

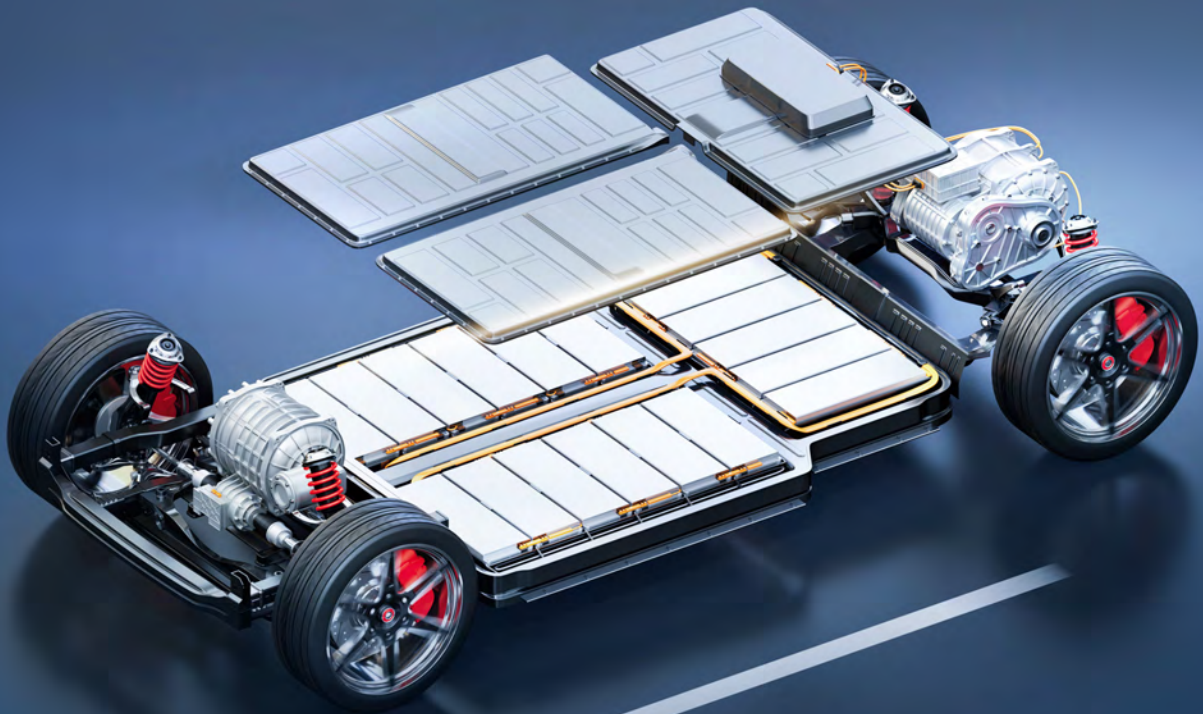
MOBILITY INSIGHT

2023
10월호

COVER STORY

폐배터리, 도시 광산으로서의 가능성은?

- 스페셜 컬럼 국내 폐배터리 재활용 기술 현황과 순환경제 추진 동향
- 정책동향 사용 후 배터리의 산업화, 공급망 안보의 초석
- 트렌드 리뷰 전기차 사용 후 배터리 재사용과 재활용 시장 동향 및 비교





배터리셀 : 출처_LG에너지솔루션 홈페이지

CONTENTS



모빌리티 인사이트 10월호

www.katech.re.kr

발행인 : 나 승 식

발행처 : 한국자동차연구원
충청남도 천안시 동남구 풍세면 풍세로 303
TEL_041. 559. 3114 / FAX_041. 559. 3068

편집/디자인 : 브랜드캐스트(주) TEL_02. 2661. 6786

※ 본 '모빌리티 인사이트'에 실린 보고서는 연구진이나 집필자의 개인적인 견해이므로 한국자동차연구원의 공식적인 의견이 아님을 말씀드립니다.

Copyright(c) 2023 KATECH(Korea Automotive Technology Institute) All right reserved.

COVER STORY

폐배터리, 도시 광산으로서의 가능성은?

- 06 Section 1: 순환경제의 시작, 도시 광산의 가치와 필요성
- 08 Section 2: 시장 한계를 극복할 원재료 확보 전략은
- 13 Section 3: 도시 광산 안전관리와 환경이슈 현황과 해결점
- 14 Section 4: 국내 도시 광산 산업 육성을 위한 개선점



Advanced Automotive Battery

MOBILITY INSIGHT

2023 10월호



스페셜 컬럼
왕제필 부경대학교
융합소재공학부 교수



정책동향
김승태 한국배터리산업협회
정책지원실 실장



트렌드 리뷰
이세연 머니투데이 기자

- 18 스페셜 컬럼
국내 폐배터리 재활용 기술 현황과 순환경제 추진 동향
왕제필 부경대학교 융합소재공학부 교수
- 24 정책동향
사용 후 배터리의 산업화, 공급망 안보의 초석
김승태 한국배터리산업협회 정책지원실 실장
- 30 트렌드 리뷰
전기차 사용 후 배터리 재사용과 재활용 시장 동향 및 비교
이세연 머니투데이 산업부 기자
- 34 테크리뷰
폐배터리 재활용 기술 동향 및 주요 이슈
한정은 한국자동차연구원 화학소재기술부문 책임연구원
- 40 생생 인터뷰 ①
지속 가능한 생광물화 크로멜라 메탈 리사이클!
그린미네랄
정광환 그린미네랄 대표이사
- 46 생생 인터뷰 ②
다가올 블랙매스 시장을 잡아라!
전처리 히든 챔피언-이브이씨씨
최정우 이브이씨씨 대표이사
- 52 산업분석 ①
중국 전기차 시장 이슈 점검
이호 한국자동차연구원 산업분석실 책임연구원
- 55 산업분석 ②
주요 완성차 업체의 스타트업 투자 방향
임현진 한국자동차연구원 산업분석실 선임연구원
- 58 우수기술 소개
한국자동차연구원 우수기술 소개
- 62 이슈 & 키워드
배터리 재활용산업 주요 키워드
- 64 모빌리티 인사이트 8월호 리뷰
완전자율주행 상용화 지연 배경과
업계의 대응 방안은?
- 66 독자코너
모빌리티 인사이트 나침반

폐배터리, 도시 광산으로서의 가능성은?

- SECTION 1 순환경제의 시작, 도시 광산의 가치와 필요성
- SECTION 2 시장 한계를 극복할 원재료 확보 전략은
- SECTION 3 도시 광산 안전관리와 환경이슈 현황과 해결점
- SECTION 4 국내 도시 광산 산업 육성을 위한 개선점

도시 광산, 미래 자동차 산업의 경쟁력

전 세계가 전기차 보급 확대에 주력하고 있다. 2022년 글로벌 전기차 판매는 약 780만 대이고 2030년에는 전기차 판매는 약 4,000만대까지 성장할 것으로 예상된다. 전기차 보급 확산은 전기차 폐배터리 증가로 이어질 전망이다. 앞으로 전기차 시장에서 경쟁력을 갖추려면 자동차산업계의 본격적인 순환경제 체제 구축이 필요하다. 특히 유럽연합은 지난 2023년 6월 지속가능한 배터리법(이하 배터리법)을 통과시켰다.

법안의 성격은 규제안으로 2030년까지 EU배터리 공급망 자립목표를 제시한 것으로 특히 2030년까지 코발트 10%, 니켈 7%, 리튬 6% 재활용 광물 사용 규정을 담고 있어 우리나라의 핵심 산업 중 하나인 배터리 산업과 자동차 산업의 경쟁력을 확보하려면 재활용 산업을 육성해 재활용 광물을 확보해야 한다. 모빌리티 인사이트에서는 환경위기와 자원위기를 해법이 될 재활용 산업의 현황과 개선점을 살펴보고 국내 재활용 산업 육성전략을 논의하고자 한다.



김응배 (주)영풍
기술연구소 기술개발팀장



손종태 좌장

국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수



손정수 한국지질자원연구원
배터리재활용연구단 책임연구원



김종민 한국자동차연구원
화학소재기술부문 책임연구원



승준호 한국전자기술연구원
차세대전지연구센터 수석연구원

Section 1

순환경제의 시작, 도시 광산의 가치와 필요성

손종태(좌장) 국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수

배터리 재활용 시장이 최근 각광받고 있다. 자동차 산업에서 큰 영향력이 없던 중국은 전동화 패러다임을 통해 전기차 판매와 배터리 생산능력에서 세계 1위로 성장했으며 이제는 이를 기반으로 배터리 재활용 시장 선점을 위해 다른 어떤 나라보다도 강력한 전기차 배터리 재활용 촉진 정책을 펼치고 있다. 유럽과 미국의 상황도 다르지 않다. 유럽은 배터리법을 통해 재활용 광물을 중심으로 유럽연합 내 배터리 생태계를 구축하려고 하며 미국 역시 IRA법을 통해 보조금을 지원하는 등 배터리 재활용 산업의 경쟁력을 육성하기 위해 노력하고 있다. 이런 주요 국가들의 배터리 재활용 산업 육성에는 분명한 이유가 있다. 자동차 산업의 전동화 패러다임은 탄소중립의 첫 단추이고 상징과도 같으며 이제 전기차 시장은 성숙기를 맞이할 준비를 하고 있다. 이런 상황에서 전동화의 핵심요소인 배터리의 지속가능성을 확보해 탄소중립이라는 본연의 목표에 더욱 다가갈 수 있기 때문이다.

국내 자동차 산업은 우리나라 경제발전의 중요한 산업으로써 전기차 전환기에도 경쟁력 확보에 아직까지 성공적인 성과를 만들어 왔다. 오늘 좌담회에서는 배터리 재활용 산업에서 우리 산업 여건의 주요 현황과 개선점을 논의하고 국내 배터리 재활용 산업의 경쟁력 육성 방안을 제시하고자 한다.

도시 광산 자동차 산업의 필수 경쟁력

김종민 한국자동차연구원 화학소재기술부문 책임연구원

우리 산업계에 배터리 재활용 산업, 즉 도시 광산은 가능성을 넘어 반드시 선점해야 할 필연적인 과제라고 말씀드리고 싶다. 도시 광산의 필요성은 국내 자동차 산업 경쟁력 확보를 위해 중요한데 이는 배터리 재활용 산업이 앞으로 배터리 산업과 자동차 산업의 경쟁력이기 때문이다. 먼저 네 가지 측면에서 도시 광산의 필요성을 말씀드릴 수 있다. 도시 광산이 필연적인 첫 번째 이유는 핵심자원 공급의 한계이다. 현재 전기차 판매량이 급격히 증가하고 있으나 아직 시장은 성장기 단계로 앞으로 도래할 전기차 성숙기 시장의 수요는 지금의 채굴량으로는 감당할 수 없는 수준이 될 것이다. 배터리 재활용 산업은 광물 공급의 한계를 해결할 수 있다.

두 번째 이유는 주요 자원 생산국의 자원 무기화 정책이다. 핵심 광물 생산국들은 이미 자원에 대한 국가 차원의 관리와 통제를 시작했다. 인도네시아는 니켈 수출을 정부가 직접 통제하고 있고 남미 국가들은 리튬의 수출 통제는 물론 생산량까지 관리하기 시작했다. 또 코발트의 주요 생산국인 콩고는 이미 몇 년 전부터 생산량을 관리하고 있다. 전기차 수요 확산이 확실해지면서 주요 광물 생산국들은 OPEC(석유 수출국 기구)처럼 자원의 가격 관리를 위해 정부 차원의 생산관리, 수출관리를 시작했는데 이는 앞으로 배터리 핵심 광물의 수요와 공급에서 주도권 선점을 위한 조치로 볼 수 있다.

세계적인 배터리 강국이지만 자원 빈국인 우리에게 주요 공급 국가들의 움직임에 대응할 수 있는 해결책으로 배터리 재활용 산업이 필요하다.

세 번째 이유는 기후 위기 해결을 위한 환경 문제이다. 앞으로 주요 선진시장의 고부가가치 시장에서 경쟁력은 탄소제로가 될 것이다. 배터리 원재료를 채굴하는 과정에서 생기는 환경오염은 재활용 산업과 비교해 최소 2~3배 이상의 오염원을 배출하게 된다. 전주기에 걸쳐 평가될 탄소배출량을 고려한다면 재활용 산업은 우리 자동차 산업의 미래 경쟁력이라고 할 수 있다. 마지막으로 복잡한 국제동향이다. 미국의 IRA나 유럽의 원자재법 등은 단순히 환경 문제만을 담고 있는 것이 아니라 새로운 국제 경제 구조를 담고 있다. 수출과 수입 의존도가 높은 우리나라가 앞으로 전기차 시장에서 주도권을 유지하려면 배터리 재활용 산업에서 확실한 경쟁력을 확보해야 한다.



포스코 아르헨티나염호 · 출처 포스코홈페이지

도시 광산의 세 가지 핵심요소! 원재료, 안전 공정, 제조기술

손정수 한국지질자원연구원 배터리재활용연구단 책임연구원

폐배터리 재활용 산업의 필요성은 명확해 더 말씀드릴 필요는 없을 것 같다. 이제 구체적으로 우리나라 배터리 재활용 산업의 활성화를 어떻게 할 것인지 논의하기 위해 도시 광산의 세 가지 핵심요소가 무엇인지 규정하고 이에 대한 제 의견도 같이 설명하고자 한다. 개인적인 생각이지만 첫 번째 핵심요소는 원재료 확보, 두 번째는 원재료의 안전한 처리 기술 확보, 세 번째는 재활용 광물을 이용한 전구체 원재료 제조 기술 확보라고 생각한다.

첫째, 원재료 확보는 전기차 판매가 늘어나면 배터리 발생도 늘어날 것으로 전망하지만 현재는 생각만큼 폐배터리 발생이 많지 않아서 지금의 재활용 산업은 폐배터리보다는 제조 공정에서 나오는 스크랩에 대한 의존도가 높다. 또 SNE리서치의 발표에 따르면 2035년까지는 원재료의 절반 이상을 스크랩이 차지할 것으로 예상하고 있어 스크랩 의존도는 당분간 지속될 것이다. 문제는 그 이후다. 현재 국내 재활용 업체들의 원재료 공급망을 살펴보면 국내 배터리 제조 공정 스크랩과 수입해오는 배터리 스크랩, 그리고 유럽에서 수입하는 블랙매스가 주 공급망이다. 앞으로도 이런 공급망 확보가 가능할지는 미지수다. 개인적으로 저는 이런 원재료 확보가 지속적으로 가능하다고 생각하지 않는다. 자국 우선주의, 글로벌 산업의 지역 블록화 등 현재 국제동향을 보면 해외에서 원재료를 수입하는 공급망 구조는 언제나 심각한 위기에 처할 수 있기 때문이다. 우리나라의 도시 광산 즉 배터리 재활용 산업의 경쟁력을 확보하기 위해서는 원재료 확보에 대한 분명한 전략이 필요하다.

둘째, 원재료의 안전한 처리 기술을 확보해야 한다. 배터리는 화학에너지, 전기에너지, 열에너지로 에너지 전환이 반복되는 제품으로 화재나 폭발 위험이 있다. 차량 내 배터리 팩으로는 안전하지만 재활용을 위해 분리, 해체하는 과정에서 상당히 위험이 있고 아직 표준화도 안돼 까다로운 공정이 필요해 작업자의 수작업 의존도가 높다. 이를 해결하려면 공정의 자동화와 로봇 도입이 필요하나 아직 자동화율은 낮은 수준으로 알고 있다. 우리보다 더 까다로운 안전규정을 준수해야 하는 유럽 등 선진국의 산업 여건을 고려한다면 공정에서의 안전성 확보는 해외 진출에도 꼭 필요한 경쟁력이 될 것이다.

셋째, 재활용 광물을 전구체 원재료로 제조할 수 있는 기술을 확보해야 한다. 전구체 원재료 제조 기술을 확보함으로써 재활용 광물보다 부가가치가 더 높은 상품으로 판매할 수 있고 이는 우리 배터리 재활용 산업의 가격 경쟁력 확보로 이어져 원재료 공급가격 변동에도 산업의 탄력성을 확보할 수 있다. 현재 배터리 재활용 업체 중 전구체 원재료 제조에 기술적 우위를 보유한 업체는 우리나라의 성일하이텍과 중국의 GEM, 화유코발트, Brup(CATL 회사), 벨기에의 유미코어 등 5개 업체에 불과하고 이들 습식공정의 경우 중국의 기술 경쟁력이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 반면 미국의 라이사이클 등 습식공정 후발업체들의 사례에서 보면 선두그룹들과 기술 격차를 좁히기 어려운 것으로 보인다. 따라서 새로운 기술, 예를 들어 다이렉트 리사이클링이나 공침법 등 기존 방식보다 기술적 우위를 확보할 수 있는 새로운 기술 개발을 위해 적극적으로 노력해야 한다. 우리나라는 세계적인 배터리 제조기업들을 보유하고 있어 새로운 제조기술 개발에 더 유리한 상황이라고 생각한다.

재활용 산업은 순환경제의 시작 새로운 시장 구조 준비해야

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

최근 전 세계가 배터리 재활용 산업에 관심이 높아진 이유는 두 가지라고 생각한다. 먼저 예상을 뛰어넘는 빠른 패러다임 변화에 공급망이 대응하지 못했다. 전기차 시장의 전환 시점이 모두의 예상보다 너무 빠른 시기에 급격히 현실화되면서 산업계가 예상한 배터리 생산량보다 훨씬 더 많은 양의 배터리를 만들어야 하는 상황이 되었다. 원재료는 어딘가에 분명히 존재하지만 숨겨진 자원을 찾을 시간은 부족해 확보한 자원에 대한 재활용 필요성이 높아졌다고 생각한다.

둘째, 순환경제 시대의 시작이다. 우리나라는 자원이 부족해 산업계에서 사용하는 대부분의 원재료가 국내에서 생산되지 않는다. 앞서 말씀하신 공급망 불안과 자원 무기화도 중요한 국제동향이지만 더 중요한 동향은 순환경제다. 가령 전기차 시장이 완전 성숙기에 접어들면 2050년 이후에는 모든 배터리가 재활용 광물을 주로 사용해 만들어질 것으로 정확히 그 비율이 100%가 아닐지라도 70%든 80%든 재활용 광물의 의존도는 크게 높아질 것이다. 최근 유럽의 배터리법은 이러한 순환경제의 시작으로 해석할 수 있는데 코발트의 의무사용 비율을 보면 2031년엔 14%에서 2036년에는 26%로 높아지고 이런 추세라면 2050년에는 최소 70% 이상이 될 것이다.

원재료 공급의 한계와 순환경제라는 두 가지 이유는 서로 맞닿아 있다. 자원 공급 한계가 이유이고 순환경제는 그에 대한 해결책이 될 수 있다. 배터리 재활용 산업은 우리나라는 물론이고 주요 국가들의 서로 다른 상황, 시장 현황, 자원 현황 그리고 탄소중립 목표 등 복잡한 경쟁 구조를 만들어 갈 것으로 보이고 우리나라 역시 규제 정비, 기술 육성과 재활용 산업 생태계 육성 등 새로워질 시장 구조를 준비해야 할 시기라고 생각한다.

배터리 재활용산업 하이테크보다 투자산업으로 보여

김종민 한국자동차연구원 화학소재기술부문 책임연구원

하나더 말씀드리면 배터리 재활용 산업의 특징을 이해하는 것도 중요할 것 같다. 개인적으로 배터리 재활용 산업은 기술력 이외에도 투자 산업적인 성격이 크다고 생각한다. 이는 산업계의 최근 동향에

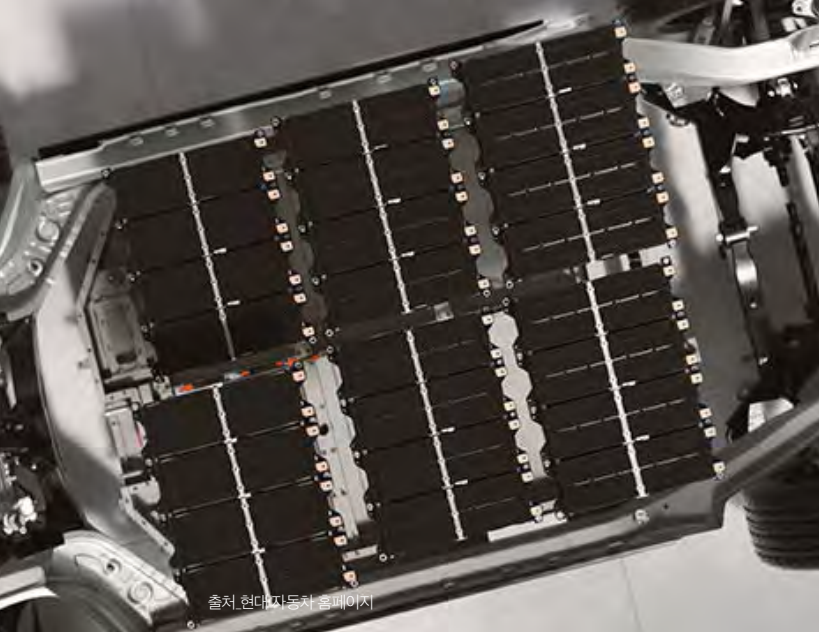
도 나타나고 있는데 지금 새롭게 진출하는 기업들을 살펴보면 영풍, 고려, GS, 포스코 등 대부분이 대기업으로 이들은 중소기업에 비해 시장 불안 요소에 대한 리스크 관리 능력이 더 뛰어나다. 예를 들어 재료인 폐배터리에 수급에 문제가 발생했을 경우나 또 판매처 확보가 어려운 경우 그리고 국제 광물의 가격이 내려가 실제 판매 가격에서 이윤 확보가 어려운 상황에서 상대적으로 리스크를 감당할 능력이 크다. 이런 산업 환경을 고려한다면 재활용 산업은 기술과 설비 외에도 재료와 제품에 대한 투자 산업이 될 것이고 상대적으로 배터리 재활용 산업 폴 리사이클링 사업은 대기업이 유리하고 중소기업은 공정별 요소 기술이나 공정 단위 기술 개발에 집중하여 협업하는 것이 효율적이라고 생각한다.

Section 2 도시 광산 가능성 ①

시장 한계를 극복할 원재료 확보 전략은

손종태(좌장) 국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수

말씀하신 의견들을 정리해 보면 배터리 재활용 산업은 자동차 산업의 경쟁력을 유지하기 위해서 우리나라가 반드시 선점해야 하는 중요한 산업인 것 같다. 특히 도시 광산으로서 가능성을 확인하기 위해서는 원재료, 안정성, 그리고 제조기술에서 어떻게 경쟁력을 확보할 수 있을지를 논의해야 할 것 같다. 무엇보다 원재료 확보가 가장 중요한 문제라고 생각한다. 이미 폐배터리가 국가 자원화가 된 상황에서 시장이 작아 원재료가 부족한 국내 배터리 산업계가 어떻게 원재료를 안정적으로 확보할 수 있을지 그 방법은 무엇이고 지금 무엇을 준비해야 하는지 논의하고자 한다.



출처: 현대자동차 홈페이지

내수 시장 작아 원재료 기대할 수 없어 원재료 확보는 기술 개발이 핵심

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

원재료의 확보는 배터리 재활용 산업의 시작으로 가장 중요하지만 우리나라는 원재료 확보에서 주요 경쟁국과 비교해 불리한 상황이다. 전기차 시장 성숙기가 도래하면 거의 모든 자원이 폐배터리에서 나올 것이다. 그런데 국내 내수 시장은 작아 폐배터리 확보는 상당히 제한적일 것이다. 이브이탱크(EVTank)에 따르면 2022년 중국의 리튬 이온 폐배터리의 회수량은 41만 5천 톤인데 우리나라의 경우 2029년에도 회수량이 2만 톤에 미치지 못할 것으로 전망된다. 또 미국이나 유럽 등 주요 자동차 소비 국가들 역시 폐배터리를 자원으로 관리하고 지금과 달리 수출을 허용하지 않고 폐배터리 공급을 자국 내 재활용 업체로 제한하고 양극재 소재 역시 현지 제조업체에만 공급할 것으로 예상할 수 있다. 이같이 자원화된 폐배터리 시장에서 우리 재활용 산업계가 원재료를 확보할 수 있는 전략은 기술 개발이라고 생각한다. 특히 우리나라는 배터리 제조 강국으로 세계적인 배터리 전문 제조기업들이 있어 재활용 산업 육성을 위해 배터리 제조사와 협업 구조를 만들고 기술적 우위를 확보해야 한다.

재활용 산업 중국 의존도 높아 우리만의 기술 개발 필요

김응배 (썬영풍 기술연구소 기술개발팀장)

앞서 말씀대로 우리나라가 해외에서 발생하는 배터리 재활용 재료를 확보하려면 재활용 산업에서 우리만의 기술 혁신이 꼭 필요하다. 그

런데 현실은 그렇지 못하다. 현재 배터리 재활용 산업에 진출하고 있는 대기업들이 확보한 기술은 대부분 기술 상용이 검증된 중국의 기술, 즉 습식 공정이다. 우리만의 기술 차별화보다는 검증된 중국 기술을 받아들이는 상황으로 중국에서 기술과 설비가 같이 도입되고 있어 경쟁국인 중국에 비해 기술적 우위를 기대하기 어렵다고 생각한다.

경쟁력 차원에서 우려스러운 상황으로 중국과의 기술 경쟁력에서 우위를 차지하려면 우리만의 재활용 기술 예를 들어 리튬을 선 추출하고 코발트, 니켈 복합액에서 전구체를 제조하는 경제적인 기술 뿐만 아니라 설비의 효율과 성능을 높일 수 있도록 설비기업의 정책적인 육성 등 경쟁력을 높이는 방법이라고 생각한다. 또 세계적으로 배터리 자원화는 피할 수 없기에 이를 해소하기 위해서는 우리가 보유한 기술력을 바탕으로 해외 진출을 적극적으로 추진해야 할 것이다. 세계 경제의 블록화를 살펴보면 유럽의 경우 헝가리와 폴란드가 유럽의 배터리 공급망으로 성장하고 있고 소비는 서유럽이 주도하고 있다. 북미지역도 미국이 생산하고 북미와 중남미에서 소비할 것으로 보이는데 이런 블록 경제 구조에서 국내 업체가 현지 배터리 제조사 파트너로 진출하고자 한다면 경쟁사보다 우수한 기술 확보가 중요하다.

기술 개발 지향점 탄소제로로 차별화 가능

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

현재 재활용 산업을 선도하는 국가는 중국으로 검증된 중국 기술과 설비를 도입해 배터리 재활용 산업에 진출할 수는 있지만 지속할 수 있는 경쟁력 확보는 어려울 수 있다고 생각한다. 그럼 우리나라의 배터리 재활용 기술 개발은 어떤 방향으로 나아가야 하는지 생각해 보면 개인적으로 친환경 탄소제로 기술 개발이 중국과 다른 새로운 기술 우위를 확보할 수 있는 방향이라고 생각한다.

미국 IRA나 유럽의 CRMA법은 새로운 산업 생태계에서 중국을 배제하기 위한 탈중국의 목적도 있으나 미국이나 유럽 자국 내에도 전기차 배터리 시장 생태계를 만들어가겠다는 목적이 더 크다고 본다. 그런데 이 과정에서 미국과 유럽은 자동차 배터리 생태계와 환경 문제라는 딜레마에 빠지게 된다. 현재 배터리 재활용 공정에서는 황산을 사용하고 있고 이로 인해 대량의 폐수가 발생하는 등 친환경 공정이라고 볼 수 없음에도 이들 국가들이 재활용 산업을 추진하는

이유는 채굴 광물의 공급가가 낮아도 채굴 과정에 발생하는 환경비용은 재활용 광물에 비해 더 높기 때문에 탄소 중립과 기후 위기 극복 등 탄소 배출을 줄이기 위해서는 원광물보다 더 비싸더라도 훨씬 친환경적인 재활용 광물에 혜택을 줄 수밖에 없다.

미국의 IRA나 유럽의 원자재법은 우리에게 이런 숨겨진 기회를 제공하고 있다. 따라서 생산 비용이 더 들어 광물 가격이 높아진다고 해도 재활용 광물을 소비하겠다는 시장의 의지가 강력하고 선진국 시장은 중국보다 더 친환경적인 기술, 즉 탄소 배출이 적은 재활용 기술을 개발한다면 우리 기업들에게 더 유리할 것이다. 일례로 유럽에서 LG가 생산한 폐배터리가 국내로 들어오는 것은 불가능하지만 배터리 제조사인 LG와 이를 재활용하는 성일하이텍 그리고 양극재를 생산하는 에코프로 등 배터리 관련 국내 기업들이 현지에서 밴드를 형성하고 글로벌 주요 거점에 새로운 배터리 재활용 생산시설을 현지화한다면 해당 국가들의 정책 혜택과 보조금 등 중국과는 다른 경쟁력을 만들어낼 수 있다. 물론 현지 진출이 국내 산업 활성화 측면에서는 아쉬운 부분이지만 앞으로 배터리 재활용 산업에서 현지화 없이 경쟁력을 갖추기는 어려울 것으로 본다.

기술 개발 환경도 중요해! 국내기업 지원책 마련해야

김종민 한국자동차연구원 화학소재기술부문 책임연구원

국내 배터리 재활용 기술이 중국의 기술과 동일한 상황이므로 차별화된 기술 개발은 꼭 필요하지만 이를 위해서는 국내 기업들의 기술 개발을 지원할 정책을 통해 장기적으로는 중국에 의존하지 않는 생태계를 만들어야 한다고 생각한다.

시장의 원리대로라면 폐 배터리 양, 설비 규모, 환경규제 등에서 재활용산업에서 중국에 비해 국내 원료 기업들은 불리한 입장에 있기 때문에 어렵게 기술 개발을 통해 소재를 생산해도 가격 경쟁력이 부족해 수요를 확보에 어렵다. 국내에는 LG, SDI 등 큰 물량을 소화할 수 있는 수요처가 있기 때문에 이들 수요 기업들로 하여금 국내 기업의 원료를 선택할 수 있도록 국내 기업이 생산한 재활용 원료에 대해서는 인센티브 제도 등을 운영해 가격 경쟁력을 확보할 수 있도록 지원하는 것이 바람직하다.

예를 들어 전구체의 경우 양극재 가격의 70%에 해당하는 중요한 원



포스코케미칼 피치 생산공장 조경도 출처-포스코

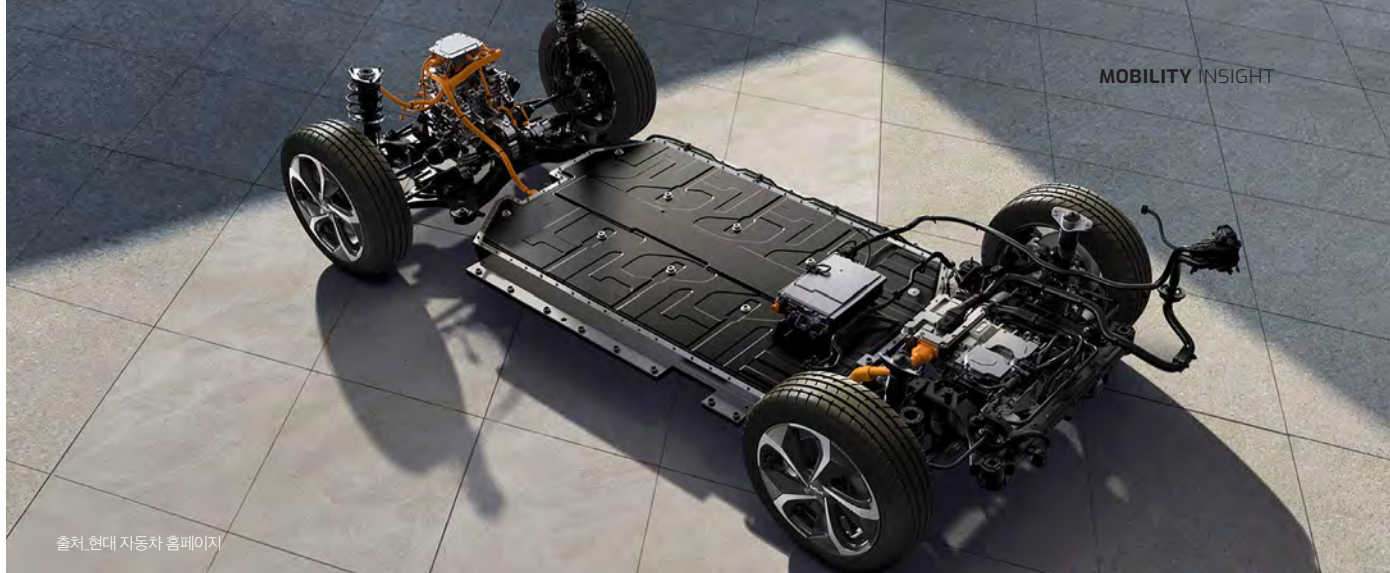
료이지만 중국 의존도가 90% 넘어 사실상 국내 배터리는 모두 중국의 원료를 사용하고 있다고 볼 수 있다. 그런데 국내 소재 업체들의 생산능력은 경쟁력을 갖고 있기 때문에 전구체의 경우에도 충분히 내재화가 가능하다고 본다. 여기서 중요한 것이 바로 판로 확보이고 이를 제도적으로 지원할 필요가 있다.

미국에서 자국 공장에서 생산된 물품에 대해 인센티브를 주는 것처럼 정책적으로 국내에서 생산된 재활용 원료에 대해 인센티브를 주면 최소한 국내 수요 물량에 대해서는 국내 기업이 공급하는 생태계 조성이 가능하다고 본다.

국내 배터리 제조기술 재활용 산업과 유기적 연계 필요

김용배 ㈜영풍 기술연구소 기술개발팀장

우리나라는 배터리 제조에서 세계 2위의 강국이지만 이런 좋은 여건이 시장에서는 배터리 재활용 산업으로 이어지지 못하고 있다. 앞서 나온 전구체 제조 방법도 새로운 공법들이 계속 나오고 있지만 상용화되지 못하고 있다. 새로운 나온 공정이 산업화에 성공하려면 테스트와 검증 과정은 필수이고 이 과정에서 배터리 제조사들의 협력이 중요한데 국내 배터리 제조사와 재활용 산업 간 시너지 효과를 만들기 어려운 상황이다. 이유는 전구체 제조에 새로운 기술을 도입하려면 전구체 제조기업이나 양극재 제조기업이 그동안 사용하고 있던 시스템을 교체해야 하므로 기존 업체들은 새로운 공정에 대한 테스트와 실증이 부담스러울 수 있다. 이런 산업계 내 이해관계로 자율적인 협력이 어려운 경우에는 정책 과제나 지원 정책을 시행해 더 적극적으로 협력을 유도해서 재활용 산업의 새로운 시제품이 양극재나 전구체에 적용할 수 있는 기회를 만들어야 한다고 생각한다.



출처: 현대 자동차 홈페이지

Section 3 도시 광산 가능성 ②

도시광산 안전관리와 환경이슈 현황과 해결점

손종태(좌장) 국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수

배터리 재활용 산업에서 기술 우위 확보가 반드시 필요해 보인다. 특히 전 세계 전기차 시장 판매 1위인 중국의 주변에 위치해 배터리 재활용 시장에서도 중국과의 기술적 차별화도 필요하지만 동시에 중국과의 협업 구조도 만들어야 하는 어려운 상황인 것 같다. 그렇지만 유럽이나 미국의 친환경 정책과 국내 배터리 제조 기술 등 긍정적인 요인들을 활용하면 도시 광산 가능성 확보를 위한 기술 개발은 충분히 가능할 것으로 본다. 배터리 재활용 산업의 또 하나 큰 문제가 바로 제조 공정이다. 공정의 위험성이 크고 상대적으로 자동화는 어려운 것으로 알려져 있는데 이에 대한 해결책을 갖고 있어야만 국내는 물론 규정이 다른 해외 진출 장벽도 해소할 수 있다. 배터리 재활용 안전관리의 문제점과 해결방안에 대해 논의하도록 하겠다.

다양한 배터리팩 자동화 허들 공정 자동화 아직 제한적

손정수 한국지질자원연구원 배터리재활용연구단 책임연구원

안전 문제를 고려해 재활용 공정의 자동화가 필요하나 재활용 산업의 자동화가 상당히 어려운 것이 현실이다. 2019년 중국의 화우코발트가 배터리 분해와 해체 과정에서 자동화 데모 버전을 발표했고 당시 많은 관심을 받았다. 그 이후 화우코발트의 자동화 공정이 얼마나 발전했는지 궁금해 확인해 보니 그동안 자동화 공정에 특별한 업그레이드는 없었으며 그 이유는 전기차 배터리팩이 다양한 자동화가 쉽지 않다는 답변이었다.

한편 국내에서는 에너지머티리얼즈가 배터리 재활용 공정의 자동화 사례를 발표한 적이 있었다. 당시 발표한 자동화 공정은 원재료를 하나로 단일화해서 개발했는데 KONA의 리콜 제품에 대한 자동화이다. 에너지머티리얼즈는 배터리를 저온 냉각해 방전이나 쇼트 공정 없이도 화재나 폭발을 제어했다. 또 로봇을 이용해 파쇄하는 기술을 개발해 작업자의 위험도를 낮췄다. 개인적으로 모든 자동차 배터리를 처리할 수 있는 자동화 기술은 아직 의미 있는 발전이 없다고 보지만 단일 배터리에 대한 자동화 능력을 이미 우리나라가 보유했다고 생각한다.

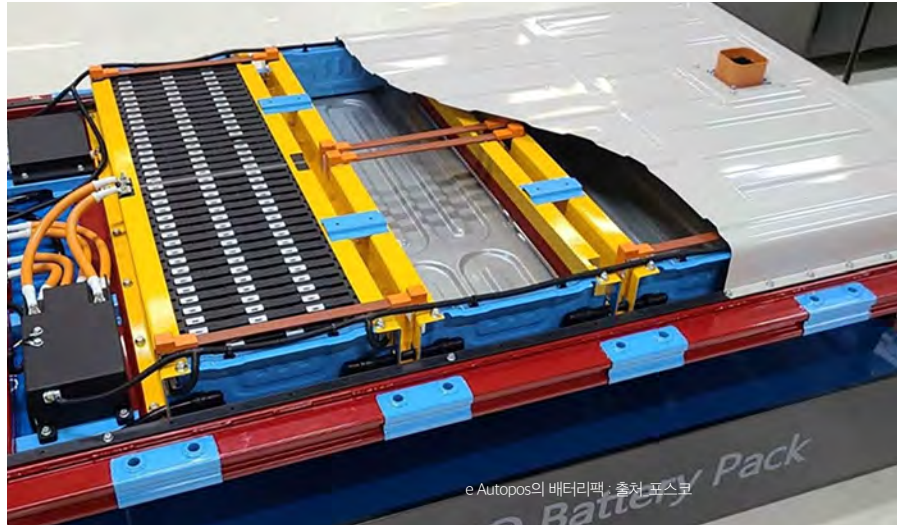
재활용 산업 공정 자동화 시장 성장이 해결책 될 수도

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

개인적인 생각이지만 저는 전기차용 배터리의 표준화를 기대하기



쉐보레 스파크 EV 배터리팩 : 출처, 모터그래프



e Autopos의 배터리팩 : 출처, 포스코

어려울지라도 자동화 문제는 시간이 해결해 줄 것으로 기대하고 있다. 우리나라도 아직 전기차 모델의 종류는 내연기관차에 비해 훨씬 적지만 배터리는 다양하다. 앞으로 전기차 시장이 커지면 전기차 모델은 더욱 다양해질 것이다. 특히 재활용 기업이 해외에 진출할 경우 또 다른 형태의 배터리 팩을 처리해야 할 것이다.

이런 시장 동향을 고려하면 모든 배터리 제품을 자동화로 처리하는 하나의 공정을 개발하기는 어려울 것이다. 그런데 에너지메트리얼즈 사례에서 봤지만 제한된 배터리에서는 충분히 가능하기에 전기차 시장이 규모의 성장을 통해 연간 수십만 대 이상 판매되는 모델이 발생하면 표준화 없이도 단일 품목으로 생산량이 많아져 특정 모델의 배터리를 처리할 자동화 라인을 만들 수 있다고 생각한다. 재활용 공정의 자동화 문제는 기술도 중요하나 시장 성장에 따라 상당히 해결할 수 있을 것으로 기대하고 있으며 현재 정책 과제를 통해 규모의 경제에 대응하기 위해서 자동화 공정 개발이 활발히 진행되고 있어서 내년에는 배터리 재활용 공정 자동화율이 현재의 50~60% 수준에서 70~80%까지 더 높아질 것으로 예상된다.

재활용 안전성의 키, 블랙매스 국내 규제 개선 필요해

김응배 (주)영풍 기술연구소 기술개발팀장

배터리 이송, 보관에서 가장 중요한 요소는 안전성 문제인데 안전한 배터리 이송과 보관에 대한 해결책이 바로 블랙매스이다. 전류 전기가 남아있는 배터리는 화재 및 폭발 위험성이 있지만 이를 방전, 분

쇄한 블랙매스는 이송 보관이 유리하다. 그러나 현재 법규에서 블랙매스를 폐기물로 규정하고 폐기물처리법에 따라 판매, 이송, 보관, 처리에 대한 여러 규제 기준을 충족해야 한다.

블랙매스가 중간제품이 되면 제품으로 팔 수 있으면 블랙매스 제조산업의 활성화로 이송 및 보관에 대한 안전성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 처리규제가 개선되어 폐배터리 재활용 산업의 활성화도 될 수 있다. 블랙매스는 재활용 산업에서 중간제품이다. 따라서 규제 역시 폐기물이 아닌 제품으로 인정하고 이에 따른 규제 개선이 필요하다고 생각한다.

블랙매스 아직 폐기물, 순환자원으로 인정해야

손정수 한국지질자원연구원 배터리재활용연구단 책임연구원

먼저 블랙매스의 규제 문제를 설명하겠다. 현재 우리나라에는 폐배터리의 재사용, 재활용 활성화를 위해 순환자원 인증 제도가 있으나 현재 재사용만 순환자원으로 인정하고 재활용은 순환자원 대상에서 빠져 있기 때문에 분명히 개선되어야 할 문제다. 2024년부터는 환경부가 순환자원 지정 고시를 통해 건별로 지정해 기존 폐기물에서 순환자원으로 인증이 가능하고 순환자원 인증은 재활용 산업계에 큰 의미가 있다. 폐기물과 순환자원은 규제에서 큰 차이가 있어 폐기물은 5개의 규제 검토가 필요한데 순환자원으로 인정받으면 자원순환법 하나의 기준만 충족하면 되므로 그만큼 기업들의 움직임이 수월해질 것으로 생각한다.

현재 인증 준비중으로 순환자원의 정의를 보면 재활용을 통해 수익 창출과 환경적인 문제가 없어야 한다고 규정하고 있는데 블랙매스는 열처리를 통해 운반 중 화재 폭발 문제가 없고 유해 성분들을 최소화했고 중간제품으로 후처리 공정을 통해 재활용 광물로 만들어지는 경제적 가치가 충분함으로 순환자원으로 인증을 낙관적으로 기대하고 있다.

재활용 시장 이중화 필요 블랙매스 산업 정비 필요해

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

블랙매스 역시 최근 큰 관심을 받고 있는데 그 이유는 재활용 시장이 활성화되는 과정에서 두 개로 나뉘질 것으로 예상하기 때문이다. 전처리 과정 즉 블랙매스 생산에는 대기업이 필요하지 않다. 오히려 전기차 시장이 성숙기에 도달하면 여러 지역에 전기차 폐차장이 생기고 폐배터리가 발생하게 돼 폐배터리를 소수의 특정 지역으로 이동하는 것은 불가능할 것이다. 상대적으로 국토가 좁은 우리나라도 이런 상황이라면 미국의 경우는 주 단위로 3~4개의 블랙매스 생산시설이 필요할 것이고 여기서 만든 블랙매스를 수집해 대규모의 공장들이 해안가 위주로 위치해 리튬, 니켈, 코발트 등을 회수할 것이다. 앞으로 우리 재활용 산업이 경쟁력을 가지려면 현재 국내 재활용 산업에서 추출까지 가능한 3~4개 업체는 규모를 더 키워야 하고 전처리 업체 즉 블랙매스 생산 업체들은 지역 배분을 통해 폐배터리를 장거리 이동하지 않고 안전하고 효율적으로 처리해야 한다.

재활용 산업이 이런 경쟁력 있는 산업 구조를 갖추려면 우리나라도 블랙매스에 대한 규정을 빠르게 마련해야 하는데 블랙매스는 중간제품으로 후처리 공정의 생산성에 직접적인 영향을 미치게 된다. 그럼 중간제품에 대한 평가를 어떻게 할 것인가 예를 들어 A사의 블랙매스 100kg과 B사의 블랙매스 100kg이 갖는 리튬, 코발트, 니켈 함량이 어떻게 다른지 또 블랙매스에 포함된 카본 함량은 이산화탄소 배출로 이어지기 때문에 원료 가치의 중요한 요소인데 이를 어떻게 측정할 것인지 등 이런 세밀한 부분을 고려해 블랙매스 평가 방법의 표준화, 생산 가이드라인 등도 선제적인 규제 수립이 필요하다고 생각한다.

Section 3 도시 광산 가능성 ③

도시 광산의 환경오염 해결방안?

손종태(좌장) 국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수

현재 배터리 재활용 산업의 목표는 친환경 산업으로 볼 수 있으나 공정에서 발생하는 환경오염 때문에 실제 완성된 친환경 산업으로 볼 수 없다. 재활용 산업이 도시 광산으로서 가능성을 확보하려면 지금 공정의 환경오염을 줄이고 친환경 공정을 확보해야만 한다. 도시 광산으로서의 가능성을 확보하고 친환경 산업으로 성장할 방법은 무엇인지 확인하고자 한다.

음극재 재활용 시급 환경오염 개선, 원료 확대 등 기대효과 높아

김종민 한국자동차연구원 화학소재기술부 책임연구원

현재 재활용 산업에서 개선점 중 하나가 재활용 과정 중에 발생하는 환경오염 문제인데 양극재에 집중된 재활용 산업을 음극재까지 확대하면 추가적인 재활용 시장을 확보함은 물론 기존 공정의 환경오염 문제도 개선할 수 있을 것으로 본다.

재활용 산업에서는 전처리 공정을 통해 양극재와 음극재를 분리하는데 열처리 과정에서 나오는 음극재의 경우 현재는 경제적 가치가 낮아 연소 처리하고 있고 이 과정에서 이산화탄소를 배출하게 된다. 재활용 산업은 단지 경제적 가치 외에 탄소중립을 달성하기 위한 산업으로 양극재 뿐 아니라 음극재의 재활용도 필수라고 생각하고 이를 시장 논리에 맡기면 이윤을 창출해야 하는 기업의 특성상 현재 경제적 가치가 낮은 음극재 재활용 기술은 발전하기 어렵다. 정책적으로 탄소중립이라는 큰 관점에서 경쟁력을 육성하기 위해서는 음극재에 대한 재활용 기술을 지원하고 육성해야 한다고 생각한다. 이러한 제도 중 하나가 재활용 음극재 보조금 지원도 하나의 방법이 될 수 있다고 생각한다.

음극재 공급망 위기 커져 재활용 기술 개발 시급

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

음극재 재활용을 통한 환경오염 절감에 동참한다. 또 하나 음극재 재활용이 필요한 이유는 최근 음극재의 공급망 위기가 현실화되고 있다는 점이다. 음극재의 재료인 흑연은 미국, 유럽연합, 중국, 일본 등에서 전략적 광물로 분류하여 관리하고 있다. 특히 얼마 전 중국이 고민감성 흑연 3개 품목을 수출 제한 대상에 포함하는 등 앞으로 흑연 수출과 관련한 중국의 규제가 더 까다로워질 가능성도 있다. 음극재의 원재료는 천연흑연을 가공한 구상흑연 또는 인조흑연용 코크스이며, 이중 구상흑연은 전량을 중국에 의존하고 있다.

전 세계 전기차 배터리 제조 시장에서 한국, 중국 및 일본의 점유율이 90%를 넘는다는 점을 고려하면 전 세계 배터리가 전적으로 중국에 의존하고 있다고 볼 수 있어 언제든지 공급망 문제가 발생할 수 있으며 천연흑연은 채굴 과정에서 막대한 양의 이산화탄소를 배출한다. 또 인조흑연도 환경 오염 문제로 앞으로 사용하기 어려울 것이다. 인조흑연은 생산과정에서 2700도로 코크스로 열처리 과정을 거치는데 이 과정의 수율은 30% 수준이고 70%는 태워 없어지게 된다. 2026년부터 탄소가스 배출량 표시가 의무화되고 2027년부터 규제를 적용받는 점을 고려하면 이산화탄소 배출량 증가로 경쟁력이 없을 것이다. 따라서 음극재를 재활용하면 혁신적으로 탄소 배출량을 줄일 수 있다. 양극재와 달리 음극재는 지금까지 거의 100% 탄소를 배출했지만 재활용을 통한 탄소배출의 감소를 통해 채굴 방식보다 탄소 배출량을 현저히 줄일 수 있기 때문이다.

폐배터리 자원화 모든 자원으로 확대해야

손정수 한국지질자원연구원 배터리재활용연구단 책임연구원

전기차배터리팩을 분석해 보면 실제 이차전지는 팩의 60% 수준으로 나머지 40%는 케이스, BMS, 전선, 냉각장치 등 다양한 부품과 구조물이 차지한다. 현재 재활용 산업은 양극재에 집중하고 있는데 배터리 팩을 전체 자원 기준으로 본다면 전체의 약 30%에만 집중하고 있고 나머지 70%에 대한 재활용 기술에 대해서는 소홀한 실정이다. 개인적인 생각이지만 양극재가 아닌 배터리팩 전체의 재활용 기술을 개발하면 우리나라의 경쟁력이 될 것으로 생각한다.

Section 4 도시광산가능성④

국내 도시 광산 산업 육성을 위한 개선점

손종태(좌장) 국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수

지금까지 도시 광산의 가능성을 확인하기 위해 기술 개발, 안전 관리, 환경오염 등 산업계 주요 이슈에 대해 논의했다. 마지막으로 제도의 개선점에 대해 점검하고자 한다. 중국은 배터리 이력 관리와 함께 재활용을 생산자가 책임지는 생산자 책임제를 시행하고 있다. 또 폐배터리에서 핵심소재 회수를 높이기 위해 니켈, 코발트, 망간은 98%, 리튬 85%, 기타 희소금속은 97%를 회수 목표로 설정하여 운영하고 있다. 더 나아가 재활용 촉진을 위해 전기 배터리의 규격, 등록, 회수, 포장, 운송, 해체 등 각 단계별 국가 표준을 제정해 활용하고 있으나 우리나라의 재활용 산업 관련 규제 마련은 아직 미흡한 점이 많은 것 같다.

부처별 지원제도 통합 운영으로 편리성 개선 필요

김종민 한국자동차연구원 화학소재기술부문 책임연구원

도시 광산에 대한 의견을 발표하면서 합작사를 설립한 소재 기업 지원, 음극재 재활용 업체에 대한 보조금 지급 등 몇 가지 제도적 보안을 제안했다. 여기에 추가적으로 말씀드리고 싶은 점은 우리나라 보조금 제도가 부처별로 운영되어 기업 입장에서 제도 인지도나 활용에 어려움이 있는 것 같다. 특히 보조금 제도는 통합적인 제도운용이 더 효율적이라고 생각한다. 개인적인 의견이지만 산업부, 환경부 등 주무부처에 따라 보조금 정책이 워낙 다양하고 성격도 달라서 정책의 목표가 통일되거나 아니면 보조금 정책을 통합적으로 기업에 안내하고 지원 제도 참여를 활성화할 수 있는 전담기관이나 제도가 있다면 기업의 만족도도 높이고 더 효율적인 정책 운영에도 도움이 될 것으로 생각한다.



리튬이온배터리 폐금속 출처 ecocycle uk



에코프로전경 출처 에코프로

테스트와 실증 과정 규정개선으로 속도 높여야

김응배 (㈜영풍 기술연구소 기술개발팀장)

현재 폐배터리 및 관련 스크랩 등은 폐기물로 지정되어 있어 기업의 연구개발에 제약이 되고 있다. 폐배터리를 재활용 연구를 진행하는 대학교, 국공립 연구소는 폐기물 재활용업을 가지지 않아도 연구가 가능하나 기업부설연구소는 폐기물 처리업을 적용받는다.

기초 연구를 진행하고 파일럿을 가동하려면 설비에 대한 인허가와 일정량 이상의 폐배터리를 공급받아야 하는데 이때 폐기물 처리업 허가가 필요하다. 폐기물 처리업이 없는 기업부설연구소는 폐배터리 재활용 연구 진행에 어려움이 크다. 또한 폐기물처리업 허가 규정은 까다롭고 복잡해 자격을 얻기도 어렵다.

따라서 규제의 필요성은 공감하지만 유연한 규제 운영이 필요하다고 생각한다. 폐기물처리업이 없는 기업부설연구소에서는 일정량 이하의 폐기물을 연구목적으로 사용 가능하도록 완화할 필요가 있고 이를 통해 기업에서는 빠른 실증 테스트를 진행하고 양산을 통해 시장 진입이 가능하기 때문이다.

배터리제조사, 완성차 기업 재활용 산업에 관심 필요

손정수 한국지질자원연구원 배터리재활용연구단 책임연구원

배터리 재활용보다 재사용 분야에서 더 시급하겠지만 배터리에 대

한 정보가 공유가 정착되어야 한다. 이는 재활용 산업에서도 중요한데 입고된 배터리가 전기차에 장착돼 어떻게 운행이 됐는지에 대한 정보를 알아지만 재사용도 쉬워지고 재활용에도 도움이 되기 때문이다. 우리나라도 배터리 정보를 법적으로는 공유해야 하지만 실제 현장에서는 잘 지켜지지 않고 있다.

더욱이 현재는 폐배터리 물량이 제한적인 상황이라 재활용이나 재사용 기업들이 규정대로 배터리 제조사나 완성차에 정보를 요구하기 어려운 상황이라고 생각한다. 재활용 산업체나 재사용 산업체가 배터리 제조사나 완성차 기업에게 중요한 파트너이기 때문에 지금부터 함께 데이터를 구축하고 활용하는 것이 국내 배터리 재활용 산업 경쟁력 강화에 긍정적인 효과를 가져올 것이라고 말씀드리고 싶다.

성장하는 재활용 산업 적극적인 제도 지원 필요

송준호 한국전자기술연구원 차세대전지연구센터 수석연구원

재활용 산업의 경쟁력을 육성하는 데 법 제도의 역할은 매우 중요하므로 제도 개선을 통해 재활용 산업에 성장에 도움을 줘야 한다. 현재 배터리 재활용 기업들은 기본적인 보조금 지급을 요구하고 있다. 보조금 지급의 근거가 탄소 배출량을 계산해 현재 공정보다 배출량 개선이 있으면 혜택을 주고 있는데 재활용 공정은 기존의 채굴 공정보다 탄소 배출량이 줄었기 때문에 보조금 혜택을 받을 여건은 충분하나 제도가 없어 아직 보조금 혜택은 없다.



소형전지 출처 LG에너지솔루션 홈페이지

또 폐배터리를 전기차에서 해체할 때 해당 배터리가 폐처리된 이유가 정상적인 사용 후 폐기되는 건지 아니면 사고나 결함으로 폐처리된 제품인지에 따라 어떻게 재활용을 할지에 대한 지침도 정부 차원에서 마련해야 한다.

EPR제도 재활용 산업 성장에 긍정적 유럽, 중국 이미 실행

손정수 한국지질자원연구원 배터리재활용연구단 책임연구원

생산자책임재활용(EPR, 이하 EPR)제도는 제품 생산자나 포장재를 이용한 제품의 생산자에게 그 제품이나 포장재의 폐기물에 대하여 일정량의 재활용 의무를 부여하여 재활용하게 하고, 이를 이행하지 않을 경우 재활용에 소요되는 비용 이상의 재활용 부과금을 생산자에게 부과하는 제도로 유럽은 이미 모든 폐배터리를 EPR 품목으로 지정했다. 반면에 우리나라는 아직 EPR 제도를 실행하지 않고 있는데 개인적으로 우리나라 역시 배터리를 EPR 품목으로 지정해야 한다고 생각한다.

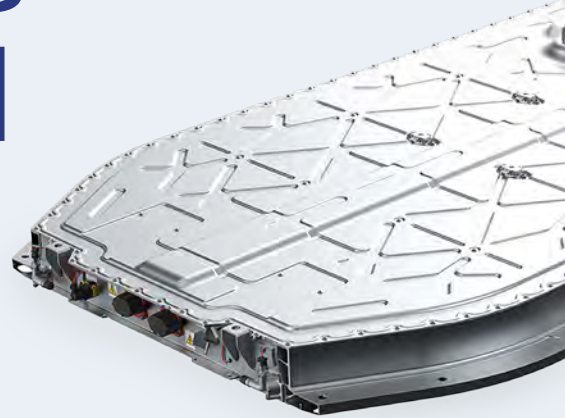
배터리 재활용으로 돈을 벌 수 있는데 왜 EPR 품목으로 지정해야 한다고 주장한다면 실제 아직 재활용 업체 중 수익을 창출하고 있는 업체는 없다. 오늘 논의에서도 나왔지만 많은 투자비가 들어가고 아직 시장 초창기로 충분한 시장 규모가 형성되지 않았기 때문이다. 배터리 재활용 산업이 어느 정도 본격적인 성장기를 맞이하기 위해서는 EPR 품목 지정을 통해 배터리 제조사나 완성차 기업들이 좀 더 적극적으로 재활용 산업에 대한 책임을 함께 함으로써 우리나라 배터리 재활용 산업의 경쟁력 육성에 도움이 되리라 생각한다.

가능성에서 경쟁력으로 정부와자동차산업계함께노력해야

손종태(좌장) 국립한국교통대학교
나노화학소재공학과 교수

도시 광산의 가능성을 확보하기 위한 개선점까지 확인해 봤다. 특히 재활용 업체의 테스트 설비 도입 규제 개선이나 배터리 재활용 산업에 직접적인 도움이 될 EPR 제도의 경우 완성차 기업이나 배터리 제조사가 재활용 산업에 더 적극적인 참여 동기가 될 수 있어 개인적으로 필요성에 동감한다. 다른 나라도 비슷하겠지만 특히 우리나라는 그동안 연구개발에서 있어 정부의 역할이 컸다. 전동화의 궁극적 목표인 탄소중립의 새로운 여정인 배터리 재활용 산업에서 정부와 기업 그리고 공공연과 학계가 일관된 목표를 공유하고 이를 협업함으로써 도시 광산의 가능성을 새로 써 나가길 기대한다. 끝으로 오늘 좌담회를 통해 다양한 의견과 인사이트를 전달해 주신 패널분들께 다시 한번 감사의 말씀을 전해드린다.

국내 폐배터리 재활용 기술현황과 순환경제 추진 동향



전 세계적인 이슈가 되고 있는 지구온난화와 그에 대한 해결 방안으로 탄소중립 정책, 친환경 정책 등에 따라서 전기차에 대한 관심은 폭발적으로 증가하고 있다. 전기차에 대한 관심이 급증하는 만큼 그 수요도 많이 증가함에 따라서 폭발적인 수요에 비해 공급이 따라가지 못하는 상황이 얼마 전까지도 지속되어 왔다. 모자란 공급은 제품 가격의 상승을 불러일으켰고, 실제로 그동안 전기차 배터리의 원료로 사용되는 광물들의 가격 상승을 야기했다. 이러한 상황 속에서 전기차 제조에 필요한 핵심 광물의 확보는 우리 산업에서 매우 중요한 과제 중 하나이다.

전기차 핵심 광물 중에서도 특히 전기차 배터리로 사용되고 있는 리튬이차전지의 개발 및 제조에 필요한 리튬, 니켈, 코발트, 망간 등의 확보가 절실한 상황인데, 우리나라는 이러한 광물의 매장량이 전무하여 수입에 전량 의존하고 있다.

수요와 공급 간의 균형, 전기차 시장 점유율이 높은 국가들의 전기차 판매량 등과 같은 외부적인 요인들에 의해 주요 핵심 광물들의 가격 변동에 따라 국내 시장이 흔들릴 가능성이 있기 때문에 안정적인 자원 공급망 확보는 매우 중요하다.

한편 전기차 배터리의 재활용 기술은 리튬이차전지 원료로 사용되는 핵심 광물의 효과적인 자원 공급망으로 대두되고 있다.

전기차는 신제품 대비 배터리 성능이 약 70% 이하로 떨어지면 전기차 구동 배터리로 사용할 수 없으며, 이를 사용 후 배터리(이하 폐배터리)라고 부르는데, 이러한 폐배터리로부터 유기금속을 회수하는 기술의 개발 및 상용화에 박차가 가해지는 중이다.



왕제필
부경대학교 융합소재공학부 교수

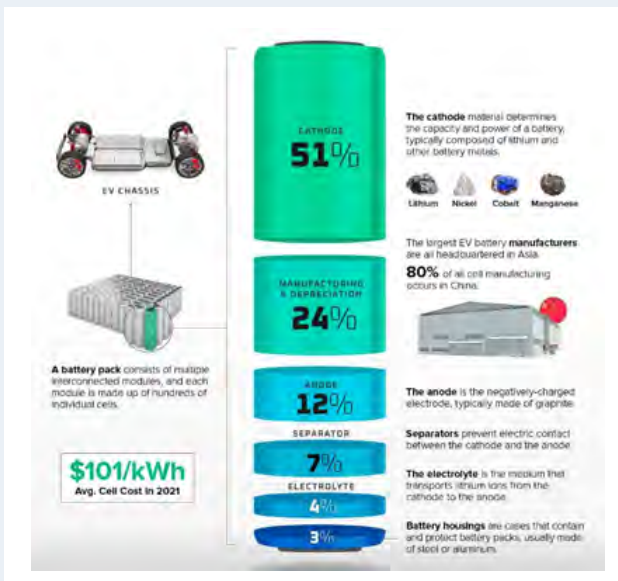
성장하는 폐배터리 재활용 시장

국내·외 시장에서 전기차의 비중은 내연기관 자동차 및 하이브리드 자동차의 비중보다 점점 높아지는 추세이다. 전기차 수요의 증가가 전기차 배터리로의 관심으로 이어지는 이유는 간단하다. 배터리의 용량과 전압과 같은 성능에 따라서 전기차의 성능, 즉 용량, 출력 등을 결정짓기 때문이다.

폐배터리 재활용 기술은 주로 리튬이차전지의 구성요소 중 하나인 양극 유기금속 회수 기술이 대부분이다. 양극활물질(이하 양극재)은 배터리의 성능을 결정짓는 요인으로, 배터리 셀 제조 비용에서 차지하는 비중이 가장 높으며, 전기차와 전기차 배터리로 사용되는 리튬이차전지의 수요 증가에 따라서 양극재의 가격은 계속해서 상승할 전망이다. 이러한 양극재를 이루고 있는 유기금속을 회수함으로써 폐배터리의 재자원화를 통해 경제적 이점을 확보할 수 있으며, 폐기되어 토양에 매립되지 않기 때문에 환경적 이점 또한 확보할 수 있다.

월스트리트저널이 자동차 시장조사업체 LMC 오토모티브 연구를 인용해 전한 통계에 따르면 지난해 전기차 글로벌 판매가 약 780만 대에 달한다고 한다. 다시 말해 전 세계에 팔린 신차 10대 중 1대는 전기차였다. 전기차 보급 대수는 내연기관 완전 퇴출이 본격적으로 시행되는 2030년을 기준으로 기하급수적으로 늘어날 전망이다.

[배터리 구성요소별 가격 비중]



출처: Panscope

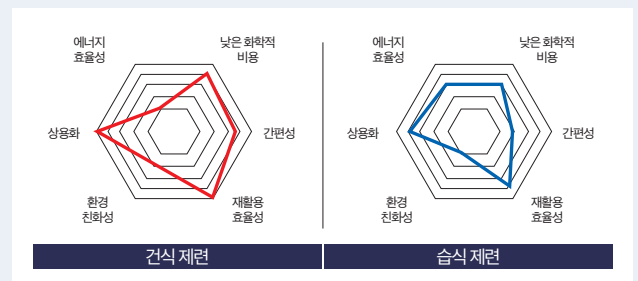
2029년 국내 기준 전기차 사용 후 배터리는 8만 개 이상이 될 것으로 예상되며, 급속도로 증가하는 사용 후 배터리의 처리 문제가 발생할 것으로 전망된다.

폐배터리는 금속, 전해액 등으로 인해 단순 폐기된다면 환경오염을 유발하는데, 이에 대응하기 위해 세계 각국에서는 폐배터리를 재활용할 수 있는 방안을 모색하고 있으며, 국내·외에서 전기차 사용 및 보급이 늘어남에 따라서 폐배터리 처리 기술에 관한 연구개발이 지속해서 늘어나고 있다.

폐배터리 재자원화 기술 현황

전기차 사용 후 배터리의 재활용 기술은 전처리, 금속 회수 기술로 나누어진다. 사용 후 배터리의 전처리는 건식 열처리, 파/분쇄, 농축 기술 등으로, 금속 회수 기술 분야는 건식, 습식, 건/습식 조합 기술 등으로 세분된다. 각 회수 기술의 공통적인 회수 물질은 최고 유기금속인 리튬, 니켈, 코발트이며, 습식제련 공정에서 건식제련 공정 대비 더 많은 물질을 회수할 수 있다.

[재활용 기술 종류별 비교]

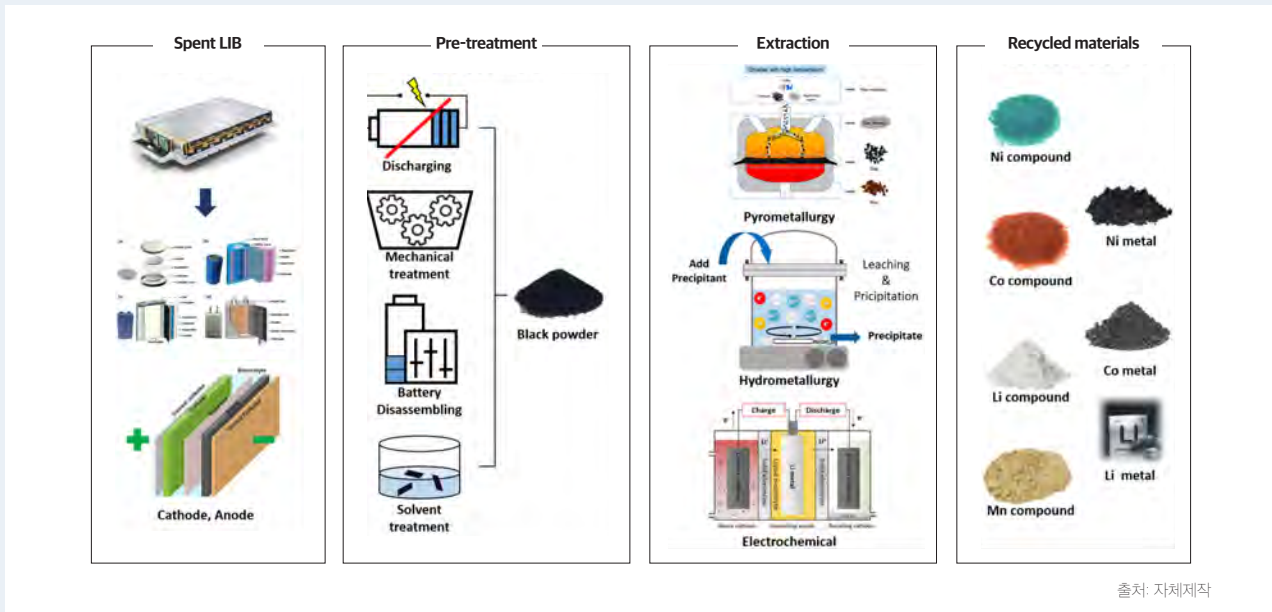


출처: 자체제작

전 세계적으로 사용 후 배터리 재활용을 통한 희유금속 회수 가능 업체는 성일하이텍, Gmtech와 Umicore, Brump, GEM, FUYO, 코스모 등의 업체가 있다.

폐배터리의 재활용 기술 중 건식 기술은 고온의 로에 장입하여 용융 공정을 통해 금속과 산화물을 분리한 후, 전지 내의 유기금속들을 합금으로 회수하는 공정을 뜻한다. 건식공정은 크게 방전, 파/분쇄, 전처리, 추출 야금으로 이루어지는데, 타 공정에 비해 비교적 간단하며 화학반응 속도가 빨라 폐배터리를 대량으로 처리하는 경우 유리하다. 습식공정에 비해 폐수의 발생이 거의

[회수 기술의 종류 및 개략도]



출처: 자체제작

없어 환경적이라고 볼 수 있으나, 건식제련 시 발생하는 배기가스의 처리가 필수적이며 회수 산물의 순도가 습식에 비해 낮아서 고부가가치 산물의 제조가 어려운 단점이 존재한다.

건식 재활용 기술을 연구개발 및 보유 중인 기업은 영풍이 있다. 영풍은 국내 유일 건식 재활용 기술을 보유한 기업으로, 세계 최초 건식 용융 방식의 폐배터리 재활용 파일럿 공장 가동을 실시했으며, 배터리 분해 및 해체 과정 없이 팩이나 모듈 단위에서 그대로 파쇄해 고온으로 녹인 뒤 리튬 성분을 집진하는 방법을 사용한다. 또한 최근 경제성 측면에서 떠오르고 있는 LFP 배터리 재활용 기술 국가과제를 수행하는 등 배터리 재활용 기술의 선제적 확보를 위해 본격적인 연구개발에 힘쓰는 중이다.

폐배터리의 재활용 기술 중 습식 기술은 전처리된 폐배터리 분말을 산 또는 염기를 이용해 수용액을 제조하여 유기금속을 회수하는 기술이다. 리튬 이외에도 코발트, 니켈, 망간 등을 화합물 형태로 회수 해낼 수 있으며, 목적 원소의 선택적인 회수를 위해 환원제, 침전제 등의 첨가물이 투입된다.

습식공정은 크게 침출 공정과 분리 및 회수 공정으로 구분하는데, 침출 공정은 무기산인 황산과 질산, 유기산인 아세트산과 시트르산, 염기인 수산화나트륨 등을 사용한 처리 방식이 있으며 금속의 산화를 유발한다.

침출 공정에서 유기금속의 순도를 높이기 위해서는 화학물질의 농도, pH, 온도 등의 조건을 정밀하게 조절하고 불순물 제거가 중요하다. 분리 및 회수 공정은 침출시킨 용액에서 금속을 결정화시켜 각 금속을 분리하고 높은 순도로 회수하는 공정이고, 용매 추출방식과 화학적 침전 방식으로 구분되며 대부분 두 방식을 혼합해서 사용한다. 이러한 방식을 채택한 기업으로는 대표적으로 에코프로와 성일하이텍이 있다. 특히 성일하이텍은 최근 LFP 배터리로부터 리튬과 인산, 철을 모두 회수하는 재활용 기술을 준비 중이다.

순환경제 구축을 위한 기업들의 행보

사용 후 배터리 재활용 비즈니스 모델은 크게 배터리 제조사, 배터리 재료 기업, 배터리 재활용 기업, 기타기업으로 구분할 수 있는데, 먼저 배터리 제조사가 주도하는 재활용 비즈니스 모델의 경우, 배터리 회수 처리에 강점이 있으며, 원자재 업스트림 협상력이 높아 배터리 생산비용 절감이 가능하다. 대표적으로 현재 글로벌 배터리 시장 1위 업체인 CATL은 2013년 배터리 재활용 기술을 보유한 광둥방푸를 인수하고 배터리 제조산업단지 프로젝트에 6조원을 투자하여 원소재부터 사용 후 배터리 재활용 능력까지 갖춘 종합생산기지를 건설하고 있다.



LG에너지솔루션과 GM 합작법인 '얼티엄셀즈' 미국 현지 공장 - 출처 LG에너지솔루션

LG에너지솔루션은 GM과의 합작사인 얼티엄셀즈를 통해 2021년 5월, 캐나다 기반 북미 최대 사용후 배터리 재활용 회사인 Li-Cycle과 사업 협약을 맺고 기술력을 확보하는 한편 2023년부터 10년간 재활용 니켈 2만 톤을 공급받기로 했으며, 2022년 5월에는 중국 배터리 소재 기업인 화유코발트와 MOU를 체결하고 합작법인을 설립하여 중국에 배터리 재활용 공장을 구축하는 등 사업을 다각화하고 있다.

SK온의 모회사인 SK 이노베이션도 신성장 동력으로 BMR(Battery Metal Recycle)을 선정, 사용 후 배터리 재활용 사업을 적극적으로 추진하고 있다. 특히 사용 후 배터리에서 수산화리튬을 회수하는 기술을 자체 개발했으며, 50개 이상의 특허를 보유한 기술력을 토대로 내년 초 BMR 시험공장을 완공하고, 2025년부터 연산 6만 톤 규모로 상업 가동할 계획이다.

삼성SDI는 사용후 배터리 재사용 업체 피엠그로우에 지분을 투자하는 한편, 국내 사용 후 배터리 재활용 선두 기업인 성일하이텍과 협업을 추진하고 있다. 최근 언론 보도에 따르면, 삼성SDI는 올해 말레이시아와 헝가리를 시작으로, 사용 후 배터리 회수 거점을 점차 중국과 미국까지 확대할 계획이며, 사용 후 배터리 재활용 연구개발(R&D)조직인 '리사이클 연구 랩'을 신설, 배터리 소재의 회수율을 높이기 위한 기술 연구와 저비용·친환경 소재 회수 기술개발에 전념하고 있다.

재료기업이 주도하는 재활용 비즈니스 모델의 경우, 사용 후 배터리의 핵심금속 자원을 재활용하여 산업체인의 통합 및 비용 절감이 가능하다는 장점이 있다. 국내 대표 배터리 재료기업인 에코프로는 사용 후 배터리 재활용을 통한 메탈-리튬 공급, 전구체-양극재 분야 협력을 진행하고 있다.

자회사인 에코프로씨엔지를 통해 사용 후 배터리에서 주요 유기금속을 회수하여 배터리 소재로 재활용하고 있고, 또 다른 국내 기업인 앨앤에프는 최근 미국 사용 후 배터리 재활용 기업인 레드우드 머티리얼즈에 3천만 달러를 투자했다. 미국 기업인 레드우드 머티리얼즈는 前 테슬라 최고기술책임자가 설립한 음극재 전문 제조회사로, 닛산, 포드 등 모빌리티 기업과 리사이클링 계약을 맺고, 최종적으로는 채굴 필요성을 아예 상쇄할 수 있는 폐쇄 루프 시스템 구축을 목표로 하고 있다.

배터리 재활용 기업은 기술을 바탕으로 시장을 선도하고 있는데, 국내 기업이면서 세계적으로도 기술력을 인정받고 있는 성일하이텍은 2008년부터 전처리 공장 가동을 시작, 모든 종류의 이차전지 스크랩 처리가 가능한 대표적 배터리 재활용 기업으로, 삼성SDI뿐만 아니라 LG에너지솔루션, SK온 등 국내 배터리 3사는 물론 현대자동차 등을 고객사로 두고 있으며, 2008년 군산 전처리 공장을 시작으로 2022년 기준 국내 연 5만 톤의 설비를 확보하고 있으며, 2021년에는 헝가리에 연 5만 톤을 처리할



캐나다 라이사이클 본사 전경. 출처 라이사이클



화유코발트. 출처 바이두

수 있는 규모의 전기차 배터리 재활용 2공장을 준공하여 연 1만 톤 규모의 1공장 포함 유럽 내 연 6만 톤의 처리 규모를 확보하였다. 국내 설비도 2025년까지 15만 톤 규모로 확장할 계획이다.

북미 대표 사용 후 배터리 재활용 기업인 Li-Cycle은 재활용만 처리하는 전문기업이다. 삼성증권이 2023. 4월 “E-Waste 산업: EV 배터리가 핵심이 될 E-Waste 시장”이라는 제목으로 발표한 자료에 따르면, Li-Cycle은 니켈, 리튬, 코발트 등 다양한 배터리 원재료를 95% 이상 재활용할 수 있는 기술을 보유해 주목받기 시작했다. 타사와 차별화된 전처리&후처리 기술을 사용해 전통 방식의 재분류, 방전 과정을 생략하고, 안전상의 문제도 감소하였다. Li-Cycle은 재활용 처리 과정에서 폐수를 100% 재활용해 유해물질을 최소화하는 친환경 습식방식을 채택하고 있어, 선진국을 필두로 나날이 환경규제가 엄격해지는 상황에서 ESG 경쟁력도 갖추고 있다.

한편, 배터리 제조기업 외 대기업에서도 사용후 배터리 사업에 적극적으로 참여하고 있는데, 전기차 생산기업인 현대자동차는 “배터리 순환경제 로드맵”을 수립하여 한국수력원자력, 한화솔루션 등과 ESS 실증사업을 추진하는 한편, 현대글로비스를 통해 글로벌 배터리 회수·운반 용기 개발을 완료했으며, 현대모비스를 통해 사용후 배터리 재제조 후 리퍼 배터리 등으로 활용할 계획이다. 포스코케미칼을 통해 배터리 재료를 생산하고 있는 포스코는 중국 화유코발트와 합작기업 포스코HY클린메탈을 설립하고, 광양 경제자유구역 울촌산업단지에 배터리 재활용시설을

구축하여 유럽에서 전처리한 블랙파우더를 들여와 처리할 예정이며, 시설 준공 이후 포스코케미칼 등과 제품 인증과정을 거쳐 2023년부터 본격적으로 제품을 판매한다는 계획이다.

사용 후 배터리 재활용을 위한 전처리 공정은 폭발 위험이 있고 민원 문제로 일반 폐기물 소각이나 매립만큼 인허가가 어려워 건설업 기반의 전문 폐기물 처리 기업들이 경쟁우위를 보이는데, GS건설은 2020년 자회사에너마를 설립, 1,500억 원을 투자하여, 2021년에 포항에 사용 후 배터리 전·후처리 재활용 공장을 착공하였으며 2023년에 준공 예정이다.

배터리 순환경제에 주목하는 이유

전 세계가 탄소중립 조기 달성을 위해 전기차 보급 확대에 주력하고 있다. 하지만 전기차 판매량이 증가하는 것은 곧 전기차에서 배출되는 ‘사용 후 배터리’ 즉, 폐배터리도 함께 늘어난다는 것을 뜻한다. 폐배터리는 외부 노출 시 화재나 폭발 위험이 있고, 매립이나 소각 시에도 환경오염 악화로 이어질 수 있어 처리 문제가 대두되고 있다. 또한 배터리 제조에 필요한 리튬, 니켈 등 원재료 가격이 인상되는 상황에서 폐배터리 내 포함된 고가의 희유 금속을 추출 및 재활용한다면 순환경제 차원에서 환경적 가치와 경제적 가치를 동시에 창출할 수 있다.

배터리 순환경제는 사용 후 배터리 내 금속을 추출하여 신규 배터리 제조에 활용 또는 판매하거나 사용 후 배터리를 기존 용도가 아닌 다른 용도로 재사용함으로써 지속가능성을 추구하는 친환경



헝가리공장-출처-SK이노베이션

소형전자-출처-LG에너지화학-출처-출처

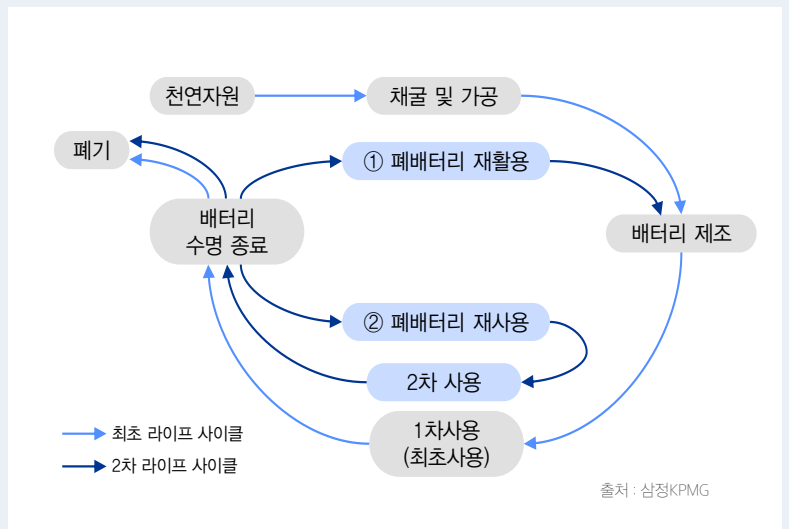
환경 경제 모델을 의미한다. 앞서 말한 전기차 시장 성장에 따른 사용 후 배터리 규모 확대, 원재료 가격 증가 및 원재료 유치 경쟁 강화, 전 세계적으로 강조되고 있는 ESG 경영 트렌드로 인해 배터리 순환경제가 주목받고 있다. 배터리 순환경제의 이점은 크게 세 가지다. 폐배터리 산업 활성화를 통한 경제적 이익과 고용 창출, 배터리 제조비용 절감 및 공급망의 안정성 상승, 이산화탄소 배출량 감축이다. 배터리 재활용 산업이 활성화되면 중국 등 배터리 자원보유국에 대한 의존도를 낮출 수 있고 국내 배터리 공급망 선순환에도 긍정적인 영향을 끼친다. 배터리 원자재 채굴 및 정제 과정에서 온실가스 발생을 피할 수 없는데, 배터리의 순환형 생태계를 구축하면 환경오염을 최소화하면서 자원에 대한 접근성을 높일 수 있다.

한편, 급증하는 폐배터리에 대한 수거 및 재활용 방안에 대해서는 제대로 정비되어 있지 않은 실정이다. 이를 규제하기 위해 유럽은 오래 전부터 적극적으로 전기차 도입을 해온 만큼, 현 상황에 맞게 개정된 'EU 배터리 규제안'을 내놓기도 했다. 이번 규제안은 아직 의무화할 예정이다. 앞으로 발생될 폐배터리를 국가 차원에서의 재활용, 재사용 확대 기반을 마련할 것으로 기대되고 있다.

폐배터리 재활용 기술 확보를 위한 노력

전기차와 배터리 산업은 미래 경쟁력 확보를 위한 가장 핵심적인 산업 중 하나이다. 국내 폐배터리 재활용 시장은 산업 초기 단계로 시장 활성화를 위해서는 폐배터리의 명확한 기준 설정, 배터리 이력 관리, 회수 인프라 구축 및 세제 지원, 재활용 단계별 국가표준 제정 등 아직 해결해야 할 과제들이 많다. 유럽을 필두로 2030년부터 이차전지 재활용 원료 사용이 의무화되기 때문에 앞으로 배터리 재활용 시장은 더욱 성장할 것으로 전망되는 만큼, 폐배터리 선점 및 재활용 기술 경쟁력을 확보할 수 있도록 활발한 논의와 지원이 필요한 시점이다.

[배터리 리사이클링을 통한 배터리 순환경제]



출처 : 삼성KPMG

사용 후 배터리의 산업화, 공급망 안보의 초석

사용 후 배터리의 중요성

올해만큼 배터리 산업에 대한 언론의 관심이 뜨거운 적이 없었던 것 같다. 배터리 산업을 둘러싼 글로벌 패권 경쟁이 한창인데다 배터리가 친환경, 순환경제 사회의 핵심자산, UAM·로봇 등 미래 스마트 모빌리티 사회의 핵심 인프라이며, 수년 내 메모리반도체시장 규모를 추월할 것으로 전망되는 국가 핵심 전략 산업이기 때문이다.

특히, 사용 후 배터리는 자원 재활용과 환경규제 대응, 그리고 순환경제 기반 조성 차원에서 매우 중요한 이슈이다. 미·EU 등 주요국의 전기차 보급 확대로 사용 후 배터리가 2030년에는 전 세계적으로 약 1,300만 개, 국내에는 42만 개가 발생할 것으로 전망된다. 국내에서 사용된 배터리를 모두 재활용한다면, 국내 보급 전기차의 43%인 약 17만 대의 전기차 생산이 가능한 핵심 광물을 확보할 수 있다고 한다. 자원부족 국가인 우리로서는 핵심 광물의 해외 확보와 병행하여 국내에서는 사용 후 배터리의 산업화를 적극 추진해야 한다.

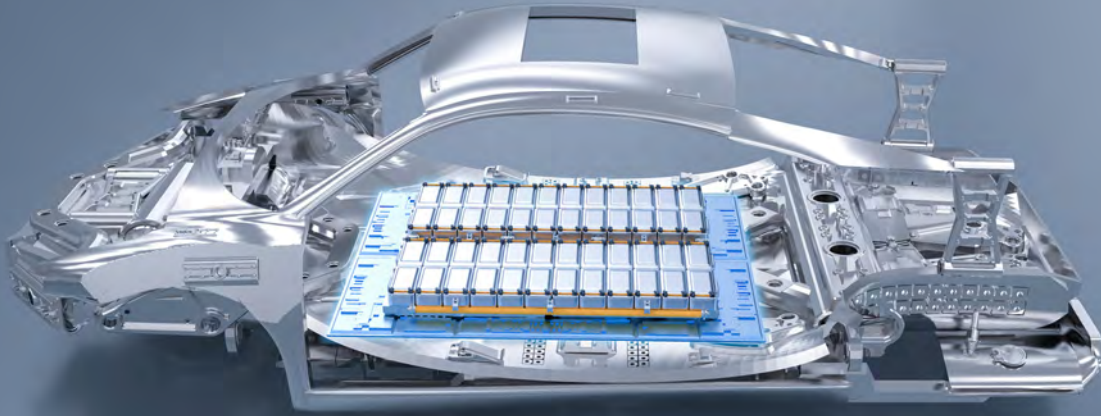


김승태
한국배터리산업협회
정책지원실 실장

글로벌 환경규제 강화에 따른 친환경 자동차 보급 정책

전 세계적으로 수송 분야의 온실가스 배출 저감을 위해 친환경 자동차 보급 정책을 확대 중이다. EU는 승용차 및 승합차 부문의 탄소 배출 규제를 강화하고, 2035년 이후 내연기관 자동차 출시를 금지하였으며, 미국 또한 자동차 배출 규제를 강화하고, 2032년까지 전체 승용차의 2/3를 전기차로의 전환을 추진하고 있다.

중국은 15년간의 친환경 자동차 정책 방향을 담은 신에너지 자동차 산업 발전 계획(2021~2035)을 발표하였다. 발전계획을 통해 2025년까지 전기차 등 친환경차 판매 비중을 20%로 상향하였으며, 2030년 40%, 2035년 50% 이상



으로 확대하여 내연기관차의 신차 판매를 금지할 계획이다. 또한, 경쟁력을 키운 중국 전기차 시장은 전기차 보급 확대를 위해 2009년부터 시행한 신에너지차 보조금 정책을 폐지하고, 배터리 충전·교환 편리성 제고를 위한 인프라를 확대하고 있다.

일본은 타 국가 대비 엄격한 환경규제가 시행되지 않아 전동차 전환이 더딘 상황이다. 그래서 전기차 보급에 핵심적인 역할을 하는 충전기 구입·설비 비용을 절반에서 최대 전액 보조하며, 전기차 인프라 확장에 노력하고 있지만 여전히 전기차 보급은 정체기가 계속되고 있다. 또한, 2021년부터 전기차 보조금을 전년 대비 두 배로 지원하는 파격적인 정책을 시행하며 2035년까지 승용차 신차 판매의 100%를 전동화 실현을 위해 노력하고 있다.

이렇듯 주요국의 자동차 배출규제 강화, 내연기관차 판매 금지 계획, 보조금 지원 등으로 인하여 전기차 시장의 성장은 더욱 가

속화될 것으로 전망된다. 한국의 경우, SNE 리서치 자료에 따르면 글로벌 전기차 시장 성장률 평균치(25%) 보다 높은 27% 성장률이 기대된다. 이는 글로벌 전기차 시장 트렌드 변화에 빠르게 대응하고 있기 때문으로 판단된다.

정부는 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진을 위한 '제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)'을 통해, 2025년 친환경차 중심 사회·산업생태계 구축 목표를 수립하였다.

친환경차 누적 보급대수는 2025년 283만 대, 2030년 785만 대로 확대할 계획이며, 온실가스 배출량은 2025년까지 8%, 2030년까지 24% 감축(2017년 대비) 할 계획이다. 이를 위해, 2021년 기준 5% 수준인 세계 전기차 시장 점유율을 2030년 12%까지 끌어올려 전동화 글로벌 탑티어(Top-tier)로의 도약을 추진하고자 한다.

[제4차 친환경자동차 기본계획의 목표]

목표

친환경차 누적보급(2020년 82만대) : 2025년 283만대(신차판매 51%), 2030년 785만대(신차판매 83%)

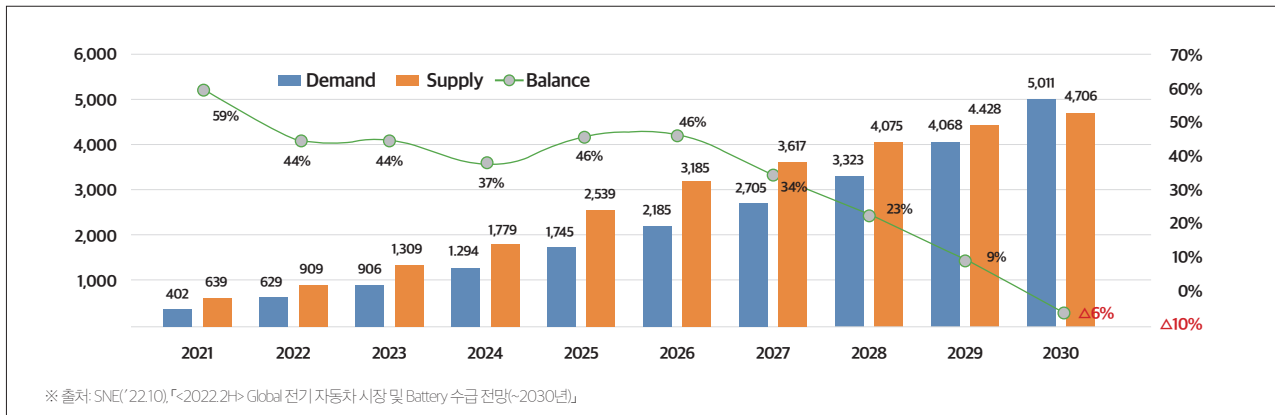
구분	2020년	2025년	2030년
친환경차	82만대	283만대	785만대
전기차	13.5만대	113만대	300만대
수소차	1.1만대	20만대	85만대
하이브리드	67.4만대	150만대	400만대
전체차량 중 비중	3%	11%	30%

온실가스 배출(2017년 대비, 주행기준) : 2025년까지 8%, 2030년까지 24% 감축

구분	2017년	2025년	2030년
자동차 온실가스	73백만톤	67.1백만톤	55.7백만톤

출처 : 산업부(2021. 2)

[Global EV(BEV+PHEV) 배터리 적재량 및 지역별 출하 추이]



전기차용 배터리 시장의 성장

환경 보호 패러다임 변화에 따라, 전기차 시장 성장과 함께 전기차용 배터리 수요가 급부상하고 있다. 이에 따라, 2029년부터 전기차용 배터리 수급 차질이 발생할 수 있다는 전망이 나오고 있는 상황으로 2030년 전기차용 배터리의 수요가 공급보다 많아지는 Shortage가 발생할 전망이다. 전기차용 배터리 수요 증가에 맞춰, 글로벌 배터리 제조 기업들은 생산량을 늘리고 있다.

그러나 배터리를 생산하는 과정에서 환경오염의 발생 우려가 상존한다. 배터리 제조를 기준으로 CO2의 20% 정도가 셀 제조 단계에서 발생하며, 주요 원료 채굴 및 정·제련 단계에서 80%가 발생한다. 그중 원자재 채굴 시, 다량의 물 소비 및 이산화탄소 발생 등의 각종 환경오염이 유발되고 있다.

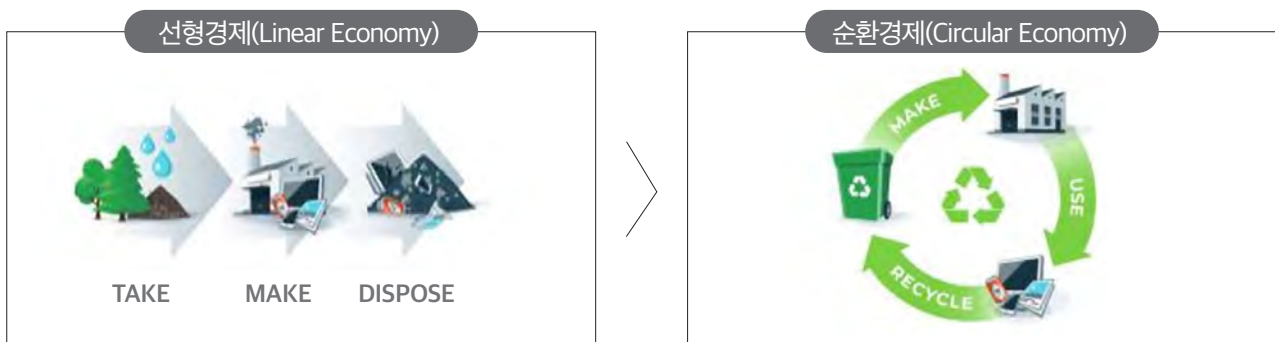
또한, 배터리는 코발트, 니켈 등의 중금속이나 전해액 성분을 포함하고 있어 일반적인 폐기물로 처리(매립) 될 경우 토양오염 등을 유발하기 때문에 다 쓰고 버려진 폐배터리의 처리(폐기) 시에도 문제가 존재한다. 이러한 배터리 산업의 환경 딜레마를 최소화하기 위한 통합적·체계적이며 지속 가능한 순환경제 대책 마련이 필요한 시점이다.

순환경제에서의 사용 후 배터리

전기차 배터리 시장의 급속한 성장에 따라 순환경제 유망 분야로 사용 후 배터리 산업(재제조·재사용·재활용)이 부상하고 있다.

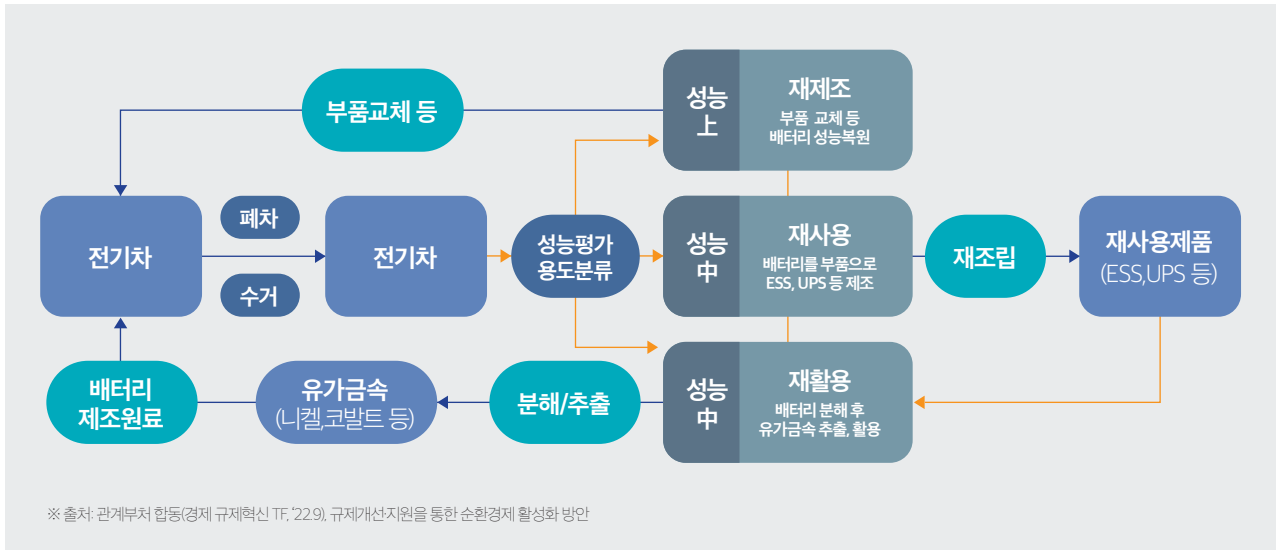
주요국의 내연기관차 판매 금지계획이 실행되면서 전기차 배터리 시장의 성장은 더욱 가속화될 것으로 예상되고 있으며, 이에

[선형경제와 순환경제]



※ 출처: 비상경제장관회의(2023. 6)

[배터리 재제조·재사용·재활용 개념도]



따라, 사용 후 배터리 발생량 증가, 원재료 가격 급등 및 공급망 확보 경쟁, 환경 이슈에 대한 기업의 관심이 증대하고 있다.

2022년 9월 정부는 「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」에서 사용 후 배터리의 순환경제 활성화 방안을 발표하였다. 자원순환기본법 개정을 통해 순환자원 선인정제도를 도입하고, 전기차 사용 후 배터리를 순환자원 선인정 대상으로 고시하여 각종 폐기물 규제에서 면제토록 하였다.

또한, 전기차 사용 후 배터리를 부가가치가 높은 재제조 및 재사용에 우선 활용하고, 이 외 배터리들도 100% 재활용될 수 있는 완결적 순환체계(closed-loop) 지향하는 것을 목표로 하고 있다. 배터리 순환경제는 경제적 가치와 환경적 가치의 동시 창출이 가능하다. 경제적 가치로는 사용 후 배터리 산업 활성화를 통한 신산업 육성으로 이익과 고용 창출이 가능하며, 환경적 가치로는 폐기물 감축과 더불어 배터리 원자재 채굴·정제 과정에서 발생하는 탄소 배출량 감축이 가능하다.

특히, 공급망 확보 및 관리에 대한 중요성이 증가하면서 배터리 핵심광물 확보 경쟁이 더욱 심화됨에 따라 주요국은 배터리 순환경제에 주목하고 있다. 중국은 이미 정부 주도로 배터리 이력 추적 플랫폼을 마련하고 시장선점에 나서고 있고, EU는 배터리 여권제도와 재활용 원료의 사용을 의무화하는 입법을 추진 중이

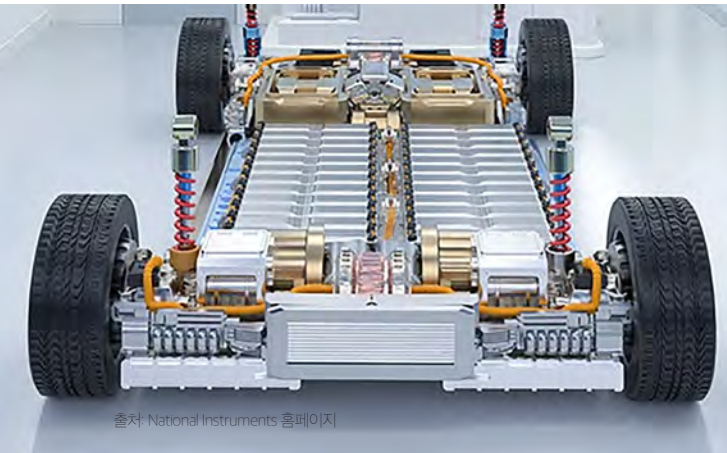
며, 미국 또한 인플레이션 감축법(IRA)을 통해 재활용 원료 사용 시 세액공제를 받을 수 있도록 제도화하였다.

사용 후 배터리 재활용 산업이 활성화되면서 자원보유국에 대한 의존도를 낮출 수 있으며, 국내 배터리 공급망 선순환에도 긍정적 효과를 가져올 수 있다. 그러나 현재 국내 사용 후 배터리 관리체계는 지자체 반납 의무 대상 사용 후 배터리에 한해서만 한정되어 있다. 사용 후 배터리 사업 활성화를 위해 지자체 반납의 무비대상 사용 후 배터리에 대한 관리체계를 마련하는 것이 필요하다.

국내 사용 후 배터리 관련 법체계 현황

현재 국내 사용 후 배터리 관리체계는 각 단계별(회수, 보관, 성능평가, 매각 등) 적용되는 대기환경보전법, 전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률, 폐기물 관리법, 자동차 관리법, 전기용품 및 생활용품 안전관리법 등 다수의 법령이 존재한다.

그러나, 우리의 경우는 사용 후 배터리의 산업화가 경쟁국보다 다소 늦은 상황이다. 그 주요 원인으로서는 사용 후 배터리를 단순 폐기물로 바라보고 관리하기 때문이다. 전기차 배터리는 통상 7~8년 사용을 하더라도 70~80% 수준의 성능을 가지고 있고 신차 배터리 가격의 1/4 수준에서 거래가 되기 때문에 단순 폐기물로



출처: National Instruments 홈페이지



배터리 수거장, 출처: 한국환경공단

보는 것은 문제가 있다. 또한, 사용 후 배터리 관련 사업은 폐기물 관리법, 자원순환법, 자동차 관리법 등 다부처 복합규제를 받고 있어 조기 사업화에도 애로가 많은 것이 현실이다. 이러한 문제 점을 인식하여 정부는 규제샌드박스, 순환자원 인정제도를 도입하여 사용 후 배터리의 산업화를 지원하고 있으나, 사용 후 배터리 거래 체계, 이력관리 시스템, 배터리 여권제도 및 인증체계 등과 같은 사용 후 배터리에 대한 통합적인 지원과 관리 체계는 아직도 부재한 상황이다.

또한, 2021년 1월 1일 이후 등록된 전기차 사용 후 배터리에 대해서는 지자체 반납의무가 폐지됨에 따라 '전기차 배터리 반납 등에 관한 고시' 등 기존 법령이 효력을 가지지 못함에 따라 지자체 반납의무가 없는 배터리에 대한 관리체계가 필요한 상황이다.

아울러, 핵심 광물 회수 등 재활용 가치가 높은 사용 후 배터리를 가치가 낮거나 거의 없는 타 폐기물과 동일하게 취급함에 따라 폐기물 관리체계 하에서 사용 후 배터리를 관리하는 것은 적절하지 않다.

특히, '사용 후 배터리'에 대한 정의 부재로 인해 사용 후 배터리 산업 육성 및 관련 기업 육성에 제약이 많은 현실이다. 이를 해결하기 위해서는 사용 후 배터리를 폐기물로 바라보는 인식의 변화와 함께 법적 정의가 필요하다.

또한, 배터리 핵심 광물 자원이 전무한 국내 여건상, 사용 후 배터리는 리튬 등 핵심 광물과 동등하게 취급하고 철저히 관리하는 것이 중요하나, 이를 위한 전기차 사용 후 배터리의 생애주기

(생산-사용-재사용-재활용-폐기)의 이력을 플랫폼에서 관리하고 공유할 수 있는 이력관리시스템이 부재한 실정이다. 공개 가능한 이력정보를 시장에 제공함으로써 재사용-재제조 등의 신산업을 육성할 필요가 있다.

결론

지난해 정부는 순환경제 활성화 대책을 통해 민간 중심의 배터리 얼라이언스를 출범하여 사용 후 배터리 통합관리체계 등에 대한 업계안을 건의하면, 이를 기반으로 정부안을 확정하여 법제화를 검토한다는 방향을 제시하였다.

이에 따라, 배터리 얼라이언스 규범분과는 한국배터리산업협회가 간사를 맡아 민간 중심의 사용 후 배터리 통합관리체계 구축 방안에 대한 심도 깊은 토론과 논의 등을 진행 중이다. 또한, 업계에서 건의하게 될 사용 후 배터리 통합관리체계안의 현실화를 위해서는 현행 폐기물 관련 법체계 내에서는 제약이 있어 새로운 법제도 제정이 필요하다는 배터리 얼라이언스 의견을 적극 반영하여 관련 법제도가 조속히 마련될 필요가 있다.

재제조-재사용-재활용 등 사용 후 배터리 산업 육성과 지속가능한 배터리 공급망 구축 등을 지향하여 배터리 업계가 조만간 제안 예정인 민간 중심의 사용 후 배터리 통합관리체계와 관련 법률안이 조속히 현실화될 수 있도록 국회 및 정부의 지원을 당부드린다.

한국자율주행산업협회는 급변하는 미래 모빌리티 산업에서
우리나라가 자율주행 관련 기술 우위를 확보하고,
산업 생태계를 선도할 수 있도록 다양한 민간기업, 대학, 유관기관 사이의
소통과 협업을 주도하고 있습니다.

또한, 협회는 자율주행 산업 생태계 활성화와 경쟁력 제고를 위해
정책기획, 기반구축, 산업진흥, 국제협력 등 산·학·연·관과 연계하여
주도적 역할을 수행함으로써 효율적인 사업 방향을 모색해 나가겠습니다.



www.kaami.or.kr

kaami@kaami.or.kr

전기차 사용후 배터리 재사용과 재활용 시장 동향 및 비교



버려진 전기차 배터리, 보물섬 됐다

'도시 광산(Urban mining)'이란 말이 더 이상 낯설지 않다. 천연광산과 반대말인 도시 광산은 폐전기·전자제품에 축적된 금속자원이 우리 주변에 '광산'처럼 분포한다는 의미다. 도시 광산에 버려진 제품 속 금속은 일련의 과정을 거쳐 자원화할 수 있는 금속으로 다시 태어난다.

도시 광산 개념이 대두된 지는 벌써 40여 년이 흘렀다. 처음 도시 광산이란 말을 사용한 사람은 일본 도호쿠대학 난조 미치오 교수다. 그는 1980년대 후반 금속을 재활용하면 천연자원 소비를 줄일 수 있고, 환경오염까지 최소화할 수 있다고 주장했다. 그의 주장은 옳았고, 이제 도시 광산은 일반적인 용어로 통용되고 있다.

전 세계 전기차, 배터리 업계는 '도시 광부'가 되겠다고 소매를 걷었다. 과거 도시광산은 폐휴대전화, 컴퓨터 등에 초점이 맞춰졌지만, 최근에는 전기차 배터리(이차전지)가 주목받고 있다. 폐배터리 사업이 배터리 산업 밸류체인(가치사슬)의 핵심으로 부상하면서다. 글로벌 기업들은 경쟁적으로 사업에 뛰어들고 있다.

폐배터리 사업은 순환경제 달성을 위한 유럽연합(EU) 등의 새 규제 대응뿐 아니라 핵심 광물 확보라는 경제적 이유에서도 배터리 밸류체인 기업에 중요하다. 세계 각국의 불안정한 금융위기와 정세가 지속되면서 희소금속 확보를 위한 도시 광산 개발은 중요한 산업으로 자리매김했다.

폐배터리 산업은 자원 빈국인 한국에게 주요 공급국기들의 변화

에 대응할 수 있는 해결책이 될 수 있다. 특히 핵심 원자재 51종 가운데 33종에서 세계 시장 점유율 1위를 차지하고 있는 중국이 산업용 핵심 광물 무기화하려는 움직임을 보이는 지금이야말로 도시 광산의 중요성이 커지고 있다.

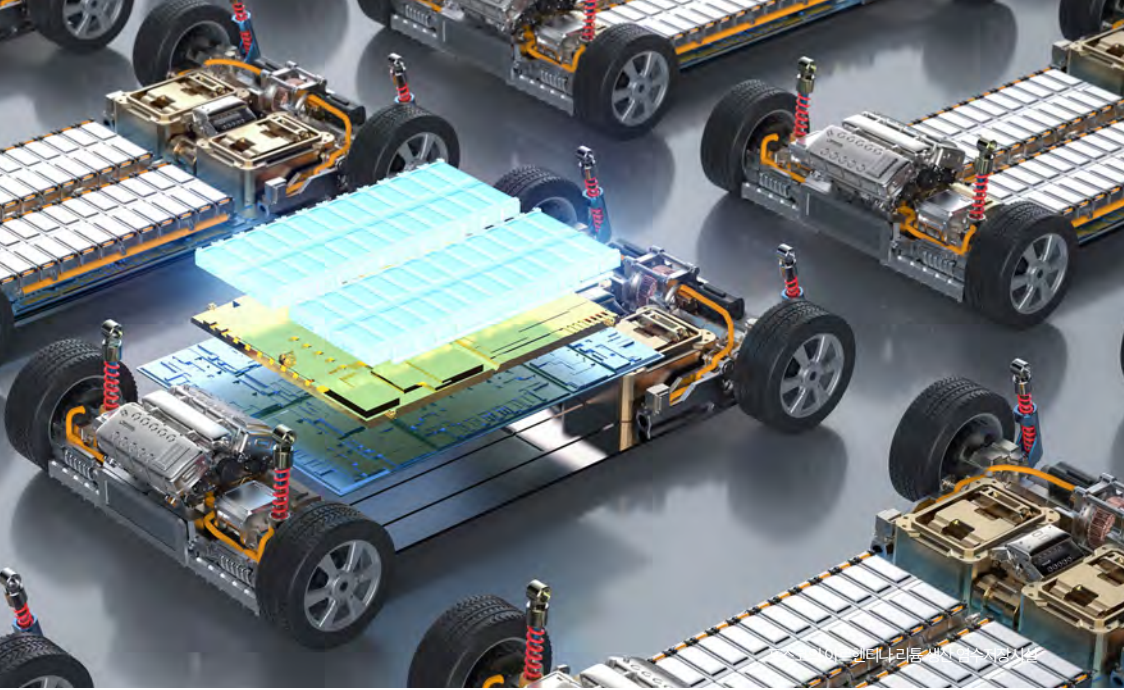
폐배터리 사업은 '재활용'(Recycle)과 '재사용'(Reuse)으로 크게 나뉜다. 재활용은 폐배터리를 분해하고 광물을 추출해 새 배터리 제작에 사용하는 것을 말한다. 더 이상 사용하기 어려운 폐배터리에서 리튬, 코발트, 니켈, 망간 등 원재료를 습식 및 건식제련 과정을 거쳐 추출하고, 새 배터리에 탑재한다.

재사용은 폐배터리를 수거한 후 진단·선별 등을 거쳐 다른 용도로 쓰는 것이다. 전기차 배터리로서 수명을 다한 잔존수명 70~80%대 폐배터리를 전기차보다 낮은 기술 수준이 요구되는 제품인 에너지저장장치(ESS), 전기차 충전소, 전기자전거 등의 배터리로 사용한다. 전기차엔 사용하지 못하지만 보다 이들 제품에는 쓰일 수 있기 때문이다. 재사용 폐배터리 역시 종래에는 폐기돼 재활용 사업자에 보내진다.

위험 낮고 가치 높은 재활용, 주도권 잡았다

현재 폐배터리 시장에서 기업들이 눈독 들이는 분야는 재활용 사업이다. 당장의 시장 상황을 고려하면 향후 재사용과 비교해 재활용이 압도적인 비율을 차지할 것으로 전망된다.

기업이 재활용 시장에 높은 관심을 보이는 가장 큰 이유는 수익성 때문이다. 새로운 제품을 만들어 내기 때문에 기업이 취할 수



있는 부가가치가 높다. 특히 배터리 셀 제조사가 주도하는 재활용 사업의 경우, 자사 배터리 생산비용을 절감할 수 있다. 폐배터리를 재활용해 새로운 배터리를 만들면 신제품 대비 30~50%의 가격 경쟁력을 가질 수 있다고 업계는 분석한다.

회수한 금속의 가치가 높을수록 경제성은 커진다. SNE리서치에 따르면 회수 금속 가치는 2020년 이후 3년간 이미 약 3배 올랐다. 앞으로도 상승세다. SNE리서치는 삼원계 배터리 NCM811 가격이 2021년 kWh당 23달러에서 올해 68달러, 삼원계 배터리 NCA 가격은 25달러에서 71달러로 약 3배 오를 것이라 관측했다. LFP 배터리는 12달러에서 45달러로 4배가량 될 것이라 봤다.

핵심 광물의 해외수입 의존도를 낮출 수 있다는 점도 재활용 사업의 장점이다. 전기차 배터리에 사용되는 광물의 경우 수요가 늘며 코발트, 흑연 등 일부 광물은 중국을 비롯한 특정 국가에 대한 의존도가 높아졌다. 특히 전기차 배터리 생산원가의 40% 이상을 차지하는 리튬은 정제 시설이 칠레와 중국에 몰려 있어 공급 부족에 처할 우려가 있다.

폐배터리에서 광물을 추출하면 안정적인 공급망을 확보할 수 있다. 이종형 키움증권 연구원에 따르면 100kWh 폐배터리에서 탄산리튬 59.4kg, 코발트 9.4kg, 니켈 75kg을 추출할 수 있다. 기존 배터리의 40%를 재활용하는 셈이다. 천연광물을 새로 정제하지 않아도 되기 때문에 비용을 절감하는 효과까지 누릴 수 있다.

폐배터리 재활용이 활성화된다면 배터리 업계는 주요국의 정책 변화에 원활하게 대응할 수 있다. 세계 각국이 하나둘 배터리 소재를 재활용하라는 규제를 내걸고 있기 때문이다. 최근 유럽연합(EU)이 공개한 핵심원자재법(CRMA)에는 전기차용 배터리에 적용되는 양극재 소재를 일정 비율 이상 재활용 원료로 사용해야 한다는 내용이 담겼다. 재활용 비율은 2030년 리튬 4%, 코발트 12%, 니켈 4%에서 2035년부터는 리튬 10%, 코발트 20%, 니켈 12%로 높아진다.



이세연
머니투데이 산업부 기자



미국과 중국, 유럽연합(EU) 등은 일찌감치 전기차 배터리 재활용 산업 육성에 나섰다. 미국은 배터리 재활용 기업 육성에 대규모 보조금을 지원하고 있다. 중국은 배터리 이력 관리, 생산자 재활용 책임제, 핵심 소재별 회수 목표치 설정 등 각종 제도적 장치를 도입했다.

우리 기업인 삼성, 현대차, SK 등도 재활용 사업에 방점을 찍고 있다. 삼성SDI는 삼성물산, 삼성벤처펀드와 함께 성일하이텍에 지분 투자를 했다. SK온의 모회사인 SK이노베이션도 성일하이텍과 조인트벤처 설립을 추진 중이다.

성일하이텍은 한국에서 보기 드문 전기차용 이차전지 재활용 기업이다. 국내를 비롯해 헝가리와 폴란드에 배터리 리사이클링 공장을 가동 중이다. 오는 2030년까지 생산거점 30개를 건설하고 생산능력을 77GW까지 끌어올린다는 목표다.

현대차그룹은 최근 고려아연과 전구체 합작사 및 폐배터리 재활용 등에 대한 협력을 약속했다. LG에너지솔루션은 2021년 말 LG화학과 함께 북미 최대 배터리 재활용 업체인 '라이사이클'에 총 600억원 규모의 지분 투자(2.6%)를 단행했다.

배터리 소재사도 그룹 내 다른 계열사와 시너지를 고려해 재활용을 사업 방향으로 잡았다. 에코프로그룹의 경우, 재활용 계열사인 에코프로씨엔지가 폐배터리에서 주요 광물을 추출하면 리튬은 에코프로이노베이션으로 가서 수산화리튬으로 가공된다. 니켈/코발트/망간 등은 에코프로머티리얼즈로 가서 전구체로만 들지는 생산공정을 구축했다.

재사용의 한계, 표준화로 극복될 것

시장이 재활용에 먼저 반응한 것은 재사용 배터리의 한계 때문이기도 하다. 재사용 배터리의 낮은 안전성은 기업이 선뜻 진출하지 못하는 걸림돌로 꼽힌다. 배터리를 재사용하면 발화나 폭발 등을 막기 위해서는 안전성 확보가 필수다. 하지만 현재는 폐배터리 분리와 수거, 안전성 평가 등 책임 소재가 불분명한 상황이다. 안전성이 보장돼야 소비자 보호는 물론 사용 후 배터리에 기반한 시장이 형성될 수 있다.

현재 우리나라는 국가 차원의 표준화가 이뤄지고 있는 단계다. 올해 10월19일부터 전기차와 에너지저장장치(ESS) 등에서 나오는 사용후전지의 안전한 재사용을 위한 안전성 검사제도가 시행된다. 인원·설비 등 안전성 검사 수행에 필요한 요건을 갖춘 기관이 안전성검사기관으로 인정되고, 부실한 검사 결과에 따른 손해 배상 책임을 위해 책임보험가입이 의무화된다. 다만 주요국이 폐배터리의 명확한 기준 설정과 배터리 이력 관리 기준을 설정한 것에 비하면 뒤처지는 속도다.

안전성 검사가 시행되더라도 낮은 경제성이 숙제로 남아있다. 민간에서 이뤄지는 안전성 검사 비용이 많이 들기 때문에 재사용 사업의 경제성을 확보하기 어렵다. 적절한 검사 비용을 책정하고, 검사 기법을 고도화해 이익을 창출할 수 있도록 해야 한다. 정부가 보조금을 지원하는 등 적극적인 정책이 필요하다는 지적이다.

규제 완화에도 힘쓰고 있다. 최근 정부는 2024년부터 전기차용 폐배터리에 대한 폐기물 규제를 면제하기로 했다. 환경부는 침



EV BLACK MASS 출처 EURACTIV.COM



배터리재사용 출처 에너지데일리

수·화재·변형·파손 등이 없고 셀이 훼손돼 유해물질이 유출되거나 화재·폭발 등 위험이 없는 폐배터리를 대상으로 복원 재사용이나 ESS, 비상전원공급장치 등의 제품으로 재제조하는 등 세부 기준을 충족하는 경우에 한해 순환자원으로 분류할 수 있다.

배터리 업계와 학계는 재사용이 가진 한계 역시 장기적으로 표준화와 보험 등으로 해결될 것이라고 본다. 국가 차원에서 배터리 회수 인프라를 구축하고, 세제를 지원하는 등 관리가 필요하다. 나아가 전기차 배터리의 전주기 이력 관리 체계가 구축된다면 배터리 재사용 사업에 안전성이 보장될 수 있다.

한국 기업이 리사이클링까지 순환경제. 극강의 경쟁력!

폐배터리 리사이클링 사업에서 경쟁력을 높이기 위해선 선두 주자로 치고 나가는 것이 중요하다. 기업들은 향후 5~6년 사이에 폐배터리의 주도권을 잡아야 한다고 판단하고 있다. 이 시기가 폐배터리 시장의 태동기로 정의되기 때문이다.

전기차 배터리 수명은 8~10년으로, 오는 2025년부터는 폐배터리 물량이 쏟아질 것으로 예상된다. SNE리서치에 따르면, 2025년 85만 5,000톤 규모로 추산되는 전 세계 폐배터리 시장은 2030년 156만 8,000톤, 2040년 619만 6,000톤에 이를 전망이다.

중국 등 재활용 선도국가에 비해서는 늦은 감이 있지만, 한국 시장의 승산은 충분히 남아있다. 배터리 3사와 소재사들이 발 빠르게 배터리 밸류체인을 구축하고 있기 때문이다. 여기에 전기차

시장에서 두각을 나타내는 현대차·기아 등 완성차 브랜드를 보유한 덕분에 폐배터리 확보가 용이하다. 양극재, 음극재, 분리막, 전해액 등 배터리 핵심 소재사인 에코프로비엠, 포스코퓨처엠, 엘앤에프 등이 동반성장해 온 것도 경쟁력이 됐다.

한국 배터리스가 에너지 밀도가 높은 삼원계(양극재에 세 가지 원소가 들어가는 배터리) 배터리에 주력해 온 것도 강점이다. 삼원계 중심의 배터리 산업구조를 덕분에 리튬·니켈·코발트·망간·알루미늄 등 다양한 광물 추출이 가능하다. 수익성 측면에서도 LFP 폐배터리 사업보다 앞설 수 있다는 평가다.

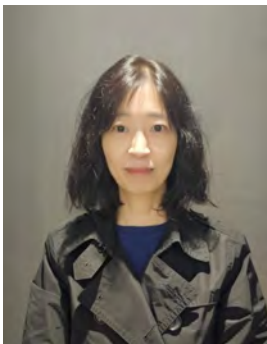
세계 시장에서 존재감을 드러낸 한국 배터리 업계가 이전 폐배터리 시장으로 나가야 할 때다. 일각에선 재사용을 거친 배터리도 결국 재활용의 길을 가게 될 것이기 때문에 재활용에 초점을 맞춘 한국 배터리 리사이클링 산업의 방향에 대해 긍정적인 평가도 나온다. 배터리의 생애주기 전반의 산업에서 경쟁력을 얻기 위해서는 국가와 기업의 노력이 함께 이뤄져 시너지를 내야 한다.

무엇보다 폐배터리 산업에서 놓쳐선 안 되는 점은 친환경이다. 탄소제로를 위해 세계 각국이 전기차 전환을 목표로 내걸었지만, 전기차 배터리 원재료를 채굴하는 과정에서 환경오염이 생기고 있다. 폐배터리 산업은 채굴 과정에서 생기는 환경오염을 줄일 수 있다. 폐배터리 재활용과 재사용의 과정에서도 탄소배출량을 고려한 기술과 산업모델이 동반되어야 하는 이유다. 곧 열릴 폐배터리 시장에서 유능한 도시 광부가 되기 위한 노력이 필요하다.

폐배터리 재활용 산업 및 기술 동향



폭스바겐 전기차배터리팩
출처: 전자신문



현정은
한국자동차연구원
새시소재기술연구소
화학소재기술부문 책임연구원

폐배터리 재활용 산업 개념

전기자동차 배터리 재활용 산업이란 배터리 시스템 제작 후 전기자동차에 탑재되어 1차적인 사용 목적을 달성한 후 2차적인 ESS 로의 재제조 등을 통한 재사용 혹은 1차적인 사용 종료 후 재활용을 통해 다시 원소재로 추출하여 신규 배터리 시스템으로 들어가는 순환체계 구축을 목표로 하고 있다.

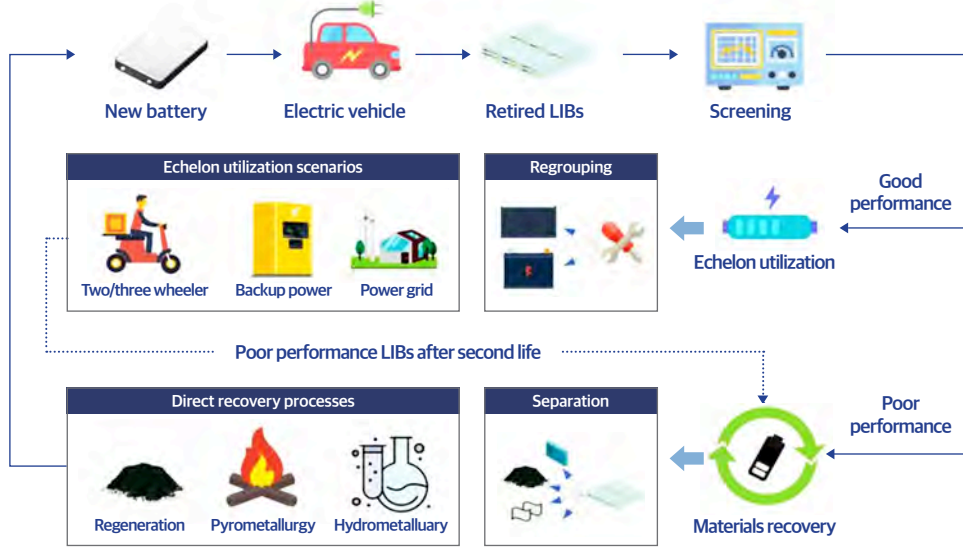
폐배터리 재활용 및 재사용 산업은 폐배터리 배출, 분리, 보관, 회수, 성능 검사 후 재활용 또는 재사용 공정을 거쳐 배터리 제조사나 일반 기업, 단체, 개인에게 판매되고 있으며 전기차 시장 성장에 따른 폐배터리 규모 확대, 원재료 가격 증가 및 원재료 유치 경쟁 강화, 전 세계적인 ESG 경영 트렌드로 인해 배터리 순환경제가 주목받고 있으며, 이에 따라 폐배터리 산업도 성장 중에 있다.

전기자동차 배터리의 경우 제조단계, 운행단계, 재사용 단계를 거쳐 대략 잔존 용량이 60%아래로 내려갈 경우 재활용 공정을 거쳐 자원화를 수행하게 되는데, 최근에 탄소중립과 연계하여 제조공정에서 탄소를 저감하는 기술, 운행 효율을 높여 탄소를 저감하는 기술, 재사용을 통한 제조단계의 탄소저감기술 그리고 마지막으로 재활용을 통한 탄소저감방안에 대한 기술 개발이 이루어지고 있다.

지속 가능한 자원 순환 측면에서도 원자재 가격의 급격한 상승으로 인하여 재활용을 거친 자원 회수 및 회수율 향상에 많은 연구개발이 이루어지고 있으며 자원 활용도 제고를 통한 탄소저감 등 이와 연계된 이산화탄소 발생 저감 연구도 이루어지고 있다.

재활용하는 공정은 하기의 흐름도와 같이 배터리 해체 분해 및 전처리

[전기자동차용 배터리 순환 체계]



출처 energy storage materials 54 (2023) 172-230

공정을 거쳐서 건식, 습식, 직접 재활용 등 3가지 공정을 거쳐 자원을 회수하는 방법으로 구성되어 있으며 건식, 습식, 직접 재활용 방식의 경우 각각 회수하는 자원의 종류 및 회수율 등이 상이하여 여러 국가에서 최적의 방법을 선택하여 재활용 양산화 공정에 적용하고 있다.

배터리 해체/분해 공정

전기자동차 폐배터리 산업은 차종별로 상이한 구조로 인한 탈거 및 해체 방법의 어려움이 따르는 노동집약적 산업으로 분류되며, 전기자동차의 폐배터리 탈거 및 해체 방법은 자동차 생산업체별, 차종별로 구조가 상이하어 각 자동차 생산업체별로 탈거 및 해체 매뉴얼을 제공하고 있다. 배터리 팩과 모듈 등의 해체 시스템에는 고하중의 배터리를 분해하고 이송하기 위해 Hoist, 컨베이어벨트 등이 갖추어져야 하며, 해체 중 발생할 수

있는 유독가스에 대비한 공기정화 및 화재 발생에 대비한 소방설비 등이 확보되어야 한다. 다양한 내부구조 및 디자인 등으로 설계된 배터리팩의 탈거와 해체 작업은 수작업으로 진행될 수 밖에 없는 노동집약적 기술로 자동화 및 기타 기술적 발전에는 한계가 있는 것이 사실이다.

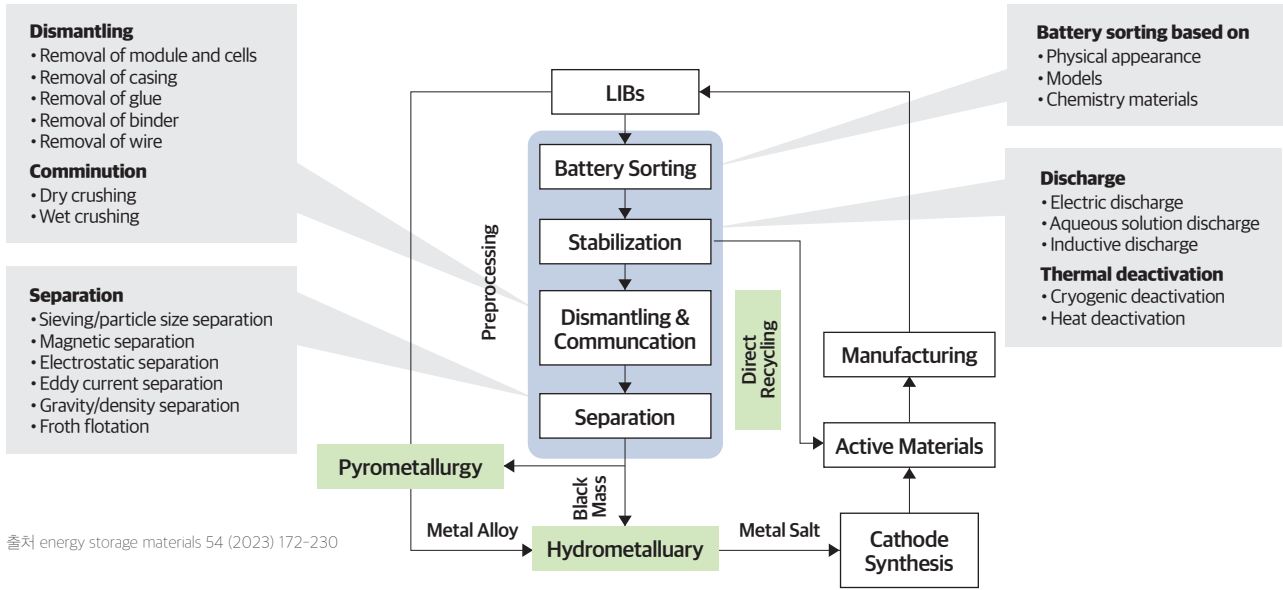
전처리 공정

분리된 팩/모듈/셀 사이즈의 폐배터리들은 전처리 시작 이전에 전처리 공정이 가능한 사이즈로 만들기 위해 셀레벨 혹은 모듈레벨에서 파분쇄 및 물리적 화학적 공정을 거쳐서 Al, Cu, 블랙 파우더, 흑연 등 물질적 분류를 하는 공정이다. 전처리 공정 중에 셀 혹은 모듈을 분쇄에 있어 셀 내부 물질이 노출되며, 양음극 단락 등이 발생할 수 있어 화재 발생 위험이 다소 높은 공정을 포함하고 있으며, 이러한 파분쇄 공정의 안전성을 높이기

[폐배터리 해체 처리 시스템 구성]

세부 시스템	주요 설비내용
배터리팩 해체 시스템	- 중량물(500kg) 이상 지탱 가능한 천정 Hoist 등
배터리모듈 해체 시스템	- 컨베이어 벨트 폭 1M, 길이 7M 이상으로 설치된 해체 시스템
단자 분리 처리 시스템	- 배기시설을 확보하고 부산물의 수집이 용이하도록 설계
방전 후 보관시설	- 분리된 셀을 방전 후 화재 방지 시설을 갖춘 케이스에 적재 및 보관

[전기자동차용 배터리 순환 체계]



출처 energy storage materials 54 (2023) 172-230

위해 아래 표와 같이 물분사, inert 가스 사용, 고온에서의 분쇄 등 분쇄 과정에서 안전성을 높이기 위한 기술을 적용하고 있다.

기존에는 흑연 등의 경우는 경제성 등의 이유로 폐기를 많이 하였으나, 전 세계적으로 재활용률을 높이기 위한 연구가 지속되고 있어 흑연도 부유 선별 등을 이용하여 선별하고 재생하는 연구가 이루어지고 있다. 부유 선별은 블랙파우더에서 양극과 음극의 활물질질을 분리하기 위해 사용되는 방식으로 두 활물질간 습윤성 차이가 매우 큰 점을 이용하는 방식이며, 혼합물에 대한 선택성과 분리 효율은 높은 분리 방식이지만 해당 분리 방식을 사용하기 위해서는 혼합물 내의 유기용매(전해액) 및 유기물질

(바인더) 제거가 필요하며 해당 공정을 사용하기 위해서는 전처리 공정 이전에 유기용매를 제거하기 위한 공정이 추가될 필요가 있다. 추가적으로 건식 방식뿐 아니라 습식 방식에서도 바인더를 제거하여 회수 효율 등을 높이기 위하여 열처리를 일부 진행하여 유기물 등을 제거하는 공정을 넣기도 하지만 상대적으로 높은 에너지가 소요된다.

분리 정제 공정

전처리 공정을 거쳐서 나온 물질들을 기반으로 건식, 습식, 직접 재활용 방식을 거쳐 원재료를 회수하는데 장단점은 하기와 같이 건식 방법의 경우 Co, Ni 외 금속 회수가 어렵고 고온에서 운용시켜 이산화탄소 발생량이 가장 높으며, 습식 방법의 경우 폐

[전처리 분쇄 환경 분석]

구분	Water spray	Gas blanket	Air flow
회사명	Retriev, Brunp	Duesenfeld, 성일하이텍, Brunp, 에코프로CNG	AkkuSer Oy
장점	건식에 비해 안전	후속 정제 및 재생에 유리, 보다 손쉽게 탭 분리 가능 과잉 분쇄 안됨	섭씨 40~50도에서 진행 일반 파쇄에 비해 화재 위험 최소화
단점	건식보다 수율이 떨어짐	습식에 비해 안전성이 떨어짐	-
비용	파쇄박스 +보호장치 +물	사용하는 기체에 따라 비용이 천차만별	서로 다른 2종류의 파쇄기 요구
설비	파쇄박스 +보호장치 +물	파쇄박스 +가스보호장치 + 불활성기체	컨베이어벨트 +cyclonic air mover +미립자 제거용 필터 +1,2차 파쇄기+금속장제기

[재활용 공정별 특징]

구분	Pyrometallurgy(건식)	Hydrometallurgy(습식)	Direct Recycling
내용	고온에서 용융시켜 유기금속을 추출하는 방법	유기금속을 산으로 녹인 후 화학반응에 의해 유기금속을 추출하는 방법	양극재와 같은 특정 물질만 직접적으로 회수하여 재사용하는 방법
장점	- Flexible Process Input - No Sorting or Size Reduction - No SO ₂ 가스 - 상업적 생산이 가능	- 상대적으로 낮은 투자비 - Low Temperature, Low Energy - High Purity Product - Li, Mn 물질 회수가 가능	- 최소한의 공정으로 재료회수 가능 - 양극구조 파괴되지 않음 - LFP에도 적용가능 - Low Temperature, Low Energy
단점	- Co, Ni와 금속회수가 어려움 * Li의 경우 대부분 휘발됨 - 반응이 높은 온도임 - 가스 처리 필요 - 높은 투자비	- Black powder로 전처리 필요 - 폐수 정화시설이 필요	- 한가지 양극재에 적합 - 재공정된 제품의 질이 불확실함 - 아직 상업 적용 예가 없음
해당 공정적용 업체	- Umicore(벨기에, 중국) - Glencore(캐나다, 노르웨이) - Accurec(독일) - Valdi(프랑스) - Inmetco(미국)	- Brunp(중국) - GEM High-Tech(중국) - 화유코발트(중국) - Li-cycle(캐나다, 미국) - 성일하이텍(한국) - Retrie(캐나다, 미국) - 에코프로CNG(한국) - 포스코HY클린메탈(한국)	- Lab규모, Pilot 등 소규모로 진행중

수 정화 시설이 필요하다. 가장 많이 적용되고 있는 방식은 습식 방식이며 일반적으로 산을 이용하여 원하는 소재를 추출하는 방식을 적용한다.

직접 재활용 방식의 경우 습식과 같이 산 침출 방법이 아니고, 건식과 같이 고온에서 용융하는 방식이 아니므로 저가이며 상대적으로 친환경적이라는 장점을 가지고 있으나 현재까지 양산화에 적합한 예는 없으며 회수된 소재들의 질이 불확실하고 회수 시점을 기준으로 보면 해당 소재는 이미 5년 전 혹은 10년 전 소재로 다시 신규 배터리에 제작에 사용하기에는 한계점이 있다.

폐배터리 재활용 산업의 필요성

수요 증가 및 지역 편중화로 인한 원자재가 상승, 자원 무기화 그리고 환경규제

전기차 배터리에 들어가는 리튬의 가격은 2022년에 폭등하여 kg당 350위안까지 상승하다가 현재는 150위안으로 떨어질 만큼 국제 정세에 따라 등락 폭이 크다. 전반적인 원자재 가격 상승의 주요 원인은 각국의 전기차 전환 추진으로 인한 글로벌 수요 증가 때문으로 매장된 리튬을 배터리용으로 전환하려면 시간과 비용이 들고, 채굴 과정에서의 환경파괴 우려 때문에 단기간 생산량 확대가 어려워 공급이 수요를 따라잡지 못하는 상황 때문이다.

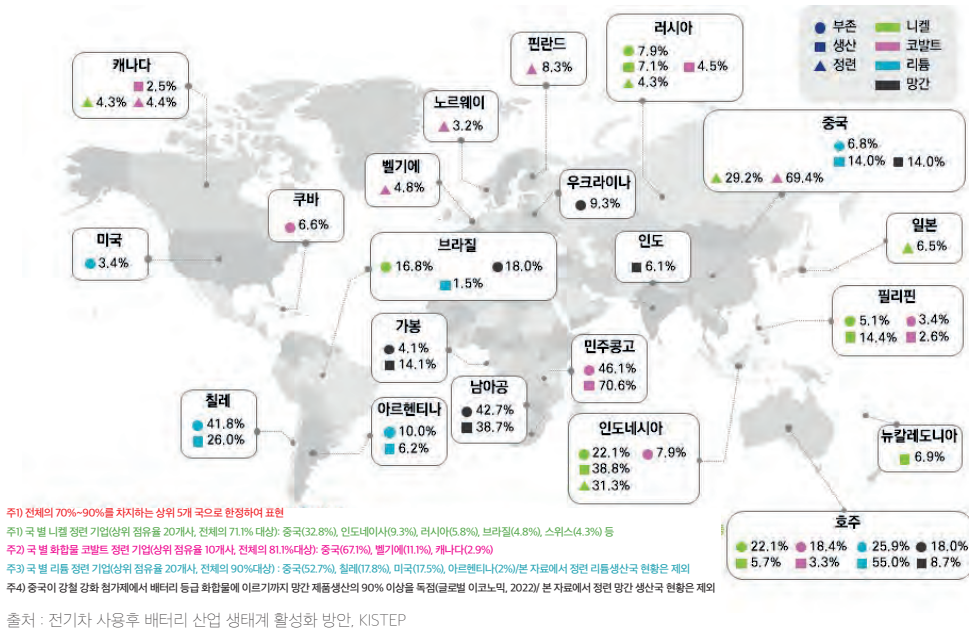
배터리의 주요 원자재 중 하나인 니켈 또한, 최근 10년 새 가장 비싼 수준으로 세계 최대 공급국인 인도네시아가 니켈 수출세 부과를 검토하면서 10년 만에 최고 가격을 갱신하고 있으며, 특히 NCM 배터리는 핵심 원자재들의 가격이 전체 배터리 가격의 절반을 차지하기 때문에 더욱 부담스러운 상황이다.

이차전지 사업은 전체 원가에서 재료 비중이 50% 이상이며, 핵심 4대 소재의 비중이 75%를 차지하므로 이러한 양극소재, 음극소재 등 소재의 중요도가 매우 높다고 할 수 있다. 최근 미-중 무역 분쟁, 러-우 전쟁 장기화, 자원 민족주의로 인하여 광물 자원의 공급이 안정적이지 못하며, 특히 이차전지의 수요가 급증함에 따라 자원 무기화로 원재료 공급망 확보를 위한 경쟁이 치열하다.

중국의 세계 공급망 점유율은 리튬 (58%), 니켈(35%) 코발트 (65%)로 높은 영향력을 가지고 있으며 미국은 인플레이션 감축법을 토대로 이차전지 및 핵심 광물의 내재화를 추진하고 있는 상황이며, 배터리 핵심 광물의 일정 비율 이상 미국이나 FTA 체결 국가에서 추출 및 처리(27년부터 80% 상향 조정) 하는 방향으로 추진을 하고 있다.

EU는 Battery Regulation을 통하여 재활용 효율을 90% 이상, 탄소배출량 제한, 리사이클링 된 물질의 함유량 제시 등 탄소중립적이며 지속 가능한 전기자동차 배터리에 대한 포괄적인 규제를 제시하고 있다. 사용 종료된 배터리는 산화코발트, 리튬, 망

[이차전지 원소재 글로벌 부존-생산-정련 현황 2021년]



간, 니켈 등을 함유한 유독 물질로서 전기차 배터리를 그대로 폐기할 경우, 환경오염이 일어나며 폐배터리는 2024년에 1만 여개, 2040년에는 245만여 개까지 늘어날 것으로 전망되고 있다. 반면 원가경쟁력을 강화할 수 있고, 환경오염도 줄일 수 있는 배터리 재활용에서 추출하는 소재는 기존 광산에서 채굴되는 원자재의 40%까지 대체할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

결론

리튬이차전지 산업의 급격한 확대에 따른 원재료 수급 불안, 환경 규제, 자원 편중 등 다양한 원인으로 재활용 산업의 필요성이 증대되고 있으며, 전기차 및 이차전지 자원순환체계의 마지막 단계로서 중요성이 높아지고 있다. 현재 국내 전기차 배터리 재활용 시 원자재 회수율은 60% 수준에 머물고 있는 추세로 회수율을 높이고 각 회수된 물질들에 대한 활용 방안을 넓힌다면 자원 재순환 측면에서도 리튬이차전지의 폐기물 문제에 대한 솔루션이 될 것으로 기대된다. 기존부터 활용되고 있는 재활용 공정의 경우 주로 양극소재 및 리튬의 재순환에 초점이 맞춰져 있었으나, 그 외 흑연 및 공정 단순화 비용 문제 등에 대한 다양한 접근을 통해 최적 공정을 찾는 것이 필요하다고 할 수 있다.

세계 각국의 경우 전기를 비롯한 중대형 셀 기반의 여러 업체 자체의 독자적인 재활용 공정 기술 개발을 통해 회수율을 높이고 재활용의 가격을 낮추는 방향으로 파일럿 단계를 넘어 양산화를 목표로 하고 있는 시점이므로 이러한 국제적 정세에 맞춰 다양한 재활용 공정 기법 분석 및 회수율의 재활용 공정 기술 개발은 필수 불가결하다고 할 수 있다. 전기차 폐배터리의 경우, 소형 배터리보다 전압이 높기 때문에 감전, 화재, 폭발 등의 가능성이 있기 때문에 기존 소형 배터리와는 다른 재활용 공정 및 기준이 필요하며, 폐배터리에서 재추출되는 배터리 원자재 품질에 대한 기준은 있으나, 재추출된 배터리 원자재의 성능 평가를 통한 안전성 확보에 대한 명확한 기준과 가이드라인도 부족하므로 이에 대한 기준과 가이드라인 확립이 필요한 상황이다.

2027년 자율주행 Lv.4+기술의 완성을 위해 달려갑니다!



새로운 미래
FUTURE



꿈꿔온 질주
DREAM



안전한 자유
SAFETY

지속 가능한 생물광학 솔루션 크로렐라 메탈 리사이클!

그린미네랄

친환경 도시 광산 솔루션, 생광물화의 도전!



지난 2023년 4월 발표한 IEA의 '글로벌 전기차 전망 2023' 보고서에서는 2023년 전기차 판매량은 약 1,400만 대이고, 전년 판매량보다 약 35% 이상 증가할 것으로 전망했다. 전기차 판매 비율은 2021년 4%, 2022년 14%에 이어 2023년에는 18%까지 성장할 것으로 보여 전동화 시장이 본격적인 성숙기로 진입했음을 의미한다.

이러한 전기차 판매 확대에 따라 배터리 수요 역시 급격하게 증가해 배터리 제조에 필요한 핵심 광물의 공급 문제가 자동차 산업의 중요한 이슈 중 하나다. 특히 환경 정책에서 선도적인 유럽에서는 배터리법을 규정하며 배터리 생산에 재활용 광물의 의무사용을 법제화할 것으로 보인다. 그만큼 한계가 명확한 희귀금속자원의 재활용 산업이 앞으로 자동차 산업에서 중요한 경쟁력이 되겠지만 핵심 광물인 리튬회수에 사용할 수 있는 친환경 재활용 기술은 아직 상용화되지 않았다.

모빌리티 인사이트에서는 생명공학 기술력을 바탕으로 친환경적인 리튬재활용 기술을 선보인 그린미네랄의 정광환 대표와 인터뷰를 통해 미세조류를 이용한 친환경적 광물 순환 솔루션이 무엇인지 알아보았다.



정광환

그린미네랄 대표이사



후쿠시마 원전 사태로 시작된 미세조류 연구

생광물화는 미세조류를 이용한 광물채취라는 생소한 분야인데 연구를 시작한 특별한 동기가 있을 것 같다. 미세조류 연구를 시작한 시점, 그리고 동기가 무엇인지 궁금했다. “광물 채취에 미세조류 활용을 연구하기 시작한 것은 10년 전으로 2011년 3월 후쿠시마 원자력 발전소 사고가 연구의 동기가 되었습니다.

해양 오염은 오염물질의 수거보다는 1차적으로 오염원 차단이 주 방제 수단이지만 당시 오염원인 원자력 발전소는 사람의 접근이 불가능할 정도로 위험해 근본적인 차단은 매우 어려운 상황이었을 수 거에 집중할 수밖에 없었습니다. 특히 해양으로 유출된 오염물질은 국내에도 피해가 줄 수 있어 국내 관련 기관에서 대책을 마련하고 있었고 같은 대학교 기계공학과 교수님께서 미세조류를 이용해 해양 오염 방지가 가능하다는 논문을 봤다면서 방사성 물질을 채취할 수 있는 미세조류 개발을 문의했고 이론적으로 충분히 가능했기 때문에 연구개발을 시작하게 되었습니다.”

생광물화 첫 도전, 절반의 성공

후쿠시마 원전 사태는 많이 알려졌지만 방사성 물질을 막기 위한 미세조류 연구는 처음 접하는 것 같다. 획기적인 아이디어 같은데 실제 논문상의 가능성을 입증했는지 궁금하다. “결과부터 말씀드리면 절반의 성공이라고 할 수 있습니다. 방사성 세슘과 스트론튬을 흡수하는 미세조류를 발견했으나 실제 오염제거에 투입할 수 있는 미세조류로 개발하지 못하고 연구가 중단되었기 때문입니다.

생명과학 기술이 발달했지만 새로운 미세조류를 만들어 내는 것이 아니라 우선 자연상태에서 필요한 기능을 갖춘 미세조류를 찾아내 유전자 기술을 통해 미세조류의 능력을 더욱 강력하게 활성화시켜 적합한 미세조류로 변형해 가야 합니다. 이론적인 가능성은 충분하나 실제 방사능 오염 물질 제거에 적합한 미세조류가 무엇인지는 발견하지 못한 상태로 먼저 방사성 물질 수거라는 용도에 맞는 미세조류를 찾아야 했습니다. 미세조류는 50 μm 이하(1 μm =0.0001mm) 크기의 단세포 조류로 식물플랑크톤이라고도 불리는데 현미경을 통해서만 볼 수 있고 그 종류만도 약 10만 종이 넘습니다.” 정광환 대표는 연구 데이터가 없었기 때문에 약 2년간 미세조류에 대한 방대한 데이터를 수집하고 원자력연구원과 5년 넘게 공동연구를 진행

한 끝에 마침내 방사성 세슘과 스트론튬을 채취할 수 있는 클로렐라 발견에 성공했다. “미세조류를 발견한 저와 연구팀은 이제 기능 활성화를 위한 본격적인 유전자 연구를 진행할 예정이었으나 원자력연구원에서 온 답변은 후쿠시마 앞바다가 깨끗해져 해양 오염 물질 제거가 필요 없어졌다는 소식이었습니다. 실제로 해류의 영향으로 유출된 오염물질이 자연적으로 흩어져 후쿠시마는 바다보다는 오히려 토양 오염에 대한 해결책이 필요한 상황으로 변해 있었고 발견한 클로렐라는 필요성이 적어져 연구를 지속하기 어려웠습니다.”

배터리 핵심 광물, 해양 리튬 채취 도전

연구 대상인 미세조류 종의 방대함, 연구 대상의 접근 난이도를 고려한다면 5년이라는 시간은 결코 긴 시간이라고 생각되지 않고 또 이 과정에서 미세조류에 대한 많은 데이터를 수집하는 등 새로운 계기를 마련했을 것 같다. “2020년 발생한 코로나로 대학도 비대면 운영이 확대되었고 특별한 경우를 제외하고 모든 강의를 온라인으로 진행하게 되었습니다. 교수였던 저는 이전과 달리 늘어난 시간을 이용해 그동안 제가 해 온 연구와 데이터를 돌아볼 수 있었고 연구 내용과 사회 이슈를 접목해 보면서 당시 전기자동차 시장이 급격하게 성장하면서 배터리의 핵심 광물인 리튬이 전 세계적으로 부족해 자동차 공급에 문제가 많다는 소식을 접했습니다.

과학자라면 누구나 알고 있겠지만 바다에는 육지보다 약 5000배나 더 많은 리튬이 묻혀 있지만 광물 형태가 아닌 저농도로 넓은 바다에 녹아 있는 리튬을 채굴할 방법이 없어 자원을 이용할 수 없습니다. 저는 방사성 채집 미세조류를 연구하는 과정에서 리튬을 포함해 코발트, 망간 등 금속 이온 채집 기능이 가능한 클로렐라를 발견했기 때문에 만약 유전자 기술을 통해 경제성을 갖춘 클로렐라 개발이 가능하다고 봤고 성공하면 기존의 공급 부족을 획기적으로 해결할 수 있다고 생각했습니다. 마침 해양수산부에서 해양양용 자원 추출기술 과제 중 하나로 리튬 채취 연구과제가 있어 1년 동안 진행했는데 결과는 실망스러웠습니다. 유전자 조작 클로렐라를 이용해 바다에서도 리튬을 채집할 수 있었으나 그 녹아 있는 농도가 낮아 경제성을 갖추기 어려웠습니다. 유전자 기술의 한계를 고려해 연구 진행 여부를 고민해야만 했습니다.”





바다가 아닌 도시 광산으로!

해양 리튬 추출에서 성과를 만들지 못했던 정광환 대표는 리튬 직접 채굴에서 배터리 재활용 산업, 즉 도시 광산에서 새로운 돌파구를 찾은 것 같다. 미세조류를 도시 광산에 접목하게 된 계기는 무엇이었지 궁금하다. “해양 리튬 추출 기술 개발 중단을 고민하던 그때 국내 폐배터리 재활용 전문 기업의 홈페이지에서 우연히 폐수의 리튬 농도를 접하고 클로렐라 생광물화가 충분히 가능하다고 판단했습니다. 해수, 즉 바다의 리튬 농도는 0.17~0.2ppm 수준인데 배터리 재활용 과정에서 만들어진 폐수의 리튬 농도는 약 2,000~2,500ppm입니다. 바다와 비교해 거의 10,000배 수준의 고농도였고 해당 기업의 협조를 얻어 클로렐라 생광물화를 테스트한 결과 경제성을 갖춘 채집이 가능함을 확인한 후 본격적인 생산라인으로서 필요한 요소 기술을 갖춰 그린미네랄을 창업하게 되었습니다.”

그린미네랄의 생광물화, 클로렐라 메탈 리사이클러

“클로렐라 메탈 리사이클러 기술의 핵심은 세 가지입니다. 첫째 필요한 기능을 갖춘 클로렐라를 발견하는 것이 핵심입니다. 우리 기술은 클로렐라의 생광물화(Bio-mineralization; 바이오 미네랄리제이션) 기능을 기초로 하는데 생광물화 기술은 쉽게 비유하면 조개가 껍데기를 만드는 프로세스와 유사합니다. 조개가 물속의 칼슘과 이산화탄소를 결합해 탄산리튬을 만들어서 껍질을 만들듯이, 클로렐라 역시 같은 과정으로 리튬과 이산화탄소를 결합해 탄산리튬을 만드는 것으로 원하는 기능을 갖춘 균을 발견하는 것으로 순수 연구에 가깝고 특히도 존재하지는 않는 기초과학의 영역이라고 할 수 있습니다.

둘째, 자연상태로 존재하는 클로렐라의 기능의 활동력을 높여 탄소 산탈출 결합 능력을 키우고 생산시간도 단축시켜야 경제성을 갖출 수 있습니다. 또한 생존 기간 역시 늘렸습니다. 저희 제품 중 하나인 GMCM-L1 line은 리튬 채집에 적합하도록 만들어진 클로렐라입니다. 마지막으로 배양 기술이 필요합니다. 클로렐라의 능력치가 높더라도 매우 작은 미세조류로 많은 양의 균을 공급할 수 있으려면 클로렐라의 배양 기간을 단축시키고 동시에 많은 양의 균 배양이 가능해야 합니다.” 그린미네랄의 클로렐라 메탈 리사이클러 기술은 리서치 활동과 유전자 기술과 배양 기술이 결합한 솔루션으로 생명과학과 생명공학이 결합하여 만든 새로운 리튬 추출 기술이라고 할 수 있다.

뛰어난 친환경성, 경쟁력도 충분

실험에서는 성공과 현재 상황을 고려해 볼 때 클로렐라 메탈 리사이클러의 가능성이 충분해 보인다. 2021년 창업한 뒤 더 구체적인 데이터 수집이나 연구가 있었을 것 같다. 도시 광산에서는 리튬, 코발트, 니켈 등 다양한 유기금속을 회수하고 있는데 그린미네랄이 기존 재활용 공정과 비교해 갖는 강점은 무엇인가? “그린미네랄은 리튬, 코발트, 망간 추출이 가능한 클로렐라를 개발, 생산이 가능합니다. 현재 폐배터리 재활용 공정은 건식과 습식이 있으며 재활용 시장의 90%를 차지하는 습식방식과 비교했을 때 공정의 친환경성은 세 가지 광물 모두 그린미네랄 방식이 더 우수합니다. 다만 가격 경쟁력을 고려해 경제성을 확보한 금속은 리튬입니다. 먼저 공정의 친환경성 측면에서 본다면 습식공정은 유기용매를 사용해 특정 광물을 침착시키는 방식으로 회수하는데 추출 과정에서 오염된 폐수 발생을 피하기 어렵습니다. 그린미네랄의 클로렐라는 이산화탄소와 반응해 물속의 특정 광물을 침착시키기 때문에 폐수를 발생하지 않아 기

존의 재활용 공정과는 다른 친환경 회수기술입니다. 둘째 경제성에서는 코발트와 망간의 경우 유기용매 가격이 낮아 환경오염에도 불구하고 습식공정이 그린미네랄보다 강력한 경쟁력을 갖습니다. 반면 리튬의 경우 유기용매가 고가이고 공정 역시 복잡해 습식방식의 자원회수는 광산에서 채취하는 광물과 비교해 가격 경쟁력을 갖추기 어렵습니다. 클로렐라 메탈 리사이클러를 통해 리튬을 회수하면 가격 경쟁력은 충분하다고 생각합니다.”

폐배터리 리튬회수, 클로렐라가 가장 뛰어나

말씀대로 리튬회수에는 고가의 회수비용과 공정의 복잡성 그리고 환경오염이라는 세 가지 난관을 갖고 있어 그린미네랄의 친환경 회수기술이 앞으로 리튬회수에 새로운 기술로 조명받기 충분할 것 같다. 파일럿 설비를 준비 중이지만 폐배터리 리사이클에서 구체적인 검증은 마쳤을 것 같다. 실제 클로렐라 메탈 리사이클러의 테스트 결과가 긍정적이다. “아직 폐배터리의 재활용 시장은 초기이기 때문에 말씀드리는 데이터가 정확한 표준은 아니라고 생각합니다만 실험 결과 한 개의 폐배터리에서 만들어지는 폐액이 대략 10톤이며 약 20kg정도의 리튬을 함유하고 있고 현재 그린미네랄의 클로렐라 메탈 리사이클러 기술을 적용하면 10톤의 폐수 채취에 100리터의 클로렐라가 필요하고 8시간 정도면 약 15kg 정도의 리튬을 회수할 수 있어 회수율은 70% 수준으로 미세조류의 가격을 고려하면 회수 비용면에서 경쟁력은 충분합니다. 화장품 업계가 다양한 제품에 미세조류를 사용하고 있어서 균주의 시장 가격은 표준화된 상태로 리터당 21원 정도로 상당히 낮습니다. 또 그린미네랄은 클로렐라를 재료로 사용하지 않기 때문에 재사용이 가능합니다. 아직은 실험 결과이지만 최소 3회에서 최대 4회까지 반복 사용 시에도 정상적인 회수 능력을 보였습니다.”



리튬생산하면서 탄소절감, 페클로렐라 바이오 연료 생산 재료로 사용

“클로렐라 메탈 리사이클러에서는 리튬회수 과정에서 기후 위기의 원인인 이산화탄소를 사용함으로써 탄소 절감에 직접적인 효과를 기대할 수 있습니다. 또 수명이 다하거나 리튬 채취 능력이 떨어진 클로렐라를 폐기과정도 소각 처리 시 다시 이산화탄소가 발생하게 되지만 바이오 디젤 업체와 연계해 친환경적인 해결 방안을 찾았습

니다. 바이오 연료 제조에서는 미세조류를 원료로 이용해 항공유 등 친환경 연료를 제조하고 있어 페클로렐라를 비용을 받고 팔 수 있습니다. 자원 재활용 산업에서 경제적 가치도 있으며 친환경 기준에서 클로렐라 메탈 리사이클러 기술이 큰 의미를 있다고 생각합니다.”

그린미네랄의 또 다른 파이프라인 “광물업”

폐배터리 시장이 앞으로 본격적으로 성장하겠지만 국내 폐배터리의 양적 성장은 2026년 이후에나 연간 2만 개 정도로 성장할 것으로 보인다. 폐배터리 시장이 규모를 형성하려면 시간이 필요한데 그린미네랄은 미래 먹거리가 아닌 지금의 파이프라인이 필요해 보인다. “그린미네랄은 또 다른 두 시장의 진출을 준비하고 있는데 바로 채굴시장입니다. 배터리 재활용 산업은 전기차만큼이나 주목받고 있지만 당장은 채굴 산업에서 더 큰 규모의 시장을 형성할 것으로 기대하고 있습니다. 2021년 사업을 결심하고 지금의 COO인 이호석 교수의 추천으로 포스코 imp 창업 경진대회를 출전해 우승하는 과정에서 포스코와 인연을 맺게 되었습니다. 현재 광양 울촌 산업단지에는 포스코의 리튬 생산공장에서 연간 4만 3천톤의 수산화리튬을 생산하고 있고 이 과정에서 발생하는 폐수가 하루에 약 500톤입니다. 현재 생산공장에서는 추가적인 리튬 생산이 어려워 버리는 폐수지만 그린미네랄 기술을 통해 추가로 회수가 가능한 농도로 테스트를 완료했습니다. 추진 중인 클로렐라 파일럿 설비가 완료되면 시험 가동 후 본격적인 사업화를 진행할 예정입니다.”

바다에 못 이른 생광물화, 염호에서 이를 것

현재 리튬채굴은 육지에서 주로 이루어지지만 앞으로 염호에서의 리튬채굴이 본격적으로 성장할 것으로 예상된다. 예측이기는 하지만 리튬은 특이하게도 육지와 염호의 매장량이 거의 비슷한 수준으로 알려져 있어 포스코가 아르헨티나 염호를 통해 리튬추출을 준비하고 있는데 2025년 생산을 목표로 탄산리튬 생산공장을 준공했다. “염호에서의 리튬추출은 그린미네랄의 최종 생산물과 같은 탄산리튬입니다. 그래서 염호에서의 리튬추출 방식을 조사해 보니 그린미네랄에게 또 다른 파이프라인이 될 수 있을 것으로 생각합니다. 염호리튬추출은 광산과 달리 긴 시간이 필요한데 지하에서 퍼 올린 물을 말려 리튬을 채굴하는 공정으로 탄산리튬 생산까지 1년이 필요합니다. 클로렐라 메탈 리사이클러 기술을 이용하면 생산시간을



1년에서 24시간으로 줄일 수 있어서 염호 추출 방식에서는 혁신이라고 할 수 있는데 현재 그린 미네랄의 클로렐라가 염호의 염분 농도에서 생존력과 활동력을 유지할 수 있는지 테스트하고 있습니다.”

기초과학 산업적 가치 매우 커 우수한 인력들 기초과학에 관심 두길

“생명과학을 가르치는 교수의 한 명으로서 생명과학과 이를 기반으로 하는 생명공학의 가능성은 매우 크다고 말씀드립니다. 이스라엘의 경우 자원은 거의 없고 국토 여건은 열악해 세계적인 제조 기업 이단 하나도 없으나 생명공학 부분에서는 가장 앞선 선진국으로 이스라엘의 산업 경쟁력을 선도하고 있습니다. 이런 이스라엘의 경쟁력이 어디서 나오는지 살펴보면 기초과학이 뿌리입니다. 세계적인 기초과학공공연구대학인 와이즈만연구소(Weizmann Institute of Science)가 대표적인데 이 대학에는 수학과, 물리학과, 화학과, 생물과, 생화학과만 있습니다. 공대나 응용 분야의 학과는 없고 기초과학을 집중적으로 연구하고 있으며 250개의 연구 그룹이 활동하고 있습니다. 다가올 인공지능 시대에 지금의 전문직종 상당수가 경쟁력을 잃을 수 있는데 데이터와의 경쟁력에서 인공지능이 앞설 수 있기 때문입니다. 반면 연구 분야, 리서치 분야의 경쟁력은 인공지능이 따라올 수 없어 앞으로 더 높아질 것입니다. 예전과 달리 최근에서는 생명과학과 생명공학이 하나로 융합하면서 기초과학은 산업적 가치까지 큰, 매우 유망한 분야로 우리 청년들이 기초과학의 가능성에 대해 소신 있게 판단하길 기대합니다. 생명과학 교수인 제가 사업을 결심한 동기 중 하나가 기초과학도 충분한 산업적, 경제적 가치를 갖고 있음을 보여주고 싶은 개인적인 욕심이기도 합니다.”

연내 파일럿 완료, 양산 준비 본격화

지난 7월 그린미네랄은 50억 규모의 시리즈 A 투자를 유치했다. 앞으로 본격적인 클로렐라 메탈 리사이클러 사업을 기대해도 충분할 것 같은데 구체적인 사업 계획과 목표는 무엇인지 소개해달라 “가장 먼저 아직 그린미네랄의 기술은 실험실에서 연구 개발한 기술이기 때문에 파일럿 구축을 통해 정확한 검증이 필요합니다. 이번 투자 역시 파일럿 생산설비 구축을 위한 투자유치로 ‘23년 내 파일럿 설비 완료 후 1년의 검증 기간을 거쳐 그린 미네랄의 클로렐라 메탈 리사이클러 기술의 완성도를 충분히 검증하고 보완할 예정입니다. 이후 우선은 클로렐라를 기반으로 한 구독 경제를 글로벌 리사이클링 시장에 적용할 생각입니다. 폐배터리 분야뿐 아니라 광물 시장에서 글로벌 시장 주요 생산 거점을 대상으로 그린미네랄의 기술을 협업하여 더 친환경적인 광물 회수와 광물 회수율 향상을 통해 탄소중립에 기여하는 리사이클 전문기업이 되고자 하며 클로렐라 메탈 리사이클러 기술의 대상 광물도 확대해 더 까다로워질 환경 규정에도 새로운 솔루션을 공급할 예정입니다.”

그린미네랄을 창업하고 창업의 어려움을 알았다는 정광환 대표는 환한 미소와 함께 주변 지인들에게 연구만 하라는 메시지를 자주 전한다고 한다. 바쁜 일정에도 불구하고 인터뷰에 응해주신 정광환 그린미네랄 대표께 감사 말씀을 드리며 그린미네랄의 생광물화 기술이 친환경 리사이클링 솔루션으로써 지속 가능한 미래를 만드는 데 기여할 것으로 확신한다.

다가올 블랙매스 시장을 잡아라! 전처리 히든 챔피언 이브이씨씨

주목받는 ‘블랙매스(Black mass)’

최근 산업계에서 블랙매스에 대한 관심이 높다. 재활용 광물의 중요성이 커지며 특히 전기차 배터리의 재활용이 주목받고 있기 때문이다.

블랙매스는 폐배터리를 분쇄해서 만든 중간 제품으로 폐배터리 재활용 전처리 공정에 해당하며 후처리 공정에서 블랙매스를 이용해 배터리용 양극재의 주요 광물인 리튬, 코발트, 니켈 등을 추출하게 된다.

S&P 글로벌 코모디티 인사이트는 2030년대까지 전 세계 리튬 공급량의 15%, 니켈은 11%, 코발트는 44%를 재활용 소재가 차지할 것으로 전망했는데 이는 유럽의 배터리법이 규정한 수치보다 더 높은 예상치로 시장은 그만큼 블랙매스 산업의 성장을 기대하고 있다.

모빌리티 인사이트는 벌써 5년 전부터 블랙매스 시장에 도전하고 있는 스타트업 이브이씨씨를 만났다. 리사이클링 산업에서 18년의 경험을 갖춘 최정우 대표가 전하는 전략과 비전을 소개한다.



ECO VALU
CREATIO

(Eco Valu

최정우

이브이씨씨 대표이사

재활용 전문가, 최정우 대표의 출사표

이브이씨씨가 블랙매스 사업을 시작한 2018년, 국내 전기차 판매량은 3만 대에도 미치지 못했던 시기로 지금처럼 폐배터리 재활용에 대한 관심이 높지 않았다. 또한 일반 재활용 산업에 비해 안전 문제와 공정 난이도가 까다로운 배터리 재활용 산업 진출이 쉽지 않은 결정이었을 것 같다. 이브이씨씨 창업 배경은 무엇일까? “저는 2007년부터 정우금속을 설립해 리사이클링 사업을 시작했습니다. 설립 18년차인 정우금속은 동(구리) 전문기업으로 폐기물에서 동을 추출해 빌렛(Billet)이라는 각형 동판으로 만들어 유통하고 있습니다. 현재는 공급량이 늘어 원재료 수입도 병행하고 있지만 리사이클링 기업으로 출발한 정우금속의 핵심 경쟁력은 동에 최적화된 리사이클링 시스템이라고 할 수 있습니다.”

정우금속은 대표적인 동 전문기업으로 현재 매출 1000억원 규모로 국내 최고의 동 전문기업 중 하나다. “국내에서 수집되는 다양한 동 폐기물이 정우금속을 통해 재활용되는데 2018년부터 배터리용 동박 제조 과정에서 나오는 동 스크랩이 수집되기 시작했고 이를 계기로 폐배터리 시장을 살펴보게 되었습니다. 전기차 시장의 성장은 곧 배터리 재활용 산업의 성장으로 이어질 것이고 실제 폐배터리 재활용 산업은 전문 기술과 설비가 필요해 진입장벽이 높기 때문에 경쟁력만 확보한다면 유망한 미래 산업이 될 것으로 판단했습니다.” 최정우 대표가 지난 18년간 리사이클링 기업으로 쌓아온 파분쇄 전문 기술과 설비를 이용하면 잠재력도 충분한 것 같아 이브이씨씨 창업은 시장 동향에 대한 정확하고 과감한 결정인 것 같다.

재활용 산업의 핵심 경쟁력, 공정 개발!

이브이씨씨의 사업 목표는 명확하다. 폐배터리 전처리 전문기업이 되는 것이다. 생산물은 블랙매스이지만 전기차 배터리를 리사이클링하겠다는 목표로 여기에는 분명한 이유가 있어 보인다. “제가 보는 리사이클링 산업의 핵심 경쟁력은 원재료와 최종 생산물에 최적화된 추출 공정 시스템을 개발하는 것입니다. 배터리 리사이클링도 동일할 것으로 생각합니다. 현재 배터리 리사이클링 업계에서는 여러 이유로 전기차 배터리 재활용보다는 스크랩과 다양한 원재료를 사용해 재활용 광물을 추출하고 있습니다. 이는 규모

의 경쟁이나 시장 선점 등에 영향이 있을 수 있지만 다양한 원재료를 취급하면 그렇지 않아도 어려운 배터리 공정 시스템 개발이 더 힘들어질 것으로 생각합니다. 이브이씨씨는 배터리 리사이클링 최적화된 프로세스 개발에 효율성을 높이기 위해 전기차 배터리 리사이클링만을 집중적으로 연구하고 있습니다.”

배터리 이동성은 블랙매스가 솔루션

전문가들 역시 폐배터리 중심의 재활용 시점은 2028년 이후로 보는 견해가 많다. 아직 시장 활성화까지 남은 시간을 배터리 리사이클링 연구에 집중하겠다는 이브이씨씨는 앞으로 배터리 재활용 산업에서 블랙매스가 중간 상품으로 유통되며 시장을 키워갈 것으로 보고 있다. 그 이유는 무엇인지 최정우 대표의 생각을 들어봤다. “배터리 재활용을 위해 폐배터리를 장거리 또는 국경을 넘어 이동하는 건 어려운 것으로 생각합니다. 이런 판단에는 두 가지 이유가 있습니다.

첫째, 폐배터리는 이동 효율성이 매우 낮아 물류비용이 높습니다. 예를 들어 25톤 트럭을 이용해 적재되는 폐배터리는 보통 8~10개 정도입니다. 차이는 있겠지만 폐배터리의 중량은 평균 500kg 정도로 추측할 수 있는데 결론적으로 5톤의 배터리를 운반하기 위해 25톤 트럭을 이용하게 됩니다. 이는 안전성 문제로 2단 거치를 할 수 없고 정해진 안전장치와 운송 가이드라인을 준수해야 하기 때문입니다. 만약 국가간 혹은 대륙간 배터리를 이동시키려면 선박을 이용해야 하지만 어떤 선사도 이런 비효율적인 운송에 동의하기 어려울 것으로 생각합니다. 이동성이 낮은 자원이 바로 배터리입니다.

둘째, 안전성 문제입니다. 전기차 배터리 팩을 기준으로 보통 20~30개 내외의 모듈이 있고 모듈 하나에 8~14개의 셀이 들어가 있어, 배터리 팩 하나가 200개~400개 정도의 셀로 구성됩니다. 셀 하나의 폭발력도 상당하고 특히 화재 시 진화도 어려워 물이나 일반 소화기로는 꺼지지 않습니다.” 막대한 물류비와 안전성 문제까지 고려한다면 앞으로 배터리 재활용 산업이 성장을 위해서는 자원의 이동성을 보장할 대안이 필요하고 블랙매스가 해결책이라는 최정우 대표의 의견은 해외 시장의 동향과도 정확히 일치한다.



블랙매스 여러 거점에서 생산 필요, 집중화 맞지 않아

배터리와 관련된 안전성 문제는 널리 알려져 있고 실제 전기차 배터리의 이동성 제약도 구체적으로 확인되는 것 같다. 그럼 블랙매스 이동 시 어느 정도 효율성을 갖고 있는가? 그리고 배터리의 이동성이 제약이 크다면 블랙매스는 여러 거점이 필요하다고 보는가? “이동 효율성을 설명드리면 예를 들어 코나(KONA) 한 대의 배터리 팩은 451kg이지만 이를 블랙매스로 생산하면 163kg으로 줄어듭니다. 이동해야 하는 양도 줄지만 배터리와 달리 블랙매스는 적재가 용이함으로 같은 이동 수단으로 더 많은 양을 운반할 수 있으며 이동 중 폭발의 위험성, 화재 위험성으로부터 자유롭습니다. 다만 블랙매스도 화학물질로 분류되기 때문에 일반 수송을 이용할 수 없고 특수차량을 이용해야 합니다.

해외 전문가들이 블랙매스 산업을 중소기업 적합 산업으로 분류하고 있는 것도 같은 이유라고 생각합니다. 둘째, 블랙매스 생산에 있어 대규모 생산 시설은 재료의 특성과 맞지 않는다고 생각합니다. 배터리 이동에 제약이 있으니 대량 생산하기 위해 폐배터리를 유통하는 것보다 여러 지역별 거점에서 블랙매스를 생산해 소수의 후처리 공정으로 이동하는 것이 재활용 산업 전체의 효율성을 높일 것으로 기대하고 있습니다.”

재료인 배터리의 특성을 고려해 여러 지역별 거점과 소수의 대규모 후처리 공정이라는 의견에 이비씨씨의 비전이 구체화되는 것 같다. “이비씨씨는 콤팩트한 배터리 재활용 공정을 개발하고 완성도를 높이고 있습니다. 이는 배터리 자원의 발생 규모에 따라 필요 거

점에 재활용 전처리 시설을 만들어야 하기 때문입니다. 반대로 후처리 공정은 전처리 공정과 달리 생산과정에서 다량의 폐수가 발생할 수 있어 철저한 환경 오염 관리가 필요합니다. 또한 수입하게 될 다양한 재활용 자원까지 고려하면 현재의 정유시설처럼 대규모 설비를 통한 규모의 경쟁력과 철저한 정화시설을 갖추는 것이 효율적이라고 생각합니다.”

전처리 공정, 자동화와 시스템화의 한계

전문가들은 배터리 전처리 과정에서 가장 먼저 안전성을 꼽는다. 이차전지의 위험성에도 불구하고 배터리 재활용 산업이 노동 집약적인 산업이기 때문이다. 이를 개선하기가 쉽지 않다고 알려져 있다. 실제 공정 개발을 진행하고 있는 최정우 대표는 통해 현장의 어려움을 물었다. “현재 이비씨씨 공정 개발은 아직 완성은 아니나 완성 단계에 근접해 있다고 생각하며 지금까지 공정 개발 과정에서 약 100회 이상 설계 수정을 했을 만큼 배터리 재활용 공정 개발에는 어렵습니다. 먼저 전기차 배터리는 아직 표준화가 되지 않았으며 앞으로 기대하기 어렵습니다.

국내 대표적인 전기차인 아이오닉 5와 아이오닉 5N만 봐도 출시 시점이 큰 차이가 없지만 두 모델의 배터리 팩은 배터리 사이즈와 정렬 방식이 다른데 앞으로도 전기차 시장에서 원재료의 규격과 구조 더 나아가 조립과정까지 표준화를 기대하기 어렵다고 생각합니다. 이유는 배터리가 경쟁력의 매우 중요한 핵심 부품 중 하나이기 때문에 완성차기업이나 배터리제조기업 입장에서 배터리와 관련된 기술을 공개하고 표준화할 이유가 별로 없어 보입니다. 이 같

은 재료의 다양성은 재활용 공정의 자동화 도입을 어렵게 만듭니다.” 아직 전기차 시장은 성장기로 특정 모델의 배터리만을 집중하기에도 재료의 이동성 문제가 커져 결국 이런 상황을 공정에 반영해 효율을 높이는 것이 이브이씨는 물론 재활용 업체가 해결해야 할 난제 중 하나로 보인다.

전체 공정의 효율적인 설계 어려워

“공정의 안전성을 확보하기 위해 배터리팩은 방전과 쇼트 과정이 필요한데 이런 공정에서 데드타임(Dead Time)이 발생해 전체 프로세스 효율에 영향을 미칩니다. 입고되는 형태는 배터리 팩이나 모듈, 셀 등 다양하겠지만 배터리 팩을 기준으로 말씀드리면 입고 후 배터리 팩을 1차 해체하고 2시간 동안 방전 과정을 거친 후 쇼트 과정을 거칩니다. 쇼트 과정은 팩 상태로 방전을 완료해도 각각의 셀들에서 리바운드 될 위험성을 완전히 제거하기 위해 플러스, 마이너스 극을 연결해서 48시간 동안 전체 전압을 균일하게 낮추는 과정입니다. 이 두 가지 과정에서 소요되는 물리적인 시간과 또 원재료의 입고 시점 차 등을 고려해 입고부터 최종 생산까지의 공정 효율을 확보해야 하는 것도 어려운 과제입니다.”

이브이씨만의 배터리 리사이클링 시스템

최근 국내 에너지 대기업으로부터 투자까지 유치했다. 이브이씨가 목표하는 공정 개발에 어느 정도 성과가 가시화된 것으로 보는데 현재 이브이씨의 개발 목표와 공정별 개발 현황은 어느 수준인가?

“이브이씨의 주요 개발 목표는 크게 세 가지입니다. 먼저 효율적인 재활용 프로세스 개발입니다. 배터리 재활용 공정은 크게 4 단계인 ①배터리 수거 및 분류, ②패터리 분해, ③재활용 프로세스, ④폐기물 관리입니다. 각 공정마다 현재로서는 데이터를 수집하면서 데이터를 통한 프로세스 개선과정을 거쳐 효율화를 진행하고 있습니다. 아직 전체 프로세스의 효율은 좀 더 개선해야 한다고 생각합니다. 둘째, 안전 처리 기술 개발입니다. 리튬이온배터리를 안전하게 처리하기 위해서 재료의 온도 관리를 위해 온도 센서와 열 관리 시스템을 활용하고 있으며 방전 과정에서 전압 및 전류를 모니터링해 제어하고 있습니다. 또 화재 및 폭발 방지를 위한 예방 기술도 개발하고 있습니다. 셋째, 자동화 기술 개발입니다. 공정의 효율

과 작업자의 안전을 확보하기 위해 꼭 필요한 기술로 컴퓨터 비전 시스템과 로봇 팔을 활용하여 배터리를 자동으로 분리하고 분류하는 시스템을 구축하기 위한 기술을 개발하고 있습니다. 넷째 데이터 수집과 IT 기술 연동입니다. 배터리 전처리 공정에 대한 데이터는 아직 확보된 정보가 적어 사내에서 직접 다양한 데이터를 수집하고 있습니다. 그리고 이렇게 수집한 데이터를 분석하고 인공지능 알고리즘을 개발하고자 하는데 이를 통해 배터리의 특성과 성능을 분석하고 효율적인 처리 방법을 도출해 시스템을 계속해서 최적화하고 있습니다.”

우리나라 재활용 시장, 경쟁력 충분인가?

2022년 8월 공개된 빌 앤드 멀린다 게이츠 재단의 투자 포트폴리오를 보면 투자 비중 2위를 차지한 종목이 미국 폐기물 처리 1위 기업 WM이다. 지난 몇 년간 국내에서는 소각·매립 등 폐기물 다운스트림 산업은 인수합병을 통해 대형 기업을 중심으로 재편되었다. 그러나 국내 실질 재활용률은 22% 수준으로 추정돼 아직은 재활용 시장의 전성기가 도래하지 않았다고 보인다. 국내 재활용 산업 경쟁력을 높이기 위해 개선해야 할 점이 무엇인지 현장에서 느낀 최정우 대표의 답변이 궁금하다.

크게 재활용 산업에 대한 인식 개선과 제도 개선이 필요하다고 생각합니다. 해외에서는 재활용 산업이 앞으로 고부가가치 산업으로서 경제적 가치와 환경적 가치가 큰 산업으로 주목받고 있으나 국내에서 재활용 산업은 폐기물 처리나 고물수집이라는 인식에 갇혀 있습니다. 이런 사회적 인식은 재활용 산업의 시스템화에 필요한 관심과 투자 부족으로 이어집니다. 또 재활용 산업에 대한 사회적 반응도 지나치게 부정적인 것도 문제입니다. 예를 들어 재활용 시설에 대해 지역민들의 집단적인 반발이 자주 언론에 보도되기도 합니다. 이런 상황에서는 재활용이 가능한 자원이 활용되지 못하고 매립되어 장기적인 환경오염의 원인이 될 수밖에 없습니다. 모두가 사용한 자원이기 때문에 해결도 모두에게 책임이 있지만 아직은 자기의 일로 생각하지 못하는 것 같습니다.

둘째, 재활용 산업에 대한 인허가와 인증이 지나치게 까다롭습니다. 재활용 산업이나 폐기물 처리 과정에서 유해 물질이 배출될 수 있어 행정적으로 엄격한 관리의 필요성은 충분히 공감하나 인허가 과정에서 행정의 복잡성, 명확성이 부족해 업체가 겪는 어려움이



상당히 큼니다. 예를 들어 특정 지역에 재활용 시설을 설립하려면 각 지방정부와 환경청에 별도의 허가를 받아야 합니다. 수도권외의 경우 해당 지방정부와 한강유역환경청, 충청도 지역이라면 지방정부와 금강유역환경청에서 허가를 받아야 하는데 같은 공장이지만 인허가 결과는 다릅니다. 보다 합리적이고 책임감 있는 규제가 재활용 산업 활성화에 도움이 될 것 같습니다.”

아이디어가 혁신으로 이어지는 통로! 현장

최정우 대표와 이브이씨씨의 이야기를 듣고 보니 남다른 경쟁력이 느껴진다. 20대 중반 소자본으로 리사이클링 기업을 창업해 계열사를 포함하면 연 매출 2천억 규모의 기업으로 성장시켰다. 혁신을 만들어 내는 힘은 무엇이라고 생각하는가? “현장에는 혁신을 위한 아이디어는 많으나 실제 혁신으로 이어지는 것은 어렵습니다. 저는 늘 생산 현장에서 더 많은 기회를 발견했고 그래서 현장을 가장 중요하게 생각합니다. 현장의 다양한 아이디어가 혁신으로 이어지는 못하는 이유는 채널이 없기 때문입니다. 누군가 현장의 목소리를 듣고 생산공정을 개선해서 아이디어를 활용해야 하는데 대부분 이런 아이디어는 작업자의 개인 경험이나 생각으로 그치고 맙니다. 최근 공장 자동화과정에서 가장 유용한 데이터 중 하나가 현장 작업자들이 주고받은 메시지라고 합니다. 정형화된 보고서, 결과 수치도 중요하겠지만 현장에서 작업자들이 만들어 내는 데이터를 기반으로 경쟁력을 끌어올리는 것이 가장 중요한 일이라고 생각합니다.”

국내 블랙매스 거점 확대 설비수출 고려 안해 해외 직접 진출 목표

이브이씨씨의 공정이 완성되면 본격적인 시장 진출을 기대할 수 있을 것 같다. 특히 국내와 해외에서 사업 계획이 조금 달라진 것으로 보이는데 앞으로 사업 계획이 궁금하다. “현재 완성 단계에 근접한 공정의 완성도를 더욱 높이는 것이 가장 중요한 목표지만 곧 늘어날 폐배터리 수요에 맞춰 라인을 증설할 예정입니다. 현재 1호 라인과 같은 수준으로 일 8톤 정도의 생산 능력을 갖춘 2호 라인을 착공하고 이후 수도권에 두 번째 생산 거점을 마련할 계획입니다. 제주도의 경우 도서 지역으로 별도의 생산 거점이 꼭 필요한 지역으로 지방정부와 1차 협의를 진행하고 있습니다.

해외 시장 진출은 유럽의 배터리 거점인 헝가리 진출을 고려하고 있는데 이브이씨씨는 단순히 설비 수출을 계획하지 않고 있습니다. 이미 글로벌 시장의 자국 우선주나 글로벌 블록화 등을 고려해 주요 지역에 파트너사와 함께 해외 거점에 직접 진출해 사업의 지속성을 확보하고자 합니다.”

우리나라의 탄소중립 시나리오에 따르면 2030년까지 2018년 대비 온실가스 60%를 감축해야 한다. 시간은 다가오고 있으나 특별한 변화를 체감하기는 어렵다. 이런 상황에서 순환경제는 경제의 지속성과 환경오염 해소라는 새로운 해법으로 주목받고 있다. 현재는 연구 개발 중으로 모든 것을 보여줄 수 없는 상황에 대해 양해를 구하는 최정우 대표께 지면을 통해 다시 한번 감사드리며 이브이씨씨가 배터리 전처리 공정의 솔루션을 제공하고 우리나라를 대표하는 배터리 리사이클링 산업의 유니콘이 되길 응원한다.

중국 전기차 시장 이슈 점검

이 호 한국자동차연구원 산업분석실 책임연구원

KATECH INSIGHT

- ◆ 중국의 신에너지차(전기차 등)에 대한 구매보조금이 2023년부터 폐지됨에 따라 시장 성장세에 대한 둔화 우려가 존재하며 최근 부실 전기차 기업의 정리 등 구조조정 가능성도 제기되고 있음
- ◆ 최근 수년간의 판매량 성장세 추이를 살펴본 결과 구매보조금 폐지의 영향이 크다고 보기 어려웠으며 특정 업체의 시장 지배력이 추세적으로 증가한다고 판단하기는 아직 어려운 상황

최근 중국 자동차 시장에서 전기차 보급 속도가 둔화됨과 함께 소수 업체 중심으로 산업 구조가 재편되고 있다는 주장 제기

전기차 시장 성장 둔화

중국은 2023년부터 전기차에 대한 구매보조금을 폐지하였는데 국내외 일부 언론에서는 이로 인해 전기차 시장의 성장이 둔화된 것으로 추정했다. 다만, 2023년초에는 판매량이 크게 꺾이면서 이러한 주장에 힘이 실리는 모양새였으나, 최근에는 전기차 판매량이 다시금 회복됨에 따라 구매보조금 폐지에 따른 성장 둔화론이 다소 약화되고 있는 상황이다.

소수업체 중심 재편

일부 언론에서 허쉬만-허핀달 지수(HHI)를 근거로 中 전기차(BEV·PHEV)시장이 소수 업체 중심으로 재편되고 있다고 보도(2023년 6월)한 바 있으며, 과거 정부의 지원정책을 노리던 업체들이 허위 판매*를 일으키거나 생산된 차량을 방치한 사례와 부실 업체 구조조정도 조명했다(2023년 8월)

* 예를 들어 배터리가 포함되지 않은 빈 새시를 생산하거나 실제 재원을 충족하지 못하는 배터리를 탑재하는 경우

이에 따라 ① 구매보조금 폐지 이후 보급이 그간의 추세를 이탈하였는지 확인하고, ② 중국 전기차 시장의 집중도 추이를 확인하여 산업 구조 변화 상황을 점검해 본다.

전기차 보급 현황 점검

구매보조금 폐지 이후에도 최근 수년간 판매량 추이를 대체로 유지 중

혁신제품의 확산 예측에 주로 사용되는 Bass Model을 이용하여 2022년까지의 추이를 살펴본 결과* 2023.1~7월까지의 판매량은 대체로 모델 예측치에 부합되는 것으로 확인할 수 있다. 혁신제품의 초기 판매량은 지수적인 성장세를 보이는데, 2018~2022년 판매량을 바탕으로 산출한 지수함수 추이와 비교한 결과 `23.1~7월 판매량이 그간의 변동성 수준 내에 있는 것으로 확인된다. 中 자동차 판매량은 내연기관차-전기차 모두 상반기에 부진하고 하반기에 양호한 패턴을 보이는데, 전기차 판매량도 최근의 성장 추세는 그대로 유지되는 가운데 일시 감소한 것으로 추정된다.

* 2018~2022년, 2019~2022년, 2020~2022년 등 3개 구간의 월별 데이터와 월별 계절성 및 2020년 COVID-19으로 인한 효과를 가변수(Dummy Variable)로 고려한 Generalized Bass Model 이용

산업 구조 변화

상위 업체의 시장점유율이 증대되고 있으나 추세적 변화 인지는 불분명

변동성을 통제하기 위해 분기별 판매 데이터를 바탕으로 허쉬만-허핀달 지수(HHI)를 계산한 결과, 최근 1년여 동안 HHI가 빠르게 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다. HHI는 특정 업체들의 시장지배력을 계량화한 시장집중도를 측정하는 지표로, 개별 기업의 시



중국배터리기업 BRUNP : 출처, BRUNP



중국 BYD전기차 '한' : 출처, 바이디

장 점유율 제고를 합산하여 산출한 것으로 절대적인 판별기준이 있는 것은 아니나 美 법무부에서는 기업결합 심사 시 1,500 아하는 비집중 시장, 1,500~2,500은 중간 정도로 집중된 시장, 2,500 초과는 고도로 집중된 시장으로 분류(Horizontal Merger Guidelines)한다.

2023년 2분기 전기차(BEV) 시장의 HHI는 1,038(제조사/브랜드별), 1,120(그룹사별)로 나타났으며, 전기차-플러그인하이브리드(BEV-PHEV) 합산 시장은 1,304(제조사/브랜드별), 1,486(그룹사별)로 확인되어 아직 집중도가 높은 시장으로 보기에 어려움이 있으나 2022년 2분기부터 빠르게 증가한 것은 사실이다. 다만, 장기적으로는 증감을 반복하고 있어 추세적으로 증가할지는 불명확한 상태로 전기차 시장은 모델 다양성이 내연기관차 시장 대비 낮아 일부 업체에서 인기 모델이 생겨나면 HHI가 크게 증가하는 경향이 있다.(중국의 경우 타 국가 대비 모델 다양성이 상대적으로 높아 정도의 차이는 있음) 그러나 경쟁이 치열한 중국 전기차 시장 특성상 경쟁사에서 유사한 모델이 출시되면 경쟁 지형이 빠르게 변화하는 경향이 존재하여 장기적인 추세 전환으로 보기에 아직 이른 것으로 생각된다. 예를 들어 SGMW에서 출시하였

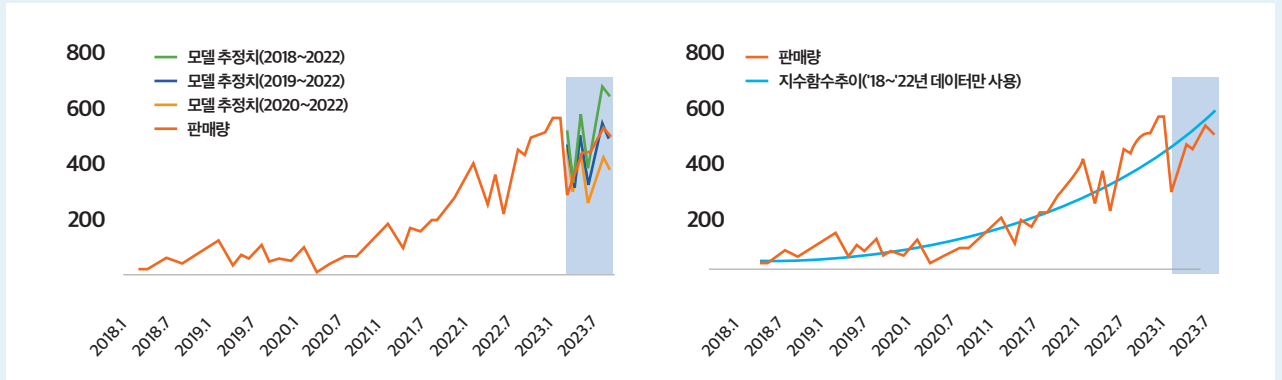
던 흥광 미니 EV의 경우 2022년까지는 높은 판매량을 보였으나 2023년부터는 판매량이 크게 감소했는데 동 모델은 구매보조금 대상이 아니었으므로 구매보조금 폐지의 영향으로 볼 수 없다.

* HHI는 통상 매출액으로 계산하나 본 보고서에서는 판매대수를 기준으로 하였기 때문에 일부 차이가 있을 수 있음

중 전기차 산업의 본격적인 구조 변화 조짐은 포착되지 않아

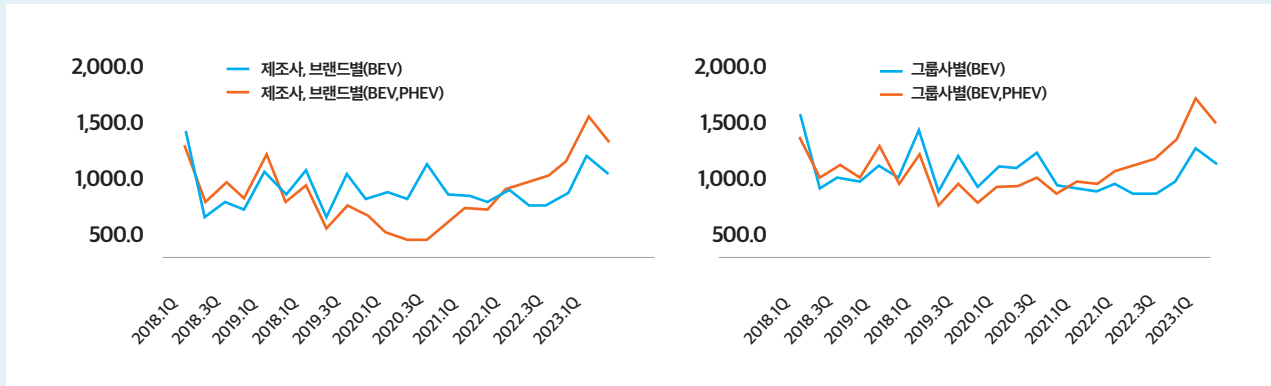
2023년 구매보조금 제도 일몰에도 여전히 전기차 친화적인 제도가 유지되고 있고 저가 전기차가 인기를 끌면서 판매량의 성장세가 훼손되진 않은 것으로 판단할 수 있다. 특히 구매보조금은 일몰되었으나 차량 번호판 교부에서 전기차 우대, 전기차 대상 취득세 10%를 감면하는 제도를 연장하는 등 전기차 친화적인 제도적 환경이 여전한 상황이다. 중국 주요 도시들의 경우 해당 도시에서 차량 번호판을 교부받지 못하는 경우 일부 주요 도로 이용이 금지되며 번호판을 교부받기 위해서는 경매 또는 추첨 등의 방법을 이용해야 하나, 전기차(신에너지차)는 상당 부분 예외 적용하고 있다.

[중국 전기차 보급 추이 및 모델 예측치 비교 (단위: 천대)]



* 주) 판매량 데이터는 MarkLines에서 제공하는 통계치를 활용

[중국 전기차 시장의 허쉬만-허핀달 지수(HHI) 변화 추이(2018.1Q~2023.2Q)]



* 주)판매량 데이터는 MarkLines에서 제공하는 통계치를 활용

또한 2021년부터 구매보조금 제도의 대상이 아닌 (주행거리 등이 상대적으로 짧은) 저가 전기차 모델이 등장하여 인기를 끌고 있고, 주요 소비자층도 혁신을 중시하는 초기 소비자(Innovator, Early Adopter)에서 실용성 중심의 주류 소비자(Majority)로 확대되는 것으로 보인다.

경제 전반에 걸친 디플레이션 압력과 자국 전기차 기업 간 과당 경쟁 등이 심화되면 구조 변화가 가속될 수 있어

중국의 지방정부 등의 지원에 힘입어 난립하였던 전기차 업체들이 정리되고 있는 과정에 있으나, 이들 업체의 시장 점유율 자체가 매우 낮은 수준이었기에 산업 전체에 대한 영향은 제한적이다. 2022년 2분기부터 HHI로 계산한 시장집중도가 빠르게 증가하고

있으나 이는 난립하였던 업체들의 구조조정으로 인한 것이 아니며 선도업체인 BYD 등의 일부 모델들이 인기를 끌면서 발생하는 효과이다. 그러나 중국 전기차 시장의 치열한 경쟁 환경을 고려할 때 경쟁업체의 반격도 만만치 않을 것으로 보여 일반적인 상황에서는 상위 업체의 영향력이 추세적으로 확대되기는 어려움이 있다. 다만, 중국 경제·시장의 불안 요인이 현실이 되면 구조조정의 여파가 주요 업체까지 확산될 수 있는데 중국의 전반적인 경기 둔화가 지속되는 가운데 정부의 적극적인 대응책이 나오지 않으면서 디플레이션에 진입할 것이라는 우려가 부상하고 있는데, 만약 현실이 된다면 전기차 산업의 성장 추이도 추세 이탈 가능성 있고 또한 성장 둔화 환경에서 업체 간 경쟁이 더욱 심화되면 구조조정 속도가 더욱 가속될 수 있다.

* 중국은 자동차 업체간 경쟁 심화로 허위·비방성 마케팅이 심해지면서 중국자동차공업회(中国汽车工业协会)에서 2023. 3월 자동차 산업 '덧글알바' 공동 대응 이니셔티브까지 출범한 상태(한국자동차연구원 이슈브리핑 제41호)

[중국 주요 지역의 전기차 번호판 교부 우대제도(2020년 기준)]

지역	번호판 교부 제한		번호판 교부 한도		평균당첨률 (일반)	평균낙찰자 (일반)
	일반 차량	신에너지차 (전기차 등)	일반 차량	신에너지차 (전기차 등)		
선전	경매, 추첨	제한 없음	105,600	-	0.25%	48,288위안 (약 875만원)
광저우	경매, 추첨	제한 없음	150,983	-	0.69%	24,916위안 (약 451위안)
상하이	경매	제한 없음	173,726	-	-	90,734위안 (약 1,645만원)
베이징	추첨	BEV만 제한없음 (한도 내)	38,200	74,200	0.03%	-
톈진	경매, 추첨, 지역쿼터	제한 없음	125,000	-	1.02%	17,183위안 (약 311만원)
하이난	추첨	제한 없음	243,488	-	29.08%	-

*ICCT(2023.2), Acceleration New Energy Vehicle In Chinese Cities

주요 완성차 업체의 스타트업 투자 방향

임현진 한국자동차연구원 산업분석실 선임연구원

KATECH INSIGHT

- ◆ 완성차 업체는 미래 모빌리티 산업을 선도하기 위해 다양한 분야에 걸친 투자를 진행하고 있으며, 투자 분야는 전기차, 자율주행 외에도 우주·항공, 로보틱스, 에너지 등 다양한 영역을 망라
- ◆ 최근 자율주행, 승차공유 등의 분야 대신 전기차 및 공정 자동화 관련 투자에 집중하는 경향은 당분간 지속될 것으로 예상되며, 이외에도 탄소중립·친환경 관련 투자는 확대될 것으로 전망

완성차 업체 미래 모빌리티 산업을 선도 위해 스타트업을 발굴하고, 다양한 분야에 투자

* 본 보고서는 Crunchbase에서 제공하는 5개 완성차 그룹(GM, Toyota, BMW, Geely, VW) 본사 및 본사에서 운영하는 벤처투자사의 2019년부터 2023년 9월까지의 투자 내용을 바탕으로 작성하였음

Geely, GM, BMW 등 여러 완성차 업체는 자사 내에 벤처 투자 조직(Volvo TechFund, GM Ventures, BMW I Ventures 등)을 설립하여 다양한 분야의 스타트업을 적극 발굴·투자하고 있다. 5개 완성차사는 2019~2022년 동안 연간 평균 \$30,709백만을 투자하였

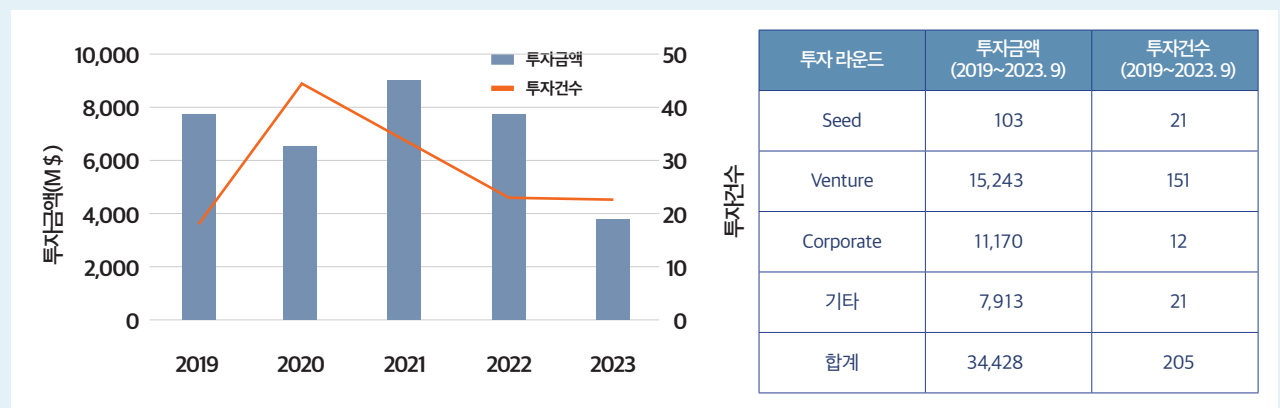
으며, 이 중 시드 라운드 투자, 벤처 라운드 투자(Series A~F), 기업 라운드 투자가 각각 0.3%, 44.3%, 23.0%를 차지한다.

* 시드 라운드(Seed round)란 극초기 단계의 스타트업이 아이디어를 기반으로 제품의 프로토타입 등을 생산하는 단계에서 진행되는 투자로, 일반적으로 \$2백만 이하의 투자를 일컫었으나 최근에는 이보다 규모가 큰 투자가 자주 진행됨

* 벤처 라운드(Venture round)는 Series A, B, C 등으로 이어지는 투자 라운드로서, 일반적으로 Series A, B는 초기 단계의 스타트업 투자(약 \$1백만~30백만), Series C 이후의 단계는 사업을 확대하는 단계의 스타트업 투자(\$10백만 이상)를 의미

* 기업 라운드(Corporate round) 투자는 일반적으로 벤처캐피탈이 아닌 기업의 투자를 일컫으며, 종종 기업 간 파트너십 체결을 위한 투자를 의미하기도 함

[5개 완성차 업체의 연도별(좌), 투자 라운드별(우) 투자금액 및 투자건수]





에코프로메테리얼·출처:에코프로그룹

스타트업 투자의 큰 흐름

- ① 내·외부 자원의 결합을 통해 시너지 효과 창출이 기대되는 분야,
- ② 기존 사업영역에서 벗어나지만 앞으로 성장이 예상되는 분야

완성차 업체는 전기차, 자율주행 등 미래차 분야, 공정 자동화 및 효율 향상을 위한 투자를 활발하게 진행하고 있으며, 이를 통해 비교적 단기간 내 성과 달성 및 사업역량 확보를 기대할 수 있다. 공정 자동화 분야에 꾸준히 투자해오고 있는 Toyota는 `21년에는 전체 투자금액의 약 8.6%를 관련 분야에 투자하였으며, 최근 디지털트윈, 로봇 기술 등을 활용한 공정 자동화 및 효율 개선 기술을 공개하였다.

완성차사가 투자한 스타트업의 분야는 전통적인 모빌리티 산업에 국한되지 않고, 유망 비즈니스 기회를 선제적으로 확보하기 위한 목적으로 우주·항공, 로보틱스, 에너지, 식품 등 다양한 영역을 망라Toyota는 세포 기반 배양육 기업 Vow, BMW는 탄소포집을 통한 친환경 대체 연료 기업 Prometheus Fuels, GM은 여러 개의 터빈을 이용한 해상 풍력발전기 기업 Wind Catching Systems에 투자하는 등 완성차사는 현재 단계에서 모빌리티와 직접적 연관성이 낮은 것으로 판단되는 분야에도 투자하고 있다.

완성차 업체별 투자 내용, 업체의 전략 분야 및 사업모델 등을 일부 유추해볼 수 있어

GM은 Cruise에 대한 투자를 중심으로 자율주행 분야에 대한 투자 비중(59%)이 타 완성차 업체에 비해 높게 나타난다. 자율주행 관련 인프라 구축 및 활성화를 위해 빅데이터 수집·분석(Wejo,

INRIX), 보안 관리(Silverfort, Keyfactor) 외에도 재난·안전 관리 분야(RapidDeploy)에 대해서도 투자 중이다.

Toyota는 수소, 항공·우주, 농업, 선박, 탄소저감 등 상대적으로 다양한 분야에 대해 투자하고 있으며 친환경 수소 생산 기술(Ecoelectro), 수소연료전지 항공기(Universal Hydrogen) 등 광범위한 수소 관련 투자와 농기계(Agtonomy, Burro), 선박(Sea Machines Robotics) 자율주행 스타트업 등에 대한 투자를 통해 수소 및 자율주행 산업의 확대를 추진 중이다. 또 탄소저감 기술과 관련하여 타 업체는 친환경 소재 개발 및 소재 재활용 등에 집중한 반면, Toyota는 탄소 측정(Yard Stick) 및 포집·저장·활용(Living Carbon, Brilliant Planet, Air Company) 기술, 탄소배출 거래 플랫폼(Nori) 등 탄소저감 관련 투자를 다방면으로 진행 중이다.

BMW, Geely는 친환경 부품·소재 개발 및 공급망 관리, 순환경제 관련 분야에 대한 투자가 두드러지는데 BMW는 AI(Alitheon, Verusen) 및 블록체인(Vendia)를 활용한 부품 식별·추적 및 공급망 관리, 친환경·저탄소 소재 개발(Natural Fiber Welding, Bcomp), 소재 재활용(Cyclic Materials), 제품 개발 플랫폼(Synera, Xometry) 관련 투자가 `19년~`23.9월 전체 투자금액의 약 15%를 차지하며 Geely는 친환경 소재 개발(Niron Magnetics, Bcomp), 블록체인 기반 부품 이력 추적 및 순환경제 지원(Circular) 스타트업에 전체 투자금액의 약 5.4%를 투자했다.

VW은 분석기간 중 투자금액의 대부분을 자율주행(26.4%), 전기차(64.7%) 관련 개발 기업에 투자한 것으로 나타났다. VW는 `19년부터 친환경적인 배터리를 생산하는 Northvolt에 대해 대규모 투자를 지속하고 있으며, Northvolt에 대한 투자비중이 전체 전기차 관련 투자금액의 약 87%에 달한다.



새만금국가산업단지 전구체공장 부지 : 출처 LG화학

최근 완성차 업계 투자변화 승차공유 등 모빌리티 서비스 분야 대신 전기차 및 공정 자동화 관련 분야에 투자 집중

2020년 이후부터 승차공유·셔틀 서비스 등에 대한 투자는 감소하고, 배터리 개발 및 광물 생산·가공, 등 전기차 관련 투자와 공정 자동화 관련 투자는 증가 추세를 보인다. 승차 공유·셔틀 등 모빌리티 서비스의 성장가능성을 높게 평가해왔던 완성차 업계는 2019년 이후 관련 투자를 축소하는 경향*, Uber 등이 시장지배력을 확보한 상황에서 더 이상 투자효율을 기대하기 어려운 상황이기 때문이다. 반면 전기차 배터리 및 전동화 부품 개발, 핵심 광물 생산·가공 등 전기차 분야에 대한 투자 비중은 2019년 15.9%, 2020년 21.0%, 2021년 40.7%, 2022년 27.1%, 2023년 75.1%로 확대되는 경향을 보이면서, 각 업체는 전기차 산업의 선두를 차지하기 위해 전기차 분야에 대한 집중 투자를 운영 중이다. 또한 비용절감 등을 목적으로 제조 자동화 관련 로봇틱스, AI에 대한 투자도 확대되는 경향을 보이고 있는데 5개 완성차사의 투자금액 중 2020년에 0.5%를 차지한 반면, 2021년 1.6%, 2022년 2.8%이며 2023년 5.6%로 확대될 전망이다.

*5개 완성차 업체는 승차공유·셔틀 서비스 분야에 '19년 \$850백만을 투자하였으나, 2022년 이후에는 5개 기업 중 Toyota만이 승차공유 및 전기차 충전서비스를 함께 제공하는 Revel에 투자하였음

자율주행 기술 개발 분야에 대한 완성차 업계의 투자는 계속해서 진행되고는 있으나, '20년부터 전기차 및 공정 자동화 투자 비중이 확대되며 자율주행 관련 투자가 상대적으로 감소. 중·자율주행 부문에 대규모 투자를 지속하고 있는 GM을 제외한 4개 완성차사의 자율주행 부문 투자 비중은 '19년 49.3%, '20년 15.7%, '21년 14.6%, '22년 4.08%, '23년 1.3%로 하락 추세를 보이고 있다. 반면 GM은 Cruise를 비롯한 자율주행 분야에 막대한 투자를 지속하고 있다.

완성차 업체 모빌리티 생태계 확대 위해 다양한 분야에 투자

전기차 및 자율주행 시장 환경을 고려하여 투자 포트폴리오를 수정할 것으로 예상

현재 각 완성차 업체는 전기차 시장에서의 점유율 확대를 위해 전기차 관련 기술 개발을 통한 차량 품질 향상, 생산·공정 효율 제고를 기반으로 한 비용절감 등이 중요한 상황으로 기존에 투자 비중이 작지 않았던 자율주행, 모빌리티 서비스, 오토 커머스, 우주·항공 등에 대한 투자는 감소하고, 상대적으로 전기차, 공정 자동화 관련 분야에 대한 투자는 확대될 것으로 전망된다. 특히 배터리 및 전동화 기술 개발, 배터리 핵심소재 확보, 공정 효율향상을 위한 AI, SW 및 로보틱스 분야에 대한 투자는 '23년 하반기 및 '24년에는 더욱 확대될 것으로 전망된다. 한편 완성차 업계에 대한 탄소중립, 전과정평가(LCA) 요구·규제가 더욱 강화될 것으로 전망됨에 따라, 친환경 소재·부품의 개발 및 재활용·재사용, 순환경제를 위한 플랫폼 개발 등에 대한 투자 또한 확대될 것으로 예상된다.

한국자동차산업의 경쟁력, 한국자동차연구원이 함께 합니다! 한국자동차연구원 기술이전



한국자동차연구원은
핵심기술인 소재기술, 시스템기술, 부품기술과
보안기술인 평가환경구축기술, 검증 기술, 신뢰성 기술을
개발 및 전수하고 있습니다.

한국자동차연구원 기술이전 홈페이지 통해
더 많은 정보를 확인할 수 있으며,
기술이전 상담신청이나 기술이전 설명회 참가 신청 등
기술이전과 관련된 다양한 서비스를 제공하고 있습니다.

<https://tlo.katech.re.kr>



한국자동차연구원
우수기술 이전문의

담당자: 손민구 책임 Tel_041-559-3060 mgson@katech.re.kr
문환식 책임 Tel_041-559-3055 hsmun@katech.re.kr

기술이전이란 기업이 기존 사업확장 및 신사업 창출 등을 위해 필요한 기술을 KATECH으로부터 제공받아 자체 실시할 수 있도록 전수 받는 것입니다.

사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템 및 그 방법

본 발명에 따른 사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 방법은

- (a) 주행 이력 데이터를 이용하여 온보드 상태에서 전기차 배터리의 잔존 가치를 추정하는 단계와,
- (b) (a) 단계에서 분류되지 않은 잔여 배터리에 대해 온보드 상태에서의 간이 시험을 통해 배터리 잔존가치를 추정하는 단계 및
- (c) 배터리팩 탈거 후 정밀 시험을 통해 잔존가치를 측정하는 단계를 포함한다.

개발상태

- 성능평가 완료 후 시제품 제작 단계



우수성

- 온보드 상태에서의 배터리 가치 판단 및 등급 분류 체계를 제안함으로써 기존 전수 검사를 대체하고 분류/등급화에 소요되는 시간 및 비용을 최소화하는 효과가 있다.
- 배터리 재사용 관련 신시장 진출을 모색하는 중소/중견 기업의 개솔 개발 역량을 확보하고, 제품 개발 가이드라인을 제시하는 것이 가능한 효과가 있다.
- 신뢰도 높은 응용제품 개발을 가능케 하여 사용 후 배터리 산업의 활성화를 도모하는 것이 가능한 효과가 있다.

시장동향	활용분야
<ul style="list-style-type: none"> • 전 세계에서 내연기관차 배출가스 배출을 규제하고, 친환경 차 도입을 장려하고 있다. 탄소 배출을 줄이기 위한 각국의 노력은 전기차 판매량 증가로 이어지고 있는데, 사용 후 배터리 시장은 전기차 시장의 성장으로 인해 새롭게 등장한 시장이다. • 사용 후 배터리를 재사용/재제조하기 위해서는 사용 후 배터리의 상태를 정확히 분석할 필요가 있는데, 종래 기술에 따르면 제조 사별로 형태, 크기, 구성 물질들이 상이하여체계적으로 처리되고 있지 못한 한계가 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 사용 후 배터리의 잔존 수명 산출에 필요한 시간과 비용을 최소화하는 추정 방법 구현을 통한 대량의 재사용 배터리 처리 능력 확보와 이를 통한 재사용 산업의 경쟁력 제고 가능. • 사용 후 배터리의 단계별 잔존가치 판단을 거쳐등급화한 뒤, 성능에 따라 재사용, 재제조, 재활용이 가능하며, 재사용 응용 제품 실증을 통해 등급화기술의 정확성 및 타당성을 검증하여 다양한 애플리케이션으로 확대 적용 도모.

지식재산권 현황

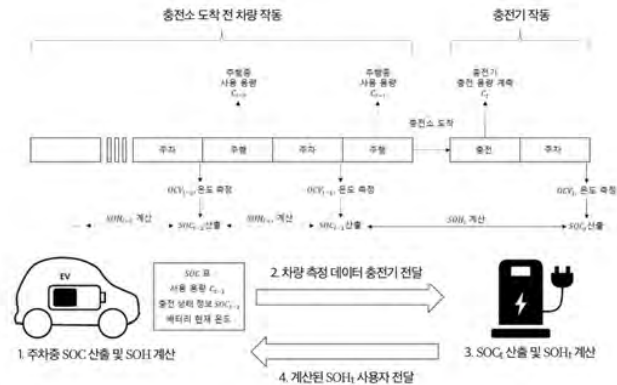
NO.	특허명	출원일	출원번호	등록번호
1	사용 후 배터리를 신속하게 분류하고 등급화하는 시스템 및 그방법	2022. 12. 28	10-2022-0186821	-

배터리 수명 예측 시스템 및 방법

전기차량에 탑재 상태에서 배터리 잔존 용량 상태, 온도, 전류 변화량에 따라 지속적으로 배터리 수명을 산출하며, 전자 충전 장치를 이용해 정확도를 향상시키는 방법임

개발상태

- 성능평가 완료 후 시제품 제작 단계



우수성

- 기존의 차량에서 배터리 분리 후 성능 시험하는 과정에 비해 작업 효율 및 시간 효율 증대 효과가 있음.
- 지속적 배터리 수명 모니터링을 진행하므로 중고차로 거래 시 배터리 모니터링 이력 데이터를 통한 과거 성능 기록 및 현재 상태 정보 확인이 가능하므로 효율적 거래가 가능함.

시장동향	활용분야
<ul style="list-style-type: none"> • 전기차 누적 보급대수는 2020년 8월 기준 12만 대, 2030까지 10만 대 분량이 누적될 전망이며 전기차 판매량 증가에 따른 폐배터리 발생량 증가가 예상됨. 체계적 관리 필요성이 증대됨에 따라 시장에서 고도의 배터리 상태 진단기술이 요구되고 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> • BaaS(Battery as a Service)모니터링 방법 • 전기 중고차 가격 책정 시 활용



지식재산권 현황

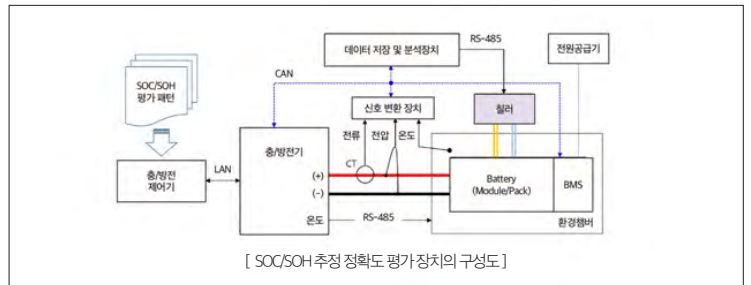
NO.	특허명	출원일	출원번호	등록번호
1	배터리의 수명 예측 시스템 및 방법	2022. 04. 14	10-2022-0046373	-

배터리의 SOC와 SOH 추정 정확도 평가 장치

BMS에 적용된 SOC와 SOH 추정 알고리즘의 정확도를 평가하는 장치로, 노화된 배터리를 설정 SOC에 세팅 후, 실제 친환경 자동차의 충전 및 운행 특성을 반영한 평가 패턴과 운행환경 온도가 고려된 상태에서 시험을 실시하여, BMS에서 추정된 SOC/SOH와 실제 배터리의 용량, 내부저항, 잔존용량 등을 통한 레퍼런스와의 차이로 SOC와 SOH의 추정 정확도를 평가하는 프로세스를 포함

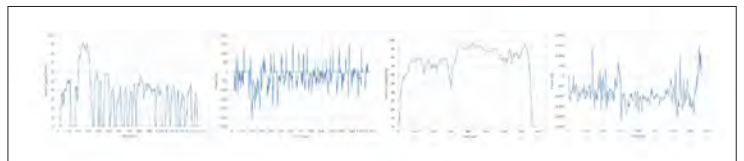
개발상태

- 기본 성능 검증 및 평가 완료



우수성

- 기존에 SOC/SOH를 평가하는 규격이 전무한 상태로, 본 특허를 통한 표준화된 평가 절차 수립 가능
- SOC/SOH 추정 정확도를 평가하는 패턴이 하나로 고정된 것이 아니라, 기존 다이내믹 드라이버 패턴 신규 패턴 실차 주행 패턴 등의 패턴과 실차 주행 온도까지 반영된 실차 수준의 평가 가능



시장동향	활용분야	SOC 추정 도표
<ul style="list-style-type: none"> • 전 세계 전기자동차 시장확대에 따라 BMS 시장도 동반성장기대 전 세계 자동차용 BMS 시장은 2017년 17억 354만 달러에서 평균 성장률 22.42% 증가하여, 2022년에 46억 8,461 만달러 전망 (TechNavio, Global Automotive BMS Market, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> • xEV 자동차용 BMS • 배터리를 저장 매체로 사용하는 ESS/철도/군용/ 건설기계용 BMS 	<p>[SOC 추정 정확도 평가 패턴 예시] [SOC 추정 결과 그래프 예시]</p>

지식재산권 현황

NO.	특허명	출원일	출원번호	등록번호
1	배터리의 SOC와 SOH 추정 정확도 평가장치	2022. 01. 24	10-2022-0010001	-

배터리 재활용산업 주요 키워드

Issue & Keyword

순환경제(Circular Economy)

제품을 사용 후 폐기하는 기존 선형경제(Linear Economy) 구조를 벗어나 자원을 지속해서 순환시키는 새로운 경제 체제를 의미한다. 순환경제는 자원을 최대한 오래 사용하면서 제품의 가치는 높이고 사용 종료 후 자원을 회수, 재사용을 의미하며 기존 폐기물을 단순히 재활용하는 활동뿐만 아니라 원료-설계-생산-유통-사용 등 제품 생애 주기에서 자원 효율성과 순환성을 극대화하는 것이 목표다. 이런 자원 순환구조를 만들어 폐기물로 인해 환경오염 방지, 온실가스 감축 및 기후변화에 대응할 수 있다.

순환경제를 위해서는 제품 생산을 넘어 자원 단계부터 기술적 주기와 생물학적 주기를 고려한 제품을 설계가 필요한데 이는 업사이클링(Upcycling) 영역으로 재료업체, 제조업체, 유통 및 리사이클링 업체의 통합적 참여가 필요하다

도시 광산(urban mine)

도시 광산이란 다양한 금속광물을 포함한 산업폐기물이나 제품 등 사회 전자 폐기물을 말한다. 이 같은 폐기물에서 기계적, 화학적 처리를 통해 금속을 회수하는 도시 광업의 개념까지도 포함하고 있다. 일반적으로 금속광물 자원은 지하에서 채취되나, 산업에 많이 사용되는 특정 금속들은 이미 채굴된 양이 많아 이를 재활용함으로써 공급량의 상당 부분을 해소할 수 있다.

2010년부터 유럽과 일본 등에서 도시 광산에 대한 제도적 접근이 있었으나 인프라의 부족, 까다로운 규제, 사회적 무관심으로 성장에 어려움이 있었다. 최근 기후 위기로 환경오염에 대한 경각심이 높아지고 탄소중립 등 각 정부의 친환경 정책이 강력하게 시행되면서 앞으로 도시 광산은 자동차 산업은 물론 산업 전반에 걸쳐 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

수산화리튬과 탄산리튬

배터리 제조에 활용되는 리튬 화합물의 종류는 크게 수산화리튬(LiOH)과 탄산리튬(Li₂CO₃)이 있다. 상업용 리튬은 보통 광산에서 채굴하거나 또는 염호에서 추출한다. 채굴이나 추출 과정을 통해 순수한 리튬을 얻으면 이후 용도에 맞게 화합물 형태로 가공하는 단계를 거치는데, 광산에서 채굴하는 경우 가열, 여과 등 가공을 통해 수산화리튬과 탄산리튬을 생산할 수 있다. 염호 추출은 염수를 증발시켜 탄산리튬을 생산하고, 그다음 탄산리튬을 가공, 변환하여 수산화리튬을 생산한다.

수산화리튬은 주로 고밀도, 고용량을 필요로 하는 전기차 배터리에 사용되며 일반적으로 니켈이 결합된 NCM, NCA 등의 삼원계 배터리로 구분된다. 탄산리튬은 주로 인산철을 양극재로 하는 소형 전기차용 LFP 배터리나 에너지 밀도가 다소 낮은 가전제품이나 IT 기기용 배터리 제조에 사용된다.

전구체(Precursor)

전구체의 사전적 정의는 전구물질 또는 선구물질이란 뜻으로 화학적으로 다른 화합물을 생성하는 화학반응에 참여하는 화합물이다. 리튬이온 배터리의 양극재는 리튬 산화물 코발트, 니켈, 망간 등의 여러 가지 금속을 조합해 제작하는데 이런 원료들을 섞은 화합물이 바로 전구체이고 리튬을 더해 만들어진다.

우리나라는 세계적인 배터리 강국이지만 전구체는 중국 의존도가 매우 높아 2018년 약 4,940톤이었던 수입량은 2022년 15만 3,441톤까지 늘었다. 특히 미국의 IRA 등 최근의 국제 동향은 자국 내 원료까지 규제하고 있어 우리나라의 수입 경쟁력을 확보하기 위해서는 전구체 생산능력 내재화가 꼭 필요하다.

순환자원 인정제도

우리나라는 폐기물관리법을 근거로 재활용 자원을 관리해 왔으나 폐기물관리법이 까다로운 인정조건과 복잡한 인정절차로 재활용 산업의 활성화에 도움이 되지 않으며 특히 세계적인 자원순환의 흐름에 맞춰 자원순환기본법에 의거해 순환자원 인정제도가 2018년 1월 1일부터 시행되었다.

재활용 자원이 순환자원으로 인정될 경우, 폐기물관리법에 따른 규제를 받지않게 되어 배출, 운반, 보관, 사용할 수 있고, 별다른 제한 없이 유상 판매도 가능하다. 따라서 기존 폐지와 폐금속이 주를 이뤘던 국내 재활용 시장은 재활용 재료의 넓히며 새로운 성장을 기대할 수 있다. 순환자원 인정제도의 상세 내용을 살펴보면 기존 시행령의 9개 세부 여건 외에 ①사람의 건강과 환경에 유해하지 않을 것, ②유상거래가 가능하고 방지될 우려가 없을 것이라는 2개의 요건만을 제시하고 있어 도입 효과가 클 것으로 기대한다.

탄소발자국(Carbon Footprint)

탄소발자국이란 제품 및 서비스의 원료 채취, 생산, 수송 및 유통, 사용, 폐기 등 전 과정에서 발생하는 온실가스 발생량을 이산화탄소 배출량으로 환산한 값으로 말한다.

영국의 식품회사인 워커스사는 2007년에 감자칩 한 봉지를 생산하는 전 과정에서 75g의 이산화탄소가 발생한다고 봉지에 표기했는데 영국 소비자들의 반응은 호의적이었다. 탄소발자국이 표시된 상품을 우선 구매하고, 탄소배출량이 적은 제품을 사서 지구환경보호에 자발적으로 동참하자 이를 탄소 라벨링 제도로 만들고 기업들이 동참하기 시작한 것이 탄소발자국 제도의 유래로 이후 탄소의 발생 자취를 밟는다는 의미에서 발자국 모양을 쓰면서 탄소발자국이라고 부르게 되었다

우리나라에서는 2009년부터 탄소성적표지제 라는 이름으로 시행되었고 1단계: 탄소배출량 인증, 2단계: 저탄소제품 인증, 3단계: 탄소중립 제품 인증 총 3단계의 인증 체계를 갖고 있다. 아직까지 탄소성적표지제도는 법적으로 강제하는 인증제도가 아니라 기업이 자발적 참여하는 임의 인증제도이지만 탄소중립 2050을 목표로 제도 확대를 예상할 수 있다.

LCA(Life Cycle Assessment)

탄소발자국에 대한 평가는 전 생애주기 평가(LCA, Life Cycle Assessments)를 말한다. LCA 평가란 제품 또는 시스템의 전과정에 걸친 투입물과 배출물을 정량화하고 이와 관련된 잠재적 환경 영향을 총체적으로 평가하는 환경 영향평가 기법으로 생애적 관점에서 원재료(Raw material) 채취, 가공 수송 과정과 제품 제조과정 그리고 유통, 사용, 그리고 폐기에 이르는 전과정에 걸쳐 환경에 미치는 영향을 분석하고 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 설계를 의미하기도 한다.

LCA에서는 대기 배출물, 수계 배출물, 토양 배출물과 폐기물을 고려, 환경에 미치는 잠재적 영향 평가와 인간의 건강, 생태학적 영향까지 포함하고 있다. 기업의 입장에서 LCA 평가는 탄소중립을 위한 프로세스 최적화를 위한 도구로서 활용될 수 있다. 제품이나 시스템의 라이프사이클 전반에 걸쳐 에너지 요구사항, 원자재 소비, 대기, 물, 토양 및 폐기물로의 배출을 분석해 이를 데이터화하여 탄소중립을 달성을 기대할 수 있다.



삼성SDI의 P6 배터리 : 출처_조선일보

완전자율주행 상용화 지연 배경과 업계의 대응 방안은?

한국자동차연구원 모빌리티 인사이트

□커버스토리소개

완전자율주행 상용화 지연 배경과 업계의 대응 방안은?

자율주행 레벨 3 상용화 이미 진행 중
자율주행 레벨 4 상용화 기준 모빌리티 서비스로 볼 것인가?
완전자율주행 레벨 5 아직 불확실

한국자동차연구원이 주관한 이번 좌담회는 장정아 좌장(아주대학교 교수), 권형근(현대자동차 R&D품질강화추진위원), 임기택(한국전자기술연구원 센터장), 손준우(소넷의 의장), 유시복(한국자동차연구원 부부장) 5명의 산학연 전문가들이 보여 자율주행 레벨별 시장과 기술 현황과 트렌드를 두고 토론했다.

자율주행 레벨 3 기존 자동차 시장과 달라, 상품성을 높여야 한다.

권형근 현대자동차 R&D품질강화추진위원

레벨 2와 달리 자율주행 레벨 3부터는 운전자와 제조사의 책임이 공존하는 새로운 시장이다. 자동차의 기계적 결함만 책임졌던 완성차 기업과 산업계는 운행에 대한 책임까지 가져가야 하는 새로운 시장으로 신중하게 접근하되 해외에서 양산이 시작된 만큼 시장의 눈높이에 맞춰 상품성을 높여야 한다.



자율주행 단계별 서비스, 탑-다운(Top-down)방식 취해야

임기택 한국전자기술연구원 센터장

우리는 아직도 C-ITS, 자율주행을 포함한 서비스 레벨화가 정해지지 않았다. 일반 자동차부터 레벨 2, 레벨 3, 레벨 4, 레벨 5를 위한 우리나라에 특화된 서비스를 레벨별로 정의하고 서비스 제공을 위해 필요한 플랫폼, 아키텍처, 통신, 도로 인프라에 필요한 하드웨어는 서비스 지향적으로 가장 적합한 방식에 맞춰 진행해야 한다.



자율주행 레벨 4 상용화, 로보택시 무인 서비스가 기준

손준우 소넷의 의장

샌프란시스코의 로보택시 24시간 운행 허가는 자율주행 시장에서 큰 의미를 갖는다. 개인적으로는 로보택시 무인서비스를 자율주행 레벨 4의 상용화라고 본다. 자율주행 레벨 4 자동차는 일반 소비자 판매가 아닌 운수회사가 판매 대상이고 운수회사의 레벨 4 기준에 맞는 무인 자율주행 서비스 제공이 자율주행 레벨 4 기술 상용화라고 보는 것이 합리적이다.



산업적 가치 높은 자율주행 레벨 4 상용화개발 필요해

유시복 한국자동차연구원 부부장

자율주행 레벨 4의 상용화 시점은 서비스와 자동차라는 관점에 따라 크게 달라질 것으로 산업계는 자율주행 레벨 4 기술의 경제적 효과에 집중할 수밖에 없다. 경제적 효과로 본다면 모빌리티 서비스가 미치는 영향은 레벨 4 상용화보다 제한적일 것으로 보인다. 시장의 활성화에 상관없이 레벨 4 상용화를 위한 기술 개발은 자동차 산업의 경쟁력 확보를 위해서도 필요하다.



완전자율주행에 대한 회의론, 자동차 산업에 긍정의 힘 돼야

장정아 좌장 아주대학교 교수

완전자율주행에 대한 최근의 흐름은 기대가 실망으로 바뀌는 상황에서 나오는 의견들로 동시에 긍정의 힘이 될 수 있는 문제의식이다. 모빌리티 시대를 맞아 자동차 산업이 사회 전반에 미치는 영향은 더 높이고 영향의 영역은 다양한 사업 분야로 확대되고 있는 만큼 자율주행분야 기술개발에 적극적으로 투자하면서 동시에 시장 접근은 분명한 상품성을 가질 수 있도록 냉정한 판단과 올바른 선택이 필요하다.



MOBILITY INSIGHT

2023 08월호

Review

스페셜컬럼

2023 자율주행 로드맵의 변화와 대응전략

정구민 국민대학교 전자공학부 교수

자율주행 시장은 당분간 현실적인 자율주행 진화에 노력할 것으로 예상되고 주요 자동차사의 자율주행 플랫폼의 안정화는 앞으로 자율주행 패러다임을 크게 바꾸게 된다. 2023 기술적인 방향성은 크게 다섯 가지로 자율주행 전기전자 SW플랫폼 상용화 노력, 레벨 4 자율주행 진화를 위한 준비 및 다양한 자율주행 차량 설계, 라이다 센서의 대량 양산 시작 및 4D 이미징 레이더 확산, 도심 자율주행을 위한 노력, 자율주행 서비스를 위한 준비로 분류할 수 있다.



□ 테크리뷰

자율주행의 눈, 자율주행 인지센서 개발현황 및 향후 전망

노형주 한국자동차연구원 반도체·센서기술부문 실장

자율주행서비스 시범운영 등에 따른 인명사고 발생 등 자율주행에 대한 불안전성과 문제점이 대두되고 있다. 자율주행자동차의 주행안전도 향상 및 신뢰도 확보를 위해서는 기존 인지센서의 성능고도화와 한계성능 극복 및 전천후 활용이 가능한 새로운 형태의 인지센서분야에 대한 과감한 투자 및 신사업 발굴 등 개발지원을 통해 글로벌 경쟁력 확보가 가능한 산업생태계 조성이 이뤄질 수 있길 기대한다.



□ 정책동향

자율주행자동차 관련 국내외 정책 동향

정광복 자율주행기술개발혁신사업단 사무국장

우리나라는 지난 2019년 12월 '자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙' 개정 이후 최근에는 레벨 4와 기술도입과 관련된 규정을 심사 중에 있다. 일본은 도로운송차량법을 통해 레벨4 수준의 특정자동차운행의 정의, 허가기준, 관련 업무종사자 등에 대한 내용을 2023년부터 시행 중이고 독일은 2021년 도로교통법 및 자동차의무보험법 개정안이 독일 연방 상원을 통과하면서 세계 최초로 무인자율주행차 상용화를 위한 제도적 기반을 마련했다.



□ 생생 인터뷰

미래차 트랜스포머 SDV 글로벌 TOP3 SW 플랫폼 도전

황도연 오비고 대표이사

자동차의 소프트웨어화 가속화로 차량용 소프트웨어 플랫폼 시장의 새로운 성장 동력을 기대하기 충분하다. 기술적으로 보면 브라우저, 앱, 앱 스토어에서 클라우드로 옮겨가 서비스는 모두 API를 통해 제공될 것으로 오비고는 API게이트웨이 기술을 집중 개발하고 서드파티에 있는 정보들을 모아서 차에 제공해 주는 모빌리티 서비스 플랫폼 전문기업으로 성장할 것이다.



□ 트렌드리뷰

완전 자율주행, 과연 가능할까?

박홍준 모터그래프 기자

웨이모, 크루즈 등 자율주행 로보택시들의 사고 이어서 자율주행이 아직 완성형이라고 보기에는 힘든 상황으로 최근 자동차 회사들은 자율주행 대신 당장의 주행 보조 시스템을 고도화하는 데 집중하고 있으며 정책 역시 레벨 3 자율주행 정책이 안착한 나라는 독일과 일본뿐이다. 자율주행에 필요한 SW 인력 부족도 심각하지만 자율주행에 대한 모든 조건이 갖춰졌다고 해도 '윤리의 벽을 넘어야 하는 만큼 완전 자율주행 가능성은 아직 미지수로 보인다.



한국의 성공이 발레오의 성장, 발레오 모빌리티코리아의 비전과 성장

김민규 발레오모빌리티코리아 대표이사

창립 100주년을 맞은 발레오는 혁신의 리더십을 선점하며 시장 흐름을 리딩하는 기업으로 효율적인 포지셔닝에 성공해 왔다. 코로나 이후 글로벌 시장의 변화 Local to local, 로컬라이제이션 가속화로 지역화되는 자동차 산업에서 우리만의 경쟁력을 육성하는데 발레오는 브릿지 역할에 충실하며 한국기업으로 성장할 것이다.

모빌리티 인사이트는 자동차 산업 전환기에 필요한 시의적절한 정보 제공을 위해 매호 주요 산업 이슈를 선정, 심도 있는 정보를 제공함으로써 우리 산업계를 비롯 국내 자동차 산업에 필요한 인사이트를 제공하고자 한다.





모빌리티 인사이트 독자 후기 설문 참여해주세요!

격월간 <모빌리티 인사이트>는 미래 모빌리티 핵심기술 개발 이외에도 정책 연구와 기업 지원 등을 확대하여 우리 자동차산업이 급변하는 산업 패러다임의 변화에 선제적으로 대응할 수 있는 기반을 마련하기 위한 자동차산업 정보지입니다. 모빌리티인사이트는 한국자동차연구원 홈페이지(www.katech.re.kr)를 통해서도 보실 수 있습니다.

모빌리티 인사이트에서는 독자 설문 이벤트를 통해 참여해 주신 독자 30명을 선정하여 <모빌리티 인사이트>에서 준비한 소중한 선물의 드립니다. 독자 여러분의 다양하고 솔직한 의견이 발전에 큰 힘이 됩니다. 많은 참여 부탁드립니다.

- 참여 기간 : 2023년 11월 10일 부터 ~ 12월 22일까지
- 참여 방법 : 온라인 설문
- 참여 대상 : 모빌리티 인사이트 독자 누구나
- 당첨자 선정 및 발표 : 무작위 랜덤 추첨, 당첨자 개별 공지 예정 (경품은 12월 27일 일괄 발송 예정/ 관련문의 02-2661-6786)
- 응모 방법 : 1. 우측 상단의 QR코드를 이용해 모빌리티인사이트 독자 설문 이벤트 접속 (온라인 : <https://url.kr/rc2trmv>)
2. 간단한 개인정보 입력(경품배송정보로 활용)
3. 설문조사 문항을 읽고 설문 작성



설문 문항



1. 자동차 관련 정보나 지식을 주로 어디서 습득하십니까? (중복 선택 가능)
 - 온라인 뉴스
 - 자동차 전문 매거진
 - 기타(카페/블로그 등)
 - 컨퍼런스 세미나 등 행사 참석
 - 주변 자동차 업계 지인
2. 미래 모빌리티 산업으로의 패러다임 전환에 따라 본인이 평소 가장 관심을 갖는 분야를 선택 바랍니다 (중복 선택 가능)
 - 자율주행
 - 도심형 항공모빌리티(UAM)
 - 기타
 - 친환경 차량(전기차, 수소차 등)
 - 컨넥티비티 & 인포테인먼트
3. 한국자동차연구원이 출간하는 [모빌리티 인사이트]는 구독자에게 원내 R&D 기술에 대한 다양한 정보를 제공하고자 노력하고 있습니다. 내용 습득에 있어, 이해도 수준은 어떻게 생각하십니까?
 - 이해가 잘 된다
 - 어려운 내용이 많아 이해하기 어렵다
 - 보통이다
 - 기타
4. [모빌리티 인사이트]가 자동차 산업의 방향을 제시하는데 있어 유용한 정보 채널이 될 것이라고 생각하십니까?
 - 매우 그렇다
 - 아니다
 - 그렇다
 - 기타
 - 보통이다
5. [모빌리티 인사이트]에 추가적으로 바라는 점을 자유롭게 작성 부탁드립니다.

모빌리티인사이트 08월호 독자의견

정동일님

자동차 산업의 발전을 위하여 국내뿐만 아니라 해외로 도약하기 위해 내연기관에서 전차로 전환되는 환경에서 어떤 부분이 구체적으로 변화해야 하는지 기술해주시면 좋을 것 같습니다.

유수재님

자동차산업이 나아가야 할 방향과 정보에 대해서도 앞으로도 알찬 소식 기대 부탁드립니다.

류종현님

금번호는 자율주행차량위주의 내용이 많은데, 자동차의 다양한 분야에 대해 다뤘으면 좋겠다.

김재원님

종합적인 트렌드를 깊이 있게 다루고 있어 매우 유용하다.

강혜빈님

자율주행자동차의 동향이나 국외 사례를 분석해주셔서 이해가 쉬웠습니다. 기술동향이나 배경을 자세히 다뤄주셔서 관련 과제나 실험방향을 상세히 계획 할 수 있었습니다.

대한민국 기술혁신이 시작되고 뻗어나가는 곳,
혁신의 플랫폼 KIAT가 우리 산학연을 응원합니다.


우리가 산업기술 강국이 되기까지 걸어온 길에는
많은 기업, 대학, 연구소의 땀이 스며 있습니다.

기술혁신을 위한 산학연의 노력이 더 나은 삶으로 이어지도록
한국산업기술진흥원이 뒷받침하겠습니다.



KIAT

한국산업기술진흥원



국내 자동차 산업의
지속적인 혁신과
성장 동력 발굴을 위한
미래기술 개발 역량 강화에
앞장서겠습니다.
한국자동차연구원



모빌리티 인사이트 10월호

www.katech.re.kr

발행인 : 나승식

발행처 : 한국자동차연구원

충청남도 천안시 동남구 풍세면 풍세로 303

TEL_041.559.3114 / FAX_041.559.3068

편집/디자인 : 브랜드캐스트(주) TEL_02.2661.6786

※ 본 「모빌리티 인사이트」에 실린 보고서는 연구진이나 집필자의 개인적인 견해이므로 한국자동차연구원의 공식적인 의견이 아님을 말씀드립니다.

Copyright(c) 2023 KATECH(Korea Automotive Technology Institute) All right reserved.