



Research Paper

Analysis of the Effects of Recycling and Reuse of Used Electric Vehicle Batteries in Korea

Yujeong Kim*

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

*Corresponding author : kyj@kigam.re.kr

ARTICLE INFORMATION

Manuscript received 15 December 2023
Received in revised form 19 January 2024
Manuscript accepted 20 January 2024
Available online 29 February 2024

DOI : <http://dx.doi.org/10.9719/EEG.2024.57.1.83>

Research Highlights

- Forecast of used EV batteries Generation in Korea
- Estimating the effect of recovering valuable metals that can be recovered by recycling domestically generated Used EV batteries and analyzing the appropriate recycling facility capacity
- Estimation of the scale and economic effect of reusing Used EV batteries in Korea

ABSTRACT

According to the IEA (2022), global rechargeable battery demand is expected to reach 1.3 TWh in 2040. EV batteries will account for about 80% of this demand, and used EV batteries are expected to be discharged after 30 years. Used EV batteries can be recycled and reused to create new value. They can also resolve one of the most vulnerable parts of the battery supply chain: raw material insecurity. In this study, we analyzed the amount of used batteries generated by EV in Korea and their potential for reuse and recycling. As a result, it was estimated that the annual generation of used batteries for EV began to increase to more than 100,000 in '31 and expanded to 810,000 in '45. In addition, it was found that the market for recycling EV batteries in '45 could be expected to be equivalent to the production of 1 million batteries, and the market for reuse could be expected to be equivalent to the production of 36 Gwh of batteries. On the other hand, according to the plan standard disclosed by the recycling company, domestic used EV batteries can account for 11% of the domestic recycling processing capacity (pre-treatment) ('30). So it will be important to manage the import and export of used batteries in terms of securing raw materials.

Keywords : used EV batteries, recycle, reuse, supply chain

Citation: Kim, Y. (2024) Analysis of the Effects of Recycling and Reuse of Used Electric Vehicle Batteries in Korea. *Korea Economic and Environmental Geology*, v.57, p.83-91, doi:10.9719/EEG.2024.57.1.83.

✉ Journal homepage: <http://www.kseeg.org/main.html>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided original work is properly cited.
pISSN 1225-7281; eISSN 2288-7962/©2024 The KSEEG. Printed by Hanrimwon Publishing Company. All rights reserved.

연구논문

한국의 전기차 사용 후 배터리 재활용 및 재사용 효과 분석 연구

김유정*

한국지질자원연구원

*책임저자 : kyj@kigam.re.kr

요약

IEA(2022)는 세계 이차전지 배터리 수요는 2040년 1.3TWh로 그 중, 전기자동차 배터리는 약 80%를 차지하고, 사용후 배터리는 30년 이후 본격적으로 배출될 것으로 전망되고 있다. 전기차 사용후 배터리는 재사용 및 재활용을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있으며, 배터리 공급망에서 가장 취약한 부분인 원료 확보 불안정성을 해소할 수 있다. 본 연구에서는 국내 전기차 사용후 배터리 발생량과 이의 재사용 및 재활용 잠재성을 분석하였다. 그 결과, 전기차 사용후 배터리 연간 발생량은 '31년부터 10만개에서 '45년 81만개로 확대될 것으로 추정되었다. 또한 재활용으로 회수한 자원으로 '45년에는 100만대의 배터리 제조할 수 있으며, 재사용은 36Gwh급 배터리 생산에 맞먹는 시장을 기대할 수 있는 것으로 나타났다. 한편, 현재 재활용 업체가 공개한 계획 기준에서, 국내 전기차 사용후 배터리는 국내 재활용 처리용량(전처리)의 11% 담당 가능('30년)할 것으로 원료확보의 차원에서 폐배터리 수출입 관리가 중요할 것이다.

주요어 : 사용후 배터리, 발생량, 재활용, 재사용, 공급망

1. 서론

IEA(International Energy Agency, 2022)에 따르면, 세계 이차전지 배터리 수요는 2040년 1.3Twh로 전망되며 그 중, 전기자동차 배터리의 비중은 약 80%에 달할 것으로 전망된다. 이러한 전기차 보급속도에 맞추어 전기차 사용 후 배터리¹⁾는 30년 이후 본격적으로 배출될 것으로 전망되고 있다²⁾.

대량 발생이 전망되는 전기차 사용 후 배터리에는 각종 중금속(과 전해액 등이 포함되어, 매립시 침출수로 인한 지하수 오염, 주변 지질 오염, 매립 가스 및 악취 발생, 지반 침하, 등의 환경적 문제가 발생된다(Yeo et al., 2022). 이에 전기차 사용후 배터리는 세계적으로도 환경 유해물질로 지정되어 있으며, 우리나라도 국립환경과학원에서 산화코발트, 리튬, 망간, 니켈 등이 1% 이상 함유된 유독물질로 지정하고 있다³⁾.

한편, 전기차 사용후 배터리를 재활용⁴⁾ 및 재사용⁵⁾하는 것을 통해, 환경부담 저감과 동시에 새로운 가치를 창

출할 수 있으며, 원료 공급망 강화와 무역규제 회피가 가능하여 세계적으로 재활용에 대한 관심이 확대되고 있다.

세계 전기차 폐배터리 재활용 시장규모는 2023년 108억달러에서 2030년 424억달러, 2040년 2089억달러로 성장할 것으로 전망된다(SNE, 2023). 그리고, 배터리 공급망에서 가장 취약한 부분인 원료 확보 불안정성을 해소할 수 있다. 중국의존도가 높은 황산코발트, 수산화리튬, 황산망간 등 배터리 핵심 원료의 또 다른 공급처로 역할을 하여, 특히 자원이 없는 국가에서는 또 다른 형태의 자원생산국으로서의 새로운 기회가 될 수 있다. 원료 사용에 대한 무역 규제 대응 및 광석의 공급원 확보로 원료의 안정적 확보 차원에서도 그 중요성이 높다. 유럽의 <신배터리규제>에서 폐배터리 수거 및 재활용 원료 사용을 의무화하고 있으며, 미국 인플레이션감축법(Inflation Reduction Act, IRA)에서도 재활용 원료 사용시에는 원산지 규제하고 있는데 재활용 및 재사용으로 이러한 과제를 해결할 수 있으며 새로운 기회를 창출할 수 있다(Kim, 2022).

¹⁾ 전기차 배터리는 일반적으로 5~10년 사용하면 초기 용량 대비 70~80% 수준으로 감소됨. 잔존수명이 해당 수준일 때는 충전 속도 저하, 주행거리 감소, 급속 방전 등의 문제 발생

²⁾ 세계 전기차(플러그인하이브리드 포함) 폐차 대수(SNE, 2023): 56만대('25년) 411만대('30년), 1784만대('35년), 4277만대('40년)으로 전망

³⁾ 뉴스웍스(2023.05.31.) "버려진 것도 다시 보자"...K-배터리 3사, 폐배터리 시장 '진출'

⁴⁾ 재활용 : 폐배터리를 파쇄·분쇄 및 추출공정을 통해 코발트, 니켈, 리튬, 망간 등 유가금속을 회수

⁵⁾ 재사용 : 성능평가를 거쳐 수리·수선과 재조립하여 에너지저장장치(ESS)나 전기자동차 등 소형운송기 배터리 등으로 재사용

한국은 사용후 배터리 재활용 시장 조성을 위한 준비 및 시작 단계로, 배터리 공정스크랩 및 해외 재활용 원료 조달을 통한 재활용 사업 추진하고 있다. 2018년부터 전기차 사용 후 배터리의 관리를 위한 제도를 마련하기 시작하고, 수거거점센터 설립·운영 등으로 수거체계를 갖추어 가고 있다. 폐배터리를 순환자원으로 인정하고 분리/운반/보관/회수에 대한 근거법을 제개정(2020년~)하였으며, 성능평가와 매각 규정에 대한 정부 지침(2022년)이 마련되었다. 그리고 배터리 제조단계에서 재활용 원료 사용 의무화, 배터리 이력관리(보증기관 및 재사용), 재사용 제품 인증에 대한 국가 표준(회수·보관·운송·해체)은 2022년말부터 마련 중이다. 또한, 정부는 ‘산업특화단지⁶⁾ 조성 및 연구개발 예산 지속 확대로 재활용 및 재사용 산업 육성을 지원하고 있다. 2022년 9월 관계부처 합동으로 ‘규제 개선 지원을 통한 순환경제 활성화 방안’을 공표하여, 전기차 폐배터리 산업활성화를 위해 회수·유통·활용에 대해 민간이 주도적으로 의사 결정하고 관리할 수 있는 민간 중심의 통합관리체계 구축 지향하고 있다.

본 연구에서는 국내의 정책적 목표와 보급실적을 기반으로 전기차 사용 후 배터리 발생량을 추정하였다. 그리고 수거율, 자원회수율, 기술변화에 따른 배터리내 원료 함유량 비율 등을 고려하여 전기차 사용 후 배터리의 재활용 및 재사용 효과를 분석하였다. 지역적 경계는 국내로 하여 2045년까지 전망하였다.

2. 평가 전제 및 방법론

국내 전기차 사용후 배터리의 재활용 잠재성을 평가하기 위해서 본연구에서는 [① **국내에 보급된** 전기차에서 발생하는 폐배터리를 처리하는 것으로 배터리 공정스크랩 재활용은 미포함 ② 폐배터리는 처리는 **재사용과 재활용**으로 구분 ③ 지역적 경계는 국내로, 폐배터리의 국외로 유출(폐배터리 수출, 재사용된 제품의 수출 등)은 고려하지 않음 ④ 재사용 된 폐배터리는 수명을 다한 후

폐기되어 **2차 재활용**됨] 등의 4가지 전제조건 하에서 분석을 실시하였다.

그리고 전기차 사용 후 배터리의 발생량 추정과 재활용/재사용 효과성을 분석하기 위해서 다음과 같은 사항을 가정하였다. 전기차 보급 속도, 전기차 사용 후 배터리 발생 확률, 배터리 단위 용량 및 단위 중량, 사용 후 배터리의 수거율, 재사용 및 재활용 비율, 배터리 규격 및 배터리 단위용량 대비 금속자원 함유율, 폐배터리 가격 등을 현재 유통현황 및 글로벌 전망치 등을 활용하여 가정하였다.

먼저, 전기차 사용후 배터리 발생량 추정을 위해서는 전기차 국내 보급량 전망치가 필요하다. 이에 본 연구에서는 전기차 보급 실적과 정부의 전기차 보급목표를 이용하여 연도별 전기차 보급량을 전망하였다. 국내 전기차는 2011년에 보급된 이후, 2022년 1.6만대가 보급되어 누적 39만대에 이르렀으며, 최근 3년(2020년~2022년) 동안 연평균 87% 증가하고 있다(Table 1).

친환경자동차 보급계획은 환경부와 산업부가 수립하고 있는데, 가장 최근 수립된 것은 환경부의 <2022년 환경친화적 자동차 보급 시행계획>으로 2030년 362만대 보급을 목표로 제시하고 있다. 본 연구에서는 환경부의 2030년 전기차 보급 목표를 기준으로 하고, 2030년까지 보급 추세가 2040년까지 지속되는 것으로 가정하여 국내 전기차 보급량을 전망하였다. 즉, 전기차 누적 보급량이 2022년 39만대(실측) → 2030년 360만대(정책목표) → 2040년 1100만대(전망)로 확대될 것으로 연도별 전기차 보급량을 전망하였다. 해당 누적 보급량 전망은 신차 중 전기차 보급률 2020년 2%에서 30년에 31%, 40년에 57%까지 보급되는 것으로 정부의 2050년 신차 중 무공해차(전기차 및 수소자동차) 100% 보급 목표에 부합한 것으로 평가할 수 있다.

전기차 배터리의 내구년수는 에너지관리공단에서 제시하고 있는 10년을 기준으로, 평균 10년, 분산 5의 정규분포에 따라 사용후 배터리가 배출되는 것으로 가정하였다.

Table 1. Number of new cars & new electric vehicles registration per year in Korea

		2015	2018	2019	2020	2021	2022
Number of new EV registrations	Cumulative	5,712	55,756	89,928	134,962	231,443	389,855
	Annual (A)	2,937	30,648	34,172	45,034	96,481	158,412
Number of new car registrations (B)		1833293	1813051	1786326	1905972	1734581	1,697,135
(A)/(B)*100		0%	2%	2%	2%	6%	9%

* data source: <https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do>(2023.03.12.)

⁶⁾ 환경부는 재활용 기술개발 지원, 비즈니스 지원(창업, 녹색금융, 시장개척), 교육을 수행하는 전기차 폐배터리 클러스터*를 조성하고 있으며, ‘25년부터 운영 예정

Table 2. Capacity and weight of EV battery by period

	~2020	2021~2030	2031 ~ 2040
Capacity of EV battery	25kwh/piece	70kwh/piece	100kwh/piece
Weight of EV battery	250kg/piece	500kg/piece	700kg/piece

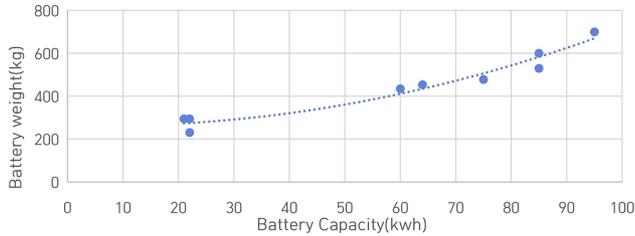


Fig. 1. Correlation between electric vehicle battery weight and capacity.

Table 3. Recycling and reuse percentage of used EV batteries

	~2025	2026 ~
Recycling VS Reuse	60% : 40%	45% : 55%

그리고, 기술진보에 따라 전기차에 탑재되는 배터리 용량과 중량은 변화하고 있는데, 보급 초창기 모델은 18~30kwh로 평균 25kwh의 배터리가 최근 보급모델(2023년)은 50~90kwh로 평균 70kwh의 배터리가 탑재되고 있다. 본 연구에서는 다양한 전기차 배터리의 출시시점, 배터리용량, 배터리 중량을 조사하여 Fig. 1과 같이 단위 배터리용량과 단위 배터리 중량의 상관관계를 도출하고, 기술진보와 추세를 반영하여 배터리 용량과 중량을 Table 2와 같이 기간별로 적용하였다.

재활용과 재사용 비율은 SNE(2022)이 전망한 글로벌 비율을 기간 구간별로 Table 3과 같이 적용하였다.

Table 4. Recycling recovery rate of used EV batteries

		~2025	2026 ~	비고
Li, Mn, Co, Ni	Pre-processing recovery rate	90%	95%	*National R&D project objectives of secondary battery collection and dismantling technology are reflected ⁸⁾
	Post-processing recovery rate	95%	98%	
Al, Cu		90%	90%	* Applying the recycling rate of small waste Electrical and Electronic Equipment

전기차 사용후 배터리 재사용 제품의 내구년수는 재사용 제품군의 내구년수 평균에 준하는 5년으로 적용하였다. 폐배터리의 재사용은 소형운송기기(카트, 전기이륜차 등) 및 에너지저장장치(ESS:Energy Storage System)에 주로 사용되는데, 한국에너지공단에서 지정하고 있는 소형 운송기기 배터리 내구년수는 전동카트는 6년, 전동스쿠터는 6년 전기자전거/킥보드는 2년, ESS는 5년~10년이다.

전기차 사용후 배터리 수거율은 2025년까지는 글로벌 전기차 폐배터리 수거율 80%에 준하여 적용(IEA(2022)) 하였으며, 2026년 이후에는 전기차 사용후 배터리 수거 시스템이 완성이라는 정책적 목표가 실현⁷⁾ 되는 것으로 간주하여 현재 국내 자동차 폐납축전지 수거율인 95%와 동일하게 적용하였다.

재활용 과정에서의 유가금속 회수율은 최근 수행되고 있는 전기차 사용후 배터리 국가 R&D의 기술 목표와 세계 최대 재활용시장인 중국의 법적 회수율 목표를 기준으로 Table 4와 같이 기간 구간별로 적용하였다.

전기차 배터리내 금속 원단위는 배터리 종류¹⁰⁾ 변화와 종류별 금속함유량을 반영하여 산정하였다. 즉, 글로벌 배터리 규격별 보급현황 및 전망(Fig. 2) 자료와 국내보급 전기차 특성을 고려하여 배터리 규격 보급 비중을 산정하고 이를 기반으로 보급시점의 사용후 배터리 내 원료별 원단위를 적용하였다. 2030년 이전에는 NCM622와 NCM811이 4:1 비율로 보급될 것으로, 2031년 이후에는 NCM622와 NCM811이 1:1 비율 보급될 것으로 가정하였다. 현재, NCM622배터리는 국내배터리 3사 주력 배터

⁷⁾ 환경부 <환경친화적 자동차 보급 시행계획 22>에서 '25년까지 자동차 보급 기반 마련을 정책적 목표로 제시

⁸⁾ 유진투자증권 폐배터리 산업 2023 outlook 에 제공된 자료를 활용

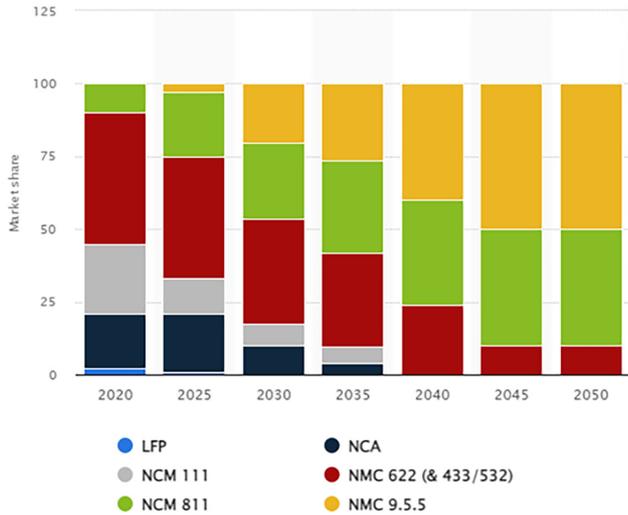
⁹⁾ 키움증권(2022), 폐배터리 시장이 열린다

¹⁰⁾ 배터리는 양극재에 사용되는 광물의 종류에 따라 LFP(인산철), NMC(니켈,코?트,망간), NCA(니켈,코발트,알루미늄)으로 구분되며, 그 중 NCM배터리는 니켈:망간:코발트 금속함유량 구성비에 따라 NCM111(1:1:1), NCM622(6:2:2), NCM 811(8:1:1)로 등을 나뉜다

Table 5. Amount of metal content by EV battery cathode(ton/GWh)

	Al	Co	Cu	C	Li	Mn	Ni
LiNMC 622	987	214	1200	966	126	200	641
LiNMC 811	854	94	1200	984	111	88	750

* Source: CSIRO(2021), Critical Energy Minerals Roadmap



* Source: Statista(2023) homepage (23.02.25)

Fig. 2. Different types of EV batteries' market share worldwide 2020-2050.

리 모델이고, 최근 코발트 함유량이 낮은 NCM811배터리 보급이 시작되고 있다.

사용 후 배터리 가격은 정부 고시¹¹⁾에 따라 잔존수명과 배터리 잔존수명(SoH:State of Health) 등을 측정해 국제 시세에 맞춰 산정되는데, 현재, 70만원에서 600만원의 가격대를 형성하고 있다. 국제시세(\$/kwh), 잔존가액, 내구년수대비 사용경과연수, 조정계수 등을 적용하여 폐배터리 가격이 산정된다. 순환자원정보센터의 폐배터리 매각 정보¹²⁾에 따르면, 아이오닉, SM3와 같은 20kwh대 배터리는 15\$/kwh 수준이며, 코나와 같은 60kwh대 배터리는 40\$/kwh으로 판매되었다. 배터리 국제시세는 2010년 kwh당 1000달러에서 2021년 말 kwh당 132달러까지 지속하락하였으나, 2022년 151달러로 반등하였으며 중기적으로 2023년 이후 100달러 이하로 하락할 것으로 전

Table 6. Price of used EV battery in Korea market

	~2030	2031 ~
Used EV battery price	15\$/kwh	27\$/kwh

망된다(BNEF, 2022)¹³⁾. 본 연구에서는 사용 후 배터리 가격을 2030년 이전은 소형 및 중형 배터리 동시 배출로 15\$/kwh를 적용하였으며, 그 이후는 70kwh가 주로 배출되며 중장기 배터리 가격 전망치인 100\$/kwh의 국제시세와 현시세와 비교하여 사용후 배터리 가격을 27\$/kwh를 적용하였다(Table 6).

3. 연구 결과

전기차 사용 후배터리 연간 발생량은 2031년부터 10만 개 이상 발생하기 시작하여 2045년 81만개로 확대되고, 2025년부터 2045년까지 연평균 증가율(Compound Annual Growth Rate, CAGR)이 37%에 달할 것으로 추정되었다(Fig. 3).

매년 발생하는 전기차 사용 후 배터리는 수거되어 성능평가를 통해 재사용 또는 재활용되는데, 국내에서 연도별로 발생된 전기차 사용 후 배터리의 (1차)¹⁴⁾재활용물량과 재사용 물량(중량 및 개)은 2045년에 각각 37만 개, 45만개로 전망되었다(Fig. 4).

전기차 사용 후 배터리의 재사용 용량은 2035년부터 연간 10Gwh이상 규모로 2040년에 20Gwh, 2045년에 36Gwh로 증가할 것으로 전망된다(Fig. 5). 그리고 해당 용량은 중장기 배터리 국제시세(100달러/kwh)를 적용할 경우, 2020년에는 3000억원에서 2045년 4조 7천억에 이를 것으로 전망되었다. 전기차 사용 후 배터리의 재사용을 위한 판매액은 2030년 900억원에서 2045년 1조 수준에 달할 것으로 분석되었다(Table 7).

재사용 후 재활용되는 2차 재활용과 발생된 당해연도

¹¹⁾ 전기차동차 배터리 반납 등에 관한 고시 개정('22년), 매각 업무처리 지침('22년)

¹²⁾ 김기현(한국환경공단, 2023.02), 국내 전기차 폐배터리 회수유통활용 통합관리 체계 현주소와 미래전망

¹³⁾ 블룸버그뉴에너지파이낸스(BNEF, 2022)

¹⁴⁾ 당해연도 배출된 폐배터리 중 일부는 재사용되어 ESS, 전동카트, 전동자전거 등으로 재사용된 후, 해당 제품의 내구연수를 후에 폐기되어 재활용됨. (1차 재활용)은 당해연도 배출된 후 재활용되는 것이며, (2차 재활용)은 재사용 후 제품화 되어 내구연수 동안 사용 후 폐기되어 재활용되는 것을 명명

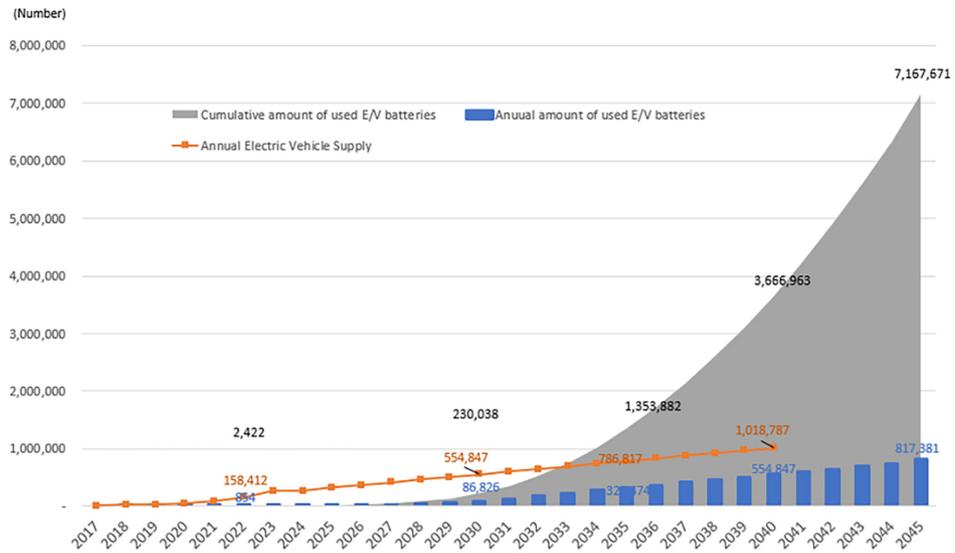


Fig. 3. Forecast for EV supply and used EV batteries generation in Korea.

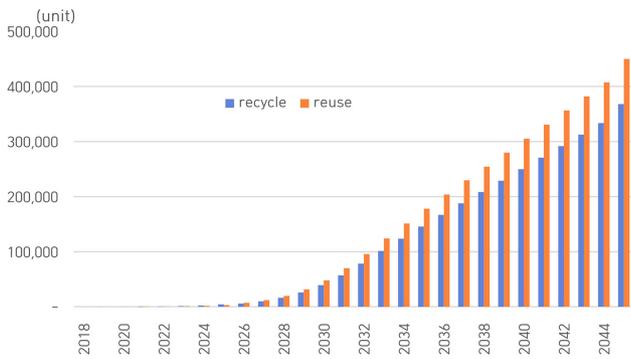


Fig. 4. Number of Reused and recycled(1st) in used EV batteries by year in Korea.

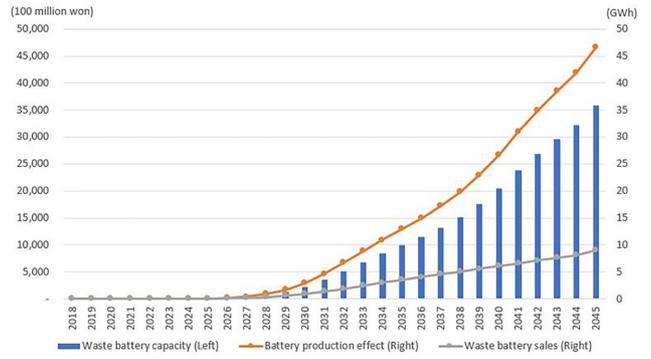


Fig. 5. Reuse capacity of waste battery and battery production effect in Korea.

Table 7. Reuse effect of after used EV battery in Korea

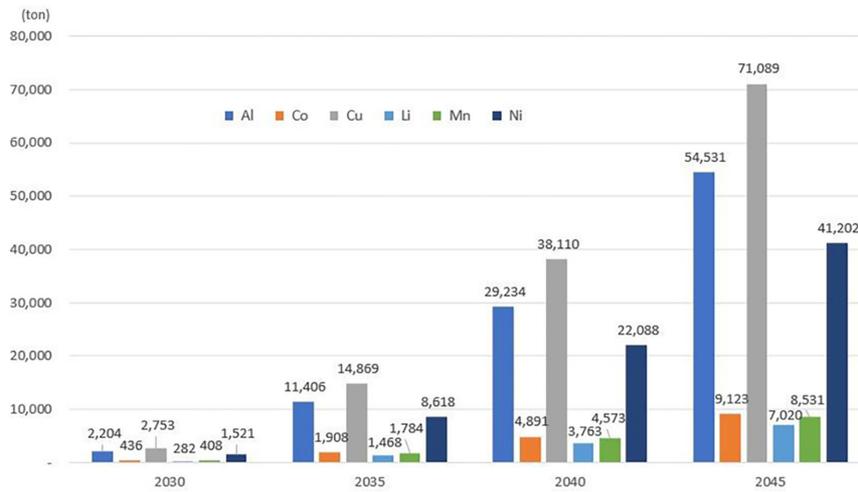
	2030	2035	2040	2045
Reusable battery capacity (GWh)	2.3	10	20.5	35.9
Battery production effect (hundred million won)	2,978	12,940	26,677	46,659
Sales of Reusing (hundred million won)	955	3,558	6,103	8,991

Table 8. Recycling throughput of used EV batteries in Korea

	2030			2035			2040			2045		
	1st	2nd	Sum									
Number (thousand)	37	3	40	138	46	184	237	169	406	349	290	639
Weight (1,000 tons)	17	0.7	18	69	21	90	141	84	225	244	172	416
Capacity (GWh)	2	0	2	10	3	13	20	12	32	35	24	59

에 발생되어 재활용되는 1차 재활용 물량은 Table 7와 같다. 1차 재활용 및 2차 재활용되는 폐배터리는 '30년에

는 4만개(1.8만톤, 2Gwh)에서 '45년에는 64만개(42만톤, 89Gwh) 수준이었다(Table 8).



* Based on the amount of metal content

Fig. 6. Amount of metal recovered through used EV battery recycling in Korea.

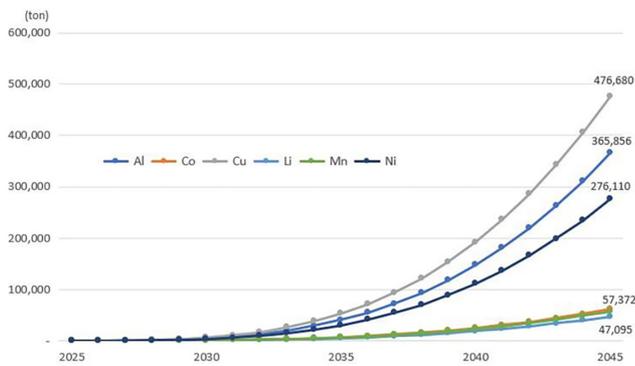


Fig. 7. Cumulative amount of metal recovered through used EV battery recycling in Korea.



* NCM811 Battery production, Based on domestic battery production capacity of 60GWh

Fig. 8. Domestic supply of waste battery recycling materials for electric vehicles.

1차 및 2차 재활용을 통해 2045년도에 황산니켈 9.8만톤, 탄산리튬 3만톤, 황산코발트 2.1만톤, 황산망간 2만1천톤 회수 가능하며(Fig. 6), 이렇게 회수한 자원으로 NCM622배터리는 2030년에 1.5만개, 2045년 59만개, NCM811배터리(코발트 기준)는 2045년 134만개 생산 가능할 것으로 분석되었다.

또한 자원개발사업에서 개발 및 Ramp-Up 기간이 필요한 것처럼 국내에서 배출되는 전기차 폐배터리의 재활용도 2030년까지는 크지 않으나, 그 후부터 45년까지의 누적 회수량은 금속량 기준으로 6만톤으로 코발트 연간 4천톤 수준의 대규모 광산과 연산 탄산리튬 1만3천톤 수준의 리튬 광산을 확보한 것과 같은 효과가 있는 것으로

분석된다¹⁵⁾. 또한 해가 갈수록 폐배터리 처리량이 증가하여 매년 확보할 수 있는 자원량은 2045년 이후에도 매년 15% 이상 증가하여 자원 공급원으로서의 역할은 더욱 커질 것이다.

국내 배터리 설비용량 대비 재활용으로 회수한 자원의 국내 원료 공급 가능성은 분석해 보았다. 국내 이차전지 설비용량이 업계의 목표대로 2021년대비 1.5배 증가하여 2026년에 60GW로 확대하고 글로벌 전망에 따라, 2030년 이후 약 100GW로 확대될 경우, 국내 전기차 사용 후 배터리에서 회수한 재활용 원료는 국내 수요의 2030년도

¹⁵⁾ 국내 기업들은 원료확보를 위한 직접투자 또는 지분투자 형태로 해외자원개발을 추진하고 있음. 국내기업이 투자한 암바토비 광산에서는 국내 기업이 확보한 코발트량은 연산 4천톤, LG에너지솔루션이 호주 광산에 지분투자하고 확보한 코발트는 약 700톤/년 수준임

Table 9. Current status and plan of domestic used EV batteries recycling processing and facility capacity

		2026	2027	2028	2029	2030
Domestic facility capacity for pre-treatment of waste batteries (a)	ton/year	88,000	168,000	168,000	168,000	168,000
Electric vehicle waste battery recycling processing volume (b)	ton	1,767	3,325	6,276	11,123	18,185
Facility capacity comparison processing rate (a)/(b)*100	%	2%	2%	4%	7%	11%

에는 3%~8%를 차지하며, 2035년에는 19%~34%로 증가할 것으로 분석되었다(Fig. 8).

그리고, 국내 배터리 재활용(전처리 기준) 설비용량은 23년 1월 기준으로 각사에서 공개한 현황 및 계획 기준으로, 2022년 3만7천톤에서 2027년부터는 16.8만톤으로 확대될 것으로 기대되고 있다¹⁶⁾. 현재 재활용 업체가 공개한 계획 기준에서, 국내에서 발생한 전기차 폐배터리 재활용량은 국내 재활용 처리용량(전처리)의 11% 담당 가능(2030년)하고 2045년에는 41만톤 이상의 설비용량이 필요한 것으로 추정되었다(Table 9). 국내 배터리 재활용 전처리 설비용량을 충당하기 위해서는 국내 발생 전기차 폐배터리 외에 2030년에는 15만톤에 달하는 재활용 원료를 추가적으로 확보해야 하는 것으로 분석되었다. 국내에서 발생하는 배터리 생산 공정스크랩과 소형 폐배터리와 더불어 폐배터리 수입 등을 통해 재활용 원료 확보 및 관리에도 관심을 기울여야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 국내 전기차 사용후 배터리 발생량과 이의 재사용 및 재활용 잠재성을 분석하였다. 그 결과 전기차 사용후 배터리는 2031년부터 10만개 이상 발생하기 시작하여 2045년 81만개로 발생량이 확대될 것으로 추정되었다. 또한 전기차 사용 후 배터리 재사용 및 재활용 비율과 사용 후 배터리 수거율을 반영하여, 국내 연도별 전기차 사용 후 배터리의 재활용과 재사용 물량은 2045년에 각각 37만개, 45만개로 전망되었다. 재활용 과정에서 회수율을 반영하여 회수할 수 있는 유가자원으로 2045년에 100만대 배터리 제조할 수 있을 것으로 또한 재사용으로 36Gwh급 배터리 생산에 맞는 시장을 형성시킬 것으로 기대된다. 또한 전기차 사용 후 배터리에서 회수한 재활용 원료는 2030년도에는 국내 수요의 3%~8%를 차지하며, 2035년에는 19%~34%로 증가할 것으로 분석되었다. 이는 국내기업이 해외자원개발사업을 통해 확보한 물량 수준으로 확보 가능하여 이른바 도시

광산으로서의 역할 수행 가능할 것이며, 전기차 폐배터리 외 폐배터리, 공정스크랩 등에 대한 재활용을 고려하면 해당 역량은 더 높을 것으로 기대된다. 한편, 본 연구에서는 전기자동차 보급에 대한 정책적 목표를 달성한 경우를 기본 전제로 보급속도, 회수율, 배터리 용량 등에 다양한 가정조건 하에 산정된 것으로 가정조건 변화에 따라 연구결과는 달라질 수 있다.

이렇듯 전기차 사용후 배터리 재활용은 세계 각국에서 배터리 내 재활용 원료 사용 규제 대응과 동시에 광석외 원료 자원을 확보할 수 있는 새로운 기회이므로, 배터리 재활용 시장 성장을 위한 준비를 본격적으로 시작해야 될 것이다. 이를 위해서는 국내에서 발생하는 전기차 폐배터리 수거 체계 확립과 안정적 폐배터리 수입 확보에 많은 노력을 기울여야 할 것이다. 즉, 국내에서 발생하는 전기차 폐배터리량은 한정적으로, 안정적 폐배터리 수입 확보는 재활용·재사용 시장의 출발점이다. 사용 후 배터리 역시 재활용·재사용 산업에서는 원료로서 수입 미확보시, 리튬, 코발트 등 가격 급등시 물량확보 어려움과 가격부담을 겪었던 것과 동일한 문제에 대면할 수 밖에 없다. 재활용 원료가 되는 사용 후 배터리의 수출입 관리와 이를 지속적으로 확보할 수 있는 체계가 필요하며, 유럽 등 전기차 보급량이 많은 국가의 사용 후 배터리 시장을 선점하는 것도 필요할 것이다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원“기본사업 GP2020-005”과제와 대한상공회의소의 지원을 받아 수행하였습니다.

References

- BloombergNEF (2022) Lithium-ion Battery Pack Prices Rise for First Time to an Average of \$151/kWh.
- CSIRO (2021) Critical Energy Minerals Roadmap. Australia's National Science Agency.
- Edaily (2022) Market for 'End-of-Life Electric Vehicle Batteries'

¹⁶⁾ 23년 1월 기준으로, 국내 기업(성일하이텍, 에코프로 CNG, 영풍, 에네르마)이 공표한 설비용량

- Opens. Expecting 66 Trillion Won Growth by 2040.
- Eugene Investment (2022) Used battery industry 2023 outlook,
- IEA (2022) The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions.
- Inter-Ministerial Collaboration (2021) Fourth Eco-friendly Car Promotion Plan
- Kim, Y.J. (2022) EV Battery supply chain diagnosis and policy recommendations in Korea and China, The Federation of Korean Industries
- Kim, K.H. (2023) Current Status and Future Prospects of Integrated Management System for Collection, Distribution, and Utilization of End-of-Life Electric Vehicle Batteries in Korea. Korea industry Education Institute
- Kiwoom (2022) Used battery recycling market opens, Securities Industry Analysis 2022.09
- Korea Energy Agency, <https://www.energy.or.kr/>
- Ministry of Environment (2022) Implementation Plan for Eco-friendly and Green Car Promotion in 2022.
- Ministry of Environment (2022) Notice on return of electric vehicle batteries
- MOLIT Statistics System, <https://stat.molit.go.kr/>
- SNE Research (2023) Market Outlook. for next battery recycling, Battery Recycling conference
- Statista (2023) Different types of EV batteries' market share worldwide 2020-2050.
- Yeo, J.S., et al. (2022) Government Support Plan for Revitalizing the Future Waste Resource Circulation Ecosystem, Korea Institute of S&T Evaluation and Planing