



플라스틱 재활용 산업을 새로이 주도할  
Reborn with Plastase ;

# REPLA

플라스틱은 모두 없애는 것이 아니라,  
'잘' 남겨야 합니다.

[www.repla.co.kr](http://www.repla.co.kr)

official@repla.co.kr

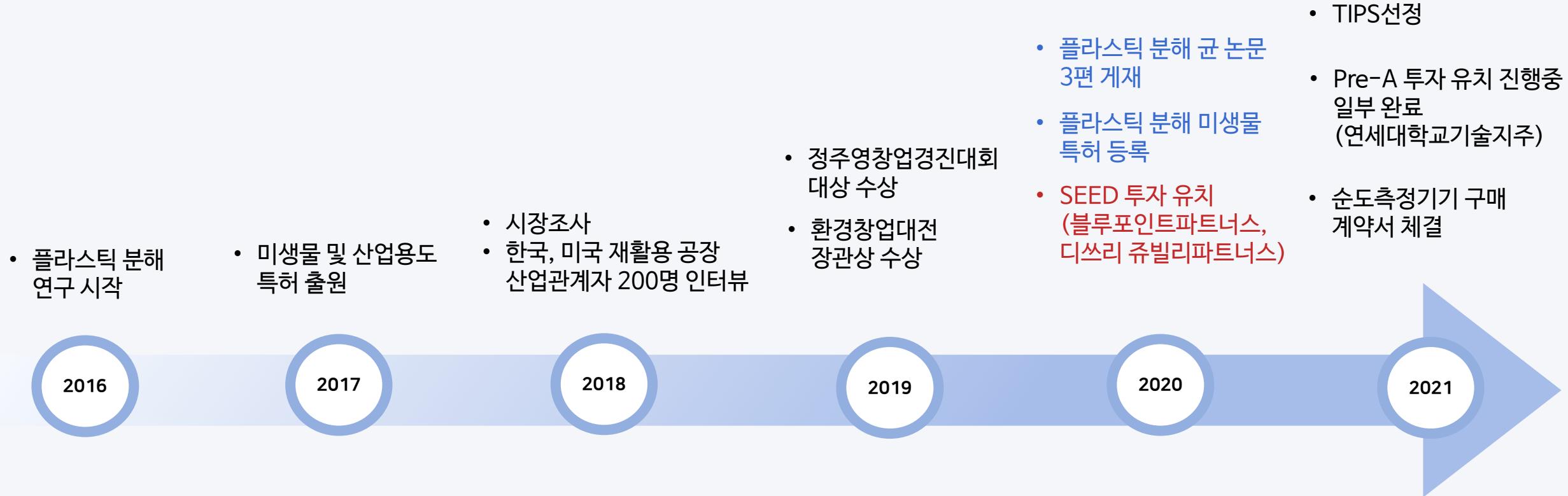
# Disclaimer

---

본 자료는 투자자에게 회사의 영업전망, 경영목표, 사업전략 등 정보제공을 목적으로 주식회사 리플라(이하 “회사”)에 의해 작성되었으며 이의 반출, 복사 또는 타인에 대한 재배포는 금지됨을 알려드리는 바입니다. 본 자료에 포함된 “예측정보”는 개별 확인 절차를 거치지 않은 정보들입니다. 이는 과거가 아닌 미래의 사건과 관계된 사항으로 회사의 향후 예상되는 경영 현황 및 재무실적을 의미하고, 표현상으로는 ‘예상’, ‘전망’, ‘계획’, ‘기대’ 등과 같은 단어를 포함합니다.

위 “예측정보”는 향후 경영환경의 변화 등에 따라 영향을 받으며, 본질적으로 불확실성을 내포하고 있는 바, 이러한 불확실성으로 인하여 실제 미래 실적은 “예측정보”에 기재되거나 암시된 내용과 중대한 차이가 발생할 수 있습니다. 또한, 향후 전망은 현재 시장 상황과 회사의 경영 방향 등을 고려한 것으로 향후 시장 환경의 변화와 전략 수정 등에 따라 변경될 수 있으며, 별도의 고지 없이 변경될 수 있음을 양지하시기 바랍니다.

본 자료의 활용으로 인해 발생하는 손실에 대하여 회사 및 회사의 임원들은 그 어떠한 책임도 부담하지 않음을 알려드립니다(과실 및 기타의 경우 포함). 본 문서는 주식의 매매 및 투자를 위한 권유를 구성하지 아니하며 자료의 그 어느 부분도 관련 계약 및 약정 또는 투자 결정을 위한 기초 또는 근거가 될 수 없음을 알려드립니다.



인프라 구축 / 기술개발

투자유치 / 기술개발 / 상용화

# REPLA Leadership Team

초기 연구 직접 진행, 연구 설계, 현 경영 전략 팀



**대표이사 서동은**

고객 영업, 판매 전략 수립, 연구설계, 특허  
UNIST 생명공학(Biomedical Engineering) 전공,  
벤처경영 부전공 - 학부 휴학 중

- 2016. 4. ~ 플라스틱 분해 연구 시작
- 2016. 7. 플라스틱 분해 균 발견
- 2017. 1. 국제특허기탁 (박테리아 1종)
- 2017. 2. 국내특허 출원 (현재 등록됨)
- 2017. 2. 미국생명공학학회 SLAS 초청
- 2019. Forbes Asia 30 Under 30 선정
- 2021. 카카오재단 -카카오임팩트 펠로우십 선정



**사내이사 / COO  
박나라**

재무 관리, 대외 전략  
경희대학교 식물환경신소재공학  
과 학부 재학 중

- ✓ 농림축산식품부 농식품인재 (2018)
- ✓ 농림축산식품부 청년창업농육성인재 (2020)



**사내이사 / CSO  
이현민**

정부 과제 관리  
DGIST 기초학부 생명 전공 학부휴학

- ✓ 2015 청국장 발효를 통한 온도와 용기에 따른 발효의 조건 탐구



**사내이사 / CTO  
김홍래**

경쟁사 연구 관리  
DGIST 기초학부 생명 전공  
학부휴학 (졸업예정자)

- ✓ 플라스틱 분해 관련 논문 제1저자 (2018~2020)
- ✓ 2015 전국과학전람회 특상
- ✓ 2014~2016: 4건의 연구



**사내이사 / CGO  
유희철**

화학 설계  
DGIST 기초학부 생명 전공 학부졸업

- ✓ 2015 화학탐구프린티어 한국석유화학협회장상
- ✓ 옥살산칼슘의 해충방제 가능성 연구
- ✓ 2015 천남성과 식물을 포함하는 해충 방제용 조성물 특허출원
- ✓ 2016 보리를 이용한 고농축 폴리페놀 오일을 제조하는 방법 및 이를 통하여 제조된 고농축 폴리페놀 오일 외 1개 특허출원



# 플라스틱 재활용 chain



기존 사용 기술

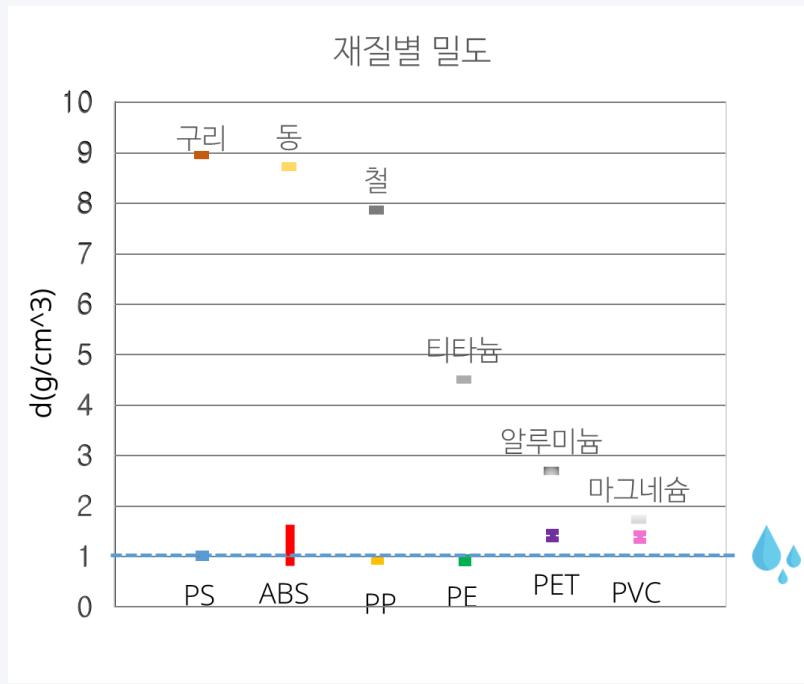
# Recycling problem

## 1 문제 : 생활계 복합 재질 제품



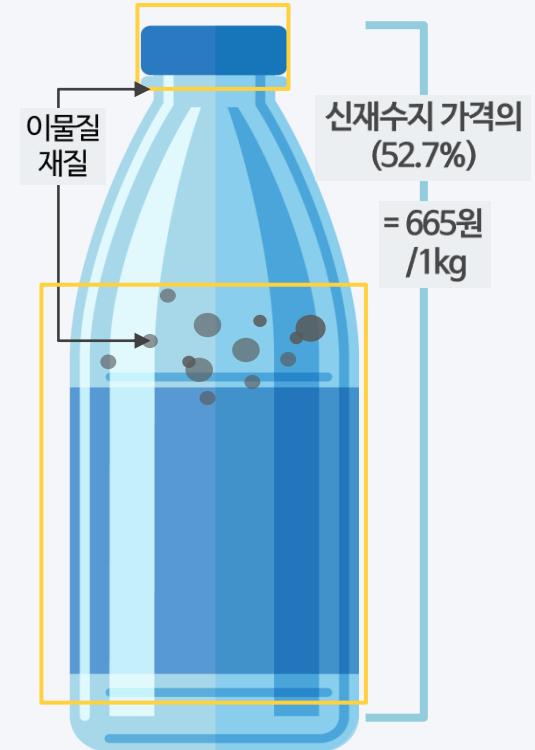
- 원천적으로 복합재질 분리 불가능
- 물질적 재활용 비율 약 13%
- 대부분 매립, 소각

## 2 문제 원인 : 유사한 밀도



재질	PS	ABS	PP	PE	PET	PVC
밀도 (g/ml)	1.01	1.07	0.91	0.92	1.41	1.38

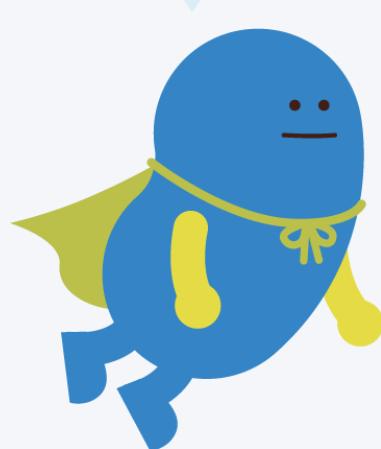
## 3 문제 영향 : 낮은 순도



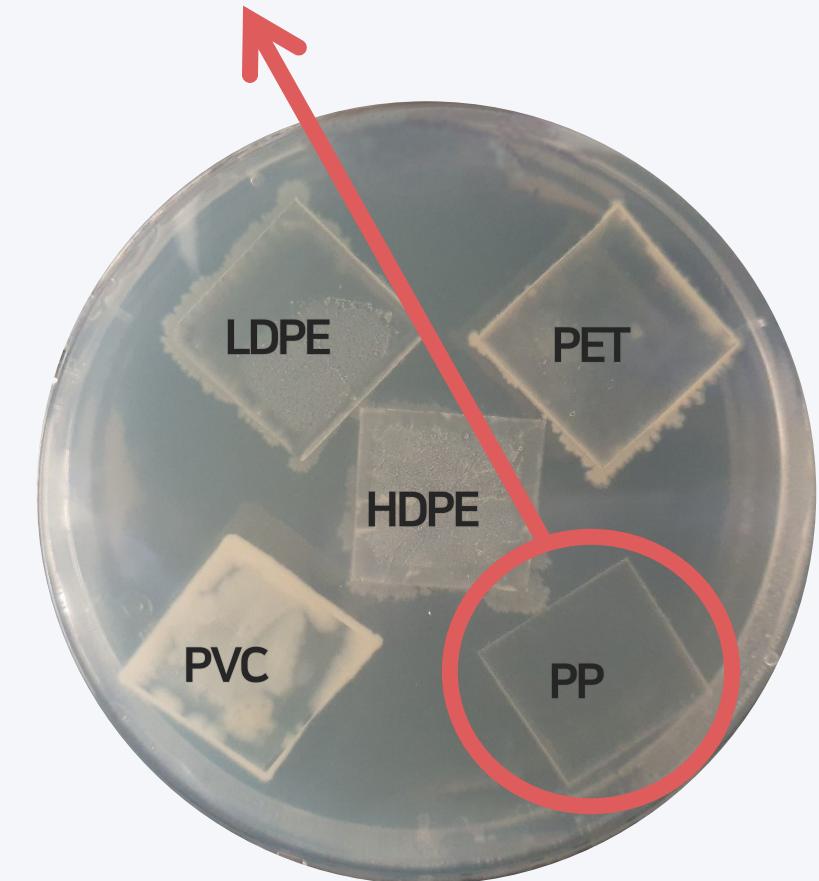
- 2% 정도의 타 재질 혼입
- 중국에서 99.5% 이상의 순도 취급  
→ 새로운 기술 필요

# 바이오텁크 원리

나머지는 모두 먹지만,  
1가지 플라스틱 재질은  
먹지 않음.



미생물이 플라스틱 1가지 재질만 먹지 않음.  
나머지 플라스틱 재질은 분해함.



1<sup>st</sup> : 살균

2<sup>nd</sup> : 분해

3<sup>rd</sup> : 세척 & 건조

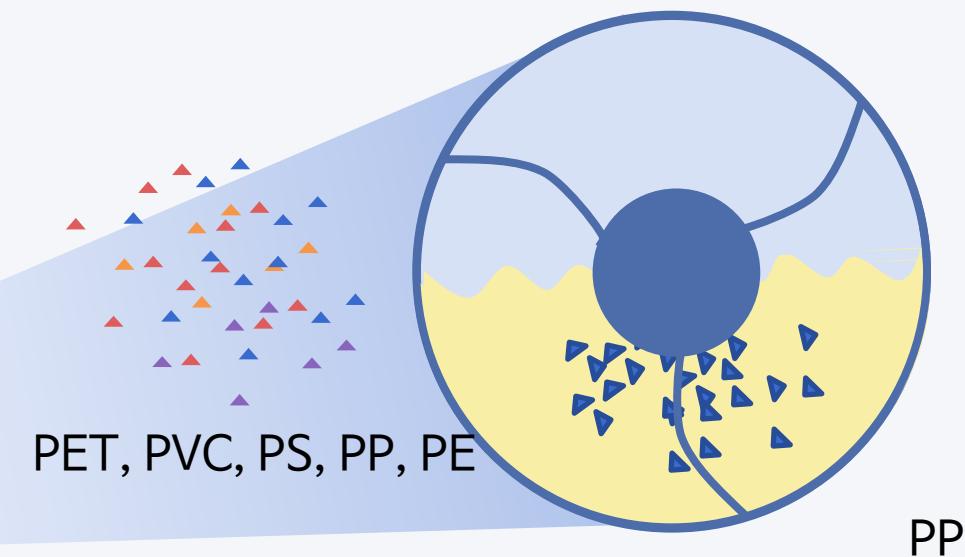


스테인리스 커버

: 배양액 또는 에탄올을 담고 있으며 두번 째 통은 일정한 내부 환경 유지

스크류(회전 장치)

: 플라스틱 연속 투입 및 이동



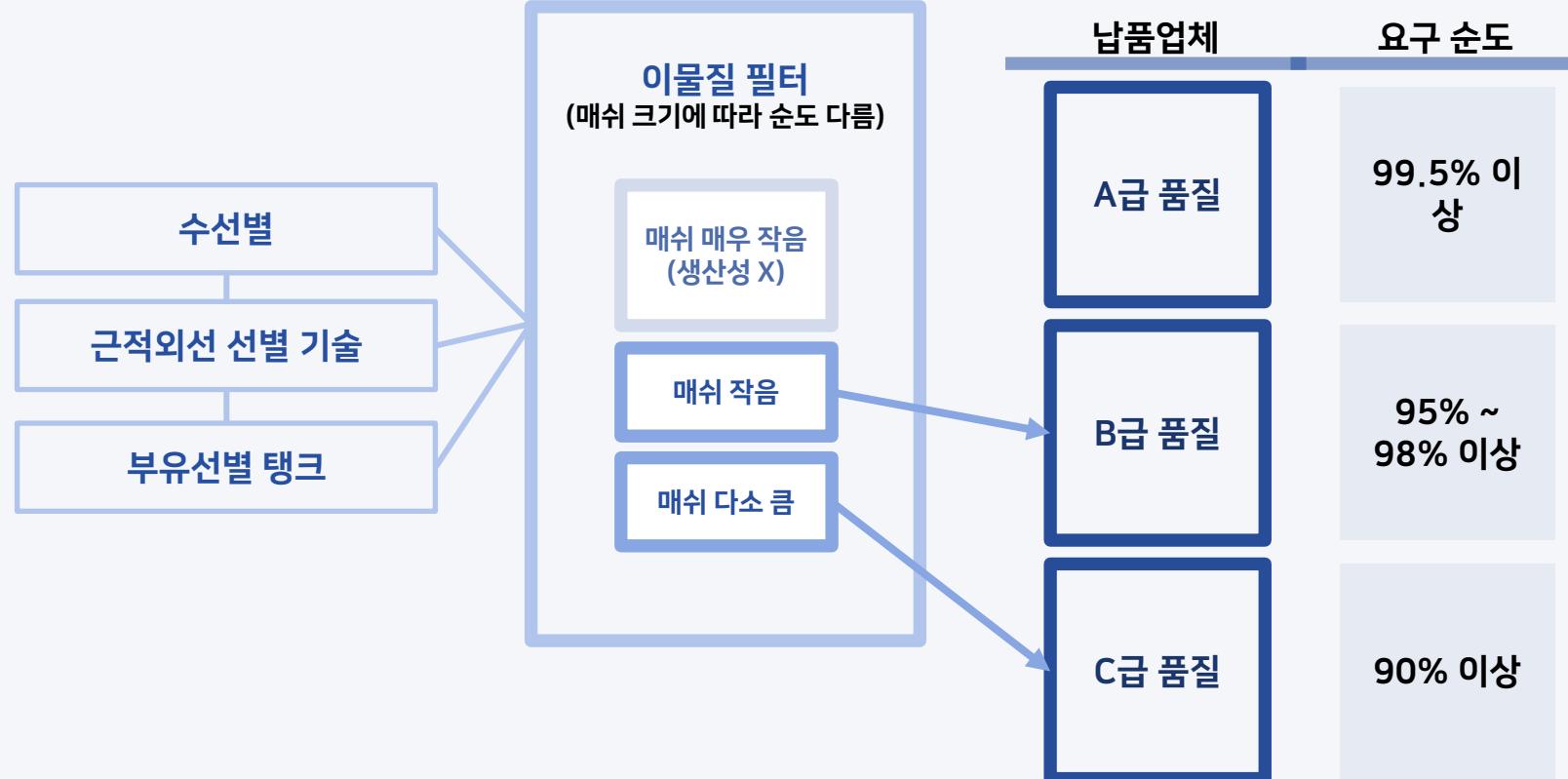
# 바이오팽크 도입 형태 기존 공정을 모두 유지하고, 마지막에만 추가 도입



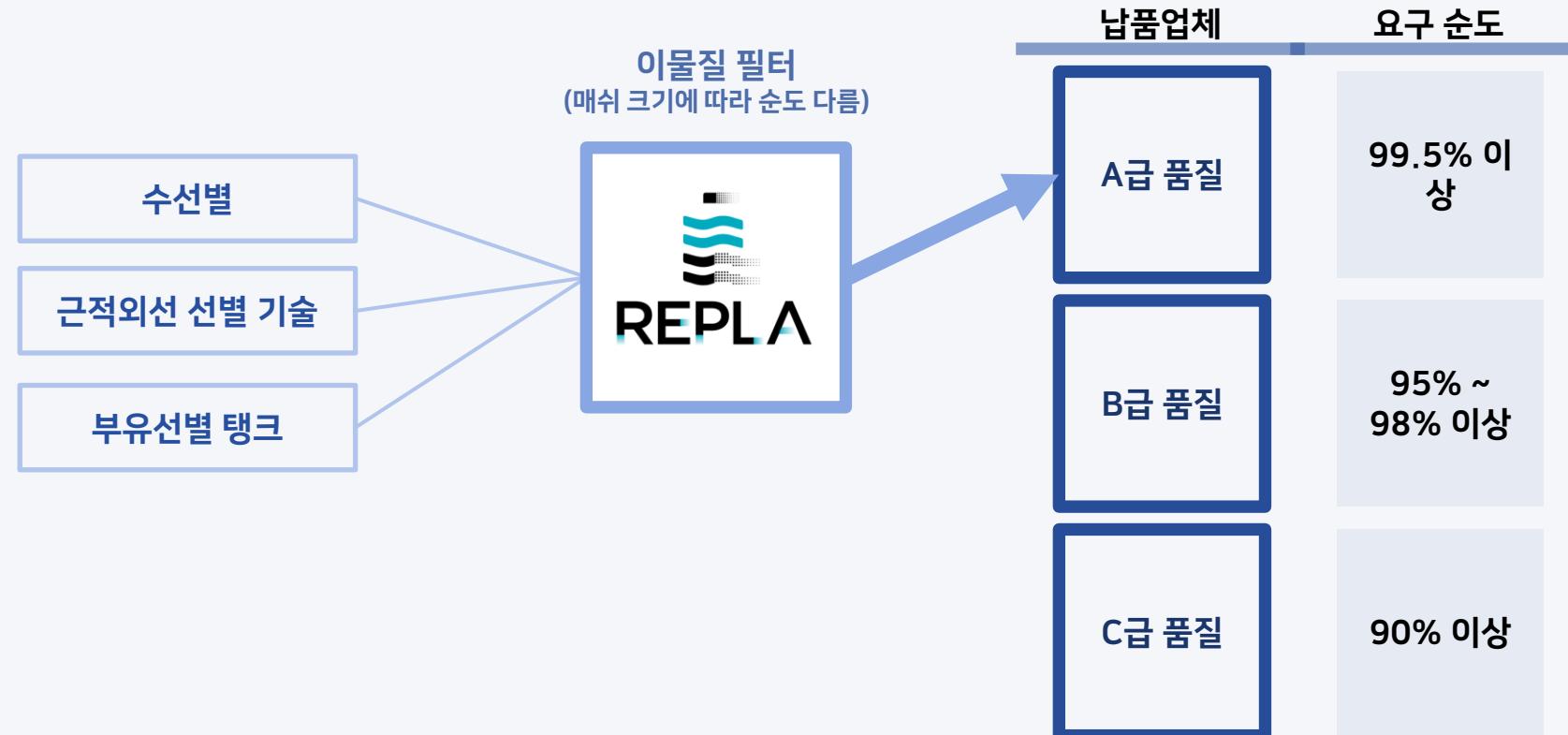
혼합 폐플라스틱을 투입하여, 단일재질 플라스틱만을 남게 하는 bio-tank 를 플라스틱 재활용 공장에 납품

Copyright (C) 2021. REPLA. All Rights Reserved.

# 기존 기술 및 제품



# REPLA의 혁신



## 재활용 펠렛/스크랩의 순도에 따른 매출의 차이

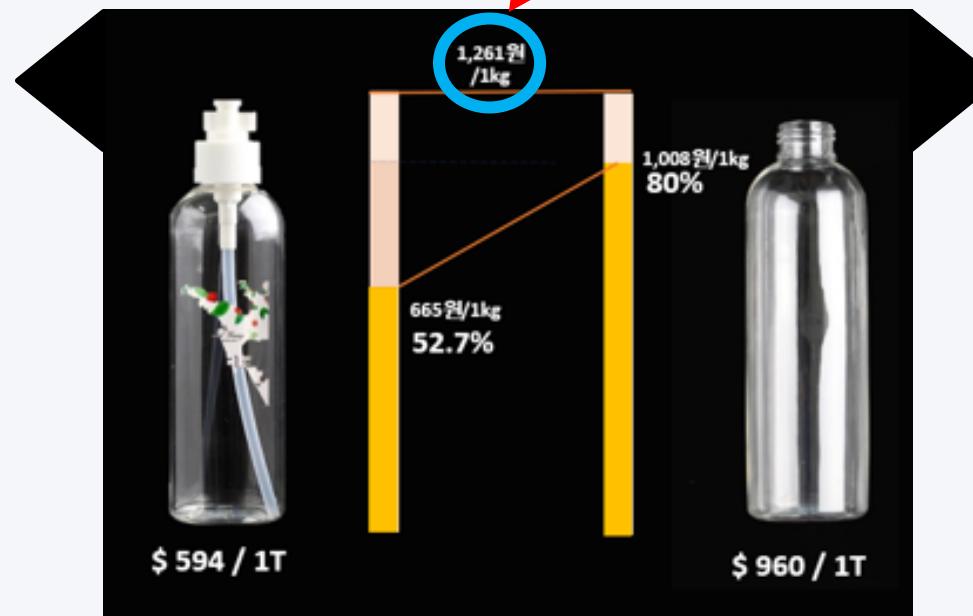
순도 98%: 665원/kg

$$665\text{원} \times 30\text{T}/1\text{일} \\ = 19,950,000\text{원}$$



연매출 : 72.8억 원

$$19,950,000\text{원} \times 365\text{일} \\ = 7,281,750,000\text{원}$$



연매출 : 110.4억 원

$$30,240,000\text{원} \times 365\text{일} \\ = 11,037,600,000\text{원}$$

1.5배의 매출 차이 = 37.5억 원 / 연 (연 10,950톤 처리 기준)

※ 가정 : 연 처리량 10,950톤 (= 일 처리량 30톤),  
2018년 PP 펠렛 가격 기준

## 고순도, 고품질의 재활용 플라스틱 납품 시 고객(플라스틱 재활용 공장)의 이익

1.5배의 매출차이 = 37.5억 원/연 (연 10,950톤 처리 기준)



매립, 소각비용 절감 = 8.5억 원/연 (연 10,950톤 처리 기준)



도입 후 얻는 부가 이익 = 46억 원 /연 (연 10,950톤 처리 기준)

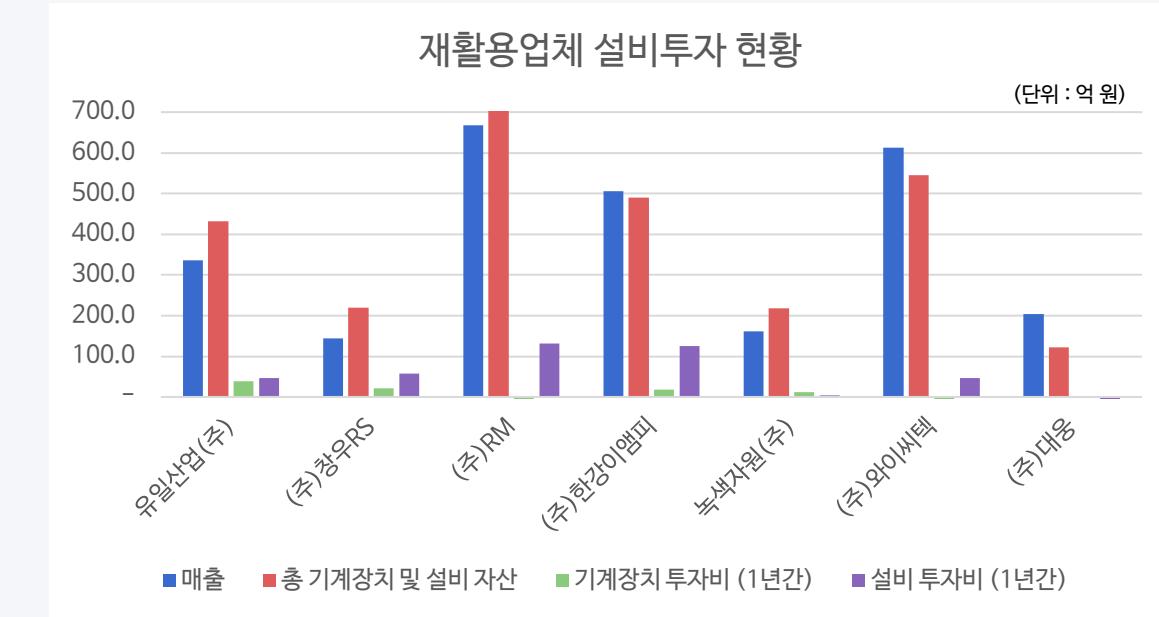


→ 단순히 품질이 좋아졌다고 해서 가격이 그대로 반영되어 높은 가격을 받을 수 있는 것은 아님.

→ 따라서 고객 공장은 펠렛 판매처를 고급 품질 제품 생산업체로 바꾸는 등의 노력이 필요함.

사업영역이 넓은 재활용 대기업(업계 선두)을 제외시키고,  
대신 사업 영역이 분명한 재활용 중견기업 대상으로 조사(2019년 기준, 재무제표, 손익계산서 기반)

- 큰 기업이 아니더라도, 새로운 기술 및 기계 발명 이슈가 없어도 연간 매출의 최대 55%를 기계장치, 설비에 투자
- 연 매출 100억 원 이상 발생하고, 그 중 2곳을 제외한 기업들이 현재 기계장치 및 설비에 25억 원 이상 투자  
→ REPLA 의 바이오팽크를 구입할 수 있는 능력을 지니고 있음.
- REPLA 의 기계 도입 시 순도향상을 통해 부가적인 이익 + 정부 지원금 획득 가능



회사	매출 (억 원)	총 기계장치 및 설비 자산 (억 원)	기계장치 투자비 (1년간) (억 원)	설비 투자비 (1년간) (억 원)	매출액 중 설비, 기계장치 투자 비율(1년간, %)
유일산업(주)	335.2	432.1	39.0	46.6	25.54
(주)창우RS	143.5	219.7	21.8	58.1	55.69
(주)RM	667.9	747.6	14.7	130.9	17.40
(주)한강이엠피	505.3	490.2	18.6	124.7	28.35
녹색자원(주)	161.6	217.3	11.5	4.8	10.09
(주)와이씨텍	612.1	545.2	9.9	47.2	6.09
(주)대웅	204.0	121.6	0.1	7.2	3.47

## 구매의향서

구입희망제품	PET재생원료 품질 순도 향상을 위한 불순물 분해 호기성 소화조		
회사명	(주)RM	부서명 / 직책	개발사업본부 / 전무 이사
E-MAIL	ox2050@empal.com	전화번호	010-3816-9795, 031-372-5144
주소(회사)	경기도 화성시 양감면 사격장길 88-51 (사창리)	회원단가	1,000,000,000 원 (일십억 원)
제품 상세 요구 :			
1. RM 화성공장 (사업 내용 : FLAKE 재생원료 생산사업, 유기성폐기물류 정화사업, 신재생에너지사업) 분쇄된 PET Flake에 혼입되어 있는 불순물을 생물학적으로 분해하여 PET의 제품 순도를 높여 줄 수 있는 호기성 소화조 모듈 제품 2. PET Flake 세척시스템과 연계하여 공간 활용과 세척 효율을 극대화 할 수 있도록 배치 3. 호기성 소화조 유지를 위한 운영비용 최소화 된 제품 4. 생물학적 반응에 따른 악취를 최소화 하거나 방지할 수 있는 제품			

본인은 위와 같이 귀사의 제품을 구입할 의향이 있으니, 문의사항에 답변 부탁드리며, 세미나 및 시연회 개최시 초청장과 제품에 관한 안내자료가 준비되면 발송하여 주시기 바랍니다.

2019년 8월 2일

신청인 : 송 한 철 (인)

Biotank  
구매의향서  
(주) RM

순도측정기기  
예약구매계약서  
(제품 출시 후 구매)  
(주)RM

제품 출시 후 구매 - 예약구매계약서			
회사명	(주)알엠 (사업자등록번호 : 125-81-65499 )		
주 소	경기도 오산시 동부대로 291-12		
담당자명	송 한 철	담당부서/직책	개발사업부 / 본부장
연락처	010-3816-9795	팩스	031-372-5144
E-mail	ox2050@empal.com		
1. 구매/대여 사항 및 유지관리			
(주)알엠(이하 "갑"이라 함)과 (주)리플라(이하 "을"이라 함)는 (주)리플라에서 생산, 관리, 판매하는 순도 인증 기기 및 텔 펌프(등(이하 "장비"라 함))에 대해 사업적 관심을 갖고 아래와 같이 제품을 출시되었을 때에 구매하는 것에 대한 계약서를 제결한다.			
제1조 : 사업개요			
갑은 을의 장비를 구매(활용)하여 갑의 기존사업에 대해 차별화된 궁정으로 사업의 시너지 창출 및 생산된 플라스틱 제품 내의 순도를 측정하는 것에 활용하려 한다. 갑이 을의 장비에 대한 첫 번째 예약 구매자인 만큼, 을은 갑에게 장비에 대하여 제로비와 유사한 가격으로 보급하고자 한다.			
제2조 : 구매 조건 및 유지사항			
① 을의 장비가 품질, 성능, 인천에 문제가 3년 간 작동에 이상이 일어나야 한다. 부가적으로 을이 예상하지 못한 문제에는 책임이 없다. 다만, 문제의 해결을 위해 최선을 다 한다. ② 갑의 입장에서 장비를 사용함에 있어서 아래 기준에 따른다. (i) 상호 협의 하에 객관적인 기준에 의하여 검증 리스트를 제작하여 을의 담당자가 확인하도록 한다. (ii) 검증 목록은 을이 객관적인 자문을 받아 최종 결정한다. (iii) 점검 주기는 분기 당 1회이다. 해당 점검 내용은 을의 담당자가 갑에게 제출한다. 단, 갑의 요청에 따라, 장비가 정상 작동하여 점검할 필요성이 없다고 갑이 판단한 경우 생략 가능하다. (iv) 장비의 소모품 공급 및 관리 또한 을에서 인력을 파견하여 지속적으로 유지 및 보수를 진행 할 수 있도록 한다. 단, 장비가 일반 고장이 아닌 갑의 사업장 내에서 파손되어 금일백만원 이상, 금일천만원 이하의 소모품이 소요될 경우, 교체비용의 각 50%를 갑과 을이 부담한다. (v) A/S 기간은 2년 이내로 정한다.			
제3조 : 물품규격			
① 을이 갑에게 납품하는 물품은 2-구매/대여 품목의 표의 규격을 준수하여야 한다.			
제4조 : 대금지급 등			
① 을은 갑의 물품검사 완료 후 물품대금을 청구할 수 있고, 같은 청구 받은 날로부터 15 영업일 이내에 을의 정당 청구서에 의거 계좌입금을 지급한다.			
제5조 : 대여 및 반환			

## • (주)RM: 연매출 655억 원 규모, 사원수 100명

### - 바이오팽크 구매의향서 작성/순도측정기기 예약구매계약 체결

추후 순도향상 biotank 뿐 아니라 100% 분해하는 biotank에도 큰 구매의사가 있음. (현재 재활용 공장과 소각시설 모두 운영중으로, 친환경 분해 제거에 관심이 큼.)

## • (주)CNTech KOREA: 연매출 264억 원 규모, 사원수 67명

### - 순도측정기기 공동 개발 제안

리플라의 순도측정기기에 관심이 있으며, 순도측정기기를 공동으로 개발하자는 의견을 먼저 제안함.

## •(주)SMTech: 연매출 150억 원 규모, 사원수 40명

### - 순도측정기기 구매의향 있음

## •(주)광진수지: 연매출 80억 원 규모, 사원수 23명

### - 바이오팽크 구매의향 있음

# 시범 도입 계획



2021

## 순도측정기기

- 시범 도입 장소: RM
- 시범 도입 기간: 6개월
- 시범 도입 시점: 4분기



2022

## 순도측정기기

- 시범 도입 장소: CNTech korea, 광진수지
- 시범 도입 기간: 6개월
- 시범 도입 시점: 2분기



2024

## 바이오팩크

- 시범 도입 장소: RM 혹은 다른 협력사 (2023년에 확정 예정)
- 기간: 6개월
- 시범 도입 시점: 1분기



### 시범 도입 제품의 기능

- 플레이크 순도 측정  
(10kg/overnight)
- 순도 데이터 모바일에서 확인

### 시범도입으로 얻고 싶은 데이터

- 제품화 형태 결정

### 시범 도입 제품의 기능

- LOT별 순도 인증  
(이물질↑ => 플레이크 포장 중지)

### 시범도입으로 얻고 싶은 데이터

- 양산화 프로토콜 제작  
(2023년 순도측정기기 100대 판매)

### 시범 도입 제품의 기능

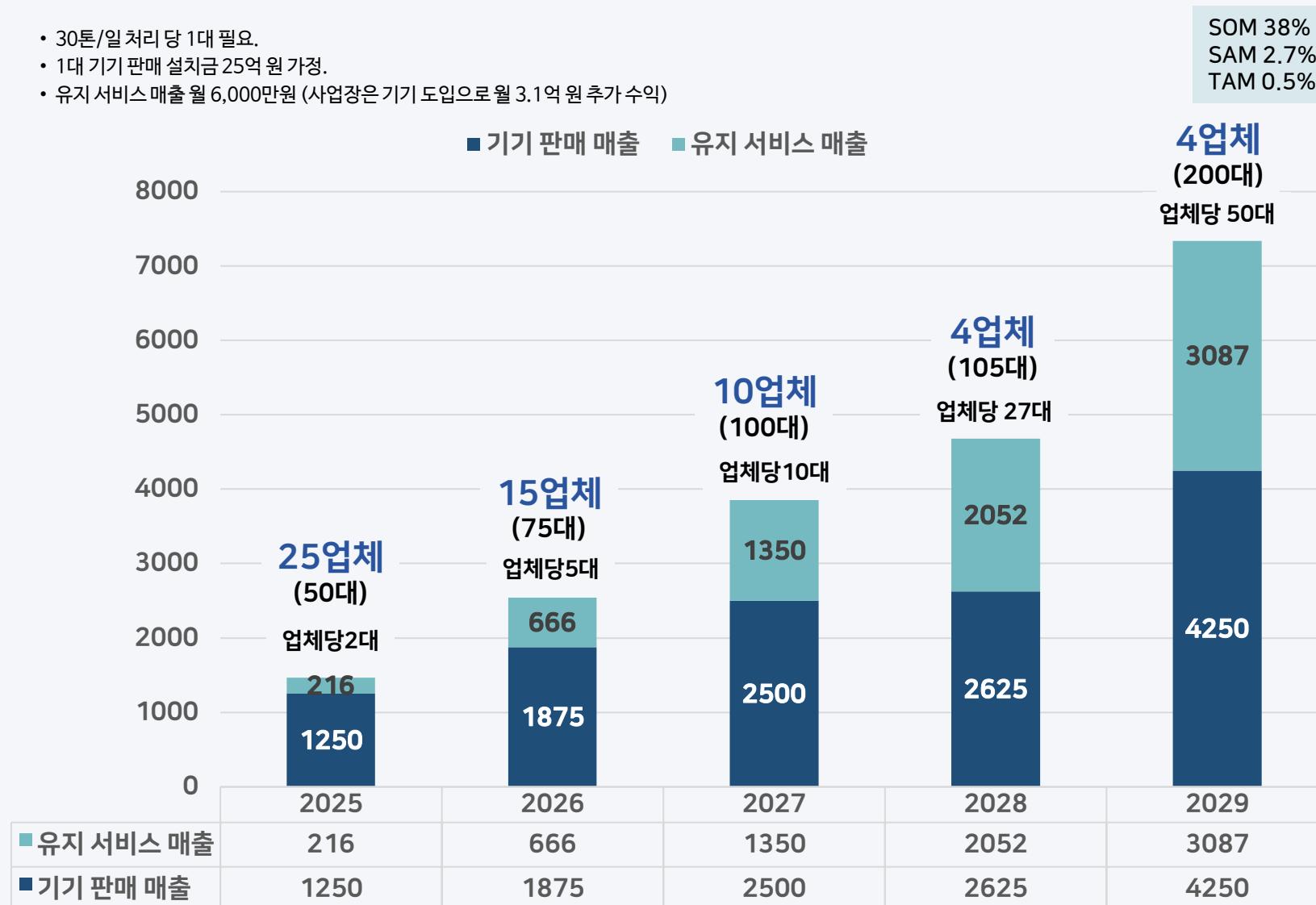
- 10T 플라스틱 처리 가능
- 전처리, 후처리 과정 도입 후 실시간  
플레이크 추출까지 확인

### 시범도입으로 얻고 싶은 데이터

- Pilot test
- PP 경제성 향상 데이터 확보

# 5년 간 바이오 탱크 판매 매출 규모 (억 원)

- 30톤/일 처리 당 1대 필요.
- 1대 기기 판매 설치금 25억 원 가정.
- 유지 서비스매출 월 6,000만원 (사업장은 기기 도입으로 월 3.1억 원 추가 수익)



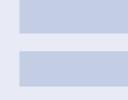
- 1차 영업 대상: 국내 총 225대 판매 목표 / 2차 영업 대상 (2028~): 1업체 당 30~300대 이상 설치 가능
- 1차: 일 150톤 ~ 1,000톤 규모 201개 업체 중 30업체 이상 보급 설치
- 2차: 일 1,000톤 ~ 10,000톤 규모 40개 업체 중 10개 업체 이상 보급 설치

**2025년**

기계 판매 수익  
: 25억 원 X 25업체 X  
업체 당 2대 도입  
= 1250억 원



유지 보수 수익  
(2025년 판매분)  
기계 1대당 1달 유지보  
수비용 : 0.6억 원  
= 216억 원

**1,466억 원****2026년**

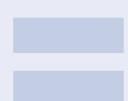
기계 판매 수익  
: 25억 원 X 25업체 X  
업체 당 3대 도입  
= 1875억 원



유지 보수 수익  
(2026년 판매분)  
기계 1대당 1달 유지보  
수비용 : 0.6억 원  
= 306억 원



유지 보수 수익  
(2025년 판매분)  
: 50대 X 0.6억 원 X  
12달  
= 360억 원

**2,541억 원****2027년**

기계 판매 수익  
: 25억 원 X 50업체 X  
업체 당 2대 도입  
= 2,500억 원

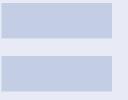


유지 보수 수익  
(2027년 판매분)  
기계 1대당 1달 유지보  
수비용 : 0.6억 원  
= 450억 원



유지 보수 수익  
(2026년 판매분)  
: 75대 X 0.6억 원 X 12  
달  
= 540억 원

유지 보수 수익  
(2025년 판매분)  
: 50대 X 0.6억 원 X  
12달  
= 360억 원

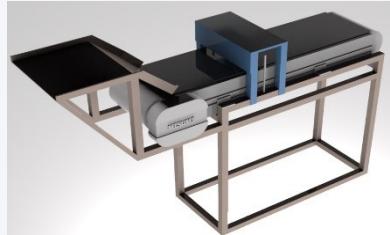
**3,850억 원**

매출 발생 시기

2021년

2023년(예상)

2025년

**순도 측정 기기**

+ 재생수지 온라인 거래 플랫폼

**농촌 폐비닐**산간오지 연간 수거비용  
6000억 원대비 경제성 있는 분해조 공급**바이오팅크**일 30톤 이상 스크랩 생산 공장에  
기존 공정 유지하며 마지막 단계에 추가 도입**Model 3****순도 측정 기기 판매****온라인 거래 서비스**

순도 인증 기기 보유 고객에게 프리미엄 서비스

**Model 2****폐비닐 분해조 공급**

환경공단 - 농촌 공동 집하장 대상 판매

**플라스틱 분해 최적화 배지 공급**

지속적 공급에 따른 지속적 수익 확보

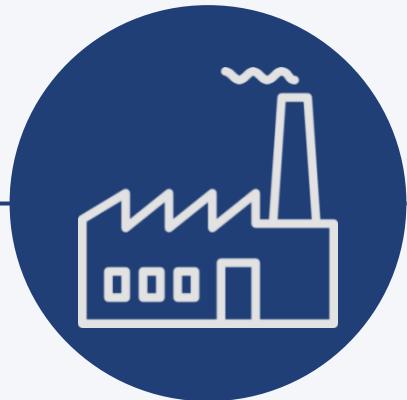
**Model 1****설비 설치**페플라스틱 순도 향상 균 소화조 설치  
(일 30톤 처리 기기 1대 당 25억 원)**지속적 설비 관리 (소모품 공급 및 인력 파견)**

배양조의 균과 배양액 공급 (기기 당 연 7.2억 원)

# 재활용 공장 간 거래 방식



재생수지 플레이크의  
순도, 이물질에 대한  
사전 검증 과정 X



재활용 공장(생산공장)에서 직접 품질 판단  
- 생산라인 1개를 품질 판단에 사용  
약 일주일 소요



거래처를 바꾸지 않는  
**폐쇄적인 거래 방식**  
유지



품질 판단을 위해 시간적, 경제적 손실 발생  
플레이크의 품질을 매번 판단하기 어려움

# 순도측정기기 & 플랫폼 - 사업 원리

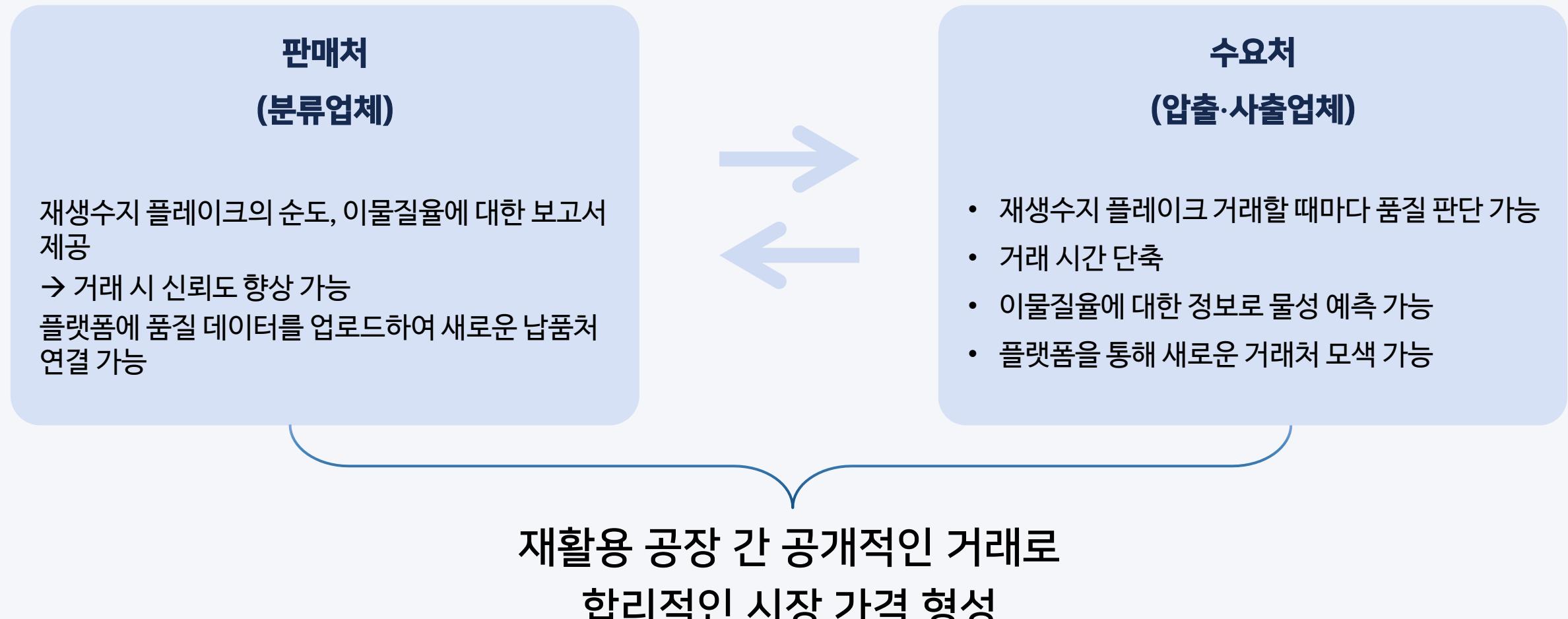


빠른 재고 (품질, 양) 확인  
판매처와 수요처 간 탐색 범위 확대

재활용 공장 측 리스트	대기업(수요자) 리스트
중품질 용도 97%, 20만톤 생산	중품질 용도 97%, 10만톤 필요
고품질 용도 99%, 5만톤 생산	고품질 용도 99%, 5만톤 필요
저품질 용도 93%, 10만톤 생산	저품질 용도 95%, 3만톤 필요

무료 운영 플랫폼  
(품질 신뢰도를 높이기 위해 순도 인증 기기 구매)

# 순도측정기기 & 플랫폼 - 이점



✓ 최종 목표 : 순도 측정 기기로 분석한 이물질율을 국가 표준으로 지정

# 바이오팽크 & 순도 시너지

## 이점1. 고품질 재생수지 수요 증가

다양한 분야의 대기업에서 고품질 재생수지 수요 증가



## 이점2. 환경부 수립 예정 정책 (~21년 수립)

### 1. 품질에 따라 지원금 8배 차등화

: 기존 일괄적으로 지급하던 지원금(35원/kg)을 **선별 품질에 따라 10원/kg, 80원/kg으로 차등지급**

### 2. 재활용 수요 창출

: 재생원료 인센티브 및 중장기 사용목표 설정('21년)  
**(재생원료 사용 시 재활용 분담금 경감)**

## 리플라 아이템 간 시너지

- 거래처 납품 및 지원금 신청 시 재생수지 플레이크의 품질 인증



- 재생수지 플레이크의 이물질을 제거하여 고품질 재생수지 생산
- 높은 정부 지원금 획득

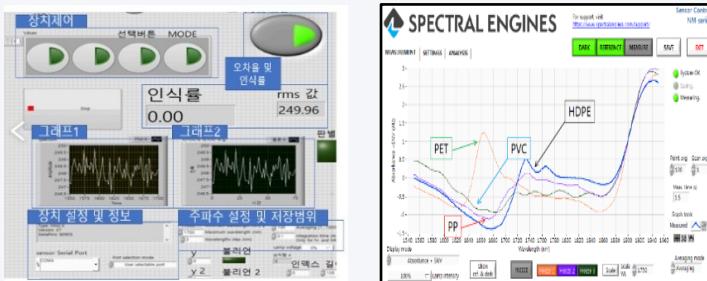
## 하드웨어

- 시연 가능한 시제품 완성, 기본기능 구현, 센서 측정 기능 확인
- 오차율 5%의 판별 정확도
- 하루에 10kg 플라스틱 분석



## 웹 플랫폼

- 프로토앱 개발, 기능검증 완료
- 센서의 정밀도, 플라스틱 분류/순도 측정 알고리즘 개발
- 온라인 플랫폼 미구현



## 현재

~2022.03

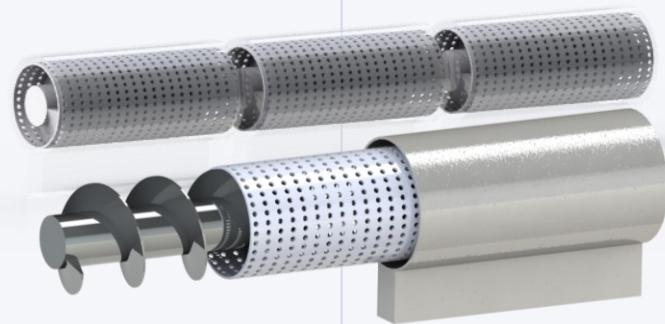
FINAL GOAL

- 제품화 전략 수립, 수행
- 제품화 시제품 제작
- 시범 운행 성능 피드백
- 기계+용도 특허 출원

오차율 2%의 플라스틱 판별 정확도  
시간당 1kg 플라스틱 분석  
다양한 작업 현장에 적용 가능 기기 제작(거치, 이동, 고정)

- 기기연동 플랫폼 개발
- 품질 검증
- 알고리즘 지속적 개량
- 온라인 서버 구축
- 구매 서비스 보안 구축

여러 기업이 실시간으로 안전하게 매매가능한 웹플랫폼 구축

현재	2021	2022	2023	FINAL GOAL
<b>미생물 (대량 생산)</b>  	500mL 배양, PE 분해 확인  	5L 배양  	5000L 배양  	~50톤 양산화
<b>배양조 (하드웨어 개발)</b>  배양조 설계도 기반 실증 완료	Working - prototype 제작	미생물 성능 표준화 작업	시제품 제작 및 양산화 검토	플라스틱 분해량, 분해속도, 배양안정성 증가, 노동력 감소  판매 가능 제품 제작

# 균소화조 개발을 위한 단계

주식회사 리플라 비밀정보 / 보안  
일반적인 내용이긴 하나, 제품 발전 관련 내용 보안입니다. 양해 부탁드립니다.

Strictly Confidential

## Step 1

완료

Step 1  
50~200mL

flask

## Step 2

완료

Step 2  
500mL~

flask

## Step 3

진행중 ~ 2023.11.

Step 3  
5L ~ 5 KL

system fermenter (pilot)

## Step 4

~2024.11.

Step 4  
50~100 KL

bio-tank



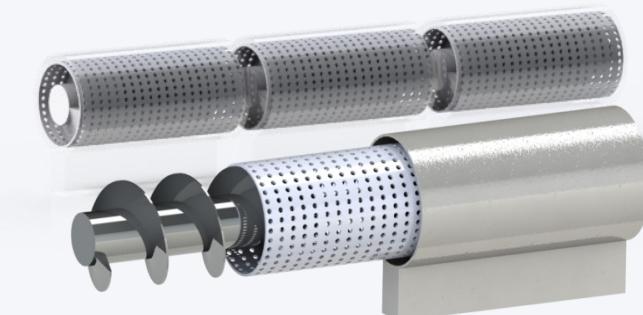
균이 플라스틱 분해가 가능한지  
250mL~1L 수준의 용기에서 반응



균의 대량배양시 분해능을 보여줄지  
확인하기 위해 2L 용기에서 반응



대량배양 가능한 균의 산업화 가능성 확인 위해  
수백L 이상의 Jar 배양기를 이용하여 반응



Ton 단위로 운용할 시제품에 균을 적용  
하여 최종 확인

플라스틱 분해량 증가, 분해 속도 증가, 배양 안정성 증가, 노동력 감소

## &lt; Lab scale에서 1 cycle &gt;

**1. 플라스틱 투입**

(분해가 어렵지만 편차가 적은  
virgin plastic 소재 사용)

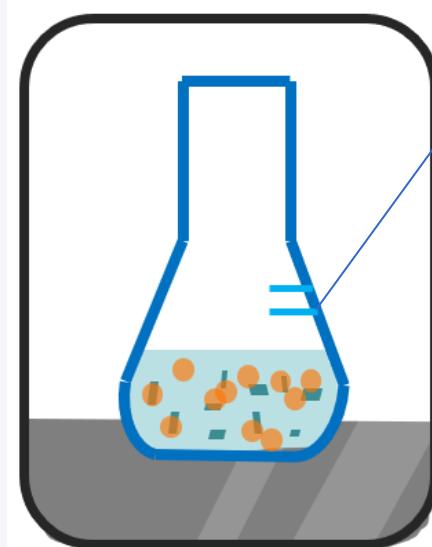
**2. 배양**

미생물 배양액 + 플라스틱

**표준화 완료** : 미생물 준비법, 온도, 본배양 염도, 호기 조건

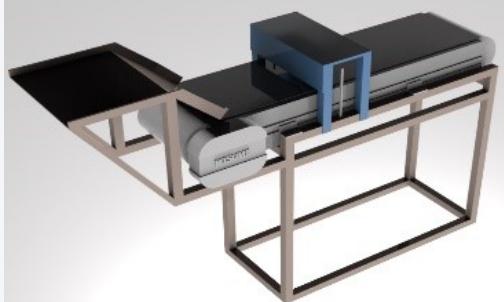
**표준화 필요**

- 미생물 농도
- seed 배양 조성과 시간 (lag phase 축소)
- 탄소원, 질소원, 무기물류, 보조 인자 성분 (플라스틱 분해 속도 향상 조건)

**3. 처리 후 분석**

얻는 데이터 목록

1. **플라스틱 분해량(g) = scale**
2. **분해 기간(day) = product quality**
3. 플라스틱 물성 (후 분석)
4. 배양액 수집
  1. 대사산물 분석
  2. 프로틴 분석(효소 분리&검색)
5. 배양액 상태 측정
  1. 균 밀도 (균이 많은지) - optical density
  2. cfu/mL (plate에 자라게해서 균 개수를 쌤)
  3. pH 측정 (균 cycle 판단)

2021~	2023~	2025~	2026~
<b>순도측정기기 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시제품 제품화</li> <li>- 시범 사업</li> </ul> <b>바이오팽크 미생물 성능, 양산화 연구</b>  고객, 연구협력업체 사전 확보	<b>순도측정기기 판매</b> (매년 100대 이상)	<b>순도측정기기 판매(200대 이상, 27년부터 300대)</b>	
	<b>농촌폐비닐 분해조 시범 사업</b> (바이오팽크 파생)	<b>농촌폐비닐 분해조 판매</b>	<b>B2G 확장, 모든 플라스틱 (PVC, PS, PE 등) 순도 향상 솔루션 도입</b>
	<b>바이오팽크 시제품 제작, 시범 사업</b>	<b>바이오팽크 양산화, 판매 시작</b>	<b>해외 시장 진출</b>

## 특허 현황

구분	특허 명	특허출원 번호
국내특허 (등록)	플라스틱 분해 활성을 지니는 신규균주 및 이의용도	10-2017-0015553
국제특허 출원 (PCT)	플라스틱 분해 활성을 지니는 신규균주 및 이의용도	PCT/KR2018/001517
국제특허기탁 (균주 - 미생물 특허 및 보관제도)	<i>Bacillus sp. reborn</i>	KACC81043BP
	<i>Klebsiella sp. reborn1</i>	KACC81085BP
	<i>Escherichia sp. reborn2</i>	KACC81086BP
유럽(EP) 특허 출원	MICROORGANISM ISOLATED FROM TENEBRIOS MOLITOR LARVA AND HAVING PLASTIC DEGRADING ACTIVITY, AND METHOD FOR DEGRADING PLASTIC USING SAME	18747454.9
중국 특허 출원		201880010250.X

## 3종의 균주 국제특허기탁, 약 200종 보유



2017.1.17. Deposit  
KACC 81043BP  
*Bacillus sp. reborn*



2018.12.13. Deposit  
KACC 81086BP  
*Escherichia sp. reborn2*



2018.12.13. Deposit  
KACC 81085BP  
*Klebsiella sp. reborn1*

## 추가 보호 계획

구분	특허 내용	시기
국내, 해외 특허	바이오팩크 기계 구조	2021
미국 특허	유전자 조작 균 (보호용)	2022년 상반기
국내, 해외 특허	농촌폐비닐 분해조 - 시스템, 기기	2021~22
국내, 해외 특허	순도 인증 기기 - 기기 구조, 용도	2021. 8.
국내, 해외 특허	순도 인증 기기 - 센서, 소프트웨어	2021 말
국제특허기탁	미생물 고유 인정, 보존	2021
특허 예정 없음. (노하우 보호)	플라스틱 분해 죄적화 성분	-

미생물	미생물 배양 환경	순도측정기기
<b>국제특허기탁 보호</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 미생물 자체 보존</li><li>• 타 경쟁사가 리플라 미생물 이용할 경우 유전자 대조 후 소송 가능</li></ul> <b>특허 보호</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 국내 등록 특허 1건</li><li>• 추가 특허 출원 예정 (등록 가능성 높음)</li></ul>	<b>배지 성분</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 노하우로 특허 출원 예정 없음.</li></ul> <b>바이오팩크</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 21년 내 특허 출원 예정</li><li>• 절대적인 구조가 아닌, 사업상 원리가 비슷할 경우 소송 가능하도록 청구항 작성 예정.</li></ul>	<b>고유 센서 구조 특허 출원 예정</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 현 시장에서 효율적(정확도, 시간) 측정법 개발 어려운 상태</li></ul> <b>기계 특징, 산업적 용도, 공통 특징</b> 모두 별도 청구항으로 나눠 작성하여 특허 출원 예정

## 바이오텅크

REPLA

PET 외 PE, PP 등 다양한 재질의 분해가 가능  
(PP의 경우 취급하는 곳 전무)

재질에 따라 분해능이 다른 미생물 287종 발견

혼합 플라스틱 투입 시 단일 재질 플라스틱 얻을  
수 있음

중간체 없이 플라스틱 완전 분해

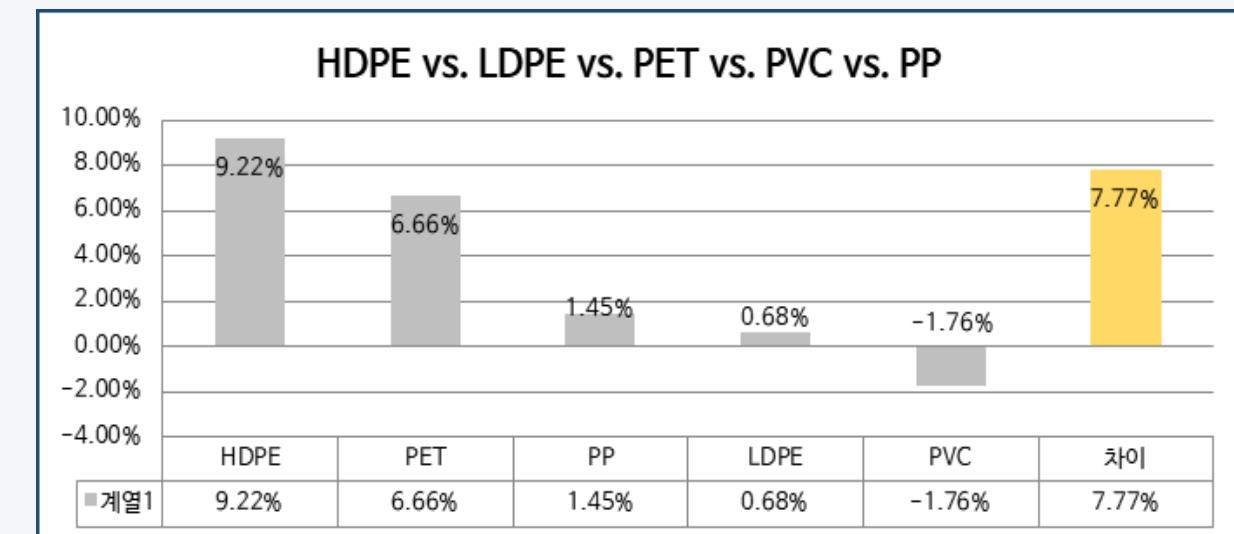
경쟁사

경쟁사 대부분의 전략 : 분자 구조 상 상대적으  
로 분해하기 쉬운 PET만을 공략

한계 : PET 완전 분해가 아닌, 중간체까지 분해  
함.

(생성물: BHET, DMT, TPA, MEG)

Ex) Carbios, Ioniqa, Loop industries, Gr3n, 일  
본환경설계



미생물 한 종류의 플라스틱 재질 별 분해율 차이

## 순도 측정 기기 (동일 제품 아님)

REPLA	<p>1대당 가격 : 5,000만 원 기존 설비 시설과 별개로 설치 목적 : 플라스틱 플레이크의 품질 분석 및 온라인 거래 활성화</p>	<p>유사 기술 보유업체 선정 기준 순도 측정 기기에 사용되는 NIR 기술을 적용한 플라스틱 선별 기기 제조업체 NIR 센서를 이용한 대부분의 플라스틱 선별 기기는 품질을 판단하는 것이 아닌, 이물질 제거에 초점</p>
유사 기술 보유 업체	<p>1대당 가격 : 2억 ~ 4억원 기존 설비에 연결해서 설치 목적 : 플라스틱 플레이크 내 이물질 제거 플라스틱 플레이크 품질에 대한 데이터 분석 및 공유 불가 Ex) 이오니아이엔티, 톰라소팅</p>	

순도측정기기 시장 진출 및 바이오팽크 시현

재무건전성 강화

SI 투자유치

사업 확대

실적 증가

- **순도측정기기 판매**

바이오팽크 연구 기간 동안 매출 발생  
재무 건전성 강화



- **Biotank 1 cycle 시현**

분해 균주로 실제 산업에 투입되었을 경우  
분해 1 cycle 시현해보기



- **첨가제 분해 균주 확보 계획**

SKIPC 연구 가능성 ↑

- **멀칭비닐 분해 data 확보**

농우바이오와 협업 가능성 ↑

- **효소 연구 진행**

2025년 ~ 2027년

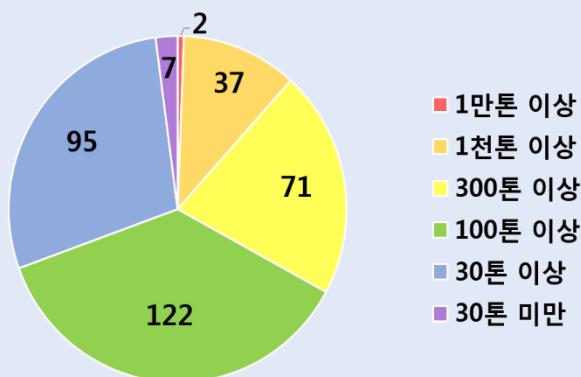
2028년 ~ 2029년

2030년 ~

**✓ 1차 영업 대상(국내)**

- 일 150톤 ~ 1,000톤 규모 30업체 이상  
보급 설치
- 총 225대 판매

종합 재활용업체 (일간 처리량)

**✓ 2차 영업 대상(국내)**

- 일 1,000톤 ~ 10,000톤 규모 10개 업체 이상  
보급 설치
- 총 275대 판매  
(1업체 당 30~300대 이상 설치 가능)

**✓ 해외 영업**

- 해외 공장 도입 레퍼런스 1건 이상 확보
- 플라스틱 재활용 제도가 엄격한 유럽 중심으로  
영업
- 연 매출 5,000억원 규모의 기계 제작사와 협  
업 (ex. PELLENST)

**✓ 3차 영업 대상(국내)**

- 국내 총 348개 업체 중 시장 점유율 20% 이  
상으로 확대

**✓ 해외 영업**

- 해외 공장 도입 레퍼런스 10건 이상 확보
- 기존 고객이 많고 점유율이 높은 기계 제작사  
와 협업하여 판매 채널 확보  
(ex. TOMRA)

# Why REPLA, than others ?

기술 평가항목	REPLA	수선별	근적외선 선별	부유 선별	이물질 필터
1) 수익성	O	O (시간 소요)	X	△	△
2) 재질 분리	O	O (칫솔과 같은 경우 불가능)	X	X	△
3) 30톤 처리에 소요되는 시간, 인력	연속 공정이므로 무관	약 30명 인력 고용, 24시간 (교대근무)	최소 2시간 30분	혼합폐플라스틱 종류의 개수에 따라 상이	매쉬 크기에 따라 상이 (생산성 저하 요인)
4) 기기 구매 비용 평균치 또는 추정치	25억 원	0	20억 원~30억 원 내외	N/A	이물질 필터 가격
5) 연간 소요 비용	폐수 발생 X, 관리 인력	6억 4800만 원 ~ 약 9억 원	기기 유지 비용, 관리 인력	폐수 처리 비용 (일 단위로 폐수 발생)	이물질 필터 1일 50회 교체
6) 재질 순도	99.65%~100% (최소 98.5%)	대략적 분류 시 평균 95%, 스티커를 직접 일일이 뗀다고 하였을 때 100% 미만 (소요 시간증가)	비파쇄 상태에서 95%~98% - 대략적 분류 (오차율 10%)	98%	매쉬 크기에 따라 상이하나, 녹는 점 낮은 재질 분리 불가능

# 시장조사

## 주요 시장 조사 약 200명 : 한국, 미국 – 재활용 회사 대면 미팅 및 공장 도입 여부 문의



대현 다이소 사출 공장



김포시 태진케미칼 압출 공장



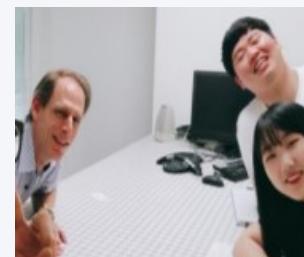
한국순환자원유통지원센터



Republic Services (Virginia주 공장)



Montgomery County 센터



Institute of Scrap  
Recycling  
Industry

**2018년부터 폐기물 산업 관계자 200여 명과  
인터뷰 미팅 진행 (정확한 시장 조사를 위함)**

### 한국

RM, 에코싸이클, 보은수지(광진수지), 환경수지주식회사,  
이오니아이엔티, 태진케미칼, 에이스정밀, 대현 다이소 공장,  
한국순환자원유통지원센터, 시흥시 재활용센터, ACI케미칼,  
수퍼빈 등

### 미국 (동부 Washington D.C., Virginia주)

ISRI, Republic Services, American Recycling,  
Montgomery county, Fairfax County, WMRA 등

# 시장조사

## 01 물질적 재활용 비율 13~22%

“20%의 폐플라스틱만이 재활용이 된다.”

“그 이유는 칫솔과 같은 복합재질의 플라스틱은 애초에 탈락되어 묻거나 태워진다.”

- David L. Wagster Ph.D.



Institute of Scrap Recycling Industry

## 02 플라스틱 이물질로 인해 재활용이 제한된다면, 가격도 달라지는가?

“특히 생활계 플라스틱은 이물질이 많은데 분리하기 힘들어 가격이 반토막이 난다.”

미생물로 이물질을 분해한다면 산업의 채산성에 있어서 혁신적이다.”

- 서강일 교수 (이오니아이엔티/前대표)



대현 다이소사출 공장



김포시 태진케미칼 압출 공장



한국순환자원유통 지원센터

## 03 미국, 한국, 중국, 태국, 일본 방문 시장 조사

중국 무역 규제는 이물질 함량 0.5% 이하 요구, 고품질 재생수지 수요 있으나 충족 불가능

미국의 경우, 이물질 함량을 낮추라는 중국의 무역 규제에 폐플라스틱 수출액 60%대로 하락



(주) RM 공장



Republic Services (Virginia주 공장)

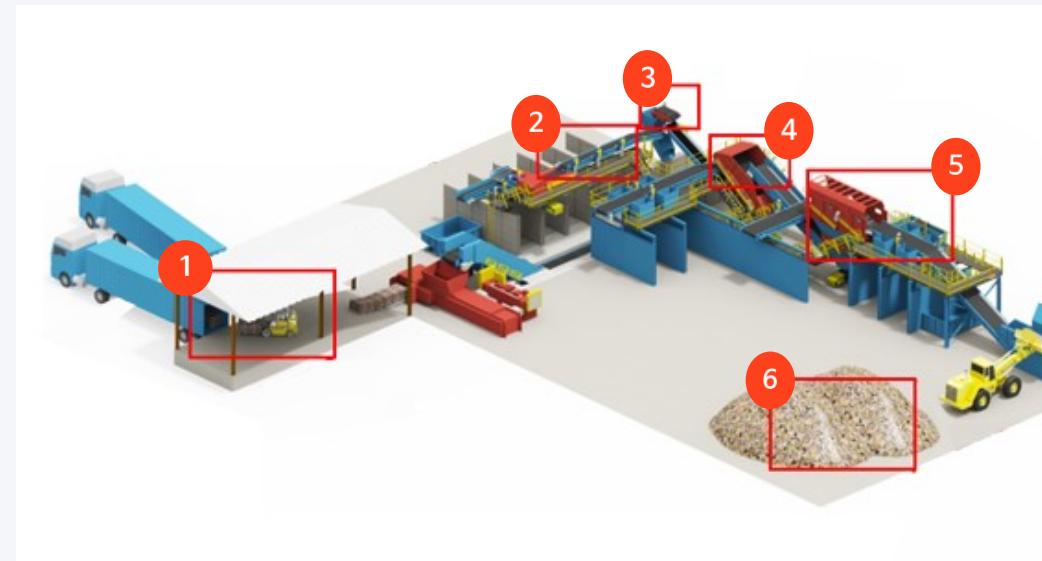
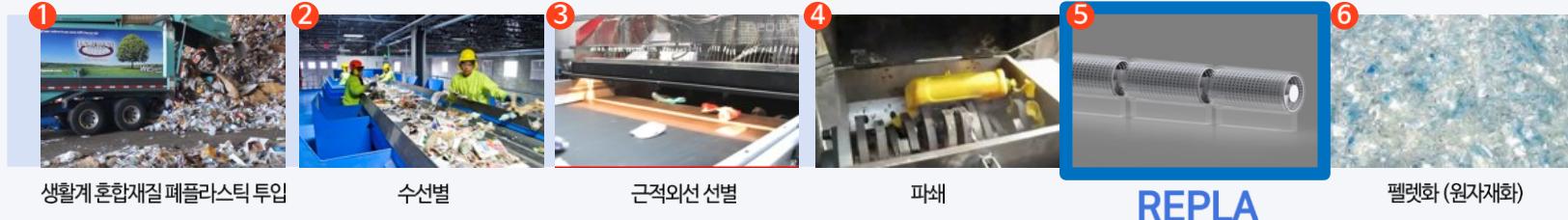


Montgomery County 센터

## 기존 공정 대체 없이 추가 도입(재활용 공장들의 신규 기기 도입 부담 해소)

→ 기존 플라스틱 재활용 공장을 바꾸지 않고, 5번 공정에 추가 도입

기존 98% 순도를 100%로 향상

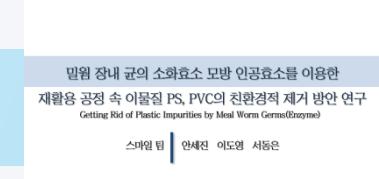


※ 기존 공정 대체 없이 추가 도입 (재활용 공장들의 신규 기기 도입 부담 해소)

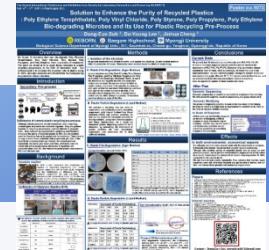


# REPLA의 발자취

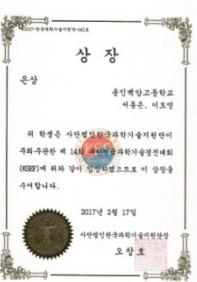
2016년 4월 연구 시작 후, 서강일 이오니아이엔티 前대표에게 시장성을 확인 받은 후 창업 시작



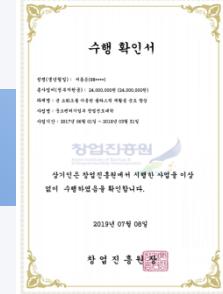
2016, 전국과학탐구대회 금상



2017, SLAS  
미국 생명공학 학회  
Tony B. Award 수상



2017, KSEF 환경부문 은상



2017, 창업선도대학



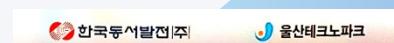
2017, UC Berkeley Startup Semester



2018, 산업관계자 200여명 시장 조사  
(미국, 중국, 태국, 일본)



2018, MIT Global Startup Workshop  
Business Model Competition



제2기 EWP 글로벌 스타트업 프로그램  
최종 선정평가(데모데이)

**우수상**



2018, 한국동서발전  
글로벌 스타트업 우수상



2019, S.M.A.R.T. 창업경진대회 대상



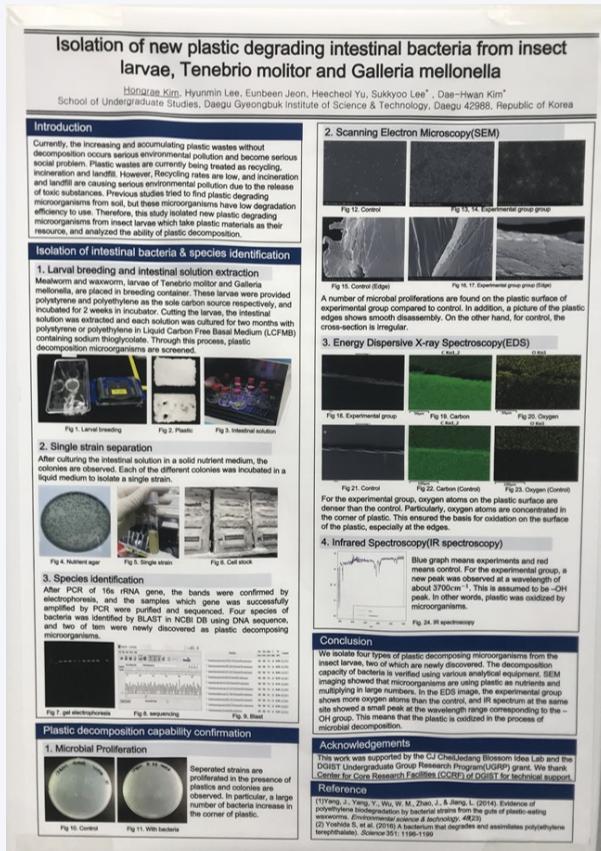
2019, 정주영 창업경진대회 대상



2019, 환경창업대전 장관상

# What does REPLA have?

- 슈퍼웜 장내 플라스틱 분해 박테리아 발견 (Environmental Science & Technology, '20.05., IF=7.864)
- 간단한 플라스틱 분해 박테리아 선별방식 고안 (Science of the Total Environment, '20.02., IF=6.551)
- 박테리아의 여러 종류의 플라스틱에 대한 분해능 확인 (Microorganisms, '20.09., IF=4.167)
- 한국미생물생명공학회 국제학술대회 포스터 및 구두발표 / 미국 생명공학학회 SLAS 초청 (2017)
- CJ 제일제당 Blossom Idea lab 1기



## Biodegradation of Polystyrene by *Pseudomonas* sp. Isolated from the Gut of Superworms (Larvae of *Zophobas atratus*)

Hong Rae Kim,<sup>a</sup> Hyun Min Lee,<sup>a</sup> Hee Cheol Yu,<sup>a</sup> Eunbeen Jeon,<sup>a</sup> Sukkyo Lee,<sup>a</sup> Jiaojie Li,<sup>a</sup> and Dae-Hwan Kim<sup>a\*</sup>

Cite This: <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c0195>

Read Online

### ACCESS | Metrics & More | Article Recommendations | Supporting Information

**ABSTRACT:** Recently, various attempts have been made to solve plastic waste problems, such as development of biodegradation without producing pollution. Polystyrene (PS) is the fifth most used plastic in many industries; therefore, degrading PS becomes a critical global issue. Here, we reported *Pseudomonas aeruginosa* strain DSM 50071, initially isolated from the gut of the superworms, *Zophobas atratus*, and the PS degradation by *Pseudomonas* sp. DSM 50071. We examined PS degradation using electronic microscopy and measured changes in atomic composition and contact angles with water droplets on the PS surface that represents a chemical change from hydrophobicity to hydrophilicity. We have further examined chemical structural changes using X-ray photoelectron spectroscopy, Fourier-transform-infrared spectroscopy, and nuclear magnetic resonance (NMR) to confirm the formation of carbonyl groups ( $C=O$ ) in the polymerization pathway during PS biodegradation. In reverse transcription quantitative polymerase chain reaction analysis, the gene expression level of *shdA* (SHD) in *Pseudomonas* sp. DSM 50071 was highly increased during PS degradation, and the enzyme-mediated biodegradation of PS was further confirmed by the SHD substrate specificity test. Thus, our significance of these potential goes beyond the discovery of a novel function of *Pseudomonas* sp. DSM 50071 in the gut of superworms, highlighting a

### INTRODUCTION

The use of plastics across the globe has steeply increased, making it one of the most widely used substances. However, natural plastic degradation is extremely slow, inevitably leading to plastic waste accumulation, which represents a grave ecological issue. Because of the lack of suitable degradation methods, plastic treatment involves 77% reclamation, 13% incineration, and 10% recycling. Among these, reclamation causes dangerous pollution in the soil and groundwater, while incineration causes harmful substances to be released into the atmosphere, rendering them both unsuitable as long-term solutions.<sup>1</sup> Besides, plastic waste flowing into the ocean is ingested by marine organisms in the form of microplastics, which causes serious health problems to marine life and subsequently could impact the health of humans.<sup>2,3</sup> Thus, it is essential to develop an efficient biodegradation method to degrade plastics.

### Acknowledgments

This work was supported by the CJ CheilJedang Blossom Idea Lab and the GIST Undergraduate Group Research Program (UGRP). We thank Dr. Kyung-Rae Kim (Korea Research Fellowships (CRF) of GIST) for technical support.

### References

(1) Wang, Y.; Liu, W. M.; Zhou, J.; & Jiang, L. (2014) Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the gut of plastic-eating marine organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 84, 492-502.

(2) Yoshida, S. et al. (2014) A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). *Science* 345: 1196-1199.

Received: March 10, 2020

**Science of the Total Environment** 138 (2020) 119749

**Contents lists available at ScienceDirect**

**Science of the Total Environment**

**j** journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

**Short Communication**

**Rapid biodegradation of polyphenylene sulfide plastic beads by *Pseudomonas* sp.**

**Jiaojie Li<sup>a</sup>, Hong Rae Kim<sup>b,1</sup>, Hyun Min Lee<sup>b</sup>, Hee Cheol Yu<sup>b</sup>, Eunbeen Jeon<sup>b</sup>, Sukkyo Lee<sup>b</sup>, Dae-Hwan Kim<sup>a,\*</sup>**

<sup>a</sup> Department of Chemistry, Gwangju Institute of Science and Technology (GIST), Gwangju 61005, Republic of Korea

<sup>b</sup> School of Undergraduate Studies, College of Transdisciplinary Studies, Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology, Daegu 42988, Korea; gusals522@dgist.ac.kr (H.M.L.); chandelle98@dgist.ac.kr (H.R.K.); eunbin98@dgist.ac.kr (J.L.); kirby@dgist.ac.kr (H.C.Y.)

**HIGHLIGHTS**

- Pseudomonas* sp. biodegrading poly(phenylene sulfide) much faster than poly(ethylene sulfide)
- Bacteria-mediated biodegradation of bead-type plastic proceeds faster than film-type
- New rapid access system is available for research of bacterial plastic biodegradation

**GRAPHICAL ABSTRACT**

**ARTICLE INFO**

**Article history:** Received 10 November 2019; Accepted 26 February 2020; Available online 27 February 2020

**Editor's Note:** This article is part of a Special Issue entitled "Biodegradation of Plastics".

**Keywords:** *Pseudomonas aeruginosa*; plastic biodegradation; gut bacteria; superworm; enzyme

**Abstract:** Plastic waste worldwide is becoming a serious pollution problem for the planet. Various physical and chemical methods have been tested in attempts to remove plastic dumps. However, these have usually resulted in secondary pollution issues. Recently, the biodegradation of plastic by fungal and bacterial strains has been spotlighted as a promising solution to remove plastic wastes without generating secondary pollution. We have previously reported that a *Pseudomonas aeruginosa* strain isolated from the gut of a superworm is capable of biodegrading polystyrene (PS) and polyphenylene sulfide (PPS). Herein, we demonstrate the extraordinary biodegradative power of *P. aeruginosa* in efficiently depolymerizing four different types of plastics: PS, PPS, polyethylene (PE) and polypropylene (PP). We further compared biodegradation rates for these four plastic types and found that PE was biodegraded fastest, whereas the biodegradation of PP was the slowest. Moreover, the growth rates of *P. aeruginosa* were not always proportional to biodegradation rates, suggesting that the rate of bacterial growth could be influenced by the composition and properties of intermediate molecules produced during plastic biodegradation, and these may supply useful cellular precursors and energy. In conclusion, an initial screening system to select the most suitable bacterial strain to biodegrade certain types of plastic is particularly important and may be necessary to solve plastic waste problems both presently and in the future.

**Copyright © 2020 Elsevier B.V. All rights reserved.**

## Evaluation of the Biodegradation Efficiency of Four Various Types of Plastics by *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from the Gut Extract of Superworms

Hyun Min Lee<sup>1,4</sup>, Hong Rae Kim<sup>1,4</sup>, Eunbeen Jeon<sup>1</sup>, Hee Cheol Yu<sup>1</sup>, Sukkyo Lee<sup>2</sup>, Jiaojie Li<sup>3,4</sup> and Dae-Hwan Kim<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> School of Undergraduate Studies, College of Transdisciplinary Studies, Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology, Daegu 42988, Korea; gusals522@dgist.ac.kr (H.M.L.); chandelle98@dgist.ac.kr (H.R.K.); eunbin98@dgist.ac.kr (J.L.); kirby@dgist.ac.kr (H.C.Y.)

<sup>2</sup> Department of Brain and Cognitive Sciences, Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology, Daegu 42988, Korea; slee2012@dgist.ac.kr

<sup>3</sup> Department of Chemistry, Daegu Gyeongju Institute of Science and Technology, Gwangan 61005, Korea

\* Correspondence: jih@dgist.ac.kr (J.L.); sknku@hanmail.net (D.-H.K.); Tel.: +82-62-715-3655 (J.L.); +82-53-785-6692 (D.-H.K.); Fax: +82-62-715-3609 (J.L.); +82-53-785-6639 (D.-H.K.)

+ These authors contributed equally to this work.

Received: 2 August 2020; Accepted: 2 September 2020; Published: 2 September 2020

**Abstract:** Plastic waste worldwide is becoming a serious pollution problem for the planet. Various physical and chemical methods have been tested in attempts to remove plastic dumps. However, these have usually resulted in secondary pollution issues. Recently, the biodegradation of plastic by fungal and bacterial strains has been spotlighted as a promising solution to remove plastic wastes without generating secondary pollution. We have previously reported that a *Pseudomonas aeruginosa* strain isolated from the gut of a superworm is capable of biodegrading polystyrene (PS) and polyphenylene sulfide (PPS). Herein, we demonstrate the extraordinary biodegradative power of *P. aeruginosa* in efficiently depolymerizing four different types of plastics: PS, PPS, polyethylene (PE) and polypropylene (PP). We further compared biodegradation rates for these four plastic types and found that PE was biodegraded fastest, whereas the biodegradation of PP was the slowest. Moreover, the growth rates of *P. aeruginosa* were not always proportional to biodegradation rates, suggesting that the rate of bacterial growth could be influenced by the composition and properties of intermediate molecules produced during plastic biodegradation, and these may supply useful cellular precursors and energy. In conclusion, an initial screening system to select the most suitable bacterial strain to biodegrade certain types of plastic is particularly important and may be necessary to solve plastic waste problems both presently and in the future.

**Keywords:** *Pseudomonas aeruginosa*; plastic biodegradation; gut bacteria; superworm; enzyme

# 현재 사용되는 분류 공정의 문제점

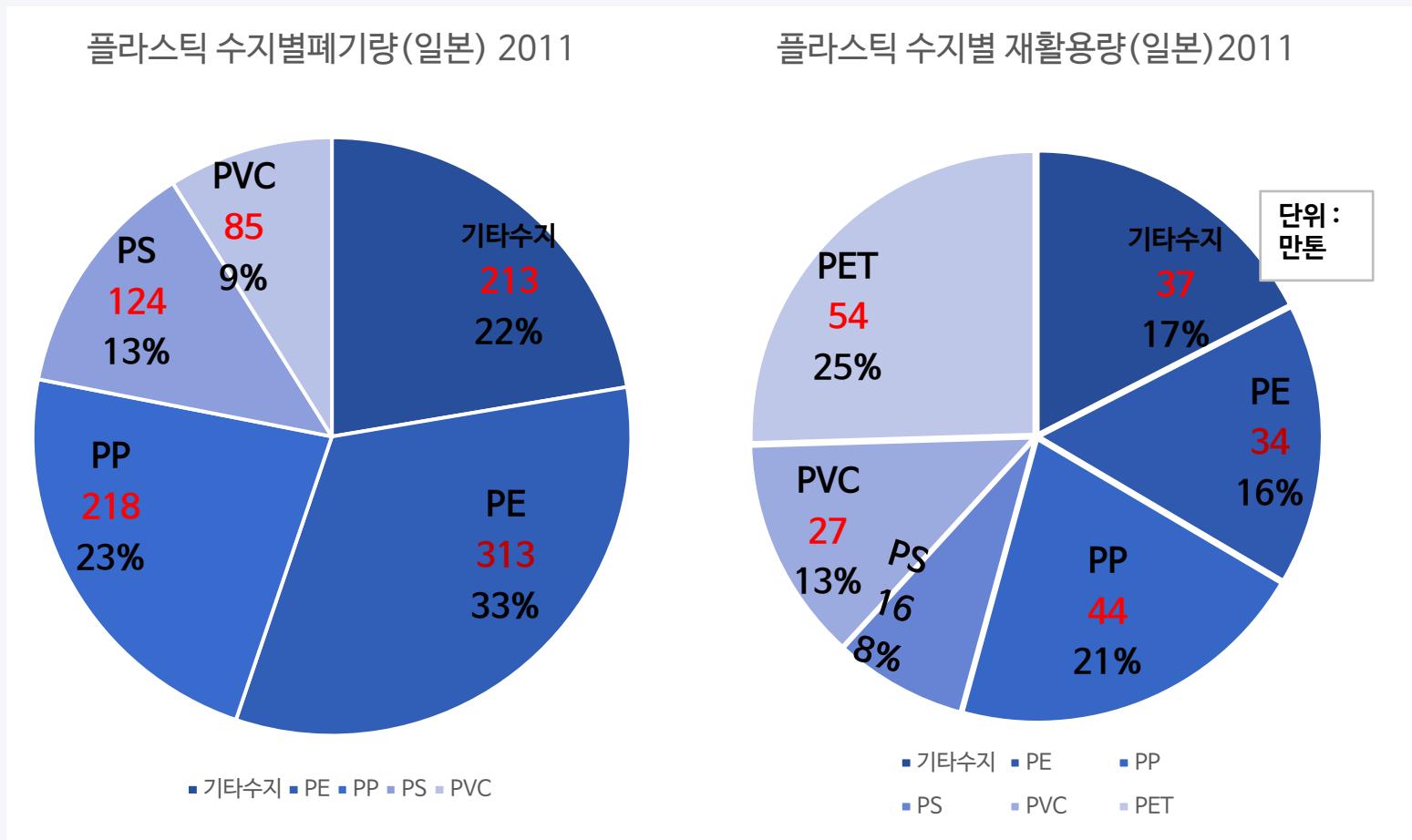
수선별	근적외선 선별	부유 선별	압출 기계 (필터)
<ul style="list-style-type: none"><li>• 분리 능력은 좋음</li><li>• 근복적으로 재질에 대한 인식이 육안과 감에 의존하므로 정확한 선별 불가</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>• 비파쇄 상태로 95% 선별</li><li>• 검정색 제품 빛 흡수로 인해 판별 불가능</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>• 비슷한 밀도 분리 불가</li><li>• 붙어있는 재질 분리 불가</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>• 낮은 녹는점을 가진 플라스틱 분리 불가능</li><li>• 슬러지 발생, 교환 하루 50회</li></ul>

# 플라스틱 폐기물 발생 현황

다양한 재질 사용



PP, PE 재질이 대부분을 차지, 국내 재활용 업체 3분의 2가 PP, PE 업체



# 국내 폐기물 처리업체 (연 10,000톤 이상 처리업체 + 업종 필터링)

## 폐기물 처리업체 - 연 10,000톤 이상 처리업체 필터링 결과

참고자료 : 폐기물업체(환경부).pdf

섹션	업체 수	처리량 (2017년, 톤)
바. 최종재활용업체	14	1,514,676
사. 종합재활용업체	334	33,835,578
합계 잠재 고객 수 / 처리량	348	35,350,254

\* 연간 10,950톤 처리 기준 25억 원 기기 판매(고객 측 도입 후 37억 원의 매출 향상), 유지서비스 매출 7억 2천만원 발생 시

판매 가능 기계 대수	3,228
소화조 판매 매출	X 25억 원 =
연간 유지서비스 매출	X 7.2억 원 =

80,708 억 원

23,244 억 원 /연간

# 20년간 풀리지 않은 플라스틱 재질 분리 문제

“생활폐기물 중에 섞여 있는 혼합 폐 플라스틱을 성상 별로 분리하기가 어려워 혼합 폐 플라스틱  
을 선별하는 기술 개발이 절실한 실정이다 - [2004, 유재명]”

“수많은 연구와 노력이 있었음에도 혼합 폐 플라스틱을 선별하는 신기술이 국내에는 실용화되지  
못 한 것을 보아 신기술 개발이 얼마나 힘든지 알 수 있다 - [2004, 유재명]”

“혼합성분의 폐 플라스틱을 분리하기보다는 그대로 재활용할 수 있는 기술을 채택하는 것이 국  
내 산업환경적 여건하에서 볼 때 바람직하다 - [2001, 김백선]”

“환경성과 경제성이 매우 양호한 것은 물질재화용으로 밝혀졌지만, 모든 폐 플라스틱을 대상으  
로 물질재활용을 하기 매우 어려운 실정이다 - [2005, 박찬혁]”

# What is the problem?

## 붙어있는 재질, 파쇄 시에도 분리가 힘든 재질 예시

칫솔, 스프레이와 같이 복합 재질로서  
복잡한 구조를 지니는 폐기물

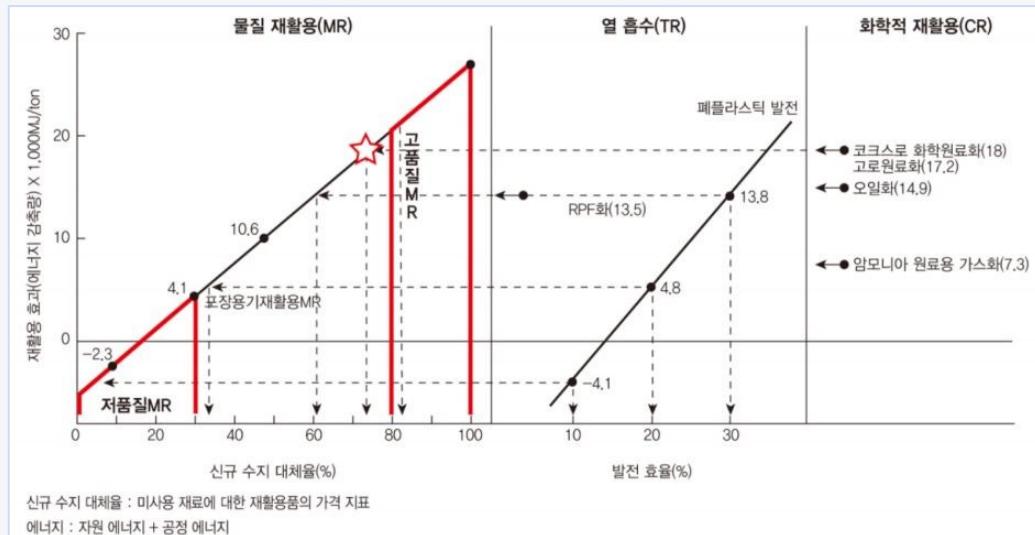


다음 음료수는 PET, HDPE, PP, PS 4가지  
재질이 쓰였으며, 특히 외캡과 내캡이 PP,  
HDPE로 서로 재질이 다르면서도 강력하게  
붙어있어 분리하기 힘들

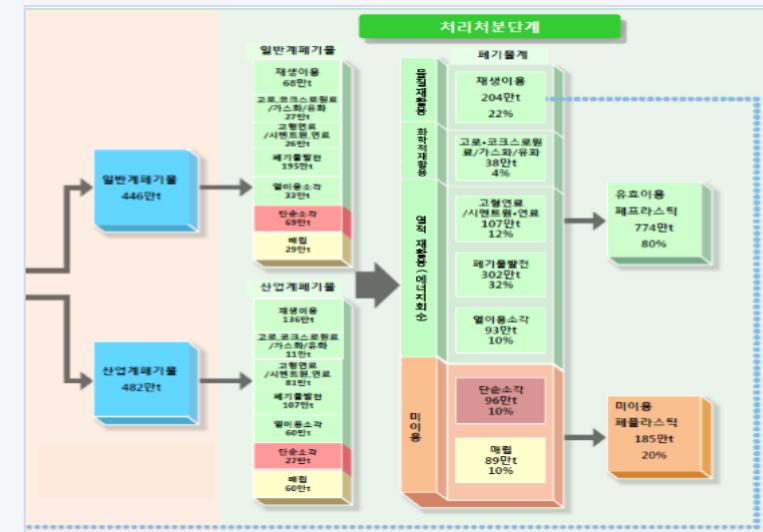
# Mission : 물질적 재활용 비율을 100%로

## 재활용 산업의 핵심은 순도에 있다

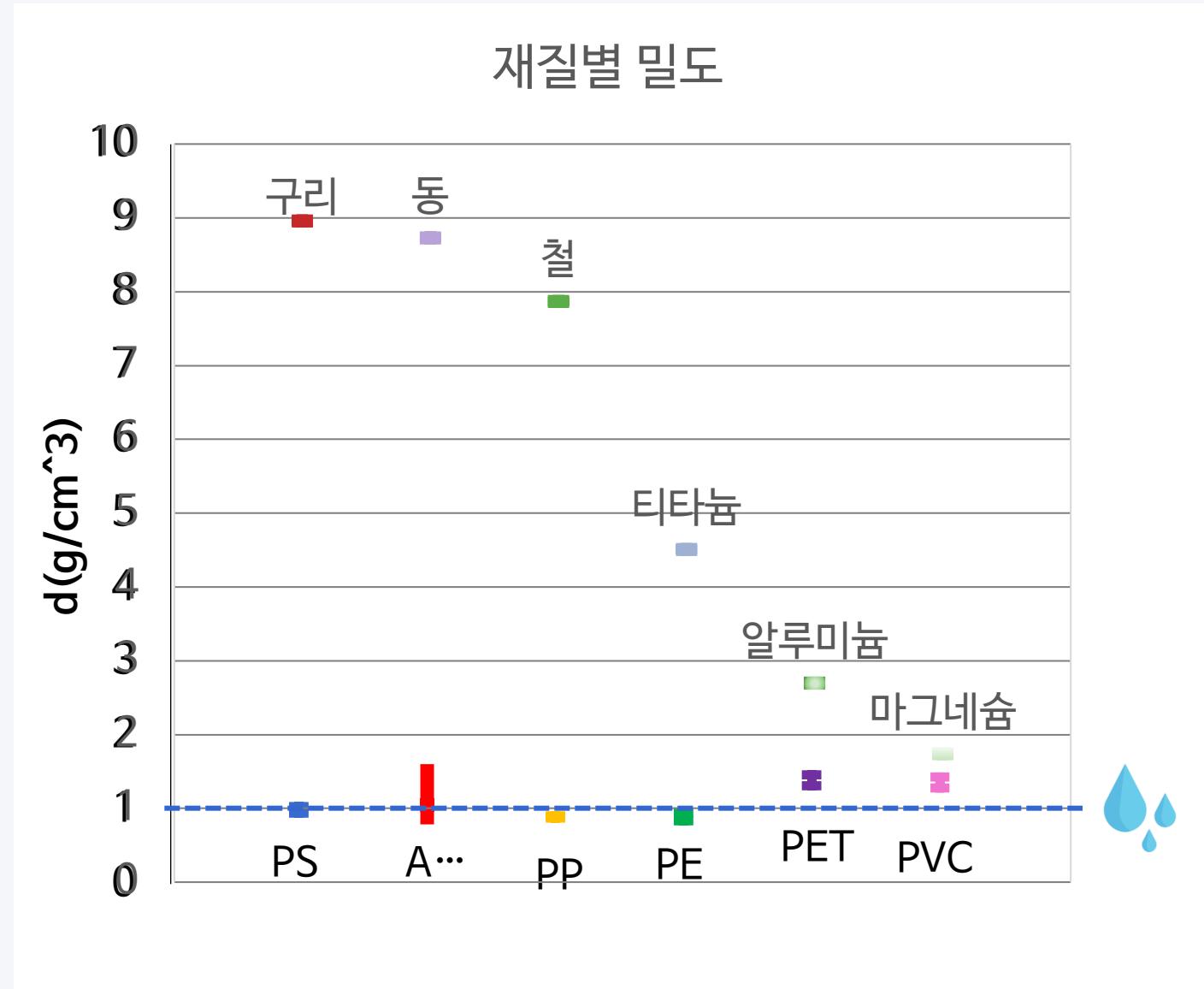
3가지 재활용 방법 중, 물질적 재활용이 가장 효율적이며,  
투입대비 경제성 큼. (고품질로 이동할 수록 경제적, 환경적 이점 확대)



그러나 아직 전세계적으로 물질적 재활용의 비율은 22% (한국 13%)



# 플라스틱 재활용율이 낮은 이유



Plastic	Density
PS	1.005
ABS	1.07
PP	0.9075
PE	0.916
PET	1.405
PVC	1.375

# What is the problem?

## 01 붙어있는 재질에 대한 분리 원천적으로 불가

→ 물질적 재활용에서 탈락

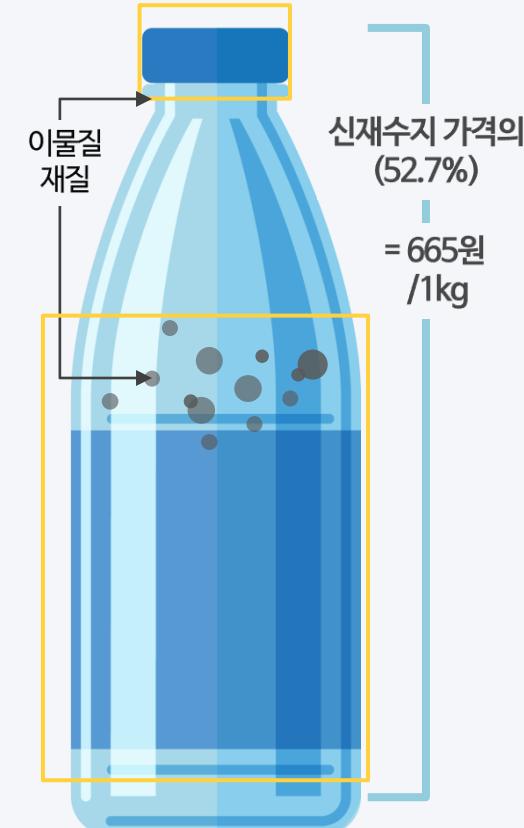


## 02 업체 측에서 미재활용 자원에 대해 폐기물 처리 비용 부담

→ 10,000톤 재활용 시 87% 재활용 수집 공장 부담으로 매립 또는 소각, 40억원

## 03 압출 기계의 경우 이물질로 인해 불순물 슬러지가 환경오염을 시킬 뿐 아니라 필터 교체로 인

한 생산성 하락



최대 98% 순도  
(2% 타 재질 포함)

# 전세계 주요 기업 고품질 재생수지 수요

업체	지속 가능한 재료 구매 방침 목표	출처
애플	스피커, 키보드, 노트북 등에 들어가는 재활용 플라스틱의 비율을 지속적으로 늘릴 계획	<a href="https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Engironmental_Responsibility_Report_2018.pdf">https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Engironmental_Responsibility_Report_2018.pdf</a>
파나소닉	지속적으로 투입자원 중 투입 재생 자원을 늘릴 계획	<a href="https://www.panasonic.com/global/corporate/sustainability/eco/resource.html">https://www.panasonic.com/global/corporate/sustainability/eco/resource.html</a>
포드	재활용 및 재생 플라스틱만 사용해 차량을 제작 (향후 20년 비전)	<a href="https://corporate.ford.com/microsites/sustainability-report-2018-19/assets/files/sr18.pdf">https://corporate.ford.com/microsites/sustainability-report-2018-19/assets/files/sr18.pdf</a>
볼보	2025년부터 볼보 차량에 사용되는 플라스틱 중 최소 25%는 재활용 소재를 활용해 적용할 계획	<a href="https://www.volvogroup.com/en-en/events/2019/mar/annual-and-sustainability-report-2018.html">https://www.volvogroup.com/en-en/events/2019/mar/annual-and-sustainability-report-2018.html</a>
현대자동차	철, 비철에 국한되어 있던 재활용 대상을 플라스틱, 고무, 유리, 시트 등 재활용되지 않는 품목에까지 적용 범위를 확대하여 폐자동차에 사용된 자원의 재활용률을 최대한 높이고자 함	<a href="https://www.hyundai.com/content/dam/hyundai/kr/ko/data/company-report/2019/07/19/hmc-2019-sustainability-report-0719-ko-f.pdf">https://www.hyundai.com/content/dam/hyundai/kr/ko/data/company-report/2019/07/19/hmc-2019-sustainability-report-0719-ko-f.pdf</a>
삼성전자	국가별 폐제품 회수 프로그램 운영 일부 폐제품은 수리하여 재생산하고 나머지 폐제품은 플라스틱 등 재질별로 분리, 세척, 가공하여 제품 생산 시 재사용(삼성 Re+ 프로그램 이용) 실제 재생플라스틱을 30% 적용한 모니터 출시	<a href="https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/sec/ir/financialinfo/companyreports/Samsung_Electronics_Sustainability_Report_2017_ko.pdf">https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/sec/ir/financialinfo/companyreports/Samsung_Electronics_Sustainability_Report_2017_ko.pdf</a>
LG전자	LG전자는 자원 활용성을 높이기 위해 재생 플라스틱의 사용을 확대하고 있다. 2016년 5302톤, 2017년 7134톤, 2018년에는 1만 1030톤의 재생 플라스틱을 사용했다.	<a href="https://www.lge.co.kr/uploads/company/sustainability/report/corporate_sustainability_management/2018-2019%20LGE%20SR(Kor).pdf">https://www.lge.co.kr/uploads/company/sustainability/report/corporate_sustainability_management/2018-2019%20LGE%20SR(Kor).pdf</a>

# 재활용 플라스틱 고품질 제품 사례 조사

## 1. 자동차

조사한 기업	매출규모	재활용 플라스틱 사용 부분	재활용 플라스틱 사용 비율	사용된 플라스틱 종류
볼보	1천592대 (XC60 T8 SUV 18년판매 기준)	XC60 T8 플러그인 하이브리드 SUV ->실내 터널 콘솔, 바닥 카펫, 시트, 흡음재	25%	-

재활용 플라스틱 활용을 확대 할 예정

2025년 이후 출시되는 새로운 모델에는 최소 25%를 재활용 소재 활용을 목표

포드	45조원 (19년 2분기 기준)	2013년 형 이후	1대당 폐트병 38.9개 사용	PET
랜드로버	681대 (2020년 레인지로버 이보크 기준)	레인지로버 이보크2020년형 (천장 내장재)	1대 당 16kg	PET, Nylon

# 재활용 플라스틱 고품질 제품 사례 조사

## 2. 전자제품 - LG전자

조사한 기업	매출규모	재활용 플라스틱 사용 부문	재활용 플라스틱 사용 비율	사용된 플라스틱 종류
LG전자 (12-13년도 기준)	49.881억원	냉장고(LFX31925ST)	5.8%	폐가전에서 나오는 재료 사용 (PP, ABS, PC, PVC, PE, PS, PET 등)
		식기세척기(LDS5540)	10.7%	
	25.987억원	에어컨(SNC066BAW)	12.3%	
	105.537억원	휴대폰(LS696)	46.3%	
	74.050억원	모니터(W1946)	20.1%	

LG전자의 재생 플라스틱 사용량은 2010 2,014톤, 2011년 3,298톤, 2012년 4,980톤으로 꾸준히 상승

### LG전자에 문의한 내용

- Q 재활용 플라스틱을 사용하게 된 이유
  - A 제품 전과정에서 발생하는 환경영향을 줄이기 위해서 사용. 폐가전을 회수하면서 WEE(Waste Electrical and Electronic Equipment) 규제와 각국의 요청사항을 반영하여, 수거한 폐전자제품은 분해 및 분류 과정을 통해 원재자로 재활용하여 자원순환 경제조성에 기여
- Q 기타 품질을 선택함에 있어서 중요하게 생각하는 요건
  - A 경제적인 측면보다 환경에 얼마나 영향을 끼치는지 중요하게 생각. 생산사업장에서 발생하는 폐기물의 매립을 지향하고, 자원순환 프로그램을 추진하고 있으며, 재생원료 사용을 확대

# 재활용 플라스틱 고품질 제품 사례 조사

## 2. 전자제품 - 삼성전자

조사한 기업	매출규모	재활용 플라스틱 사용 부문	재활용 플라스틱 사용 비율	사용된 플라스틱 종류
삼성전자	8억 6000만달러 (갤럭시 S10+핸드폰 판매량*19년 1분기 기준)	갤럭시S10+ 충전기	20%	폐가전에서 나오는 재료 사용 (PP, ABS, PC, PVC, PE, PS, PET 등)
	40억 원 (전체 냉장고 판매량*20년 1분기 기준)	냉장고		
		세탁기		

1,882톤의 100% 재생 플라스틱은 삼성전자 냉장고, 에어컨, 세탁기 등에 적용  
기타 경로를 통해 사용된 재생재 함유 플라스틱까지 약 30,753톤이 가전제품 및 TV, 모니터, 휴대폰 충전기 등에 사용

# 재활용 플라스틱 고품질 제품 사례 조사

## 2. 전자제품 - 애플

조사한 기업	매출규모	재활용 플라스틱 사용 부분	재활용 플라스틱 사용 비율	사용된 플라스틱 종류	
애플	25,484 Million	2018 Mac mini (하단 덮개, 커넥터 월)	60%	모든 종류 플라스틱 사용	
		2018 MacBook Air (통풍구, 스피커)	통풍구 35% 스피커 45%		
	670만대	2019 iPhone 11pro	35%		
	-	2020 13인치 MacBook Pro			

2019년 평균 38%의 재활용 플라스틱을 가진 82개의 부품을 선보임, 100개 이상의 부품에 평균 46%의 재활용 플라스틱이 사용

2025년까지 제품에 쓰이는 플라스틱의 10~30%를 재활용 소재나 재생 가능 소재로 사용할 예정

Apple이 사용하는 모든 등급의 플라스틱에 대해, 체계적으로 대안적인 재활용 소재 및 재생 가능 소재를 찾아 적합성 여부를 가려냄

제품에 필요한 그 어떤 종류의 플라스틱이든, 대체할 재활용 소재나 재생 가능 소재를 파악

2020년 13인치 macbook pro는 20년 하반기 출시로인해 매출규모 파악이 어려움

# 재활용 플라스틱 고품질 제품 사례 조사

## 3. 기타

조사한 기업	매출규모	재활용 플라스틱 사용 부문	재활용 플라스틱 사용 비율	사용된 플라스틱 종류
SK루브리컨츠	약 3조 3천7백억원 ('19년 기준)	지크제로, 지크 월드시리즈	20%	PE
<p>윤활유 용기를 재활용 플라스틱으로 제작 20년 12월부터는 재활용 플라스틱 비율을 30%로 늘려서 제작 판매중</p>				
플리츠마마	5만개 이상 판매 ('19년 기준 플리츠니트백)	플리츠 니트백	100%	PET
		2020 제주보틀 플리스 에디션	100%	
		리사이클 캐시미어 스웨터	30%	
<p>섬유제작은 효성TNC, 해당 기업에서 섬유를 사서 제품을 만듬 최근 환경부, 제주도와 협업하여 재활용 PET를 플리스 자켓, 니트백 등으로 제작하여 판매함</p>				

# 정부의 재생 플라스틱 사용 권장

## 공공 부문

지자체별로 해당 지역에서 발생한 폐기물의 양에  
비례해 재활용제품 구매·사용 의무제를 도입

## 민간 부문

기업이 재생원료를 원료로 사용할 경우 재활용 분  
담금 경감 등 지원책(인센티브)을 마련



국내 페트 재활용산업의 침체 및 페트 재생원료 적체 심화를 해결

국내 폐플라스틱 적체를 해소하기 위해 재생플라스틱 사용을 권장함  
생산사의 입장에서 분담금을 경감받을 수 있음

포장용기에 재생원료 활용 확대  
한국플라스틱포장용기협회와 협의  
생산자책임재활용제도\*(EPR)에 따른 분담금을  
생산자가 재생원료 사용 시 경감하는 방안 등  
다양한 사용촉진방안에 대해 협의를 추진

- 재생원료 의무사용제도를 내년부터 단계적으로 플라스틱에도 신설
- 재생원료 사용 비율을 30%까지 단계적으로 확대
- 폐플라스틱으로 메탄올이나 석유원료인 납사와 친환경원료인 수소 생산  
기술의 실증화를 지원하기 위한 플라스틱클러스터를 내년도에 15억원을 들여 설계

산업계와 협력하여 석유계 플라스틱을  
점차 100% 바이오 플라스틱으로 전환

2020년 5월

2022년

~2023년

~2025년

~2050년

플라스틱 폐기물 수입 전면 금지

- 재활용제품 수출 확대를 위해 한국환경산업기술원에서는 재활용마크 인증을 통해 홍보를  
지원활용 분담금 지원 비율을 높여 우리나라 플라스틱 재생제품의 수출규모를 현재 300억  
원에서 500억원 규모로 늘려 나갈 계획
- 플라스틱 용기 사용 절감(20년 47%에서 25년까지 38% 절감목표)

# 재생원료 품질 제고, 안정적 국내 수요처 확보

## 1. 선별시설 및 품질 개선

### 1) 선별시설 확충 및 현대화

자동선별 등 리모델링('21,6개소), 지하화

### 2) 선별품 품질등급제 확대('21)

품질에 따라 지원금 8배 차등화

현행

32.5원/kg

8배  
차등화

개선

80원/kg

10원/kg

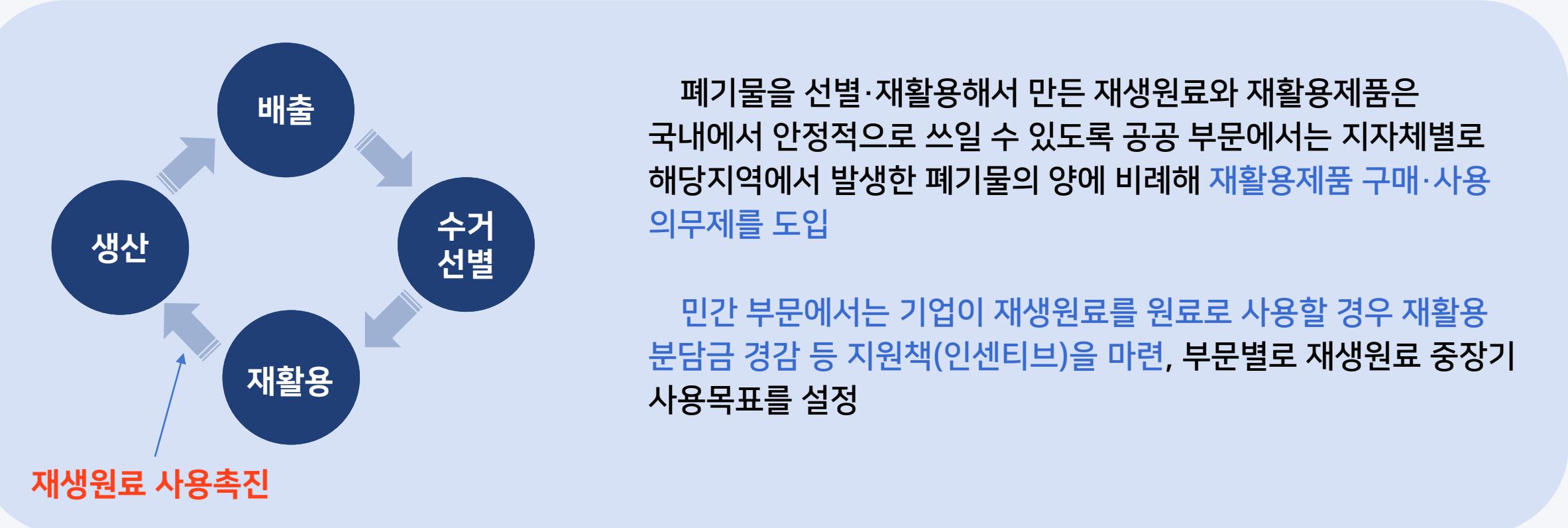
- 선별품 품질을 개선, 부가가치가 높은 방식으로 재활용을 촉진
- 고부가가치 재활용의 출발점으로 선별시설 개선에 집중 투자
- 공공 선별시설을 지속적으로 확충함과 동시에 노후화된 시설은 자동선별 설비 설치 등을 지원해 현대화
- 선별품의 품질 개선을 위해 이물질 비율 등에 따라 지원금을 최대 8배까지 차등화해 지급
- 선별효율 개선을 위한 시설 설치·운영기준도 마련할 계획

# 재생원료 품질 제고, 안정적 국내 수요처 확보

## 2. 재활용 수요 창출

공공 : 지자체별 폐기물 발생량에 비례한 **사용의무제**

민간 : **재생원료 인센티브** 및 중장기 사용목표 설정('21)



# 재생원료 품질 제고, 안정적 국내 수요처 확보

## 3. 재활용 산업 육성

- 1) 자원순환 클러스터 조성('20~)
- 2) 폐기물 수입 최소화  
폐플라스틱('20.6) → 주요품목 수입억제 로드맵('21)
- 3) 재활용 업계 지원 확대  
자원순환 전 과정 R&D 등

- 국내 재활용산업의 경쟁력을 강화해 새로운 부가가치를 창출
- 재활용 강소기업 육성을 위해 관련 업계가 집적 이익을 누릴 수 있는 자원순환
- 산업단지 조성, 불법업체 등은 시장에서 퇴출
- 우량기업이 성장할 수 있는 기반 마련

30년까지 플라스틱 용기 등 재생원료 사용 30% 달성