

「미생물을 이용한 영농 폐비닐 분해 기술 개발」 농업R&D 연구과제에 대한 사전경제성 분석*

유홍규*, 김성섭*, 이동수**, 채용우*
*농촌진흥청, **전략컨설팅 헤안
e-mail : pridecyw@korea.kr

The Economic Feasibility Analysis on the Agricultural R&D Research Projects of the “Agricultural Wastes Vinyl Decomposition Technology Using Microorganisms”

Hong-Kyou You*, Seong-Sup, Kim*, Dong-Su Lee**, Yong-Woo Chae*
*Farm & Agribusiness Management Division, RDA
**Strategy Consulting HyeAn

요 약

최근 세계적으로 플라스틱의 생산량은 증가하고 있다. 하지만 플라스틱의 재활용되는 비율은 매우 적고, 많은 양이 매립되거나 환경에 방치되어 환경오염 문제를 야기하고 있다. 우리나라의 농촌에서도 농약병, 폐비닐 등 영농폐기물로 인해 농업의 생산성이 악화되는 등 문제가 발생하고 있다. 본 연구의 사전경제성분석 대상 과제는 이러한 폐플라스틱으로 인한 환경오염을 극복하기 위해 곤충효소를 활용한 분해기술을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 기술의 목표시장은 공공처리 폐비닐 시장이며, 해당 과제의 비용편익분석을 실시하여 경제적 타당성을 분석하고자 한다. 해당 과제의 총 비용은 현재가치로 약 5,707백만원이며, 목표시장은 9년동안 현재가치로 약 1,131억원으로 산출되었다. 비용편익분석 결과는 다음과 같다. 추정된 목표 시장규모에 사업기여율(58.5%), R&D사업화성공률(①48.0%, ②32.2%), 부가가치율(56.1%), R&D기여율(41.9%)을 적용하여 연구개발사업의 총 편익은 현재가치 기준 7,462백만원(25,006백만원)으로 산출되었다. 총 비용은 연구과제에 투입되는 총 비용의 현재가치로 약 5,707백만원으로 산출되었으며, 비용편익비율(B/C 비율)은 총 편익에 총 비용을 나눠준 1.31로 분석되었다. 이는 경제적 타당성 기준(B/C비율>=1)을 충족하고 있으며, 본 과제를 수행후 기술사업화에 성공한다면 국가부가가치 증대에 유효한 영향을 미칠 것으로 전망된다.

1. 서론

2015년 기준 전세계 플라스틱 생산량은 약 3억 8천만톤 규모이며, 지속적으로 증가하고 있다. 플라스틱은 일부만 재활용되며 나머지는 매립되거나 환경에 방치하는 등 환경오염에 주요 원인이며, 소각하는 과정에서 미세먼지, 유독물질을 발생시키고 있다. 이러한 문제들을 극복하고자 OECD국가들이 앞장서 자연친화적인 미생물 효소를 이용한 폐플라스틱 분해에 대한 연구들을 진행 중이다.

농촌에서도 폐플라스틱 관련 문제가 지속하여 발생하고 있다. 농촌에서는 폐비닐과 농약병 등 영농폐기물이 발생하고 있으며, 열악한 쓰레기 분리수거 시스템, 농촌의 고령화로 인해 폐플라스틱이 방치되거나 처리되지 못하고 있다. 이러한 폐플라스틱으로 인한 토양 오염은 작물의 생산성을 영향을 주고 있다. 본 연구의 사전경제성 분석 과제인 “미생물을 이용한 영농 폐

비닐 분해 기술”은 이러한 농촌의 폐비닐을 곤충효소를 이용하여 분해하는 기술을 개발하는 것을 목적으로 한다. 이 기술이 사업화 된 제품은 폐비닐 분해 미생물 제제이며 목표시장은 공공 폐비닐 처리시장이 될 것으로 판단된다.

2. 분석방법

2.1 비용편익분석

농업 R&D 사전경제성 심층분석은 국가 R&D 예비타당성조사(KISTEP)시 활용되고 있는 비용편익분석(비용편익비율분석)을 활용하였다. 비용편익분석이란 기술 개발로 사업화가 진행되었을 때 발생하는 총 편익(Benefit)과 개발에 소요된 총 비용(Cost)를 현재가치로 환산하여 비율로 나타낸 것이다. 수식으로 표현하면 다음과 같다.

* 본 연구는 농촌진흥청의 연구사업(PJ01503601)에 의해 이루어진 것임.

$$\frac{B}{C} = \left(\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} \right) / \left(\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \right)$$

B_t : t 시점의 편익, C_t : t 시점의 비용,
 r : 할인율, n : 분석기간

본 사전경제성분석에서는 편익은 생산자 측면에서 고려하고 시장 수요 접근법을 활용하여 추정한다. 비용은 연구과제에 투입되는 연구비 총액이 된다. 시장수요접근법에 의한 편익은 크게 ①미래시장규모, ②사업기여율, ③부가가치율, ④R&D기여율, ⑤R&D사업화성공률의 5가지 변수를 추정하여 산정한다.

2.2 분석대상 기술

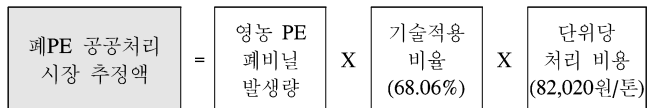
경제성 분석 대상 연구과제는 미생물(세균) 효소, 곤충 효소를 이용한 플라스틱 분해 원천기술을 확보하고, 이를 현장에 적용할 수 있는 기술을 개발하는 것이 목적이다. 해당 기술은 기존의 폐플라스틱을 처리하는 과정에서 발생하는 미세먼지, 유독가스 등을 해결하기 위해 고안되었다.

연구개발이 완료된 후 기술이 속하게 될 업종은 “농업 관련 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업(농림축수산물식품업종분류코드 0235)”에 해당하며, 표준산업분류코드는 39(환경 정화 및 복원업)이다. IPC분류는 B09B(고체 폐기물의 파괴 또는 유용하거나 무해한 물질로의 전환)이다. 해당 IPC코드의 Q2(중양값)의 기술수명주기(TCT)는 9년으로 나타났다.

3. 분석 결과

3.1. 시장규모 추정

해당 평가대상 기술의 시장규모를 추정하는 방법을 도식화하면 다음과 같다.



[그림 1] 폐PE 공공처리 시장규모 추정 방법

영농 PE 폐비닐 발생량은 2017년을 기준으로 지난 10년간 연평균성장률(CAGR, 0.02%)을 적용하여 기술의 수명주기 기간동안 추정하였다. 기술적용 비율은 다음의 표[1]과 같다. 환경부에서 발표한 영농폐비닐 수거·발생·처리 현황을 기준으로 수익성이 떨어지거나 불법 매각·소각으로 인해 환경오염이 발생하는 부분으로 한정하여 적용비율을 산출하였다

(68.06%).

[표 1] 영농폐비닐 처리 현황

영농폐기물 처리	비중
매물 및 불법소각	18.78%*
민간재활용	18.78%
국가수거 재활용	62.43%
재활용업체 유상판매	21.05%
폐비닐처리시설	57.89%*
재활용업체 위탁처리	21.05%*

*기술적용 분야

영농폐비닐 처리 비용은 모두 환경부 예산으로 처리하고 있다. 따라서 미래시장규모는 환경부 예산 규모 내에서 설정되어야 한다. 단위당 처리 비용은 2019년 기준 1톤당 수거 보상금 82,020원으로 산출되었으며, 2020년 이후에는 소비자물가 상승률(1.27%)를 적용하여 산정하였다. 상기 산출한 변수를 통해 목표 시장의 규모는 다음의 표[2]와 같다.

[표 2] 목표시장의 미래 시장규모 추정 (단위 : 백만원)

	2025	2026	2027	2028	
영농 PE 폐비닐 발생량	306,666	306,721	306,775	306,830	
기술적용비율	68.1%				
단위당 처리비용	88485	89611	90,752	91,907	
목표시장규모	18468	18707	18,948	19,193	
	2029	2030	2031	2032	2033
영농 PE 폐비닐 발생량	306885	306939	306,994	307,048	307103
기술적용비율	68.1%				
단위당 처리비용	93076	94261	95,460	96,675	97906
목표시장규모	19440	19691	19,945	20,203	20464

2.1.2 비용편익분석

사전경제성분석 대상 연구과제에 투입되는 연구비는 5년간 총 6,500백만원이며, 국가 연구개발과제 예비타당성 분석에 사용되는 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 현재가치는 5,707백만원이다.

[표 3] 연구개발 비용

(단위 : 백만원)

구분	계	2020	2021	2022	2023	2024
연도별 연구비	6,500	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
연구비 현재가	5,707	1,244	1,190	1,139	1,090	1,043

미래시장규모는 [표 2]에서 산출한 시장규모 추정치를 활용한다. 연구개발제안서에서 개발하고자 하는 기술은 연구개발

이 끝난 2025년부터 2033년까지 기술수명동안 영향력이 지속될 것으로 판단하였다. 미래에 발생하는 편익을 현재가치화하기 위해 연구 개발 비용에서 적용했던 사회적 할인율 4.5%를 [표 4]의 목표시장규모에 적용하여 다음의 표와 같이 산출되었다.

[표 4] 미래시장 규모(현재가치화)
(단위 : 억 원)

구 분	2025	2026	2027	2028	2029
시장규모현가	141.81	137.46	133.24	129.15	125.18
	2030	2031	2032	2033	
	121.34	117.61	114.00	110.50	

해당과제와 경쟁할 것으로 예상되는 1개의 과제를 활용해 기존 정부연구개발과제의 연구비를 추정하였다. 추정 과정에서 과제별 내용과 신규 과제의 목표 시장과의 관련성을 고려해 일부 과제는 연구비의 일정 비중만을 반영하였다. 추정 결과, 단일 연도 기준 연구비 기준으로 약 38백만 원, 총과제기간을 반영한 추정 연구비 기준으로는 약 113백만 원으로 산출되었다. 최종 도출된 유사과제 목록은 다음 [표 5]에 정리되어 있다.

조사된 기존 정부 연구비 규모에 분석 대상 과제의 연구비를 더해 총 정부 연구비를 구한 후 해당 분야에 대한 정부 대민간의 연구개발투자 비율을 적용하여 산식에 대입하면 사업 기여율은 0.585(58.5%)로 추산되었다.

[표 5] 유사과제 목록
(단위 : 백만원)

	과제명	정부연구비 추정치* ('17년)	과제 기간 (년)	정부연구비 총액 추정치* (총 과제기간 반영)
1	EPS-미생물 복합체를 이용한 미세플라스틱의 생분해 처리	37.5	3	112.5
계		37.5		112.5

재무정보의 확보가 어려운 농산업체나 농민인 경우의 부가가치율은 한국은행의 산업연관표를 이용하여 추정한다. 해당 기술의 사업화는 공공부문에서 진행될 것으로 예상되므로 '산업연관표 기본분류코드' 4911(폐기물 수집, 운반 및 처리(국공립))의 부가가치율인 56.07%로 도출되었다.

R&D 기여율의 경우 과학기술기본계획(2013.7)에서 권고하고 있는 수치가 있으나 농업 R&D 과제에 일률적으로 적용하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 본 분석서는 산업별 기업의 평균 기술자산비중을 R&D기여율의 대리변수로 설정하였다. 평균 기술자산비중은 기업의 자산에서 기술

자산의 비중을 계산한 것으로 농업기술실용화재단이 보유한 기업재무정보 DB에 축적되어 있다. 해당 기술이 속한 '농림축수산물업종분류코드' 0235(농업관련 폐기물 처리, 원료 재생 및 환경복원업)의 평균 기술자산비중은 41.9%를 R&D 기여율로 산정하였다.

R&D사업화성공률은 기술개발 결과가 시장에서 편익을 발생시키는 확률을 의미한다. 본 분석에서는 다음과 같은 방법을 고려하였다. 첫째, 농림축수산물분야 국가 연구개발사업의 예비타당성조사 시 적용한 바 있는 32.2%이다[10]. 해당 R&D 사업화성공률은 농촌진흥청에서 기술 이전계약 만료 건 중 제품·서비스화 되어 매출이 발생한 건의 비율이다. 둘째, 한국산업기술평가관리원에서 조사한 국가연구개발과제 중 응용·개발과제의 평균 사업화성공률인 48.0%이다. 내부 자료에 따르면 조사대상 사업의 2015년 기준 기초연구의 사업화성공률은 28%(42/151)수준이나 응용·개발과제의 사업화성공률은 48%(897/1,863)로 조사되었다.

비용편익분석을 실시한 결과는 다음의 표와 같다. 미생물을 이용한 영농 폐비닐 분해 기술 개발 과제는 현재가치로 총 비용 5,707백만 원, 총 기대편익 7,462백만 원으로 B/C비율이 1.31로 경제적 타당성 기준(B/C비율>=1)을 충족하는 것으로 분석된다. 본 과제가 기술개발 성공 후 기술사업화에 노력한다면 국가부가가치 증대에 영향을 미칠 것으로 전망된다.

[표 6] 비용편익비율 산출 결과

구 분	사업 기여율	부가가치율	R&D 기여율	R&D 사업화성공률
기술	58.5%	56.1%	41.9%	48.0% (32.2%)
BC-ratio	1.31(0.88)			
	총편익현가 = 7,462백만 원 (5,006백만 원)	총 비용 현가 = 5,707백만 원		

4. 결론

최근 농촌에서는 폐비닐과 폐플라스틱 등 영농폐기물로 인한 환경오염 문제가 발생하고 있다. 환경오염의 악물의 생산성과 직결되어 반드시 해결되어야 할 농촌 문제이다. 해당 연구과제는 이러한 영농폐기물 중 폐비닐을 분해하는 곤충효소를 개발하고자 고안되었다.

연구과제로 인해 개발될 기술은 곤충효소를 활용 폐비닐 분해기술이다. 해당 기술의 목표 시장은 공공 폐비닐 처리 시장으로 설정하였다. 비용편익분석을 위한 비용은 해당 과제 기간에 투입되는 총 비용으로 설정하였다. 총 비용은 5년간 총 6,500백만원이며, 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 현재가치

로 5,707백만원이다. 목표시장 규모는 연구과제가 끝나는 2025년부터 2033년까지 기술수명기간인 9년동안 목표시장에 영향력이 지속될 것으로 가정하였다. 목표시장 규모는 9년동안 약 1,751억원 규모로 추정되었으며 이를 현재가치로 환산한 결과 1,131억원으로 산출되었다. 조사된 미래시장규모, 사업기여율(58.5%), R&D사업화성공률(①48.0%, ②32.2%), 부가가치율(56.1%), R&D기여율(41.9%)을 적용하여 연구개발사업의 기대편익을 도출하고 총 연구비로 나눠 비용편익비율을 산출하였다.

해당기술은 총 비용의 현재가치가 5,707백만 원, 총 기대편익의 현재가치가 7,462백만 원으로 B/C비율이 1.31로 분석되어, 경제적 타당성 기준(B/C비율>=1)을 충족하고 있다. 본 과제를 수행 후 기술사업화에 성공한다면 국가부가가치 증대에 영향을 미칠 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] 농민신문, “일손도 부족한데...영농폐비닐 묻거나 태워 처리”, 2019.6.17.
- [2] 농민신문, “수거사업 참여 유도·보상금 현실화 시급”, 2019.7.1.
- [3] 서울신문, “[농촌의 숨은 자원 영농폐기물] 폐비닐 연 30만t 발생...수거율은 58% 그쳐”. 2016.12.07.
- [4] 연구개발특구진흥재단, 농업용필름시장, 2018.3.
- [5] 연합뉴스, “환경부 '기업 재활용 분담금' 증액 추진 놓고 논란 접화”, 2018.4.3.
- [6] 자원순환정보시스템, 재활용가능자원가격조사
- [7] 환경부, 2019 환경부 국고보조사업확정내시환경부
- [8] 환경부, 농촌폐비닐처리사업 추진 부적정 감사원 통보
- [9] 환경부, “영농폐기물 집중 수거에 나선다”, 2017.11.29.
- [10] 한국과학기술기획평가원, “2016년도 예비타당성조사 보고서 : 국가 동물 농생명공학 이노베이션사업”, 2017.
- [11] 한국환경공단(<https://www.keco.or.kr>)
- [12] 한국환경공단, 영농폐기물조사
- [13] 한국환경공단, 영농폐기물 수거처리체계의 합리적 제도 개선방안 연구, 2013.10.