

2023.03 Aalto EMBA

Responding to EU Net-Zero Act: Strategies for the Domestic Secondary Battery Industry

Dongwoo Choi

May 2024

2023.03 Aalto EMBA

EU 의 탄소 중립 규제에 따른 국내 이차전지 산업의 대응 방안

최 동 우

May 2024

Executive Summary (English)

Net-Zero is the top of the global agenda, with 121 countries joining the Climate Alliance for the 2050 Net-Zero Goal since the Paris Agreement in 2016. In addition, climate and environmental issues, including the energy crisis triggered by COVID-19, have become linked to national security issues, and developed countries are voting on major policies and bills one after another in relation to their national security. In particular, the EU, which has been leading the automotive industry with diesel engines, has fallen behind Korea and China, which have been leading the development and commercialization of electric vehicles and secondary batteries for EV, and activities to overcome this are also urgent. In order to overcome this international situation and secure regional security, the EU has announced the 'European Green Deal' to take the lead in environmental issues and seize future hegemony, and the core of its contents is the regulation on carbon free.

Following its announcement in December 2019, the European Green Deal published its 2030 climate target plan in September 2020, proposed a battery and waste battery regulation for transport industry in December 2020, and published Fit-for-55, a package of carbon reduction legislation, in July 2021. This was followed by a proposal for a Green Deal Industrial Scheme for industry in January 2023, and in April 2023, the Fit-for-55 Committee finally adopted key legislation to meet the 2030 climate goal.

Among these various regulations and supportive policies, the one that directly affects the secondary battery industry is the European Batteries and Waste Batteries regulation proposed in December 2020. The main features of the proposed regulation include: mandatory reporting and rating of carbon footprints (a measure of carbon emissions over a product's lifecycle); setting targets for waste battery collection and raw material recovery; mandatory use of recycled materials in new batteries; increased due diligence to minimize social and environmental risks in the mining and manufacturing of raw materials; and provision of consumer information through battery passports and labelling. This is a challenging environment for electric vehicle manufacturers and secondary battery cell manufacturers in Europe, as well as for Korean domestic manufacturers that export to the European market. Manufacturers in the market will have no choice but to comply with the Battery Directive and fulfil their Carbon Footprint reporting obligations.

The Net-Zero Industry basically includes regulations, policies, and various support measures to solve environmental problems, but it is likely to act as a number of factors for companies for companies in the industry field. Especially in the EU market, which is the leading market for electric vehicles and secondary batteries, it is an issue directly related to business expansion and survival for Korean domestic electric vehicle and secondary battery companies.

We will review the current state of strategies for electric vehicles and secondary battery companies in Europe and Korea. First, Northvolt, the most aggressive and industry leading secondary battery manufacturer in Europe, is the most advanced secondary battery manufacturer in the EU, but it is far behind Korean and Chinese cell manufacturers. As a result, it is taking the environmental issue as its biggest differentiation strategy from the

leading competitors. However, it should also consider stable supply chain management issue. In the case of Hyundai Motor Company, which is rapidly changing from a traditional automobile manufacturer of ICE (Internal Combustion Engine) vehicle to an electric vehicle manufacturer, the production of EVs is the core of its Net-Zero strategy, and it has an aggressive plan to become carbon free by 2045. However, due to the nature of the product, which uses more than 20,000 parts, Hyundai will need to prepare more detail corporate strategy with suppliers. Next, LG Energy Solutions, a leading lithium-ion battery manufacturer in Korea, is recommending the use of 100% renewable power for its primary suppliers by 2025, and it will be necessary to understand more specifically whether this is effective.

Finally, I will suggest the most prominent alternatives to these regulations. The most commonly mentioned option is RE100, which is still in its infancy in terms of cost and efficiency, and is not realistic in terms of profit wise. Other options include reducing carbon emissions through innovation in manufacturing processes and expanding recycling. While it is impossible to overlook the huge movement of environmental issues, it is also a reality that business management has to choose the most realistic and efficient alternative to maintain both profitability and survival.

Executive Summary (Korean)

탄소중립은 2016년 파리협정 이후 121개 국가가 ‘2050 탄소중립 목표 기후동맹’에 가입하는 등 전세계의 가장 중요한 아젠다중 하나로 부상하였다. 여기에 코로나 19로 촉발된 에너지 위기를 포함하여 기후 및 환경 이슈는 국가간 안보상의 문제로까지 연결되어 가고 있으며, 주요 선진국들을 시작으로 자국의 안보와 연관하여 주요 정책 및 법안을 속속 의결하고 있다. 특히 EU의 경우 디젤엔진을 앞세워 자동차 산업을 선도하여 온 것이 오히려 전기차 및 이차전지를 선도적으로 개발 및 상용화하여 온 한국/중국 보다 뒤처지게 되는 결과를 낳았으며, 이를 극복하기 위한 활동들도 시급한 상황이다. EU는 이러한 국제정세를 극복하고 역내 안보 확보를 위해 환경 문제를 주도적으로 이끌고 미래 패권 장악을 위한 그린딜 산업정책을 발표하였으며, 그 내용 중 핵심이 되는 분야가 탄소중립에 관한 규제이다.

유럽 그린딜은 2019년 12월 발표 이후 2020년 9월 2030년 기후 목표 계획을 발표하였으며, 수송 분야인 배터리 및 폐배터리 규정을 2020년 12월에 제안하였고, 2021년 7월에는 모든 정책을 총괄하는 내용의 탄소감축 입법안 패키지인 Fit-for-55'를 발표하였다. 그후 산업분야의 그린딜 산업 계획 제안을 2023년 1월에 하였으며, 2023년 4월에는 마침내 Fit-for-55' 위원회에서 2030년 기후목표 달성을 위한 주요 법안을 채택하였다.

이러한 다양한 규제와 지원정책 중 이차전지 산업에 직접적으로 영향을 미치는 내용은 2020년 12월 제안된 ‘유럽 배터리 및 폐배터리 규정(Batteries and waste batteries regulation)’이다. 주요 내용으로는 탄소발자국(Carbon Footprint, 제품의 수명주기 동안 탄소배출량의 측정)의 신고의무화 및 등급 설정, 폐배터리 수거 및 원자재 회수 목표 설정, 새배터리의 재활용 원료 사용 의무화, 원자재 채굴 및 제조과정에서 사회/환경적 리스크의 최소화를 위한 실사 강화 그리고 배터리 여권 및 라벨링을 통한 소비자 정보 제공 등이다. 이는 유럽내에 있는 전기차 및 이차전지 관련 업체는 물론이고 유럽시장을 수출 시장으로 삼고 있는 국내기업들에게는 더욱더 치명적인 환경으로 작용할 수 밖에 없다. 시장내 기업들은 배터리 지침을 따를 수 밖에 없으며, 탄소발자국(Carbon Footprint) 신고의무를 이행하여야 한다.

탄소중립 산업법은 근본적으로는 환경문제 해결을 위하여 규제와 정책 그리고 각종 지원책들을 포함하고 있으나, 산업현장에 있는 기업들에게는 수많은 규제요인으로 작용할 가능성이 크다. 특히 전기차 및 이차전지 시장을 선도하는 EU 시장의 경우 국내 전기차 업체와 이차전지 업체에게는 비즈니스 확대와 생존에 직결된 이슈이기도 하다.

이에 유럽내 그리고 국내의 전기차 및 이차전지 관련 기업의 대응 현황에 대하여 파악해 보았다. 먼저 유럽내 가장 대표적인 이차전지업체인 Northvolt 사의 경우 EU 내 가장 앞선 이차전지 제조업체이지만 한국 및 중국 셀메이커에 비하면 상당한 후발업체이다. 이로 인하여 환경 이슈 대응 측면을 기존업체와의 가장 큰 차별화 전략으로 취하고 있다. 하지만 이로 인한 SCM(Supply Chain Management) 측면에서의 안정화도 함께 검토하여야 할 것이다. 그리고 전통적인 자동차 제조업이자 전기차 제조업체로 급변하고 있는 현대자동차사의 경우 기존 엔진차 생산이 주요 비즈니스 이었다고 하면, 이를 대체하는 EV 생산을 탄소 중립 전략의 가장 큰 핵심으로 취하며, 2045년 탄소 중립이라는 다소 적극적인 계획을 가지고 있다. 다만 2만여가지의 부품을 사용하고 있는 제품의 특성상 부품을 납품하는 협력업체와의 공동 대응 측면을 보다 구체적으로 준비하여야 할 것이다. 그 다음으로 국내 대표적 리튬이온전지 제조업체인 LG에너지 솔루션사의 경우 ‘25년까지 1차협력 업체를 대상으로 재생 전력 100% 사용을 권고하고 있는데, 이에 대한 실효성 여부를 보다 구체적으로 파악해야 할 것이다.

마지막으로, 이러한 규제에 대한 가장 대표적인 대안들을 제시해 보겠다. 가장 대표적으로 언급되고 있는 방안은 RE100의 대응인데 비용과 효율을 고려하면 아직도 걸음마 단계이며

이익면에서는 현실적이지 못한 면이 있다. 그 다음으로 각 기업체별 제조 공정의 혁신을 통해 탄소배출을 줄이는 방안과 리사이클링의 확대 등이 있다. 환경이슈라는 거대한 움직임을 거스를 수 없는 현실이지만, 수익창출과 생존이라는 양면을 모두 유지하여야 하는 기업 경영의 입장에서 가장 현실적이고 효율적인 대안을 선택할 수 밖에 없는 현실이다.

목차

I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적.....	1
2. 연구의 범위 및 방법.....	2
II. EU 탄소 중립 규제의 주요 내용	3
1. 추진 경과.....	3
2. Fit-for-55의 주요 내용	4
3. 그린딜 산업 계획의 주요 내용	5
(1) Net-Zero 산업법(Net-Zero Industry Act).....	6
(2) 중요원재료법 (Critical Raw Material Act).....	6
(3) 전력 시장의 개편 (Reform of Electrical Market Design)	8
(4) 자금 조달 지원 (Faster access to funding)	8
(5) 인력 양성 및 강화 (Enhancing the necessary skills)	8
(6) 개방적이고 공정한 자유무역 확대와 공급망 안정성 확보 (Facilitating open and fair trade).....	9
4. 주요 환경 규제 현황.....	9
(1) 기후 변화 분야 규제	9
(2) 탄소국경조정제도(CBAM, Carbon, Border Adjustment Mechanism)	9
(3) 공급망 실사 지침	10
(4) 지속가능성 공시 지침	10
(5) 신배터리 규정	11
5. 탄소중립산업법(Net-Zero Industry Act)의 주요 내용.....	12
(1) 배경.....	12
(2) 주요 내용 및 목적.....	13
6. 이차전지의 탄소발자국(Carbon Footprint) 신고 의무	14
(1) 주요 내용	14
(2) 벨류체인상 이차전지 소재업체로의 영향 예상	14
7. Net-Zero 기술 실현을 위한 주요 활동.....	15
(1) 실현 가능한 환경의 조성	15
(2) CO ₂ 포집 가속화.....	15

(3) 시장에 대한 접근 촉진.....	1 5
III. 이차전지 산업내 주요 기업들의 대응 현황.....	1 7
1. Northvolt.....	1 7
(1) Northvolt 소개.....	1 7
(2) 탈탄소화를 위한 계획	1 7
(3) 탈탄소화를 위한 실천 방안.....	2 0
(4) 탈탄소화 계획에 대한 시사점.....	2 2
2. 현대자동차	2 2
(1) 현대자동차 소개	2 2
(2) 탈탄소화를 위한 계획	2 2
(3) 탈탄소화를 위한 실천 방안.....	2 6
(4) 탈탄소화 계획에 대한 시사점.....	2 8
3. LG 에너지 솔루션	2 8
(1) LG 에너지 솔루션 소개	2 8
(2) 탈탄소화를 위한 계획	2 9
(3) 탈탄소화를 위한 실천 방안.....	3 0
(4) 탈탄소화 계획에 대한 시사점.....	3 1
IV. 한국 이차전지 산업의 대응 방안에 대한 제언.....	3 1
1. RE100 대응	3 1
(1) PPA 도입.....	3 2
(2) 자체 에너지 생산 시설의 구축을 통한 화석연료 사용 감축.....	3 2
2. 리사이클링 확대	3 3
(1) 폐차배터리 수거 및 분류 시스템 강화.....	3 3
(2) 재활용 기술 및 프로세스 개선.....	3 3
(3) 배터리 재생 기술 개발 및 재활용 시장의 확대	3 3
(4) 환경규제 준수 및 사회적 책임 강화	3 4
3. 정부지원의 강화	3 4
(1) 이차전지 전담 지원 책 구성	3 4
(2) 보다 구체적인 유관 산업의 육성	3 4
V. 결론	3 5

표 목차

<표 1> 유럽 탄소 중립 규제의 추진 경과	3
<표 2> EU 탄소감축 입법안 ‘Fit-for-55’의 주요 내용	4
<표 3> 주요 국가의 친환경 산업 부분 지원 정책 현황	1 6
<표 4> 탈탄소화 계획의 주요 요약	1 8
<표 5> 탄소배출 요인별 배출량 비교	1 9
<표 6> 자동차 생산 단위당 에너지 사용량.....	2 3
<표 7> LG 에너지솔루션의 단계별 탄소중립 이행 목표	3 0

그림 목차

<그림 1> ESS 를 통한 탄소감축 공헌도 비교	2 1
<그림 2> 현대자동차 탄소 중립 목표	2 3
<그림 3> 현대자동차의 전기차 생산전환과 전동화 전환 로드맵	2 4
<그림 4> 생애주기별 탄소배출 영향성 분석 결과	2 7
<그림 5> LG 에너지솔루션사의 이중 중대성 평가 결과	2 9

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

EU는 역내 신성장 전략으로 유럽 그린딜을 제시하고 글로벌 환경 아젠다를 주도하고 있다. 유럽 그린딜의 실행 전략으로 여러 환경 규제 정책들을 발표/시행하고 있으며, 국내 수출 제조업체에게도 직접적으로 영향이 있을 것이다. EU 집행위원회는 2019년 12월 탄소배출 제로를 달성하겠다는 목표를 설정하였으며, 이를 위하여 ‘유럽 그린딜(European Green Deal)’을 발표하고 계획에 맞춰 관련 정책들을 순차적으로 발표하여 왔다. 그리고 마침내 2023년 1월 그린딜 산업계획을 발표하였다.

그린딜 산업 계획의 주요 내용 중 첫번째는 ‘예측 가능하고 간소화된 규제 환경을 만드는 것’이며 주된 법률안으로 Net-Zero 산업법(Net-Zero Industrial Act), 중요원재료법(Critical Raw Material Act) 그리고 전력 시장의 개편 계획들이 포함되어 있다. 두번째는 자금조달을 지원한다는 것으로, 그린딜 실현을 위하여 투자와 지원을 장려하여 그린딜의 이행을 지원한다는 내용이다. 세번째는 인력 양성 및 강화와 개방적이고 공정한 자유무역 그리고 공급망 안정성 확보이다. 다른 한편으로는 탄소배출 제로화를 실현하기 위한 환경 규제 내용도 속속 발표하고 시행을 앞두고 있다. 가장 큰 규제는 기후 변화 분야에 대한 규제이며, 이 안에는 탄소국경조정제도(CBAM, Carbon Border Adjustment Mechanism), 공급망 실사 지침, 지속가능성 공시 지침 등이 있다. 그 다음으로 순환 경제 분야 규제가 있다. 여기에는 신배터리 규정, 에코디자인 규정 그리고 화학물질 규정 등이 대표적으로 존재한다.

이와 같은 유럽 그린딜 산하의 수 많은 권고, 규제 및 법령 중 이차전지 산업에 직접적으로 영향을 미치고 가장 중요한 법령은 ‘탄소중립산업법(Net-Zero Industry Act)’이며, EU 집행위는 표면적으로는 이를 지원하기 위하여, 실현 가능한 환경을 조성하고, CO₂ 포집을 가속화하기 위한 지원 정책들을 펼치고는 있으나, 이 모든 것이 지원책으로만 작용하지 않으며 대상 국가와 기업에게는 새로운 규제와 부담으로 작용할 가능성이 크다. 특히 Fit-For-55라는 입법안 패키지는 기존의 차량의 CO₂ 배출 규정 및 대체 에너지 지침과 에너지 조세지침을 강화하였으며, 항공 및 해상운송 연료기준을 새롭게 신설하면서 환경규정을 더욱더 강화하였다. 결국 이는 국내 수출제조업체로 직접적인 부담과 영향을 미칠 것으로 추정한다. 단순히 유럽 시장을 향해 완제품을 수출하는 완제품 제조업체뿐만 아니라, 부품 및 소재를 수출하는 기업도 그 대상에서 자유로울 수 없다.

2020년 12월 EU 집행위가 발표한 ‘유럽 배터리 및 폐배터리 규정(Batteries and waste batteries regulation)’에 의하면 탄소발자국(Carbon Footprint, 제품의 수명주기 동안 탄소배출량의 측정)을 의무적으로 신고하여야 하며, 원자재 채굴 및 제조과정에서 사회/환경적 리스크를 최소화하며 이의 준수여부에 대한 실사 강화 그리고 배터리 여권 및 라벨링을 통한 소비자 정보 제공 의무 등이 포함되어 있다. 이로 인하여, 한국에서 부품 및 소재를 생산하여 유럽으로 수출하는 기업 또한 유럽 수입제조사의 상기의 신고의무 이행을 위하여 동일한 기준에 의하여 탄소발자국을 분석하고 신고하여야 한다. 현재까지는 기업의 규모에 따른 적용 범위의 한정과 적용 시기적인 여유가 남아 있지만, 이 규제에 대응하기 위하여는 수많은 새로운 원재료의 평가와 생산 공정의 평가 등이 이루어져야 하며 그 비용 또한 기업에게는 또 다른 부담으로 작용할 것으로 보인다.

기업 규모와 기업의 자원에 따라 다를 수도 있지만, 중견 부품 및 소재 기업의 경우 전문화된 인력의 부족과 국내 대응 기관의 부족 등으로 인하여 신속한 대응은 어려울 것으로 전망된다. 가장 대표적인 일례로, 전과정 평가(LCA)의 경우 그 기준을 기업이 제조하는 ‘제품의

모델명(형식명)’을 기준으로 삼는데, 기업이 생산 하는 제품의 형태에 따라 모델의 종류가 수종에서 많게는 수백개에게 이를 수도 있다. 이 경우 외부 기관에 전공정 평가를 의뢰하게 될 경우, 그 소요 비용이 모델의 개수만큼 증가하게 되므로, 기업에 따라서는 천문학적인 숫자로 증가하는 경우도 있다. 이와 같이 대외적으로는 환경과 기후 문제를 해결하기 위한 아젠다이지만, 이를 이행하기 위하여는, 지금까지 기업경영에서 필요하지 않았던 자원과 비용을 추가로 부담하여야 하며, 특히 더 규모가 작고 기업내 보유 리소스가 부족한 중견 및 중소기업에게는 더욱더 부담이 가중될 것으로 본다.

우리 수출기업은 우수한 기술력과 높은 가격경쟁력을 보유하고 있음에도 불구하고, 선진 시장의 환경 규제에 미리 대처하지 못하여, 수출 기회의 상실을 포함하여 산업전반으로 영향을 받을 것으로 보인다. 이에 본 연구는 EU 의 탄소중립규제로 인한 국내 이차전지 산업으로의 영향과 이에 대한 대응방안을 모색하고자 한다. 이를 위하여 먼저, EU 탄소중립규제의 근간이라 할 수 있는 그린딜과 탄소중립산업법의 주요 내용을 정리하고, 이차전지 산업에 부과될 추가적인 규제들을 확인하였다. 그 후 EU 의 탄소중립규제에 대해 이차전지 기업들은 어떻게 대응하고 있는지 국내외 주요기업들의 대응 현황을 조사하여 분석한다. 이러한 조사 분석의 내용을 바탕으로 향후 국내 이차전지 산업의 대응방안을 정리하여 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 주요 내용과 방법은 다음과 같이 세 가지로 구분하여 볼 수 있다. 첫번째 연구내용은 EU 의 탄소중립규제의 주요 내용을 검토하고 그 중 이차전지 산업과 관련성이 높은 규제의 내용을 정리하는 것이다. 이를 위해 EU 가 발표한 법령의 원문을 찾아서 그 내용을 검토하였으며, EU 집행위원회에서 정기적으로 발표하는 관련 자료들도 수집하여 함께 연구에 활용하였다. 이러한 연구의 내용은 보고서 II 장에 제시하였다. 즉, 유럽 탄소중립의 추진 경과와 그의 핵심 입법 패키지인 Fit-for-55 의 주요 내용 그리고 그린딜 산업 계획의 주요 내용을 검토하였다.

두번째 연구내용은 EU 탄소중립규제라는 기업환경 변화에 대해 이차전지 부품기업들이 어떻게 대응하고 있는지에 대하여 그 사례를 찾아 분석하는 것이다. 기업 대응 현황에 대해서는 국내외 문헌(정책 보고서, 학술 논문)과 기업 보고서 등을 활용하였다. 분석 대상 기업으로는 유럽의 대표적인 이차전지 업체인 Northvolt 사, 국내 주요 이차전지 업체인 현대자동차사와 LG 에너지솔루션사의 대응 계획 현황을 조사하여 분석하였다. 기업 현황의 분석의 경우, 본 주제가 시행 초기이거나 발효 이전인 관계로 구체적이고 자세한 자료를 공표하는 기업이 많이 않은 관계로 상기 기업들의 대표 사례를 위주로 분석하였으며, 그 내용은 보고서의 III 장에서 다루고 있다.

세번째 연구내용은 IV 장에 제시하였다. 즉, 앞서 검토 및 분석한 EU 탄소중립규제의 주요내용과 그에 대한 이차전지 부품기업들의 대응현황에 대한 내용을 기초로 하여 국내 이차전지 산업의 대응방안을 제시하였다. 또한 대응방안의 구체적인 내용은 각종 전문 기관의 보고서의 내용을 참고하여 내용을 구성하였다.

II. EU 탄소 중립 규제의 주요 내용

1. 추진 경과

EU 집행위원회는 2019 년 12 월 EU 내 탄소배출 제로를 달성하겠다는 목표를 설정하였다. 이를 위해 ‘유럽 그린딜(European Green Deal)’을 발표하고 계획에 맞춰 관련 정책들을 순차적으로 발표하였으며 2023 년 1 월 그린딜 산업계획을 제안하였다.

아래의 <표 1>은 유럽 탄소 중립 규제의 추진 경과를 보여준다. 2019 년 12 월에 유럽 그린딜을 발표한 후, 2020 년 9 월 2030 년 기후 목표 계획 발표, 2020 년 12 월 배터리 및 폐배터리 규정(Regulation on Batteries and waste batteries) 발표, 2021 년 7 월 탄소감축 입법안 패키지 ‘Fit-for-55’의 발표, 2023 년 1 월 그린딜 산업 제안, 2023 년 4 월 ‘Fit-for-55’위원회의 2030 년 기후 목표 달성을 위한 주요 법안 채택 등 투자계획, 산업, 농식품, 수송, 탄소저감, 건축, 생태계, 에너지 그리고 건축 등 각 정책 분야별로 나누어 관련 법안을 입법하는 등의 매우 적극적인 과정을 밟아 오고 있다.

<표 1> 유럽 탄소 중립 규제의 추진 경과

시기	내용	정책 분야
2019.12	유럽 그린딜 발표	총괄
2020.1	유럽 그린딜 투자계획 (European Green Deal Investment Plan) 및 공정전환체계(Just Transition Mechanism)발표	투자계획
2020.3	순환 경제 행동 계획(Circular Economy Action Plan)제안	산업
2020.5	농장에서 식탁까지 전략 발표	농식품
2020.7	에너지시스템 통합 및 수소전략 (EU Strategies for Energy System Integration and hydrogen)채택	수송
2020.9	2030 기후 목표 계획 발표	탄소저감
2020.10	유럽을 위한 리노베이션 물결 발표	건축
2020.12	배터리 및 폐배터리 규정(Regulations on Batteries and waste batteries) 제안	수송
2020.2	기후변화적응에 관한 전략 발표	생태계
2021.6	유럽기후법(Europena Climate Law) 채택	탄소감축
2021.7	탄소감축 입법안 패키지 ‘Fit-for-55’ 발표	총괄
2022.5	에너지 위기 대응을 위한 REPowerEU 발표	에너지
2022. 11	차량 오염물질 배출 저감 및 대기질 개선을 위한 새로운 유로 7 기준 제안 생물 다양성: 야생동물 밀매에 대한 보다 강력한 조치	수송 생태계

2022.12	EU 배출권거래제 항공분야 적용규정 신설	수송
2023.1	그린딜 산업계획 제안	산업
2023.2	재생 가능한 수소에 대한 규칙을 제시	에너지
2023.4	‘Fit-for-55’위원회, 2030 년 기후목표 달성을 위한 주요 법안 채택	총괄
2023.4	유럽의회와 이사회, ReFuel EU 항공 제안에 대한 정치적 합의 도출	수송

자료; EU Commission, ‘A European Green Deal’(https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) 및 장영욱, 오택현, 임유진(2023), EU ‘그린딜 산업계획’의 주요 내용과 시사점. KIEP 세계경제 포커스, 6-2의 내용 재편집

2. Fit-for-55의 주요 내용

‘Fit for 55’라는 입법안 패키지는 1990 년 대비 55% 수준의 탄소배출량 감축을 위한 입법안으로 가격결정, 목표설정 및 규정강화 등에 관한 총체적인 입법안이다. <표 2>는 Fit-for-55 의 주요 내용을 보여준다. 입법 내용은 크게 가격결정, 목표설정, 규정강화 그리고 지원대책으로 구분하여 볼 수 있으며, 세부 내용을 보면, 가격결정의 경우 항공분야 배출권거래제 강화, 해양, 도로운송 및 건물로 배출권거래제 확대신설, 탄소국경조정제도 도입 등이 주요 내용이며, 목표설정을 통해, 노력분담규정을 개정하였고, 토지이용 및 토지이용변화와 산림 규정을 개정하였다. 또한 재생에너지 지침과 에너지효율 지침을 개정하였다. 규정강화 측면에서는 승용 및 승합차 CO₂ 배출기준을 강화하였으며, 대체연료 인프라 규정을 개정하였다. FeFuelEU 라는 항공운송 연료기준과 FuelEU 라는 해운 연료기준도 도입하였다. 마지막으로 지원대책을 통해, 사회기후기금(Social Climate Fund)을 신설하였고, 현대화 및 혁신기금을 강화하였다.

<표 2> EU 탄소감축 입법안 ‘Fit-for-55’의 주요 내용

구분	주요 내용
가격결정	항공분야 배출권거래제 강화
	해양, 도로 운송 및 건물로 배출권거래제 확대신설
	에너지조세지침 개정
	탄소국경조정제도 도입
목표설정	노력분담규정 개정
	토지이용, 토지이용변화 및 산림(LULICF) 규정 개정
	재생에너지 지침 개정
	에너지효율 지침 개정

규정강화	승용 및 승합차 CO ₂ 배출기준 강화
	대체연료 인프라 규정 개정
	FeFuelEU: 항공운송 연료 기준 도입
	FuelEU: 해운 연료 기준 도입
지원대책	사회기후기금(Social Climate Fund) 신설
	현대화 및 혁신기금 강화

자료: EC COM(2021a) p.3, 대외경제정책연구원, 'EU 탄소감축 입법안(Fit for 55)의 주요 내용과 시사점' 및 에너지경제연구원, 'EU Fit for 55 패키지와 탄소국경조정제의 주요내용과 시사점' CRI 2050 탄소중립 실현을 위한 실천 방안 연구 재편집

3. 그린딜 산업 계획의 주요 내용

그린딜 산업계획은 유럽 Net Zero 산업의 경쟁력을 강화하고 기후중립으로의 전환을 가속화하기 위함이다. 유럽의 기후 목표를 달성하기 위해 필요한 Net Zero 기술 및 제품에 대해 EU의 생산 능력을 확대하기 위한 지원 환경과 규제 단순화를 실시하겠다는 내용이다. 우르줄라 폰 데어 라이엔(Ursula von der Leyen) EU 집행위 의장은 “우리는 빠르게 성장하고 있는 Net-Zero 산업 분야에서 EU의 산업 주도권을 확보하기 위한 속도와 야망, 그리고 목적의식을 가지고 그 길을 보여줄 수 있는 한 세대에 한번 있을 기회를 눈앞에 두고 있습니다. 유럽은 청정 기술 혁명을 주도하기로 결심했습니다. 우리 기업과 국민들에게는 단순하고 빠른 프레임워크 덕분에 새로운 기술을 양질의 일자리로 바꾸며, 혁신을 실질적인 산업에서의 생산활동으로 전환시킬 수 있습니다. 금융에 대한 접근성을 개선하면 핵심 청정 기술 산업을 빠르게 확장할 수 있습니다.”라고 언급하며 Net-Zero 산업의 중요성을 천명하였다.¹

그린딜을 통해 EU에서 실현하고자 하는 주요 축은, 2050년까지 최초의 기후 중립 대륙의 실현, 1990년 대비 2030년 온실가스 순배출량을 55% 절감 그리고 2030년까지 EU에 추가로 심을 나무의 수 30억 그루 실현이다. 이러한 목표 달성을 위해, 기후 분야, 에너지 분야, 환경과 해양 분야, 농업 분야, 운송 분야, 산업 분야, 연구와 혁신 분야 재정 및 지역개발 분야 그리고 신유럽 바우하우스의 분야로 나누어 추진 중이다.² Net-Zero 실현의 과정을 통해, 2021년 EU내 Net-Zero 스타트업의 가치는 2020년 이후 두배 증가하여 1,000억 유로 이상의 가치를 보이고 있으며, 2022년 EU내 풍력 및 태양광 재생 에너지 생산 능력은 400GW 이상으로 2020년 대비 25% 이상 성장한 규모이다. 그리고 2000년 EU 경제권역내의 녹색 일자리는 2019년대비 320만개가 증가하였다.³

기후 중립을 위한 대응 과정에 있어서 관련 주체들의 부담을 줄이고 효율적 실행을 위하여 불필요한 규제를 단순화 한다는 내용으로, 유럽이 산업 혁신과 청정 기술의 본거지임을 확보하기

¹ A European Green Deal (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en)의 내용중 저자 요약. 검색일; 2023. 9. 23

² https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en의 내용 중 저자 요약. 검색일; 2023. 9. 23

³ The road to Net-Zero (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en#paragraph_33964)의 내용중 저자 요약. 검색일; 2023. 9. 23

위하여 구체적으로 네가지 축으로 구성하고 있으며 (1) 예측 가능하고 간소화된 규제 환경의 구성, (2) 보다 신속하고 용이하게 접근가능한 자금 지원, (3) 관련 산업내의 기술 및 스킬 향상 그리고 (4) 탄력적인 공급망 확보를 위한 개방형 거래 등이다. 이중 탄소중립에 관한 가장 직접적인 영향을 미치는 내용인 예측 가능하고 간소화된 규정 부분에 대해 확인해 보겠다.

예측 가능하고 간소화된 규제 환경이라 언급하고는 있지만, 주된 내용은 규제 환경에 관한 것이다. 제시하고 싶은 규제 환경을 단순하고 빠르고 예측 가능한 프레임워크를 만들고, 원료에 필요한 물량을 확보하며, 사용자가 낮은 재생 에너지 비용의 이점을 누릴 수 있도록 보장하는 것을 의미한다. 이 작업을 지원하기 위하여 세 가지 대안을 제시하고 있다.

(1) Net-Zero 산업법(Net-Zero Industry Act)

Net-Zero 산업법은 Net-Zero 산업 능력에 대한 목표를 파악하고 신속한 구축에 적합한 규제 프레임워크 제공하는 것으로, 유럽연합에서 청정기술의 생산을 확대하는 것을 목표로 하는 그린딜 산업계획에서 비롯된 계획이다. 이는 청정 에너지 전환을 지원하고 극히 낮은 온실가스 배출량, 제로 또는 마이너스 온실가스 배출량을 배출하는 기술에 대한 EU 내에서의 제조 능력을 증가시키는 것을 의미한다.

이 법은 투자를 유치하고 EU의 청정 기술을 위한 더 나은 조건과 시장을 만들어 낼 것이다. 목표는 2030년까지 유럽연합의 전체 전략적 Net-Zero 기술 제조 능력이 연간 요구량의 40%에 근접하거나 도달하는 것이다. 이는 2050년까지 EU의 2030년 기후 및 에너지 목표와 기후 중립으로의 전환을 가속화할 것이며, 또한 유럽연합 산업의 경쟁력을 높이고, 양질의 일자리를 창출하며, 에너지 자립을 위한 유럽연합의 노력을 지원할 것이라고 언급하고 있다.

이 법은 또한 이러한 기술의 실현을 위한 규제 체계를 간소화하며, 이를 통해 유럽 내 Net-Zero 기술 산업의 경쟁력을 높이고 CO₂ 배출량 저감 능력을 가속화시키려 하며, 탈탄소화에 상당한 기여를 할 기술들을 다루고 있다. 특히 상업적으로 이용 가능하고 빠른 확장 가능성이 높은 전략적 Net-Zero 기술을 지원하며 청정에너지 전환을 가능하게 하면서 EU의 산업경쟁력과 에너지 시스템의 재사용 능력을 강화시킬 것이다.⁴ 이 법의 보다 구체적인 내용은 별도의 장에서 다루도록 하겠다.

(2) 중요원재료법 (Critical Raw Material Act)

중요원재료법의 Key word는 원료의 지속가능한 공급(Sustainable supply of raw material)이다. 기후 및 디지털 목표를 달성하기 위해서는 유럽에서 중요한 원료를 소싱, 가공 및 재활용하고 공급망을 확보하는 것이 당면한 과제이며, 리튬, 코발트 및 니켈은 배터리 생산에 사용되며, 칼륨은 태양 전지판에 사용, 붕소는 풍력 기술에, 티타늄 및 텅스텐은 우주 및 국방 분야에

⁴ Net-Zero Industrial Act. (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_en)의 내용중 저자 요약. 검색일: 2024. 1. 20

사용되어, 본 법을 통해 유럽 산업에 중요한 원자재의 안전하고 지속 가능한 공급을 보장하고 단일 국가 공급업체의 수입 의존도를 크게 낮추는 것을 목표로 하고 있다.^{5 6}

EU 핵심원재료법은 가치사슬의 모든 단계에 걸쳐 EU 의 핵심 원자재 역량을 강화하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 역외 의존도를 낮추고 미리 준비할 수 있는 체계를 만들어 공급망의 지속가능성과 리사이클성 촉진함으로써 지속 가능성을 높이려 한다. EU 는 이를 달성하기 위해 다섯 가지의 주 축을 설정하였다.

i. 각 실행 계획에 대한 명확한 우선 순위 설정

이 법은 녹색 및 디지털 전환 기술, 국방 및 우주 분야에 중요한 중요 원료 목록 및 전략 원료 목록을 우선적으로 규정하였다. 또한 2030 년까지 달성될 전략적 원료 공급망의 EU 내 용량에 대한 목표를 설정하였으며 이는 EU 연간 추출 요구량의 10%, 가공 40%, 재활용 15%로 규정하고 있다. EU 는 각 생산 단계에서 각 전략 원료에 대한 연간 필요량의 65% 이상을 단일 제 3 국에서 조달해야 한다고 언급하고 있다.

ii. EU 권역의 역량 강화

EU 는 채굴에서 정제, 가공 및 재활용에 이르기까지 원자재 가치사슬을 강화해야 한다고 강조하고 있으며, 이를 위해서는 국가단위의 원재료 채취에 대한 개발과 절차를 허용하기 위한 보다 효율적이고 예측 가능한 접근법이 필요하며, 이를 위한 개발 및 재정에 대한 접근성의 개선이 필요하다고 언급하고 있다.

iii. 회복력 강화

본 축은 공급망의 붕괴 시, 이를 견디고 이겨낼 수 있는 EU 의 능력을 향상시키는 데 초점을 맞추고 있다. 스트레스 테스트를 통해 모니터링 능력을 높이고 전략적 비축물자 축적을 위한 협력적 노력을 보장하며 지속 가능한 투자와 무역을 촉진함으로써 이를 달성한다고 언급하고 있다.

iv. 연구, 혁신 및 기술로의 투자

EU 는 중요한 원자재에 획기적인 기술을 도입하고 배치하는 것을 강화할 것이라고 언급하며, 중요 원료에 대한 대규모 기술 제휴와 원료 아카데미의 설립을 통해 중요 원료 공급망의 인력과 관련된 기술을 촉진할 것이라고 언급하고 있다.

v. 보다 지속가능하고 순환성이 높은 원자재 경제의 활성화

원료의 재활용을 촉진하고 강력한 재사용 시장을 가능하게 해야 한다고 강조하며, 이는 폐기물 추출 시설에서 중요한 원료의 회수를 장려하고 노동권, 인권 및 환경 보호와 관련하여 악영향을 완화하기 위한 노력을 증가시킴으로써 달성될 것이라고 언급하고 있다. 또한 EU 시장에서

⁵ European Critical Raw Material Act (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en) 의 내용중 저자 요약. 검색일; 2023. 9. 23

⁶ Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/102. 검색일; 2023. 9. 23

중요한 원자재의 지속가능성을 높이기 위한 인증제도도 조속히 승인 및 도입하여야 한다고 강조하고 있다.⁷

(3) 전력 시장의 개편 (Reform of Electrical Market Design)

전력시장 개편을 통해 탈탄소화 과정에 박차를 가할 수 있으나, 이 시스템의 몇 가지 단점은 현재 전기 요금이 높고 변동성이 큰 상황에서 경제적 부담은 최종 소비자에게 전가될 수 있다는 것이다. 또한 높은 에너지 가격으로부터 가계와 기업을 더 잘 보호하기 위해서는 이를 위한 개혁이 필요하다는 것이다. 에너지 가격에 대한 탄력성을 높이고 유럽 녹색 거래로의 전환을 가속화하기 위해 전기 거래 및 REPowerEU 계획에 명시된 내용을 보다 가속화하여야 한다. 대규모 산업과 소비자부터 중소기업과 가정에 이르기까지 모든 유럽인이 성장과 낮은 운영 비용의 혜택을 받는 것이 중요하며, 재생에너지의 성장과 낮은 운영 비용의 혜택을 누리는 것이 중요하다. 모든 소비자에게 저렴한 청정 에너지에 대한 직접적인 접근을 보장하려면 에너지 생산의 실제 비용에 기반한 보다 안정적인 가격과 계약에 대한 시장 도구가 필요하며⁸ 이를 위하여 전력 시장 재편의 필요성이 강조되어야 한다. 즉, 실제 재생 에너지의 생산과 사용에 있어서, 소비자가 비용 절감의 혜택을 누릴 수 있도록 전력 시장에 대한 재편 계획을 발표하였다. 동 계획에 따르면, 재생에너지원이 생산하는 전력 비중을 2020 년 37%에서 2030 년 60% 이상까지 증가시키려 하며, 이와 동시에 계절과 시간에 무관하게 충분한 양의 전력이 공급될 수 있도록 전력시장을 재구축하려 한다. EU 시장내 새로운 규칙을 적용하여 새로운 시장에 적응시키기 위한 4 개의 법안을 채택하였으며, (1) 전력에 관한 1 개의 규제와 1 개의 강령, (2) 1 개의 위험 대비책에 관한 규제 그리고 (3) 에너지규제기구(ACER)와의 협력에 관한 1 개의 규정이 있다.

(4) 자금 조달 지원 (Faster access to funding)

그린딜 실현을 위한 투자와 지원을 장려하기 위하여 금융지원을 개선하고 보조금 규제를 완화한다는 계획으로, (1) 개별 회원국 차원에서 ‘한시적 위기 및 전환 프레임워크(TCTF: Temporary Crisis and Transition Framework)’를 통해 친환경 기술분야에 대한 보조금 심사기준을 완화하고, (2) EU 자체로 운영하고 있는 각종 기금에 대한 접근선을 개선하여 금융지원을 하고, (3) 민간 차원의 적극적 투자 장려를 위하여 ‘자본시장동맹(Capital Markets Union)’의 신설을 추진하는 등의 지원 정책을 포함하고 있다.

(5) 인력 양성 및 강화 (Enhancing the necessary skills)

EU 집행위는 전체 일자리의 35~40%가 녹색전환의 영향을 받을 것으로 예상하고 이를 위한 기술 역량 강화와 인력 양성의 중요성을 강조하고 있다. 전략적 산업에서 up-skilling 및 re-skilling 프로그램을 운영하는데 도움이 될 Net-Zero Academy 의 설립을 제안하고 있으며, 기술교육을 위한 아카데미 설립과 기술 교육·훈련 체계 강화를 통해 예상되는 인력 수요에 미리

⁷ Net-Zero Industrial Acts (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en) 의 내용중 저자 요약. 검색일; 2024. 1. 20

⁸ European Commission – Press Release. Electricity Market Design: Commission launches consultation on reform to support a clean and affordable energy transition. Brussels, 23 January 2023

대응하려 함을 강조하고 있다. 또한 우선 분야에서 회원국간·제 3 국간 상호 협력을 통해 노동시장의 유연성 강화를 촉진하고 이들 모두를 위한 공공·민간의 자금지원 촉진 방안을 제안하고 있다.

(6) 개방적이고 공정한 자유무역 확대와 공급망 안정성 확보 (Facilitating open and fair trade)

공정한 경쟁과 무역개방 원칙아래 친환경 전환에 대한 국제협력을 추진할 것을 강조하였다. EU 집행위는 원자재의 접근성 개선 및 새로운 수출시장 확보 측면에서 무역 개방이 'Net-Zero 기술에서 EU 가 우위를 선점하기 위해' 필수적인 요소임을 강조하고, 핵심원자재 클럽 창설을 제안하였다. 핵심광물의 지속가능하고 저렴한 공급망을 확보하고 Net-Zero 환경 구축 지원에 기여하려 한다. 최근 강화되고 있는 불공정 무역에 대한 단호한 조치한다는 내용이 포함되어 있다.⁹

4. 주요 환경 규제 현황

(1) 기후 변화 분야 규제

주요 환경 규제의 분야 중, 탄소중립과 가장 연관이 있는 분야가 기후 변화에 대한 규제이다. 기후 변화에 대한 규제는 크게 탄소국경조정제도(CBAM), 공급망 실사 지침, 지속가능성 공시 지침, 신배터리 규정 등이 있다.

(2) 탄소국경조정제도(CBAM, Carbon, Border Adjustment Mechanism)

탄소국경조정제도는 특정 산업을 불문하고 전방위적으로 관련이 있는 제도로, 2021 년 7 월 탄소국경조정제도(안)¹⁰을 2022 년 12 월 EU 의회, 이사회 그리고 집행위가 최종법안에 잠정 합의하여 2023 년 10 월부터 시범시행이 확정되었다. 시행일은 2026 년 1 월부터 2034 년까지 단계적으로 도입 예정이며, EU 역내 제조 상품과 역외 수입품의 공정한 경쟁환경을 조성해 탄소누출을 방지하기 위함이다. 규제 대상은 EU 권역으로 대상품목(철강, 알루미늄, 시멘트, 비료, 전력, 수소)을 수입하는 자이다.

주요 내용은, 전환기간(2023.10~2025.12)동안은 제품생산 과정에서의 탄소배출량 보고의 의무만을 부여하며, 전환기간 이후(2026.1~)부터는 제품생산과 관련한 탄소배출량을 보고하고 배출량이 유럽기준을 초과시 EU 내 이산화탄소 가격에 맞춰 배출증명서의 취득이 필요하다. 전환기간이 끝나기 전까지 EU 집행위는 CBAM 확장 여부와 관련한 포괄적 검토를 한 뒤 의회

⁹ Communication from the commission to the European parliament, The European council, The council, The European economic and social committee and the committee of the regions (A green deal industrial plan for the Net-Zero age)brussels, 1.2.2023. Com(2023) 62 final.

¹⁰ EU Commission (2021), Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism.

및 이사회에 보고 예정이다. 이에 대한 처벌은 벌금 방식으로 미납 인증서당 100 유로 또는 전년도 평균 인증서 가격의 3 배의 벌금 부과이다.¹¹

(3) 공급망 실사 지침

공급망 실사 지침¹²은 역내국의 개별적 공급망실사법안을 통합해 EU 차원의 일괄된 실사기준을 적용하는 것으로 EU 내 기업의 공급망 인권침해와 환경훼손을 방지하기 위함이다. 공급망 실사 의무를 수행해야 하는 기업의 범위는 EU 회원국 내에서 경영활동을 수행하는 기업들과 직·간접적인 비즈니스를 수행하는 공급업체들을 대상으로 한다. 대기업은 지침 발효 2년 후, 고위험산업 중견기업은 지침 발효 4년 후부터 적용되게 된다. 즉 한국에서 생산을 하는 기업이 유럽내의 EV 메이커 또는 이차전지 제조업체와 거래를 할 경우에도 동일하게 적용된다는 의미이다.

실사의 주요 내용은, (1) 실사의무 적용기업인 역내·외 그룹 1(대기업)과 그룹 2(중견기업)는 공급망 실사지침을 기반으로 기업실사 정책을 수립하고 내재화해야 한다. (2) 실사의무 적용기업은 인권 및 환경에 대한 부정적 영향을 파악, 예방, 완화 및 제거조치를 시행할 수 있도록 자회사, 공급업체 및 협력사에게 행동강령, 예방조치 등이 적용된 기업실사 준수계약 등을 체결하여 계약 보증을 요구할 수 있다. 실사의무 적용기업은 공급업체 및 협력사들이 이를 준수할 수 있도록 적절한 지원을 제공해야 하며, 제 3 자 검증이나 산업 이니셔티브 등을 적용해 공급업체 및 협력사들의 실사계약 준수 여부를 확인해야 한다. (3) 실사의무 적용기업은 가치사슬 내 모든 파트너 기업에게 발생할 수 있는 실질적·잠재적 인권 및 환경적 위험을 파악하고 이를 완화시켜야 한다. (4) EU 국가는 실사의무 적용기업의 자회사 및 협력사가 기업 운영과 관련하여 인권 및 환경과 관련된 실질적·잠재적인 부정적 영향이 우려되는 경우 자회사 및 협력사의 이해관계자들이 지닌 불만을 제기할 수 있도록 고충처리시스템을 제공해야 한다. EU 국가들은 이해관계자들이 제기한 불만사항에 대해 기업들이 적절한 후속조치를 취할 수 있도록 관련 절차들을 제도화해야 한다. (5) EU 국가는 실사의무 적용기업을 대상으로 정기적인 모니터링을 실시해야 된다. 모니터링은 최소 12개월마다 수행해야 하며 부정적 영향에 대한 예방 및 조치가 잘 수행되었거나, 부정적 영향의 위험이 있을 경우를 대비해 모니터링 결과를 매번 업데이트해야 한다. (6) 실사의무 적용기업의 실사 의무 마지막은 공시의무이다. 매년 4월 30일까지 자사의 웹사이트에 연례보고서를 업로드해야 한다.

현재 프랑스와 독일은 각국의 독립적인 공급망실사법을 도입하여 시행 중이며 글로벌 기업들도 지속가능경영을 위해 전체 공급망 내의 협력업체들에게도 요구하고 있는 실정이다.

(4) 지속가능성 공시 지침

2023년 1월 기존의 비재무정보 공시 지침(NFRD)을 개정하여 ‘기업의 지속가능성 공시 지침(CSRD)’를 발효하였다. 기존의 NFRD 대비 대상 기업 범위가 광범위하게 확대되었다. 시행 시기는 대기업의 경우 2026년, 중소기업 2027년 비 EU 기업 2029년이다.

¹¹ EU Commission (2022), Proposal for Directive on Corporate Sustainability Due Diligence.

¹² EU Commission (2022), Proposal for Directive on Corporate Sustainability Due Diligence.

주요 내용은, 공시대상 기업은 유럽지속가능성보고표준에 근거해 기업의 지속가능성 제도 등을 공시해야 하며, 연례경영보고서에 전용 섹션을 마련해 해당 정보를 포함시켜야 한다는 내용이다. 처벌에 관하여는 별도로 규정하지 않으며 회원국 자율에 맡긴다.

순환경제 분야의 주요 규제는 신배터리 규정, 에코디자인 규정, 화학물질 규정 등으로 나눌 수 있는데, 이차전지와 직접적인 연관이 있는 신배터리 규정과 에코디자인 규정에 대해서 알아보겠다.

(5) 신배터리 규정

EU는 배터리를 향후 기후 중립과 순환적인 경제로의 전환에 있어서 매우 핵심적인 기술로 정의하고 있다. EU의 예측으로는 세계 배터리 수요는 2030년까지 14배 증가할 것이며, EU의 수요는 이중 약 17%를 예상하고 있다. 유럽 의회와 이사회는 2006년 9월 배터리 지침을 시행한 이후 2020년 12월 배터리에 관한 새 규정을 채택하였으며, 금번 2023년 8월에 새로운 배터리 규정을 채택하였다. 배터리에 관한 EU의 규칙은 재료의 소싱에서부터 수집, 재활용 및 용도 변경에 이르기까지 전 생애 주기에 걸쳐 배터리를 지속 가능하게 만드는 것을 목표로 하고 있다. 현재 에너지 측면에서의 새로운 규칙은 경쟁적으로 지속 가능한 배터리 산업의 발전을 발전시킬 것이며, EU의 청정 에너지 전환과 연료 수입으로부터의 독립에 공헌할 것이라고 주장하고 있다.

i. 적용 대상

이 규정에서의 적용 대상은 매우 광범위하여, EU에서 생산된 배터리 및 수입된 배터리에 무관하게 시장에 출시되거나 연합 내에서 사용되는 모든 범주의 배터리에 적용하고 있어 우리 수출기업의 배터리도 포함되는 조건이다. 배터리가 가전제품, 가벼운 운송 수단 또는 기타 차량에 통합되거나 제품에 추가되거나 배터리가 시장에 출시되거나 자체적으로 연합 내에서 서비스에 투입되는지 여부에 관계없이 무조건 적용된다. 이 규정은 배터리가 제품을 위해 특별히 설계되었는지 또는 일반적인 용도인지 여부에 관계없이 적용되고, 배터리가 제품에 통합되거나 사용될 제품과 함께 또는 별도로 공급되는지 여부에 관계없이 적용된다. 배터리를 시장에 출시하는 것은 배터리가 EU 시장에서 처음으로 출시되었을 때, 제조사 또는 수입사에 의해 공급되어 지급의 대가로 또는 무료로 상업 활동을 하는 과정에서 유통, 소비 또는 사용이 가능한 것으로 간주한다.¹³

ii. 주요 책임

우리 수출 기업 및 현지 생산을 하는 우리 기업에 직접적으로 영향을 미칠, 배터리 생산자의 주요 책임에 관한 주요 내용은 다음과 같다. 생산자는 수명이 다한 단계에서 배터리 관리에 대한 생산자의 책임을 확대해야 하고, 모든 수집된 배터리의 수집, 처리 및 재활용 비용, 함께 수집된 도시 폐기물에 대한 구성 조사 수행, 배터리 및 폐배터리에 대한 보고, 그리고 최종 사용자와 폐기물 운영자에게 배터리와 폐배터리의 적절한 재사용 및 관리에 관한 정보를 제공해야 한다고 규정하고 있다. 이 규정에 의거 생산자 책임 확대에 관한 새로운 규칙은 폐배터리의 분리 수거를 극대화하고, 수거된 모든 배터리가 높은 재활용 효율 및 회수율에 도달하는 과정을 통해 재활용되도록 함으로써 EU 내에서 높은 수준의 환경 및 보건 보호를 보장하려 하고 있다.

¹³ Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC (Text with EEA relevance)

기술적, 과학적 진보에 비추어 볼 때의 재료생산자에 대한 책임 확대와 관련된 의무는 판매 형태에 무관하게 동일하게 적용된다.¹⁴

전기 자동차 배터리 및 SLI 배터리(Starting, Lighting, Ignition)의 안전을 위해 유럽 의회 및 이사회(6)의 규정(EU) 2018/858 에 따라 범주 M, N 및 O 차량에 대한 EU 형식 승인을 유지해야하며, 해당되는 안전 요건을 지속적으로 준수하여야 한다. 안전 세부 사항이 변경된 경우, 기존 EU 형식 승인의 근거가 된 요건에 대한 지속적인 준수를 확인하기 위해 추가 검사 또는 시험이 가능하다고 규정하고 있다.

iii. 배터리 여권

모든 이해관계자에게 공급 및 가치사슬에 따른 투명성을 제고하기 위해 정보 교환을 극대화하고 배터리 추적을 가능하게 하며 제조 공정의 탄소 강도 및 사용 소재의 출처에 대한 정보를 제공하는 배터리 여권이라는 규정을 정의하고 있다. 배터리 여권내에는, 재생 가능한 물질의 사용 여부, 원료 및 유해 화학 물질을 포함한 배터리의 구성, 수리, 용도 변경 및 해체 작업 및 가능성, 그리고 처리에 관한 이력이 포함되어 한다.

배터리 여권은 경제 사업자가 시장에 출시된 개별 배터리에 대한 정보와 데이터를 보다 효율적으로 수집하고 재사용할 수 있도록 하고, 계획 활동에서 보다 정확한 정보에 입각한 선택을 할 수 있도록 하기 위함으로 배터리의 시장 출시 이후, 차량 제조업체와 같은 다른 법인이 여권의 정보를 업데이트할 수 있다.¹⁵

iv. 에코디자인 규정

EU 는 2009 년 에코디자인 지침¹⁶을 발표하였으며, 2022 년 3 월 개정안을 발표하였다. 주된 내용은 제품의 생애주기내에서 내구성, 재사용가능성, 수리가능성, 환경발자국 등의 조건이 지켜져야 하고, 디지털제품여권을 발급해 공급망 및 제품 생애주기를 추적관리하고 소비자가 사전에 해당 정보를 알 수 있도록 하며, 판매되지 않은 제품의 폐기를 방지하기 위함이다. 처벌에 관하여는 별도로 규정하지 않으며 회원국 자율에 맡긴다.

5. 탄소중립산업법(Net-Zero Industry Act)의 주요 내용

탄소중립산업법(Net-Zero Industry Act)은 그린딜 산업계획의 후속 조치로 규제 단순화의 목적으로 제안한 아젠다 중 하나로, 탄소중립 기술제조역량을 확대하고 관련 산업의 역외유출을 막기 위한 법안이다.

(1) 배경

기후중립적 및 청정경제로의 전환과 이에 따른 에너지 시스템 개편은 탄소중립 기술 분야를 발전시키고 질 좋은 일자리와 성장을 창출하는 면에서 상당한 기회를 제공할 수 있다. 핵심 대량

¹⁴ Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC (Text with EEA relevance)

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>. 검색일; 2024. 1. 20

¹⁶ EU Commission (2022), Proposal for a Regulation establishing a framework for setting eco-design requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC.

생산 Net-Zero 기술 시장은 2030 년까지 약 6,000 억 유로의 연간 가치를 갖추게 되어 약 세 배로 증가할 것으로 예상되고 있다.¹⁷ 이에 국가들은 이러한 기회를 포착하고 신산업시장의 중요 부분을 확보하기 위해 필요한 조치를 취해야 할 것이다. 이는 지속 가능한 경제 성장의 보장을 위한 에너지 안보와도 직결될 것이기 때문에 미래 에너지 시스템의 탄력성 확보를 위해 풍력터빈(wind turbines), 전해조, 배터리, 태양광, 열펌프 등의 에너지 시스템 구동 기술에도 집중해야 할 것이다.

(2) 주요 내용 및 목적

탄소중립산업법안의 목적은 탄소중립산업 부문에 있어서의 규제 체계를 간소화하고, EU 의 기후중립 목표를 충족하는 데 중요한 기술의 제조 능력을 개선하며, 탄소 저감 에너지 시스템이 확실하게 유지될 수 있도록 돕는 것이다. 오늘날 ‘탄소중립 에너지 기술’은 글로벌 기술 경쟁의 핵심이며, 이는 공중보건 및 지구 환경 복지에 기여하여 오염을 감소시키는 데 도움이 될 것이다.¹⁸ EU 는 장기적 목표를 제공하는 EU 기후법(EU Climate Law)과 함께 강력한 경제, 유능한 노동 인력 및 최고 수준의 인프라를 결합하여 미래 탄소중립 에너지 기술 시장에서 산업 리더가 될 수 있는 모든 요소를 보유하고 있다.

이 법은 EU 내 Net-Zero 기술의 경쟁력을 강화하고 에너지 시스템을 보다 안전하고 지속 가능하게 만들기 위함이며, 2030 년까지 유럽연합 전체의 Net-Zero 기술이 유럽연합 요구량의 40%에 근접하거나 도달하는 것을 목표로 하고 있다. 유럽에 Net-Zero 프로젝트를 설립하고 투자를 유치할 수 있는 환경을 만드는 것을 목표로 하고 있는데, 이는 EU 의 2030 년 기후 및 에너지 목표 달성과 기후 중립으로의 전환을 가속화하는 한편, EU 산업의 경쟁력을 높이고 양질의 일자리를 창출하며 EU 의 에너지 자립에 기여할 것이라고 강조하고 있다.¹⁹ 그런데 이 법안의 목적은 탄소중립 기술의 대외 의존도를 줄이는 것 뿐만 아니라, 산업의 탄소 중립화를 위해 필요한 기술을 제공하고 저소득층 및 소득 하위층 가정과 소비자를 포함한 청정하고 경제적이며 안전한 에너지에 대한 시민의 접근을 보장하는 것이다. EU 의 Net-Zero 생태계는 2021 년에는 1,000 억유로 이상의 가치를 가졌으며, 2020 년 이후 2 배 이상 증가했다.²⁰

우르줄라 폰 데어 라이엔(Ursula von der Leyen) 유럽연합 집행위원장은 "청정에너지 전환을 빠르게 확대할 수 있는 규제 환경이 필요하며, Net-Zero 산업법이 바로 그런 환경을 조성할 것입니다. 풍력 터빈, 히트 펌프, 태양 전지판, 재생 수소 및 CO 저장 기술과 같은 2050 년까지 Net-Zero 에 도달하는 데 필수적인 분야에 가장 적합한 조건을 만들어 줄 것입니다. 유럽 및 전 세계적으로 수요가 증가하고 있으며, 유럽 공급을 통해 이러한 수요를 더 충족할 수 있도록 조치를 취하고 있습니다." 라고 그 취지를 발표하였다.

탄소중립산업법은 유럽 핵심 원자재법의 제안과 전력시장 설계의 개혁과 함께 유럽의 높은 에너지 수입 의존도를 줄이기 위한 명확한 틀을 제시하였다. 러시아의 우크라이나 침공과

¹⁷ Energy Technology Perspectives (2023), International Energy Agency

¹⁸ Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act), COM(2023) 161 final, 16.3.2023, P3.

¹⁹ European Commission, Press release, April 2023. Net-Zero Industry Act: Making the EU the home of clean technologies manufacturing and green jobs 의 내용중 저자 요약

²⁰ The rise of European Clean Tech – Report, <https://dealroom.co/uploaded/2022/04/Dealroom-Talis-Climate-Tech-Europe-2022.pdf>.

om-Talis-Climate-Tech-Europe-2022.pdf.. 검색일; 2024. 1. 20

코로나 19 팬데믹에 의해 촉발된 에너지 위기에서 얻은 경험으로부터 향후 공급망의 안정화를 위한 노력이 엿보이는 법안이다. 동 법안은 탈탄소화를 위한 여러 기술들을 제안하고 있으며, 여기에는 태양광 및 태양열, 육상 풍력 및 해상 재생 에너지, 배터리 및 에너지 저장, 열 펌프 및 지열 에너지, 전해질 및 연료 전지, 바이오가스/바이오메탄, 탄소 포집, 활용 및 저장, 그리드 기술, 지속 가능한 대체 연료 기술 그리고 에너지 생산을 위한 첨단 기술 등이 포함되어 있다.²¹

6. 이차전지의 탄소발자국(Carbon Footprint) 신고 의무

(1) 주요 내용

탄소 중립 산업법 앞에서 언급된, 탄소중립을 실현하기 위한 다양한 도구와 실행계획이 제시되는 듯하지만, 다른 한편으로는 관련산업내의 기업들에게는 새로운 규제로 작용할 수밖에 없다. 특히, 탄소발자국(Carbon Footprint) 신고 의무는, 2023 년 9 월 배터리 재사용 의무화 및 그 방안을 골자로 한 ‘지속가능한 배터리법’이 승인되었으며, 전기차 및 전기자전거 등 경량 모빌리티 및 용량이 2kWh 이상인 산업용 배터리 등은 오는 2027 년부터 의무적으로 탄소발자국을 신고해야 한다는 내용이다. 2027 년부터 역내에서 판매되는 이차전지의 탄소 발자국 신고의 의무화를 추진하고 있으며, 이차전지 산업에서의 탄소배출을 선제적으로 관리하고, 동 산업의 저탄소 트렌드를 역내 산업 기반 확대 및 지역 패권 장악을 위한 기회로 활용하려는 의도도 숨어 있어 보인다. 법안은 EU 이사회 승인을 거쳐 발효될 예정으로 시행 예정은 2031 년이다.

이차전지는 전기차 Carbon Footprint 의 30%를 점유하여 전기차 생애주기 Carbon Footprint 17ton 중, 이차전지 제조단계에서의 발생량은 약 5ton 으로 추정하며, 이차전지 단독 기준으로는 전체 CO₂ 배출량 중 약 20%가 셀 제조공정에서 발생한다. 따라서 기업들은 규제요인에 직접적으로 대응하고 재생에너지 저비용 지역으로부터 우선적으로 전환을 추진하고 있다. 유럽내 주요 소재 기업들의 경우 역내 리사이클링 및 원료 수급에 연계하여 공급망을 새로 구축하려는 움직임도 있으며, 벨류 체인상의 기업에 직접적인 요구를 하고 있기도 한다.

(2) 벨류체인상 이차전지 소재업체로의 영향 예상

이와 같이 EV 제조업체들의 탄소발자국 신고의무 이행을 위하여, 수많은 부품 중 하나인 리튬이온 배터리 산업으로 이어지게 되고, 또한 리튬이온 배터리 생산을 위한 수많은 소재업체로까지 이어지게 된다. 이차전지 소재의 제조에는 고온 및 고압에서의 화학 반응이 필요로 하며, 이로 인해 상당한 양의 에너지가 소비되고 또한 이에 따른 탄소 배출량도 상당할 것이다. 소재업체의 탄소배출량 관리 역시 상기 언급된 생산과정에 국한되지 않고 원재료 조달부터 소재가 폐기될 때까지 이어지게 된다. 즉 배터리에 사용되는 일부 소재임에도 불구하고 배터리 생애 주기 차원에서는 모든 과정이 관리되는 환경인 것이다. 이러한 벨류체인상의 위치상에서 대한민국 이차전지 산업의 탄소중립 대응 현황에 대하여 III장에서 상세히 알아보도록 하겠다.

²¹ European Commission, Press release, 16 March 2023. Net-Zero Industry Act: Making the EU the home of clean technologies manufacturing and green jobs 의 내용중 저자 요약

7. Net-Zero 기술 실현을 위한 주요 활동

(1) 실현 가능한 환경의 조성

Net-Zero 기술에 대한 투자여건을 개선하기 위하여 정보의 향상, 행정적 부담의 경감, 허가절차의 간소화 등을 실시하며, EU 산업의 회복력과 경쟁력 강화에 필수적이라고 판단되는 Net-Zero 전략 프로젝트에 우선권을 부여한다.

(2) CO₂ 포집 가속화

이 법은 2030년까지 EU 내 전략적 CO₂ 저장 장소에서 연간 50Mt 주입 용량을 달성하고 EU 석유 및 가스 생산업체의 비례적 기여를 목표로 설정하였다. 이를 통해 CO₂ 포집 및 저장을 경제적으로 실행 가능한 솔루션으로 개발할 수 있도록 유도하고 있다.

(3) 시장에 대한 접근 촉진

Net-Zero 기술에 대한 공급 다양화를 촉진하기 위해, 공공 조달 또는 경매 분야에서 Net-Zero 기술에 대한 지속 가능성과 회복력 기준이 반영하도록 요구하고 있다. 기술향상을 통하여, Net-Zero 유럽 플랫폼의 지원과 감독을 받아 Net-Zero 산업 아카데미를 설립하는 것을 포함하여 EU에서 Net-Zero 기술 생산을 지원하는 숙련된 인력이 있도록 하는 새로운 조치를 도입할 계획이며, 이를 통해 양질의 일자리 창출에 기여할 것이라고 강조하고 있다. 또한 이 법은 회원국들이 유연한 규제 조건 하에서 혁신적인 Net-Zero 기술을 시험하고 혁신을 촉진하기 위한 규제 샌드박스의 설치를 제안하고 있다.

Net-Zero 유럽 플랫폼은 위원회와 회원국이 Net-Zero 산업 파트너십을 포함하여 정보교환이 용이하게 하는 조력자 역할을 할 것이며, 위원회와 회원국들은 또한 Net-Zero 산업법의 목표를 향한 데이터의 가용성을 보장하기 위해 협력할 것을 요구하고 있다. Net-Zero 유럽 플랫폼은 EU 전역의 프로젝트에 대한 재정적 요구 및 모범 사례를 파악하여 투자를 지원하며 기존 산업들의 협회 및 위원회를 활용하여 유럽의 Net-Zero 부문 전반에 걸친 협력과 커뮤니케이션을 지원할 것이라고 한다. 그린딜 산업계획에 발표된 바와 같이 2023년 말 혁신기금에 따라 재생수소 생산에 대한 첫 시범 지원이 시작될 것이며, 선정된 사업에는 최대 10년간 고정보험료 형태의 보조금을 지원한다고 한다.²²

하기는 주요 국가의 친환경 산업 부문에 대한 지원 정책이다. 먼저 미국의 경우 인플레이션 감축법을 도입하여, 에너지 안보분야 및 기후 변화 부문에 대하여 예산지원을하고, 태양광패널, 배터리 등 생산세액 공제, 전기차, 풍력터빈 등 청정기술 제조와 건설에 대한 투자세액 공제 등을 제공한다. 일본의 경우 GX²³ 실현을 위한 기본 방침으로 산업 전반의 탈탄소화 추진 및 재생에너지, 수소, 축전지 등 육성전략 시행한다. 그리고 20조 엔 규모 그린전환채권을 발행하고

²² European Commission. https://managenergy.ec.europa.eu/net-zero-industry-act-making-eu-home-clean-technologies-manufacturing-and-green-jobs-2023-04-06_en 의 내용중 저자 요약. 검색일; 2024. 1. 20

²³ GX의 실현은 Growth와 Expansion을 의미하며 경제적인 성장과 국가의 영향력 확대를 동시에 추구하는 전략을 의미함.

10 년간 민관투자 총 150 조 엔 확보를 목표로 하고 있다. 인도의 경우 생산 연계 인센티브(Production Linked Incentive Scheme)라 하여, 재생에너지와 ACC 배터리²⁴의 국내 제조역량 강화 및 해외투자 유치를 통한 인센티브 제공하며, 5년간 재생에너지 부문에 29억 달러, 배터리 부문에 22 억 달러 규모 지원을 주요 골자로 하고 있다. 마지막으로 캐나다의 경우, 청정기술 세액 공제(Investment Tax Credit for Clean Technologies)라 하여, 태양열, 히트펌프, 배터리 등 탄소중립 산업 투자비용의 최대 30% 세액 공제하고, 청정수소 생산에 대해서는 최대 40% 세액공제 제공한다. 예산 규모는 5 년간 49 억달러 수준이다.

<표 3> 주요 국가의 친환경 산업 부분 지원 정책 현황

구분	정책 안	주요 내용	시행
미국	Inflation Reduction Act (인플레이션 감축법)	· 2023 년도까지 에너지 안보 및 기후 변화 부문에 3,690 억 달러의 예산을 지원. · 태양광패널, 배터리 등 생산세액 공제, 전기차, 풍력터빈 등 청정기술 제조 건설에 대한 투자세액 공제 등 제공	2023
일본	GX 실현을 위한 기본 방침	· 산업 전반의 탈탄소화 추진 및 재생에너지, 수소, 축전지 등 육성전략 시행 · 20 조 엔 규모 그린전환채권을 발행하고 10년간 민관투자 총 150조 엔 확보를 목표로 함	2023
인도	Production Linked Incentive Scheme (생산연계 인센티브)	· 재생에너지와 ACC 배터리의 국내 제조역량 강화 및 해외투자 유치를 통한 인센티브 제공 · 5 년간 재생에너지 부문에 29 억 달러, 배터리 부문에 22 억 달러 규모 지원	2020
캐나다	Investment Tax Credit for Clean Technologies (청정기술 세액 공제)	· 태양열, 히트펌프, 배터리 등 탄소중립 산업 투자비용의 최대 30% 세액 공제 · 청정수소 생산에 대해서는 최대 40% 세액공제 제공 · 5 년간 49 억달러 규모의 예산 투입	2023

자료: US Senate, METI, Invest India, Government of Canada

²⁴ ACC 배터리; Advance Chemistry Cell 의 약어로, 다양한 용도로 사용되는 고급화학 셀 배터리를 의미함.

III. 이차전지 산업내 주요 기업들의 대응 현황

1. Northvolt

(1) Northvolt 소개

NorthVolt 사는 스웨덴의 리튬이온 배터리 제조 업체로서, 깨끗한 에너지 저장 및 전기자동차 이차 전지를 생산하는 회사이다. 동사는 2016 년에 페터 카르링과 파이터 에바냐에 의하여 설립되었으며, 지속 가능한 배터리 생산 및 재활용을 중심으로 하는 혁신적인 기술과 제조 공정을 개발을 중심으로 하고 있다. LG 에너지솔루션, 삼성 SDI, 중국의 CATL 등을 포함하여 전세계 이차전지 시장을 국내 3 사, 중국 3 사가 주도해 가고 있는 상황에서 전세계적으로는 후발 주자이나, 한국 업체 및 중국 업체를 제외하고는 가장 앞서가고 있는 유럽내 현지 셀 메이커이다.²⁵ 후발 주자로서의 차별화 전략은 높은 에너지 밀도와 장기 안정성을 제공하는 배터리를 개발하는 데 초점을 맞추고 있으며, 무엇보다도 친환경 및 지속 가능한 생산 프로세스를 채택하여 친환경적인 이미지를 통해 차별화를 꾀하고 있다. 세계 메이저 6 대 제조사와 경쟁하기 위하여는 극복하여야 할 개발과 양산에 있어서의 기술적인 이슈가 산재하여 있지만, 다른 어느 셀 메이커들 보다도 환경적인 이슈와 지속가능을 강조하고 있다.

(2) 탈탄소화를 위한 계획

Northvolt 사는 2022 년에 가치 사슬 전반에 걸쳐 조율된 조치를 통해 배터리 셀 생산에 관한 탄소 발자국을 현재 33kg 에서 2030 년까지 10kg CO₂/kWh 로 감축하기 위한 데이터 기반 접근 방식인 탄소 로드맵 2030 을 도입하였다. 이 목표는 배터리 셀의 생산기준으로 약 90%의 탄소 발자국 감소를 의미하며 기존대비 약 90%의 감축에 해당한다. Northvolt 는 이를 이루기 위한 실행 전략으로, 지속 가능한 저탄소 원자재 및 부품의 확보, 구성 요소별 또는 공급 업체별 탄소 발자국 목표에 대한 정의 부여, 생산 과정에서의 에너지 효율성 개선, 현지에서 생산된 무화석 에너지의 소싱, 재활용 및 순환 프로세스의 규모 확대, 유럽 현지 공급망 육성, 그리고 인바운드 물류 흐름의 최적화와 저탄소 운송수단의 선택 등을 수립하고 있다.

NorthVolt 사는 상기의 탄소 로드맵 2030 을 실행하기 위하여, 상세한 수명 주기 평가와 공급망 전반의 파트너와의 협력을 통해 실행하려 하고 있다.

하기의 큰 축을 통해서 Northvolt 가 추구하려는 가치는, 모든 사업장에서 화석연료 없는 전력 생산의 추진, 배터리 제조에 있어서 저탄소 접근 방식에 대한 가능성 입증, 고객을 위한 탄소 감축을 가능하게 하는 솔루션 공급, 그리고 전체 가치 사슬에서의 탄소 감축 지원이다.

²⁵ 국내 3 사 및 중국 3 사와 합작 형태로 설립한 셀 메이커는 제외.

<표 4> 탈탄소화 계획의 주요 요약

카본 로드맵 2023 발표 10kg CO₂/kWh	Northvolt 사의 모듈, 팩 그리고 리사이클링 프로세스에 대한 LCA 를 최초 완료 목표
Northvolt 그룹 전체의 사용 에너지중 95%를 비화석 연료를 사용	CO₂ 환경 규제에 대한 선도적인 대응

자료: Sustainability and annual report 2022, Northvolt. P30

NorthVolt 사는 이를 위하여, 기후 영향에 대한 분석과 단계를 정의하였는데, 탄소 배출과 기후로의 영향에 대한 카테고리를 정의하고 중요 카테고리별 대응책을 수립하여 대응할 계획을 가지고 있다. 탄소배출로의 영향을 명확하게 이해하는 것은 매우 중요하며, 이를 기반으로 명확한 대응책을 수립하고 있다. 2022 년까지의 기후 영향은 아래의 표에서와 같이 약 98%는 Scope 3(indirect)로부터의 배출에 기인한 바와 같이 생산 현장 외부의 활동에서 발생하였다. 배터리의 제조 및 공급망에 사용되는 자재가 이 범주의 배출에 가장 크게 영향을 미친다는 의미이다. 제조 공장의 건설에 필요한 강철과 콘크리트를 포함한 건축 자재의 사용도 Scope 3 의 배출에 크게 기여하였다.

<표 5> 탄소배출 요인별 배출량 비교

구분	배출량 비교	
Scope 1 (Direct)	 직접 연료의 배출 2,190t CO ₂ 그외 80t CO ₂	
Scope 2 (Indirect)	 <시장 기준> 직접난방(가열) 990t CO ₂ 전기 190t CO ₂	 <지역 기준> 직접난방(가열) 1,280t CO ₂ 전기 3,320t CO ₂
Scope 3 (Indirect)	 외부로부터 구매한 상품과 서비스 168,560t CO ₂	<외부 구매 상품과 서비스 이외> 자본재; 29,520t CO ₂ 연료 및 에너지 관련 활동; 3,140t CO ₂ 운송 및 물류; 6,900t CO ₂ 폐기물 외; 820t CO ₂ 출장; 3,860t CO ₂

자료; Sustainability and annual report 2022, Northvolt. P32

NorthVolt 는 실질적으로 모든 공급업자들에게 유럽 현지로의 생산 거점의 이동을 요청하고 있는데, 이는 탄소 배출량이 적은 에너지와 탄소 집약도가 낮은 에너지를 사용하고, 또한 LCA 상에서의 운송 경로를 단축하는데 목적을 두고 있는 것을 알 수 있다. 이는 회사의 기후 영향을 줄이는 데 기여할 뿐만 아니라 더 넓은 유럽 배터리 사업의 경쟁력 확보와 시장 형성에 기여할 것이다.

회사가 발표한, 상당한 개선이 이루어질 수 있다고 생각되는 분야는 공장의 자원 효율성인데, 열과 에너지를 포함한 자원의 재순환, 부산물 및 스크랩 재활용, 폐기물 발생 감소와 관련된 여러가지 활동을 추진하고 있다. 동사는 사업 규모를 확장하는 중대한 시기에 있는데, 이로 인해 기가팩토리 및 기타 시설의 추가 건설을 수반하기 때문에 단기적으로는 건설 및 장비 공급이 기후에 미치는 영향이 증가할 것으로 예상하고 있다. 기후로의 가장 큰 영향 요인은 확인되었지만, 출장 등 다른 개선이 필요한 분야는 보다 적극적으로 해결하고 있다. 노스볼트의 출장 정책은 직원들이 보다 지속 가능한 방식으로 지속 가능한 교통수단을 이용하도록 장려하는 핵심 도구라고 언급하고 있다.

(3) 탈탄소화를 위한 실천 방안

먼저, 탈탄소화를 위하여 배터리 셀에 대한 생애 주기 평가를 실시하는 계획을 가지고 있다. 배터리 셀의 탄소 발자국은 업계 표준에 비해 67% 감소한 상태이며, 생애 수명 주기 평가(LCA)를 활용하여 추가적인 개선을 이루려고 하고 있다. LCA 를 위해, 먼저 기후 변화 영향, 물 사용, 생태독성, 토지 사용, 자원 사용 등 16 가지 영향 범주 나누어 Northvolt 사가 생산하는 셀이 환경에 미치는 영향을 분석하였다.

둘째, 전과정 환경 평가이다. 6 개의 노스볼트 배터리 셀 모델에 대해 전과정 환경영향평가(LCA)를 인증하여 전 과정에 걸쳐 환경에 미치는 영향을 정량화하였고, 2022 년에는 크래들 투 크래들 LCA(Cradle to cradle LCA²⁶)를 수행하여 작업을 확장하였다. 또한 동일한 셀에 대해 전과정평가를 수행하여 평가 범위를 확장했다. 이러한 LCA 는 제품 환경 발자국(PEF) EF2.0 데이터베이스의 2 차 데이터와 추정 데이터를 모두 통합하며, 노스볼트 Ett²⁷가 본격적으로 생산되면 배터리 셀에 대한 탄소발자국을 예측할 수 있다. Northvolt 사의 셀 모델 평균을 고려할 때, 금속을 포함하여 셀 생산을 위해 구매하는 재료가 전체 기후 변화 영향의 94%를 차지하는 것으로 나타났다. 무화석 에너지로 셀 생산에 동력을 공급한 결과, 셀 생산은 전체 영향의 3%에 불과하고 나머지 3%는 운송 및 물류가 차지한다. 총 배터리 셀의 탄소 발자국은 약 33kg CO₂/kWh 로 업계 기준 셀에 비해 67% 감소된 수준이다. 셀 생산에 재활용 재료를 사용하면 셀 탄소 발자국을 22kg CO₂/kWh 까지 더 줄일 수 있다고 언급하고 있다. Northvolt 사는 보다 정확하고 투명한 데이터 확보를 위해 공급업체로부터 1 차 데이터를 수집하여 수직적 통합 전략의 가치와 탈탄소 목표를 달성하기 위한 환경 영향성을 함께 분석하고 있다.

셋째, 재활용의 강화이다. LCA 재활용은 탈탄소화를 위한 주요 경로 중 하나이며, 2022 년까지 재활용 프로세스의 전과정평가를 완료하였다고 한다. 이는 제품의 요람에서 요람까지의 전체 수명 주기를 고려하고 환경 영향을 줄일 수 있는 방법으로 재활용 소재를 활용하고, 새 금속을 사용할 때와 비교했을 때, 100% 재활용 금속으로 음극재를 100% 재활용 금속으로 생산하면 음극의 탄소 발자국을 거의 70%까지 줄일 수 있다고 보고 있다.²⁸ 배터리 재활용의 중요성을 인식하고 있으며, 처음부터 제품 분해 및 재활용이 가능하도록 설계하여 배터리 재활용의 용이성을 높이고 있다.

넷째, 에너지 스토리지 시스템의 개발 및 활용이다. Northvolt 는 업계 표준보다 탄소 배출량이 46% 낮은 에너지 저장 시스템을 개발하고 있으며, LCA 를 활용하여 추가로 개선 활동을 하고 있다. 2022 년 처음으로 에너지 스토리지의 요람에서 무덤까지 에너지 스토리지의 전과정 평가(LCA)를 완료하였으며, 에너지 저장 시스템(ESS)에 대한 최초의 전과정평가(LCA)를 완료하였다. 이 LCA 는 PEF²⁹ 방법을 따르며, 공급업체로부터 얻은 1 차 데이터를 통합하여

²⁶ 물리적 제품의 수명주기를 고려하여 제품 재료의 선택, 생산 과정, 사용 후 처리 방법 등을 최적화하는 것을 의미하며, 이는 재생 가능한 자원을 사용하고, 제품이 사용된 후에도 자원으로 회수되거나 무해하게 분해되어 환경에 도움이 되는 방식으로 제품을 디자인하는 것을 목표로 함.

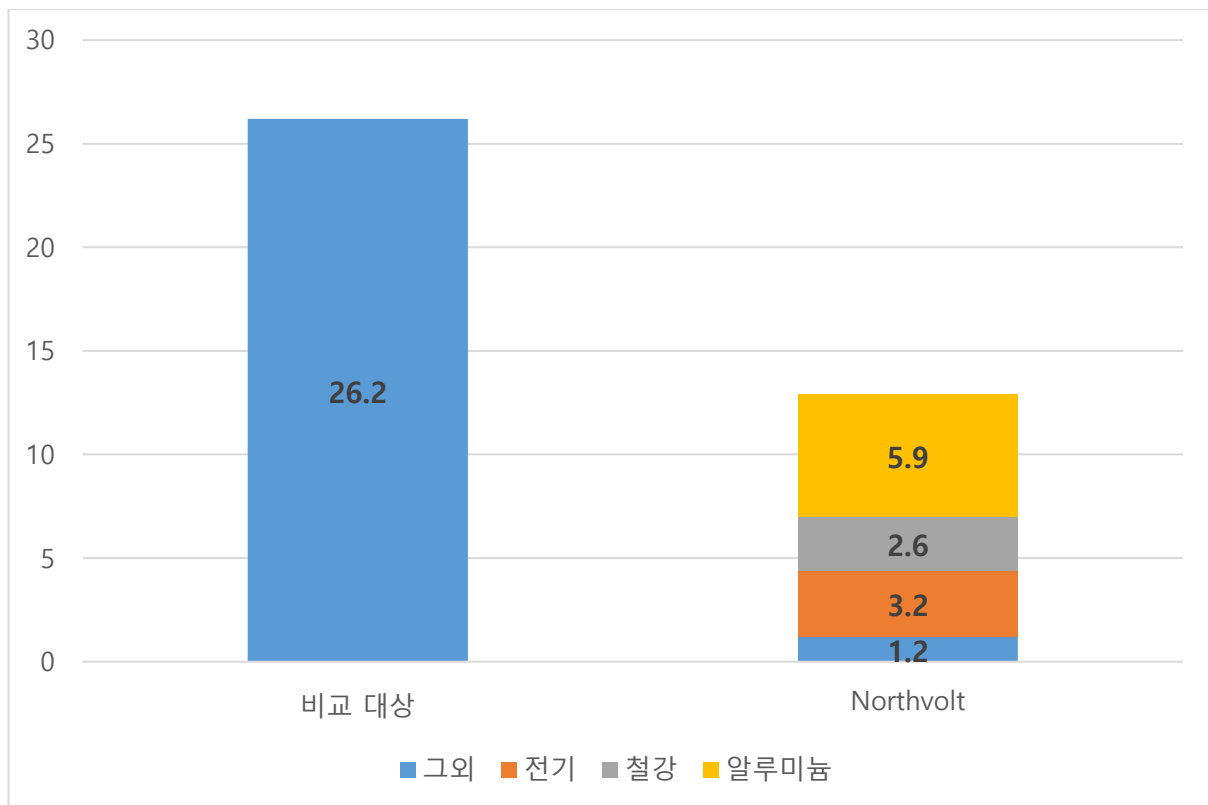
²⁷ 현재 양산 제품을 생산 중인 메인 공장.

²⁸ 실제로 셀 메이커가 4 대 주요 소재를 수직계열화 하는 가장 큰 이유는 SCM 의 안정화 및 비용절감이지만, Northvolt 사는 자사 생산을 통한 환경관리 목표 달성과 전과정 리사이클이 목표라고 공표하고 있다.

²⁹ PEF(Product Environmental Footprint); 제품의 환경적 영향을 측정하고 평가하는 방법론을 의미하며, EU 에 의해서 개발되었음.

분석하였다. ESS의 원자재 및 생산에 따른 기후 변화 영향은 14.0kg CO₂/kWh의 정격 에너지(셀 제외)에 달한다. 이 영향은 평균적인 폴란드 에너지 믹스와 중국산 알루미늄을 사용한 제품을 사용하는 ESS 제조를 특징으로 하는 업계 보다 약 46% 낮은 수준이다. ESS의 탄소 발자국을 낮추는 데는 기여한 여러 요인들이 있는데 그 중 하나는 폴란드 노스볼트 드와 공장에서 ESS의 제조시 화석 에너지를 사용하지 않고 거의 100% 태양광과 풍력으로 전력을 사용한 것이다. 유럽의 공급망 개발 전략도 탄소 발자국을 줄이는 데 기여하고 있다. ESS 재료의 약 95%는 유럽에서 조달되며, 업계 표준보다 저탄소 에너지로 생산된 알루미늄을 사용하는 것 또한 탄소 발자국 감소에 큰 기여를 하였다. ESS의 LCA 결과는 매우 고무적이며, 앞으로도 탄소 발자국을 더욱 감축하는 데 도움이 될 것이라고 보고 있다. 공급업체와의 변화 협력은 매우 중요하며, 지속 가능한 자재 선택에 중점을 둔 친환경 설계 전략을 구현함으로써 탄소 발자국을 줄이고 지속 가능성을 꾀하려 하고 있다.³⁰

<그림 1> ESS를 통한 탄소감축 공헌도 비교



자료: Sustainability and annual report 2022, Northvolt. P33

주) 비교 대상; 중국의 알루미늄 생산 업체, 폴란드의 ESS 생산 업체, Northvolt; ESS LCA

³⁰ Sustainability & Annual Report 2022, Northvolt

(4) 탈탄소화 계획에 대한 시사점

Northvolt는 생산 프로세스에서 친환경적인 방식을 채택하여 탄소 배출을 최소화함을 통해, EV 생산 및 및 전력 저장 시스템의 전체 생애 주기 동안 탄소 발자국을 줄이려 하고 있으며, 재생 가능 에너지 활용하여 자사 공장 생산분에 대한 생산량에 대한 탄소 배출을 감소시키려 하고 있다. 배터리의 재활용 측면에서는, 자칫 친환경이 목적인 배터리 자체가 환경 폐기물로 전락하는 것을 막고 자원의 재사용 효율을 높이는 측면으로 기여할 것으로 보이며, Northvolt 사 자사 뿐만 아니라 협력 업체 및 파트너사와의 협력강화를 통해 산업 전반에 걸쳐 그 효과가 발생되도록 노력하고 있다.

이차전지 산업내에서는 Northvolt 사가 가장 적극적이고 구체적인 실행계획에 의거하여 움직이고 있으며, 후발 주자로서의 차별화 전략의 강력한 무기로 활용하려 하는 것으로 보인다. 하지만, 동사가 계획하고 있는 탈탄소화 실행 전략의 경우, 모든 원자재로부터 EU 내에서의 생산과 재활용에 초점이 맞추어져 있어, 자칫 무리해서 계획을 추진하려다 SCM 의 운영측면과 안정적인 제품 생산에 문제를 야기할 수도 있다. 왜냐하면, Northvolt 사의 제품을 공급하는 소재업체들이 Northvolt 사가 기대하는 만큼의 준비와 실행이 가능하나의 문제와 실제로 현지 공장의 건설과 생산은 대규모의 투자 분석과 의사결정이 필요하기 때문이다.

2. 현대자동차

(1) 현대자동차 소개

현대자동차는 전세계 7 개 지역에 공장을 가지고 있는 세계 자동차 판매량 5 위의 업체이며, 전동화 측면에서는 타 경쟁사 대비 발 빠른 행보를 보이고 있는 완성차 제조 업체이다. 탄소감축 측면에서 수송 부문은 전세계 탄소배출량의 약 20% 정도를 차지하고, 그 중 70% 이상이 자동차가 포함된 도로 교통에서 발생하고 있다. 현대자동차는 탄소 감축을 넘어 탄소 제로화(Zero Carbon)를 빠르게 추진하기 위해 2035년 유럽 시장, 2040년 내로 주요시장 모든 판매 차량의 100% 전동화 전환 달성을 목표로 하고 있다. 이차전지의 직접적인 생산을 하고 있지는 않지만, EV로의 전환시에는 중요 부품의 비중이 엔진을 동반한 구동부가 배터리와 모터로 바뀌게 되며, 이차전지 산업에서 영향력이 커지게 될 업체이다. 자동차의 생산 뿐만 아니라 향후 이차전기 기술 확보를 위한 적극적인 움직임과, EV로의 전환을 적극적으로 대응하고 있어 현대자동차의 탈탄소화에 대한 계획과 전략을 파악해 보겠다.

(2) 탈탄소화를 위한 계획

현대자동차는 자동차 부품조달부터 생산, 운행과정에 이르는 전 단계에 걸쳐 2045년 탄소중립을 목표로 설정하였다. 전동화 전환 가속화를 위해 앞선 친환경기술(EV/FCEV) 및 수소 기술의 리더십과 연계한 현대차만의 탄소중립 전략을 추진할 계획이다. 2045년 글로벌 공장의 재생에너지 100% 충당을 목표로 하는 RE100 로드맵을 수립하고, 주요 제조 공정에 그린수소 적용을 확대하는 등 사업장의 탄소중립을 추진할 예정이다. 또한, 주요 협력사들 대상으로 탄소중립 가이드라인을 제공하고, 사회적 실천을 요구하는 등 자동차 전체 제조 과정에서 배출되는 온실가스 감축을 위해 다방면의 노력을 진행할 계획이다. 파리기후변화협약의 방향성과 목표를 적극 지지하한다고 공표하고 있으며, 전지구적 온실가스 감축을 위한 기업의 역할과 책임을 완수하려, 이러한 측면에서 친환경차 개발/보급 확대, 수소 사회 구현뿐 아니라 자동차 제조 과정에서 배출되는 온실가스 감축을 위해 다양한 활동을 전개할 전략이다. 재생에너지로

전환 및 고효율 모터, 인버터 적용 등 생산 공정의 에너지 효율화, 수소에너지 등을 활용하여 2045년까지 사업장 탄소중립을 목표로 노력할 것이며, 단기적으로는 RE100 로드맵과 연계하여 제조 과정에서 사용하는 전기에너지부터 우선 재생에너지로의 전환을 추진할 계획이라고 한다. LNG 연료를 주로 사용하는 도장(페인트) 공정은 고효율 기기 도입, 폐열 재활용, 공정 개선 등을 통해 효율을 개선할 계획이며, 2035년 이후 장기적 감축 목표는 수소 사회 구현과 연계하여 주요 제조 공정에 그린수소 적용과 재생에너지 사용을 확대하여 2045년 탄소중립을 달성하는 것이 목표라고 한다. 수소보일러/버너 등 수소 연소 설비로의 전환과 CCUS 등 탄소흡수/상쇄한 친환경 그린 LNG를 도입하여 100% 탄소중립을 달성할 계획을 가지고 있다.

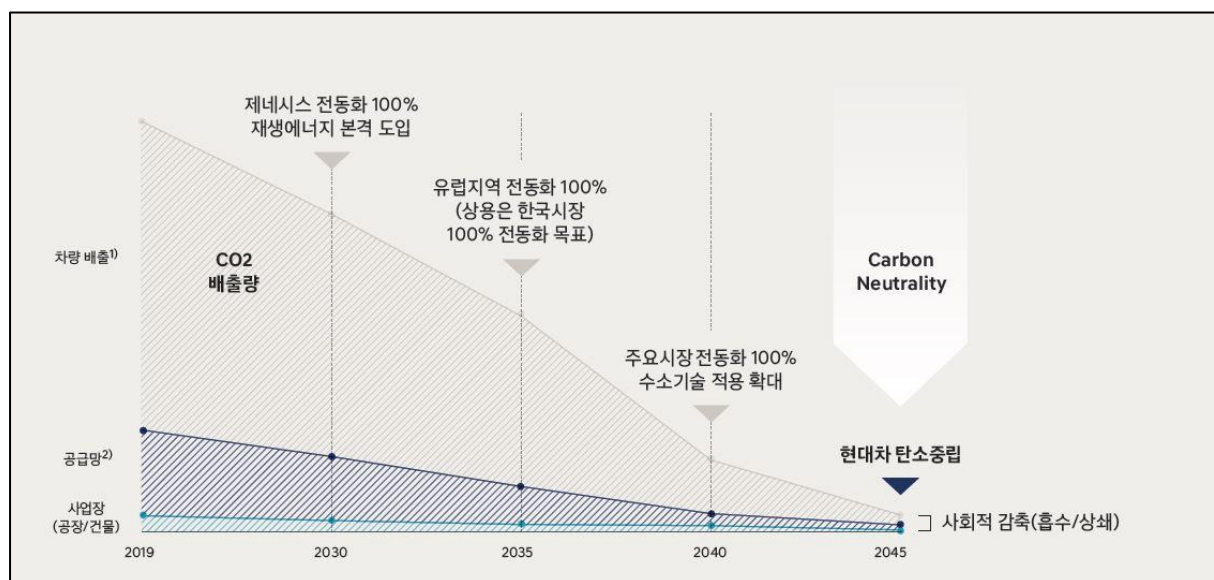
<표 6> 자동차 생산 단위당 에너지 사용량

구분		2020년	2021년	2022년
비재생 에너지 사용량	LNG	3,534,350	3,562,760	3,442,276
	디젤, 등유, 휘발유	184,158	154,015	131,268
	스팀, 열	98,777	90,510	94,027
	기타 연료	123,433	143,460	172,986
	전력(비재생)	3,344,292	3,338,657	3,377,133
재생 에너지 사용량	전력(재생)	70,376	120,171	280,498
에너지 사용량 합계 ²⁾		7,355,386	7,409,573	7,498,188
에너지 사용량 원단위		1.97	1.91	1.87

자료; 현대자동차 지속가능보고서 2023. P32

(단위; MWh, MWh/대)

<그림 2> 현대자동차 탄소 중립 목표

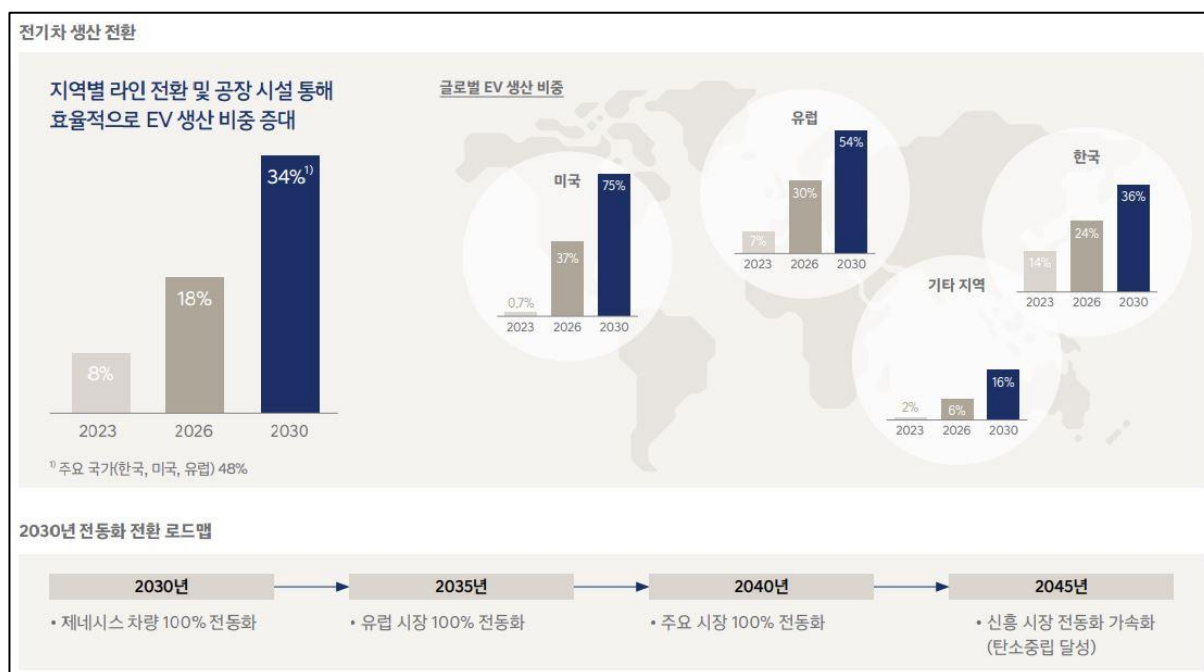


자료; 현대자동차 탄소중립 로드맵, 2022

주; 1) 고객의 차량 운행 과정(=Tank to Wheel)의 탄소배출량, 2) 부품 협력사 탄소배출량으로 협력사와 협력하여 탄소배출 감축(탄소중립) 유도 목표

첫째, 전동화의 가속화이다. 판매 차량의 탄소감축 및 제로화를 위해 가장 우선적으로 내연기관 차량 중심의 제품 및 사업 구조를 전동화 차량 중심으로 전환하려 하고 있다. 2035 년 유럽시장 100% 전동화(BEV, FCEV) 전환을 필두로 2040 년 내 주요시장 판매 차량의 전면 전동화 전환을 목표를 가지고 있으며, 신흥시장은 고객니즈 및 시장여건, 인프라 구축 현황 등을 고려하여 전동화를 추진할 계획이다. 고급브랜드인 제네시스 역시 2025 년 이후 신규 차종의 전면 전동화로 전환하고, 2030 년까지 100% 전동화 전환을 추진할 계획이다. 또한, 승용차 대비 탄소배출량이 높은 버스 및 대형 트럭 등 상용차의 경우 글로벌 상용차 업계 최초로 2028 년 수소전기차 풀라인업을 구축하고, 모시장인 한국에서는 2035 년까지 100% 전동화를 목표로 한다. 해외 시장은 전략적 파트너십 중심의 진출 확대 및 수소 생태계 구축을 통해 선진시장부터 점진적으로 사업을 확대해 나갈 계획을 가지고 있다. 이뿐만 아니라, 국내/외 사업장 내부에서 운영 중인 임직원용 차량을 전동화 차량으로 전환할 계획이며, 외부 협력사 차량 및 수송 선박 등에 대해서도 2040 년 ~ 2050 년까지 전동화 전환을 유도하여 사업장 내 수송 부문에서도 탄소배출 제로화에 기여하도록 할 계획이다.

<그림 3> 현대자동차의 전기차 생산전환과 전동화 전환 로드맵



자료: 현대자동차 지속가능성 보고서 2023

현대자동차가 가지고 있는 주요 차량 모델별 전동화 전환 목표는 하기와 같다. 먼저, 2013 년에 세계 최초로 투싼 ix 수소전기차를 출시한데 이어 2018 년에는 차세대 연료전지 시스템을 탑재하여 내연기관 차량에 버금가는 성능과 내구성을 갖춘 넥쏘 수소전기차를 출시하였다. 2020 년 넥쏘 수소전기차를 글로벌 시장에서 총 6,600 대 판매하였으며 이는 전년대비 약 35% 증가한 수치이다. 또한 글로벌 수소전기차시장의 69% 점유율을 기록하며 현재 글로벌 수소전기차시장을 선도하고 있다. 2021 년 스위스에 수소전기트럭 엑시언트의 140 대 수출을 시작으로 지속적으로 수소전기트럭의 수출을 확대할 예정이며, 국내에서 100 대 운영 중인

수소전기버스는 2021 년말 기준으로 200 대로 운영 대수를 늘릴 계획도 가지고 있다. 현대자동차는 2023 년 이후, 승용 부문 수소전기차 라인업을 1 종에서 3 종으로 확대할 예정이며, 2023 년 하반기 넥쏘 페이스리프트와 함께, 뒤이어 2023 년말 스타리아급 FCEV 모델, 2025 년 이후 대형 SUV FCEV 모델을 출시할 계획이다.

두번째는, EV 기술경쟁력과 인프라의 확대이다. 2021 년 4 월 출시한 아이오닉 5 는 현대자동차그룹의 새로운 전기차 전용 플랫폼 E-GMP 를 기반으로 설계하였다. E-GMP 는 다양한 충전 기술과 호환되는 멀티 충전 시스템 덕분에, 가까운 충전소 어디서든 빠르게 충전이 가능하며, E-GMP 는 기존 내연기관 개조 플랫폼과 비교해 제품 개발의 유연성, 전기차에 최적화된 설계와 구조, 표준화된 대용량 배터리 시스템, 길어진 항속 거리, 미래 지향적 디자인, 혁신적 공간 등 차별화된 장점을 두루 갖추고 있습니다. E-GMP 시스템은 기존의 차량보다 많은 에너지소모 및 정밀한 고성능 제어가 필요한 자율주행차, 커넥티드 카와 같은 다양한 형태의 미래 모빌리티를 선도할 수 있는 기술이라고 강조하고 있다. 현대자동차는 전기차 기술 선도와 더불어 전기차 충전 인프라 구축 확대에 기여하고, 고객의 충전 편의성 제공을 향상시킬 것이며, E-pit 충전소는 장거리 운전자의 전기차 충전 편의성을 높이고 국내 전기차 보급 활성화에 기여하고자 현대자동차그룹이 구축한 전기차 초고속 충전소로, 출력량 기준 국내 최고 수준인 350kW 급 초고속 충전설비를 갖춘 것이 특징이라고 강조하고 있다. 800V 전기차 기준으로 18 분만에 10% → 80%까지 충전이 가능해 급속충전 대비 약 3 배 정도 빠르게 충전할 수 있다고 언급하고 있다. 2021 년부터 한국 주요 고속도로 휴게소 12 곳, 도심 랜드마크 인근 8 곳 등 초고속 충전인프라 20 개소에 충전기 120 기 구축을 시작으로 지속적으로 충전망을 늘려 나갈 계획이며, 유럽에서 현대자동차그룹은 완성차 4 개사(BMW, 다임러, 폭스바겐, 포드)가 2017 년 공동 설립한 IONITY 에 7 천 5 백만 유로의 전략 투자 계약(2019 년)을 체결하였다. 현대자동차그룹은 'IONITY'지분 투자를 통해 상호 협력 체계를 구축함으로써 유럽 전기차 고객을 위한 '클린 모빌리티' 전환을 가속화할 계획이다.

세번째는, 전기에너지 전환 기술의 개발이다. 동사는 앞으로 V2G(Vehicle-to-Grid) 기술을 통해 국가 전력망 전체의 효율 높이고, 국가/지역사회의 탄소중립에 기여할 것이라고 한다. 전기차의 고전압배터리에 저장되어 있는 전력을 국가 전력망에 역전송하여 사용하는 차세대 충전 기술인 V2G(Vehicle-to-Grid) 기술을 상용화하는 전략이다. 전기차에 V2G 신기술을 적용할 시, EV 고객은 전력공급이 풍부한 심야 시간대에 전기차에 전기를 충전해 두고, 국가 전력망인 Grid 에 전력 공급이 부족한 피크 시간대에 전기를 공급하게 되므로 전력망 안정화에 기여할 수 있으며, 전기차에 V2G 기술이 적용되기 위해서는 인버터(DC→AC 변환)부터 양방향 충전기(통신), 관리프로그램(모니터링/제어기) 등의 개발이 필요하다. 현대차그룹은 현재 서울 본사 사옥 주차타워에서 V2G 상용화 실증 연구를 이미 진행하고 있다. 또한 우수한 전기차 신모델 보급 확대로 수송분야 운행단계의 탄소 중립에 선도적인 역할을 할 뿐만 아니라 전기차 V2G 활용으로 유해환경 물질을 배출하는 발전소 추가 증축을 억제하여 사회적으로 탄소중립 달성에 기여할 계획이다. 향후 전기차 판매량 증가에 비례하여 폐배터리의 발생량도 증가할 것으로 예상되는 만큼, 폐배터리 회수 및 재활용 체계 구축이 매우 중요한데, 전기차 보급 증대에 따라 폐배터리 재활용을 위한 회수 네트워크를 국내, 유럽, 미국 등 글로벌 지역으로 확대 계획이다. 회수된 폐배터리는 정밀 진단검사를 통해 에너지 저장 장치로 재사용할 수 있도록 폐배터리 기반 SLBESS(Second Life Battery Energy Storage System)사업을 추진하고 있다. 현재 전기차 폐배터리를 기반으로 SLBESS 를 개발하였으며 현대제철, 한국수력원자력, 한화큐셀, OCI 등 외부 업체들과 함께 재생에너지와 연계한 SLBESS 실증사업을 전개하고 있다. SLBESS 기반 자원 재활용으로 사회적 탄소 배출량 감축에 기여할 것으로 기대하고 있다. ESS 로 재사용이 불가능한 폐배터리의 경우, 현대자동차는 이를 분해하여 리튬, 코발트, 니켈 등 유가금속을 추출하는 재활용 사업과 연계하는 실증연구를 하고 있으며, 이를 위해 폐배터리 회수를 통한 유가금속 재활용을 지속적으로 강화할 것이라고 한다.

(3) 탈탄소화를 위한 실천 방안

가장 먼저, RE100 의 추진이다. 글로벌 RE100 이니셔티브 권고 목표인 2050 년보다 앞선 2045 년을 목표로 재생에너지 100% 전환을 완성할 계획이며, 이를 위해 재생에너지 공급이 용이한 체코 공장을 필두로 인도, 미국 등 국가별 재생에너지 수급 환경 및 정부 정책/규제 감안하여 2045 년까지 순차적으로 글로벌 공장의 재생에너지 100% 전환을 진행할 계획이다. 재생에너지의 점진적인 확대 적용을 목표(RE100 이니셔티브 권고 목표 기준 2030 년 60%, 2040 년 90%와 연계)로 생산공장 지붕 위 태양광 패널 설치, 재생에너지 인증서 구매, 외부 재생에너지 발전사와 전기공급계약(PPA, Power Purchase Agreement) 등 공장별 여건을 고려하여 최적의 솔루션을 적용할 계획이다.

현대자동차 체코공장부터 2022 년 GO(재생에너지 원산지 보증, Guarantee of Origin)를 통해 재생에너지 100% 달성을 추진할 예정이며, 2035 년 이후부터는 공장 지붕 및 주차장(Parking lot) 등의 공간에 태양광 패널을 설치할 계획이다. 현대자동차 인도공장의 경우, 이미 외부 발전사로부터 친환경 에너지원 구매(PPA)를 통해 약 85%(풍력 20%, 태양광 8%, 폐기물 소각 열병합 56%1))의 전력을 공급받고 있으며, 인도공장은 외부로부터 재생에너지 전기 구매 뿐 아니라 추가적으로 2021 년 완공 목표로 10MW 규모의 태양광 패널을 공장 지붕에 설치 진행 중이다. 인도공장 외에도 2021 년 운영되는 인도네시아공장의 경우 이미 3.2MW 규모의 태양광 패널을 설치 완료하였으며, 2021 년 4 월부터 발전 운영 중이다.

한국의 경우 대형 발전공기업과 공동투자 및 공장 지붕 임대 형태로 현대자동차 생산공장 지붕 위 태양광 패널을 설치하여 외부 그리드에 전기를 공급하고 있는 중이다. 아산공장은 2013 년 10MW 규모의 태양광 패널을 설치하여 연간 약 1 만 3 천 Mwh 전기를 생산하고 있으며, 울산공장은 2020 년 자동차 주차장(Parking lot) 공간에 9MW 규모의 태양광 발전 시설을 완공하였다. 또한 폐배터리를 재활용한 에너지저장장치(ESS)를 설치하여 태양광 발전과 연계하는 실증 사업을 추진하고 있다.

동사는 이러한 재생에너지로의 전환 외에도 공장내에서 고효율 모터, 인버터, LED 조명 등 고효율 설비로 개선활동을 지속 추진 중이며, 에너지 사용량 모니터링 시스템을 활용하여 낭비되는 에너지를 최소화함으로써 탄소 배출을 감축하고 있다. 이뿐만 아니라, AI/빅데이터 등 디지털 기술 기반, 생산 과정의 에너지 사용을 최적화하는 기술을 고도화하여 사업장 탄소배출 감축을 유도를 확대할 계획이다.

그 다음으로 친환경 스마트 팩토리의 전환이다. 상기와 같은 직접적인 탄소배출 감축 전략 이외에도, 친환경 스마트 팩토리를 통한 전략도 가지고 있다. 친환경 공장 구축을 넘어 제조 기술 고도화와 플랫폼 혁신을 통한 친환경 모빌리티 생태계 조성을 목표로 그룹 계열사와 함께 싱가포르 서부 주릉 혁신산업단지에 글로벌 혁신센터(Hyundai Motor Group Innovation Center in Singapore, HMGICS, 2022 년 11 월 완공 목표)를 구축 중에 있다. HMGICS 는 혁신적인 모빌리티 생태계를 구축하는 개방형 연구 기지로, 차량 주문부터 생산과 차량 인도, 그리고 시승과 각종 서비스 등 모빌리티와 관련한 가치사슬을 연구하고 실증할 계획이다. 특히, 태양광 발전을 적극 활용하고, 향후 수소 발전을 통해 탄소중립 제조 거점을 구현하여 지역사회의 지속성장에도 기여할 계획이며, 친환경 모빌리티로의 전환을 촉진하기 위하여 BaaS(Battery as a Service, 배터리 구독 서비스)와 같은 신사업을 실증하고, 스마트시티, 도심 항공 모빌리티(UAM), 로보틱스 등 현대자동차그룹의 미래 모빌리티 비전을 구현해 나갈 계획이다. HMGICS 에서 구현될 지능형 제조플랫폼(M-CHoRD)은 시장 변화와 수요에 탄력적으로 대응하는 다차종 유연 생산 시스템으로, 단일 차종 대규모 생산에 최적화된 기존 컨베이어 벨트 방식의 공정에서 벗어나, ‘셀(Cell)’ 단위 조립 환경에서 다양한 모델을 효율적으로 유연하게 생산하는 것이 특징이라고 강조하고 있다.

세번째는, 협력사(SCM)의 탄소중립 유도 및 지원 정책이다. 현대자동차의 완성차 경쟁력은 협력사 부품의 경쟁력에서 비롯되고 협력사 부품의 품질과 기술력은 소비자의 신뢰와 직결된다는 기준을 가지고 있으며, 협력사의 역량 강화 및 경쟁력 향상을 위해 품질 및 기술학교와 맞춤형 교육 지원 등을 통해 협력사의 기술 경쟁력 향상 및 생산성 향상을 추진할 계획을 가지고 있다. 이를 위한 협력사 5스타 제도, 특허권 무상 제공, 기술 지도 등 다양한 활동을 추진하고 있다.

향후 현대자동차는 기후변화, 탄소중립 및 ESG 경영이라는 전 세계적 트렌드에 맞춰 협력사의 품질, 기술력 향상뿐 아니라 협력사들의 탄소중립 또한 유도하고 지원할 계획이다. 당사는 우선적으로 400 여개의 주요 협력사 대상으로 탄소배출 현황을 집중 점검할 계획이며, 향후, 탄소중립 핵심관리 협력사를 선정하고 탄소중립의 가이드라인을 제시하여, 협력사의 탄소중립/사회적 실천을 유도하려 한다. 협력사 탄소중립 유도를 위해 각 협력사별 특성을 2024 까지 파악하고 특성화 그룹으로 분류 후 그룹화된 협력사별 감축 활동 진행, 탄소중립 교육 및 인식 제고 등 공급망 협업 프로그램을 마련할 계획이다. 특히, 탄소배출 비중이 높은 원소재 업체의 경우는 소재 재활용/신소재 활용 확대 등 자동차 설계 기술과 연계한 공동대응을 추진할 계획이다.

마지막으로 LCA 와 연계한 협력사 탄소중립 유도이다. LCA 자동차 제조 업체는 진정한 탄소중립 실천을 위해 원료의 취득부터 운행, 폐기 및 재활용에 이르는 차량의 전 생애주기에 걸친 환경 영향 분석이 중요하며, 차량 LCA 분석을 실시하고, 이를 기반으로 전공정에서의 환경 영향 개선을 하는 것이 필수적이다. 이미 현대자동차는 2020 년 자동차 LCA 평가 기준에 따라 코나 EV 에 대한 전공정 LCA 수행을 완료하였으며, 향후 출시되는 전동화 차량 중심으로 대상 차종을 점차 확대할 계획이다.

<그림 4> 생애주기별 탄소배출 영향성 분석 결과



자료: 현대자동차 공시 자료

코나 EV LCA 수행 결과, 전공정 중 운행 단계(약 64%) - 제조 전 단계(약 34%) - 제조/유통/폐기 단계 (약 2%) 순으로 지구온난화에 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 이처럼 자동차 운행 외에도 협력사 부품을 공급받는 제조 전 단계의 탄소 배출 영향을 줄이기 위해 협력사 탄소배출 관리는 필수적이라 판단하고 있다. 현대자동차는 협력사 재활용 소재 활용 방안 및 제조공정상 저탄소 기술 지원뿐 아니라 제조 이전 단계의 탄소 배출정보 및 LCA 분석 신뢰성 향상을 위해 디지털 기술을 지원하는 등 공급망 탄소중립을 유도하여 지속적으로 신차의 탄소 저감을 추진할 계획이다.

(4) 탈탄소화 계획에 대한 시사점

현대자동차는 자동차 생산 과정에서 발생하는 탄소 배출을 줄이기 위해 노력하여 지속가능성을 강조하고 있으며, 이를 위하여 친환경 자재 및 생산 방법을 채택하고, 재생 가능 에너지를 사용하는 등의 전략을 준비하고 있다. 또한 무엇보다도 친환경의 방해 요인으로 작용하는 전통적인 엔진차에서 탈피하여 전기자동차로의 전환을 가장 중요시하고 있으며 이에 대한 기술에 대한 투자에 중점을 두고 있다. RE100의 실현 목표를 2050보다 앞선 2045로 설정하고 있으며, 생산공장 지붕 위 태양광 패널 설치, 재생에너지 인증서 구매, 외부 재생에너지 발전사와 전기공급계약(PPA, Power Purchase Agreement) 등 공장별 여건을 고려하여 최적의 솔루션을 적용할 계획이라고 언급하고는 있는데, 실질적인 투자 비용 분석과 제조원가의 상승의 요인으로 작용하는 부분을 어떻게 대응할지에 대한 상세한 계획은 찾기 어려운 상황이다. 다음으로 제시한 친환경 스마트 팩토리 구축의 경우 탈탄소로의 공헌에 크게 기여할 것으로 보인다. 그리고 협력업체에 대한 탄소중립 유도과 LCA 유도인데, 1차 그리고 2차 협력업체의 경우 탄소중립을 위한 투자활동과 LCA 대응이 직접적인 원가상승으로 이어지는 것이 명백하며, 실제로 얼마만큼의 전문 지식을 가지고 대응할 지도 의문이다. 자칫 계획만을 앞세워 구호로 그치며 불필요한 비용만 소요되지 않도록 중장기 계획에 의거하여 2만여가지 부품을 공급하는 협력업체와 면밀히 대응하여야 할 것이다.

3. LG 에너지 솔루션

(1) LG 에너지 솔루션 소개

LG 에너지 솔루션사는 1992년 리튬이온배터리 연구를 시작으로 리튬이온배터리의 생산면에서는, 거대한 내수시장을 등에 업고 있는 중국의 CATL과 BYD에 이어 3위의 업체이지만, 기술력과 배터리 양산 노하우 측면에서는 세계 1위의 업체이다. 동사는 사업장의 에너지, 온실가스 감축과 함께 배터리 산업 전반의 탄소배출 저감을 위해 협력사 및 유관기관과의 협력을 강화해 나아가고 있으며, 2050년 탄소중립 달성을 목표로 다양한 전략을 펼치고 있다.

<그림 5> LG 에너지솔루션사의 이중 중대성 평가 결과



출처; LG 에너지솔루션 ESG Report, 2022

(2) 탈탄소화를 위한 계획

LG 에너지 솔루션은 ‘중대성 평가’라는 기준을 도입하여, ESG 실현에 있어서의 재무적 영향과 사회·환경적 영향의 상관관계를 분석하여 달성 목표의 중요도를 분석하였다. 아래 표에서 보이는 바와 같이 ‘① 탄소네거티브 실현’의 경우 재무적 영향측면에서도 높게 작용을 하고 사회·환경적 측면에서도 높게 작용을 하지만, ‘⑥ 이사회 중심의 지배구조 강화’ 항목의 경우 재무적 영향으로는 높지 않으나, 사회·환경적 영향으로는 높다는 것을 한눈에 알 수 있다.

ESG 8 대 중점 영역 내 체계적이고 지속 가능한 과제 이행의 전략을 수립하였으며, 이를 위해 30 개의 주요 과제 및 7 개 핵심 과제를 도출하였다. 대표적인 과제로는 재생에너지 전환(RE100), 온실가스 중장기 감축 목표 설정 및 관리, 글로벌 Recycle 사업모델 구축, 글로벌 관점의 다양성 관리, 공급망 ESG 리스크 관리 체계 개선, 제품 친환경성 관리 체계 강화 그리고 사업장 환경안전사고 리스크 저감 전략 등이다.

2050 년까지 전 밸류체인(Value Chain)에서의 탄소중립 달성을 목표로 하고 있으며, 궁극적으로는 ‘탄소네거티브(Carbon Negative)³¹’ 실현을 통해 다양한 이해관계자들의 탄소저감에 기여하려 한다. 서론에서 설명한 바와 같이, 2015 년 맺은 파리기후협정에 의하면, 지구 온도가 산업화 이전(1850~1900 년) 대비 1.5 도를 초과하여 오르지 않도록 하는 것이 목표이며, 이를 달성하기 위해 전 지구적으로 2030 년까지 탄소 배출량을 2010 년 대비 최소 45%이상 감축해야한다. 이에 따라 세계 각국은 자발적으로 탄소 감축 목표(NDC)를 제출하기로 합의했고, 한국을 비롯한 EU, 일본 등은 2050 년까지 탄소중립 달성 목표를 선언하였다. LG 에너지솔루션은 이러한 기후변화 대응 노력에 동참하고자 탄소중립 장기 목표를 비롯하여 구체적인 중간 목표를 수립하였다.

³¹ 탄소중립을 달성한 이후에도 지속적으로 지역사회 및 이해관계자와 함께 기후변화에 적극적으로 대응하기 위한 노력의 일환으로 운영과정에서 배출된 탄소보다 더 많은 탄소를 제거하는 것을 의미.

<표 7> LG 에너지솔루션의 단계별 탄소중립 이행 목표

	2030년	2040년	2050년	2050년 이후
LG에너지솔루션	· 전 사업장 RE100 / EV100* 달성 · BAU 배출량(Scope 1&2) 대비 53% 감축	· 전사 탄소중립 달성 (Scope 1&2)	· 전 밸류체인 탄소중립 달성(Scope 1~3)	· 탄소네거티브 (Carbon Negative) 달성
협력회사	· 주요 소재 1차 협력사 RE100 달성(양극재, 음극재, 동박 등)	· 핵심 밸류체인 RE100 달성		

자료; LG 에너지솔루션 ESG report, 2022

상기 표에 언급되어 있는 듯이, 탄소 중립의 이행 목표를 LG 에너지솔루션 자사의 계획과 협력회사의 계획으로 명확하게 구분 지어 놓았다. 2030년까지는 전사업장의 RE100/EV100을 달성하여야 하며, 2050년에 이르면 전 밸류체인의 탄소중립을 달성하게 된다. LG 에너지솔루션 자사뿐만 아니라 협력회사도 해당되며, 2030년까지 주요 소재 1차 협력사들도 RE100을 달성하여야 한다.

(3) 탈탄소화를 위한 실천 방안

2030년까지 RE100과 EV100(업무용 차량 100%를 전기차로 전환할 것)을 목표로 하고 있다. 글로벌 제조 사업장은 2025년까지 사용전력의 100%를 재생에너지로 전환하고, R&D 센터 등 비제조 사업장은 2030년까지 100% 전환을 목표로 준비 중이다. 또한, 신규 생산거점 및 합작법인(JV, Joint Venture)은 양산시점부터 사용전력 100%를 재생전력으로 운영 하는 것을 원칙으로 하며, 투자입지 검토시점부터 재생에너지 조달도 함께 계획 중이다. 2022년 전사 기준 56%, 글로벌 생산공장은 61%의 재생에너지 전력 전환을 달성하였으며, 폴란드의 브로츠와프(LGESWA)와 미국의 미시간 공장(LGESMI)은 녹색요금(Green Pricing) 제도와 신재생에너지 공급인증서(REC, Renewable Energy Certificates)제도를 통해 사용 전력의 100%를 재생에너지로 전환하였다. 또한, 한국의 오창 에너지플랜트와 중국 남경 공장의 재생에너지 사용 비중을 점진적으로 높여가고 있다.

2040년까지는, 직간접적으로 배출하는 영역(배터리 제조, Scope 1&2)에서 탄소중립을 달성하기 위해서는 전력 외 연료에 대한 대안이 필요하다. 예를 들면, 연료를 친환경 에너지원(바이오매스, 수소 혹은 전력)으로 전환하고, 친환경 전환이 불가능한 에너지원에 대해서는 외부 탄소저감 실적을 통해 상쇄할 계획을 가지고 있다. 이를 위해 우선 에너지 효율화를 높여 에너지 사용량을 최적화하고 대체 가능한 친환경 에너지원을 발굴하는 방안을 고려 중이다. 또한, 연료를 사용하던 기존 설비를 재생전력을 이용할 수 있는 설비로 전환하며, 이외에도 배터리를 활용한 탄소저감 사업과 조립 사업 등 탄소 상쇄 사업도 병행하여 검토 하고 있다.³² 이를 통해 2050년까지 전 밸류체인의 탄소중립을 실현한다는 계획이다.

배터리의 탄소발자국 관리를 위하여, 지난 2019년부터 LCA를 도입했으며 제품에서 발생하는 잠재적 영향을 평가하고, 그 결과를 기반으로 고객 등 주요 이해관계자와 소통하고 있다. 또한, 내부적으로는 평가한 결과를 제품의 탄소발자국 산정, 원재료/밸류체인 hot-spot 도출, 중장기 탄소중립 전략 수립을 위한 중요한 기준이자 도구로 활용하고 있다.

이를 위하여, 배터리 탄소발자국(Battery Carbon Footprint)의 자체 산정기준 및 로드맵을 마련하였다. 국제 표준에 부합하는 LCA를 수행하기 위해 국내외 다양한 산정지침을 참고해 배터리 제품 특성이 반영된 포괄적인 산정지침을 제정해 운영 중에 있으며, 제품 개별 탄소발자국 로드맵을 구축 및 관리하고 있다. 또한 국내외 탄소발자국 기준 제정 참여하였다. 유럽 전지산업협회 RECHARGE(The Advanced Rechargeable & Lithium Battery Association in Europe), 글로벌 배터리 연합 GBA(Global Battery Alliance³³)등의 글로벌 이니셔티브에 참여해 배터리 전용 탄소발자국 산정 기준 제정 과정을 모니터링하고 의견을 개진하는 등 리더십 제고를 위한 활동을 꾸준히 전개하고 있다. 이뿐만 아니라 한국 환경산업기술원과 함께 배터리에 대한 전과정 환경성 평가 방법 개발에도 참여하고 있다. 그리고 투명성 강화를 위한

³² LG 에너지솔루션 ESG report, 2022

³³ 2017년 세계경제포럼(WEF)의 하위분과위로 출발하여 2021년 분리된 이니셔티브로 기업, 정부, 국제기구, NGO 등 140여개 기관이 참여하고 있으며, GBA는 2030년까지 경제/환경/사회적으로 지속가능한 배터리 밸류체인(Value Chain)구축을 목표로 하고 있다.

제 3 자 인증(EPD : Environmental Product Declaration)을 확대하고 있는데, 자체 산정한 탄소발자국 산정과정 및 결과 값을 제 3 자 인증기관을 통해 검증받아 고객에게 제공하고 있다. 2022년에는 ESS 관련 4 개 제품에 대해 제 3 자 인증을 받아 고객에게 제공하였다. LG 에너지 솔루션의 탄소발자국 저감 계획의 큰 축은, 협력회사의 온실가스 배출량 관리, LCA 수행 체계 강화 그리고 제품개발 프로세스 내재화이다. LCA 분석 결과, LG 에너지솔루션이 생산하는 셀 생산 과정에서 약 20~30%, 공급망 내 양극재, 음극재, 분리막, 전해액 등 주요 배터리 4 대 원재료에서 약 70~80%의 온실가스가 발생하는 것이 확인되었으며, 공급망의 핫스팟 분석을 통해, 각 공급망 단계에서의 환경 영향을 파악하고, 공급망 탄소배출량 저감을 위해 해당 원재료의 1 차 협력회사를 대상으로 2025년까지 재생 전력 100% 사용을 권고하는 공급망 탄소저감 전략을 수립하였다. 앞으로 핫스팟 분석을 고도화하여 재생전력 전환의 우선순위를 정하고, 점차 N 차 협력회사까지 확대할 계획이라고 한다. 전 세계적으로 강화되는 온실가스 배출량 규제와 탄소 정보 공개 의무화 등에 대응하기 위해 에너지 사용 정보, 생산정보, 폐수/폐기물 정보 등 다양한 데이터를 연동한 LCA 관리 시스템 도입을 하려 하고 있으며, 분석 프로세스와 그 결과를 국내외 인증 프로그램과 연동하기 위한 방안을 검토하고 있다. 온실가스 배출량을 저감시키기 위해서는 제품 개발 단계에서부터 저탄소 원재료, 저탄소 공정을 적용하는 것이 중요하며, 이를 실현하기 위해 개발 단계에서부터 탄소배출량을 시뮬레이션하는 방안을 개발하고 있다.³⁴

(4) 탈탄소화 계획에 대한 시사점

동사가 탈탄소를 위하여 가장 먼저 검토한 중대성 평가³⁵라는 기준은, 재무적 영향과 사회·환경적 영향의 상관관계를 분석하여 우선 순위를 부여함을 통해 올바른 방향 설정에 큰 도움이 될 것으로 보인다. 2030년까지 RE100과 EV100(업무용 차량 100%를 전기차로 전환할 것)을 목표로 하고 있다. 글로벌 제조 사업장은 2025년까지 사용전력의 100%를 재생에너지로 전환하고, R&D 센터 등 비제조 사업장은 2030년까지 100% 전환을 목표로 준비 중이라고는 하는데, 현실적 있는 계획인지는 의문이며, 보다 구체적이고 상세한 실행 계획과 비용 사용 전략의 수립이 필요해 보인다. LG 에너지 솔루션의 탄소발자국 저감 계획의 또 다른 큰 축은, 협력회사의 온실가스 배출량 관리, LCA 수행 체계 강화이며, 실제로 LCA 분석 결과 배터리 4 대소재에서 약 70~80%의 온실가스가 발생하는 것이 확인되어 이를 해결하는 것이 중요한 대응 방안으로 작용할 것이다. 또한 각 협력업체들의 탈탄소에 대한 현황과 인식에 대한 면밀한 분석과 이에 대한 대책이 필요할 것이다. 원재료의 1 차 협력회사를 대상으로 2025년까지 재생 전력 100%의 사용을 권고하는 방안이 얼마나 실효성이 있을지 의문이며, 그를 위한 비용분석이 면밀히 동반되었는지 재검토하여야 할 것이다. LG 에너지 솔루션은 탈탄소의 주도적 위치에 있는 전기차에 중요 부품인 리튬이온 전지를 공급하는 매우 중요한 산업내의 위치를 가지고 있으며, 자칫 전기차에 사용되는 배터리를 제조하기 위하여 탄소배출이 늘어나는 일은 없도록 철저한 계획하에 실행하여야 할 것이다.

IV. 한국 이차전지 산업의 대응 방안에 대한 제언

EV와 이차전지 산업에 있어서 대한민국은 전세계에서 기술력 측면에서나 양산 기술 노하우 측면에서 그리고 R&D 개발 능력면에서 세계 1 위임에는 틀림없다. 다만 대규모 내수 소비시장을 배경으로 낮은 원가를 무기로 무섭게 추격 중인 중국업체의 위협이 거세며, 앞서 살펴본 탈세계화와 EU 내 환경 이슈를 표방한 보이지 않는 무역규제가 대한민국 이차전지 산업을 위협하고 있다. 지금까지는 업계를 선도하는 기술과 노하우로 시장을 리드해 왔다고 하면, 앞으로는 환경문제를 이슈로 한 보이지 않는 무역장벽을 이겨내야 하며, 구체적으로 EU가 제시하고 있는 환경 문제에 대응하기 위한 몇가지 제언을 하고자 한다.

1. RE100 대응

RE100(Renewable Energy 100) 대응을 위한 방안으로는, 재생 에너지를 직접 생산하여 사용하는 방법과 재생 가능 에너지의 구매를 통해서 대응하는 것이 가장 대표적인 방법이다. 회사는 자사의 생산 및 운영에 사용되는 전기를 100% 재생 가능한 에너지로 전환하는 것을 목표로 삼는데, 실제로 자체 설치한 태양광 발전이나 풍력 발전은 아직도 발전 효율이 높지 않아

³⁴ LG 에너지솔루션 ESG report, 2022

원자력, 석탄 발전을 통해 얻은 전기요금보다는 턱없이 비싼 비용이 발생하여, 높은 원가 부담으로 작용하게 된다. 실제로 투자 이후의 전기요금의 불확실성 등으로 인하여 대규모의 투자보다는 소규모의 투자로 대응하고 점진적으로 확대해 나아가야 할 것이다.

(1) PPA 도입

PPA(Power Purchase Agreement)라 함은 전력 구매 계약을 의미하는 것으로 전력 생산자(일반적으로 신재생 에너지 발전소)와 전력 소비자(일반적으로 기업) 간의 신재생 에너지에 대하여, 특정 기간 동안 특정 가격에 일정 양의 전력을 판매 및 구매하는 것을 의미한다.

PPA에 관하여는, 기존에 국내에서는 전기사용자가 신재생에너지로 생산된 전기를 직접 구매할 수 없어 기업들의 RE100 캠페인 참여 방법이 제한적인 상황이었다. 이러한 문제를 개선하기 위하여, 2021년 6월 「신·재생에너지 발전 전력의 제3자간 전력거래계약에 관한 지침」의 제정으로 ‘제3자 PPA’가 도입되었고, 2022년 8월 「재생에너지전기공급사업자의 직접전력거래 등에 관한 고시」의 제정으로 ‘직접 PPA’가 도입되었다. 일반적으로, PPA(Power Purchase Agreement)는 기업 활동에 필요한 전력을 공급받기 위해 기업구매자가 발전사업자와 직접 체결하는 전력구매계약을 의미하는데, 위 고시에서는 PPA를 “직접전력거래”라는 용어로 규정하고 있다. 해외에서는 RE100 이행수단으로 PPA의 활용 비중이 매우 높은 수준으로 증가하고 있으나, 우리나라의 경우 다른 수단에 비해 이행 비용이 높은 수준일 뿐 아니라, 관련 요금제 및 계약체계의 불명확성 등으로 인해 활성화가 더딘 상황이다.³⁵

하지만 현재의 가장 현실적인 RE100 대응 방안으로는 PPA가 가장 현실적인 방법이며, 장기계약을 통해 그 비용과 불확실성을 해소하는 방안이 있다. 장기적인 계약을 통해 발전소 또는 에너지 공급업체와 기업 간에 10년 이상의 계약 기간을 가질 수 있으며, 안정적인 에너지 공급을 보장하고, 재생 가능한 에너지의 장기적인 사용을 확보할 수 있다. 또한 가격을 고정하는 고정 가격 계약이 있다. 이는 일정 기간 동안 에너지의 가격을 고정하는 것을 포함하며 에너지 가격의 변동성을 감소시키고, 기업이 재생 가능한 에너지를 예측 가능한 비용으로 구매할 수 있는 이점이 있다. 그리고, 재생 가능한 에너지 발전소 또는 에너지 공급업체가 일정 양의 에너지를 기업에 공급하는 것을 보장함을 통해 기업으로의 안정적인 에너지 공급을 확보할 수 있으며, 기업의 특정 요구에 맞춰 커스터마이징 할 수 있다.

(2) 자체 에너지 생산 시설의 구축을 통한 화석연료 사용 감축

이차 전지 제조메이커를 포함하여 소재기업의 경우 대부분이 연속적인 공정이며, 많은 양의 전기를 필요로 한다. 자사 공장 및 사옥에 태양광 발전시설의 구축을 통해 기존 한전에서 공급받는 에너지 중 일정 비율 이상을 자체 발전한 전기로 대체할 수 있다. 태양광 설치 및 유지 보수 비용이 한국전력으로부터의 직접 구매 비용보다는 여전히 고가이지만, RE100에 대응할 수 있는 방법 중에 하나이다. 그 다음 방안으로 바이오매스 발전의 활용을 들 수 있다. 바이오매스 발전은 유기물을 연소하거나 발효시켜 발생하는 가스나 열을 이용하여 전기를 생산하는 방법이다. 화학공정에서 발생하는 유기 폐기물이나 생산 부산물을 재활용하여 바이오매스 발전소를 구축하고, 이를 통해 에너지를 생산하여 활용한다. 그 다음으로 고효율 보일러의 설치 및 열에너지를 재활용 할 수 있다. 이차전지 소재의 생산 공정에서는 많은 양의 열 에너지가

³⁵ 해외 주요국의 PPA 시장동향 및 시사점, 2023년도 대한전기학회 산하 스마트그리드연구회 추계학술대회 논문집 (2023.10.20)

필요한다. 기존 보일러 시스템을 고효율 보일러로 교체하거나, 열회수 시스템을 도입하여 열 에너지를 효율적으로 활용하는 것이 가능하다. 이를 통해 에너지 비용을 절감하고, 화학공정의 지속 가능성을 향상시킬 수 있다. 자체 에너지 생산 및 재활용하는 방안으로 마지막으로 폐기물 가스를 이용하는 방안이다. 화학공정에서 발생하는 폐기물 가스를 수집하고, 이를 보일러 연료로 활용하여 전기를 생산하는 방법도 있다. 이는 폐기물의 재활용과 에너지 생산을 결합하여 친환경적이고 경제적인 솔루션을 제공한다.

2. 리사이클링 확대

(1) 폐차배터리 수거 및 분류 시스템 강화

폐차배터리 수거 및 분류 시스템을 강화하기 위해서는 다양한 단계의 과정이 필요하다. 먼저, 정부와 산업계는 협력하여 폐차배터리의 수거와 처리를 위한 효율적인 시스템을 구축해야 한다. 이를 위해 폐차배터리 수거를 위한 노력이 필요하며, 수거 차량의 운행 경로를 최적화하고, 실시간 위치 추적 시스템을 도입하여 배터리 수거 과정을 효율화할 수 있다. 또한, 분류 시스템을 통해 다양한 종류의 배터리를 식별하고 분류하여 적절한 처리 방법을 적용할 수 있다. 이를 위해 인공지능 기술과 센서를 활용한 자동화된 분류 시스템이 도입되어야 하며, 이러한 노력을 통해 폐차배터리의 안전한 처리와 자원 회수를 촉진할 수 있다.

(2) 재활용 기술 및 프로세스 개선

재활용 기술 및 프로세스의 개선은 폐차배터리로부터 유용한 자원을 추출하기 위한 핵심적인 기술 발전을 의미한다. 기존의 재활용 기술을 보완하고 새로운 기술을 개발하여 재활용 효율을 높이는 것이 중요하다. 첫째, 폐차배터리의 분해 및 분쇄 과정에서는 최신 기술을 적용하여 안전하고 효율적인 처리를 할 수 있으며, 화학적 처리 및 물리적 분리를 통해 리튬, 니켈, 코발트 등의 중요한 금속을 높은 회수율로 추출할 수 있다. 둘째, 수소화 알루미늄 등의 신소재를 적극적으로 연구하고 도입하여 재활용 프로세스를 혁신하는 것이 중요하다. 이를 통해 재활용 기술 및 프로세스의 효율성을 높이고 환경 오염을 최소화할 수 있다.

(3) 배터리 재생 기술 개발 및 재활용 시장의 확대

배터리 재생 및 재조립 기술은 사용된 배터리의 수명을 연장하고 자원을 효율적으로 활용하는데 중요한 역할을 한다. 사용된 배터리의 상태를 정확하게 평가하고, 성능이 저하된 부분을 식별하여 해당 부분을 재생하거나 교체하는 기술이 필요하다. 이를 위해 정밀한 진단 기술과 성능 평가 시스템이 개발되어야 하며, 사용된 배터리의 부품을 분해하고, 성능이 좋은 부품을 선택하여 새로운 배터리로 조립하는 재조립 기술이 필요하다. 이러한 노력을 통해 배터리 재생 및 재조립 기술이 발전하면서 자원의 효율적인 이용과 배터리 생산량의 감소를 이룰 수 있다.

자원 회수 및 재활용 시장 확대는 리사이클링을 지속 가능한 비즈니스로 만드는 핵심적인 전략이다. 재활용된 배터리 재료를 다양한 산업에 활용할 수 있는 시장을 개척하고 확대하는 것이 필요하며, 이를 위해 재활용된 배터리 재료의 다양한 응용 가능성을 탐색하고, 새로운 시장을 개척하는 것이 중요하다. 예를 들어, 금속 재료는 자동차 산업이나 전자제품 제조 산업 등 다양한 분야에서 활용될 수 있으며, 정부의 재활용 산업 육성 지원책과 함께, 기업들은 새로운 시장을 발굴하고 개척하여 자원 회수 및 재활용 시장을 다양화하고 확장할 수 있다.

(4) 환경규제 준수 및 사회적 책임 강화

환경규제 준수 및 사회적 책임은 리사이클링이 지속 가능한 비즈니스로 발전하는 데 중요한 기반을 제공하며, 기업은 환경규제를 엄격히 준수하고, 특히 폐차배터리 처리와 관련된 환경 오염을 최소화하기 위한 노력을 강화해야 한다. 또한 사회적 책임을 다하기 위해서는 지역 사회와의 적극적인 협력이 필요하며, 교육 및 홍보활동을 통해 환경 보호와 지역 발전에 어떻게 기여할 수 있는지를 널리 알리는 것이 중요하다. 이러한 노력을 통해 기업은 더 나은 사회적 이미지를 구축하고, 지속 가능한 리사이클링을 실현할 수 있다.

3. 정부지원의 강화

(1) 이차전지 전담 지원 책 구성

상기에서 상세히 언급한 바와 같이 EU가 요구하는 사항에 대응하기 위하여는, 정부차원의 전담 기구의 구성과 전문 인력 양성이 가장 시급하다. 대기업을 중심으로 ESG 경영을 시작으로 탈탄소화까지의 거창한 계획을 가지고 있지만, 이를 이루기 위한 비용과 그 절차에 있어서는 아직도 전문가가 부족하고 정부 조직 또한 걸음마 단계이다. 따라서 중견기업과 중소기업도 포함하여 업계의 의견을 수렴하고, 실질적으로 규제에 대응하기 위한 필요 업무를 파악하고 단기적으로 소요되는 비용에 대한 지원책을 포함하여 정부차원의 대응안을 수립하여야 할 것이다.

(2) 보다 구체적인 유관 산업의 육성

실제로 EU 요구사항에 대응하기 위하여는, 인증 전문 업체들과 협업하여 대응할 수밖에 없는데, 현실은 전문 업체들의 수도 매우 부족하며, 기존 이중 산업의 경험을 바탕으로 급조하여 EU 규제가 요구하는 사항에 대응하는 수준이다. LCA 만을 예를 들어도, 원재료 채굴부터 자동차로의 납품까지의 모든 과정에 탄소 배출량을 측정하여야 하는데, 경험이 축적되어 있는 업체수는 매우 부족할 뿐만 아니라, 소속 인력들 또한 규정집을 확인해 가며 대응하는 수준이다. 실제로 프로젝트에 돌입하여도, 대상 제품에 대한 정의부터, 도출되어야 하는 내용까지 명확하게 알지 못하는 경우가 대부분이다.

V. 결론

탄소 중립은 선진국을 시작으로 전세계의 가장 중요한 이슈로 부상하고 있다. 특히 EU의 경우 유럽내의 새로운 성장 전략으로 유럽 그린딜을 제시하며 글로벌 환경 아젠다를 주도하고 있다. 여기에 코로나 19로 촉발된 에너지 위기를 포함하여 기후 및 환경 이슈는 국가간 안보상의 문제로까지 연결되어 가고 있으며, 주요 선진국들을 시작으로 자국의 안보와 연관하여 주요 정책 및 법안을 속속 의결하고 있다. 유럽 그린딜의 실행 전략으로 여러 환경 규제 정책들을 발표/시행하고 있으며 가깝게는 2025년부터 멀게는 2030년까지 시간이 여유롭지 않은 상황이다. 유럽 그린딜은 2019년 발표 이후 2020년 9월에 2030년 기후 목표 계획을 발표하였으며, 여러 분야별로 새로운 규정과 법령 그리고 지원 정책을 발표하였다. 탄소배출 감소와 직접적인 연관이 있는 입법 패키지인 Fit-for-55가 발표 되었으며, 그후 산업분야의 그린딜 산업 계획 제안과 2023년 4월에는 마침내 Fit-for-55 위원회에서 2030년 기후목표 달성을 위한 주요 법안을 채택하였다. 대외적으로는 유럽의 신성장 동력의 원천이고 미래 환경이슈를 해결하기 위한 중요한 과제라고 공표하고 있지만, 그 내면에는 보이지 않은 무역 장벽으로 작용하고 있으며 보호 무역주의의 새로운 형태로 자리잡아 갈 것을 보인다.

특히 전세계 이차전지 산업의 경우, 대량 양산으로 생산하고 있는 EV에 탑재되는 전기차용 이차전지의 대부분은 중국과 한국이 점유하고 주도해 오고 있다. 유럽 그린딜의 계획에서 살펴본 바와 같이, 단기적으로는 LG 에너지 솔루션, 삼성 SDI, SK 이노베이션 그외 중국 업체들의 기술력이 현재까지는 양산 단계의 수준에 이르러 있는데, Northvolt, PowerCo(Volkswagen 계열의 이차전지 제조업체), ACC, Leclanché 등 유럽내 업체들이 2025년 이후에 급격한 양산 계획을 발표하고 있으며, 예상되는 전기차 시장의 수요와 성장에 비추어 볼 때 유럽 내 현지업체들의 배터리 공급 증가는 명백해 보인다. 아직까지는 현지 배터리업체들의 기술력이 양산 EV에 장착할 만한 수준에 완벽하게 이르지 못한 상태이지만, 각 업체들의 계획에 의하면 2025년 상반기를 기점으로 현지 업체의 EV용 배터리 양산이 현실화 될 것이다. 유럽의 이차전지 제조업체들은, 현지의 높은 전기요금으로 인하여 신재생에너지의 활용이 상대적으로 가격적인 유리함을 제공하고 있어 Net-Zero 산업법에 대응하는 것이 용이하나, 한국의 경우 값싼 석탄과 원자력을 이용하여 전기요금이 상대적으로 저렴하다. 상대적으로 RE100이라는 보이지 않는 무역장벽으로부터 자유로웠던 해외업체들에게 또다른 무역 장벽으로 작용할 것이다. 이뿐만 아니라 유럽내의 이차전지 셀 제조업체들은 유럽의 탄소 중립 정책에 의한 규제 및 법령을 준수하여야 하며, 이는 현지 업체 자체의 의무일 뿐만 아니라 원재료와 소재를 공급하는 업체들에게 까지 작용을 한다. 즉, 양극재, 음극재, 분리막 그리고 전해액과 같은 4대소재 뿐만 아니라 동박을 포함한 모든 부자재의 경우도 동일하게 유럽의 환경규제로부터 자유롭지 못하며, 현지 업체의 의무사항과 동일한 규제와 의무를 지게 될 것이다.

이에 본 보고서는, 유럽 그린딜의 전체적인 내용과 궁극적으로 추가하는 바가 어떤 내용인가에 대하여, EU 위원회에서 공표한 법률 내용을 위주로 분석하여 보았다. 먼저 'Fit-for-55'라는 입법안 패키지를 상세히 파악해 보았으며, 그 주요 내용은 1990년 대비 55% 수준의 탄소배출량 감축을 위한 입법안으로 가격결정, 목표설정 및 규정강화 등에 관한 총체적인 내용이다. 주요 입법 내용은 크게 가격결정, 목표설정, 규정강화 그리고 지원대책으로 구분하여 볼 수 있고, 세부 내용을 보면, 가격결정의 경우 항공분야 배출권거래제 강화, 해양, 도로운송 및 건물로 배출권거래제 확대신설, 탄소국경조정제도 도입 등이 주요 내용이다. 이러한 목표설정을 통해, 노력분담규정을 개정하였고, 토지이용 및 토지이용변화와 산림 규정을 개정하고 재생에너지 지침과 에너지효율 지침을 개정하였다. 규정강화 측면에서는 승용 및 승합차 CO₂ 배출기준을 강화하였으며, 대체연료 인프라 규정을 개정하였다. FeFuelEU 라는 항공운송 연료기준과

FuelEU 라는 해운 연료기준도 도입하였다. 마지막으로 지원대책을 통해, 사회기후기금(Social Climate Fund)를 신설하였고, 현대화 및 혁신기금을 강화하였다. 이와 같이 특정 산업 분야를 한정하지 않는 모든 분야를 아우르는 입법안이라고 할 수 있다. 특히 탄소국경조정제도는 특정 산업을 불문하고 전방위적으로 관련이 있는 제도로, 2026 년 1 월부터 2034 년까지 단계적으로 도입될 예정이다. EU 역내 제조 상품과 역외 수입품의 공정한 경쟁환경의 조성과 탄소누출을 방지하기 위함이라고 표면적으로 이야기는 하지만 광범위한 산업이 그 규제 대상이다. 전환기간인 2023 년 10 월부터 2025 년 12 월까지는 탄소배출량 보고의 의무만 부여하지만, 전환기간 이후인 2026 년 1 월부터는 제품 생산과 관련한 탄소배출량을 보고하여야 하고 그 배출량이 유럽기준을 초과시에는 EU 내 탄소 가격에 맞춰 배출증명서의 취득이 필요하다.

유럽 그린딜 산하의 중요한 법률 중 또다른 하나는, Net-Zero 산업법이다. 이는 Net-Zero 산업 능력에 대한 목표를 파악하고 신속한 도달을 위한 방안과 목표를 제시하는 법안이다. 2030 년까지 유럽연합의 전체 전략적 Net-Zero 기술 제조 능력이 연간 요구량의 40%에 근접하거나 도달할 것으로 보고 있으며, 2050 년까지의 기후 및 에너지 목표 달성에 크게 공헌한다고 보고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위하여는 분야별로 규제안을 발표하고 있는데, 본 보고서에서는 환경 분야에 관한 규제 중 기후 변화와 관련된 내용을 중점적으로 파악해 보았다. 그 주요 내용은 앞서 언급한 탄소국경조정제도의 도입과 공급망 실사 지침, 지속가능성 공시 지침 그리고 신배터리 규정 등이다.

이어서, 상기와 같이 유럽그린딜 산하의 총체적인 탄소중립(Net-Zero)을 위한 여러 법령과 규제 중 이차전지산업과 직접적으로 연관이 있는 탄소발자국(Carbon Footprint) 신고 제도와 전과정 평가(LCA, Life Cycle Assessment)에 대하여 조사하였다. 탄소발자국 신고 제도는, ‘유럽 배터리 및 폐배터리 규정(Batteries and waste batteries regulation)’에 포함되어 중요 내용 중하나로 제품의 수명주기 동안 탄소배출량의 측정과 이에 대한 신고의무화이다. 지속가능배터리법에 의하면, 전기차 및 전기자전거 등 경량 모빌리티 및 용량이 2kWh 이상인 산업용 배터리 등은 2027 년부터 의무적으로 탄소발자국을 신고해야 한다. 이차전지는 전기차의 Carbon Footprint 의 30%를 점유하여 전기차 생애주기 17ton 중 약 5ton 으로 추정하고, 이차전지 단독 셀 기준으로는 셀 제조공정이 전체 배출의 20%가 발생한다.

다음으로, 이러한 규제속에서의 현재 탄소배출 현황을 기준으로 이차전지 산업내의 주요 기업들의 대응 현황에 대하여 조사하였다. 유럽내에서는 가장 앞선 리튬이온전지 메이커인 Northvolt 사, 전통적인 엔진차량의 제조에서 전기차의 제조와 리튬이온 전지의 제조까지 계획하고 있는 현대자동차 그리고 국내 리튬이온전지 1 위업체인 LG 에너지 솔루션의 현황과 탄소중립에 대한 실천계획에 대하여 파악하였고, 이를 기반으로 국내 이차전지 산업내의 기업들에게 보다 현실적이고 이행이 용이한 전략에 대하여 제언을 하였다.

현재 유럽내 이차전지 생산의 진출 국가별 비율은 한국이 압도적으로 높으나, Northvolt 사, Powerco 사를 포함하여 유럽내 주요국 정부는 차세대 자동차 산업의 패권을 되찾고자 각국의 이차전지 산업을 지원하고 있다. 이에 대한민국의 이차전지 업체 및 소재 업체들은 첫째, 국내 가동 공장에 대한 RE100 대응계획을 철저히 세워 다소 원가가 증가한다고 하더라도 장기적인 측면으로 대응하여야 할 것이며, 둘째, 사용하는 원재료와 자재에 대한 재활용 비율을 높여야 할 것이다. 또한 기존 유지하여온 전통적 공장에서 공장 혁신을 통한 공정프로세스 개선이 필요할 것으로 본다. 마지막으로, 상기 언급된 모든 대책은, 재원 마련과 관련 산업의 선도적인 육성이 전제되어야 하기 때문에, 정부차원의 제도적인 개편과 예산지원이 필요하겠다.

- 국문 참고문헌 -

- 이상준 (2021), 'EU Fit for 55 패키지와 탄소국경조정법의 주요내용과 시사점' 세계 농업 2021 년 9 월호, 해외 농업 농정 포커스
- 이소영 (2023), CRI 2050 탄소중립 실현을 위한 실천 방안 연구, 2023 년 한국산학기술학회 추계 학술발표논문집
- 이창훈, 황태근, 엄지원 (2023), '해외 주요국의 PPA 시장동향 및 시사점', 한국스마트그리드사업단 스마트그리드연구회, 2023 년도 대한전기학회 산하 스마트그리드연구회 추계학술대회 논문집
- 장영욱, 오택현 (2021), 'EU 탄소감축 입법안(Fit for 55)의 주요 내용과 시사점', KIEP 세계경제 포커스. 44(4), 4
- 장영욱, 오택현, 임유진 (2023), EU '그린딜 산업계획'의 주요 내용과 시사점. KIEP 세계경제 포커스, 6(2), 3, 5
- 한가록, 문두철, 이재은 (2022). EU 공급망 실사지침(안)의 주요내용과 한국 중소기업의 ESG 전략, 중소기업연구 44(4), 46
- 현대자동차 탄소중립 로드맵 (2022), 현대자동차
- 현대자동차의 탄소중립 비전 및 목표(2024),
- 현대자동차의 탄소중립에 대한 비전과목표 (2020), 현대자동차
- LG 에너지솔루션 ESG report(2022), LG 에너지솔루션

- 영문 참고문헌 -

- Communication from the commission to the European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions (A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age) Brussels, 1.2.2023. COM (2023) 62 final
- Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), Research and innovation to drive the Green Deal
- EU Commission (2021), Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism.
- EU Commission (2022), Proposal for a Regulation establishing a framework for setting eco-design requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC.
- EU Commission (2022), Proposal for Directive on Corporate Sustainability Due Diligence.
- European Commission – Press Release. Electricity Market Design: Commission launches consultation on reform to support a clean and affordable energy transition. Brussels, 23 January 2023
- European Commission, Joint Research Centre (2020). Towards net-zero emissions in the EU - Data Insights from scenarios in line with the 2030 and 2050 ambitions of the European Green Deal.

European Commission, Press release, 16 March 2023. Net-Zero Industry Act: Making the EU the home of clean technologies manufacturing and green jobs 요약

European Commission, Press release, 18 April 2023. Net-Zero Industry Act: Making the EU the home of clean technologies manufacturing and green jobs 요약

Northvolt (2022) Sustainability & Annual Report

Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/102. 검색일; 2023. 9. 23

Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC (Text with EEA relevance)

Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 (<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>). 검색일; 2023. 9. 23

A European Green Deal (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en). 검색일; 2023. 9. 23

European Commission. https://managenergy.ec.europa.eu/net-zero-industry-act-making-eu-home-clean-technologies-manufacturing-and-green-jobs-2023-04-06_en. 검색일; 2024. 1. 20

European Commission. https://managenergy.ec.europa.eu/net-zero-industry-act-making-eu-home-clean-technologies-manufacturing-and-green-jobs-2023-04-06_en. 검색일; 2023. 9. 15

European Critical Raw Material Act (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en). 검색일; 2023. 9. 23

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en the road to Net-Zero (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en#paragraph_33964). 검색일; 2024. 1. 20

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>. 검색일; 2024. 1. 20

<https://www.hyundai.com/worldwide/ko/company/sustainability/carbon-neutrality-vision>, 검색일 2024. 3. 15

Net-Zero Industrial Act. (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_en) 검색일; 2024. 1. 20

Net-Zero Industrial Acts (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en). 검색일; 2024. 1. 20

The road to Net-Zero (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en#paragraph_33964). 검색일; 2023. 9. 23