLT'를 개발
 - 원자재, 품질 관리 및 재활용과 고급 원료 사용은 최종 제품의 품질을 핵심으로 하는 경영이념을 갖춤
 - 고품질 잉크 및 염색 관련 공정도 개발 예정
- ☐ Toray Textile Europe(영국)은 PET병을 재생한 리사이클 섬유 소재의 적용을 지속적으로 확대
 - 레귤러 PET 소재 대비 가격과 물성에 큰 차이가 없는 리사이클 소재를 상용화해 의류용, 생활용, 산업용 소재에 다양하게 적용

- DenimX(네덜란드)는 섬유와 바이오 기반 플라스틱을 혼합하여 압축 후 패널로 제조하며, 재활용 소재를 활용한 자동차용 부품, 램프, 테이블, 의자 등과 같은 라이프스타일의 제품을 제조
- APJET(미국)는 섬유 마감에 초점을 둔 플라즈마 기술 기업으로, 화학물질을 이용한 원단의 외형, 기능, 촉감을 개선하는 공정에 플라즈마 기술을 적용하였으며, 세계적으로 환경규제(ROHAS)가 나날이 강화됨에 따라 건식공정인 플라즈마 가공 기술에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있음
 - 기존의 직물 마감에 대한 필요성을 더 적은 에너지, 화학 물질, 열, 공해 또는 폐수를 필요로 하지 않는 친환경 대안으로 대체
- HTP Unitex(이탈리아)는 10kHz에서 구동되는 roll-to-roll 방식의 플라즈마 처리장치를 개발하였으며, 현재 시판중인 것으로 확인됨. 산소, 질소, 암모니아 가스를 이용하며 스포츠웨어 용도의 흡습성 및 접착가공 등에 적용하고 있음
 - 10kHz에서 구동되는 roll-to-roll 방식의 플라즈마 처리 장치를 개발하였으며, 현재 시판 중인 것으로 확인됨. 산소, 질소, 암모니아 가스를 이용하며 스포츠웨어 용도의 흡습성 및 접착가공 등에 적용하고 있음
- EFI Reggiani(이탈리아) UV 경화 기술 및 COLORS 장비
 - DTP를 활용한 기능성 가공으로 발수, 방오, 항균/방충 등이 가능한 시스템을 개발 중에 있으며 디지털날염기술을 이용한 염색 및 기능성 가공이 동시에 운용되는 시스템과 고착을 위한 열 경화 또는 UV 경화 기술사용으로 친환경 저 에너지형 기술의 확보가 진행되고 있음
 - DTP장비 잉크 11색 +침투제가 첨가된 처리액을 디지털 날염공정을 진행하여 원단 표면서의 잉크의 침투력을 증진뿐만 아니라 에너지 절약을 동시에 얻을 수 있는 획기적인 기술 확보

◎ 국내 플레이어 동향

☐ 휴비스

- 자연 상태에서 분해되는 친환경 폴리에스터인 Ecoever-bio를 개발함. 이 제품은 2020 대한민국 섬유 소재 품질 대상을 수상한 것으로 소각 시 CO₂ 및 유해 가스가 발생하지 않고 매립시 발생하는 토양 오염 문제도 해결될 수 있음. 이 제품은 45주(온도 55℃ 내외, RG 90%, pH 8.5 조건에서) 내 90% 이상의 생분해 특성을 나타냄
- 독자적인 기술력으로 리사이클 섬유에 생분해 성능을 부여한 '에코엔-R'을 개발하는 등 친환경 제품 선도 기업
- '22년 휴비스의 에코비버는 세계 일류상품 인증서 수여식에서 차세대 세계 일류상품으로 선정
- 저품질 단섬유 위주의 국내 리사이클 섬유 위주이던 국내 리사이클 섬유 시장 품질적 한계 극복을 위해 고순도 리사이클 칩 생산설비를 자체 구축하여 의류, 스포츠 의류, 이너웨어 등 다양한 의류용 제품에 활용

☐ 효성티앤씨

- 세계 최초 폐어망을 재활용한 리사이클 나일론 섬유 개발에 성공함
- 버려진 페트병 등을 재활용해 만든 섬유를 '리젠(regen)'이라는 브랜드로 공급하고 있음. 리젠은 원사 1kg 당 500ml 페트병 50개를 재활용할 수 있고 폐기 또는 소각할 때 발생하는 이산화탄소 배출도 감축 가능함
- 옥수수 추출물로 만든 세계 최초의 바이오 스판덱스인 크레오라 바이오베이스드를 개발. 미국의 친환경 평가 기법인 LCA로부터 탄소 절감, 자원 절약, 오존층 보호 등의 친환경 효과를 검증받음

☐ SK 케미컬

- PLA생산 원천 기술, 유연성 PLA기반 생분해성 플라스틱인 Ecoplan Flex와 바이오 폴리에스테르 수지인 ecoZen을 판매 중임
- '22년 3·4분기 실적 발표에서 “에코 트랜지션”을 통해 2030년까지 그린 소재 관련 매출을 2조 6,000억 원까지 달성 계획
- '22년 친환경 플라스틱 코폴리에스터 생산능력 확대와 화학적 재활용 글로벌 인프라 구축, 신규 바이오 소재 개발 등에 1조 원 이상 투자할 것이며, 코폴리에스터 생산능력을 '30년까지 50% 이상 확대할 계획

☐ CJ제일제당

- 미국 Metabolix PHA 관련 자산을 인수하여 상용화를 진행 중이며, PLA제품을 개발 중에 있음
- '22년 강소연구 개발특구 바이오 플라스틱 미래테크 포럼에서 친환경 해양 생분해 소재 PHA 경쟁력 강화를 위한 연구개발 및 실증 실험을 확대할 계획
- '22년 인도네시아 파수루안 바이오공장에서 PHA 본 생산을 시작하고 생분해 소재 전문 브랜드 PHACT(팩트)를 런칭하였고 현재 PHA 연간 생산량은 5,000 톤이고 '25년까지 PHA 연간 생산규모를 6만 5,000톤으로 늘리는 것을 목표로 PHA 상용화를 추진 중

☐ SKC

- 친환경 플라스틱인 생분해 PLA 필름을 국내 최초로 개발하고 세계 최초로 포장재 라벨까지 재활용이 가능한 SKC 에코라벨을 개발
- '22년 이차전지, 반도체, 친환경 소재 중심의 성장을 가속해 '글로벌 ESG 소재 솔루션 기업' 비전을 달성하기 위한 조직개편과 인사를 시행

☐ LG하우시스

- PLA기반 생분해성 접착필름, PLA벽지 및 바닥재를 판매 중임(지아마루)
- 국내 최초로 PF단열재 양산에 성공하였고, '22년 생산 라인 4호 증설 계획을 공개
- LG하우시스의 주요 제품이 '22년 한국녹색구매네트워크가 선정한 '대한민국 올해의 녹색상품'으로 선정됨

☐ 대상

- 전분을 이용한 친환경 식품 포장재로, 생분해성 1회용 식품 용기, 생분해성 롤백 등을 개발하여 친환경 식품 포장재 연구·개발
- 옥수수 전분계 생분해성, 열가소성 플라스틱을 개발하고 이를 판매중임(바이오닐)

☐ 롯데 케미칼

- 옥수수, 사탕수수 등을 원료로 한 플라스틱병 소재 바이오 PET를 생산
- '22년 충격에 강하고 유해 물질이 발생되지 않으며, 재활용이 용이한 친환경 소재인 EPP(Expanded PolyPropylene: 발포 폴리프로필렌) 소재를 활용해 층간 소음 완충재를 개발
- Bio PET를 생산하여 펩시콜라 PET병으로 납품 중임

☐ 롯데 정밀화학

- 생분해 폴리에스테르 수지의 개발과 이의 판매가 이루어짐(Enpol)

◎ 국내 중소·중견기업

☐ 앤비전

- 페플라스틱 플레이크와 폴리에스터 섬유를 혼합 후 용융하여 복합 패널용 재생 소재를 제조하여 재활용을 통한 과잉 생산 방지 효과와 더불어 심하게 오염되거나 복합화된 소재도 재생이 가능하도록 함

☐ 신한산업

- 영텍스 그룹의 자회사로 아웃도어용 라미네이팅 코팅 직물 대표 기업
- 섬유연구소를 운영하며, 국내 최초 블루사인 인증과 OEKO-TEX, GRS 등 친환경 인증을 획득하고, 비불소계 발수제를 사용하는 친환경 기업임
- 플라즈마를 이용한 섬유직물을 생산하고 있으며, PET, 나일론, 멜란지류, 방투습용 기능성 원단 등 다양한 섬유직물을 취급함. 비불소계 발수제 처리시 플라즈마 공정을 사용하고 있는 것으로 알려져 있음
- 폐 PET병을 재생하여 만든 원사를 지속적으로 사용하는 등 최근 친환경 소재 트렌드에 발맞추어 선도적으로 산업을 주도해 왔고 향후에도 다양한 재생 섬유 사용뿐 만이 아니라 가공에 사용되는 소재까지 친환경 소재 사용을 적극적으로 확대할 예정
- 나노 멤브레인을 투방습이 필요한 원단에 라미네이팅 시켜 고품질 투방습 원단 개발
- 나노 멤브레인 3-레이어 직물을 노스페이스에 공급 중

☐ 신일기업사

- 섬유 가공용도의 플라즈마 설비의 수출입 등 플라즈마 설비를 비롯한 전모기, 기모기, Gill box 등을 전문적으로 취급하는 것임

☐ 신풍섬유

- 각종 기능성 섬유 및 친환경 섬유 전문 기업으로, 플라즈마 섬유가공기술을 자체 개발하였으며 친환경 PLA소재의 제품화에 성공함
- 신풍섬유가 선보인 옥수수 섬유는 옥수수 전분을 발효해 모노머로 변환한 다음 화합물을 통해 모노머를 폴리머로 바꿔 이를 섬유로 뽑아낸 옥수수 섬유 개발
- "SWING COOL, INNO-TEX, RISTAR" 소재를 개발

☐ 에이피피

- 여러 산업에 적용이 가능하도록 대기압 플라즈마 장비를 개발하였고, 개발한 제품 중 ILP C1500은 최대 처리 폭 1.5m, 처리 속도 6m/min이며 컨베이어 타입으로 제조하고 있음

☐ 일성기계공업

- 국내에서 액체암모니아 가공기와 회수 시스템을 생산할 수 있는 역량을 가진 기업은 (주)일성기계공업이 유일한 상황이며 직물 용도로 한정되어 사용되고 있음

□ TFJ글로벌

- 국내 섬유테크 스타트업 TFJ글로벌은 세계 최초 비불소 친환경 발수가공기술 개발에 성공했으며, 천연섬유와 합성섬유에 적용이 가능함
- 스위스 공인 인증기관에서 오코텍스(Oeko-tex standard 100) 1등급(Baby Class) Annex6 인증을 획득하는 등 기술력을 인정받음
- 비(非)불소계(C0) 화학약품과 첨단 발수 가공기술을 접목한 "BLUELOGY"라는 기술을 보유
- 다회 세탁에서도 원단에 높은 항균성을 유지시키는 항균 기술 "PRODI"와 난연성이 높은 소재인 "MATERIUM"을 개발

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[친환경 가공 섬유 제조 시스템 주요 연구조직 현황]

기관	연구분야
한국섬유소재연구원	• 친환경 염색가공 시스템 개발
다이텍연구원	• DTP 기술 및 제품 공정기술 개발
공주대학교	• 천연물질을 이용한 의류소재의 염색 및 기능성 가공, 냉감성 의류소재, 전도성 고분자, 전기방사, 의료용 고분자 재료 (섬유재료 또는 젤) 등
숙명여자대학교	• 생분해성 고분자, 친환경, 플라즈마, 그린 테크놀로지 개발
한국섬유개발연구원	• 친환경 생분해성 섬유인 폴리유산 섬유를 비롯해 펄트병 리사이클 섬유, 천연복합 섬유 소재에 대한 연구 개발

(2) 기관 기술개발 동향

☐ 한국섬유소재연구원

- 액체 암모니아에 의한 면 및 면복합 편물소재의 미세구조 변형을 통한 형태안정성 및 염색성 향상 기술 개발
- 기존 니트 CPB 염색 기술의 문제점이었던 변부 말림과 색차문제를 해결하여 ECOROOM 기술을 개발하였으며, LAMP 가공을 니트 소재에 적용한 CELLIII 기술 개발

☐ 다이텍연구원

- 기존 날염방식의 복잡한 공정에서 벗어난 간편하고 효율적인 첨단날염기술로서 컴퓨터상 디자인이나 이미지를 섬유원단에 그대로 출력이 가능하며, 공정 단순화, 무한도수의 색상표현을 제공하는 핵심 염색기술을 연구 개발

☐ 공주대학교

- 자연에 존재하는 천연물질과 식품 폐기물 등 버려지는 원료들을 이용하여 섬유 제품에 항균성과 항산화성 등 유효 기능성을 부여할 수 있는 새로운 개념의 기능성 섬유 제품을 개발
- 식품폐기물인 자색고구마 껍질과 흑미 수세액을 이용하여 중요한 의류소재인 양모와 면섬유 원단에 항균 및 항산화성을 부여하기 위한 가공 기술 개발
- 특히 -OH기가 풍부한 페놀계 화합물을 BTCA나 succinic acid 등 polycarboxylic acid를 가교제로 사용하여 섬유에 부착함으로써 가공의 효율을 높이는 연구 개발

☐ 숙명여자대학교

- 섬유 원료부터 가공 기술에 이르기까지 전 스트림에 걸쳐 친환경 공정 기술을 확보하고, 생분해성 고분자를 의류용으로 적용하기 위하여 다양한 기능성을 부여할 수 있는 플라즈마 가공 기술을 개발

☐ 한국섬유개발연구원

- 생분해성 섬유인, 옥수수 전분에서 유래한 폴리유산 섬유의 단점을 보완하기 위해 내열성을 높이고, 자외선 차단 기능을 부여한 제품의 연구 개발이 진행 중임
- 폐 페트병을 재활용하여 부가가치가 높은 폴리에스터 장섬유 필라멘트 생산 기술을 보유할 수 있도록 생산설비를 구축 예정이며, 이를 통해 리사이클 폴리에스터 소재뿐만 아니라 다양한 기능이 부여된 리사이클 제품을 개발하고자 함

◎ 국내 친환경 가공 섬유 제조 시스템 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
한국섬유소재 연구원	친환경 염색가공 시스템 개발	2020~ 2020	<ul style="list-style-type: none"> 염색·가공 공정에서의 용수 및 폐수 발생 비용 50% 이상 절감을 통한 섬유 염색·가공 혁신기술 제시 친환경 생산공정을 통한 생산성 향상 및 일자리 창출 등 지역 및 국내 염색·가공 섬유기업의 경쟁력 확보
공주대학교	천연 추출물과 디지털 텍스타일 프린팅 기술을 활용한 친환경 기능성 가공법 개발	2020~ 2023	<ul style="list-style-type: none"> 천연물질 기반의 유효성분 특이 식품 폐기물과 같이 버려지는 천연원료들을 이용하여 섬유제품에 항균성, 항산화성, 항염성 등 건강증진 기능성을 부여함으로써 인체 친화적인 기능성 의류소재를 개발 선발된 천연 기능성 원료를 활용한 텍스타일 표면 전처리제 및 DTP 잉크를 개발 천연 기능성 잉크를 다양한 섬유소재에 적용하고 각각의 프린팅 공정 최적화
다이텍연구원	고속 DTP용 제품화 공정기술 개발	2017~ 2022	<ul style="list-style-type: none"> 소재별 DTP 전처리 조제 성능 보완 및 현장 적용 테스트와 개발 전처리 공정에 따른 최적 DTP 후처리 공정 확립 생산성 확대를 위한 Pilot 공정기술 개발 및 신축 소재 DTP 공정 기술개발 3세부 개발 안료에 대한 전/후처리 솔루션 및 성능 보완
	SC-CO ₂ 를 통한 초임계 유체 염색기(대주기계, 영남대, 서울대, 충남대 등)	2017~ 2021	<ul style="list-style-type: none"> 과제 초기 저 용량의 25 kg 규모의 초임계 유체 염색기를 성공적으로 개발하였고, 과제 최종 연도에 200 kg급 이상의 국내 최초의 장비를 성공적으로 개발함 과제 수행을 통해 물 없는 칼라산업의 초석을 마련하였으며, 향후 폴리에스테르 염색을 넘어 각종 섬유의 염색과 고부가 섬유 가공 기술로 확대 추진 중
한국섬유개발 연구원	PET병 재활용 그린섬유 플랫폼 조성	2021~ 2024	<ul style="list-style-type: none"> 폐 페트병을 재활용해 친환경 폴리에스테르 섬유 생산 기술 개발을 위한, 재생원료 확보, 고품질 재생원료 제조기반 구축, 그린섬유 제조기업 경쟁력 강화 지원 고순도 폐자원 확보 및 산업 간 융합기술 지원과 자원 순환형 그린섬유 생산 지원 설비 및 테스트베드 구축
(주)디지아이	대형 저평량 고속전사 시스템 및 공정 기술 개발	2017~ 2021	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 염색을 위한 고속 프린팅 방식에 의한 전사날염 설비 및 제품 개발
(주)대주기계	초임계 유체 염색 기술 개발	2017~ 2021	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 염색을 200kg 급 초임계 유체 염색설비 및 이에 관련된 염료, 최적 염색공정기술 개발

* 출처: 자체작성

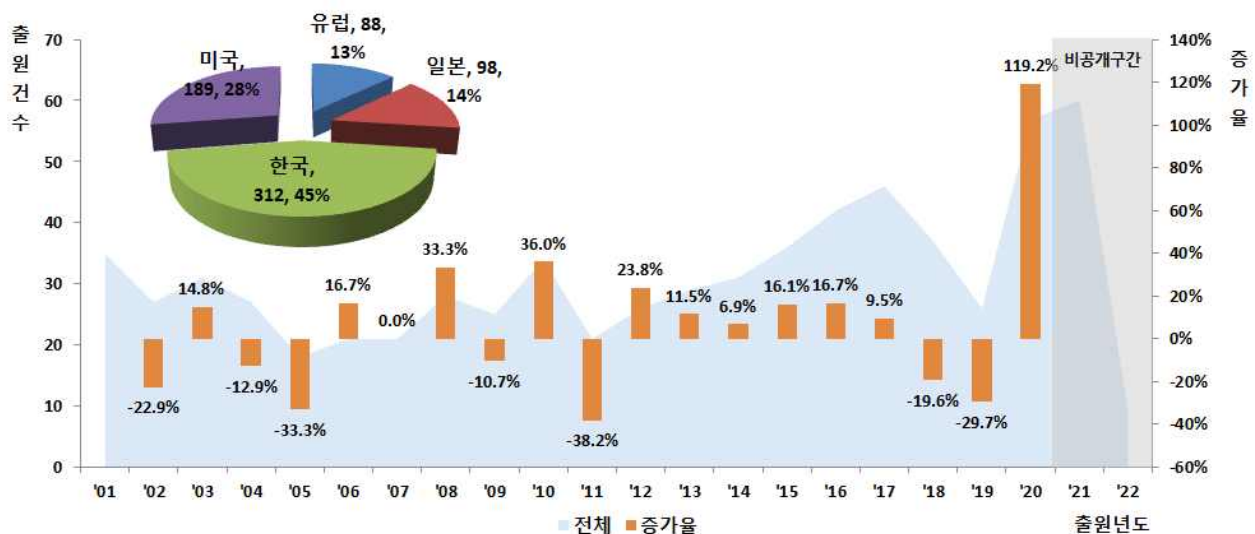
3. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 특허 증가율

- ☐ 과거부터 최근까지 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향 파악²⁾
- ☐ 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 출원 점유율 분석을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악

연도별 출원증가율

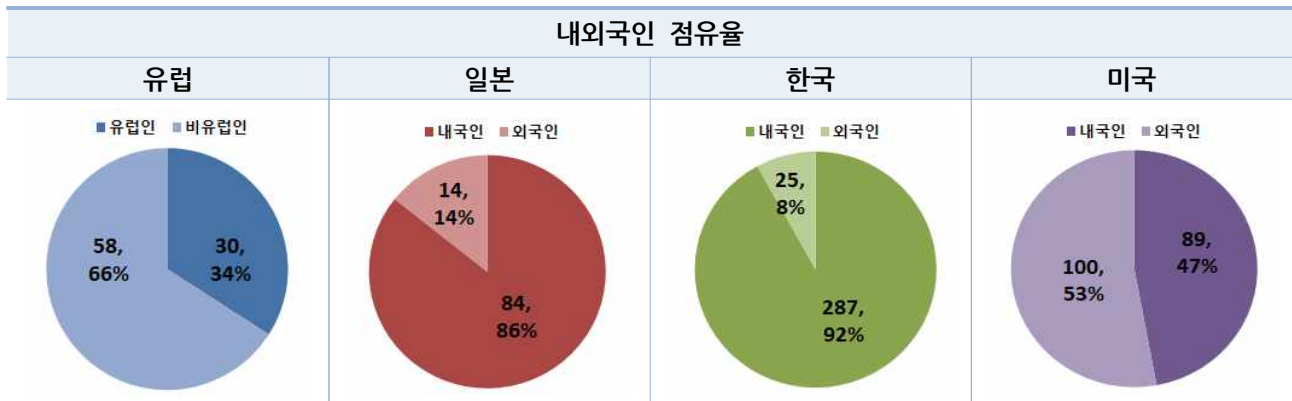


- 친환경 가공 섬유 제조 시스템은 지난 20년(2001년~2020)간 증감을 반복하며 출원 활동이 꾸준히 진행되고 있으며, 최근 출원이 증가하고 있는 것으로 나타남
- 국가별 출원 비중을 살펴보면 한국이 전체의 45%의 출원 비중을 차지하고 있으며, 미국 28%, 일본 14%, 유럽 13% 순으로 나타나 한국의 출원 비중이 높은 것으로 나타남
- 최근 저탄소, 친환경, 순환 경제 이슈로 인해 최근 특허 출원이 증가한 것으로 판단됨

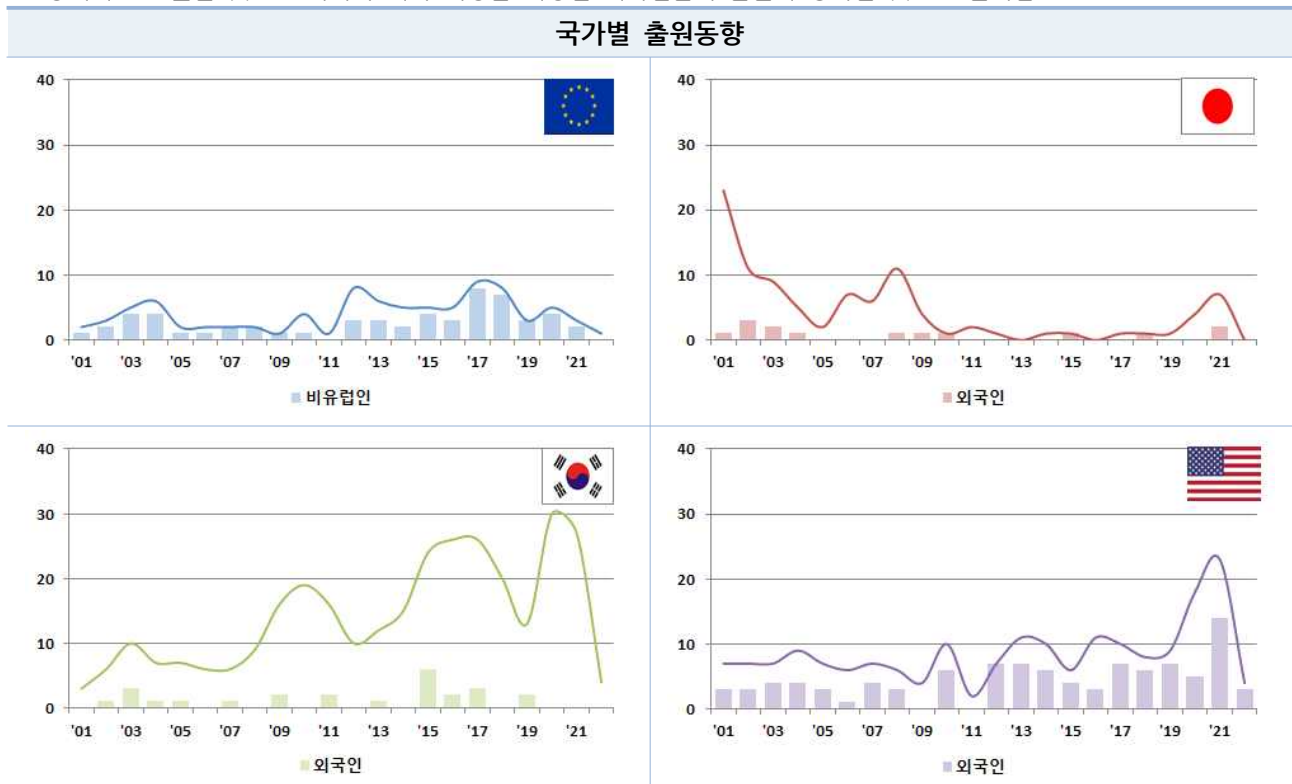
2) 특허출원 후 1년 6개월 경과 후 데이터가 공개되는 특허제도의 특성상, 2021년과 2022년에는 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않은 미공개데이터의 존재로 유효데이터가 적게 나타날 수 있음에 유의해야 함

(2) 특허 점유율

- 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치 파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 내·외국인의 출원분포를 파악하여 해당 국가 내 국외기술의 유입상황 및 국외기술에 대한 의존도 여부, 자국 기술력 등을 유추



- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목에 있어, 한국, 일본은 내국인의 점유율이 각각 92%, 86%로 내국인에 의한 특허활동이 활발하며, 유럽, 미국은 외국인의 점유율이 각각 66%, 53%로 외국인에 의한 특허활동이 우세한 것으로 분석됨
- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목에 있어 한국의 기술자립도가 가장 높은 것으로 평가되며, 미국은 외국인 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타나 미국 시장을 겨냥한 외국인들의 출원이 증가한 것으로 분석됨



- 지난 20년간 주요국 한국과, 일본은 내국인에 의해 출원이 다수 진행되었으며, 특히 한국은 최근 연도로 접어들수록 내국인의 출원이 증가함. 미국과 유럽은 출원 초기부터 최근까지 외국인의 출원이 타국가 대비 많이 나타나고 있음

(3) 특허 영향력

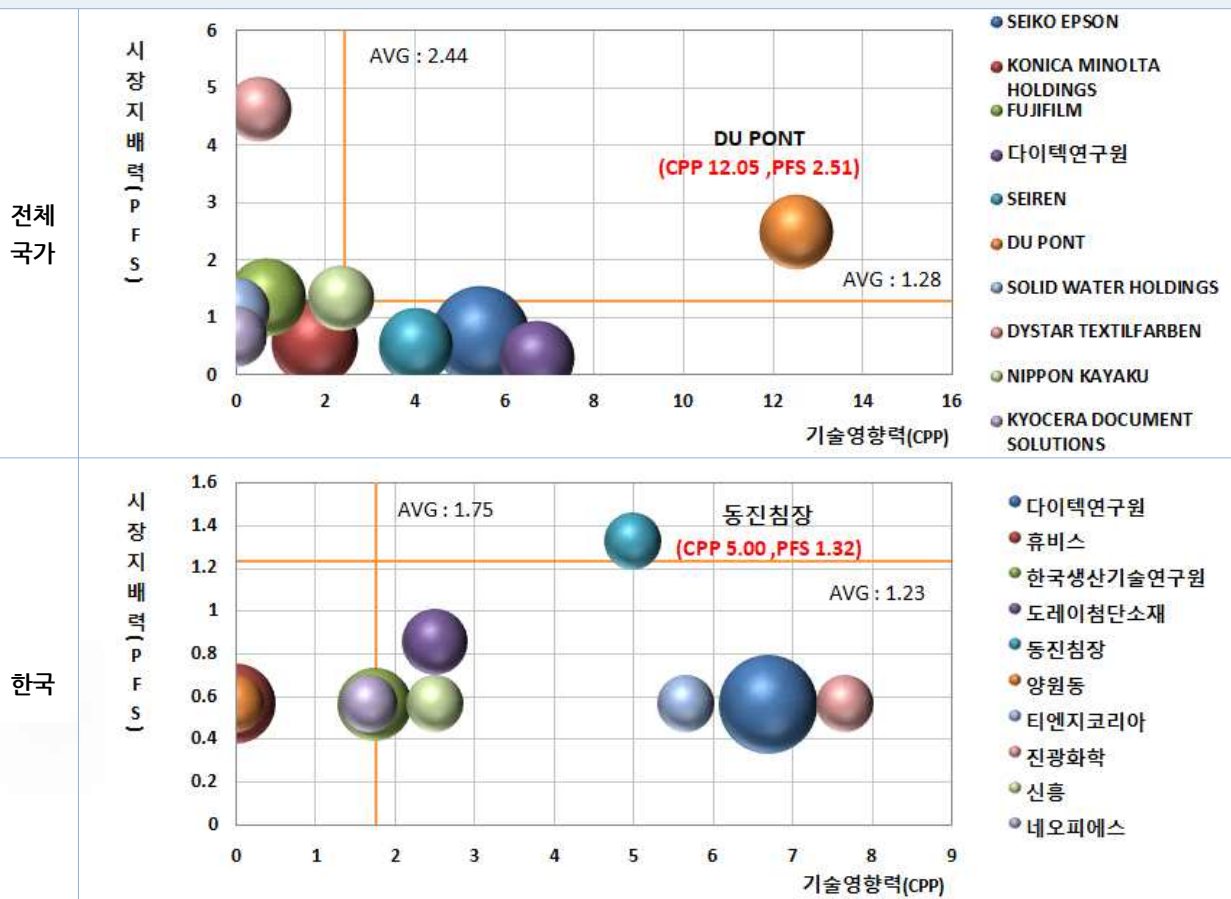
- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 특허권자의 입장에서 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 핵심특허 또는 원천특허를 많이 보유하고 있을 가능성이 높다고 판단

* $CPP = \text{특정 주체의 등록특허의 피인용 횟수} / \text{해당 주체의 등록특허 수}$

- 시장지배력(PFS) 지수는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌 시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능

* $PFS = \text{특정 주체의 평균 패밀리 국가수} / \text{전체평균 패밀리 국가수}$

주요출원인 IP 경쟁력(기술성 vs 시장성)



- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목에 대한 주요출원인들의 IP 경쟁력 분석결과, 전체 국가에서 기술영향력 및 시장확보력이 모두 높은 출원인은 DU PONT가 있으며, 한국에서 기술영향력 및 시장확보력이 모두 높은 출원인은 동진첨장이 나타남

(전체) DU PONT : 기술영향력(CPP) 12.05 / 시장확보력(PFS) 2.51

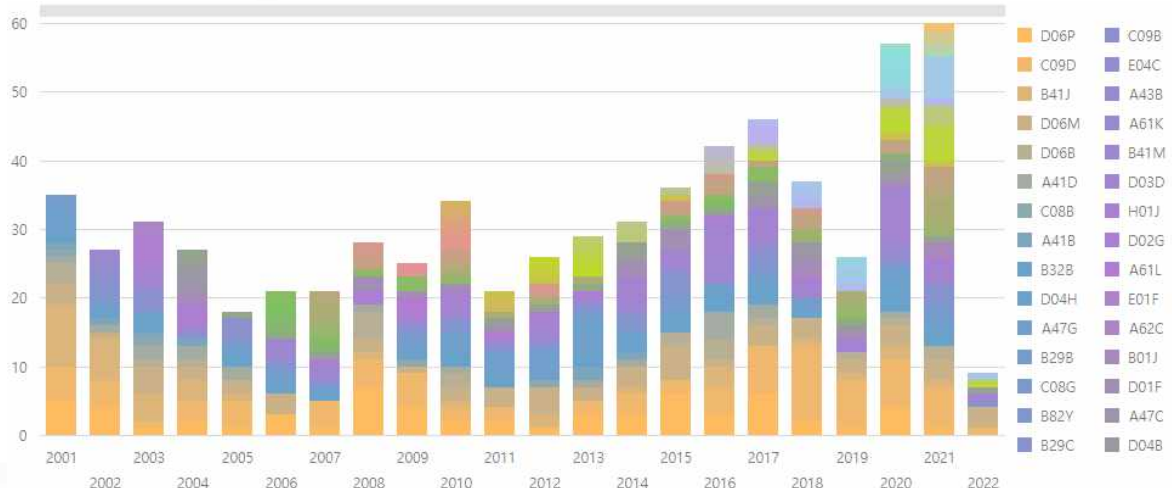
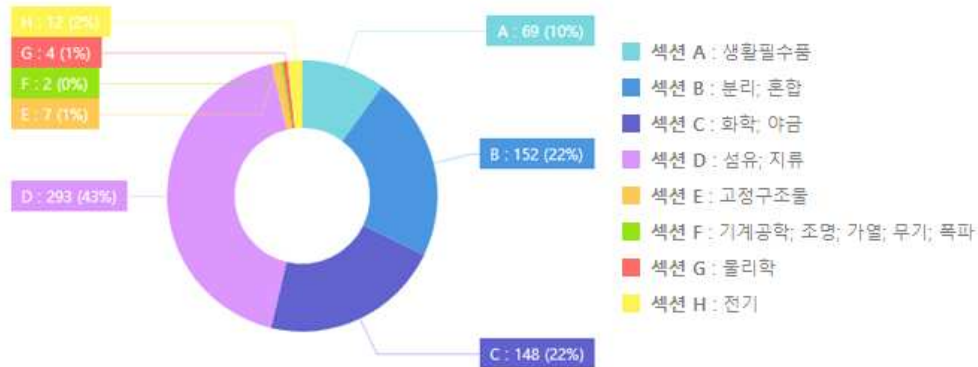
(한국) 동진첨장 : 기술영향력(CPP) 5.00 / 시장확보력(PFS) 1.32

(2) 기술 현황 분석

- 전 세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중기술 분야를 확인할 수 있으며, 연도별 기술현황 변화추이를 확인함으로써 해당품목에 대한 기술변화 트렌드 변화를 유추

* IPC(International Patent Classification) : 국제특허분류

IPC 특허분류별 출원건수



- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목은 섹션 D 섬유/지류 기술분야의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 섬유제품의 염색 또는 날염; 피혁, 모피 또는 여러가지 형태의 고체상 고분자 물질의 염색(D06P) 기술분야에서 집중 연구개발되고 있는 것으로 분석됨
- 연도별 기술현황 변화추이를 보았을 때, 최근에는 (C09D) 기술분야인 '피복 조성물' 관련 분야와 (D06M) 기술분야인 '섬유, 가연사, 사, 직물, 우모 또는 이와같은 재료로부터 제조된 섬유제품의 처리' 관련 분야에서 출원이 진행된 것으로 나타남

IPC - Sub Class	출원건수
• (D06P) 섬유제품의 염색 또는 날염; 피혁, 모피 또는 여러가지 형태의 고체상 고분자 물질의 염색	96
• (D06M) 섬유, 가연사, 사, 직물, 우모 또는 이와같은 재료로부터 제조된 섬유제품의 처리	78
• (C09D) 피복 조성물	60
• (D03D) 직물; 제직방법; 직기	40
• (D04H) 직물(textile fabrics)의 제조	19

(3) 기술 집중력 분석

- 주요출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단하는 것으로, 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우(CR1 지수는 50 이상일 경우, CR2 또는 CR3 지수는 75 이상일 경우) 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

* CRn(집중률지수, Concentration Ratio n) = (1위 출원인의 특허점유율) + ... + (n위 출원인의 특허점유율)

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	SEIKO EPSON	16	2.3	2	
	KONICA MINOLTA HOLDINGS	12	1.7	4	
	FUJIFILM	10	1.5	6	
	SEIREN	9	1.3	7	4
	DYSTAR TEXTILFARBEN	9	1.3	8	
	DU PONT	9	1.3	9	
	SOLID WATER HOLDINGS	8	1.2	11	
	다이텍연구원	8	1.2	12	
	NIPPON KAYAKU	8	1.2	13	
	PROCTER & GAMBLE (P&G)	7	1.0	14	
	전체	687	100%	CR4 = 7	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	213	68.3	68.27	중소기업
	대기업	20	6.4		
	연구기관/대학	54	17.3		
	기타(외국인)	25	8.0		
	전체	312	100%	CR중소기업 = 68.27	

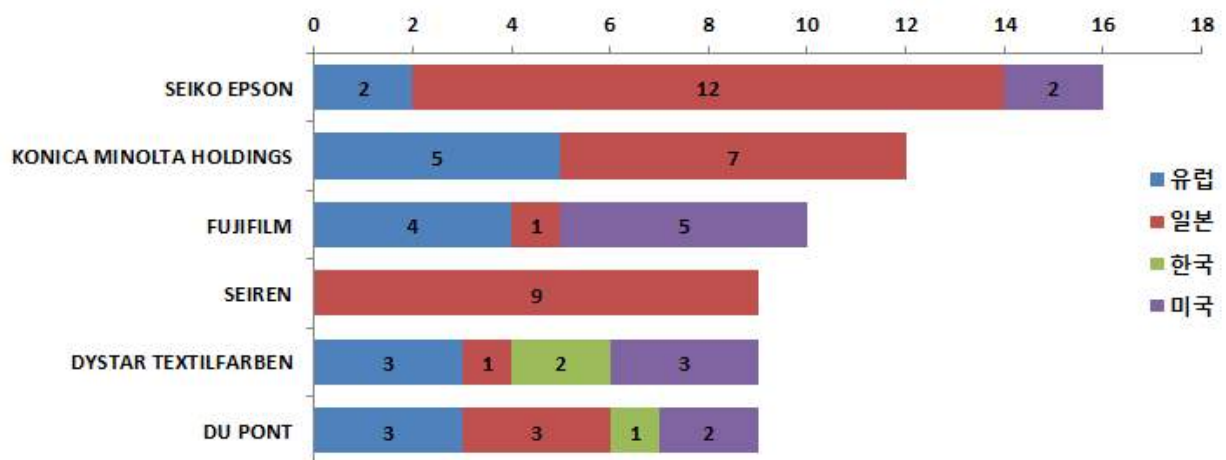
- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목에 대한 시장관점의 기술독점 집중률 지수(CRn) 분석결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 7로, 주요출원인에 의한 독과점 정도는 현재까지는 심하지는 않은 것으로 분석됨
- 국내시장에 있어서 중소기업의 특허점유율은 68.27로, 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목에서 중소기업의 점유율은 높은 것으로 분석되고, 외국인에 의한 출원점유율 또한 낮게 나타나고 있어 국내시장에서 중소기업의 진입장벽은 높지 않을 것으로 판단됨

다. 주요 출원인 분석

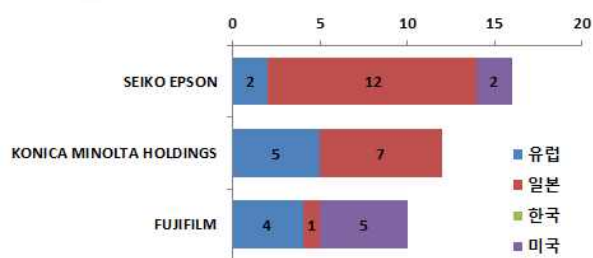
(1) 주요 출원인 동향

- 주요출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요출원인들이 고려하고 있는 주요시장국이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망
- 타 국가 대비 국내 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 연구개발에 있어 비중 있는 사전 파악이 필요한 기관 및 기업 제시

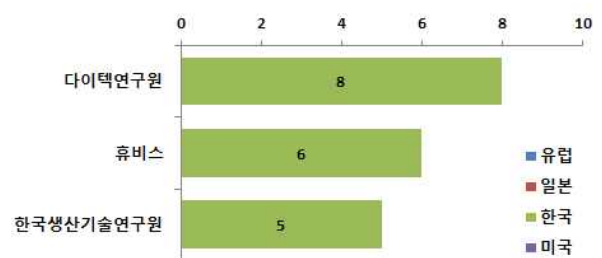
전체 주요출원인 동향



해외 주요 출원인



국내 주요 출원인



- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목의 전체 주요출원인 Top 5를 살펴보면, 일본, 독일 국적의 출원인이 포함되어 있는 것으로 나타남
- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목 관련 국내 주요 출원인으로 다이텍연구원, 휴비스, 한국생산기술연구원이 도출되었으며, 모두 자국내 출원을 진행한 것으로 나타남
- 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목은 전체적으로 출원건수가 낮고 상위 출원인의 독과점 형태가 나타나고 있지 않아 기술 개발을 통한 시장 진입 용이성이 높을 것으로 판단됨

(2) 주요 출원인 기술 키워드 및 주요특허 분석

- 주요출원인이 출원한 해당품목의 특허 기술 키워드 확인을 통해 출원인별 집중연구 분야를 파악할 수 있으며, 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 주요특허를 사전검토 함으로써 주요출원인의 주력기술 분야를 예측

* 기술 키워드 분석범위 : 요약, * 키워드 구성 : 구문, * 키워드 출력 수 : 50개

* 주요특허 도출 기준 : 등록특허를 기준으로 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ SEIKO EPSON

주요 키워드 및 주요특허 분석



- 염료 잉크, 액시드 블루, Penetrant Liquid, 잉크젯 방식, 날염화 직물, 폴리아미드계 섬유, 액시드 레드, Disperse Dye, 직물 잉크젯 날염, Inkjet Textile Printing

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 8777369 (2012.06.12.)	Inkjet textile printing method and inkjet textile printing apparatus	잉크젯 텍스타일 프린팅 장치	13	5
JP 4513255 (2002.12.03.)	잉크젯 날염용 잉크 조성물, 날염 방법 및 날염화 직물	잉크젯 날염용 잉크 조성물	10	1
EP 2537679 (2012.06.22.)	Inkjet textile printing method and inkjet textile printing apparatus	잉크젯 텍스타일 프린팅 장치	7	5

- SEIKO EPSON은 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 일본뿐만 아니라 미국 및 유럽에도 출원을 진행하였으며, 잉크젯 텍스타일 프린팅 장치 개발 기술에 대한 기술력이 높은 것으로 조사됨

주요 키워드 및 주요특허 분석



- Reactive Dye, Inkjet Textile Printing, Sulfonate Group, Hydroxy Group, 직물용 잉크젯 프린터, 잉크젯 날염 잉크, Textile Printing, 섬유용 잉크젯용 잉크, Heat Source, Hlb Value

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
JP 5581592 (2009.01.14.)	잉크젯 방염용 조성물 세트 및 그것을 이용한 잉크젯 방염 방법	잉크젯 방염 방법	6	1
JP 5359001 (2008.03.28.)	잉크젯 날염 방법	번짐 내성, 화상 내구성이 우수하고, 사용 후의 폐기에 있어서 환경 적성이 우수한 잉크젯 날염 프린트	1	1
EP 3473769 (2018.10.17.)	INKJET TEXTILE PRINTING INK AND INKJET TEXTILE PRINTING METHOD	잉크젯 날염 잉크 및 잉크젯 날염 방법	0	2

- KONICA MINOLTA HOLDINGS는 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 일본과 유럽을 위주로 출원을 진행하였으며, 잉크젯 날염 프린트 관련 기술에 있어서 기술력이 높은 것으로 조사됨



주요 키워드 및 주요특허 분석



- Inkjet Ink, Dye Polymer, Inkjet Textile Printing, Ink Cartridge, Coloring Composition, Textile Printing, Structure Derived, Inkjet Ink Filling, Overcoat Liquid, Ink Set

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 9068290 (2014.10.20.)	Coloring composition for inkjet textile printing, textile printing method, and fabric	잉크젯 날염용 착색 조성물	2	7
EP 3492651 (2017.07.20.)	INKJET TEXTILE PRINTING METHOD, COLORED COMPOSITION, INKJET INK, INK CARTRIDGE, AND DYE POLYMER	잉크젯 날염용 착색 조성물	0	5
US 11352742 (2019.01.28.)	Inkjet textile printing method, coloring composition, inkjet ink, ink cartridge, and dye polymer	잉크젯 날염용 착색 조성물	0	5

- FUJIFILM은 친환경 가공 섬유 제조 시스템 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 일본뿐만 아니라 미국 및 유럽에도 출원을 진행하였으며, 잉크젯 날염용 착색 조성물 관련 기술에 있어서 기술력이 높은 것으로 조사됨

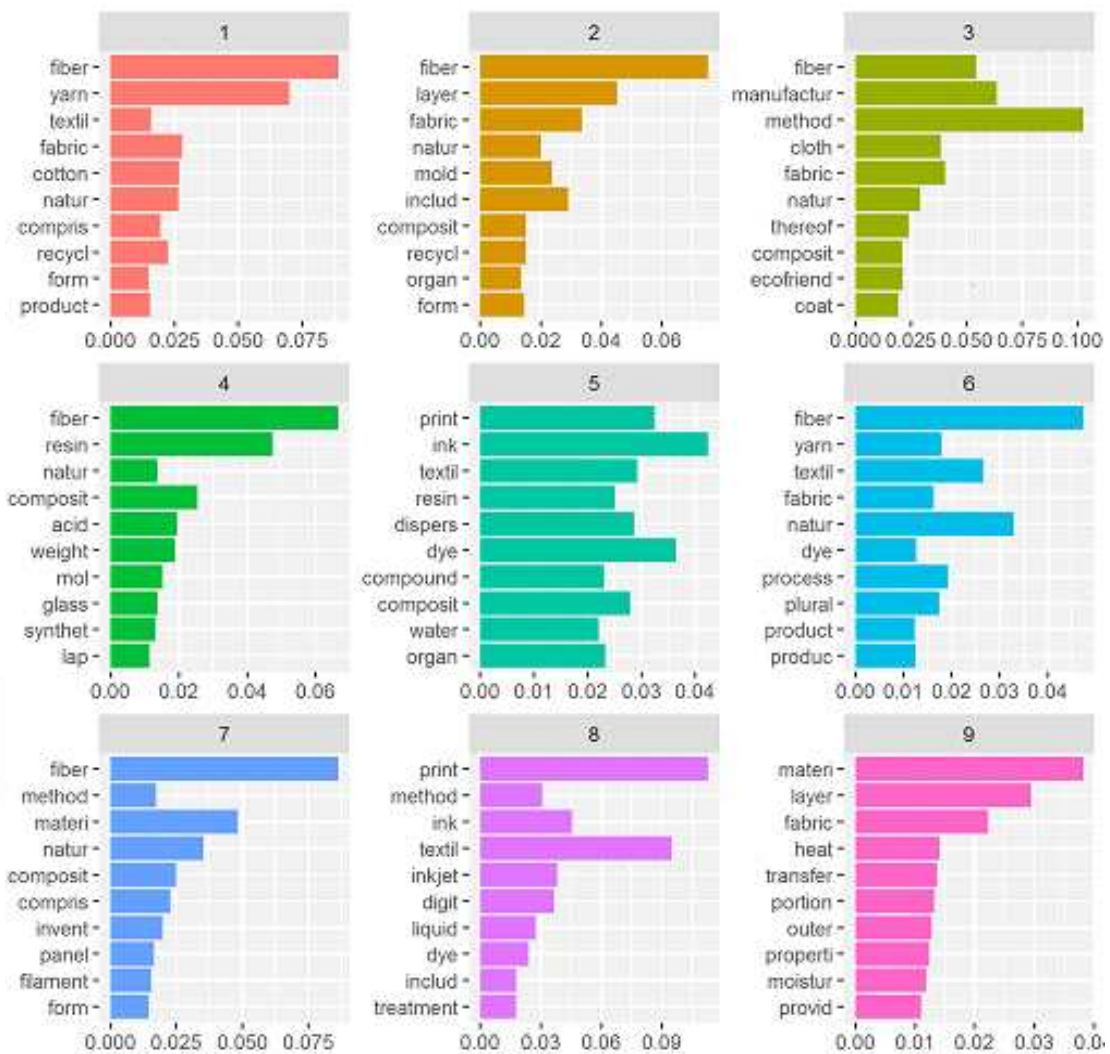
4. 전략품목 기술로드맵

가. 핵심기술

(1) 요소기술 도출

◎ 특허 키워드 클러스터링 기반 요소기술 후보도출

[친환경 가공 섬유 제조 시스템 토픽 클러스터링 결과]



* 출처: 자체작성

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 후보도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	nature environment composit recycle waste	<ul style="list-style-type: none"> Eco-Friendly Fiberboard Manufacturing Apparatus, The Clothes, The Main Ingredient Process For The Production Of Recycled Textile Goods Using The Waste Fabric Material And Recycled Textile Goods Make By The Same 	환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술
클러스터 02	ink print textile dye water	<ul style="list-style-type: none"> Synthetic Fiber And Natural Fiber On The Multicolor Deep Color Agent For 1 Step Treatment Type And Manufacturing Method Thereof Ink For Inkjet Textile Printing And Dyeing Method 	디지털 섬유 인쇄를 위한 잉크 및 적용기술
클러스터 03	powder glass silver bacteria cloth	<ul style="list-style-type: none"> Nano Silver And Contain Perfume Dress Manufacture Method Of Fabric With Silicon Antibacterial Cloth 	친환경 기술을 이용한 원단 제조 공정
클러스터 04	nature dye environment composite color	<ul style="list-style-type: none"> Method Dyeing Natural Fiber With Natural Mud Dyes And Manufacturing Natural Mud Dyes Natural Dyeing Method Of The Natural Textile Which Uses The Wild Weed 	천연 염료를 이용한 친환경 염색 공정 기술
클러스터 05	exposure fiberpolymer layer textile nature	<ul style="list-style-type: none"> Processor And Process For Liquid Ammonia Treatment Of Hank Yarn Environmental-Friendly Treating Agent Of Textiles And The Textiles Treated By The Agent And Treating Method Thereof 	친환경 섬유 처리제 및 공정 기술
클러스터 06	composite polymer nature reinforce coat	<ul style="list-style-type: none"> Foil Or Film Laminated Enhanced Natural Fiber/Polymer Composite Coating Of Organic Fibers With Siloxane-Carborane Polymers 	-
클러스터 07	insert surface environment coat plasma	<ul style="list-style-type: none"> Plasma-Treated Textile Surfaces For Adsorption Filter Materials Plasma Fabrics Using Flexible Electrodes And Manufacturing Apparatus And Method Thereof 	플라즈마 가공을 이용한 섬유 제조 기술
클러스터 08	yarn nature polyester woven blend	<ul style="list-style-type: none"> Composite Material Containing Natural Fibers Composite Regenerated Cotton And Bast Fiber Yarn And Method For Making The Same 	천연섬유를 포함하는 복합직물 제조 기술
클러스터 09	print digital liquid ink inkjet	<ul style="list-style-type: none"> Digital Printing Textile's Manufacture Method And Digital Printing Textile Cotton And Digital Textile Printing Method For Printing A Fluorescent Paint 	DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발 기술

* 출처: 자체작성

◎ 특허 분류체계 기반 요소기술 후보도출

[IPC 분류체계에 기반 요소기술 후보도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B41J) 특수문자를 위한 것, 예. 한자 또는 바코드를 위한 것	(B41J-002/01) 잉크 제트	-
	(B41J-003/407) 특수한 재료에의 마킹용	섬유용 디지털프린팅 기술
(B41M) 인쇄, 복제, 마킹 또는 복사 방법; 컬러 인쇄	(B41M-005/00) 복제 또는 마킹 방법 그것에 사용하는 시트 재료	디지털 프린팅 및 전처리제 제조기술
(C09D) 피복 조성물	(C09D-011/00) 잉크	-
	(C09D-011/328) 염색제에 특징이 있는 것	직물 프린팅용 잉크 조성 및 날염 방법
(D02G) 섬유, 필라멘트, 가연사 또는 사의 권축처리	(D02G-003/04) 상이한 재료로 되는 성분을 함유하고 있는 혼방사 또는 기타 사나 가연사	특수기능섬유를 함유하는 천연직물 기술
(D03D) 직물; 제직방법; 직기	(D03D-015/00) 사의 재료 또는 구조 또는 경사나 위사에 이질재료를 혼입하는 것에 특징이 있는 직물	생분해성 등의 친환경 소재를 활용한 직물제조 기술
(D06P) 섬유제품의 염색 또는 날염; 피혁, 모피 또는 여러가지 형태의 고체상 고분자 물질의 염색	(D06P-001/34) 천연염료를 사용하는 것	천연 염료를 이용한 친환경 염색 공정 기술
	(D06P-005/00) 섬유제품의 염색 또는 날염 또는 피혁, 모피 또는 여러가지 형태의 고체상 고분자물질의 염색에 있어서의 기타 특징	디지털 날염 섬유 코팅 기술
	(D06P-005/30) 잉크제트 인쇄날염	-

* 출처: 자체작성

◎ 최종 요소기술 도출

- ☐ 기술·시장 분석, 기술수요, 기술(특허)분석, 전문가 추천을 바탕으로 요소기술 후보 도출
- ☐ 요소기술 후보를 대상으로, 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술 확정

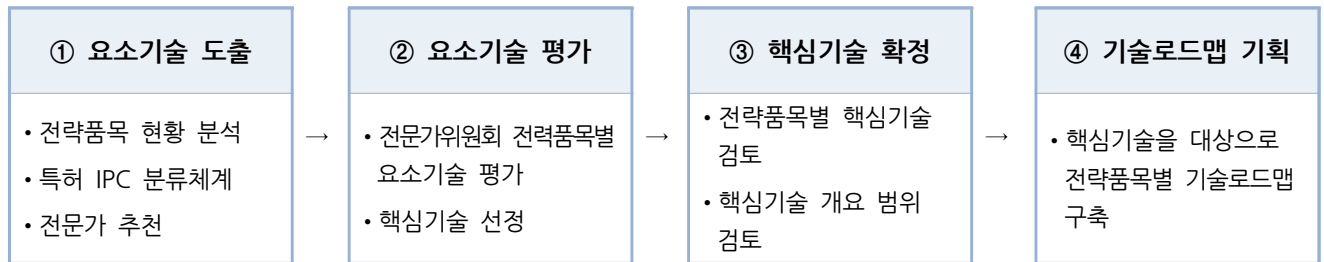
[친환경 가공 섬유 제조 시스템 요소기술 도출]

요소기술	출처
재활용 기술을 이용한 친환경 직물 제조 기술	특허 클러스터링
디지털 섬유 인쇄를 위한 잉크 및 적용기술	특허 클러스터링
친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술	특허 클러스터링, 전문가 추천
천연 염료를 이용한 친환경 염색 공정 기술	특허 클러스터링
환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술	특허 클러스터링
SC-CO ₂ 고부가 섬유 가공 기술	전문가 추천
자원순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술	전문가 추천
DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발 기술	특허 클러스터링
섬유용 디지털 프린팅 기술	IPC 기술체계
디지털 프린팅 및 전처리제 제조기술	IPC 기술체계, 전문가 추천
직물 프린팅용 잉크 조성 및 날염 방법	IPC 기술체계
특수기능섬유를 함유하는 천연직물 기술	IPC 기술체계
생분해성 등의 친환경 소재를 활용한 직물제조 기술	IPC 기술체계
천연 염료를 이용한 친환경 염색 공정 기술	IPC 기술체계, 전문가 추천
디지털 날염 및 섬유코팅 기술	IPC 기술체계

(2) 핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 절차

- ☐ 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 기술시장분석을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술 등을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 전문가위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- ☐ 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성

[핵심기술 선정 및 기술로드맵 기획 프로세스]



(3) 핵심기술 리스트






[친환경 가공 섬유 제조 시스템 핵심기술]

핵심기술	개요
환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술	<ul style="list-style-type: none"> 천연 유래의 섬유 전 처리제를 비롯하여 각종 섬유가공제 등을 제조하고 이를 섬유 직물에 처리하여 내구성과 요구 성능을 충족하는 기능성 부여 섬유가공 기술
DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> 침염방식의 염색기술을 대체하기 위해 DTP를 이용하여 각종 섬유 직물에 프린팅 함으로써 염색 용수 및 폐수를 줄이는 친환경 염색기술을 개발하고, 아울러 이를 실현하기 위한 고속, 고정밀도의 DTP 장비를 개발하는 기술. 또한 천연 유래의 CMYK의 4종 색소를 찾아 기존 합성잉크와의 비교를 통해 견뢰도의 DTP 프린팅 기술
친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술	<ul style="list-style-type: none"> 전분, 콩, 우유, PLA 등과 같은 친환경 천연소재의 발굴과 이를 통한 섬유 제조 기술. 천연물 및 석유계 기반의 생분해성 고분자 섬유의 제조와 이를 통한 친환경 생분해 특성의 섬유 소재 제조 기술
SC-CO2 고부가 섬유 가공 기술	<ul style="list-style-type: none"> 추출, 건조, 나노입자형성, 화학반응 등의 용도 이외에 초임계유체 기술을 활용한 소수성 합성 섬유에의 침지(각종 섬유 가공제, 도전성 가공제 등)를 통한 친환경, 차별화, 고기능성 섬유가공 제품 제조 기술
자원순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술	<ul style="list-style-type: none"> 폐자원의 효율적 자원화를 위해 화학적, 물리적, 열적 리사이클을 통해 친환경 섬유 제조 기술 확립과 이의 가공 기술 개발을 통한 제품 차별화 기술

나. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[친환경 가공 섬유 제조 시스템 기술개발 로드맵]

핵심기술	친환경 소재 및 친환경 가공제를 통한 차별화된 친환경 섬유 가공 기술개발				
	'23년	'24년	'25년	'26년	최종 목표
환경친화적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술					가공성능 분석, 국내외 각종 규격에 부합하는 생분해 특성, 내구성, 친환경 공정 기술 개발
DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발 기술					천연 색소 견뢰도: 일광 견뢰도 5-6급 이상 DTP생산속도: 500m2/hr
친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술					가공성능 발휘 및 고 내구성(세탁 견뢰도)유지
SC-CO2 고부가 섬유 가공 기술					25kg규모 SC-CO2장비의 재현성 확립 및 처리 직물의 내구성 향상 기술 개발
자원순환형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술					폐자원의 효율적 활용을 통한 섬유 제조를 위해 각 처리 방법별 적정 고유 점도: 0.5~0.7 이상

* 출처: 자체작성

(2) 기술개발 목표

- ☐ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[친환경 가공 섬유 제조 시스템 핵심기술 연구목표]

핵심기술	기술 요구사항	연차별 개발목표				최종목표	연계 R&D 유형
		1년차	2년차	3년차	4년차		
환경친화 적 섬유 처리제 개발 및 적용 기술	천연 유래 가공제 개발과 각종 섬유에의 처리 기술 개발	생분해성 각종 가공제 개발 1	생분해성 각종 가공제 개발 2	생분해성 환경 친화성 가공제를 이용한 PET등의 처리 기술 개발	생분해성 환경 친화성 가공제를 이용한 면 섬유 등의 처리 기술 개발	가공성능 분석, 국내외 각종 규격에 부합하는 생분해 특성, 내구성, 친환경 공정 기술 개발	기술혁신
DTP 기술을 활용한 친환경 염색 및 장비 개발 기술	천연 유래의 CMYK잉크 색소 제조와 합성 잉크와의 비교를 통한 친환경 염색기술 확립 및 고성능 DTP장비 개발	천연 유래의 cyan, magenta 색소 개발과 합성 잉크와의 비교 및 고성능 DTP head 개발	천연 유래의 yellow, black 색소 개발과 합성잉크와의 비교 및 고성능 DTP head 의 성능 개선기술 개발	개발된 CMYK 색소의 프린팅 특성 시험과 고성능 DTP 생산 장비 개발	개발된 CKYK색소의 발색성 및 각종 견뢰도 충족 조건 확립 및 프린터 성능 향상 기술 개발	천연 색소 견뢰도: 일광 견뢰도 5-6급 이상 DTP생산속도: 500m2/hr	기술혁신
친환경 소재를 활용한 섬유 제조 및 가공 기술	천연 기반 친환경 고분자 소재를 활용한 섬유 제조 및 이의 가공 기술 개발	천연 유래 친환경 고분자 재료 합성과 처리기술 확립 및 기존 가공제에 대한 친환경 가공 기술개발 1	천연 유래 친환경 고분자 재료 합성과 처리 기술 확립 및 기존 가공제에 대한 친환경 가공 기술 개발 2	제조된 친환경 고분자 가공제에 의한 PET섬유 등에 적용기술 개발 및 기존 가공제에 대한 친환경 공정 기술 확립	제조된 친환경 고분자 가공제에 의한 면 섬유 개발 및 기존 가공제에 대한 친환경 공정 기술 확립	가공성능 발휘 및 고 내구성(세탁 견뢰도)유지	기술혁신
SC-CO2 고부가 섬유 가공 기술	PET, PP, Aramid 섬유 등에 대한 천연 고분자 및 합성 가공제 처리를 통한 친수화, 심미, 전자폐 차폐 등의 가공 기술 개발	25kg규모 SC-CO2장비 개발 및 친환경 천연 고분자 가공제(키틴, 콜라겐, 세리신 등) 개발	25kg규모 SC-CO2장비 의 실증 테스터 및 친환경 천연 고분자 가공제 처리(용해성, 가공성 등) 기술 개발	25kg규모 SC-CO2장비 를 활용한 PET, PP등에 대한 심미, 친수화 가공 기술 개발(기능성, 내구성 향상 등)	25kg규모 SC-CO2장비 를 활용한 Aramid 등에 대한 전자파 차단 가공 기술 개발	25kg규모 SC-CO2장비의 재현성 확립 및 처리 직물의 내구성 향상 기술 개발	상용화
자원순환 형 원료 기반 친환경 섬유 제조 및 가공 기술	물리적, 화학적, 열적 리사이클 기술을 통한 고순도, 고효율의 자원 순환형 소재 개발과 이의 가공 기술 개발	물리적 리사이클 공정 기술 개발과 이를 통한 섬유제조 기술 확립	화학적 리사이클 공정 기술 개발과 이를 통한 섬유 제조 기술 확립	열적 리사이클 공정 기술 개발과 이를 통한 섬유 제조 기술 확립	리사이클 공정 기술의 최적 공정 기술 확립과 상용화 기술 개발	폐자원의 효율적 활용을 통한 섬유 제조를 위해 각 처리 방법별 적정 고유 점도: 0.5~0.7 이상	상용화

다. 중소기업 기술개발 전략

- ☐ 환경친화적 섬유 처리제 개발 및 이의 적용 기술을 통해 기존 가공제 처리 수준의 성능 유지 및 재현성, 내구성을 부여하는 처리 공정 기술 개발이 요구됨
 - 천연 유래 가공제 합성 및 기능성 발휘와 이의 효율적 처리 및 적용 기술이 요구됨
- ☐ DTP기술을 활용한 친환경 프린팅 기술 및 장비 개발을 통해 견뢰도가 우수한 천연 원료 기반의 CMYK 잉크 색소를 개발하고 기존의 합성잉크와의 비교를 통해 이를 적용하여 내구성과 발색성이 우수한 프린팅 기술 개발이 요구됨. 아울러 DTP장비의 개발에 있어서는 프린터 head의 설계·제작 및 이를 운용하는 장비 개발을 통해 재현성이 우수하면서 고 생산성의 친환경 염색제품 생산이 가능해야 함
 - DTP에 의한 단순 날염 기술 수준을 넘어 견뢰도가 우수한 친환경 색소 개발과 고 성능의 프린팅 장비 개발이 병행되어야 함
- ☐ 생분해성 등이 우수한 친환경 소재를 활용한 섬유제조 및 가공기술 개발을 통해 우수한 친환경 섬유 제조와 이의 가공처리 기술의 확립이 요구되며, 아울러 국내외 각종 규격에 부합하는 우수한 분해 특성과 기능성 부여 가공이 가능해야 함. 또한, 이를 통해 제품의 차별화와 경쟁력 확보가 보장되어야 함
 - 단시간 분해성 부여 기술과 국내외 각종 규격(ISO, ASTM, KBMP-OBT, KSM 등)에 맞는 생분해성 고분자 제조 및 이의 처리 기술이 필요함
- ☐ SC-CO₂ 기술을 이용한 소수성 합성 섬유에 대한 천연 고분자 재료 및 기존 가공제를 활용한 친수화가공, 심미가공 및 전도성 가공기술 등을 통해 차별화·고부가 제품 개발이 요구됨. 아울러 이들 가공에서 처리 가능한 SC-CO₂ 장치의 개발이 병행되어야 함
 - 소수성 합성섬유(Polyester, Polypropylene, Aramid 등)의 친수화 가공 기술과 천연고분자 재료(chitin, collagen, sericin 등)를 이용한 심미가공 및 PET, Aramid 섬유 등에 대한 전도성 가공 기술을 통해 전자파 차폐, 자동차, 웨어러블 장치 등에 적용 가능한 제품 개발이 요구됨
- ☐ 폐자원에 대한 물리적, 화학적, 열적 재활용 기술을 통해 자원 순환형 섬유 제조 기술과 이들에 대한 균일한 물성 유지를 위한 처리공정 기술 개발이 요구되며, 폐자원의 자원화 처리에서 효율 향상과 처리 비용 절감 및 저에너지 사용 기술이 요구됨
 - 리사이클 기술의 고 효율화 및 물성 안정성 확보가 요구됨