

전기차 폐배터리의 재활용 기술 및 시장 동향분석

이정구*

*한국과학기술정보연구원 데이터분석본부
e-mail:jglee@kisti.re.kr

Analysis of Recycling Technology and Market Trends for Electric Vehicle Batteries

Jeong-Gu Lee*

*Dept. of Data Analysis, KISTI

요약

기후변화 및 탄소중립으로 전기차 보급이 급격히 늘어나면서 수명이 다하거나 성능이 감소하여 폐기되는 폐배터리가 점차 증가하고 있는 상황이다. 전기차 폐배터리가 증가함에 따라 폐배터리를 회수하거나 폐기절차를 이행하지 못해 방치되는 사례가 늘어나면서 환경오염에 대한 우려가 커지고 있다. 이에 따라 정부에서는 '2030 이차전지 산업 발전전략'을 통해 사용 후 이차전지의 회수체계에 대한 제도 마련, 산업화센터 구축 등을 통해 제품화 지원 방안을 제시하였다. 또한 이차전지 필수 원자재의 해외 의존도가 높아지는 추세에 폐배터리의 자원 회수를 위해서 기업에서도 사업화를 추진하고 있다. 따라서 본 논문에서는 전기차 폐배터리의 재활용 기술 및 시장에 대한 동향분석을 수행하였다.

1. 서론

기후변화 및 탄소중립으로 전기차 보급이 급격히 늘어나면서 수명이 다하거나 성능이 감소하여 폐기되는 폐배터리가 점차 증가하고 있는 상황이다. 전기차 폐배터리가 증가함에 따라 폐배터리를 회수하거나 폐기절차가 이행하지 못해 방치되는 사례가 늘어나면서 환경오염에 대한 우려가 커지고 있다. 환경부는 2017년에 '폐배터리'를 '폐차 및 수명 만료에 따라 배출되는 친환경차 배터리'를 말하며, 차량의 등록이 말소됨에 따라 '폐차' 처리되어 차량에서 탈거된 후 해당 지방자치단체에 반납을 해야 하는 배터리로 정의하였다. 이에 따라 정부에서는 2021년 '2030 이차전지 산업(K-Battery) 발전전략'을 통해서 사용 후 이차전지 시장 활성화를 위해 회수체계에 대한 제도를 마련하고, 산업화센터 등을 통해 제품화도 지원하는 방안을 제시하였다. 이차전지 필수 원자재의 해외 의존도가 높아지는 추세에 폐배터리의 재활용을 통한 자원 회수가 가능해지고 있어, 기업들은 사업화를 추진하고 있다.

2. 전기차 폐배터리의 재활용 동향분석

2.1 전기차 폐배터리의 재활용 기술동향

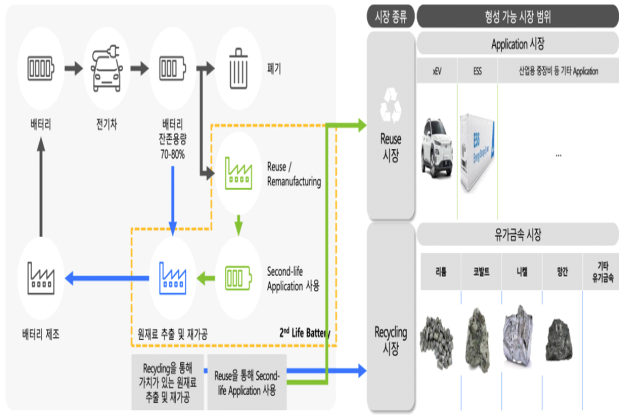
전기차 폐배터리는 잔존 수명과 상태에 따라 크게 재사용(Reuse)과 재활용(Recycling)으로 구분할 수 있다. 재사용은 배터리 잔존 수명이 80%-70% 정도인 배터리를 다시 교체하여 전기차에 사용하지 못하고, 팩을 분해하여 모듈 형태로 ESS(에너지저장장치)용 배터리나 더 용량이 작고 에너지 밀도가 낮아도 되는 전동지게차, 배터리 뱅크 등에 사용되는 방식이다. 재활용은 배터리의 잔존 수명이 다해 재사용할 수 없는 배터리를 폐기물로 처리되기 전에 니켈, 망간, 리튬, 코발트 등의 희유금속을 회수해 새배터리 제작에 쓰는 방식이다. <표 1>은 폐배터리 재활용 및 재사용 방안을 비교한 것이다.

[표 1] 폐배터리 재활용 및 재사용 방안 비교

폐배터리 재활용(Recycle)	정의	폐배터리 재사용(Re-Use)
<ul style="list-style-type: none"> 폐배터리를 셀(Cell) 단위로 분해하여 희유금속을 추출 및 재활용하는 방식 		<ul style="list-style-type: none"> 폐배터리를 모듈 및 팩 단위로 ESS(에너지저장장치)¹⁾ 및 UPS(무정전전원장치)²⁾로 활용하는 방식
<ul style="list-style-type: none"> 주로 소형 IT기기 폐배터리 	주요 대상 배터리	<ul style="list-style-type: none"> 주로 중·대형 배터리 (전기차 배터리 등)
<ul style="list-style-type: none"> 폐배터리 방전 시스템 필요 구성물질 회수 공정 기술 확보 필수 	필요 설비 및 조건	<ul style="list-style-type: none"> 폐배터리 진단 및 분석 설비 필요 ESS 제작 및 운영 노하우가 있을 경우 유리
<ul style="list-style-type: none"> 원재료 수입 대체로 인한 원재료 비용 절감 24kWh 급 NCM³⁾ 배터리 팩 재활용 시 금속 재판에 하여 배터리 팩 1개당 \$600-\$900 매출 기대 	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> 모듈 및 셀을 해체하지 않아도 되므로 해체 과정이 안전할 뿐 아니라 추가 비용도 적게 발생
<ul style="list-style-type: none"> 벨기에의 우미코어(Umicore), 국내 성일하이텍 등 배터리 재활용 전문 업체가 사업 영위 중 	비즈니스 모델	<ul style="list-style-type: none"> 안정적 및 배터리 업체들이 신규 비즈니스 모델로 검토

배터리 재활용은 사용이 완료된 폐배터리로부터 고가의 희유 금속을 추출하여 다시 사용할 수 있기 때문에 수입에 의존적인 원재료의 가격 불안정을 해결하고, 배터리 순환경제를 구

축하여 경제와 환경적 측면에서 가치 창출이 가능하다. 또한 폐기물 감축과 더불어 배터리 원자재 채굴·정제 과정에서 발생하는 탄소 배출량을 감축할 수 있다. <그림 1>은 폐배터리 재활용 흐름도를 나타낸 것이다.



[그림 1] 폐배터리 재활용 흐름도

폐배터리를 재활용하기 위해서는 전처리(폐배터리 폭발위험 제거 및 파쇄)와 후처리(건식공정, 습식공정, 다이렉트 리사이클링) 공정이 필요하다. 또한 전기차 사용후 배터리 재활용 방식은 건식과 습식으로 구분할 수 있다. <표 2>는 폐배터리 재활용 방식을 비교한 것이다.

[표 2] 폐배터리 재활용 방식 비교

구분	건식방식	습식방식
전처리	팩 해체 이후 용융로에 투입	팩 해체후 파·분쇄로 Black Powder 생산
제련	공정 → 금속합금+CO ₂ +Slag	Black Powder+약품 → 금속용액+물+산소
	중간산물	금속 합금
장단점	대량처리 가능, 용융로 등 투자비용 높고, CO ₂ 배출이 불가피함	건식공정에서 회수 힘든 망간, 리튬 추출 가능, 공정 시간 길고, 금속 외 유기성 폐기물 다량 발생
정제·제품화 (습식공정)	코발트, 니켈, 구리 회수	코발트, 니켈, 구리, 망간, 리튬 회수

미국의 정부는 사용후 배터리 전주기 관리를 위한 종합체계를 마련중이다. <그림 2>는 사용후 배터리 종합관리체계 개념도이다.



[그림 2] 사용후 배터리 종합관리체계 개념도

2.2 전기차 폐배터리의 재활용 시장동향

전기차 폐배터리 재활용의 세계 시장규모는 2018년 61.5백만 달러에서 2025년 7,809백만 달러로 연평균 99.8 %의 높은 성장세를 보일 것으로 전망된다. 전기차 폐배터리의 경우 시장 초기에는 재사용 시장을 중심으로 성장하다가, 2021년 이후에는 재활용 시장규모가 더 클 것으로 예측된다.

[표 3] 전기차 폐배터리 재활용 세계 시장 전망

(단위: 백만 달러, %)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
재활용 시장	10.3	96.0	281.8	557.9	1,004.0	2,060.9	3,618.5	6,524.2
재사용 시장	51.2	201.8	348.7	413.3	535.4	906.3	1,046.3	1,284.9
합계	61.5	297.8	630.5	971.2	1,539.4	2,967.2	4,664.8	7,809.1
연평균 성장률	-	384.2	111.7	54.1	58.5	92.8	57.2	67.4

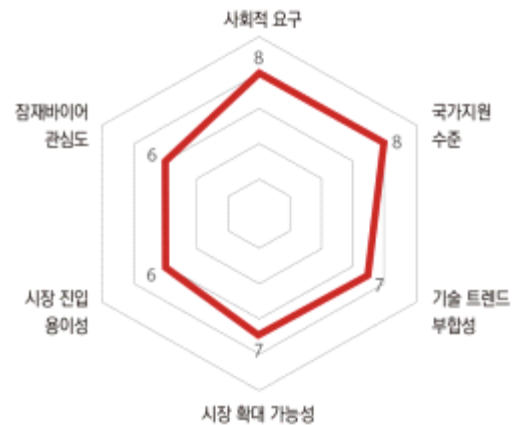
전기차 폐배터리의 국내 배출량은 2021년 440개에서 2029년에 약 8만 개의 폐배터리가 발생할 것으로 전망된다. 국내 전기차의 폐배터리에서 회수되는 자원의 잠재적 잔존가치는 2029년 약 2천억 원에 달할 것으로 예상된다.

[표 4] 국내 전기차 폐배터리 배출 추정치

(단위: 개, 톤, 백만 원)

연도	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
갯수	440	1,099	2,355	4,831	8,321	17,426	29,508	51,500	78,981
중량	104	261	559	1,147	1,976	4,139	7,008	12,231	18,758
회수자원가치	1,109	2,769	5,935	12,174	20,969	43,914	74,360	129,780	199,032

전기차 폐배터리 시장에서의 주요 영향력 강도를 사회적 요구, 국가 지원 수준, 기술트렌드 부합성, 시장진입 용이성, 잠재 바이어 관심도)으로 구분하여 분석하였다. <그림 3>은 전기차 폐배터리 시장의 주요 요인 분석을 나타낸 것이다.



[그림 3] 전기차 폐배터리 시장의 주요 요인 분석

3. 결론

기후변화 및 탄소중립으로 전기차 보급이 급격히 늘어나면서 수명이 다하거나 성능이 감소하여 폐기되는 폐배터리가 점차 증가하고 있는 상황이다. 전기차 폐배터리는 재활용·재사용을 통해 새로운 자원으로 활용될 수 있고, 민간 부문에서 신산업으로 성장할 가능성이 크다. 이를 위해 기업들은 폐배터리 활용과 관련한 인증이 부족한 상태에서 규제 샌드박스를 활용한 실증 연구를 진행하며, 수익성 창출 극대화를 위한 사업 모델을 계획하고 있다.

전기차 폐배터리 시장에서의 주요 영향력 강도를 사회적 요구, 국가 지원 수준, 기술트렌드 부합성, 시장 확대가능성, 시장진입 용이성, 잠재 바이어 관심도로 구분하여 분석하였을 때 폐배터리의 새로운 시장 진출 전략, 기술적 차별화 전략, 환경 이슈 대응 전략, R&D 전략을 통해 사업화를 추진할 필요가 있다. 또한 폐배터리의 기술적, 사회적 측면에서 전기를 비롯한 친환경 자동차 보급이 급속히 늘어나면서 발생하는 폐배터리 처리 문제를 해결하기 위한 방안이 시급하게 마련될 필요성이 요구되고 있다. 또한 배터리 순환경제를 구축해 경제적, 환경적 가치 창출이 필요한 시점이다.

감사의 글

이 논문은 2024년 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 수요대응형 지역혁신 생태계 활성화 및 AI 솔루션 실용화 지원체계 구축 과제로 수행된 결과입니다.(과제번호 K24L3M3C5-05)

참고문헌

- [1] 환경부, 친환경차 배터리 재활용 촉진 및 적정처리를 위한 제도개선 연구, 2017.12
- [2] 배터리 순환경제, 전기차 폐배터리 시장의 부상과 기업의 대응 전략, 삼정 KPMG, 2022.
- [3] 이정구, 전기자동차 폐배터리, ASTI MARKET INSIGHT, KISTI, 2021.
- [4] 한국배터리산업협회, 2023 K-배터리 R&D 포럼, 2023.
- [5] 에너지경제연구원, 전기차 사용후 배터리 거래시장 구축을 위한 정책연구, 2018.
- [6] Frost&Sullivan, Growth Opportunities in the Circular Economy for Global Electric Vehicle Battery Reuse and Recycling Market, 2019.