



Secondary battery 2차 전지의 성능 향상 위한 신소재 연구

강용묵 교수(신소재공학부, 융합대학원)

IT 기술과 친환경은 4차 산업혁명 시대를 특징 짓는 두 가지 키워드다. 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI) 같은 첨단 기술이 빠르게 일상 속으로 스며들고 있고, 탄소 발생의 주범으로 꼽혔던 내연기관 자동차는 전기차로의 대체가 급속히 진행 중이다. 이 변화의 중심에는 2차 전지가 있다. 강용묵 교수가 이끄는 ‘에너지 저장 전환 소재 연구실’은 2차 전지의 성능을 획기적으로 향상시킬 소재 개발을 선도하고 있다.

전지는 한번 사용하고 버리는 1차 전지와 재충전해서 다시 사용하는 2차 전지로 나뉜다. 1차 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 변환시킬 수는 있지만 전기 에너지를 화학 에너지로 시키지는 못한다. 즉, 재충전이 불가능하다. 반면 2차 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 방출할 수 있고, 방전된 상태에서 전기 에너지를 공급하면 이를 다시 화학 에너지의 형태로 저장한다.

휴대폰, 노트북, 태블릿 등의 사용이 일반화되면서 이미 우리 일상에 깊숙이 들어와 있던 2차 전지는 전기자동차 시장의 확대와 함께 그 역할이 더욱 커졌다. 신재생 에너지 저장 장치로서도 각광받고 있다.

“화석 연료에서 전기를 얻고 있는 지금은 언제든 원할 때 발전(發電)이 가능하지만, 태양광·수력·풍력 같은 신재생

에너지들은 자연 조건이 따라 주어야 합니다. 그런데 앞으로 에너지는 이 방향으로 갈 것이기 때문에 잉여 에너지를 모으다가 필요할 때 꺼내 쓰는 ‘저장’이 무척 중요한 문제가 된 것이죠. 얼마 전 미국 텍사스에서 대규모 정전 사태가 발생한 적이 있었습니다. 그 이후 테슬라에 에너지 저장 시스템 주문이 엄청나게 들어왔다고 해요. ‘유희 에너지 활용’은 에너지 저장의 핵심 기술입니다.”

강용묵 교수는 “2차 전지는 일종의 저장 용기”라며, “결국 같은 크기의 그릇 안에 최대한 많은 양의 에너지를 담을 수 있도록 성능을 높이는 것이 주요 과제”라고 말했다. 그 한 축을 담당하는 것이 바로 현재 강용묵 교수 연구팀이 진행하고 있는 신소재 개발이다.

이와 관련해 그는 지난해 매우 의미있는 성과를 거두었다.

미국 LBNL(Lawrence Berkeley National Lab) 연구팀과 공동으로 전기자동차용 리튬 2차 전지의 양극 소재로 사용되는 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ (이하 NCM)에서 세계 최초로 음이온 산화·환원 현상을 발견한 것. 향후 NCM 소재의 성능과 안정성을 동시에 향상시킬 수 있는 토대를 마련했다는 평가를 받은 이 연구 결과는 2020년 2월 세계적인 학술지 <Angewandte Chemie International Edition>에 게재됐다.

기초적인 연구에서부터 상용화 기술까지 폭넓은 연구

휴대용 전원 및 전기자동차(EV), 에너지저장시스템(ESS) 등에 사용되는 리튬 이차전지의 성능은 양극, 음극, 전해질, 분리막 등 4대 핵심 소재의 특성에 의해 결정된다. 강 교수는 “제일 중요한 것이 양극·음극이고, 분리막과 전해질은 이 두 극이 잘 작동하도록 도와주는 역할”이라고 한다.

“양극·음극이 셀의 전압과 각각의 용량을 좌우합니다. 이들의 g당 전류량과 전압차의 곱에 의해 에너지밀도가 결정되는 것이죠. 따라서 에너지 밀도를 증가시키려면 양극·음극 소재의 용량을 늘리거나, 양극과 음극 소재의 전압 차를 높여야 합니다.”

또, 다른 솔루션은 기존 리튬이온전지에 공기를 활용한 새로운 형태의 전지를 개발하는 것이다. ‘리튬공기전지’는 양극 소재가 없이, ‘공기극’이라고 불리는 비어 있는 공간이 만들어진다. 기존 리튬이온전지가 전자와 리튬이온의 이동에 의해서 전기 화학 반응이 일어난다면, 리튬공기전지는 그 빈 공간에서 리튬 이온과 전자, 산소가 반응을 일으키는데 무려 세 배나 에너지 효율이 커진다고 한다.

“현재 소재 연구는 꽤 많이 진행된 상태입니다. 저희가 하는 연구는 완전히 기초과학적인 것도 있고, 기업에서 하는 상용화에 가까운 것들도 있습니다. 보통 대학에서의 연구는 기초과학과 상용화 중간 즈음, 애매한 지점에 자리잡고 있는 경우들이 많은데 저희는 그걸 지양하려고 합니다. 아주 근본적인 연구에서 얻은 인사이트를 가지고, 굉장히

상용화된 기술을 만들려고 해요. 또한 저희가 가진 기초과학 분야 연구를 의미 있는 특허로 만들어 우리나라 기업들이 세계 시장을 선도하는데 실질적인 도움을 주고 싶습니다.”

KAIST에서 신소재 공학을 전공한 그는 동국대 교수를 거쳐 2019년 고려대에 부임했다. 2차 전지 소재 분야에서 그가 거둔 연구 성과들을 인정받아 지난해 한국 차세대 과학기술한림원(Y-KAST) 회원이 되었다.

그가 이끄는 ‘에너지 저장 전환 소재 연구실’에는 25명의 연구원이 있다. 이곳에서는 소재 분석, 소재 특성 예측 시뮬레이션, 전기화학적 성능 검사 등 다각적인 연구가 이루어진다. 화학·화공학·물리학·신소재공학 등 다양한 전공의 연구원이 모여 융합연구를 진행하고 있다. 최근 가장 떠오르고 있는 분야인 만큼 기업들과의 협업도 많다. 성능과 효율성 면에서 기존의 기술을 뛰어넘기 위해 열정적으로 소재 개발에 매진하고 있는 강용묵 교수와 연구원들은, 2차 전지 시장에서 중국·일본과 각축전을 벌이고 있는 우리나라 기업들에게 더없이 든든한 지원군이다. 🌱

