

# 탄소중립정책과 차세대 배터리용 양극소재 기술개발전망

김기출\*

\*목원대학교 지능정보융합학과

e-mail: kckim30@mokwon.ac.kr

## Carbon-Neutral Policy and Technology Development Prospect of Cathode Materials for Next Generation Battery

Ki-Chul Kim\*

\*Dept. of Intelligent Information Convergence, Mokwon University

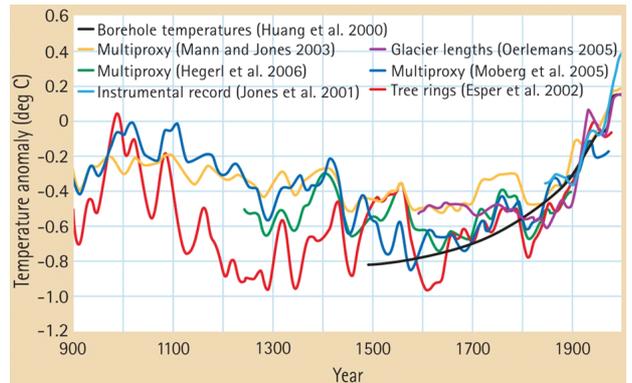
### 요약

본 논문에서는 지구의 평균기온과 인류의 활동에 의한 이산화탄소 배출량의 증가 및 이에 따른 지구온난화 문제를 고찰한다. 또한 지구의 온난화 문제를 해결하기 위한 탄소중립정책을 성공적으로 추진하기 위해서 필요한 차세대 배터리 산업의 기술개발 동향을 고찰한다. 특히 배터리 양극소재의 공급망 문제를 고려하여 차세대 배터리용 양극소재의 기술개발을 전망하고자 한다. 연구결과 2030년까지 글로벌 이차전지는 삼원계의 NCM811 및 NCM900 양극소재 배터리가 주도할 것이며, 전기용량은 낮지만 안전성이 뛰어난 리튬이산화철(LFP) 양극소재가 적용된 배터리도 시장 점유율을 확대할 것이다. 또한 새로운 형태의 차세대 리튬이온배터리의 시장점유율은 2030년대부터 중요해지기 시작하여 2040년에는 약 39%의 시장점유율을 차지할 것으로 전망된다.

### 1. 지구의 기후 변화

기상청 발표 자료에 의하면 2024년 여름은 가장 무더운 날씨를 나타내어 관측기록 이래, 가장 긴 열대야(당일 18:01~익일 09:00까지 밤 최저 기온이 25℃ 이상인 날)를 나타내었다. 서울지역을 기준으로 2024년 7월 21일에 열대야가 시작되어 8월 23일까지 34일 동안 이어졌다. 2023년 10일, 2022년 14일, 2021년 13일, 2020년 5일, 2019년에 4일이었던 것과 비교하면 2024년의 34일간 이어진 열대야는 이례적이었다. 그동안 열대야가 지속된 최장 기록이었던 2018년의 26일보다 무려 8일이 긴 열대야가 지속되었다[1].

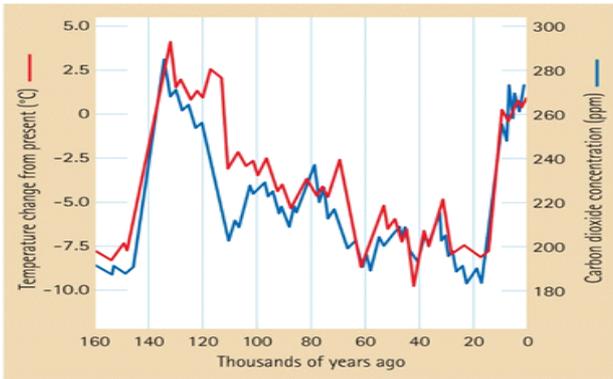
그림 1에는 1951년~1980년의 평균온도와 비교하여 여러 연구팀에 의해서 보고된 지난 1,100년 동안 지구 북반구의 평균 표면온도의 변화를 나타내었다. 시추공 온도(검은색), 빙하의 길이(보라색), 나무 나이테(주황색) 연구 모두 산업혁명 이후에 지속적으로 지구의 평균 온도가 증가하는 것으로 나타났다. 그림 2에는 산업혁명 이후 이산화탄소의 배출량 변화를 나타내었다. 인류의 활동에 의한 이산화탄소 배출량이 1950년대 이후 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 그림 3에서 볼 수 있는 것처럼 이산화탄소의 농도와 지구의 평균온도가 밀접하게 관계되어 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 2024년의 기록적인 폭염과 열대야는 지구온실가스 증가에 의한 지구온난화의 영향인 것으로 추정할 수 있다.



[그림 1] 서로 다른 연구팀(선의 색으로 구분)에서 보고된 지구 북반구의 과거 표면 온도의 변화[2]



[그림 2] 산업혁명 이후 지구 대기 중 이산화탄소 배출량의 변화(단위, 10억톤/년)[3]



[그림 3] 이산화탄소 농도와 지구의 평균 온도와의 관계(온도는 현재 온도와 상대적 차이를 나타냄)[3]

## 2. 탄소중립정책과 이차전지 시장동향

탄소중립이란 대기 중 온실가스 농도가 인간 활동에 의해 더 증가되지 않도록 순배출량이 0이 되도록 하는 것으로 ‘넷제로(Net-Zero)’라고도 부른다. 특정 기간에 인간 활동에 의한 온실가스 배출량이 전 지구적 흡수량과 균형을 이룰 때 탄소중립이 달성된다[4].

지구온난화가 심각해짐에 따라 세계 각국은 2015년 12월 ‘파리기후협정’을 채택하고 2050년까지 탄소중립을 달성하기로 국제적으로 협약하였다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 온실가스 배출이 많은 전력생산 및 수송 분야에서 에너지 전환이 필요하다. 특히 내연기관의 자동차에서 전동화 자동차로의 전환이 필요하다[5].

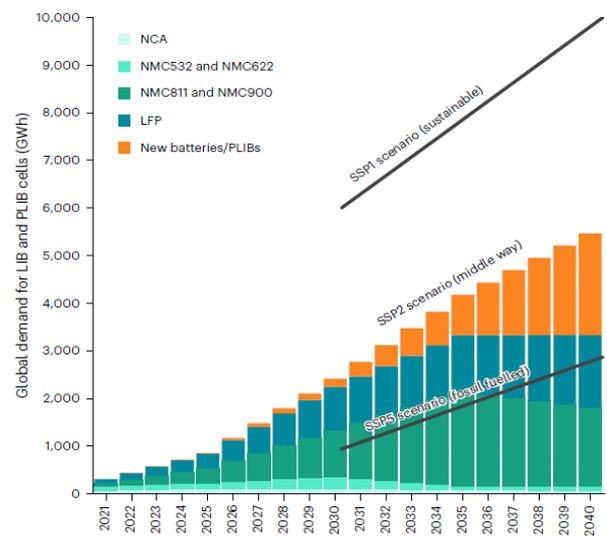
world economic forum은 2030년까지 글로벌 배터리 수요는 2.6 TWh에 이를 것으로 전망하고 있다[5]. 특히 에너지 밀도는 낮지만 저가이면서 셀 안전성이 뛰어난 리튬인산철(LFP, lithium-iron-phosphate) 배터리는 태양광 발전과 풍력 발전에 필수적인 대용량 에너지 저장 시스템(ESS, Energy Storage System)이 확대됨에 따라 점점 중요해질 것이다. 하지만 그림 4에서 볼 수 있는 것처럼, 2030년대 중반까지 리튬이온 배터리는 에너지 밀도가 높은 삼원계 양극소재 NCM(nickel-cobalt-manganese)811 및 NCM900이 적용된 배터리가 주도할 것으로 예상된다. 또한 2030년대부터 새로운 형태의 차세대 리튬이온전지(PLIB, post lithium-ion battery)의 시장점유율은 중요해지기 시작하여 2040년에는 약 39%의 시장점유율을 나타낼 것으로 전망된다[5].

## 3. 차세대 배터리 기술개발 및 양극소재 기술개발전망

1991년 SONY에 의해서 최초로 상용화된 리튬이온전지는 층상구조를 갖는 LCO(lithium-cobalt-oxide) 양극재를 채택하였고, LCO 양극소재는 140 mAh/g 정도의 실제 비전기용량이 가능하였다. 하지만 전기자동차 산업분야에서는 보다

높은 비전기용량이 가능하며, 저렴한 양극소재의 개발을 요구하였고, 3원계의 NCM 양극소재가 개발되었다. 특히 고가의 Co의 비중을 낮추고 Ni의 함량을 증가시켜 비전기용량을 향상시킬 수 있는 양극소재가 개발되었다. 보다 구체적으로는 Ni, Co, Mn의 비율에 따라 NCM111(160-170 mAh/g), NCM622(180 mAh/g), NCM811(200 mAh/g), NCM900(220 mAh/g) 양극소재가 개발되었고, NCM 계열의 양극소재 배터리가 향후 리튬이온전지 시장을 주도할 것으로 전망된다.

지구의 부존자원은 한정적이다. 탄소중립정책을 세계 각국이 적극적으로 추진할수록 글로벌 배터리 수요는 더욱 증가하게 될 것이며, Ni, Co 등의 전이금속의 매장량으로 글로벌 배터리 수요를 충족시킬 수 없는 상황에 직면하게 된다. 따라서 PLIB는 이러한 배터리의 양극소재 공급망 문제를 해결할 수 있는 방향으로 기술개발이 진행될 것으로 전망된다.



[그림 4] 리튬이온전지(LIB)와 차세대 리튬이온전지(PLIB)의 글로벌 수요와 개발 전망[5]

## 참고문헌

- [1] 기상청 기상자료개방포털 <https://data.kma.go.kr/climate/tropicalNight/selectTropicalNightChart.do>
- [2] Hewitt외, 융합자연과학개론(제2판), 자유아카데미, 2016, p.612
- [3] Hewitt외, 융합자연과학개론(제2판), 자유아카데미, 2016, p.617
- [4] 탄소중립녹색성장위원회 홈페이지 <https://www.2050cnc.go.kr/base/contents/view?contentsNo=9&menuLevel=2&menuNo=11>
- [5] F. Degen외, “Energy consumption of current and future production of lithium-ion and post lithium-ion battery cells”, Nature Energy, Vol. 8, pp.1284-1295, 2023. <https://www.nature.com/articles/s41560-023-01355-z>