

119088-02

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개() 발간등록번호()

농축산자재산업화기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003484-01

태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5°C 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발

2021. 5. 26.

주관연구기관 / 한국섬유개발연구원
협동연구기관 / 세양섬유

농 립 축 산 식 품 부

농림식품기술기획평가원

태양광

발열

편평사를

적용하여

표면온도

5°C

상승효과를

가지는

난방

에너지

저감형

멀칭

매트

개발

2021

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

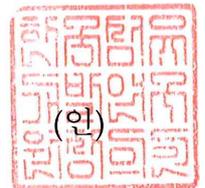
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발”(개발기간 : 2019. 08. 30 ~ 2020. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 5. 26.

주관연구기관명 : 한국섬유개발연구원 (대표자) 강 혁 기 (인)



협동연구기관명 : 세양섬유 (대표자) 손 금 숙 (인)



주관연구책임자 : 김 영 수

협동연구책임자 : 이 현 철

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	119088-2	해 당 단 계 연구 기 간	2019.08.30. ~ 2020.12.31	단 계 구 분	(1단계)/(1단계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농축산자재산업화기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발			
연구책임자	김영수	해당단계 참여연구원 수	총 : 9명 내부 : 9명 외부 : 0명	해당단계 연구개발비	정부 : 230,000천원 민간 : 33,340천원 계 : 263,340천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총 : 9명 내부 : 9명 외부 : 0명	총 연구개발 비	정부 : 230,000천원 민간 : 33,340천원 계 : 263,340천원
연구기관명 및 소속부서명	한국섬유개발연구원 / 시험분석센터			참여기업명 : 세양섬유	
국제공동연구	상대국명 : 해당없음			상대국 연구기관명 : 해당없음	
위탁연구	연구기관명 : 해당없음			연구책임자 : 해당없음	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반(보안과제의 분류기준에 포함되지 않음)
-------------------------	-------------------------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황 : 해당사항 없음

- 광발열 편평사 원단의 잎의 폭 증가율은 10/6 기준으로 12/29 까지 27%로 가장 높았고, 잎의 길이 증가율은 23%로 향균 가공 편평사 원단 다음으로 두 번째, 잎의 개수 증가율은 237%로 유일하고 200%대를 기록함
- 꽃/과실의 수에서는 12/1 기준으로 평균 25개로 가장 높은 수치를 기록함
- 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 딸기 작물의 생장을 촉진한다고 판단되며, 향균 처리 편평사 원단의 경우도 잎의 생장에 도움을 주고 있는 것을 알 수 있음
- 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석 결과 중, 꽃/과실의 생장이 시작된 11/30~12/6의 최고 온도 데이터를 비교한 결과, 최소 5.8 ℃ ~ 최대 8.3 ℃ 까지 온도 차이가 발생했으며, 평균 7.15 ℃의 온도 차이를 보이는 것을 확인함
- 위 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 기존 멀칭 비닐 대비 지표면에서 약 7 ℃ 정도의 온도 상승효과가 있는 것으로 판단됨

보고서 면수
: 105 페이지

〈 요약 문 〉

연구의 목적 및 내용	<p>목적 : 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술과 요철 구조를 갖는 원단 제직 기술을 활용하여 태양광에 의해 스스로 발열하고 원단의 요철로 인해 형성된 공기층이 보온 효과를 주는 멀칭 매트 개발</p> <p>내용 : 1. 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술 개발 2. 내부 공기층과 표면 요철 구조를 갖는 멀칭 원단 제직 3. 멀칭 원단의 Field Test 진행 및 성능분석</p>				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> - 광발열 편평사 원단의 잎의 폭 증가율은 10/6 기준으로 12/29 까지 27%로 가장 높았고, 잎의 길이 증가율은 23%로 평균 가공 편평사 원단 다음으로 두 번째, 잎의 개수 증가율은 237%로 유일하고 200%대를 기록함 - 꽃/과실의 수에서는 12/1 기준으로 평균 25개로 가장 높은 수치를 기록함 - 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 딸기 작물의 성장을 촉진한다고 판단되며, 평균 처리 편평사 원단의 경우도 잎의 성장에 도움을 주고 있는 것을 알 수 있음 - 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석 결과 중, 꽃/과실의 생장이 시작된 11/30~12/6의 최고 온도 데이터를 비교한 결과, 최소 5.8 ℃ ~ 최대 8.3 ℃ 까지 온도 차이가 발생했으며, 평균 7.15 ℃의 온도 차이를 보이는 것을 확인함 - 위 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 기존 멀칭 비닐 대비 지표면에서 약 7 ℃ 정도의 온도 상승 효과가 있는 것으로 판단됨 - 정량적 목표 : 특허 출원 2건, 기술 실시 1건, 제품화 2건, 고용 창출 1건, 홍보 전시 1건 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실 내부 멀칭 비닐, 부직포 등을 대신하여 멀칭하고 그 효과를 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 제품 대비 통기 및 배수성, 내구성 우수 - 반사광에 의한 과수의 착색 품질 개선 효과 - 태양광에 의한 광발열 효과로 난방에너지 저감 효과 ○ 태양광 광발열 효과를 가지는 보온 멀칭 원단 제품화 <ul style="list-style-type: none"> - 주관기관인 한국섬유개발연구원에서 확보한 광발열 입자를 함유한 Flat yarn 제조 기술을 활용하여 Flat yarn의 외주 공급처 확보 - 외주 공급처에서 생산한 Flat yarn을 활용하여 참여기관인 세양섬유에서 내부 공기층 및 표면 요철 구조를 갖는 광발열 보온 멀칭 원단 생산 ○ 기대성과 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초 태양광 광발열 멀칭 원단의 제조 기술 개발을 통하여 국내 농업용 멀칭 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대 - 보온 효과, 난반사 효과를 통한 기존 멀칭 제품의 성능을 모두 가지면서, 광발열 효과를 통해 기존 멀칭 제품에는 없었던 새로운 기능을 추가하여 멀칭 시장 내 파급 효과 기대 				
국문핵심어 (5개 이내)	광발열	에너지 절감	편평사	멀칭	난반사

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요	5
제 1 절 연구개발의 필요성	5
제 2 절 연구개발과제의 목표 및 범위	17
제 2 장. 연구수행 내용 및 결과	5
제 1 절 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술 개발 ...	18
제 2 절 내부 공기층과 표면 요철 구조를 갖는 멸칭 원단 제작	36
제 3 절 멸칭 원단의 Field Test 진행 및 성능분석	64
제 4 절 연구개발 성과 및 연구 결과	92
제 3 장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	101
제 4 장. 연구결과의 활용 계획 등	105

붙임. 참고 문헌

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

가. 태양광에 의해 발열하는 보온 멀칭 원단 개발

- 본 연구개발 과제는 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술과 내부 공기층 및 표면 요철 구조를 갖는 원단 제직 기술을 활용하여 태양광에 의해 스스로 발열하고 원단의 요철로 인해 형성된 공기층이 보온 효과를 주는 멀칭 원단을 개발하는 것이 목표임
- 본 연구개발 과제를 통하여 개발 진행할 멀칭 원단 제품의 대표적인 특징
 - ① 태양광에 의한 발열로 겨울철 비닐하우스 내부 난방 에너지 절감 효과
 - ② 원단의 요철 구조에 의한 공기층 형성으로 토양의 급격한 온도 변화 조절
 - ③ 원단 조직 구조의 기공을 통해 공기의 순환, 원활한 배수
 - ④ 원단 표면의 요철 구조로 발생하는 빛의 난반사로 균일한 빛 환경 조성

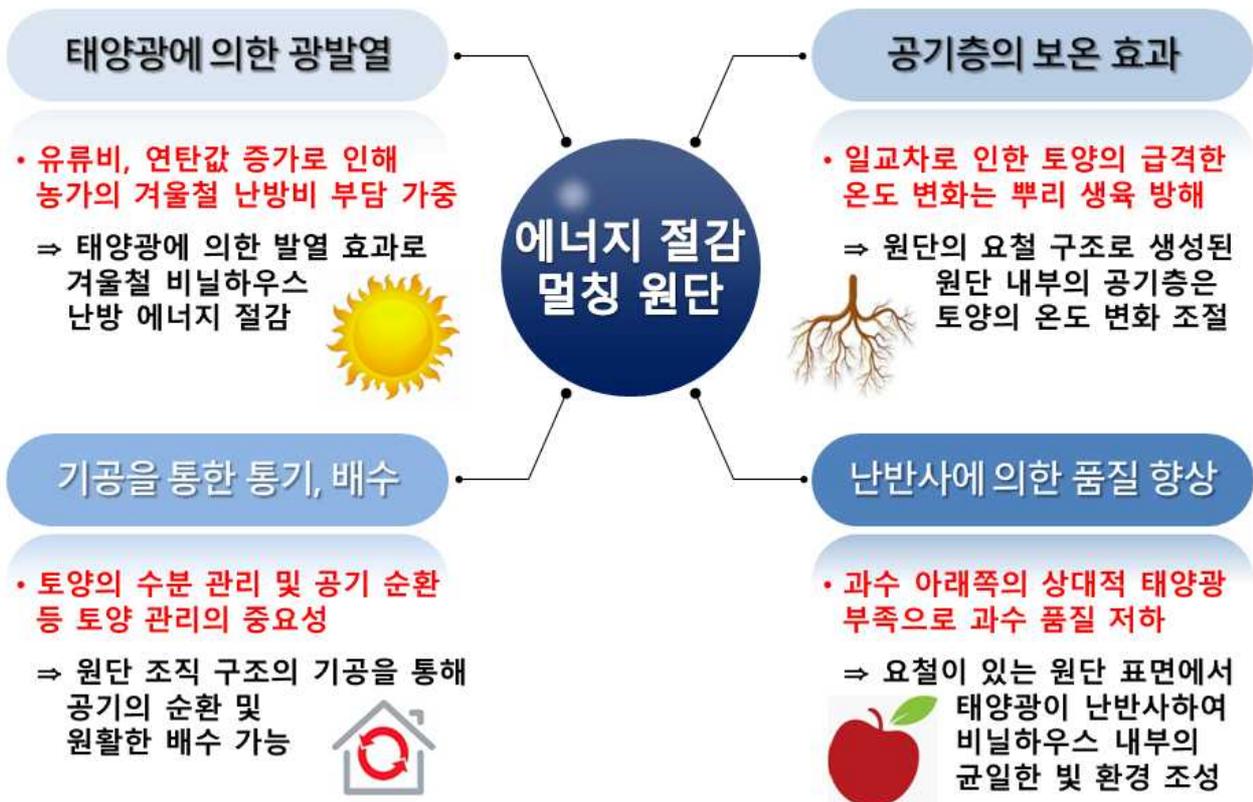


Fig 1. 광발열 보온 멀칭 원단 제품의 특징

나. 국내 에너지소비량과 농림업 에너지소비량의 변화

- 2016년 우리나라 수요부문 전체 에너지소비량은 215,419,000toe로 2013년 대비 연평균 2.4% 증가율을 보였으며 석유의 에너지소비 비중은 51.6%로 여전히 주종 에너지의 위치를 점하고 있음
- 수요부문별로는 산업부문이 60.4%로 점유율이 가장 높으며, 2013년 대비 산업 및 수송부문의 소비 비중은 확대된 반면, 가정 및 상업·공공부문의 비중은 축소

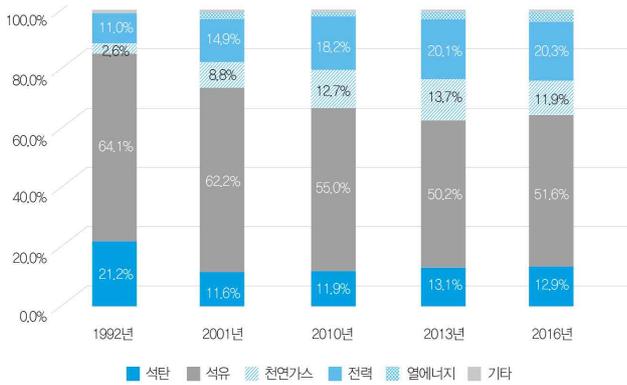


Fig 2. 에너지원별 소비 비중 추이

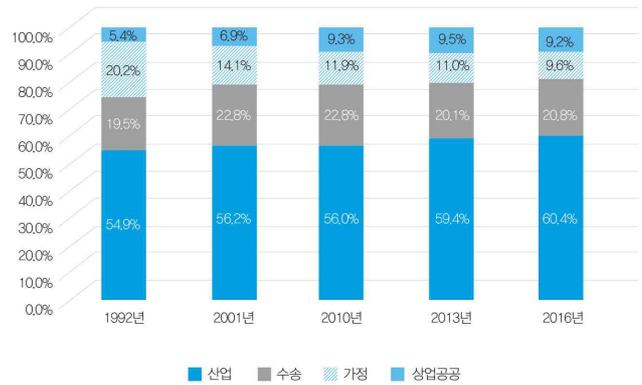


Fig 3. 부문별 에너지 소비 비중 추이

- 2016년 산업부문 에너지소비는 2013년 대비 연평균 3.0% 증가한 130,010,000toe로, 수요부문 전체 에너지소비의 60.4%를 차지하였으며 그 중에서 제조업의 에너지소비량이 산업부문 소비의 대부분(95.8%)을 차지하였고, 제조업을 제외한 나머지 산업의 에너지소비는 농어업 2.6%, 건설업은 1.5%, 광업 0.1%로 집계됨

Table 1. 산업부문 업종별 에너지 소비 추이

	에너지 소비(천toe)					연평균 증가율(%)			
	1992년	2001년	2010년	2013년	2016년	01/92년	10/01년	16/10년	16/13년
농림어업	2,268	4,487	3,434	3,485	3,320	7.9	-2.9	-0.6	-1.6
(%)	(4.6)	(5.6)	(3.3)	(2.9)	(2.6)				
광업	190	141	145	130	154	-3.2	0.3	1.0	5.8
(%)	(0.4)	(0.2)	(0.1)	(0.1)	(0.1)				
제조업	45,947	74,875	97,989	113,820	124,600	5.6	3.0	4.1	3.1
(%)	(93.8)	(93.0)	(95.1)	(95.7)	(95.8)				
건설업	591	1,018	1,449	1,556	1,935	6.2	4.0	4.9	7.5
(%)	(1.2)	(1.3)	(1.4)	(1.3)	(1.5)				
합계	48,997	80,522	103,017	118,991	130,010	5.7	2.8	4.0	3.0
(%)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)				

- 2016년 농림어업 에너지소비는 3,320,100toe로 수요부문 전체 에너지소비의 1.5%를 차지하였으며, 2013년 이후 연평균 1.6% 감소하였는데 이는 농림가 수 감소, 농업부문 경제활동 둔화가 원인임
- 2016년 농림어업 에너지소비량은 농림업이 2,333,100toe(70.3%), 어업 987,200toe (29.7%)를 차지하였으며 농림업은 2013년 대비 에너지소비량이 연평균 2.2% 감소하였지만 어업은 2013년과 큰 차이를 나타내지 않음
- 농림어업 석유 소비량은 1,974,000toe(59.5%), 전력 소비량은 1,262,000toe(38.0%)로써 2016년 농림어업 소비량 대부분을 차지하였는데, 농사용 설비의 연료 대체(석유→전기)로 인해 석유소비량은 지속적으로 감소하고 전력 소비량은 지속적으로 증가한 것으로 판단됨(석유소비는 2013년 대비 연평균 4.0% 감소, 전력은 연평균 7.7% 증가)
- 농림업 용도별 에너지소비는 농기계용이 46.6%, 건물용이 13.3%, 장비 및 설비용이 40.1%를 차지하였으며, 농기계의 보유 대수의 감소로 인해 농기계용 에너지소비는 2013년 대비 연평균 6.0% 감소하였으며, 농기계와 장비·설비에 소비되는 경유 소비량이 급감(2013년 대비 약 41.5%)한 반면 장비 및 설비용 등유 소비량이 급증

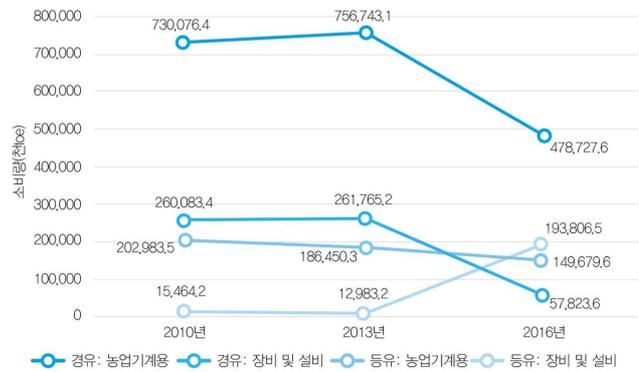
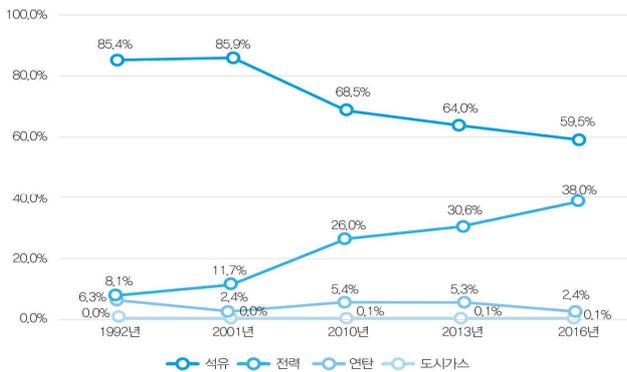


Fig 4. 에너지원별 소비 비중 추이(농림어업)

Fig 5. 경유 및 등유의 용도별 소비량(농림업)

(※ 출처: 에너지경제연구원. 2017년 에너지총조사보고서. 2017)

- 결과적으로 전체 에너지사용량은 계속해서 증가하고 있지만 농림어업의 에너지사용량은 지속적으로 감소하고 있으며 그 이유는 농림가 수 감소, 농업부문 경제활동 둔화임
- 이처럼 농림업 부분의 에너지 사용량은 감소하지만 아이러니하게도 농기계에 사용되는 경유의 사용량만 큰 폭으로 감소하였고 주로 겨울철 난방용으로 사용되는 등유의 사용량은 오히려 큰 폭으로 증가하였으며, 전력이 석유를 대체해서 소비 비중을 높이고 있는 상황에서 등유의 사용량이 증가한 부분은 겨울철 시설 농가의 난방에 대한 에너지 소비가 많은 부분을 차지하고 있으며, 지속적인 증가 추세라는 것을 의미함

다. 광발열 입자를 포함한 복합소재의 태양광에 의한 발열

- 태양광을 통한 발열은 태양광의 빛에너지를 흡수한 입자들의 진동으로 인해 운동에너지가 발생하고 이 운동에너지가 열에너지가 변환되어 발열하게 되는 원리임

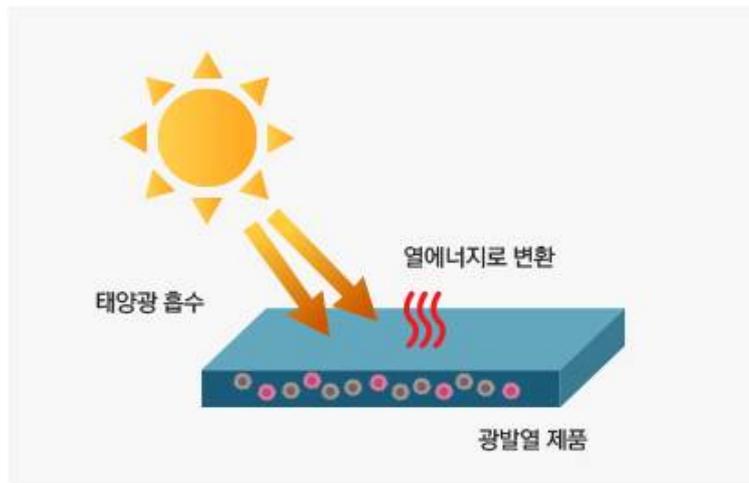


Fig 6. 광발열 원단의 발열 메커니즘 모식도

- 광발열 입자를 포함하지 않는 고분자 소재와 광발열 입자를 포함하는 고분자 소재를 시트 형태(Film, 원단, 부직포 등)로 성형하여 동일한 조건에서 광조사시, 아래의 그림과 같이 온도 변화의 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있음

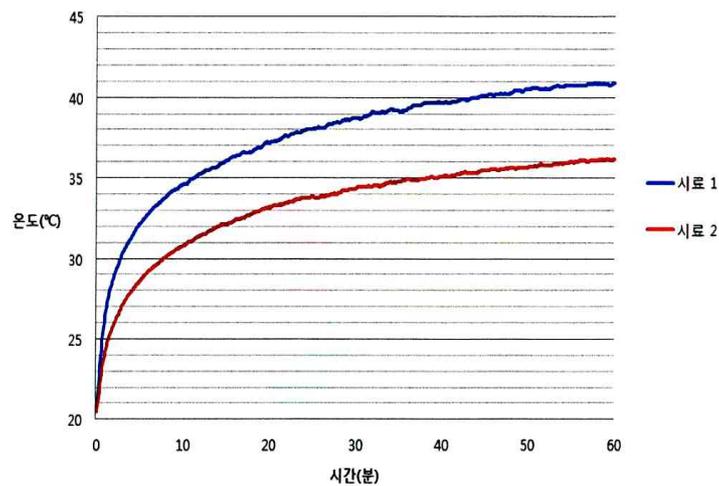


Fig 7. 광발열 입자를 포함한 원단의 표면온도 변화

- Flat yarn의 내구성에 문제가 발생하지 않는 최적의 입자 함량과 소재의 종류, 방사 조건 등을 조절하여 태양광에 의한 발열 정도를 조절할 수 있으며, 이는 난방 에너지 절약에 큰 기여를 할 것으로 보임

라. 원단의 요철 구조를 통한 내부 공기층 형성

- 기존 Flat yarn 원단의 경우, 위사와 경사가 각자의 폭과 일정한 간격으로 교차하면서 제작되기 때문에 위사 1겹, 경사 1겹으로 이루어진 원단이 되지만, 개발 원단의 경우, 위사가 폭 보다 좁은 공간에서 경사와 교차하여 제작되면서 위사의 길이방향으로 불규칙적인 주름이 생기게 되고 이로 인해 원단의 두께가 두꺼워지면서 마치 여러 겹의 Flat yarn을 적층한 형태가 되면서 각 층 사이에 공기층을 형성

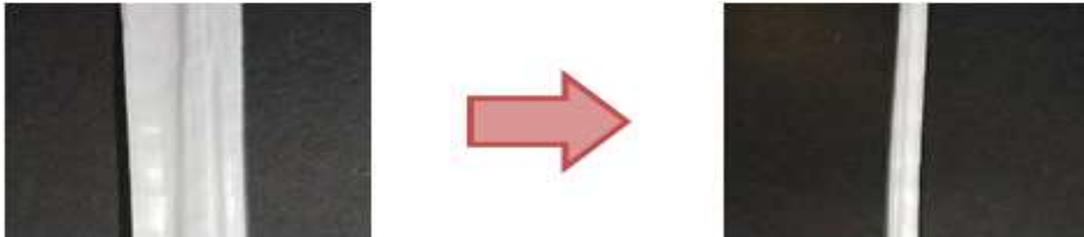


Fig 8. Flat yarn의 위사 방향 주름으로 인해 폭이 감소하여 공기층 형성

- 공기는 개발 원단에 적용되는 고분자와 비교하여 20배 이상 낮은 열전도도를 가지고 있으며, 이는 기존 Flat yarn 원단에 비해 여러 겹으로 구성되어 두께로 인한 보온성뿐만 아니라, 공기층으로 인해 열전도도를 매우 낮출 수 있어 토양의 급격한 온도변화를 막아주고 한파 등으로 인한 급격한 온도저하 환경에서도 작물의 뿌리 생육에 문제가 생기지 않도록 보호할 수 있음

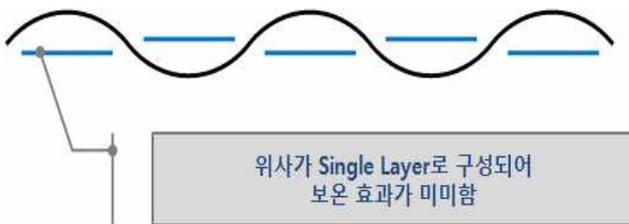


Fig 9. 기존 Flat yarn 원단의 단면 모식도



Fig 10. 개발 원단의 단면 모식도

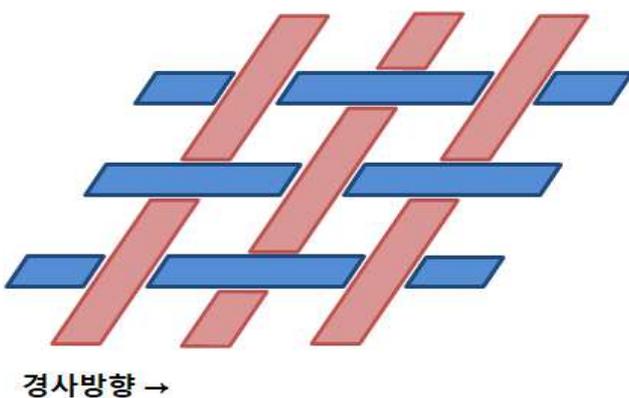


Fig 11. 기존 Flat yarn 원단의 표면 모식도

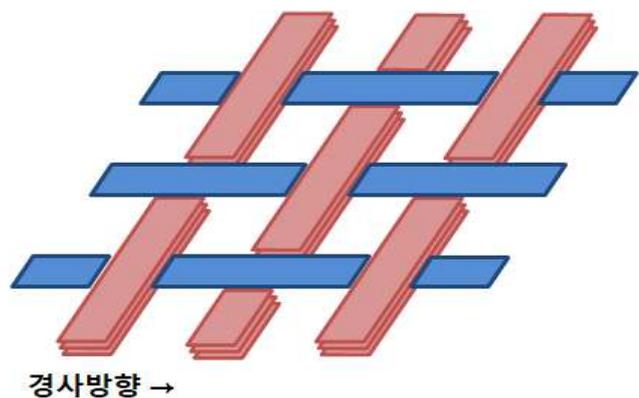


Fig 12. 개발 원단의 표면 모식도

- 또한 두께는 두꺼워지지만 식물의 구조를 가지는 원단이므로 필름, 부직포와 다르게 위사와 경사가 교차하는 지점에 공극이 발생하게 되고, 이 공극을 통하여 공기의 순환 및 원활한 배수가 가능함

마. 원단 표면의 난반사를 통한 과수의 품질 향상

- 일반적으로 과수의 고른 착색 및 성장 시기를 앞당기고 수확량을 늘리기 위하여 작물의 아래쪽에 반사 필름을 깔아서 과수의 아래쪽에 반사광을 조사함
- 하지만 알루미늄 증착 필름 등 정반사에 가까운 강한 빛을 반사하는 반사 필름의 경우, 과수가 빛을 받을 때는 강한 빛을 받고, 빛을 받지 못할 때는 전혀 받지 못하는 경우가 발생하여 오히려 일소 피해를 입게 되고 품질이 하락하거나 수확량이 감소하는 현상이 발생함



Fig 13. 반사 필름에 의한 일소 피해



Fig 14. 고르게 착색된 과수

- 이런 일소피해를 방지하면서 과수에 고른 빛 환경을 조성하기 위하여 난반사된 반사광을 발생시켜 주어야하며 이를 위하여 Flat yarn 제작 공정 중, 표면 Microgroove를 부여하는 공정을 도입하여 Flat yarn 원단의 표면이 태양광의 난반사를 일으키게 하고, 과수 아래쪽에도 균일한 빛 환경을 조성하여 고른 착색, 우수한 품질의 과수를 수확할 수 있음

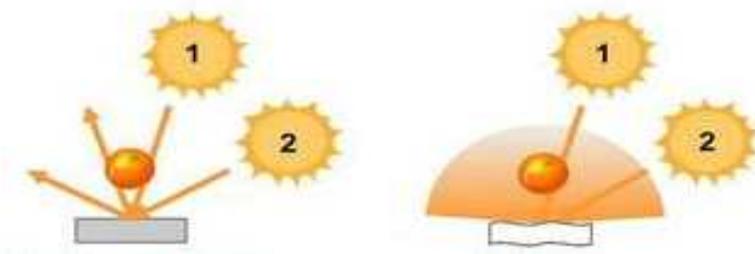


Fig 15. 알루미늄 증착 필름의 정반사와 개발 원단의 난반사

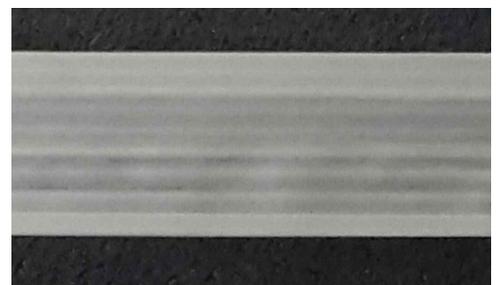


Fig 16. Flat yarn 표면 Microgroove

2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 농가에서는 흙속 병원균의 식물체 전염 방지, 잡초의 발아 방지, 수분 증발 방지를 통한 토양의 수분유지, 지온유지, 토양 침식 및 유실 방지 등의 이유로 멀칭 필름을 토양에 덮게 되는데, 이런 멀칭 필름의 경우, 내구성이 부족하여 통기 및 배수가 불량함
- 내구성과 통기 및 배수 성능을 위하여 부직포 소재를 이용한 멀칭 원단을 도입하였으나 태양광 광발열 성능은 없으며 반사광의 의한 균일한 빛 환경 조성 효과도 미미하고 두꺼운 두께로 인하여 부피가 큰 단점이 있음
- 또한 태양광의 난반사를 통하여 과수에 균일한 빛 환경을 조성하기 위한 알루미늄 코팅 시트 또는 알루미늄 필름의 경우, 과도한 반사광으로 인하여 과수에 일소 피해를 입히고 멀칭 필름과 마찬가지로 내구성, 통기 및 배수 등의 단점이 있음
- 본 연구개발 과제를 통하여 태양광에 의해 발열하는 광발열 Flat yarn을 적용하여 난방 에너지를 절감하고 원단 내부의 공기층 형성을 통해 토양의 급격한 온도 변화를 조절하며, 원단 조직 구조의 기공을 통해 통기, 배수를 원활하게 하고, 원단 표면의 요철 구조로 발생하는 빛의 난반사로 균일한 빛 환경 조성하는 것이 목표임

Table 2. 농업용 멀칭 필름, 부직포, 알루미늄 코팅 시트, 개발 원단 성능 비교

성능	필름	부직포	알루미늄 시트	개발 원단
병충해 방지	○	○	○	○
잡초 발아 방지	○	○	△	○
토양 수분 유지	○	△	○	△
지온 유지	△	○	△	○
토양 침식 및 유실 방지	○	○	○	○
태양광 광발열	×	×	×	○
통기 및 배수	×	△	×	○
반사광에 의한 과수의 착색 품질	×	△	△	○
내구성	×	○	×	○



Fig 17. 농업용 멀칭 필름(좌), 부직포(중), 알루미늄 코팅 시트(우)의 멀칭된 모습

○ 시장현황

- 시설농자재는 골조자재, 피복자재, 생육환경조절기자재, 관수시설, 기타부대시설로 분류하며 이중 멀칭 필름은 피복자재, 보온 덮개는 생육환경조절기자재로 분류됨
- 국내 시설 농자재는 2013년 기준 약 1조 1천억원 규모의 시장을 가지고 있으며, 그 중 멀칭필름, 부직포, 알루미늄 시트 등이 포함된 피복자재의 경우, 1995년과 비교하여 약 2.3배 성장하여 3,751억원 규모의 시장을 가지고 있으며 보온덮개, 반사필름 등이 포함된 생육환경조절기자재는 1,015억원 규모의 시장을 가지고 있음

Table 3. 국내 시설농자재 부문별 시장규모

단위 : 억 원

연도	시설골조	피복자재	관수자재	시설환경	방제기자재	육묘자재	총 계
1995	883	1,652	178	808	122	607	4,250
2000	2,939	2,513	496	565	139	696	7,149
2003	3,796	3,081	628	629	200	757	9,091
2005	3,757	2,836	664	687	212	802	8,958
2010	3,562	3,519	847	877	281	1,404	10,490
2011	3,565	3,593	889	920	295	1,462	10,724
2012	3,579	3,680	934	966	310	1,500	10,969
2013	3,576	3,751	981	1,015	326	1,518	11,167

(※ 출처: 한국농촌경제연구원. 시설원예 생산자재 산업의 현황과 발전방안. 2015)

- 비닐하우스용 필름과 멀칭 필름으로 대표되는 농업용 필름 산업은 연간 6만 2천톤, 매출액 2,300억원 내외로 피복자재 시장의 60%이상을 차지하고 있으며 소재는 PE(Polyethylene), PP(Polypropylene)등 PO(Polyolefin) 소재가 대부분을 차지하고 있음

- 에너지 절감을 위한 보온 덮개 산업은 보온 덮개로 작물 덮는 방법과 일정 높이에 보온 커튼을 사용하는 방법으로 분류되며 일반 원단 또는 알루미늄 코팅 원단, 부직포, 폴리폼 등이 사용되며 소재는 농업용 필름과 마찬가지로 PO(Polyolefin) 소재가 대부분을 차지하고 있음
- 하지만 멀칭 필름의 경우 잡초방지, 수분유지 등의 역할 외에 에너지 절감 효과를 줄 수 없으며, 에너지 절감을 위한 보온 덮개 또는 보온 커튼의 경우, 별도의 시설을 설치해야 하므로 비용적인 문제가 크고 태양광이 차단되는 단점이 있음

○ 경쟁기관현황

- 국내 광발열 멀칭 원단 생산 업체는 전무하며 농업용 필름 생산 업체는 2002년 25개사에서 2015년 13개사로 감소했으며 보온자재 생산 업체는 59개사로 상당수의 보온자재 생산 업체는 보온커튼 외에도 다양한 제품을 생산하고 있는 것으로 파악됨
- 국내 최초 광발열 멀칭 원단을 생산하여 멀칭 필름이 보온자재로써의 역할을 함께 가지고 있는 제품으로 시장에 판매될 것으로 판단됨

○ 지식재산권현황

- 광발열 멀칭 원단에 대한 국내 특허 현황 전무함

○ 표준화현황

- 광발열 멀칭 원단에 대한 국내 표준화 및 규격화 현황 전무함

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- D사에서 판매하고 있는 다용도 농업용 부직포 원단인 T제품은 HDPE(High Density Polyethylene) 소재의 극세사 부직포로써 멀칭용도뿐만 아니라 차광망, 보온커튼, 과수 봉지 등으로 사용되는 다용도 제품임



Fig 18. D사 T제품의 다양한 농업용 용도

- T제품은 광발열 기능이 없지만 부직포 원단으로써 내구성과 통기 및 발수 효과를 가지고 있으며 난반사를 통한 균일한 빛 환경 조성이 가능한 장점이 있음, 하지만 전량 수입품으로 1m² 기준 1,500~2,000원의 고가 제품(개발 제품은 1,000원 미만 예상)이며, 국내 부직포 원단과 마찬가지로 두꺼운 두께로 인해 부피가 크다는 단점이 있음

<h3 style="margin: 0;">D사 T제품</h3>	
<p style="margin: 0;">다용도 농업용 부직포 원단</p>	<p style="margin: 0;">개발 원단</p>
<p style="margin: 0;">다용도 농업용 부직포 원단</p>	<p style="margin: 0;">멀칭용 다기능 편평사 원단</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. 멀칭 용도 외 보온커튼, 차광망, 과수 봉지 등 다양한 농업용 용도로 사용 가능 2. 광발열 기능이 없고 통기 및 발수, 난반사를 통한 균일한 빛 환경 조성 기능 부여 3. 전량 수입품으로 1m² 기준 1,500~2,000원 수준의 고가 제품 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 멀칭 용도로만 사용 가능하지만 광발열, 통기 및 발수, 난반사 등 다양한 기능성 확보 2. 광발열 편평사를 적용하여 태양광에 의해 발열 3. 원단 내부 공기층을 통해 보온기능성 부여 4. 표면 요철 구조를 통해 난반사를 일으켜 균일한 빛 환경 조성 기능 부여

Fig 19. D사 T제품과 개발 원단의 특징 비교

○ 시장현황

- 세계 농업용 필름 시장은 2016년 79억 2,000만 달러에서 연평균 7.81% 성장하여 2021년에는 110억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망되며 소재 역시 국내와 마찬가지로 PE(Polyethylene), PP(Polypropylene)등 PO(Polyolefin) 소재가 대부분을 차지하고 있음
- 그 중에서도 멀칭용 필름의 경우, 2016년 2,412,300톤에서 연평균 6.61% 성장하여 2021년 3,322,620톤에 이를 것으로 전망되고 있어 국내 시장에서 벗어나 국외 시장으로 판로를 개척해야 할 것으로 보임
- 지역별로는 2016년 기준 아시아 태평양 지역이 66.4%로 가장 높은 점유율을 보였으며 유럽 지역이 15%, 북미 지역이 9.1%, 중동-아프리카 지역이 5.5%, 라틴아메리카 지역이 4.0%로 나타남

(※ 출처: 연구개발특구진흥재단. 농업용 필름 시장 글로벌 시장동향 보고서. 2018)

○ 경쟁기관현황

- 세계적으로도 광발열 멀칭 원단 생산 업체는 전무하며 농업용 필름 생산 업체는 Berry Global Inc(미국), Kuraray Co Ltd(일본), Coveris Plc(미국), RPC Group(영국), The RKW Group(독일)이 가장 점유율이 높으며 대부분 농업용 필름에 국한되지 않고 다양한 화학물질을 제조하는 업체임

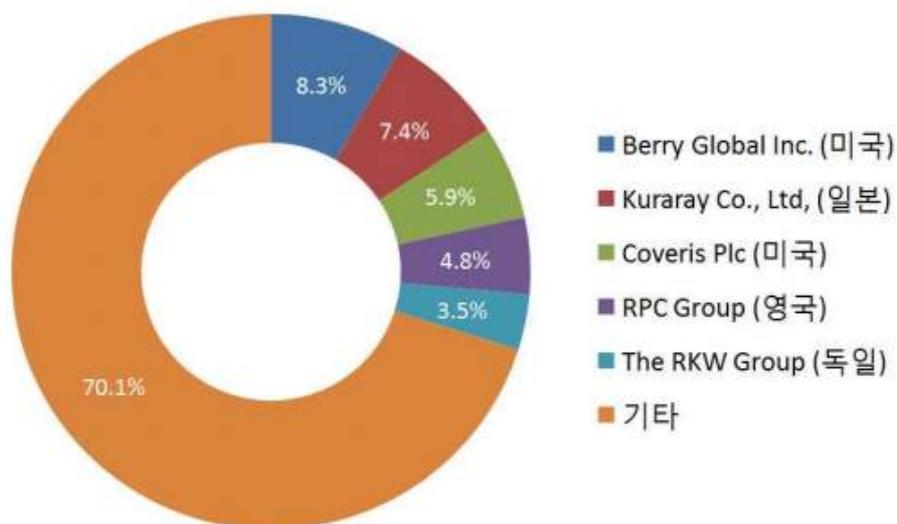


Fig 20. 세계 농업용 필름 시장의 주요 기업 점유율 현황(2017)

(※ 출처: Markets and Markets. Agricultural Films. 2017)

- 세계에서도 광발열 멸칭 원단을 생산하는 업체는 전무하며 광발열 멸칭 원단 개발 시, 수출을 통한 매출 성과도 기대할 수 있을 것으로 판단됨

○ 지식재산권현황

- 광발열 멸칭 원단에 대한 국외 특허 현황 전무함

○ 표준화현황

- 광발열 멸칭 원단에 대한 국제 표준화 및 규격화 현황 전무함

제 2 절 연구개발과제의 목표 및 범위

1. 연구개발과제의 목표 및 내용

가. 최종목표

광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술과 요철 구조를 갖는
원단 제직 기술을 활용하여 태양광에 의해 스스로 발열하고
원단의 요철로 인해 형성된 공기층이 보온 효과를 주는 멀칭 매트 개발

나. 세부목표

- 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술 개발
 - 태양광 광발열 소재의 선정과 Master Batch 내 입자의 균일분산 조건 연구
 - 광발열 소재가 함유된 Master Batch를 적용하여 PET Film 제조
 - 균일한 폭의 Slitting Film 제조 및 표면 Microgroove 부여
- 내부 공기층과 표면 요철 구조를 갖는 멀칭 원단 제직
 - 원단 내부의 공기층 형성을 위한 직물 제직 설계 조건 연구
 - 다접 구조 위사의 비틀림 없는 위입을 위한 위입 장치 개선 및 최적 조건 설정
 - 안정적인 다접 구조 유지를 위한 직기의 개구타이밍과 바디침 조건 연구
- 멀칭 원단의 Field Test 진행 및 성능분석
 - 개발 멀칭원단과 기존 멀칭 제품에 의한 작물의 현장 비교 분석
 - 개발 제품의 실험실 성능분석을 통한 목표 달성 여부 판단

Table 4. 기술적 성능지표의 정량적 목표

기술적 성능지표	단위	정량적 목표	세계최고수준	시험방법
발열체 함유량	wt%	0.4 ↑	-	KS M ISO 11358
발열 성능	+°C	5 ↑	-	In-House Method
투습도	g/m ² · h	300 ↑	200	KS K 0594
공기투과도	cm ³ /cm ² /sec	5 ↑	2	KS K ISO 9237
인장강도	N	500 ↑	500	KS K 0520
파열강도	N	300 ↑	300	KS K 0350
인열강도	N	100 ↑	100	KS K 0536

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술 개발

1. 발열특성 및 방사조건에 따른 발열 미립자 선정

가. 광발열 소재의 선정

- 태양광 발열소재 입자 혼입 멸칭 필름 개발을 위한 Compound 선정시험으로 고분자내 균일 분산 know how 확보 및 Spec을 결정하였음
- 광발열소재 선정 → Active carbon, Graphite, CNT, 탄화지르코늄계

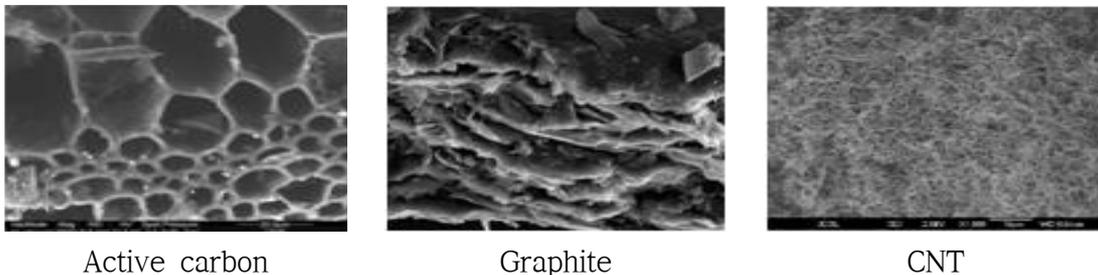


Fig 21. 발열소재 종류

- ▶ 천연흑연인 인상 흑연은 높은 금속광택을 띠며 입자의 형태는 판상형 결정체임
- ▶ 변성암층의 원광에 약 5~12%의 흑연을 부선 및 화공정제로 99.9%의 전도성, 윤희성, 내마모성, 내화성, 내열성에 특성을 가진 고품위 천연흑연이 가장 널리 쓰이고 있었음
- ▶ Graphite 입자가 나노사이즈이기 때문에 태양광 발열 무기미립자중 분산성과 방사성이 가장 좋을 것으로 판단됨

Table 5. 시중 판매중인 Graphite 소재 목록 및 요약

	가격 (천원/kg)	입자크기 (μm)	입자형태	순도 (%)	비고
오현스타	7,500	2~2.3	powder	99.9	-
현대코마산업	10	2~2.5	powder	99.5	-
요산이엔지	30	2~2.5	powder	99.9	소량 구매 가능
코엔테크	300	5	powder	99.95	-
신성카본	15	3	powder	99.9	-
포사이언스	96	20	powder	99	-
카본테크	12	5	powder	99.9	-
이비텐코리아	39	3	powder	99	-

- 현재 조사한 Graphite 소재에 대해서 현대코마산업(국산), 요산이엔지(일본산) 소재가 제조 시 단가, 입자크기 및 분산특성에서 유리한 특성을 보일 것으로 예상됨

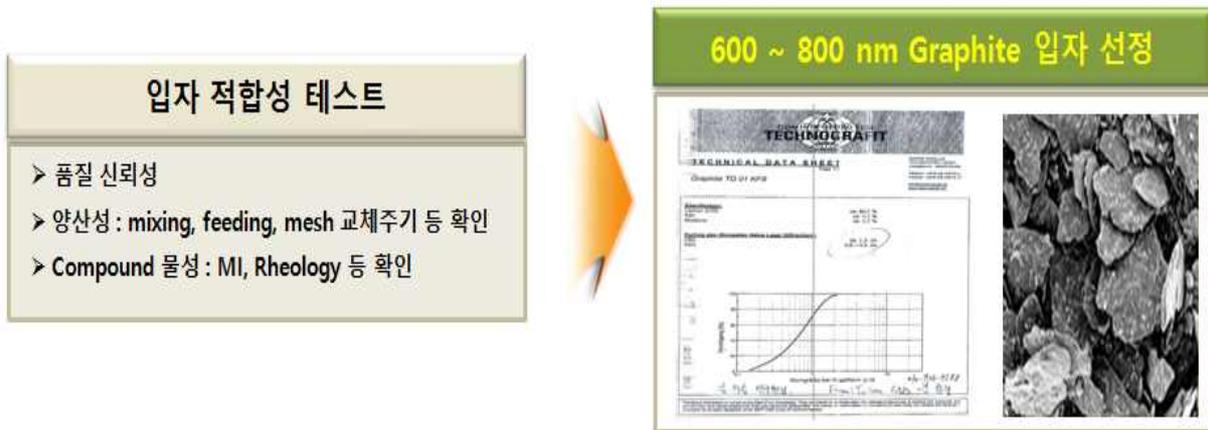


Fig 22. Graphite 입자특성

- 원사 내 무기입자 함량이 매우 낮기 때문에 단가보다 분산성과 방사성이 용이한 소재의 선택이 필요할 것으로 보이며, 특히 요산이엔지 제품은 단가도 낮으며, 나노사이즈도 제조가 가능하여 최적의 분산성과 방사성이 용이할 것으로 판단되어 선정하였음

나. PET/Graphite chip의 유변학적 특성 분석

- 일반적으로 자주 사용되는 PET Semi-Dull 건조 chip과 PET Semi-Dull 미건조 chip에 대해 Complex viscosity 분석을 진행함
- 그 결과, Angular frequency 값이 미건조 PET Semi-Dull chip은 낮은 frequency에서도 shear 값이 떨어지기 시작하면서 높은 frequency에서도 더욱 shear 값이 떨어지는 것을 볼 수 있고, 건조된 PET Semi-Dull chip에서는 낮은 frequency나 높은 frequency에서도 상관 없는 viscosity 값을 가지는 것으로 보아 PET Semi-Dull chip은 건조와 미건조의 차이로 방사성이 좌우됨
- PET/Graphite M/B chip의 방사성을 알아보기 위해 무기미립자의 농도를 각각 0.2wt%, 0.3wt%, 0.4wt%의 유변학적 특성을 분석을 진행함
- 그 결과, 0.2wt% ~ 1.0wt%로 무기미립자의 포지션이 커질수록 낮은 방사제조가 어렵다는 것을 알 수 있었다. 낮은 frequency에서는 일반적인 PET Semi-Dull chip과 큰 차이를 보이지 않았으나 방사할 때 필요한 shear에 가까운 높은 frequency에서는 Graphite가 첨가된 PET의 Viscosity가 점점 낮은 값으로 떨어지는 현상을 알 수 있었다. 결론적으로 무기미립자의 함량이 높거나 입자의 상태가 powder 형태이거나 평균입자 크기가 나노단위일 때 방사성이 좋다는 것을 알 수 있었음

다. 태양광 발열소재 입자의 균일 분산조건 확립

Table 6. 균일분산 조건표

균일 분산을 위한 조건 선정									
Base	Filler	입도 (nm)	속도 (rpm)	압출 압력 (%)	온도 조건 (°C)	스크린	토출 조건	Mesh time (h)	토출량 (kg/h)
PET	Graphite	600~800	350~400	70~80	150~240	80/120/250/80	수조 함침 1/3	1	20

- 균일 분산하여 PET/Graphite Master batch chip 제조를 위해 분산제 및 wetting제를 최적화 하였고, 압출 crew configuration 최적화와 최적의 mixing 조건을 검토하기 위해 Melt compounding 장비를 활용하여 압출 압력 70~80%, 토출조건은 수조함침 1/3, 온도 조건은 150~240°C로 PET/ Graphite 수지를 개발함

라. M/B chip 제조



Fig 23. 광발열특성 PET M/B chip

- 발열미립자는 600~800nm급 Graphite입자를 사용하였고, M/B chip 제조는 특성 및 발열미립자의 입자 크기와 형태를 고려하여 mixing 조건을 최적화하여 10wt% 제조를 완료하였음

2. 방사를 위한 고농도 입자 혼합 폴리머의 흐름성 시험

가. 고농도 태양광 발열소재 개발

- 태양광 발열소재 입자 혼합 광발열 특성발현 폴리에스터 섬유개발을 위한 Master batch /Polymerization 제조테스트를 통한 고분자내 균일분산 know how 확보 및 Spec. 결정

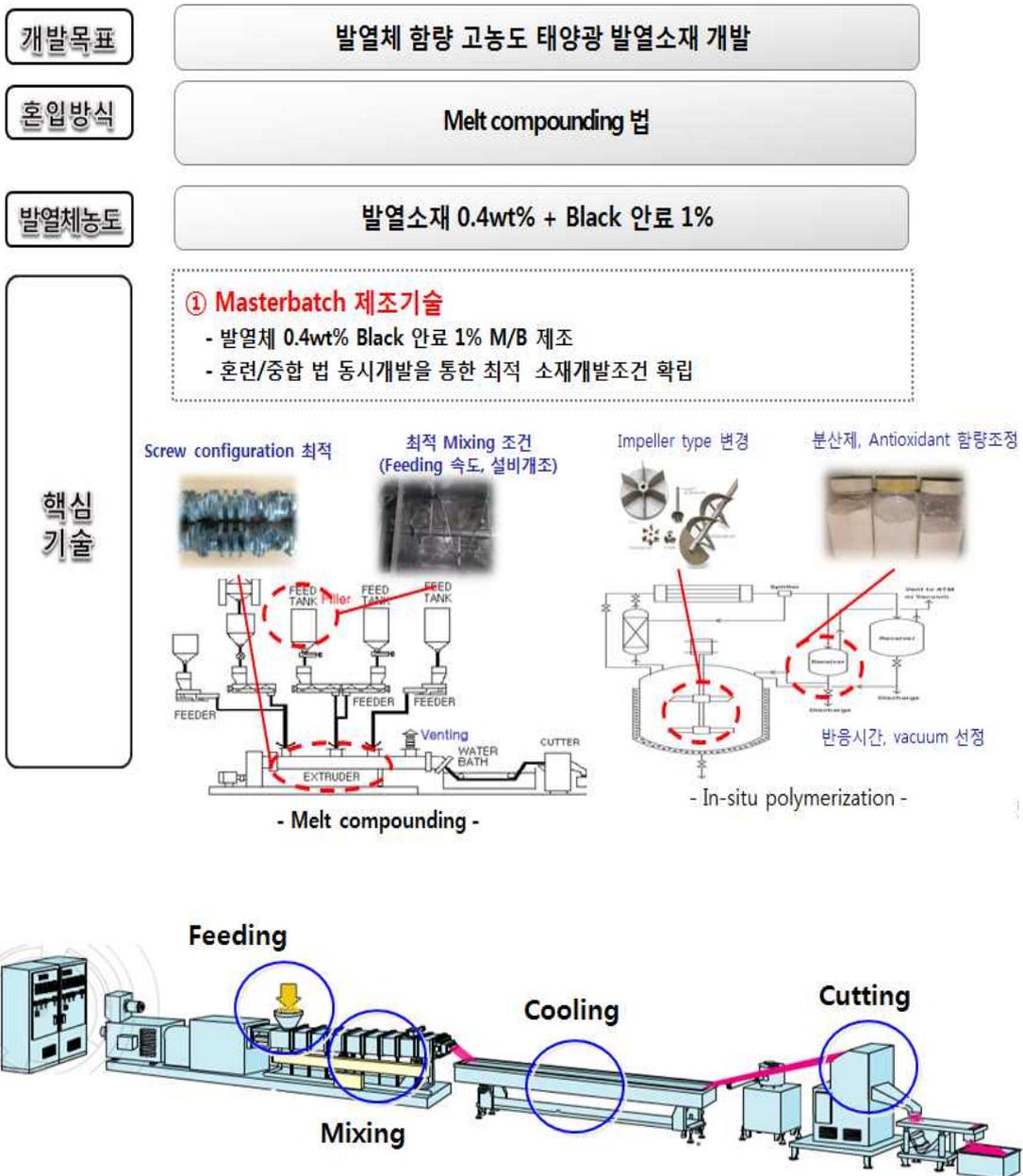


Fig 24. Melt compounding 장비를 활용한 기능성 PET 수지의 개발

나. PET/Graphite chip의 방사성 확인을 위한 Compounding test

○ 실험조건 및 방법

- 소재 : PET I.V 0.8 / PET I.V 06 / PET M/B 10wt% / PET M/B 0.4wt% (black 1%)

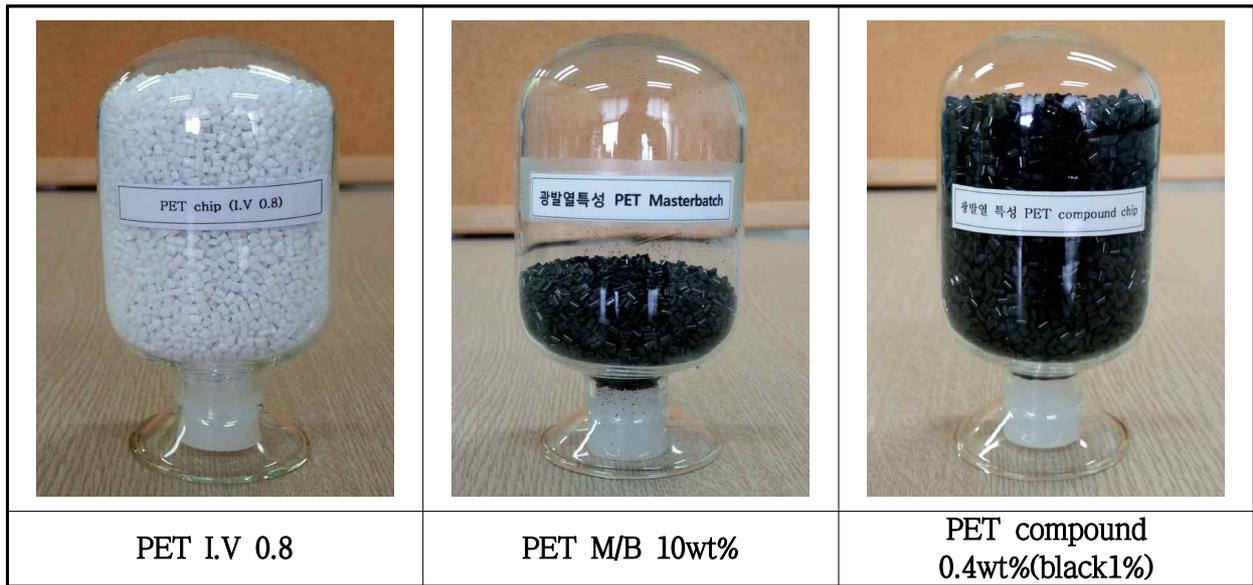


Fig 25. Compounding test를 위한 Master batch

- Test 방법

- ▶ 사용설비 : Lab compounding 기
- ▶ 원료 : PET I.V 0.8 / PET I.V 06 / PET M/B 10wt% / PET M/B 0.4wt% (black 1%)

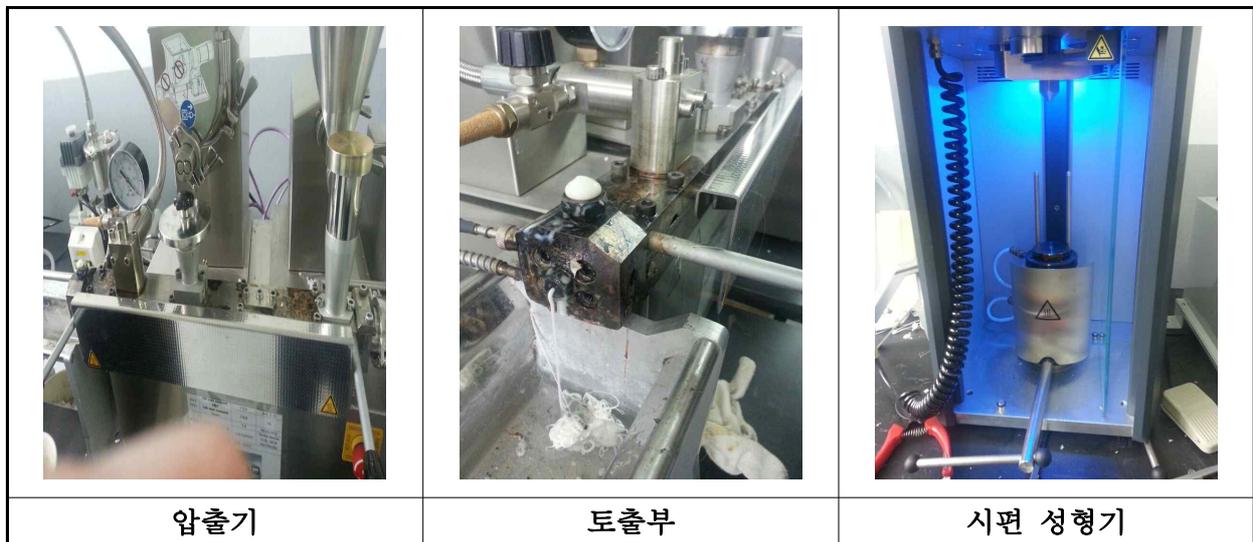


Fig 26. Lab Compounding 기의 각 부분

- Compounding 조건

Table 7. Compounding 조건표

구분		PET I.V 0.6	PET I.V 0.8	PET M/B 10wt%	PET compound 0.4wt%(black1%)
Feeder 1 speed(m/min)		20	25	20	20
Extruder	Heater Zone2 (°C)	275	278	230	230
	Heater Zone3 (°C)	280	285	250	250
	Heater Zone4 (°C)	280	288	260	260
	Heater Zone5 (°C)	285	290	265	263
	Heater Zone6 (°C)	287	290	275	272
	Heater Zone7 (°C)	289	289	270	272
	Heater Zone8 (°C)	288	288	265	267
Die temp (°C)		265	277	250	250
Extruder speed(m/min)		70	70	70	70
Torque (%)		24	18	21	20
Pressure (bar)		5	10	8	8

- 성형조건

Table 8. Compounding 후, 성형 조건

구분	PET I.V 0.6	PET I.V 0.8	PET M/B 10wt%	PET compound 0.4wt%(black1%)
Cylinder Temp (°C)	260	275	260	260
Molding Temp (°C)	160	180	165	165

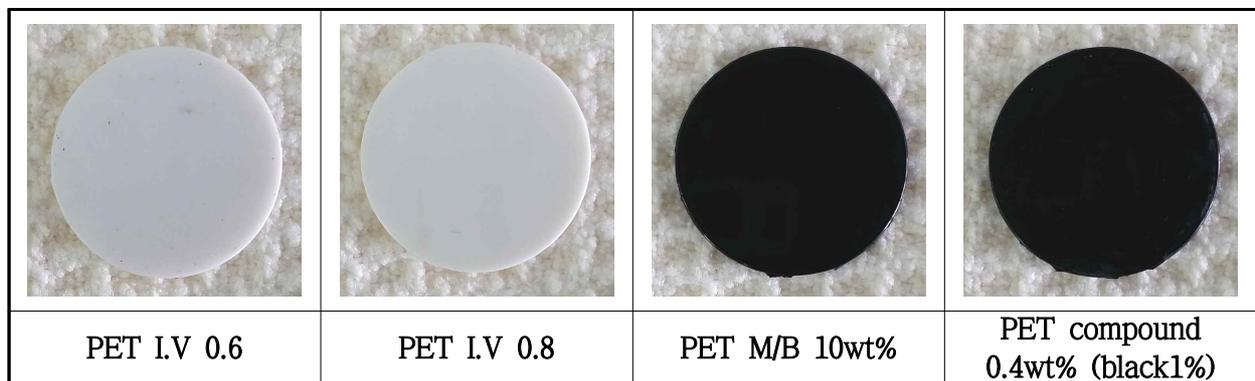


Fig 27. Lab Compounding 및 성형을 완료한 시편

- PET의 I.V값과 M/B 및 compounding의 최종적 유연상태를 비교 분석하기 위해 종류별로 성형하여 시편을 제작하기 위해 Lab. compounding test를 실시함
- 일반적으로 Lab compounding 설비의 온도 설정은 각 고분자의 melting point에서 $\pm 10\sim 20^\circ\text{C}$ 로 설정함
- Extruder에서 ‘Heater Zone 2’에서는 온도를 많이 주게 되면 열융착 현상이 일어나 기존 온도 셋팅보다 대략적으로 $15\sim 30^\circ\text{C}$ 정도로 낮게 셋팅함. 또, powder를 첨가할 수 있는 수직 구조로 된 Dosing시스템 부분인 ‘Heater Zone 5~7’ 부분에서는 일반적인 온도 셋팅으로 작업시 Weissenberg 현상으로 인해 고분자가 위로 상승하기 때문에 기존 온도 보다 $5\sim 10^\circ\text{C}$ 정도 높게 셋팅함
- 성형기의 경우 Cylinder 온도는 Extruder와 유사하게 맞추고 Molding 온도는 Cylinder 온도 보다 대략 100°C 정도로 낮게 설정함
- 특이사항의 경우, PET I.V 0.8 chip을 사용한 PET M/B 10wt%, PET compound 0.4wt% (black1%)시편은 다른 시편과 달리, Torque에 비해 Pressure가 굉장히 높게 나타났음. 그 이유는, PET I.V 0.8 chip의 MI 값이 낮음으로 인해 흐름성이 떨어져 토출부위 쪽에 고분자가 체류되는 시간이 길어져 Screw의 Torque 보다 Pressure가 더 높게 나타난다고 사료됨
- 최종적 시편상태는 PET I.V 0.6은 색상이 약간 어두웠고, PET I.V 0.8은 색상이 선명하였음. PET I.V 0.6 시편은 유연성이 있었으나 PET M/B 10wt%, PET compound 0.4wt%(black1%) 시편은 유연성이 떨어져 취성에 약하여 잘 부러짐. 이는, 고분자가 고중합도를 가짐으로써, 분자자체의 임계농도치가 높아 유연성이 떨어진다고 사료됨
- 그리하여, 기초테스트 등의 분산성을 미루어 볼 때, 방사공정에 영향을 주지 않는 범위로 Melt compounding 최적조건 상태로 제조하였음

Table 9. 균일분산 조건표

균일 분산을 위한 조건 선정									
Base	Filler	입도 (nm)	속도 (rpm)	압출 압력 (%)	온도 조건 ($^\circ\text{C}$)	스크린	토출 조건	Mesh time (h)	토출량 (kg/h)
PET	Graphite	600~800	350~400	70~80	150~240	80/120/ 250/ 80	수조 함침 1/3	1	20

- 균일 분산하여 PET compound 0.4wt%(black 1%) 제조를 위해 분산제 및 wetting제를 최적화 하였고, 압출 crew configuration 최적화와 최적의 mixing 조건을 검토하기 위해 Melt compounding 장비를 활용하여 압출 압력 70~80%, 토출조건은 수조함침 1/3, 온도 조건은 150~240℃로 PET compound 0.4wt%(black1%) 수지를 개발하였음

다. M/B chip 제조



Fig 28. 광발열특성 PET compound 0.4wt%(black1%)

- 발열미립자는 600~800nm급 Graphite입자를 사용하였고, Black 안료를 1% 추가 혼입한 후, Compounding chip 제조는 특성 및 발열미립자의 입자 크기와 형태를 고려하여 mixing 조건을 최적화하여 0.4wt% 제조를 완료하였음

3. 태양광 발열 소재의 비율에 따른 발열 효과 차이 분석

가. 발열 test 조건 확립

- 광발열 특성발현 필름시료의 발열 테스트

Table 10. 광발열 시험조건

광발열 시험조건	
광원과 시료간의 거리	50 cm
조도	13,000 lux
시험시간	10분 광원조사 후 소등, 소등 후 20분간 유지
광원정보	220V, 500W, 3200K
조건	흡광발열성 기기에 이면이 광원을 향하게 장착 후 시험



Fig 29. 광발열 시험분석 장치

Table 11. 흡광발열성 기기 단계별 조도

흡광발열성 기기 단계별 조도			
	1차(LUX)	2차(LUX)	3차(LUX)
측정일자	10/30 오전	10/30 오후	11/3 오전
OFF	470	430	400
1단계 끝	470	430	400
2단계 끝	470	430	400
3단계 끝	600	580	550
4단계 시작	750	700	670
4단계 끝	1800	1900	1800
MAX	11,900	12,000	12,000

Table 12. 흡광발열성 기기 안정화 정도

흡광발열성 기기 안정화 정도		
시간(분)	조도(LUX)	온도(℃)
시작	1820	26.2
1분	1857~1882	26.2
3분	1804~1845	26.5
5분	1806~1839	26.9
10분	1866~1931	27.5
15분	1840~1880	28.2
20분	1904~1936	28.2

나. 농도별 광발열 test

Table 13. MB 농도에 따른 광발열 특성 발현 시료의 발열 테스트

MB 농도 Min.	일반	100%	30%	35%	40%	45%	비고 (온도차)
0	21.52	21.40	21.70	21.90	21.55	21.32	
1	27.24	29.43	30.88	29.61	30.79	30.37	
2	30.16	33.59	35.07	33.97	34.97	34.56	
3	31.66	35.92	37.48	36.01	37.09	36.79	
4	32.45	37.64	39.03	37.59	38.51	38.54	
5	33.14	39.00	40.27	38.64	39.28	39.23	
6	33.59	40.06	41.38	39.57	40.39	40.38	
7	34.10	40.98	42.38	40.41	41.07	41.19	
8	34.36	42.01	43.18	41.05	41.80	42.04	
9	34.57	42.89	43.81	41.46	42.50	42.52	
10	34.81	43.45	44.66	42.25	42.86	43.15	8.64
11	35.13	44.22	45.37	42.67	43.63	42.88	9.09
12	30.57	44.69	44.86	42.76	43.90	34.68	14.12
13	29.93	43.93	37.03	35.89	44.18	31.43	14.00
14	29.52	36.63	33.75	33.22	40.95	29.91	7.11
15	29.15	33.40	32.28	31.94	35.15	29.00	
16	28.93	31.75	31.35	31.17	32.58	28.44	
17	28.64	30.72	30.73	30.55	31.18	27.98	
18	28.45	30.01	30.25	30.14	30.36	27.60	
19	28.26	29.50	29.88	29.80	29.85	27.33	
20	27.98	29.10	29.58	29.49	29.39	27.11	
21	27.85	28.70	29.28	29.23	28.96	26.86	
22	27.74	28.43	29.00	29.02	28.68	26.70	
23	27.57	28.16	28.74	28.81	28.43	26.52	
24	27.48	27.96	28.52	28.59	28.25	26.39	
25	27.42	27.73	28.37	28.40	28.04	26.30	
26	27.30	27.53	28.20	28.27	27.80	26.16	
27	27.17	27.35	28.04	28.15	27.63	26.06	
28	27.03	27.22	27.87	27.95	27.48	25.98	
29	26.92	27.07	27.78	27.84	27.33	25.86	
30	26.79	26.92	27.64	27.66	27.20	25.76	

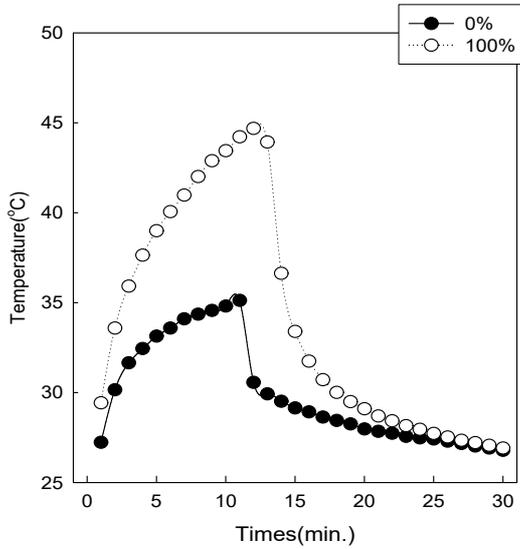


Fig 30. 발열 온도

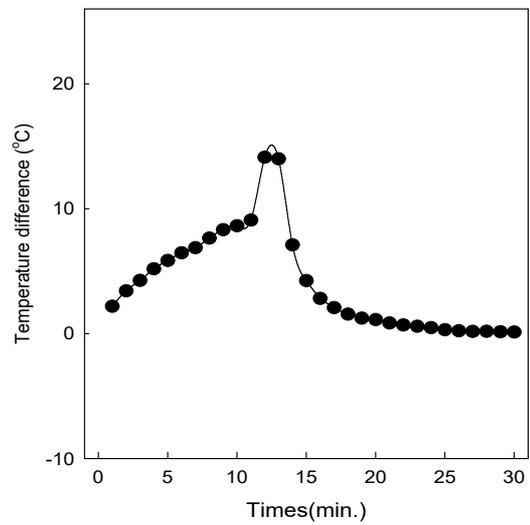


Fig 31. 원 시료와의 온도차

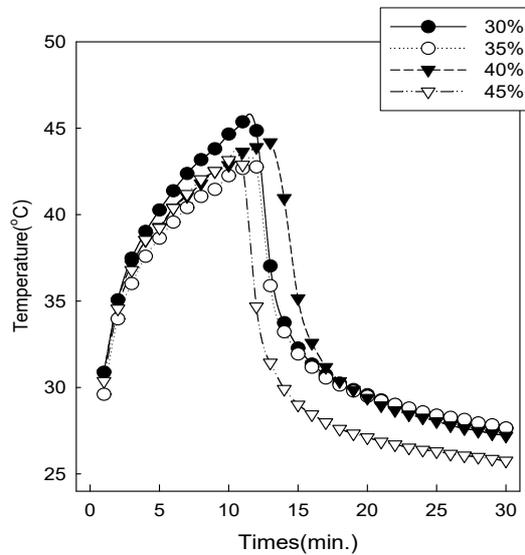


Fig 32. MB 비율에 따른 광발열 효과

- 기존 폴리머와 개발된 광발열 폴리머의 광발열 시험결과를 보면, 기존은 35.13 °C 이고, 100% 광발열 MB는 44.22 °C, 그 비율에 따라 약 42.88~45.37 °C로 광발열 효과가 우수하다고 판단됨
- 전체적으로 7.11°C~14.12 °C 만큼 온도 차이가 나타났으며, 비율에 따른 일반/광발열 필름의 발열 정도의 차이는 크지 않음
- 일반 폴리머는 전등을 소등하면 1분 정도 잔열이 있지만, 광발열 폴리머는 2-3분 정도 잔열을 보유하고 있음

4. 광발열 입자 함유 필름 방사

가. 광발열 Master batch 제조

- 1차년도에 확립한 10% 함량 광발열 Master batch 제조 조건을 기준으로 M/B 제조업체에서 외주 생산

Table 14. 선정된 Graphite 소재

	가격 (천원/kg)	입자크기 (μm)	입자형태	순도 (%)	비고
요산이엔지	30	2~2.5	powder	99.9	소량 구매 가능

Table 15. Compounding 조건표

구분		PET compound 5% (Graphite)
Feeder 1 speed(m/min)		20
Extruder	Heater Zone2 (°C)	230
	Heater Zone3 (°C)	250
	Heater Zone4 (°C)	260
	Heater Zone5 (°C)	263
	Heater Zone6 (°C)	272
	Heater Zone7 (°C)	272
	Heater Zone8 (°C)	267
Die temp (°C)		250
Extruder speed(m/min)		70
Torque (%)		20
Pressure (bar)		8

- Compounding 완료 후, Master batch의 물성은 Virgin PET (IV : 0.80, MI : 30~35)에서 Graphite 5 wt% MB (IV : 0.65, MI : 30~35)로 IV 0.15 정도 하락

나. 1차 필름 방사

- 방사 소재는 M/B 제조업체에서 생산한 5% 광발열 Master batch를 바로 투입하여 진행

Table 16. 1차 필름 방사 소재

분류	Inherent Viscosity (I.V.)	Melt Index (M.V.)	Graphite 함량(wt%)	Virgin Chip
M/B	0.65	30~35	5	PET

- 방사 설비는 한국섬유개발연구원의 필름 방사기를 활용
 - ▶ 제조사 : COLLIN社 [獨]
 - ▶ Temp. : Max. 400 ℃
 - ▶ Sheet 두께 Range : 0.1 inch 이상
 - ▶ Speed : Max.30 m/min
 - ▶ T-Die Width : 750 mm



Fig 33. 필름 방사기



Fig 34. 필름 방사기 구조

- 방사 조건은 Extrusion Temp. 290 ~ 285 °C, T-Die Temp. 280 ~ 270 °C, Screw 속도 15 rpm으로 설정하여 진행



Fig 35. 1차 필름 방사 조건

Table 17. 1차 필름 방사 조건표

Zone	Actual	Zone	Actual	Zone	Actual	Zone	Actual
29	279 °C	19	279	10	286	Screw	15 rpm
28	270 °C	18	279	9	286	Pump	20 rpm
27	271 °C	17	280	8	285	Pump	20 bar
26	270	16	280	7	285	냉각수	30 °C
25	270	15	278	6	260		
24	270	14	280	5	231		
23	280	13	279	4	200		
22	281	12	280	3	150		
21	280	MT1	290	2	90		
20	278	11	286	1	17		

- * 노란색 : Extruder 온도
- * 주황색 : pump 온도
- * 옅은 빨간색 : pump-구금 연결 라인 온도
- * 짙은 빨간색 : 구금 온도

- 방사 결과, 첫 번째 롤러를 지나면서 필름 형태를 갖추지 못하고 바스러지는 현상 발생
- Graphite 5% M/B를 바로 투입하여, Graphite 함량 과다로 인한 현상으로 파악

- PET Virgin Chip를 방사하면서 도징 시스템을 통해 1~2% 수준의 Graphite 함량으로 재방사 예정



Fig 36. 1차 필름 방사 후, 바스러진 광발열 필름

다. 2차 필름 방사

- 1차 방사에서 실패한 원인을 Graphite 함량 과다로 인한 현상으로 파악하고 PET Virgin Chip를 방사하면서 도징 시스템(Dosing system)을 통해 2% 수준의 Graphite 함량으로 재방사 진행

Table 18. 2차 필름 방사 소재

분류	Inherent Viscosity (I.V.)	Melt Index (M.V.)	Graphite 함량(wt%)	혼합비율(%)
M/B	0.65	30~35	5	40
Virgin	0.80	30~35	0	60

- 방사 설비는 1차 필름 방사 시 사용한 한국섬유개발연구원의 필름 방사기를 활용하였으며, 도징 장치(Dosing device)를 활용하여 이종의 소재를 함께 방사
- 방사 조건은 Extrusion Temp. 292 ~ 285 °C, T-Die Temp. 280 ~ 275 °C, Screw 속도 33 rpm으로 설정하여 진행
- 1차 필름 방사보다 Screw 속도를 올려서 열에 노출되는 시간을 줄이고, 대신 T-Die 중앙부 온도를 5 °C 올려 흐름성은 유지하도록 조건 설정



Fig 37. 2차 필름 방사 조건

Table 19. 2차 필름 방사 조건표

Zone	Actual	Zone	Actual	Zone	Actual	Zone	Actual
29	280 °C	19	280 °C	10	285 °C	Screw	33 rpm
28	275 °C	18	280 °C	9	285 °C	Pump	18 rpm
27	275 °C	17	280 °C	8	285 °C	Pump	15 bar
26	275 °C	16	280 °C	7	285 °C	냉각수	30 °C
25	275 °C	15	280 °C	6	270 °C		
24	275 °C	14	285 °C	5	235 °C		
23	280 °C	13	285 °C	4	220 °C		
22	280 °C	12	285 °C	3	170 °C		
21	280 °C	MT1	292 °C	2	90 °C		
20	280 °C	11	285 °C	1	30 °C		

- * 노란색 : Extruder 온도
- * 주황색 : pump 온도
- * 옅은 빨간색 : pump-구금 연결 라인 온도
- * 짙은 빨간색 : 구금 온도

- T-Die 통과 이후, 첫 번째 롤러를 성공적으로 통과하면서 원활하게 필름 방사가 진행되었으며, Slitting을 위해 총 500m 생산
- 외부 Slitting 업체에 의뢰하여 Slitting을 진행하였으며, Slitting된 편평사는 멀칭원단 제직을 위해 협동기관인 세양섬유로 송부
- Slitting 조건 : Feeding Tension 10 N 이하, Feed Speed 280 RPM, Take-up Tension 50 N



Fig 38. 2차 필름 방사 공정 흐름



Fig 39. Slitting 공정

제 2 절 내부 공기층과 표면 요철 구조를 갖는 멀칭 원단 제직

1. Flat yarn의 평편 구조가 아닌 요철 구조를 주기 위한 직물 제직 설계 조건 연구

- Flat yarn의 요철구조를 위하여 평직을 한 방향으로만 확대하여 직물의 조직을 설계하게 되는데, 수직 방향으로 확대 시키면 경 무직, 반대로 수평 방향으로 확대 되면 위 무직이 되며 공기층 형성과 표면 요철 구조 형성에 최적인 조직과 제직 조건을 설계
- 직물 제직 설계 조건
 - ▶ Flat yarn 520~550d (폭 1.04~1.06mm, 두께 0.08~0.09mm)
1200~1250d (폭 5.2~5.4mm, 두께 0.03~0.04mm) 2중 개발
25 x 16 본/inch, 폭 : 40~60inch, 경사본수 : 1000~1500본
 - ▶ Flat yarn 620~660d (경사폭 1.24~1.36mm, 두께 0.08~0.09mm)
1430~1500d(폭6.2~6.4mm 두께 0.03~0.04mm) 2중 개발
21 x 16 본/inch, 폭 : 40~60inch, 경사본수 : 840~1260본
 - ▶ Flat yarn 780~825d (폭 1.54~1.56mm, 두께 0.08~0.09mm)
1660~1730 (위사폭 7.2~7.4mm, 두께 0.03~0.04mm) 2중 개발
16 x 16 본/inch, 폭 : 40~60inch, 경사본수 : 640~960본

가. Creel to Weaving Loom 장력 조건 설정

- peg to yarn guide tension control method 검토사항
 - disk tension device
 - post tension device
 - Lever tension device
 - ball tension device
- yarn guide to intermediate roller tension control method
- intermediate roller to back rest tension control method
- 또한 공기층을 형성하는 요철구조를 위하여 조직 변경 시, 직물의 위사 간격을 위입되는 실제 위사의 폭 보다 좁게 설정해야하며, 그에 적합한 최적 제직 공정조건 확립 방법 설정

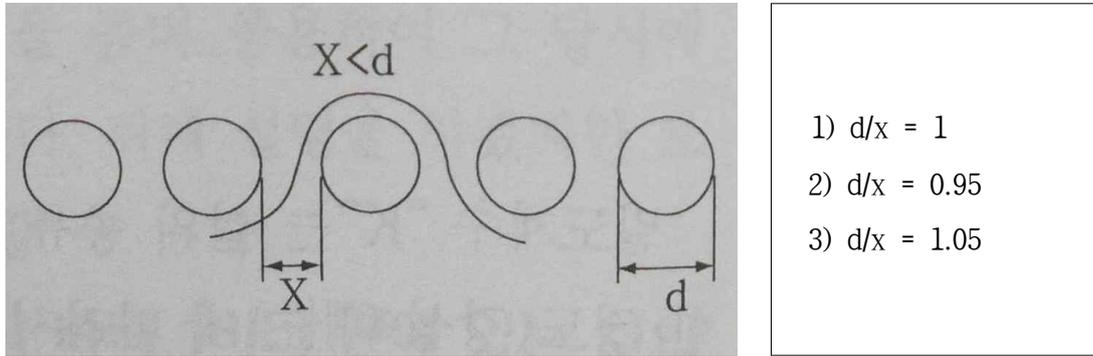


Fig 40. Flat yarn의 직물 위조작

○ 사전 시험 제작 조건

Table 20. 사전 시험 제작 조건

구분	밀도	굽기	폭	직폭
SAMPLE 1	7×7	740~800d	3.6mm	60inch
SAMPLE 2	10×10	620~660d	2.5mm	60inch
SAMPLE 3	13×13	520~550d,	1.95mm	60inch

○ 유사 직물 사전 제작에서 발견된 문제점

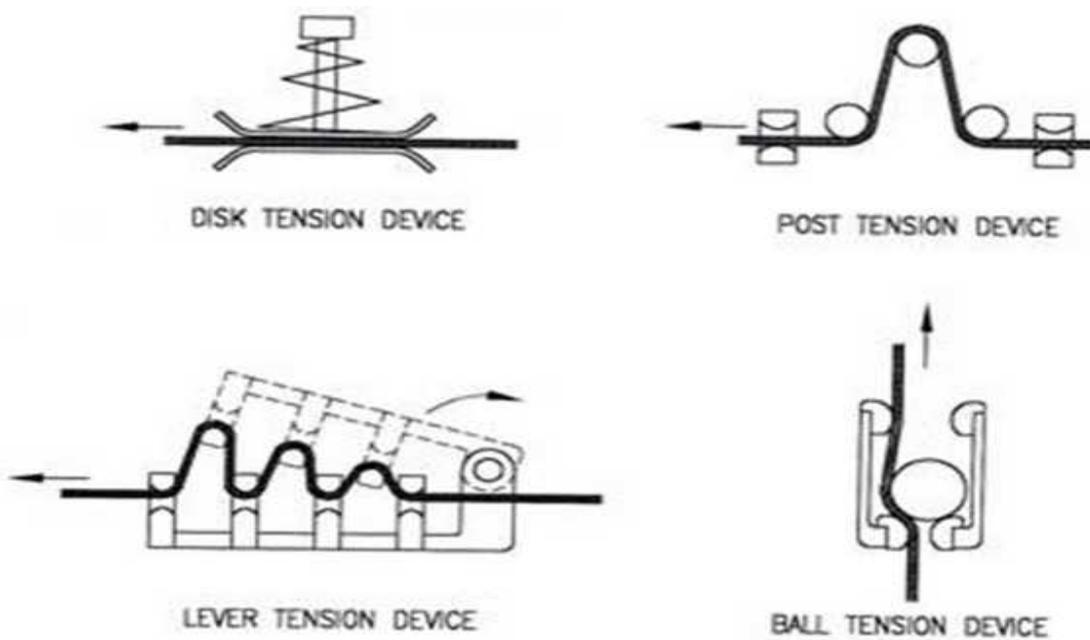


Fig 41. Flat yarn 경사공급 장치의 모식도

- Creel to Loom 경사공급 장치는 기존 방법에서 Flat yarn이 꼬이지(Net) 않도록 back rest에 공급될 때부터 평탄하게 공급되어야 할 것(tension device)
- 위사공급 장치 , 경사공급 장치도 기존방법에서 Flat yarn제직에 적합토록 개조
- 직기 Type 변경: 송출 장치(Let off motion), 권취 장치(Take off motion)확인

나. 검토 내용 및 범위

○ 경사장력 조정

- bobbin에서 yarn guide까지의 장력과 yarn guide에서 separator를 통과한 다음 feeding roller까지의 권취와 송출 장력이 일정하게 제직되어야 직물의 경사줄이 발생하지 않으므로 feeding r/o to heald frame 사이에 사침대(lease rods)를 사용 하여 사침을 잡도록 해서 균일한 장력을 조절

○ 안정적인 다접 구조 유지를 위한 직기의 개구타이밍과 바디침 조건 연구

- 개구 타이밍과 바디침은 Flat yarn의 바닥짜임새와 큰 영향이 있기 때문에 신중하게 고려 하여 3가지 상태를 검토하여 적용
 - ▶ 개구 타이밍이 빠른 경우에는 바디침 중에 그 다음의 개구가 만들어지는데 이 경우는 위사를 경사로 단단히 조인 모양이 되기 때문에 바디침 효과는 크고 직물의 제직상태는 좋으나 경사에 잔털 발생 우려
 - ▶ 개구 타이밍이 늦은 경우에는 개구가 닫히고 상하 경사가 일치할 때 바디침을 하게 되는데 이것은 경, 위사 사이의 마찰이 적기 때문에 잔털이 발생하는 일이 적으며 경, 위사의 직축이 거의 같은 직물로 제직됨
 - ▶ 개구 타이밍이 아주 늦은 경우에는 개구가 닫히기 전에 바디침이 시작되기 때문에 경, 위사의 저항이 가장 적으나 바디가 후퇴할 때 경사장력에 의해 위사가 다시 튀어나올 수가 있으므로 바디침의 효과는 그렇게 좋지 않음

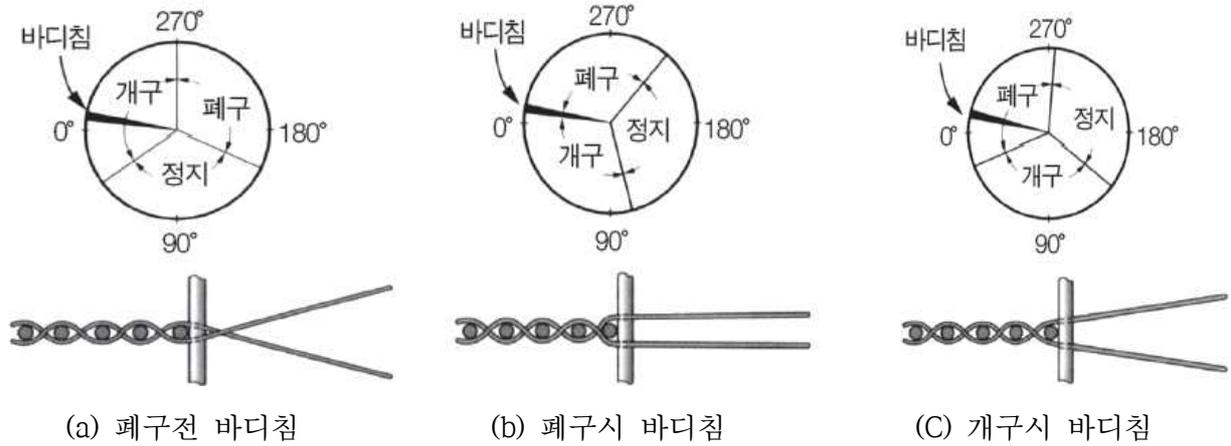


Fig 42. 바디침과 개구 타이밍 관계

○ 송출운동

- 공기층을 형성하는 요철구조를 위하여 경, 위사가 조직되어 직물이 감김에 따라 경사를 creel로부터 풀어주어 제직 중 경사의 장력을 항상 균등히 유지해야 함
- 이 운동은 두 가지로 분류할 수 있는데 소극적 송출운동(Negative let-off motion)과 적극적 송출운동(Positive let-off motion)으로 구분
- 전자는 경사가 필요에 따라 풀려 나오는 운동이며 제동장치(Brake)로서 제동되는 것이며, 후자는 경사빔이 필요에 따라 경사를 풀어주는 운동으로 레귤레이터(Regulator)로써 조정되는 방식임
- 송출운동은 역직기의 운동 중 특히 주요한 운동이며, 송출에 있어서 공기층을 형성하는 요철구조를 위하여 경사의 장력을 일정히 유지함은 가장 필요한 조건이면서 한편으로는 가장 어려운 것이며 이 운동은 다만 필요한 길이의 경사를 풀어 주면 될 것이나 실제에 있어서는 경사빔의 사층 감소로 인한 빔 회전속도의 증가, 경사장력의 변화, 백레스트(back rest)를 누르는 압력변화 등의 현상이 나타나므로 이를 적당히 조절하지 않으면 직물의 품질에 큰 영향을 미치게 됨
- 송출운동에서 관리해야 할 장력의 변화는 사층 감소로 오는 장력의 점증현상을 관리하는 것으로 이 관리법으로서 가장 원시적인 방법은 추를 사용한 밴드 브레이크로서 경사빔의 사층 감소에 따라 추를 이동시켜 경사장력을 동일하게 조정하면서 경사가 풀려나가는 것이 소극적 송출장치이고 조절장치(Regulator), 필러(Feeler) 등을 사용하여 사층 반경의 감소에 따라 경사빔의 회전속도를 빨리 하여 경사를 풀어내는 것이 적극적 송출이며, 적극적 방식과 소극적 방식을 공기층을 형성하는 요철구조를 위하여 두 가지를 검토

- 송출장치는 공기층을 형성하는 요철구조직물이 권취 됨에 따라 경사를 송출하는데 요구되는 장력을 유지하는 장치로서 복직기에서는 경사빔에 정지 기구만을 갖춘 간단한 소극송출장치로서 사용
- 그러나 경사장력의 변동은 직물의 품질에 커다란 영향을 주며 특히 주기적으로 발생하는 장력변동은 제직불량의 원인이 되기 때문에 creel to loom, beam의 라지 패키지(Large package)화, 고속화와 함께 제품의 고품질화가 요구되는 경우에는 소극송출로서는 대응할 수 없기 때문에 경사빔을 적극적으로 회전시키는 적극송출장치를 채용
- 기계식 장치에는 직기본체와 같은 구동원에서 무단변속 기구를 통하여 경사빔의 직경과 경사장력에 의한 변속으로 항상 경사장력을 일정하게 유지시키는 송출기구인데 이러한 방식 가운데 래칫(Ratchet)식 및 제로마크(Zero marks)식은 직기의 역회전을 다시 시켜야 하는 불편이 따르고 품질상에서도 문제가 있기 때문에 AJL에서는 역회전이 가능하도록 개량하였으며 브이 벨트(V-belt) 방식도 오래 전부터 채용한 것으로 역회전 동작도 우수한 방식이긴 하지만 경사빔 교환시의 설정이 귀찮고 변속범위가 좁기 때문에 체인지 기어(Change gear)의 교환이 번잡하여 문제점 발생이 우려되므로 기계식이 아닌 구동원을 독립적으로 갖는 전동식 송출장치가 본 과제 실행에 적합할 것으로 판단됨
- 전동식도 초기에는 원가절감을 목적으로 토크모터(Torque motor)를 이용한 소극송출방법이 산업자재용으로서 활용되었으나 현재 이용되고 있는 것은 제어특성이 우수한 변속범위가 넓은 모터를 사용하여 직물의 품질향상과 취급성 향상을 목적으로 사용됨
- 그 중 서브 모터(Sub motor)를 컴퓨터로 제어하는 방식은 직기의 급격한 기동, 정지, 역회전에 완전하게 대처할 수 있고 품질이 안정된 직물을 얻을 수 있는 동시에 타입밀도 변경에 따르는 체인지기어의 교환이 필요 없고 조건설정도 키인(Key-in) 방식이므로 조작성이 현저히 향상되어 고가이긴 하나 차후 급속히 보급될 것으로 예상됨

○ 권취운동

- 권취운동은 제직된 공기층을 형성하는 요철구조직물을 감아 들이는 속도를 조절하며 그 기능은 위사의 일정한 간격을 유지해야 하는데, 대부분의 직물에서 위사간격의 균일함은 아주 중요하며 실의 굵기가 불균일할수록 위사간격은 더욱더 변동이 생기게 되며 직물에는 직단과 같은 결점이 발생하기도 함
- 균일한 공기층을 형성하는 요철구조직물 권취장치는 제직된 직물을 권취하여 클로스 펠(Cloth fell)을 항상 기대상의 동일 위치로 조절함과 동시에 권취량에 따른 위사밀도를 결정 하는 기능을 갖도록 조절
- 본 장치에서도 송출장치와 마찬가지로 기계식의 바디침으로 생기는 이완상태의 직물을 권취시키는 소극식과 위입에 맞춰 일정량을 권취하는 적극식이 있는데 대상 직물에 따라

구분해서 사용할 수 있지만 최근에는 일정 회전속도의 마찰롤러를 도입해서 권취하는 적극식이 주류를 이루고 있음

- 이 방식은 래킷에 의한 간헐 권취와 치차에 의한 연속 권취 방법이 있으며 전자는 기동시에 소정량의 권취불량으로 생기는 결함방지를 위한 슬립캐치(Slip catch) 장치가 있으나 문제가 있을 때는 방지효과가 없고 후자는 송출장치와 마찬가지로 경사를 일정 상태로 유지시킬 수가 있어 송출부에서 작용을 하는 퀵백(Quick back, 경사장력을 일시적으로 높여서 단 발생을 방지하는 장치)의 효과도 슬립캐치보다 우수하여 왕복운동이 없는 기구가 고속화에 적합하기 때문에 점차 기어 방식이 많이 활용될 것이며 여기에다 직기운동의 영향을 받지 않는 독립된 구동원에 의한 전동 권취장치를 적용

다. 공기층을 형성하는 요철구조 직물을 제작할 직기의 개구 타이밍과 바디침 조건 연구

- 개구 타이밍이 아주 늦은 경우에는 개구가 닫히기 전에 바디침이 시작되기 때문에 경, 위사의 저항이 가장 적으나 바디가 후퇴할 때 경사장력에 의해 위사가 다시 튀어나올 수가 있으므로 바디침의 효과는 그렇게 좋지 않음 그러나 공기층을 형성하는 요철구조직물을 작업시에는 이방법이 유리할 것으로 판단
- 경사는 직기(water jet loom)뒤편에 있는 creel에 creeling하여 사용할 때 주의할 점은 원사의 각각 한 본의 장력이 균일하게 조절되어야 하는데, 그 이유는 일반적인 직물은 정경과 beaming을 통하여 경사작업을 하여 경사의 장력이 균일하나 타포린은 경사 하나 하나가 독립적인 장력조절로 제작하므로 제작된 상태의 타포린을 보면 그 품질을 판별할 수 있기 때문에 일반적으로 제작된 타포린 상태는 경사줄이 심하게 발생된 상태로 최적의 경사장력 조절이 필요
- 실의 균제도는 일반적으로 실의 모든 성질, 굵기, 강신도, 색, 꼬임수 등의 균일한 정도를 나타내는 말이지만, 일반적으로 실의 단위 길이 당 무게의 변동 또는 실의 굵기 변동을 나타내는 용어로 사용되고 있는데, PE나 PP Flat yarn의 경우는 주로 T-die(수냉식)의 압출기로 PE와 PP 고분자를 Sheet구조로 용융압출 한 뒤, 7目(3.62mm), 10目(2.54mm) 등의 단위로 잘라서 슬릿 안(Slit yarn)을 제조하고 Creel to Loom으로 제작한 다음 LDPE, PP 소재로 코팅하여 용도제품화 하여 사용하는데 생산 과정 중에 생산되는 yarn의 폭(width)과 두께(thickness)를 측정하여 관리해야 해야 하므로 생산되는 Flat yarn의 winding 상태를 보면 Bobbin의 외관이 균일하지 못해 공정 시 주의가 요구

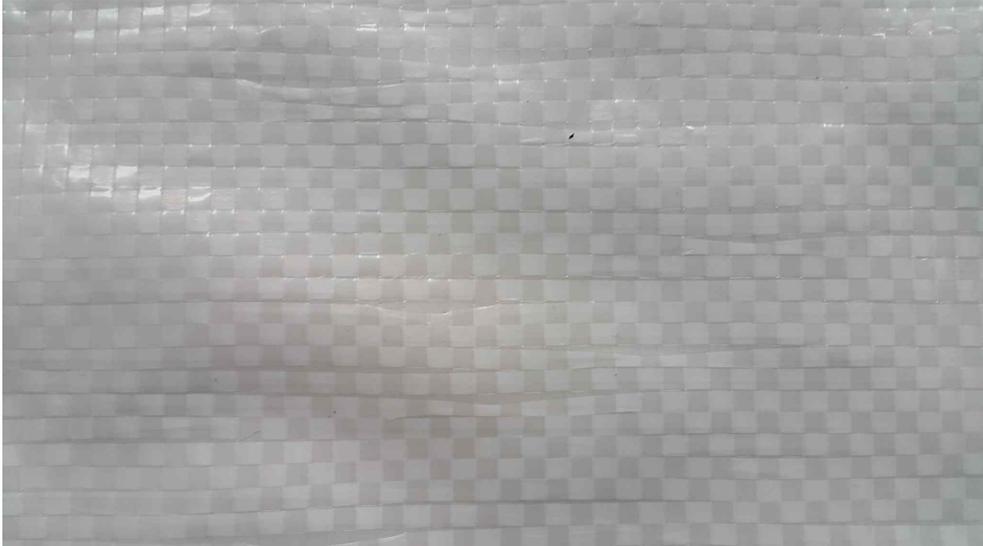
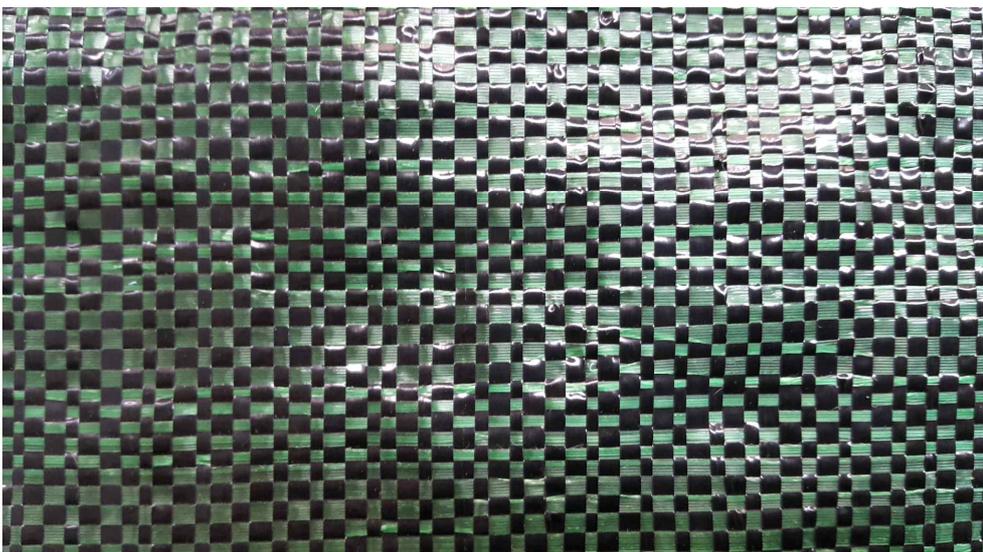
<p>SAMPLE 1 (7×7)</p>	
<p>SAMPLE 2 (10×10)</p>	
<p>SAMPLE 3 (13×13)</p>	

Fig 43. 사전 제작 연구 시제품

라. 선행 Test 결과

○ Flat yarn의 특성

- Flat yarn의 구조는 평편사이며 꼬임이 없으므로 일반직물에 사용되는 원형 단면에 꼬임이 있는 원사와 비교하여 강도나 신도의 형태가 다르며, 이로 인해 별도의 제직 조건 설정이 필요

○ 제직상의 문제점

- 일반적인 원형 단면 원사를 활용한 직물은 정경과 beaming을 통하여 경사 작업을 하여 경사의 장력이 균일하나 편평사 원단은 경사가 각각 독립적인 장력 조절로 제직되므로 경사용 원사 각각의 균일한 장력제어가 필수이며, 장력제어 불량인 경우, 품질에 치명적인 영향을 줄 수 있음



Fig 44. 권취 장력 불량 Bobbin

- Flat yarn은 원사 형태가 납작하여 경위사의 포함성이 부족하므로, 이로 인한 변사부분의 밀림현상(slippage)이 발생할 수 있어 Cutting device와 Leno device의 개선이 필요



Fig 45. 변사 밀림 현상

2. Metallic Flat yarn을 활용한 조직별 편평사 원단의 특성 연구

가. 제작 조건

- Flat yarn의 제작 특성 시뮬레이션을 위해 Metallic 원사를 이용한 직물 조직 주자직 (Satin), 능직(Twill), 평직(Plain)을 설계 및 제작하였음
- 가장 기본적인 삼원조직으로 위사밀도를 주자직 50본/inch, 45본/inch. 능직 45본/inch, 50본/inch. 평직 46본/inch, 40본/inch으로 하고 생지폭 41inch로 제작하였음

Table 21. 주자직 50본/inch 제작 조건

Item	664-1	
Spec	warp	TTY sd 150D/96
	weft	664 metallic yarn
Width (inch)	41 inch	
Density	50 본/inch	
Fabric texture	5 satin	
Fabric structure		

Table 22. 주자직 45본/inch 제작 조건

Item	664-2	
Spec	warp	TTY sd 80D/36
	weft	664 metallic yarn
Width (inch)	41 inch	
Density	45 본/inch	
Fabric texture	5 satin	
Fabric structure		

Table 23. 능직 45본/inch 제작 조건

Item	664-3	
Spec	warp	TTY sd 80D/36
	weft	664 metallic yarn
Width (inch)	41 inch	
Density	45 본/inch	
Fabric texture	4 twill	
Fabric structure		

Table 24. 능직 50본/inch 제작 조건

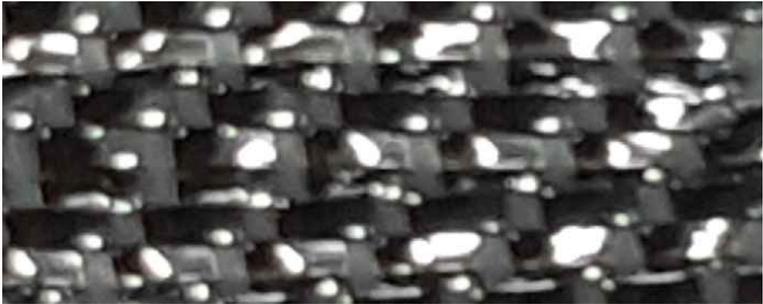
Item	664-4	
Spec	warp	TTY sd 150D/96
	weft	664 metallic yarn
Width (inch)	41 inch	
Density	50 본/inch	
Fabric texture	4 twill	
Fabric structure		

Table 25. 평직 46본/inch 제작 조건

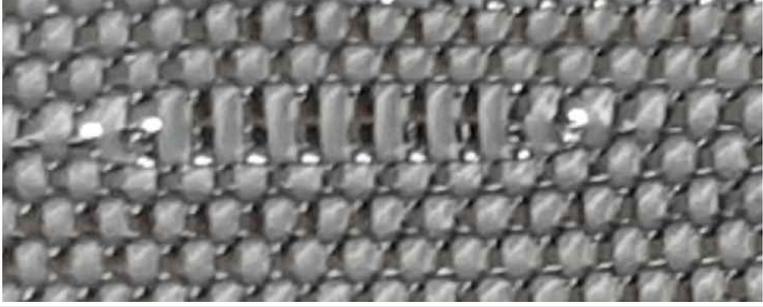
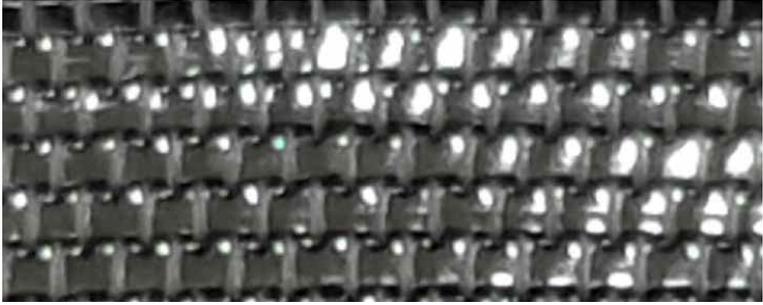
Item	664-5	
Spec	warp	TTY sd 150D/96
	weft	664 metallic yarn
Width (inch)	41 inch	
Density	46 본/inch	
Fabric texture	plain	
Fabric structure		

Table 26. 주차직 50본/inch 제작 조건

Item	664-6	
Spec	warp	TTY sd 80D/36
	weft	664 metallic yarn
Width (inch)	41 inch	
Density	40 본/inch	
Fabric texture	plain	
Fabric structure		

나. 주자직의 특징

- 일반적으로 경주자직은 경사밀도를 많이 하고 경사에 질이 좋은 실을 사용하며, 위주자직은 위사밀도를 많이 하거나 같게 하고 위사에 질이 좋은 실을 사용
- 주자직은 경사와 위사를 최대한 길게 뜨므로 기계장치에 따라서는 경사의 움직임 줄이기 위하여 뒤집어 제직하는 경우가 있음
- 위사를 Metallic yarn으로 작업해보니 균일한 제직이 불가능하고 경사와 포함성이 불량하며 꼬임이 많이 발생하는데, 특히 조직점이 적어 풀림이 심하고, 조직 특성상 제직 후 경사 방향으로 말림이 많이 발생함
- 일반적인 주자직의 특징
 - ▶ 다른 종류의 직물보다 교차점이 적음
 - ▶ 마찰에는 약하나 구김이 적음
 - ▶ 종광 5매 이상으로 제직이 가능
 - ▶ 직축율이 작음
 - ▶ 밀도를 많이 할 수 있음
 - ▶ 표면이 평활하고 부드러우며 광택을 요하는 직물에 적합

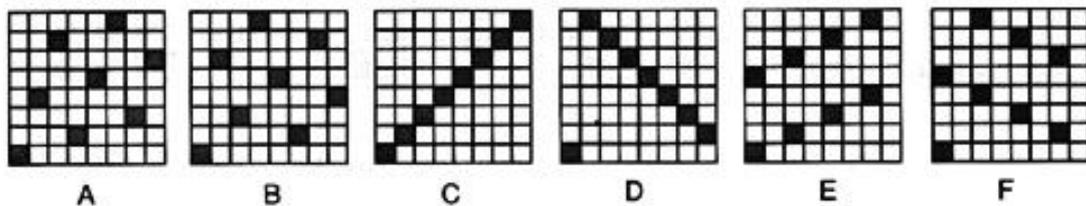


Fig 46. 주자직 조직도

다. 능직의 특징

- 능직은 사문직(斜紋織)이라고도 하며 직물 바닥에 비스듬한 능과 골을 나타내도록 한 직물로 줄무늬를 능선 또는 사문선이라고 하며, 그중에서 능선에 변화 없이 한 개씩 계단처럼 이동한 것을 정칙능직 (正則綾織, Regular twill) 또는 정능직(正綾織) 또는 정사문(正斜紋, Common twill)이라 함
 - 능직의 표시방법은 위사를 뜻하는 가로줄을 굵고 경부점은 위에 기입하고 위부점은 아래에 기입한 후 능선의 방향을 표시(능직을 뒤집으면 능선과 경부점 및 위부점은 반대)
 - 위사를 Metallic yarn으로 작업해보니 균일한 제직이 불가능하고 경사와 포함성이 불량하며 주자직처럼 꼬임이 발생하는데, 주자직과 유사하게 조직의 풀림이 발생하고 제직 후 경사 방향으로 말림이 발생함
- ▶ 평직에 비해 밀도를 높일 수 있음
 - ▶ 평직에 비해 유연하고 부드러움
 - ▶ 평직보다는 견고하지 못하나 광택이 많이 남
 - ▶ 직물에 능선을 나타낼 수 있음

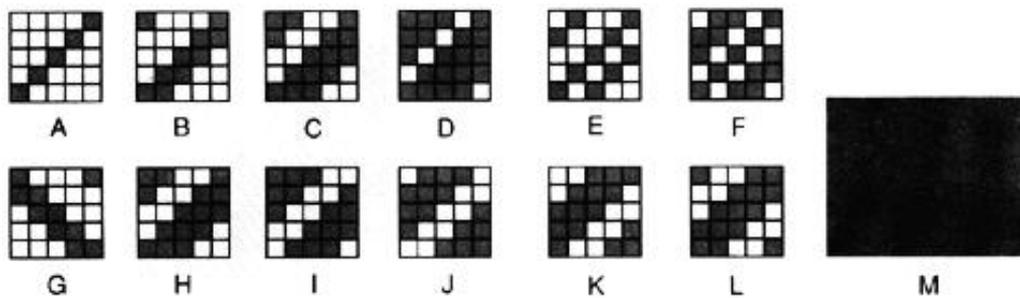


Fig 47. 능직 조직도

라. 평직의 특징

- 평직은 직물 조직 중 가장 간단한 조직이며 직물의 기초를 이루고 있어 가장 널리 사용되고, 간단하지만 질기므로 여러 가지 용도에 사용되고 있음
- 많은 종류의 순색 직물 외에 경위사의 밀도변화, 색사 응용, 경사 밀도변경, 경사 장력 변화, 종류가 다른 실의 응용, 굵기가 다른 실의 응용, 꼬임의 변화 등이 있으며 이를 혼합하여 혼용하면 다양한 종류의 직물 제작 가능
- 평직은 부점이 적어서 Metallic yarn이 잘 직조되고, 위사로 사용된 Metallic yarn의 꼬임이 적게 나타나며 경사 방향으로 말림 현상도 적어 전체적으로 가장 Metallic yarn에 적합한 조직으로 판단됨
- 특히 조직점이 많아 위사 풀림도 적게 나타나므로 광발열 편평사 제직의 기본조직으로 적합하다고 판단됨
 - ▶ 다른 종류의 직물보다 교차점이 많음
 - ▶ 가장 질기지만 구김이 많음
 - ▶ 종광 2배로 제직이 가능.
 - ▶ 직축율이 가장 큼
 - ▶ 밀도를 많이 할 수 없음
 - ▶ 교차점이 많으므로 광택을 요하는 직물에는 적합하지 않음
 - ▶ 제직흡이 직물표면에 쉽게 나타나므로 고도의 제직 기술이 필요

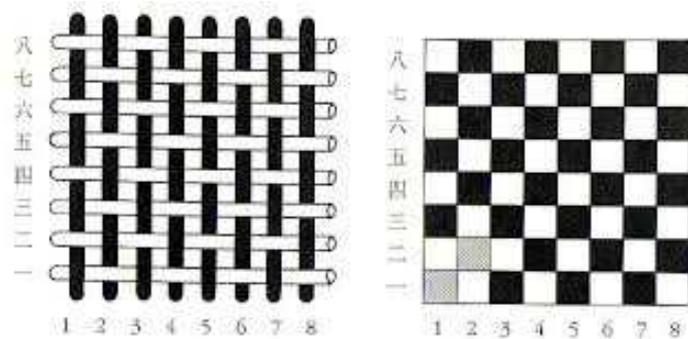


Fig 48. 평직 조직도

3. 광발열 편평사(Flat yarn)의 편평사 원단 제직

가. 원단 내부 공기층 형성을 위한 제직 설계

Table 27. 제직 설계안

구분	시직 1 제품 설계안	시직 2 제품 설계안	시직 3 제품 설계안
경사	Flat yarn 520~550d	Flat yarn 620~660d	Flat yarn 780~825d
위사	Flat yarn 1200~1250d	Flat yarn 1430~1500d	Flat yarn 1660~1730
총본수	1,025本	861本	656本
종광	2매	2매	2매
바디	25目	21目	16目
성폭(inch)	41	41	41
본통	1□1本通	1□1本通	1□1本通
조직	PLAIN	PLAIN	PLAIN

나. 제직 공정조건 설정

- 생산량 증대를 위해 제직 속도(RPM)를 높이거나 원활한 위사 송출을 위한 수압의 조절이 필요하다고 판단

① 위사 측정 장치 조정 : 위사의 종류에 따라 계산상의 측정량과 실제 사용상의 위사 길이가 차이 발생하므로 안정적인 여유 길이를 확인한 뒤 최종적으로 결정

② 제직 작업에 사용되는 Water jet loom의 측정량 계산

- ▶ 바디 폭 : 41 inch
- ▶ Selvage 폭 : 2 ~ 2.5 inch
- ▶ 위사수축율 : 2 %

③ 위사를 1 Pick안에 꼬이지 않게 Bobbin에서 인출하여 Main nozzle의 분사류에서 분사되기까지 일시 저장할 때, 꼬임이 발생하기 쉬운데, 장력을 조절하여 꼬임 발생 억제



Fig 49. 꼬임의 발생 모양

- ④ 작업 중에 Flat yarn을 가능한 최저로, 균일한 장력으로 위입 하면서 꼬임 발생과 사절이 감소 되도록 Pulley 각도를 260° 의 위치로 조정
- ⑤ 이렇게 조정하여 직물 폭에 적합한 1 Pick 정도만 위사측장장치에 저장하여 위사 길이를 일정하게 하여 위사 손실을 방지하고 꼬임을 억제

다. 원사 검사 및 문제점

- 편평사 원단의 소재에는 주로 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET, Polyethylene terephthalate) 폴리에틸렌(PE, Polyethylene), 폴리프로필렌(PP, Polypropylene)와 폴리염화비닐(PVC, Polyvinyl chloride) 등이 있으며 PET 및 PE PP계는 주로 티다이(T-die)타입의 압출기로 고분자를 시트(sheet)구조로 용융 압출한 다음 이것을 다시 요구되는 폭(width)과 두께(thickness)에 맞게 만든 스플릿(split)사를 제조한 다음 winder에 권취 하여 원사로 사용
- 경사는 직기(water jet loom)뒤편에 있는 Creel에 Creeling하여 사용하며, 경사 각각 한분의 장력이 균일하게 조절되어야 함
- 정경과 Beaming을 통하여 경사작업을 하여 경사의 장력이 균일한 일반적인 원형 단면 직물과 다르게 편평사 원단은 경사 각각이 독립적인 장력 조절로 제어되며 균일한 장력에 실패할 경우, 경사줄이 발생할 수 있음



Fig 50. Creel에서 바로 제작되는 편평사

○ Bobbin Winder 장력 불균일

- 연신후 Bobbin Winding 작업 시, Tension 및 Traverse 이상으로 Winding 되고 있었음
- Cam 마모로 Traverse 불량 발생하여, 이로 인한 bobbin Winding 상태가 불량
- Winder Guide Roller를 벗어나 Winding 될 때 마찰로 인하여 원사에 이상 장력이 걸리고 변형이 발생하고 있는 상태 발생
- Cam을 교체하여 Guide Roller를 벗어나 Winding 되는 원사가 없도록 원사 공급을 관리하고, 위입 중에 발생하는 꼬임을 방지하기 위해서 위사용 원사는 장력이 균일하게 Winding 된 원사 사용



Fig 51. 균일하지 못한 Bobbin의 외관

○ 입고 원사 관리

- Flat yarn 생산 후. Winding 과정에서 각 Cone 마다 Tension meter로 정확한 Tension 관리가 필요함
- 공정 중 꼬임은 Winding 공정과 제직 공정 사이에서 발생 되고, 작업자의 운반 과정에서 취급 부주의로 생기고 있음
- Winding이 끝이 난 원사 보관 시, Bobbin의 사층이 무너지지 않도록 관리
- 적정 장력 설정 및 Tension Meter 사용방법 교육
 - ▶ 현재의 작업방식은 작업자의 감각으로 Tension을 조정하고 있는데, 이는 작업자마다 Tension 감각이 다르므로 균일한 장력 조절 불가능
 - ▶ Tension Meter로 섬도별 적정 장력을 설정해야 함
 - ▶ Winding 작업을 처음 시작할 때 반드시 Tension Meter로 Check 하도록 작업자를 교육하고, 일정 주기로 관리

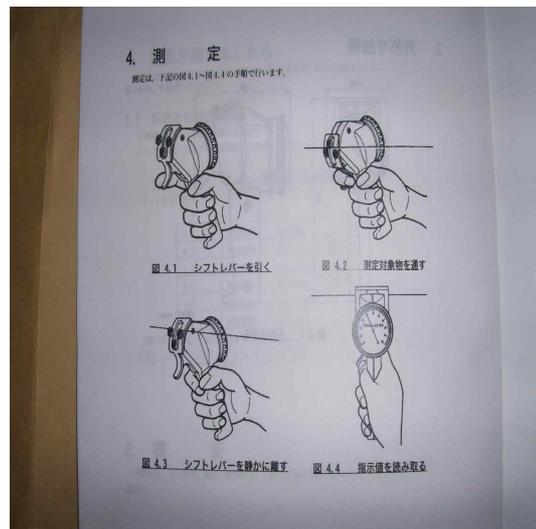


Fig 52. Tension Meter

라. 제작

○ 다점 구조 위사의 비틀림 없는 위입을 위한 위입장치 개선 및 최적 조건 설정

- 위사축장 저장장치

- ▶ 편평사 원단의 폭에 해당하는 위사를 1픽(Pick) 정도만 급사 패키지에서 인출하여 주노즐(main nozzle)에서 분사류(water)가 분사되기까지 위사를 일시 저장(accumulate)하여 두는 것으로 에어 풀(Air pool)형과 드럼(Drum)형이 있음
- ▶ 편평사의 폭(width)이 넓거나 두께(thickness)가 두꺼울 경우에는 에어 풀(Air pool)형이 작업에 용이하며, 일반적인 편평사의 경우는 드럼형을 사용
- ▶ 위사 저장장치의 주목적은 위사를 최저 또는 균일한 장력으로 위입하면서 위사꼬임과 사절을 감소시키고 직물폭에 적합한 1픽 정도만 저장하여 위사길이를 일정하게 하고 위사손실을 최소화
- ▶ 개발한 광발열 편평사는 일반적인 편평사보다 폭(width)이 넓고 두께(thickness)가 두꺼우므로 에어풀 형을 사용

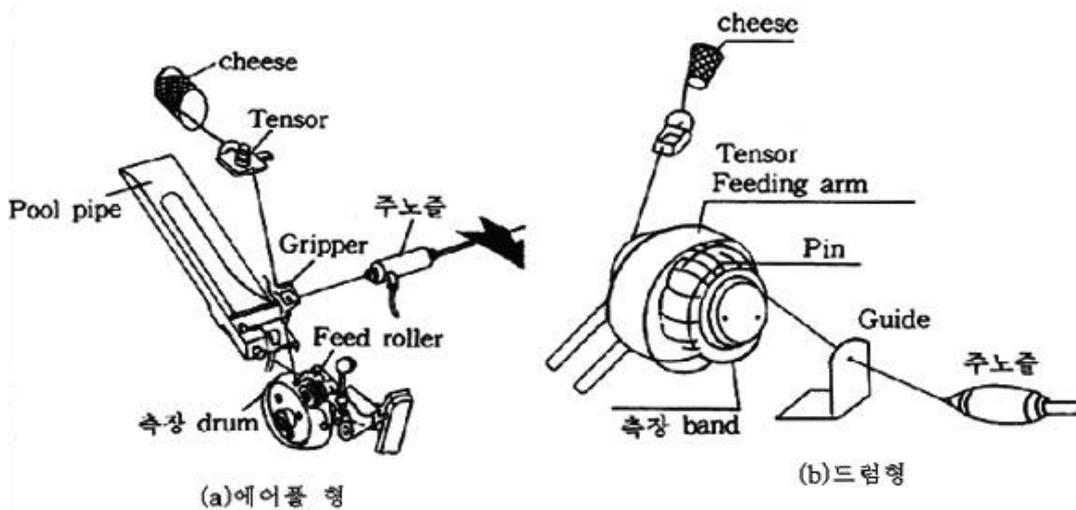


Fig 53. 위사 축장저장장치



Fig 54. Air pool형 위사 공급장치



Fig 55. Drum형 위사 공급장치

- WJL의 위입기구

- ▶ WJL의 위입 원리는 원사 패키지에서 풀려 나온 위사가 측장저류 장치에 의해서 적정량의 길이만큼 준비 될 동안 워터펌프에 의해서 가압(加壓)된 일정량의 물이 측장된 위사와 함께 노즐을 통해서 분사되어 개구 속을 비주함으로 위입운동이 이루어지는 원리
- ▶ 워터펌프 부분의 펌프 캠이 펌프 플런저(Plunger)를 작동시키면 급수탱크의 물이 인렛 튜브(Inlet tube)를 통하여 펌프실린더 내로 흡입되고 플런저가 밀려나올 때 펌프스프링이 압축되어 펌프 캠의 최대 리프트 점에서 흡입이 완료되는데, 압축 된 펌프스프링의 복원력에 의해서 실린더 내의 물은 아웃렛 튜브(Outlet tube)를 거쳐 노즐로 분사
- ▶ 그리퍼 캠(Gripper cam)은 2개의 디스크로 조립되어 있는데, 그리퍼 캠에 접촉하여 움직이는 로울러와 레버에 의해서 그리퍼가 개폐되므로 측장 순간에는 위사를 파지하고 있다가 물이 분사 될 때에는 위사를 놓아줌으로 위입 발생

- 위사장 설정

- ▶ 측장 저류 장치들은 여러 종류가 있으나 주로 로타리 드럼(Rotary drum pulling system) 방식이 많이 사용

- ▶ 직기의 크랭크(Crank) 샤프트에 부착되어 있는 드라이빙 풀리(Driving pulley)에서 평 벨트(Flat belt)를 거쳐 드라이븐 풀리(Driven pulley)를 회전시키면 측장 드럼이 회전 하면서 위사가 감겨지며, 이때 감겨지는 위사의 길이는 제직하는 직물의 성통폭+@만큼 감겨지도록 드라이븐 풀리의 규격을 맞춤
- ▶ 1회의 위입에 필요한 정확한 위사장을 설정하기 위해서 다음의 계산법을 사용하는데, 위사장은 드라이빙 풀리와 드라이븐 풀리의 조합으로 설정

- 위사장=(성통폭+50~60mm)×1.02~1.04
- 위입잔사의 길이 : 50~60mm
- 위사수축율 : flat 사 2%
가공사(연사물) 3%
가공사(무연사) 4%

< 위사장 계산 예시 >

- 편평사 750 데니아를 위사로 사용하여 성통폭 140cm로 제직할 경우,
위사장 = (1400+50)×1.02 = 1,479 mm
- ▶ 실제 측장량을 결정하기 위해서는 사단처리사가 위입된 위사를 확실히 파지 할 수 있는 실 길이가 필요하며 측장량의 편차, 비주차에 의한 편차가 다소 있기 때문에 가장 짧은 측장사에 맞추어서 풀리직경을 선택
- ▶ 드라이븐 풀리직경을 선택하는데 있어서 위사의 신축성 때문에 실제 사중에 따라서 다소간 차이가 있어 계산상의 측장량으로 최적 측장량을 얻을 수 없으므로 안정된 비주상태에서 잔사의 길이를 확인하여 최종 결정
- ▶ 측장풀리는 회전시키는 평 벨트의 장력중심을 5~6 kg의 힘으로 눌렀을 때 벨트의 눌림량이 5 mm 정도가 되게끔 텐션풀리 브라켓을 조정하는데, 이때 벨트 장력이 약하면 슬립이 발생 되어 측장 부족 현상이 일어나고 벨트 장력이 너무 세면 벨트 마모 발생
- ▶ 또한 벨트의 회전하는 위치도 중요하므로 텐션풀리 브라켓에 부착되어 있는 조정 볼트는 평 벨트가 풀리 중심에 오도록 설정

- 그리퍼(Griper)의 작동

- ▶ 그리퍼는 고정디스크와 가동디스크 사이로 위사를 통과시키고 또한 파지(把持)시켜야 함으로 위사의 운동을 적절히 컨트롤하지 못하면 직기의 가동율과 직물의 품질에 직접적인 영향 미침

- ▶ 그리퍼는 측장드럼과 분사노즐 사이에 위치해 있으므로 양쪽의 얀 가이드(Yarn guide) 위치를 조정하여 위사가 부드럽게 통과되도록 해야 하며 측장드럼의 센터와 노즐센터가 일치 되도록 얀 가이드의 위치와 높이 조정

- 워터펌프(Water pump)

- ▶ 위사가 측장량만큼 준비되어 위입 대기 중일 때, 워터펌프는 흡입된 일정량의 물을 가압(加壓)시켜 노즐로 보내면 그리퍼가 파지하고 있던 위사를 놓아줌과 동시에 물과 위사는 노즐을 통하여 개구 속으로 비주
- ▶ WJL에서 물은 정수위(定水位)밸브가 있는 물통에서 워터펌프로 흡입되며, 펌프캠의 제일 높은 부분에 캠 볼이 도달되었을 때 펌프에는 물이 가득 차게 됨과 동시에 펌프 스프링은 완전히 압축, 이어서 캠이 회전하면 스프링의 복원력으로 물은 가압되어 노즐로 분사
- ▶ 가압된 물이 초기 분사될 때, 노즐 끝에 있는 위사의 선단은 직선화되면서 그리퍼가 열림과 동시에 측장된 위사는 수류(水流)와 함께 개구속으로 사출(射出)
- ▶ 물의 분사상태, 분사방향 및 위사의 비주상태를 확인하기 위하여 직기 좌측에 있는 페달을 밟아 확인하면서 최적 조건 유지

○ 광 발열 편평사 제직시 발생하는 변사(selvage) 문제점



Fig 56. Selvage Tension에 의한 변사 빠짐 현상 발생



Fig 57. 정상적인 변사 장력

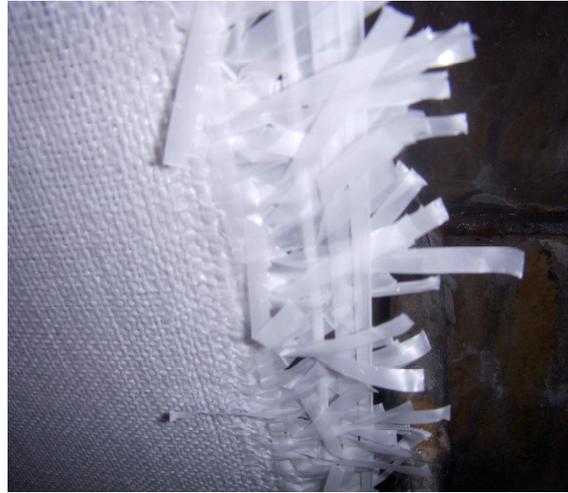


Fig 58. 비정상적인 변사 장력

- 위 사진에서 보는 바와 같이, 비정상적인 변사 장력으로 인해 변사가 많이 당기고 있으며 변사 빠짐 현상이 심함



Fig 59. (위) 정상 장력 보빈, (아래) 비정상 장력 보빈

- 위의 사진에서 상부 치즈는 정상적인 장력에 의하여 Winding 된 상태이며 하부의 치즈는 비정상적인 장력에 의하여 Winding 된 치즈의 상태
- 비정상 장력으로 Winding 된 Cheese가 변 쪽으로 가면서 변사 빠짐 현상이 더욱 심하게 발생
- Guide Roller를 벗어나 다른 곳에 마찰되거나 Roller가 회전 불량일 때 고속으로 해사 되면서 많은 발열과 변형이 일어나며 이상 형태로 Winding

- 변사의 장력 문제를 해결하기 위한 방법

① 변사와 지사(ground yarn)는 동일하게 하고 조직을 변경

	×		×		×
×		×			×
	×		×	×	
×		×		×	

Fig 60. 조직 변경 예시

② 조직은 같으나 변사와 지사를 다른 종류로 사용

- ▶ 편평사 직기에는 Temple도 없고 변사를 파지해주는 장치가 없음
- ▶ 특히 경사나 위사가 Flat yarn 이므로 바디와 개구의 조정이 필요한데, 편평사 원단은 변사통입이 ground와 같이 움직여야 되므로 불가능
- ▶ 또한 바닥사 보다 조금이라도 두꺼울 경우 권취가 진행되면 변사부분의 사층이 커지는 문제 발생

③ Leno Heald 사용



Fig 61. Leno Heald

- ▶ 직기에 Cutter가 설치되어 있으므로, Cutter의 위치를 적절하게 조절하고 Leno Heald를 사용하여 변사의 장력 제어 및 변부 풀림현상의 문제 해결

- Leno Heald 동작 원리

- ▶ Shedding M/O가 상하로 Heald Frame이 움직일 때 Leno Heald가 상하로 움직이면서 Leno Heald Pin의 원사 한 가닥이 좌우측으로 움직이며 위사를 잡아서 위사 빠짐을 방지

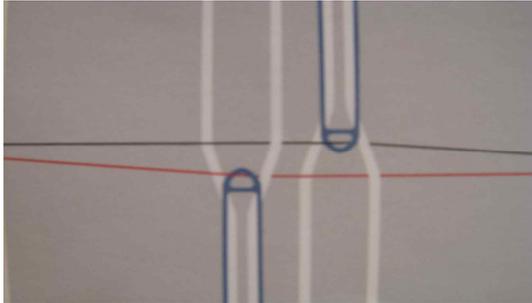


Fig 62. Leno Heald 교차 지점

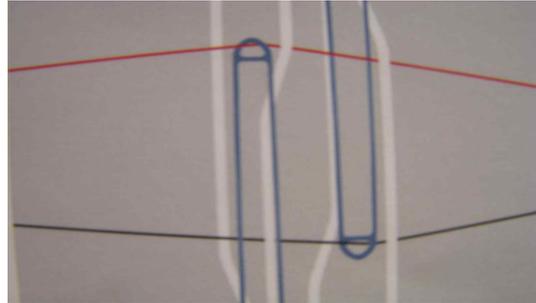


Fig 63. Leno Heald 완전 개구 상태

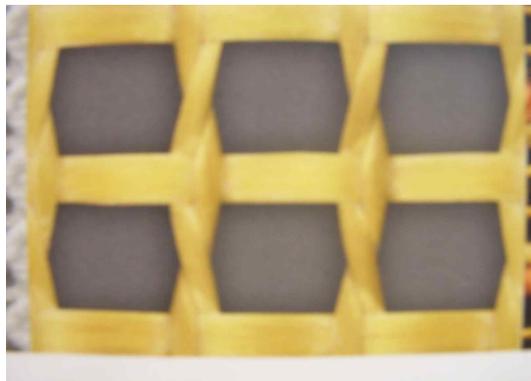


Fig 64. Leno 조직의 형태

- Leno Heald 설치

- ▶ 좌우측 번사 종광 바로 옆에 있는 Heald Frame Rod에 설치

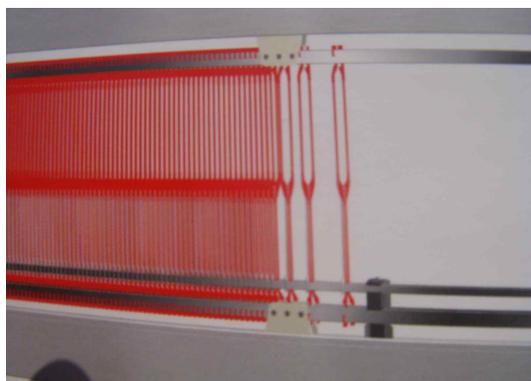


Fig 65. Leno Heald 설치 위치

○ 광발열 편평사 제작시 경사 꼬임 발생 방지

- 편평사 원단용 Water Jet Loom은 일반 직기와 달리 Beam을 감지 않고 Creel에서 바로 경사가 공급 되어 제작하므로 상대 시 원사가 꼬이게 되면서 경사줄 불량 발생



Fig 66. 편평사 제작용 경사



Fig 67. 상대 시 꼬인 경사

- 경사의 꼬임 및 장력 불균일은 아래의 사진 같이 제작된 원단에서 줄 형태로 나타남

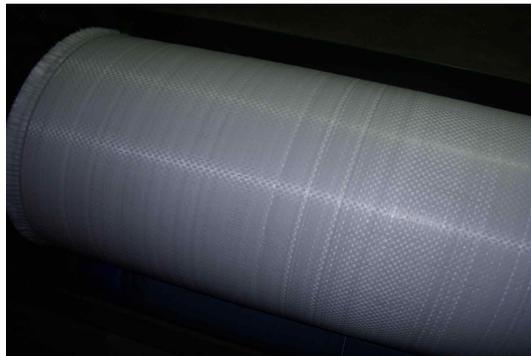


Fig 68. 제작된 편평사 원단

- Creel에 편평사 Cheese를 걸고 편평사를 Yarn Guide에 넣고 당겨 낼 때 꼬이지 않게 반듯하게 빼내어 장력 제어를 통해 편평사가 쳐지지 않도록 설정



Fig 69. 해사되면서 꼬인 편평사

○ 최종 제직 결과물

Table 28. 제직 설계안

구분	시직 1 제품 설계안	시직 2 제품 설계안	시직 3 제품 설계안
경사	Flat yarn 520~550d	Flat yarn 620~660d	Flat yarn 780~825d
위사	Flat yarn 1200~1250d	Flat yarn 1430~1500d	Flat yarn 1660~1730
총본수	1,025本	861本	656本
종광	2매	2매	2매
바디	25目	21目	16目
성폭(inch)	41	41	41
본통	1□1本通	1□1本通	1□1本通
조직	PLAIN	PLAIN	PLAIN

Table 29. 시직 1 제품

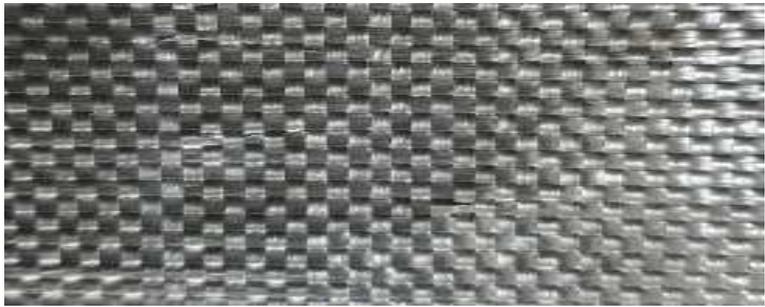
Item	SMPL- 1	
Spec	warp	Flat yarn 520~550d
	weft	Flat yarn 1200~1250d
Width (inch)	41 inch	
Density	25 × 16	
Fabric texture	PLAIN	
Fabric structure		

Table 30. 시직 2 제품

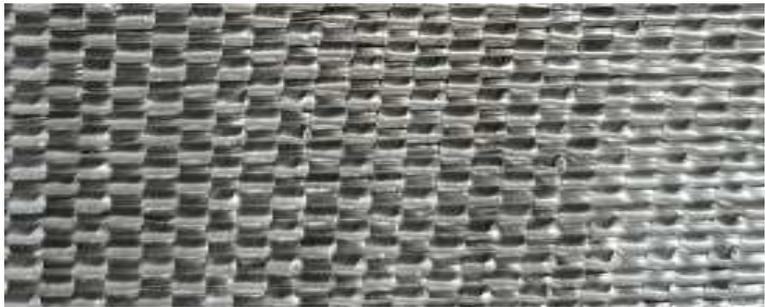
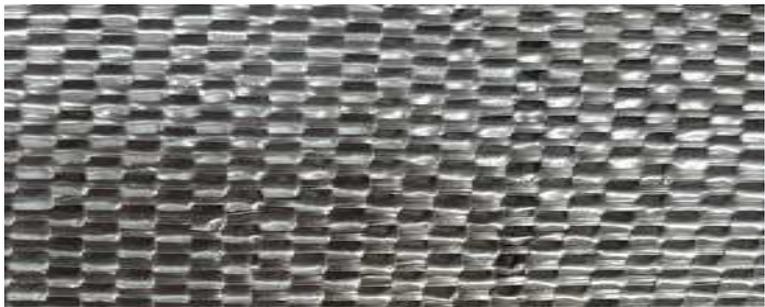
Item	SMPL- 2	
Spec	warp	Flat yarn 620~660d
	weft	Flat yarn 1430~1500d
Width (inch)	41 inch	
Density	21 × 16	
Fabric texture	PLAIN	
Fabric structure		

Table 31. 시직 3 제품

Item	SMPL- 3	
Spec	warp	Flat yarn 780~825d
	weft	Flat yarn 1660~1730d
Width (inch)	41 inch	
Density	16 × 16	
Fabric texture	PLAIN	
Fabric structure		

제 3 절 멀칭 원단의 Field Test 진행 및 성능분석

1. 멀칭 원단의 Field Test

가. Field Test를 진행할 농가 선정

- 주관기관과 협동기관이 위치한 대구에서 지리적인 위치가 1시간 이내인 대구, 경북 지역 : 1주일 간격으로 작물의 성장 정도 및 온습도 분석을 위해서 지리적으로 가까운 농가 선정이 필요하며, 대구에서 자가용으로 약 40분 정도 소요되는 청도 지역 선정
- 고설재배를 진행하는 농가 : 전체 고랑이 아닌, 구역을 나누어 서로 다른 원단을 설치해야 하므로 설치 및 관리가 용이한 딸기 고설재배 농가 선정
- 최종적으로 청도에 위치하고 딸기 고설재배를 진행하며 한 개 고랑 전체를 개발 멀칭 원단으로 멀칭하는 데 동의한 엔젤베리 농가를 선정하고 상호협력 협약 진행

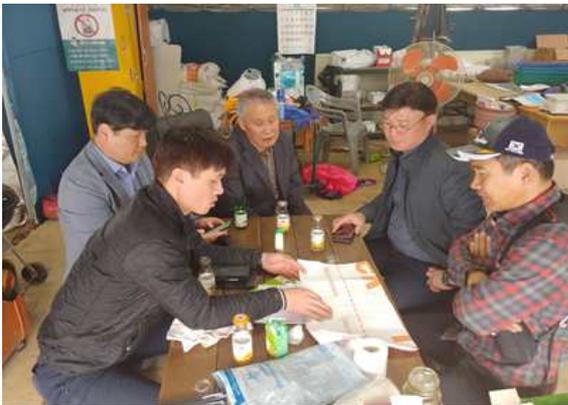


Fig 70. Field Test 진행 협의

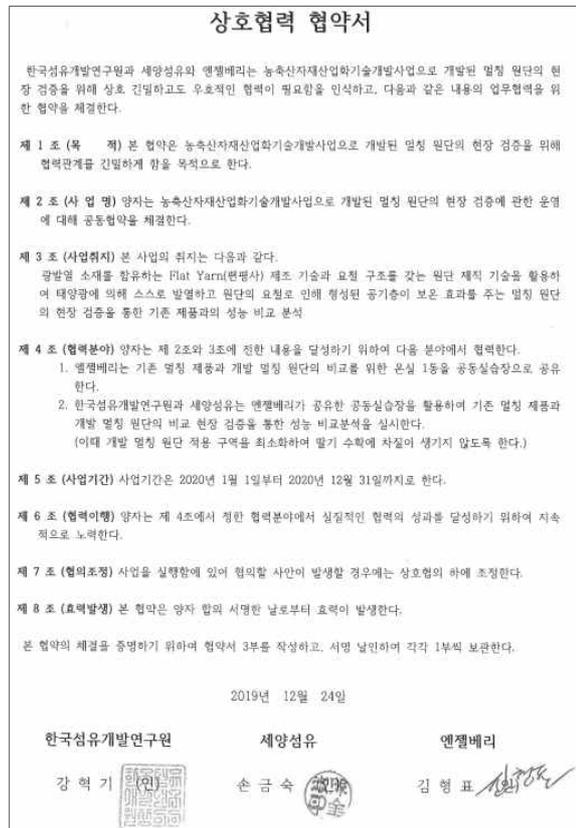
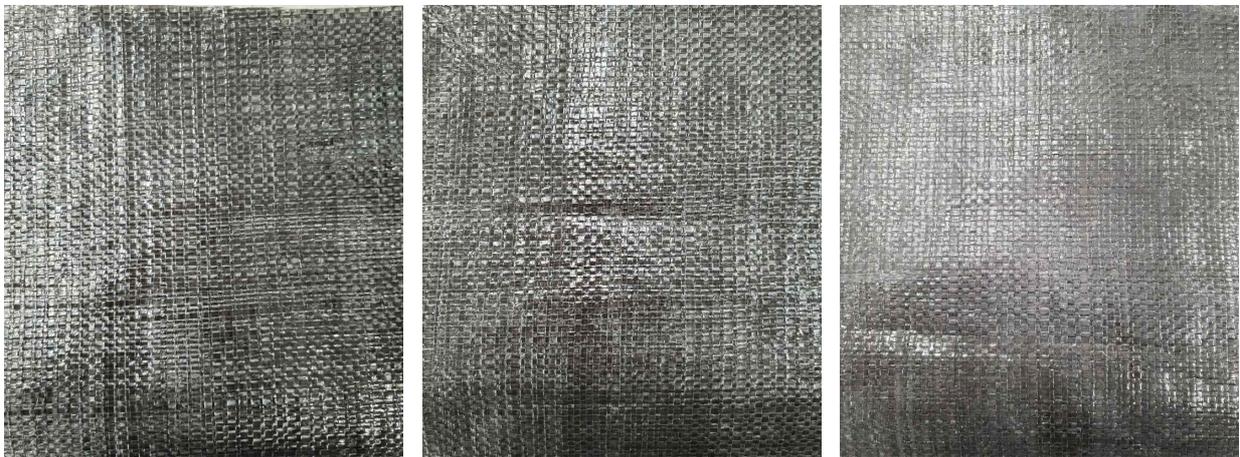


Fig 71. Field Test 진행을 위한 협약서

나. 항균 코팅 공정 진행 및 원단의 Punching 작업

- 광발열 입자 함유 편평사 멸칭 원단 외에 광발열 입자를 함유하지 않은 편평사 원단과 그 원단에 항균 코팅을 진행한 원단까지 3종을 분석하기 위하여, 광발열 입자 함유 편평사 멸칭 원단과 동일한 조건으로 광발열 입자를 함유하지 않은 편평사 원단을 제작하였으며, 항균 코팅 공정까지 진행
- 멸칭 원단의 항균 코팅 공정은 현재 이루어지지 않고 있으므로, 일반 의류용 원단의 코팅 공정을 적용하여 진행
- 바인더는 PVA 16%, 아크릴 4% 용액을 사용하여 수계 코팅을 진행하였으며, 항균제는 5% 첨가하여 진행



광발열 입자 함유
편평사 멸칭 원단

광발열 입자 미함유
편평사 멸칭 원단

광발열 입자 미함유
항균 가공 편평사 멸칭 원단

Fig 72. 개발한 3종의 편평사 멸칭 원단

- 이렇게 총 3종의 편평사 멸칭 원단 시제품을 생산하였으며, 이들 원단과 기존 멸칭 비닐의 비교 Field Test를 위하여 원단의 Punching 작업 진행

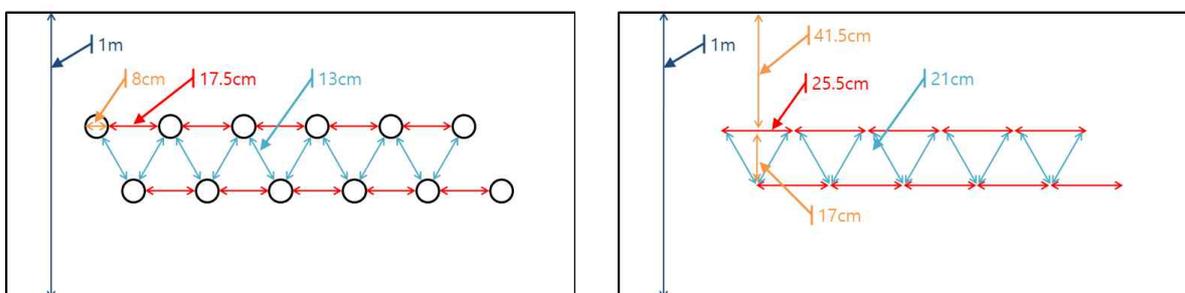


Fig 73. Field Test를 위한 원단의 Punching 작업 도면

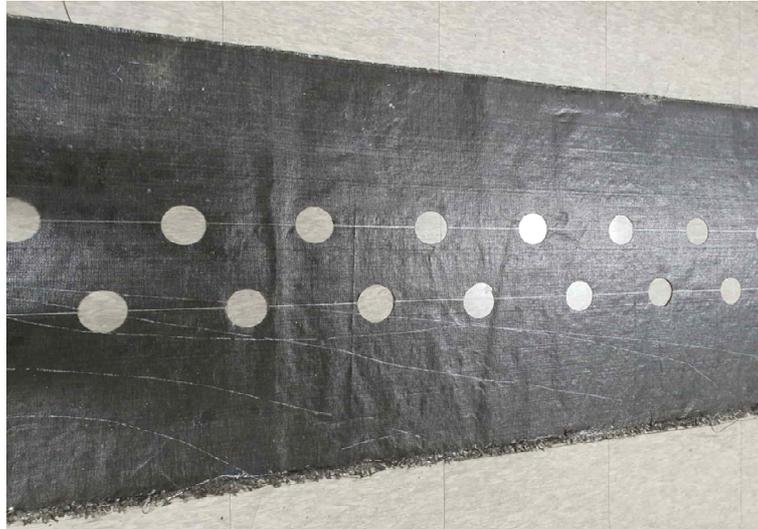


Fig 74. Punching 작업이 완료된 멀칭 원단

다. 멀칭 원단의 딸기 농장 Field Test 진행

○ 멀칭 원단의 멀칭 방법

- 40m 고랑에 개발 원단 30m(각 10m), 기존 비닐 10m 멀칭 하여 비교 분석 진행



기존 멀칭 비닐



광발열 편평사 원단



항균 처리 편평사 원단



미처리 편평사 원단

Fig 75. 개발 원단 3종과 기존 비닐을 멀칭하여 모종을 심은 모습

○ 온습도 기록계 설치 방법

- 광발열 편평사 원단과 기존 멀칭 비닐의 상단과 하단에 온습도 기록계 1개씩 설치하고, 온실 내부에 1개를 설치
- 10분마다 1번씩 온습도를 기록하며, 1달에 1번씩 Data Back-up
- 탐침 온도계는 온실 농가 방문 시, 1시간을 체류하며 30분 간격으로 3번 측정

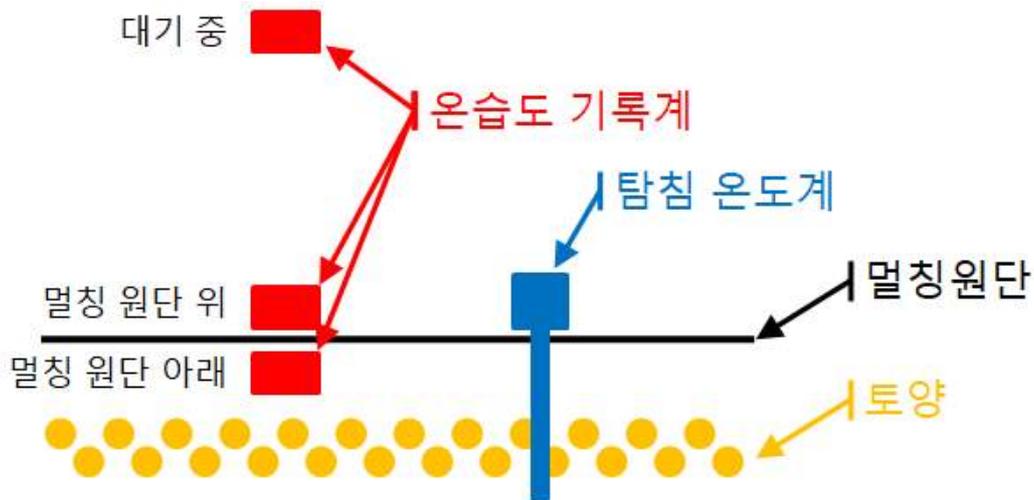


Fig 76. 온도계 설치 위치

○ 관찰 및 기록 방법

- 매주 1명씩 번갈아 농장 방문, 일지 기록 및 사진 촬영
 - : 9/28 설치, 10월~12월 관찰 및 기록
 - : 월요일 또는 화요일 방문
 - : 오전 10시 → 오후 1시 30분 → 오후 5시 순서대로 번갈아 방문
 - Ex) 10/5(월, 오전10시) → 10/12(월, 오후 1시 30분) → 10/20(화, 오후 5시)
- 일지 기록
 - : 표시해 놓은 작물을 관찰하여 일지 기록(원단별로 3개 표시, 총 12개)
 - : 잎의 폭, 잎의 길이(표시된 줄기에서 가장 큰 잎 1개 측정)
 - : 줄기의 굵기(표시된 줄기의 가장 밑 부분 측정)
 - : 잎의 개수(표시된 작물의 전체 잎의 개수)
 - : 꽃 / 과실 수(표시된 작물의 전체 꽃 / 과실의 개수)
- 일정한 위치에서 사진 촬영
 - : 원단별 표시된 작물 전체 촬영 (총 4장)

Table 32. 딸기 농장 관찰 일지(예시)

날짜		시간		날씨		방문자	
9/28(월)		오후 5시		맑음(25°C)		김진오	
분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	과실의 수	
기존 (비닐 원단)	#1	51	76	2	16	0	
	#2						
	#3						
편평사 원단 (광발열)	#1						
	#2						
	#3						
편평사 원단 (항균)	#1						
	#2						
	#3						
편평사 원단 (미처리)	#1						
	#2						
	#3						

2. 멀칭 원단의 Field Test 결과 및 물성 분석

가. 작물의 성장 정도에 대한 Field Test 결과 분석

- 딸기 농장 관찰일지는 10/6 에서 12/29 까지 3개월 동안, 매주 1번씩 총 13번 농장에 방문하여 관찰
- 각 원단마다 표시한 3개의 줄기를 기준으로 잎의 폭, 잎의 길이, 줄기의 굵기, 잎의 개수, 꽃/과실의 개수를 기록
- 탐침 온도계를 활용해서 광발연 원단과 기존 비닐 원단이 멀칭된 토양에 1시간 동안 30분 간격으로 총 3번 온도 측정
(오전 10시~11시, 오후 1시반~2시반, 오후 5시~6시)
- 표시한 3개의 줄기가 모두 보일 수 있게 사진 촬영

Table 33. 딸기 농장 관찰 일지 (10/6, 오전 10시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	75	83	3	18	0
	#2	70	76	3.5	18	0
	#3	55	64	3	15	0
편평사 원단 (광발연)	#1	62	75	3	15	0
	#2	54	63	3	15	0
	#3	68	75	3	15	0
편평사 원단 (항균)	#1	51	56	3	15	0
	#2	56	66	3	12	0
	#3	57	63	3	15	0
편평사 원단 (미처리)	#1	64	75	2.5	21	0
	#2	74	79	4	24	0
	#3	55	61	3	15	0

Table 34. 딸기 농장 관찰 일지 (10/13, 오후 1시 30분)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	75	84	3	20	0
	#2	72	77	3.5	21	0
	#3	57	64	3	18	0
편평사 원단 (광발열)	#1	63	76	4	21	0
	#2	56	62	3	21	0
	#3	53	74	3	18	0
편평사 원단 (항균)	#1	52	57	3	21	0
	#2	55	67	3	18	0
	#3	56	64	3	21	0
편평사 원단 (미처리)	#1	63	73	3	21	0
	#2	75	82	4	27	0
	#3	54	61	3	21	0

Table 35. 딸기 농장 관찰 일지 (10/20, 오후 5시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	75	85	3.5	24	0
	#2	76	78	4	30	0
	#3	59	64	3	18	0
편평사 원단 (광발열)	#1	67	75	4	27	0
	#2	58	63	3.5	24	0
	#3	54	75	3.5	21	0
편평사 원단 (항균)	#1	56	60	3.5	27	0
	#2	55	70	3	18	0
	#3	54	67	3	21	0
편평사 원단 (미처리)	#1	63	77	3	24	0
	#2	77	83	4	30	0
	#3	56	64	3	21	0

Table 36. 딸기 농장 관찰 일지 (10/27, 오전 10시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	77	83	4	24	0
	#2	78	77	4	28	0
	#3	61	65	3.5	21	0
편평사 원단 (광발열)	#1	72	77	4	24	0
	#2	57	66	4	18	0
	#3	55	75	3.5	19	0
편평사 원단 (항균)	#1	57	61	4	26	0
	#2	56	68	4.5	23	0
	#3	54	68	3.5	24	0
편평사 원단 (미처리)	#1	62	80	5	24	0
	#2	78	84	5	28	0
	#3	58	65	4	24	0

Table 37. 딸기 농장 관찰 일지 (11/2, 오후 1시 30분)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	76	84	4	24	7
	#2	79	80	4	27	1
	#3	63	66	3.5	28	3
편평사 원단 (광발열)	#1	71	78	4	30	3
	#2	59	65	4	18	3
	#3	56	77	3.5	22	2
편평사 원단 (항균)	#1	59	63	3.5	27	3
	#2	57	67	4	27	3
	#3	54	69	3	27	1
편평사 원단 (미처리)	#1	64	82	4.5	31	1
	#2	80	86	5	32	1
	#3	59	66	4	28	1

Table 38. 딸기 농장 관찰 일지 (11/10, 오후 5시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	77	90	4	27	8
	#2	78	82	5	36	3
	#3	63	72	4	36	2
편평사 원단 (광발열)	#1	70	80	5	33	2
	#2	60	69	5	24	3
	#3	54	80	4	30	2
편평사 원단 (항균)	#1	60	65	3.5	28	2
	#2	58	70	4	27	2
	#3	55	72	3	33	1
편평사 원단 (미처리)	#1	65	85	4.5	33	1
	#2	82	89	5	48	1
	#3	61	72	4	27	1

Table 39. 딸기 농장 관찰 일지 (11/17, 오전 10시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	76	88	4	28	9
	#2	81	84	5	41	6
	#3	64	72	4	42	9
편평사 원단 (광발열)	#1	69	83	5.5	36	12
	#2	62	72	5	36	9
	#3	56	82	4	33	9
편평사 원단 (항균)	#1	62	68	4	27	15
	#2	60	71	4	30	13
	#3	59	75	3.5	35	6
편평사 원단 (미처리)	#1	66	86	4	38	7
	#2	83	91	5	54	8
	#3	63	72	4	31	8

Table 40. 딸기 농장 관찰 일지 (11/24, 오후 1시 30분)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	77	92	5	26	11
	#2	80	86	5.5	39	12
	#3	64	77	5	39	10
편평사 원단 (광발열)	#1	70	84	6	35	15
	#2	63	75	5	36	10
	#3	60	84	4	34	11
편평사 원단 (항균)	#1	64	69	4.5	28	15
	#2	62	71	4	30	12
	#3	60	77	3.5	33	7
편평사 원단 (미처리)	#1	68	87	4	34	7
	#2	80	92	4.5	40	8
	#3	67	73	4	32	7

Table 41. 딸기 농장 관찰 일지 (12/1, 오후 5시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	76	88	4.5	33	23
	#2	82	86	5	58	23
	#3	63	75	4	40	20
편평사 원단 (광발열)	#1	69	83	4	48	37
	#2	66	77	4	45	20
	#3	62	86	4	35	18
편평사 원단 (항균)	#1	68	71	4	29	22
	#2	66	72	3.5	33	21
	#3	61	77	3	43	17
편평사 원단 (미처리)	#1	65	80	3	34	12
	#2	84	91	4	43	13
	#3	67	74	3	31	13

Table 42. 딸기 농장 관찰 일지 (12/8, 오전 10시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	78	90	4.5	32	22
	#2	83	85	4.5	63	22
	#3	66	74	4.5	39	20
편평사 원단 (광발열)	#1	71	83	4	47	30
	#2	66	78	4.5	43	16
	#3	64	87	4	34	16
편평사 원단 (항균)	#1	70	78	4	28	22
	#2	67	77	3.5	33	20
	#3	62	80	3.5	42	21
편평사 원단 (미처리)	#1	66	82	3	33	13
	#2	88	93	3.5	42	11
	#3	70	76	3	33	12

Table 43. 딸기 농장 관찰 일지 (12/15, 오후 1시 30분)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	77	88	4	33	29
	#2	82	87	4	70	29
	#3	64	73	3.5	41	27
편평사 원단 (광발열)	#1	70	83	3.5	50	38
	#2	68	80	3.5	45	31
	#3	67	87	3	37	26
편평사 원단 (항균)	#1	72	80	4	29	22
	#2	67	76	3	33	25
	#3	63	78	3	43	28
편평사 원단 (미처리)	#1	66	79	2.5	35	15
	#2	87	92	4	45	18
	#3	68	74	3	34	18

Table 44. 딸기 농장 관찰 일지 (12/22, 오후 5시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	78	90	4	32	22
	#2	82	88	4	69	26
	#3	66	78	3.5	39	18
편평사 원단 (광발열)	#1	72	86	3.5	48	26
	#2	71	82	3	46	22
	#3	70	88	3	38	15
편평사 원단 (항균)	#1	72	82	3.5	30	23
	#2	68	77	3	36	24
	#3	64	79	3	44	24
편평사 원단 (미처리)	#1	67	81	2.5	33	17
	#2	84	83	3.5	46	20
	#3	67	75	3	36	15

Table 45. 딸기 농장 관찰 일지 (12/29, 오전 10시)

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	줄기의 굵기 (mm)	잎의 개수	꽃, 과실의 수
기존 (비닐 원단)	#1	77	87	4	37	26
	#2	81	87	4	71	34
	#3	68	72	3.5	38	21
편평사 원단 (광발열)	#1	74	85	3.5	51	33
	#2	72	88	2.5	57	29
	#3	70	91	3	44	30
편평사 원단 (항균)	#1	73	82	3.5	32	26
	#2	67	77	3	40	27
	#3	65	82	3	49	24
편평사 원단 (미처리)	#1	67	87	2.5	42	22
	#2	82	83	3	56	24
	#3	68	74	3	44	26

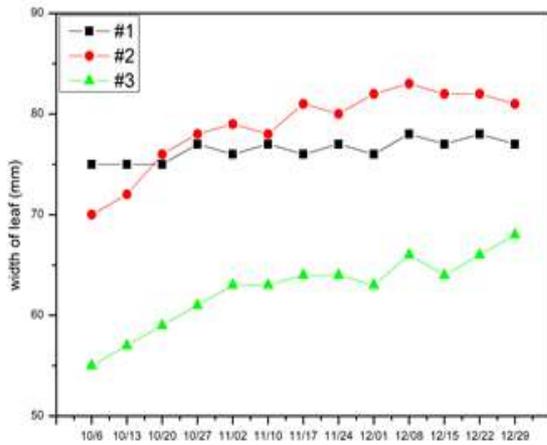
날짜	기존 (비닐 원단)	편평사 원단 (광발열)	편평사 원단 (항균)	편평사 원단 (미처리)
9/28				
10/6				
10/12				
10/20				
10/27				
11/2				
11/10				

Fig 77. 날짜별 각 멀칭 원단에 따른 딸기의 성장 정도 (9/28~11/10)

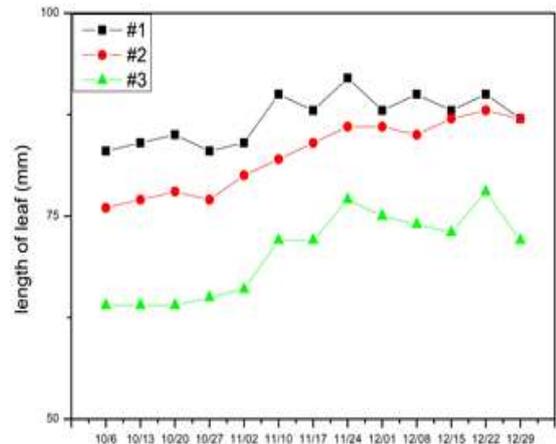
날짜	기존 (비닐 원단)	편평사 원단 (광발열)	편평사 원단 (항균)	편평사 원단 (미처리)
11/17				
11/24				
12/8				
12/15				
12/22				
12/29				
1/26				

Fig 78. 날짜별 각 멀칭 원단에 따른 딸기의 성장 정도 (11/17~1/26)

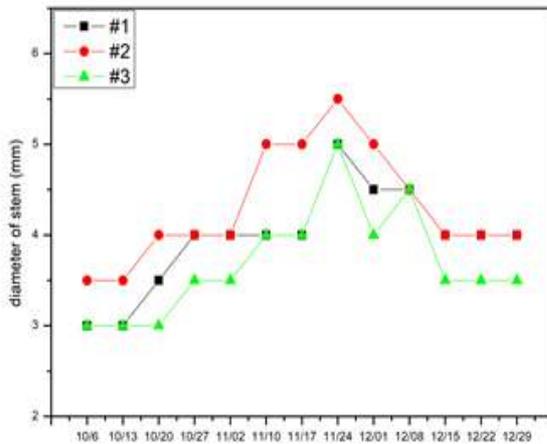
- 기존 비닐 원단을 멀칭한 작물에서 잎의 폭, 길이, 줄기의 두께 및 잎의 수, 꽃/과실의 수를 분석한 결과



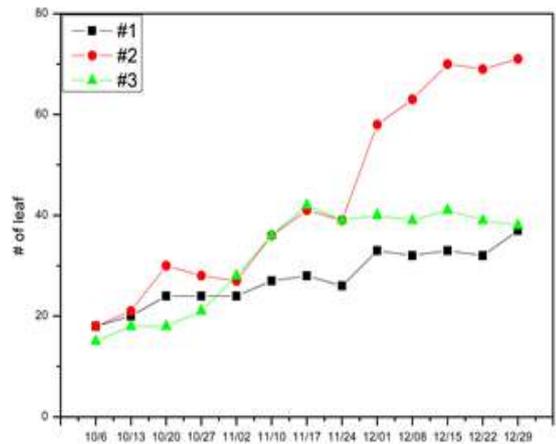
잎의 폭



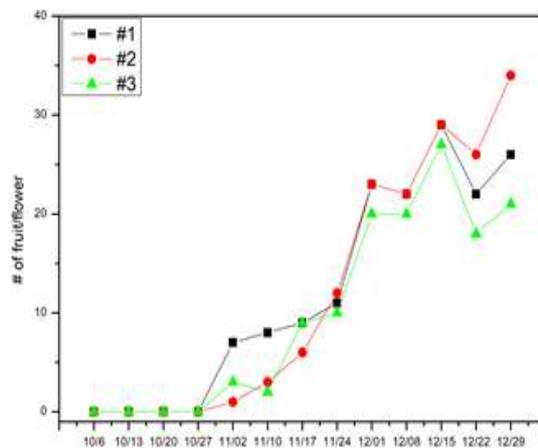
잎의 길이



줄기의 두께



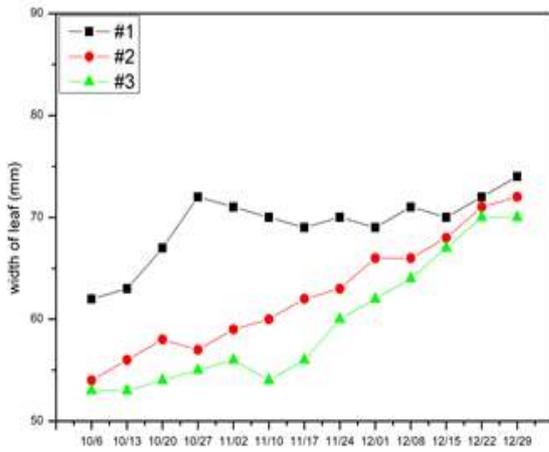
잎의 수



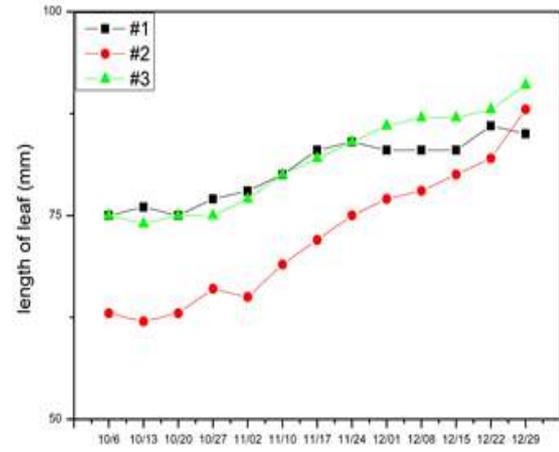
꽃/과실의 수

Fig 79. 기존 비닐 원단을 멀칭한 작물의 생장 분석

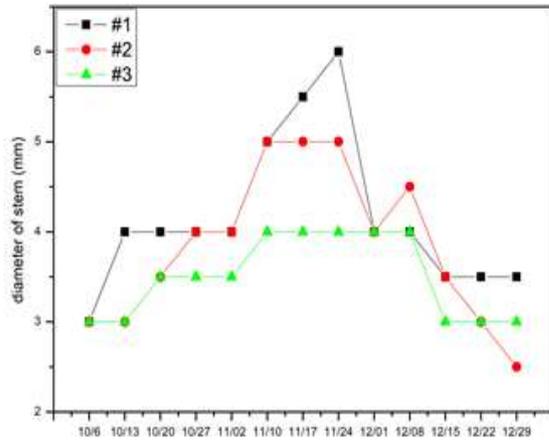
- 광발열 편평사 원단을 멀칭한 작물에서 잎의 폭, 길이, 줄기의 두께 및 잎의 수, 꽃/과실의 수를 분석한 결과



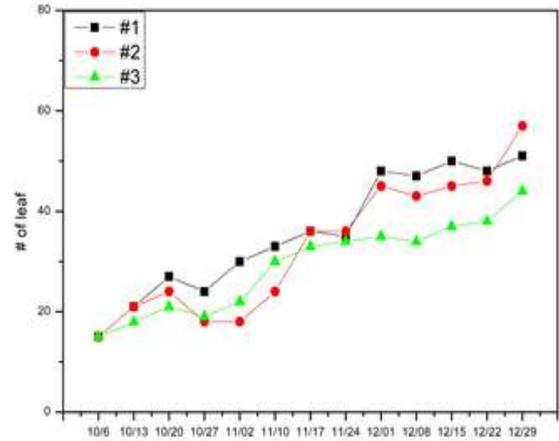
잎의 폭



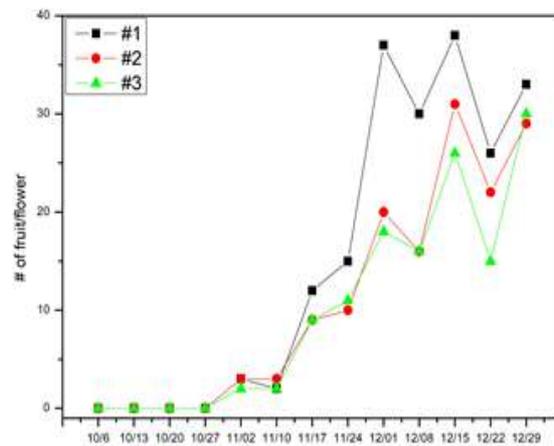
잎의 길이



줄기의 두께



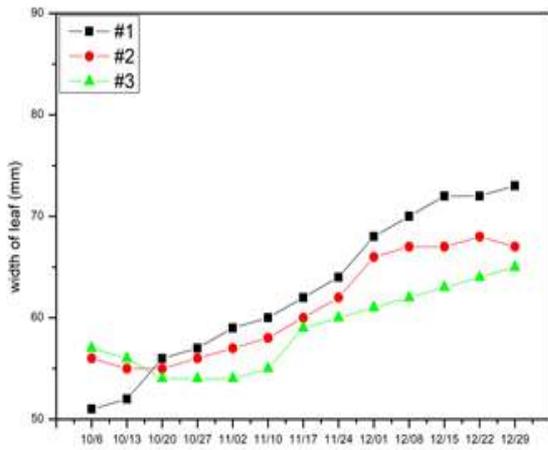
잎의 수



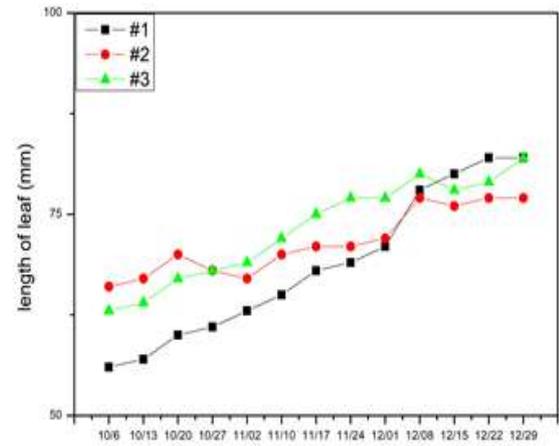
꽃/과실의 수

Fig 80. 광발열 편평사 원단을 멀칭한 작물의 성장 분석

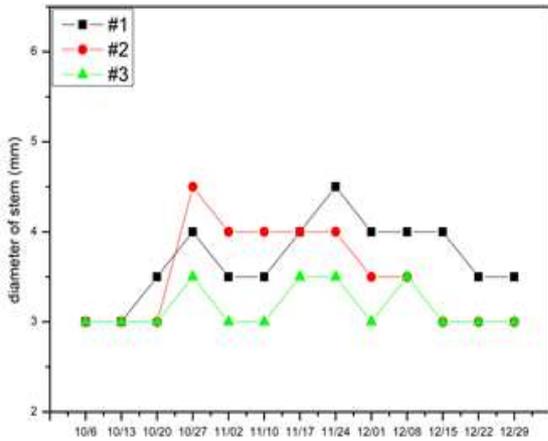
- 항공 가공 편평사 원단을 멸칭한 작물에서 잎의 폭, 길이, 줄기의 두께 및 잎의 수, 꽃/과실의 수를 분석한 결과



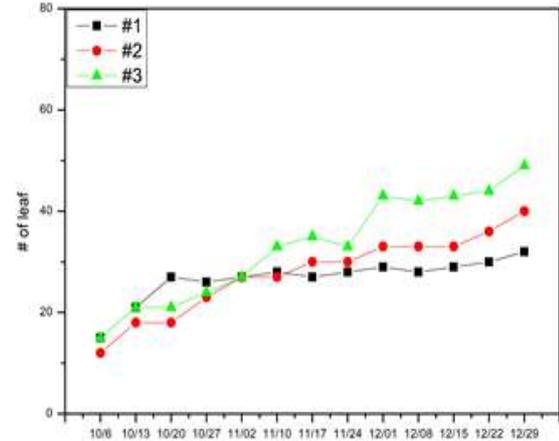
잎의 폭



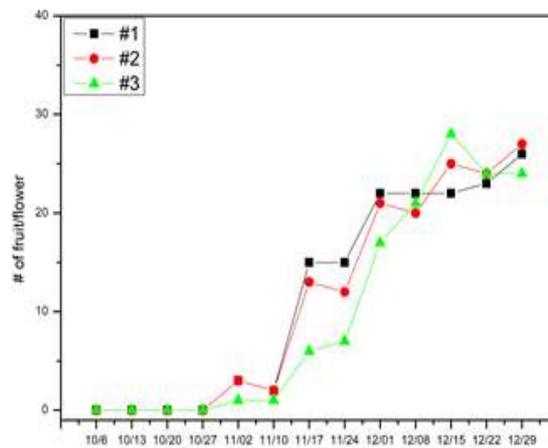
잎의 길이



줄기의 두께



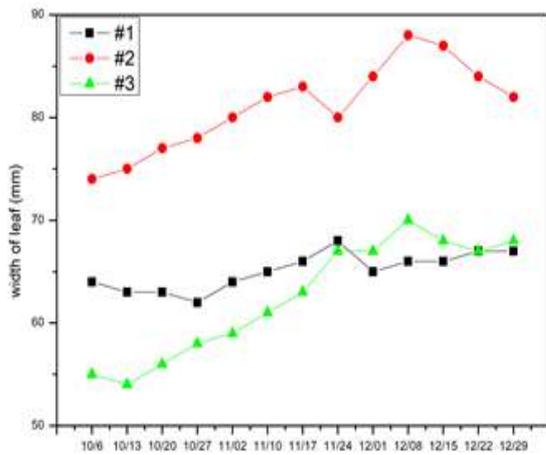
잎의 수



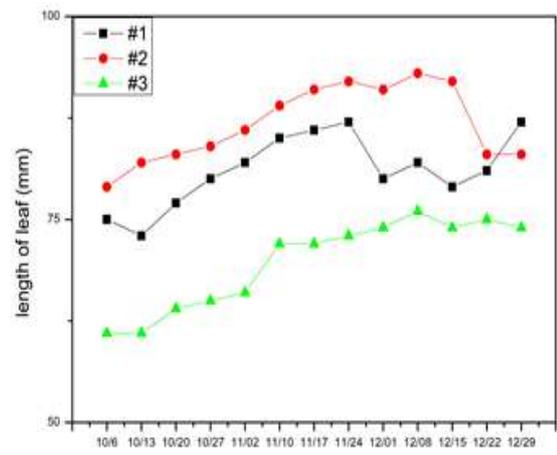
꽃/과실의 수

Fig 81. 항공 가공 편평사 원단을 멸칭한 작물의 성장 분석

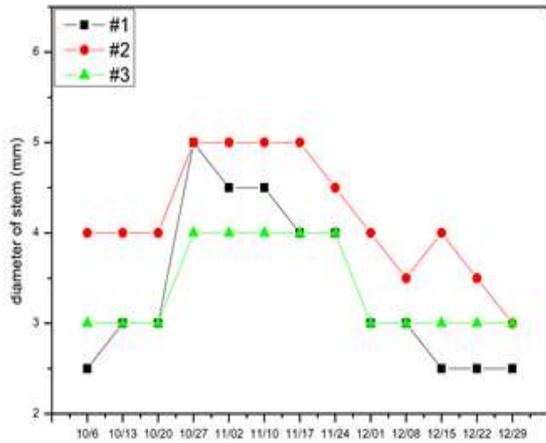
- 미처리 편평사 원단을 멸칭한 작물에서 잎의 폭, 길이, 줄기의 두께 및 잎의 수, 꽃/과실의 수를 분석한 결과



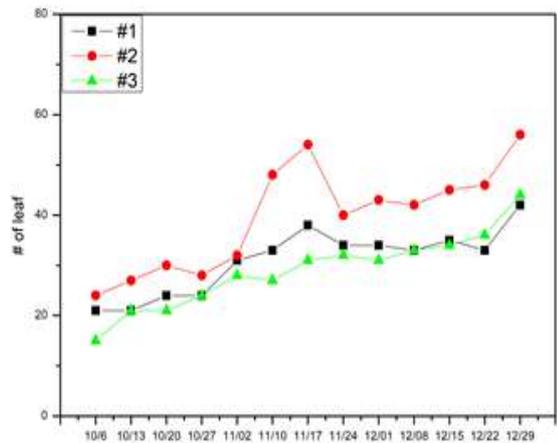
잎의 폭



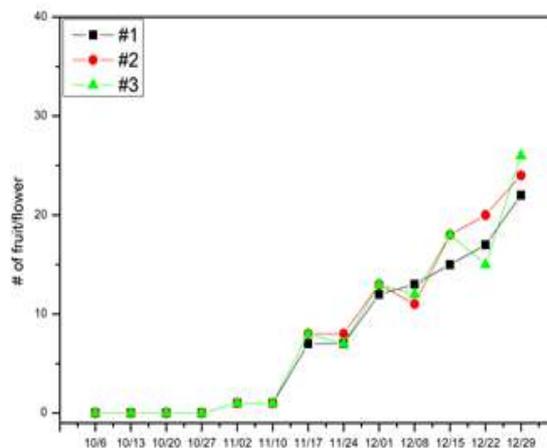
잎의 길이



줄기의 두께



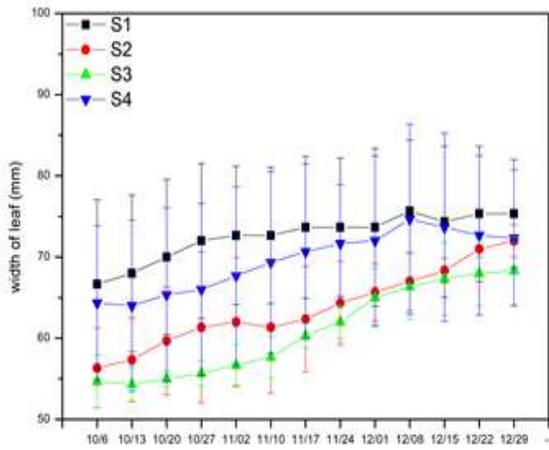
잎의 수



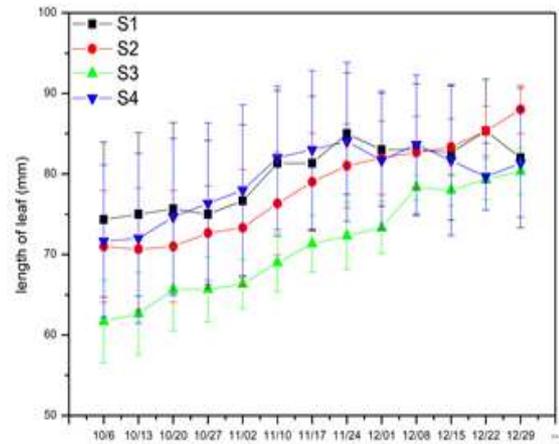
꽃/과실의 수

Fig 82. 미처리 편평사 원단을 멸칭한 작물의 생장 분석

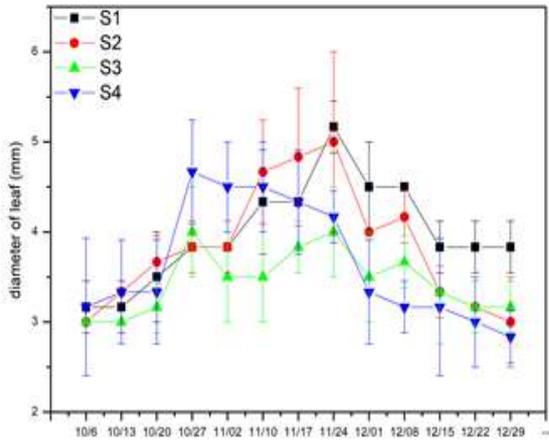
- 4개의 원단을 멀칭한 작물에서 잎의 폭, 길이, 줄기의 두께 및 잎의 수, 꽃/과실의 수를 비교 분석한 결과 (S1 : 기존 비닐 원단, S2 : 광발열 편평사 원단, S3 : 항균 가공 편평사 원단, S4 : 미처리 편평사 원단)



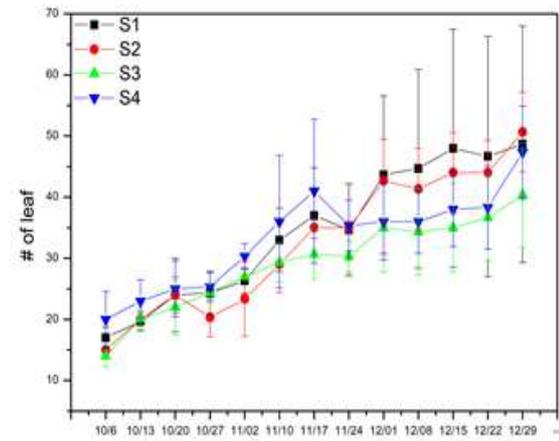
잎의 폭



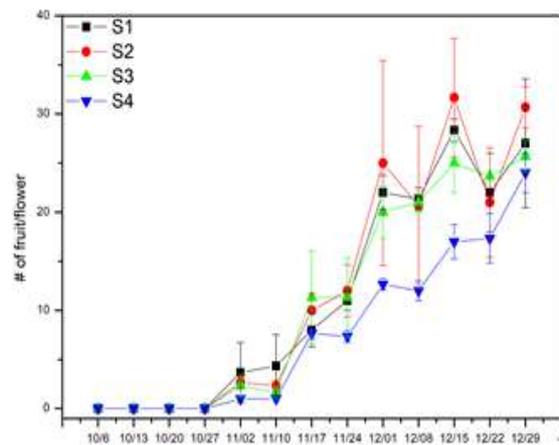
잎의 길이



줄기의 두께



잎의 수



꽃/과실의 수

Fig 83. 4개의 원단을 멀칭한 작물의 생장 비교 분석

- 4개 원단을 비교 분석한 결과, 잎의 폭이나 길이, 잎의 수에서 나머지 3개 원단과 비교하여 광발열 편평사 원단을 멸칭하여 생장한 작물의 성장 정도가 가장 높게 나타남
- 광발열 편평사 원단의 잎의 폭 증가율은 10/6 기준으로 12/29 까지 27%로 가장 높았고, 잎의 길이 증가율은 23%로 항공 가공 편평사 원단 다음으로 두 번째, 잎의 개수 증가율은 237%로 유일하고 200%대를 기록함

Table 46. 4개 멸칭 원단별 작물의 성장률 비교

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	잎의 개수
기준 (비닐 원단)	10/6	66.66	74.33	17
	12/29	75.33	82.00	48.66
	증가율(%)	13	10	186
편평사 원단 (광발열)	10/6	56.33	71.00	15
	12/29	72.00	88.00	50.66
	증가율(%)	27	23	237
편평사 원단 (항공)	10/6	54.66	61.66	14
	12/29	68.33	80.33	40.33
	증가율(%)	25	30	188
편평사 원단 (미처리)	10/6	64.33	71.66	20
	12/29	72.33	81.33	47.33
	증가율(%)	12	13	136

- 또한 꽃/과실의 수에서는 12/1 기준으로 평균 25개로 가장 높은 수치를 기록함 (12/1 기준, 기존 비닐 원단 22개, 항공 편평사 원단 20개, 미처리 편평사 원단 12.6개)
- 특히 각 원단별 가장 높은 꽃/과실 수를 기록한 줄기의 일자별 꽃/과실 수를 비교한 결과에서는 더 큰 차이를 보여주고 있음
- 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 딸기 작물의 성장을 촉진한다고 판단되며, 항공 처리 편평사 원단의 경우도 잎의 생장에 도움을 주고 있는 것을 알 수 있음
- 미처리 편평사 원단의 경우, 작물의 성장률이 기존 비닐 원단과 비슷하거나 더 낮게 나타나 성장률 촉진에 영향을 주지 못한다고 판단됨

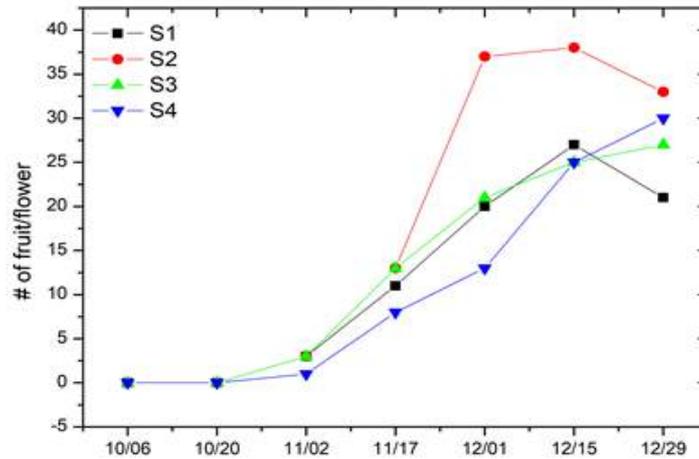


Fig 84. 각 원단별 가장 높은 꽃/과실 수를 기록한 줄기의 일자별 꽃/과실 수 비교

나. 온습도 변화에 대한 Field Test 결과 분석

- 온습도 변화에 대한 분석을 위하여 광발열 편평사 원단과 기존 멀칭 비닐의 상단과 하단에 온습도 기록계 1개씩 설치하고, 온실 내부에 1개를 설치하여 Data를 수집함
- 그래프는 일주일 단위로 잘라서 표시하였으며, 온습도 기록계 각각의 데이터를 표시하고 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석을 통해 광발열 편평사 원단의 발열 성능을 분석함
- 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석 결과 중, 꽃/과실의 생장이 시작된 11/30~12/6의 최고 온도 데이터를 비교한 결과, 최소 5.8 °C ~ 최대 8.3 °C 까지 온도 차이가 발생했으며, 평균 7.15 °C의 온도 차이를 보이는 것을 확인함
- 위 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 기존 멀칭 비닐 대비 지표면에서 약 7 °C 정도의 온도 상승효과가 있는 것으로 판단됨

Table 47. 기존 비닐 원단과 광발열 편평사 원단의 하단부 온도 비교

날짜	편평사 원단(광발열)	기존(비닐 원단)	온도 차이(°C)
11/30	38	29.7	8.3
12/1	33.3	25.5	7.8
12/2	31.9	26.1	5.8
12/3	35	28.3	6.7
12/4	36.8	30	6.8
12/5	33.7	26.5	7.2
12/6	34.2	26.7	7.5

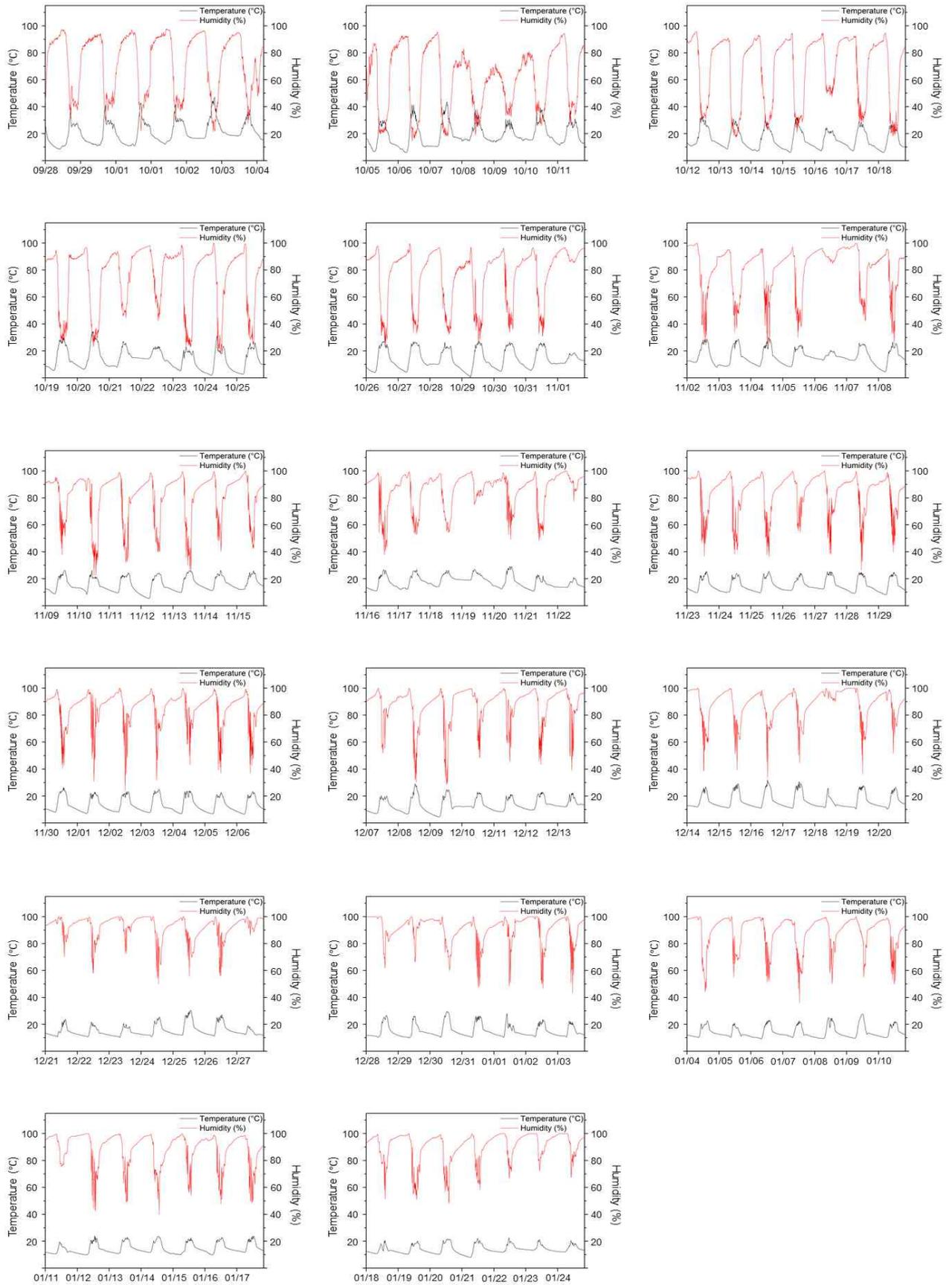


Fig 85. 광발열 편평사 원단 상단 온습도 Data

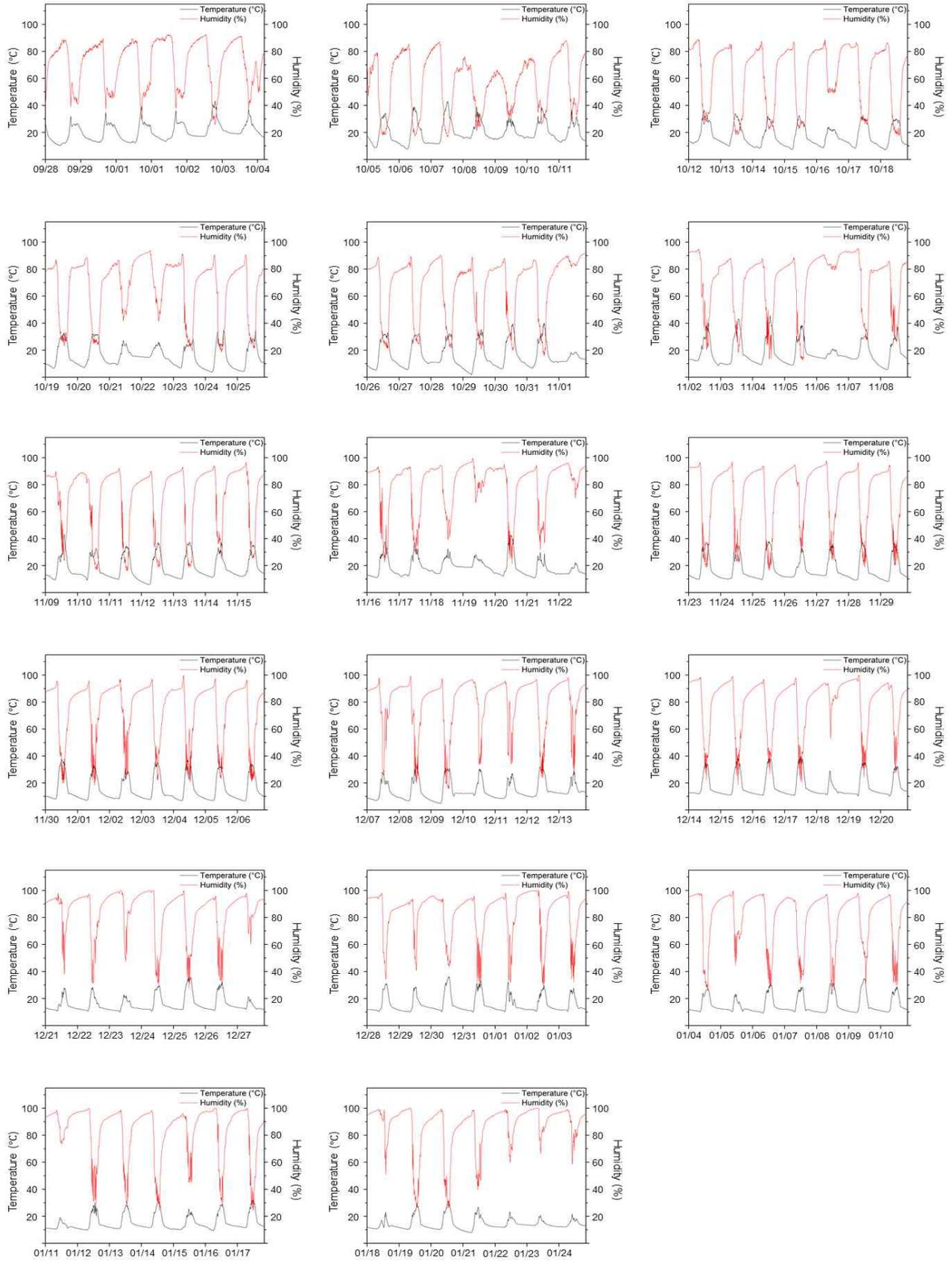


Fig 86. 광발열 편평사 원단 하단 온습도 Data

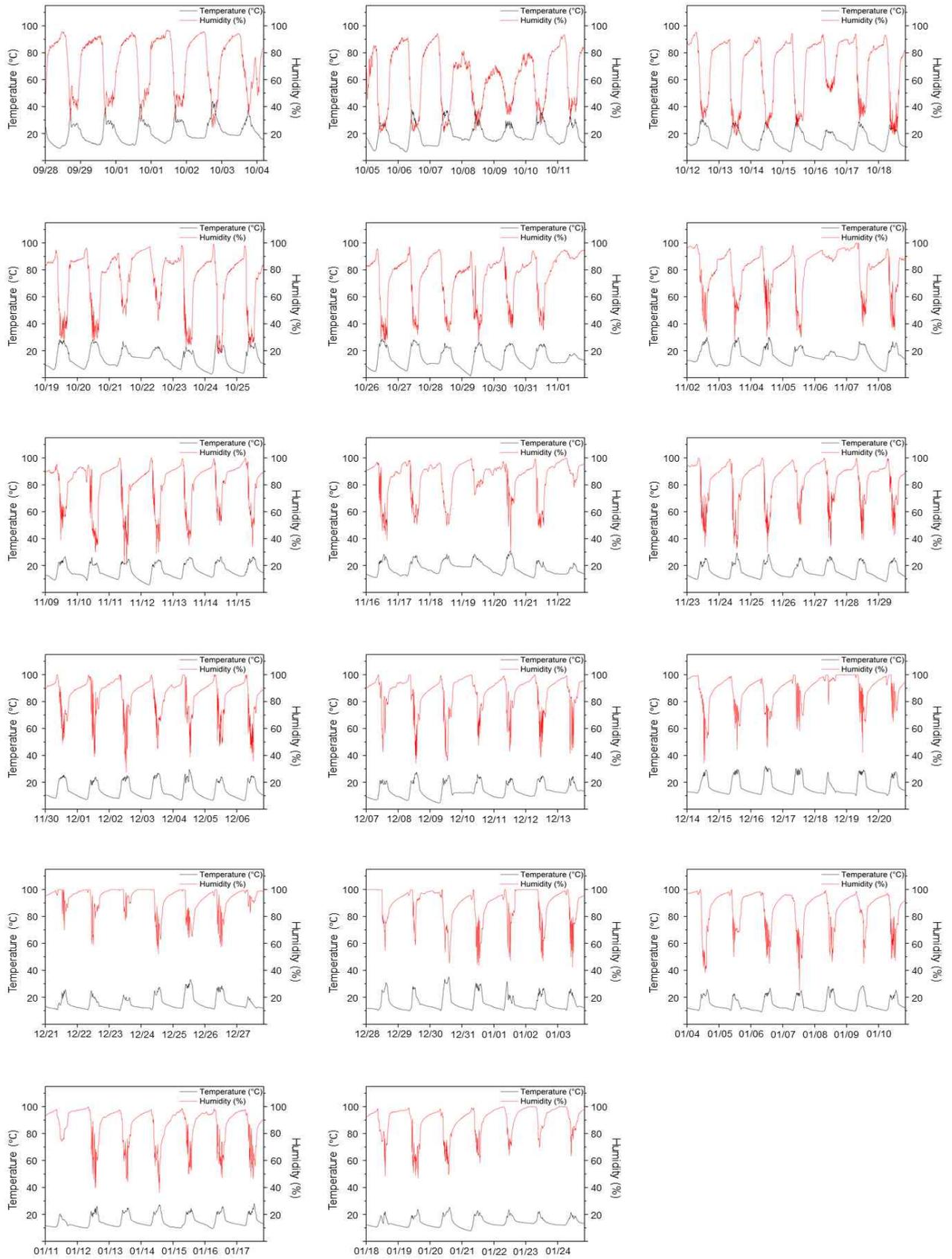


Fig 87. 기존 비닐 원단 상단 온습도 Data

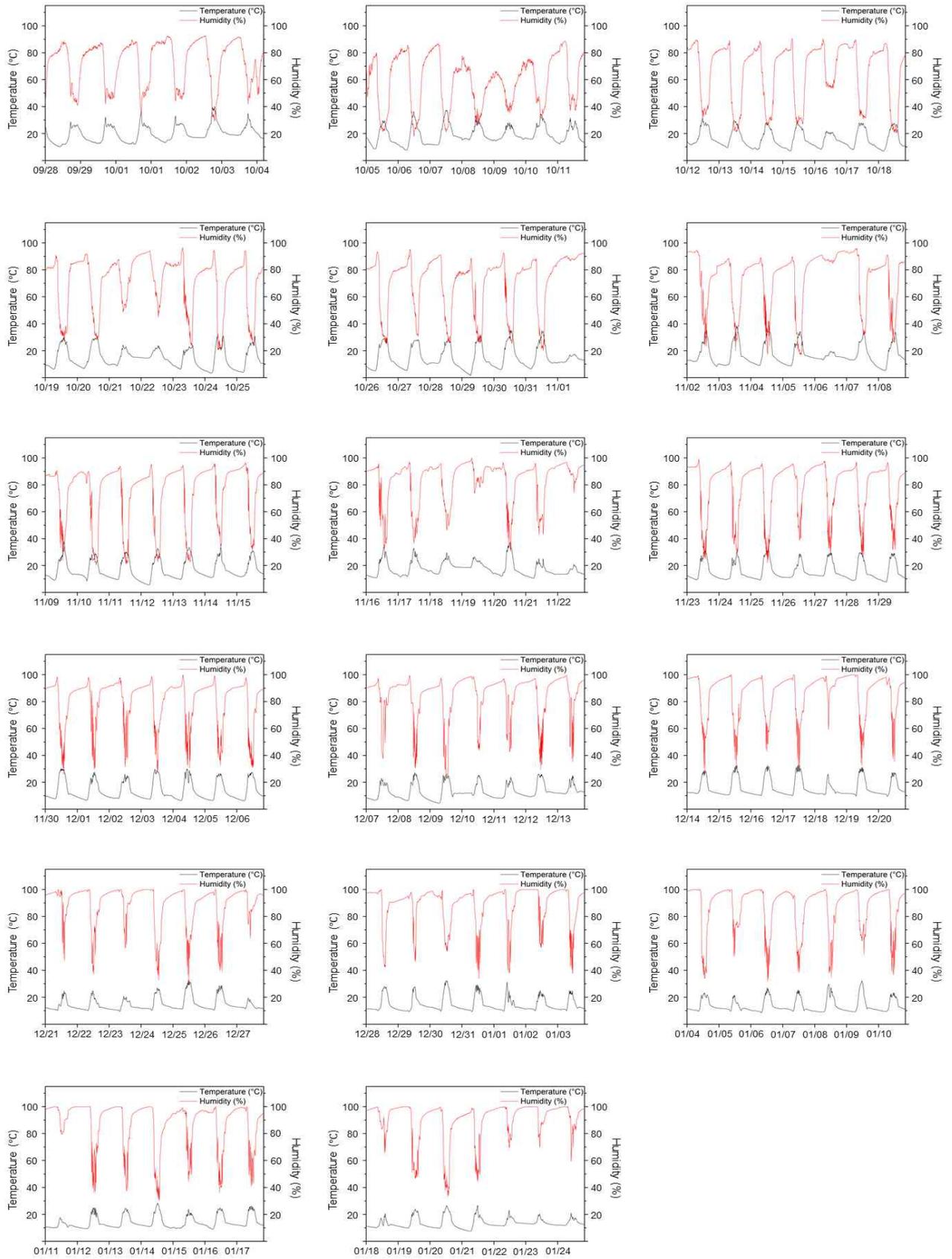


Fig 88. 기존 비닐 원단 하단 온습도 Data

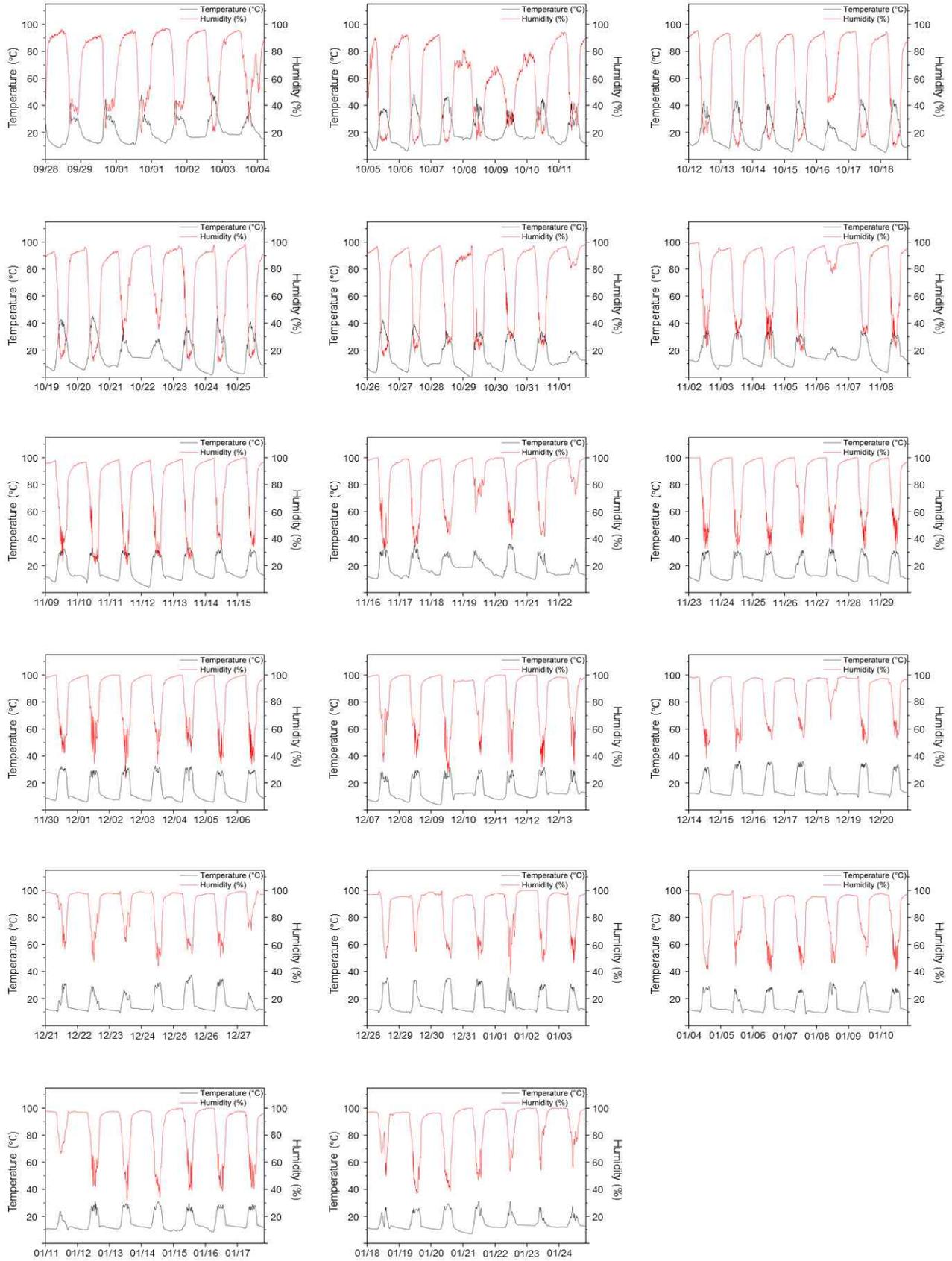


Fig 89. 온실 내부 온습도 Data

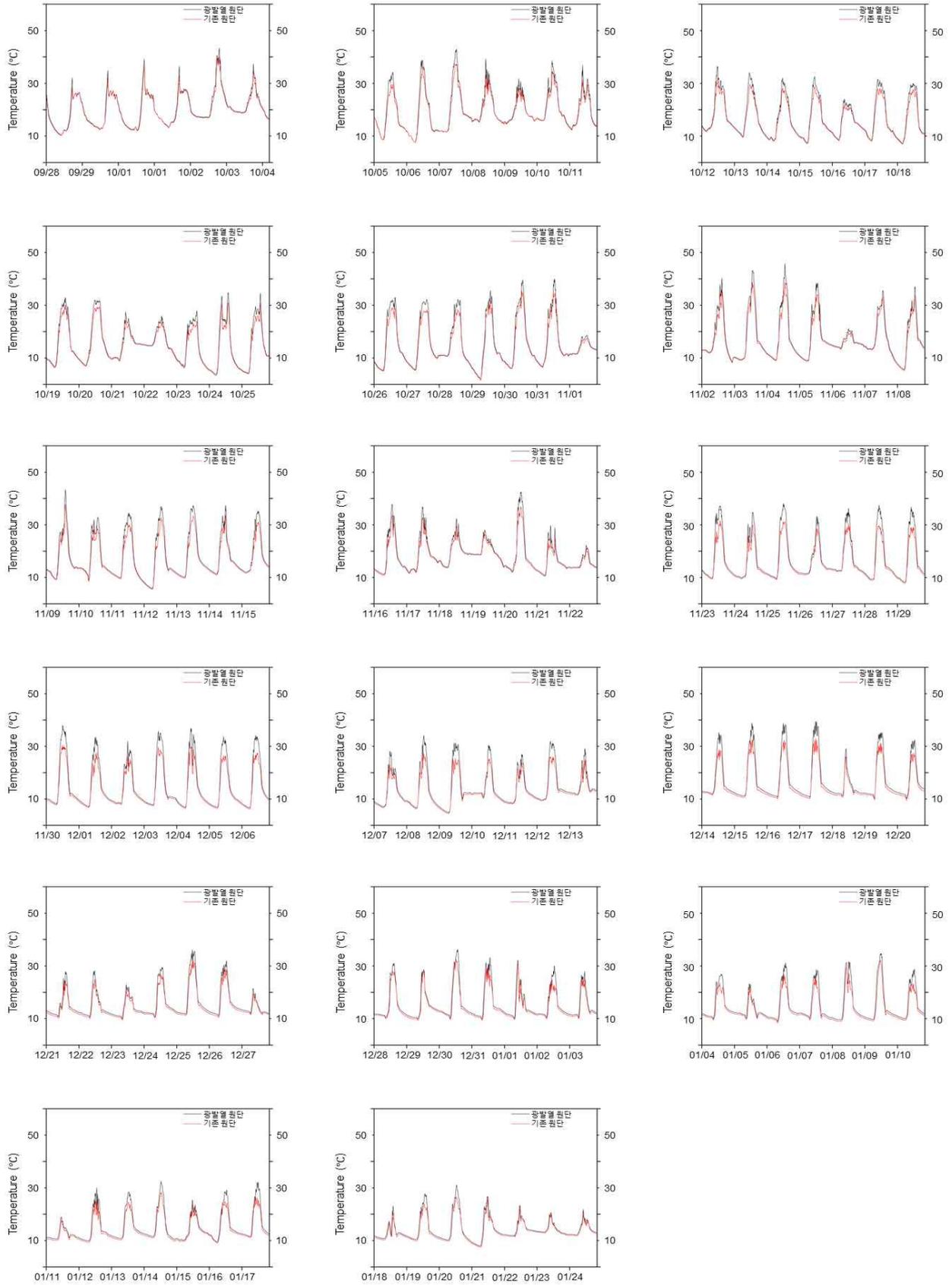


Fig 90. 기존 비닐 원단과 광발열 편평사 원단 하단의 온도 비교

다. 멸칭 원단의 물성 분석

- 투습도, 공기투과도, 인장강도, 파열강도, 인열강도의 목표치를 모두 달성하면서, 발열체 함유량은 기존 목표 대비 상향된 함유량 2% 이상급 원단 개발에 성공함

Table 48. 기술적 성능지표의 정량적 목표 달성 여부

기술적 성능지표	단위	정량적 목표	실적	달성 유무
발열체 함유량	wt%	0.4 ↑	2.85	달성
발열 성능	+°C	5 ↑	5.6	달성
투습도	g/m ² · h	300 ↑	306	달성
공기투과도	cm ³ /cm ² /sec	5 ↑	8.53	달성
인장강도	N	500 ↑	610 / 560	달성
파열강도	N	300 ↑	481.1	달성
인열강도	N	100 ↑	178.9 / 184.4	달성

kt di Korea Textile Development Institute

시험성적서

한국섬유개발연구원
Korea Textile Development Institute
대구광역시 서구 국제보성로 136
TEL. (053) 560-6540, FAX. (053) 560-6549

성적서 번호
2021-00204
Page 1 of 2

1. 의뢰자
 - 기 관 명: 김건우
 - 주 소: 대구광역시 서구 용인동 1093 한국섬유개발연구원
 - 의뢰 일자: 2021년 02월 02일 ○ 발급 일자: 2021년 02월 04일
2. 시험성적서의 용도: 연구개발
3. 시험대상품목 또는 물질/시료명: 직물 <광발열 알침 원단>
4. 시험 기간: 2021년 02월 02일 ~ 2021년 02월 04일
5. 시험실환경: 온도 (20 ± 2) °C, 상대습도 (65 ± 4) % R.H.
6. 기 관: 적용되지 않음한 시험항목. 이 성적서의 시험 결과는 KOLAS 인정과 관련 없음.

시험항목/규격	시험 결과	시험 조건 / 비고
파열강도 (N) KS K 0350 : 2017 (불바스팅법)	300 mN/min <광발열 알침 원단> 481.1	
◎ 직물인장강도 (N) KS K 0520 : 2015 (그래프법 (10 × 10) cm)	공차 - 강도(N) 560 위차 - 강도(N)	
◎ 인열강도 (N) KS K 0536 : 2019 (텡법)	(76 × 203) mm, 300 mN/min 공차 178.9 위차 184.4	
투습도 (g/m ² ·h) KS K 0594 : 2015 (영회침습법)	(40 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH 306	
공기투과도 (l) KS K ISO 9237 : 1995 (프라지어법)	시험면적 : 20 cm ² 8.53 * Test Pressure : 200 Pa	

한국섬유개발연구원

kt di Korea Textile Development Institute

시험성적서

한국섬유개발연구원
Korea Textile Development Institute
대구광역시 서구 국제보성로 136
TEL. (053) 560-6540, FAX. (053) 560-6549

성적서 번호
2021-00204
Page 2 of 2

시험항목/규격	시험 결과	시험 조건 / 비고
광발열시험 (°C)	시료 1 10분 5.6 20분 5.1 30분 5	
무기물 함유량 (%)	2.85 시료 1	관기로 시험기

※ 속표면고 : 230 V / 500 W / 3 200 K
 ※ 조사거리 : 20 mm, 발열체 시간 : 10분, 시험 시간 : 30분
 ※ 시험조건 : (20 ± 2) °C, (65 ± 5) % R.H., 24 시간 방치 후
 흡습보습용 기구와, 표면에 수분을 흡수한 후 시험
 ※ 발열, 인열시험 등 원단 시험은 시험 전 비표 사용함. 결과값.

학 인 성 명 : 이건우 기술 책임자 성 명 : 김계경

한국섬유개발연구원

Fig 91. 정량적 목표 달성 시험성적서

제 4 절 연구개발 성과 및 연구 결과

1. 연구개발 성과

가. 특허 출원 2건

- 광발열 폴리에스테르 필름의 제조방법(10-2020-0185022)
- 보온성 및 난반사율이 우수한 농업용 멀칭필름직물 및 그 제조방법(10-2020-0184200)

관인생략

출원번호통지서

출원 일자 2020.12.28
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원 번호 10-2020-0185022 (접수번호 1-1-2020-1420773-11)
 (DAS접근코드 381A)
 출원인 명칭 한국성유개발연구원(2-2001-036769-3)
 대리인 성명 사상호(9-2005-000367-4)
 발명자 성명 김영수 김진오
 발명의 명칭 광발열 폴리에스테르 필름의 제조방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 * 납부자번호 : 0131(기관코드) * 접수번호
 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 * 특허료(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
 4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
 5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 * 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr> 특허/마드리드 PCT/마드리드
 * 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 * 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권으로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교원허가서(PTO/SB39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
 6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 * 특허상표권 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
 7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
 8. DAS접근코드는 이 특허출원을 기초로 외국에 특허출원을 할 경우 피리조약 제4조D(1)에 따른 우선권주장 증명서류를 세계지식재산기구의 전자적 접근 서비스(DAS, Digital Access Service)를 통해 전자적 송출을 신청할 때 필요합니다.
 9. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

관인생략

출원번호통지서

출원 일자 2020.12.28
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(AKP20200128)
 출원 번호 10-2020-0184200 (접수번호 1-1-2020-1415278-04)
 (DAS접근코드 11C6)
 출원인 성명 손금숙(4-2003-035356-8)
 대리인 성명 안세영(9-2003-000562-0)
 발명자 성명 손금숙 이현철
 발명의 명칭 보온성 및 난반사율이 우수한 농업용 멀칭필름직물 및 그 제조방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 * 납부자번호 : 0131(기관코드) * 접수번호
 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 * 특허료(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
 4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
 5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 * 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr> 특허/마드리드 PCT/마드리드
 * 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 * 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권으로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교원허가서(PTO/SB39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
 6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.

Fig 92. 특허 출원번호 통지서

나. 기술 실시 1건

- 태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5°C 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발(실시기관 : 세양섬유)

기술실시보고서						
(단위 : 원)						
연구개발과제 현황	사업명	농축산자재산업화기술개발		연구과제번호	119088-2	
	연구과제명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5°C 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발				
	연구기관명	세양섬유	연구책임자	이현철	참여기업명	-
	연구협약일	2019.08.30	연구기간	2019.08.30. ~ 2020.12.31.(1년 5개월)		
	연구개발비	정부출연금	기업부담금	기타	계	
	100,000,000 원	33,340,000 원	0 원	133,340,000 원		
기술실시계약 및 성과활용 현황	계약(활용)명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5°C 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발				
	계약(활용)일	2021.01.01.	실시(활용)기간	2021.01.01. ~ 2040.12.31.		
	지재권 종류	특허출원	실시권 유형	직접 실시		
	* 지재권이 특허(출원 등)인 경우	명 칭	보온성 및 난반사율이 우수한 농업용 멀칭필름직물 및 그 제조방법			
		번호	10-2020-0184200	일자	2020.12.28	
	실시(활용)기관	기관명	세양섬유	기관유형	중소기업	
		주소	대구 북구 검단공단로21길 27		대표자	손금숙
사업자번호		504-01-52797	전화번호	053-381-8927		
부세(담당자)		연구개발부(이현철)	e-mail	abctex@naver.com		
기술료산정내역	100,000천원 × 10%(중소기업) × 20%(참여 중소기업 감면) × 70%(일시납부 감면) = 1,400천원					
기술료	정액기술료		경상기술료		기타 조건	
	징수(납부)예정일	징수(납부)금액	착수기본료	징수(납부)예정일	징수(납부)금액	
	2020-01-08	1,400천원	-	-	-	
	-	-	매출에 따른 기술료	징수(납부)시작일	결산월	
	-	-		-	-	
계	1,400천원	-	징수(납부)종료일	징수율		
		-	-	-		
기타특기사항	-					
<p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시). 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시). 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).</p> <p style="text-align: center;">2020 년 12 월 31 일</p> <p style="text-align: center;">주관연구기관 한국섬유개발연구원의 대표 [직인]</p> <p style="text-align: center;">농림식품기술기획평가원장 귀하</p>						

Fig 93. 기술 실시 보고서

다. 제품 출시 2건

- 태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 밀칭 매트 2종 출시(20T, 44T)

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서				
과제명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 밀칭 매트 개발			
주관연구기관	한국섬유개발연구원	참여기관	세양섬유	
연구책임자	김영수	연구기간	19년 8월 - 20년 12월 (총 1년 5개월)	
총 정부출연금	230,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(O)	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
밀칭1(20T)		밀칭 용도	20.12.16	100%
* 첨부: 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				
2020년 12월 16일 연구책임자: 김영수 (서명인)				

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서				
과제명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 밀칭 매트 개발			
주관연구기관	한국섬유개발연구원	참여기관	세양섬유	
연구책임자	김영수	연구기간	19년 8월 - 20년 12월 (총 1년 5개월)	
총 정부출연금	230,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(O)	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
밀칭2(44T)		밀칭 용도	20.12.16	100%
* 첨부: 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				
2020년 12월 16일 연구책임자: 김영수 (서명인)				

Fig 94. 제품출시 확인서

라. 고용 창출 1건

- 태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5°C 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발을 위한 전문 인력 1명 채용(김상관)

발급번호 : G202002100226164

건강보험자격득실확인서

확인정구자	성명	주민등록번호
	김상관	490207-1*****

자격득실확인내역

No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	지정가입자	계양철유	2019.09.01	
2	직장가입자	이노벨빌기술원(주)	2019.01.01	2019.10.22
3	직장리부양자	대구여자상업고등학교	2017.10.30	2019.01.01
4	직장가입자	병성산원(주)	2017.02.06	2017.10.30
5	직장리부양자	대구여자상업고등학교	2016.07.01	2017.02.06
6	직장리부양자	삼성중공업주식회사	2012.05.25	2016.07.01
7	직장가입자	신원과빌(주) 2공장	2012.04.16	2012.05.25
8	직장리부양자	삼성중공업주식회사	2012.03.13	2012.04.16
9	지역세대주		1999.01.20	2012.03.13
10	지역세대주		1997.05.01	1999.01.20

건강보험 자격득실내역을 위와 같이 확인합니다.
2020.02.10

국민건강보험공단 이사장

* 이 확인서의 취득일·상실일은 실제의 사업장 입사일·퇴직일과 다를 수 있습니다.
* 이 확인서는 국민건강보험공단 인터넷 홈페이지(www.nhis.or.kr)에서 직접 발급이 가능합니다. (공인인증서 필요).
* 이 확인서는 건강보험 자격확인용으로 다른 용도(제적증명용, 경력증명용, 대출용 등)로 사용자 공단에 비치된 책임이 없음을 알려 드립니다.

Fig 95. 건강보험자격득실확인서

4대 사회보험 사업장 가입자 명부

발급번호	20200107574877	발급일시	2020-01-07 11:17	사업장 관리번호	50401527970
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험	
사업장등록번호	504-01-52797	504-01-52797	504-01-52797	504-01-52797	
사업장 명칭	세양철유	세양철유	세양철유	세양철유	

1 / 2

연번	주민(외국인)등록번호	성명	자격취득일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	490207-1*****	김상관	미가입	2019.09.01	2019.09.01	2019.09.01
2	490722-2*****	손금숙	미가입	2003.03.30	미가입	미가입
3	590129-2*****	손경숙	미가입	2016.06.01	2016.06.01	2016.06.01
4	701129-2*****	정미경	2008.12.10	2008.12.10	2008.12.10	2008.12.10
5	730615-1*****	이현철	2004.07.01	2004.07.01	2004.07.01	2004.07.01
6	760130-2*****	이미경	2015.06.01	2015.06.01	2015.06.01	2015.06.01
7	760225-2*****	정희경	2015.06.01	2015.06.01	2015.06.01	2015.06.01
8	940409-2*****	박유원	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01

> 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계하여 제공하는 것이며, 발급사실 여부를 알 수 있도록 90일까지 4대사회보험 포털사이트(www.dinsure.or.kr)의 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다.
 * 일관한 정보연계서비스, 4대 사회보험이 함께 합니다.

Fig 96. 4대 보험 가입자 명부

마. 홍보 / 전시 1건

- NOW in DAEGU 공동관 참가(세양섬유)



Fig 97. NOW in DAEGU 공동관 참가

바. 기술적 성능 지표

- 투습도, 공기투과도, 인장강도, 파열강도, 인열강도의 목표치를 모두 달성하면서, 발열체 함유량은 기존 목표 대비 상향된 함유량 2% 이상급 원단 개발에 성공함

Table 49. 기술적 성능지표의 정량적 목표 달성 여부

기술적 성능지표	단위	정량적 목표	실적	달성 유무
발열체 함유량	wt%	0.4 ↑	2.85	달성
발열 성능	+°C	5 ↑	5.6	달성
투습도	g/m ² · h	300 ↑	306	달성
공기투과도	cm ³ /cm ² /sec	5 ↑	8.53	달성
인장강도	N	500 ↑	610 / 560	달성
파열강도	N	300 ↑	481.1	달성
인열강도	N	100 ↑	178.9 / 184.4	달성

kt di Korea Textile Development Institute

시험 성적서

한국섬유개발연구원
Korea Textile Development Institute
대구광역시 서구 국제로3길 136
TEL. (053) 560-6640, FAX. (053) 560-6649

성적서 번호
2021-00204
Page 1 of 2

1. 의뢰자
 - ◇ 기 관 명: 김진우
 - ◇ 주 소: 대구광역시 서구 용인동 1093 한국섬유개발연구원
 - ◇ 의뢰 일자: 2021년 02월 02일 ◇ 발급 일자: 2021년 02월 04일
2. 시험성적서의 용도: 연구개발
3. 시험대상품목 또는 물질/시료명: 직물 <광발열 알칭 원단>
4. 시험 기간: 2021년 02월 02일 ~ 2021년 02월 04일
5. 시험실환경: 온도 (20 ± 2) °C, 상대습도 (65 ± 4) % R.H.
6. 기 관: 적용되지 않음한 시험방법, 이 성적서의 시험 결과는 KOLAS 인정과 관련 없음.

시험항목/규격	시험 결과	시험 조건 / 비고
파열강도 (N) KS K 0350 : 2017 (불바스팅법)	300 mN/min <광발열 알칭 원단> 481.1	시료 1
◎ 직물인장강도 (N) KS K 0520 : 2015 (그래프법 (10 × 10) cm)	공차 - 강도(N) 560 위차 - 강도(N)	
◎ 인열강도 (N) KS K 0536 : 2019 (텡법)	(76 × 203) mm, 300 mN/min 공차 178.9 위차 184.4	
투습도 (g/m ² ·h) KS K 0594 : 2015 (영회흡습법)	(40 ± 2) °C, (60 ± 5) % RH 306	
공기투과도 (l) KS K ISO 9237 : 1995 (프라지어법)	8.53 * Test Pressure : 200 Pa	시험면적 : 20 cm ²

한국섬유개발연구원

kt di Korea Textile Development Institute

시험 성적서

한국섬유개발연구원
Korea Textile Development Institute
대구광역시 서구 국제로3길 136
TEL. (053) 560-6640, FAX. (053) 560-6649

성적서 번호
2021-00204
Page 2 of 2

시험항목/규격	시험 결과	시험 조건 / 비고
광발열시험 (°C)	시료 1 10분 5.6 20분 5.1 30분 5	
무기물 함유량 (%)	2.85 시료 1	관기로 시험기

※ 측정조건 : 230 V / 500 W / 3 200 K
 조사거리 : 20 mm, 발열체 시간 : 10분, 시험 시간 : 30분
 시험조건 : (20 ± 2) °C, (65 ± 2) % R.H., 24 시간 방치 후
 흡습보습용 기구와, 표면에 수분을 흡수한 후 시험
 방법 및 시험법 등 참조하십시오. 시험 결과 비고 사항을 참고하십시오.

한국섬유개발연구원

Fig 98. 정량적 목표 달성 시험성적서

2. 연구 결과

가. 작물의 성장 정도에 대한 Field Test 결과 분석

- 딸기 농장 관찰일지는 10/6 에서 12/29 까지 3개월 동안, 매주 1번씩 총 13번 농장에 방문하여 관찰
- 각 원단마다 표시한 3개의 줄기를 기준으로 잎의 폭, 잎의 길이, 줄기의 굵기, 잎의 개수, 꽃/과실의 개수를 기록
- 탐침 온도계를 활용해서 광발열 원단과 기존 비닐 원단이 멀칭된 토양에 1시간 동안 30분 간격으로 총 3번 온도 측정
(오전 10시~11시, 오후 1시반~2시반, 오후 5시~6시)
- 4개 원단을 비교 분석한 결과, 잎의 폭이나 길이, 잎의 수에서 나머지 3개 원단과 비교하여 광발열 편평사 원단을 멀칭하여 생장한 작물의 성장 정도가 가장 높게 나타남
- 광발열 편평사 원단의 잎의 폭 증가율은 10/6 기준으로 12/29 까지 27%로 가장 높았고, 잎의 길이 증가율은 23%로 항공 편평사 원단 다음으로 두 번째, 잎의 개수 증가율은 237%로 유일하고 200%대를 기록함

Table 50. 4개 멀칭 원단별 작물의 성장률 비교

분류		잎의 폭 (mm)	잎의 길이 (mm)	잎의 개수
기존 (비닐 원단)	10/6	66.66	74.33	17
	12/29	75.33	82.00	48.66
	증가율(%)	13	10	186
편평사 원단 (광발열)	10/6	56.33	71.00	15
	12/29	72.00	88.00	50.66
	증가율(%)	27	23	237
편평사 원단 (항공)	10/6	54.66	61.66	14
	12/29	68.33	80.33	40.33
	증가율(%)	25	30	188
편평사 원단 (미처리)	10/6	64.33	71.66	20
	12/29	72.33	81.33	47.33
	증가율(%)	12	13	136

- 또한 꽃/과실의 수에서는 12/1 기준으로 평균 25개로 가장 높은 수치를 기록함
(12/1 기준, 기존 비닐 원단 22개, 향균 편평사 원단 20개, 미처리 편평사 원단 12.6개)
- 특히 각 원단별 가장 높은 꽃/과실 수를 기록한 줄기의 일자별 꽃/과실 수를 비교한 결과에서는 더 큰 차이를 보여주고 있음
- 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 딸기 작물의 성장을 촉진한다고 판단되며, 향균 처리 편평사 원단의 경우도 잎의 생장에 도움을 주고 있는 것을 알 수 있음
- 미처리 편평사 원단의 경우, 작물의 성장률이 기존 비닐 원단과 비슷하거나 더 낮게 나타나 성장률 촉진에 영향을 주지 못한다고 판단됨

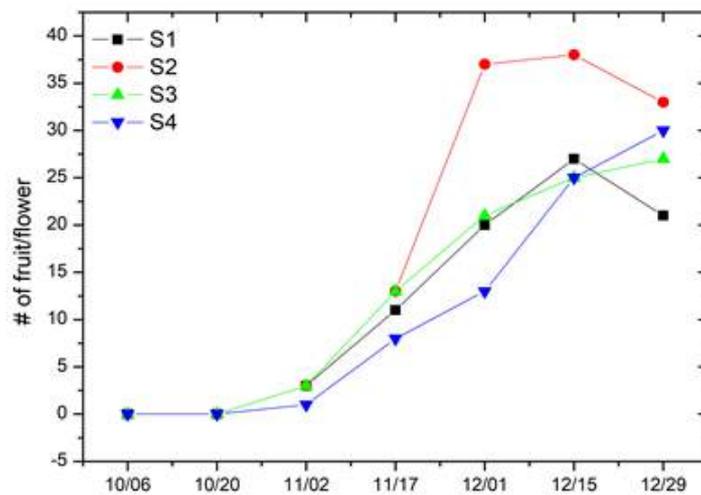


Fig 99. 각 원단별 가장 높은 꽃/과실 수를 기록한 줄기의 일자별 꽃/과실 수 비교

나. 온습도 변화에 대한 Field Test 결과 분석

- 온습도 변화에 대한 분석을 위하여 광발열 편평사 원단과 기존 멀칭 비닐의 상단과 하단에 온습도 기록계 1개씩 설치하고, 온실 내부에 1개를 설치하여 Data를 수집함
- 그래프는 일주일 단위로 잘라서 표시하였으며, 온습도 기록계 각각의 데이터를 표시하고 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석을 통해 광발열 편평사 원단의 발열 성능을 분석함
- 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석 결과 중, 꽃/과실의 생장이 시작된 11/30~12/6의 최고 온도 데이터를 비교한 결과, 최소 5.8 °C ~ 최대 8.3 °C 까지 온도 차이가 발생했으며, 평균 7.15 °C의 온도 차이를 보이는 것을 확인함
- 위 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 기존 멀칭 비닐 대비 지표면에서 약 7 °C 정도의 온도 상승효과가 있는 것으로 판단됨

Table 51. 기존 비닐 원단과 광발열 편평사 원단의 하단부 온도 비교

날짜	편평사 원단(광발열)	기존(비닐 원단)	온도 차이(°C)
11/30	38	29.7	8.3
12/1	33.3	25.5	7.8
12/2	31.9	26.1	5.8
12/3	35	28.3	6.7
12/4	36.8	30	6.8
12/5	33.7	26.5	7.2
12/6	34.2	26.7	7.5

다. 난반사에 의한 품질 향상 분석

- 한가지 과실(딸기)의 분석만으로 난반사에 의한 품질 향상 정도를 정확하게 분석하기는 어려웠지만, 3개월이 넘는 기간 동안 1주일 간격으로 관찰한 결과, 광발열 편평사 원단의 과실이 기존 비닐 원단을 멀칭한 과실보다 상대적으로 빠르게 착색이 이루어지고 과실이 성장하는 것을 확인
- 이는 과실의 수확 속도에서 확인할 수 있는데, 기존 비닐 원단(검정) 보다 광발열 편평사 원단(빨강)이 더 빠른 속도로 꽃/과실이 증가하고, 수확하여 그 수가 줄어드는 시점도 더 빠르게 오는 것을 확인

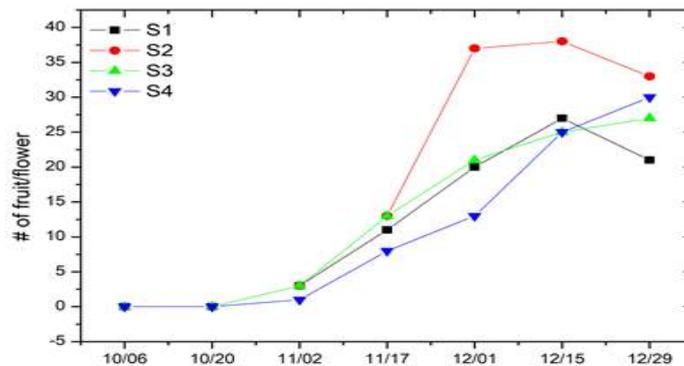


Fig 100. 각 원단별 가장 높은 꽃/과실 수를 기록한 줄기의 일자별 꽃/과실 수 비교



Fig 101. 광발열 편평사 원단의 과실



Fig 102. 기존 비닐 원단의 과실

제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표

Table 52. 정량적 목표

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용· 홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균 IF	학술발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI							
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	20	-		
1차 년도	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2차 년도	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-		
목표	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-		

Table 53. 기술적 성능지표의 정량적 목표

기술적 성능지표	단위	정량적 목표	세계최고수준	시험방법
발열체 함유량	wt%	0.4 ↑	-	KS M ISO 11358
발열 성능	+°C	5 ↑	-	In-House Method
투습도	g/m ² · h	300 ↑	200	KS K 0594
공기투과도	cm ³ /cm ² /sec	5 ↑	2	KS K ISO 9237
인장강도	N	500 ↑	500	KS K 0520
파열강도	N	300 ↑	300	KS K 0350
인열강도	N	100 ↑	100	KS K 0536

제 2 절 목표 달성 여부

Table 54. 정량적 목표 달성 여부

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타 연구 활동 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출	투자 유치		논문		학술 발표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백 만원	건	백 만원	백 만원	명	백 만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
1차 년도	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2차 년도	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
목표	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
실적	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

Table 55. 기술적 성능지표의 정량적 목표 달성 여부

기술적 성능지표	단위	정량적 목표	실적	달성 유무
발열체 함유량	wt%	0.4 ↑	2.85	달성
발열 성능	+°C	5 ↑	5.6	달성
투습도	g/m ² · h	300 ↑	306	달성
공기투과도	cm ³ /cm ² /sec	5 ↑	8.53	달성
인장강도	N	500 ↑	610 / 560	달성
파열강도	N	300 ↑	481.1	달성
인열강도	N	100 ↑	178.9 / 184.4	달성

○ 목표 미달성 사유

- 논문 1건을 제외한 모든 정량적 목표 달성
- 논문 1건의 경우, 최종 현장 실증 Data를 12월까지 수집하여 1월에 그 결과를 분석하다 보니 사업 기간인 12월 안에 논문을 투고하지 못하였음
- 현재 분석 완료된 자료를 토대로 논문을 작성 중이며, 금년 상반기에 투고 예정

제 3 절 관련 분야 기여도

○ 기술적 기여도

- 농가에서는 흡수 병원균의 식물체 전염 방지, 잡초의 발아 방지, 수분 증발 방지를 통한 토양의 수분유지, 지온유지, 토양 침식 및 유실 방지 등의 이유로 멀칭 필름을 토양에 덮게 되는데, 이런 멀칭 필름의 경우, 내구성이 부족하여 통기 및 배수가 불량함
- 내구성과 통기 및 배수 성능을 위하여 부직포 소재를 이용한 멀칭 원단을 도입하였으나 태양광 광발열 성능은 없으며 반사광의 의한 균일한 빛 환경 조성 효과도 미미하고 두꺼운 두께로 인하여 부피가 큰 단점이 있음
- 또한 태양광의 난반사를 통하여 과수에 균일한 빛 환경을 조성하기 위한 알루미늄 코팅 시트 또는 알루미늄 필름의 경우, 과도한 반사광으로 인하여 과수에 일소 피해를 입히고 멀칭 필름과 마찬가지로 내구성, 통기 및 배수 등의 단점이 있음
- 본 연구개발 과제를 통하여 태양광에 의해 발열하는 광발열 Flat yarn을 적용하여 난방 에너지를 절감하고 원단 내부의 공기층 형성을 통해 토양의 급격한 온도 변화를 조절하며, 원단 조직 구조의 기공을 통해 통기, 배수를 원활하게 하고, 원단 표면의 요철 구조로 발생하는 빛의 난반사로 균일한 빛 환경 조성이 가능한 멀칭 원단 개발

Table 56. 농업용 멀칭 필름, 부직포, 알루미늄 코팅 시트, 개발 원단 성능 비교

성능	필름	부직포	알루미늄 시트	개발 원단
병충해 방지	○	○	○	○
잡초 발아 방지	○	○	△	○
토양 수분 유지	○	△	○	△
지온 유지	△	○	△	○
토양 침식 및 유실 방지	○	○	○	○
태양광 광발열	×	×	×	○
통기 및 배수	×	△	×	○
반사광에 의한 과수의 착색 품질	×	△	△	○
내구성	×	○	×	○

○ 경제적 기여도

- 국내 시설 농자재는 2013년 기준 약 1조 1천억원 규모의 시장을 가지고 있으며, 그 중 멀칭필름, 부직포, 알루미늄 시트 등이 포함된 피복자재의 경우, 1995년과 비교하여 약 2.3배 성장하여 3,751억원 규모의 시장을 가지고 있으며 보온덮개, 반사필름 등이 포함된 생육환경조절기자재는 1,015억원 규모의 시장을 가지고 있음
- 비닐하우스용 필름과 멀칭 필름으로 대표되는 농업용 필름 산업은 연간 6만 2천톤, 매출액 2,300억원 내외로 피복자재 시장의 60%이상을 차지하고 있으며 소재는 PE(Polyethylene), PP(Polypropylene)등 PO(Polyolefin) 소재가 대부분을 차지하고 있음
- 에너지 절감을 위한 보온 덮개 산업은 보온 덮개로 작물 덮는 방법과 일정 높이에 보온 커튼을 사용하는 방법으로 분류되며 일반 원단 또는 알루미늄 코팅 원단, 부직포, 폴리폼 등이 사용되며 소재는 농업용 필름과 마찬가지로 PO(Polyolefin) 소재가 대부분을 차지하고 있음
- 하지만 멀칭 필름의 경우 잡초방지, 수분유지 등의 역할 외에 에너지 절감 효과를 줄 수 없으며, 에너지 절감을 위한 보온 덮개 또는 보온 커튼의 경우, 별도의 시설을 설치해야 하므로 비용적인 문제가 크고 태양광이 차단되는 단점이 있음
- 여기에 개발한 광발열 편평사 원단을 적용하게 되면, 난방비 절감뿐만 아니라, 농업 폐기물 감소로 이어지는 경제적인 효과를 가져 올 것으로 예상됨
- 경제성 평가 결과, 1m² 기준 D사의 T제품의 경우, 1,500~2,000원, 개발 제품인 광발열 편평사 원단은 500~700원, 기존 시판되는 멀칭 비닐은 약 200~300원으로, 해외 선진제품보다 30% 수준의 판매가로 경제성이 확보될 수 있으며, 기존 멀칭 비닐보다 약 2배 높지만 다년간 사용이 가능하여 2년 이상 사용 시, 오히려 가격경쟁력이 높게 평가됨

제 4 장 연구 결과의 활용 계획

1. 활용분야 및 활용방안

- 세계 최초 태양광 광발열 멀칭 원단의 제조 기술 개발을 통하여 국내 농업용 멀칭 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 보온 효과, 난반사 효과를 통한 기존 멀칭 제품의 성능을 모두 가지면서, 광발열 효과를 통해 기존 멀칭 제품에는 없었던 새로운 기능을 추가하여 멀칭 시장 내 파급 효과 기대
- 동절기 주/야간에 광발열 편평사 원단의 성능 및 난방비 절감
 - ▶ 동절기에는 주/야간 모두 난방이 필요하므로 주간에는 태양광을 통해 발열하여 난방비를 절약하고, 야간에는 열전도도가 낮은 원단 내부 공기층의 보온 단열 성능으로 온도가 떨어지는 것을 억제하여 난방비 절감
 - ▶ 예를 들어 근권부의 온도가 주간에는 20℃ 이상, 야간에는 10℃ 이상 되어야 하는 작물이라면, 주간에는 난방을 통해서 내부 온도를 15℃만 유지해도 근권부의 온도는 20℃를 확보할 수 있으므로 난방비를 절약할 수 있으며, 야간에는 공기층의 보온 단열 성능으로 일몰 후에 온도가 10℃까지 떨어지는 시간이 오래 걸리므로 난방비 절약
 - ▶ 또한 야간에 빛이 있어도 되는 작물이라면 인공 조명을 통한 광발열 가능
- 하절기 광발열 편평사 원단의 발열 문제 및 기능성 편평사 원단 적용
 - ▶ 온실의 경우, 많은 농가들이 하절기 폭염으로 인한 피해 방지를 위해서 차광 스크린을 설치하고 있으며, 차광 스크린이 있는 온실의 경우 광에 의한 발열이 없으므로 광발열 편평사 원단의 발열 문제를 해결할 수 있음
 - ▶ 노지나 차광스크린이 없는 온실의 경우, 하절기에 광발열 편평사 원단의 적용은 어렵지만, 광발열 원단이 아닌 항균, 방충 기능성 원단을 사용한다면, 원단 내부의 공기층이 단열 효과를 주어 온도 상승을 억제할 수 있으며, 하절기에 많이 발생하는 세균 및 벌레로 인한 피해를 억제하는 효과
 - ▶ 또한 기존 멀칭 필름과 다르게 편평사 원단의 공극으로 배수가 가능하므로 물을 뿌려 온도 조절 가능

2. 추가연구의 필요성

- 광발열 효과의 통제와 작물에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단됨
- 광발열 입자 및 기능성 코팅에 따른 토양에 미치는 영향에 대한 연구도 필요

3. 기술이전 후, 사업화 계획

- 세양섬유는 산업용 섬유, 농업용 섬유 생산 업체로 제반 시설 및 공정관리 능력, 연구장비 등을 보유하고 있음. 향후에는 아래와 같이 활용할 계획임

- ▶ 온실 내부 난방에너지 저감 기능성 멀칭 원단에 적용
- ▶ 노지 작물의 수확시기 연장을 위한 기능성 멀칭 원단에 적용
- ▶ 기존 필름 형태의 멀칭 원단의 단점 보완을 통한 다양한 판로 개척

붙임. 참고문헌

- 해당사항 없음

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발				
	(영문) The development of energy-saving mulching mat with surface temperature rising effect over 5 degree celsius using solar heat generating flat yarn				
주 관 연구 기관	한국섬유개발연구원		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 시험분석센터	
참 여 기 업	세양섬유			(성명) 김영수	
총연구개발비 (263,340 천원)	계	263,340 천원	총 연 구 기 간	2019.08.30. ~ 2020.12.31(1년 4월)	
	정부출연 연구개발비	230,000 천원	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	9명
	기업부담금	33,340 천원		내부인원	9명
	연구기관부담금	-		외부인원	-
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술과 요철 구조를 갖는 원단 제직 기술을 활용하여 태양광에 의해 스스로 발열하고 원단의 요철로 인해 형성된 공기층이 보온 효과를 주는 멀칭 매트 개발 - 특허 출원 2건, 기술 실시 1건, 제품화 2건, 고용 창출 1건, 홍보 전시 1건 <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광발열 소재를 함유하는 Flat Yarn(편평사) 제조 기술 개발 - 내부 공기층과 표면 요철 구조를 갖는 멀칭 원단 제직 - 멀칭 원단의 Field Test 진행 및 성능분석 <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 온실 내부 멀칭 비닐, 부직포 등을 대신하여 멀칭하고 그 효과를 검증 - 태양광 광발열 효과를 가지는 보온 멀칭 원단 제품화 - 세계 최초 태양광 광발열 멀칭 원단의 제조 기술 개발을 통하여 국내 농업용 멀칭 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대 - 보온 효과, 난반사 효과를 통한 기존 멀칭 제품의 성능을 모두 가지면서, 광발열 효과를 통해 기존 멀칭 제품에는 없었던 새로운 기능을 추가하여 멀칭 시장 내 파급 효과 기대 					

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		119088-2	
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	농자재		과제구분	단위	
사업명	농축산자재산업화기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멸칭 매트 개발		과제유형	개발	
연구기관	한국섬유개발연구원		연구책임자	김영수	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.08.30 - 2019.12.31	105,000	15,000	120,000
	2차연도	2020.01.01 - 2020.12.31	125,000	18,340	143,340
	계	2019.08.30. - 2020.12.31	230,000	33,340	263,340
참여기업	세양섬유				
상대국	-	상대국연구기관	-		

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.02.08

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
시험분석센터	센터장	김영수

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	김영수
-----	-----

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

- 광발열 편평사 원단의 잎의 폭 증가율은 27%로 가장 높았고, 잎의 길이 증가율은 23%로 두 번째, 잎의 개수 증가율은 237%로 유일하게 200%대를 기록함
- 또한 꽃/과실의 수에서는 12/1 기준으로 평균 25개로 가장 높은 수치를 기록함
- 특히 각 원단별 가장 높은 꽃/과실 수를 기록한 줄기의 일자별 꽃/과실 수를 비교한 결과에서는 더 큰 차이를 보여주고 있음
- 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 딸기 작물의 성장을 촉진한다고 판단됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

- 본 연구개발 과제를 통하여 태양광에 의해 발열하는 광발열 Flat yarn을 적용하여 난방 에너지를 절감하고 원단 내부의 공기층 형성을 통해 토양의 급격한 온도 변화를 조절하며, 원단 조직 구조의 기공을 통해 통기, 배수를 원활하게 하고, 원단 표면의 요철 구조로 발생하는 빛의 난반사로 균일한 빛 환경 조성이 가능한 멀칭 원단 적용이 가능할 것으로 판단됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

- 세계 최초 태양광 광발열 멀칭 원단의 제조 기술 개발을 통하여 국내 농업용 멀칭 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 보온 효과, 난반사 효과를 통한 기존 멀칭 제품의 성능을 모두 가지면서, 광발열 효과를 통해 기존 멀칭 제품에는 없었던 새로운 기능을 추가하여 멀칭 시장 내 파급 효과 기대
- 산업용 섬유, 농업용 섬유 생산 업체로 제반 시설 및 공정관리 능력, 연구장비 등을 보유하고 있는 참여기업에서 사업화 진행

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

- 1년 4개월이라는 연구기간 동안, 광발열 소재의 선정, Master batch 제조를 위한 Compounding test, 광발열 입자 함유 필름 방사, Slitting하여 편평사 원단 제직, 멀칭 원단의 Field Test 까지 진행하였음
- 특히 Field Test의 경우, 매주 일정한 시간에 맞추어 농장을 방문하여 일지를 기록하고, 온습도 Data 확보

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

- 정량적 목표 : 특허 출원 2건, 기술 실시 1건, 제품화 2건, 고용 창출 1건, 홍보 전시 1건 달성
논문 1건의 경우, 최종 현장 실증 Data를 12월까지 수집하여 1월에 그 결과를 분석하다 보니 사업 기간인 12월 안에 논문을 투고하지 못하였음, 현재 분석 완료된 자료를 토대로 논문을 작성 중이며, 금년 상반기에 투고 예정
- 기술적 성능 지표 : 물성 목표치를 모두 달성하면서, 발열체 함유량은 기존 목표 대비 상향된 함량 2% 이상급 원단 개발에 성공

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
특허 출원 2건	20	20	광발열 폴리에스테르 필름의 제조방법과 보온성 및 난반사율이 우수한 농업용 멀칭필름직물 및 그 제조방법에 대한 특허를 각각 1건씩 출원
기술 실시 1건	20	20	협동기관이자 참여기업인 세양섬유에서 기술료를 납부하고 기술 실시 진행
제품화 2건	20	20	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 2종 출시(20T, 44T)
고용 창출 1건	20	20	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발을 위한 전문 인력 1명 채용(김상관)
홍보 전시 1건	20	20	NOW in DAEGU 공동관 참가(세양섬유)
합계	100점	100점	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 광발열 편평사 원단의 잎의 폭, 잎의 길이, 잎의 개수, 꽃/과실의 수 증가율이 기존 원단 대비 높게 나타났으며 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 딸기 작물의 성장을 촉진한다고 판단됨
- 광발열 편평사 원단과 기존 비닐 원단의 하단 비교 분석 결과, 최소 5.8℃ ~ 최대 8.3℃ 까지 온도 차이가 발생했으며, 평균 7.15℃의 온도 차이를 보이는 것을 확인했으며, 이런 분석 결과를 토대로 광발열 편평사 원단은 기존 멀칭 비닐 대비 지표면에서 약 7℃ 정도의 온도 상승효과가 있는 것으로 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 1년 4개월이라는 연구기간 동안, 광발열 소재의 선정, Master batch 제조를 위한 Compounding test, 광발열 입자 함유 필름 방사, Slitting하여 편평사 원단 제직, 멀칭 원단의 Field Test 까지 진행함
- 이는 소재 개발부터 시제품 생산, 현장 실증까지 진행한 결과이며, 연구개발 기간 동안 연구자들의 성실한 연구 활동을 입증하는 결과임

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 세계 최초 태양광 광발열 멀칭 원단의 제조 기술 개발을 통하여 국내 농업용 멀칭 시장을 확보하고 향후 수출을 통한 매출 성과 기대
- 보온 효과, 난반사 효과를 통한 기존 멀칭 제품의 성능을 모두 가지면서, 광발열 효과를 통해 기존 멀칭 제품에는 없었던 새로운 기능을 추가하여 멀칭 시장 내 파급 효과 기대
- 특히 산업용 섬유, 농업용 섬유 생산 업체로 제반 시설 및 공정관리 능력, 연구장비 등을 보유하고 있는 참여기업(세양섬유)에서 사업화 진행하여 향후 사업화 기대

IV. 보안성 검토

- 해당사항 없음

1. 연구책임자의 의견

- 해당사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

- 해당사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농자재	
연구과제명	태양광 발열 편평사를 적용하여 표면온도 5℃ 상승효과를 가지는 난방 에너지 저감형 멀칭 매트 개발			
주관연구기관	한국섬유개발연구원	주관연구책임자	김영수	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	230,000	33,340	-	263,340
연구개발기간	2019.08.30. ~ 2020.12.31			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 특허 출원 2건	① 특허 출원 2건
② 기술 실시 1건	② 기술 실시 1건
③ 제품화 2건	③ 제품화 2건
④ 고용 창출 1건	④ 고용 창출 1건
⑤ 홍보 전시 1건	⑤ 홍보 전시 1건
⑥ 논문 1건	⑥ 논문 1건 작성 중(금년 상반기에 투고 예정)
· 발열체 함유량 : 0.4 wt% ↑ · 발열 성능 : 5 ℃ ↑ · 투습도 : 300 g/m ² ·h ↑ · 공기투과도 : 5 cm ³ /cm ² /sec ↑ · 인장강도 : 500 N ↑ · 파열강도 : 300 N ↑ · 인열강도 : 100 N ↑	· 발열체 함유량 : 2.85 wt% · 발열 성능 : 5.6 ℃ · 투습도 : 306 g/m ² ·h · 공기투과도 : 8.53 cm ³ /cm ² /sec · 인장강도 : 610 / 560 N · 파열강도 : 481.1 N · 인열강도 : 178.9 / 184.4 N

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	20	-		
최종목표	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-		
연7기간내 달성실적	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
달성율(%)	100	-	-	100	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100	-		

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	광발열 폴리에스테르 필름의 제조방법
②	보온성 및 난반사율이 우수한 농업용 멀칭필름직물 및 그 제조방법

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 결 해	정책 자료	기타
①의 기술	v					v				
②의 기술	v					v				

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	광발열 입자를 함유한 폴리에스테르 필름의 광발열 효과 통제를 위한 추가 연구 진행
②의 기술	산업용 섬유, 농업용 섬유 생산 업체로 제반 시설 및 공정관리 능력, 연구장비 등을 보유하고 있는 협동기관이자 참여기업인 세양섬유에서 사업화 진행

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책활용			홍보전시		
												SCI	비SCI						논문평균IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치	20	-	-	20	-	20	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	
최종목표	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	
연구기간내 달성실적	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
연구종료 후 성과창출 계획		<u>2</u>				<u>2</u>	<u>1900</u>	<u>300</u>	<u>1</u>					<u>1</u>				<u>5</u>		

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

- 해당사항 없음

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농축산자재산업화기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농축산자재산업화기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.