

2025학년도 1학기 문헌연구보고서



[생분해성 플라스틱(PLA)의 자원순환을 위한 분리배출 개선 방안]

이름	박소영
전공	바이오발효융합학과
학번	20225162

생분해성 플라스틱(PLA)의 자원순환을 위한 분리배출 개선 방안

바이오발효융합학과 20225162 박소영

목차

I. 서론

II. PLA와 PET의 비교

1. PLA의 정의
2. PET와의 차이점 및 식별의 어려움

III. PLA의 분해 조건과 한계

1. PLA 생분해 환경과 현실 환경
2. PET 혼합 배출 시 발생하는 문제

IV. 국내외 정책 및 대응 방안

1. 기술적 방안
2. 정책적 방안

V. 결론

참고문헌

I. 서론

전 세계적으로 플라스틱 사용이 증가하면서 해양오염 및 미세플라스틱 등 심각한 환경 문제가 대두되고 있다. 이에 따라 지속가능한 소재에 대한 관심이 높아졌고, 그 대안 중 하나로 생분해성 플라스틱(biodegradable plastics)이 부상하게 되었다. 생분해성 플라스틱은 기존의 난분해성 플라스틱 소재와 달리, 일정 조건에서 자연계에 존재하는 박테리아, 조류, 곰팡이와 같은 미생물이나 분해효소 등에 의해 물과 이산화탄소로 완전히 분해될 수 있다는 점에서 환경 영향을 줄일 수 있다¹. 생분해성 플라스틱에는 PLA, PHA, PBAT 등 다양한 종류가 존재하지만, 그 중에서도 PLA(Polylactic Acid)는 저렴한 가격과 높은 생산성으로 상업화에 가장 성공한 소재이며, 가공성과 생분해성이 뛰어나 각종 포장재, 일회용품, 섬유 등에 폭넓게 활용되고 있다².

¹ European Bioplastics(2025), 「What are bioplastics?」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/\(2025.06.19\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/(2025.06.19)).

² 윤혜정(2023), 「천연자원 추출물 기반 가소성능이 향상된 수베린/PLA 블렌드의 제조 및 물성 연구」, 『성균관대학

그러나 PLA는 특정 조건이 갖추어졌을 때만 높은 생분해 속도를 가진다³. PLA의 생분해성이 일정 조건 하에서만 실현된다는 점에서, 실제 생활 환경에서는 거의 분해되지 않거나 기존 재활용 시스템을 방해하는 요소로 작용될 수 있다. 2021년, 환경단체 그린피스 타이베이는 PLA 컵과 빨대 등을 실제 토양과 해수 환경에서 60일간 관찰한 결과, 형태 변화 없이 원상태로 유지되었다는 실험 결과를 발표했다⁴. 또한, PLA는 PET(페트병 등)과 외관이 매우 유사하여 자동 분리 배출 시스템에서 식별이 어렵고, PET 재활용 공정에 혼입될 경우 전체 재생 플라스틱의 품질 저하를 일으키는 주요 원인으로 지목된다⁵.

이러한 혼입 문제는 한국의 재활용 시스템에서도 이미 현실화되고 있으며, PLA가 일반 플라스틱과의 외형적 구별이 어렵고, 이를 감별하는 기술적 기반도 충분히 마련되지 않아 혼입 문제가 점점 심화되고 있는 실정이다. 이에 따라, 본 연구는 생분해성 플라스틱 중 상업적으로 가장 널리 사용되는 PLA와 재활용 시스템의 핵심 소재인 PET를 중심으로 양 소재의 특징과 분리의 어려움을 비교·분석하고, 국내외 기술적 및 정책적 대응 현황을 고찰함으로써 국내의 현실을 점검하고 향후 개선 방안을 살펴보고자 한다.

II. PLA와 PET의 비교

1. PLA의 정의

바이오 플라스틱(Bioplastics)은 생물 유래 자원을 원료로 사용하거나 생분해성을 가지거나, 또는 이 두 가지 특성을 모두 갖는 다양한 플라스틱 계열을 아우르는 개념이다⁶. 즉, 모든 바이오 플라스틱이 반드시 생분해성을 가지는 것은 아니며, 'biobased'와 'biodegradable'은 서로 다른 속성을 의미한다⁷. PLA(Polylactic acid)는 이러한 바이오 플라스틱 중 하나로, BioPak Australia(2024)에서는 PLA(Polylactic acid, 폴리락트산)를 옥수수, 사탕수수, 사탕무 등의 식물성 전분을 발효시켜 만든 젖산(lactic acid)을 중합한 바이오 기반의 열가소성 고분자라고 정의한다. PLA는 산업용 퇴비화 조건에서 12주 이내에 이산화탄소와 물로 완전히 분해될 수 있는 생분해성 특성도 함께 갖추고 있어 biobased와 biodegradable 속성

교 대학원 석사학위논문, 성균관대학교, 12.

³ 위의 논문, 2.

⁴ Greenpeace(2021), 「생분해성 플라스틱이 친환경이라는 착각」, Greenpeace Korea, [https://www.greenpeace.org/korea/update/25606/blog-plastic-tw_plastic_win/\(2025.06.19\)](https://www.greenpeace.org/korea/update/25606/blog-plastic-tw_plastic_win/(2025.06.19)).

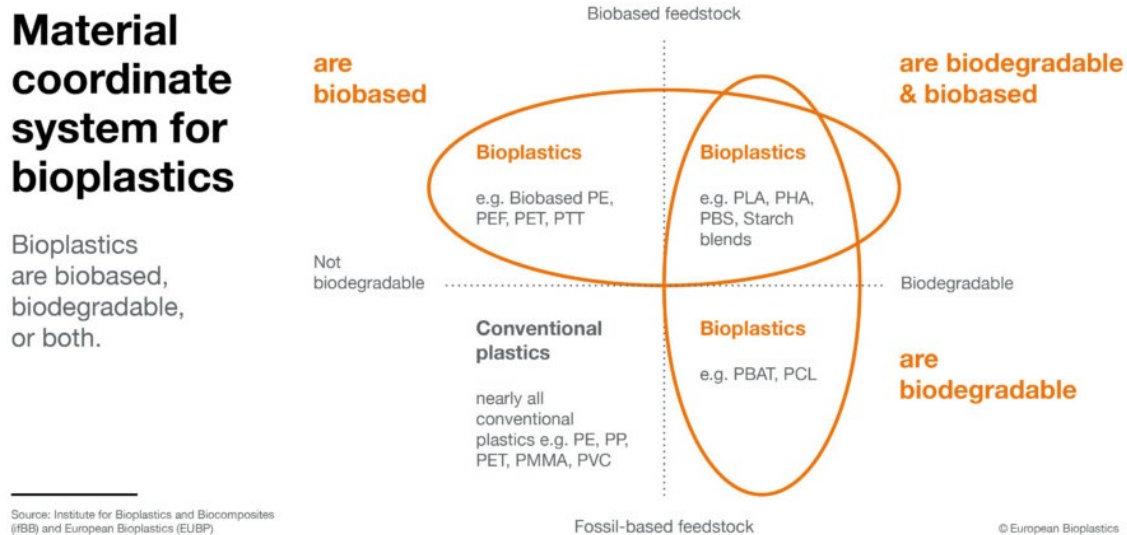
⁵ 위와 같음.

⁶ European Bioplastics(2025), 「What are bioplastics?」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/\(2025.06.19\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/(2025.06.19)).

⁷ 위와 같음.

을 동시에 지닌 대표적인 바이오 플라스틱으로 분류된다⁸. Figure 1은 이러한 분류를 시각화한 도표로, PLA가 biobased이면서 동시에 biodegradable한 대표적 소재임을 보여준다.

Figure 1. Material coordinate system of bioplastics: biobased, biodegradable, or both



자료: European Bioplastics(2024), 「Bioplastics: Materials, Applications, Markets」, European Bioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/\(2025.06.19\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/(2025.06.19)).

한국과학기술기획평가원(2022)에 따르면 PLA는 바이오매스 유래 젖산(Lactic acid)을 이용하여 락타이드(Lactide)를 합성하며 제조된다. PLA는 높은 가격경쟁력, 투명성, 생체적합성, 열 가공성의 장점이 있어 포장재, 소비재, 3D 프린팅 원료로 사용되지만, 자연 환경에서 생분해가 느리며 특수 퇴비화(Composting)에서 생분해가 가능하다. 생체 내에서 분해·흡수되는 성질과 생체 내 무해하다는 장점으로 인해 의료용 재료로 활용이 가능하며, 식물의 생육을 촉진하는 것으로 알려져 농림업 분야에 활용되고 있다. 다만, PLA는 약한 내열성과 내충격성, 일반적인 조건 하에서 분해속도가 다소 느린 단점이 존재한다⁹.

⁸ BioPak Australia(2024), 「What is PLA?」, BioPak Australia Resources, <https://www.biopak.com/au/resources/what-is-pla?>(2025.06.19).

⁹ 전예리(2022), 「바이오플라스틱」, 한국과학기술기획평가원 기술동향브리프, https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&list_no=42854&act=view(2025.06.20).

2. PET와의 차이점 및 식별의 어려움

PLA(Polylactic Acid)는 옥수수, 사탕수수 등 재생 가능한 식물 자원을 원료로 하여 제조되는 바이오 기반 플라스틱으로, 산업적 퇴비 조건에서 약 12주 이내에 이산화탄소와 물로 분해되는 특성을 가져 생분해성 인증(AS4736, EN13432)을 받았다¹⁰. 반면, PET(Polyethylene Terephthalate)는 석유 기반의 합성 고분자로, 분해가 거의 일어나지 않으며 주로 반복적인 재활용을 통해 자원 순환을 도모하는 플라스틱이다¹¹. PLA는 재생 가능한 자원을 기반으로 생산된다는 점에서 친환경을 강조하지만, PET는 기존 재활용 인프라 내에서 반복 사용이 가능하다는 점에서 강점을 가진다.

그러나 실제로 시장에 유통되는 PLA 제품은 투명 용기, 컵, 포장재 등 PET 제품과 물리적으로 유사한 형태를 띠어 소비자뿐만 아니라 자동 분리 시스템에서도 식별이 어렵다는 문제점이 있다¹². 특히 PET 병이나 투명 용기와 유사한 PLA 제품이 PET 재활용 라인에 혼입되면 재활용 품질 저하 또는 공정 장애가 발생할 수 있다¹³. 두 소재는 원료와 폐기 방식에서 명확한 차이가 있으며, 이러한 특징은 Table 1에 요약되어 있다.

Table 1. Comparison of PLA and PET

구분	PLA	PET
원료의 유래	옥수수, 사탕수수, 카사바 등 식물성 전분(재생 가능 자원)	석유 기반 화석연료(비재생 자원)
생산 방식	젖산 발효→중합→PLA 생성	석유화학 반응→중합→PET 생성
분해 가능성	산업 퇴비 조건(58°C 이상 등) 생분해 가능	자연 분해 불가, 수백 년 잔존
폐기 처리 방식	퇴비화(Composting) 중심	기계적·화학적 재활용 중심
자원순환 경로	토양·이산화탄소로 분해되는 생물학적 순환계	제품→수거→세척→재가공 후 재사용(기계적 순환계)
외형 및 감별	투명하고 유연함 (PET와 육안 구분 어려움)	투명하고 견고함 (PLA와 혼동 가능)

자료: BioPak Australia(2024); European Bioplastics(2025); NatureWorks(2024)을 참고하여 재구성함.

¹⁰ BioPak Australia(2024), 「What is PLA?」, BioPak Australia Resources, <https://www.biopak.com/au/resources/what-is-pla?>(2025.06.19).

¹¹ 위와 같음.

¹² European Bioplastics(2025), 「Biodegradables and material recycling – a paradox?」, europeanbioplastics, <https://www.european-bioplastics.org/biodegradables-and-material-recycling-a-paradox/>(2025.06.19).

¹³ 위와 같음.

iii. PLA의 분해 조건과 한계

1. PLA 생분해 환경과 현실 환경

환경부(2023)에 따르면 PLA 제품이 생분해되기 위해서는 58℃ 이상의 온도, 70% 이상의 습도, 산소 공급, 특정 미생물의 존재와 같은 산업용 퇴비화 조건이 반드시 충족되어야 한다고 밝혔다¹⁴. 이는 국제 인증 기준인 AS4736, EN13432의 기술적 조건과 일치하며 실험실 수준에서는 약 12주 이내에 완전 분해가 가능하다고 보고된다. 그러나 이와 같은 분해는 특수 퇴비화(Composting)와 같이 일정한 조건이 갖춰진 환경에서만 유의미하게 일어난다¹⁵. 실제로 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 PLA가 자연 환경에서 생분해가 느리며 단순한 매립이나 일반 환경에서는 쉽게 분해되지 않는다고 지적한다.

한국바이오협회 바이오경제연구센터(2022)에 따르면, 현재 우리나라에는 PLA를 포함한 생분해성 플라스틱에 대해 별도의 분리배출 제도가 마련되어 있지 않으며, “재활용 품목으로서 구분되지 못하고 선별장에서 애물단지가 되는 상황”이 발생할 수 있다고 시사한다¹⁶. 이는 분해 문제와는 별개로 PLA가 실제 폐기물 관리 체계에서 적절히 취급되지 못하고 있다는 점을 보여준다. 해외의 경우, EU와 미국은 생분해성 플라스틱을 별도의 처리시설에서 퇴비화 또는 바이오 가스화하여 재활용하고 있으며, 이러한 체계적 인프라를 통해 분해성을 실현하고 있다¹⁷. 반면, 국내의 경우 관련 인증 제도와 처리 인프라 모두 토양, 해수, 담수 등의 사용환경에 따른 생분해성 인증, 바이오매스 함량에 따른 인증 등을 고려한 제도가 마련되지 못한 실정임이 지적된다¹⁸.

결론적으로, PLA의 생분해 특성은 과학적으로 입증되어 있으나, 그 기능이 발휘되기 위해서는 정확한 분리배출 제도와 전용 처리 인프라가 필요하며 이는 아직까지 국내에서는 충분히 갖춰져 있지 않다.

¹⁴ 문유상(2023), 「생분해성 플라스틱 관련 보도설명자료」, 환경부,

[https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%9D%EB%B6%84%ED%95%B4%EC%84%B1+%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1&menuId=10525&orgCd=&boardId=1616615&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=\(2025.06.20\)](https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%9D%EB%B6%84%ED%95%B4%EC%84%B1+%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1&menuId=10525&orgCd=&boardId=1616615&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=(2025.06.20)).

¹⁵ 한국과학기술기획평가원(KISTEP)(2022), 「바이오플라스틱」, 한국과학기술기획평가원 기술동향브리프,

[https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&list_no=42854&act=view\(2025.06.20\)](https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&list_no=42854&act=view(2025.06.20)).

¹⁶ 한국바이오협회(2022), 「지속가능성을 위한 친환경 바이오플라스틱 산업 동향」, 한국바이오협회 브리프,

[https://www.koreabio.org/board/board.php?bo_table=brief&key_type=b_subject&key_word=%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%98%A4%20%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1\(2025.06.20\)](https://www.koreabio.org/board/board.php?bo_table=brief&key_type=b_subject&key_word=%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%98%A4%20%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1(2025.06.20)).

¹⁷ 위와 같음.

¹⁸ 한국과학기술기획평가원(KISTEP)(2022), 「바이오플라스틱」, 한국과학기술기획평가원 기술동향브리프,

[https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&list_no=42854&act=view\(2025.06.20\)](https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&list_no=42854&act=view(2025.06.20)).

2. PET 혼합 배출 시 발생하는 문제

KISTEP(2021)과 CE Delft(2020)에 따르면, PLA는 PET 재활용에 혼입될 경우 품질 저하 및 선별 효율 감소를 유발할 수 있다고 밝혔으며, 혼입은 외형의 유사성과 분리 시스템의 한계에서 기인한다고 해석된다.

첫 번째 문제는 두 소재의 물리적 특성 차이로 인한 상 분리 현상이다. Daniel 외 1명(2019)의 연구에 따르면, PET와 PLA는 열역학적으로 서로 섞이지 않는 비혼합성 물질이며, 이로 인해 재활용 시 두 소재가 균일하게 결합하지 않고 PLA가 '섬', PET가 '바다'처럼 서로 분리된 구조(island-sea structure)를 형성한다고 한다¹⁹. 이 구조는 최종 재활용 제품의 내구성 및 품질을 떨어뜨리는 주요 원인이 된다.

두 번째로는 기계적 성능의 저하이다. Dan Åkesson 외 2명(2020)의 연구에 따르면 PLA가 PET에 일정 비율 이상 혼입되면 인장 강도(Tensile strength, MPa), 연신율(Elongation), 충격 저항성(Impact Strength, kJ/m²)이 모두 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 특히 PLA 함량이 높아질수록 PET의 유연성과 내충격성이 크게 저하되며, 이는 실제로 재활용 제품의 활용 가능성을 제한하는 요인이 된다²⁰.

Table 2. Mechanical Properties of PET and PET/PLA Bledns: Tensile and Impact Strength

Polymer	Tensile strength (MPa)	Tensile modulus (GPa)	Elongation (%)	Charpy impact strength (kJ/m ²)
PET	66.0 (±2.8)	2.7 (±0.6)	22.1 (±6.9)	62.8 (±29.8)
PET_TPS/PLA1(1%)	65.0 (±3.9)	2.6 (±0.6)	6.1 (±0.7)	11.6 (±2.6)
PET_TPS/PLA5(5%)	26.9 (±4.5)	2.8 (±0.9)	2.3 (±2.3)	3.3 (±0.9)

설명: 본 표는 PET 및 TPS/PLA 혼합 소재에 대해 인장 강도, 인장 탄성률, 연신율, 그리고 충격 강도를 비교한 결과이다. PLA의 함량이 증가할수록 인장 강도와 연신율은 급격히 감소하며, 충격 강도는 PET의 경우 62.8에서 3.3 kJ/m²로 극단적으로 감소하는 경향을 보인다. 이는 PLA 혼입이 PET의 기계적 성질, 특히 내충격성과 유연성에 부정적인 영향을 준다는 것을 의미한다.

자료: Dan Åkesson외 2명(2021), 「Effect of a Small Amount of Thermoplastic Starch Blend on the Mechanical Recycling of Conventional Plastics」, 『Journal of Polymers and the Environment』29-3, Springer Science and Business Media LLC, 2-4.

¹⁹ Daniel 외 1명(2019), 「Recycling of Mixed Poly(ethylene-terephthalate) and Poly(lactic acid)」, 『Journal of Polymers and the Environment』27-7, Springer, 1-2.

²⁰ Dan Åkesson외 2명(2021), 「Effect of a Small Amount of Thermoplastic Starch Blend on the Mechanical Recycling of Conventional Plastics」, 『Journal of Polymers and the Environment』29-3, Springer Science and Business Media LLC, 1-6.

세 번째는 극미량의 혼입으로도 재활용이 불가능해질 수 있다는 점이다. Dimitris 외 3명(2021)의 연구에 따르면, PET 폐기물 스트림에 PLA가 약 1000ppm(0.1%) 정도만 섞여도 재활용된 PET가 흐려지고(hazing), 열화(degradation)가 발생하여 기계적 재활용이 사실상 불가능해질 수 있다고 경고한다²¹.

이처럼 PLA와 PET의 혼합 배출은 품질 저하에 그치지 않고 재활용 공정 전체의 수율과 신뢰도를 위협하는 문제이다. PLA의 생분해성을 살리는 동시에 PET의 고순도 재활용을 보장하기 위해서는 정밀한 선별 기술의 도입, 제품 라벨링의 강화, 분리배출 지침의 법제화 등 체계적인 대안이 필요하다.

iv. 국내외 정책 및 대응 방안

1. 기술적 방안

PLA의 효과적인 분리 및 재처리를 위해서는 현재의 재활용 인프라를 보완할 수 있는 기술적인 접근이 필요하다. 특히, PLA와 PET의 혼합 배출로 인한 품질 저하 문제를 해결하기 위해서는 ①고도화된 자동 선별 기술, ②명확한 소재 표식(마킹), ③PLA 전용 처리 라인 구축의 세 가지 방향에서 실질적인 대응이 요구된다.

①자동화 선별 기술 고도화: 현재의 재활용 선별 라인에서는 PLA와 PET가 외관상 유사하여 육안 및 단순 장비로는 정밀하게 분리되지 않는다. 이에 따라, 유럽과 일본에서는 고해상도 머신비전 기반 자동 선별 기술을 개발하고 적용 중이다.

독일의 TORMA Sorting Solutions는 NIR(근적외선) 기반 광학 선별기와 머신러닝 알고리즘을 접목하여 PLA, PET 등 유사 플라스틱을 정밀하게 분리할 수 있는 시스템을 구축하였다. TotalEnergies와의 공동 시범 사업에서는 PLA가 다른 플라스틱과 “완전히 회수되었다(fully recovered)”는 기술적 보고가 있었다²².

또한, STADLER는 호주 멜버른 남동부 지역(South-East Melbourne)에 위치한 Sacyr의 폐기물 처리 시설에 고정밀 기계 선별 시스템을 구축하였다. 연간 12만톤의 유기 폐기물을 처리하고, 산업용 퇴비 5만톤을 생산할 수 있으며, 정량 데이터에 따라 라인을 유연하게 조정할 수 있어 향후 PLA분리 선별률을 높이는 기술 기반으로도 활용할 수 있다. 이 시설은 독일 STADLER의 기계적 처리 기술과 네덜란드 WTT의 생물학적 공정이 결합된 복합 시스템이다²³.

²¹ Dimitris 외 3명(2021), 「Chemical Recycling of PET in the Presence of the Bio-Based Polymers, PLA, PHB and PEF: A Review」, 『Sustainability』13-19, MDPI, 2.

²² TOMRA(2022), 「TOMRA technology」, TORMA, [https://www.tomra.com/waste-metal-recycling/products/technologies\(2025.06.22\)](https://www.tomra.com/waste-metal-recycling/products/technologies(2025.06.22)).

²³ Waste Management Review(2019), 「Sacyr opens waste treatment plant in south-east Melbourne」, waste MANAGEMENT REVIEW, [https://wastemanagementreview.com.au/waste-treatment-plant-opens-in-melbourne/\(2025.06.22\)](https://wastemanagementreview.com.au/waste-treatment-plant-opens-in-melbourne/(2025.06.22)).

②생분해성 마킹/표시 부착 기술: 단순한 기계만으로는 완전한 분리가 어려운 상황에서 소재 자체에 식별 정보를 부착하는 방안이 효과적인 대안이 될 수 있다. 유럽연합(EU)은 EN13432 기준을 충족하는 생분해성 플라스틱 제품에 한해 “Seedling” 등의 마크 부착을 의무화하여 소비자 혼동을 줄이고 선별기 성능과 연계한 분리율도 향상시키고 있다²⁴. 이는 독립적 제3자 인증을 기반으로 하여 소비자가 제품을 식별하는 데 도움을 주고, 수집 및 재활용 과정에서도 올바른 분리와 회수를 유도할 수 있다.



Figure 2. Official Label for Industrially Compostable Bioplastics (EN 13432)

설명: 위 이미지는 European Bioplastics에서 제공하는 산업용 퇴비화 인증마크로, EN 13432 기준에 따라 생분해성 플라스틱 제품에 부착된다. 이 라벨은 소비자가 생분해성 제품을 정확하게 인식하도록 돕는 시각적 식별 수단으로 기능한다.

자료: European Bioplastics(2024), 「Labels for bioplastics」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/\(2025.06.22\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/(2025.06.22)).

실제로 European Bioplastics는 “비전문가는 생분해성 바이오 플라스틱과 일반 플라스틱을 구별하기 어렵기 때문에 신뢰할 수 있는 라벨이 소비자와 선별 시스템에서 도움이 된다”는 점을 강조하고 있다²⁵. 이처럼 마킹은 단순한 이미지가 아닌 센서 및 기계가 인식 가능한 신호체계로 설계되어 일부 업체들은 자외선 반응 마크(UV), QR바코드, 또는 바코드 삽입 등 자동 분류 시스템과 연계된 표시 기술을 확대 적용하고 있다.

③PLA 전용 선별 및 처리 라인 시범 도입: 네덜란드의 환경정책연구기관인 CE Delft는 PLA만을 분리·수거·선별·처리하는 전용 처리 시스템의 가능성을 평가하기 위해 국립 순환 플라스틱 테스트센터(NTCP)에서 PLA 전용 선별 실험을 수행했다. 연구 목적은 PLA 포장 폐기물을 기존 분리 라인에서 효과적으로 분류할 수 있는지, 그리고 기계적 또는 화학적 재활용 등의 후속 공정이 경제적 및 환경적으로 실현 가능한지 평가하기 위함이었다.

CE Delft의 기술 보고서에 따르면, 실험은 가정에서의 직접 분리된 포장 폐기물(Source-separated)와 일반 소비 후 혼합 폐기물(Post-consumer waste) 두 가지 조건군으로 나뉘어 진행되었다. 각 조건군에서 PLA를 PET/PE/PP보다 전/후에 선별하는 방식으로 다양한 실험이 수행되었고, 그 결과는 다음과 같았다.

²⁴ European Bioplastics(2024), 「Labels for bioplastics」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/\(2025.06.22\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/(2025.06.22)).

²⁵ European Bioplastics(2023), 「Certifications for bioplastics」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/certification/\(2025.06.22\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/certification/(2025.06.22)).

Table 3. PLA sorting Efficiency and Cross-Contamination Rates in NTCP pilot Experiments

	Experiment A-2	Experiment A-3	Experiment B-2	Experiment B-3
	Source-separated	Source-separated	Post-consumer separated	Post-consumer separated
	PLA sorting <i>after</i> PET, PE, PP	PLA sorting <i>before</i> PET, PE, PP	PLA sorting <i>after</i> PET, PE, PP	PLA sorting <i>before</i> PET, PE, PP
Yield PLA	73%	75%	78%	76%
Purity PLA	91%	92%	95%	94%
PLA pollution in PET stream	0.96%	0.03%	0.91%	0.02%
PLA pollution in PP stream	1.09%	0.03%	0.25%	0.00%
PLA pollution in PE stream	0.91%	0.00%	0.53%	0.47%
PLA pollution in foils stream	10.4%	10.4%	10.1%	10.1%
PLA pollution in 2D stream	0.0%	0.0%	1.0%	1.0%
PLA pollution in tetra stream	2.5%	1.3%	0.1%	0.2%
PLA pollution in metals stream	0.5%	0.1%	0.0%	0.2%

자료: CE Delft (2021), 「PLA sorting for recycling. Experiments」, CE Delft Report, [https://cedelft.eu/publications/pla-sorting-for-recycling-experiments-performed-at-the-national-test-centre-circular-plastics-ntcp/\(2025.06.23\)](https://cedelft.eu/publications/pla-sorting-for-recycling-experiments-performed-at-the-national-test-centre-circular-plastics-ntcp/(2025.06.23)).

CE Delft가 수행한 PLA 분리 선별 실험의 주요 결과, A-2, A-3, B-2, B-3 각 조건 하에서 PLA의 선별 수율(Yield), 순도(Purity), 그리고 PET/PP/PE 등 주요 플라스틱류에 대한 PLA 오염률(Contamination)을 수치로 제시하고 있다. 실험의 선별 순서와 방식에 따라 PLA의 순도는 최대 92%, PET 오염률은 최소 0.03%까지 낮출 수 있었으며, 이는 특정한 선별 조건과 공정을 통해 PLA가 효율적으로 분리될 수 있음을 시사한다. 또한, 현재 혼합 폐기물로 분류되어 재활용이 어려운 PLA 제품에 대해, 별도 수거-선별-재활용 시스템을 구축하는 것이 실효성 있는 대안이 될 수 있음을 보여준다²⁶.

2. 정책적 방안

생분해성 플라스틱의 효과적 활용과 재활용 체계 내 정착을 위해서는 기술적 보완뿐만 아니라 정책적 제도 설계가 반드시 병행되어야 한다. 특히 PLA는 물리적 특성상 기존 PET 등의 재활용 흐름을 교란시킬 수 있으므로 명확한 분리 지침 및 제도적 책임 부과, 그리고 이해관계자 간 합의 기반 정책 추진이 필요하다. 아래는 이를 위한 세 가지 핵심 정책 대안을 기술한 것이다.

²⁶ CE Delft (2021), 「PLA sorting for recycling. Experiments」, CE Delft Report, [https://cedelft.eu/publications/pla-sorting-for-recycling-experiments-performed-at-the-national-test-centre-circular-plastics-ntcp/\(2025.06.23\)](https://cedelft.eu/publications/pla-sorting-for-recycling-experiments-performed-at-the-national-test-centre-circular-plastics-ntcp/(2025.06.23)).

①PLA 분리배출 항목 신설 및 의무화: 여러 해외 국가들은 PLA를 포함한 생분해성 플라스틱을 기존 플라스틱류와 구분하기 위한 제도적 장치를 마련하고 있다. 대표적으로, 유럽연합(EU)은 2019년 제정된 'Single-Use Plastics Directive'를 통해 PLA와 같은 바이오 기반 소재가 기존 플라스틱과 혼입되지 않도록 제품 라벨링 및 별도 수거 체계를 의무화하고 있다²⁷.

또한, 이탈리아는 2020년부터 'Biorepack'이라는 EPR(생산자책임재활용제도) 기반의 전용 컨소시엄을 통해 PLA 기반 compostable 포장재를 별도로 분리 수거하고 그 처리 비용과 인프라를 생산자의 재활용 부담금으로 지원하는 체계를 구축하였다²⁸. 이는 생분해성 플라스틱 전용 수거·처리 체계 정착에 있어 유의미한 선례로 평가된다.

PLA 기반 포장재를 생산·유통하는 글로벌 기업인 TotalEnergies Corbion은 관련 보고서를 통해 "EPR 수수료는 compostable packaging의 수거, 선별, 유기적 재활용 인프라를 구축하는 데 직접 재투자되어야 한다." 라고 권고하고 있다²⁹.

해외 사례와 전문가 권고를 종합적으로 고려할 때, 국내에서도 '생분해성 플라스틱'이라는 독립된 분리배출 항목을 공식적으로 신설할 필요가 있다. 공공기관, 대형 유통업체, 지자체 시설 등 다중 이용시설을 중심으로 시범 도입을 우선 실시하고, 운영 결과에 따라 전국 확산을 추진하는 단계적 정책 접근이 바람직하다. 이는 PLA의 생분해성을 제대로 활용하는 동시에, 기존 플라스틱 재활용 흐름을 보호하는 이중 효과를 기대할 수 있는 현실적 대응책이 될 것이다.

②생산자책임재활용제도(EPR) 내 생분해성 소재 명확화: 생산자책임재활용제도(EPR, Extended Producer Responsibility)를 제조업체가 자사 제품의 사용 후 처리(회수, 재활용, 폐기 등)에 일정한 책임을 지도록 설계된 제도로, 전 세계적으로 플라스틱 폐기물 저감을 위한 핵심 수단으로 자리잡고 있다. 이에 대해 OECD는 2024년 보고서에서, Extended Producer Responsibility(EPR)을 '자원순환을 촉진하고, 책임 비용을 생산자에게 귀속시키며, 환경 영향을 최소화하기 위한 경제적 수단'으로 재정의하고 있다. 특히 EPR은 '소재 특성에 따른 차등 적용'을 권장하며, 재활용 저해 물질에 대해서는 명확한 비용 책임과 정책적 유인을 부과할 것을 강조한다³⁰. 이와 같은 방향성을 실질적으로 구현한 대표적 사례가 이탈리아의 'Biorepack' 컨소시엄이다. Biorepack은 EU의 EPR 지침에 따라 PLA 기반 compostable 포장재를 별도 품목으로 구분하고, 해당 제품 생산자에게 별도의 재활용 부담금을 부과하여 퇴비화 인프라 구축,

²⁷ European Commission (2019), 「Single-use plastics」, An official EU website, [https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en?\(2025.06.23\)](https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en?(2025.06.23)).

²⁸ Biorepack (2023), 「Bioplastic & Recycling Consortium」, Biorepack Official Website, [https://www.biorepack.org/en/biorepack-consortium\(2025.06.23\)](https://www.biorepack.org/en/biorepack-consortium(2025.06.23)).

²⁹ Paolo La Scola(2023), 「Compostable Plastics: Unlocking the Potential in the Packaging and Packaging Waste Regulation」, TotalEnergies Corbion, [https://totalenergies-corbion.com/compostable-plastics-unlocking-the-potential-in-the-packaging-and-packaging-waste-regulation/\(2025.06.23\)](https://totalenergies-corbion.com/compostable-plastics-unlocking-the-potential-in-the-packaging-and-packaging-waste-regulation/(2025.06.23)).

³⁰ OECD(2024), 「Extended Producer Responsibility」, OECD Official Website, [https://www.oecd.org/en/publications/extended-producer-responsibility_67587b0b-en.html\(2025.06.23\)](https://www.oecd.org/en/publications/extended-producer-responsibility_67587b0b-en.html(2025.06.23)).

수거 시스템 운영, 대국민 교육 및 캠페인 등에 재원을 재투자하고 있다³¹.

국제 동향을 고려할 때, 국내에서도 PLA 제품의 사용이 증가하는 상황 속에서 EPR 제도 내 ‘생분해성 플라스틱’ 항목을 명시적으로 포함하고, 해당 제품이 PET 등 타 재질 재활용을 방해할 경우 혼입 부담을 반영한 재활용 분담 기준을 마련하는 것이 필요하다. 또한, PLA 처리에 특화된 인프라에 대한 재정 지원을 가능케 하는 제도 설계도 병행되어야 한다.

③기술 기반 정책포럼 운영 및 사회적 합의 도출: PLA를 비롯한 생분해성 플라스틱에 대한 제도화 단계는 단순히 생분해 가능 여부만으로 정책을 수립하기엔 한계가 있다. 실제 적용에서는 재질별 분리배출, 산업계 수용성, 소비자 인식, 그리고 기존 재활용 시스템과의 정합성 등 복합적 요인들이 얹혀 있다. 이러한 복잡성은 생분해성 플라스틱이 기술적 기준만으로 해결될 수 없으며, 이해당사자 간의 조정과 사회적 합의가 반드시 수반되어야 함을 의미한다.

한국바이오협회(2022)는 이러한 입장을 분명히 밝히고 있다. 보고서에 따르면, “생분해성 바이오 플라스틱의 정책 설계는 단일 기술적 해법으로 해결되기 어려우며, 다양한 이해관계자 간 조정이 필요하다. 특히 재활용 업계와 제조사, 규제 기관, 소비자 간의 지속적인 논의 구조가 중요하다.”라고 언급하며, 기술적 제도의 균형적 접근을 강조하였다³².

이러한 관점은 유럽연합(EU)의 정책 방향성과도 맞닿아 있다. EU는 2023년 「Circular Economy Action Plan」 개정안에서 생분해성 플라스틱의 도입과 활용 확대는 기술적 타당성뿐만 아니라 사회적 신뢰를 기반으로 추진되어야 하며, 투명하고 합의에 기반한 평가를 통해 환경적 유익성을 입증해야 한다고 명시하고 있다³³.

따라서, 국내에서도 생분해성 플라스틱 정책의 실효성과 수용성을 높이기 위해 정책 포럼 중심의 거버넌스 구축이 필요하다. 이 포럼은 재활용 업계, 바이오 플라스틱 제조업체, 소비자 단체, 관계 부처, 학계 전문가 등이 참여하는 다자간 구조로 운영되어야 하며, 정기적인 회의를 통해 ▲PLA 분리배출 기준 정립, ▲EPR 제도 내 분담 구조 개선, ▲산업 퇴비화 인증 기준 수립, ▲소비자 대상 시각적 식별 마크 등 핵심 정책 과제를 논의하는 장이 되어야 한다. 이를 통해 산업계의 현실을 반영하면서도 소비자와 환경 측면의 요구를 수렴할 수 있는 통합적 정책 설계 기반이 마련될 수 있을 것이다.

³¹ Biorepack (2023), 「Bioplastic & Recycling Consortium」, Biorepack Official Website, <https://www.biorepack.org/en/biorepack-consortium>(2025.06.23).

³² 한국바이오협회(2022), 「지속가능성을 위한 친환경 바이오플라스틱 산업 동향」, 한국바이오협회 브리프, https://www.koreabio.org/board/board.php?bo_table=brief&key_type=b_subject&key_word=%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%98%A4%20%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1(2025.06.20).

³³ European Commission (2022), 「Communication – EU policy framework on biobased, biodegradable and compostable plastics」, https://environment.ec.europa.eu/publications/communication-eu-policy-framework-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics_en(2025.06.23).

v. 결론

본고는 PLA(Polylactic Acid)를 중심으로 기존 플라스틱(PET 등)과의 비교를 통해 발생하는 분리배출의 어려움과 재활용 교란 문제를 다각적으로 분석하였다. 또한, PLA의 분해 조건과 현실적 한계, PLA와 PET의 혼합 배출 시 재활용 공정에서 나타나는 문제점, 국내외 정책적 및 기술적 대응 방안을 종합적으로 고찰하였다.

PLA는 그 자체로 환경친화적 소재이지만, 인프라와 제도가 뒷받침되지 않으면, 오히려 기존 재활용 체계를 방해할 수 있다. 생분해성 플라스틱의 효율적인 운영을 위해서는 단순한 기술 개발뿐만 아니라 분리배출 체계 개편, EPR 제도 개선, 산업 퇴비화 시설 확충 등 구조적 정책 설계가 요구된다. 또한, PLA 상용화를 위해서 제조사, 재활용업계, 정책 기관, 소비자 등 다자간 거버넌스 구축과 사회적 합의 과정이 병행되어야 한다는 것을 확인할 수 있었다.

그러나 본고는 문헌 중심의 연구이기 때문에 실제 정책 적용 시 발생하는 행정적 및 기술적 현실성에 대한 정량적인 데이터는 확보하지 못했다. PLA 이외에 PBAT, PBS 등의 생분해성 소재 비교는 상대적으로 다루지 못했으며, 소비자의 인식이나 산업계의 경제성 분석 등은 향후 실증 연구를 통해 보완되어야 할 필요가 있다.

이러한 한계 극복을 위해서 향후에는 실험 자료와 현장 기반의 정책 분석을 통해 보다 구체적인 실행 방안을 모색해야 하며, 경제적, 문화적 측면까지 포괄할 수 있는 통합적 접근 방식이 필요하다. 특히 PLA 자원순환 구조를 정착시키기 위해서 기술적인 선별·퇴비화 가능성과 정책적 인센티브 및 소비자 인식 전환 전략이 필요하다.

참고문헌

1. 논문

Dan Åkesson 외 2명(2021), 「Effect of a Small Amount of Thermoplastic Starch Blend on the Mechanical Recycling of Conventional Plastics」, 『Journal of Polymers and the Environment』29-3, Springer Science and Business Media LLC, 1-6.

Daniel 외 1명(2019), 「Recycling of Mixed Poly(ethylene-terephthalate) and Poly(lactic acid)」, 『Journal of Polymers and the Environment』27-7, Springer, 1-2.

Dimitris 외 3명(2021), 「Chemical Recycling of PET in the Presence of the Bio-Based Polymers, PLA, PHB and PEF: A Review」, 『Sustainability』13-19, MDPI, 1-2.

문자영 외 4명(2016), 「생분해성 플라스틱 PLA(Polylactic acid) 퇴비화를 통한 생분해능 검토」, 『한국산학기술학회논문지』17-4, 한국산학기술학회, 596-605.

윤혜정(2023), 「천연자원 추출물 기반 가소성능이 향상된 수베린/PLA 블렌드의 제조 및 물성 연구」, 『성균관대학교 대학원 석사학위논문』, 성균관대학교, 12.

2. 인터넷 자료

BioPak Australia(2024), 「What is PLA?」, BioPak Australia Resources,
[https://www.biopak.com/au/resources/what-is-pla?\(2025.06.19\)](https://www.biopak.com/au/resources/what-is-pla?(2025.06.19)).

Biorepack (2023), 「Bioplastic & Recycling Consortium」, Biorepack Official Website, An official EU website[https://www.biorepack.org/en/biorepack-consortium\(2025.06.23\)](https://www.biorepack.org/en/biorepack-consortium(2025.06.23)).

CE Delft (2021), 「PLA sorting for recycling. Experiments」, CE Delft Report,
[https://cedelft.eu/publications/pla-sorting-for-recycling-experiments-performed-at-the-national-test-centre-circular-plastics-ntcp/\(2025.06.23\)](https://cedelft.eu/publications/pla-sorting-for-recycling-experiments-performed-at-the-national-test-centre-circular-plastics-ntcp/(2025.06.23)).

European Bioplastics(2023), 「Certifications for bioplastics」, europeanbioplastics,
[https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/certification/\(2025.06.22\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/certification/(2025.06.22)).

European Bioplastics(2024), 「Bioplastics: Materials, Applications, Markets」, European Bioplastics,
[https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/\(2025.06.19\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/(2025.06.19)).

European Bioplastics(2024), 「Labels for bioplastics」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/\(2025.06.22\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/(2025.06.22)).

European Bioplastics(2025), 「Biodegradables and material recycling – a paradox?」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/biodegradables-and-material-recycling-a-paradox/\(2025.06.19\)](https://www.european-bioplastics.org/biodegradables-and-material-recycling-a-paradox/(2025.06.19)).

European Bioplastics(2025), 「What are bioplastics?」, europeanbioplastics, [https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/\(2025.06.19\)](https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/(2025.06.19)).

European Commission (2022), 「Communication – EU policy framework on biobased, biodegradable and compostable plastics」, [https://environment.ec.europa.eu/publications/communication-eu-policy-framework-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics_en\(2025.06.23\)](https://environment.ec.europa.eu/publications/communication-eu-policy-framework-biobased-biodegradable-and-compostable-plastics_en(2025.06.23)).

European Commission(2019), 「Single-use plastics」, An official EU website, [https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en?\(2025.06.23\)](https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en?(2025.06.23)).

Greenpeace(2021), 「생분해성 플라스틱이 친환경이라는 착각」, Greenpeace Korea, [https://www.greenpeace.org/korea/update/25606/blog-plastic-tw_plastic_win/\(2025.06.19\)](https://www.greenpeace.org/korea/update/25606/blog-plastic-tw_plastic_win/(2025.06.19)).

NatureWorks(2024), 「Hydrolysis prevents the formation of persistent PLA microplastics in the environment」, NatureWorks, [https://www.natureworksllc.com/about-natureworks/news/news-posts/newspost-hydrolysis-prevents-formation-of-persistent-pla-microplastics-in-the-environment\(2025.06.19\)](https://www.natureworksllc.com/about-natureworks/news/news-posts/newspost-hydrolysis-prevents-formation-of-persistent-pla-microplastics-in-the-environment(2025.06.19)).

OECD(2024), 「Extended Producer Responsibility」, OECD Official Website, [https://www.oecd.org/en/publications/extended-producer-responsibility_67587b0b-en.html\(2025.06.23\)](https://www.oecd.org/en/publications/extended-producer-responsibility_67587b0b-en.html(2025.06.23)).

Paolo La Scola(2023), 「Compostable Plastics: Unlocking the Potential in the Packaging and Packaging Waste Regulation」, TotalEnergies Corbion, [https://totalenergies-corbion.com/compostable-plastics-unlocking-the-potential-in-the-packaging-and-packaging-waste-regulation/\(2025.06.23\)](https://totalenergies-corbion.com/compostable-plastics-unlocking-the-potential-in-the-packaging-and-packaging-waste-regulation/(2025.06.23)).

TOMRA(2022), 「TOMRA technology」, TORMA, [https://www.tomra.com/waste-metal-recycling/products/technologies\(2025.06.22\)](https://www.tomra.com/waste-metal-recycling/products/technologies(2025.06.22)).

Waste Management Review(2019), 「Sacyr opens waste treatment plant in south-east Melbourne」, waste MANAGEMENT REVIEW, [https://wastemanagementreview.com.au/waste-treatment-plant-opens-in-melbourne/\(2025.06.22\)](https://wastemanagementreview.com.au/waste-treatment-plant-opens-in-melbourne/(2025.06.22)).

문유상(2023), 「생분해성 플라스틱 관련 보도설명자료」, 환경부, [https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%9D%EB%B6%84%ED%95%B4%EC%84%B1+%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1&menuId=10525&orgCd=&boardId=1616615&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=\(2025.06.20\)](https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EC%83%9D%EB%B6%84%ED%95%B4%EC%84%B1+%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1&menuId=10525&orgCd=&boardId=1616615&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=(2025.06.20)).

전예리(2022), 「바이오플라스틱」, 한국과학기술기획평가원 기술동향브리프, [https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&&list_no=42854&act=view\(2025.06.20\)](https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&&list_no=42854&act=view(2025.06.20)).

한국과학기술기획평가원(KISTEP)(2022), 「바이오플라스틱」, 한국과학기술기획평가원 기술동향브리프, [https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&&list_no=42854&act=view\(2025.06.20\)](https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&&list_no=42854&act=view(2025.06.20)).

한국바이오협회(2022), 「지속가능성을 위한 친환경 바이오플라스틱 산업 동향」, 한국바이오협회 브리프, [https://www.koreabio.org/board/board.php?bo_table=brief&key_type=b_subject&key_word=%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%98%A4%20%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1\(2025.06.20\)](https://www.koreabio.org/board/board.php?bo_table=brief&key_type=b_subject&key_word=%EB%B0%94%EC%9D%B4%EC%98%A4%20%ED%94%8C%EB%9D%BC%EC%8A%A4%ED%8B%B1(2025.06.20)).