

정유산업의 탄소중립 달성 방안: 전문가 심층면담을 중심으로

유재호* · 조연희** · 김정인*** · 전의찬****†

*세종대학교 기후에너지융합학과 박사과정 학생, **세종대학교 기후에너지융합학과 석사과정 학생,

중앙대학교 경제학부 교수, *세종대학교 기후에너지융합학과 교수

A study Based on In-depth Interviews with Experts to Achieve Carbon Neutrality for the Oil Refining Industry

Yoo, Jae-Ho* · Jo, Yeon Hee** · Kim, Jeongin*** · Jeon, Eui-Chan****†

*Ph.D. Student, Department of Climate and Energy, Sejong University, Korea

**Master Student, Department of Climate and Energy, Sejong University, Korea

***Professor, Department of Economics, Chung-Ang University, Korea

****Professor, Department of Climate and Energy, Sejong University, Korea

ABSTRACT

Carbon dioxide in the atmosphere reached its highest level in two million years as of 2019. Human-caused warming has increased at an unprecedented rate in the last 2000 years. As global warming worsens, various strategies are being developed to achieve carbon neutrality on a global scale. Highly energy-intensive industries like steel, petrochemicals, and oil refining, in particular, must take steps to achieve carbon neutrality.

The goal of this research is to conduct in-depth interviews with 16 experts in the oil refining industry, an industry that emits large amounts of greenhouse gases, and to come up with a plan to achieve carbon neutrality in the oil refining industry.

The results of this research suggest that policy support is required, such as the activation of overseas GHG mitigation project initiatives and tax breaks. Bio-energy and CCUS were highlighted as significant topics requiring technological development. Hydrogen-related businesses and eco-friendly gasoline filling station businesses are two new areas of interest to the oil refining industry. To boost citizen acceptance, it was determined that transparent carbon-neutral management and public relations are needed.

This study performed in-depth interviews with 16 professionals in the oil refining business, asking questions from four primary categories and 12 subcategories. Governance implications such as policy assistance to attain carbon neutrality in the oil refining industry, technology development, discovery of new industries, and increased citizen acceptance were insights provided by the results of this study.

Key words: Carbon Neutral, Oil Refining Industry, In-depth Interviews, Net-Zero

1. 서론

IPCC 제6차 평가주기 WG I 보고서에 따르면 2019년 대기 중 이산화탄소 농도는 과거 200만 년 중 가장 높았으며, 인간 영향으로 인한 온난화가 2000년 동안 유례없

이 빠른 속도로 진행되고 있다(IPCC, 2021). UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)는 ‘파리협정(Paris Agreement)’에 따라 모든 당사국에게 ‘장기 저탄소 발전전략(LEDs)’을 제출하도록 권고하였으며, 국제적으로 탄소중립 달성을 위한 여러 전략

†Corresponding author : ecjeon@sejong.ac.kr (05006, 1115B ho Gwanggaeto Building, 209 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, Korea. Tel. +82-2-3408-4353)

ORCID 유재호 0000-0001-6340-3710
조연희 0000-0003-3869-9366

김정인 0000-0002-9351-8292
전의찬 0000-0003-2783-4550

을 수립하고 있다.

우리나라는 2050 탄소중립 달성을 위해 2021년 ‘2050 탄소중립위원회’를 구성하고, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」을 제정하였다. 또한, 2020년 10월 문재인 대통령의 탄소중립 선언 이후로 분야별 협의체 의견 수렴, 탄소중립 시민회의 등 여러 논의 과정을 통해 2021년 11월 ‘2050 탄소중립 시나리오’를 수립하였다.

산업 부문은 2018년 기준 우리나라 온실가스 배출의 2위를 차지하는 온실가스 다배출 부문이기에 탄소중립 달성에 중요하다. 특히, 정유산업의 온실가스 배출량은 15.9백만 톤CO₂eq이며, 석유화학 부문까지 포함하면 62.8백만 톤CO₂eq에 달한다. 우리나라는 2018년 산업 부문 온실가스 배출량 260.5백만 톤CO₂eq을 2030년에 222.6백만 톤CO₂eq, 2050년에 51.1백만 톤CO₂eq까지 감축하는 목표를 수립하였다. 목표 달성을 위해 수소환원제철법, 저탄소 원료·연료 전환 등 다양한 온실가스 감축 방안을 모색하고 있으며, 석유화학, 정유, 시멘트, 철강 산업 등 에너지 집약도가 높은 업종에 대하여 탄소중립 달성 방안을 요구하고 있다.

정유업계는 온실가스 배출량이 많은 업종 중 하나로 최근 기후위기의 심화로 인해 온실가스 감축에 대한 국제적인 요구를 받고 있다. 영국의 BP (British Petroleum)는 2050년 탄소중립 달성을 선언하였으며, 2030년까지 재생에너지 발전량을 50 GW 수준으로 증가시킬 예정이다(BP, 2020). 미국의 ExxonMobil은 탄소중립 달성을 위해 CCS 기술에 대한 연구개발 수행 및 수소를 활용하여 온실가스 배출을 감축할 계획이다(ExxonMobil, 2021). 네덜란드/영국의 Shell은 풍력, 수소, 태양광 등 재생에너지 전반에 걸친 사업을 추진하고 있으며, 2050년까지 탄소중립을 달성하겠다는 목표를 수립하였다. 특히, 2030년까지 Shell이 판매하고 있는 운송 연료 중 바이오 연료 및 수소의 비중을 10%까지 확대하고자 한다(Shell, 2022). 이외에도 프랑스의 TotalEnergies 등 국제 석유회사들은 다양한 탄소중립 전략을 수립하고, 온실가스 감축을 위한 노력을 하고 있다. 한국의 정유업계는 2021년 3월 ‘정유업계 탄소중립 협의회’를 발족하고, 고탄소 연료(B-C유)에서 저탄소 연료(LNG)로의 전환, 바이오 항공유 생산 등 다양한 탄소중립 달성 방안을 수립하고 있다. 정유업계는 탄소중립 달성을 위한 주요 부문 중 하나이며, 온실가스 감축을 위해 다양한 방안을 고려하고 있다.

정유업계의 탄소중립 달성을 위한 감축 방안에 대해 다

양한 논의가 이루어진 바 있다. 정유업계의 탄소중립을 위해서는 수소, e-fuel, 바이오 연료 등 탄소배출량이 적거나 없는 연료로 전환하여야 하며, 비교적 탄소배출량이 적은 제품 생산으로의 산업 구조를 변경해야 한다(Deloitte, 2020). 여러 정유회사들은 온실가스 감축을 위해 CCUS 기술개발 및 석유제품 대체연료 기술개발 등을 수행하고 있으며(ExxonMobil, 2021; KTB, 2021), 탄소저감 기술개발에 대한 세제 및 금융지원과 다양한 정책 지원이 필요한 것으로 나타났다(KEA, 2021). 그럼에도 불구하고 정유업계의 현실적이고 달성 가능한 탄소중립 달성 방안에 대하여 체계적으로 정리하고, 정유업계 탄소중립을 위한 관련 전문가의 의견을 종합 분석한 연구는 국내에는 거의 없었다.

본 연구는 정유업계 탄소중립 달성을 위해서 총 12개의 전문가 심층면담 항목을 구성하였으며, 정유업계 및 관련 산업계 전문가 16명을 대상으로 전문가 심층면담을 수행하였다. 이를 통해 정유업계에서 고려할 수 있는 다양한 탄소중립 달성 방안을 체계적으로 정리하고, 취합·분석하여 국내 정유산업의 바람직한 탄소중립 달성 방안을 구체적으로 제안하고자 한다.

2. 방법론 및 연구대상

본 연구는 정유업계 및 관련 산업계의 전문가들을 대상으로 전문가 심층면담을 실시하여, 전문가들의 경험을 바탕으로 한 정유업계의 탄소중립 달성 방안을 취합하고자 한다. 전문가 심층면담은 정유업계에서 수행하고 있는 탄소중립 달성 방안과 향후 사업 추진 방향들에 대해 심도 있게 고찰할 수 있고, 실질적이고 실용적인 탄소중립 대응 방안을 도출할 수 있다는 장점이 있어 다음과 같이 다양한 연구에서 사용되고 있다.

질적 연구방법론의 일종인 심층면담은 사람들의 생생한 경험에 대하여 깊이 탐구함으로써 그 경험 속에 내재된 의미를 이해하고, 문제 해결을 위한 방안을 도출하는데 적용한다(Seidman, 2006). 연구자들은 전문가 심층면담을 통해 인식변화에 대해 연구하기도 하며(Shin, 2008), 교육과정 분석 및 교육 프로그램을 개발하기도 한다(Kim et al., 2019; Kwon, 2017). 이러한 전문가 심층면담은 기후변화 관련 연구에서도 다양하게 활용되었다. 국내의 기자들을 대상으로 기후변화 인식과 보도 태도에 대해 분석하였으며(Yun, 2016), 온실가스 목표관리제와 관련 있는 집단의 전문가 및 이해당사자들을 대상으로

기후변화 완화정책에 대해 분석하였다(Yun and Lee, 2013). 본 연구는 정유업계라는 온실가스 다배출 업종에서 환경 및 에너지 관련 업무를 담당하고 있는 전문가들의 경험을 토대로 우리나라 정유업계의 탄소중립 달성을 위한 노력을 점검하고, 향후 탄소중립 달성을 위한 대응 방안을 도출하고자 한다.

전문가 심층면담은 SK 에너지, GS 칼텍스, S-Oil, 현대오일뱅크, 대한석유협회, 한국석유화학협회, 기술보증기금 등 정유업계 종사자 및 관련 전문가 16인을 대상으로 수행하였다(<Table 1> 참조). 특히, 정유업계 종사자들은 환경 및 에너지 관련 업무를 담당하는 부서의 팀장급으로 구성하여 심층면담 결과의 신뢰성을 제

고하였다. 전문가 심층면담에 활용된 질문은 국내외 정유업계 탄소중립 관련 선행연구를 토대로 국내외 정유사에서 공통적으로 수행하고 있는 주요 탄소중립 달성 방안을 위주로 구성하였다. 전문가 심층면담의 타당성을 제고하기 위해 전문가 Focus Group을 구성하였으며, 질문에 대한 자문을 실시하였다. 최종적으로 확정된 전문가 심층면담 내용은 <Table 2>와 같다. 전문가 심층면담 종료 후 항목별 전문가들의 의견을 토대로 공통적인 의견들과 상반되는 의견들을 정리하였다. 이를 통해 전문가들이 공통적으로 생각하는 정유업계의 탄소중립 달성 방안을 분석하고, 상반되는 의견을 정리함으로써 심층면담 대상자들의 여러 관점을 파악하고자 하였다.

Table 1. List of in-depth interviews respondents

Respondent	Organization	Respondent	Organization
Expert A	'A' Oil refining industry	Expert I	'F' Oil refining industry
Expert B	'B' Oil refining industry	Expert J	'D' Oil refining industry
Expert C	'A' Academia and research institutes	Expert K	'E' Oil refining industry
Expert D	'C' Oil refining industry	Expert L	'F' Oil refining industry
Expert E	'B' Academia and research institutes	Expert M	'B' Oil refining industry
Expert F	'D' Oil refining industry	Expert N	'G' Oil refining industry
Expert G	'E' Oil refining industry	Expert O	'C' Academia and research institutes
Expert H	'B' Oil refining industry	Expert P	'H' Oil refining industry

Table 2. Question contents in in-depth interviews

Main Category	Subcategory	Explanation	Question
I. Establishing a carbon-neutral basis	1. Awareness of carbon neutrality	Awareness of carbon neutrality and the possibility of achieving it.	Are you familiar with the concept of carbon neutrality? If that's the case, when do you think carbon neutrality will be reached? Also, if you believe it is difficult to achieve, what makes you believe that?
	2. Development of green financing	Provision for tax breaks and incentives for investments in greenhouse gas reduction facilities, among other things.	What are the main components of green finance needed in the oil refining industry to achieve carbon neutrality?
	3. Support for policies	Reasonable policy measures for carbon neutrality, such as a carbon offset system, R&D promotion, and assistance for entry into new industries, among others.	What government policies are required to make the oil refining industry carbon neutral?

Main Category	Subcategory	Explanation	Question
II. Development of technology	4. Use of the CCUS	Development of CCUS-related technologies such as the capture of carbon dioxide emitted from the hydrogen production process.	Please tell us about the development level, application area, and application timing of CCUS technology that can be used in the domestic oil refining industry.
	5. Low-carbon fuel conversion (hydrogen, LNG, etc.)	Conversion of refinery fuel from B-C oil to low-carbon fuels like LNG and hydrogen.	Please share your thoughts on the applicability, problems, and solutions to the countermeasures for converting the fuel used in the oil refining industry from B-C oil to low-carbon fuels such as hydrogen and LNG for carbon neutrality.
	6. Development of non-petroleum raw materials	Development of non-petroleum alternative fuel production technology such as waste plastic pyrolysis and bio naphtha.	What are your thoughts on the applicable technology and time to market for non-petroleum raw materials such as pyrolysis of waste plastics and bio-naphtha, which are needed to achieve carbon neutrality?
III. Identifying new industries	7. Renewable energy businesses	Development of new renewable energy industries such as solar power generation and wind power generation	Please describe the current state of renewable energy investment, your prospects as a new industry, and your investment strategy.
	8. Hydrogen businesses	Using the hydrogen industry, such as hydrogen production and distribution, as well as existing gas station infrastructure, hydrogen car charging stations will be installed.	Please describe the current state of investment in hydrogen-related businesses, as well as the industry's prospects and investment plans.
	9. Overseas GHG mitigation project	Obtaining carbon credits through a overseas GHG mitigation project.	What is the current status of overseas GHG mitigation projects, such as external reduction projects in the oil refining industry, and what are the plans for the future? Also, what do you think the challenges and solutions are for entering the overseas GHG mitigation projects in the oil refining industry?
IV. Improvements to the management system	10. Making a market	Creating market conditions for carbon neutrality and accounting for the costs of climate change in corporate decisions.	What are some strategies for establishing the market conditions needed to achieve carbon neutrality in the oil refining industry and factor climate change costs into corporate decision-making?
	11. Increasing social acceptance	Increasing social acceptance and citizen acceptance to achieve carbon neutrality.	What are the current efforts and additional measures being taken to improve social acceptability and citizen acceptability in the oil refining industry in order to achieve carbon neutrality?
	12. Stakeholder engagement and transparent monitoring	Stakeholder participation in the creation of an internal eco-friendly system and external monitoring.	How can we use stakeholder engagement to transparently monitor carbon-neutral management?

3. 연구결과

3.1. 탄소중립 기반 구축

탄소중립 기반 구축 대항목에서는 1. 탄소중립 인식, 2. 녹색금융 개발, 3. 정책 지원 등 3가지 질문을 통해 전문가 심층면담을 진행하였다.

전문가들에게 탄소중립 인식에 대해 질의한 결과, 면담에 응한 모든 전문가들은 탄소중립에 대해 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 탄소중립 달성 가능성에 대해서는 정유업계 관련 전문가들은 대부분 2050년 탄소중립 달성이 어려울 것으로 예상하였고, 학계 및 연구원에 종사하는 전문가들은 2050년 탄소중립 달성이 가능할 것으로 대답하였다. 2명의 전문가를 제외한 전문가들은 2050년 탄소중립 달성은 어려울 것으로 예상하여 전문가들의 보편적인 의견에 따른 정유업계의 탄소중립 달성 시기는 2050년 이후로 나타났다. 2050 탄소중립 달성이 어려울 것으로 응답한 전문가들의 대부분은 탄소중립의 취지와 방향에는 동의하지만, 현실적으로 탄소중립을 위한 기술의 성숙도 및 경제성에 대한 우려가 많았다. 그러나 탄소중립 달성을 위한 다양한 기술개발과 사업 발굴이 활발하기 때문에 2050 탄소중립이 가능할 것이라는 긍정적인 평가도 나타났다.

현재의 탄소중립 논의는 기술개발과 감축수단이 실제 경제성을 확보한다는 전제하에 가능하며 재생에너지로 인한 전기 생산 및 대규모 전기화가 필요하기에 실현 가능 여부는 의문임(전문가 A).

탄소중립 달성을 위하여 CDM, 재생에너지, 수소 관련 사업 등을 활발히 진행하고 있기 때문에 2050 탄소중립은 달성될 것으로 기대됨(전문가 C).

정유업계에 요구되는 녹색금융에 관하여 대부분의 전문가들은 현재 환경부에서 수립중에 있는 ‘한국형 녹색분류체계(K-Taxonomy)’에 정유업계의 온실가스 감축이 포함되어야 한다고 답하였다. 정유산업 자체가 화석연료 기반 산업이라는 이유로 녹색금융 지원 대상에서 제외되는 것에 대한 우려가 많은 것으로 나타났다. 모든 전문가들이 정유업계의 녹색금융 지원이 필요하다고 응답하였으며, 특히 5명의 전문가들은 직접적으로 ‘한국형 녹색분류체

계’에 정유업계의 감축 활동이 포함되어야 한다고 하였다. 이에 ‘한국형 녹색분류체계’에 온실가스 감축 잠재량이 높은 정유업계의 감축 활동을 추가하여 지원할 필요가 있다.

‘정유업계는 친환경 사업이 아니니 녹색금융의 적용이 없다’로 결론 내리기보다는 기존 탄소다배출 업종의 탄소 저감을 위한 부분이 녹색금융의 큰 카테고리 중 하나가 되는 것이 바람직함(전문가 A).

정유업계는 EU와 한국의 녹색분류체계(안)에서 배제 혹은 제외되는 업종으로 분류되고 있음. 우선적으로 정유업계가 녹색분류체계에 편입되어야 함. 또한, 탄소중립에도 불구하고 대체될 수 없는 정유제품을 규정하고 이에 대한 투자가 있어야 함(전문가 P).

정책 지원과 관련하여 정유업계의 탄소중립을 위해서 온실가스 감축 설비 설치 및 연료 사용에 따른 소비세 및 법인세 하향 조정 등 다양한 세제 지원과 함께 안정된 배출권거래제 시장 운영 등이 중요한 것으로 나타났다. 새로운 정책을 시행할 때에 산업계에서 적응할 수 있는 일정 기간의 여유가 필요하며, 갑작스러운 변경 및 폐지되는 일이 없도록 정책의 일관성을 유지하는 것이 중요하다는 의견이 나왔다.

석유제품 생산비중 감축을 위한 전환사업(COTC, 바이오원료/기존 공정을 활용한 차세대 바이오 연료 생산 등)에 대한 투자세액공제가 필요함(전문가 F).

정책의 시행에는 일정 기간의 여유가 있어야 하며 갑작스러운 변경, 폐지, 중단되는 사례가 없도록 고려하는 것이 매우 중요함(전문가 M).

3.2. 기술 개발

기술 개발 대항목에서는 1. CCUS 활용, 2. 저탄소 연료(수소, LNG 전환 등) 전환, 3. 폐플라스틱 열분해 기술 및 비석유계 원료 개발 등에 대하여 전문가들의 의견을 취합하였다.

CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage)는 이산화탄소 포집 기술(Carbon Capture)과 이산화탄소 이용 기술(Carbon Utilization)을 포함한 기술이다. 정유업계의 이산화탄소 포집 기술은 이미 상용화 단계에 이르렀으며),

1) CO₂ 포집과 관련하여 한국전력공사·남부발전 등에서 중규모 실증을 완료하였으며, 산업공정에서는 시멘트, 제철, 석유화학 분야에서 벤

이산화탄소 이용 기술(CO₂ 활용 정유 제품 생산, 드라이아이스 생산, E-Fuel 생산 등)은 도입 및 개발 중에 있다. 하지만, 포집된 이산화탄소를 저장할 공간의 문제 및 이산화탄소 이용 기술의 숙련도와 경제성 문제 등 아직 해결해야 할 문제들이 많다고 응답하였다. 특히, 우리나라의 국토 및 지리적 여건상 이산화탄소를 저장할 공간이 제한되기 때문에 해외와의 연계가 필수적임을 주장하였다. CCUS 기술이 상용화되는 시기에 대하여 16명 중 14명의 전문가들이 2030년경 상용화될 것으로 예상하였다.

수소 개질 공정에서 발생하는 CO₂를 포집하는 기술은 상용화 단계임. 다만, 포집한 CO₂를 활용할 수 있는 사용처가 제한적이기에 설비 투자가 이루어지지 않고 있음(전문가 B).

정유공정 맞춤형 CO₂ 포집 소재 및 공정도입, CO₂ 활용 정유제품 생산, 탈황 부산물 활용 CO₂ 광물화 등을 고려하고 있으나, 2040년이 되어야 도입 가능할 것으로 보임(전문가 E).

저탄소 연료(수소, LNG 등) 전환에 대해 심층면담을 수행한 결과, 국내 정유사 대부분은 고탄소 연료인 B-C유에서 저탄소 연료인 LNG로의 전환을 완료하였거나 추진 중에 있는 것으로 나타났다. 연료를 수소로 전환하는 방안도 검토 및 기술개발 중에 있으나 현 시점에서는 전환이 어려울 것으로 보고 있다. 또한, LNG 가격의 변동성으로 인한 경제성 저하의 문제도 해결해야 한다는 의견이 나왔다. 특히, 대부분의 전문가들이 LNG로의 연료 전환에는 긍정적인 입장을 보였으나 11명의 전문가들은 수소로의 연료 전환에는 경제적 문제, 기술적 문제 등을 이유로 부정적인 입장을 보였다.

이미 정유업계는 B-C유에서 저탄소 연료인 LNG로 전환이 완료되었음. 수소를 연료로 전환하는 것은 기술 및 경제성 차원에서 가능성이 낮을 것으로 보이고 암모니아 등을 혼소하는 방안을 고민해야 함(전문가 A).

중유에서 LNG로 전환하는 것은 쉽게 할 수 있지만, LNG 가격의 변동성이 가장 큰 이슈임. 수소로의 연료 전환은 암모니아를 혼소하거나 블루 및

그린수소를 사용해야 하는데 이는 수입을 통하여 2040년 전후로 가능하다고 생각함(전문가 E).

페플라스틱 열분해 기술 및 비석유계 원료 개발과 관련하여 페플라스틱 열분해 기술이 대량생산 체제를 이루는 시기는 2025년에서 2030년 사이로 예상하는 전문가 의견이 있었다. 이러한 대량생산 체제에는 정부의 적극적인 지원과 협조가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 바이오나프타 생산의 경우, 원료 수급 및 시설투자비 확보 등의 어려움이 있으며, 바이오나프타 사용에 따른 온실가스 감축 실적 인정 등 정부의 지원이 필요한 것으로 의견이 취합되었다. 전반적으로 페플라스틱 열분해 기술 및 비석유계 원료 개발 및 상용화에는 다양한 정부의 지원이 필요할 것으로 예상된다.

「석유사업법」 ‘석유제품의 정의’에 페플라스틱 열분해유가 신규 포함되어야 석유제품 생산·판매를 위한 원료로 사용 가능함. 「폐기물관리법」 재활용 유형 규정에 따라 페플라스틱 열분해유는 연료로만 재활용 가능하여 원료로 재활용하기 위한 규정 추가가 필요함(전문가 P).

정부의 폐기물 정책에 대한 획기적인 변화가 필요함. 바이오나프타의 경우 2030년 이후에나 달성이 가능할 것으로 보이며 이 부분에 대한 정부의 지원이 필요함(전문가 E).

3.3. 신산업 발굴

신산업 발굴 대항목에서는 1. 재생에너지 관련 사업, 2. 수소 관련 사업, 3. 해외 탄소배출권 사업과 관련하여 전문가 심층면담을 수행하여 관련 의견을 취합하였다.

재생에너지 사업과 관련하여 전문가들은 해운, 항공분야에 대한 바이오 대체유(바이오 항공유, 바이오 선박유 등) 생산, 수소연료전지 사업 발굴에 관심이 많았으며, 풍력 및 태양광 사업에 대해서는 정유업계에서의 투자 계획이 불명확한 것으로 나타났다.

정유업계에서는 재생에너지 중 ‘바이오 에너지’ 분야에 사업 투자 검토 중에 있음. 탄소중립이 힘든 해운, 항공분야에 대한 바이오 항공유, 바이오

치급 실증을 추진 중에 있음(Various Ministries, 2021).

선박유 등에 대한 투자계획을 수립 중에 있음(전문가 D).

전문가들은 수소와 관련된 사업들을 장기적으로 유망한 산업으로 판단하였으며, 국내의 정유사들은 수소 사업 활성화를 위해 노력하고 있는 것으로 나타났다. 세부적으로는 수소 산업 관련 조직을 신설하고, 발전소 및 연구기관 등과 MOU를 추진하여 수소 관련 사업에 투자를 진행하고 있다. 다만, 수소 관련 사업들이 초기 단계이기에 대규모 자본이 필요한 상황으로 나타났다. 심층면담에 응답한 모든 전문가들이 정유업계의 수소 사업 진출에 긍정적인 견해를 갖고 있었으며, 모든 정유사에서 수소 사업에 대한 긍정적인 검토를 하고 있는 것으로 나타났다.

대용량 연료전지의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 보이며 잉여 전력을 활용한 수소 생산 및 관련 사업(e-fuel 등)이 장기적으로 유망할 것으로 생각됨(전문가 F).

정유사들은 수소 활용에 대한 노하우를 축적해 놓은 상황이며 수소 사업에 대한 진출을 이미 추진하거나 적극적으로 검토하고 있는 단계임. 다만, 수소 관련 정책/법/제도 등 정부와의 원활한 소통으로 사업 추진의 불확실성 해소가 필요함(전문가 K).

해외 탄소배출권 사업과 관련하여 정유업계는 주로 콕스토브(COOK STOVE) 사업을 통해 해외 외부감축 사업을 실시한 바가 있는 것으로 나타났다. 현재 외부감축 사업의 인정 비율이 5%로 낮고, 개발도상국가의 정치적 안정성이 담보되지 않은 점 등을 이유로 해외 탄소배출권 사업 개발에 대한 어려움을 토로하였다. 또한, 정유업계의 해외 탄소배출권 사업 활성화를 위해 외부감축 사업의 인정 비율 상향 및 개발도상국가와 국가 간 협약, 신뢰할 수 있는 CDM 방법론 개발 등 정부의 지원을 요구하였다.

공장 내부의 감축사업보다 감축비용이 저렴한 외부사업 아이디어가 많음에도 불구하고 법령상 인정 비율이 5%로 정해져 있기에 적극적인 사업 발굴이 불가능한 상황임(전문가 F).

개발도상국의 경우 정치적 안정성이 담보되지 않아 적극적인 투자가 어려움. 국가 간 협약을 통해 기업들이 안정적으로 투자할 수 있는 기반 마련이 필요함(전문가 I).

3.4. 경영시스템 개선

정유업계의 탄소중립 달성을 위한 경영시스템 개선 방안으로 1. 시장 여건 조성, 2. 사회적 수용성 개선, 3. 투명한 감시와 이해관계자 참여에 대하여 전문가들의 의견을 조사하였다.

정유업계에서는 회사의 의사결정에 기후변화 비용을 반영하기 위해 다양한 수단을 검토하고 있다. 장기계획 및 투자사업 검토 시 온실가스 비용을 고려하고 있으며, 사업의 경제성 평가 과정에서 기후변화 비용을 산정하여 제품가격에 반영하고 있는 것으로 나타났다. 탄소중립 달성을 위한 시장 여건 조성을 위해서는 정부의 R&D 투자 확대, 인센티브 제공 등 정책적인 지원이 필요하고, 충분한 재생에너지 공급 및 원활한 바이오 연료 조달 등의 여건이 조성되어야 하는 것으로 나타났다.

기존 공정의 에너지, 온실가스 배출을 통합 관리 및 감축하고자 노력하고 있으며 신규 프로젝트 추진 시에도 에너지, 온실가스 배출량 등을 검토 요소에 넣어 평가하고 있음(전문가 J).

시장에서 전체 공급사슬에 있는 공급자들의 저탄소화 노력을 공유하는 노력이 필요함. 협업이나 공동 투자를 통해 저탄소화를 추구하고 그로 인한 이익을 나누어 갖는 등 발상의 전환이 필요함(전문가 M).

사회적 수용성 개선을 위해 정유사들은 문화사업 개발, 탄소중립 활동에 대한 홍보 등을 수행하고 있는 것으로 나타났다. 석유의 필요성에 대한 사회적 공감대 형성, 공동 캠페인 추진, 소통 포럼 구성, ESG 경영, 저소득층 에너지 효율 개선 프로그램 등 다양한 활동을 고려하고 있다. 군사 장비가 석유자원을 기반으로 가동되고 있기에 안보 자산으로써의 석유의 중요성도 강조되었다. 이와 같은 노력에도 불구하고 정유업계의 온실가스 배출 이미지가 강해서인지 사회적 수용성을 높이는 데 어려움을 토로한 전문가도 일부 있었다.

현재 군사 장비는 석유자원을 기반으로 가동됨. 안보 자산으로 석유의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않음(전문가 B).

정유업계 전체가 탄소중립에 역행한다는 이미지가 강해서인지 아직은 사회적 수용성을 높이는 데 한계가 있음. 향후 정부나 시민단체 등에서 업계의 현실과 탄소중립의 어려움을 이해하고 함께 노력하는 방향이 되었으면 함(전문가 M).

정유업계의 탄소중립 활동에 대한 투명한 감시와 이해관계자 참여 방법으로는 분기보고서, 사업보고서, 주주총회, 제3자 검증 및 공표 등 다양한 수단이 제안되었으며, 실제로 공개하고 있는 것으로 나타났다. 다수의 전문가들은 너무 많은 이해관계자의 참여는 기업의 경영권을 침해할 여지가 있기에 필요성을 느끼지 못한다고 하였으며, 이해관계자가 기업의 관련 정보를 직접 감시하는 것은 부당하다는 의견도 일부 나타났다.

이해관계자가 기업의 탄소중립 관련 정보를 직접 감시하는 것은 부당하고 온실가스종합정보센터의 공개된 정보와 기업들이 공시하는 내용을 통해 이행 여부를 감시 및 확인하는 것이 바람직함(전문가 A). 외적으로는 분기보고서, 사업보고서, 주주총회, IR 활동, 홍보 활동 등을 통해, 내부적으로는 분기 경영설명회, 이사회 등을 통해 탄소중립 관련 활동을 투명하게 공개하고 있음(전문가 J).

4. 결론

본 연구는 국내 정유업계의 바람직한 탄소중립 달성 방안 제언을 위해 정유업계와 관련 산업계 전문가들을 16명을 대상으로 전문가 심층면담을 수행하였다. 전문가 심층면담 질문은 크게 탄소중립 기반 구축, 기술 개발, 신산업 발굴, 경영시스템 개선 등 4개의 대항목, 12개 소항목으로 구성하였다.

전문가들은 정유업계의 탄소중립 달성을 위하여 ‘녹색 금융 대상에 정유업계 포함’, ‘신규 석유대체연료 공급 및 설비 구축에 따른 소비세 감면’, ‘전환사업에 대한 투자세액공제’, ‘『석유사업법』, 『폐기물관리법』 등의 법령 개정’,

‘외부감축사업 인정 비율 향상’, ‘개발도상국가와 국제협약 체결’ 등 다양한 정책 지원이 필요하다고 응답하였다. 정유업계의 탄소중립 관련 기술 개발은 ‘CCU 기술 개발 및 CCS 저장 공간 확보’, ‘저탄소 연료로 수소 활용’, ‘바이오 항공유 등 바이오 에너지 기술 개발’ 등을 추진 중에 있다고 답하였다. 정유업계가 진출할 수 있는 주요 신산업 분야로는 ‘친환경 연료 충전소 사업’, ‘바이오 에너지 사업’, ‘수소 공급 및 활용 사업’ 등이 있으며, 사회적 수용성 제고를 위해 ‘석유 자산의 중요성 홍보’, ‘투명한 탄소중립 관련 정보 공시’ 등이 중요한 것으로 나타났다.

위와 같은 전문가 심층면담의 결과를 바탕으로 다음과 같은 시사점을 도출하였다. 먼저, 전문가 심층면담에 참여한 응답자 중 60% 이상이 중요하다고 생각한 상쇄배출권 제출 한도 향상에 대한 논의가 필요하다. 현행 5%의 상쇄배출권 제출 한도를 『온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 시행령』 제47조2)의 최대치인 10%로 확대에 대한 논의가 필요하다. 기존 온실가스 배출권거래제 제2차 계획기간(2018년~2020년) 국가 배출권 할당계획에서는 상쇄배출권을 ‘각 이행연도에 제출해야 하는 배출권의 10%’까지 인정해주었으며, ‘해외 외부감축실적을 전환한 상쇄배출권은 5%’까지 인정해주었다. 하지만, 온실가스 배출권거래제 제3차 계획기간(2021년~2025년) 국가 배출권 할당계획에서는 ‘각 이행연도에 제출해야 하는 배출권의 5%’까지 인정으로 축소되었다. 정부는 2020년 9월 15일 제3차 계획기간 국가 배출권 할당계획 공청회를 개최하여, 변경되는 사항들에 대한 이해관계자 및 국민의 의견을 듣고자 하였고, 이 공청회에서 상쇄배출권 인정 한도 하향에 대한 다양한 논의가 이루어졌다. 정부는 배출권거래제 대상이 되는 기업 자체적인 온실가스 감축을 늘리고, 명확하게 합의되지 않았던 지속가능개발체제(SDM: Sustainable Development Mechanism)의 불확실성을 줄이고자 상쇄배출권 인정 한도를 하향하고자 하였으며, 산업계는 자체적인 온실가스 감축의 한계성을 보완하고, 온실가스 감축 수단 확보 및 다양화를 위해 상쇄배출권 인정 한도를 상향하고자 하였다(Oh, 2020; Bae, 2020; Kang, 2020). 전문가들에 따르면 정유업계는 석유 기반 산업 특성상 자체적인 온실가스 감축을 즉각적으로 실시하는데 여러 어려움을 겪고 있다. 또한, 정유업계의 조직 경계 내의 온실가스 감축외에도 선택할 수 있는 외부감축 사업이 다수 있음에도 비교적 낮은 상쇄배출권 제출 한도

2) 법 제29조제3항 후단에 따른 상쇄배출권의 제출한도는 법 제27조제1항에 따라 해당 할당대상업체가 환경부장관에게 제출해야 하는 배출권의 100분의 10 이내의 범위에서 할당계획으로 정한다.

로 인해 적극적인 사업 발굴이 불가능하다는 의견도 있었다. 이에 상쇄배출권 제출 한도 상향에 대한 논의를 수행하여 정유업계의 외부감축사업 활동을 장려하고 비용 효과적인 탄소중립 달성을 지원해야 한다. 2021년 10월 18일 우리나라는 2030 온실가스 감축목표(NDC)를 상향 발표하였다. 기존 2018년 대비 온실가스 배출량을 2030년까지 26.3% 감축하는 목표를 40% 감축하는 것으로 상향하였으며, 16.2백만 톤CO₂eq로 계획되어 있던 국외감축분도 33.5백만 톤CO₂eq로 상향 조정되었다. 이와 연계하여 상쇄배출권 제출 한도에 대한 산업계와 정부의 지속적인 논의가 필요할 것으로 판단된다.

바이오 항공유 등 바이오 에너지 개발, CCUS 관련 기술 개발 등의 기술 개발을 활성화하고, 관련 산업에 투자를 가속화 할 필요가 있다. 전문가들에 따르면 정유산업은 수소 개질 공정에서 발생하는 CO₂를 포집할 수 있는 수준에 이르렀다. 하지만, 포집된 CO₂를 이용하여 E-fuel을 생산하는 등 다양한 CO₂ 이용 기술을 개발하고 사업성을 확보해야 한다. CCS의 경우 CO₂ 저장을 위한 공간을 확보해야 하는데, 이는 개별 기업에서 수행하기 어렵다는 의견이 많았다. 이에 국가 차원에서 CCS를 위한 저장공간 및 관련 기술을 확보해야 할 필요가 있다. 현재 우리나라는 국내의 CO₂ 저장이 가능한 유망구조 수준을 조사하였고, 2030년까지 대규모 저장소 확보, 저장 기술의 효율 개선 등 기술개발, 국제협력 등을 수행할 예정이며, 이를 위해 14,290억 원을 투자할 계획이다(Various Ministries, 2021). 이와 같이 국내 저장소 확보 및 국제협력 등 CCUS 활성화를 위한 다양한 노력을 수행해야 한다. 또한, 정유업계는 기존의 원유를 대체할 수 있는 바이오 항공유 등 바이오 에너지에 대한 지속적인 연구개발을 통해 화석연료 기반 산업에서 친환경 산업으로 전환할 필요가 있다. 우리나라의 국방과학연구소에서는 식물성 오일을 원료로 하여 바이오 항공유를 대량 제조할 수 있는 기술을 확보하였고, 현대오일뱅크는 바이오 항공유 생산 공장 건설을 검토하고 있으며, 대한항공과의 MOU를 통해 바이오 항공유 제작 및 사용 기반을 조성하고자 하고 있다. 향후 지속적인 연구개발을 통해 바이오 항공유의 경제성을 확보하고, 상용화할 필요가 있다(Korea Policy Briefing, 2021; Jo, 2021).

수소 관련 사업, 친환경 연료 충전소 사업 등 친환경 사

업을 발굴해야 한다. 2020년 12월 말 기준 우리나라의 주유소는 11,402개가 건설되어 있으며(Public data portal, 2020), 정유업계는 이러한 기존 주유소 인프라를 활용하여 친환경 연료 충전소 보급 확대에 기여할 수 있는 잠재력이 높다. 2022년 2월에 종합에너지스테이션(TES, Total Energy Station) 1호점인 SK박미주유소가 오픈했다. 해당 주유소는 연료전지 300 KW, 태양광 20 KW 등 재생 에너지를 통해 전기를 생산하고, 전기차 초급속충전기 및 급속충전기를 설치하여 기존 주유 및 전기차 충전이 가능하다. 서울시와 SK에너지는 박미주유소를 시작으로 향후 100 개소까지 확장할 계획이며, 이를 위해 향후 여러 정유사와 협력하고, 주유소 관련 규제 개선³⁾을 위해 노력할 예정이다(Seoul special city, 2022). 이와 같이 정유업계는 적극적으로 다양한 수단을 통해 수소차 및 전기차 등 친환경 연료 충전소 확장 사업에 동참하여 국가 탄소중립 대응에 기여하고, 신산업을 발굴할 필요가 있다. 또한, 정유업계는 수소 공급 측면에서도 상당한 잠재력을 지니고 있다. 2017년 기준, 우리나라의 부생수소 생산능력은 연간 192만 톤이며, 실제 생산량은 약 164만 톤(자체 소비 141만 톤, 외부 활용 23만 톤)이다. 또한, 부생수소의 여유 생산능력은 약 5만 톤으로 수소차 25 만대를 운용할 수 있을 것으로 예상되고 있으며, 향후 외부 유통되고 있는 부생수소 23만 톤도 수소차 운용에 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 부생수소는 대규모 석유화학단지에서의 공정 부산물로 생산되고 있으며, 생산가격이 1.5~2천 원/kg으로 추출수소 및 수전해 수소에 비해 2배~5배 가량 저렴하다. 또한, 추출수소 및 수전해 수소의 경우 핵심 원천기술 확보가 되지 않았으며, 상용화 실증이 미흡한 상황이다(Various Ministries, 2019). 이러한 상황에서 부생수소 생산 및 공급이 가능한 정유업계는 정부의 수소 경제 시대에 맞추어 '블루·그린 수소' 등 수소 생산 사업, 수소 연료전지 발전소 등 다양한 수소 관련 사업에 진출할 필요가 있다.

2021년 12월 환경부는 '한국형 녹색분류체계(K-taxonomy) 가이드라인'을 개발하였다. '한국형 녹색분류체계 가이드라인' 제1절 1조 가항 6호 온실가스 감축 설비 구축·운영에 따라 인정기준을 충족한 정유업계의 연료전환, 에너지 절감, 자원효율 개선 등 온실가스를 감축하기 위한 설비 구축·운영은 녹색 경제활동으로 인정받게 되었다. 정유업계의 탄소중

3) 『위험물안전관리에 관한 세부기준』 제110조 1항에 따라 태양광 발전설비는 주유소에 설치가 가능하지만, 원칙적으로 연료전지는 설치가 불가능하다. SK박미주유소는 연료전지 설치를 위해 주유소 내 연료전지 설치에 대한 규제샌드박스 실증특례를 통해 연료전지를 설치한 상황이다. 향후 주유소 내 연료전지 설치를 위한 규제 개선 및 연료전지를 통한 전기차 충전을 위해 『위험물안전관리법』 및 『전기사업법』 개정 등을 건의할 예정이다.

립 달성을 위한 온실가스 감축 설비 투자에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

본 연구는 온실가스 다배출 업종으로 급진적인 온실가스 감축 활동을 수행해야 하는 정유업계의 전문가들을 대상으로 심층면담을 수행하였다. 이를 통해 전문가들의 경험에서 비롯된 정유업계 탄소중립 달성에 대한 현실적인 상황을 확인하고, 전문가들의 의견을 토대로 정유업계의 탄소중립 달성 방안을 종합하여 사업적·정책적 시사점을 도출하였다는 점에 의의가 있다. 다만, 본 연구는 심층면담의 연구방법론적 한계가 있으며, 이를 보완하기 위해 다양한 선행연구 및 문헌을 고찰하여 정유업계의 탄소중립 달성 방안에 대한 방향성을 제시하였다. 본 연구의 결과는 향후 정유업계의 온실가스 감축 사업 수행 및 정부의 탄소중립 정책 수립 및 시행에 있어 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

사사

본 연구는 환경부 “기후변화특성화대학원사업”의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Bae S-h. 2020 September 17. During a public hearing on the draft allocation plan for emission allowances, the ‘lack of communication’ was confirmed. Electric Power Journal. British Petroleum, 2020. BP Sustainability report 2020.
- KEA (Korea Energy Agency). 2021.06. The 2nd carbon neutrality council for the oil refining industry was held. Ulsan; Seoul.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2021.08. Climate change 2021 the physical science basis.
- Deloitte. 2020.12. Decarbonization by 2030: A challenge for energy’s future. Seoul; Korea.
- ExxonMobil. 2021.04. Updated 2021 energy & carbon summary.
- Jo D-i. 2021 June 30. Hyundai Oilbank builds bio jet fuel production plant...the first in Korea. Todayenergy.
- Kang H-c. 2020 October 19. Do not stifle domestic companies’ desire to obtain international emission permits. Korea Mechanical Construction News.
- Kim S, Kyungjin L, Na-Young C. 2019. Developing a draft of standards for gifted music programs. The Korean Journal of Arts Studies. null(24):223-252.
- Korea Policy Briefing. 2021 July 6. Defense Science Research Institute mass-produces eco-friendly bio jet fuel from vegetable oil. Korea Policy Briefing.
- Kwon J-A. 2017. A study on development of early childhood music appreciation education program based on oriental theory of mind - focus group interview. Korean Journal of Children’s Media. 16(4):1-26.
- KTB. 2021.06. Green infra. Seoul; Korea.
- Oh C. 2020 September 16. Emissions allowance allocation plan public hearing pouring out complaints. ‘No sincerity to answer’. Electric newspaper.
- Public Data Portal. 2020. Number of gas stations by region; [accessed 2022 March 2]. <https://www.data.go.kr/data/15038480/fileData.do>
- Seidman I. 2006. Interviewing as qualitative research. Teachers College Press.
- Seoul special city. 2022 February 9. converting a gas station into a comprehensive energy station with charging stations for electric vehicles, fuel cells, and solar power. Seoul special city.
- Shell. Achieving Net-zero emission; [accessed 2022 February 10]. <https://www.shell.com/powering-progress/achieving-net-zero-emissions.html>
- Shin S-J. 2008. China’s changing perceptions on North Korea: Interview research on China’s North Korea specialists. Unification Policy Studies. 17(1):265-291.
- Various Ministries. CCU Technology Innovation Roadmap. 2021.
- Various Ministries. Hydrogen Economy Revitalization Roadmap. 2019.
- Yun S-J. 2016.6. The climate change awareness of Korean journalists and their reporting attitudes. ECO. 20(1):7-61.
- Yun S-J, Lee S-J. 2013.11. An analysis on positions of experts and stakeholders with regard to climate change mitigation policy: Based on in-depth interviews. Korean Society And Public Administration. 24(3):151-187.