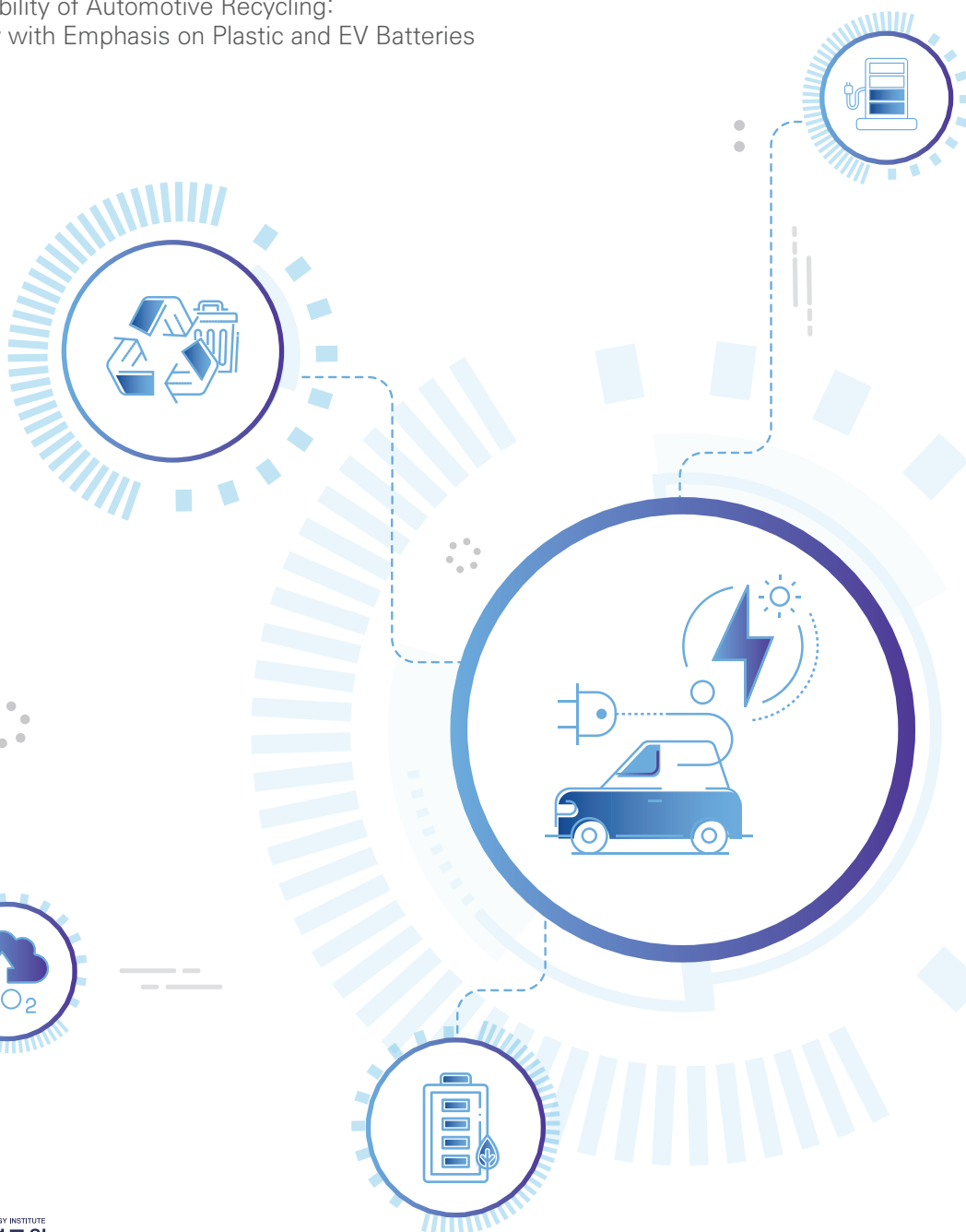


자동차 자원순환의 필요성과 시사점

플라스틱·배터리 재활용을 중심으로

Implications and Sustainability of Automotive Recycling:
A Comprehensive Review with Emphasis on Plastic and EV Batteries

이서현 · 정준하



요약

1. 서론

◆ (배경)

- EU를 중심으로 글로벌 자동차 자원순환 정책이 강화되고 있으며, 공급망 리스크 문제 등이 대두됨에 따라 자동차·부품 제조사에 있어 자동차 자원순환의 필요성이 증가

2. 자동차 자원순환의 개요와 정책 동향

◆ (자동차 자원순환 개요)

- (사용후 자동차) 자동차는 다양한 자원을 복합 사용하여 생산되며, 사용 과정에서 노후가 진행되어 국가 환경적·경제적 기준상 사용에 적합하지 않은 사용후 자동차(폐자동차)는 폐차 처리 대상이 됨

〈표 1〉 본 보고서의 사용후 자동차(End of Life Vehicle) 구분

구분	처리
국내 규제상 주행이 불가하거나 수리 비용이 차량 가치보다 높아 폐차가 적합하며 ①해외에서도 중고차로 사용할 수 없을 정도로 노후되었거나, ②수출 제비용(수리·운송비, 통관 절차, 관세 등)보다 수출 수익이 높지 않아 수출할 유인이 없는 차	폐차 처리
국내 규제상 주행이 불가하거나 수리 비용이 차량 가치보다 높아 폐차가 적합하나 해외에서는 중고차로 사용할 수 있어 수출할 수 있는 자동차 (해외 규제 수준이 국내보다 낮은 경우, 저렴한 인건비 등으로 인해 현지 수리 비용이 낮은 경우 등)	폐차 처리, 또는 수출

- (자원순환) 사용후 자동차와 그 폐자원은 성능·순환이용 용도 등에 따라 재제조·재사용·재활용함

〈표 2〉 본 보고서 분석 대상 자원순환 방식

구분	
재제조	「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제2조 제2호에 따른 재활용가능자원 ¹⁾ 을 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 중에서 분해·세척·검사·보수·조정·재조립 등의 공정을 거쳐 원래의 성능 또는 그 이상의 성능을 가진 상태로 만드는 산업활동
재사용	재활용가능자원 ¹⁾ 을 그대로 또는 고쳐서 다시 쓰거나 생산활동에 다시 사용할 수 있게 하는 활동
재활용	폐기물을 재사용·재생이용하거나 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동
재생이용	재활용가능자원 ¹⁾ 의 전부 또는 일부를 원료*로 다시 사용하거나 다시 사용할 수 있도록 하는 것 * 재활용가능자원의 전부 또는 일부를 재생이용한 원료는 '재생원료'로 정의

주: 1) 재활용가능자원은 사용되었거나 사용되지 않고 버려진 후 수거된 물건과 부산물 중 재사용·재생이용할 수 있는 것

- (폐차 자원순환 과정) 사용후 자동차와 그 폐자원은 해체재활용업자·파쇄재활용업자·파쇄잔재물(ASR) 재활용업자·폐가스류처리업자를 거쳐 재활용됨
- (미래차 전환과 자동차 자원순환) 전동화·전장화가 진행되며 자동차 생산 시 금속, 플라스틱, 전자부품 등의 사용량이 대폭 증가할 전망이나 이들은 재활용이 어려워 자원순환 난도 상승 전망

◆ (자동차 자원순환 정책 동향)

- (글로벌 정책 방향성) 유럽연합(EU)을 중심으로 자동차 자원순환 정책 범위·의무가 강화, 따라서 자동차·부품 제조기업에 자원순환을 고려한 제품 설계·생산, 공급망 데이터 연계 검토 필요성 증가

〈표 3〉 자동차 자원순환 관련 유럽연합(EU)의 주요 정책 방향성

구분	발효	주요 내용
에코 디자인 규정 (Eco Design Regulation)	'24.7	• 제품의 내구성 및 재사용 가능성을 고려한 순환형 제품 설계 촉진 • 기업별 연간 폐기량·재활용 등 정보 공개 • 디지털 제품 여권(DPP) 첨부 의무화
배터리 규정 (Battery Regulation)	'23.8	• 디지털 배터리 여권 도입, 재생원료 사용 의무화, 배터리 생산자에 사용후 배터리 회수·재활용 의무 부과 등
ELV 규정 (ELV Regulation) 개정안	미정 ('23.7월 초안 공표)	• 현행 EU ELV 지침(폐차처리지침) 강화 예정으로 사용후 자동차 수출 금지, 신차 생산 시 재생 플라스틱 사용·폐자동차 플라스틱 재활용 의무화, 사용후 자동차에서 전기차 구동 모터·전자부품 등 탈거 의무 등 제시

- (우리나라 자동차 자원순환 정책①) 환경정보장제(EcoAS), 생산자책임재활용제도(EPR) 등을 통해 자동차 자원순환을 추진해왔으며 최근에는 사용후 배터리 산업 육성을 위한 법제 구축 중
- (우리나라 자동차 자원순환 정책②) 우리나라 EPR 제도 대상에 자동차는 포함되지 않으며, '23년 플라스틱 재질 자동차 유지보수용 부품이 대상에 포함됨. 사용후 배터리를 EPR 제도에 포함하는 방안을 '23년 검토했으나 도입되지 않았으며 LFP 배터리를 포함하는 방안 검토 중

〈표 4〉 자동차 자원순환 관련 우리나라의 주요 정책

구분	주요 내용
사용후 자동차 (폐자동차), 플라스틱	환경정보장제 (EcoAS) • (자동차 제조·수입기업) 차량 제조시 유해물질 함유 기준 준수, 해체재활용업자 등에 필요한 재활용 정보(분해·해체절차, 합성고분자화합물의 구성 재질, 제거되어야 할 위험물질의 위치, 부품의 효율적 처리 및 재활용 방법 등) 제공 • (해체재활용업자·파쇄재활용업자·파쇄잔재물재활용업자·폐가스류처리업자) 폐자동차 재활용률 목표(95%)를 달성하기 위해 폐자동차를 가능한 한 재활용
	생산자책임 재활용제도 (EPR) • 생산자에게 플라스틱 등 폐기물의 회수 및 재활용까지의 책임 부여 • 우리나라는 EU와 달리 자동차, 사용후 배터리를 EPR 대상에 포함하지 않음 • 다만 '23년부터 플라스틱 재질 자동차 유지관리용 부품(범퍼, 몰딩·가나쉬, 언더커버, 워셔 탱크, 냉각수 탱크)을 EPR 제도 대상에 포함
사용후 배터리	전기용품 및 생활용품 안전관리법 • 사용후 배터리 재사용은 안전성 검사를 거친 경우에 한해 유통을 허용 • 사용후 배터리 재사용 안전성 검사기관 지정
	순환경제사회 전환 촉진법 • 사용후 배터리는 본디 폐기물 규제를 적용받았으나, 사용후 배터리 용도가 재제조·재사용인 경우 순환자원으로 지정하여 기업의 규제 부담 완화
	사용후 배터리 산업 육성을 위한 법·제도·인프라 구축방안 • '27년까지 사용후 배터리 산업 주관 부처별 배터리 전주기 이력관리 시스템 구축 및 개별 시스템 연계 통합 포털 구축 • (산업부) 배터리 공급망 데이터, 거래 정보 시스템(유통 및 재사용 이력) • (환경부) 전기차 전주기 통합환경정보 시스템(전기차 보급·충전·재활용 이력) • (국토부) 전기차 배터리 안전인증관리 시스템(배터리 안전성 인증, 전기차 운행, 성능평가, 폐차, 재제조 이력 등) • 재생원료 인증제(생산, 사용) 도입 • 배터리 탈거 전 성능평가 도입 • 사용후 배터리 유통체계 마련(사용후 배터리 거래 원칙 수립, 사업자 등록제, 운송·보관 기준, 거래 정보 시스템 확립)

3. 국내외 자동차 자원순환 현황

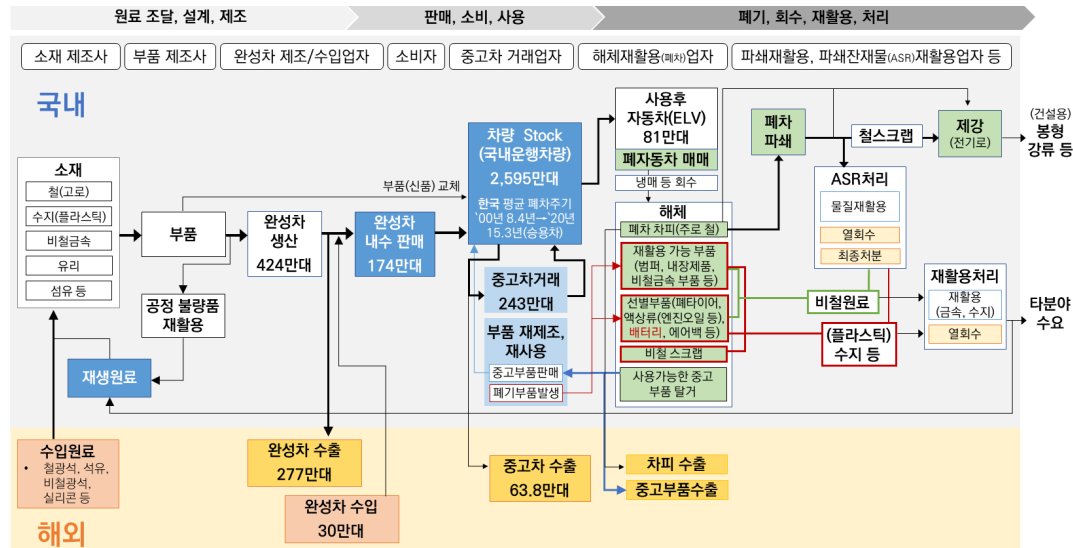
◆ (우리나라 자동차 자원순환 현황)

◎ (조사대상) 미래차 전환, 글로벌 정책 동향 등을 고려하여 사용후 자동차(폐자동차)의 자원순환 현황, 그리고 그 폐자원 중 플라스틱·사용후 배터리의 자원순환 현황을 중점적으로 조사

① 사용후 자동차

- (현황) 우리나라는 주요국에 비해 폐차 관리 행정체계가 잘 구축되어 있어 사용후 자동차 대부분이 적격 해체재활용업자에 의해 회수·재활용되고 있음
- (과제) 다만 우리나라는 사용후 자동차와 그 폐자원의 재활용률이 낮다고 평가되며 이를 개선하기 위해서는 파쇄잔재물(ASR) 처리기술 개발 등이 필요하다고 평가
- (전망) 한편 앞으로 전기차 폐차량이 점차 증가할 것으로 예상되는데, 해체재활용(폐차)업자 등이 전기차를 회수·재활용하기 위해서는 신규설비·기술·인력 투자가 필요하여 지원이 필요

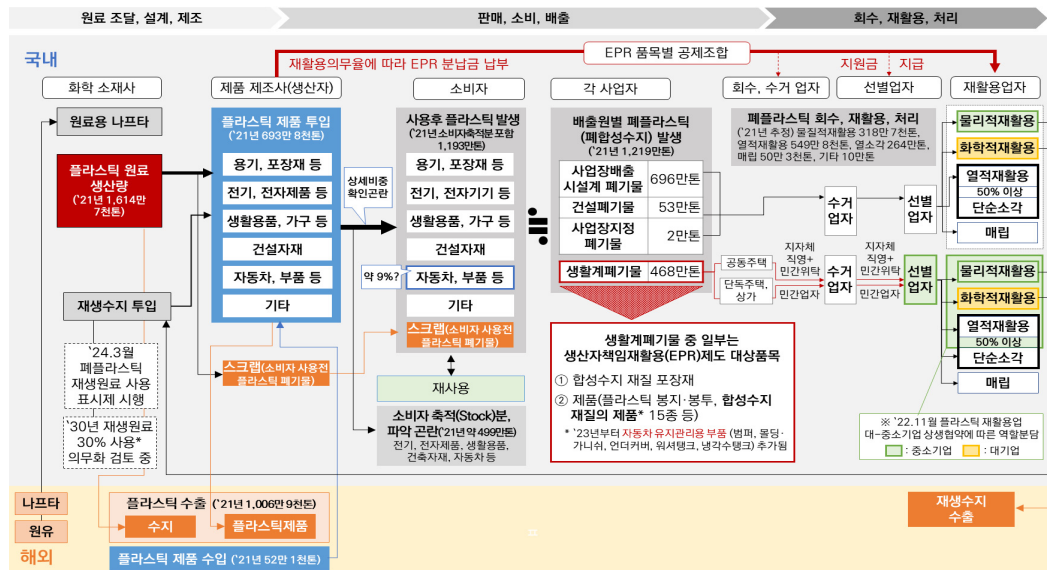
[그림 1] 자동차 자원순환 흐름 도식



② 플라스틱

- (글로벌 플라스틱 사용량·배출량) 자동차는 플라스틱 사용량이 3번째로 많은 산업으로 신차 생산 시 소재 중 플라스틱 비중은 중량 기준 약 10%, 부피 기준 약 50%에서 더욱 증가할 전망. 한편 사용후 자동차(ELV)에서 배출된 플라스틱 대부분은 재사용·재활용이 어려워 소각 처리되고 있음
- (국내 플라스틱 사용량·배출량) 국내 자동차 산업 플라스틱 사용량·배출량 등은 관련 통계 부재로 확인이 어려우나 신차 생산 시 재생 플라스틱 사용 비율, 車 유래 플라스틱 재활용률은 높지 않음
- (글로벌 정책동향) 주요국은 플라스틱 신품 생산 시 재생원료 사용 의무화 등 개별 정책 도입과 UN 플라스틱 협약 체결 등을 추진 중, 플라스틱 사용량·배출량이 많은 자동차 산업에도 큰 영향이 예견
- (현황) 플라스틱 신품 생산에 사용할 수 있는 고품질 재생원료에 대한 수요 대폭 증가 전망, 그러나 국내에서는 고품질 원료 공급이 어려우며 영세 중소기업 위주인 국내 재활용 산업 생태계 특성상 규모의 경제 달성에 어려움이 존재. 다만 대·중소기업 상생협약 등에 기반한 점진적 개선 기대
- (전망) 자동차 제조사의 재생 플라스틱 사용 비율 목표(현행 2%→'30년 20%)와 '23년 EPR 제도 개정 (자동차 유지보수 부품 대상에 포함) 동향을 고려할 때 점진적 재활용률 개선 기대

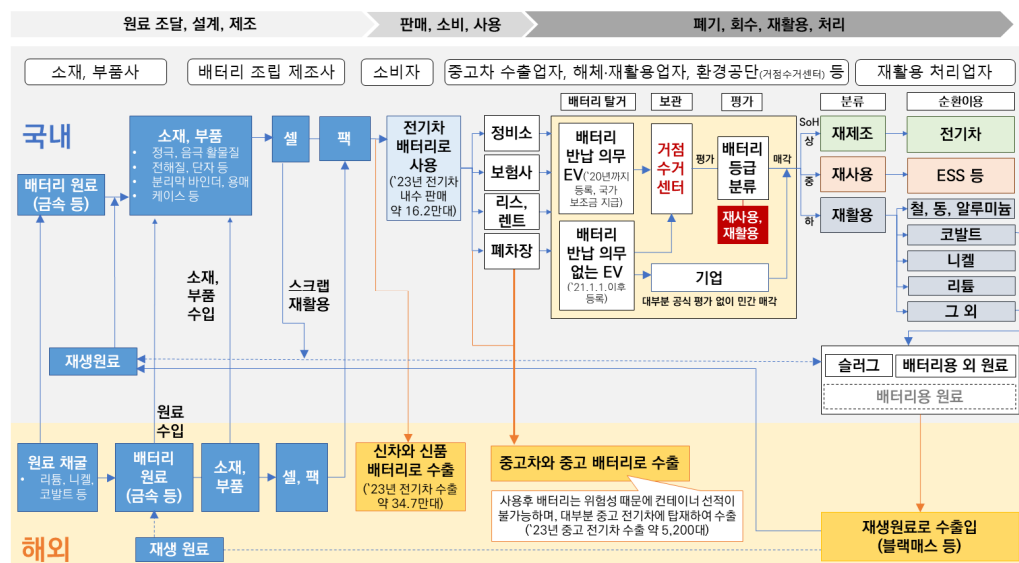
[그림 2] 플라스틱 자원순환 흐름도



③ 사용후 배터리

- **(국내외 배터리 사용량·배출량)** 전기차 보급으로 배터리 사용량이 증가 중이나 전기차 폐차량·사용후 배터리 배출량은 아직 많지 않으며 '30년 이후 대폭 증가 전망('24년 국내 사용후 배터리 발생량 1.4만→'30년 10.8만 개). 사용후 배터리 산업 활성화를 위해서는 원료확보를 통한 규모의 경제 달성이 급선무로 평가
- **(국내 정책 동향)** 정책목표 등을 고려할 때 전기차·사용후 배터리가 일정 기간 국내에서 순환 이용되는 것이 바람직하다고 보고 정부는 의무운행 기간을 채우지 않고 전기차를 등록말소하는 경우 보조금을 일부 회수하는 제도를 도입, 특히 수출말소에 대해서는 의무운행 기간을 2년→5년→8년으로 강화
- **(현황)** 전기차 폐차(수출은 제외) 시 사용후 배터리를 지방자치단체에 반납할 의무를 부과했으나 '21년 이후 등록된 전기차에는 반납 의무를 폐지하며 사용후 배터리 관리 기반에 공백이 존재
- **(전망)** 사용후 배터리는 성능(SoH)에 따라 재제조·재사용·재활용 용도로 활용되는데, 그동안 주로 재활용 산업이 주목받았으나 앞으로는 재제조·재사용 산업도 함께 발전할 전망

[그림 3] 전기차 사용후 배터리 자원순환 흐름도



◆ (주요국의 자동차 자원순환 현황)

◎ (조사대상) 글로벌 자동차 자원순환 정책 동향을 주도하는 EU, 전기차 생산·판매 규모가 높으며 사용후 배터리 회수관리 체계를 가장 이른 시기에 구축한 중국을 조사 대상국으로 선정

① EU

- (사용후 자동차) 재활용 기술 등은 비교적 높은 수준이나 사용후 자동차 관리체계가 미비하여 역내 사용후 자동차 중 3분의 1의 흐름이 파악되지 않는 상황(Missing ELV). 이에 사용후 자동차 관리체계를 통합하고 ELV 규정 개정안을 도입하여 사용후 자동차 및 그 폐자원 관리체계를 강화할 예정
- (플라스틱) EU ELV 규정 개정안 초안은 (생산 단계) 신차 생산 시 재생 플라스틱 25%(폐차 유래 재생 플라스틱) 사용, (폐기 단계) 사용후 자동차 플라스틱의 30% 이상 재활용 등을 의무화할 예정
- (사용후 배터리) '23.8월 시행된 EU 배터리 규정은 배터리 생산자에 사용후 배터리 회수·재활용 책임을 부과하고 재생원료 사용·공급망 실사 등 정보 입증을 요구, 이를 달성하기 위한 수단으로서 산업 간·기업 간 데이터 연계 플랫폼 Catena-X 등의 구축도 추진 중

② 중국

- (사용후 자동차) 정식 해체재활용업자의 경쟁력이 약하고, 사용후 자동차 관리체계가 미비하여 85% 이상의 사용후 자동차와 그 폐자원이 불법적으로 처리되는 것으로 추정됨. 이에 중국 정부는 자동차 EPR 시범사업, 정식 해체재활용업자에 대한 증치세 경감 등의 조치를 도입
- (플라스틱) 플라스틱 회수 및 재활용률은 높지 않으며 사용후 자동차 유래 플라스틱 재활용을 촉진하는 관련 제도가 미비하여 중국 자동차 내수시장 내 재생 플라스틱 수요는 높지 않은 상황
- (사용후 배터리) 주요국보다 이른 시기('18년)에 사용후 배터리 이력관리 플랫폼을 구축하여 운영 중. 다만 법제 구조, 정식 회수·재사용·재활용 기업의 낮은 경쟁력 등으로 제도 개편 필요

③ 국제비교

- 우리나라와 EU, 중국의 사용후 자동차와 그 폐자원 회수·재활용 현황과 정책 동향을 비교 분석한 결과는 다음과 같이 정리할 수 있음

〈표 5〉 사용후 자동차와 그 폐자원 회수·재활용 현황 국제 비교

구분	사용후 자동차와 그 폐자원			
		사용후 전기차	사용후 배터리	플라스틱
우리나라	• 사용후 자동차 거의 대부분이 정식 해체재활용업자에 인계 • 최근 개발도상국에의 수출 증가	• 사용후 전기차 상당량 수출	• 안전성 문제로 사용후 배터리 단독으로는 운송·거래되지 않고 전기차에 탑재되어 해외로 수출 • 재생원료(배터리 스크랩, 블랙매스)를 EU 등에서 수입 중	• 신차 생산 시 재생 플라스틱 사용률은 2% 미만, '30년까지 20%로 제고 목표
EU	• 사용후 자동차 1/3이 행방불명되어 정식 해체 재활용업자에 인계되지 않고 있음 • 최근 개발도상국에의 사용후 자동차 수출 증가	• 좌동	• 안전성 문제로 사용후 배터리 단독으로는 운송·거래되지 않고 전기차에 탑재되어 해외로 수출 • 재생원료(배터리 스크랩, 블랙매스)를 수출(블랙매스 총 발생량 3만톤 중 2만톤 우리나라에 수출)	• 신차 생산 시 재생 플라스틱 사용률은 약 8%
중국	• 사용후 자동차 85% 이상 행방불명되어 정식 해체 재활용업자에 인계되지 않고 있음 • 사용후 자동차 수출량은 제한적	• 중고차 수출 이루어지지 않다가 최근 시작됨. 단 수출 중고차는 대부분 신차급 신에너지차	• 사용후 배터리 75%는 적격 기업이 아닌 기업에 의해 회수·재활용되고 있음 • 사용후 배터리, 블랙매스 수입은 거의 불가	• 거의 회수·재활용 되고 있지 않음

〈표 6〉 사용후 자동차와 그 폐자원 회수·재활용 정책 동향 국제 비교

구분	사용후 자동차와 그 폐자원			
		사용후 전기차	사용후 배터리	플라스틱
우리나라	- EPR 제도 비대상, 환경성 보장제(EcoAS)로 폐자동차 재활용률 등 목표 설정 - 폐자동차등록·관리시스템에 의해 거의 모든 폐자동차가 관리	- EPR 제도 비대상 - 사용후 전기차 수출말소 시 보조금 회수 제도 강화	- EPR 제도 비대상 '20년 이전 등록 전기차는 말소 시 사용후 배터리 지자체 반납 의무 '21년 이후 사용후 배터리 반납 의무 없음 '24~'27년 배터리 전주기 이력관리 시스템 구축예정	EPR 제도 비대상 → '23년부터 자동차 유지보수용 부품 5종(범퍼, 몰딩·가나쉬, 언더커버, 워셔 탱크, 냉각수 탱크)은 EPR 제도 대상
EU	- EPR 제도 대상 - EU 역내 자동차 등록·관리 시스템 통합 예정 ('28~'29년 내 완성) - EU 역내에서 사용이 불가한 폐자동차를 폐기물로 규정하여 역외(주로 개발도상국) 수출 제한 검토 중	좌동	- EU 배터리 규정에 따라 ① 전기차 배터리 회수 등 EPR 제도 적용, ②생산 시 재생원료 사용 의무화, ③배터리 이력 데이터 관리 체계 구축(배터리 여권) - 폐차시 전기차 배터리 외에 SLI 배터리도 의무 분리하도록 규정할 예정 - 블랙매스를 유해폐기물로 지정, 수출 제한 추진 중	- 자동차 EPR 제도 대상 - 폐자동차에 포함된 플라스틱 중 30% 이상 (중량 기준) 재활용 의무화 '30년 이후 신차 생산 시 플라스틱 25% 이상 재생 플라스틱(6.25%는 폐자동차 유래 재생 플라스틱) 사용 의무화
중국	- EPR 제도 비대상 - 해체재활용업자 경쟁력 제고 정책 도입(예: 증치세(부가가치세에 상당) 간이 과세 방식 적용)	- EPR 제도 비대상 - 신에너지차 구동 배터리는 전주기 이력 관리 시스템으로 '18년부터 관리	- EPR 제도 대상 - 배터리 전주기 이력관리 시스템 '18년부터 운영 중, '24년 말 시스템 고도화 예정 - 원료 확보를 위해 사용후 배터리 및 블랙매스 수입 허용하는 방안 검토 중 ('24년 내 결론 도출 예정)	별도 재활용 활성화 정책 확인되지 않음

4. 자동차 자원순환 관련 기술 현황과 발전 방안

◆ (플라스틱 회수·재활용 기술)

- **(현황)** 플라스틱 재활용 기술은 통상 물리적, 화학적, 열적 재활용으로 구분됨. 자동차 산업에 대한 환경 규제를 고려할 때 물리적, 화학적 방식으로 재생 플라스틱 생산 및 폐자동차 유래 플라스틱 재활용이 필요
- **(전망)** 현재 재생 플라스틱 생산 등에는 주로 물리적 재활용 방식이 활용되나 처리 범위와 재활용 산출물의 질에 한계가 있어 수거·회수·세척 고도화와 화학적 재활용 기술개발이 병행될 필요가 있다고 평가

◆ (사용후 배터리 회수·재활용 기술)

- **(재사용-현황-전망)** 주로 배터리 진단과 배터리 해체 관련 기술이 주로 개발되고 있는데 최근 로봇과 데이터 분석 등을 통해 공정 속도와 정확성을 개선하기 위한 연구가 진행 중
- **(재활용-현황-전망)** 주로 건식·습식 공정 기술을 활용하여 희소 금속을 추출함. 각각 금속 추출 가능성과 환경성에 장단점이 있어 최근에는 경제성과 친환경성을 개선하기 위한 신기술 개발 추진 중

5. 결론 및 시사점

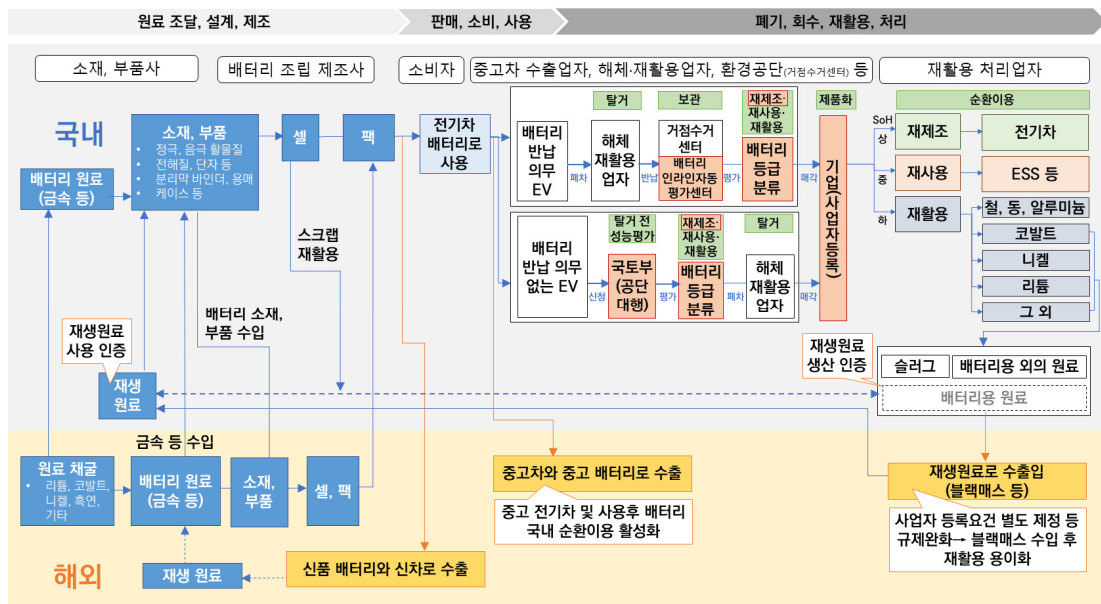
◆ (자동차 산업 내 플라스틱 순환이용 촉진)

- 플라스틱 재활용 효율성·경제성 등을 개선하기 위해 선별·수거·세척 분야 기술개발·설비 투자가 필요
- 신차 생산 시 재생 플라스틱 사용 의무화, 폐자동차 유래 플라스틱 재활용 의무화 등 규제에 대응하기 위해 폐자동차 유래 플라스틱 분리·회수 촉진, 파쇄잔재물(ASR) 재활용 기술개발 등이 필요
- 자동차 제조사는 신차 생산 시 재생 플라스틱의 경제성 확보·신품 수준의 품질 확보·탄소 배출량 저감 등 과제 해결이 필요, 이를 위해 물리적 재활용 방식과 함께 화학적 재활용 방식 기술개발이 필요
- 플라스틱 자원순환 현황을 파악하고 UN 플라스틱 협약에 대응하기 위해 통계체계 구축이 필요

◆ (사용후 배터리 국내 순환이용 촉진)

- 우리나라 정부는 사용후 배터리 산업 활성화를 위해 법·제도·인프라를 '27년까지 구축할 예정이며 전주기 이력관리 체계 구축, 기업 부담 완화, 거래 활성화, 재생원료 사용·생산 촉진 등 목표 제시
- 사용후 배터리 산업 활성화는 원료 확보가 관건이므로 국내 순환이용을 촉진할 필요가 있음. 현행 전기차 수출말소에 대한 보조금 회수 가이드라인 구축, 중고 전기차 국내 거래 활성화 등이 필요
- 또한 우리나라 사용후 전기차 자원순환을 촉진하고 자원 공급망 리스크 등을 완화하기 위해 사용후 배터리 외 구동 모터 등 미래차 부품의 재제조·재사용 활성화를 함께 추진할 필요
- 사용후 배터리 산업 활성화를 위한 법·제도·인프라가 구축되고 사용후 전기차 순환이용이 활성화된다면 사용후 배터리 자원순환 흐름 개선 기대 가능

[그림 4] 전기차 사용후 배터리 자원순환 흐름 개선도



◆ (산업 간, 기업 간 협력체계 강화)

- 글로벌 자동차 환경 규제에 효율적으로 대응하기 위해 산업 간·기업 간 데이터 연계 필요성이 증가 중, 우리나라 자동차·부품 제조기업·소재 기업·재활용 기업 간 데이터 연계 촉진이 필요
- 자동차 제조·수입기업의 재활용정보 제고 수준을 담보하기 위해 현행 법안 일부 보완 검토 가능

주의사항

1. 본 보고서는 한국자동차연구원의 공식적인 입장이 아닌 저자 개인의 견해를 반영하고 있습니다.
2. 해당 자료를 대외적으로 게재, 인용할 때에는 반드시 한국자동차연구원의 사전 허락을 받기 바라며, 무단 복제 또는 재배포를 금지합니다.



자동차 자원순환의 필요성과 시사점 : 플라스틱·배터리 재활용을 중심으로

인쇄일 2024년 10월

발행일 2024년 10월

발행자 나 승 식

발행처 한국자동차연구원

주 소 충남 천안시 동남구 풍세면 풍세로 303

전 화 041-559-5905

이메일 shlee3@katech.re.kr