

2024. 4. 16.(화)
보도 시점 11:00 배포
4. 17.(수) 조간

2024. 4. 16.(화)
09:00

폐비닐 등 버려지는 플라스틱, '인삼 지주대'로 재탄생

- 농촌진흥청, 환경부 등과 협업해 인삼 재배시설에 재생 플라스틱 적용 구체화
- 수입 목재 대체, 병해충 유입 우려 감소, 비용 절감, 환경 보호 '일석사조' 효과
- 품질기준 마련, 내재해형 시설 규격 등록해 농가 보급 나서

농촌진흥청(청장 조재호)이 재생 플라스틱을 활용한 인삼 재배 시설 구조물의 품질기준을 마련하고 원예·특작시설 내재해형 시설 규격에 등록해 농가 보급에 나선다.

우리나라 인삼 재배 농가에서 사용하는 지주대 등 목재 구조물 80%는 동남아시아 등 해외에서 수입된 목재다. 여기에 사용하는 수입 목재는 약 16만 톤으로 연간 700억 원에 이른다.

수입 목재를 사용할 경우, 외래 병해충이 유입될 우려가 있는 데다 내구성이 떨어지는 목재 특성상 인삼 재배 주기인 6년을 채우지 못하고 교체해야 하는 등 어려움이 있다.

이와 같은 현장의 문제를 해결하기 위해 농촌진흥청 국립농업과학원은 환경부 등 관련 부처와 '인삼 지주대 재활용 제품 대체 활성화 사업 협약'을 맺었다. 이 협약으로 국립농업과학원은 재생 플라스틱으로 만든 인삼 재배 시설 구조물의 품질기준을 마련하고 확대 보급을 지원하게 됐다.

* 환경부, 한국환경산업기술원, 한국환경공단, 한국순환자원유통지원센터, 충북인삼농협, 한국재생플라스틱제조업협동조합

인삼 재배 시설 구조물에 사용되는 재생 플라스틱은 버려진 폐비닐과 플라스틱을 이용해 환경부와 한국환경산업기술원이 개발한 물질 재활용* 제품이다. 이 플라스틱으로 만든 구조재는 구조물 해체 후에도 재활용할 수 있다.

* 폐비닐 등의 화학구조를 유지한 상태에서 분리·선별·포장·세척·파쇄·배합 등의 과정을 거쳐 다시 사용할 수 있도록 재생하는 기술

연구진은 재생 플라스틱을 인삼 재배 시설 구조물로 썼을 때 성능을 평가하기 위해 굽힘강도를 시험했다. 그 결과, 인삼 재배 기간인 6년 후에도 굽힘강도는 기준(8MPa) 이상을 유지했으며, 각종 기후에 견디는 내후성 시험과 열노화 시험에서 문제가 없음을 확인했다.

환경 위해성 평가에서도 유해 중금속이 전혀 검출되지 않아 토양 등 농작업 환경에 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다.

국립농업과학원은 이와 함께 재생 플라스틱을 견고하게 연결해 구조물을 만들 수 있도록 ‘내재해형 결속조리개’를 개발했다. 이 조리개는 40kg 이상의 미끄럼 저항력을 가져 지주대 각 부분을 단단히 결합한다.

국립농업과학원은 지난해 12월 원예·특작시설 내재해형 시설 규격 심사위원회를 열고 기존에 목재를 적용한 내재해형 인삼 재배 시설 15종에 재생 플라스틱도 쓸 수 있도록 심의를 완료했다.

앞으로 인삼 재배 농가에 이를 보급하고자 여러 기관과 협력하고 기술적 지원에 나서 사업화를 추진할 계획이다.

재생 플라스틱을 활용한 원예·특작시설 내재해형 시설 규격은 농업기술포털 농사로(nongsaro.go.kr) 농업자재 > 내재해형 등록시설 설계 > 내재해형 시설 규격에서 자세히 확인할 수 있다.

농촌진흥청 안전재해예방공학과 이충근 과장은 “재생 플라스틱의 인삼 재배 시설 적용은 110대 국정과제 중 하나인 ‘재활용을 통한 순환 경제

완성’에 따른 것으로 고부가가치 재활용의 좋은 사례라 할 수 있다.”라며, “앞으로도 농가의 경제적인 부담은 덜고 농촌 지역 전반에 긍정적인 변화를 일으킬 수 있는 기술개발과 보급에 힘쓰겠다.”라고 말했다.

- 붙임 1. 인삼 재배 시설 구조물에 재생 플라스틱 활용
- 2. 경제성 분석
- 3. 묻고 답하기

담당 부서	국립농업과학원 안전재해예방공학과	책임자	과 장	이충근 (063-238-4141)
		담당자	연구사	임성운 (063-238-4191)

1. 추진 배경

- 현재 농림축산식품부 원예 특작 시설 내재해형 고시(제2022-104호)에 제시된 목재 인삼 재배 시설은 15종이 있음
 - * 인삼 재배 면적 10,914ha, 농가 수 6,999 농가('20, KOSIS, 5년마다 생산)
- 현재 목재 인삼 재배시설에 사용되는 목재의 약 80%는 수입(연간 16만 톤, 약 700억 원 규모)이며, 국내산 낙엽송은 약 20% 정도 사용
 - * 목재 수입량: ('10) 16만 3천 톤 → ('13) 17만 6천 톤 → ('19) 15만 5천 톤
- 목재는 수입 과정에서 병충해를 동반할 우려가 있고 인삼의 생산 주기를 고려할 때 6년 이상의 내구성을 지니고 있어야 하는데도 내구성이 약해 그 이전에 교체하는 경우가 자주 발생
- 최근 수입량 감소와 국내산 낙엽송 공급 부족에 따른 목재 가격 상승으로 목재를 대체할 수 있는 구조재의 필요성이 증가
 - * 정부 110대 국정과제 “재활용을 통한 순환 경제 완성” 중 고부가가치 재활용 제시

2. 폐비닐 발생량 등

- 생활계 폐비닐과 영농 폐비닐을 합한 폐비닐류의 발생량은 약 290만 톤으로 증가 추세임
 - 생활계 폐비닐 발생량 : (2018) 약 1,842,703t → (2022) 약 2,575,777t
 - 영농 폐비닐 발생량 : (2018) 약 318,775t → (2022) 약 314,507t
 - PVC 발생량 : (2018) 약 4,777t → (2022) 약 3,726t

	발생량 대비 재활용량(%)	
	2018년	2022년
생활계폐비닐	33	30
PVC	25	37
영농폐비닐	61	57

- 인삼 재배 지주시설은 대부분 수입 목재에 의존하고 있어 인삼 재배 농가의 목재 대체 구조재 요구 증가
 - 목재 2.4m당 가격 변화 : (2011) 약 1,300원 → (2022) 약 1,800원
 - 재생 플라스틱 2.4m당 가격 예상 : 약 4,000원
 - * 폐비닐 재활용 가능량 : ('21) 1만 5천 톤 → ('22) 3만 톤 → ('23) 5만 톤 → ('24) 10만 톤

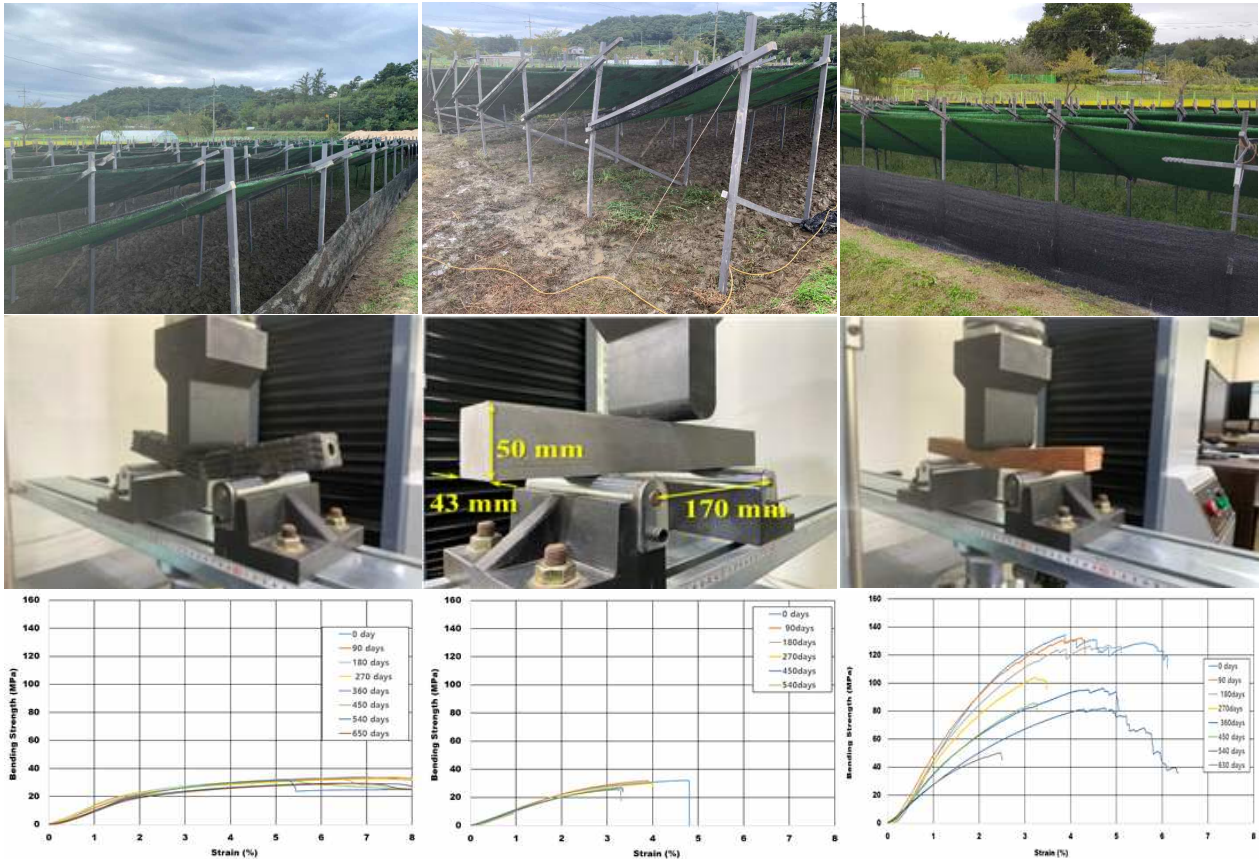
3. 연구 결과

○ 재생 자재(영농 폐비닐, PVC 등) 및 목재의 재료성능 평가

- 경과일에 따른 굽힘강도 변화

* 원예원(인삼특작부) 시험포에 현장 설치 후 분기별 시료 채취 시험('21년 5월~)

→ 재생 플라스틱 자재의 굽힘강도는 경과일에 따라 큰 변화가 없음



재생 비닐

재생 PVC

목재

<그림 1> 인삼 시설 지주 재료의 내구성 평가를 위한 현장 설치 및 재료성능 실험

- 현장실험을 통한 굽힘강도

경과일 (Day)	굽힘강도 (MPa)		
	재생비닐	재생PVC	목재
0	33.87	32.06	134.31
180	33.32 (-1.62%)	30.3 (-5.49%)	127 (-5.44%)
360	32.05 (-5.37%)	28.88 (-9.92%)	96.25 (-28.34%)
1095	25.89 (-12.84%)	22.56 (-13.97%)	8이하 (-94.04%)
1460 (예측)	23.08 (-32.85%)	19.34 (-39.68%)	8이하 (-94.04%)
1825 (예측)	20.27 (-40.15%)	16.13 (-49.69%)	8이하 (-94.04%)
2190 (예측)	17.46 (-48.45%)	12.92 (-59.70%)	8이하 (-94.04%)

→ 재생 재료의 6년 경과 굽힘강도는 기준(8MPa)강도 이상을 유지할 것으로 예상됨

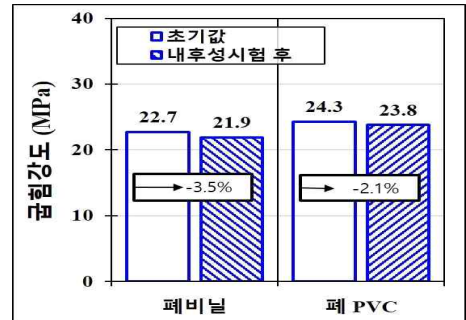
- 내후성(축진 가속) 및 내구성(열노화) 시험 후 굽힘강도 평가

* 실제 환경보다 높은 온도에서 장기 열노화 시험수행(KS M ISO 2578:1993)

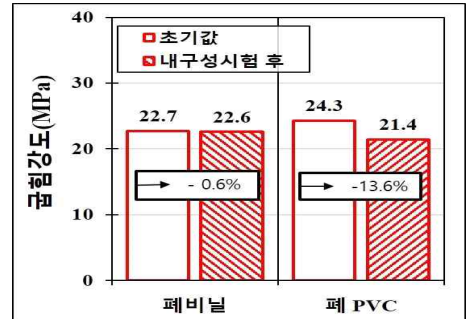
* 1,000시간(실제 6년에 해당하는 시간) 동안 시험 후 굽힘시험 수행

→ 내후성 및 열노화 시험 후 굽힘강도는 기준강도 이상 유지되는 것으로 나타남

시간	굽힘강도(MPa)	
	재생비닐	재생PVC
원시료	22.7	24.3
1,000시간 내후성 후	21.9	23.8



시간	굽힘강도(MPa)	
	재생비닐	재생PVC
원시료	22.7	24.3
1,000시간 열노화 후	22.6	21.4



- 환경 위해성 평가

* 재생 플라스틱의 중금속 실험 결과

→ 유해 중금속 용출시험 결과 검출된 유해 물질 없음

	표준값* (mg/L)	실험 결과(mg/L)	
		재생 비닐	재생 PVC
비소	1.5 이하	불검출	불검출
카드뮴	0.3 이하		
크롬	1.5 이하		
납	3 이하		
수은	0.005 이하		

* KS(2021), GR M 3093:2021

4. 결과 활용

- 원예특작시설 내재해 고시 개정을 통해 목재 인삼 재배 시설 15종 시공 시 「재생 플라스틱」 지주대도 사용할 수 있도록 허용

붙임 2

경제성 분석

- 기술명 : 재생 플라스틱의 목재 인삼 재배 시설 대체 가능성
- 경제성 분석(부분 예산법) 의견 및 활용 가능한 통계 자료
- 분석 결과 : 재생 플라스틱 지주목 교체 주기를 평균 6년으로 가정
시 목재 대비 1개당 110원의 수익 발생

검토 부문	경제성 분석의견(부분 예산법)						
고정자본재 부문	<p><의견> 수입 목재 2.4m당 가격이 1,800원이며 3~4년 이후 교체가 빈번하며, 재생 플라스틱은 2.4m당 가격이 4,000원으로 최소 6년은 사용이 가능한 상황입니다. 여러 해 사용되는 고정자본재의 대체에 관한 기술로써 수입 목재와 재생 플라스틱의 연간 감가상각비를 비교할 필요성이 있습니다. 다만, 환경부 생산비 지원은 명확히 제시되지 않아 부분 예산법을 활용한 경제성 분석의 고려 대상이 아닐 것으로 판단됩니다.</p> <p><산출예시> 감가상각비 감소 = 1,800원/2.5년 = 약 720원 감가상각비 증가 = 4,000원/6년 = 약 666.7원 즉, 농가는 수입 목재 대신 재생 플라스틱을 활용하면 개당 53.3원의 감가상각비가 연간 절감됩니다.</p>						
자본용역비 부문	<p><의견> 고정자본 비용이 감소하였으므로, 기회비용에 해당하는 고정자본용역비 역시 용역비 계수만큼 감소합니다.</p> <p><산출예시> 고정자본용역비 감소 = 1,800원 × 0.05(이자율 5%) = 90원/개 고정자본용역비 증가 = 4,000원 × 0.05(이자율 5%) = 200원/개</p>						
부분 예산법 예시	(단위 : 원/개)						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">손실적 요소(A)</th> <th style="width: 50%;">이익적 요소(B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> ○ 증가하는 비용 - 감가상각비 : 666.7 - 고정자본용역비 : 200 계(A) : 866.7 </td> <td> ○ 감소하는 비용 - 감가상각비 : 720 - 고정자본용역비 : 90 계(B) : 810 </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> ○ 추정수익액(B-A) : -56.7원/개 </td> </tr> </tbody> </table>	손실적 요소(A)	이익적 요소(B)	○ 증가하는 비용 - 감가상각비 : 666.7 - 고정자본용역비 : 200 계(A) : 866.7	○ 감소하는 비용 - 감가상각비 : 720 - 고정자본용역비 : 90 계(B) : 810	○ 추정수익액(B-A) : -56.7원/개	
손실적 요소(A)	이익적 요소(B)						
○ 증가하는 비용 - 감가상각비 : 666.7 - 고정자본용역비 : 200 계(A) : 866.7	○ 감소하는 비용 - 감가상각비 : 720 - 고정자본용역비 : 90 계(B) : 810						
○ 추정수익액(B-A) : -56.7원/개							

검토 부문	경제성 분석의견(부분 예산법)						
	<p><의견></p> <p>재생 플라스틱은 수입 목재에 비해 사용 기간이 길어 감가상각비가 감소하는 효과가 있으나, 단가가 상대적으로 비싸 도입 초기 목재 사용에 비해 많은 자본이 투여되어 고정자본용역비 증가분이 감가상각비 감소분을 상회하므로 추정수익액이 음(-)의 값으로 계산됩니다.</p> <p>이때, 추가로 확인해야 할 점은 재생 플라스틱의 평균적인 교체 주기입니다. 현재는 최소 6년을 기준으로 감가상각비를 산정하였으나, 평균 교체 주기가 6년보다 더 길다면 감가상각비가 더욱 낮아질 수 있고, 이때 감가상각비 감소분이 고정자본용역비 증가분을 상쇄하고도 남는다면 해당 기술은 경제성이 있다고 판단할 수 있습니다.</p> <p style="text-align: center;"><재생플라스틱 교체 주기 평균 6년 가정 시></p> <p style="text-align: right;">(단위 : 원/개)</p> <table border="1" data-bbox="384 920 1410 1232"> <thead> <tr> <th data-bbox="384 920 898 976">손실적 요소(A)</th> <th data-bbox="898 920 1410 976">이익적 요소(B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="384 976 898 1160"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 증가하는 비용 - 감가상각비 : 500 - 고정자본용역비 : 200 계(A) : 700 </td> <td data-bbox="898 976 1410 1160"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 감소하는 비용 - 감가상각비 : 720 - 고정자본용역비 : 90 계(B) : 810 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="384 1160 1410 1232"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 추정수익액(B-A) : 110원/개 </td> </tr> </tbody> </table>	손실적 요소(A)	이익적 요소(B)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가하는 비용 - 감가상각비 : 500 - 고정자본용역비 : 200 계(A) : 700 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감소하는 비용 - 감가상각비 : 720 - 고정자본용역비 : 90 계(B) : 810 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 추정수익액(B-A) : 110원/개 	
손실적 요소(A)	이익적 요소(B)						
<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가하는 비용 - 감가상각비 : 500 - 고정자본용역비 : 200 계(A) : 700 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감소하는 비용 - 감가상각비 : 720 - 고정자본용역비 : 90 계(B) : 810 						
<ul style="list-style-type: none"> ○ 추정수익액(B-A) : 110원/개 							

Q1 원예·특작시설에 사용되고 있는 인삼 재배 시설 구조물 현황은?

- 2024년 2월 현재 원예·특작시설 내재해형 인삼 재배 시설은 목재 15종과 철재 5종 그리고 터널식 인삼 해가림 4종으로 총 24종의 인삼 재배 시설이 있습니다.
- 현재 목재 인삼 재배 시설에 사용되는 목재의 약 80%는 수입산(연간 16만톤, 약 700억 원 규모)이며, 국내산 낙엽송은 약 20% 정도 사용되고 있습니다.
- 목재는 수입 과정에서 병충해를 동반할 우려가 있고 인삼의 생산 주기를 고려할 때 6년 이상의 내구성을 지니고 있어야 하는데도 내구성이 약해 그 이전에 교체하는 경우가 자주 발생합니다.
- 최근 수입 감소와 국내산 낙엽송 공급 부족으로 목재 가격 상승세로 목재를 대체할 수 있는 구조재의 필요성이 증가하고 있습니다.

Q2 인삼 재배 시설 구조물에 재생 플라스틱을 활용하기 위한 연구 배경과 경과는?

- 자원재순환과 탄소중립을 위해 생활계 폐비닐, 영농 폐비닐, 폐PVC의 재활용률을 증가시켜야 합니다.
- 이를 위해 재생 플라스틱을 이용한 목재 인삼 재배 시설 15종을 대체하여 자원재순환과 탄소중립을 실현하고 인삼 재배 시설의 내구성을 높이고자 하였습니다.
- 이번 연구는 2021년부터 2023년까지 3년간 수행되었으며, 현장에 목재, 재생 플라스틱(폐비닐, 폐PVC) 3종류의 인삼 재배 시설을 설치하여 분기별로 굽힘강도, 압축강도 등을 시험하였습니다. 또한, 재생 플라스틱의 내구성과 내후성을 평가하기 위하여 실내 촉진 실험과 열노화 실험을 하였습니다.
- 연구 결과를 바탕으로 원예·특작시설 내재해형 목재 인삼 재배 시

설 15종을 대체할 재생 플라스틱 재료에 대하여 농림축산식품부에 정책을 제안하였으며, 정책이 반영되어 원예·특작시설 인삼 재배 시설 재료로 등록이 되었습니다.

Q3

재생 플라스틱을 인삼 재배 시설에 활용하기 위해 관련 부처와 협의 과정과 내용은?

- 2020년 9월 환경부 등 6개의 유관 단체와 업무협약을 체결하였습니다. 환경부와 한국환경산업기술원은 제도개선, 농촌진흥청은 재활용제품의 품질기준 마련 및 보급사업 지원, 충북인삼농협은 안정적 수요확보 및 홍보, 한국재생플라스틱제조협동조합은 재활용 제품 개발 및 제작 보급 등을 맡아 협업하기로 했습니다.
- 앞으로 재생 플라스틱이 원예·특작시설 내재해형 인삼 재배 시설 재료로 사용이 확대되도록 환경부와 폐비닐을 재활용한 재생 플라스틱 제품 생산 단가 지원에 관하여 논의 예정입니다.
- 대량생산-폐기로 이어지는 선형경제를 벗어나, 생산·유통·소비·재활용 전 과정에서 폐기물 감량과 고부가가치 재활용을 확대하여 순환경제 완성에 기여할 수 있을 것입니다.

Q4

인삼 재배 시설에 적용 가능한 재생 플라스틱 생산 현황은?

- 인삼 재배 시설에 사용할 수 있는 재생 플라스틱 제품은 굽힘강도 30MPa, 단면계수 9.15cm^3 이상을 충족하면 됩니다. 재생 플라스틱은 폐비닐, 영농 폐비닐 등을 수거하여 펠릿의 형태로 만들어져 완성된 제품으로 생산이 됩니다. 따라서 펠릿 형태로 저장이 되기 때문에 생산은 차질 없이 진행될 수 있습니다.
- 생산 가능 업체는 약 10여 개가 있으며 연간 생산가능량은 업체당 최소 50만 개씩 최대 100만 개로 평균 1,500만 개 정도를 생산할 수 있는 것으로 조사되었습니다.
- 재생 플라스틱 제품의 구매를 원할 때는 지역 인삼 농협에서 구매할 수 있습니다.

Q5 **재생 플라스틱으로 교체 시 농가 경영비 절감액은?**

- 재생 플라스틱의 교체 주기를 최소 6년을 기준으로 한다면 2.4미터 길이의 제품은 개당 약 110원이 절약될 수 있어 10아르당 190,000원 절감되며, 교체 주기가 6년보다 길다면 감가상각비가 낮아지므로 더 절약될 수 있습니다.
- 비용을 낮추기 위해 환경부와 재활용제품 업체 지원사업을 협의 중이며, 지원사업이 이뤄지면 비용이 더 줄어들 수 있을 것입니다.

Q6 **재생 플라스틱 구조물의 사용 기한은 어떻게 되는가?**

- 실제 재생 플라스틱으로 인삼 재배 시설을 설치한 지 약 4년 정도 된 농가의 경우 현재까지 파손 등 훼손이 없는 것으로 나타났습니다. 따라서 6년근 기준 최소 2회 사용이 가능한 10년 정도로 예상합니다.

Q7 **다른 나라에서도 재생 플라스틱을 시설 재배 구조물로 사용한 사례가 있는지?**

- 일본의 경우 유리강화섬유로 비닐온실 파이프를 대체하여 풍속 60m/s에 견딜 수 있는 비닐온실을 개발하였으나 재생 플라스틱으로는 시설 재배 구조물로 사용한 사례가 없는 것으로 알고 있습니다.

Q8 **농가 보급 확산을 위한 계획은?**

- 재생 플라스틱을 재료로 한 인삼 재배 시설 규격은 농촌진흥청 농업기술포털 ‘농사로(www.nongsaro.go.kr)→농업자재→내재해형 등록시설 설계’에 접속하면 누구나 검색할 수 있습니다.
- 재생 플라스틱을 구조재로 한 내재해형 인삼 재배 시설이 내재해 규격으로 등록되어 있어 농림축산식품부 및 지자체(도, 시, 군)에서 보조사업을 계획하고 있습니다.
- 다른 농업시설의 자재로도 활용할 수 있도록 후속 연구를 기획 중입니다.